

V-122 鋼代替繊維補強コンクリートの強度特性

近畿コンクリート工業㈱ 岩本 勲・阿河 俊夫
関西電力㈱ 打田 靖夫・吉川 太

1. はじめに

主にコンクリートの引張強度や曲げ強度を改善するために、鋼繊維による補強がなされてきたが、近年鋼繊維の腐食等の問題が提起されるようになってきた。そこで本研究では錆びない繊維として炭素、アラミドおよびビニロン繊維を取り上げ、それらの強度および靱性改善におよぼす効果について検討したものである。

2. 実験概要

本研究で取り上げた繊維の基本特性を表-1に示す。表中の引張強度および弾性係数は繊維1本について、付着強度は1ストランドについての実測値である。VR（モノフィラメント）を除いて、これらの繊維はコンクリートと混練りしやすいように、1000本から2000本をエポキシ

表-1 繊維素材の基本特性

種 類	断面積×本数 ($\times 10^{-6}$ cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 (kgf/cm^2)	付着強度 (kgf/mm)	記号
炭素 CF	0.741 $\times$ 2,000	15,100	14.9 $\times 10^5$	0.05	△
アラミド AT	1.199 $\times$ 1,000	38,100	8.6 $\times 10^5$	0.77	○
ビニロン	VN	1.539 $\times$ 1,000	15,100	3.8 $\times 10^5$	□
	VR	1280 $\times$ 1	10,500	2.5 $\times 10^5$	■

樹脂で固め、20～40mmにカットしたものである。マトリックスは、設計基準強度 400 kgf/cm^2 の工場製品用コンクリートを基本に、繊維の混入率により水セメント比を変えずに、細骨材率を変化させた。繊維混入率

表-2 コンクリートの示方配合

種 類	繊維 混入率 Vf (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
				水	セメント	細骨材	S	粗骨材	混和剤
				W	C	S 1 砕砂	S 2 川砂	G	減水剤 C $\times$ 1.2%
PL (0)	—	4.4	4.9	172	390	438	433	916	4.68
F-1	1.0	4.4	6.5	198	450	543	537	587	5.40
F-2	2.0	4.4	8.0	229	520	612	605	307	6.24
F-3	3.0	4.4	10.0	268	610	676	668	—	7.32

Gmax=13mm

に対するコンクリートの配合を表-2に示す。スランプの目標値は12cmであるが、同一混入率では繊維の種類にかかわらず同一配合としたため、繊維によっては11～17cmとなった。なおコンクリートの練り混ぜは10ℓオムニミキサーにより、繊維の投入はセメント、粗骨材、細骨材を30秒間空練り後手製の繊維分散機を用いて行った。圧縮強度（供試体は $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ ）、直接引張強度（ $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ ）、曲げ強度（ $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ ）、せん断強度（ $10 \times 10 \times 20 \text{cm}$ ）試験を実施し、各試験に対して荷重-ひずみ（変位）の関係を測定し、これらの関係図よりそれぞれのタフネスを計算した。また残存圧縮強度および残存曲げ強度試験も実施した。

3. 実施結果および考察

繊維長30mmにおける繊維混入率と強度との関係を図-1に示す。また図-2に繊維混入率とタフネスとの関係を示す。ここでタフネスは土木学会「繊維補強コンクリート設計施工指針（案）」によると、圧縮ではひずみが7500 μ 、曲げではたわみが2mmで計算することとなっているが、鋼繊維と異なり今回用いた繊維は、変形の大きな領域でその特性を発揮するので破壊時のタフネスで表した。図中で「タフネス指数」＝「繊維補強コンクリートのタフネス」／「プレーンコンクリート（PL (0)）のタフネス」と定義した。

＜圧縮強度＞ 繊維混入率の増加と共に圧縮強度は低下するが、別途実施した各混入率におけるマトリックスコンクリートの強度と比較すると、混入率1%、2%ではマトリックス強度の90～98%であるが、混入率3%では126%となった。表-2に示したように、混入率3%のマトリックスはモルタルであり、これらの繊維はモルタルに対しては圧縮強度の増加も期待できる。一方タフネスおよび残存強度では繊維の種類により差が生じ、ATが最も大きく靱性が改善されたが、CFの1%、2%ではその混入効果が見られなかった。

＜せん断強度＞ いずれの繊維も繊維混入率の増加と共に強度、タフネスとも増加しているが、ATの強度増

加が最も顕著である。ただし鋼繊維と比較すると、素
材強度がせん断には極めて弱いので、せん断に対する
補強効果は鋼繊維ほどには期待できないかも知れない。
＜引張強度＞ AT以外は繊維混入率を増しても引張
強度は増加しなかった。これはコンクリートと繊維と
の付着力が弱いため殆どの繊維が抜け出したためと考
えられる。繊維をコンクリートと混練り後洗いだして
付着強度を求め（表-1）、この付着強度と破壊断面
における繊維本数と平均埋込み長さ（ $l/4$ ）より繊維
の負担荷重を求めてみると、マトリックス強度を上回
るのはATの3%のみであり、この仮定が成り立つと
思われる。またATの3%でもひびわれ荷重は向上し
なかった。しかしAT、VN、VR（除く1%）のタ
フネス指数は100以上で、最大荷重以降繊維が破断、
引抜けることにより強度増加はないものの、急激な破
壊は生じず靱性改善の効果があつた。

＜曲げ強度＞ 繊維混入率の増加と共に強度、タフ
ネスとも増加している。その程度はATが最も大きくC
Fが最も小さい。また残存強度比は混入率1%では繊
維により0.6~0.8と差があるものの、混入率3%とな
るとどの繊維も0.8 近くとなった。繊維混入により複
合体の引張強度が増大しないのに曲げ強度が増大する
のは、曲げ耐力が引張域の複合体引張強度のみでなく、
中立軸の上昇による変形特性に依存するためと思われ
る。本実験において中立軸の位置は、殆ど強度増加が
見られなかった場合は引張縁から0.55H付近であつた
が、強度増加が見られた場合は0.8~0.9Hに達した。

4. ま と め

今回取り上げた炭素、アラミドおよびビニロン繊維
は鋼繊維が使用できないような腐食環境下で有効と思
われる。その強度特性は以下の通りである。

①圧縮および引張強度は繊維長、混入率の影響が小
さく、プレーンコンクリートと同程度の強度を示した。

②曲げおよびせん断強度は、繊維混入率の増加と共に
強度も増大し、その中でアラミド繊維の混入効果が
最も大きかった。

③繊維を混入することにより靱性が著しく改善され
た。

〔参考文献〕 岩本、阿河、打田、吉川：コンクリート
補強用繊維の基本特性，平成元年度土木学会関西支部
年次学術講演会

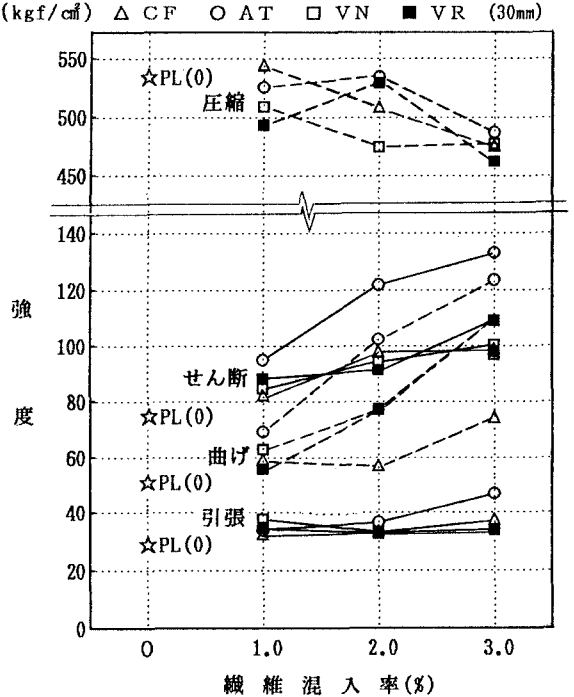


図-1 繊維混入率と強度との関係

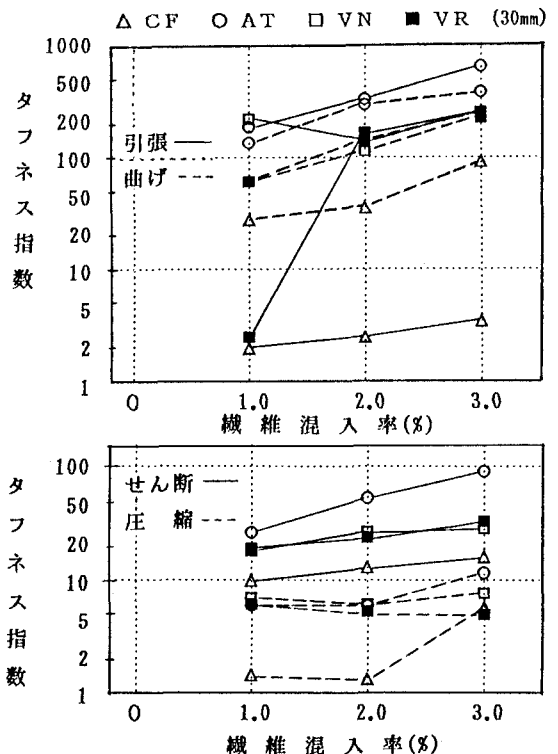


図-2 繊維混入率とタフネスとの関係