

ASR により劣化した RC はり部材のせん断耐荷性状と UFC パネル接着による補強効果

神戸大学大学院 学生員 ○松田 豊樹
JFE エンジニアリング(株) 潤 靖文

神戸大学大学院 正会員 森川 英典
神戸大学大学院 近藤 克大
太平洋セメント(株) 正会員 川口 哲生

1. はじめに：近年，ASR による鉄筋破断の報告¹⁾がある．また，定着破壊や付着破壊などの望ましくないせん断破壊形態に支配される可能性が示されている²⁾．そこで本研究では，引張鉄筋の端部定着の有無により簡易的に鉄筋破断を模擬することに加え，破壊形態の改善を目的に UFC パネル接着による補強効果を検討した．

2. 実験概要：供試体は反応性骨材を用いて作製し，屋外曝露環境で1年間促進劣化させた．また，促進劣化させるためのアルカリ添加剤については NaCl を用いた．供試体一覧を表-1

表-1 供試体一覧

供試体種類			UFC補強	供試体名
健全	せん断破壊型	定着有	無	S-1
		定着有	有	S'-F-1
		定着有	有	S'-F-2
		定着有	有	S'-NF-1
劣化	せん断破壊型	定着有	無	S'-F-1
		定着有	有	S'-F-2
		定着有	有	S'-NF-1
		定着有	有	S'-NF-2

に，供試体形状を図-1 に示す．前述したように，近年 ASR が原因で生じた鉄筋曲げ加工部の破断事例が報告されている．そこで本研究では引張鉄筋の端部曲げ上げ定着の有無で簡易的に鉄筋破断状況を模擬している．また，健全時ではせん断破壊する供試体でも，ASR が生じた供試体ではせん断耐力が増加し，曲げ破壊が先行することが報告されている．そこで，本研究

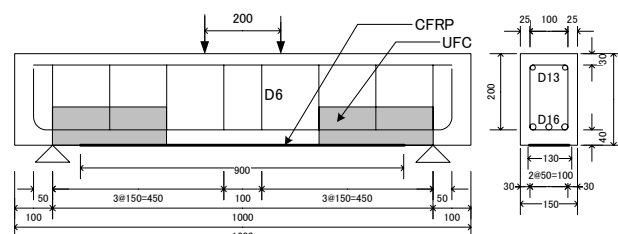


図-1 供試体形状図

の供試体については全て炭素繊維(以下 CFRP)シート接着による曲げ補強を実施した．加えて，端部定着の有無の供試体に超高強度繊維補強コンクリート(以下 UFC)パネル接着による補強を施し，载荷を行った．

3. 载荷試験結果：载荷試験結果を表-2 に，荷重-変位関係を図-2 に，ひび割れ性状を図-3 に示す．まず，CFRP シート接着による曲げ補強のみを行った供試体について比較を行う．健全供試体 S-1 は斜め引張破壊に近いせん断破壊で終局したのに対して，ASR 劣化供試体は端部の定着の有無に関わらず，引張鉄筋定着部におけるコンクリートの付着割裂破壊で終局した．いずれの供試体においてもストラット部におけるひび割れが生じ，せん断ひび割れの発達が見られたが，徐々に引張鉄筋に沿ったひび割れが顕著となって定着部の破壊に至った．初期剛性においては健全供試体と比較して劣化供試体で低下が見られたが，最大荷重は健全供試体と比較して劣化供試体において増加する結果が得られた．劣化供試体では，シート補強供試体の载荷試験後，定着部の割裂破壊で剥き出しになった引張鉄筋とコンクリートの間には隙間が見られていることから，ASR により付着強度が低下し，载荷の進展に伴い付着すべりが生じたと考えられる．この付着すべりによりせん断耐荷機構が一部アーチ機構に移行し，せん断耐力が増加したものと考えられる．しかし，最終的な破壊の形態は引張鉄筋定着部における付着割裂破壊であり，望ましいせん断破壊形態であるとはいえない

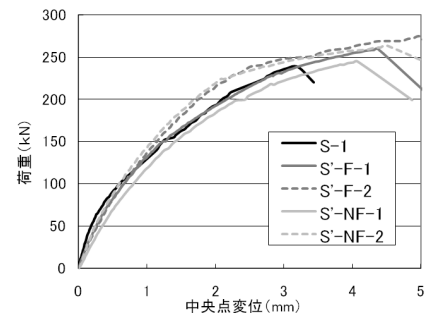
表-2 载荷試験結果

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	最大荷重 (kN)	せん断破壊荷重計算値(kN)		60kN時剛性 (kN/mm)	せん断ひび割れ 発生荷重(kN)	付着割裂ひび割れの 兆候が生じた荷重(kN)	破壊形態
			示方書	二羽式 ³⁾				
S-1	36.9	238.4	178.5	212.6	247.7	118.0	-	斜め引張
S'-F-1	32.7	259.5	176.0	207.0	182.6	159.0	167.0	定着部割裂
S'-F-2	32.7	273.6	-	-	140.5	216.0	235.0	
S'-NF-1	32.7	245.0	176.2	209.0	173.9	118.0	152.0	
S'-NF-2	32.7	263.3	-	-	192.1	159.0	184.0	

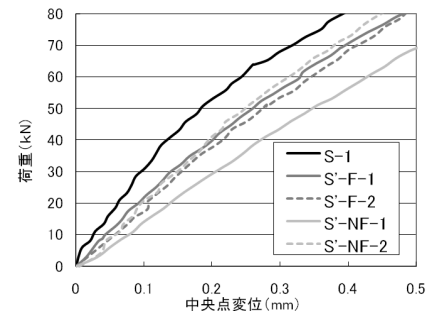
キーワード ASR, RC はり部材, せん断, UFC パネル

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL 078-881-1212

結果となった。また、端部の定着を確保した供試体 S'-F-1 と確保していない供試体 S'-NF-1 を比較すると、端部定着を確保した S'-F-1 が定着を確保していない S'-NF-1 よりせん断耐力が大きくなった。しかし、ASR 先行ひび割れに沿うようにして発達した割裂ひび割れは、S'-F-1 では 167kN 前後、S'-NF-1 では 152kN 前後と早期に確認されており、最大荷重に到達するかなり前に望ましくない破壊形態への兆候が見られた。次に、CFRP シート接着による曲げ補強に加え、UFC パネル接着によるせん断補強を行った供試体について比較を行う。シート補強のみを行った ASR 劣化供試体は、せん断ひび割れが引張鉄筋直上の先行ひび割れに沿うように進展していき、最終的に定着部におけるコンクリートの割裂破壊で終局した。そこで定着部の破壊を抑制するように図-1 のように UFC パネル接着を行った。その結果、端部の定着の有無に関わらず最終的に定着部におけるコンクリートの割裂破壊で終局した。しかし、シート補強のみを行った劣化供試体と比較して最大荷重は 15~20kN 増加した。剛性に関しても、端部定着を確保した S'-F-1 ではせん断ひび割れ発生荷重である 159kN 以降で剛性の低下が見られるのに対して、UFC パネル補強を行った S'-NF-2 では低下は見られなかった。また、せん断ひび割れ発生荷重は 216kN であり、UFC パネルによりせん断ひび割れの発生を抑制したと考えられる。特に、端部の定着を確保していない S'-NF-1 と S'-NF-2 では初期剛性から差が大きく見られた。また、シート補強のみ行った ASR 劣化供試体は最大荷重に到達するかなり前である 160kN 前後で付着割裂破壊の兆候が見られたのに対して、S'-F-2 では 235kN、S'-NF-2 では 184kN 前後で UFC パネルにひび割れが入り始め、UFC パネルの剥離兆候が見られてまもなく終局に至った。これより、UFC パネル補強により最大荷重が増大すること以上に望ましくない破壊形態の抑制に効果があったと考えられる。



(a) 全体図



(b) 初期荷重時

図-2 荷重-変位関係

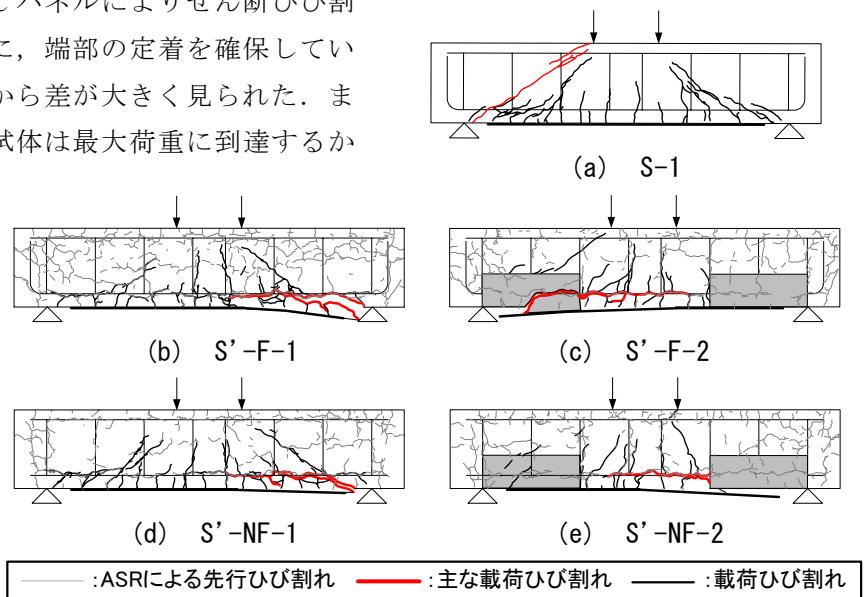


図-3 ひび割れ性状

4. 結論 : ASR の進行に伴うせん断耐力

力の低下は見られなかったが、最終的に引張鉄筋の付着割裂・定着破壊が生じ、終局よりかなり前にその兆候が生じることがわかった。また、端部の定着を確保した供試体より、端部定着を確保していない供試体がせん断耐力は小さくなり、付着割裂破壊の兆候もより早く生じた。加えて、引張鉄筋上に UFC パネル補強を施すことで定着部の割裂破壊の抑制に効果があることがわかった。

《参考文献》1)土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書 ―鉄筋破断と新たな対応―，コンクリートライブラリー 124，2005.8.

2)北野剛，森川英典，湯浅康史，小林秀恵：ASR 劣化した RC はり部材のせん断耐荷機構に関する実験的評価，コンクリートの補修，補強，アップグレード論文報告集，第 7 巻，pp.77~84，2007.11.

3)二羽淳一郎：コンクリート構造の基礎，数理工学社，2005.11.