

現場に学ぶメンテナンス

PC鋼材の腐食損傷への対応事例 — 妙高大橋のグラウト未充填と鋼材腐食の調査 —

1. はじめに

ポストテンション方式のプレストレストコンクリート(PC)橋では、コンクリート打設前に予めシースと呼ばれる管を内部に配置しておき、コンクリートの硬化後、そのシースにPC鋼材を通して緊張することによって、プレストレスを導入します。その後、シース内には、PC鋼材とコンクリートの付着確保及びPC鋼材の防食を目的として、セメント系のグラウト材が充填されます。シース内にグラウトが完全に充填されておらず、かつ内部に水や塩分が侵入した場合には、PC鋼材が腐食して、著しい断面欠損や破断に至り、PC橋の安全性に深刻な影響を与えることとなります。一方、シース内部の状態を橋の完成後に外から知ることは難しく、既設橋のPC鋼材の状態を調査する方法が大きな課題となっています。本文では、補修工事中にPC鋼材の著しい腐食とグラウト未充填部が発見されたPC橋の事例を取り上げ、その後の調査の概要と留意点を紹介します。

2. 妙高大橋の概要

妙高大橋は、写真-1及び図-1に示す、橋長300mの4径間連続ラーメンPC道路橋で、1972年に竣工しました。当時普及し始めていた、セグメント工法(分割して作られたコンクリートブロック(セグメント)を、PC鋼材で緊張してつなげ



写真-1 妙高大橋の全景

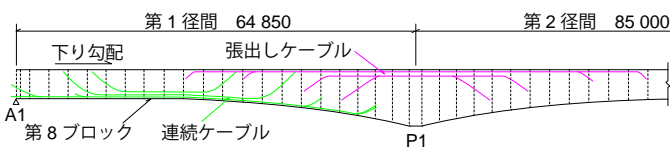


図-1 妙高大橋の形状寸法(A1からP1-P2の中央まで)

て一体とする工法)が採用され、大部分は橋脚から左右に張出して架設されました。ただし、両橋台から約20mの範囲は固定支保工架設によるとともに、閉合部はブロック間に型枠を設けてその場でコンクリートが打設されました。

本橋では、過去に桁端部の開口部を通じて箱桁内に路面水が流れ込んで滞水していたこと(写真-2)、また別の箇所では、箱桁内に配置した排水管の破損によって、その周囲に滞水が生じていたこと(写真-3)が確認されています。



写真-2 箱桁内、桁端部付近のPC定着部と滞水状況



写真-3 箱桁内の排水管継手の割れと滞水

3. 調査の経緯

3.1 支間中央付近におけるPC鋼材の腐食

本橋では、2009年にリフレッシュを目的とした補修工事が行われました。その際にA1-P1間の現場打ちコンクリートの第8ブロック床版下面において、コンクリート表面の変色や錆び汁、ひび割れ、浮き、鉄筋露出が見られたことから、その箇所をはつり調査したところ、連続ケーブル(図-1)のPC鋼材の著しい腐食が発見されました。既設のPC橋では内部の鉄筋やPC鋼材の腐食の可能性を念頭に置き、外観の異常に注意することが重要です。

写真-4は、下床版下面で浮きを確認された範囲

のPC鋼材の腐食状況です。広範囲にPC鋼材の腐食と破断が見られました。その後の調査の結果、グラウト充填が十分ではない箇所が多数確認され、そこでは多くのPC鋼材が激しく腐食していました。また、グラウトが充填されているシースや縦横に配置されている鉄筋にも腐食が確認され、シース内部に侵入した水によるだけでなく、コンクリート表面から内部に侵入した水も腐食に影響していることが疑われました。本橋では、写真-2、3に示したとおり、過去に箱桁内の滞水が生じています。仮にコンクリートにひび割れや不完全な接合部があれば、そこからコンクリート内部に大量の水分が供給される可能性もあったと考えられます。

このように、コンクリート橋で鋼材が腐食している場合、必ずしも腐食因子の侵入経路や腐食の原因が一つとは限らないこともよくあります。調査にあたっては様々な可能性を安易に排除せず、可能性のある原因を慎重に見極めて対策に漏れなく反映させることが極めて重要です。



写真-4 A1-P1間現場打ち部の下床版下面はつり状況

3.2 中間支点付近におけるPC鋼材の腐食

本橋では当初明らかに内部の鋼材腐食が疑われるような箇所は一部でした。しかし、グラウト充填が不完全になるには様々な原因が考えられます。そして、その多くは施工条件や施工方法に関係し、本橋の場合も桁接合部での目違いによるシースの閉塞や漏れ、空気の閉じ込めなどが原因として考えられました。このような施工時の要因であると、同じ条件が該当する複数箇所のうちの特定の箇所だけに不具合が生じるとは考えにくく、他の部位でも外観に現れないだけで内部では同様に腐食が生じている可能性があります。本橋では、橋全体にわたって、ドリル削孔によってグラウト充填状況を調査することにしました。

その結果、写真-5に示すように、P1橋脚上の中間支点付近にもグラウトの未充填箇所が多数確認され、張り出しケーブル(図-1)のPC鋼材の腐食と素線の破断も確認されました。PC鋼材の著しい腐食が外観の異常に現れなかった原因の一つとして、グラウト未充填箇所では、PC鋼材が腐食して、著しい膨張が生じて、未充填による空隙があるため錆による鋼材の膨張がコンクリートのひび割れや浮きに直接繋がらなかった可能性が高いと考えられます。

このように、既設橋の調査では外観からの調査の限界もあり、損傷発生に関わった可能性のある要因を突き詰めて考え、それらを元に何が生じている可能性があるのかを推測していくことで効果的な調査が行えることも多くあります。特に、グラウト未充填が懸念される場合には、外観に変状のないことが腐食を生じていないことの裏付けにはならないことに注意する必要があります。



写真-5 P1付近のドリル削孔によるシース内の状況

4. おわりに

PC鋼材の腐食や破断は、橋の健全性に及ぼす影響が大きいにもかかわらず、外観から早期にその兆候を認識することも、その全貌を把握することも技術的に極めて困難な状況にあります。

そのため様々な情報を漏れなく幅広く収集するとともに、工学的な知見を駆使して論理的に状態の推定を行うことが重要です。特に供用の安全を担保するためには、不確かな情報は安全側に取り扱いながら、少なくとも現状以上に安全を損なわない方法で速やかに調査を行う姿勢が大切です。

国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部
道路構造物管理研究室長 玉越隆史
国土交通省北陸地方整備局 道路部 道路保全企画官 平賀和文
独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター
橋梁構造研究グループ 上席研究員 木村嘉富