

光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術のグラウンドアンカーへの適用

鹿島建設(株) 正会員 ○大窪一正 今井道男 戸邊勇人 江口健治 松本健太郎
 住友電工スチールワイヤー(株) 正会員 及川雅司 中上晋志
 (株)エスイー 正会員 早川道洋

1. はじめに

筆者らは、長スパンにわたるひずみ分布を計測可能な光ファイバを PC ケーブルに組み込み、PC 緊張力の分布を計測する技術を開発し、PC 橋梁上部工への適用を進めてきた^{1),2)}。本論文では、PC 構造物と同様に PC ケーブルを用いて緊張を行うグラウンドアンカーへ本計測技術を適用した実績について報告するとともに、グラウンドアンカーの維持管理における本技術の有用性について述べる。

2. 光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術

光ファイバにパルス光を入射した時に観測される後方ブリルアン散乱光の帰還時間と波長を分析することにより、光ファイバの全長にわたるひずみ分布を計測することができる(図-1)。本技術では、この光ファイバを、エポキシ被覆型 PC ケーブルの製造時にケーブル素線の谷部に収まる位置に組み込み、一体化させた光ファイバ組込み式エポキシ被覆型 PC ケーブルを用いて、図-2 に示すようにケーブル全長の緊張力分布を計測する。なお、光ファイバ組込み式エポキシ被覆型 PC ケーブルについては、ケーブル素線とエポキシ被覆の一体性や防食性能が、エポキシ被覆型 PC ケーブルとして問題の無いことを、ピンホール試験や破断試験等で確認している²⁾。

3. 適用工事の概要と施工方法

本計測技術を、赤谷地区溪流保全工他工事(発注者:国土交通省近畿地方整備局)の法面補強グラウンドアンカー61本の内、6本(PC ケーブル長さ:11.5~18.1m, アンカー体長さ:4.0m)に適用した。光ファイバ組込み式エポキシ被覆型 PC ケーブルは、実際の削孔深さに合わせて現場で切断し、通常どおりにアンカー体部の加工、孔内への挿入、グラウト充填を行った。緊張用ジャッキ設置後、ジャッキ後方のケーブル余長部においてエポキシ被覆内から光ファイバを取り出し、計測機器に接続し、緊張ステップ毎の緊張力分布を計測した。緊張・定着終了後、防錆キャップに設けた取出し孔から光ファイバを取り出し、法面から約100m離れた屋内まで配線して再計測用コネクタを存置した(写真-1)。また、施工後、約6ヶ月経過した後に再計測を行った。

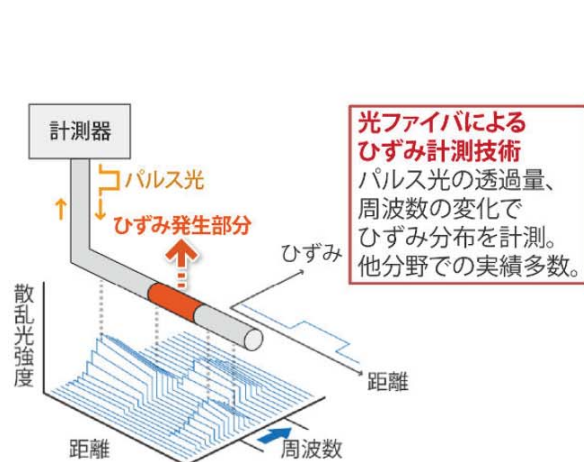


図-1 光ファイバによるひずみ計測原理

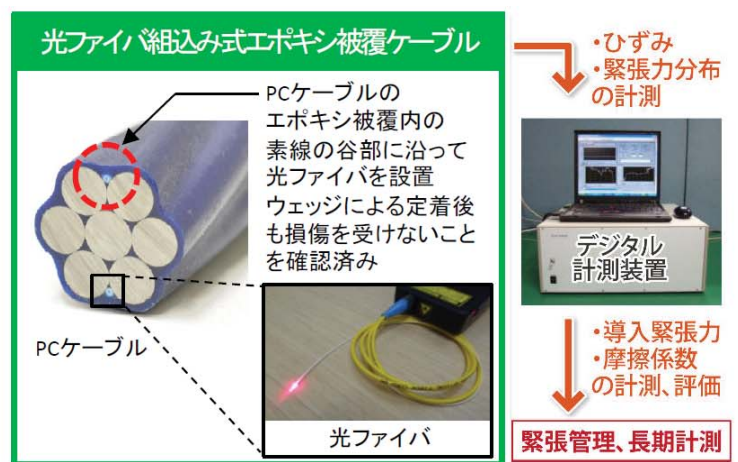


図-2 光ファイバ組込み式エポキシ被覆型 PC ケーブル

キーワード グラウンドアンカー、緊張管理、維持管理、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

4. 計測結果

計測結果の一例を図-3に示す。同図より光ファイバ組込み式エポキシ被覆型 PC ケーブルに沿って、アンカー体部を含む全長の緊張力分布が計測できていることが分かる。特に、PC ケーブルとグラウトとの付着が取られていない自由長部（計測位置 0～14m の範囲）の緊張力がほぼ一定となっていること、アンカー体内部では先端に向かうにつれて徐々に緊張力が低下し（計測位置 14～16m の範囲）、先端側約 2m の範囲ではほぼゼロとなっていることが確認できる。このことから、対象としたグラウンドアンカーでは、自由長部における摩擦による緊張力のロスが少なく、アンカー体が健全に地盤に定着されていると評価できる。また、施工後約 6 ヶ月経過した時点では、最大で 1 割程度の緊張力の増加が見られたが、設計で想定される範囲内であり³⁾、アンカー体内部の緊張力分布にも変化が見られないことから、グラウンドアンカーとして健全であることが確認された。長期にわたる供用期間中において、アンカー体や定着地盤の劣化や風化による拔出等が発生した際には、アンカー体内部の緊張力分布が変化することが想定されるため、本計測技術によってそのような異常を検知することが可能となる^{2),4)}。



写真-1 施工状況

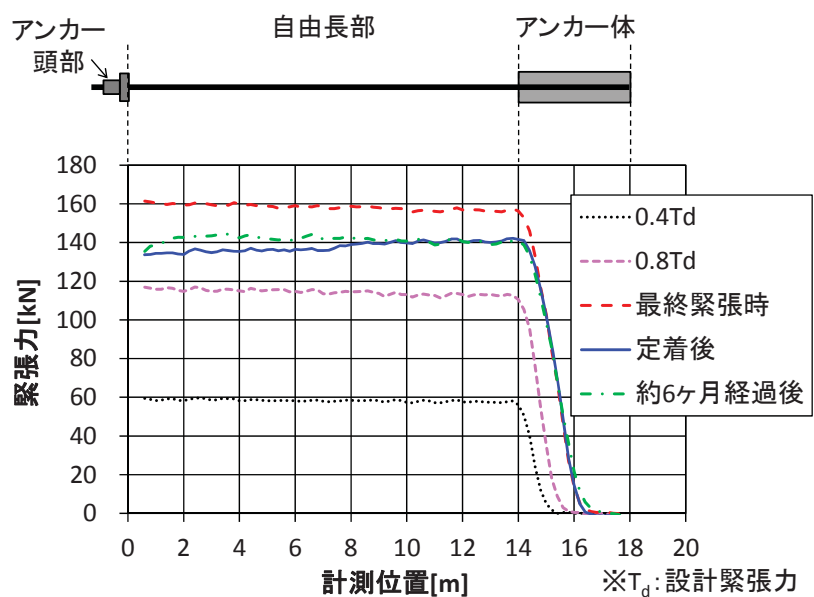


図-3 計測結果 (PC ケーブル長さ : 18.1m)

5. まとめ

光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術をグラウンドアンカーに適用することで、アンカー体を含めたケーブル全長の緊張力分布を計測でき、自由長部における摩擦の影響やアンカー体での定着が評価可能であることを確認した。さらに維持管理においても、緊張力分布を再計測することで、グラウンドアンカーの異常の検知やその原因を推定でき、対策工の選定や設計等への反映が可能となる。今後、グラウンドアンカーへの本計測技術の適用を進めるとともに、施工管理や維持管理の高度化へ向けた活用方法の検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 大窪一正, 今井道男, 千桐一芳, 中上晋志 : 光ファイバーを用いた PC 緊張力計測技術, 第 25 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.283-288, 2016
- 2) 大窪一正, 今井道男, 中上晋志, 早川道洋 : エポキシ被覆型光ファイバー組込み式 PC 鋼より線の開発と適用, 第 26 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.217-222, 2017
- 3) 土木研究所, 日本アンカー協会 : グラウンドアンカー維持管理マニュアル, 2008
- 4) 盛田行彦, 他 : 光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術によるすべり面の検知性能確認試験, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 2018 (投稿予定)