

温度履歴を受けたポリマーセメントモルタルの鋼材との付着特性

太平洋マテリアル 正会員 ○杉野雄亮 佐竹紳也 大久保藤和
川崎重工業 正会員 大垣賀津雄 小出宜央
竹中道路 正会員 国松俊郎

1. はじめに

わが国の橋梁構造物は、高度成長期に集中的に整備されており、高齢化が急速に進行している状況にある¹⁾。しかし、橋梁構造物を更新することは難しい社会情勢であり、適切な維持管理により延命化させ、効率的ならびに経済的に活用する方法の確立が望まれる。ポリマーセメントモルタルは、古くから幅広い用途に用いられている材料であり、近年では、既設構造物と一体化させ、耐久性を高める工法へ適用が検討されている²⁾。

鋼床版橋梁は軽量であり、道路線形の自由度が高く、長大橋やジャンクションに採用されているが、交通量の多い橋を中心にデッキプレートの疲労損傷が報告されている。その対策として、鋼板上面を増厚する工法が適用され、増厚材として速硬鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）や速硬ポリマーセメントモルタル（以下、ゴムラテックスモルタル）が用いられている。しかし、鋼部材は比熱が小さいため、気温や日射により温度変化が生じやすく、温度履歴が増厚材と鋼材との付着に及ぼす影響に関して、不明な点が多い。

そこで本論文では、ゴムラテックスモルタルと鋼材の温度差や、施工後の温度変化が付着に及ぼす影響を評価した結果を報告する。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

表－1 にゴムラテックスモルタルの配合を、表－2 に SFRC の配合を示す。ゴムラテックスモルタルの構成材料は、スチレンブタジエンゴムを主成分としたポリマーに水および混和剤を添加した混和液とパウダー（速硬セメント、珪砂、混和材等）である。一方 SFRC は、水、速硬セメント、細骨材（表乾密度 2.60g/cm³）、粗骨材（碎石 1305、表乾密度 2.64g/cm³）、鋼繊維（長さ 30mm、密度 7.85g/cm³）、混和剤からなるコンクリートである。接着剤には、鋼材とフレッシュコンクリートの打継ぎ用のエポキシ樹脂を使用する。

2.2 試験項目および試験方法

表－3 に試験項目および試験方法を示す。供試体の養生は、JIS A1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」に準拠した。線膨張係数は、供試体の温度を 5℃から 60℃で変動させたときの長さ変化率から算出した。

付着試験は、図－1 に示す型枠にゴムラテックスモルタルおよびSFRC を打設後、鋼製治具との付着を測定した。なお SFRC では、鋼製治具の表面に接着剤を 1.4 kg/m²塗布して打設する条件も加えた。材料および鋼材の温度差

キーワード：ポリマーセメントモルタル、鋼材、温度、付着

連絡先：〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル（株）開発研究所 TEL：043-498-3921

表－1 ゴムラテックスモルタルの配合

W/C (%)	S/C	P/C (%)	単位量(kg/m ³)	
			混和液	パウダー
27.0	3.05	18.0	213	1920

水 (W)、セメント (C)、珪砂 (S)、ポリマー (P)

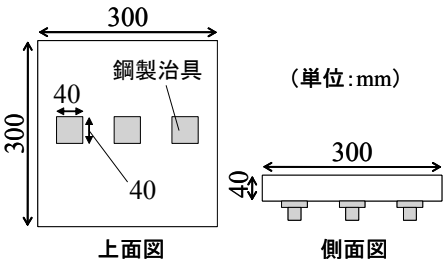
表－2 SFRC の配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	SF
40.5	55.0	175	432	913	761	100

水 (W)、セメント (C)、細骨材 (S)、粗骨材 (G)、鋼繊維 (SF)

表－3 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	備考
圧縮強度	JIS A 1108	供試体サイズ：Φ100×200mm
乾燥収縮	JIS A1129	供試体サイズ：100×100×400mm
線膨張係数	単位温度変化に対する長さ変化率を測定	供試体サイズ：100×100×400mm 埋込み型ひずみ計にて測定



図－1 付着試験体

の影響評価試験は、鋼製治具を 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60℃, 材料を 5, 20, 30℃として打設後、材料と同温度にて養生し、材齢 7 日の時点で付着を測定した。一方、施工後の温度変化の影響評価試験は、材齢 7 日まで 20℃環境にて養生した後、温冷繰り返しサイクルを開始し、0, 25, 50, 100 サイクルで付着を測定した。温冷繰り返し 1 サイクルは、年間の気温変動を考慮し、試験体中心部の温度が 20℃から 60℃に昇温し、その後 5℃まで降温し、ふたたび 20℃まで昇温する温度履歴とした。このとき、温度勾配はサイクルが安定するよう、9.2℃/hr とした。

3. 試験結果

材料強度試験の結果を表-4 に示す。ゴムラテックスモルタルおよび SFRC の材齢 1 日の圧縮強度は、24N/mm² 以上あり、いずれも十分な強度発現性を有している。また、ゴムラテックスモルタルは乾燥収縮が非常に小さいため、乾燥により鋼板との付着面が剥離する可能性は小さいと推察される。一方 SFRC は、材齢 28 日の段階で 397×10^{-6} の収縮ひずみが生じている。ゴムラテックスモルタルの線膨張係数は、普通コンクリートに比べ、若干大きく、骨材やポリマーの影響が挙げられる。対して、SFRC の線膨張係数は、普通コンクリートと同等である。

材料および鋼材の温度と付着強度の関係を図-2 に示す。図より、ゴムラテックスモルタルは、いずれの材料温度においても付着強度の平均値が 4.0N/mm² 以上あり、鋼材温度による強度のばらつきは小さいことが分かる。一方、SFRC は接着剤を用いることにより、付着強度が 2~3N/mm² 程度増加する。

温冷繰り返しサイクルと付着強度の関係を図-3 に示す。図より、ゴムラテックスモルタルは、温冷繰り返し 100 サイクル経過後も、付着強度が低下せず、年間の気温変動と同程度の温度変化では、鋼材との剥離が生じにくいと考えられる。しかし SFRC は、温冷繰り返しサイクルにより付着強度が低下する恐れがあり、接着剤が必須であると考えられる。

4. まとめ

本論文により、得られた知見を以下に示す。

- (1) ゴムラテックスモルタルは、乾燥収縮が非常に小さいため、乾燥により鋼板との付着面が剥離する可能性は小さいと考えられる。
- (2) ゴムラテックスモルタルは、材料の温度に因らず、付着強度の平均値が 4.0N/mm² 以上あり、鋼板温度による強度のばらつきは小さい。
- (3) ゴムラテックスモルタルは、5~60℃の温冷繰り返し 100 サイクル経過後も、付着強度が確保される。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：国土交通白書（2010）平成 21 年度年次報告，pp.34-36，2010.9
- 2) 大垣賀津雄，大久保藤和：高機能ゴムラテモルタルを用いた鋼構造の耐久性向上技術，CEM'S，pp.4-7，2011.1

表-4 材料の物性値

配合	材齢 (d)	圧縮強度 (N/mm ²)	乾燥収縮 ひずみ	線膨張係数 (1/℃)
ゴムラテックスモルタル	1	41.1	-	-
	7	45.3	-	-
	28	47.4	10×10^{-6}	14.5×10^{-6}
SFRC	1	37.4	-	-
	7	47.6	-	-
	28	62.5	-397×10^{-6}	11.4×10^{-6}

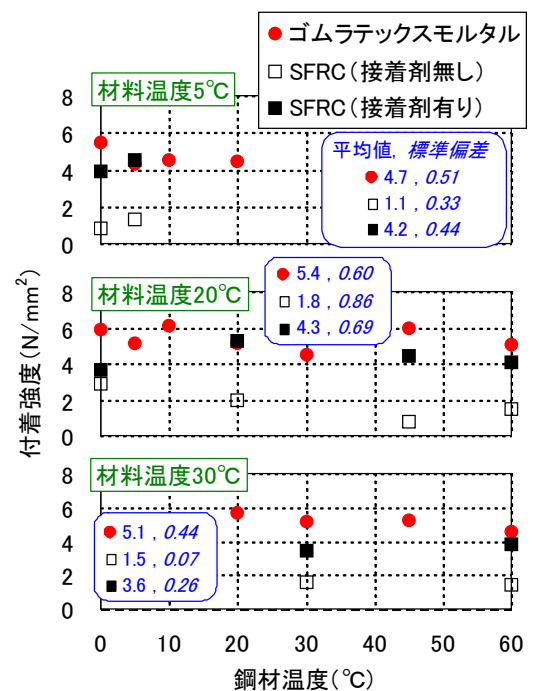


図-2 鋼材の温度と付着強度

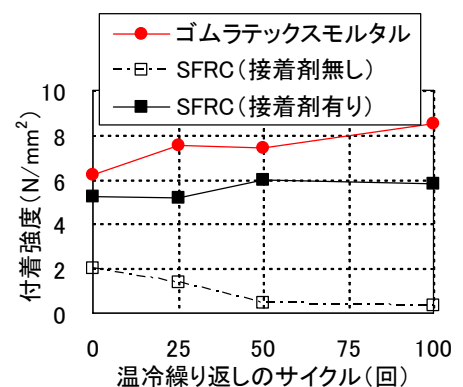


図-3 温冷繰り返し後の付着強度