

繊維補強コンクリートの純ねじりに対する挙動について

大阪市立大学工学部 正 員 真嶋光保

大阪市立大学工学部 学生員○辰巳修二

1. 目 的

本研究ではコンクリート中にランダムな方向に混入されている短繊維の働きにより、複雑な方向の荷重に対して、従来の普通コンクリート以上の耐力が期待できる繊維補強コンクリート (FRC) を用いて、その純ねじりに対する挙動を研究し、コンクリート中の繊維がどの程度の補強効果があるのか、さらに各種繊維間の補強効果の比較を行ない、それぞれの繊維の特性などを調べることを目的とする。

2. 実験概要

実験目的に応じ実験計画を表-1のように決定した。繊維は、ガラス繊維、ビニロン繊維、鋼繊維の3種類を使用した。横方向鉄筋比(P_v)が0.830%のものは、スタラップ間隔(S)が有効高さの1/2以下ということ考慮し、 $S=6\text{cm}$ としたもので、2倍の12cmとしたものが $P_v=0.415\%$ のものである。 $P_v=0\%$ は、軸方向鉄筋のみの供試体のことである。セメントは早強セメントを使用した。細骨材は海砂、粗骨材は砕石を使用し、その物理的性質を表-2に示す。使用した各種繊維の物理的性質は表-3に示した。本研究では、繊維の種類による力学的な特性の差を明らかにするため、FRCおよび普通コンクリートの配合強度(250kg/cm^2)を一定にする必要がある。

このため配合については、水セメント比を53%と一定とした。配合は表-4に示す。混和剤としては、凝結型遅延剤をセメント重量1kgにつき100ccの割合で混入した。混合は、強制練りミキサを使用し、す

べての供試体は打設後、直ちに室温 $20^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度60%の恒温室内に入れて約24時間放置後脱型し、さらに恒温室内で7日間の湿布養生をした。なお、FRCでは繊維の混入率によって力学的特性が大きく違ってくると思われるので、繊維の混入率をすべてのFRCで一定とすることとし、部材容積に対する外割りにより1%とした。供試体は、 $15\times 15\times 130\text{cm}$ (幅×高さ×長さ)のものを各種繊維ごとに4種類ずつ合計16本作成した。

表-1 実験計画

要 因	水 準
繊維の種類	PLAIN, ガラス, ビニロン, 鋼
横方向鉄筋比	無筋, 0%, 0.415%, 0.830%

表-2 骨材の物理的性質

	最大寸法 (mm)	比重	吸水率 (%)	粗粒率 F-H
粗骨材	15	2.49	0.81	6.39
細骨材	5	2.54	2.22	1.91

表-3 各種繊維の物理的性質

繊維	形状	比重	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
ガラス	$\phi 13.5\mu\text{m}\times 25\text{mm}$	2.67	1200~1600	7.84
鋼	$\phi 0.5\text{mm}\times 30\text{mm}$	8.00	640	200
ビニロン	1200d/500F $\times 24\text{mm}$	1.30	1440	29.4

表-4 繊維補強コンクリートとPLAINコンクリートの配合

	Gmax (mm)	slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (cc/m ³)
						W	C	S	G	
Plane	15	8.0	5.0	53	47	200	377	758	835	3770
繊維補強 コンクリート	15	20.0	5.0	53	45	234	442	634	787	4420

MITSUYASU MASHIMA, SHUJI TATSUMI

3. 実験結果および考察

アムスラー試験機を用いてねじり載荷を行なった。その概要を図-1に示す。本研究で得られた結果と理論値を表-5に示した。終局モーメントの算定は以下の仮定による。ひびわれ発生後のねじりモーメントに対する抵抗は、鉄筋の引張力とコンクリートの圧縮力によるものとし、中空断面トラスモデルによる釣り合い式から算定した。表-5でPvが0.415%と0.830%のものについて、PLAINでは終局モーメントの理論

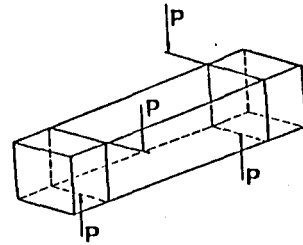


図-1 ねじり試験概要

値と実験値がほぼ等しいのに対し FRCでは実験値のほうがはるかに上回っている。これは FRC については繊維が理論値の算出の際に仮定されていない引張材としてもねじりモーメントに抵抗したためと考えられる。このことは本実験で破壊した供試体を見るとコンクリートの圧壊は

表-5 実験結果および理論値

	PLAIN	ガラス	ビニロン	鋼
無筋	2.66	3.76	3.00	3.88
	2.82	4.26	3.53	3.66
0%	—	—	—	—
	—	—	—	—
0.415%	3.03	3.03	3.03	3.03
	3.68	5.89	4.46	4.92
0.830%	4.00	4.00	4.00	4.00
	3.74	6.28	4.42	5.34
		68	18	43

終局モーメント理論値 (KNm)
終局モーメント実験値 (KNm)
終局モーメント増加率 (%)

終局モーメント増加率 (%)

$$= \left(\frac{\text{各種繊維終局モーメント}}{\text{PLAIN終局モーメント}} - 1 \right) \times 100$$

みられず、破壊強度に対してはコンクリートの圧縮強度は関係していなかったと思われ、コンクリートは引張力で破壊したということから考えられるものである。本研究では、繊維の種類が違うだけで強度の影響因子は同じ条件であるため、繊維の引張材としての能力は、破壊強度の差として現れてくる。そこで、表-5で終局モーメントの増加率をみると、ガラス繊維では 50~70%、ビニロン繊維では20~40%、鋼繊維では30~50%の増加が見られるのがわかる。つぎにねじりモーメントとコンクリートおよび鉄筋のひずみ関係を見ると、図-2でガラス繊維がもっとも剛性が高くついでビニロン、鋼繊維の順となっている。図-3で鉄筋ひずみは供試体が終局状態に近づくまでほとんど現れていない。すなわち、純ねじりに抵抗するものとしてはコンクリート断面と補強鉄筋が考えられるが、ひびわれ発生前では主にコンクリートがひびわれ発生後では主に鉄筋が抵抗していると言える。

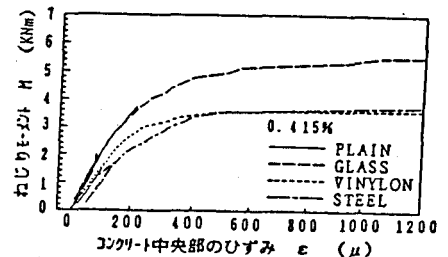


図-2 ねじりモーメントとコンクリート中央部のひずみ関係

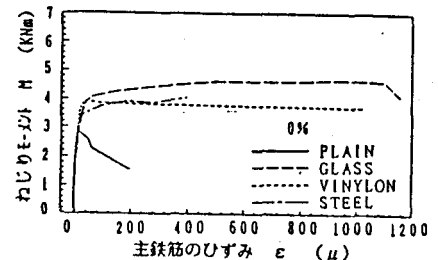


図-3 ねじりモーメントと主鉄筋のひずみ関係

4. 結論

ひびわれ発生後、FRC中の繊維が圧縮材としてだけでなく、引張材としてもねじりモーメントに抵抗するため、PLAINよりも引張強度を改善するFRCでは、純ねじりに対しても抵抗力が改善され、十分にその補強効果が期待できる。