電 気 防 食 の 実 施 例

— 港 湾 鋼 構 造 物 —

大 城 健*, 引 藤 勝 美*

* 株式会社ナカボーテック

An Example of Cathodic Protection Construction Work — Harbor Steel Structures —

Ken Ohshiro*, Katsumi Hikihuji*

* Nakabohtec Corrosion Protecting Co., Ltd

The galvanic anode system by aluminum alloy anode is popular as cathodic protection system for harbor steel structures. An example of cathodic protection construction work which is presented this paper, is constructed for Aomi wharf of Port of Tokyo on 1999. The purpose of this construction is for a renewal of aluminum alloy anodes. Four hundred eighty (480) aluminum alloy anodes are installed for the corrosion control of the steel pipe piles wharf of 370 m long submerged in sea water and sea mud.

Key words : cathodic protection, steel pipe pile, aluminum alloy anode, wharf, Port of Tokyo

1. 港湾鋼構造物への電気防食の適用

港湾鋼構造物への電気防食の適用は、昭和 28 年頃から検討され始め、昭和 30 年代には外部電源方式** が主流であったが、昭和 40 年代以降アルミニウム合金陽極が開発されたことにより流電陽極方式*** が主流となった。

流電陽極方式は、維持管理においては外部電源方式に比べて容易である。また、経済性においても、初期の建設費は両方式に大きな差はないが、電力費やメンテナンス費用を考慮すると、流電陽極方式が経済的なことが多い。

現在では、港湾鋼構造物に関しては、古い外部電源装置をメンテナンスをしながら使っているものや、環境の変化の激しい特殊海域を除いてはほとんど流電陽極方式である¹⁾。

1.1 港湾鋼構造物の種類

電気防食の対象となる港湾鋼構造物は、主に岸壁、棧橋、護岸などの鋼矢板、鋼管矢板および鋼管杭であるが、その他海底パイプライン、沈埋函、貯蔵船なども対象となる。

1.2 港湾鋼構造物への電気防食の適用

前述したように、港湾鋼構造物に対する電気防食の適用は、アルミニウム合金陽極による流電陽極方式が大半

を占めている。

港湾鋼構造物の防食対策としては、干満帯以上に塗覆装工法、海中部および海底土中部に電気防食工法を適用する方法が最も実績があり、信頼性も確認されている。

平均干潮面 (M.L.W.L.) 以下の防食率は 90 % を標準としている。(実際には防食率 97~98 % 以上が 7 割近くを占めている。)^{1),2)}

電気防食用アルミニウム合金陽極は、2600 A・h/kg 以上の有効発生電気量を有し、-1.05 V の閉路電位 (vs. S.C.E) を維持できるものを基準とする。

陽極の耐用年数は、自由に設定できる。10 年、20 年、30 年など施設の管理の条件などにより設定しているが、最近では 40 年、50 年などの長寿命の陽極も取り付けられている。

施設の供用期間内に陽極の耐用年数を迎え、陽極の消耗が近づいたときには新しい陽極を再設置する。これを、陽極更新工事と言う。

2. 実 施 例

2.1 設 計 概 要

2.1.1 施主および施工場所 (図 1)

施 主：東京都港湾局 東京港管理事務所 殿

施工場所：江東区青海二丁目地先 青海ふ頭岸壁

2.1.2 施 工 目 的

当該鋼管矢板の、海水などによる腐食防止のために取付けられている既設のアルミニウム合金陽極が耐用年数を迎え、消耗したので陽極更新工事を行ったものである。

2.1.3 防食対象物 (既設)

第 1 バース 取付部 鋼管矢板 ϕ 1000 延長=37.87 m
第 1 バース 本岸壁 鋼管矢板 ϕ 1000 延長=300.00 m
第 2 バース 本岸壁 鋼管矢板 ϕ 1000 延長=31.57 m
(一部裏側を含む)

* 〒 104-0033 東京都中央区新川 2-5-2 (2-5-2, Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo, 104-0033 Japan)

** 交流電源を、直流電源装置により直流に変換し、海水中に設置した不溶性電極より被防食体に防食電流を強制的に連続して流す方式。

*** 被防食体よりも電位の低い金属 [鉄に対してはマグネシウム・アルミニウムや亜鉛などの合金] を電気的に接続し、両者の電位差により連続的に防食電流を流す方式。

2.1.4 防食適用範囲

コンクリートコーピング以下の海水中、石積部および海土中に接する鋼管矢板の海側表面を防食適用範囲とした。

2.1.5 防食方式

電気防食用アルミニウム合金陽極を使用した流電陽極方式。

2.1.6 防食電位

防食対象物の電位を海水塩化銀電極基準で -780 mV より卑(－)な値とする。

2.1.7 設計条件

(1) 計画防食期間：20年

(2) 防食電流密度

海水中： 0.140 A/m^2 (汚染海域のため)

石積部： 0.070 A/m^2 (汚染海域のため)

海土中： 0.028 A/m^2 (汚染海域のため)

(3) 海水抵抗率： $35\ \Omega\cdot\text{cm}$

2.1.8 防食面積

各部の防食面積を表1に示す。

2.1.9 所要防食電流

海水中： $7729.4\text{ m}^2 \times 0.140\text{ A/m}^2 = 1082.1\text{ A}$

石積中： $415.2\text{ m}^2 \times 0.070\text{ A/m}^2 = 29.1\text{ A}$

海土中： $11693.8\text{ m}^2 \times 0.028\text{ A/m}^2 = 327.4\text{ A}$

合計： 1438.6 A

2.1.10 陽極使用数量

$1438.9\text{ A} \div 3.0\text{ A/個} = 480\text{ 個}$

2.1.11 使用陽極

(1) 型名：ALAP-K H-189 A 177 型

(2) 材質：アルミニウム合金

(3) 寸法： $(120+160) \times 155 \times 1770\text{ mm}$

(4) 製品質量： 110.4 kg/個

(5) 正味質量： 102.2 kg/個

(6) 発生電流： 3.0 A/個

(7) 耐用年数：20年

(8) 設置方式：水中溶接式

2.2 施工概要

2.2.1 施工フロー

施工フローに基づき工事を行った(図2)。

2.2.2 施工要領

(a) 電位測定

防食効果確認のため、陽極取付け前及び取付け後に鋼管矢板の電位を測定した(図3)。

測定は、既設の電位測定装置を使用し、A.P. $\pm 0.00\text{ m}$ ～海底面までを1 m間隔で行った。

なお、海水塩化銀電極を使用した場合の防食電位は -780 mV より卑(－)である。

図1 案内図

表1 防食面積

対象物	防食面積 (m ²)		
	海水中	石積部	海土中
取付部	425.4	58.8	697.4
1 パース	6278.9	—	7434.9
2 パース	711.9	—	744.7
2 パース裏側	313.2	356.4	793.5
ロス電流分	—	—	2023.3
合計	7729.4	415.2	11693.8

図2 施工フロー

図3 電位測定要領図

(b) 陽極取付工

(1) 陽極加工

陽極芯金に取付金具を陸上溶接にて取り付けた。

また、陽極つり下げ用のワイヤーを取付深度に応じ取り付けした(図4)。

(2) 陽極つり下げフック取付け

鋼管矢板のA.P.+0.60m付近に陽極つり下げ用のフック(φ9丸鋼を曲げ加工)を水中溶接にて取り付けた。

(3) 陽極つり下げ

岸壁上よりラフタークレーンにて陽極を水面に下ろし、潜士によりつり下げ用フックにワイヤーを掛けてアルミニウム合金陽極を水中につり下げた。

(4) 陽極取付け

水中溶接にて所定位置に固定した(図5, 図6, 図7)。

2.3 電位測定結果

陽極取付け後、防食電位確認のため電位測定を行った

図5 陽極取付け図

(図8, 表2)。

測定前の電位は、-641~-874 mVを示していた。

ほとんどの測定箇所で、防食電位のボーダーラインの前後の電位を示し、典型的な陽極末期の電位であった(表2)。

そのことから、陽極更新時期としてはもっとも適切な時期であった。陽極取付け後は、-978~-1085 mVの電位を示し、全区間良好な防食状態となった。

使用頻度の多い重要な岸壁であるため、着船により平日はほとんど工事ができない状態で、工事は主に休日に行われた。

工場より現場付近の材料置場に陽極を搬入する(図9)。

図6 陽極配置図(部分)

図7 陽極取付け要領図

ラフタークレーンにて陽極をつり下げ水中に下ろす。潜水士があらかじめ取り付けあるつり下げ用フックにワイヤーを掛けて、陽極を所定の位置に仮固定する(図10)。

ケレン作業をした後、陽極芯金を鋼管矢板に水中溶接し、固定する(図11)。

図8 電位測定位置図

図9 陽極搬入

図10 陽極つり下げ

図11 水中溶接

参考文献

- 1) (財)沿岸開発技術研究センター：港湾鋼構造物防食・補修マニュアル，(1997)。
- 2) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(1999)。

(2000年4月12日受理)

表2 電位測定結果(単位：-mV, 上段：陽極取付前, 下段：陽極取付後)

測定位置		取付部 ー1	ビット No.1	ビット No.2	ビット No.3	ビット No.4	ビット No.5	ビット No.6	ビット No.7	ビット No.8	ビット No.9	ビット No.10	ビット No.11	ビット No.12	ビット No.13
電 位 測 定 水 深 (m)	AP±0.0	853 1001	762 1010	784 1003	846 1023	685 1008	641 1000	723 1001	709 1014	717 1009	723 1010	794 1021	763 1022	760 1018	757 1011
	APー1.0	871 1022	770 1037	797 1027	852 1051	693 1032	646 1022	731 1025	711 1043	723 1034	727 1030	808 1045	769 1045	764 1063	761 1037
	APー2.0	874 1036	756 1050	792 1037	850 1067	700 1048	652 1040	733 1040	711 1059	729 1049	726 1042	809 1063	773 1056	764 1071	761 1043
	APー3.0	872 1023	742 1041	797 1037	860 1058	715 1049	652 1043	729 1042	724 1054	744 1047	735 1043	826 1059	795 1057	760 1062	760 1042
	APー4.0	864 1003	735 1033	784 1036	853 1054	710 1048	654 1044	720 1041	711 1044	734 1047	728 1044	825 1057	781 1054	757 1053	759 1043
	APー5.0	850 984	731 1043	764 1048	814 1060	701 1056	655 1060	709 1054	705 1054	709 1059	714 1059	799 1064	764 1064	758 1062	761 1061
	APー6.0		730 1059	752 1060	799 1069	697 1066	657 1081	699 1073	702 1066	697 1072	706 1073	786 1072	758 1074	757 1071	761 1077
	APー7.0		733 1065	747 1064	789 1074	696 1072	657 1081	659 1073	700 1069	692 1065	702 1066	779 1074	755 1076	756 1071	762 1069
	APー8.0		739 1070	744 1067	786 1077	698 1072	657 1072	693 1062	703 1073	688 1055	701 1055	779 1077	754 1078	757 1070	763 1052
	APー9.0		744 1042	747 1062	786 1073	699 1061	660 1063	691 1048	707 1061	688 1055	699 1054	781 1076	755 1075	760 1078	765 1053
	APー10.0		747 1042	751 1048	792 1046	703 1044	661 1042	691 1030	713 1038	687 1085	702 1059	797 1068	759 1070	763 1082	769 1058
	APー11.0		748 1030	755 1041	801 1035	711 1029	666 1025	692 1013	720 1018	709 1075	706 1056	793 1055	763 1054	766 1068	770 1053
	APー12.0			777 1037	800 1028	712 1023	667 1013	694 1001	724 1007	701 1066	705 1043	788 1045	766 1046	762 1054	775 1037
	APー13.0														777 1022
		海底面	841 978	749 1024	757 1036	800 1025	713 1022	669 1007	694 994	733 1001	711 1051	710 1032	792 1043	764 1044	768 1049