

### 3 径間連続 PCT 桁橋における横締め PC 鋼棒の破断原因究明及び補修検討

首都高速道路(株) 正会員 ○井田 達郎  
 首都高速道路(株) 正会員 坂本 豊  
 (一財)首都高速道路技術センター 正会員 繪嶋 武史

#### 1. 損傷状況

首都高速都心環状線の千鳥ヶ淵地区(昭和39年供用)において、3径間連続PCT桁橋の端横桁で横締めPC鋼棒の破断が確認された。破断部周辺は、端横桁が内側に孕み出しており、遊間側から押されるように破壊していた。また、破断部周辺のシースが欠落しており、破断したPC鋼棒には錆が付着していた。主桁と横桁の打継部は、コンクリート破壊面に湿り気があり、水道ができていたことが確認できた。

損傷が確認された箇所は、主桁本数が5主桁から8主桁へと変化する箇所であった。また、橋脚上の伸縮継手直下には、遊間を埋めるほどの土砂の堆積が確認され、交通振動等により強固に締め固められた状態であった。(図-1参照)

また、当該橋梁の床版は、プレキャスト主桁間に場所打ちコンクリートを打設し、横締めPC鋼棒を配置することでプレキャスト桁と上フランジを一体化した「間詰め床版」であり、間詰めコンクリートの打ち継ぎ目から水が浸入しやすい構造である。

上記の損傷状況及び構造特性を踏まえ、横締め鋼棒の破断原因推定及び補修検討を実施した。

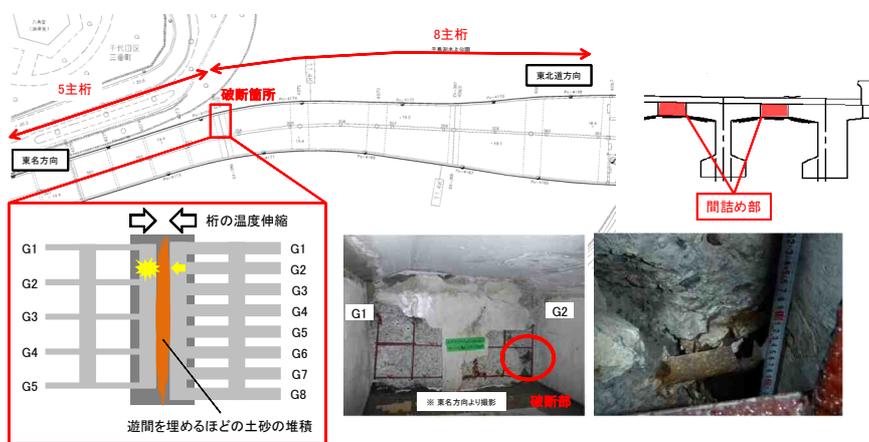


図-1 損傷状況

#### 2. 損傷原因の推定

損傷原因推定のため、破断したPC鋼棒を採取し、外観観察、破面観察、断面組織観察等を実施した。分析方法を以下に示す。

##### (1) 外観観察

外観観察として、破断部を目視及び実体顕微鏡で観察した。破断部はシースが欠落し、PC鋼棒が腐食していたが、破断部から10cm程度離れるとシース腐食は見られず、PC鋼棒も健全であると推測された。破断部は腐食が著しく、破断面を突き合わせると、外周部の一部で、腐食により減肉したと推測される断面欠損が確認された。破断面の錆の堆積から、破断後長期間経過したことが示唆された。酸洗後の破断面を見ると、中央部は比較的錆が落ちやすいが、周辺は錆が残存し、より顕著に腐食しているものと推測される。(写真-1参照)

なお、酸洗後の破断面に疲労破壊に見られるビーチマークは観察されてなかった。



写真-1 外観観察状況

キーワード 横締めPC鋼棒, 腐食, 破断, 外ケーブル工法

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町2-160-3 首都高速道路(株) 西東京管理局 保全設計第一課 井田 達郎  
 TEL 03-3264-8524

## (2) 破面観察及び断面組織観察

破断面の破面形態を実体顕微鏡及び走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。破面には過荷重破断破面に見られるディンプルに類似した模様が観察されたが、腐食によるピットとの区別ができず、破面形態の特定は困難であった。

断面組織観察は、破断部縦断面を鏡面研磨し、エッチング前後のミクロ・マクロ組織を光学顕微鏡にて観察した。破断部断面のエッチング前の組織から、欠損部は最大 3mm 欠落し、結晶化した厚い錆も確認され、腐食により減肉したものと推測される。また、破断面にも 100  $\mu$ m の均一な錆の堆積が確認された。破断面に縦筋状に伸びた腐食痕が多数観察され、介在物に沿って進行した腐食と推測される。(図-2 参照)

## (3) 分析結果のまとめ

PC 鋼棒の欠損部の腐食が特に著しく、破断面と欠損部の腐食深度の違いから、腐食開始時期に違いがあると推測される。破断部周辺のシースの腐食も著しく、一部欠落した状態であったことから、シーソ管についてもかなり前から腐食が開始していたと考えられる。破断面にも均一な錆の堆積が見られることから、PC 鋼棒の破断はかなり前に起きていたことが推測される。G2 側の PC 鋼棒が全体的な減肉量が多いことから、G2 側から安定的に水と酸素の供給があり、腐食環境が整っていたと推測される。減肉量との関係から、供用から早い段階で、シーソ管周辺に水が回り、局所的な減肉により PC 鋼棒の耐力が低下し、破断に至ったことが考えられる。

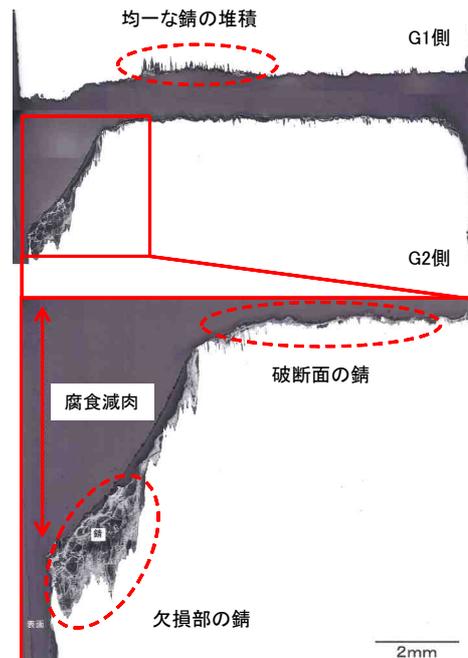


図-2 断面観察状況

## 3. 同種構造の破断確認

当該橋梁の横桁の健全部において、横締め PC 鋼棒の破断確認を実施した。調査は、横締め鋼棒の先端から超音波を入力し、対面側の底面から反射されてきた波を受信する事で、鋼棒の長さを推定する方法により、破断していた場合の破断位置を確認した。調査の結果、破断と思われるエコーは検出されず、当該橋梁における同種構造に問題がないことを確認した。

## 4. 補修方法の検討

当該橋梁は、横桁 1 本につき横締め PC 鋼棒が上下に 2 段設置されている構造で、下段 1 本の破断により橋梁の耐荷性能が不足することが懸念される。そのため、破断した横締め PC 鋼棒を外ケーブル工法により復旧することとした。

補修に先立ち、遊間の堆積物の撤去、押し出されたコンクリートの撤去及び断面修復を実施した。現在、外ケーブル工法による横締め PC 鋼棒の復旧に向け、工事を進めているところである。

## 5. さいごに

当該箇所の損傷メカニズムは、「間詰め床版」の間詰めコンクリートの打ち継ぎ目から水が浸入し、供用から早い段階で腐食が進行した結果、横締め PC 鋼棒が破断し、主桁本数の変化点であった事と遊間に土砂が堆積していた事から、横桁が遊間側から押し出され、コンクリートに破壊が起きたことが分かった。横締め PC 鋼棒の破断は、横桁側面の変状で確認することが困難であるため、事前の予防策を講じることが必要となる。対策として、打ち継ぎ目からの水の浸入を防ぐため、床版防水を徹底し、PC 鋼棒への防錆処置を施すことが重要であると考えられる。また、遊間への土砂の堆積等がないよう、日常管理を行うことも必要であると考えられる。