

V-126 偏平太径ビニロン繊維を用いた繊維補強コンクリートの諸特性

鶴大林組 土木技術第一部

正会員 居相 好信

鶴大林組 技術研究所

正会員 新開 千弘

鶴クラレ 産資・リビング事業本部生産技術部

日笠 純一

鶴クラレ 岡山工場ビニロン部

岡崎 正樹

① まえがき

ビニロン繊維(ポリビニルアルコール系)は、合成樹脂系繊維の内でも引張強度が大きく、コンクリートと同等の弾性係数を有している。さらに、発錆による劣化が無く、耐アルカリ抵抗性が大きいなど、コンクリート補強材として優れた特性のものである。

現在までに我々は、ビニロン繊維の特性を生かすため、極細径収束型、細径モノフィラメント型、極細径撚糸樹脂処理型の形状について、各種実験を行ってきた。しかし、これ等には分散性・配合・補強効果・繊維製造工程の複雑性などの問題点も残されていた。このため、コンクリートと繊維の付着性改善、繊維製造工程の単純化などを主眼として、偏平太径ビニロン繊維が開発された。

本報は、この偏平太径ビニロン繊維を用いた繊維補強コンクリートの諸特性について、スチールファイバーと比較検討した結果について述べる。

② 実験概要

表-1 使用繊維の諸性状

②-① 使用繊維と組合せ

実験に用いた繊維は、ビニロンの偏平太径モノフィラメント型(VF)とスチールファイバー(SF)である。繊維長は、VFが20, 25, 30mm, SFは25mmとした。繊維の諸性状を表-1に示す。

繊維の混入率は、容積率で0.5及び1.0%とし、繊維長25mmについてのみ0.75%も行った。

②-② コンクリート材料と配合

セメントは普通ポルトランドセメントを、骨材には木更津産山砂($\rho = 2.61$, $Q = 1.76\%$)及び八王子産6号碎石($G_{max} = 13mm$, $\rho = 2.66$, $Q = 1.16\%$)を使用した。

コンクリート配合は、表-2に示すようであり、同一配合のコンクリートに各繊維を添加して諸性状を調べた。

表-2 コンクリート配合

②-③ 実験方法

コンクリートの混練りには、2軸強制練りミキサーを使用した。繊維の混入は、ブレーンコンクリートを練上げてから人力で分散投入し、30秒練混ぜ後、スランプ、空気量の測定を行った。

硬化コンクリートの試験項目は、圧縮、曲げ、直接2面せん断で、圧縮と曲げについてはタフネスの測定も行った。なお、曲げ試験にはアムスラー試験機を使用し、スパン中央のたわみを測定した。供試体は、 $\phi 10 \times 20cm$ (圧縮)及び $\square 10 \times 10 \times 40cm$ (曲げ、せん断)であり、試験材令は7日とした。

③ 実験結果と考察

表-3に、フレッシュ及び硬化コンクリートの試験結果を示す。

③-① スランプ

繊維の混入によるスランプの低下量は、SFに比べてVFの方が大きい。これは、アスペクト比の違いも要因と考えられるが、同混入率で繊維長の違うVFのスランプ差が小さいことから、繊維自身の比重や柔軟性などの影響も大きいと考えられる。しかし、VFにおいても、実用的配合の範囲内で1%程度の繊維混入率が確保できる。

記 号	V F (RF1500)	S F
素 材	ビニロン	スチール
断面形状・寸法 (mm)	偏平モノフィラメント □ 0.7×0.22	角型 □ 0.5×0.5
比 重	1.3	7.8
長 さ	20, 25, 30	25
ア ス ペ ク ト 比	50, 62.5, 75	44
引張強度 (Kg/mm ²)	90	75
弾性係数 (Kg/mm ²)	3,040	21,000
伸 度 (%)	6	2~3 (母材)

G _{max} (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位重量 (kg/m ³)				
				C	W	S	G	減水剤
13	4	55	65	350	193	1.113	611	0.88

③-② 圧縮特性

圧縮強度は、繊維を混入することにより、若干増加する傾向を示した。しかし、繊維の種類、長さ、混入率による有意差が認められないことから、プレーンコンクリートと同程度と考えられる。

圧縮タフネスは、繊維の混入により12~32%増加した。しかし、繊維の種類、長さ、混入率による有意差は認められない。

弾性係数は、繊維の混入による差は認められない。

表-3 試験結果一覧表

繊 維		V _f (%)	スランプ (cm)	圧 縮			曲 げ		圧入強度 (Kgf/cm ²)
種類	ℓ (mm)			強 度 (Kgf/cm ²)	タフネス (Kgf・cm)	弾性係数 ×10 ⁴ (Kgf/cm ²)	強 度 (Kgf/cm ²)	タフネス (Kgf・cm)	
プレーン		0	19.5	289	1.014	2.92	35.8	13.5	89.1
V F	20	1.0	6.0	308	1.262	2.82	38.5	182	104
		0.5	11.0	313	1.333	2.89	33.0	93.0	101
		1.0	5.0	317	1.297	2.96	40.6	213	109
	25	0.75	10.5	285	1.255	2.83	41.7	150	98.1
		0.5	10.5	321	1.323	3.02	36.4	131	108
	30	1.0	4.0	320	1.336	2.98	52.7	264	107
		0.5	11.5	296	1.286	2.96	33.8	139	101
	S F	25	1.0	13.5	303	1.257	3.04	41.9	209
		0.75	14.5	308	1.264	2.93	41.3	186	113
		0.5	18.5	312	1.136	3.03	32.7	103	107

③-③ 曲げ特性

曲げ強度、曲げタフネスと繊維混入率の関係を、図-1, 2に示す。

曲げ強度は、繊維混入率0.75%以上で、何れの繊維でも増加した。繊維の種類ではV FとS Fは同程度の値を示した。V Fの繊維長による差は、混入率1%、 $\ell = 30\text{mm}$ の強度増加が著しく、 $\ell = 25\text{mm}$ の1.3倍を示した。

曲げタフネスは、何れの場合も大きく増加した。繊維の種類では、混入率0.5, 0.75%でバラツキがあるが、V FとS Fは同程度の値と考えられる。V Fの繊維長では、20, 25, 30mmの順に大きく、混入率1%で $\ell = 30\text{mm}$ は、 $\ell = 25\text{mm}$ の1.24倍、 $\ell = 20\text{mm}$ の1.45倍を示した。

図-3に、繊維混入率1%の曲げ荷重～たわみ曲線の例を示す。これによると、V FとS Fの曲線形状は明らかに相違している。V Fは初期ピーク荷重以降に、これ以上のピーク荷重を示し、その後、曲げ耐力は低下している。これは、V Fとコンクリートの付着が良好なため、初期ひびわれ後、V Fの荷重負担が大きく、その後V Fの破断、引抜けにより耐力が低下するためと考えられる。

③-④ せん断特性

せん断強度は、繊維の混入により10~27%増加した。しかし、繊維の種類、長さ、混入率による有意差はなく、V FとS Fはほぼ同等のせん断補強効果があるものと考えられる。

④ あとがき

偏平太径ビニロン繊維は、コンクリート補強材として有効である。今後、さらに実験を重ねる必要があるが、繊維補強コンクリートの特性を生かせる吹付コンクリートなどの応用面も考えていきたい。

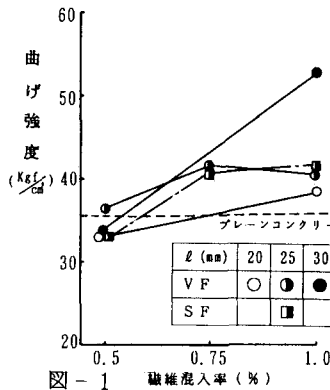


図-1 曲げ強度～繊維混入率

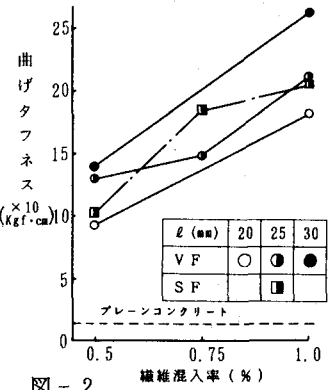


図-2 曲げタフネス～繊維混入率

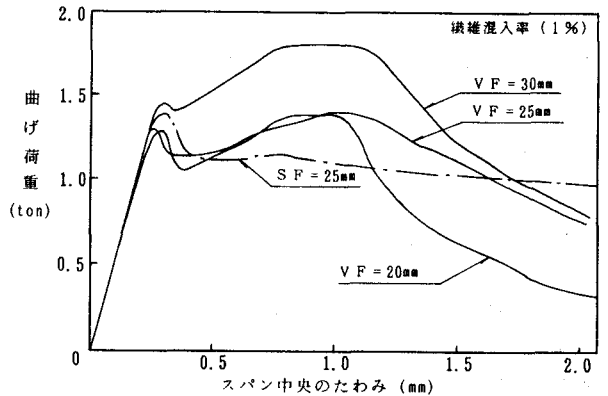


図-3 曲げ荷重～たわみ曲線