

27 年経過した実港湾鋼構造物におけるモルタル被覆工法の防食効果

国立研究開発法人	港湾空港技術研究所	正会員	○山本 幸治
国立研究開発法人	港湾空港技術研究所	正会員	山路 徹
国立研究開発法人	港湾空港技術研究所	正会員	与那嶺 一秀

1. はじめに

港湾鋼構造物における各種被覆防食工法の防食効果については、港湾空港技術研究所の波崎海洋研究施設砕波帯観測用栈橋などで実施されている長期暴露試験などにより検証が行われている。この暴露試験により得られた知見は、被覆防食工法の期待耐用年数の設定の際の参考にされている¹⁾。一方、供用中の実構造物における防食効果の検証は、海象条件(波浪、干満)の影響を強く受けることや施設利用者との調整が困難であることなどから、簡易に実施できる目視外観調査にとどまり、被覆防食部の性能や被覆下の鋼材の状況を調査した事例はほとんどない。

本報告では、供用後 27 年経過した、実港湾鋼構造物に適用されたモルタル被覆工法に対して各種調査を実施し、防食効果について検討を行った。

2. 調査概要

現地調査は、A 港で供用後 27 年経過した横栈橋鋼管杭($\phi 1, 100\text{mm}$, $t=12\text{mm}$)のモルタル被覆工法(+FRP カバー)を対象に実施した。図-1 に標準断面図および調査箇所を示す。なお、栈橋 1 ブロック($18\times 20\text{m}$)に対して外観観察を行い、劣化の状況がほぼ一様であることを確認しており、その結果を踏まえ、ブロック内の中央付近の海側の杭を調査対象に選定した。モルタル被覆の厚さは 50mm と確認されたが、配合等の仕様は不明であった。

調査項目は、目視による外観調査、超音波厚さ計による鋼材肉厚測定、鋼材表面の調査、FRP カバー材強度測定(JIS K 7164 に準じた引張強度試験、JIS K 7014 に準じた曲げ試験)、モルタル中の塩化物イオン濃度測定(JIS A 1154 に基づき測定)を実施した。なお、試料は $+1.5\text{m}$ 、 $+0.5\text{m}$ 、 -0.5m の海側および陸側の 6 箇所から採取し、FRP カバー材の除去範囲は $30\times 30\text{cm}$ 、モルタルコアの採取径は $\phi 75\text{mm}$ である。

3. 調査結果

写真-1 に目視調査状況を示す。FRP カバー材に顕著な変状は確認されなかった。文献 1) に基づき劣化度を判定すると劣化度 d (変状が認められない状態)と判定された。また、岸壁全体での劣化のばらつきは少ない状況であった。

写真-2 に $+0.5\text{m}$ 海側の位置における被覆下の鋼管杭の状況を示す。対象箇所において、肉厚の減少は確認されなかったが、鋼材表面に軽微な赤錆が確認された。また、写真-3 に示すとおり、 -0.5m の位置で採取したコアの鋼材表面

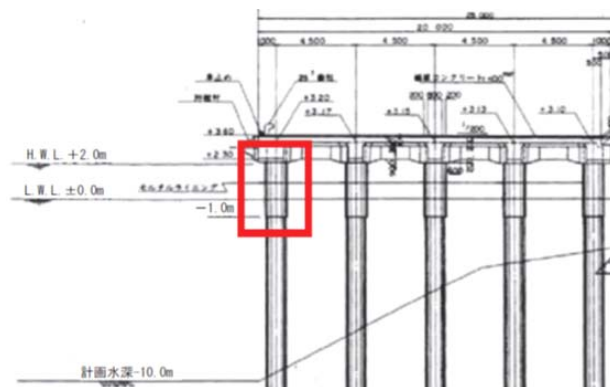


図-1 標準断面図



写真-1 外観目視調査状況

キーワード 港湾鋼構造物, 鋼管杭, 無機被覆防食, モルタル被覆, FRP カバー, 塩化物イオン濃度

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5059

側には、海側、陸側共に赤錆が付着していた。

表-1 にカバー材強度の調査結果を示す。採取した FRP 試料の初期強度が不明であるため、文献 2) に記載されている初期の機械的強度と比較したところ、引張強さ、曲げ強さともに大幅に低下していた。経年劣化の他に、FRP は耐アルカリ性が低いため、モルタルのアルカリによって劣化したと考えられる。

図-2 に塩化物イオン濃度の測定結果を示す。全ての試料で両端の含有塩化物イオンが非常に多く、文献 3) における腐食発生限界塩化物イオン濃度 $2\text{kg}/\text{m}^3$ を大幅に上回るものもあった。また、ほとんどの箇所を外側 (FRP カバー側) よりも鋼管杭側の方が高くなっており、下部の方が高濃度となっていた。これらのことから、鋼管杭側から塩化物イオンが供給されていることは明らかで、 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の多量の塩化物イオン量と赤錆が確認されていることから、モルタル被覆と鋼管杭の間に海水や酸素が供給されていると考えられる。ただし、 -0.5m および $+0.5\text{m}$ の箇所において、塩化物イオン濃度が腐食発生限界塩化物イオン濃度を大きく上回っていても、腐食の進行は非常に軽微であった。これは、モルタル被覆部が海中部もしくは干満帯下部に位置しており、高い湿潤状態にあるため、酸素の供給が抑制されたためと考えられる。また、FRP カバーが存在していることで、干満帯部分においても高い湿潤状態を保ちやすくなっていると考えられる。以上のことより、今回確認された腐食は、今後も急激には進行しないと推測される。

4. まとめ

供用後 27 年経過した実港湾鋼構造物に適用されたモルタル被覆工法 (+FRP カバー) に対して各種調査を実施した結果、FRP カバーの強度低下およびモルタル中への塩化物イオンの進入が確認された。しかし、鋼管杭表面の腐食は非常に軽微であり、肉厚減少が確認されなかった。この結果より、モルタル被覆が 27 年経過しても防食効果を発揮していることが示された。

参考文献

1) 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル (2009 年版)、(一財)沿岸技術研究センター、p64、2009 2) 港湾鋼構造物 新しい防食工法・補修工法・維持管理 実務ハンドブック 設計・施工編 2013 年度版、防食・補修工法研究会、p4.8-13、2013 3) 港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成 19 年(社)日本港湾協会、p489、2007



写真-2 鋼管杭表面確認状況(+0.5m 海側)



写真-3 採取したコアの鋼材表面側の状況

表-1 FRP カバー材強度調査結果

	引張強さ (MPa)	曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)
初期強度 (文献 2) より引用)	80~120	100~180	4400~7800
今回測定値	39~47	56~68	2510~4250

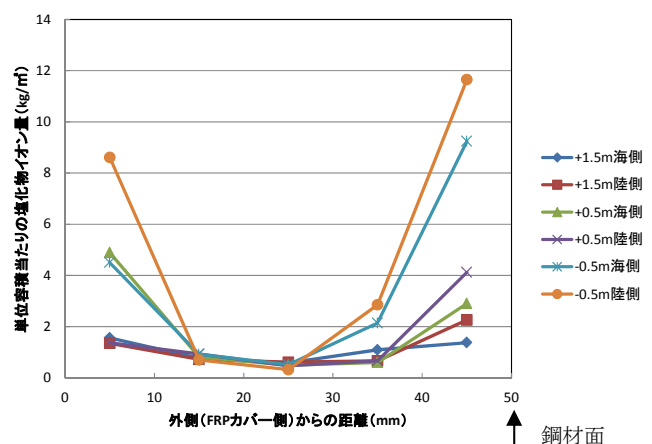


図-2 塩化物イオン濃度測定結果