

供用 80 年を超える橋梁の構造調査及びコンクリート調査報告

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○芳賀 堯
同上 フェロー会員 森 康晴, 正会員 脇阪 大地, 正会員 樋口 祐治

1. 検討概要

1932 年に竣工し、完成図が残っていないコンクリート橋 2 橋で、主桁下面に広範囲のうきや橋軸方向のひびわれが確認されたことから、塩害調査として主桁の一部をハツったところ、主桁内部に引張鉄筋が配置されておらず H 鋼が埋設されていることが判明した。交通供用下で実施した、主桁構造を把握するための構造調査と、損傷原因を推定するためのコンクリート調査について報告する。

表 1 対象橋梁諸元

	A 橋	B 橋
完成年	1932 年(昭和 7 年)	1932 年(昭和 7 年)
供用年数	89 年(2021 年現在)	89 年(2021 年現在)
上部工形式	単純コンクリート桁橋(詳細不明)	単純コンクリート桁橋(詳細不明)
下部工形式	重力式橋台 2 基	重力式橋台 2 基
橋長(m)	6.50m	6.60m
全幅員(m)	8.75m	7.55m
設計活荷重	12t 1 等橋	12t 1 等橋
適用示方書	大正 15 年 道路構造に関する細則案	大正 15 年 道路構造に関する細則案
交通量	3,969 台(2015 年 昼間 12 時間)	3,969 台(2015 年 昼間 12 時間)
交差物件	河川	河川
補修履歴	2000 年: 上部工補修(断面補修、ひびわれ注入、鋼板接着、表面保護塗装)、下部工補修(胸壁断面修復)	2000 年: 上部工補修(断面補修、ひびわれ注入、表面保護塗装)、伸縮装置補修

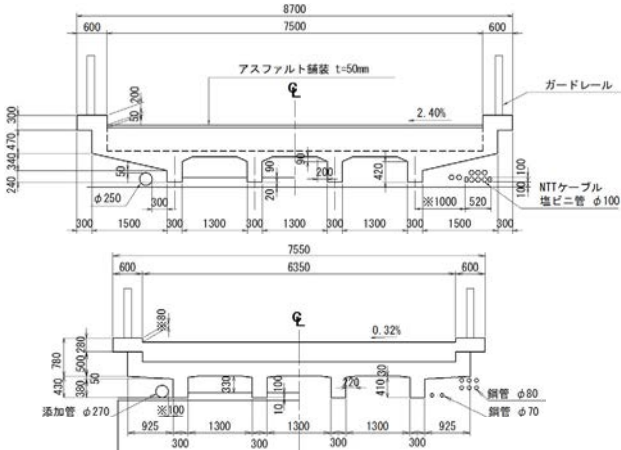


図 1 上部工断面図(上:A 橋, 下:B 橋)

2. 調査方法

(1) 構造調査 対象橋梁は完成図が残っておらず、過去に実測による復元図が作成されている(図 1)。ただし、舗装厚、床版厚、主桁高、H 鋼寸法が不明であることから、上部工構造を把握するため表 2 に示す調査を行った。

(2) コンクリート調査 主桁下面のうき、ひびわれの原因を推定することを目的として、塩化物イオン濃

度、中性化深さ、はつり調査による鉄筋腐食状況確認、コアの圧縮強度試験を行った。

表 2 構造調査内容

調査項目	調査目的	調査方法
①路面からの電磁波レーダー探査	H 鋼平面位置出し(コア削孔位置出しのための試行調査)	車載式電磁波レーダーで路面を走行、画像解析により鋼材位置推定
②小径コア削孔による部材厚計測	床版厚、主桁高、舗装厚、H 鋼位置の把握	舗装を一部切削し、外桁直上、中桁直上、床版支間部で鉛直下向きにφ25mm コアを削孔。桁下で H 鋼付近を削孔、かぶりから寸法を推定。
③3D スキャナによる上部工外形計測	コア削孔結果とあわせて部材厚を把握する	3D レーザースキャナ(Leica BLK360)による上部工外周の点群データ取得と図化

3. 調査結果

(1) 構造調査結果 電磁波レーダー探査の結果、鋼材位置を画像で取得することはできなかった。詳細は後述するが、路面から鋼材までが約 70cm と深く、計測限界を超えていたものと推定される。

小径コア削孔では、舗装切削後に露出したコンクリート上面から下向き削孔を進めると、A 橋は約 400mm、B 橋は 470mm でメッシュ筋に当たった。このメッシュ筋は床版上面の調整コンクリートのひびわれ防止筋と推定される。また、桁下にて主桁下面及び側面で H 鋼付近の削孔を行った結果、H 鋼ウェブが主桁の中心付近に位置し、下フランジ厚が 20mm、下フランジ幅が 175mm (側面かぶりより推定)、下フランジ下面かぶりが 50mm であった。

さらに、3D スキャンにより舗装上面～床版下面を含む上部工の外形寸法を計測し、図化した。

これより以下の結果を得た(表 3, 図 2,3)。

- ① 舗装下面～床版上面には、40～50cm 程度の調整コンクリートが打設されている。過去に嵩上げされたものと推定される。
- ② 主桁内の H 鋼は、実測結果と当時の標準規格より、H450×175×11×20 と推定した。
- ③ 主桁下面のうき箇所をハツった結果、周囲を網筋で覆われた H 鋼下フランジが露出し、下面はコンクリートが未充填となっていた。骨材の目詰まりにより空洞が生じたと思われる(図 4)。

キーワード 橋梁構造調査, 鉄骨コンクリート, コンクリート調査, 塩害, 中性化

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地テラススクエア パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 03-6777-4720

表 3 部材厚の計測値及び推定値

	A橋			B橋		
	外桁	中間	中桁	外桁	中間	中桁
As舗装厚	80	70	60	50	※	※
調整Con厚	390	410	430	470	※	※
推定床版厚	-	190	-	160	※	※

※調整コンクリートが脆弱化しておりコアボーリング用のアンカー反力が取れないため削孔不可。

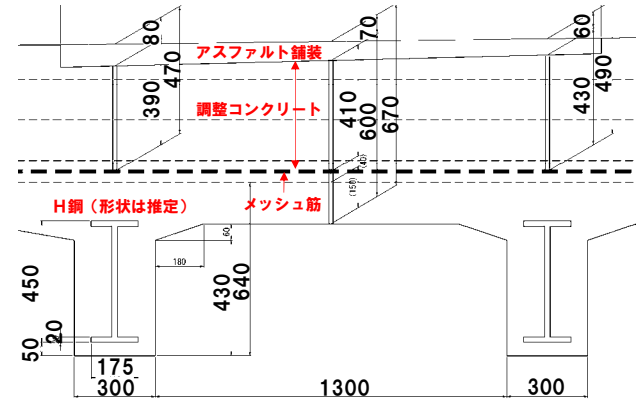


図 2 コア削孔結果(A橋)

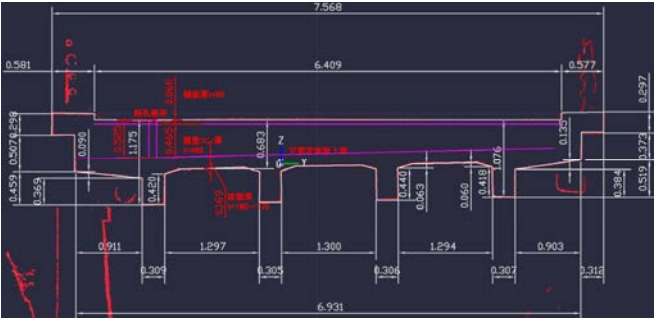


図 3 点群データより作図した上部工断面図(B橋)

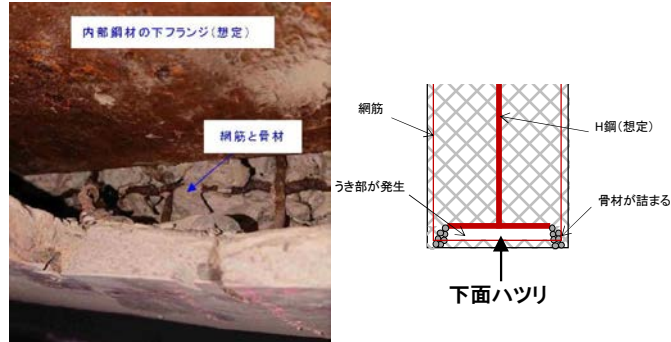


図 4 主桁下面のうき箇所のハツリ状況

(2) コンクリート調査

コンクリートコアの圧縮強度試験，ドリル法及びコア法による中性化試験，塩化物イオン濃度量試験の結果を以下に示す(表 4，図 5)。

- ① 圧縮強度は 34N/mm² 以上であり，コンクリート桁としては十分高く問題ない。
- ② 中性化深さは 2 橋とも平均 35mm 程度であるが，最大値は 100mm 以上と大きい。バラツキが大きい理由は 2000 年に一部断面修復と表面保護塗装工が施されている影響もあると考えられる。

- ③ A 橋の外桁のみ，鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食限界値²⁾を超過する。当該箇所は道路横断勾配の低い側であるため，凍結防止剤を含む橋面水飛散の影響を受けていると推定される。ハツリ部を目視すると鋼材の腐食は表面錆程度である。

表 4 コンクリート試験結果

	A橋			B橋		
	箇所	値	平均	箇所	値	平均
圧縮強度(N/mm ²)	G1	46.0	39.5	G2	48.9	44.0
	G3-2	34.0		G3-1	42.1	
	G3-3	38.6		G3-2	41.1	
中性化深さ(mm)	ドリルG1-1側	28.5	35.6	ドリルG2-1側	13.8	34.6
	ドリルG1-2側	112.1		ドリルG2-2側	13.4	
	ドリルG3-1側	52.6		ドリルG3-1側	23.8	
	ドリルG3-2側	6.6		ドリルG3-2側	124.2	
	コアG1側	20.6		コアG2側	15.6	
	コアG3-1側	24.4		コアG3-1側	19.6	
	コアG3-2側	26.2		コアG3-2側	31.6	
	コアG3-3側	13.8				

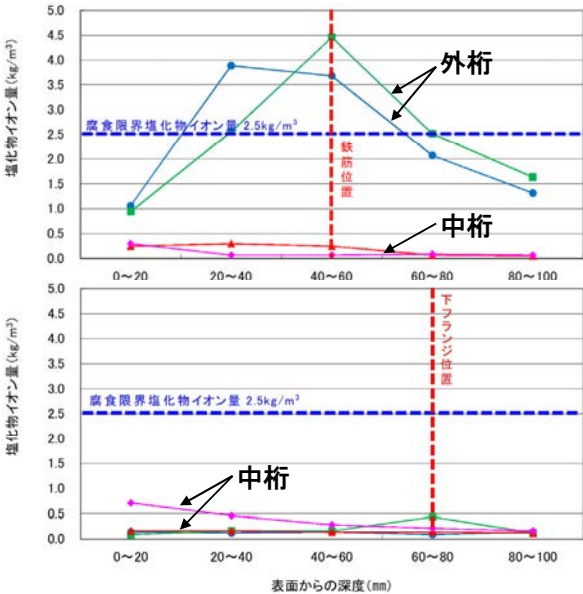


図 5 塩化物イオン濃度試験結果(上:A 橋, 下:B 橋)

4. 結論及び考察

構造調査により，上部工断面を推定することができた。主桁内のH鋼は当時の設計基準より，コンクリートと付着させる機構(スタッド等)が考慮された構造とは考えにくいことから，主桁下面のひびわれの原因は，鋼材表面とコンクリートの付着応力が桁端部に集中して支間部で付着破壊が生じたためと考えられる。広範囲のうきは，コンクリートの充填不良によるものである。外桁の塩化物イオン濃度が高いが，内部鋼材の腐食は軽微であり，損傷の直接的な原因ではないと考えられる。

5. 参考文献

- 1) JES日本標準規格 金属工業規格(1922, 商工省 工業品規格統一調査会)
- 2) 建設省総合研究開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」(1989.5)