

鉄筋拘束がASR膨張の局所化に与える影響

金沢大学 正会員 久保 善司 福井県 非会員 鶴城 真樹 金沢大学 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

近年、過大なASR膨張により、内部のコンクリート強度の低下、鉄筋の降伏・破断などを生じ、著しく劣化したコンクリート構造物が報告されている^{1,2)}。梁端部やフーチングの曲げ加工部などに鉄筋破断の事例が多く確認されており、膨張が局所的に大きく作用することが鉄筋破断の一因として考えられる^{1,2)}。そこで、鉄筋拘束がASR膨張の局所化に与える影響について検討することとした。

2. 実験概要

鉄筋拘束の小さい箇所において鉄筋破断の事例が多く確認されているため、鉄筋比の比較的小さい0.4%、0.5%および0.6%（30×30×90cm）の計3種類の供試体を作製した。一方、実構造物においては鉄筋拘束および環境条件によって局所的に大きな膨張が発生し、これらは鉄筋破断の一因として考えられる^{1,2)}。これらの影響を把握するため、上下2段に各2本配置した鉄筋（軸方向筋）のうち上段の鉄筋量を変化させ、上部の膨張が大きくなるものも用意した。また、軸方向の膨張が大きくなるよう横方向の膨張を拘束する目的で帯筋を配置した。さらに、曲げ加工部を有する定着部を軸筋の両端に設けた。コンクリートの配合を表1に、供試体の要因を表2にそれぞれ示す。供試体の測定においては、膨張挙動を把握するために、供試体表面にコンタクトゲージ用チップを貼り付けた。また、ひび割れ状況などの外観観察を行った。供試体の概要を図1に示す

表1 示方配合

W/C (%)	W	C	S	Gn	Gr	NaOH
55	164	308	784	563	563	7.54

Gn:非反応性粗骨材 Gr:反応性粗骨材

表2 供試体要因

鉄筋比	上段軸筋	下段軸筋	帯筋
0.4%	D6	D13	D13
0.5%	D10	D13	配置間隔 206mm
0.6%	D13	D13	

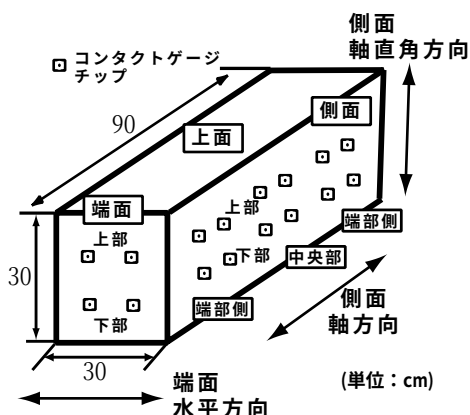


図1 供試体概要

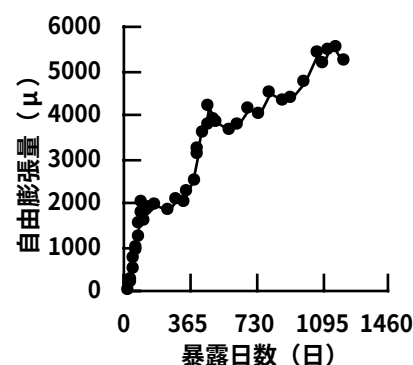


図2 自由膨張量

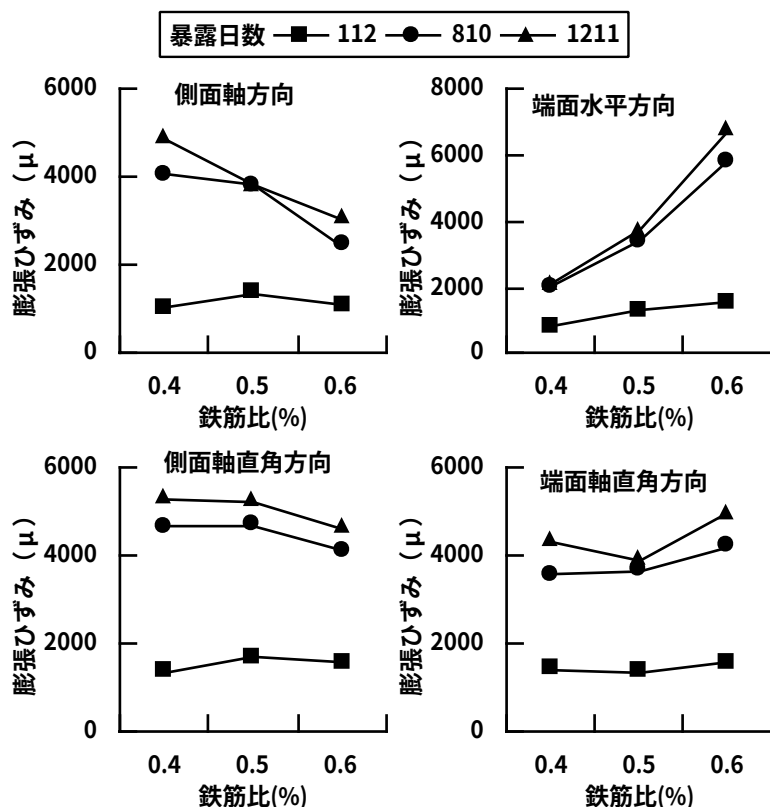


図3 鉄筋比ASR膨張に与える影響

3. 結果および考察

(1)自由膨張量 鉄筋を配置していない角柱供試体（10×10×40cm）の表面ひずみ（自由膨張量）の経時変化

キーワード ASR, ASR 膨張, 鉄筋破断, 局所化, 鉄筋拘束, 維持管理

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL: 076-234-4620

を図2に示す。暴露3年後において5000 μ 程度の膨張を生じた。

(2)外観観察結果 外観観察の結果、暴露約1200日後のひび割れ発生状況は、上段の鉄筋比が小さい0.4%のものは軸直角方向に卓越したひび割れが上面から側面にかけて発生し、上下段の鉄筋量が等しい0.6%のものでは、軸筋に沿った卓越したひび割れが上面端部から端面にかけて発生した。0.5%のものは両者の中間的なひび割れパターンとなった。

(3)表面ひずみ 鉄筋比がASR膨張に与える影響を図3に示す。側面軸方向については、鉄筋比が大きいものほど膨張は小さい。鉄筋比に応じて膨張が拘束されたものと考えられる。端面水平方向については、鉄筋比が大きいものほど膨張が大きく、暴露日数の経過とともにその傾向が顕著となった。また、鉄筋比が膨張に与える影響は側面軸方向より端面水平方向において顕著となった。軸方向の膨張を拘束した分、軸直角方向の膨張が大きくなるとともに、軸筋定着部が存在するため、定着部の鉄筋に沿ったひび割れが上面から端面にかけて発生し、鉄筋比が大きいものほどこの影響が大きくなり、このひび割れが生じることで端面水平方向の膨張を生じやすくしたものと考えられる。端面鉛直方向および側面水平方向については鉄筋比による影響も認められるがそれほど顕著ではない。

(4)膨張の局所化 膨張挙動を詳細に検討するため、上下・中央・端部に分けて軸方向および

軸直角方向の膨張ひずみを算出し、膨張の分布を把握した。側面軸方向の上部と下部のひずみ差を図4に、側面軸方向および軸直角方向の膨張分布（端部側と中央部に分けてひずみを算出）を図5にそれぞれ示す。側面軸方向の上部と下部のひずみ差については、上段の鉄筋比が小さいもの、つまり、上部と下部の鉄筋比の差が大きいものほどひずみ差は大きく、その傾向は暴露日数の経過とともに顕著となった。鉄筋比の小さい側に膨張が集中し、膨張が進行するほどその傾向が顕著となったものと考えられる。側面軸方向のひずみ分布については、鉄筋比にかかわらず、中央部より端部側の方が大きくなった。端部側に押し出されるように膨張が生じたものと考えられる。側面軸直角方向については鉄筋比にかかわらず、端部側より中央部の方が大きくなった。端部においては軸筋の定着部が存在するため、鉛直方向の膨張が拘束され、中央部の拘束は相対的に小さくなり、中央部の膨張が大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

ASR膨張は拘束の小さい箇所に大きな膨張が集中して生じる傾向が認められる。今回の拘束条件においては端部側に大きな膨張を生じた。端部側において鉄筋破断の事例が多いことを考えると、膨張が端部側で大きくなりやすいことが推察される。また、これらの膨張が集中する傾向は拘束条件とそれに伴うひび割れ性状と密接な関係にあった。この関係を定量的に把握することは今後の検討課題であるものの、この関係が明らかにされれば、ASR構造物の維持管理に有用な情報となろう。

参考文献

- 1) 池富他：ASRが発生したコンクリート構造物の耐久性調査，コンクリート工学年次論文集，Vol. 23，No. 1，pp. 1141-1146（2001）
- 2) 中島他：ASR膨張がコンクリート構造物の鉄筋破断に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 25，No. 1，pp. 1535-1540（2003）

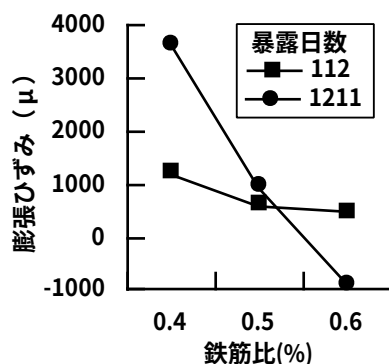


図4 上下部のひずみ差
(側面軸方向)

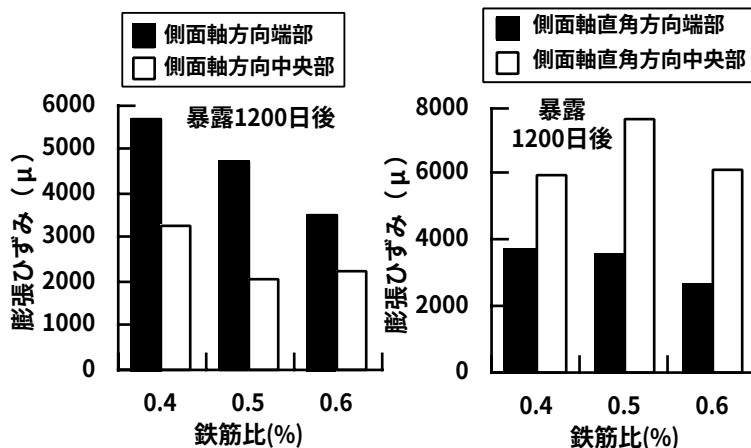


図5 膨張分布