

軸方向ひび割れの発生したプレストレストコンクリート橋の調査（その2）

（独）土木研究所 正会員 ○中島 道浩 木村 嘉富 花井 拓
日本航空電子工業(株) 正会員 富岡 昭浩

1. はじめに

劣化ひび割れを生じた橋梁の構造性能を評価するにあたっては、そのひび割れが発生した要因・発生状況を分析し、構造性能への影響をコンクリート部材に反映しなくてはならない。しかし、ひび割れによる構造性能への影響が明確にされていない現状となっている。本調査では、近年劣化事例として報告の多いPC橋の軸方向ひび割れの状態およびひび割れの構造性能への影響を詳細に調査することで、軸方向ひび割れを生じた既設橋梁の性能評価の基本資料とすることを目的としている。

2. 橋梁概要

本橋は、茨城県常総市に架橋されている常総市管理の単純PCプレテン中空床版橋(2連)の道路橋である(図-1)。1983年施工で供用29年経っており、橋梁点検時に異常なひび割れが多数発見された(図-2)。本橋のひび割れの特徴は、主に軸方向であること、主桁全面に発生していること、外桁の劣化度合いが大きいことが挙げられる。表面ひび割れ幅は最大2.0mmを超えており、主桁側面のひび割れ位置では、目視できるほど膨張しており、ASRが疑われた(写真-1)。

3. 調査内容

ひび割れの実態の把握、原因、構造性能への影響、健全度の評価手法の検討のため、表-1に示す調査を実施した。

4. ひび割れ深さ調査

側面のひび割れが貫通している場合、主桁剛性が大幅に低下していることや、せん断補強筋の破断等が懸念されたため、ひび割れの深さをコア削孔(φ25)による調査で確認した。結果を表-2に示す。確認できた開口ひび割れ深さは52～58mmであり、概ねせん断補強筋の位置となっていると推察される。

5. ASR調査

主桁側面のひび割れを含むコアを採取し、実体顕微鏡、走査顕微鏡(SEM)観察、エネルギー分散型線装置(EDS)分析を実施した。実体顕微鏡から、粗骨材の多くに反応リム、白色および透明な滲出物、骨材粒子のひび割れが確認された。透明な滲

キーワード プレストレストコンクリート橋、ひび割れ、ASR、調査、载荷試験、振動試験

連絡先 1〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773
 2〒196-8555 東京都昭島市武蔵野3-1-1 日本航空電子工業(株) 商品開発センター TEL 042-549-9214

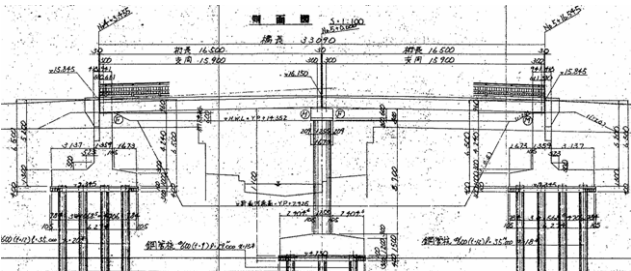


図-1 橋梁側面図

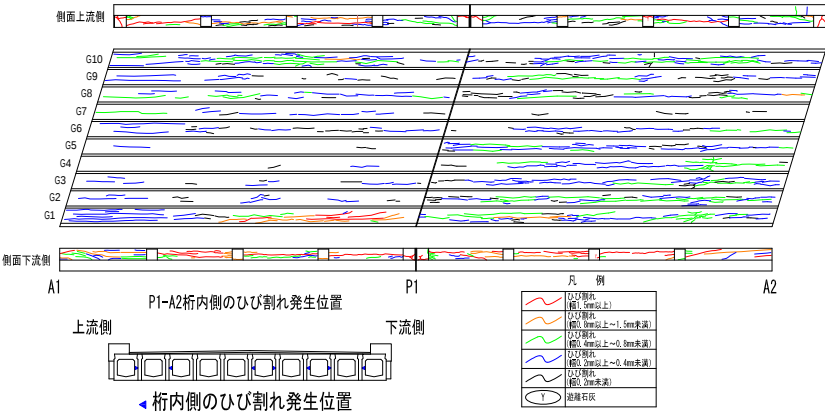


図-2 損傷図



写真-1 主桁側面

表-1 調査内容

調査・試験	確認手法
ひび割れ深さ	コア削孔・棒状スキャナ
内空調査	棒状スキャナ・CCD
圧縮強度・静弾性係数	圧縮強度試験
中性化調査	フェノールフタレイン
ASR調査	SEMによる観察 EDSによる構成元素の定性分析
振動試験	衝撃加振法による加速度計測 常時微動計測
静的载荷試験	車両による静的载荷

表-2 ひび割れ深さ調査結果

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
表面ひび割れ幅	mm 1.5	1.2	1.3	0.6	1.3	0.3	—	—
ひび割れ深さ(スキャナ)	mm 52	43	49	58	47	52	—	—
RCLレーダーによるかぶり	mm 50	46	43	43	48	49	—	—
備考		下方進展	上方進展	コア確認	下方進展		ボイド調査	

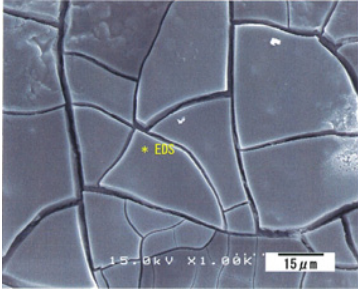


写真-2 二次電子像

出物が認められた骨材粒子の二次電子像を写真-2 に示す。滲出物はゼリー状であることが確認され、一部の成分分析の結果、Si(ケイ素)を主成分としたASRにより生成したゲルであると判断した。

6. 圧縮強度・静弾性係数

ASRによる静弾性係数の低下を確認する目的で圧縮強度試験を実施した。図-3 に圧縮強度-弾性係数の関係を示す。圧縮強度に比して弾性係数の低下が確認された。

7. 静的载荷試験

軸方向ひび割れによる構造性能への影響を確認するため、20 t 車両を 2 台利用した静的载荷試験を実施した。計測項目は、主桁のたわみ、主桁下面のひずみ、外桁側面のひずみ分布、ひび割れの開き・ずれとした。車両の後方を向き合わせにし、1/8L づつ移動させた際の桁中央のたわみおよびひずみの計測結果を図-4～7 に示す。主桁のたわみおよび下面のひずみに、急激な増加はみられず、ひび割れの開き・ずれは計測されなかった。この計測により、本载荷試験内では、軸方向ひび割れに

よる大きな剛性低下は考えにくい結果となった。しかし、主桁側面のひずみ分布では、わずかではあるが、線形性が保たれていない。また、橋軸直角方向のたわみ分布をみると G2 桁が最大のたわみとなっている。これらの計測値は、桁の劣化や劣化度の違いの影響が計測されている可能性が考えられる。

8. 振動試験

サーボ型加速度計を使用し、橋梁の固有振動数を衝撃加振法(写真-3)および常時微動により計測し、健全性評価を試みた。表-3 に計測結果と 3 次元の FEM および骨組みモデルによる解析結果を示す。加振、常時微動の計測値は同一となったが、高次モードは常時微動で計測できなかった。また、鉛直 1 次・ねじれ 1 次以外は解析結果と乖離している。解析の妥当性が評価できないため、現時点では健全性の評価が困難であるが、今後の劣化進展の確認手法にはなり得る可能性は考えられる。

9. まとめ

- 本調査の範囲内で以下の事が確認された。
- ・ 開口ひび割れの深さはせん断補強筋程度であり、ひび割れは貫通していないと推定される。
 - ・ ひび割れの主要因は ASR であり、外部からの水の供給の影響が大きい。
 - ・ 今回の载荷試験の载荷重量の範囲内においては、橋梁としての剛性に大きな変化はない。

以上より、現時点の劣化状態では、ひび割れの貫通による構造性能の大幅な低下を考慮しなければいけない状態ではなく、現在の供用範囲において耐荷性能には問題ない状態と推定される。

謝辞：本調査は、茨城県常総市、国交省関東地方整備局（道路部道路管理課（道路保全企画室）、関東技術事務所）と協力して行いました。関係各位に深く感謝致します。

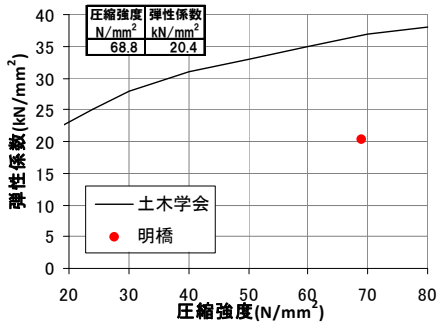


図-3 圧縮強度-弾性係数

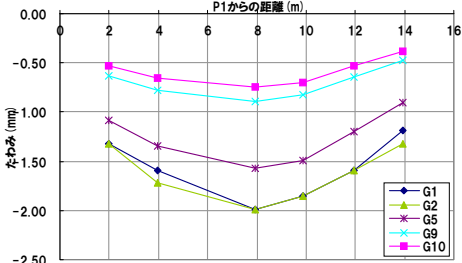


図-4 主桁中央 たわみ-载荷位置

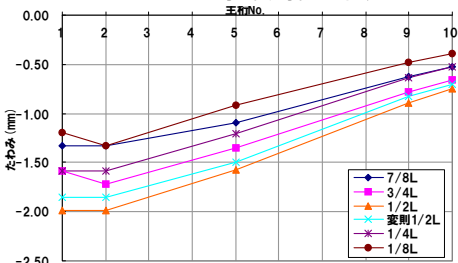


図-5 主桁中央 たわみ橋直方向分布

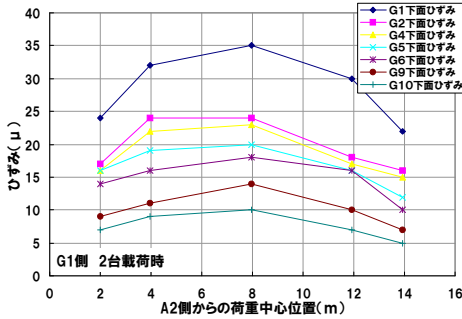


図-6 主桁中央 ひずみ-载荷位置

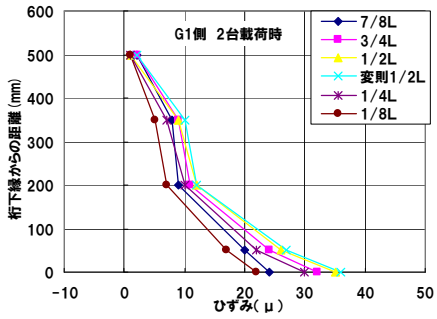


図-7 主桁中央 G1 桁表面ひずみ



写真-3 加振状況

表-3 固有振動数計測結果および解析値

次数	モード形状	計測値		3次元解析値	
		加振	常時微動	FEM	骨組み
M1	鉛直1次	7.22	7.34	7.31	8.13
M2	ねじり1次	11.88	12.00	12.65	10.57
M3	鉛直2次	25.78-26.34	25.97-26.97	22.99	22.97
M4	ねじり2次	32.06	32.34	30.75	25.97
M5	判別不可	44.88	44.97	39.06	36.92
M6	鉛直3次?	53.00-54.72	-	52.18	42.11