

ペトロラタム被覆工法の防食効果持続性評価手法の構築

(株)ナカボーテック 正会員 ○星野 雅彦

港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹、正会員 加藤 絵万

1.はじめに

港湾鋼構造物の腐食を防止する目的で干満部から飛沫帯にかけて被覆防食工が施される。被覆防食工のうち、ペトロラタム被覆工法は、ペトロラタム(ワックスの一種)系の防食材を防食層とし、繊維強化プラスチックや耐食性金属などの保護カバーを組み合わせた防食方式であり、長期に亘って優れた防食効果を発揮するため国内での使用実績が多い。しかし、現状では、防食効果の持続性や防食効果が低下する時期を評価する手法は存在せず、30年程度の期待耐用年数に達した時点で交換するような維持管理の方法がとられている。一方、具体的な維持管理の方法は確立されていないが、ペトロラタム系防食材の劣化機構の研究¹⁾²⁾は近年活発となってきており、その中でも油分残存量と鋼材腐食状況、各種電気化学的測定値(ペトロラタム系防食材中の電気抵抗、ペトロラタム中を流れる腐食電流等)とは相関があることが既往の研究から明らかとなっている³⁾。

本研究では、防食状態の異なるペトロラタム被覆試験体の各種電気化学的測定値をモニタリングし、ペトロラタム系防食材(以下、防食材)中の油分残存量や鋼材の腐食状況の状態との比較検討に基づいて、ペトロラタム被覆工法の防食効果とその持続性を評価する手法を構築することを目的とした。

2.モニタリングセンサの概要

本研究で提案するモニタリング手法は、照合電極を使った電気化学的測定(電位・電流・抵抗など)の従来手法から進展を図り、防食材の防食効果の経時変化が推定可能なセンサを用いることにより実施した。

センサ概要を図1に示す。対象鋼材の腐食状態を把握するため防食材の鋼材面にモニタリング用の専用センサを設置した。専用センサにはZnセンサ(20×145×1mm)とACMセンサ(65×65mm 腐食防食学会認定品)の2種類を用い、センサで測定される電流値とテストピースの腐食速度の関係から、積算電流値によりペトロラタム被覆工法の防食効果とその持続性を評価した。

3.試験方法

(1)室内試験方法

ペトロラタム被覆工法の防食効果の低下は、防食材が海水と接触することで防食成分が流出し対象鋼材が腐食することで生じる。そこで、長期間実環境下で使用したペトロラタム被覆工法を適用した鋼構造物を模擬するため、防食材の油分残存量を100%、80%、70%、50%、30%の5種類、防食材が対象鋼材へ密着不足を生じた場合を模擬した欠陥率50%、30%、20%、10%、0%の5種類の各種組合せ試験体を作製し、干満帯を模擬した24時間サイクルの乾湿繰り返し試験条件下で、センサによって連続測定される電流値とその時のテストピースの腐食速度から対象鋼材の腐食発生に関する閾値の検討を行った。

(2)現場試験方法

室内試験結果の妥当性を評価するため、実環境下における現場試験を実施した。現場試験は、港湾空港技術研究所所有の波崎海洋研究施設棧橋(以下、波崎)と清水港折戸防波堤(以下、清水港)の2箇所で行った。センサ類は飛沫帯、干満帯、海水域の3水深に設置し、電流値の連続測定を実施するとともに設置環境別の評価を試みた。なお、波崎では油分残存量を100%、80%、70%に調整した防食材を用い、清水港ではペトロラタム系防食ペースト(以下、ペースト)も含む油分残存量100%の防食材を用いた。

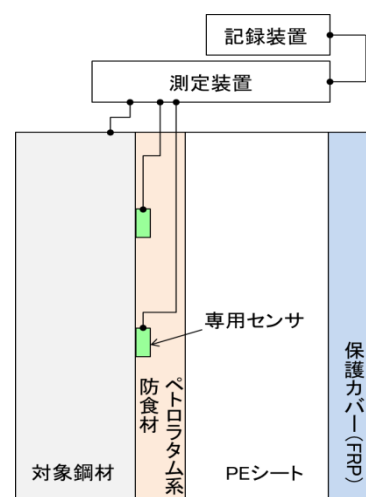


図1 モニタリングの概要

キーワード ペトロラタム被覆、維持管理、モニタリングセンサ、腐食、閾値

連絡先 〒362-0052 埼玉県上尾市中新井 417-16 (株)ナカボーテック 技術開発センター 048-781-5431

4. 試験結果

(1) 室内試験結果

室内試験結果の一例として、図2に防食材の油分残存量100%、欠陥率0%に調整した試験体中の各センサから得られた電流値経時変化を示す。Znセンサと比較するとACMセンサは電流値が大きく計測された。ACMセンサは大気腐食のモニタリングにも使用されるセンサであるため、Znセンサよりも感度の高いセンサであったことが理由として考えられる。油分残存量100%、欠陥率0%である試験体において電流値が計測された理由は、ペーストを用いていないため部分的に不完全な防食材となっていたことが推測される。

図3に、ACMセンサ、試験期間100日間、防食材の油分残存量70%～80%、欠陥率0%～30%に調整した試験体から得られた積算電気量と鋼製テストピースの腐食速度との関係を示す。腐食速度0.01mm/yを実用上の防食判定基準値と仮定した場合、センサから得られる積算電気量は0.018A・hrであった。この関係から、電流値を積算して評価することで、防食効果とその持続性を評価できることが分かった。また、安全側を考慮し、積算電気量が0.015A・hrを閾値とすることで、鋼材に腐食を生じる前にペトロラタム被覆工の補修、更新が可能となり効率的な維持管理手法として提案できる可能性を見出した。

(2) 現場試験結果

図4にモニタリングセンサとしてACMセンサを用いた場合の現場試験結果を示す。波崎では、干満帯や飛沫帯と比較して、海水中の電流値が経過時間により大きく変化していた。これは、波浪の影響によるものと考えられる。一方、清水港では電流値の変化は認められなかった。清水港ではペーストを用いていることから、ペーストの有無が電流値の測定結果に影響を与えるものと考えられる。今後、センサから得られる電流値の積算、開放点検を実施し、室内試験結果の妥当性を評価する。

5. まとめ

室内試験結果から、ACMセンサを用いた場合には積算電気量が0.015A・hrとなった時を閾値とすることが出来る可能性を見出した。現場試験結果から、ペーストの有無が電流値に大きな影響を及ぼすことが確認された。本稿ではACMセンサについて特記したが、今後Znセンサについても同様の検討を行い、現場試験の開放点検結果と合わせてペトロラタム被覆工にとって最適なセンサ、閾値の選定を行い効率的な維持管理手法としての提案を行う。

謝 辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人：JST)の援助を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 山路徹 他: 長期海洋暴露試験に基づく鋼管杭の防食工法の耐久性に関する研究(30年経過時の報告), 港湾空港技術研究所資料, No.1324, 2016
- 2) 星野雅彦 他: 港湾環境に長期間暴露されたペトロラタム系防食材の劣化機構の評価, 材料と環境, Vol.66, No.1, pp.31-40, 2017
- 3) 加納竜三 他: 被覆防食鋼管杭のモニタリングシステムの開発, 防錆管理, Vol.36, No.10, pp.361-370, 1992

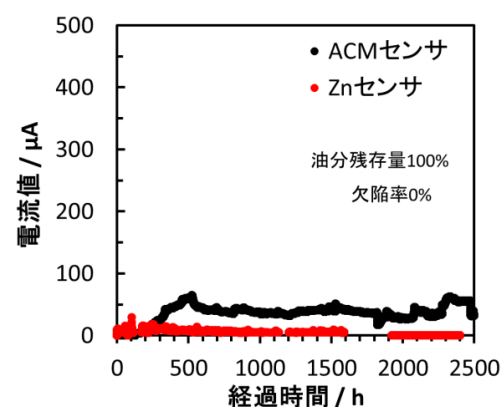


図2 室内試験における電流値経時変化

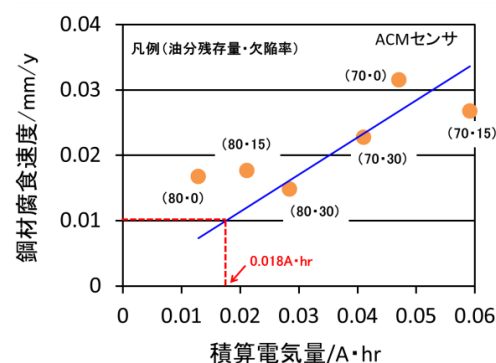


図3 積算電気量と鋼材腐食速度の関係

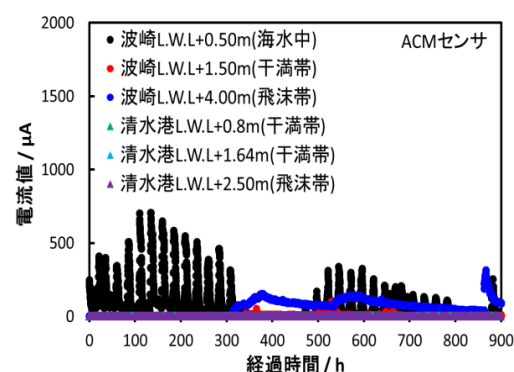


図4 現場試験における電流値経時変化