

ASR 膨張によるせん断補強筋の損傷が RC はり部材のせん断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
西日本高速道路(株) 正会員 澤井 健二
大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1.はじめに

近年、ASR 損傷コンクリート構造物中の鉄筋の曲げ加工部等での破断事例が複数報告されている。これらの構造物の残存耐荷力を明確に評価するためには、ASR の進行程度や鉄筋破断が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、その载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目的とした。

2.実験概要

供試体には、図-1 の断面を有する全長 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 ($f_{sy}=337N/mm^2$) を、せん断補強筋には、D6 ($f_{wy}=404N/mm^2$) を用いた。形状は、図-1 に示すような、(a)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 (φ:鉄筋径) 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 ($p_w=0.45%$) 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 ($f'_c=28.8N/mm^2$) と自由膨張量 4900 μ の ASR コンクリート ($f'_c=23.1N/mm^2$) 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。载荷方式は、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载荷とした。

3.载荷試験時のひび割れ密度

载荷前の ASR シリーズ供試体のひび割れ密度を表-1 に示す。せん断補強筋が健全な供試体 (以下 K 供試体) は、他の供試体と比べ幅 0.02mm 以上のひび割れ密度が小さく、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

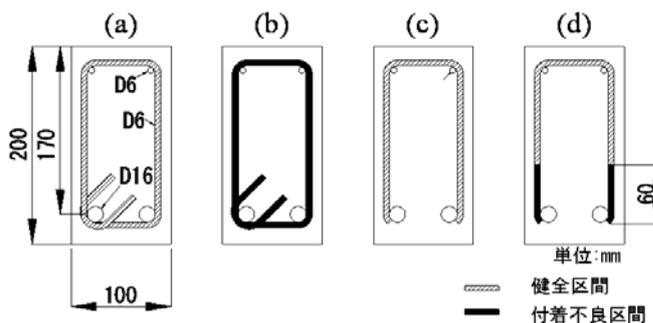


図-1 断面図およびせん断補強筋の形状

表-1 RC はり供試体の詳細および载荷試験結果

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)			Vcp*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

キーワード: ASR, 鉄筋破断, せん断補強筋, RC はり, せん断耐荷特性

連絡先: 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学都市デザイン工学科 Tel 06-6954-4109

体)は、K 供試体よりひび割れ密度が増していることから、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 供試体)と付着・定着不良供試体(以下 FT 供試体)は、密度は F 供試体とさほど変わらないものの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. 荷重試験結果

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. 終局時のひび割れ状況

図-2 に、終局時のひび割れ状況の一例を示す。定着がある3 供試体は、せん断ひび割れの進展がさほど顕著でなく、終局時のひび割れは、普通コンクリートより ASR コンクリートの方が少なかった。これは、ケミカルプレストレスによる影響だと推測できる。T 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ことにより、主鉄筋のダウエル力に抵抗する力が減少したため、付着割裂ひび割れが進展したと考えられる。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、ほとんど期待できず、さらに付着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、ほぼ同等の挙動を示していることから、荷重初期では、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 供試体同士では、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あれば、ASR が生じてても、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

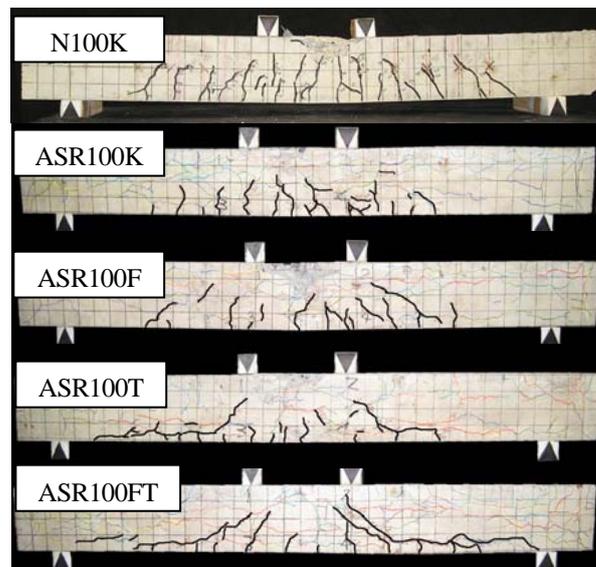


図-2 終局時のひび割れ状況

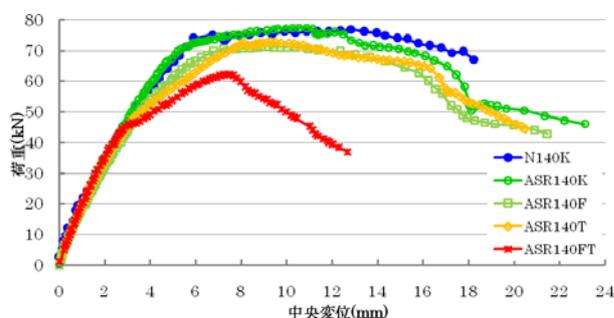


図-3 荷重-中央変位関係

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、荷重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、ダウエル力に抵抗できず、また、ASR により荷重前から主鉄筋に沿ったひび割れが確認されていたことから、荷重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される。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. まとめ

本実験で使用した自由膨張量 4900 μ 程度の ASR コンクリートであれば、付着不良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・剛性低下は生じない結果となった。

しかし、定着不良供試体は、荷重により付着割裂ひび割れが発生したことから、今後の ASR の進行によっては、せん断付着破壊に至る可能性もあるため、注意が必要である。