

道路橋 PC 上部工の長寿命化に向けた 点検および維持管理



(株) テノックス九州
岩本直樹

1. はじめに

平成 24 ~ 25 年度に行った橋梁定期点検の業務である。当該地は積雪寒冷地で、道路橋示方書¹⁾では塩害の影響を受ける地域に区分される環境条件が厳しい場所である。

また、本地域で産出される骨材にはアルカリ骨材反応を示すものがあり、路面凍結防止剤の長期間散布など、環境条件以外の劣化要因による複合劣化が想定された。

上記の課題に留意し、PC 上部工における維持管理手法の検討を行った 2 つの事例について紹介する。

2. 事後保全的 PC 上部工の維持管理

2.1 対象橋梁の諸元など

- ①諸元：竣工 1960 年，橋長 $L = 180.30$ m，幅員 $W = 6.00$ m
- ②上部工：単純 5 径間 PC ポステン T 桁，準拠基準 S31 鋼道示，設計荷重 TL-20（一等橋）
- ③その他：塩害地域区分 B（海岸から 0.2 km）

2.2 既往資料調査

(1) 劣化および補修

架橋から約 35 年経過した本橋は、塩害による配筋筋、下フランジ主鉄筋および縦方向 PC 鋼材の腐食や断面欠損が著しく、下フランジかぶりコンクリートの剥離・剥落が発生して補修対策が必要となった。ファイバー入りモルタルを吹き付けて断面修復を行い、劣化が著しい箇所は鋼板接着を併用した補強を行い塩害対策として表面被覆を行った。

(2) 再劣化

補修から約 10 年経過したのち、既設桁部と補修したモルタルとの境界部に大きなひび割れや、補強した鋼板接着部も含めて、浮き、剥離・剥落が発生した。

補修箇所の鋼材は著しく腐食が進行し、PC 鋼材を含めて一部破断が確認された。鋼材位置における塩化物イオン量は 10 kg/m^3 近く確認され、その加速度的な腐食はマクロセル腐食と塩害による再劣化によるものと考えられた。

2.3 維持管理手法の検討

高潮および老朽化に対する恒久対策として架け替えることになったが、新橋完成までの維持管理が課題となり、以下の内容について検討した。

(1) 詳細調査

PC 鋼材の破断はプレストレス量の低下を招き、PC 構造物の耐荷性能を著しく低下させる可能性があるため、橋梁点検車を用いて近接し、PC 鋼材の劣化進行状況を詳細に観察した。主桁の曲げひび割れやせん断ひび割れの発生状況など、通行止めを必要とする変状がないことを確認した。

(2) 健全度評価

塩害橋梁維持管理マニュアル²⁾および PC 橋点検補修マニュアル³⁾を参考に健全度評価を行った。いずれも耐荷性能の照査、早急な対策（点検強化、追跡調査）、恒久対策が必要と判断した。

(3) 主桁の耐荷力照査

縦方向 PC 鋼材の破断を考慮した主桁の耐荷力照査を行い、短期的な安全性を机上で確認した。

(4) 固有振動数計測

現橋の耐荷性能の把握を目的として、劣化程度の調査（縦方向 PC 鋼材の損傷有無比較）および補修後の進行性判定（今回計測値を初期値とし、次回以降の計測値との比較）のため、表 - 1 に示す測定装置により主桁の固有振動数測定を行った。

表 - 1 測定装置の仕様（写真は加速度計）

加速度計	電流駆動型高感度 加速度計 2 個	
アンプゲイン	最大 ± 10 V 入力に対し レンジ ± 0.1, 1.0, 10 V	
AD 変換速度	1 ms (1 kHz), 2 ms (500 Hz), 5 ms (200 Hz), 10 ms (100 Hz)	
AD 変換精度	12 ビット	
データ数	最大 4 096 個，最大測定時間 10 秒	
トリガー	マニュアルトリガー	

各径間の固有振動数は 3.25 ~ 3.45 Hz の範囲にあり、PC 鋼材が破断した 3 径間目は 3.25 Hz で（図 - 1）、健全な 5 径間目と同じ値（図 - 2）であった。

現状において PC 鋼材の破断により橋梁の構造剛性は極端に低下しておらず、通行止めが必要な状況ではないことを確認した。

(5) 応急対策工

断面欠損箇所ですれ以上の鋼材の腐食を防ぐには、かぶりコンクリートを確保しつつ、飛来塩分および内在塩分の断面修復材への拡散やマクロセル腐食を防ぐことが望ましいとし、塩化物イオン吸着材入り断面修復工法を提案した。

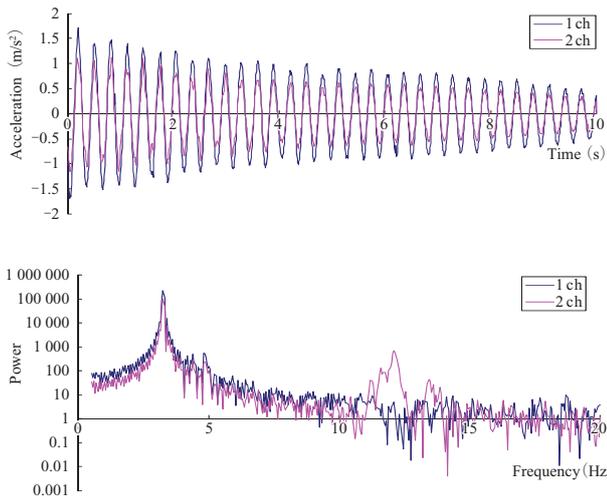


図 - 1 3 径間目 (PC 鋼材破断部) 測定結果
(固有振動数 3.25 Hz)

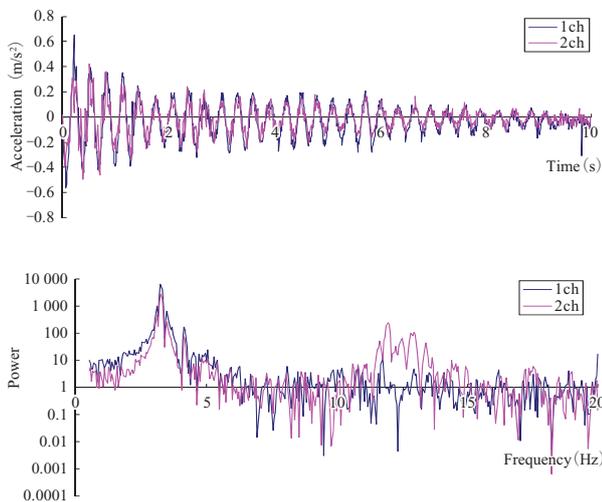


図 - 2 5 径間目 (PC 鋼材健全部) 測定結果
(固有振動数 3.25 Hz)

3. 予防保全的 PC 上部工の維持管理

3.1 対象橋梁の諸元など

- ①諸元：竣工 1966 年，橋長 $L = 108.60$ m，
幅員 $W = 6.85$ m
- ②上部工：単純 4 径間 PC ポステン T 桁，準拠基準 S39
鋼道示，設計荷重 TL-20 (一等橋)

3.2 既往資料調査

(1) 定期点検

橋梁定期点検は過年度に 3 回実施されている。前回の点検結果では，対策区分 S (詳細調査が必要である) として判定された主桁の縦方向 PC 鋼材に沿って発生した遊離石

灰を含むひび割れに対し，詳細調査で原因を特定し，対策要否の判定，対策工の検討を行う必要があるとされていた。

(2) 試験調査

対策区分 S を踏まえ，PC 鋼材のグラウト充填状況の部分的調査 (スクリーニング) が試験的に実施されていた。

結果は，橋梁全体の縦方向 PC 鋼材 112 本 (1 主桁あたり 7 本) のうち 20 本 (全体の約 18%) で調査を行い，3 本 (調査対象の 15%) において，グラウトの充填不足 (空洞) が確認されていた。

3.3 維持管理手法の検討

詳細調査の手法⁴⁾として，(1)，(3)は試験調査実績を踏襲して未実施の箇所について提案し，(2)，(4)について今回，新たに調査を提案した。

(1) 縦方向 PC 鋼材のスクリーニング調査

インパクトエコー法を用いグラウト充填調査を実施する。

(2) 横方向 PC 鋼材のスクリーニング調査

衝撃弾性波法を用いてグラウト充填調査を実施する。

(3) グラウト充填および鋼材腐食状況調査

(1)，(2)の調査結果をもとに詳細調査を行う PC 鋼材を選定し，削孔調査を行う。削孔箇所は，目視と CCD カメラによりグラウト充填状況と PC 鋼材の腐食状況の確認を行う。

(4) グラウト充填不足規模の把握と補修工事

グラウトの充填不足 (空洞) が確認された箇所では，空圧法による未充填範囲や空洞の体積を把握し，グラウトを再注入するための工事資料 (施工計画，補修図，数量など) を作成する。

4. おわりに

建設年次の古い PC 上部工に見られる劣化 (塩害劣化，マクロセル腐食再劣化，縦方向 PC 鋼材のブリーディンググラウト使用による充填不足，上縁定着部からの水の浸入による縦方向 PC 鋼材の腐食) に対し，維持管理の手法について検討した。類似の橋梁に対し，維持管理手法の一つとして参考になれば幸いである。今後，新たな調査技術，モニタリング技術，劣化した構造物の構造性能評価技術などが確立されてくるものと考え。PC 構造物の適切な維持管理が行えるよう積極的に取り入れていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編，2012。
- 2) 橋梁塩害対策検討委員会 (北陸地方整備局)：塩害橋梁維持管理マニュアル (案)，2008.4
- 3) 高速道路調査会：PC 橋点検補修マニュアル (案)，1994.12
- 4) 川谷泰山，西弘，上仁健一郎，西谷慶彦：PC グラウトに関する非破壊調査システムの開発，プレストレストコンクリート工学会第 21 回シンポジウム論文集，2012.10

【2017 年 6 月 1 日受付】