

大師PC橋の耐荷力点検報告

三井住友建設(株) 土木事業本部 正会員 ○滝 慎一郎
 首都高速道路公団 東京建設局 和田 新
 首都高速道路公団 神奈川管理局 田口 絢子
 三井住友建設(株) 静岡支店 土木部 正会員 真継 章夫

1. はじめに

大師PC橋は、首都高速道路横羽線の多摩川渡河部に位置するPC 2径間Tラーメン橋で、昭和43年に供用を開始したものである。

首都高速道路の構造物は定期的に必要な点検を行い、常に供用に足る安全性を確認してはいるものの、PC構造物の点検手法は近接目視によることが一般的であり、緊張材の健全度を直接確認するような点検は行っていない。特に、本橋は供用途中で外ケーブルによる補強を行っており、このような構造物においては、外ケーブルそのものの健全度が構造物全体の安全性に直接関係するため、緊張材の健全度を直接確認しておくことは非常に重要である。

本文は、供用から30年以上経過した本橋について、橋梁の健全性および耐荷力を確認するために実施した調査および試験の結果について報告するものである。

2. 橋梁概要および経緯

1) 新設工事概要

本橋は、架設地点が河川上であることから、渇水期施工での工期短縮を図るため、上部構造はプレキャストT桁と現場打ちの箱桁を併用した特殊な構造が採用されている。¹⁾ (図-2.1)

竣工年月：昭和43年8月
 構造形式：PC 2径間Tラーメン橋
 桁 長：107.570m (橋梁中心)
 支 間 割：56.363m+48.907m (橋梁中心)
 幅 員：27.154m~18.396m (全幅)
 桁 高：2.730m

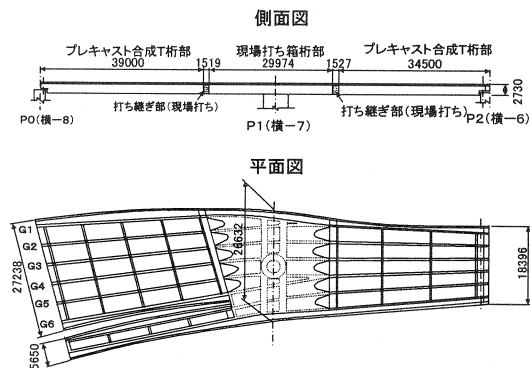


図-2.1 構造一般図

2) 補強工事 (竣工年月：昭和54年1月)

本橋の供用から約10年が経過し、P0~P1の箱桁部とプレキャスト桁を連結する現場打ち継ぎ部においてひび割れの発生が確認された。

これは、P0~P1区間の平面形状が複雑であり、設計当時は電子計算機による構造解析が実用化されておらず、実応力と設計応力の差により生じたことが主な原因であるものと推測された。

このため、損傷部の応力を改善する方法として外ケーブルにより追加プレストレスを導入する工法が採用され、補強工事が実施された。^{2) 3)}

図-2.2 に外ケーブル補強の概要を示す。

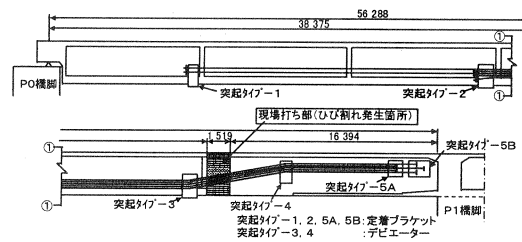


図-2.2 外ケーブル補強概要図

3) 点検工事 (竣工年月:平成13年3月)

補強後は遠望からの目視調査を主体とした定期的な点検が実施され、現在に至るまで橋体の異常は確認されていない。しかし、橋体近傍での損傷部分の調査や経時的な補強効果を確認する等の本格的な調査は行われておらず、さらに外ケーブル補強工法としては初期の工事例であることから、補強後約22年を経過した本橋の健全性を把握するための詳細な点検調査を実施した。

3. 点検調査

1) 目的

点検調査は、橋体近傍からの目視調査による健全性の把握、および現状における外ケーブル工法の補強効果の確認を目的とした。

2) 調査項目

健全度の把握、および補強効果の確認を行うにあたり、下記の項目について調査を実施した。

- (1) 外観調査
- (2) 外ケーブル張力調査
- (3) 横締め鋼棒張力調査
- (4) 外ケーブルの交換による引張試験

図-3.1に調査対象箇所を示す。なお、調査対象箇所は車道部での交通規制を行わないことを前提に、河川上および本橋と交差する産業道路の歩道からの調査が可能な範囲とした。

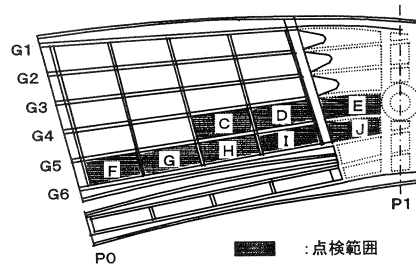


図-3.1 調査対象箇所

3) 調査結果

(1) 外観調査

①床版部:合成桁部 (C,D,F,G,H,I 格間) では、橋軸方向に発生した一方向ひび割れが多数確認されたが、その大部分はひび割れ幅が0.2mm未満であった。また、場所打ち部 (E,J 格間) におけるひび割れの発生状態は、合成桁部と同様の傾向を示したが、ひび割れの本数は合成桁部と比較して多いことが確認された。これは、場所打ち部が下床版・ウェブ部分と上床版を2段階に分けて施工されており、4辺で拘束された上床版が桁完成後の初期段階から乾燥収縮などの要因で発生したひび割れであるものと推測される。表-3.1に床版外観調査結果を示す。

表-3.1 床版外観調査結果

格間番号	最大ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ延長 (m)
C	0.2未満	0.80
D	0.2未満	0.60
E	0.2	15.80
F	0.2	8.90
G	0.2	1.75
H	0.2	2.80
I	0.2	4.60
J	0.2未満	13.70

②主桁ウェブ・その他:外ケーブル補強の要因となったプレキャスト部と場所打ち部との打ち継ぎ部分における新たなひび割れの発生、およびその他の部分におけるひび割れ発生等の損傷は確認されなかった。

(2) 外ケーブル張力調査

外ケーブル張力調査は、ジャッキとロードセルを用いて緊張を行い、ナットが緩んだ時点での荷重を読み取ることにより現在の導入張力を確認し、有効緊張力と比較する方法を採用した。

調査対象ケーブルは、足場の関係から調査が可能なG5-G6格間のC1~C5ケーブル(5本)、およびG4-G5格間のC2, C4ケーブル(2本×2=4本)の合計9本とした。また、確認する張力は補強設計時の設計計算書より有効緊張力の値を採用した。

使用外ケーブル:SEEE F70T

有効緊張力:Pe=294 (KN)

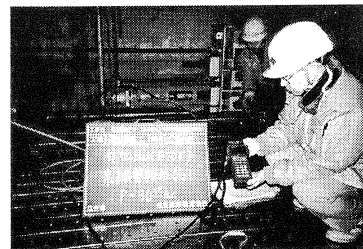


写真-3.1 外ケーブル張力確認状況

図-3.2 に外ケーブル配置、表-3.2 に外ケーブル張力確認結果を示す。

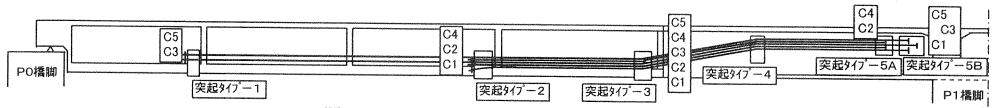


図-3.2 外ケーブル配置

張力調査の結果、いずれも有効緊張力以上であり、実測値が設計値を平均で約9%上回っていることが確認された。

(3) 横締め鋼棒張力調査

ブラケット取り付けPC鋼棒の張力調査は、外ケーブル張力調査と同様に現在の導入張力を確認し、有効緊張力と比較する方法を採用した。調査対象箇所は、G5 桁に配置されている横締め鋼棒とし、各突起タイプ3本ずつの合計18本について行うものとした。また、確認する張力は補強設計時の設計計算書より有効緊張力の値を採用した。

使用PC鋼棒：SBPR 930/1180 φ32 mm

有効緊張力： $P_e = 441$ (KN) (45tf)

図-3.3 にブラケット構造およびPC鋼棒配置、表-3.3 にPC鋼棒張力確認結果を示す。

張力調査は、突起タイプ-1において有効緊張力を下回る鋼棒が確認されたため、このブラケットに配置された全鋼棒本数について確認することとし、合計23本について実施した。

調査の結果、突起タイプ-1に配置されたPC鋼棒のうち3本が設計値以下となったが、その他は全て設計値以上であり、実測値が設計値を平均で約8%上回っていることが確認された。

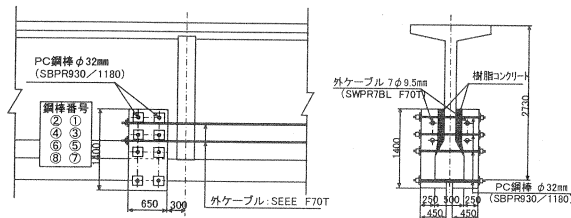


図-3.3 ブラケット構造およびPC鋼棒配置 (突起タイプ-1)

表-3.2 外ケーブル張力確認結果

位置	ケーブル番号	確認張力 Ps (KN)	有効緊張力 Pd (KN)	張力差 ΔP (KN)	ΔP/Pd (%)
G5桁	下流側 C1	324	294	29	10.00%
	下流側 C2	325	294	30	10.33%
	下流側 C3	314	294	20	6.67%
	下流側 C4	314	294	20	6.67%
	下流側 C5	314	294	20	6.67%
G4桁	上流側 C2	317	294	23	7.67%
	上流側 C4	348	294	54	18.33%
	下流側 C2	320	294	26	8.67%
平均		322	294	27	9.33%

表-3.3 PC鋼棒張力確認結果

突起タイプ	鋼棒番号	確認張力 Ps (KN)	有効緊張力 Pd (KN)	張力差 ΔP (KN)	ΔP/Pd (%)
タイプ-1	1	403	441	-38	-8.67%
	2	420	441	-22	-4.89%
	3	469	441	27	6.22%
	4	428	441	-14	-3.11%
	5	513	441	72	16.22%
	6	510	441	69	15.56%
	7	471	441	29	6.67%
	8	500	441	59	13.33%
タイプ-2	1	465	441	24	5.33%
	6	510	441	69	15.56%
タイプ-3	12	486	441	44	10.00%
	1	510	441	69	15.56%
タイプ-4	2	510	441	69	15.56%
	4	446	441	5	1.11%
	1	452	441	11	2.44%
タイプ-5A	4	460	441	19	4.22%
	5	506	441	65	14.67%
	1	466	441	25	5.56%
タイプ-5B	2	495	441	54	12.22%
	6	513	441	72	16.22%
	1	466	441	25	5.56%
平均	2	510	441	69	15.56%
	8	500	441	59	13.33%
平均		479	441	37	8.44%

※張力確認位置は、全てG5桁下流側である。
記号：●張力を確認した鋼棒 ◎張力を確認後に再緊張した鋼棒

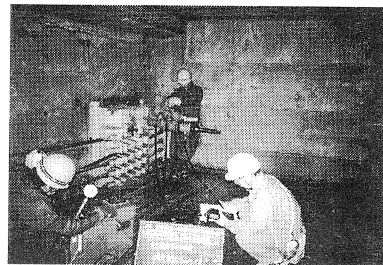


写真-3.2 PC鋼棒張力確認状況

突起タイプ-1では設計値を下回る鋼棒が確認されたが、このブラケットに配置されているPC鋼棒緊張力の実測値の合計は設計値以上となっており、ブラケットとしての機能は十分に満足しているものと考えられる。また、設計値を下回ったPC鋼棒については再緊張を実施し、所定の緊張力を導入している。

PC鋼棒緊張力が設計値を下回った要因については、本橋の鋼製ブラケットが上縁側において桁との隙間に樹脂コンクリートを打設することで主桁との一体化を向上させる特殊な構造を採用していることから、樹

脂コンクリートが何らかの原因で変形したことにより緊張力が減少したものと推察される。

(4) 外ケーブルの交換による引張試験

外ケーブル取替工において、取り外した C4 ケーブルを4分割し、引張強度試験を実施した。

図-3.4 に供試体採取位置、表-3.4 に試験結果を示す。

その結果、供試体No.1, 4 において引張強度が規格値を下回り、試験後に供試体を観察したところ、既設マンシオン部分で破断していることが確認された。

このため、この鋼材について素線の破断部付近における外観観察を行ったところ、斜めせん断破壊が生じていることが確認された。この原因については、施工時から試験時点まで履歴が不明のため断定はできないものの、永久変形を引き起こすクリープ現象が可能性として考えられた。一般にPC鋼材を緊張すると緊張前と比較して断面積が減少するため、マンシオン端部ではマンシオン部の伸び量が小さい部分と自由長部の伸び量大きい部分の境界ができ、微小な角度の変化が生じるが、緊張力を開放するとともに状態に戻ることが知られている。しかし、供試体のように弾性範囲内の応力を与えた状態で長期間放置した場合にはクリープ現象により永久変形が生じるため、PC鋼材の断面積が減少したままの状態になっていることが考えられる。このため、PC鋼材の素線には張力を開放した際にマンシオン端部の境界部において微妙な角度、線形、より位置等のばらつきが残り、引張試験で再び応力を与えたことにより、通常では発生しない極微小な部分でのせん断力が加わり、引張強度以下で破断したものと推測される。

以上のことから、使用中である残りのケーブルについては張力を開放しない限りこのような現象が生じないこと、さらに外ケーブルに作用する張力は使用状態において約 $0.52P_u$ であり、終局荷重状態においても降伏強度を上回ることがないことなどから、供用中の外ケーブルは安全であると判断した。

4. おわりに

大師PC橋の点検調査を行った結果、外ケーブル工法による補強効果は維持されており、健全であることが確認された。また、本点検工事の調査対象以外の部位については、平成14年度に実施された床版補強工事において外観調査が実施され、各部位に異常の無いことが確認されている。

今後は当首都高速道路のみならず多くの道路資産が老朽化し、点検による構造物の安全性の確認、確保がますます重要となる。今回はPC構造物における緊張材の健全度を直接確認する点検手法を用いたが、公共事業に対する経費縮減の社会的要請を踏まえ、点検業務のさらなる合理化を図るべく、非接触、非破壊型の点検手法の確立などの技術革新が望まれるところである。

最後に、本点検工事の報告にあたり、多大のご指導、ご支援を頂いた関係各位にこの場をお借りして深く感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 西野, 柳田: K-1 1 工区 (多摩川橋梁) の実験および設計について, プレストレストコンクリート Vol.9, No.3, July 1967
- 2) 阿保, 桑原: 首都高速道路横浜羽田空港線大師PC橋補強工事について, プレストレストコンクリート Vol.22, No.2, July 1980
- 3) (社) プレストレストコンクリート技術協会: PCによる構造物の補強とPC構造物の設計・施工, 昭和56年1月

表-3.4 引張強度試験結果

	供試体				規格値
	No.1	No.2	No.3	No.4	
試験体採取部位	定着部 偏向部	直線部 中間部	偏向部 中間部	定着部 直線部	
引張荷重 (KN)	669	730	728	672	686以上
降伏点荷重 (KN)	—	694	688	—	603以上
破断時伸び (%) ※	1.1	1.7	1.6	1.1	参考値
ヤング係数 (KN/mm ²)	185	184	185	185	186
ナット耐荷力	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
破断状況	固定側にて全破断	素線の破断音	破断音	破断音	

※標点距離2000mm間の測定値

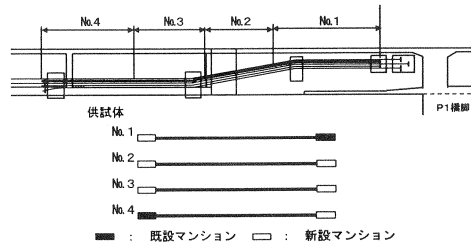


図-3.4 供試体採取位置