

繊維補強コンクリートの圧縮及び曲げ破壊靱性に関する検討

北海道工業大学 土木工学科 学生員 高道 裕成
 北海道工業大学 土木工学科 正 員 堀口 敬
 北海道開発局開発土木研究所 正 員 堺 孝司

1. まえがき

従来から繊維補強コンクリートは高い曲げ強度や高靱性などの性能から、Shotcrete や床スラブなどの分野に広く適用されて来た¹⁾。近年では、さらに床版補強としての増厚工法等にも適用されている。増厚工法においては、従来から確認されている曲げ、引張強度における優れた特徴とともに、圧縮靱性についてもその性状を把握する必要がある。しかしながら、圧縮靱性に関してはその性状は明らかにされていない現状にある。

本研究は、2種類の材質の異なる繊維による圧縮及び曲げ靱性をハイブリット効果を含めて検討を行ったものである。

2. 実験概要

本研究で使用した繊維の寸法を表-1に示す。鋼繊維(以下SFと記す)は両端部に折り曲げ加工を施したフック付ファイバーを、ビニロン繊維(以下VFと記す)は外観がフラットなものを使用した。

コンクリートの配合は、単位セメント量、単位水量を一定とし、水セメント比を50%、細骨材率を63%とした。繊維混入率は0%から1.5%まで0.5%きざみとし、スランプ値を4~8cmの範囲内に収まるように、更に繊維の混入に伴うファイバーボールの発生を防ぐために高性能AE減水剤を添加した。

圧縮試験は、供試体(φ10×20cm)に変位量測定装置を設置し、供試体中央100mm間の変形量と荷重を測定した。載荷速度は毎分100kNとし、急激な衝撃を与えないように載荷を行った。曲げ試験は、供試体(40×10×10cm)にフレームと変位量測定装置を取り付け、3等分点載荷を行った。毎分0.2mmの一定の変位で載荷を行い、供試体が破壊するまでの荷重と変形量を測定した。

本研究では、圧縮破壊靱性を日本コンクリート工学協会(JCI)が提案した換算圧縮強度を用いて評価を行った²⁾。また、曲げ破壊靱性³⁾についてはJCIの換算曲げ強度、ACI544委員会が提案した $I_{0.75}$ 、及びASTMが提案した I_{30} を取り上げ、評価を行った。

3. 試験結果

図-1に、スランプ値と逆さスランプ値の関係を示す。図から、高いスランプ値の領域では、逆さスランプ値の変化とともにスランプ値も大きく変化するが、低いスランプ値の領域では、逆さスランプ値の変化に対してスランプ値の変化が非常に小さいことがわかる。従って、繊維補強コンクリートの硬練り状態のフレッシュコンクリートの性状を把握するためには、逆さスランプ試験が有効であると言える。

表-1 繊維の寸法

種類	繊維長 l (mm)	直径 d (mm)	l/d
SF	30	0.5	60
	50	0.5	100
VF	12	0.2	60
	30	0.7	43
	50	0.7	71

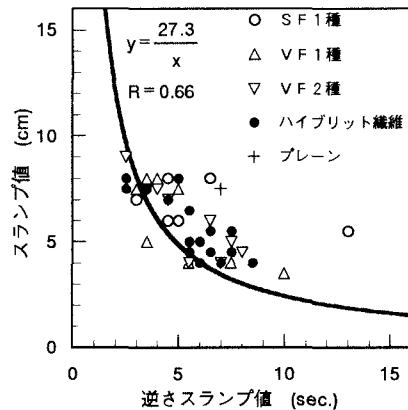


図-1 スランプ値と逆さスランプ値の関係

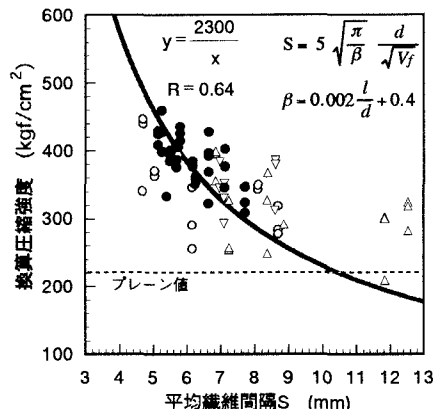


図-2 換算圧縮強度と平均繊維間隔Sの関係

図-2に、換算圧縮強度と平均繊維間隔 S の関係を示す。全体的にハイブリット繊維が上部に分布していることから、圧縮タフネスに関するハイブリット効果が顕著に現れていることがわかる。

図-3に、換算曲げ強度と平均繊維間隔 S の関係を示す。圧縮破壊靱性評価結果と同様に、両者は高い相関関係にあり、 S の低下、つまり換算アスペクト比、及び繊維混入率の増加に伴い、曲げ破壊靱性が向上する傾向を示した。図-4に、ACI544委員会が提案した I_{075} とひび割れ発生時のたわみ δ の関係を示す。図より、ハイブリット繊維を混入した場合にSF単体、VF単体、VF2種類を混入した場合と比較して高い曲げ靱性が得られ、ハイブリット効果が現れていることがわかる。また、 δ の増加に伴い、曲げ破壊靱性が低下する傾向を示したことから、 I_{075} は δ の影響を大きく受けるものと考えられる。図-5に、換算曲げ強度とASTMが提案した I_{30} の関係を示す。両者の関係は直線式で表すことができ、高い相関関係が認められたことから、両者が1:1の関係であることがわかる。すなわち、JCIによる曲げタフネス評価方法とASTMによるそれは共に一義的な関係であるといえる。

4. まとめ

- 1) 硬練り状態の繊維補強コンクリートのフレッシュコンクリートの性状を把握するためには、逆さスランプ試験が有効であると考えられる。
- 2) ハイブリット繊維を混入することによって、高い圧縮破壊靱性が得られ、ハイブリット効果が認められた。
- 3) 繊維の混入により、曲げ破壊靱性が增大するが、平均繊維間隔 S の増加に伴い、著しく低下する。
- 4) ACI544委員会が提案した曲げ靱性評価方法ではハイブリット効果が認められ、 δ の影響を大きく受けることが明らかとなった。
- 5) ASTMによる曲げ靱性評価方法とJCIによる曲げ靱性評価方法との間に高い相関関係が認められた。

謝辞 本研究を行うにあたり、(株)ブリジストンの高尾氏および桐ヶ谷氏、(株)クラレの松本氏に多くの助言や資料の提供をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] 小林 一輔；繊維補強コンクリート、オーム社、p.4 昭和56年
- [2] 日本コンクリート工学協会；繊維補強コンクリートの試験方法に関する基準、pp.11~17、昭和59年
- [3] Colin D Johnston; Toughness of Steel Fiber Reinforced Concrete, Steel Fiber Concrete US-Sweden joint seminar, p.344, June, 1985

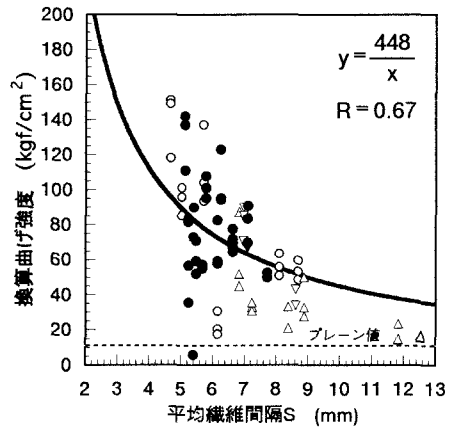


図-3 換算曲げ強度と平均繊維間隔 S の関係

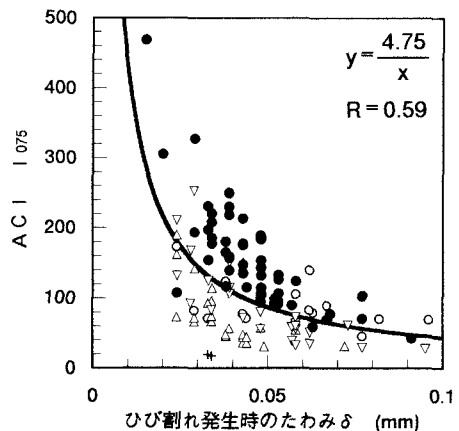


図-4 I_{075} とひび割れ発生時のたわみ δ の関係

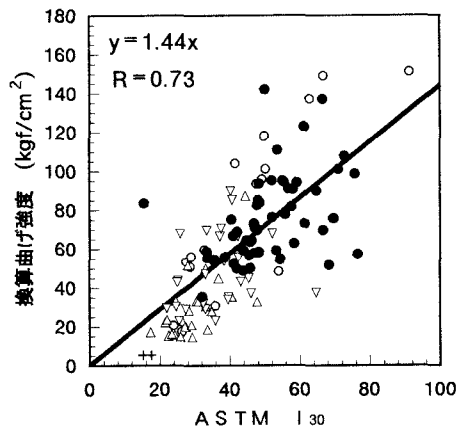


図-5 換算曲げ強度と I_{30} の関係