

光ファイバーによる亀裂検知実験

大成建設（株）技術センター 正会員 今井 博
大成建設（株）技術センター 松本三千緒

1. はじめに

筆者らは、これまで、様々な物理計測のモニタリングをネットワークを通じて一括管理するシステムの構築を目指した研究を行ってきた。それらの物理計測とは、例えば、地震計測やAE計測のような振動計測であり、変位計測であり、画像ベースの管理計測などである。その一環として、ひずみ計測があり、これを光ファイバーで行うことを検討している。

光ファイバーによるひずみ計測は、最先端技術であり、反射光を計測する方法と光の漏れ率を計測する方法と、大きく2つに分かれる。筆者ら¹⁾は、反射光を用いた1つの計測方法であるB-OTDR法について、H鋼を用いた高精度の実験結果からひずみ計測の特性に関する報告をしている。ここで、B-OTDR法とは、敷設した光ファイバーに光パルスを発光し、ひずみを受けている部分で発生する後方散乱光（ブリルアン光）を捉え、発光した光パルスと比べてシフトした周波数の大きさをひずみ値に換算して検出する方法である。

上述の実験結果を踏まえ、コンクリート構造物の亀裂発生探知のための適用実験を行った。本報告では、この実験結果について述べる。

2. 光ファイバー敷設方法

図1に示すように、打設後まもない、亀裂の発生していないコンクリート表面に、15 kgfの張力をかけ、固定治具を用いて18 mにわたって3ヶ所で固定し、エポキシ樹脂系の接着剤を用いて光ファイバーを設置した。写真1および写真2は、それぞれ、光ファイバー固定治具および固定治具の設置作業状況を示している。また、写真3および写真4は、それぞれ、光ファイバーひずみセンサーの端部状況および計測側の光ファイバーひずみセンサーと通信用光ケーブルの設置状況を示している。光

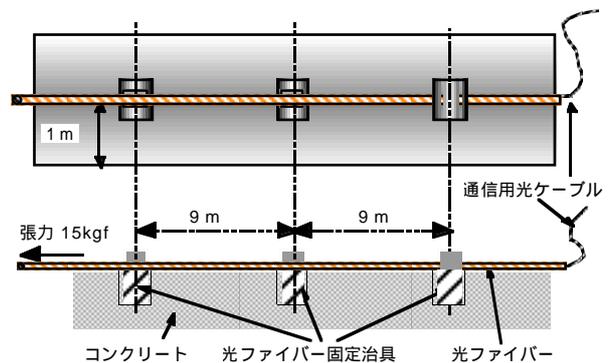


図1 光ファイバー設置方法



写真1 光ファイバー固定治具



写真2 光ファイバー固定治具設置作業状況

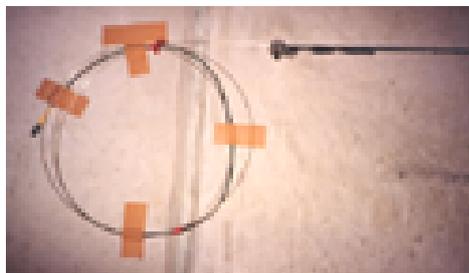


写真3 光ファイバー端部状況

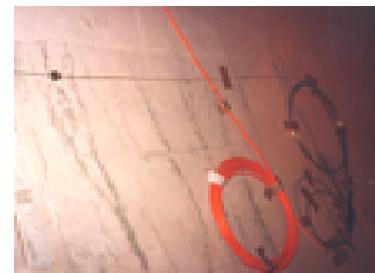


写真4 光ファイバー計測側状況

ファイバーひずみセンサーは、外形 2, 肉厚 0.2 mm, 被覆材質 SUS304 であり、局部的なひずみや亀裂に対応するため 1 m 毎にカシメ部がある。張力は直管部及びカシメ部共に 30 kgf, 曲げ半径は直管部で R30 およびカシメ部で R150 である。また、側圧強度は 150 kgf / 5 cm で、通常の車両が通過しても切断しない。通信用光ケーブルは、SM 光ファイバーをポリエチレン製被覆、補強線が入った 10 のケーブルである。

キーワード：光ファイバー，ひずみ計測，B-OTDR，コンクリート，亀裂検知，ネットワーク
連絡先 / 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL：045-814-7231 FAX：045-814-7252

3. 光ファイバーひずみ計測

写真5に光ファイバーひずみ測定器で計測を行っている状況を示す。測定で用いた計測器は、安藤電気製のAQ8602BおよびAQ8603で、いずれも距離分解能は1m、発光パルス幅は10ns、積算数は 2^{14} 回である。AQ8602Bは旧モデルで、ひずみ測定条件は100 μ 以上である。一方、AQ8603は新モデルで、ひずみ測定条件は50 μ 以上である。AQ8603についての初期値を測定する際には商品化されていなかったため、解析処理における初期値は旧モデルのAQ8602Bの測定値を用いた。図2は旧モデルで初期値を測定した際のモニター画面の一部である。(a)は全範囲であり、(b)は計測断面をズームした画像である。測定は、光ファイバー設置後、初期値を計測し、3日後、および、46日後に行った。

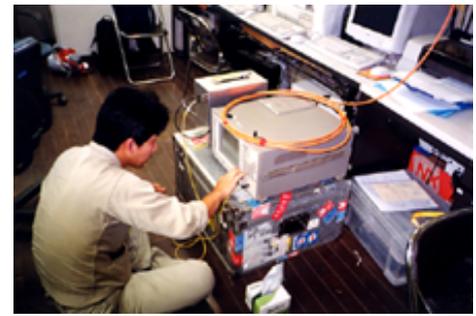


写真5 ひずみ測定作業状況

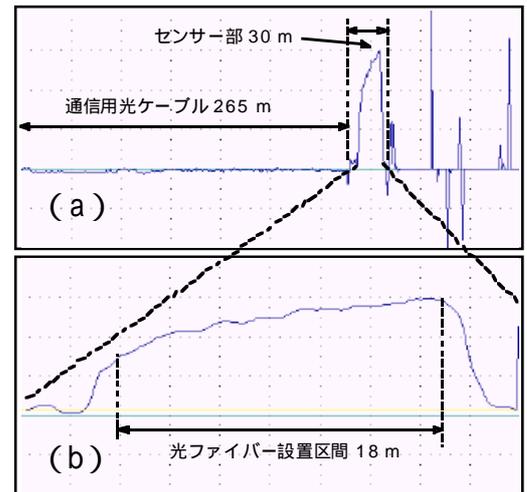


図2 ひずみ測定作業状況

4. 亀裂検知結果

図3は、光ファイバーひずみ計測による、3日後および46日後のひずみの、初期値に対する相対変化を示している。また、発生した亀裂を目視で確認し、図中にそれらの位置を併記した。センサーとしての設置先頭位置から0.5m、9m、13mの位置に発生した亀裂の位置で、光ファイバーによるひずみは200~300 μ であり、位置も良く一致していることが分かる。また、本計測で、46日後の計測に新モデルの測定器を試用した。結果は、旧モデルの測定器による初期値を使用したことが原因と考えられるが、旧モデルのデータと比べ変動が大きいが、しかし、亀裂、特に、9mや13mの位置における亀裂の発生に伴って、それぞれ500 μ 程度、200 μ 程度以上の引張ひずみを計測することができた。

5. データ通信

計測データのネットワークによる管理という観点から、パソコン内に収録したひずみ計測データを高速電話回線を用いて取得することが可能であった。データ量としても十分に転送でき、遠隔地からのデータ管理ができることが分かった。

6. まとめ

コンクリート側壁部における亀裂の発生を捉えることが出来た。これらの結果は、本測定法のコンクリート構造物への適用の可能性を大きく示唆していると考えられる。

参考文献

1) 今井・松本, 2001, H鋼を用いた光ファイバー高精度歪み計測実証実験, 土木学会第56回年次学術講演会, III-A294, p588-589.

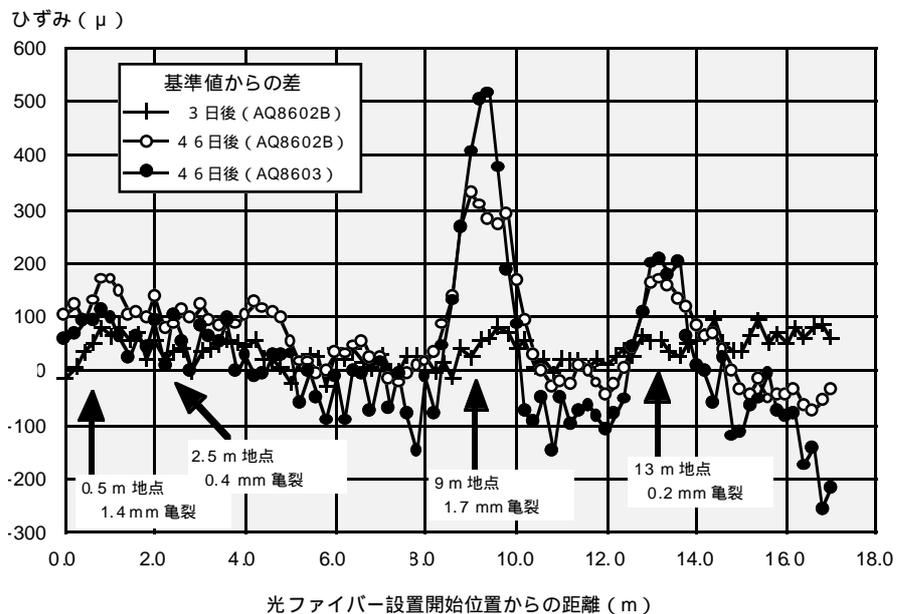


図3 光ファイバー亀裂検知データ