

粘着材を用いた耐疲労性に優れる防水塗膜シート工法の開発

ショーボンド建設(株) 正会員 ○若菜 和之, 三村 典正
東日本旅客鉄道(株) 正会員 松田 芳範

1. はじめに

これまでコンクリート保護工を施工する際、列車通過に伴う振動等を考慮し、ひび割れ追従性に優れる各種塗装系を選択していた。しかし、一部の施工箇所において、施工後数年で塗膜に亀裂等の劣化が発生し再補修が必要となる場合があった。

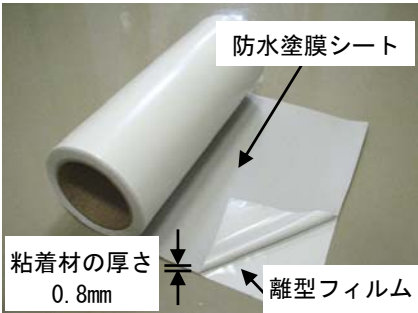
その原因は、気温変化による長周期、及び、列車通過等による短周期のひび割れ開閉により生じる疲労に追従しきれていない等の理由が考えられる。特に、気温が低い環境下での短周期の疲労は、塗装材料の特性面からも過酷な状況である。また、塗布作業時に発生しやすい塗膜のピンホールや不陸・出隅部などで発生しやすい膜厚の不均一等の施工時に均一な品質を確保しきれていない等の理由も考えられる。

そこで、①塗膜としての劣化因子侵入阻止性能を確保しつつ、②鉄道環境下等での施工を考慮し短時間施工で均一な品質を確保でき、③低温下でも耐疲労性に優れる、コンクリート保護工法の開発を「塗る塗装から貼る塗装へ」を目標として行った。開発した工法は、粘着材と耐侯性フィルムを一体化させた、耐疲労性に優れた防水塗膜シート（写真－1に示す）を躯体表面に貼り付けるものである。

2. 特徴

開発した防水塗膜シート工法の特徴を下記に示す。

- ①耐疲労性：常温環境下だけでなく低温環境下でも柔軟性に優れ、常時発生する疲労に対する抵抗性に優れる。
- ②優れた施工性：下地材の処理後、防水塗膜シートを貼るのみで完成なので、作業時間が短い鉄道橋軌道内などの迅速施工が求められる箇所での施工性に優れる。
- ③品質の安定性：工場製作された均一な厚みの防水塗膜シートを現場で貼るだけなので、現場形成された塗膜で問題となるピンホールの発生や不陸・出隅部などでの膜厚の不均一がなく品質の安定性に優れる。



写真－1 防水塗膜シート

3. 工法概要

防水塗膜シートの構成は、構造用接合部等に用いている感圧性接着剤であるアクリル系粘着剤と長期耐侯性に優れるフッ素樹脂フィルムからなる。

既存塗膜上に施工する場合は、既存塗膜にはく離等が発生していなければ、シンナー拭きや高圧洗浄等による水洗いのみで防水塗膜シートを貼り付け完成となる。一方、コンクリート面上に施工する場合は、粘着材の強力な接着力を確保するために、エポキシ樹脂系

表－1 劣化因子侵入阻止性能

項目	試験方法	規格値	試験結果
塩化物イオン透過阻止性	JHS-425	0.005g/m ² ・日以下 (NEXCO：はく落防止耐久性能)	0.0021g/m ² ・日 (塩化物イオン検出限界値) 以下
酸素透過阻止性	JHS-417	0.05mg/cm ² ・日以下 (NEXCO：コンクリート塗装材)	0.03mg/cm ² ・日
水蒸気透過阻止性	JHS-417	5.0mg/cm ² ・日以下 (NEXCO：コンクリート塗装材)	0.07mg/cm ² ・日
水分透過阻止性	JIS-A-6909 防水試験B法	0.5ml/日以下 (建築用仕上塗材：防水形塗材)	0.2ml/日
中性化阻止性	JHS-417	1mm以下 (NEXCO：コンクリート塗装材)	0mm

キーワード 粘着, 防水塗膜シート, ひび割れ追従性, 耐疲労性, コンクリート保護工法

連絡先 〒136-0076 東京都江東区南砂 2-2-17 ショーボンド建設(株) TEL03-5653-8101
〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) TEL03-5334-1288

プライマーやエポキシ樹脂パテ材による有機系下地材を施工することを基本としている。

4. 性能評価結果

①コンクリートの劣化因子侵入阻止性能

防水塗膜シートの基本となるコンクリートの劣化因子に対する侵入阻止性能を表-1に示す。防水塗膜シートは、いずれの規格値に対しても満足し、劣化因子の侵入を阻止する十分な性能を有している。

②ひび割れ追従性・耐疲労性

ひび割れ追従性試験は、JSCE-K-532を参考とし、 -20°C 、 20°C 、 60°C の各温度で $5\text{mm}/\text{min}$ の引張速度で実施した。試験状況を写真-2に示す。

気温変化を考慮した長周期疲労試験はJIS-A-6909を参考とし、試験体に 1.5mm のひび割れを発生させた後、振幅 1.0mm の伸縮疲労(変位 $0.5\sim 2.5\text{mm}$)を $5\text{回}/\text{min}$ の速度で実施した。疲労回数は、 -10°C 、 20°C の各温度でそれぞれ 2000 回実施した。試験状況を写真-3に示す。

列車通過による躯体の振動等を考慮した短周期疲労試験はJIS-A-1436を参考とし、試験体に 0.2mm のひび割れを発生させた後、振幅 0.02mm の伸縮疲労(変位 $0.18\sim 0.22\text{mm}$)を 10Hz の速度で実施した。疲労回数は、 $20^{\circ}\text{C}600\text{万回}+60^{\circ}\text{C}600\text{万回}+-10^{\circ}\text{C}600\text{万回}$ の合計 1800万回 実施した。試験状況を写真-4に示す。

表-2の試験結果に示すように、防水塗膜シートは、低温環境下でも優れたひび割れ追従性・耐疲労性能を発揮することを確認した。

5. 試験施工

防水塗膜シート工法は従来の塗装系とは異なり、粘着材で躯体面に接着させているので、実際の耐久性を評価するため、試験施工を行なっている。試験施工はアル骨、凍害等の発生している鉄道在来線の橋梁で、特に過酷な箇所にて実施している。

夏場、コンクリート表面に残っているボイド部等に閉じ込められた空気が熱膨張し、シートに小さな膨れが発生したが、ハガレ等につながる面積的な膨れの広がりにはなかった。

これまで約4年以上経過しているが、夏場のボイド部等での小さな膨れ以外、ひび割れ、亀裂、ハガレ・破れ等の防水塗膜シートとしての機能を損なうような損傷は発生せず、良好な状態を保っている。試験施工箇所の調査状況を写真-5に示す。

6. まとめ

室内試験及び試験施工の結果、防水塗膜シート工法は柔軟性・耐疲労性に優れており、常時疲労が発生するような箇所でも各種劣化因子に対し阻止性能を発揮することができると考えている。

これまで鉄道橋及び道路橋等で 5000 m^2 程度の実施工を行っており、継続的に施工箇所の追跡調査を実施し、長期耐久性を確認する予定である。

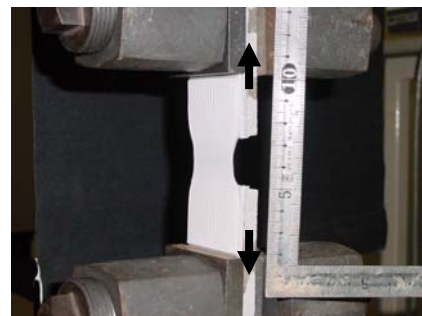


写真-2 ひび割れ追従性試験

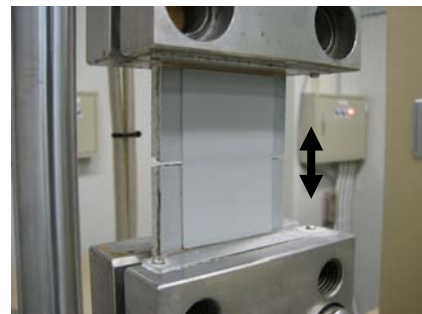


写真-3 長周期疲労試験

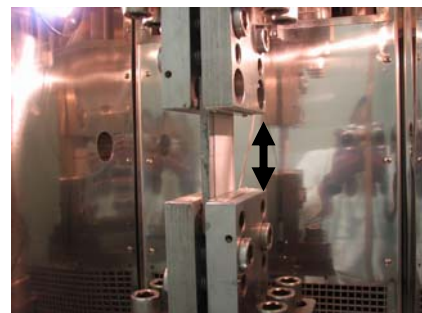


写真-4 短周期疲労試験

表-2 ひび割れ追従性・耐疲労性試験結果

試験項目	試験温度	ゼロスパン伸び
ひび割れ追従性試験 (速度 $5\text{mm}/\text{min}$)	-20°C	5.2mm
	20°C	16.3mm
	60°C	14.6mm
試験項目	試験温度 疲労回数	試験結果
長周期疲労試験 (速度 $5\text{回}/\text{min}$, 変位 $0.5\sim 2.5\text{mm}$)	-10°C 2000回	変位 0mm で表面にシワ発生。 しかし、劣化因子侵入阻止性能に影響する亀裂・破れ等の 変状なし
	20°C 2000回	
短周期疲労試験 (速度 10Hz , 変位 $0.18\sim 0.22\text{mm}$)	$20^{\circ}\text{C}600\text{万回}$ $+60^{\circ}\text{C}600\text{万回}$ $+{-}10^{\circ}\text{C}600\text{万回}$	



写真-5 試験施工箇所の調査状況