

各種混和材を混入したモルタル中のガラス繊維の劣化防止

広島工業大学大学院 学生会員 ○池田 裕明
 広島工業大学工学部 フェロー 米倉 亜州夫
 広島工業大学工学部 正会員 伊藤 秀敏

1. はじめに

本研究ではガラス繊維劣化抑制として、高炉フューム(以下 BFF とする)、フライアッシュ(以下 FA とする)、高炉スラグ微粉末(以下 BFS とする)、を用いたガラス繊維補強モルタルの流動性、圧縮強度、曲げ強度について実験的に検討した。モルタル中のガラス繊維の劣化を7日間20℃水中養生後80℃の熱水中で10日(屋外暴露25年)、20日間(屋外暴露50年)促進試験を行った後の曲げタフネスによって評価し、各種混和材を用いたガラス繊維モルタルの品質改善について検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料の品質

セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm³,比表面積:3350cm²/g)を混和材は高炉フューム(密度:2.57g/cm³,比表面積:21000cm²/g)、フライアッシュ(密度:2.13g/cm³,比表面積:3200cm²/g)および高炉スラグ微粉末(密度:2.91g/cm³,比表面積:6000cm²/g)を、細骨材は砕砂(密度:2.57g/cm³,吸水率:1%)を用いガラス繊維は耐アルカリガラス繊維で長さ25mmアスペクト比は80を使用した。

2.2 モルタルの配合

本研究では表-1 に示す配合でガラス繊維の劣化抑制効果を検討した。なお、W/Bが40%の場合は、セメント量を40%に固定して二、三成分系モルタルの、ガラス繊維劣化の抑制に関する各混和材の優位性を検討するためにおこなったものである。

2.3 試験項目と方法

本研究で行った試験項目を表-2 に示す。

圧縮強度用供試体はφ5×10cmであり、養生期間は標準養生の場合は3、7、28、91日、促進養生の場合は10日、20日間とする。曲げ強度試験および曲げタフネス試験用の供試体は10×10×40cmの角柱であり、養生期間は標準養生の場合は7、28日、促進養生の場合は10日、20日間とした。載荷は2点対称荷である。

表-1 モルタルの配合

配合 No	W / B (%)	結合材 (%)			
		O P C	F A	B F F	B F S
1	4 0	1 0 0	0	0	0
2		4 0	6 0	0	0
3		4 0	0	6 0	0
4		4 0	4 0	0	2 0
5		4 0	2 0	0	4 0
6		4 0	4 0	2 0	0
7		4 0	2 0	4 0	0
8		2 5	0	2 5	5 0
9	5 5	1 0 0	0	0	0
10		4 0	4 0	2 0	0
11		2 5	0	2 5	5 0
12	6 0	1 0 0	0	0	0
13		4 0	4 0	2 0	0
14		2 5	0	2 5	5 0
15	6 5	1 0 0	0	0	0
16		5 0	0	0	5 0
17		2 5	0	0	7 5
18		4 0	4 0	2 0	0
19		4 0	2 0	4 0	0
20		2 5	0	2 5	5 0

ガラス繊維混入率=2%(容積率)

表-2 試験項目

試験項目	適用
フロー試験	JIS R 5201-1997
圧縮強度試験	JIS A 1108-1999
静弾性係数試験	ストレインゲージ法
曲げ強度試験	JIS A 1106-1999
曲げタフネス試験	JSCE-G 552-1999
促進養生試験	80℃熱水(促進期間10日, 20日)

3. 試験結果および考察

図-1はW/B=65%の場合の標準養生による曲げ強度試験結果を示したものである。この図より、曲げ強度はBFFを混入した配合、FA20BFF40およびBFF25BFS50の三成分系モルタルの配合では比較的高い曲げ強度を示した。複合材料の臨界状態は、界面の密度に依存するといわれている。この観点から、BFFの比表面積は21000cm²/gで、材齢初期の強度発現性が良好であることからガラス繊維の界面の密度が高くなり付着強度が大きくなったことがこの理由の一つとして考えられる。

一方、FAを用いた三成分系モルタルは、FAの比表面積が3200cm²/gで、ポゾラン反応の発現が遅いため、ガラス繊維との付着強度が小さくなることから、ガラス繊維

維が引き抜けたことと、モルタルの強度が小さいためと考えられる。

図-2 は W/B=65% の場合の促進養生による曲げ強度試験結果を示したものである。この図より FA を混入させた三成分系の場合は促進養生をすると標準養生と比べて曲げ強度が増加している。これは FA のポズラン反応が 80℃ 熱水に浸漬されたことにより促進されたものと考えられる。

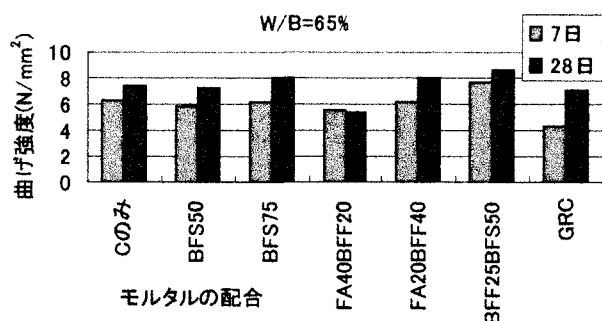


図-1 曲げ強度試験結果(標準養生)

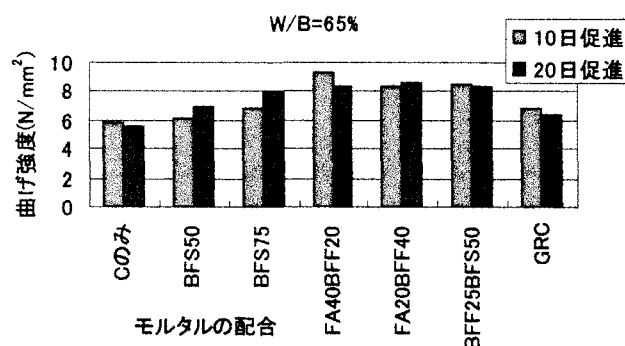


図-2 曲げ強度試験結果(促進養生)

図-3 は W/B=65% の場合の曲げタフネス試験結果を示したものである。この図より、標準養生の場合大きな曲げタフネスを示した配合は、BFS を多量に混入した配合や BFF と BFS を併用した場合であった。このことにより、混和材の比表面積が大きい場合は、ガラス繊維とモルタルとの付着力を向上させる要因と考えられる。

7日間標準養生後 10 日、20 日間 80℃ で促進養生後の曲げタフネス試験結果からは、セメント単味でも曲げタフネスが若干現れている。また、FA と BFF を用いた三成分系の場合では高い曲げタフネスを得られた。一方、BFF と BFS の場合、曲げタフネスは認められなかった。これは、ガラス繊維のアルカリ劣化だけでは説明することができない。この理由として、BFF、BFS とも

にセメントや FA にくらべ比表面積が大きいガラス繊維とモルタルとの付着力が大きくなるので、ガラス繊維界面の付着力が大きくなったため、破断時にガラス繊維が切断したものと考えられる。

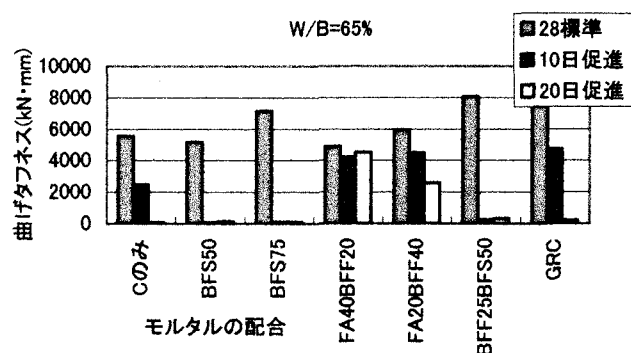


図-3 曲げタフネス試験結果

図-4 は W/B が 55%~65% のセメント単味、GRC、および FA と BFF を併用した場合の曲げタフネスと促進日数を示したものである。W/B=65% のセメント単味では促進期間が 12 日以上になると曲げタフネスが急激に減少することが認められた。これはガラス繊維のアルカリによる劣化によるものと考えられる。一方、W/B が 60%~65% の FA40BFF20 の場合では促進期間が 20 日になっても曲げタフネスは急激に低下していなかった。従って、W/B が 60%~65% の FA40BFF20 の場合がアルカリ劣化を抑制できる配合と考えられる。

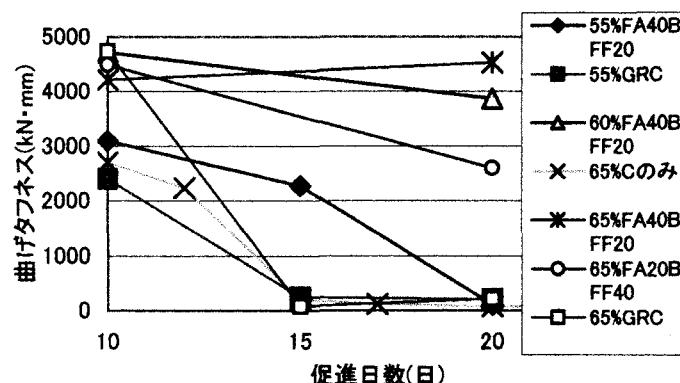


図-4 曲げタフネスと促進日数

4. 結論

- (1) BFF を混入させた場合の材齢初期の曲げ強度発現性は良好であった。
- (2) W/B が 60%~65% の FA40BFF20 の場合が最もガラス繊維のアルカリ劣化を抑制できる配合であることがわかった。