

## 光ファイバ組込み式テープ材によるコンクリート部材のひび割れ幅計測

鹿島建設(株) 正会員 ○泉 宙希 十川貴行 平 陽兵 曾我部直樹 玉野慶吾 小嶋進太郎 今井道男

### 1. はじめに

分布型光ファイバセンサは、光ファイバに生じたひずみを全長に亘って連続的に計測できるセンサである。既往の検討では、コンクリート部材に光ファイバセンサを設置することで、計測されたひずみ分布の変化に基づき、ひび割れ発生箇所を検知できることを確認している。コンクリート部材に光ファイバセンサを設置する方法としては、部材表面に接着剤で接着する方法が考えられるが、施工の手間や設置後における光ファイバの保護が課題であった。これに対して筆者らは、光ファイバセンサを組み込んだテープ材（以下、テープ式光ファイバと称す）を開発している。本稿では、テープ式光ファイバの概要と、コンクリートに生じたひび割れに対する計測性能を、RC部材の両引き実験で検証した結果について報告する。

### 2. テープ式光ファイバの概要

テープ式光ファイバを写真-1に示す。テープ式光ファイバは、図-1に示すように、保護層に光ファイバの素線が埋め込まれており、固着シートが対象物と接着することで、光ファイバの素線も対象物と一体化される。テープを貼り付ける要領で光ファイバを設置できるので、接着剤で設置する方法に比べ、設置時の施工性が大幅に向上する。さらに、テープ材を構成する保護層によって、光ファイバの素線を保護する効果も期待できる。

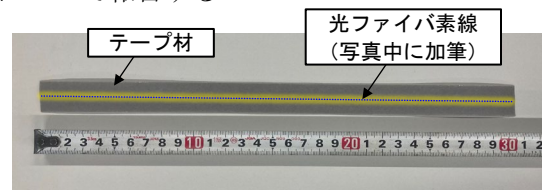


写真-1 テープ式光ファイバ

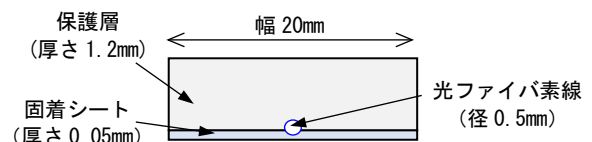


図-1 テープ式光ファイバの構成（断面図）

### 3. 実験概要

コンクリート表面におけるひび割れに対するテープ式光ファイバの計測性能を検証するために、図-2に示すRC部材に対する両引き実験を実施した。試験体は断面140×140mm、長さ2,500mmのコンクリートの中心に、D32ネジ節鉄筋（SD345）を配置したRC部材である。試験体の両端から突出している鉄筋を引っ張ることで、試験体に対して一軸の引張力を作用させた。荷重は表-1に示すように、鉄筋が降伏する前は荷重値を、鉄筋が降伏した後は部材表面のひび割れ幅の最大値を指標として制御を行い、各荷重段階に到達後、荷重を一定に保持した状態で、光ファイバのひずみ分布を計測した。本実験では、固着シートの弾性率（剛性）の異なる2種類のテープ式光ファイバにて計測性能を検証した。以下、固着シートの弾性率が1,200N/mm<sup>2</sup>のものをテープHと称し、固着シートの弾性率が140N/mm<sup>2</sup>のものをテープSと称す。テープ式光ファイバは部材表面に軸方向に平行で設置し、その対となる面に、パイ型変位計（標点距離100mm）を試験体の全長に亘り連続的に配置した。光ファイバによる計測は、ブリルアン散

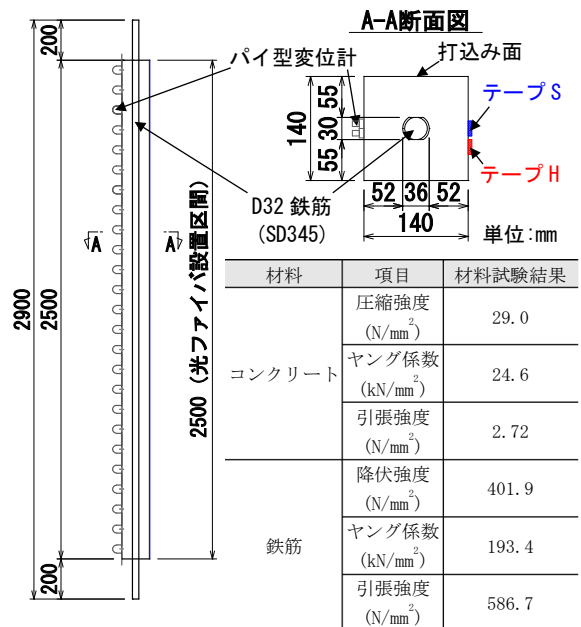


図-2 試験体の概要

表-1 荷重ステップ

	荷重ステップ
降伏まで	荷重(kN) : 75, 143, 214, 274
降伏後	最大ひび割れ幅(mm) : 0.6, 0.65, 1.5

キーワード テープ式光ファイバ, コンクリート部材, ひび割れ幅, ブリルアン散乱光

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

乱光に基づく PPP-BOTDA 法<sup>2)</sup>を用い、空間分解能 20mm、計測間隔 10mm でひずみ分布を計測した。

#### 4. 実験結果

図-3 に各載荷ステップにおけるテープ H とテープ S のひずみ分布を示す。同図には、各載荷ステップにおける光ファイバを設置した面のひび割れ図も併記する。荷重やひび割れ幅の大きさに拘わらず、テープ H,S ともに、ひび割れ位置のひずみが局所的に大きくなるようなひずみ分布が計測できており、テープ式光ファイバがひび割れを検知する上で有効であることが確認できた。一方、荷重 75kN 時点(図-3(a))では、ひび割れ位置におけるひずみのピーク値がテープ H に比べ、テープ S の方が大きい傾向が確認された。ひび割れ幅が小さい段階では、テープ S はテープ H に比べ固着シートの剛性が小さいため、ひび割れを架橋する部分に局所的な伸びが生じやすく、同部分のひずみのピーク値が大きくなったものと推察される。一方、ひび割れの拡大に伴い、テープ H, S によるひずみの相違は少なくなり、最大ひび割れ幅 1.5mm の段階では、ほぼ同様なひずみの大きさ、分布となった。

図-4 では、テープ式光ファイバで計測されたひずみから、隣り合うひび割れの中点間を積分範囲とした、ひび割れ近傍での積分値を算出し、同じ断面に設置したパイ型変位計で計測されたひび割れ幅との比較を行った。テープ H, S ともに計測されたひずみ分布に基づくひび割れ幅と、パイ型変位計によるひび割れ幅の間には、高い相関があることが確認された。

#### 5. まとめ

RC 部材の両引き実験によって、コンクリートのひび割れに対するテープ式光ファイバの計測性能を検証した。その結果、テープ式光ファイバで計測されたひずみ分布の形状からひび割れ位置の検知が可能であることを確認した。また、ひび割れ近傍のひずみ分布を積分することで、テープ材の剛性の違いによらず、ひび割れ幅を評価できることが示唆された。

#### 謝辞

テープ式光ファイバは、日東電工(株)と鹿島建設(株)で共同開発したものである。日東電工(株)の関係者の方々には、サンプル製造等、多大なるご協力をいただきました。ここに深く御礼を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 泉宙希, 松田有加, 平陽兵, 一宮利通, 新井崇裕, 今井道男, 川端淳一: コンクリート内に埋め込んだ光ファイバセンサによるコンクリートひずみ計測, 土木学会第 75 回年次学術講演会, CS9-52, 2020.
- 2) 李哲賢, 西口憲一, 宮武美由紀: PPP-BOTDA 測定技術を用いた 2cm 分解能ブリルアン分布計測の実現, 電子情報通信学会技術研究報告, OFT2008-13, 2008.

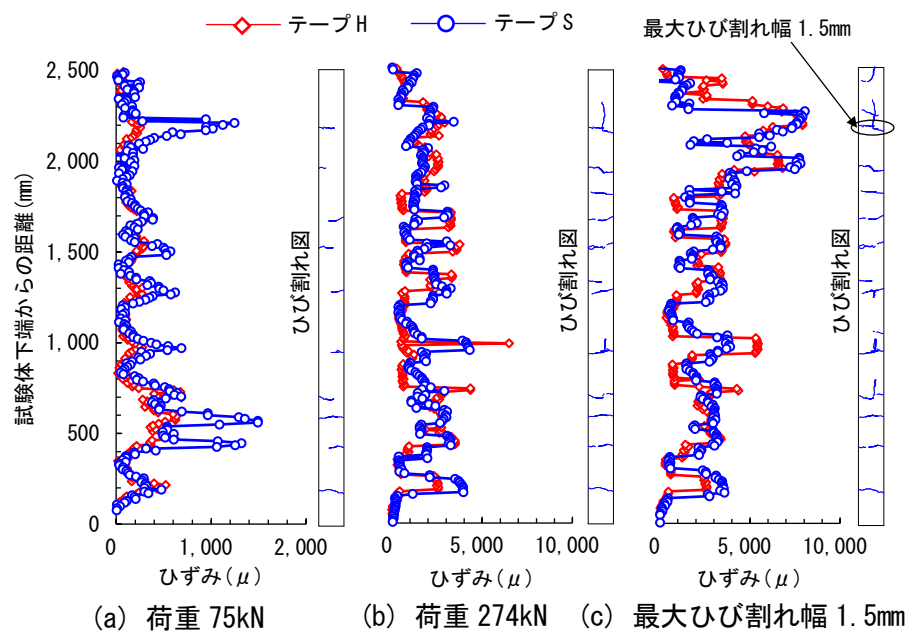


図-3 テープ式光ファイバのひずみ分布

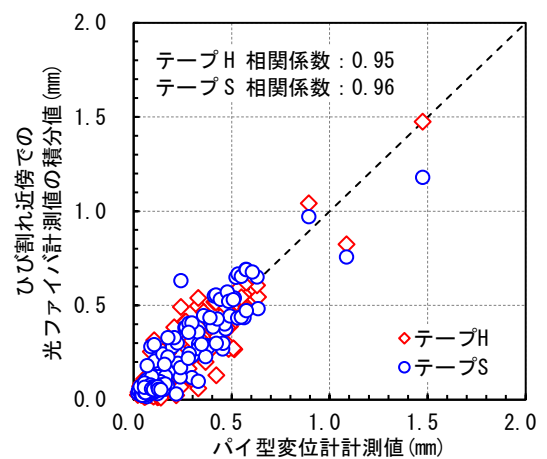


図-4 ひび割れ幅の比較