

塩害により損傷を受けたポストテンションPCT桁橋の耐荷力調査報告

(株)K&Tこんさるたんと 正会員 ○肥田 研一
 佐賀大学大学院 工学系研究科 正会員 伊藤 幸広
 長崎大学大学院 工学研究科 正会員 出水 享
 (株)計測リサーチコンサルタント 大町 正和

1. はじめに

本橋は、海上を横過するポストテンションPCT桁橋で建設後約40年が経過している。本橋梁の橋梁諸元を表-1に示す。

表-1 橋梁諸元

完成年	1972年(昭和47年)
橋梁形式	ポストテンションPCT桁橋
支間長	39.20m
有効幅員	7.00m
橋格	1等橋(TL-20)

本橋では、写真-1に示すように、浮き、剥離および鉄筋腐食等の劣化が進行しており、塩害による鋼材の腐食の進展とPC鋼材腐食による耐荷力低下が懸念された。

このため、本橋の耐荷性能を確認するために応力調査等を実施した。

本報告は、応力解放法による現有作用応力計測と動的載荷試験を併用した応力調査を実施し、PC桁橋の現有作用応力および荷重車による発生応力を計測し、塩害による損傷を受けたPC橋の耐荷性能を評価したものである。



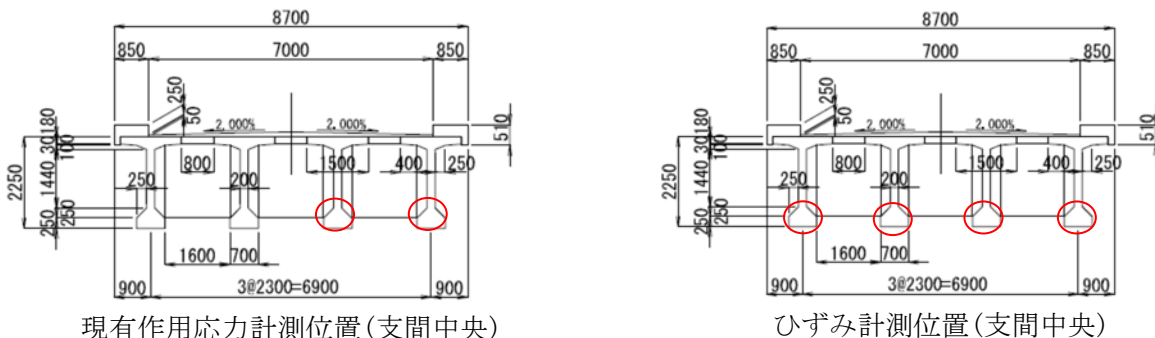
写真-1 主桁変状の状況

2. 応力調査

2.1 応力調査の概要

応力調査は、① 光学的全視野ひずみ計測装置を用いたスリット応力解放法による現有作用応力計測(以下、スリット応力解放法による現有作用応力計測と呼ぶ)、② 供用荷重を想定した動的載荷試験による発生ひずみ計測を実施した。

スリット応力解放法による現有作用応力計測は、図-1に示すように支間中央部の2主桁について実施した。また、動的載荷試験のひずみ測定は、支間中央部の4主桁について実施した。



現有作用応力計測位置(支間中央)

ひずみ計測位置(支間中央)

図-1 応力調査位置

2.2 光学的全視野ひずみ計測装置を用いたスリット応力解放法による現有作用応力計測

今回開発したスリット応力解放法による現有作用応力計測は、一様に圧縮応力が作用しているコンクリート部材にかぶり程度の深さで、幅200mm以上のスリットを入れ解放ひずみを計測し現有作用応力を推定するものである。

既存の計測手法に比べ精度の向上を図るため、光学的全視野ひずみ計測法を用いるところに特徴がある。光学的全視野ひずみ計測法を用いることによりスリット近傍の微小領域まで高精度に解放ひずみ分布を計測することができる。

一様に圧縮応力が作用しているコンクリート部材に応力方向に対して直角にスリットを切削すると、スリット周辺に解放ひずみが発生する。解析モデルにスリット切削深さを5, 10, 20, 30mmとした場合の解放ひずみとスリット中心からの距離との関係の解析結果を図- 2 に示す。

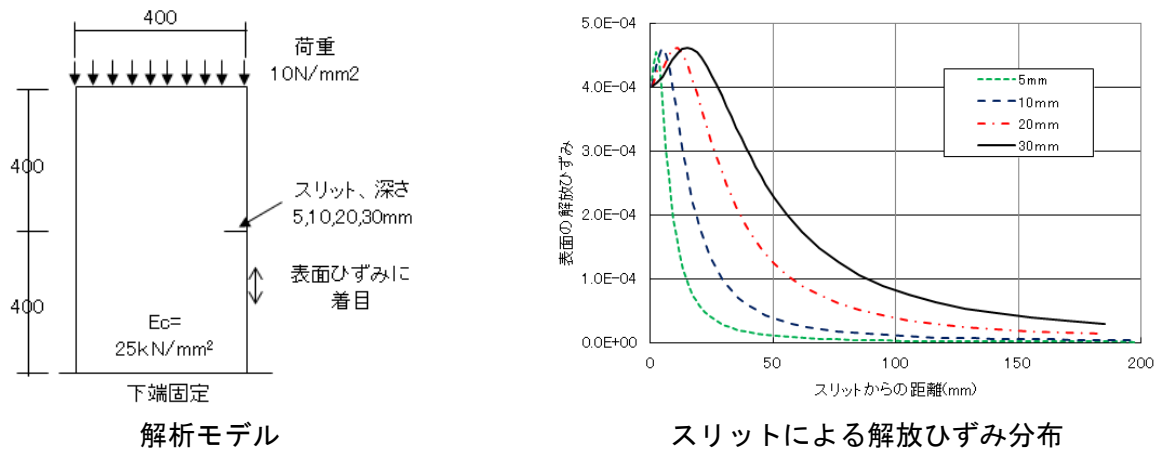


図- 2 スリット応力解放法の解放ひずみ分布

スリット応力解放法による現有作用応力計測は、スリットを切削する前後のスリット周辺部を図- 3 に示す全視野ひずみ測定装置で計測し、計測した画像からデジタル画像相関法により対称点間距離変化率分布(図- 4)を求める。光学的全視野ひずみ計測法で計測された対称点間距離変化率を2次元FEM解析モデルにより解析を行い、計測結果の対称点間距離変化率分布と同一となる作用応力を逆解析にて求めた。

逆解析の結果、支間中央部のコンクリート応力は、表- 2 に示すように作用していると推定された。

図- 5 に、支間中央G3桁とG4桁のの解析値と計測値の対象点間距離変化率分布を示す。なお、コンクリートの弾性係数は、建設当時の設計弾性係数 $E_c=35\text{kN/mm}^2$ とした。

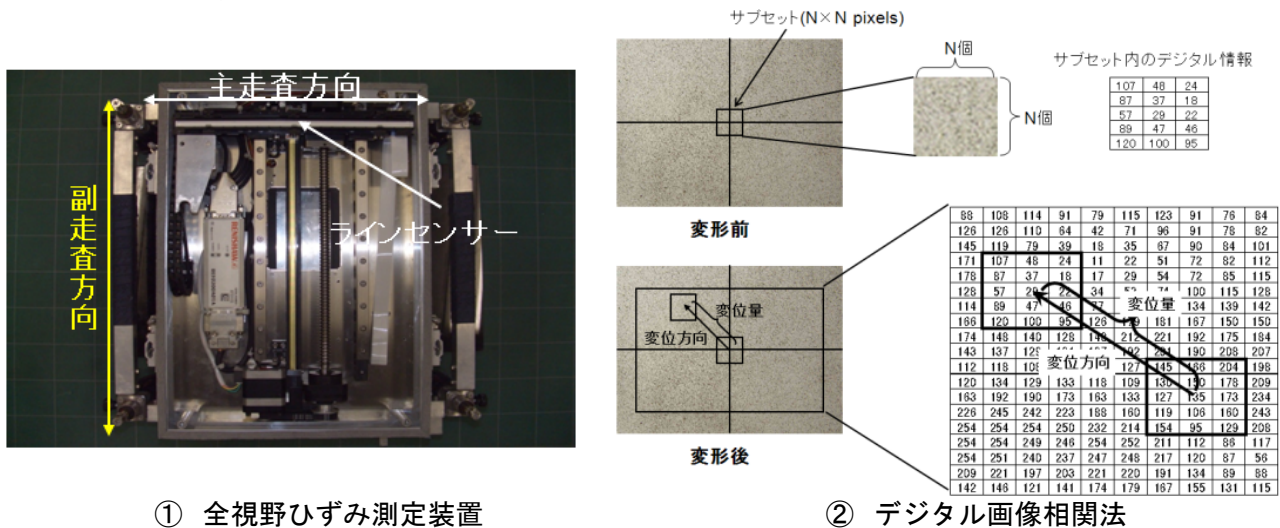


図- 3 全視野ひずみ測定装置およびデジタル画像相関法

表- 2 現有作用応力計測結果

		現有作用応力(N/mm ²)			誤差
圧縮応力度	G3	3.46 ± 0.15	3.31 ~ 3.61	4.3%	
	G4	3.21 ± 0.25	2.96 ~ 3.46	7.7%	

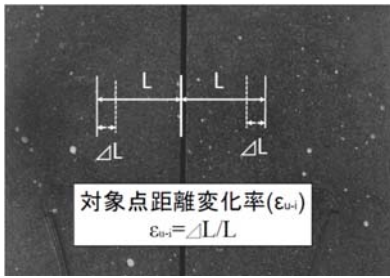


図- 4 対象点間距離変化率

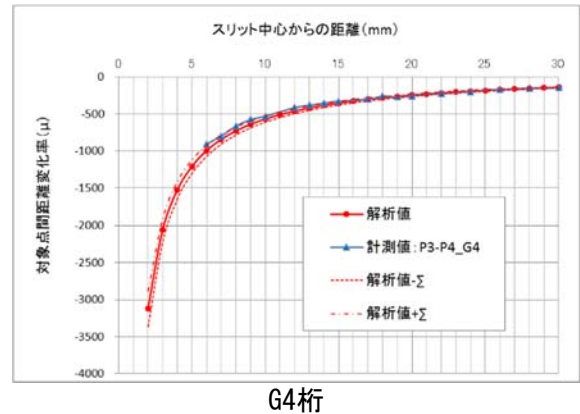
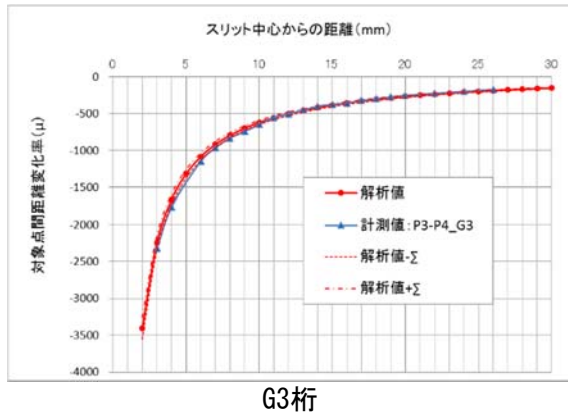


図- 5 対象点間距離変化率分布

2.3 動的載荷試験によるひずみ測定

1) 荷重の想定

本橋は、桁長約 40.0m、有効幅員(車道幅)7.0m のポストテンション PC 単純桁である。桁長 40m の単純桁では、支間方向に大型車が 1 台載荷される頻度は多くあると想定される。また、2 車線で有効幅員が 7.0m であることから支間中央に大型車が並列に載荷される可能性も想定される。

このため、載荷車両は、支間方向(橋軸方向)に 1 台、幅員方向(橋軸直角方向)に 2 台(並列)が最大載荷車両と想定した。

また、総重量 20t の大型車が通行する可能性も高いと想定され、建設機材であるラフタークレーンなども通行する場合も否定できないため、動的載荷試験の荷重車は、総重量 20t ダンプと総重量 40t 程度の 50t 級ラフタークレーンとした。

2) 動的載荷試験

動的載荷試験の荷重車は、片側交通規制を行い、規制している車線の支間中央部に荷重車を停車させて、一般車両が通行しない状況時に、通行車線を走行させた。荷重載荷パターンは、

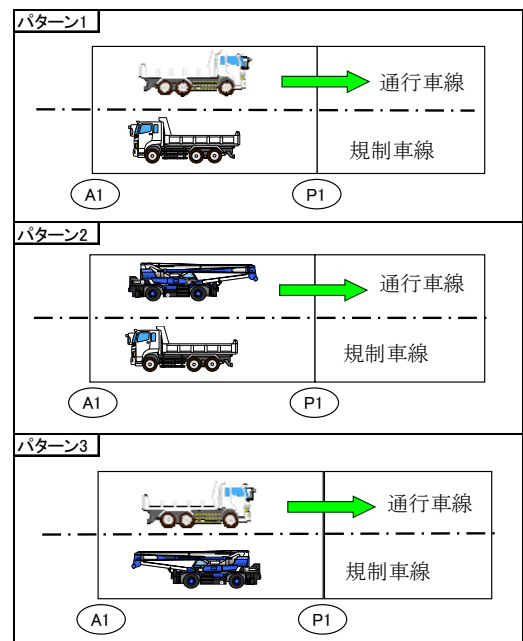


図-7 荷重載荷パターン

パターン 1 : 規制車線ダンプ停車, 通行車線ダンプ走行

パターン 2 : 規制車線ダンプ停車, 通行車線ラフタークレーン走行

パターン 3 : 規制車線ラフタークレーン停車, 通行車線ダンプ走行

の 3 パターンとした。動的載荷試験結果を表- 3 に示す。

表-3 動的載荷試験結果

載荷試験結果一覧(ひずみ) (μ ϵ)

		A1-P1径間			
		G1	G2	G3	G4
パターン1	(A) ダンプ載荷	-7	-14	-24	-24
	(B) ダンプ載荷(走行)	-30	-27	-16	-9
	(A)+(B)	-37	-41	-40	-33
パターン2	(A) ダンプ載荷	-8	-14	-24	-25
	(B) ラフター載荷(走行)	-45	-39	-25	-14
	(A)+(B)	-53	-53	-49	-39
パターン3	(A) ラフター載荷	-15	-25	-36	-38
	(B) ダンプ載荷(走行)	-29	-26	-16	-10
	(A)+(B)	-44	-51	-52	-48
最大引張ひずみ	ダンプ単独載荷	-30			
	ラフター単独載荷	-45			
	ダンプ+ダンプ並列載荷	-41			
	ダンプ+ラフター並列載荷	-53			

圧縮(+)、引張(-)

載荷試験結果一覧(応力^{※1})

(N/mm²)

		A1-P1径間			
		G1	G2	G3	G4
パターン1	(A) ダンプ載荷	-0.2	-0.5	-0.8	-0.8
	(B) ダンプ載荷(走行)	-1.1	-0.9	-0.6	-0.3
	(A)+(B)	-1.3	-1.4	-1.4	-1.2
パターン2	(A) ダンプ載荷	-0.3	-0.5	-0.8	-0.9
	(B) ラフター載荷(走行)	-1.6	-1.4	-0.9	-0.5
	(A)+(B)	-1.9	-1.9	-1.7	-1.4
パターン3	(A) ラフター載荷	-0.5	-0.9	-1.3	-1.3
	(B) ダンプ載荷(走行)	-1.0	-0.9	-0.6	-0.4
	(A)+(B)	-1.5	-1.8	-1.8	-1.7
最大引張応力	ダンプ単独載荷	-1.1			
	ラフター単独載荷	-1.6			
	ダンプ+ダンプ並列載荷	-1.4			
	ダンプ+ラフター並列載荷	-1.9			

圧縮(+)、引張(-)

※1 コンクリートのヤング率を 3.5×10^4 N/mm²と想定した場合^{※2}

※2 道路橋示方所・同解説(昭和53年1月)

3. 耐荷性能の評価

表-2より、本橋のPC桁は、抵抗側の応力である現有作用応力は約3.0N/mm²以上の圧縮応力となっている。

動的載荷試験結果を表-3に示す。

- ① 荷重載荷される可能性が高いと思われる 20t ダンプ単独載荷による最大引張応力は 1.0N/mm²程度である。
- ② 荷重載荷される可能性が少ないと思われる 20t ダンプ並列載荷と 50t 級ラフタークレーン単独載荷による最大引張応力は 1.5N/mm²程度である。
- ③ 荷重載荷される可能性が極めて少ないと思われる 20t ダンプと 50t 級ラフタークレーン並列載荷による最大引張応力は 2.0N/mm²程度である。

本橋の現有作用応力は、圧縮応力3.0 N/mm²以上であり、荷重載荷の可能性が高いと思われる20tダンプ単独載荷時の引張応力は約1.0N/mm²である。また、荷重載荷の可能性が極めて少ないと思われる20tダンプと50t級ラフター並列載荷による最大引張応力は約2.0N/mm²である。

したがって、本橋のPC桁は、現時点で安全性は保たれていると考えられる。

4. まとめ

光学的全視野ひずみ計測装置を用いたスリット応力解放法による現有作用応力計測から得られる抵抗応力と供用荷重を想定した動的載荷試験のひずみ計測より得られる作用応力を比較検討することにより塩害による劣化でプレストレスの減少が疑われた既設PCT桁橋の耐荷力評価をすることが出来た。

【参考文献】

- 1) 出水享, 肥田研一, 伊藤幸広, 松田浩: 応力解放法によるPC構造物の現有作用応力の推定方法の開発, プレストレストコンクリート技術協会, 第19回シンポジウム論文集, pp241-246, 2010.10
- 2) 出水 享, 肥田 研一, 伊藤 幸広, 内野 正和, 岡本 卓慈, 松田 浩: 光学的手法と応力解放法によるプレテンション桁の現有応力測定, 日本実験力学会講演論文集, No.10 GS5-5, pp281-286, 2010
- 3) 肥田 研一, 伊藤 幸広, 月原 光昭, 小坂橋 晴之: 約30年経過した異常変形が生じた中央ヒンジ橋の調査報告, 第22回シンポジウム論文集, pp345-348, 2013.10