

ポストテンション方式PC橋のシース内環境と外観変状に関する一考察

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）名古屋支店 土木保全管理部 正会員 ○高野 真史
 中日本高速技術マーケティング（株）技術部 正会員 石橋 健作
 中日本高速道路（株）名古屋支社 保全・サービス事業部 構造技術課 長尾 千瑛
 中日本高速道路（株）名古屋支社 保全・サービス事業部 構造技術課 大野 優華

1. はじめに

ポストテンション方式PC橋（以下ポステン橋）は、これまでにPCグラウト充填不足に起因した変状が数多く報告されており、その莫大な同種橋梁に対する調査・対策の優先度や実施判断が課題となっている。これらの判断を行うための一つの指標として、外観変状から判断される健全度があるが、ポステン橋に外観変状が発生した場合は、一般的に「構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置が必要な状態」という判断がなされることが多い。しかしながら、これまでの調査結果より、外観変状が確認できた橋梁においても、PC鋼材内部の状況などから、早期に構造物の機能に支障が生じる可能性は低いと判断できる結果も多く確認できている。したがって、ポステン橋において発生した外観変状に対して、調査・対策の優先度や実施判断の指標を得ることを目的に、シース内環境と外観変状に関する基礎調査を実施した。

2. 調査概要

対象橋梁は中京圏の積雪寒冷地域における高速道路橋において、鋼製シースを用いたPC鋼線またはPC鋼棒を適用しているPCT桁橋、PC箱桁橋とし、高度経済成長期にあたる1960年～1980年に建設された橋梁を中心に調査を実施した。対象とした鋼材は、主桁に配置された縦締め鋼材とし、PC鋼材の配置形状によりグラウト充填不良が発生しやすい定着部付近や曲げ上げ・曲げ下げ部とした。着目する外観変状は法令点検等により確認されたPC鋼材に沿った変状（ひび割れ・遊離石灰・はく離）とし、外観変状発生箇所に対して削孔による微破壊調査により、シースの腐食状況・グラウト充填状況・PC鋼材腐食状況を確認することで、外観変状とPC鋼材内部状況を調査・分析した。

3. PC鋼材の内部状況と外観変状の発生傾向

PC鋼材の内部状況と外観変状の発生傾向について、図-1に示す。シースの腐食が確認できた箇所では、T桁で8箇所中7箇所、箱桁で6箇所中4箇所と、高い割合で外観変状が発生していることが確認できた。また、鋼材の腐食が確認できた箇所では、T桁で4箇所中4箇所、箱桁で2箇所中2箇所と、全ての箇所を外観変状が確認できた。なお、鋼材表面錆が確認できた箇所では、鋼材健全全部と比較して外観変状の発生傾向に変化はなかった。PCグラウトの充填不良箇所においては、T桁で15箇所中5箇所、箱桁で37箇所中5箇所と、他のPC鋼材変状と比較して内部変状が顕著に外観変状に現れる傾向は認められなかった。

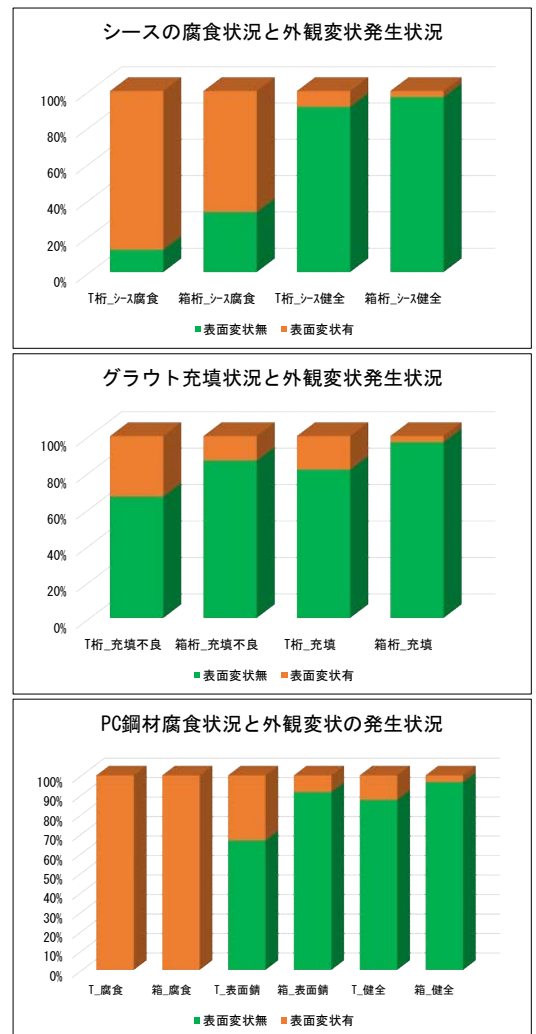


図-1 PC鋼材の内部状況と外観変状の発生傾向

キーワード 外観変状, PCグラウト, PC鋼材

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1-8-11 DPスクエア錦4F
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

4. ひび割れ発生箇所における PC 鋼材内部状況

ひび割れが発生している箇所における PC 鋼材内部の詳細状況について、図-2 に示す。対象箇所全 10 箇所において、PC 鋼材の内部にて最も多く確認できた変状はシースの腐食であった。シースの腐食は外側のみに発生しており、シース内側に腐食は発生していない。グラウトは 7 箇所にて充填を確認しており、PC 鋼材も 8 箇所にて健全を確認している。当該箇所においては、シースとコンクリートの界面から劣化因子が作用し、シース外側の腐食が顕著であるが、グラウトの保護効果により、PC 鋼材自体は比較的健全な状態であったと判断できる。

5. 遊離石灰発生箇所における PC 鋼材内部状況

遊離石灰が発生している箇所における PC 鋼材内部状況について、図-3 に示す。対象箇所全 3 箇所において、全ての箇所でシース外側の腐食を確認した。また、グラウトは 2 箇所で充填不良を確認し、PC 鋼材は全ての箇所で腐食を確認しており、進行性のある赤錆であった。当該箇所においては、シースとコンクリートの界面からの劣化因子によるシースの劣化に加え、グラウト充填不良に伴う PC 鋼材の保護効果が消失したことにより、PC 鋼材の劣化が発生したと想定する。

6. 剥離発生箇所における PC 鋼材内部状況

コンクリートのはく離が発生している箇所における PC 鋼材内部状況について、図-4 に示す。対象箇所全 6 箇所において、全ての箇所でグラウト充填不良および PC 鋼材の腐食（赤錆）を確認した。また、その内 4 箇所にて PC 鋼材内部に滞水を確認している。なお、端部定着箇所では定着部後埋め部の変状を確認している。滞水が確認されていない箇所においても、PC 鋼材表面は湿潤状態にあった。当該箇所においては、グラウト充填不良による PC 鋼材の保護効果消失に加え、定着部から現在も継続的に劣化因子が作用しており、今後も劣化が進行するものと想定する。

7. 総括

今回の基礎調査より、シースの腐食、PC 鋼材の腐食が発生していた場合は、外観変状が発生する傾向が高いことが確認できた。さらに、PC 鋼材内部状況から、グラウトが充填されている箇所では、PC 鋼材の劣化はシース外側の腐食のみが殆どであり、外観変状としてはひび割れが多く確認できた。グラウトの充填不良が確認できた箇所では、シース外側の腐食のみならず PC 鋼材自体にも進行性のある腐食が確認でき、外観変状としては遊離石灰、はく離が多く発生している。これらを踏まえると、ポステン橋の調査・対策の優先度、実施判断を外観変状より決定する場合においては、遊離石灰やはく離が発生している場合に、優先的に調査や対策を実施することを提案する。

No.	構造形式	鋼材種		定着	シー径 (mm)	かぶり (mm)	シー状況	グラウト充填状況		鋼材状況
		鋼材種	鋼材径					充填状況	滞水	
1	連続PC箱桁	PC鋼線	44-φ5	上縁	66	125	腐食	充填	滞水なし	健全
2	連続PC箱桁	PC鋼線	44-φ5	端部	66	210	腐食	PC鋼材被覆	滞水なし	健全
3	連続PC箱桁	PC鋼線	44-φ5	端部	66	210	健全	充填	滞水なし	健全
4	連続PC箱桁	PC鋼線	44-φ5	偏向	66	125	腐食	充填	滞水なし	健全
5	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	83	健全	充填	滞水なし	健全
6	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	85	健全	充填	滞水なし	健全
7	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	176	腐食	PC鋼材露出	滞水なし	腐食-断面欠損
8	連続PC箱桁	PC鋼棒	φ32	端部	38	97	健全	痕跡なし	滞水なし	発錆-剥離なし
9	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	111	腐食	充填	滞水なし	健全
10	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	90	腐食	充填	滞水なし	健全

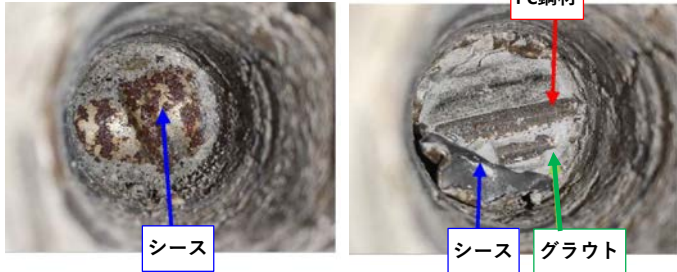


図-2 ひび割れ発生箇所における PC 鋼材内部状況

No.	構造形式	鋼材種		定着	シー径 (mm)	かぶり (mm)	シー状況	グラウト充填状況		鋼材状況
		鋼材種	鋼材径					充填状況	滞水	
1	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ5	上縁	35	90	錆有	充填	滞水なし	腐食-断面欠損
2	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	84	錆有	充填	滞水なし	発錆-剥離あり
3	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	84	錆有	痕跡なし	滞水なし	腐食-断面欠損



図-3 遊離石灰発生箇所における PC 鋼材内部状況

No.	構造形式	鋼材種		定着	シー径 (mm)	かぶり (mm)	シー状況	グラウト充填状況		鋼材状況
		鋼材種	鋼材径					充填状況	滞水	
1	連続PC箱桁	PC鋼棒	φ32	端部	38	121	錆無	痕跡なし	滞水なし	発錆-剥離あり
2	連続PC箱桁	PC鋼棒	φ32	端部	38	83	錆無	痕跡なし	滞水あり	腐食-断面欠損
3	連続PC箱桁	PC鋼棒	φ32	端部	38	114	錆有	痕跡なし	滞水あり	腐食-断面欠損
4	連続PC箱桁	PC鋼棒	φ32	端部	38	115	錆無	痕跡なし	滞水なし	発錆-剥離なし
5	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	77	錆有	PC鋼材露出	滞水あり	腐食-断面欠損
6	単純PCT桁	PC鋼線	12-φ7	上縁	45	77	錆有	PC鋼材被覆	滞水あり	発錆-剥離あり



図-4 剥離発生箇所における PC 鋼材内部状況