

PC 橋の部分打換補修に関する構造的課題とその対策

NEXCO西日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○伊川 嘉昭, 橋本 史幸
西日本高速道路(株) 正会員 藤井 雄介, 正会員 古賀 圭一郎, 井手 貴之

1. はじめに

近年、高速道路橋では、凍結防止剤による塩害が顕在化しており、プレストレストコンクリート（以下、PC という）橋についても例外ではない（写真 1）。PC 橋は、プレストレスで圧縮状態だが、断面欠損が生じると残存する断面に応力が分配し、圧縮応力が増加する。筆者らは、下床版に広範囲の浮き・剥離が発生した PC 箱桁橋を対象に、全厚打換えを FEM 解析で再現した影響評価を試みており、断面欠損時に局部的に圧縮応力が集中すること、また、断面欠損時の応力開放で打換後も既設部材が無応力状態になることを確認し、施工時の課題と考えている¹⁾。



写真 1 PC 箱桁橋塩害の事例

本稿では、今後より需要が高まると推測される PC 橋の全厚打換え補修にあたり、以下の点に着目して実施した補修方法に対する検討結果について報告する。

- 1) 断面欠損による圧縮応力増加に対する構造的対策
- 2) 打換後のプレストレスの回復

2. 全厚打換えの断面欠損による影響確認

筆者らが過去に実施した全厚打換えの断面欠損による影響確認では以下の内容を確認している（図 1）。

- 1) 下床版は、はつりによる欠損で応力開放し、広範囲ではほぼ無応力に近い状態（ $\sigma_c \approx 0 \text{N/mm}^2$ ）となるため、プレストレスを回復する対策を講じる必要がある
- 2) 欠損による応力再分配で、ウェブには全高に渡り 5~10

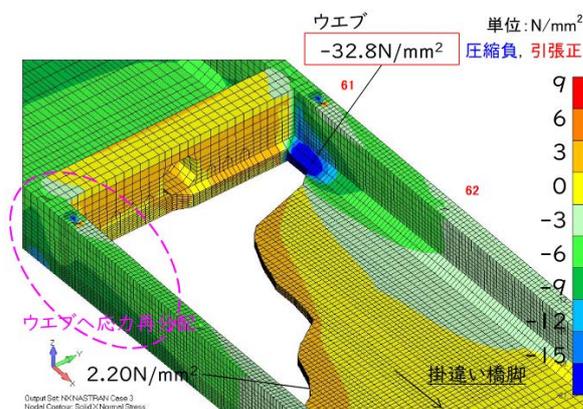


図 1 全厚はつり状態における解析結果

N/mm² 程度の圧縮応力が発生し、特に欠損部と面するウェブ内側は 30N/mm² 以上の応力集中が発生した。

3. 全厚打換えによる断面欠損時の対策の検討

(1) 検討概要

PC 橋で断面欠損が生じる場合、残存する断面に圧縮力が再分配される。したがって、広範囲で全厚打換えを行う場合、再分配される圧縮応力で部材が圧壊しないように対策を講じる必要がある。対策としては、1) 構造系を改良し断面力（圧縮力）を減少させる方法、2) 欠損部のひずみ変化を外力で拘束（支持）する方法、の 2 種類について検討した。

(2) 構造系の改良による対策

CASE1 として、桁のたわみを強制的に変化させることで断面欠損時の圧縮応力の集中を緩和する方法を検討した。桁のたわみ変化の方法としては、支保工+ジャッキ等でたわみを小さくするのが一般的だが、本橋の変状発生位置は支間中央付近のため、主桁下縁の圧縮力を低減する方法として、支間中央の桁上にカウンターウェイト等で下向きの鉛直力を載荷するものとした（図 2）。この対策により、正曲げの増加で主桁下縁の圧縮力は低下したが、支点上の負曲げが増加し、支点上主桁上縁の引張応力が増加した。すなわち、構造系の改良は全橋の応力バランスに影響を与えるため、部分的な補修においては効果的でない可能性がある。

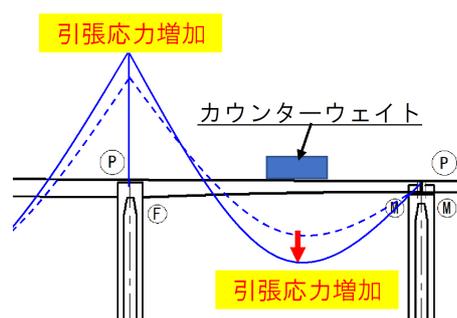


図 2 構造系の改良と効果 (CASE1)

キーワード PC 箱桁橋, 塩害, 断面欠損, 部分打換補修, 中間定着具, 外ケーブル補強

連絡先 〒732-0057 広島市東区二葉の里 3 丁目 5-7 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL082-207-1670

(3)欠損部のひずみ変化を拘束する対策

はつり時の影響を部分的に抑えるため、CASE2として、欠損部のひずみ変化を外力で拘束する方法を検討した。欠損による圧縮方向の変形はH鋼などの支保工で拘束する計画とし、支保工反力は既設の横桁とH鋼等による反力壁を設置し抵抗させる計画とした(図3)。

一方で、支保工に発生する圧縮応力は $200\text{N}/\text{mm}^2$ 程度と大きく、はつり範囲をかわして設置する必要があるため細長比も大きくなり座屈が懸念される。そこで、CASE3として、鋼材よりも材料的に圧縮に適したコンクリートを適用するため、ウェブの増厚(=圧縮抵抗断面の増加)とした(図4)。なお、除去するコンクリート内部のPC鋼材は、施工性の他、コンクリート除去で付着強度を失うこと、PC鋼材の健全性次第ではつり作業中に破断のリスクがあること、などから中間定着具を設置し、コンクリートと一緒に切断、除去するものとした。除去したPC鋼材によるプレストレスは、箱内に外ケーブルを配置し回復させるものとした。

4. コンクリート打換え後のプレストレス回復

図1に示すように、全層はつり後に残存する下床版は、広範囲で圧縮応力が解放され、無応力に近い状態となる。また、打換後の新しいコンクリートは死荷重時に無応力で、活荷重載荷時には引張応力が発生する。以上から、施工時(はつり時)だけでなく、工事後の供

用時も外ケーブルを追加するものとし、必要に応じて2段階に分けて緊張力を与えるものとした(図5)。

5. まとめ

PC橋で部分打換補修を実施するにあたり、はつり時の対策方法や打換え後の構造について検討した。結果を以下に示す。

- 1) 構造系の改良による対策は、全体構造に影響するため、部分打換補修には適さない可能性が高い。
- 2) PC橋におけるはつりに伴う圧縮変形に対する拘束は、ウェブコンクリートの増厚で対応する。
- 3) 施工性や工事中のリスク対策として劣化コンクリート内部のPC鋼材は除去し、外ケーブルを配置する。
- 4) 応力が解放した既設部と無応力の新設部にプレストレスを与えるため、外ケーブルを追加配置する。

今後は、実工事で計測等を実施し、解析と比較するなど、応力再分配や増厚の効果等の検証を試みたい。

参考文献

- 1)伊川ら：PC橋における断面欠損による応力再分配の影響，令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会，2020.9
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編，2012.3
- 3)西日本高速道路株式会社：設計要領第二集 橋梁保全編，2020.8

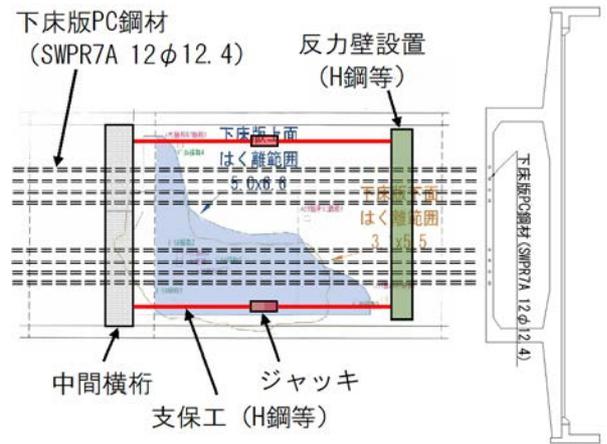


図3 支保工による圧縮変形の拘束 (CASE2)

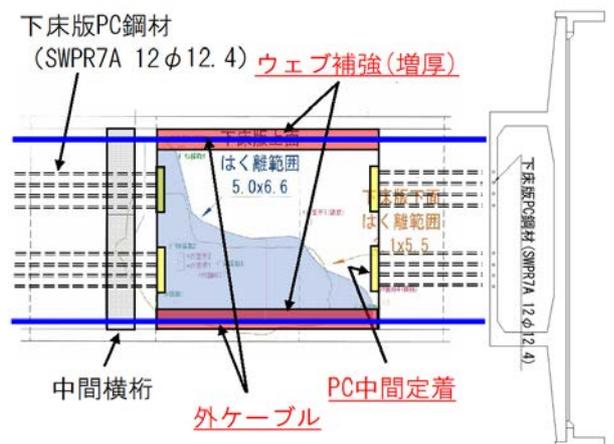


図4 ウェブ増厚による対策 (CASE3)

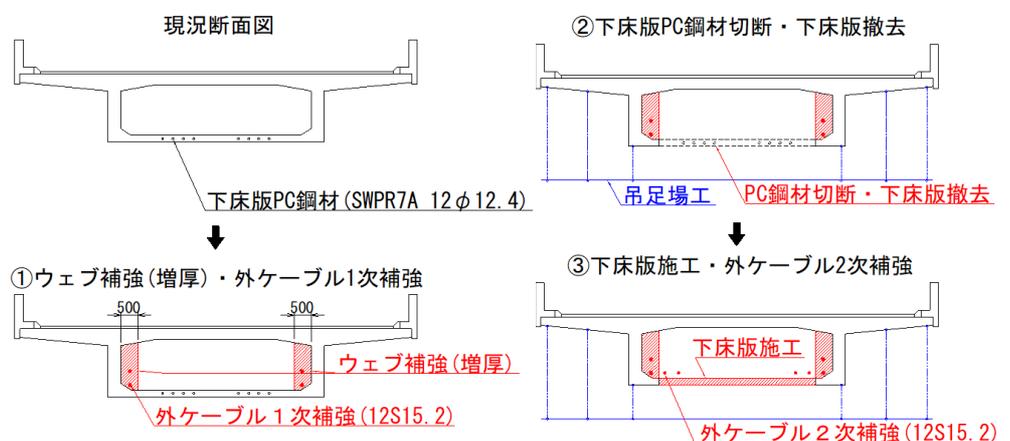


図5 施工ステップ