

コンクリート表面への光ファイバの埋設方法と計測性能の検証

鹿島建設(株) 正会員 ○本田智昭 十川貴行 皆川春奈 曾我部直樹 平 陽兵 小嶋進太郎

1. はじめに

分布型光ファイバは、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。コンクリート部材に光ファイバ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光ファイバが傷つかないように保護する方法に課題があった。これに対し筆者らは、コンクリート部材の表面に切欠きを設け、切欠き内に光ファイバを埋設する設置方法を考案した。本稿では、構造物の新設時にコンクリート表面へ光ファイバを埋設する方法の概要と、同方法で設置した光ファイバの計測性能をRC梁部材の曲げ実験で検証した結果について報告する。

2. コンクリート表面への光ファイバの埋設方法

図-1 に考案したコンクリート表面への光ファイバの埋設方法を示す。まず、熱収縮チューブを型枠に設置した状態でコンクリートを打ち込み、脱型後に同チューブを加熱して撤去することで、コンクリートの表面に円形断面の切欠きを設ける。その後、切欠き内に光ファイバを設置して、樹脂モルタル等で埋め戻すことで光ファイバの埋設を完了する。写真-1 に光ファイバ埋設後の状況を示す。この方法は、接着剤で光ファイバを設置する方法に比べ、接着剤の厚さを調整する手間を省くことができるので、光ファイバ設置時の施工性が大幅に向上する。さらに、光ファイバがコンクリート内部に埋め込まれるので、光ファイバの損傷リスクが低減する効果も期待できる。

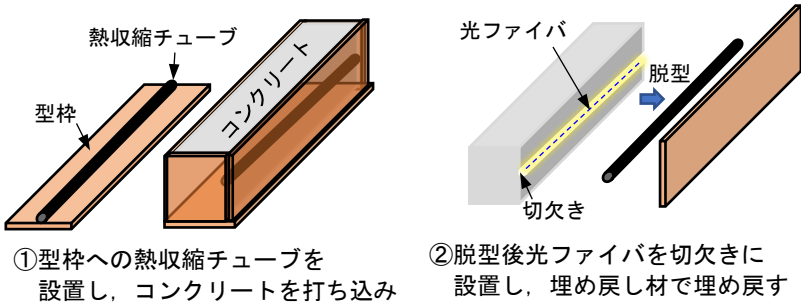


図-1 光ファイバの埋設方法

3. 実験概要

試験体の概要を図-2 に示す。試験体は幅 380mm、高さ 350mm、長さ 3,500mm で、軸方向鉄筋として D22 鉄筋(SD345)を圧縮側、引張側にそれぞれ 3 本ずつ配置した RC 梁である。荷重は試験体をスパン長 3,000 mm で単純支持し、等曲

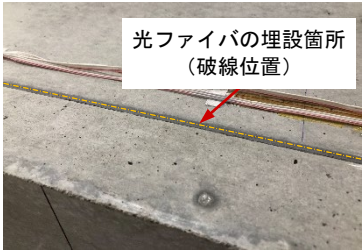


写真-1 切欠きへの埋設後の状況

表-1 荷重ステップ	
荷重ステップ	
降伏まで	引張鉄筋応力度 90, 180, 270, 345N/mm ² で荷重, 除荷を 1 回ずつ実施
降伏後	支間中央変位 12, 15, 18, 21, 24, 28, 37mm で荷重, 除荷を 1 回ずつ実施

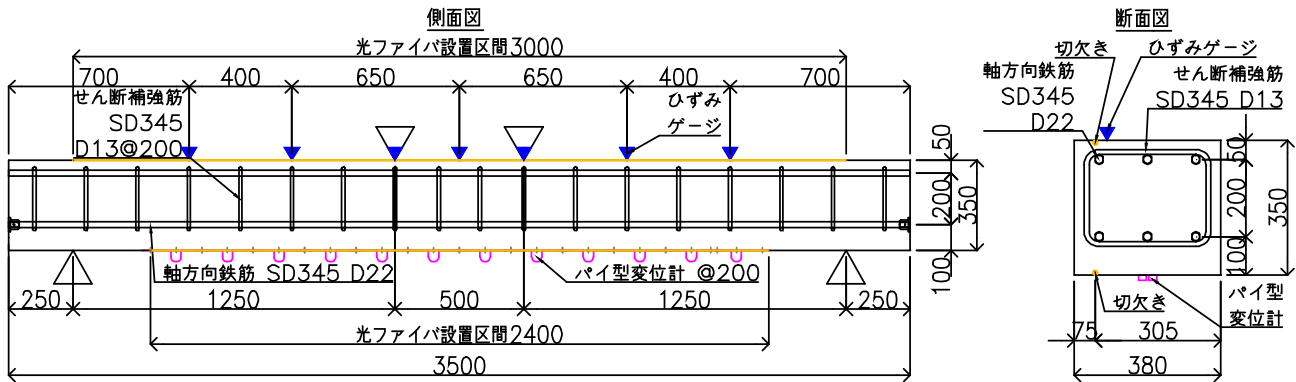
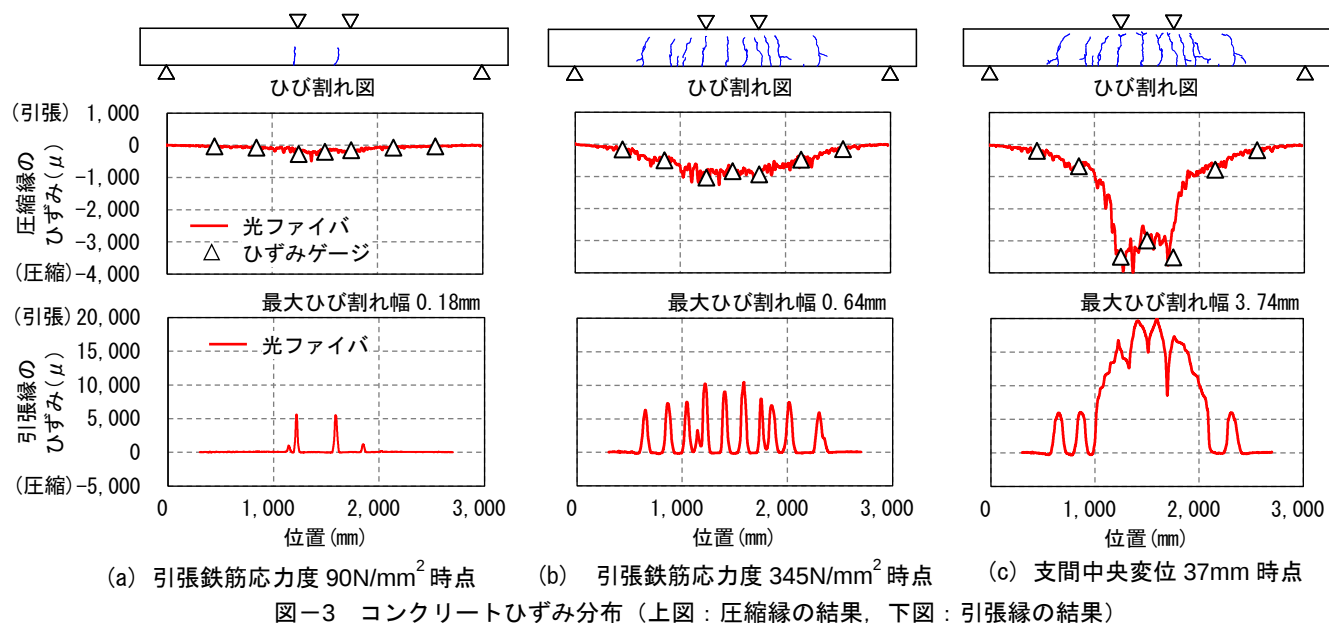


図-2 試験体の概要 (単位: mm)

キーワード 光ファイバセンサ, ひずみ分布, ひび割れ幅, OFDR 法
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



区間 500mm の 2 点荷重で実施した。荷重ステップは表-1 に示すとおりである。部材の圧縮縁と引張縁に前述の方法によって直径が 2mm の切欠きを設け、光ファイバを埋め込んだ。光ファイバによるひずみ計測は、空間分解能 (ひずみゲージの検長に相当) が 0.6mm 、計測間隔が 0.6mm で計測可能な OFDR 法¹⁾で計測した。また、圧縮縁にはひずみゲージを設置してひずみを計測し、引張縁ではパイ型変位計 (標点距離 200mm) を連続的に配置してひび割れ幅を計測した。実験時のコンクリートの圧縮強度は 36.7N/mm^2 、ヤング係数は 26.8kN/mm^2 であった。

4. 実験結果

図-3 に引張鉄筋応力度 90N/mm^2 、 345N/mm^2 時点および支間中央変位 37mm 時点における光ファイバで計測したコンクリートのひずみ分布を示す。同図には、試験体側面のひび割れ図と、圧縮縁の計測結果ではひずみゲージによる計測結果も併記する。圧縮縁に設置した光ファイバの計測結果は、部材軸方向全体にわたって曲げモーメント分布に応じた圧縮ひずみ分布を捉えており、 $3,500\mu$ 程度までひずみゲージの計測値と一致することを確認した。引張縁に設置した光ファイバの計測結果は、ひび割れ位置付近で局所的にピークとなるひずみ分布となり、ひび割れ幅の拡大に伴いピーク値が増加する様子を確認した。

図-4 にパイ型変位計で計測された各ひび割れ幅と、隣り合うひび割れの間中点を積分区間として算出したひび割れ近傍における光ファイバで得られたひずみ分布の積分値との比較を示す。パイ型変位計が設置された表面よりも、中立軸に近い断面内に光ファイバが設置されていることもあり、光ファイバで得られた積分値がひび割れ幅に対して小さい傾向が確認される。ただし、最大ひび割れ幅が 3.7mm となる領域まで高い相関があることから、考案した方法で実装した光ファイバがひび割れ近傍のコンクリートに追従して、そのひずみ分布を計測できているものと考えられる。

5. まとめ

コンクリート表面に設けた切欠きに光ファイバを埋設する方法を考案し、計測性能を検証した。その結果、圧縮側では $3,500\mu$ 程度まで RC 部材のひずみ分布を計測可能であることを確認した。また、引張側ではひび割れ位置とその幅に対して、高い相関を有するひずみ分布を計測できることを示した。

参考文献

- 井川寛隆ほか：OFDR を用いた長ゲージ FBG による分布計測の研究，日本機械学会論文集(A 編)，72 巻 724 号，pp.102-110，2006。

