

## V-383

## 低温下における繊維補強コンクリートの圧縮及び曲げ破壊靱性

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

繊維補強コンクリートはその高い曲げ強度や靱性などの性能を利用し、Shotcreteや床版補強、各種構造物の補修あるいは補強などの分野において広く適用されている。特に、地震などの天災による被害が深刻である我が国では繊維補強コンクリートの更なる適用が期待され、その性状を十分に把握することが必要不可欠であるものと考えられる。これまでに、2種類の材質の異なる繊維による圧縮及び曲げ靱性についてハイブリット効果を含めて報告したが、本論文では低温下における繊維補強コンクリートの圧縮及び曲げ靱性を繊維の付着特性を含めて検討を行った結果を報告する。

## 2. 実験概要

表-1 繊維の寸法と形状

| Type               |        | length,mm | diameter,mm | aspect ratio | geometry |
|--------------------|--------|-----------|-------------|--------------|----------|
| Steel fiber (SF)   | 30/60F | 30        | 0.6         | 50.0         | hooked   |
|                    | 30/80F | 30        | 0.8         | 37.5         | hooked   |
|                    | 30/80S | 30        | 0.8         | 37.5         | straight |
|                    | 60/80F | 60        | 0.8         | 75.0         | hooked   |
| Vinylon fiber (VF) | 30/70S | 30        | 0.7         | 42.9         | straight |
|                    | 50/70S | 50        | 0.7         | 71.4         | straight |

本研究で使用した繊維の寸法と形状を表-1に示す。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50%、細骨材率63%、繊維混入率（体積混入率）を0、1.0%、1.5%の3種類とした。

本研究では、常温（20℃）及び低温（-20℃）2種類の温度条件で各種試験を行った。圧縮試験は供試体（ $\phi 100 \times 200$ mm）に変位量測定装置を設置し、供試体中央100mm間の変形量と載荷荷重を測定した。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（400×100×100mm）にフレームと変位量測定装置を取り付け、毎分0.2mmの一定の変位で3等分点載荷を行い、荷重と変形量を測定した。繊維のプルアウト試験は、図-1に示すように日本コンクリート工学会（JCI）の規格に準拠<sup>2)</sup>し、引き抜き荷重—すべり量曲線の面積を算出し、繊維の付着エネルギーとした。

靱性評価はJCIの提案に基づき、圧縮靱性については換算圧縮強度を、曲げ靱性<sup>3)</sup>については換算曲げ強度を採用し、靱性評価を行った。

## 3. 試験結果

図-2に、スランプと逆さスランプの関係を示す。本研究では、硬練り状態のフレッシュコンクリートの動的性状を把握することを目的として逆さスランプ試験を採用し、スランプ試験との関係を検討した。試験の結果から、スランプが10cm以上の場合にはどの繊維補強コンクリートも同様の逆さスランプ値をとるが、10cm以下の硬

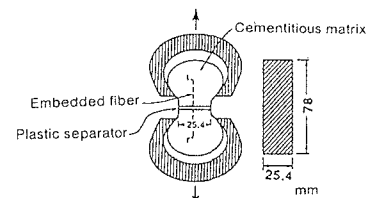


図-1 プルアウト試験

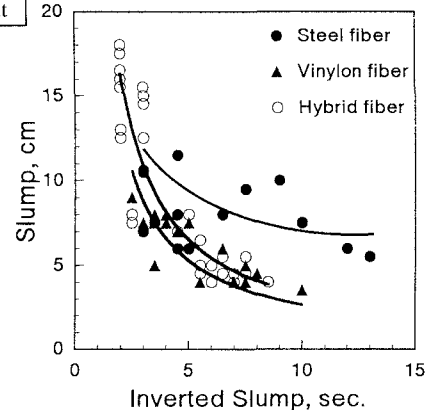


図-2 スランプと逆さスランプの関係

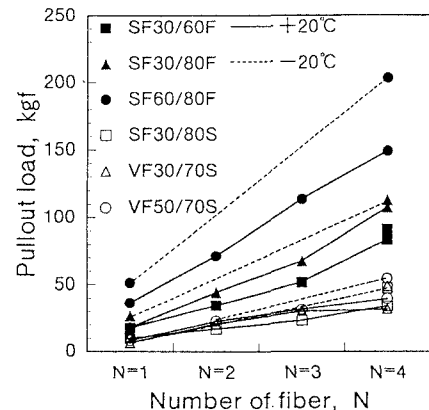


図-3 プルアウト試験結果

練りコンクリートの場合では、スランプが同一でも異なる逆さスランプ値をとることがわかる。この傾向は特に鋼繊維において顕著に見受けられ、ハイブリット繊維はビニロン繊維に近い特性を示すことがわかる。

図—3にプルアウト試験結果を示す。常温時と比較して、低温時に最大引き抜き荷重が増大する傾向を示し、同一の繊維長と線径を持つ繊維では、両端に折り曲げ（フック）加工が施された繊維がフックの無い繊維と比較して高い値を示すことがわかる。又、材質の異なる同一形状の鋼繊維とビニロン繊維を比較した場合、それらの値はほぼ等しいことがわかる。図—4に、低温及び常温における付着エネルギーの関係を示す。図より、殆どの値が図中の参考線( $y=x$ )より上部に分布し、常温時と比較して低温時に付着強度が増大する傾向を示した。尚、フックの無い繊維においてはその傾向が顕著であった。

図—5に、常温及び低温における曲げ靱性と圧縮靱性の関係を示す。低温下における両者の関係(■、●印)では、曲げ靱性値と圧縮靱性値とが直線関係を示しているのに対し、常温ではその関係が大きく異なることがわかる。図—6に、圧縮靱性と繊維混入率の関係を示す。低温及び常温ともに、繊維混入による圧縮靱性の向上は1.5%において顕著であり、1%では大きな効果が認められないことが特徴的である。

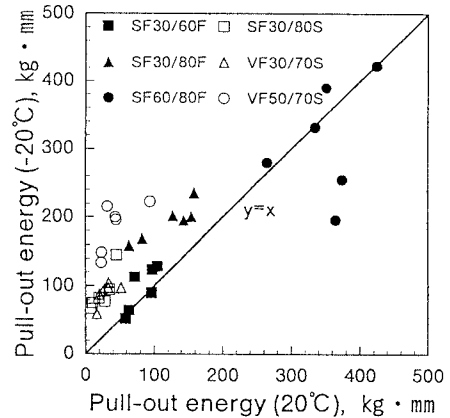
#### 4. まとめ

- (1) ハイブリット繊維を混入した硬練り状態のフレッシュコンクリートの動的性状は、鋼繊維補強コンクリートと異なり、ビニロン繊維補強コンクリートに近い傾向を示す。
- (2) 繊維の付着特性は、繊維長あるいは形状の影響を受け、同一の材質においても形状を変化させることによって付着特性が向上する。
- (3) 低温下における繊維とマトリックスとの付着エネルギーは、常温下と比較して高い値を示す。
- (4) 低温下の圧縮靱性と曲げ靱性との関係はほぼ直線的な傾向を示す。
- (5) 繊維の混入による圧縮靱性の向上効果は1.5%以上になると顕著に認められる。

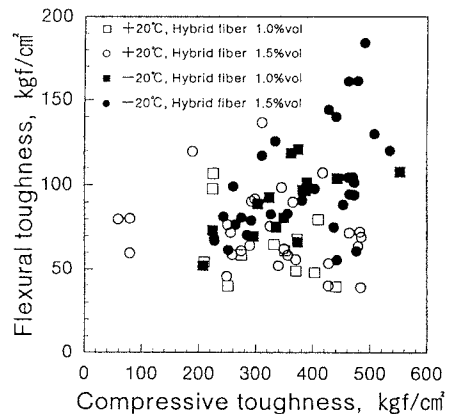
謝辞 本研究を実施するにあたり、(株)ブリジストンの高尾氏及び桐ヶ谷氏、(株)クラレの松本氏に多くの助言や資料の提供を頂いた。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

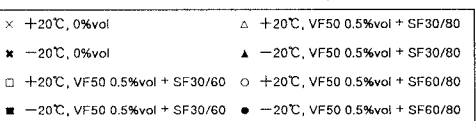
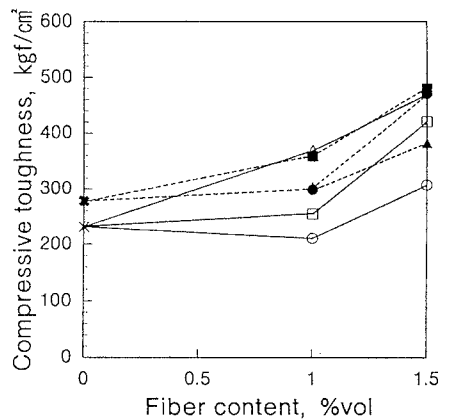
- [1] 高道ら；繊維補強コンクリートの圧縮及び曲げ破壊靱性について、第50回土木学会年次学術講演会、p.374～375 平成7年9月
- [2] 日本コンクリート工学協会；繊維補強コンクリートの試験方法に関する基準、pp.31～33、昭和59年
- [3] Colin D Johnston；Toughness of Steel Fiber Reinforced Concrete, Steel Fiber Concrete, US-Sweden joint seminar, p.344, June, 1985



図—4 低温及び常温における付着エネルギーの関係



図—5 常温及び低温における曲げ靱性と圧縮靱性の関係



図—6 圧縮靱性と繊維混入率の関係