

道路土工と舗装の一体型設計に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
 研究期間：平 26～平 28
 担当チーム：地質・地盤研究グループ（施工技術）
 技術推進本部（先端技術）
 道路技術研究グループ（舗装）
 寒地基盤技術研究グループ（寒地地盤）
 研究担当者：宮武裕昭、近藤益央、森芳徳
 藤野健一、橋本 毅、茂木正晴
 久保和幸、寺田 剛、藤原栄吾
 山梨高裕、福島宏文、佐藤厚子、
 安達隆征、山田 充

【要旨】

道路土工と舗装は独立した設計体系に基づき設計されている。道路土工と舗装を一体として設計することにより、より合理的かつ経済的な設計及び耐久性の向上が期待できるため、コスト縮減及び長寿命化に繋がる。本研究では、道路土工と舗装の一体型設計することにより、道路土工と舗装一体で道路の交通性能を確保し、合理的かつ効果的な設計法と一体型性能評価手法、さらに道路土工から路盤までの品質管理手法の提案及び情報化施工の活用方法とそれによる品質確保等の評価手法の提案を目的とする。

キーワード：道路土工、舗装、一体型設計、性能評価、品質管理

1. はじめに

道路土工と舗装は独立した設計体系に基づき設計されている。道路土工と舗装を一体として設計することにより、より合理的かつ経済的な設計及び耐久性の向上が期待できるため、コスト縮減及び長寿命化に繋がる。

また、路盤・路床は、施工場所によってばらつきがあるため、従来は道路土工の CBR 評価により舗装は安全側の設計・施工を行っている。道路土工と舗装を一体で設計することにより、道路土工から路盤まで一連の設計・施工・品質管理が可能となり、舗装の薄層化や断面の合理化によりコスト縮減及び長寿命化に繋がる。近年は情報化施工も導入されており、一体型設計を導入することにより、その効果を高めることが期待される。このためには、従来の道路土工を評価する CBR 試験の代替評価試験と情報化施工の効果的な活用方法と品質確保等の評価が必要である。

道路に求められる要求性能を交通量や重要度に応じて明らかにし、重要度の低い道路の場合は要求性能を下げても、交通性能確保は可能であると考えている。

本研究では、道路土工と舗装の一体型設計することにより、道路土工と舗装一体で道路の交通性能を確保し、合理的かつ効果的な設計法と一体型性能評価手法、さら

に道路土工から路盤までの品質管理手法の提案及び情報化施工の活用方法とそれによる品質確保等の評価手法の提案を目的としている。

本年度は、道路土工と舗装の一体型設計手法、道路土工と路盤の品質管理手法、情報化施工の活用方法と品質確保等の評価手法について検討を行った。

2. 道路土工と舗装の一体型設計手法の提案

2.1 舗装損傷に関する事例を収集

現道調査や FWD 調査等により、路床性状と舗装損傷等に関して検討を行っている事例を調査・収集し整理した。路床の性状が舗装の性状に与える影響に関して記述がある事例は 16 件ほどあった。これらの事例の中で路床の状態の違いが舗装の性能に及ぼす影響に着目して整理すると、以下のとおりである。

- ・D150（路床の支持力を表すたわみ量）は路床弾性係数だけによって決まり、層の厚さや路床以外の層の弾性係数が変化しても D150 にはほとんど影響しない¹⁾。
- ・路床の弾性係数の変化が表面たわみに一番大きく影響し、路床弾性係数が増加すると、表面たわみは全測点で減少する²⁾。

- D150 のたわみが大きいところでは舗装が破壊している例が多い³⁾。
- 高速道路の路床を含めた舗装全体を表すたわみ量は、健全全部で平均 0.14mm、不良部で平均 0.3mm⁴⁾であった。
- 路床の CBR 値が 3 以上の場合は舗装構造の弾性係数が大きくなるにつれて、ひび割れ率が小さくなる傾向がある⁵⁾。
- 路床とアスファルト混合物層の弾性係数が良好である場合、MCI 値はほぼ一定⁶⁾。

これらの事例調査により、FWD による D0、D150 などの路床性状を表すたわみ量から推定される弾性係数や CBR の大小が、ひび割れ率や MCI といった舗装の供用性能に影響を及ぼすことが確認された。

また、関東地方整備局管内の舗装工事履歴から頻繁に修繕工事が実施されている箇所を抽出し、工事内容について調査を行った。3 年連続で工事が行われている箇所抽出したが、埋設物工事や路線変更等に伴うもので、舗装損傷に伴う工事ではなかった。今後、さらに工事内容を分析し、損傷程度と工事間隔等の関係を検討したい。

2. 2 路床状態が舗装性能に及ぼす影響の確認

路面状態や路床の状態が異なると思われる道路で FWD 測定を行い、計測データから、路床と舗装各層の支持力及び弾性係数等を求め、路床の状態が舗装の性能に及ぼす影響を調査した。調査した道路は、路床の支持力 (CBR

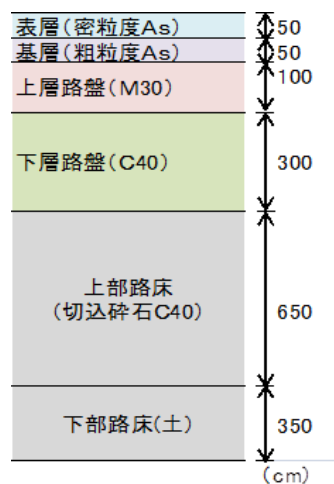


図-2.1 舗装構成

評価)に応じて適切に TA 法に基づき構造設計を行っている。

(1) 調査方法

1) 測定道路測定道路は延長 1km、舗装構成は図-2.1 に示すとおりで、舗装厚は 50cm、上部路床には 65cm の切込碎石、その下に 35cm の下部路床として土が用いられている。

2) 測定項目

FWD の測定は、延長 1km を 100m ごとに区切り、40m、60m、80m の OWP (左側走行車輪下) の位置で行った。D0 から D200 までのたわみ量を測定し、逆解析プログラム (BALM) を用い各層の弾性係数を求めた。

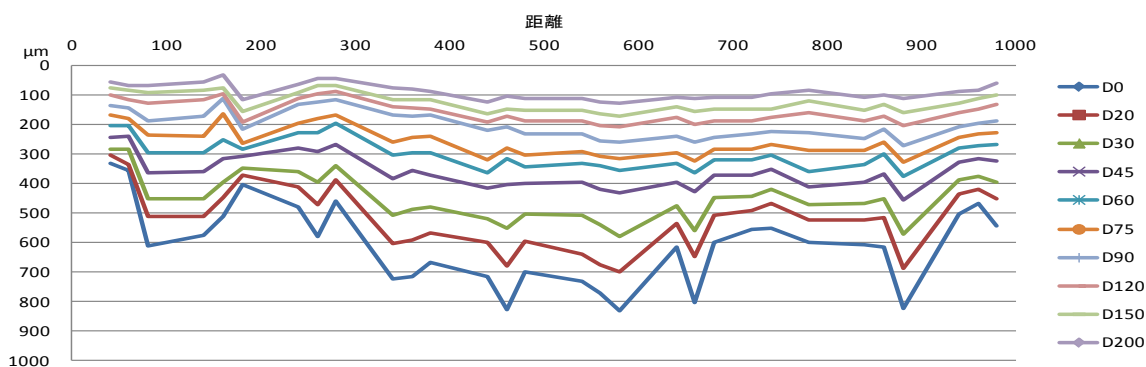


図-2.2 舗装構成

表-2.1 相関係数 (R)

項目	たわみ量			弾性係数 (E)				
	D ₀	D ₂₀	D ₁₅₀	As層	上層路盤	下層路盤	上部路床 (切込み碎石)	下部路床 (土)
ひび割れ率	0.57	0.57	0.64	0.24	0.35	0.37	0.16	0.68
平坦性	0.34	0.38	0.52	0.12	0.07	0.57	0.40	0.41
MCI	0.43	0.44	0.58	0.19	0.15	0.29	0.27	0.59

表-2.2 相関係数 (R)

項目	たわみ量			弾性係数(E)				
	D ₀	D ₂₀	D ₁₅₀	A _s 層	上層路盤	下層路盤	上部路床 (切込み碎石)	下部路床 (土)
目視ひび割れ率 (写真判定)	0.76	0.75	0.41	0.70	0.74	0.50	0.35	0.51

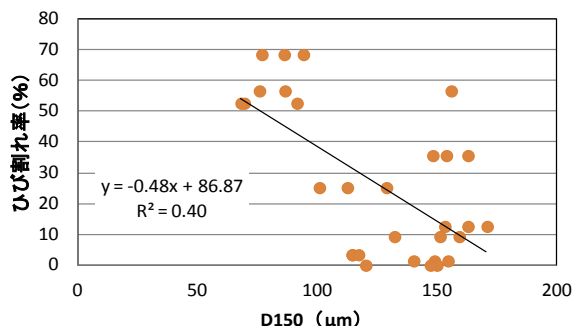


図-2.3 ひび割れ率とD150の関係

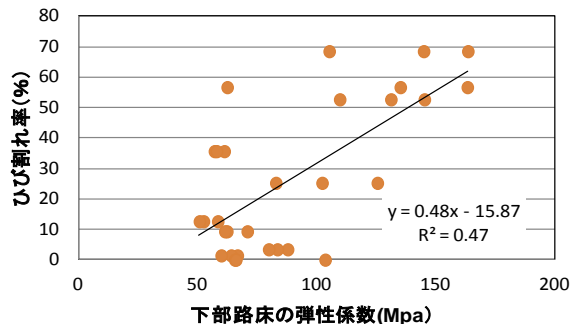


図-2.4 ひび割れ率と弾性係数の関係

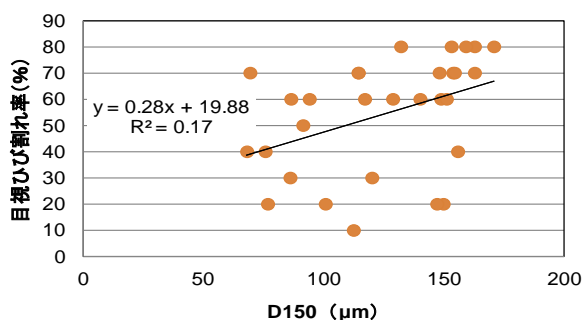


図-2.5 目視ひび割れ率とD150の関係

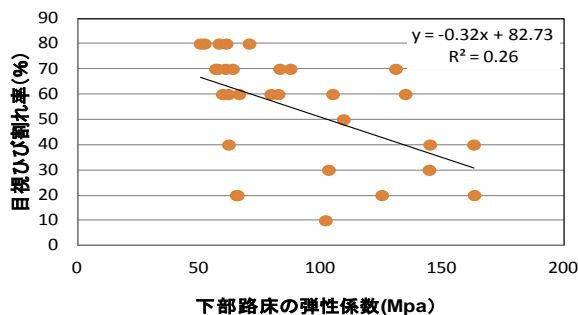


図-2.6 目視ひび割れ率と弾性係数の関係

路面性状データとして、路面性状測定車で測定したひび割れ率、平坦性、MCIを用いた。また、路面性状値は路面性状測定車で測定した100mの平均値しか記録がなかったため、その値を用いた。

(2) 試験結果

1) たわみ量測定結果

FWDで測定したたわみ量の測定結果を図-2.2に示す。舗装全層および路床の支持力を表すD₀は、300~850 μm、路床の支持力を表すD₁₅₀は、70~170 μmと場所によってたわみ量に差がある道路であることが分かる。

2) 路面性状データに及ぼす影響

路面性状測定車で測定したひび割れ率、平坦性、MCIとたわみ量(D₀、D₂₀、D₁₅₀)および各層の弾性係数の相関係数(R)を求めた結果を表-2.1に示す。この結果、路面性状のひび割れとたわみ量D₁₅₀と下部路床(土)の相関係数が0.6以上と高い相関が得られた。しかし、図-2.3と図-2.4に相関が認められたグラフを示すが、D₁₅₀が大きくなるとひ

び割れ率が小さくなり、弾性係数が大きくなるとひび割れ率は大きくなっている。

路床の支持力が大きければひび割れ率が小さくなるとの予測に反して、路床の支持力が大きくなるとひび割れ率も大きくなるといった、逆の傾向を示した。この要因は明確ではないが、今回用いたひび割れ率などの路面性状値は評価単位が100m区間の平均値を代表値としており、FWDの測定位置のひび割れ率を正確に測定していない可能性があることや、路面性状調査の計測時期が1年以上前であること等が考えられた。そこで、追加でFWDの測定位置のひび割れ状態を写真判定で0~100% (10%きざみ)に評価を行い、目視ひび割れ率から相関係数を求めた。

3) 目視判定との相関結果

FWDたわみ量計測時の路面写真判定で求めた目視ひび割れ率とたわみ量および各層の弾性係数の相関係数(R)を求めた結果を表-2.2に、たわみ量D₁₅₀と下部路床(土)の相関図を図-2.5と図-2.6

示す。この結果、たわみ量D150と下部路床(土)の相関係数は路面性状測定車で求めたひび割れ率の相関係数(表-2.1)より低くなったものの、路床のたわみD150が大きいとひび割れ率が小さく、下部路床(土)の弾性係数が大きいとひび割れ率は小さくなっている。このことより、路床の支持力が小さければひび割れは発生しやすく、大きければひび割れが発生しにくい可能性があることが分かった。

2.3 ジオテキスタイルを用いた軟弱地盤上の道路盛土の液状化対策

2.3.1 被災事例

東日本大震災では、軟弱地盤上の盛土において、地震時に盛土自体の液状化が要因と考えられる被害が発生した(図-2.7)。このような軟弱地盤上の盛土の液状化被害は、盛土材料や圧密沈下に伴う盛土のめり込み量や盛土内水位、圧密沈下に伴う盛土の密度低下が影響すると考えられる。本研究は、軟弱地盤上の道路盛土の液状化対策を検討するため、動的遠心力載荷試験装置を用いて、軟弱地盤にジオテキスタイルを用いた盛土補強工法の効果について整理した。

2.3.2 遠心力模型実験の概要

実験断面と計測器の配置を図-2.8に、実験ケースの一覧を表-2.3に示す。また、盛土および軟弱地盤の物性値を表-2.4に示す。

表-2.3に示すように2つの実験ケースを対象に比較を行う。Case1は無対策、Case2は盛土底面にジオテキスタイルを敷設した対策ケースである。表-2.3中に示す盛土の飽和割合とは、圧密前の盛土断面積を「1」としたとき、圧密後の地下水位以下の盛土の面積の割合を示したものである(図-2.9)。Case1・2ともに地下水位以下の盛土の割合は、ほぼ同じであった。なお、以下の図・表中および本文中の数値は、実物換算値で示す。

図-2.8に示す箇所に、以下の計測器を設置した。加速度計(A1~A9)、水圧計(P1~P18)、土圧計(EP1~EP4)、変位計(鉛直変位:DV1~4、水平変位:DH1~2)、Case2はジオテキスタイルにひずみゲージ(G11~15、G21~25)を貼付けた。ひずみゲージの貼付け位置(平面図)は、図-2.10に示す。なお、ひずみゲージの内、G11~G13、G21~G23およびG15(静的)は、明らかな計測不良であった。

実験の手順は次の通りである。軟弱地盤を模した基礎地盤は、カオリンとピートモスを1:10(乾燥重量比)で混合した材料を用い、初期含水比90%で調整した。盛土載荷前に15kPaで予圧密を行った。盛土の形状は、図-2.8

に示す通り(盛土高5m、のり勾配1:1.5)である。盛土は、カオリンとDLクレイを1:3(乾燥重量比)で混合し、

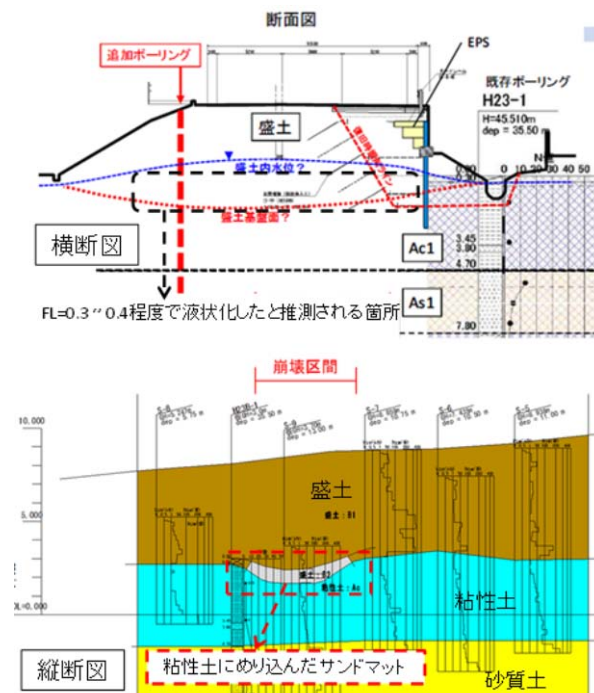


図-2.7 東北地方太平洋沖地震における平地部道路盛土での盛土自体の液状化による被災箇所の断面図(横断面図(上)と縦断面図(下))

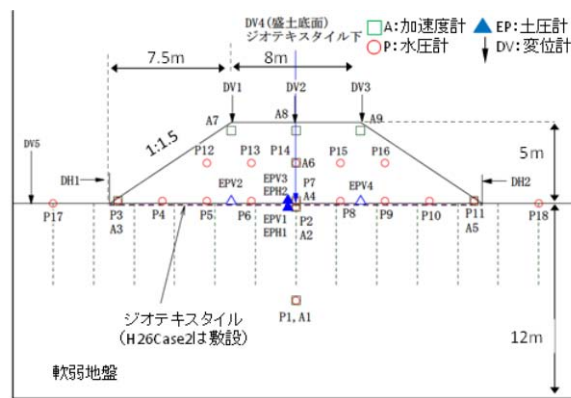


図-2.8 実験断面と計測器の配置

表-2.3 実験ケース一覧

ケースNo.	対策工の有無	盛土の飽和割合
Case1	無対策	30.4%
Case2	ジオテキスタイル	29.8%

表-2.4 軟弱地盤の物性値(左)と盛土の物性値(右)

含水比	Case1:58.5% Case2:59.1%	土粒子密度	2.635 g/cm ³
土粒子密度	2.592g/cm ³	最大乾燥密度	1.723 g/cm ³
湿潤密度	Case1:1.559g/cm ³ Case2:1.551g/cm ³	最適含水比	16.9%
圧縮指数	0.419	有効応力に関する粘着力	5.32kN/m ²
		有効応力に関するせん断抵抗角	30.4°

最適含水比に調整した上で、締固め度 90%になるように作製した。Case2 は、盛土の底面にジオテキスタイルを敷設した。盛土作製後、真空槽にて十分に脱気したのち、CO₂を充填し、盛土底面から 1m を十分に飽和させた。

このようにして模型を作製した後、プラットフォームに載せ、実施工に換算して盛土の载荷速度が 2.5cm/day になるように遠心加速度を上げた。盛土の载荷速度は緩速载荷を想定し、道路土工「軟弱対策工指針」2) の 3cm/day 参考にした。加振実験は、50g (g : 重力加速度) の遠心場にて、盛土の 1 次圧密が概ね完了したことを確認して行った。入力地震動は、道路橋示方書に示されるレベル 2 タイプ I 地震動・II 種地盤 (板島橋) の振幅を 0.9 倍にした波形を用いた (図-2.11)。

2.3.3 動的遠心力模型実験の結果

(1) 圧密沈下に伴う盛土の変位

図-2.12 に示すように、画像から読み取った Case1・2 の圧密後の盛土形状を比較すると大きな違いは見られなかった。これは、今回の実験条件では、ジオテキスタイルの引張力が十分に発揮されなかったため、圧密後の盛土形状に大きな違いが見られなかった可能性が考えられる。

「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4)」によると、ジオテキスタイルの端部は、のり面部の安定性を強化するために、2m 程度巻き返すような工夫を行う、とある。このような工夫により、ジオテキスタイルの引張力をより発揮できるか、今後、検討を行いたい。

(2) 加振時のジオテキスタイルのひずみおよび盛土の変形、過剰間隙水圧の発生

図-2.13 に加振前後の盛土形状を示す。また、図-2.14 に加振時にジオテキスタイルに生じたひずみを示す。加振による盛土天端の Case1 の平均沈下量は 106cm (開口亀裂部は含まない)、Case2 は 83cm であった。Case1 は、186cm にも達する大きな開口亀裂が見られたが、Case2 の盛土天端には無数のクラックは見られるものの、Case1 のような開口亀裂は見られなかった。

加振時のジオテキスタイルは、のり肩下部 (G14・G24)、のり面下部 (G15・G25) 両箇所とも、加振に合わせて引張りひずみが発生した。ジオテキスタイルに張力が生じることで盛土のせん断抵抗の増加に寄与していたと考えられる (図-2.14)。

加振時の過剰間隙水圧 (P5~P9) を図-2.15 に示す。Case1・2 ともにほぼ同様の傾向であり、P5~P9 のいずれの箇所もほぼ液状化に達しており、有効応力は大きく減

少していたと考えられる。Case1 の P7 および P8 は、20 秒当たりから水圧が下がっているが、これは開口亀裂に

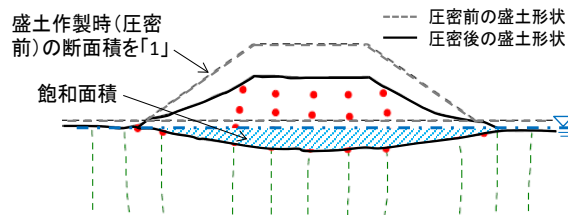


図-2.9 盛土の飽和面積

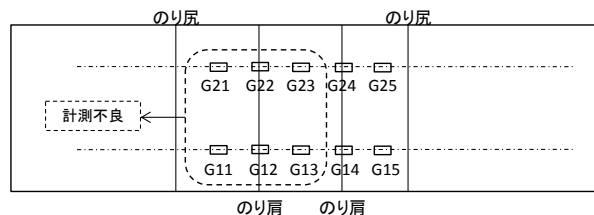


図-2.10 ジオテキスタイルへのひずみゲージの位置

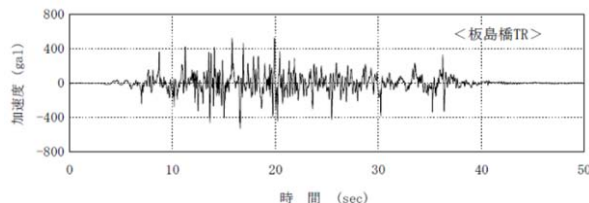


図-2.11 入力地震動 : L2 タイプ I 地震動

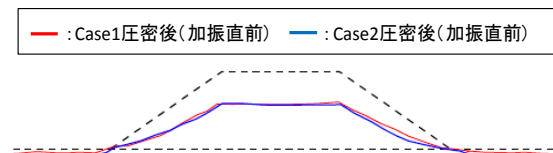


図-2.12 Case1・2 の圧密後の盛土形状の比較

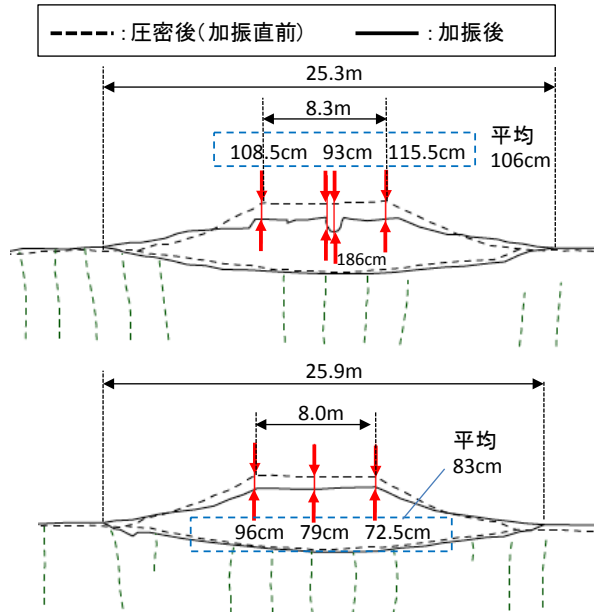


図-2.13 加振前後の盛土形状 (上 : Case1、下 : Case2)

伴って、低下したと考えられる。

以上より、ジオテキスタイルを敷設しても盛土底部はほぼ液状化に達するが、ジオテキスタイルの引張力により、天端のクラックの発生等の盛土の変形を一定程度抑

制できることが分かった。ただし、一定の抑制効果はあるが、加振による盛土の沈下は比較的大きく、盛土の重要度等によっては、さらなる変形の抑制が必要になることも考えられる。

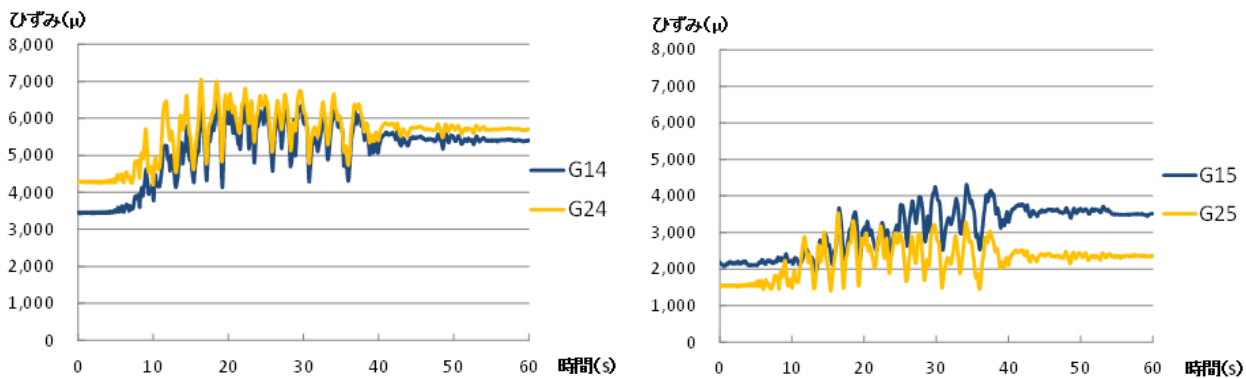


図-2.14 左：加振時の右側のり肩下部のジオテキスタイルのひずみ (G14・G24)
右：加振時の右側のり面下部のジオテキスタイルのひずみ (G15・G25)

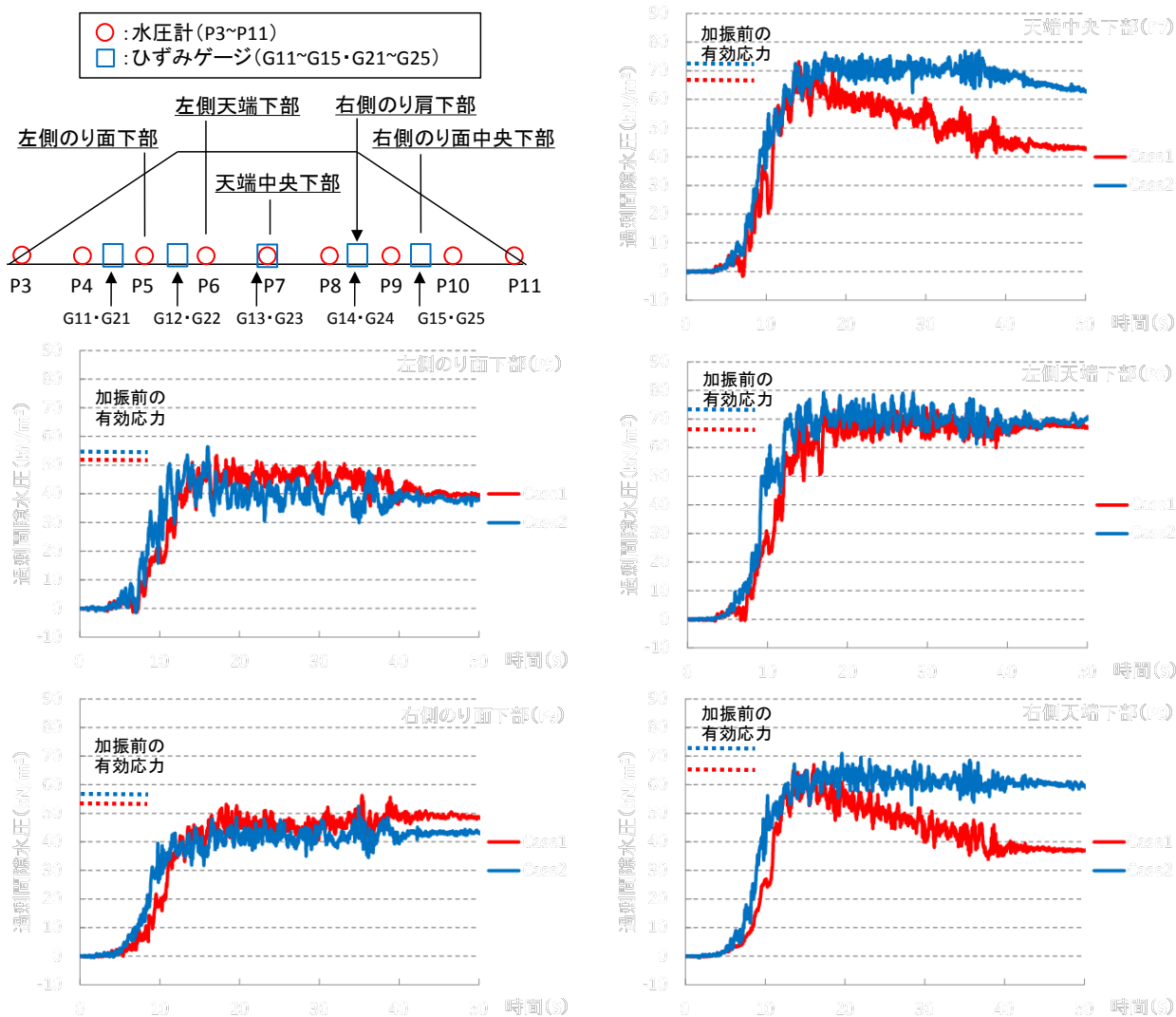


図-2.15 過剰間隙水圧の比較

3. 道路土工と路盤の品質管理手法の提案

国土交通省北海道開発局において採用されている衝撃加速度を用いた盛土の品質管理方法について、路盤および路床材料に対して適用を試みた。

北海道内の道路施工現場において、路盤4箇所、路床2箇所にて衝撃加速度の測定、および砂置換法による密度測定を行った。また、現地より試料を採取し、室内試験により衝撃加速度と乾燥密度の関係を求めた。

室内試験により求めた衝撃加速度と乾燥密度の関係を図-3.1に示す。全ての試料において、衝撃加速度が高くなるとともに乾燥密度が高くなる傾向が見受けられ、本報告で測定した路盤4箇所、路床2箇所の材料は、衝撃加速度による品質管理が可能な材料であると考えられる。図-3.2には、図-3.1に示した衝撃加速度と乾燥密度の関

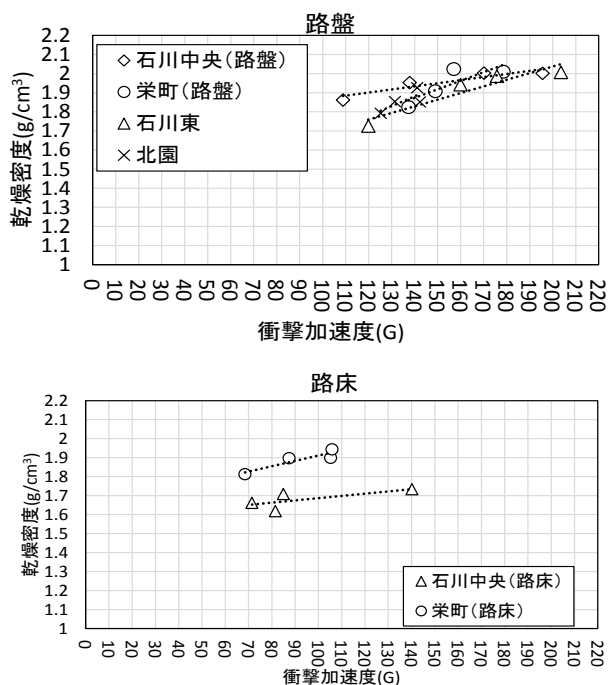


図-3.1 各試料の衝撃加速度と乾燥密度の関係

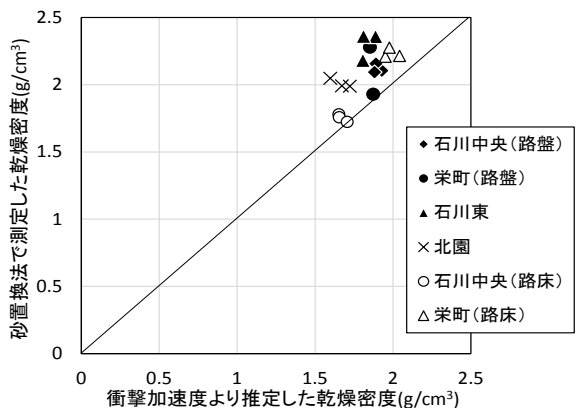


図-3.2 衝撃加速度による推定値と砂置換法による測定値の比較

係を用い、現地で測定した衝撃加速度から推定した乾燥密度と、同じ位置で砂置換法により測定した乾燥密度の関係を示す。全般的に、砂置換法により測定した乾燥密度は、衝撃加速度から推定した乾燥密度にくらべ、同じか高くなる傾向が見受けられた。室内試験における衝撃加速度の測定時に、礫分を多く含む材料であるため、モールド底面までランマ落下の衝撃を伝えてしまうことにより、衝撃加速度が高めに測定されてしまった可能性が考えられる。今後、路盤、路床に用いられる礫質材料の衝撃加速度の値に対して、モールド底面の拘束が与える影響について、詳細に検討する必要があると考えられる。

4. 道路土工と舗装の一体型設計に対応した情報化施工の活用方法と品質確保等の評価手法の提案

4.1 情報化施工の複数技術の活用等の調査

実際の施工現場において相乗効果のある複数の情報化施工技術（MC/MG技術やTS出来形管理など）の活用や情報の共有・連携などの情報化施工を効果的に活用するためのポイントを施工計画・準備の段階を含めて収集・整理し、効果的な活用方法の事例集とそれらを講習会などで説明するための資料を作成した。

実施した事項は以下のとおりである。

- (1) 効果的な活用方法の事例収集・整理
- (2) 効果的な活用方法の事例集・説明資料の作成

4.1.1 調査フローと実施内容

調査フローと実施内容を以下に示す。本調査では、情報化施工を効率的に活用するための留意点や工夫について、既存の報告事例などから抽出・整理し、講習会などで活用する説明資料を解り易くとりまとめる。

(1) 効果的な活用方法の事例収集・整理

①事例収集

土工および舗装工を対象に、MC/MG技術やTS出来形管理を利用した事例を収集する。収集の対象は、平成24年1月～平成26年12月の3ヶ年を対象とする。導入効果、効果を得るための留意点や工夫が示されている文献を収集する。

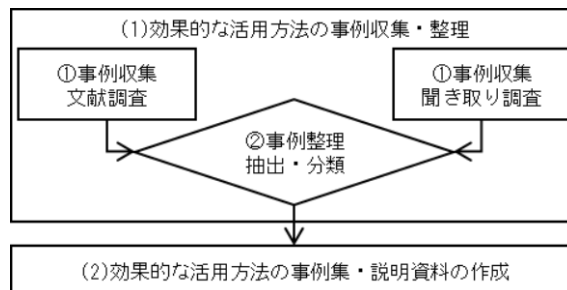


図-4.1 調査フロー

この他、情報化施工機器メーカーへの聞き取り調査により、情報化施工機器を効率的に利用している施工者を選定し、効率的に活用・運用する留意点などを調査する。

②事例整理

収集した事例を対象技術別に、対象工種や現場条件等を整理し、効果と効果を発現するための留意点や工夫との関連を考察して分類し、汎用性のある事例と特殊な条件下での事例に分類する。

表-4.1 事例整理の分類

条件	効果の分類	留意点 (効果の発現条件)
汎用	省力化/時間短縮 /品質/安全/人	資器材/人材/作業手順/利 用技術/管理手法/発注者
特殊条件	材/環境	

(2)効果的な活用方法の事例集・説明資料の作成

収集・整理した事例から汎用的に活用できる工夫や留意点を抽出し、効果的な活用方法の事例集・説明資料を作成する。なお、情報化施工の初心者や土木関係の学生でも内容が解るように整理する。

4. 1. 2 調査結果

(1)効果的な活用方法の事例収集・整理

①事例収集

収集した文献のうち、導入効果、効果を得るための留意点や工夫が示されている事例を 27 件抽出して整理を行った。また、情報化施工機器を効率的に利用している施工者を選定し、効率的に活用・運用する留意点などを調査した。調査した施工者を以下に示す。

表-4.2 事例調査対象

会社名	現場名	活用した技術
(株)砂子組	石狩川改修工事の内 旧夕張川築堤工事	MGバックホウ、MC ブルドーザ等
(株)丸田組	平成24年度 北海道横 断自動車道訓子府門訓 子府改良工事	縮固め回数管理システ ム、MGバックホウ等

②事例整理

収集した事例から情報化施工の効果を最大化するために行った工夫等を抽出し、分類・整理した。分類・整理

表-4.3 事例整理 (準備)

フェーズ	技術	事例	内容
準備 (データ 作成)	共通 (M C・MG、 TS出来 形)	適切なデータ作成順序	・設計データは、TS出来形→MC・MGの順で作成する (TSのデータをベースにMC・MGのデータ作成が可能) ・施工用と管理用の基本設計データは同じ (出力時に形式を指定するだけ)
		複雑な設計形状のデータ化のコツ	・複雑な形状の設計データは、単純な形状に分割して作成

は、建設プロジェクトの段階毎 (準備、施工計画、施工) と使用した情報化施工技術毎に行った。準備段階で4技術分類に対して9事例、施工計画段階で1技術分類に対

表-4.4 事例整理 (施工計画)

フェーズ	技術	事例	内容
施工計画	共通 (M C・MG)	人員配置の最適化	・情報化施工を対象にした資材搬入等、情報化施工を最大限に活用できるように周辺作業も合わせていく必要がある。 ・MGを導入するだけではなく、この技術に最適な人員配置を行うことで経済性向上・安全性向上が得られる。
		計画工程の最適化	・盛土の施工期間は、現場条件により断続的な場合や1日の施工量が限られ長期化する場合がある。仮に盛土期間が空いたとしてもシステムは容易に取外し再設置できない。また、システムのレンタル料は安くはないことから、使用期間ができるだけ短くなるよう、工程等の調整が必要である。

表-4.5 事例整理 (施工)

フェーズ	技術	事例	内容
施工	共通	ネットワーク機能の活用	・個別機器をクラウドサービスで統合管理することにより、事務所から重機・測量機へのデータ入出力や遠隔アシスタントが可能となる。また、ダンプ、施工機械、測量機等のデータを蓄積し、計画データと統合して進捗状況を分析できる。
		MGバックホウ	1) MGで切り出し位置 (法肩や法尻等) にバケットで印をつける。または管理断面や変化断面を仕上がる。 2) その後、普通バックホウがその切り出し位置や既に仕上がっている断面の形状を基準に施工する。 3) 管理断面や位置出しが終わったMGは先行して施工する。
	衛生補足状態が悪くなったときの対応	・先に管理断面をMGで仕上げ、FLOATになったら管理断面間を、MGで仕上げた形状に倣って従来施工で施工する。	
	各種アタッチメントの活用	・アタッチメントにロータリー攪拌装置を取り付け、地盤改良のための攪拌を行った範囲・深度を管理する。 ・プレーカや明渠バケット、ツインヘッダー、Eロック、Mロックなども使用できる。	
		ライフライン対策	・送電線や橋梁下の作業、埋設物がある箇所での作業などフロント部の上下稼働範囲が限られる現場で、可動範囲を設定して警告アラーム等により注意を促し、空中の電線や地中の管などに誤って接触する危険を低減できる。
		簡易測量器として活用	・爪先の座標を記録し、土量計算、進捗管理等に利用できる。 ・巻き出し厚を示す丁張りの代わりに土砂で高さを示す。

して4事例、施工段階で6技術分類に対して20事例を整理した。整理した事例の中から汎用的に利用できる工夫や留意点として抽出した主な事例を以下に示す。

(2)効果的な活用方法の事例集・説明資料の作成

整理した情報化施工技術の効果を最大化するための工夫等の事例のうち、汎用的に活用できる工夫や留意点を抽出し、効果的な活用方法の事例集と説明資料を作成した。効果的な活用方法の事例集は、以下に示すイメージの様式を用いて、27事例を作成した。



図-4.2 事例集のイメージ

効果的な活用方法の説明資料は、本調査を行う前から既知の留意点や工夫を含めて作成した。従来の手法と情報化施工を活用した手法との違いが解るように記載した。また、内容は、情報化施工の初心者や土木関係の学生でも理解できるように留意し、平易な文言を用いた。以下に説明資料のイメージを図-4.3に示す。



図-4.3 説明資料のイメージ

4.2 情報化施工の品質確保等の効果の検証

情報化施工と従来施工により同一条件下による施工を

行い、施工品質等を定量的に計測し、その差異を把握することで情報化施工の品質確保等の効果を検証する。

実施した項目は、以下のとおりである。

- (1)計測項目・計測方法の検討・整理
- (2)一部の計測項目の試行計測

4.2.1 計測項目・計測方法の検討・整理

道路土工と舗装工を対象に情報化施工の効果を定量的に検証するための計測項目と計測方法を検討・整理した。構造物の耐久性に影響を与える要因と考えられる支持力と平坦性を道路土工と舗装工の各層で計測することとした。また、施工効率の違いを把握するため、施工時間と施工量を計測し、単位時間当たりの施工量を把握することとした。

4.2.2 一部の計測項目の試行計測

支持力の計測について、計測の試行を舗装走行実験場で行った。路床、下層路盤、上層路盤について、約100mの区間を約20m間隔毎に3点計測した。計測は、小型FWDを用いて行った。以下に計測箇所イメージを図-4.4示す。

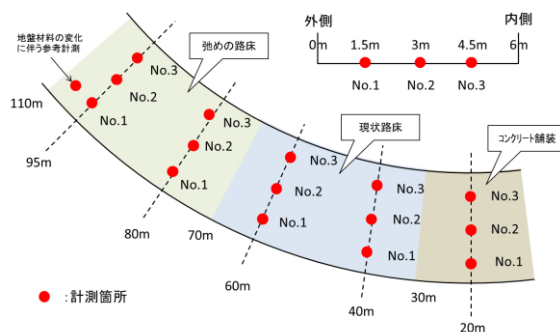


図-4.4 計測箇所イメージ

計測結果は、測点毎にK30相当値として整理した。

なお、計測の試行から、計測時に必要な人員や時間、また今後の計測を効率的に行うため器具等を整理し、準備した。

さらに、これらの地点においては、平板載荷試験、密度試験（砂置換法及びピコアッター）、衝撃加速度試験装置による密度計測を実施し、各試験法のキャリブレーションを行った。

4.2.3 今後の取り組み

今後は、同一の条件を確保した情報化施工と従来施工による施工を実験で行い、施工品質等を定量的に計測して、その差異を整理・分析する。これにより、情報化施工の効果を定量的に検証する。

また、シミュレーションや輪荷重疲労試験による耐久性の評価を行うための基礎となる資料を整理する。

5. まとめ

平成 26 年度の研究内容から次のことが明らかになった。

- ・路床の状態が舗装の性能に及ぼす影響を調査した結果、路床の支持力に応じて適切に TA 法に基づき構造設計を行っても、路床の支持力が小さければひび割れが発生しやすい傾向が確認された。路床の安定処理などが有効であることが再確認できえられる。
- ・舗装の構造的健全度と路面性状の関係を検討するに当たっては、FWD と路面性状の測定位置がずれると良好な結果が得られず、追跡調査時には正確な位置出しが重要であることが分かった。
- ・盛土底部にジオテキスタイルを敷設した盛土補強工法の効果を検討するため、動的遠心力模型実験で圧密後の盛土形状を比較すると、ジオテキスタイルの有無による明瞭な違いは見られず、盛土底部の広がり抑制効果は確認できなかった。
- ・軟弱層が厚く、圧密沈下による盛土の変形が大きい場合は、ジオテキスタイルを敷設する際の端部の処理が重要と思われる。圧密沈下に伴う盛土のゆるみを防止するには、ジオテキスタイルの引張力が十分に発揮されるように留意する必要がある。
- ・ジオテキスタイルの敷設の有無によって、盛土底部の液状化状態に大きな違いは見られなかったが、ジオテキスタイルの張力により、加振による盛土の変形は一定程度抑制されることを確認した。
- ・盛土の品質管理に用いられている衝撃加速度試験法を路床や路盤に対しても検討してみた。その結果、衝撃加速度と砂置換法で計測した密度試験結果は高い相関が確認できた。
- ・同一の条件を確保した情報化施工と従来施工との比較実験を行うために必要な情報を整理した。

る路床強度が舗装構造に与える影響、土木学会第 53 回年次学術講演会、V-29、pp58～59、1998.10

- 5) 小林尚登、赤木寛一、池内達宣：FWD による舗装構造値と路面性状測定によるひび割れ率との関係、第 10 回地盤工学会関東支部発表会、2013.10
- 6) 三浦真紀、赤木寛一、池内達宣、小林尚登：FWD による舗装構造値と路面性状値を用いた補修効果の調査、2014.10
- 7) 財団法人国土技術研究センター：東日本大震災を踏まえた今後の河川堤防の耐震対策の進め方について（報告書）、2011.9
- 8) 社団法人日本道路協会：道路土工「軟弱地盤対策工指針」、p.54、2012.8
- 9) 社団法人日本道路協会：道路土工「軟弱地盤対策工指針」、pp.344-345、2012.8
- 10) 一般財団法人土木研究センター：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、p.369、2013.12
- 11) 情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階へ挑む！！～、2013.3

参考文献

- 1) 丸山輝彦、姫野賢治、林正則：FWD たわみ測定による舗装の健全度評価、舗装、Vol.24、No.9、pp3～8、1989.9
- 2) 松井邦人、井上武美、二瓶辰之：舗装各層の弾性係数を表面たわみから推定する一手法、土木学会論文集、第 420 号、V-13、pp107～114、1990.8
- 3) 阿部長門、丸山輝彦、姫野賢治、林正則：たわみ性能指標に基づく舗装の構造評価、土木学会論文集、第 460 号、V-18、pp41～48、1993.2
- 4) 阿部長門、丸山輝彦、姫野賢治、林正則：高速道路におけ

A Study on Integration Design of Road Earthwork and the Pavement

Abstract : Road earthwork and the pavement are designed based on an independent design system. We think that it is can be expect an economical design and durable improvement by the integration design of road earthwork and the pavement. As a result, we think that it is can be expect cost reduction and lifelong duration.

In 2014 fiscal year, we investigated asphalt pavement and ground condition from pavement database. In addition, we performed a centrifugal model test to confirm the influence that ground condition gave to earthwork structures. However, there was not the clear causation between pavement damage and the ground conditions.

Key words : road earthworks, pavement, integration design, performance evaluation, quality control