

## 軸力を作用させたコンクリートの解放ひずみ測定精度に関する解析的検討

富山県立大学 学生会員 ○越堂 温太 正会員 伊藤 始 学生会員 松井 淳史

## 1. はじめに

既存のコンクリート構造物は、環境要因や外力の影響で構造性能が低下している場合があり、維持管理には既存の内部応力を把握し、構造性能を精度よく評価することが重要である。

コンクリートの内部ひずみを計測し、内部応力を破壊で精度よく評価する手法に応力解放法がある<sup>1)</sup>。応力解放法とは、コア削孔によりコンクリートに蓄積されていた応力が解放されることで消失することを利用し、削孔前後のひずみ差から蓄積されていた元の応力を推定する手法である。応力解放法を用いた主な計測方法の1つである埋込みセンサ法はコンクリート内部のひずみを直接計測することができる<sup>2)</sup>。しかし、既往の研究において軸力によって生じた弾性ひずみ(入力値)よりも解放ひずみ(実験値)が大きな値を示す課題があった<sup>3)</sup>。

本研究は、コア削孔実験を模擬した応力解析を行い、入力値と実験値の差異の要因を特定し、埋込みセンサ法の測定精度の向上を目的とした。

## 2. コア削孔実験

実験ケースを表-1に示す。実験パラメータはインナーコアの有無と荷重とし、4ケースについて実施した。コア削孔実験は、コンクリート供試体に、直径100mmのコアドリルを用いて供試体中央部を上面から削孔することによって行った(アウターコア)。埋込みセンサの概要図を図-1に示す。N-0、N-2、N-3ケースは、コア削孔実験を実施する前にアウターコアの内側に直径50mm、深さ125mmのインナーコアを削孔し、その孔に埋込みセンサを埋設した。埋込みセンサはモルタルで製作し、供試体表面からの深さ75、85mmに相当する位置にひずみ計を設置し、軸方向と軸に直交する方向のひずみを計測した。

NP-2ケースにおいて、高さ75mmに相当する位置に軸方向のひずみを計測できるようにモールドゲージを設置した後、コンクリートを打ち込み、インナーコアによる影響を排除した供試体を作製した。供試体寸法は、幅250mm、長さ400mm、高さ150mmとした。軸力

は、供試体を2つの載荷板で挟み、片方の載荷板を固定し、もう一方を油圧ジャッキにて押し出すことで作用させた。供試体と載荷板の間に、供試体断面に対し均等な軸力が作用するようゴムシートを設置した。

## 3. コア削孔実験を模擬した応力解析

応力解析では、コア削孔実験を模擬し、実験ケースと同様の大きさの面分布荷重を作用させることで、軸力を再現した。コア削孔は、解析モデル中央の切欠き部の要素を順次削除することで再現した。削孔深さは0、10、20、30、40、55、75、95、110、130、150mmとした。解析モデルは実験に用いる供試体の1/4モデルとした。物性値には表-1で示した値を入力し、N-0、N-2、N-3ケースにおいては、インナーコア部に当たる要素に、センサ充填に用いた無収縮モルタルの自由膨張ひずみを入力し、インナーコアの有無による影響を検討した。

## 4. 解析値と実験値の比較

## 4.1 弾性ひずみの解放挙動

図-2に削孔深さ0、75、145mmにおける弾性ひずみの分布を示す。図中の黄点は軸方向のひずみを計測する埋込みひずみ計の位置を示している。コア中心部の要素において、削孔深さが大きくなるほど、ひずみは

表-1 実験ケース

ケース名	インナーコア	荷重(kN)	供試体数	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数(kN/mm <sup>2</sup> )
N-0	あり	0	2	55.0	31.9
N-2	あり	200	2	55.0	31.9
N-3	あり	300	2	55.0	31.9
NP-2	なし	200	1	31.4	27.3

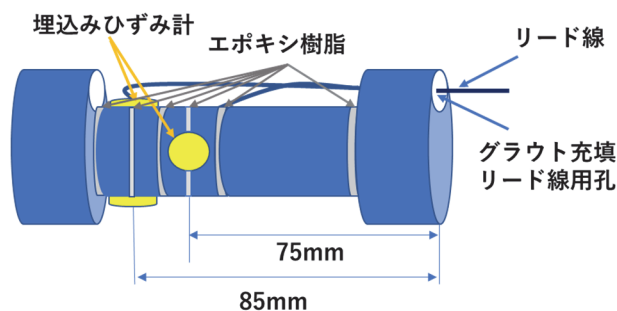


図-1 埋込みセンサの概要図

キーワード：コア削孔、解放ひずみ、応力解析、無収縮モルタル、インナーコア

連絡先：〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学 環境・社会基盤工学科 TEL：0766-56-7500

0 に近づいており、弾性ひずみが解放する挙動を解析によって再現できた。

## 4.2 解放ひずみ履歴

図-3 に N-0, N-2 ケースにおける実験および解析の軸方向の解放ひずみ履歴を示す。いずれのケースの実験値も削孔深さ 0~50mm 前後において、軸方向ひずみは切欠きによる断面積の減少により小さくなった。そのあと削孔深さが埋込みひずみ計の位置に到達すると、解放ひずみが計測され始め、減少から増加に転じた。削孔深さ 150mm の解放ひずみは、削孔が供試体の下面に到達した時点での値を意味する。

図-3(a) の N-0 ケースの実験値に着目すると、軸力を作用させていないにも関わらず、解放ひずみが生じており、インナーコア要素に無収縮モルタルを考慮した解析値と類似した挙動を示した。図-3(b) の N-2 ケースに着目すると、インナーコア要素に無収縮モルタルを考慮した解析値のほうが無収縮モルタルを考慮していない解析値よりも実験値に類似した挙動を示した。このことから無収縮モルタルの自由膨張ひずみが弾性ひずみとして蓄積していたと考えられる。

## 4.3 解放ひずみの考察

図-4 に削孔深さ 150mm における軸方向の実験と解析の解放ひずみを示す。実験と解析の解放ひずみは軸方向荷重の増加とともに大きくなるのが分かる。荷重が 0kN のとき N シリーズとインナーコア要素に無収縮モルタルを考慮した解析値には解放ひずみが生じているが、無収縮モルタルを考慮していない解析値では生じていない。インナーコアを削孔していない NP-2 の削孔深さ 150mm における軸方向の解放ひずみは  $202 \times 10^{-6}$  となり、荷重が 200kN のときのインナーコア要素に無収縮モルタルを考慮していない解析値は  $213 \times 10^{-6}$  と近似した値となった。

以上より、軸力によって入力した弾性ひずみと実験による解放ひずみの差異は、無収縮モルタルによる自由膨張ひずみが弾性ひずみとして蓄積していたことが主な要因であると判断された。

## 5. まとめ

- (1) モルタルの膨張を考慮した解析による解放ひずみは、実験値と類似した挙動を示した。
- (2) 解放ひずみは軸力とともに大きくなった。
- (3) 入力値と実験値の差は、モルタルの膨張ひずみが蓄積していたことが主な要因であると判断された。

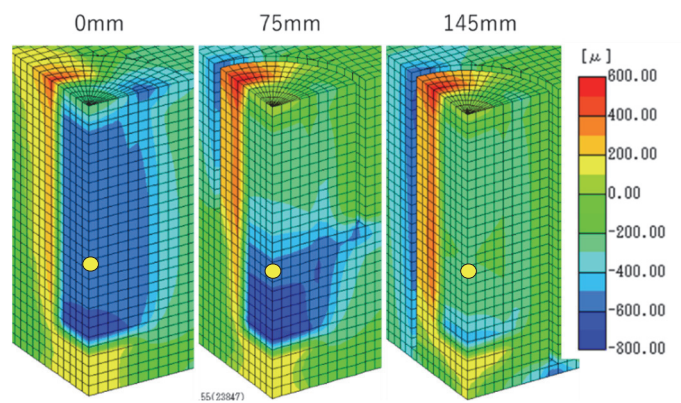


図-2 各削孔深さにおける弾性ひずみ分布 (N-2)

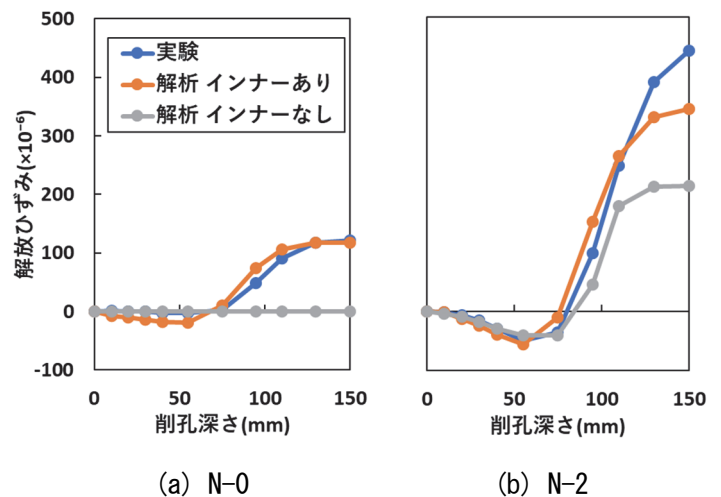


図-3 軸方向の解放ひずみ履歴

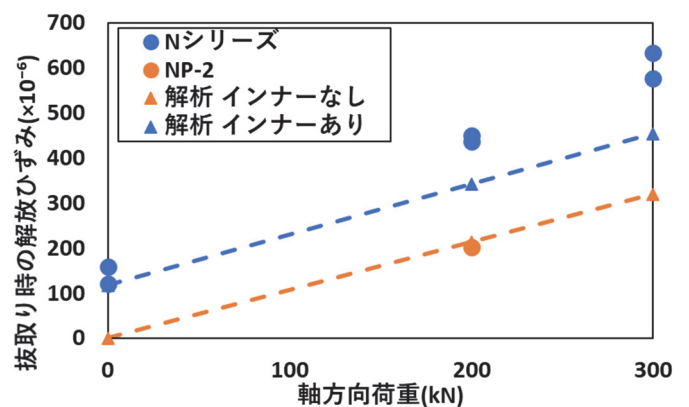


図-4 削孔深さ 150mm における軸方向の解放ひずみ

## 参考文献

- 1) 樋口嘉剛, 神田亨, 三木千壽: コンクリート部材中の応力, 土木学会論文集, No. 585/V-38, p11-18, 1998
- 2) 小林勇佑, 伊藤始, 西野哲史, 白上新: 埋込みセンサ法を用いた PC 桁の内部ひずみ測定手法に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 39, No. 1, pp1826-1830, 2017
- 3) 松井淳史, 伊藤始: 軸力を作用させたコンクリートのコア削孔による解放ひずみの計測に関する実験的検討, 土木学会第 76 回年次学術講演会講演概要集, V-242, 2021