

大阪湾沿岸部の鋼橋の塗膜状況調査結果

神戸高速鉄道(株) 工務部 正会員 ○ 山口良弘
 (財) 阪神高速道路管理技術センター 村田修一
 (財) 阪神高速道路管理技術センター 岡本 功
 大阪工業大学 工学部 土木工学科 正会員 吉川 紀

1. まえがき

建設費の縮減がいわれて久しい。維持管理部門においても、補修・補強費の縮減が問われている。鋼橋の管理において、特に、塗替え方法、時期が注目された。鉄材は、大気中であって絶えず環境の影響を受け、腐食が促進される。そこで、腐食・錆を防ぎ、鋼橋の寿命を延ばすことが、管理者の重大な使命となってきた。

大阪湾沿岸の高速道路の塗膜調査を実施した。ほぼ同じ時期に架設がなされた橋梁の塗膜に「層間はく離」が生じている区間と「健全」区間が混在していることが判明した。目視による外観調査をはじめ、付着物の分析調査などを実施して「はく離」の原因を検討したので報告する。

2. 調査内容

2. 1 外観調査

はがれの発生状況を地上から肉眼、および双眼鏡で桁は1径間ごと353径間、橋脚は面ごと145基を確認し、写真撮影を行い判定した。

2. 2 付着物の採取

はく離部、および健全部から表一に示す分析を行うに必要な付着物の採取を行った。

表一 分析内容、および数量などの一覧

分析項目	分析方法	分析内容	実施数量
上塗膜厚表面付着物分析	イオンクロマトグラフ法	Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}	135成分
塗膜はく離界面付着物分析	イオンクロマトグラフ法	Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}	42成分
	原子吸光法	Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}	42成分
塗装界面の電子顕微鏡観察	電子顕微鏡・EDX法	SEM画像7元素面分析	13サンプル
塗膜断層界面のXMA分析	X線波長分散分析	塩素強度面分析	20サンプル
PH測定	PHメーター	PH測定	59サンプル
断面膜厚測定	光学顕微鏡観察	中塗・上塗合計膜厚	60サンプル

注) XMA (Xマイクロアナライザー) 分析はポリウレタン系を対象に分析した。

3. 調査結果

3. 1 塗膜はく離発生形態

(1) はく離の形態はMIO

と中塗間の層間はく離であり、ポリウレタン塗装系(エポキシMIOとポリウレタン用中塗)、および塩化ゴム塗装系(フェノールMIOと塩化ゴム中塗)のいずれの塗装系にも発生していた。

(2) はく離の大きさは直径数cmのものから、手のひら大、そして数 m^2 程度のもの種々のものがみられ、これらが単独、あるいはいくつか寄り集まって散在していた。

(3) 直径数cmのはがれが10個以上～3%未満(評価3という)以上のはく離は、鋼桁では調査径間数353のうち、39径間(11%)、橋脚は145基のうち9基(6%)であった。

(4) 塗装系別のはく離評価3以上は、鋼桁ではポリウレタン系14%、塩化ゴム系8%、橋脚では、前者が21%、後者は4%で、どちらもポリウレタン系のはく離が多かった。

3. 2 PH測定

はく離界面と塗膜表面のPHはすべて4.2～6.0と弱酸性であった。

3. 3 付着物のイオン分析

MIOと中塗のはく離界面のイオン分析結果、海塩成分と一致する成分(塩素イオン、硫酸イオン、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン)が検出され、塩素イオンのNaCl

キーワード：鋼橋、維持管理、塗装、層間はく離、塩分

〒653-0843 神戸市長田区御屋敷通3丁目1番15号 サンタウン西代3階

換算値は全て 200 mg/m^2 を超えていた。

3. 4 はく離界面付着物の電子顕微鏡観察

はく離界面のMIO塗膜表面と中塗裏面の表面状態を電子顕微鏡により観察した結果、確認された元素は、下フランジ下面、ウェブ面ともNa、Mg、Cl、Ca、Si、Alの7元素であった。確認化合物としては、 NaCl 、 MgCl_2 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 、 CaSO_4 が主なものであった。

3. 5 付着塩分測定結果

同一橋梁の同一部位における付着塩分の月別測定結果を表-2に示す。

表-2 沿岸部I桁橋の付着塩分測定結果の一例 ($\text{NaCl} \text{ mg/m}^2$) (平成元年)

部位	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
外海側ウェブ面	19	6	8	5	8	4	8	9	3
内海側ウェブ面	16	8	15	174	18	22	8	11	120
内陸側ウェブ面	6	3	24	15	5	4	5	6	19
外海側下フランジ上面	99	13	74	60	108	11	104	66	10

3. 6 採取した塗膜片の中・上塗の合計塗膜厚測定結果

はく離区間と健全区間の部位別による塩化ゴム、ポリウレタン塗装系の中塗と上塗の合計膜厚を比較したものを図-1に示す。塩化ゴム系のものは、標準膜厚より少ない傾向であった。

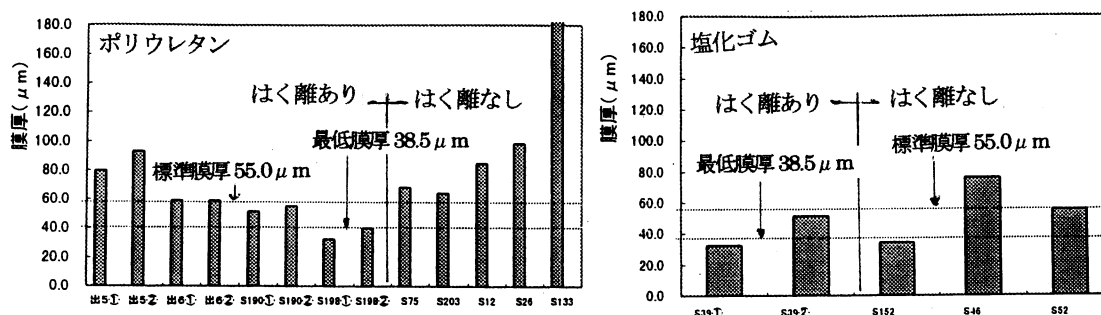


図-1 主桁下フランジ下面の膜厚結果の一例

3. 7 塗装間隔

工場 (MIO) と現地 (中塗) の塗装間隔は24ヶ月以上が59.3%と大半を占めていた。

4. はく離の原因

- (1) はく離の形態はMIOと中塗間からの層間はく離であった。
- (2) MIOと中塗間のはく離が生じていたのは、工場MIOと現地の中塗の層間に 100 mg/m^2 以上の多量の高塩成分が介在していたことが直接の原因と考えられた。
- (3) 高塩成分は強い潮解作用があり、上塗表層に滞留した降雨や結露などの水分が浸透圧により、MIOと中塗層間へ浸透促進され、中塗と上塗塗膜に水フクレを生じたことによると考えられた。

5. まとめ

現在、建設時における塗装工程の大半は、工場塗装と現地塗装の分割工程である。施工中の塗膜は飛来塩分の影響を受け易いことから十分な管理が必要である。

維持補修での塗替塗装工事において、素地調整グレードはG-eケレンを適用し、上塗表面を全面動力工具でサウディング研磨し、付着塩分を 100 mg/m^2 以下に除去すること。

工場で上塗まで一括施工する工程への変更は重要な解決策と考えられる。