

ポリオレフィン繊維の埋込み角度が繊維 - マトリックス間の付着性状に与える影響

グレースケミカルズ 技術部 正会員 ○ 董 賀祥
 (中国)東南大学材料科学與工程学院 姜 国慶
 (中国)東南大学材料科学與工程学院 劉 小泉
 (中国)東南大学材料科学與工程学院 孫 偉

1. はじめに

繊維補強コンクリートの「じん性」に影響を及ぼす要因としては、繊維の物性（引張強度、ヤング係数、寸法形状、表面性状）、マトリックス強度、繊維のマトリックス中での配向などが挙げられる。このうち、繊維の物性やマトリックス強度については、材料選定などにより制御可能であるが、繊維の配向に関しては、施工要因などの影響を強く受けるため制御が困難である場合が多い。そこで本研究では、繊維の配向が付着性状に与える影響を検討するために、埋込み角度を要因とした繊維引抜き試験を実施した。なお、繊維種類としては、既往の研究例が少ないポリオレフィン系合成繊維¹⁾を用いた。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

試験に使用したポリオレフィン系合成繊維の物性を表-1に示す。なお、使用した繊維は、その寸法より、比較的高いアスペクト比（85程度）を有する特徴がある。また、マトリックスとして表-2に示すモルタルを用いた。

2.2 試験方法

繊維は、1供試体あたり6本を2本1組で使用し、写真-1に示すように、プラスチック製仕切り板の3箇所の穴を通して所定の角度に曲げて固定した。なお、埋込み長さは15mm一定であり、埋込み角度は仕切り面の鉛直方向を0°として、0, 15, 30, 45, 60, 75°の6水準とした。また、1水準あたり4個の供試体を作成した。

繊維の引抜き試験は、写真-2に示すようにJCI-SF8に準拠して行った。載荷は、変位速度を0.4~0.5mm/分とし、載荷中の荷重と繊維のすべり量（クロスヘッドの変位量）をサンプリング周期0.125秒で取得した。繊維の付着強度 τ (N/mm²)は、式(1)で求めた。

$$\tau = \frac{P}{n \times S_s} \quad (1)$$

ここに、 P は引抜き荷重(N)、 n は繊維の本数、 S_s は繊維の付着面積(mm²)である。

また、繊維の引抜き過程におけるエネルギー吸収性能を評価するために、所定すべり量2.5mmまでの単位付着面積あたりの付着タフネスを換算付着強度 σ_b (N/mm²)と定義し、式(2)により算出した。

表-1 ポリオレフィン系合成繊維の物性

材質	引張強度 (N/mm ²)	ヤング率 (kN/mm ²)	密度 (g/cm ³)	長さ (mm)	断面寸法 (mm)
ポリエチレン ポリプロピレン	540	9.5	0.92	50	1.4×0.19

表-2 モルタルの配合

設計強度 (N/mm ²)	W/C	C:S	セメント種類	細骨材種類
36	45.0	1:2	普通ポルトランドセメント	中国国家標準 GB178-77 密度 2.60 g/cm ³ , FM 2.30



写真-1 繊維埋込み供試体



写真-2 繊維の引抜き試験状況

キーワード: 繊維補強コンクリート, ポリオレフィン系合成繊維, 付着性状, 埋込み角度, 繊維引抜き試験

グレースケミカルズ 〒243-0807 神奈川県厚木市金田 100 番地 TEL 046-225-8877 FAX 046-221-7214

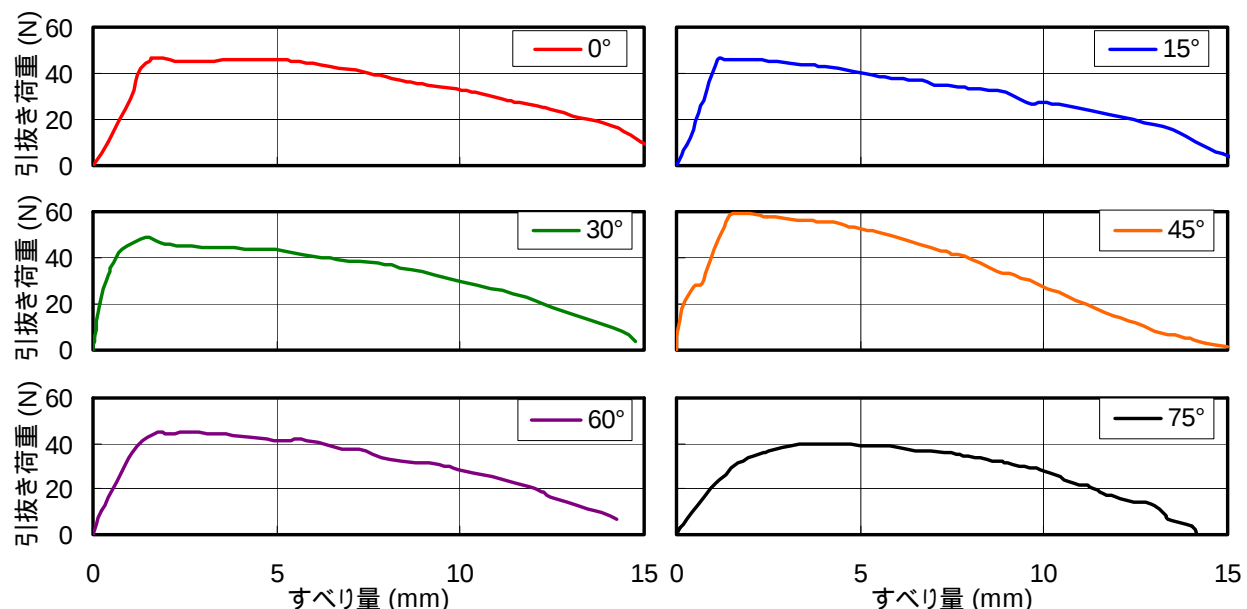


図 - 1 各埋込み角度における繊維引抜き荷重 - すべり量の関係

$$\sigma_b = \frac{T_e}{\delta_d \times S_s} \quad (2)$$

ここに、 T_e は荷重・すべり量 (N・mm)、 δ_d は所定すべり量 (2.5 mm) である。

3. 試験結果および考察

各埋込み角度における繊維引抜き荷重 - すべり量の関係を図 - 1 に示す。なお、これらの結果は、 $n=4$ の試験結果を平均したものである。図 - 1 の最大荷重に対応する付着強度とすべり量 2.5 mm までの荷重・すべり量曲線の面積に対応する換算付着強度を図 - 2 に示す。また、引抜き試験後におけるマトリックスの局部剥落状況 (繊維埋込み角度 75°) を写真 - 3 に示す。

付着強度は、埋込み角度 45° 以下の範囲で埋込み角度の増加にともなう増加傾向を示したが、埋込み角度 45° を超えると埋込み角度の増加にともなう低下傾向を示した。この傾向は、じん性を表す換算付着強度でも同様であり、繊維埋込み角度 45° で最大値を示した。

埋込み角度が 45° 以下の場合、埋込み角度が大きいほど、引抜きに対する機械的な抵抗が強く、より多くのエネルギーが消耗されるため、繊維の付着性能が高くなったと考えられる。逆に埋込み角度が 45° を超えると、繊維の引抜きに抵抗するマトリックス部分が薄いため、部分的な剥落 (写真 - 3) をともなうようなマトリックスの破壊²⁾が顕在化し、埋込み角度の増加にともなう付着性能の低下傾向を示したと考えられる。

4. まとめ

ポリオレフィン系合成繊維を用いて埋込み角度を要因とした繊維引抜き試験を実施した。得られた知見を以下に示す。1) 繊維の付着性能は、埋込み角度 45° で最大となる。2) 埋込み角度が小さい場合は機械的抵抗の不足、埋込み角度が大きい場合はマトリックスの部分的な破壊により、付着性能の低下が生じると考えられる。

【参考文献】1) 董賀祥, 西村正: ポリオレフィン繊維とセメント系複合材料の付着性状に関する基礎研究, 土木学会第 61 回年次学術講演会, 2006.9. 2) Victor C. Li, Y. Wang and S. Backer: Effect of inclining angle, bundling and surface treatment on synthetic fiber pullout from a cement matrix, composites. Volume 21. Number 2. March 1990



写真 - 3 マトリックスの局部剥落状況 (繊維埋込み角度 75°)

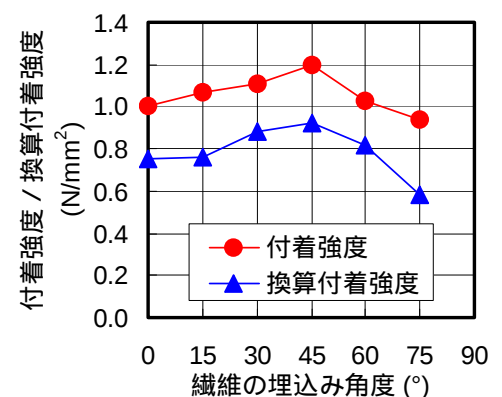


図 - 2 繊維の付着強度と換算付着強度