

V-476

傾斜配置連続繊維緊張材によりプレストレスを導入した
コンクリート梁のせん断補強に関する研究

九州工業大学 学生員 久寿米木 義昭 正会員 出光 隆

九州共立大学 正会員 渡辺 明 オリエンタル建設 正会員 近藤 順

1. まえがき

近年、コンクリート部材の補強材として連続繊維緊張材(以下FRPと略称)が注目され、種々の利用方法について各方面で研究が進められている。本研究では、コンクリートのノンメタル化を図るためにせん断補強筋にFRPを用い、せん断ひび割れの抑制とせん断耐力の向上を目的として、FRPにプレストレスを導入し、またその配置角度を変えてコンクリート梁を作製し、その梁の力学特性とFRPのせん断補強効果について検討した。

2. 実験概要

本実験で使用したせん断補強材であるFRPの材料特性値を表-1に示す。供試体は $200 \times 400 \times 3000\text{mm}$ の短型断面で有効高さは 340mm である。供試体種類はFRPの種類・プレストレスの有無・FRPの配置角度を実験要因とした8種類とした。FRPは供試体片側部分にのみ用い 250mm 間隔で計5本配置し、プレストレスを導入する場合は、そのFRPの保証破断荷重の6割とした。実験は単純ローラー支持の対称2点載荷とし、梁のせん断スパン比が $a/d=3.0$ となるように、スパンを 2540mm 、せん断スパン a を 1020mm とした。加圧は単調漸増静載荷とし、 5tf 毎にFRPのひずみ、供試体のたわみおよびひび割れ幅を測定した。

表-1 材料特性値

材質	構成	公称直径(mm)	断面積(mm^2)	保証破断荷重(tf)	弾性係数(kgf/mm^2)	伸び率(%)
アラミド	組紐	9.0	63.0	9.60	7000	2.4
アラミド	組紐	10.4	85.0	12.8	7000	2.0
炭素	より線	10.5	55.7	9.80	14000	1.6

3. 実験結果及び考察

実験結果の一覧を表-2に示す。なお、破壊荷重の計算値は鉄道総合技術研究所の式によってせん断耐力を計算した。

表-2 実験結果

供試体名	FRP	緊張力(tf) ($\times 0.6$)	コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm^2)	せん断ひび割れ 発生荷重(tf)	破壊荷重(tf)			破壊形式
					1.実験値	2.計算値	1/2	
A0-90-1	アラミド $\phi 10.4$	0	560	30.0	54.9	40.0	1.37	せん断圧縮破壊
A6-90-1	アラミド $\phi 10.4$	12.8	560	47.5	76.6	58.6	1.31	せん断圧縮破壊
A6-60-1	アラミド $\phi 9.0$	9.60	430	35.0	68.3	57.4	1.19	載荷点圧壊
A6-60-2	アラミド $\phi 9.0$	9.60	426	40.0	61.9	57.4	1.08	せん断圧縮破壊
A6-45-1	アラミド $\phi 9.0$	9.60	330	35.0	64.1	57.0	1.12	載荷点圧壊
A6-45-2	アラミド $\phi 9.0$	9.60	408	40.0	70.6	58.4	1.21	載荷点圧壊
C0-90-1	炭素 $\phi 10.5$	0	529	24.0	44.4	44.6	1.00	せん断圧縮破壊
C0-90-2	炭素 $\phi 10.5$	0	588	25.0	48.1	45.4	1.06	せん断圧縮破壊
C6-90-1	炭素 $\phi 10.5$	9.80	426	35.0	65.0	48.4	1.34	せん断圧縮破壊
C6-90-2	炭素 $\phi 10.5$	9.80	546	35.0	66.0	50.2	1.31	せん断圧縮破壊
C6-60-1	炭素 $\phi 10.5$	9.80	445	45.0	80.8	58.4	1.38	せん断圧縮破壊
C6-60-2	炭素 $\phi 10.5$	9.80	598	38.0	74.8	60.8	1.23	載荷点圧壊
C6-45-1	炭素 $\phi 10.5$	9.80	521	40.0	81.8	60.8	1.35	載荷点圧壊
C6-45-2	炭素 $\phi 10.5$	9.80	498	45.0	78.5	60.6	1.30	載荷点圧壊

表-2の破壊荷重において実験値はほぼ計算値を上回っている。A6-45, A6-60の供試体はA6-90の供試体と比べて破壊荷重の実験値が下回っており, またせん断ひび割れ発生荷重も低くなっている。これはFRPを傾斜配置した供試体の破壊荷重が実験装置の許容範囲を越えると予想されFRPの径を小さくしたためである。径の大きさが同一である炭素繊維を用いた供試体で実験値と比較すると, プレストレスを導入することでせん断ひび割れ発生荷重は約10~20tf向上し, 破壊荷重においては約1.5~2.0倍となっており, プレストレス導入によるせん断補強効果が表れている。また, C6-45, C6-60の供試体はC6-90の供試体に比べてせん断ひび割れ発生荷重は高く, 破壊荷重も上回っている。このことは計算値でも同様であり, FRPを鉛直よりも傾斜配置した方が高いせん断補強効果を示すことが確認された。しかし, プレストレスを導入した供試体は実験値と計算値に大きな差がみられる。これは, プレストレスを導入することによりひび割れ幅が抑制され, インターロッキング効果が大きくなったためと考えられる。次に, 各配置角度における破壊形式と比較すると, 90°の供試体はすべてせん断圧縮破壊であり, 60°の供試体はアラミド, 炭素繊維ともに載荷点圧壊とせん断圧縮破壊が1つつあり, 45°の供試体はすべて載荷点圧壊であった。よって, コンクリートの圧縮強度を上げれば60°と45°の供試体は破壊荷重が上がると考えられる。また, 60°の供試体はせん断圧縮破壊したものもあるため, 配置角度を45°にした方が高いせん断補強効果が得られる可能性があると考えられる。

次に, アラミド繊維・炭素繊維を用いた供試体においてそれぞれ荷重とFRPのひずみとの関係を図-1-(a), (b)に示す。

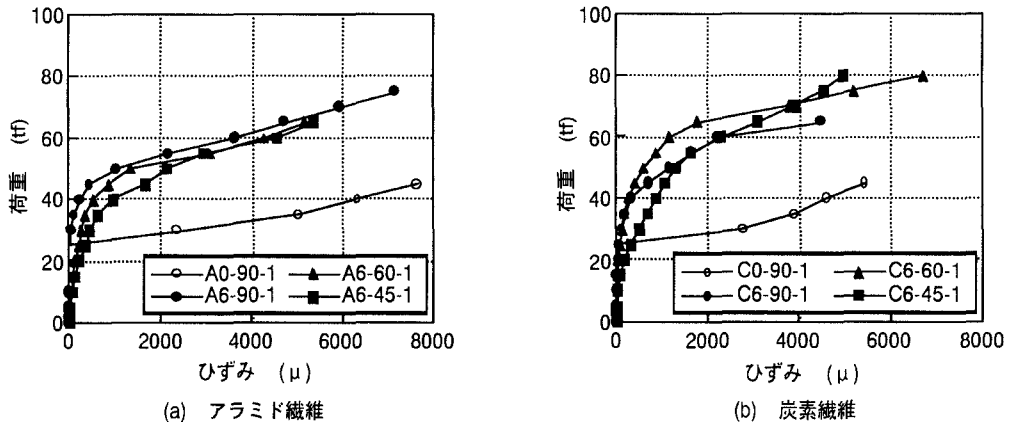


図-1 荷重とひずみの関係

図-1より, プレストレスを導入していない供試体は, コンクリートの持つせん断耐力を越えるとひずみが急激に増大している。それに対しプレストレスを導入した供試体にはその傾向はみられず緩やかな曲線を描いている。また, プレストレスを導入した供試体は低荷重段階からひずみが徐々に生じ始めており, FRPを傾斜配置した供試体はさらに低荷重時からひずみが生じ始めている。これはプレストレスを導入したことにより低荷重時にFRPがせん断力を負担しており, 傾斜配置を行うことによりその効果は大きくなると考えられる。このことは表-2の炭素繊維におけるせん断ひび割れ発生荷重がプレストレスを導入したものは高く, 傾斜配置したものはさらに高い値を示すことにより確認される。

4. 結論

- (1) FRPをせん断補強材として用いる場合, 従来の鉄筋代替として用いるよりも緊張材として用いた方が, その材料特性を有効に生かすことができる。
- (2) FRPを緊張材として用いた場合, その配置角度を鉛直よりも60°, 45°と角度をつけた方が高いせん断補強効果を示すと考えられる。