

ASR 膨張による鉄筋損傷メカニズムの実験的研究

九州工業大学大学院 学生会員 荒木 茂 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
九州工業大学大学院 正会員 川島 恭志 九州工業大学 非会員 興相 展朗

1. はじめに

ASRにより鉄筋が脆性的に破断する事例が報告されており、鉄筋損傷メカニズムの解明が急務となっている。そこで鉄筋材料試験を行った結果、曲げ加工した際に曲げ部内側に初期亀裂が発生していることを確認した¹⁾。本研究では膨張コンクリートを用いてASR膨張を模擬し、鉄筋の初期亀裂の進展に関する検討を行った。

2. 実験概要

実際に ASR による鉄筋破断が確認された橋脚の梁付根部に着目し、断面の 1/8 をモデル化した。主鉄筋比は実橋と同様とし、曲げ部に作用する膨張圧を同じにするため、正方形断面で 4 辺を同様の配筋とした。供試体形状と測定位置を図 - 2 に示すが、鉄筋との付着、膨張コンクリートの自己崩壊等を考慮して、普通コンクリートの内部に膨張コンクリートを配置した。表 - 1 にパラメータを示す。かぶり無しの場合は、損傷状況を外観から確認するために検討を行っており、帯鉄筋比は実橋と同程度（0.147%）と倍程度のケースについて検討した。曲げ加工半径は初期亀裂が多い 1d と、軽微な 1.25d を選定し、膨張量の大小のケースについて検討した。ひずみの測定は、図 - 2 に示す位置にゲージを貼り付け、鉄筋内側と外側のひずみ量を測定した。変形の撮影はデジタルカメラを用いて、矢印に示す面を測定した。

3. 実験結果

図 - 3 にひび割れ損傷図を示す。膨張量小の case1 においてひび割れは供試体側面の中央部に主鉄筋に沿った方向に発生・進展した。一方、膨張量大の case3 においては、2 日目まで case1 と同様の挙動を示していたが、3 日目に供試体端部にひび割れが発生した。その後はひび割れの発生が止まり、中央部、端部共に既存のひび割れ幅が拡大した。図 - 4 に case3 の変形図を示す。座標は標点の移動後の値を表記した。X,Y 軸上の標点は供試体隅角部の標点よりも移動距離が大きいため、供試体全体が丸みを帯びる挙動であることがわかる。図 - 5 に曲げ部のひずみの経過図を示す。図中の値は、各ケースのひずみを平均化した。鉄筋の内側と外側を比較すると、内側に引張、外側に圧縮が作用していることから、曲げ部では曲げ戻しの挙動を示していると考えられる。帯鉄筋比で比較した場合、case4 は case3 より大きなひずみが発生しているため、帯鉄筋比が小さい方が 1 本の鉄筋が負担する膨張圧が大き

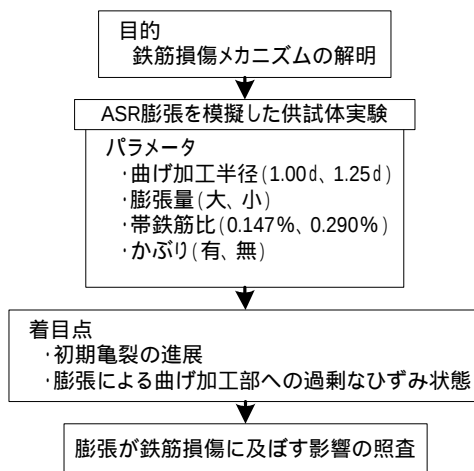


図 - 1 研究フロー

表 - 1 供試体諸元

	かぶり	帯鉄筋比	曲げ加工半径	膨張量
case1	あり	0.147	1d	小
case2	なし	0.147	1d	小
case3	あり	0.290	1d	大
case4	あり	0.147	1.25d	大

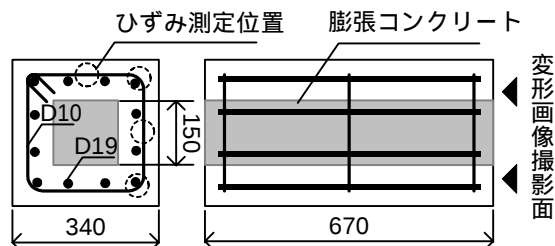


図 - 2 供試体形状と測定位置

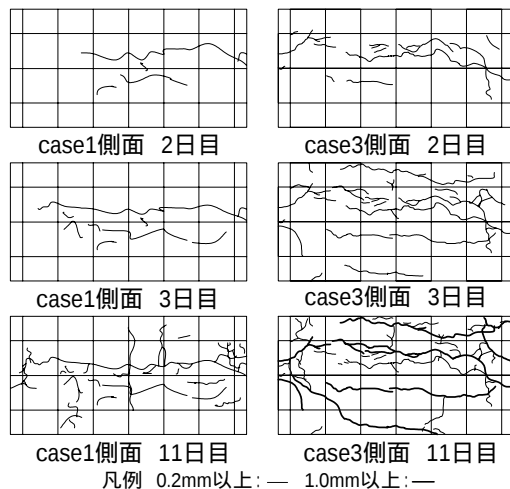


図 - 3 ひび割れ損傷図

キーワード アルカリ骨材反応、膨張、初期亀裂、亀裂の進展、破断メカニズム

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水 1-1 建設社会工学棟 Tel/FAX 093-884-3123

く、大きなひずみが発生したと考えられる。また、膨張量の case3, 4 について供試体端部でひび割れが確認された3日目に曲げ部内側（A）で降伏に至る程度のひずみが発生している。

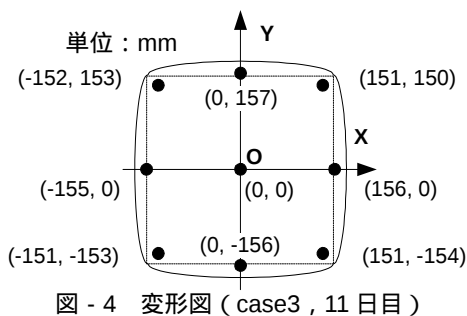


図-4 変形図 (case3, 11日目)

図-3~5より考えられるひび割れの発生メカニズムを図-6に示す。膨張圧により供試体が丸くなる挙動を示すため、まず供試体中央部にひび割れが発生し、その後端部で発生する。鉄筋曲げ部では曲げ戻しの挙動となるため、曲げ部内側で大きな引張ひずみが発生し、膨張が進むと鉄筋が降伏して拘束力が低下するため、端部のひび割れが拡大したと考えられる。

膨張量の大きかったcase3, 4に対してはつり出しを行い、初期亀裂の深さと、供試体case3, 4からはつり出した鉄筋の亀裂深さの結果を図-7, 8に示す¹⁾。図-7, 8より、case3, 4共にはつり後の鉄筋の方が0.04mm以上の亀裂が多いこと、亀裂深さの最大値がどちらも初期亀裂の2倍以上の値を示していることから、初期亀裂が大きく進展していることが分かる。また、case3, 4について比較してみると、鉄筋に発生するひずみはcase4の方が大きいにも関わらず、case3の方が亀裂深さが大きく進展していることから、初期亀裂が大きいほど亀裂深さが進展すると思われる。実橋の破断面を見ると亀裂が断面の1/3程度進展し、破断に至っていることから、今回確認された最大亀裂深さである0.095mmの場合、破断時の亀裂深さの3.0%程度まで亀裂が進展したと言える。本実験では、このように膨張が過大であったにも関わらず、鉄筋の破断は確認できなかった。よって、膨張だけでなく、部材断面寸法や、鉄筋の経年劣化等も鉄筋破断の大きな要因の一つとして考えられる。

4. まとめ

(1) 供試体のひび割れは供試体中央部、端部の順に発生し、曲げ部の鉄筋降伏により、端部のひび割れが拡大すると考えられる。

(2) 本実験では膨張を受け、鉄筋の初期亀裂深さに対して2倍以上の進展が見られたことから、実構造物における初期亀裂の進展現象の再現は可能であったと考えられる。

参考文献

1) 眞野, 幸左, 松本, 橋場: 曲げ部での鉄筋損傷メカニズムの検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.963-968, 2004.7

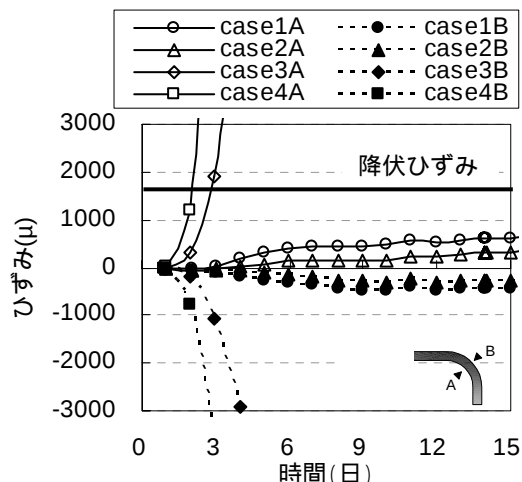


図-5 鉄筋ひずみ経過図 (曲げ加工部)

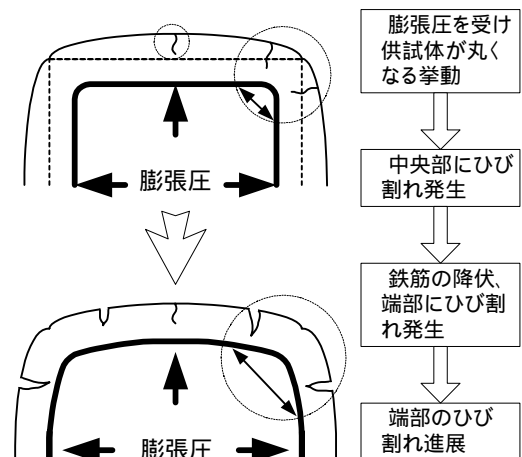


図-6 ひび割れ発生メカニズム

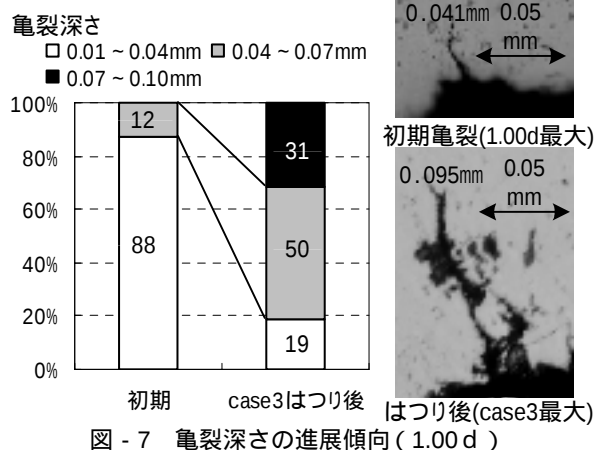


図-7 亀裂深さの進展傾向 (1.00 d)

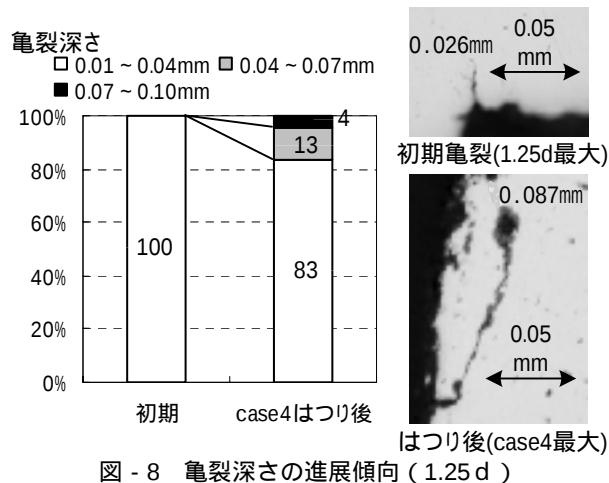


図-8 亀裂深さの進展傾向 (1.25 d)