

III-504

千葉沖、阿字ヶ浦沖の飛沫・干満帯における防食鋼管杭の耐久性

建設省土木研究所

鋼管杭協会防食鋼管杭委員会

正会員 片脇 清士

〇小間 憲彦

田中 成人

石井幸一郎

塩谷 千歳

江面 行正

1. はじめに

建設省総合技術開発プロジェクト「海洋構造物建設技術の開発」のなかの小テーマ「構造物の防食技術の開発」の一環として千葉沖、阿字ヶ浦における防食鋼管杭の海洋暴露試験が建設省土木研究所、鋼管杭協会、(財)国土開発技術研究センターの3者による共同研究として昭和48年度に発足した。

千葉沖(昭和50年2月設置)と阿字ヶ浦沖(昭和51年1月設置)の2個所で防食鋼管杭の実地暴露試験が行われ、昭和51年以降は建設省土木研究所と鋼管杭協会の両者から成る「防食杭開発委員会」のもとで昭和61年度まで暴露試験を約11年間継続するとともに、長期間暴露を経た試験体の詳細な調査を行った。

本報告では、上記暴露試験による飛沫・干満帯部における防食鋼管杭の耐久性を総合的にまとめた結果について述べる。

2. 試験方法

(1) 試験場所および期間

海洋暴露試験場所は穏和な波浪条件を有する東京湾千葉沖(11.5年間)と外海に面し過酷な波浪条件の茨城県阿字ヶ浦沖(11年間)を選定した。

(2) 試験材

暴露試験体は、防食鋼管杭(φ500×L44,000またはφ600×L16,000)と小試験体(φ100×L2,000またはL4,000)で行った。

前者の防食仕様を表-1、2、後者を表-3に示す。

防食被覆の種類は、塗装系、有機ライニング、有機・無機複合防食法、金属ライニングである。

小試験体では運搬、打設時に発生する疵を想定し、あて疵、こすり疵、スクラッチ疵の人口疵を付与した、なお4.5年経過後に補修を行い、その後7年間について継続調査した。

(3) 防食範囲

防食鋼管杭の防食範囲および設置位置を図-1に示す。

小試験体の場合は、おもに飛沫・干満帯の環境部分に設置された。

表-1 防食鋼管杭の被覆の種類(千葉沖)

防食被覆の種類	数量
鋼管杭	2
ステンレス鋼(25Cr-13Ni系)ライニング(2mm)	2
鉛板被覆(Gr-1系)ライニング(5mm)	2
アルミ溶射(100μm)-ダールニボキシ塗膜(200μm×2)	2
アルミ溶射(100μm)-ビニルクロソス増強ダールニボキシ塗膜(200μm×2)	2
アルミ溶射(200μm)	2
亜鉛溶射(100μm)-ダールニボキシ塗膜(200μm×2)	2
有機ジンクリッチペイント塗膜(75μm)-ダールニボキシ塗膜(200μm×2)	2
有機ジンクリッチペイント塗膜(75μm)-ガラスクロス増強ニボキシ塗膜(200μm×2)	2
ポリエチレン押出しライニング(4mm) (塩害帯使用)	2
ニボキシ系レジンエポキシ樹脂ライニング(4mm)	2
フェニルエポキシエポキシライニング(塗布法:100mm)	1
フェニルエポキシエポキシライニング(塗布法:50mm)	1
計	24

表-2 防食鋼管杭の被覆の種類(阿字ヶ浦沖)

防食被覆の種類	数量
鋼管杭	1
鉛板被覆(Gr-1系)ライニング(5mm)	1
有機ジンクリッチペイント塗膜(75μm)-ダールニボキシ塗膜(200μm×3)	2
アルミ溶射(100μm)-ガラスクロス増強ダールニボキシ塗膜(200μm×3)	2
有機ジンクリッチペイント塗膜(75μm)-ガラスクロス増強ニボキシ塗膜(200μm×3)	2
ニボキシ系レジンエポキシ樹脂ライニング(4mm)	2
ポリウレタンマスタックライニング(3mm)	2
セメントエポキシ樹脂ライニング(47mm)-ポリエチレンフィルム(3mm)	2
ポリウレタンゴムライニング(4mm)	2
ポリエチレン押出しライニング(4mm) (塩害帯使用)	2
計	18

表-3 小試験体の被覆の種類(千葉沖、阿字ヶ浦沖)

被覆系	被覆の種類	数量
塗装系	有機ジンクリッチペイント塗膜(75μm)-ダールニボキシ塗膜(200μm×3)	5種 (100μm~1mm)
有機ライニング	ガラス繊維入り樹脂	5種 (1~2mm)
	厚膜エポキシ系	3種 (3.0mm)
	レジンエポキシ系	3種 (4~5.02mm)
	ポリエポキシ系	3種 (2~4.3mm)
	ゴム系	2種 (4.1, 5mm)
	炭素系	1種 (10mm)
	マスタック系	2種 (10, 14mm)
	ニボキシ塗膜不溶層タイプ	1種 (3mm)
金属ライニング	ガラス繊維入りエポキシ	1種 (20mm)
複合防食法	セメントエポキシ系	1種 (2~3mm)
塗料	ステンレス、エポキシ、チタン等	7種 (200μm~4mm)

(4) 調査内容

暴露試験の防食性評価は補修後も含めた経年外観観察を中心に、千葉沖暴露防食鋼管杭については、回収後被覆材の物性変化、付着力、被覆下腐食等を調査して行った。

3. 結果

千葉沖 11.5 年、阿字ヶ浦沖 11 年暴露後の防食鋼管杭の外観観察および破壊調査の結果、両環境において各種防食法の耐久性の相対的な順位は変わらず、以下の結果であった。

- ① ポリエチレン被覆が優れており、ついでポリウレタンゴム被覆が良好であった。
- ② 塗装系では無機ジンクリッチペイント＋タールエポキシ塗装が比較的安定した防食性を示し、A & 溶射の下地処理は上塗塗装との層間密着が低下し、鋼素地の発錆が起こり適さなかった。
- ③ 無機ライニングでは表面付近のファイバーに錆が発生したが内部は異常がなく、防食性は良好であった。
- ④ 複合防食では、セメントモルタル＋FRPカバーの防食性は良好であった。
- ⑤ 金属被覆ではステンレス鋼（25Cr-13Ni系、3mm）チタンクラッド（0.5mm）モネル（2mm）は健全であった。
アルミニウム単体は、干満部以下腐食が進行し白い腐食生成物に覆われた。

各防食鋼管杭の防食性総合評価を表－4 にまとめた。

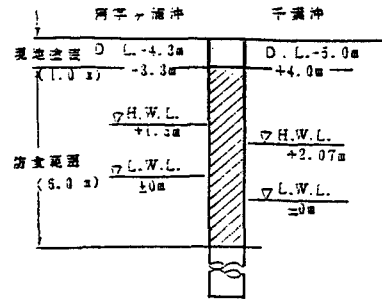
評価A, B, は10年以上の耐久性が確認でき長期耐久性が期待できるものであり、評価C以下は被覆下腐食が発生し、何らかの改良かメンテナンスが必要となるものである。

4. 結論

本暴露試験結果によれば、干満、飛沫帯環境下では、10年以上の防食耐久性が期待できる防食法は、ポリエチレンライニング、ポリウレタンライニングが最も良く、チタン、ステンレス鋼ライニング（25Cr-13Ni）は有効である。

ついでファイバーコンクリート被覆、セメントモルタル＋FRPカバー、モネル等も有効である。

約10年間の耐久性のあるものは、無機ジンクリッチペイントをプライマーとしたタールエポキシ塗装系または、ガラスクロス補強エポキシ塗装系であった。



図－1 防食鋼管杭の防食範囲

表－4 防食鋼管杭の防食性評価結果

	設置の位置	千葉沖		阿字ヶ浦沖		総合
		干満部	干満部	干満部	干満部	
塗装	アルミ溶射 (100μm) + タールエポキシ塗装 (300μm)	D	E	-	-	D
	アルミ溶射 (100μm) + 無機ジンクリッチペイント (300μm × 3)	C	DE	DE	DE	D
	無機溶射 (100μm) +タールエポキシ塗装 (300μm × 3)	B	E	-	-	C
	無機ジンクリッチペイント (75μm) +タールエポキシ塗装 (300μm × 2)	B	C	B	B	B
	無機ジンクリッチペイント (75μm) +ガラスクロス補強エポキシ塗装 (300μm × 3)	B	B	B	DE	B
	ポリエチレン (4mm)	DE	A	A	A	A
有膜 被覆	エポキシ樹脂モルタル (4mm)	DE	C	DE	B	B
	ウレタンマステック (3mm)	-	-	DE	DE	D
	ポリウレタンゴム (4mm)	-	-	DE	A	A
無膜 被覆	ファイバーコンクリート (実付付法) (50mm)	B	B	-	-	B
	ファイバーコンクリート (型注法) (100mm)	-	-	-	-	-
複合 防食法	ステンレス鋼 (25Cr-13Ni系) (3mm)	A	A	-	-	A
	チタン (0.5mm)	A	A	-	-	A
金属 被覆	アルミ溶射 (200μm)	C	E	-	-	D
	モネル (2mm)	B	B	-	-	B