

神戸大学 学生会員 ○中村 駿哉
 神戸大学 正会員 三木 朋広

1. はじめに

多くのプレストレストコンクリート構造物の適切な維持管理を行う必要があり、そのためには部材に作用しているプレストレスを精度よく把握する必要がある。そのための手法は、これまでもいくつか提案されており、その一つにひずみゲージを利用した応力開放法がある。このひずみゲージを用いた手法は、測定が比較的容易ではあるが、コンクリート中の骨材の寸法に比べて短いひずみゲージ長を用いた場合に骨材の影響を受けて測定結果に大きな誤差が生じる。そこで本研究では、骨材の影響を考慮したコンクリートの内部応力推定について、解析的な検討を行った。

2. 解析対象の実験

対象とした実験¹⁾では、コンクリートにコア削孔することでコア周辺に応力集中を発生させるとともに、小型円筒形の加力装置（以下、ジャッキとする）を挿入し、円孔内部から膨張圧を加えることによって、膨張圧荷重前のひずみと膨張圧荷重後の円孔周辺のひずみをひずみゲージを用いて計測し、そこから応力を算出することを試みている。用いた供試体は図-1に示すように、中心に円孔を有するモルタル製立方体である。供試体には図-2のように、両面にひずみゲージを貼り付けた。実験ケースは表-1に示す3ケースであり、それぞれにおいて、計測したひずみ値と厚肉円筒理論によって求めた理論値を比較している。

実験結果の一例を図-3に示す。特にケース1とケース3の場合に実験値に大きな誤差が生じていることがわかる。この要因として、圧縮荷荷が一様ではなかったことや、前述した通り、ひずみゲージが細骨材の影響を受けたことがあげられる。そこで、本論文では有限要素解析によって実際に骨材の位置や分布を変化させ、その影響について解析的に検討していく。

3. 解析概要

本解析では応力レベルの小さい段階（圧縮応力の4分の1程度）の挙動を扱うためコンクリートは弾性挙動をとると仮定し、簡易的な2次元解析を行った。ここでは骨材の3次元分布や形状、粒度分布、骨材界面等の事項については考慮していない。

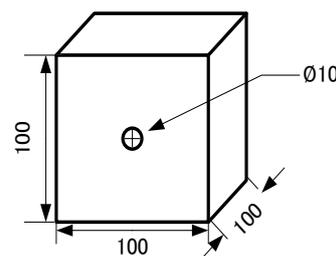


図-1 供試体概要

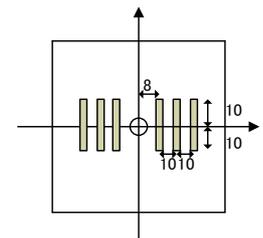
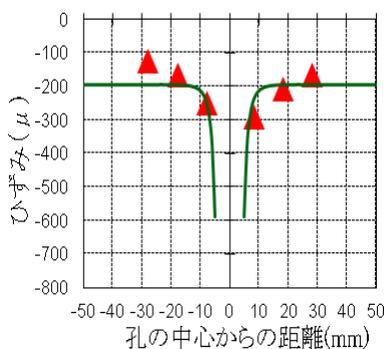


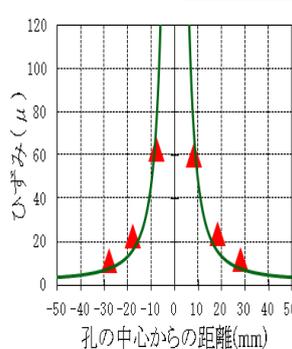
図-2 ゲージ位置

表-1 実験ケース

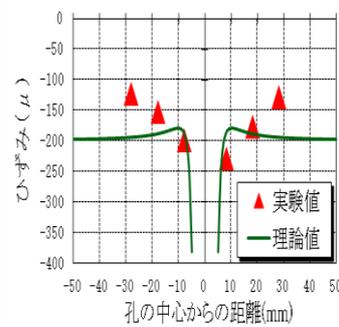
| ケース | 実験条件 | 方法 |
|-----|--------|---|
| 1 | 外力のみ | 供試体上面に10MPaまで荷重 |
| 2 | 膨張圧のみ | 円孔内部から10MPaまで荷重 |
| 3 | 外力+膨張圧 | 上面に1MPa, 2MPa, 3MPa, 4MPa, 5MPa荷重した状態で円孔内部から10MPaまで荷重 |



(a) ケース 1



(b) ケース 2



(c) ケース 3

図-3 実験結果

解析の対象としたのは、100mm×100mm×100mmのモルタル製立方体である。円孔のないものとあるもの（直径10mm）の2タイプについて解析モデルを作成した。ハーフモデルとし、要素は4節点アイソパラメトリック平面応力要素を用いた。要素数は360であり、1要素の大きさは、2.5mm～7.0mm程である。モルタルは細骨材とセメントペーストの2種材料から構成されるものとし、各要素に表-2に示すようにそれぞれの材料特性を入力した。その際、図-5のように、骨材配置の影響を検討するため、完全に不規則に骨材要素を分散させたモデルと、モデル上部、中部、下部に骨材を集中させたモデルを作成した。これらに対して、円孔のないものについては上面からの圧縮力、円孔のあるものについては上面からの圧縮力と円孔内側からの膨張圧を载荷させ、ひずみを算出した。

4. 解析結果と考察

円孔がない場合について、各要素単位で結果をみた場合のy方向ひずみを図-6に示す。図-6(a)をみると、骨材位置を考慮しないすべてモルタルとしてモデル化した場合（図中、直線の結果）と比べると、ひずみ算出位置がセメントペーストの要素のとき、y方向ひずみは150μほど大きくなり、細骨材である場合は50μほど小さくなっていることがわかる。また、図-6(a)と図-6(b)を比較すると、(b)の方が各ひずみの平均値は小さくなっており、下部への骨材の集中による影響が確認できる。

円孔がある場合については、図-6(c)のように、内部から膨張圧を加えた場合には骨材の影響が比較的小さくなることがわかる。

ひずみの測定範囲を実際のゲージ長と同じ10mmにして解析を行った結果を図-6(d)に示す。この結果から、ひずみの測定長を大きくすることでひずみは平均化され、骨材の影響は比較的小さくなることがわかる。

5. 結論

本解析では骨材の位置ならびに分布を変更した簡易解析モデルを作成することで、それらがひずみゲージの値に与える影響について検討を行った。その結果、

表-2 材料係数

| 材料 | 弾性係数[N/mm ²] | ポアソン比 | 容積含有率 |
|------|--------------------------|-------|-------|
| 細骨材 | 40000 | 0.2 | 0.4 |
| セメント | 15000 | 0.2 | 0.6 |

圧縮試験を行う場合には、骨材の位置や分布によって結果が左右されるのに対して、円孔内側から膨張圧を加えた場合には骨材の影響はあまり大きくないことがわかった。また、ひずみ測定長を骨材の最大寸法より大きくすることで、ひずみの値は平均化され、骨材の影響は小さくなることを確認した。

参考文献

- 1) 三木朋広, Nur Izyan Syazwani Binti Julkifli : 小型荷重装置によるコンクリートに作用する圧縮応力の測定に関する実験研究, 第22回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, Vol.22, pp.323-328, 2013.10.

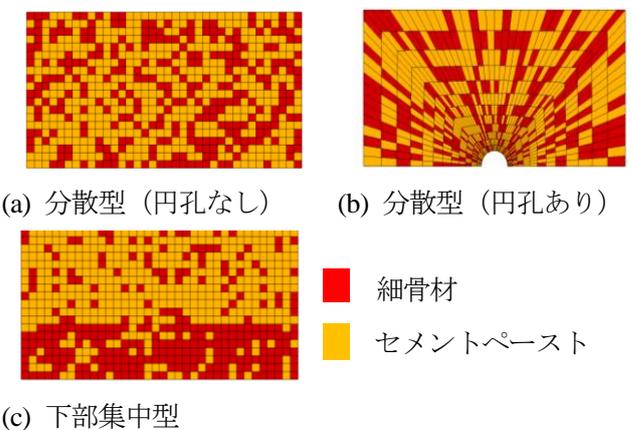


図-5 解析モデル

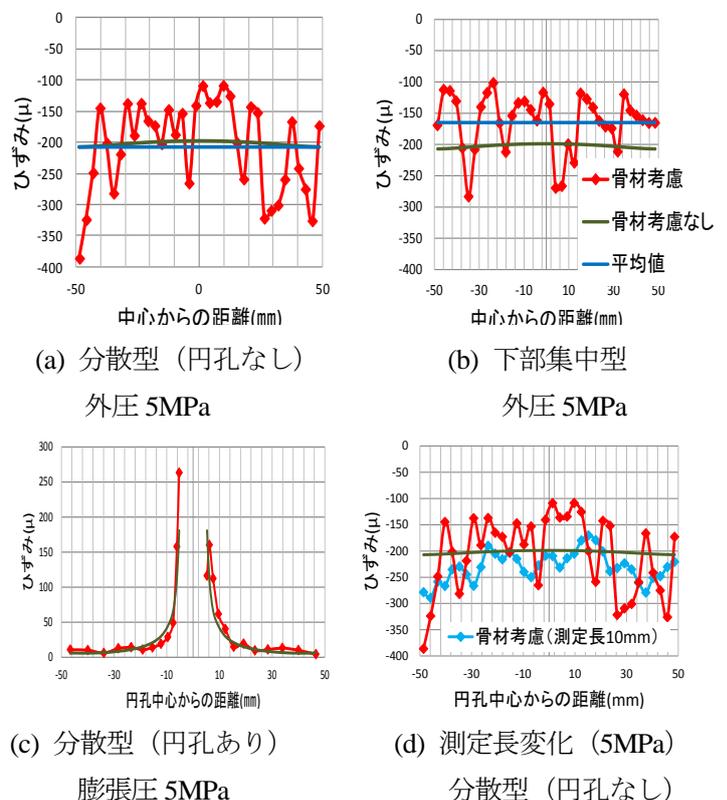


図-6 解析結果