

V-2 炭素繊維シートによるRCはりせん断スパンの補強効果

高松工業高等専門学校
徳島大学
豊橋技術科学大学

正会員
学生会員
正会員

長友 克寛
○尾形 明美
角 徹三

1. はじめに

近年、RC部材のせん断補強・補修法の一つとして炭素繊維シート(以下、CFSと略記)の利用が注目されている。そして、その動きの中でCFSで補強した場合の補強効果の定量化も試みられている。しかし、はりのせん断耐力を例にとった場合、従来のせん断耐力式にCFSの増加分を単純に加算して良いのか、同じ補強材量であれば貼付方法の違いは無視して同一の補強効果とみなして良いのか等、さらに解明すべき問題が残されている[1]。

本研究は、CFSの貼付方法に特に着目し、RCはりに対して同一補強材量でゼブラ状に貼り付けたCFSについて、その幅と間隔とを同時に変化させた場合の補強効果の相違を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 実験変数 表-1に実験概要を示す。実験変数は、補強材の種類およびそれらの補強材量の2つである。補強材としては鉛直スターラップおよびCFSを用いた。鉛直スターラップの場合、その間隔を150および90mmの2種類に変化させた。CFSの場合、ゼブラ状の補強を対象とし、CFSの幅と間隔とを同一に保ち、すなわち補強材量を同じにし、それらの寸法を約54, 40, 27mmの3種類に変化させた。

2.2 試験体 図-1に代表的な試験体の形状・寸法を示す。同図(a)は鉛直スターラップ補強の場合、同図(b)はCFS補強の場合を示す。試験体は、せん断スパン比2.5の対称2点载荷を受ける単純支持ばりである。载荷には手動油圧ジャッキを用いた。CFS補強はりの場合、2つの隅角部での破断を避けるため、一辺10mmの面取りを施した後、CFSをU字型に貼り付けた。補強条件を単純化するため、スターラップとの併用は行わなかった。CFSには、図-1、2中に示した位置に歪みゲージを貼付し、荷重増加に伴う歪みの変化を観察した。

2.3 使用材料 コンクリートには、粗骨材最大寸法20mm、スランプ15cm、圧縮強度28.5MPa(鉛直スターラップ補強の場合)および29.4MPa(CFS補強の場合)のものをを用いた。

主鉄筋にはD16(SD295A)、スターラップにはD6(SD295A)を用い、降伏応力はそれぞれ371MPaおよび404MPaであった。CFSには一方向クロス(三菱レイヨン製アクリペアUDクロス)を用い、その目付量は300g/m²、設計厚さは0.167mm、保証引張強度は3400MPaであった。CFSの貼付には常温硬化型樹脂(同メタクリル(MMA)系樹脂)を用いた。

表-1 実験概要

試験体名	実験変数	ひび割れ確認荷重 P _{cr} (kN)	最大荷重 P _u (kN)	せん断補強率 p _w (%)
ST-0	せん断補強筋なし	16.2	48.8	0.000
ST-150	スターラップ 150	12.8	102.8	0.422
ST-90	間隔(mm) 90	11.8	103.1	0.704
CFS-54	炭素繊維シート幅	53.6	17.2	101.5
CFS-40	及び間隔	40.2	17.0	99.4
CFS-27	(mm)	26.8	12.9	98.0

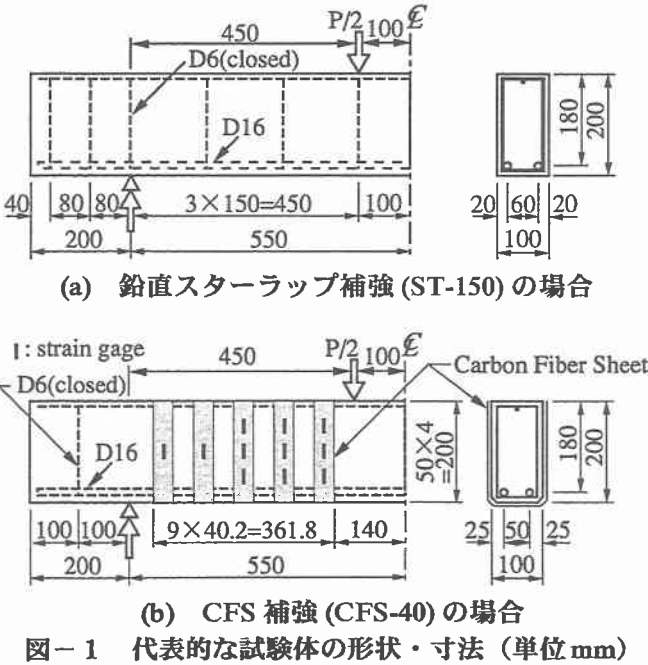


図-1 代表的な試験体の形状・寸法(単位mm)

3. 実験結果およびその考察

3. 1 破壊状況 本実験では、無補強の試験体 ST-0 のみせん断破壊を示し、その他の試験体は、せん断スパン域において斜めひび割れがかなり進展した後、最終的には曲げ引張破壊を生じた。引張強度の違いを考慮した補強材量からみても CFS は鉛直スターラップとほぼ同等のせん断補強効果があると考えられる。

図-2 に試験体 CFS-54 (図 a) と CFS-27 (図 b) の破壊時のひび割れ状況を示す。同図から分かるように、同一の補強材量であっても、CFS の幅・間隔が狭くなるのに伴ってせん断スパン域での斜めひび割れ本数は増加し、斜めひび割れの分散効果が現れた。

なお、図示してはいないが、CFS のはり軸方向歪み分布を計測したところ、斜めひび割れ近傍位置で歪みのピークが生じ、その大きさは CFS の幅・間隔の狭い方が大きくなる傾向にあった。

3. 2 荷重 P - 中央たわみ δc 関係 図-3 に試験体 ST-0 および CFS 補強の試験体の荷重 P - 中央たわみ δc 関係を示す。

せん断破壊を生じた試験体 ST-0 は脆性的な挙動を示したが、CFS 補強の試験体においては、主鉄筋の降伏を契機として大きな変形を示した後、はり中央部コンクリートの圧壊によって荷重低下を生じた。同図中の●印は、顕著な荷重低下が生じ始めるするたわみ点を示している。同図より、同一の補強材量であっても、CFS の幅・間隔が狭くなるのに伴って、この荷重低下開始点のたわみは増加しており、靱性改善効果の高まることが分かる。

3. 3 曲げモーメント M - 曲率 ϕ 関係 図-4 にはり中央部の曲げモーメント一定区間における曲げモーメント M - 曲率 ϕ 関係を示す。鉛直スターラップ補強試験体および CFS 幅・間隔の広い試験体 (CFS-54) に比較して、CFS 幅・間隔の狭い試験体 (CFS-40, CFS-27) には非常に大きな曲率が生じた。

これは、3. 1 で述べたせん断ひび割れの分散によって、せん断ひび割れの開口、ひいてはせん断スパン部の曲げ変形が抑えられ、はりのたわみに占める中央部の曲げ変形の寄与率が高くなったためと考えられる。このことは、鉛直スターラップ補強の場合には、主鉄筋降伏後のせん断破壊の可能性が高くなることを意味している。従って、せん断スパンの補強は同一補強材量であれば、大きな断面積を間隔を広く配置する線的な補強ではなくて、ある程度小さな断面積を間隔を狭く配置する面的な補強にする方が好ましいと考えられる。

4. まとめ せん断スパンを CFS で補強した RC はりの曲げ試験を実施し、CFS をゼブラ状に貼付する場合、同一補強材量であればそれらの幅および間隔をある程度狭くする方が靱性改善効果の面から好ましいこと等を明らかにした。

参考文献 [1] 日本コンクリート工学協会：連続繊維補強コンクリート研究委員会報告書 (Ⅱ)，1998 年 5 月。

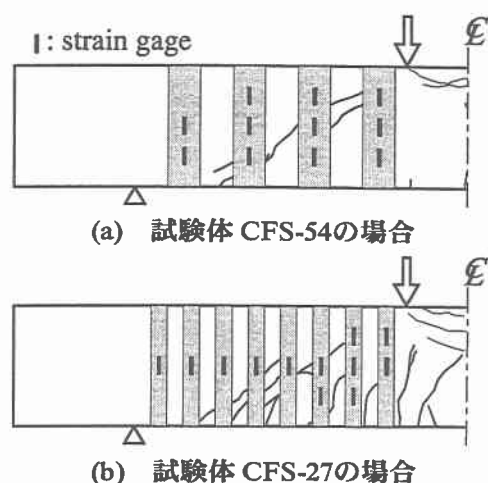


図-2 破壊時のひび割れ状況の一例

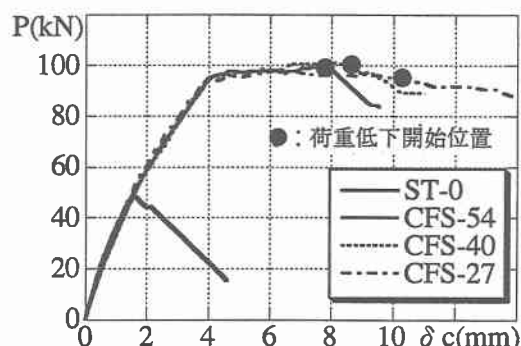
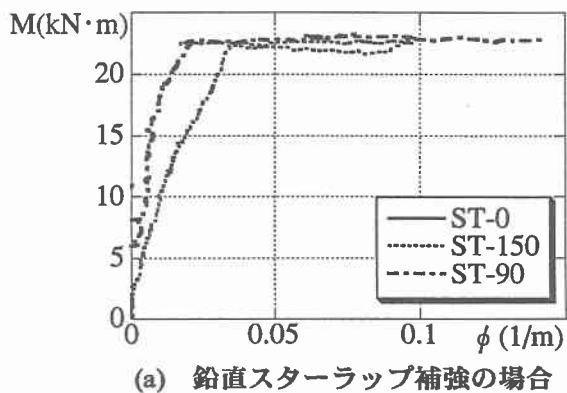
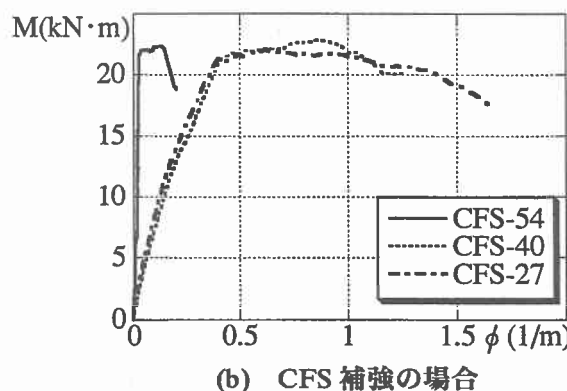


図-3 荷重 P - 中央たわみ δc 関係 (CFS 補強の場合)



(a) 鉛直スターラップ補強の場合



(b) CFS 補強の場合

図-4 曲げモーメント M - 曲率 ϕ 関係