

ロングゲージFBG センサによる RC 柱の性能評価手法に関する研究

茨城大学 学生会員 ○ 井上 康太
茨城大学 正会員 呉 智深
茨城大学 正会員 木村 亨

1. 背景

著者らにより既出され、ロングゲージFBG センサ技術は、様々な研究により、構造ヘルスマニタリング (SHM) に高い適応性が実証されてきた。

本研究では、RC 柱の曲げ試験において、ロングゲージFBG センサで計測したひずみから荷重・変位の算出方法としてファイバーモデルを用いた構造解析の検討を行った。

2. 実験方法および解析方法

2.1 RC 柱の曲げ試験

表 1 に使用材料および各種物性試験を、図 1 に試験体概要図を、図 2 に RC 柱の曲げ試験方法を示す。RC 柱は、200mm×200mm の正方形断面を有し、RC 柱基部から RC 柱端部までは 1000mm である。荷重方法は、RC 柱の軸方向に油圧ジャッキにて 1MPa の圧力を常時荷重させ、RC 柱基部から 850mm の位置に油圧ジャッキにて水平方向に荷重した。RC 柱載荷面表面のひずみを測定するため、ロングゲージFBG センサ(計測区間 150mm)、ワイヤストレインゲージ(ゲージレングス 60mm)、クリップゲージ(ゲージ長 150mm)を貼り付けた。

2.2 解析方法

図3に解析のモデル図を、図4にコンクリートの応力-ひずみ関係を、図5に鉄筋の応力-ひずみ関係を示す。本解析では、せん断補強筋の横拘束効果を考慮するため、コンクリート部をせん断補強筋位置以内のコアコンクリート部とそれ以外のかぶりコンクリート部に分け、かぶりコンクリート部にHoshikumaモデルのひずみ軟化直線を加え横拘束力とした。なお、コンクリートおよび鉄筋の材料諸元は実測値を使用し、それ以外の値はコンクリート標準示方書から算出した。解析断面モデルは、コアコンクリート部を8 mmで1要素、かぶりコンクリート部を5 mmで1要素とし、全てのRC柱載荷面表面のひずみを求めるため、全要素にファイバー要素を使用し、荷重位置に1ステップ0.1 mmの強制変位を与え、200ステップ20 mm まで単調増加させた。なお、本解析には、UC-win/Frames(3D)のファイバーモデルを用いて行った。

表 1 使用材料および各物性試験

材料	詳細
コンクリート	圧縮強度：37.8(MPa)
主鉄筋 (SD345D13)	降伏強度：380.0(MPa), 弾性係数：210.0(GPa)
せん断補強筋 (SD345D6)	降伏強度：346.0(MPa), 弾性係数：210.0(GPa)

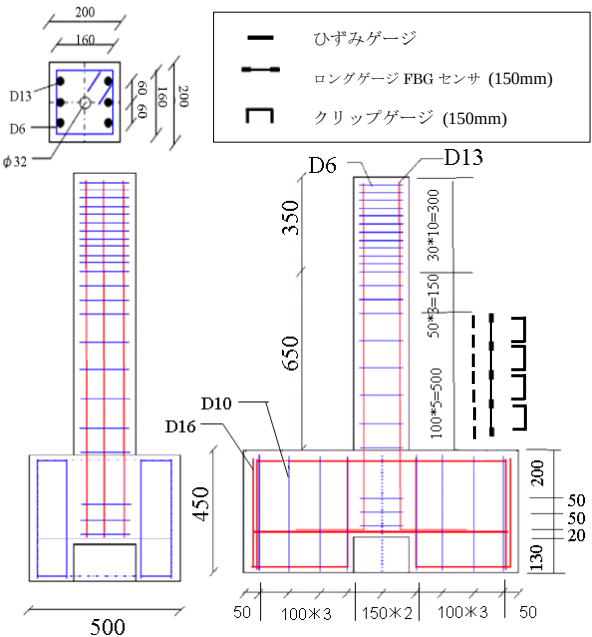


図 1 試験体概要図

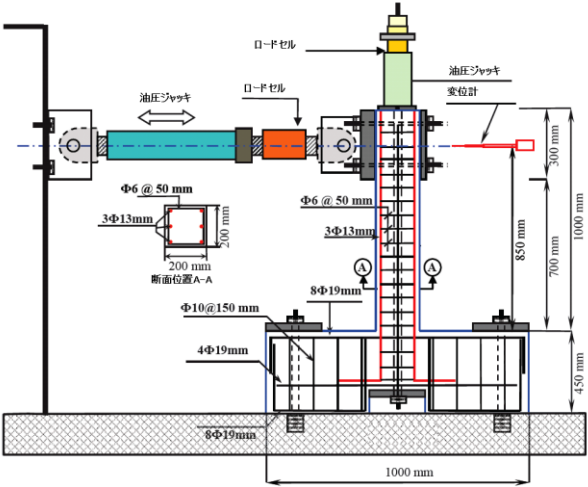


図 2 橋脚の正負交番荷重実験方法

キーワード：FBG、構造ヘルスマニタリング、FEM 解析、ファイバーモデル、RC 柱の曲げ試験
連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 Tel:0294-38-5274

3. 実験結果および解析結果

図 6 に荷重－ひずみの関係(クリップゲージおよび解析値との比較)を示す。ロングゲージ FBG センサのひずみは、クリップゲージとほぼ同等の値を示すとともに、解析値とも一致し、解析の整合性を示した。

図 7 に荷重－変位の関係(変位計および解析値との比較)を示す。ロングゲージ FBG センサは、変位計とほぼ同等の値を示すとともに、解析値とも一致した。なお、ひずみから変位を求める際には、鉄筋降伏前と鉄筋降伏後にそれぞれに存在するひずみと変位間の比例関係を利用し、ひずみに校正係数を掛け変位量を求めた。これは、実橋梁において、計測された構造物のひずみ分布からモーメントの定理などで変位を求めることは、中立軸の変動や局所破壊によって難しく、現実的でないためである。

4. 結論

以上の実験より以下の知見が得られ、ロングゲージ FBG センサによる構造ヘルスマモニタリングの優位性を示した。

- (1) 構造解析の整合性を示し、ロングゲージ FBG センサで計測したマクロひずみから荷重・変位の算出が可能であることを示した。
- (2) RC 柱の曲げ試験においてロングゲージ FBG センサで計測したひずみは、クリップゲージと同等の値を示し、センサの精度の高さを再度示した。

参考文献

- 1) 西丸 公太, 呉 智深: ロングゲージ FBG センサの高感度化に関する研究, 土木学会第 65 回年次学術講演会, pp143-144, 2010.
- 2) 岩城 英郎, 武田 展雄: FBG 型光ファイバセンサを用いた局所変形の検出手法, 土木学会第 58 回年次学術講演会, pp691-692, 2003.

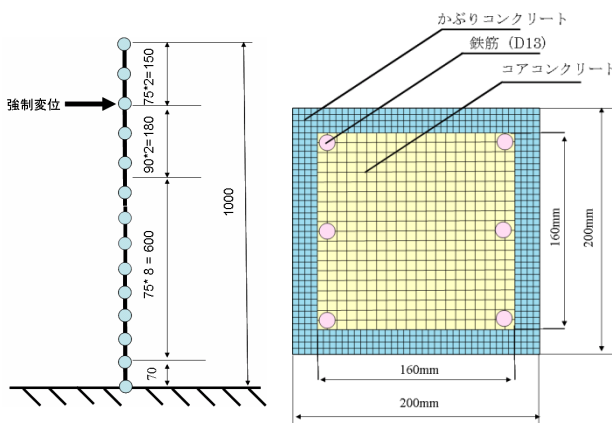


図 3 解析モデル図

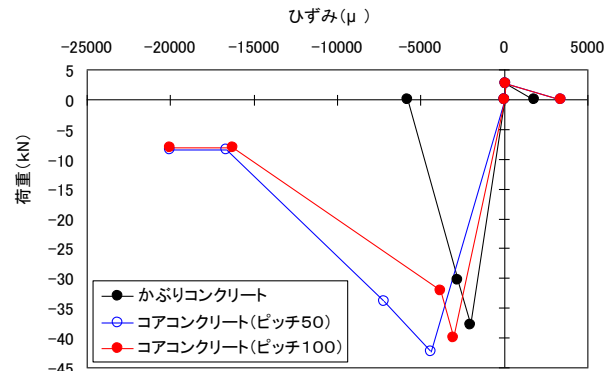


図 4 コンクリートの応力－ひずみ関係

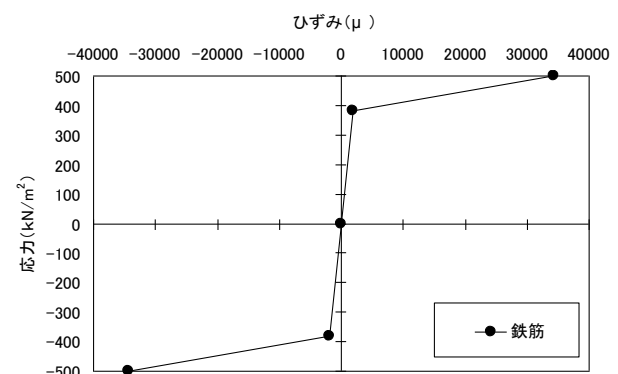


図 5 鉄筋の応力－ひずみ関係

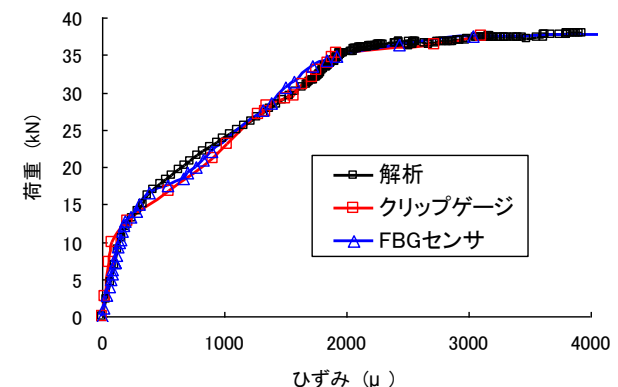


図 6 荷重－ひずみの関係

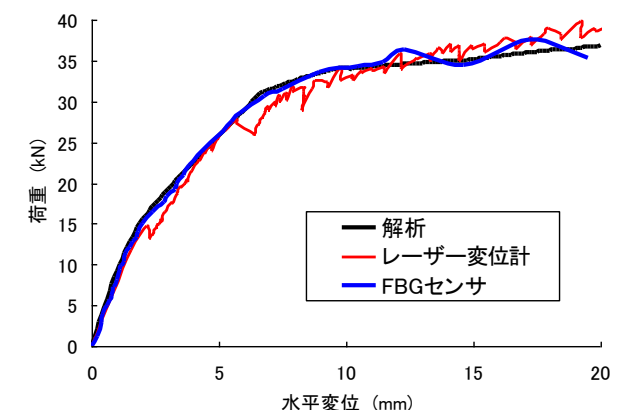


図 7 荷重－変位の関係