

ロングゲージ FBG センサの分布化による RC 梁のヘルスマニタリングに関する研究

茨城大学 学生会員 ○渡辺 匠

茨城大学 非会員 李 素貞

茨城大学 正会員 呉 智深

1. はじめに

近年、構造物の老朽化が進む日本では従来の点検調査を高度化させる手法である、光ファイバセンシング技術を応用した構造ヘルスマニタリング（SHM）技術の構築に関する研究が盛んに行われている。

本研究では、光ファイバセンサの一種である、点センサの FBG センサをロングゲージセンサ化する開発を行い、このロングゲージ化 FBG センサを用いた分布センシング手法を提案し、実験的に分布センシングの有意性を検討する。

2. ロングゲージセンサの開発とその分布化

FBG センサは、センサ部分が 10～20mm の点センサであり、広範囲の計測が可能なロングゲージセンサとするために、FBG センサをチューブに通してプレテンションを与え、チューブの端と二点支持で接着し、エポキシ樹脂で保護（パッケージ）することにより、チューブ内の光ファイバに様なひずみを生じさせた。なおチューブの長さがゲージ長となるロングゲージセンサである。また、このロングゲージセンサを測定対象に連続的に配置することで、分布センシングが可能となる（図-1）。

3. RC 梁の4点曲げ試験

散在するひび割れ位置を特定し、同時に幅を計測することで、構造性能を同定するための評価指標を確立するため、FBG センサによって RC 梁供試体の 4 点曲げ载荷によるひずみ計測を行う。図-2 に供試体の概要とセンサの配置状況を示す。供試体の寸法は、長さ 2100mm、幅 150mm、高さ 200mm、支点間隔 1800mm であり、FBG センサはゲージ長の影響評価をするため、ゲージ長 200mm×4 本、400mm×2 本、800mm×1 本を梁底面に平行して敷設する。また、計測精度を確認するための基準値を取得するために、クリップゲージ、ひずみゲージも FBG と平行して配置する。

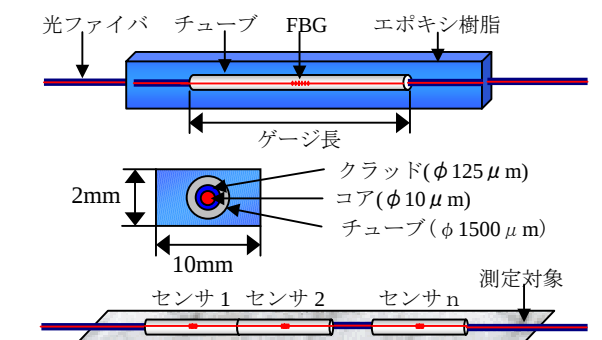


図-1 FBG ロングゲージセンサ

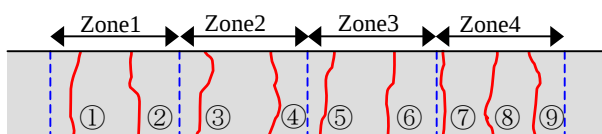


図-3 ひび割れ発生状況

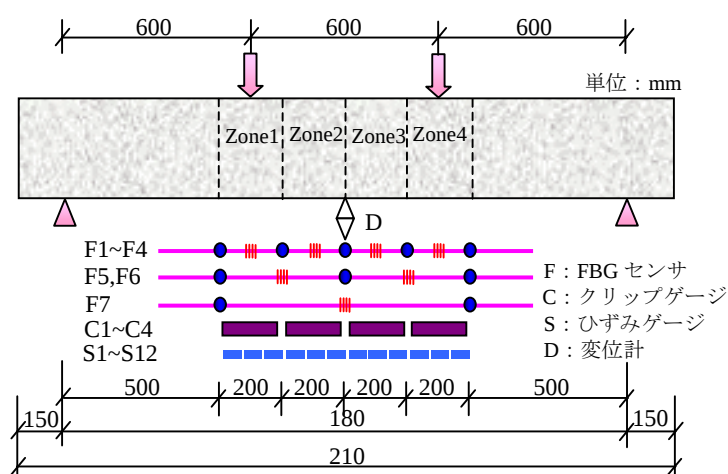


図-2 供試体概要とセンサ配置状況

キーワード：光ファイバセンサ、FBG、ヘルスマニタリング、分布センシング、ひび割れ

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. 0294-38-5247

4. 実験結果

(1) ひび割れの検知

まず図-3に確認された梁底面のひび割れ状況を4つのZoneに分けて示す。次に図-4~6に最初に確認されたひび割れ3本に対応するFBGセンサとひずみゲージの荷重-ひずみ曲線を示す。荷重15kN付近で大きなひずみの変化が見られることから、FBG、ひずみゲージ共にひび割れの発生が確認できていることがわかる。しかし1本の光ファイバにより分布センシングを可能とするFBGに対し、ひずみゲージは実際の構造物に大量に配置することは困難であり、SHMを行う上で非現実的であると言える。また、図-7にひび割れ④の発生したポイントの荷重-ひずみ曲線を拡大してC2、F2、F5、F7、との比較を示す。C2とF2がほぼ同じ値を示しており、F2によってひび割れ幅を正確に計測できたと言える。一方、F5、F7とゲージ長が長くなるに従い、ひび割れ発生の際のひずみが小さくなっており、ひび割れ幅の計測が困難になっていると言える。したがって、ゲージ長はひび割れの検知に影響を及ぼしていることがわかる。

(2) 梁全体の性能評価

図-8は、梁中央の変位とF5、F7との関係を示している。変位計とF7の計測結果は常にほぼ線形的な関係を示していることから、RC梁全体の性能評価を行う上で重要な要素であるスパン中央の変位を、ひずみの値から算出することが可能であると言える。一方、図-9はF1~F4の平均とF7とを比較した荷重-ひずみ曲線である。両者の波形がほとんど一致（相関係数 ≈ 1 ）していることから、連続的に配置したFBGセンサより得られるデータの平均化は有効であり、その結果から梁全体の性能評価を行うことが可能となることが明確となった。

5. まとめ

- (1) ゲージ長200mmのロングゲージFBGセンサによってRC梁に発生する初期ひび割れの検知。
- (2) ゲージ長800mmのロングゲージFBGセンサによってRC梁全体の性能評価。
- (3) 連続的に配置したセンサの平均化は有効であり、その平均値から梁全体の性能評価。

以上の事項を行うことへの可能性を実験的に示すことが出来た。

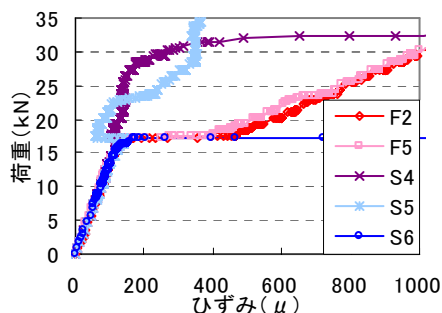


図-4 ひび割れ⑥の特定

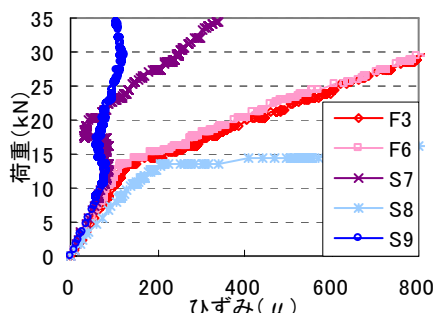


図-5 ひび割れ⑧の特定

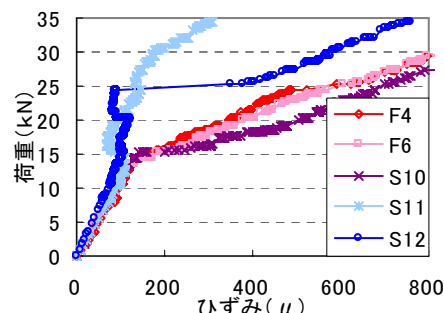


図-6 ひび割れ④の特定

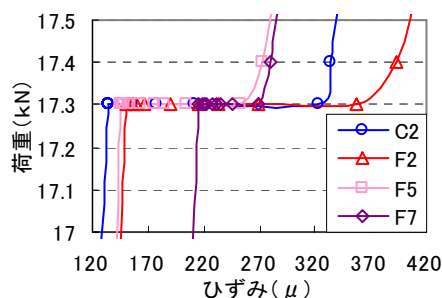


図-7 ひび割れ幅の計測

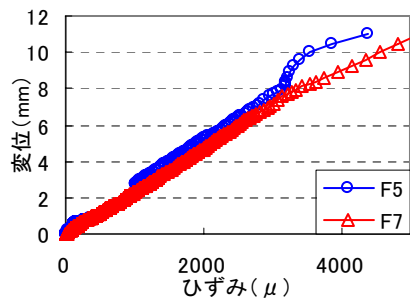


図-8 変位とF5、F7の関係

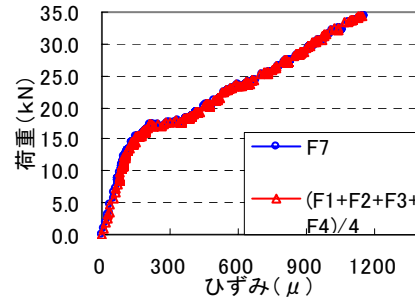


図-9 平均化の有効性

参考文献

- 1) 呉智深, 高橋貴蔵, 須藤佳一: 光ファイバセンサによるひずみ・ひび割れのモニタリングに関する実験的研究, コンクリート工学論文集, 2005.5