

光ファイバ組込み式 PC 鋼より線の張力計測性能確認試験 その2 (切断試験)

鹿島建設(株) 正会員 ○大窪一正 今井道男 山野辺慎一 曾我部直樹
 ヒエン電工(株) 千桐一芳 小林俊之
 住友電気工業(株) 正会員 及川雅司 中上晋志

1. はじめに

プレストレストコンクリート(以下、PC)構造物の供用期間中には、コンクリートのクリープや乾燥収縮、外力の作用などによる PC 張力の変動が想定される他、グラウトの充填不良などに起因して PC ケーブルが腐食・破断する事例も報告されている¹⁾。

筆者らは、全長にわたるひずみ分布を計測可能な光ファイバセンサを組み込んだ光ファイバ組込み式 PC 鋼より線

を製作し、これを用いた PC ケーブル全長にわたる張力分布を計測可能な技術を開発している。ガラスを主成分とした光ファイバは、電気的・化学的に安定した高耐久な材料であり、PC 鋼より線に組み込んだまま PC 構造物内部に存置できるため、同技術は施工時の緊張管理のみならず供用期間中の長期にわたって計測が可能な技術である。供用期間中においては、導入プレストレスの変動や、PC ケーブルの破断有無・位置の特定に加え、破断に伴う導入プレストレスの減少量やその影響範囲を評価できる可能性がある。

本報では、同計測技術を用いた PC ケーブル破断の検知性能を確認することを目的として行った、光ファイバ組込み式 PC 鋼より線の切断試験について述べる。

2. 光ファイバを用いた PC 張力分布計測技術の概要

本計測技術の概要を図-1に示す。光ファイバ組込み式 PC 鋼より線を PC ケーブルとして使用し、光ファイバ内で生じるブリルアン散乱光のピーク周波数がファイバに作用しているひずみに依存する特性を利用した、BOCDA方式またはBOTDR方式²⁾の計測器を用いてひずみ分布を計測する。計測結果に PC ケーブルの弾性係数と断面積を乗じて張力に換算することにより、PC ケーブル全長にわたる張力分布を評価可能である。

3. 試験概要

図-2に切断試験の概要を示す。試験対象は光ファイバ組込み式7本より PC 鋼より線(1S15.2)で、200×200×3,194mm、板厚16mmの角鋼管(SS400材)内で0.9 P_y (P_y :0.2%永久伸びに対する荷重)に相当する張力200kNで緊張後に端部を定着し、角鋼管内を高流動無収縮グラウト材で充填した。角鋼管中央の両側面には120×300mmの開口を設け、さらに開口内のグラウトに長さ200mmの箱抜きを行うことで、PC 鋼より線の中央付近が露出される形状とした。写真-1に示すように、グラウト硬化後に PC 鋼より線の露出部分において小型グラインダを用いて素線を1本ずつ切断し、ひずみ分布の変化を今回はBOCDA方式で計測した。計測の仕様を表-1に示す。なお、切断試験時のグラウトの圧縮強度は100N/mm²、弾性係数は23.1kN/mm²である。

キーワード プレストレストコンクリート、維持管理、PC ケーブル破断、光ファイバ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6708

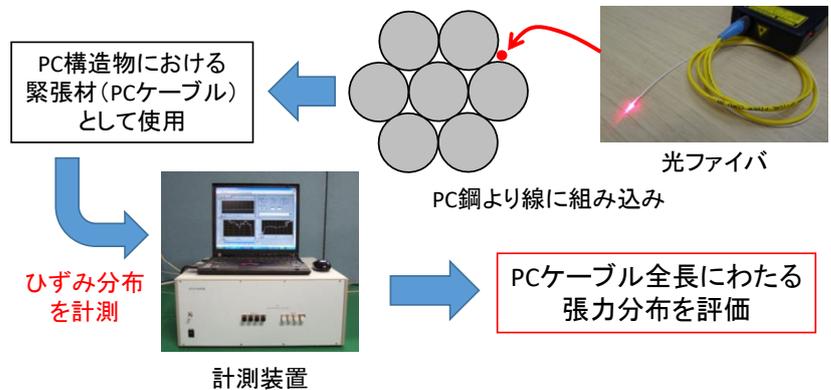


図-1 光ファイバを用いた PC 張力分布計測技術

表-1 切断試験時のBOCDA方式ひずみ分布計測の仕様²⁾

計測精度	約±50 μ
計測時間	約1秒/計測点
計測ピッチ	58mm
空間分解能	数cm
計測範囲	~200m

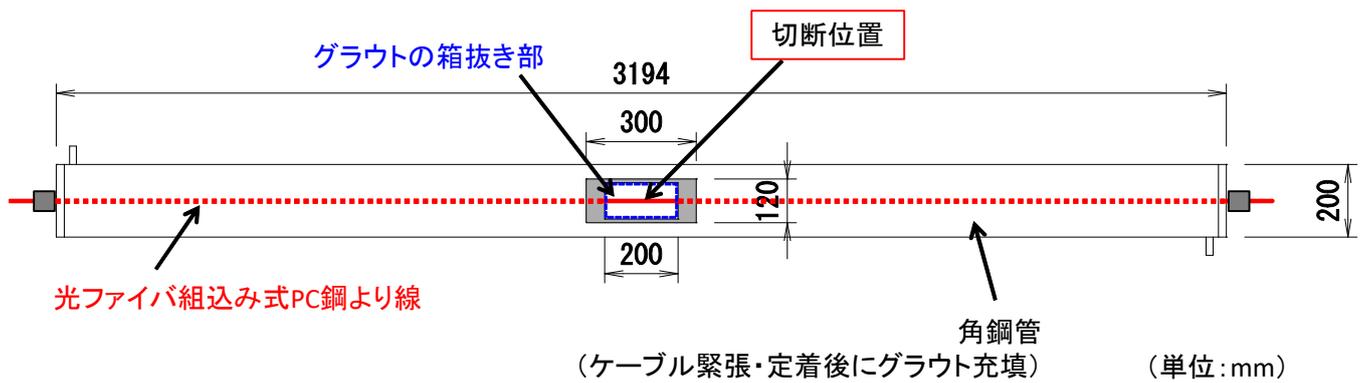


図-2 切断試験の概要

4. 試験結果

図-3に、切断前、素線を2本、4本、6本切断した直後に計測した切断位置付近におけるひずみ分布を示す。2～4本の素線を切断した時点では、切断に伴って切断位置付近のひずみが徐々に低下していることがわかる。これは、切断された素線が外側に押し出されながら、残存する素線が中央に絞り込まれるような挙動をし(図-4)、螺旋状の側線の長さが短くなることによって局所的な張力の低下が生じたためと考えられる。また、この時ひずみの低下が生じている範囲は左右それぞれに200～300mm程度であり、この範囲でグラウトとの付着切れが生じていることが確認できる。一方、6本の素線切断後には、ひずみの低下範囲が図中右方向に700mm程度まで広がっており、切断位置付近における極小値は4000 μ 程度まで回復している。これは、切断時の衝撃などによってグラウトとの付着切れが進行し、残存する素線1本の張力が、付着切れが生じた区間で平均化されたためであると考えられる。

5. まとめ

本試験では、PC鋼より線の素線を1本ずつ物理的に切断しており、実際のPC構造物における経年的な腐食や破断を直接再現したものではないが、本計測技術を用いてPCケーブル全長にわたるひずみ分布の変化を計測することによって、任意の位置におけるPCケーブルの破断およびその影響範囲を検知できる可能性が示された。

参考文献

- 1) 宮下ほか：妙高大橋のPCケーブル損傷に伴う外ケーブル補強と今後の維持管理について，国土交通省北陸地方整備局 事業研究発表会論文，2012.
- 2) Hartog, A.H.: An introduction to distributed optical fibre sensors, CRC Press, 2018.

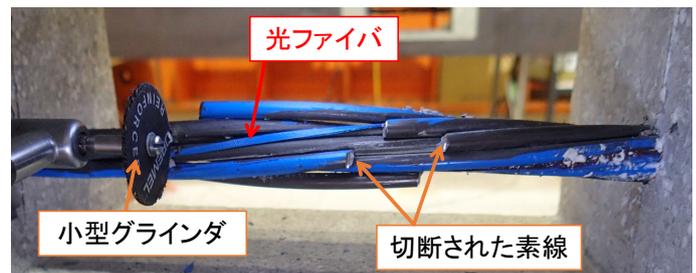


写真-1 切断状況(素線4本切断後)

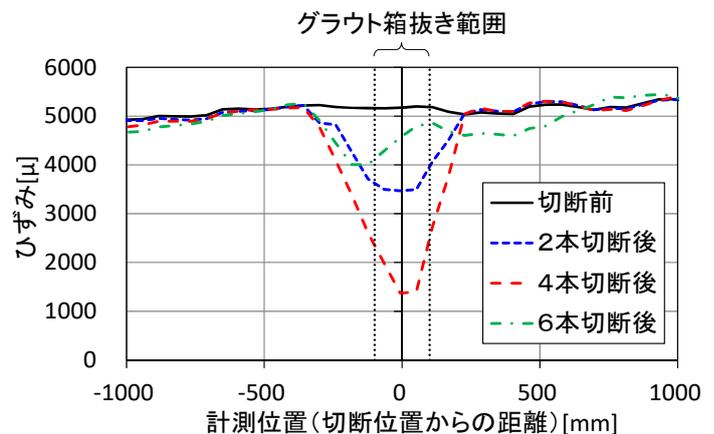


図-3 ひずみ分布計測結果

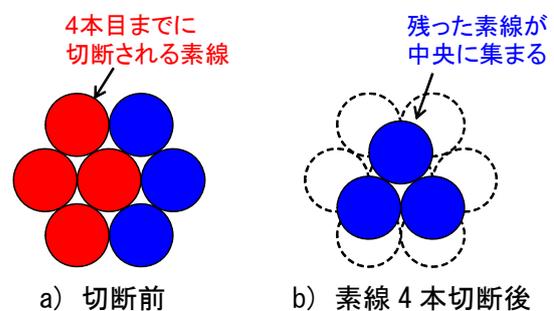


図-4 切断時の素線の挙動イメージ(断面図)