

FRCC における収束型アラミド単繊維の拔出し挙動

筑波大学 学生会員 ○Wang Jin
 筑波大学 正会員 金久保 利之
 東京地下鉄株式会社 越前 沙紀

1. はじめに

FRCC（繊維補強セメント複合材料）とは、セメント系材料に短繊維を混入した複合材料である。この材料では、ひび割れが生じた際に繊維がひび割れを架橋することで引張力を負担し、引張靱性が向上する。架橋性能を評価するためには、単繊維-マトリクス間の拔出し挙動を把握する必要がある。単繊維の拔出し挙動は、マトリクス材料および繊維種類とともに、繊維の付着性状と配向角に影響されると考えられている。

本研究では、収束された太径のアラミド繊維を対象として、2種類の配向角の付け方を模擬した引抜き実験を行い、両者における拔出し挙動の違いを検討した。

2. 実験概要

実験に使用したアラミド繊維を図-1に、物性を表-1に示す。使用したアラミド繊維は原糸を収束した形になっている、マトリクスの配合を表-2に示す。

試験体は30mm角のマトリクスの平板の中央部にカットする前の繊維を1本埋め込んだもので、マトリクスを固定し繊維の引抜き試験を行う。試験体および型枠を図-2に示す。1辺50mmの正方形アクリル板2枚で同じ寸法のゴム板3枚を挟み、ネジで固定する。上下のアクリル板とゴム板の中心に穴をあけて繊維を貫通させることで繊維を固定する。実験因子は繊維配向角(0,15,30,45,60度)、試験体厚さ(2,4,6,8,12mm)および配向角の付け方(設置角,埋込角)である。埋込角による試験体では、マトリクス表面法線方向から θ の角度を設けて繊維を固定した。設置角による試験体では、表面法線方向に繊維を固定した。

加力方法を図-3に示す。加力には万能ネジ式卓上試験機を用い、変位制御による単調引抜き载荷を行った。設置角による試験体では左図のように試験体を傾けて設置し加力する。埋込角 θ の試験体の付着長は試験体厚さを $\cos\theta$ で除することで求められる。計測項目は引

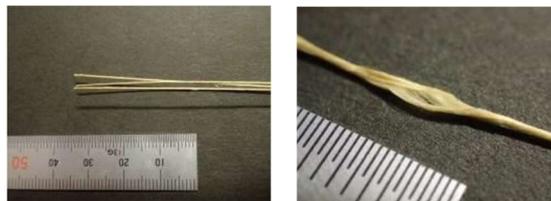


図-1 実験に使用したアラミド繊維

表-1 使用材料物性（メーカー実験値）

繊維種類	繊維径 (mm)	引張強度* (MPa)	弾性係数* (GPa)
アラミド	0.5	3432	73

*収束前の原糸物性値

表-2 マトリクスの配合

W/C	単体量 (kg/m ³)					
	W	C	S	FA	Ad	増粘剤
56.0	380	678	484	291	6	2

W：水道水 C：早強ポルトランドセメント

S：7号珪砂 FA：フライアッシュⅡ種

Ad：高性能減水剤



図-2 試験体および型枠形状

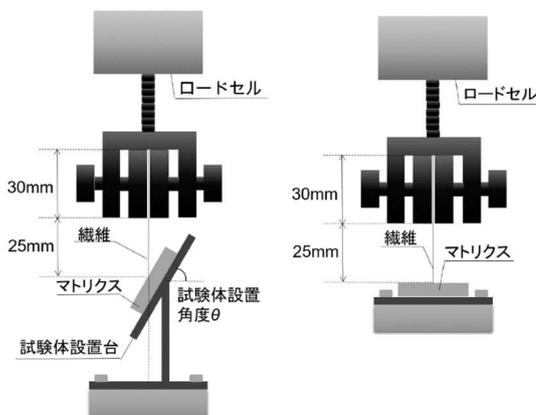
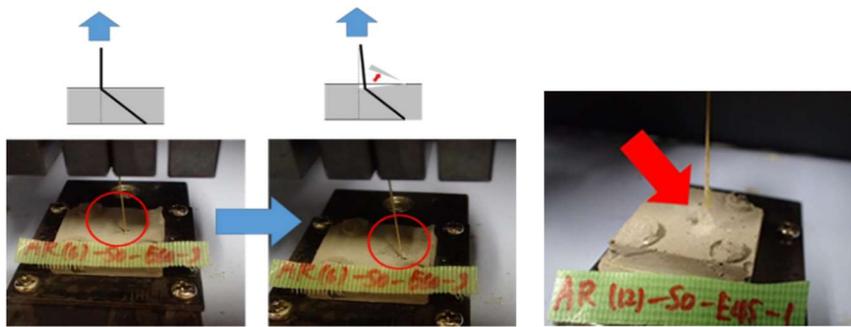


図-3 加力方法

キーワード FRCC, アラミド繊維, 拔出し挙動, 引抜き試験, 付着長

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5045



マトリクスの剥離
繊維の破断
図-4 加力後の試験体の例

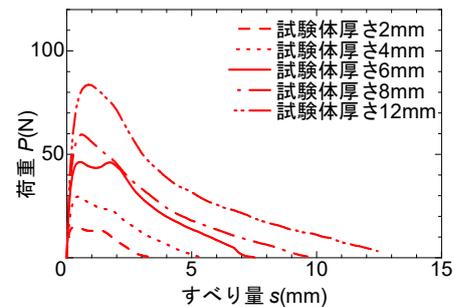


図-5 引抜き荷重-すべり関係の平均化曲線 (配向角 0 度)

抜き荷重およびヘッド間変位である。

同じ実験因子の試験体を 5 体ずつ作製した。試験体の作製および加力は繊維配向角ごとに行い、その都度比較のために配向角 0 度の実験を行った。

3. 実験結果

配向角 0 度の試験体では、繊維の損傷や破断は見られず、繊維がマトリクスから引き抜かれて加力を終了した。配向角が大きい試験体では、繊維の拔出に伴いマトリクス表面の剥離が見られた。また、配向角および試験体厚さがともに大きく、荷重が増大した試験体では繊維の破断が見られた(図-4)。

配向角 0 度の試験体の引抜き荷重-すべり関係を図-5 に示す。すべり量は、繊維とマトリクスの相対変位を表し、計測されたヘッド間変位から、別途行ったカットする前の繊維単体の引張実験から算定した実験区間外での繊維の変形を差し引くことで求めた。各配向角シリーズで試験体の平均化曲線を求め、試験体厚さごとにさらに平均化した。試験体厚さが増大するほど、すなわち付着長が増大するほど引抜き荷重も増大する傾向が見られた。

配向角を有する試験体の引抜き荷重-すべり関係を図-6 に示す。左側に埋込角、右側に設置角による試験体の実験結果を示している。同一配向角において、設置角を有する試験体より埋込角を有する試験体の方が繊維付着長が大きいため、埋込角を有する試験体の方が荷重が大きくなる傾向が見られた。また、配向角を有する試験体の方が最大荷重時のすべり量が大きくなる傾向が見られた。

4. まとめ

(1) 配向角を有する試験体では、繊維の破断やマトリク

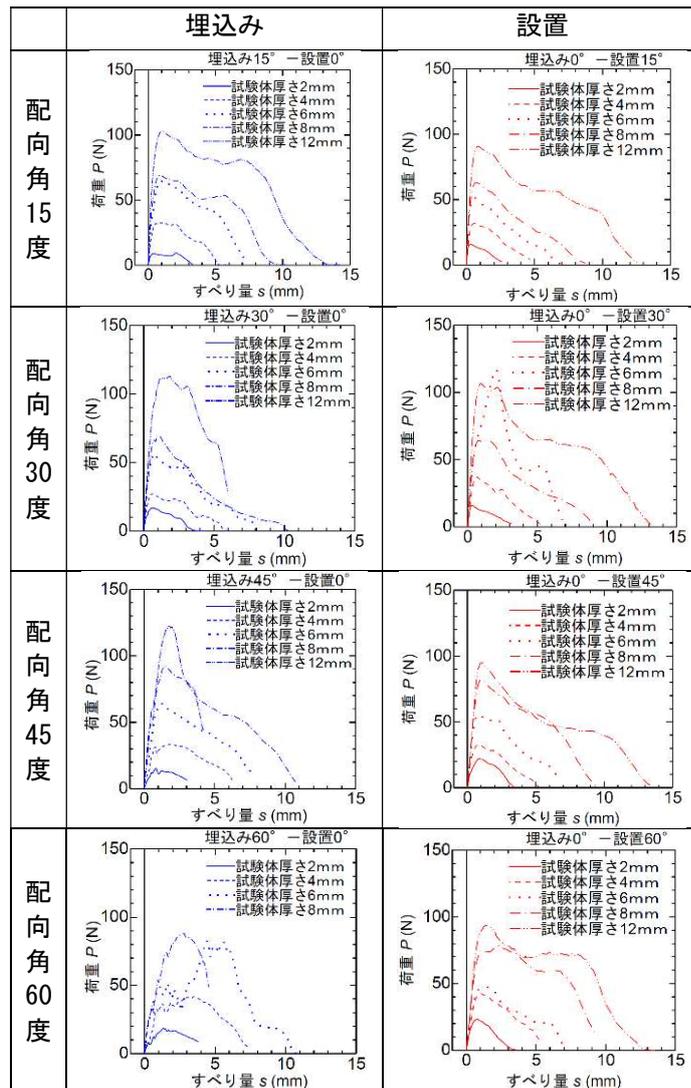


図-6 配向試験体の引抜き荷重-すべり関係

スの剥離が見られた。

(2) 配向角の有無やつけ方にかかわらず、付着長の増大に伴って最大引抜き荷重が大きくなる傾向が見られた。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究(A)18H03802 によって行っている。