

第V部門

ASRにより劣化したRCはりにおけるCFRP曲げ補強効果の実験的評価

神戸大学大学院 学生員 ○彭 丰

神戸大学大学院 正会員 森川 英典

神戸大学大学院 学生員 北野 剛

神戸大学大学院 正会員 小林 秀恵

1. 研究目的：近年，アルカリ骨材反応により劣化（以下，ASR 劣化）したコンクリート構造物に連続繊維シートせん断補強を適用する事例が多数報告されている．本研究では，炭素繊維シート（以下，CFRP，シート）による ASR 劣化構造物の曲げ補強に着目して，ASR 反応性骨材を混入した RC はりの曲げ載荷試験を行い，劣化状況，補強効果について検討を行った．

2. 試験要因：本実験は，供試体の劣化進行状況により，3つの段階¹⁾に分けて行うこととした．考察項目は，CFRP 補強の効果，鉄筋と ASR 劣化コンクリートとの付着特性および ASR 劣化コンクリートの強度である．表-1 に 3 段階（それぞれ劣化時期 A，B，C で表示）の供試体を示す．ASR 劣化の不確定性を考慮するため，供試体種類で複数のものを作成

した．はり供試体は図

-1 に示すような長さ 1800mm，スパン長

1600mm のものを使用

した．CFRP はコンク

リート表面に下地処理

後，プライマー，パテの順番で，貼付けた．

3. 劣化状況：事前の超音波調査により，劣化時期の遷移とともに各種の供試体での伝播速度が低下する．また，表-2 に示している各段階のコンクリートの弾性係数および鉄筋の付着性状より，コンクリートの弾性係数また鉄筋の付着強度が低下する傾向から，ASR 劣化が時間とともに進行していることがわかった．一方，はり供試体について表-3 の膨張量測定の結果より，時期 B より時期 C の膨張量が大きく，劣化の進行が明らかである（時期 A は打設後一ヶ月の時点であるため，ほとんど劣化していない）．さらに，測定場所ごとに比較すると，劣化時期に関わらず，上軸と下軸より鉛直方向の膨張量が著しく増加している．これは，軸方向鉄筋による拘束のため，供試体軸方向での膨張が抑制され，ASR 劣化が進行しにくくなっていることによる．

4. はり試験結果および考察：試験結果を表-4 に示す．耐力比より，補強効果は明らかである．

(1) 荷重-たわみ 無補強供試体および補強供試体の荷重と変位関係をそれぞれ図-2，図-3 に示す．無補強供試体において，部材降伏まで ASR 劣化が進行するにつれ，供試体の剛性が増大する傾向が見られる．部材降伏後，供試体 A-1，B-1 はほぼ同様な剛性を示し，最大荷重も同程度であるが，C-1 に比べ，下回ることがわかった．一方，補強供試体では，部材降伏まで剛性に相違が見られ，部材降伏後，全ての供試体は同様な剛性を示す．最大荷重および変形性能を見ると，時期 A に比べて，時期 C の供試体は 3 体とも非

表-1 供試体一覧

		供試体名or数			
		RCはり		引抜体 (D13)	シリン ダー
		無補強	補強		
劣化 時期	A	A-1	A-CF-1	5	5
	B	B-1	B-CF-1,2,3	10	10
	C	C-1	C-CF-1,2,3		

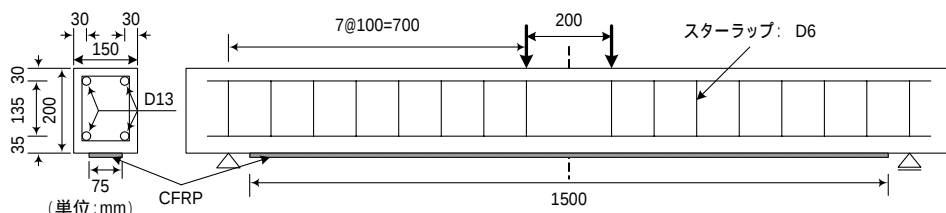


図-1 供試体概略図

表-2 劣化状況

	劣化時期		
	A	B	C
コンクリートの弾性係数 (kN/mm ²)	18.4	6.6	4.7
0.002D時の鉄筋付着応力 (N/mm ²)	5.6	4.0	3.4

表-3 膨張量の測定結果 (μ)

劣化時期	鉛直方向	軸方向	
		上軸	下軸
A	0	0	0
B	3790	580	381
C	6311	630	503

常に大きく、時期 B の供試体は低いものと高いものの両方があり、ばらつきが大きかった。

(2) ひび割れ性状

図-4 にひび割れ性状を示す。無補強、補強に関わらず、時期 A の供試体より、時期 B、C の供試体の曲げひび割れ分散性が低く、特に補強供試体の場合大きなひび割れが載荷点の間に集中し、供試体 B-CF-1 と B-CF-2 でのブロック化が顕著である。

(3) CFRP の破壊性状について 時期 A、B の供試体ともピーリング現象が起因でシート剥離に至ったが、時期 B の供試体はさらに中央部で激しいコンクリートブロック化が生じ、コンクリートの破壊によりシートの早期剥離が生じるという特徴がある。しかし、時期 C の供試体ではブロック化が小さく、シートがピーリング現象による剥離を生じずに、破断に至った。

5. 結論：本実験は、各劣化時期で ASR 劣化の進行を確認できたが、はり供試体において、軸方向に劣化が進行しにくいことがわかった。無補強はり供試体について、劣化による耐荷性能の低下が見られなかった。また、無補強、補強に関わらず、劣化進行とともに、耐荷性能が増加する傾向が見られた。特に、劣化時期 C の補強供試体は、CFRP が十分な引張強度を発揮し、破断に至った。

本研究は、国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術開発についての研究開発」（研究代表者 宮川豊章 京都大学教授）の一環として実施したものである。

参考文献

1) 彭丰, 森川英典, 北野剛: ASR による劣化を受ける RC はりの炭素繊維シート補強効果, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 7 巻, pp.303-310, 2007.11.

表-4 試験結果

供試体名	試験結果					備考
	部材降伏 ¹⁾ 荷重(KN)	耐力比 ²⁾ (部材降伏時)	最大荷重 (KN)	耐力比 ²⁾ (最大荷重時)	部材降伏後 剛性 ³⁾	
C-1	39.37		50.36		1.16	曲げ破壊
C-CF-1	48.49	1.23	69.63	1.38	1.71	シート中央で破断
C-CF-2	46.04	1.17	68.21	1.35	1.65	破断 + 剥離
C-CF-3	48.35	1.23	68.65	1.36	1.82	破断 + 剥離

1) 部材降伏: 本研究では、部材剛性が大きな変化を生じる時点とした。

2) 無補強の部材降伏荷重および最大荷重は C-1 のデータを使用

3) 部材降伏後剛性: (最大荷重 - 部材降伏荷重) ÷ (最大荷重時のたわみ - 部材降伏時のたわみ)

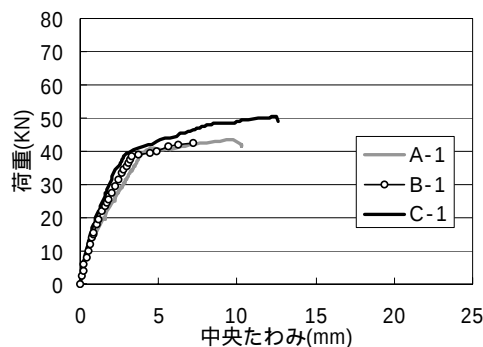


図-2 荷重-たわみ関係 (無補強)

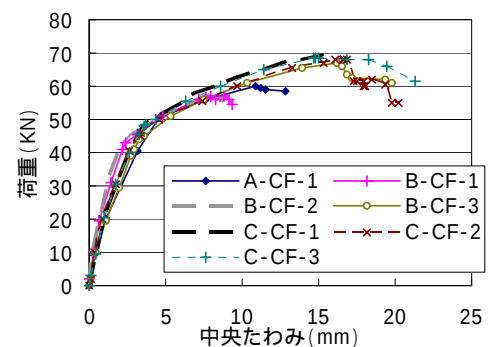


図-3 荷重-たわみ関係 (補強)

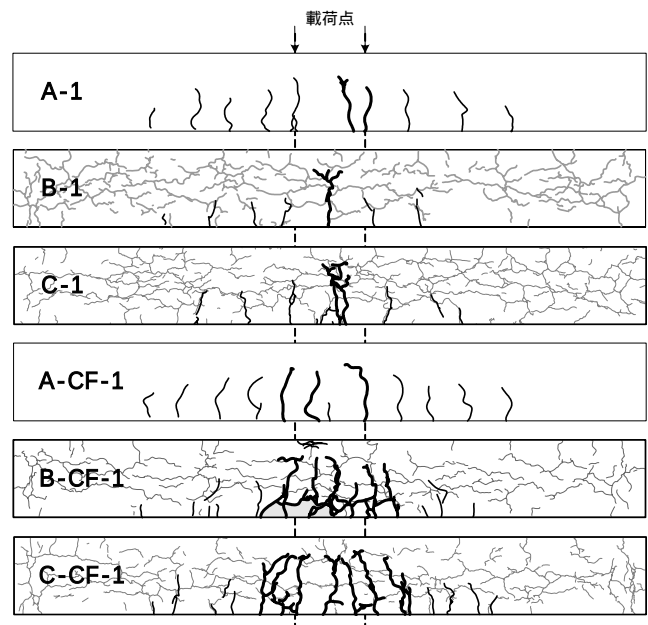


図-4 ひび割れ図