

第2章 外部評価委員会の評価結果等と土木研究所の対応

第1分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 地球温暖化が洪水・濁水流出特性に与える影響の予測および短時間急激増水に対応できる洪水予測技術の開発
- 2) 堤防をシステムとしてとらえた浸透・侵食の安全性および耐震性を評価する技術および効果的効率的な堤防強化対策技術の開発
- 3) 途上国における水災害リスク軽減支援技術の開発

【研究の達成状況】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

- ・ 合計 : 148本
- ・ 査読付論文 : 40本 (国内28本、海外12本)
- ・ 査読なし論文 : 26本 (国内16本、海外10本)
- ・ 学会発表等その他 : 82本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 東日本大震災等に係る災害調査、復旧に関する技術的な支援を実施。
- ・ インドネシア、タイ、フィリピンなど、アジア諸国の関係機関と連携し、洪水氾濫予測システムの開発、大規模洪水危機管理行動計画案、地域BCP作成マニュアルの普及など、海外プロジェクトに活用された。
- ・ 河川堤防の被災事例分析、模型実験等の結果を、関連指針、マニュアル等に反映し、講習会等を行うことで、河川の防災事業に活用された。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|----------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 大きな進歩がみられた。成果の実装への取り組みが望まれる。
- 2) 全体としては、多くの成果発表が実施されているが、個別課題によってややばらつきがみられる。より国外への発信を期待したい。
- 3) 目標達成、成果の発表、普及ともに十分評価できる。
- 4) 質・量ともに優れた成果をあげていると認められる。
- 5) 全体として成果が出ており、社会への貢献が行っている。
- 6) 研究発表の数については、十分すぎるくらい出ているもの（①-2、①-6 など）や、①-1 のように査読付き論文1本というものもあり、やや達成度の中身にはバラツキがあるように見える。①-1 報告等が多いようなので、これから内容を高め、査読付論文として世に出してほしい。成果論文は、同一フォーマットで書いてほしい。何ページの論文かを示すこと。フォーマットがバラバラで見にくい等があり、改善を望む。

【対応】

- 1) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動・情報発信、各種技術基準等への反映等を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 2), 6) 本プロジェクトでの成果については、国内外への査読付論文の発表など、成果の公表に努めてまいりたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-1 不確実性を考慮した地球温暖化が洪水・濁水流出特性に与える影響に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 観測データに基づくトレンドの解析
- 2) 国内特定領域を対象とした不確実性を考慮した降雨極値の変化予測手法の開発
- 3) 特定河川を対象とした不確実性を含めた洪水・濁水流出特性変化の予測
- 4) 全球主要河川流域を対象とした不確実性評価を含めた洪水・濁水流出特性の変化予測

【目標の達成状況】

- 1) 気候モデルによる現在気候実験と観測の降水量データを用いて、現在気候とみなす25年間(1979-2003)の内、前期の10年間(1979-1988)、後期の10年間(1994-2003)の2つの期間を比較した。全球大気気候モデルによる実験結果を補正し、現在気候の降水量の再現性が確認された。
- 2) 利根川流域を対象に物理的ダウンスケーリング手法を検討した。再解析(ERA-interim)ダウンスケーリングによって現実的な降水量の再現を確認した。MRI-AGCM3.2S, 3.2Hの現在・温暖化気候のダウンスケーリングを行ない、利根川流域における降水特性の変化をとらえた。
- 3) フィリピン国パンパンガ川流域においては、気候モデルデータの力学的ダウンスケーリングを実施し、現在/将来気候の確率年降水量を比較した。ダウンスケーリング手法は、最近の4洪水事例を対象に再解析データに適用し、再現性が高いことを確認した。タイ国チャオプラヤ川流域においては、複数ケースの現在気候と将来気候の実験結果を基に、氾濫量と相関の高い6ヶ月降雨量、氾濫量、浸水頻度について、現在気候から将来気候への変化を推定した。将来気候では、豊水流量、平水流量、低水流量、濁水流量は1.4~1.7倍程度に増加することを確認した。複数のダウンスケール出力結果を流出モデル(RRIモデル)に入力することで不確実性を含めて温暖化が洪水流出特性に与える影響(外力)を流域規模で取りまとめた。
- 4) 気象学的な乾湿の指標として世界で広く利用されているSPI(Standardized Precipitation Index)を元に改良した比較SPI(cSPI; comparative SPI)の開発や気候予測データへの適用を実施した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

- ・ 合計 : 15本
- ・ 査読付論文 : 1本(国内)
- ・ 学会発表等その他 : 14本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 創生プログラム(文部科学省)を通じて現場への適用を検討する。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

○講演会・講習会等の開催・講演

- ・アジアの水災害リスクの評価、第12回環境研究シンポジウム、気候変動と科学技術～考えよう地球の未来！～、2014.11
- ・アジアにおける水災害リスク評価と適応策情報の創生、「水災害分野における気候変動による影響と適応に関するシンポジウム」～後悔しないためのパラダイムとは～、2015.5

○テレビ・新聞・WEB等を通じた成果の情報発信

- ・アジアの水災害リスクの評価、(第12回環境研究シンポジウム発表資料)

(6) 自己評価

- ・観測データに基づくトレンド解析、利根川流域やフィリピン国パンパンガ川流域を対象とした力学的ダウンスケーリング手法の検討、アジア主要な5河川を対象にした洪水・濁水流出特性変化を予測した。また、アンサンブルカルマンフィルタを導入したWRFモデルによる降水予測技術を開発した。
- ・当初の目標を達成し、成果の普及が着実に進んでいる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 成果をどのように実務に取り組むかの方向性を示してほしい。
- 2) 査読付論文を増やされたい。気象学会関係にも論文を Submit されることが望ましい。気象学の研究者と議論する機会があったか？(ワークショップ等)
- 3) 十分な成果を挙げられている。より積極的な成果の発表を期待する。
- 4) 実用的な成果が出ている。
- 5) 査読付論文1本はさみすぎる。多くの査読なし論文があるので、それらの内容を高めて、査読付き論文として投稿してほしい。

【対応】

- 1) 本研究では、GCMによる気候変動の不確実性の分析に関する手法の提案を示すことができたが、御指摘の通り、その手法の検証・評価を積み重ね、今後、実務に活かしていくことが重要だと考えている。
- 2) 本年6月には京都で国際会議（ICWRER2016）が開催されるが、そこでも研究成果の発表（cSPI法の提案）を行うこととしている。また、本年5月に開催された気象学会においても成果の発表を行い、気象学の研究者と意見交換を行っているところである。更に、各国の気候変動による降水量変化の解析・評価に本研究成果が活用されるよう、海外でのワークショップ等を通じ研究成果発表を積極的に行っていきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-2 短時間急激増水に対応できる洪水予測に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 衛星観測降雨等の情報を反映した GPV の物理的ダウンスケーリングによる降雨予測技術の開発
- 2) 局地的豪雨の出水特性を反映する降雨流出氾濫モデルの開発
- 3) 気象情報の不十分な地域における物理的ダウンスケーリングの精度検証
- 4) PV の物理的ダウンスケール情報を用いた Flash Flood の予測精度検証

【目標の達成状況】

- 1) タイムラグアンサンブル法およびアンサンブルカルマンフィルタ法を WRF モデルに適用し、全球数値気象予報モデルを力学的にダウンスケールする方法を提案した。また、豪雨被害が発生した国内外の複数の流域（パキスタン・カブール川、白川、日吉ダム、阿賀野川、鬼怒川）においてダウンスケーリングした降雨の予測精度を検証した。
- 2) 降雨流出から洪水氾濫までを流域一体で予測する RRI モデルを開発し 2011 年タイ・チャオプラヤ川流域を対象に緊急対応の洪水氾濫シミュレーションを実施した。さらに、RRI モデルの汎用性向上のためにユーザーインターフェースを整え、実用化および早期普及のために取り組んだ。国内流域では基盤地図情報から容易にモデルを作成可能なツールを開発し、全球においては土地利用及び地質データから水文パラメータを推定する機能を開発した。
RRI モデル開発をした佐山主研（当時）は、土木学会論文賞、国土技術開発賞（優秀賞）、文部科学大臣表彰（若手科学技術賞）を受賞
- 3) タイムラグアンサンブル法を適用した WRF モデルによる力学的ダウンスケールの予測精度を 2010 年パキスタン北西部の豪雨で精度検証した。さらに熱帯地域における適用性の課題克服のためにアンサンブルカルマンフィルタを適用した WRF モデルによる力学的ダウンスケールの予測精度を提案し、台風性豪雨・前線性豪雨に対する精度検証を実施した。
- 4) 上記の WRF モデルにより予測降雨をダウンスケーリングした流域を対象に RRI モデルを適用し、不確実性の推定を含むアンサンブルの洪水氾濫予測を実施・検証した。パキスタン・カブール川流域では WRF+タイムラグアンサンブル法による降雨予測情報を RRI モデルに入力し、国内中小河川流域では WRF+アンサンブルカルマンフィルタ法による降雨予測情報を RRI モデルに入力し Flash Flood の予測精度を検証した。以上から、気候や水文特性の異なる流域における Flash Flood の予測精度を明らかにした。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

- ・ 合計 : 16 本
- ・ 査読付論文 : 12 本（国内 9 本、海外 3 本）
- ・ 査読なし論文 : 4 本（国内 4 本）

(3) 事業・社会への貢献

- ・ RRI を基礎モデルとするタイ・チャオプラヤ川流域の洪水予測システムを開発(JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトで(一財)河川情報センターが開発)。
- ・ 本研究で開発した RRI はパキスタンやタイ政府において洪水予測システムとして活用。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 2011 年タイ洪水の緊急対応シミュレーションを実施し、国土交通省と土木研究所で共同記者発表を行った。
- ・ 「JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト」や「UNESCO パキスタン洪水予警報及び管理能力の戦略的強化プロジェクト」で RRI モデルを基調にしたリアルタイムの氾濫予測システムや洪水予警報システムの開発に貢献した。
- ・ RRI モデルのグラフィカル・ユーザインターフェース(GUI)を開発し「ADB ミャンマー能力開発技術支援：都市管理に関する技術移転プロジェクト」で水文予測・水管理の実務者を対象にした研修を実施した。

(6) 自己評価

- ・ 全球の数値気象予測情報は容易に入手できるようになってきており、その精度も日々向上しているため、これらの情報を物理的にダウンスケーリングし不確実性の情報を有した洪水予測に関する研究は国内外で重要視されている。本研究課題では、データ同化手法を導入した物理的ダウンスケーリングによる降雨予測技術と大規模な洪水氾濫を予測可能な RRI モデルの両者を開発することができたことから、目標は十分に達成されたと考えている。さらに、開発されたモデルがパキスタンやタイにおいて洪水氾濫予測システムとして導入されることで実用化したことも本研究課題の大きな成果である。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 先方の諸機関との連携も順調に進んでいるようであるが、今後とも人材育成に努めてほしい。
- 2) 土木関係にとどまらず、自然災害学会等での研究発表が望まれる。
- 3) 国内外への適用も実施しており成果は大きいと判断される。
- 4) 開発技術の実用化に入っており、社会への普及への取り組みが評価できる。
- 5) 極めて優れた成果をあげられている。
- 6) 良い成果が出ており、開発途上国で適用されているので、社会への貢献度も高い。
- 7) 多くの成果が出ており、今後モデルをさらに活用して社会実装してほしい。

【対応】

- 1), 2), 7) 本研究で研究開発された、アンサンブル降水予報と RRI モデルによる洪水氾濫予測計算手法を普及させていくために、国際的なワークショップや学会で成果を発表するとともに、実運用を目指した取り組みを進めていきたい。具体的には、RRI モデルはタイ（JICA プロジェクト）、パキスタン（ユネスコプロジェクト）へ導入されており、現在、ADB プロジェクトを通じて、ミャンマーでも研修を実施しているところである。アンサンブル予測についても国内外で検証していますが、今後も適用ケースを拡大しつつ、例えばダム操作の実務に役立てられるように、関係機関と連携しつつ取り組んでいきたいと考えている。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-3 堤防システムの浸透安全性・耐震性評価技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 堤防及び構造物周辺堤防の被災メカニズムの解明
- 2) 堤防基礎地盤の複雑性を考慮した合理的調査方法の提案
- 3) 河川堤防をシステムとして浸透安全性・耐震性を評価する技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 東北地方太平洋沖地震において被災した堤防の事例を収集した。堤体の液状化により被災した堤防の沈下率と堤体内の飽和砂層厚の関係などを整理し、点検手法としてとりまとめた。また、要求性能として修復性に着目し、被災事例から切返し範囲と沈下率等の関係を整理した。

内部侵食に関する大型模型浸透実験を実施し、動水勾配や細粒分含有率以外に、礫分含有率や均等係数によって内部侵食の発生のしやすさが変わることが分かった。また、内部侵食の初期変状とのり尻付近の間隙水圧分布の関係性が高いことが分かった。

内部侵食に関する模型実験及び数値解析の結果を踏まえ、材料による絞り込みと圧力分布を考慮した安全率による評価方法を提案した。

堤体の液状化に関する動的遠心模型実験を実施、堤体液状化による被災メカニズムについて検討を行った。堤体の密度は堤体の液状化による堤防の被災程度に大きく影響する。また、堤体の天端に生じた亀裂が浸透特性に与える影響を明らかにした。

基礎地盤及び堤体の液状化による堤防の沈下量をより精度良く評価できるよう、東日本大震災の被災事例等を踏まえ、有限要素法を用いた自重変形法の改良を実施した。

東日本大震災前後の統合物理探査適用結果を比較検討することにより、地震による堤防システムの脆弱化を物性値の変化として捉えることが可能であることを示した。また、高速電気探査計測システムを試作し、堤体内降雨・地下水浸透過程をほぼリアルタイムでモニタリングすることができることを実証するとともに、今後堤体の不飽和浸透特性を原位置で評価する手法の確立を目指す。

12箇所まで統合物理探査を適用し、被災メカニズム解明に貢献。特に3D GPR 浅部地盤探査法及び高速電気探査システムを用いた浸透過程 3D 経時変化モニタリング手法が被災メカニズム解明に有用であることを実証。

東北地方太平洋沖地震及びその後の出水により陥没等の被害が確認された東北地方及び関東地方の樋管の事例を収集した。被災には4つのパターンが確認され、要求性能を満足するには水密性(継手破断あるいは函体の損傷)、構造物周りの空洞の発生、埋戻し土が重要であることが確認できた。

被災事例の一部については浸透流解析および模型実験による被災メカニズムの検証も実施し、空洞の存在・連続性、函体の亀裂によって、樋管に設置された止水矢板に過剰な水頭差を与え、止水機能の喪失に至る恐れがあることを明らかにした。

空洞調査結果及び連通試験結果を活用した構造物周辺堤防の安全性評価手法を提案した。一般堤防と同じ評価項目であるため、一連区間をシステムとして評価することが可能。

- 2) 地形と表層地質との対応を分析し、地形種による概略の土質推定が可能なことを明らかにした。モデル河川において、地形と動水勾配および被災履歴を用いた基礎地盤の浸透安全性評価指標を考案し、その有効性を確認した。土層強度検査棒を用いた調査を堤防基礎地盤調査へ適用し、詳細地質調査手法としての有効性を確認した。上記の各手法を組み合わせ、堤防基礎地盤の浸透安全性調査・評価手法を提案した。

詳細統合物理探査の適用とそれに基づく 3D 地盤構造モデルの構築、及び新開発したハイブリッド表面波探査法、P-SV 反射法探査技術が複雑な地盤構造調査に有用であることを検証した。

- 3) 統合物理探査結果から堤防基礎地盤土質特性、特に液状化にかかわる重要な指標である FL/PL を連続的に推定するシステムを構築・提案した。また浸透安全性に関わる透水特性・粒度特性を推定できることを検証した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

- ・ 合計 : 162 本
- ・ 査読付論文 : 30 本（国内 18 本、海外 12 本）
- ・ 査読なし論文 : 73 本（国内 47 本、海外 26 本）
- ・ 国際学会発表等その他 : 59 本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 関東地整の東日本大震災被災地震堤防への統合物理探査適用支援および検討委員会参画を通じて 150 km に及ぶ堤防区間の安全性を評価。
- ・ 菊池川堤防調査結果を現場に提供し、対策範囲の決定に反映。

(4) 特許等の取得

- ・ ハイブリッド表面波探査法（出願中）

(5) 成果の普及

- ・ 「河川堤防の統合物理探査—安全性評価への手適用の手引き—」（2013）の発刊。土研新技術ショーケースや物理探査学会ワンデーセミナーなどを通じて統合物理探査技術の紹介と技術水準の底上げに努めてきた。
- ・ 「河川堤防の質的整備に関する新たな堤防調査（第 2 版）」に、成果の一部を反映。

(6) 自己評価

- ・ 堤防内不飽和浸透過程の 3D 経時変化モニタリング、ハイブリッド表面波探査手法、浅部地盤構造の 3D モデル化と WEB 表示など、最先端の技術開発を実現するとともに、関東地整、中部地整等と連携して期間内に 34 堤防区間で適用性を検証し、河川堤防の安全性評価に貢献してきた。研究成果の最大化を充分図ることができたとして自己評価する。
- ・ 堤防基礎地盤の浸透に関する弱点箇所抽出に関し、連続データを用いた合理的な抽出手法を提案でき、今後事業の効率化へ貢献が期待できる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 先進諸外国（例えば、オランダ等）の成果との比較も望まれる。システムとしての堤防の考え方を地先地先の堤防の強化と安全度の上下流バランスをどのように考えるのか、今後とも情報の発信が期待される。
- 2) 成果も十分に公表されている。
- 3) 実堤防への適用も行われており、成果は大きいと判断される。
- 4) 個々の技術の開発の成果、社会への貢献普及については、十分に評価できる。システムとして評価という面が本研究プロジェクトの特長と考えるが、そうした面を明確に示していただけるとよかった。
- 5) 質・量ともに極めて優れた成果をあげられている。
- 6) 実用的な成果が出ており、マニュアル等で現場への適用も図られている。

【対応】

- 1) 今後の研究では、諸外国との比較も検討していきたい。
- 4) できるだけ分かりやすい説明に努めていきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-4 河川堤防の浸透・地震複合対策技術の開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 浸透対策のコスト低減に関する提案
- 2) 地震対策の効果向上に関する提案
- 3) 浸透・地震複合対策技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 既存の浸透対策技術として、ドレーン工や遮水矢板を施した区間のモニタリング(水位観測)を継続的に実施した。これまで、大きな出水は無いものの、ドレーン工等の効果を確認した。
模型実験や浸透流解析により、透水トレンチ等の堤内地ののり尻部から透水層の水を抜き盤膨れを抑制する対策の効果を検証した。各種条件においても概ね効果を発揮したが、対策工回りから噴砂等が生じた場合に十分な効果が発揮されないことが明らかとなった。
対策工の効果を浸透流解析によって評価する方法を提案した。この方法の中には、目詰まりや噴砂等の発生を抑制するために対策工回りの局所動水勾配等を所定の値以下に抑え、さらに施工断面形状を工夫することとした。
- 2) 模型実験や静的地盤変形によって、地震対策の効果を検証した。
基礎地盤の液状化対策の効果に関しては、静的地盤変形で適切に評価できない範囲が存在することが明らかとなった。そのため、静的地盤変形だけで対策工の設計を行わず、既存の外的・内的安定性を照査する方法と組み合わせることとした。既存の設計法(のり尻直下地盤対策)よりも効果的な堤防直下地盤の改良に関しても設計手法を提案した。
- 3) 「堤内地における基盤透水層からの排水による河川堤防の盤膨れ対策マニュアル(試行版)」を作成した。
「河川堤防の液状化対策の手引き」を作成した。この中には、浸透対策工の耐震対策効果を評価するための方法や逆に耐震対策工が浸透安全性へ悪影響を及ぼさないよう補助工法を設計する方法などが含まれる。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

- ・ 合計 : 37本
- ・ 査読付論文 : 11本(国内9本、海外2本)
- ・ 査読なし論文 : 5本(国内5本)
- ・ 学会発表等その他 : 21本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 「堤内地における基盤透水層からの排水による河川堤防の盤膨れ対策マニュアル(試行版)」の作成
- ・ 「河川堤防の液状化対策の手引き」の作成

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・上記マニュアル、手引きを作成した。手引きは、平成 28 年 3 月 31 日付で、本省からの事務連絡により、各地整、自治体に通知された。マニュアルに関しても、幾つかの試験施工現場での適用が検討されている状況である。

(6) 自己評価

- ・当初の目標を達成した。マニュアル及び手引きは、今後、直轄及び自治体での利用されることが想定されるため、技術指導等によるフォローアップを行う予定である。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 先進諸外国（例えば、オランダ等）の成果との比較も望まれる。
- 2) 手引き以外の社会貢献は考えられないか？
- 3) マニュアル等、社会への普及は十分に評価に値するところであるが、堤体内の液状化の危険箇所となりうる地点の特定も望まれる。
- 4) 有用性の高い成果をあげられ、マニュアル等に反映されていることは高く評価できる。
- 5) 良い成果が出ており、マニュアル等により現場で使用できるように成果を公表している。

【対応】

- 1) 今後の研究では、諸外国との比較も検討していきたい。
- 2) 手引き等作成以外に、各地整や自治体の対策工の設計、施工などの技術指導等も多数実施している所であるが、引き続き幅広い社会貢献に努めていきたい。
- 3) 危険箇所の把握（より正確には、対策の必要性の照査）に関しては、①-3 堤防システムの浸透安全性・耐震性評価技術に関する研究で検討した所であるが、第4期の研究においても引き続き検討していきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-5 河川津波に対する河川堤防等の被災軽減に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 河川津波発生時の河川堤防等の被災機構の解明
- 2) 河川津波による河川堤防等の被害軽減対策の提案
- 3) 河川津波に対する河川堤防等の被害軽減策設計手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 津波研究レビューおよび東日本大震災等における被災事例を収集し、河川津波現象の複雑さおよび津波荷重特性把握の必要性を確認した。
河川津波発生時の流れの基本的特性を水理実験により把握した。(押し波の影響、河川津波高の時空間分布など)
河川津波特有の押し波・引き波による流れと水位せきあげ量の数値計算(寒地河川T提供のプログラムを使用)等の分析により、漂流物等を伴う流れを把握し、被災機構を解明した。
河川津波発生時の流れが河川堤防及び河川工作物等へ与える影響を把握した。(河道諸元等をパラメータとして、護岸ブロックや堰・水門のゲートに作用する流体力等を把握)
- 2) 河川津波遡上時に護岸ブロックに作用する揚力・抗力について検討するとともに下流端処理等の被害軽減策を提案した。
河道平面形状(湾曲度)や断面形状の相違による波圧や波高等の空間分布を定性的に把握し、被害軽減策を提案するとともに、検討する際に考慮すべき点を明らかにした。
- 3) 既存の波圧算定式について検討を行い、河川津波時の算定式の妥当性について検討した。上記軽減策の検討結果も踏まえ、河川工作物である堰・水門ゲート設計の基本となる「ダム・堰施設技術基準(案)」の改訂(新たに河川津波を外力とし、その流体力の計算手法を例示)に向けた検討委員会等に実験データを提供した。
また、河川工作物の設計や対策工(被害軽減策)設定に必要な調査項目の抽出と評価手法の検討結果を踏まえ、津波発生時の流れを考慮した「津波に対する河川構造物等の被害軽減対策設計手法の手引(案)」をとりまとめた。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

- ・合計 : 5本
- ・査読なし論文 : 1本(国内1本)
- ・学会発表等その他 : 4本

(3) 事業・社会への貢献

- ・「ダム・堰施設技術基準(案)」の改訂(予定)
- ・「津波に対する河川構造物等の被害軽減対策設計手法の手引(案)」のとりまとめ(予定)

(4) 特許等の取得

- ・ 特になし

(5) 成果の普及

- ・ 上記技術基準の改訂、手引きの作成に加え、今後とも各種技術基準等の改訂に反映させるほか、河川基本技術会議における技術指導等を通じて成果の普及を図る。

(6) 自己評価

- ・ 当初の目標は概ね達成したと考えるが、今後とも、研究途上に顕在化した新たな課題（初期水深がない、あるいは小さい場合の河川津波の流体力など）について、引き続き実験的な検討を行う必要がある。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | ☆ |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | ☆ |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) かなりの成果が見られ現場への利用を取り組まれている。一方、近年の災害の多発から研究のスピードを今以上に上げて欲しい。手引き以外の社会貢献も期待したい。
- 2) 基準への普及は行われているが成果の発表がやや落ちてしていると判断される。他からの評価を受けるという意味で査読論文等出されるべきである。研究計画においてどういう論文、学会へ投稿するかを加味して作成されてはどうか。

【対応】

- 1) 第4期中長期計画での後続課題にて引き続き研究を進め、各種技術基準等の改訂に反映させるほか、技術指導等を通じて成果の普及に努めてまいりたい。
- 2) 第4期中長期計画での後続課題での成果も含めて、査読付論文等の成果の公表に努めてまいりたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：①気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「①-6 水災害からの復興までを考慮したリスク軽減手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) モデル地域での避難誘導、応急復旧対策等を検討した『大規模洪水危機管理計画(案)』作成
- 2) 他地域への適用の視点を加えた『地域BCP作成マニュアル』作成

【目標の達成状況】

- 1) 当初の目標を達成した。最大規模の洪水を想定した大規模洪水危機管理計画の作成支援に加えて、既往最大規模、毎年発生する通常規模など複数の洪水発生を想定したコミュニティの洪水危機管理計画の作成への支援活動を行った。最終的には各コミュニティの災害担当者を招いたワークショップを開催し、作成手法の講習を通じた成果普及を図った。
- 2) 当初の目標を達成し、洪水危機管理や洪水対応に関する「地域BCP作成マニュアル」を作成した。更に、フィリピン共和国マニラ市において、国・州等の関係機関職員を招いたワークショップを開催し、他地域への普及を目指して関係機関への周知を図った。また、2016年3月に開催されたアジア水循環シンポジウム(Asia Water Cycle Symposium)や国土地理院が事務局をつとめるInternational Steering Committee for Global Mapping (ISCGM)によるUrban Hazard Maps Web Portalサイト等の場を活用した成果の普及活動を行った。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

- ・合計 : 10本
- ・査読付論文 : 5本(国内1本、海外4本)
- ・査読なし論文 : 2本(海外2本)
- ・学会発表等その他 : 3本

(3) 事業・社会への貢献

○基準・マニュアル等への反映

- ・アジアにおける他の洪水常襲地帯への適用を踏まえた「地域BCP作成マニュアル」の構築

○技術指導、助言活動

- ・カルンピット市で作成した大規模洪水危機管理計画(案)に基づき、現地の災害対応計画に関する助言を行った。
- ・カルンピット市内にて、コミュニティレベルでの危機管理計画の作成支援を行うとともに、コミュニティリーダー等を招いた最終ワークショップを開催し、計画作成方法の指導を行った。
- ・これらの成果に対して、カルンピット市長より、感謝状(Certificate of Appreciation)を贈呈された。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

○講演会・講習

- ・Badri Shrestha : Flood Risk Assessment, Workshop on Evidence-based Flood Contingency Planning, Calumpit Municipality SB Hall, 17 February 2016
- ・Miho Ohara : Flood Contingency Planning, Workshop on Evidence-based Flood Contingency Planning, Calumpit Municipality SB Hall, 17 February 2016
- ・Badri Shrestha : Flood Hazard/Risk Assessment, Workshop on Evidence-based Flood Contingency Planning, Luxent Hotel, Quezon City, Metro Manila, 18 February 2016
- ・Miho Ohara : Flood Contingency Planning, Flood Hazard/Risk Assessment, Workshop on Evidence-based Flood Contingency Planning, Luxent Hotel, Quezon City, Metro Manila, 18 February 2016
- ・Hisaya Sawano : Flood Disaster Risk Reduction, Asia Water Cycle Symposium 2016, Takeda Hall, University of Tokyo, 1-2 March 2016

(6) 自己評価

- ・当初の目標を達成するとともに、コミュニティに対する計画作成手法の指導や関係機関への周知活動などを通じた成果普及を図った。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) かなり成果が見られる一方、近年の災害の多発から、研究スピードを今以上に上げてほしい。
- 2) 成果の公表も十分に実施されている。一層の国際貢献を期待。
- 3) アジアにおける BCP モデル作成、ワークショップを通じた人的技術の普及という意味で、社会への普及、成果が評価できる。
- 4) 有用な成果をあげていると評価できる。
- 5) アジアの開発途上国における洪水対策に寄与する研究及び成果の公表、普及を行っている。

【対応】

- 1) 今後も引き続き、フィリピン共和国の関係機関や JICA 専門家と連携しながら、研究成果の普及に努めていく予定である。また、フィリピン共和国以外の国々に対しても、JICA の専門家等と連携しながら相手国政府に情報発信し、現場での実践につなげることを目指すとともに、国際会議等の場において研究成果を紹介し、広く周知に努める予定である。

第1分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発

(1)達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1)大規模土砂災害等の発生危険箇所を抽出する技術の構築
- 2)大規模土砂災害等に対する対策技術の構築
- 3)大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築

【研究の達成状況】

- 1)・深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出手法及びリスク評価手法を提案
 - ・火山地域の地形特性を踏まえた土石流危険渓流の調査手法(案)を提案
 - ・「深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル(案)」により深層崩壊の土石流の被害範囲を推定する技術を提案
 - ・流動化地すべりの発生要因、到達範囲に寄与する要因の明確化、土石流化する地すべりの判別指標の作成、流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測手法を提案
 - ・岩盤の凍結融解による劣化過程の把握、凍結融解による岩盤劣化度と物理・力学特性との関係の把握、凍結融解の初期サイクル数の領域、それ以降のサイクル数の領域における岩石劣化の推定法を提案
 - ・H20～22年度直轄災害、H23東北地方太平洋沖地震、H23紀伊半島豪雨の和歌山県南部地域の災害事例を収集・蓄積し特徴と防災上の留意点をとりまとめ、道路のり面斜面の災害弱点箇所抽出および対策緊急度判定手法を提案
- 2)・天然ダムの決壊に伴う土石流の緊急時の被害範囲・時期の推定手法を開発し、緊急調査実施の手引き(国交省、土研ら2011)の改訂(2016)に反映するとともに、「天然ダムの初動期・継続監視期の調査・工事技術」をとりまとめ
 - ・火山噴火時におけるデータ収集技術、土石流の規模・発生時期推定技術の高度化、火砕流の火砕サージを考慮した被害範囲の推定計算手法、熱エネルギーの損失を考慮した融雪型火山泥流のハイドログラフの推定手法を提案
 - ・上記の被害範囲推定に必要な調査手法をとりまとめた「火山噴火に起因した土砂災害の緊急調査手法」をとりまとめ
 - ・遠心力模型実験を用いた岩盤崩落の再現実験を実施して、既存亀裂位置と亀裂進展方向、および岩盤斜面の安定性との関係を把握し、岩盤の劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理マニュアルを作成
 - ・構造全体系の載荷実験による各部材の吸収エネルギー分担状況の把握、載荷実験結果を基に数値解析用材料構成則検討、金網の耐衝撃挙動に及ぼす重錘の回転および載荷面積の影響を把握、構造全体系の載荷実験・解析による緩衝機構、破壊性状の把握
 - ・上記を踏まえ、落石防護工の全体系での性能照査技術を提案
 - ・災害事例のデータベース化と分析結果の現場へフィードバック、のり面工・斜面安定工の劣化・変状に対するマネジメントフロー(案)の整理、安定度調査表を用いた防災点検結果の分析および評価結果の実態と課題の整理、吹付工を主とした劣化・損傷状態に応じた補修・補強工法の整理
 - ・上記を踏まえ、吹付のり面工を主とした道路のり面構造物のアセットマネジメント手法を提案
- 3)・災害現場の実態、現場での対応に関して調査整理を進め、無人化施工技術の現場導入に関する課題を整理、有人・無人による復旧活動の判断、無人化施工技術の適用判断に必要な情報取得に関する検討フローの提案、マシンインターフェースを中心とした比較検証実験による改善に向けたデータ取得を完

了

- ・上記を踏まえ、大規模土砂災害時における最適な建設機械技術導入のためのマニュアルを作成（無人化施工技術における施工効率の改善および支援システムの提案を含む）
- ・過去の災害復旧事例において採用された応旧復旧工法の種類と地形区分工法選定時に考慮した制約条件の関係を整理・分析、災害復旧関係者のヒアリングにより、復旧方法等の現場ニーズについての収集・分析、実現場の施工条件を考慮した動的遠心実験及び実大実験を実施し復旧モデルを検証
- ・上記を踏まえ、本設構造物への適用を想定した大型土のうを用いた災害復旧対策工法施工の手引き（案）を作成

(2) 発表論文

- ・合計 366 本（査読付論文 国内 38 本 海外 31 本 を含む）

(3) 事業・社会への貢献

- ・平成 25 年度のインドネシア国アンボン島での天然ダムの決壊による土石流災害に際し、土木研究所開発の観測技術及びその指導による湛水位観測によって犠牲者ほぼゼロの減災に寄与。本件に関し国際世界防災会議で訪日した村長が来所された模様など土木研究所の貢献が新聞でも報道
- ・平成 26 年度の御嶽山の噴火時に降灰後の土石流の氾濫範囲の推定が土木研究所開発の土石流氾濫計算プログラムによって行われ、関係自治体や一般に情報提供された
- ・道路ストックの緊急点検の「総点検実施要領(案)～道路のり面工・土構造物編～」(H25 年 2 月 27 日国土交通省道路局通達) に反映
- ・「ポケット式落石防護網の設計について」(H26 年 3 月 7 日国土交通省道路局事務連絡)の根拠資料として反映
- ・新潟県上越・中越地方の 7 市や新潟大学とともに雪崩・地すべり防止技術セミナーを開催、北海道開発局管轄の災害現場及び旭川市、置戸町等の市町村からの技術相談を受けて、技術指導、助言活動を実施
- ・関東地整管内（常陸河川国道、横浜国道）の災害現場、東北地方（秋田県、岩手県）における道路盛土や斜面における土砂崩壊事故現場に専門家として派遣し、技術指導、助言活動を実施

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 多くの成果が出ており、今後、実務に反映させる努力を期待する。
- 2) 自然災害は国際的にも共通の課題であるので成果の海外への一層の反映が望まれる。
- 3) アカデミックな研究だけでなく重要な課題研究を含んでおり、今後の社会への普及を期待する。
- 4) 全体として十分な成果が得られており、技術の普及が進んでいる。さらなる発展を期待する。
- 5) 多岐にわたり、優れた成果をあげており、実装にも精力的に取り組んでいる。
- 6) 査読付論文以外での成果の公表も重要な事であろう。

【対応】

- 1) ~5) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 6) 地整職員や民間の技術者が集まる研修や会議の場で、わかりやすく技術を説明するなどPRしていきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-1 大規模土石流・深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害の被害推定・対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 深層崩壊等発生危険箇所・発生規模予測手法の開発 - 火山地域の地形特性を考慮した土砂災害危険箇所の設定方法の提案
- 2) 異常土砂災害に対する危機管理ガイドラインの作成
- 3) 異常土砂災害に対するハード対策ガイドラインの作成

【目標の達成状況】

- 1) ・ 深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法を提案
・ 火山地域の地形特性を踏まえた土石流危険渓流の調査手法(案)を提案
- 2) ・ 深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算手法の開発し、「深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル(案)」を作成
・ 天然ダム決壊に起因する土石流の被害範囲を予測する氾濫計算プログラムを改良(山地河川での計算への対応)
・ 天然ダム決壊に起因する土石流の被害時期(湛水が越流する時期)の予測における堤体からの漏水量を評価
・ 上記を踏まえ、天然ダムの決壊に伴う土石流の緊急時の被害範囲・時期の推定手法を開発し、「土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き」(国交省、土研ら2011)の改訂(2016)に反映
- 3) ・ 深層崩壊に起因する規模の大きな土石流に対する既往の砂防堰堤の設計手法の適用性を検証
・ 現行設計指針に基づく土石流対策の安全率の緩和で、どの程度の外力まで対応可能か評価
・ 天然ダム決壊に起因する土石流対策の越流侵食対策(排水路)の侵食制御効果を実験で評価
・ 天然ダムの決壊防止対策工事の被災事例を踏まえた設計・施工における留意事項を「天然ダム初動期・継続監視期調査・工事技術」としてとりまとめ

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(12本)

- ・ 吉野弘祐ら(2013):天然ダム越流侵食時に形成される水みちの発達過程に関する研究, 砂防学会誌, 66, 2, 3-9
- ・ 秋山怜子ら(2014):天然ダムの水位予測に漏水量が与える影響, 砂防学会誌, Vol. 67, No. 4, pp. 31-37
- ・ 石塚忠範ら(2015):インドネシア・アンボン島で発生した天然ダム決壊洪水への対応, 土木学会論文集F5(土木技術者実践)

【査読付論文・海外】(16本)

- ・ Nagazumi TAKEZAWA et al. (2013): Earthquake induced landslides susceptibility assessment -Roles of topography, geology and seismology-, 8th International Conference on Geomorphology, S14-144
- ・ Tadanori ISHIZUKA et al. (2015): International Journal of Erosion Control Engineering Analysis for

a landslide dam outburst flood in Ambon Island, Indonesia, 6th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation

【査読無し論文・国内】(86本)

- ・水野秀明 (2015) : 深層崩壊の発生の可能性のある領域の抽出, 土木学会誌
- ・藤村直樹ら (2016) : 土石流が乗り越える可能性のある尾根の抽出方法, 土木技術資料

【査読無し論文・海外】(14本)

- ・Atsuhiko Kinoshita et al. (2015) : A method to evaluate the risk of deep-seated catastrophic landslides in Japan, 2015 International Workshop on Disaster Prevention and Mitigation Technology for Large-Scale Landslides
- ・Teruyoshi Takahara et al. (2015) : Study of the Use of an Airborne Electromagnetic Method to Extract Data on Areas Likely to Cause Landslides, 2015 AGU Fall Meeting

【学会発表等その他】(23本)

- ・木下篤彦ら (2014) : 空中電磁探査技術を活用した火山体における大規模崩壊予測技術に関する研究, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会
- ・高原晃宙ら (2015) : 深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出のための検討事例, 平成 27 年度砂防学会研究発表集会概要集

(3) 事業・社会への貢献

- ・土木研究所 (2012) : 深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル(案), (土研資料第 4240 号)
- ・土木研究所 (2016) : 深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究, (土研資料第 4333 号)
- ・「土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き」(国交省、土研ら 2011) の改訂 (2016) に反映
- ・平成 25 年度のインドネシア国アンボン島での天然ダム決壊による土石流災害に際し、土木研究所開発の観測技術及びその指導による湛水位観測によって犠牲者ほぼゼロの減災に寄与。本件に関し国際世界防災会議で訪日した村長が来所された模様など土木研究所の貢献が新聞でも報道

(4) 特許等の取得

- ・とくになし

(5) 成果の普及

- ・国総研と連携し「高度な土砂災害対策に従事する地方整備局職員の育成支援プログラム」において全国地整職員に研究成果を共有
- ・砂防学会、土木学会等国内外の関係学会などにおいて研究成果を公表
- ・研究成果を、土砂災害対策について示した書籍等に掲載するなどして普及
- ・台湾水資源局による天然ダム対応研修での講演など海外研究機関へ成果を普及

(6) 自己評価

- ・深層崩壊の発生危険箇所の抽出技術、その発生に起因する土石流の被害が想定される範囲を想定する技術およびその対策に関する技術を開発し、これらによって異常土砂災害の被害推定・対策に関する技術を提案することができた。
- ・研究成果は、学会、シンポジウム等で積極的に公表され、それらをもとに「深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出手法及びリスク評価手法」などが提案された。
- ・「土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き」(国交省、土研ら 2011) の改訂 (2016) に反映された
- ・インドネシア国アンボン島で発生した天然ダム決壊による土石流災害など土木研究所が開発した技術が緊急の災害対応に活用された。
- ・地方整備局職員等を対象とした研修活動を通じて成果を普及した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 大規模土砂災害の応急対策の教訓から学び、よりよい対策を考えていただきたい。
- 2) 多くの成果が出ており、今後、実務に反映させる努力を期待する。
- 3) 多くの関連分野の学会にて成果の公表も実施されており評価でき、インドネシアでの国際貢献の意義も大きい。
- 4) 十分な成果を挙げられ、国内外への社会貢献に寄与しているものと判断する。
- 5) 実用的に成果が出ている。現地で通用されている。
- 6) 優れた成果を多数あげられ、現場においても有効に活用されはじめている。
- 7) 査読付論文以外での成果の公表も重要な事であろう。

【対応】

- 1) 今後も、大規模土砂災害の対策箇所の被災について注視し、今後の対応にフィードバックしていく所存。
- 2) ~6) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 7) 地整職員や民間の技術者が集まる研修や会議の場で、わかりやすく技術を説明するなどPRしていきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-2 火山噴火に起因した土砂災害に対する緊急減災対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 火山灰・火砕流堆積後の土石流の緊急減災のための緊急調査マニュアルの作成
- 2) 火砕流の緊急減災のための緊急調査マニュアルの作成
- 3) 火山泥流の緊急減災のための緊急調査マニュアルの作成

【目標の達成状況】

- 1) ・噴火時の降灰データ情報収集技術として、衛星を用いたデータの伝送技術を開発 (JAXA 共同研究)
 - ・降灰後の土石流の計算のパラメータ推定のための高精度の土石流観測技術を構築
 - ・火山灰堆積斜面における表面流と土石流の発生の関係、表面流の発生に対する降雨の影響を評価
 - ・降灰後の土石流の氾濫計算プログラムの改良 (御嶽山のような山地河川における計算への対応)
- 2) ・既往の火砕流の被害範囲の実態把握のため、空中写真に3次元形状取得技術 (SfM) を適用し、火砕流堆積物の堆積後の地形データを作成
 - ・火砕サージを考慮した被害範囲の推定モデル及び計算プログラムを作成
- 3) ・積雪密度、液体水分量、昇華が火山噴出物による融雪量に与える影響について現地実験を実施
 - ・3次元熱伝導解析を用いて昇華による熱エネルギーの散逸割合を考慮したハイドログラフの推定手法を提案

・達成目標 1. ~3. の成果を踏まえ、土石流・火砕流・火山泥流の被害範囲の推定に必要な情報を収集する調査手法を整理した「火山噴火に起因した土砂災害の緊急調査手法」をとりまとめ

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(6本)

- ・木佐洋志 ら (2013) : 2011 年霧島山 (新燃岳) 噴火による火砕物堆積斜面の降雨表面流出特性, 砂防学会誌, Vol. 65, No. 6, pp. 12-21
- ・大坂剛ら (2013) : 桜島における土石流荷重計による単位体積重量測定, 砂防学会誌, Vol. 65, No. 6, pp. 46-50
- ・中野陽子ら (2013) : 合成開口レーダの位相情報を活用した降下火砕物の堆積分布および堆積深の推定, 砂防学会誌, 66, 4, 41-47
- ・水谷佑ら (2014) : 安易かつ簡素な土砂移動時刻記録装置の開発と土石流発生時刻の検知事例, 砂防学会誌, 67, 5, 49-54
- ・吉永子規 ら (2015) : 可搬型振動センサーを用いた土石流振動の現地計測, 砂防学会誌, Vol. 68, No. 1

【査読付論文・海外】(7本)

- ・Manabu Watanabe et al. (2013) : Trial of volcanic ash detection using Pi-SAR-L2, ASAR, TH2.R1.4
- ・Takao Yamakoshi et al. (2013) : Quick analysis method for estimating debris flow prone area caused by

rainfall in the volcanically disturbed watersheds, IAVCEI 2013 Scientific Assembly, 4P1_4D-019

・ Hiroshi KISA et al. (2014) : Impact of Short-term Temporal Changes in Volcanic Ash Fall on Rainfall Threshold for Debris Flow Occurrence in Sakurajima, Japan, International Journal of Erosion Control Engineering Vol. 7, No. 3, 2014

・ Tadanori ISHIZUKA et al. (2014) : Emergency Hazard Mitigation Measures Plan Against Sediment Related Disaster Induced by Volcanic Eruption, Cities on Volcano8

【査読無し論文・国内】(23本)

・ 石塚忠範 ら (2013) : 技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」を用いた災害対応センサデータの伝送実験, 土木技術資料, 55, 12, 42 - 45

・ 清水武志 ら (2014) : ALOS/PALSARを用いた火山噴火後の土砂災害に関する情報収集, 土木技術資料, 56, 7, 30-33

・ 藤村直樹 ら (2014) : インドネシアクルー火山における現地調査報告, 土木技術資料, 57, 2, 45-46

【学会発表等その他】(19本)

・ 泉山寛明 ら (2015) : 積雪内水分量と火山噴出物による融雪速度の関係に関する基礎的研究, 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集

・ 清水武志 ら (2015) : 地中レーダ探査を適用した土石流による砂防堰堤の損傷に伴うひび割れ分布調査 (速報), 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集

・ 藤村直樹 ら (2015) : クルー火山 2014 年噴火における火砕流と土石流発生状況に関する調査報告, 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集

(3) 事業・社会への貢献

・ 平成 26 年 9 月御嶽山噴火時の緊急調査において土木研究所が開発した土石流氾濫計算プログラムが使用され、その結果が公表された

・ 国総研と連携し、併任プログラムで派遣された全国の地整職員に研究成果を共有

・ 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) (国交省) の改訂 (2016) に本調査手法を掲載

(4) 特許等の取得

・ とくになし

(5) 成果の普及

・ 国総研と連携し「高度な土砂災害対策に従事する地方整備局職員の育成支援プログラム」において全国地整職員に研究成果を共有

・ 砂防学会、土木学会等国内外の関係学会などにおいて研究成果を公表

・ 研究成果を、土砂災害対策について示した書籍等に掲載するなどして普及

・ イタリア・スイスとのWGなど海外研究機関へ成果を普及

(6) 自己評価

・ 土石流・火砕流・火山泥流の被害範囲の推定手法を提案し、その推定に必要な情報を収集する調査手法を整理した「火山噴火に起因した土砂災害の緊急調査手法」をとりまとめができた

・ 共同研究により効率的な研究を行うとともに研究成果は、学会、シンポジウム等で積極的に公表された

・ 御嶽山の噴火時など土木研究所が開発した技術が緊急の災害対応に活用された

・ 地方整備局職員等を対象とした研修活動を通じて成果を普及した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 成果の実務への反映をどのようにするのか。
- 2) 文科省でも火山に対しては大きなプロジェクトが走っている。意見交換、今後の共同研究は視野に入っているか
- 3) 緊急調査手法がどのように公表されていくのかわかりやすく示されるとさらによいと思われる。(社会への普及)
- 4) 人的被害が大きい火砕流の被害範囲の予測に取り組みされており、良い成果が出ている
- 5) 優れた成果を多数あげられている

【対応】

- 1) 特に頻度が高いと想定される降灰後の土石流については、地整職員による土石流氾濫計算が使用できるように配布・訓練されているが、その他の現象についても緊急時に使用する技術として提案していく
- 2) 本研究では、JAXAの衛星を活用した情報収集技術など共同研究により実施しており、今後も研究の推進に有効な技術に関し、先進的な知見を有する機関と必要に応じ連携していきたい
- 3) 実際に使用することが想定される地整職員に対し、研修や訓練時に技術を共有し、演習を通じて技術を普及していきたい
- 4) ~5) 今後も緊急の災害対応時に貢献する技術の開発に努めていく所存

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-3 流動化する地すべりの発生箇所・到達範囲の予測に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 流動化する地すべりの発生要因の解明
- 2) 流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・研究対象とした約250の地すべり事例のうち、研究期間中に長距離移動した12の地すべりを対象とし、これまで調査事例が少なかった長距離移動地すべりの移送堆積域のトレンチ調査などにより、運動機構や発生要因を明らかにした。
- 2) ・融雪地すべり及び豪雨地すべりが流動化し長距離移動する場合の移送・堆積域の地形的条件を提示
・地震による地すべりが流動化しやすい地形・地質条件を提示
・流動化する地すべりの最大到達範囲を地すべり斜面勾配と見通し角の関係から設定する手法を提案
・(公社)日本地すべり学会や国土交通省と連携し、研究成果を「火山灰被覆丘陵を対象とした崩壊性地すべりの恐れのある斜面の抽出方法(案)」を(公社)日本地すべり学会に提案した

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文(国内)】(3本)

- ① 畠田和弘ほか：平成24年3月7日新潟県上越市板倉区国川地区で発生した融雪地すべり、日本地すべり学会誌、Vol. 49、No. 6、pp. 24-29、2012
- ② 木村諤ほか：2012年積雪期に発生した国川地すべりの運動特性、日本地すべり学会誌、Vol. 51、No. 4、pp. 12-22、2014
- ③ 木村諤ほか：長距離移動した融雪地すべりの発生域・移送堆積域の地形特性、日本地すべり学会誌、Vol. 53、No. 2、pp. 1-12、2016

【査読付き論文(海外)】(2本)

- ① Susumu Nakamura, Akihiko Wakai, Jun Umemura, Hiroyuki Sugimoto, Toshiya Takeshi: Earthquake-induced landslides: Distribution, motion and mechanisms, Soils and Foundations, Volume 54, Issue 4, August 2014, Pages 544-559
- ② Takashi KIMURA et al: A probabilistic approach to predicting landslide runout based on an inventory of snowmelt-induced landslide disasters in Japan, International Journal of Erosion Control Engineering, Vol. 7, No. 1, pp. 9-18, 2014 など

【査読無し論文・研究発表等(国内)】(41本)

- ① 木村 諤ほか：2012年3月新潟県上越市で発生した融雪地すべりの特徴、土木技術資料、Vol. 54、No. 7、pp. 36-41、2012
- ② 野呂智之ほか：豪雪地帯で発生する地すべり、雪崩の特徴—近年の災害発生状況と研究課題—、土木技術資料、Vol. 54、No. 10、pp. 22-25、2012
- ③ 丸山清輝ほか：平成24年3月7日新潟県上越市板倉区国川で発生した地すべり、新潟応用地質研究会誌、第78号、pp. 7-14、2012
- ④ 中村 明ほか：平成16年中越地震によって発生した地すべりの移動距離と斜面形状の関係、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、pp. 549-547、2012

- ⑤丸山清輝ほか：平成23年東北地方太平洋沖地震で発生した流動化地すべりの地形と地震波載荷試験、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、pp. 370-371、2012
- ⑥木村 諒ほか：融雪地すべりの移動距離と発生場に関する検討、第51回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 248-249、2012
- ⑦畠田和弘ほか：地すべり土塊の移動を規制する要因、第51回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 246-247、2012
- ⑧木村 諒ほか：今年の融雪期に発生した土砂災害とその対応について、平成24年度 北陸地方整備局事業研究発表会講演集、<http://www.hrr.milt.go.jp/library/happyoukai/h24/c/05.pdf>、2012
- ⑨木村 諒ほか：多雪条件下で発生した長距離移動する地すべりの挙動：新潟県上越地方の国川地すべりの事例、日本地球惑星科学連合2013年大会、HDS06-15、2013
- ⑩畠田和弘ほか：国川地すべりの発生と運動の特徴、平成25年度 砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、B-382~B-383、2013
- ⑪木村 諒ほか：過去の災害事例に基づく融雪地すべりの到達距離の推定、平成25年度砂防学会研究発表会、砂防学会、B-378~B-379、2013
- ⑫武士俊也ほか：東北太平洋沖地震によって福島県白河市で発生した地すべりの地形・地質的特徴、平成23年地すべり学会研究発表会、2011
- ⑬武士俊也：地震による地すべり発生箇所予測と衛星による広域崩壊地調査、国総研・土研 東日本大震災報告会、2012
- ⑭杉本宏之ほか：東北地方・太平洋沖地震によって白河丘陵で発生した地すべりの発生箇所の特徴について、平成24年度砂防学会研究発表会講演集、p246-247、2012
- ⑮武士俊也ほか：地形変化と樹木移動の分析による葉ノ木平地すべりの移動プロセス推定、第51回日本地すべり学会研究発表会講演集、p246-247、2012
- ⑯武士俊也ほか：東北地方・太平洋沖地震によって白河丘陵で発生した地すべりの発生箇所の特徴について、地盤工学会関東支部シンポジウム、2012
- ⑰杉本宏之ほか：東北地方太平洋沖地震により白河丘陵で発生した地すべりの発生斜面の地形・地質的特徴、土木技術資料、54-10、2012
- ⑱杉本宏之ほか：濁沢川池ノ台地区における崩壊土砂底面の堆積構造について—大型樹脂固定標本による観察—、平成25年度砂防学会研究発表会講演集、2013
- ⑲桂 真也ほか：融雪により発生した地すべり土塊の移動距離に関する検討、平成25年度北陸地方整備局事業研究発表会、<http://www.hrr.milt.go.jp/library/happyoukai/h25/c/15.pdf>、2013
- ⑳桂 真也ほか：平成24年3月新潟県上越市板倉区国川地区で発生した地すべりの特徴、第6回地すべり斜面災害の低減技術に関する日韓共同シンポジウム 2013、pp. 58-65、2013
- ㉑木村 諒ほか：融雪地すべりが長距離移動する条件の検討、第52回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 212-213、2013
- ㉒畠田和弘ほか：沖積扇状地で停止する地すべり土塊の堆積形状に関する考察、第52回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 214-215、2013
- ㉓桂 真也ほか：到達距離の長い融雪地すべりの発生箇所の地形的特徴、平成26年度 砂防学会研究発表会概要集、砂防学会
- ㉔木村 諒ほか：積雪期に発生した国川地すべりの運動特性、平成26年度 砂防学会研究発表会概要集、砂防学会
- ㉕畠田和弘ほか：地すべり地形の斜面規模と土塊の到達範囲との関係—新潟県高田平野東縁部における地形解析—、平成26年度 砂防学会研究発表会概要集、砂防学会
- ㉖畠田和弘ほか：沖積扇状地で停止する地すべり土塊の到達範囲、土木技術資料、Vol. 56、No. 10、pp. 20-23、2014
- ㉗木村 諒ほか：地形解析に基づく融雪地すべりの流動化危険度評価の試み、第53回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 139-140、2014
- ㉘丸山清輝ほか：地震動による地すべり土塊のせん断挙動、第53回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 158-159、2014
- ㉙畠田和弘ほか：谷状の移送域を伴う地すべり地形の特徴に関する研究—新潟県高田平野東縁部の地すべりでの事例—、第53回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 192-193、2014
- ㉚木村 諒：新潟県上越地方で発生した国川地すべりの運動と積雪の影響、研究集会「地殻・気候変動下における積雪寒冷地域の水・土砂災害と土砂動態」、2014
- ㉛木村 諒：上越市で発生した国川（こくがわ）地すべりの運動と積雪の影響について、雪崩・地すべり防止技術セミナー、2014
- ㉜丸山清輝：地すべり多発地における地震動の周期特性に関する検討、平成27年度砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、B-364~B-365、2015
- ㉝石田孝司ほか：平成27年4月に新潟県上越地方で発生した地すべり、第54回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 179-180、2015

- ⑭丸山清輝ほか：融雪地すべりの移動距離と発生場に関する検討到達距離と発生箇所の地形的特徴に関する検討、平成27年度全国地すべりがけ崩れ対策協議会研究発表会、pp. 35-44、2015
- ⑮杉本宏之ほか：地震によって発生した流動化した地すべり発生箇所の地形・地質的特徴について、第 52 回日本地すべり学会研究発表会講演集、日本地すべり学会、pp. 210-211、2013
- ⑯杉本宏之：東日本大震災で発生した土砂災害について（福島県の土砂災害を中心に）、土木学会・福島大学共催防災講演会
- ⑰石井靖雄ほか：火山灰被覆丘陵において発生した地すべり・崩壊の類型化、国総研・土研 東日本大震災報告会、2013
- ⑱杉本宏之：地震によって火山灰被覆丘陵で発生する崩壊性地すべりの危険斜面の抽出、平成 26 年度日本地すべり学会シンポジウム「大規模地震に備えた地すべり技術の展望」、2014
- ⑲中野英樹ほか：地震によって火山灰被覆丘陵で発生する崩壊性地すべりの斜面地質調査による発生危険度評価、第 53 回日本地すべり学会研究発表会講演集、2014
- ⑳杉本宏之ほか：火山灰被覆丘陵における地震起因の斜面変動の土塊到達距離、第 53 回日本地すべり学会研究発表会講演集、2014
- ㉑宮本賢人ほか：地震により火山灰被覆丘陵で発生する崩壊性地すべり発生斜面の水文地質的特徴、第 54 回日本地すべり学会研究発表会講演集、B-198-199、2015

【査読無し論文（海外）】（5本）

- ①Takashi KIMURA et al : Long-runout landslide occurred in snowmelt period at the Higashi-kubiki Hill, Niigata, Japan: effects of snowpack on behavior of landslide movements, EGU General Assembly 2013, EGU2013-8224, 2013
- ②Takashi KIMURA et al : A probabilistic approach for predicting landslide runout based on an inventory of snowmelt-induced landslide disasters in Japan, International symposium on sediment disasters under the influence of climate change and tectonic activity (3rd) , pp.23-24, 2013
- ③Hiroyuki SUGIMOTO et al : Geomorphologic and Geologic Features of Landslides Induced by the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, in Shirakawa Hills, Fukushima Prefecture, International Symposium on Earthquake-induced Landslides 2012
- ④Takashi KIMURA et al : Distribution patterns of long-runout landslides triggered by the northern Nagano Prefecture earthquake of 2011, Proceedings of the INTERPRAEVENT2014 in the Pacific Rim, 0-9, 2014
- ⑤Shin' ya KATSURA et al : Topographic features of snowmelt-induced landslide locations with long travel distances in Japan, Proceedings of the INTERPRAEVENT2014 in the Pacific Rim, 0-13, 2014

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究において、流動化地すべりの発生要因と流動メカニズムの一端、また発生箇所と到達範囲の予測に際して一定の知見を得た。
- ・研究成果は、地すべりの兆候が現れた後、発生域や移送堆積域の地形的特徴等を把握し、地すべり移動土塊が流動化する可能性、並びに最大到達範囲を判定することにより、応急緊急対応時の警戒・避難エリアの設定に際しての判断材料として活用できるものと考えている。
- ・研究成果を「火山灰被覆丘陵を対象とした崩壊性地すべりの恐れのある斜面の抽出方法(案)」（(公社)日本地すべり学会）に反映させた。
- ・研究期間内に発生した流動化した地すべりへの対応に際し、本研究で得られた知見を活かしながら、県等に対して継続的な技術支援を行った。（新潟県上越市 国川地すべり）
- ・今後、地すべり防止技術指針の改訂時に研究成果を反映させるとともに、災害時の技術支援等に際して研究成果を活用する予定。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・砂防学会、地すべり学会等国内外の関係学会などにおいて研究成果を公表した。
- ・都道府県や市町村の職員が集まる講演会や講習会の場において研究成果の一部を紹介した。
- ・今後も直轄地すべり担当者会議や、全国地すべりがけ崩れ対策協議会（47 都道府県で構成）主催の研究発表会等の場などにおいて研究成果を紹介し、広く行政担当者への周知と普及を図る予定である。

(6) 自己評価

- ・流動化し長距離移動する地すべりは、その発生箇所や到達範囲の予測が困難な事象として捉えられていたが、本研究によって、その素因的な特徴や流動メカニズムの一端を解明するとともに、長距離移動する地すべりとなるか否かの判断材料のひとつとなる知見を得た。
- ・また、到達範囲の予測に繋がる成果を得たことは、地すべり応急緊急対応時の警戒・避難エリアの設定など防災のための対策に貢献できるものと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 成果の実務への反映をどのようにするのか。
- 2) 行政に対する説明は不可欠。査読付き論文を増やされたい（海外への投稿も含めて）。
- 3) 流動化地すべりの予測手法が提案されており、今後の発展を期待する。
- 4) 研究成果の報告、目的達成を含め、積極的な社会への普及の取り組み姿勢がよみとれ、評価される点である。
- 5) 重要な成果をあげている。査読論文として、より多くの成果をまとめられることを期待する。

【対応】

- 1) 地すべりの兆候が現れた後の警戒避難などに活用してもらえるよう、講習会等の場で研究成果の紹介に努めて参ります
- 2) 行政担当者への講習会等の場で研究成果の紹介につとめて参ります。また、研究成果を査読付き論文としてまとめられるように引き続き努めて参ります。
- 3) 今後も流動化地すべりの機構解明や成果の検証に努めて参ります。
- 4) 引き続き、積極的な社会への普及に努めて参ります。
- 5) 研究成果を査読付き論文としてまとめられるように引き続き努めて参ります。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-4 劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 地質、物理・力学特性等に着目した岩盤の劣化過程の解明
- 2) 岩盤の劣化過程や気象条件を考慮した大規模岩盤斜面の評価手法の提案
- 3) 岩盤の劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理手法の開発

【目標の達成状況】

- 1) 凍結融解による岩盤劣化度と吸水率や超音波速度測定による動弾性係数、一軸圧縮強さなどの物理・力学特性との関係を把握
 - ・遠心力模型実験を用いた岩盤崩落の再現実験を実施して、既存亀裂位置と亀裂進展方向、および岩盤斜面の安定性との関係を把握
- 2) 凍結融解の初期サイクル数の領域ではサイクル数の平方根を用いた近似(\sqrt{N} 近似)を、それ以降のサイクル数の領域では指数近似を用いた岩石劣化の推定法を提案
- 3) 気象データを含めたGISデータから北海道内の年間凍結融解サイクル数分布図を作成し、地域ごとに凍結融解サイクル数から経過年数を算出
 - ・経過年数に応じた凍結融解の強さ比をもとに極限平衡解析により安全率を算出し、安定性能曲線を用いた岩盤斜面の管理手法を考案
 - ・成果をとりまとめた、「岩盤の劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理マニュアル」(案)を作成

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】3本

- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 井上豊基: 亀裂進展方向に着目した岩盤崩落の遠心力模型実験とFEM解析, 第13回岩の力学国内シンポジウム講演論文集&第6回日韓ジョイントシンポジウム講演論文集, 岩の力学連合会, pp.91-96, 2013.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦: 凍結融解試験による岩石の強度劣化の定式化と物性値との関係, 土木学会論文集C(地圏工学), Vol.71, No.1, pp.47-54, 2015.
- ・日下部祐基, 倉橋稔幸: 凍結融解による劣化を考慮した岩盤斜面の安定性評価に関する考察, 第44回岩盤力学シンポジウム講演論文集, 土木学会, pp.13-17, 2016

【査読付論文(海外)】2本

- ・Yoshihiko Ito, Yuki Kusakabe, Shuji Anan: Experimental Study on Rock Deterioration by Repetition of Freezing and Thawing, and by Repetition of Dry and Wet in Cold Region, The International Association for Engineering Geology and The Environment, pp.1293-1297, 2014.
- ・Yuki Kusakabe, Yoshiyuki Ito, Toyoki Inoue and Kinuya Miura: Study on Bedrock Collapse Using Centrifugal Model Tests to Consider Deterioration around Cracks, 8th Asian Rock Mechanics Symposium, Sapporo

Japan, 2014.

【査読無論文・国内】4本

- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 井上豊基, 三浦欣也: 凍結融解による岩石劣化の凍結温度の影響, 技術報告集, 地盤工学会北海道支部, No. 53, pp. 271-274, 2013.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 井上豊基, 三浦欣也: 亀裂周辺の劣化を考慮した岩盤崩落の遠心力模型実験, 第54回年次技術報告会, 地盤工学会北海道支部, pp. 139-142, 2014.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦: 凍結融解による岩石劣化に関する考察, 平成25年年次技術研究発表会, 土木学会北海道支部, C-01, 2014.
- ・日下部祐基, 倉橋稔幸, 伊東佳彦: 凍結融解試験の凍結融解温度と岩石劣化に関する一考察, 第59回地盤工学シンポジウム平成26年度論文集, 地盤工学会, pp. 623-626, 2014.

【査読無論文・海外】5本

- ・Yuki Kusakabe, Yoshihiko Ito, Kinya Miura: Study on Centrifugal Model Testing in Regard to Rock Slope Failure and Related FEM Analysis, Proceedings of 2011 International Joint Symposium between IEGS (Korea) and NIRE, CERI (Japan), pp. 102-107, 2011.
- ・Yoshihiko Ito, Masahito Shishido: Study on Geological Hazards by Huge Landslide in Hokkaido, Proceedings of 2011 International Joint Symposium between IEGS (Korea), NIRE, and CERI (Japan), pp. 172-177, 2011.
- ・Yuki Kusakabe: Centrifugal Model Tests of Sudden Fall of Rock Mass with Considering Progress Direction of Crack, The 7th Joint Workshop between KICT and PWRI, Korean Institute of Construction Technologies, pp. 51-56, 2012.
- ・Yuki Kusakabe, Yoshihiko Ito, Toyoki Inoue: Study on Sudden Fall of Rock Mass with Considering Progress Direction of Crack using Centrifugal Model Tests, Proceedings of 2013 International Joint Symposium among CERI, NIRE and IEGS, pp. 162-166, 2013.
- ・Yuki Kusakabe, Toshiyuki Kurahashi, Yoshihiko Ito: Study on estimate method for rock strength reduction by freeze-thaw cycles, Proceedings of 2015 International Joint Symposium between IEGS and CERI, pp. 70-76, 2015.

【学会発表等その他】19本

- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 阿南修司, 三浦均也: 岩盤斜面の安定度評価に関する FEM 解析と遠心力模型実験, 第46回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, pp. 1889-1890, 2011.
- ・伊東佳彦, 阿南修司, 日下部祐基: 北海道の2大岩盤崩壊地帯における岩石の工学特性に関する研究, 第46回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, pp. 1905-1906, 2011.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 阿南修司: 岩石の乾湿繰返しによる強度低下と物性値の関係, 平成23年度土木学会全国大会第66回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, III-136, pp. 271-272, 2011.
- ・伊東佳彦, 日下部祐基, 岡崎健治: 岩盤崩落の遠心力模型実験と FEM 解析, 平成23年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp. 19-20, 2011.
- ・伊東佳彦, 日下部祐基, 岡崎健治: 一軸圧縮強度と吸水率分布に基づく北海道各地の岩石の劣化過程に関する研究, 第47回地盤工学研究発表会平成24年度発表講演集, 地盤工学会, pp. 459-460, 2012.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦: 岩石の凍結融解による強度劣化の室内試験と現地観測結果の比較, 第47回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, pp. 865-866, 2012.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 井上豊基: 背面亀裂の進展方向に着目した岩盤崩落の遠心力模型実験, 平成24年度土木学会全国大会第67回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, pp. 673-674, 2012.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 佐藤博知: 岩石の凍結融解による強度劣化の推定法に関する研究, 平成24年度研究発表会講演集, 日本応用地質学会, pp. 81-82, 2012.
- ・日下部祐基, 伊東佳彦, 井上豊基: 凍結融解による岩石劣化の凍結温度の影響に関する研究, 第48回地盤工学会発表会, 地盤工学会, pp. 1033-1034, 2013.
- ・伊東佳彦, 日下部祐基, 井上豊基: 凍結融解による岩石劣化の凍結温度の影響に関する研究(その2), 第

48 回地盤工学会発表会，地盤工学会，pp.1035-1036，2013.

- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：背面亀裂の進展方向に着目した岩盤崩落の遠心力模型実験（その2），平成25年度土木学会全国大会第68回年次学術講演会，土木学会，pp.237-238，2013.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：岩切法面の長期維持管理手法に関する研究，第30回日本道路会議，pp.187-188，2013.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：凍結最低温度が凍結融解による岩石劣化に与える影響調査，平成25年度研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.25-26，2013.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：遠心力模型実験による亀裂周辺の劣化を考慮した岩盤崩落に関する研究，第49回地盤工学会発表会，地盤工学会，pp.1863-1864，2014.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：凍結融解による岩石の物性変化，平成26年度土木学会全国大会第69回年次学術講演会，土木学会，pp.497-498，2014.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸，伊東佳彦：凍結最低温度が凍結融解による岩石劣化に与える影響調査（その2），平成26年度研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.65-66，2014.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸，伊東佳彦，三浦欣也：岩盤崩落の遠心力模型実験：地盤工学会誌，Vol.62，No.9，Ser.No.680，地盤工学会，pp.24-27，2014.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸，伊東佳彦：凍結融解による岩石の強度劣化の評価法についての研究（その2），第50回地盤工学会発表会，地盤工学会，pp.891-892，2015.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸：積雪寒冷地の劣化要因調査としての岩盤斜面計測，平成27年度研究発表会，日本応用地質学会，pp.113-114，2015.

【土研刊行物による成果の公表】5本

- ・日下部祐基，伊東佳彦，三浦均也：岩盤崩落の遠心力模型実験とFEM解析について，寒地土木研究所月報，寒地土木研究所，No.705，pp.45-49，2012.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：岩盤崩落の遠心力模型実験とFEM解析について（その2），寒地土木研究所月報，No.717，pp.10-16，2013.
- ・日下部祐基，伊東佳彦，井上豊基：岩石劣化の凍結温度の影響と評価，寒地土木研究所月報，寒地土木研究所，No.724，pp.29-35，2013.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸，伊東佳彦：凍結融解による岩石の強度劣化予測法，寒地土木研究所月報，寒地土木研究所，No.745，pp.2-10，2015.
- ・日下部祐基，倉橋稔幸，三浦均也：亀裂周辺の劣化を考慮した岩盤崩壊の遠心力模型実験について，寒地土木研究所月報，寒地土木研究所，No.743，pp.23-27，2015.

(3) 事業・社会への貢献

- ・「北海道における岩盤斜面对策工マニュアル(案)」の改訂の反映を提案
- ・北海道開発局管轄の災害現場及び旭川市、置戸町等の市町村からの技術相談を受けて、技術指導、助言活動を実施

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・現地講習会（平成27年11月，小樽）、JICAブータン道路防災研修（平成27年7月，札幌）を実施
- ・国際応用地質学会、土木学会、地盤工学会等の国内外の関係学会などにおいて研究成果を公表

(6) 自己評価

- ・岩石試験、遠心力模型実験を用いた岩盤崩落の再現実験を実施し、既存亀裂位置と亀裂進展方向、および岩盤斜面の安定性との関係を把握し、岩盤の劣化過程を明らかにした。

- ・また、凍結融解サイクルを用いた岩石劣化の推定法を提案し、岩盤の劣化過程や気象条件を考慮した大規模岩盤斜面の評価手法を提案した。
- ・さらに、地域ごとに凍結融解サイクル数を経過年数に変換し、凍結融解の強さ比をもとに極限平衡解析により経過年数に応じた安全率を算出し、安定性能曲線を用いた岩盤斜面の管理手法を考案した。
- ・成果をとりまとめ、「岩盤の劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理マニュアル」(案)を作成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 力学的なアプローチの他に統計的あるいは確率的なアプローチもあり得る。
- 2) マニュアル以外の社会貢献が望ましい。
- 3) 海外の査読論文を増やすことが望ましい。
- 4) 個々のメカニズムについての成果として評価できるが、管理という実務の手法の中で例を示されると分かり易いと思われる(例示サイトを示すなど)。
- 5) 対策がマニュアル化され、成果が反映されている。
- 6) 重要な課題で着実な研究成果をあげていると思う。危険度が高いと判断された場合に積極的に危険源を除去する事はあり得るのか。

【対応】

- 1) 基盤研究等で過去 30 年間程度の事例を集積してきているので、次期中期計画では地形や地質に基づいた確率論的な解析にも取り組む。
- 2) 道路土工指針等の国の基準に反映させるなどして、社会への貢献を果たす。
- 3) 今後、海外の査読付論文に積極的に投稿する。
- 4) 5) 講習会等で事例を用いて説明するなどして、マニュアルの現場利用の促進を図り、維持管理の実務へ反映させる。
- 6) 岩盤斜面は規模が大きく、防護工による対策が難しいことから、岩塊を除去する予防工が選択されることもある。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-5 規模の大きな落石に対応する斜面对策工の性能照査技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 落石防護工に求められる機能の提案
- 2) 部材・要素レベルの性能照査技術の開発
- 3) 構造全体系の性能照査技術、安全余裕度照査技術の開発

【目標の達成状況】

- 1) 落石防護工に求められる機能の提案
 - ・各種落石防護工の設計法、実験・解析による照査事例について整理した。
 - ・海外基準や他の土工構造物の要求性能等を参考に、落石防護工の要求性能の考え方等について提案した。
- 2) 部材・要素レベルの性能照査技術の開発
 - ・落石防護工の部材・要素実験により、その静的・動的応答特性を把握した。
 - ・実規模実験および数値解析により各部材の吸収エネルギー量を把握した。
 - ・上記を踏まえ、落石防護工の部材・要素レベルの実験的な性能検証法を提案した。
- 3) 構造全体系の性能照査技術、安全余裕度照査技術の開発
 - ・ポケット式落石防護網の設計法に関する検討を実施し、簡易式の可能吸収エネルギーと金網有効面積の適用範囲に対する根拠資料を作成した。
 - ・落石防護網の構造全体系の載荷実験・解析により、各構成部材の吸収エネルギー分担状況や緩衝機構、破壊性状を把握するとともに、数値解析用の材料構成則の設定法を整理した。
 - ・落石防護工用の金網の耐衝撃挙動に及ぼす重錘の回転および載荷面積の影響を実験的に検証した。
 - ・ワイヤーロープ定着部等の耐荷性状について検討し、設計手法を提案した。
 - ・上記を踏まえ、落石防護工の落石作用に対する構造全体系の実験的な性能検証法を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：21本

【査読付論文・国内】(5本)

- ・山口悟，今野久志，西 弘明，佐々木哲也，小室雅人：従来型ポケット式落石防護網の実規模重錘衝突実験，第21回鋼構造年次論文報告集，2013.11
- ・山口悟，今野久志，西 弘明，加藤俊二，小室雅人：落石防護網の実規模模型実験，第22回鋼構造年次論文報告集，2014.11
- ・平田健朗，小室雅人，西 弘明，今野久志，山口 悟：従来型ポケット式落石防護網の耐衝撃挙動に関する衝撃応答解析，第22回鋼構造年次論文報告集，2014.11
- ・今野久志，西 弘明，荒木恒也，加藤俊二，小室雅人：落石防護網に使用するひし形金網の実規模載荷実験，第23回鋼構造年次論文報告集，2015.11
- ・小室雅人，西 弘明，今野久志，荒木恒也，佐々木哲也：水平に設置された落石防護網の耐衝撃挙動に関する

る衝撃応答解析，第23回網構造年次論文報告集，2015.11

【査読無し論文・国内】（7本）

- ・小室雅人，山口 悟，平田健朗，西 弘明，今野久志，佐々木哲也：従来型ポケット式落石防護網の耐衝撃性能に関する数値シミュレーション，土木学会北海道支部平成25年度論文報告集，2014.2
- ・西 弘明，今野久志，山口 悟，加藤俊二，栗橋祐介：従来型ポケット式落石防護網の耐衝撃性能に関する実規模実験，土木学会北海道支部平成25年度論文報告集，2014.2
- ・西 弘明，今野久志，山口 悟，佐々木哲也，小室雅人：従来型ポケット式落石防護網の重錘衝突実験，第11回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集，2014.10
- ・山口 悟，今野久志，西 弘明，佐々木哲也，小室雅人，栗橋祐介：従来型ポケット式落石防護網の実規模静的載荷実験，土木学会北海道支部平成26年度論文報告集，2015.2
- ・今野久志，西 弘明，山澤文雄，加藤俊二，内藤直人，小室雅人：ポケット式落石防護網の落石衝突時における回転エネルギーの影響に関する実験的研究，土木学会北海道支部平成27年度論文報告集，2016.1
- ・田中優貴，小室雅人，今野久志，荒木恒也，西 弘明：落石防護網用ひし形金網のモデル化に関する一検討，土木学会北海道支部平成27年度論文報告集，2016.1
- ・荒木恒也，今野久志，西 弘明，佐々木哲也，小室雅人，田中優貴：落石防護網に使用するひし形金網の重錘落下衝撃実験，土木学会北海道支部平成27年度論文報告集，2016.1

【学会発表等その他】（8本）

- ・山口 悟，今野久志，西 弘明，加藤俊二，栗橋祐介：ポケット式落石防護網の実規模実験における三次元挙動計測，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集，2013.9
- ・西 弘明，今野久志，山口 悟，佐々木哲也，小室雅人：ポケット式落石防護網の実規模実験，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集，2013.9
- ・小室雅人，西 弘明，山口 悟，今野久志，平野健朗，佐々木哲也：従来型ポケット式落石防護網の三次元衝撃応答解析，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，2014.9
- ・西 弘明，今野久志，山口 悟，加藤俊二，栗橋祐介，小室雅人：落石防護網の実規模静的載荷実験，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，2014.9
- ・今野久志，西 弘明，山口 悟，加藤俊二，栗橋祐介，小室雅人：落石防護網の実規模衝撃載荷実験，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，2014.9
- ・小室雅人，西 弘明，今野久志，山口 悟，佐々木哲也：水平に設置された落石防護網の動的応答性状に関する数値シミュレーション，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，2015.9
- ・西 弘明，加藤俊二，今野久志，荒木恒也，山口 悟，栗橋祐介：落石防護網に使用するひし形金網の静的載荷実験，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，2015.9
- ・今野久志，加藤俊二，西 弘明，内藤直人，山澤文雄，小室雅人：落石防護網に使用するひし形金網の重錘落下衝撃実験，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，2015.9

【土研刊行物による成果の公表】（1本）

- ・山口 悟，西 弘明，今野久志，佐々木哲也，加藤俊二，小室雅人，栗橋祐介：従来型ポケット式落石防護網の実規模性能実証実験，寒地土木研究所月報，2015.4

(3) 事業・社会への貢献

- ・研究成果の関係指針類への反映などにより普及を図ることによって，安全・安心な道路整備事業の推進への貢献が期待できる。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・国土交通省道路局の事務連絡「ポケット式落石防護網の設計について」(H26.3.7)の根拠資料に反映
- ・上記に関連する事項も含め、得られた知見をもとに現場への技術指導、現場からの技術相談等に対応
- ・落石防護工(網・柵)の性能検証方法について、落石対策便覧(日本道路協会)の改訂に反映の予定(H28年度発刊)
- ・上記に関し、技術講習会等の実施をとおして、道路事業への技術普及を図る
- ・土木学会の衝撃委員会成果本に実験結果等を反映予定

(6) 自己評価

- ・本研究で目指した目標を達成したものと評価している。
- ・順次成果発表を行ってきており、今後も積極的に査読付き論文等を投稿していく予定である。
- ・本研究立ち上げ後も、各地で落石災害が発生している状況にあること、また高エネルギー吸収型と呼ばれる落石防護工の製品開発がメーカー独自基準で進められているなど、本開発技術の必要性は高いものと考えられる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 実務への反映、成果の実装が今以上に期待できる。
- 2) 全体的なことでもあるが、開発ソフトの公開あたりまで踏み込んでほしい。
- 3) ETHとの共同研究も行われているので、海外へも是非情報発信されたい。
- 4) 既存の落石防護網の評価を行い、実用における評価のデータをまとめることが重要と思います。

【対応】

- 1) ~3) 今後、海外も含めた情報発信、実務への反映、成果の実装等に積極的に取り組んでいきたい。
- 4) ご指摘を踏まえ、引き続き評価データのとりまとめにも取り組んでいきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-6 道路のり面斜面对策におけるアセットマネジメント技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 災害事例の蓄積・データベース構築
- 2) 災害弱点箇所の的確な抽出・対策緊急度判定手法の提案
- 3) 段階的な防災対策手法の提案
- 4) 道路斜面管理におけるアセットマネジメント技術(案)の提案

【目標の達成状況】

- 1) 直轄および自治体の道路斜面災害計617事例を収集し、道路のり面・斜面防災のあり方に関する施策検討の基盤となる災害データベースを構築した。
- 2) 上記1)で収集した災害事例を順次分析し、分析の結果明らかとなった災害弱点箇所の抽出の視点および防災上の留意点を手引き(案)としてとりまとめて提案した。
ピンポールにアタッチメント加工して土壌硬度計に装着し、排水孔から挿入して背面地山の空洞深および風化深を定量的に調査する「貫入土壌硬度計測手法」を提案した。ひび割れ状態、地山の空洞化・土砂化の状態等に応じた吹付のり面の経年劣化を考慮した吹付のり面の健全性評価の考え方を提案した。
- 3) 現地調査・模型実験等を通じて上記経年劣化を考慮した健全性に応じた段階的な対策の考え方を提案した。また、吹付工のり肩部からの背面への侵入水を排水するための対策方法を提案した
- 4) 上記1)～3)の成果を踏まえて、災害弱点箇所の抽出の視点および防災上の留意点をとりまとめた「災害事例から見た道路斜面防災・アセット管理上の留意点の手引き(案)」、吹付のり面の調査・設計・施工段階における確認事項、維持管理段階での点検および調査の考え方、健全度の判定の考え方および各段階での対応の考え方を手引き(案)として取りまとめた「吹付のり面のアセットマネジメントの手引書(案)」およびのり面被覆構造物の背面地山の風化・土砂化を評価するための調査手法として「貫入土壌計測手法(案)」を作成した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【国内・査読付：2件】

- ・ 浅井健一・林浩幸・宮本浩二・佐々木靖人：事例分析により明らかになった最近の国道斜面災害の特徴と道路斜面管理における留意点，応用地質，第54巻第6号，2014
- ・ Ken-ichi ASAI, Koji MIYAMOTO, Yasuhito SASAKI：Features of slope disasters on roads caused by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Proceedings of 10th Asian Regional Conference of IAEG, 2015

【国内・査読なし：15件】

- ・ 浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：平成20年度の直轄国道斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成21年度研究発表会講演論文集，2009

- ・林浩幸・浅井健一・佐々木靖人：平成 20 年岩手・宮城内陸地震における道路斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 21 年度研究発表会講演論文集，2009
- ・林浩幸・浅井健一・佐々木靖人：平成 20 年岩手・宮城内陸地震におけるモルタル吹付道路のり面の「地震前の状況」と被災率の関係，日本応用地質学会平成 22 年度研究発表会講演論文集，2010
- ・浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨における道路斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 22 年度研究発表会講演論文集，2010
- ・浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：平成 21 年度の直轄国道斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 23 年度研究発表会講演論文集，2011
- ・林浩幸・浅井健一・佐々木靖人：平成 22 年 10 月奄美豪雨における道路斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 23 年度研究発表会講演論文集，2011
- ・佐々木靖人・浅井健一・林浩幸・加藤俊二・藪雅行：平成 23 年東北地方太平洋沖地震による道路斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 23 年度研究発表会講演論文集，2011
- ・浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：平成 21 年中国・九州北部豪雨における道路斜面災害の特徴，日本地球惑星科学連合大会，2011
- ・林浩幸・浅井健一・佐々木靖人：平成 22 年 10 月奄美豪雨における道路斜面災害の特徴，日本地球惑星科学連合大会，2011
- ・浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：平成 22 年度の直轄国道斜面災害の特徴，日本応用地質学会平成 24 年度研究発表会講演論文集，2012
- ・宮本浩二・浅井健一・佐々木靖人：東北地方太平洋沖地震および余震・誘発地震で発生した福島県内の道路斜面災害，日本応用地質学会平成 24 年度研究発表会講演論文集，2012
- ・加藤俊二・佐々木哲也・榎本忠夫：砂質土系斜面の表層崩壊挙動に関する実験的検討，第 46 回地盤工学研究発表会，2011
- ・加藤俊二・佐々木哲也・榎本忠夫：表層崩壊対策における部分補強効果に関する実験的検討（その 1）、第 66 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2011
- ・加藤俊二・佐々木哲也：光ファイバセンサを W 字型配置した道路のり面・斜面の監視事例、第 67 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2012
- ・加藤俊二・佐々木哲也：吹付けのり面工の劣化モデルに関する一考察、第 48 回地盤工学研究発表会、2013
- ・加藤俊二・佐々木哲也・梶取真一：吹付工の背面侵入水への巻込処理の効果に関する検討，土木学会第 70 回年次学術講演会概要集，2015
- ・加藤俊二・川添英生・佐々木哲也・相川淑紀：貫入土壌硬度計測によるのり面保護工背面地盤の簡易調査手法の検討（その 1：器具の構造と調査方法），第 51 回地盤工学研究発表会，2016（投稿中）
- ・川添英生・加藤俊二・佐々木哲也・相川淑紀：貫入土壌硬度計測によるのり面保護工背面地盤の簡易調査手法の検討（その 2：植生盛土のり面での調査事例），第 51 回地盤工学研究発表会，2016（投稿中）
- ・小栗ひとみ・加藤俊二・川添英生・佐々木哲也・相川淑紀：貫入土壌硬度計測によるのり面保護工背面地盤の簡易調査手法の検討（その 3：吹付のり面における調査結果），第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2016（投稿中）
- ・川添英生・加藤俊二・小栗ひとみ・佐々木哲也・相川淑紀：貫入土壌硬度計測によるのり面保護工背面地盤の簡易調査手法の検討（その 4：背面地盤及び吹付のり面の評価），第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2016（投稿中）
- ・加藤俊二・川添英生・佐々木哲也：吹付工の背面侵入水へのり肩排水対策に関する検討，第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2016（投稿中）
- ・浅井健一・林弘幸・宮本浩二・金井哲男・佐々木靖人：平成 20～23 年度直轄国道斜面災害における道路防災点検安定度調査結果の実態，日本応用地質学会平成 27 年度研究発表会講演論文集，2015
- ・金井哲男・浅井健一・佐々木靖人：記録的な豪雨で発生した道路災害の特徴（平成 23 年紀伊半島大水害の事例から），日本応用地質学会平成 27 年度研究発表会講演論文集，2015
- ・浅井健一・林浩幸・佐々木靖人：道路斜面の災害事例の収集・分析の取り組み，土木技術資料，第 53 巻第 5

号, 2011

- ・佐々木靖人・浅井健一：点検・災害データの蓄積・活用による道路のり面斜面管理の高度化への取り組み，土木技術資料，第55巻第8号，2013

【海外：アブストラクト査読1件】

- ・Yasuhito SASAKI・Ken-ichi ASAI：Road slope disaster knowledge database for risk management in Japan, 34th International Geological Congress, 2012

(3) 事業・社会への貢献

- ・災害事例の分析結果を順次冊子（計12冊）に取りまとめ、事例提供元の道路管理者等（国交省本省・地整等本局・事務所、自治体）へ配布した
- ・災害弱点箇所の抽出の視点や防災上の留意点を道路ストックの「総点検実施要領（案）～道路のり面工・土工構造物編～」 「道路土工構造物技術基準」に反映させた。
- ・今後も道路土工指針類や道路防災点検要領等の改訂に反映させる予定。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・土木研究所資料として印刷公開する。
- ・道路防災点検講習会（年数回開催）やのり面管理技術者の講習会等を通じて維持管理の考え方も含めた講習会を行っていく。
- ・関連する道路土工指針類の改訂の際に提案・反映を図る。
- ・防災点検等に反映する。

(6) 自己評価

- ・災害事例の分析により災害弱点箇所の抽出の視点や防災上の留意点を明らかにし、道路ストックの「総点検実施要領（案）～道路のり面工・土工構造物編～」 「道路土工構造物技術基準」に反映することができた。
- ・吹付のり面の劣化を考慮したアセットマネジメント技術として、地山の空洞化・風化を定量的に評価することが必要であり、そのための簡易な調査手法を提案することができた。
- ・健全度評価と対策の考え方についても経年劣化を踏まえた考え方を提案し、手引書（案）や調査方法のマニュアル（案）として取りまとめており、これらは他ののり面構造物や植生のり面の評価にも適用・反映可能なものである。
- ・これらの点から、当初の目標を達成できたものとする。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | ☆ |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 実務への反映をより深化させる方向で頑張ってもらいたい。
- 2) 重要な成果をあげられていると思う。
- 3) 県や自治体が既に行っている以上の成果がどの点にあるかわかりにくいと感じた。
- 4) 海外への成果発信をもっと積極的に実施していただきたい。指針以外の社会貢献はむずかしい？（マニュアル作成）
- 5) 道路のり面の安全度の評価と対策の方法を検討することは重要であり、研究の進展を期待している。

【対応】

- 1) 今後も現場への技術指導等の機会を通じて実務への反映に努めていく。
- 2) のり面保護工の背面地山の劣化を定量的に評価するための調査手法や対策の考え方など、技術的な手法を提案している。
- 4) 海外への成果発信については、心掛けていく。社会貢献に関しては、災害事例分析結果から得られた防災上の視点を取りまとめた資料を、道路管理者に配布するとともに、道路ストックの「総点検実施要領（案）～道路のり面工・土工構造物編～」などにも反映している。また、個々の技術については、マニュアル（案）や手引き（案）の作成も行っており、今後道路管理者等に配布する予定である。
- 5) 今後も道路のり面斜面の災害・変状・劣化等の実態の分析等を行いながら安全性評価や対策に関する研究に努めていく。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-7 大規模土砂災害等に対する迅速かつ安全な機械施工に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 大規模土砂災害時における最適な建設機械技術導入のためのマニュアル (運用面を含む)
- 2) ヒューマンインターフェースを活用した無人化施工技術 (調査技術、遠隔操作型建設機械) における施工効率の改善およびシステムの提案

【目標の達成状況】

- 1) 当初の目標を達成することができた。

成果として、無人化施工マニュアルを作成し、災害発生時はもとより、マニュアルに基づき事前準備や日頃の訓練・教育等に役立てることができ、社会的にも大きく貢献するものである。

また、成果の一部は、既に刊行されている緊急時の無人化施工ガイドブック (2001年7月：先端建設技術センター刊行) の改訂版に成果が反映され、現場で活用が期待できるものとなった。

- 2) 当初の目標を達成することができた。

調査及び実験による基礎データの構築、分析により、施工効率改善のためのシステムを提案した。

提案したシステムは、実フィールド相当 (災害現場での検証が出来ない) での比較検証結果から施工効率の改善が確認でき、迅速な復旧活動という観点から社会的に大きく貢献するものである。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

① 査読付論文・国内 (7本)

- ・ 藤野健一・茂木正晴・西山章彦・橋本毅：2012 無人化施工におけるオペレータの熟達に関する研究 第13回建設ロボットシンポジウム論文集
- ・ 茂木正晴、藤野健一、大槻崇：2010 建設現場への無人化施工技術の普及と今後の技術ニーズ - 遠隔操作システムの検証実験報告 - 第12回建設ロボットシンポジウム論文集, pp. 89-96
- ・ 茂木正晴・油田信一・藤野健一：2014 油圧ショベルの遠隔操作による作業の効率評価のためのモデルタスクの提案 機械施工協会 Vol. 66 No. 8 pp. 71-79
- ・ 西山章彦、茂木正晴、藤野健一：2014 油圧ショベル無人化施工の遠隔操作と搭乗操作における操作者視点の比較に関する研究 平成26年度建設ロボットシンポジウム No67
- ・ 茂木正晴・西山章彦・油田信一・安藤広志・伊藤禎宣・藤野健一：2015 無人化施工における各種遠隔操作による作業効率評価 平成27年度建設ロボットシンポジウム 0-21
- ・ 西山章彦、茂木正晴、藤野健一：2015 操作方式の違いによる油圧ショベル無人化施工の作業動作解析 平成27年度建設ロボットシンポジウム 0-23
- ・ 伊藤禎宣・板野雄一・茂木正晴・西山章彦・藤野健一・北原成郎・岡本仁・安藤広志：2015 高解像度立体映像による建設機械の遠隔操作 平成27年度建設ロボットシンポジウム 0-43

① 査読付論文・海外 (4本)

- ・ Masaharu Moteki, Nishiyama Akihiko, Shinichi Yuta, Hiroyuki Mishima, Kenichi Fujino :2016 Research on Improving Work Efficiency of Unmanned Construction The 32th International Symposium on Automation

and Robotics in Construction

- ・ Masaharu Moteki, Kenich Fujino, Akihiko Nishiyama: 2013 RESEARCH ON OPERATORS' MASTERY OF UNMANNED CONSTRUCTION, The30th International Symposium on Automation and Robotics in Construction USB No186
- ・ Akihiko Nishiyama, Masaharu Moteki, Kenich Fujino: 2013 RESEARCH ON THE COMPARISON OF OPERATOR VIEWPOINTS BETWEEN MANNED AND REMOTE CONTROL OPERATION IN UNMANNED CONSTRUCTION SYSTEM The30th International Symposium on Automation and Robotics in Construction USB No206
- ・ Masaharu Moteki, Kenichi Fujino, Takashi Ohtsuki, Takeshi Hashimoto : 2011 RESEARCH ON VISUAL POINT OF OPERATOR IN REMOTE CONTROL OF CONSTRUCTION MACHINERY The28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction pp.532-537

②学会発表等その他査読無し論文（4本）

- ・ 藤野健一, 茂木正晴, 西山章彦: 2015 遠隔操作による油圧ショベルの作業効率に関する研究 日本工業出版 油空圧技術 No640 pp.1-6
- ・ 茂木正晴, 藤野健一, 西山章彦: 2012 建設機械遠隔操作の習熟に関する研究 ー建設機械の搭乗及び遠隔操作時における作業効率・精度に関する考察ー 平成 24 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集 pp.19-24
- ・ 茂木正晴, 西山章彦, 藤野健一, 油田信一: 2015 無人化施工における油圧ショベルの作業時間計測 ーモデルタスクによる搭乗・遠隔操作での作業時間比較ー 土木技術資料 土木研究センター 57-4
- ・ 茂木正晴, 藤野健一, 油田信一: 2015 無人化施工におけるヒューマンインターフェースの作業効率評価 日本ロボット学会学会誌

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 本研究では、大規模土砂災害発生時に起こる事象や状況、および発生プロセス・応急復旧時の建設機械の使用状況、操作手法などの実態を調査・分析し、それぞれの状況と課題を把握した上で研究を実施するもので、計画は適切である。また、大規模土砂災害の対処達成し得る技術の整理を行うとともに先端的技術の適用性の評価、現場での実用性を向上させる操作の汎用化検討、併せて、現状の災害対策技術を改善するためのロボット等の新技術および操作システム等の適用性を整理し、大規模土砂災害時における建設機械の活用マニュアルを提案した。また、ヒューマンインターフェースを活用した無人化施工技術（調査技術、遠隔操作型建設機械）における施工効率の改善およびシステムを提案し、社会的にも今後大きく貢献できるものと考えられる。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 緊急時の無人化施工ガイドブック（2001年7月：先端建設技術センター刊行）の改訂版に土研での研究成果を反映し、現場での活用を推進する。
- ・ 今後の無人化施工活用において提案したシステムについて、地方整備局で開催している無人化施工技術講習会等での技術指導を図る。

(6) 自己評価

- ・ 大規模土砂災害時における最適な建設機械導入のためのマニュアルが作成できた
- ・ 無人化施工技術（調査技術、遠隔操作型建設機械）における施工効率の改善が可能な支援システムの提案ができた

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) より広範囲の他分野との連携研究が望まれる
- 2) 優れた成果をあげられています
- 3) 今後、大規模災害の発生に対して重要な課題であり、社会への波及効果が高いと考える
- 4) 成果の発表は努力されている（国外も含め）
- 5) 成果は社会ですでに実施されているのか（熊本での実施など）
- 6) 大規模災害の復旧には無人化施工は重要であり、今後のさらなる発展を期待します

【対応】

- 1) 大学、企業、研究機関（例：（国研）情報通信研究機構）などと連携し研究を推進します。
- 2) ありがとうございます。第4期計画におきましても、さらなる成果をあげたいと思います。
- 3) 自然災害が多い我が国において非常に重要な研究課題とっております。今後もさらなる成果をあげ、社会へ普及していきたいと思っております。
- 4) 今後も国内外に向け、成果を発表していきたいと思っております。
- 5) 地方整備局で開催している無人化施工技術講習会等にて技術指導を行っており、今後災害復旧の際に研究成果が活用されます。また、熊本の無人化施工の現場では、我々の成果を参考にして、最適なコントロールの方法を検討したと聞いています。またこれから発注される復興工事等では無人化施工を使うという計画があると聞いておりますが、そこでも我々の研究成果（マニュアル等）を活用する方向と聞いています。
- 6) 自然災害が多い我が国において非常に重要な研究課題とっております。今後もさらなる成果をあげ、社会へ普及していきたいと思っております。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：②大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「②-8 大規模な土砂災害に対応した新しい災害応急復旧技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 土砂災害の災害復旧事例の蓄積と分析
- 2) 本復旧の妨げとならない施工方法の開発
- 3) 地震、水、荷重に対する仮設土工構造物の性能評価

【目標の達成状況】

- 1) 大型土のうを用いた応急復旧から、そのまま本復旧につなげる工法のニーズがあることを確認 (H24)
- 2) 地山が近接する条件、上載盛土を有する条件で大型土のうを残置した本復旧方法を提案 (H25)
 - ・災害復旧関係者にヒアリングを実施し、復旧方法等の現場ニーズについての収集・分析 (H26)
 - ・試験フィールドで実大規模の復旧モデルを構築し、施工性や交通荷重等による影響を検証 (H27)
- 3) 上載盛土を有するケース等において最上段部分が大きな変形が生じる状況等を遠心実験にて確認 (H25)
 - ・ヒアリング結果を踏まえ、実現場の施工条件を反映した動的遠心実験を実施し復旧方法を検証 (H26)
 - ・大型土のうを用いた災害復旧対策工法施工の手引きマニュアル(案)を作成 (H27)

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(1本)

- ・宮川智史, 久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 大規模な土砂災害に対応した効率的な復旧方法の検討, 第28回ジオシンセティックシンポジウム, 2013年

【査読無し論文・国内】(2本)

- ・久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 大規模土砂災害における大型土のうを用いた復旧方法の変形挙動について, 第59回地盤工学シンポジウム, 2014年
- ・現場条件を考慮した災害復旧に関する動的遠心力模型実験, 土木技術資料 57-9(2015)

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・Yoshinori MORI, Genki INOUE, Tetsuya KUBO, Hiroaki MIYATAKE: The transformed behavior of restored constructure by large sandbags in a large-scale sediment disaster, CECAR7, 2016

【学会発表等その他】(8本)

- ・堤祥一, 小橋秀俊, 藪雅行: 盛土崩壊における文献・災害復旧工事記録の実態調査, 第29回日本道路会議, 2011年
- ・小橋秀俊, 堤祥一, 藪雅行: 二次災害を考慮した大型土のうの遠心模型実験, 第29回日本道路会議, 2011年
- ・小橋秀俊: 道路土工における災害復旧の今後の課題, 地盤工学会誌, 2011年
- ・宮川智史, 久保哲也, 宮武裕昭: 大型土のうを用いた災害時の復旧工法に関する遠心模型実験, 第68回土木学会年次学術講演会, 2013年
- ・久保哲也, 宮川智史, 森芳徳, 宮武裕昭: 土砂災害により被災した高盛土の効率的な復旧方法に関する検討,

第 30 回 日本道路会議, 2013 年

- ・久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 大規模土砂災害による被災現場の効率的な復旧方法の検討, ジオシンセティックス技術情報, 2014 年
- ・久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 現場技術を考慮した災害復旧技術に関する動的遠心実験(その 1), 第 70 回土木学会年次学術講演会, 2015 年
- ・久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 現場技術を考慮した災害復旧技術に関する動的遠心実験(その 2), 第 70 回土木学会年次学術講演会, 2015 年

【論文等 (見込み)】

【査読付論文・国内】(1 本)

- ・森芳徳, 井上玄己, 宮武裕昭: 大規模土砂災害に対応した新しい災害復旧技術に関する研究, 土木学会論文集 (F4), 2016 年

【学会発表等その他】(1 本)

- ・井上玄己, 森芳徳, 宮武裕昭: 災害復旧技術に関する実大実験, 第 71 回土木学会年次学術講演会, 2016 年

【土研刊行物による成果の公表】

- ・大規模な土砂災害に対応した新しい災害応急復旧技術に関する研究, 土木研究所資料, 2016 年

(3) 事業・社会への貢献

- ・関東地整管内 (常陸河川国道, 横浜国道) の災害現場における技術指導等を実施。(H26)
- ・東北地方 (秋田県, 岩手県) における道路盛土や斜面における土砂崩壊事故現場に専門家として派遣し, 技術指導, 助言活動を実施。(H26)

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・研究成果を土木研究所資料にとりまとめ, 参考資料として大型土のうを用いた災害復旧対策工法施工の手引き (案) を作成。(H27)
- ・試験フィールドに構築した実大規模の復旧モデルについて, 継続してモニタリングを実施し, 長期的耐久性等を検証。(H27以降)

(6) 自己評価

- ・実大規模による検証実験により施工性・交通荷重による影響を検証。長期的な安定性の検証は継続的なモニタリングが必要であるが概ね目標を達成。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|----------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) ①査読付き論文以外でも大いに発表して欲しい。地方の建設業者との研究交流も望まれる。
- ②貧弱な堤防強化に土のうが使えないか検討して欲しい。
- 2) 社会的に有用な成果をあげられていると思います。
- 3) 国際的な共通の課題であるので、海外へのいっそうの成果発表が望まれる
- 4) 現場で度々利用されている工法であり、現場への貢献度が高いので、更に調査研究を進めて頂きたい
- 5) 情報の共有・社会への発信をぜひ進めて頂きたい。

【対応】

- 1) ①日本道路会議や土研ショーケース等の道路管理者や実務者が多く集まる場において情報発信していきたい。
- ②河川堤防担当部局とも連携しながら検討したい。
- 2) 引き続き情報発信していくとともに、災害復旧での技術指導や試験盛土の追跡調査を実施し知見を蓄積してブラッシュアップしていきたい。
- 3) 今後、国際学会での発表を予定しており、海外への情報発信も積極的に進めていきたい。
- 4) 災害復旧での技術指導や試験盛土の追跡調査を実施し知見を蓄積してブラッシュアップしていきたい。
- 5) 道路管理者や実務者が多く集まる場において情報発信していきたい。

第1分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 構造物の地震時挙動の解明
- 2) 多様な耐震性能に基づく限界状態の提示
- 3) 耐震性能の検証法と耐震設計法の開発

【研究の達成状況】

- 1) 構造物の地震時挙動の解明
 - ①道路橋については、中空断面RC橋脚の損傷メカニズムの解明と設計法を提案するとともに、丸鋼を用いた橋脚の損傷メカニズムの解明およびアンボンド巻立て工法の提案を行った。成果の一部は道路橋示方書の改定に提案した。
 - ②東日本大震災において津波により被害を受けた橋の挙動メカニズムに関する実験・解析を実施するとともに、水路実験、模型実験を用いた支承作用力と既設支承部の耐荷特性の検証と評価方法、反力軽減対策の検討を行った。平成27年度には、損傷モードを確実化する損傷制御式支承及び津波の影響低減のための構造的対策手法を提案した。
 - ③トンネルについては、実山岳トンネルにおける地震時挙動の計測によりトンネルの挙動と被害発生メカニズムを確認するとともに、山岳トンネル模型実験により背面空洞による不安定化現象とインバート・ロックボルト等の耐震対策効果を把握した。また、数値解析により地震時に作用する静的換算荷重を把握した。
 - ④盛土については、東日本大震災における道路盛土の被災分析により排水条件の重要性を確認するとともに、東日本大震災で被災した実盛土における盛土内水位観測を継続し、融雪時には高水位が継続することを確認した。
 - ⑤ダムについては、ロック材料強度の材料安全率および堤高100m以上のフィルダムに適用可能な震力係数を提案するとともに、提案した震力係数を用いた既設ダムのすべり安全率を検討した。原位置・室内試験結果に基づき締固め度による動的物性のばらつきを整理するとともに、継続時間の長短によるすべり変位量への影響、コア強度のばらつきによる沈下量への影響を検討した。また、嵩上げダムや堤体の削孔を実施したダムの実測挙動データの分析、供試体試験によるダムコンクリートの動的強度特性（速度依存、繰り返し载荷依存、引張軟化特性）の調査、嵩上げダムや削孔ダム特有の条件（施工過程等）を考慮した大規模地震時の挙動・損傷分析を行った。さらに、地震応答解析により台形CSGダムの地震時挙動特性（断面形状、貯水位、内部構造の影響、滑動）を分析するとともに、CSGの強度特性（圧縮・引張・せん断、引張軟化特性）、繰り返し载荷による応力履歴がCSGの動的物性に及ぼす影響等を検討した。
 - ⑥液状化に関しては、地盤の液状化の発生および評価に及ぼす要因として、地質情報と地形区分等、細粒分含有率、乾燥密度、せん断剛性等の関係を分析するとともに、液状化の発生に及ぼす各種要因（地震動の継続時間等）の検討を行い、細粒分を含む砂の新たな液状化強度評価式を提案した。また、火山灰質土の液状化特性に関する地盤調査・解析、地盤データの質と量による地質構造の把握精度の検証を行った。さらに、強震記録・遠心実験に基づく砂の年代効果の影響を把握するとともに、地中のせん断応力分布の推定方法を提案した。平成27年度は、地中のせん断応力分布の評価手法を検証し、液状化に及ぼす各種影響要因のとりまとめを行った。

2) 多様な耐震性能に基づく限界状態の提示

- ①道路橋については、軸方向鉄筋のはらみ出し挙動に着目したRC橋脚の地震時限界状態の評価手法を提案するとともに、耐震補強における性能目標に応じた補強方法を提案した。
- ②道路橋基礎に関して、既成RC杭基礎模型を用いた載荷実験に基づく照査に用いる限界状態を検討した。平成27年度は、性能目標に応じた道路橋基礎の限界状態の設定法を提案した。
- ③トンネルについては、山岳トンネルの限界状態と対策の考え方を整理するとともに、山岳トンネルの供用性と修復性に着目し、重要度を踏まえた耐震性能に応じた限界状態を整理した。

3) 耐震性能の検証法と耐震設計法の開発

- ①道路橋については、RC橋脚や橋台の橋座部のせん断破壊に対する応急復旧工法を提案するとともに、提案した橋座部の応急復旧工法の効果を、実大供試体を用いて実験的に検証した。施工年次の古い既設橋の耐震補強法としてアンボンド鉄筋を用いた補強方法及び補強設計法を提案した。
- ②道路橋基礎に関しては、基礎の被災が発生した橋に対する解析の実施と被災状況の再現性の検討、撤去橋から取り出した既成RC杭の載荷実験による抵抗特性の把握を行った。平成27年度には、動的解析を用いた杭基礎により支持された橋梁の耐震性能評価手法を提案した。
- ③津波の影響を受ける橋のメカニズムに基づき、平成27年度には、津波による橋の最終的な破壊モードを確実化する損傷制御式支承とその設計思想の提案、津波に対して影響軽減効果のある構造的対策手法（フェアリング形状とその取り付け方法）を提案した。
- ④地震による斜面変状事例の収集・分析に基づき、変状パターンを整理するとともに、流れ盤の岩盤地すべり事例の数値解析に基づく評価手法を検討した。さらに、斜面上に設置された柱状体基礎に対する地すべりの影響分析、単列杭・組杭基礎の安定性と斜面条件の関係分析、遠心力載荷装置を用いた杭基礎への影響検討を行った。平成27年度には、地震時に地盤変状を起こしやすい斜面地盤条件の判定手法と基礎の安定性評価手法と併せ、「地盤変状の影響を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドライン(案)」を提案した。
- ⑤トンネルについては、新設の山岳トンネルにおける耐震対策フロー(案)の作成、既設の山岳トンネルにおける耐震対策手法を検討した。平成27年度には、山岳トンネルに要求される耐震性能に応じた耐震対策の選定手法を提案した。
- ⑥盛土については、盛土の耐震性に対する降雨の影響およびドレーン材の効果に関する解析により、ドレーン材の敷設範囲に応じた耐震性向上効果を確認した。また、模型実験により薄型の排水マットの排水効果が十分でないことを確認した。また、空気間隙率を低減させる施工による耐震性向上の考え方とともに、変形解析に基づく耐震性評価法を提案した。さらに、排水及び抑え効果を考慮した耐震補強法の効果について検証した。平成27年度には、事前降雨等の影響を定量的に考慮した道路盛土の耐震設計法・耐震補強手法を提案した。
- ⑦ダムについては、再開発ダムおよび台形CSGダムの大規模地震時の挙動・損傷形態の推定方法の基本的な考え方を整理し、耐震性能の照査方法の案を作成した。平成27年度には、大規模地震時におけるフィルダムの簡易耐震性能照査方法、再開発ダム及び台形CSGダムの挙動の推定法及びこれを踏まえた耐震性能照査方法を提案した。
- ⑧液状化に関しては、地盤データの質と量による地質構造の把握精度の検証とともに、原位置で液状化特性を把握する新たな振動コーンの適用性を検討した。また、火山灰質土の液状化特性に関する地盤調査・解析の実施、破砕性を有する火山灰質土の液状化強度と貫入抵抗の関係を把握した。平成27年度には、液状化判定のための地質構造推定における留意点のまとめ、液状化特性把握手法として振動コーンの適用性の検証、各種影響要因、新たな調査方法を踏まえた高精度な液状化判定法を提案した。

(2) 発表論文

・合計 205 本（査読付き：国内 27 本、海外 25 本 査読なし：国内 142 本、海外 11 本）

(3) 事業・社会への貢献

研究成果を以下の基準類への反映の提案、あるいは、資料として公表し、現場での耐震設計、耐震補強等の実務に活用。

- ・ 道路橋示方書（平成24年3改訂）及び普及講演会の実施
- ・ 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料（土研資料第4244号）（平成24月11月）
- ・ 道路土工指針－軟弱地盤対策指針（平成24月8月）
- ・ 道路ストックの総点検点検要領（道路のり面工・土工構造物編）
（平成25年2月国土交通省国道・防災課長通達）
- ・ 斜面上の深礎基礎設計施工便覧（日本道路協会）（平成24年4月）
- ・ 河川構造物の耐震性能照査指針（液状化判定法の改定）（平成28年4月）
- ・ 道路トンネル維持管理便覧（本体工編）（平成27年6月）
- ・ 地盤変状を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドライン(案)の提案（平成28年3月）
- ・ 道路震災対策便覧改定原案の提案（道路土工等、今後の改定時に提案）
- ・ 道路橋示方書の改定原案の提案（液状化、基礎設計等）（平成28年度予定）
- ・ 事前降雨等の影響を加味した道路盛土の耐震設計法、耐震補強法マニュアル(案)の提案（平成28年度）

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 多くの成果が出ている。どの研究もそうであるが、その成果を実務あるいは現場に反映する努力が今後とも期待される。
- 2) 成果は、マニュアル、指針にも多く組み込まれており評価できる。課題によっては、成果の国際的発信も考慮すべきではないか。
- 3) 研究成果の発表が十分な研究課題もあるが、さらに査読付き論文への投稿により専門家からの評価を受け

た上で、基準への反映を考えることを意識することも必要と思われる。

【対応】

- 1) 技術基準類への提案あるいは技術相談・技術指導を通じ、成果の現場での実務への活用・普及に努めて参りたい。
- 2) 国際会議での発表や国際ジャーナルへの投稿等、成果の国際的な発信に努めて参りたい。
- 3) 基準類の根拠ともなる研究成果に関しては、査読付きの論文への投稿を意識して取り組んで参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-2 山岳トンネルの耐震対策の選定手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 耐震対策の効果に関するメカニズムの解明
- 2) 新設および既設の山岳トンネルにおいて要求される耐震性能に応じた限界状態の提案
- 3) 新設および既設の山岳トンネルにおいて要求される耐震性能ごとの耐震対策の選定手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 実山岳トンネルにおける地震時挙動の計測によりトンネルの挙動と被害発生メカニズムを確認するとともに、山岳トンネル模型実験により背面空洞による不安定化現象と内巻き補強、インバート設置、ロックボルト打設等の耐震対策効果を把握し、山岳トンネルが地震被害を受ける条件および対策工の効果に関するメカニズムを解明した。また、数値解析により地震時に作用する静的換算荷重を把握した。
- 2) 新設及び既設の山岳トンネルに対して要求される耐震性能を仮定し、それらに応じた限界状態と必要となる対策の考え方を整理するとともに、山岳トンネルの供用性と修復性に着目し、路線の重要度を踏まえた耐震性能に応じた限界状態を整理し、提案を行った。
- 3) 対策工を実施した山岳トンネルの模型実験および数値解析の結果から対策工の効果を把握するとともに、要求される耐震性能ごとの耐震対策の選定手法の考え方をとりまとめ、新設トンネルおよび既設トンネルに対する耐震対策の選定フローの考え方を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】2本

- ・ 日下敦, 河田皓介, 砂金伸治, 真下英人: 二次元静的載荷実験の再現解析による山岳トンネルの耐震対策の効果に関する一考察, 岩盤力学に関するシンポジウム講演集, 第43回, pp. 93-98, 2015.1
- ・ 日下敦, 河田皓介, 砂金伸治: 山岳トンネルにおける地震時の変形モードと作用荷重に関する一考察, 岩盤力学に関するシンポジウム講演集, 第44回, pp. 301-306, 2016.

【査読付き論文・海外】9本

- ・ Atsushi Kusaka, Hideto Mashimo, Nobuharu Isago, and Katsunori Kadoyu: Seismic Behavior of Mountain Tunnel Affected by Difference of Lining Structure with Numerical Analysis, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2011, pp. 450-458, 2011.
- ・ Atsushi Kusaka, Nobuharu Isago, Hideto Mashimo, and Katsunori Kadoyu: Dynamic Measurement of an Actual Mountain Tunnel during a Large Earthquake, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2012, CD-ROM, pp. 1-6, 2012.
- ・ Nobuharu Isago, Atsushi Kusaka, Hideto Mashimo, and Katsunori Kadoyu: Tunnel structure with absorption mechanism against excessive force and deformation, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2013, CD-ROM, pp. 1-8, 2012.
- ・ Atsushi Kusaka, Nobuharu Isago, and Hideto Mashimo: Laboratory tests on total load-bearing capacity

- of tunnel' s damaged permanent lining reinforced with additional lining, Proceedings of 47th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, No.13-482, pp.1-5, 2013.
- ・ Kosuke KAWATA, Atsushi KUSAKA, Nobuharu ISAGO, Hideto MASHIMO, Research on The Effect of Risk Mitigation Measures against Earthquake for Mountain Tunnel through Static Loading Test, 2014 North American Tunneling Conference, North American Tunneling Conference 2014 Proceedings, pp.337-344, 2014. 6
 - ・ Atsushi KUSAKA, Kosuke KAWATA, Nobuharu ISAGO, Hideto MASHIMO, Static loading test and numerical analysis of the effects of risk mitigation measures for rock tunnels against earthquakes, 8th Asian Rock Mechanics Symposium Proceedings, 2014. 10
 - ・ Atsushi Kusaka, Kosuke Kawata, Nobuharu Isago, and Hideto Mashimo: An Evaluation on Load-Bearing Capacity of Rock Tunnel Lining against Earthquake-attributed Loading, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2015, No.1.84, pp.1-10, 2015.
 - ・ Atsushi Kusaka, Kosuke Kawata, and Nobuharu Isago: Tunnel Deformation Mode and Loading Magnitude during Large Earthquake, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2016, No.605, pp.1-9, 2016.
 - ・ Kosuke Kawata, Nobuharu Isago, and Atsushi Kusaka: Laboratory Test on the Effect of Risk Mitigation Measures against Earthquake for Existing Rock Tunnel, Proceedings of ITA-AITES World Tunnel Congress 2016, No.613, pp.1-10, 2016

【査読なし論文・国内】7本

- ・ 真下英人, 日下敦: 地震時における山岳トンネルの挙動に関する基礎的研究, トンネルと地下, Vol. 43, No. 4, pp. 25-35, 2012.
- ・ 日下敦, 砂金伸治, 真下英人, 角湯克典: 山岳トンネルの地震時挙動に関する計測, トンネル工学報告集, 第21巻, pp.147-151, 2011.
- ・ 河田皓介, 砂金伸治, 日下敦, 真下英人: 変状対策工を適用した山岳トンネルの耐震性に関する実験的考察, トンネル工学報告集, 第23巻, pp.277-284, 2013.
- ・ 日下敦, 河田皓介, 砂金伸治, 真下英人: 地震による地山の変形を想定した山岳トンネル覆工の耐荷力評価に関する数値解析的考察, トンネル工学報告集, 第24巻, pp.1-8, 2014. 12
- ・ 河田皓介, 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: 地層境界に位置する山岳トンネルの模型振動実験, トンネル工学報告集, 第24巻, pp.1-8, 2014. 12
- ・ 日下敦, 河田皓介, 砂金伸治: 内巻き補強した山岳トンネル覆工の耐荷力に関する二次元載荷実験, トンネル工学報告集, 第25巻, No.1-6, pp.1-6, 2015.
- ・ 河田皓介, 日下敦, 砂金伸治: 鉛直方向からの外力が作用する山岳トンネルの耐震性に関する実験的考察, トンネル工学報告集, 第25巻, No.1-7, pp.1-7, 2015.

【学会発表等その他】9本

- ・ 日下敦, 砂金伸治, 角湯克典, 真下英人: 補強したトンネル支保工の全体耐力に関する要素実験, 土木学会年次学術講演会概要集, 第66回, 第3部門, pp.211-212, 2011.
- ・ 砂金伸治, 日下敦, 真下英人: 柔なトンネル構造の挙動に関する実験的考察, 土木学会年次学術講演会概要集, 第68回, 第3部門, pp.539-540, 2013.
- ・ 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: 内巻き補強された覆工の全体耐力に関する要素実験の再現解析, 土木学会年次学術講演会概要集, 第68回, 第3部門, pp.499-500, 2013.
- ・ 河田皓介, 砂金伸治, 日下敦, 真下英人: 外力対策を考慮したトンネル覆工の挙動に関する実験的考察, 土木学会年次学術講演会概要集, 第68回, 第3部門, pp.511-512, 2013.
- ・ 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: 外力性変状が発生したトンネルの補強後の全体耐力に関する要素的数値解析, 日本道路会議論文集, 第30回, CD-ROM, No.6024, 2013.
- ・ 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: 外力が作用する山岳トンネルにおける覆工背面空洞裏込め注入材の剛性の影響に関する一考察, 第49回地盤工学研究発表会, CD-ROM, pp.1303-1304, 2014. 7
- ・ 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: 軸力と曲げモーメントが作用するトンネル覆工の耐荷力に関する数値解析的

検討, 第 69 回年次学術講演会概要集, pp. 439-440, 2014. 9

- ・河田皓介, 日下敦, 砂金伸治, 真下英人: インバートを有する山岳トンネル覆工の数値解析モデルに関する一考察, 第 69 回年次学術講演会概要集, pp. 435-436, 2014. 9
- ・河田皓介, 日下敦, 砂金伸治: 鉛直荷重作用時の山岳トンネル覆工の挙動に関する実験的考察, 土木学会年次学術講演会概要集, 第 70 回, 第 3 部門, No. III-109, pp. 217-218, 2015.

(3) 事業・社会への貢献

- ・道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(日本道路協会, H27 年 6 月発刊) に反映

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・ITST (ベトナム国交省科学技術研究所) に対して山岳トンネルの耐震対策に関する技術指導および意見交換を実施
- ・IRE (インドネシア道路研究所) に対して山岳トンネルの耐震対策に関する技術指導
- ・CSM (アメリカ合衆国コロラド鉱山大学) との地下空間の耐震対策に関する意見交換
- ・自治体職員等も含めた各種技術講習会等を通して普及
- ・これまでの成果をもとに, 土研資料をとりまとめ中

(6) 自己評価

- ・年次計画に沿って着実に研究を進め, 達成目標を達成したと考えている。
- ・27 編の論文発表等を行い, 適切に成果の公表を行ったと考えている。
- ・道路トンネル維持管理便覧【本体工編】に成果を反映するとともに, 海外の研究機関との意見交換や技術指導, さらに自治体職員等も含めた各種技術講習会での講演を行い, 適切に社会への貢献および普及の取り組みを行ったと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|---------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき, 技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが, 技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが, 研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり, 今後, 改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 数値モデルのソフトの公開はどの様に考えるのか。
- 2) 山岳トンネルの耐震性という観点では、覆工コンクリートを対象として構造を検討するという対策となるのか。また、既存のトンネルに対する補強についてはどう考えるか。
- 3) 米国 Colorado School of Mines との意見交換といった取り組みは大事なことであると評価できる。どのような点を学んできたかのか。
- 4) 十分な成果が上げられていると評価できる。

【対応】

- 1) 本個別課題で利用した数値解析プログラムは市販のコードがベースとなっており、独自の工夫を加えた主要な部分は論文等で公表したため、解析モデルは公開されているのと同等と考えている。
- 2) 覆工、支保工とも対象となる。利用者に被害を及ぼさないようにという考え方と、構造として完全に喪失することがないようにという考え方で対策を検討した。また、既設のトンネルについては、どのような補修・補強対策が有効かに加え、日々の維持管理においてどのような形で構造の耐力等を向上させていくか、そのような観点で検討した。
- 3) Colorado School of Mines は鉱山主体の大学であり、支保工の耐久性や剛性に対する考え方が道路トンネルとは大きく異なることが分かった。また、支保工を簡略化する場合の考え方などで参考になる部分もあった。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-3 地盤変状の影響を受ける道路橋の耐震安全対策技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 地震時に不安定となりやすい地盤条件判定手法の提案
- 2) 道路橋の耐震安全性評価法の提案
- 3) 地盤変状を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドライン(案)の策定

【目標の達成状況】

- 1) 地震による斜面地盤変状事例を収集・分析するとともに、代表事例の詳細資料を分析し、地震による斜面地盤変状箇所の地形・地質的特徴と変状パターンを把握した。流れ盤の岩盤地すべり事例を代表として応力状態の数値解析を行い、すべり面となる弱層の有無による応力状態や安定性の違いを把握し、地質構造と物性、特に弱層の分布と強度等を把握できるよう十分調査することが重要であることを明らかにした。
- 2) 平成23年東北地方太平洋地震で地盤変状により被災した道路橋について解析を行い、杭基礎とケーソン基礎の被災要因を把握した。

斜面上に設置された基礎の安定性について数値解析を実施し、構造的条件(単列・組杭・橋台・橋脚)等の違いによる安定性を明らかにした。遠心力載荷装置を用いた模型実験を様々な構造条件・地質条件で実施し、斜面上に設置された杭基礎に地盤変状が発生した際に作用する土圧を明らかにした。

- 3) 上記の成果をもとに「地震時に発生する斜面地盤変状の影響を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドライン(案)」をとりまとめた。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読なし論文・国内】2本

- ・西田, 浅井, 遠藤, 石田: 地震による変状を受ける斜面の特徴と斜面上に設置される橋梁基礎の耐震安全性に関する基礎的研究, 第16回性能に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム, 平成25年7月
- ・遠藤, 西田, 石田: 地震時の斜面変状が橋梁基礎の安全余裕度に及ぼす影響に関する解析的検討, 土木技術資料, 平成25年9月

【学会発表等その他】4本

- ・浅井, 日外, 佐々木: 地震時に構造物基礎の安全性に影響を及ぼすような斜面地盤変状のパターン, 地盤工学会関東支部発表会, 2012.10
- ・西田, 遠藤, 石田: 斜面変状が橋梁基礎に及ぼす影響に関する基礎的研究, 土木学会第68回年次学術講演会, 2013
- ・遠藤, 真弓, 谷本, 七澤: 地盤変状の影響を受ける斜面上の道路橋の杭基礎に関する遠心模型実験, 土木学会第70回年次学術講演会, 2015
- ・河村, 真弓, 谷本, 七澤: 地盤変状が道路橋の杭基礎に及ぼす影響に関する研究, 土木学会第71回年次学術講演会, 2016(発表予定)

【土研刊行物】3本

- ・七澤, 西田, 河野, 木村, 遠藤: 柱状態基礎の要求性能及び安定照査法に関する研究, 土木研究所資料第4273号, 平成25年10月
- ・石田, 七澤, 西田, 遠藤: 地盤変状が道路橋の耐震安全性に及ぼす影響に関する基礎的研究, 土木研究所資料第4305号, 平成27年6月

- ・七澤，真弓，石原，浅井，金井，他 8 名：北海道地方被災橋梁等調査，土木研究所資料第 4307 号，平成 27 年 10 月

(3) 事業・社会への貢献

本研究で得られた知見は、地方整備局等への技術指導を通じて事業へ反映できるとともに、道路橋の基準類（道路橋示方書や便覧など）に反映できるものである。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

「斜面上の深礎基礎設計施工便覧」（H24 日本道路協会）や「構造物の安全性・信頼性向上のための調査計画ガイドライン（案）」（H27 全国地質調査業協会連合会）において、本研究で得られた知見を反映させた。また、地方整備局等への技術指導や、道路橋の基準類（道路橋示方書、便覧等）の今後の改定時に、本研究の成果を反映させていく。

地盤変状により被災した橋梁の調査結果を土木研究所資料としてとりまとめ公表するなど、本研究で得られた成果は順次対外的に公表しているところであり、今後も成果の普及に努めていく。

(6) 自己評価

- ・本研究の目指した目標に達成したものと考えられる。
- ・本研究の成果は、山岳部等の地盤変状が想定される箇所での橋梁設計に参考となるものであり、広く社会に貢献していくことが期待できる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | ☆ |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 十分な成果をあげられていると思います。
- 2) 判定手法とあるが、パターン分けと言う意味なのか、やや不明であった。
- 3) 成果の海外発信が望まれる（テーマ的に難しい？）
ガイドラインの早急な刊行を。
- 4) 良い成果が得られており、ガイドライン等に利用されており社会的貢献も進んでいる。

【対応】

- 1) 今後も成果の普及に努めていく。
- 2) 十分な調査に基づいて地盤条件を明らかにし、数値解析等を含む十分な力学的検討を行うことによって、地盤変状の発生可能性を判定することである。
- 3) 海外への発表も含め、成果の普及に努めていく。
「ガイドライン（案）」は、早急に刊行できるように作業を進めていく。
- 4) 今後も成果の普及に努めていく。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-4 降雨の影響を考慮した道路土工構造物の耐震設計・耐震補強技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 道路土工構造物の地震時挙動・耐震性に及ぼす降雨等の影響の解明
- 2) 降雨等の影響を考慮した道路土工構造物の耐震設計法の提案
- 3) 降雨等の影響を考慮した道路土工構造物の耐震補強手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 東日本大震災における道路盛土の被災状況・要因調査（地盤調査等）を実施し、排水等による水への対応が重要であることを再確認した。東日本大震災で被災した谷埋め盛土の復旧箇所で長期にわたる水位観測を実施し、降雨や降雪等の盛土内水位への影響を把握した。特に積雪地では融雪水の影響で高い水位が継続することを確認した。
- 2) 模型実験により、盛土内水位が高い場合、薄型の排水マットでは、耐震性確保に必要な排水能力が得られないことを確認するとともに、現地水位観測により基盤排水層の排水効果を確認した。排水性の低い粘性土を用いた集水地形上の盛土について、遠心力载荷模型実験により新設時の締固め管理等の条件による耐震性への影響を確認し、模型実験・要素試験を踏まえ細粒分含有率の高い盛土材について、空気間隙率を低減させる施工による耐震性向上の考え方を提案した。模型実験結果に対する変形解析を実施し、変形解析に基づく耐震性評価法を提案した。変形解析により耐震性評価については、定性的な評価レベルであり、定量的な評価については今後の課題である。
- 3) 排水性の低い粘性土を用いた盛土等の、排水による対策効果が期待できない場合の、のり尻補強工の抑え対策効果を確認した。実験条件に対する数値解析を行うとともに、大型ふとんかごによるのり尻補強工の設計方法を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】2本

- ・加藤俊二，佐々木哲也：山岳道路盛土の耐震診断および耐震補強に関する検討，斜面・のり面の維持管理と防災マネジメントに関するシンポジウム発表論文集，pp.13-18，2011.11
- ・T. Enomoto and T. Sasaki: SEVERAL FACTORS AFFECTING SEISMIC BEHAVIOUR OF EMBANKMENTS IN DYNAMIC CENTRIFUGE MODEL TESTS, Soils and Foundations, Vol.55/4, pp.813-828, 2015. (平成27年度地盤工学会論文賞(英文部門))

【査読なし論文・国内】2本

- ・星隈順一，佐々木哲也：道路における耐震診断と耐震補強への取り組み，基礎工，vol.39 No.4, pp.30-33, 2011.4
- ・佐々木哲也：道路施設における被害の特徴と復旧の現状，基礎工，vol.40 No.4, pp.25-28, 2012.4

【学会発表等その他】3本

- ・加藤俊二，佐々木哲也，梶取真一：融雪水による盛土内水位変動の影響，第69回土木学会年次学術講演

- ・梶取真一，加藤俊二，佐々木哲也：空気間隙率が盛土の力学特性に及ぼす影響，第 50 回地盤工学研究発表会，2015. 9
- ・加藤俊二，梶取真一，佐々木哲也集水地内道路盛土の耐震性向上に向けた検討，土木技術資料，Vol. 57- No. 6, 2015. 6

(3) 事業・社会への貢献

- ・東日本大震災直後の緊急点検要領（平成 23 年 4 月国土交通省事務連絡）に反映
- ・道路ストックの総点検 点検要領～道路のり面工・土工構造物編～（平成 25 年 2 月国土交通省通達）に反映
- ・道路土工指針類への反映
- ・道路震災対策便覧への反映

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・学会等の講演会・講習会にて東日本大震災における調査・分析結果等の報告を多数（20 件）実施

(6) 自己評価

- ・集水地内盛土の被災例を見ると細粒分含有率の高い盛土材での被災が多くみられ、これに対する耐震設計・耐震補強法が必要であったが、このような材料は透水性・排水性が低く取り扱いが難しいため遠心力載荷模型実験等の検討はほとんど実施されてこなかった。本プロジェクトにおいては、このような盛土材での模型実験等を通じて地震時の挙動を把握するとともに、耐震設計・耐震補強方法の提案をすることができた。
- ・得られた成果についても、学会等の講演会・講習会にて報告するとともに点検要領や基準・指針類に適宜反映しており、目標を達成することができたものとする。
- ・論文発表に関しては少ないが、今後実験成果等を取りまとめて対外発表に努めていきたい。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 道路構造物と堤防研究者との強い連携研究を期待する。
- 2) 重要な研究成果をあげられていると思う。
- 3) 個々の目標が達成されており、社会への技術的貢献が期待できる。
- 4) 成果の公表はやや乏しい感あり。多くのマニュアル、指針等に成果が反映されている点は評価できる。
- 5) 良い成果が得られており、指針類にも利用されており良い。

【対応】

- 1) 情報交換等を密に行い成果の共有を図りながら研究を進めていく。
- 4) 今後実験成果等を取りまとめて論文発表にも努めていく。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-5 フィルダムの設計・耐震性能照査の合理化・高度化に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 拘束圧依存性を考慮したロック材料強度についての材料安全率の提案
- 2) 堤高 100m 以上のダムにも拡張した震力係数の提案
- 3) ロックフィルダムの簡易耐震性能照査方法の提案
- 4) 堤体物性のばらつきが地震時変形に与える影響を評価する手法の提案
- 5) 巨大海溝型地震に対するフィルダムの耐震性能照査方法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 低拘束圧条件下のロック材料強度を精度良く評価可能な一面せん断試験を開発するとともに、低拘束圧領域から高拘束圧領域まで評価可能な拘束圧依存性を考慮できるロック材料強度の評価方法を提案し、複数材料の強度評価を実施した。ロック材料強度のばらつきを考慮した修正震度法による安定解析（モンテカルロシミュレーション）を行い、ロック材料強度の材料安全率を提案した。
- 2) 「フィルダムの耐震設計指針（案）」の震力係数の見直し検討として、1966年から2008年にダムサイト岩盤またはダム堤体監査廊で観測された100gal以上の48地震動を用いて震力係数の検討を行い、堤高100m以上のダムにも適用できる、堤高に応じた震力係数を提案した。東北地方太平洋沖地震において観測された地震動を含めた検討を追加的にを行い、最終的な震力係数の提案を行った。
- 3) 達成目標①と②から、簡易耐震性能照査方法としての新たな修正震度法を提案した。提案した修正震度法により算出されるすべり安全率を用いることで、耐震性能照査の評価指標となる最大すべり変形量をより精度良く簡易に評価することが可能となる。既往の照査事例から解析用物性値を収集整理した。この整理結果を元に、最大加速度とせん断強度定数をパラメトリック解析することで簡易に耐震性能を照査する指標を作成した。これらの成果より、簡易的に最大すべり変形量の概略値を把握する手法を提案し、目標を達成した。
- 4) 堤体物性のばらつきを考慮した地震時変形解析手法による検討を実施し、堤体物性のばらつきの他、地震動の継続時間やその応答による沈下量への影響を評価できる手法であることがわかった。これらの成果より、堤体物性のばらつきが地震変形に与える影響を評価できる手法として提案し、目標を達成した。
- 5) 建設中のフィルダムの堤体材料をもちいた試験を実施し、地震時の繰返し载荷によるせん断強度低下の影響を、材料の締固め度毎に整理した。上記の材料試験の結果を踏まえ、ニューマークD法によりせん断強度低下を考慮したフィルダムのすべり変形解析を実施し、堤体材料の強度低下は継続時間の長い地震動による繰返し载荷回数の影響や材料の締固め度に影響を受けることがわかった。これらの成果より、継続時間の長い地震動による影響を評価できる照査方法を提案し、目標を達成した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】 3本

- ・ 山口, 金銅, 小堀, 三石, 鳥居, 山本: 東北地方太平洋沖地震におけるダムの挙動と観測された地震動, ダム技術, No. 303, 2011.12.
- ・ 佐藤, 下山, 吉田, 山口: 岩手・宮城内陸地震における胆沢ダムの沈下量の再現解析, ダム工学, 2014.3. (H26年度ダム工学会論文賞受賞)
- ・ 藤川, 佐藤, 山口: 指定円弧と任意円弧がNewmark法によるフィルダムの地震時すべり変形量評価に及ぼす影響, ダム技術, 2015.3.

【査読付き論文・海外】 11本

- ・ YAMAGUCHI, SATOH, SAKAMOTO and HAYASHI: High-Precision Strength Evaluation of Rock Materials and Stability Analysis for Rockfill Dams, 2nd International Symposium on Rockfill Dams, CD-rom, 2011.10.
- ・ YAMAGUCHI, SATOH, SAKAMOTO and OHKAWA: A Study on the Seismic Force Coefficient for Rockfill Dams based on Recent Seismic Motion Records, 2nd International Symposium on Rockfill Dams, CD-rom, 2011.10.
- ・ SATOH, YAMAGUCHI and SHIMOYAMA: Reproduction Analysis of Settlement of Isawa Dam under Construction during The Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 using Cumulative Damage Theory, 2nd International Symposium on Rockfill Dams, CD-rom, 2011.10.
- ・ SATOH, YAMAGUCHI and SHIMOYAMA: Reproduction Analysis of Settlement of Isawa Dam under Construction during the 2008 Iwate-Miyagi Earthquake, ICOLD, 2012.6.
- ・ SASAKI, SATOH, SAKAMOTO and AOI: MODIFIED SEISMIC COEFFICIENT METHOD REVIEWED BY RECENT SEISMIC RECORDS FOR EMBANKMENT DAMS, ICOLD, 2013.8. (Outstanding Symposium Paper and Poster Presentationを受賞)
- ・ YOSHIDA, SATOH and SASAKI: REPRODUCTION ANALYSIS OF ROCKFILL DAM UNDER CONSTRUCTION DURING LARGE EARTHQUAKE, ICOLD, 2013.8.
- ・ SATOH and ENOMURA: Splitting and Direct Tensile Strength Tests for Earth-Core Material, 3rd International symposium on Rockfill Dams, 2013.11.
- ・ FUJIKAWA, SATOH and ENOMURA: Effects of limited number of slip circles and arbitrary slip circles on sliding deformation of embankment dams due to earthquakes, ICOLD, 2014.6.
- ・ SATOH, ENOMURA and YAMAGUCHI: Cracking on Embankment Dams due to Recent Large Earthquakes and Direct and Splitting Tensile Strength Tests for Core Material, ICOLD, 2014.6.
- ・ H. SATO, K. AOI, H. SAKAMOTO, T. SASAKI and Y. YAMAGUCHI: EFFECTS OF NEW MODIFIED SEISMIC FORCE COEFFICIENTS ON MINIMUM SLIDING SAFETY FACTORS OF EXISTING ROCKFILL DAMS, 25th ICOLD International Congress, Q.98-R.2, 2015.6.
- ・ S. FUJIKAWA, H. SATO and Y. ENOMURA: REVIEW OF MATERIAL PROPERTIES OF ROCKFILL DAMS AND EFFECTS OF SHEAR STRENGTH OF ROCK MATERIAL ON SLIDING DEFORMATION, 25th ICOLD International Congress, C.3, 2015.6.

【査読なし論文・国内】 5本

- ・ 山口, 佐藤, 下山: 大規模地震時における累積損傷理論を用いたロックフィルダムの沈下量解析, 大ダム, Vol. 216, pp. 26-32, 2011.7.
- ・ 坂本, 佐藤, 佐々木: 信頼性解析によるロックフィルダムのすべり安定性評価に関する基礎的検討, 第33回西日本岩盤工学シンポジウム講演集, 2012.8.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: 指定円弧と任意円弧によるフィルダムの地震時すべり変形量の影響, 大ダム, 2014.7.
- ・ 佐藤, 榎村, 山口: 大規模地震によりフィルダムに発生した亀裂被害とコア材料の直接および割裂引張強度試験, 大ダム, 2014.7.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: ロックフィルダムの耐震性能照査に用いられている入力物性値の整理とロック材のせん断強度がすべり変形量に及ぼす影響, 大ダム, 2016.1.

【査読なし論文・海外】1本

- ・ YAMAGUCHI, KONDO, KOBORI and MITSUISHI: Effects on Dams due to the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, The 43rd Joint Meeting of UJNR, 2011.8.

【学会発表等その他】19本

- ・ スレン, 山口, 佐藤, 坂本, 下村: 側面摩擦を考慮した大型一面せん断試験による粗粒材料の強度評価に関する実験的検討, 第46回地盤工学研究発表会, 215, CD-rom, 2011.7.
- ・ 大川, 山口, 佐藤, 坂本: ロックフィルダムの堤高と震力係数の関係, 第46回地盤工学研究発表会, 524, CD-rom, 2011.7.
- ・ 佐藤, 下山, 山口: コアの内部に地震計が設置されているロックフィルダム, 第46回地盤工学研究発表会, 544, CD-rom, 2011.7.
- ・ 大川, 山口, 坂本, 佐藤: ロックフィルダムにおける上下流すべり面の違いによる震力係数への影響検討, 土木学会第66回年次学術講演会, III-346, CD-rom, 2011.9.
- ・ 坂本, 山口, 佐藤, 大川: 修正震度法を用いたロックフィルダムの設計法に関する基礎的検討, 土木学会第66回年次学術講演会, III-347, CD-rom, 2011.9.
- ・ 下山, 山口, 佐藤: ロックフィルダムへの累積損傷解析の適用性の検討, 土木学会第66回年次学術講演会, III-348, CD-rom, 2011.9.
- ・ 山口, 佐藤, 下山: 大規模地震による建設中ロックフィルダムの変形挙動の再現解析, 土木学会第66回年次学術講演会, III-349, CD-rom, 2011.9.
- ・ 青井, 山口, 佐藤, 坂本: 東北地方太平洋沖地震の観測地震動を考慮したロックフィルダムの震力係数, 第47回地盤工学研究発表会講演集, 2012.7.
- ・ 坂本, 山口, 佐藤: 信頼性設計に基づくロックフィルダム堤体のすべり安定性評価に関する基礎的検討, 第47回地盤工学研究発表会講演集, 2012.7.
- ・ 吉田, 山口, 佐藤: 建設中ロックフィルダムにおける大規模地震時の変形挙動再現解析, 第47回地盤工学研究発表会講演集, 2012.7.
- ・ 吉田, 山口, 佐藤: 建設中ロックフィルダムの地震時の沈下再現解析における飽和・不飽和条件の影響, 第67回土木学会年次学術講演会講演概要集, 2012.9.
- ・ 佐藤, 下山, 吉田, 佐々木, 山口: 岩手・宮城内陸地震における胆沢ダムの沈下量の再現解析, 平成24年度ダム工学研究発表会講演集, 2012.11.
- ・ 佐藤, 坂本, 佐々木: ロックフィルダムのコア材料の直接引張試験, 第48回地盤工学研究発表会, 2013.7.
- ・ 佐藤, 藤澤: コア材料の直接引張強さと一軸圧縮・割裂引張強さとの関係に関する実験的考察, 土木学会第68回年次学術講演会, 2013.9.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: 指定円弧と任意円弧によるフィルダムの地震時すべり変形量の影響, 第10回地盤工学会関東支部発表会, 2013.10.
- ・ 青井, 佐藤, 大川, 山口, 坂本: 近年の地震動記録を用いた震力係数の検討, ダム工学研究発表会, 2013.11.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: 指定円弧と任意円弧による地震時すべり変形量と入力地震動の最大加速度の影響, 土木学会第69回年次学術講演会, 2014.9.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: ロックフィルダムの耐震性能照査に用いられる入力物性値の比較と最大すべり変形量に及ぼすロック材のせん断強度の影響, 第50回地盤工学会研究発表会, 2015.9.
- ・ 藤川, 佐藤, 榎村: 指定円弧と任意円弧による Newmark 法および渡辺馬場法の最大すべり変形量の比較, 第70回土木学会年次学術講演会, 2015.9.

【土研刊行物】2本

- ・ 三石, 山本, 猪俣, 山口, 金銅, 佐藤, 小堀, 坂本, 切無沢, 小島: 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震土木施設災害調査速報7.ダム, 土木研究所資料 第4202号, 独立行政法人土木研究所, 2011.7.
- ・ 榎村, 藤田, 藤川ほか: フィルダムの修正震度法に用いる震力係数の合理化およびロックフィルダムの地震による最大すべり変形量の簡易推定法に関する検討, 土木研究所資料, 第4325号, 2016.3.

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究の成果は、内外での対外論文の発表や技術指導を通して、段階的に活用されている。今後は本研究課題により得られた成果を、「フィルダムの耐震設計指針（案）」の改訂や「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）」の本格運用に反映する予定であり、フィルダムの設計合理化や耐震性能照査に大きく貢献するものと考えている。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導などにより成果の普及を図っている。
- ・論文は、国内 27 本（査読付き 3 本）海外 12 本（査読付き 11 本）、土木研究所資料 2 本の発表を行った。

(6) 自己評価

- ・対外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導などにより成果の普及を図っている。
- ・論文等としては、国内 16 本（査読付き 2 本）、海外 5 本（査読付き 4 本）、土木研究所資料 1 本を発表している。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 論文賞が授与された他、海外への情報発信も活発に実施されており評価できる。指針以外の社会貢献はあるか？

【対応】

- 1) 指針以外の社会貢献にも取り組んで参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-6 再開発重力式コンクリートダム耐震性能照査技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 動的荷重条件下でのコンクリートの引張亀裂の進展特性の解明
- 2) 再開発ダムの挙動の解明
- 3) 放流管新設ブロックの耐震性能照査解析方法の提案
- 4) 嵩上げダムの耐震性能照査解析方法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 動的荷重条件下でのコンクリートの引張亀裂の進展特性を明らかにするために、以下①から③の実験的検討を行った。①供試体試験によるダムコンクリートの動的強度特性（荷重速度依存性、繰返し荷重による影響）の確認、②供試体試験によるダムコンクリートの引張軟化特性（破壊エネルギー）の荷重速度依存性確認、③供試体試験によるダムコンクリートの引張疲労強度の定量的把握。その結果、ダムコンクリートの急速荷重試験により、大規模地震時に想定される荷重加速度条件下では、引張強度が増加することを確認した。ダムコンクリートの破壊エネルギー試験により、ダムコンクリートの破壊エネルギーは荷重速度の増加により大きくなる傾向を示すが、ばらつきも大きくなることがわかった。ダムコンクリートの引張疲労試験により、繰返し荷重による引張強度への影響を定量的に確認した。これらの成果を解析に反映させるにより、動的荷重条件下の引張亀裂進展特性が明らかになり、目標を達成した。
- 2) 再開発ダムの挙動の解明するため、以下①から③の解析検討を行った。①嵩上げや堤体削孔を実施したダムの実測挙動（計測）データの分析、②初期応力等諸条件の相違が再開発ダムの地震時挙動に及ぼす影響の分析、③ダムコンクリートの動的試験結果を踏まえた再開発ダムの地震時挙動に及ぼす影響の分析。その結果、放流管新設のための堤体削孔や嵩上げダムの実ダムの挙動計測結果の分析と解析結果の比較を行い、変位等の傾向が実測と解析で同様であることが確認できた。再開発ダム（放流管新設ブロックや嵩上げダム）の解析的検討において施工過程や新旧コンクリートの物性の違いなどを考慮することにより、新設ダムと比較して常時の応力状態が異なり、損傷範囲も異なってくることがわかった。達成目標1の実験的検討で得られた荷重速度の増加に伴う引張軟化特性（引張強度や破壊エネルギーの増加）を考慮した場合、考慮しない場合に比べ大規模地震時に想定される堤体コンクリートの損傷は軽減されることがわかった。これらの成果により、再開発ダム（放流管新設ブロックや嵩上げダム）の大規模地震時の挙動が明らかになり、目標を達成した。
- 3) 達成目標1の実験的検討で得られたダムコンクリートの材料特性や、達成目標2の解析的検討で得られた結果を踏まえ、大規模地震時における放流管新設ブロックの耐震性能照査を行う場合の考え方や留意点を整理した。これらの成果より、大規模地震に対する再開発重力式コンクリートダム（放流管新設ブロック）の耐震性能照査方法を提案し、目標を達成した。
- 4) 達成目標1の実験的検討で得られたダムコンクリートの材料特性や、達成目標2の解析的検討で得られた結果を踏まえ、大規模地震時における嵩上げダムの耐震性能照査を行う場合の考え方や留意点を整理した。これらの成果より、大規模地震に対する再開発重力式コンクリートダム（嵩上げダム）の耐震性能照査方法を提案し、目標を達成した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】3本

- ・金銅将史, 榎村康史, 佐々木隆: 堤体改造を伴う再開発重力式コンクリートダムの大規模地震時挙動, ダム技術, No. 336, 2013. 9
- ・金銅将史, 志田孝之, 榎村康史, 佐々木隆: 嵩上げ重力式コンクリートダムの大規模地震時挙動の動的解析, 大ダム, No. 228, 2014. 7
- ・志田孝之, 金銅将史, 榎村康史, 佐々木隆: 既設堤体の削孔により放流管を増設した重力式コンクリートダムの大規模地震時挙動の解析, 大ダム, No. 228, 2014. 7

【査読付き論文・海外】2本

- ・M. KONDO, T. SHIDA, T. SASAKI and Y. ENOMURA: DYNAMIC ANALYSIS OF SEISMIC BEHAVIOR OF RAISED CONCRETE GRAVITY DAM DURING LARGE EARTHQUAKE, ICOLD International Symposium, 2014. 6
- ・T. SHIDA, M. KONDO, T. SASAKI and Y. ENOMURA: SEISMIC ANALYSIS OF EXISTING CONCRETE GRAVITY DAM DRILLED TO INSTALL NEW CONDUIT, ICOLD International Symposium, 2014. 6

【査読なし論文・国内】2本

- ・金銅将史, 志田孝之, 佐々木隆, 榎村康史: 嵩上げ重力式コンクリートダムの大規模地震時挙動の推定, 土木技術資料, 2014. 2
- ・藤田将司, 金銅将史, 榎村康史: 堤体削孔により放流管増設を行う既設重力式コンクリートダムの大規模地震時挙動の推定: 土木技術資料, Vol. 58, No. 3, pp. 14-17, 2016. 3

【学会発表等その他】4本

- ・切無沢徹, 金銅将史, 佐々木隆: 嵩上げ重力式コンクリートダムの地震時挙動解析, 平成 24 年度ダム工学研究発表会講演集, 2013. 11
- ・佐々木隆, 金銅将史: ダム再開発に係る技術動向, 河川, 2013. 5
- ・藤田将司, 金銅将史, 志田孝之, 榎村康史: 既設ダムの削孔による放流管増設ブロックの大規模地震時挙動解析, 平成 26 年度土木学会全国大会 第 69 回年次学術講演会, 2014. 9
- ・藤田将司, 金銅将史, 榎村康史, 別府万寿博: ダムコンクリートの動的破壊特性に関する実験的検討, 平成 27 年度土木学会全国大会 第 70 回年次学術講演会, 2015. 9

【土研刊行物】2本

- ・榎村康史, 金銅将史, 藤田将司, 繁田淳吾, 中田哲二ほか: 大規模地震時における再開発重力式コンクリートダムの動的挙動の推定に関する解析的検討: 土木研究所資料, 第 4327 号, 2016. 3.
- ・榎村康史, 金銅将史, 藤田将司, 繁田淳吾ほか: ダムコンクリートの動的引張強度・破壊特性に関する実験的検討, 土木研究所資料, 第 4326 号, 2016. 3.

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究の対象としている再開発ダム（既設ダムの堤体削孔（放流管新設ブロック）、嵩上げダム）の大規模地震に対する耐震性能照査の方法は、一般的な構造型式のダムを対象とした現在試行中の「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）」において明示されていないため、土木研究所資料として成果を公表し、技術資料としての活用を図る。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・ 対外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導などにより成果の普及を図っている。
- ・ 論文は、国内9本（査読付き3本）海外2本（査読付き2本）、土木研究所資料2本の発表を行った。

(6) 自己評価

- ・ 達成目標について所要の成果が得られており、さらに技術資料としての公表により具体の事業等で活用される可能性が高いことから、本研究で目指した目標は達成することができたと評価している。
- ・ 本研究に関しては、対外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導など、成果の発表・普及は積極的に行われたと評価している。
- ・ 発表論文の一部を共同で実験を行った大学関係者など、外部専門家の意見も積極的に取り入れてまとめるなど客観的な観点も踏まえて研究を行うことができた。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 社会への普及方法については今後さらなる検討が望まれる。
- 2) 熊本地震でのダムの挙動との検討を進めて更に発展させてほしい。

【対応】

- 1) 成果の社会への普及方法についてさらに検討して参りたい。
- 2) ダムの耐震性に関する研究は、国内の地震に関する分析も行い、更に発展させて参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-7 台形CSGダムの耐震性能照査に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 台形形状ダムの地震時損傷形態の解明
- 2) CSGの引張およびせん断破壊・進展特性の解明
- 3) 台形CSGダムの耐震性能照査方法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 台形CSGダムの大規模地震時の損傷形態を明らかにするために、以下①から⑤の解析的検討を実施した。
①台形断面ダムの大規模地震時応答(線形解析での堤体内応力、滑動安定性)に係る基礎的検討、②台形CSGダムの堤体内部構造を踏まえた大規模地震時挙動の検討(主に引張破壊による損傷過程)、③引張破壊以外の損傷形態(せん断破壊等)の可能性の検討、④CSGの強度・引張軟化特性に関する実験結果を反映した堤体損傷(非線形)解析、⑤CSGの物性のばらつきが発生応力に与える影響の把握。その結果、台形ダムでは、重力式ダムとして一般的な直角三角形形状の場合と比べ、上流端部の引張応力は緩和されるが、大規模地震時には上・下流端部の引張応力や圧縮応力に起因する損傷、水位が高い場合における堤敷の滑動に対する安定性に着目すべきことが明らかとなった。保護コンクリート等の詳細な内部構造を考慮した場合、上下流端部での応力は緩和されるが、大規模地震時には上流側止水・構造用コンクリートと内部CSGの境界部での損傷についても想定すべきことが明らかとなった。これらの成果により、断面形状の違いによる大規模地震時の損傷形態が明らかになり、所期の目標を達成した。
- 2) 引張破壊やせん断破壊など台形CSGダムの損傷形態を規定するCSG物性を評価するため、以下①から④の実験的及び解析的検討を行った。①CSGの圧縮・引張・せん断強度特性、引張軟化特性(破壊エネルギー等)の把握、②大規模地震時の動的(急速)载荷条件でのCSGの引張強度・軟化特性の把握、③繰返し载荷による応力履歴がCSGの動的物性(引張強度等)に及ぼす影響、④CSGの各種強度特性や軟化特性を考慮した大規模地震時における台形CSGダムの損傷過程の推定。その結果、CSGの急速载荷試験により、大規模地震時に想定される载荷加速度条件下では、引張強度が増加することを確認した。一面せん断試験などにより、CSGのせん断破壊条件を明らかにした。CSGの破壊エネルギー試験により、CSGの破壊エネルギーは载荷速度の増加により大きくなる傾向を示すが、ばらつきも大きくなることがわかった。大規模地震時の損傷形態としては、引張軟化による損傷が特に重要になることがわかった。実験から得られたCSGの引張軟化曲線をモデル化し、軟化モデルとして提案するとともに、数値解析に適用することで台形CSGダムの大規模地震時の損傷過程の推定を可能とした。これらの成果により、実験により損傷形態(引張破壊、せん断破壊など)が明らかになり、所期の目標を達成した。
- 3) 達成目標1の解析的検討や、達成目標2の実験的検討で得られたCSGの材料特性により、大規模地震時における台形CSGダムの挙動の推定が可能となった。これらの検討結果を踏まえ、台形CSGダムを対象に大規模地震に対するダムの耐震性能照査を行う場合の考え方や留意点を整理し、具体的な照査の手順をとりまとめた。これらの成果により、大規模地震に対する台形CSGダムの耐震性能照査フローを提案し、所期の目標を達成した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】 2本

- ・金銅将史, 佐々木隆, 別府万寿博: CSG の引張強度・軟化特性とその載荷速度依存性, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), 2014. 6.
- ・金銅将史, 佐々木隆: CSG の動的引張強度及び引張軟化特性に関する実験的検討, ダム技術, 2015. 4.

【学会発表等その他】 7本

- ・切無沢徹, 金銅将史, 小島裕之, 山口喜一: CSG の引張破壊特性に関する検討, 平成 24 年度土木学会全国大会 第 67 回年次学術講演会, 2012. 9.
- ・小林雅幸, 金銅将史, 切無沢徹, 佐々木隆, 別府万寿博: CSG の引張破壊特性に関する検討 (その 2), 平成 25 年度土木学会全国大会 第 68 回年次学術講演会, 2013. 9.
- ・太田兵庫, 金銅将史, 小堀俊秀, 榎村康史, 別府万寿博: CSG の引張破壊特性に関する検討 (その 3), 平成 26 年度土木学会全国大会 第 69 回年次学術講演会, 2014. 9.
- ・志田孝之, 金銅将史, 榎村康史, 大規模地震時における台形 CSG ダムの損傷形態に関する検討: 平成 26 年度土木学会全国大会 第 69 回年次学術講演会, 2014. 9.
- ・金銅将史, CSG の材料特性 (動的引張強度・引張軟化特性) に関する研究, 土木技術資料, Vol. 57, No. 2, pp. 48-49, 2015. 2.
- ・矢田一也, 金銅将史, 小堀俊秀, 榎村康史, 別府万寿博: CSG の引張破壊特性に関する検討 (その 4), 平成 27 年度土木学会全国大会 第 70 回年次学術講演会, 2015. 9.
- ・土田将己, 金銅将史, 榎村康史: 材料物性のばらつきを考慮した台形 CSG ダムの大規模地震時応答解析, 平成 27 年度土木学会全国大会 第 70 回年次学術講演会, 2015. 9.

【土研刊行物】 2本

- ・榎村康史, 金銅将史, 小堀俊秀, 中田哲二ほか: 大規模地震時における台形 CSG ダムの動的挙動の推定に関する解析的検討, 土木研究所資料, 第 4324 号, 2016. 3.
- ・榎村康史, 金銅将史, 小堀俊秀, 矢田一也ほか: CSG の動的引張強度・破壊特性等に関する実験的検討, 土木研究所資料, 第 4320 号, 2016. 3.

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究の対象としている台形 CSG ダムの耐震性能照査方法は、一般的な構造型式のダムを対象とした現在試行中の「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）」において明示されていないため、土木研究所資料として成果を公表し、技術資料としての活用を図る。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・対外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導などにより成果の普及を図っている。
- ・論文は、国内 9 本（査読付き 2 本）、土木研究所資料 2 本の発表を行った。

(6) 自己評価

- ・達成目標について所要の成果が得られており、さらに技術資料としての公表により具体の事業等で活用される可能性が高いことから、本研究で目指した目標は達成することができたと評価している。

- ・本研究に関しては、対外論文の積極的な発表、国際会議への参加、現場に対する技術指導など、成果の発表・普及は積極的に行われたと評価している。
- ・発表論文の一部を共同で実験を行った大学関係者など、外部専門家の意見も積極的に取り入れてまとめなど客観的な観点も踏まえて研究を行うことができた。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 実用化に向けた早期社会への普及に取り組むことが望まれる。
- 2) 熊本地震の被害調査に成果の活用を期待したい。海外への成果の発信は難しいか？国際的貢献も実施されているのであれば示していただきたい。

【対応】

- 1) 社会への普及・実用化に一層取り組んで参りたい。
- 2) 今後、機会を捉えて海外への発信も図って参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-8 液状化判定法の高精度化に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 液状化の発生に及ぼす各種要因の解明
- 2) 液状化判定のための地盤の調査・評価方法の提案
- 3) 液状化判定法の高精度化

【目標の達成状況】

- 1) 液状化・非液状化事例の分析から、液状化に及ぼす地震動の継続時間の影響が小さいことを明らかにした。原位置試料の液状化試験データを分析し、細粒分を含む砂の液状化強度評価式を提案した。強震記録の分析、遠心実験、室内試験に基づき、砂の液状化特性に与える年代効果の影響を把握した。強震記録に基づく地中せん断応力分布の推定方法を提案した。また、その手法を活用して多くの強震観測記録から求めた地中せん断応力分布の統計量の分析を通じて、簡易評価手法を提案した。火山灰質地盤における液状化事例、既往研究事例を収集するとともに、破砕性を有する火山灰質土の液状化強度比と貫入抵抗の関係を明らかにした。火山灰質地盤の鉛直アレー地震記録の分析により地震動応答（増幅・減衰）特性を明らかにした。
- 2) ボーリング密度の差による地層分布およびボーリング孔間の液状化層分布の把握精度について検討し、誤差を定量的に評価した。オールコアボーリングを用いて深さ方向の液状化判定精度の検証を行った。原位置で液状化特性を把握する新たな試験方法として、振動コーンの適用性を検証した。液状化判定のための地質構造推定における留意点（調査手法・データの取り扱い）を整理した。
- 3) 上記の結果をとりまとめ、合理化・高度化された液状化判定法を新たに提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】4本

- ・ 脇中康太, 谷本俊輔, 石原雅規, 佐々木哲也：地震履歴が砂の液状化強度に及ぼす影響に関する動的遠心模型実験, 日本地震工学会論文集, 2015. 11.
- ・ 谷本俊輔, 川口剛, 佐々木哲也：鉛直アレー記録に基づく埋地地盤の液状化発生深度の評価, 日本地震工学会論文集, 2015. 12.
- ・ 川口剛, 谷本俊輔, 佐々木哲也：地震動特性と地盤の非線形応答特性を考慮した地中せん断応力の評価方法, 日本地震工学会論文集, 2016. 1.
- ・ 江川拓也, 山梨高裕, 富澤幸一：火山灰質土の液状化特性に関する検討—北海道における調査事例報告—, 日本地震工学会論文集, 2016. 1.

【査読なし論文・国内】7本

- ・ 佐々木哲也, 谷本俊輔：液状化に対する耐震設計, 基礎工, Vol. 40, No. 9, 2012. 9.
- ・ 谷本俊輔, 川口剛, 佐々木哲也：鉛直アレー記録に基づく埋地地盤の液状化発生深度の評価, 第14回日本地震工学シンポジウム, 2014. 12.

- ・川口剛, 谷本俊輔, 佐々木哲也: 地震動特性と地盤の非線形応答特性を考慮した地中せん断応力の評価方法, 第 14 回日本地震工学シンポジウム, 2014. 12.
- ・脇中康太, 谷本俊輔, 石原雅規, 佐々木哲也: 地震履歴が砂の液状化強度に及ぼす影響に関する動的遠心模型実験, 第 14 回日本地震工学シンポジウム, 2014. 12.
- ・江川拓也, 山梨高裕, 富澤幸一: 火山灰質土の液状化特性に関する検討—北海道森町における調査事例報告—, 第 14 回日本地震工学シンポジウム, 2014. 12.
- ・谷本俊輔, 地蔵智樹, 川口剛, 荒木裕行, 佐々木哲也: 堆積年代の古いシルト質砂とその再構成試料の繰返しせん断特性, 第 35 回地震工学研究発表会, 2015. 10.
- ・江川拓也, 林憲裕, 富澤幸一: 地震観測記録に基づく火山灰質地盤の地震時挙動の評価, 地盤工学会北海道支部技術報告集, 第 56 号, 2016. 1.

【学会発表等その他】13 本

- ・石原雅規, 谷本俊輔, 佐々木哲也: 一次元有効応力解析に基づく液状化に及ぼす深度や層構成の影響, 第 47 回地盤工学研究発表会, 2012. 7.
- ・石原雅規, 谷本俊輔, 佐々木哲也: 一次元有効応力解析による液状化に及ぼす層構成や入力地震動の影響, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012. 9.
- ・谷本俊輔, 鷲見浩司, 江川拓也, 石原雅規, 佐々木哲也: 細粒分を含む砂の液状化強度に関する調査 (その 1, その 2), 第 48 回地盤工学研究発表会, 2013. 7.
- ・谷本俊輔, 川口剛, 佐々木哲也, 金子正洋, 片岡正次郎, 梶尾辰史: 東京湾沿岸埋立地における鉛直アレー記録の分析 (その 1, その 2), 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014. 9.
- ・阿南修司: 地盤情報の精度が液状化判定に与える影響について, 平成 25 年度日本応用地質学会 研究発表会, 2013. 10.
- ・阿南修司: ボーリングによる液状化層判定精度について, 平成 26 年度 日本応用地質学会 研究発表会, 2014. 10.
- ・谷本俊輔, 川口剛, 佐々木哲也: 鉛直アレー記録に基づく軟弱粘性土地盤の強非線形挙動の分析, 第 50 回地盤工学研究発表会, 2015. 7.
- ・川口剛, 谷本俊輔, 佐々木哲也: 地表加速度記録に基づく地中せん断応力分布の簡易評価法の検証, 第 50 回地盤工学研究発表会, 2015. 7.
- ・谷本俊輔, 地蔵智樹, 佐々木哲也: 地表加速度記録を用いた地中せん断応力分布の簡易評価手法 (その 1, その 2), 第 50 回地盤工学研究発表会, 2015. 9.
- ・江川拓也, 林憲裕, 富澤幸一: 鉛直アレー記録に基づく火山灰質地盤の地震時挙動の評価, 第 51 回地盤工学研究発表会, 2016. 9. (投稿中)

【土研刊行物】3 本

- ・佐々木哲也, 石原雅規, 谷本俊輔, 増山博之: 東北地方太平洋沖地震における液状化を踏まえた液状化判定法の検討, 土木研究所資料, 第 4280 号, 2014. 1.
- ・佐々木哲也, 石原雅規, 谷本俊輔, 江川拓也, 鷲見浩司, 川口剛: 細粒分を含む砂の液状化特性に関する研究, 土木研究所資料 (刊行予定)
- ・江川拓也, 林憲裕, 富澤幸一: 火山灰質地盤の液状化に伴う杭の水平地盤反力係数の評価に関する研究, 寒地土木研究所月報, No. 749, 2015. 10.

(3) 事業・社会への貢献

- ・提案した液状化判定法は、河川構造物の耐震性能照査指針 (H28. 3) の改定に反映されるとともに、現在作業中の道路橋示方書の改定に反映される予定である。
- ・各種講演会等における成果の公表や、技術相談に対する指導を通じて、事業の推進に貢献している。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・技術基準類への反映、論文発表、各種講演会、技術相談などの場を通じて成果の普及に努めている。

(6) 自己評価

- ・原位置採取試料の室内試験や地震記録など、現場レベルでの貴重なデータの取得・分析を重ねることで、液状化に及ぼす各種影響要因、液状化判定のための地盤の調査・評価方法について検討し、合理化・高度化された液状化判定法を新たに提案した。その成果はすでに技術基準類やその改定原案に反映されており、今後の合理的な液状化対策事業の推進に貢献することが期待される。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 国外での研究発表がないが、液状化の問題は国際的課題ではないのか？地震学会等との連携が考えられるのではないかと？

【対応】

- 1) 国外への研究発表についても検討していきたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-9 津波の影響を受ける橋の挙動と抵抗特性に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 津波に対する橋の挙動メカニズムの解明
 - ① 東日本大震災における被災状況の整理・分析
 - ② 津波に対する橋の挙動メカニズムの解明および津波により橋梁に作用する流体力の検討
 - ③ 津波により橋梁に作用する力の検討
- 2) 津波に対する橋の抵抗耐力の評価手法の提案
- 3) 津波による上部構造への作用力の軽減対策の開発

【目標の達成状況】

- 1) 津波に対する橋の挙動メカニズムの解明
 - ① 東日本大震災により流出した橋桁を調査することで、流出した橋梁と流出しなかった橋梁の構造形式や支承形式を分類化し、さらに、橋に重要な影響を及ぼす津波の作用状態を明らかにした。
 - ② 津波が作用する時の橋の挙動を再現できるように、1/20 の大規模な模型を用いた水路実験を行った。実験の結果、橋桁の断面特性の違いを踏まえた橋の挙動メカニズムを把握することができた。また、津波速度と橋桁の各部位に生じる圧力との関係を把握することができた。さらに数値解析による実験の再現計算を行い、実験結果を概ね再現することもできた。
 - ③ ①と②の研究成果を基に、津波により橋桁に作用する力を静的な外力として簡便に評価する手法を提案した。この提案手法は実験結果と概ね整合する結果となることも検証できた。
- 2) 津波に対する橋の抵抗耐力の評価手法の提案

津波が作用する状況を想定し、その時の1支承線全体としての支承の抵抗特性について、上下部構造および支承を模した供試体による載荷実験を行った。その結果、上部構造に段波状の津波の影響を受けた際の既設の鋼製支承の破壊形態とその終局耐力を把握することができた。

実橋における津波による被害の実態との整合性の観点から提案した評価式の精査を行い、より実用性のある評価方法を提案できた。
- 3) 津波による上部構造への作用力の軽減対策の開発
 - ① 達成目標における検討のプロセスにおいて把握した挙動メカニズムを踏まえ、津波による作用力を低減させる一つの方法としてフェアリングを設置する対策を取り上げ、その効果について実験的な検討を実施した。また、東日本大震災では、側道橋は流出したが、本線橋は流出しなかったケースも数橋あったことから、側道橋があることによる本線橋への津波の作用への影響に関する検証実験も行った。また、津波の影響自体を軽減するための具体的な構造、橋桁の流出を防ぐための対策工法について、構造の提案できた。

既設橋を対象として、津波による橋の最終的な破壊モードを高い信頼性で誘導することができる損傷制御型支承とその設計思想を提案橋の破壊モードを確実化させる耐力制御型支承を提案し、検証実験により損傷制御型支承の有用性を示せた。

【目標の達成度 (自己評価)】

- | | |
|---------------------------|----|
| 1) 津波に対する橋の挙動メカニズムの解明 | 達成 |
| 2) 津波に対する橋の抵抗耐力の評価手法の提案 | 達成 |
| 3) 津波による上部構造への作用力の軽減対策の開発 | 達成 |

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】4本

- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: 上部構造の断面特性が津波によって橋に生じる作用に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 69, No. 4 (地震工学論文集第 32 巻), I_42-I_54, 2013.
- ・炭村透, 張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波によって橋に生じる作用に対する鋼製支承の抵抗特性に関する実験的検討, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 69, No. 4 (地震工学論文集第 32 巻), I_102-I_110, 2013.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: フェアリングを設置した橋梁上部構造の津波の作用による挙動メカニズム, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70, No. 4 (地震工学論文集第 33 巻), p. I_110-I_120, 2014.
- ・中尾尚史, 森屋圭浩, 榎本武雄, 星隈順一: 宮古橋周辺での津波の特性と橋に及ぼした影響の評価, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 71, No. 4 (地震工学論文集第 34 巻), p. I_317-I_328, 2015.

【査読なし論文・国内】19本

- ・張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波の影響を受ける橋の挙動に及ぼす上部構造の構造特性の影響に関する水路実験, 第 15 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 97-102, 2012.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 星隈順一: 津波の影響を受ける橋の挙動に及ぼす床版の張出し部の影響に関する解析的検討, 第 15 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 103-110, 2012.
- ・炭村透, 張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波の影響を受けた橋における支承の抵抗特性に関する一考察, 第 15 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 143-150, 2012.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 星隈順一: 津波により上部構造の高さまで水位が上昇した時に橋に作用する浮力に関する研究, 第 15 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 151-154, 2012.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: 上部構造の断面特性が津波によって橋に生じる作用に及ぼす影響, 第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. 246, 11pages (CD-ROM), 2012.
- ・炭村透, 張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波によって橋に生じる作用に対する鋼製支承の抵抗特性に関する実験的検討, 第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. 261, 9pages (CD-ROM), 2012.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: 側道橋による津波作用時の橋の挙動に関する研究, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 345-348, 2013.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: 津波速度の違いが上部構造の挙動に与える影響に関する実験的研究, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 421-428, 2013.
- ・炭村透, 張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波により橋に生じる作用力に及ぼすフェアリングの影響, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 429-434, 2013.
- ・星隈順一, 張広鋒, 中尾尚史, 炭村透: 津波により橋の構造部材に生じる力の特性, 土木技術資料, 55-4, pp. 26-29, 2013.
- ・星隈順一: 橋の耐震性能評価技術の向上と津波の影響への対応, 土木技術資料, 55-10, pp. 26-31, 2013.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: フェアリングを設置した橋梁上部構造の津波の作用による挙動メカニズム, 第 33 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. 535, 10pages (CD-ROM), 2013.
- ・中尾尚史, 炭村透, 星隈順一: 水路実験結果に基づく橋桁に作用する津波の状態と橋の挙動, 第 17 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 119-126, 2014.
- ・中尾尚史, 森屋圭浩, 榎本武雄, 星隈順一: 宮古橋周辺での津波の特性と橋に及ぼした影響の評価, 第 34 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. 681, 10pages (CD-ROM), 2014.
- ・中尾尚史, 森屋圭浩, 井上崇雅, 星隈順一: 気仙大橋の損傷跡から推定される上部構造の挙動メカニズム, 第 18 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 271-278, 2015.
- ・森屋圭浩, 中尾尚史, 星隈順一: 津波の影響に対する既設道路橋線支承の抵抗特性, 第 18 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 257-264, 2015.
- ・森屋圭浩, 中尾尚史, 星隈順一: 津波の影響を受ける橋に適用する損傷制御型支承の検討, 第 18 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 265-270, 2015.

- ・中尾尚史, 森屋圭浩, 井上崇雅, 星隈順一: 支承およびダンパーの損傷跡に基づく 気仙大橋の津波による挙動の推定, 第 35 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. A13-826, 11pages (CD-ROM), 2015.
- ・森屋圭浩, 中尾尚史, 星隈順一: 既設道路橋に用いられている線支承の耐力特性, 第 35 回地震工学研究発表会講演論文集, Paper No. A14-825, 11pages (CD-ROM), 2015.

【査読なし論文・海外】4本

- ・Jun-ichi Hoshikuma, Guangfeng Zhang, Hisashi Nakao and Toru Sumimura: EXPERIMENTAL RESEARCHES ON BEHAVIOR OF BEARING SUPPORTS IN HIGHWAY BRIDGES UNDER TSUNAMI-INDUCED FORCE, Proc. 28th US-Japan Bridge Engineering Workshop, 2012.
- ・Guangfeng Zhang, Jun-ichi Hoshikuma, Hisashi Nakao and Toru Sumimura: Experimental study on behavior of bridge superstructure under tsunami loading, Proceedings of The 3rd International Symposium on Advances in Urban Safety (SAUS2012), 2012.
- ・Jun-ichi Hoshikuma, Guangfeng Zhang, Hisashi Nakao and Toru Sumimura: TSUNAMI-INDUCED EFFECTS ON GIRDER BRIDGES, Proceedings of the International Symposium for Bridge Earthquake Engineering in Honor of Retirement of Professor Kazuhiko Kawashima, 2013.
- ・Hisashi Nakao, Guangfeng Zhang, Toru Sumimura and Jun-ichi Hoshikuma: NUMERICAL ASSESSMENT OF TSUNAMI-INDUCED EFFECT ON BRIDGE BEHAVIOR, Proc. 29th US-Japan Bridge Engineering Workshop, 2013.

【学会発表等その他】13本

- ・張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 橋梁の上部構造への津波作用に及ぼす床版の張出し部の影響に関する水路実験, 24 年度土木学会第 67 回年次学術講演会, 第 I 部, pp.53-54, 2012.
- ・中尾尚史, 張広鋒, 炭村透, 星隈順一: 津波による橋の挙動に及ぼす側道橋の影響に関する一検討, 25 年度土木学会第 68 回年次学術講演会, pp.211-212, 2013.
- ・炭村透, 張広鋒, 中尾尚史, 星隈順一: 津波により生じる桁橋の支承反力に及ぼすフェアリングの効果に関する一検討, 25 年度土木学会第 68 回年次学術講演会, pp.215-216, 2013.
- ・星隈順一, 中尾尚史: 津波により橋に生じる挙動のメカニズム, 橋梁と基礎, Vol.47, pp.71-73, 2013.
- ・中尾尚史, 炭村透, 星隈順一: 橋に影響を与える津波の作用状態とその評価方法, 26 年度土木学会第 69 回年次学術講演会, pp.2013-1038, 2014.
- ・星隈順一: 良質で現場ニーズに対応した橋梁用支承構造を目指して, かなめ, 日本支承協会, No. 18, pp.10-11, 2014.
- ・Hoshikuma Jun-ich: The 2011 East Japan Tsunami, Tsunami Workshop, Oregon State University, 2014. 12. 10-2014. 12. 12.
- ・Nakao Hisashi: PWRI Bridge Deck Flume Tests, Tsunami Workshop, Oregon State University, 2014. 12. 10-2014. 12. 12.
- ・Nakao Hisashi: Benchmark Results from Flume Tests using CADMAS-SURF/3D, Tsunami Workshop, Oregon State University, 2014. 12. 10-2014. 12. 12.
- ・中尾尚史, 森屋圭浩, 井上崇雅, 星隈順一: ダンパーの損傷痕跡から推定される津波による気仙大橋の挙動メカニズム, 27 年度土木学会第 70 回年次学術講演会, pp.211-212, 2015.
- ・森屋圭浩, 中尾尚史, 星隈順一: 津波による損傷を受けた既設道路橋線支承の耐力と破壊形態, 27 年度土木学会第 70 回年次学術講演会, pp.213-214, 2015.
- ・星隈順一, 中尾尚史: 橋に及ぼす津波の影響とその軽減技術に関する研究, 建設物価, 2 月号, pp.18-23, 2015.
- ・星隈順一: 道路構造物の巨大地震対策, 基礎工, 4 月号, pp.14-18, 2015.

【土研刊行物】2本

- ・星隈順一, 張広鋒, 中尾尚史, 炭村透: 津波が作用したときの橋梁上部構造の挙動に関する研究, 土木研究所資料第 4318 号, 2016 年 1 月
- ・星隈順一, 張広鋒, 中尾尚史, 炭村透, 森屋圭浩: 津波の影響に対する鋼製支承の抵抗特性に関する実験的研究, 土木研究所資料第 4319 号, 2016 年 1 月

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究でこれまでに得られた研究成果については、論文発表のみならず 2012 年 8 月および 2013 年 9 月に行われた「第 5 回 CAESAR 講演会」、「第 6 回 CAESAR 講演会」、ならびに、2013 年 3 月および 2014 年 3 月に行われた「東日本大震災報告会 ～震災から 2 年を経て～」、「防災・減災に向けた研究成果報告会～東日本大震災から 3 年～」、2014 年 10 月に行われた「土木研究所講演会」、2016 年 3 月に行われた「東日本大震災 5 周年シンポジウム(2016 年 3 月 1 日)」、さらにメディア（橋梁新聞：2013 年 7 月 21 日、日経コンストラクション：2016 年 3 月）での場を通じて広く公表することができた。
- ・個別の橋に対する技術相談において、実橋に対する津波の影響評価の検討にも一助となった。
- ・今後、本研究で得られた津波の影響を受けた橋の支承部の破壊形態および破壊メカニズムについて、日本道路協会から発刊予定の耐震補強に関する参考資料等の技術基準に反映を提案する。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・UJNR の枠組みの中で、橋に及ぼす津波の影響に関するワークショップを行い、土木研究所で実施した水路実験の結果をベンチマークとして、既存の数値解析手法の適用性について検証した。
- ・橋に及ぼす津波の影響に関して日米共通の研究項目については、引き続き情報交換やデータ交換を行い、効率的な研究推進を図った。
- ・津波関連の動画を作成し（津波が来ても流出しにくい橋を目指す！！～津波の影響を受ける橋の挙動と抵抗特性に関する研究～、土木研究所 HP (<http://www.pwri.go.jp/jpn/research/topics-movie/index.html>)、社会へ公表することができた。
- ・また、本研究で得られた津波の影響を受けた橋の支承部の破壊形態および破壊メカニズムについて、改定作業を進めている耐震補強に関する参考資料等の技術基準に反映を提案する。

(6) 自己評価

- ・良好な研究成果を得ることができ、その成果の積極的な公表に努めた。
- ・津波が橋に及ぼす影響に関する課題については、UJNR を通じた日米共同研究（FHWA：米国道路連邦庁、OSU：オレゴン州立大学、PEER：カリフォルニア大バークリー校太平洋地震工学研究所 等）も行っており、国際的な研究活動にも取り組むことができた。
- ・このように、本研究課題としては、十分に達成されたと評価している。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 社会的にも注目されている課題であるが、成果の学術的公表、社会への知識普及も積極的に実施されている。数値モデルは現象を正確に再現できたのか。
- 2) 地震外力を受けて構造的に弱くなったことを考慮した評価モデルについてもご検討いただければと思う。

【対応】

- 1) 解析については、格子法を使った解析法を使うと、実験の結果を概ね再現できる。得られた成果は、論文等で公表している。
- 2) 私どもも、そういった損傷を受けたときにどうなるのかということを考えていかなければならないということを議論してきた。ただ、この研究課題の中では、東日本大震災は震源が遠方の地震で、揺れ自体は必ずしも強烈までではなく、津波の作用が非常に支配的な要因だった。そのため、津波の作用を主な研究対象にしていたが、ご指摘の状況が起こるだろうということも議論しながら進めてきた。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：③耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「③-10 道路橋基礎の耐震性能評価手法の高度化に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 橋梁基礎の地震時挙動の解明と挙動推定方法の提案
- 2) 既設の橋梁基礎に対する限界状態の設定
- 3) 杭基礎等を有する橋の耐震性能の評価手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 橋梁基礎の地震時挙動の解明と挙動推定方法の提案

地盤も含めた橋梁全体系の地震時挙動推定法の提案にあたり、地盤物性値のばらつきが基礎に対する動的応答評価に与える影響について、既往の加振実験との比較により確認し、構造物の応答を精度よく推定するためには自由地盤の応答変位を精度よく評価する必要があることを確認し、パラメータの設定の考え方を提案した。東北地方太平洋沖地震で基礎に被災が生じ、その構造条件と地盤条件等に関する情報があつた橋梁を対象として、提案した地震時挙動推定手法を用いて地盤も含めた橋梁全体系の動的解析を行い、その解析結果と実際に生じた損傷を比較することにより、検討した動的解析モデルを用いた地震時挙動推定法の妥当性を検証した。

- 2) 既設の橋梁基礎に対する限界状態の設定

既設橋梁の基礎の地震時限界状態について把握するために、東北地方太平洋沖地震で被災した橋梁に用いられていた既製 RC 杭を用いて正負交番載荷実験により、杭単体での耐荷特性及び塑性変形能について把握した。また、既製 RC 杭基礎モデルを用いて、基礎全体系としての破壊性状について確認し、耐荷特性及び塑性変形能について把握した。この他、現在の規定に記載されている構造細目を満足していない場所打ち杭を対象として正負交番載荷実験を行い、構造細目の違いが及ぼす影響について確認した。これらの実験結果等を踏まえて、既設橋梁基礎の地震時限界状態の設定の考え方について提案した。

- 3) 杭基礎等を有する橋の耐震性能の評価手法の提案

1) で提案した動的解析モデルを用いた地震時挙動推定手法を評価手法として適用するにあたって、2) に示す載荷実験の検証結果も踏まえ、既設杭基礎の杭形式の違いや、設計年代に応じた構造細目の違いを踏まえたモデル化の考え方、限界状態の設定の考え方、照査項目について提案し、橋梁全体系の動的解析を用いた杭基礎等を有する橋の耐震性能評価手法を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- | | |
|----------------------------|----|
| 1) 橋梁基礎の地震時挙動の解明と挙動推定方法の提案 | 達成 |
| 2) 既設の橋梁基礎に対する限界状態の設定 | 達成 |
| 3) 杭基礎等を有する橋の耐震性能の評価手法の提案 | 達成 |

(2) 発表論文

【査読付き論文・国内】2本

- ・ 安藤滋芳, 河野哲也, 谷本俊輔, 西田秀明, 星隈順一: 動的解析による既製コンクリート杭を有する既設道路橋基礎の耐震性評価に関する検討, 構造工学論文集, Vol. 59A, pp. 504-515, 2013. 3.
- ・ 河野哲也, 谷本俊輔, 安藤滋芳, 塚淳一, 星隈順一: 地盤物性値のばらつきが杭基礎に対する動的応答評価に与える影響, 地盤工学ジャーナル, Vol. 9, No. 2, pp. 119-139, 2014. 3.

【査読なし論文・国内】4本

- ・安藤滋芳，河野哲也，西田秀明，谷本俊輔，星隈順一：RC杭を有する既設道路橋基礎の動的照査における照査項目に関する一検討，第15回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.413-418，2012.7.
- ・谷本俊輔，星隈順一，佐々木哲也，塚淳一，西田秀明，河野哲也：遠心実験と室内試験による水平地盤の応力・ひずみ関係の比較，大ひずみ領域を考慮した土の繰返しせん断特性に関するシンポジウム，pp.125-132，2013.5.
- ・岡田太賀雄，鬼木浩二，河野哲也，星隈順一：既製RC杭基礎模型を用いた正負交番載荷試験，第18回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.27-34，2015.7.
- ・鬼木浩二，岡田太賀雄，河野哲也，末崎将司，星隈順一：既設橋梁から撤去した既製RC杭を用いた耐震性能に関する実験的研究，第18回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.21-26，2015.7.

【学会発表等その他】1本

- ・安藤滋芳，河野哲也，谷本俊輔，西田秀明，星隈順一：動的解析による既設道路橋の既製コンクリート杭基礎の耐震性に関する一検討，土木学会第67回年次学術講演会，pp.751-752，2012.9.

【土研刊行物】1本

- ・星隈順一，塚淳一，谷本俊輔，河野哲也，安藤滋芳：地盤物性値のばらつきが杭基礎の地震時応答評価に与える影響に関する研究，土木研究所資料，第4283号，2014.3.

(3) 事業・社会への貢献

- ・基礎も含めた耐震補強における地震時限界状態の設定手法、評価手法の考え方について、国道・防災課課長補佐事務連絡「既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計について」(H27.6)に反映。
- ・道路管理者からの耐震補強等に関する技術相談において成果を活用。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・道路橋示方書、道路震災対策便覧、耐震補強に関する参考資料等の技術基準等への改定に反映を提案。
- ・自治体職員等も含めた道路管理者への各種技術講習会等をとおして成果を普及。

(6) 自己評価

- ・既設道路橋の耐震補強の効率的・効果的な実施が可能となるように、地震時に許容される道路橋基礎の地震時限界状態の設定の考え方及びその評価手法を提案し、可能となることから、一定の成果を得られたものと考えている。
- ・また、得られた研究成果の多くは論文等に多数発表し、基準等に反映、又は次期改定に反映を提案するとともに、道路管理者への技術相談や講演会、国土交通省の研修等を通じてその成果をより直接的に情報提供し、得られた知見の普及も適切に進めており、目的は達したものと考えられる。
- ・最終年度の成果についても早期にとりまとめ、土研資料等で成果を公表し、今後も引き続き成果の普及に努める所存。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 国際的な成果の発信は考えられないか。
- 2) 目標達成がややわかりにくい点もあったが、基準への反映を予定しており、他から専門的意見を受けるためにも、研究成果を論文でもまれたらどうか。

【対応】

- 1) 国際会議での発表等、成果の国際的な発信に努めて参りたい。
- 2) 基準類の根拠ともなる研究成果に関しては、査読付きの論文への投稿を意識して取り組んで参りたい。

第1分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：④雪氷災害の減災技術に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 気候変化に伴う冬期気象の変化・特徴の解明
- 2) 吹雪・視程障害の予測及び危険度評価等の対策技術の開発
- 3) 冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の開発

【研究の達成状況】

- 1) 気象変動に伴う冬期気象の変化・特徴の解明
 - ・近年の雪氷環境の変化傾向を解明。雪氷気候値と基本的な気象値との関係を解明し、近年の雪氷気候値の分布図を作成。将来気候予測値を利用した雪氷気候推定技術を提案し、将来の雪氷気候値の分布図を作成。雪氷気候値の分布図はWeb上に公開するなど、H25 終了課題であり、成果の普及に努める。
- 2) 吹雪・視程障害の予測及び危険度評価等の対策技術の開発
 - ・降雪終了からの経過時間を考慮した吹雪発生条件を解明し、前中期の吹雪視程推定手法を活用して予測情報の提供を開始、無降雪時の地吹雪発生有無について判別分析を実施し地吹雪判別精度を確認するとともに視程予測フローを改良した。H27は最終年度であり、吹雪視程の演算値と実測値を比較した結果、吹雪視程演算の適中率が84%以上であることを確認したほか、暴風雪警報発表中の情報の使われ方を分析し、利用する頻度の高いリンク先をトップ画面に配置する改良を行った。
 - ・既往の吹雪危険度評価技術の課題を整理し、風向別の吹雪量と視程障害頻度を分析。吹雪視程障害に影響する沿道環境条件を把握した。H27は最終年度であり、移動気象観測結果を活用した風向を考慮した吹雪危険度の評価方法の提案、吹雪危険箇所の評価方法など連続的な危険度評価技術の改良の提案を行った。
- 3) 冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の開発
 - ・雪崩事例解析により湿雪雪崩発生の気象条件を整理し、降雨実験等により湿雪雪崩発生の積雪条件を分析。斜面積雪における層の位置等が再現可能な積雪モデルを開発し、事例との比較により危険度評価技術の検証と改良を行った。H26終了課題であり、成果の普及に努める。

(2) 発表論文

- ・合計 139 本（査読付論文 国内 3 本 海外 6 本 を含む）
- ・土研刊行物による成果の公表 合計 14 本

(3) 事業・社会への貢献

- ・平成 26 年 2 月の暴風雪では、吹雪視程予測情報が吹雪時の道路管理体制の判断にも活用され、早期通行止めによる社会的混乱の予防に貢献した。
- ・本プロジェクトで作成した視程障害頻度分布図は、北海道開発局発行の「吹雪視界不良MAP」に用いられたほか、自治体でも活用された。
- ・吹雪による視界状況の提供 PR 用チラシを道の駅や自治体などで配付したり、NHKのスポット放送で冬期を通じ繰り返し放送されたほか、テレビ、新聞記事やラジオ、自治体広報誌、Twitter等で数多く取り上げられた。
- ・その他、行政機関が主催する検討委員会等への参加、行政からの要請等に基づく技術的指導・助言、セミナー等の開催、広報活動や報道対応などを実施した。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 実用に供し得る成果が出ている。
- 2) 全体として優れた成果が出ており社会実装への取り組みも卓越していると思います。
- 3) 多くの成果が出ており、成果の普及も進んでおり優秀である。
- 4) 論文数（査読付）はややもの足りない感もあるが、社会への情報発信は積極的に実施されており評価できる。
- 5) 社会へ向けた取り組みが既に進められており、さらなるPRをされてはどうかと思われる。
- 6) 海外においても使用できる様にならないか。

【対応】

- 1) ~4) ご期待にそえるよう、研究成果の最大化を目指してさらなる成果の普及に努めて参りたい。また本研究で得られた成果については今後とも査読付き論文への投稿に取り組んで参りたい。
- 5) 得られた成果や取り組みについては、寒地道路連続セミナーなど主催講演会、あるいは国や自治体主催の各種講習会を通じた告知・普及を行うとともに、機会ある毎にテレビ・新聞等のマスメディアを通じた発信などに取り組んでいるところであり、今後とも積極的なPRに努力したい。
- 6) 雪氷現象やその対策については、気象、降積雪量、雪質、生活習慣などが各国、各地域で異なるため、そのまま海外に技術移転することが困難な場合も多いが、海外での発表など現地技術者との交流できる機会を通じて引き続き研究成果の発信に努めて参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：④雪氷災害の減災技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「④-2 暴風雪による吹雪視程障害予測技術の開発に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 気象等の履歴データを考慮した吹雪発生条件の解明
- 2) 吹雪視程障害の予測技術の開発
- 3) 吹雪視程障害予測に関する情報提供技術の開発

【目標の達成状況】

- 1) 気象等の履歴データを考慮した吹雪発生条件の解明
 - ・北海道内3箇所(石狩市、初山別村、猿払村)で地吹雪発生条件の解明に必要な風速、気温、動画などのデータを継続的に取得した。
 - ・無降雪時の地吹雪発生有無について判別分析を実施し無降雪時の地吹雪発生フローを作成した。この判別条件を加えた無降雪時の地吹雪判別フローの適中率は92.3%であることを確認した。
- 2) 吹雪視程障害の予測技術の開発
 - ・達成目標1の成果を用い、視程予測フローを改良した。
 - ・北海道内4箇所において、吹雪視程の演算値を実測値と比較した。視程を5ランクに区分して吹雪視程演算的的中率を求めた結果、適中率は84%以上であった。
- 3) 吹雪視程障害予測に関する情報提供技術の開発
 - ・H25年2月より、パソコン上で吹雪の視界予測の情報提供を開始した。
 - ・H25年12月からは、スマートフォン版のサイトでの情報提供と、メール配信サービスを開始した。
 - ・H27年度は暴風雪警報発表中の情報の使われ方を分析し、利用する頻度の高いリンク先をトップ画面に配置する改良を行った。
 - ・H27年度の平均アクセス数は約3,000件/日、最大アクセス数は約23,000件/日であった。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(1本)

- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：吹雪時の冬期道路環境が利用者の走行ルート選定に与える影響について，日本雪工学会論文集，2015.7

【査読付論文・海外】(2本)

- ・Manabu Kaneko, Hiroataka Takechi, Masaru Matsuzawa, Toshiro Kawanaka : "Development of a Snowstorm Visibility Information System for Road Users", PIARC 14th International Winter Road Congress Andorra, 2014.2
- ・Tetsuya Kokubu, Hiroataka Takechi, Yusuke Harada, Satoshi Omiya, Masaru Matsuzawa, Yusuke Sakai : "Provision of Snowstorm Visibility Information", TRB Annual Meeting, 2016.2

【査読無し論文・国内】(23本)

- ・川中敏朗・武知洋太・松澤勝：「吹雪時における視界情報と投稿情報の提供実験」，第24回ゆきみらい研究発表会，2012.2

- ・川中敏朗・武知洋太・松澤勝：「吹雪視界情報提供手法その効果（その2）ー平成22年度冬期の情報提供実験ー」, 第55回 北海道開発技術研究発表会, 2012.2
- ・川中敏朗・松澤勝・中村浩・金子学・武知洋太：「インターネットによる吹雪視界情報提供の有効性について」, 2011年度 日本雪氷学会北海道支部 研究発表会, 2012.5
- ・武知洋太・川中敏朗・松澤勝・金子学・原田裕介：「降雪を伴わない地吹雪発生時の気象条件に関する一考察」, 第28回寒地技術シンポジウム, 2012.10
- ・國分徹哉・金子学・松澤勝：「『吹雪の視界情報』インターネット提供実験についてー平成24年シーズンの結果及び平成25年シーズンの取り組みについてー」, 第57回 北海道開発技術研究発表会, 2014.2
- ・金子学・國分徹哉・松澤勝：「吹雪の視界情報と投稿情報ー視界予測情報の提供と自動撮影投稿システムの開発ー」, 第26回ふゆトピア研究発表会, 2014.1
- ・原田裕介・國分徹哉・金子学・武知洋太・松澤勝：「吹雪視界予測情報の提供と道路画像自動撮影投稿アプリケーションの開発」, 第28回北陸雪氷シンポジウム, 2013.11
- ・松澤勝・國分徹哉・原田裕介・武知洋太・金子学：「吹雪の視界情報提供による行動判断支援」, 第50回土木計画学研究発表会（秋大会）講演集, 2014.11
- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：「冬期道路環境が利用者のルート選定に与える影響について」, 第50回土木計画学研究発表会（秋大会）講演集, 2014.11
- ・國分徹哉・金子学・原田裕介・武知洋太・松澤勝：「吹雪時の視界予測に関する情報提供実験」, 第30回寒地技術シンポジウム, 2014.12
- ・松澤勝・武知洋太・大宮哲・國分徹哉・原田裕介：「吹雪視程推定手法の改良に関する研究」, 第30回寒地技術シンポジウム, 2014.12
- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・大宮哲・松澤勝：「吹雪の視界予測情報の活用状況と今後の取り組みについて」, 第26回ゆきみらい研究発表会論文集, 2015.1
- ・國分徹哉・原田裕介・武知洋太・大宮哲・松澤勝：「吹雪の投稿情報提供と自動撮影投稿システムについて」, 第26回ゆきみらい研究発表会論文集, 2015.1
- ・原田裕介・國分徹哉・松澤勝：「冬期道路環境が利用者の走行ルート選定に与える影響についてーコンジョイント分析による評価ー」, 第58回 北海道開発技術研究発表会, 2015.2
- ・國分徹哉・原田裕介・松澤勝：「『吹雪の視界情報』インターネット提供実験についてー吹雪の視界情報の活用状況に関する調査ー」, 第58回 北海道開発技術研究発表会, 2015.2
- ・國分徹哉・武知洋太・原田裕介・大宮哲・松澤勝：「吹雪視程の予測技術の開発とその効果」, 第13回 ITSシンポジウム, 2015.12
- ・國分徹哉・原田裕介・武知洋太・大宮哲・松澤勝：「ドライバーや道路管理者への吹雪視界予測情報の提供とその効果」, 第27回ゆきみらい研究発表会論文集, 2015.1
- ・國分徹哉・原田裕介・松澤勝：「吹雪の視界情報提供とその効果」, 第59回北海道開発技術研究発表会, 2016.2
- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：「吹雪時の冬期道路環境が利用者の走行ルート選定に与える影響について」, 平成27年度国土交通省国土技術研究会, 2015.11
- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：「吹雪の視界情報提供による行動判断支援」, 第30回 北陸雪氷シンポジウム, 2015.11
- ・原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：「吹雪の視界情報提供による行動判断支援（第2報）」, 第52回土木計画学研究発表会・講演集, 2015.11
- ・大宮哲・武知洋太・國分徹哉・原田裕介・松澤勝：「判別分析を用いた地吹雪発生条件に関する検討」, 第31回 寒地技術シンポジウム, 2105, 11
- ・國分徹哉・武知洋太・大宮哲・原田裕介・松澤勝：「吹雪時の視界情報提供による行動判断支援について」, 第31回 寒地技術シンポジウム, 2105, 11

【査読無し論文・海外】(2本)

- ・Hiroataka Takechi, Masaru Matsuzawa, Toshiro Kawanaka, Hiroshi Nakamura, and Manabu Kaneko : "A Study on Provision of Winter Road Snowstorm Information to Road Users", 2012 International Conference on

Winter Maintenance and Surface Transportation Weather, TRB, 2012.5

- ・ Satoshi OMIYA, Hiroataka TAKECHI, Tetsuya KOKUBU, Yusuke HARADA and Masaru MATSUZAWA : 「Study on the conditions necessary for blowing snow to occur in which multiple meteorological elements are considered」, American Geophysical Union Fall Meeting 2015, 2015.12

【学会発表等その他】(15本)

- ・ 武知洋太・松澤勝・川中敏朗・中村浩・金子学 : 「道路利用者への冬期道路における走行環境情報の試験提供とその効果」, 土木学会 平成 23 年度全国大会, 2011.9
- ・ 川中敏朗・武知洋太・松澤勝 : 「冬期道路におけるリアルタイムな経路情報提供について」, 第 29 回 日本道路会議, 2011.11
- ・ 金子学・國分徹哉・武知洋太・松澤勝 : 「吹雪時の視程推定手法と視界予測情報提供について」, 雪氷研究大会 (2013・北見), 2013.9
- ・ 國分徹哉・金子学・武知洋太・松澤勝 : 「道路画像自動撮影投稿アプリケーションの開発について」, 雪氷研究大会 (2013・北見), 2013.9
- ・ 金子学・國分徹哉・武知洋太・松澤勝 : 「吹雪の視界予測情報の提供実験について」, 第 29 回日本道路会議, 2013.10
- ・ 國分徹哉・金子学・武知洋太・松澤勝 : 「吹雪の投稿情報提供と自動撮影投稿システムについて」, 第 29 回 日本道路会議, 2013.10
- ・ 原田裕介・國分徹哉・金子学・武知洋太・松澤勝 : 「冬期道路環境が利用者のルート選定に与える影響について」, 雪氷研究大会 (2014・八戸), 2014.9
- ・ 國分徹哉・金子学・武知洋太・原田裕介・松澤勝 : 「吹雪の視界情報の活用状況に関する調査」, 雪氷研究大会 (2014・八戸), 2014.9
- ・ 松澤勝 : 「累計吹雪量の推定手法の比較」, 雪氷研究大会 (2014・八戸), 2014.9
- ・ 原田裕介・國分徹哉・金子学・武知洋太・松澤勝 : 「インターネットによる吹雪視界情報の活用状況」, 日本気象学会 2014 年度秋季大会, 2014.10
- ・ 國分徹哉 : インターネットによる吹雪視界予測について, VOL32 北の交差点, 2015.1
- ・ 國分徹哉・武知洋太・大宮哲・原田裕介・松澤勝 : 「吹雪視界予測に関する吹雪発生フロー」, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015.9
- ・ 大宮哲・武知洋太・國分徹哉・原田裕介・松澤勝 : 「複数の気象要素を加味した地吹雪発生条件の分析」, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015.9
- ・ 國分徹哉・武知洋太・原田裕介・松澤勝 : 「吹雪の視界情報」による吹雪時の交通行動の判断支援」, 第 31 回日本道路会議, 2015.10
- ・ 武知洋太・原田裕介・國分徹哉・松澤勝 : 吹雪の視界情報提供による交通行動の判断支援効果, 平成 27 年度 年次技術研究発表会, 2016.1

【土研刊行物による成果の公表】(5本)

- ・ 川中敏朗・坂瀬修・武知洋太・金子学・松澤勝 : 「吹雪観測システムネットワークの構築」, 寒地土木研究所 月報, 2012.6
- ・ 武知洋太・川中敏朗・松澤勝・金子学 : 「地吹雪発生時の気象条件に関する調査」, 寒地土木研究所 月報, No. 719, 2013.4
- ・ 原田裕介 : 「インターネットによる吹雪視界予測情報の提供について」, 寒地土木研究所 月報, No. 726, 2013.11
- ・ 國分徹哉 : 「吹雪時の視界予測情報提供と活用状況」, 寒地土木研究所 月報, No. 750, 2015.11
- ・ 大宮哲 : 「複数の気象要素に基づく地吹雪発生条件」, 寒地土木研究所 月報, No. 750, 2015.11

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 北海道開発局、自治体やコンサルタントなどの各機関からの吹雪対策に関する技術相談に対して助言を行った。
- ・ 本研究で得られた成果や知見は、今後も吹雪災害時の対策の技術的助言や技術相談に活用していく。

- ・平成26年2月の暴風雪では、吹雪視程予測情報が吹雪時の道路管理体制の判断にも活用され、社会的混乱の予防に貢献した。
- ・札幌管区気象台主催の防災気象講演会や、札幌市消費者センター主催の消費生活講座など各地の自治体や国の行政機関の依頼により、講習会や研修に職員を講師として派遣した。今後もセミナーや講習会等を通して、本研究で得られた研究成果の普及に努める。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・H25年2月より、吹雪の視界予測の情報提供を開始し、H25年12月からは、スマートフォン版のサイトでの情報提供と、メール配信サービスを開始した。H27年度は暴風雪警報発表中の情報の使われ方を分析し、利用する頻度の高いリンク先をトップ画面に配置する改良を行った。H27年度の平均アクセス数は約3,000件/日、最大アクセス数は約23,000件/日であった。
- ・PR用チラシを、道の駅や自治体などで配付したほか、新聞記事(41件)やテレビ(37件)、ラジオ(3件)、自治体広報誌、Twitter等で数多く取り上げられた。
- ・その他、寒地道路連続セミナーを主催し、暴風雪災害軽減に向けて啓発活動に努めた。
- ・今後も、講習会や研修、セミナー、技術展示を通じて、本研究で開発した吹雪視程障害予測に関する情報提供技術の普及を行っていく予定である。

(6) 自己評価

- ・気象等の履歴データを考慮した吹雪発生条件に関して、無降雪時の地吹雪発生有無について判別分析を実施し判別式を得た。この判別条件を加えた地吹雪発生判別フローの適中率は92.3%であった。
- ・吹雪視程障害の予測技術に関して、視程予測フローを改良し、北海道内4カ所で視程の演算値を実測値と比較した。視程を5ランクに分けて適中率を求めた結果、適中率は84%以上であった。
- ・吹雪視程障害予測に関する情報提供技術に関して、H25年2月からパソコン上で情報提供を開始し、H25年12月からスマートフォン版での情報提供と、メール配信サービスを開始した。H27年度の日平均アクセス数は、3000件であった。
- ・以上より、吹雪視程障害の予測技術の開発を行った。また、査読論文の発表などによる成果普及や事業・社会への貢献を含め、本研究の目標を達成したと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 研究の成果が実際に使われるレベルまで達しており評価される。
- 2) 目標達成、成果のメディアを含めた公表している中、社会、住民に対して成果普及しており評価できる。
- 3) 成果普及もマスコミ、講演会が積極的に実施されており評価できる。
- 4) 十分に実用に耐える成果が出ており社会貢献度が高い。
- 5) 判定精度の高い有用性の高い手法が確立されたと思います。メディア等を通じた発信も有効と思います。
- 6) 積雪地外の人への情報の周知をどの様にすればいいのか。
- 7) 査読付論文による成果の一層の公表が望まれる。

【対応】

- 1) ~4) ご期待にそえるよう、研究成果の最大化を目指してさらなる成果の普及に努めて参りたい。
- 5) メディアに向けては、初雪直前など機会ある毎に記者クラブを通じて発信を行っているところだが、新中長期期間の後継テーマにおいても引き続きメディアに向けた発信に取り組んで参りたい。
- 6) ご指摘の通り、北海道内在住者だけでなく、積雪地外から来られるドライバーに対して「吹雪の視界情報」が活用されることは、雪氷災害の被害を軽減する上で重要な観点と考えている。当該サイトや取り組みを告知するため、レンタカー会社、道の駅等でパネル・リーフレット等を掲示、配付しているところであり、引き続き周知・普及に向けた取り組みを続けて参りたい。
- 7) 研究成果の最大化や社会貢献へのインパクトを考慮しつつ、本研究で得られた成果については今後とも査読付論文への投稿に取り組んで参りたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：④雪氷災害の減災技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「④-3 路線を通じた連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 吹雪に対する危険要因の定量的な影響度の解明
- 2) 風向を考慮した吹雪危険度の評価
- 3) 路線を通じた連続的な吹雪危険度評価技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 吹雪に対する危険要因の定量的な影響度の解明
 - ・北海道内の5区間において、吹雪時に移動観測を行い、視程、風向風速、走行速度やブレーキ踏力、ハンドル操舵角、運転危険度評価等の調査を実施した。
 - ・吹雪による視程障害や運転危険度に対する沿道環境条件の影響度把握のため多変量解析(数量化I類)を実施した。
 - ・吹雪の危険要因となる沿道環境条件やその影響度を定量的に解明することにより、①高い盛土や低い切土で視程障害発生割合が高い、②風上側平坦地が長い程、視程障害発生割合や運転危険度が高い、③防護柵がある場合、視程障害発生割合や運転危険度が高いことなど、定量的な吹雪危険度に与える影響度が明らかとなった。
- 2) 風向を考慮した吹雪危険度の評価
 - ・固定気象観測を実施し、道路の複数方角から吹雪が発生している実態を解明した。
 - ・また、移動観測結果より、同一区間で風向の違いにより視程の低下箇所が異なる実態を把握した。
 - ・移動気象観測の結果も踏まえて、風向を考慮した吹雪危険度の評価方法を提案した。
- 3) 路線を通じた連続的な吹雪危険度評価技術の提案
 - ・瞬間視程でなく平均視程に応じて走行速度が変化し、平均視程200m未満で運転の危険性が高くなる傾向を確認した。
 - ・移動気象観測を活用した連続的な吹雪危険箇所の評価は、平均視程による評価が望ましいことを提案した。
 - ・連続的に吹雪危険箇所を評価する目的で、移動気象観測を実施する際に推奨される気象条件や観測回数、観測延長を提案した。
 - ・達成目標1の成果を基に、道路吹雪対策マニュアルの吹雪危険度の評価項目・評点を改良した。主な改良点として、視程障害の評価項目に風上平坦地、防護柵の有無を追加したほか、風上樹林帯・家屋の幅を見直した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(1本)

- ・武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・金子学・國分徹哉：「運転の危険性を考慮した冬期道路の吹雪視程障害評価と沿道環境による吹雪視程障害への影響」, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol. 71, No. 5 (土木計画学研究・論文集第32巻), 2015. 12

【査読無し論文・国内】（7本）

- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・國分徹哉：「冬期道路の吹雪障害要因と運転危険度に関する調査」，第29回寒地技術シンポジウム，2013.11
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学：「冬期道路の吹雪危険度評価に関する研究—吹雪時の視程障害と運転危険度に関する調査事例—」，第57回北海道開発技術研究発表会，2014.2
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・金子学・國分徹哉：「冬期道路の吹雪危険度評価技術に関する研究」，第50回土木計画学研究発表会，2014.11
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・國分徹哉：「冬期道路の吹雪障害要因と運転危険度に関する調査（第2報）」，第30回寒地技術シンポジウム，2014.12
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「吹雪時の視程低下に及ぼす沿道環境条件の影響について—吹雪時の移動気象観測事例より—」，北海道の雪氷，第34号，2015.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「冬期道路の吹雪障害要因と運転危険度に関する調査（第3報）」，第31回寒地技術シンポジウム，2015.11
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦：「冬期道路の吹雪危険度評価に関する研究—沿道環境や道路構造が吹雪視程障害発生に及ぼす影響—」，第59回北海道開発技術研究発表会，2015.2

【査読無し論文・海外】（1本）

- ・ MATSUZAWA Masaru・TAKECHI Hiroataka：「Evaluating the degree of visibility deterioration perceived by drivers during snowstorms」，第16回SIRWEC国際道路気象会議，2012.5

【学会発表等その他】（12本）

- ・ 武知洋太・松澤勝・中村浩・金子学・川中敏朗：「冬期道路における吹雪視程障害度の評価手法に関する一考察」，雪氷研究大会，2011.9
- ・ 武知洋太・川中敏朗・松澤勝：「吹雪の危険度評価技術に関する研究(1)—吹雪時の移動気象観測車による観測事例—」，雪氷研究大会，2012.9
- ・ 川中敏朗・武知洋太・松澤勝：「吹雪の危険度評価技術に関する研究(2)—視程障害移動観測車の改良—」，雪氷研究大会，2012.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・川中敏朗：「冬期道路の吹雪危険度評価技術に関する研究—吹雪時における気象データと運転挙動の観測事例—」，土木学会平成25年度全国大会/第68回年次学術講演会，2013.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・國分徹哉：「吹雪の危険度評価技術に関する研究(3)—移動気象観測車による吹雪時の気象観測事例—」，雪氷研究大会，2013.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・國分徹哉：「冬期道路の吹雪危険度評価技術に関する研究(2)—吹雪時における視程障害要因と運転危険度に関する調査事例—」，土木学会平成26年度全国大会/第69回年次学術講演会，2014.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・金子学・伊東靖彦・國分徹哉：「吹雪の危険度評価技術に関する研究(4)—移動気象観測車による吹雪時の気象観測事例—」，雪氷研究大会，2014.9
- ・ 武知洋太：「冬期道路の吹雪危険度評価に関する研究」，平成26年度国土技術研究発表会，2014.11
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「冬期道路の吹雪危険度評価技術に関する研究(3)—吹雪時における視程障害への沿道環境条件の影響について—」，土木学会平成27年度全国大会/第70回年次学術講演会，2015.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「吹雪の危険度評価技術に関する研究(5)—移動気象観測車による吹雪時の気象観測事例—」，雪氷研究大会，2015.9
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「吹雪視程障害発生に及ぼす沿道環境の影響について—吹雪時の移動気象観測事例より—」，第31回日本道路会議，2015.10
- ・ Hiroataka Takechi, Masaru Matsuzawa, Yasuhiko Ito, Tetsuya Kokubu: Influence of Roadside Environment and Road Structures on Blowing-Snow-Induced Visibility Hindrance on Winter Roads: Analysis using the results of weather observations by a visibility observation vehicle during blowing snow., TRB 冬期道路及び陸上交通気象に関する国際会議 (On-Demand presentations), 2016.3

【土研発行物による成果の公表】（4本）

- ・ 武知洋太・松澤勝・中村浩・金子学・川中敏朗：「冬期道路の吹雪時における視程障害度の評価に関する研究」, 寒地土木研究所月報, 2012. 3
- ・ 川中敏朗・武知洋太・金子学・松澤勝：「視程障害移動観測システムの改良について」, 寒地土木研究所月報, 2013. 6
- ・ 國分徹哉・金子学・武知洋太：「視程障害移動観測車の観測システムの概要と改良」, 建設機械施工, 2014. 2
- ・ 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・國分徹哉：「道路の吹雪視程障害発生に沿道環境が及ぼす影響－風向の異なる吹雪時における移動気象観測事例より－」, 寒地土木研究所月報第 753 号, 2016. 2

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 北海道開発局網走開発建設部主催の「冬期における道路交通の安全性に関する検討会」へ委員として参加し、吹雪対策の整備計画に貢献（H25. 12-H27. 3(計 4 回)）した。
- ・ 北海道開発局、自治体やコンサルタントなどの各機関からの吹雪危険度評価に関する技術相談 19 件に対して助言を行った。
- ・ 雪氷学会主催の講演会「吹雪による災害軽減のためのリスクマネジメントの必要性」、北海道主催の「平成 27 年度北海道建設技術職員専門研修」など各地の自治体や国の行政機関の依頼により、講演会、講習会や研修に職員を講師として派遣（25 件）した。今後もセミナーや講習会等を通して、本研究で得られた研究成果の普及に努める。
- ・ 道路吹雪対策マニュアルに示されている吹雪危険度や危険箇所の評価方法について改良案を取りまとめた。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ パンフ【冬道運転ガイド「吹雪ドライブのコツ」】の配布（全道の市町村、運転免許センターなどで 5 万部配布）や、パンフ【できていますか？暴風雪への備え】（札幌管区气象台、北海道開発局、北海道との協力で作成）の配布（道内の市町村、道の駅、小学校などへ配布）を通じて研究内容の成果普及を行った。
- ・ 吹雪やホワイトアウトの危険性などについて、動画データを提供し解説するなど報道対応 5 件を行った。
- ・ 今後も、講習会や研修、セミナー、技術展示を通じて、本研究で提案した湿雪雪崩の危険度評価技術の普及を行っていく予定である。

(6) 自己評価

- ・ 吹雪に対する危険要因の定量的な影響度に関して、吹雪時に移動観測を行い、沿道環境を説明要因とする多変量解析を実施した。この結果から、定量的な吹雪危険度に与える影響度を明らかにした。
- ・ 吹雪危険度の評価に関して、固定気象観測より、複数方向から吹雪が発生している実態を解明し、移動気象観測の結果も踏まえて、風向を考慮した吹雪危険度の評価方法を提案した。
- ・ 路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術に関して、移動気象観測の際の推奨される気象条件等の提案を行うとともに、道路吹雪対策マニュアルの吹雪危険度の評価項目や評点を改良した。
- ・ 以上より、路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術を提案した。また、査読論文の発表などによる成果普及や事業・社会への貢献を含め、本研究の目標を達成したと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 優れた研究成果が出ておりますのでさらなる社会実装の推進を期待します。
- 2) 社会への成果の普及は積極的に取り組まれている。
- 3) 実用性の高い成果が出ており、成果の普及も取り組んでおり良い研究である。
- 4) 成果、社会への普及が積極的に取り組まれていると判断する。
- 5) 天気予報の意味での予報とその効果的伝達方法の開発が望まれる。
- 6) 成果のより一層の国際的発信が望まれる。

【対応】

- 1) ~4) ご期待にそえるよう、研究成果の最大化を目指してさらなる成果の普及に努めて参りたい。
- 5) 天気予報のような広範で、誰もが利用しやすいシステムの構築は重要な観点と考えている。ご指摘を参考にしつつ、本研究成果の連続的な吹雪危険度評価技術について、吹雪予測への展開に向けた検討を進めて参りたい。
- 6) 海外での発表などを通じた国際的発信に引き続き努めて参りたい。

第1分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑤防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 防災担当者の防災・災害情報の収集・活用を支援する技術の開発
- 2) 災害危険度情報等の効率的な作成技術の開発
- 3) 衛星などによる広域災害の範囲・被害規模把握技術の開発

【研究の達成状況】

- 1) 防災担当者の防災・災害情報の収集・活用を支援する技術の開発
 - ・降雨流出氾濫解析モデル（RRIモデル）の適用による、我が国の中山間地の中小河川におけるリスクシミュレーションを検討した。
 - ・阿賀野川でのRRIモデルにおける、計算時間を考慮した氾濫予測の可能性について検討した。
 - ・防災担当者に対してわかりやすく氾濫状況等の洪水リスクを表現する手法を提案した。
 - ・リアルタイムの氾濫状況に対応できる情報の収集・活用手段を提案した。
- 2) 災害危険度情報等の効率的な作成技術の開発
 - ・表層崩壊発生危険度評価手法（idH-SLIDER法）、土砂移動時刻ロガーの開発、Hi-netや振動センサー等の地震計を用いた大規模土砂移動検知手法を検討した。また、マルチエージェントモデルを用いた危険度情報の作成手法を提案した。
 - ・主な気候区分・土地条件に適したパラメータの設定手法、蒸発散や融雪を計算する機能、ダムや分派河川等、高度な治水・利水運用を再現する機能、IFAS（総合洪水解析システム）とRRI（降雨流出氾濫モデル）との結合による氾濫を考慮した流出解析モジュール、CommonMP上で動作する土研分布型モデルの要素モデルを開発した。
 - ・「大規模土砂移動検知システムにおける調査・機器設置・システム構築アニュアル（案）」、「大規模土砂移動検知判定アニュアル（案）」を作成した。
 - ・CommonMP上で動作する土研分布型モデルの要素モデルを構築した。
 - ・アジアの河川（インダス川流域等）をモデルとした機能アップしたIFASの適用性を検証し、今後の改善の方向性を確認した。
- 3) 衛星などによる広域災害の範囲・被害規模把握技術の開発
 - ・人工衛星データから、氾濫域を抽出するためのアルゴリズム、家屋数及び流出家屋の位置・戸数を推定する手法、氾濫水理量を観測する技術の開発を行い、その適用性について明らかにした。
 - ・早期被害の把握、応急対策案の作成を支援するための活用方法を提案した。

(2) 発表論文

合計 67本（査読付論文 国内9本、海外17本を含む）

(3) 事業・社会への貢献

① 基準・マニュアル等への反映

大規模土砂移動検知システムにおける調査・機器設置・システム構築マニュアル（案）を作成した。

② 講演会・講習会等の開催・講演

- ・海外：研修、講習会を通じて760名の研修生（平成23年度～27年度）にIFASを普及した。台風委員会等の国際会議で技術紹介（人工衛星データ等を利用した技術）を行った。
- ・国内：土研新技術ショーケース等で技術紹介（IFAS、土砂災害の発生検知技術）を行った。

③現場での活用事例

- ・海外：IFAS を活用した洪水予警報システムがソロ川（インドネシア）、インダス川（パキスタン）、カガヤン川（フィリピン）、クランタン川（マレーシア）に導入された。
- ・国内：土砂移動検知ロガーの実証試験を実施した。

○知的財産権の取得

- ・IFAS のプログラムの著作権登録を行った。

○テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報発信

- ・土研 WEB に南スーダンの洪水頻度マップを公開した。さらに、IFAS の実行形式プログラム、蒸発散、融雪量の計算機能を追加した実行形式プログラムを公開した。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 研究開発の成果が国際的に評価され、実際に使われている成果となっており、今後もさらに発展していくことが期待される。
- 2) (特に ICHARM) 人材育成をさらに進めてほしい。

【対応】

- 1) 交付金で得られた研究開発の成果を内外に社会実装してゆくため、外部資金の獲得に力を入れており一定の成功を見ている。引き続き新たな外部資金の獲得と現地に合ったプロジェクトの形成に努め、成果のより一層の発展と普及に努めてまいりたい。
- 2) 人材育成については、社会実装のプロジェクトの中に必ず能力開発のコンポーネントを入れ内外において積極的に研修活動を実施してきている。今後とも人材育成を活動の柱にすえて活動してまいりたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑤防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑤-1 防災災害情報の有効活用技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 防災・災害に係る基礎情報を活用した、防災担当者がわかりやすい洪水リスクの表現方法の検討
- 2) 洪水の状況に応じた災害対応に資するための情報の収集・活用手法の検討

【目標の達成状況】

- 1) 防災・災害に係る基礎情報を活用した、防災担当者がわかりやすい洪水リスクの表現方法の検討
ICHARMで改良を進めている降雨流出氾濫解析モデル(RRIモデル)を新潟県阿賀町(阿賀野川)に適用し、我が国の中山間地の中小河川における洪水リスクシミュレーションを実施した。
また、防災担当者に対してわかりやすく洪水リスクを表現する手法として、設定した氾濫状況や、地区の特性などを考慮した4つの評価軸により、各降雨・流量パターンに対応する地区危険度を評価し、地区の洪水脆弱性を一目で把握する手法(「洪水カルテ」)を提案した。さらに洪水カルテを統合することで、市町村全体において降雨・流量パターン別の洪水脆弱性を一目で把握し、総合的に洪水に脆弱な地区を洪水ホットスポットとして特定する手法を提案した。
- 2) 洪水の状況に応じた災害対応に資するための情報の収集・活用手法の検討
阿賀野川でのRRIモデルにおける、計算時間を考慮した氾濫予測の可能性について検討し、メッシュサイズ別(50m, 100m, 250m, 500m)に、降雨データ取得から氾濫域再現の表示までに要する時間を整理した。
また、防災担当者や区長へのヒアリングを行い、リアルタイムの氾濫状況に対応できる情報の収集および活用手法の方向性を整理した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

【査読無し論文・国内】(3本)

- ・「阿賀野川における降雨流出氾濫モデルの適用について」栗林大輔、佐山敬洋、近者敦彦、中村要介、工藤俊、澤野久弥、水文・水資源学会2015年度研究発表会要旨集
- ・「氾濫解析モデルを用いた地区レベルの洪水脆弱性把握手法の提案」栗林大輔、大原美保、佐山敬洋、近者敦彦、澤野久弥、平成28年度地域安全学会春季大会
- ・「阿賀野川における降雨流出氾濫モデルの適用と浸水開始時刻の再現性検証について」栗林大輔、佐山敬洋、近者敦彦、中村要介、澤野久弥、平成28年度土木学会全国大会第71回年次学術講演会(投稿中)

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究は、阿賀町の防災担当者や住民の皆さんにヒアリングを行いながら、RRIモデルを用いた「洪水ホットスポット」特定手法の検討とリアルタイムの氾濫状況に対応できる情報の収集および活用手法を検討した。

(4) 特許等の取得

なし

(5) 成果の普及

なし

(6) 自己評価

- ・ RRI モデルはこれまで主に海外河川（チャオプラヤ川（タイ）やソロ川（インドネシア））において適用を図ってきたが、本研究は RRI モデルを国内河川に本格的に適用した初の事例となり、その結果 RRI モデルの国内への普及の足掛かりにすることが出来た。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

※ 1名評価無し

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | ☆ |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 「わかりやすい水害リスク」をきちんと評価できるようにされてはどうか。
- 2) 今後の成果公表、自治体等も取り組んだ社会実装に取り組みたい。

【対応】

- 1) 今年度から始まる継続課題において、地元自治体の防災担当者ならびに区長、水防団などを交えたワークショップやアンケート調査等を実施し、地元の担当者が理解できる水害リスク手法を確立する予定である。
- 2) 今年度から始まる継続課題において、県・町などの自治体や国土交通省などの関係主体と連携し、住民への情報提供を含めた社会実装手法の検討を進める予定である。並行して、成果公表を積極的に行う。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑤防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑤-3 総合的な洪水・水資源管理を支援する基盤システムの開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 主要な気候区分・土地条件に適応した水文過程のモデルパラメータ設定手法の標準化
- 2) 低水解析、長期流出解析モジュールの開発
- 3) 高度な治水・利水の施設等の運用操作を反映するモジュールの開発
- 4) はん濫や潮位の影響を考慮した低平地流出解析機能モジュールの開発
- 5) CommonMP を活用した IFAS の機能拡張
- 6) アジアの河川をモデルケースとした統合水資源管理への適用性検証

【目標の達成状況】

- 1) 主要な気候区分・土地条件に適応した水文過程のモデルパラメータ設定手法の標準化
 - ・グローバルデータの土質分布図から、モデルパラメータの一般値を入力する機能を構築し、IFAS に導入した。
 - ・最新のインポート可能な土地利用、標高データを追加し、より実態に即したモデルパラメータの設定ができるようにした。
- 2) 低水解析、長期流出解析モジュールの開発
 - ・グローバルデータ、現地観測データを用いて、蒸発散量、融雪量が計算できる機能を IFAS に導入し、低水解析、長期流出解析への適用性を向上した。
- 3) 高度な治水・利水の施設等の運用操作を反映するモジュールの開発
 - ・ダムや分派河川等、高度な治水・利水運用を再現する機能の構築し、IFAS に導入した。
 - ・利水施設の運用計算において、計算条件として必要となる上水道の日需要量の推計手法を開発した。
- 4) はん濫や潮位の影響を考慮した低平地流出解析機能モジュールの開発
 - ・IFAS と RRI (降雨流出氾濫モデル) を結合し、デルタや勾配のない低平地に適用できるインターフェース (Indus-IFAS) を構築、インダス川流域に適用した。
 - ・インターネット上で公開されている河道網データを用いて、効率的に河道モデルを作成する機能を構築し、低平地における河道網作成精度を向上させた。
- 5) CommonMP を活用した IFAS の機能拡張
 - ・CommonMP 上で動作する土研分布型モデルの要素モデルを開発した。
- 6) アジアの河川をモデルケースとした統合水資源管理への適用性検証
 - ・新たに IFAS に導入した融雪計算機能等を用いてアジア河川 (インダス川) での適用性を検証し、機能改良の方向性を確認した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成
- 6) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（3本）

- ・宮本守, 岡積敏雄, 鍋坂誠志 : フィリピン・カガヤン川流域における現行の洪水予測手法の水文学的課題と改善に向けての提案, 河川技術シンポジウム, 2013. 6.
- ・鍋坂誠志, 藤岡奨, 宮本守, 杉浦愛, 岡積敏雄, 田中茂信, 深見和彦 : インドネシア国ソロ川流域におけるリアルタイム洪水予警報システムの構築, 河川技術シンポジウム, 2013. 6.
- ・津田守正, 岩見洋一: 上水道の用途別月使用水量の時間的配分による用途別日使用水量の推計, 土木学会論文集 G, 2015. 10.

【査読無し論文・国内】（5本）

- ・深見和彦, 総合洪水解析システム (IFAS) による水文データ不足流域における洪水予測 (Flood forecasting in poorly-gauged river basin using Integrated Flood Analysis System (IFAS)), 土木学会 2012 年度 (第 48 回) 水工学に関する 夏期研修会講義集 A コース、A-2, 2012 年 8 月.
- ・鍋坂誠志 (共著): 地球温暖化とダム ー第 1 フェーズ damの安全性ー, 地球気候変動とダム分科会報告, LARGE DAMS No. 222, pp. 11-135, (一社) 日本大ダム会議, 2013-1.
- ・藤岡 奨, 杉浦 愛: パキスタン低温域における GSMaP 欠損問題への対応 (その 1) (低温域スクリーニングの影響について), 2012 年 12 月.

【査読付論文・海外】（3本）

- ・A. Sugiura, S. Fujioka, S. Nabesaka, M. Tsuda, Y. Iwami : DEVELOPMENT OF A FLOOD FORECASTING SYSTEM ON THE UPPER INDUS CATCHMENT USING IFAS, Journal of Flood Risk Management (in printing).
- ・Mamoru MIYAMOTO, Ai SUGIURA, Toshio OKAZUMI, Shigenobu TANAKA, Seishi NABESAKA and Kazuhiko FUKAMI: Suggestion for an Advanced Early Warning System Based on Flood Forecasting in Bengawan Solo River Basin, Indonesia, Proceedings of 10th International Conference on Hydroinformatics, IWA IAHR, 2012.
- ・A. SUGIURA, S. FUJIOKA, S. NABESAKA, T. SAYAMA, Y. IWAMI, K. FUKAMI, S. TANAKA and K. TAKEUCHI. Challenges on modelling a large river basin with scarce data: A case study of the Indus upper catchment. MODSIM2013, 20th International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2013, pp. 2346-2352. ISBN: 978-0-9872143-3-1.

【査読無し論文・海外】（3本）

- ・A. SUGIURA, S. FUJIOKA, S. NABESAKA, M. TSUDA, Y. IWAMI. Development of a flood forecasting system on upper Indus catchment using IFAS, Proceeding of 6th International Conference on Flood Management (ICFM6), ICFM6, Sept 2014.
- ・A. SUGIURA : Opportunity of water reuse in rice production in the Bengawan Solo river basin and impact of flood vulnerability, DFG/ICSU/ISSC Young Scientists Networking Conference on Integrated Science discussing the Future Earth theme Food Futures, 2013.
- ・Morimasa Tsuda, Y. IWAMI: Estimation of daily household water consumption during water supply restrictions, The 6th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, Beijing, China, 2015.

【学会発表等その他】（3本）

- ・鍋坂誠志, 川上貴宏, 宮本守, 深見和彦, 三宅且仁, 洪水予警報機能を搭載した Integrated Flood Analysis System の開発, 水文・水資源学会, 2011.
- ・Susumu FUJIOKA, Arslan Usman, Ai SUGIURA : GSMaP データの ICHARM 補正手法のインダス川流域への適用, GSMaP 研究会, 2012 年 9 月.
- ・津田守正, 杉浦愛, 佐山敬洋, 岩見洋一 : インダス川流域を対象とした洪水予警報システムの構築, 土木技術資料 2014 年 11 月号, pp. 34-37, 2014

(3) 事業・社会への貢献

- ・総合洪水解析システム (IFAS) を活用した洪水予測警報システムの導入 : ソロ川 (インドネシア)、インダ

ス川（パキスタン）、カガヤン川（フィリピン）。平成 27 年度にクランタン川（マレーシア）に導入。

(4) 特許等の取得

- ・ IFAS(ver. 2)、IFAS-M(ver. 2) のプログラム著作権を登録（2014 年 3 月）

(5) 成果の普及

- ・ IFAS 研修を通じて、平成 23 年度～25 年度までに 488 人、平成 26 年度に 153 人、平成 27 年度に 120 人に対して IFAS 使用方法を講習
- ・ 土研新技術ショーケース（東京：平成 26 年 9 月、広島：平成 27 年 11 月）で技術紹介
- ・ 第 7 回水文・水資源学会セミナーで技術紹介（平成 26 年 7 月）
- ・ アジア水循環シンポジウムでポスター展示（平成 28 年 3 月）
- ・ IFAS の機能追加にあわせて、土研ウェブページ上において実行形式プログラムを公開。蒸発散、融雪を解析できる機能を追加した IFAS プログラムを土研ウェブページ上において公開予定
- ・ IFAS ver. 2 の紹介：ICHARM Newsletter Volume9, No.2 July 2014、土研 web マガジン Vol. 38, Dec2014

(6) 自己評価

- ・ IFAS の基盤システムの開発により、その機能が拡張された。
- ・ 研究成果は、学会、シンポジウム等で積極的公表され、マニュアルも作成されている。
- ・ IFAS（総合洪水解析システム）の研修が海外の行政担当者など約 760 名（H23～27）に実施されている。
- ・ 土研のウェブ上で IFAS プログラムを公開した。
- ・ 各個別課題とも年次計画に沿って着実に研究成果が上がり、達成目標が達成された。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) CommonMP 上のソフトの充実が望まれる。
- 2) 5年間の研究期間に比して成果の公表が寂しい。

【対応】

- 1) IFAS の主要計算プログラムである土研分布型モデルについては、本プロジェクトにおいて、CommonMP (1.3バージョン) 対応の要素モデルを開発し、動作確認を行った。今後、最新バージョンへの対応とともに、要素モデルの公開に向けた文書の整理を実施する予定である。
- 2) 本プロジェクトで実施した IFAS の改良については、順次プログラム著作権登録を行い、土研ホームページからダウンロードできるように整理していくとともに、本プログラムを活用した解析結果については、論文文化できるように努力してまいりたい。

第1分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑤防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑤-4 人工衛星を用いた広域洪水氾濫域・被害規模および水理量推定技術の開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 衛星による洪水氾濫域の自動抽出アルゴリズムの開発
- 2) 時間解像度向上のための複数センサーデータ活用手法の検討
- 3) 衛星による家屋数把握及び流出家屋位置・戸数推定アルゴリズムの開発
- 4) 氾濫水理量の観測技術開発
- 5) 復旧活動支援等への実利用システムの検討

【目標の達成状況】

1) 衛星による洪水氾濫域の自動抽出アルゴリズムの開発

人工衛星データから氾濫域を抽出するための手法(MLSWI法及びMGBM法)を開発した。この手法は多くの光学センサーで適用することが可能であるが、MODISを活用することで定期・安定的なモニタリングを実施することが可能となった。MGBM法は高解像度・高頻度化を達成することができた。またMGBM法は閾値を必要としない方法であるため、より客観的に水域を判定することに成功した。また同手法は水域と陸域が混在しているバングラディッシュ国のジャムナ川において現地観測と比較することにより精度検証を実施し、良好な結果が得られた。

2) 時間解像度向上のための複数センサーデータ活用手法の検討

①で開発したMLSWI法を活用し、実際の大規模災害の事例で氾濫状況を検討した。ここでは2011年のタイ洪水を事例に検討した。解像度の異なる光学衛星データを活用して、センサーの違いによる算定された氾濫域の違いに関して検討した。特に浸水状況が深刻であったアユタヤ市を対象としてTHEOS、ASTER、MODISを比較した。これらは若干の違いはあるものの、概ね良好の結果が得られた。すなわち①で開発した手法は衛星の種類を選ばずに水域の算定に有効であることが確認できた。

3) 衛星による家屋数把握及び流出家屋位置・戸数推定アルゴリズムの開発

高分解能XバンドのSAR画像を利用して、東日本大震災の津波による被害状況を検証した。ここではSAR画像を用いて建物の形を分析する手法を採用し、形、家屋の位置、個数を把握する。被災前後の両者を比較することで家屋の変形、流出の観点から被災した建物を抽出した。またこの手法は高解像度の光学衛星や現地視察を通じて、精度検証を実施し、良好な結果が得られた。

4) 氾濫水理量の観測技術開発

人工衛星データから氾濫水理量を算定する手法を開発した。ここで氾濫水理量とは水位、流速、流量であり、算定のために、①で開発した水域の算定手法、DSMを活用した。ここで開発した手法をカンボジア国のメコン川において適用した。また現地観測をもとに改良・検証したRRIモデルで氾濫域を再現した。算定した氾濫水理量、RRIモデルで算定した氾濫域を比較した結果、良好な結果が得られた。

5) 復旧活動支援等への実利用システムの検討

上記の①から④で開発した技術を用いて復旧活動等へ実利用するためのシステム構築を検討した。ここでは2011年のタイ洪水を事例に、災害発生から災害情報提供までの一連のプロセスを適用した。ここでは実用可能な緊急衛星画像データを基に、信頼性の高い氾濫域の時系列変化の情報提供事例を示した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成

(2) 発表論文

査読付論文：14本

【査読付論文・国内】(3本)

- ・ 萬矢敦啓・郭 栄珠・白鳥昭浩・深見和彦：氾濫解析のための PRISM DSM の活用と GPS を用いたその修正方法に関する研究，土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 69, No. 4, I_1549-I_1554, 2013.
- ・ 萬矢敦啓・上米良秀行・岡積敏雄・郭栄珠：人工衛星データを用いた洪水氾濫水位の算出手法の検討～メコン川下流域を例として～，河川技術論文集, 第 19 巻, , pp341-344, 2013 年 6 月
- ・ Robin K. BISWAS, Atsuhiko YOROZUYA, Shinji EGASHIRA, MODIFIED GRADIENT BASED METHOD FOR MAPPING SANDBARS IN MEGA-SIZED BRAIDED RIVER USING MODIS IMAGE, , Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol.72, No.4, I_931-I_936, 2016.

【査読付論文・海外】(10本)

- ・ Youngjoo Kwak, A. Yorozyua, Y Iwami (2016) Disaster risk reduction using image fusion of optical and SAR data before and after tsunami disaster, 2016 IEEE Aerospace Conference, MT. USA
- ・ Y. Kwak, B. Shrestha, A. Yorozyua, H. Sawano: RAPID DAMAGE ASSESSMENT OF RICE CROP FOR LARGE-SCALE FLOOD IN THE CAMBODIAN FLOODPLAIN USING TEMPORAL SPATIAL DATA, Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2015, Vol.8(7), pp. 3700 - 3709
- ・ Y. Kwak, B Shrestha, A Yorozyua, H Sawano (2014) Near Real-time Assessment of Rice Crop Damage in the Cambodian Floodplain Using MODIS Time-series Images, International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2014 IEEE, pp.5087-5090
- ・ Y.Kwak, A Yorozyua, Y Iwami J Park, (2014) Detection of Building Loss in High Resolution COSMO-SKYMED Multi-temporal Images: Application to 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami, IGARSS 2014 IEEE International, pp.2150-2153.
- ・ Y. Kwak & Y. Iwami: Nationwide Flood Inundation Mapping In Bangladesh By Using Modified Land Surface Water Index, ASPRS 2014 Annual Conference Proceeding paper (published)
- ・ Y. Kwak, J. Park, K. Fukami: Near Real-time Flood Volume Estimating from MODIS Time-series Imagery in the Indus River Basin, Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 7(2): pp.578 – 586, 2014
- Y. Kwak, J. Park, K. Fukami: Estimating a floodwater from MODIS time series and SRTM DEM data, Artificial Life and Robotics, 19(1): pp.95-102, 2014
- ・ A. Yorozyua, H. Kamimera, T. Okazumi, Y. Iwami, and Y. Kwak, Estimation of water surface elevation on inundated area using satellite data, Journal of Hydrology and Environment Research, © EnviroWater Sydney, 2014, Vol 2, No 1, pp.8-16.
- ・ A. Yorozyua, H. Kamimera, T. Okazumi, Y. Iwami, and Y. Kwak (2013) Estimation of water surface elevation on inundated area using satellite based information. In Piantadosi, J., Anderssen, R.S. and Boland J. (eds) MODSIM2013, 20th International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2013, pp. 2353-2359. ISBN: 978-0-9872143-3-1.
- ・ Kwak, Y., Park. J., Fukami K.: Nation-wide Flood Risk Assessment Using Inundation Level Model and MODIS Time-series Images, the 31st IGARSS2011, IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, pp.4395-4398.
- ・ Kwak, Y., J. Park, A. Yorozyua, K. Fukami, Estimation of flood volume in Chao Phraya river basin, Thailand from MODIS images coupled with flood Inundation level, the 32nd IGARSS symposium 2012, IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, pp.887-890.

【学会発表等その他】(1本)

- ・郭栄珠・朴鍾杰・岩見洋一（2015）バングラデシュ共和国の広域洪水及び水田被害、日本リモートセンシング学会第59回学術講演会論文集 pp. 61-62
- ・郭栄珠・萬矢敦啓・岩見洋一（2014）MODIS 時系列画像と DEM データを用いた大規模氾濫域算定：2011 年タイ国チャオプラヤ川大洪水，月刊土木技術資料 第56巻、9月号，pp. 14-17

(3) 事業・社会への貢献

- ・南スーダンの洪水による被害を回避する人道的・緊急対応のため、MODIS 衛星画像の解析による洪水頻度マップを土研 Web に掲載（2014 年 4 月）し、ICHARM Newsletter Volume9, No. 2 July 2014 で紹介

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・土木研究所講演会で「衛星データを利用した ICHARM の国際貢献」について技術紹介（2014 年 10 月 16 日）
- ・人工衛星を活用した氾濫水理量の観測技術（災害情報把握技術）を、復旧活動等への実利用を検討するためのケーススタディを行い、解析事例としてまとめて発表予定
- ・台風委員会等の国際会議にて衛星データを利用した技術を紹介

(6) 自己評価

本研究課題では人工衛星を用いた浸水、家屋被害等の状況を把握する技術を開発し、精度検証を実施し良好な結果が出ている。またこれらの技術要素は国内外の査読付き論文（14本）に提出し掲載されていることから、土木系及びリモートセンシング系の学会の審査を通過した技術である。また成果普及も積極的に実施してきた。さらに本研究課題のテーマは平成28年度から始まるプロジェクト研究を実施するためのコアとなる技術の一つである。このような観点から本研究課題は、目指した目標を達成し、技術的に大きな貢献を果たした自負している。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|----------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 洪水以外の建物被害にも活用できる可能性があるように思われ、さらなる成果普及を期待する。

【対応】

- 1) 本プロジェクトにおいては、SAR データを用い、東日本大震災時の津波による流出家屋戸数の推定を試みた。SAR の後方散乱係数から多様な建物の形状を誤りなく抽出するには課題も残っているため、今後も研究開発を行い、実運用できるアルゴリズムへ向けた改良が必要であると考えている。

第1分科会の主な意見と対応

重点研究（中長期期間 事後評価）

重点的研究開発課題名：①激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減、早期復旧に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|-------|
| 達成 | ☆☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | ☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) 優れた成果をあげられたと思います。重要な課題であり影響範囲が広いので十分な取組を行っていると思う。
- 2) 実用的な成果が出ており目標を達成している。成果の反映についても目標とした内容については実施しており、今後は現場への適用を進めていただきたい。
- 3) かなりの進展が認められる。論文等の発表のみならず成果の社会実装が期待される。リスクの評価（はずれる事もある）の考え方を国民市民行政すべてが認識してこれを社会に還元することが望まれる。
- 4) 目標に対して明確に達成結果が示されていると判断する。LPで判断できず生じていた初生地すべりの有無についても調査があれば信頼性が増すものと思われた。
- 5) 43課題もあるため評価は難しいが自己評価を尊重してあえて達成とした。今後も継続する課題も多いので成果の発展を期待したい。

【対応】

- 1)～4) ありがとうございます。今後も、第4期中長期目標期間に行う研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発を実施し、現場適用などの社会実装にも積極的に取り組んでいきたい。
- 5) 外部評価委員会での説明方法、評価方法については、頂いたご指摘も踏まえて検討し改善を図りたい。

重点研究（中長期期間 事後評価）

重点的研究開発課題名：⑥我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|------|
| 達成 | ☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | ☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|------|
| 適切 | ☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆☆ |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) 実用的な手法を開発しており目標を達成している。成果の反映等についても目標の内容については達成している。今後さらに海外への普及を進めていってほしい。
- 2) 意欲的な取組であると思います。今後さらなる取組を期待する。
- 3) 社会への還元は評価できるが、研究成果の発表によりヒントが生まれることもあり、ぜひ行っていただきたい。
- 4) 各種の技術をどこまで実装するかは、各国の経済発展の段階に依存するが、目標の到達度はかなり高い。社会実装へのさらなる発展が期待される。国内においてチャレンジングな社会実装が望ましい。
- 5) 3課題ともに初期の目標が達成されていると見受けられるが、詳細の評価は配付資料だけでは難しい。成果の公表も努力されているように見受けられるが、論文数等の具体的資料が無く判断は難しい。3課題にやや差があるような感もある。

【対応】

- 1)～3) 今後も、第4期中長期目標期間に行う研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発を実施し、海外への普及、社会実装、論文発表の充実にも積極的に取り組んでいきたい。
- 4) 頂いたご意見を踏まえ、第4期中長期計画における関係する研究開発プログラムの中で、国内での適用も検討しつつ、社会への還元等に積極的に取り組んでまいりたい。
- 5) 外部評価委員会での説明方法、評価方法については、頂いたご指摘も踏まえて検討し改善を図りたい。

重点研究（個別報告）

課題名：初生地すべりの変動計測システムと危険度評価技術の開発

【委員からのコメント】

- 1) 実際に使えるまでの技術の発展が見られる。
- 2) 非常に有効な、優れた研究成果と思う。
- 3) 地表傾斜計で検出できない場合についても、言及されることもあると良いと考えられる（対応方法）。
- 4) LPでも判断できず発生した初生すべりは無いか？（検出規模と対象規模の明確化）
- 5) 初期の目標はほぼ達成されていると評価できる。等高線図と斜面方向図を用いて（共にレーザー測量図）自動判別できると理想的である。
- 6) 「初生地すべり」の定義を明確にしないと、地すべり地形判読と同じになってしまい、「初生」でない地すべりを判読することになる可能性がある。「初生」と「初生でない」地すべりの違いは何かを明らかにすることも重要である。
- 7) 小規模地すべりや凸形斜面の地すべりをLPで抽出するとあるが、素人でも客観的に抽出できるのか、それとも何らかの判読能力が必要なのか基準が明確でないように思えた。自動的に判別できるシステムが開発されたのなら素晴らしい技術開発と思う。
- 8) 耐震関係の地震災害研究との関連はあるか。

【対応】

- 1) 今後、現場への普及を図る。
- 2) 今後、現場への普及を図る。
- 3) 地表傾斜計で検出できない場合は、経過観察で対応する。現場への普及の際にご指摘の点に留意していく。
- 4) 最近になってLPデータの計測が著しく進んできたことから、今後、LP地形量図で判読できない初生すべりの有無を調査していく。
- 5) 今後、現場への普及を図る。自動判別については、LP地形量図上の特徴をさらに明らかにすることからその可能性を探っていく。
- 6) 今回は、地すべり危険箇所として抽出されていなかった災害危険箇所を初生地すべりとした。ご指摘は、今後の研究に生かしていく。
- 7) 地すべり、微地形の判読能力を有する技術者を対象としている。現場への普及の際にご指摘の点に留意していく。自動判別については、LP地形量図上の特徴をさらに明らかにすることからその可能性を探っていく。
- 8) 地震災害研究にも活用可能であり、今年度からのプロジェクト研究でさらに検討していく予定である。

課題名：積雪・融雪状況に適応した寒冷地ダムの流水管理に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 着実な成果が出ており、優れた研究である。
- 2) 水文資料の不確実性を考慮した出力の分布を考えた各種対策の制御への進展が望まれる。
- 3) 将来気候の予測結果は北海道内でも積雪が増加する地域が見られる。道内では必ずしも包蔵水量が少なくなる地点だけでは無いのか。今後、他地域についても検証されることを望む。
- 4) 今後、気候変動が進む中で、この先のダム管理がどうあるべきかを検討する研究開発も重要と思われる。
- 5) レーザ測量による積雪深推定測定結果の誤差はどれくらいか。特に森林限界以下の誤差はどれくらいか。

【対応】

- 2), 3), 4) ご指摘頂いた、水文資料の不確実性の考慮、他の積雪寒冷地に対する影響評価や、今後のダム管理のあり方などを踏まえ、引き続き第4期中長期計画において研究開発を進めてまいりたい。
- 5) 積雪深の計算精度は概ね±30cmです。森林限界以下の標高帯においては、樹木等から反射してくるレーザもありますが、積雪の表面から反射してくるレーザを抽出して積雪面のデータを作成しているところである。

課題名：重点 - 3 「開発途上国における都市排水マネジメントと技術適用に関する研究」**【委員からのコメント】**

- 1) 成果は着実にあがっている。実務にどのように生かし、社会実装していくのか、今後のいっそうの発展が望まれる。
- 2) 途上国における水処理の課題は極めて重要であり、継続的に取り組んで、成果を上げられることを期待する。
- 3) 査読論文でなくても、さらに研究成果の発信が望まれる。

【対応】

- 1), 2) 第4期中長期計画では、途上国を含めた世界で貢献できる安全な処理水再利用や省エネ水処理技術の開発を目指し、研究を行っていきたい。
- 3) 第4期中長期計画において研究を発展させ、その成果を発信していきたいと考えている。

第2分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 管理水準に応じた構造物の調査・点検手法の確立
- 2) 構造物の健全度・安全性に関する診断・評価技術の確立
- 3) 構造物の多様な管理水準・構造条件・損傷状態に応じた効率的な補修・補強技術の確立
- 4) 構造物や機械設備における管理水準を考慮した社会的リスク評価技術と、これを活用したマネジメント技術の確立

【研究の達成状況】

- 1)
 - ・繰り返し地震作用を与えた補強土壁の終局状態を整理した。
 - ・診断・措置を行ううえで不可欠な補強土壁の劣化シナリオを作成した。
 - ・土工構造物の外形の変化を効率的に捉える点検手法を提案した。
 - ・センサー技術（MMS：Mobile Mapping System）を路面評価用に改良して新たな評価指標を提案、実道において適用して測定精度や再現性を検証した。
 - ・トンネル点検データに基づく変状実態の分析から、点検時に着目すべき指標や、管理水準を設定するために必要となる技術項目を提案した。
 - ・塩害を受けたポステン PC 橋を用いて、高出力 X 線透過装置による内部透過撮影や簡易な計測器による塩分調査を行い、非破壊検査技術の適用性を確認した。
 - ・土工構造物（擁壁等）の破壊モードや限界状態等に基づく健全度評価手法を提案した。
 - ・路面性状の効率的取得技術を提案した。
 - ・トンネルの管理水準に応じた点検・診断手法を提案した。
 - ・劣化した鋼トラス・アーチ橋及び PC 橋の崩壊メカニズムを踏まえた調査手法を提案した。
- 2)
 - ・GPR 計測、電気比抵抗探査、補強材のひずみ計測、サウンディングによる補強土壁調査手法の解析方法や留意点などを整理した。
 - ・振動特性の変化に着目したダム本体の健全度評価技術の適用性について実測や数値解析により確認した。
 - ・舗装の実大供試体に対する繰返し載荷試験を実施し、路面への雨水の浸入の有無と高地下水位の存在の有無の影響の大きさを確認した。地下水位を変化させて試験を継続した。
 - ・破壊に至るまでの実物大のトンネル覆工載荷実験により、ひずみと音速変化率の関連性を明らかにし、音速変化による診断手法の適用性を検証した。
 - ・非破壊によるうき・はく離部を検出するための検出精度、赤外線によるうき・はく離部の検出手法の適用性を把握した。
 - ・実橋トラス格点部・斜材部の腐食試験体や塩害腐食し撤去したポステン PC 橋を用いた載荷試験及び解析を行い、腐食欠損と残存耐荷力の関係を把握した。
 - ・土工構造物の変形の進行に合わせた安全性・とるべき対応策に関する診断・評価技術を提案した。
 - ・ダムの各種劣化・損傷機構の類型化及び安全性に及ぼす影響度を踏まえた劣化・損傷評価手法を提案した。
 - ・既設舗装の構造的健全度評価方法を提案した。
 - ・トンネルの安全状態を簡易に診断する手法を提案した。
 - ・橋全体の構造的冗長性を踏まえた橋梁（トラス・アーチ・PC 橋）の耐荷力評価手法を提案した。

3)

- ・劣化シナリオをもとに、補強土壁の機能低下に至る致命的な損傷を絞りこんだ。
- ・壁面と補強材連結部の破断に着目し、破断を検知するための壁面の振動計測の留意点などを整理した。
- ・ISO規格の原案に対して意見提出し、修正意見が反映された。
- ・断面修復や表面被覆、ひび割れ注入供試体の暴露試験等を実施中。各種性能の評価試験方法を検討した。
- ・路面性状データの分析を通じ繰返し補修が供用性に与える影響を把握し、各補修工法の単価整理を含め、補修パターンを提案した。
- ・生活道路を対象とした簡略的な補修技術を開発。構内道路や舗装走行実験場で試験施工を実施した。
- ・遊間の狭いコンクリート橋桁端部への簡易排水装置を試作、4橋の試験設置について、対策効果の経過観察と改良を実施した。
- ・実橋での試験施工より、本数の少ないボルト、仮設用クランプ、接着剤を併用した当て板固定であっても補強効果が得られ、効果が持続することを確認した。
- ・土工構造物の壁面・前面パネルの補修・補強技術を提案した。
- ・コンクリート構造物補修工法の基本的な考え方及び材料・施工管理標準等を提案した。
- ・コンクリート補修の国際規格制定の場へ意見を提示し、修正に反映された。
- ・幹線道路におけるライフサイクルを見据えた舗装維持修繕手法を提案した。
- ・生活道路における簡略的な舗装維持修繕手法を提案した。
- ・道路橋（鋼橋、PC橋）桁端部の腐食環境改善、安全性や施工性に配慮した補修方法を提案した。

4)

- ・河川ポンプ設備の信頼性評価マニュアル（案）を作成した。
- ・河川ポンプ設備・ゲート設備が故障した場合の社会的影響度をシミュレーションにより評価可能な河川GISモデルを作成。現場での試行を通じて河川GISモデルの操作性を改善した。
- ・類似設備の維持管理計画作成方法について調査を実施した。
- ・挙動が安定した長期供用ダムでの安全管理計測項目・箇所の考え方を提案した。
- ・橋梁被災要因の約6割である洗掘を対象に、既存の被災事例及び点検結果を分析し、洗掘に対するリスク評価を実施した。
- ・橋梁点検結果を用いて、損傷発生割合等を整理分析。橋梁毎のリスク評価値に適した評価方法を検討した。
- ・土木機械設備の維持管理計画の立案手法及び維持管理情報の運用方法を提案した。
- ・ダム管理技術者支援のための基本計測項目・箇所選定手法を提案した。
- ・道路橋の損傷リスク及びリスク発生による影響評価手法を提案した。

(2) 発表論文

【総括課題】計3編

(学会発表等その他)3編

桑原 徹郎：土木研究所第3期プロジェクト研究「社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究」、土木技術資料，2011年10月

桑原 徹郎：社会資本の戦略的な維持管理・長寿命化に対する取組み ～社会資本の安全・安心確保を目指して～，土木学会誌，2013年6月号

松浦 弘：道路橋保全の取組み ―この5年の実績と今後―，土木技術資料，2013年10月

【個別課題】計270編

(査読付論文・国内)56編

施工技術 T_2 編、新材料 T/基礎材料 T/耐寒材料 T_22 編、水工構造物 T_5 編、舗装 T_8 編、トンネル T_2 編、橋梁構造研究 G (落橋_11 編、桁端部_5 編、リスク_1 編)

(査読付論文・海外)18編

施工技術 T_4 編、新材料 T/基礎材料 T/耐寒材料 T_5 編、水工構造物 T_2 編、トンネル T_3 編、橋梁構造研究 G (落橋_4 編)

(査読無し論文・国内) 73 編

先端技術 T_3 編、施工技術 T_1 編、新材料 T/基礎材料 T/耐寒材料 T_5 編、水工構造物 T_2 編、舗装 T_13 編、トンネル T_5 編、橋梁構造研究 G (落橋_36 編、桁端部_8 編)

(査読無し論文・海外) 24 編

施工技術 T_2 編、橋梁構造研究 G (落橋_20 編、桁端部_2 編)

(学会発表等その他) 99 編

施工技術 T_18 編、新材料 T/基礎材料 T/耐寒材料 T_24 編、水工構造物 T_6 編、舗装 T_21 編、トンネル T_9 編、橋梁構造研究 G (落橋_13 編、桁端部_4 編、リスク_4 編)

(3) 事業・社会への貢献

- ・機械設備点検・整備・更新マニュアル(案)へ反映した。
- ・国土交通省関東地方整備局の事務所において、機械設備の社会的影響度評価方法(河川 GIS モデル)を試行的に運用した。
- ・国土交通省の技術者研修及び機械設備会議等において、機械設備の社会的影響度について講演
- ・道路のストック総点検の総点検実施要領(案)を作成した。
- ・ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアルに反映した。
- ・今後、作成した「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル」(案)の普及に向け、各種講演会、ショーケース等に参画していく。
- ・健全度の評価手法の提案や維持修繕工法の提案を通じ、舗装の効率的な管理の実現に向けた道路管理者の取組に貢献、舗装の点検要領への反映も提案、茨城県の舗装維持修繕計画(案)に反映した。
- ・また、宇都宮市において、路面調査・舗装管理に関する技術指導(講習会)を実施、土浦土木事務所において、舗装の長寿命化に向けた取組に関する技術指導を実施
- ・これまで一部成果は、「道路トンネル定期点検要領(案)」(H26.6)および「道路トンネル維持管理便覧【本土工編】」(H27.6)に反映された
- ・劣化損傷事例に対する技術指導や、道路管理者の維持管理研修等を通じて、重要となる維持管理上の留意事項の情報提供を行うことにより、道路橋の維持管理の高度化に貢献した。
- ・臨床研究として撤去橋梁・部材(銚子大橋、桜橋、相見川海浜橋、普代水門管理橋)を対象として載荷試験等(公開試験)を行った。また、既設橋の老朽化の現状、維持管理の重要性、臨床研究の必要性について、TV等メディアに情報発信している。
- ・道路橋桁端部の維持管理に関する技術指導、研修等に成果を活用。今後、道路橋の補修・補強便覧や道路管理者向けの維持管理研修テキスト等に提示することにより、桁端部の腐食に対する予防保全や補修・補強に関わる信頼性向上に貢献した。
- ・撤去橋梁部材の載荷試験を、管理者、マスコミ等に公開で実施し、維持管理の現状、臨床研究の重要性等について情報発信した。また、試験時の破壊性状の計測に際して、非破壊検査技術や計測技術を開発している民間、大学等研究機関への参加を呼び掛け、技術開発の場の提供を行った。
- ・損傷部位・種類別損傷リスクの評価法及び橋全体系に及ぼす影響(落橋、供用性)の相対、定量的評価法は、現場における維持管理の合理化に貢献できる。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 更なる普及を期待する。
- 2) 全体的には、おおむね評価できる。
- 3) 海外対応が不十分である。海外基準へのアプローチがもっと欲しい
- 4) これまで以上に自治体レベルの技術指導、普及をお願いしたい。

【対応】

- 1)、2) 社会ニーズや現場での活用を意識し、成果の普及に努める。
- 3) 論文の公表や海外基準への対応も意識し、研究を進める。
- 4) 講習会や現場での技術指導等で情報発信を進め、成果の普及に努める。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-1 土木機械設備のストックマネジメントに関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 個別施設の健全度評価手法の提案
- 2) 複数施設を考慮した維持管理手法の提案
- 3) 総合的な維持管理計画の立案手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 土木機械設備について維持管理関係資料(点検結果、故障 情報等)を収集し、FTA 及び FMEA を活用した信頼性評価・経済性管理・安全管理についてとりまとめた。
- 2) CommonMP を活用したはん濫モデルによるネットワーク型水路の各機械設備の社会影響度評価手法をとりまとめた。
- 3) 上記二つの成果を活用し、各設備の信頼性・経済性・安全性と相互補完、社会影響度を考慮した維持管理計画立案手法をとりまとめた。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【国内・査読無】(3本)

- ・河川ポンプ設備の信頼性と経済性を考慮したマネジメント手法に関する研究、土木研究所報告No.217、2011年
- ・ネットワーク型河川 GIS モデルを用いたシミュレーションによる土木機械設備の社会的影響度評価手法の検討、建設機械と施工法シンポジウム、2013年
- ・土木機械設備のストックマネジメントに関する検討、建設機械と施工法シンポジウム、2015年

(3) 事業・社会への貢献

- ・機械設備点検・整備・更新マニュアル(案)への反映【国土交通省総合政策局 H27.3】
- ・国土交通省関東地方整備局の事務所において、機械設備の社会的影響度評価方法(河川 GIS モデル)を試行的に運用
- ・国土交通省の技術者研修及び機械設備会議等において、機械設備の社会的影響度について講演

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・河川 GIS モデルを機械設備維持管理計画作成のためのツールとして、各地方整備局で試行(開発要素モデルは CommonMP ライブラリより提供)

(6) 自己評価

土木機械設備における信頼性評価及び社会影響度評価を用いた維持管理計画手法の提案により、目標を達成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 発表論文が少ないように感じる。
- 2) 海外対応は？

【対応】

- 1) 研究成果の最大化を図ることを念頭とし、積極的に機会を見つけ様々な場面で成果の発表に努めていく。
- 2) 海外への発表も含め、成果の普及に取り組んでいく。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-2 擁壁等の土工構造物の管理水準を考慮した維持管理手法の開発に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 土工構造物の破壊モード、進行過程の明確化
- 2) 管理水準に応じた土工構造物の限界状態の明確化
- 3) 健全度調査手法の提案
- 4) 補修・補強技術の提案
- 5) 土工構造物の維持管理手法の技術的根拠の明確化

【目標の達成状況】

- 1) 土工構造物の破壊モード、進行過程の明確化

補強土壁模型を作成した土槽を傾斜させ、疑似的に静的水平地震力を補強土壁に作用させる傾斜模型実験により、状態が異なる補強土壁の破壊モード、変状の進行過程を確認した。具体的には、変状により盛土材料が設計で想定したものと著しく異なり所要の性能を有していないパターンを想定し、1) 補強材の長さ、2) 盛土材の締固め度、3) 盛土材の細粒分含有率の違いによる破壊モード、進行過程の違いを確認した。実験により、締固めの程度や補強材の長さにより破壊形状や終局変位は異なることを確認した。また、盛土材料に細粒分が多く含まれていると、細粒分が少ないものと比べて突如崩壊する傾向があることを確認した。しかし、変状した補強土壁は変状を発生させた地震動レベルの作用を再び受けても耐え得る性能を有することを確認した。

1995年に土木研究所に構築した実大補強土壁の調査により、東北地方太平洋沖地震後に確認された変状の進行過程を追跡している。実大補強土壁は地震後に数多くの余震を受けているが、変状が大きく進行しておらず、傾斜模型実験で得た知見と整合することを確認した。

不具合事例の整理結果等を基に、診断・措置を行ううえで不可欠な補強土壁の劣化シナリオを作成した。

- 2) 管理水準に応じた土工構造物の限界状態の明確化

補強土壁模型を作成した土槽を傾斜させ、疑似的に静的水平地震力を補強土壁に作用させる傾斜模型実験により、当初設計で想定した盛土材と性状が著しく異なる場合や既に受けた地震動レベルよりも大きな地震動が作用した場合に、壁面変位が著しく変化する結果を得た。管理水準を上げる候補として、想定した盛土材と性状が著しく異なる場合や既に受けた地震動レベルよりも大きな地震動が作用した場合を提案した。

- 3) 健全度調査手法の提案

直轄国道で実施されている1～3日に1回の頻度で実施されている道路巡回等により、外形の変化を捉えるための点検手法として、MMS計測、写真測量による壁面形状計測の精度や留意点を整理した。

道路巡回などで写真測量により外形の変化を効率的に捉えるために、点検対象物にターゲットを設けずに複数カメラによる写真同時撮影ができる器具を使うことで、所要の精度を確保できることを確認した。

劣化シナリオをもとに補強土壁の致命的な損傷を絞りこみ、不可視箇所の損傷の盛土の空洞化、補強材の破断等に着目し、点検の着目点の整理、損傷を検知するための詳細調査手法（GPR計測、電気比抵抗探査、振動計測）について解析方法や留意点を整理した。

- 4) 補修・補強技術の提案

適切な補修・補強方法の選定手法の提案を目的に、変状事例や既往の補修・補強事例を300件程度収集し部位・部材別に補修・補強技術を体系的に整理した。補強土壁の致命的な損傷を対象に、劣化シナリオ

に基づいた補修・補強方法を整理した。

排水不良の補強土壁に排水ボーリングを実施した際の排水効果を実大実験により確認した。

5) 土工構造物の維持管理手法の技術的根拠の明確化

排水不良を要因とした劣化シナリオに着目し、実大模型で載荷と盛土内への水の浸透を繰り返し、工法毎に劣化の進行過程、診断手法の有効性や措置の効果の確認を行った。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（2本）

- ・ 藤田ら(2012)：1995年より挙動観測されてきたジオグリッド補強土壁の2011年東北地方太平洋沖地震における被害と分析, 第27回ジオシンセティックシンポジウム
- ・ 藤田ら(2014)：維持管理手法構築に向けたジオグリッド補強土壁の実大模型実験, 第29回ジオシンセティックシンポジウム

【査読付論文・海外】（4本）

- ・ FUJITA et. al. (2012)：Seismic performance of a geogrid-reinforced wall monitored since 1995 in the 2011 Great East Japan earthquake, Proc. of 5th European Geosynthetics Congress
- ・ T. FUJITA, T. KUBO, H. MIYATAKE, A. NAKANE, Y. MIYATA (2014)：Effects of inadequate compaction near facing on seismic stability of geogrid reinforced soil wall, 10th international conference on geosynthetics
- ・ T. KUBO, T. FUJITA, H. MIYATAKE, A. NAKANE, Y. MIYATA (2014)：1g tilt-table test on seismic stability of damaged geogrid reinforced soil wall, 10th international conference on geosynthetics
- ・ T. FUJITA, T. KUBO, H. MIYATAKE, A. NAKANE, Y. MIYATA (2016)：PERFORMANCE OF GEOGRID AND STEEL STRIP REINFORCED SOIL WALLS UNDER SEEPAGE FLOW CONDITIONS, EUROGE06 (submitting)

【査読無し論文・国内】（1本）

- ・ 藤田ら(2014)：維持管理手法構築に向けた補強土壁およびグラウンドアンカーの不具合事例に関する考察, 第59回地盤工学シンポジウム

【査読無し論文・海外】（2本）

- ・ H. MIYATAKE, T. FUJITA (2016)：Study on the Utilization of Fault Tree for Preventative Maintenance of Reinforced Soil Walls, CECAR7 (submitting)
- ・ T. FUJITA, H. MIYATAKE (2016)：Full Scale Model Tests on the Detection of Invisible Damages of Reinforced Soil Walls, CECAR7 (submitting)

【学会発表等その他】（18本）

- ・ 藤田智弘、小橋秀俊、藪雅行、宮田喜壽(2012)：東北地方太平洋沖地震におけるジオグリッド補強土壁の壁面変形挙動, 第47回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・ 藤田智弘、久保哲也、宮武裕昭、中根淳、宮田喜壽(2013)：写真測量による補強土壁の壁面変形把握, 第68回土木学会年次講演会講演概要集
- ・ 久保哲也、藤田智弘、宮武裕昭(2013)：分割型壁面を有するジオグリッド補強土壁の変形特性, 第68回土木学会年次講演会講演概要集
- ・ 藤田智弘、久保哲也、宮武裕昭(2013)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大補強土壁の変状測定, 第48回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・ 久保哲也、藤田智弘、宮武裕昭(2013)：傾斜模型実験によるジオグリッド補強土壁の変形特性, 第48回地盤工学研究発表会講演概要集

- ・藤田 智弘、久保 哲也、宮武 裕昭(2013)：地震により変状した補強土壁の耐震性能に関する考察，第30回日本道路会議
- ・藤田 智弘、久保 哲也、宮武 裕昭、宮田喜壽(2014)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大模型の変状計測（その1），第69回土木学会年次講演会講演概要集
- ・久保 哲也、藤田 智弘、青池邦夫、宮武 裕昭、宮田喜壽(2014)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大模型の変状計測（その2），第69回土木学会年次講演会講演概要集
- ・藤田 智弘、青池邦夫、久保 哲也、宮武 裕昭、宮田喜壽(2014)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大補強土壁の変状測定，第49回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・久保 哲也、藤田 智弘、宮武 裕昭、宮田喜壽(2014)：走行車両による写真測量を用いた補強土壁の変状形状計測技術，第49回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・宮武 裕昭、森芳徳、藤田 智弘(2015)：補強土壁の維持管理手法開発に関する共同研究の概要，第70回土木学会年次講演会講演概要集
- ・藤田 智弘、志村 直紀、久保 哲也、宮武 裕昭、宮田喜壽(2015)：補強材連結部破断を検知する手法の確立に向けた実大補強土壁の振動計測，第70回土木学会年次講演会講演概要集
- ・志村 直紀、藤田 智弘、久保 哲也、宮武 裕昭(2015)：補強土壁の変状事例による劣化シナリオの適用性の検討，第70回土木学会年次講演会講演概要集
- ・久保 哲也、藤田 智弘、志村 直紀、宮武 裕昭、宮田喜壽(2015)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大模型実験（その1），第50回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・藤田 智弘、久保 哲也、志村 直紀、宮武 裕昭、宮田喜壽(2015)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた実大模型実験（その2），第50回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・志村 直紀、藤田 智弘、久保 哲也、宮武 裕昭(2015)：補強土壁の維持管理手法構築に向けた変状事例の考察，第50回地盤工学研究発表会講演概要集
- ・藤田智弘、志村直紀、宮武裕昭、宮田喜壽(2016)：補強土壁の予防保全型維持管理手法構築に向けた実大載荷実験，第51回地盤工学研究発表会（投稿中）
- ・志村直紀、藤田智弘、宮武裕昭、宮田喜壽(2016)：補強土壁に用いられる三種の補強材のAE特性，第51回地盤工学研究発表会（投稿中）

(3) 事業・社会への貢献

- ・道路のストック総点検の総点検実施要領（案）【国土交通省道路局 平成25年2月】の作成
- ・ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル【土研センター 平成25年12月】に反映

(4) 特許等の取得

なし

(5) 成果の普及

- ・グラウンドアンカー及び補強土壁の維持管理に関する報告会【土研主催 平成26年8月22日】を開催
- ・土木技術資料に報文投稿【平成27年8・9月】
- ・共同研究報告書として補強土壁の維持管理マニュアル（案）を作成

(6) 自己評価

予定通り達成目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 査読付き論文が国内シンポジウム2編と口頭会議4編では少し物足りない。
- 2) よく推進している。

【対応】

- 1) 得られた成果を取りまとめ、海外のジャーナルペーパー等への投稿を検討する。
- 2) 今後も、研究成果の基準類への反映など研究成果の普及に努める。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-3 コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 補修対策工法（システム）の要求性能など各種補修の基本的考え方の提案（つくば・寒地連携）
- 2) 補修対策工法（断面修復工法，表面被覆・含浸工法，ひび割れ修復工法）の材料・施工管理標準等の提案
- 3) 国際規格制定の場への研究成果（データ等）の提示

【目標の達成状況】

- 1) ISO を参考に補修に求める補修方針を明確にし、劣化機構と劣化レベルごとに、補修方針に応じた対策工法を整理した。また、その対策工法選定上の留意点を整理した。
補修設計の参考資料とすべく、補修対策工の再劣化事例の収集と分析を行った。
- 2) 各補修対策工法の材料・施工管理標準等の提案を行い、「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（共通編、断面修復工法編，表面被覆・含浸工法編，ひび割れ修復工法編、不具合事例集）」（案）をとりまとめた。
- 3) コンクリート構造物の補修補強に係わる ISO 規格の原案に対して関係学会を通じて意見を提出し、適切な規格に修正された。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【国内・査読付】(22本)

- ・ コンクリート表面被覆工の付着不具合要因と施工管理項目について、佐々木巖、西崎到、コンクリート工学年次論文集，2014.7
- ・ 表面被覆材の塗布部位が異なる矩形モルタル梁の塩化物イオン浸透性状、櫻庭浩樹、熊谷慎祐、宮田敦士、佐々木巖、西崎到、コンクリート工学年次論文集、2014.7
- ・ 表面被覆工および断面修復工による補修を施したコンクリート構造物の再劣化、熊谷慎祐、櫻庭浩樹、宮田敦士、佐々木巖、西崎到、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ ピンホールや剥がれを有する表面被覆材の遮塩性に関する検討、櫻庭浩樹、熊谷慎祐、宮田敦士、佐々木巖、西崎到、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ 表面被覆材の遮蔽性能に及ぼす膜厚および温度の影響、宮田敦士、櫻庭浩樹、熊谷慎祐、佐々木巖、西崎到、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ 補修施工管理のためのコンクリート構造物表面の温湿度分布の長期観測、佐々木巖、西崎到、櫻庭浩樹、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ 付着面の表面粗さが断面修復材の付着強度に与える影響、片平博、渡辺博志、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ 施工時の低温環境がひび割れ注入工法の注入充填性に及ぼす影響、内藤勲、島多昭典、三原慎弘、材料学会アップグレードシンポジウム、2014.10
- ・ シラン系表面含浸材を塗布したコンクリートと表面被覆材の接着性と再補修性、熊谷慎祐、櫻庭浩樹、宮

田敦士、西崎到、コンクリート工学年次論文集、2015.7

- ・塗装下地の表層部に着目した含水状態の評価について、櫻庭浩樹、熊谷慎祐、佐々木巖、西崎到、コンクリート工学年次論文集、2015.7
- ・エフロッセンスがあるひび割れの調査と修復方法に関する検討、内藤勲、島多昭典、材料学会アップグレードシンポジウム、2015.10
- ・片引き試験による断面修復材の付着強度試験方法に関する検討、川上明大、片平博、渡辺博志、コンクリート工学年次論文集、2015.7
- ・断面修復材の塩分浸透抵抗性の評価試験方法に関する検討、片平博、渡辺博志、材料学会アップグレードシンポジウム2015.10
- ・施工環境で施工された表面被覆材の接着性、熊谷慎祐、櫻庭浩樹、宮田敦士、佐々木巖、西崎到、材料学会アップグレードシンポジウム2015.10
- ・施工環境に起因して変状が生じた表面被覆材の屋外暴露、櫻庭浩樹、熊谷慎祐、宮田敦士、佐々木巖、西崎到、材料学会アップグレードシンポジウム2015.10
- ・海洋暴露30年経過したコンクリート表面保護工の調査報告、佐々木巖、櫻庭浩樹、西崎到、青山敏幸、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム2015.10
- ・海洋暴露30年経過した水セメント比の異なるコンクリートの調査報告、三加崇、梅本洋平、櫻庭浩樹、佐々木巖、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム2015.10 ※ほか、5本投稿

【国内・査読無】(5本)

- ・遊離石灰が析出したひび割れの補修方法に関する検討、内藤勲、島多昭典、下山直也、北海道開発技術研究発表会、2015.2
- ・冬期施工におけるひび割れ注入工法の流動性と充填性、内藤勲、島多昭典、北海道開発技術研究発表会、2016.2
※ほか、3本投稿

【海外・査読付】(5本)

- ・BASIC CONSIDERATION ON HOW EFFECTIVE INSUFFICIENT FILLING DETERIORATES REPAIRED CRACKED CONCRETE IN FROST DAMAGE, Isao Naitoh, Akinori Shimata, Norihiro Mihara, Asian Concrete Federation, 2014.9
- ・STUDY on the filling ability of crack injection into concrete in a cold snowy region, Norihiro Mihara, Isao Naitoh, Akinori Shimata, Asian Concrete Federation, 2014.9
- ・CHLORIDE ION INGRESS THROUGH UNCOATED SIDES IN SURFACE COATED MORTAR BEAMS, Hiroki Sakuraba, Iwao Sasaki, Itaru Nishizaki, Fifth International Conference on Construction Materials, 2015.10
- ・Influence of film thickness and ambient temperature to the protective performance of surface coating material, Hiroki Sakuraba, Atsushi Miyata, Shinsuke Kumagai, Iwao Sasaki, Itaru Nishizaki, The 15th International Congress on Polymers in Concrete, 2015.10
- ・Improvement of the Adhesion between Epoxy-Based Surface Coating and Hydrophobic Impregnated Concrete, Shinsuke Kumagai, Hiroki Sakuraba, Atsushi Miyata, Iwao Sasaki, Itaru Nishizaki, The 15th International Congress on Polymers in Concrete, 2015.10

【学会発表等その他】(24本)

- ・表面被覆材の付着性能を低下させる要因の検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、2014.9
- ・表面被覆工を施したコンクリート構造物の表面被覆材の膨れの要因に関する一考察、土木学会年次学術講演会講演概要集、2014.9
- ・コンクリート構造物の補修に関する研究、プレストレストコンクリート技術講習会講演集、プレストレストコンクリート工学会、2015.6
- ・環境温度と養生日数が断面修復材の強度に与える影響、土木学会年次学術講演会講演概要集、2015.9
- ・供試体の形状や寸法が断面修復材の圧縮強度に及ぼす影響、土木学会年次学術講演会講演概要集、2015.9
- ・ひび割れ注入工法の低温における充填性と耐凍害性、土木技術資料 57-12、2016.2 ※ほか、18本投稿

(3) 事業・社会への貢献

- ・技術相談件数：補修案件 H25 まで 106 件、H26 は 43 件、H27 は 31 件
- ・今後、作成した「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル」（案）の普及に向け、各種講演会、ショーケース等に参画していく。

(4) 特許等の取得

- ・コンクリート面が目視可能な透明な表面被覆材について特許出願（H26）

(5) 成果の普及

- ・H26：土木学会複合構造委員会、寒地技術講習会などの講演会で講演
- ・JCI 北海道支部コンクリート補修委員会にて、調査・研究結果等を提示（H26-27）
- ・H27：PC 技術講習会全国 9 会場（2,450 名）、港湾技術セミナーなどの講演会で成果を講演

(6) 自己評価

目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) ISO への意見提出は評価できる。

【対応】

- 1) 今後も ISO 規格等の国際規格制定に貢献できるように努めたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本をより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-5 既設舗装の長寿命化手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 路面性状の効率的取得技術の開発
- 2) 既設舗装の構造的健全度評価方法の提案
- 3) 幹線道路におけるライフサイクルを見据えた維持修繕手法の提案
- 4) 生活道路における簡略的な維持修繕手法の提案

【目標の達成状況】

- 1)
 - ・ MMS (Mobile Mapping System) を路面評価用に改良 (高性能レーザーの搭載) し、高度な点検手法として三次元点群データの集合体による路面の面的評価方法を提案 (路面凹凸コンター化手法に提案、路面変状進行度の定量的評価手法を提案)
 - ・ 簡易な点検手法として、一般車両に加速度センサー等を搭載して、段差検出手法やわだち掘れ深さ評価手法を提案
- 2)
 - ・ 実大舗装供試体に対する繰返し載荷試験を通じ、舗装が構造的に劣化していく過程を路面調査、土圧計測、FWD たわみ量試験により追跡し、非破壊試験である FWD たわみ量試験が劣化過程の把握に有用であることを再確認
 - ・ 同供試体に対して最終的に開削調査を行い、表層から劣化が進行していることを確認
 - ・ MWD (Moving Wheel Deflectometer : 移動式たわみ測定装置) の試作機を開発し、構内道路及び実道において舗装厚が薄いところにおいては MWD たわみ量と FWD たわみ量に相関があることを確認
- 3)
 - ・ 路面性状データの分析を通じ、切削オーバーレイの繰返し回数で耐久性に差が生じうることを確認し、修繕工法の選定時に過去の修繕履歴を把握しておくことの重要性を舗装の点検要領に提示することを提案
 - ・ ②にて明らかになった表層からの劣化進行に対して、表面処理工法等を積極的に採用する予防保全措置段階の診断区分の設定を舗装の点検要領に提案
 - ・ 雨水の存在が舗装の耐久性に多大に影響することから、表面処理工法のひび割れ封かん度を評価する新たな試験方法を提案
- 4)
 - ・ ひび割れが入った既設舗装に対し、原位置で加熱、かきほぐして再転圧することによる路面のリフレッシュ、ひび割れ封かん手法を提案、試験施工を実施
 - ・ 乳剤と骨材を現地で混合し、人力施工が可能な新たな表面処理工法を提案、試験施工を実施、専門技術者を要さない住民参加型の舗装修繕の可能性を示唆

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付き、国内】

- ・ 渡邊一弘、堀内智司、久保和幸：繰返し載荷試験装置を用いた舗装の疲労蓄積に関する一考察、土木学会論文集 E1（舗装工学）、Vol. 69, No. 3, pp. 1_109-116、2013. 12
- ・ 森石一志、中村博康、渡邊一弘：三次元点群データを用いた新たな路面評価手法の検討、土木学会論文集 E1（舗装工学）、Vol. 69, No. 3, pp. 1_109-116、2013. 12
- ・ 渡邊一弘、堀内智司、久保和幸：繰返し載荷試験装置を用いた舗装の長期の疲労蓄積に関する一考察、土木学会論文集 E1（舗装工学）、Vol. 70, No. 3, pp. 1_151-158、2014. 12
- ・ 森石一志、中村博康、渡邊一弘：実路における三次元点群データを用いた路面評価手法の実用性の検討、土木学会論文集 E1（舗装工学）、Vol. 70, No. 3, pp. 1_33-40、2014. 12
- ・ 渡邊一弘、久保和幸：地下水位の高さと舗装の疲労蓄積の関係に関する実験的検証、土木学会論文集 E1（舗装工学）、Vol. 71, No. 3, pp. 1_161-168、2015. 12
- ・ 森石一志、富樫健司、中村康博、渡邊一弘：三次元点群データを用いた路面の面的評価および構造的健全性との関連性検討、土木学会論文集 E1, Vol. 71, No. 3, pp1_127-135、2015. 12
- ・ 富山和也、中村康博、増戸浩幸、城本政一、渡邊一弘：共通試験結果に基づく路面プロファイラの有効性とその検証方法、土木学会論文集 E1, Vol. 71, No. 3, pp1_9-17、2015. 12

【査読付き、海外】

- ・ Kazuhiro Watanabe, Kazuyuki Kubo : A Study of Long-Term Fatigue Accumulation of Pavement Using Repeated Loading Testers, ISAP 2016（投稿中）

【査読なし、国内】

- ・ 渡邊一弘、久保和幸：軽交通道路における舗装の管理実態及び損傷形態と構造的健全度、土木技術資料、Vol. 55、No. 3、2012. 3
- ・ 渡邊一弘、井谷雅司、久保和幸：アスファルト舗装のひび割れに関する新たな評価指標の提案、第 12 回北陸道路舗装会議、2012. 6
- ・ 渡邊一弘：舗装マネジメントシステム—透明性のある、効率的な舗装管理に向けて—、土木施工、Vol. 53、No. 5、pp. 52-53、2012. 5
- ・ 渡邊一弘、久保和幸：舗装の特性を考慮したマネジメント、土木技術資料、Vol. 56, No. 4, pp. 18-21、2014. 4
- ・ 渡邊一弘、堀内智司、久保和幸：路面への雨水浸入が舗装の構造的健全度の低下に与える影響、土木技術資料、Vol. 56, No. 5, pp. 26-29、2014. 5
- ・ 渡邊一弘、堀内智司、久保和幸：実大舗装供試体に対する長期の繰返し載荷試験結果、第 13 回北陸道路舗装会議、2015. 6
- ・ 岩永真和、岡部俊幸、渡邊一弘：簡易型路面性状測定車による路面段差の評価方法とその推定精度について、第 13 回北陸道路舗装会議、2015. 6
- ・ 渡邊一弘、久保和幸：舗装の維持修繕に係る最近の話題、第 31 回日本道路会議、2015. 10
- ・ 渡邊一弘、久保和幸：供用初期の舗装各層の構造的健全度低下過程に関する実験的検証、第 31 回日本道路会議、2015. 10
- ・ 岩永真和、岡部俊幸、渡邊一弘：車両特性の違いが路面段差測定結果に与える影響に関する考察、第 31 回日本道路会議、2015. 10
- ・ 大嶋智彦、中村和明、岡部俊幸、渡邊一弘：ラインスキャンカメラを用いたひび割れ評価法の一検討、第 31 回日本道路会議、2015. 10
- ・ 川上聖、清水進、渡邊一弘：アスファルト舗装の簡易的維持補修材料に関する検討、第 31 回日本道路会議、2015. 10
- ・ 渡邊一弘、久保和幸：アスファルト舗装各層の構造的健全度低下過程に関する実験的検証、平成 27 年度農業農村工学会材料施工部会・農村道路研究部会合同研究集会、2015. 11

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 健全度の評価手法の提案や維持修繕工法の提案を通じ、舗装の効率的な管理の実現に向けた道路管理者の取組に貢献、舗装の点検要領への反映も提案
- ・ また、宇都宮市において、路面調査・舗装管理に関する技術指導（講習会）を実施、土浦土木事務所において、舗装の長寿命化に向けた取組に関する技術指導を実施

(4) 特許等の取得

なし

(5) 成果の普及

- ・簡易な路面点検手法については、自治体における舗装の総点検実施に適用
- ・各種研修（国交大等）にて、路面性状の効率的な取得技術に関する開発技術を紹介
- ・茨城県の舗装マネジメント委員会に委員として参画し、ライフサイクルを見据えた維持修繕手法を提案し、茨城県舗装維持修繕計画（案）に反映

(6) 自己評価

- ・路面の高度な点検手法及び簡易な点検手法を開発、また舗装各層の劣化進行過程を把握して予防保全措置の重要性を確認、舗装の点検要領への提案や自治体の維持修繕計画案に反映、さらに住民参加型の舗装管理に適用しうる簡略的な維持管理技術の提案を行うなど、当初掲げた達成目標は達成していると評価

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外への発表が不十分

【対応】

- 1) 海外への投稿は1本であるが、研究活動の一環として「舗装の維持修繕ガイドブック 2013」の英語版作成にも JICA とも連携して取り組んでいるところである。海外への成果の展開についても、引き続き努力していく。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-6 道路トンネルの合理的な点検・診断手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) トンネルの管理水準設定に必要な技術項目の提案
- 2) トンネルの安全状態を簡易に診断する手法の提案
- 3) 管理水準に応じたトンネル点検・診断手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 既往のトンネル点検データを収集し、そのデータをもとに変状発生の傾向について分析を行うとともに、道路管理者に要求されるトンネルの管理水準を設定するために必要となる技術項目について検討を行った。その結果、覆工コンクリートのうき・はく落に関する定量的な健全度判定のための評価指標の抽出と重み係数の設定を行ったとともに、適用性の検証を行った。
- 2) トンネルが致命的な損傷に至る可能性を内含するかどうかを簡易に診断できる手法として、トンネル内の覆工の応力状態と音速変化の関係に注目した簡易な方法による判定可能性について実物大の覆工コンクリートを用いた載荷実験を通じて検討した。その結果、コンクリートに比較的高いレベルのひずみが発生している状態において、ひずみと音速変化率の関連性があり、音速変化に着目することで損傷状態を把握できる可能性があることを示した。また、利用者被害をもたらす可能性のある変状を把握できる手法として、非破壊による覆工コンクリートのうき・はく離部の検出方法に関して、実際のトンネルで検証を行い、その適用性を把握した。この成果は、共同研究報告書「非破壊による覆工コンクリートのうき・はく離検出に関する技術資料」として発刊予定であり、現在取りまとめ中である。
- 3) 既往のトンネル点検データの変状事例等をもとに、検討した評価指標と重み係数を用いた評価の実施により、管理水準に応じた点検・診断手法について検討を行った。その結果、点検員による遠望目視による変状の健全度評価が大きく異なること、近接目視と遠望目視による点検で得られる判定区分の差違を明らかにするとともに、覆工の外観のみを遠望目視を行う際に併用すべき一手法を示した。また、変状の経時的な進展状況調査を実施し、適切な点検頻度の設定を行うための情報を把握した。また、適切なメンテナンスサイクルを実施するにあたって、技術者の個人差を解消するために、発生している変状について新しい健全性の診断区分に基づいた道路トンネル変状事例集の作成を行い、合理的な運用方法を提案した。この成果は、土研資料「道路トンネル変状事例集」として発刊予定である。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(2本)

- ・砂金伸治, 角湯克典, 真下英人: 「既設トンネルの変状の進行および変形メカニズムに関する考察」, 岩の力学連合会, 第13回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp747~750, 2013.3
- ・砂金伸治, 河田皓介, 日下敦, 淡路動太, 石村利明: 「既設トンネルの変状の進行および対策工の効果に関する考察」, 岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp304~307, 2015.1

【査読付論文・海外】(5本)

- ・ N. Isago, H. Mashimo: Quantitative health evaluation for existing tunnel against scaling and spalling , ITA-AITES World Tunnel Congress 2013
- ・ N. Isago, A. Kusaka, D. Awaji, K. Kawata, T. Ishimura: Deformation mechanism and effect of countermeasure for tunnel under swelling rock condition, ITA-AITES World Tunnel Congress 2014.5
- ・ N. Isago, K. Kawata, A. Kusaka, D. Awaji, T. Ishimura: Deformation mechanism of tunnel under swelling rock condition, 8th Asian Rock Mechanics Symposium , 2014.10
- ・ N. Isago, K. Kawata, A. Kusaka, T. Ishimura: Long-term deformation of mountain tunnel lining and ground under swelling rock condition, Proceedings of the ISRM regional symposium EUROCK 2015 & 64th Geomechanics colloquim , 2015.10
- ・ N. Isago, K. Kawata, A. Kusaka, T. Ishimura: Long-term deformation of mountain tunnel lining and ground under swelling rock condition, Geomechanics and Tunneling , 2015.10

【査読無し論文・国内】（5本）

- ・ 笹田俊之, 砂金伸治, 石村利明: 「遠望目視点検時における評価指標に関する一考察」 , 第30回日本道路会議論文集, 2013.10
- ・ 笹田俊之, 砂金伸治, 石村利明: 「長期計測結果にもとづいたトンネル覆工の挙動に関する考察」, トンネル工学報告集第24巻, 2014.12
- ・ 石村利明, 砂金伸治, 笹田俊之: 「道路トンネルの点検結果に基づく変状実態に関する一考察」, 地下空間シンポジウム論文・報告集第20巻, pp165~170, 2015.1
- ・ 石村利明, 砂金伸治, 日下敦, 笹田俊之: 「変状トンネルにおける覆工状況の診断手法に関する実験的検討」, トンネル工学報告集第25巻, 2015.11
- ・ 笹田俊之, 砂金伸治, 石村利明: 「トンネル点検結果による判定区分の変化に関する分析」 , 第31回日本道路会議論文集, 2015.10

【学会発表等その他】（9本）

- ・ 砂金伸治, 角湯克典: 「うき・はく落を生じるトンネルの健全度評価」, 土木技術資料 54-7, pp42~45, 2012.7
- ・ 砂金伸治, 角湯克典, 真下英人: 「覆工コンクリート供試体における発生ひずみ量と音速変化に関する考察」, 土木学会第67回年次学術講演会, IIIpp.215~216, 2012.9
- ・ 砂金伸治, 日下敦, 真下英人, 角湯克典: 「現地計測結果に基づく既設トンネルの変形メカニズムに関する考察」, 第45回地盤工学研究発表会, pp.1275~1276, 2012.7
- ・ 砂金伸治, 真下英人, 石村利明: 「現地計測に基づく既設トンネルの変状の進行性に関する考察」 , 土木技術資料 55-12, pp22~25, 2013.12
- ・ 砂金伸治, 真下英人, 石村利明: 「道路トンネルにおけるメンテナンスの取組み」 , 土木技術資料 56-4, pp10~13, 2014.4
- ・ 石村利明, 砂金伸治, 笹田俊之: 「道路トンネルの点検結果に基づく変状実態に関する一考察」 , 土木学会第69回年次学術講演概要集, pp367~368, 2014.9
- ・ 笹田俊之, 砂金伸治, 石村利明: 「長期計測結果に基づいたトンネル覆工におけるひび割れの挙動に関する考察」, 土木学会第69回年次学術講演概要集, pp393~394, 2014.9
- ・ 砂金伸治: 「道路トンネルの維持管理の動向」, 防水ジャーナル No.516, pp59~368, 2014.11
- ・ 笹田俊之, 砂金伸治, 石村利明: 「道路トンネルの点検結果にもとづく変状の進行に関する一考察」, 土木学会第70回年次学術講演概要集, pp293~294, 2015.9

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 笹子トンネルの天井板落下事故等を契機に、これまで以上にトンネルの安全性確保に対する社会的要請が高くなっており、適切な維持管理が求められている。こうした動きの中で、道路法等の一部改正（H25.6）に伴い制定された政令等に基づき新たな点検手法・健全性の診断区分が規定された。今後、これらの手法や診断区分を考慮した道路トンネルの維持管理に関する諸要領類についても見直しの必要に迫られている。本研究の実施により、トンネルの維持管理を行ううえでの有益な成果が得られたと考えており、すでにこれまで

一部成果は、「道路トンネル定期点検要領(案)」(H26.6)および「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】」(H27.6)に反映しており、社会への貢献度は極めて高いと考えられる。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・本研究で得られた成果は、道路トンネル点検要領(平成26.6)、道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(平成27.6)へ反映するとともに、供用中の道路トンネルにおける吹付けコンクリートのはく落事故等の技術指導時、地方整備局での維持管理研修(道路トンネル)テキスト作成等に活用されている。また、今後、土研刊行物として発刊予定している「道路トンネル変状事例集」がまとめ次第、道路管理者等の関係機関への配布を行うなど、今後においても積極的に成果の普及を図る予定としている。

(6) 自己評価

- ・トンネルの管理水準設定に必要な技術項目については、覆工コンクリートのうき・はく落に関する定量的な健全度判定のための評価方法の提案を行っており、概ね予定どおりの成果が得られ、目標を達成できたものと考えている。今後は、うき・はく落に対する管理水準設定に対しては、提案した評価指標を活用した数多くの変状事例に対する分析等による検証を行うことにより、より適切なしきい値の設定となるよう改善していくことが重要であると考えている。
- ・トンネルの安全状態を簡易に診断する手法については、音速変化に着目することで損傷状態を把握できる可能性を確認するとともに、実物大の覆工コンクリートによる載荷実験を通して、高い応力状態下等での音速変化を把握した。また、赤外線を用いた非破壊による覆工コンクリートのうき・はく離検出技術について、国土交通省国土技術政策総合技術研究所、民間会社3社と共同研究により、実トンネルでの調査結果等を通じて、検出精度、検出手法の適用可能性を明らかにした。この成果は、共同研究報告書「非破壊による覆工コンクリートのうき・はく離検出に関する技術資料」として発刊予定であり、現在取りまとめ中である。これらにより、概ね予定どおりの成果が得られ、目標を達成できたものと考えている。今後は、実験や現場等における検証等を通じて、本点検手法の適用性について検証することが重要であると考えている。
- ・管理水準に応じたトンネル点検・診断手法については、点検手法により判定区分の差違を明らかにするとともに、遠望目視方法の点検員による健全度評価の相違の把握や改善案の提示とともに、点検頻度の設定を行うための情報を把握した。さらに、また、適切なメンテナンスサイクルを実施するにあたって、技術者の個人差を解消するために、発生している変状について新しい健全性の診断区分に基づいた変状事例集等の作成を行い、合理的な運用方法を提案した。この成果は、土研資料「道路トンネル変状事例集」として発刊予定である。これらにより、概ね予定どおりの成果が得られ、目標を達成できたものと考えている。
- ・本研究に関しては、国内・海外で合計論文21本の発表を実施しており、積極的に成果の公表を行ったと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 適切に達成されている

【対応】

- 1) なし

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-7 落橋等の重大事故を防止するための調査・診断技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 鋼トラス・アーチ橋及びPC橋の崩壊メカニズムの解明
- 2) 鋼トラス・アーチ橋及びPC橋の崩壊を防ぐために必要となる調査・診断手法の提案

【目標の達成状況】

1)

(鋼トラス、アーチ橋)

- ・ トラス格点部の実橋腐食試験体 (計5体) を対象とした斜材軸力による圧縮・引張2軸載荷試験およびトラス斜材・弦材(単柱)の実橋腐食試験体 (計7体) を対象とした軸圧縮載荷試験を行い、破壊性状及び耐荷力を把握した。
- ・ 上記結果、既往載荷試験データ (健全体) の収集分析結果、腐食欠損量をパラメータとした弾塑性FEM解析の結果と合わせて、トラス・アーチの格点部およびトラス斜材・弦材の腐食欠損が耐荷力に及ぼす影響及び破壊性状に応じた耐荷力の低下量を把握した。
- ・ 橋梁構造全体モデルを対象とし、格点部の腐食欠損量をパラメータとした弾塑性FEM解析により、トラス・アーチの格点部の腐食欠損が増大した場合の橋梁構造全体挙動への影響の評価を行った。その結果、格点部の腐食欠損が増大した際に、格点部が先行変形しての橋梁構造全体の耐荷力低下が進んでいく崩壊メカニズム (耐荷力喪失過程) を明らかにした。

(PC橋)

- ・ 塩害を受けたポステンPC橋を対象に、載荷試験により桁の耐荷力評価に着目した載荷試験を実施し、曲げ耐力及びせん断耐力を把握し解体調査結果及び載荷試験結果を反映させたFEM解析を実施することにより耐荷性能喪失に至る過程を明らかにした。

2)

(鋼トラス、アーチ橋)

- ・ 補修履歴を有する鋼アーチ橋 (近畿地整) を対象として、現地載荷試験を実施。全体挙動を把握するとともに、各種解析モデルによる解析結果との比較により、全体挙動を再現可能な解析モデル構築のための基本的な考え方を提示した。
- ・ 上記①の結果を踏まえて、鋼トラス、アーチ橋の格点部の破壊性状および斜材・弦材の腐食欠損に応じた残存耐荷力の評価式 (診断の指標) および腐食欠損部の調査に係る基本的な留意点をとりまとめた。

(PC橋)

- ・ 塩害を受けたポステンPC橋および東日本大震災時の津波により損傷を受けたPC橋の載荷試験中に、加振による固有振動数測定を行い桁の耐荷力評価法の適用性を確認した。また塩害を受けたポステンPC橋を用いて、3.95Mev高出力X線透過装置による内部透過撮影や簡易な計測器による塩分調査を行い、より高度な非破壊検査技術の適用性を確認した。さらに、より汎用性のある簡易解析モデル (M-φモデル) による耐荷力推定の再現性について確認し、PC多主桁橋における健全性診断手法を示した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

査読付き論文 15 編を含む、計 71 編発表。

【国内論文・査読付き】：投稿中 1 本を含め計 11 編（以下に全て記載）

【国内論文・査読なし】：計 36 編（記載省略）

（鋼トラス、アーチ橋）

- ・野上邦栄、山本憲、山沢哲也、依田照彦、笠野英行、村越潤、遠山直樹、澤田守、有村健太郎、郭路：鋼トラス橋の上弦材側格点部の腐食計測とその腐食形態の特徴、構造工学論文集 Vol. 58A、2012. 3.
- ・村越潤、有村健太郎、澤田守、遠山直樹、依田照彦、野上邦栄、笠野英行：腐食劣化の生じた鋼トラス橋の現地載荷試験と耐荷性能評価に関する検討、構造工学論文集 Vol. 59A、2013. 3.
- ・村越潤、遠山直樹、澤田守、有村健太郎、郭路、依田照彦、笠野英行、野上邦栄：腐食劣化の生じた鋼トラス橋格点部の圧縮耐力に着目した載荷試験、構造工学論文集 Vol. 59A、2013. 3.
- ・山沢哲也、野上邦栄、小峰翔一、依田照彦、笠野英行、村越潤、遠山直樹、澤田守、有村健太郎、郭路：模擬腐食を導入した鋼トラス橋斜材の残存圧縮耐力、構造工学論文集 Vol. 59A、2013. 3.
- ・Xuan Tung NGUYEN, Kuniei NOGAMI, Teruhiko YODA, Hideyuki KASANO, Jun MURAKOSHI, Mamoru SAWADA : Evaluation of corrosion state of gusset plate connections on steel truss bridge, Journal of Steel Construction Engineering, Vol. 21, No. 83, 2014. 9.
- ・X. T. Nguyen, K. Nogami, T. Yoda, H. Kasano, J. Murakoshi, H. Honda, D. Tashiro : Evaluation of corrosion at contact surface on gusset plate connections of steel truss bridge, Journal of Steel Construction Engineering of JSSC, Vol. 22, No. 85, 2015. 3.
- ・小峰翔一、村越潤、高橋実、野上邦栄、栗原雅和、田代大樹、岸祐介、依田照彦、笠野英行：断面欠損を有する鋼トラス橋圧縮部材の残存耐力に関する実験的検討（土木学会論文集投稿中）

（PC 橋）

- ・松沢政和、木村嘉富、本間英貴、花井拓：塩害を受けたポストテンション PCT 桁の臨床研究—PC 鋼材の付着特性に着目した載荷試験—、プレストレストコンクリート、2013.
- ・國富康志、谷口秀明、木村嘉富：PCT 桁橋の桁下面に発生した縦ひび割れ原因に関する解析的検討、プレストレストコンクリート工学会第 23 回シンポジウム論文集、2014. 10.
- ・中西昌洋、北野勇一、本間英貴：PCT 桁橋の桁腹部に発生したシース沿いひび割れ原因に関する解析的検討、プレストレストコンクリート工学会第 23 回シンポジウム論文集、2014. 10.
- ・木村嘉富、石田雅博、宇佐美惣、花井拓、本間英貴、吉田英二、松沢政和：塩害により損傷を受けたポストテンション PCT 桁の耐力評価、構造工学論文集 Vol. 62A、2016. 2.

【海外論文・査読付き】：計 4 編（以下に全て記載）

【海外論文・査読なし】：投稿中含め計 20 編（記載省略）

（鋼トラス、アーチ橋）

- ・Hideyuki Kasano, Teruhiko Yoda, Jun Murakoshi, Naoki Toyama, Mamoru Sawada, Kentaro Arimura and Lu Guo : Study on Failure modes of Steel Truss Bridge Gusset Plates Related to Tension and Shear Block Failure, International Journal of Steel Structures, Vol.12, No.3, 2012. 9.
- ・Weiwei Lin, Heang Lam, Teruhiko Yoda, Haijie Ge, Ying Xu, Hideyuki Kasano, Kuniei Nogami, Jun Murakoshi : After-fracture redundancy analysis of an aged truss bridge in Japan, Journal of Structures and infrastructures of IALCCE, 2016. 4（搭載決定）
- ・Yuki Kurihara, Yoshitomi Kimura, Taku Hanai, Yuichi Kitano, Hideaki Taniguchi: Structural safety assessment with dynamic characteristics of prestressed concrete structures, The Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies (SCMT3), e288, 2013. 8
- ・Shu Kobayashi, Yoshitomi Kimura, Yuichi Kitano, Hideaki Taniguchi, Yasushi Kunitomi : Effect of Grout Filling Condition on Corrosion of Prestressing Steel in Existing Prestressed Concrete Bridges, The Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies (SCMT3), e282, 2013. 8

(3) 事業・社会への貢献

- ・劣化損傷事例に対する技術指導や、道路橋維持管理研修等を通じて、道路管理者に対して重要となる維持管理上の留意事項の情報提供を行うことにより、道路橋の維持管理に貢献。
- ・臨床研究として撤去橋梁・部材（銚子大橋、桜橋、相見川浜海橋、普代水門管理橋）を対象として載荷試験等（2 回の公開試験）を行った。また、既設橋の老朽化の現状、維持管理の重要性、臨床研究の必要性について、TV 等メディアに情報発信した（TV メディア 4 回）。土木技術資料（7 回）、CAESAR 講演会（5 回）等において公表した。

(4) 特許等の取得

・なし

(5) 成果の普及

・本研究の成果は、上記の学会論文、土研資料にて公表した。今後、残りの成果も土研資料、論文としてとりまとめていく予定。また、各地方整備局から参加する橋梁担当者会議や道路管理者の維持管理研修等を通じて、最近の鋼橋の損傷事例と維持管理の留意点の説明を行うとともに、土木技術資料の講座「現場に学ぶメンテナンス」において技術相談の具体事例に則した維持管理の留意点の情報発信を行った。

(6) 自己評価

・格点部の破壊性状に応じた耐荷力の評価式および斜材・弦材の腐食欠損に応じた耐荷力の評価式を提案したこと、また PC 多主桁橋における健全性診断手法を提案したこと、論文、雑誌（土木技術資料）、土研資料等において、これらの成果を積極的に公表しており、概ね目標を達成したと考える。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) トラスの各点部の腐食は致命的である。ガセット部の補修・補強方法についても早急に確立して頂きたい。
- 2) 塩害以外へのアプローチをもっと充実させて欲しい。

【対応】

- 1) 検討に含める方向で考えたい。
- 2) 塩害以外の劣化要因についても、第4期のプロジェクト研究の中でさらに検討を進めたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本をより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-8 道路橋桁端部における腐食対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 腐食環境改善方法の提示
- 2) 安全に配慮したPC橋桁端部の調査、補修方法の提示
- 3) 施工性に優れた鋼橋桁端部の補修方法の提示

【目標の達成状況】

- 1) 既設コンクリート橋 47 橋の桁端部の現地調査を行い、漏水や劣化・損傷等の実態を把握した。調査結果を踏まえて、桁端部の漏水対策の必要性について論文等公表資料に取りまとめるとともに、道路管理者との意見交換会や技術展示を通じて広く認識共有を図った。

コンクリート橋桁端部の狭い遊間に、交通供用を妨げずに橋の側方から設置できる排水装置について、2社との共同研究を行い、要求性能を整理した上で、それぞれ桁端部用排水装置の構造と設置方法（ゴム製及びポリエチレン製）を提案するとともに既設橋5橋に試験的に設置した。遊間部分のコンクリート面の状態によって止水の程度に差が見られるものの、5橋中4橋では、道路幅員方向の8～9割の範囲を止水でき、橋の側方に排水できていることを確認した。また、排水装置の設置に際して必要となる、狭く長い遊間内の発泡スチロール除去技術、遊間内部の調査方法、止水性を向上させるシーリング技術等、さまざまな周辺技術も開発した。

実橋調査や技術相談を通じて、道路橋における路面の排水装置の不具合事例を整理し、排水装置の劣化・腐食、季節風の影響等に対する流末処理や、排水の凍結による排水装置の破損・漏水等、環境作用や外力に対する排水装置の構造設計上の配慮が必要であることを示した。

- 2) 調査削孔時のドリル孔の深さが異なるPC桁端部を模擬した供試体を用いて、局部圧縮載荷試験を行った。プレストレスによる圧縮方向に対して直角方向に削孔されたドリル孔が深いほど、コンクリート側面の軸方向ひび割れ（押し抜き破壊過程における側方への曲げひび割れ）発生後の拘束効果の低下が速い傾向が見られた。また、小型供試体を用いて、ドリル孔の径や深さが異なる場合の影響、スターラップ径の影響、桁幅の影響について実験的検討を行った。

以上の結果を踏まえて、PC桁端部に削孔等を行った場合に想定される影響（ひび割れ等の状況）を示すとともに、PC桁端部でやむを得ず調査削孔等を行う際の留意点を提示した。

- 3) 鋼桁端部において、ウェブ、下フランジ、垂直補剛材が交差する、狭くて複雑な、かつ腐食が生じ易い部分を対象に、ジャッキアップを伴わない当て板補強の方法を提案した。実橋での試験施工より、本数の少ないボルト、仮設用クランプ（応急対策用）、接着剤を併用した当て板固定であっても、活荷重に対する補強効果が得られることを確認した。また、当て板による補強効果は、試験施工から9箇月後もほとんど変わらず、効果の持続を確認した。さらに、実橋の断面欠損を模擬した供試体を用いて、地震時の水平荷重を想定した水平交番載荷試験を行い、水平荷重によって顕著に不安定な挙動とならないことを確認した。

また、当て板補強に関連して、ボルト接着継手の設計施工マニュアルの骨子案を取りまとめた。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

合計 19 本

【査読付論文・国内】（投稿中 1 本を含め計 5 本）

- ・田中良樹, 木村嘉富, 村越潤, 吉田英二: PC 定着部への削孔の影響に関する実験的検討, 第 22 回 PC シンポジウム論文集, pp. 317-322, 2013. 10.
- ・吉田英二, 村越潤, 木村嘉富, 田中良樹: 鋼板接着補強された RC 桁の耐荷力に及ぼす鋼板継手の影響, コンクリート工学年次論文集, 36-2, pp. 1207-1212, 2014. 7.
- ・田中良樹, 木村嘉富, 村越潤, 本間英貴: コンクリートの中性化領域における塩分浸透に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, 36-1, pp. 1006-1011, 2014. 7.
- ・田中良樹, 石田雅博, 村越潤, 吉田英二: PC 定着部付近におけるドリル削孔の影響に関する実験的検討, 第 24 回 PC シンポジウム論文集, pp. 459-462, 2015. 10.
- ・田中良樹, 石田雅博, 村越潤: 道路橋における凍結融解と ASR の影響を受けたコンクリートの劣化調査, 土木学会論文集 (投稿中)

【査読無し論文・国内】（投稿中 1 本を含め計 8 本）

- ・田中良樹, 村越潤, 飯塚拓英: 道路橋の補強に用いるボルト接着継手の設計, 土木技術資料, 54-10, pp. 45-46, 2012. 10.
- ・村越潤, 田中良樹, 藤田育男, 坂根泰, 田中健司, 植田健介: 既設コンクリート道路橋桁端部の腐食環境改善への取り組み, 土木技術資料, 55-11, pp. 29-34, 2013. 11.
- ・田中良樹, 村越潤, 飯塚拓英: 鋼道路橋桁端部の腐食断面欠損に対する当て板補強, 土木技術資料, 56-4, pp. 40-45, 2014. 4.
- ・田中良樹, 村越潤, 本間英貴, 吉田英二: 既設コンクリート道路橋桁端部の腐食環境改善への取り組み, 第 23 回 PC シンポジウム論文集, pp. 637-640, 2014. 10. (研究紹介)
- ・田中良樹, 村越潤, 木村嘉富, 吉田英二, 飯塚拓英: 神戸橋—鋼板接着補強された RC 桁の耐荷力評価—, 橋梁と基礎, pp. 37-42, 2014. 12.
- ・田中良樹, 村越潤, 石田雅博, 吉田英二: 道路橋桁端部の腐食環境調査～橋台、橋脚の調査事例～, 土木技術資料, 57-6, pp. 36-41, 2015. 6.
- ・田中良樹, 村越潤: 高カランプの性能確認試験, 土木技術資料, 58-4, pp. 48-49, 2016. 4.
- ・田中良樹, 村越潤: 道路橋の排水装置に関する調査—腐食環境の改善に向けて—, 土木技術資料 (投稿中)

【査読無し論文・海外】（2 本）

- ・Tanaka, Y., Murakoshi, J. and Yoshida, E., Load-carrying capacity of reinforced concrete beams with adhesively bonded steel plates, Proc. of 27th US-Japan Bridge Engineering Workshop, 2011.
- ・Yoshida, E., Murakoshi, J. Kimura, Y. and Tanaka, Y., Influence of joints between steel plates on load-carrying capacity of reinforced concrete girders strengthened with externally bonded steel plates, Proc. of 30th US-Japan Bridge Engineering Workshop, 2014.

【学会発表等その他】（4 本）

- ・飯塚拓英, 村越潤, 田中良樹: ボルト接着継手による RC 桁鋼板接着補強継手部の改善方法に関する検討, 土木学会第 67 回年次学術講演会, I, pp. 685-686, 2012.
- ・吉田英二, 村越潤, 木村嘉富, 田中良樹, 飯塚拓英: ボルト接着継手を有する鋼板接着補強 RC 桁の耐荷力試験, 土木学会第 68 回年次講演会概要集, V, pp. 359-360, 2013. 9.
- ・飯塚拓英, 村越潤, 田中良樹: 鋼道路橋桁端部の腐食断面欠損に対する当て板補強の試験施工, 土木学会第 68 回年次学術講演会概要集, I, pp. 703-704, 2013. 9.
- ・田中良樹, 村越潤, 飯塚拓英, 吉田英二: コンクリート道路橋桁端部の腐食環境調査, 第 30 回日本道路会議, 2013. 10.
- ・道路橋桁端部の腐食対策に関する技術資料 (暫定案), 土木研究所資料, 2016 年中に印刷予定

(3) 事業・社会への貢献

- ・道路橋桁端部の維持管理に関する技術指導，研修等に成果を活用．今後，道路橋の補修・補強便覧や道路管理者向けの維持管理研修テキスト等に提示することにより，桁端部の腐食に対する予防保全や補修・補強に関わる信頼性向上に貢献．

(4) 特許等の取得

ポリエチレン製排水装置，遊間内残置の発泡スチロールの部分除去技術，及びゴム製排水装置について計3件の特許出願を行った．

- ・特願 2014-182174 カバー治具付き樋及びこれを用いた樋の取付方法（東拓工業(株)との共同出願）
- ・特願 2014-182916 穿孔装置および孔拡張装置（東拓工業(株)との共同出願）
- ・特願 2014-100247 コンクリート接合部目地排水兼シール材及びコンクリート接合部目地への排水兼シール材設置方法（(株)ビービーエムとの共同出願）

(5) 成果の普及

- ・桁端部の漏水対策の必要性及びコンクリート橋桁端部の排水装置について，土研ショーケース，道路管理者との意見交換会，学協会等の技術展示において，講演や展示説明を延べ31回行った．
- ・実務への反映を進めるため，上記技術資料（土木研究所資料）をもとに，マニュアル類の整備等を行う．また，成果の論文公表についても鋭意進めてきているが，国内外への論文発表をさらに積極的に行う．
- ・出願した特許については，施工事例をさらに蓄積し，技術の改善を図るとともに，共同研究相手と協力して積極的に広報を行う．

(6) 自己評価

- ・コンクリート橋の狭い遊間を対象とした漏水対策技術，PC 桁端部における調査時の削孔の影響評価，鋼桁端部支点上の腐食に対する断面補強技術については，これまで十分な知見がなかった部分であり，それぞれの問題点を整理して具体策と維持管理上の留意点を提示できたこと，また成果公表等を通じて桁端部の漏水対策の必要性，緊急性を広く情報共有できたことから，概ね目標は達成したと考える．

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 桁端部はアクセスが重要である。
- 2) 排水管の長さについては、（構造物の劣化対策として、流末水の処理に配慮するよう）早急に対応をしてほしい。
- 3) 鋼桁端部の補修については、ジャッキアップを伴う工法を否定するのではなく、ジャッキアップを伴わない工法と、選択できるようにしてほしい。
- 4) 高性能万力はテンポラリーであることを明記してほしい。

【対応】

- 1) ご指摘のとおり PC の定着部へのアクセスは難しいことから、別途、国総研とも連携して、改善に向けて検討している。ご意見を踏まえて、次期のテーマでも検討課題の一つに取り上げていく。
- 2) 本検討は、排水管の強度を対象としたものである。排水管の流末水の処理については、鋼道路橋防食便覧等で注意喚起されているが、排水管が途中で損傷すると、ご指摘のような事態が発生することが懸念される。ご指摘の点は、今後の改善に向けた検討においても配慮する。
- 3) 鋼桁端部の補修は、ご指摘のとおりジャッキアップした方が良い場合もある。ただし、供用しながらジャッキアップを行うには、橋全体系への影響を含めて適切な検討と施工が必要となり、対応に時間を要することがあるため、応急的な対応策も有用な場合があると考えられる。このことから、補修・補強のメニューを充実させて、それぞれ適材適所に（選択的に）適用することを想定している。
- 4) 成果の公表にあたっては、誤解なきよう記述に配慮する。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑬社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑬-9 橋梁のリスク評価手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) リスクの種類や橋梁特性に応じたリスク要因(欠陥・劣化損傷、地震による被害、洗掘)別に、部材の損傷リスクを相対的・定量的に評価する手法を提案する。
- 2) 路線や構造特性に応じたリスク発生による人命や社会への影響を定量的に評価する手法を提案する。
- 3) 1), 2)の成果を踏まえ、橋梁管理体系に組み入れるリスク評価手法について提案する。

【目標の達成状況】

- 1) ・橋梁設計時に適用された道路橋示方書等の技術基準と橋梁の部材毎の損傷事例を比較整理したところ、鋼桁の疲労亀裂やRC床版のひび割れ等については、適用された技術基準により損傷の発生頻度に差が生じていることが判明した。
 - ・被災要因の一つである洗掘について、既存の被災事例や点検結果を用いて分析を行ったところ、洗掘のリスク評価は、点検判定結果に加えて架橋条件も評価の判断材料とする必要が認められた。
 - ・橋梁の定期点検結果、橋梁管理カルテのうち点検結果が対策区分Eの橋梁、土木研究所で実施された過去の技術相談のうち重大損傷の橋梁等のデータから、橋梁に発生する損傷やその要因、損傷の発生過程を分析し、橋梁に発生するリスクを要因別に細分化し、部材の損傷リスクを評価する手法を提案した。
- 2) ・損傷により交通規制が行われた既設橋梁の事例を用いて下記の検討を行った。
 - ・交通規制による社会的損失を複数ケース試算したところ、交通量や迂回距離が大きく影響することが判明した。
 - ・迂回路位置や橋梁近隣の重要施設(病院・学校等)の関係を調べた結果、迂回路が遠い場合は交通規制期間が短い傾向、橋梁の近隣に重要施設が存在する場合は通行止めを行わない傾向が見られ、架橋箇所の条件により社会的影響を小さくする対応がなされていることが見受けられた。
 - ・損傷の部位と交通規制の関係を整理したところ、主桁や基礎での損傷は、通行止めを行っている事例が見られたが、床版の損傷は、通行止めを行っている事例が見られなかったため、損傷の部位により規制の対応方法に違いが見られた。
 - ・橋梁の損傷によって発生する社会的影響のうち、走行時間・走行経費・交通事故について、費用便益分析マニュアルを参考にし、定量的に評価する手法を提案した。
- 3) ・国内の道路橋以外のリスク評価事例や国外の道路橋リスク評価事例を収集しとりまとめ、国外の事例として、橋梁で一つのリスク値を算出し、橋梁単位で対策の順位付けを行っている事例が見られた。
 - ・橋梁に発生するリスクを細分化し評価した結果と、リスク発生に伴う社会的影響評価から、リスクマトリクスを利用した橋梁のリスク評価手法を提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【国内論文・査読付き】: 1件

- ・松井: 英国における道路橋の維持管理におけるリスク評価 土木学会論文集F4 vol71 no.2 2015

【国内論文・査読なし】: 6件

- ・加藤, 関, 石田, 塚田: 道路橋の点検データに基づく部材の損傷発生頻度のマクロ分析事例 土木学会全国大会第68回年次講演会 2013
- ・加藤, 津幡, 石田: 道路橋基礎の洗掘災害事例及び点検に関する実態調査 土木学会全国大会第69回年次

講演会 2014

- ・飯島，真弓，石原，七澤：道路橋の点検データに基づく部材の損傷発生に関する分析 土木学会全国大会第70回年次講演会 2015
- ・坂本，真弓，七澤：通行規制を実施した橋梁の損傷要因及び社会的影響に関する事例分析 土木学会全国大会第71回年次講演会（投稿予定） 2016
- ・真弓，石原，坂本，七澤：道路橋基礎の洗掘被害に関する研究 土木技術資料 2015.11
- ・七澤，真弓，石原 他10名：北海道地方被災橋梁等調査 土木研究所資料第4307号 平成27年10月

(3) 事業・社会への貢献

- ・損傷部位、種類別損傷リスクの評価法及び橋全体系に及ぼす影響（落橋、供用性）の相対、定量的評価法は、現場における維持管理の合理化に貢献できる。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・学会発表や雑誌等への投稿により情報発信し、得られた知見の普及に努めた
- ・英国で得た橋梁のリスク評価に関する貴重な情報は、土木学会論文集（査読付）に投稿姿勢化の普及に努めた

(6) 自己評価

- ・本研究の目指した目標を達成した。
- ・今後も情報発信を行い、成果の普及につとめる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外発表が不足。
- 2) リスクの定義を再検討して欲しい。
- 3) 発表論文が少ないのではないか。

【対応】

- 1) 海外への発表も含め、成果の普及に努めていく。
- 2) リスクの定義については、成果の中で明確に示すようにしていく。
- 3) 今後も成果の普及に努めていく。

第2分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 寒冷な気象や凍害、流水の作用に起因する構造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発
- 2) 泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土構造物の合理的な維持管理技術の開発
- 3) 積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発

【研究の進捗状況】

- 1) 寒冷な気象や凍害、流水の作用に起因する構造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発
 - ・ 舗装・防水層・床版構造体の接着性能に関する判定指標の提案を行い、寒冷環境における床版防水工の性能評価方法と規格値を提案した。
 - ・ 排水性を向上させた高耐久排水ますを開発し、北海道開発局の設計要領に採用されるとともに、舗装・防水工・排水工からなる床版防水システムとそれらの施工方法までを含めて、床版の高耐久化技術を開発した。
 - ・ 凍害劣化したコンクリート、複合劣化した RC 構造の応力-ひずみ関係をモデル化し、非破壊試験で推定される相対動弾性係数と応力-ひずみモデルから複合劣化を受けた壁高欄の耐荷力を評価する手法を提案した。
 - ・ 壁高欄の補修の判断指標として、リスクマトリクスを用いた方法を提案するとともに、複合劣化進展過程を予測し補修・補強が必要となる劣化状態を示し、複合劣化と衝撃を受ける壁高欄の維持管理対策を提案した。
 - ・ 融雪水などの寒冷地条件を考慮した舗装補修材料に要求される性能、耐久性評価方法、指標および規格値を提案するとともに、融雪期のポットホール発生の中長期的な予測に基づく LCC の最小化に効果的な舗装補修対策を提案した
 - ・ 道路舗装の耐久性向上に向けて留意すべき事項を整理した技術ハンドブックを作成し、様々な耐久性向上策を提示した。
 - ・ 鋼材のアブレシブ摩耗（海水中の砂による研磨作用）の損耗は腐食摩耗と同等以上に大きく無視できない劣化機構であること、低温のオホーツク海の腐食速度の方が温暖な海域より大きくなる場合があることを明らかにした。
 - ・ アブレシブ摩耗や腐食速度増大への対策工法として、犠牲鋼板と新型陽極による補修対策の有効性を検証し、これら2つの新型工法を氷海域に適した低コスト・高耐氷性の鋼構造物の劣化対策工法として提案した。
 - ・ 海底探査等で使用される超音波によるパラメトリック送信技術を用いた音響プローブ（送受波器）、岸壁内部計測システム、データ解析システムを作成し、水中構造物内部の劣化・損傷状況探査及び可視化技術を開発した。
 - ・ 音響計測技術を活用し、海水を海底から計測できる計測機構を製作し、沿岸施設に近づく海水の計測技術を開発した。
- 2) 泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土構造物の合理的な維持管理技術の開発
 - ・ 地盤の過圧密化（軽量材料による置換え）による長期沈下低減効果を確認するとともに、軽量材料の置換え厚と置換え時期の違いが長期沈下低減効果に与える影響を把握し、過圧密化による長期沈下対策の合理

的設計法を提案した。

- ・既設盛土の拡幅・嵩上げにおいて、経済的な低改良率地盤改良の適用性を確認するとともに、低改良率地盤改良の効果のメカニズムを把握し、効果的な対策工の設計法を提案した。
- 3) 積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発
- ・各種非破壊調査手法により開水路の凍害劣化診断の適用性を検証し、「開水路の凍害診断マニュアル（一次案）」を作成した。
 - ・開水路補修における表面被覆材の耐久性評価のための凍結融解試験方法を開発するとともに、凍害劣化を生じた開水路の更生工法、補修後のモニタリング手法を開発した。
 - ・実証試験により藻場回復対策の効果を検証し、藻場創出機能に関する順応的な維持管理手法を提案した。
 - ・沿岸構造物の藻場創出機能を評価するための評価体系を構築した。

(2) 発表論文

- ・岡田慎哉，澤松俊寿，西弘明：道路橋床版の耐久性の向上に向けた排水ますの開発，第8回道路橋床版防水シンポジウム論文報告集，2014.10
- ・水田真紀，野々村佳哲，嶋田久俊，田口史雄，太田哲司：実RC構造の調査結果を用いた凍害および塩害の複合劣化進展シミュレーション，第14回コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，材料学会，2014.10
- ・石神暁郎，金田敏和，佐藤智，周藤将司，緒方英彦：超音波を用いたコンクリート開水路の凍害劣化深さの推定，農業農村工学会論文集，No.283，2013.2
- ・Hayashi, H., Yamazoe, N., Tanaka, H., Mitachi, T. & Nishimoto, S.: Coefficient of Earth Pressure at Rest for Normally and Overconsolidated Peat Ground in Hokkaido Area, Soils & Foundations, Vol.52, No.2, 2012.4
- ・安倍隆二，熊谷政行，丸山記美雄：積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法に用いる材料特性および環境条件に関する検討，土木学会論文集E1（舗装工学），Vol.68，No.3，2012.12
- ・木岡信治，竹内貴弘，遠藤強，成田恭一：固形分を含んだ海水の摩擦による鋼構造物の損耗機構に関する研究，土木学会論文集B3（海洋開発），Vol.70，No.2，2014.10
- ・Abukawa, K., Asada, A., Mizuno, K., Igarashi, T., Kishi, N. & Akimoto, K.: Diagnostic Evaluation of Quay Wall using Three-Dimensional Acoustic Measurement Systems, Underwater Technology 2013, 2013.3
- ・佐藤仁，佐藤旬，渡辺航希，増田亨，松山恵二，山下俊彦：寿都漁港背後小段上の海藻現存量の変動特性と推定法，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol.70，No.2，2014.11

上記論文を含め、論文等による成果の公表：202本

（査読付・国内56本、査読付・海外20本、査読なし・国内59本、査読なし・海外13本、学会発表等その他：54本）

土研刊行物による成果の公表：26本

(3) 事業・社会への貢献

① 基準・マニュアル等への反映

- ・研究成果を具体的な構造物に対するマニュアル等として取りまとめるとともに、事業への普及・導入を進めることにより、良質な社会基盤の機能維持に貢献できる。
- ・「積雪寒冷地における道路舗装の耐久性向上と補修に関するハンドブック」（北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する検討委員会）、「開水路の凍害診断マニュアル（一次案）」（寒地土木研究所）、「氷海域における海岸・海洋構造物劣化に関する事例集」（氷海域における構造物劣化機構と対策に関する研究会）、「寒冷海域における沿岸施設の水調査技術ハンドブック」（寒地土木研究所）、を作成済み
- ・「凍害・塩害の複合劣化対策マニュアル」（寒地土木研究所、28年7月公表予定）、「寒冷地沿岸構造物における環境共生機能の診断手法暫定版(案）」（寒地土木研究所、28年度中）、「寒冷地の沿岸構造物における環境調和ガイドブック（仮称）」（寒地港湾技術研究センター、28年度中）を作成予定

- ・「道路橋床版防水便覧」（日本道路協会）、「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」（寒地土木研究所）の次期改訂に反映予定

②講演会・講習会等の開催・講演

- ・土研新技術ショーケース、寒地技術講習会（寒地土木研究所主催）、現地講習会（寒地土木研究所主催）、泥炭地盤に関する国際セミナー（寒地土木研究所・インドネシア IRE 共催）、港湾空港技術特別講演会 in 札幌（寒地土木研究所ほか主催）、北方海域技術研究発表会（寒地土木研究所・技術士会共催）等で情報提供・技術紹介を実施

③技術指導、助言活動

- ・「北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する検討委員会」、「堤防研究会（北海道開発局）」、「水中構造物調査」、「日本海沿岸地域（後志管内等）への磯焼け対策」、「自然環境調和型沿岸構造物（釧路港）の有効利用」など、行政機関の要請に基づき、各種事業の調査・計画・実施・維持管理の各段階における技術指導や助言等を実施

④現場での活用事例

- ・ポットホールの補修において、提案した全天候型常温混合物および加熱混合物の使用実績が増加
- ・開発した高耐久排水ますの採用実績有り
- ・開発した「FRPM 板ライニング工法」が、国・道・県・土地改良区等の農業用開水路補修において101件の採用実績有り
- ・沿岸施設の背後小段天端の嵩上げ（改良工事）による藻場回復対策が、直轄漁港整備事業（寿都漁港、久遠漁港等）で採用

⑤知的財産権の取得

- ・開水路の更生方法について特許取得した（「水路の更生方法」（特許第 5740521 号））。⇒ 平成 28 年度 公益社団法人 農業農村工学会 優秀技術賞に決定
- ・経済的な地盤改良工法について特許出願した（「地盤上の盛土の補強方法、荷重予定地の補強方法、及び、補強構造」（特願 2015-195564））。

⑥テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報発信

- ・「積雪寒冷地における道路舗装の耐久性向上と補修に関するハンドブック」をホームページに公開し、ダウンロード件数が約 2300 件
- ・融雪期の舗装損傷に関する複数のマスコミからの取材に対し、専門家としての意見を提供
- ・専門雑誌（月刊防水ジャーナル、月刊コンクリート工学、橋梁と基礎）への寄稿
- ・開発した「開水路の更生工法」が北海道建設新聞（2015 年 2 月 18 日付け）に掲載
- ・開発した「岸壁内部探査技術」が日経産業新聞（2015 年 7 月 1 日付け）に掲載

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 寒冷地に特化したものではない内容も多いので、非寒冷地への展開を期待する。

【対応】

- 1) 寒冷地以外にも適用できる成果については、土研新技術ショーケースや各地方整備局における講習会等で情報発信を進め、全国展開していきたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-1 高機能防水システムによる床版劣化防止に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 高機能防水工に求められる機能の提案
- 2) 高機能防水工の性能評価技術の開発
- 3) 高機能防水システムの開発

【目標の達成状況】

- 1) 高機能防水工に求められる機能の提案
 - ・ 防水層の機能劣化要因に対して、防水システムに求められる機能を整理した。
 - ・ 床版防水層の機能低下要因を確認、防水工の防水性・耐久性・安定性等に係る要求性能を提案した。
 - ・ 舗装の打替えサイクルに着目した要求性能を提案した。
- 2) 高機能防水工の性能評価技術の開発
 - ・ 舗装のわだち掘れに着目した輪荷重試験の有効性を確認した。
 - ・ 舗装・防水層・床版構造体の接着性能に関する新たな規格値を提案した。
 - ・ 寒冷環境条件下における防水工の性能評価方法や規格値を提案した。
- 3) 高機能防水システムの開発
 - ・ 床版上面の施工状態や施工温度等の影響を施工試験により把握した。
 - ・ 現状の排水工の課題点を整理するとともに、機能向上策を提案した。
 - ・ 耐久性試験結果等を踏まえ、高耐久排水ますを開発した。
 - ・ 橋面舗装の施工方法、施工条件、管理方法、留意事項等を整理した。
 - ・ 舗装・防水工・排水工からなる床版防水システムとそれらの施工方法までを含めて、床版の高耐久化（劣化防止）技術をとりまとめた。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：13本

【査読付論文・国内】(4本)

- ・ 澤松俊寿, 三田村浩, 西 弘明, 松井繁之: 積雪寒冷地における床版防水の性能低下要因に関する一考察, 第7回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 2012.6
- ・ 澤松俊寿, 岡田慎哉, 角間 恒, 西 弘明, 松井繁之: 舗装, 床版防水層およびコンクリートからなる構造体の疲労耐久性評価に関する実験的検討, 第8回道路橋床版防水シンポジウム論文報告集, 2014.10
- ・ 澤松俊寿, 岡田慎哉, 西 弘明, 嶋田琢磨, 松本高志, 松井繁之: 舗装, 床版防水層およびコンクリートからなる構造体の凍結融解抵抗性に関する実験的検討, 第8回道路橋床版防水シンポジウム論文報告集, 2014.10
- ・ 岡田慎哉, 澤松俊寿, 西 弘明: 道路橋床版の耐久性の向上に向けた排水ますの開発, 第8回道路橋床版防水シンポジウム論文報告集, 2014.10

【査読無し論文・国内】（6本）

- ・ 澤松俊寿, 岡田慎哉, 三田村浩, 松井繁之: 水浸状態における床版防水層のせん断疲労特性に関する実験的検討, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol. 69, A-10, 2013. 2
- ・ 角間 恒, 澤松俊寿, 岡田慎哉: FEM による床版防水層の応力性状に関する検討, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol. 69, A-15, 2013. 2
- ・ 澤松俊寿, 岡田慎哉, 山崎達哉: 一般国道 275 号志寸川橋の床版陥没について—防水層を含めた床版の劣化損傷状況の調査—, 第 56 回北海道開発技術研究発表会, 2013. 2
- ・ 角間 恒, 澤松俊寿, 岡田慎哉: 積雪寒冷地における床版防水層の機能低下に関する実験的研究, 第 56 回北海道開発技術研究発表会, 2013. 2
- ・ 嶋田琢磨, 松本高志, 林川俊郎, 岡田慎哉, 澤松俊寿, 何興文: 設置から 5 年を経過した道路橋床版防水層の付着性状に関する実験的検討, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol. 70, 2014. 1
- ・ 角間 恒, 佐藤孝司, 西 弘明: 舗装の流動特性に着目した床版防水層の接着特性評価, 平成 27 年度土木学会北海道支部論文報告集, 第 72 号, A-27, 2016. 1

【査読無し論文・海外】（1本）

- ・ Kakuma. K., Okada. S. and Nishi. H.: An Investigation of 46-year-old Bridge Slabs in Snowy Cold Region, Proceedings of 29th US-Japan Bridge Engineering Workshop, 2014. 10

【学会発表等その他】（2本）

- ・ 澤松, 三田村, 松井: 舗装・防水層・床版からなる構造体の凍結融解抵抗性に関する一検討, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, 2012. 9
- ・ 角間, 佐藤, 西: 橋面舗装のわだち掘れ挙動に及ぼす防水層のせん断接着特性の影響について, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集, 2015. 9

【土研刊行物による成果の公表】（3本）

- ・ 澤松俊寿, 岡田慎哉, 西 弘明: 道路橋床版の耐久性向上に向けた排水ますの開発, 寒地土木研究所月報, 2013. 7
- ・ 岡田慎哉, 澤松俊寿, 西 弘明, 西城能利雄: 実供用負荷を受けた道路橋床版防水層の実験的検討, 寒地土木研究所月報, 2014. 10
- ・ 佐藤孝司, 角間 恒, 西弘明: 道路橋床版防水層の性能評価に関する研究, 寒地土木研究所月報, 2016. 2

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 研究成果の関係指針類への反映などにより普及を図ることによって、安全・安心な道路整備事業の推進への貢献が期待できる。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 開発した高耐久排水ますは、北海道開発局の設計要領に採用され、現地適用されている。
- ・ 専門雑誌「月刊防水ジャーナル」「橋梁と基礎」へ原稿を寄稿するなど、成果の普及に取り組んでいる。
- ・ 本研究の成果を技術資料としてとりまとめるとともに、「道路橋床版防水便覧」等の関係指針類の次期改訂に反映させる。
- ・ 得られた知見・成果は、論文発表の外、技術講習会等をとおして橋梁保全事業への技術普及を図っていく。

(6) 自己評価

- ・ 本研究の成果は、技術資料としてとりまとめるとともに、「道路橋床版防水便覧」（日本道路協会）等の次期改訂に反映させる。

- ・本研究で目指した目標を達成したものと評価している。
- ・順次成果発表を行ってきており、今後も積極的に査読付き論文等を投稿していく予定である。
- ・本研究立ち上げ後も、社会資本ストックの予防保全・老朽化対策等が社会的にも大きな問題となっていること、また橋梁床版の損傷事例も各地で発生してきているなど、本技術の必要性は高いものと考えられる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外発表が物足りない。
- 2) 非寒冷地にも用いることができるのではないか。
- 3) 排水ますの耐久性（耐用年数）を明記してほしい。

【対応】

- 1) 研究成果については、引き続き海外も含めて投稿していく。
- 2) ご指摘の通りであり、研究成果については非寒冷地も含めて現場への普及を図っていく。
- 3) 排水ますについては、輪荷重作用に対する耐久性等も含めて検討している。今後、床版のメンテナンス技術に関する研究において、現地における耐久性についてモニタリングしていく。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における建造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-2 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力向上対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の評価技術の提案
- 2) 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の点検・診断技術と補修・補強対策の提案

【目標の達成状況】

- 1) 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の評価技術の提案
 - ・現場調査結果を反映した壁高欄の載荷実験を実施し、耐荷性を確認した。
 - ・変位への影響要因である付着に着目し、両引き付着試験から鉄筋腐食とコンクリートの劣化が付着に与える影響を評価した。
 - ・劣化 RC 梁の衝撃載荷実験により、衝撃力作用時のコンクリート片の飛散位置や破壊モードの変化と相対動弾性係数の関係を把握した。
 - ・凍害劣化したコンクリート、複合劣化した RC 構造の応力-ひずみ関係をモデル化した。
 - ・非破壊試験で推定される相対動弾性係数と応力-ひずみモデルから耐荷力を評価する手法を提案した。
- 2) 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の点検・診断技術と補修・補強対策の提案
 - ・40年間供用された壁高欄の劣化調査および載荷実験により、劣化程度と各性能への影響程度の関係を整理した。
 - ・補修の判断指標として、各性能への影響度と材料の劣化度の関係を示したリスクマトリクスを用いた方法を提案した。
 - ・複合劣化進展過程を予測し、補修・補強が必要となる劣化状態を示した。
 - ・複合劣化と衝撃を受ける壁高欄の維持管理対策を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

発表論文：34本

【査読付論文・国内】(7本)

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 田口史雄: 積雪寒冷地の RC 壁高欄の耐荷挙動に影響する各種要因の検討, コンクリート工学年次論文集, 日本コンクリート工学会, 2013.7
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 田口史雄, 太田哲司: 凍害および塩害を受けた RC 梁の劣化度と曲げ耐荷挙動について, 第13回コンクリート建造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 日本材料学会, 2013.11
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 島多昭典, 太田哲司: リスクを考慮した劣化建造物の維持管理方法の提案, コンクリート工学年次論文集, 日本コンクリート工学会, 2014.7
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典, 太田哲司: 実 RC 構造の調査結果を用いた凍害および塩害の複合劣化進展シミュレーション, 第14回コンクリート建造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 日本材料学会, 2014.10
- ・勝見悠太, 水田真紀, 栗橋祐介, 岸徳光: 凍結融解作用を受けた RC 梁の耐衝撃挙動, コンクリート工学年

次論文集, 日本コンクリート工学会, 2015. 7

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典, 太田哲司: 凍害と塩害を受けた実構造を利用した付着試験, 第15回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 日本材料学会, 2015. 10
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 凍害と塩害を受けるコンクリート製車両用防護柵の性能低下パス, 第8回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム, 日本学術会議, 2015. 10

【査読付論文・海外】(4本)

- ・Mizuta, M., Nonomura, Y., Shimada, H., Mihara, N., Shimata, A. and Ohta, T.: Maintenance Parameter of Concrete Structures Subjected to Combined Effects of Frost and Salt, International Symposium on Sustainability, Eco-Crete, Reykjavik, Iceland, 2014. 8
- ・Mizuta, M., Nonomura, Y., Shimada, H., Shimata, A. and Ohta, T.: Study on Maintenance Method of Deteriorated Concrete Structures with a Risk Matrix, The 2nd Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference, ASEA-SEC-2, Bangkok, Thailand, 2014. 11
- ・Mizuta, M., Nonomura, Y., Shimada, H., Mihara, N., Shimata, A. and Ohta, T.: Damage Assessment of a RC Structure Affected by Frost and Salt Actions, fib Symposium - Concrete, Innovation and Design -, Copenhagen, Denmark, 2015. 5
- ・Mizuta, M., Shimata, A. and Ohta, T.: Damage process and damage pattern of a RC structure affected by combined frost and salt actions, The 8th International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC-8), Sydney, Australia, 2015. 11

【査読無し論文・国内】(14本)

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 田口史雄, 太田哲司: 凍害と塩害の複合劣化を受けた RC 構造の劣化度評価, 鉄筋腐食したコンクリート構造物の構造・耐久性能評価の体系化シンポジウム, 日本コンクリート工学会, 2013. 11
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典, 太田哲司: リスクマトリクスを用いた RC 構造の維持管理方法に関する検討, 第31回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会, 土木学会, 2013. 12
- ・水田真紀, 島多昭典, 太田哲司: 凍害と塩害の複合劣化を受けた RC 構造の維持管理方法の検討, 第57回北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 三原慎弘, 島多昭典, 太田哲司: 凍害と塩害で複合劣化した RC 構造部材の維持管理指標, 第32回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会, 土木学会, 2014. 12
- ・勝見悠太, 水田真紀, 栗橋祐介, 岸徳光: 凍結融解作用により劣化した RC 梁の重錘落下衝撃実験, 土木学会北海道支部, 2015. 2
- ・水田真紀, 島多昭典, 太田哲司: RC 構造の外観変状による性能評価の判断指標について, 第58回北海道開発技術研究発表会, 2015. 2
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 劣化した RC 構造物のリスク評価と維持管理計画, 安全工学シンポジウム 2015, 日本学術会議, 2015. 7
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 凍害と塩害で複合劣化した RC 構造の維持管理限界に関する研究, コンクリート構造物の最先端診断技術に関するシンポジウム, 日本コンクリート工学会, 2015. 7
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 凍害を受けるコンクリートの劣化度を判断する超音波法の適用範囲について, コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム, 日本非破壊検査協会, 2015. 8
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 菊田悦二, 島多昭典: コンクリートの凍害劣化進行と超音波伝播速度の関係について, 第23回超音波による非破壊評価シンポジウム, 日本非破壊検査協会, 2016. 1
- ・水田真紀, 菊田悦二, 島多昭典, 三原慎弘: 北海道沿岸に建設された PC 橋のコンクリートの劣化調査, 土木学会北海道支部, 2016. 2
- ・勝見悠太, 栗橋祐介, 水田真紀, 池田和隆, 岸徳光: 凍結融解作用により劣化した曲げ破壊型 RC 梁の重錘落下衝撃実験, 土木学会北海道支部, 2016. 2
- ・水田真紀, 菊田悦二, 島多昭典: 凍害と塩害の複合作用がコンクリート構造物に与える要因分析, 第59回北海道開発技術研究発表会, 2016. 2

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 凍結融解作用によるひずみ履歴がコンクリートの力学特性に及ぼす影響, 第7回日本複合材料会議, 日本材料学会・日本複合材料学会, 2016.3

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・Mizuta, M., Nonomura, Y., Shimada, H. and Shimata, A.: Maintenance management of a RC bridge wall rail damaged by frost and salt considering the degradation path, World Engineering Conference and Convention 2015 (WECC2015), Kyoto, Japan, 2015.11

【学会発表等その他】(8本)

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: コンクリート製車両用防護柵の設計と北海道での劣化事例, コンクリート工学, 2014.3
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 島多昭典, 太田哲司: 外観上のグレードが異なるRC構造の凍害劣化状況について, 第68回セメント技術大会, 2014.5
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 三原慎弘, 島多昭典, 太田哲司: 凍害を受けたコンクリートの応力ひずみ関係に関する研究, 第17回応用力学シンポジウム, 2014.5
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 三原慎弘, 島多昭典, 太田哲司: 著しく変状の生じたコンクリート製壁高欄の劣化調査例, 平成26年度全国大会第69回年次学術講演会, 2014.9
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 島多昭典, 太田哲司: コンクリートの力学特性に与える凍結融解作用の影響, 第69回セメント技術大会, セメント協会, 2015.5
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 偏心軸引張力を作用させた両引き試験による劣化RC梁の付着評価, 第70回年次学術講演会, 土木学会, 2015.9
- ・勝見悠太, 水田真紀, 栗橋祐介, 岸徳光: 凍結劣化したRC梁の耐衝撃挙動, 第70回年次学術講演会, 土木学会, 2015.9
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 島多昭典: 性能低下マトリクスを用いた合理的な維持管理計画に向けた試み, 第31回日本道路会議, 日本道路協会, 2015.10

【土研刊行物による成果の公表】(4本)

- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 田口史雄: 凍・塩害が壁高欄の耐荷性能に及ぼす影響の基礎的研究, 寒地土木研究所月報第719号, 2013.4
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 三原慎弘, 島多昭典, 太田哲司: 積雪寒冷地の壁高欄が受ける凍害と塩害の複合劣化程度の評価, 寒地土木研究所月報第739号, 2014.2
- ・嶋田久俊, 野々村佳哲, 水田真紀, 島多昭典: 凍結融解を受けたコンクリートの各種特性, 寒地土木研究所月報第742号, 2015.3
- ・水田真紀, 野々村佳哲, 嶋田久俊, 菊田悦二, 島多昭典: 凍害と塩害の複合作用を受けるRC構造の劣化進行過程の推定, 寒地土木研究所月報第749号, 2015.10

(3) 事業・社会への貢献

- ・以下の指針等に研究成果を反映、記載し、事業・社会に貢献する。
 - ・「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書(案)」(寒地土木研究所、H28.1)の改訂に反映予定
 - ・「北海道におけるコンクリート構造物の性能保全技術指針」(北海道土木技術会、H25.12)の改訂に反映予定
- ・国内外の査読付を含む多数の学会等での成果の公表を通じ、壁高欄の衝撃耐荷力のみならず、コンクリート部材の劣化進行に対する維持管理についての広範な提案を行った。
- ・室蘭工業大学との共同研究を通じて、寒冷地のコンクリート構造物の維持管理に際して重要な評価指標となる凍害劣化したRC部材の衝撃耐荷力についての新たな知見を多数得た。
- ・北海道開発局やNEXCO東日本の協力により、供用されていた壁高欄等のコンクリートの劣化の実態を明らかにした。
- ・現場から提供を受け本研究に使用していた壁高欄を活用し、JCI北海道支部の「積雪寒冷地の既存コンクリ

ート構造物に適用する非破壊・微破壊試験方法研究委員会」が各種調査・診断技術の適用性の検証を行った。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・国内外の多様な学会等の場で、査読付 11 本を含む 34 本の論文を公表した。
- ・現場で利用できる「凍害・塩害の複合劣化対策マニュアル(仮称)」を7月に公表予定。
- ・壁高欄を提供いただいた NEXCO 東日本北海道支社と、凍害を受けるコンクリート構造物の維持管理に関する意見交換会を平成 25 年以降、毎年(計3回)実施した。
- ・北海道開発局、地方自治体等の現場技術者を対象とした講習会(計5回)にて研究成果を紹介した。
- ・開発局や自治体等の技術者からの技術相談に対応した。
- ・随時、部外発表の予定などをホームページを通じて情報発信した。
- ・寒地土木研究所月報や専門雑誌(月刊コンクリート工学)への寄稿を通じて成果を広く公表した。

(6) 自己評価

- ・達成目標である「凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の評価技術の提案」、「凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の点検・診断技術と補修・補強対策の提案」を実施し、目標を達成した。
- ・北海道開発局が管理する橋梁の点検データの活用による壁高欄、地覆の劣化程度の把握や、NEXCO 東日本から提供を受けた壁高欄の劣化調査、載荷実験等から、研究の効率化が図られ、さらに壁高欄の劣化の特徴が明らかになった。
- ・室蘭工業大学との共同研究により、凍害劣化した RC 梁の衝撃載荷実験を効率的に実施した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1)なぜ寒冷地なのかがわかり難い。
- 2)モデル化がどのように利用されるのかが課題か。

【対応】

- 1)壁高欄は凍結防止剤や融雪水の影響を受けやすく、寒冷地では凍害・塩害の複合劣化が多数生じていることから、本研究で検討した。寒冷地以外にも適用できる技術については、全国に向けて発信していく。
- 2)同じ橋梁の壁高欄でも複合劣化の形態は多様であったことから、成果の一般化・普遍化に向け、凍害・複合劣化対策の体系化を進めていく。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-3 農業水利施設の凍害劣化の診断手法と耐久性向上技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 開水路の凍害診断技術の開発とマニュアルの作成
- 2) 寒冷地における農業水利施設の維持管理技術の開発とマニュアルの作成

【目標の達成状況】

- 1) 開水路の凍害診断技術の開発とマニュアルの作成
 - ・開水路の凍害劣化機構の精査に関する研究では、凍害が進みやすい部位の特徴を明らかにした。
 - ・開水路の凍害劣化の診断手法に関する検討では、目視調査による凍害診断における留意点を整理し、さらに、超音波法による凍害劣化深さの推定手法、ならびに衝撃弾性波法、機械インピーダンス法による側壁の内部変状の検出手法を確立した。
 - ・開水路より切断採取した試験体において、超音波法、X線CT法、蛍光エポキシ樹脂含浸法による凍害劣化深さの特定手法を確立した。
 - ・開水路の凍害診断技術の開発では、検討を行った各調査診断手法の適用対象および適用範囲の整理を行うとともに、各手法における課題の抽出を行った。
 - ・抽出した課題の解決方法を踏まえ、「開水路の凍害診断マニュアル（一次案）」の作成を行い、その試用に向けた点検と北海道開発局との協議に着手した。
- 2) 寒冷地における農業水利施設の維持管理技術の開発とマニュアルの作成
 - ・開水路補修工法の耐久性評価では、現地試験施工区間での無機系および有機系の各表面被覆工法、ならびにパネル取付け工法の耐久性評価を継続するとともに、パネル取付け工法の水路躯体に対する凍結融解作用抑制効果を検証した。
 - ・室内試験による評価手法の開発では、開水路において施工後の表面被覆材が受ける劣化外力を再現することを目的とした凍結融解試験方法の開発を行った。また、開発した凍結融解試験方法を用いて、各種表面保護工法の凍結融解作用時の付着性の評価を行った。
 - ・補修後の劣化予測手法の検討に関する研究では、補修後の開水路における耐用年数算定手法の検討を行い、凍結融解試験方法による耐用年数の試算を行った。
 - ・寒冷地における農業水利施設の維持管理技術の開発では、機械インピーダンス法による表面被覆材の浮き・剥離の検出手法を確立した。
 - ・凍害劣化により変状を生じた開水路においても低下した性能の回復・向上が可能な開水路の更生工法を開発した。
 - ・温度センサおよび水分センサを用いた補修後の開水路におけるモニタリング手法を開発した。加えて、「積雪寒冷地での農業水利施設の補修・補強に関する留意事項」を作成した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

発表論文：54本

【査読付論文・国内】(21本)

- ・石神暁郎, 金田敏和, 蒔苗英孝, 会沢義徳, 西田真弓, 佐藤智: 超音波伝播速度の測定によるコンクリート開水路の凍害診断, 農業農村工学会誌, Vol. 80, No. 6, 2012. 6
- ・石神暁郎, 佐藤智, 金田敏和, 中村和正: 農業用コンクリート水路における表面被覆材の凍結融解試験方法に関する検討, コンクリート工学年次論文集, 2012. 6
- ・緒方英彦, 金田敏和, 石神暁郎, 周藤将司: 凍結融解作用による開水路側壁の内部変状に対する目視調査および超音波試験の考察, コンクリート工学年次論文集, 2012. 6
- ・佐藤智, 金田敏和, 石神暁郎, 周藤将司, 緒方英彦: RC 開水路の目視による凍害診断の留意点, 農業農村工学会誌, Vol. 81, No. 2, 2013. 2
- ・石神暁郎, 金田敏和, 佐藤智, 周藤将司, 緒方英彦: 超音波を用いたコンクリート開水路の凍害劣化深さの推定, 農業農村工学会論文集, No. 283, 2013. 2
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 金田敏和: 凍害劣化の生じた RC 開水路側壁のひび割れに対する注入工法の適用性と超音波法による充填部の評価, セメント・コンクリート論文集, 2013. 3
- ・佐藤智, 石神暁郎, 金田敏和: FRPM 板と緩衝材を用いた表面被覆工法の寒冷地での耐久性およびコンクリート開水路に対する凍結融解作用抑制効果, コンクリート工学年次論文集, 2013. 7
- ・石神暁郎, 佐藤智, 中村和正: コンクリート開水路における表面保護工法の凍結融解試験方法, コンクリート工学年次論文集, 2013. 7
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 佐藤智: 凍害劣化した RC 開水路におけるひび割れ注入工法による内部変状の評価, コンクリート工学年次論文集, 2013. 7
- ・石神暁郎, 佐藤智, 周藤将司, 蒔苗英孝: 凍結融解を受けたコンクリートの吸水性と超音波伝播速度に及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, 2014. 3
- ・石神暁郎, 蒔苗英孝, 石岡浩一, 佐藤智: コンクリート開水路の断面修復における凍害ひび割れ発生範囲の特定に関する検討, コンクリート工学年次論文集, 2014. 7
- ・久保元樹, 井上真澄, 佐藤智, 石神暁郎: 機械インピーダンス法を用いたコンクリート開水路の凍害診断手法の検討, コンクリート工学年次論文集, 2014. 7
- ・石神暁郎, 佐藤智, 中村和正: 積雪寒冷地におけるコンクリート開水路の表面保護工法の付着性とその評価, 農業農村工学会論文集, No. 297, 2015. 6
- ・緒方英彦, 田村雄平, 兵頭正浩, 石神暁郎, 佐藤智: 採取コアを対象にした赤外線サーモグラフィによるコンクリートの凍害劣化の定量的評価に関する検討, 農業農村工学会論文集, No. 297, 2015. 6
- ・田場一矢, 石神暁郎, 中村和正: 機械インピーダンス法を用いた補修後のコンクリート開水路に発生する浮き・剥離の検出に関する検討, コンクリート工学年次論文集, 2015. 7
- ・石神暁郎, 緒方英彦, 藤本光伸, 青山裕俊: 寒冷地における開水路の更生工法, 農業農村工学会誌, Vol. 83, No. 9, 2015. 9
- ・緒方英彦, 石神暁郎, 田場一矢, 藤本光伸: ポーラスコンクリートの凍結融解抵抗性および熱的性質, 農業農村工学会誌, Vol. 83, No. 9, 2015. 9
- ・石神暁郎, 佐藤智, 周藤将司, 緒方英彦: コンクリート開水路の凍害劣化の発生形態とその診断手法, 農業農村工学会誌, Vol. 83, No. 10, 2015. 10
- ・緒方英彦, 石神暁郎, 田場一矢: 将来的なモニタリングが可能な開水路の対策工法, 農業農村工学会誌, Vol. 83, No. 10, 2015. 10
- ・渡部浩二, 竹田誠, 田場一矢, 緒方英彦: 寒冷地における水路更生工法の補強効果, 水と土, 第 177 号, 2016. 3
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 佐藤智: 凍害劣化の生じたコンクリートの力学特性および現地非破壊試験による動弾性係数の評価法に関する研究, 農業農村工学会論文集 (投稿中)

【査読付論文・海外】(1本)

- ・Suto, M., Ogata, H., Hyodo, M., Ishigami, A., Sato, S., Kaneta, T. & Takata, R.: Difference of Electromagnetic Wave Radar Reflection Image Due to Presence or Absence of Internal Deformations in RC Open Channel, 23th International Society of Offshore and Polar Engineers, 2013. 7

【査読無し論文・国内】(7本)

- ・北海道開発局農業水産部農業計画課, 函館開発建設部, 旭川開発建設部, (独) 土木研究所寒地土木研究所: 寒冷地における用水路の劣化と保全一機能診断手法の提案と対策工法の評価一, 第 55 回北海道開発技術研究発表会, 2012. 2
- ・北海道開発局農業水産部農業設計課, 札幌開発建設部, (独) 土木研究所寒地土木研究所, 鳥取大学: コン

クリート開水路の凍害診断技術—農業水利施設の機能保全の取組—, 第 56 回北海道開発技術研究発表会, 2013. 2

- ・北海道開発局農業水産部農業設計課, 札幌開発建設部, (独) 土木研究所寒地土木研究所, 鳥取大学, 北見工業大学, 日東建設(株): コンクリート開水路の凍害診断技術—農業水利施設の機能保全の取組—, 第 57 回北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・高松秀平, 井上真澄, 岡田包儀, 久保元樹, 佐藤智: 機械インピーダンス法による層状ひび割れを有するコンクリートの強度評価, 土木学会北海道支部論文報告集, 第 70 号, 2014. 2
- ・北海道開発局農業水産部農業設計課, 農業計画課, 札幌開発建設部, 函館開発建設部, (独) 土木研究所寒地土木研究所, 鳥取大学, 北見工業大学, 日東建設(株): コンクリート開水路の凍害診断技術—農業水利施設の機能保全の取組—, 第 58 回北海道開発技術研究発表会, 2015. 2
- ・緒方英彦, 清水邦宏, 石神暁郎, 田場一矢: 芯棒打込み式金属拡張アンカーを用いたアンカー引抜き試験によるコンクリート構造物の凍害劣化診断, コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム, 第 5 回, 2015. 8

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・Suto, M., Ogata, H., Ishigami, A., Sato, S. & Takata, R. : EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES AND EVALUATION METHOD OF DYNAMIC MODULUS OF ELASTICITY IN CONCRETE DETERIORATED BY FROST DAMAGE, 39th Conference on Our World in Concrete & Structures, 2014. 8

【学会発表等その他】(21本)

- ・佐藤智, 石神暁郎, 金田敏和, 中村和正: コンクリート開水路の凍害補修工法の性能評価法に関する一考察, 第 60 回農業農村工学会北海道支部研究発表会, 2011. 10
- ・金田敏和, 石神暁郎, 佐藤智, 中村和正, 細川博明, 長畑昌弘: コンクリート開水路における積雪形状の予測に関する一検討, 農業農村工学会大会講演会, 2012. 9
- ・佐藤智, 石神暁郎, 金田敏和, 蒔苗英孝, 会沢義徳, 西田真弓, 中村和正: 超音波法を用いたコンクリート開水路の凍害診断, 農業農村工学会大会講演会, 2012. 9
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 金田敏和: 凍害が発生している開水路 L 型ブロックの注入材充填前後の超音波伝播速度, 農業農村工学会大会講演会, 2012. 9
- ・石神暁郎, 佐藤智, 金田敏和, 中村和正: コンクリート開水路における表面被覆材の凍結融解試験方法の開発, 農業農村工学会大会講演会, 2012. 9
- ・周藤将司, 緒方英彦, 佐藤智, 石神暁郎: コンクリート内部のひび割れが電磁波レーダ法による鉄筋探査の精度に及ぼす影響, 第 61 回農業農村工学会北海道支部研究発表会, 2012. 10
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 佐藤智, 兵頭正浩, 高田龍一: コンクリート構造物の劣化程度による電磁波レーダ反射画像の違い, 第 65 回土木学会中国支部研究発表会, 2013. 5
- ・石神暁郎, 佐藤智, 蒔苗英孝, 西田真弓, 周藤将司, 緒方英彦: 衝撃弾性波法によるコンクリート開水路側壁の内部変状調査, 農業農村工学会大会講演会, 2013. 9
- ・周藤将司, 緒方英彦, 石神暁郎, 佐藤智, 鈴木哲也, 山岸俊太郎: 凍害劣化した開水路側壁コンクリートの注入工法による力学性能改善効果, 農業農村工学会大会講演会, 2013. 9
- ・山岸俊太郎, 鈴木哲也, 緒方英彦, 周藤将司, 佐藤智, 石神暁郎, 森井俊広, 河合隆行: 画像解析データのセミバリオグラム処理に基づく損傷コンクリートの変形特性評価, 農業農村工学会大会講演会, 2013. 9
- ・石神暁郎, 佐藤智, 中村和正, 緒方英彦, 周藤将司: X 線 CT 法によるコンクリートの内部変状の評価, 第 62 回農業農村工学会北海道支部研究発表会, 2013. 10
- ・久保元樹, 井上真澄, 岡田包儀, 佐藤智, 石神暁郎: 機械インピーダンス法を用いたコンクリート開水路側壁の内部変状調査, 第 62 回農業農村工学会北海道支部研究発表会, 2013. 10
- ・佐藤智, 石神暁郎, 加藤太吾, 安田俊一, 大杉周作, 蒔苗英孝: 機械インピーダンス法によるコンクリート開水路側壁の内部変状の検出, 農業農村工学会大会講演会, 2014. 8
- ・田村雄平, 緒方英彦, 佐藤智, 石神暁郎: 赤外線サーモグラフィ法によるコンクリートの微細ひび割れの定量的評価手法の検討, 農業農村工学会大会講演会, 2014. 8
- ・田場一矢, 石神暁郎, 中村和正: コンクリート開水路の補修後の変状調査における機械インピーダンス法の適用性検証に関する一検討, 第 63 回農業農村工学会北海道支部研究発表会, 2014. 10
- ・石神暁郎, 田場一矢, 緒方英彦, 藤本光伸, 青山裕俊: コンクリート開水路補修における水分侵入抑制効果の確認手法に関する検討, 農業農村工学会大会講演会, 2015. 9
- ・田場一矢, 石神暁郎, 横山博之, 山田章, 中村和正: 機械インピーダンス法を用いた表面被覆材で補修され

- たコンクリート開水路の浮き・剥離調査，農業農村工学会大会講演会，2015.9
- ・ 裕昌也，石神暁郎，緒方英彦，青山裕俊：寒冷地におけるコンクリート開水路の更生工法，農業農村工学会大会講演会，2015.9
 - ・ 藤本光伸，竹田誠，伊藤勉，石神暁郎，緒方英彦：寒冷地におけるコンクリート開水路の水路更生工法の試験施工，農業農村工学会大会講演会，2015.9
 - ・ 竹田誠，石神暁郎，緒方英彦，青山裕俊：水路更生工法の断面構成の評価，農業農村工学会大会講演会，2015.9
 - ・ 渡部浩二，西尾悟，竹田誠，石神暁郎，緒方英彦：寒冷地における水路更生工法の補強効果，農業農村工学会大会講演会，2015.9

土研刊行物による成果の公表：4本

- ・ 佐藤智，金田敏和：表面被覆材で補修したコンクリート開水路側壁の凍結融解回数，寒地土木研究所月報，No. 705，2012.2
- ・ 金田敏和，佐藤智，石神暁郎，小野寺康浩，中村和正，緒方英彦：凍害が生じているコンクリート開水路側壁における冬期の温度条件と水分供給状況，寒地土木研究所月報，No. 706，2012.3
- ・ 石神暁郎，佐藤智，中村和正：背面吸水式凍結融解試験によるコンクリート開水路の補修材料の評価，寒地土木研究所月報，No. 715，2012.12
- ・ 石神暁郎，佐藤智，周藤将司，緒方英彦：コンクリート開水路における凍害劣化の発生形態と非破壊調査法適用時の留意点，寒地土木研究所月報，No. 750，2015.11

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 行政機関（国，道）の要請に基づき，各種事業の調査・計画・実施・完了の各段階における技術指導や助言等を行った（128件）。
- ・ 各行政機関の技術系職員の技術力向上のため，各種の研修において当該研究成果の発信，および寒冷地域での農業水利施設ストックマネジメントを実践する上での留意点などについて講義・講演を行った（40件）。
- ・ 北海道特有の積雪寒冷などの地域環境条件での農業水利施設の機能診断技術および保全技術の改良・確立と普及に資する目的で，北海道開発局農業水産部が設立した「施設機能保全分科会」に参画している。
- ・ 農林水産省に対し，本研究において開発した「表面被覆材の凍結融解試験方法」について，全国版のマニュアルである「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】（案）」への採用を提案している。
- ・ 本研究で作成した「開水路の凍害診断マニュアル（一次案）」の試用に向けた北海道開発局との協議に着手した。また，北海道開発局に対し，本研究で作成した「積雪寒冷地での農業水利施設の補修・補強に関する留意事項」の提案を予定している。

(4) 特許等の取得

- ・ 特許第 5740521 号「水路の更生方法」 ⇒ 平成 28 年度 農業農村工学会 優秀技術賞に決定

(5) 成果の普及

- ・ 上記の基準・マニュアル等への反映，講演会・講習会等の開催・講演，技術指導・助言活動，知的財産権の取得のほか，以下の成果の普及に向けた取り組みを行った。
- ・ 『『農業水利施設のストックマネジメント技術』シンポジウム』を農研機構農村工学研究所と共同で開催した。
- ・ 「FRPM 板ライニング工法」が寒冷地の農業用水路補修において 101 件の採用実績を上げている。
- ・ 本研究で開発した「開水路の更生工法」が新聞掲載（2015/2/18 付け北海道建設新聞）された。

(6) 自己評価

- ・ 現地調査・室内試験ともに順調に進捗した。査読付きを含めた論文の投稿や発表を進め，講演会や研修を通じて各行政機関の技術系職員等への研究成果の普及につとめた。
- ・ 北海道開発局に対し，本研究で作成した「開水路の凍害診断マニュアル（一次案）」，「積雪寒冷地での農業

水利施設の補修・補強に関する留意事項」の提案・協議を進めており、また、農林水産省に対し、本研究で開発した「表面被覆材の凍結融解試験方法」について、全国版のマニュアルである「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)」への採用を提案している。

- ・これらのことから、研究の進捗、成果の発信ともに、予定通り目標を達成したものと自己評価している。
- ・研究内容に関連した課題に関する行政機関からの指導・助言の依頼に対応している。この活動を通じた現場との情報交換を通じ、現在の研究方向が事業における研究ニーズにあっていることを確認している。研究の目的・必要性・課題構成は適切なものであったと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 水利施設の限界状態の把握を明確にしておくのがよい。

【対応】

- 1) 本研究では、開水路の凍害劣化を主たる対象として、研究の前半では調査診断技術の開発を、後半では維持管理技術（補修、補強技術とその周辺技術）の開発を行った。調査診断、維持管理のいずれの場面においても、水路の通水性や力学的安定性など、水利用性能、水理性能、構造性能の面から、対象とする施設の使用限界状態、終局限界状態を明らかにした上での開発が求められる。今後も引き続きこれらを念頭においた研究・開発を行いたいと考える。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-4 泥炭性軟弱地盤における盛土の戦略的維持管理手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 道路の重要度等に応じた泥炭性軟弱地盤上の盛土の許容残留沈下量の提案
- 2) 長期沈下予測技術を活用した道路盛土の維持管理方法の提案
- 3) 高盛土の拡幅や堤防の嵩上げに有効な対策技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 道路の重要度等に応じた泥炭性軟弱地盤上の盛土の許容残留沈下量の提案
 - ・北海道開発局が管轄する高規格道路を対象とした補修実態調査の結果、長期沈下には一次圧密の遅れと二次圧密が複合的に関与していることを把握した。
 - ・泥炭性軟弱地盤上に盛土を構築する際の新しい許容沈下量について、道路管理者（北海道開発局道路建設課）と調整した。
- 2) 長期沈下予測技術を活用した道路盛土の維持管理方法の提案
 - ・長期沈下解析により、地盤の過圧密化（EPS置換え）による残留沈下抑制効果を確認するとともに、一次圧密進行中にEPS置換えを行っても効果が少ないことを把握した。
 - ・最適なEPS厚の決定に過圧密比（OCR）が有効なパラメータであることを把握し、EPSによる適切な補修時期や補修方法を提案した。
- 3) 高盛土の拡幅や堤防の嵩上げに有効な対策技術の提案
 - ・低温下（冬期施工）において中層混合処理工法で構築した改良体の品質管理方法として、必要な改良強度を確保する覆土厚算定表を提案した。
 - ・経済的な地盤改良工法（砕石マット併用低改良率地盤改良）の効果を試験施工によって確認するとともに、FEM解析により本工法の設計法を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：25本

【査読付論文・国内】（4本）

- ・橋本聖，西本聡，林宏親，梶取真一：浮き型式地盤改良の合理的な改良形式に関する検討，第10回地盤改良シンポジウム，2012.10
- ・林宏親，西本聡，橋本聖，梶取真一：真空圧密工法によって改良された泥炭性軟弱地盤の長期沈下挙動，地盤工学ジャーナル，2013.9
- ・林宏親，西本聡：真空圧密工法による泥炭地盤の二次圧密低減効果とその予測，材料，2014.1
- ・橋本聖，山梨高裕，林宏親，山木正彦：泥炭性軟弱地盤における低改良率固結工法と砕石マット併用工法の改良効果，第11回地盤改良シンポジウム，2014.11

【査読付論文・海外】（7本）

- ・Hayashi, H., Yamazoe, N., Tanaka, H., Mitachi, T. & Nishimoto, S.: Coefficient of Earth Pressure at Rest for Normally and Overconsolidated Peat Ground in Hokkaido Area, Soils & Foundations, Vol. 52,

No. 2, 2012. 4

- ・ Hayashi, H. & Nishimoto, S. : Measurement of Hydraulic Conductivity for Peat Ground Using CPTU, 2nd International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2012.11
- ・ Hashimoto, H., Nishimoto, S. & Hayashi, H. : Consideration concerning reasonable modified form of Floating-type Improved Ground, 2nd International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2012.11
- ・ Hayashi, H., Yamanashi, T. & Nishimoto, S. : Determination Method of Input Parameters for Elasto-plastic FE Analysis of Peat Ground, 8th European Conference on Numerical Methods in Geotechnical Engineering, 2014.6
- ・ Hashimoto, H., Yamanashi, T & Hayashi, H. : A Full-Scale Test by Low-Improvement-Rate Soil Combination with Crushed-Stone Mat on Peaty Ground, Conference of Deep Mixing 2015, 2015.6
- ・ Hayashi, H. & Yamanashi, T. : Estimation of Hydraulic Conductivity in Peat and Organic Clay Deposits, XVI ECSMGE 2015, 2015.9
- ・ Hayashi, H., Nishimoto, S & Yamanashi, T. : Applicability of Settlement Prediction Method to Peaty Ground, Soils & Foundations, Vol.56, No.1, 2016.2

【査読無し論文・国内】（4本）

- ・ 橋本聖, 山梨高裕, 林宏親 : 冬期施工におけるセメント改良地盤の課題と対応策—凍結指数に応じた定量的な覆土厚さの提案—, 第55回北海道開発技術研究発表会, 2014.2
- ・ 林宏親, 山梨高裕, 橋本聖, 山木正彦 : 泥炭地盤における道路盛土の沈下補修に関する解析的検討, 地盤工学会北海道支部技術報告集 No.55, 2015.1
- ・ 橋本聖, 山梨高裕, 林宏親 : 積雪寒冷地における補強土壁の健全性に関する研究—補強土壁の冬期施工について—, 第56回北海道開発技術研究発表会, 2015.2
- ・ 橋本聖, 林憲裕, 林宏親 : 砕石マット併用低改良率地盤改良の不同沈下抑制効果に関する検討, 地盤工学会北海道支部技術報告集 No.56, 2016.1

【査読無し論文・海外】（3本）

- ・ Hayashi, H. & Nishimoto, S. : Soil Parameters for Elasto-plastic FE Analysis of Peat Ground, 18th Southeast Asian Geotechnical Conference, 2013.5
- ・ Hashimoto, H. Yamanashi, T. Hayashi, H. & Nishimoto, S. : Assessment of the strength of cement-stabilized peat, Southeast Asian Conference on Soft Soils Engineering and Ground Improvement, 2014.10
- ・ Hayashi, H. & Yamanashi, T. : Settlement Behavior of Peat under Embankment Loading, International Conference in Geotechnical (Colombo2015), 2015.5

【学会発表等その他】（7本）

- ・ 橋本聖, 西本聡, 林宏親, 梶取真一 : 浮き型式地盤改良の合理的な形状について, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012.9
- ・ 山木正彦, 山梨高裕, 林宏親, 橋本聖, 梶取真一 : 寒冷地におけるセメント改良地盤の覆土厚に関する検討, 第30回日本道路会議, 2013.10
- ・ 林宏親, 山梨高裕 : 泥炭地盤における道路盛土の残留沈下に関する実態調査, 第30回日本道路会議, 2013.10
- ・ 橋本聖, 山梨高裕, 林宏親, 山木 : 泥炭性軟弱地盤の拡幅盛土における浮き型式改良の設計・施工事例, 基礎工 No.497, 2014.12
- ・ 林宏親, 山梨高裕, 橋本聖, 山木正彦 : EPS置換による道路盛土の沈下補修に関する解析的検討, 第50回地盤工学会研究発表会, 2015.9
- ・ 林宏親, 林憲裕 : 泥炭性軟弱地盤における道路盛土の許容残留沈下量に関する検討, 第31回日本道路会議, 2015.10
- ・ 橋本聖, 林憲裕, 林宏親, 山木正彦 : 施工後30年経過した深層混合処理改良体の実態調査, 第31回日本道路会議, 2015.10

【土研刊行物による成果の公表】（3本）

- ・ 林宏親, 西本聡, 橋本聖, 梶取真一 : 真空圧密工法による泥炭地盤の長期沈下低減法, 寒地土木研究所月報 No712, 2012.9
- ・ 橋本聖, 梶取真一, 山梨高裕, 林宏親 : 二次元熱伝導解析によるセメント改良地盤の覆土厚に関する検討,

寒地土木研究所月報 No726, 2013. 11

- ・橋本聖, 山梨高裕, 林宏親, 山木正彦: 泥炭地盤における経済的な固結工法による改良効果の検証, 寒地土木研究所月報 No737, 2014. 10

(3) 事業・社会への貢献

- ・研究成果は寒地地盤チームが監修している「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」に反映され、平成 28 年度上半期中に改定版として発刊する見込みである。
- ・寒地地盤チームのホームページを通じて、随時、研究成果の情報を配信している。

(4) 特許等の取得

- ・「碎石マット併用低改良率地盤改良（発明の名称：地盤上の盛土の補強方法、荷重予定地の補強方法、及び、補強構造（出願番号：特願 2015-195564））を平成 27 年 10 月に特許出願。

(5) 成果の普及

- ・泥炭地盤に関する国際セミナーをインドネシア公共事業省道路工学研究所（IRE）との共催で 2 回（2014. 6, 2016. 3）開催した。
- ・土研主催の新技術ショーケースにおいて 3 回（2015 年度：札幌、静岡、仙台）や外部主催の講習会（セメント改良セミナーなど）で講演を実施した。

(6) 自己評価

- ・泥炭性軟弱地盤上の盛土構築にあたり、改築および維持事業を推進する上で有益な設計指標ならびに対策工法を提案し、目標を達成した。
- ・国内外の学術論文に多数投稿するとともに、国際セミナーや講習会において研究成果を積極的に情報配信し成果の普及に努めた。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) インドネシアの位置付けがわかり難い。
- 2) 達成目標 1) の説明の中で、「調整した」なる表記が気になった。

【対応】

- 1) インドネシアには広大な熱帯性泥炭地盤（トロピカルピート）があり、道路建設におけるインドネシア・日本両国に共通する課題として、寒地土木研究所がこれまでに培ってきた研究成果について技術協力を行ってきているところである。
- 2) 道路管理者に対して本研究の成果に関する提案を行っているところであり、行政機関が行うべき基準化について、研究機関として引き続き必要な協力を行っていきたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-5 融雪水が道路構造に与える影響及び対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 融雪水による舗装破損高リスク箇所の推定手法の開発
- 2) 融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発
- 3) 融雪水の影響を考慮した舗装構造(遮水、排水、新材料による補強等)と設計手法の提案
- 4) 融雪水を考慮した舗装の対策手法の中長期的影響・効果の予測

【目標の達成状況】

- 1) 融雪水による舗装破損高リスク箇所の推定手法の開発
 - ・室内および現場での計測を実施し、融解期に路盤上面や路床上面の含水比が上昇し、支持力が低下することを確認した。
 - ・現場調査によって、融雪水による舗装体の損傷状況を把握した。
 - ・融雪水の浸入および凍結融解作用が舗装体に及ぼす影響を把握し、融雪水による舗装体損傷のメカニズムを整理した。
 - ・現場調査によって、融雪水による舗装破損リスク推定手法を提案した。
 - (1) 箇所：元々ひび割れがある箇所、融雪水が流入・滞留しやすい箇所、ひび割れ率が高い区間
 - (2) 時期：融雪期
 - (3) 気象条件：ゼロクロッシング発生日当日およびその1~2日後
- 2) 融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発
 - ・室内試験、苫小牧寒地試験道路及び現道において、各種補修材料の性能や耐久性を把握する試験を実施した。
 - ・融解期のポットホール補修に使用する、耐久性の高い常温混合物の性能規格手法を整理した。
 - ・耐久性(残存率)が高い全天候型常温混合物、加熱混合物の使用を提案した。
 - ・融雪水などの寒冷地条件を考慮した補修材料の性能および耐久性評価方法を提案した。
 - ・融雪水に強い補修材料規格を提案した。
- 3) 融雪水の影響を考慮した舗装構造(遮水、排水、新材料による補強等)と設計手法の提案
 - ・融雪水の影響を受けにくい舗装構造(遮水、排水、新材料による補強等)と設計方法に関する情報を収集し、耐久性向上策を提案した。
 - ・「積雪寒冷地における道路舗装の耐久性向上と補修に関する技術ハンドブック」によって、様々な耐久性向上策を提示した。ホームページで普及を推進した。
- 4) 融雪水を考慮した舗装の対策手法の中長期的影響・効果の予測
 - ・舗設時の温度管理や施工管理が舗装の品質や中長期的な耐久性に与える影響を把握した。
 - ・ポットホール発生量の将来推移を把握した。
 - ・中長期的な予測に基づくLCCの最小化に効果的な舗装補修対策を提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

4) 達成

(2) 発表論文

発表論文：17本

【査読付論文・国内】(2本)

- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 丸山記美雄: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法に用いる材料特性および環境条件に関する検討, 土木学会論文集 E1(舗装工学) vol. 68, No. 3, 2012. 12
- ・ 石川達也, 川端伸一郎, 亀山修一, 安倍隆二, 小野丘: 舗装構造の疲労寿命に及ぼす粒状路盤の凍結融解の影響とその評価, 土木学会論文集 E1(舗装工学) vol. 68, No. 3, 2012. 12

【査読付論文・海外】(2本)

- ・ Abe, Kubo, Ozawa, Matsui: Structural evaluation of cold region pavement by FWD test and its verification, 6th JAPAN/CHINA Workshop on Pavement Technologies, 2011. 9
- ・ Abe, Kumagai, Maruyama: A Study on Materials and Environmental Conditions for Mechanistic-empirical Design Method of Asphalt Pavement in Cold Snowy Regions, International Conference on Transportation Geotechnics, 2012. 9

【査読無し論文・国内】(8本)

- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 丸山記美雄: 積雪寒冷地における As 舗装の理論的設計方法に関する検討, 第 55 回北海道開発技術研究発表会, 2012. 2
- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 丸山記美雄: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法に関する検討, 平成 24 年度国土交通省国土技術研究会, 2012. 10
- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 丸山記美雄: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法の検討, 第 51 回北海道開発局空港技術研究会議, 2012. 11
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 熊谷政行: 融雪期に発生する舗装の損傷実態と損傷のメカニズム, 第 57 回北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 木村孝司: 融雪期に発生する舗装の損傷実態と損傷のメカニズム, 平成 26 年度国土交通省国土技術研究会, 2014. 11
- ・ 丸山記美雄, 木村孝司: 積雪寒冷地における舗装の損傷と対策, アスファルト, 2014. 11
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 木村孝司: ポットホール補修材料の性能評価方法に関する一検討, 第 58 回北海道開発技術研究発表会, 2015. 2
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 木村孝司: 北海道における舗装損傷の発生条件に関する調査検討, 舗装, 2015. 5

【学会発表等その他】(5本)

- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 久保裕一: 積雪寒冷地における融解期の支持力特性に関する一考察, 土木学会第 66 回年次学術講演会, 2011. 9
- ・ 安倍隆二, 熊谷政行, 丸山記美雄: 積雪寒冷地における As 舗装の理論的設計方法に関する検討, 第 29 回日本道路会議, 2011. 11
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 熊谷政行: 融雪期の舗装損傷発生条件に関する一検討, 土木学会北海道支部平成 25 年度年次技術発表会, 2014. 2
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二: 北海道における舗装損傷の発生条件に関する調査検討, 第 69 回土木学会年次学術講演会, 2014. 9
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 木村孝司: 融雪期の舗装損傷実態と損傷メカニズムに関する検討, 第 31 回日本道路会議, 2015. 10

【土研刊行物による成果の公表】(4本)

- ・ 安倍隆二, 熊谷政行: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の厳冬期および融解期のひずみ特性, 寒地土木研究所月報, 2011. 5
- ・ 丸山記美雄, 安倍隆二, 熊谷政行: 積雪寒冷地の諸条件を考慮したアスファルト舗装の理論的設計法に関する

る検討, 寒地土木研究所月報, No. 704, 2012. 1

- ・安倍隆二, 丸山記美雄, 熊谷政行: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法に用いる材料特性および環境条件に関する検討, 寒地土木研究所月報, No. 708, 2012. 4
- ・丸山記美雄, 安倍隆二, 熊谷政行: 融雪期に発生する舗装のポットホールの実態と発生メカニズムの検討, 寒地土木研究所月報, 2014. 3

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道開発局主催の委員会「北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する検討委員会」への委員および事務局参加, 技術的サポートを実施した.
- ・北海道開発局との連携により, 開発局をはじめ北海道や市町村の現場技術者向けに, 積雪寒冷地における道路舗装の耐久性向上と補修に関するポケットブックを作成した.
- ・融雪期の舗装損傷に関する複数のマスコミからの取材に対し, 専門家としての意見を提供した.
- ・第 29 回日本道路会議優秀論文賞, 第 55 回北海道開発技術研究発表会寒地土木研究所長賞, 第 57 回北海道開発技術研究発表会寒地土木研究所長賞, 平成 26 年度国土交通省国土技術研究会優秀賞を受賞した.

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・現場技術者向けに, 「積雪寒冷地における道路舗装の耐久性向上と補修に関するハンドブック」を作成し, ホームページに公開した. ハンドブックのダウンロード件数は約 2300 件に達し, 道路管理者と建設業者に多く利用されている. 今後もポケットブックの普及に取り組んでいく.
- ・寒地技術講習会等に参加し, 情報提供・技術紹介を実施した (10 件).
- ・開発局・その他自治体などの技術者からの技術相談に対応した (80 件).
- ・ポットホールの補修において, 提案した全天候型常温混合物および加熱混合物が使用されている.
- ・融雪期の舗装損傷に関する複数のマスコミからの取材に対し, 専門家としての意見を提供した.

(6) 自己評価

- ・室内試験やフィールド試験におけるデータ取得は予定通り実施した.
- ・研究で得られた成果は論文発表や現場への技術指導などで活用しており, 目標を達成した.
- ・論文発表は, 国内外の学会などで質量ともに十分なレベルで実施した.
- ・北海道開発局をはじめ, NEXCO, 北海道, 札幌市などとも幅広い連携をとりながら研究を実施しており, 連携体制も十分であった.

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 補修材の他への展開を考えてほしい。
- 2) 今後、補修材の長期モニタリングを継続してはどうか。
- 3) 「中長期」の定義は。

【対応】

- 1) 今後の研究を進める中で展開を図っていきたい。
- 2) 補修材のモニタリングは今後も継続して実施していきたい。
- 3) 舗装の設計期間が20年であることを念頭に、本研究では10年～20年程度を中長期と考えている。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-6 海水作用や低温環境に起因する構造物劣化・損傷機構の解明と対策に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 海水の作用を考慮した鋼構造物劣化機構の解明
- 2) 低温環境下における海水中での鋼構造物劣化機構の解明
- 3) 海水による作用を考慮した鋼構造物劣化対策の提案

【目標の達成状況】

- 1) 海水の作用を考慮した鋼構造物劣化機構の解明
 - ・現地調査により、海水内部への砂の混入を確認し、その浸透プロセスを実験により解明した。
 - ・水中の砂による研磨作用の損耗率は、腐食促進を伴う腐食摩耗率と同等以上に大きく、鋼構造物として無視できない劣化機構の一つであることを確認した。その定常損耗率は、介在砂の粒径や量に依存しないことを確認し、また、極微量の砂を含む自然海水の鋼材への切削能力も実証した。
 - ・室内・現地試験より、通常の防食工法（電気防食・重防食被覆）は耐氷性に問題があることを確認した。
- 2) 低温環境下における海水中での鋼構造物劣化機構の解明
 - ・温度差腐食による基礎実験により水温 0～13.7℃では、低温側で腐食速度が大きく、反応速度や溶存酸素(DO)拡散の関係に起因することを明らかにした。
 - ・DOを海域別で調査し、DO拡散や反応速度(温度)を考慮したシミュレーション等により、オホーツク海の腐食速度の方が温暖な海域より大きいことを推測した。
- 3) 海水による作用を考慮した鋼構造物劣化対策の提案
 - ・達成目標1)と2)の成果を受けて、アプレシブ摩耗・腐食速度増大への対策工法として、犠牲鋼板と新型陽極による補修対策を想定した暴露試験を実施した。
 - ・犠牲鋼板は、接合部分(溶接部・パテ)は良好であることを確認するとともに、設計腐食代や更新時期等は目標1)、2)成果より推定が可能であることがわかった。
 - ・新型陽極は、形状と配置位置および設置方法を工夫することにより陽極の損壊や脱離を抑えることができた。
 - ・以上の2つの新型工法を低コスト・高耐氷性の鋼構造物の劣化対策工法として提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：17本

【査読付論文・国内】(10本)

- ・木岡, 竹内：氷群下面の凹凸を考慮したアイスブームへの伝達荷重に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発)、Vol. 67, No. 2, 2011.12
- ・竹内, 木岡, 河合：氷温が変形氷固結層の定常クリープ特性に与える影響について, 土木学会論文集 B3 (海洋開発)、Vol. 67, No. 2, 2011.12

- ・木岡信治、竹内貴弘：海水の摩擦による鋼構造物の損耗特性に関する基礎的研究、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 68, No. 2, 2012. 9
- ・竹内貴弘、木岡信治：氷の圧縮破壊時に発生する比較的高い圧力領域の特性について、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 68, No. 2, 2012. 9
- ・木岡信治、竹内貴弘、蟹江俊仁：海水塊の杭構造物への衝突に関する中規模実験とその数値計算法の基礎的検討、土木学会論文集 A2（応用力学）、Vol. 68（2012）No. 2, 2012. 9
- ・竹内貴弘、木岡信治：圧縮破壊下における海水のフラクタル特性に関する室内試験、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 69, No. 2, 2013. 9
- ・木岡信治、竹内貴弘、蟹江俊仁：海水の杭構造物への衝突破壊特性に関する実験的及び数値的検討、土木学会論文集 A2（応用力学）、Vol. 69, No. 2, 2014. 3
- ・木岡信治・竹内貴弘・遠藤強・成田恭一：固形分を含んだ海水の摩擦による鋼構造物の損耗機構に関する研究、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 70, No. 2, 2014. 10
- ・竹内貴弘・木岡信治・成田恭一：海水の移動に伴う腐食した鋼材の損耗特性に関する室内試験、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 70, No. 2, 2014. 10
- ・竹内貴弘・木岡信治・宮崎均志：海水の移動に伴う腐食した鋼材の損耗に与える接触圧力と介在する砂の影響について、土木学会論文集 B3（海洋開発）、Vol. 71, No. 2, 2015. 10

【査読付論文・海外】（5本）

- ・Takeuchi, T. and Kioka, S. “On Characteristics of High Pressure Zone in Compressive Ice Failure”, Proc. of the 21th IAHR International Symposium on Ice, CDR (Paper No. 80), 2012. 6
- ・Kioka, S. and Takeuchi, T. “Tests on Wear of Various Metals due to Ice Friction”, Proc. of the 21th IAHR International Symposium on Ice, CDR (Paper No. 87), 2012. 6
- ・Kioka, S. and Takeuchi, T. “A Consideration of Abrasive Wear of Steel Structure caused by Friction of Sea Ice with Interposed Sand”, Proc. of the 22nd IAHR International Symposium on Ice, 2014. 8
- ・Takeuchi, T. and Kioka, S. “On the Sliding Wear Test of Steel with Rust Layers in contact with Saline Ice”, Proc. Of the 22nd IAHR International Symposium on Ice, 2014. 8
- ・J. Sawamura, S. Kioka and A. Konno, “Experimental and numerical investigation on ice submerging for icebreaker with 2D model test using synthetic ice”, Proc. of the 23rd International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC), 2015

【査読無し論文・国内】（2本）

- ・木岡信治、成田恭一、宮崎均志、河合孝治、遠藤強、竹内貴弘：海水による鋼構造物の損耗要因に関する一考察 ～アブレシブ摩耗の可能性について～、寒地技術論文・報告集, vol. 28, CD-ROM, 2012. 11
- ・木岡信治、竹内貴弘、渡部靖憲：海水群を伴う津波の陸上遡上による被害想定の研究概要、混相流 Vol. 29(2015) No. 2, 2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・氷海作用や低温環境下における鋼構造物劣化対策の普及を図ることによって、今後は海岸・海洋構造物の維持管理コストの低減等が期待できる。
- ・「氷海域における海岸・海洋構造物劣化に関する事例集」として取りまとめた。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・産学官の研究会の成果として、劣化事例、研究・設計・補修事例を「氷海域における海岸・海洋構造物劣化に関する事例集」として取りまとめた。
- ・得られた知見・成果は、論文発表をとおして公表した。

- ・その他各種講演会・講習会等へ参加し、研究成果を紹介した。

(6) 自己評価

- ・本研究で目指した海水による作用を考慮した鋼構造物劣化対策を提案し、目標を達成したものと評価している。
- ・氷海作用や低温環境下における鋼構造物の劣化・損傷機構が明らかになった。
- ・基準・マニュアル等への反映として研究成果を「氷海域における海岸・海洋構造物劣化に関する事例集」へ取りまとめることができた。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 犠牲鋼板の材質、硬さ等の検討はどうなっているか。溶接性はどうか。
- 2) なぜ間欠溶接か。防食上の問題はないのか。

【対応】

- 1) ご指摘の点も踏まえて第4期中長期計画で取り組んでいきたい。
- 2) 母材への影響と経済性から間欠溶接としている。また、防食上の対応として、溶接部にエポキシ樹脂を被覆することを想定している。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-7 寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 水中構造物内部の劣化・損傷状況探査及び可視化技術の開発
- 2) 音響計測技術を利用した沿岸施設に近づく海水の計測技術の開発
- 3) 寒冷海域における水中計測技術の適用範囲や対象物に応じた音響特性、運用方法のとりまとめ

【目標の達成状況】

- 1) 水中構造物内部の劣化・損傷状況探査及び可視化技術の開発
 - 《劣化・損傷状況探査及び探査可能な技術の適用性検討》
 - ・岸壁等水中構造物の内部の劣化・損傷状況の探査に、海底下の地層探査に利用されている超音波のパラメトリック送信技術を応用する方法について検討を行った。
 - ・パラメトリック送信技術の利用可能性検証のため、市販のパラメトリックソナーを用いて、既知の岸壁内部空洞箇所を調査し、内部の空洞部からの反射波を検出可能であることを確認した。
 - 《内部探査及び可視化技術の開発及び現場適合性試験》
 - ・構造物の内部探査には市販のパラメトリックソナーでは指向性が低く、また既定のデータ出力形式では任意の解析を行えないことから、音響プローブの仕様を検討し、製作した。
 - ・室内試験水槽にて、製作した音響プローブの性能試験を実施し、音響プローブから送信された超音波が鋼矢板を透過し、鋼矢板背後に配置したターゲットまでの距離を計測可能であることを確認した。
 - ・現場適合性試験として、北海道開発局帯広開発建設部が管理する千代田実験水路にて、鋼矢板護岸の陸側に模擬空洞を作成し、水中部から空洞探査試験を実施した。この結果鋼矢板背後の模擬空洞の壁面までの距離を計測し、水中構造物への適用が可能であることを確認した。
 - ・音響プローブを使用した水中構造物内部計測では、異常箇所位置検出のため、GNSSや動揺センサ等複数のセンサによる計測を同時に行う必要があり、計測・設定が複雑な作業となる。これらの作業を簡易に実施するための計測システムを検討し、作成した。
 - ・上記の計測システムにより取得したデータを簡易な操作で2次元断面図として可視化し、計測位置も合わせて地図上に表示することで、異常箇所の把握が容易にできる解析システムを作成した。
 - ・以上、計測装置の開発、計測システムの作成、解析システムの作成により、水中構造物内部の劣化・損傷状況探査及び可視化技術の開発を達成した。
- 2) 音響計測技術を利用した沿岸施設に近づく海水の計測技術の開発
 - 《海水の形状調査及び計測可能な技術の適用性検討》
 - ・海水の形状調査技術の候補として、深淺測量に利用されているマルチビームソナーおよびサイドスキャン機能付き魚群探知機を選定して、フィールド試験を実施し、海水下面形状計測への適用性を検討した。
 - ・検討の結果、サイドスキャン機能付き魚群探知機はデータ出力形式が非公開で数値化が困難であり、また計測対象物周辺に岸壁のような垂直な構造物等がある場合、構造物等からの信号と海水からの信号が重なって受信され分離できないことから、海水下面形状計測には適さないことがわかった。
 - ・一方、マルチビームソナーの計測データは角度と距離から得られる点群データであり、3次元での形状計測に活用が可能であることを確認した。
 - ・よって、マルチビームソナーを用いて、海水下面形状を計測する手法について検討を行った。

《海水計測技術の開発》

- ・検討結果をもとに、マルチビームソナーを海底に設置し、海底から海面に扇状の音響ビームを照射し、電動回転装置によりマルチビームソナーを水平面内で 180 度回転させることで海水下面形状を計測する装置を開発した。

《現場適合性試験》

- ・フィールド試験にて、開発した計測装置を岸壁付近の海底に装置を固定し、計測を行い、海水下面形状データを取得できることを確認した。また、回転速度や計測レンジと計測精度との関係性を評価した。
- ・さらに計測データから海水の体積や移動距離、速度を把握するソフトウェアを作成した。
- ・以上、計測装置の開発、解析ソフトウェアの作成により、音響計測技術を利用した沿岸施設に近づく海水の計測技術の開発を達成した。

3) 寒冷海域における水中計測技術の適用範囲や対象物に応じた音響特性、運用方法のとりまとめ

《水中計測技術の適用範囲、音響特性のとりまとめ》

- ・上記 1)、2)の成果について、計測データ等を精査し、調査に適した周波数や回転速度等の設定値、計測距離、計測可能範囲等の適用範囲についてとりまとめを行った。
- ・また計測に関わる手続きや作業手順、計測に必要なスペースや海象条件等の現場条件、運用方法等についてとりまとめを行った。

《ハンドブック等の作成・提案》

- ・これらを整理し、寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術ハンドブックを作成した（平成 28 年 8 月にホームページで公開予定）。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：13本

【査読付論文・海外】（1本）

- ・Abukawa, K., Asada, A. & Igarashi, T.: Three-Dimensional Diagnostic Method of Quay Wall using Focusing Acoustic Parametric Probe and Imaging Sonar, OCEANS' 2012, 2012. 10

【査読無し論文・国内】（6本）

- ・五十嵐匡, 岸寛人, 山口和哉, 浅田昭: 寒冷海域における沿岸施設に近づく海水の計測技術について, 第 23 回海洋工学シンポジウム, 2012. 8
- ・虻川和紀, 浅田昭, 山口和哉, 五十嵐匡, 秋元和實: フォーカス音響パラメトリックプローブを用いた岸壁内部の診断手法開発, 第 23 回海洋工学シンポジウム, 2012. 8
- ・岸寛人, 浅田昭, 秋元和實: 港湾構造物内部探査技術の開発について, 第 56 回（平成 24 年度）北海道開発技術研究発表会, 2013. 2
- ・岸寛人, 山口和哉, 平伴斉: バックホウによる水中構造物の超音波計測精度向上について, 第 57 回（平成 25 年度）北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・岸寛人, 山口和哉, 五十嵐匡, 浅田昭: 港湾の水中構造物に近づく海水下面計測手法について, 第 24 回海洋工学シンポジウム, 2014. 3
- ・岸寛人, 山口和哉, 平伴斉: 超音波を用いた岸壁内部点検手法について, 第 59 回（平成 27 年度）北海道開発技術研究発表会, 2016. 2

【査読無し論文・海外】（5本）

- ・Abukawa, K., Asada, A., Mizuno, K., Igarashi, T., Kishi, N. & Akimoto, K.: Diagnostic Evaluation

of Quay Wall using Three-Dimensional Acoustic Measurement Systems, Underwater Technology 2013, 2013. 3

- ・ Abukawa, K., Mizuno, K., Igarashi, T., Kishi, N. & Akimoto, K.: Diagnostic methods of quay wall with acoustic measurement systems, OCEANS' 13 MTS/IEEE Proceeding, Bergen, 2013. 6
- ・ Kishi, K., Asada, A., Abukawa, K. & Fujisawa, K.: Inspection Methods for Underwater Structures of Ports and Harbors, Underwater Technology 2015, 2015. 2
- ・ Kei Fujisawa, Norihito Kishi, Akira Asada: Nondestructive testing of underwater structures using nonlinear acoustic imaging method, World Engineering Conference and Convention 2015, 2015. 12
- ・ Norihito Kishi, Kazuya Yamaguchi, Akira Asada, Kei Fujisawa: Inspection method for internal state of quay wall under water using acoustic device, 7th Civil Engineering Conference in the Asian Region (CECAR7), 2016. 8

【学会発表等その他】（1本）

- ・ 岸寛人, 浅田昭, 虻川和紀, 藤澤慶: パラメトリック送信技術を用いた水中構造物内部点検手法について, 海洋音響学会 2015 年度研究発表会, 2015. 5

【土研刊行物による成果の公表】（2本）

- ・ 岸寛人, 山口和哉, 五十嵐匡: 沿岸施設に近づく海水下面計測手法について, 寒地土木研究所月報第 722 号, 2013. 7
- ・ 沿岸施設におけるコンクリート構造物内部の空洞化診断及び水中計測技術に関する研究, 共同研究報告書, 2015. 10

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 東北地方整備局（ほか、東北地方の大学）、中国地方整備局（ほか、中国地方の県、市）、北海道開発局（ほか、北海道、札幌市）との意見交換会にて技術紹介を行った。
- ・ 北海道開発局に対し水中構造物調査に関する助言を行った。
- ・ 北海道開発局、北海道岩内町に対し水中構造物調査結果に関する資料の提供および現場適用性試験を通じた点検技術の紹介を行った。
- ・ 北海道開発局の河床護岸状況調査に対し、音響プローブを用いた探査技術について情報提供を行った。
- ・ 北海道開発局の河床護岸状況調査について、平成 28 年度秋に音響プローブを用いた現地調査を実施する予定であり、行政への普及、導入の提案を行っていく。

(4) 特許等の取得

- ・ プログラム登録を予定。
- ・ 現地調査等のデータを蓄積し、NETIS 登録を行う。

(5) 成果の普及

- ・ 「岸壁内部探査技術」が日経産業新聞（2015 年 7 月 1 日付け）に掲載された。
- ・ 土研新技術ショーケース等で講演を行っており、引き続き講演会、シンポジウム、研究発表会、月報等を通じて情報発信をする。
- ・ 作成した寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術ハンドブックについて、行政への普及、提案を行う。

(6) 自己評価

- ・ 達成目標 1)、2) に適用可能な水中調査技術についてそれぞれ検討、計測装置開発、検証試験、解析システムの作成を実施し、達成目標 3) については各技術の適用範囲や運用方法等についてとりまとめを行い、目標とおり研究を遂行した。
- ・ 海洋音響計測技術に関する高い知見を有する東京大学生産技術研究所との共同研究により、効率的に研究を

実施した。

- ・研究成果については論文発表、講演会、意見交換等を通じて公表を行った。
- ・以上のことより、本研究の目標を達成したと考える。
- ・沿岸施設を対象として研究を実施してきた技術であるが、適用条件を満たせば港湾以外でも使用可能であり、河川施設の調査への応用も期待されている。
- ・成果を普及し、データを蓄積することで老朽化する施設の維持管理の効率化に寄与できると考える。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 他にも手法があるのではないか。
- 2) 海水計測装置の適用範囲を明確にすることと、その適用範囲を広げるための工夫を明確にすること。

【対応】

- 1) 水中構造物内部の劣化・損傷状況探査技術について、道路や岸壁上部の内部点検に使用される地中レーダ探査法では、水分を多く含む海面水位以下で電磁波の減衰が大きく探査が困難なため、本探査技術が最良と考えている。
海水の計測技術については、深浅測量に利用される各種音響技術や航空機からマイクロ波で計測する技術などに関して、性能、操作性等の比較を行い、本手法を採用した。
- 2) 海水計測装置の適用範囲として、計測装置設置水深と計測可能範囲との関係や海象条件などについて、寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術ハンドブックに記載している。適用範囲を広げる工夫については、本研究で使用したマルチビームソナーの上位機種を用いることで、より広範囲で高精度の計測に対応可能であることを同ハンドブックに追記したい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑭寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑭-8 自然環境調和機能を有する寒冷地沿岸施設の維持・管理手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 自然環境調和機能の維持・管理手法の提案
- 2) 自然環境調和機能の評価手法の提案
- 3) 自然環境調和機能の維持・管理における技術の開発

【目標の達成状況】

- 1) 自然環境調和機能の維持・管理手法の提案
 - ・寒冷地沿岸施設の自然環境調和機能維持（藻場機能維持）のための問題点の抽出と藻場消失の原因を分析し、藻場回復に向けた課題を整理した。
 - ・施設の維持・管理手法（施設改良、食害対策）を提案し事業化につなげるとともに、現地実証試験によりその有効性を確認した。
- 2) 自然環境調和機能の評価手法の提案
 - ・藻場生息環境、ウニ摂餌環境、海域環境を把握するため現地調査を実施し、藻場形成阻害要因の特定を行った。
 - ・現況把握、阻害要因解明から自然環境調和機能の診断、対策手法、フォローアップに至る評価体系を構築
 - ・自然環境調和機能（藻場創出機能）の評価のための診断手法を提案した。
- 3) 自然環境調和機能の維持・管理における技術の開発
 - ・沿岸構造物の自然環境調和機能における要求性能をとりまとめ、藻場創出機能に関する性能規定化を行った。
 - ・考案した維持・管理手法及び機能診断手法を「寒冷地の沿岸構造物における環境調和ガイドブック（平成28年度発刊予定）」（仮称）に反映した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

発表論文：33本

【査読付論文・国内】（8本）

- ・佐藤仁・山本潤・黄金崎清人・鳴海日出人・清野克徳・山下俊彦：背後小段部を有する防波堤構造物における藻場回復手法の検討，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 67，No. 2，pp1106-1110，2011. 11
- ・佐藤仁・山本潤・山内弘明・今林弘・山下俊彦：砂浜域の港湾構造物における藻場の持続的な形成要因，土木学会論文集 B3（海洋開発）特集号 Vol. 68，No. 4，2012. 6
- ・山下俊彦・佐藤旬・佐藤仁：ウニ摂餌と海藻成長を考慮した海藻繁茂深度の推定法，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 68，No. 2，pp1101-1105，2012. 11
- ・佐藤仁・山本潤・岡元節雄・工藤博文・今林弘・黄金崎清人・渡辺航希・山下俊彦：コンブ藻場の維持回復

を目的とした地域協働型の磯焼け対策の事業化, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 特集号 Vol. 69, No. 2, 2013. 6

- ・山下俊彦・猿渡亜由未・渡辺航希・佐藤旬・佐藤仁: 北海道南日本海沿岸の磯焼け対策としてのコンブのロープ養殖に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 69, No. 2, pp1236-1240, 2013. 11
- ・佐藤仁・岡元節雄・関口浩二・本松敬一郎・黄金崎清人・山本潤・山下俊彦: 生分解性素材を用いた磯焼け海域での海藻育成と藻食性動物への給餌手法の開発, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 特集号, Vol. 70, No. 2, 2014. 6
- ・佐藤仁・佐藤旬・渡辺航希・増田亨・松山恵二・山下俊彦: 寿都漁港背後小段上の海藻現存量の変動特性と推定法, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 70, No. 2, 2014. 11
- ・佐藤仁・瀬戸岳史, 山下俊彦: 寿都漁港背後小段上の海藻の変動特性, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 特集号, Vol. 71, 2015

【査読無し論文・国内】(13本)

- ・洲濱智幸・佐藤仁: 藻場分布調査解析への汎用画像処理ソフト活用, 海洋調査 No. 105, 2011. 9
- ・佐藤旬・佐藤仁・山下俊彦: 北海道美谷周辺海域でのウニの食圧と藻場分布, 平成 23 年度土木学会北海道支部論文報告集第 68 号, 2012. 2
- ・佐藤仁・山内弘明・今林弘: 北海道東方砂浜域の沿岸構造物における岩礁性藻場の環境性能評価, 第 55 回北海道開発技術研究発表会, 2012. 2
- ・佐藤仁: 重要港湾釧路港における環境共生への取り組み, 平成 24 年度国土交通省国土技術研究会, 2012. 10
- ・松野健・今林弘・佐藤仁: 北海道日本海沿岸における磯焼け箇所の藻場回復について, 第 56 回北海道開発技術研究発表会, 2013. 2
- ・岡元節雄・山本潤・田川人士: 北海道太平洋岸の港湾構造物が副次的に有する環境調和機能に関する考察, 第 56 回北海道開発技術研究発表会, 2013. 2
- ・渡辺航希・佐藤旬・山下俊彦・佐藤仁: 磯焼け対策としてのコンブロープ増殖に関する研究, 平成 24 年度土木学会北海道支部論文報告集第 69 号, 2013. 2
- ・山下俊彦・佐藤旬・佐藤仁: 寿都漁港背後小段上の海藻現存量の変動特性, 平成 25 年度土木学会北海道支部論文報告集第 70 号, 2014. 2
- ・後藤和哉・増田亨・佐藤仁: 北海道日本海沿岸における磯焼け箇所の藻場回復について, 第 57 回北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・岡元節雄・佐藤仁・田川人士: 北海道太平洋岸の港湾構造物が副次的に有する環境調和機能に関する考察(第 2 報), 第 57 回北海道開発技術研究発表会, 2014. 2
- ・佐藤仁, 瀬戸岳史, 山下俊彦: 寿都漁港背後小段上の海藻の変動特性, 平成 26 年度土木学会北海道支部論文報告集第 71 号, 2015. 2
- ・佐藤仁, 渡辺航希, 山下俊彦: 北海道南西日本海沿岸でのコンブのロープ養殖と海藻現存量予測, 平成 26 年度土木学会北海道支部論文報告集第 71 号, 2015. 2
- ・佐藤仁, 三上信雄, 酒向章哲, 綿貫啓: 沿岸構造物における環境共生機能の劣化診断方法, 平成 27 年度日本水産工学会学術講演会, 2015. 5

【査読無し論文・海外】(2本)

- ・Okamoto, S., Ymamoto, J, Ohashi, M, Satoh, J & Murakami, T: VERIFICATION OF EFFECT OF ARTIFICIAL SEAWEED FOR SANDFISH SPAWNING GROUND, Pacific Congress on Marine Science and Technology, 2012. 12
- ・Rumiko Kajihara, Jin Sato, Kenji Sugawara, Masami Ohashi1 and Nobuo Mikami: The function assessment of the environmental-harmony coastal structures by incorporating the concept of asset management, CIVIL ENGINEERING CONFERENCE IN THE ASIA REGION, 2016 (投稿中)

【学会発表等その他】(10本)

- ・岡元節雄: 人工海藻に産卵する鱒の行動特性について, 平成 23 年度日本海北区ハタハタ漁業者実践会議, 2011. 9
- ・村上俊哉・田村浩則・安達大・渡辺光弘・山本潤: 北海道日本海沿岸におけるハタハタ産卵場の物理環境について, 平成 23 年日本水産工学会学術講演会, 2011. 5

- ・佐藤仁：磯焼け地帯における藻場造成効果をねらった防波堤構造物の状況について（第2報），平成23年度後志管内磯焼け対策連絡会議，2011.10
- ・大橋正臣：ハタハタの産卵特性と人工海藻について，日本技術士会北方海域技術研究会，2012.1
- ・佐藤仁：寿都漁港における磯焼け対策の取り組み，平成24年度後志管内磯焼け対策連絡会議，2012.12
- ・山下俊彦・佐藤旬・渡辺航希・黄金崎清人・佐藤仁：北海道日本海沿岸における磯焼け対策としてのコンブのローブ養殖に関する検討，平成24年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会，2013.2
- ・佐藤仁：北海道日本海沿岸の磯焼け地帯における藻場回復の試み，第18回技術者交流フォーラム in 留萌，2013.12
- ・佐藤仁・三上信雄：寿都海域における磯焼け対策効果について，平成25年度管内地域磯焼け対策，2013.12
- ・西敬浩，岩倉祐二，酒向章哲，佐藤仁，岡元節雄，田川人士，城敏也：港内消波施設における藻場造成効果に関する一考察，平成26年度日本水産工学会学術講演会講演集，2014.5
- ・佐藤仁：磯焼け対策と自然調和型構造物の再生技術について，稚内港湾事務所工事安全連絡協議会第5回CPDS講習会，2014.9

【土研刊行物による成果の公表】（6本）

- ・佐藤仁，山本潤：自然調和型構造物における藻場造成機能の回復に関する一考察，寒地土木研究所月報第698号，2011.7
- ・岡元節雄，関口浩二，大橋正臣，山本潤：雄冬漁港におけるハタハタの産卵状況について（第2報），寒地土木研究所月報第712号，2012.9
- ・佐藤仁，大橋正臣，山本潤：港湾構造物の藻場機能の維持に必要な新規加入群の参入条件に関する研究，寒地土木研究所月報第717号，2013.2
- ・佐藤仁，岡元節雄：北海道日本海沿岸の磯焼け海域におけるコンブ藻場の維持回復手法の検討，寒地土木研究所月報第727号，2013.12
- ・牧田佳巳，佐藤仁，岡元節雄，青井晃樹：北海道太平洋沿岸における港内消波施設の環境調和機能に関する考察（第2報），寒地土木研究所月報第750号，2015.11
- ・佐藤仁，梶原瑠美子：磯焼け海域における海藻の成長および阻害要因の定量化，寒地土木研究所月報第751号，2015.12

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道開発局水産課や小樽開発建設部に対し、既設沿岸構造物の機能維持のための改良策を提案し、事業の計画立案・実施に貢献している。
- ・成果に基づいて、積丹町や神恵内村などの藻場造成手法に対し技術指導を行うなど現場の磯焼け対策に貢献している。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・基準・マニュアル等への反映として、「寒冷地沿岸構造物における環境共生機能の診断手法暫定版(案)」(寒地土木研究所)を作成し、「寒冷地の沿岸構造物における環境調和ガイドブック(仮称)」(寒地港湾技術研究センター、28年度発刊予定)に反映させる。
- ・講演会の開催として、日本技術士会北方海域技術研究発表会(寒地土研・技術士会共催)の開催及び研究発表を行った。

(6) 自己評価

- ・積雪寒冷地における沿岸構造物の自然環境調和機能の低下原因の把握(評価要素の抽出)を行い、機能維持

のための対策手法（藻場創出機能回復手法）を提案した。

- ・提案した対策手法については、現地実証試験によりその有効性を確認するとともに、現場において事業計画の立案やモニタリングに活用されるなど事業に貢献しており目標は達成している。
- ・自然環境調和機能（藻場創出機能）を効率的に評価するための機能診断手法を現地検証に基づき提案した。
- ・研究の実施にあたっては、地域住民の参加と合意形成を図りながら進めて行く観点から、現地での協議会や講演を通して研究内容や成果の普及を積極的に行った。特に、積丹町や神恵内村等の沿岸市町村や漁協から期待されている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 年ごとのバラツキを考慮した評価が今後は要求されるであろう。
- 2) 海藻は水温による年変動や基質を設置してからの経過年等によって変化するため、設置後にモニタリングを実施するとともに年変動特性を考慮した維持・管理計画が重要。

【対応】

- 1) 海藻など生物の成育状況や海域環境は調査年や季節により変動が生じるためその変動を踏まえた評価方法が必要と考えている。ご指摘も踏まえ、調査時期の適切な設定や複数年度の結果を踏まえて総合的に評価するなど、年ごとのバラツキを考慮した評価ができるよう診断手法の改善に取り組んでいきたい。
- 2) ご指摘のとおり、年変動特性を考慮した維持・管理は重要と考えており、モニタリング調査によるフォローアップに合わせて機能の発現状況に応じた対応を検討するといった順応的な維持・管理手法を提案している。今後も手引きやマニュアルを現場に普及させるなど研究成果の最大化に努めたい。

第2分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑮社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案
- 2) コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性向上技術の開発

【研究の達成状況】

- 1) 新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案
 - ・性能規定化に対応した新形式道路構造の評価技術に関する研究
目標としている新形式道路構造(橋台背面 EPS 盛土)の性能検証法の提案、及び新形式道路構造(アーチ式カルバート)の性能評価ガイドライン(案)の作成について、全ての目標も達成することができた。
 - ・土工構造物の管理水準を考慮した性能設計に関する研究
目標としている補強土壁工法について管理水準に応じた要求性能を考慮した評価・設計手法の提案について、全ての目標を達成することができた。
- 2) コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性向上技術の開発
 - ・性能規定に対応したコンクリート構造物の施工品質管理・検査に関する研究
目標としているできあがりコンクリートの品質評価システム、及び性能規定に対応した施工マニュアルの提案について、全ての目標を達成できた。
 - ・凍害の各種劣化形態が複合したコンクリート構造物の性能評価法の開発
目標としているスケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害の進行予測式および塩化物イオンの浸透に関する評価式の開発、ならびに凍害の各劣化形態を複合的に受けたコンクリートの性能評価法の提案について、全ての目標を達成できた。
 - ・鋼橋塗装の性能評価に関する研究
達成目標としている鋼橋塗装に求められる塗料および塗装系の性能を的確に評価できる性能評価技術としての付着性能、施工性能、環境性能に関する基準値案の提案について、達成した。
 - ・積雪寒冷地における冬期土工の品質確保に関する研究
目標としている①冬期土工の施工法および品質管理方法の開発、②低温下で改良効果を有する固化処理技術の開発、③寒冷気候を利用した高含水比土の改良技術の提案について、全ての目標を達成できた。

(2) 発表論文

- ・合計：130本(下記含み)
- ・査読付論文 国内25本
- ・査読付論文 海外8本

(3) 事業・社会への貢献

■以下のマニュアル、ガイドライン等に研究成果を反映・記載し、事業・社会に貢献している。

- ・新形式道路構造の性能評価ガイドライン（案）（土研資料）
- ・ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル 第二回改訂版（H25年8月）土木研究センター
- ・補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル第4回改訂版（H26年8月）土木研究センター
- ・多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル第4版（H26年8月）土木研究センター
- ・道路土工指針類（日本道路協会）の次期改定に反映予定
- ・性能規定に対応した施工マニュアル（受取検査、打設・養生方法など）の提案
- ・「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書（案）」に反映予定
- ・鋼道路橋防食便覧（日本道路協会）の次回改定に反映予定
- ・「北海道における不良土対策マニュアル改訂版」（土木研究所寒地土木研究所 2013年4月）
- ・「積雪寒冷地における冬期土工の手引き」（冬期の河川・道路工事における施工の適正化検討会 2015年2月）
- ・「北海道におけるコンクリート構造物の性能保全技術指針」（北海道土木技術会、H25.12）

■成果の普及に関して、次のような活動を行った。

- ・「塩害環境の定量評価に関する研究小委員会」（土木学会 348）において、開発した凍害を考慮した塩化物イオン浸透評価式（差分解）を情報発信
- ・「一般国道 39 号 比布大橋 技術検討委員会」（主催：旭川開建）での橋脚の凍害進行予測において、開発した凍害予測式を活用
- ・開発した凍害予測式の計算例等を盛り込んだ「北海道におけるコンクリート構造物の性能保全技術指針」の Q&A 集を北海道土木技術会の HP に公表予定
- ・地方整備局、北海道開発局、地方自治体等の現場技術者を対象とした多くの講習会、セミナーにて研究成果を紹介

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 目指した目標を十分達成し、期待どおりの成果を得ている。
- 2) 更新への情報供給が重要。性能とは何かなど基本的な点も検討願いたい。

【対応】

- 1) 次期中長期計画における研究プログラムで、維持管理から更新を含むメンテナンスサイクルを動かすための課題を設定し、本課題の成果を引き継ぐ。
- 2) その際、それぞれの構造物に求められる性能について整理したい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑮社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑮-1 性能規定化に対応した新形式道路構造の評価技術に関する研究開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 新形式道路構造の性能検証法の提案
- 2) 新形式道路構造の性能評価ガイドライン(案)の作成

【目標の達成状況】

- 1) 新形式道路構造の性能検証法の提案
 - ・橋梁アプローチ部の橋台と土工部の境界に発泡スチロール系材料を用いた構造を対象に、遠心模型実験や数値解析を実施し、同構造の地震時挙動や橋台に作用する地震時土圧の特性を評価した。その結果、背面が発泡スチロール系材料の場合でも、一定の地震時土圧を考慮した上で橋台を設計する必要がある可能性が示された。
 - ・ヒンジを有するアーチカルバートの挙動特性を数値解析および実験により確認した。その結果、ヒンジ式アーチカルバートは従来カルバートと比較し不同沈下や偏土圧の影響を受けやすく入力地震波のばらつきに伴い応答のばらつきが大きいことを確認した。また終局に至るまでの損傷過程および終局状態を正負交番載荷実験により確認し、終局状態においてもヒンジの機能が維持され直ちに破壊に至らないことや損傷位置の移行過程を明らかにし、性能検証法を提案した。
- 2) 新形式道路構造の性能評価ガイドライン(案)の作成
 - ・解析および実験による検討により、ヒンジ式アーチカルバートの設計上の留意点および供用中の性能評価手法を示した新形式道路構造の性能評価ガイドライン(案)を作成した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(2本)

- 1) 藤原ら：背面にEPS盛土を有する橋台の地震時動的遠心模型実験，第60回土木学会構造工学シンポジウム，2014
- 2) 久保田ら：ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの正負交番載荷実験による耐震性能評価，第62回土木学会構造工学シンポジウム，2016.2

【査読無し論文・国内】(8本)

- 3) ハツ元ら：背面にEPSを充填した橋台の地震時挙動，第14回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム，2011.7
- 4) 谷口ら：アーチカルバートにおける構造形式の違いが地震時の挙動に及ぼす影響，第14回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム，2011.7
- 5) ハツ元ら：不同沈下や偏土圧の影響を受けるアーチカルバートの構造特性，土木技術資料，2013
- 6) ハツ元ら：遠心力載荷実験によるEPS盛土-橋台間の相互作用の検証，第58回地盤工学シンポジウム，2013
- 7) 藤原ら：橋台とEPSの地震時相互作用に関する遠心模型実験，第16回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム，2013
- 8) 藤原ら：軽量盛土を用いた橋台の地震時挙動の評価，土木技術資料，2014.5

- 9) 藤原ら：アーチカルバートの地震時限界性能に関する実験的研究，第 17 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2014. 7
- 10) 久保田ら：ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの地震時限界性能に関する実験的研究，第 17 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2014. 8

【学会発表その他】（14本）

- 11) ハツ元ら：アーチカルバートにおける構造形式の違いが地震時の挙動に及ぼす影響，第 66 回土木学会年次学術講演会，2011
- 12) 谷口ら：アーチカルバートにおける構造形式の違いが地盤変状時の挙動に及ぼす影響，第 66 回土木学会年次学術講演会，2011
- 13) 谷口ら：地震波の違いがアーチカルバートの地震時応答に及ぼす影響，第 47 回地盤工学研究発表会論文，2012. 7
- 14) 篠原ら：中間床版を有する橋台背面軽量盛土の地震時応答解析，第 48 回地盤工学研究発表会論文，2013
- 15) 篠原ら：アーチカルバートの橋台の地震時相互影響に関する検討，第 48 回地盤工学研究発表会論文，2013
- 16) 篠原ら：遠心模型実験による橋台と EPS の地震時相互作用の評価，第 68 回土木学会年次学術講演会，2013
- 17) 篠原ら：背面盛土の違いが橋台及び杭基礎の地震時挙動に与える影響，第 49 回地盤工学研究発表会論文，2014. 7
- 18) 藤原ら：裏込めに EPS 盛土を用いた橋台の地震時挙動に関する実験的検討，第 49 回地盤工学研究発表会論文，2014. 7
- 19) 藤原ら：正負交番載荷実験によるアーチカルバートの地震時限界性能に関する検討，第 69 回土木学会年次学術講演会，2014. 9
- 20) 久保田ら：プレキャストアーチカルバートにおける層間変位と損傷過程の関係の評価，第 50 回地盤工学研究発表会論文，2015. 9
- 21) 篠原ら：プレキャストアーチカルバートのせん断剛性の評価，第 50 回地盤工学研究発表会論文，2015. 9
- 22) 久保田ら：正負交番載荷実験による 2 ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの地震時限界性能に関する検討，第 70 回土木学会年次学術講演会，2015. 9
- 23) 篠原ら：正負交番載荷実験による 3 ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの地震時限界性能に関する検討，第 70 回土木学会年次学術講演会，2015. 9
- 24) 久保田ら：正負交番載荷実験を行った 2 ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの梁要素解析による評価，第 50 回地盤工学研究発表会論文，2016（投稿中）

(3) 事業・社会への貢献

- ・アーチカルバートの研究成果については，近畿地方整備局のプロジェクト会議「アーチカルバートを連続的に含む景観性に優れた盛土構造の耐震性能評価と災害復旧に関する研究」を通じて，産学官で情報共有されており，実験や数値解析で得られた知見を基に新形式道路構造の性能評価ガイドライン（案）をとりまとめた。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・道路土工指針類の次期改定に反映させる。

(6) 自己評価

- ・解析により不同沈下や偏土圧による既設アーチカルバートへの影響について確認するとともに，実験および解析等により部材の破壊モード・劣化損傷の進行過程及び限界状態を明らかにした新形式道路構造の性能評価ガイドライン（案）を作成することができた。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外展開は？ここでいう性能は具体的に定義されているのか。
- 2) 2 ヒンジと 3 ヒンジは、不静定構造の特徴を生かす設計になっているか。
- 3) 2 ヒンジと 3 ヒンジで終局的な挙動の違いを明記してほしい。

【対応】

- 1) フランスと情報交換をしており、部材等の性能については、今回実験等に得られた知見をとりまとめ、論文などにより外部展開していく予定である。
- 2) ヒンジ式カルバートの部材は、ヒンジの回転による変形により土圧の変化を考慮した設計がされている。
- 3) ヒンジ式カルバートは、2 ヒンジ 3 ヒンジともヒンジ箇所では壊れないものの、2 ヒンジアーチでは、ヒンジが壁面の中央付近に位置することにより、基礎の隅角部が破壊した。3 ヒンジアーチはヒンジ箇所が基礎部に位置することにより、ヒンジが回転することで、部材が破壊した。このように、2 ヒンジアーチと 3 ヒンジアーチとでは、終局時の部材の破壊形態に違いが見られた。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑮社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑮-2 土工構造物の管理水準を考慮した性能設計に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 土工構造物の破壊モード・劣化・損傷の進行過程の明確化
- 2) 管理水準に応じた要求性能に対する土工構造物の限界状態の明確化
- 3) 管理水準に応じた要求性能を考慮した土工構造物の性能評価手法・設計手法の提案
- 4) 上記①～③の成果をマニュアル(案)としてとりまとめる。

【目標の達成状況】

- 1) 土工構造物の破壊モード・劣化・損傷の進行過程の明確化
 - ・被災事例においては地震以外の外力による変形は土質や排水処理の不良箇所に集中していることを確認し、設計上重要となるのは地震外力に対する変形・破壊であることを確認した。
 - ・動的遠心模型実験結果を分析し、耐震性を損なう損傷として「すべり面の形成」や「背面土のこぼれだし」に着目すべきことを整理した。
 - ・壁面の水平変位は「補強領域の伸張・せん断変形」と「補強領域下面のすべり」に分類可能であること、小さな地震動では補強領域の伸張・せん断変形が主であり、地震動が大きくなるとすべりが生じることで変形量が急増することを確認した。
- 2) 管理水準に応じた要求性能に対する土工構造物の限界状態の明確化
 - ・壁面変位や補強領域の損傷を踏まえて、補強土壁の構成要素の限界状態を整理した。
 - ・耐震性を損なう「すべり面の形成」や「背面土のこぼれだし」が生じる条件を整理した。
 - ・すべり面の形成については、安定性に関する計算を行うことによって評価可能であることを示した。
- 3) 管理水準に応じた要求性能を考慮した土工構造物の性能評価手法・設計手法の提案
 - ・補強領域の変形は、地盤材料の強度変形特性(応力-ひずみ関係)に大きく依存することを確認した。
 - ・補強領域に生じるすべり面に着目してモデル化を行い、地盤材料の応力-ひずみ関係を加味することで、補強土壁の変形量を計算する手法を提案した。
 - ・提案した計算手法によって得られる水平変位の計算結果は、遠心模型実験の結果とよく整合することを確認した。
 - ・補強土壁の水平変位は構造物の機能に影響する天端沈下量と相関があり、補強土壁の性能指標の1つとして有効であることを確認した。
- 4) 上記①～③の成果をマニュアル(案)としてとりまとめる。
 - ・補強土壁の要求性能に応じたより合理的な設計を実施するために求められる補強領域の変形量の計算手法として、補強領域内のせん断変形に着目した補強土壁の変形量の計算手法についてとりまとめを行った。
 - ・この計算手法の根拠となる遠心模型実験について、とりまとめを行った。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（2本）

- 1) 荒木裕行, 石原雅規, 梶取真一, 佐々木哲也: 補強土壁の動的遠心模型実験を対象とした補強領域内におけるひずみの定量化と分析, ジオシンセティックス論文集, Vol. 29, pp. 127-134, 2014.

【査読無し論文・国内】（6本）

- 2) 山木正彦, 石原雅規, 佐々木哲也, 藤田智弘, 小橋秀俊: 補強土壁の傾斜実験に基づく限界水平震度に関する一考察, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, 2012. 9.
- 3) 荒木裕行, 石原雅規, 山木正彦, 佐々木哲也: 動的遠心模型実験による補強土壁の変形モードと画像解析による定量化, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, 2013. 9.
- 4) 荒木裕行, 石原雅規, 梶取真一, 佐々木哲也: 動的遠心模型実験に基づいた補強土壁の入力加速度-残留変位関係の推定, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, 2014. 9.
- 5) 佐々木哲也, 荒木裕行, 石原雅規, 梶取真一: 背面地盤材料の材料特性が異なる補強土壁の遠心模型実験, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集, 論文番号Ⅲ-359, pp. 717- 718, 2015. 9.
- 6) 荒木裕行, 石原雅規, 梶取真一, 佐々木哲也: 補強土壁の耐震性に与える背面地盤材料特性の影響, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集, 論文番号Ⅲ-360, pp. 719- 720, 2015. 9.
- 7) 荒木裕行, 石原雅規, 佐々木哲也: 補強領域内のせん断変形に着目した補強土壁の壁面変位推定法に関する検討, 地盤工学研究発表会, 2016 (投稿中).

【土研刊行物による成果の公表】（2本）

- 8) 佐々木哲也, 石原雅規, 荒木裕之: 補強土壁の耐震性に関する動的遠心模型実験, 土木研究所資料, 第 4335 号, 2016. 5.
- 9) 佐々木哲也, 石原雅規, 荒木裕之: 補強領域内のせん断変形に着目した補強土壁の地震時変形量の計算法に関する検討, 土木研究所資料, 第 4336 号, 2016. 5.

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 成果の一部は、各種補強土壁のマニュアル類に反省されるとともに、技術指導を通じて現場に活用された。管理水準に応じた適切な設計を行うための性能評価手法を提案し、マニュアル案としてとりまとめた。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 道路土工指針類の次期改定に反映させる。

(6) 自己評価

- ・ 模型実験や数値解析、事例分析等を実施することで、設計で考慮すべき土工構造物の破壊モード・劣化損傷の進行過程を明らかにするとともに、要求性能に応じた土工構造物の限界状態を明らかにすることができた。さらに、要求性能に応じたより合理的な設計を実施するため、補強領域内におけるすべり面と地盤材料の強度変形特性に着目した補強土壁の変形量の計算法について当初の予定どおりとりまとめを行った。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外展開が不十分では。

【対応】

- 1) 海外論文への投稿等を検討していきたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑮社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑮-4 凍害の各種劣化形態が複合したコンクリート構造物の性能評価法の開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) スケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害の進行予測式および塩化物イオンの浸透に関する評価式の開発
- 2) 凍害の各劣化形態を複合的に受けたコンクリートの性能評価法の提案(成果を「凍害手引書」にとりまとめ、技術講習会等を通じて現場への普及を図る)

【目標の達成状況】

- 1) スケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害の進行予測式および塩化物イオンの浸透に関する評価式の開発
 - ・ 凍害の進行に及ぼす凍結防止剤(NaCl)の影響について、スケーリングは顕著に表れ、相対動弾性係数では殆ど確認されなかった実験結果を整理し、スケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害進行予測式を開発した。
 - ・ 塩化物イオンの浸透は、凍結防止剤散布量だけでなく、スケーリングによるかぶり減少、相対動弾性係数低下によるひび割れも複合的に影響することを明らかにした。凍害の進行により塩化物イオン拡散係数が経時的に変化する場合の塩化物イオン浸透量は、Fickの拡散方程式の差分法を活用することで簡易に推定できることを示した。
- 2) 凍害の各劣化形態を複合的に受けたコンクリートの性能評価法の提案(成果を「凍害手引書」にとりまとめ、技術講習会等を通じて現場への普及を図る)
 - ・ 寒冷環境下での塩害に対する耐久性の評価法として、スケーリング、深さごとの相対動弾性係数の予測をもとに、表面から深さ5~15mm、15~25mm…の塩化物イオン拡散係数が10倍、100倍…に達する時期を安全側に設定し、Fickの拡散方程式の差分法により凍害を考慮した塩化物イオン量を計算する評価フローを提案した。
 - ・ 成果の現場普及に向け、「北海道におけるコンクリート構造物の性能保全技術指針」へのスケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害進行予測式の反映、凍害を考慮した塩化物イオン量のExcel計算プログラム作成に努めた。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(10本)

- 1) 遠藤裕文, 田口史雄, 林田宏, 名和豊春: 簡易で実用的なスケーリング進行予測式の提案, コンクリート工学年次論文集, Vol. 33, No. 1, pp. 923-928, 2011. 7
- 2) 遠藤裕文, 田口史雄, 田畑浩太郎: 差分法を用いた塩化物イオン浸透性に及ぼす凍結融解の影響の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 34, No. 1, pp. 904-909, 2012. 7
- 3) 遠藤裕文, 田口史雄, 田畑浩太郎: 寒冷環境下での塩化物イオン浸透予測技術に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, pp. 913-918, 2013. 7

- 4) 遠藤裕文, 田畑浩太郎, 川村浩二, 葛西隆廣: 凍害危険度 4~5 地域の山間部における橋台の凍害調査, 第 13 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp. 487-494, 2013. 11
- 5) 遠藤裕文, 島多昭典, 田畑浩太郎: 塩分環境下での凍害の進行に及ぼす乾燥・乾湿の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 1, pp. 1024-1029, 2014. 7
- 6) 遠藤裕文, 島多昭典, 川村浩二: 環境条件の変遷を考慮した凍害予測に関する基礎的研究, 第 14 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp. 141-148, 2014. 10
- 7) 川村浩二, 島多昭典, 遠藤裕文: 寒冷環境下の道路橋における塩化物イオン浸透状況調査, 第 14 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp. 227-234, 2014. 10
- 8) 遠藤裕文, 島多昭典: 凍害を考慮した塩害に対するコンクリートの耐久性設計・評価法の体系化に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 37, No. 1, pp. 829-834, 2015. 7
- 9) 遠藤裕文, 島多昭典, 川村浩二, 高田尚人: 実構造物における凍害の進行に及ぼす材料および環境因子の影響の分析評価, 第 15 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp. 105-110, 2015. 10
- 10) 川村浩二, 遠藤裕文, 島多昭典: 寒冷環境下の道路橋橋台における塩化物イオンの浸透に関する一考察, 第 15 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp. 393-398, 2015. 10

【査読付・海外】(1本)

- 11) Endoh, H. and Taguchi, F.: The Effect of Silane-Type Surface Penetrants to Control Scaling and Salt Damage of Highway Bridge Wheel Guard Concrete in Cold Region, XIVth International Winter Road Congress Andorra 2014, 2014. 2

【査読無・国内】(12本)

- 12) 遠藤裕文, 田口史雄, 林田宏: コンクリート部材の凍害診断への表面走査法の適用に関する研究, 第 55 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2012. 2
- 13) 田畑浩太郎, 遠藤裕文: 寒冷地山間コンクリート構造物のスケーリングとひび割れが複合した凍害の調査, 第 55 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2012. 2
- 14) 遠藤裕文, 田口史雄, 田畑浩太郎: 凍害の影響を考慮したコンクリートの塩化物イオン浸透予測技術に関する研究, 第 56 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2013. 2
- 15) 川村浩二, 遠藤裕文, 田畑浩太郎: 凍結融解と塩化物による複合作用を受けた構造物の凍害目視調査—寒冷地山間部に立地する道路橋下部コンクリートについて—, 第 56 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2013. 2
- 16) 葛西隆廣, 遠藤裕文, 田畑浩太郎: コア採取による凍害危険度 4~5 の山間部のコンクリート構造物での凍害・塩害調査, 第 56 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2013. 2
- 17) 川村浩二, 遠藤裕文: 凍害危険度 3~5 地域の橋台における凍害発生形態, 平成 25 年度土木学会北海道支部論文報告集, 第 70 号, 2014. 2
- 18) 葛西隆廣, 遠藤裕文, 田畑浩太郎: 積雪寒冷地におけるコンクリート構造物の凍害に対する耐久性設計に関する研究, 第 57 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2014. 2
- 19) 川村浩二, 遠藤裕文, 島多昭典: 積雪寒冷地におけるコンクリート構造物の塩害に対する耐久性設計に関する研究, 第 57 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2014. 2
- 20) 高田尚人, 遠藤裕文, 島多昭典: 表層が大きく欠損した既設のコンクリート部材を対象とした凍害進行履歴の評価, 第 58 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2015. 2
- 21) 遠藤裕文, 島多昭典: 凍結融解と塩化物の複合作用を受けるコンクリートの性能評価法の提案, 第 59 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2016. 2
- 22) 川村浩二, 遠藤裕文, 島多昭典: マルコフ連鎖モデルによる道路橋橋台コンクリートの凍害の現状把握, 第 59 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2016. 2
- 23) 高田尚人, 遠藤裕文, 島多昭典: 寒冷地山間部の道路橋橋台コンクリートにおける塩化物イオンの浸透性の評価, 第 59 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2016. 2

【査読無・海外】(2本)

- 24) Endoh, H. : Study on Prediction of Scaling Progress due to Frost and Salt Damage, Japan Science and Technology Agency Meeting (Qingdao), 2012. 3
- 25) Endoh, H., Shimata, A., Kawamura, K. and Takada, N. : Decision of Repair Priority for Abutment by Frost Damage Prediction Formula, The 14th China-Japan Workshop on Winter Road Traffic Technology Proceedings, 2015. 7

【学会発表等その他】(5本)

- 26) 遠藤裕丈, 田口史雄, 名和豊春 : スケーリングの進行性の簡易判定評価式の提案, 土木学会第 66 回年次学術講演概要集 (V 部門), pp. 139-140, 2011. 9
- 27) 遠藤裕丈, 田口史雄, 田畑浩太郎 : 凍結融解と塩化物の複合作用を受けるコンクリートの凍害劣化予測に関する研究, 土木学会第 68 回年次学術講演概要集 (V 部門), pp. 559-560, 2013. 9
- 28) 川村浩二, 遠藤裕丈, 田畑浩太郎 : 寒冷地山間部のコンクリート構造物での凍害調査, 土木学会第 68 回年次学術講演概要集 (V 部門), pp. 561-562, 2013. 9
- 29) 川村浩二, 遠藤裕丈, 葛西隆廣 : マルコフ連鎖モデルを用いたコンクリート構造物の凍害の進行性評価, 土木学会第 69 回年次学術講演概要集 (V 部門), pp. 979-980, 2014. 9
- 30) 川村浩二, 遠藤裕丈, 島多昭典 : コンクリートの塩害に及ぼす凍害の影響に関する道路橋調査, 土木学会第 70 回年次学術講演概要集 (V 部門), pp. 137-138, 2015. 9

【土研発行物による成果の公表】(2本)

- 31) 遠藤裕丈, 田口史雄, 田畑浩太郎 : 寒冷環境下におけるコンクリートの塩化物イオン浸透予測技術に関する研究, 寒地土木研究所月報, No. 727, pp. 2-14, 2013. 12
- 32) 遠藤裕丈, 島多昭典 : コンクリートの凍・塩害の進行に及ぼす夏季高温期の影響に関する基礎的研究, 寒地土木研究所月報, No. 740, pp. 13-25, 2015. 1

(3) 事業・社会への貢献

- ・「北海道におけるコンクリート構造物の性能保全技術指針」(北海道土木技術会、H25.12)の本編およびQ&A集に研究成果を反映させた。
- ・「一般国道 39 号 比布大橋 技術検討委員会」(主催:旭川開建)で行われた橋脚の凍害進行予測において研究成果が活用され、事業・社会に大きく貢献した。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・「塩害環境の定量評価に関する研究小委員会」(土木学会 348)の報告書を通じ、Fick の拡散方程式の差分解による凍害を考慮した塩化物イオン浸透評価の考え方の情報発信に努めた。
- ・インターネットサイト「道路構造物ジャーナル NET」(鋼構造出版)等を通じ、開発した凍害の進行予測式および計算例等の情報発信に努めた。
- ・寒地土木研究所月報に成果を 2 回公表し、普及に努めた。

(6) 自己評価

- ・スケーリング・ひび割れが複合化した場合の凍害の進行予測式、塩化物イオンの浸透に関する評価式を開発するとともに、その成果をもとに凍結融解と塩化物の複合作用を受けるコンクリートの性能評価法について総合的にとりまとめており、目標を達成している。
- ・国内・海外の査読付を含めて合計 32 本の論文発表を行うとともに、インターネットサイト等を通じて研究成果の情報発信を図り、成果の普及に積極的に努めている。
- ・研究成果を指針類に反映させ、さらに、現場の道路橋技術検討委員会でも成果が活用される等、技術的に大きな貢献を果たしている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 移流の評価は不要か。
- 2) 構造物の性能評価を含めた評価が必要。

【対応】

- 1) コンクリート内部の塩化物イオンの動きを拡散と移流に分類することは非常に困難であることに加え、ひび割れの程度は凍害の進行に伴って変化することから、本研究においては、塩化物イオンの動きを一律的に拡散と仮定し、拡散係数を高めに設定して安全側に評価している。
- 2) 今後、本研究で提案した凍害（スケーリング、相対動弾性係数）の進行予測基本式を用いて、部材耐荷力との関係から部材の寿命予測を試みるとともに、凍害の進行によって促進される鉄筋の腐食速度について検討していく。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑮社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑮-5 鋼橋塗装の性能評価に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 性能評価技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 性能評価技術の提案

- ・国内外の規格・基準類や学術論文等を中心に調査し、鋼道路橋塗装に求められる要求性能と、対応する性能評価項目を抽出した。また、抽出した性能評価項目に対し、現在行われている試験方法・条件等を整理した。
- ・「鋼道路橋塗防食便覧」に規定されている新設用塗装系（C-5 塗装系）を標準塗装系と位置付け、標準塗装系の基本性能に関するデータを室内試験等により収集し、現行の試験評価方法・条件の妥当性を検証した。
- ・標準塗装系や比較塗装系の室内試験結果や、これまでに実施している長期屋外暴露試験の追跡調査データ等を踏まえ、鋼道路橋塗装に求められる要求性能（防食性能、耐久性能、付着性能、景観性能、施工性能、環境性能）ごとに、これらを適切に評価できる試験評価方法・条件を設定し、性能基準値を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（2本）

- 1) 後藤宏明、富山禎仁、藤城正樹、山本基弘：鉛・クロムフリー塗料の耐久性評価—航空標識色塗料の屋外暴露耐久性—、防錆管理、Vol.57, No.6 pp. 202-206 (2013)
- 2) 富山禎仁、西崎 到：鋼道路橋用重防食塗膜の耐久性評価方法に関する検討、構造工学論文集、Vol. 62A、論文番号 9-0042 (2016年5月)

【学会発表等その他】（18本）

- 3) 新谷憲生、真田祐介、守屋 進、富山禎仁：省検査形膜厚制御塗料10年経年調査報告、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第34巻、pp. 99-106 (2011年10月)
- 4) 後藤宏明、富山禎仁、藤城正樹、山本基弘：鉛・クロムフリー塗料の耐久性評価—黄赤系航空標識塗料の屋外暴露耐候性—、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第35巻、pp. 129-136 (2012年10月)
- 5) 富山禎仁、西崎 到：鋼道路橋塗装の性能評価方法に関する検討、第69回土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)、論文No. V-458 (2014年8月)
- 6) 齊藤 誠、富山禎仁、山本基弘、藤城正樹、大山博昭、後藤宏明：塗装コストを削減した新規重防食塗装系の施工方法の検討、防錆防食技術発表大会講演予稿集、第33巻、pp. 147-150 (2013年10月)
- 7) Tomiyama, T., Nishizaki, I., "Product specifications and performance test methods of protective coating for steel bridge in Japan", 7th Workshop between ITST & NILIM (2014.03)
- 8) Tomiyama, T., Nishizaki, I., "Interim results of collaborative exposure tests", 7th Workshop between ITST & NILIM (2014.03)
- 9) Tomiyama, T., Nishizaki, I., "Performance evaluation test of protective coating for steel bridge in Japan", 8th Workshop between ITST & NILIM (2014.10)

- 10) Tomiyama, T., Nishizaki, I., "Natural weathering test plan in Vietnam and Japan", 8th Workshop between ITST & NILIM (2014.10)
- 11) 金城厚志、富山禎仁、大柴雅、齊藤 誠、二股 誠、後藤宏明：塗装コストを削減した新規重防食塗装系の施工方法の検討-模擬橋梁試験体の暴露 10 年目試験結果- 鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 37 巻、pp. 109-114 (2014 年 10 月)
- 12) 富山禎仁：鋼道路橋の塗装について、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 37 巻、pp. 103-108 (2014 年 10 月)
- 13) 富山禎仁、西崎 到：鋼道路橋塗装の性能評価、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 37 巻、pp. 51-56 (2014 年 10 月)
- 14) 東 克洋、富山禎仁：超速硬化ポリウレタン樹脂塗装の防錆性能に関する検討、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 38 巻、pp. 31-40 (2015 年 10 月)
- 15) 三谷 誠、大澤隆英、岩瀬嘉之、富山禎仁、西崎 到：各種鋼橋防食工の補修塗装に関する検討、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 38 巻、pp. 41-54 (2015 年 10 月)
- 16) 富山禎仁、西崎 到：鋼道路橋塗装の性能評価方法に関する検討、鉄構塗装技術討論会発表予稿集、第 38 巻、pp. 139-148 (2015 年 10 月)
- 17) 富山禎仁：土木分野における機能性塗料の動向、平成 27 年度第 2 回日本塗装技術協会講演会 (2015 年 10 月)
- 18) 富山禎仁：塗装による鋼道路橋の防食技術に関する研究事例、平成 27 年度ウエザリング技術研究成果発表会 (2015 年 11 月)
- 19) 富山禎仁：土木分野における機能性塗料の動向、工業材料、64 (4)、pp. 29-33 (2016.04)
- 20) Tomiyama, T., Nishizaki, I., "Weathering properties of protective coatings for steel bridges", NACE East Asia and Pacific Area Conference (2016 年 8 月、投稿中)

(3) 事業・社会への貢献

- ・研究成果の一部をふっ素樹脂塗料の品質に関するベトナム国家規格 (TCVN) の策定に反映させた。
- ・「一般国道 39 号 比布大橋 技術検討委員会」(主催：旭川開建) で行われた橋脚の凍害進行予測において研究成果が活用され、事業・社会に大きく貢献した。
- ・鋼道路橋防食便覧における新設用重防食塗装系 (C-5) を ISO 12944 (防食塗装系による鋼構造物の防食) の改定に反映させるべく提案し、採用された。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・成果を技術資料 (土木研究所資料) としてとりまとめ準備中 (平成 28 年 9 月予定)
- ・研究成果は鋼道路橋防食便覧の次回改定に反映させる。

(6) 自己評価

- ・国内外の規格・基準類等の調査により、鋼道路橋塗装の要求性能と対応する性能評価項目を抽出するとともに、抽出した性能評価項目に対する現行の試験方法・条件を整理した。また、現行の防食塗装系の基本性能に関するデータを室内試験等により収集し、現行の試験方法・条件の妥当性について把握するとともに、これらの結果を踏まえて、各要求性能に対する性能評価方法および性能基準値を提案するなど、当初の目標は達成したと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 新材料について、もっと検討してほしい。
- 2) iMaRRC には期待している。
- 3) 「新設用」とあるが、是非「塗装用」も検討して頂きたい。

【対応】

- 1) 今回は鋼橋防食塗料として、日本で海外に比べて研究・普及が進んでいるふっ素樹脂塗料を中心に検討したが、性能評価方法を提案できたことで、性能の高い新しい塗料の開発に寄与できると考えている。また、ご指摘のとおり、より新しいタイプの防食塗料や防食塗料以外の新材料についても検討を進めたい。海外普及については日本が強いものを中心に検討を進めていきたい。
- 2) 期待に応えられるよう努力する。
- 3) 今回の研究では新設用のみを対象とした。塗替え塗装系については、素地調整方法なども含めて、第4中期の中で実施したい。

第2分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 冬期路面管理水準・状態の判断支援技術の確立(冬期路面)
- 2) 舗装、機械的改良および凍結防止剤散布等の複合路面管理技術の開発(冬期路面)
- 3) 除雪工事の効率性向上の問題点の解明と対策・マネジメント技術の提案(除雪体制)
- 4) 冬期歩道の路面処理技術及び歩道構造等の開発
- 5) 冬期重大事故に有効なたわみ性防護柵等による車線逸脱事故防止対策技術の開発

【研究の達成状況】

- 1) 路面のすべり抵抗値モニタリングにより維持管理水準の判断や作業実施効果を評価する技術を確立した。気象、地形、道路構造が路線のすべり特性に与える影響の把握により、路線のすべり特性を図化(フリクションマップ)する手法を構築した。フリクションマップを用いた維持管理作業が必要な箇所やタイミングの判断を支援する技術を確立した。
- 2) 舗装表層の種別と車両通過に伴う凍結防止剤の飛散を考慮した凍結防止剤事後散布後の路面すべり摩擦推定法を構築した。舗装種類毎の適切な散布方法をマニュアルにまとめた。また、防滑材の路面定着性を高める加熱水混合散布については試験道路及び実道で効果を確認し、今後、散布機械の仕様、散布方法および効果等をマニュアル化した。
- 3) 作業の可視化による除雪作業効率分析・評価手順資料(案)を作成した。除雪機械の位置と作業情報を活用した除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法を提案した。
- 4) 積雪や除雪作業に対応した歩道の設計技術を提案した。試作した雪氷路面処理装置について適応性試験を実施し、仕様を作成した。効率的な歩道の冬期路面管理技術を提案した。
- 5) 車線逸脱防止対策技術として緩衝型のワイヤロープ式防護柵を開発した。また、工作物衝突事故対策箇所の優先選定フローを作成した。ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン(案)と工作物衝突事故対策マニュアル(案)を策定した。個別技術として大型車対応ランブルストリップスの仕様を既存のランブルストリップス整備ガイドライン(案)に追加した。

(2) 発表論文

- ・論文：合計 171 本 (査読付論文 国内 10 本 海外 13 本 を含む)
- ・土研刊行物：合計 12 本

(3) 事業・社会への貢献

- ・道路管理者向けの冬期道路マネジメントシステムサイトに成果反映(フリクションマップ活用マニュアル、冬期路面改善シミュレーター(WIRIS)、加熱水混合散布マニュアルをアップ)
- ・雪氷路面処理装置の仕様や対策の実施効果について、道路管理者に提案
- ・ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン(案)を策定、全国的に試行導入
- ・ランブルストリップス整備ガイドライン(案)に大型車対応ランブルストリップスの仕様を追加
- ・「除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法」を技術資料として道路管理者に提案

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 降雪条件、雪質などが異なる場にも対応できるか？海外展開を期待する。
- 2) 北海道と北陸や中国道等との凍結防止剤散布量等の比較、検討をしているか。(北海道の技術の優位性？)
- 3) 今後の取り組みとして、ぜひコストの概念を導入した管理技術を確立すべきである。

【対応】

- 1) 技術的には条件の異なる地域にも対応は可能。北海道以外の地域への展開と共に、国際会議や海外ジャーナルへの投稿等を通じ海外にも成果普及を図っていきたい。
- 2) 積雪寒冷度合いの低い地域では、橋梁部等で凍結防止剤の使用量がかなり多い傾向であることを把握している。金属腐食が懸念されており、対策検討のための研究を別途実施中である。
- 3) 第4期中長期計画では、費用対効果の観点から冬期道路管理を定量的に評価するための研究を開始したところ。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-1 冬期路面管理水準の判断支援技術に関する研究」

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 冬期路面管理水準の妥当性の検討
- 2) 路線におけるすべり特性の把握と診断技術の確立
- 3) 道路気象と診断技術に基づいた冬期路面管理水準の判断支援技術の確立

【目標の達成状況】

- 1) ・ 現道でのすべりモニタリングの実施、路面管理作業データの取得
 - ・ 気象条件、冬期道路管理作業等と路面すべり抵抗値の出現傾向に関する分析を継続的に実施
 - ・ 各冬期の気象条件が異なると、すべり抵抗値の出現傾向にもその影響が及ぶことを定量的に把握
 - ・ 似た気象条件でも、維持管理水準 (LOS) の違いによってすべり抵抗値の出現傾向が変化することを定量的に把握
 - ・ 維持管理水準の判断や作業実施の効果を示す支援技術を提案
- 2) ・ 気象、地形、道路構造が路線のすべり特性に与える影響を把握
 - ・ 路線のすべり特性図 (フリクションマップ) の作成手法を構築
- 3) ・ 気象条件によるフリクションマップのカテゴリライズ (分類数) の検討
 - ・ フリクションマップ作成に必要な路線のすべりデータ数とフリクションマップの信頼性を検討
 - ・ 気象条件のカテゴリライズ (分類数) を決定
 - ・ フリクションマップ作成に必要なデータ数を決定
 - ・ フリクションマップを用いて、維持管理が必要な個所やタイミングの判断を支援する技術を提案

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

- ・ 査読付論文・海外：3本
- ・ 査読無し論文・国内：24本
- ・ 査読無し論文・海外：14本
- ・ 学会発表等その他：10本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ フリクションマップ活用マニュアルを作成し、冬期道路マネジメントシステムサイトを通じて道路管理者に提供。今後、冬期路面管理マニュアル案などへ反映予定。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 講演会・講習会などの開催： 寒地技術講習会、本州の地方整備局での説明会、北海道開発局道路維持戦略会議 (WG) 等において情報提供・技術紹介を実施

- ・技術指導・助言活動： 開発局・その他自治体などの道路維持者からの技術相談に対応
- ・現場での活用事例： 阪神高速、NEXCO 東日本、(一財)日本自動車研究所、札幌市からの路面状態調査業務を受託
- ・テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報発信： 冬期道路マネジメントシステム WEB サイトを介して道路管理者・維持従事者に情報提供

(6) 自己評価

- ・目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) コストと管理水準について検討が必要。管理水準の高い・低い、をどのように判断したのか？コストとの関係が重要だと思われるが、コストの情報が無いのはなぜか？
- 2) 海外への展開を期待する。
- 3) 管理水準の定量化に一考を要する。しっかりお金をかけないと駄目だという説明にもつながるのでは？管理水準の定量化の方向性を考えて進めるべきである。
- 4) フリクションマップ、あるいは、路線すべり予測はリアルタイムで道路利用者にも公表すべきである（情報公開の見地からも）。利用者への情報提供を早く進めるべきである。

【対応】

- 1) 水準の高低は作業時間から判断した。前中期ではコストに関するデータが入手できなかったが、今中期ではコストに関するデータが入手できることになったので、分析を進めたい。
- 2) 国際会議や海外ジャーナルへの投稿等を通じて海外にも成果普及を図っていききたい。
- 3) 道路管理者には、「この水準にするためにはこれだけの予算が必要」という予算要求の説明をするというニーズがあるので、ニーズに対応した研究を進めたい。
- 4) ユーザへの情報提供の重要性は認識。情報の活用方法について引き続き道路管理者と議論していききたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-2 効率的な冬期路面管理のための複合的路面処理技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 舗装種類に合致した効果的・効率的な凍結防止剤等の散布技術の提案
- 2) 散布剤や散布技術の改良、散布機械の改良も合わせた凍結路面処理技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・ 舗装種類毎の凍結防止剤散布実態及び路面状態の把握
 - ・ 密粒度舗装に比べて、降雪が少ない環境下で、路面すべり抵抗及び機能の維持の点で粗面系舗装(機能性 SMA 等)の優位性が見られる傾向を確認
 - ・ 凍結防止剤事後散布後の路面すべり摩擦推定法を構築
 - ・ 粗面系舗装および車両通過の影響を組み込んだ路面すべり摩擦推定法を構築
 - ・ 舗装種類毎の適切な散布方法を計算・支援する冬期路面改善シミュレータ(ウィリス)を開発、提案
- 2) ・ 加熱水混合散布について機械的改良検討、試験道路および現道での効果検証
 - ・ 加熱水を安定的に作製・保持するための散布車に搭載する加熱機構を開発
 - ・ 試験道路および実道での試験より、HFN改善効果について、湿式散布と比較して加熱水混合散布の優位性を確認
 - ・ 加熱水混合散布の効果を定量的に評価

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

- ・ 査読付論文・海外：4本
- ・ 査読付論文・国内：7本
- ・ 査読無し論文・海外：2本
- ・ 査読無し論文・国内：20本
- ・ 学会発表等その他：23本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 冬期路面改善シミュレータ(ソフトウェア)および加熱水混合散布マニュアルを作成し、冬期道路マネジメントシステムサイトを通じて道路管理者に提供。今後、冬期路面管理マニュアル案などに反映予定。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 講演会・講習会などの開催： 寒地技術講習会、整備局での説明会、道路維持戦略会議(WG)等、に参加し、情報提供・技術紹介を実施
- ・ 技術指導・助言活動： 開発局・その他自治体などの道路維持者からの技術相談に対応

- ・現場での活用事例： 首都高速道路技術センターからの委託業務
- ・テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報発信： 冬期道路マネジメントシステム WEB サイト内において、凍結防止剤や防滑材の効率的な散布手法に関する技術資料を公開

(6) 自己評価

- ・目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 他機関が本研究成果を注目し、活用しているとのことだが、適用結果についてのレビューが知りたい。
- 2) 現場の意見を取り入れ、より確立した技術を目指すべきである。
- 3) 北海道以外へも積極的に普及させるべきである。

【対応】

- 1) 凍結防止剤散布効果のすべり抵抗値評価を道路管理者から依頼され、実施した。評価結果を踏まえて散布方法の検討、変更を行ったと聞いている。
- 2) 引き続き現場との密接な連携体制の下で成果の改善を進めて参りたい。
- 3) 土研ショーケース等の機会を活用し全国的な成果普及を図って参りたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-3 ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメント技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 気象情報と除雪機械の稼働（位置・作業）情報の可視化による、除雪作業効率の分析・評価技術の提案
- 2) 気象情報・除雪機械稼働情報の分析とICT技術を活用した情報共有による、除雪出動判断・除雪運用支援技術の提案
- 3) 除雪機械の位置・作業情報を活用した、除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・可視化分析は、1台毎の作業速度、開始時刻・終了時刻、作業経路等がグラフに表示され、工区全体の除雪車の作業状況を包括的に把握できるので、除雪作業の効率性や施工形態（除雪車編成、作業ルート等）の妥当性等の検証に有効であることを確認した。
・除雪機械稼働情報を可視化する方法、通常降雪時及び豪雪時における分析・評価ポイントをとりまとめた、「除雪作業効率分析・評価手順資料（案）」を作成した。
- 2) ・除雪工区上の降雪量と除雪作業所要時間の相関関係を調査し、相関の高い降雪量の集計方法を確認した。
・除雪作業状況を可視化する機能（プログラム）を開発した。
・さらに、可視化機能に降雪状況を表示する機能を追加した。
・過去の作業履歴を基に、通常降雪時における出動タイミングの判断を支援するため、代表的な作業ルート、所要時間を算定する機能を開発した。
・また、大雪時において工区連携の必要性や、その出動タイミング等、除雪機械の運用判断を支援するため、降雪量に応じた予想所要時間を算定し、作業ルートを表示する機能を開発した。
・可視化機能を道路管理者に提案し、実行環境で試行した。
- 3) ・1)、2)の成果を踏まえ、除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法として技術資料を作成し、道路管理者に提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

- ・査読付論文・海外：1本
- ・査読無し論文・国内：5本
- ・査読無し論文・海外：3本
- ・学会発表等その他：8本
- ・土研刊行物：2本

(3) 事業・社会への貢献

- ・除雪機械の稼働情報の可視化機能について、各種業界誌（建設の施工企画（2012年3月）、日経コンストラクション（2015年2月）、月刊建設機械（2015年8月）、土木施工（2015年10月））に掲載された。
- ・可視化機能の有効性を東北地整、北陸地整、北海道、NEXCO 東日本等に情報提供した。（計11回）

- ・開発した可視化機能を北海道開発局で運用している除雪機械等情報管理システムに提供するとともに、操作説明会を実施した。それにより、除雪機械の作業ルート、自工区及び隣接工区の除雪進捗状況の把握が容易となり、除雪作業施工管理の向上に寄与した。

(4) 特許等の取得

- ・プログラム著作物登録：除雪機械稼働情報グラフ化プログラム（登録番号：P 第 10529 号-1）
除雪機械稼働情報グラフ化プログラム ver. 2（登録番号：P 第 10530 号-1）
除雪機械稼働情報グラフ化プログラム ver. 3（登録予定）

(5) 成果の普及

- ・除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法として、技術資料を道路管理者に提案した。

(6) 自己評価

- ・可視化による除雪作業状況の分析、除雪機械マネジメントシステムの新機能の開発、また、研究成果をとりまとめた技術資料を作成した。
- ・除雪機械マネジメントシステムの新機能の開発にあたっては道路管理者からの意見を反映するなど、道路管理者と連携し研究を進めた。また、提供した新機能は今後、道路行政において活用が見込まれる。
- ・本研究で得られた知見、成果を各種発表会等で公表するなど、普及活動に積極的に取り組んだ。
- ・以上により本研究の目標を達成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 試行を 5 年間やると、ある程度情報が蓄積されて PDCA がまわり、開発したものが改良できるところまでいけたと思われるが、情報の蓄積状況は？
- 2) 他地域における活用例があるとよい。今後の改良を期待する。

【対応】

- 1) 可視化機能の試行は昨年度から行っている。作成の段階で道路管理者や施工業者の意見を聞いているが、試行したものに対する改良は行っていない。
- 2) 他地域でも活用されるよう、今後も普及活動を継続したい。また、昨年度の試行は道路管理者のみであったが、今後、施工業者にも試行範囲を広げたいと考えている。改良要望等があればできるかぎり対応していきたい。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-4 積雪期における安心・安全な歩道の路面管理技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 高齢化社会に対応した寒冷地歩道の路面性能の解明
- 2) 積雪や除雪作業に対応した歩道の設計技術の提案
- 3) 新しい歩道部の冬期路面処理機械の開発
- 4) 最適な冬期の歩道路面管理技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・冬期歩道路面の様々な路面性状を調査し、冬期歩道の歩行に与える影響が大きい要因を抽出
・乾燥・湿潤時の歩道路面のすべり抵抗を評価する手法として基準化されている試験法(BPT)では、冬期歩道路面を適切に測定できないため、歩行実験をもとに歩行者のすべりやすさを適切に把握できる測定方法(PPD)を提案
- 2) ・救急搬送者数の調査結果より、冬期歩道路面における事故の特徴を把握
・バリアフリー区間の縦断勾配設計に関して、歩行者(健常者・高齢者)の主観評価試験を実施
・開発中の雪氷路面処理装置が舗装に与える影響を検証するため、雪氷がない各種舗装路面にて走行試験を実施
・バリアフリー区間の現行の基準を踏まえて歩道の設計を行うことの妥当性確認
- 3) ・不陸路面に追従し、破碎雪を左右に排雪できること、及び硬いアイスバーンでは2回以上の施工が必要であることを確認
・薄い雪氷路面施工時に破碎深さを制御することで、既設舗装路面への損傷影響を低減できることを確認
・雪氷路面処理装置の施工による静摩擦係数値の増加及び大きな不陸の平坦化を確認
・破碎深さ制御機能の改良を行い、雪氷路面処理装置の仕様を作成
- 4) ・アイスバーン、圧雪路面への雪氷路面処理装置及びすべり止め材による路面对策効果の検証
・雪氷路面処理の持続性の検証
・アイスバーン、圧雪路面において雪氷路面処理装置による対策が有効であることを確認
・効率的な冬期路面对策方法としてすべり止め材等の散布量及び雪氷路面処理装置による路面処理技術を提案

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

- ・査読付き論文・海外：1本
- ・査読無し論文・海外：2本
- ・査読無し論文・国内：9本
- ・学会発表等その他：5本
- ・土研刊行物への成果の公表：2本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ バリアフリー区間の道路構造、効率的なすべり止め材等の散布量及び雪氷路面処理装置による路面処理技術を技術資料として道路管理者に提案

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 講演会・講習会などの開催：ふゆトピア展示会における、雪氷路面処理装置の出展による成果の情報発信
- ・ 技術指導・助言活動：釧路市の冬期路面対策（つるつる路面対策）に関して意見交換及び技術的サポートを実施。
- ・ 現場での活用事例：釧路市や札幌市の実道において雪氷路面処理装置の試験施工を実施
雪氷路面処理装置の効果について関係機関へ情報提供
- ・ 成果の情報発信：研究成果が、第31回日本道路会議優秀論文賞、第72回土木学会北海道支部奨励賞を受賞

(6) 自己評価

- ・ 目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海外展開があっても良いのではないかと
- 2) 歩道の技術管理における信頼性という定義が不明である。

【対応】

- 1) 国際的な情報発信も意識し、成果の普及に取り組んでいく。
- 2) 雪氷路面処理装置による路面の機械処理技術やすべり止め材等の効果的な散布技術の開発により歩行者の安全性を向上させ、冬期歩道に関する歩道利用者の信頼性向上につながる提案を行ったものである。

第2分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-5 郊外部における車線逸脱防止対策技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) ワイヤロープ式防護柵の開発
- 2) 工作物衝突事故対策技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・ 高速道路用・一般道路用防護柵の緩衝型ワイヤロープ式防護柵を開発、実道へ試行導入
・ カーブやサグ等の道路線形、橋梁等の構造物箇所の道路条件に適した設置方法と構造を開発
・ 暫定2車線区間への導入可能性を大型車すれ違い走行試験で確認
・ 車両衝突時のたわみを減少させる連結材を開発
・ 設計、施工、維持管理を網羅したワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン(案)を策定
- 2) ・ 逸脱事故分析から工作物衝突事故対策箇所の選定フローを作成
・ 対策箇所選定手法、現地調査方法、事故対策事例集を併せた工作物衝突事故対策立案マニュアル(案)を策定
・ 大型車対応のランブルストリップスの規格(幅、深さ)と施工機械を開発
・ ランブルストリップス整備ガイドライン(案)に大型車対応ランブルストリップスの仕様を追加

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

- ・ 査読付論文・国内：2本
- ・ 査読付論文・海外：5本
- ・ 査読無し論文・国内：15本
- ・ 査読無し論文・海外：1本
- ・ 学会発表等その他：8本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン(案)を策定
- ・ ワイヤロープ式防護柵の試行導入：道央道・大沼公園IC～森IC(1.6km)、磐越道・安田IC～三川IC(390m)、一般国道275号音威子府村(325m)、紀勢道・紀勢大内山IC～紀伊長島IC(128m)、一般国道238号紋別市(323m)、帯広尾道・忠類IC～忠類大樹IC(1.668m)
- ・ 工作物衝突事故対策立案マニュアル(案)を策定
- ・ ランブルストリップス整備ガイドライン(案)に大型車対応ランブルストリップスの仕様を追加

(4) 特許等の取得

- ・ ケーブル式道路防護柵(特許第5156845号)、道路防護柵用支柱(意匠第1441115号)他意匠17件、路面切削機及び路面切削方法(特許5564659号)、ケーブル式道路防護柵用視線誘導標(特許第5690010号)、ロープ連結材(特許第5837242号)

(5) 成果の普及

- ・講演会・講習会などの開催：九州建設技術フォーラム 2012・2014、土研新技術ショーケース 2012・2014 in 東京、EE 東北 13、土研新技術ショーケース 2012・2015 in 札幌においてワイヤロープ式防護柵に関する講演や技術展示を実施
- ・技術指導・助言活動：ネクスコ北海道・道央道、網走開発建設部・旭川紋別自動車道、帯広開発建設・中札内大樹道路において道路条件に適したワイヤロープ式防護柵の設置・施工方法を技術指導、九州地整、四国地整に対して暫定2車線区間における導入について助言
- ・現場での活用事例：ワイヤロープ式防護柵の試行導入：道央道・大沼公園 IC～森 IC (1.6km)、磐越道・安田 IC～三川 IC(390m)、一般国道 275 号音威子府村 (325m)、紀勢道・紀勢大内山 IC～紀伊長島 IC(128m)、一般国道 238 号紋別市 (323m)、帯広広尾道・忠類 IC～忠類大樹 IC (1,668m)
- ・テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報発信：ワイヤロープ式防護柵の話題；2011. 1. 10 北海道新聞、2011. 1. 13 常陽新聞、2011. 1. 13 朝日新聞、2011. 1. 19 産経新聞、2011. 1. 21 朝日新聞、2011. 10. 19 毎日新聞、2012. 6. 8 札幌テレビ放送局、2012. 9. 1 橋梁新聞、2015. 4. 9 広島ホームテレビ、2015. 4. 9 山陰中央新報、2015. 11. 5 鉄鋼新聞
- ・防護柵実車衝突実験の公開（2012. 1. 12 小型車、2012. 1. 18 大型車、2014. 3. 6 小型車、2014. 3. 12 大型車）

(6) 自己評価

- ・目標を達成した

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 他地域への展開を考えて、非寒冷地での適用方法をまとめるべきである。
- 2) ワイヤロープ式防護柵は、積雪寒冷地以外でも使用されているのか？積雪寒冷地とそれ以外で適用する場合、違いはあるのか？

【対応】

- 1) 研究成果である「ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン案」は全国での活用を想定したものである。
- 2) ワイヤロープ式防護柵は積雪寒冷地以外でも導入されている。防護柵技術そのものに違いはないが、積雪寒冷地では堆雪幅が必要で幅員の考え方が違うなど、導入の際に考慮すべき点に違いがある場合がある。

第2分科会の主な意見と対応

重点研究（中長期期間 事後評価）

重点的研究開発課題名：④社会資本ストックの戦略的な維持管理に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|-------|
| 達成 | ☆☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | ☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) おおむね所定の研究成果をうるとともに、マニュアル、ガイドライン等へ反映されている。
- 2) 目標とする成果を達成していると評価する。成果の反映、社会への還元も適切と評価する。
- 3) より一層の研究のバリエーションおよび深化が望まれる。まだ十分に還元されているとは言い難い部分もあるのではないか？
- 4) 今後、B/Cの議論が必要。
- 5) 鋼床版等の疲労対策技術に関しては、日進月歩があるので、その後の新しい技術に対するフォローを期待。
- 6) 板厚計測に関する非破壊検査技術の、その後の取り組みは？

【対応】

- 1)～2) ありがとうございます。今後も、関係する研究開発に取り組んでいきたい。
- 3)～6) 重点研究は、次期中長期目標期間中にプロジェクト研究として位置づける等により、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を早期に得ることを目指すものとして取り組んできたところであり、得られた成果を踏まえ、第4期中長期計画における研究開発プログラムの中で、研究開発成果の発展あるいは一般化・普遍化にむけて、重点的・集中的に研究開発に取り組んでまいりたい。その際、いただいた指摘事項を踏まえ、研究のバリエーションや深化、B/Cや新技術のフォローアップ、社会への還元等、積極的に取り組んでまいりたい。
- 5) 関連の最新技術や研究動向の把握に努め研究に反映させていきたい。
- 6) 共同研究相手と特許を共同出願し(特開 2013-238422)、普及に向けて検討を進めておりましたが、より簡単な公知の手法により板厚計測が可能と判明し、当該発明技術は実用化のニーズに合わないと判断したため、審査請求はせず、防衛特許としました。

重点研究（中長期期間 事後評価）

重点的研究開発課題名：⑤社会資本の機能の増進、長寿命化に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|-------|
| 達成 | ☆☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | ☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) 目標とする成果を十分達成していると評価する。成果の反映、社会への還元も適切に反映している。
- 2) 研究成果は適切にマニュアル、基準等に反映されている。
- 3) 今後、B/Cの議論が必要。
- 4) 社会への還元がわかりにくい感じがした。
- 5) ダム施工は海外展開を考えるべきではないか。

【対応】

- 1)～2) ありがとうございます。今後も、関係する研究開発に取り組んでいきたい。
- 3)～4) 第3期の重点研究で実施した研究開発で得られた成果を踏まえ、第4期中長期計画における研究開発プログラムの中で、研究開発成果の発展あるいは一般化・普遍化にむけて、重点的・集中的に研究開発に取り組んでまいりたい。その際、いただいた指摘事項を踏まえ、B/Cや海外展開、社会への還元等、積極的に取り組んでまいりたい。
- 5) 土研で実施するダムに関係する研究開発の海外展開については、国際ダム会議等の国際会議において成果の公表に取り組んでまいりたい。

重点研究（個別報告）

課題名：積雪寒冷地における道路舗装の予防保全に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 用語の使用については注意すべきである（例：散逸仕事量）。
- 2) クラックの発生がトップダウン or ボトムアップによるのであれば、そのメカニズム差を理論的にも説明すべき。特にボトムアップクラックは路盤路床との連成で表すべき。
- 3) 例えば、泥炭の研究で得られた成果と連携して、より汎用性の高い成果に発展するのが良いのではないか。
- 4) 提案された予防保全対策（シート工法）は、効果が2倍と書いてあるが、ばらつきはどれくらいか？
- 5) 損傷劣化を診断する方法によって発した課題は何か。その課題はクラックが主なのか。両者の関係がどうなっているかについて記述すべきである。
- 6) 今後ますます重要となる技術である。

7) 北海道の春先の穴の形成を減少させる対策を急ぐべき。

【対応】

- 1) 本研究における FWD 散逸仕事量については、定義を明記して注意を払っていきたい。
- 2) 各々のクラックのメカニズムについては整理を行っている。路盤路床も影響してボトムアップクラックが発生するものとの認識は有しており、今後もそのような認識のもと研究を進めていきたい。
- 3) 泥炭研究での成果を含め、今後も地盤チームとの連携で研究を進める予定である。
- 4) データ件数が少なくばらつきは把握できていないため今後の課題と考えている。
- 5) 寒冷地においてはクラックから水が浸透することが損傷の大きな要因であり、課題でもある。その状況を診断し、対策をとるという関係にある。
- 6) 今後もニーズに対応した技術開発を進めていきたい。
- 7) 今後も引き続き対策研究を行う。

課題名：冬期道路の走行性評価技術に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 模擬堆雪は短すぎるのではないかな？
- 2) 走行速度が何処で、何によって、どの程度低下しているかどうかについては非寒地のデータとの比較も必要ではないかな？
- 3) 路線での急な状態変化（たとえば、つるつるから堆雪への急変など）に着目した評価に関する知見が必要ではないかな？
- 4) 走行速度の低下は、その区間の通過時間で簡単にわかるのではないかな？
- 5) LOS など走行性評価を定量化すべきである。
- 6) 走行性に与える影響で、主観的評価と客観的評価を結びつける方法論がよく分からなかった。
- 7) 郊外の改善項目がゼロというのはどのような理由か。
- 8) 冬期道路の走行性評価に関しては、ねらいが若干わかりにくい。

【対応】

- 1) 1 断面計測には約 30cm の距離が必要であるが、模擬堆雪の全長は 180cm であり、十分な長さとする。
- 2) 雪害要因の影響がない状態（＝非冬期）との比較により速度低下への影響度合いを検証している。
- 3) 開発した冬期走行環境測定技術により、急な状態変化も把握することが可能となった。状態の急変と走行速度との関係は後継研究でデータを蓄積し分析を深めたい。
- 4) 本研究は走行速度低下の要因特定（例えば、すべりの低下や道路有効幅員の減少）とその影響度合いを定量的に評価するものである。そのため区間の平均速度ではなく連続した速度データが必要になる。
- 5) 本研究の成果を基に後継研究で取り組んで参りたい。
- 6) 本研究では主観・客観それぞれで有効な評価手法の構築を目標とした。後継研究で両者の関係を考慮した評価方法を検討して参りたい。
- 7) 郊外部では走行環境が比較的良好であったためこのような結果が得られている。本研究では評価手法の提案までを目標としている。
- 8) 冬期道路管理事業を効率的に実施するため、冬期走行環境の変化（除雪、凍結路面、視程障害等）が走行性（道路利用者の運転挙動、満足度）に与える影響を定量評価するための技術開発を目標とした。

第3分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑥再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の利活用技術・地域への導入技術の研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術の開発
- 2) 下水処理システムにおける省エネルギー・創資源・創エネルギー型プロセス技術の開発
- 3) 再生可能エネルギー等の地域への導入技術の開発
- 4) 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術の提案

【研究の達成状況】

- 1)
 - ・刈草の処理や有効利用方法別（存置、野焼き、焼却（発電無し）、焼却（発電有り）、飼料化、堆肥化、バイオガス化）に、原料の調達から廃棄までの地球温暖化への影響を評価するLCCO₂算定モデルを開発した。
 - ・刈草と下水汚泥の混合嫌気性消化、伐木（コナラチップ）と下水汚泥の混合嫌気性消化、水草と下水汚泥の混合嫌気性消化実験を実施し、メタン転換率を定量的に把握した。
 - ・公共緑地等バイオマスの対象物（刈草、伐木、水草）に応じた、前処理技術の検討を含めた、下水処理場での導入手法を提案した。
- 2)
 - ・他バイオマス（食品工場廃棄物など）と下水汚泥の混合嫌気性消化特性を提示した。
 - ・下水汚泥の集約化のための高濃度嫌気性消化について、阻害要因を特定し、温度条件・限界負荷率等を基にした設計手法を開発した。
 - ・産学の共同研究により、石川県の下水処理場にて1m³規模の嫌気性消化槽により下水汚泥および地域の有機性廃棄物の混合消化に関する実証実験を実施した。
 - ・開発技術のGHG排出抑制効果算出に必要なパラメータの値を提示した。
 - ・汚泥濃縮技術（みずみち棒）について、現場の維持管理データを解析し、温度が濃縮濃度に及ぼす影響などを提示
 - ・標準的な下水処理システムにおける開発技術（集約型嫌気性消化、みずみち棒などの組み込み）の導入手法を開発し、GHG排出抑制効果を提示した。
 - ・電解により発生する気体により、消化脱離液由来懸濁態と電極の転極により剥離した析出物が分離され、高濃度にリンを含有する析出物を沈澱物として回収できる可能性を示した。
 - ・電気分解による下水からの有用物質回収の検証実験を行うとともに、回収技術の整理を行い、電気分解を利用した下水中有用資源の回収技術と回収資源の利用方法を提案した。
 - ・藻類の屋内・屋外培養により、滞留時間、二酸化炭素供給などが藻類培養特性に及ぼす影響を提示した。
 - ・藻類増殖予測モデルを構築し、異なる地域での藻類培養特性も踏まえて数理モデルの適用性を検証した。
 - ・標準的な下水処理システムにおける藻類培養技術の提案と培養藻類由来の資源およびエネルギーの活用方法を提案した。
- 3)
 - ・全国約85の処理場を対象にアンケート調査を行い、下水汚泥焼却灰の21種の元素組成をまとめ、リン(P₂O₅)については、平均19.9%（重量比）であることを明らかにした。
 - ・下水灰の肥料としての利用に関する長期溶出実験を行い、重金属の流出特性を明らかにした。
 - ・下水灰の肥料としての利用に関する実験の結果等も踏まえ、肥料利用における安全性評価を行い、肥料利

用手法を提案した。

- ・刈草について、埼玉県内を対象とした温室効果ガス排出量の試算を行い、下水処理場でのメタン発酵の有用性を確認した。
- ・地域特性を踏まえた LCCO₂ 評価によるバイオマス有効利用システムの導入検討手法を提案した。

4)

- ・廃棄物系改質バイオマス中の乾物率などから圃場への有機物施肥量を推定できることを示し、評価の指標として重要な分析項目を明らかにした。
- ・メタン発酵消化液を散布した圃場試験区において、高い土壌団粒形成能力を確認した。
- ・メタン発酵消化液を散布した土壌のマクロ団粒内には、難分解性有機物が集積しており、これがマクロ団粒の形成に寄与しているものと推察した。
- ・土壌生産性改善効果の高い廃棄物系改質バイオマスの具備すべき条件を整理し、土壌生産性改善技術に関するマニュアルを作成した。
- ・酪農地域での食品加工残渣の利用において、エネルギー収支がプラスとなる残渣の量と運搬距離の関係を明示した。
- ・エネルギー収支を評価指標とする、農村-都市間の廃棄物系改質バイオマスの広域利用モデルを提案した。

(2) 発表論文

- ・計 73 件（査読付国内 8 件、査読付海外 11 件、査読無し国内 3 件、査読無し海外 5 件、学会発表等その他 46 件）、他に土研刊行物 4 件

(3) 事業・社会への貢献

- ・国土交通省の下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）ガイドライン(案)にデータ提供した。
- ・国土交通省の下水污泥エネルギー化技術ガイドライン改訂に引用された。
- ・日本下水道協会の「下水污泥有効利用促進マニュアル」に反映された。
- ・石川県中能登町において、共同研究成果に基づく「小規模下水処理場における混合バイオマスメタン発酵システム」の実機を設計中、H29 年度供用開始予定となった。
- ・土研の研究成果に基づき、北陸地方整備局がケーススタディを実施の上、平成 28 年度から新潟市の下水処理場において刈草の混合嫌気性消化を実施することとなった。
- ・石川県・金沢大学・民間 4 社との共同研究を実施し、「小規模下水処理場における混合バイオマスメタン発酵システム」を開発した。
- ・石川県・金沢大学とバイオマス資源有効活用技術講習会を共催した。
- ・北海道開発局及び日本技術士会との共催で、十勝地域におけるバイオマス利用をテーマにフォーラムを開催し、技術者相互の交流・連携を図った。
- ・長岡技術科学大学と共同研究を実施するとともに、競争的資金「下水道技術研究開発公募」を共同で獲得した。
- ・北海道鹿追町バイオガスプラントのエネルギー利用について、バイオマス広域利用モデルの成果を用いた解析結果に基づき、余剰熱のさらなる有効利用を検討中。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 当初目標を達成している。普及の取り組みはもちろんのこと、海外英文誌などへの成果の公表も大変立派である。
- 2) 総じて十分な成果を上げ、成果の普及への取り組みがなされている。
- 3) 第4期中長期計画につながっていている研究は、論文が今後も出てくるものもあるか。
- 4) 得られた成果の社会での実装が進むことを期待します。多くの有意義な成果が得られているが、具体的な技術として確立される必要がある。
- 5) 全体として明確な成果が得られており、今後、導入普及を図っていくにあたり、B/C をきちんと示せるような継続的な研究を行っていくことを期待する。

【対応】

- 3) 現在投稿中のものもあり、また、第4期中長期計画により発展した成果が上がれば、積極的に論文発表していきたいと考えている。
- 4) 第3期中長期計画の成果を踏まえ、バイオマスと下水汚泥の混合処理や藻類培養については、技術の確立を目指し、次期研究で取り組む予定である。
- 5) 第4期中長期計画において、B/Cの観点を踏まえつつ、研究を行っていく。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑥バイオマスや再生可能エネルギーの利活用技術・地域への導入技術の研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑥-1 低炭素型水処理・バイオマス利用技術の開発に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 省エネルギー・創エネルギー型処理システムの開発
- 2) 開発技術導入による GHG 排出抑制効果等の評価
- 3) 既設下水処理場への導入手法の開発

【目標の達成状況】

- 1) ・他バイオマス（食品工場廃棄物など）と下水汚泥の混合嫌気性消化特性を提示した。
 - ・下水汚泥の集約化のための高濃度嫌気性消化について、阻害要因を特定し、温度条件・限界負荷率等を基にした設計手法を開発した。
- 2) ・産学の共同研究により、石川県の下水処理場にて 1m³規模の嫌気性消化槽により下水汚泥および地域の有機性廃棄物の混合消化に関する実証実験を実施した。
 - ・開発技術の GHG 排出抑制効果算出に必要なパラメータの値を提示した。
- 3) ・汚泥濃縮技術（みずみち棒）について、現場の維持管理データを解析し、温度が濃縮濃度に及ぼす影響などを提示
 - ・標準的な下水処理システムにおける開発技術（集約型嫌気性消化、みずみち棒などの組み込み）の導入手法を開発し、GHG 排出抑制効果を提示した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（7本）

- ・日高 平, 内田 勉: 下水汚泥の性状および消化特性に関する処理場毎の比較調査, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 68, No. 7, pp. III_325-III_332, 2012.
- ・浅井圭介, 宮本豊尚, 日高 平, 岡本誠一郎, 内田 勉: みずみち棒導入による重力濃縮の効率向上, 下水道協会誌論文集, Vol. 50, No. 603, pp. 119-124, 2013.
- ・日高 平, 王 峰, 内田 勉, 鈴木 穰: 回分式実験による下水汚泥と有機性廃棄物の嫌気性消化特性調査, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 69, No. 7, pp. III_605-III_614, 2013.
- ・日高 平, 津森ジュン: 都市下水処理場の脱水汚泥の中温嫌気性消化に及ぼす固形物濃度の影響, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 70, No. 7, pp. III_433-III_440, 2014.
- ・戸茆丈仁, 池本良子, 古婷婷, 小野紘, 日高平, 津森ジュン, 柳井敦, 木野下裕茂, 清水浩之: OD汚泥と廃油揚げを主体とする7種の廃棄物系バイオマスの高濃度混合消化, 土木学会論文集 G(環境), Vol. 70, No. 7, pp. III_425-III_432, 2014.
- ・日高 平, 津森 ジュン: みずみち棒による重力濃縮効果の導入後現場データを用いた検証, 下水道協会誌論文集, Vol. 52, No. 627, pp. 107-113, 2015.
- ・日高 平, 對馬育夫, 津森ジュン, 南山瑞彦, 下水の脱水汚泥性状が中温嫌気性消化に及ぼす影響, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 71, No. 7, pp. III_27-III_37, 2015.

【査読付論文・海外】(3本)

- ・ Taira Hidaka, Feng Wang, Taketo Togari, Tsutomu Uchida, Yutaka Suzuki : Comparative performance of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion for high-solid sewage sludge, *Bioresource Technology*, 149, pp.177-183, 2013.
- ・ Feng Wang, Taira Hidaka, Tsutomu Uchida, Jun Tsumori : Thermophilic anaerobic digestion of sewage sludge with high solids content, *Water Science and Technology*, Vol.69, No.9, pp.1949-1955, 2014.
- ・ Taira Hidaka, Kenichiro Inoue, Yutaka Suzuki, Jun Tsumori : Growth and anaerobic digestion characteristics of microalgae cultivated using various types of sewage, *Bioresource Technology*, Vol.170, pp.83-89, 2014.

【査読無し論文・海外】(4本)

- ・ T. Hidaka, F. Wang, T. Togari and T. Uchida : Anaerobic co-digestion of highly-concentrated sewage sludge and organic wastes for small facilities, 13th World Congress on Anaerobic Digestion, June 25-28, Santiago de Compostela, Spain, P0220, 2013.
- ・ Feng Wang, Taira Hidaka, Tsutomu Uchida, Jun Tsumori : Thermophilic anaerobic digestion of high-solid-content sewage sludge for small waste water treatment plants, 11th IWA Conference on Small Water & Wastewater Systems and Sludge Management, Harbin, China-October 27-30, 2013.
- ・ Taira Hidaka, Feng Wang, Taketo Togari, Jun Tsumori : Anaerobic Digestion of Highly Concentrated Sewage Sludge for Sludge Management in Small Cities, IWA World Water Congress & Exhibition, Lisbon, Portugal, 2014.
- ・ T. Hidaka, H. Sawahara, T. Togari, J. Tsumori : Anaerobic digestion of sewage sludge with high solid content and its use as fertilizer, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, Proceedings Volume I, Kochi, Japan, pp.528-534, 2014.

【学会発表等その他】(17本)

- ・ 佐藤一行, 宮本豊尚, 桜井健介, 浅井圭介, 岡本誠一郎 : 重力濃縮槽の污泥濃度を向上させる手法, 第48回下水道研究発表会講演集, pp.830-832, 2011.
- ・ 岡本誠一郎 : (独)土木研究所における新たな中期計画と下水污泥等に関する研究の取り組み, 再生と利用, Vol.35, No.132, pp.14-19, 2011.
- ・ 日高平, 浅井圭介, 内田勉 : 土木研究所リサイクルチームにおける下水污泥利用に関する研究, 再生と利用, Vol.36, No.136, pp.18-21, 2012.
- ・ 日高平, 内田勉, 浅井圭介, 新井小百合, 岡本誠一郎, 戸苅文仁 : 下水污泥と有機性廃棄物の嫌気性消化に関する基礎的検討, 第49回下水道研究発表会講演集, pp.145-147, 2012.
- ・ 日高平 : 下水処理場における「みずみち棒」による污泥濃縮効率向上について, 下水道協会誌, Vol.49, No.602, pp.8-10, 2012.
- ・ 浅井圭介, 内田勉, 宮本豊尚, 岡本誠一郎 : 重力濃縮の改善手法としてのみずみち棒, 環境浄化技術, 11(3), 1-4, 2012.
- ・ 浅井圭介, 宮本豊尚, 岡本誠一郎, 内田勉 : 下水污泥の濃縮効率を向上させる手法, 土木技術資料, 54(7), 32-35, 2012.
- ・ 日高平, 内田勉 : 下水道を核としたバイオマスの利活用—メタン発酵によるエネルギー回収—, 土木技術資料, 54-9, pp.51-52, 2012.
- ・ 日高平, 内田勉 : 資源・エネルギーを回収する下水道, 土木技術資料, 54-12, pp.22-25, 2012.
- ・ 日高平 : 下水污泥および有機性廃棄物の有効利用に関する土木研究所リサイクルチームの研究展開, 再生と利用, Vol.37, No.139, pp.43-51, 2013.
- ・ 日高平, 王峰, 内田勉, 戸苅文仁 : 高濃度濃縮下水污泥と易分解性有機性廃棄物による嫌気性消化の処理特性, 第50回下水道研究発表会講演集, pp.238-240, 2013.
- ・ 日高平, 王峰, 内田勉, 鈴木穰, 津森ジュン : 下水污泥と有機性廃棄物の混合嫌気性消化, 第16回日本水環境学会シンポジウム講演集, p.283, 2013.

- ・小林 拓朗, 日高 平, 小野寺 崇: 嫌気性微生物処理分野における最近の研究動向・・・嫌気性微生物処理研究委員会, 水環境学会誌, 第36巻(A)第12号, pp. 422-429, 2013.
- ・日高平, 王峰, 津森ジュン, 戸苅丈仁: 高濃度濃縮下水汚泥の嫌気性消化における中温および高温条件の比較, 第51回下水道研究発表会講演集, pp. 925-927, 2014.
- ・澤原 大道, 日高 平, 津森 ジュン: 高温消化における蒸発残留物濃度およびアンモニア性窒素濃度の予測, EICA 第19巻第2・3合併号, pp. 75-78, 2014.
- ・日高 平, 津森 ジュン: 汚泥リサイクルの新技術の課題と研究動向, 下水道協会誌, Vol. 51, No. 626, pp. 17-19, 2014.
- ・津森 ジュン: 土木研究所における汚泥有効利用に関する研究—小規模下水処理場向け高濃度混合メタン発酵技術に関する研究—, 再生と利用, 39(147), 36-42, 2015.
- ・日高 平, 高部祐剛, 津森ジュン他: 下水汚泥のリサイクルと小規模下水処理場向け高濃度混合メタン発酵技術, 日本エネルギー学会誌, Vol. 94, pp. 705-714, 2015.

(3) 事業・社会への貢献

- ・講演会、学会発表、論文投稿により、研究成果の情報発信を行った。
- ・国土交通省の下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）ガイドライン(案)にデータを提供した。
- ・国土交通省の下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン改訂で引用された。
- ・日本下水道協会の下水汚泥利用促進検討調査専門委員会にデータ提供し、「下水汚泥有効利用促進マニュアル」に反映された。
- ・石川県中能登町において、共同研究成果に基づく「小規模下水処理場における混合バイオマスメタン発酵システム」の実機を設計中、H29年度供用開始予定である。
- ・日本下水道協会主催の下水道展で研究開発成果を展示（H27.7）【「下水道展’15 東京優秀賞 3 小間以下」受賞】

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・日本下水道協会、神奈川県、中国地整、JICA、NP021 世紀水倶楽部、京都大学などの講演会で研究成果について講演した。
- ・汚泥重力濃縮槽におけるみずみち棒導入に関する技術資料集（案）ver. 2.0 を公表した。
- ・共同研究報告書第460号, 小規模処理場施設に適したメタンガス有効利用支援に関する共同研究報告書, 2014 を刊行した。

(6) 自己評価

- ・年次計画に沿って着実に研究成果があがっており、達成目標が達成された。
- ・研究成果が、マニュアルへ反映されたり、事業実施に繋がるなど事業・社会へ貢献できた。
- ・査読付論文が影響力のある国際誌に3編掲載された。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 今後の発展につながる成果が得られた。
- 2) 全体的にも、十分な達成状況と考える。社会的貢献もしっかりとやられ、社会への還元もよく取り組まれていると考える。
- 3) 目標到達度、論文発表、成果普及すべてに評価できる。
- 4) 十分な成果を上げられると評価され、今後の普及に向けた取り組みに期待する。
- 5) 当初の目標を達成していると考え。成果の公表も大変立派である。

【対応】

- 4) 今後も、地方公共団体や下水道関係機関と連携しながら、成果の普及に努める。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑥バイオマスや再生可能エネルギーの利活用技術・地域への導入技術の研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑥-2 下水道を核とした資源回収・生産・利用技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 高濃度栄養塩含有物質からの資源回収・利用技術の開発
- 2) 藻類による資源生産システムの開発
- 3) 下水中有用元素のインベントリ整備
- 4) 回収・生産した資源の有効利用のための安全性評価方法の開発

【目標の達成状況】

- 1) 電解により発生する気体により、消化脱離液由来懸濁態と電極の転極により剥離した析出物が分離され、高濃度にリンを含有する析出物を沈澱物として回収できる可能性を示した。
 - ・電気分解による下水からの有用物質回収の検証実験を行うとともに、回収技術の整理を行い、電気分解を利用した下水中有用資源の回収技術と回収資源の利用方法を提案した。
- 2) 藻類の屋内・屋外培養により、滞留時間、二酸化炭素供給などが藻類培養特性に及ぼす影響を提示した。
 - ・藻類増殖予測モデルを構築し、異なる地域での藻類培養特性も踏まえて数理モデルの適用性を検証した。
 - ・標準的な下水処理システムにおける藻類培養技術の提案と培養藻類由来の資源およびエネルギーの活用方法を提案した。
- 3) 全国約 85 の処理場を対象にアンケート調査を行い、下水汚泥焼却灰の 21 種の元素組成をまとめ、リン (P_2O_5) については、平均 19.9% (重量比) であることを明らかにした。
- 4) 下水灰の肥料としての利用に関する長期溶出実験を行い、重金属の流出特性を明らかにした。
 - ・下水灰の肥料としての利用に関する実験の結果等も踏まえ、肥料利用における安全性評価を行い、肥料利用手法を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・海外】(3本)

- ・ Kenichiro Inoue, Tsutomu Uchida: Culture of Microalgae from Sewage Effluent, Chemical Engineering & Technology, Vol. 36, pp. 2169-2173, 2013
- ・ Kenichiro Inoue, Tsutomu Uchida: Microalgae cultured by sewage and organic constituents, Chemosphere, Vol. 93, pp. 1442-1445, 2013
- ・ Yugo Takabe, Taira Hidaka, Jun Tsumori, Mizuhiko Minamiyama: Effects of hydraulic retention time on cultivation of indigenous microalgae as a renewable energy source using secondary effluent, Bioresource Technology, Vol. 27, pp. 399-408, 2016

【学会発表等その他】(10本)

- ・ 井上研一郎, 内田勉: 藻類の下水培養とバイオ燃料化, 第50回下水道研究発表会講演集, pp. 22-24, 2013
- ・ Kenichiro Inoue, Jun Tsumori, Yutaka Suzuki: Microalgal cultivation by sewage and evaluation as fuel,

International symposium on microalgal biofuels and bioproducts, Abstracts, p35, 2013

- ・井上研一郎, 浅井圭介, 内田勉, 岡本誠一郎: 下水汚泥消化と電気分解を同時に行える装置の試作, 土木技術資料, 一般財団法人土木研究センター, Vol. 55(4), pp. 52-53, 2013
- ・高部祐剛, 井上研一郎, 津森ジュン, 鈴木穰: リン資源の循環を目的とした下水からのリン回収および農業利用に際する安全性評価手法に関する研究, 第12回環境研究シンポジウム講演集, p24, 2014
- ・高部祐剛, 日高平, 津森ジュン, 鈴木穰: 微細藻類培養を利用した下水二次処理水中栄養塩除去特性に関する研究, 第49回日本水環境学会年会, p244, 2015
- ・高部祐剛, 日高平, 津森ジュン, 南山瑞彦: 二次処理水を用いた微細藻類培養の数値モデル化に関する研究, 環境衛生工学会, Vol. 29 (3), pp. 47-50, 2015, 優秀ポスター賞受賞
- ・高部祐剛, 日高平, 津森ジュン, 南山瑞彦: 炭酸添加が下水処理水を用いた藻類培養に与える影響に関する研究, 第52回下水道研究発表会講演集, pp. 797-799, 2015
- ・Yugo Takabe, Taira Hidaka, Jun Tsumori, Mizuhiko Minamiyama: Effects of CO2 addition on indigenous microalgae growth with secondary effluent and energy content, WET2015, p30, 2015
- ・高部祐剛, 日高平, 津森ジュン, 南山瑞彦: 下水処理水を直接利用した微細藻類培養特性のモデル化に関する研究, 第52回環境工学研究フォーラム講演集, pp. 84-86, 2015
- ・高部祐剛, 南山瑞彦: 下水処理場における培養微細藻類量の予測ツールの開発, 土木技術資料 57-12, pp. 14-17, 2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・藻類バイオマスの技術情報について、国土交通省下水道企画課等への情報提供や企業との情報交換を行い、政策形成や事業化に反映した。
- ・下水灰組成調査結果について、日本下水道協会の下水汚泥利用促進検討調査専門委員会にデータ提供し、下水汚泥利用促進マニュアルに反映した。
- ・長岡技術科学大学と競争的資金「下水道技術研究開発公募」を共同で獲得するとともに、共同研究を実施した。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・講演会、学会発表、論文投稿により、研究成果の情報発信を行った。
- ・一般社団法人 藻類産業創成コンソーシアムに参加し、筑波大学等他機関との間で藻類培養技術について意見交換を行った。

(6) 自己評価

- ・年次計画に沿って着実に研究成果があがっており、達成目標が達成された。
- ・研究成果が、マニュアル、政策形成や事業化に反映されるなど事業・社会へ貢献できた。
- ・査読付論文が影響力のある国際誌に3編掲載された。
- ・学会での発表において優秀ポスター賞を受賞した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 今後基礎研究から応用研究へ発展することを期待する。
- 2) 当初の設定目標を達成していると考えられる。
- 3) 成果が得られ、学術的・社会的貢献がバランス良くできていると考える。
- 4) 目標の達成度、論文発表、共に評価できる。共同研究、競争的資金の獲得は高く評価できる。
- 5) 十分な成果を上げ、社会への成果の普及の取組みがなされていると評価する。
- 6) リン回収技術のさらなる高度化を期待する。

【対応】

- 1) 第4期中長期計画において、藻類による資源生産システムについて、更に研究を実施する予定である。
- 6) 今後、下水汚泥の農業利用促進に向けた調査研究の実施について検討する。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑥バイオマスや再生可能エネルギーの利活用技術・地域への導入技術の研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑥-3 地域バイオマスの資源管理と地域モデル構築に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) LCCO₂による公共緑地等バイオマス利用の評価手法の確立
- 2) 公共緑地等バイオマスの資源管理手法の提案
- 3) 地域モデルの構築

【目標の達成状況】

- 1) ・刈草の処理や有効利用方法別（存置、野焼き、焼却（発電無し）、焼却（発電有り）、飼料化、堆肥化、バイオガス化）に、原料の調達から廃棄までの地球温暖化への影響を評価する LCCO₂算定モデルを開発した。
- 2) ・刈草と下水汚泥の混合嫌気性消化、伐木（コナラチップ）と下水汚泥の混合嫌気性消化、水草と下水汚泥の混合嫌気性消化実験を実施し、メタン転換率を定量的に把握した。
 - ・公共緑地等バイオマスの対象物（刈草、伐木、水草）に応じた、前処理技術の検討を含めた、下水処理場での導入手法を提案した。
- 3) ・刈草について、埼玉県内を対象とした温室効果ガス排出量の試算を行い、下水処理場でのメタン発酵の有用性を確認した。
 - ・地域特性を踏まえた LCCO₂評価によるバイオマス有効利用システムの導入検討手法を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・海外】(5本)

- ・ Taira Hidaka, Sayuri Arai, Seiichiro Okamoto, Tsutomu Uchida : Anaerobic co-digestion of sewage sludge with shredded grass from public green spaces, *Bioresource Technology*, Vol.130, pp.667-672, 2013.
- ・ Feng Wang, Taira Hidaka, Kensuke Sakurai, Jun Tsumori : Anaerobic co-digestion of steam-treated *Quercus serrate* chips and sewage sludge under mesophilic and thermophilic conditions, *Bioresource Technology*, Vol.166, pp.318-325, 2014.
- ・ Feng Wang, Taira Hidaka, Jun Tsumori : Enhancement of anaerobic digestion of shredded grass by co-digestion with sewage sludge and hyperthermophilic pretreatment, *Bioresource Technology*, Vol.169, pp.299-306, 2014.
- ・ Taira Hidaka, Feng Wang, Jun Tsumori : Comparative evaluation of anaerobic digestion for sewage sludge and various organic wastes with simple modeling., *Waste Management*, 43, 144-151, 2015.
- ・ Taira Hidaka, Feng Wang, Kensuke Sakurai, Jun Tsumori, Mizuhiko Minamiyama: Anaerobic Co-digestion of Grass and Sewage Sludge: Laboratory Experiments and Feasibility Analysis, *Water Environment Research*, 2016 (in press).

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・ Taira Hidaka, Feng Wang, Kensuke Sakurai, Jun Tsumori : Anaerobic Co-digestion of Grass and Sewage

Sludge: Laboratory Experiments and Feasibility Analysis, WEF/IWA Residuals and Biosolids Conference, USA, June, 2015.

【学会発表等その他】(9本)

- ・堀尾重人、桜井健介、岡本誠一郎：下水処理場を核としたバイオマス利活用によるGHG削減効果、第48回下水道研究発表会講演集、p.193-195、2011.
- ・岡本誠一郎：(独)土木研究所における新たな中期計画と下水汚泥等に関する研究の取り組み、再生と利用35(132)、p.14-19、2011.
- ・日高平：下水汚泥および有機性廃棄物の有効利用に関する土木研究所リサイクルチームの研究展開、第25回下水汚泥の有効利用に関するセミナー講演概要集、pp.36-45、2012.
- ・王峰、日高平、内田勉：下水汚泥および刈草の高温嫌気性消化、第50回下水道研究発表会講演集、2013.
- ・井上研一郎、内田勉：草木系バイオマスの資源化技術・資源化システムの評価、土木技術資料55(4)、p.50-51、2013.
- ・津森ジュン、桜井健介：下水道施設を利用した下水汚泥および有機性廃棄物の有効利用に関する土木研究所の最前線、再生と利用、38(143)、38-45、2014.
- ・日高平、王峰、津森ジュン：下水汚泥と刈草の混合嫌気性消化、第17回日本水環境学会シンポジウム講演集、p.153、2014.
- ・津森ジュン、桜井健介：河川堤防の除草で発生する刈草の処理や有効利用に伴う温室効果ガス排出量の評価、土木技術資料57(3)、2015.
- ・桜井健介、日高平、南山瑞彦：土木研究所における下水処理場での混合嫌気性消化に関する研究—未利用バイオマスによるエネルギー増産を目指して—、月刊下水道、39、3、2016.

(3) 事業・社会への貢献

- ・講演会、学会発表、論文投稿により、研究成果の情報発信を行った。
- ・日本下水道協会の下汚泥利用促進検討調査専門委員会にデータ提供し、「下水汚泥有効利用促進マニュアル」に反映された。
- ・土研の研究成果に基づき、北陸地方整備局がケーススタディを実施の上、平成28年度から新潟市の下水処理場において刈草の混合嫌気性消化を実施することとなった。
- ・国土交通省の京浜地区における草木系バイオマス資源化検討会に参画し、検討に貢献した。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・日本下水道協会、JICA、京都大学などの講演会で研究成果について講演した。
- ・神奈川県、浜松市、日本下水道協会の講演会で研究成果について講演した。
- ・「地球温暖化対策としての刈草の有効利用検討の手引き(土研発行)」を作成中(H28年度発行見込み)である。

(6) 自己評価

- ・年次計画に沿って着実に研究成果があがっており、達成目標が達成された。
- ・研究成果が、マニュアルへ反映されたり、事業実施に繋がるなど事業・社会へ貢献できた。
- ・査読付論文が影響力のある国際誌に5編掲載された。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 地域バイオマス活用に向けての成果が得られた。
- 2) 目標達成、論文発表は評価できる。研究成果についての講演、マニュアルへの反映等は高く評価できる。
- 3) 英文5編は大変良いと考える。

【対応】

- 1)～3) 第4期中長期計画中でも研究を発展させ、活用に向けた取り組み、論文発表を積極的に行いたい。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑥バイオマスや再生可能エネルギーの利活用技術・地域への導入技術の研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑥-4 廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌の生産性改善技術に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 廃棄物系改質バイオマスの腐植物質組成、易分解性有機物含量、各種肥料成分含量の解明と評価基準の開発
- 2) 廃棄物系改質バイオマスの圃場施用試験による、土壌生産性改善効果の比較検証
- 3) 土壌生産性改善効果の高い廃棄物系改質バイオマスの具備すべき条件の提案
- 4) 農村-都市間の廃棄物系改質バイオマスの広域利用モデルの提案

【目標の達成状況】

- 1) 乳牛ふん尿を主体とする廃棄物系改質バイオマスの特徴を明らかにするため、有機物組成等の分析を実施した。その結果、乾物率と易・難分解性有機物割合との間に、有意な正の相関が認められた。また、既往の研究によると、乾物率と電気伝導度から肥料成分を推定できることが明らかとなっており、簡易な分析項目である乾物率、電気伝導度および水素イオン濃度から、圃場への有機物施用量を推定できることが示唆された。すなわち、この3項目が評価の指標として重要であることが明らかとなった。
- 2) 廃棄物系改質バイオマスを土壌へ施用した場合の土壌生産性改善効果を検証するため、共同利用型バイオガスプラントから採取した原料液および消化液を6年間連用している圃場の土壌理化学性を調査した。その結果、地表面から深さ5cmまでの土層において、炭素含有率の増加が認められた。また、消化液区において、土壌団粒形成量が増加していることが明らかとなった。
- 3) マクロ団粒(>1,000 μ m)形成に伴う団粒内の有機物組成と土壌の物理性改善効果の関係を検討した。廃棄物系改質バイオマス(嫌気性発酵消化液)を施用した土壌のマクロ団粒内には、難分解性有機物が集積しており、このことがマクロ団粒の形成に寄与していると考えられる。また、消化液区および原料液区のpHは化学肥料区と比較して高く、土壌の酸性化を抑制することが明らかとなった。すなわち、難分解性有機物含有率が高い消化液は、土壌物理性として土壌団粒化の促進効果が高く、また、土壌化学性改善効果は、消化液および原料液の両者とも高いと示唆された。以上により、土壌生産性改善効果の高い廃棄物系改質バイオマスの具備すべき条件を整理した。
- 4) 各種食品加工残渣をバイオガスプラントの副原料として利用する場合のエネルギー収支を検討した。エネルギー収支がプラス(エネルギーを新たに産出)となる食品加工残渣の量と運搬距離の関係を明らかにした。また、酪農地域および近隣都市における食品加工残渣賦存量を整理し、運搬エネルギーが過大とならない収集範囲を提示した。エネルギー収支を評価指標とし、地域で発生する廃棄物系改質バイオマス量および運搬距離を設定条件とする広域利用モデルを提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(1本)(他2本投稿中)

- ① 中山博敬・石田哲也・横濱充宏：バイオガスプラントで利用する副原料の運搬距離がエネルギー収支に及ぼす影響、農業農村工学会資源循環研究部会論文集第10号、2015

- ②桑原淳、横濱充宏、中山博敬、石黒宗秀：メタン発酵消化液の施用が草地土壌の団粒形成に及ぼす影響、土壌肥料学会誌（投稿中）
- ③中山博敬、横濱充宏、竹内英雄：酪農地帯におけるバイオガスプラント副原料の広域収集の検討、農業農村工学会資源循環研究部会論文集（投稿中）

【査読なし論文・国内】（3本）

- ①町田美佳・桑原淳・中山博敬：希釈曝気スラリーの長期連用が土壌理化学性に及ぼす影響、第56回（平成24年度）北海道開発技術研究発表会、2013
- ②町田美佳・桑原淳・中山博敬：熟成スラリーの長期連用が牧草収量及び土壌理化学性に及ぼす影響、第57回（平成25年度）北海道開発技術研究発表会、2014
- ③中山博敬・桑原淳・町田美佳：ふん尿スラリーに含まれる有機物等の特徴について、第58回（平成26年度）北海道開発技術研究発表会、2015

【学会発表・海外】（1本）

- ①Hiroyuki Nakayama, Mitsuhiro Yokohama, Jun Kuwabara, Measurement of Greenhouse Gas Emissions from Grassland: Emissions from Dairy Cattle Manure Slurry Applied after Two Different Treatment Processes, 6th Greenhouse Gas and Animal Agriculture Conference (GGAA2016), 2016

【学会発表等その他・国内】（9本）

- ①桑原淳・横濱充宏・大岸謙：メタン発酵消化液の長期連用が牧草地土壌理化学性と牧草収量・品質に及ぼす影響、寒地土木研究所月報、2011
- ②桑原淳・横濱充宏・大深正徳・大岸謙：家畜ふん尿発酵液の長期連用が黒色火山性土の土壌理化学性と牧草収量・品質に及ぼす影響、H23 農業農村工学会大会講演会講演要旨集、2011
- ③桑原淳・横濱充宏・中山博敬・町田美佳：メタン発酵消化液の連用が牧草地土壌の理化学性と収量に及ぼす影響、第61回農業農村工学会北海道支部研究発表会講演要旨集、2012
- ④中山博敬・町田美佳・桑原淳・横濱充宏・大深正徳：各種有機肥料散布草地における温室効果ガス揮散量の測定、日本農業気象学会北海道支部2012年大会要旨集、2012
- ⑤中山博敬・桑原淳・町田美佳・横濱充宏：有機質肥料散布に伴う土壌呼吸量の違いについて、平成25年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、2013
- ⑥桑原淳・横濱充宏・中山博敬・石黒宗秀：メタン発酵消化液の連用が採草地土壌の耐水性団粒に及ぼす影響、平成25年度日本土壌肥料学会北海道支部秋季支部大会講演要旨集、2013
- ⑦中山博敬・桑原淳・町田美佳・横濱充宏：有機質肥料を施用する牧草地での温室効果ガス揮散量測定、日本農業気象学会2014年全国大会講演要旨集、2014
- ⑧中山博敬・桑原淳・横濱充宏：有機質肥料を散布した牧草地における土壌呼吸の測定、平成27年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、2015
- ⑨桑原淳、横濱充宏、中山博敬、石黒宗秀：メタン発酵消化液の施用が牧草地土壌の団粒形成量に及ぼす影響、日本土壌肥料学会2015年度京都大会、2015

【土研刊行物による成果の公表】（合計1本）

- ①中山博敬、横濱充宏、桑原淳：処理方法の異なる乳牛ふん尿スラリーを散布した採草用牧草地から発生する温室効果ガス揮散量、寒地土研月報 No. 754、2016

(3) 事業・社会への貢献

- ・「廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌生産性改善技術マニュアル（案）」を作成。今後、国営環境保全型かんがい排水事業の推進にむけてマニュアルを公開。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・ 地方自治体（中標津町）の講演会において研究成果の普及に努めた。
- ・ 「酪農地帯のバイオガスプラント消化液による土づくりに関する講演」を行い、研究成果の普及に努めた。

(6) 自己評価

- ・ 達成目標①～③については、牧草地における廃棄物系改質バイオマスの施用試験から、難分解性有機物含有率が高い消化液は土壌物理性として土壌団粒化の促進効果が高く、また、土壌化学性改善効果は、消化液および原料液の両者とも高いことを明らかにすることができた。
- ・ 達成目標④については、乳業工場の食品加工残渣をバイオガスプラントの副原料として利用する場合のエネルギー収支を検討し、エネルギーを新たに産出する条件（食品加工残渣の量と運搬距離の関係）を明らかにした。また、食品加工残渣を広域収集する場合のエネルギー収支を定量的に評価し、エネルギー収支面から見た廃棄物系改質バイオマスの広域利用モデルを提案した。
- ・ 「廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌生産性改善技術マニュアル（案）」を作成した。
- ・ 論文等による成果の公表や講演会での成果の公表を行い、社会貢献に努めた。
- ・ よって、目標は達成できたと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 農業との連携を含め、有用な成果が得られた。
- 2) 当初目標を達成していると考えられる。
- 3) 十分な努力の成果が見られます。論文発表なども十分である。社会への普及の取り組みもがんばっていると考える。
- 4) マニュアルまでの成果を評価しますとともに、今後のマニュアル活用に向けた取り組みに期待する。
- 5) 小規模農村地域でのエネルギー循環の実現に向けた技術開発を期待する。
- 6) 目標を達成している。論文賞は高く評価できる。国際誌への(英文)投稿が期待される。

【対応】

- 1) ~3) 第4期中長期研究計画期間でも新たなバイオマス研究に積極に取り組みたい。
- 4) 今後、国営環境保全型かんがい排水事業の推進にむけてマニュアルを公開する。
- 5) 関係行政機関、地域のニーズ等を鑑み、今期の研究開発プログラムの中で取り込めそうな事案について検討したい。
- 6) 今期の研究開発プログラムを進める中で、成果がまとまった段階で国際的な成果公表について努めていきたい。

第3分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑦リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 低炭素型建設材料の開発と品質評価技術の提案
- 2) 低炭素型建設技術の開発と性能評価技術の提案
- 3) 低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術の提案
- 4) 環境への影響評価技術の提案

【研究の達成状況】

- 1) 製造過程において炭素排出量を抑制した新たなセメント結合材を開発し、その耐久性の評価手法を提案した。また、アスファルト舗装材料に関しては、中温化剤により、バージン材や再生材を用いたアスファルト混合物について製造温度を低下させる技術を開発するとともに、荷重作用の大きくない用途に対して100°Cを下回る温度でアスファルト混合物を製造する技術が開発できた。
- 2) 低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートについて設計施工指針をとりまとめ、耐久性の確保とCO₂削減を両立したコンクリートの現場適用の筋道を付けた。また、舗装分野については、低燃費舗装の評価手法を提案するとともに、既存技術の低炭素舗装化として、新たな乳剤を用いた常温路上表層再生工法を開発した、積雪寒冷地で活用できる「中温化舗装技術の適用に関する指針（案）」を作成した。
- 3) 建設発生土に関して、自然由来重金属等含有岩石の長期的なハザード評価技術の提案をおこなった。また、水みちの発生を考慮した吸着試験方法（案）を考案するとともに、吸着層工法の設計法（試案）に関する提案を行った。要対策土を盛土材料として利用する際の効率的な対策法やモニタリング方法について提案した。これらの成果により、低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術を提案できた。
- 4) 低炭素舗装技術としての新しい施工工法、舗装材料と各CO₂排出量原単位をまとめた。
建設発生土に関しては、降雨が浸透した場合の物質移行を適切に評価できるリスク評価手法を提案した。また、現地モニタリング実験によるトレーサー成分の数値解析を行い、実測値と解析結果の整合を図った。これらの結果を基に、リスク評価の実施に必要な解析パラメータの取得に関するリスク評価モデル作成マニュアル（試案）を作成した。

(2) 発表論文

| | |
|------------|---------------|
| ・ 査読付き(国内) | 28 |
| ・ 査読なし(国内) | 41 |
| ・ 査読付き(海外) | 18 |
| ・ 査読なし(海外) | 6 |
| ・ 学会発表 | 72 |
| ・ 土研刊行物 | 27 |
| 合計 | 192編（他、6編投稿中） |

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 社会資本の建設に伴って発生する二酸化炭素排出量の削減と産業副産物の有効活用を実現可能とするため、低炭素型セメントを用いたプレストレストコンクリート、鉄筋コンクリート及び無筋コンクリートの設計・施工方法を規定した「ガイドライン（案）」と5種類の「設計・施工マニュアル（案）」を共同研究報告書第471～476号として発刊した。

- ・ 混和材の使用時の留意点などについて地方自治体からの技術相談に対応した。
- ・ CO₂発生量抑制を目的として、中温化舗装を6箇所まで合計13,000m²施工した（H27年度まで）。
- ・ 北海道の地方自治体においてガラスカレットおよび焼却灰を利用した再生資材を舗装材としてそれぞれ2箇所まで合計約11,100tと15箇所まで合計約9,400tを有効利用した。（H27年度まで）
- ・ 地方自治体に対する中温化技術やリサイクルなどの舗装分野での技術指導（函館市に中温化舗装技術の助言、名寄市に焼却灰の利用方法について助言、江別市に熔融スラグの利用方法について助言）
- ・ 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」（H27.3）、「建設発生土利用技術マニュアル（第4版）」（H25.12）、国土交通省北海道開発局「北海道開発局 道路設計要領 第4集 トンネル」（H23～H25）、「道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）」（H25.3）、「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（改訂版）」（H24.4）、等に反映した。また、「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌へのマニュアル（改訂素案）」を作成した。
- ・ トンネル工事などの建設発生土処理に関する技術相談を27年度までに255件受けており、研究成果を以下のように現場で活用した事例がある。
- ・ 土研式雨水曝露試験が各現場で実施され、長期溶出評価結果に基づいて評価を行った結果、対策コストの縮減が図られた（直轄道路事業）。
- ・ 国土交通省北海道開発局旭川開発建設部土別道路事務所発注の一般国道40号のバイパス事業でリスク評価方法に基づき、吸着層工法を採用したケースでは、従来工法（二重シート遮水工法）の採用した場合の試算に比べ、79億円、87%のコスト縮減が図られた。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 多数のマニュアル，基準として研究成果が実務に反映される見込みであり高く評価される。
- 2) 技術開発，マニュアル化が適切に進められている。さらなる現場普及が期待される。
- 3) いずれの研究に関しても成果をガイドラインやマニュアルとしてまとめられ，多大な成果を上げられているものと評価する。これらのマニュアル類が有効活用されるための普及活動に努力されたい。
- 4) 開発された技術が具体的工事に適用されることを期待する。
- 5) 学会賞などの受賞もあり学術的成果も十分。またマニュアル・講演会など社会への貢献も評価できる。
- 6) 全体として目標を達成しており，評価できる。

【対応】

- 2)～4) 今後も継続的に普及活動に努力するとともに，現場活用の道を絶えず探っていきたい。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑦リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発)

事後評価（プロ研個別）

「⑦-1 低炭素型セメントの利用技術の開発」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 低炭素型セメントを用いたコンクリートの品質評価方法の提案
- 2) 低炭素型セメントを用いたコンクリートの設計施工法の提案
- 3) 上記1)2)の成果をマニュアルにとりまとめる

【目標の達成状況】

- 1) 低炭素型セメントを用いたコンクリートの実環境下での強度特性と耐久性を国内3ヶ所の暴露試験によって把握するとともに、初期材齢の湿潤養生期間が強度特性と耐久性に与える影響を明らかにした。
・低炭素型セメントを用いたコンクリート塩分浸透抵抗性と中性化抵抗性を迅速かつ簡便に評価するための室内促進試験の適用性を明らかにした。
・低炭素型セメントの利用で得られる二酸化炭素排出削減効果の試算を行い、コンクリート構造物のライフサイクル全体と材料製造時の両レベルでの削減効果を定量的に明らかにした。
- 2) 低炭素型セメントを用いたコンクリートの強度発現の温度依存性とクリープ・収縮特性を模擬供試体による実験によって把握するとともに、設計用値の傾向を明らかにした。
・低炭素型セメントを用いたコンクリートの温度ひび割れ抵抗性を実験と解析の両面から検討し、温度ひび割れの発生要因となる拘束応力を適切に評価するために必要な試験項目を明らかにした。
- 3) 国内8機関との共同研究により、低炭素型セメントを用いたコンクリート構造物の設計及び施工の原則を規定した「低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン（案）」を発刊した。
・コンクリート構造物の種別や混和材の構成ごとに5種類の低炭素型のコンクリートの設計及び施工の方法を規定した「設計・施工マニュアル（案）」を発刊した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【国内（査読あり）：21本（他、投稿中5本）】

- (1) 鈴木聡、中村英佑、渡辺博志：各種モルタル供試体を用いた非定常・電気泳動試験に関する実験的研究、第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp.97-102、2012
- (2) 谷口秀明、渡辺博志、中村英佑、藤田学：高炉スラグコンクリートの収縮および収縮ひび割れに関する検討、混和材を積極的に使用するコンクリートに関するシンポジウム論文集、pp.75-82、2012
- (3) 谷口秀明、渡辺博志、手塚正道、藤田学：塩害暴露試験によるコンクリートの塩分浸透性の評価—その2：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリート、プレストレストコンクリート、Vol.55、No.1、pp.45-51、2013
- (4) 佐藤道生、今岡知武、安田幸弘、中村英佑：フライアッシュを混和したコンクリートの初期強度改善に関する基礎検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.35、No.1、pp.169-174、2013
- (5) 中村英佑、鈴木聡、鈴木雅博、渡辺博志：混和材を用いたコンクリートの収縮とクリープに関する実験的研究、第22回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp.503-508、2013

- (6) 中村英佑、石井豪、鈴木雅博、渡辺博志：混和材を用いたコンクリートのクリープ・収縮に関する実験的研究、プレストレストコンクリート、Vol. 56、No. 3、pp. 54-60、2014
- (7) 中村英佑、石井豪、渡辺博志：暴露試験と促進試験による混和材を用いたコンクリートの中性化抵抗性の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol. 36、No. 1、pp. 202-207、2014
- (8) 荻野正貴、大脇英司、白根勇二、中村英佑：複数の環境に約2年間暴露した低炭素型のコンクリートの強度と耐久性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 36、No. 1、pp. 220-225、2014
- (9) 舟橋政司、白根勇二、荻野正貴、中村英佑：低炭素型のコンクリートの配合設計手法および硬化特性の検討、コンクリート工学年次論文集、Vol. 36、No. 1、pp. 232-237、2014
- (10) 片野啓三郎、竹田宣典、小林利充、中村英佑：混和材を高含有したコンクリートの耐久性に関する検討、コンクリート工学年次論文集、Vol. 36、No. 1、pp. 658-663、2014
- (11) 中村英佑、石井豪、鈴木雅博、渡辺博志：混和材を用いたコンクリートの強度と耐久性に関する実験的研究、第23回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 53-58、2014
- (12) 石井豪、中村英佑、鈴木雅博、渡辺博志：混和材を用いたコンクリートの強度発現と自己収縮特性に温度履歴が与える影響、第23回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 59-64、2014
- (13) 中村英佑、石井豪、渡辺博志：暴露試験と促進試験に基づく混和材を用いたコンクリートの中性化抵抗性に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol. 37、pp. 97-102、2015
- (14) 今岡知武、石川嘉崇、鷲尾朝昭、中村英佑：早強セメントをベースセメントとした養生条件が異なるフライアッシュコンクリートの物性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 37、pp. 151-156、2015
- (15) 北野勇一、鈴木雅博、石井豪、中村英佑：混和材利用早強コンクリートの自己収縮特性とその予測、コンクリート工学年次論文集、Vol. 37、pp. 355-360、2015
- (16) 荻野正貴、大脇英司、白根勇二、中村英佑：低炭素型のコンクリートの耐久性と性能評価方法の検討、コンクリート工学年次論文集、Vol. 37、pp. 211-216、2015
- (17) 笹倉伸晃、白根勇二、宮原茂禎、中村英佑：養生条件が低炭素型のコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集、Vol. 37、pp. 205-210、2015
- (18) 長谷川剛、北野勇一、石井豪、中村英佑：混和材利用早強コンクリートの断熱温度上昇特性について、第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 507-510、2015
- (19) 北野勇一、長谷川剛、石井豪、中村英佑：混和材利用早強コンクリートの断熱温度上昇量の予測、第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 511-514、2015
- (20) 中村英佑、鈴木雅博、石井豪、古賀裕久：混和材を用いたコンクリートの温度ひび割れ抵抗性に関する実験的研究、第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 515-520、2015
- (21) 河金甲、中村英佑、鈴木雅博、石井豪：混和材を用いたコンクリートの初期応力推定に関する検討、第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp. 521-526、2015
- (22) 中村英佑、栗原勇樹、古賀裕久：暴露40ヶ月後の混和材を多量に用いたコンクリートの中性化抵抗性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 38、投稿中
- (23) 石川学、石川嘉崇、中村英佑：単位水量低減効果を見込んだ早強セメントをベースセメントとしたフライアッシュコンクリートの基礎物性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 38、投稿中
- (24) 片野啓三郎、竹田宣典、小林利充、中村英佑：低炭素型のコンクリートの暴露試験による耐久性の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol. 38、投稿中
- (25) 小林利充、片野啓三郎、竹田宣典、中村英佑：混和材を高含有したコンクリートの中性化抵抗性に関する一考察、コンクリート工学年次論文集、Vol. 38、投稿中
- (26) 白根勇二、梶田秀幸、宮原茂禎、中村英佑：実環境に暴露した低炭素型のコンクリートの強度特性および耐久性の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol. 38、投稿中

【国内（査読なし）：16本】

- (1) 渡辺博志、森濱和正、中村英佑、鈴木聡：低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート供試体の暴露試験、土木技術資料、Vol. 54、No. 8、pp. 48-49、2012

- (2) 中村英佑、鈴木聡、森濱和正、渡辺博志：低炭素社会の実現に寄与するコンクリート技術－低炭素型セメント結合材の利用－、土木技術資料、Vol. 55、No. 1、pp. 20-23、2013
 - (3) 竹田宜典、片野啓三郎、小林利充、中村英佑：実環境に暴露した低炭素型のコンクリートの強度発現および中性化の進行、第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2013
 - (4) 白根勇二、宮野和樹、荻野正貴、中村英佑：低炭素型のコンクリートの熱膨張係数および断熱温度上昇特性に関する検討、第 69 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2014
 - (5) 荻野正貴、大脇英司、白根勇二、宮野和樹、中村英佑：実環境に約 2 年間曝露した低炭素型のコンクリートの塩分浸透、第 69 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2014
 - (6) 中村英佑、石井豪、渡辺博志：屋外・室内・土中・促進環境における混和材を用いたコンクリート・モルタルの中性化進行、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (7) 宮原茂禎、荻野正貴、岡本礼子、大脇英司、坂本淳、丸屋剛、中村英佑：高炉スラグ微粉末を大量使用した環境配慮コンクリートの湿潤養生、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (8) 土師康一、田中徹、佐藤幸三、椎名貴快、小池晶子、中村英佑：高炉スラグ微粉末高含有コンクリートの温度特性に関する検討、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (9) 椎名貴快、佐藤幸三、田中徹、土師康一、小池晶子、中村英佑：高炉スラグ微粉末高含有コンクリートの強度と耐久性に着目した湿潤養生期間、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (10) 白根勇二、梶田秀幸、宮原茂禎、荻野正貴、中村英佑：低炭素型のコンクリートの温度ひび割れ抵抗性に関する検討、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (11) 荻野正貴、大脇英司、白根勇二、舟橋政司、中村英佑：低炭素型のコンクリートの収縮特性、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015
 - (12) 中村英佑、栗原勇樹、古賀裕久：混和材を用いたコンクリートの促進中性化後の塩化物イオン浸透、第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2016
 - (13) 宮原茂禎、荻野正貴、大脇英司、堀口賢一、坂本淳、丸屋剛、中村英佑：環境配慮コンクリートによる二次製品工場のスラブ施工、第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2016
 - (14) 白根勇二、太田健司、宮原茂禎、荻野正貴、中村英佑：多成分の結合材で構成される低炭素型のコンクリートの施工事例、第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2016
 - (15) 椎名貴快、佐藤幸三、田中徹、土師康一、新谷岳、小池晶子、守屋健一、中村英佑：高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートの凍結融解抵抗性に与える湿潤養生期間と空気量の影響、第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2016
 - (16) 新谷岳、土師康一、田中徹、佐藤幸三、椎名貴快、小池晶子、中村英佑：高炉スラグ微粉末高含有コンクリートの収縮特性に関する検討、第 71 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2016
- 【海外（査読あり）：8 本（他、投稿中 1 本）】
- (1) Eisuke NAKAMURA, Satoshi SUZUKI, Kazumasa MORIHAMA, Hiroshi WATANABE: Collaborative Research Project on Effective Use of Low-Carbon Cements, Proceedings of the First International Conference on Concrete Sustainability, ICCS13, pp. 453-458, 2013
 - (2) Eisuke NAKAMURA, Satoshi SUZUKI, Hiroshi WATANABE: Non-Steady-State Chloride Migration Test on Mortar with Supplementary Cementitious Materials, Proceedings of the Third International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies, SCMT3, 2013
 - (3) Eisuke NAKAMURA, Tsuyoshi ISHII, Hiroshi WATANABE: Accelerated and Outdoor Durability Testing of Concrete with Supplementary Cementitious Materials, pp. 1106-1109, Proceedings of the 6th International Conference of Asian Concrete Federation, 2014
 - (4) Tsuyoshi ISHII, Eisuke NAKAMURA, Masahiro SUZUKI, Yuichi KITANO, Hiroshi WATANABE: Temperature Dependence of Strength Development and Autogenous Shrinkage in Concrete with Supplementary Cementitious Materials, pp. 105-108, Proceedings of the 6th International Conference of Asian Concrete Federation, 2014
 - (5) Eisuke NAKAMURA, Tsuyoshi ISHII, Hiroshi WATANABE: Factors Influencing Chloride Penetration

Resistance of Concrete in Laboratory-Accelerated and Outdoor Exposure Tests, The Fifth International Conference on Construction Materials, CONMAT' 15, 2015

- (6) Shigeyoshi MIYAHARA, Masataka OGINO, Reiko OKAMOTO, Eiji OWAKI, Junichi MATSUMOTO, Jun SAKAMOTO, Tsuyoshi MARUYA, Eisuke NAKAMURA: Durability and Applications of Environmental-Friendly Concrete with Slag and Calcium Activator, The Fifth International Conference on Construction Materials, CONMAT' 15, 2015
- (7) Eisuke NAKAMURA, Hiroshi WATANABE: Accelerated and Outdoor Durability Testing of Concrete with Supplementary Cementitious Materials, Journal of Asian Concrete Federation, Vol.1, pp.29-36, 2015
- (8) Eisuke NAKAMURA, Yuki KURIHARA, Hirohisa KOGA: Chloride Penetration Resistance of Concrete Containing Supplementary Cementitious Materials: Laboratory Experiments and Field Tests, Proceedings of the Third International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies, SCMT4, 掲載決定
- (9) Eisuke NAKAMURA, Yuki KURIHARA, Hirohisa KOGA: Outdoor Exposure Test of Concrete Containing Supplementary Cementitious Materials, The 8th International Conference on Concrete under Severe Conditions-Environment & Loading, CONSEC2016, 投稿中

(3) 事業・社会への貢献

- ・社会資本の建設に伴って発生する二酸化炭素排出量の削減と産業副産物の有効活用を実現可能とするため、低炭素型セメントを用いたプレストレストコンクリート、鉄筋コンクリート及び無筋コンクリートの設計・施工方法を規定した「ガイドライン（案）」と5種類の「設計・施工マニュアル（案）」を共同研究報告書第471～476号として発刊した。
- ・混和材の活用方法について地方自治体からの技術相談に対応した。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・平成26年度土木学会環境賞を受賞した。
- ・ガイドライン及びマニュアルを共同研究報告書第471～476号として発刊し、この発刊に関する記事が業界新聞5紙に掲載された。
- ・「第22回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム」、「コンクリート年次大会2014」、「第13回環境研究シンポジウム」及び「テクノロジーショーケース2016」でパネル展示を行って研究成果の普及に努めた。
- ・日韓ワークショップ及び日仏ワークショップで発表及び意見交換を行って研究成果の普及に努めた。
- ・土研WebマガジンやiMaRRCニューズレター等で研究内容を紹介した。

(6) 自己評価

- ・低炭素型セメントを用いたコンクリートの品質評価方法と設計施工法を確立するために実験及び解析を行い、研究成果を国内外の学会等で継続的に公表するとともに、得られた研究成果をもとに「ガイドライン（案）」と5種類の「設計・施工ガイドライン（案）」を共同研究報告書第471～476号として発刊した。本研究で目指した目標を達成できたと思う。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 実務的な見地からも有用な成果が得られた。
- 2) 現場への具体的な適用にあたって他機関との連携含め取り組みが期待される。
- 3) 国内に限らず海外に向けた技術展開に期待する。
- 4) 低炭素型セメントを用いたコンクリートの長期性能について追跡調査が重要であるとする。
- 5) 国際学会のプロシーディングは査読論文に含めない方が良い。

【対応】

- 1), 2) 今後も、活用に向けて行政と連携していく。
- 1), 3) 国際会議等でも積極的に発表しています。今後も取り組みを継続する。
- 4) 一部供試体は暴露試験を継続しており、時期をみて追跡調査等を行っていく所存である。
- 5) 土木研究所の評価のルールに関するご意見として参考にさせていただく。この個別課題については、土木研究所内での統一的なルールに従って、国際会議のプロシーディングでも全文査読されるものは査読ありに分類している。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑦リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発)

事後評価（プロ研個別）

「⑦-2 低炭素社会を実現する舗装技術の開発および評価技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- ①低炭素社会を実現する舗装材料、舗装工法の開発
 - 1) 舗装材料の製造に関するCO₂排出抑制技術の開発
 - 2) 低炭素化舗装工法の改良、低燃費舗装の開発
 - 3) 積雪寒冷地の舗装リサイクル技術の開発
 - 4) 積雪寒冷地の低炭素型舗装技術の開発
- ②舗装材料・舗装工法等のLCCO₂評価技術の提案
 - 5) 舗装材料のCO₂排出量原単位等の提案
 - 6) 舗装工法等のLCCO₂評価技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・新規アスファルト混合物において、製造温度を50℃低減できる添加材料を開発した。また、再生アスファルト混合物について製造温度を30℃低減できる添加材料を開発した。
 - ・本研究で開発した低炭素舗装技術の評価に有効な新しい評価方法を取りまとめた。これにより、低炭素舗装技術の技術開発の効率化および技術の信頼性評価が図れるようになった。
 - ・100℃以下でアスファルト混合物を製造する技術（弱加熱技術）の汎用化技術を開発した。
- 2) ・既存技術の低炭素舗装化として、新たな乳剤を用いた常温路上表層再生工法を開発した。
 - ・走行車両の低燃費化が図れる新しいアスファルト舗装（低燃費舗装）を開発した。
 - ・燃費改善効果を実測により確認した。テクスチャが粗い路面（排水性舗装など）に比べ、転がり抵抗を7～10%、CO₂排出量を1～3%程度削減した。
 - ・低燃費舗装の性能評価方法としてタイヤ/路面接地応力分布による方法を提案した。
- 3) ・通常期と寒冷期に中温化舗装技術の試験施工を実施し、二酸化炭素排出量の削減効果、品質管理、施工性を把握した。
 - ・積雪寒冷地において二酸化炭素排出量を削減する目的で中温化舗装技術を用いる場合の適用条件を整理した。
 - ・積雪寒冷地で活用できる「中温化舗装技術の適用に関する指針（案）」を作成した。
- 4) ・積雪寒冷地において凍上抑制層材料として適用できる舗装リサイクル技術を開発した（ガラスカレット・焼却灰）。
 - ・「積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法に関する手引き（案）」を作成した。
- 5) ・国総研が提案する新しい原単位作成方法に則り、既存舗装材料のCO₂排出量原単位を作成した。
 - ・本研究で開発した低炭素舗装材料に対して製造工程・輸送を考慮した原単位を新たに作成し、開発品のCO₂排出量削減効果を明確化した。
 - ・中温化技術の適用により、改質アスファルト混合物では5.3～13.8%、再生混合物では7.8～13.8%ほど、CO₂排出量削減効果があることを明らかにした。
- 6) ・低炭素舗装技術としての新しい施工工法、舗装材料と各CO₂排出量原単位をまとめた。
 - ・中温化舗装技術は比較工法に比べ、CO₂排出量が密粒30℃低減で3.9%、排水性50℃低減で5.7%低減することが分かった。
 - ・コンクリート舗装は、30年以上の打換えサイクルでアスファルト舗装よりLCCO₂が同程度以下になるこ

とが分かった。

- ・低炭素舗装（表面処理工法）のライフサイクル CO₂を試算した。新工法は、従来工法に比べて耐久性が 1.26~1.45 倍以上になることで CO₂排出量が抑制されることを明らかにした。
- ・低燃費舗装の CO₂排出量削減効果の評価として、自動車から排出される CO₂の削減量の実測値に基づいたデータを組み入れた拡張ライフサイクル CO₂評価（ELC-CO₂）の適用を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成
- 6) 達成

(2) 発表論文

【査読有り論文・国内】 3 本

- ①辻本陽子、新田弘之、西崎到：中温化アスファルトバインダの粘弾性状と熱特性、舗装工学論文集、vol. 19、2014. 12
- ②安倍隆二、上野千草、大山健太郎、木村孝司：積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用方法に関する研究、舗装工学論文集、vol. 20、2015. 12
- ③辻本陽子、新田弘之、西崎到：中温化ポリマー改質アスファルトの諸性状と繰り返しクリープ特性、舗装工学論文集、vol. 20、2015. 12

【査読付き論文・海外】（6本）

- ①Kawakami, Nitta, Kubo : Life-Cycle CO₂ Assessment of WMA on Pavement Construction in Japan, 7th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology 2011Proceedings, 7th ICPT, 2011. 8
- ② Kawakami, Nitta, Kubo : Estimation of the CO₂ emissions in producing HMA and WMA in Japan, 24th World Road Congress, PIARC, No. 181, 2011. 9
- ③ Nitta, Kamiya, at el : The present condition of pavement recycling in Japan, 14th REAAA Conference 2013, 2013. 3
- ④ Kawakami, Nitta, at el: Development of new evaluation method for recycled aggregate in Japan, 14th REAAA Conference 2013, 2013. 3
- ⑤ A. Kawakami, M. Terada, K. Kubo, T. Ishigaki: Study on the Pavement Surface Properties and Tire Rolling Resistance, "Sustainability, Eco-efficiency and Conservation in Transportation Infrastructure Asset Management", pp. 535-539, 2014. 4
- ⑥ T. Ishigaki, Y. Shirai, A. Kawakami, K. Kubo: Low Rolling Resistance Asphalt Pavements For Traffic Energy Saving And CO₂ Emission Reduction, PIARC, 2015. 11

【査読無し論文・国内】 21 本

- ①川上篤史、新田弘之、久保和幸：低炭素社会に寄与する舗装技術について、建設の施工企画、No. 738、2011. 8
- ②安倍隆二、紺野喬義、坂田晋一：積雪寒冷地における低炭素アスファルト舗装の効果検証、第 55 回北海道開発技術研究発表会、2012. 2
- ③三田村宏二、熊谷政行、安倍隆二：ガラスカレットの凍上抑制層材料への適用性に関する検討、第 55 回北海道開発技術研究発表会、2012. 2
- ④新田弘之、西崎到：再生路盤材料からの六価クロム溶出評価に関する検討、舗装、2012. 4
- ⑤寺田剛：公的機関等での中温化アスファルト混合物の取組み状況、舗装、Vol. 47, No. 5、2012. 5
- ⑥三田村宏二、熊谷政行、安倍隆二：積雪寒冷地におけるガラスカレットの舗装材料への適用に関する一考察、第 12 回北陸道路舗装会議、2012. 6

- ⑦川上篤史、新田弘之、寺田剛、久保和幸：低炭素社会に貢献する舗装技術—低燃費舗装のCO₂ 排出量削減効果の試算等—、土木技術資料、2013. 1
- ⑧三田村宏二、熊谷政行、安倍隆二：焼却灰を主原料とした再生骨材の凍上抑制層への適用性に関する検討、第 56 回北海道開発技術研究発表会、2013. 2
- ⑨安倍隆二、熊谷政行、三田村宏二：積雪寒冷地における中温化アスファルト混合物の適用に関する検討、第 56 回北海道開発技術研究発表会、2013. 2
- ⑩石垣勉、川上篤史、白井悠、尾本志展、寺田剛、久保和幸：タイヤ／路面転がり抵抗の小さい低燃費アスファルト舗装技術の開発、道路建設、2013. 9
- ⑪安倍隆二、熊谷政行：積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用方法について、第 57 回北海道開発技術研究発表会、2014. 2
- ⑫大山健太郎、熊谷政行、安倍隆二：焼却灰を利用した再生骨材の凍上抑制層への適用性に関する検討、第 57 回北海道開発技術研究発表会、2014. . 2
- ⑬安倍隆二、上野千草、大山健太郎：積雪寒冷地における中温化舗装の適用について、平成 26 年度 国土交通省 国土技術研究会、2014. 11
- ⑭石垣勉、川上篤史、久保和幸：自動車走行燃費の改善に向けたアスファルト舗装技術の開発、建設施工機械、2014. 12
- ⑮大山健太郎、安倍隆二、木村孝司：積雪寒冷地における他産業再生資材の適用性に関する検討、平成 26 年度 第 58 回北海道開発技術研究発表会、2015. 2
- ⑯上野千草、高見和弘、村田俊一：アスファルト再生骨材の凍上抑制層への適用に関する検討について、平成 26 年度 第 58 回北海道開発技術研究発表会、2015. 2
- ⑰川上篤史、寺田剛、新田弘之：締固め度が異なる中温化混合物の間接引張試験結果について、第 13 回北陸道路舗装会議、2015. 06
- ⑱辻本陽子、新田弘之、西崎 到、川上篤史、久保和幸：二酸化炭素排出抑制型アスファルト混合物の評価、土木技術資料、57、26、2015. 12
- ⑲上野千草、安倍隆二、木村孝司：北海道におけるアスファルト再生骨材の現状について、平成 27 年度 第 59 回北海道開発技術研究発表会、2016. 2
- ⑳上野千草、大山健太郎、安倍隆二、木村孝司：積雪寒冷地における他産業再生資材を用いた道路舗装の長期供用性について、平成 27 年度土木学会北海道支部年次学術研究発表会、2016. 2
- ㉑大山健太郎、安倍隆二、上野千草：積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法に関する検討について、平成 27 年度 第 59 回北海道開発技術研究発表会、2016. 2

【査読無し論文・国外】1 本

- ① Ooyama, Abe, Kimura : Study on application of warm mix asphalt technology, Japan-China Winter Road Transportation Workshop 2014、2014. 10

【学会発表等その他】36 本

(2012 年度以前は省略)

- ⑨川上篤史、寺田剛、久保和幸、石垣勉：タイヤ／路面転がり抵抗と舗装の路面性状に関する検討、第 68 回土木学会年次学術講演会、2013. 9
- ⑩清水泰成、越健太郎、川上篤史、寺田剛：路盤の強化による交通振動軽減効果に関する検討、第 68 回土木学会年次学術講演会、2013. 9
- ⑫新田弘之、西崎到、川上篤史：アスファルト混合物の製造・施工温度低減による性状改善効果、土木学会第 68 回年次学術講演会、2013. 9
- ⑬安倍隆二、熊谷政行：積雪寒冷地における中温化アスファルト混合物の適用に関する検討、第 68 回土木学会年次学術講演会、2013. 9
- ⑭安倍隆二、大山健太郎、熊谷政行：積雪寒冷地における中温化舗装技術に関する一検討、第 30 回日本道路会議、2013. 10
- ⑮大山健太郎、市原利昭、松崎明夫：積雪寒冷地における焼却灰を利用した再生骨材に関する検討、第 30 回

日本道路会議、2013.10

- ⑯川上篤史、寺田剛、久保和幸、石垣勉：低燃費舗装の要求性能に関する検討、第30回日本道路会議、2013.10
 - ⑰村井宏美、廣藤典弘、川上篤史：中温化舗装用混合物の作業性評価方法の検討、第30回日本道路会議、2013.10
 - ⑱井手義勝、杉本浩一、鷹野明、平田 惣己治、大森康晴、川上篤史：CO₂排出量を低減した再生コンクリート舗装の適用事例、第30回日本道路会議、2013.10
 - ⑲石垣勉、川上篤史、久保和幸：自動車走行燃費の向上に寄与するタイヤ／路面転がり抵抗の小さなアスファルト舗装技術の開発、第30回日本道路会議、2013.10
 - ⑳清水泰成、穂満朗、川上篤史：CAE 路盤材料の交通振動軽減効果に関する検討、第30回日本道路会議、2013.10
 - ㉑新井田良一、新田弘之、西崎到：再生路盤材からの六価クロム溶出濃度の評価方法に関する研究、第30回日本道路会議、2013.10
 - ㉒安倍隆二：積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用について、雑誌「北の交差点」vol.31、2013.11
 - ㉓新井田良一、谷口博、新田弘之、西崎到：常温施工型軽量舗装材に適用可能な材料種類の検討、土木学会第69回年次学術講演会、2014.9
 - ㉔平川一成、寺田剛、川上篤史、久保和幸：大型車両によるタイヤ／路面転がり抵抗と舗装の路面性状に関する検討、土木学会第69回年次学術講演会、pp.1251-1252、2014.9
 - ㉕大山健太郎、安倍隆二、木村孝司：積雪寒冷地における他産業再生資材の適用性の検討について、土木学会第70回年次学術講演会、2015.9
 - ㉖加納 孝志、新田 弘之、川上 篤史、近藤 誠一郎：中温化アスファルト混合物製造時の燃料消費量の削減効果、第70回土木学会年次学術講演集、V、256、2015.9
 - ㉗谷口 博、黒田 康熙、川上 篤史：長寿命ポーラスアスファルト混合物の開発、第70回土木学会年次学術講演集、V、265、2015.9
 - ㉘辻本 陽子、新田 弘之、西崎 到：DSR およびMSCR 試験による中温化アスファルトの性状評価に対する一考察、第70回土木学会年次学術講演集、V、515、2015.9
 - ㉙大山健太郎、安倍隆二、木村孝司：積雪寒冷地における他産業再生資材を活用した舗装の供用性状について、第31回日本道路会議、2015.10
 - ㊱安倍隆二・上野千草、木村孝司：寒冷期における中温化舗装技術の適用について、第31回日本道路会議、2015.10
 - ㊲石垣 勉、白井 悠、川上 篤史、久保 和幸：低燃費舗装の性能指標とその評価に関する検討、第31回日本道路会議論文集、3P27、2015.10
 - ㊳白井 悠、石垣 勉、川上 篤史、久保 和幸：タイヤ／路面転がり抵抗の性能評価法に関する検討、第31回日本道路会議論文集、3049、2015.10
 - ㊴梅森 悟史、松井 伸頼、川上 篤史、新田 弘之：アスファルト乳剤を用いた新たな常温路上表層再生工法の検討、第31回日本道路会議論文集、3149、2015.10
 - ㊵大野 香澄、馬場 弘毅、川上 篤史、新田 弘之：骨材飛散抵抗性を高めたチップシール工法の検討、第31回日本道路会議論文集、3053、2015.10
 - ㊶川上 篤史、寺田 剛、久保 和幸、石垣 勉、白井 悠：低燃費舗装のCO₂ 排出量低減性能に関する実証試験、第31回日本道路会議論文集、3050、2015.10
 - ㊷辻本 陽子：二酸化炭素排出抑制型舗装材料に関する研究、第13回環境研究シンポジウム講演集、2015.11
- 【土研刊行物による成果の公表】5本
- ①三田村、熊谷、安倍：コンクリート再生骨材の路床排水及び遮断排水への適用について、寒地土木研究所月報 No.702、2011.11
 - ②三田村、熊谷、安倍：積雪寒冷地におけるガラスカレットの舗装材料への適用について、寒地土木研究所月報 No.715、2012.12
 - ③安倍、三田村、熊谷：積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用方法に関する検討、寒地土木研究所月報 No.731、2014.4
 - ④久保和幸、寺田剛、川上篤史、西崎到、新田弘之、辻本陽子、村山雅人、村井伸頼、梅森悟史：低炭素舗装

技術の高度化に関する研究－アスファルト乳剤を用いたリサイクル技術の開発－、共同研究報告書、第 469 号、国立研究開発法人土木研究所 東亜道路工業株式会社、2015. 4

- ⑤久保和幸、寺田剛、川上篤史、西崎到、新田弘之、辻本陽子、廣藤典弘、鈴木徹、源藤勉、小柴朋広、吉野敏弘、村井宏美、藤田浩成：低炭素舗装技術の高度化に関する研究－中温化技術の高性能化－、共同研究報告書、第 470 号、国立研究開発法人土木研究所 世紀東急工業株式会社、2015. 4

(3) 事業・社会への貢献

- ・CO₂発生量抑制を目的として、中温化舗装を 6 箇所合計 13,000m² 施工した。(H27 年度まで)
- ・ガラスカレットおよび焼却灰を利用した再生資材を舗装材として、それぞれ 2 箇所合計約 11,100t と 15 箇所合計約 9,400t を有効利用した。(H27 年度まで)
- ・平成 23 年度 第 55 回 北海道開発技術研究発表会 奨励賞
- ・平成 24 年度 第 56 回 北海道開発技術研究発表会 奨励賞
- ・平成 25 年度 第 57 回 北海道開発技術研究発表会 北海道開発協会会長賞

(4) 特許等の取得

- ・「アスファルト混合物、アスファルト舗装方法及び、アスファルト舗装体」(出願中)

(5) 成果の普及

【基準・マニュアル等への反映】

- ・「積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」を作成し、寒地土木研究所 HP より情報発信
- ・「積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法(案)」を作成し、寒地土木研究所 HP より情報発信

【講演会・講習会の開催・講演】

- ・現地講習会(稚内)にて「中温化舗装技術」について講演、2013. 9
- ・寒地技術講習会(函館)にて「積雪寒冷地の中温化舗装技術」の題目で講演、2013. 11
- ・技術者交流フォーラム in 旭川にて「バイオマスボイラから発生した焼却灰の有効利用」および「ガラスカレットに関する研究」の題目で講演、2014. 11
- ・現地講習会(稚内)を開催し「中温化舗装技術」について講演、2014. 10
- ・現地講習会(稚内)：「積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」および「積雪寒冷地における他産業再生資材の適用方法」の題目で講演、2015. 7
- ・寒地技術講習会(函館、札幌、帯広)：「積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」および「積雪寒冷地における他産業再生資材の適用方法」の題目で講演、H27. 9~10
- ・つくばサイエンスアカデミー主催 SAT テクノロジーショーケース 2016 (会長：江崎玲於奈先生) において、「低燃費舗装」が「ベスト産業実用化賞」を受賞。H28. 2

【技術指導、助言活動】

- ・函館市に中温化舗装技術の助言
- ・名寄市に焼却灰の利用方法について助言
- ・江別市に溶融スラグの利用方法について助言

(6) 自己評価

- ・既存技術よりも製造温度低減効果の高い添加材料や、リサイクル材を利用した添加材料を開発しており、舗装材料による CO₂ 排出抑制に貢献したものと考えられる。
- ・低炭素舗装技術の評価として、CO₂ 排出抑制効果や揮発性物質の発生量に関する試験方法や評価項目をまとめるとともに、低炭素舗装技術としての新しい施工工法、舗装材料と各 CO₂ 排出量原単位から、本研究により開発した低炭素舗装技術の CO₂ 排出量低減効果を明らかにしており、研究目標を達成したと考える。

- ・低炭素化舗装工法の改良として 100℃以下でアスファルト混合物を製造する技術の汎用化、常温路上表層再生工法等の改良を行うとともに、今までになかった低炭素舗装技術としてタイヤ／路面転がり抵抗を改善して自動車から排出される CO₂排出量を削減する「低燃費舗装」を日本で初めて開発した。この低燃費舗装は特許も出願中であり、つくばサイエンスアカデミー（会長江崎玲於奈）主催 SAT テクノロジーショーケース 2016 において「ベスト産業実用化賞」を受賞するなど研究目標を達成したと考える。
- ・国総研が提案する新しい原単位作成方法に則り、既存舗装材料の CO₂排出原単位を作成するとともに、本研究で開発した低炭素舗装材料の CO₂排出量原単位をまとめ、CO₂排出量削減効果を明確化したことで、研究目標を達成したと考える。
- ・本研究成果の一部は「舗装の環境負荷低減に関するガイドブック」に反映しており、これにより広く一般的に二酸化炭素排出量の算定が可能となり、舗装分野での CO₂排出量評価の進展につながったと考えられる。
- ・既存の舗装技術の高度化によって新たに低炭素舗装に位置づけた舗装技術をライフサイクル CO₂評価により定量的に評価するとともに、低燃費舗装は供用時の自動車からの CO₂排出量を考慮に入れる拡張ライフサイクル CO₂評価（ELC-CO₂）の適用を提案したことで、研究目標を達成したと考える。
- ・「積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」を作成し、積雪寒冷地における低炭素舗装技術の適用範囲や適用条件等を提案した。また、積雪寒冷地の舗装リサイクル技術として焼却灰やガラスカレットを用いた再生資材を開発、「積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法の手引き(案)」を作成して、積雪寒冷地での他産業再生資材の適用方法を提案した。これにより、研究目標を達成したと考える。
- ・「積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」等の研究成果は土木研究所寒地土木研究所の HP でダウンロードが可能であり、これらを通して、アスファルト舗装技術の発展に寄与すると考える。したがって、本研究で目指した目標を達成でき、技術的にも貢献を果たすと考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 十分な成果を上げられていると評価する。今後の普及に向けた活動に期待する。
- 2) 環境面での効果も大きく、有用な実務的成果が得られた。
- 3) 当初の目標を達成していると考え。技術開発のモチベーションと普及とがうまくバランスするようご配慮が期待される。
- 4) 研究成果を知的財産とすることは当然であるが、土木においては、広く使われることが重要なので、発注に当たっては、十分に考慮すべきである。
- 5) アスファルトを中温化できる添加剤や低燃費舗装の開発など非常にユニークな研究が成果を生んでいる。外部からの評価として例えば、「ベスト産業化実用化賞」を受賞されていることは特筆することである。
- 6) プロシーディングの扱いを整理する。

【対応】

- 1) 今後も研究成果の普及について、引き続き推進していく。
- 2) 実務への適用に向け、広報活動を実施していく。
- 3) 今後も技術開発を進めるとともに、研究成果の普及についても推進していく。
- 4) 知的財産権が認められた場合については、普及の妨げにならないよう検討する。
- 5) 今後も研究成果の普及について、引き続き推進していく。
- 6) 土木研究所研究評価の分類に従って整理している。

第3分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑦リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発)

事後評価（プロ研個別）

「⑦-3 環境安全性に配慮した建設発生土の有効利用技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 自然由来重金属等含有岩石の長期的なハザード評価技術の提案
- 2) 建設発生土の高精度なリスク評価技術の提案
- 3) 要対策土への対策の設計・施工・維持管理技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・土研式雨水曝露試験結果の分析から、短期溶出試験と酸性化可能性試験により、長期溶出特性をおおむね評価可能であること確認した。また大型カラム試験結果などから、利用形態ごと、元素ごとに評価をする必要があることがわかった。以上の実験結果を基に、自然由来重金属等含有岩石の発生源濃度評価指標をとりまとめた。
 - ・岩石からの重金属等の溶出総量評価方法について、連続溶出試験と逐次抽出試験を行い、イオン交換態含有量を求めることで簡便にヒ素の溶出総量を評価できることがわかった。この結果を基に、自然由来ヒ素の溶出総量に関する評価方法を提案した。
 - ・岩石の溶出試験結果を用いて地球化学解析コードによる数値解析を行い、酸性水発生の pH と硫酸イオンの溶出傾向について概ね再現できた。この結果を基に、高精度化した酸性水発生予測評価方法を提案した。
- 2) ・土槽実験および盛土の降雨実験により地下水位以下での物質移行および盛土内に流入した水の流れについて把握するとともに、発生源に降雨が浸透した場合の物質移行を適切に評価できるリスク評価手法を提案した。
 - ・現地モニタリング実験によるトレーサー成分の数値解析を行い、実測値と解析結果の整合を図った。これらの結果を基に、リスク評価の実施に必要な解析パラメータの取得に関するリスク評価モデル作成マニュアル（試案）を作成した。
- 3) ・吸着層工法の設計法の構築のため、吸着層の水みち発生実験を行い、水みちの発生を考慮した吸着試験方法（案）を考案した。また吸着層工法に関する不飽和カラム試験等を実施し、ヒ素吸着材としての現地発生土の有効性を把握した。以上を基に、吸着層工法の設計法（試案）に関する提案を行った。
 - ・盛土に降雨を与えた場合の水の流れをもとに、要対策土を道路盛土の材料として利用する場合の遮水対策、モニタリング方法について検討した。その結果を踏まえ、要対策土を盛土材料として利用する際の効率的な対策法やモニタリング方法について提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】4本

- ・有馬孝彦，佐藤大樹，五十嵐敏文，田本修一，龍原毅(2011)：天然火山灰吸着層を用いた掘削ずりからのヒ素およびホウ素の溶出低減，応用地質，Vol. 52, No. 3, pp. 88-96.
- ・田本修一，伊東佳彦(2013)：道路建設現場におけるサイト概念モデルによるリスク評価と盛土モニタリング

実験, 第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, No. 150, pp.117-124.

- ・中村謙吾, 保高徹生, 藤川拓朗, 竹尾美幸, 佐藤研一, 渡邊保貴, 井野場誠治, 田本修一, 肴倉宏史(2014) : 上向流カラム通水試験の標準化に向けた重金属等の溶出挙動評価, 地盤工学ジャーナル, Vol. 9, No. 4, pp.697-706.
- ・田本修一, 倉橋稔幸(2015) : 自然由来重金属含有掘削ずりの汚染対策を施した道路盛土内の物質移行特性に関する考察, 第11回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, No. 158, pp.421-424.

【査読付論文・海外】4本

- ・Carlito Baltazar Tabelin, Toshifumi Igarashi, Shuichi Tamoto, Ryohei Takahashi(2012) : The roles of pyrite and calcite in the mobilization of arsenic and lead from hydrothermally altered rocks excavated in Hokkaido, Japan, Journal of Geochemical Exploration, Elsevier, pp.17-31.
- ・Carlito Baltazar Tabelin, Toshifumi Igarashi, Takahiko Arima, Daiki Sato, Takeshi Tatsuhara, Shuichi Tamoto(2013) : Characterization and evaluation of arsenic and boron adsorption onto natural geologic materials, and their application in the disposal of excavated altered rock, Geoderma, Elsevier, pp.163-172.
- ・Shuichi Tamoto, Yoshihiko Ito, Toshifumi Igarashi(2014) : Effect of Mixing Mudstone with Serpentinite on Reducing Arsenic Concentration Leached from Mudstone, Proceedings of 2014 ISRM International Symposium - 8th Asian Rock Mechanics Symposium, EA-1 (Available on USB-Memory only).
- ・Shuichi Tamoto, Carlito Baltazar Tabelin, Toshifumi Igarashi, Mayumi Ito, Naoki Hiroyoshi(2015) : Short and long term release mechanisms of arsenic, selenium and boron from a tunnel-excavated sedimentary rock under in situ conditions, Journal of Contaminant Hydrology, Elsevier, Volumes 175-176, pp.60-71.

【査読無し論文・国内】4本

- ・田本修一, 伊東佳彦, 阿南修司(2011) : 岩石ずりからの重金属類溶出特性について—河川水などの周辺環境水を用いた溶出試験—, 地盤工学会北海道支部技術報告集第51号, pp.183-188.
- ・田本修一, 伊東佳彦(2012) : 二次元移流分散解析による重金属汚染リスク評価に関する一考察, 地盤工学会北海道支部技術報告集第52号, pp.151-156.
- ・田本修一, 伊東佳彦(2013) : サイト概念モデルに基づく自然由来重金属汚染対策の検討について—道路建設現場におけるリスク評価と盛土モニタリング実験(その1)—, 地盤工学会北海道支部技術報告集第53号, pp.185-190.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 品川俊介, 阿南修司(2014) : 岩石由来の酸性水発生予測に関する一考察, 地盤工学会北海道支部技術報告集第54号, pp.185-188.

【査読無し論文・海外】5本

- ・Shuichi Tamoto, Kenji Okazaki, Yoshihiko Ito(2013) : Effectiveness of mixed layer with mudstone and serpentinite for reducing arsenic leached from mudstone, Proceedings of 2013 International Joint Symposium among CERI NIRE and IEGS, pp.103-108.
- ・Shuichi Tamoto, Yoshihiko Ito, Toshifumi Igarashi(2013) : Effectiveness of adsorption layer using natural volcanic ash in reducing arsenic leached from mudstone, Proceedings of The 11th International Conference on Mining, Materials and Petroleum Engineering, Environmental Concerns, pp.13-17.
- ・Shuichi Tamoto, Yoshihiko Ito, Toshifumi Igarashi, Carlito Baltazar Tabelin(2014) : Characterization of arsenic adsorption onto natural materials as an adsorption layer, Proceedings of 13th Global Joint Seminar on Geo-Environmental Engineering, pp.54-60.
- ・Shuichi Tamoto, Yoshihiko Ito, Toshifumi Igarashi(2013) : Effectiveness of adsorption layer using natural volcanic ash for reducing arsenic leached from mudstone, Proceedings of 3rd Joint Seminar on Geo-Environmental Engineering and Recycling, pp.44-47.
- ・Shuichi Tamoto, Toshiyuki Kurahashi(2015) : Characterization of arsenic and selenium adsorption onto natural material as an adsorption layer for road embankment, Proceedings of 2015 International Joint

Symposium between IEGS and CERI, pp.150-156.

【学会発表等その他】36本

- ・品川俊介, 安元和己, 浅井健一, 中川清森, 佐々木靖人(2011): 盛土の築造方法の違いによる自然由来重金属等溶出特性の比較. 第46回地盤工学研究発表会平成23年度発表講演集, pp.2077-2078.
- ・土木研究所地質・地盤研究グループ地質チーム(2011): 自然由来の有害重金属等を含む掘削ずりの取り扱い, ダム技術, No.301, pp.87-91.
- ・安元和己, 品川俊介, 佐々木靖人(2011): 岩石の長期曝露試験による重金属等の溶出特性. 日本応用地質学会平成23年度研究発表会講演論文集, pp.161-162.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 倉橋稔幸, 阿南修司, 五十嵐敏文(2011): 岩石の有害物質溶出に関する考察(その8) -水質組成と溶出源評価に関する検討-, 日本応用地質学会平成23年度研究発表会講演論文集, pp.159-160.
- ・田本修一, 岡崎健治, 阿南修司, 伊東佳彦(2011): 岩石ずり中に含まれる重金属類の溶出源評価に関する基礎的検討(その2), 日本応用地質学会北海道支部平成23年度研究発表会講演予稿集第31号, pp.17-18.
- ・田本修一, 阿南修司, 伊東佳彦(2011): 周辺環境水を用いた岩石ずりの重金属類溶出特性について, 第46回地盤工学研究発表会平成23年度発表講演集, pp.2075-2076.
- ・田本修一, 井上豊基, 伊東佳彦(2011): サイト概念モデルによるリスク評価事例を基にした入力要素分析, 第29回日本道路会議論文集, DVD-ROM
- ・井上豊基, 田本修一, 伊東佳彦(2011): 北海道内の重金属類対策事例調査について, 第29回日本道路会議論文集, DVD-ROM
- ・葛西隆廣, 田本修一, 宮本修司, 佐藤博知, 井上豊基, 伊東佳彦(2011): 火山灰を用いた自然由来重金属の溶出対策に関するカラム試験, 第29回日本道路会議論文集, DVD-ROM
- ・品川俊介, 安元和己, 阿南修司, 佐々木靖人(2012): 岩石からの重金属等の長期溶出特性評価. 第47回地盤工学研究発表会平成24年度発表講演集, pp.1859-1860.
- ・安元和己, 品川俊介, 阿南修司, 佐々木靖人(2012): 曝露試験による岩石からの重金属等の溶出濃度変化 -気候条件の影響-. 第47回地盤工学研究発表会平成24年度発表講演集, pp.1861-1862.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 岡崎健治(2012): 火山灰等を含む地山の自然由来ヒ素の吸着性能に関する評価, 第47回地盤工学研究発表会平成24年度発表講演集, pp.1983-1984.
- ・井上豊基, 田本修一, 伊東佳彦(2012): 北海道内における自然由来重金属類の対策事例の現状と課題について, 第55回(平成23年度)北海道開発技術研究発表会, 国土交通省北海道開発局HP
- ・田本修一, 倉橋稔幸, 伊東佳彦, 五十嵐敏文(2012): 岩石ずり中に含まれる重金属類の溶出源評価に関する基礎的検討(その3) -溶出総量評価に関する一考察-, 日本応用地質学会北海道支部平成24年度研究発表会講演予稿集第32号, pp.21-22.
- ・田本修一, 倉橋稔幸, 伊東佳彦, 五十嵐敏文(2012): 岩石の有害物質溶出に関する考察(その9) -溶出総量評価に関する一考察-, 日本応用地質学会平成24年度研究発表会講演集, pp.207-208.
- ・岡崎健治, 伊東佳彦(2012): 岩石の劣化に応じた重金属等の含有量・溶出量の変化に関する検討例, 第49回環境工学研究フォーラム講演集, pp.96-97.
- ・稲垣由紀子, 佐々木哲也, 阿南修司(2013): 建設発生土・建設汚泥の有効利用の現状と今後の展望, 地質と調査, '13第1号(通巻135号), pp.7-10.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 五十嵐敏文(2013): 泥質岩における自然由来ヒ素の総溶出量に関する評価法の検討, 第48回地盤工学研究発表会平成25年度発表講演集, pp.97-98.
- ・田本修一, 岡崎健治, 伊東佳彦, 五十嵐敏文(2013): トンネル掘削工事で発生する蛇紋岩を利用した自然由来ヒ素の汚染対策, 資源・素材2013(札幌)企画発表・一般発表(A)(B)(C)ポスター発表(P)(PY)講演資料, pp.463-466.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 五十嵐敏文, 龍原毅, 有馬孝彦(2013): 火山灰土を利用した掘削ずりからの自然由来ヒ素などの溶出抑制対策に関する考察, 日本応用地質学会平成25年度研究発表会講演論文集, pp.121-122.
- ・田本修一, 伊東佳彦, 品川俊介, 阿南修司(2014): 岩石由来の酸性水発生予測評価に関する検討, 第49回地盤工学研究発表会平成26年度発表講演集, pp.1977-1978.

- ・品川俊介, 阿南修司(2014): 自然由来重金属等含有岩石の大型カラム曝露試験, 第49回地盤工学研究発表会平成26年度発表講演集, pp. 2033-2034.
- ・稲垣由紀子, 佐々木哲也, 阿南修司(2014): 地下水面下における物質の移行状況に関する土槽実験, 第69回土木学会年次学術講演会概要集, pp. 755-756.
- ・田本修一, 倉橋稔幸, 五十嵐敏文(2014): 蛇紋岩を混合した泥岩ずりからの自然由来ヒ素の汚染対策に関する考察, 日本応用地質学会平成26年度研究発表会講演論文集, pp. 27-28.
- ・五十嵐敏文, 田本修一, タベリン B. カリート(2014): 道内におけるトンネル掘削ずりの対策事例, 資源・素材講演集 Vol. 1 (2014) No. 2 (秋・熊本), pp. 25-27.
- ・渡邊保貴, 隅倉光博, 宮口新治, 田本修一, 伊藤健一, 肴倉宏史(2015): 環境影響評価における実務的課題と今後の展開, 地盤工学会誌, Vol. 63, No. 1, pp. 14-21.
- ・稲垣由紀子, 加藤俊二, 佐々木哲也, 阿南修司(2015): 地下水に流入した物質の移行状況に関する土槽実験, 第70回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp. 147-148.
- ・品川俊介, 阿南修司(2015): 自然由来重金属等含有発生土を用いた盛土・大型カラムの観測, 日本応用地質学会平成27年度研究発表会講演論文集, pp. 51-52.
- ・菅原雄, 品川俊介, 阿南修司, 伊藤剛士(2015): 砒素及びセレンの溶出濃度の粒度依存性について, 日本地質学会第122年学術大会(長野大会)講演要旨, p. 209.
- ・田本修一, 倉橋稔幸, 伊東佳彦(2015): 岩石ずりを利用した自然由来重金属類の汚染対策技術の開発, 地盤工学会誌, Vol. 63, No. 8, pp. 28-29.
- ・田本修一, 倉橋稔幸, 五十嵐敏文(2015): 天然材料を用いたヒ素・セレン対策に関する原位置カラム試験, 第50回地盤工学研究発表会平成27年度発表講演集, pp. 55-56.
- ・田本修一, 倉橋稔幸(2015): ヒ素汚染対策を施した道路盛土内の環境と水質分析結果について, 日本応用地質学会平成27年度研究発表会講演論文集, pp. 55-56.
- ・品川俊介(2016): 自然由来の重金属等を含む発生土の有効利用, 土木学会誌, Vol. 101, No. 7, 掲載予定.
- ・品川俊介, 阿南修司(2016): 自然由来重金属等を含む建設発生土への対応の類型化, 第51回地盤工学研究発表会平成28年度発表講演集, 掲載予定.
- ・稲垣由紀子, 加藤俊二, 佐々木哲也, 阿南修司(2016): 降雨実験による要対策土の盛土内利用に関する検討, 第51回地盤工学研究発表会平成28年度発表講演集, 掲載予定.
- ・稲垣由紀子, 加藤俊二, 佐々木哲也, 阿南修司(2016): 要対策土の盛土内利用検討に向けた降雨実験, 第71回土木学会年次学術講演会講演概要集, 掲載予定.

【土研刊行物による成果の公表】16本

- ・田本修一, 伊東佳彦, 阿南修司(2011): 自然由来重金属対策のためのリスク評価手法を用いた入力要素分析, 寒地土木研究所月報 11月号, pp. 27-31.
- ・品川俊介, 阿南修司(2012): 岩石・土壌に含まれる、自然由来の重金属への対応(第1回)ー建設工事における対応の概要ー. 土木技術資料, Vol. 54, No. 2, pp. 58-59.
- ・品川俊介, 阿南修司(2012): 岩石・土壌に含まれる、自然由来の重金属への対応(第2回)ー土壌汚染対策法の対象範囲ー. 土木技術資料, Vol. 54, No. 3, pp. 54-55.
- ・品川俊介, 阿南修司(2012): 岩石・土壌に含まれる、自然由来の重金属への対応(第3回)ー発生源評価ー. 土木技術資料, Vol. 54, No. 4, pp. 57-58.
- ・稲垣由紀子, 佐々木哲也, 石原雅規(2012): 岩石・土壌に含まれる、自然由来の重金属への対応(第4回)ーリスク評価ー. 土木技術資料, Vol. 54, No. 5, pp. 52-53.
- ・田本修一, 伊東佳彦(2012): 岩石・土壌に含まれる、自然由来の重金属への対応(第5回)ー重金属等を含む掘削ずりを盛土に使用する場合の対策ー. 土木技術資料, Vol. 54, No. 6, pp. 57-58.
- ・田本修一, 岡崎健治, 伊東佳彦(2012): 火山灰等を用いた重金属類の吸着性能に関する室内化学分析, 寒地土木研究所月報 4月号, pp. 18-22.
- ・品川俊介, 阿南修司, 宮武裕昭(2013): 土壌・底質・廃棄物等に関する「道路環境影響評価の技術手法」の改定の背景. 土木技術資料, Vol. 55, No. 6, pp. 22-25.

- ・ 田本修一(2013)：自然由来重金属等を含む岩石等の溶出量評価に関する現状と課題，寒地土木研究所月報 4 月号，pp. 50-53.
- ・ 鈴木穰ほか(2014)：生活における環境リスクを軽減するための技術，土木研究所所報，No. 221，pp. 51-144.
- ・ 田本修一，伊東佳彦(2014)：火山灰質土を用いた自然由来ヒ素の汚染対策に関するカラム試験，寒地土木研究所月報 2 月号，pp. 32-35.
- ・ 田本修一，倉橋稔幸(2015)：蛇紋岩を混合した泥岩ずりからの自然由来ヒ素の汚染対策に関する実験的検討，寒地土木研究所月報 1 月号，pp. 41-45.
- ・ 防災地質チーム(2015)：建設発生土を有効利用する！～経済的な自然由来重金属等の処理技術の開発～，土研 web マガジン，Vol. 39.
- ・ 品川俊介・稲垣由紀子(2015)：建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック～現場技術者向け解説書の刊行～，土木技術資料，Vol. 57，No. 9，pp. 52-53.
- ・ 地質チーム(2016)：「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」の出版，土研 web マガジン，Vol. 43.
- ・ 田本修一，倉橋稔幸(2016)：道路盛土内からの汚染物質拡散に関する影響評価の検討，寒地土木研究所月報 5 月号，pp. 12-17.

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 研究成果は、「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」(H27. 3)、「建設発生土利用技術マニュアル(第 4 版)」(H25. 12)、国土交通省北海道開発局「北海道開発局 道路設計要領 第 4 集 トンネル」(H23～H25)、「道路環境影響評価の技術手法(平成 24 年度版)」(H25. 3)、「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(改訂版)」(H24. 4)、等に反映した。また、「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌へのマニュアル(改訂素案)」を作成した。さらに、トンネル工事などの建設発生土処理に関する技術相談を 27 年度までに 255 件受けており、研究成果を以下のように現場で活用した事例がある。
- ・ 土研式雨水曝露試験が各現場で実施され、長期溶出評価結果に基づいて評価を行った結果、対策コストの縮減が図られた(直轄道路事業)。
- ・ 国土交通省北海道開発局旭川開発建設部土別道路事務所発注の一般国道 40 号のバイパス事業でリスク評価方法に基づき、吸着層工法を採用したケースでは、従来工法(二重シート遮水工法)の採用した場合の試算に比べ、79 億円、87%のコスト縮減が図られた。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(改訂版)」について講習会での説明(H24)、土研新技術ショーケースのほか、寒地技術講習会(寒地土研主催；主に行政担当者向け)、各学協会からの依頼を受け全国建設研修センター主催の「建設発生土の汚染対策」研修(H24, H25)、泥土リサイクル協会勉強会北海道地区スキルアップ勉強会(H26)、日本環境測定分析協会北海道支部中堅技術者教育講座(H26)、建設コンサルタンツ協会東北支部環境専門委員会セミナー、日本土地環境学会セミナー等での講演を通して、研究成果の普及を図った。また、「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」について、発刊後、講習会や土研新技術ショーケース等を通じて普及を図った。

(6) 自己評価

- ・ 発生源評価に関して、各種溶出試験の結果等をもとに自然由来重金属等含有岩石の発生源濃度評価指標、溶出総量に関する評価方法、酸性水発生予測評価方法を提案し、長期的な重金属等の溶出や酸性化を評価するための試験方法の組合せを示すことにより順調に目標を達成した。
- ・ リスク評価に関して、土槽実験や現場実験を通して降雨の浸透による水の移動や物質移行、地下水流による

物質移行について把握するとともに、発生源に降雨が浸透した場合の物質移行を適切に評価できるリスク評価手法を提案した。また、必要な解析パラメータの取得に関するリスク評価モデル作成マニュアル（試案）を作成することにより実務者が実施しやすい方法を示すことにより順調に目標を達成した。

- ・ 対策技術に関して、実験により把握した盛土や地盤の構造および水の移動特性、吸着層に適した材料の化学的性状をもとに、要対策土を盛土材料として利用するための対策工の設計や効率的なモニタリング方法を提案することにより目標を概ね達成できた。
- ・ 上記をとりまとめた「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（改訂素案）」を作成し、マニュアルへの反映に向け作業を行っていく予定である。
- ・ 本研究を取り巻く状況として、先の大震災からの復興事業を始め、中央リニア新幹線、東京オリンピックといった大規模な事業が展開される中、建設発生土を有効利用するための技術開発は、さらに必要性が増し、環境安全性への課題解決が求められている。本研究で得られた成果の普及を図っていくことにより、社会的に大きな貢献を果たすことが期待できる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 重要な課題に対して実務的に有用な成果が得られている。
- 2) 本プロジェクトでの取り組みは、土壤汚染対策法が適用されうる土砂への対応等、波及効果もみられており、技術的貢献度は極めて高いと考える。
- 3) 本プロジェクトで対象とされているのは基本的に「土壤汚染対策法」の対象外の掘削土砂ですが、最近では、法対象の土壤（自然由来重金属等の基準超過）の取り扱いについて、本プロジェクトの成果等を中心とした一連の取り組みを参考にしようという動きもあるようだ。その点で、本プロジェクトの技術的・実務的貢献度はきわめて高いと考えている。
- 4) 大型カラム試験から評価まで行っており、十分な評価が得られていると考える。
- 5) リスク評価に関するマニュアルの作成など社会的貢献も十分である。
- 6) 十分な成果を上げられていると評価する。
- 7) 評価手法等の普及へ向けた今後の活動に期待する。
- 8) 各項目において高く評価できる。
- 9) 今回の説明にはなかったが、東日本大震災からの現地の復興に向け、発生土を適切に利用するところにも本プロジェクトの成果が活用されていると認識している。その辺りにも貢献したことを示されるとより良かったと感じる。

【対応】

- 1)～9) 今後、実務への適用が一層進むよう成果の普及活動に努めるとともに、社会的貢献についてもアピールしていきたい。

第3分科会の主な意見と対応

重点研究（事後評価）

重点的研究開発課題名：② 社会インフラのグリーン化のためのイノベーション技術に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|-------|
| 達成 | ☆☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) 地域性を生かした研究であり、十分な成果が得られている。また、十分に成果の反映がなされている。社会に対しても有用である。
- 2) マニュアル化までは達成されている。具体的な普及への取組みも期待される。
- 3) 目標達成されている。高く評価できる。また、寒冷地技術としての普及が期待される。ガイドラインの公表は評価できる。
- 4) 今後、ぜひフィジビリティスタディから実証実験でその効果の確認を行ってほしい。ガイドライン、マニュアルを作成し、技術相談に対して指導を行っていて、社会貢献が目に見える。
- 5) 目標とする十分な成果を上げていると評価する。また、成果の反映・社会への還元については、マニュアル等の作成により十分な成果を上げていると評価する。今後の普及に向けたさらなる取組みに期待する。
- 6) 循環型社会構築のためには、セメント、コンクリートの活用が重要であり、コンクリート舗装の適用拡大に向けた研究を継続してほしい。

【対応】

- 1)～6) いただいたアドバイスを踏まえ、今後も、第4期中長期計画における研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発に取り組むなかで、フィジビリティスタディ、実証実験による効果確認等についても検討を行い、成果の普及等に向けても、積極的に取り組んでまいりたい。
- 6) 第4期中期計画期間には、コンクリート舗装の修繕を含めた研究を実施する。引き続きコンクリート舗装の活用に向けた研究に取り組んでまいりたい。

重点研究（個別報告）

課題名：骨材資源を有効活用した舗装用コンクリートの耐久性確保に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 様々な骨材の利用に道を開く重要性が高い研究である。良好な成果が得られている。
- 2) 新しい骨材の評価方法を提案し有効性を示したことは、社会的インパクトがある。
- 3) コンクリート舗装の普及、舗装の観点からのスラグ骨材の品質管理の取り組み、排出側へのフィードバックなどを期待したい。
- 4) スラグ骨材の中でもフェロニッケルスラグ骨材（FNS）や銅スラグ骨材（CUS）など一般工事での活用が進んでいないものの利用増加に期待したい。

【対応】

- 1～3) 研究の重要性や成果について評価していただき、光栄である。得られた成果を活用するために行政と協力するとともに、副産物の排出側にも情報提供し、フィードバックしていきたい。
- 4) この課題では舗装コンクリート用粗骨材について検討していたことから、FNS や CUS については、直接は検討していない。将来的な課題になるが、今後、今回の成果も活用し、検討する副産物の範囲を拡げたい。

第4分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑧ 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 物理環境変化による河川生態系への影響解明
- 2) 河川環境の評価技術の開発
- 3) 生物生息場を考慮した河道設計・河道管理技術の開発

【研究の進捗状況】

- 1)
 - ・湖沼域において濁質と栄養塩の関係を明らかにし、濁度を指標に汚濁負荷動態を把握した。
 - ・ADCPを用いて、簡便な濁度空間分布推定手法を開発した。
 - ・現地調査、数値計算により砂州が浸透流を発生させ、その湧出個所に産卵床が多いことを解明した。
 - ・河床材料の縦断分布による産卵適地の簡易推定手法および PHABSIM を用いた産卵環境の評価手法を確立し、数値計算結果を用いて将来予測に適用可能とした。
 - ・ハリエンジュの成長を抑制するためには冠水による攪乱が必要であることを解明した。
- 2)
 - ・代用指標(イシガイ類、植物群落一種の関係性、生活史に基づく魚類分類群)を用いて、河川環境を評価する手法を提案した。
 - ・物理環境データ(横断測量データ・水文データ等)や生物データ(河川水辺の国勢調査・レッドリスト等)を用いて、代用指標の生息環境を物理環境で評価する環境評価データベース(以下、「環境評価 DB」)を構築した。
 - ・環境評価 DB を用いて、河川環境評価を行い、河道掘削箇所の選定・河道掘削形状の指導等を行った。
- 3)
 - ・湖沼域において汚濁負荷動態、塩水、結氷、プランクトン増殖等の挙動を流動モデルに反映した予測モデルを構築した。
 - ・河川域において塩水接触頻度がシジミ現存量に重要であることを示し、塩水接触頻度を河川流量等によって評価する手法を開発した。塩分環境を中心に生物生息環境の管理指標を提案した。
 - ・平均年最大流量時において、砂州の発生条件を満足することがシロザケの産卵環境に寄与することを解明した。
 - ・産卵環境の復元に繋がる、岩河床の覆礫対策の模型実験を行い、礫厚が薄いと再び岩河床部が拡大することを解明し、覆礫を維持するためには、砂州波高程度の覆礫が有効であることを解明した。
 - ・主要な河道内樹林化要因樹種であるヤナギ類、ハリエンジュ、タケササ類を対象に、通常の管理方法である伐採・除根と、環状剥被等の手法を組み合わせによる再萌芽抑制効果を明らかにした。
 - ・伐採後の流況変化について、直線部・河道湾曲部を対象として分析を行い、伐採方法の留意点を整理し、トータルコストを考慮した適切な樹林管理技術を提案した。
 - ・指標生物・イシガイ科二枚貝の生息場特性を用いた河道内氾濫原環境の評価手法を開発し、個別河川への適用を通じて、その有効性を確認するとともに、必要な改善を行った。
 - ・イシガイ科二枚貝の生息場特性ならびに河道掘削跡地の地形・生物モニタリングデータから、氾濫原環境再生に効果的な掘削高さ、微地形を明らかにし、掘削手法を提案、現地適用し、有効性を確認した。
 - ・ヤナギの各部位の生長量を樹齢から推定し植生抗力を生長段階に応じて変化させる植生消長モデルを構築、流量規模減少が河道内植生域の拡大に与える影響を定量的に評価した。

- ・多自然護岸の機能を持続的に維持するための「多自然保護工の計画・設計に関する留意事項（案）」を作成した。

(2) 発表論文

- ・合計 132 本（査読付論文 国内 36 本 海外 14 本、査読無論文 国内 24 本 海外 1 本を含む）と積極的な発表が行われている。応用生態工学会等において最優秀口頭発表賞等を 5 件受賞、国土交通省内の技術研究会において最優秀賞を受賞するなど、学・官の面において高く評価されている。

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究で掲げる 3 つの達成目標は、河川生態系の保全・再生技術として極めて重要性が高く、かつ喫緊の課題であり、研究目標が達成されることによる事業への貢献や社会的意義は極めて高い。
- ・現場への適用を視野に入れた研究成果を適宜公表、国土交通省と共同で河川管理者への説明会を実施するなど、事業・社会に広く貢献している。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 河川環境の見る目の基本がつけられたが、それがマニュアル化してしまわないだろうか。生態系を捉えたうえで、どのような問題が残っているのか、示すべきではないか。
- 2) 開発された河川環境評価技術（達成目標 2）が、第 4 期でもさらに活用され発展していくことを期待したい。
- 3) 構築されたデータベースについても適切に維持更新されることを期待する。
- 4) 全てにわたり、研究内容は評価できると思う。しかし、対象が生物なので不十分な点があると思う。

現地でのこの技術を使いながら、不十分な点をみつけ改良していく姿勢が大事であると思う。

- 5) 全体を通して研究成果はおおむね満足できる到達点にあると思われる。しかしながら、一般市民への普及の点ではマスコミへの対応などを含めて不十分なのではないか。さらに積極的な宣伝を期待したい。
- 6) 評価の仕方として、直感で理解できるような写真資料があれば良いと思う。
- 7) このプロジェクト研究の研究課題は、全て生態系とか生物学に関連しており、そのような分野の学会に発表し、成果を評価してもらい取り組みはしているのか。
- 8) プロジェクト研究の期間後に行う取り組みがわからない。

【対応】

- 1, 2, 4) 本プロジェクト研究の個別課題 6 課題のうち 4 課題については、第 4 期に引き継がれ発展的研究を行うこととなっている。例えば、個別課題⑧-1 では、植物を対象に価値づけを行い、実際の事業に活用している一方で、鳥類や陸上昆虫などの視点については含まれていない。この部分については今中期のなかで発展的に解決しようと研究を進めていく。
- 3) 河川事務所を中心に、求めに応じて必要な情報(例、群落と種との関連性、群落の成立する条件等)を提供している。今後、このアクティビティーをより活発に行うことにより、データベースとその更新の必要性を高め、更新を確実なものにしたい。
- 5) 現在、河川管理者に対する普及を行っている段階にあり、この段階における活動は順調に推移していると考えている。今後、事例的にはなるが、一般の方が意識しやすい分類群・種(例、鳥類のコウノトリやサケ科魚類)などへ評価手法の展開をおこなうとともに、効果的な広報手法について検討し、HP 等を活用した成果の普及やマスコミの活用などにより広く一般の方にも知って頂くように努めていきたい。
- 6) 今後は写真などをも工夫しながら、技術指導や現場の活用事例などについてわかりやすくなるよう改善していきたい。
- 7) 応用生態工学会や海外の生態系分野のジャーナルに投稿するなど、生態系・生物分野にも積極的に研究成果を発表している。
- 8) 今中長期で、本評価委員会でご説明した研究の重要な部分は継承し、研究を展開する予定である。具体的には、大河川、中小河川を対象に保全・再生すべき場所の明確化と河川改修を含む改変に伴う影響の最小化、効果の最大化を図る手法の開発を行う予定である。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑧ 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑧-1 物理環境等を指標とする河川環境評価技術に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 河川環境評価指標の抽出・評価軸の設定
- 2) データの取得・解析技術の確立
- 3) 河川環境の評価技術の提案

【目標の達成状況】

- 1)
 - ・ 全国の河川において約 25 年の蓄積がある生物調査データである「河川水辺の国勢調査」(以下、「水国」と記述する。)を用いて、河川環境を評価する手法を開発した。
 - ・ 河川を横断方向に、A 低水路、B 高水敷 (B-1: ワンド・たまり、B-2: 陸域) の 3 区域に分類し、各区域の特徴的な生物を指標として評価する手法を提案した。
 - ・ A においては、「水国」の魚類の増減傾向と河道内物理環境 (最深河床高の差等) の関係性から、魚類生息環境を評価する手法を開発した。
 - ・ B-1 においては、「イシガイ類」を代用指標として、ワンド・たまりの冠水頻度等からイシガイ類の生息可能性を評価する手法を開発した。
 - ・ B-2 においては、植物群落を典型性・希少性・特殊性の視点から保全優先度を設定し、保全すべき群落をスクリーニングする技術を提案した。
 - ・ A、B-2 に関しては、河川整備計画を策定する直轄 10 河川以上に実務適用された。特に、②-2 に関しては、災害が発生した鬼怒川へも適用され、その実用性が確認できた。
- 2)
 - ・ 日本全国の生物データ (水国、環境省・県レッドリスト等) と河川管理データ (河川測量、LP データ、空中写真等) 及び国土数値情報 (流域標高、土地利用、人口動態等) を地理情報システム上で結合し、全国の流域・河川環境の変化・現状を分析できる河川環境評価データベース (以下、「環境評価 DB」と記述する。) を構築した。
 - ・ 河川管理データは、生物情報との関連性を分析には空間解像度が低いため、空間内挿技術を開発し、微細な生物生息・生育空間の再現技術を開発した。
 - ・ 一例として、河川測量データから河道内微地形を作成する際に、主流路や冠水頻度の高い区域に重点的に空間内挿格子を発生させ、地形内挿精度を上げる等の技術開発を行った。
 - ・ このデータベース開発により達成目標①の評価を迅速に全国で展開できる基礎技術が確立された。
- 3)
 - ・ 環境評価 DB を用いて、評価対象河川の 3 区域 (A、B-1、B-2) への分類、区域 A での魚類の増減傾向とその物理環境要因の特定、イシガイ類の生息状況と生息を支える物理環境条件の特定、植物群落の保全優先度の設定とその可視化を行い、河川環境情報を評価する技術を開発した。
 - ・ 達成目標①～③の一連の技術開発により、物理環境情報を中心とする空間情報と生物生息状況の関連性分析が進展し、その結果として、より効果的な河川環境保全事業の計画・実施が実現できる状況となった。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(9本)

- ・ 萱場祐一、片桐浩司、傳田正利、田頭直樹、中西 哲：河道掘削における環境配慮プロセスの提案. 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014
- ・ 田頭直樹、片桐浩司、傳田正利、大石哲也、萱場祐一：植物群落と物理環境を基準とした景観区分とその遷移過程-セグメント2河道を対象として-, 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014
- ・ 傳田正利、梅本章弘、中西哲、萱場祐一：河川水辺の国勢調査を用いたイシガイ類の生息環境を支える流域・河川特性の把握と生息環境の維持基準の定量化に関する研究, 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014.
- ・ 田頭直樹・傳田正利・片桐浩司・中西哲・萱場祐一：千曲川における植生管理のための空間単位「群落クラスター」とその実用性に関する研究, 土木学会論文集 B1(水工学), 第 71 巻(4), 2015
- ・ 池田茂、片桐浩司、大石哲也、原田守啓、萱場祐一：河道掘削後の河川氾濫原の変化過程に関する考察, 河川技術論文集, 第 21 巻, 2015
- ・ 池田茂、對馬育夫、片桐浩司、大石哲也、萱場祐一：遺伝解析と流況分析を用いたヤナギ類の侵入・定着機構の解明, 土木学会論文集 B1(水工学), 第 72 巻(4), 2016 (印刷中)
- ・ 片桐浩司、池田茂、大石哲也、萱場祐一：揖斐川の氾濫原水域における沈水植物群落の分布と成立条件, 応用生態工学, Vol. 16, 2016
- ・ 片桐浩司、池田茂、傳田正利、萱場祐一：河道内氾濫原における水生植物群落の劣化要因の解明とその再生にむけて, 河川技術論文集, 第 22 巻, 2016
- ・ 萱場祐一、早坂裕幸、川内究、楯慎一郎、菊地心、樋村正雄、中川博樹、細川明、小嶋光博：既存データを活用した魚類の生息実態の解明と劣化要因の分析手法の提案, 河川技術論文集, 第 22 巻, 2016

【査読無し論文・国内】(3本)

- ・ 萱場祐一：持続的社会に向けた河川における生態系保全・管理, 生物の科学 遺伝, 2011
- ・ 萱場祐一：あらゆる機会を活用して戦略的な自然再生を目指そう, 河川, 2012
- ・ 萱場祐一：河川地形の特徴とその分類, 河川生態学, 講談社, 2013

【学会発表等その他】(12本)

- ・ 傳田正利、田頭直樹、中西 哲、萱場祐一：UAV を用いた河川の物理環境・植物群落変化のモニタリングの可能性：土木学会平成 26 年度全国大会 第 69 回年次学術講演会, 2014
- ・ 傳田正利、田頭直樹、萱場祐一：衛星画像・空中写真・無人飛行機写真の河川生態系管理への適用性に関する研究：土木学会 第 42 回関東支部技術研究発表会, 2015
- ・ 池田茂、對馬育夫、片桐浩司、大石哲也、萱場祐一：遺伝解析を用いたヤナギ類の河道掘削箇所への侵入・定着機構について, 第 20 回植生学会全国大会, 2015
- ・ 片桐浩司、池田茂、大石哲也、萱場祐一：河道内氾濫原における沈水植物群落の分布と成立条件, 応用生態工学会第 18 回全国大会, 2015
- ・ 片桐浩司、池田茂、中西哲、傳田正利、萱場祐一：河川における沈水植物群落の分布とその変遷, 第 80 回陸水学会全国大会, 2015
- ・ 片桐浩司、傳田正利、萱場祐一：千曲川における氾濫原植生の分布と種組成の変遷, 第 20 回植生学会全国大会, 2015 他

【受賞】(1件)

- ・ 「河道内氾濫原における沈水植物群落の分布と成立条件」応用生態工学会優秀口頭研究発表賞

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 「河道掘削を念頭に置いた河川環境の予測・評価方法 河道内陸域環境の評価と実践(植物編)」と題した手順書と事例集を作成し、省内の内部資料として活用、河川整備計画策定河川を中心(鬼怒川、中川、梯川、菊川、鈴鹿川、宮川、九頭竜川、日野川、小瀬川、矢部川等)に全国に展開。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・魚類生息変化と河川事業の関係性分析についても、上記河川に適用し、全国に展開。
- ・土研新技術セミナー〈戦略的な河川環境管理に向けて〉において研究成果を発表した他、多自然川づくりの担当者会議（全国、地方ブロック）で多数の講演を行った。また、国土交通大学校においても本成果を用いて研修を行っている。

(6) 自己評価

- ・従来の河川環境保全においては、個別河川の特定種の生息・生育環境保全を念頭においた河川環境保全事業がなされることが多かったが、本研究の成果により、A、B-1、B-2 の区域において、適切な指標生物種群・代替指標が選定できたこと、その保全方法を空間情報化し河川環境保全事業の実務に適用できたことは大きな成果と考えている。
- ・研究成果の公表・普及も十分な成果を上げ、また、国土交通省と連携した河川環境事業の実務展開が進展したのは、研究成果の最大化実現できたと考える。
- ・研究成果の実務適用は、現場技術者にも違和感なく取り入れた点は、本研究で提案する手法が実務上、十分適用可能であることを示し、今後の普及を図る予定である。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 簡単な枠組みで全国評価・比較できる手法が確立された。但し、生物環境はこれだけでないことに注意する必要がある。
- 2) (この研究課題の中で) 明らかにされた課題も明らかにされたい。

- 3) 評価の仕方として、直感で理解できるような写真資料があれば良いと思う。
- 4) 満足すべき研究成果が得られている。

【対応】

- 1) 生物については、他の分類群（鳥類、陸上昆虫等）の生息場所としての価値、およびそれら連結性を含め多面的に評価するアプローチを採用したいと考え、今中長期の研究で取り組んでいるところである。
- 2) 陸域、水域の双方についての評価アプローチを提案したが、まだ、評価対象となる分類群が限られていること、堤内地を含め生息場所の面的な分布（連結性を含む）の評価が困難な状況にあり、解決すべき課題と考えている。これらの観点を踏まえるとともに、学術的な研究を基礎としながらも現場に実装しやすいシンプルなアプローチとすることも課題と捉えている。
- 3) 2)とも関係するが、シンプルなアプローチでないと現場に浸透しないと考えている。写真資料になるかどうかは言明できないが、ご指摘を踏まえ、現場に実装可能で普及しやすい方法を目指したい。
- 4) ありがとうございます。本プロジェクトの結果を踏まえ、今中長期ではさらなる発展を目指したい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑧河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑧-2 寒冷地汽水域における底質及び生物生息環境改善に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 寒冷地汽水域の底質・濁質が生物生息環境に及ぼすインパクトとその機構解明
- 2) ADCP による濁質・汚濁負荷動態推定手法の開発
- 3) 積雪寒冷地における効率的な汽水域環境の評価・管理手法の構築

【目標の達成状況】

- 1) 網走湖において濁質と栄養塩の関係を明らかにし、汚濁負荷動態を把握した。
 - ・濁質成分は河川流入と底泥の巻き上げ、プランクトン（自生成）で構成され、底質調査から濁質供給要因や拡散範囲を推定し、濁度上昇により生物生息場が悪化することがわかった。
- 2) 超音波流速計（ADCP）により取得される、反射強度を用いて濁度推定手法を提案した。
 - ・汎用性向上のために変数の削減など簡便化を検討し十分な精度を担保した。
 - ・上記により ADCP で簡便な濁度空間分布推定手法を開発した。
- 3) 湖沼域で汚濁負荷動態、塩水、結氷、プランクトン増殖等の挙動を反映した流動モデルを構築した。
 - ・河川域でヤマトシジミの生息環境には塩水接触頻度が重要であることが判明し、ADCP によって塩淡境界標高の時間変化の推定手法を提案した。
 - ・標高毎の塩水接触頻度を河川流量等により評価する手法を開発し、河川流量によって塩分環境を中心とした生物生息場の管理指標を提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（6本）

- ・ 杉原幸樹、平井康幸：塩淡境界を持つ汽水湖の結氷下の水質挙動、水工学論文集、第60巻、2016
- ・ 杉原幸樹、平井康幸：サロベツ川水収支に基づくヤマトシジミ生息環境と流況変化の関係、地球環境研究論文集、第71巻、2015
- ・ 杉原幸樹、渡邊和好、平井康幸：天塩川における塩水遡上とヤマトシジミ現存量の関係、水工学論文集、第59巻、2015
- ・ 杉原幸樹、横山洋、渡邊和好、平井康幸：ダム貯水池における超音波流速計を用いた濁度分布推定、ダム技術、2014
- ・ 横山洋、渡邊和好、杉原幸樹、橋場雅弘：ADCP を用いた実河川・湖沼の濁度時空間変化の推定、河川技術論文集、第20巻、2014
- ・ 横山洋、浜本聡：ADCP を用いた感潮域旧川における底質巻き上げ機構の検討、河川技術論文集、第18巻、2012

【査読付論文・海外】（2本）

- ・ K. Sugihara, M. Nakatsugawa : Effect of water conveyance to improve water quality in the Barato River, The 36th IAHR World Congress, 2015. 6

- ・ H. Yokoyama, K. Sugihara, K. Watanabe, H. Yabe & M. Hashiba : Estimation of space-time distribution of turbidity in dam reservoir with ADCP, The 19th IAHR-APD Congress, 2014

【査読無し論文・国内】(7本)

- ・ 杉原幸樹、小林充邦、平井康幸：サロベツ川水収支によるヤマトシジミ生息環境変化の要因解析、第59回 北海道開発技術研究発表会、2016
- ・ 杉原幸樹、小林充邦、平井康幸：天塩川における塩水遡上形態とヤマトシジミ生息環境の関係、第58回 北海道開発技術研究発表会、2015

他5本

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・ H. Yokoyama, S. Hamamoto: Estimation of Suspended Solid Concentration with ADCP in Tidal River and Oxbow, International Ecohydraulic, 9th International Symposium on Ecohydraulics 2012

【学会発表等その他】(12本)

- ・ 水垣滋、杉原幸樹、大橋正臣、平井康幸、浜本聡：出水時の存在形態別栄養塩濃度の推定法、水文水資源学会研究発表会、2015
- ・ 杉原幸樹、中津川誠：寒冷地停滞性水域の水質改善事業の効果-茨戸川の事例-、水文水資源学会 研究発表会、2014

他10本

(3) 事業・社会への貢献

【基準・マニュアル等への反映】

- ・ ADCPの観測技術について「流量観測の高度化マニュアル（高水流量観測編）」(ICHARM)に反映 【H26.1】

【事業への貢献】

- ・ 清流ルネッサンスⅡ事業、茨戸川水質改善緊急行動計画において水質予測技術を活用
- ・ 清流ルネッサンスⅡ事業、網走川水系網走川水質改善緊急行動計画において水質分布結果を活用
- ・ 桂沢ダム濁質分布調査において ADCP 観測技術を活用

(4) 特許等の取得

- ・ 特になし

(5) 成果の普及

- ・ 学会等での研究成果発表：28編
- ・ 基準・マニュアル等への反映：「流量観測の高度化マニュアル（高水流量観測編）」(ICHARM)
- ・ 講演会・講習会等の開催・講演：「流量観測の高度化に関する勉強会」発表：土木研究所 【H25.2】
「湖沼研究会」発表：国土交通省 【H26.10】、【H27.11】
- ・ 技術指導：「天塩川下流域自然再生事業」における塩水遡上観測技術を指導
「茨戸川清流ルネッサンスⅡ」における水質評価の助言
「天塩川漁場管理協議会」における漁場環境評価の助言
「網走湖清流ルネッサンスⅡ」における水質評価の助言

(6) 自己評価

- ・ ADCP を活用して水質分布観測の省力化を実現した。
- ・ 結氷汽水湖の水質特性を明らかにした。
- ・ 広域の塩水分布の時間変化を河川流量等で評価する手法を開発し、水質評価の省力化を実現した。
- ・ 成果の一部は、既に事業に活用されており、事業・社会への貢献の面でも一定の成果を上げている。
- ・ 各個別課題で得られた成果は、国内外の論文発表等を通じて公表され、学術的にも認められている。
- ・ 本研究で得られた成果は、現状の水質調査の大幅な省力化、生物生息環境評価の指標の提供など実業務にお

いて有用である。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 研究成果は充分であるが社会的広報が足りない。

【対応】

- 1) 河川管理者及び地元自治体や漁業者等との情報交換の場として設けられた環境保全に関する協議会に参加して、本研究の成果について情報提供を行う予定である。その他、効果的な広報手法について検討し、適時実施したい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑧河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑧-3 冷水性魚類の産卵床を考慮した自律的河道整備に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 護岸工周辺の掃流力などの違いによる河床材料の分級作用の把握
- 2) 砂州地形による河床材料分級作用把握
- 3) サケ科魚類の産卵環境の視点から河床材料の分級作用を評価
- 4) 産卵環境の保全・再生を図るための河道整備手法（河道掘削形状、護岸形状等）を提案

【目標の達成状況】

- 1) ・水理実験により、砂州形成流量においては、護岸の粗度は砂州形状、粒径分布に大きく影響しないことを把握した。
- 2) ・現地砂州の部位（頂部、前縁部、主流横断部）で粒径が異なることを解明した。
・水理実験により砂州の深度方向に分級が生じることを解明した。
- 3) ・河床材料の縦断分布による産卵適地の簡易推定手法を開発した。
・現地調査、数値計算により砂州が浸透流を発生させ、その湧出個所に産卵床が多いことを解明した。
・砂州内部の分級が浸透流の発生に影響することを解明した。
・PHABSIMを用いた産卵環境の評価手法を確立し、数値計算結果を用いて将来予測に適用可能とした。さらに河道断面検討の利便性が向上するよう、産卵環境として不適となる物理要因を把握可能に改良した。
- 4) ・融雪出水時の砂州発生条件が産卵環境に寄与することを解明した。
・産卵環境の復元に繋がる、岩河床の覆礫対策の水理実験を行い、礫厚が薄いと砂州形成時に岩河床部が拡大するが、砂州波高程度の礫厚があれば、拡大しないことを解明した。
・現地調査により礫厚が薄いと、浸透流の水温が産卵環境に不適であることを解明した。浸透流の水温の観点から、覆礫においては、礫の連続性の確保及び地下水位より上部に2m程度の礫厚を確保することが重要である。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付き・国内】8編

- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 矢部浩規, 渡邊和好: 豊平川中流部におけるPHABSIMによるシロザケ産卵環境の評価, 河川技術論文集, 第19巻, 2013
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 矢部浩規, 渡邊和好: 河床地形の違いによる土砂交換厚に関する現地調査, 水工学論文集, 第58巻, 2014
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 杉原幸樹, 渡邊和好, 平井康幸: 豊平川中流部シロザケ産卵場における砂州地形に起因する浸透流の把握, 河川技術論文集, 第20巻, 2014
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 井上卓也, 山口里美, 渡邊和好, 平井康幸: 岩河床河川における覆礫厚が自由砂州形状に及ぼす影響, 水工学論文集, 第59巻, 2015

- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 杉原幸樹, 平井康幸: 礫厚と河川周辺地下水位が河道内浸透流に及ぼす影響について, 地球環境論文集, 2015
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 杉原幸樹, 渡邊和好, 平井康幸: 礫厚が浸透流とシロザケ産卵床に及ぼす影響, 環境システム論文集, 2015
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 山口里実, 平井康幸: 交互砂州形成における混合粒径砂の影響に関する実験と理論, 水工学論文集, 第60巻, 2016
- ・矢野雅昭: 自律的に形成される河床地形とシロザケ産卵環境を考慮した覆礫による露岩河床対策, 北見工業大学博士学位論文, 2016

【査読付き・海外】3編

- ・Masaaki Yano, Kazuhumi Hayashida and Hiroki Yabe: Relationship between sand bar profiles and chum salmon spawning environment, International Symposium on Ecohydraulics proceedings, 10th, 2014
- ・Yano, M., Watanabe, Y., Sugihara, K., Watanabe, K and Hirai, Y.: Hyporheic flow caused by bar morphology on Chum Salmon spawning area, E-proceedings of the 36th IAHR World Congress, 2015
- ・Yano, M., Watanabe, Y., Sugihara, K and Hirai, Y.: The effect of alluvial thickness on hyporheic flow quality from the point of chum salmon spawning environment, International Symposium on Ecohydraulics proceedings, 11th, 2016

【査読なし・国内】5編

- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 平井康幸: 浸透流の観点からシロザケ産卵環境に必要な岩盤層からの河床砂礫厚条件について, 北海道開発技術研究発表会論文, 第59回, 2016
- 他4本

【学会発表等その他】6編

- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 渡邊和好, 平井康幸: 河床材料と河床形態によるシロザケ産卵環境の推定手法, 応用生態工学会 第18回 研究発表会講演集, 2014
- ・矢野雅昭, 渡邊康玄, 平井康幸: 混合粒径の自由砂州条件における砂州内部の鉛直分級について, 土木学会年次学術講演概要集, 第70巻, 2015
- 他4本

【土研刊行物による成果の公表】3編

- ・矢野雅昭, 矢部浩規, 林田寿文: 砂州地形とシロザケの産卵環境について, 寒地土木研究所月報, No. 710, 2012
- ・矢野雅昭, 矢部浩規, 渡邊和好, 佐藤好茂: シロザケ産卵環境の縦断分布と簡易評価法, 寒地土木研究所月報, No. 724, 2013
- ・矢野雅昭, 平井康幸, 谷瀬 敦: 物理環境要素の計算値を用いた PHABSIM によるシロザケ産卵適地の推定, 寒地土木研究所月報, No. 746, 2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道開発局による産卵床の簡易推定手法および PHABSIM による詳細な評価手法の活用・

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・学会等での研究成果発表: 22 編
- ・基準・マニュアル等への反映: なし
- ・講演会・講習会等の開催・講演: 「身近な川の勉強会 (札幌市豊平川さけ科学館)」、「環境研究シンポジウム (環境研究機関連絡会)」、「多自然川づくり北海道ブロック会議 (北海道開発局・北海道)」、「現地講習会 (北海道開発局)」、「土研新技術セミナー (国土技術政策総合研究所, 土木研究所)」

- ・技術指導：「石狩川上流河道管理ワーキング（北海道開発局）」、「無加川河床低下勉強会（北海道開発局）」

(6) 自己評価

- ・砂州地形が浸透流の発生と産卵環境に寄与することを明らかとした。
- ・縦断的な河床材料の特徴が産卵床の分布に影響していることを明らかとし、河床材料による縦断的な産卵床分布の簡易推定手法を開発した。
- ・数値計算により産卵環境に重要な物理要素を推定し、それを用いた PHABSIM により、産卵環境の将来予測を行う手法を開発した。
- ・覆礫厚が薄いことが、砂州深掘れ部の露岩拡大や産卵環境に重要な浸透流水温の低下に影響することを明らかとした。
- ・産卵環境に配慮した河道整備手法として、融雪出水時の砂州発生条件となる川幅とすること、覆礫厚を砂州波高程度確保することを提案した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) テーマを絞って的確に実施出来た。
- 2) 研究成果は十分。マスコミ等への宣伝を。

【対応】

- 2) 効果的な広報手法について検討し、適時実施していきたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑧河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑧-5 河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 再生すべき氾濫原環境の抽出技術の開発
- 2) 氾濫原環境の再生に資する掘削方法の提案
- 3) 個別河川への適用と課題の抽出および氾濫原再生手法の改善

【目標の達成状況】

- 1) 直轄河川で整備されている既存データを活用して、指標生物・イシガイ類の生息環境の観点から、簡易に氾濫原環境を評価し、保全・再生の適性を抽出する手法を開発した。
- 2) イシガイ類の生息環境の観点から、効果的な掘削高さ、掘削面上の初期微地形、3次元的な水域形状を提案した。
- 3) ・氾濫原環境の評価に使うイシガイ類の生息可能性を示す統計モデルについて、現地適用と検証結果に基づき、当初の木曾川モデルだけでなく、河道特性の異なる木津川に適用可能なモデル、さらには河道特性に関わらず適用可能な汎用モデルを構築した。
 - ・提案した掘削高さについて、揖斐川への適用事例から、イシガイ類生息環境の質、量、時間変化を考慮した効果検証を行い、その妥当性を確認した。
 - ・提案した掘削高さ、水域形状を適用した木曾川のワンド再生事例から、イシガイ類および希少魚類の生息数拡大を確認し、その有効性を示した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(4本)

- ・永山滋也・原田守啓・萱場祐一：河川地形と生息場の分類～河川管理への活用に向けて～. 応用生態工学 18(1)、2015. 6
- ・永山滋也・原田守啓・萱場祐一：高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か？～自然堤防帯を例として～. 応用生態工学 17(2)、2015. 2
- ・原田守啓・永山滋也・大石哲也・萱場祐一：揖斐川高水敷掘削後の微地形形成過程. 土木学会論文集 B1 (水工学) 71(4)、2015. 2
- ・永山滋也・原田守啓・萱場祐一：イシガイ類を指標生物としたセグメント2における氾濫原環境の評価手法の開発：木曾川を事例として. 応用生態工学 17(1)、2014. 10

【査読付論文・海外】(5本)

- ・Nagayama S, Harada M, Kayaba Y: Distribution and microhabitats of freshwater mussels in waterbodies in the terrestrialized floodplains of a lowland river. *Limnology* (in press)
- ・Negishi JN, Katsuki K, Kume M, Nagayama S, Kayaba Y: Terrestrialization alters organic matter dynamics and habitat quality for freshwater mussels (Unionoida) in floodplain backwaters. *Freshwater Biology* 59(5), 2014. 3
- ・Kume M, Negishi JN, Sagawa S, Miyashita T, Aoki S, Ohmori T, Sanada S, Kayaba Y: Winter fish community structures across floodplain backwaters in a drought year. *Limnology* 15(2), 2014. 4
- ・Negishi JN, Nagayama S, Kume M, Sagawa S, Kayaba Y, Yamanaka Y: Unionoid mussels as an indicator of fish communities: A conceptual framework and empirical evidence. *Ecological Indicators* 24, 2013. 1

- Negishi JN, Sagawa S, Kayaba Y, Sanada S, Kume M, Miyashita T: Mussel responses to flood pulse frequency: the importance of local habitat. *Freshwater Biology* 57(7), 2012. 7
- 【査読無し論文・国内】(3本)
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：河道内氾濫原環境の評価手法の開発. *土木技術資料* 57(2)、2015. 2
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：セグメント2区間における河道タイプと氾濫原水域・指標生物分布との関係. *土木技術資料* 55(9)、2013. 9
- 永山滋也：氾濫原～氾濫が維持する生物の営みの場～. *Rio(豊田市矢作川研究所月報)* 178、2013. 9
- 【学会発表等その他】(19本)
- 永山滋也・原田守啓・佐川志朗・萱場祐一：揖斐川における河道掘削後のイシガイ類生息環境の形成と変遷. *日本生態学会第63回全国大会*、2016
- Nagayama S, Takaoka H, Nakanishi S, Harada M, Kayaba Y: Geomorphological changes for the last half-century in a lowland segment of the Kiso River - bed degradation and terrestrialization. *The 8th International Gravel Bed Rivers Workshop (GBR 8)*. Kyoto & Takayama, Japan, 2015
- 永山滋也：高水敷の切り下げと河道内氾濫原の再生～その効果と課題. 第62回日本生態学会鹿児島大会、2015
- 永山滋也：河道内氾濫原の評価・再生技術：土研新技術セミナー、2015
- 原田守啓・永山滋也・大石哲也・萱場祐一：揖斐川高水敷掘削後の微地形形成とヤナギ類の定着. *応用生態工学会第18回東京大会*、2014
- 原田守啓・永山滋也・大石哲也・萱場祐一：揖斐川高水敷掘削後の堆積状況に関する現地調査. 第68回土木学会年次学術講演会、2014
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：河道タイプによって異なる氾濫原依存種イシガイ類の生息制限要因の比較. *応用生態工学会第18回東京大会*、2014
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：ワンド内におけるイシガイ類の分布と生息場特性. 第61回日本生態学会、2014
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：セグメント2における河道内氾濫原の評価方法. *国土技術研究会*、2013
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：イシガイ類をモデルとした氾濫原再生適正地の抽出手法の開発. *応用生態工学会第17回大阪大会*、2013
- 永山滋也：氾濫原の定義と生態的機能. *応用生態工学会第17回大阪大会*、2013
- 永山滋也・原田守啓・萱場祐一：河道内における氾濫原再生適正地の抽出手法. *氾濫原研究会*、2013
- 永山滋也・佐川志朗・萱場祐一：高水敷の掘削はイシガイ類の生息環境を再生するか～掘削高さと経過年数の影響～. *ELR2012 東京*、2012
- 佐川志朗・永山滋也・北村淳一・池谷幸樹・大石哲也・萱場祐一：我が国における氾濫原環境再生のシナリオー揖斐川における河道掘削によるハビタットモザイクと魚介類の生息一. *日本陸水学会東海支部会第14回研究発表会*、2012
- 佐川志朗・萱場祐一・久米学・森誠一：イタセンパラを育む木曾川氾濫原生態系の理解と再生への取り組み. *日本陸水学会第76回松江大会*、2011
- 佐川志朗・根岸淳二郎・萱場祐一・池谷幸樹・久米学・北村淳一・白江健造・森誠一：木曾川におけるイタセンパラおよび淡水二枚貝類に配慮した順応的自然再生事業. *応用生態工学会第15回金沢大会*、2011
- 佐川志朗・根岸淳二郎・萱場祐一・池谷幸樹・久米学・北村淳一・白江健造：木曾川一時水域における希少魚イタセンパラの生息場所の物理環境特性. 第58回日本生態学会、2011
- Sagawa S, Oishi T, Akita N, Onoda Y, Ozaki M, Nagayama S, Kayaba Y: Arthropod community responses after 8 years to 2 types of manipulated terrestrial flood-plains along experimental river. *Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ and The 5th EAFES International Congress*, 2012
- Sagawa S, Kayaba Y, Negishi J, Ikeya K, Kume M, Kitamura J, Shirae K: Restoration strategies of floodplain water bodies reproduced by endangered deep body bitterling fish *Acheilognathus longipinnis*. *North American Benthological Society 2011 Annual Meeting*, 2011

(3) 事業・社会への貢献

- 国土交通省木曾川上流河川事務所の氾濫原関連の5つの委員会に委員として参画した。
- 環境省中部地方環境事務所の氾濫原生物関連の2つの委員会に委員として参画した。
- 国土交通省木曾川上流河川事務所の木曾川、揖斐川における事業で、掘削を用いた環境再生手法について具体的な提案を行い実践した。
- 省庁、自治体、大学、民間、市民団体主催の多数の講演会等で氾濫原環境・管理に関する講演を行った。

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・本研究成果に基づき、イシガイ類をモデルとした氾濫原評価手法と河道掘削手法についてとりまとめ、国土交通省との連携の下、全国の河川事務所に発信・普及を図る予定。
- ・国土交通省中部地方整備局と協働で「河道掘削の手引き」を作成中。同地整の「河川構造物設計要領」に反映予定。

(6) 自己評価

- ・成果は海外を含む学術誌へ多数掲載されるなど、科学的信頼性を得た。
- ・成果は国の直轄河川における事業で実践され、管理指針となる手引き等にも反映された。
- ・多数の委員会を通して、技術指導、助言等を行った。
- ・着実に研究成果をあげ、達成目標を達成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 氾濫原の多様の意味をどうアウトリーチするか
- 2) 科学的レベルは高い

【対応】

- 1) イシガイ類は魚類の多様性を指標することを本研究課題内で証明しました。また、イシガイ類の生息条件でもある高い冠水頻度の氾濫原では、森林性・草地性・湿地性からなる多様な昆虫群集が生息することを実験河川における調査で確認しました。このことから、イシガイ類の生息可能な氾濫原環境は多様な生物相を持つということを、分かり易く説明できるものと考えます。
- 2) 工学および生態学双方の学術誌に掲載するよう努力しました。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑧ 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発)

事後評価 (プロ研個別)

「⑧-6 積雪寒冷地河川における河岸耐性及び侵食メカニズムと多自然河岸保護工の機能評価技術に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 自然河岸の土質特性・凍結融解による変化特性、植生による被覆効果等を耐侵食強度として定量化
- 2) 既往の施工事例を対象とした多自然河岸保護工の河岸被覆効果、周辺環境への水理的影響、流水に対する構造的耐性の検証と、被災対策技術の開発
- 3) 河岸侵食メカニズムと多自然河岸保護工の被覆効果を考慮した数値解析モデルの開発
- 4) 最適な多自然河岸保護工の選定を可能にする評価設計技術の開発及び技術指針への反映

【目標の達成状況】

- 1) ・平成23年9月に低水路の側方侵食によって堤防が決壊した音更川において北海道開発局と共同で現地調査を実施し、土質特性、洪水継続時間の長さ等が被災要因であることを示した。
・模型実験、数値実験から河岸侵食量を定量化し、河岸侵食を考慮した解析モデルの再現性を検証した結果、実験結果の良好な再現性を確認
- 2) ・多自然護岸工法に関する施工事例調査から、工法別の課題を抽出するとともに、機能低下要因を類型化
・構造物の被災や、河道変化に伴う変状が認められた施工事例を対象とした現地調査を実施
・河道変化により、期待された環境改善効果が持続的に維持されない事例があることを確認
・機能低下対策として、中長期的な河道変化を考慮した配置計画の重要性を提示
- 3) ・河岸侵食モデルの現地適用性を音更川の堤防被災箇所で確認。蛇行発達要因を分析し、低水路の湾曲形状に起因する固定化した砂州の発達が堤防被災に大きく関わっていることを明らかにした。
・複数の現地調査結果をもとに、樹木の地上部及び根系の成長・枯損をモデル化した植生消長モデルを構築
・土砂流出を抑制する植生被覆の効果をモデル化し、実験結果の再現性を確認
・河岸侵食、植生の被覆効果、植生の地上部の流水抵抗、植生の消長を考慮した解析モデルの現地適用性を確認した上で、河道内植生の樹林化要因を分析し、流量規模減少が河道内植生域の拡大に与える影響を定量的に評価した。
- 4) ・多自然河岸保護工の安定性を評価する手法の開発を進めた。
・施工事例調査結果や数値解析結果等をもとに、多自然河岸保護工の機能を持続的に維持するための計画
・設計に関する留意事項(案)を作成。今後「樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)」へ反映予定。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(5本)

- ・柿沼孝治, 渡邊康玄, 泉典洋, 永多朋紀, 桑村貴志: 急流河川における蛇行発達メカニズムと堤防防御対

策について、河川技術論文集 第 18 巻, 2012

- ・永多朋紀, 渡邊康玄, 安田浩保, 伊藤丹: 砂州地形に誘発された蛇行発達, 土木学会論文集 B1 (水工学) 第 69 巻 (4), 2013
- ・永多朋紀, 渡邊康玄, 井上卓也, 安田浩保, 伊藤丹: 河道内植生の根系がもたらす土砂緊縛効果に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B1 (水工学) 第 70 巻 (4), 2014
- ・永多朋紀, 渡邊康玄, 清水康行, 井上卓也, 船木淳悟: 礫床河川における河道変化と植生動態に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学) 第 72 巻 (4), 2016
- ・永多朋紀: 融雪出水を有する扇状地河川における水理的多様性の定量評価に関する研究, 博士論文, 2016

【査読付論文・海外】(2本)

- ・Nagata T., Watanabe Y., Yasuda H., Ito A.: Development of a Meandering Channel Caused by the Planform Shape of the River Bank, Earth Surface Dynamics Vol.2, 2014
- ・Nagata T., Watanabe Y., Funaki J.: Impact of Sediment Cohesion by Root Systems on River Channel Formation, 36th IAHR World Congress, 2015

【査読無し論文・国内】(3本)

- ・永多朋紀, 柿沼孝治, 桑村貴志: 音更川堤防流出原因調査の経過報告について, 土木学会北海道支部論文報告集 Vol. 68, 2012
- ・小田島大祐, 桑村貴志, 永多朋紀: 音更川における出水時の堤防一部流出の原因分析について, 北海道開発技術研究発表会 Vol. 55, 2012
- ・桃枝英幸, 永多朋紀, 数馬田貢: 多自然護岸工法に関する施工事例調査, 北海道開発技術研究発表会 Vol. 56, 2013

【学会発表等その他】(3本)

- ・永多朋紀, 渡邊康玄, 伊藤丹, 桑村貴志: 交互砂州状の地形起伏と蛇行発達現象に関する感度分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol. 68, 2013
- ・Nagata T., Watanabe Y., Yasuda H., Ito A.: Development of a Meandering Channel Caused by the Plane Shape of the River Bank, 8th RCEM, 2013
- ・Nagata T., Ito A.: Propagation of a Meandering Waveform in the River Channel, 11th AOGS, 2014

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道開発局と共同で堤防被災箇所の現地調査を実施し、その成果は「十勝川水系音更川の堤防の一部流出に関わる調査報告」としてとりまとめられた他、その後本研究で解明した河岸侵食による堤防決壊のメカニズムは、「十勝川水系音更川 堤防防護計画」に反映されている。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・土木研究所刊行物による成果の公表 (H27 度末現在で 3 本)
- ・本研究の成果は、「河川の流れおよび河道変化に関する国際セミナー」や「多自然川づくり 北海道ブロック会議」により普及されている。
- ・「多自然河岸保護工の計画・設計に関する留意事項(案)」を作成した。

(6) 自己評価

- ・各個別課題とも年次計画に沿って着実に研究成果があがっており、目標を達成していると考ええる。
- ・成果の一部は、音更川の河岸侵食対策事業で既に活用されている。
- ・各個別課題で得られた成果は国内外の論文発表等を通じて公表されているなど高いレベルとなっている。
- ・近年、全国的に問題となっている河道内の樹林化対策の検討に、今回開発した植生の被覆効果や植生の消長

等を考慮した解析モデルは有用と考える。

- ・「多自然」という観点から問題が顕在化している施工事例が見られる中で、「多自然河岸保護工の計画・設計に関する留意事項（案）」は有用と考える。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 十分な成果が得られている。

【対応】

- 1) ありがとうございます。引き続き成果の普及に努めます。

第4分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑨ 河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究

(1) 達成目標と達成状況

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 河川の土砂動態特性の解明
- 2) 土砂供給・土砂流出による河川環境・河川形状への効果及び影響評価技術の提案
- 3) ダム等河川横断工作物の土砂供給技術の開発
- 4) 大規模農地での土砂制御技術の提案

【目標の達成状況】

1) ⑨-1

- ・ ⑨-2 と連携して、水生生物の生息環境への影響評価を踏まえた土砂供給技術の開発を目指している。
- ・ 河床を構成する土砂の粒度や空隙は、水生生物の生息環境の重要な構成要素であるが、土砂供給により、これらの粒度や空隙が変化する可能性が高い。
- ・ そこで、達成目標1において、土砂供給に伴う表層の粒度分布や空隙率の変化を表現できるように、既存の河床変動モデルを改良した。

⑨-3

- ・ 治水、環境、維持管理を統合した河道設計技術の開発を目指している。
- ・ 河道設計において、対象とする河道区間がどのような景観パターンに分類されるかを事前に把握しておくことは極めて重要である。
- ・ そこで、フルード数や川幅等の代表的な水理量で、対象とする河道区間がどのような景観パターンなるか、おおよそ分類できることを明確にした。

⑨-5

- ・ 大規模農地における土砂流出抑制技術の開発を目指している。
- ・ このためには、大規模農地から、どれだけ土砂流出があるのかを、事前に推測する技術が必要となる。
- ・ そこで、既存の USLE と WEPP について精度の向上を図る工夫を加えるとともに、それらの知見をマニュアルとして取りまとめた。

2) ⑨-2

- ・ ⑨-1 への知見の反映を前提に、土砂供給に伴う河床環境の変化が、水生生物の生息環境に与える影響を明確にすることを目指している。
- ・ ここでは、アユが好んで摂食する付着藻類が、粒径の比較的大きい石の表面を被覆している河道区間において、土砂供給により、石が砂に埋もれていく状況を想定し、アユの摂食に及ぼす影響等を明確にした。

⑨-3

- ・ 達成目標1では、フルード数や川幅等の代表的な水理量と河道の景観パターンとの対応関係を明確にしたが、ここでは、河道の断面形状と植物や魚類の生育可能性の対応関係を明確にした。
- ・ 更に、これらの対応関係を河川シミュレーション (iRIC) のツールとして実装し、河道変化に伴う河川環境への影響評価技術として提案を行った。

3) ⑨-1

- ・ 達成目標1で改良した河床変動モデルの実河川での有効性を確認するため、水生生物の生息環境への影響評価を踏まえた土砂供給が要求されている実河川を対象に数値シミュレーションを実施した。
- ・ その結果、このモデルが、ダムからの土砂供給の量と質の変化に伴う、ダム下流河川の表層の粒度分布

や空隙率の変化を概ね妥当に表現できる可能性のあることを明確にした。

⑨-4

- ・近年、ダムの新設において採用される事例が増えている流水型ダムについて、従前の河川の土砂環境への影響が小さい水理設計技術の開発を目指している。
- ・ここでは、第一に、ゲート付の横長の穴の形状を有する洪水吐き、並びに、掘り込み式の形状を有する減勢工が、それぞれ、通常の洪水吐きや減勢工と比べ、従前の河川の土砂環境への影響が小さくなることを明確にした。
- ・第二に、洪水調節後のダム下流河川への濁水長期化を抑制する上で、洪水調節後に形成されるダム堤体の直上流に形成される滞筋を人工的に固定することが有効である、ことを明確にした。

4)⑨-5

- ・達成目標 1 において精度の向上を図る工夫を加えた WEPP を用いて、実際の大規模農地を対象に数値シミュレーションを実施し、土砂流出抑制技術として、傾斜改良や緩衝林帯が有効であることを、明確にした。

(2) 発表論文

合計 76 本（査読付論文 国内 17 本を含む）と積極的な発表を行った。

(3) 事業・社会への貢献

① 基準・マニュアル等への反映

- ・研究成果を、中小河川における環境に配慮した維持管理の考え方(案)に反映
- ・土砂流出モデルの USLE と WEPP の利用マニュアルを作成
- ・研究成果を、既存のマニュアル（河川砂防技術基準、下流河川土砂還元マニュアル（案）、多自然川づくりポイントブック、流水型ダムの計画設計技術に関するマニュアル等）に反映の予定

② 技術指導、助言活動

- ・矢作川水系総合土砂管計画の策定に向けた検討フローの作成過程において、土砂供給に伴う水生生物の影響について得られた知見が反映された。
- ・流水型ダムで建設予定のダム水理模型実験において、滞筋固定水路での検討を実施し、ダム設計に反映の予定
- ・多自然川づくりアドバイザー、流水型ダムを計画している事務所への技術相談、農業流域からの土砂流出抑制技術に関する委員会に参画等により、技術的支援を行った。

③ 現場での活用事例

- ・北海道開発局開催の農地防災事業検討会における沈砂池設計の技術資料のなかで、USLE の降雨係数設定の参考資料として成果（査読付論文）が引用された。

④ 他機関との連携・協力

- ・岐阜県土整備部と水環境研究グループ間で「多自然川づくりに関する協力協定」を結んでおり、研究成果を活用した現場指導を行っている。
- ・気候変動適応研究推進プログラムの北海道グループと連携し、北海道における将来の土壌流亡予測を実施した。
- ・農水省委託プロジェクト研究（研究課題名：「豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発」、（代表：農村工学研究所）に共同研究機関として参画し、「分布型土壌侵食・土砂流出モデルによるほ場管理技術の土壌流亡抑止効果の評価」を担当（H27～31）。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 各個別課題間の相互補完の取り組みが不明確である。
- 2) 簡単には結びつけにくい事象に対して、どのようにチーム間で連携をとり、統合化を図るのか。
- 3) 河床変動と生物への影響の両方を評価する事が重要だが、その実用性はどの程度あるのか。
- 4) ダムからの排砂技術開発について、かなり進展したと評価できる。今後、適用・検証・改良に力を入れていただきたい。
- 5) 国際的にも評価できる成果があがっており、国際誌への投稿発表を期待したい。

【対応】

- 1) 各個別課題間の相互補完の取り組みについては、特に、自然共生Cの実施した⑨-2と水理Tが実施した⑨-1で、それぞれ、ダムからの土砂供給に伴う水生生物の影響評価予測技術、並びに、それを踏まえたダムからの土砂供給方法の運用技術の確立を目指し、随時、情報交換を実施し、連携を深めてきた。第4期中長期計画では、後継研究として、流域2「流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発」を実施することとしており、そこでは、更に水質Tも加わり、影響評価予測の対象に水質を加えて、一つの個別研究課題を共同で研究していく予定である。
- 2) 簡単には結びつけにくい事象に対して、チーム間で連携をとり、統合化を図るためには、異なるチーム等が、問題意識を共有した上で、個別具体のフィールドを対象に共同で研究を実施していく体制が構築されている必要がある、と考えている。その意味で、⑨-1と⑨-2は、それに近い体制が構築され、第4期中長期計画の後継研究において、その体制が拡充強化されている。その他の個別研究課題については、ケースバイケースにはなるが、その必要性や優先度を踏まえ、異なるチーム等による体制の構築を検討してまいりたい。
- 3) 生物への影響については、土砂供給が生物に及ぼす直接的影響、間接的影響を想定した研究を網羅的に実

施したため、実用的な知見がかなり得られた、と考えている。河床変動そのものは、土砂供給が生物に及ぼす間接的な影響の一つであるが、粗粒化した礫床河川が土砂供給に伴い砂に埋もれる過程も併せて表現できる河床変動モデルを構築し、実河川に適用できるデータ基盤を構築する段階に至っている。今後は、第4期中長期計画で実施する後継研究において、実河川を対象に、それぞれの実用性を更に向上させてまいりたい。

- 4) 本プロジェクトで開発した排砂技術等の適用・検証・改良については、既に立ち上げた第4期中長期計画の後継研究において特に力点を置いて実施してまいりたい。
- 5) 国際誌への論文投稿発表等については、今後、より一層の充実に努めてまいりたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑨ 河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑨-1 河床材料の粒度構成に着目した土砂移動機構に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 粒径集団の役割の解明
- 2) 粒径集団の役割を表現する河床変動モデルの開発
- 3) 河床の安定性・環境を考慮した土砂供給・置き土計画立案技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 従来の混合砂を対象とした流砂量式では、山地河川等の特徴である粒径が広く分布する河床材料の移動量を過小に見積もる傾向を明確化。
 - ・従来の混合砂を対象とした流砂量式の重要なファクターである代表粒径の設定において、移動しない大きな粒径を対象から除外する改良を行い、上記の過小に見積もる傾向を改善。
- 2) 流況の変化や土砂供給の量と質の変化に伴う河床表層の粒度分布、層厚、空隙率の変化等を精度良く表現できる河床変動モデルを構築。
- 3) 土砂供給技術の一つである置き土について水理実験を行い、洪水時における流出過程において、置き土周辺で局所的に河床低下が生じる場合があることなどを確認。
 - ・土砂バイパストンネル等の各種土砂供給技術を想定した水理実験を行い、各種土砂供給技術の下流河川に与える影響等を確認。
 - ・開発した河床変動モデルによりモデル河川でケーススタディを実施し、土砂供給による河道形状や表層土砂の粒度分布等の変化を概ね適切に表現できる可能性のあることを確認。
 - ・開発した河床変動モデルを水生生物等への影響予測・評価フローに反映させることにより、河床の安定性・環境を考慮した土砂供給・置き土計画立案技術として提案。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(3本)

- ・石神孝之、箱石憲昭、坂野章、宮川仁、櫻井寿之：河床材料の粒度分布幅の広い河川における河床変動特性の実験的検討および河床変動モデルの開発、河川技術論文集, 第20巻、2014年
- ・石神孝之、坂野章、中西哲、箱石憲昭：河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発、河川技術論文集, 第21巻、2015年
- ・石神孝之：河床材料の粒度分布が土砂移動や河床変動に与える影響、ダム技術 (投稿中)

【学会発表等その他】(4本)

- ・坂野章、石神孝之、箱石憲昭：河床材料の粒度分布の幅が中規模河床形態に及ぼす影響についての実験的検討、土木学会第67回年次学術講演会、2012年
- ・石神孝之、箱石憲昭、坂野章、宮川仁：粒度分布幅の広い河床材料の河床変動モデルの開発、土木学会第69回年次学術講演会、2014年
- ・宮川仁、石神孝之、宮脇千晴、櫻井寿之、本山健士：土木研究所におけるダムを中心とした水理的課題と解

決の方向性について、土木学会環境水理部会研究集会 2015、2015 年

- ・石神孝之、坂野章、中西哲、箱石憲昭：河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発、土木学会第 70 回年次学術講演会、2015 年

(3) 事業・社会への貢献

- ・成果は技術基準やマニュアル（「下流河川土砂還元マニュアル（案）」等）の改訂時に反映予定。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・学会等において成果を発表し、成果の普及を図るとともに、委員会への参画、技術相談への対応など国や外部機関などと連携して研究を進めた。
- ・河床変動モデルによる物理環境変化予測（⑨-1）と水生生物応答モデル等の影響評価技術（⑨-2）とを合わせ、土砂供給等による河床環境変化を予測・評価が可能となった。

(6) 自己評価

- ・各達成目標を達成しており目標を達成した。
- ・さらに、上記の成果および、自然共生研究センターの河床環境の変化に対する生物の応答に関する技術により、土砂供給に伴う河床の物理環境の変化から生物の応答を予測することを可能にし、土砂供給シナリオの評価技術にも資するものであると評価できる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 目標を簡略化して研究するのは重要。但し実際の場合でどのように説明力があるのか、ないのかしっかり考察すべき
- 2) 研究成果の社会還元面で物足りない

【対応】

- 1) 河床変動モデルについて、水理実験での再現性を確認し実河川でのケーススタディを実施したところであるが、実河川での再現性がまだ十分ではないことは認識している。第4期中長期目標期間で実施する後継研究においてダムからの土砂供給技術の運用手法等の検討を行うこととしており、河床変動モデルの改良等も見据えて実河川への適用を進めてまいりたい。
- 2) 研究成果の公表については、今後も論文発表や技術指導等において本研究成果について情報提供に努めてまいりたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑨河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑨-2 ダムからの土砂供給に伴う河床環境の変化が水生生物に及ぼす影響に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 粗粒化に伴う河床環境の変化と水生生物（付着藻類、底生動物、魚類）の応答との関係解明
- 2) 人為的な土砂供給に伴う河床環境の変化と水生生物の応答との関係解明
- 3) 河床環境の評価技術の確立と土砂供給シナリオの評価技術の提案とマニュアルの作成

【目標の達成状況】

- 1) ・付着藻類の現存量について、粗粒化河床に関する野外調査データ等を基に構築・改良したモデルを用いて、粗粒化に対する現存量の応答を予測し、実測値に基づく検証を実施
・底生動物について、底質粗度（砂1～巨石5と得点を与え被度をかけて算出）が一定の値以上になると、ダム下流の河床環境で認められる群集構造に対応する事を明確化
・魚類について、309種類を対象に河床の粒径に対する選好性指数を既往文献に基づき分析し目録化することで、粗粒化または土砂供給の影響を受けやすいグループを抽出
- 2) ・野外実験により、土砂供給による現存量の応答を明確化し、現存量モデルに反映させることで、土砂供給による現存量の予測を可能とした
・底生動物について、土砂供給に伴う種数の変化、変化する具体的種を明確にし目録化した上で、代表的な種については、河床の砂・砂利の占める割合に対する在・不在モデルを構築し、土砂供給に伴い消失する種・出現する種の予測を可能とした
・魚類について、ダム上下流における河床粒径、流速・水深とそこに生息する魚の種類と個体数を調査し、代表魚種の既存の選好性指数の適用可能性を確認
- 3) ・付着藻類は現存量、底生動物は群集または種、魚類は選好性指数を評価指標として、河床環境の変化に対する各指標の応答についてとりまとめ
・ダムからの土砂供給に伴う河床環境の変化が水生生物に及ぼす影響の予測および評価技術に関して「ダム下流への土砂供給に関する河床環境評価の考え方（案）」としてとりまとめ

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(5本)

- ・皆川朋子、萱場祐一：投入土砂流下に伴う水生生物の応答及び景観向上効果。河川技術論文集、第17巻、2011年7月
- ・小野田幸生、萱場祐一：石礫河床への大量の覆砂が魚類生息密度に及ぼす影響について。河川技術論文集、第19巻、2013年
- ・森照貴、小野田幸生、宮川幸雄、加藤康充、萱場祐一：ダム下流域における濁水の発生状況と堆砂対策に伴う高濃度濁水が付着藻類に及ぼす影響、ダム技術(Vol.324号, 27-34)、2013年9月
- ・原田守啓、小野田幸生：河床の見方をめぐる新たな展開：特集を企画するにあたって、応用生態工学18(1)、2015年2月

- ・原田守啓、小野田幸生、萱場祐一：粗粒化石礫河床への土砂供給が遊泳性魚類の空間利用に及ぼす影響に関する一考察。水工学論文集、70、1339-1344、2014年

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・Kayaba Y, Minagawa T, Onoda Y: Effects of bed load on primary production in streams. 2011 NABS annual meeting, 2011 May

【査読無し論文・国内】(2本)

- ・宮川幸雄、森照貴、小野田幸生、萱場祐一：濁水に含まれる無機物の堆積が付着藻類の一次生産に及ぼす影響、土木技術資料、56-2、34-37、2014年
- ・小野田幸生：ヨシノボリ—多様な生活の底生魚 in 水辺の環境科学Ⅱ「河川中流域の生態系」。朝倉書店、2014年

【学会発表等その他】(27本)

- ・皆川朋子、萱場祐一：砂投入による付着藻類、底生動物の短期的な応答および景観向上効果に関する実験的検討。第15回応用生態工学会研究発表会、2011年9月
- ・萱場祐一、小野田幸生：掃流砂が一次生産速度に及ぼす効果—被覆効果と摩耗効果に着目した砂供給実験—。第15回応用生態工学会研究発表会、2011年9月
- ・片野泉、三橋弘宗、森照貴、赤坂卓美、小野田幸生、一柳英隆、萱場祐一、中村太士：ペントス種多様性へのダムの影響：データ解析によるダム上流下流間比較。第59回日本生態学会滋賀大会、2012年3月
- ・Onoda Y, Mori T, Ichiyangi T, Kayaba Y: Comparison of freshwater fish assemblages in upstream and downstream of dams in Japanese rivers. EAFES5、2012, Mar
- ・加藤康充、小野田幸生、森照貴、一柳英隆、萱場祐一：広域スケールにおける魚類の種組成に対するダムの影響。三学合同大会 ELR2012、2012年9月
- ・加藤康充、小野田幸生、森照貴、一柳英隆、萱場祐一：魚類群集に対するダムの影響：広域スケールにおけるダム上下流比較。第60回日本生態学会静岡大会 2013年3月
- ・小野田幸生、原田守啓、森照貴、加藤康充、高木哲也、萱場祐一：土砂堆積による河床の表面構造の変化が魚類の空間利用に及ぼす影響。日本陸水学会第78回大会、2013年
- ・原田守啓、小野田幸生、萱場祐一：粗粒化した石礫河床への土砂供給が流れ場の構造に及ぼす影響。応用生態工学会第17回大会、2013年
- ・小野田幸生、原田守啓、森照貴、加藤康充、高木哲也、萱場祐一：土砂供給に伴う河床表層の変化が、魚類の空間利用におよぼす影響。応用生態工学会第17回大会、2013年
- ・小野田幸生：河床表層の変化が魚類の空間利用に及ぼす影響。第11回環境研究シンポジウム、2013年
- ・宮川幸雄、森照貴、小野田幸生、高木哲也、加藤康充、原田守啓、萱場祐一：堆積した無機物が付着藻類の時間変化に及ぼす影響、日本陸水学会第78回大会、2013年9月
- ・森照貴、加藤康充、高木哲也、小野田幸生、宮川幸雄、萱場祐一：河川におけるシルトの堆積が付着藻類—藻類食者間の相互作用に及ぼす影響、日本陸水学会第78回大会、2013年9月
- ・森照貴、高木哲也、加藤康充、小野田幸生、宮川幸雄、萱場祐一：河川性底生動物が持つ生態系サービス：藻類食者がシルトの堆積した付着藻類に及ぼす影響、応用生態工学会第17回大会、2013年9月
- ・加藤康充、森照貴、赤松史一、崎谷和貴、宮川幸雄、萱場祐一：ダムによる付着藻類および底生動物群集への影響は流域の大きさによって変化するか？、日本生態学会第61回大会、2014年3月
- ・森照貴：Effects of habitat fragmentation and connectivity on fish assemblages in dendritic river networks、日本生態学会第61回大会、2013年3月
- ・宮川幸雄、森照貴、小野田幸生、加藤康充、萱場祐一：無機物の堆積量が付着藻類の一次生産速度に及ぼす影響、陸水学会東海支部会研究発表、2014年2月
- ・小野田幸生、田屋祐樹、赤松史一、加藤康充、川西亮太、萱場祐一：ダムがヨシノボリ属魚類の体サイズに及ぼす影響。日本生態学会第61回大会、2014年
- ・宮川幸雄、萱場祐一：付着藻類の現存量を左右する要因は何か？～モデルを用いたダム下流における付着藻類の現存量の比較～。応用生態工学会 第18回大会、2014年

- ・高木哲也ほか：礫スケールにおけるアユの摂食様式に関する研究。応用生態工学会第18回大会、2014年
- ・小野田幸生ほか：河床の粒度組成の変化が魚類の生息に及ぼす影響の評価方法の考え方。応用生態工学会第18回大会、2014年
- ・小野田幸生、高木哲也、高岡広樹、崎谷和貴、藤森琢、萱場祐一：ダム現地データから算出された物理環境に対する魚類の選択指数と既存の適性値との比較。陸水学会東海支部会 研究発表会、2015年2月
- ・小野田幸生、高木哲也、高岡広樹、崎谷和貴、藤森琢、萱場祐一：ダム下流における既存適性値の適用可能性。応用生態工学会第19回大会、2015年
- ・堀田大貴、小野田幸生、萱場祐一：土砂供給が魚類の生息に及ぼす影響について—実験河川における砂供給実験—。応用生態工学会第19回大会、2015年
- ・宮川幸雄、角哲也、竹門康弘、小林草平、萱場祐一：長期データで見るダム下流への置土が付着藻類の現存量に及ぼす効果。応用生態工学会第19回大会、2015年
- ・萱場祐一、宮川幸雄：河川における流量の変化が有機物代謝に及ぼす影響。日本陸水学会第80回大会〈函館大会〉、2015年
- ・小野田幸生、堀田大貴、高木哲也、萱場祐一：河床の石への土砂の堆積がアユの摂食に及ぼす影響。日本生態学会第63回大会、2016年
- ・宮川幸雄、堀田大貴、萱場祐一：河床に堆積した砂の再移動が付着藻類の回復過程に及ぼす影響。日本陸水学会東海支部会第18回研究発表会、2016年

(3) 事業・社会への貢献

- ・矢作ダム、最上小国ダム、津軽ダム、長安口ダム等個別のダム事業に対して、研究成果等を基にした技術的指導を行った。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・本省と連携の元、本研究成果を念頭に、総合土砂管理における環境評価の考え方、具体的方法を矢作川などに適用普及を図っている。
- ・総合土砂管理セミナーにて講演を行い、研究成果等の知見の提供を行った。
- ・今後、ダムからの土砂供給に伴う河床環境の変化が水生生物に及ぼす影響の予測および評価技術に関して、「ダム下流への土砂供給に関する河床環境評価の考え方（案）」としてとりまとめ、成果の早期普及を図る。

(6) 自己評価

- ・粗粒化河床の野外データを基に付着藻類の現存量モデルの構築・改良や底生動物の群集構造のメタ解析等を行うことで、粗粒化に伴う水生生物の応答を解明した。
- ・土砂が供給された場合の付着藻類現存量の応答、砂供給に伴う底生動物の種の変化および粗度変化に伴う魚類の選好性指数の変化に関する既存文献の利用可能性等を明らかにすることで、土砂供給に伴う水生生物の応答の解明に資する知見および技術を得ることができた。
- ・これらの成果を「ダム下流への土砂供給に関する河床環境評価の考え方（案）」としてとりまとめることで、土砂供給による河床環境の変化が水生生物に及ぼす影響とその評価に関する知見を、ダム事業に対する技術的指導等を通じて早期に普及できるものと期待される。
- ・さらに、上記の成果および、水理チームのダム下流において河床の表層部の粒度分布の変化を予測する技術により、河床の物理環境の変化から生物の応答を予測することを可能にし、土砂供給シナリオの評価技術にも資するものであると評価できる。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 土砂動態の生物への影響は、網羅的にも個別についての詳細にも（説明が）難しいことの認識で、成果マニュアルの中で示すべき。
- 2) 十分な成果が得られていると思われる
- 3) 土砂供給によるダム下流への負の影響だけでなく、正の効果も検出できたのか。
- 4) 熊本での地震により白川で土砂が大量流出し、大規模な濁りも発生したが、それに対して本研究の成果・評価技術を応用・活用することは可能か。

【対応】

- 1) ダムからの土砂供給に伴う河床環境の変化が水生生物に及ぼす影響の予測および評価技術に関して、「ダム下流への土砂供給に関する河床環境評価の考え方（案）」としてとりまとめる中で、上記について言及してゆく。
- 2) 今後も得られた成果について早期普及を図る予定
- 3) 粗粒化の進行を抑制することから、土砂供給による正の効果が期待できる。ただし、細粒化しすぎても生物にとってよくないことにも留意する必要がある。そして、この粗粒化、細粒化の閾値を探索し設定することで、目標とする河床環境の範囲を設定し、土砂供給技術の実用化に向けた知見を提供できると考えている。
- 4) 熊本の震災による水環境への影響として、河床上昇、濁りの発生、水産物への影響の3つが生じていることは把握している。現在、国総研と連携し現場に濁度計を設置して濁りの状況の把握に努めているところ。ただし、本プロジェクトでは細砂以上の土砂成分を主な対象としており、濁りの主な原因となるそれ以下の粒径は直接的に扱っていない。現在、基盤研究にて濁りを対象とした研究を進めており、その延長として熊本での現象について取り扱うことができるかを検討したい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑨河川の土砂移動特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑨-3 流域からの流出土砂に着目した河川維持管理の軽減技術に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 流出土砂の質・量－河道特性－河道変化との関係性の評価と評価技術の提案
- 2) 河道変化に伴う河川環境影響評価技術の提案
- 3) 治水、環境、維持管理を統合した対策技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 土砂流出の特性の異なる花崗岩を主体とする三重県と火山岩や堆積岩を主体とする岐阜県にて、約 80 河川 100 箇所 of 河道特性と河道の景観（以下、河道景観）との関係について検討を行なった。
 - ・人為的に設定された川幅(B)が河床形態の変化を通じて河道景観に影響している傾向をフルード数(Fr)と川幅水深比によって整理した。今後、中小河川の河道改修において川幅設定をする目安となると考えている。
 - ・土砂災害防止法に基づく基礎調査の結果を利用した流出土砂量の評価方法を提案し、地質条件が流出土砂量に影響を与えている可能性を確認した。岐阜県は平滑岩盤の河川が、三重県は砂州河川の割合がそれぞれ多く、土砂の多寡が影響していた可能性が高いことが示唆された。
 - ・既存の成果を取りまとめ、流出土砂の質・量－河道特性－河道変化との関係性の評価と評価技術の提案を行った。
- 2) 評価技術の提案に向けて、生物生息場所と生物種の応答との関係を整理し、生息場所の環境条件を簡易に評価できる手法と、新規に河川改修を行う際に維持管理が軽減可能な断面設定について検討を行った。
 - ・具体的には、前者については、湛水魚類の生息場選好性に関する文献等（約 70 編；既存の公表データをほぼ網羅）を整理し、魚種別に水深・流速に係わる生息条件データ・ベースを作成した。
 - ・後者については、維持管理上問題となる草本の過剰繁茂を抑制するための水深の設定について、共生センター所有の実験河川で野外実験ならびに実河川（約 250 地点）のデータを取得した。その結果、水深が 30cm 以上を確保すると草本の過剰繁茂が抑えられる傾向にあることが明らかになった。
 - ・以上の検討をもとに、河道変化を介して起こりうる環境影響について、魚類の生息等の場を評価するモデルと陸生植物の生育の制御を評価するモデルを開発し、iRIC に搭載した。また、本モデルを実河川に適用しモデル評価の妥当性の検証と共に、河道変化に伴う河川環境評価技術についてとりまとめた。
- 3) データ蓄積が少ない中小河川においても、簡易指標（達成目標 1）とツール（達成目標 2）を活用し、改修後に生ずる環境や維持管理の問題点を定量的に評価し、これらを軽減するための対策方法や検討プロセスを示した。
 - ・治水、環境、維持管理を統合した対策技術の提案にあたり、土研資料「中小河川における治水・環境・維持管理に配慮した川幅設定の考え方（2016.4）」にとりまとめた。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(6本)

- ・大石哲也・萱場祐一・加瀬瑛斗・渡辺敏・高岡広樹：デジカメ航空写真による中小河川の地形データ作成と河道計画への適用可能性，土木学会論文集 B1（水工学）Vol. 68, No. 4, 2012.
- ・大石哲也・高岡広樹・萱場祐一・原田守啓：中小河川の効率的・的確な維持管理に向けて～岐阜県の複数河

川を対象にした河道タイプの把握と成立要因の分析～，河川技術論文集第18巻，2012.

- ・高岡広樹・大石哲也・原田守啓・萱場祐一：土砂流出に関わる流域特性による河川の類型化と形成される河道タイプについて，第6回土砂災害に関するシンポジウム論文集，2012.
- ・大石哲也、高岡広樹、原田守啓、萱場祐一：中小河川改修時の川幅設定が河道の景観に与える影響，土木学会論文集B1（水工学），vol.70，2014.
- ・高岡広樹・原田守啓・大石哲也・萱場祐一：土砂災害防止法に基づく基礎調査の結果を用いた流出土砂量の評価，土木学会論文集B1（水工学）vol.71，No.4，2015.
- ・大石哲也、原田守啓、高岡広樹、萱場祐一：中小河川における河川環境に配慮した河道設計支援ツール開発，河川技術論文集，vol.21：2015

【査読無し論文・国内】（8本）

- ・大石哲也・原田守啓・高岡広樹・萱場祐一：中小河川における川づくりの現状と課題，三学合同大会「ELR2012 東京」，2012.
- ・大石哲也・原田守啓・高岡広樹・萱場祐一：生物生息場に配慮した中小河川における最小川幅設定についての一考察，第68回年次学術講演会，2013.（優秀講演者賞）
- ・高岡広樹・原田守啓・大石哲也・萱場祐一：中小河川を対象とした草本植生を考慮した治水安全度評価に関する研究，第68回年次学術講演会，2013.
- ・大石哲也・高岡広樹・原田守啓・萱場祐一：河道横断面形状の設定と草刈りの有無が植生変化に与える影響，応用生態工学会，2014.
- ・原田守啓・高岡広樹・大石哲也・萱場祐一：多自然川づくりと流体力学の接点，ながれ，33(4)：日本流体力学会，2014.
- ・大石哲也・高岡広樹・原田守啓・萱場祐一：中小河川の河道内における生物生息場の確保に関する一考察，応用生態工学会，第17回大阪大会
- ・大石哲也・高岡広樹・原田守啓・萱場祐一：中小河川における河道計画時に利用可能な環境評価ツールの検討，平成27年度全国大会第70回年次学術講演会，2015.
- ・高岡広樹、大石哲也、原田守啓、萱場祐一：中小河川における洪水時の河床形態と河道景観との関係について，平成27年度全国大会第70回年次学術講演会，2015.

【査読無し論文・海外】（1本）

- ・Environmental impact evaluation and mitigation for integrated sediment management – Outline of Research at Aqua Restoration Research Center”，Yuichi Kayaba, Tetsuya Oishi, Morihito Harada, Hiroki Takaoka, Yukio Onoda, Gravel Bed Rivers 8, Gravel Bed Rivers and Disasters, 2015.

(3) 事業・社会への貢献

- ・岐阜県とは、岐阜県県土整備部と水環境研究グループの間で「多自然川づくりに関する協力協定」を結んでおり、現場指導と研究成果の活用を行った。この他、愛知県、宮崎県、福岡県、岩手県に対しても情報交換を行っており、今後も本成果へ活用を図って行く。
- ・多自然川づくりアドバイザーとして技術の指導（4件）
- ・「中小河川における治水・環境・維持管理に配慮した川幅設定の考え方（2016.4）＜土研資料＞」を作成
- ・技術基準としては、今後「中小河川に関する河道計画の技術基準（改訂：平成22年8月9日）」の解説本にあたる多自然川づくりポイントブックの改訂を行う予定

(4) 特許等の取得

- ・iRIC研究会（代表：北海道大学 清水康行教授）と共に、流況解析ツールや評価ツールの開発（著作権の登録）

(5) 成果の普及

- ・機関誌 ARRC NEWS および web にて、研究成果の一部を公開（H25 に特集記事）

- ・本省から成果として公表されたく中小河川における環境に配慮した維持管理の考え方(案) > (H27.3) へ反映.
- ・実験河川を活用して、県・市の河川管理者へ研究成果の普及および指導
- ・環境・維持管理に係るツール (iRIC をベース) の開発・公開と共に普及のため県河川管理者へ向けた講習会を実施 (H27.9)

(6) 自己評価

- ・ 発表論文だけにとどまらず、事業・社会への貢献、特許の取得、成果の普及と研究や実践的な取り組みを進めることができた。
- ・ 研究においては、大河川（一級河川）と比較し、県河川が管理する中小河川では河道特性を分析するためのデータ（流量や粒径など）が少ない中で、複数の河川（100 河川以上）で調査を実施し、環境や河川維持管理の現状を明示したほか、軽減技術についての考え方を提示できた。
- ・ 実現場のニーズに合わせた研究開発を行うことを視野に入れた研究および成果を重ねており、当初の実施計画に対し、十分な進捗が得られていると考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 目標設定の中で河道管理の視点で忘れていないものがないのか。設定された目標内では充分達成。

【対応】

- 1) 中小河川の河道管理として現場のニーズを調査しており、この中では河道内の植物除去、河床低下対策、土砂堆積などが主要なテーマであることが分かっている。本中期では、河道管理を行う上でも河道整備・計画の段階から、川幅や地域の土砂移動特性を考慮することで、管理の負担を軽減できる可能性を示せたものと考えている。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑨ 河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑨-4 流水型ダムにおける河川の連続性確保に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 土砂および生物の移動の連続性確保のための新形式放流設備の開発
- 2) 流水型ダムの放流設備の計画・設計技術の提案
- 3) 流水型ダムにおける濁水発生機構の解明及び予測・対策技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) 常時は貯水せず、土砂を通過させることが可能な流水型ダムに適用する新形式放流設備として、ゲート付きの横長の口の形状を有する洪水吐きと掘込式減勢工の組み合わせを提案し、水理模型実験により、放流特性等を評価し、土砂・流木による開閉不能防止対策を提案した。
- 2) 長期的な堆砂シミュレーションにより、ゲート付き横長常用洪水吐きの流水型ダムの排砂性能（土砂供給能力）の優位性を確認するとともに、これらの検討から得られた通過土砂量を流入条件として、ダム下流（堤体内水路・掘り込み式減勢工・下流河道）の堆砂状況を検討して、常時の魚道機能を確認した。
 - ・洪水吐き、減勢工などの放流設備を計画・設計するための技術についてとりまとめた。
- 3) 細粒土砂の再侵食特性についての知見を整理するとともに、既設ダムの貯水位低下時の濁水発生状況の現地調査を行い、現地底泥の侵食特性を水理実験で調査し、摩擦速度と侵食速度の関係性を求めて、これを侵食モデルへ対応づけを行った。
 - ・これらの対応策として、ダム直上流に設置する滞筋固定水路における堆砂形状の減少効果を一次元河床変動計算により確認し、提案した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（1本）

- ・箱石憲昭、櫻井寿之：ダム貯水池に堆積した微細粒子土砂の再侵食特性とその評価手法、ダム技術、No. 307、2012年

【査読無し論文・国内】（1本）

- ・箱石憲昭、櫻井寿之：ダム貯水池に堆積した微細粒子土砂の再侵食の評価手法、土木技術資料、2012年

【学会発表等その他】（5本）

- ・宮脇千晴、箱石憲昭、櫻井寿之：流水型ダムにおける常時の必要開口幅に関する基礎的検討、土木学会第67回年次学術講演会、2012年
- ・宮脇千晴、箱石憲昭、櫻井寿之：流水型ダムにおける常用洪水吐き形状と土砂の連続性に関する基礎的検討、土木学会第68回年次学術講演会、2013年
- ・宮脇千晴、宮川仁、箱石憲昭、流水型ダムと自然河道における土砂の連続性に関する基礎的検討、土木学会第69回年次学術講演会、2014年
- ・宮川仁、石神孝之、宮脇千晴、櫻井寿之、本山健士：土木研究所におけるダムを中心とした水理的課題と解

決の方向性について 土木学会環境水理部会研究集会 2015 年

- ・宮脇千晴、宮川仁、本山健士、箱石憲昭、石神孝之：ゲート付き流水型ダムとゲートレス流水型ダムにおける土砂の連続性に関する基礎的検討、土木学会第 70 回年次学術講演会、2015 年

(3) 事業・社会への貢献

- ・学会等での論文発表や個別ダムの技術指導を通して、ここで得られた知見等を情報提供するとともに、流水型ダムの計画設計技術に関するマニュアル等に反映させていく。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

①基準・マニュアル等への反映

- ・流水型ダムの計画設計技術に関するマニュアル等への反映させていく。

③技術指導・助言活動

- ・流水型ダムを計画している事務所等との技術指導において、当研究成果を踏まえた洪水吐き配置やそれについての水理実験検討方法等の情報の提供を実施。

(6) 自己評価

- ・達成目標を達成している。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-----|
| 適切 | ☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 留意すべき点を見出し検討できたが、もう少し普遍的（一般的）な議論はできないか？
- 2) 研究成果の公表については極めて不十分である。5年間の研究成果を更に世に問う努力が必要！

【対応】

- 1) ダムによって基本的な諸条件（洪水調節計画・流入土砂量・河道状況・ダム下流の魚類等の環境条件）が異なるために、検討対象ダムを数ケース想定して、問題となる河川の連続性や洪水調節後の濁水長期化問題に対応した。今後も計画中の流水ダムの技術指導等において、当研究成果を踏まえた技術について情報提供などを行いつつ、対応していく。
- 2) 研究成果の公表については、今後も論文発表や計画中の流水ダムの技術指導等において、本研究の研究成果について情報提供を実施していく。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑨河川の土砂移動特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑨-5 大規模農地流域からの土砂流出抑制技術に関する研究」

(1) 達成目標と進捗度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 農地流域から流出する土砂流出量推測技術の開発 (マニュアル化)
- 2) 農地流域からの土砂流出抑制技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・ 農地流域の末端に整備されている沈砂池で堆積土砂量、流入土砂量、流出土砂量の調査を行い、流域から流出する土砂量を把握した。これらのデータは土砂流出モデルの適用性検証の実測値として利用した。
 - ・ 音響式掃流砂計 (ハイドロフォン) が農地流域での適用可能であることを示した。
 - ・ 経験モデルの USLE について、広域解析に利用できるよう GIS によるパラメータ設定手法を整理し、マニュアルを作成した。「USLE による流亡土砂量推測マニュアル (GIS を利用した広域解析) (案)」
 - ・ USLE により、全道の土壌流亡量を算出するとともに、気候モデルによる予測降水量から将来の土壌流亡量を予測した。
 - ・ 物理モデルの WEPP について、土砂流出の実測値を基にパラメータの取得方法の検討と感度分析を実施し、積雪寒冷地の大規模農地流域の土砂流出予測に利用可能であることを示した。
 - ・ WEPP について、モデルを国内で利用する場合の具体的なデータ構築手順を示した利用マニュアルを作成した。「WEPP による土壌侵食・土砂流出量推測マニュアル (データ構築の手引き) (案)」
- 2) ・ WEPP にて、河畔緩衝林帯や傾斜改良の土砂流出抑制効果を定量評価した。
 - ・ WEPP による予測計算に基づいた農地流域からの土砂流出抑制技術を提案した。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(2本)

- ・ 鶴木啓二、中村和正、古檜山雅之、高須賀俊之：気象庁データから算出した北海道全域の降雨係数、農業農村工学会論文集、293、2014
- ・ 鶴木啓二、古檜山雅之、中村和正、鈴木拓郎：農林地流域における音響式掃流砂計と濁度計による流出土砂量の観測、農業農村工学会論文集、299、2015

【査読無論文・国内】(6本)

- ・ 鶴木啓二、古檜山雅之、細川博明：農林地流域から流出する土砂量の観測、第55回(平成23年度)北海道開発技術研究発表会、2012
- ・ 鶴木啓二、古檜山雅之、中村和正：アメダスデータによる北海道全域の降雨係数の算出、第56回(平成24年度)北海道開発技術研究発表会、2013
- ・ 高須賀俊之、鶴木啓二、中村和正：WEPPによる畑地流域からの土砂流出量の推定、第57回(平成25年度)北海道開発技術研究発表会、2014
- ・ 鶴木啓二、山田朋人、松岡直基：北海道における気候変動予測に基づいた将来の土壌流亡量予測、第58回(平成26年度)北海道開発技術研究発表会、2015
- ・ 高須賀俊之・鶴木啓二・中村和正：WEPPによる畑地流域からの土砂流出抑制対策の検証、第58回(平成

26年度)北海道開発技術研究発表会、2015

- ・高須賀俊之、鵜木啓二、中村和正：WEPPによる土砂流出抑制対策の検証、第59回(平成27年度)北海道開発技術研究発表会、2016

【学会発表等その他】(5本)

- ・鵜木啓二、古檜山雅之、長畑昌弘：ハイドロフォンと濁度計による農林地流域から流出する土砂量の連続観測、平成24年度農業農村工学会大会講演会、2012
- ・鵜木啓二、古檜山雅之、中村和正：流出解析での利用を想定した各種土地利用データの精度比較、平成25年度農業農村工学会大会講演会、2013
- ・高須賀俊之、鵜木啓二、中村和正：積雪寒冷地の畑地流域におけるWEPPによる土砂流出量の算出、平成26年度農業農村工学会大会講演会、2014
- ・鵜木啓二、山田朋人、稲津将、佐藤友徳、松岡直基、中村和正：降水量予測値を用いた北海道の土壌流亡量予測、平成27年度農業農村工学会大会講演会、2015
- ・高須賀俊之、鵜木啓二、中村和正：WEPPによる畑地流域からの土砂流出の解析と抑制対策の検証、平成27年度農業農村工学会大会講演会、2015

【土研刊行物による成果の公表】(3本)

- ・古檜山雅之、鵜木啓二、細川博明、長畑昌弘：畑地流域に整備された沈砂池における土砂捕捉機能の評価、寒地土木研究所月報、697、2011
- ・鵜木啓二、古檜山雅之：汎用土壌流亡予測式による農業流域からの土砂流亡量予測、寒地土木研究所月報、700、2011
- ・高須賀俊之、鵜木啓二、中村和正：土砂流出解析における“WEPP”モデルの適用、寒地土木研究所月報、735、2014

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道内の農業流域からの土砂流出抑制技術に関する委員会に参画(2件)など、事業への貢献を行った。
- ・上サロベツ湿原自然再生協議会に会員として参加し、湿原への土砂流入抑制に関する技術協力を行った。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・土砂流出モデルのUSLEとWEPPの利用マニュアルを作成した。今後、研修会などを開催して普及予定。
- ・次期中長期計画にて、WEPPを実際の事業地区に適用させる研究を実施する。

(6) 自己評価

- ・達成目標①では、農地流域にて各種センシング技術を用いて土砂流出状況を定量評価した。また、使用目的の異なる2種類の土砂流出モデルについて、実際の解析例を通してパラメータの設定方法や算出結果の評価方法を示した。両モデルについて、最終的な達成目標である利用マニュアルを作成したことから、目標を達成した自己評価する。
- ・達成目標②では、国営農業農村整備事業で実施可能な土砂流出対策として、傾斜改良、河畔緩衝林帯、沈砂池の効果予測をWEPPにより実施し、農地流域からの土砂流出抑制技術を提案できたことから、目標を達成したと自己評価する。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 水系－流域（農地）が競合するシチュエーションをイメージして各グループ間で議論する機会をもったかどうか。
- 2) 緩衝林帯の構造は、どのようなものが良いか明記して欲しい。
- 3) 概ね達成されているが、成果公表が不十分。

【対応】

- 1) 農地からの過大な土砂流出は、水系に対する負荷として評価される。一方、河川や海域では適度な土砂の供給を必要としていることから、両者のバランスを考慮した総合的な土砂管理が重要であると考えており、今後、流域全体での土砂管理に関する議論が必要と認識している。
- 2) 土砂捕捉のための緩衝帯の条件として、①斜面上部から来た表面水の流速を緩和し土砂の沈降・堆積を可能とする十分な幅と緩い勾配、侵入能の高い土壌を有し、②表面水の流速を緩和し雨滴侵食を防止する植生が存在すること、が挙げられる。これらを土木研究所報告書に記載する。
- 3) 次期中長期計画での後継課題内にて、成果の公表に努める。

第4分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑩ 流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 各土地利用における物質動態を統合した流域スケールでの水・物質循環モデルの構築
- 2) 流域からの汚濁負荷が閉鎖性水域の水質におよぼす影響の解明と対策手法の提案
- 3) 流域スケールで見た水質リスクの実態解明と対策技術の提案

【研究の達成状況】

- 1) ・ 印旛沼流域河川で現地調査を行い、栄養塩、微量金属の流出特性（雨天時）の解析を試みた。台風時の豪雨による流出特性について検討した。
・ 印旛沼高崎川流域を対象に畜産由来、都市由来、森林由来の各汚濁負荷流出サブモデルを構築し、水循環モデルの改良・開発を行った。当該流域の観測データと水・物質循環モデルによる計算値との比較・検証を行った。
・ これまで十分に明らかになっていない出水時における栄養塩類、微量金属類の流出特性に関する知見を蓄積しつつ、土地利用形態の異なる他の流域でも検証し、より精度の高い水・物質循環モデルを構築した。
- 2) ・ 霞ヶ浦を対象に底泥の溶出調査、モニタリングデータ等から、底層 D0 の状況と霞ヶ浦のアオコ発生状況について解析した。陸域からの負荷に着目し、流域降雨量（夏季）とアオコの発生状況の関連性を検討した。
・ 出水後の底質と栄養塩の含有量・溶出速度との関連性を検討した。
・ 底質からの栄養塩溶出に寄与する要因を整理し、閉鎖性水域の水質変化予測手法を提案した。また、湖沼における藻類増殖と栄養塩等の関連性について、特に微量金属に着目しながら藻類生長試験により評価した。
- 3) ・ 下水、河川水、下水道へ排出される病院排水での抗生物質耐性大腸菌の実態解明として、カルバペネム系のイミペネムに耐性を示した大腸菌は、現在のところ不検出であることを明らかにした。また、被災下水処理場の復旧において、段階的な下水処理法別の管理手法や活性汚泥処理の初期水質管理の重要性を提案した。
・ 抽出 RNA の逆転写工程および PCR 反応容量に対する供試水量をコントロールする手法の改良により、ノロウイルスの定量値を向上させられることを可能とした。適切な対策技術の構築の一環として、塩素、紫外線消毒による抗生物質耐性大腸菌の不活化効果の評価と、合流式下水道越流水対策技術のノロウイルス削減効果を把握した。
・ 各種病原微生物の消毒感受性の評価とともに、生物学的高度処理法の除去率向上要因や、合流式下水道越流水対策技術の評価結果から、病原微生物の特性に応じた対策手法を提案した。

(2) 発表論文

- ・ 合計 54 本（査読付論文 国内 4 本 海外 5 本 を含む）
- ・ 土研刊行物による成果の公表 4 本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 非点源汚濁負荷の発生機構、雨天時負荷による水質・底質への影響などの成果が、今後の流総指針（流域別下水道整備総合計画調査指針と解説：日本下水道協会編）の改定の際に反映される予定。

- ・ 印旛沼流域の関係者（住民・市民団体、専門家、関係機関、行政等）で構成される印旛沼流域水循環健全化会議(千葉県事務局)において、今後の水質改善方策の検討に活用される予定。
- ・ 国土交通省が設置した「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」への助言や被災自治体に対する放流水質向上のための技術支援により、水域の公衆衛生の確保に貢献した。
- ・ 本研究の成果は 2012 年に改訂された下水試験方法に反映された。今後、「下水道に係る水系水質リスクへの対応方針（案）」等のマニュアルに反映される予定。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 総括課題の達成目標は、個別課題毎に、それぞれ3つあり、ばらばらで独立しているような関係だが、雨天時について、それぞれを見たときにどうなるのかという、それは新しい視点で非常にいいと思う。その際に、例えば、⑩-1の雨天時調査について、ノロウイルスはそのときどうだったのか、増減を含めて議論されていると、すごくまとまりがあるように思った。
- 2) 合流式はもちろん問題だが、⑩-1は、印旛沼流域を対象としていて、そこで、一体どうなのかというのが一緒にわかれば、窒素、リンだけではなくてウイルスはどうだとかとやると、まとめて評価できるのかなと思った。
- 3) 雨天時という横串と言われたのに、雨天時の栄養塩の流出負荷が多い少ないということは明確だったのだけれども、⑩-2の湖の中で、ノロウイルスや病原菌が雨天時の挙動について、もう一言、これらの個別課題をつなぐ話しをされたらよかった。雨天時の面源からの栄養塩の負荷と、雨天時の合流式からのノロウイルスの越流では、話の成り立ちも違う。そこを、雨天時というのは総過程として一体どのような役割を果たしているのかというところを明示できれば、⑩-1、⑩-2、⑩-3でどのように関連しているのかかわってくるし、雨天時が横串になるというのがよくわかると思う。

- 4) 雨天時における物質（ウイルス湖沼内）の動態は非常に重要であり、かつデータをとるのが困難であると承知している。今後に期待したい。
- 5) 可能であるなら雨天時に加え、融雪出水も検討対象に加えられれば、寒地土研の寄与も期待できると思う。
- 6) 雨天時事象への着目は重要だが、①はともかく個別の②、③ではどんな意味を持つのか。

【対応】

- 1) ウイルスについて雨天時において放流先に影響があった。今回の研究では1地点でノロウイルスのデータをとった。放流先の空間的あるいは時間的な影響については、今年度からの第4期中長期計画で検討していきたい。
- 2) 今回は、印旛沼高崎川の病原微生物については、調査していない。第4期中長期計画の中で、河川中でのノロウイルスの消長等を検討したいと考えている。
- 3) 流域スケールで見た物質動態把握にあたり、重要な機構の一つである雨天時流出に着目した整理を行いつつ研究を進めたが、栄養塩類、病原微生物等、それぞれの水質項目で、達成すべき到達段階が異なっていた等により、統一感の取れた整理が必ずしもできてはいなかった。第4期中長期計画の中で、各水質項目について研究のステップをさらに進めつつ熟度を上げていきたいと考えている。
- 4) 第4期中長期計画において、放流先水域における消長評価を行うことで、成果の充実を図っていく。
- 5) 栄養塩および病原微生物の観点から、課題を見極めた上、今後、対象とするか検討したい。
- 6) ②については、雨天時に湖内へ流入する濁質成分の高い河川水が底泥からの栄養塩溶出に与える影響を調査し、特に、台風直後、沿岸に近い地点の底質からはリンの溶出が増加したことが観察された。③については、CS0によるノロウイルスの汚濁影響評価および対策技術の提案に主眼を置いたものである。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-1 流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 栄養塩類の発生源別と雨天時流出機構の解明
- 2) 流域の各土地利用に応じた点源・面源負荷流出サブモデルの構築・検証
- 3) 各土地利用における物質動態を統合した流域スケールでの水・物質循環モデルの構築

【目標の達成状況】

- 1) ・霞ヶ浦と印旛沼流域での流入河川の窒素、リン、微量金属濃度と土地利用の関係を検討、晴天時及び雨天時の溶存態・粒子態の金属の流出特性を把握した。
 - ・窒素・酸素安定同位体比により栄養塩類の流出機構を調査、雨天時の窒素負荷源の寄与率を推定した。
 - ・雨天時調査を継続し、台風時の栄養塩等の流出負荷量(L-Q式)のデータを収集するとともに、市街地を中心に雨天時の平均流出濃度(EMC)の傾向について検討した。
 - ・平水時および出水時の土地利用別の窒素、リン、微量金属の流出機構を明らかにした。
- 2) ・畜産由来の汚濁負荷流出サブモデルを構築した。
 - ・森林由来、都市由来の汚濁負荷流出サブモデルを構築した。
- 3) ・モデル流域における土地利用状況の異なる小流域での検証を行い、流域スケールでの水・物質循環モデルを構築した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・海外】(3本)

- ・Mamoru MIYAMOTO, Hemantha RAJAPAKSE, Kazuhiko FUKAMI., Pollution Loading Modeling of Nutrient Salts and Application to Small-scale Semi-urbanized Basin, Proceedings of the 5th international perspective on water resource & the environment, ASCE, No. 34, 2012
- ・Perera, E.D.P., Iwami, Y., Fukami, K., Point and non-point source nutrient loading simulation for the Takasaki River basin, Chiba - Japan. 9th IWA International Symposium on Waste Water Management Problems in Agro-Industries, Vol. I. 2014
- ・Perera, E.D.P., Iwami, Y., Fukami, K., Point and non-point source nutrient loading simulation for the Takasaki River basin, Chiba - Japan. Water Practice and Technology, IWA Journal Vol.10 No.2, 2015

【査読無し論文・海外】(4本)

- ・Perera E.D.P., Fukami K., Uenoyama T., Miyamoto M, Basin Scale Nutrient loading modeling and river water quality, investigation, 9th USGS -Japan Workshop on Hydrology and Water Resources, Lakewood, CO, USA. 2014
- ・Perera, E.D.P, Uenoyama, T, Iwami, Y, Fukami, K, Nutrient loading simulation study for watersheds, Asia Oceania Geoscience Society - AOGS, Sapporo, Japan, 2014

- ・ Perera, E. D. P, Iwami, T, Chida, Y, River runoff and nitrate loading simulation for the land use changes in the Takasaki River basin in Chiba, Japan, 2nd International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality Agricultural Production and the Environment, Vienna, Austria, 21-24 September 2015
- ・ Perera, E. D. P, Iwami, T, Chida, Y, Point and Non-point Source Pollution Assessment Study , UNESCO International Scientific Symposium, kyoto, 15-18 July 2015

【査読無し論文・国内】(1本)

- ・ 北村友一、南山瑞彦、霞ヶ浦流入河川の溶存態窒素、リン、有機炭素濃度と集水域の土地利用の関係、土木技術資料、54(9)、2012

【学会発表等その他】(7本)

- ・ 北村友一、平山孝浩、柴山慶行、池田茂、鈴木譲、印旛沼流域における河川水質と集水域の土地利用の関係、第47回水環境学会年会講演集、2013
- ・ 對馬育夫、北村友一、平山孝浩、岡本誠一郎、印旛沼流域における晴天・雨天時流出特性に関する調査、第78回日本陸水学会講演集、2013
- ・ 對馬育夫、岡本誠一郎、河川集水域からの栄養塩類・金属類の流出特性、国土技術研究会、2013
- ・ 岡本誠一郎、平山孝浩、對馬育夫、汚濁の現状把握と削減のためにできること：原単位からその先へ、第17回水環境学会シンポジウム講演集、2014
- ・ 對馬育夫、北村友一、平山孝浩、岡本誠一郎、窒素・酸素安定同位体を用いた印旛沼流入河川における出水時流出特性の把握、第48回日本水環境学会年会講演集、2014
- ・ 北村友一、平山孝浩、岡本誠一郎、出水時の河川水の栄養塩類濃度と藻類増殖ポテンシャルの関係、第48回水環境学会年会講演集、2014
- ・ 北村友一、對馬育夫、平山孝浩、岡本誠一郎、印旛沼流域河川における出水時栄養塩類濃度と藻類増殖ポテンシャルの変化、第49回日本水環境学会年会講演集、2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 非点源汚濁負荷の発生機構、雨天時負荷による水質・底質への影響などの成果が、今後の流総指針（流域別下水道整備総合計画調査指針と解説：日本下水道協会編）の改定の際に反映される予定。
- ・ 印旛沼流域の関係者（住民・市民団体、専門家、関係機関、行政等）で構成される印旛沼流域水循環健全化会議（千葉県事務局）において、今後の水質改善方策の検討に活用される予定。

(4) 特許等の取得

- ・ 特になし

(5) 成果の普及

- ・ 本研究結果や関係機関の研究結果をもとに、改定流総指針では、市街地の汚濁負荷算定に雨天時負荷量積み上げを主体とした手法例を追加した
（日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会との連携）
- ・ 公益法人にソースコードを開示（2件（H25, H26））
- ・ 国総研河川研究部にソースコードを開示（H26）

(6) 自己評価

- 1) 成果は、国交省の湖沼管理、堰操作等の参考資料に活用される等、事業・社会への貢献の面でも成果が得られている。
- 2) 発表論文も、海外査読論文を含めて発表、掲載済みである。
- 3) 着実に研究成果があがっており、達成目標を達成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 高いレベルの研究成果が得られている。
- 2) 従来の流域モデル（流総の背景）のどこか refine されたか明示。

【対応】

- 1) 引き続き努力する。
- 2) 流総の閉鎖性水域の汚濁解析においては、年間平均値等の値を用いた原単位法を用いることが多い。本研究では降雨イベントを時系列で与え水質を計算する精緻なプログラム開発である。水質をシミュレートする流域モデルはいくつか（MIKE SHE のような有償でソース非公開のモデルや TN など一部の機能に限定された公開モデル）が提案されているが、パッケージとしての機能を有し、自由に利用可能なモデルは少ない。本研究で開発した土研 WEP モデルの特徴（長所）は、無償利用を前提に、流域内のポイントソース、土地利用分布状況の差異に基づくノンポイントソースから流出される SS, TN, TP の流出について、降雨時の細かいタイムステップ（hourly）で連続シミュレーションができるモデルを開発し、流域対策の議論の有益なツールとして提示したことである。本研究では、高崎川にて検証したが、今後、他の流域での更なる適用性の検証を進めるとともに、湖沼モデルとのリンクが可能な有機汚濁の計算機能を加えることによって、更に実用上の強力なツールとして活用されることが期待される。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-2 土地利用や環境の変化が閉鎖性水域の水質・底質におよぼす影響に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 栄養塩類濃度の変化が底泥からの溶出に与える影響の解明
- 2) 環境の変化が水質・底質におよぼす影響の解明
- 3) 閉鎖性水域の水質変化予測手法の提案
- 4) 水質汚濁対策手法の水質改善に対する寄与の解明

【目標の達成状況】

- 1) ・霞ヶ浦の長期水質・藻類調査結果から、優占藻類種の変遷には、底層 D0 の傾向や水位変動(湧水、出水、管理水位変更)が関係していたことを明らかにした。
・霞ヶ浦において底泥の溶出試験を行い、浚渫が栄養塩溶出に与えた効果を把握した。
- 2) ・近年のアオコ発生前後の気象・水象データから藻類増殖要因を検討して藻類増殖を助長しうる要因を抽出し、さらに自動観測所データをもとにアオコ発生の簡易予測手法を提示した。
・台風による出水前後の底質の溶出試験より、NH₄-N 溶出速度は台風通過後に大幅に上昇し、PO₄-P 溶出速度は減少した。また、底泥の地点別、深度別の細菌群集が栄養塩類の溶出に与える影響を把握した。
・霞ヶ浦の自動観測所データより、大雨時・強風時の水質の応答特性を分析し、沿岸部を除けば大雨による流入よりも強風による巻き上げりの水質影響が卓越することを明らかにした。
- 3) ・湖沼等の藻類増殖と栄養塩・微量元素との関連性について、藻類生長試験により評価した。
・藻類の増殖速度への微量元素(Fe, Mn)の役割と実際の湖沼やダム貯水池等での水質を予測した。
- 4) ・底質からの栄養塩溶出に寄与する要因を整理するとともに、閉鎖性水域の生態系モデルを用い、底層嫌気化改善対策の水質改善に対する寄与を解明した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・海外】(2本)

- ・Fumihiko Takeda, Yoshiyuki Shibayama, Seiichiro Okamoto, Shingo Masuki, Yutaka Suzuki. Potential role of manganese in iron availability using algae evaluated in on-site and laboratory research, Water Science & Technology, 2016.
- ・Ikuo Tsushima, Yoshiyuki Shibayama, Koya Komori, Seiichiro Okamoto. Dissolution tests and microbial community analysis using the bottom sediment before and after a heavy storm. Journal of Water and Environment Technology, 14(2), 2016

【査読付論文・国内】(1本)

- ・鈴木謙、柴山慶行、岡本誠一郎、霞ヶ浦の長期的藍藻類消長に影響する主要水質因子の推定、水環境学会誌、2016

【査読無し論文・国内】(2本)

- ・北村友一、南山瑞彦他、霞ヶ浦流入河川の溶存態窒素・リン・有機炭素濃度と集水域の土地利用の関係、土木技術資料、54 (9)、2012
- ・北村友一、岡本誠一郎、印旛沼流入河川における出水時の栄養塩類濃度と藻類増殖ポテンシャルの関係、土木技術資料、57 (11)、2015

【学会発表等その他】(12本)

- ・Yoshiyuki Shibayama, Natsuki Hisaoka, Mizuhiko Minamiyama. An experimental study about the effect of water quality on species and biomass of algae in Lake Kasumigaura, The 4th Asia-Pacific Young Water Professionals Conference 2012 : IMSC2012、2012
- ・柴山慶行、鈴木穰、池田茂：霞ヶ浦における水質・環境の変化とアオコ発生の関係、第47回日本水環境学会年会、2013
- ・柴山慶行、平山孝浩、岡本誠一郎、霞ヶ浦におけるアオコ発生と風との関係、第78回日本陸水学会講演集、2013
- ・柴山慶行、平山孝浩、岡本誠一郎、霞ヶ浦を対象とした底質や流域からの栄養塩類負荷と湖沼環境の関係に関する研究、第50回環境工学研究フォーラム、2013
- ・柴山慶行、平山孝浩、岡本誠一郎、雨天時の栄養塩類負荷が底泥からの溶出に及ぼす影響、第48回日本水環境学会年会、2014
- ・柴山慶行、平山孝浩、鈴木穰、岡本誠一郎、担体処理を用いた実験を通じた栄養塩類濃度と藻類発生の変化について、第61回日本生態学会大会、2014
- ・對馬育夫、柴山慶行、岡本誠一郎、霞ヶ浦底質を用いた溶出試験および微生物叢解析、日本陸水学会第79回大会講演要旨集、2014
- ・對馬育夫、小森行也、岡本誠一郎、出水後の霞ヶ浦底質を用いた溶出試験および微生物叢解析、第49回日本水環境学会年会、2015
- ・Seiichiro Okamoto, Ikuo Tsushima. Algae bloom control techniques in Lake Kasumigaura, Japan. - To Green Algae, 過猶不及/To human, 一切唯心造 - International Symposium, 2015
- ・對馬育夫、高部祐剛、日高平、岡本誠一郎、NGSを用いた下水処理由来サンプルや環境由来サンプルの細菌叢解析、NGS現場の会第4回研究会、2015
- ・Ikuo Tsushima, Yoshiyuki Shibayama, Koya Komori, Seiichiro Okamoto. Dissolution tests and microbial community analysis using the bottom sediment before and after a large-scale flood. Journal of Water and Environment Technology, WET2015, 2015
- ・對馬育夫、金子陽輔、岡本誠一郎、霞ヶ浦底質における微生物群集構造解析、第50回日本水環境学会年会、2016

(3) 事業・社会への貢献

- ・霞ヶ浦の水位や各種水質項目・藻類種の変遷に関する分析結果を霞ヶ浦河川事務所に提供、情報交換を行った。
- ・全国の主要な湖沼の管理・調査担当者会議である「湖沼研究会」で本研究成果を提供するとともに、情報を共有した。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・国交省霞ヶ浦河川事務所と意見交換を実施。海水侵入などの底層環境の変化と藻類増殖への影響等について情報提供し、国交省の湖沼管理、堰操作等の参考資料に活用 (2013)

(6) 自己評価

- 1) 成果は、国交省の湖沼管理、堰操作等の参考資料に活用される等、事業・社会への貢献の面でも成果が得られている。
- 2) 発表論文も、海外査読論文を含めて発表、掲載済みである。
- 3) 着実に研究成果があがっており、達成目標を達成した。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 全体のメカニズムフレームワークを示し、どこが研究成果の付け加わったところか示すのがよい。
- 2) 満足すべき到達点が示されている。

【対応】

- 1) 今後、全体のフレームワークを示し、成果の位置づけをわかりやすく伝えられるよう努める。
- 2) 引き続き、努力する。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑩流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術)

事後評価 (プロ研個別)

「⑩-3 水環境中における病原微生物の対策技術の構築に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 下水や環境水における新興・再興感染症としての病原微生物である原虫類、ウイルス、薬剤耐性菌の実態解明
- 2) リスク評価のための極低濃度試料に対応した濃縮・定量技術の開発
- 3) 生物学的高度処理法による除去率向上要因の解明と消毒法による効果の検討
- 4) 適正な流域管理のための非点源負荷と対策技術の構築
- 5) 水環境保全システムとしての適切な対策技術の構築

【目標の達成状況】

- 1) ・ 公共用水域に対するノロウイルス、原虫類の負荷源の1つとして、浄化槽排水の存在を明らかにした。
・ 下水、河川水、下水道へ排出される病院排水での抗生物質耐性大腸菌の実態解明として、カルバペネム系のイミペネムに耐性を示した大腸菌は、現在のところ不検出であることを明らかにした。
・ 被災後の段階的な対策技術の導入にあたり、放流水の病原微生物の実態調査から適切な水質管理手法を提案した。
- 2) ・ リアルタイム RT-PCR 法によるウイルスの定量にあたり、試料中の阻害物質や試薬反応量の影響を明らかにした。
・ 抽出 RNA の逆転写工程および PCR 反応容量に対する供試水量をコントロールする手法の改良により、ノロウイルスの定量値を向上させられることを可能とした。
- 3) ・ 段階的な対策技術による病原微生物の消毒効果を把握した。
・ 活性汚泥処理によるノロウイルスの除去率は、活性汚泥の割合の影響を受けている可能性があり、活性汚泥処理への移行当初には、除去率が劣ることに留意が必要であった。
- 4) ・ 雨天時の実態調査により、合流式下水道越流水が放流先河川水のノロウイルス濃度に影響を及ぼすことを明らかにした。
・ 対策技術として、遮集倍率向上による放流先河川へのノロウイルス負荷の低減効果や、雨天時活性汚泥法によるノロウイルス負荷の削減効果を評価し、効果的な負荷削減方策を提案した。
- 5) ・ 抗生物質耐性大腸菌を用いて塩素、紫外線による不活化特性を解明した。
・ 塩素消毒では Ct 値を高めることで、抗生物質耐性大腸菌の割合が上昇し、耐性を有さない菌の割合は減少した。
・ 紫外線消毒による抗生物質耐性大腸菌の不活化のための適切な消毒条件を提案した。
・ 抗生物質耐性大腸菌の耐性遺伝子は垂直伝播していると考えられたことから、下水処理場などにおいて適切な消毒管理の必要性を明らかにした。

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(3本)

- ・ 諏訪守、安井宣仁、南山瑞彦(2016) 下水処理場における抗生物質耐性大腸菌の実態、下水道協会誌論文集、(投稿中)。
- ・ 諏訪守、安井宣仁、鈴木穰、岡本 誠一郎、桜井健介(2013) 津波被災下水処理場の段階的復旧対策技術による水質改善効果、下水道協会誌論文集。(論文奨励賞)
- ・ 岡本誠一郎、諏訪守、安井宣仁、桜井健介、新井百合子、他2名(2012) 東日本震災による下水道災害と公衆衛生面への影響、環境衛生工学研究。

【査読無し論文・国内】(8本)

- ・ 諏訪守、桜井健介、津森ジュン(2015) 下水道未整備区域を対象とした都市排水中の病原微生物による河川の汚染実態調査、土木技術資料。
- ・ 諏訪守(2014) 下水処理場におけるノロウイルスの実態、バムサジャーナル。
- ・ 諏訪守(2014) 震災時の下水処理場機能不全による感染リスク管理手法構築の必要性、バムサジャーナル。
- ・ 諏訪守、津森ジュン、鈴木穰(2014) 震災時の下水処理場機能不全に対する感染リスク管理手法の考察、土木技術資料。
- ・ 諏訪守(2013) 下水道における感染症対策、病院設備。
- ・ (公社)日本下水道協会発行(2012) 下水試験方法(下巻)、一部執筆。
- ・ 諏訪守、岡本誠一郎、内田勉(2012) 病原微生物リスクから市民を守る下水道、土木技術資料。
- ・ 諏訪守、岡本誠一郎、桜井健介、内田勉(2011) 各種下水処理条件でのノロウイルス除去特性、土木技術資料。

【学会発表等その他・国内】(10本)

- ・ 諏訪守、安井宣仁、南山瑞彦(2016) 合流式下水道の改善によるノロウイルス負荷の削減効果、第53回下水道研究発表会(投稿中)。
- ・ 安井宣仁、諏訪守、南山瑞彦(2016) 低圧・中圧紫外線照射における抗生物質耐性大腸菌の不活化効果と光回復、第50回水環境学会シンポジウム。
- ・ 諏訪守、安井宣仁、津森ジュン(2015) リアルタイム RT-PCR 法によるノロウイルス定量値に及ぼす影響因子、第52回下水道研究発表会。(優秀発表賞)
- ・ 諏訪守(2014) 下水道における病原微生物の対策と課題、公益社団法人日本技術士会山形支部教養講座、招待講演。
- ・ 東日本大震災復旧における下水道分野の支援(2014) 防災・減災に向けた研究成果報告会～東日本大震災から3年～、国総研・土研 東日本大震災報告会。
- ・ 諏訪守、安井宣仁、鈴木穰、桜井健介、津森ジュン(2014) 段階的機能回復による水質改善効果と課題、水環境学会年会、招待講演。
- ・ 鈴木穰、内田勉、諏訪守、安井宣仁、桜井健介(2013) 段階的機能回復による放流水質の改善効果の評価、東日本大震災による下水処理施設の被害からの復旧・復興に向けた取り組み、日本水環境学会 水中の健康関連微生物研究委員会講演資料。
- ・ 諏訪守(2012) 下水処理場の段階的機能回復と放射性物質対策、国総研・土研 東日本大震災報告会。
- ・ 岡本誠一郎、諏訪守、桜井健介、新井小百合、安井宣仁、鈴木穰(2011) 東日本大震災における下水道災害と公衆衛生面への影響、第14回日本水環境学会シンポジウム講演集。
- ・ 諏訪守、鈴木穰、安井宣仁、岡本誠一郎、桜井健介、新井小百合(2011) 被災した下水処理場における放流水の衛生的安全性の確保、Japan-YWP 第1回夏期セミナー。

【学会発表等その他・海外】(1本)

- ・ Yasui N., Sakurai K., Okamoto S., Suwa M. (2011) Inactivation evaluation method for norovirus by chlorine disinfection of sewage treatment, The 16th International Symposium on Health-Related Water Microbiology, CD-ROM.

(3) 事業・社会への貢献

- ・ノロウイルスの測定法に関して、2012年に改訂された「下水試験方法」に成果が反映された。
- ・「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」（国交省）への助言や、被災自治体に対する放流水質向上のための技術支援により、水域の公衆衛生の確保に貢献した。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・22件の論文を発表し成果について公表してきた。内2件で論文奨励賞、優秀発表賞を受賞し学術団体から評価された。
- ・日本水環境学会、技術士会山形県支部にて招待講演、土木学会環境工学委員会にて講演を行い成果の普及に努めた。

(6) 自己評価

- ・本研究成果として、各種病原微生物の実態把握や消毒実験、越流水対策技術に関する評価を進め、適切な消毒条件や効果的な負荷削減方を提案することができた。特に、近年世界的な問題となっている抗生物質耐性菌に関する成果は、今後の耐性菌対策の基礎データとして活用・展開が期待される。
また、極低濃度試料に対応した定量技術の開発がなされ、ウイルスに関するリスク評価の充実が見込まれる。成果の発表および普及は良好であると評価される。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 他の個別課題との関連として湖内への流入、湖内での挙動について論じることはしないのか。

【対応】

- 1) 第4期中長期計画における課題の中で、放流先水域における消長調査を実施し、評価を行っていく。

第4分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑪ 地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 流域からの濁質流出が河口域環境へ与える影響の把握と管理技術の確立
- 2) 河口海域における地形変化特性の評価技術の提案
- 3) 積雪寒冷沿岸域における生物の生息環境の適正な管理技術の提案
- 4) 氾濫原における生物多様性保全を、生物の生理・行動学的視点から捉えた、流域全体としての氾濫原管理技術の提案

【研究の達成状況】

- 1) 鷗川を対象とした干潟保全対策の方向性を明らかにした。
 - ・山地から沿岸域への「粒径を考慮した」濁質の挙動特性を「放射性同位体トレーサ」により把握した。
 - ・流域からの濁質流出と河口域の堆積環境への影響を把握した。
 - ・流域の「水理・地形・地質・土壌・土地利用等の地理情報」を考慮した濁質の環境影響評価手法を「分布型流出モデル」を用いて開発した。土砂生産量の地質依存性と地すべり地分布密度との相関性を新たに見いだしたことにより、濁質の管理技術について、新知見を踏まえた研究の再構築が必要である。
- 2) 砂利採取、漁港建設による河口海域地形、汀線変化量を把握した。
 - ・波浪と河口地形変化量との関係を把握した。
 - ・以上の解析評価結果に基づき、安定的な河口域海岸の保全手法を提案した。
- 3) 水産生物の生息環境に及ぼす陸域の影響を評価した。
 - ・沿岸域における水産生物の生息環境に係る適正管理手法を提案した。
 - ・他の沿岸域への応用と一般化に向け、各モデルや管理手法の留意点とその対応について提案した。
- 4) 寒冷地魚類の行動特性と河川構造物による影響を把握した。
 - ・テレメトリーシステム等を用いた、流れに対する魚類の生理・行動学的影響を把握した。
 - ・氾濫原における「移入種・外来種」の侵入状況及び影響を把握した。
 - ・健全な魚類の生息環境を面的に連続して確保する氾濫原管理手法を開発した。

(2) 発表論文

- ・合計 54 本、（査読付論文 国内 17 本、海外 9 本 を含む）

(3) 事業・社会への貢献

- ・「沙流川河川基本技術会議」、「沙流川流砂系における総合土砂管理」の支援・協働：北海道開発局
- ・「土砂生産源推定手法」、「土砂生産・濁度観測手法」、「ガンマ線分析法」の連携協力：森林総研、東京農工大、豪州・クイーンズランド州政府化学センターなど
- ・平取町、むかわ町において、鷗川沿岸の関係機関や地元自治体を含めた勉強会を主催し、研究成果を地域・関係機関へ普及、ネットワークの構築に貢献

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 地域環境研究としてうまくいったように思う。
- 2) 河川の土砂動態・濁質動態については、プロジェクト⑨と関連性が深いので、何らかの統合モデルの提案なり、トレーサ手法の確立に向けて、より連携を深めて研究プロジェクトを進めて欲しい。
- 3) 様々の新しい技術開発が行われたが、具体的な保全工法等への展開が必要である。
- 4) 管理技術まで達成出来なかったものもある。
- 5) モニタリングだけでは充分ではなく、対策に結びつく管理技術の構築が必要である。
- 6) 特定の河川流域(鶴川)において重点的に研究成果を上げてこられたことは評価できる。今後は他水系への適用と展開を期待したい。
- 7) 研究成果の公表だけでなく新たな課題を見出して次期の課題に取り組むことは非常に重要である。

【対応】

- 2) 第4期中長期計画では、プロジェクト⑨の後継課題と連携した研究開発プログラムにおいて、トレーサ手法の確立とより幅広い粒径への適用性について研究を進めていく予定である。
- 3), 4), 5) 流域内の濁質生産源の区間分布の推定手法を構築するなど本研究では一定の成果を得たが、具体的な保全工法等への展開や管理技術の構築などに向けて、第4期中長期計画において、継続して研究を進めたい。
- 6) 流域によって、地質・地形・流出パターンが異なるため、他流域域への適用性について、北海道内外の幾つかの流域を対象に研究を行っていきたい。
- 7) 本中期計画で得られた成果を踏まえ、新たな課題について、しっかり第4期中長期で取り組んで参りたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑪地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑪-1 積雪寒冷地における流域からの濁質流出と環境への影響評価・管理手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 鷓川を対象とした干潟保全対策
- 2) 山地から沿岸域への「粒径を考慮した」濁質の挙動特性を「放射性同位体トレーサ」により把握
- 3) 流域からの濁質流出と河口域の堆積環境への影響を把握
- 4) 流域の「水理・地形・地質・土壌・土地利用等の地理情報」を考慮した濁質の環境影響評価・管理手法を「既存分布型流出モデル」を用いて開発

【目標の達成状況】

- 1) 鷓川河口域・河口干潟の現状を把握し、干潟保全対策における課題を抽出した。
 - ・空中写真判読の結果、鷓川河口周辺の汀線は1948年～2006年の58年間で最大約500mの後退が認められた。
 - ・河口干潟の回復には、動的平衡による安定的な砂嘴形成の寄与が必要であると考えられた。
 - ・サンドバイパスや流域から出すべき必要土砂量・粒径の定量的評価等、干潟保全対策における課題を抽出した。
- 2) 高濃度 (>10,000mg/L) の濁度観測手法を構築し、浮遊土砂流出量の定量評価を可能にした。
 - ・放射性同位体トレーサ (212Pb、40K、228Ac) を用いた地質ごとの生産源寄与及び土砂生産量の推定手法を構築した。
 - ・生産源土砂、浮遊土砂の粒径組成が地質ごとに異なり、風化特性や地形に依存することを解明した。
 - ・流域内のSSの収支及び流出の季節変化特性を解明した。
- 3) 海岸土砂の粒径は、河口付近は流域からの土砂供給により安定して細かく、漂砂方向に従い粗粒化し、かつ時間的バラツキが大きいこと、これらの傾向が漁港で不連続になることを解明した。
 - ・流域のSSの生産源は中・下流域(堆積岩、変成岩)の寄与大、河口・海岸土砂は上流域(深成岩、付加体堆積岩)の寄与が大きいことを解明した。
 - ・鷓川・沙流川流域から沿岸域への詳細なSS流出状況を把握した。
- 4) 流域から沿岸域へ流出するSS及び栄養塩について、SS濃度による存在形態別N、P推定モデルを構築し、濁度観測によるSS・存在形態別栄養塩の季節変化特性を評価した。
 - ・トレーサ手法に基づく支流域毎の土砂生産量推定モデルを構築した。
 - ・新たな知見として、濁質生産量に地質依存性があること、また、地すべり地の分布密度との相関が得られ、地すべりによる濁質生産・供給プロセスが流域スケールの濁質流出量の主要因となることを解明した。
 - ・林野・農地土壌データベースを統合し、分布型水・土砂流出モデル(SWAT)用の土壌データベースを構築した。
 - ・流域の「水理・地形・地質・土壌・土地利用等の地理情報」を考慮した濁質の環境影響評価・管理手法として、SWATモデルにより鷓川・沙流川の水・濁質流出モデルを構築した。
 - ・SWATモデルによる流量の計算精度は融雪期の出水を含めて実用段階まで達したが、濁質生産・輸送量の計算精度は十分でなく、新知見として得られた地すべりによる濁質生産プロセスのモデルへの反映等が課題として抽出された。

- ・本研究で構築したトレーサ手法により、従来の分布型水・土砂流出モデルには実装されていない、流域スケールの濁質生産・流出プロセスが新知見として得られたため、一部未達成部分（濁質の管理手法開発）が残されたが、抽出された課題の解決に向けて、次期中期に引き継いで研究を実施する。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 一部達成

(2) 発表論文

【査読付き・国内】 7 編

- ・大塚淳一，水垣滋，山下俊彦：北海道鶴川河口域の短期的な地形変動機構について. 土木学会論文集 B2（海岸工学），第 71 巻第 2 号，2015
- ・大橋正臣，三森繁昭，三上信雄，水垣滋，山本潤，門谷茂：鶴川沿岸の現地観測によるブルーム初期から融雪出水期までの基礎生産の変化について. 土木学会論文集 B2（海岸工学），第 71 巻第 2 号，2015
- ・大塚淳一，水垣滋，山下俊彦：複素主成分分析を用いた鶴川沿岸域の地形変動解析. 土木学会論文集 B3（海洋開発），第 71 巻第 2 号，2015
- ・大橋正臣，河合浩，三上信雄，水垣滋，大村智宏，山本潤，門谷茂：鶴川沿岸の基礎生産に及ぼす光環境の影響に関する研究. 土木学会論文集 B3（海洋開発），第 70 巻第 2 号，2014
- ・水垣滋，大塚淳一，丸山政浩，矢部浩規，浜本聡：鶴川海岸の土砂生産源と粒径の季節変化. 土木学会論文集 B2（海岸工学），第 69 巻第 2 号，2013
- ・大橋正臣，山本潤，須藤賢哉，水垣滋，門谷茂：鶴川沿岸の基礎生産に対する融雪出水の効果について. 土木学会論文集 B2（海岸工学），第 69 巻第 2 号，2013
- ・大橋正臣，山本潤，須藤賢哉，水垣滋，門谷茂，田中仁：鶴川沿岸の漁場環境に及ぼす河川出水の影響. 土木学会論文集 B2（海岸工学），第 68 巻第 2 号，2012

【査読付き・海外】 2 編

- ・Shigeru Mizugaki, Takaaki Abe, Yasuhiro Murakami, Masahiro Maruyama, Mayumi Kubo: Fingerprinting suspended sediment source in the Nukabira River, northern Japan. International Journal of Erosion Control Engineering, Vol. 5.1, 2012
- ・Takaaki Abe, Shigeru Mizugaki, Toshihito Toyabe, Masahiro Maruyama, Yasuhiro Murakami, Takashi Ishiya: High range turbidity monitoring in the Mu and Saru river basins: All-year monitoring of hydrology and sediment transport in 2010. International Journal of Erosion Control Engineering, Vol. 5.1, 2012

【査読なし・国内】 5 編

- ・水垣滋，田上信樹，佐々木晋：鶴川・沙流川流域における土砂・栄養塩流出の季節変化. 平成 26 年度北海道開発局技術研究発表会論文集，2015.
- ・水垣滋，吉川契太郎，佐々木晋：鶴川・沙流川流域における土砂・栄養塩収支. 平成 25 年度北海道開発局技術研究発表会論文集，2014
- ・水垣滋，吉川契太郎，旭峰雄：鶴川・沙流川流域における融雪期の土砂・物質流出特性. 平成 24 年度北海道開発局技術研究発表会論文集，2013
- ・水垣滋，阿部孝章，丸山政浩：濁度計を用いた出水に伴う高濃度濁水中の浮遊土砂濃度推定法. 平成 23 年度北海道開発局技術研究発表会論文集，2012
- ・丸山政浩，水垣滋，村上泰啓：放射性同位体を用いたダム流域における降雨出水時の土砂生産源推定. 平成 23 年度北海道開発局技術研究発表会論文集，2011

【学会発表等その他】（27 本）

- ・水垣滋，谷瀬敦，平井康幸：濁度観測と履歴解析に基づく流域の土砂流出特性. 日本森林学会第 127 回大会，藤沢，2016 年 3 月 26-29 日.

- ・ Shigeru Mizugaki, Mayumi Kubo, Atsushi Tanise, Yasuyuki Hirai, Satoshi Hamamoto: Incorporating landslide erosion into the SWAT for modeling suspended sediment discharge from snowmelt-dependent watersheds in northern Japan. AGU Fall Meeting 2015, San Francisco, USA., 14-18 December, 2015.
- ・ 水垣滋, 杉原幸樹, 大橋正臣, 平井康幸, 浜本聡: 出水時の存在形態別栄養塩濃度の推定法. 水文・水資源学会, 八王子, 2015年9月9-11日.
- ・ 水垣滋, 渡邊和好, 久保まゆみ, 平井康幸, 浜本聡: 流域スケールにおける地質別土砂生産量の推定法. 砂防学会, 宇都宮, 2015年5月20-21日.
- ・ 村上正人, 内田太郎, 水垣滋, 松本直樹, 蒲原潤一, 丹羽諭, 根本徹, 田端幸輔: 大規模土砂生産後の土砂動態に関する土砂供給シナリオを踏まえた分析. 砂防学会, 宇都宮, 2015年5月20-21日.
- ・ 五味高志, 青戸一峰, 平岡真合乃, 水垣滋, 石塚忠範, 内田太郎: 北海道沙流川流域における表層崩壊と深層崩壊の発生分布特性. 砂防学会, 宇都宮, 2015年5月20-21日.

他 21 本

【土研刊行物による成果の公表】 3編

- ・ 水垣滋, 谷瀬敦, 平井康幸: 岩石の暴露試験による積雪寒冷地域の微細土砂生成速度. 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所月報, 第 750 号, 2015
- ・ 蒲原潤一, 内田太郎, 林真一郎, 矢部浩規, 渡邊和好, 水垣滋. 山地河道の流砂水文観測における濁度計観測実施マニュアル(案). 国土技術政策総合研究所資料, 第 792 号/土木研究所資料, 第 4284 号, 2014
- ・ 水垣滋, 阿部孝章, 丸山政浩: 濁度計による高濃度濁水中の浮遊土砂濃度推定法. 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所月報, 第 706 号, 2012

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 山地河道の流砂水文観測における濁度計観測実施マニュアル(案). 2014. 国総研資料 792 号/土研資料 4284 号

(4) 特許等の取得

- ・ 特になし

(5) 成果の普及

- ・ 基準・マニュアル等への反映: 山地河道の流砂水文観測における濁度計観測実施マニュアル(案). 2014. 国総研資料 792 号/土研資料 4284 号
- ・ 講演会・講習会等の開催・講演: 「鶴川・沙流川流域土砂動態現地勉強会及び合同調査」の開催・講演、「鶴川周辺海岸勉強会」での講演、流域圏セミナーの開催・講演、国際学会でのセッション企画・講演、国際シンポジウムでの講演
- ・ 技術指導(54件): 濁度計観測手法(12件)、放射性同位体測定法・土砂生産源推定法等(22件)、流域土砂動態・総合土砂管理等(14件)、その他(6件)【相手先】国機関(北海道開発局、六甲砂防事務所、国総研、土研つくば: 20件)、大学(北大、室工大、農工大、京大、九大、首都大: 12件)、独法(国環研、森林総研、道地質研: 11件)、地方自治体(1件)、団体・民間(6件)、海外(豪州等: 2件)

(6) 自己評価

- ・ 干潟保全対策のため、サンドバイパスや流域から出すべき必要土砂量・粒径の定量的評価の課題をまとめた。
- ・ 山地から沿岸域への「粒径を考慮した」濁質の挙動特性を「放射性同位体トレーサ」により把握した。
- ・ 流域からの濁質流出と河口域の堆積環境への影響を把握した。
- ・ 流域の「水理・地形・地質・土壌・土地利用等の地理情報」を考慮した濁質の環境影響評価・管理手法を「既存分布型流出モデル」を用いて開発した。ただし、流量の計算精度は融雪期の出水を含めて実用段階まで達したが、浮遊土砂の生産・輸送量の計算精度については、今後の改善が必要である。
- ・ これらの研究成果について、国内外の学術雑誌及び学会、土研刊行物において数多くの発表を行い、成果の

普及に努めた。

- ・山地河道における濁度計観測についてはマニュアル（案）として国総研資料/土研資料としてとりまとめた。
- ・これらの研究成果は、今後、沙流川水系総合土砂管理計画に反映される見通しである。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 砂礫(河床材料)の生産源の議論には展開出来ないのか
- 2) 地すべり卓越と深成岩地質は相関があるのか
- 3) トレーサによる技術開発を行ったことが評価出来る。
- 4) 管理手法について更に研究を進めて欲しい。
- 5) 濁質源の特定が管理であるとすれば、目的はほぼ達成されていると思う。
- 6) チャレンジングな研究が実施され、大きな研究成果が得られている。他所への応用が望まれる。
- 7) 濁度源の特定が管理手法なのか、その先の、濁度が高ければ低くすることまでを管理とするのか。
- 8) 濁質の生産源対策をどうするのかということと、どういうふうなネゴシエーションをしていったらよいのかも地域環境研究のテーマの一つになるのではないかと。

【対応】

- 1) 第4期中長期計画では、本研究の後継課題として、「粒径別土砂生産量の空間分布評価手法に関する研究」がスタートしており、河床材料等の砂礫について生産源推定を試みる。具体的には、放射性同位体トレーサの分析手法を再検討（非破壊分析ではなく、砂礫を粉碎して均一な粉末試料を作成してから分析）する、また、別のトレーサ（岩種、鉱物組成、元素組成等）と生産源区分（地質、地形区分等）との有効な組み合わせを再探索する等、本研究で構築した土砂生産源推定手法や調査・分析・解析スキームを、より幅広い粒径階に展開する予定である。
- 2) 海岸砂の主要な生産源である深成岩地質の地域には、地すべり地がほとんど分布しておらず、本研究調査地域においては両者に相関は認められなかった。地すべり地は変成岩（主に蛇紋岩）や付加体・玄武岩ブ

ロックで構成される地域に卓越しており、これらの地域は、土砂生産源推定手法により濁質（ウォッシュロード）成分のような微細土砂の主要な生産源であることが明らかになった。したがって、地すべりは、海岸砂を生産・供給するよりもむしろ、濁質成分に寄与していると考えられる。

- 4), 7) 流域内のどこが主要な濁質生産源となっているかを把握することは、水系一貫した（流砂系の総合的な）土砂管理における最も重要な情報の一つであり、その手法を構築し、流域内の土砂生産量の分布を示せたことで、目的の一部を達成したと認識している。一方で、どのように濁質を管理（制御）するかについては言及するに至っておらず、第4期中長期計画において、継続して研究を進めたいと考えている。
- 6) 道内外の他流域への適用性について、第4期中長期計画において、継続して研究を進めていくかんがえである。
- 8) 生産源対策を流域でどのように分担して行っていくかのなどのネゴシエーションについては、本研究期間内においても、毎年1回、流域の河川管理者や森林管理者、自治体関係者、電力会社などが集まり、大学・研究機関も交えて話題提供・情報交換・現地見学をとおして検討する機会を設けており、流域の土砂動態や総合土砂管理の現状・課題について認識を共有している。次期中長期計画においても引き続き、関係機関との情報共有の場を設け、生産源対策についても検討していきたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑪地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑪-2 積雪寒冷地の河口域海岸の形成機構解明と保全に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 河口域海岸における地形変化特性の解明
- 2) 河口域海岸における地形変化特性の評価
- 3) 安定的な河口域海岸の保全手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・過去約40年間の河道横断測量データを解析し、砂利採取実施期間では河床が大きく侵食し、砂利採取禁止期間では河床が堆積したことを確認した。
 - ・過去約40年間の河口域の航空写真を解析し、汀線が最大で400m後退したことを確認した。
 - ・過去17年間の鷗川河口沿岸域の広域深淺測量データを解析し、河口前面が大きく侵食したことを確認した。
 - ・高頻度河口地形測量および高頻度河口航空写真撮影を実施し、近年の河口地形の変動特性を把握した。
- 2) ・外的要因(砂利採取量、漁港建設等)を踏まえた河道から河口周辺までの地形変化を定量的に把握した。
 - ・波浪エネルギーと河口周辺の地形変化の関係を定量的に評価した。
 - ・近年の河口周辺地形の変動要因の再評価を実施し、河口周辺の地形変化機構を解明した。
- 3) ・鷗川河口域の侵食範囲と侵食量を把握し、最適な養浜位置および養浜量を検討した。
 - ・鷗川河口域に最適な海岸保全手法を提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(3本)

- ・水垣滋, 大塚淳一, 丸山政浩, 矢部浩規, 浜本聡: 鷗川海岸の土砂生産源と粒径の季節変化. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 2013
- ・大塚淳一, 水垣滋, 山下俊彦: 複素主成分分析を用いた鷗川沿岸域の地形変動解析, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 2015
- ・大塚淳一, 水垣滋, 山下俊彦: 北海道鷗川河口域の短期的な地形変動機構について, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 2015

【査読付論文・海外】(2本)

- ・Junichi Ohtsuka, Shigeru Mizugaki: Investigation of sediment discharge and sediment transport at a river mouth on the basis of high-frequency bathymetric survey, INDO-JAPAN Workshop on River mouths, Tidal Flats and Lagoons, 2014.
- ・Junichi Ohtsuka, Yasunori Watanabe: Laboratory measurement of sediment transport under breaking wave turbulent flow field, The 34th International conference on coastal engineering, 2014.

【査読無し論文・海外】(4本)

- ・Junichi Ohtsuka, Shigeru Mizugaki and Satoshi Hamamoto: River-sand Dredging Impact on the

Geomorphological Processes of a River and a Coastal Area over the Past Several Decades, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS 2014).

- ・ Shigeru Mizugaki, Kazuyoshi Watanabe, Hiroki Yabe, Junichi Otsuka, Masami Ohashi and Satoshi Hamamoto: Lithological control on particle size of suspended sediment from mountain to coast: evidences by fingerprinting technique and weathering test, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS 2014).
- ・ Shigeru Mizugaki, Junichi Otsuka, Masahiro Maruyama, Takaaki Abe, Kazuyoshi Watanabe, Hiroki Yabe, Satoshi Hamamoto: Fingerprinting Sources of Fluvial Sediment from the Mountain to the Coastal Area and its Particle Size Dependency, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS 2013).
- ・ Shigeru Mizugaki, Junichi Otsuka, Masahiro Maruyama, Satoshi Hamamoto, Yasuhiro Murakami: Different sources of suspended sediment according to particle size determined by natural radionuclides. 2012 Fall Meeting, AGU, San Francisco, 2012.

【学会発表等その他】(5本)

- ・ 水垣滋, 渡邊和好, 矢部浩規, 大塚淳一, 大橋正臣, 浜本聡: 積雪寒冷地域における風化特性の岩石による違い. 砂防学会, 2014年
- ・ Junichi Otsuka, Shigeru Mizugaki: Investigation of sediment discharge and sediment transport at a river mouth on the basis of high-frequency bathymetric survey. INDO-JAPAN Workshop on River mouths, Tidal Flats and Lagoons, Madras, India, 2014.
- ・ Junichi Otsuka, Yasunori Watanabe: Laboratory measurement of sediment transport under breaking wave turbulent flow field, The 34th International conference on coastal engineering, 2014.
- ・ Junichi Otsuka, Yasunori Watanabe: Laboratory observation of turbulent flow and sediment transport under regular breaking waves, Two-phase modelling for sediment dynamics in geophysical flows, Tokyo, Japan, 2016. (Submitted)
- ・ Shigeru Mizugaki, Junichi Otsuka, Masami Ohashi, Spatial distribution in sediment yield within watershed: fingerprinting source of suspended sediment from mountain to coast, Japan Geosciences Union Meeting, 2016. (Submitted)

(3) 事業・社会への貢献

- ・ 河口域海岸の地形変化特性評価法、及び最適な海岸保全手法の検討事例を技術資料として取りまとめ、他の海岸域の保全手法検討が容易に実施可能となった。
- ・ 鶴川河口域海岸の管理・保全手法として提案し、今後事業実施されることで当該海岸の良好な維持保全が可能となる。

(4) 特許等の取得

- ・ なし

(5) 成果の普及

- ・ 河口域海岸の地形変化特性評価法、及び最適な海岸保全手法の検討事例を技術資料として取りまとめた。
- ・ 得られた知見・成果は、論文発表をとおして公表した。
- ・ その他各種講演会・講習会等に参加またはそれらを開催し、研究成果を紹介した。
- ・ 北海道開発局からの技術相談に対応し、また、関係自治体を含めた勉強会を開催し研究成果を普及した。

(6) 自己評価

- ・ 本研究で目指した目標を達成したものと評価している。
- ・ 鶴川河口域海岸の地形変化機構を解明した。
- ・ 河口域海岸の地形変化特性評価法、及び最適な海岸保全手法の検討事例を技術資料として取りまとめ、目標を達成したと考える。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 海岸侵食は持ち出しだけか？
- 2) 波浪の供給の事は議論しないのか？
- 3) 海岸保全手法の提案が、明確に提示されていなかった。
- 4) 具体的な土砂の移動が把握できており、良い成果である。
- 5) 十分な研究成果が得られている。

【対応】

- 1), 2) 海岸侵食に関しては、地形測量や波浪・水文データを解析した結果から、漁港での沿岸漂砂の遮断や河道掘削による土砂供給量の減少、少雨（1970～90年代）による流域での土砂生産量の減少、が影響しているものと考えられる。また、高頻度による河口地形測量の結果及び波浪データの解析結果から、河口の左岸側と右岸側の地形変化量と波浪エネルギーとの関係をそれぞれ明らかにし、河口左岸側の侵食は春から秋に卓越する西向きの波浪が大きく影響していることを把握した。
- 3) 本研究では、高頻度で河口地形を測量した結果から、①現在も河口左岸側（水深 5m 以浅）において侵食が進んでいること、②侵食量は 10 万 m^3 /年以上であり、現在進められている漁港からのサンドバイパスの量（近年、1 万 m^3 /年以下）をはるかに超えるものであること、③河道は全体的に堆積傾向を示していること、を把握した上で、漁港からの供給に加えてこの堆積土砂を利用した河道から侵食海岸へのサンドバイパスが河口地形の安定化に有効であることを提案した。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑪地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑪-3 積雪寒冷沿岸域の水産生物の生息環境保全に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 水産生物の生息環境に及ぼす陸域の影響の評価
- 2) 沿岸域における水産生物の生息環境に係る適正管理手法の提案
- 3) 他の沿岸域への応用と一般化に向けた提案

【目標の達成状況】

- 1) 河川出水(夏季出水、融雪出水)が沿岸域の水産生物の生息環境に及ぼす影響を把握するため、濁水の挙動や出水前後の水質・底質、プランクトン、基礎生産量等の評価
- 2) 低次生態系モデルを用いて出水前後の基礎生産構造を再現、予測する手法を提案。移流・拡散モデルによる浮遊物質の再現計算と大規模出水時の予測を実施、濁水の拡散範囲の予測・評価手法を提案。生息二枚貝(ウバガイ)の生態特性として浮遊物質濃度と濾水速度の関係を解明。消散係数と浮遊物質SSの関係把握、海域の光環境を解明。クラスター解析の結果から生息環境に関するゾーニング・評価し、水産生物の適正管理手法を提案
- 3) 当沿岸と沖合域のデータを用いて、海域の光環境について浮遊物質とクロロフィルaを変数として定式化し、適用方法を提案。釧路港で良好に消散係数が再現され、算出式の有効性を実証。一般化に向け、各モデルや管理手法の留意点とその対応について提案

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

(発表論文：19本、うち査読付論文国内：5本、査読無し論文国内：3本、査読無し論文海外：2本、学会発表等その他：9本)

【査読付論文・国内】

1. 大橋正臣・山本潤・須藤賢哉・水垣 滋・門谷 茂・田中 仁：鶴川沿岸の漁場環境に及ぼす河川出水の影響，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 68，2012
2. 大橋正臣・山本潤・須藤賢哉・水垣 滋・門谷 茂：鶴川沿岸の基礎生産に対する融雪出水の効果について，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 69，2013
3. 林田健志・山本潤・大橋正臣・河合浩ほか：北方海域に適用する低次生態系モデルのための生物パラメータの取得，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 69，2013
4. 大橋正臣・河合浩・三上信雄・水垣滋ほか：鶴川沿岸の基礎生産に及ぼす光環境の影響に関する研究，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 70，2014
5. 大橋正臣・三森繁昭・三上信雄・水垣滋ほか：鶴川沿岸の現地観測によるブルーム初期から融雪出水期までの基礎生産の変化について，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 71，2015

【査読無し論文・国内】

6. 須藤賢哉・大橋正臣・山本潤：水産水域環境の諸問題に対応した水質変動予測手法について，第55回北海道開発技術研究発表会，環境 29(港)，2012

7. 須藤賢哉・大橋正臣・山本潤：北海道沿岸における漁場環境の変動機構解明の試み，第56回北海道開発技術研究発表会，2013
8. 三森繁昭・大橋正臣・三上信雄：沿岸域の基礎生産に着目した光環境に関する研究，第58回北海道開発局技術研究発表会，2015

【査読無し論文・海外】

9. Ohashi. M, Yamamoto. J, Sudo. K : A NUMERICAL STUDY ON INFLUENCE OF PRIMARY PRODUCTIVITY BY RIVER FLOOD IN COASTAL REGION, Pacific Congress on Marine Science and Technology, 2012
10. Shigeru Mizugaki・Kazhyoshi Watanabe・Hiroki Yabe・Junichi Ohtsuka・Masami Ohashi・Satoshi Hamamoto : Lithological control on particle size of suspended sediment from mountain to coast: evidences by fingerprinting technique and weathering test, AOGS 2014 11th Annual Meeting, 2014

【学会発表等その他】

11. 須藤賢哉・大橋正臣・山本潤：鶴川・沙流川の夏季出水が周辺海域に及ぼす影響を把握する試み，平成24年度日本水産工学会学術講演会，2012
12. 須藤賢哉・大橋正臣・山本潤：鶴川の融雪出水に伴う沿岸域の水質動態，第49回環境工学研究フォーラム講演集，2012
13. 須藤賢哉：河川出水に伴う鶴川河口周辺の環境変化について，平成25年度北方海域技術研究会，2013
14. 須藤賢哉・大井啓司・大橋正臣・山本潤：融雪出水が鶴川・沙流川周辺海域に及ぼす影響に関する現地観測，平成25年度日本水産工学会学術講演会，2013
15. 村上俊哉・田保知佳・竹田尚弘・須藤賢哉・大橋正臣・山本潤：鶴川河口沿岸域における底生生物の分布について，平成25年日本水産工学学術講演会，2013
16. 大橋正臣・河合浩・水垣滋・阿部島直哉・三上信雄：河川出水による鶴川沿岸の水域環境の変化について，縁辺海の自然科学的な機能と人間活動の役割（低温研萌芽研究シンポジウム），2013
17. 櫻井泉・今英雄・大橋正臣：ウバガイの濾水活動に影響を及ぼす濁度の影響，平成26年度日本水産学会春季大会，2014
18. 岡元節雄・大橋正臣・三上信雄ほか：ホタテ貝殻礁に蝸集するアカザラガイとスジキレボヤの濾水速度について，平成26年日本水産工学学術講演会，2014
19. 水垣滋・渡邊和好・矢部浩規・大塚淳一・大橋正臣・浜本聡：積雪寒冷地域における風化特性の岩石による違い，砂防学会研究発表会，2014

(3) 事業・社会への貢献

- ・北海道開発局室蘭開発建設部に対し、平成23年台風12号に伴う出水及び融雪出水が漁場環境に与えた影響に関する調査結果を報告
- ・平取町、むかわ町において鶴川沿岸の関係機関や地元自治体を含めた勉強会を主催し、研究成果を地域・関係機関へ普及・技術指導を実施
- ・現場での活用として、海域環境の評価手法の現地への提案（釧路港等）

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・基準・マニュアル等への反映として、沿岸域の光環境の評価手法について「寒冷地の沿岸構造物における環境調和ガイドブック（平成28年度発刊予定）」（仮称）に反映
- ・講演会の開催として、日本技術士会北方海域技術研究発表会（寒地土研・技術士会共催）の開催及び研究発表

(6) 自己評価

* 研究の成果や達成状況の分析

- ・ 列島各地に被害をもたらした平成 23 年台風 12 号に伴う出水及び融雪出水を対象に現地観測を成功させ、沿岸域の水産生物の生息環境へ及ぼす影響を評価した。
- ・ 水産生物の適正管理手法を検討するため、ウバガイの生息密度の調査を行うとともに低次生態系モデルを用いて水産生物の生息環境の変化について再現、予測可能な手法を提案した。また、ウバガイの濾水速度など解明されていない生態特性を明らかにしている。
- ・ ウバガイ生息密度、底質粒径等の環境因子による多変量解析（クラスター解析）を実施し、この解析結果から生息環境に関するゾーニング・評価することで、水産生物の適正管理手法を提案している。
- ・ 海域の光環境について浮遊物質とクロロフィル a を変数として定式化し適用方法を提案するとともに、他地域（釧路港）における有効性を実証しており目標を達成している。

* 研究の目的・必要性・課題構成について現時点における分析

- ・ 本研究は、積雪寒冷沿岸域における水産生物の生息環境の保全と流域・社会基盤管理の両立に資する技術開発を目的としており、水産資源の減少傾向が続いている中で水産生物の生息環境保全に係る適正管理手法の提案は喫緊の課題であるため、これまでの成果に基づいて生態系モデルの高度化等適正管理手法に関して引きつづき研究を進める必要がある。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 研究仮説が限定的だが興味深い成果、応用するときの「仮説」の妥当性は？
- 2) 十分な成果が得られている。クラスター解析に関して他地域との比較を是非やっていただきたい。
- 3) (クラスター解析において) 漁業の実態（漁獲率）との関係を例示してほしい。フィードバックされたのか？

【対応】

- 1) ご指摘のとおり、適正管理手法に関してはモデル的に鵜川沿岸域の漁場環境の検討を行ったものであり、今後他地域への応用の際には、本沿岸域との共通性と相違性を分別して検討を進めてまいりたい。なお、光環境の評価における消散係数に関しては、他地域での検討を踏まえ妥当性や汎用性を検証している。
- 2) ご指摘のとおり、今後は鵜川沿岸とその他の沿岸（漁場）の共通点や相違点を考察・検討することが重要と考えている。第4期中長期計画では、鵜川沿岸において漁場環境のモニタリングを継続し、本解析手法のフォローアップを行い、その後に他地域との比較検討に取り組んでまいりたい。
- 3) 本沿岸域では、推定資源量に対して漁獲率が10%以下にするという資源管理を行っており比較的安定的な漁場であると評価できるため、漁獲後の生息密度により検討を行っている。これらの検討結果を踏まえ、解析にあたっては、資源量の年変動や平面的な資源量の変動を加味して3年分の平均値を用いて検討している。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑪地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究)

事後評価 (プロ研個別)

「⑪-4 氾濫原における寒冷地魚類生息環境の影響評価・管理手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 寒冷地魚類の行動特性と河川構造物による影響の把握
- 2) テレメトリーシステム等を用いた、流れに対する魚類の生理・行動学的影響の把握
- 3) 氾濫原における「移入種・外来種」の侵入状況及び影響の把握
- 4) 健全な魚類の生息環境を面的に連続して確保する氾濫原管理手法の開発

【目標の達成状況】

- 1) ・美利河ダム周辺（減水区間、魚道、ダム上流）における産卵期サクラマス幼魚の行動特性を把握し、ダム魚道やダムの弾力管理放流がサクラマスに与える影響について評価を行うことができた。
・石狩川旧花園頭首工における2つの魚道の産卵期シロザケのエネルギー消費や行動特性を把握し比較することで、魚道機能の評価を行うことができた。
- 2) ・産卵期におけるシロザケとサクラマスの遊泳速度と酸素消費量を室内実験により解明し比較したうえで、豊平川の河川横断構造物を遡上するシロザケとサクラマスの遡上行動を把握することでできた。
・テレメトリー機器装着時における遊泳力や酸素消費などの生理・行動学的影響を把握した。
・魚道など河川横断構造物におけるサクラマス幼魚の降下行動の評価を行った。
- 3) ・25箇所ある石狩川旧川群における現在と30年前における魚類の生息状況について比較を行うことで、移入種・外来種が大幅に生息旧川数を増やしていることや在来種の生息旧川数があまり拡大していないことを明らかにした。
・石狩川旧川群内の魚類の生息場となる水生植物を解析し、成因（人工・自然・後背湿地）ごとの傾向や成因の違いと地形形状を把握した。
- 4) ・石狩川流域全体における、河川横断構造物がシロザケの産卵遡上行動に与える影響を解明した。
・美利河ダム魚道は、サクラマス生態サイクルに対して生息と移動の選択を付与していることを解明した。
・テレメトリーシステム手法により、河口から上流産卵域までの縦断的な水域連続性、支川や旧川と本川との横断的な移動など面的なモニタリングを可能とする技術を構築し、氾濫原管理に資する一手法を提示した。

【目標の達成度（自己評価）】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】（5本）

- ・林田寿文，新居久也，渡邊和好，宮崎俊行，上田宏：サクラマスモルトの降下時における美利河ダム分水施設の評価。水工学論文集, Vol. 71, 2015.
- ・林田寿文，渡邊和好，水野宏行，宮崎俊行，新居久也，真山紘：ダム建設および魚道設置が生息魚類に与える長期的影響の評価。河川技術論文集，第21巻，2015.
- ・柳屋圭吾，渡邊和好，林田寿文，矢部浩規：サクラマスの生息密度と産卵床数に基づいた魚道整備による

流域連続性の改善効果評価, 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014.

- ・島田友典, 林田寿文, 渡邊和好, 大角賢一: 十勝川千代田分流堰に設置した 2 種類の魚道における魚類遡上状況の検証, 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014
- ・林田寿文, 平山明, 上田宏: 石狩川旧川群の魚類相の変遷と移入種の影響について. 水工学論文集, 第 55 巻, 2011.

【査読付論文・海外】(5本)

- ・Miyoshi K., Hayashida K., Sakashita T., Fujii M., Nii H., Nakao K., Ueda H. : Comparison of the swimming ability and upstream-migration behavior between chum salmon and masu salmon, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 71(2), 2014.
- ・Negishi JN., Soga M., Ishiyama N., Suzuki N., Yuta T., Sueyoshi M., Yamazaki C, Koizumi I., Mizugaki S., Hayashida K., Nunokawa M., Yoshimura N. : Geomorphic legacy controls macrophyte distribution within and across disconnected floodplain lakes, Freshwater Biology, 59(5), 2014
- ・Hayashida K., Nii H., Tsuji T., Miyoshi K., Hamamoto S., Ueda H. : Effects of anesthesia and surgery on U_{crit} performance and MO_2 in chum salmon, *Oncorhynchus keta*, Fish Physiology and Biochemistry, 39(4), 2013.
- ・Soga M., Ishiyama N., Sueyoshi M., Yamaura Y., Hayashida K., Koizumi I., Negishi JN. : Interaction between patch area and shape: lakes with different formation processes have contrasting area and shape effects on macrophyte diversity, Landscape and Ecological Engineering, 10(1), 2013.
- ・Hayashida K., Fukaya K., Ueda H., Arjan P. Palstra: Salmonid Reproductive Migration and Effects on Sexual Maturation, In Swimming Physiology of Fish. Edited by Arjan P. Palstra and Josep V. Planas. Springer, 2012.

【査読無し論文・国内】(11本)

- ・林田寿文, 新居久也, 田中智一郎: P I T タグシステムを用いた長期的なサクラマス の行動把握, 平成 27 年度北海道開発局技術研究発表会論文集
- ・林田寿文, 有賀誠, 佐藤耕治: テレメトリーを用いた石狩川流域におけるシロザケの遡上行動の評価, 平成 26 年度北海道開発局技術研究発表会論文集. (北海道開発協会会長奨励賞)
- ・林田寿文, 新居久也, 春日慶一: バイオテレメトリーを用いた魚類の遡上行動解析, 平成 23 年度北海道開発局技術研究発表会論文集. (寒地土木研究所長賞受賞)
- ・松本勝治, 岩崎政司, 林田寿文: 美利河ダムにおける魚類遡上状況について, 平成 23 年度北海道開発局技術研究発表会論文集. (北海道開発局長賞受賞)
- ・林田寿文, 新居久也, 春日慶一: バイオテレメトリーを用いた魚類の遡上行動解析, 平成 24 年度国土交通省国土技術研究会. (優秀賞受賞)

他 6 本

【査読無し論文・海外】(6本)

- ・Hayashida K., Nii H., Kasuga K., Watanabe K. : Downstream migration of masu salmon smolt at a fish passage of Pirika Dam in Hokkaido, Japan, 10th International Symposium on Ecohydraulics, 2014

他 5 本

【学会発表等その他】(47本)

- ・林田寿文, 渡邊和好, 水野宏行, 林誠, 宮崎俊行, 毛木博彰, 新居久也, 眞山紘: ダム建設および魚道設置が生息魚類に与える長期的影響の評価, 平成 27 年度日本水産学会秋季大会
- ・林田寿文, 有賀誠, 渡邊和好: 石狩川流域におけるシロザケの産卵遡上速度, 土木学会第 70 回年次学術講演会
- ・Hayashida K., Nii H., Aruga M., Sato K., Kumaki T., Watanabe K., Ueda H. : Basin-wide evaluation of chum salmon spawning migration, 3rd International Conference on Fish Telemetry, 2015
- ・Hayashida K., Nii H., Miyazaki T., Watanabe K. : Evaluation of a fishway and diversion facility during downstream migration of masu salmon smolt at the Pirika Dam, Hokkaido, Japan, 5th

International Multidisciplinary Conference on HYDROLOGY and ECOLOGY, 2015

- ・林田寿文, 新居久也, 中尾勝哉, 渡邊和好, 宮崎俊行, 上田宏: PIT タグシステムによるサクラマス母川
回帰確認手法の検討, 平成 27 年日本水産学会春季大会 他 4 2 本

【土研刊行物による成果の公表】 合計: 5 本

- ・林田寿文, 渡邊和好, 谷瀬敦: 既設ダムへの魚道設置によるサクラマス生息環境の改善効果, 寒地土木研
究所月報 754 号
- ・河川工作物評価(魚介類対象)のためのバイオテレメトリー調査ガイドライン(案)
- ・渡邊和好, 林田寿文: 魚道整備による流域連続性の改善効果評価~サクラマスの幼魚生息密度と産卵床数
を用いて~, 寒地土木研究所月報第 738 号
- ・林田寿文, 渡邊和好, 矢部浩規: バイオテレメトリー手法を用いた小型魚の降下行動調査事例の紹介, 寒
地土木研究所月報第 730 号
- ・林田寿文, 新居久也, 春日慶一: サクラマスの産卵期における美利河ダム魚道の評価, 寒地土木研究所月
報第 715 号

(3) 事業・社会への貢献

- ・本研究は、石狩川流域、後志利別川美利河ダムなどの一級河川における研究が主であり、国土交通省北海道
開発局などの機関との研究の情報共有・研究協力を行うことで環境保全・創出事業に大きく貢献した。
- ・テレメトリー調査の実施の参考となる、「河川工作物評価(魚介類対象)のためのバイオテレメトリー調査
ガイドライン(案)」を作成した。このことにより、国、都道府県、市町村などの関連機関だけではなく、大
学などの研究機関でもバイオテレメトリーを用いた調査を容易に実施することが可能となった。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・学会発表への研究成果発表: 7 3 本
- ・基準・マニュアル等への反映: 河川工作物評価(魚介類対象)のためのバイオテレメトリー調査ガイドラ
イン(案)作成。
- ・講演会・講習会等の開催・講演: NPO 北海道魚道研究会において講演、流域圏セミナーを開催。
- ・技術指導・助言活動: 岩手県、宮城県、サンルダム、美利河ダム、十勝川千代田新水路において魚類の遡上
に関して技術指導・助言。
- ・現場での活用事例: 美利河ダムの成果に基づき、岩手県野田村下安家(しもあつか)川、宮城県広瀬川にお
いて魚類調査システムが導入の際の技術指導。
- ・テレビ・新聞・WEB 等を通じた成果の情報: 千歳川のシロザケで行った実験成果が北海道新聞、NHK で取り
上げられた。

(6) 自己評価

- ・このプロジェクト研究を進捗したことにより、道内道外の事業・研究に限らずバイオテレメトリー研究の事
例が増加し、今まで解明できなかった魚の行動という観点からみた河川工作物の評価を行えるようになった。
- ・本研究は、査読付きの論文を国内外合わせて 10 本を掲載した。特に海外論文では権威のある学術誌にも掲
載されるなどすべての学術誌にインパクトファクターがついており質の高い研究ができた。
- ・発表を行った研究について、北海道開発技術研究発表会 北海道開発局長賞、北海道開発技術研究発表会 寒
地土木研究所長賞、国土交通省国土技術研究会 優秀賞、北海道開発協会長 奨励賞を受賞した。
- ・現地においてテレメトリー調査の普及を目的に、「河川工作物評価(魚介類対象)のためのバイオテレメ
トリー調査ガイドライン(案)」を作成した
- ・以上のことから本研究は期待以上の成果が出ていると考える。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|--------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) テレメトリー技術の発展をうまく魚類を軸として河川水域生態系の健全性の見方に利用出来た。
- 2) バイオテレメトリーの技術開発を行った点が評価出来る。

【対応】

- 1), 2) 本研究で開発された技術の普及等に引き続き努めて参りたい。

第4分科会の主な意見と対応

(プロ研総括)

プロジェクト名：⑫ 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築

(1) 達成目標と達成状況

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 積雪寒冷地の資源を活用し、地域の特徴を活かした灌漑・排水技術の提案
- 2) 北方海域の生物生産性向上技術の提案

【目標の達成状況】

- 1) ・ 用水資源量変化や寒暖変動に適応した農業用水管理技術を開発しマニュアルを作成した。
 - ・ 気候変動下の大区画水田における多様な栽培方式を考慮した大区画圃場地帯の灌漑・排水技術を開発しマニュアルを作成した。
 - ・ 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術を開発し執務参考資料としてマニュアルに成果を反映した。
 - ・ 北海道における大規模畑作地帯に造成された明渠排水路機能診断マニュアル（案）を作成し、事業現場に適用した。
- 2) ・ 武蔵堆周辺海域の現地調査を実施し、基礎生産構造を解明、数値モデルを構築し、漁場開発効果の潜在性を確認した。
 - ・ 保護育成礁を整備する場合の適地を選定し、設置した場合の保護効果を算出した。
 - ・ 湧昇流発生マウンドと保護育成礁による漁場開発効果の総合的な評価手法について提案した。

(2) 発表論文

- ・ 合計 67 本 （査読付論文 国内 12 本、海外 2 本 を含む）
- ・ 土研刊行物による成果の公表 19 本

(3) 事業・社会への貢献

- ・ マニュアルや技術資料に成果を反映、これらの活用により事業主体等を通じて成果を現場に普及、一部は農水省土地改良計画設計基準に反映している。
- ・ 検討会等（シンポジウム、船上講演会、国営事業検討会、農業者との営農対策会議、関係技術者向けの研修会、成果報告会）を通じて成果を普及した。
- ・ 技術相談や委員委嘱等による技術指導・助言等を通じて成果を普及した。
- ・ 北海道周辺大規模漁場整備検討調査WG（水産庁主催）に成果を報告し、大規模漁場整備検討に大きく貢献した。

(4) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度（見込） | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表（見込） | |
|-----------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み（見込） | |
|-----------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

(5) 委員からのコメントとその対応

総括課題

【委員からのコメント】

- 1) 「持続性のあるシステム構築」の具体例をあげて示してほしい。経済性の評価も重要と考えるが、そうした観点が今後望まれる。
- 2) 地球温暖化、農業従事者の減少に対して、持続的営農についての視点を明確にしていく必要がある。
- 3) 寒地の農水課題に対して「手びき」に反映する前に、研究成果の妥当性の担保についてしっかり考えないといけない。
- 4) 研究成果は満足できる水準に達していると評価できる。
- 5) 農地の大区画化を前提に技術開発が研究されているが、科学技術的になぜ大区画化なのかの説明が必要。

【対応】

- 1) 個々の研究は生産の持続性に資するものであり、これが生産現場で活用されることにより「持続性のあるシステム」が構築されることとなる。今後、研究の関連性、技術の先進性、補完性等システムとしての観点を含めて発信していく。
- 2) 環境変化に対応した農業生産の持続を図る技術開発を行った。第4期中長期計画においても、持続的営農の視点を明確にして研究開発を進める。
- 3) 学会等への論文投稿により研究成果の妥当性を検証するとともに、第4期中長期計画においても妥当性を担保しながら研究開発を進める。
- 4) 社会への普及に向けた発信を行う。
- 5) 第4期中長期計画においては、農地の大区画化の必要性等を含めて、食糧生産の持続、強化に関する説明に努める。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑫環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築)

事後評価 (プロ研個別)

「⑫-1 積雪寒冷地における気候変動下の農業用水管理に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 農業用ダムでの積雪量の監視技術の開発とマニュアルの作成
- 2) 気候変動による用水需給変動量の解明
- 3) 気象変化と短期圃場水需要の応答変動の解明
- 4) 農業水利施設における水温上昇機能の評価と改善策の提案
- 5) 気候変動下での農業用水管理技術の開発とマニュアルの作成

【目標の達成状況】

- 1) 農業用ダム(5箇所)と河川(12箇所)の約10年分のデータを用いて、流域の積雪水量を近傍の複数のアメダスデータで推定する手法を開発した。平成25年度は、推定に必要な係数の合理的な決定方法を明らかにした。推定の手順を整理し、マニュアル案を作成した。
- 2) 空知地域・上川地域のそれぞれで、複数の水利施設を有する支流を対象とし、将来の9種の気候モデルの予測値を用いて気候変動が農業用水の需要と供給に与える影響を明らかにした。ダムや頭首工の流域では、積雪水量の減少による融雪期流出高と灌漑期流出高の減少と融雪時期の早期化が生じ、流域の平均標高が低いほどこれらの傾向が顕著であると予測された。また、水田を主な灌漑対象とする地域では、用水量の将来変化は小さいと予測された。
- 3) 水稲生育データを収集し、積算気温による生育予測の推定式を作成した。また、北海道内の水田水管理データを分析し、生育ステージごとの用水量とその日内変動特性、気温低下時の需要増を分析した。これらを合わせて、生育期を通じた水田水需要をモデル化した。このモデルは、気候変動で生じる渇水年における節水型配水管理のための水需要予測に利用可能である。
- 4) 将来、頻度が高まると想定される渇水条件下で、水田の水温・地温を低下させないための圃場水管理方法をシミュレーションにより検討した。節水が求められ早朝取水や夜間取水の励行といった取水時間帯の選択が困難な期間では、数日先の気温の低下が予測された場合の冷害対策として湛水深を深めに保つことが有効であることを検証した。
- 5) 互いに近傍にあり、流域の標高分布の高低が対照的なために融雪流出の将来変化も異なる2ダムを対象として、4種の気候モデルでシミュレーションを行い、将来の融雪流出の変化に起因する渇水の対策として貯水池の統合管理が有効であることを検証した。さらに12-1の成果をまとめて、「積雪寒冷地の農業用水管理における温暖化対応マニュアル(案)」を作成した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成
- 4) 達成
- 5) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(4本)

- ・中村和正・伊藤暢男・須藤勇二・西恭二・木山貴子：流域の標高が温暖化後の融雪流出に与える影響、農業

農村工学会論文集、83(3)、2015

- ・中村和正・伊藤暢男・酒井美樹・臼谷友秀・吉田一全：アメダスデータを用いた流域の積雪水量の推定方法、農業農村工学会論文集、83(3)、2015
- ・伊藤暢男・中村和正・酒井美樹・越山直子：温暖化に対応した灌漑用水供給システムの構築を目指して、農業農村工学会誌、83(9)、2015
- ・伊藤暢男・越山直子・酒井美樹・中村和正：温暖化を想定した農業用ダム統合管理シミュレーション、農業農村工学会論文集（投稿中）

【査読付論文・海外】（1本）

- ・伊藤暢男・中村和正・酒井美樹・越山直子：Prediction Of Growth Period For Paddy Rice Assuming Climate Warming In Cold Snowy Regions、PAWEES、2015

【査読無し論文・国内】（2本）

- ・中谷利勝・石井邦之・岡下敏明・門脇秀樹・中村和正：水位調整施設の維持管理状況と設計の留意点、北海道開発技術研究発表会、2012
- ・酒井美樹・伊藤暢男・小野隆司：広幅水路における水温モデルの作成と各種気象条件下での水温上昇機能推定、北海道開発技術研究発表会、2014

【査読無し論文・海外】（1本）

- ・伊藤暢男・須藤勇二・中村和正：Impact of average elevation of basins on earlier snowmelt caused by climate change、PAWEES、2013

【学会発表等その他】（7本）

- ・中村和正：降雪・降水資源変動と灌漑用水量管理について、北海道の農業気象、2011
- ・須藤勇二・伊藤暢男・中村和正：気候変動予測モデルの予測値を用いた将来期間の農業気象表の作成、農業農村工学会北海道支部研究発表会、2012年
- ・伊藤暢男・須藤勇二・中村和正・西恭二・新津雅士：温暖化による融雪流出の変化に対して流域の標高が与える影響、平成25年度農業農村工学会大会講演会、2013
- ・伊藤暢男・中村和正・酒井美樹・古檜山雅之・吉田一全：アメダスデータを用いた流域の積雪水量の推定、平成26年度農業農村工学会大会講演会、2014
- ・伊藤暢男・酒井美樹・中村和正・西恭二・木山貴子：流域の標高の違いが将来の融雪流出に与える影響、平成26年度農業農村工学会北海道支部講演会、2014
- ・伊藤暢男：流域の平均標高が気候変動による融雪の早期化に与える影響、第12回環境研究シンポジウム、2014
- ・伊藤暢男・中村和正・越山直子・酒井美樹・西恭二・大津将則：温暖化による水稻の生育時期の変化、平成27年度農業農村工学会大会講演会、2015

【土研刊行物による成果の公表】（4本）

- ・中谷利勝・石井邦之・岡下敏明・門脇秀樹・中村和正：農業用水路の水位調整施設におけるバイパス水路や余水吐の必要性、寒地土木研究所月報701、2011
- ・須藤勇二・伊藤暢男・中村和正：気候モデルを用いた北海道における作物栽培期間中の気象条件の将来予測、寒地土木研究所月報713、2012
- ・中村和正・伊藤暢男・須藤勇二：流域の平均標高が気候変動による融雪の早期化に与える影響 寒地土木研究所月報730、2014
- ・伊藤暢男・中村和正・酒井美樹：温暖化による融雪流出の変化に対する流域標高の影響、寒地土木研究所月報748、2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・気候変動セミナー（寒地土研主催）や農業農村整備シンポジウムにおいて、官民の農業土木技術者等を対象とした講演を行い、将来の気候変動が農業用水資源の管理に与える影響の問題点について啓蒙を進めた。
- ・気候変動が灌漑排水に及ぼす影響について、国や地方自治体からの委員委嘱（2件）や技術相談（3件）に

対応した。

(4) 特許等の取得

- ・ 特になし

(5) 成果の普及

- ・ 「北海道の気象と農業」（日本農業気象学会北海道支部編著、北海道新聞社）を共同執筆し、成果の一般への普及に努めた。
- ・ 平成 28 年度に「積雪寒冷地の農業用水管理における温暖化対応マニュアル（案）」などの説明会を行い、成果の普及に努める。

(6) 自己評価

- ・ 目標を達成したと自己評価している。
- ・ 複合的な灌漑システムの用水資源量に与える気候変動の影響については、空知地域・上川地域で流域の標高分布の高低が対照的な流域での影響の現れ方の違いを提示できた。また、気候変動によって生じる渇水年に必要となる節水型配水管理に寄与する水田水需要モデルを作成した。平成 27 年度には、シミュレーションにより将来の融雪流出の変化に起因する渇水対策を提案した。さらに、本研究のまとめとして、「積雪寒冷地の農業用水管理における温暖化対応マニュアル（案）」を作成した。官民の技術者に対する成果の発信、研究の知見を生かした国等の委員会への参画も行った。
- ・ 今後、成果の普及に努める。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 困難な課題と思えるが、課題を適切に簡略化してマニュアル化まで進んだ。仮説からずれているところを示しておくのも大事である。
- 2) 水管理システムについて、新しい技術開発が行われた。

【対応】

- 1) 予測に用いる気候モデルによって用水需給の逼迫度などの将来予測結果が異なること、そのため将来予測はある程度の変動幅を持っていると理解すべきことを、今後の成果発信の中で示していく。
- 2) 国や自治体、施設管理者に対して、温暖化が水資源管理に与える影響の問題提起や、将来における複数の水利施設の連携のメリットの発信を継続する。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑫環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築)

事後評価 (プロ研個別)

「⑫-2 田畑輪作を行う大区画水田における灌漑排水技術と用水計画手法に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 大区画圃場整備地域の配水管理技術の開発とマニュアル作成
- 2) 圃場からの水質負荷流出抑制技術の提案
- 3) 田畑輪作圃場の用水量の解明と用水計画手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 43筆の圃場群(合計75ha)を対象として、圃場の水需要特性を反映させた配水シミュレーションを行い、水需要の集中しやすい時期に同時に取水できる圃場の面積割合などを示した。シミュレーションの結果を基にして、水田への安定した用水供給のための配水管理技術のマニュアル案を作成した。
- 2) 水田からの排水の水質濃度や流出負荷の変動特性を把握するため、圃場湛水と暗渠からの排水の水質調査を行った。圃場湛水の水質濃度は、直播栽培の浅水管理と移植栽培の代かき直後で一時的に高かった。暗渠からの排水の水質濃度は、灌漑期間を通して低い傾向にあった。流出負荷量は、圃場湛水の水質濃度が高い時期と、排水量の多い中干し期で大きかった。これらの結果を踏まえ、水質負荷の流出抑制に配慮した圃場水管理手法として、流出する水質濃度を低下させる水管理と、排水量を抑制させる水管理を提案した。
- 3) 地下灌漑システムが整備された大区画水田において、地下水位や湛水位などの観測結果を分析し、同一圃場において3種(移植栽培、湛水直播栽培、乾田直播栽培)の栽培方式を行ったとき、1)圃場管理により地下水位の動きは異なること、2)下層への浸透量が小さい地域では、栽培方式が変わっても圃場用水量は大きく変化しないことを明らかにした。さらに、大区画水田における多様な栽培方式を考慮した用水計画策定手法を提案した。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(3本)

- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二、石田哲也：地下灌漑が可能な大区画水田における圃場水管理、農業農村工学会論文集、82(2)、2014
- ・越山直子、酒井美樹、伊藤暢男、中村和正：大区画水田における移植栽培と直播栽培の用水量の比較、農業農村工学会論文集、(投稿中)
- ・越山直子、酒井美樹、中村和正：地下灌漑を用いた乾田直播栽培圃場における用水量の特性、農業農村工学会論文集(投稿中)

【査読付論文・海外】(1本)

- ・中村和正、酒井美樹、越山直子：Making Movies of the Movement of Irrigation Water in Paddy Fields Managed under Various Cultivation Methods, and Presentation to Farmers using the Movies, Jurnal Teknologi, 2015

【査読無し論文・国内】(5本)

- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二：地下水位制御が可能な大区画水田における水利用の実態、第 55 回（平成 23 年度）北海道開発技術研究発表会、2012
- ・古檜山雅之、中村和正、櫻庭主盛：大区画水田整備地域における配水管理手法の検討、第 56 回（平成 24 年度）北海道開発技術研究発表会、2013
- ・酒井美樹、鶴木啓二、越山直子：地下灌漑が可能な大区画水田での流出負荷抑制に配慮した水管理手法、第 58 回（平成 26 年度）北海道開発技術研究発表会、2015
- ・越山直子、酒井美樹、中村和正：栽培方式の異なる大区画水田における圃場水管理特性の比較、第 58 回（平成 26 年度）北海道開発技術研究発表会、2015
- ・酒井美樹、越山直子、中村和正：大区画水田における排水機能の検証、第 59 回（平成 27 年度）北海道開発技術研究発表会、2016

【査読無し論文・海外】（2 本）

- ・中村和正、古檜山雅之、鶴木啓二：Water management at large-sized, sub-irrigation-installed paddy fields, PAWEES 2013
- ・越山直子、酒井美樹、中村和正：Comparison of Irrigation Requirements between Transplant Cultivation and Direct-Seeding Cultivation in Large-sized Paddy Fields with Groundwater Level Control Systems, PAWEES 2015

【学会発表等その他】（10 本）

- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二：地下灌漑が可能な大区画水田における初期入水時の水動態、平成 24 年度農業農村工学会大会講演会、2012
- ・櫻庭主盛、古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二：地下灌漑可能な大区画圃場整備地域の送配水管理解析技術の検討、第 61 回農業農村工学会北海道支部研究発表会、2012
- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二、酒井美樹：地下灌漑を行う大区画水田圃場における圃場水管理と用水需要特性、第 61 回農業農村工学会北海道支部研究発表会、2012
- ・古檜山雅之、酒井美樹、鶴木啓二：栽培様式の異なる大区画水田における圃場水管理の比較、第 62 回農業農村工学会北海道支部研究発表会、2013
- ・中村和正、古檜山雅之、酒井美樹、永田充利：大区画圃場整備地域での配水シミュレーション、平成 26 年度農業農村工学会大会講演会、2014
- ・越山直子、酒井美樹、中村和正：大区画水田における湛水深と地下水位の変化を基にした取水量の推定、第 63 回農業農村工学会北海道支部研究発表会、2014
- ・中村和正、酒井美樹、越山直子、伊藤暢男：大区画圃場における暗渠排水の機能、平成 27 年度農業農村工学会大会講演会、2015
- ・越山直子、酒井美樹、伊藤暢男、中村和正：異なる栽培方式における大区画水田の用水量の比較、平成 27 年度農業農村工学会大会講演会、2015
- ・越山直子、酒井美樹、伊藤暢男、中村和正：地下灌漑が可能な大区画水田における乾田直播栽培時の用水量特性、第 64 回農業農村工学会北海道支部研究発表会、2015
- ・中村和正、酒井美樹、越山直子、伊藤暢男：水田パイプラインで同時に取水する圃場の割合、平成 27 年度農業農村工学会応用水理研究部会講演会、2015

【土研刊行物による成果の公表】（4 本）

- ・中村和正：標準的な水田と大区画水田の水の動きの違い、寒地土木研究所月報第 710 号、2012
- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二：地下水位制御システムを有する大区画水田における圃場水管理と水動態、寒地土木研究所月報第 711 号、2012
- ・古檜山雅之、中村和正、酒井美樹：大区画水田整備地域での配水管理の課題と対策、寒地土木研究所月報第 724 号、2013
- ・越山直子：水稻の栽培方式によって用水量はどう変わるか、寒地土木研究所月報第 745 号、2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・農林水産省の計画基準改訂に意見聴取会に委員として参画した。調査結果を情報提供し、その内容が計画基準ほ場整備(水田)の技術書(案)へ反映された。
- ・コンサルタント技術者に対して、配水シミュレーション技術普及のためのプログラム配布と使用方法の講習を行った。
- ・上川水稲直播ネットワーク冬季情報交換会、妹背牛地区営農対策会議など、農業者の集まる会合において、研究成果の発信を行い、農業者の地下灌漑技術の習熟に寄与した。
- ・本研究で得られたデータを活用し、「戦略的イノベーション創造プログラム(次世代農林水産業創造技術)」(代表：農村工学研究所)に参画している(H26~28年度)。

(4) 特許等の取得

- ・特になし

(5) 成果の普及

- ・北海道開発局が実施する国営事業検討会(定期開催・年1回)において、地下水位変化等の調査結果や水管理上の提案を農業者、地元関係機関、北海道開発局担当職員に発信し、意見交換を行った。
- ・水田の大区画化に関する情報連絡会議(国と道の行政職員と研究者等で構成、毎年2回開催)において成果の発信を行った。
- ・妹背牛地区で調査・研究を実施している諸機関の成果をまとめて、大区画圃場で営農する農家向けの冊子「はじめよう！小さな町の大きな営農」を作成した(発行：北海道開発局、妹背牛町、もせうし町土地改良センター)。
- ・北海道開発局職員や民間の技術者を対象とした現地講習会(2回)で地下灌漑時の水の動きを講演した。
- ・今後も、得られた成果の国・道・農業者への発信に努める。

(6) 自己評価

- ・大区画水田における地下灌漑時の圃場内の水分移動や直播栽培における用水量、広域での配水管理技術といった、今後の営農に対する安定した用水供給に不可欠な知見・技術が得られた。また、土地改良区や農家への成果発信の機会を多数活用して成果普及を行った。本研究で掲げた3つの達成目標について、予定通りの進捗状況であると自己評価している。
- ・今後は、配水管理技術のマニュアル案の国や土地改良区への普及、大区画水田での水管理の留意事項の農家への普及を継続する。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|-------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 課題を簡略化し、うまく計画法まで到達したが、注意すべきこと（課題となること）を掘り下げること。
- 2) 地下灌漑施設に対する技術的研究が行われた。
- 3) 新しい切口の提案だと理解できる。

【対応】

- 1) 地下灌漑時の水の動きや用水量は、心土の土壌物理性や地域の地下水位によって異なる。今後の調査によって、このような地域性についての考察を深める。
- 2)、3) 研究成果が今後の圃場整備技術の発展や農家の地下灌漑技術の習熟に活用されるよう、官民の技術者や土地改良区、農家に成果を発信していきたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑫環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築)

事後評価 (プロ研個別)

「⑫-3 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌水分・土壌養分の動態解明と評価基準の提案
- 2) 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術の開発
- 3) 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養水分管理スキルの提供

【目標の達成状況】

- 1) 湛水条件では、硝化の抑制により、土壌中のアンモニウム態窒素は増加した。土壌水分が低下すると、アンモニウム態窒素は減少した。また、正味の無機態窒素生成量は、土壌の重量含水率が 0.4g/g で最も小さかった。適当な土壌水分の維持により、土壌中の無機態窒素量の増減が可能であり、土壌水分が評価基準(指標)となることを示した。
- 2) 室内実験によって湛水、落水(地下水位-15cm維持)、地下水位上昇下降(2排1給水×4回)を比較すると、無機態窒素量は湛水で増加したのに対し、落水ではわずかに減少、地下水位上昇下降では大きく減少した。また、地下水位上昇下降では、表層で硝化の促進によりアンモニウム態窒素の減少と表面排水による硝酸態窒素の排出があったことに加え、その下層でもアンモニウム態窒素が減少した。地下水位の上昇下降が、土壌中の無機態窒素量の低減に有効な技術であることが示唆された。
- 3) 地下水位制御システムを利用した地下水位制御を行うことで、低タンパク米の基準値(6.8%以下)に到達はしなかったが、米粒タンパクの蓄積を抑制する傾向は2015年を除き認められた。また、土壌中の無機態窒素の動態は試験圃場内の地点間差や年変動が大きく明確ではなかったが、地下水位制御システムの利用で低減する傾向にあることが確認された。地下水位制御システムによる水稻の出穂期における地下水位の上昇下降を繰り返す管理は、土壌養分である無機態窒素の制御について明瞭とは言えないが、白米のタンパク率低下に効果があったと示唆された。

【目標の達成度(自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(1本)

- ・古檜山雅之、中村和正、鶴木啓二、石田哲也：地下灌漑が可能な大区画水田における圃場水管理、農業農村工学会論文集、82(2)、2014

【査読無し論文・海外】(1本)

- ・Effect of water table on greenhouse gas emission from a mineral soil-dressed peatland in central Hokkaido, Japan. 第15回国際泥炭会議、2016

【査読無し論文・国内】(5本)

- ・石田哲也、清水真理子、桑原淳：地下水位制御による良食味米生産の試み、平成27年度北海道開発技術研究発表会、2016
- ・新津由紀、石田哲也、清水真理子：地下水位制御システムを活用した泥炭水田における土壌養水分の動態、平成26年度北海道開発技術研究発表会、2015

- ・鎌田洋志、石田哲也、桑原淳：泥炭水田に整備された地下灌漑を利用した土壌水分と養分の動態に関する知見、平成 25 年度北海道開発技術研究発表会、2014
- ・他 2 本

【学会発表等その他】(4 本)

- ・清水真理子、石田哲也、竹内英雄：地下水位制御が泥炭地水田土壌中の窒素動態へ与える影響、日本土壤肥料学会北海道支部平成 27 年度秋季支部大会、2015
- ・清水真理子、石田哲也、横濱充宏：泥炭地水田土壌において地下水位が土壌中の窒素動態と温室効果ガス放出に与える影響、日本土壤肥料学会 2015 年度京都大会、2015
- ・石田哲也：泥炭地水田での地下水位制御を利用した良食味米生産への取り組み、平成 26 年度北海道農業試験研究推進会議水田・園芸作部会、2016
- ・岡村裕紀・石田哲也・大岸 謙・横濱充宏：地下灌漑を伴う泥炭水田における低タンパク対策での土壌水分・養分の傾向、平成 24 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、2012

【土研刊行物による成果の公表】(3 本)

- ・泥炭地水田における地下灌漑操作が温室効果ガス排出に与える影響(事例) 清水真理子、石田哲也、新津由紀 寒地土木研究所月報、No. 757、2016
- ・地下灌漑を模擬した室内実験における土壌窒素と電位(Eh)の動態 石田哲也、桑原淳、岡村裕紀 寒地土木研究所月報 No. 722、2013
- ・大区画圃場整備が実施された泥炭地水田土壌の理化学性の実態(事例) 石田哲也、大岸謙、岡村裕紀 寒地土木研究所月報 No. 707、2012

(3) 事業・社会への貢献

- ・妹背牛町、もせうし町土地改良センター、深川農業事務所が製作した営農マニュアル「はじめよう 小さな町の大きな営農」に成果を反映
- ・国営農地再編整備事業「妹背牛地区」における高生産性水田輪作システム実証調査検討会での講演(平成 23 年度から毎年度継続的に実施)
- ・北海道で初めて導入された FOEAS を水田転作作物(ダイズ)栽培に利用する調査への指導・助言
- ・集中管理孔方式の地下水位制御システムを水田転作作物(タマネギ)栽培に利用した調査への指導・助言

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・北海道開発局および土地改良センターの協力を得て現地調査を進めた。
- ・農研機構および北海道立総合研究機構とは研究成果の情報交換を図った。

(6) 自己評価

- ・地下灌漑が整備された泥炭輪作水田での現場検証ならびに室内実験により、土壌水分・土壌養分の動態解明と評価基準の提案を試みた結果、土壌水分と正味無機態窒素生成量の関係が明らかになり、土壌水分が評価基準(指標)となることを示すことができた。達成目標①をクリアできたと考えている。
- ・土壌窒素を効果的に提言できる給排水パターンを室内実験により綿密に探索することで、土壌中窒素動態や洗脱への影響を明らかにすることができた。このことは地下水位の上昇下降が土壌中の無機態窒素量の低減に有効な技術であることが示唆するものであることから、達成目標②もクリアできたと考えている。
- ・低タンパク水管理を実施した圃場では、4 年連続して米粒中のタンパク含量が低下する傾向を確認できたものの、土壌中の硝酸態窒素が低下する傾向は年変動が大きく、明確ではなかった。実際の水田での試験では、土壌が当初から保有する養分等に影響を受け、地下灌漑制御によって十分な米の低タンパク化には至らなかったが、無機態窒素の低減量が大きくなる傾向を示しており、管理スキルとして提供できたことから達

成目標③はクリアできたと考えている。

- ・全体としては、地域への情報発信をはじめ北海道開発局などの関係機関とも十分に調整を進めながら研究を進められたことも考慮し、目標を達成していると考えている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|------|
| 適切 | ☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 窒素のコントロール手法の提案が興味深い。適用条件など実験と現場の相違のとらえ方を明示できないか。
- 2) 「はじめよう 小さな町の大きな営農」がまとめられ公表されていることは高く評価できる。経済的 Merit もあわせて提示してほしい。
- 3) 成果公表の面で少し物足りない。

【対応】

- 1) 研究成果の普及の中、室内実験や現場調査における実験条件、現場状況などを明示するとともに、実験と現場の相違に関する考察を付記することで、より研究成果を明確に把握してもらえよう努めたい。
- 2) 第4期中長期計画の研究開発プログラムを進める中で、北海道開発局など関係行政機関と連携し、経済性についても意識した検討を行いたい。
- 3) 第4期中長期計画の研究開発プログラムを進める中で、成果がまとまった段階で成果公表、普及活動について努めていきたい。

第4分科会における評価結果と対応

(プロジェクト名：⑫環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築)

事後評価 (プロ研個別)

「⑫-5 北方海域の物理環境改変による生物生産性の向上に関する研究」

(1) 達成目標と達成度

【実施計画に掲げた達成目標】

- 1) 北方海域における基礎生産構造の解明
- 2) 北方海域における生物生産性向上に関する技術開発
- 3) 漁場開発効果の評価手法の提案

【目標の達成状況】

- 1) 日本海北部沖合の基礎生産構造については、夏季及び秋季は躍層以浅の混合層で栄養塩が枯渇し基礎生産は低位。冬季は表層冷却による鉛直混合が生じて貧栄養状態が解消されていたが、全天日射量が少なく基礎生産は低位。春季は全天日射量の増大に伴いブルームが発生し、表層冷却による鉛直混合によって底層から栄養塩が供給され、基礎生産が持続
- 2) 日本海北部海域における生物生産能力の潜在性について低次生態系モデルによる検討。ブルーム期の鉛直混合や栄養が枯渇する時期の栄養塩供給効果について試算し漁場開発による効果の潜在性を確認。広域の物理場や局所的な湧昇流発生マウンド周辺の流れ構造を再現するため、数値モデルを構築
- 3) 構築した物理場モデルを使用し、流速や流路等の物理環境について対象海域の再現性を検証。漁場整備に伴う保護育成効果について資源予測モデルを構築して検討を行った結果、保護エリアの設定により重量ベースで現状よりも8.7%増加し、保護効果のポテンシャルを確認

【目標の達成度 (自己評価)】

- 1) 達成
- 2) 達成
- 3) 達成

(2) 発表論文

【査読付論文・国内】(4本)

- ・ 山本潤・渡辺光弘・林田健志・峰寛明・坂本和佳・西田芳則・田中仁：日本海北部漁場における表層冷却期の基礎生産構造に関する現地観測，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 67，2011
- ・ 林田健志・山本潤・大橋正臣・河合浩・坂本知佳・村上俊哉・工藤勲：北方海域に適用する低次生態系モデルのための生物パラメータの取得，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 69，2013
- ・ 山本潤・河合浩・大橋正臣・林田健志・西田芳則・田中仁：水産生物の生活史に対応した北方海域の基礎生産構造に関する Lagrange 的な現地観測，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 69，2013
- ・ 大橋正臣・河合浩・三上信雄・水垣滋・大村智宏・山本潤・門谷茂：鶴川沿岸の基礎生産に及ぼす光環境の影響に関する研究，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 70，2014

【査読無し論文・国内】(5本)

- ・ 河合浩・山本潤・大橋正臣：北海道開発局管内の漁場整備に資する水域環境のバックグラウンド調査，第55回北海道開発局技術研究発表会，2012
- ・ 河合浩・大橋正臣・三上信雄：北海道開発局管内の漁場整備に資する物理環境調査と再現計算—沖合漁場における物理環境把握の試み(中間報告)—，第56回北海道開発局技術研究発表会，2013
- ・ 河合浩・大橋正臣・三上信雄：北海道開発局管内の漁場整備に資する物理環境調査と再現計算，第57回北海道開発局技術研究発表会，2014

- ・三森繁昭・大橋正臣・三上信雄：沿岸域の基礎生産に着目した光環境に関する研究，第 58 回北海道開発局技術研究発表会，2015
- ・三森繁昭・大橋正臣・三上信雄：日本海北部海域の成層化状況と湧昇マウンド効果に関する一考察，第 59 回北海道開発局技術研究発表会，2016

【学会発表等その他】（7本）

- ・岩淵雅輝・河合百華・林田健志・山本潤・河合浩・西田芳則：北海道北西部・武蔵堆周辺海域における Oithona 科カイアシ類 3 種の 2010 年における秋季鉛直分布，2011 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会，2011
- ・河合浩・渡辺光弘・山本潤・林田健志・峰寛明：武蔵堆周辺海域における基礎生産の制限要因に関する一考察，第 48 回環境工学研究フォーラム講演集，2011
- ・河合浩・大橋正臣・山本潤・林田健志・村上俊哉・西田芳則：武蔵堆周辺海域におけるスケトウダラ当歳魚の餌料環境に関する一考察，平成 24 年度日本水産工学会学術講演会，2012
- ・河合浩・渡辺光弘・山本潤・伊藤哲也・林田健志：スケトウダラ日本海北部系群の産卵期を対象とした水域環境に関する現地観測，第 49 回環境工学研究フォーラム講演集，2012
- ・大橋正臣：武蔵堆周辺の四季の海洋環境について，望星丸船上講演会，2013
- ・三森繁昭：日本海北部海域における水域環境の周年変化について，第 12 回環境研究シンポジウム，2014
- ・三森繁昭・大橋正臣・三上信雄・田保知佳・竹田尚弘：日本海北部海域の現地観測による秋季の水域環境，平成 27 年度日本水産工学会学術講演会，2015

(3) 事業・社会への貢献

- ・望星丸（東海大学海洋調査研修船）船上講演会において、武蔵堆周辺の四季の海域環境について報告
- ・北海道周辺大規模漁場整備検討調査 WG（水産庁主催）において、武蔵堆周辺海域での観測結果及び解析・考察について報告するなど、事業化に向けた検討に多大な貢献をしている

(4) 特許等の取得

- ・なし

(5) 成果の普及

- ・基準・マニュアル等への反映として、海域の物理環境変化による漁場開発効果の総合的な評価手法を提案

(6) 自己評価

- ・日本海北部海域において卵・稚仔魚の移送経路上並びに成育場である武蔵堆周辺での現地観測を成功させ、この海域における周年の基礎生産構造を解明した。
- ・栄養塩が枯渇する季節において、栄養塩が充足された場合の基礎生産量を試算するため、低次生態系モデルを用いて、この海域のポテンシャルについて評価した。
- ・漁場整備に伴う保護育成効果については、当歳魚が多く生息するエリアを推定し適地を選定した。また、資源予測モデルを構築して資源保護効果を定量的に示すなど、保護効果の潜在性を評価しており、目標を達成している。
- ・地方独法北海道立総合研究機構中央水産試験場との共同研究や北大低温科学研究所との共同による物理場モデルの開発を進めており、他機関との連携を図っている。

(7) 評価委員の評価

| 達成目標への到達度 | |
|--------------------------------------|-------|
| 本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される | ☆☆☆☆☆ |
| 本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される | ☆☆ |
| 技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される | |
| 研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す | |

| 成果の発表 | |
|-------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |

| 社会への普及の取り組み | |
|-------------|--------|
| 適切 | ☆☆☆☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆ |
| 不十分 | |
| その他 | |

【委員からのコメント】

- 1) 数値解析上の流れのみの議論になっているが、栄養塩の浮上と資源の増減の側面についての議論がない。
- 2) 社会への普及の取り組みがまだ、明確ではなかった。
- 3) 気候変動に伴う海洋の生産構造変化に対応できるだけの規模を考えて提案が必要。

【対応】

- 1) 達成目標 1 において、季節毎の海域における栄養塩の変動特性を示し、基礎生産量の増大可能性を示している。また、漁場整備による栄養塩の増大（混合効果）についても計算し、資源増殖効果についても検討を行っている。ご指摘を踏まえ、今後検討を実施した内容を十分に説明できるよう努めてまいりたい。
- 2) 現場では大規模な漁場造成による資源回復の期待が大きい。第 4 期中長期計画においては、事業化に向けてより多面的な研究に取り組む予定である。ご指摘も踏まえ、現場の漁業関係者や北海道開発局や北海道庁など行政機関へ研究成果の情報提供、学会発表により研究成果の一層の社会普及に努めてまいりたい。
- 3) 気候変動への対応の観点からも、海域の生産力の向上を図るためにも今後さらなる検討が重要であると考えている。ご指摘を踏まえ、構造物の規模や設置位置を変えるなど多様な条件を設定し、栄養塩供給効果など海域の生産性向上に向けた対応について、第 4 期中長期計画において研究に取り組んでまいりたい。

第4分科会の主な意見と対応

重点研究（中長期期間 事後評価）

重点的研究開発課題名：③自然共生社会実現のための流域・社会基盤管理技術に関する研究

【評価委員の評価】

| 目標とする成果への到達度 | |
|--------------|-------|
| 達成 | ☆☆☆☆☆ |
| ほぼ達成 | ☆☆ |
| やや不十分 | |
| 不十分 | |

| 成果の反映・社会への還元 | |
|--------------|------|
| 適切 | ☆☆☆ |
| やや不十分 | ☆☆☆☆ |
| 不十分 | |

【委員からのコメント】

- 1) 個々の研究は目的を達成している。全体として、例えば河川環境がどのように良くなったかを直感的に理解できる情報を発信する必要がある。
- 2) 自然共生社会実現のための流域管理に対して、様々の新しい技術開発が行われたと評価できる。しかしながら、管理システムを含めた社会基盤形成については、第4期で深化させていっていただきたいと期待します。社会への還元については、今後の課題である。学術的論文としての基盤があって、はじめて技術的マニュアル、発信につながっていくため、これをつなぐ視点が必要。この研究によって、どのようなグリーンイノベーションが行われたか、明確なメッセージが必要である。個別の技術開発、地域研究では、大変有意義で、新しい成果が作りだされているため、その発信を分かりやすく行っていただくことにより、具体的な自然共生社会のビジョンが多くの国民に共感していただけるのではないかと思います。この間の研究を通して、様々のポテンシャルの発掘が行われたため、第4期では、これをコアとして地球環境時代をリードするプロジェクトに育てていっていただきたいと考える。
- 3) 重点研究だけでなく、プロジェクト研究も含め、土木研究所として着実に成果をあげておられ、かつ社会への還元をされている。ただし、国際誌(IF付き)への掲載が少し限定的である(プロ研の資料より判断)。国の研究法人としてまず国内発信が重要なのは理解できるが、せつかくの世界的成果もあるので、今後は多めに発表を増やしていただきたい。
- 4) これらは社会還元の計画であるので、ぜひ、社会還元の結果(技術として妥当であったのか、問題があったのかなど)について、ある時期に公表してほしい。
- 5) どの点が持続可能性が高まったのか、具体的に示して成果を社会に還元してほしい。
- 6) 個別研究になって、他との連携が努力されていないように見えるものもある。総合化してはじめて現場に生きるという視点が大事。

【対応】

- 1) ~6) 重点研究は、次期中長期目標期間中にプロジェクト研究として位置づける等により、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を早期に得ることを目指すものとして取り組んできたところであり、得られた成果については、第4期中長期計画における研究開発プログラムの中で連携強化・総合化をはかり、研究開発成果の発展あるいは一般化・普遍化にむけて、重点的・集中的に研究

開発に取り組んでまいりたい。その際、いただいた指摘事項を踏まえ、「グリーンイノベーション及び持続可能性の観点での情報発信」や「学術論文の充実」等、成果の反映・社会への還元についても、積極的に取り組んでまいりたい。

重点研究（個別報告）

課題名：河川事業への遺伝情報の活用による効率的・効果的な河川環境調査技術と改善技術に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 新技術導入を河川生態系管理に具体的に促す研究となると思う。
- 2) 土木技術者（私も含めて）は、DNA 情報に基づいたデータを「うのみ」にしてしまう傾向があるので、検証を十分重ねていただきたい。（グラフの縦軸の意味が不明でした）河川構造物による分断効果を評価されるのとことですが、テレメトリスシステムとの違いや効率などを検討してほしい。
- 3) 遺伝情報という新しい Tool の開発が行われた。
- 4) 有望な調査手法であると考えられる。魚道の効果、堰の撤去、スリット化、排砂の影響なども評価できますか？
- 5) 個別研究としては評価できる。
- 6) チャレンジングなアプローチで将来の成果が期待できる。

【対応】

- 1) ~6) 河川生態系管理の現場における活用を視野に、本研究の中にとどまらず、継続課題や関連課題の中で、経年的な変化や他の手法との比較などを行いながら、本手法の検証を行うとともに、より使いやすい技術へと展開していきたいと思えます。
- 2) グラフの縦軸は、隣り合う地点における集団間の遺伝的距離を示します。もともと同じ水系内の隣接地点であっても、同一集団を維持するための移動環境が不十分であれば、互いが均質な集団では無く微小な偏りが生じることを利用し、移動環境を評価しようとしたものです。ここでの移動環境は、繁殖期や稚魚拡散期の移動、出水等による流況変化時な長い時系列における、地点間（堰堤・瀬切れなど様々な要因を含む）の移動を総合的に評価しています。調査時における個体の移動を直接捉えるテレメトリー手法とは情報の質が異なるため、どのように調査方法に組み合わせていくのが有効か、引き続き現地と調整しつつ検討していきたいと考えています。
- 4) 短時間で移動環境が回復するような事項の評価は難しいため現地の状況によりますが、魚道、堰の撤去、スリット化等の効果は対象とできる可能性があります。

課題名：積雪寒冷地における土丹河床の侵食過程と河川構造物の影響に関する研究

【委員からのコメント】

- 1) 土丹とはどのようなものなのか？ 土丹という用語の使用を止めた方が良いでしょう。
- 2) 風化や礫の衝突など、侵食の力学的メカニズムで岩盤を分類した上で、河床低下や局所洗掘の議論につなげていただきたい。
- 3) そもそも砂礫のなくなったことが問題なので、流域全体でこのような問題について考える必要もあるのではないかと思うが、礫床河川に戻す対策を行うことは難しいのか？
- 4) トリガーとなった事象（例えば河川改修・直線化）があるはずで、それらを含めた評価と対策にもつながることを期待したい。

- 5) 侵食対策工については、流量規模を考えて効果・安全性を検証する予定なのか？
- 6) 非常に評価の高い国際誌に論文が掲載されるなど、大きな研究成果が得られている。

【対応】

- 1) 土丹とは、新第三紀のシルト岩・泥岩、一部は第四紀更新世の半固結シルト・粘土で、一般的に褐色ないし淡褐色を帯びている（国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所 HP より）。土丹にも色々な種類があるが、土丹は軟岩の一種と考えている。また、今中長期では、基本的に軟岩という用語を使用していきたい。
- 2, 4) 今中長期でも引き続きこの研究を行うので、コメントを参考に研究を進めていきたい。
- 3) 軟岩が一度露出すると砂礫床に戻すことが難しいため、基本的には軟岩層を露出させない予防保全的な対策が有効と考えており、今中長期では、軟岩層が露出するリスクを評価する研究を進める予定である。
- 5) 今中長期の中で、流量規模に応じた侵食対策工の効果や安全性を確認したい。
- 6) 今中長期でも引き続きこの研究を継続するので、さらに良い成果が得られるように努めたい。