

CFRP表面張付によるRC梁のせん断補強効果

広島大学大学院 学生会員○小野 敦 広島工業大学 フェロー会員 米倉 亜州夫
 極東工業㈱ 川内康雄 広島大学 佐川浩紀

1.はじめに

かつて半永久的といわれた鉄筋コンクリート構造物も、環境の変化の中で補修・補強が必要とされてきている。特にせん断に関する補強が急務である。そこで、数あるせん断補強方法の中で、耐久性・施工性に優れ、かつ高強度である炭素繊維(CFRP)格子を、ポリマーモルタル吹き付けにより構造物側面に張り付ける補強方法を、既存の CFRP シート張付によるせん断補強と比較しつつ、この補強の有効性及び補強効果を明らかにすることを研究の目的とする。

2.実験方法

この実験は、せん断補強材として CFRP 格子+ポリマーモルタル吹き付けと CFRP シート(以下 CFS)+接着樹脂を用いた RC 梁の変形性状、曲げ及びせん断ひび割れ発生状況、CFRP・スターラップのひずみ性状、終局耐力について実験的に検討するものである。補強効果に影響を与える因子として、CFRP 格子補強においては CFRP 格子の断面積と終局時の剥離を防ぐことを目的として配置するアンカーの本数を、CFS 補強においては、接着樹脂及び張付位置を挙げ、表-1 に示すような供試体を用い実験した。

荷重方法を図-1 に、配筋図・補強図及びゲージ位置を図-2 に示す。

表-1 供試体の種類

Name	CFRP		接着材料
	形状	張付位置	
RC	無し	---	---
RC-PM	格子(厚) CR6	側面	ポリマーモルタル吹き付け
CR6-PM-8			
CR6-PM-16			
CR6-PM-24			
CR3-PM-8			
CR3-PM-16	格子(薄) CR3	側面	アクリルエポキシ
CR3-PM-24			
CFS-RIB-S	シート CFS	側面+底面	アクリルエポキシ
CFS-EPO-S			アクリルエポキシ
CFS-RIB-SU			アクリルエポキシ
CFS-EPO-SU			アクリルエポキシ

CFRP 格子の断面 :CR3 厚さ 4.0mm ×幅 4.4mm(17.5mm²)
 :CR6 厚さ 1.1mm ×幅 4.0mm(4.4mm²)

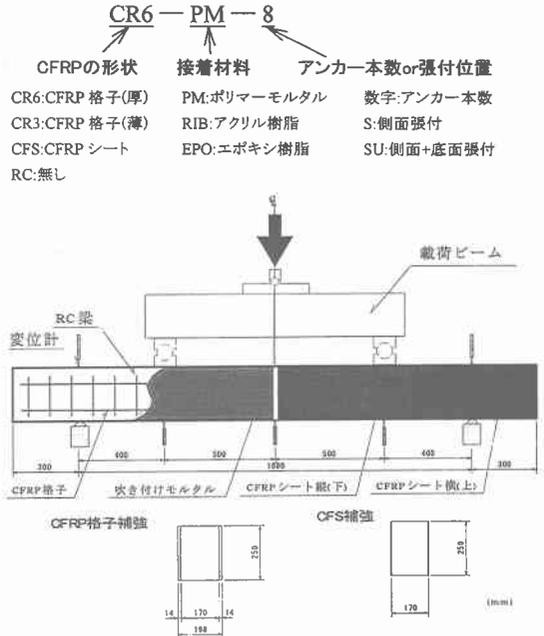


図-1 供試体の荷重方法

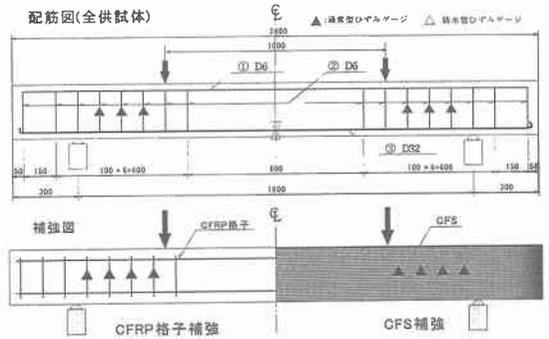


図-2 配筋図・補強図・ゲージ位置図

3.実験結果及び考察

〈補強効果〉

各供試体のひび割れ発生荷重・終局耐力及び RC 供試体からの補強効果を図-3 に示す。ここから、終局耐力が、3 割程度増大していることがわかった。

ここで注目すべきところは、図中の○で示す部分である。終局耐力の増大分より、はるかに大きな割合で、曲

げ及び斜めひび割れ発生荷重が増大している。これが、CFRP 格子補強における大きな特徴であり、終局耐力で現される補強効果より、実際の補強効果が高いことがわかる。

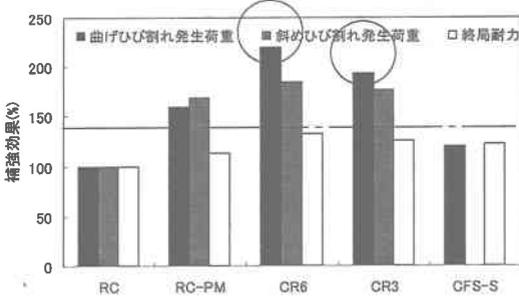


図-3 耐力及び補強効果

〈終局状態における単位CFRPあたりの補強効果〉

炭素繊維と樹脂の和を CFRP 総体積で表すと、格子シート補強の各供試体において、終局状態における単位 CFRP 体積あたりの補強効果は表-2 のようになる。

表-2 単位補強効果

		CFRP 総体積 (cm ³)	増加耐力 (kN)	単位補強効果 (kN/cm ³)
CFS	エポキシ	3072	88	0.03
	アクリル	1608	107	0.07
	CR3	95	27	0.3
	CR6	380	53	0.1

増加耐力の基準となる供試体には CFS 補強が RC 供試体で、CFRP 格子補強(CR6・CR3)が RC-PM 供試体とした。つまり表中の CFRP 格子補強の増加耐力には、ポリマーモルタル吹き付けによる耐力の増加分(60kN)は含まれていない。単位 CFRP あたりの補強効果を図-4 に示す。この図において、傾きが単位 CFRP あたりの補強効果となっていてこの傾きが大きいほど補強効率がよいことになる。

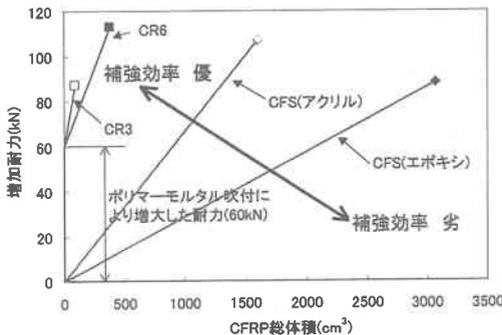


図-4 CFRP形状別補強効率(kN/cm³)

〈曲げ剛性増大効果〉

ポリマーモルタルを吹き付けることだけでも 2 割程度の曲げ剛性増大効果があり、さらに CFRP 格子の総量(=断面積)に比例して 10%～35%もの曲げ剛性増大効果があった。それに対し、CFS による曲げ剛性増大効果は 7%程度と CFRP 格子補強に比べ少ないことがわかった。

〈スターラップ降伏荷重の計算値と実測値の比較〉

コンクリート標準示方書におけるせん断耐力の算定式において、せん断耐力 V_y はスターラップ降伏時の荷重となっている。その V_y を表-3 に示す。()内に併記している値はそれぞれの実際の増加値である。ここで、 V_c は斜めひび割れ発生荷重、 V_c' はポリマーモルタルによる増分、 V_s はスターラップによる増分、 V_s' は CFRP 格子を鉄筋換算したものによる増分である。

表-3 計算値と実測値の比較(kN)

	V_c	V_c'	V_s	V_s'	V_y	終局耐力
RC		0		0	307(323)	451
RC-PM	156	26	151		333(362)	510
CR3	(123)	(29)	(200)	36	368(362)	568
CR6				141	474(365)	594

ここから、 V_s' がほとんどなく、スターラップ降伏までは CFRP 格子は補強効果にほとんど関与していないことがわかった。しかし、表に示すように終局耐力は大きく増大していることから、CFRP 格子補強の効果は、スターラップ降伏付近から現れることがわかる。

4. 結論

- 1) どの補強供試体に関しても 15～35%の十分なせん断補強効果がみられた。しかし、CFRP の使用量に大きな差があり、CFRP 格子補強において CFS 補強と同程度の補強に要する CFRP 量は、CFS 補強の 1/10 程度と補強効率の高さが明らかになった。
- 2) CFRP 格子補強において、終局耐力の増大よりも、さらに大きな割合(60～120%)で曲げ及び斜めひび割れ発生荷重が増大していることがわかった。
- 3) CFRP 格子補強には、ポリマーモルタル吹き付けによる増分(10%程度)も含めると 30%もの曲げ剛性増大作用がみられた。
- 4) CFRP 格子の補強効果発現時期は、スターラップ降伏荷重付近であることがわかった。