

コンクリート用の樹脂補強繊維の開発

戸田建設㈱ (正) ○熊谷成之 (正) 田中 徹
西松建設㈱ (正) 高橋秀樹 (正) 椎名貴快
宇部日東化成㈱ 太田明夫

1. はじめに

コンクリート構造物から剥落が多く発生していることから、コンクリート構造物の耐久性が社会問題化されている。剥落事故を少なくし、また、コンクリートの耐久性向上をはかることを目的に、コンクリート補強の樹脂繊維を上記3社で共同開発を行った。ここに、新しく開発した十字型形状のポリプロピレン繊維の特徴とこれを用いたコンクリートの強度特性について報告する。

2. 補強繊維の選定

コンクリート補強用繊維として鋼繊維および樹脂繊維などが開発されている。鋼繊維は錆びおよび重量の問題、ビニロン繊維は長期安定性の問題などから、材料が軽く安価なポリプロピレン繊維を選定した。ポリプロピレン繊維はアルカリ耐久性に優れるが、親水性に乏しいため、界面活性剤などを添加して、セメントとの付着性を改善することが行われている。しかし、ポリプロピレン繊維は、基本的には、セメントと付着しないため、界面活性剤だけでは不十分である。そこで、コンクリートと繊維の付着面積が大きくなる突起状の多角形断面を持ち、その突起部にコンクリートから繊維の引抜けを防止する凹凸を付けたポリプロピレン繊維を開発した。

3. 補強繊維の形状

突起状の多角形断面として、三角突起断面と十字型断面を考えた。断面の突起部には表-1の図に示すような凹凸を付けることとした。従来の平板型断面の繊維に比べ、突起状の多角形断面とすることで断面二次モーメントが増え、練り混ぜ時の骨材との衝突による繊維の屈曲が抑制され、繊維の分散性が良好なコンクリートが得られる。また、突起部のみに凹凸を付けることで、繊維単体の引張強度、ヤング率の低下を抑制することとした。突起部を持つ断面としたことで、練り混ぜ時にファイバーボールの発生がしにくくなった。

4. 繊維の製造方法

ポリプロピレン短繊維の製造方法は、ポリプロピレン樹脂を所定の突起形状に対応した形状のノズルから溶融押し出しし、冷却、延伸を経て、繊維の長手方向に連続したフィン状の突起状物を有する繊維を成形する。次いで、フィン状の突起部を凹凸状に変形させ、界面活性剤の付着処理などを施し、最後に所定の長さに切断することにより製造する。繊維の突起部の先端のみに凹凸をつける方法としては、繊維を刻印ローラで突起部のみに形を付ける方法がある。また、火炎などにより突起部先端のみを溶融、凝集させて、刺状の凸部を作る方法などがある。

5. 突起部繊維各種断面

製造した三角形断面と十字形断面のポリプロピレン繊維の形状と特性を表-1に示す。これらの形状の各種試験を行い、最終的にコンクリートの曲げ靱性試験結果より強度が高いの十字型凹凸を選定した。

表-1 ポリプロピレン繊維形状

形 状 図	断面形状	長手方向の凹凸加工	樹脂名	比 重	換算直径 (mm)	繊維長 (mm)
	三角突起	刻印ローラ による凹凸	ポリ プロピレン 樹脂	0.91	0.68	30～40
	十字型					
	三角形	火炎による 刺状凹凸				
	十字型	火炎による 凹凸				

キーワード 繊維補強コンクリート、ポリプロピレン繊維、曲げ靱性

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 新八重洲ビル TEL. 03-3535-1614

6．十字型凹凸繊維の各種試験

十字型凹凸繊維を混入した高強度コンクリートで各種性能試験を行い当該繊維の特性を確認した。試験方法は日本道路公団「トンネル施工管理要領」繊維補強覆工コンクリート編）に準拠した。

6.1 十字型凹凸繊維物性

十字型凹凸繊維の引張強度およびアルカリに対する耐久性と耐熱性の試験結果を表 - 2、表 - 3 に示す。アルカリ耐久性および耐熱性について、日本道路公団の試験基準を満足する結果が得られた。

(1) アルカリに対する耐久性

表 - 2 アルカリ耐久性試験

	アルカリ液浸漬時間			
	処理前	7 日間	14 日間	21 日間
引張強度(N/mm2)	459	446	438	457
引張強度保持率(%)	-	97.1	95.3	99.4

適格値：強度保持率が 90%以上．

(2) 耐熱性

表 - 3 耐熱性

	処理前	熱処理後
引張強度(N/mm2)	453	414
引張強度低下率(%)	-	8.7

適格値：低下率 10%以下．

6.2 強度試験

(1) 配合

高強度コンクリートによる繊維補強コンクリートの強度試験を表 - 4 に示す基本配合で行った。ポリプロピレン繊維の混入率を、0.0%、0.1%、0.3%、0.5%、1.0%と変えて、圧縮強度、曲げ強度、曲げ靱性係数を求める試験を行い、当該繊維の性能を確かめた。

表 - 4 基本配合

W/C (%)	s/a (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	AE 剤 C × %
44	62	200	455	1021	638	0.80

注) セメント：普通ポルトランドセメント、

消泡剤：C × 0.02%

(2) 試験結果

各試験の結果を図 - 1～3 に示す。圧縮強度は、繊維なしのコンクリートより、繊維を 0.3%混入したコンクリートの場合は 10%程度低下する。1.0%混入では圧縮強度が 20%程度低下する。

曲げ強度は混入率の増加に関係なく一定状態を示した。これは、混入率の増加に伴い圧縮強度が低下したためと考えられる。

曲げ靱性に関しては混入率に比例して曲げ靱性係数が高くなった。

6.3 考察

ポリプロピレン繊維混入のコンクリートは、繊維なしのコンクリートより圧縮強度の低下が見られるため、構造物の設計基準強度に応じた配合としなければならない。また、構造物の目的に適合した繊維混入率を決めて対処する必要がある。靱性に関して、当繊維により曲げ靱性係数の向上を図ることができ、繊維形状の妥当性が確かめられた。

7．おわりに

今後は、構造物の目的にあった繊維混入率の決定方法の検討および低強度のコンクリート構造物の剥落防止などの場合についても試験を行い、適用範囲を拡大していきたい。

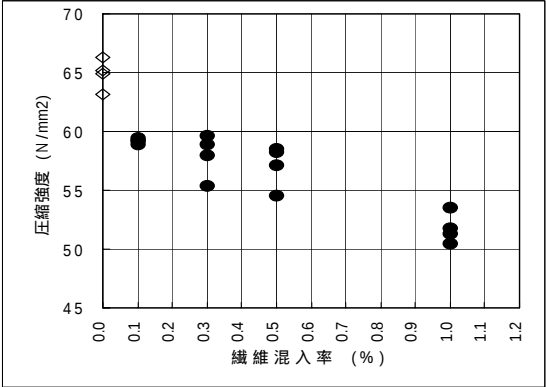


図 - 1 圧縮強度

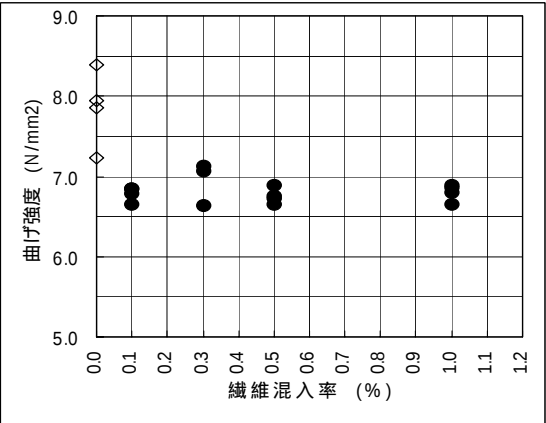


図 - 2 曲げ強度

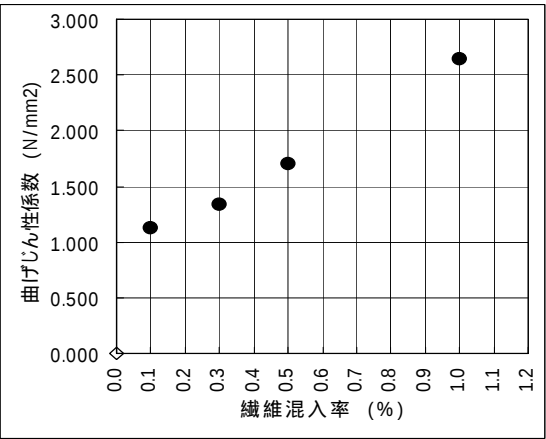


図 - 3 曲げ靱性係数