

海洋環境下における鋼管杭モルタル被覆防食部の 25 年耐久性について

東亜建設工業 正会員 ○網野 貴彦
 東亜建設工業 正会員 宮沢 明良
 東亜建設工業 MOUSSA G.S. ZOULKANEL

1. 目的

過酷な海洋環境下に曝される栈橋の鋼管杭には、防食対策として、海中部に電気防食工，干満帯から飛沫帯にかけて被覆防食工が一般的に施される。高度経済成長期に建設された栈橋では、被覆防食工にモルタル被覆工法が適用されたものが多く、長期供用によりモルタル被覆防食部の表面に錆汁やひび割れ等が生じたものも散見されている。そこで、建設後 25 年が経過した栈橋の鋼管杭に対して、モルタル被覆防食部の長期的な防食効果持続性の把握を目的とした調査を実施した。

2. 調査概要

調査した栈橋は 1990 年に建設された幅 25m×総延長約 660m の施設である。モルタル被覆工法は、図-1 に示すように、半割状の厚さ 10mm の GRC カバーを型枠として鋼管杭との隙間 50mm に W/C=52% (普通ポルトランドセメント，防錆剤，膨張材使用) のモルタルを充填し，GRC カバーをそのまま残す方法で施工されていた。

調査項目は、モルタル被覆防食部および鋼管杭表面の外観，充填モルタル部の含有塩化物イオン量および飽水率，ならびに鋼管杭の肉厚とした。図-2 に、塩化物イオン量，飽水率，肉厚測定箇所を示す。塩化物イオン量および飽水率は、Φ30mm のコアを採取し，それぞれ JCI-SC5 「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」，JCI-DD5 「酸素の拡散係数試験方法」に準じて測定した。また，肉厚は図-2 に示す測定標高毎の 4 方向（周方向に 90° 間隔）で測定した。なお，本調査は建設 25 年後における被覆防食工の更新工事に同調して計 6 本の杭に対して実施したが，本稿では紙面の関係上，図-1 に示す直杭，斜杭の各 1 本の結果を例に報告する。

3. モルタル被覆防食部と鋼管杭の表面の外観

図-3 に直杭のモルタル被覆防食部と鋼管杭の表面の外観を示す。モルタル被覆防食部には，図中赤囲いに示したように，標高+2.30m 付近に規則的な間隔で錆汁を伴う剥離が，標高+2.10m 付近より上方では水平方向の幅の小

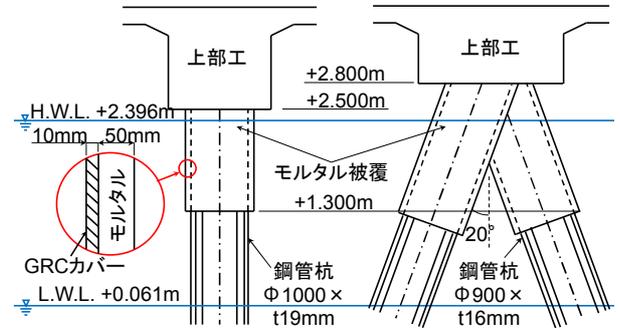


図-1 調査杭の概要

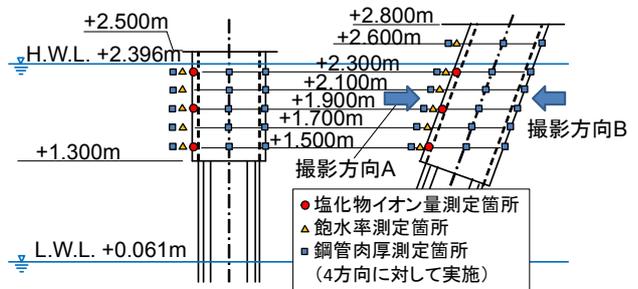


図-2 塩化物イオン量，飽水率，肉厚測定箇所



左：モルタル被覆防食部，右：鋼管杭
図-3 モルタル被覆防食部表面の外観（直杭）



左：モルタル被覆防食部，右：鋼管杭（撮影方向 B）
図-4 モルタル被覆防食部表面の外観（斜杭）

キーワード 栈橋，鋼管杭，モルタル被覆工法，長期防食性能

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1 丁目 3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL 045-503-3741

さいび割れが数本認められた。ひび割れは剥離箇所が起点であったり剥離のない部分でも見られるなど様々であったことから、栈橋上部工に水平力が作用した際の曲げが主な原因と考えられた。なお、これらの箇所において鋼管杭表面の腐食が著しい様子は認められなかった。

図-4 に斜杭の外観を示す。直杭と同様、錆汁を伴う剥離が発生していたが、直杭と異なり鉛直方向のひび割れが認められ、特に図-2 に示す撮影方向 B から見た面に幅の大きいものが確認された。この理由は定かではないが、鋼管杭によって GRC カバーや充填モルタルの周方向の収縮変形が拘束された影響や、GRC カバー設置の際に使用した鋼製スペーサーの腐食膨張による影響などが可能性として考えられた。

なお、モルタル被覆防食部撤去で発生したはつりガラを確認したところ、剥離箇所の GRC カバー内に型枠設置に使用した吊り番線が確認された。これより、錆汁を伴う剥離は吊り番線の腐食によるものと考えられた。

図-5 に鋼管杭表面の全景を示す。これによると、直杭は H.W.L. 付近より上方で赤錆の発生が目立つ傾向が見られるが、腐食の傾向に面の違いは認められなかった。一方、斜杭は撮影方向 B から見た面において腐食が進行している状況が認められた。これは、斜杭の場合、充填モルタルの打込みにおいて逆打ち面ができるため、充填モルタルのブリーディング等による鋼管杭表面との空隙が生じていた可能性が考えられた。

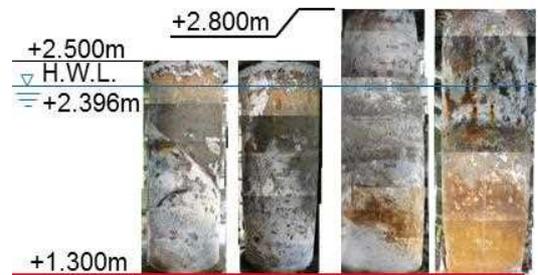
4. 充填モルタルの含有塩化物イオン量・飽水率および鋼管の腐食肉厚量

図-6 に充填モルタルの含有塩化物イオン量、図-7 に飽水率、図-8 に腐食肉厚量の高さ方向分布を示す。なお、腐食肉厚量とは設計肉厚から本調査での実測肉厚の差である。これらによると、塩化物イオン量は海水面に近くなるほど大きいのが、全ての標高において文献 1) に基づく腐食発生限界濃度を上回っていた。また、飽水率は標高+1.50m ではほぼ 100%であったが、標高+1.70m より上方になると低下していた。一方、腐食肉厚量を見ると、標高+1.90m 以下では腐食はほとんど進行していないが、標高+2.10m より上方になると腐食肉厚量が 0.4~1.0mm となり、図-9 (腐食が著しい箇所) に示すように孔食が生じていた。上方では、モルタル被覆防食部表面に発生したひび割れや飽水率が小さい影響により、酸素の供給が容易となったためと考えられる。なお文献 1) では、“無防食鋼材の腐食速度は H.W.L.~L.W.L.-1.0m で 0.1~0.3mm/year を設計で考慮する”とされている。これと照合すると、今回の腐食速度は約 1/10 オーダーであり、モルタル被覆防食による効果は 25 年程度の間は期待できていたと考えられた。

5. まとめ

海洋環境下における鋼管杭モルタル被覆防食部の防食性能は 25 年経過時点で低下しているが、25 年程度は期待した防食効果を持続できていたことを確認した。

参考文献 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成 19 年 7 月



(a) 直杭 (b) 斜杭 (直杭の左右の写真は対面から撮影) (左:撮影方向 A, 右:B)

図-5 鋼管杭表面の全景

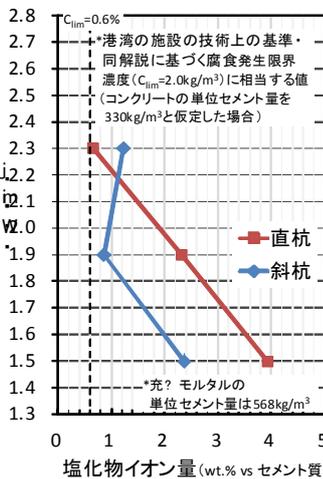


図-6 塩化物イオン量

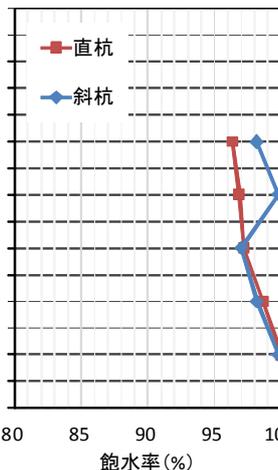


図-7 飽水率

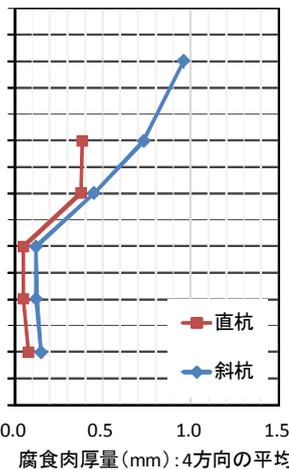


図-8 腐食肉厚量



図-9 ケレン後の状況