

第V部門

ASR コンクリート中のせん断補強筋の付着・定着特性が RC はり部材の耐荷特性に及ぼす影響

大阪工業大学大学院 学生員 ○高橋 勇希 学生員 澤井 健二
大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘 正会員 井上 晋

1.研究目的

近年、ASR 損傷コンクリート構造物中の鉄筋の曲げ加工部および圧接継手部の破断事例が複数報告されており、設計時における前提条件が必ずしも担保されない可能性がある。従って、ASR の進行の程度や鉄筋破断が構造物の耐荷特性に与える影響を把握しておく必要がある。本研究では、RC はり部材のせん断補強筋に種々の損傷を模擬し、その載荷試験を実施することにより、ASR 膨張によりせん断補強筋に損傷が生じた RC はり部材のせん断耐荷特性を明確にすることを主目的とした。

2.実験概要

供試体には、 $100 \times 200\text{mm}$ の単鉄筋長方形断面を有する全長 1800mm の RC はりを使用した。いずれの供試体も主鉄筋には $2-D16$ ($f_{sy}=337\text{N/mm}^2$) を、せん断補強筋には、 $D6$ ($f_{wy}=404\text{N/mm}^2$) を用いた。形状は、図-1 に示すような(a)不良が全く生じていない健全スターラップ、(b)全周にわたり付着を無くした付着不良スターラップ、(c)断面引張縁側隅角部を切断した定着不良スターラップ、(d)定着不良スターラップの切断部から 10ϕ の区間の付着を無くした付着・定着不良スターラップの4種類を選定し、配置間隔は、 100mm ($p_w=0.63\%$) と 140mm ($p_w=0.45\%$) 間隔の2種類とした。また、コンクリートには普通コンクリー

ト ($f'_c=28.8\text{N/mm}^2$) と自由膨張量 4900μ の ASR コンクリート ($f'_c=23.1\text{N/mm}^2$) の2種類を用いた。これらの要因の組み合わせにより、表-1 に示す供試体を10体作製した。載荷方式は、スパン 1500mm に対して曲げスパン 300mm とした対称2点集中荷重方式 ($a/d=3.5$) とし破壊に至るまで単純漸増型載荷とした。

3.載荷試験前のひび割れ状況

載荷前の ASR シリーズ供試体のひび割れ密度を表-1 に、側面ひび割れ状況の一例を図-2 に示す。せん断補強筋が健全な供試体（以下 K 供試体と示す）は、他の供試体と比べひび割れ密度が増加しておらず、せん断補強筋がひび割れの開口を抑制したと考えられる。付着不良供試体（以下 F 供試体）は、K 供試体よりひび割れ密度が増加していることから、付着を無くすことにより、ASR によるひび割れの開口を抑制する効果が減少すると言える。定着不良供試体（以下 T

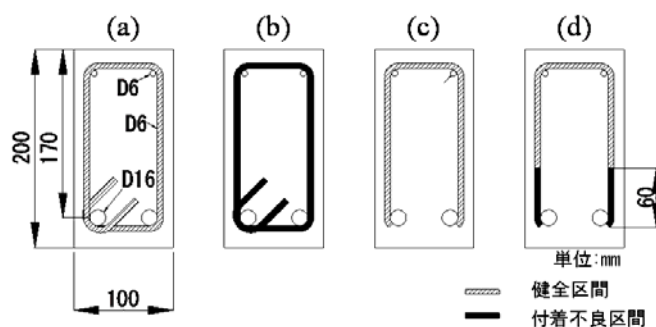


図-1 断面図およびせん断補強筋の形状

表-1 RC はり供試体の詳細および載荷試験結果

供試体名	コンクリート種類	スターラップ		0.2mm 以上のひび割れ密度 (m/m^2)	曲げ耐力計算値 Pub(kN)	せん断耐力計算値			最大荷重実測値 (kN)	破壊形式
		形状*1	間隔: s (mm)			Vc*2 (kN)	Vs (kN)	Vy (kN)		
N100K	普通	(a)	100	-	64.9	25.3	35.7	61.0	76.4	曲げ引張
ASR100K	ASR	(a)	100	2.3	63.8	27.8	39.5	67.2	73.5	曲げ引張
ASR100F	ASR	(b)	100	7.1	63.8	29.7	39.5	69.2	72.2	曲げ引張
ASR100T	ASR	(c)	100	5.7	63.8	27.4	39.5	66.9	73.2	曲げ引張
ASR100FT	ASR	(d)	100	6.9	63.8	25.2	39.5	64.7	70.6	せん断付着
N140K	普通	(a)	140	-	64.9	25.3	25.5	50.8	76.9	曲げ引張
ASR140K	ASR	(a)	140	5.4	63.8	29.8	28.2	58.0	77.4	曲げ引張
ASR140F	ASR	(b)	140	8.3	63.8	25.6	28.2	53.8	71.2	曲げ引張
ASR140T	ASR	(c)	140	8.6	63.8	27.7	28.2	55.9	72.7	曲げ引張
ASR140FT	ASR	(d)	140	7.4	63.8	25.4	28.2	53.6	62.2	せん断付着

*1: 図-1 を参照

*2: 主鉄筋位置のコンクリート膨張から求めたケミカルプレストレス量を考慮して算出

Yuki TAKAHASHI, Kenji SAWAI, Yasuhiro MIKATA and Susumu INOUE

供試体) 付着・定着不良供試体 (以下 FT 供試体) は、主鉄筋位置での、ひび割れが顕著であった。理由として、コアコンクリートの膨張を拘束する効果が減少し、膨張が主鉄筋位置に集約されたためと考えられる。

4. 載荷試験結果

本実験における各供試体の最大荷重実測値、破壊形式ならびに、曲げ耐力・せん断耐力計算値を表-1 に示す。表より、曲げ破壊に至った供試体はすべて、実測値が計算値を上回り安全側の数値となった。

5. 載荷に伴うひび割れ

各供試体の終局時のひび割れ状況の一例を図-2 に示す。図より、定着がある 3 供試体は、せん断ひび割れの進展があまり顕著でなく、載荷に伴うひび割れは、ASR コンクリートの方が普通コンクリートに比べ少なかった。これは、ケミカルプレストレスによる影響だと考えられる。F 供試体、FT 供試体は、付着割裂ひび割れの進展が確認できた。これは、せん断補強筋の断面引張側隅角部を切断すると、主鉄筋のダウエル力に抵抗する力が減少するため、付着割裂ひび割れが進展するものと考えられる。それに加え破断位置から 10φ 区間の付着を無くすと、ダウエル力に抵抗する力は、ほぼ期待できず、さらに割裂ひび割れが進展し、最終的には、せん断付着破壊に至ったと考えられる。

6. 荷重-中央変位関係

せん断補強筋配置間隔が 140mm の供試体の荷重-中央変位関係を図-3 に示す。いずれの供試体も荷重 45kN までは、ほぼ同等の変形性能を有する結果となったことから、載荷初期では、コンクリートの種類、せん断補強筋の状態による影響は少ないと考えられる。K 供試体同士を比較すると、最大荷重を含めほぼ同様の挙動であった。このことより、せん断補強筋が健全で、ASR 膨張のみの場合、ケミカルプレストレスの影響により、普通コンクリート供試体と同等の耐力と変形性能を有していると考えられる。F 供試体を K 供試体と比較すると、荷重 45kN 以降の剛性及び耐力が低下する傾向になった。これは、せん断補強筋の付着を無くすことにより、ASR 膨張を拘束する力が低下し、軸直角方向のケミカルプレストレス量が減少したためと考えられる。T 供試体、FT 供試体は、載荷により付着割裂ひび割れが発生したため、耐力および剛性が低くなったと考えられる。これは、両供試体が、せん断補強筋の引張縁隅角部を破断していることで、

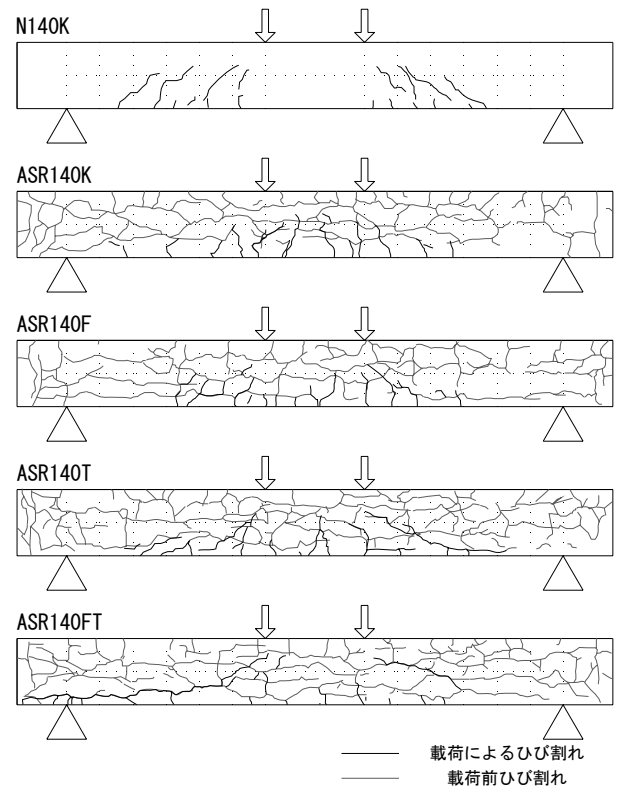


図-2 供試体のひび割れ状況

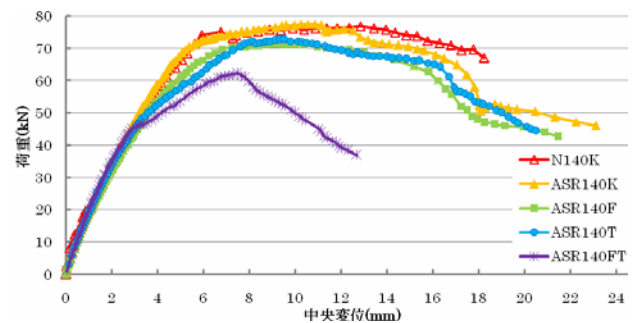


図-3 荷重-中央変位関係

ダウエル力に抵抗できず、また、載荷前から主鉄筋位置で主鉄筋に沿ったひび割れが発生しており、載荷による付着割裂ひび割れが発生しやすい状態であったことが原因であると考えられる。ただし、T 供試体は、FT 供試体と比べ、軸直角方向のケミカルプレストレスが付着によりある程度伝達されるため、せん断力に抵抗し、F 供試体と同様の挙動を示したと考えられる。

7. 結論

本実験で使用した自由膨張量 4900μ の ASR コンクリートであれば、付着力の低下と定着不良の両方が生じない限り、普通コンクリート供試体と比較して、大きな耐力低下・剛性の低下は生じない結果となった。しかし、定着不良のみ生じている供試体は、付着割裂ひび割れが発生していることから、今後の ASR の進行に伴い、付着力が低下し、せん断付着破壊となる可能性もあるため、注意が必要である。