

ラテックス改質速硬コンクリートの橋面舗装への適用事例報告

太平洋セメント(株) 中央研究所 ○ 兵頭 彦次
市川 裕規
太平洋マテリアル(株) 開発研究所 中田 和秀

1. はじめに

ラテックス改質速硬コンクリート(LMC)は、特殊アルミネート系混和材を用いた速硬コンクリートと、スチレンブタジエンゴムラテックスを組み合わせたものである。道路構造物の補修に求められる早期交通開放性、高い寸法安定性や付着特性による既設構造物との一体性、劣化因子に対する物質浸透抵抗性などの特長を有していることから、橋面舗装に LMC を用いることによって床版の長寿命化が図れる可能性がある。本報告は、LMC を実橋梁の床版上の橋面舗装に適用した試験施工について示すものである。

2. 試験施工の概要

2.1 橋梁の概要

試験施工の対象とした橋梁は、北海道北斗市街地から峯朗鉦山をつなぐ市道添山 29 号線にある宗山川 3 号橋である。表-1 に宗山川 3 号橋の橋梁諸元を、写真-1 に試験施工前の概観を示す。橋梁は、場所打ち RC 床版と鋼桁の複合構造である。点検による判定区分は「I」であり、構造物の機能に支障は生じていなかった。一方、橋面上のアスファルト舗装は、ひび割れ等の劣化が生じていた。橋梁が受ける作用で特徴的なものは、鉦山で製造される骨材を運搬するための大型車両が頻繁に往来することと、積雪寒冷地に位置していることであった。

LMC 橋面舗装の有効性評価に関する取組み¹⁾は近年、進められているものの、施工事例やデータが限られているのが現状である。そのため、さまざまな条件下でのデータ拡充が求められている。同橋梁は、大型車交通量の把握が比較的容易であること、積雪寒冷地であることなど、LMC 舗装の供用性や寒冷地での施工性・耐久性等を評価する上で条件が整っていることから、試験施工の対象とした。

2.2 施工計画

図-1 に、施工一般図を示す。LMC の製造・施工方法や交通車両の制約から、片側交通規制しながら 2 回(2017 年 11 月 12 日、11 月 19 日)に分けて各

表-1 宗山川 3 号橋の諸元

橋梁名(路線名)	宗山川 3 号橋 (添山 29 号線：北海道北斗市)
供用開始	1993 年
上部構造形式	鋼溶接橋 I 桁(非合成)
床版種類	場所打床版
活荷重・等級	TL-20
適用示方書	平成 2 年
橋長	29.3m
総径間数	1
有効幅員	7.5m
橋面積	220m ²



写真-1 宗山川 3 号橋の概観

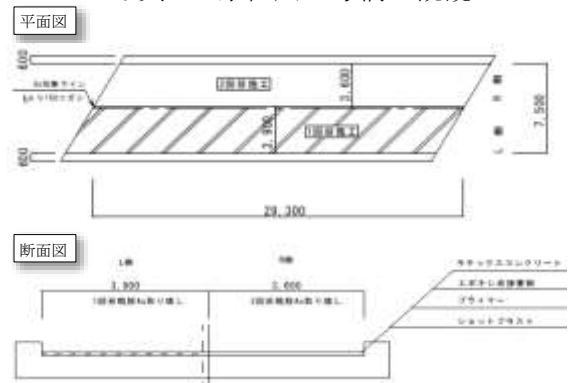


図-1 施工一般図

110m²ずつ施工を行うこととした。舗装厚さは、コア抜き調査より5cm～9cm程度であることが確認されたため、平均設計厚さ7cmとして計画を立案した。舗装厚さが比較的薄いものの、LMCの収縮は通常のコンクリートよりも小さいことから、目地は設けないこととした。舗装と床版を一体化させるため、人力でアスファルト舗装を撤去後、下地処理として床版上面にスチールショットブラスト(投射密度：150kg/m²)を行うこととした。さらに、LMCの打込み直前に、素地調整として、LMCと接する床版上面および地覆部に浸透性プライマおよびエポキシ系接着剤を塗布することとした。なお、LMCはそれ自体の物質浸透抵抗性が高いことから、防水層は省略することとした。

2.3 LMCの概要

(1) 使用材料・配合

表-2に、コンクリートの使用材料を示す。表-3に、コンクリートの配合を、表-4に、フレッシュコンクリートの目標値と試験施工時の実測値を示す。施工時の外気温が、1回目(11/12)よりも2回目(11/19)が大幅に低下したため、目標強度(材齢6時間における圧縮強度24N/mm²)を満足させるため、硬化時間調整剤(Re)の使用量を減じた。フレッシュコンクリートの性状は、いずれの施工日においても目標値を満足した。表-5に、施工時に用いたコンクリート以外の材料を示す。コンクリートの仕上げ時の作業性向上や打込み表面からの急激な水分逸散を抑制するため、パラフィン系の仕上げ補助剤を使用した。素地調整用のプライマおよび接着剤は、エポキシ系のものを用いた。

(2) LMCの製造方法

LMCは、ラテックスを使用しているため、一般のレディーミクストコンクリート工場で製造することが難しい。今回の試験施工では、コンクリート製造時の制約条件や運搬ルート、施工面積等を勘案し、現場でコンクリートを製造できるドライミックス方式によるコンクリート製造システム²⁾を採用した。ドライミックス方式とは、あらかじめセメント・混和材といった粉体と表面水を管理した細・粗

表-2 コンクリートの使用材料

材料	種類・銘柄	記号	備考
水	工業用水	W	—
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度：3.16g/cm ³
混和材	速硬性混和材	F	特殊アルミネット系、密度：2.93g/cm ³
細骨材	砕砂	S	表乾密度：2.72g/cm ³
粗骨材	砕石	G	表乾密度：2.73g/cm ³
混和剤	ラテックス混和液	L	スチレンブチエンゴムラテックス乳液
	AE減水剤標準形	Ad	リグニンスルホン酸系
	硬化時間調整剤	Re	ナリカルボン酸系

表-3 コンクリートの配合

施工日	W+L C+F (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
			W	L	C	F	S	G	Ad	Re
11/12	33.6	45.0	63	120	378	167	799	980	1.9	0.654
11/19										0.545

表-4 フレッシュコンクリートの目標値と実測値

	スランプ(cm)	空気量(%)	C.T.
目標値	16.0～22.0	2.0±1.5	—
11/12	19.0	2.5	11
11/19	22.0	3.2	4.5

表-5 コンクリート以外の材料

材料	備考
仕上げ補助剤	パラフィンエマルジョン
プライマ	浸透性エポキシ樹脂接着剤
接着剤	2液型エポキシ樹脂系接着剤



写真-2 ドライミックス製品



写真-3 移動式ミキサ

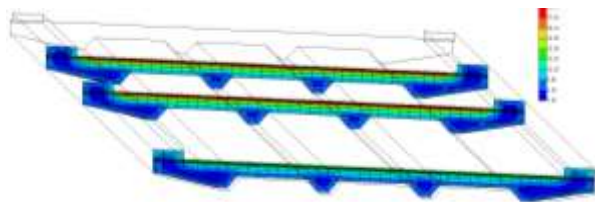


図-2 3次元 FEM 温度解析

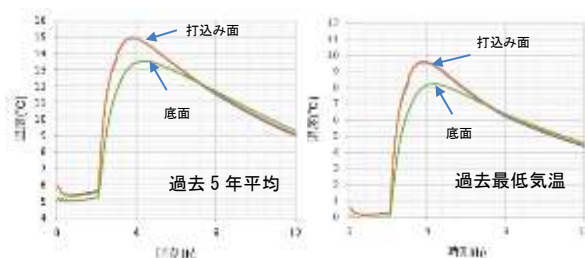


図-3 温度解析による LMC 舗装の温度予測結果

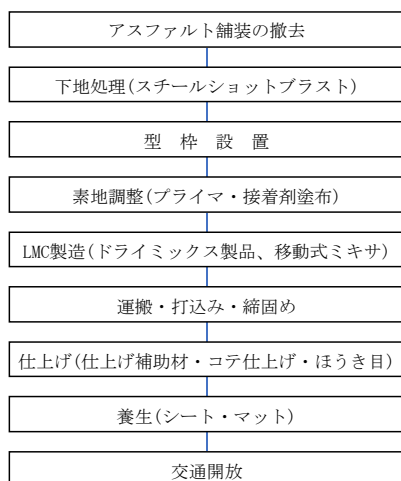


図-4 施工フロー

図-5 製造・施工のタイムチャート(11/12 施工)

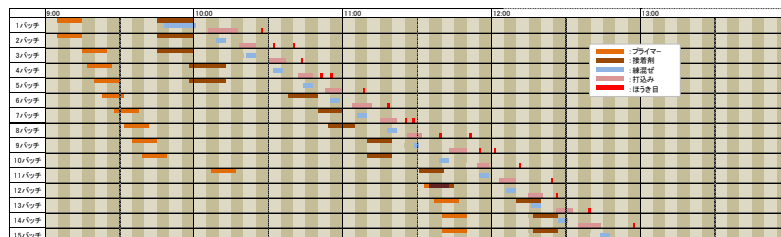


表-6 製造・施工概要

施工日	練混ぜ数 (バッチ)	練混ぜ量 (m ³)	作業時刻 ¹⁾	外気温 (°C)
11/12	15	6.75	9:07~13:05	6.4~8.0
11/15	15	6.75	(10:30~13:07) ²⁾	-2.9~1.6

1)プライマ塗布～箒目仕上げ、2)練混ぜ開始～完了

骨材が特殊なフレコンパックに封入されたドライミックス製品(写真-2)と、移動式ミキサ(写真-3)を組み合わせたものである。移動式ミキサは、公称容量 0.5m³ のバッチ式強制二軸練りミキサを用いた。

(3) 寒中対策

試験施工時期が 11 月中旬であることから、LMC の寒中対策の必要性について検討した。具体的には 3次元 FEM 温度解析(図-2)を実施し、初期凍害を受けることなく、目標とする初期強度の発現性を得るうえで必要となる温度上昇が見込めるかどうかを確認した。外気温は、北斗市の過去 5 年間の 11 月の気象庁データに基づいた。その結果、過去 5 年間で最も気温が低く、既設床版が 0°C 程度である場合においても、LMC は温度上昇開始 2 時間半後に 8°C 程度のピークを迎える(図-3)ことを確認し、特別な寒中対策を取ることなく目標とする初期強度発現性が得られると判断した。

2.4 施工状況

図-4 に、施工フローを示す。事前に、アスファルト舗装の撤去、スチールショットブラストによる下地処理、型枠設置までを行い、施工当日は、プライマ・接着剤による素地調整から開始した。製造した LMC は、ショベルローダによって床版まで運搬し、棒状バイブレータで締固めを行った。仕上げ補助剤を使用しながらコテによる左官仕上げを行った後、ほうき目仕上げを行った。交通開放は、施工翌日であったため、それまでシートおよびマットで養生を行った。図-5 に LMC 製造・施工のタイムチャートを示す。LMC の練混ぜは、ミキサ内の状況を確認した上で 3 分間とした。ドライミックス製品をミキサに移動・投入し、LMC を排出するまでの時間間隔は、おおむね 10 分であった。床版上に接着剤を塗布してから LMC 表面のほうき目仕上げが完了するまでの時間間隔は、30~40 分であった。表-6 に、製造・施工の概要を示す。施工開始からおよそ 4 時間で最終バッチの LMC のほうき目仕上げが完了した。なお、施工中および交通開放直前の目視確認によれば、LMC には、施工時のプラス

ティックひび割れや硬化後の収縮・温度ひび割れは全く認められなかった。

3. 評価試験結果

3.1 圧縮強度

図-6 に、LMC の圧縮強度試験結果を示す。なお、材齢 24 時間までは現場封緘養生、それ以降は試験室で 20°C-60%R.H. 気中養生した結果である。11/19 に製造した LMC は、試験のトラブルにより測定材齢が 7 時間になったものの、交通開放の目安として目標とした材齢 6 時間で 24N/mm² の圧縮強度をほぼ満足した。気中養生であるにもかかわらず強度発現は継続し、材齢 91 日で 70N/mm² 程度となった。

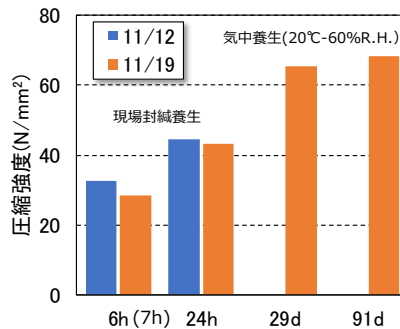


図-6 LMC の圧縮強度 写真-4 引張付着試験

表-7 引張付着強度(N/mm²)

接着剤なし		接着剤あり	
2.12	2.34	3.46	3.44
2.67		3.75	
2.23		3.10	

*材齢 29 日(20°C-60%R.H.養生)

3.2 引張付着強度

写真-4 に、LMC と基盤コンクリートとの引張付着試験の状況を、表-7 に打継面に接着剤を塗布した場合と無塗布の場合の強度試験結果(材齢 29 日、20°C-60%気中養生)を示す。なお、基盤コンクリート(W/C50%)は試験室内で作製し、打継目に遅延剤を塗布することにより粗面処理を行ったものである。引張付着強度は、接着剤なしが 2N/mm² 以上、接着剤ありが 3N/mm² 以上であり、一般的に求められる 1.0N/mm² を大きく上回った。

3.3 すべり抵抗性

図-7 に、交通開放直前の橋面舗装のきめ深さと動摩擦係数(60km/h)との関係を示す。きめ深さは CT メータを用いて、動摩擦係数は DF テスターを用い、各施工日の舗装を 3 箇所ずつ測定した。施工日によらず、舗装のきめ深さと動摩擦係数には相関関係が認められた。動摩擦係数は 0.4~0.55 であり、旧道路公団舗装管理要領の出来方基準である 0.35 よりもいずれも大きい値を示した。

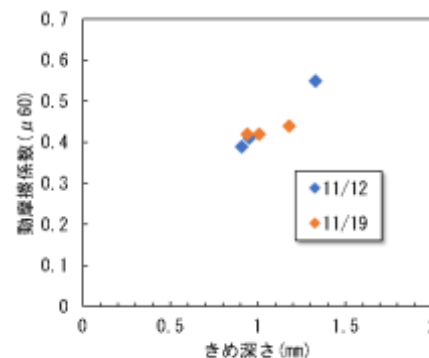


図-7 舗装のすべり抵抗性

4. おわりに

ラテックス改質速硬コンクリートを、実際の橋梁床版上の橋面舗装に適用した試験施工について報告した。舗装の供用性やコンクリートの耐久性能について追跡調査し、その有効性について評価を継続する予定である。

本試験施工にあたっては、取組みの主旨を理解いただき北斗市から試験フィールドを提供いただいた。コンクリート製造には井上商事、施工については澤田建設(株)から多大なる協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

[参考文献] 1)土木学会：道路橋床版の橋面コンクリート舗装，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報告書，2016.11，2)近松ほか：ドライミックス方式によるコンクリートの製造システムの実用化に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，2009。