

繊維棒材補強コンクリート梁の曲げ性状

近畿コンクリート工業欄 正員○岩本 勲

関 西 電 力 欄 正員 酒井 研二・正員 打田 靖夫
立 命 館 大 学 正員 児島 孝之

1. はじめに

近年耐腐食性コンクリート補強用材料として、繊維と樹脂との複合材料（繊維棒材、FRP筋）に関する研究が進められている。筆者らも、炭素、アラミド、ビニロンの繊維棒材について、引張特性、耐薬品性、付着特性、疲労特性等については既に報告しており¹⁾、その高い引張強度特性からPC緊張材としての使用が有望視されている。また錆びないという特性から、ひびわれを許容するRC部材の補強筋として用いることも考えられる。そこで本報告は、炭素およびアラミド繊維棒材を非緊張補強筋として用いたRC梁の、曲げ性状について検討したものである。

2. 実験概要

実験に用いた繊維棒材の物性値を表-1に示す。表中の値は、3供試体の平均値であり、付着強度は径が6mmの棒材を用いたJIS原案による引き抜き試験結果である（図-2参照）。棒材の形状は、

何れも付着強度の大きな組

紐状としたが、これらは、

径が大きくなるにつれて、引

張強度が低下するようである。

因みにφ6mmの炭素およびアラミド繊維棒材の引

張強度は、それぞれ16,100

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

と15,300kgf/cm²であった。供試体は、図-1に示すようにフランジ幅38cm、フランジ厚8cm、高さ26

cm、長さ320cmのT形梁とし、有効高さ23.4cmの位置に繊維棒材を2本配置した。鉄筋比は0.23と0.45である。使用したコンクリートの水セメント比は44%、粗骨材の最大寸法は13mmで細骨材率は44%とした。試験時の圧縮強度は530kgf/cm²、曲げ強度は52kgf/cm²、弾性係数は 3.6×10^5 kgf/cm²であった。曲げ試験は各シリーズ2体ずつ、合計6体実施し、その内各1体ずつは単調荷重、残り1体ずつは破壊まで5段階の繰返し荷重とした。

表-1 繊維棒材の物性値

種 類	径 (mm)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	破断伸度 (%)	付着強度 (kgf/cm ²)
炭素 CB	12	10,400	15.1×10^5	0.7	161
アラミド KB	12	12,900	6.9×10^5	1.9	123
ミド KB	16	11,600	6.0×10^5	1.9	123

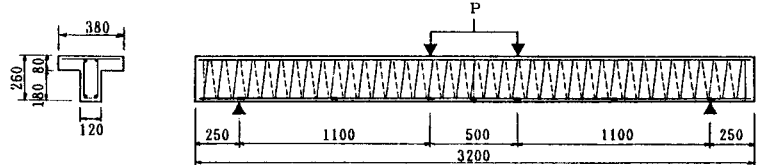


図-1 供試体及び荷重方法

表-2 実験結果

供 試 体		ひびわれ荷重		破 壊 荷 重	
		実験値 (tf)	計算値比	実験値 (tf)	計算値比
CB φ12×2	No.1	1.0	0.67	9.7	1.15
	No.2	1.2 (1.50)	0.80	9.5 (8.4)	1.13
KB φ12×2	No.1	1.2	0.83	9.0	0.84
	No.2	1.4 (1.45)	0.97	7.9 (10.7)	0.74
KB φ16×2	No.1	1.3	0.88	10.6	0.57
	No.2	1.0 (1.48)	0.68	10.6 (19.7)	0.57

() は計算値

実験結果を表-2に示す。実験値は、ひびわれ発生荷重、破壊荷重とも繊維棒材の種類、補強筋量によらずほぼ同程度の値を示した。ひびわれ発生荷重は計算値の0.67～0.97と低い値を示した。

供試体KB φ16×2はほぼ釣り合い補強筋量で、KB φ12×2とCB φ12×

Kaoru IWAMOTO, Kenji SAKAI, Yasuo UCHITA, Takayuki KOJIMA

2は、それ以下である。計算上は、何れの供試体も曲げ引張破壊となるが、実験ではCB $\phi 12 \times 2$ は曲げ引張破壊となったものの、KB $\phi 16 \times 2$ とKB $\phi 12 \times 2$ とは付着割裂ひびわれ発生後かぶりコンクリートが剥落して実験を終了した。そのために破壊荷重は、計算値よりも小さな値となったと考えられる。このように高強度な補強筋を用いた場合、耐腐食性上のかぶりは小さくて良いが、付着応力度が大きくなるので、そこから最小かぶりの限界値が決まってくることもある。

荷重とたわみとの関係は、図-3に示すように何れのシリーズも、ひびわれ発生前と発生後の2直線で表される。そしてひびわれ発生後のこの曲線の傾きは、補強筋の引張剛性（断面積 $\times$ 弾性係数）に依存している。また繊維棒材は弾性範囲内にあるにもかかわらず、除荷時の残留たわみは、従来のRC梁と比較して大きいようである。この理由として、繊維棒材の最大付着強度は、表-1に示したように120~160kgf/cm²と異形鉄筋に近い値を示したが、その付着応力-すべり曲線を見てみると、図-2に示すように繊維棒材は20~40kgf/cm²という低い荷重からすべり始めているのに対して、異形鉄筋では80kgf/cm²程度になってからすべり始めている。この付着特性の差と弾性係数の低い事が相まって、残留たわみが大きくなったと考えられる。

ひびわれの分散性は、図-4に示すように従来のRC梁と同程度で、ひびわれ間隔は17~25cm（補強筋径の約15倍）となった。しかしたわみ性状と同様に、ひびわれ幅の増加は大きく、ひびわれ発生荷重において初ひびわれは0.3~0.5mm程度開き、ひびわれ発生荷重の2倍の荷重でひびわれ幅もほぼ2倍となった。そして最終荷重付近で付着割裂ひびわれが発生する頃には、最大ひびわれ幅は2~3mmに達した。

4. ま と め

このように繊維棒材を主筋としたRC梁は、ひびわれ発生後剛性が著しく低下し、たわみ、ひびわれ幅の制御ができない。繊維棒材の高い引張強度特性により、終局耐力は高められるが、使用状態におけるひびわれが、このような構造部材においてどの程度許容されるかについては、現在明確な規準がなく検討を要する課題である。従ってこれらの繊維棒材をRC部材の補強筋としてではなく、PC緊張材として使用し、使用状態の諸特性を改善する方が現実的な方策と考えられる。 [参考文献]

1) 岩本 他：コンクリート補強用繊維の基本特性，平成元年度、平成2年度土木学会関西支部年次講演会

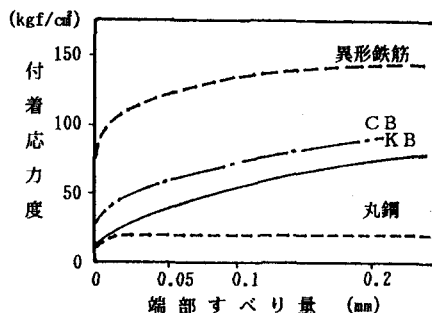


図-2 付着強度試験結果

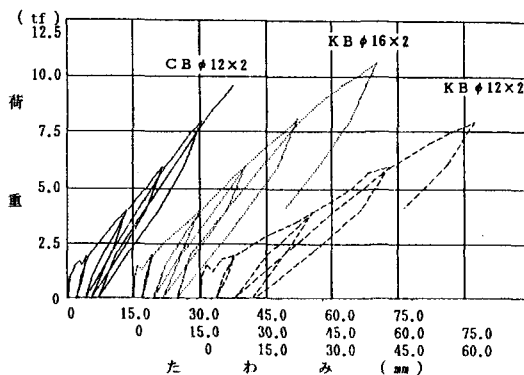


図-3 荷重-たわみ曲線

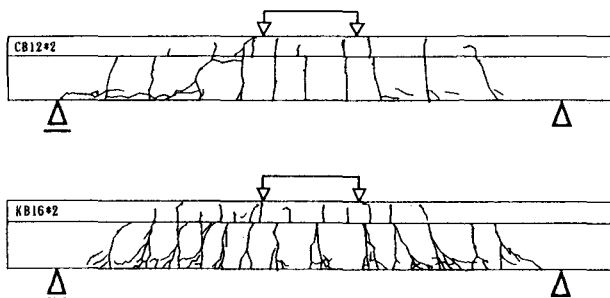


図-4 ひびわれ発生状況