

短繊維補強超軽量モルタルに関する実験的研究

石川島建材工業(株) 正会員 ○江口 義之
 同上 正会員 室賀 陽一郎
 同上 正会員 伊達 重之

1. はじめに

錆びやアルカリに対する抵抗性が高い有機繊維の中でも、比較的弾性係数の高いビニロン繊維は、他の有機繊維にない良好な親水性を呈するため、コンクリートの補強材としての研究事例¹⁾が多く、超軽量コンクリート（モルタル）と組み合わせることにより断熱性に優れた軽量P C aカーテンウォールへの利用も検討されている。

そこで本研究では、前述の軽量建築素材への活用の可能性を検討するため、起泡剤を活用した超軽量モルタル²⁾をベースに、ビニロン繊維添加による補強効果を調査することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合・実験要因

使用材料、ビニロン繊維の特性、ベースモルタルの配合（比重約0.9）、および実験要因を表-1～表-4に示す。細骨材には粒度の異なる廃ガラス発泡細骨材2種類を予めブレンドし、練混ぜ時にそれぞれの骨材が吸水する水量を補正水（約17kg/m³）として別途添加した。また、起泡剤は原液を10倍に希釈して用いた。

2.2 練混ぜおよび養生

練混ぜは20リットルホバートミキサを用いて図-1の要領で行った。モルタルの繊維添加前後における比重が目標値となるよう、起泡剤の添加率をセメント重量の0.1～1.1%（原液ベース）の範囲で適宜調整した。また、減水剤添加率はベースモルタルの比重が0.7のシリーズで1.2%、同じく比重0.9のシリーズで0.9%添加した。練混ぜ後、ただちに曲げ強度測定用として40*40*160mm角柱供試体を採取した。

打設後は20℃-60%RHの雰囲気中で型枠養生とし、材齢3日で脱型し、その後は同じ雰囲気のまま気乾養生とした。

3. 実験結果

4種類の繊維（Vf0.5%）の分散性ならびに15打モルタルフローを表-4に示す。また、モルタル中から取り出した繊維の分散状況を写真-1示す。この結果、モルタル比重が0.7のシリーズではF1およびF2は分散することが確認された。このとき、F3およびF4ともに練混ぜ後も繊維束が多く見られた。一方、モルタル比重0.9のケースでは0.7のケースよりも分散性は向上したが、

表-1 使用材料

	記号	材料	比重	吸水率 (%)
セメント	C	早強ポルトランドセメント	3.14	
細骨材1	S1	廃ガラス発泡細骨材	0.70	5.5
細骨材2	S2	廃ガラス発泡細骨材	0.65	5.5
減水剤	Ad	ポリカルボン酸系高性能減水剤		
起泡剤	AE	アニオン系界面活性剤		

表-2 ビニロン繊維の特性

記号	F1	F2	F3	F4
比重	1.3			
繊維径(μm)	27	40	100	130
繊維長(mm)	12			
アスペクト比	222	300	120	92
引張強度(N/mm ²)	1600		1100	
引張弾性率(kN/mm ²)	37	40	25	
収束状態	non	soft	middle	

表-3 配合

W/C (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)			
		W	C	S1	S2
45	25	171	380	223	89

表-4 実験の要因と水準

要因	水準
繊維の種類	4種類(表-2参照)
繊維添加率(vol%)	0, 0.5, 1.0, 1.5
ベースモルタルの比重	0.7, 0.9

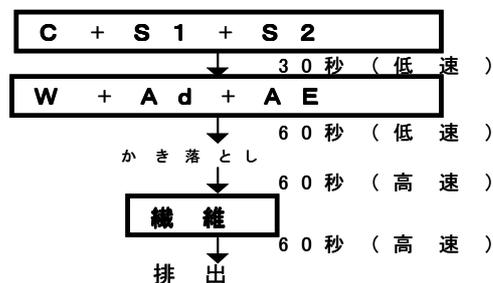


図-1 練混ぜ方法

キーワード ビニロン繊維, 超軽量, モルタル, 曲げ強度

連絡先 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園720 石川島建材工業(株) TEL0467-77-8554 FAX0467-77-4314

一部で繊維の束が観察された。今回の実験条件では、モルタル比重が小さいと練混ぜ時に繊維が受けるせん断力が小さくなるため、収束効果の高い繊維（F3, F4；表-2 参照）では繊維がバラけにくくなるのが推察される。また、収束効果が同じ場合でも、太径の繊維は比表面積が小さいため分散しやすい傾向にあると考えられる（表-4 の比重 0.9 シリーズ参照）。

比重 0.7 シリーズの曲げ試験の結果およびそのときの荷重と変位の関係をそれぞれ図-2 および図-3 に示す。この結果、F1 および F2 については補強の効果が認められたものの、F3 については補強の効果は確認されなかった。この原因はモルタル中の繊維の分散（バラケ）状態の違いによるものと推察される。また、いずれの繊維においてもひび割れ発生荷重と最大荷重がほぼ等しい値となった。ひび割れ発生応力は繊維添加率（Vf）とマトリックスと繊維の弾性係数比を用いて(1)式で表せる³⁾。

$$\sigma_{CCR} = \sigma_m \{1 + Vf \times (E_f/E_m - 1)\} \quad \text{----- (1)}$$

σ_{CCR} ：ひび割れ発生応力、 σ_m ：マトリックスの強度

Vf：繊維添加率、 E_f ：繊維の弾性係数、 E_m ：マトリックスの弾性係数

既往の研究事例¹⁾と比較して、わずか 0.5vol% の添加率でも、高い強度比（複合材の強度/プレーンの強度）を示したのは、マトリックスが超軽量モルタルであり、弾性係数比が高くなったことによるものと推察される。また、繊維のアスペクト比が大きいものほど複合材の強度は高くなる³⁾。繊維の特性について、F1 は F2 に比較して弾性係数のみならずアスペクト比も小さいが、F2 モルタルと同等の強度比を呈した。曲げ強度は最大骨材径の影響も受け、繊維長との比が 0.5 のときに最大強度を呈する³⁾ことから、今回のケース（最大骨材径 2.5mm）では F1 の繊維長が補強効果発現に好適であることが考えられる。一方、比重 0.9 シリーズにおいては、F3 を用いたモルタルは繊維の分散も改善され、補強の効果が現れている。しかしながら、ここでも F3 に較べて繊維の分散の良い F4 を用いたモルタルは繊維のアスペクト比の小さいにもかかわらず高い補強効果を呈した。

4. まとめ

ビニロン繊維による超軽量モルタルの曲げ強度の向上を目的とした今回の実験から、以下の知見を得た。

- 1) 補強効果の発現においては、繊維の分散（バラケ）状態が重要であり、これにはサイジングの程度と繊維径が影響する。
- 2) 普通モルタルに比較して、超軽量モルタルは弾性係数が較べ小さいので、繊維による補強効果が高い。

参考文献

- 1) 例えば、綾野克紀ほか：形状寸法の異なるビニロン繊維の混合効果に関する研究。コンクリート工学年次論文集，Vol24，No. 1，pp. 213～218，2002
- 2) 伊達重之ほか：裏込め用軽量気泡モルタルの施工性と強度，土木学会年次学術講演会講演概要集 第5部，Vol. 55，pp. 338～339，2000
- 3) 真鳴光保ほか：繊維補強セメント/コンクリート複合材料，技報堂出版

表-4 繊維の分散性

比重	繊維	分散性*1	15打7ロー(m m)
0.7	F1	◎	170
	F2	◎	180
	F3	×	190
	F4	×	190
0.9	F1	◎	137
	F2	◎	119
	F3	△	230
	F4	○	240

*1分散性の判定基準

◎-繊維束が全く見られない △-繊維束3割未満
○-繊維束1割未満 ×-繊維束5割以上



写真-1 繊維の分散状況(モルタル比重0.7)

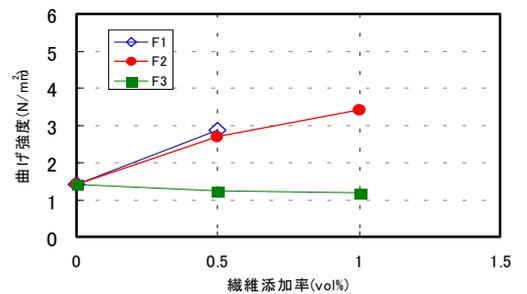


図-2 曲げ試験結果(ベースモルタル比重0.7)

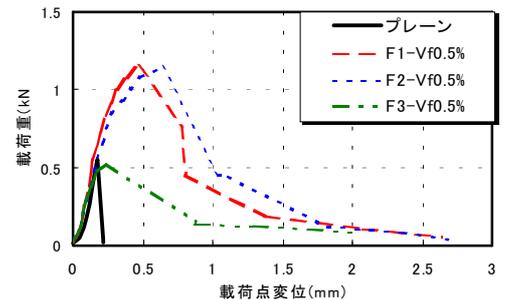


図-3 荷重と変位の関係(ベースモルタル比重0.7)

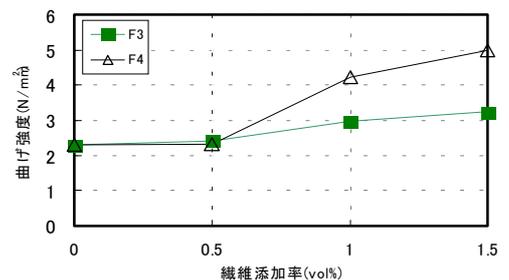


図-4 曲げ試験結果(ベースモルタル比重0.9)