

エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたコンクリートの防食効果に関する研究

－損傷やピンホールの影響に関する検討－

東京大学生産技術研究所 ○正会員 星野富夫

東京大学生産技術研究所 F会員 魚本健人

はじめに

エポキシ樹脂塗装鉄筋は、コンクリートのみでは鉄筋の腐食を防げないような苛酷な塩分環境下に設置される鉄筋コンクリート構造物の最も信頼のおける防食方法として、多くの構造物に適用されている。

我が国における「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：土木学会」は、1986年2月に制定され2003年11月には改訂がなされた。この改訂では、新たな知見が取り込まれているもののエポキシ樹脂塗装鉄筋の耐久性については明らかにされていない面もある。

本報告では、海洋暴露5年時点での解体を伴う実験の中から、エポキシ樹脂塗装鉄筋に損傷を付与したコンクリート梁の変状や鉄筋の暴露結果について取りまとめ、その防食効果や耐久性を明らかにしようとしたものである。

1. 実験概要

実験に用いたコンクリート梁は、図－1に示すような10×15×120cmの矩形梁を用い、コンクリートには、普通ポルトランドセメント（TO社製、密度：3.16g/cm³、比表面積：3.300cm²/g）、細骨材は大井川水系陸砂（密度：2.60g/cm³、吸水率：1.67%、粗粒率：2.77）と最大寸法20mmの碎石（青梅産砂岩、密度：2.65g/cm³、吸水率：0.72%）を用いた。コンクリートの配合は、水・セメント比：50%、単位水量：172kg/m³、スランプ：10±1cmのコンクリートを用いた。

エポキシ樹脂塗装鉄筋は、黒皮鉄筋（SD295A D13）にブラスト処理を施し、黒皮部分を落とした鉄筋に粉体エポキシ樹脂を静電塗装したものである。比較の為に用いた黒皮鉄筋と亜鉛めっき鉄筋は、エポキシ樹脂塗装鉄筋に用いたものと同種のものである。これらの鉄筋は、かぶりが2.5cmとなるように1本の梁に同種の鉄筋を2本埋め込んだ。また、補強用として打設面側にエポキシ樹脂塗装鉄筋を配した。この梁で用いたエポキシ樹脂塗装鉄筋の目標塗膜厚は200μmであるが、素材の暴露実験では300μmのものも用いた。

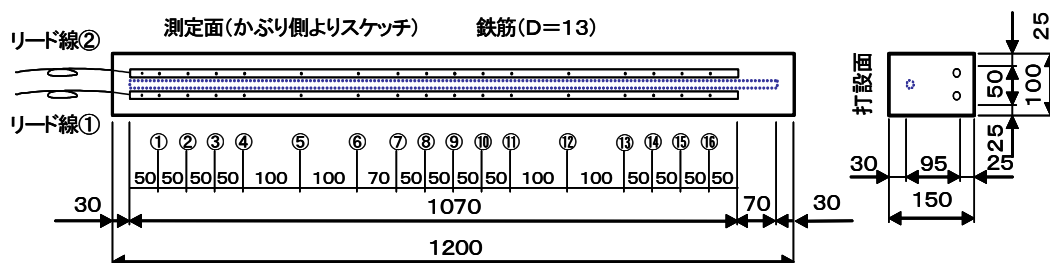
損傷の付与は図－1に示す②③④と⑧⑨⑩ならびに⑬⑭⑮の箇所に施した。損傷の形状としては、節間に付与したもの（E②）と節上に付与したもの（E①）であり、節間には4×3mm程度のものを②③④に1×1mm程度のものを⑧⑨⑩に5×5mm程度のものを⑬⑭⑮に付与した。節上には直径が約1～2mm程度の損傷を3連付与した。

海洋暴露実験は、伊豆半島東海岸（静岡県伊東市富戸）の飛沫帯に設置した海洋暴露実験場において1998年5月から開始した。

2. 実験結果と考察

写真－1は、鉄筋を5年間海洋飛沫帯に曝した状態を示したものである。

（a）に示す写真の上2本と上から3、4本のエポキシ樹脂塗装鉄筋は、下地処



図－1 試験体と鉄筋の配置ならびに損傷の付与箇所(単位:mm)

キーワード：エポキシ樹脂塗装鉄筋、コンクリート梁、損傷、海洋暴露、腐食

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL:03-5452-6391 FAX:03-5452-6392

理剤が異なるものであり、上から1本目と3本目は塗膜厚が $200\mu\text{m}$ のものであり、上から2本目と4本目のものが $300\mu\text{m}$ のものである。

下地処理剤の違いに関わらず、塗膜厚が $200\mu\text{m}$ のエポキシ樹脂塗装鉄筋には錆汁の発生が認められる。この錆はリブや節の周辺から発生している。一方、塗膜厚が $300\mu\text{m}$ の鉄筋には、エポキシ樹脂塗膜の褪色が認められるものの錆の発生は全く認められない。

この鉄筋の曲げ試験を行った状態を示したものが写真(b)である。上から1本目と3本目の塗膜厚が $200\mu\text{m}$ の鉄筋では、曲げによるエポキシ樹脂の割れや剥がれが認められるが、上から2本目と4本目の $300\mu\text{m}$ の場合には変状が全く認められない。

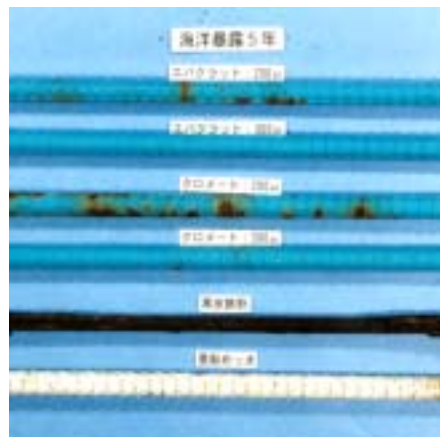
写真-2は、図-1に示したコンクリート梁の海洋暴露5年の試験体を解体し、取り出したエポキシ樹脂塗装鉄筋の損傷部の代表的な箇所を示したものである。(a)は節間にまたがる大きな損傷を付与したものであるが、損傷部に若干の腐食が認められるが、大部分は暴露前の光沢を保っている。(b)は節上に約2mm程度の損傷を付与したものを示しているが、この場合にも細かな点錆が認められる程度であった。(c)は損傷を付与したものではないが、ホリデーディテクターにより調べたピンホールを示したものである。高電圧の印加で微小な孔が出来ているがその周辺では変状は全く認められない。この鉄筋のかぶりは 2.5cm であり、その位置での塩素イオン量は約 $7\text{kg}/\text{m}^3$ であることから鉄筋の腐食の発生には十分な量が存在している。

図-2には、この鉄筋コンクリート梁の劣化（腐食）状態を表す手法としてコンクリート抵抗を示した。ここではかぶり厚さや鉄筋の面積を計算に入れていない見掛けのコンクリート抵抗で示している。

この図では、エポキシ樹脂塗装鉄筋の節上に損傷を付加(E①)した場合のものがコンクリート抵抗と良く対応し、損傷付与箇所のコンクリート抵抗は、健全部の1/3程度となっている。しかし、節間に損傷を付与(E②)した場合もスケールを $30\text{k}\Omega$ 程度にすると損傷の付与箇所と対応し、損傷の大きさに比例してコンクリート抵抗が低下している。

まとめ

エポキシ樹脂塗装鉄筋に比較的大きな損傷を付与した鉄筋コンクリート梁の海洋暴露実験を5年間行ったが、その部分が原因となる劣化や腐食は殆ど認められなかった。



(a) 暴露鉄筋の外観



(b) 曲げ加工後の性状

写真-1 暴露鉄筋の腐食状態（海洋暴露5年）



(a) E②5×5mmの損傷



(b) E①節上の損傷



(c) ピンホール

写真-2 損傷部やピンホール周辺の状態

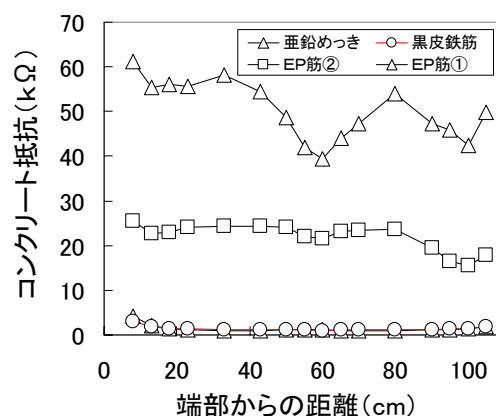


図-2 コンクリート抵抗
（海洋暴露5年）