

鉄筋で拘束されたコンクリートのコア削孔によるひずみ測定に関する実験的研究

富山県立大学 ○野口 聖矢（学生会員） 佐橋 宗明 伊藤 始（正会員）
北電技術コンサルタント（株） 西野 哲史 高島 依里

1. はじめに

経年劣化した既存の鉄筋コンクリート（RC）構造物の補修や補強を計画，施工する場合，構造物が保有する構造性能を正確に評価することが求められる．しかしながら，RC 構造物には，アルカリ骨材反応や乾燥収縮，膨張材の膨張などの体積変化が原因となり，鉄筋やコンクリートに内部ひずみが生じている．そのため，正確に構造性能を評価するにはその内部ひずみの考慮が必要である．著者らはこれまでにコア削孔による解放ひずみの測定手法の開発を目的に一軸拘束状態に置いた鋼製型枠の拘束供試体を用いて検討した^{1),2)}．その結果，埋込みセンサを用いた内部ひずみ測定法で安定した解放ひずみが得られた．

本研究は埋込みセンサを用いた測定法をRC構造物に適用することを目的とした．これまでの鋼製型枠に代えて合板型枠と異形鉄筋を用いて鉄筋の直径や段数をパラメータに拘束膨張実験およびコア削孔実験を行った．

本研究のフローを図-1 に示す．研究では，拘束膨張実験の鉄筋ひずみから算出した拘束ひずみとコア削孔実験から得た解放ひずみを比較した．

2. 膨張コンクリートの拘束膨張実験

(1) 拘束供試体の製作

図-2 は拘束供試体の合板型枠と異形鉄筋である．合板型枠内に異形鉄筋を配筋することで拘束条件下に置いた供試体である．合板型枠の内側寸法は270×270×150mmとした．鉄筋間隔を150×150mm，曲げ内半径を35mmとした．二段配筋の場合は底面からの鉄筋の配置高さを50mmと100mm，一段配筋の場合は

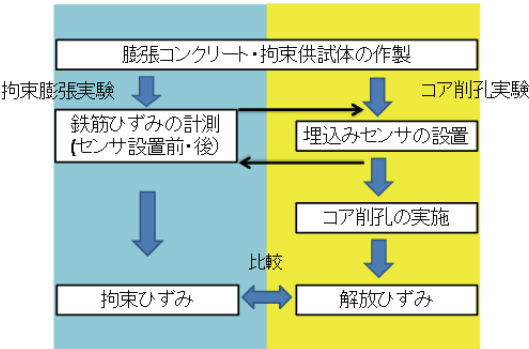


図-1 研究フロー

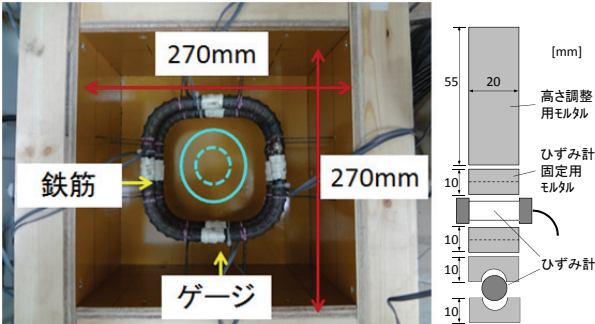


図-2 合板型枠と埋込みセンサ

75mmとした．
(2) 実験方法
拘束膨張実験では膨張コンクリート（早強ポルトランドセメント，膨張材量 40kg/m³）を合板型枠内に打込み，鉄筋の4箇所または8箇所に貼り付けたひずみゲージで鉄筋ひずみを1時間間隔で計測した．実験では，表-1に示すように鉄筋径をD10，D13，D16，鉄筋の形状を正方形，直線配筋，段数を一段，二段，間隔を150mm，200mmに変えることで，合計で7ケースを実施し，鉄筋ひずみや拘束ひずみに与える影響を検討した．

表-1 実験ケースと実験結果

ケース	実験条件				材料試験結果		膨張試験結果(削孔材齢時)					
	鉄筋径	削孔材齢	配筋		鉄筋間隔	圧縮強度	ヤング係数	鉄筋ひずみ (計測)	体積ひずみ (計算)	拘束ひずみ (計算)		
	(mm)	(日)			(mm)	(N/mm ²)	(kN/mm ²)	(×10 ⁻⁶)	(×10 ⁻⁶)	(×10 ⁻⁶)		
1	10	14	二段	正方形	150	18.7	24.3	622	729	107		
2	13							428	553	125		
3	13							434	555	121		
4	13	28		直線配筋	200	33.4	27.3	338	421	84		
5	13								309	386	77	
6	16				正方形			150			317	439
7	16			一段					直線配筋			257

(3) 実験結果

図-3 は鉄筋ひずみと鉄筋比の関係を示す（表-1）。図中の曲線は鉄筋ひずみが鉄筋比に対して反比例する式である。ケース 1, 2, 3, 6 は鉄筋径を変えた同一条件のケースであり，鉄筋径が大きくなると鉄筋ひずみが小さくなった。鉄筋比がほぼ同じで配筋が一段と二段のケース 1 とケース 7 を比較すると，ケース 7 の鉄筋ひずみがケース 1 の鉄筋ひずみの半分以下であることが分かる。これは，配筋が異なることで，ケース 7 の鉄筋が受ける支圧力が小さかったためと考えた。ケース 2, 3 とケース 4, 5 を比較すると鉄筋の形状と間隔が変化すると鉄筋ひずみが小さくなることが分かった。鉄筋が受ける支圧力がケース 4, 5 で小さいためであると考えた。

3. コア削孔実験

(1) 実験方法

コア削孔実験では，材齢 7 日，21 日で膨張させた拘束供試体のコンクリート表面中央部に図-2 のような直径 50mm のインナーコアを削孔し，埋込みセンサを設置後，直径 100mm のアウターコア削孔を材齢 14 日，28 日で行うことで埋設したセンサの解放ひずみや鉄筋ひずみを測定した。削孔深さ 150mm までグラフの各深さにおいて測定を行った。

(2) 実験結果

図-4 はケース 6 のコア削孔深さとコンクリート内部のひずみおよび鉄筋ひずみの関係を示す。グラフから上部と下部のひずみゲージともにひずみが解放され，安定した解放ひずみを得ることができた。他のケースでもおおそ同じ傾向が見られ安定した解放ひずみを得ることができた。

図-5 に全 7 ケースの拘束ひずみと解放ひずみの関係を示す。ケース 1 とケース 6 を除く 5 ケースの解放ひずみは拘束ひずみとおおむね一致した。ケース 1 と 6 の解放ひずみは拘束ひずみより小さくなった。この要因としてクリープや削孔時の不具合等が考えられるが，明確となっていないため，今後，再実験も含めて検討する。

4. まとめ

- ① 拘束膨張実験の結果から，鉄筋ひずみが鉄筋の形状や間隔の影響を受けることが確認できた。
- ② コア削孔実験の結果から，埋込みセンサで測定した解放ひずみは，合板型枠と異形鉄筋を用いた場

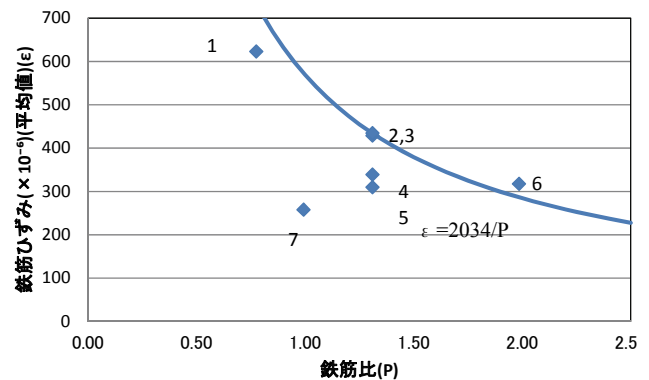


図-3 鉄筋ひずみと鉄筋比

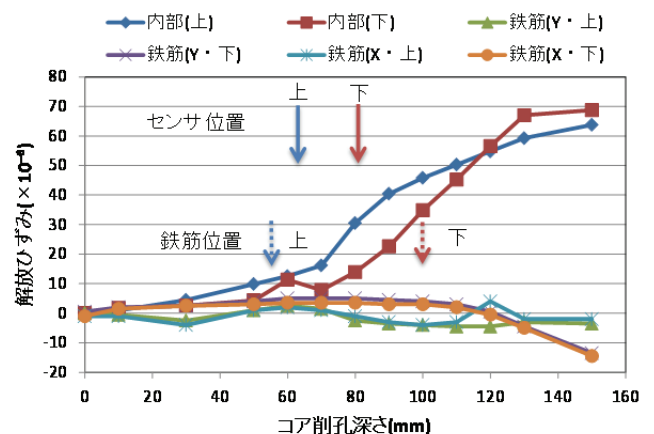


図-4 コア削孔ごとの解放ひずみ(ケース 6)

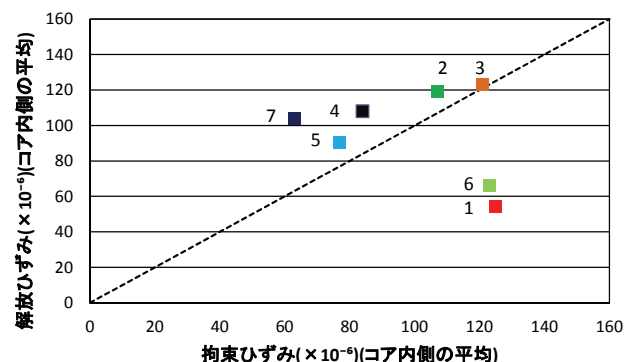


図-5 拘束ひずみと解放ひずみ

合でも安定した値を得ることができた。

謝辞

本研究の一部は科学技術費補助金（若手研究(B) 23760409)により行った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 樋口，神田，三木：コンクリート部材中の応力推定法，土木学会論文集，No. 585/V-38，pp. 11-18，1998. 2
- 2) 若井，伊藤，西野，高島：埋込みセンサを用いた膨張コンクリートの解放ひずみ測定に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 35，No. 1，2013