

大型 ASR 模擬供試体による鉄筋破断感受性評価実験

九州工業大学 学生会員 ○柴田 綾野
住友大阪セメント株式会社 正会員 草野 昌夫

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
九州工業大学 正会員 合田 寛基

1. 目的

ASR の著しく進行した構造物において、帯鉄筋の曲げ加工部で亀裂・破断が数多く確認されているが、ASR 劣化現象と鉄筋の損傷・破断の感受性を実験的に評価した例は少ない。そこで本研究では、ASR 膨張の進展と、鉄筋の損傷・破断の感受性の関係を明らかにするために、実構造物の 1/4 寸法と大型化することで実構造物に近い配筋状態を再現し、供試体に採取場所、節形状が異なる旧節形状鉄筋 3 種類を用いて模擬実験を行った。

2. 実験概要

供試体は ASR の膨張を膨張コンクリートで模擬するため、普通コンクリートで中空供試体を作製し、中空部に膨張コンクリートを打設した。図-1 に供試体のパラメータ、形状について示す。帯鉄筋 5 本、膨張断面積 380×380mm を基準とし、case12 では帯鉄筋を 9 本、case14 では膨張断面積を 456×456mm とした。使用鉄筋は case11, 12 では現行鉄筋と旧基準 A 鉄筋、case13 では現行鉄筋と旧基準 B 鉄筋、C 鉄筋、case14 では現行鉄筋と旧基準 C 鉄筋を同断面に配置し鉄筋種類による影響を検討した。また加工部で 120℃の 10 時間加熱処理を行うことで 6 年間に相当する時効硬化を再現した。

3. 外観劣化状況

図-2、図-3 に測線ひずみ(ひび割れ幅を測線長で除した値)とひび割れ密度(ひび割れの総延長を対象面積で除した値)の経時変化を示す。対象ひび割れは目視可能な 0.05mm 以上のものである。最初にひび割れが発生した時点から計測を開始し、ひび割れが新たに発生せず既存のひび割れ幅が増加しない場合に計測を終了した。図中の I, II, III はそれぞれ測線ひずみ 141 μ, 1898 μ, 7011 μ である。

ひび割れの進展を見てみると、I では中央部に 0.2mm 程度、II では隅角部に 1.0mm 以上のひび割れが発生しひび割れ密度が増加している。III では既存のひび割れが延長する形で劣化が進んだため、ひび割れ密度は増加せず測線ひずみのみが増加し、どの供試体でも case13 と同様の傾向が見られた。最終段階における各 case でのひび割れ密度を比較すると case11, 12, 13 でそれぞれ 5.95 m/m², 4.21 m/m², 6.04 m/m² となり、帯鉄筋比の増加によりひび割れ密度の抑制が確認され、case14 ではひび割れ

No.	鉄筋組み合わせ	帯鉄筋比	帯鉄筋
case11	現行,A鉄筋	0.22%(285mm間隔)	5本
case12	現行,A鉄筋	0.39%(142.5mm間隔)	9本
case13	現行,B,C鉄筋	0.22%(285mm間隔)	5本
case14	現行,C鉄筋(1.0d/0.75d)	0.22%(285mm間隔)	5本

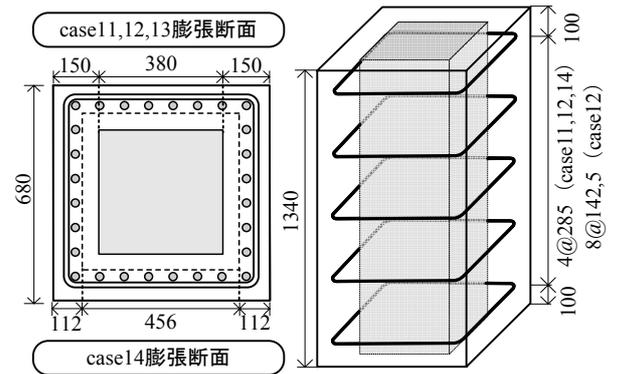


図-1 供試体形状 case11~14

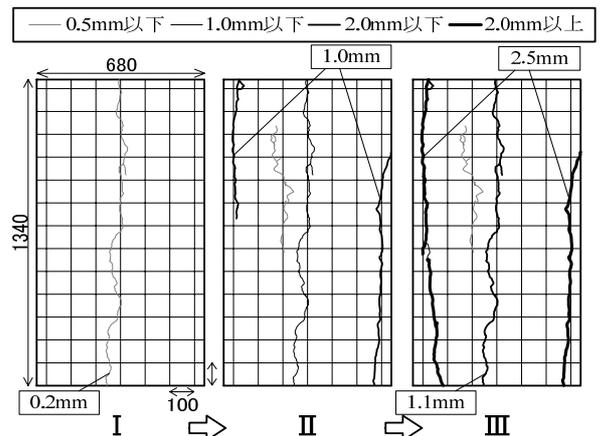


図-2 case13 のひび割れ進展状況

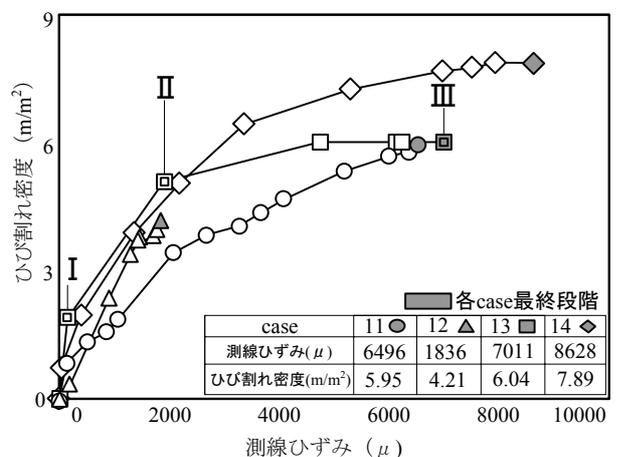


図-3 測線ひずみ-ひび割れ密度(case11~14)

キーワード アルカリ骨材反応, 鉄筋破断, 膨張圧

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL 093-884-3123

密度が 7.89m^2 、測線ひずみが 8628μ と他よりも増大した。

4. 帯鉄筋亀裂結果及び感受性評価

図-4 に帯鉄筋曲げ加工部の初期亀裂と進展後亀裂結果を示す。亀裂は隅角部の鉄筋を切り出した後、樹脂加工を施しマイクロカッターで軸方向に1/2にカットし観察した。

鉄筋種別に着目した初期亀裂，進展亀裂それぞれの平均値ではA鉄筋は1.43%から2.21%と1.5倍の進展，B鉄筋は2.27%から3.87%と1.7倍の進展，C鉄筋は2.56%から20.44%と8倍の進展となり，旧筋形状内でもC鉄筋での亀裂が大きく，case13では1箇所，case14では2箇所の鉄筋破断が確認された。case13，14では膨張量の大きいcase14で亀裂の進展が大きい結果となったが，曲げ加工半径の異なるcase14の供試体では初期亀裂，進展亀裂共に大きな差は見られなかった。

次に，亀裂発生と外観変状の関係について，case13で測定した帯鉄筋位置の角度変形と進展後亀裂を比較した結果を図-5に示す。角度算出範囲は隅角部から140mm範囲とし，全ての鉄筋が曲げ戻される方向に角度進展していた。B，C鉄筋を比較するとC鉄筋の方が角度進展量は大きくなる傾向が見られた。

またC鉄筋に着目すると，図中のI，IIより全体としては角度進展が大きいほど亀裂は進展する傾向があり，2°以上の角度進展で鉄筋破断の危険があるが，IIIより角度進展量が1°未満で亀裂の進展が約20%みられたものもあり，必ずしも角度進展量が亀裂深さには比例しないことを確認した。

次にcase13の全体の変形とC鉄筋側のコンクリート中央の変位，各隅角部の角度進展量を図-6に示す。供試体全体としては上端面を除く2～5段目では破断した側のC鉄筋隅角部で未破断の隅角部に比べ角度進展が大きくなる傾向が見られた。また中央部の変位が5mmのとき角度進展は0.5～4.5°，2.5～4mmのとき0.2～1.1°と中央部の変位が大きくなると角度も大きくなり，図-5のIIIに相当する3段目においても同様の傾向が見られ，どれも中央部で最大変位，隅角部で最小変位となる円弧変形を示しており，IIIの鉄筋において特徴的な変形が起きていることは確認できなかった。

5. まとめ

(1) 帯鉄筋曲げ加工部では，初期亀裂が大きいほど膨張圧を受けた場合の亀裂進展度も大きくなる傾向を確認した。しかし，その関係は一樣ではなく，曲げ加工半径1.0dで加工した場合に2.5%程度の初期亀裂を発生する旧基準鉄筋のうち，特定の種類でのみ膨張を受けた場合に急激な亀裂の進展，破断を起こす傾向を確認した。

(2) 変形による角度進展で亀裂進展度を評価した場合，角度進展が大きいほど亀裂は進展する傾向にあるが，角度進展量が1°未満でも亀裂が約20%進展することもあり，必ずしも変形と亀裂が比例しないことを確認した。

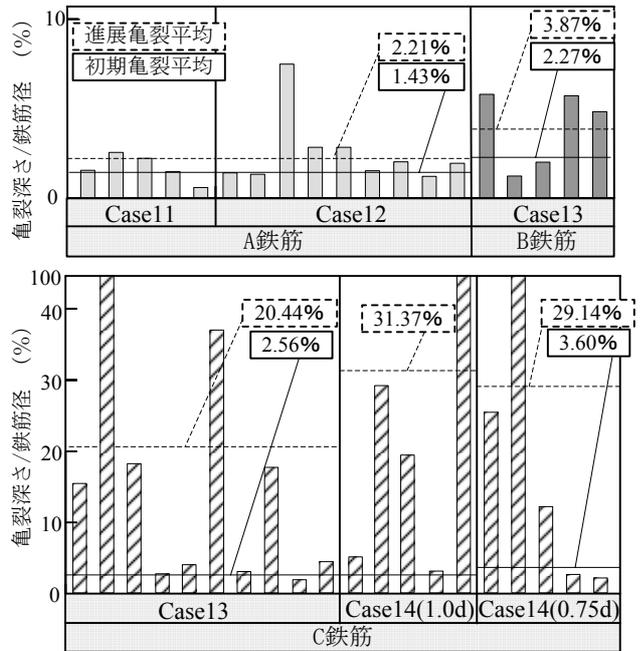


図-4 進展後亀裂

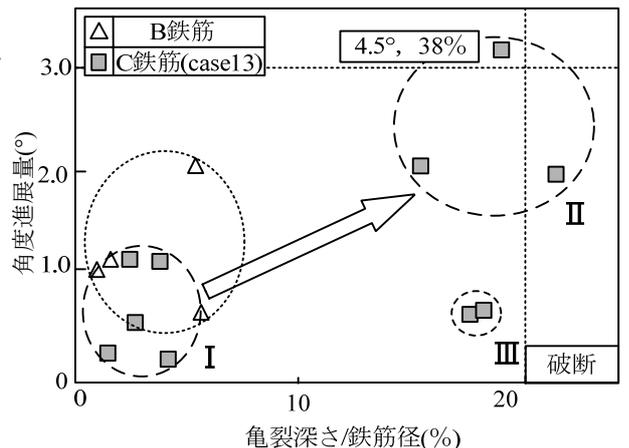


図-5 亀裂深さ-角度進展量

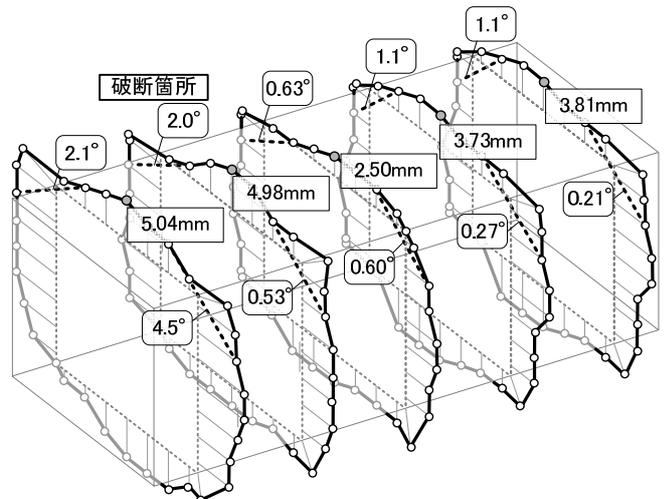


図-6 case13の変形(角度と中央の変位)