

マスコンクリートの塗装に関する調査研究

本州四国連絡橋公団 保全部 正会員 大西貴浩

本州四国連絡橋公団 保全部 正会員 川上賢明

1. はじめに

長大橋梁の基礎はマスコンクリート構造物であり、海上の厳しい劣化条件にある。また、マスコンクリートは使用時に種々の対策を講じているが、発熱や乾燥収縮などによるひび割れを皆無にすることは不可避である。このひび割れが基礎の劣化を助長し、耐久性を損なうことは容易に考えられる。

上記から、ひび割れ追従性、中性化、塩害、及び美観の各項目に着目して塗装によるマスコンクリートの耐久(候)性を高めるための調査・試験を行った。

ここでは、昭和62年度から11年間の長期にわたる実橋、サンプル暴露試験並びに促進試験の結果を基に報告する。

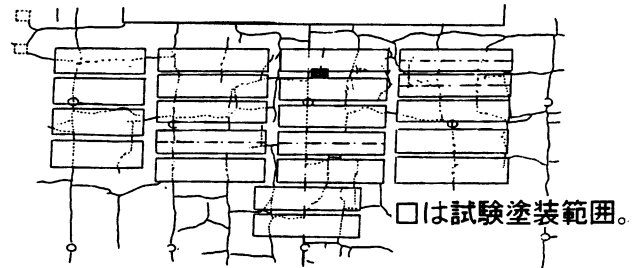


図-1 櫃石橋天端試験塗装図

2. 調査内容

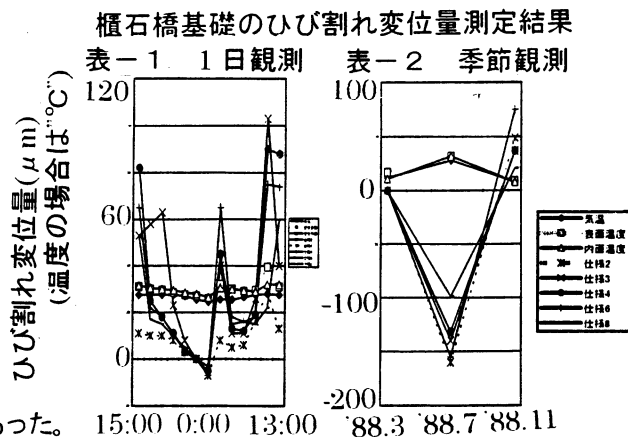
2-1. ひび割れ調査

a. 方法

瀬戸中央自動車道の櫃石橋と南備讃瀬戸大橋の基礎に置いて、クラック変位計及びコンタクトゲージなどを用いて、1日の温度変化並びに季節の温度変化によるひび割れの挙動等を調査した。

b. 結果

- ・主なひび割れの幅は0.2~0.6mmであった。
- ・ひび割れ幅の1日の挙動は約0.1mmであった。
- ・ひび割れ幅の冬季~夏季の挙動は約0.2mmであった。
- ・1日及び季節の気温変動による、ひび割れ幅の変動は0.04~0.10mm/°Cであった。



2-2. 塗装の調査

a. 方法

調査する塗装系は表-3に示す。促進試験他、ひび割れ調査箇所に塗装を行い試験箇所とした(図-1参照)。なお、基本的にはひび割れ補修を行っていない。また、供試体を作成し実橋位置にて暴露試験を行った。主な試験項目と内容を表-4に示す。

b. 結果

①. 促進試験

(1). ひび割れ追従性

アクリルゴム系が最もひび割れ追従性に優れ、ウェザーメーター500時間処理後、7mm(セロハン伸び試験)と高い性能を示した。また、ポリブタジエン系(仕様2)が3mm程度であった。その他は1~2mm程度の追従性であった。

(2). 遮塩性、中性化

表-3 塗装系

仕様	塗装系	下塗り	中塗り	上塗り	膜厚(mm)
1	※ポリブタジエン-1	珪酸系プライマー	※ポリブタジエン(0.25mm)	ふっ素(0.05mm×2層)	0.56
2	※ポリブタジエン-2	珪酸系プライマー	※ポリブタジエン(0.50)×2層	ふっ素(0.05mm×2層)	1.06
3	FRP	ウレタン系プライマー	※ポリエステル樹脂とガラスマット	※ポリエステル樹脂塗料(0.05mm)	2.00
4	アクリルゴム	珪酸系プライマー	アクリルゴム(0.50mm×2層)	ウレタン樹脂塗料(0.05mm)	1.10
5	シリコン	塩ビ系プライマー	シリコン樹脂塗料(0.35mm×2層)	—	0.70
6	※リネン	アクリル系プライマー	アクリルリネン(3層)	—	0.33
7	レジメンタル-1	—	珪酸系プライマー	—	5.00
8	レジメンタル-2	珪酸系プライマー	珪酸系プライマーとビニル	ふっ素(0.05mm×2層)	5.00

キーワード：マスコンクリート、塗装、塗膜のひび割れ追従性、実橋試験

連絡先：〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 アパニーズ三宮ビル

シリコン系で塩素イオン透過量が $84 \times 10^{-3} \text{mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ となった他は、分析能力限界値($2 \times 10^{-4} \text{mg/cm}^2 \cdot \text{日}$)以下であった。

無塗装の中性化深さは概ね10～20mmであったが、いずれの塗装仕様も中性化深さは1mm以下であった。

(3). 外観、付着力

促進試験後の観察ではシリコン、FRP、レジンモルタル系で黄変等が見られた。また、耐アルカリ性試験後は特に変状は見られなかった。

促進試験後並びに耐アルカリ性試験後の付着力は良好で $7 \sim 23 \text{kg/cm}^2$ であった。

2. サンプル試験

(1). ひび割れ追従性

表-5に暴露5年後の結果を示す。これより、アクリルゴム系の追従性が優れることが判る。また、いずれの塗装仕様も追従性は初期と同等であった。

(2). 遮塩性、中性化

暴露10年後の供試体表面の全塩分量はいずれの塗装仕様も0.04%以下であった。なお、塗膜の塩分浸透状況を確認するため、電子線マイクロアナライザ(EPMA)を用いて調査を行った結果、塗膜内への塩分浸透は極めて少ないことが判った。

暴露10年後の中性化が進行しているのは無塗装の供試体のみであった。

(3). 外観、付着力

ポリブタジエン、レジンモルタル(仕様2)は暴露10年後も健全であった。シリコン、ポリマーセメント、レジンモルタル(仕様1)では暴露1年後から汚染が見られ、暴露期間の経過と共に著しくなった。アクリルゴム系では暴露3年後から白亜化が発生した。しかし、暴露後5年以降の進展は見られなかった。FRP系は暴露1年後から黄変が見られた。

アクリルゴム系以外の仕様では暴露10年後の付着力は 7kg/cm^2 以上であった。アクリルゴム系の暴露10年後の付着力は 3kg/cm^2 であった。なお、剥離面は上塗りと中塗りの層間であった。

しかし、アクリルゴム系は上塗り塗膜を改善することで白亜化と付着力について対処できると考えられる。

3. 実橋調査

(1). 樫石橋

ポリブタジエン(仕様2)、アクリルゴム系以外の仕様は暴露後1～3年で、塗膜割れ、黄変等の変状が見られた。暴露10年後のポリブタジエン(仕様2)、アクリルゴム系も、躯体のひび割れ未補修部分の塗膜にひび割れが見られた。また、躯体のひび割れ補修箇所はひび割れに沿った塗膜の凹みが見られた。これらはバックアップ材を施していなかったためと考えられる。なお、暴露後10年の付着力試験の結果、いずれの塗装仕様も剥離面は躯体と塗装の界面ではなかった。

(2). 南備讃瀬戸大橋

暴露10年後においてFRP系の全面的に割れが発生していた。また、いずれの塗装仕様も、躯体のひび割れ部分の一部塗膜にひび割れが発生した。なお、暴露10年後の付着力はいずれもの塗装仕様も 10kg/cm^2 以上であった。

3. まとめ

促進試験・暴露試験及び実橋試験の結果、マスコンクリートの中性化・塩害、塗膜の外観が良好であり、マスコンクリートのひび割れに対して追従性が優れる、ポリブタジエン(仕様2)、アクリルゴム系がマスコンクリート塗装として有効であると考えられる。

表-4 主な調査項目と内容

試験項目		試験内容	試験時期
実橋調査		実橋基礎にて外観調査	暴露後1.3.4.5.11年目
暴露供試体	外観	モルタルにて調査	暴露後1.3.5.11年目
	付着	エポキシ樹脂にて調査	暴露後1.3.5.11年目
	中性化、遮塩性	エポキシ樹脂にて調査	暴露後1.3.5.11年目
	ひび割れ追従性	鋼板にて、0mm、2mmスパンを調査	暴露後1.3.5年目
促進試験	促進耐塩性	外観・付着 500hr 遮塩性 3%NaCl溶液・500hr ひび割れ追従性 鋼板にて、0mm、2mmスパン 500hr	
	耐アルカリ性	外観・付着 モルタルにて調査 (30)日	
	中性化促進	中性化 エポキシ樹脂にて1調査 1.3.5ヶ月	

表-5 ひび割れ追従性暴露試験

