

供用後 45 年を経過した蒸気養生 PC 桁のコンクリートの耐久性

前田製管(株) 正会員 ○小林 忠司
マエタ エコ ケア(株) 西山 大志
山形県立新庄神室産業高等学校 中村 裕
独立行政法人土木研究所 正会員 河野 広隆

1. 目的

昭和 32 年(1957 年), 山形県酒田市の市街地を流れる新井田川に, プレテンション方式のプレストレスコンクリート桁(以下, PC 桁と記述)を用いた歩道橋(以下, 前田橋と記述)が架設された。架設後 45 年を経過した平成 14 年, 橋の老朽化が懸念され, 撤去・架替えが行われることとなった。

本稿では, 撤去後の PC 桁コンクリートの材料試験を実施し, その耐久性を評価することを目的とした。

2. 前田橋および PC 桁の概要

前田橋は海岸から約 3km のところに位置していた。冬季には北西からの強い季節風により, 河川水や海からの飛来塩分が供給され, また酒田の年平均気温は 12.3℃と低く, コンクリート構造物にとって厳しい環境条件に立地していた。

橋長は 50m, 4 径間単純桁(支間 12.5m)の構造形式であった。橋脚には $\phi 300\text{mm}$ の遠心力鉄筋コンクリート基礎杭(JIS A 5310-1955)が使用されていた。本橋の PC 桁断面を図 1 に示す。

この PC 桁は, 二次製品工場で製造したもので, 普通ポルトランドセメントと川砂利・川砂を使用し, 混和剤は使用せずに強制練りミキサで練り混ぜ(スランプ 4cm 程度), 打設後 60℃程度で蒸気養生を行い, 脱型後には材齢 2 週間(出荷時)まで水中養生したという。

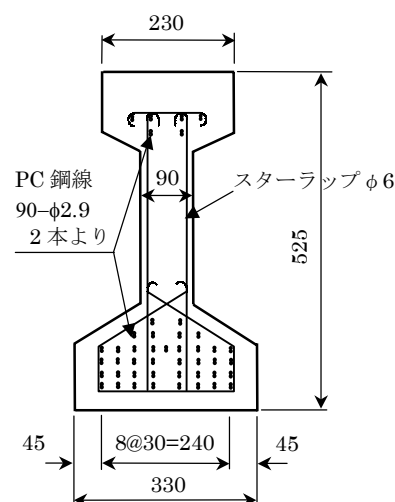


図 1 PC 桁の断面図

3. 試験項目及び方法

試験項目及び試験方法を表 1 に示す。試験では 2 径間目の PC 桁 2 本(上流側と下流側)を対象とし, PC 桁のウェブ(厚さ 90mm)から採取したコアを供試体とした。圧縮強度, 静弾性係数及び中性化深さの試験では $\phi 75 \times 90\text{mm}$ のコアを, 配合推定及び塩分量の試験では $\phi 100 \times 90\text{mm}$ のコアをそれぞれ使用した。

圧縮強度は, コア長が直径の 2 倍に満たないため, 強度値は JIS A 1107 により長さ補正を行った。圧縮試験時の縦ひずみの測定は, 長さ 60mm のストレインゲージを使用した。塩分浸透量は, コア供試体の両端面から 10mm, 15~25mm, 40~50mm(コア中心部)の合計 5 箇所について測定を行い, ウェブの厚さ方向における塩分の濃度分布を調査した。

表 1 試験項目及び方法

試験項目	試験方法
外観観察	目視による
鉄筋腐食	かぶりコンクリートをはつて目視
圧縮強度	JIS A 1108 に準拠
静弾性係数	JIS A 1149 に準拠
配合推定	セメント協会法 (F-18)
中性化深さ	フェノールフタレイン 1%アルコール溶液をコア供試体の割裂面に噴霧
塩分浸透量	電位差滴定法 (JCI-SC4)

4. 調査結果

4.1 外観観察及び鉄筋腐食

表面のペーストが剥離し, 細骨材が露出している箇所が一部見られたが, 凍害や塩害などによる錆汁やひび割れなどの目立った劣化は認められなかった。各桁について 2 箇所ずつ PC 鋼線及びスターラップ筋の腐食状況を確認したが, 腐食は全く認められなかった。

キーワード PC 桁, 耐久性, 圧縮強度, 中性化深さ, 鉄筋腐食, 塩分浸透量

連絡先 〒998-8611 山形県酒田市上本町 6 番 7 号 前田製管(株) TEL 0234-23-5115

4.2 圧縮強度及び静弾性係数

圧縮強度及び静弾性係数の結果を表2に示す。圧縮強度は約80N/mm²を示し、JIS 5313-1959（スラブ橋用プレストレストコンクリート橋ゲタ）による設計基準強度49.0N/mm²と比較すると、十分な圧縮強度を有しているといえる。また、静弾性係数は約40kN/mm²であり、圧縮強度と静弾性係数との関係について土木学会の予測値と照らし合わせてみると、静弾性係数が若干高めに現れているようである。

コア供試体の切断面を観察すると、粗骨材の形状は丸く、最大寸法は10～15mm程度であることが認められた。また、直径2～5mmの空隙が多く見られたことから、硬練りのコンクリートが打設されたものと推察される。

4.3 配合推定

配合推定の結果を表3に示す。水セメント比は、上流側で33.0%、下流側で35.4%とほぼ同等の値を示した。これらの値は圧縮強度の試験結果から見ても妥当性のあるものと考えられる。また、これらの水セメント比は長生橋に利用されたPC桁の配合推定の結果¹⁾とも一致する。

4.4 中性化深さ

中性化試験は、各桁について2本のコアを採取して実施したが、いずれの供試体も中性化は認められなかった。

4.5 塩分浸透量

ウェブの厚さ方向における塩分の濃度分布を図2に示す。なお、図中の0cmは下流側表面に、9cmは上流側表面に対応する。

上流側及び下流側のいずれの桁についても、表面から20mm（スターラップ筋位置）より深いところの塩分量は、鋼材腐食発生限界濃度である1.2kg/m³を下回っていることが認められた。表面近傍の塩分量は上流側表面よりも下流側表面の方が高く、また、上流側の桁よりも下流側の桁の方が内部に浸透している塩分量が高い傾向にあることが認められた。すなわち、塩分は下流方向（南西方向）から飛来し桁に付着したものと推察される。

ウェブ中心の塩分量が0.3 kg/m³及び0.6kg/m³と比較的高い値を示したが、これはウェブの両側面から浸透した塩分が中心部にまで到達したためと考えられる。

5. まとめ

供用後45年を経過した蒸気養生PC桁のコンクリートは、比較的高い塩分が浸透していたものの、中性化はほとんど認められず、鉄筋腐食は皆無であった。また、コンクリートの水セメント比は40%以下であることが推測され、圧縮強度も約80N/mm²と十分に高い値を示している。以上のことから、本PC桁は45年の供用期間を経ても健全な状態を確保していたといえる。

参考文献

- 1) 小間前亮一，西垣義彦，竹腰勇ノ介，鳥居和之：わが国で最初のPC橋（長生橋）の解体調査とPC桁の載荷試験，プレストレストコンクリート，Vol.44，No.5，pp.39-46，2002.

表2 圧縮強度及び静弾性係数の結果

桁の種類	圧縮強度(N/mm ²)		静弾性係数(kN/mm ²)
	測定値	補正值	
上流側	89.8	82.8	42.0
	8.8*	8.3*	2.4*
下流側	87.0	80.0	40.2
	5.6*	5.1*	1.9*

供試体6本により評価， *下段数値は標準偏差

表3 配合推定の結果

桁の種類	単位容積質量(kg/m ³)	W/C(%)	単位水量(kg/m ³)	セメント量(kg/m ³)	骨材量(kg/m ³)
上流側	2414	33.0	163	492	1759
下流側	2390	35.4	148	418	1824

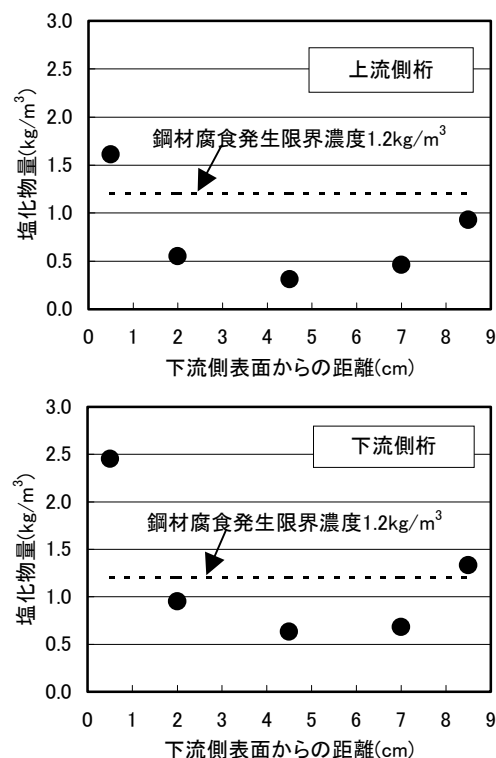


図2 塩分の濃度分布