

橋軸方向ひび割れが生じたプレストレストコンクリート撤去橋の載荷試験

(独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 正会員 ○青柳 聖
 (独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 正会員 木村 嘉富
 (独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 和田 圭仙
 本州四国連絡高速道路(株) (元(独)土木研究所) 花井 拓

1. はじめに

橋梁の損傷事例として、プレストレストコンクリート橋においても、ひび割れ損傷が確認されはじめています。このため、損傷要因および発生状況を分析し適切な評価を行い対応する必要があります。

そこで、プレストレストコンクリート桁の下面に橋軸方向ひび割れが著しく生じた桁と比較的に健全な桁の2本の撤去桁を用いて、橋軸方向ひび割れの発生により耐荷性能への程度影響するか比較することを目的とした曲げ載荷試験を実施した。また、載荷試験後には、桁下面で橋軸方向に発生したひび割れ性状の調査を目的とし、ひび割れ深さ、中性化深さ、PC鋼材の腐食および破断を解体調査による目視確認、コア採取による材料試験として、圧縮強度試験、アルカリシリカ反応(以下ASR)調査を実施した。

2. 対象橋梁の概要

対象橋梁は、単純PCプレテン床版橋の3連で、竣工後33年が経過し河川改修にともなう架替により撤去された橋梁である。橋梁位置図を図-1、橋梁概要を表-1、橋梁状況を写真-1、橋梁一般図を図-2に示す。2008年(平成20年度)の橋梁定期点検では、各径間ともに桁下面で桁にそった橋軸方向のひび割れや橋面からの雨水等の進入が疑われる漏水・遊離石灰等の損傷が報告されている。



図-1 橋梁位置(管理者管内図より)

橋梁名	中川橋側道橋
路線名	国道8号(富山県高岡市内)
管理者	国土交通省北陸地方整備局
橋梁形式	単純PCプレテン床版橋(3連)
橋長(桁長)	33.54m (9.97+9.97+13.5m)
竣工年	昭和52年(竣工後33年経過)
適用基準	JIS A5319-1963(竣工図面より)
撤去理由	河川改修に伴い平成23年1月撤去



写真-1 橋梁全景(左:A2橋台)

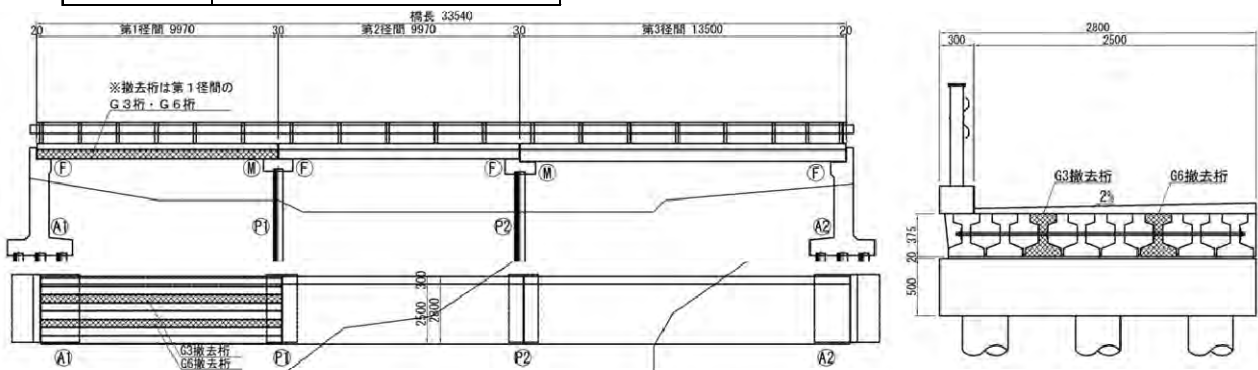
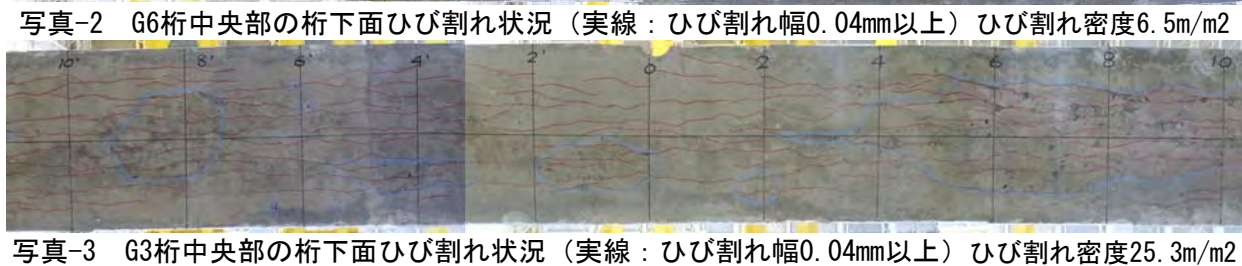
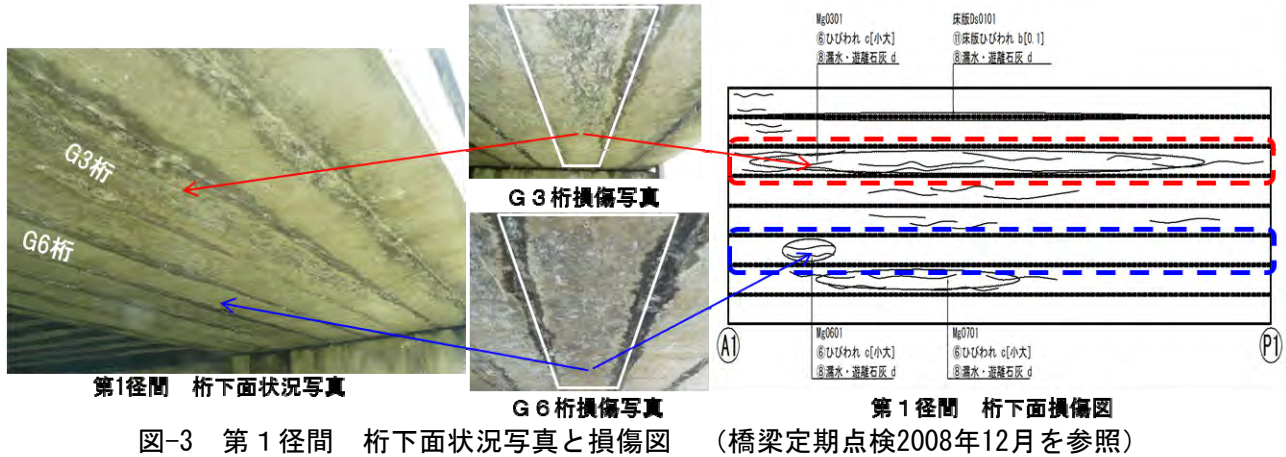


図-2 橋梁一般図(撤去桁位置)

2008年の橋梁定期点検における第1径間の桁状況写真および損傷図を図-3に示す。また、撤去後のひび割れ調査における桁中央付近の桁下面ひび割れ状況を写真-2 (G6桁), 写真-3 (G3桁)に示す。今回の载荷試験では、ひび割れ性状の違いによる耐荷力を確認するため、第1径間より桁下面にひび割れの少ないG6桁 (ひび割れ密度6.5m/m²) とひび割れが多いG3桁 (ひび割れ密度25.3m/m²) の2本の桁を活用するものとした。



3. 载荷試験の概要

対象橋梁の竣工図面より、桁の設計仕様 (JIS A5319-1963) を表-2に、桁の断面図を図-4に示す。载荷試験方法 (図-5) は、JISに示された载荷試験方法を参考に、支間9mで2点支持2点曲げ载荷試験にて実施した。

载荷試験体は、桁下面で比較的ひび割れが少ないG6桁をNO.1、ひび割れが多いG3桁をNO.2としたそれぞれの試験体における荷重 (P) -変位曲線 (δ) を図-6に示す。また、NO.2におけるひび割れ発生状況として、曲げひび割れ発生時を写真-4に、終局直前を写真-5に示す。

図-6より、NO.1、NO.2でのひび割れ発生荷重および曲げ破壊荷重には大きな違いは認められず、JIS A5319-1963におけるひび割れ発生荷重 (42kN) および曲げ破壊荷重 (80kN) に対して、ともに2割程度大きい結果となった。

表-2 桁の設計仕様

設計仕様 (JIS A5319-1963)	
橋げたの呼び名	LS210
設計自動車荷重	10t (100kN)
コンクリート強度	500kg/cm ² (50N/mm ²)
PC鋼材 (SWPC2)	φ2.9mm2本より
ひび割れ試験試験荷重	4.3t (42kN)
破壊試験荷重	8.2t (80kN)

※軽荷重スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた

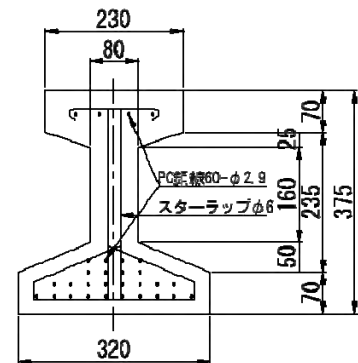


図-4 桁の断面図

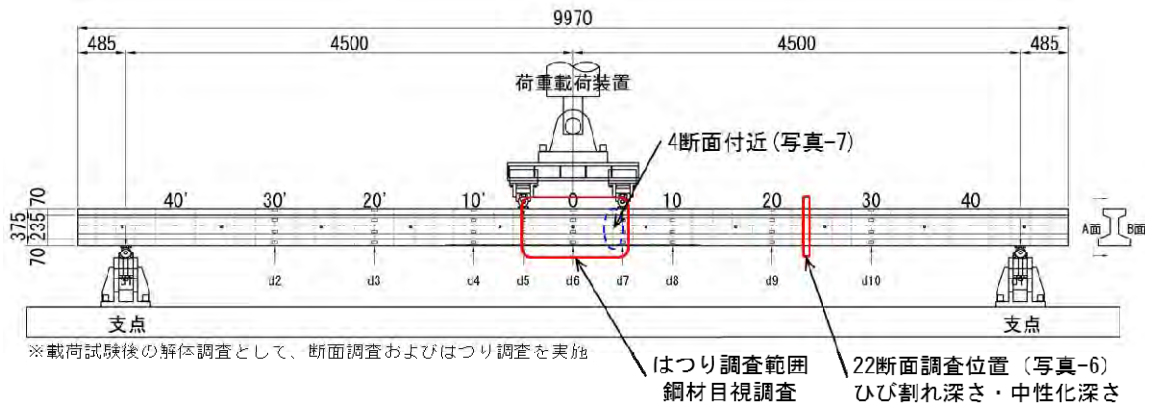


図-5 載荷試験概要

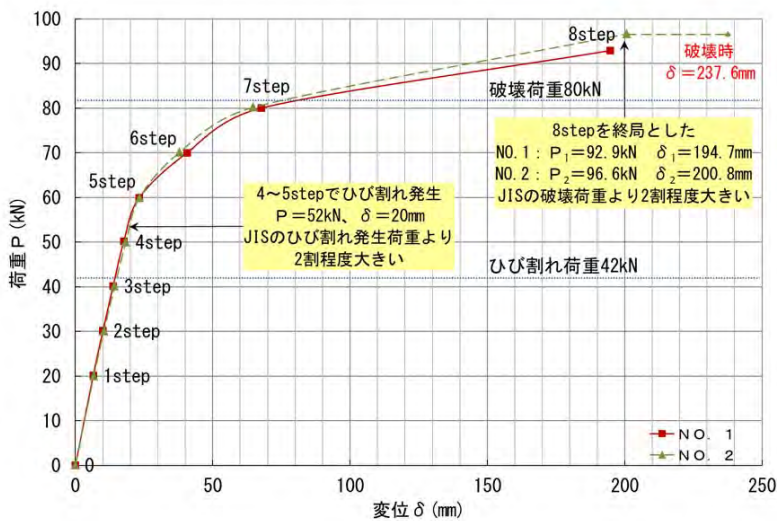


図-6 曲げ載荷試験結果 (荷重-変位)



写真-4 ひび割れ発生時 (幅 0.08mm)



写真-5 終局直前 (幅 1.5mm)

4. 解体調査・材料試験

載荷試験後の撤去桁にて、解体調査およびコア採取による材料試験を行った結果を以下に示す。

4. 1 ひび割れ深さ・中性化深さ調査結果

橋軸方向ひび割れ深さおよび中性化深さ調査結果は、NO. 1およびNO. 2ともにPC鋼材位置までは達していなかった。代表して橋軸方向ひび割れが最大深さ20mmとなったNO. 2-22切断面状況を写真-6に示す。写真-6における中性化領域は、橋軸方向ひび割れが集中した箇所にて広がりが認められ、最大ひび割れ深さ付近での中性化深さは23mmであった。ただし、中詰めコンクリートと接した下フランジ上面での中性化の進行は認められなかった。

4. 2 鋼材目視調査・引張試験

ひび割れ調査箇所における桁切断面の状況からは、PC鋼材とコンクリートとの付着切れを示すような空隙や緩み等は認められなかった。また、載荷試験時に曲げひび割れが卓越した桁中央部をはつりPC鋼材を露出させた状況 (写真-7)からは、PC鋼材の一部分に表面的な錆が認められる程度で、腐食による大きな断面欠損や破断を生じた箇所は認められなかった。桁端部から採取したPC鋼材片にて鋼材引張試験を実施した結果を表-3に示す。引張荷重(25.5kN以上)および伸び性能(3.5%以上)から、PC鋼材としての

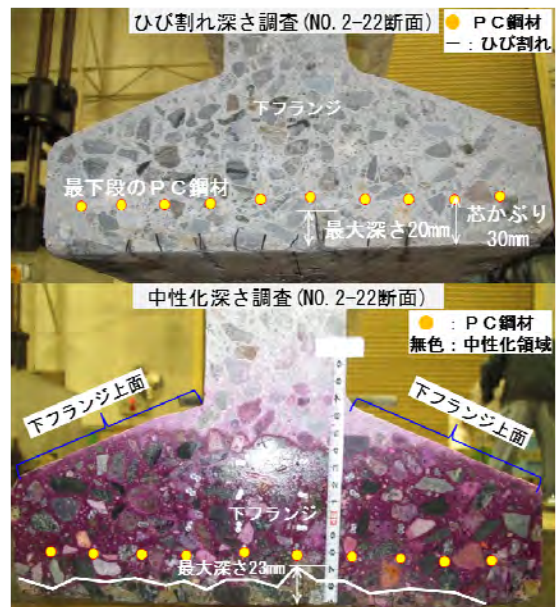


写真-6 切断面状況

機械的性質の低下は認められなかった。

4. 3 圧縮強度試験

コンクリート圧縮強度および弾性係数試験の結果を図-7に示す。設計時のコンクリート圧縮強度50N/mm²に対して、70N/mm²以上と十分な圧縮強度を有していた。しかしながら、設計時のコンクリート圧縮強度50N/mm²における弾性係数に対しては、1割程度低下していた。

4. 4 ASR調査 (促進養生試験)

桁ウェブより採取したコア破断面 (写真-8) より、骨材周辺の反応環や骨材の割れが認められたことから、ASRが考えられた。そこで、採取した試料にて、JCI-DD2法、カナダ法、デンマーク法による促進養生試験を実施した。促進養生試験の結果 (表-4)、膨張率は、いずれも各判定基準に対して、無害または膨張性なしと判定された。

5. まとめ

今回の荷重試験および解体調査ならびに材料試験より、以下の結果を得られた。

- ・荷重試験の結果、橋軸方向に発生したひび割れ性状の違いによる耐荷性能の違いは認められなかった。
- ・桁下面に発生した橋軸方向のひび割れ深さおよび中性化深さは、鋼材位置までは達していなかった。
- ・解体調査より、PC鋼材の付着切れや、腐食による断面欠損および破断等の損傷は認められなかった。また、PC鋼材の引張試験から、PC鋼材の機械的性質の低下は認められなかった。
- ・コンクリート圧縮強度は設計基準強度よりも大きかったが、設計基準強度に対応する設計計算上の弾性係数に対しては、実弾性係数がやや低下していた。
- ・ASRの促進養生試験からは、いずれの試験でも微量な膨張程度で有害と考えられる膨張までは至らなかった。

以上より、今回のケースのような桁下面で橋軸方向に発生したひび割れ程度では、耐荷力の低下につながるPC鋼材の付着切れや破断等は認められず、ひび割れ性状の違いによる耐荷性能の違いも認められなかった。

【謝辞】本研究を行うにあたり、試験体として撤去桁を提供して頂きました国土交通省北陸地方整備局の関係各位に深く感謝致します。



写真-7 鋼材状況

表-3 引張試験結果

NO. 1 試験片	引張荷重 kN	伸び %	NO. 2 試験片	引張荷重 kN	伸び %
NO. 1-9	25.60	7.20	NO. 2-13	26.79	8.20
NO. 1-13	26.81	9.70	NO. 2-15	27.05	9.20
NO. 1-14	25.84	9.80	NO. 2-19	*	*
NO. 1-15	26.54	11.00	NO. 2-20	27.26	10.80
NO. 1-23	26.44	11.40	NO. 2-22	*	*
平均	26.25	9.82	平均	27.03	9.40

*試験時にチャック付近で破断したため除外

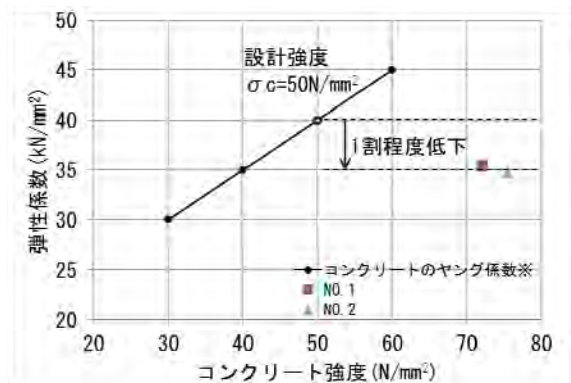


図-7 圧縮強度と弾性係数

※昭和43年プレストレストコンクリート道路橋示方書 4.6コンクリートとヤング係数の表-3をもとに作図



写真-8 コア破断面状況

表-4 促進養生試験

促進養生試験	試料名	測定材齢	膨張率	判定
JSI-DD2	NO. 1-2	13週	0.004%	0.05%未満: 無害
	NO. 2-1	13週	0.003%	0.05%未満: 無害
カナダ法	NO. 1-5	14日	0.018%	0.1%以下: 無害
	NO. 2-3	14日	0.025%	0.1%以下: 無害
デンマーク法	NO. 1-6	13週	0.052%	0.1%未満: 膨張性なし
	NO. 2-6	13週	0.022%	0.1%未満: 膨張性なし