

光ファイバーセンサーによるひび割れを有した壁部材の長期連続モニタリング

芝浦工業大学 学生会員 ○村瀬 豊
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤佳孝
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本健人

1. はじめに

今までコンクリート構造物はメンテナンスフリーと考えられていたが、施工不良や環境条件が原因となりコンクリート片の剥落事故や早期劣化が問題となっており、コンクリート構造物の維持管理の重要性が高まっている。そこで本研究では、近年構造物のモニタリング手法として注目されている光ファイバーを 3 本燃った光学ストランドを用いて、ひび割れを有している鉄筋コンクリートの壁部材を対象として長期的な変位モニタリングを行った。

2. 光学ストランドの基本仕様及び測定システム

従来用いられているひずみゲージやひずみ計は、構造物のミクロな挙動を正確に測定できるが、この光学ストランドは $1\mu\text{m}$ ～数 cm までの挙動を厳密に捉えられる特徴を有している。表 1 に光学ストランドの基本仕様を示す。構造物を構成する材料である鋼材とコンクリートの熱膨張係数はほぼ $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるのに対して、光学ストランドの熱膨張係数は $0.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり約 1/20 と大変小さいため、光学ストランドに対して働く温度応力は考慮する必要がないと考えられる。また光学ストランドは計測を行いたい構造物全体の挙動を光ファイバー内の赤外線の出射量の変化量により光学ストランド間の伸縮量に変換し連続的に計測・モニタリングすることが出来る。また同一センサーで静的測定と動的測定ができる特徴を有している¹⁾。

3. 計測概要

本測定は首都圏内にある鉄筋コンクリートの壁部材を対象とし、前調査として 7 月にひび割れ調査を行った。その結果を写真 1 に示す。写真 2 に 12 月のひび割れ状況と計測機器取り付け位置図を示す。7 月のひび割れ図と比較するとひび割れ本数・ひび割れ長さが増加していることがわかる。また同一位置でのひび割れ幅を同一時刻（午前 10 時）に計測したところ、 0.4mm （7 月）から 0.8mm （12 月）へとひび割れ幅が大きくなった。今回計測で用いた光学ストランドの測定長さは 2m で使用本数は 4 本であり、温度や荷重の影響によるコンクリートの挙動を直接計測できるように、アンカーでコンクリートに設置した固定プレートに光学ストランドを設置した。パイ型変位計（標点距離： 50mm ）は光学ストランドがひび割れをまたぐ箇所に設置を行った。通常ひび割れ幅はひび割れに直交する幅とされているが、今

表 1 光学ストランドの基本仕様

計測長さ	2m
計測範囲	計測長さの 0.5%
計測感度	$\pm 0.004\text{mm}$
計測精度	$\pm 0.02\text{mm}$ (モジュールレンジ) $\pm 0.1\text{mm}$ (フルレンジ)
適用温度範囲	$-20 \sim +60^{\circ}\text{C}$
熱膨張係数	$0.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$



写真 1 7月のひび割れ状況

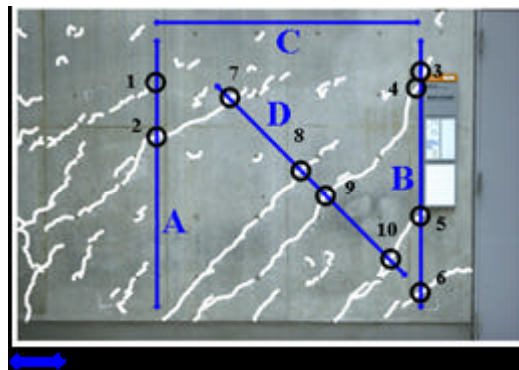


写真 2 12月のひび割れ状況と計測機器取り付け位置図



写真 3 計測機器取り付け状況

キーワード 光ファイバーセンサー、光学ストランド、モニタリング、ひび割れ、変位

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 TEL 03-5452-6098 (内線 58090)

回は光学ストランドの計測値との比較を行うために、光学ストランド設置方向と平行して設置した。また計測・モニタリングは通常の静的測定（30分に1回データを保存）と地震等の動的測定を行った。

4. 計測結果及び考察

図1に長期連続モニタリングの結果（静的測定）を示す。計測・モニタリングは平成14年1月から行い現在も継続中である。今回計測を行った壁部材は、温度の上昇に伴い光学ストランドの変形量が増加する同傾向となった。これは『コンクリートは温度が上昇すると膨張する』という一般的な知見と一致している。また光学ストランド単体でもコンクリートの膨張・収縮の傾向を捉えることが出来る結果となった。

図2に光学ストランドAとBの変形量の比較を示す。光学ストランドAとBは、同一方向に設置しているため変形量の傾向がほぼ一致した。なお光学ストランドAとBの変形量の違いはひび割れ幅の違いや本数によるものと考えられる。

図3に地震時の測定結果を示す。図のうち（a）部では全ての光学ストランドで0.03mm程度収縮しているが、（b）部と（c）部はほぼ同一であり、（a）部は地震による異常値であることがわかる。

図4にコンクリート表面温度とひび割れ幅の経時変化を示す。計測結果より構造物の温度が上昇する過程においてひび割れ幅が小さくなり、温度が下降する過程においてひび割れ幅が大きくなる結果となった。これはコンクリートの膨張収縮によるものであり、光学ストランド単体の計測結果と概ね同じ傾向であり、今回計測を行った10個の変形計全てで同様の傾向を確認できた。

5. まとめ

- 1) 光学ストランド単体でもひび割れを有する構造物の温度変化による膨張収縮の傾向を確認できる。
- 2) 長期モニタリングを続けることで構造物の定量的な評価が行えると考えられる。

謝辞 本研究は東京大学生産技術研究所魚本研究室にて行ったものであり、同研究室の皆様また日揮(株)にご協力いただいたことに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) OSMOS 技術協会：OSMOS 技術紹介資料
- 2) 馬場、城間、伊藤：光ファイバーセンサーによるトンネル覆工コンクリート載荷試験の変形計測，トンネル工学研究論文，報告集第11巻，pp165-170，2001.11

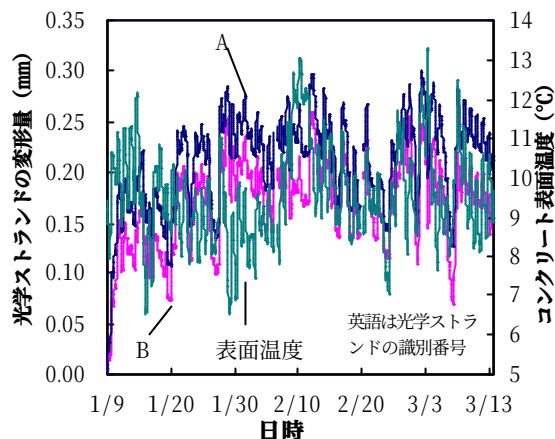


図1 平成14年1月～平成14年3月のモニタリング結果（静的測定）

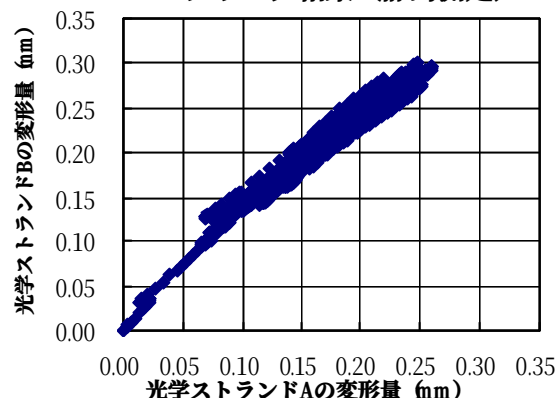


図2 光学ストランドAとBの変形量の比較

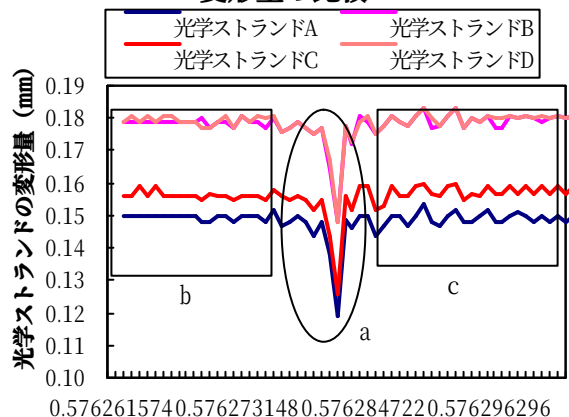


図3 地震時測定の一例

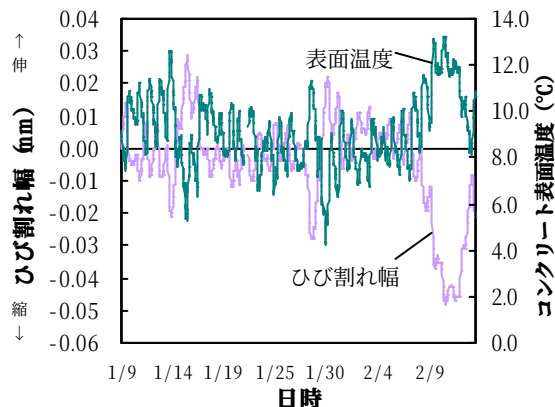


図4 コンクリート表面温度とひび割れ幅の経時変化