

東洋建設(株)鳴尾研究所 正 員○中村 亮太 正 員 末岡 英二
大阪市立大学工学部 学生員 新屋敷 保 正 員 眞嶋 光保

1. はじめに

FRP ロッド(連続繊維補強材)は、軽量、高強度、高耐食性等の特長を持つことから、多方面でコンクリート補強材としての利用研究が行われている。一般に、かぶりは耐久性、耐火性等に対して補強筋を保護する意味が必要であり、コンクリートとの付着にも影響を及ぼすことになる。本研究は、FRP ロッドを補強筋に用いた場合のはり部材について、かぶり厚さとはりの力学特性の関係について調べたものであり、本稿では、曲げ載荷試験でのひび割れ性状について報告する。

2. 実験概要

試験体は、図-1 に示すような形状寸法とし、有効高さが一定で、かぶりを6、13、26、39mmの4種類(断面の高さ16.7~20cm)に変えたものをそれぞれ2本作製した。補強筋には表-1 に示す特性値を持った炭素繊維2種類(より線状、組み紐状)、アラミド繊維1種類(組み紐状)、比較のために行った鉄筋の計4種類とした。載荷方法は対称2点載荷とし、ひび割れ発生時と破壊荷重のおよそ1/2程度で一旦除荷した後破壊まで載荷した。載荷速度は0.75tf/分程度とした。コンクリートは設計

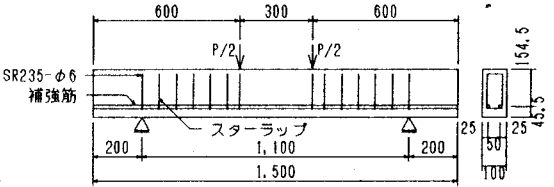


図-1 試験体形状寸法(かぶり39mm)

表-1 補強筋の特性

繊維の種類	公称直径 (mm)	公称断面積 (mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)	弾性係数 (kgf/mm ²)	弾性伸び (%)
炭素(より線)	12.8	76.0	230	14,400	1.60
炭素(組み紐)	12.8	128.3	199	11,200	1.77
アラミド(組み紐)	12.9	130.1	161	6,930	2.33
鉄筋(SR235)	12.7	126.7	30	21,000	0.20

表-2 試験結果

試験体名	最大ひび割れ間隔 (cm)		最大ひび割れ幅 (mm)		耐力 (tf)		曲げ耐力 (tf)		せん断耐力 (tf)		耐力 (tf)		破壊モード
	実験値EX	計算値CU	実験値	計算値EX	実験値EX	計算値CU	実験値EX	計算値CU	実験値EX	計算値CU	実験値EX	計算値CU	
STEEL-5	6.0	5.7	0.16	0.16	5.30	5.44	9.95	9.95	0.97	0.97	鉄筋の降伏	鉄筋の降伏	
	5.0		0.19		5.43								
STEEL-13	10.0	8.1	0.22	0.22	5.71						鉄筋の降伏	鉄筋の降伏	
	7.0		0.21		5.71								
STEEL-26	8.0	13.3	0.41	0.41	5.83						鉄筋の降伏	鉄筋の降伏	
	7.0		0.21		5.71								
STEEL-39	14.0	18.5	0.34	0.34	5.40						鉄筋の降伏	鉄筋の降伏	
	10.0		0.39		5.79								
CFCC-6	7.0	5.7	1.65	1.65	9.41	10.30	9.98	9.98	0.94	0.94	斜め引張	斜め引張	
	7.0		1.07		10.39								
CFCC-13	11.0	8.1	1.56	1.56	9.54						斜め引張	斜め引張	
	9.0		1.36		10.25								
CFCC-26	10.0	13.3	1.01	1.01	8.99						斜め引張	斜め引張	
	10.0		2.12		8.83								
CFCC-39	15.0	18.5	0.61	0.61	7.73						斜め引張	斜め引張	
	12.0		1.70		10.25								
FIBC-6	8.0	5.7	0.69	0.69	10.08	11.31	10.04	10.04	1.00	1.00	斜め引張	斜め引張	
	9.0		0.61		9.25								
FIBC-13	8.0	8.1	0.59	0.59	11.05						斜め引張	斜め引張	
	8.0		0.57		10.16								
FIBC-26	12.0	13.3	1.05	1.05	10.31						斜め引張	斜め引張	
	10.0		1.02		10.45								
FIBC-39	14.0	18.5	2.01	2.01	13.40						コンクリートの圧壊	コンクリートの圧壊	
	15.0		1.60		10.95								
FIBA-6	9.0	5.7	1.04	1.04	8.50	9.58	10.01	10.01	0.89	0.89	斜め引張	斜め引張	
	10.0		1.58		10.06								
FIBA-13	12.0	8.1	1.34	1.34	9.18						斜め引張	斜め引張	
	13.0		1.70		10.27								
FIBA-26	14.0	13.3	2.08	2.08	9.86						斜め引張	斜め引張	
	14.0		1.53		8.80								
FIBA-39	20.0	18.5	3.18	3.18	11.46						コンクリートの圧壊	コンクリートの圧壊	
	16.0		2.72		10.88								

3.2 ひび割れ性状

ひび割れの発生状況は、鉄筋を用いたはりでは曲げひび割れが成長したのに対して、FRP ロッドを用いたはりでは載荷の初期段階に曲げひび割れが発生したが、その後せん断ひび割れへと進行してからは、せん

Ryota Nakamura, Eiji Sueoka, Tamotsu Shin'yasiki, Mitsuyasu Mashima

断ひび割れのみが成長し、
 曲げひび割れの伸張が抑制された。また、かぶりの
 の小さなはりでは底面に、
 かぶりの大きなはりでは
 側面に破壊直前になって、
 主筋に沿ったひび割れが
 見られたものもあった。
 例として、アラミド繊維
 を用いたはりのひび割れ
 発生状況を図-2に示す。

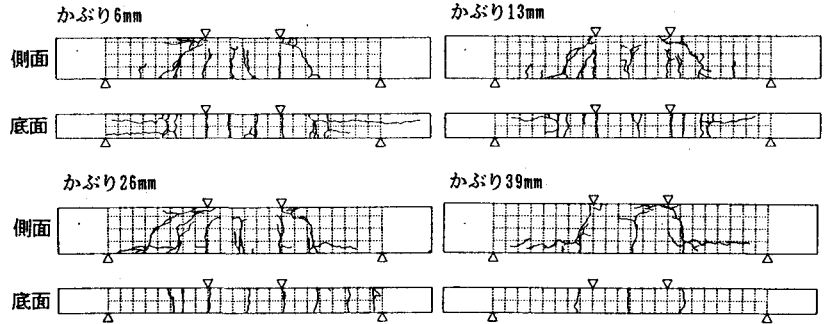


図-2 アラミド繊維を用いたはりのひび割れ発生状況

3.3 ひび割れ幅およびひび割れ間隔

破壊時のかぶりとひび割れ幅およびひび割れ間隔の関係を図-3および図-4に示す(鉄筋に関しては鉄筋の降伏直前とした)。鉄筋を用いたはりとは破壊荷重および破壊形式が異なるので厳密な比較はできないが、ひび割れ幅は鉄筋を用いたはり最も小さく、補強材の弾性係数が小さくなるに従ってひび割れ幅が大きくなった。かぶりによる違いは鉄筋よりFRPロッドを用いた方が大きく、かぶりが小さい程ひび割れ幅が小さくなった。ひび割れ間隔はかぶりが小さい程小さく、FRPロッドを用いたはりではRC示方書の式と一致した。補強筋のひずみとひび割れ幅の関係を図-5に示す。鉄筋を用いたはり、RC示方書の算定式(異形鉄筋)にほぼ一致していたのに対し、FRPロッドを用いたはりでは算定式と比較してひび割れ幅が大きくなった。これはFRPロッドの付着力が鉄筋の付着力に比べて小さいためであると考えられた。

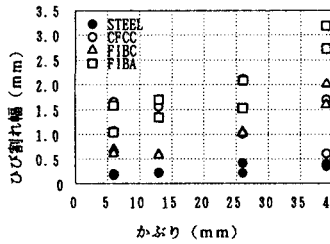


図-3 かぶりとひび割れ幅の関係

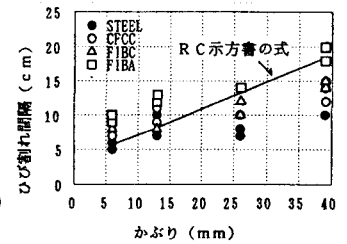


図-4 かぶりとひび割れ間隔の関係

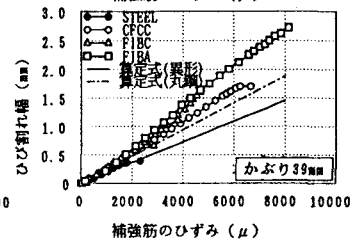
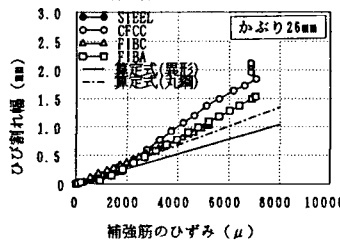
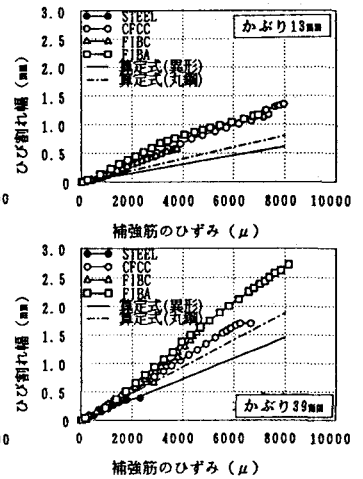
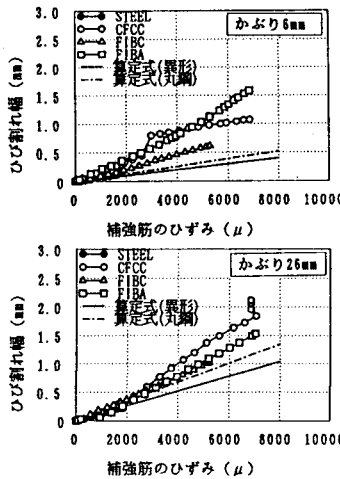


図-5 補強筋のひずみとひび割れ幅の関係

4. まとめ

- (1) 今回の実験では、FRPロッドを用いたはりでは曲げひび割れの伸張に比べてせん断ひび割れの成長が卓越し、その結果斜め引張り破壊を起こす傾向が見られた。
- (2) FRPロッドを用いたはりの一部で、補強筋に沿った軸方向のひび割れがかぶりの小さなはりでは底面に、かぶりの大きなはりでは側面に、それぞれ破壊直前に発生した。
- (3) FRPロッドを用いたはりのひび割れ幅は、RC示方書の算定式と比較して大きかった。原因として、FRPロッドの付着力が鉄筋の付着力に比べて小さいということが考えられた。

参考文献 1) エンクリ標準示方書[平成3年版]設計編、土木学会 pp.51-52 pp.57-58 pp.83-87