

海洋環境下に 30 年間暴露した PCT 桁の塩分浸透と鉄筋腐食

- (一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

(一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

(一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

(国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター

(国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター
- 正会員

正会員

正会員

正会員

正会員
- 青山 敏幸

岩本 靖

山田 雅彦

櫻庭 浩樹

佐々木 厳

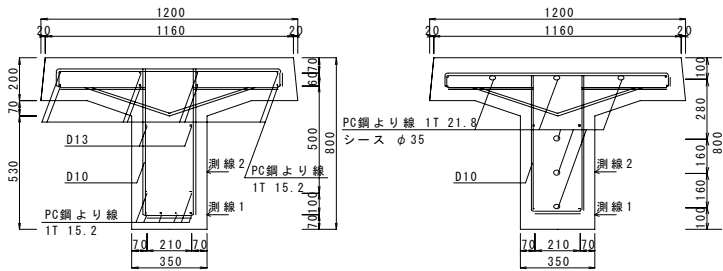
1. はじめに

防食等による海洋構造物の耐久性向上技術の開発を目的として、1982 年(昭和 57 年)から建設省土木研究所(現国立研究開発法人土木研究所)は、「海洋構造物の耐久性向上技術に関する研究」として(社)鋼材倶楽部(現(社)鉄鋼連盟)、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会および(財)土木研究センターと共同で駿河湾に位置する海洋技術総合研究施設を用いた長期暴露試験を実施し、土木研究所とプレストレスト・コンクリート建設業協会は、飛沫帯および干満部のコンクリート構造物の防食技術に関する研究を担当している。本稿では暴露開始から 30 年経過した各種の暴露供試体のうち、PCT 桁の電気化学的測定、コンクリート中への塩分浸透状況、内部鉄筋の目視観察の調査結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体の概要

暴露した PCT 桁の形状・寸法を図-1 に示す。供試体は、高さ 800mm、全長 5m のプレテンション方式の PCT 桁(以下、プレテン桁と称す)とポストテンション方式の PCT 桁(以下、ポステン桁と称す)の 2 種類である。プレテン桁のかぶり厚は 50mm、ポステン桁のかぶり厚は 70mm である。コンクリートの配合を表-1 に示す。プレテン桁の設計基準強度は 50N/mm² で W/C は 38% ポステン桁の設計基準強度は 40N/mm² で W/C は 45% である。



(2) 暴露環境

供試体は、静岡県駿河湾の沖合 250m に位置する海洋技術総合研究施設に昭和 58 年から暴露している。供試体の暴露状況を写真-1 に示す。供試体は、海面から約 8.9m の高さに位置する第 2 デッキにて暴露を行った。

(3) 調査項目

暴露 30 年において、鋼材の電気化学的測定として自然電位と分極抵抗の測定、コンクリート中の塩分浸透状況、鋼材の目視観察を実施した。

3. 実験結果と考察

(1) 鋼材の自然電位および分極抵抗

軸方向のスターラップ位置を対象として、可搬式の照合電極により測定した自然電位の測定結果を図-2 に、分極抵抗の測定結果を表-2 にそれぞれ

a) プレテンション方式 b) ポステンション方式
図-1 供試体の形状・寸法
表-1 コンクリートの配合

供試体名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
プレテン桁	38	40	158	420	713	1123
ポステン桁	45	39	162	360	699	1152

セメントは早強ポルトランドセメントを使用



写真-1 海洋技術総合研究施設

キーワード 海洋暴露, 30 年, PCT 桁, 塩分浸透, 自然電位, 分極抵抗

連絡先 〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24 晴海センタービル 3F TEL 03-6385-8054

示す。自然電位の測定は図-1 に示す測線 1, 測線 2 の箇所とした。図-2 に示す結果から、全ての箇所において ASTM の判定基準¹⁾の「90%以上の確率で腐食なし」の値を示した。同様に分極抵抗の測定結果も、CEB の判定基準からは「不動態状態」の領域($130\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以上)にあることから、鋼材の腐食は生じていないものと推察される。

(2) 塩分浸透状況

コンクリート表面からの距離と塩化物イオン濃度の関係を図-3 に示す。図には、測定結果をもとにフィックの拡散方程式から算出した塩化物イオンの見掛けの拡散係数を用いた場合の近似曲線と、コンクリート標準示方書²⁾における拡散係数の推定式を用いた場合の曲線を示す。ここで、示方書の推定式は早強セメントにおける推定式が明示されていないため、普通セメントの見かけの拡散係数の推定値を用いた。測定結果から算出した見かけの拡散係数は、プレテン桁で $0.0313\text{cm}^2/\text{年}$ 、ポステン桁で $0.1066\text{cm}^2/\text{年}$ であり、水セメント比の低減により見かけの拡散係数も小さく、現段階では鋼材位置には塩化物イオンが到達していないものと推定された。また両供試体ともに、コンクリート標準示方書の見かけの拡散係数の推定式に比べると非常に小さい値を示した。

(3) 鋼材の目視観察

プレテン桁について、コンクリートからスターラップおよび PC 鋼より線をはつり出した状況を写真-2 に示す。写真に示すように、スターラップ、PC 鋼より線ともに腐食は生じておらず健全な状態であった。

4. まとめ

海洋環境下において、30 年間暴露した PCT 桁について調査を行い、以下の結果を得た。

- (1) 電気化学的測定の結果から、暴露している PCT 桁の鋼材の腐食は生じていないものと推察され、塩分浸透試験でも鋼材位置には塩化物イオンが到達していないものと推定された。またプレテン桁の鋼材の目視観察では、スターラップ、PC 鋼より線ともに健全な状態にあることを確認した。
- (2) ポステン桁に比べてプレテン桁は、水セメント比の低減により塩化物イオンの見かけの拡散係数は小さい傾向を示した。

謝辞

本研究に携わられた関係各位および海洋技術総合研究施設を長期間にわたって維持管理していただきありがとうございます国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) ASTM C 876 : Standard Test Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing in Concrete
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕2013 年制定

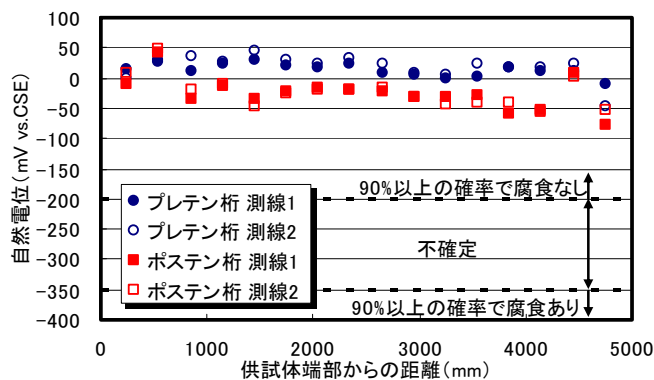


図-2 自然電位の測定結果

表-2 分極抵抗の測定結果

	測線 2-1	測線 2-2	平均値
プレテン桁	307	387	347.0
ポステン桁	203	288	245.5

単位： $\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$

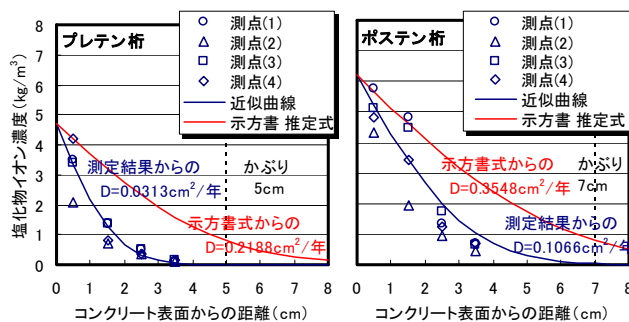


図-3 塩化物イオン濃度の測定結果



写真-2 はつり調査の結果