

鋼材類および FRP 樹脂のコンクリート付着性改善の検討について

日本車輛製造株式会社 正会員 ○神頭峰磯

日本車輛製造株式会社 清水勇治

太平洋マテリアル株式会社 正会員 佐竹紳也 大久保藤和 赤江信哉

1. はじめに

道路を建設する上で、集水設備は走行安全性を確保するための重要な付属設備である。橋梁では、集水設備として排水桝が使用されるが、材質は鋼材、ねずみ鋳鉄、FRP 樹脂などが使用されている。これら橋梁における排水桝は、床版コンクリートに設置されるため、排水桝とコンクリートとの境界面の付着切れにより、凍結防止剤の塩分を含む水分が、床版コンクリートや橋桁に深刻な劣化をもたらす場合がある。このような状況を改善するため、排水桝とコンクリートとの付着力向上を目的に、ポリマーセメントによる被覆を検討した。本論文では、排水桝に用いられる各種材料とポリマーセメントモルタルによる付着性改善を確認した結果を報告する。

2. 使用材料

被覆材は、鋼材との高い付着性と止水性が確保できる速硬ポリマーセメント（以下、ゴムラテックスモルタル）¹⁾を採用した。ゴムラテックスモルタルの配合を表-1 に示す。パウダーは、速硬セメント、細骨材、混和材などをプレミックスした材料であり、混和液は、スチレンブタジエンゴム（SBR）を主成分とするポリマーディスパーションを用いている。また、被覆対象材料は、鋼材（SS400）、ねずみ鋳鉄（FC250）、FRP 樹脂とした。鋼材とねずみ鋳鉄は、表面に無機ジンクリッチペイントを 30 μ m 塗布し、FRP 樹脂は、表面にけい砂を付着させたものと無処理としたものを使用した。コンクリートは、呼び名が 40-12-20H のコンクリートとした。ゴムラテックスモルタルおよびコンクリートの圧縮強度を表-2 に示す。

3. 付着力確認試験

各種材料とコンクリートとの付着力を確認するために、図-1 に示す寸法の試験体を作製した。試験は、1 水準 3 枚の試験片を使用し、1 体の試験体には、6 枚の試験片を型枠に固定して、コンクリートを打込んだ。試験体は、材齢 28 日まで室温 20℃、湿度 60%の環境において封緘状態として、材齢 28 日に建研式引張試験機を用いて付着強度の計測を行った。なお、表面粗さ（Rz）の違いによる付着強度の変化を確認するため、試験片は、表面処理が塗装と無処理の他に、ブラスト処理（ISO Sa2.5）を行い、表面粗さを変化させた試験片も

表-1 ゴムラテックスモルタルの配合

水セメント比 (%)	ポリマーセメント比 (%)	砂セメント比	単位量 (kg/m ³)	
			パウダー	混和液
27.0	18.0	1.86	1925	302

表-2 被覆材とコンクリートの圧縮強度

材齢	圧縮強度 (N/mm ²)		
	ゴムラテックスモルタル		コンクリート
	吹付け前	吹付け後	
1 日	26.7	33.5	—
7 日	—	—	39.6
28 日	38.9	45.2	46.9

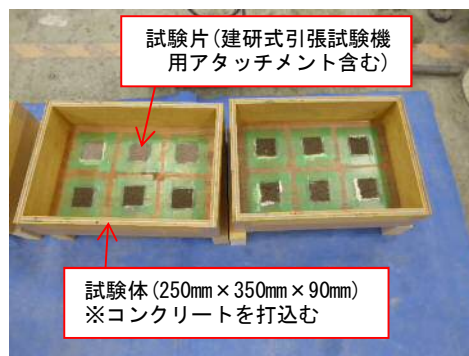


図-1 試験体概要

表-3 試験水準と表面粗さ

試験片材質	表面処理	ゴムラテ厚さ (mm)	試験片番号	表面粗さ : Rz (μ m)
SS400	塗装	0	1	51.8
		5	2	46.0
	ブラスト	0	3	79.3
		5	4	85.5
FC250	塗装	0	5	56.8
		5	6	55.0
	ブラスト	0	7	92.5
		5	8	85.7
FRP 樹脂	なし	0	9	20.9
		5	10	18.1
	ブラスト	0	11	73.8
		5	12	69.4
	けい砂	0	13	—
		5	14	—

キーワード 排水桝, 付着, 漏水, ポリマーセメント, 止水性

連絡先 〒456-8691 名古屋市熱田区三本松町 1 番 1 号 日本車輛製造株式会社 輪機・インフラ本部
技術計画室 TEL.052-882-3314

用意した。また、試験片を被覆するゴムラテックスモルタルは、0 mm と 5 mm し、試験片に吹付ける方法とした。試験水準と試験片の表面粗さの計測結果を表-3 に示す。塗装された試験片の表面粗さは、46.0～56.8 μm であるが、ブラスト処理により 79.3～92.5 μm に増加する。また、無処理の FRP 樹脂では、表面粗さが 20 μm 程度であるが、ブラスト処理により、塗装された試験片と同様の 70 μm 程度まで増加する。なお、表面処理がけい砂の仕様の試験片は、計測範囲外の粗さのため、計測できなかった。

4. 付着試験結果

試験結果を表-4 に示す。付着強度は、バラツキの大きな結果を除外した平均値を採用した。ゴムラテックスモルタルで被覆しない SS400 や FC250 の試験片は、表面粗さが増加しても付着強度が増加せず、鋼材とコンクリートの境界面で剥離した。なお、FC250 の塗装試験片は、付着切れにより全て計測できなかった。FRP 樹脂では 0.09N/mm² から 0.23N/mm² と付着強度が増加したが、コンクリートは、FRP 樹脂との境界部で剥離した。一方、SS400 と FC250 の試験片をゴムラテックスモルタルで被覆した場合は、付着強度が 1.81～2.71N/mm² まで向上し、破壊形態も境界面の剥離からコンクリート側への凝集破壊と遷移した。また、FRP 樹脂をゴムラテックスモルタルで被覆した場合は、ブラスト処理により表面を粗くした試験片の付着強度が大きく向上し、けい砂上にゴムラテックスモルタルを被覆する場合と同等の付着強度が得られた。なお、破壊形態は、いずれの水準も FRP 樹脂との境界剥離であった。

表-4 付着強度計測結果

試験片 材質	試験片 番号	付着強度 (N/mm ²)	破壊形態：破断位置
SS400	1	0.20	境界剥離：鋼材-コンクリート
	2	1.91	凝集破壊：コンクリート
	3	0.09	境界剥離：鋼材-コンクリート
	4	1.81	凝集破壊：コンクリート
FC250	5	-	境界剥離：鋼材-コンクリート
	6	2.71	凝集破壊：コンクリート
	7	0.21	境界剥離：鋼材-コンクリート
	8	2.16	凝集破壊：コンクリート
FRP 樹脂	9	0.09	境界剥離：FRP-コンクリート
	10	0.29	境界剥離：FRP-ゴムラテ
	11	0.23	境界剥離：FRP-コンクリート
	12	1.74	境界剥離：FRP-ゴムラテ
	13	0.50	境界剥離：FRP-コンクリート
	14	1.80	境界剥離：FRP-ゴムラテ

表-5 冷温繰り返し後の付着強度

試験片 材質	表面処理	付着強度 (N/mm ²)	破断位置
SS400	塗装	1.21	凝集破壊：コンクリート
FC250	塗装	1.65	凝集破壊：コンクリート
FRP 樹脂	なし	0.28	境界剥離：FRP-ゴムラテ
	ブラスト	1.24	凝集破壊：コンクリート
	けい砂	1.31	境界剥離：FRP-ゴムラテ

5. ヒートサイクルによる付着力変化

次に、各種材料の線膨張係数の違いによる付着強度への影響について、冷温繰り返し条件により確認した。試験体は図-1 と同様のものを使用し、呼び名が 40-12-20H のコンクリートを打込んだ。試験片は、ゴムラテックスモルタルで 5mm の被覆を行い、鋼材とねずみ鋳鉄は無機ジンクリッチペイントを 30 μm 塗布し、FRP 樹脂は、表面処理を行わなかったもの、ブラスト処理、およびけい砂を付着させたものとした。試験は、JIS A 1171 を準用し、試験体のコンクリートの材齢が 28 日を経過した後に、20℃：18h→20℃：3h→50℃：3h の冷温繰り返しを 1 サイクルとし、10 サイクル後に付着強度の計測を行った。試験結果を表-5 に示す。冷温繰り返し後の付着強度は、いずれの試験片も著しい低下は確認できなかった。

6. まとめ

道路橋における排水桝の状況を想定して、排水桝とコンクリートとの境界部に対する付着強度について、確認試験を行ったことから得られた結果を示す。

- (1) 排水桝に使用される鋼材、ねずみ鋳鉄や FRP 樹脂は、コンクリートとの付着強度が低く、コンクリート面との境界剥離による付着切れが発生する懸念がある。
- (2) 鋼材およびねずみ鋳鉄は、表面粗さを改善しても付着強度は向上しないが、FRP 樹脂は表面粗さを向上すると付着強度が増加する。
- (3) 鋼材類および FRP 樹脂は、ゴムラテックスモルタルで被覆することにより、付着強度が大きく改善する。
- (4) ゴムラテックスモルタルで被覆した鋼材類や FRP 樹脂は、冷温繰り返し条件においても、著しい付着強度の低下は見られない。

参考文献

- 1) 神頭峰磯ほか：合成床版における底鋼板とコンクリートの一体性に関する検討，第 8 回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp179，2014