

## V-110

FRPを主筋に用いたコンクリート  
部材の曲げ挙動に対するかぶりの影響

国土館大学工学部 正員 川口 直能  
早稲田大学理工学部 正員 関 博

## 1. まえがき

一般に繊維強化プラスチック(FRP)については材料としての実用上の諸性質はおおむね明らかにされ、最近はその耐錆、軽量、高強度、非磁性などの特性を生かした部材または構造物に対する適用性が検討されている。

本報告は、FRPのコンクリート構造材への適用を目的とした一連の研究のうち、主として資料が比較的少ないと思われるFRP筋に対するかぶりの大小が部材の曲げ挙動に及ぼす影響の有無、とくに曲げ性状下におけるかぶりを変化させたことによるせん断着破壊、定着部破壊などの誘起性の有無に着目して、実験面から検討したものである。

## 2. 実験方法

アラミド連続繊維を主材料とした公称直径10mm, 8mmの組紐状FRPロッドを、それぞれ主筋、スタップに用いた図1に示す形状のコンクリート部材を、主筋に対するかぶり $i_0$ を4種類( $i_0=8, 23, 38, 53$ mm)に変化させ、表1に示した配合表に従って製作した。主筋量( $A_s=A'_s=3\phi 10$ )、有効高さなどはすべて一定とし、スタップについては示方書に準じて算定したものをらせん状に配置した。なお、主筋については付着性をある程度確保するために砂付きのものとし、試験体総本数は1つのかぶりに対し3体、計12体である。

それぞれの試験体について図1に示すように2点載荷を施し、破壊に至るまでのコンクリートのひずみ、FRPのひずみ、たわみ、曲率分布などを測定して、かぶりの変化が破壊に至る挙動に与える影響を調べた。なお、コンクリートのひずみについてはゲージ長さ10cmのコンタクトゲージにより、またFRP筋のひずみについてはゲージ長さ2mmのワイヤストレインゲージによった。また、本実験の主たる目的からは多少それるが、参考のために正方向載荷で破壊させたのちに試験体を反転させて、負方向載荷挙動についても若干の検討を行った。

## 3. 実験結果

測定結果の要点を表2に、また破壊時のひびわれ状況の代表例を図2に示した。同表および破壊に至るまでの観察結果から次の定性的な傾向が認められた。

(1) 破壊性状: いずれの試験体も曲げひびわれ、斜めひびわれの発生、発達を経て最終的に圧縮部コンクリートの圧壊によって破壊し、いわゆるせん断破壊は認められなかった。また、破壊に至るまでの荷重と変形の関係はおおむね直線的であり、曲げひびわれの間隔はほぼスタップ間隔に等しく、最大耐力近傍のひびわれ幅は均等に2~3mm程度であった。なお、かぶりが23mm以上の試験体については、破壊荷重の30~50%程度の荷重で主筋に沿う軸方向のひびわれの発生が認められたが、このひびわれは少なくとも耐力には影響を与えなかった。

(2) 破壊荷重: 試験機が示した最大荷重を破壊荷重とした。表2に示したように破壊荷重は6~6.5tf程度であり、かぶりの変化による顕著な差は認められなかった。なお、いずれの試験体も曲げ破壊を呈したと、ひずみの直線分布性が終局時まで観察された点に注目して、はり理論<sup>(1)</sup>によって破壊荷重の計算値を求め、表中に記した。

(3) 破壊時の変形: 破壊時の圧縮側上縁のコンクリートのひずみ、引張側FRP筋のひずみは、それぞれ $4500\sim 5000\times 10^{-6}$ 、 $12000\sim 14000\times 10^{-6}$ であり、かぶりの大小による差は認められなかった。また、曲率( $\phi\cdot d$ )についても、かぶりによらずほぼ $17000\sim 18000\times 10^{-6}$ であ

り、従来から指摘されている通り、同一補強条件のRCはりには比べて低い結果が得られた。

(4) 負方向載荷: 本実験に用いた試験体形状では負方向載荷に対しては有効高さ、圧縮側主筋の挿入位置が変化することになるので単純な比較は出来ないが、負方向載荷時にはFRPの破断、せん断付着破壊、斜め引張破壊など、試験体によって種々の破壊性状が観察された。したがって例えば正負の組み合わせ荷重下のFRP部材の設計には、さらに資料の集積と検討が必要なが予想される。

4. まとめ

A FRPを主筋、その他の補強筋に用いたコンクリート部材について、かぶりの変化が曲げ破壊挙動に及ぼす影響に重点をおいて実験を行った。本実験の範囲内で得られた特徴を記せば次の通りである。

- (a) FRPによる配筋方法、材料の品質などが一定の場合、曲げ、せん断について示方書に準じて補強がなされていれば、少なくとも一方向曲げ破壊挙動に対してはかぶりの影響は認められない。
- (b) せん断破壊が誘起される場合、あるいは正負の曲げなどが作用する場合、さらに使用状態で問題となるひびわれ幅、付着の影響などについては今後の課題と思われる。

文献: (1) 川口他, 土木学会論文報告集 第283号, 1979年3月

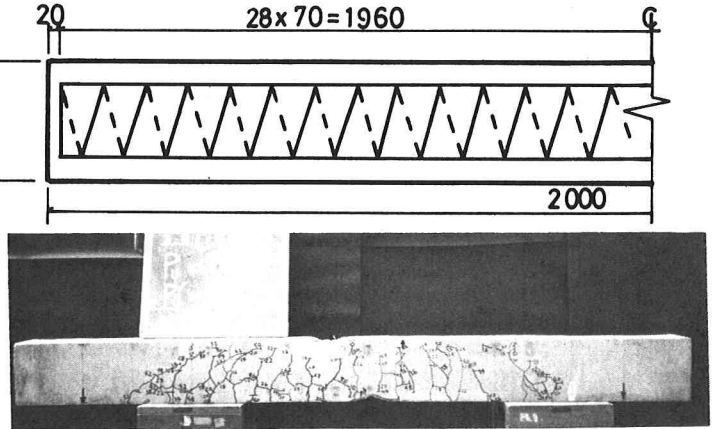
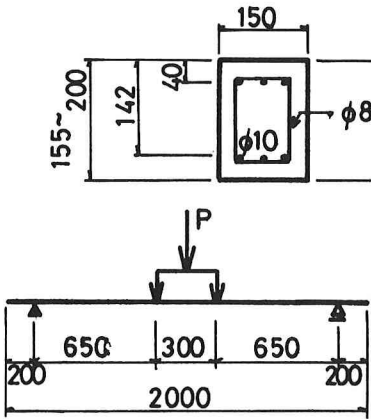


図1 試験体の形状および載荷条件

図2 破壊時のひびわれ状況の一例

表1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	air (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
					W	C	S	G
20	7 ± 1	2	52.1	46.0	183	352	806	960

表2 測定結果

かぶり i <sub>0</sub> (mm)	破壊荷重 P <sub>u</sub> (tf)			終局変形					コンクリートの 品質 f <sub>c</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> ) 材令約90日	破壊領域の 長さ l <sub>z</sub> (cm)
	測定	計算	測/計	ε <sub>su</sub> (×10 <sup>-6</sup> )	ε <sub>cu</sub> (×10 <sup>-6</sup> )	曲率 φ · d (×10 <sup>-6</sup> )				
						測定	計算	測/計		
8	6.2	7.02	0.88	14510	4560	17800	17920	0.99	458	23.7
23	6.0	7.01	0.86	11890	4960	17600	17920	0.98	458	24.9
38	6.3	6.64	0.95	13160	4680	17200	17360	0.99	418	13.6
53	6.4	6.63	0.97	12730	4890	17500	17360	1.01	418	16.8

・ 諸数値  
 コンクリート: ε<sub>co</sub> = 3500 × 10<sup>-6</sup>, ε<sub>cu</sub> = 5000 × 10<sup>-6</sup>  
 FRP: E<sub>FRP</sub> = 0.63 × 10<sup>6</sup> kgf/cm<sup>2</sup>, σ<sub>su</sub> = 13360 kgf/cm<sup>2</sup>  
 ・ 破壊荷重の95%時の値