

光ファイバを利用した PC 用緊張材のひずみ管理に関する基礎研究

○ 芝浦工業大学大学院 学生員 松崎 謙太郎
芝浦工業大学 正会員 勝木 太
芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司

1. はじめに

現在、PC 構造物に導入されるプレストレス力は端部における緊張材の伸び量により管理されているが、この手法では PC 構造物の内部における緊張材全長にプレストレスが正しく導入されているかが把握できない。特に、シースの湾曲部における緊張力の損失量も端部のプレストレス力からの計算により算出され、内部の損失量を正確に把握できていないのが現状である。

そこで本研究では、光ファイバのひずみ検出能力に着目し、これを PC 緊張材のプレストレス管理に応用することを目的とした。

2. 実験概要

(1) 使用材料

今回、緊張材として PC 鋼より線と AFRP ロッドの 2 種類を用いた。光ファイバの取付方法は、PC 鋼より線 (φ 15.2mm) の場合、より線の凹部分に光ファイバをエポキシ樹脂でらせん状に接着固定し、また AFRP ロッド (φ 7.4mm) はロッドの中心に φ 1mm のステンレス製 SUS 管を配置したものに、エポキシ樹脂を塗布した光ファイバを挿入し SUS 管内部に接着固定した。(図 - 1 参照)

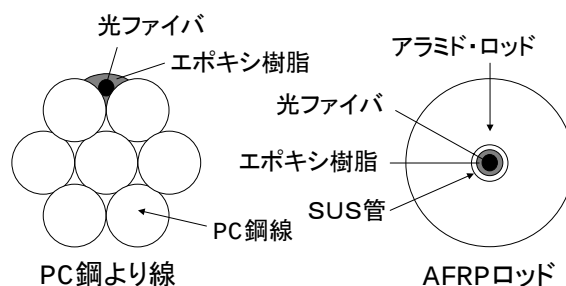


図 - 1 緊張材断面の概要図

(2) 実験方法

本実験では、光ファイバによって PC 緊張材に発生するひずみを測定できるか検討するための引張試験 (図 - 2) と、シースの湾曲部において生じるプレストレス力の損失量を測定できるか検討するための簡易な曲げ引張試験 (図 - 3) を実施した。それぞれについて、光ファイバを一体化させた PC 鋼より線および AFRP ロッドにジャッキにより引張力を与え、荷重をロードセルにより、ひずみを BOTDR (最小分解能 1m) により計測した。なお、曲げ引張試験においては緊張材の摩擦ロスを生じさせるために、曲率半径が 191cm、幅 50cm のコンクリートを試験区間中央にセットした。なお、緊張材の端部での角度は 15° となる。

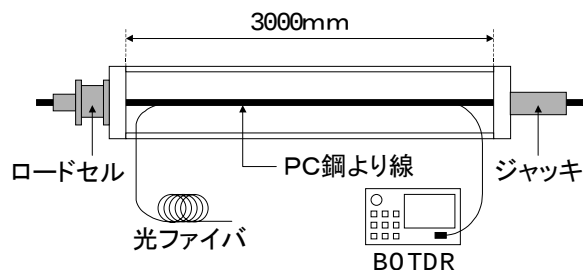


図 - 2 引張試験概要図

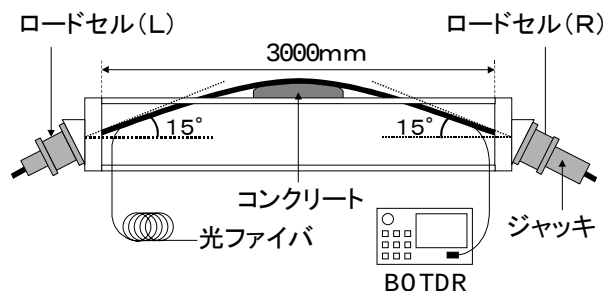


図 - 3 曲げ引張試験概要図

3. 結果・考察

(1) 引張試験

PC 鋼より線と AFRP ロッドの引張試験において、光ファイバにより測定したひずみ分布を図 - 4 に示す。図より、PC 鋼より線については多少ばらつく傾向にあるが両者とも光ファイバに緊張力が作用している部分のひずみを連続的に検出できていることが分かる。

キーワード：光ファイバ、BOTDR、摩擦損失、弾性係数、ひずみ量

連絡先：〒108 - 8548 東京都港区芝浦 3 - 9 - 14

03 - 5476 - 3054

FAX 03 - 5476 - 3166

さらに、光ファイバにより測定されたひずみ量の平均値と応力との関係を図 - 5 に示す。PC 鋼より線については、光ファイバがらせん状に設置されているため軸方向に対して若干の角度を有しており、その補正を行った。図中には実験値に対する回帰直線を併せて示したが非常に良い相関関係が得られ、各応力に対してひずみが直線的に増加していることが明らかである。

また、JIS-Z2241 および JSCE-E531 に準拠して行った引張試験によって得られた弾性係数も図中に示すが、回帰直線の傾きとこれらの弾性係数は非常に近似しており、光ファイバによる緊張材のひずみ計測が高い精度で行われたことが分かる。

(2) 曲げ引張試験

PC 鋼より線と AFRP ロッドの曲げ引張試験によるひずみ分布を、図 - 6、7 に示す。区間 A は加力側で摩擦の影響を受けていない区間のひずみ分布で、区間 B は定着側で摩擦の影響を受けている区間のひずみ分布である。両区間のひずみ量を比較すると明らかに B 区間のひずみ量は摩擦の影響を受け減少していることが分かる。また図中には各荷重における、A 側に設置したロードセル(R)の測定値と、B 側に設置したロードセル(L)の測定値を併せて示したが、A 側より B 側のロードセルの測定値が小さく、架台に設置したコンクリートによる摩擦でプレストレスの損失が生じていることも分かる。

次に、摩擦によりプレストレスの損失が生じている B 区間について、ロードセル(L)により測定した荷重から求まる応力とひずみ量の関係を図 - 8 に示す。図中には実験値に対する回帰直線を併せて示したが、上記の引張試験と同様に直線の傾きと JIS 規格に準拠して行われた引張試験により得られた弾性係数と非常に近似しており、摩擦によりプレストレスの損失が生じている部分においても高い精度で光ファイバによるひずみ計測ができたといえる。

即ち、摩擦損失が生じている可能性のある部分において、光ファイバによりひずみ量を連続的に把握できていれば、その緊張材の弾性係数からプレストレス量および損失量を算出することができる。

即ち、摩擦損失が生じている可能性のある部分において、光ファイバによりひずみ量を連続的に把握できていれば、その緊張材の弾性係数からプレストレス量および損失量を算出することができる。

4. まとめ

(1) 引張試験より、光ファイバは高い精度で緊張材のひずみに追従することが明らかである。

(2) 曲げ引張試験より、摩擦によりプレストレス力が損失している部分においても高い精度でひずみを追従することが明らかになった。即ち、使用している緊張材の弾性係数、緊張材に設置した光ファイバにより測定されたひずみ量が把握できれば、任意の位置でのプレストレス力・損失量が算出できる。

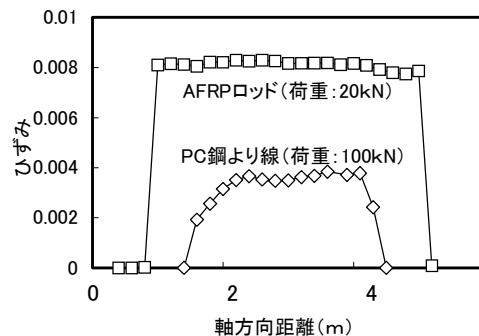


図 - 4 PC鋼より線、AFRPロッドのひずみ分布

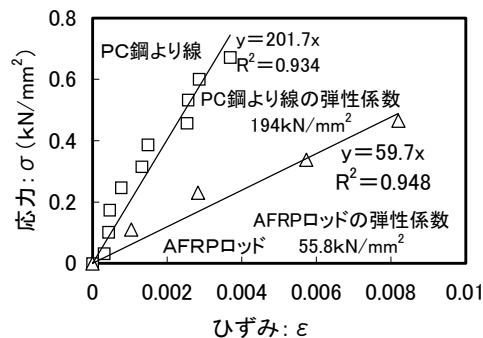


図 - 5 引張試験による応力 - ひずみ関係

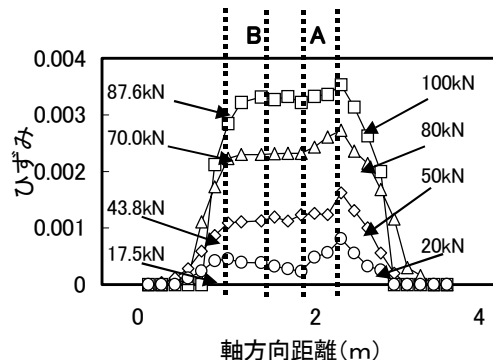


図 - 6 曲げ引張試験によるひずみ分布 (PC)

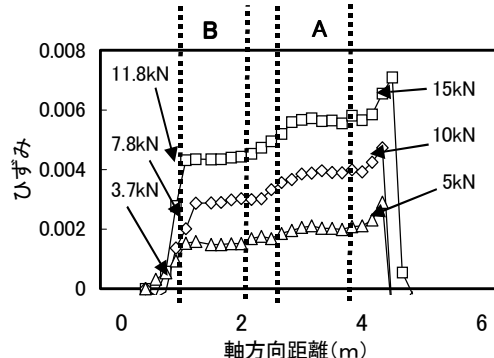


図 - 7 曲げ引張試験によるひずみ分布 (AFRP)

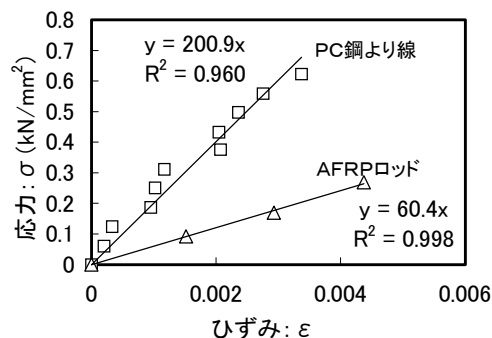


図 - 8 曲げ引張試験による応力 - ひずみ関係