

ロングゲージFBG センサを用いた RC 柱の部材角計測に関する研究

茨城大学 学生会員 ○中島 悠樹
 茨城大学 正会員 呉 智深
 茨城大学 正会員 黄 黄

1. 背景と目的

構造物は地震などの力に対して抵抗する回転特性を有する。この回転特性を構造物の耐震性能として評価することにより、構造物全体の状態を把握することが可能になる。構造物の回転特性を評価するための部材角計測には傾斜計が用いられてきたが、地震などの動的計測には適さない。そこで高感度で動的計測が可能なロングゲージ FBG センサに着目する。ロングゲージ FBG センサによる構造物のたわみや損傷、動的特性に関する有効性は確認されているため、ロングゲージ FBG センサを用いて部材角計測の有効性の検討を行うことを目的とする。

2. ロングゲージ FBG センサ

図-1 にロングゲージ化によるひずみ計測の概要図を示す。ロングゲージ FBG センサは光ファイバセンサである FBG センサをロングゲージ化したものである。本来、FBG センサは長さ 20 mm 程度のポイントセンサであるが、ロングゲージ化により計測範囲を広げることができる。さらに、ロングゲージ FBG センサにより出力されるデータはセンサ範囲内のデータが平均されたものである。

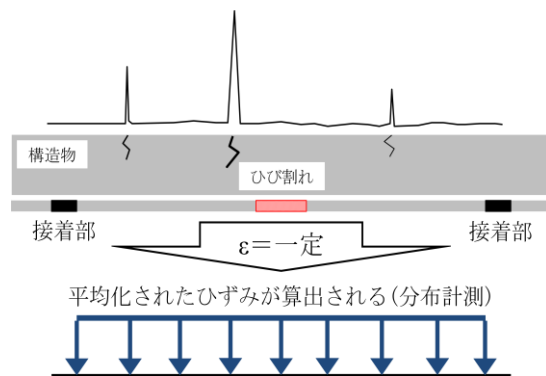


図-1 ロングゲージ化によるひずみ計測

3. 部材角の算出原理

図-2 に部材角の算出原理の概要図を示す。ロングゲージ FBG センサは構造物のひずみを計測することができ、そのひずみから構造物の変形量を算出できる。ファイバモデルを用いて曲率を求めることで、ロングゲージ FBG センサから求めた変形量と曲率を用いて部材角を算出することが可能である。また、ロングゲージ FBG センサは連続につながることができ、各センサにおいて曲率を求めることで曲率分布が得られ、モールの定理により構造物全体の部材角の算出が行える。

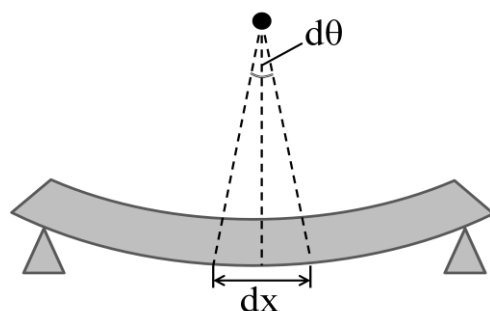


図-2 部材角の算出原理

4. RC 柱モニタリング試験

図-3 に実験概要図を示す。RC 柱実験体にロングゲージ FBG センサと電気式傾斜計を設置し、変位制御で正負交番荷重実験を行った。実験目的として、ロングゲージ FBG センサから得られるひずみから部材角を算出し、電気式傾斜計の値と比較を行うことである。

実験で用いたロングゲージ FBG センサは、ゲージ長 100 mm、定着部を 30 mm とし、5 連続のセンサとした。ロングゲージ FBG センサは載荷面に、電気式傾斜計は側面に設置した。ロングゲージ FBG センサの設置範囲は、基部から載荷板までとし、基部のひび割れを正確に計測するために、

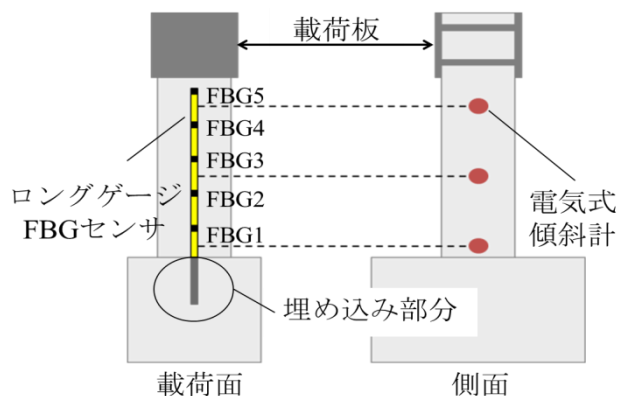


図-3 実験の概要図

キーワード ロングゲージ FBG センサ, 部材角, ファイバモデル

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 TEL:0294-38-5004 FAX:0294-38-5268

基部のセンサの定着部を 150 mm 埋め込んだ。ロングゲージ FBG センサはエポキシ樹脂を用い、定点接着した。基部のセンサが計測不可になった時点で実験を終了した。

5. 部材角の算出

5.1 ファイバモデルによる算出

図-4 にファイバモデルの概要図を示す。部材角の算出にはファイバモデルを用いた。部材角算出の流れとして、実験で得られた引張側のひずみと中立軸の仮定からひずみ分布を求めた。ひずみ分布から圧縮コンクリートのひずみや鉄筋のひずみを算出し、それぞれの応力を求める。その応力から引張、圧縮の軸力を求め釣り合いが成立するまで繰り返す。その後、ひずみ分布を用いて曲率を求め、部材角の算出を行う。式

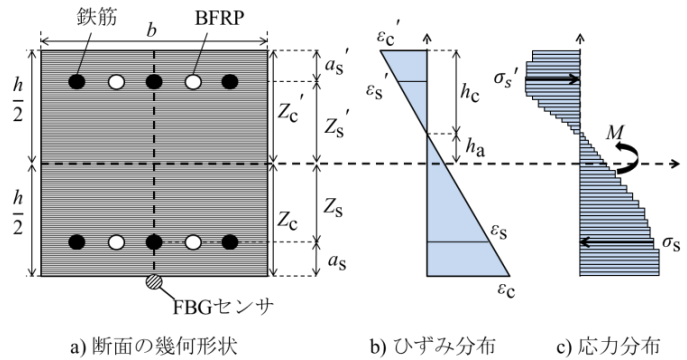


図-4 ファイバモデル概要図

(3.1), 式 (3.2) に曲率と部材角の算出式を示す。

$$\phi = \frac{\epsilon_c^i}{z_c^i + h_a^i} \tag{3.1}$$

$$\theta_b = \int \phi(y) dy = \sum_{i=1}^n \phi(y) \cdot \Delta y \tag{3.2}$$

5.2 部材角算出結果

図-5 に圧縮ひずみの比較を示す。まず、部材角算出を行う前にファイバモデルの有意性の検討を行った。引張側のひずみからひずみ分布を用いて圧縮側のひずみを用いて実測値と比較した結果、値が概ね一致したことからファイバモデルによる計算方法が有意であるといえる。

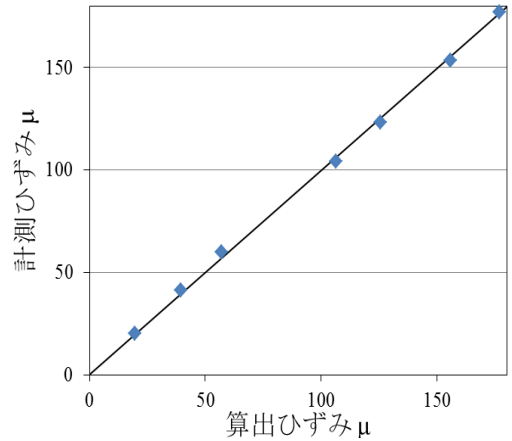


図-5 圧縮ひずみの比較

図-6 にファイバモデルによる部材角算出値と傾斜計の比較を示す。FBG1 のみの部材角, FBG1~3 までの部材角, FBG1~5 までの部材角の算出を行い比較した。その結果, 各算出値と傾斜計の値が概ね一致し, グラフも軸付近にプロットされたことからファイバモデルを用いて部材角の算出が有効であることがわかる。

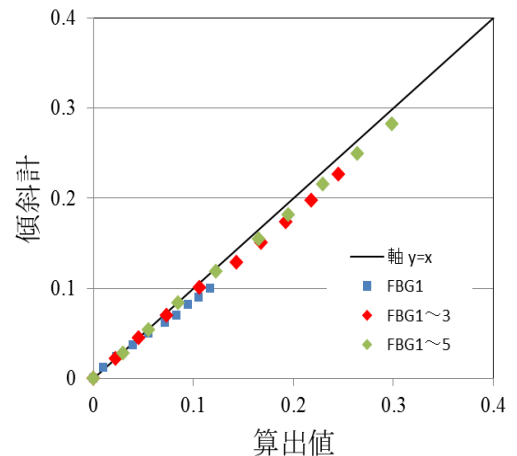


図-6 算出値と傾斜計の比較

6. 結論

引張側のひずみから算出した圧縮ひずみと実測値の圧縮ひずみを比較し、ファイバモデルの有意性を示した。

ファイバモデルを用いてロングゲージ FBG センサから算出した部材角を比較した結果、傾斜計の値と概ね一致したことから、ロングゲージ FBG センサを用いた部材角の算出は有効である。本報では、健全時から初期ひび割れ発生、鉄筋降伏までの部材角算出結果である。

参考文献

- 1) 特定非営利活動法人 光防災センシング振興協会 呉 智深 編集：(23 債) 光防災センサシステムの鉄道構造物設置に関する検討報告書, 2011
- 2) 西丸公太：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, 2010
- 3) 渡辺耕平：ファイバモデルによる RC 単柱の非線形解析