

大阪市立大学工学部 正員 眞嶋 光保
 大阪市立大学工学部 正員 三瀬 貞
 (株) 奥村組 正員 宮武 英治

1. まえがき

繊維補強コンクリートは、コンクリート中に短繊維をランダムに混入することによって、力学的な補強効果を期待したものである。補強用の繊維としては、鋼・ガラス・炭素・合成繊維などがある。これらのうち、合成繊維は、ポリエチレン・ポリプロピレン繊維などが開発されており、すでに数件の研究報告がみられる。これらの報告によると、一般に合成繊維の弾性係数が小さいため、合成繊維補強コンクリートでは他の繊維補強コンクリートのように、曲げなどにおける終局耐力の増大は期待できない結果となっている。しかしながら、有機材料である高分子合成繊維は、化学的な侵食に強く、変形能や強度も大きいので、繊維補強コンクリートの靱性を大きく改善することが可能である。ところで、本研究の対象としたビニロン繊維は、アスベストの代替として使用され始めているものであるが、弾性係数がセメントコンクリートと同程度の300 kg/cm²程度であるため、新しい補強用繊維として期待できるものである。本報告は、以上の経緯をふまえて、ビニロン繊維を用いたセメントコンクリート複合材料の工学的性質を実験的に調べたものについて述べたものである。

2. 実験概要

ビニロン繊維で補強したコンクリートの性質を調べるため、繊維混入量(V_f)を0~1%volまで0.25%volきざみに変化させた。 V_f はマトリックスに対し体積の比率である。工学的な性質としては、まだ固まらない状態に対しスランプ値・VB値、硬化したコンクリートに対し圧縮・直接引張・間接引張・曲げ・せん断の各挙動および密度について調べた。

実験に使用した細粗骨材およびビニロン繊維の物理的性質をそれぞれ表1,2に示す。マトリックスコンクリートは、繊維を混入しないでスランプ20cmとなるよう配合設計し、単位重 $\rho=428\text{ kg/m}^3$, $W/C=0.53$, $s/a=0.50$ と決定した。なお、セメントは早強セメントを使用した。また、混和剤は流動化を目的とした高性能減水剤をセメント1kgに対し2.5cc添加した。

ビニロン繊維はせん断強度が極めて高く、現在のGRCのような吹付工法は不可能なためPre-mix工法とした。練り混ぜは容量30Lのオムニミキサを使用し、材料の投入量は粗骨材・細骨材・セメント・水である。練り混ぜ時間は、空練り1分、注水後2分とし、その後繊維を投入しさらに1分練り混ぜることとした。ビニロン繊維補強コンクリート(VFRC)の締固めは外部振動機および振動台を用いた。

打設した試体ははだちに恒温室に入れ、約24時間後に脱型し、 $20\pm 3^\circ\text{C}$

表-1 骨材の物理的性質

種別	比重	吸水率(%)	F. M
細骨材	2.56	2.32	2.67
粗骨材	2.66	1.48	5.92

表-2 ビニロン繊維の物理的性質

寸法形状	$\phi 14\mu\text{m} \times 24\text{mm}$
比重	1.34
引張強度	1440MPa
弾性係数	29.4GPa

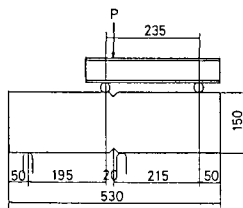


図-2 せん断荷重試験スパン割り

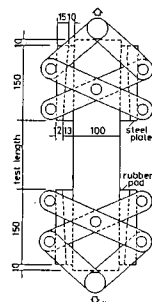


図-1 引張試験装置

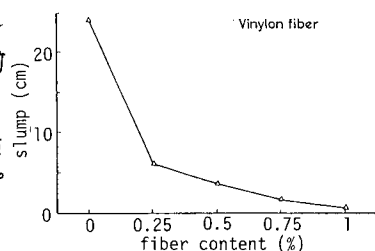


図-3 スランプ値

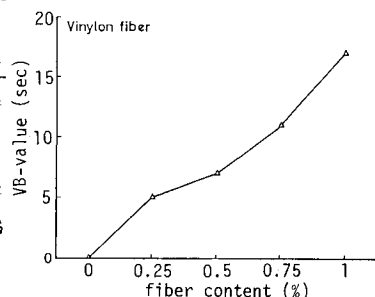


図-4 VB値

の恒温水中で6日間養生した。力学試験は、水中から供試体を取り出し、表面をぬぐい密度を測定した後に実施した。

圧縮試験は $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の供試体によった。引張試験は、間接・直接引張試験を実施した。間接引張強度は $\phi 15 \times 15 \text{ cm}$ の円柱供試体を割裂試験により求めた。また、直接引張試験は $10 \times 10 \times 55 \text{ cm}$ の角柱供試体を作成し、図-1に示す治具により載荷した。曲げ試験は $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱供試体とろき分2点載荷としたが、剛性載荷とした。せん断試験はルーマニアせん断試験法(逆方向載荷試験法)とし、載荷スパン等は図-2に示すとおりである。

3. 実験結果

3.1 フレッシュ状態の性質

V_f とスランプ値の関係、および V_f と V_B 値との関係もそれぞれ図-3, 4に示す。ビニロン繊維をコンクリートに混入するとスランプの低下は極めて大きく、その程度はSFRCやGFRCよりさらに大きいものと思われる。また、 V_B 値は V_f を増加すると直線的に増加した。しかし、 $V_f = 1\%$ となっても V_B 値は20秒以上にはなっておらず、本実験で用いた配合では、打設は充分可能である。

3.2 硬化コンクリートの性質

圧縮強度と V_f との関係を図-5に示す。図から解るように圧縮強度は V_f の増加とともに明らかに低下している。また、密度および弾性係数も低下の傾向が認められたが、結局の所は増加の傾向にあった。

図-6, 7はそれぞれ、 V_f と直接引張強度および V_f と間接引張強度との関係を示したものである。 V_f の増加とともに間接引張強度は増加したにもかかわらず、直接引張強度は低下しており、逆の結果となっている。しかし、直接引張試験における結局の所は、 V_f の増加とともに若干増大した。

曲げ強度と V_f の関係は、図-8に示すとおり V_f の増加とともに曲げ強度も増加することが明らかである。しかし、 $V_f = 1\%$ となっても2~3割程度の増加であり、他のFRCのように大きいわけではない。また、曲げ試験における荷重-たわみ挙動から靱性を評価することができ、図-9に曲げ靱性を示した。この図から解るように、靱性については V_f の増加とともに大きく増大している。

V_f とせん断強度の関係を図-10に示す。繊維の混入によってせん断強度はわずかに増加するようであるが、 V_f との関係は明らかではない。本実験でのたわみ挙動は非常にばらついており、今後の課題と言えよう。

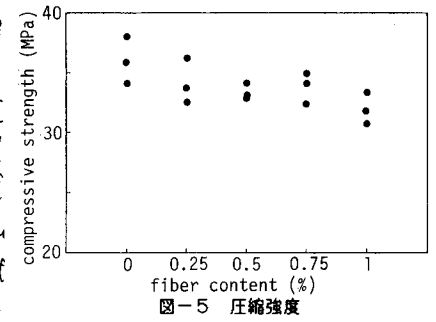


図-5 圧縮強度

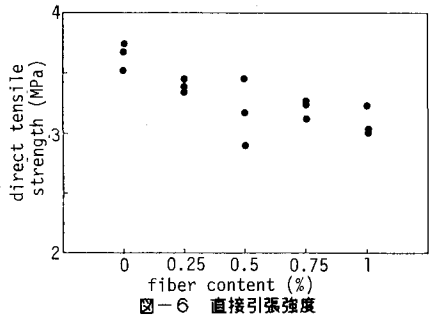


図-6 直接引張強度

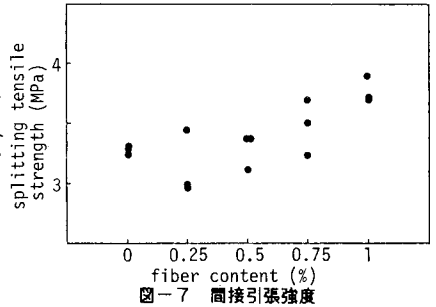


図-7 間接引張強度

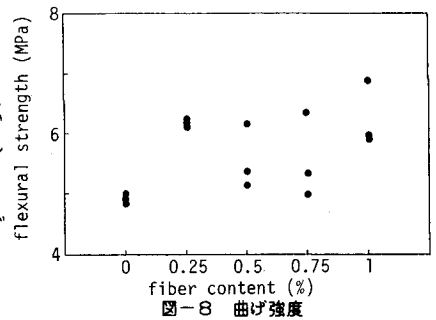


図-8 曲げ強度

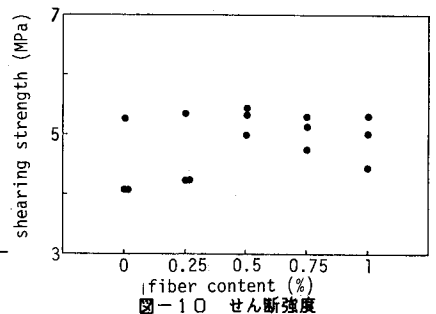


図-10 せん断強度

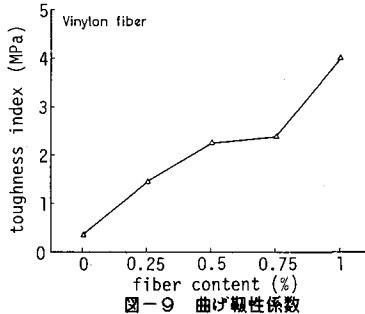


図-9 曲げ靱性係数