

高分解能光ファイバ分布ひずみ計測システム（PPP-BOTDA）を用いた RC 構造部材の 損傷検知手法に関する検討 （その2） ひび割れ発生位置・幅の検知性能評価

清水建設（株） 正会員 ○岩城 英朗 稲田 裕

1. はじめに

前報(その1)において、高分解能光ファイバ分布ひずみ計測システム(PPP-BOTDA)の RC 部材への適用可能性を確認した。本報では、RC 部材への載荷試験において同部材に発生したひび割れの発生状況と本計測手法による計測結果との対応、および得られたひずみ計測値からのひび割れ幅の推定に関する検討を行う。

2. ひび割れ検出性能に関する検討

(1) ひび割れ分布・幅と分布ひずみの計測

試験終了時における試験体 No.1 の正・背面のひび割れ分布を図1に示す。ひび割れの発生状況は試験体 No.1, No.2 ともに両面あわせて概ね一致している。また光ファイバセンサ実装経路にあたる図中 *a, b, …* で示した点に対して、各載荷サイクルのピーク荷重時において目視によりひび割れ幅の計測を行った。試験体 No.2 におけるひび割れ幅の計測結果を図2に示す。両面のひび割れ幅の変化に差はみられるが、載荷サイクルの進行に伴い梁下部のひび割れが拡大していることがわかる。本試験においては径が異なる光ファイバセンサ（2mm および 3mm）を適用したが、センサ径 2mm の方がひずみに対する感度が良い結果が得られた。そのため以下では、センサ径 2mm を適用した試験体 No.2 に関する結果に関する検討を示す。

(2) 初期ひび割れの検知とひび割れ発生箇所の特定

光ファイバセンサ実装経路に沿う分布ひずみ計測結果からひび割れ幅の目視計測位置にあたる範囲を選び、梁下端からの高さと同位置のひずみ計測値、およびひび割れ幅との関係を図3に示す。左図は試験体正面側において載荷サイクル-20, -40, -80, -120kN における比較結果である（ひずみ計測値を実線、対応ひび割れ幅の計測値を同色記号）。図中、丸囲み部のように、目視計測では載荷サイクル-40kN における計測時に初期ひび割れが(図1中の)位置 *d* および *f* において観察されているが、ひずみ計測では、載荷サイクル-20kN における計測時から、両位置でひずみ計測値のピークが観察されており、微小ひび割れの発生を早期から検出していることが分かる。また位置 *d* においては載荷サイクルの進行に伴いひび割れ幅が拡大しているが、ひずみ計測値もその傾向をよくとらえている。一方、右図は試験体背面側において載荷サイクル+120kN, + δ_y , +2 δ_y における

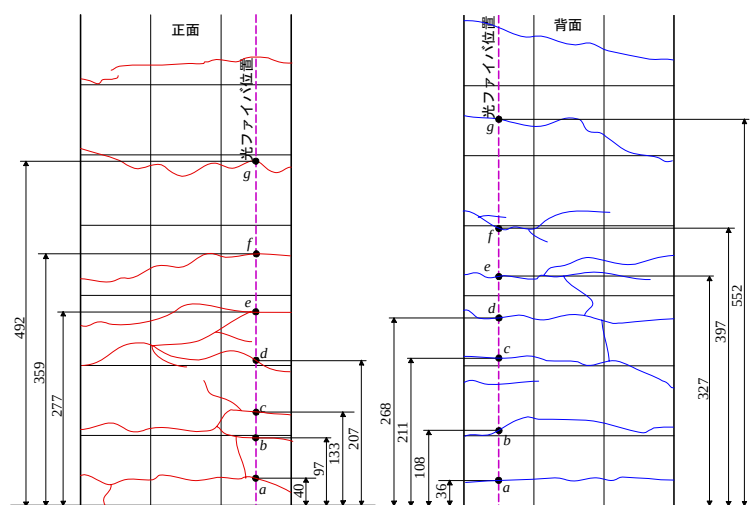


図1 ひび割れの分布状況

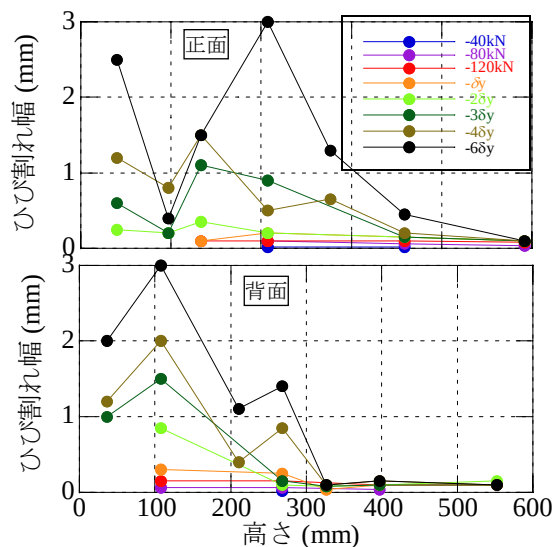


図2 ひび割れ幅の進展 (No.2)

キーワード モニタリング, RC 構造, 光ファイバセンサ, PPP-BOTDA

連絡先 135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 Tel 03-3820-6512 Fax 03-3820-5955

比較結果である。位置 *b* におけるひび割れ幅の拡大にはひずみ計測もよく追従しているが、(高さ 300mm 付近) 位置 *d*, *e* のひび割れにおいては載荷サイクルの進行に伴い広い範囲でひずみ計測値が大きくなる結果となり、双方のひび割れが分離判別できなくなった。なお光ファイバセンサ実装経路位置と試験体のひび割れ発生位置との対応は、光ファイバ接続部や屈曲部のひずみ変動量を基に同定したが、ややずれも見られる。位置同定方法については今後の検討課題である。

(2) ひび割れ幅の推定

ひずみ計測値からひび割れ幅の推定を行うには、ひび割れ部周囲のひずみ分布特性を把握する必要がある。しかし本試験では、光ファイバセンサ実装経路における計測間隔長さが 5cm 程度と粗く、複数のひび割れが同範囲内に発生していることから、詳細なひずみ分布の評価が容易ではない。

本試験と同種の光ファイバセンサを用いたひび割れ幅の計測精度に関する詳細な検討を行い、同センサとコンクリート間の付着切れ、同センサ被覆層の変形により、同センサが 10cm 程度の範囲の平均的なひずみに応答することを明らかとした結果¹⁾に基づき、本報ではひずみ計測値に本計測手法の空間分解能 10cm を乗じてひび割れ幅を算定することとした。顕著なひずみ計測値の増大がみられた図 3 中の数点において、ひび割れ幅の計測値とひずみ計測値からのひび割れ幅推定値との比較結果を図 4 に示す。データ数が少なく得られた推定値の信頼性の評価は困難だが、ひび割れ幅が小さい範囲である程度の相関は示しており、ひび割れ幅が広がると推定値は頭打ちになる傾向が確認された。また試験体正面側の位置 *a* については、近傍のひび割れの影響で推定値が大きくなっていることが分かった。

3. おわりに

本報の結果を通じて得られた RC 構造部材の損傷検知手法としての高分解能光ファイバ分布ひずみ計測システム(PPP-BOTDA)の適用可能性を今後も継続して検討を進めていく。

参考文献

- 1) 熊谷仁志他: 高分解能分布型光ファイバセンサによるひび割れ検知, コンクリート工学, 41-7, 2003.7.

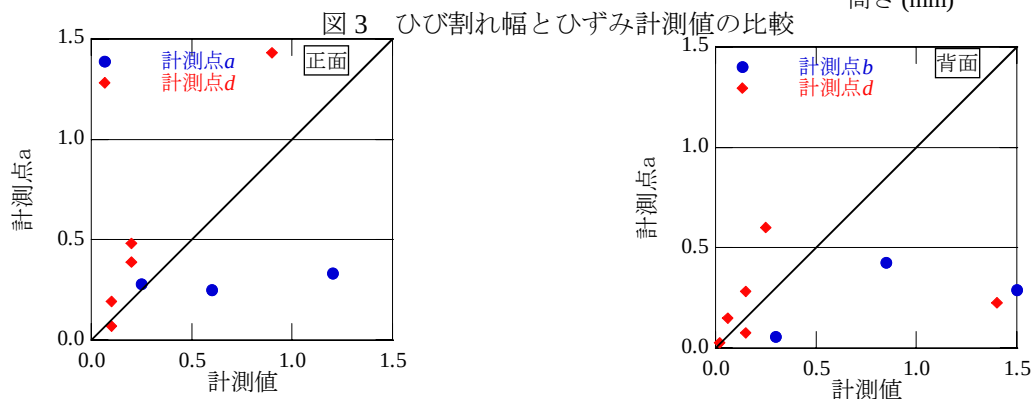
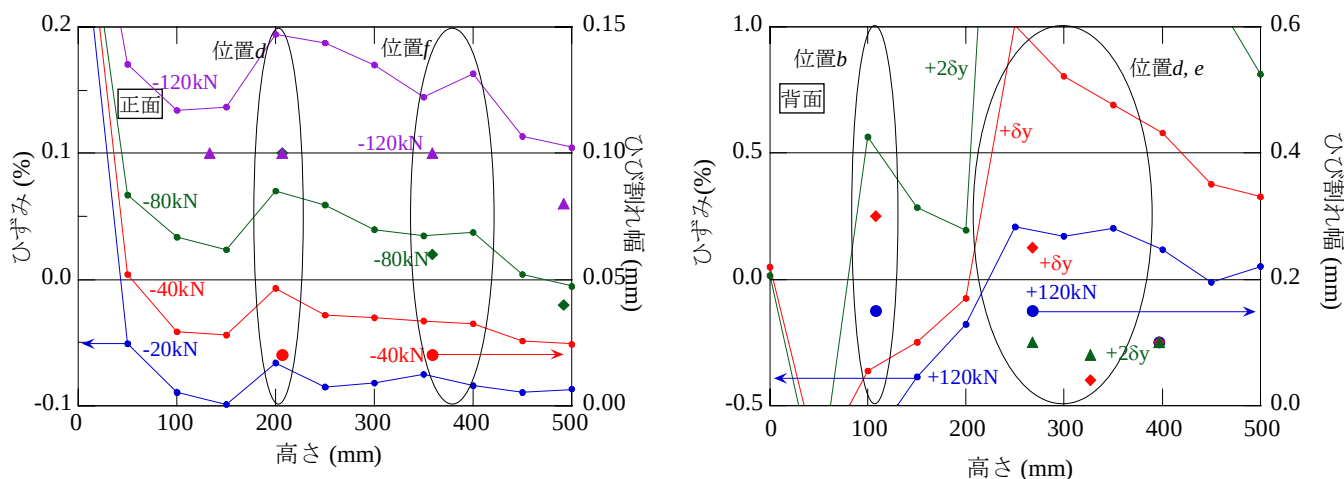


図 4 ひび割れ幅の計測値と推定値の比較