

表面被覆工法における剥落防止性の長期耐久性に関する一考察

阪神高速技研(株) 正会員 ○玉置 脩人, 正木 健太, 諸角 治
 阪神高速道路(株) 正会員 新名 勉
 (一財)日本塗料検査協会 正会員 山田 卓司

1. はじめに

既設コンクリート構造物における劣化の進行にともない, コンクリート片の剥落による第三者への障害が懸念されている. 阪神高速道路においては, これを抑止するために, 第三者への障害が懸念される箇所には剥落防止性能を有する表面被覆工法を施工している. 表面被覆工法の剥落防止性は, コンクリート躯体との一体性(付着性)や, 剥落片の荷重を保持する性能によって発揮されるが, その評価は, 押抜き試験による初期状態での押抜き変位量および耐荷重の評価に留まっているのが実状である. また, 押抜き試験片の寸法は促進劣化試験機内に設置できない大きさのため, 耐久性を考慮した評価を行い難い状況にある. 本稿では, 経年劣化を想定した促進劣化試験後の状態を評価対象として, 付着性に着目した性能確認試験を実施することにより, 表面被覆工法における剥落防止性の長期耐久性に対して考察した.

2. 試験概要

本検討では, PT:塗膜系, PE:ポリエチレン系, V:ビニロン系 G:ガラスクロス系, N:ナイロン系, PP:ポリプロピレン系の6仕様を用いて表-1に示す試験を実施した. 性能確認試験では, 初期状態および2種類の促進劣化試験後の試験片(N=3)を用いて, 6仕様×3状態×2試験の計18ケースを実施した.

①促進耐候性試験は, JIS K 5600-7-7 に従い1500時間の照射を行った. しかしながら, 本試験は被覆材表面へのキセノン照射および短時間の湿潤状態であるため, 厚膜形の表面被覆材に対しては付着性の劣化傾向を掴み難いことが懸念される. そこで, 促進耐候性試験に長時間の水中浸漬および冷熱の繰返しを加えた, ②耐久性サイクル試験¹⁾も実施した. これは, 基板側からの浸水や表面被覆材界面への負荷も与えられることにより, 現実の悪環境を想定した厳しい劣化状況を模擬可能とされている. 性能確認試験は, 単軸引張による付着性試験(JSCE K 531:2013)および剥離を考慮した付着性を評価可能な見かけの剥離抵抗性試験¹⁾を実施した. (写真-1, 写真-2)

3. 試験結果

各性能確認試験結果では, それぞれの性能値に加えて試験片の破壊箇所についても確認するため, 図-1に示す破壊箇所により分類している. 望ましい破壊箇所の順は, A:基板破壊(レイタンス層含む), BG:塗材内の凝集破壊もしくはBK:塗材間の界面破壊, AB:基板と塗材間の界面破壊と考えられる²⁾.

表-1 実施試験一覧

試験片作製	標準状態		表面被覆材を施工後の初期状態のこと
	促進劣化試験	促進耐候性試験	
耐久性サイクル試験			促進耐候性試験に加え, 湿潤冷熱繰返し試験の実施による複合的な劣化
性能確認試験	付着性試験		コンクリート躯体と密着し劣化因子の遮断性を維持するための付着性を計測
	見かけの剥離抵抗性試験		塗膜の剥離現象を考慮した付着性能を仕事量で評価



写真-1 付着性試験



写真-2 見かけの剥離抵抗性試験

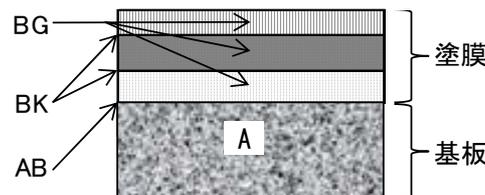


図-1 破壊箇所の模式図

キーワード 表面被覆工法, 剥落防止, 長期耐久性

連絡先 〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座 1-3-15 TEL: 06-6105-1115

付着性試験の結果では、諸機関における要求性能の中でも最大値である 2.0N/mm² 以上（阪神高速道路(株)）を促進劣化試験後も 6 仕様すべてにおいて満足し、十分な付着強さを有する結果となった。PT, PE, V, G 仕様は、促進耐候性試験と耐久性サイクル試験でのばらつきはあるものの、促進劣化試験後に付着強さが小さくなる傾向を示した。しかし、N, PP 仕様は、促進劣化試験後に付着強さが大きくなるものもあった。これらについて、破壊箇所に着目すると、PT, V 仕様以外はすべて基板破壊(A)を示していることから、表面被覆材と基板との付着強さは基板の引張強度以上であることがわかる。また、V 仕様の破壊箇所は、耐久性サイクル試験後に劣化する傾向を示し、PT 仕様は、初期状態を含むすべての状態で塗材と基板の界面破壊(AB)となり、G 仕様は初期状態のみではあるが界面破壊(AB)であった。このことから、単軸引張の場合は塗材と基板の界面から破壊が生じる可能性があることがわかった。

(図-2)

見かけの剥離抵抗性試験の結果では、付着性試験と比較して、仕様毎および促進劣化試験後の見かけの剥離抵抗性の差が大きくなる傾向を示した。PT, G 仕様は、付着強さは良好であったが、見かけの剥離抵抗性は他の仕様よりも小さい値を示す結果となった。また、仕様毎に値の差はあるが、6 仕様すべてにおいて見かけの剥離抵抗性は「初期状態 > 促進耐候性試験後 > 耐久性サイクル試験後」となり、促進劣化試験後に低下する傾向を示した。破壊箇所をみると、大半は塗材と基板の界面破壊(AB)であるが、G, N 仕様の初期状態では塗布材内の凝集破壊(BG)を示し、PP 仕様の初期状態および促進耐候性試験後では塗材間の界面破壊(BK)となり、劣化する傾向を示した。(図-3)

4. 考察

各性能確認試験結果より、経年劣化後の表面被覆工法においては、初期状態と比較して、塗材と基板の界面(AB)が脆弱層となり得ることが懸念される。付着性試験において、基板破壊(A)でないものに注目すると、促進劣化試験後に付着強さが低下し、破壊箇所も変化する可能性があると考えられたが、付着強さは初期状態から大きな低下がみられることはなかった。そこで、見かけの剥離抵抗性試験に着目すると、鉛直方向以外の力が働く剥離に対しての脆弱層の発現が顕著である仕様のみならず、促進劣化試験後の性能値においても明らかな低下がみられる結果となった。また、付着性試験による単軸引張では基板破壊(A)を示す結果となった仕様においても、見かけの剥離抵抗性試験では、初期状態および促進劣化試験後に塗材と基板の界面破壊(AB)を示す結果が得られた。

以上により、本検討においては、単軸引張や押抜きだけでなく剥離抵抗性に注目したところ、各仕様の初期状態と促進劣化試験後の性能値に変化が表れ、表面被覆工法における剥落防止性の長期耐久性を確認することができた。

参考文献

1) 山田卓司, 佃洋一, 山本貴士, 国枝稔, 宮川豊章: 表面被覆工法の付着性能評価における促進劣化試験の適用に関する研究, (公社)日本材料学会, Vol.62, No.8, pp.524-530, 2013.8
 2) 渡辺佳彦, 荒巻智, 佃洋一, 山田卓司: 各種表面被覆工法を施工した高架橋および暴露供試体の 15 年目追跡調査, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレードシンポジウム論文報告集 Vol.17, (公社)日本材料学会, pp.51-56, 2017

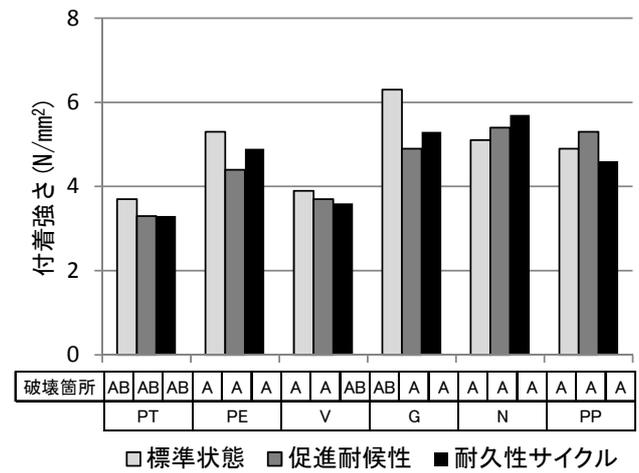


図-2 付着性試験結果

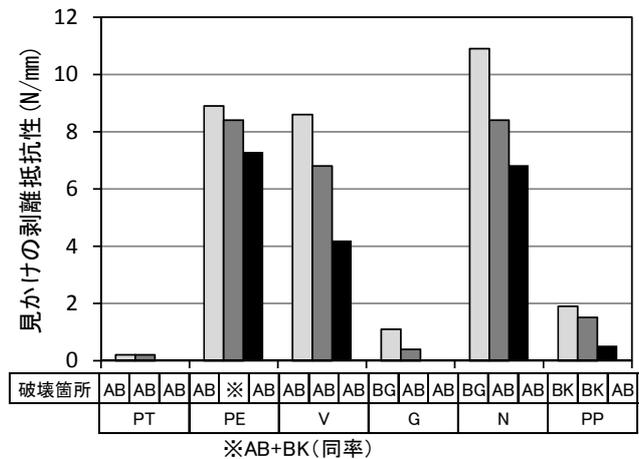


図-3 見かけの剥離抵抗性試験結果