

各種剥落防止工法における塗り重ね付着性能検証試験

首都高メンテナンス西東京株式会社 正会員 ○鈴木 克彦
森 勝矢

1. はじめに

首都高速道路においては近年、鋼桁ハンチ部等のコンクリート片の剥落防止対策済み箇所において、内部コンクリートの鉄筋発錆等による浮き、剥がれ等の部分的な劣化がみられ、補修を行っている。補修方法は、劣化した部分を切り取り、脆弱部を除去、断面補修を行なった後に、再補修材料を重ね合わせる部分補修である。

首都高速道路で使用する剥落防止材料は、仕様規定から新技術の導入やコスト低減を目的とした性能規定と変化しており、要領改訂から10年以上経過した現在では、様々な工法や材料の選択が可能となっている。

しかし、施工済みの既設材料(以下既設材料)と再補修で使用する材料(以下補修材料)の付着性能等は確認できておらず、付着性を発揮できていない場合、重ね合わせ部から剥がれ落下する懸念がある。

本報告は、様々な材料による再補修(塗り重ね)を再現した試験体を作成し、付着性を検証したものである。

2. 付着性検証試験の概要

(1) 試験体基材の選定

試験体の基材は、既設材料への紫外線劣化促進を比較的容易に安価に行えることや、引張付着試験が可能なことからJIS R 5201に準拠するコンクリートモルタル板(150mm×70mm×10mm)を使用した。

(2) 剥落防止材料の選定

首都高速道路での使用実績及び、今後補修材料として使用する可能性から、既設材料2種類、補修材料6種類の計8材料を選定し、表-1(対象材料一覧表)に示す、11通りの組み合わせとした。(既1と重6は同材料の為組み合わせから除いた。)

a. 既1. エポキシポリマーセメント系材料

「橋梁構造物設計施工要領コンクリート剥落防止編」平成18年(以下要領)の表-2(要領性能規定評価基準)に示す、使用実績の多い材料

b. 既2. FRP材料

「コンクリート塗装及びFRP補修基準(案)」(平成3年)(旧要領)の仕様規定 表-3(旧要領仕様規定)を満たす仕様規定材料

c. これまで剥落防止材料として使用実績の多い材料(4材料) 重2. 重3. 重4. 重6

d. これから新たに採用を検討している省工程剥落防止材料(2材料) 重1. 重5

表-1 対象材料一覧表

組合せ	既設材料	補修材料
組1	既1 エポキシポリマーセメント系	重1 水性エポキシ樹脂+繊維シート
組2	既1 エポキシポリマーセメント系	重2 柔軟系ポリウレタン樹脂系
組3	既1 エポキシポリマーセメント系	重3 ウレタン樹脂系 はけ塗り
組4	既1 エポキシポリマーセメント系	重4 超硬化ポリウレタン樹脂系 吹き付け
組5	既1 エポキシポリマーセメント系	重5 ポリウレタン樹脂系
組6	既2 FRP工法	重1 水性エポキシ樹脂+繊維シート
組7	既2 FRP工法	重2 柔軟系ポリウレタン樹脂系
組8	既2 FRP工法	重3 ウレタン樹脂系 是け塗り
組9	既2 FRP工法	重4 超硬化ポリウレタン樹脂系 吹き付け
組10	既2 FRP工法	重5 ポリウレタン樹脂系
組11	既2 FRP工法	重6 エポキシポリマーセメント+繊維シート

表-2 要領性能規定評価基準

項目	評価基準	
	A種	B種
耐荷性	φ10cm当りの押抜き荷重 1.5kN以上	φ10cm当りの押抜き荷重 0.3kN以上
付着性	標準養生	付着強度1.5N/㎡以上
	水中養生	
	温冷繰返し	
耐久性	・屋外暴露(1年間)後に押抜き試験を行い、必要な押抜き性能を保持していること。 ・促進耐試験500時間経過後に光沢保持率が70%以上、色差Δeが10以内であること。	
伸び性能	押抜き試験で10mm以上の変位が確認できること。	
景観	施工後の景観に著しい不連続性などがなく周囲と調和すること。	

表-3 (旧要領仕様規定)

工程	材料	標準使用量 (Kg/㎡)	目標膜厚 (μ)	塗装方法	塗装間隔 (20℃)
素地調整	-	-	-	-	-
プライマー	エポキシ樹脂プライマー	0.1	-	はけローラー	1時間~7日間
パテ	エポキシ樹脂パテ	0.4	-	へら	1時間~7日間
含浸材	エポキシ樹脂系含浸接着材	0.3	450以上	へら	16時間~7日間
貼付	ガラスクロス	0.1			
含浸材	エポキシ樹脂系含浸接着材	0.2	60以上	へら	5時間~3日間
中塗工	エポキシ又はポリウレタン樹脂塗料中塗	0.12			
上塗工	ポリウレタン樹脂塗料上塗	0.12	-	はけローラー	-

(3) 試験片の制作

a. 既設材料の塗布

塗布作業は各材料の施工要領書に準拠し、各メーカーの屋内試験場にて行った。

Key Word : 剥落防止材料, 塗り重ね付着性能, 引張付着試験

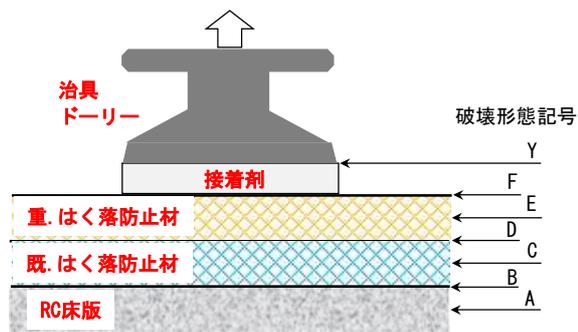
連絡先 : 東京都中央区築地3-9-9 ラウンドクロス築地3階 TEL 03 (3544) 6160 FAX 03 (3544) 0525

- b. 既設材料の人為的な劣化促進
既設材料塗布後の試験体に、経年劣化を再現する為、JIS K 5600-7-7 キセノンランプ法にて暴露試験1年相当の劣化促進を行った。

- c. 補修材料の塗布
平成29年11月より補修材料の塗布を、首都高メンテナンス西東京株式会社羽田事務所(東京都大田区羽田空港)にて実施した。塗布量などは各材料の施工要領書に準拠した。

(4) 引張付着試験

公的機関にて、JIS K 5600-5-7 に準拠したポジテスト法にて付着強度の確認及び引張付着試験後の破断面の確認を行った。付着性試験の評価基準は、「要領」のB種要求性能から付着強度 1.0N/mm² (=1.0Mpa)以上を有することとした。



- 凡例
- A: 基材(モルタル板)での破壊
 - B: 基材と既. 剥落防止材の界面破壊
 - C: 既. 剥落防止材の層内での破壊
 - D: 既. 剥落防止材と重. 剥落防止材の界面破壊
 - E: 重. 剥落防止材の層内での破壊
 - F: 重. 剥落防止材と接着剤の界面破壊
 - Y: 接着剤と鋼製治具面の界面破壊

図-1 引張付着試験破壊形態

表-4 付着力試験結果の一例

組1 既1. エポキシポリマーセメントモルタル系		×		重1. 水性エポキシ樹脂+繊維シート					
No.	n	Mpa	平均	破壊形態		%			
1	1	3.6	3.5	100% C					
	2	3.3		同上					
	3	3.7		同上					
2	4	3.7	3.6	100% C					
	5	3.9		同上					
	6	3.3		同上					

表-5 付着力試験結果一覧

組合せ	重	付着力 (Mpa=N/mm ²)			計測点nの破壊形態(破断面)					
		6点平均	最大	最小	1	2	3	4	5	6
組1	重1	3.5	3.9	3.3	C	C	C	C	C	C
	重2	4.7	5.1	4.3	C	C	C	C	C	C
	重3	3.2	3.8	2.8	C	C	C	C	E	C
	重4	4	4.9	3.4	C	C	C	E	E	E
	重5	5.4	5.9	4.6	C	C	C	C	C	C
組2	重1	5.2	6.5	4.5	C	C	C	C	A	C
	重2	6	6.8	4.7	A	A	A	A	A	A
	重3	5.7	7.6	3.9	A	A	A	A	A	A
	重4	5.4	5.7	4.9	A	A	A	A	E	E
	重5	5.6	6.9	4.9	A	A	A	A	A	A
	重6	4.5	3.9	4.9	C	C	C	C	C	C

3. 試験結果

各組合せにおける試験後の引張付着試験破壊形態を図-1に、付着力試験結果の一例を表-4に付着力試験結果一覧を表-5に示す。

(1) 付着力について

付着力は最大で7.6Mpa (=7.6N/mm²)、最小で2.8Mpa (=2.8N/mm²)となり、要領の基準値1.0N/mm²を大きく上回った。

(2) 破断面について

- 全ての組合せにおいて、懸念していた既設材料と補修材料との界面からの破断(D断面での破壊)はほとんど見られなかった。
- 既設材料にエポキシポリマーセメント系を使用した試験体(組1~組5)では、組3の1点、および組4の3点を除く26点が既設材料層内(C断面)での破断であった。
- 既設材料に旧仕様規定材料を使用した試験体では、36点の内11点で既設材料層内(C断面)での破断がみられ、表-5.組9の3点を除く22点で基材(A断面)の母材破壊となった。
- 組3,組4,組9で補修材料層内(E断面)での破断を確認した。

以上のことから、今回対象とした材料の重ね合わせ部の付着力については、基準を十分満足するものであり、付着力を超えて破断する場合は、基材(モルタル板)の母材破壊か、材料の層内での破壊となることが判明した。そのため、再補修部の付着性が低いことにより剥がれ落下する可能性は低いと言える。

4. まとめ

本試験から、剥落防止材料を塗り重ねた場合の付着力は、基準を十分に満たしている事が確認できた。今後、更に組み合わせ材料を拡大し、試験を継続したい。また、引張付着力と耐荷性の相関性について確認できていないので、今後検証を行って行きたい。

参考文献

- (1) 首都高速道路株式会社：橋梁構造物設計要領 [コンクリート片剥落防止編],首都高速道路 H18.8
- (2) 首都高速道路公団：コンクリート塗装及びFRP補修基準(案),首都高速道路 H3.10