

海洋鋼構造物用有機樹脂被覆防食工の長期耐久性の検討 —防食工劣化部での鋼材腐食の検討—

新日鉄 鉄鋼研究所 鋼構造研究開発センター

正会員 ○山本 正弘

同上

正会員 松岡 和巳

同上

正会員 今福健一郎

1. 目的

海洋鋼構造物は有機樹脂被覆材により防食されていることが多い。昨今、LCC（Life Cycle Cost）削減の観点から、防食工の劣化過程を明らかにし、適切なメンテナンスを行っていくことが重要視されてきている。防食材の寿命を明らかにするために、これまでいくつかの長期暴露試験が行われ、報告もされている。^{1,2)} しかしながら、これらの評価は防食被覆材の劣化を評価したものであり、防食工としての劣化、すなわち、被覆が劣化した部位での鋼材の板厚減や耐力減の評価までには到っていない。本報告では、亜熱帯海域で20年間暴露試験を行い、劣化した防食被覆工の劣化部位での鋼材の腐食を詳細に解析し、環境との関係について検討した結果を示す。

2. 実験方法

評価した試験材は表1に示す種類の防食被覆を径125mmφ、肉厚4.5mmの鋼管に施したもので、沖縄県宮古島の護岸に20年間暴露試験後、回収したものである。

評価は、外観観察、塗膜厚、密着強度、絶縁抵抗、交流インピーダンス等の被覆材の評価を行った後に、錆の発生している箇所の被覆を剥離し、錆をブラストで除去した後に、最大腐食深さを測定した。また、鋼材の腐食している領域を画像処理で計測し、腐食面積とした。

また、被覆材劣化部の鋼材腐食を検証するために、境界要素法を用いた電流分布解析も行った。

3. 実験結果

図1は典型的な塗膜劣化部の解析結果を示す。防食被覆は無機ジンク

表1. 暴露試験材のリスト

記号	内 容	塗膜厚(μm)
SS	裸鋼管 (4.5年で引き上げ)	-
CE	タールエポキシ塗装	800
IZ/CE	無機ジンク/タールエポキシ	475
IZ/E	無機ジンク/エポキシ	325
IZ/V	無機ジンク/ビニル系塗料	325
IZ/LE	無機ジンク/低温硬化型エポキシ	325
IZ/U	無機ジンク/ウレタン	2000
OZ/U	有機ジンク/ウレタン	2000
OZ/GFE	有機ジンク/GF入りエポキシ	1500
PE	ポリエチレンライニング	3000

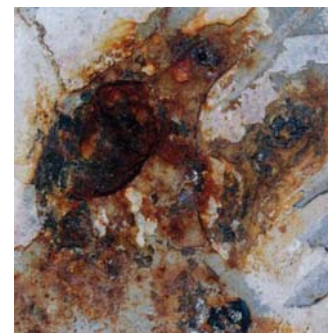
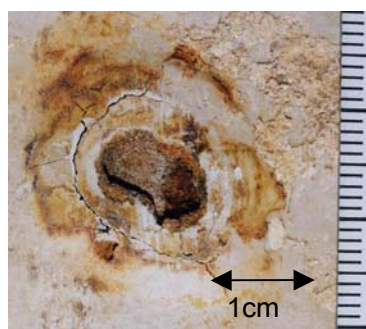


図1. 典型的な塗膜劣化部の鋼材腐食

左)海中部, 右)干満部, 上)暴露まま, 下)ブラスト後

【キーワード】海洋構造物／防食工法／腐食

【連絡先】〒299-8511 千葉県富津市新富2 0-1 Tel: 0439-80-2865 Fax: 0439-80-2745

リッチ塗装 $75\mu\text{m}$ の上にピュアエポキシ塗装 $300\mu\text{m}$ を塗り重ねたものである。

海中部における劣化部では、中心部の塗膜が陥没し、さびが形成されているのが観察された。これをブラスト処理により鋼材面を露出し、観察するとその部位で一つのクレーター状の腐食形状が観察された。これに対し、干満部における劣化部では赤錆が目立つ概観を呈し、錆の広がりも大きくなっていることが観察された。しかし、ブラスト後の鋼材面は小さなクレーター状の腐食が、複数個形成されているのが観察され、それぞれの深さもそれほど深くない。

同様に表1に示す試験材に対して、それぞれ測定を行いヒストグラムにしたものを図2に示す。飛沫部では腐食深さが 2.5mm 以下の深さにあり、もっとも頻度が多いのが 0.5mm 程度であった。干満部では同様に 2.5mm 以下にほとんどが存在するが、最も頻度が高いのは飛沫部より少し大きく 1mm 程度であった。

これに対して海中部では、分布が平均的で腐食孔が深いものと浅いものが同じ程度存在していた。このことは、海中部における塗膜劣化部が、深い腐食を伴うものが多く、干満部や飛沫部では深く腐食するものが少ないことを意味する。また、 4.5mm の鋼管を貫く貫通孔を持つものは飛沫部に1件あり、それ以外は海中部で6件見られた。このことから海中部では腐食が深く進行する傾向があるのがわかる。

最大腐食深さと腐食面積の関係では、図3に示したように腐食面積の平方根と最大腐食深さとに相関関係が見られ、特に海中部ではその傾向が強い。干満・飛沫部ではその傾向は多少あるが明確な関係は得られなかった。

4. 考察とまとめ

暴露後の試験材の塗膜部を人口海水に浸漬し、自然電位を測定すると、すべての試験材について裸鋼材よりも貴な電位を示した。すなわち、鋼材に対して塗膜部はカソードとして働く。このときに、海中部では海水の電気伝導度が大きいことにより遠くまでマクロセル電流が流れ、アノード部が固定して腐食し、腐食深さとして大きな値が得られたと考えられる。これに対して飛沫部では薄い水膜中を電流が流れるために、劣化部近傍でしかマクロセル電流が流れず、腐食深さがそれほど大きくならなかったと考えられる。また、境界要素法で計算した電流分布解析でも、海中部が飛沫部に対して2桁以上小さい電流しか流れないという結果が得られ、実験結果と対応があった。なお、干満部は両者の中間的な状態と考えられる。

今回の結果からは、海中部でマクロセル形成による劣化部での腐食進行が見られたが、実用的には電気防食を施すことでこの影響は防止することができる。また、飛沫・干満部では、防食被覆の劣化後に急激な鋼材の腐食は進まないことが明らかになり、外観調査と適切なメンテナンスを施すことで鋼材の腐食劣化を防ぐことができる。今後は、これらの進行過程を予測する方法を検討していく。

参考文献

- 1) 守屋進；鋼橋塗装, 28 (3), 15 (2000)
- 2) 山本正弘, 加治木俊行；第50回材料と環境討論会予稿集, 37 (2003)

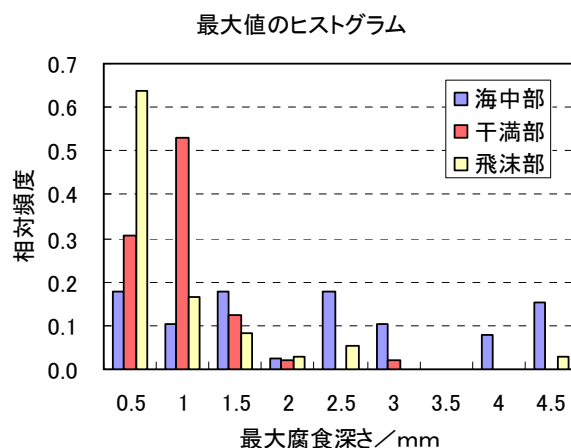


図2. 測定した最大腐食深さのヒストグラム

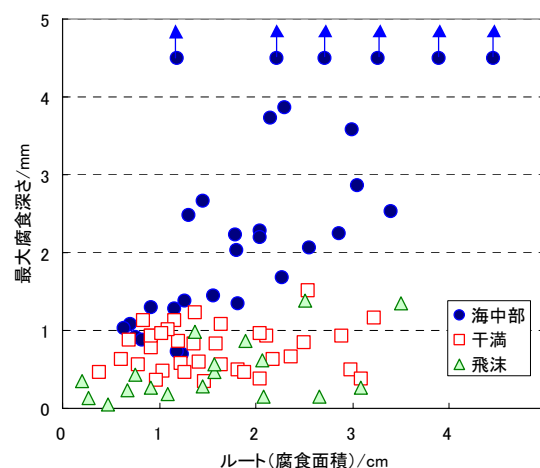


図3. 最大腐食深さと腐食面積の平方根の関係