

V-177

網状ポリプロピレン繊維補強コンクリートの物性に関する基礎的実験研究

防衛大学校 正会員 加藤 清志
 浅野総業(株) 阪本 豁
 日本セメント(株) 正会員 富田 六郎
 浅野工学専門学校 正会員 ○加藤 直樹

1. まえがき

近年、米・英・カナダ・仏をはじめ、全世界的に燎原の火のごとく、コンクリートへのポリプロピレン繊維(網状繊維:Fibermesh)補強法が普及し、現在、導入41箇国中第28番目にわが国でも採用されはじめた。この長所は、プラスチック収縮ひびわれの減少、ひびわれ同士の結合、衝撃抵抗力の増大、爆裂に対する抵抗性増大、透水性減少、防錆効果大等のほか、とりわけ、取り扱いが容易で施工性にすぐれていることにある。本報告では、ポリプロピレン繊維補強コンクリートの工学的な基本諸特性について述べる。

2. ポリプロピレン繊維の特性

表-1 ポリプロピレン(pp)繊維のおもな物性値

現在市販のポリプロピレン繊維には長さ19,38,51mmの3種のコンクリート用と、縦繊維の本数の少ないモルタル専用で19mmのものがある。表-1にポリプロピレン繊維のおもな物性値を示すが、とくに、ヤング率が小さいことがわかる。図-1にコンクリート用19

比重	0.90
融点	160-170°C
発火点	590°C
引張強度	5500-7600kgf/cm ²
伸び	250-400%
ヤング率	35000kgf/cm ²
熱膨張係数	110×10 ⁻⁶ /°C
熱伝導率	3.3×10 ⁻⁴ cal/s/cm ² /°C/cm
電気伝導率	Low
酸・アルカリ抵抗性	High

mm pp繊維の小束と展開した状態とを示す。練り混ぜ前の取り扱いには小束状繊維かつ軽量であるので扱いやすく、コンクリート中で展開した網状繊維は骨材によって横糸がはずれ、単繊維状に分散する。ファイバーボールは形成されず、標準使用単位量は900gf/m³で、普通コンクリートのペーストマトリックス1mlに約20本含まれることになり、pp繊維補強ペーストが細・粗骨材を抱き込むことになる。この基本的なメカニズムが強度および水密性向上に連係する。

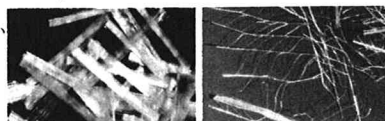


図-1 pp繊維の小束と展開状態

3. ポリプロピレン繊維補強コンクリートの物性評価試験と考察

3.1 プラスチックひびわれ a) スラブ厚さとひびわれ スラブ厚さ2,4,6cmで60×60cmの平板寸法; 配合は1:2, W/C=0.50; 普通ポルトと川砂使用。フロー値はプレーンで280、pp繊維 0.04%モルタル(単重比)で220; 曝露条件は 昭62.8、室温38~25°C、40~60%RH。周辺すべて拘束なし。24時間以内にプレーンはすべて微小ひびわれが出現したが、pp繊維補強モルタルは健全であった。 b) 水セメント比とひびわれ スラブ厚さ1.9cm、61×91cm平板寸法; 配合はw/c=0.4(s/a=40%)、0.5(44%)、0.6(46%)の3種で単位水量185~180kg、pp繊維(19,38mmの2種)は標準量; 曝露条件は強制送風(4m/s)、四辺外部拘束; ウェットスクリーニング法、フロー値はプレーンで206、ppで198。20時間以内にプレーンはすべてひびわれし、pp繊維補強モルタルは健全であった。 c) ひびわれ幅を考慮した定量評価値 i. 潜在ひびわれ性能¹⁾ 実験条件は b)と同様で、pp繊維(19mm)を1.0、1.4kgf/m³使用した。ひびわれ幅と長さとの積を求め、プレーン(6339mm²)を100%とすると、pp繊維補強モルタルは5.8%(369mm²)と低かった。 ii. ひびわれ感度²⁾ 図-2に示すテスト・リングでS₁円とS₂円とに交差するひびわれの幅の和の相対評価を行うもので、プレーンを100%とするとpp繊維量

1.0~1.4kgf/m³ の混入で、20~10% ひびわれ鈍感となる(図-3)。d) 乾燥収縮とひびわれ モルタルバー法による自由変形量は図-4に示すように、プレーンもppも1日(0.020%)、4週(0.055%)等ほぼ同量であった。e) ブリージングと沈降ひびわれ ブリージング量はプレーンもppも0.10cm³/cm²

程度で大差なく、pp繊維補強効果による内部支持力と粗大なブリージング細孔発生を抑止とにより沈降ひびわれが減少する。f) まとめ ポリプロピレン微小鉄筋システムが、初期収縮の関数である引張応力に十分抵抗できる塑性変形能をもつことと、収縮マイクロクラックが有害なマクロクラックの発生を防止するといえる。また、図-5にプレーンとppの凝結特性曲線を示すが、始発直線以下の限界領域は施工時間を示すもので、ppの方がきわめて有利であることがわかる。

3.2 水密性と鉄筋腐食³⁾ 一般にコンクリート構造物の耐久性向上には透水遮断が最重要であることを示した⁴⁾。Von 試験法によるとプレーンに比し、pp 590gf/m³ で33~44%透水量減、1190gfで

79%減となり、鉄筋腐食速度は25%小となった。3.3 強度特性 基本強度諸特性についてはppによりすべてクリアされ、とくに、プレーンの爆裂{図-6(a)}は、ppの車地作用“Capstaning action”(図-7)により大きな抵抗性{図-6(b)}を示す。4. 結論 ポリプロピレン繊維補強は耐久性向上、爆裂抵抗力等増大にきわめて有効である。

〈謝辞〉本研究には南和孝助手、山田均・佐藤純一事務官、永井和夫学生の助力を受けた。付記して謝意を表する。

〈参考文献〉1)Kraai, P.P.:The Cracking Potential of Concrete, FIBERMESH Inc.Tech.Rep., Apr.1985.

2)Plastic Shrinkage and Cracking Tendency of Mortar and Concrete Containing Fibermesh, idem., Sept.1985. 3)Vondran, G. and Webster, T.:The Relationship of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete to Permeability, idem., Jan.1988. 4)加藤直樹・加藤清志:コンクリートの乾湿潤作用による耐久性劣化とその対策, 42回年講, 5, 昭62.9, pp 470-471.

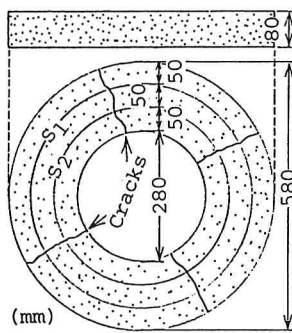


図-2 テスト・リング

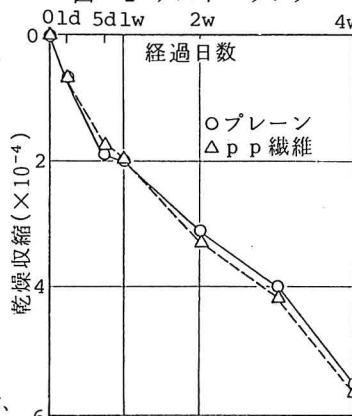


図-4 乾燥収縮特性曲線

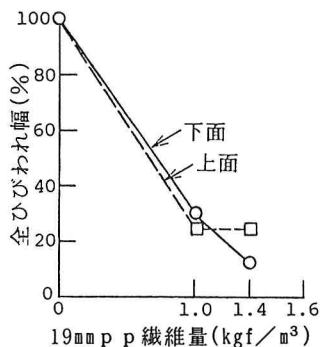


図-3 プラスチック収縮感度

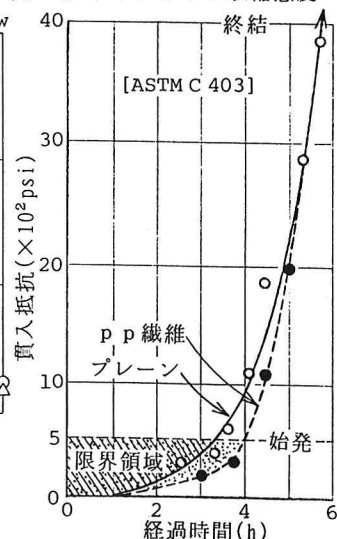


図-5 凝結特性と限界領域



(a)



(b)

図-6 爆裂と大きな抵抗力



図-7 車地作用