国道18号妙高大橋の維持管理について

吉越 政浩1・谷口 雄一2・板谷 優也2・岩井 雅紀2

¹北陸地方整備局 高田河川国道事務所 副所長(道路) (〒943-0847 新潟県上越市南新町3番56号) ²北陸地方整備局 高田河川国道事務所 道路管理第二課 (〒943-0847 新潟県上越市南新町3番56号).

国道18号妙高大橋は、2009年にPCケーブル破断が確認され、現在架替え事業を進めている. 架替えが完了するまでの間、現橋を安全に供用するため、定期調査・計測等を行い必要に応じて保全対策を実施するとともに、緊急時の対応方針等をまとめた維持管理マニュアルを作成して日常管理を行っているところである. 損傷の発見から5年以上が経過したため、これまでのモニタリング状況やPCケーブル追跡調査、載荷試験等について、中間報告を行う.

キーワード 維持管理,モニタリング,追跡調査,PCケーブル調査,載荷試験,PC連続箱桁

1. はじめに

国道 18 号妙高大橋は新潟県妙高市に位置し、大田切 川に架かる橋長 300mの 4 径間連続 PC 箱桁橋である(写 真-1, 図-1). 本橋は 1972 年に, 当時の最新技術である プレキャストセグメントカンチレバー工法によって架設 され、約45年間に亘り、主要幹線道路として供用され てきたところであるが、2009年度の補修工事の際に、 第1径間中央で9本のPCケーブル破断が確認され(図-2, 写真-2), その後の詳細調査で全ケーブル 504 本中, 計 22 本の破断が確認されたため、抜本対策として架替え を計画しているところである. 破断の要因は、橋面等か らの漏水がシース内に侵入し、PC 鋼材が腐食したため と考えられる. 架替えまでの間, 現橋を安全に供用する ため、外ケーブル補強等の緊急対策の他、定期的なモニ タリング監視や載荷試験による安全性の確認、維持管理 マニュアルに基づく日常管理を行っているところである. 本稿では、これまでに得られたモニタリング計測や試

験の結果等について報告する.



写真-1 妙高大橋

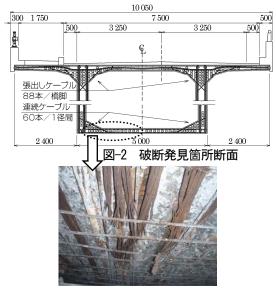
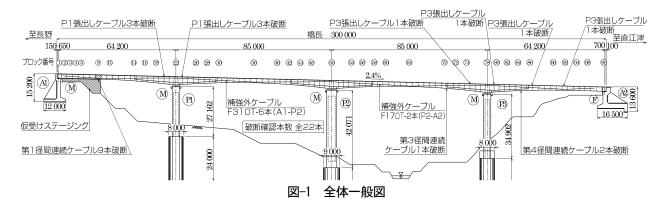


写真-2 第1径間の破断状況



2. 維持管理計画概要

PC ケーブル破断発見後「妙高大橋保全対策検討委員 会」を設置し、今後の方針が検討された. この結果、 (1)抜本的対策は架替えとすること, (2)載荷試験で当面 の安全が確認されたことから、対策を講じた上で、架替 えまでの間の管理を強化すること, (3)損傷原因を除去 し、補修と外ケーブル補強を実施すること、(4)モニタ リングと追跡調査を継続し、破断進行等の異常時の把握 と、結果を交通規制実施に連動すること、等が示された. これらを受けて管理面では「妙高大橋維持管理マニュ アル」を作成し、これに準じて管理にあたっている.本 マニュアルは、本橋固有の構造の特徴や損傷状況、モニ タリング内容や計測値取得方法,詳細点検調査項目と頻 度、異常発生時の管理基準と各段階での対応方法等を定 めており、内容や調査試験の頻度等については、適時修 正しながら運用している.表-1に点検調査実施予定を、 表-2に現在実施している対策を示す.

3. 監視計測状況

計測監視項目のうち自動計測モニタリングは、破断による変形の進行に着目し、表-3 に示す項目を監視を行っている。図-3 に自動モニタリング機器の位置を示す。モニタリング値が管理基準を越えた場合は、管理者等の携帯電話に警報メールが自動配信されるシステムとなっている。

回転灯による監視は、第1径間の仮受けステージングを不動点とした接触式センサーを設置し、たわみが増加し接触した際に橋上に設置した回転灯が点灯し、監視カメラ(CCTV)等で確認するものである。

図-4に損傷が激しい第1径間における2015年度のモニタリング計測値の年間推移図を、図-5にこれまでの計測結果の最大・最小値およびその差の経時変化を示す.

これまでの計測結果から、以下のことが確認できた.

- a) 気温の変化に合せてプレキャスト部材間の目地変位の たわみは推移しており、温度により桁は変形している.
- b) これまでの変化量はほぼ同等であり、現時点では異常

値は計測されていない.

- c) たわみは夏期には上反りし、冬期にはたわんでいる. また、目地変位は支間部(下側)と支点付近(上側)とも に夏期には縮み、冬期には伸びている.
- d) 補強用外ケーブルは損傷進行時の代替え引張材として 小さい張力を導入し設置しているが、張力に変化は見 られない. なお補強外ケーブルは破断断面積相当分を 配置し、異常時に再緊張可能な構造としている.

以上のモニタリング計測結果を踏まえると、計測開始 からの著しい劣化進行は生じていないと考えられる.

表-2 対策一覧

	我 2 为 2	K 克	
	対策項目	位 置	実施間隔
計	CCTV による監視	全 体	常時
測	自動計測モニタリング監視	第1径間と P1支点上	10 分間隔
監視	接触回転灯装置による監視	第1径間	常時
100	日常パトロール	全 体	1
	PC ケーブル詳細追跡調査	全 体	1~2年毎
点検	載荷試験	第1,4径間	1~2年毎
調	橋梁定期点検	全 体	5年毎
查	第3者被害点検	第1,4径間	3年毎
	地震時異常点検(震度3以上)	全 体	地震発生時
負	補強外ケーブル設置	全 体	(済)
荷軽減	第1径間ステージング設置	第1径間	(済)
減	特殊車両の通行規制強化	全 体	常時
等	除雪の徹底	全 体	冬 期

表-3 自動モニタリングシステム概要

設置位置	箇所数	計測目的	開始時期	
第1径間	12	セグメント	2010.3	
P1支点上付近	4	目地変位量	2011.11	
第1径間7, 9BI	2	たわみ量	2010.8	
四古占し	2	ケーブル	2011.11	
F2又無工	2	張力変化		
桁外·桁内(A1)	2	温度測定	2010.3	
桁内(第1径間)	1	湿度測定	2011.11	
	第1径間 PI支点上付近 第1径間7,9BI P2支点上 桁外·桁内(AI)	第1径間 12 PI支点上付近 4 第1径間7,9BI 2 P2支点上 2 桁外·桁内(AI) 2	第1径間 12 セグメント PI支点上付近 4 目地変位量 第1径間7, 9BI 2 たわみ量 P2支点上 2 ケーブル 張力変化 桁外・桁内(AI) 2 温度測定	

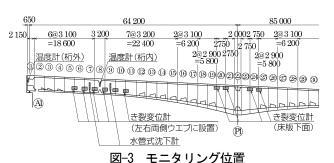


表-1 点検調査実施予定

点検調査	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020~
PCケーブル 追跡調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
載荷試験	0	0	0		0		0		0	tests S. L S Middle
橋梁定期点検		0					0			架替え完了まで継続
第3者被害点検	0			0			0			
モニタリング	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

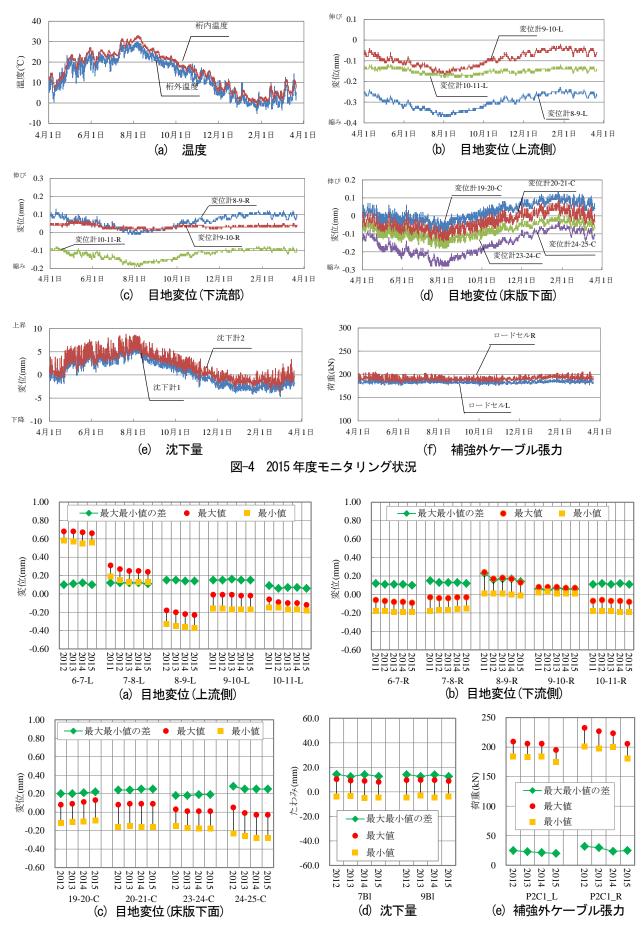


図-5 モニタリング値の最大・最小値とその差の経時変化

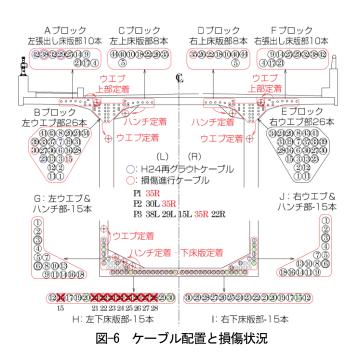
4. PCケーブルの詳細調査

工業用内視鏡カメラを用いて、シース管内部の鋼材状況を直接観察した。内視鏡調査は、2010年度から6カ年継続している。腐食が進行している調査孔2例を写真-3に示す。以下に、これまでの調査により得られた結果を列挙する。

- a) 図-6 にケーブルの配置と損傷状況を示す.これによれば張出しケーブルは、防水層設置等の補修対策を講じたにもかかわらず、湿潤状態箇所や腐食進行箇所が存在する.特に、定着位置で分類した A, B, D ブロックでの損傷進行が顕著である.これは、歩車道境界付近の床版上面の土砂化や、車道中心の防水層継目からの浸水が原因と考えられる.
- b) 定点観測以外の調査孔で、素線破断の進行を内視鏡追加調査で確認した。 すでに別の箇所で破断確認していた B ブロック張出しケーブル P1-15L で新たに素線が消失しており(写真-4)、損傷進行が明らかとなった.
- c) 連続ケーブルへの浸水は治まり、湿潤状態は改善されている. 桁端部の浸水対策や排水装置補修等の効果によるものと考えられる.

5. 載荷試験

載荷試験は破断発見時からこれまで計6回実施し、安全性を確認している. 載荷試験では、20tダンプ6台を用いて、計120tを試験荷重とした(写真-5). なお、120t載荷はB活荷重曲げモーメントの約半分に相当する. 載荷試験は、損傷の激しい第1径間と、比較的損傷が軽微な第



P1張出し 32L-24BL 起点側 P3張出し 35R-75BL 終点側 2010 乾燥状態 · 水滲出箇所近傍 ·漏水箇所近傍/表面錆程度 2011年度 腐食小 湿潤状態 乾燥状態 2012 湿潤状態 腐食小 乾燥状態 腐食小 発錆が若干増加 2013 湿潤状態 腐食小 前回調査から変化は見られない 乾燥状態

写真-3 ケーブル内視鏡調査例

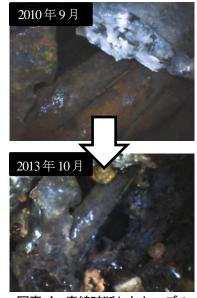


写真-4 素線破断したケーブル (P1 張出し 15L24BL)

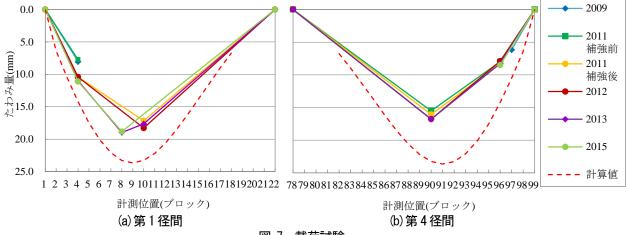


図-7 載荷試験

4径間のそれぞれについて実施し、たわみを計測した.

図-7 に載荷試験の結果を示す. これによると第 1 径間および第 4 径間のたわみは、計算値より小さな値を示している. しかしながら第 4 径間と比べると、第 1 径間のたわみはわずかに大きい値を示している. これは損傷程度が影響していると考えられる.

6. 異常発生時の管理体制

モニタリング計測等により異常がみられた場合,速やかに対応できるよう,役割分担や対応方法を定めた「妙高大橋維持管理マニュアル」を作成し、対応訓練等により関係者の周知を図っている。対応方法は異常時の対応が段階的に進む実態に合わせ、管理レベルをモニタリング計測値と関連付け、表-4に示す3段階に設定している。

7. まとめ

上述のとおり、供用に影響するような大きな異常はこれまでに確認されていない. しかしながら損傷の進行が確認されるケーブルがあることから、今後腐食が進行し、架け替え前に安全性が低下する可能性は十分に考えられる. 特に防水に関して、橋面防水や車道目地の注入等の対策を実施しているところではあるが、確実な対策とはなっていない. 今後もモニタリング監視等による維持管理を継続するとともに、更なる延命化についても検討していく必要がある. また、本橋は大学等研究機関の研究フィールドとして提供しており、様々な計測データが得られていることから、各機関と情報を共有し、維持管理に役立てていきたい. 同時に、本橋の PC ケーブル破断



写真-5 載荷試験

表-4 モニタリング管理レベルと対応

管理レベル	モニタリング計測値	主な対応
注意レベル	自動計測装置の警報基準を小さく設定し管理するレベル. ・たわみ20mm以上 ・目地変位02mm以上	①モニタリング計測値の確認 ②CCTV、パトロール確認 ③変形の増加原因推定. ④注意レベルが頻繁に現れる場合 は警戒レベルに移行.
警戒レベル ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	変形の増加が注意レベルから相当期間収まらず,管理限界の50%値のレベル・たわみ40mm以上・目地変位03mm以上	①専門技術者に現地調査を要請, 状態確認と変形の増加原因を推 定. ②詳細調査の実施 ③交通整理員を配置し大型車を連 行させない(限界レベル対応の準 備)。 ④妙高大橋保全対策検討委員会招 集.
限界レベル	変形が管理限界に達するレベル. ・たわみ80mm以上 ・目地変位05mm以上	①交通規制を実施(旧道や高速道路 への迂回)。 ②委員会助言による対策等の実施。

発覚からの対応やその後のモニタリング結果を,類似の 事象が発覚した際の参考事例として役立てていただけれ ば幸いである.

謝辞:妙高大橋の損傷発覚から今日に至るまで,長岡技 術科学大学 丸山久一名誉教授をはじめとするご関係者 の皆様方よりご指導・ご助言を頂きました.この場をお 借り致しまして厚く御礼を申し上げます.