

FBG センサによるコンクリート内部伸縮量計測方法の開発

NTT インフラネット(株) ○藤川富夫、石田和夫、倉橋渡
大成基礎設計(株) 平田洋一、広田雅彦
名古屋大学土木工学科 田辺忠顯

1. はじめに

近年、設計施工の合理化と技術開発に伴って、コンクリート構造物の大型化が進展しつつある。それに伴い、コンクリートもマスコンクリートとして扱わねばならなくなり、従来大きな問題ではなかったコンクリート自体の発熱による温度ひずみ、季節の変化によるコンクリートの伸縮などが長期的な観点での品質に関わって来ることが予想される。これまで、コンクリートの計測として、ピンポイント的な応力やひずみに対して電気式のひずみ計や応力計が用いられてきているが、この方法では構造物全体の挙動の把握には向いていないと考えられる。そこで、コンクリートに埋め込んで、コンクリート構造物自身の内部変形を捉えるセンサを試作してその機能の確認のための検証実験を行った。

2. センサの開発

計測する現象は、図-1 に示すコンクリート内部における A、B 2 点間の伸縮である。今回内部変位センサはこの 2 点間の距離が 10m である場合にその伸縮量を $\pm 0.1\text{mm}$ の精度で ΔL が計測可能なものとして開発した。

マスコンクリートにおける内部伸縮量については、厚さ約 2m ダム底版コンクリート施工における場合のひずみ履歴によれば、材令 2～3 日目に上部で 150×10^{-6} 程度で、また厚さ約 1.5m の発電所の基礎マットコンクリートでは下層で $80 \sim 100 \times 10^{-6}$ 程度と報告されている。

したがって、予想されるマスコンクリートの内部ひずみ量は材令 2～3 日目辺りで 100×10^{-6} と考えられる。これから推定すると、10m のマスコンクリート内部での伸び量は、

$10 \times 10^3 \text{ mm} \times 100 \times 10^{-6} = 1.0 \text{ mm}$ 程度だと考えられる。また、コンクリート内部実測温度は最高で約 50°C

(材令 4 日目)、あるいは最高で約 60°C (材令 3 日目) 等の例が報告されている。したがって、今回のセンサ

の耐熱性能としては 60°C でも正常に機能する様な仕様とした。一方コンクリートの線膨張率は $7 \sim 13 \times 10^{-6}$ であるので 10°C の温度変化で、10m につき 1.0mm 程度の温度伸縮が生じる。仮に夏と冬の気温差を 50°C と想定すると、5.0mm 程度である。以上を考慮して、開発するセンサの性能として、 $-10^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の耐熱性があること、 $-10\text{mm} \sim +10\text{mm}$ の測定範囲を精度 0.1mm で連続的に計

測できることを条件とした。写真-1、2 は開発したセンサで、コンクリート内の固定部と先端部の 2 点間の伸縮量と内部温度を FBG センサで測定できる仕様になっている。

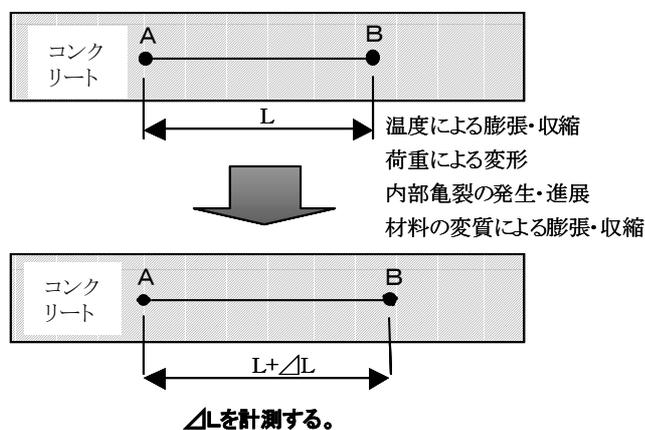


図.1 コンクリート内部伸縮



写真.1 埋込みセンサ（固定部） 写真.2. 埋込みセンサ（先端部）

キーワード FBG センサ、コンクリート内部変位、検証実験

連絡先 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1 NTT インフラネット(株)事業開発本部 TEL 03-5643-5301

3. 検証実験

開発したセンサが実際にコンクリート内部に設置された場合に機能するかどうかを確認するための検証実験を行った。

実験で使用したセンサは長さが2mでコンクリートと一体化するアンカボルトを取りつけた固定ボックス部(310×260×65)、ボックス部と先端部をインバーロッドで繋ぎかつコンクリートと縁切りされた連結部、およびコンクリートと一体化する固定先端部から構成されている。このセンサを図.2のようにコンクリート試験体の中にセンサを埋め込んだ。コンクリートはレディミクストコンクリートで、呼び強度24、スランプ18、W/Cを54%のものを使用した。試験体の寸法は幅780mm、高さ400mm長さ2500mmで、センサの各部が被り90mm以上コンクリート内部に収まる様にした。コンクリート試験体に伸縮を与える方法としては、荷重载荷を行うのが良いが今回製作した試験体が無筋であること、载荷重が大きくなりかつ適切な载荷装置がないことから、熱膨張収縮によってコンクリートに伸縮を与える方法を採用した。

最初の実験は屋外で外気温の差を利用して行ったが、ダイヤルゲージによる変化量と開発したセンサの変化量が違っていた。この原因として、ダイヤルゲージの不動点が気温に追従して動いてしまったこと、試験体へ直射日光が当たってしまい均質な膨張収縮が起きなかった事にある。そこで、改めて恒温室内に試験体を搬入設置し、気温と湿度を管理しながら再実験を実施した(写真-3)。実験は室温35℃によって一昼夜温度膨張を行い、引続き室温を6℃に下げて収縮を発生させた。図-3に計測した結果を示す。

4. まとめ

開発したセンサによるコンクリートの膨張収縮量はダイヤルゲージによる変化量と近似したものとなり、温度の変化も設定室温を反映した動きとなっている。この結果から、今回開発したコンクリート内部伸縮センサはコンクリート内部の2点間の伸縮量と温度変化を十分に捕らえることが可能であると思われる。今回の実験は2mのセンサで行ったが、センサの構造からセンサ長を10mにしても精度は変わらないものとなる。最後に、恒温室内実験に協力して頂いた㈱ピーエス技術研究所の河村哲男氏に感謝致します。

参考文献) 石川雅美、「マスコンクリートの温度応力問題における外部拘束に関する研究」、学位論文、1999年

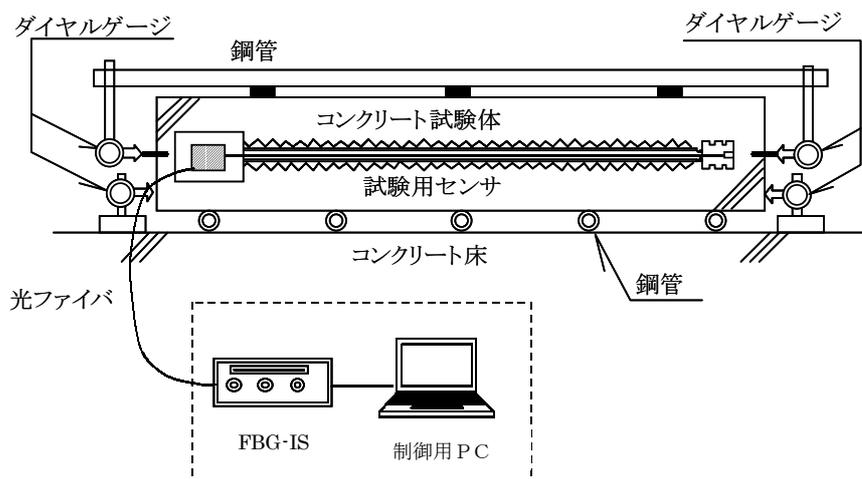


図2. 検証用試験体と計測方法



写真3. 恒温室内実験状況

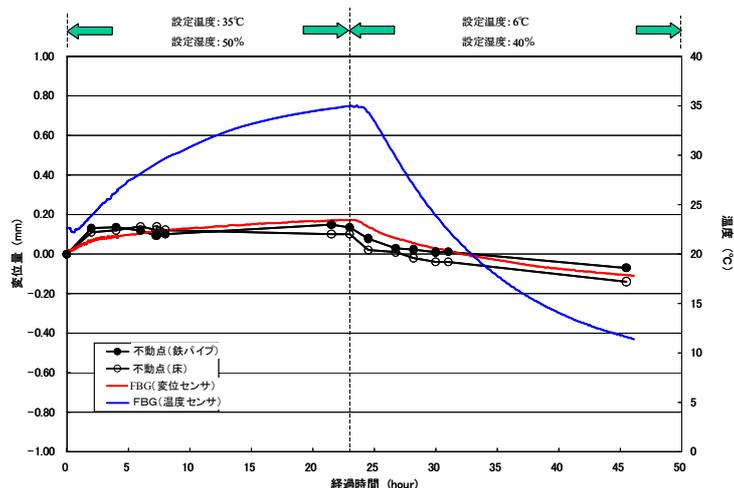


図3. 検証実験結果