

大阪市立大学工学部 学生員○の場良平
大阪市立大学工学部 正 員 眞嶋光保

1. はじめに

セメントモルタル中に短繊維を混入し繊維補強セメント（FRC）とすることにより、引張強度、曲げ強度、衝撃強度、伸び特性などを改善することが可能となる。さらにFRCのそれらの効果を増大するためにはできる限り多くの繊維を混入することが必要である。しかしながら繊維量の増加とともに施工性が低下することも事実である。この施工性の低下を改善するという目的で、マトリックスおよびマトリックスに作用する混和材料について検討した。まず混和剤については流動化剤を用いることにより流動性を向上させた上で繊維間に容易に浸入させることを考えている。このための混和剤は高縮合トリアジン系、ポリカルボン酸エーテル系を使用した。しかし流動性がよくなりすぎると繊維からマトリックスが流出してしまうという現象が生じるためある程度の粘性が必要となってくる。このための混和材はフライアッシュ、高炉スラグ微粉末を使用した。なお、本研究では、フレッシュ状態においてはJロート法により流下時間を測定することにより、硬化状態においてはFRC薄板状部材の直接載荷引張試験を行い、繊維種、マトリックス配合に着目して、応力－ひずみ関係に及ぼす影響を比較検討することとした。

2. 実験概要

実験は2種類の短繊維を用い、それぞれの繊維の物理的および力学的性質を表-1に示す。
FRC供試体の作成は、繊維を薄く2次元ランダムに分散させ、その上からセメントマトリックスを繊維中に手で圧入した。これを所定厚さ6mmとなるまで繰り返した。供試体表面の乾燥を防ぐため作成後直ちにビニールシートを密着させ24時間保持した後20℃の水中に移した。養生期間は当初の湿潤養生を含め7日間である。引張試験直前に供試体から長さ300mm×幅33mmの大きさに切り出し試験用供試体とした。引張試験は載荷速度を3mm/min変位制御とするためインストロン型試験機で行った。試験時には、試験機のロードセルより出力する荷重とクリップオンタイプの変位計により供試体中央部10cm間の変位を動ひずみ計により連続的測定記録した。またマトリックスの基本となる配合は重量比で水が1に対してセメント0.3とし、繊維の混入量についてはビニロン繊維10%、アラミド繊維7%とした。また混和材、混和剤の水準はそれぞれ表-2、表-3に示す。

3. 実験結果と考察

3. 1 フレッシュ状態における流動性

それぞれのマトリックス配合における結果を図-1～図-4に示す。図-1、図-2にはそれぞれの混和剤を使用したときのフライアッシュの置換率と流下時間の関係を示したものであり、図-3、図-4にはそれぞれの混和剤を使用したときの高炉スラグ微粉末の置換率と流下時間の関係を示したものである。これらの図からフライアッシュの置換率が増加するほど粘性が強くなり、高炉スラグ微粉末の置換率が増加するほど、本研究における水準では流下時間が減少し流動性を高める効果があるといえる。

表-1 繊維の諸元

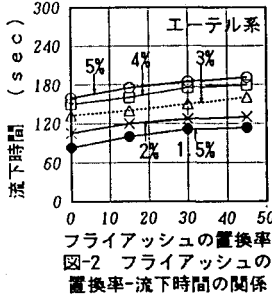
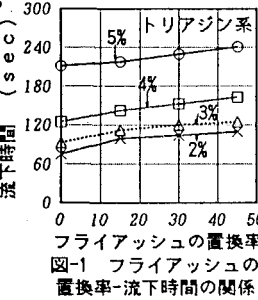
繊維の種類	直径	繊維長	比重	弾性係数	引張強度
ビニロン	φ22.5μm	24mm	1.30	2.6tf/mm ²	105kgf/mm ²
アラミド	φ12.0μm	30mm	1.39	7.1tf/mm ²	310kgf/mm ²

表-2 混和材料の置換率

混和材料の種類	置換率（%）			
フライアッシュ	15	30	45	
高炉スラグ微粉末	15	30	45	
フライアッシュ・高炉スラグ微粉末	15, 15	15, 30	30, 15	

表-3 混和剤の割合

混和剤の種類	混和剤量（%）			
高縮合トリアジン系	1.5	2.0	2.5	3.0
ポリカルボン酸エーテル系	1.5	2.0	2.5	3.0



3. 2 応力-ひずみ関係

図-5に繊維種の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-5からアラミド繊維を用いた引張応力は最大応力に到達してからの応力低下が小さいことが分かる。逆にビニロン繊維においては最大応力に到達してからの応力低下が大きいといえる。また引張試験後のFRC供試体の破壊状況を観察するとアラミド繊維のFRC供試体においてはすべての繊維が引き抜けていて、ビニロン繊維のFRC供試体においては破壊状況が繊維の引き抜けによるものだけでなく解毛しているものが観察された。このことから収束度が大きくすべてが引き抜けによって破壊が生じていたアラミド繊維補強供試体はセメントマトリックスとの摩擦抵抗が大きく、逆に解毛が生じていたビニロン繊維は摩擦が小さいといえる。図-6にフライアッシュの置換率の違いによる応力-ひずみ関係を図-7に高炉スラグ微粉末の置換率の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-6、図-7においてそれぞれの置換率による大きな違いは観察されなかった。図-8に混和材の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-8から高炉スラグ微粉末を置換したFRC供試体は最大応力に到達してからひずみが大きくなっても最大応力を維持していることが分かる。

図-5に繊維種の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-5からアラミド繊維を用いた引張応力は最大応力に到達してからの応力低下が小さいことが分かる。逆にビニロン繊維においては最大応力に到達してからの応力低下が大きいといえる。また引張試験後のFRC供試体の破壊状況を観察するとアラミド繊維のFRC供試体においてはすべての繊維が引き抜けていて、ビニロン繊維のFRC供試体においては破壊状況が繊維の引き抜けによるものだけでなく解毛しているものが観察された。このことから収束度が大きくすべてが引き抜けによって破壊が生じていたアラミド繊維補強供試体はセメントマトリックスとの摩擦抵抗が大きく、逆に解毛が生じていたビニロン繊維は摩擦が小さいといえる。図-6にフライアッシュの置換率の違いによる応力-ひずみ関係を図-7に高炉スラグ微粉末の置換率の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-6、図-7においてそれぞれの置換率による大きな違いは観察されなかった。図-8に混和材の違いによる応力-ひずみ関係を示す。図-8から高炉スラグ微粉末を置換したFRC供試体は最大応力に到達してからひずみが大きくなっても最大応力を維持していることが分かる。

4. まとめ

- 1) セメントマトリックスを施工するときフライアッシュの置換率が増加すれば粘性が増加し、高炉スラグ微粉末の置換率が増加すれば流動性が増加するようである。
- 2) FRC供試体の引張試験後の破壊状況が引き抜けによるものか解毛によるものかによって、応力-ひずみ関係は異なる。
- 3) 高炉スラグ微粉末を使用したFRC供試体はじん性面において効果があるようである。

【参考文献】

- 1) 井岡和寛 短繊維補強セメントによる力学的特性

