

再アルカリ化後に施工した表面被覆工法の経年調査結果

西日本旅客鉄道 正会員 ○野村 倫一  
 日本塗料検査協会 正会員 山田 卓司  
 レールテック 正会員 荒木 弘祐

1. はじめに

再アルカリ化施工後のコンクリートは、pH12~13 程度の炭酸カリウム水溶液が細孔溶液に充填された状態にある。

通常の表面被覆工法では高湿潤状態及び高アルカリ状態のコンクリート表面に適応が難しいことが想定されたため、2003 年に再アルカリ化工法施工後の塗膜の適応性試験を供試体で実施し、適応性があると判定した工法については実高架橋で試験施工している<sup>1)</sup>。本稿では、施工 6 年後の暴露供試体および実高架橋の経年調査結果について報告する。

2. 暴露供試体の経年調査

2003 年に実施した適応性試験は、再アルカリ化した供試体を半浸水させ、供試体内の水蒸気の移動を促進する状況下にした後、塗膜の外観評価や付着強度試験を行っている。その後、一部の供試体を和歌山県内の沿岸地域で暴露させた。暴露 6 年後の経年調査では、供試体コンクリートの再アルカリ化保持状況および塗膜の耐久性を評価するために各種試験を行った。供試体は工法別に 8 種類で表-1 に工法と 2003 年当時の試験結果の概要を示す。なお、供試体コンクリートは、含水率を変化させて(90%、70%、50%)塗布しており、供試体数は合計 24 体である。

表-1 暴露供試体 8 工法の概要

工法	主な概要	適応性試験結果(耐水後)	
		外観変化	付着強度(N/mm <sup>2</sup> )
C	下地に水中塗布形エポキシ樹脂	小さな膨れ	3.2~3.7
D	主材にウレタン樹脂	なし	1.6~2.4
F	下地に水性エポキシ樹脂	軟化, 膨れ	0.9~1.2
H	主材にゴム系, 下地に水性エポキシ樹脂混和型セメント	膨れ	1.0~1.5
K	下地に親水性のあるエポキシ樹脂	大きな膨れ	2.5~3.0
N	下地に水性エポキシ樹脂ポリマーセメント	大きな膨れ	0.9~1.9
O	主材にポリマーセメント系	大きな膨れ	0.6~0.8
R	下地のエポキシ樹脂にセメント混合	小さな膨れ	1.9~2.0

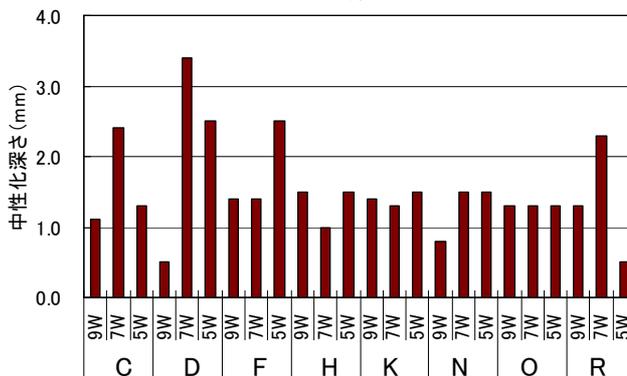
※JR 西日本では付着強度の基準は 1.0N/mm<sup>2</sup> 以上としている

2. 1 塗膜の外観評価

2003 年に実施した塗膜の外観評価で適応性ありと評価した 3 工法(C, D, R)のうち, C, R 工法については, 6 年後においても膨れや剥れ等の変状は認められなかった。R 工法については一部に直径 2~3mm 程度の小さな膨れが数個発生していた。

2. 2 コンクリートの中性化の評価

暴露供試体からコア採取し中性化深さ測定(JIS A 1152)を行った。いずれの工法も塗膜面付近で濃い赤色は示さず、ほとんどのコア試料はごく薄いピンク色を呈しており、正確な評価には pH 測定を行う必要があると考えた。図-1 にごく薄いピンク色を中性化深さとして測定した結果(8 測点の平均)を示す。



※供試体含水率が 90%は 9W, 70%は 7W, 50%は 5W と称する

図-1 中性化深さ(暴露供試体, 6 年後)

測定方法は、表面付近数 mm 程度の pH 値を測定するためアルカリ試験紙を用いることとした。ごく薄いピンク色の部分は pH11.6~11.8 程度を示す結果となり、アルカリ性が保たれていることが確認された。再アルカリ化に対するアルカリ性の判定には、フェノールフタレイン溶液を噴霧する測定法のみでは判定が困難な場合もあることがわかった。

2. 3 付着性評価

暴露供試体について建研式付着力試験機を用いた単軸引張による塗膜の付着強度試験(JSCE-K-531)を行った。適応性試験時(耐水前, 耐水後)と暴露 6 年後の付着

キーワード 再アルカリ化工法, 表面被覆工法, 中性化, pH, 付着強度

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル JR 西日本 構造技術室 TEL06-6305-6957

強度を図-2に示す。D-9W, F-5W, H-5Wは、暴露6年後の付着強度で1.0N/mm<sup>2</sup>(JR西日本基準値)を下回る結果となった。中でもD-9Wの付着強度の低下は1.96N/mm<sup>2</sup>から0.40N/mm<sup>2</sup>と大きかった。また、試験時に塗膜のどの面で破断しているのか観察した。適応性試験時(耐水前)ではD供試体を除き、破断面が同じ界面であったにも関わらず、暴露後はC, R工法以外、適応性試験時(耐水前)と比べて、破断面が変化していることが観察された。従って、C, R工法以外は高アルカリ性および暴露の影響を受けて経年劣化している可能性が考えられる。

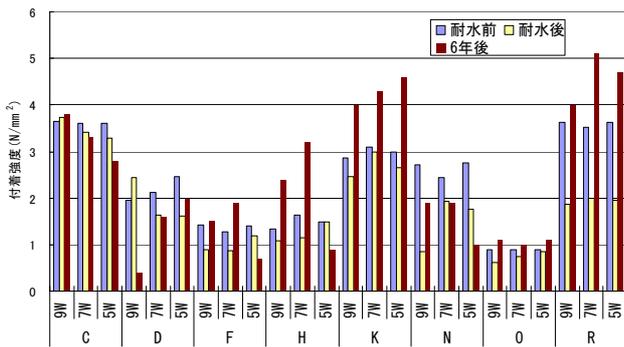


図-2 付着強度試験結果

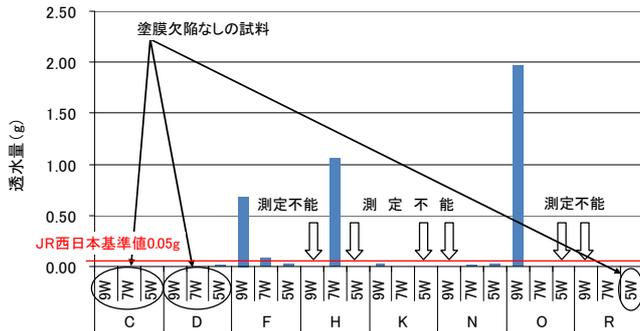


図-3 水遮断性試験結果

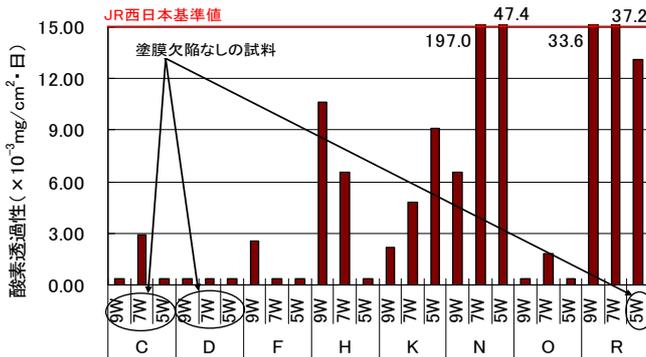


図-4 酸素透過性試験結果

### 2. 4 塗膜の透過性評価

供試体からコアにより試験片(各3片)を採取し、水遮断性試験(JIS A 1404)、酸素透過性試験(製科研式酸素透過率測定器を用いた試験)を行った。水遮断性試験結果を図-3に、酸素透過性試験結果を図-4に示す。

適応性のあった塗膜の内、C, D工法は、試料片に膨れ

や割れなどの欠陥がなく、水遮断性、酸素透過性試験とも基準値以下であった。しかしながら、R工法は酸素透過性の値が大きく、その要因としては、膨れなどが見られないにも関わらず酸素透過性が高いことから塗膜の特性とも考える。透過性試験は塗膜の欠陥があるものが大きな値となったが、アルカリ性保持との相関性は見出せなかった。

### 3. 高架橋試験施工箇所の経年調査

適応性があると判定した3工法(2003年時)については、実高架橋において試験施工を実施しており、6年後に現地で経年調査を行った。C, R工法の試験施工箇所の付着強度は2.0N/mm<sup>2</sup>以上あり、破断面も概ねコンクリート母材であったことから施工後6年経過後においても塗膜の適応性が持続していると評価できる。しかし、D工法の試験施工箇所では、鉄筋位置に沿って黒く変色している部分が確認され(写真-1)、変色部は塗膜が付着していなかった。



写真-1 D工法の鉄筋に沿った変色

変色部をEPMA分析し、炭酸カリウムの影響を確認するため、カリウムイオンの濃度面分析を行った結果、カリウムイオンの塗膜への拡散はなく、変色原因の解明には至らなかった。一方で、付着試験後の試験片にフェノールフタレイン溶液を噴霧したところ、3工法とも赤色を呈しており高いアルカリ性が保持されていることが確認された。

### 4. おわりに

再アルカリ化施工後の中性化抑制のため表面被覆を実施した塗膜に関して、施工後6年経過した暴露供試体や実高架橋の経年調査を行った。いずれの工法もpH11以上は保たれているものの、C, R工法以外は経年による変化が見られる。特にD工法については実高架橋において、鉄筋位置に沿った変色や付着強度の低下が生じたことから再アルカリ化の影響を受けることで塗膜が劣化したものと考えられる。

### 参考文献

1)野村倫一,山田卓司,石橋孝一:再アルカリ化工法適用後のコンクリートに対する塗膜の適応性に関する検討,コンクリート工学年次講演会論文集,第25巻,第1号,pp.1553-1558,2003.7