

大阪大学工学部 正 員 西村宣男 大阪大学工学部 正 員 亀井義典
大阪大学大学院 学生員 村上茂之 大阪大学工学部 学生員 内村祥史

1. はじめに

海洋環境に代表される過酷な自然環境下に曝された鋼構造物は、腐食による鋼材の板厚減少によって構造部材の耐荷力が低下し、破損事故の発生が予測される¹⁾²⁾。合理的な補修・補強基準の策定のためにも、腐食被害を受けた鋼構造部材の適切な残存強度評価法の確立が望まれている。

腐食による板厚減少が生じた供試体を用いた耐荷力試験によって、腐食被害を受けた鋼構造部材の強度劣化特性を明らかにする必要がある。現在広く行われている露天暴露等の手法では、港湾構造物がスプラッシュゾーンにおいて受けるような任意形状の腐食を短期間に再現することが困難である。そこで、塩水濃度の変化等の腐食要因に着目し、鋼材の腐食促進実験を行い腐食の促進性および任意形状の腐食の再現性について検討を行う。

2. 腐食促進実験

海洋環境のスプラッシュゾーンにおける乾湿状態を考慮し、鋼板をNaCl水溶液に浸潤させ、その後乾燥させることによって錆を発生させる手法により、以下に示す3つの腐食促進実験を行った

- ① 浸潤する水溶液の溶解成分と腐食速度に関する実験
- ② 塩水濃度の変化と腐食速度に関する実験
- ③ 任意断面を供試体に再現するための実験

また、本実験は、水溶液に1時間浸潤した後、1時間乾燥させるという計2時間を1サイクルとした。

腐食促進実験に用いる試験片には図-1に示す鋼板を用いる。腐食促進の点から鋼板表面のミルスケールは除去した。板厚測定点は、鋼板を10mm四方にメッシュ分割し、長さ方向に11点、幅方向に7点の計77点とした。各実験における板厚減少量は77測定点の平均値を用いた。

3. 浸潤する水溶液の溶解成分と腐食速度について

腐食速度に影響を与える要因として考えられるものとして、浸潤させる水溶液の溶解成分、水溶液のpH値、乾湿時間、乾燥方法等が挙げられる。これらの要因が腐食速度に与える影響を実験によって明らかにすることにより、より多くの板厚減少量を試験体に与えることができる環境について検討する。浸潤させる水溶液は海洋環境での腐食を考慮してNaClを基本とする水溶液を選択した。また、腐食によって生成した酸化皮膜(錆)を除去するためにHClを加え酸性の水溶液とした。この実験では、これらの溶解成分がどのように腐食速度に影響を与えているのかを、NaClのみを溶解成分とした水溶液(B実験)、および、HClのみを加え酸性とした水溶液(C実験)によって試験片を腐食させることによって検討することにした。またNaCl、HClの双方を加えた水溶液(A実験)によって得ることができる腐食速度の検討をおこなった。

実験環境を表-1に、板厚減少量測定結果を図-2に示す。腐食速度はA実験が最も大きく順にC実験、B実験となった。この結果よりHClの酸化皮膜破壊作用が腐食速度に大きく寄与していることが分かる。ま

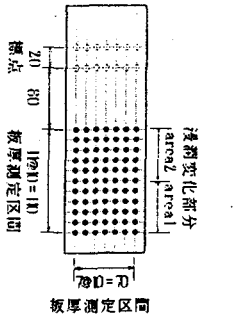


図-1 試験片の板厚測定点

表-1 水溶液の溶解成分と腐食速度の実験における腐食環境

	溶解成分	pH	乾湿時間	乾燥場所	実験期間
A-1.2 I	NaCl10%, HCl	2~7	2hour	屋外	56 CYCLE
A-1.2 II	NaCl10%, HCl	2~3	1hour	屋外	96 CYCLE
A-1.2 III	NaCl10%, HCl	2~7	1hour	屋外	100 CYCLE
A-1.2 IV	NaCl10%, HCl	2~3	1hour	屋外	56 CYCLE
B	HCl	2~3	1hour	屋外	92 CYCLE
C	NaCl	2~3	1hour	屋外	92 CYCLE

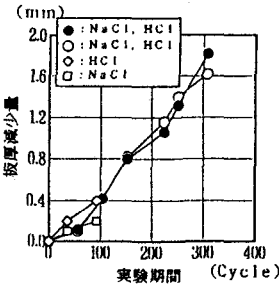


図-2 板厚減少量と実験期間の関係

た、A実験の腐食速度は0.30mm/100cycleとなり、今回の実験で最も大きな腐食速度となった。

4. 塩水濃度の変化と腐食速度について

浸潤させる水溶液の塩水濃度を1%，5%，20%とした促進実験を現時点で172サイクル行った。3回の測定における腐食環境を表-2に、板厚減少量と実験期間の関係を図-3に示す。試験片の腐食速度の平均値は、1%に浸潤したものが0.137mm/100cycle、5%が0.150mm/100cycle、20%が0.092mm/cycleとなった。今回の実験結果では5%のものが腐食速度が最も大きなものになっていた。乾燥中の試験片表面は、1%のものが最も良好に発錆し、順に5%，20%となっていた。また、水溶液への浸潤時の酸化皮膜の除去状態は20%のものが明らかに良く、順に5%，1%となっていた。鋼の腐食速度は、酸化反応による表面皮膜の形成という要因と、外的環境による表面皮膜の破壊という要因の相互作用によって決められるため、このような実験結果が得られたものと考えられる。

5. 二段階の板厚減少量を試験片に与える手法について

試験片を塩水濃度5%の酸性水溶液に浸潤させる領域を測定区間全域と測定区間の半分に变化させ、2段階の板厚減少量を与えるための実験を現時点で172サイクル行った。水溶液に浸潤させる領域は、1サイクル毎、4サイクル毎、28サイクル毎、の3通りに变化させた。3回の測定における腐食環境を表-3に、それぞれの領域の板厚減少量と実験日数の関係を図-4に示す。92サイクル実験を行った時点では、1サイクル毎に浸潤させる領域を变化させた試験片に明かな板厚の差が生じている。172サイクル行った時点では、最も变化させる周期が大きい28サイクル毎の試験片にも板厚減少量の差が明確に現れている。

6. まとめ

以上の腐食促進実験における実験結果より次のようなことが明かになった

- 1) 溶液にHClを混入することによって、鋼材表面の酸化皮膜が破壊され、腐食速度が増大する。
- 2) 溶液の塩分濃度によって、腐食速度は变化する。今回の実験では、塩分濃度が5%の場合が最も大きな腐食速度が得られ、1%，20%の順に腐食速度は減少する。
- 3) 試験体を浸潤する領域を变化させることによって、各領域の板厚減少量に差が生じ、段階的な板厚減少が得られる。

参考文献

- (1) 港湾技研資料 NO601 Dec. 1987
- (2) 港湾鋼構造物防食マニュアル：沿岸開発技術研究センター

表-2 塩水濃度の変化と腐食速度の実験における腐食環境

	溶解成分	pH	乾湿時間	乾燥場所	実験期間
D-1	NaCl 1%, HCl	2~3	1hour	室内	172 cycle
D-2	NaCl 5%, HCl	2~3	1hour	室内	172 cycle
D-3	NaCl 20%, HCl	2~3	1hour	室内	172 cycle

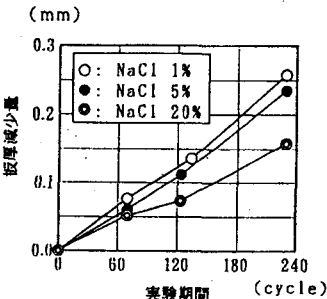


図-3：塩水濃度と腐食速度

図-3 二段階の板厚減少量を与える実験における腐食環境

	溶解成分	pH	乾湿時間	浸潤変化	乾燥場所	実験期間
E-1	NaCl 5%, HCl	2~3	1hour	1サイクル毎	室内	172cycle
E-2	NaCl 5%, HCl	2~3	1hour	4サイクル毎	室内	172cycle
E-3	NaCl 5%, HCl	2~3	1hour	28サイクル毎	室内	160cycle

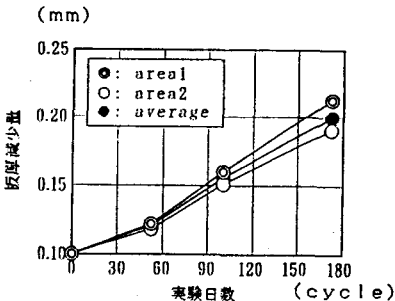


図-4：2段階浸潤 (4cycle)