

コンクリート舗装の維持修繕に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 27～平 30

担当チーム：道路技術研究グループ舗装チーム

先端材料資源研究センター

材料資源研究グループ

寒地道路保全技術研究グループ

寒地道路保全チーム

研究担当者：久保 和幸、渡邊 一弘、

若林 由弥、高木 亮一

西崎 到、佐々木 巖

川島 陽子

木村 孝司、丸山 記美雄

安倍 隆二、上野 千草

田中 俊輔

【要旨】

コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べ、損傷した場合の補修が困難なことや補修後の交通開放に時間を要することが課題とされている。本研究では、コンクリート舗装の修繕工法の改善、軽微な破損に対する維持工法の提案、早期交通開放可能な修繕工法の提案、積雪寒冷地での適用性の検証を目的とし、①既設コンクリート版の路面性状および構造評価、②維持工法に関する製品や道路の維持管理の実態把握と製品の評価試験方法の検討、③早期交通開放技術として期待される 1DAY PAVE の走行実験場での試験施工、④積雪寒冷地に施工されたコンクリート舗装の目視調査を実施した。

その結果、①コンクリート舗装の構造評価の確立を目的に実施した供用開始 16 年後の平泉バイパスの構造調査では、路面性能や版としての構造性能は維持しているものの、構造的な弱点である目地部での荷重伝達率が低下している版が存在していることを確認した。②コンクリート舗装に発生する軽微な破損（路面性能の低下）に対する対応策を検討するために、コンクリート舗装の維持工法の実態（道路管理および製品）調査を実施し、交通規制時間が 1 時間程度の製品開発が求められていることを確認した。また、維持工法に使用される補修材の性能を評価する方法を検討するため、ホイールトラッキング試験や引張接着強さ試験を実施した。補修材の形状安定性や一体性に対する負荷条件による影響について、補修材の種類毎の違いを整理した。③早期交通開放技術として期待できる 1DAY PAVE の試験施工を実施して施工性を確認した。④積雪寒冷地におけるコンクリート舗装版の補修は、アスファルト混合物による対応が全体の 9 割を占めるが、耐久性に課題が確認された。セメント系材料による対応は 1 割に止まるが、対策後の耐久性はアスファルト混合物に比べ比較的良好な状況であった。凍上性の路床土が存在する箇所では、幅員方向に貫通する横断ひび割れの発生頻度が高い状況であり対策が必要であることを確認した。

キーワード：コンクリート舗装、修繕工法、維持工法、早期交通開放、寒冷地

1.はじめに

コンクリート舗装は、高耐久性を有し、ライフサイクルコストの低減に繋がり、環境にも優しいといった長所が挙げられる。しかし、国内におけるコンクリート舗装のシェアは、昭和40年代以前は30%以上であったが、現在は5%程度に留まっている¹⁾。一方で、近年の厳しい財政的制約等から、社会インフラの長寿命化が求められており、国土交通省も長寿命化に関する各種施策²⁾を打ち出している。その一つに「国土交通省技術基本計画」³⁾の中で、「コンクリート舗装等耐久性の高い素材の採用等によるライフサイクルコストの縮減を目指す。」と明記され、コンクリート舗装に関する関心が高まり、施工量も増加傾向にある。

一方、コンクリート舗装は維持や修繕を目的とした補修の実施に際し、工法や補修材料の適用方法が不明確なために補修が困難だと考えられていることや、交通開放に時間を要するなどの課題が存在する。これらは発注者や道路管理者にコンクリート舗装の大きなデメリットとして捉えられ、適材適所におけるコンクリート舗装の活用の妨げになっている。

本研究は、コンクリート舗装の維持及び修繕に関して、既存の修繕工法の改善、軽微な破損に対する維持工法の提案、早期交通開放可能な修繕工法の提案、積雪寒冷地での適用性の検証を目的としている。具体的な取組みとして、本年度は既設コンクリート版の路面性状および構造評価、維持工法に関する製品や道路の維持管理の実態把握と維持工法に使用される補修材の性能を評価する方法の検討、早期交通開放技術の課題抽出および走行実験場での試験施工、積雪寒冷地に施工されたコンクリート舗装における目視調査等を実施した。

2. 既存の修繕工法の改善

既存の修繕工法の改善のためには、供用中のコンクリート舗装の経年的な調査データの解析が有効であると考えた。国道4号平泉バイパスでは、1999年に工事の合理化・省力化を目的に、鉄網の省略を基本としたスリップフォーム工法を用いた普通コンクリート舗装が施工された⁴⁾。その後、2008年に供用開始後9年後における供用性の調査を実施している⁵⁾。この調査時には、コンクリート版の隅角部の一部で修繕が実施されていたものの、コンクリート舗装の健全性を確認している。しかし、近年交通量が増加しているため、今後は修繕が必要なケースが増えるものと予想される。そこで、2015年度に供用16

年における追跡調査を実施した。

2. 1 調査場所

調査箇所を図2-1に、調査箇所の諸元を表2-1に示す。調査は、岩手県西磐井郡平泉町の国道4号平泉バイパスの第2、3工区の下り線にて実施した。平泉バイパスは全長が約5.8kmで、そのうち約2kmがコンクリート舗装(全4工区)である。第2工区は起点から110mの区間に鉄網を設けている。

2. 2 調査項目および調査方法

調査項目および調査方法を表2-2に示す。わだち掘れならびに段差は供用9年の調査では実施していなかったが、供用16年の調査で調査項目として追加した。

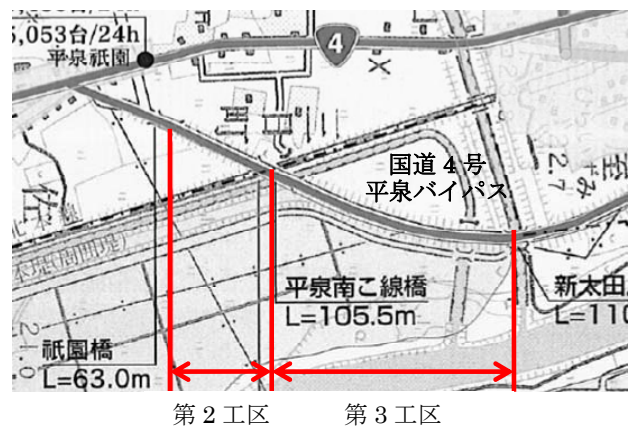


図 2-1 調査箇所

表 2-1 調査箇所の諸元

項目	第2工区 (下り)	第3工区 (下り)
施工延長	約257m	約655m
版体数(踏掛版除く)	27 鉄網有り:11 鉄網無し:16	66
横収縮目地間隔	10m	
幅員	4.5m	
縦目地	突合せ目地	
舗装種別	普通コンクリート舗装	
舗装構成	Co版:30cm、As中間層:4cm 路盤:15cm、路床:CBR12以上	
設計交通量	N ₇ (D交通)	
交通量 (平成22年度交通センサス)	15,794台(24時間上下線) 大型車:4,977台	
車線数	暫定2車線(計画4車線)	
盛土施工時期	昭和62~63年	
施工・供用開始時期	平成11年	

表 2-2 調査項目および調査方法

調査項目	調査方法	調査工区	測定点数	調査時期		
				供用前	9年	16年
わだち掘れ	舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕「S030 舗装路面のわだち掘れ量測定方法」	2工区(OWP)	27	—	—	○
段差	「S031 舗装路面の段差の測定方法」	2工区(OWP,IWP)	54	—	—	○
すべり抵抗	「S021-3 回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数の測定方法」	2工区(OWP)	13	○	○	○
きめ深さ	「S022-3T 回転式きめ深さ測定装置を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法」	2工区(OWP)	13	—	○	○
平坦性	「S028 舗装路面の平坦性測定方法」	2工区	OWP BWP IWP	○	○	○
		3工区				
ひび割れ	「S029 舗装路面のひび割れ測定方法（スケッチによる方法）」	2工区	27	○	○	○
		3工区	66			
たわみ量	フォーリングウェイトデフレクトメータ(FWD)によるたわみ量測定方法	2工区	27	○	○	○
		3工区	66	—	○	○

2. 3 調査結果および考察

2. 3. 1 路面性状の調査結果

供用開始後 16 年における路面に関する調査結果を表 2-3 に示す。わだち掘れ量の最大値は 8.6mm (平均 5.5mm)、段差の最大値は、3.0mm であり、いずれも道路維持修繕要綱の維持修繕要否判断の目標値（以後、目標値）よりも小さい値であった。動摩擦係数 μ (60)は 0.47 で、この値をすべり摩擦係数に換算⁶⁾すると、0.42 となる。この値は、目標値である 0.25 を上回っていた。ひび割れ度はコンクリート版 1 枚（幅員 4.5m、長さ 10m）あたりで算出し、第 2 工区の最大値は 4.4cm/m²、第 3 工区の最大値は 12.9cm/m² であった。以上より、路面性状の調査結果からは維持修繕の必要は無いと判断された。

路面性状の経年変化を表 2-4 に示す。動摩擦係数 μ (60)ときめ深さが経年的に低下していることから、すべり抵抗の低下は粗度の低下が影響しているといえる。平坦性は供用 16 年経過しても供用前と大きな変化は無かった。なお、3 工区のひび割れ度が供用 9 年で 12.9cm/m² となりその後変化していないのは、パッチング箇所によるためである。

2. 3. 2 構造に関する調査結果（FWD のたわみ量）

第 2 工区の版央 D₀ たわみ量(98kN 荷重)ならびに目地部の荷重伝達率を図 2-2 ならびに図 2-3 に示す。版央 D₀ たわみ量は供用 16 年で 90 μ m 程度であり、供用前からの変化も小さく、路盤以下の支持力は十分に保たれていた。鉄網の有無による差は明確ではなかった。

荷重伝達率は 80%以上であれば良好、65%以下であれば不十分とされている⁷⁾。今回の調査区間では

表 2-3 路面性状の調査結果（供用 16 年）

項目	測定結果	維持修繕要否判断の目標値※
わだち掘れ量	最大 8.6mm	30~40mm
段差	最大 3.0mm	15mm
動摩擦係数 μ (60)	0.47	—
すべり摩擦係数	0.42	0.25
きめ深さ MPD	0.39mm	—
平坦性	2工区	1.54 (σ)
	3工区	1.84 (σ)
ひび割れ度 (cm/m ²)	2工区	最大 4.4
	3工区	最大 12.9

※：道路維持修繕要綱（交通量の多い一般道路）

表 2-4 路面性状の経年変化

項目	供用前	9年	16年	
動摩擦係数 μ (60)	0.61	0.51	0.47	
きめ深さ MPD (mm)	—	0.45	0.39	
平坦性 (σ)	2工区	1.82	1.96	1.54
	3工区	1.81	1.89	1.84
ひび割れ度 (cm/m ²)	2工区	0	最大 2.0 平均 0.2	最大 4.4 平均 0.2
	3工区	0	最大 12.9 平均 0.6	最大 12.9 平均 1.4

概ね荷重伝達率は概ね 80%以上であり、荷重は良好に伝達していると判断できるものの、版 No.10、No.17、No.21、No.24、No.25 では相対的に荷重伝達率が低いため、今後の継続的な調査は必要だと考えられる。なお、鉄網の有無による差は明確ではなかった。

第3工区の版央D₀たわみ量ならびに目地部の荷重伝達率を図2-4ならびに図2-5に示す。第3工区は供用前調査が実施されていない。版央D₀たわみ量は100 μ m程度であり、たわみ量の絶対値としては小さい。また、供用9年から16年かけて大きな変化は生じていなかった。これより、第2工区と同様、路盤以下の支持力は保たれていると考えられる。一方、荷重伝達率は版No.35以降のバラつきが大きい傾向にある。特に版No.50およびNo.63において65%を下回っており、荷重伝達性が不十分なレベルまで低下している。今後は目地部分の詳細な観察を実施するとともに、損傷のメカニズムを検討する。

3. 軽微な破損に対する維持工法の提案

コンクリート舗装に発生する軽微な破損に対し、適切な維持工法を提案することを目的に、コンクリート舗装の維持工法に関する実態調査、および維持工法に用いる材料の性能評価試験方法について検討した。

3. 1 維持工法に関する道路管理の実態把握

コンクリート舗装の維持管理において、道路管理者が苦慮している事項を明らかにするために、コンクリート舗装の現地での目視調査および道路管理者へのヒアリングを実施した。

3. 1. 1 調査区間

調査区間は表3-1に示すように直轄国道のコンクリート舗装の中から、コンクリート舗装の破損が発生している8箇所を選択した。

3. 1. 2 調査結果

道路管理の実態把握に関する調査結果を表3-2に示す。加熱合材および超速硬セメント系材料を用いた角欠けの補修事例を写真3-1に、補修後に再度破損が生じて補修をやり直した事例を写真3-2に示す。破損形態としては、角欠け、ポットホール、骨材露出、段差・目地飛散、横断ひび割れであった。道路管理者によれば、構造的な破損形態の一つである横断ひび割れが発生していた箇所については、修繕が必要なレベルには達していないとのことであった。一方で、角欠けなどの路面の損傷については、早急に維持が必要なレベルだと道路管理者が判断し、路線Dのような対策(写真3-1)を実施した箇所も多かった。また、補修した箇所が再度劣化し、補修を繰り返し行っている箇所もあった。路線Fでは、角欠けやポットホールが発生した箇所に、ポリマーセメントモルタルによって薄層オーバーレイを施した

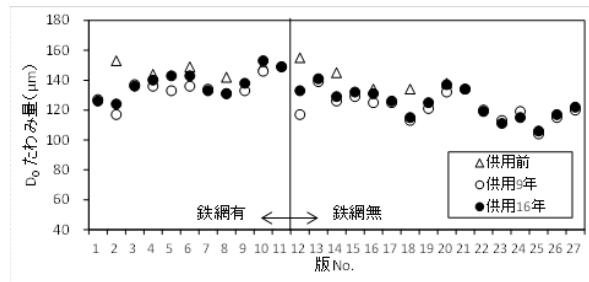


図2-2 版央におけるD₀たわみ量(第2工区)

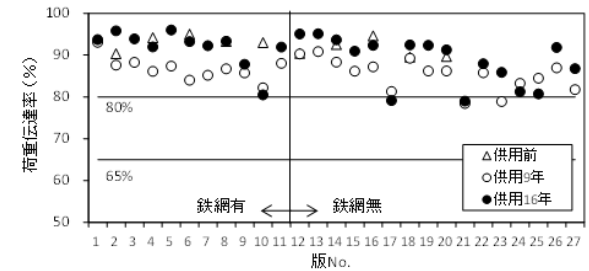


図2-3 目地部の荷重伝達率(第2工区)

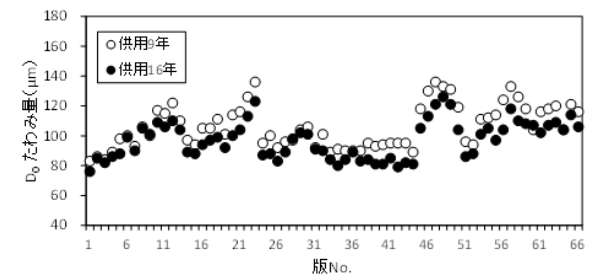


図2-4 版央におけるD₀たわみ量(第3工区)

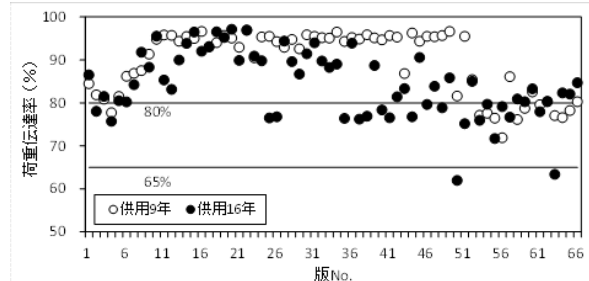


図2-5 目地部の荷重伝達率(第3工区)

表3-1 検討対象区間

路線	地域	舗装種別	延長(km)	供用年数	道路管理者ヒアリング	備考
路線A	東北	普通	2.0	16	○	
路線B	東北	連続鉄筋	6.0	30		下り線は供用19年
路線C	東北	普通	5.5	34		
路線D	東北	普通	7.1	30	○	
路線E	中部	連続鉄筋	3.8	36	○	
路線F	関東	普通	—	30	○	橋梁踏掛版
路線G	関東	普通 連続鉄筋	5.0	38~41	○	
路線H	関東	転圧	0.4	2		下り路線

が、1 年程度経過後に剥離し、再度加熱合材にて補修を実施している箇所（写真 3-2）もあり、道路管理者は維持管理に苦慮していた。

ヒアリングの結果から、出張所では、利用者からの苦情とならないような路面の状態を保つことを最優先にしており、維持工法については、①常温合材を用いた応急的な工法、②加熱合材を用いて早期の再劣化を防止する工法、③超速硬セメント等を用いた永久的な工法の順で対策を講じていた。これらの対策に要する時間（交通規制時間）は、それぞれ約 10 分、1 時間、8 時間であり、まずは常温合材や加熱合材といった交通規制時間が短い対策による延命処置を実施し、劣化が進行してこれらで対応出来なくなった場合に超速硬セメント等を用いていた。また、加熱合材を使用する場合は、加熱用の特殊な機材を必要とするため、特殊な機材を必要とせずにより人力で施工可能な材料の開発要望が多かった。

3. 1. 3 維持工法の要件

以上のヒアリング結果を考慮し、維持工法の要件（案）を取り纏めた（表 3-3）。今後は、破損形態に応じた施工性や耐久性の評価項目を設定する必要がある。また、要件のレベルに応じた維持工法および材料を開発すると共に、これらの性能を適切に評価できる試験方法を検討する必要がある。

3. 2 維持工法に関する製品の実態把握

舗装分野において使用されている維持工法に関する実態把握を目的とし、製品情報の詳細を調査した。

3. 2. 1 調査方法

調査方法は、ホームページやメーカーのパンフレット等からの情報収集とし、既存の維持工法に関する書籍等⁸⁾も参考とした。

3. 2. 2 対象製品および調査項目

対象とする製品種別は、常温合材、樹脂系、セメント系、ポリマーセメント系の既存製品とした。調査項目として、基礎物性（配合、強度特性、耐久性）、製品の基礎情報（会社名、工法、破損形態、施工方法、荷姿、施工実績）を取りまとめた。

3. 2. 3 調査結果

維持工法に関する製品一覧を表 3-4 に示す。常温合材は 54 製品、樹脂系は 31 製品、セメント系は 82 製品、ポリマーセメント系は 15 製品であった。常温合材は、品質規格が存在せず、各製品においても基礎物性はパンフレットにも記載されていなかった。一方、樹脂系、セメント系、ポリマーセメント系に

表 3-2 調査結果

路線	破損形態					補修部再劣化
	角欠け	ポットホール	骨材露出	段差目地飛散	横断ひび割れ	
路線 A	○			○	○	
路線 B				○	○	
路線 C		○	○	○	○	
路線 D	○	○	○	○	○	○
路線 E	○	○	○		○	○
路線 F	○	○	○	○		○
路線 G	○			○	○	
路線 H	○		○			

○印：現地での目視と道路管理者ヒアリングを基に、著者が損傷有りと判定

表 3-3 維持工法の要件（案）

要件レベル	交通規制時間	従来製品	評価項目	
			施工性	耐久性
レベル 1	応急的	10 分	常温合材	対象とする破損形態ごとに設定
レベル 2	↓	1 時間	加熱合材	
レベル 3	永久的	8 時間	超速硬セメント等	



(a) 加熱合材 (b) 超速硬セメント系材料
写真 3-1 角欠けの補修事例（路線 D）



写真 3-2 補修をやり直した事例（路線 F）

においては、基礎物性はカタログに記載されていたが、舗装用途に特化した物性は記載されていなかった。要件のレベルに対応した補修材料の種類を大まかに整理すると、常温合材はレベル 1、樹脂系はレベル 1 または 2、セメント系およびポリマーセメント系はレベル 2 または 3 に対応すると考えられる。

表 3-4 維持工法に関する製品一覧

種別	製品数	企業数	基礎物性			工法				破損形態				
			強度	可使時間	熱特性	パッチング	シーリング	擦り付け	打換え	ポットホール	段差	角欠け	ひび	断面修復
常温合材	54	19	—	—	—	○	—	—	—	○	○	○	—	—
樹脂	31	16	○	○	—	○	○	○	—	○	○	—	○	—
セメント	82	14	○	○	—	○	○	—	○	○	○	○	○	○
ポリマー*	15	6	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○
その他	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



○：物性データの記載があるもの、工法や破損形態に適用できるもの

*：ポリマーセメント系

表 3-5 破損形態毎の補修材が具備すべき要件

対象	求められる性状の項目	ポットホール	段差	角欠け	ひび割れ
補修材	強度	○	○	○	○
	硬化時間	○	○	○	○
	コンシステンシー	○	○	○	○
	すり減り抵抗性	○	○	○	—
	すべり抵抗性	○	○	○	—
補修材+母材	付着生	○	○	○	○

表 3-6 補修材の性状と外観

補修材の種類		ポリマーセメント系	エポキシ樹脂系	アスファルト系
基本性状	圧縮強さ	2~4 (MPa)	4.0 以上	—
	曲げ強さ	1~2 (MPa)	—	—
	静弾性係数	2~4 (GPa)	—	—
	可使時間 (コテ作業可能な時間)	約 20 分 (10~15℃ 室内)	約 30 分 (10~15℃ 室内)	約 5 分 (10~15℃ 室内)
	外観	コンクリート 平板に塗布後の 表面状態		

3. 2. 4 破損形態毎の要求性能

破損形態毎に適切な補修工法を選定するためには、それぞれの補修材に求められる物性を整理する必要がある。表 3-5 に補修材が具備すべき要件(案)を示す。補修材そのものには、輪荷重や環境作用を受けても補修材の形状が維持され、破壊されない程度の強度が必要と考えられる。また、交通開放時間を決める根拠となり得る、硬化時間やコンシステンシーも要求性能として挙げられる。さらに、補修材がコンクリートから剥離せず一体性を保つことが求められるため、一体性を評価する項目として付着性が重要である。この他にも、供用中のことも鑑みて、すり減り抵抗性やすべり性抵抗性も挙げている。今後、それぞれの要求される要件を評価するための試験方法を考案するとともに、各レベルに応じた要件の基準値を規定する必要がある。

3. 3 維持工法の評価試験方法の検討

3. 3. 1 緒言

前節で提示したコンクリート舗装用補修材が備えるべき要件(案)を評価するためには、それらの性能を適切に評価するための試験方法を検討する必要がある。そこで、形状安定性の評価を目的として、ホイールトラッキング試験、ならびに、コンクリートと補修材の一体性評価のために接着耐久性試験を実施した。

表 3-7 ホイールトラッキング試験条件

試験温度	車輪荷重	走行速度	試験時間
60℃	686±10 N	42 回/min	60 分

3. 3. 2 補修材

コンクリート舗装の角欠けなどの欠損を補修することを想定し、一連の試験に供する補修材として、一般に使用されているアスファルト系補修材に加え、ポリマーセメント系補修材、エポキシ樹脂系補修材を選定した。

(a) ポリマーセメント系補修材

一般に市販されている速硬化型ポリマーセメントモルタルを使用した。舗装表面の部分補修用のもので、特別な機械を必要としないものを選定した。

(b) エポキシ系補修材

一般に市販されている速硬化型のエポキシ樹脂モルタルを使用した。可使時間が(a)の補修材と同程度のもので選定した。

(c) アスファルト系補修材

舗装の段差修正用に市販されている常温硬化型のアスファルト混合物を使用した。

表 3-6 には、各補修材の性状および施工後の外観や基本性状を示す。

3. 3. 3 ホイールトラッキング試験による輪荷重による形状安定性評価試験

コンクリート舗装の補修材の形状安定性を評価するためには、輪荷重を繰返し作用させることで、補修材に疲労、圧密による負荷を与え、補修材の形状変化を評価することが有効であると考えられる。しかし、実道にて試験施工を行い、性能評価するのは困難である。そこで本研究では、室内で輪荷重試験としてホイールトラッキング試験に着目し、形状安定性評価試験としての有効性を検討した。また、補修材の施工厚さが増加すれば、変形が顕著になるものと予想されるため、補修材の形状安定性に及ぼす施工厚さの影響についても検討した。

(1) 試験条件

(a) 基材

コンクリートの基材として、JIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品)付属書 B に規定する、寸法 300×300×60mm のコンクリート平板を使用した。

(b) 補修材

補修材には、3.3.2(a)～(c)の補修材を使用した。

(c) 供試体の作製

コンクリート平板の表面を、ディスクグラインダを用いて研磨し、平滑な表面に整正した。その後、圧搾空気を用いて表層の粉じんを除去した。清掃後のコンクリート平板に、補修材を厚み 5mm および 15mm となるように塗布した後、室内で 3 日間静置して養生し、供試体を作製した。

(d) ホイールトラッキング試験

舗装調査・試験法便覧(B003)に準拠し、試験条件を表 3-7 として、試験を実施した。また、ホイールトラッキング試験に用いた車輪幅はおおよそ 50mm である。

(2) 結果

ホイールトラッキング試験後の供試体の外観を表 3-8 に示す。ポリマーセメント系およびエポキシ樹脂系補修材は、施工厚さに関わらず、60°Cの温度領域においても、ホイールトラッキング試験の輪荷重によるわだち掘れに類似したクリープ変形は認められなかった。一方、アスファルト系補修材の場合では、顕著なわだち掘れが生じていた。しかし、完全に剥がれることはなく、中心部の補修材が基材に圧着しているような状態であった。

形状安定性を定量的に評価するために、図 3-1 に示すようにわだち掘れ深さ、つまり沈下量を測定した。図 3-2(i)には、ホイールトラッキング試験による

表 3-7 ホイールトラッキング試験後の補修材の外観

施工厚さ	ポリマーセメント系	エポキシ樹脂系	アスファルト系
5 mm			
15 mm			

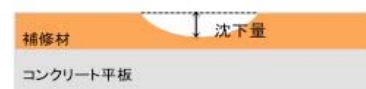
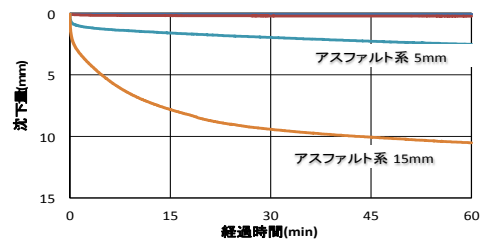
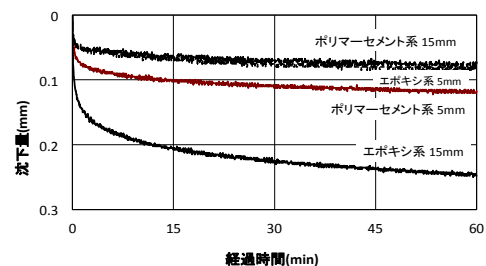


図 3-1 沈下量の模式図



(i) 沈下量



(ii)(i)の拡大図(0-0.35mm 範囲)

図 3-2 沈下量の経時変化

わだち掘れの経時変化として、最もわだちが深くなる中心部の沈下量の経時変化を示した。アスファルト系補修材は、他の 2 つの補修材と比較して沈下量が多い。特に、施工厚さ 15mm でのわだち掘れは深く、施工厚さに対して 70%程沈下していた。一方、ポリマーセメント系とエポキシ系樹脂系はアスファルト系に比べて沈下量が非常に小さかったため、0.35mm までの範囲を拡大した沈下量の経時変化を図 3-2(ii)に示す。ポリマーセメント系およびエポキシ樹脂系の場合、施工厚さに対して 1～2%の沈下に

留まり、施工厚さによる沈下量の差異は認められなかった。

今回の試験条件では、ポリマーセメント系やエポキシ系では形状安定性が維持できており、厚さの影響も見られなかった。ホイールトラッキング試験の有効性については、輪荷重などの試験条件を変えながら、さらに検討する予定である。

3. 3. 4 ホイールトラッキング試験による目地部で補修材の損傷状態の検証

現場調査では、コンクリート版の損傷は、隣接するコンクリート版との境界部、特に目地の近傍で角欠けやひび割れの密集域が観察された。また、大型車が通過する際に、目地部におけるたわみや振動に伴うコンクリート版背面からの水の吸い上げなども目視で観察された。そこで本試験では、健全部としてのコンクリート版と欠損補修材を塗布した補修部を隣接させて設置し、その境界部にホイールトラッキング試験による輪荷重を作用させ、損傷の有無を目視観察した。

(1) 試験条件

(a) 健全部の基材

健全部の基材として、3.3.3(a)と同様のコンクリート平板を使用した。

(b) 損傷部の基材

損傷部の基材としては、寸法 300×300×30mm の市販のモルタル平板を使用した。

(c) 補修材

補修材には、3.3.2(a)～(b)の補修材を使用した。

(d) 供試体の作製

供試体の作製手順と外観を図 3-3 に示す。供試体は、3.3.3 (c)と同様の手順で、研磨、清掃したモルタル基材に補修材を厚み 30mm となるように塗布し、3 日間室内(10～15℃)で養生して作製した。健全部としてのコンクリート平板を切断し、200×300×60mm に切り出した。補修材を塗布したモルタル平板と切断したコンクリート平板を突き合わせて、全体の寸法が 300×500×60mm となるようにして、専用の型枠に設置した。また、目地部を模擬するため、コンクリート平板と隣接している補修材の 1 辺を寸法 20×300×20mm で切り取った。

(e) ホイールトラッキング試験

温度や走行速度の条件は表 3-7 と同様である。ただし、試験時間は 24 時間とした。

(2) 結果

表 3-8 にホイールトラッキング試験後の供試体

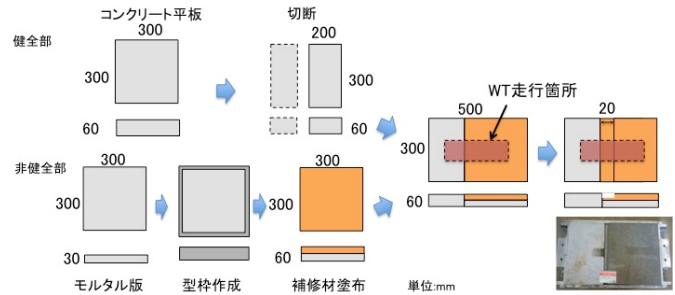


図 3-3 供試体作製手順および供試体の外観

表 3-8 目地を設けた供試体の損傷状態

		ポリマーセメント系	エポキシ樹脂系
表面	観察部分		
	供試体		
目地部	観察部分		
	供試体		

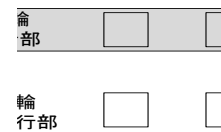


図 3-4 引張り接着強さの測定箇所

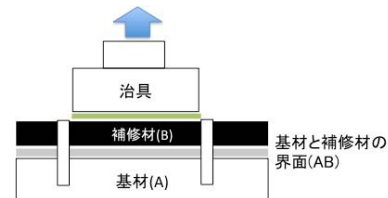


図 3-5 試験概要と破壊部位

の損傷状態を示す。コンクリート平板に隣接させて設置したポリマーセメント系補修材のホイールトラッキング試験後の側面の角部は、車輪荷重により変形している様子が観察された。エポキシ樹脂系補修材でも、目地部が変形している様子が観察された。これらの損傷は角部に直接、輪荷重の衝撃を受けたことが要因となったと考えられる。

3. 3. 5 コンクリート平板と補修材の接着性に対する輪荷重の影響

本試験では、ホイールトラッキング試験後の供試体を用いて、車輪走行部および非走行部の引張接着

強さ試験を行い、欠損補修材の接着性に及ぼす輪荷重の影響について検討している。

(1)試験条件

(a) 供試体の作製

3.3.3 のホイールトラッキング試験の供試体を使用した。

(b) 引張り接着強さ試験

ホイールトラッキング試験後の供試体に対して、図 3-4 の通り、車輪走行部(幅 50mm)で 2 ヶ所、非走行部で 2 ヶ所測定した。測定箇所寸法 40×40mm の鋼製治具を、エポキシ樹脂系接着剤を用いて接着した。次に、コンクリートカッターを用いて治具の周囲を基材に達するまで切込みを入れ、建築仕上学会式引張接着強さ試験器を用いて、引張接着強さを測定した。引張接着強さ試験後の破壊状態を観察し、図 3-4 に示すように分類して、破壊部位とその面積率を記録した。なお、試験は室温(10~15℃)にて実施した。引張接着強さや破壊部位の面積率について、2 ヶ所の測定値から平均値を算出した。

(2) 結果

図 3-5 および図 3-6 にホイールトラッキング試験後の各補修材の引張接着強さ、および破壊部位と面積率を示す。ポリマーセメント系補修材の車輪走行部および非走行部における引張接着強さは、施工厚さの増加に伴い若干減少した。また、破壊部位とその面積率は、施工厚さの増加に伴い界面破壊率は減少し、補修材の材料破壊率が増加した。引張接着強さおよび破壊部位とその面積率から、ポリマーセメント系補修材の接着性に及ぼす輪荷重の影響は認められない。

エポキシ樹脂系補修材の車輪走行部および非走行部における引張接着強さは、施工厚さの増加に伴い減少し、破壊部位とその面積率は、施工厚さの増加に伴い界面破壊率が増加していた。

アスファルト系補修材の車輪走行部において、施工厚さの増加に伴い引張接着強さは減少し、破壊状態については補修材破壊が顕著となった。また、車輪走行部の引張接着強さは、非走行部のそれと比べて著しく増加している。これは、アスファルト系補修材が輪荷重により圧密されたことや、コンクリート基材とアスファルト系補修材の密着性が高まったためと推察される。ここで、引張接着強さ、破壊部位とその面積率から判断すれば、アスファルト系補修材は、ポリマーセメント系補修材およびエポキシ樹脂系補修材よりも接着性が高いが、前述の通り、

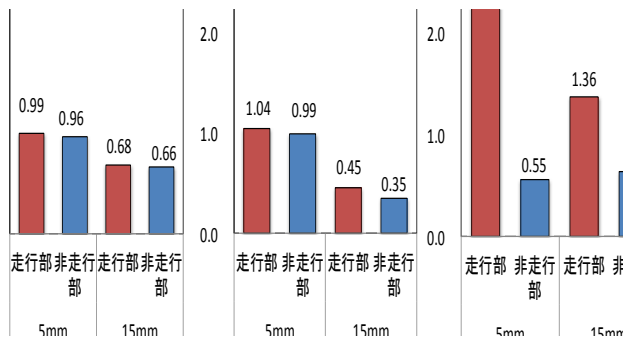


図 3-6 ホイールトラッキング試験後の各補修材の引張り接着強さ

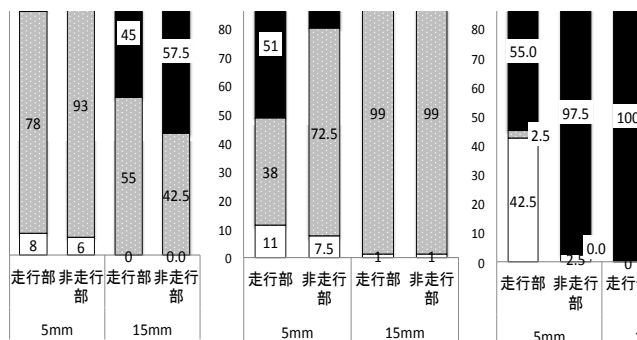


図 3-7 ホイールトラッキング試験後の各補修材の破壊部位と面積率

表 3-9 プライマーの性状

種類	接着剤 A	接着剤 B
質量比	主剤:硬化剤=4:1	主剤:硬化剤=5:1
圧縮降伏強さ (MPa)	70.0 以上 (カタログ値)	110.5

形状安定性では劣ることに留意する必要がある。

3. 3. 6 コンクリート平板と補修材の接着性に対する温度変化の影響

異種材料の接着性に対して、熱膨張係数の違いに起因する寸法変化の偏り、弾性係数の違いに起因する応力集中や応力緩和などの影響が懸念される。本試験では、熱冷繰り返し負荷による補修材の接着耐久性、ならびに、プライマーによる接着性の改善効果について検討した。

(1)試験条件

(a)基材

基材は、3.3.3(a)に示すものと同様のコンクリート平板を使用した。

(b)補修材

補修材として、3.3.2(a)~(c)に示す補修材を使用した。また、ポリマーセメント系補修材に対してのみプライマーとして接着剤を使用した。使用した接着剤の詳細については表 3-9 に示す。

(c) 供試体の作製

供試体は、3.3.1(a)と同様の手順で、研磨、清掃したコンクリート平板に補修材を厚み 5mm となるように塗布し、3 日間室内(10~15°C)で養生して作製した。なお、ポリマーセメント系補修材の塗布に先立ち、プライマーとして接着剤 A および接着剤 B をそれぞれ塗布した。

(d) 熱冷繰り返し負荷試験

「JIS A 1171 ポリマーセメントモルタルの試験施工の 7.9 接着耐久性試験」を参考にして、次の手順で熱冷繰り返し負荷を与えた。

- ① 20°C の水中にて 16 時間浸漬
 - ② 20°C の恒温槽内で気中にて 4 時間凍結
 - ③ 60°C 恒温槽内で気中にて 4 時間加熱
 - ④ ①~③を 1 サイクルとして 10 回繰り返す
- なお、JIS A1171 では、80°C で加熱することと定められているが、アスファルト系補修材には過酷すぎるため、60°C に設定した。

(e) 引張接着強さ試験

3.3.5(b)と同様の治具および手順で引張接着強さ試験を実施した。なお、1 つの供試体に対して 3 点測定を行い、平均値を算出した。

(2) 結果

引張り接着強さを図 3-8 に、破壊部位と面積率を図 3-9 に示す。熱冷繰り返し負荷を与える前の状態を「劣化前」、与えた後を「劣化後」とした。

ポリマーセメント系補修材の引張接着強さは、劣化後に若干増加する。これは、セメントの水和反応の進行によるものと推察される。しかし、負荷を与えたことにより、ポリマーセメント系補修材の界面破壊率が増加した。界面破壊は、将来の接着性低下の潜在的なリスクとなり、熱冷繰り返しによりポリマーセメント系補修材の接着性が低下する可能性が示唆された。一方、プライマーを用いることで、ポリマーセメント系補修材とコンクリート基材の一体性は改善されることを確認した。劣化前の補修材の引張接着強さについて、1MPa を下回る結果が見られ、補修材の練りまぜや施工、コンクリート平板の表面粗度等の影響が懸念される。

エポキシ樹脂系接着剤は、劣化後に急激に引張接着強さが低下し、界面破壊が顕在化した。つまり、水や熱の作用によって接着性が著しく低下した。今回検討していないが、ポリマーセメント系と同様にプライマーの使用によって改善される可能性はある。

アスファルト系補修材の引張接着強さは、熱冷繰

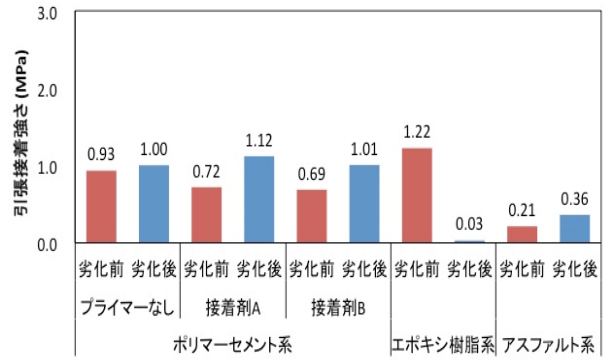


図 3-8 熱冷繰返し負荷に夜補修材の引張り接着強さの変化

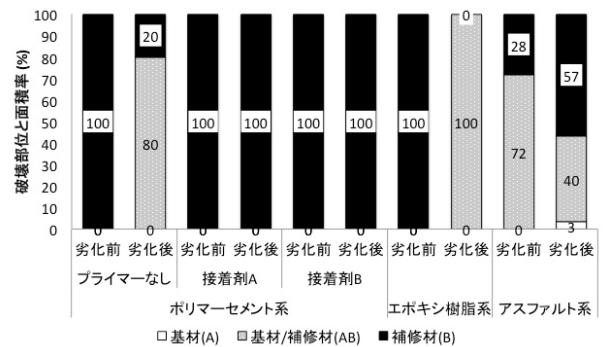


図 3-9 熱冷繰返し負荷による補修材の破壊部位と面積率の変化

り直し負荷後に若干増加し、界面破壊率は減少した。水の影響によってアスファルトは剥離しやすくなるため、接着性が低下することが予想されていたが、接着性が強まる結果となった。したがって、骨材からアスファルトが剥離する機構と、熱冷繰り返しによるコンクリート平板とアスファルト系補修材の界面で起る現象とは異なるものと考えられ、後者の機構については、今後の課題とする。

3. 4 今後の予定

舗装現場のヒアリング結果から、コンクリート舗装の破損として角欠けが多く見られ、補修をしても再び破損してしまうことを確認した。レベル 1 相当の応急的な補修だけでは、満足のいく強度や接着性が得られないこともあり、道路管理者からはレベル 2 相当の製品に対する開発の要望が多く寄せられた。今後、共同研究を通じて、ポリマーセメント系や樹脂系を中心にレベル 2 の要求性能を満足させる材料開発を実施していく。

材料開発と平行して、性能評価試験や要求性能の提案も必要である。今回は、形状安定性を調べるために、ホイールトラッキング試験等を取り入れてお

り、補修材の性能評価試験として有効であると考えられる。また、補修材の形状安定性や一体性に対する負荷条件による影響について、補修材の種類毎の違いを整理することが出来た。今後は、荷重や車輪の種類等の試験条件について最適化を行うとともに、耐摩耗性や耐衝撃性等を評価するための、有効な試験方法を模索していく。

4. 早期交通開放可能な修繕工法の提案

コンクリート舗装は、交通開放までに時間を要することが課題の一つである。そこで、セメント協会舗装技術専門委員会は、養生期間を1日とした早期交通開放型コンクリート舗装「IDAY PAVE」を開発し、同技術をNETIS登録(国土交通省関東地方整備局:KT-130044-A)している。IDAY PAVEは特殊な材料や製造設備を用いることなく製造できる舗装用のコンクリートである。早強ポルトランドセメントを用いることや、従来の舗装コンクリートよりも水セメント比が低い(30~38%程度の実績が多い)ことが特徴であり、養生期間1日で交通開放可能な曲げ強度 3.5N/mm^2 を得ることができる。IDAY PAVEは全国各地において、工場構内での試験施工や自治体の発注による実施工の実績が増えている⁹⁾。一方、従来の舗装コンクリートよりも粘性が高いため、適切な粗面仕上げの方法の確立や、すべり抵抗性の確保が課題として挙げられる。これらの課題を改善するために、(一社)セメント協会と共同研究を開始し、IDAY PAVEを配合や粗面仕上げの方法を変えて土木研究所構内の走行実験場にて試験施工を実施した。

4. 1 コンクリートの使用材料および配合

コンクリートの使用材料を表4-1に、コンクリートの配合を表4-2に示す。コンクリートの配合は、単位粗骨材かさ容積を $0.6\text{m}^3/\text{m}^3$ としたNo.1と、 $0.70\text{m}^3/\text{m}^3$ としたNo.2とした。AE剤にはAE-1を、空気量が所定の範囲内となるように添加した。

4. 2 コンクリートのフレッシュ及び硬化性状

コンクリートのフレッシュ性状の目標値は、スランプを $15\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量を $4.5\pm 1.5\%$ とし、硬化性状の目標値は、材齢1日の曲げ強度で 3.5N/mm^2 (設計基準曲げ強度は 4.5N/mm^2)とした。コンクリートのフレッシュ及び硬化性状を表4-3に示す。いずれの配合も目標値を満足した。

4. 3 試験水準

試験水準(粗面仕上げ方法)を表4-4に示す。従来の粗面仕上げ手順の①を比較対象とし、骨材露出

表 4-1 使用材料

種類	記号	概要
水	W	地下水
セメント	C	早強ポルトランドセメント 太平洋セメント社製(密度: 3.16g/cm^3)
細骨材	S	栃木県栃木市尻内町産砂 (表乾密度: 2.62g/cm^3)
粗骨材	G	栃木県栃木市産砕石 2005 (表乾密度: 2.64g/cm^3 、実積率: 60.8%)
化学混和剤	AD	高性能 AE 減水剤 SF500H フローリック社製
	AE-1	空気連行剤 150 フローリック社製
	AE-2	空気連行剤 マスターエア 303A BASF ポゾリス社製(100倍希釈液)

表 4-2 コンクリートの配合

配合	W/C (%)	単位粗骨材かさ容積 (m^3/m^3)	単位量 (kg/m^3)				AD (C%)
			W	C	S	G	
No.1	35.0	0.60	169	483	694	963	0.85
No.2	35.0	0.70	169	483	535	1123	0.75

表 4-3 コンクリートのフレッシュ及び硬化性状

配合	フレッシュ性状				硬化性状
	スランプ (cm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度($^{\circ}\text{C}$)	材齢1日 曲げ強度(N/mm^2) ^{a)}
No.1	14.5	24.5×24.0	3.8	18	4.68
No.2	13.5	23.5×23.0	3.8	19	4.59

※現場封かん養生を実施した。

表 4-4 試験水準(粗面仕上げ手順)

	粗面仕上げ手順
①	表面仕上げ → 粗面仕上げ → 養生剤散布
②	表面仕上げ → 粗面仕上げ → 遅延剤散布 → ブラシによる骨材露出処理(打設後約8時間)
③	AE-2 約 120g/m^2 散布 → 表面仕上げ → 粗面仕上げ(打設後約90分)
④	AE-2 約 120g/m^2 散布 → 表面仕上げ → 粗面仕上げ(打設後約120分)

工法の②、粗面仕上げのタイミングを変化させた方法の③および④の検討を実施した。なお、AE-2はコンクリートの表面の乾燥を防ぐ目的で散布しており、強度に影響を及ぼさない範囲で散布した。

4. 4 試験施工

試験施工は2016年3月23日(最高気温 16°C 、施工時の気温 14°C 、風速3m、天候は晴れ/曇り)に実施した。

試験施工工区を図4-1に、試験施工工区の詳細を図4-2に示す。試験施工は土木研究所の走行実験場



図 4-1 試験施工区

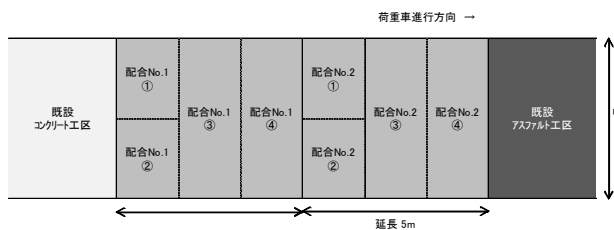


図 4-2 試験施工区の詳細

の一部を使用し、施工面積 50m^2 (延長 10m、幅員 5m) の区間に配合 2 種類と粗面仕上げ方法 3 種類の計 6 水準について施工した。舗装構成は、表層が 1DAY PAVE (鉄網未設置) で 25cm、アスファルト中間層が 4cm、上層路盤が M-30 で 45cm、下層路盤が C-40 で 30cm、路床とした。

試験施工状況を写真 4-1、4-2 に示す。施工手順は、①既設アスファルト舗装を掘削撤去、②路盤整正、③コンクリートをトラックアジテータから直接おろして打設、④棒バイブレータによる締固め、⑤簡易コンクリートフィニッシャーによる敷均し、⑥粗面仕上げ、⑦シート養生 (養生剤は未使用) とした。横断勾配が 5% あったが、ダレを生じることなく施工を完了した。

材齢 24 時間後の状況を写真 4-3 に示す。初期ひびわれは発生しておらず、適切な養生が実施できたことを確認した。今後は荷重車による促進載荷試験を行い、供用性を調査する予定である。

5. 積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の実態

本章では既往の維持修繕工法の改善を目的とし、積雪寒冷地のコンクリート舗装における実態調査として、目視調査等を実施し、舗装版の損傷状況や、維持修繕状況を取りまとめた結果を報告する。

5. 1 施工実績

積雪寒冷地である北海道におけるコンクリート舗



写真 4-1 試験施工状況



写真 4-2 試験施工状況 (粗面仕上げ)

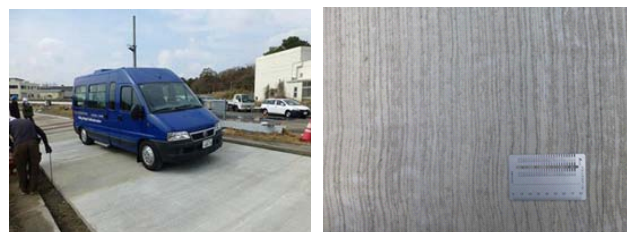


写真 4-3 施工後の状況 (材齢 24 時間後)

装の施工実績は、昭和初期から報告されており、昭和 36 年度には、北海道の国道延長の約 20% をコンクリート舗装等のセメント系舗装が占めていた¹⁰⁾。

しかし、昭和 33 年 3 月に「道路整備緊急措置法」が公布されると、迅速な施工が可能であるアスファルト舗装が多く採用されるようになった。

その結果、コンクリート舗装の施工延長は減少し、コンクリート舗装等のセメント系舗装が北海道の国道延長に占める割合は、昭和 40 年に 9%、昭和 44 年に 5%、昭和 52 年には 2% までに低下した¹⁰⁾。平成 26 年度において、アスファルト舗装によってオーバーレイされていないコンクリート舗装が舗装総延長に占める割合は、表 5-1 に示すとおり 3% 程度にとどまる。

表 5-2 に北海道内における明かり部 (トンネル・橋梁部以外) のコンクリート舗装の交通区分別供用延長を示す。供用年数が長く、交通量の多い交通量区分 N7、N6 の路線においては、全ての延長でアスファルト舗装によりオーバーレイが施されている。平成 26 年度において、コンクリート舗装が露出している路線は、交通量区分 N4 の路線のみで、全舗装

延長の2割程度である。

N7、N6 交通区間でオーバーレイが施された理由として、現道拡幅に伴う路面高の変更や、長期供用による損傷、加えて表 5-3 に見られるように交通量の増加によるコンクリート舗装版厚の不足、および置換え深さの不足による舗装版の損傷が推察される。

5.2 既設コンクリート舗装の実態調査

既往の維持修繕工法の改善を目的として、積雪寒冷地の既設コンクリート舗装の目視調査、および融解期の FWD 調査を実施した。概要を表 5-4 に示す。

目視調査については、北海道内で、比較的長い延長においてコンクリート舗装が露出している一般国道 231 号石狩市、増毛町、および一般国道 229 号神恵内村の明かり部のコンクリート舗装を対象とした。

FWD 調査については、過年度の研究で、凍上の影響と見られる舗装版のひび割れが多く確認されている一般国道 231 号増毛町の明かり部のコンクリート舗装にて実施した。

5.3 目視調査結果

5.3.1 損傷状況

本年度実施した目視調査結果と過年度（平成 24 年度）に実施した調査結果を図 5-1、図 5-2 に示す。

平成 24 年度の調査における損傷数は 227 件であるのに対し、平成 27 年度の調査では 773 件と 3.4 倍の件数となっている。

また、損傷別では、目地部の損傷件数は 113 件から 447 件に、横断ひび割れは 11 件から 63 件となっており、他の損傷と比べて増加割合が多い。

一方、図中白抜き文字で示した路面表面における損傷と、黒文字で示した構造的な損傷の割合は両年度とも 5:1 程度の割合であった。

図 5-3 に各調査区間の舗装構成と調査区間別の横断ひび割れ件数、縦断ひび割れ件数を示す。なお、横断ひび割れは版の横断方向全幅員にわたるひび割れを、縦断方向のひび割れは版の縦断方向に版延長の半分以上の延長となる比較的大きなひび割れを対象とした。路床に凍上のおそれのない材料が用いられている一般国道 229 号神恵内および一般国道 231 号石狩と、路床に凍上性の材用が用いられている一般国道 231 号増毛を比較すると、発生件数および発生頻度ともに一般国道 231 号増毛が高い状況であり、路床材料がひび割れに影響している可能性が示唆される結果となった。

図 5-4 に、一般国道 231 号増毛の調査箇所近傍の過去 11 年間アメダスデータを用いて凍結指数を算出

表 5-1 平成 26 年度の北海道内の国道舗装延長^{11)、12)}

アスファルト舗装総延長 (km)	6,523.9
コンクリート舗装総延長 (km)	197.1
総延長に占めるコンクリート舗装の割合 (%)	2.9%

表 5-2 北海道内の国道明かり部の Co 舗装延長¹¹⁾

施工年次	S20年代	S30年代	S40年代	S50年代	S60年代以降
交通量区分 N7	23.9km	-	0.901km	1.502km	0.089km
N6	1.893km	9.619km	5.202km	-	-
N5	-	-	-	-	-
N4	-	-	-	8.349km	3.171km
合計	25.79km	9.619km	6.103km	9.851km	3.26km

表 5-3 コンクリート舗装の交通区分別供用延長¹¹⁾

交通量区分	総延長 (km)	うち Co 舗装露出延長 (km)	うち As オバーレイ延長 (km)	Co 版厚不足延長 (km)	70% 置換厚未満の区間 (km)
N7	26.4	0.0 (0%)	26.4 (100%)	26.4 (100%)	11.6 (44%)
N6	16.8	0.0 (0%)	16.8 (100%)	16.8 (100%)	4.3 (26%)
N5	0.0	0.0 (0%)	0.0 (0%)	0.0 (0%)	0.0 (0%)
N4	11.5	11.3 (98%)	0.2 (2%)	0.0 (0%)	0.0 (0%)
全体	54.7	11.3 (21%)	43.4 (79%)	43.2 (79%)	15.9 (29%)

表 5-4 調査箇所概要¹³⁾

調査箇所	大型車交通量	調査延長	施工	調査項目	
				目視調査	FWD
一般国道 229 号神恵内村	39(台/日)	2838(m)	H7~8	○	-
一般国道 231 号石狩市	374(台/日)	2479(m)	S54~58	○	○
一般国道 231 号増毛町	169(台/日)	5449(m)	S55~61	○	○

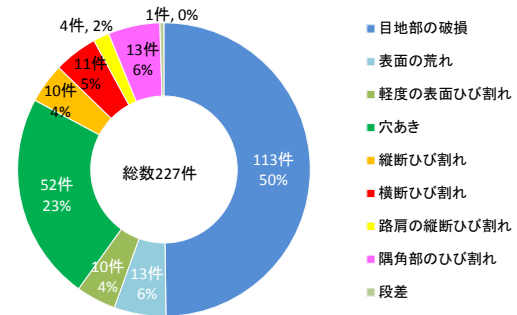


図 5-1 コンクリート舗装の損傷件数 (平成 24 年度)

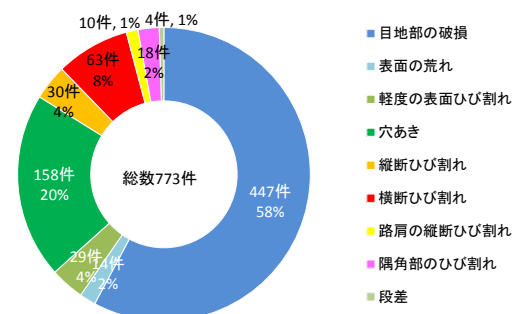


図 5-2 コンクリート舗装の損傷件数 (平成 27 年度)

し、「寒冷地地盤工学」¹³⁾に示される「凍結指数と予想凍結深さの関係」の式より求めた凍結深さを示す。

増毛においては、20年確率凍結深さの70%にあたる80cmまで非凍上性の材料で置換されているが、この深さを超える凍結深さを示した年があり、路床の凍結の影響により凍上が起り、路盤面に不陸が発生し、コンクリート舗装版に損傷が発生しやすい状況となった可能性がある。

5. 3. 2 補修状況

平成27年度および過年度（平成24年度）に実施した補修件数を図5-5に示す。両年度とも補修材料はアスファルト混合物によるものが大半を占めていることが分かる。

表5-3に補修箇所の状態を示す。なお、ここではひび割れや剥離・飛散が発生していないものを「良好」、ひび割れが軽度、もしくは剥離・飛散が20%程度以下のものを「概ね良好」、それ以外を「不良」と定義し、評価を行った。

補修材料は平成24年、平成27年ともに、アスファルト系が約9割を占めている。また、補修の状況が「不良」と判断された箇所は、アスファルト系による補修箇所では両年度とも4割以上であるのに対し、セメント系材料による補修箇所では1~2割程度と差異が見られた。

補修材の残存状況を確認した結果を表5-4に示す。

ここでは、平成24年度に補修が確認された箇所を平成27年度に再度目視調査し、補修材の残存状況を確認した結果と照合している。

セメント系では、概ね良好以上の状態を維持している箇所が48%存在するが、再補修が施された箇所も24%存在し、一度破損すると損傷の進行が早いものと考えられる。

アスファルト系は、良好な状態を長期的に維持できるものはセメント系と比較して少ない傾向が見られ、概ね良好以上の状態を維持している箇所は30%であった。

5. 3. 3 FWD調査

目視調査において横断方向のひび割れおよび縦断方向のひび割れの発生頻度の高かった一般国道231号にて、載荷荷重98kNの条件にてFWD試験を実施し、版央において、D0たわみ量を測定した。結果を図5-6に示す。

なお、路床の凍結の影響と見られるひび割れが多数発生している増毛においては、当該地区の融解期である4月に、健全部と横断ひび割れ部の2条件で

神恵内	石狩	増毛
コンクリート舗装 t=20cm	コンクリート舗装 t=25cm	コンクリート舗装 t=25cm
上層路盤 (切込碎石40mm級) t=29cm	上層路盤 (切込碎石30mm級) t=20cm	上層路盤 (切込碎石30mm級) t=15cm
凍上抑制層 (切込碎石80mm級) t=25cm or 0cm	路床 (凍上・風化のおそれがない岩ぶり) 【非凍上性】	下層路盤 (切込碎石40mm級) t=25cm
路床(岩盤) 【非凍上性】		凍上抑制層 (切込碎石80mm級) t=15cm
		路床(れんが質土) 【凍上性】

	神恵内	石狩	増毛
H24	横断ひび割れ件数(件) 0	1	10
	縦断ひび割れ件数(件) 0	0	4
	発生頻度(件/km) 0.00	0.40	2.57
H27	横断ひび割れ件数(件) 0	5	40
	縦断ひび割れ件数(件) 0	0	7
	ひび割れ発生頻度(件/km) 0.00	2.02	8.63

図5-3 調査区間の舗装構成とひび割れ件数

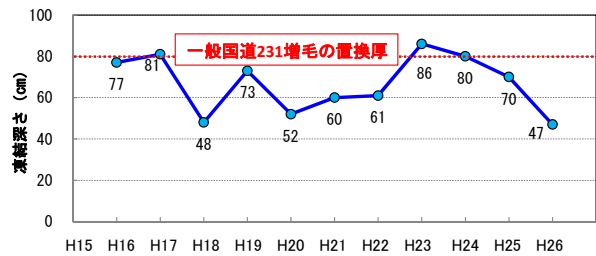


図5-4 調査区間の凍結深さ

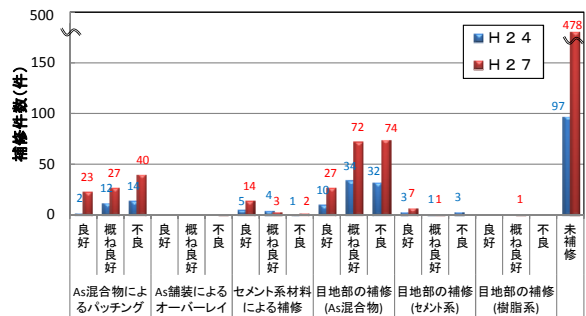


図5-5 コンクリート舗装の補修件数

表5-3 コンクリート舗装の補修箇所の状況

	H24	H27
As系の補修が全補修件数に占める割合	86%	90%
セメント系の補修が全補修件数に占める割合	14%	9%
As系の補修の状況	良好	12%
	概ね良好	44%
	不良	44%
セメント系の補修の状況	良好	47%
	概ね良好	29%
	不良	24%

表5-4 補修材の残存状況

補修箇所の状態		アスファルト系補修材	セメント系補修材
H24	H27		
良好	→ 良好	3件 (3%)	4件 (24%)
良好	→ 概ね良好	7件 (6%)	2件 (12%)
概ね良好	→ 概ね良好	24件 (21%)	2件 (12%)
良好	→ 不良	3件 (3%)	1件 (6%)
概ね良好	→ 不良	23件 (20%)	2件 (12%)
不良	→ 不良	33件 (28%)	2件 (12%)
完全に散逸		7件 (6%)	0件 (0%)
再補修		17件 (15%)	4件 (24%)

計測している。

健全部における D0 たわみ量は概ね 150～250 μm の範囲にあるが、ひび割れが検出されている箇所に着目すると 400 μm を超えるたわみ量が検出された箇所がある。これは、融解期の支持力低下や路床の凍結による凍上の影響により、コンクリート舗装版と路盤の間に生じた空間の影響と推察される。

6. まとめ

6. 1 既存の修繕方法の改善

供用開始 16 年経過した平泉バイパスのコンクリート舗装において、路面性状及び構造的性状を調査した。その結果、

- 1) 動摩擦係数は若干の低下傾向が見られるものの、維持修繕の要否判断の目標値には達しておらず、その他わだち掘れ量や平坦性等も合わせて路面性状は健全な状態を維持している。
- 2) 版央のたわみ量は供用に伴い大きく変化しておらず、版としての構造的性状は維持しているが、いくつかのコンクリート版の荷重伝達率が低下している。

6. 2 軽微な破損に対する維持工法の提案

- 1) コンクリート舗装の破損として、角欠け、ポットホール、段差・目地飛散などが挙げられた。これらの破損に対して、補修を施しても、補修材が保持されず、再度破損するケースが報告された。
- 2) 補修材に求められる性能を 3 レベルに大別することを提案した。それぞれのレベルを満たす要求性能や評価試験項目を設定する必要がある。
- 3) 評価試験方法として、ホイールトラッキング試験や引張接着強さ試験を実施し、補修材の形状安定性や一体性に対する負荷条件による影響について、補修材の種類毎の違いを整理した。

6. 3 早期交通開放可能な修繕工法の提案

- 1) 早期交通開放が可能な新たな修繕工法として期待される IDAY PAVE のすべり抵抗性を評価するために、土木研究所走行実験場に試験施工を実施した。

6. 4 積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の実態

- 1) コンクリート舗装版の補修において、アスファルト系材料による対応が全体の 9 割を占めるが、耐久性に課題が確認された。セメント系材料による対応は 1 割に留まるが、対策後の耐久性はアスファルト系材料に比べ比較的良好な状況であった。
- 2) 凍上性の路床土が存在する路線では、幅員方向に全幅員に及ぶ横断ひび割れや、比較的大きな縦断ひび割れの発生頻度が高い状況であった。また、FWD

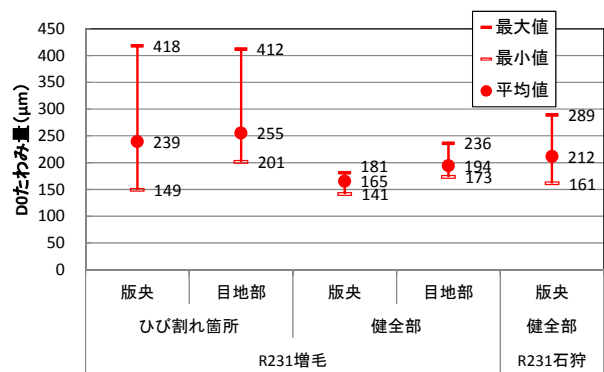


図 5-6 FWD 試験による D0 たわみ量

調査によりこのような横断ひび割れが発生した箇所では、コンクリート舗装版と路盤の間に空間が生じている可能性が示唆された。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本道路協会舗装委員会舗装設計施工小委員会：コンクリート舗装に関する技術資料、社団法人日本道路協会、2009.8
- 2) 例えば、国土交通省：国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）、2014.5
- 3) 国土交通省：国土交通省技術基本計画～安心と活力のための明日への挑戦～、2012.12
- 4) セメント協会：コンクリート舗装の合理化施工 国道 4 号・平泉バイパスのスリップフォーム工法、セメント・コンクリート、No.638、pp.14-21、(2000)
- 5) 泉尾他：国道 4 号平泉バイパスにおけるコンクリート舗装の供用性調査、第 28 回日本道路会議、(2009)
- 6) 日本道路協会：舗装性能評価法（平成 25 年版）、pp.116-126
- 7) (社)土木学会舗装工学委員会：舗装工学ライブラリー2 FWD および小型 FWD 運用の手引き、2002.12
- 8) (社)セメント協会：コンクリート舗装の補修技術資料 2010 年度版
- 9) (社)セメント協会：早期交通開放型コンクリート舗装 IDAY PAVE 製造施工マニュアル〔第 1 版〕
http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jk15_01.pdf
- 10) 北海道土木技術会舗装研究委員会：北海道舗装史（上）、p.121、pp.382-384、1985
- 11) 北海道開発局：舗装区分および定規台帳、2015
- 12) 北海道開発局：道路現況調書（平成 26 年度版）、2014
- 13) 社団法人 地盤工学会北海道支部：寒冷地舗装工学、p.44、2009

A study on the maintenance and repair method of concrete pavement

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2015-2018

Research Team : Road Technology Research Group

Pavement Research Team

Innovative Materials and Resource

Research Center

Road Maintenance Research Team

Author : KUBO Kazuyuki, WATANABE Kazuhiro

WAKABAYASHI Yuya, TAKAGI Ryoichi

NISHIZAKI Itaru, SASAKI Iwao

KAWASHIMA Yoko

KIMURA Takashi, MARUYAMA Kimio

ABE Ryuji, UENO Chigusa, TANAKA Shunsuke

Abstract : The purposes of this study are, (i) improvement of the conventional repair method of concrete pavement(CP), (ii) proposal of maintenance method for minor damage of CP, (iii) proposal of repair method of CP that allows for early traffic open and (iv) verification of the applicability of CP in snowy cold regions.

In fiscal year 2015, we carried out (i) investigation of CP that is being used 16 years, (ii) interview on some road management offices, survey on existing repair materials, performance evaluation test of the repair material according to the wheel tracking test and a test for tensile strength test (iii) the test construction with repair method which is able to open traffic in one day, (iv) research on maintenance method of CP in snowy cold regions.

Key words : concrete pavement, maintenance method, repair method, early opening to traffic, Snowy cold region