

## 第 I 部門

## 無防食の鋼板および鉄筋に対する海洋環境腐食促進実験

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○米田 翔一  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 廣畑 幹人  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 蔣 鋒

## 1. はじめに

港湾構造物の劣化要因の一つとして鋼部材の腐食が挙げられる。腐食が進行すると、部材の板厚が減少し、剛性、耐荷力が低下することにより、構造物の安全性に影響を及ぼす可能性がある。鋼部材の腐食を防ぐためには、防食被覆に傷が生じた際に速やかな補修が必要であるが、必ずしも全ての傷が発見、補修されるわけではない。したがって、鋼部材の耐久性を評価するためには腐食実験を行うことが有効であるが、現行の JIS 規格には、海洋環境に対応した腐食促進実験が無く、長期の海中暴露実験を行う必要があった。

これに対し、海中部および干満帯下部を模擬した環境における有機被覆鋼材の標準腐食促進実験が開発され、2009 年に刊行された「海洋環境における鋼構造物の耐久・耐荷性能評価ガイドライン」にまとめられている。本実験に関する研究事例<sup>2)</sup>は少ないため、本研究では、本実験法の港湾鋼構造物への適用拡大に資する基礎的情報の取得を目的として、無防食の鋼板および鉄筋の腐食特性を検討するための一連の実験を実施した。

## 2. 実験方法および実験供試体

実験装置の概要と実験の様子を図-1 および図-2 に示す。本実験は水槽を用いた塩水浸漬実験であり、その特徴として水槽底面より空気を吹き込むことが挙げられる。これにより、腐食反応で消費される酸素を補い、長期間にわたり鋼材を腐食させることができる。水槽内の溶液には 3% 塩化ナトリウム水溶液を用い、水量は 20L とした。水温は、水槽の側面と底面に設置したヒーターにより  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  に保ち、水槽底面の空気吹き出し口より毎分 2L の空気を供給した。28 日、56 日、84 日、168 日間の実験を実施し、実験期間ごとに 4 体の鋼板と 3 体の鉄筋を取り出した。

鋼板の寸法を図-2 に示す。供試体の裏面と表面端部は防錆テープで保護し、片面のみの腐食を対象とした。実験後にはアルミナ粉末を用いたブラストにより表面のさびを除去し、レーザ変位計により表面形状を測定した。防錆テープにより保護した表面端部に 3 つの基準点を設け、全ての基準点を通る基準面に対する深さの差として腐食深さを求めた。なお、防錆テープと無保護部との境界を除き、供試体中央部  $120\text{mm} \times 40\text{mm}$  の範囲を対象に平均腐食深さを求めた。本実験で用いた鉄筋は長さ 200mm の D13 異形鉄筋である。実験後にはブラストにより表面のさびを除去し、ノギスによりリブを含む断面の直径を測定した。

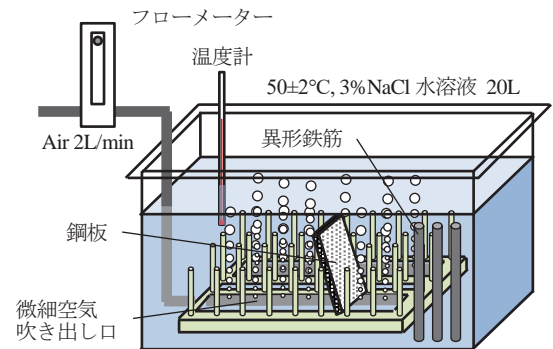


図-1 実験装置



図-2 実験の様子

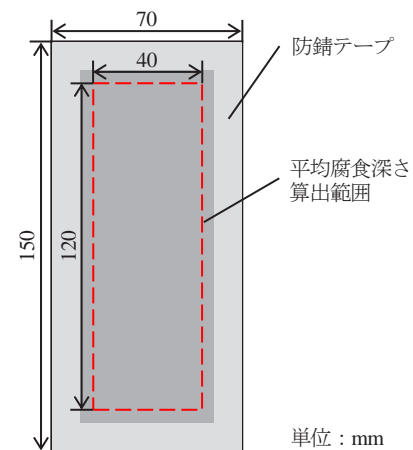


図-3 鋼板の寸法

### 3. 実験結果

鋼板の外観変化を図-4に示す。供試体の上下でさびの形状に違いが確認された。この原因としては、気泡が供試体の下部にのみ直接当たっていたことが考えられる。また、さびを取り除き、表面形状を測定したところ、架台との接触部分周辺で腐食の進行が早かった。平均腐食深さ算出範囲、およびこれを上下に半分に分けた範囲の平均腐食深さの経時変化を図-5に示す。時間の経過に伴い腐食が進行しており、168日経過時点で上下の腐食深さに18%程度の差が生じた。腐食深さと経過時間の関係は、累乗関数で回帰できる。吉崎らの無防食鋼板の海洋環境暴露実験<sup>3)</sup>における、2.5年および5.5年経過時点での腐食深さに到達するまでにかかる日数を算出するとそれぞれ202日、317日であり、これらの結果から得られる本実験の腐食促進倍率は約4.52倍～6.33倍であった。

さび除去後の鉄筋の外観変化を図-6に示す。28日経過時点では、リブと節に大きな孔食が発生していたが、時間の経過とともに、腐食は表面全体に広がり、均一に減厚するようになった。この原因としては、実験開始直後はリブと節をアノード、リブと節に囲まれた部分をカソードとする腐食回路が形成されていたが、リブと節が減厚し、表面の凹凸が平滑化していくにつれて、アノードとカソードの距離が近くなり、全面腐食の傾向が強くなったことが考えられる。各実験期間における直径減少量を図-7に示す。鋼板の腐食速度は時間の経過とともに減少した一方で、鉄筋の腐食速度は84日経過時点までは次第に増加し、その後減少した。

### 4. まとめ

海洋環境を想定した腐食促進実験に関する基礎的情報の取得を目的として、無防食の鋼板および鉄筋を対象とした一連の実験を実施した。

- (1) 鋼板の168日間の腐食促進実験の結果、供試体の上下でさびの形状に違いが確認され、腐食減厚量に18%程度の差が生じた。
- (2) 本検討の範囲では、本実験の腐食促進倍率は実環境の約4.52倍～6.33倍であった。
- (3) 鉄筋の168日間の腐食促進実験の結果、28日経過時点では、リブと節に大きな孔食が発生していたが、時間の経過とともに、腐食は表面全体に広がり、均一に減厚するようになった。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 22H01577 を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) (公社)土木学会：海洋環境における鋼構造物の耐荷性能評価ガイドライン、付録I、2009。
- 2) 竹見潤也、廣畑幹人、北根安雄、伊藤義人：海水中環境を模擬した腐食促進実験による鋼溶接部の腐食劣化特性に関する基礎的研究、構造工学論文集、Vol.59A、pp.747-757、2013。
- 3) 吉崎信樹、守屋進：20年海洋暴露での鋼材腐食と一般塗装鋼材の劣化挙動について、土木学会論文集F、Vol.65、No.2、pp.222-229、2009。

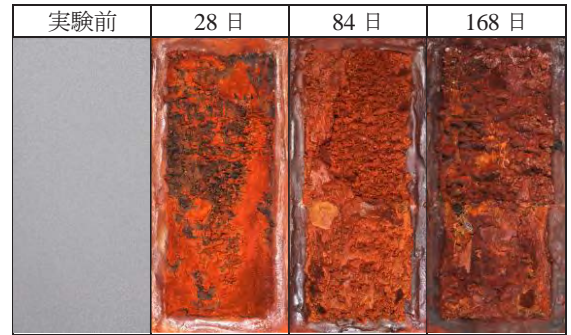


図-4 鋼板の外観変化

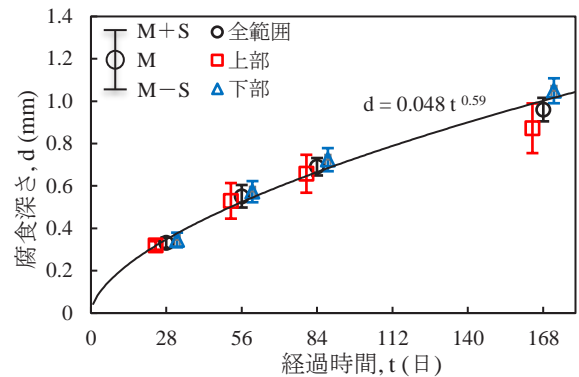


図-5 鋼板の平均腐食深さ

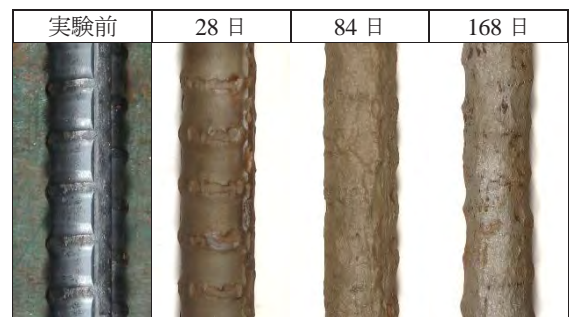


図-6 さび除去後の鉄筋の外観変化

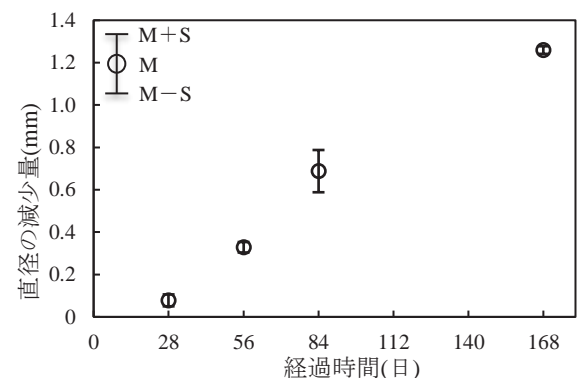


図-7 鉄筋の直径減少量