

各種繊維補強コンクリートの比較試験

大阪市立大学工学部 正員 三瀬 貞
大阪市立大学工学部 正員 真嶋光保
(株) 奥村組 正員 ○宮武英治

1. 目的

コンクリートは、土木材料の1つとして広く利用されているが、脆性的であり、引張に弱く、また、ひびわれを生じやすいという欠点を有している。このような欠点を補う方法の1つに複合材料の考え方があり、セメントコンクリートでは、繊維補強コンクリートを考えることができる。補強用として用いられる繊維には、鋼、ガラス、炭素、高分子などがある。そこで本研究では、これら4種類の繊維を用い、繊維補強コンクリートが従来のコンクリートに比べ最も改善される曲げ挙動をとり上げ、それぞれの繊維補強コンクリートの力学的特性を比較することを目的とする。なお、高分子としてはビニロンを用いる。

2. 実験概要

実験計画を表1に示す。繊維混入率は、混入率によるその効果を調べるためである。供試体は1種類の混合につき3本とし、その寸法は100×100×400(mm)とする。セメントは早強ポルトランドセメントを使用した。細骨材は海砂、粗骨材は碎石を使用し、その物理的性質を表2に示す。また、使用した各種繊維の物理的性質を表3に示す。ガラス繊維は耐アルカリ性チョップドストランドであり、鋼繊維は波形のもの、炭素繊維は低弾性タイプ、ビニロン繊維はハードタイプのものである。混和剤としては、流動化を目的とした高性能減水剤を使用し、セメント重量1kgに対し、2.5ccの割合で混合した。繊維補強コンクリートとしてのマトリックスコンクリートの配合は本研究の目的から一定にする必要がある。その配合を表4に示す。混合は拡散混合ミキサを用い、養生は一週間の水中養生とした。なお、本研究での繊維混入率とは、母材容積に対する外割りによる容積パーセントである。

表-1 実験計画

要 因	水 準
繊維の種類	ガラス, 鋼, 炭素, ビニロン
繊維混入率(%)	0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0

表-2 骨材の物理的性質

	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-3 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	φ13.5μm×25mm	2.67	1200~1600	78.4
鋼	φ.25mm×0.5mm×25mm	8.00	640	200
炭素	φ18μm×10mm	1.75	590	29.4
ビニロン	1200d/500F×24mm	1.34	1440	29.4

表-4 配合

粗骨材の 最大寸法 G (mm)	空気量 A (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材率 s/b (%)	単位量 (kg/m³)				湿和剤 (cc/m³)
				水 W	セメン ト C	細骨材 S	粗骨材 G	
15	2.0	53	50	227	428	789	820	1070

3. 実験結果

繊維補強コンクリートの曲げ挙動においては靱性を特徴としてとらえることができる。このためには最大耐力以降についても荷重-たわみ関係を知る必要があり、剛性曲げ載荷試験を行なうこととした。この試験は図1に示すような装置で、供試体のひびわれ後の急激な剛性低下をP-C鋼棒により抑制し、靱性特性を把握しようとするものである。本研究では靱性特性を曲げ靱性係数で表わす。これは、荷重-たわみ曲線の面積を求めることによって計算することができる。図2に曲げ強度、図3に曲げ靱性係数を示す。これらはいずれも同一条件で作成した3つの供試体の平均値である。ガラス、あるいは鋼繊維を混入した場合、曲げ強度は混入率の増加にともなって増大する。一方、ビニロン繊維を混入した場合、混入率0.5%で強度が低下しているように思われるが、強度のばらつきを考えると、混入率0.25%から1%ではほぼ一定であると思われる。これは炭素繊維を混入した場合と同様である。曲げ靱性係数は、炭素繊維を混入した場合以外、繊維混入率の増加にともなって増大する。ガラス繊維を混入した場合とビニロン繊維を混入した場合を比べると曲げ強度はガラス繊維を混入した場合の方が大きい。これはガラス繊維の方がビニロン繊維よりも弾性係数が大きいので、繊維による荷重伝達能力が優れているためであると考えられる。一方、曲げ靱性係数はビニロン繊維を混入した場合の方が大きい。これは、破壊時の破断も含めた繊維の引き抜け抵抗性がビニロン繊維の方が優れているためと考えられる。そして、鋼繊維を混入した場合の曲げ強度が最も大きくなるのは、鋼繊維の弾性係数が4種の繊維の中で最も大きいためであり、また、曲げ靱性係数が最も大きくなるのは、鋼繊維の形状が波形なので引き抜け抵抗性が特に優れているためと思われる。

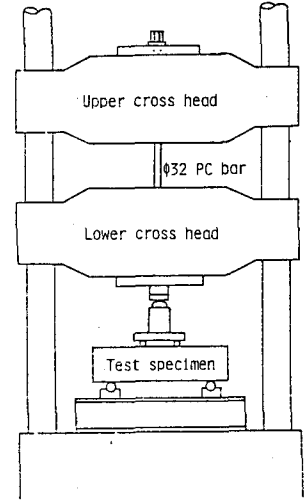


図-1 剛性曲げ載荷試験装置

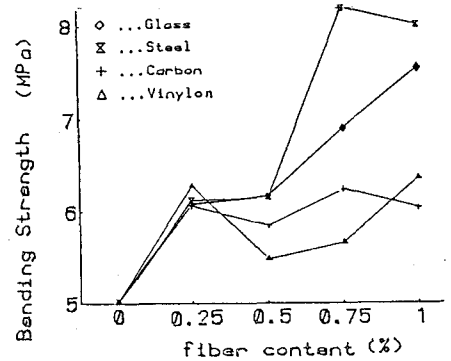


図-2 曲げ強度

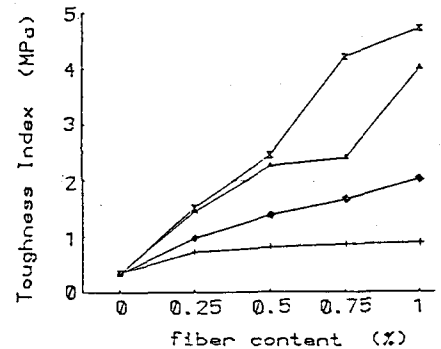


図-3 曲げ靱性係数

4. 結論

- (1) 鋼繊維補強コンクリートが最も大きな補強効果を示す。
- (2) ビニロン繊維補強コンクリートの曲げ強度は、繊維混入率の増加によってあまり増大しないが、靱性は著しく増大する。

参考文献

- 1) 土木学会編：鋼繊維補強コンクリート設計施工指針(案)，pp 58～61， 58年3月