

東海道新幹線コンクリート構造物における省工程表面保護工法の開発

ショーボンド建設(株) 正会員 ○山崎 大輔
非会員 菅谷 貴大
東海旅客鉄道(株) 正会員 渡邊 一樹
正会員 梶田 圭佑

1. 開発の背景

東海道新幹線のコンクリート橋では、コンクリートの主たる劣化要因である中性化を懸念しており、中性化対策のひとつとして表面被覆工法（以下、表面保護工）を採用している。表面保護工の施工にあたり、河川橋やこ線線路橋など施工に時間的制約を受ける箇所があり、渇水期等により施工時期に制約のある河川橋や、施工時間や施工日数に制約のあるこ線線路橋では、必然的に工期も長期化する問題がある。このため、従来工法よりも短期間で施工が可能な表面保護工法が求められている。

2. 従来工法の課題

表 1 表面保護工の作業日数 一例

東海旅客鉄道（株）（以下、JR 東海）が定める表面保護工の品質規格¹⁾に適合する従来の塗装仕様は積層数が多く、小面積の補修であっても一定の作業日数が必要となる（表 1）。また、コンクリート橋の構造部位によって要求する機能が異なることから、構造部位別に塗装仕様を仕分けする特徴がある。梁部および桁部は主に耐疲労性に優れる塗装（以下、Ae 種）、梁部端部は主にひび割れ追従性に優れる塗装（以下、A 種）、はね出し部や中央はね出し部は主に剥落防止性に優れる塗装（以下、C 種）、高架橋の中央スラブ部は主に水蒸気透過性に優れる塗装（以下、B 種）と定められており、使用する材料の種類が多い。このため、工程数削減に伴う工期短縮と使用材料種別の簡素化が課題であった。

Ae 種, A 種			C 種		
作業内容		塗装間隔	作業内容		塗装間隔
①	素地調整工	—	①	素地調整工	—
②	プライマー工		②	プライマー工	
③	パテ工	4 時間～7 日	③	パテ工	4 時間～7 日
④	中塗り工	16 時間～7 日	④	中塗り工・貼付工	16 時間～7 日
⑤	上塗り工	16 時間～7 日	⑤	上塗り工	16 時間～7 日
最短期：4 日間			最短期：4 日間		

3. 開発目標

従来工法の課題および立地環境より、次の開発目標を定めた。（ア）施工日数の短縮、（イ）JR 東海が定める品質規格に適合、（ウ）民家が隣接することから低臭気 of 材料。ただし、河川橋やこ線線路橋などの橋梁への導入や、小面積の補修での使用を期待する点から、適用箇所が限られる B 種については開発対象外とし、Ae 種、A 種および C 種を開発対象とした。

4. 表面保護工の開発

表 2 プライマーの性能（20℃）

4-1. プライマーの検討

プライマーは、コンクリート表面の強化および密着性向上目的に使用され、工法の耐久性に影響を与える。このため、プライマーには耐アルカリ性・密着性に優れる 2 液反応型エポキシ樹脂を採用した。施工条件に応じて速乾タイプと通常タイプの 2 種類の検討を行った。速乾タイプでは、硬化時間を限りなく短くした結果、可使時間の確保が課題となったが、スティックミキサーを使用したスプレー施工を行うことで可使時間の問題を解決した。通常タイプでは可使時間を確保した膜厚がつけられるタイプとした。表 2 にプライマーの性能を示す。速乾タイプは非常に硬化が早く、即座に塗り重ねができるため厚付けしやすい。また、スプレー方式のため、巣穴の充填が容易である。硬化時間が 1 時間

項 目	速乾	通常
可使時間（分）	6	55
硬化時間（時間）	1	11
付着強さ（MPa）	4.0	3.3

キーワード：鉄道橋，RC，表面被覆工法，表面保護工，効率化，省工程

連絡先 〒305-0003 茨城県つくば市桜 1 丁目 17 番 補修工学研究所
〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 1 号 丸の内中央ビル 5F 新幹線鉄道事業本部 施設部工事課

のため、プライマー施工当日に次工程に進むことができる。このため、調査点検と合わせて小面積を補修するのに適している。一方、通常タイプは適度な揺変性を持たせることで、巣穴を埋め、一度に膜厚をつけることが可能である。可使時間が長く設定されているため、施工面積が多くなるほど適している。いずれのプライマーも溶剤を使用しておらず、臭気が少ないことも特徴の一つである。

4-2. 中塗り兼上塗りの検討

表面保護工では中塗りに劣化因子遮断性能および伸び性能を持たせ、上塗りに中塗りを保護する耐候性を持たせることが一般的である。それぞれ異なる塗料を塗り分けることから、工程短縮を目的に中塗り兼用上塗り塗料を検討した。伸び性能に優れ、耐候性を有し、作業性が良い 1 液型水性ウレタン樹脂に着目し検討を行った。遮断性能を確保するには膜厚が必要であることから特殊増粘剤を付与することで、一度に厚膜が形成可能な性状とした。また、水性ウレタン樹脂のため臭気の少ない材料である。

a) 乾燥性

各温度における乾燥時間の測定結果を表 3 に示す。なお、湿度が乾燥時間に与える影響を確認するため、高湿度は 85%RH 以上、低湿度は 60%RH 以下の環境下で、乾燥性を確認した。

高湿度では乾燥時間が伸びる傾向が見られた。このため、施工条件を湿度 85%以下とした。一方、低温でも空気が乾燥していれば、優れた乾燥性を示した。

表 3 各温湿度における乾燥時間

温度 (°C)		5	20	35
乾燥時間 (時間)	高湿度	7.2	2.3	1.8
	低湿度	1.5	1.0	0.8

表 4 ひび割れ追従性試験結果

試験条件	標準状態	低温時 (0°C)	耐候性試験後
伸び (mm)	1.66	0.45	0.74

b) 耐疲労性 (A e 種)

列車振動に伴う下地コンクリートのひび割れ開閉に対する塗膜の疲労耐久性を JIS A 1436-2006「建築用皮膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法」に準拠し、評価を行った。

静的ひび割れ幅 0.2mm、ムーブメント 0.04mm の疲労試験を 20°C、60°C、-10°C 各 600 万回、計 1800 万回実施後も塗膜に異常は見られず、優れた耐疲労性能を示した。

c) ひび割れ追従性 (A 種)

静的載荷によるひび割れ追従性試験は、JSCE K532-1999「表面被覆材のひび割れ追従性試験方法」に準拠し、評価を行った。

各条件における伸びの測定結果を表 4 に示す。各条件で優れた伸び性能を示した。

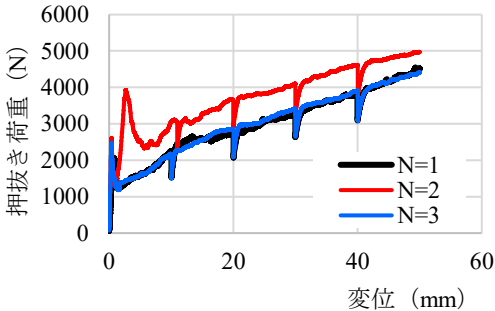


図 1 押し抜き試験結果

d) はく落防止性能 (C 種)

試験方法は、東日本・中日本・西日本高速道路株式会社「JHS424-2004 はく落防止の押し抜き試験」に準拠し、評価を行った。塗膜単独では、はく落性能を確保できなかったため、柔軟で水性塗料となじみの良いビニロン繊維シートを用いた。

試験結果を図 1 に示す。押し抜き荷重は 1.5kN 以上であり、変位も 10mm 以上を保持しているため、耐荷重性と変形性能を有することを確認した。

表 5 塗装仕様

構成材料	標準使用量 (kg/m ²)		塗装間隔	
	Ae 種, A 種	C 種	速乾	通常
プライマー	0.30	0.30		
			1 時間 ～7 日	1 日 ～7 日
中塗り兼 上塗り塗料	0.50	0.50	直後	
繊維シート		1.0m ² /m ²		
			0 時間～7 日	
中塗り兼 上塗り塗料		0.25		
最短工期：速乾タイプ 1 日，通常タイプ 2 日間				

5. 表面保護工の性能評価

表 5 に塗装仕様を示す。開発した省工程表面保護工は、JR 東海の定める Ae 種, A 種および C 種の品質規格値¹⁾を満足することを確認した。

6. まとめ

本開発工法は、JR 東海が定める品質規格に適合した省工程の表面保護工法であり、従来工法に比べ最短工期を速乾タイプで 3 日間、通常タイプで 2 日間短縮可能とした。今後は、実構造物における試験施工を実施し、本工法の課題の抽出及び改良・解決を行っていく。

参考文献 1) (一社) 日本鉄道施設協会：東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物 維持管理標準