

遠隔離島における繊維補強セメント系材料被覆による鋼材防食効果

東亜建設工業 正会員 ○網野 貴彦, 田中 亮一, 羽瀧 貴士
港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹

1. はじめに

今後、遠隔離島を海洋鉱物資源開発などの活動拠点として整備していくにあたり、港湾鋼構造物を建設することが考えられるが、鋼材腐食を抑制するための被覆防食工が必要不可欠である。筆者らは、繊維補強セメント系材料が有する高靱性、耐衝撃性、ひび割れ分散性等の材料特性が被覆防食材として有用と考え、これまでに東京湾の波浪・気温条件下で3年間の暴露実験を実施し、繊維補強セメント系材料表面に複数の微細ひび割れが存在する場合でも、鋼材防食性能を保持できたことを確認している¹⁾。本稿では、激波浪かつ気温が高い遠隔離島の実環境下における2年間の暴露実験の結果を報告する。

2. 暴露実験概要

表-1 繊維補強セメント系材料の配合条件と品質

W/B	Air (%)	F (vol.%)	W/P	SF/P	EX/P	LP/P	S/P	SP (P×%)	D (P×%)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張終局ひずみ(%)
0.265	3.0	1.5	0.22	0.15	0.027	0.17	0.10	3.0	0.03	91.9	5.80	2.25

W: 水, C: 低熱セメント, SF: シリカフューム, EX: 膨張材, LP: 石灰石微粉末, S: 珪砂,
SP: 高性能減水剤, D: 消泡剤, F: 高強度ポリエチレン繊維 (直径 0.012mm, 長さ 6mm),
B=C+SF+EX, P=C+SF+EX+LP

繊維補強セメント系材料の配合条件と品質を表-1に、供試体の概要を図-1に示す。

供試体は、図-1に示すように、繊維補強セメント系材料の被覆厚さを50mmとし、暴露面以外はエポキシ樹脂によって被覆した。また、曲げ載荷によりひび割れを導入し、供試体中央部の100mmの曲げモーメント一定区間に最大ひずみ1.0%程度(残留ひずみ0.35%程度)を与えた。なお、比較としてひび割れを導入しない供試体も暴露した。

暴露場所の環境データ[気象庁データ(南鳥島)を基に作成]を図-2に示す。暴露場所は一年を通じて気温が高く、湿度は80%程度であった。供試体は岸壁側面の4標高[飛沫帯

(H.W.L.+0.4m)、干満帯(H.W.L., L.W.L.)、海中部(L.W.L. -1.5m)]に暴露面を横向きにして設置した。

供試体は暴露2年後に回収し、図-3に示すように、繊維補強セメント系材料を鋼板から分離して、鋼材表面の目視観察を実施した。その後、被覆材を乾式カッターで切断し、切断面における塩分浸透状況の確認、暴露面から深さ方向の塩化物イオン濃度分布をEPMAの面分析により測定した。

3. 暴露実験結果

飛沫帯に暴露したひび割れ導入供試体の暴露前のひび割れ状況を図-4

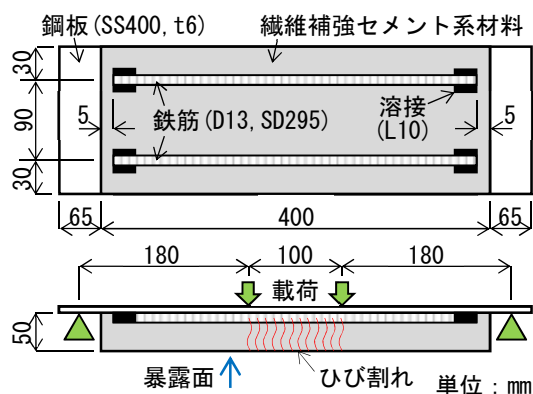


図-1 供試体概要

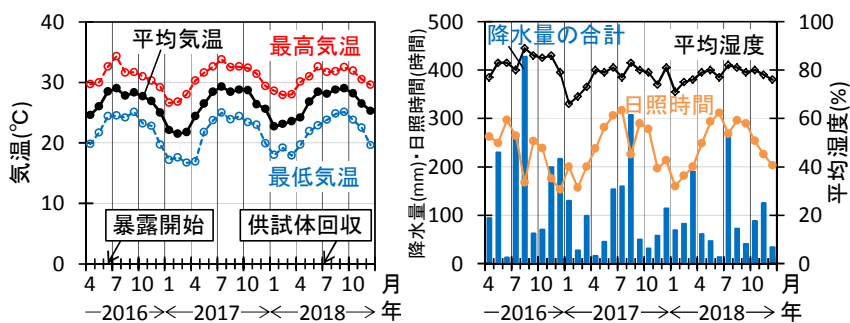


図-2 暴露場所の環境データ

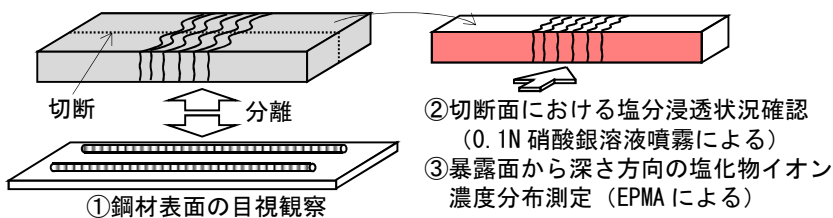


図-3 供試体解体および試験概要

キーワード 繊維補強セメント系材料, 被覆防食工, 鋼材防食, 遠隔離島, 暴露実験

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業技術研究開発センター TEL:045-503-3741

に、暴露後の鋼材表面をひび割れの有無で比較したものを図-5、6に、ひび割れ導入供試体の塩分浸透状況を図-7に示す。

図-7によると、ひび割れ導入供試体では鋼板表面まで塩化物イオンが到達していたが、図-5によるとひび割れ箇所における鋼材および鉄筋表面には腐食の痕跡は認められなかった。これは、繊維補強セメント系材料が低水結合材比であることや、繊維混入によりひび割れ幅（0.01mm程度）が微細であったことから、ひび割れ部からの劣化因子（酸素、水等）の侵入が抑制されたためと考えられる。なお、干満帯・海中部に暴露した供試体も、ひび割れ箇所での腐食は確認されなかった。

ただし、供試体の回収時には、いずれの供試体も暴露面以外に塗布したエポキシ樹脂被覆が剥がれており、繊維補強セメント系材料被覆範囲の両端部付近の鋼板表面では腐食が確認された。特に、ひび割れ導入供試体は広範囲であった。これは、暴露前の曲げ載荷により繊維補強セメント系材料と鋼板間の剥離により生じた隙間から海水が侵入した影響と考えられる。これを勘案すると、防食性能の高い被覆材料を用いる場合においても、鋼板との一体性や被覆端部の処理には十分な配慮が必要であることが、改めて本実験で確認されたものと考えられる。

暴露面からの深さ方向の塩化物イオン濃度分布を図-8に示す。なお、本図はEPMAによる面分析結果におけるひび割れの無い箇所のデータを用いて作成したものである。これによると、塩化物イオンは飛沫帯において最も深くまで侵入していた。ここで、濃度分布をフィックの拡散方程式の解により回帰して見掛けの拡散係数を算定したところ $0.006 \sim 0.013 \text{ cm}^2/\text{年}$ であった。これは、文献1)における結果 $0.012 \text{ cm}^2/\text{年}$ と同程度であった。このことから、本実験で用いた繊維補強セメント系材料による遮塩効果は、激波浪かつ気温が高い環境下でも、東京湾環境下と同程度の効果を期待できるものと考えられた。

4. まとめ

本稿では、激波浪かつ気温が高い遠隔離島の実環境下における暴露2年後の繊維補強セメント系材料被覆による鋼材防食効果を確認した結果を紹介した。暴露実験は今後も継続し、長期の鋼材防食効果を確認していく予定である。なお、本研究は内閣官房総合海洋政策本部事務局及び国土交通省総合政策局技術政策課により平成26年4月に実施された「遠隔離島における産学官連携型の海洋関連技術開発の公募」で採択された内容の一部であり、港湾空港技術研究所、東亜建設工業、JFEエンジニアリング、電気防食工業会が共同で実施したものである。

参考文献

- 1) 水田ら：ひび割れを有する超高強度ひずみ硬化型モルタルの海洋環境下における鋼材防食性能について、土木学会第69回年次学術講演会、V-255, pp.509-510, 平成26年9月



図-4 暴露前のひび割れ状況
(飛沫帯：ひび割れ導入)

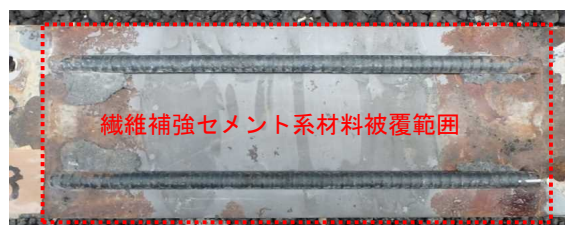


図-5 鋼材表面（飛沫帯：ひび割れあり）

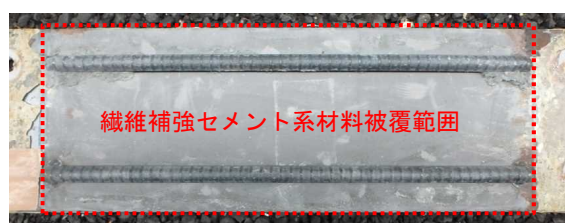
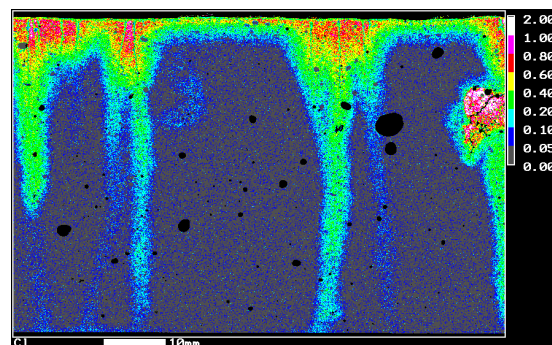


図-6 鋼材表面（飛沫帯：ひび割れなし）



[0.1N 硝酸銀溶液噴霧後]



[EPMAによる塩化物イオン面分析結果]

図-7 塩分浸透状況（飛沫帯：ひび割れあり）

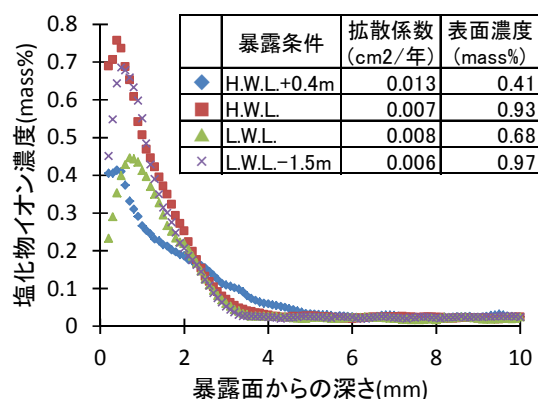


図-8 塩化物イオン濃度分布