

I-497

因島大橋塗膜調査

本州四国連絡橋公団 第三建設局 向島管理事務所 所長 山本 紀夫
 本州四国連絡橋公団 第三建設局 向島管理事務所 橋梁技術課長 古家 和彦
 本州四国連絡橋公団 第三建設局 向島管理事務所 橋梁技術課 杉山 剛史

1. まえがき

因島大橋は、西瀬戸自動車道が擁する海上橋の一つであり広島県南東部の向島と因島を結ぶ橋長1,270m、中央支間長770mの吊橋である。供用は昭和58年(1983年)12月で既に8年が経過した。また、全面的に表-1に示す本四公団海峡部橋梁塗装仕様のポリウレタン系を使用した初めての橋梁でもある。

この塗装系は、近年開発されたものであり長期間での自然暴露の実績はなく、使用例も少ないことからその耐久性についての明確なデータがない。また、劣化メカニズムが明確でないことから、調査方法についても確立されていない。本調査は、当橋梁全体の塗膜現況を把握し、塗装面積約19万㎡の補剛桁の塗替えを10年間で行なうとした場合、その開始時点をいつに定めれば適切かを判断するために必要な資料を得るため実施したものである。

表-1 塗装系及び膜厚

塗装仕様 塗装部位		塗装場所	素地調整	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	第6層	合計膜厚
桁	工場塗装	製品プラスチック	HBS K 5603 厚膜型無機 ジソリッチイソント (75)	ミスコート (-)	HBS K 5606 厚膜型エポキシ (下塗) (60)	HBS K 5606 厚膜型エポキシ (下塗) (60)	HBS K 5608 ポリウレタン用 (中塗) (30)	HBS K 5608 ポリウレタン用 (上塗) (30)	255	

(塗膜厚・単位μm)

2. 調査内容

現状では、塗膜の劣化状況を把握する調査方法は幾つかあるが、塗膜の寿命を推定する調査方法がない。また、今回の塗装系の劣化メカニズムは図-1に示すように表層からの損耗と考えられている。以上から今回の調査は、膜厚測定を重点に幾つかの方法について試みた。また、調査箇所については、橋梁全体を把握するため、図-2に示す箇所で行なった。塗膜調査の履歴及び今回調査箇所数を表-2に示す。

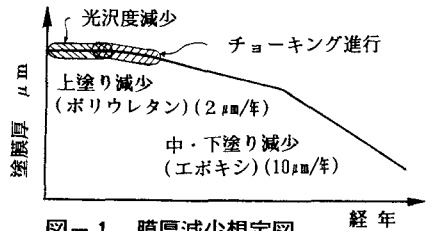


図-1 膜厚減少想定図

表-2 塗膜調査履歴及び今回調査箇所数

調査年度	塗膜表面劣化調査			塗膜断面劣化調査		付着力調査	電気的性質調査	塗膜付着物調査	膜厚減少量調査			汚染物の浸透深さ調査	備考	
	顕微鏡による調査	テープによる白亜化調査	光沢度測定 ウエス拭き 前 後	顕微鏡観察	赤外分光分析				ゴパン目試験 5 mm	プルオフ付着力	インピーダンス			電阻膜厚計測定
S59														
S61														
S63	○	○		○										
H元	○			○										
H2		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○		
箇所数	—	439	439	439	—	(8)	—	84	(146)	—	439	439	439	6 () 内参考

3. 調査方法

1) 電磁膜厚計による膜厚測定

一点式電磁膜厚計により同一点を5回測定し平均値を記録する。

2) Vカット方式による膜厚測定

エリクセン膜厚計のカッターでVカットを行ない、拡大鏡部にて各層の膜厚を測定する。

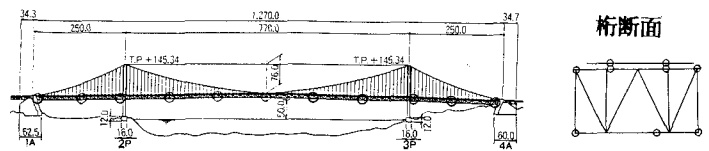


図-2 調査位置図

3) 顕微鏡による膜厚測定（Uカット方式）

5mm角の塗膜を現地にて採取し、試験室にて顕微鏡で観察、各層の塗膜厚を測定する。

4) チョーキングテスト（白亜化試験）

セロハンテープを貼り、強くこすりつけはがし、付いたチョーキング粉の程度により評価する。

5) 光沢度測定

60度鏡面反射測定機により、ウエス拭き前後の2回光沢度を測定する。

6) アドヒージョンテスト（プルオフ附着試験）

アタッチメントを接着した後、アドヒージョンテスターにより塗膜の層間引っ張り強さを測定する。

7) EPMA分析（電子線マイクロアナライザー）

試験室にて採取試料断面に電子線を照射し元素分析を行ない、塗膜内への Cl^- 侵入の有無を調べる。

4. 調査結果

1) 膜厚測定

(1) 日当たり部と日影部での、残存膜厚の差は見られなかった。

(2) 現状表層塗膜厚が、設計膜厚 $30\mu\text{m}$ に対し平均で $52\mu\text{m}$ も残存していた。

(3) 顕微鏡による測定とVカット方式による測定には、膜厚測定値に相関性が認められた。

2) チョーキングテスト・光沢度測定

(1) 鋼床版の裏面は、チョーキングがなく、光沢度も40程度はあり、ほとんど劣化していない。

(2) 日当たり部の方が日影部より光沢度が低下しチョーキングが進んでいた。

(3) 光沢度は日当たり部で10以下であったが、ウエス拭き後はほとんど30以上に戻り、極表層以外の塗膜は、健全であった。

3) アドヒージョンテスト

$20\sim 70\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上とばらつきは大きかったが、すべて $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上であり、健全な状態であった。

4) EPMA分析

塗膜内への Cl^- 侵入は全く認められなかった。参考までに、平成2年度に行なった因島大橋の飛来塩分調査では一年間の平均値で、約 $0.1\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$ であり、瀬戸内地域では、比較的大きな値を示していた。

5. 塗膜の寿命推定

塗膜厚減少速度は、初期値が無いため今回調査データからは求められなかった。そこで数少ない文献から、塗膜の減少速度をポリウレタンは $2\mu\text{m}/\text{年}$ 、エポキシは $10\mu\text{m}/\text{年}$ とした。

現地調査の残存膜厚からベースの無機ジンクリッチペイントを損傷させないように考慮して中塗り面積が3%消失した時を寿命と考え推定を行うと、寿命は14年となった。

6. まとめ

1) 図-1の劣化メカニズムにおける塗膜の寿命推定は、表層の膜厚測定しかないことが確認できた。

2) 膜厚測定は顕微鏡による方法が最も精度が良いが、Vカット方式でも十分実用的なことが確認できた。

3) 電磁膜厚計は、現状の方法では、測定誤差が大きく無理はあるものの同一箇所を測定できると言う大きな利点があるため、測定精度を上げる工夫をして、追跡に使用したいと考えている。

4) チョーキングや光沢度調査から鋼床版裏面の塗膜がほとんど劣化していないことが確認できた。

5) EPMA分析から、塗膜の深さ方向に、塩分が全く侵入していないことが確認できた。

7. あとがき

今回の調査から因島大橋の塗膜は、膜厚減少による劣化のみを考慮すれば、あと十数年程度の寿命はあると思われるが、塗膜の減少速度が正確につかめていないため数年後に再度調査する必要があると考える。また、今までの塗膜調査から、塗膜に微細クラックが増えていること、インピーダンス値が変化していることも確認されており、劣化メカニズムが完全には解明されていない現状において、1面だけから調査するのは危険であり、他の調査方法も合わせ定期的に調査することが大切であると思われる。さいごに、今回の調査において、塗膜厚の減少速度を把握するには、当然のことながら、その初期値を抑えておくことが重要であることを再認識させられた。

参考文献：山本・古家・杉山”因島大橋塗膜調査”本四技報Vol. 16 No. 61・91. 2