

V-47

ビニロン繊維を用いた繊維補強コンクリートの曲げ特性

読売東京理工専 (正) 趙 カ 采
東 大 生 研 (正) 小 林 一 輔
東 大 生 研 (正) 西 村 次 男

1. はしがき

コンクリート中に短繊維をランダム配向状態で分散させた繊維補強コンクリートの繊維材料としては、スチール、耐アルカリガラス及び合成樹脂などがある。前二者を用いた繊維補強コンクリートの力学的特性についてはかなり明確にされてきているが、合成樹脂系の繊維補強コンクリートに関しては、種々の性能の繊維が開発段階にあるため、それらの繊維を用いた複合材料としての特性も明らかにされていない点も多い。

合成樹脂系の繊維としては、ポリアミド、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリアクリルニトリル及びポリエチレン繊維などの比較的、引張強度ならびにヤング係数が低いものとアラミド繊維のように引張強度とヤング係数が非常に高い繊維があり、用いる繊維の種類によって繊維補強コンクリートの曲げ特性も異なってくる。

本文は、前述のアラミド繊維を除いて、引張強度が高く、コンクリートに近い値のヤング係数を持つポリビニルアルコール系の繊維、すなわち最近市販代替品として開発され実用化されつつあるビニロン繊維を束束系タイプとした短繊維を混入した繊維補強コンクリートの曲げ特性を実験的に検討したものである。

2. 実験の概要

2.1 使用繊維

使用した繊維は表-1に示すような諸元を持つ、長さが30mmの束束系タイプのビニロン繊維ならびに長さが40mmのポリエチレン繊維の2種類である。なお、表-1のビニロン繊維の引張強度及びヤング係数は、束束前のモノフィラメント状態の時の値がそれぞれ、 150 kg/mm^2 及び 3700 kg/mm^2 であるので、束束したことにより低い値となっている。

一方、比較対象として用いたポリエチレン繊維は、引張強度とヤング係数がビニロン繊維の値の約1/5である。

表-1. 使用した繊維の諸元

種別 諸元	ビニロン繊維	ポリエチレン繊維
比重	1.30	0.96
長さ	30mm	40mm
換算径	0.5mm	0.9mm
引張強度	94 kg/mm^2	20 kg/mm^2
ヤング係数	2600 kg/mm^2	500 kg/mm^2

2.2 コンクリートの配合

表-2. プレーン及び繊維補強コンクリートの配合

コンクリートの配合は、いずれも水セメント比が50%、粗骨材最大寸法が15mm一定のものである。繊維混入率は、1.0、1.5及び2.0%とし、プレーンコンクリート及び繊維補強コンクリートのいずれもスランプ値が $10 \pm 2 \text{ cm}$ となるように

繊維混入率 (%)	S/A (%)	単位重量 (kg/m^3)				Air (%)
		W	C	S	G	
0	50	200	400	881	911	1.0
1.0	65	240	480	983	447	2.0
1.5	75	250	500	1092	376	2.0
2.0	85	269	538	1157	211	2.0

定めた表-2の配合により製造した。曲げ試験用供試体は $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱体とし、成形後、試験材を2週及び3ヶ月まで $20 \pm 1^\circ \text{C}$ の標準養生を行った。

2.3 曲げ試験

曲げ試験は、材令2週及び3ヶ月において、変位制御型の材料試験機（島津オートグラフ、DSS-10T）を用いて、3等分点2点載荷法（スパン30cm）により強度及び変形特性を求める変位計を取付けて実施した。

なお、載荷速度はクロスヘッドスピードを 0.5 mm/min と 50 mm/min の2水準として変化させた。

3. 実験結果

図-1及び図-2はそれぞれ、繊維混入率を0から2%まで変化させたビニロンならびにポリエチレン繊維補強コンクリートの載荷速度0.5 mm/minと50 mm/minの場合の曲げ荷重-たわみ曲線を示したものである。

これらの図から得られる曲げ荷重-たわみ特性は以下のようなものである。すなわち、ひびわれ発生荷重まではほぼ弾性的に挙動し、ひびわれ発生と同時にその耐力は一担低下するが、変形の進行に伴って耐力が増加しはじめ、ビニロン繊維の場合は最大値に達したのち、ゆるやかに減少し、ポリエチレン繊維の場合は、たわみ量が2 mm時までは耐力が増加の傾向を示す。

又、ひびわれ発生後の荷重の低下はひびわれ発生に伴ない、コンクリートが受持っていた引張力が繊維に移行する領域であるが、繊維混入率及び載荷速度が高いほど、荷重の低下の度合と耐力が増しはじめる時点でのたわみ量も小さいことがわかる。さらにビニロン繊維の場合、ポリエチレン繊維に比しヤング係数が高いことにより、後者より耐力の低下量ならびに耐力が増加しはじめる時点のたわみ量が相当に小さく、優れた靱性を示している。なお、曲げ荷重-たわみ曲線の面積を求めて評価した曲げ靱性は、ビニロン繊維の場合、ポリエチレン繊維の値の約1.3～1.5倍の値であった。

一方、図-3は各繊維混入率の場合のひびわれ強度とひびわれ後の最大強度との関係を2種の載荷速度について示したものである。

ひびわれ発生荷重は載荷速度0.5 mm/minにおいて、いずれの繊維を用いた場合もプレーンコンクリートとほぼ同等であるが、載荷速度が50 mm/minにおいて、ビニロン繊維を用いた場合のみ、繊維混入率が増加に従ってひびわれ荷重が増す傾向を示す。

また、ひびわれ発生後の最大強度は、繊維混入率ならびに同一繊維混入率でも載荷速度が大きいほど高い値を示し、ビニロン繊維における値はポリエチレン繊維の場合に比し、相当に大きい値を示している。前者の傾向はひびわれ強度が増大する理由は明らかではないが、繊維のヤング係数がコンクリートの値に近いことにより、載荷速度が大きい場合の急激なひびわれの進展を吸収する効果によるものであるとも考えられる。

なお、材料3ヶ月の結果については当日報告する予定である。

4. 謝辞

本実験の実施に当たり、ビニロン繊維資料を提供して頂いた（株）クラレに深謝致します。

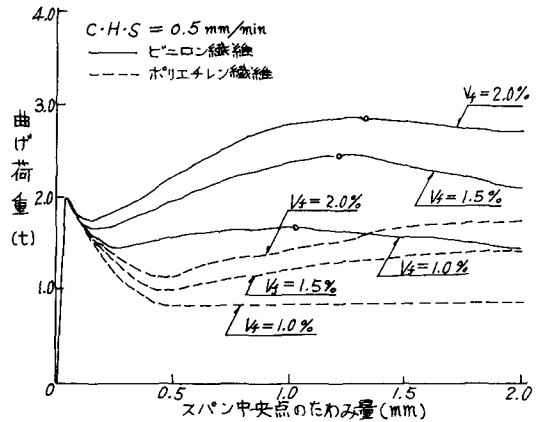


図-1. ビニロン及びポリエチレン繊維補強コンクリートの曲げ荷重-たわみ曲線 (C.H.S.: 0.5 mm/min)

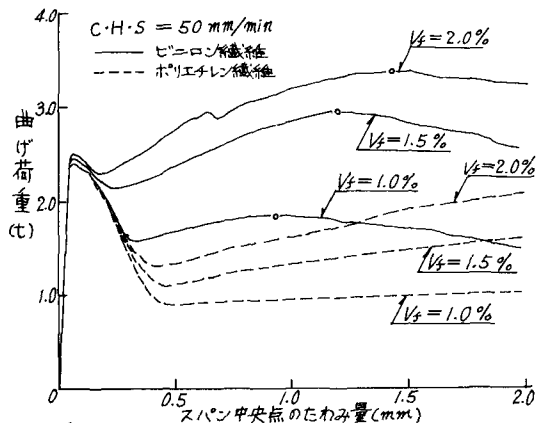


図-2. ビニロン及びポリエチレン繊維補強コンクリートの曲げ荷重-たわみ曲線 (C.H.S.: 50 mm/min)

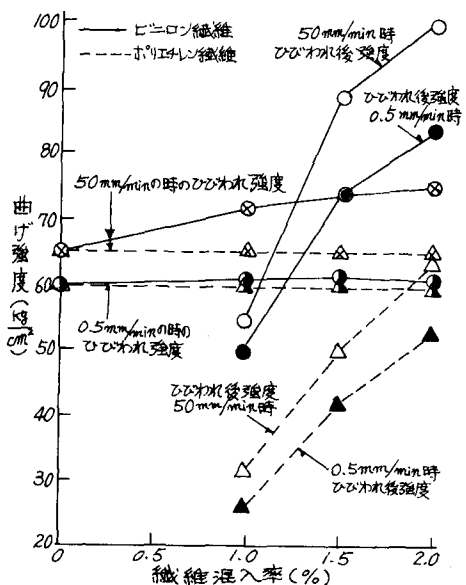


図-3. 2種の繊維補強コンクリートの曲げ強度特性