

梁構造物の劣化モニタリングに関する実験的研究

構造研究室 田川 俊太郎

1. はじめに

コンクリート橋のひずみ計測において、ひずみゲージをコンクリート面に接着する従来の計測方法(以下、直貼りとする)では、ひずみゲージ付近にひび割れが発生すると、計測値の信頼性が低下することが知られている。既往の研究¹⁾で、ひび割れの影響を受けないセンサの研究が行われており、引張試験での精度は確認されている。しかし、梁の様に曲げを受ける構造物のモニタリング技術は確立されていない。

本研究では、ひび割れを含めた標点間の平均ひずみを計測するオフセット式ひずみ計測法(図1)を適用し、曲げを受ける梁での性能検証を行った。

2. 実験方法

実施した実験一覧を表1、使用したセンサ一覧を表2に示す。本研究では、ひずみ計測に一般的に使用されている、ひずみゲージ使用したオフセット式ひずみ計を主に、試験体に直貼りする方法との比較を行い、精度の検証、ひび割れ検知能力、ひび割れ発生後のモニタリングに着目した実験を行った。また、FBG(Fiber Bragg Grating)センサにオフセット式を適用した実験も行った。

3. 実験結果

(1) 鋼 I 桁を用いた静的曲げ実験

試験体を図2、実験結果を図3、図4に示す。図より、オフセット式FBGセンサは直貼りとはほぼ同じ挙動を捉えていることが分かる。また、オフセット式ひずみゲージは、10kNまでは直貼りと同じ挙動を捉えているが、その後、差異が生じ、非線形の挙動を示している。

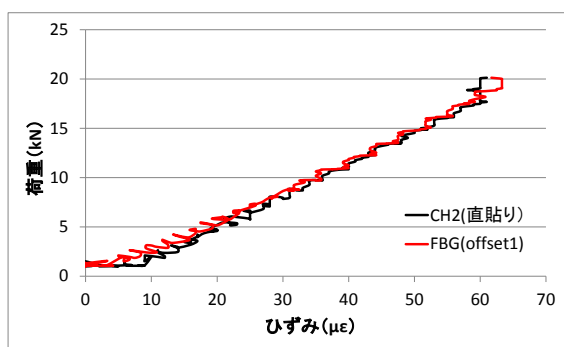


図3. 実験結果 (FBG)

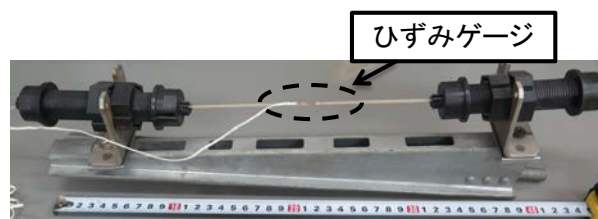


図1. オフセット式ひずみ計測法

表1. 実験一覧

番号	実験内容	試験体	目的(使用センサ)
Ms1	静的曲げ実験	鋼I桁	精度検証(ひずみゲージ、FBG)
Ms2	静的曲げ実験	小型RC梁	精度検証(ひずみゲージ)
Mh1	疲労曲げ実験		亀裂検知(ひずみゲージ)
Ms3	静的曲げ実験	小型RC梁	精度検証(ひずみゲージ)
Mh2	疲労曲げ実験	(下部損傷)	亀裂検知(ひずみゲージ)
Ms4	静的曲げ実験	RCT桁(K橋)	精度検証(ひずみゲージ)
Ms5	静的曲げ実験	RCT桁(W橋)	精度検証(ひずみゲージ、FBG)
Hs1	静的引張実験	1号試験片	精度検証(ひずみゲージ)
Ms6	静的曲げ実験	小型RC梁	精度検証(ひずみゲージ、FBG、KM)

で囲んだ実験を本概要で説明する。

表2. 使用センサ一覧

センサ名称	特徴
ひずみゲージ (電気式)	応力状態を乱さない 局所的な計測が可能 データ整理が容易
FBGセンサ (光式)	耐候性が高い 計測距離が取れる 複数のセンサを直列で結線可能
KM (電気式)	温度計測ができる 膨張係数がコンクリートに近似 データ整理が容易

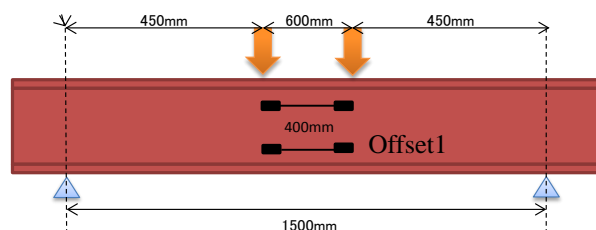


図2. 鋼 I 桁概要図

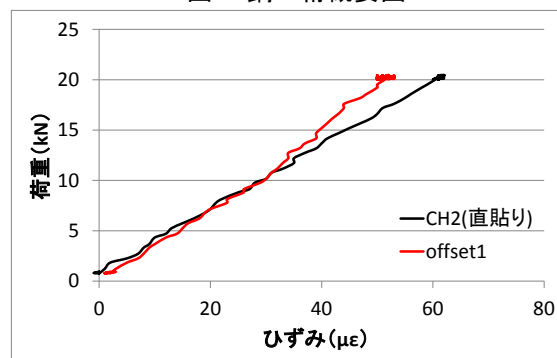


図4. 実験結果 (ひずみゲージ)

(2) 小型 RC 梁を用いた疲労曲げ実験

試験体を図 5、実験結果を図 6 に示す。実験は最小荷重 20kN、最大荷重 40kN、振動数 2Hz で行った。データ収集には動ひずみ計(NR-600)を使用し、サンプリング周期は 200Hz で行った。図より、疲労試験開始から約 17 万回振幅でオフセット 1 のひずみが全体的に低下し、オフセット 2 の振幅幅が増加していることが分かる。試験終了後に試験体中央下部にひび割れを確認したが、オフセット式ひずみゲージがこのひび割れを検知することが確認できる。

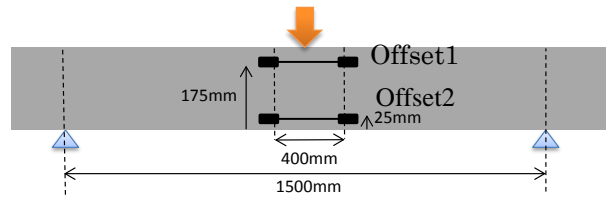


図 5. 小型 RC 梁概要図

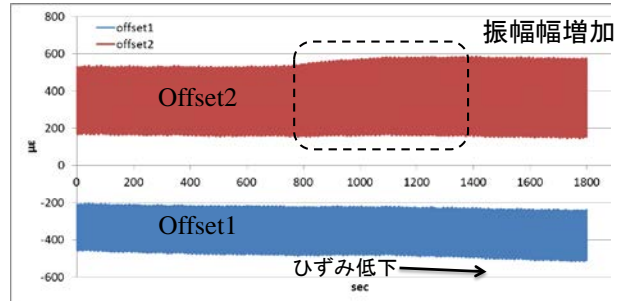


図 6. 実験結果

(3) 塩害劣化した RCT 桁での静的曲げ実験

試験体を図 7、実験結果を図 8、図 9 に示す。床板に設置したオフセット式ひずみゲージ、FBG センサ共に、 $-200\mu\epsilon$ 程度までは、ほぼ同じ挙動を捉えている。一方、直貼りは 2 つのオフセット式よりも大きな値を計測する結果となった。



図 7. RCT 桁 (W-4)

桁下面では、実験開始直後 $100\mu\epsilon$ まで、直貼りとオフセット式の数値は同程度である。 $100\mu\epsilon$ あたりで直貼りの数値が急激に低下し、ひび割れ発生の影響を受けていると考えられる。オフセット式は終局(床板圧壊)まで数値が上昇している。オフセット式 FBG センサとオフセット式ひずみゲージの数値に差異はあるが、2 つともひび割れの影響を受けていないと言える。

4. 結論

今回の実験で得られた結論を以下に示す。

- I 桁の曲げ実験より、オフセット式ひずみゲージは、10kN 程度まで、直貼りと同じ挙動を捉える事が可能である。
- 小型 RC 梁の疲労実験より、ひび割れの検知が可能である。
- RCT 桁での静的曲げ実験より、ひび割れ発生後のモニタリングが可能である。

しかし、ひずみが大きくなると、精度が低下するという課題も挙げた。これは、接着剤が原因と考えられる。今後は、接着剤の種類に着目し、精度の向上を図る必要がある。

参考文献

- (1)石嶺真作:光ファイバセンサを用いた、塩害橋梁の異常検知に関する研究,琉球大学構造研究室 卒論概要,2011

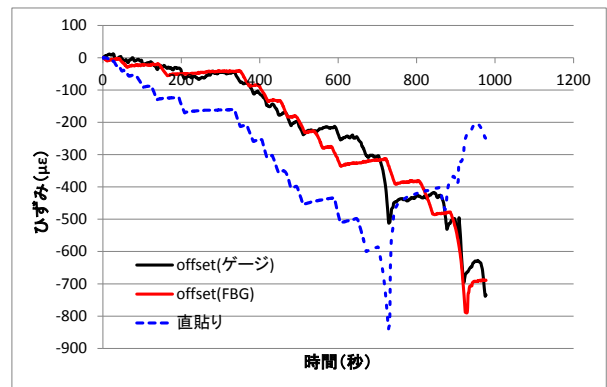


図 8. 実験結果 (床板)

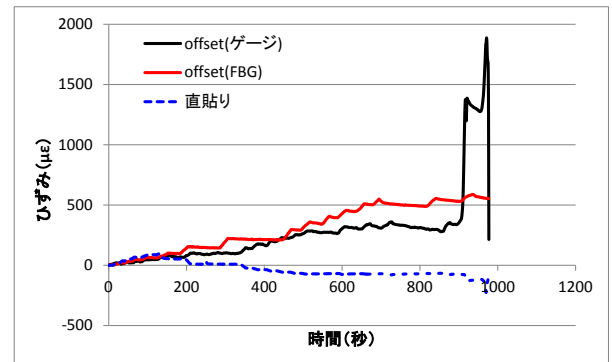


図 9. 実験結果 (桁下面)