

移動荷重を受ける CFS 補強した RC はりの補強効果

日本大学 学生員 ○徳永佳照
日本大学 正会員 阿部 忠

日本大学 正会員 木田哲量
日本大学 正会員 柳内睦人

1. はじめに

既存 RC 構造物の補強方法に、施工性、工期短縮などの利点がある炭素繊維シート(CFS)接着工法がある。CFS 補強の研究は多くの研究機関¹⁾で行われているが、移動荷重が作用した場合の補強効果については未解明な部分が多い。そこで本研究では、無補強の RC はりと CFS 補強した RC はりを用いて、移動荷重が静的曲げ・せん断耐力に及ぼす影響および補強効果について実験を行った。

2. 供試体

供試体コンクリートには、普通ポルトランドセメントと最大寸法 20mm の粗骨材(密度: 2.63g/cm^3)を使用した。また、鉄筋は S D 295 A, D 16 を使用した。ここで、コンクリートおよび鉄筋の材料特性を表 - 1 に示す。

次に、CFS は幅 30cm の高強度カーボン連続シートを用い、その材料特性を表 - 2 に示す。

供試体は支間 200cm、張り出し部は D 16 を用いることから定着長を考慮して 40cm とし、全長を 280cm とした。また幅は 30cm、高さは 21cm とし、鉄筋は引張側に 3 本、圧縮側に 2 本配置し、引張鉄筋の有効高さを 17.2cm とする。なお、供試体の寸法および鉄筋の配置を図 - 1 に示す。

一方、CFS 補強は、供試体底面に主鉄筋方向に一層を貼り付けるものとする。

3. 実験方法

3.1 静荷重による曲げ実験(供試体 M)

最大曲げ応力が生じる支間中央に荷重を載荷させた実験である。荷重は、供試体が破壊に至るまで 5.0kN づつ増加させる段階荷重とする。

3.2 定位置によるせん断実験(供試体 S)

せん断スパン(a)と有効高(d)の比 a/d が 2.5 ~ 3.0 以下の場合にせん断破壊が起る²⁾とされていることから、本実験での荷重載荷位置はせん断スパン比 a/d が 3.0 の位置、すなわち左支点 A から 51.6cm の位置とする。載荷荷重は、曲げ実験と同様に供試体が破壊に至るまで 5.0kN づつ増加させる段階荷重とする。

表 - 1 コンクリート・鉄筋の材料特性

コンクリート	鉄 筋 (S D 295 A, D 16)		
	降伏強度	引張強度	弾性係数
N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	kN/mm^2
38.5	368	568	195.5

表 - 2 CFS の材料特性

シート名	目付量	設計厚さ	引張強度	弾性係数
	g/m^2	mm	N/mm^2	kN/mm^2
FTS-CI-20	200	0.111	3400	230

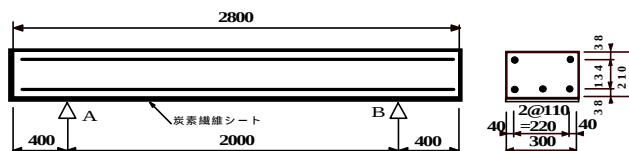


図 - 1 供試体寸法および鉄筋配置

3.3 移動荷重による実験(供試体 R)

輪荷重を供試体の支間中央に停止し、荷重を左右 1 往復させた後、支間中央で停止させることを繰り返し行う実験である。輪荷重の移動速度は、 22cm/sec とした。輪荷重は、1 往復ごとに 5.0kN づつ増加させ、供試体が破壊するまで荷重の増加と移動を繰り返し行なう。

4. 実験結果および考察

4.1 実験耐力

無補強および CFS 補強の場合の各実験における最大耐力および破壊モードを表 - 3 に示す。

(1) 無補強の供試体

静荷重による曲げ実験と定位置によるせん断実験の耐力比 (SS/SM) を比較すると、曲げ耐力に対してせん断耐力が 1.19 倍となるが、せん断破壊が先行することを示している。静荷重が作用した場合と移動荷重が作用した場合の曲げ耐力を比較 (SR/SM) すると 0.83 となり、荷重が移動することにより曲げ耐力は 17% 低下する結果となった。

(2) CFS 補強の供試体

CFS 補強した供試体の破壊モードは、静荷重による実験の場合は曲げ破壊となった。しかし、移動荷重による実験の場合は荷重が移動中にせん断破壊となった。

キーワード：RC はり，炭素繊維シート，静荷重，移動荷重，曲げ耐力，せん断耐力

連絡先：〒275 - 8575 千葉県習志野市泉町 1 - 2 - 1 構造研究室 TEL：047 - 474 - 2459

したがって、CFS 補強の場合の定位置によるせん断実験は省略した。

CFS 補強と無補強の曲げ耐力を比較（CSM/SM）すると1.45となり補強によって45%曲げ耐力が向上した。また、移動荷重におけるCFS 補強と無補強の最大耐力を比較すると、CSR/SR = 1.58 となり、58%曲げ耐力が向上している。次に、移動荷重が作用した場合はせん断破壊となったことから、無補強の場合のせん断耐力と比較すると、CSR/SS = 1.08 となり、せん断耐力の向上はあまりみられない。一方、静荷重と移動荷重による最大耐力を比較すると、CSR/CSM = 0.91 となり、移動荷重の場合は9%の耐力低下が見られた。しかし、無補強の場合の耐力低下率と比較すると、CFS 補強の場合は5%程度の耐力向上が見られた。

4.2 破壊メカニズム

本実験における破壊時のひび割れ状況の一例を図 - 2 に示す。

(1) 無補強の供試体

静荷重による曲げ実験の場合、荷重が増加中に支間中央で曲げ破壊となった。その形状は車輪直下から約55～60°の拡がりのひび割れをもつ曲げ破壊に至っている。また、定位置によるせん断実験では、荷重増大位置から支間中央に45°の拡がりをもつ斜めひび割れとなる曲げ先行型せん断破壊となった。

移動荷重が作用した場合は、ひび割れは両支点方向に約13cm～15cm 間隔で発生し、荷重の増加に伴いひび割れは圧縮鉄筋配置付近まで発生している。破壊モードは荷重増加中に曲げ破壊となった。

(2) CFS 補強の供試体

静荷重増大の場合、荷重増加中に下縁に発生したひび割れが上縁に伸展し、曲げ破壊となった。ひび割れ間隔は5～7cm で発生するが、無補強の場合と比較すると約2倍多く発生し、ひび割れの分散効果が発揮されて曲げ剛性が増加し、耐力が向上した。

移動荷重増大の場合のひび割れは、曲げ領域に3～7cm 間隔で発生し、荷重の増加と移動を繰り返すことにより、ひび割れは圧縮鉄筋の配置付近まで伸展している。また、両支点からせん断領域では、斜めひび割れが発生し、そのひび割れは静荷重の場合と比較して曲げ剛性の低下とひび割れ分散効果により多く発生している。破壊モードは、左支点Aから45cm の位置で荷重が移動中にぜい性的なせん断破壊となった。したがって、CFS 補強は曲げ剛性が増加し、曲げ耐力は向上するが、せん断域の耐力向上にはあまり効果を示していない。

表 - 3 実験耐力および破壊モード

供試体	実験耐力 (kN)	平均耐力 (kN)	荷重比		破壊モード
SM-1	80.9	83.0			曲げ破壊
SM-2	85.1				曲げ破壊
SS-1	104.6	101.6	SS/SM	1.19	曲げ先行型せん断破壊
SS-2	98.6				曲げ先行型せん断破壊
SR-1	68.9	69.3	SR/SM	0.83	曲げ破壊
SR-2	69.6				曲げ破壊
CSM-1	120.9	120.3	CSM/SM	1.45	曲げ破壊
CSM-2	119.7				曲げ破壊
CSR-1	109.7	109.4	CSR/SR	1.58	せん断破壊
CSR-2	109.2		CSR/CSM	0.91	
			CSR/SS	1.08	

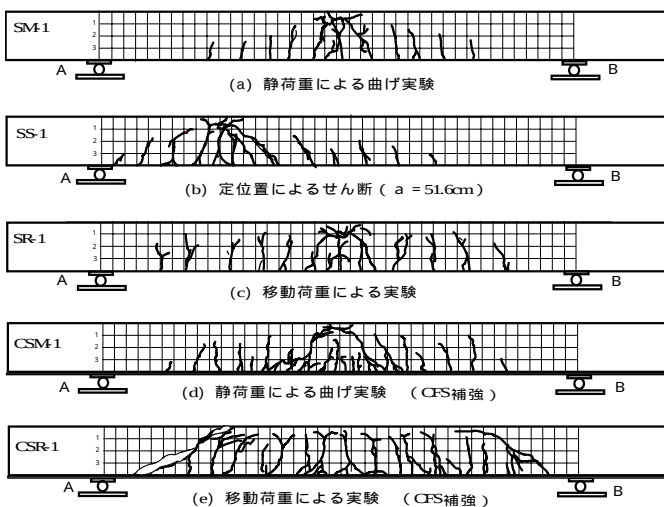


図 - 2 ひび割れ状況

6. まとめ

- (1) 無補強の場合は静荷重増大に比較して、移動荷重増大の場合の耐力は16%低下した。CFS 補強の場合は静荷重に比して移動荷重増大の場合には9%耐力が低下した。しかし、無補強と比較すると5～7%の増加が見られる。
- (2) CFS を供試体の底面に貼り付けた場合の補強効果は、無補強に対して1.45倍となり、曲げ領域での補強効果は向上した。しかし、せん断領域においては無補強の耐力とCFS 補強のせん断耐力が近似していることから、せん断領域では補強による耐力の増加は見られない。

(参考文献)

- 1) 高橋義幸, 秦地大, 前田敏也, 砂糖靖彦: 炭素繊維シートで補強したはりの曲げ性状に関する実験研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.3, pp.509-514(1998)
- 2) 丹波純一郎, 山田一字, 横沢和夫, 岡村 甫: せん断補強筋を用いないRCはりのせん断強度評価, 土木学会論文集, 第372号/V-5,