

わが国で最初のプレテンションT桁橋のコンクリートの耐久性調査

金沢大学大学院 学生員 佐々木浩文 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之
 (株)ピー・エス土木技術部 大浦 隆 (株)ピー・エス土木技術部 森 拓也

1. はじめに

泰平橋(昭和 27 年完成、石川県七尾市)はわが国で最初のプレテンション方式の T 桁橋である。泰平橋は河川改修に伴い平成 12 年 8 月に撤去されたが、泰平橋に関する設計図書は残っておらず、コンクリートの配合や施工方法は不明であった^{1), 2)}。七尾港湾付近に位置する泰平橋は、約 50 年間塩分環境下にさらされていたにもかかわらず、撤去桁の外観調査ではひび割れや鉄筋腐食などの損傷は見られなかった。本研究は、わが国で最初のプレテンション方式の T 桁橋(泰平橋)で使用されたコンクリートの特徴について耐久性の観点より検討したものである。

2. 調査概要

泰平橋の耳桁および中桁から採取したコンクリートコア(50mm)を使用して、コンクリートの配合推定、圧縮強度、静弾性係数、超音波パルス速度などの力学的試験、コンクリートの水和生成物や内部組織の各種分析など、を実施した。また、コンクリートの中性化および塩分の浸透状況と T 桁の PC 鋼線の腐食状況との関係について検討した。

3. 調査結果および考察

3.1 配合推定

コンクリートの配合推定の結果を表-1 に示す。配合推定により求めたコンクリートの水セメント比は 33%であった。また、コンクリートの単位体積重量は 2460kg/m³ と現在のコンクリート(2350kg/m³)と比較して大きな値であった。これらの結果は、泰平橋の T 桁には低水セメント比のコンクリートが使用され、丁寧な施工で製造されたことを裏付けている。

表-1 コンクリートの配合推定の結果(セメント協会法)

単位体積重量 (kg/m ³)	水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)		
		水	セメント	骨材*
2460	33	144	438	1878

*川砂(富山県常願寺川又は庄川産)及び
 玉砂利(富山県宮崎海岸産、最大寸法 15mm)

3.2 強度特性と内部組織

コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係を図-1 に示す。泰平橋から採取したコンクリートコアの圧縮強度の平均値は 65.6N/mm² であり、静弾性係数の平均値は 46.9kN/mm² であった。図-1 に示すように、圧縮強度に対する静弾性係数の値は現在の道路橋示方書での値と比較するとかなり大きな値となったが、圧縮強度と静弾性係数の関係を良質な骨材が使用されていた建設当時の示方書(昭和 36 年 PC 設計施工指針)と比較するとその直線上にあり、劣化が生じなかった T 桁の値として妥当なものであることが確認された。また、T 桁の切断面を観察したところ、良質の川砂および玉砂利が使用されており、下フランジの PC 鋼線の周囲のモルタルは密実に充填されていた。蛍光顕微鏡による界面組織の観察結果を写真-1 に示す。骨材とセメントペーストの界面には遷移帯が存在せず、緻密な界面組織が形成されていた。これは、打設時にブリージングがほとんど発生しな

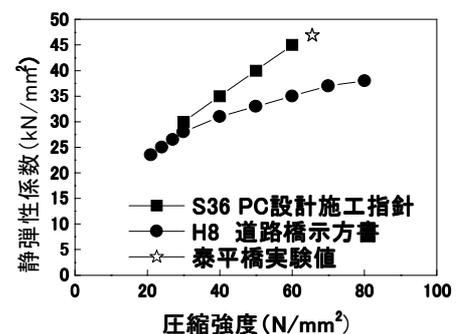


図-1 圧縮強度と静弾性係数の関係

キーワード: プレストレストコンクリート橋、歴史的橋梁、解体調査、耐久性、塩分含有量

金沢大学工学部 〒920 8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 TEL.076-234-4620 FAX.076-234-4632

かったため、セメントペーストと骨材の界面に遷移帯が形成されず、異方性のないコンクリートが製造されていたことを裏付けている。コンクリートコアの細孔径分布の測定結果を図-2に示す。本試験の結果より、全細孔容積は0.1ml/mlと非常に小さく、緻密なセメントペースト組織であることが分かる。また、0.05~0.1 μm の細孔量が比較的少ないことから、耐久性にも優れているものと推察された。

以上の結果より、泰平橋のコンクリートは良質な骨材が選別され、丁寧に締め固められたので、圧縮強度および静弾性係数ともに大きな値を示し、建設から約50年経過したにもかかわらず劣化が生じていなかったようである。

3.3 自然電位およびPC鋼線の目視調査

耳桁を使用して実施したPC鋼線の自然電位の測定結果(飽和カロメル電極使用)を図-3に示す。PC鋼線の自然電位の値は、非腐食領域と判定される規準値(-126mV)より貴側の値を示しており、腐食の可能性は低いと推察された。自然電位の測定結果を確認するため、PC桁の下面をはつり取りPC線の腐食状況を目視で観察した。その結果、PC鋼線およびスターラップ筋の腐食は全く観察されず、健全な状態を保っていた。

3.4 中性化深さおよび塩分浸透状況

海側に位置する耳桁のT桁断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧した結果、いずれの箇所でも中性化は認められなかった。また、コンクリートへの塩分の浸透状況を図-4に示す。塩分含有量の測定に用いたコアはT桁の上面、海水に浸漬する下面およびウェブより採取した。ウェブおよび桁下面では、表面部で高い塩分濃度を示したが、2cmより内部には塩分がほとんど浸透しておらず、PC鋼線の位置(3cm)に塩分は到達していなかった。また、T桁上面では舗装の影響もあり、表面の塩分は少なく、内部への浸透は見られなかった。

4. まとめ

本調査の結果より、泰平橋のコンクリートは耐久性の点で非常に優れていたと言える。泰平橋のT桁は水セメント比が33%の高強度コンクリートで製造されており、建設から約50年経過したにもかかわらず、コンクリートの圧縮強度および静弾性係数は全く低下していなかった。また、コンクリート組織は非常に緻密であったため、中性化はほとんど認められず、塩分の浸透も抑制されていた。PC鋼線の腐食に関しては、良質な川砂および川砂利が使用され、丁寧に施工されていたので、中性化および塩分浸透の影響を受けておらず、PC鋼線は健全であった。結論として、良質な材料の選択、入念な施工および技術者の努力と熱意により、PC構造物は高耐久性を保持できることが実証できた。

【参考文献】

- 1) 洞庭 謙: P C 工事初期の思い出、土木施工(増刊号)、pp231-235, 1964.11.
- 2) 吉田 宏彦: プレストレストコンクリートの発展、セメント・コンクリート、No.77、pp.2-15、1953.7.

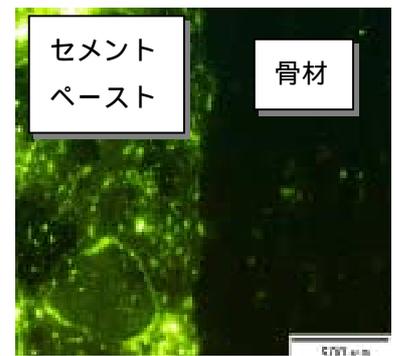


写真-1 骨材の界面組織

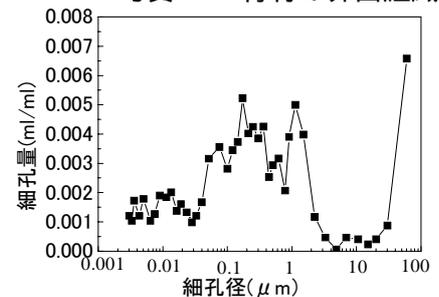


図-2 細孔径分布の測定結果

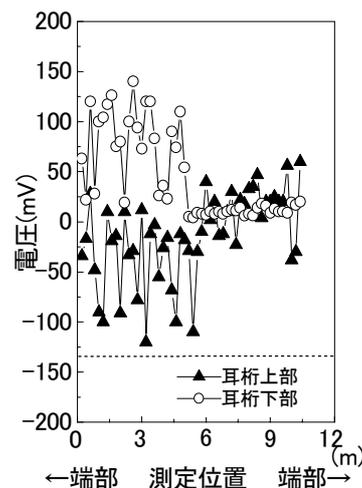


図-3 自然電位の測定結果

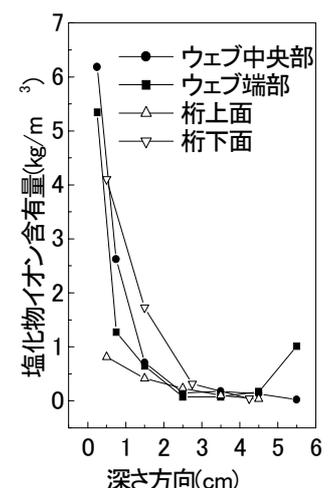


図-4 塩分の浸透状況