

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の導入と施工事例

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

1. はじめに

東海道新幹線は 1964 年に世界初となる高速鉄道として営業を開始し、来年には開業 60 周年を迎える。日々の入念な検査やその結果に基づく補修・補強を着実に実施することで土木構造物の健全性は十分に確保されているものの、将来のいずれかの時点において、経年劣化による大幅な設備の更新が必要となることが想定される。構造物の性能を可能な限り現状維持することを目的とした予防保全の観点から、東海道新幹線のコンクリート橋では、懸念する劣化の主要因であるコンクリートの中性化対策を実施しており、表面被覆工法（以下、表面保護工）を採用し、工事を推進している。

表面保護工の施工にあたり、近年は河川橋やこ線線路橋等の施工に時間的制約を受ける箇所が増えてきている。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工期が長期化することが問題となっている。このことから工期短縮による施工の効率化および低コスト化を目的とし、従来工法よりも省工程で施工が可能な表面保護工を東海道新幹線のコンクリート構造物に導入したので、報告する。

2. 省工程表面保護工の導入に向けた検討

① 従来工法の特徴

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。当社では、梁部および桁部は主に耐疲労性に優れる塗装（以下、Ae 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）と定めている。

② 従来工法の問題点

当社が定める表面保護工の品質規格 1) に適合する塗装仕様は、積層数が多く、小面積の補修であっても、塗料の硬化時間確保のため一定の作業日数が必要となる。

③ 省工程表面保護工の概要

従来工法の問題点を踏まえ、要求項目を下記とした。

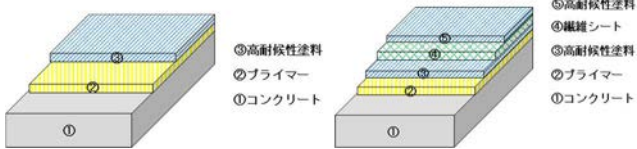
（ア）積層数を減らすことで施工日数を短縮する。

（イ）当社が定める品質規格に適合する。

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 種については対象外とし、Ae 種および C 種を対象とすることとした。上記を踏まえ、ショーボンド建設（株）にて新しく開発した省工程表面保護工の塗装仕様を表-1 および図-1 に示す。プライマーは 2 液無溶剤型エポキシ樹脂とし、高耐候性塗料は低臭性に優れる 1 液型水性塗料とした。

表-1 省工程表面保護工の塗装仕様表

| 種別     | 作業内容   | 材料名             | 標準使用量               | Dry 膜厚 |
|--------|--------|-----------------|---------------------|--------|
| 新 Ae 種 | プライマー  | ネオプライマー EX      | 300g/m <sup>2</sup> | 275 μm |
|        | 高耐候性塗料 | ネオライナー EX       | 500g/m <sup>2</sup> | 200 μm |
| 新 C 種  | 繊維シート  | ネオライナー EX 繊維シート | -                   | -      |
|        | 高耐候性塗料 | ネオライナー EX       | 250g/m <sup>2</sup> | 100 μm |



(a) 新 Ae 種仕様図 (b) 新 C 種仕様図

図-1 省工程表面保護工の塗装仕様図

従来工法との積層数比較表を表-2 に示す。従来工法では中塗りと上塗りで異なる塗料を使用する必要があったが、高耐候性塗料を中塗り上塗り兼用とし、積層数

表-2 積層数比較表

| Ae 種       |        | 新 Ae 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   | 4H~7D  | ② プライマー工        | 1D~7D |
| ③ パテ工      | 16H~7D | ③ 高耐候性塗料工       | 0H    |
| ④ 中塗り工     | 16H~7D | ④ 高耐候性塗料工 (2回目) | 0H~7D |
| ⑤ 上塗り工     | 16H~7D |                 |       |
| 最短施工日数：4日間 |        | 最短施工日数：2日間      |       |

| C 種           |        | 新 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      | 4H~7D  | ② プライマー工        | 1D~7D |
| ③ パテ工         | 16H~7D | ③ 高耐候性塗料工 (1回目) | 0H    |
| ④ 中塗り工・繊維シート工 | 16H~7D | ④ 繊維シート工        | 0H~7D |
| ⑤ 上塗り工        | 16H~7D | ⑤ 高耐候性塗料工 (2回目) | 0H~7D |
| 最短施工日数：4日間    |        | 最短施工日数：2日間      |       |

キーワード：鉄道橋、鉄筋コンクリート、表面被覆工法、表面保護工、効率化、低コスト化  
連絡先：〒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  
〒305-0003 茨城県つくば桜 1 丁目 17 番 ショーボンド建設（株）補修工学研究所

を減らし、加えて塗装間隔を短縮することで、施工日数を短縮した。品質規格の確認結果について表-3 に示す。省工程表面保護工は、当社が定める

表-3 品質規格表

| 種別      | 新Ae種     | 新C種 |
|---------|----------|-----|
| 外観      | ○        | ○   |
| 耐アルカリ性  | ○        | ○   |
| 耐候性     | ○        | ○   |
| 接着性     | 標準状態     | ○   |
|         | 耐アルカリ試験後 | ○   |
| 中性化抑制性  | ○        | ○   |
| 水蒸気透過性  | ○        | ○   |
| 酸素透過性   | ○        | -   |
| 耐疲労性    | 標準養生後    | ○   |
|         | 促進耐候試験後  | ○   |
| 押し抜き抵抗性 | -        | ○   |

Ae 種および C 種の規格値を満足することを確認した。

3. 省工程表面保護工の施工性

省工程表面保護工の施工性を確認するため、東海道新幹線本線のボックスカルバートにて新 C 種の試験施工を実施した。なお、新 Ae 種は新 C 種より同材料かつ積層数が少ないことから、新 C 種の施工性に問題がなければ、新 Ae 種の導入は問題ないと判断した。現地状況を図-2 に、省工程表面保護工の施工状況を図-3 に示す。当該橋梁においては、省工程表面保護工を導入することで、従来工法と比較して 1 日間の工期短縮を実現した。なお、施工面積が増加するほど、より工期短縮の効果を見込むことができる。作業者からは、塗料の粘度が高いため塗料の飛散の恐れが低いという意見があった一方で、繊維シートの切断面からほつれが生じ、屑が飛散する恐れがあるとの意見があった。試験施工の結果より、繊維シートについては改良を行うこととした。



図-2 現地状況



図-3 施工状況

4. 低温環境下の省工程表面保護工の施工条件

省工程表面保護工で使用する高耐候性塗料は 1 液型水性塗料であることから、低温環境下で塗膜が凍結し、成膜不良につながる可能性がある。施工条件は温度 5 度以上かつ湿度 85%未満と定めているものの、作業終了後の養生中に気温が低下することで塗膜が凍結する恐れがある。そのため、室内試験にて下記の項目について確認を行った。試験結果を表-4 に示す。

① 温度低下における硬化時間とダレ性

5℃に調温した高耐候性塗料を 5℃環境下にて施工し、-5℃および 0℃環境下にて硬化時間とダレ性を測定した。-5℃環境下では塗膜が凍結し成膜不良となった。一

方で、0℃環境下では 2.7 時間で塗膜が硬化しダレの発生も確認されなかったことから、塗膜の硬化には外気温 0℃以上が必要なことがわかった。

② 温度低下が塗膜物性に及ぼす影響

20℃環境下と 0℃環境下で成膜した塗膜に明確な物性差はなかった。

表-4 低温環境下における物性試験結果

| 試験温度 | 0℃   | -5℃  | 養生温度         | 20℃  | 0℃   |
|------|------|------|--------------|------|------|
| 硬化時間 | 2.7H | 成膜不良 | 引張強さ (N/mm2) | 12.1 | 13.8 |
| ダレ試験 | ダレ無し | ダレ無し | 伸び率 (%)      | 433  | 471  |

室内試験の結果を受け、東海道新幹線鴨宮基地線の橋梁はね出し部に、低温環境下で新 C 種を施工した。現地状況を図-4 に、施工完了後の塗膜の外観を図-5 に示す。0℃環境下において 2.7 時間で塗膜が硬化することから、塗布後に外気温 0℃を下回ることが予想される場合、その時刻の 3 時間前に作業終了することを条件に施工を行った。施工後の塗膜の状態に異常はなかったことから、施工条件を設定し適切に施工管理することで、低温環境下においても省工程表面保護工が施工可能であることがわかった。



図-4 現地状況



図-5 塗膜の外観

5. こ線線路橋における省工程表面保護工の導入

令和 5 年 4 月より、他社線と交差する東海道新幹線本線のコンクリート橋梁において省工程表面保護工の施工を計画している。夜間の列車間合いでの時間的制約のある作業となり、従来工法と比較し省工程表面保護工を導入することで約 16 日間の工期短縮を想定しており、コストダウン効果も見込んでいる。併せて、改良した繊維シートを導入する。

6. まとめ

省工程表面保護工を導入することで、工期短縮による施工の効率化および低コスト化を実現した。今後は、小面積の補修工事などにも積極的に運用することで、更なる効率化および低コスト化を目指す。

参考文献：

1) 社団法人 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