

塩害により撤去された PCT 桁の载荷試験と維持管理法の提案

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋〇 有馬直秀 石川裕一
 中日本高速道路 金沢支社 森山 守
 金沢大学 深田 幸史
 長岡技術科学大学 宮下 剛

1. はじめに

NEXCO 中日本 金沢支社では、科学的かつ合理的に説明できる道路橋の保全を目指し、種々の取り組みを実施している¹⁾。本報告は、塩害により劣化した PCT 桁を対象に、耐荷力の評価および载荷試験による変状形態と振動特性の関係を明らかにすることを主たる目的とする。まず、劣化状況を把握するため各種調査を行い、PCT 桁が破壊に至るまでの载荷試験を実施する。次に荷重除荷後の各段階で振動特性を把握し、点検に活用できる維持管理法について提案する。

2. 調査概要

(1) 外観調査

試験体は、図-1 に示すように桁長 17.9m で 12φ7mm の PC 鋼線を 5 本配置したポストテンション単純 T 桁である。試験体は、飛来塩分や凍結防止剤による塩害を受け、今後の維持管理費の増大を考慮し、供用開始後 25 年で架替えされた 10 本主桁の海側の外桁である。

载荷試験前に現状の劣化状況を把握するため、主桁の外観を目視および点検ハンマによる打音調査を行い、浮き・剥離およびひび割れ状況を調査した。

(2) 残存プレストレスの推定

塩害劣化した試験体の残存プレストレスを推定するため、载荷試験前に桁の応力方向と直角方向にコンクリート表面にひずみゲージを貼りつけ、φ50mm のコンクリートコアカッターによって 18mm 程度の切込みを入れ、応力解放後のひずみを測定し、残存プレストレスを推定した²⁾。計測位置は、図-2 に示すようにひび割れや浮きがない同一断面位置の 2 断面で主桁ウェブ、下フランジ側面と底面の 3 ヶ所とした。

(3) 载荷試験の概要

载荷位置は、図-2 に示すようにスパン長 17.2m、等荷とした。载荷試験は、静的载荷および振動計測のために試験体に大きな外観変状が確認された時点で一旦

曲区間 2.0m、せん断スパン長 7.6m の 2 点支持 2 点载荷重を除荷し、振動計測を行い、再度载荷する繰り返し载荷を行った。変位計は、スパン中央に配置した。

(4) 振動試験の概要

加速度計を図-3 に示すように、2 点支持のスパン(L)に対して、L/8 ピッチの 7 個×2 列の合計 14 箇所に設置し振動試験を行った。振動試験の方法は、常時微動、人力による衝撃加振および起振器による共振加振の 3 パターンで行い各試験による固有振動数および減衰定数の違いを確認した。なお、本試験では、サンプリング周波数 200Hz にて計測を行った。

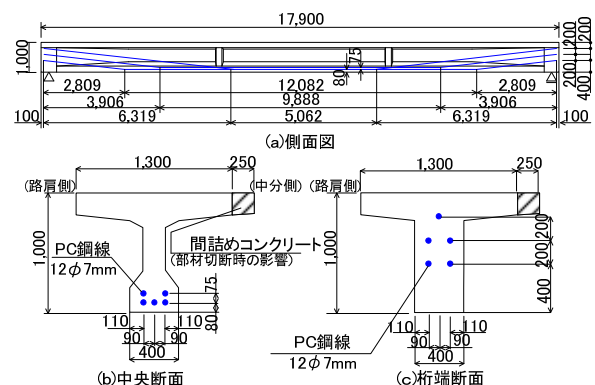


図-1 試験体の形状

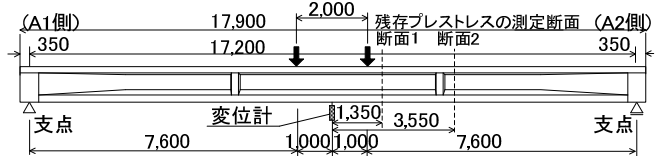


図-2 残存プレストレスおよび変位計の測定箇所

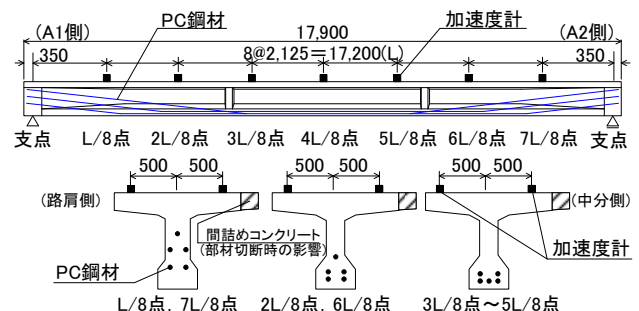


図-3 加速度センサの配置

キーワード：载荷試験，耐荷力，プレストレス，固有振動数，減衰定数
 連絡先：〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1 電話 076-264-7872

3. 調査結果

(1) 外観調査

外観調査の結果、塩害による損傷は、路肩側面で 2.2%、中分側側面で 21.9%、底面で 35.6%の浮き・剥離が見られ、一部では鉄筋の露出が見られた。

(2) 残存プレストレスの推定

測定結果を表-1 に示す。推定したプレストレスは、概ね設計のプレストレスに近い値が算出され、PC 鋼材の破断の可能性は少ないと推察された。

(3) 載荷試験の結果

荷重と変位の関係を図-4、ひび割れの発生状況を図-5 に示す。PCT 桁の降伏荷重は、荷重と変位曲線の変化点から約 650kN と推定され、最大荷重約 760kN でほぼ終局状態に至ったと判断された。この値は、終局荷重の計算値 685kN の約 1.1 倍に相当し、耐荷力があると評価できた。荷重が 270kN 付近でスパン中央付近に曲げひび割れが確認された。図中の○印箇所では、鈍い大きな音、部分的なコンクリートの圧壊やひび割れが確認され、PC 鋼線が数本破断したと推察された。

(4) 振動試験の結果

載荷試験前のたわみ 1 次の固有振動数で正規化した結果を図-6 に示す。各試験では大きな違いは確認できず、降伏前までの低下率は 6%程度以内で、PCT 桁がほぼ終局状態になった時点では、載荷試験前に比べ、低下率は 31%と大きな変化が見られた。実務上の点検において、固有振動数の変化量が小さく、また固有振動数は、実際には温度や外乱による影響を受けるため、低次の固有振動数による耐荷性能の健全度評価を行うことは、困難であると考えられた。荷重ケースと減衰定数の関係を図-7 に示す。減衰定数の変化は、固有振動数の変化と比較して、荷重ケースごとで概ね増加しており、損傷に対して敏感であると考えられた。

4. まとめ

- 1) 塩害劣化により外観上の一部で浮き、剥離等が見られたが、載荷試験の結果、耐荷力が確認された。
- 2) PC 橋の維持管理では、残存プレストレスを推定する非破壊試験が有効と考えられた。

参考文献

- 1)有馬直秀他：性能照査型維持管理法に向けた鋼 2 主 I 桁橋の劣化シナリオについて，土木学会第 69 回年講，2014.9.
- 2)二井谷他：コンクリート部材の有効応力の推定手法に関する研究，コンクリート工学論文集，第 20 巻，pp. 27-37，2009.5.

表-1 残存プレストレスの計測結果

No		ひずみ μ	応力度 N/mm ²		
		有効応力成分のひずみ	推定プレ ストレス量	設計プレ ストレス量	差
断面 1	No.1	-190	13.5	15.5	-2.0
	No.2	-250	14.7	13.6	1.1
	No.3	-118	6.1	6.3	-0.2
断面 2	No.4	-253	14.9	15.5	-0.6
	No.5	-168	11.0	13.6	-2.6
	No.6	-71	4.2	6.3	-2.0

測定した No は、以下とする。No.1, No.4: 主桁の底面, No.2, No.5: 下フランジ側面, No.3, No.6: 主桁ウェブ

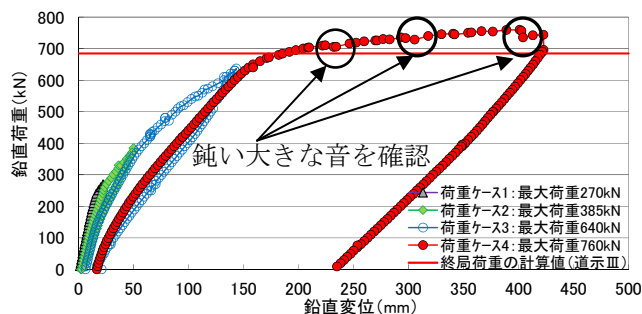


図-4 荷重とスパン中央の変位の関係

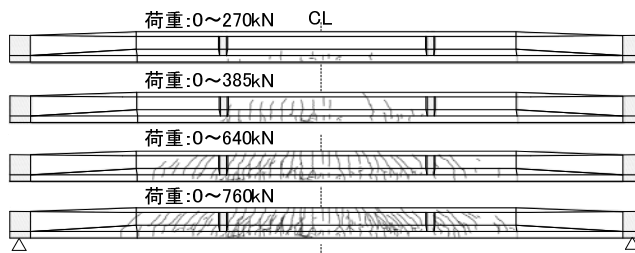


図-5 ひび割れの発生状況（中分側）

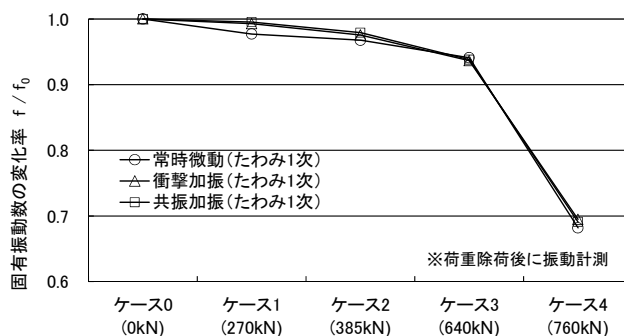


図-6 荷重ケースと固有振動数の変化率の関係

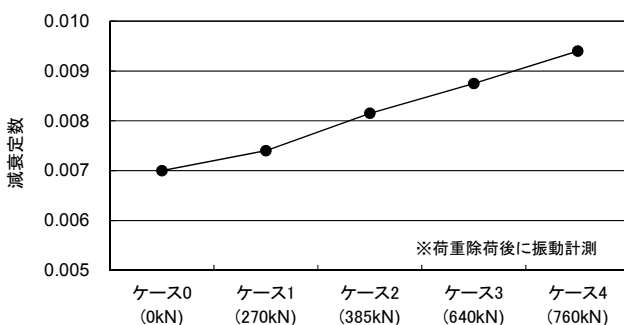


図-7 荷重ケースと減衰定数の関係