

V-267

厚膜型エポキシ樹脂塗装鉄筋の試験施工について

東京ガス（株）
東亜建設工業 正会員
東亜建設工業 正会員

市川 廣
徳富 進
田淵 博

はじめに

今回、施工の対象とした構造物は、東京湾に位置し海上に突出した栈橋の車道橋の床版で、建設後15年経過している。その標準断面は図-1に示すように主鉄筋のかぶり高が3cmの複鉄筋断面であり、上部はアスファルト舗装が施されているが、床版下部では主鉄筋のかぶり高が少ないため床版面積の85%以上に浮き、はく離が生じていた。

このため、腐食の進行・劣化度などから、補修よりも新規床版を製作し海上から劣化床版と架け替える工法が適当と判断した。新規床版の施工にあたり(1)厳しい劣化環境である事、(2)死荷重条件から十分なかぶり厚の確保が困難、などの事情から防食性を増すためエポキシ樹脂塗装鉄筋（以下EP鉄筋と略す。）厚膜型を使用した。以下、厚膜EP鉄筋の実施工への適用に際して検討した結果について述べる。

1. EP鉄筋仕様

EP鉄筋については、その品質、設計・施工に関して「海洋コンクリート構造物の防食指針（案）」、「道路橋の塩害対策指針（案）」および「エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針（案）」等に定められ、塗膜厚についても各種試験、研究のデータから180~200 μ m程度とされている。

今回の床版製作においては、上記条件を勘案してエポキシ塗膜の下限値を180 μ m、上限値を300 μ mにできるだけ近い値になるように設定した。これは、エポキシ塗膜の膜厚を厚くする事により、ピンホール等塗膜欠陥を極力減らし、かぶり厚の薄いデメリットをカバーしようとしたものである。塗膜厚を標準膜厚より厚くすれば、耐食性能は増すが(1)コンクリートとEP鉄筋との付着性の低下、(2)曲げ加工時の塗膜に発生するクラックの増加等の問題が考えられる。このため、施工前に、曲げ試験、付着試験、スラブ供試体による静的載荷試験を行い塗膜厚の適否を検討するものとした。

今回の床版製作においては、上記条件を勘案してエポキシ塗膜の下限値を180 μ m、上限値を300 μ mにできるだけ近い値になるように設定した。これは、エポキシ塗膜の膜厚を厚くする事により、ピンホール等塗膜欠陥を極力減らし、かぶり厚の薄いデメリットをカバーしようとしたものである。塗膜厚を標準膜厚より厚くすれば、耐食性能は増すが(1)コンクリートとEP鉄筋との付着性の低下、(2)曲げ加工時の塗膜に発生するクラックの増加等の問題が考えられる。このため、施工前に、曲げ試験、付着試験、スラブ供試体による静的載荷試験を行い塗膜厚の適否を検討するものとした。

2. EP鉄筋の性能

2.1. 塗膜厚の測定

塗膜厚の測定は電磁式膜厚測定機を用い、鉄筋(L=5.0 m)を、径別に各5本用いて一点2箇所、一本11箇所の55点について測定を行った。この結果は表-2に示すようであった。

EP鉄筋の膜厚は、今回仕様の基準をほぼ満たしていると言える。しかし、径別には、若干のバラツキが見られ、細径の鉄筋ほど厚膜となる傾向があった。塗膜が厚くなり鉄筋表面の凹凸の影響を受けにくいため、ピンホールの発生率は基準を大きく下回る良好な結果を示した。この点では、厚膜エポキシ鉄筋の効果は顕著であった。

2.2. 曲げ加工試験
厚膜としたための問題点として曲げ加工性能の低下が考えられる。このため、温度と曲げ直径を変化させて曲げ加工試験を行った。

結果は、表-4に示すように、2D-5℃の条件ではD10、13の鉄筋のふし立上がり部にクラックが多く発生し、D16、19はフシ間の平坦部に

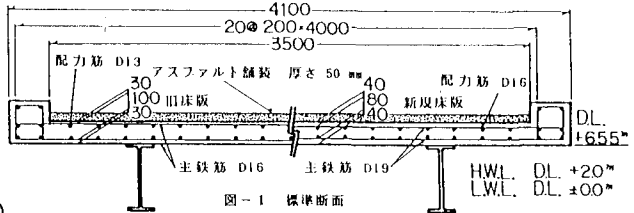


図-1 標準断面

表-2 塗膜厚 (μ m)

種別	下限値	上限値	平均値	標準偏差
D10	231	324	279	22
D13	224	316	264	18
D16	205	313	266	24
D19	188	318	245	26

表-1 供試材仕様

鉄筋の種別	S D30
鉄筋の直径	D10、D13、D16 D19の四種
塗膜厚	180 μ m以上
ふし形状	横ふし

表-3 ふし形状

種別	ふし部半径(mm)	r/D	ふし角度(°)
D10	1.47	0.96	130.5
D13	1.53	1.43	131.5
D16	2.14	2.04	130.0
D19	4.08	3.37	134.0

一部発生が見られた。これは、小径鉄筋の方がフシの曲率半径が小さいため立上がり部が鋭角となり、曲げ加工を行うと表面の伸び比率が大きくなり、塗膜にクラックが発生し易いためと考えられた。この結果から、施工時、曲げ加工の多い鉄筋はD16等を用い、曲げ加工の影響による欠陥を極力なくす様、留意した。

2.3. 付着試験

厚膜としたためのもう一つの問題点は、コンクリートとの付着強度の低下であり、この点についても使用する鉄筋を用いた付着試験を行った。

表-5より膜厚の差による付着力低下は、今回の試験では認められなかった。D16についても、一般に、既往のデータで示された普通鉄筋との付着応力度比では変っていない事が図-2よりわかる。

2.4. 荷重試験（スラブ）

版（ $L=3.0m$ 、 $B=1.0m$ 、 $t=16cm$ ）の静的荷重試験では、図-3から二つの荷重～変位曲線を比較すると、EP鉄筋を使用したスラブの方が普通鉄筋を使用したスラブより耐荷力が約10%程低く変位についてもEP鉄筋スラブが僅かに大きくなることがわかった。これは、既往の研究にはほぼ一致し、厚膜EP鉄筋を使用したための耐力の大幅な低下は観察されず、両スラブ共、ひび割れ発生荷重、ひび割れ性状もほとんど差異は見られなかった。

4. 施工

今回、厚膜EP鉄筋を使用するために行った一連の試験結果から施工時のEP鉄筋の取扱を(1)外気温が $18^{\circ}C$ 以上ある日に曲げ加工を行う(2)損傷防止のため、加工台にゴムマットを使用(3)ウレタンローラの使用(4)施工中、大きな衝撃を与えない等に留意して行えば大きな問題はないと判断した。

コンクリート打設に伴う事前試験では、EP鉄筋を仮組してコンクリートを打設しその上を作業員が歩いた場合、粗骨材が介在してEP鉄筋表面に小さな剝がれ等の損傷が見られた。そのため、コンクリート打設時作業用架台を設置すると共にワーカブルなコンクリートを得るため、流動化剤を添加して施工した。

5. まとめ

厚膜EP鉄筋の使用に当たり、一連の性能確認試験を行ったが、今回施工した様なスラブ構造への適用においては、標準膜厚のEP鉄筋との顕著な差は見出せなかった。なお、防食性能についての評価は今後の課題として、暴露供試体を製作して施工場所に設置し観測を継続しておりこの面での検討も行ってゆく予定である。

【参考文献】

- 1) 海洋コンクリート構造物の防食指針（案）、コンクリート工学協会、1983
- 2) 小林、伊藤、武宮；エポキシ樹脂塗装鉄筋に関する実験的研究、コンクリート工学、Vol 21 No2、1983
- 3) エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針（案）、コンクリート・ライブラリー No 58、土木学会、1986

表-4 曲げ加工試験結果

曲げ直径	2D		3D	
温度 径 ℃	5	20	5	20
D10	×	◎	◎	◎
D13	×	◎	◎	◎
D16	◎	◎	◎	◎
D19	◎	◎	◎	◎

表-5 付着応力度試験結果

種別	ラセン鉄筋の有無	塗膜厚	初期付着 応力度 (kg/cm^2)	最大付着 応力度 (kg/cm^2)
D19	無	300 μm	67	161
D19	無	200 μm	58	161

$\sigma_7=236 \text{ kg/cm}^2$ 、 $W/C=62\%$ の条件にて試験

初期付着応力度は、鉄筋すべり量が0.1mmの場合の値である。

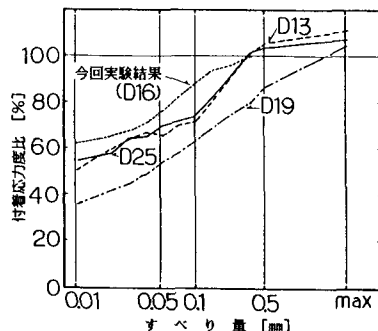


図-2 無塗装鉄筋に対する付着応力度比

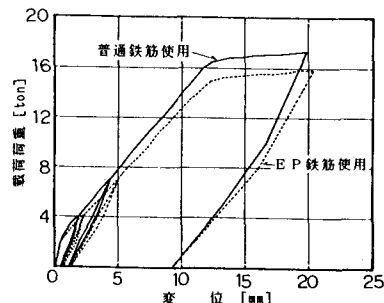


図-3 荷重～変位曲線