

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

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：道路技術研究グループ長 並河良治

研究担当グループ：橋梁構造研究グループ、材料資源研究グループ、土質・振動チーム(地質・地盤研究グループ)、耐寒材料チーム(寒地保全技術研究グループ)、寒地技術推進室(技術開発調整監付)、寒地地盤チーム(寒地基礎技術研究グループ)

1. 研究の必要性

人口減少、急激な少子高齢化や社会資本ストックの老朽化・増大に伴う維持更新費の増加等により、新たな社会資本整備に対する投資余力が減少するなか、国民生活の安定や地域経済の活性化のためには、耐久性に優れた社会資本をより効率的・効果的に整備していくことが求められている。このため、設計の信頼性と自由度を高め、新技術、新材料の開発・活用を容易にする性能設計法の導入を促すことにより、効率的・効果的に社会資本の整備が進められるように、性能設計法が確立されていない新しい形式の道路構造（橋梁アプローチ部に人口材料を用いた構造体、連続カルバート等）や土工構造物の性能評価法の開発を行う必要がある。また、構築時における品質を確保することにより、コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性を向上させる技術の開発を行う必要がある。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、これまで性能設計法が確立されていない新形式道路構造、土工構造物等の社会資本の性能評価技術および性能向上技術の開発を行う。また、コンクリートおよび土工構造物の施工時の品質を確保する技術、コンクリート構造物および橋梁の耐久性能評価技術等の開発を行う。

達成目標として以下の項目を設定した。

- (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

3. 個別課題の構成

本プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (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（平成 23～27 年度）
- (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（平成 23～27 年度）
- (3) 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（平成 22～26 年度）
- (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（平成 23～27 年度）
- (5) 鋼橋塗装の性能評価に関する研究（平成 23～27 年度）
- (6) 積雪寒冷地における冬期土工の品質確保に関する研究（平成 23～26 年度）

このうち、課題(3)、(6)は平成 26 年度に終了、その他の 4 課題は平成 27 年度に終了した課題である。

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、過年度に終了した課題も含め、平成 23～27 年度に実施した研究により得られた成果を要約すると、以下のとおりである。

(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

- ①新形式道路構造のヒンジ式アーチカルバート構造については、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て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た結果、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(EPS)を用いた新形式道路構造については、遠心模型実験や数値解析を実施し、同構造の地震挙動や橋台に作用する地震時土圧を明らかにし、EPS盛土を用いた橋台の性能評価法を提案した。
- ③土工構造物については、補強領域および背面の地盤材料と補強領域の寸法に着目した動的遠心模型実験を実施し、補強領域内におけるせん断応力比とせん断ひずみの関係は補強領域および背面の地盤材料の強度変形特性が支配的であることを明らかにするとともに、補強領域の安定計算によりすべり面を定め、各すべり面を含む領域でのせん断ひずみから壁面水平変位を求める計算手法を提案した。

(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

- ①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・検査については、フレッシュコンクリートの受け入れ時の試験方法として、スランブ試料の崩れ方及び簡易ブリーディング試験が特に材料分離の著しい配合の検出に有効であることを示した。
- ②出来上がりコンクリートの耐久性を評価する表面吸水試験については、実構造物での適用方法を提案した。養生終了後すぐに厳しい凍・塩害環境下に曝される場合、材料初期の凍害を防ぐ養生方法として、十分な湿潤養生の後にコンクリートの含水率を低下させてから開放する方法を提案した。
- ③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については、スケーリング・ひび割れが複合した凍害の進行予測法の開発、塩化物イオンの浸透に及ぼす凍害の影響評価を行った。また、実構造物でも凍害の進行予測および塩化物イオンの浸透性の評価を行った。凍害の形態は、凍結防止剤などの環境条件によって異なることや、塩化物イオンの浸透性の評価方法として差分法が有効であることを明らかにしたとともに、得られた知見の範囲で、凍害を考慮した塩害に対するコンクリート耐久性照査の基本的な考え方を提案した。
- ④鋼橋塗装の性能評価については、「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)の促進耐候性試験(キセノンランプ法)や複合サイクル腐食試験等を実施し、これらの試験から得られた塗膜外観、光沢・色彩、切り込み傷からの発せい状況、塗膜付着力等のデータの変化等から、複層塗膜の性能を適切に評価・判定するための試験条件や性能基準値を提案した。
- ⑤積雪寒冷地における冬季土工の品質確保については、実態調査および試験施工等により、盛土の施工速度を速めること、断熱材や非凍上性材料の利用、凍結した部分を除去すること、固化材の反応熱を利用すること等、施工中の凍上を防止することが効果的であることを確認した。また、高含水比浚渫土に対し、寒冷気候下での大型土のうの利用により含水比を低下させる工法を提案した。

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR IMPROVEMENT IN THE FUNCTION AND DURABILITY OF INFRASTRUCTURES

Research Period : FY2011-2015

Project Leader : Director of Road Technology Research Group
NAMIKAWA Yoshiharu

Research Group : Bridge and Structure Engineering Research Group, Materials and Resources Research Group (Concrete and Metallic Materials Research Team, Advanced Materials Research Team), Geology and Geotechnical Engineering Research Group (Soil Mechanics and Dynamics Research Team), Cold-Region Maintenance Engineering Research Group (Materials Research Team), Cold-Region Technology Development Coordination(Cold-Region Technology Promotion Division), Cold-Region Construction Engineering Research Group (Geotechnical Research Team)

Abstract : Investment capability for new infrastructures will probably decrease due to the population decline and aging and increase of cost for maintenance and renewal of old infrastructures. To keep nation's safety and economic vitality under such conditions, it is very important to construct infrastructures more efficiently with keeping sufficient durability. To this end, introduction of the performance-based design method, which would be one of realistic solutions with raising the reliability and flexibility of design and promoting development and use of new technologies and materials, should be promoted and the method to improve the durability of infrastructures should be developed. In this research project, a performance evaluation method for arch culvert structure, highway bridges with artificial material in the back side of its abutment and soil structure are being proposed. In addition a technology to keep concrete structure and soil structure in good quality at the construction stage and to evaluate the durability performance of concrete structures, highway bridges and paint on bridges are being developed.

Key words : performance-based design method, durability, arch culvert, bridge abutment, soil structures, concrete structures, highway bridge