

コンクリート剥落対策の耐久性に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○齊藤 秀行

1. はじめに

当社では、高架橋等からのコンクリート片の剥離・剥落に関して、現在までにコンクリート剥落対策として、膨大な数量の表面被覆工を施工してきた。表面被覆工の施工管理の指針となる土木工事標準仕様書¹⁾では、品質保証期間を定めているが期間を超過する数量は年々増加し、高経年箇所に変状が発生している箇所も確認されている。これらを背景に、表面被覆工は経年に伴い劣化していくと考えられるが、過去の膨大な施工量に対し一律に再補修することは現実的ではないと考えられる。そのため、いつ・どのような状態で表面被覆工に求める機能が低下するかを明らかにし、より長く使用するための適切な維持管理方法を定める必要がある。

本研究は、今後の維持管理方法に向けた基礎研究として、既設表面被覆工に発生率の高い変状を特定したのちに、変状が求める機能への影響及び変状発生メカニズムを明らかにすることを目的として、各種試験を実施し、得られた知見から今後の維持管理方法に向けた提言を行ったので報告する。

2. 表面被覆工の概要

表面被覆工の目的は、鉄筋の腐食膨張圧によるコンクリートの剥落を防止する事である。求める機能は外部からの劣化因子の遮断及び劣化したコンクリートを剥落させないことであり、前者をコンクリート表面に施した上塗り材と中塗り材、後者を中塗り材内部のメッシュで受け持っている(図-1)。

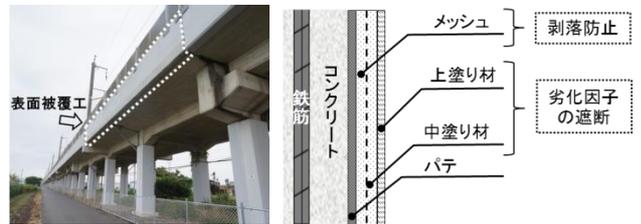


図-1 表面被覆工の施工写真と施工断面図

3. 変状調査

当社管内の高架橋数 30 (ブロック数 129) の施工面積約 4350 m² に対し、双眼鏡を用いた外観目視調査を実施した。発生率が高い変状は、中塗り材が消失しメッシュが表面に露出している状態(以降、メッシュ材露出と記載)(図-2)及び亀裂(図-3)であり、外部からの劣化因子の侵入を容易にすると考えられる変状でもある。また、高架橋の桁下面は防音壁と比較して日陰になっている割合が高く、表面被覆工は同時期に施工されているが、表層の色合いが異なる事を確認した。

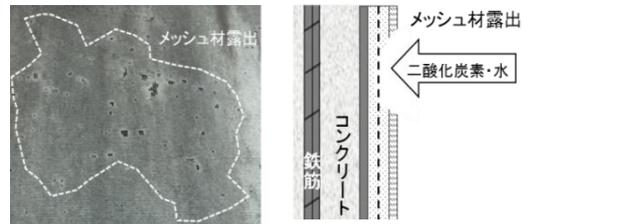


図-2 メッシュ材露出の状況写真と変状イメージ図

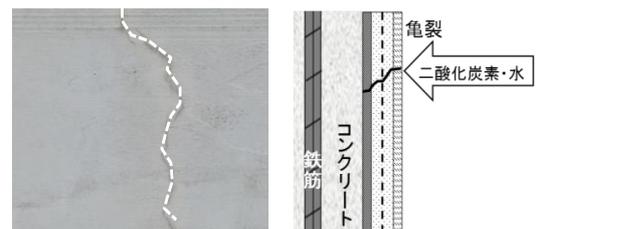


図-3 亀裂の状況写真と変状イメージ図

4. 試験内容

変状調査で、亀裂及びメッシュ材露出を確認した一部の高架橋(表-1)で各種試験(表-2)を実施した。また、各種試験は比較検討のため図-4のように同高架橋の健全部と変状部で行い、現場で実施できない試験はコアを採取し室内試験を実施した。

表-1 高架橋一覧

No	工法名	構造種別	左・右	経年	変状
①	A工法	R-4	左	17	亀裂(横・縦)
②	A工法	R-3	左	12	亀裂(亀甲)
③	A工法	CT-7	右	11	亀裂(亀甲)
④	B工法	CT-4	左	17	亀裂(縦)
⑤	B工法	CT-5	左	17	亀裂(縦)
⑥	C工法	CT-7	左	17	メッシュ材露出
⑦	C工法	CT-5	左	17	メッシュ材露出
⑧	C工法	R-8	左	16	メッシュ材露出

表-2 各種試験一覧

NO.	目的	確認項目	確認方法
1	機能への影響度確認	付着力	付着力試験により、付着力を保持しているか確認
2		劣化因子の遮断	コアを24時間水に浸透させ、遮断機能を保持しているか確認
3	変状発生源の確認	コアの断面状態から亀裂及びメッシュ材露出の発生源を確認	
4	変状メカニズムの解明	表層の劣化状態確認	走査式電子顕微鏡により、表層の詳細構造や物質形状の確認
5		上塗り材の劣化補足	チョーキング調査により、上塗り材の塗膜劣化状況の捕捉

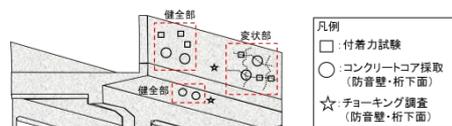


図-4 各種試験箇所

キーワード 表面被覆工、ポリマーセメント、チョーキング、白亜化
 連絡先 〒330-9555 埼玉県さいたま市大宮区錦町434番地4 東日本旅客鉄道(株) 大宮支社設備部土木課 TEL048-643-5799

5. 試験結果および考察

付着力試験の結果を表-3に示す。亀裂は、全ての箇所において規格値を満足していたが、メッシュ材露出は規格値を満足しない傾向を確認した。浸透試験(図-5)では亀裂及びメッシュ材露出とともに、変状箇所より劣化因子が侵入することを確認した。メッシュ材露出のように、中塗り材が消失しメッシュが表面に露出している状態では、付着力及び外部からの劣化因子遮断機能が低下することを確認した。

亀裂及びメッシュ材露出が発生していた箇所から採取したコア断面の観察結果を図-6に示す。亀裂部の約9割はコンクリート内部の鉄筋から表面被覆工の表層まで亀裂が発生していたが、内部鉄筋の腐食は約半数程度であった。そのため、表面被覆工施工前の母材コンクリートの状態が起因していると考えられる。メッシュ材露出は、母材コンクリートに段差を確認できたことから、段差部において塗膜厚さを確保できなかった等の施工が起因していると考えられるが、メッシュ材露出は段差のない箇所にも発生している。そこで、健全部の桁下面と防音壁の表層状態を走査式電子顕微鏡で観察した(図-7)。日陰の割合が高い桁下面は健全な状態であるのに対し、日射を受ける防音壁は全面的に微細なクラックが発生していることを確認した。さらに、ポリマーセメント内の高分子の樹脂系材料が形成するポリマーフィルム²⁾と思われる物質が桁下面では確認できるが防音壁では確認できないため、高分子の樹脂系材料が紫外線等を受けることによって劣化すると考えられ、さらに劣化が進行することで段差のない箇所にメッシュ材露出が発生したと考える。

6. まとめ

今回の研究より、中塗り材が消失した状態では付着力及び外部からの劣化因子遮断機能の低下を確認した。そのため、表面被覆工に求める機能を維持するためには、中塗り材を健全な状態で保つことが重要と考える。また、中塗り材のポリマーセメント内の高分子の樹脂系材料が、紫外線等により劣化している傾向を確認したことから、中塗り材を紫外線等から保護する役割を持つ上塗り材の劣化状況を適切に捕捉し、中塗り材が劣化する前に上塗り材の再塗装等が、今後の維持管理方法として有用と考えられるが、再塗装方法等に課題が残される。さらに、上塗り材の劣化状況の捕捉方法として母数に課題はあるが、市販のテープに付着した塗膜量で劣化を把握するチョーキング(白亜化)調査を実施し、経年による劣化傾向を確認できることから、一つの補足方法として活用できると考える(図-8)。

参考文献

- 1) 土木工事標準仕様書 東日本旅客鉄道株式会社 2015.2
- 2) ポリマーセメントコンクリート ポリマーコンクリートの基本と応用 建築技術 2007.7

表-3 付着力試験結果

No	状態	変状種類	付着強度			平均	合否
			1回目	2回目	3回目		
①	健全部	-	1.46	3.20	3.53	2.73	合格
	変状部	亀裂(横)	1.97	1.69	1.38	1.68	合格
②	健全部	-	2.61	2.86	2.09	2.52	合格
	変状部	亀裂(亀甲)	2.74	2.67	3.07	2.83	合格
③	健全部	-	4.17	3.36	4.23	3.92	合格
	変状部	亀裂(亀甲)	2.88	3.27	2.99	3.05	合格
④	健全部	-	0.77	1.63	1.31	1.24	合格
	変状部	亀裂(縦)	1.08	1.15	1.50	1.24	合格
⑤	健全部	-	2.47	3.77	3.59	3.28	合格
	変状部	亀裂(縦)	2.28	2.18	2.08	2.18	合格
⑥	健全部	-	1.13	1.16	0.85	1.05	合格
	変状部	メッシュ材露出	0.00	0.52	0.48	0.33	不合格
⑦	健全部	-	0.40	0.60	0.40	0.47	不合格
	変状部	メッシュ材露出	0.40	0.40	0.60	0.47	不合格
⑧	健全部	-	1.40	1.40	0.80	1.20	合格
	変状部	メッシュ材露出	1.00	0.80	1.40	1.07	合格

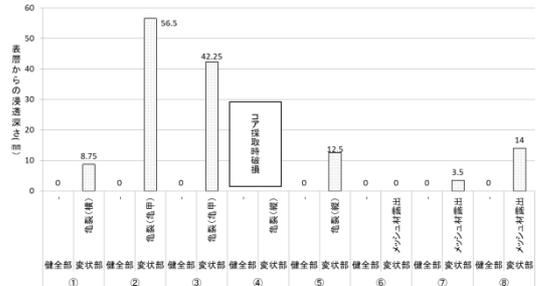


図-5 浸透試験結果



図-6 コア断面(左:亀裂、右:メッシュ材露出)

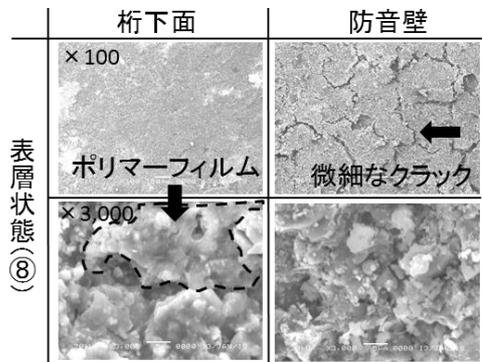


図-7 SEM画像

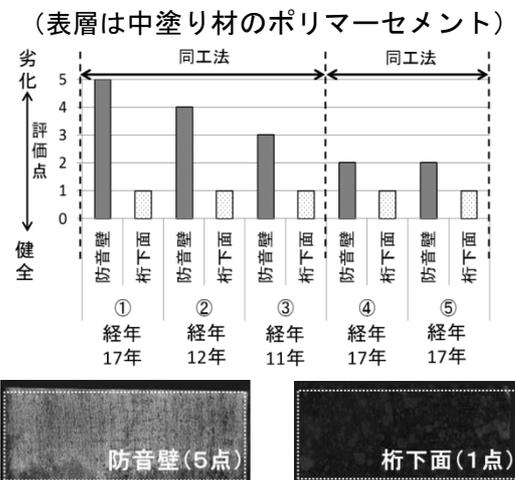


図-8 チョーキング試験結果と測定例