

# V-112 FRPロッドで補強したコンクリートはりの曲げ圧縮破壊耐力の低下

徳島大学工学部 正会員 島 弘  
 徳島大学工業短期大学部 正会員 〇横井克則  
 徳島大学工業短期大学部 正会員 水口裕之

## 1. はじめに

各種FRPロッドをコンクリート補強材とするRCはりの曲げに関する研究は、これまでに数多く行なわれている。その結果、これらのはりの挙動は、鉄筋コンクリートの曲げ理論が適用できることが報告されている<sup>1)2)</sup>。しかし、これまでの研究は、せん断スパン比が大きいまたは主筋比の小さい、すなわちせん断の影響が小さいはりを用いて行なわれており、せん断耐力と曲げ耐力がほとんど等しくなるような設計のはりで行なわれているものはない。そこで本研究では、せん断破壊型に近い設計のはりにおける曲げ圧縮破壊耐力について調査した。

## 2. 実験概要

**2.1 供試体** 本実験で用いた供試体は、幅15cm、高さ30cm、長さ270cmのコンクリートはりである。スターラップ比は0.22%、せん断スパン比は3.0、スターラップ間隔は12cmで全供試体(11体)共通とした。主筋には、PC鋼棒、炭素ロッド、アラミドロッドの3種類を用いた。スターラップにはPC鋼線の丸鋼を用いた。補強筋の材料特性を

表-1 補強筋の特性

名 称	直 径 (cm)	断 面 積 (cm <sup>2</sup> )	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	
主 筋	PC鋼棒	各種	各種	1330	1270	200
	炭 素	1.25	0.76	—	1760	140
	アラミド	1.40	1.50	—	1250	60
スターラップ	PC鋼線	0.50	0.20	1320	1760	210

表-1に示す。コンクリートは骨材の最大寸法を13mmとし、目標強度は50MPaとした。各供試体の主筋比およびコンクリート強度を表-2に示す。

### 2.2 載荷方法

載荷は2点集中荷重とし、静的荷重をほぼ5kN間隔で一方向に単調に増加させて破壊に至らしめた。

## 3. 実験結果および考察

**3.1 ひび割れおよび破壊形式** 供試体のひび割れ性状の一例を図-1に、実験結果を表-2に示す。ひび割れは、最初にスターラップ位置に曲げひび割れが発生した後、せん断ひび割れが発生した。せん断ひび割れ幅に関しては既往の研究<sup>3)</sup>でも明らかであるように、弾性係数が大きいPC鋼棒を主筋に用いたはり

表-2 供試体の種類と実験結果

供試体	主 筋	主筋比 (%)	コンクリート 強度 (MPa)	終 局 強 度 (MPa)			Pt.cal	Pu.test
				Pt.cal	Pu.cal	Pu.test	Pu.cal	Pu.cal
S-2.0	PC鋼棒	2.08	53.9	346	384	245	0.90	0.64
A-2.0	アラミド	2.14	52.7	303	270	185	1.12	0.69
S-1.5	PC鋼棒	1.49	59.1	336	373	235	0.90	0.63
C-1.5	炭 素	1.45	68.6	324	364	257	0.89	0.71
A-1.5	アラミド	1.43	50.9	290	228	196	1.27	0.86
S-1.0	PC鋼棒	1.07	56.6	321	325	211	0.99	0.65
C-1.0	炭 素	1.09	59.1	309	299	210	1.03	0.70
A-1.0	アラミド	1.07	50.0	283	202	185	1.40	0.92
S-0.5	PC鋼棒	0.48	62.6	298	160	181	1.86	1.13
C-0.5	炭 素	0.54	63.7	291	241	206	1.21	0.85
A-0.5	アラミド	0.71	51.0	273	173	166	1.58	0.96

(Pt.cal:設計せん断耐力、Pu.cal:設計曲げ耐力、Pu.test:終局曲げ耐力)

のひび割れ幅は小さく、逆に弾性係数が小さいアラミドを用いたはりのひび割れ幅は大きかった。

破壊形式に関してはほとんどの供試体が、スターラップが降伏する前に載荷点付近のコンクリートが圧壊する曲げ圧縮破壊であった。その中で S-0.5の供試体は、主筋が先に破断したので曲げ引張破壊であった。各供試体の設計計算によると、今回の実験で用いたS-2.0、S-1.5、S-1.0およびC-1.5の4体はせん断破壊するものであった。しかし、結果としてほとんどのはりが曲げ圧縮破壊した。したがって、終局曲げ耐力(曲げ圧縮破壊耐力)が設計値よりも低下していることが考えられる。

3.2 曲げ圧縮破壊耐力の低下 図-2は、設計と実験結果の曲げ耐力比を示したものである。横軸が各供試体の設計せん断耐力と設計曲げ耐力の比で、縦軸が曲げ圧縮破壊耐力と設計曲げ耐力の比とした。つまり、横軸が1以下の供試体は、一般的にせん断破壊するとされている供試体で、1以上のものは曲げ破壊するとされている設計である。既往の研究によると、曲げ耐力に関しては現状の設計計算で求めることができると報告されている。しかし、今回の実験では、設計せん断耐力と設計曲げ耐力の比が小さくなるにつれて曲げ圧縮破壊耐力が低下し、横軸の値が1であるとき、すなわち設計におけるせん断破壊と曲げ破壊の遷移領域では、曲げ圧縮破壊耐力は設計値の7割程度になっている。以上のことから、曲げ圧縮破壊耐力の設計計算において、設計せん断耐力が曲げ耐力に近い、すなわち  $V_u \cdot a / M_u$  が1に近い、せん断力の影響が大きいはりでは、従来の曲げ理論による設計式では危険側になることが考えられる。

4. まとめ

FRPロッドで補強したコンクリートはりの曲げ圧縮破壊耐力の設計計算において、設計せん断耐力が曲げ圧縮破壊耐力に近い、すなわち、せん断力の影響が大きいはりでは、従来の曲げ理論による設計式では危険側になることが考えられる。

謝辞：三井建設(株)および東京製鋼(株)から各種FRPロッド、(株)鴻池組の倉本氏から各種PC鋼棒を御提供頂きました。供試体作成および載荷実験は、大学院生の広畑晴俊君に手伝って頂きました。ここに心から謝意を表わし、厚くお礼申し上げます。

<参考文献> 1)小沢ら：FRP筋で補強したコンクリートはりの曲げ疲労性状，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.9，No.2，pp.269-274，1987. 2)丸山ら：異形CFRPロッドを用いたRCはりの曲げ性状，土木学会第43回年次学術講演会，pp.660-661，1988. 3)寺田ら：FRPをせん断補強筋に用いたRCはりの破壊性状について，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.10，No.3，pp.541-546，1988.

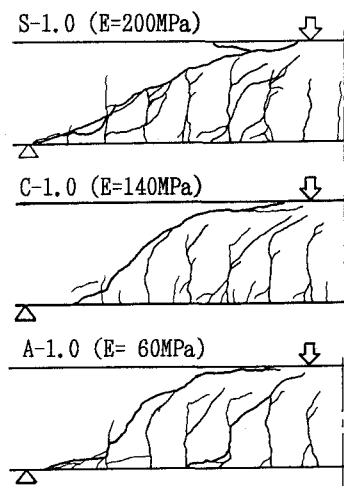


図-1 ひび割れ性状

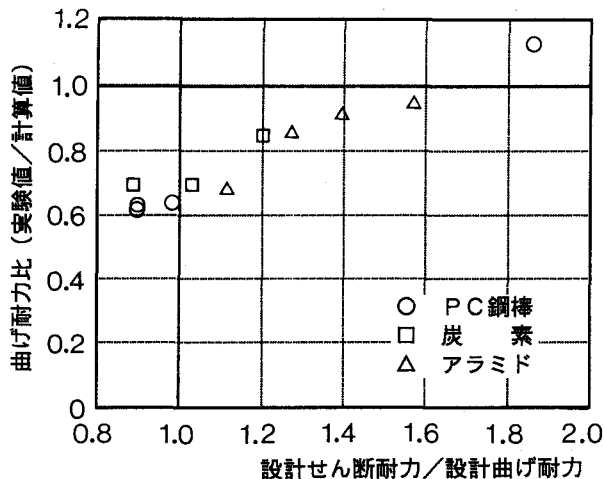


図-2 曲げ圧縮破壊耐力の低下