

43 年間供用された PC バージの耐久性調査報告

大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正 会 員 ○俵積田 新也
大成建設（株）技術センター エグゼクティブフェロー フェロー会員 丸 屋 剛
大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 フェロー会員 坂 本 淳
大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正 会 員 直 町 聡 子

1. はじめに

1970 年代、日本国内では将来の海洋開発に向けた海洋コンクリート構造物に関する研究開発が盛んに実施されてきた。その中で、弊社では新しい海洋構造物へのアプローチとして 1977 年にプレストレストコンクリートバージ “C-BOAT500”（以下、PC バージと称す）を建造した¹⁾。本稿では、2020 年に供用期間 43 年となった PC バージに対して実施した、強度、塩化物イオン濃度、中性化深さの測定結果を報告する。

2. PC バージ概要

本研究で調査を実施した PC バージは千葉市で建造され、1 年後に香川県坂出市へ曳航され 2020 年まで香川県内で浮き桟橋として供用された。当 PC バージについては建造後 7.5 年に強度および耐久性の調査²⁾が行われており、以降には当時の調査結果も今回の調査結果と併せて示す。PC バージの側面はエポキシ系の樹脂で塗装されており、甲板部ではスケーリングが生じたため 2010 年頃にアスファルトで表面保護が行われているが、それ以前はコンクリート表面が露出した状態であった。

表－1 PC バージ概要

主要寸法	37.0×9.0×3.1m
縦方向	プレストレストコンクリート構造 (シングルストランドVSL工法, 19本よりφ17.8mm)
横方向	鉄筋コンクリート構造
工法	主要部:プレキャストブロック, 船主・船尾:現場打ち
甲板	部材厚100mm, D6@メッシュ, かぶり12mm
側面	部材厚120mm, 縦:D10@75, 横:D6@50, かぶり20mm



写真－1 PC バージ全景 (2020 年調査前撮影)

PC バージの全景と概要を写真－1 および表－1 に、使用したコンクリートの配合を表－2 に示す。部材厚さやかぶりを薄くしたほか、軽量骨材を用いてコンクリートの単位容積質量を 1.8t/m³ とすることで、構造物の軽量化が達成されている。また、高強度・高耐久性を確保するため、水セメント比を 35%にし、品質管理・工期短縮等を目的にポストテンション方式の PC 構造物とした。

3. 試験結果

はじめに、外観調査および研り出しによる鋼材腐食状況の確認と、研り出し面にフェノールフタレイン溶液を噴霧し中性化深さの調査を実施した。その後、供用条件の異なる気中部（甲板）、飛沫帯、海中部（共に側面）の各部 3 か所から φ50×100mm 程度のコアを各々2 本ずつ採取し、圧縮強度、中性化深さ、塩化物イオン濃度を測定した。コアの採取箇所を例を写真－2 に示す。採取箇所は 7.5 年時の採取箇所と近い箇所を選定した²⁾。

写真－2 コア採取箇所の例



表－2 配合²⁾

配合強度 (kgf/cm ²)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)
500	5	16±4	2.5±1	35	44.5
単位量 (kg/m ³)					
水	普通ポルトランド セメント	細骨材 川砂	細骨材 軽砂	粗骨材 軽砂利	混和剤 (l/m ³)
175	500	105	420	595	5

キーワード PC バージ, 浮体式海洋構造物, 耐久性調査, 軽量コンクリート

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7228

す。飛沫帯では鉄筋に軽微な腐食が認められた程度であり、海中部では鉄筋、シース管に腐食は確認されず健全な状態を維持していた。また、シース内部のグラウト充填状況は良好であり、PC 鋼材に腐食は認められなかった。

図-1に示す供用期間7.5年と43年における圧縮強度試験結果より、強度について経年劣化は認められなかった。中性化深さについて、供用期間7.5年、43年のいずれにおいても0mmであり、躯体の中性化は確認されなかった。

図-2に供用期間7.5年と43年における塩化物イオン濃度の測定結果を、図-3に測定結果よりJSCE-G 573に準拠して算出した表面塩化物イオン濃度 C_0 と塩化物イオンの見掛けの拡散係数 D_{ap} を示す。また、写真-4に塩化物イオンの測定に用いた、飛沫帯で採取されたコア表面の状況を示す。海中部では塩化物イオンの浸透は僅かであったが、気中部と飛沫帯では表面から数十mmまでの浸透が確認された。この場合には発錆条件となる塩化物イオン量（コンクリート標準示方書³⁾で 2.4kg/m^3 ）を超える値であったが、鉄筋は軽微な腐食に留まっていた。緻密な配合仕様により水や酸素の供給が抑制された事に加えて、フルプレストレス設計により供用中のひび割れが抑制された事が発錆状態に影響していると考えられる。また、樹脂塗装がほぼ残存している飛沫帯-3は、塗装が残存していない飛沫帯-1、2より塩分浸透が進行していない結果であり、表面塗装による塩分浸透に対する抵抗性も確認された。

4. まとめ

建造後43年間、洋上で供用されたPCバージの耐久性を調査した。全体的には顕著な劣化・損傷や強度低下、中性化も認められず、最も厳しい条件下にあった飛沫帯部における鋼材の腐食も軽微な状態に留まっていたことから、PCバージの耐久性は良好な状態であると判断された。

謝辞 今回の調査実施に際し、三豊市役所、エンジニアリング協会、ならびに(株)山下建設の関係者の皆様には多大なるご協力を頂きました。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小林理市ほか: コンクリートバージ C-BOAT500 の建造, コンクリート工学, Vol.16, No.11, pp20-26, 1978.11
- 2) 野口憲一ほか: PCバージの耐久性調査報告, コンクリート工学, Vol.25, No.6, pp30-39, 1987.6
- 3) 土木学会: 2017年制定 コンクリート標準示方書 [設計編], 2017



(a) 飛沫帯



(b) 海中部

写真-3 鋼材錆り出し状況

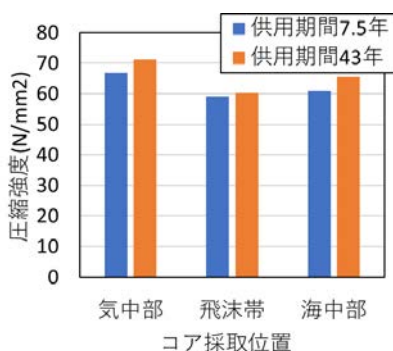


図-1 圧縮強度試験結果

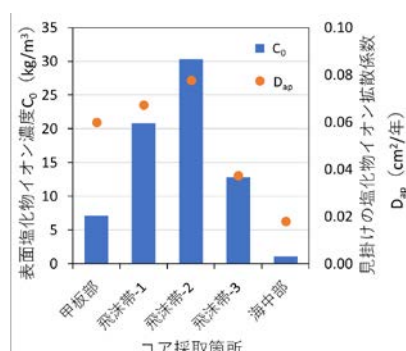


図-3 表面塩化物イオン濃度 C_0 と見掛けの拡散係数 D_{ap}

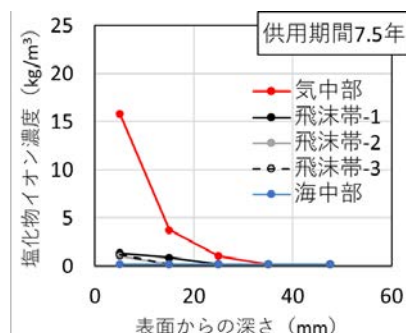
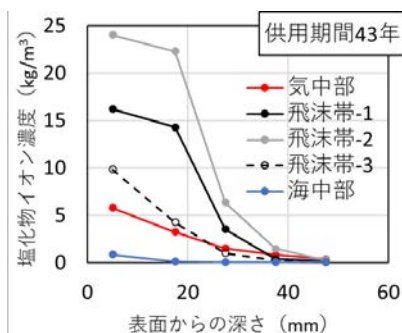


図-2 塩化物イオン濃度測定結果



(a) 飛沫帯-1



(b) 飛沫帯-2



(c) 飛沫帯-3

写真-4 コア表面 (飛沫帯)