

第5章 新たな橋面コンクリート舗装

第3章において、米国における道路橋床版の舗装面の対策工法として、ラテックス改質コンクリート（以下：LMC）を表層に用いる橋面コンクリート舗装とする工法を示したが、わが国では本工法の採用実績は報告されていない。一方で、わが国における高速道路の既設橋梁路肩部において、LMCを適用した事例が報告されている¹⁾。また、LMCは劣化因子をほぼ透過させない性能である物質の浸透に対する高い抵抗性を有し、付着強度も高いことから、橋梁床版を保護し、床版と一体化して挙動する橋面舗装材料にも適していると報告もある²⁾。

本章は、前出の米国での事例や国内の報告をもとに、既設の橋面アスファルト舗装を切削撤去し、LMCを用いた橋面コンクリート舗装の試行実験について報告するものである。新たな橋面コンクリート舗装のコンセプトを以下に示す。

- 十分な付着強度による床版との一体性の確保。
- 高い寸法安定性を有することによるひび割れの抑制。
- 既設床版に近い弾性係数を有することによる床版の挙動に対する追従性の確保。
- 路面性能を確保するための粗骨材の使用。
- 薄層によるそり対策として版端部の付着性を向上する接着剤の使用。

表-5.1 橋面コンクリート舗装材料に望まれる特性

要求特性	試験項目
施工性能	流動性, スランプ
橋面舗装に要する性能	スケーリング抵抗性, 耐摩耗性
橋梁床版に要する性能	弾性, クリーブ, 付着性, 寸法安定性, そり抵抗性
耐久性能	凍結融解抵抗性, 塩化物浸透抵抗性, アルカリシリカ反応性, 硫酸塩抵抗性
力学的性能	圧縮強度

【参考文献】

- 1) 菊池徹, 森山守, 郭度連：高速道路におけるラテックス改質速硬コンクリート（LMFC）の適用事例の報告, 第13回北陸道路舗装会議技術報文集, 2015年6月
- 2) 郭度連, 森山守, 菊池徹：橋面舗装材料としてのラテックス改質速硬コンクリート（LMFC）の基礎物性, 第13回北陸道路舗装会議技術報文集, 2015年6月

5.1 試験施工の概要

地方自治体における小規模橋梁へのコンクリート舗装の適用に向けて、京都府大山崎町の天王山古戦橋において試験施工を実施した。対象とする橋梁は図-5.1.1に示すとおり、総延長206.9mのコンクリート橋で、JR東海道本線と阪急京都線を跨ぐ橋梁となっている。試験施工はこのうち延長33mの2径間目で実施した。

第5章 新たな橋面コンクリート舗装

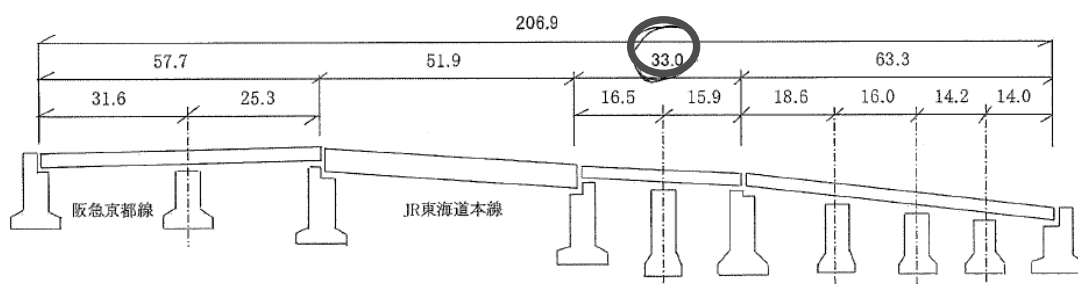


図-5.1.1 天王山古戦橋 側面図

対象橋梁の横断面を図-5.1.2に、外観を写真-5.1.1に示す。車道部と歩道部が存在するが、車道部の半分を一方通行の車道とし、もう半分は自転車道として供用していた。本工事では、橋面舗装の修繕に伴い、車道部を片側1車線の交互通行道路とする計画である。その中で、試験施工という位置付けで橋面舗装の一部をアスファルト舗装からコンクリート舗装に変更した。

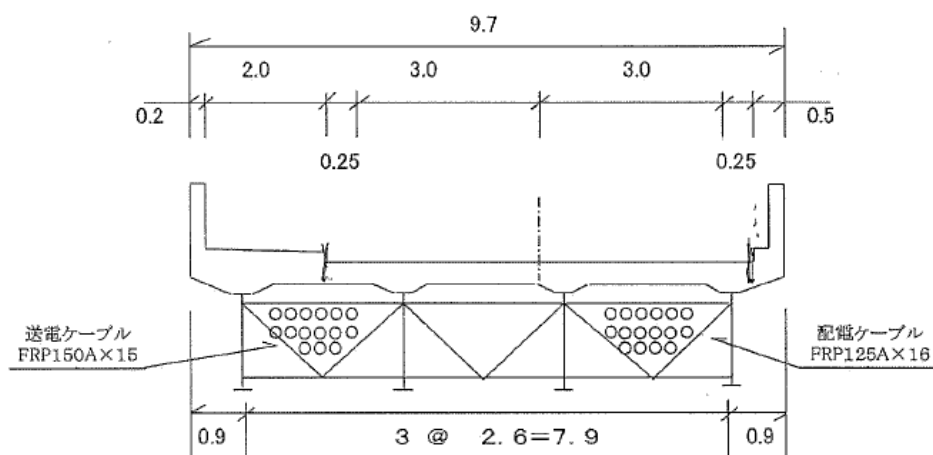


図-5.1.2 天王山古戦橋 横断面



写真-5.1.1 施工前の天王山古戦橋

試験施工にあたっては、京都府大山崎町からフィールド提供を受け、大山崎町と土木学会、セメント協会、太平洋セメントの4者で本試験施工に関する契約を締結した。

本工事の発注と施工業者の決定後、発注者・受注者を交えて施工計画を協議し、以下の点を施工計画に反映させた。

- ① 施工は全面通行止めの条件で行い、時期は8月上旬とする。
- ② 夏季の施工を考慮し、コンクリートの打設は日射の影響を受けない夜間施工とする。
- ③ 今後の地方自治体における小規模施工への展開を想定し、コンクリートの製造は現場混合が可能なポットミキサ、敷きならしおよび締固めは簡易フィニッシャーであるブリッツスクリード（写真-5.2.2参照）を使用する。

5.2 施工計画

5.2.1 標準断面

試験施工前の測量結果から、施工現場の特徴として縦断勾配が10.5～10.8%と大きく、横断勾配が車道中央から1.2～1.5%の両勾配となっていたことから2分割で施工する計画とした。また、Single i 工法（NETIS登録番号：HK-150004-A）により算出した舗装厚は約55mmであり、施工面積は234m²であった。標準断面を図-5.2.1に示す。

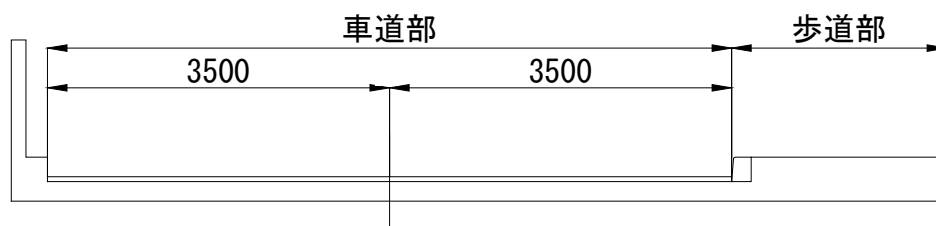


図-5.2.1 標準断面図

5.2.2 使用材料とLMCの配合および諸物性

試験施工に先立ち、縦断勾配11%の条件、ブリッツスクリードを用いた施工性および仕上がり性状に関する予備試験を実施し、LMCの使用材料および配合を決定した。使用材料を表-5.2.1に、配合を表-5.2.2に、諸物性を表-5.2.3に示す。

表-5.2.1 LMCの使用材料

名称	製造者	備考
パウダー	太平洋マテリアル(株)	セメント、混和材
混和液	太平洋マテリアル(株)	SBR系ポリマー(スチレン・ブタジエンゴム)
粗骨材	太平洋マテリアル(株)	砕石 2005 (最大寸法 20mm), 表乾密度: 2.72g/cm ³ , 吸水率: 0.86%

表-5.2.2 LMCの配合

W/C (%)	s/a (%)	P/C (%)	単位量(kg/m ³)		
			パウダー	混和液	粗骨材
38.6	45.0	14.7	1179	157	1073

表-5.2.3 LMCの諸物性

材齢(日)	1	7	28
圧縮強度 (N/mm ²)	38.7	40.3	48.6
静弾性係数 (kN/mm ²)	31.7	—	34.3
付着強度 (N/mm ²)	—	—	2.4

5.2.3 使用機械

LMCの製造には現場混合が可能なポットミキサ、敷きならしおよび締固めにはブリツスクリッドを使用することとした。それぞれの外観を写真-5.2.1、写真-5.2.2に示す。



写真-5.2.1 ポットミキサ (容量 300ℓ)



写真-5.2.2 ブリツスクリッド (幅 3.5m)

5.2.4 下地処理および接着剤の塗布

本工法は、打設する LMC と既設床版との付着が重要となる事から、床版上に残存するアスファルト混合物と、コンクリート床版の脆弱部を除去するために、ショットブラストによる研掃 (投射密度 150kg/m²) を行うこととした。なお、施工端部は新旧コンクリートの界面剥離が生じやすいことから、500mm幅で額縁状にエポキシ系接着剤 (日進化成 (株) 製/ニッシンボンド) を塗布することとした。

5.2.5 施工断面

試験施工箇所全幅員は7mで、両サイドに縁石と壁高欄があることから、道路中央部より3mずつをブリツスクリッドにて施工し、両端部0.5mは人力にて施工することとした。計画した施工断面を図-5.2.2に示す。

道路橋床版の橋面コンクリート舗装

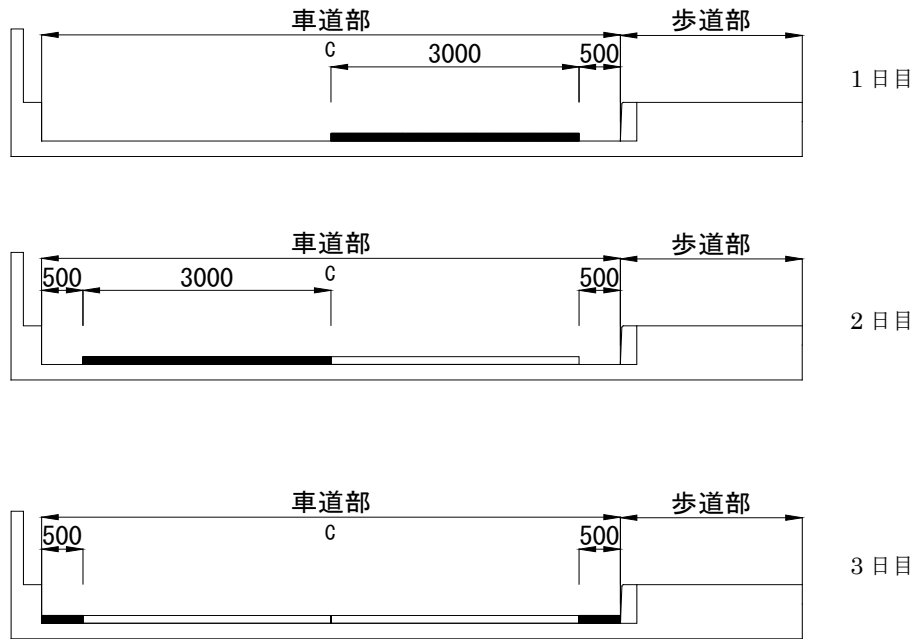


図-5.2.2 施工断面

5.2.6 工程

試験施工は2016年8月7日(日), 8月8日(月), 8月9日(火)の3日間で実施し, コンクリートの打設時の日射の影響を受けない夜間での施工を計画した. 計画した施工工程を表-5.2.4に示す. 施工時は夜間とはいえ気温30°Cを超える状態であった. 実工程は計画した工程通りに進めることができた.

表-5.2.4 工事工程

[1日目]

	18	19	20	21	22	23	24	1	2
資材搬入	■								
型枠設置		■							
機械設置		■							
接着剤塗布			■	■	■	■	■		
コンクリート打設			■	■	■	■	■		
養生								■	■

[2日目]

	18	19	20	21	22	23	24	1	2
資材運搬	■								
型枠設置		■							
機械設置		■							
接着剤塗布			■	■	■	■	■		
コンクリート打設			■	■	■	■	■		
養生								■	■

[3日目]

	18	19	20	21	22	23	24	1	2
資材運搬	■								
型枠設置									
機械設置									
接着剤塗布		■	■	■	■	■	■		
コンクリート打設		■	■	■	■	■	■		
養生				■	■				

5.2.7 施工フロー

試験施工の施工フローを図-5.2.3に示す。

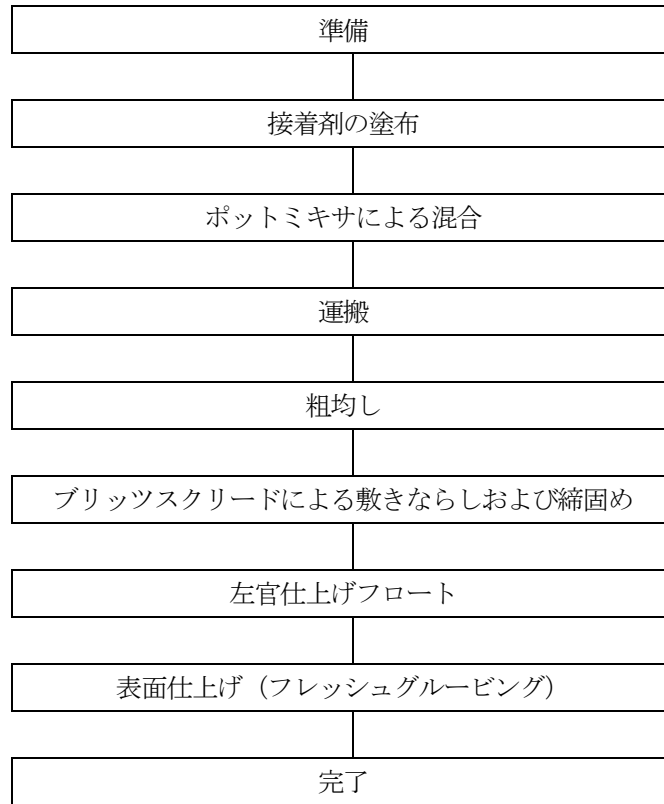


図-5.2.3 施工フロー

5.3. 施工結果

5.3.1 施工状況

LMCの施工は、図-5.3.1に示すような体制で行った。また、施工に使用した主要機械を表-5.3.1に示す。

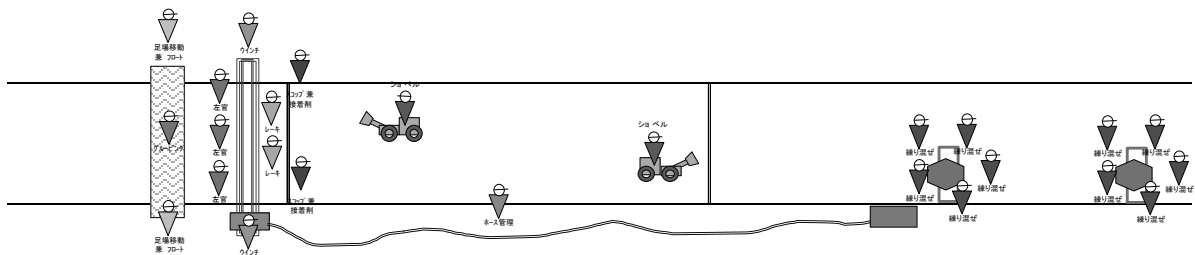


図-5.3.1 人員・機械配置図

表-5.3.1 使用機械

工程	名称	台数	規格	備考
①製造	ポットミキサ	3基	容量：300リットル	予備機1台
②運搬	タイヤショベル	2台	0.3m ³	
③敷きならし・締固め	ブリッツスクリード (エア式)	1台	エア式 振動伝達深さ 300mm	
	コンプレッサー	1台		

5.3.2 下地処理

既設床版上に残存するアスファルト混合物と、コンクリート床版の脆弱部を除去するために、投射密度150kg/m²でショットブラスト処理を行った。一部、アスファルト混合物が除去しきれない部分に関しては、研磨機で処理したのちに再度ショットブラストで処理を行った。処理後の床版の状態を写真-5.3.1、写真-5.3.2に示す。



写真-5.3.1 ショットブラスト完了 遠景

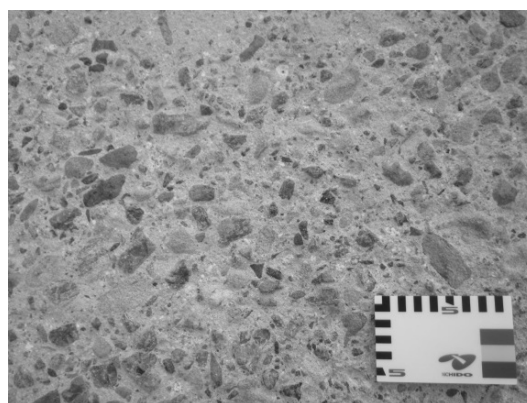


写真-5.3.2 ショットブラスト完了 近影

5.3.3 接着剤の塗布

予備試験や下地状況から、LMC とコンクリート床版との付着性に問題はないと判断できたが、地覆立上り部や施工目地部等の側面およびコンクリート版周囲における確実な付着性の確保の観点からエポキシ系接着剤を使用し、新旧コンクリートの界面において幅 500mm、塗布量 1.4kg/m²で額縁状に塗布すると共に側面にも塗布した。施工状況を写真-5.3.3、写真-5.3.4に示す。



写真-5.3.3 接着剤塗布 (端部)



写真-5.3.4 接着剤塗布 (地覆部)

5.3.4 LMCの製造

LMCの製造手順は、混和液（SBR系ポリマー）とパウダー（セメント、混和材）をポットミキサに投入後、60秒攪拌し、粗骨材を投入後さらに60秒攪拌を行った。混合時間は、材料計量から材料投入・練落しまで約10分程度であった。LMCの運搬は、0.3m³のタイヤショベルで行った。

ポットミキサで製造したLMCの計量値を表-5.3.1に、LMCのフレッシュ性状を表-5.3.2に示す。また、製造時の状況を写真-5.3.5、写真-5.3.6に示す。

表-5.3.1 計量値（1バッチあたり）

W/C (%)	s/a (%)	P/C (%)	基本計量値 (kg)			練り上がり 容量
			パウダー	混和液	粗骨材	
38.6	45.0	14.7	150 (6袋)	19.97	136.5	約127L

表-5.3.2 LMCのフレッシュ性状

	スランプ (cm)	空気量 (%)	LMC温度 (°C)
1日目	2.5	2.5	33.4
2日目	0.5	2.7	34.5
目 標	2.5±2	—	—



写真-5.3.5 ポットミキサでの製造



写真-5.3.6 LMCの性状試験

5.3.5 敷きならしおよび締固め

LMCは、人力にて粗くならした後にブリツスクリッドにて敷きならしおよび締固めを行った。なお、端部は平面パイプを併用して締固めを行った。締固め後には、混和液を希釈した助剤を散布しながらコテで仕上げた。敷きならしおよびコテ仕上げの状況を写真-5.3.7、写真-5.3.8に示す。



写真-5.3.7 敷きならしの状況



写真-5.3.8 コテ仕上げの状況

5.3.6 路面仕上げ

急勾配箇所であるためすべり抵抗を確保できる路面処理方法として、事前検討からフレッシュグルーピング（金属円盤を用いたタイングルーピング）を採用した。また、両端部の間詰め部分はほうき目の仕上げとした。路面仕上げの状況を写真-5.3.9、写真-5.3.10および写真-5.3.11に示す。



写真-5.3.9 仕上げ状況

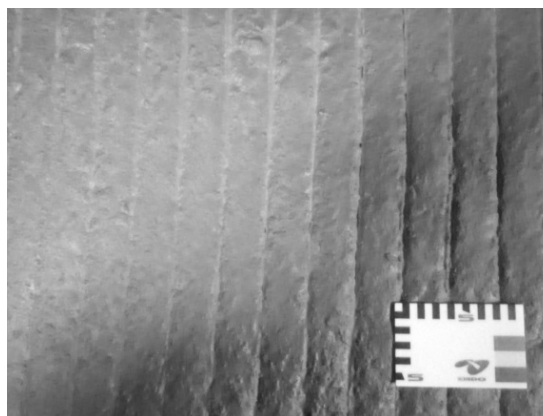


写真-5.3.10 グルーピング仕上げ

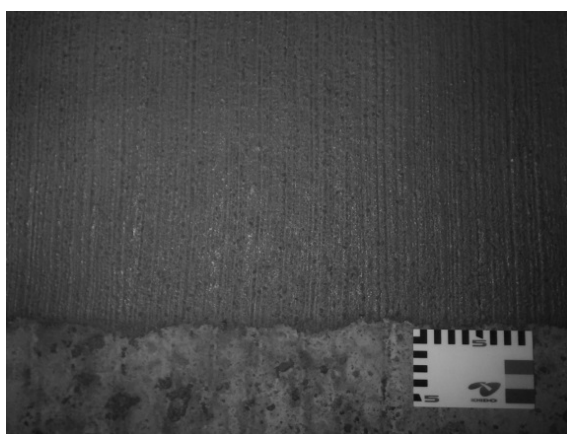


写真-5.3.11 ほうき目仕上げ

5.4 施工後の状況

施工はほぼ予定通り行うことができたが、急勾配箇所を配慮した硬練りの LMC は今回使用したブリッツスクリードの締固め装置では表面を滑らかに仕上げることができず、人力によるコテ仕上げを余儀なくされ

た。またポットミキサによる製造では材料供給に間隔が生じ、ブリッツスクリードがその都度停止を繰り返すという問題もあったため、良好な平坦性を確保することができなかった。この材料供給の切れ目において施工後数日後に微細なクラックが発生した。ただし、この点については施工時の気温ならびに養生中の気温が高かったことが影響したと判断される。施工後に行った検査ハンマーによるたたき検査では既設床版と施工した LMC との付着は良好と判断された。

5.5 まとめ

今回の試験施工において、特に急勾配箇所であることに配慮して決定したダレを生じにくい配合は表面仕上げに難点を残したが、本来適用を想定している小規模橋梁での施工ではこのような配慮は求められないと考えられ、よりワーカビリティに優れた配合とすることが可能なため施工上の問題は解決できると考えられる。今後の追跡調査により、コンクリート舗装としての供用性を確認し、今後の橋面コンクリート舗装のさらなる展開につなげていきたい。