

CFRP せん断補強筋の補強機能に関する実験的研究

宮崎大学工学部 学生員 本田 祐亮
 宮崎大学大学院 正 員 今井富士夫、中澤 隆雄
 九州大学名誉教授 太田 俊昭

1. はじめに

CFRP は鋼材に比べて、高耐食性、高強度、軽量などの利点を有する材料で、近年、コンクリート梁の補強筋としての適用が検討されてきている¹⁾。

九州大学では独自に CFRP のロッドの開発を実施してきており、このロッドを主筋とするコンクリート梁 (SCF コンクリート) の曲げ耐荷力に関する検討を実験的・解析的に行ってきた²⁾。

コンクリート梁の破壊形式は曲げ破壊とせん断破壊に大別できるが、本報告は同様の CFRP のせん断補強筋の機能を実験的に検討したもので、本実験では、CFRP の高強度特性を活かすため、コンクリートも高強度なものを使用した。

2. 供試体の概要

本実験で使用した供試体は図-1 に示すように、2 点对称載荷するもので、(せん断支間/有効高さ = a/d) を 1.5 と 2.0 の 2 種類について作成した。せん断支間のスターラップの配置は d/2 とし、スターラップは a/d=1.5 では 2 本、a/d=2.0 では 3 本となる。

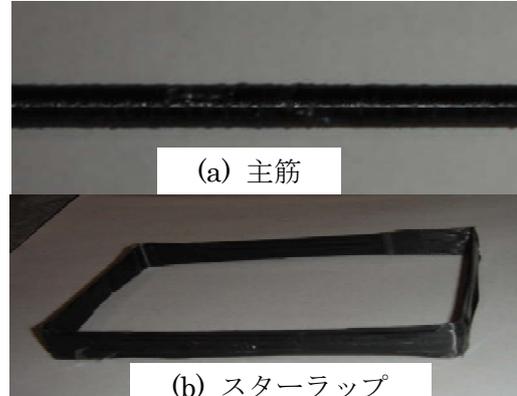


写真-1 補強筋

表-1 コンクリート配合

単位重量(kg/mm ³)					
水	セメント	細骨材	粗骨材	炭カル	減水材
W	C	S	G	F	AF
165	423	867	867	100	3.7

表-2 材料定数(単位:N、mm²)

コンクリート				
圧縮	引張	曲げ	弾性係数	ポアソン比
66.0	2.5	7.3	4.4×10 ⁴	0.2
CFRP				
	断面積	引張強度	弾性係数	
主筋	61.5	2300	1.47×10 ⁵	
スターラップ	8.0			

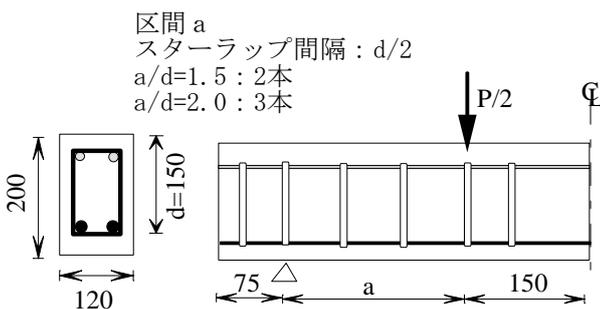


図-1 供試体の概略図

使用したコンクリートは高流動・高強度コンクリートでスランプフローおよび圧縮強度は、それぞれ 62.5cm (目標値 65cm)、66N/mm²(目標値 60N/mm²) となった。

供試体の補強筋には、主筋とスターラップには CFRP を、圧縮鉄筋には φ6 の丸鋼を使用している。主筋はロッドの周囲に繊維を巻き付けたリブ付の円

形断面で、スターラップは厚さ 1mm の平型断面となっている。写真-1 に補強筋を示す。

表-1 にはコンクリートの配合表を、表-2 にはコンクリートと CFRP の材料定数を表記している。

表-1 での「炭カル」は炭酸カルシウムを意味している。

コンクリートの各種の強度について検討する。以下の式は、コンクリートの設計用値である³⁾。

$$\text{設計引張強度} : f_t = 0.23 f'_{ck}{}^{2/3} / \gamma_c \quad (1)$$

$$\text{設計曲げ強度} : f_b = 0.42 f'_{ck}{}^{2/3} / \gamma_c \quad (2)$$

上記の式の圧縮強度の特性値に実験で得られた圧縮強度 66N/mm² を、材料係数に 1 を代入すると、引張強度は 3.8 N/mm²、曲げ強度は 6.9 N/mm² となる。

表-2 に示す材料試験で得られた引張強度と曲げ

強度を式(1)と式(2)の結果と比較すると、引張強度は65%と低くなっており、曲げ強度は106%と高くなっている。

3. 実験結果と考察

3.1 変形挙動

図-2は $a/d=2.0$ の場合の供試体の荷重に対する梁中央点たわみを示したものである。図から、図中の太い実線はコンクリートの全断面を有効とした場合の梁理論による荷重-たわみ曲線であり、破線は引張側コンクリートを無視した理論値である。

図から明らかなように、引張荷重 30kN 近傍までは全断面有効の理論値と実験は一致しており、それ以降は引張側コンクリートを無視した理論値とほぼ一致していることが判る。

実験でのひび割れ目視観察では、荷重 25kN で曲げ支間に曲げひび割れを、荷重 70kN でせん断支間の斜めひび割れを確認した。曲げひび割れの理論発生荷重は 40kN で、実験のひび割れ発生荷重は低い値となった。

実験結果から判るように、供試体は曲げひび割れ発生後、中央点たわみはほぼ線形に変化しており、荷重 171kN 直後に脆性的に破壊した。斜めひび割れは荷重 160kN あたりからひび割れ幅が大きくなっていった。

破壊状況を示したものが写真-2である。供試体右側のせん断支間において、コンクリートが大きく剥落している。写真の剥落部にみえる黒い線がスターラップで、破壊部のスターラップは主筋の接合部で破断していた。

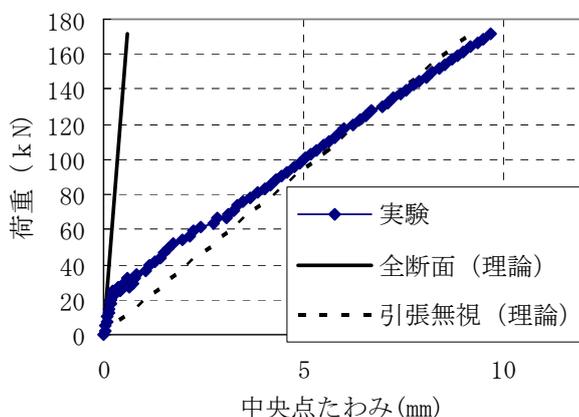


図-2 荷重-たわみ曲線

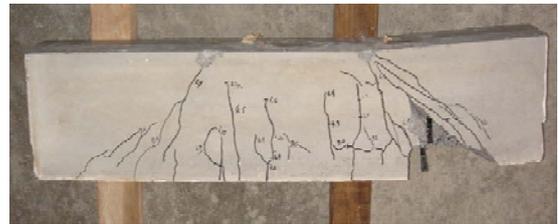


写真-2 破壊状況($a/d=2.0$)

3.2 耐力力と終局荷重

表-3に理論と実験による耐力力と破壊形式について整理した。

$a/d=2.0$ では理論的には曲げ耐力力がせん断耐力力を若干下回るものとなっているが、ほぼ同値であり、ここでの供試体はせん断破壊となっている。また、 $a/d=1.5$ では実験は理論値を 10%程度上回る値でせん断破壊した。

表-3 耐力力(kN)

a/d	理論値		実験値	破壊形式
	曲げ	せん断		
1.5	224	176	196	せん断破壊
2.0	168	176	171	せん断破壊

※ せん断耐力力の分担力(分担率)
コンクリート:20kN(11%)、スターラップ:156kN(89%)

4. まとめ

本報告は CFRP をスターラップとして利用した場合のせん断補強について実験的に検討したもので、その結果、CFRP スターラップのせん断補強は通常の梁理論で得られる耐力力とほぼ合致することが明らかとなった。

本実験を遂行するにあたり、CFRP ロッドなどの提供やご助言を頂いた九州大学工学研究院の佐島隆生先生ならびに山口浩平先生に感謝の意を表します。さらに、コンクリートの打設にご協力を頂きました和光コンクリート工業㈱の皆様にも深謝いたします。

5. 参考文献

- 1) 例えば、R.THAMRIN, T.KAKU : Bond strength of CFRP rods in simply supported RC beam with hanging region, Vol.27, No.2, pp.733-738, 2005
- 2) 山口浩平、日野伸一、R.Djamaluddin、太田俊昭 : 連続炭素繊維を補強筋に用いたエコメントコンクリートはりの曲げ挙動、土木学会第 58 回年次学術講演会、V-584、pp.1165-1166、2005
- 3) 大和竹史 : 鉄筋コンクリート構造、共立出版、p.20、1999