

報告

コンクリート床版上へのラテックス改質コンクリート舗装の 適用性に関する検討

瀧波勇人*, 佐藤貢一**, 梶尾聡***, 阪口純一****

*博（農工），（一社）セメント協会，コンクリート研究グループ（〒114-0003 東京都北区豊島 4-17-33）

** 博（工），奈良建設（株），東京支店（〒103-0025 東京都中央区日本橋 3-12-9 NI ビル）

*** 博（工），太平洋セメント（株），中央研究所 第 2 研究部（〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2）

**** 京都府大山崎町，環境事業部 建設課（〒618-8501 京都府乙訓郡大山崎町字円明寺小字夏目 3）

セメント協会舗装技術専門委員会と土木学会鋼構造委員会道路橋床版の複合劣化に関する調査研究小委員会ならびに太平洋セメント株式会社は、共同で京都府大山崎町の天王山古戦橋のコンクリート床版上に、ラテックス改質コンクリート（LMC）を用いたコンクリート舗装の試験施工を実施した。施工は、既設アスファルト舗装を切削により除去し、研掃後に LMC を舗装した。舗装は、LMC と床版が完全に付着する構造とした。本文は、施工から供用 1 年までの供用性調査結果等についてとりまとめたものである。

キーワード：コンクリート床版，コンクリート舗装，ラテックス改質コンクリート，試験施工

1. はじめに

我が国において、社会インフラの維持管理費削減は喫緊の課題である。コンクリート舗装は、アスファルト舗装と比較して施工費が割高であるものの、高耐久であることから LCC において優位であると言われている。このため、近年、自動車専用道路や幹線道路でその採用が増えつつある。

国内の橋梁は 2012 年の時点で約 16 万橋（延長 15m 以上について）が供用されており、その半分以上が市町村道である。市町村管理の橋梁は、その約 2 割が供用 50 年を経過しており、今後 10 年程度で全体の半分が供用 50 年に達する状況である¹⁾。市町村道の中には維持修繕に十分な予算が確保できない場合が少なくなく、対策が求められている。

日本のコンクリート床版を用いた橋梁の舗装は、ほとんどがアスファルト舗装を採用しており、コンクリート舗装を用いた橋梁はごくわずかである。コンクリート床版にアスファルト舗装を適用する場合、舗装と床版の間に防水層等が必要である。防水層は、床版への雨水や凍結防止剤の侵入を防ぎ、コンクリート床版の劣化を抑制することを目的としており、橋梁の耐久性において重要な構造である。防水層は、アスファルト舗装の更新の際には再構築する必要があるが、市町村道の多くは安価な

防水層を採用し、地場の不慣れな業者の施工になる場合が多い²⁾。また、アスファルト舗装の寿命は 10~20 年程度であり、寿命に達する度に防水層と舗装両方の更新が必要となる。

コンクリート床版上へコンクリート舗装を適用すると、床版上部からの点検が容易となり、床版と一体化させることにより防水を担保すると同時に、実質的なかぶり厚が増え、実質的な床版の高耐久化も期待できる。また、コンクリート舗装自体も耐久的事から維持修繕コストの削減が見込まれる。

以上のことより、セメント協会舗装技術専門委員会と土木学会鋼構造委員会道路橋床版の複合劣化に関する研究小委員会ならびに太平洋セメント株式会社は、京都府大山崎町の協力を得て、同町の天王山古戦橋の RC 床版上へコンクリート舗装の試験施工を行った。本報は、試験施工箇所の施工から供用 1 年までの調査結果について報告するものである。

2. 試験施工概要

2.1 施工箇所

天王山古戦橋は、全長 206.9m の RC 床版を有するプレートガーダー橋で、1993 年竣工の跨線橋である。施工前に床版を削孔し調査したところ、既設アスファルト舗装

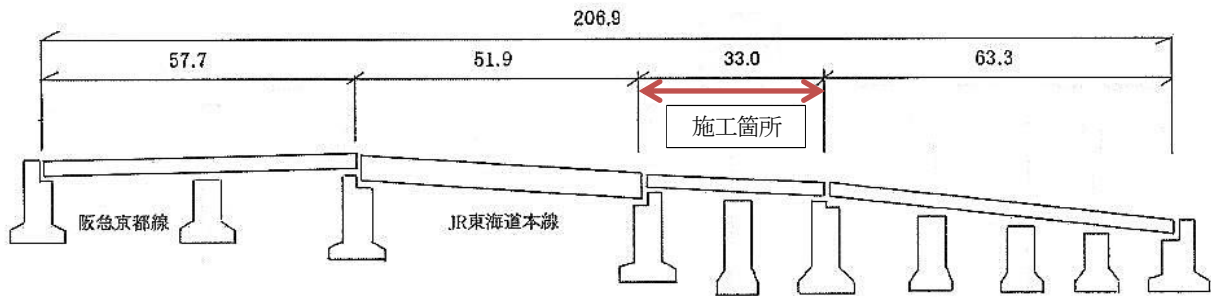


図-1 天王山古戦橋側面図 (単位 : m)



写真-1 研掃後の床版

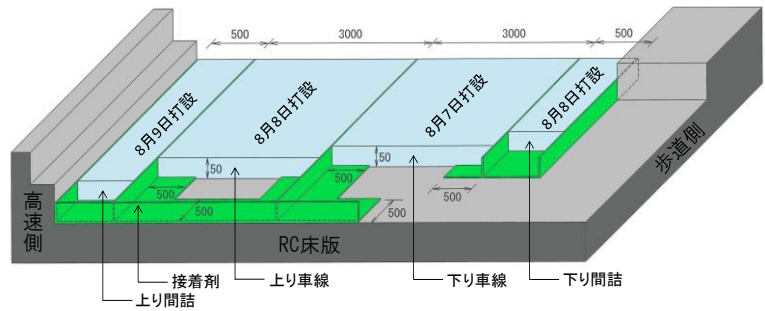


図-2 舗装断面図

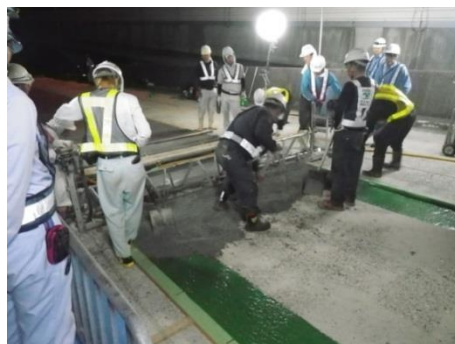


写真-2 LMC の打設及び接着剤塗布の様子

真-1、写真-2)。このため、コンクリート舗装は目地が無く、前後のジョイント部分も含めて完全に固定されている。また、コンクリートの打設は現場の制約により3日間(2016年8月7日~9日)に分けて行い、初日に下り車線、二日目に上り車線と下り車線の間詰、三日目に上り車線の間詰を行った(図-2参照)。なお、間詰部については接着剤を全面塗布した。LMCの敷き均しは人力、締固めはエア駆動式簡易フィニッシャーにて行い、本線部分の表面仕上げは横グルーピングを採用し、間詰部は箒目仕上げとした³⁾。

厚 52mm、コンクリート床版厚は 180mm であった。試験施工では、天王山古戦橋の既設アスファルト舗装の全面打ち換えに合わせて、図-1 に示す中央の 2 径間をラテックス改質コンクリート(以下、LMC)で打ち換えた。施工箇所は幅員 7m、延長約 33m であり、縦断勾配が約 11%と大きいことが特徴である。

2.2 舗装構造及び施工

試験施工は、既設アスファルト舗装(版厚 50mm)を切削し、RC床版上に直接 LMC を打設するため、コンクリート舗装厚は 50mm とした。舗装は、RC床版と完全付着する構造とし、打設前に床版上にショットブラスト処理を行い、エポキシ系接着剤を額縁上に塗布した(写

2.3 LMC

今回舗装に用いた LMC は、セメントコンクリートに高分子材料(ゴムラテックスポリマー)を添加したものであり、配合は表-1 に示す通りである。ポリマーを添加することにより、付着強度の確保、ひび割れの抑制、床版変形への追従性確保を図っている。また、今回は現場の勾配に対応するために低スランプかつ、チクソトロピー性の高いコンクリートとなっている。なお、施工当日のフレッシュ性状は、スランプが 0.5~2.5cm、空気量 2.5~2.7%、温度 33~35°C であった。

3. 検討方法

本検討においては、表-2 に示すコンクリート舗装施

表-1 LMC の配合

水 セメント比 (%)	ポリマー セメント比 (%)	目標 スランプ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)		
				セメント、混和材、 細骨材混合物	ポリマー 混合液	粗骨材
38.6	14.7	2.5	45	1179	157	1073

表-2 調査項目, 方法及び実施時期

調査項目	調査方法	実施時期
事前調査	既設Asの平坦性	試験法便覧S028準拠 (MRP)
	床版の健全性	目視調査
材料に関する試験	圧縮強度	JIS A 1108
	弾性係数	JIS A 1149
	付着強度	建研式引張試験
舗装の供用性に関する調査	ひび割れ	試験法便覧S209 (目視)
	わだちぼれ	試験法便覧S030準拠 (MRP)
	平坦性	試験法便覧S028準拠 (MRP)
	すべり抵抗	試験法便覧S021-3 (DFT)
	舗装の付着	コンクリートテスタ (打音)

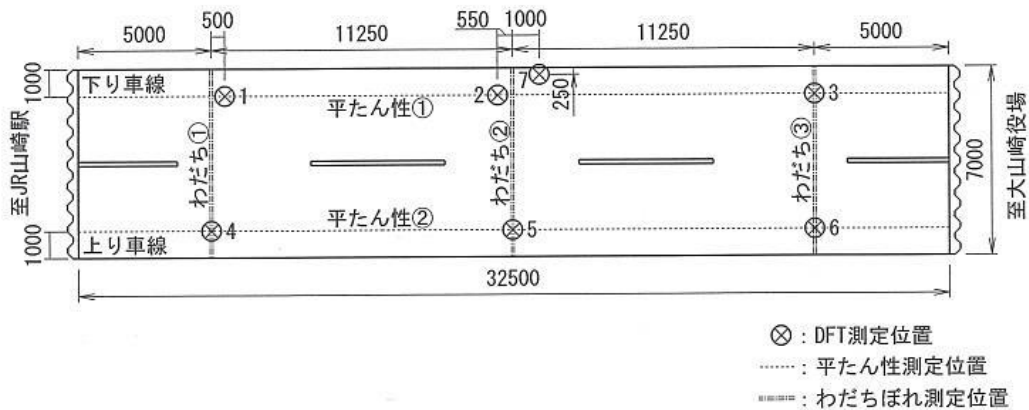


図-3 供用性調査箇所 (単位:mm)

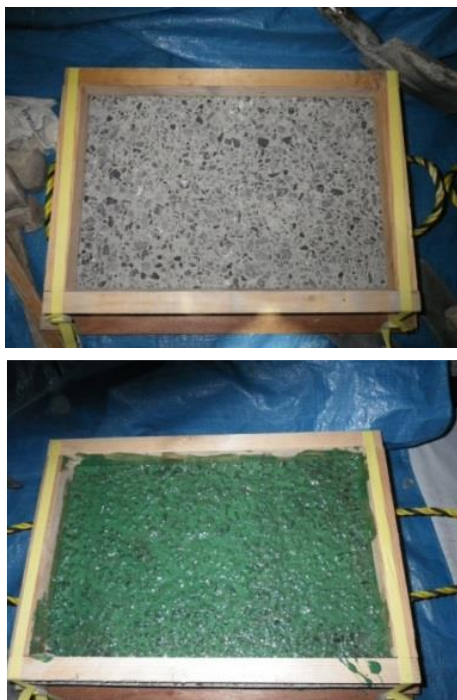


写真-3 付着試験用模擬床版
(上: 接着剤無し, 下: 接着剤有り)

工前の事前調査, 材料 (LMC) に関する試験, 舗装の供用性に関する調査を行った。調査項目及び方法は同表に示す通りである。

3.1 材料に関する試験

材料に関する試験では, 施工した LMC の圧縮強度, 弾性係数, 付着強度について試験した。圧縮強度試験用供試体は, 施工時に現場で成型し, 18 時間程度現場封緘養生した後に試験所へ運搬し, 各材齢まで気中養生した後に試験に供した。付着強度試験は, 約 50×40cm の模擬床版上に厚さ 4cm で LMC を打設した供試体を用いた。模擬床版は圧縮強度 33MPa, 粗骨材最大寸法 20mm の平板に, 現場と同様のショットブラスト処理を行ったものを使用した。LMC の締固めは壁打ちバイブレーターを用いた。また, 模擬床版は 2 枚用意し, 接着剤がある場合と無い場合で試験を行なった (写真-3 参照)。

3.2 舗装の供用性に関する試験

舗装の供用性に関する試験は, 図-3 に示す箇所で行った。打音調査については, 試験施工区間を縦断方向 21 点×横断方向 12 点の合計 252 点で調査を行った。

4. 調査結果

4.1 床版の健全性

既設アスファルト舗装を切削しショットブラストによる研掃を行った後に, 床版の目視調査を行ったところ, ひび割れや砂利化等の劣化は認められなかった。

4.2 LMC の材料特性

LMC の材料試験結果を表-3 に示し、圧縮強度と弾性係数の関係を図-4 に示す。圧縮強度は、材齢 1 日の段階で 41.0MPa であり、材齢 121 日では 61.2MPa まで増加した。図-4 に今回の試験結果と文献 4 に示されている強度と弾性係数の関係を示す。図中の点線は、文献 4 より抽出した全国の約 700 個のデータを一次近似したものであり、平均的なコンクリートの性状を示していると考えられる。よって、今回用いた LMC は平均的なコンクリートより強度に対して弾性係数が大きい傾向があった。これは、現場の勾配に対応するために粗骨材が多い配合となったことが原因であると考えられる。床版の変形への追従において不利となるが、今後の供用性調査等により評価して行く予定である。

付着強度は、材齢 1.5 日において接着剤が無い場合でも 1.8MPa、ある場合では 3.6MPa と、NEXCO 構造物施工管理要領⁵⁾に定められている、打込み工法用断面修復材の界面付着強さ 1.5MPa を満足した。また、接着剤有りにおいて、材齢 1.5 日より 28 日の方が付着強度が低下しているが、これは、引張試験の剥離箇所が治具界面となった試験体が多く、有効なデータ数が少なくなったことが一因である。

4.3 わだち掘れ

わだち掘れは、竣工時の測定結果を初期値(わだち掘れ 0mm)として扱い、供用 1 年の調査結果は、竣工時のわだち掘れ量との差分をわだち掘れ量として整理した。結果として、供用 1 年のわだち掘れ量は、各車線 3 点の

表-3 LMC の材料試験結果

材齢(日)	1	1.5	28	121	
圧縮強度(MPa)	41.0	-	51.7	61.2	
弾性係数(GPa)	31.5	-	34.1	37.9	
付着強度(MPa)	接着剤無	-	1.8	1.8	-
	接着剤有	-	3.6	2.8	-

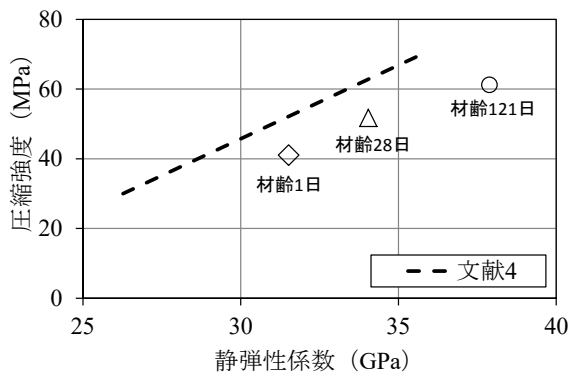


図-4 LMC の強度と弾性係数の関係

表-4 平たん性調査結果

	平たん性 σ_{3m} (mm)		
	施工前	竣工時	供用1年
下り車線	3.10	5.05	4.98
上り車線	2.17	4.39	4.31

平均で上り車線が 0.5mm、下り車線が 0.4mm であり、わだち掘れはほとんど発生していなかった。

4.4 平たん性

平たん性は各車線の OWP で測定した。測定結果を表-4 に示す。施工前後を比較すると、既設アスファルト舗装と比較して LMC 舗装は平たん性が 2mm 程度大きい傾向があった。原因としては、LMC の施工においてエア駆動式簡易フィニッシャだけでは十分な平たん仕上げ出来ず、人力による再仕上げが必要であったことや、LMC の混練が重力式ミキサーによるバッチ処理となったことにより材料供給が不連続となったこと、表面仕上げを横グルーピングとしたことなどが考えられる。これらの多くは、現場の急勾配に対応するために、硬練りコンクリートを用いたことに起因するため、一般的な現場であれば配合変更や、施工の工夫で解決可能であると考えられる。なお、供用 1 年の時点では LMC の平たん性について、道路使用者からの苦情は無いとのことである。

4.5 すべり抵抗性

すべり抵抗性は図-3 の 1~7 の 7 箇所測定した。7 は間詰部であり車両の通行が無い箇所であるため、竣工時のみ測定した。測定結果を図-5 に示す。図-5 は、上下車線 3 箇所ずつの結果を平均した値の経年変化を示している。 μ_{60} の値は、竣工時が上り 0.34、下り 0.27 と低い傾向があったが、竣工 3 ヶ月、1 年と供用が進むにつれて向上した。竣工時のすべり抵抗性が低くなったことについては、施工時に表面仕上げ助剤として LMC の材料である、ポリマー混合液を散布したことが原因で

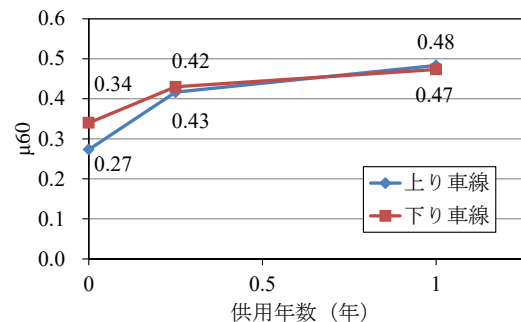


図-5 すべり抵抗性調査結果 (DFT)



写真-4 横グルーピング仕上げの様子

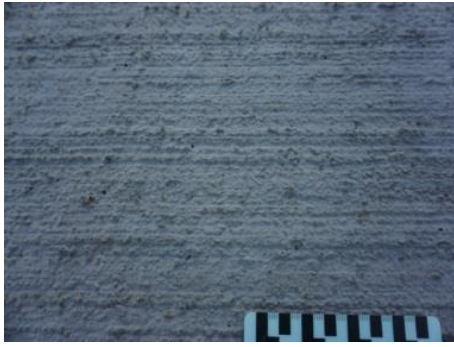


写真-5 間詰部の箒目仕上げの様子

ある可能性がある。竣工時は、ポリマーが路面に膜のように存在するためすべり抵抗性が低くなり、供用につれて雨水や車両の通行により、ポリマーが流れ出しすべり抵抗性が回復したと考えられるが、詳細は不明である。また、供用1年時点では0.47程度と十分なすべり抵抗性を有しており、安全性に問題は認められなかった。

また、間詰部は0.55と竣工時においても高い値を示した。今回の試験施工では、事前検討において模擬施工を行っており、表面仕上げについても検討を行った。模擬施工の結果、急勾配箇所確実に路面凹凸を施工するため横グルーピング(写真-4参照)を採用した。しかし、本施工においては、間詰部の箒目仕上げは施工・すべり抵抗性共に良好であった(写真-5参照)。よって、LMCにおいても箒目によって良好な初期すべり抵抗性を確保出来るといえる。

4.6 ひび割れ

図-6及び7はひび割れ調査結果より、長さ20cm以上のひび割れについて示したものである。ひび割れ幅は、

全て0.3mm以下であり、平均ひび割れ幅は供用3ヶ月で0.25mm、供用1年で0.15mmであった。なお、図に示した以外にもプラスチック収縮ひび割れと思われる、微細な独立ひび割れが散見された。

供用3ヶ月の時点ではひび割れはほとんど認められなかったが、供用1年の時点では特に上り車線でひび割れが増加した。しかし、ひび割れ幅は小さく構造的に問題となるようなひび割れは認められなかった。

4.7 付着

舗装全面について、打音による浮きの調査を行った結果、供用3ヶ月調査では問題は認められなかった。しかし、供用1年調査では上り車線の一部に剥離が疑われた箇所が認められたため、今後補修し、継続調査を行う予定である。

5. まとめ

本検討の結果、LMCをRC床版上へ橋面舗装として適用した場合、材料としては早期強度に優れ、材齢1.5日で十分な付着強度を発現していた。路面の供用性については、平坦性が大きくなったが、すべり抵抗性は十分な値を示した。また、平坦性についても勾配の緩やかな現場であれば、改善が可能であると考えられる。

しかし、供用1年調査の結果、舗装の一部に浮きが疑われた。これについては、補修を予定しており、供用2年以降の供用性調査結果と共に補修結果についても、報告していく予定である。

謝辞

本試験施工を行うにあたり、研掃工で株式会社フタミ、

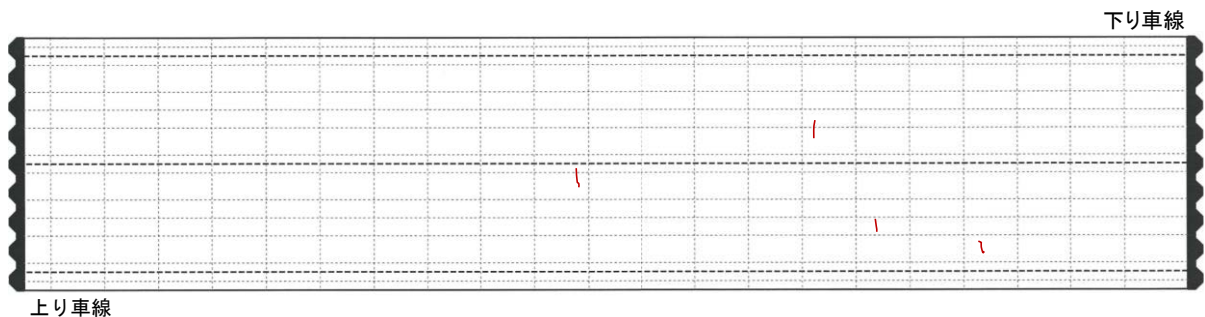


図-6 供用3ヶ月のひび割れスケッチ

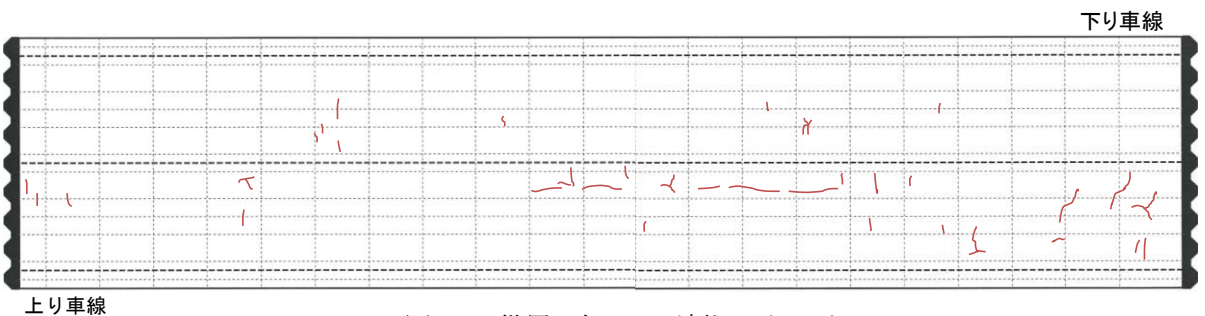


図-7 供用1年のひび割れスケッチ

LMC 製造で太平洋マテリアル株式会社, 施工及び調査で日本道路株式会社の多大なるご協力を賜りましたこと, ここに御礼申し上げます.

参考文献

- 1) 玉越隆史, 横井芳輝: 国土技術政策総合研究所資料 No.822 平成 25 年度道路構造物に関する基本データ集, 2015.01
- 2) (公社) 土木学会: 道路橋床版の表面コンクリート舗装, 2016.11
- 3) 梶尾聡, 橘吉宏, 瀧波勇人, 阪口純一: ラテックス改質コンクリートを用いた橋面コンクリート舗装, 舗装 Vol 52 No.10, 2017.10
- 4) (公社) 土木学会: コンクリート標準示方書 (昭和 61 年制定) 改訂資料, コンクリートライブラリー第 61 号, 1986.10
- 5) 東日本高速道路 (株), 中日本高速道路 (株), 西日本高速道路 (株): 構造物施工管理要領, 2009.7

(2018 年 7 月 20 日受付)