

光ファイバを用いた PC 緊張力の計測技術の適用実績

鹿島建設(株) 正会員 ○曾我部直樹 南雲広幸 今井道男
大窪一正 山本 徹 山野辺慎一
国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所 佐藤 正
ヒエン電工(株) 千桐一芳 小林俊之
住友電工スチールワイヤー(株) 正会員 松原喜之 及川雅司 中上晋志

1. はじめに

PC 橋梁の品質, 耐久性を確保するためには, 設計断面へ確実に PC 緊張力が導入され, 供用中の変動が想定以内であることが重要である。これに対し筆者らは, 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 鋼材に組み込み, 同ケーブルによって PC 緊張力分布を計測する技術について開発を進めてきた¹⁾。ここでは, 国道 115 号月館高架橋上部工工事(発注者: 国土交通省東北地方整備局)の柱頭部におけるウェブ, 上床版ケーブルを対象とした光ファイバ組込み式 PC ケーブルによる PC 緊張力分布の計測について報告する。

2. 光ファイバ組込み式 PC 鋼材による緊張力の計測技術

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で, 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, BOCDA 方式)。

本計測技術を応用し, PC 緊張による実導入力を計測するために, 光ファイバを全長にわたり組み込んだ PC ケーブルを製作した(図-2)。光ファイバは, 定着用ウェッジとの干渉や運搬, 挿入時における損傷を防ぐため, PC ケーブルの素線の谷部に収まるように接着剤で設置した。なお, 光ファイバによる緊張力の計測については, 各種実験等を行い, 実導入力の評価において十分な計測性能を有していることを確認している¹⁾。光ファイバ組込み式 PC ケーブルによる緊張力の計測技術の特徴をまとめると, 以下のとおりである。

- ・ PC ケーブルの全長にわたるひずみ分布を計測可能であるため, 着目断面を含む任意の断面における実導入力や摩擦による影響を評価できる。
- ・ 緊張後に光ファイバを桁内等へ延伸し, 端部を計測機器に接続可能な状態としておくことで, 随時の再計測が可能となる。そのため, 供用中の導入力の変動や PC ケーブルの異常の有無・位置の検知等, 維持管理に活用できる。
- ・ 光ファイバは電磁的ノイズに強く, 化学的に安定しており, 高い耐久性を有している。ひずみ計測技術としては, 他業種で 20 年以上の実績がある。

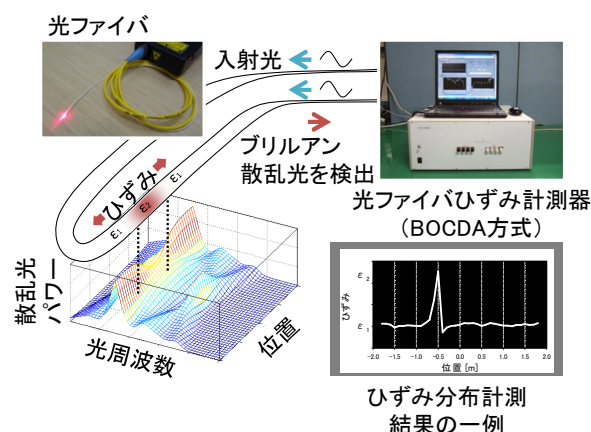


図-1 光ファイバによるひずみ計測の原理

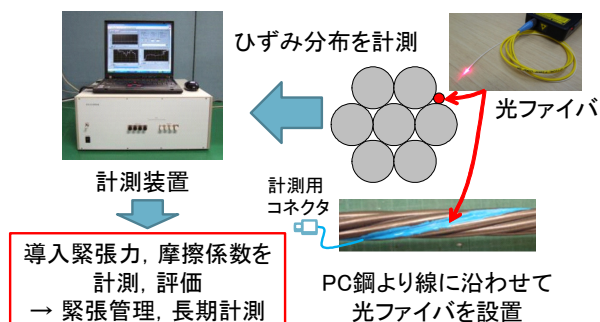


図-2 光ファイバ組込み式 PC ケーブルによる緊張力の計測

キーワード 緊張管理, PC 緊張力, 光ファイバ, 維持管理

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 042-489-6707

3. 施工方法

光ファイバ組込み式 PC ケーブルによる実導入力の計測, 評価を目的として, P1 柱頭部のウェブケーブル, 上床版ケーブル(12S15.2)に当該 PC ケーブルを適用した(図-3)。

現場では, 工場で製作された光ファイバ組込み式 PC ケーブル(図-4①)を含む 12S15.2 を, 一括してシース内に挿入した。その後, 通常と同じ方法で定着具, 緊張ジャッキを設置し, 緊張作業および計測を行った(図-4②, ③)。緊張終了後, 光ファイバを残して PC ケーブルの余長を切断し, グラウトキャップを設置した。なお, 緊張作業終了後も緊張力の再計測を可能とするため, 光ファイバについては, その端部の計測用コネクタを桁内まで延長し, 計測機器を接続できるようにした(図-4④)。

4. 計測結果

図-5, 6 に, 最終緊張時および定着後の緊張力分布を示す。図中の計算値は, 最終緊張時の緊張力分布から評価された見かけの摩擦係数とケーブルの配置形状を用いて, 緊張計算と同じ手法で算出したものである。また, 設計緊張力は, 設計計算書に記載されている各断面での必要とされる導入力を示したものである。

ウェブ, 上床版ケーブルともに, 緊張力の分布が計測できており, 各断面における設計緊張力以上の緊張力が導入されていることが確認できる。また, 曲げ角度が大きなウェブケーブルでは, 緊張時には中央部に向かって緊張力が低減し, 定着後は逆に中央部の緊張力が残存する傾向が示されており, 緊張力に対する摩擦の影響が計測, 評価できることが分かる。なお, 緊張力の分布は, 計算結果と整合しており, 想定通りに緊張力が導入できていることが確認できた。

5. まとめ

光ファイバ組込み式 PC ケーブルを実際の PC 橋梁に適用し, PC 緊張による実導入力の分布の計測や, 摩擦による影響の評価に有効であることを確認した。今回, 本技術を PC 橋梁上部工に適用したが, 同様に PC ケーブルを使用するグラウンドアンカーでのモニタリング技術としての適用も期待される。

参考文献

- 1) 横田祐起ほか: 光ファイバーを用いた PC 鋼より線の緊張力計測, 第 70 回土木学会年次学術講演会, 2015, pp.319-320.

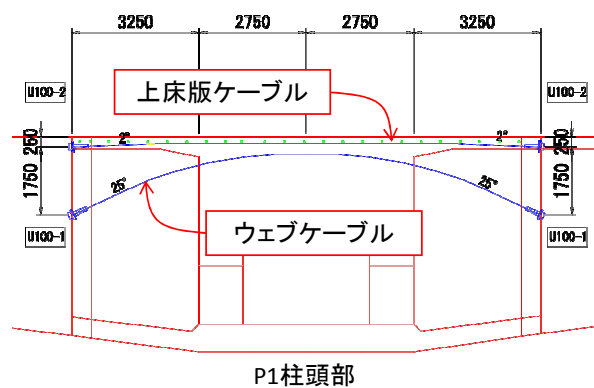
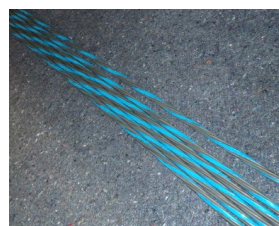


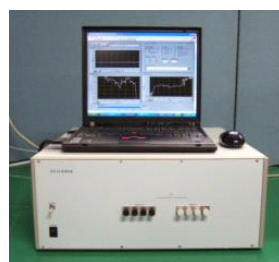
図-3 適用対象ケーブル



① 光ファイバ組込み式 PC 鋼材



② 緊張・計測



③ 計測機器



④ 桁内への配線

図-4 施工状況

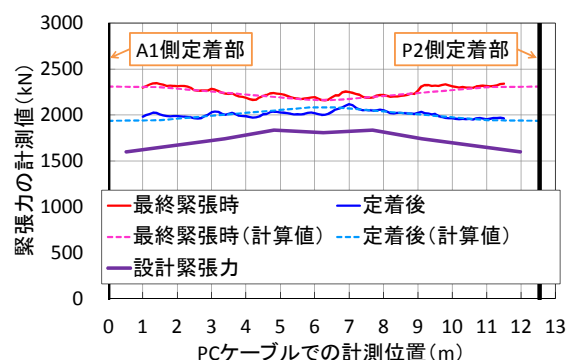


図-5 ウェブケーブルでの計測結果

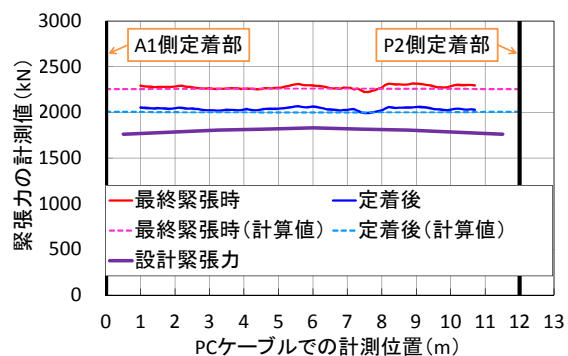


図-6 上床版ケーブルでの計測結果