CFS 補強 RC 梁における補強効果に関する実験的研究

武蔵工業大学　学生会員　○中塚　博元
坏　陽平
内田　俊也
武蔵工業大学　　正会員　　栗原　哲彦
吉川　弘道

1. 研究背景

社会基盤の一部を成す橋梁やトンネル等の土木構造物における補強工法の一つとして CFS（以下，CFS）補強工法が挙げられる．この補強工法は，近年における数多くの研究成果から，その有効性が確認され，現代では補強工法の主流となりつつある [1)]．そこで，本研究では，無補強 RC 梁と CFS 補強 RC 梁による曲げ破壊実験を行い，CFS による補強効果及び各材料のひずみについて比較検討を行った．

2. 実験概要

実験方法は，300kN アクチュエーターを使用し，2 点対称集中載荷による静的載荷実験を行った．今回は RC 梁を 3 体製作し，その寸法は 150mm×200mm×1800mm，圧縮鉄筋に D6×2 本，引張鉄筋に D13×2 本，スターラップは D6 を 100mm ピッチで 7 本ずつ配置した．試験体図を図 1 に示す．

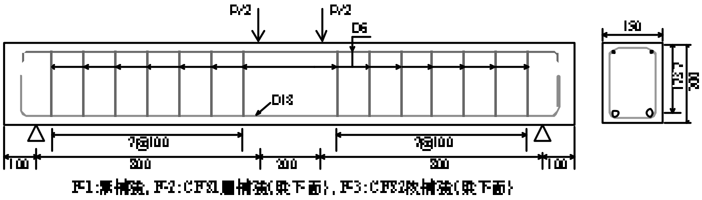

図 1　試験体図

3. 実験結果

3．1　破壊性状

試験体の終局時における破壊状況を図 2 に示す．
試験体 F-1：載荷点直下において初期ひび割れが発生し，進展した．終局時には純曲げスパン内で圧壊が発生した．
試験体 F-2：試験体 F-1 と同様に初期ひび割れが進展し，その後，せん断スパン内においてもひび割れが確認された．終局時には CFS がコンクリートかぶり部で剥離した.試験体 F-3：試験体 F-2 と同様にひび割れが進展し，試験体 F-2 の場合よりもさらに広範囲においてひび割れが発生した．終局時には CFS がコンクリートかぶり部分で剥離した．
試験体 F-2 及び F-3 においては，終局時には圧壊が発生せず，剥離断面に相当量のコンクリートが付着していた．これはコンクリートと CFS の付着は保持されたためであると考えられる．試験体 F-2，F-3 とも，シートの剥離に伴い大音響の破断音とともに，荷重が低下し，終局となった．なお，2 試験体ともに，試験体 F-1 のようなコンクリートの圧縮破壊は見られなかった．いずれも，せん断スパン（右スパン）では，CFS はコンクリート界面より剥離したが，中央の純曲げ区間では，コンクリート魁を伴って剥離した．試験体 F-2 の場合，5mm程度のコンクリート片に対して，試験体 F-3 では，純被り 18mmのコンクリートが CFS によって剥ぎ取られた．

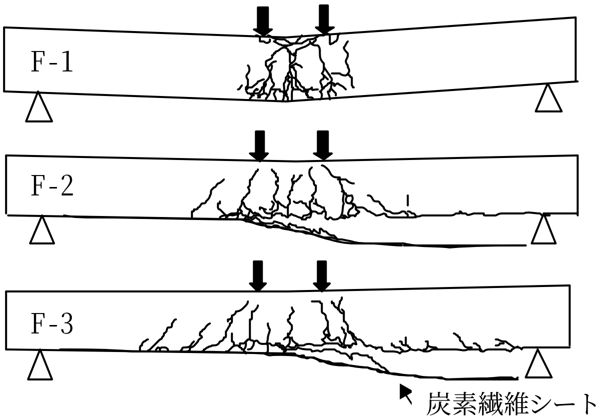

図 2　破壊状況

表 1　計算値と実験値の比較

試験体名	鉄筋降伏荷重 (kN)		終局荷重(kN)	
	計算値	実験値	計算値	実験値 (-)
F-1	33.38	45.24	34.09	45.19 (1)
F-2	-	49.97	59.66	66.99 (1.43)
F-3	-	57.72	70.66	80.83 (1.72)

Key Ward：RC 梁，CFS，曲げ補強

3．2 耐力

表 1 に終局荷重時における理論値と実験値の比較を示す．鉄筋降伏時においては，試験体 F-1 では実験値が計算値を上回り，終局荷重においても実験値が計算値を上回った．

3．3 荷重-変位関係

梁中央点における荷重－変位関係を図 3 に示す．各試験体ともほぼ同一の荷重時に初期ひび割れが発生した．一方，鉄筋降伏荷重時には変位に若干の差異が生じたが，CFS の層数に比例して荷重が大きくなった．試験体 F-1 においては，鉄筋降伏後は荷重の増加を伴わずに変形が進む傾向であるのに対し，試験体 F-2 及び F-3 では鉄筋降伏後も荷重増加が伴う結果となった [2)]．また，終局荷重はそれぞれ 46.71kN，66.99kN，80.34kN となった．試験体 F-1 の数値を基準とした場合，増加比率は 1.43，1.72 となった．

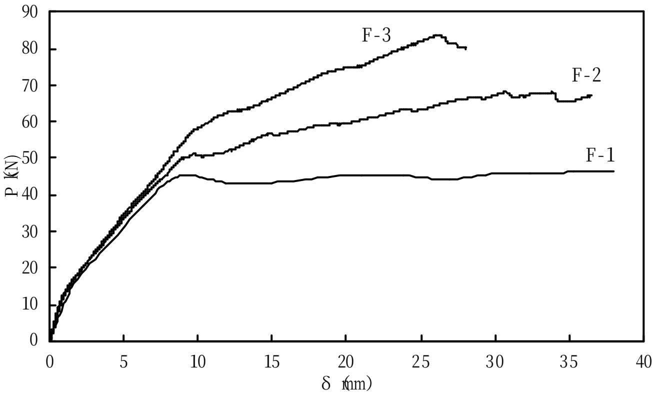

図 3 荷重－変位曲線

3．4 ひずみ性状

試験体 F-2 の場合のせん断スパン中央点におけるひずみ分布を図 3 に示す．F-2-7，F-2-19，F-2-15，F-2-27 はそれぞれ梁上面ひずみ，圧縮鉄筋ひずみ，引張鉄筋ひずみ，梁下縁ひずみを表す．F-2-7 及び F-2-19 は圧縮側に位置するため，ほぼ同じ傾きで負の値として推移した．一方，F-2-15 及び F-2-27 については 20kN 付近まではほぼ同一の傾きの結果となった．また，下縁部以外では±2000μで破壊に至ったがシートを貼付け下縁部では7000μを越えたことから，CFS 補強による曲げ耐力が増加していると考えられる．

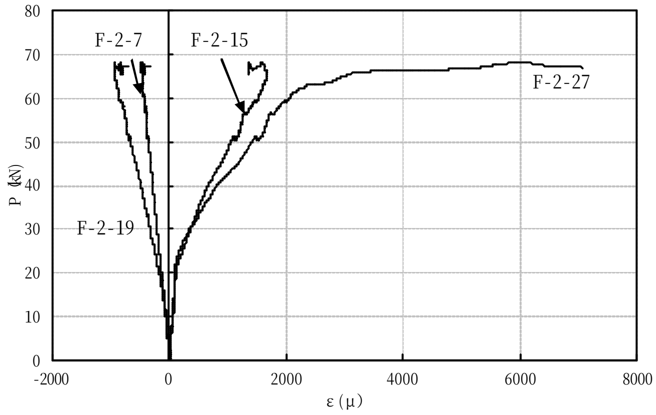

図 4 梁中央点でのひずみ分布

4. まとめ

すべての試験体において曲げ破壊となった．終局時には，試験体 F-1 は曲げ破壊，試験体 F-2 ではコンクリート表面，F-3 ではコンクリートかぶり部で CFS が剥離した．

CFS の補強量が増加により，微細なひび割れ範囲が拡大された．また，CFS を 2 層補強の場合，無補強の場合と比較すると終局荷重が 1.72 倍の荷重増となり，CFS の補強効果を確認できた．

梁下面に CFS 補強をすることにより，引張鉄筋のひずみはあまり延びなかった CFS 部分のみひずみが増大した．

謝辞：本実験で用いた CFS は，日鉄コンポジット株式会社　小林　朗様から提供していただきました．また，RC 梁の設計では小林様ならびに奈良建設株式会社　佐藤　貫一様にご協力いただきました．ここに記して関係各位に謝辞を表す次第である．

参考文献

1）市川　聖芳，呉　智深：連続繊維による RC 部材の曲げ・せん断補強効果に関する実験的研究　コンクリート工学年次論文報告集　Vol.20　No.1　1998

2）日鉄コンポジット株式会社：FORCA トウシート工法技術資料　トウシート補強した鉄筋コンクリート梁の曲げ強度