

I - 3

光ファイバを用いた正徳橋のひずみ分布計測

（社）岩手県土木技術センター○正員 保 憲一 アジア航測（株）

正員 竹浦 亘

（株）昭和土木設計

高橋 博義 NTT情報流通基盤総合研究所

正員 倉嶋 利雄

（株）総合土木コンサルタンツ

佐藤 欣弥 岩手大学工学部

正員 大河原正文

1, まえがき

岩手県雫石町に架設されている正徳橋（1等橋 2径間単純活荷重合成鉄桁橋）の主桁に対して、光ファイバを用いて静的載荷によるひずみ測定を行った。光ファイバを用いる計測の実例として、AFSS（Absolute Fiber Optical Strain Gage System）³⁾やFBG-IS（Fiber Bragg Grating Interrogation System）、OSMOSと呼ばれるシステムなどが存在する。ここで用いるひずみ測定方法は、NTTアクセス網研究所が開発した通信用光ファイバの保守技術を応用した歪み・損失統合OTDR（Optical Time Domain Reflectometer）を使用し、伝播経路中の光パルスの変状を計測することによりひずみを測定するもので、構造物などのひずみを連続的に計測する新しい手法である。¹⁾ 光ファイバを用いたひずみ分布計測の利点は、光多重化による多モード計測が可能であることや長期間のモニタリングに適している、データの空間伝送が可能であり遠隔性に優れるなど多くの応用可能な特徴がある。⁴⁾

土木構造物に蓄積されたひずみを正確に評価することは、構造物の信頼性を評価する上で極めて重要である。従来、ひずみゲージによる点的計測により構造物全体のひずみの代表的な値を計測している例が多く、連続的計測では多くのセンサーを必要とし、さらに継続的計測ではセンサーの耐久性に問題が多く、計測維持管理に課題が多い状況にある。今後、構造物の変状を的確に捉え変状の前兆を事前に検出するなどの技術をより向上させるため、点計測から連続計測へ、さらに長期モニタリングを可能とする手法に転換させ正確に評価することが必要である。

本論文で示す実験結果は、ひずみゲージより得られたひずみ量との比較の上で、1データを提示するものであり、計測精度の向上や線的、面的可能性、信頼性を考察する。

2, 実験概要と考察

実験において桁全長のひずみ分布計測を行う事を目的に、図1に示すように主桁下フランジに光ファイバを敷設した。敷設方法は、フランジ裏面に両面テープを貼りつけ、初期テンションを手動で与えた光ファイバを貼りつけさらにその上からテープで押さえつけるサンドイッチ構造の極簡単な方法である。桁の継手位置にあるスプライスプレート部2箇所には敷設されなかった。また、ひずみゲージは、桁中央1箇所でのみの設置であった。静的載荷は、20t + 25t車を用いほぼ支間の中央に車両を配置した。

3, 実験結果

静的載荷試験より光ファイバによって得られた、主桁のひずみ分布の初期値と載荷後を図2に示す。①②③は、主桁に対する光ファイバ敷設位置である。ひずみ曲線は、敷設時の初期テンションが不均等であったため不成形分布となっているが、主桁全長にわたりひずみが測定されていることが認められた。

図3は、主桁のひずみ曲線であり桁中央に最大値を示す。ひずみゲージの測定値は 1.62×10^{-6} 、光ファイバによる測定値は2.0

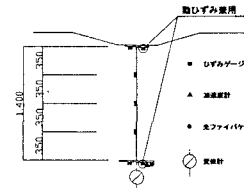


図-1 敷設位置図

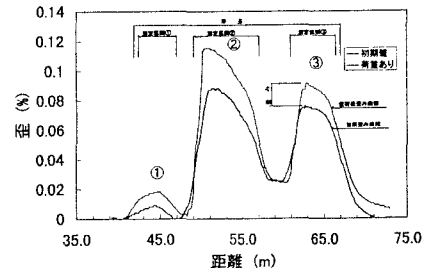


図-2 光ファイバひずみ曲線

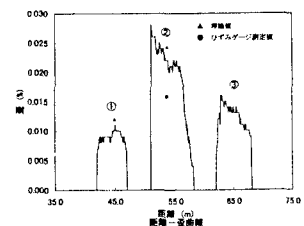


図-3 ひずみ測定結果

0×10^6 、理論値は 230×10^6 であり、それぞれの測定結果や理論値と近似することが解かった。これは、実大モデルでの弾性変形領域における微小ひずみ測定にも有用性があることが確認できる。

図4、5は、光ファイバによる測定値と理論値を比較した結果である。ひずみゲージによる測定が1箇所であることから、理論計算値との比較により測定方法の妥当性を検証した。理論値と測定値の分布曲線を多項式近似による回帰分析法により最適化を行い近似式を求めた結果、極めて近い値を示すことが認められた。さらに、最小二乗法で線形関係を見ると直線近似することが解かり、線形関係が明確に認められた。

このことにより、光ファイバによる測定は妥当なものと考えられ、さらに、連続ひずみの測定とひずみ値を推定できる事が確認された。

本実験結果では、主桁断面変化の影響や載荷荷重位置のバランスを考慮していないことから、測定結果同士や理論値と精度上の違いが見られた。さらに、交通規制条件により残留ひずみの測定ができなかった。したがって、ひずみ測定後の初期値移行履歴による測定法の妥当性には課題を残している。

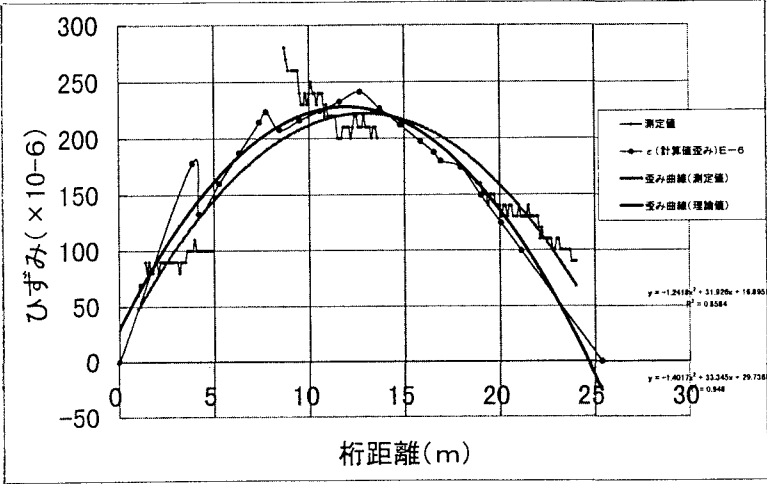


図-4 ひずみの測定値と理論値の比較

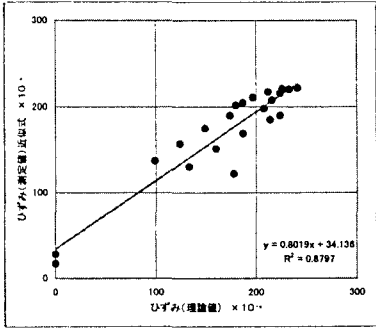


図-5 ひずみ比較の線形図

4、まとめ

本論文の1回のみの実験だけで測定方法の有用性を導くのは困難であるが、光ファイバを用いたひずみ分布計測結果は、電気抵抗ひずみセンサーの測定値や理論計算値とほぼ一致した結果が得られた。また、線形関係が認められ相関は極めて近似することが解かった。したがって、このような実験によりデータを集積すれば、橋梁上部工の部材条件を考慮したひずみ数値解析と測定値の適切な線形モデル化も期待できる。さらに、土木構造物すべての変状測定が適用可能であり、構造物の健全度評価をするうえで予知予測の備えともなりえ、耐久性評価システムの一測定法として発展を期待するものである。

謝辞：本研究にあたっては岩手大学工学部岩崎正二先生、出戸秀明先生にご指導及びご助力頂いた。記して心から謝意を表す。

参考文献

- 1) 倉嶋、佐藤：光ファイバを用いた構造物のひずみ分布計測、土木学会誌、Vol.82、No12、1997
- 2) 大島、三上、山崎、金子、工藤、M.S.Rahman：光ファイバーセンサーによる構造内部のひずみ計測、第55回年次学術講演会、1999
- 3) 倉嶋：片端から非破壊で光ファイバの歪み・損失を測定、NTT技術ジャーナル、1997
- 4) 西原、裏：光エレクトロニクス入門、コロナ社、1998