

厳しい腐食環境における大鳴門橋多柱基礎の防食

本州四国連絡橋公団 正会員 角 和夫
 本州四国連絡橋公団 正会員 山田郁夫
 本州四国連絡橋公団 正会員 杉町直明

1. はじめに

大鳴門橋は、「うず潮」で有名な鳴門海峡の淡路島と鳴門市を結ぶ吊橋(橋長 1629m)で昭和 60 年に完成した(写真-1)。本橋は、本州四国連絡橋の中で唯一外洋に面していることから年間を通して風・波浪などの影響を強く受ける環境にある。

本橋の主塔基礎には、多柱基礎工法を採用している。この理由は、潮流に対する影響を軽減すること、掘削による汚濁水を海中に流出させないこと、を目的としたためである。この多柱基礎は、RC 杭(7m 及び 4m)として設計され、その外周には施工用のケーシング鋼管を配置している。阪神大震災後、本州四国連絡橋の新しい照査用地震動で基礎の耐震照査を行った結果、7m 杭についてはケーシング鋼管を耐震補強部材(帯鉄筋換算)として考慮する必要が生じ、このことからケーシング鋼管を防食することとなった。

防食工法は、海中部は電気防食工法、干満帯部はペトロラム工法、飛沫帯部は水中施工型ライニング工法を採用した。

本論文では、腐食環境の特に厳しく、かつ急潮流下で実施した主塔多柱基礎の防食工法ならびに防食工事の概要について報告する。



写真 1 大鳴門橋 (S 60 年完成)



写真 - 2 多柱基礎外観

2. 防食工法

防食工法及び防食範囲を図-1に示す。防食工法は、施工部位(海中部、干満帯部、飛沫帯部)毎に施工性、耐久性及び経済性について総合評価して決定した(表-1)。以下にそれぞれについて示す。

(1)海中部 電気防食工法(流電陽極、外部電源)や電着工法が考えられる。関空連絡橋やアクアラインの海中橋脚での豊富な施工実績やLCCにおいて優れる電気防食工法(流電陽極方式)を選定した。

仕様は次の通り。

防食電位； -780mV 以下(海水塩化銀電極法)

耐用年数； 50 年 使用陽極；アルミニウム合金 数量； 52 個

(2)干満帯部 鋼管杭の防食工法として実績の豊富なペトロラム工法を主として検討した。比較検討対象は、表-1に示す通り。

検討の結果、施工性、耐久性、経済性において最も優れるペトロラム工法(保護加付)を選定した。保護加付の材質は、一般的にはFRP等の強化プラスチックが採用されているが、本基礎には長期耐久性が期待できかつ経済的となる珚加付を採用した。

仕様は次の通り。

保護加付；珚(t=1mm) 保護層；発泡ポリエレンシート(t=10mm) 防食層；ペトロラム(シート+ペスト)

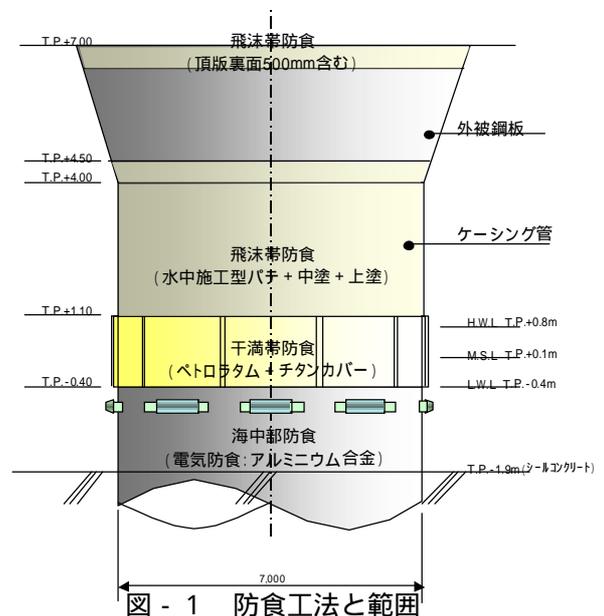


図 - 1 防食工法と範囲

キーワード：主塔基礎、防食工法、電気防食、ペトロラム工法、防食工事

連絡先：〒772-0053 鳴門市鳴門町土佐泊浦字大毛 18、TEL 088-687-2166、FAX 088-687-2160

(3)飛沫帯部 気中部の施工となることから塗装工法を前提として検討を行った。比較検討対象は、表-1の通り。水中施工型ライニング[®]以外の工法は次に示す理由から不採用とした。素地調整は1種ケレンが最低限必要 施工機材が大がかりでコストが高い 飛沫を常時受ける環境下で養生設備が多くなる ほぼ健全な鋼に溶射(当初塗装)を1種ケレンで取除くより、防食層として期待することがベストである。これに対し水中施工型ライニング[®]は、3~4種ケレンで十分な付着力を発揮し、他工法に比較して経済的となる。仕様は次の通り。

素地調整；ISO St2以上(パワーツール) 第一層；水中施工型[®] 杉樹脂塗装(t=3mm以上)
第二層；[®] 杉樹脂塗料中塗(30μm) 第三層；ふっ素樹脂塗料上塗(25μm)

表-1 防食工法の比較検討結果

比較項目		適用部位	施工性評価	耐久性評価	経済性評価	総合評価
飛沫帯のみ 施工可能	ウレタンエラストマーライニング	飛沫帯				
	ポリウレタ樹脂ライニング	"				
	超厚膜型ライニング	"				
	常温金属溶射	"				
飛沫帯・干満帯 に施工可能	水中施工型ライニング	飛沫帯				採用
		干満帯			×	×
	ペトロラタム+FRPカバー	干満帯				
	ペトロラタム+チタンカバー	"				採用
	モルタルライニング	"	×			

3. 防食工事

海中部及び干満帯部の防食工事は、水中作業(潜水土)を伴うことから現地潮流条件に大きく左右される。潮流条件は、速度1ノット程度以下、大潮を除く中潮・小潮での施工とした。施工の手順を以下に述べる。

3.1 施工手順

- (1)海中部(電気防食工法) 3種ケレンによる付着物搔落とし 陽極取付部材のケシング管への溶接 陽極取付 電位の確認、という順番となる。
- (2)干満帯部(ペトロラタム+チタンカバー[®]-工法) 3種ケレンによる付着物搔落とし ポルト付帯鋼のケシング管への溶接 チタンカバー[®]-取付(ヤードにて、チタンカバー[®]-の内面に発泡ポリレンソート、ペトロラタムテープ、ペトロラタム[®]-シートを貼付) 下端固定金具取付 上下端部シーリング([®]杉樹脂パテ)、という順番となる。
- (3)飛沫帯部(水中施工型ライニング[®]) 水洗い 3~4種ケレン 水中施工型[®] 杉樹脂パテの手塗 水洗い [®]杉樹脂塗料中塗 水洗い ふっ素樹脂塗料上塗、という順番となる。水洗い時の付着塩分の規定値は、「公団保全管理要領・塗替塗装」による20mg/m²以下とした。



写真-3 チタンカバー設置状況

3.2 施工における改善等

現地作業は、潮流の転流時期(1ノット程度以下)の1~2時間を利用することになる。このため現地作業を極力少なくする為の改善・工夫を行った。本施工における改善点を以下に述べる。

- (1)防食材料等(ペトロラタム[®]-シートやポリレンソート)と保護カバー[®](チタンカバー[®])をヤードにて一体成型した後、設置することで工程を大幅に短縮した。従来は、水中作業等によりペトロラタムの塗布や保護カバー[®]の設置を行っていた。
- (2)太径鋼管(7m)での施工実績は無かった。防食を確実にを行う為には、チタンカバー[®]-の十分な締込みと、これにより腐食発生や進展の原因となる隙間を無くす必要があった。このため、外周長21mのケシング管に対して、2mのチタンカバー[®]-を10枚接合する構造とし、それぞれのパル間はチタンの長締めボルトを使用することで可能となった。

4. おわりに

多柱基礎の防食工法は、既往の実績、試験施工結果、現地条件、耐久性、施工性、工費(LCC含む)等を総合的に勘案して決定した。耐久性の面からは、昨年襲来した超大型台風による波浪や流木の衝突等の洗礼を受けたが全く損傷は確認されなかった。本工法による施工の改善等が今後の同種工事で適用されれば幸いである。