

高架橋剥落対策工の経年劣化予測に関する考察

東日本旅客鉄道 正会員 ○今泉 浩明

1. はじめに

東京と千葉主要部を結ぶ線区の大半は高架化区間であり、高架橋延長は 84.5km、架道橋延長は 10.0km である。そのため、高架下利用区域の落下物対策は千葉支社における重要課題の 1 つである。

特に、高架橋の剥落対策においては早期に施工しなければならない対策面積の内訳は大幅に増加している一方で、過去に剥落対策工が劣化するといった、新たな課題にも直面している。本稿では、現在の剥落対策基準が制定される以前の剥落対策工を対象として、現状の剥落対策工の強度予測と劣化箇所の確認方法について検討することとした。

2. 課題

剥落対策工については、平成 13 年度より当社の土木工事標準仕様書に詳細な施工条件を謳っており、現状使用している施工方法の土台ができた。一方で、総武線や京葉線の一部区間では平成 13 年度以前に対策工を施工しており、品質保証年数である 10 年を経過しているだけでなく、表面のひび割れや劣化も確認されている。しかし、現状の剥落調査手法は、目視による構造物表面の状況確認にとどまっているため、対策工表面のひび割れは確認できるものの、施工後 10 年以上が経過したひび割れの無い対策工の耐久性や内部のコンクリートの劣化度状況までは判断できないことが課題である。

3. 取り組み

京葉線二俣新町南船橋間の浜町高架橋は、平成 7 年度にコンクリート表面被覆工法の効果を把握するために、複数の材料を用いた試験施工（セメントテックス RB 工法、セメンシヤスメッシュ工法、クリーンコートメッシュ工法、コーワ FRP ライニング工法）を実施している。そこで、赤外線カメラでの調査適用範囲である地覆部を対象として、見た目の劣化度が異なる箇所に対して各種劣化度調査と外観目視、赤外線カメラ調査、鉄筋腐食度確認を実施し、剥落対策工の表面に対する劣化度評価方法と今後の検査手法について検討することとした。なお、現地試験として付着強度試験、室内試験として中性化深さ測定および塩化物イオン含有量測定を実施し、外観目視は近接目視および遠望目視、鉄筋腐食度確認と結果を比較することとした。

3-1. 近接目視と鉄筋腐食度調査

近接目視は、高所作業車を用いて目視観察・打音検査を実施した。鉄筋腐食度調査は、内部鉄筋を露出させ、外観による腐食状況の確認とかぶり厚さを測定した。表-1 には、腐食度の区分と参考写真を示す。

3-2. 付着強度試験

剥落対策工の付着強度を把握する目的で、建研式引張試験機に準ずる試験機を用いた塗膜の引張試験を行った（表-2）。個々の値には若干のばらつきは見られるが、工法内のばらつきはほとんどない。付着強度は、近接目視で変状が確認されなかった箇所に関しては基準値の 1.0N/mm² 以上を有しているものの、対策工に変状を確認した近傍では最低で 0.44 N/mm² となり、当社の基準を下回る結果となった。

表-1 近接目視と鉄筋腐食度調査結果

腐食度	腐食状態	
腐食なし	腐食なし	
A	点錆程度の表面的な腐食	
B	全体的に表面的な腐食	
C	浅い孔食など断面欠損の軽微な腐食	
D	断面欠損の明らかな著しい腐食	

キーワード コンクリート、剥落対策工、付着強度、中性化、塩化物イオン含有量

連絡先 〒260-8551 千葉県千葉市中央区弁天 2 丁目 23 番 3 号 東日本旅客鉄道株式会社 千葉支社 設備部工事課

TEL. 043-284-6768 E-mail : h-imaizumi@jreast.co.jp

3-3. 中性化深さ測定

中性化深さの測定は、採取したコンクリートコアを深さ方向に割裂し、フェノールフタレイン・エタノール溶液を噴射して着色部までの距離を測定した(表-3)。内部の鉄筋に軽微な腐食状態が見られた施工No1、5、8、9では、中性化による腐食開始時期とされる10mm以上の残り深さが確保されており、表面状態および内部鉄筋腐食度と中性化深さの相関は確認できなかった。

3-4. 塩化物イオン含有量測定

塩化物イオン含有量は、採取したコンクリートコアを20mm間隔で切断し、粉砕したものを電位差滴定法に準じ測定した。近接目視で表面状態が悪い箇所では、腐食発生限界濃度以上の塩化物イオン量を、施工No1で50mm、No2で30mm、No5で30mm、No7で30mm、No8で50mm、No9で30mmの深さで確認している。これは、近接目視で変状を確認できなかった箇所と対比して比較的高い。塩化物イオン濃度の高い箇所では、いずれも付近に剥落対策工にひび割れを確認しており、その影響を受けていることが考えられる。

3-5. 遠望目視試験および赤外線カメラ調査

高架下からの遠望目視検査、赤外線カメラ調査を実施した。遠望目視検査では、近接目視で確認した剥落対策工のひび割れのうち、約8割程度を確認したが、コンクリート内部の浮きはわからなかった。一方、赤外線カメラ調査においては、ひび割れ部が確認されなかったが、内部コンクリートの浮きの近接目視と比較して約7割程度を捕捉した(図-1)。

4. 考察と展望

今回の調査においては、外観で変状が確認されなかった箇所においては剥落対策工の付着強度が基準値以上を示していたこと、塩化物イオン含有量はコンクリートの表面状態が悪い箇所で高くなる傾向にあること、遠望目視試験においては確認できないコンクリートの浮きも赤外線カメラを併用することで捕捉できることを確認した。

これらの結果より、既に対策してある剥落対策工で目視によりひび割れを確認した場合には、剥落対策工の劣化や内部鉄筋の腐食が懸念されるため、赤外線カメラでコンクリートの剥離状況を確認する手法が有用であると考えられる。今後は、現場においてこれらの考察について試行し、現場での活用方法について検討していきたい。

表-2 付着強度試験結果

工法 (ブロンクNo.)	試験箇所 No.	近接目視結果		付着強度(N/mm ²)			腐食発生度	縦筋がぶり 深さ (mm)
		浮き	ひび割れ	平均	手法平均	標準偏差		
セメントスラス RB工法 (R2)	No.1	○	○	2.73	2.61	2.66	C	46
				1.69				
	No.2		○	3.42	2.72	2.66	B	42
				2.72				
クリートコート メッシュ工法 (R3)	No.3			3.40	2.39	2.42	B	33
				2.03				
	No.4	○		3.81	2.42	2.41	B	28
				1.20				
コーフFRPライ ニング工法 (R4)	No.5		○	4.40	5.31	5.15	C	38
				6.20				
	No.6			5.52	5.00	4.14	B	42
				3.75				
セメントスラス メッシュ工法 (R5)	No.7	○	○	5.50	3.88	4.14	B	40
				3.85				
	No.8		○	5.18	4.41	2.41	C	41
				2.60				
セメントスラス メッシュ工法 (R6)	No.9		○	3.88	2.05	2.41	C	40
				4.21				
	No.10			5.13	2.76	2.41	A	41
				2.40				

表-3 中性化深さと鉄筋までの残り

試験箇所 No.	(R2) セメントスラスRB工法				(R3) クリートコート メッシュ工法		(R4) コーフFRPライ ニング工法		(R5) セメントスラス メッシュ工法	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
かぶり厚さ	46.0	42.0	33.0	28.0	38.0	42.0	40.0	41.0	40.0	41.0
中性化深さ	30.2	24.1	26.7	25.2	23.3	23.5	20.5	17.3	28.4	32.3
中性化残り	15.8	17.9	6.3	2.8	14.7	18.5	19.5	23.7	11.6	8.7
鉄筋腐食度 (縦筋)	C	B	B	B	C	B	B	C	C	A

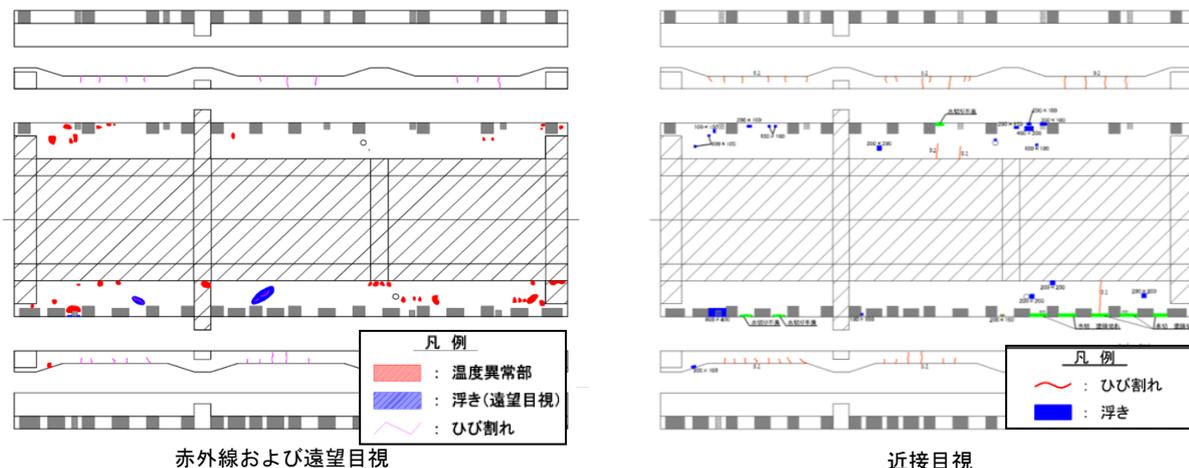


図-1 赤外線および遠望目視、近接目視で捕捉した変状