

損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋の電気化学的特性

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を鉄筋コンクリートに用いる設計施工指針は、昭和 61 年に土木学会から出され、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。一方、近年生産されているエポキシ樹脂塗装鉄筋は、設計施工指針が制定された当時よりも著しく品質が向上し、問題となるような曲げ性能やピンホール等が皆無に近い製品が生産されている。

本報告は、この鉄筋の搬送中の擦り傷や配筋時における予期せぬ損傷がコンクリート構造物に与える影響も考えられることから、異なる損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋をコンクリートに埋め込み、海洋暴露実験によりその影響を検討したものである。その結果から、比較とする黒皮鉄筋のコンクリート梁にひび割れが発生した海洋暴露期間が 3 年～3.5 年の電気化学的（自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗）測定値から見ると節間にまたがるような大きな損傷でも鉄筋腐食の発生には至っていないことが明らかとなった。

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 $10 \times 10 \times 120\text{cm}$ の矩形梁を用い、かぶりが 2.5cm となるように D13 の鉄筋を 2 本埋め込んだものである。また、海洋暴露実験ではかぶり側（打設底面）を上側にして暴露することから、コンクリートの打ち込み面側に補強用のエポキシ樹脂塗装鉄筋を 1 本埋め込んだ。

コンクリートには、普通ポルトランドセメント、川砂、最大寸法 20mm の砕石を用い、水セメント比：50%、単位水量： 170kg/m^3 、スランプ： $10 \pm 1\text{cm}$ のコンクリートを用いた。

エポキシ樹脂塗装鉄筋への損傷の付与は、カッターと小型のグラインダーによりエポキシ樹脂塗膜を剥ぎ取った。これらの損傷は、鉄筋の両端から 10cm の位置とほぼ中央の 3 ヶ所に損傷を付与したものであって、隣り合わせた節上ならびに節間に同一の 3 連の損傷を付与した（写真-1）。節上に損傷を付与したものは、直径が約 2mm 程度の 3 連の損傷を付与（E）した。また、節間に損傷を付与したものは、電気化学的な測定の為にリード線を接続した側から $4 \times 4\text{mm}$ 、中央に $1 \times 1\text{mm}$ 、端部に $4 \times 6\text{mm}$ の大きさの 3 連の損傷を付与（E）した。実験には、損傷を付けないエポキシ樹脂塗装鉄筋（E）ならびに黒皮鉄筋（N）も用いた。

海洋暴露実験は、伊豆半島東海岸（静岡県伊東市富戸）の海洋暴露実験において、1998 年 5 月から開始した。また、今回報告する

電気化学的な測定は、腐食診断器によりコンクリート抵抗ならびに分極抵抗、 $\text{mV} - \text{pH}$ 計により自然電位、コロージョンモニターにより分極抵抗を測定したものである。なお、測定の前日には、コンクリート梁

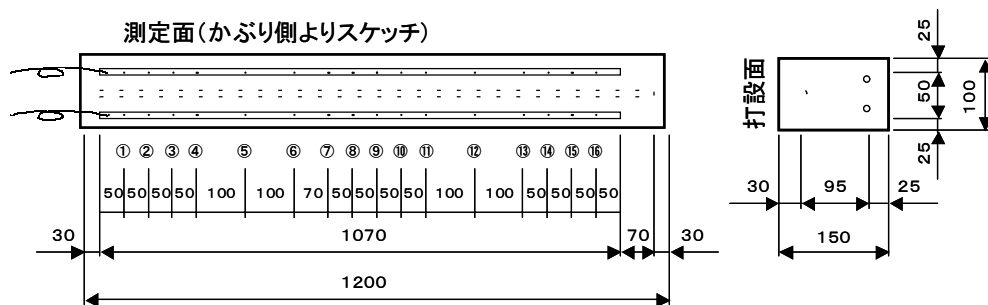


図 - 1 試験体と測定位置（単位：mm）

キーワード：エポキシ樹脂塗装鉄筋、損傷、コンクリート梁、海洋暴露、電気化学的測定

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

にウエスを巻き、海水を散布したものを測定した。

2. 実験結果と考察

図-2は、海洋暴露3年時点の自然電位を示したものであるが、損傷を付けないもの(E)と節上に損傷を付与したもの(E)は貴な値を示し、比較的大きな損傷を付与したもの(E)は -100mV 程度の値を示している。しかし、損傷を付与したEとEの損傷箇所に対応して自然電位が変化している傾向は認められない。これに対して、暴露3～3.5年の間にコンクリート梁の側面にひび割れが発生した黒皮鉄筋(N)の場合には、ひび割れが発生した90cmの付近では -400mV となり、ひび割れが発生しない部分よりも 150mV 程度卑な値を示している。

このように損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋でも自然電位の変化が見られないのは、多少の損傷でも抵抗が大きいことからこのような傾向が示されたものと思われる。そこで、同時に腐食診断器によりコンクリート抵抗を測定したものを図-3に示す。

コンクリート抵抗は、鉄筋と照合電極間の抵抗を測定したものであるが面積や距離の補正は行っていない。黒皮鉄筋のコンクリート抵抗は、 $1\sim 5\text{k}\Omega$ の範囲にあり、暴露3.5年時点でひび割れが認められた部分では $1\sim 2\text{k}\Omega$ と小さな値を示している。これに対して、エポキシ樹脂塗装鉄筋の節間に大きな損傷を付加したEの場合には $15\text{k}\Omega$ 程度となり、節上に付加したEの場合には $20\text{k}\Omega$ 程度の値をそれぞれ示し、黒皮鉄筋に比べて3～4倍の値となっている。しかし、これらの図を見ると、損傷を付加した部分に対応してコンクリート抵抗が変化しているのがよく分かる。また、損傷を付加していないEの場合には測定することが出来なかったことから、ここに示されている非損傷部分のコンクリート抵抗は損傷部分からの距離の影響を示しているものと思われる。

図-4は暴露3.5年時点でコロージョンモニターにより測定した分極抵抗を示したものである。高周波の電流を印加して測定していることから、損傷を付加しない場合のエポキシ樹脂塗装鉄筋でも分極抵抗が測定されている。しかし、黒皮鉄筋に比べて対数的に大きな値を示していることが分かる。

以上のことから、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたコンクリート構造物の診断は難しいが、コンクリート抵抗によりある程度の予測が可能と考えられる。

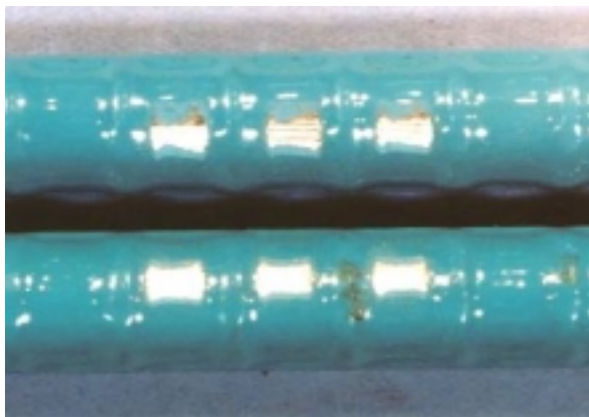


写真-1 損傷の付与 (E)

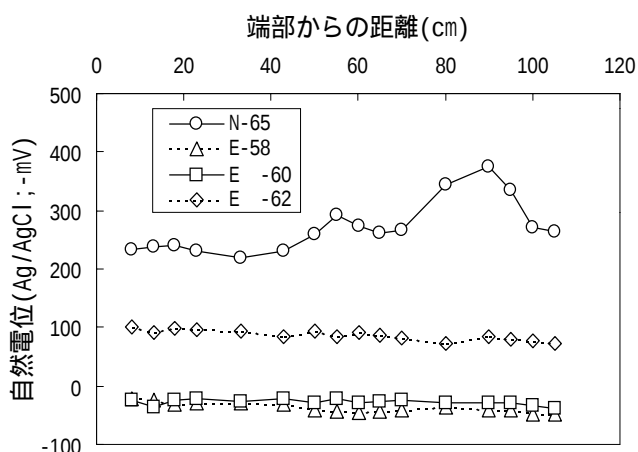


図-2 自然電位 (海洋暴露3年)

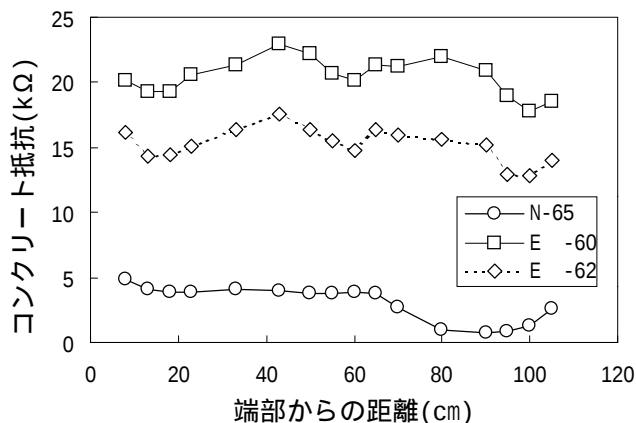


図-3 コンクリート抵抗 (海洋暴露3年)

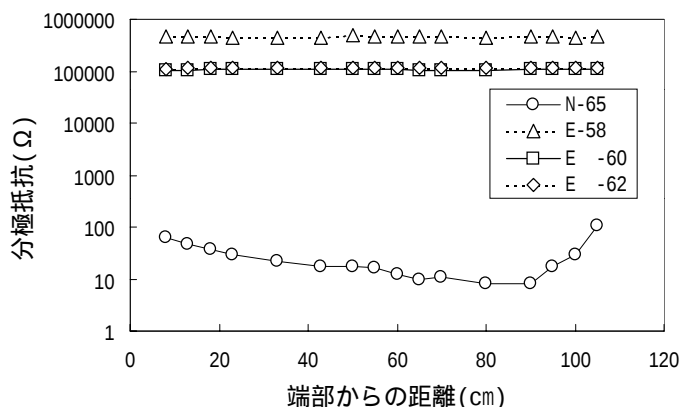


図-4 分極抵抗 (海洋暴露3.5年)