

光ファイバによるエクストラロード橋の斜材張力の計測

鹿島建設(株) 正会員 ○相馬良太 蓮野武志 佐藤隆宏 曾我部直樹 今井道男
リテックエンジニアリング(株) 早坂洋太

1. はじめに

PC 構造物の品質、耐久性を確保するためには、設計断面へ確実にプレストレスが導入され、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できる光ファイバを PC ストランドに組み込み、同ストランドによって PC 張力分布を評価する技術を開発して、PC 橋梁での適用を進めてきた¹⁾。

ここでは、3 径間連続 PC エクストラロード橋である北陸新幹線 細坪橋りょう他工事

細坪架道橋（発注者：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線建設局）の斜材ケーブルに、技術提案として本技術を適用し、その張力分布を計測した実績について報告する。

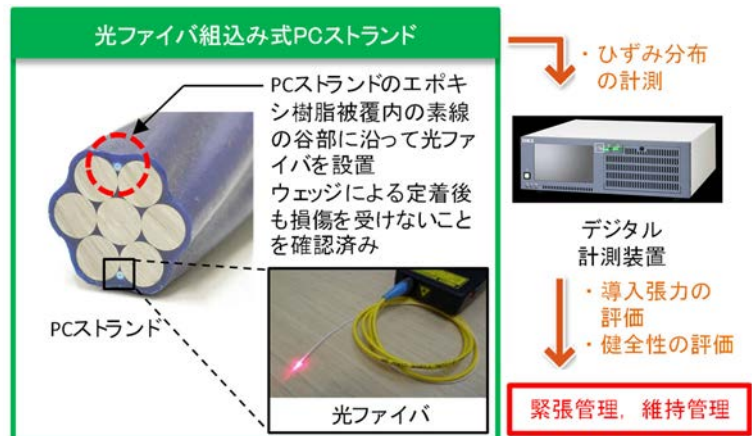


図-1 光ファイバによる張力の計測技術

2. 光ファイバ組込み式 PC 鋼材による張力の計測技術

光ファイバは、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の変化を分析することで、全長のひずみ分布を計測できるといった特徴を有している。本技術は、PC ストランドの製造時に光ファイバを組み込み、そのひずみ分布を計測することでケーブル全長の張力分布を評価するものである（図-1）。光ファイバは PC ストランド表面の谷部に収まるように配置されてエポキシ樹脂で被覆されており、外径や表面の性状は変わらない。そのため、運搬・挿入時の接触や定着用ウェッジとの干渉による損傷が生じず、通常の PC ケーブルと同様の緊張作業の中で計測を行うことが可能である。

3. 斜材ケーブルへの適用

細坪架道橋の P3 主塔から張り出される斜材ケーブル（S11：延長約 131m，エポキシ被覆型 PC ケーブル，27S15.2，図-2）を構成する PC ストランドの一本に、光ファイバ組込み式 PC ストランドを適用して緊張時および定着後の張力分布を計測した。斜材ケーブルは、主塔を貫通するサドル部で偏向して配置されており（図-3）、主桁の定着部において両引きで緊張された後、くさび式の定着体で定着されている。

現場では、工場で製作した光ファイバ組込み式 PC ストランドを含む斜材ケーブルを通常と同じ方法で配置して定着具、緊張ジャッキを設置した。写真-1 に斜材緊張時の計測状況について示す。緊張ジャッキ設置後、ジャッキ端部から延びる余長部分のエポキシ被覆を除去して光ファイバを取り出し（①）、その端部に計測用

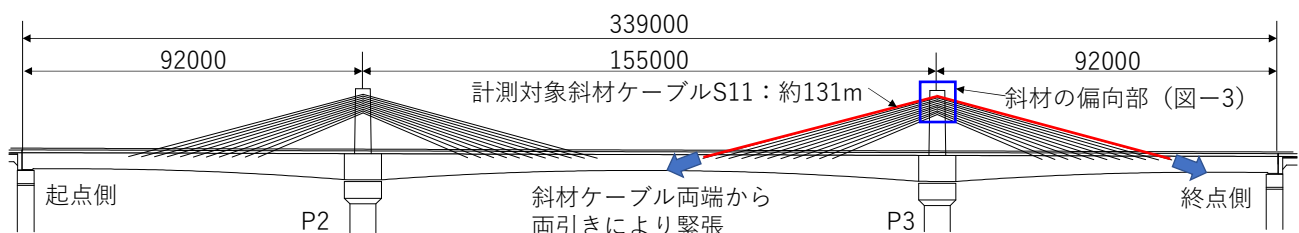


図-2 計測対象とした斜材ケーブル

キーワード：エクストラロード橋，張力，斜材，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 042-485-1111

コネクタと計測機器を接続して緊張，計測を行った (②, ③)．緊張終了後，計測した光ファイバに再計測用の光ファイバを接続し，グラウトキャップの外へ延長した (④)．

4. 計測結果

図-4 に緊張時と定着直後に計測した斜材ケーブルの張力分布を示す．S11 は本橋における最長の斜材ケーブルであるが，全長にわたって緊張力の導入段階毎の張力分布が計測できており，定着直後の計測結果からは設計張力に相当する張力が導入できていることが確認できる．また，主桁の定着部から主塔を貫通する偏向部までは張力が一定であるのに対して，偏向部において張力が局所的に減少している傾向が見受けられた．これは，偏向部における角度変化に伴う摩擦によって，両端の入り口から中央に向かって張力がロスしていることを示す結果であると考えられる．一般的な緊張計算と同様に(1)式によって，偏向部における張力のロス分 ΔP を試算すると257kN となる．これに対して図-4 で確認される偏向部のロス分は348kN であり，計算値よりも大きい傾向があることが分かる．今回の試算では，角度変化1rad.当たりの摩擦係数 μ (rad)を一般的な PC ケーブルで想定される0.3 としたが，実際にはこの値が若干，大きかったことや，摩擦による影響がストランド毎にばらついていることなどが乖離の原因として考えられる．

$$\Delta P = (1 - e^{-(\mu\alpha + \gamma x)})P \quad (1)$$

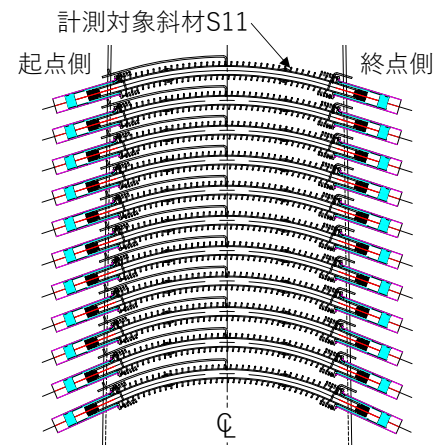
ここで， α は偏向部における斜材の角度変化量(rad.)， γ は単位長さ当たりの摩擦係数(1/m，ここでは，0.004)， x は偏向部の長さ(m)， P は偏向部入り口における斜材の張力(kN)である．

5. まとめ

光ファイバ組込み式 PC ストランドを，主塔に偏向部を有するエクストラードズド橋の斜材ケーブルに適用した．その結果，主塔における偏向部を含む斜材ケーブル全長にわたる張力分布が計測できた．そして，本計測技術により偏向部における摩擦の影響が計算値よりも大きい傾向があるものの，定着直後において設計張力に相当する張力が適切に導入できていることが確認できた．

参考文献

- 大窪ほか：緊張管理・維持管理に適用可能な光ファイバを用いた PC 張力分布計測技術の開発，土木学会論文集 E2，Vol.76，No.1，pp.41-54，2020．



斜材	斜材角度 (°)		偏向部の長さ (m)
	起点	終点	
S11	15.5	15.8	5.95

図-3 斜材偏向部の諸元



写真-1 光ファイバ計測の作業の状況

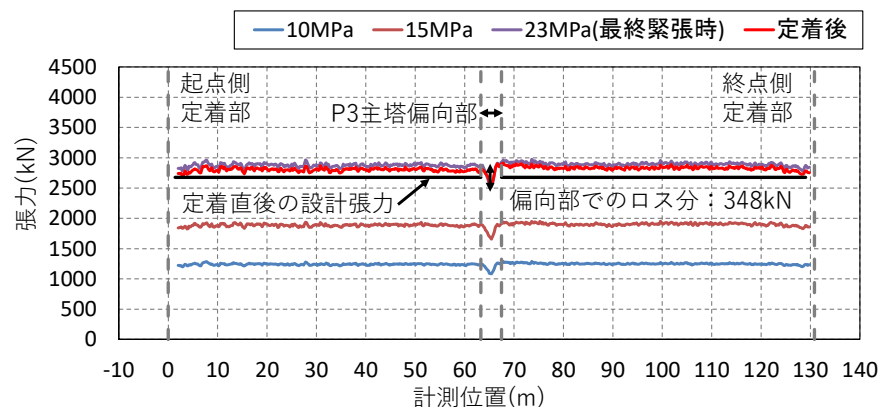


図-4 光ファイバによる計測結果 (S11)