

光ファイバによる RC 梁試験体の構造性能モニタリングに関する基礎研究(1) ～曲げ試験による挙動モニタリング～

芝浦工業大学 学生会員 ○森田 惇
石川島検査計測株式会社 正会員 河野 豊
芝浦工業大学 正会員 勝木 太
芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1.背景・目的

現在、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の劣化が問題となっており、今後効率的さらに効果的な維持管理が重要である。一方、構造物の安全性や挙動などを実時間的に監視するシステム(構造ヘルスモニタリング)が注目されている。その中でも代表的なセンサとして、光ファイバセンサを利用したものがある。光ファイバセンサは高耐久性であり、監視が容易、さらに継続的な監視が可能であり、実構造物のモニタリングに多く利用されている。

そこで本研究の目的として SOFO(surveillance d'Ouvrages par Fiber Optiques)により得られるひずみの挙動から、RC 梁部材に生じる変位、ひび割れ幅、および中立軸位置の推移等の構造性能がモニタリングできるか、2点荷重試験により検証した。

2.実験概要

図-1 に曲げ試験概要を示す。SOFO は長さ 30cm のセンサを使用し、供試体中央の圧縮鉄筋および引張鉄筋位置のコンクリート表面にそれぞれ 1 本ずつ、供試体下面に 1 本、計 3 本固定金具を用いて取り付けた。なお、支承間は 2100 mm、等モーメント区間は 800 mm とし、2 点荷重試験を行った。

本実験の計測項目は、荷重ステップごとのひずみゲージによる鉄筋ひずみ量、変位計による変位、クラックスケールを用いた目視による最大ひび割れ幅、および SOFO によるコンクリート表面ひずみである。

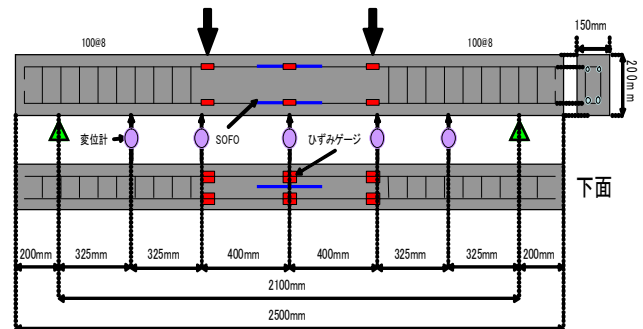


図-1 曲げ試験概要

3. 実験結果・考察

3-1 供試体中央変位のモニタリング

曲げひび割れなどにより塑性変形が生じた場合、弾性理論により梁のたわみ量を求めることが不可能である。そこで式(1)に示すように、梁に生じている断面ひずみから得られる曲率より、中央変位を算定することとした。なお今回式(1)に使用するひずみ量は、ひずみゲージによって計測された荷重点位置の鉄筋ひずみと、SOFO により計測された鉄筋位置のコンクリート表面ひずみである。

$$y = \iint \frac{1}{\rho} dx dx = \iint \frac{\epsilon_t - \epsilon_c}{h} dx dx \quad (1)$$

ϵ_t : 引張鉄筋ひずみ
 ϵ_c : 圧縮鉄筋ひずみ
 h : センサ間の距離(mm)

図-2 に式(1)により求めた中央変位と変位計により計測された変位の履歴との比較を示す。図-2より、曲げひび割れ発生前の両者の挙動はほぼ一致するものの、曲げひび割れ発生後の挙動には多少誤差が生じる結果となった。

キーワード 光ファイバ、モニタリング、性能評価、鉄筋ひずみ、曲げ試験

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL:03-5859-8359 E-mail:h04080@sic.shibaura-it.ac.jp

これは、今回の実験において、部材中央ではなく載荷点位置に大きな曲げひび割れが生じたためと考えられる。

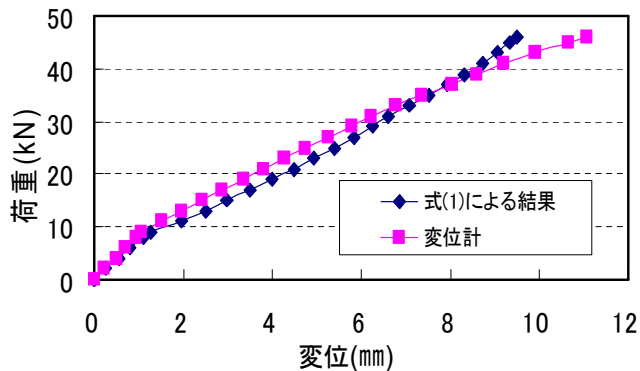


図-2 供試体変位比較

3-2 SOFO によるひび割れ幅モニタリング

曲げ試験を行った結果、最終的に SOFO 貼り付け側のセンサ間に、2 本のひび割れが発生した。そこで、供試体下面に取り付けた SOFO のひずみより求めたセンサ間変位と、クラックスケールを用いて目視により確認した 2 本のひび割れ幅の和との関係を図-3 に示す。なお SOFO のひずみについては、曲げによって SOFO に生じる理論弾性ひずみを差し引くことにした。

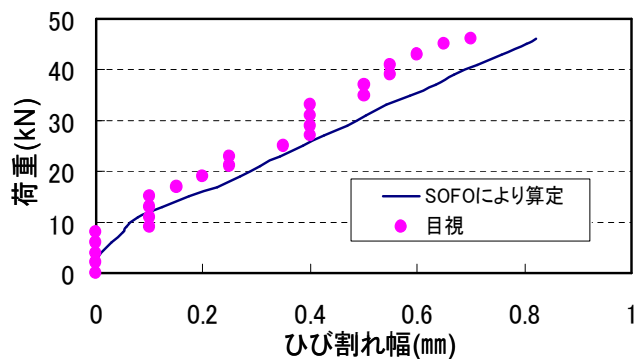


図-3 ひび割れ幅比較

図-3 より、SOFO で評価される 2 点間変位は、0.4mm 程度までのひび割れ幅を評価できていることが確認できる。ただし、ひび割れ幅 0.4mm 以降は曲げによる曲率の影響が大きくなることから、特に曲げによって生じるようなひび割れなどについては、正確にそのひび割れ幅を評価できなくなる可能性があることが分かった。

3-3 中立軸位置のモニタリング

図-4 に圧縮鉄筋、および引張鉄筋位置に取り付けた SOFO で得られるひずみより求めた中立軸位置の挙動を示す。なお図中には、全断面有効として求めた中立軸位置、および引張側断面を無視して求めた中立軸位置も示す（図中に理論値と表記）。また、本曲げ試験における初期ひび割れ発生荷重は 9kN であった。

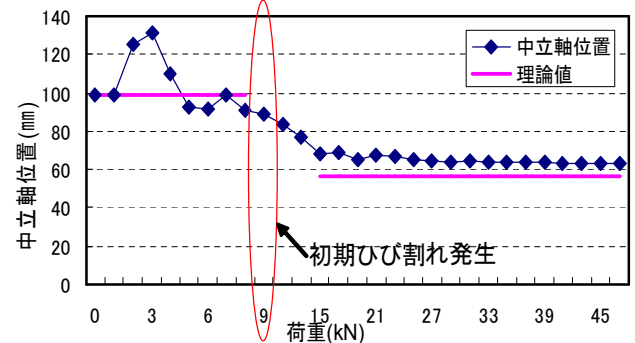


図-4 中立軸位置

図-4 より、初期ひび割れ発生後徐々に中立軸が上方に推移し、15kN 以降は引張側断面を無視して求めた中立軸とほぼ同じ位置になっていることが確認できる。この結果より、鉄筋位置に取り付けた SOFO のひずみ値を用いて、部材断面の中立軸位置の挙動をモニタリングできることが分かった。

4. まとめ

本研究では、2 点載荷試験においてコンクリート表面に取り付けた SOFO から計測される静的なひずみから、曲げ部材の変位、ひび割れ幅、中立軸位置の挙動をモニタリングでき、RC 部材の使用性能を評価できる可能性があることが分かった。また本研究は室内実験であり、今後さらに実構造物において構造性能をモニタリングできるか検証する必要がある。

なお、本研究は芝浦工業大学と石川島検査計測株式会社との共同研究で実施したことを付記する。

謝辞 本研究を行うにあたり、ご指導いただいた石川島検査計測株式会社西沢隆夫氏、ならびに勝木研究室・魚本研究室の皆様へ深く感謝いたします。