

高炉フュームを用いたガラス繊維補強モルタルの開発研究

広島工業大学大学院 学生会員 ○若杉 哲
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
柏木興産㈱技術顧問 フェロー 沼田 晋一

1. まえがき

本研究では、中国産の高炉フュームを用いたガラス繊維補強モルタルの流動性、曲げ強度および中性化について実験的に調べ、モルタル中のガラス繊維の劣化促進試験を 80℃の熱水中で行った後の曲げ強度によって評価し、高炉フュームを用いたガラス繊維補強モルタルの適用性について検討した。

2. 試験概要

高炉フューム（略称 BFF）は、密度:2.57 (g/cm³), 比表面積:2.1×10⁴ (cm²/g) の球形の超微粒子である。化学成分は SiO₂:25.4%, Al₂O₃:13.2%, CaO:19.1%, SO₃:9.6% を含有している。特に、R₂O は 6.96% で含有量が多い。セメントは、普通ポルトランドセメント（略称 OPC）とガラス繊維補強用セメント（略称 GRC）を、混和材は高炉フューム、シリカフューム（略称 SF）および高炉スラグ微粉末（略称 BFS）を用いた。モルタルの配合および試験項目を表-1 に、中性化促進試験の配合を表-2 に示す。

3. 試験結果および考察

図 1 に示すフロー試験結果では、高炉フュームを混入することによってフロー値は増大した。これは、高炉フュームがセメント、骨材、ガラス繊維の周辺に入り込み、ボールベアリングの作用効果があったものと考えられる。また、高炉フュームと高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを併用したもの、あるいは GRC を用いた場合も、高炉フュームを混入することによって上記と同様の理由により流動性が増大した。

図 2, 3, 4 は、ガラス繊維の耐アルカリ性を調べるために、屋外暴露 50 年に相当するといわれている 1 週間水中養生後 3 週間 80℃の熱水中に浸漬した場合と 4 週間 20℃水中養生した場合の圧縮強度、曲げ強度および曲げタフネスの関係を比較検討したものである。図中の 45 度の線は横軸と縦軸が同じ値であることを示しており、この線以上にあるとガラス繊維の劣化がないものと考えられる。

図 2 の圧縮強度の関係では、ガラス繊維の混入の有無にかかわらず、いずれの配合も 45 度の線の近辺に分布している

表-1 モルタルの配合表

W/(C+A) (%)	30							
セメントの種類	OPC						GRC	
混和材置換率 (%)	BFF=0	BFF=25	SF=10	BFS=50	BFF=20 SF=10	BFF=20 BFS=50	BFF=0	BFF=25
ガラス繊維混入率 (%)	GF=3							
配合No	1	2	3	4	5	6	7	8
フロー試験	○	○	○	○	○	○	○	○
圧縮強度試験	○	○	○	○	○	○	○	○
曲げ強度試験	○	○	○	○	○	○	○	○
曲げタフネス試験	○	○	○	○	○	○	○	○
耐アルカリ劣化促進試験	○	○	○	○	○	○	○	○

W/(C+A):水結合材比

表-2 促進中性化試験の配合表

W/(C+A) (%)	30				50				65			
混和材混入率 (%)	BFF=0	BFF=25	BFF=0	BFF=25	SF=10	BFS=50	BFF=0	BFF=25	BFF=0	BFF=25	BFF=0	BFF=25
促進中性化試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

温度45℃, 湿度60%, CO₂濃度5%, 供試体寸法 φ 10×20cm

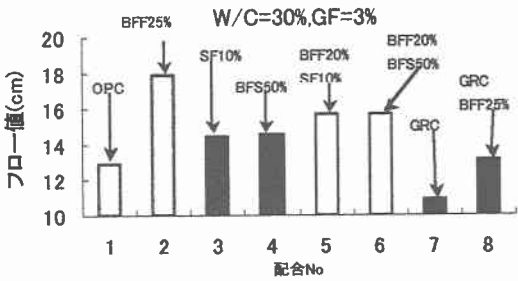


図 1 フロー試験結果

ので、ガラス繊維の劣化の影響を受けないものと考えられる。

図3より、80℃の曲げ強度では高炉フューム 25%混入することにより、20℃の場合より減少した。これは高炉フュームがポゾラン反応を起こし、モルタル中の水酸化カルシウムを消費しガラス繊維の劣化を抑制すると考えていたが、高炉フューム自体にアルカリ量 (R_2O) が多いためポゾラン反応を起こしても劣化を十分に抑えることができなかったと考えられる。しかし、高炉フュームと高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを併用すると曲げ強度が増大し、45度の線上にあることから劣化が改善されたことになる。また、GRC に高炉フューム 25%混入したものは、ガラス繊維の劣化を起こさずに曲げ強度が増大した。

図4に示す20℃と80℃の曲げタフネスの関係では、図3の曲げ強度の関係と同じように高炉フューム 25%混入したものの曲げタフネスの低下が認められることからガラス繊維の劣化が生じたが、高炉フュームと高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを併用すると曲げタフネスが改善された。

高炉フュームを混入したモルタルはポゾラン反応により、中性化を生じやすいことが考えられる。そこで、中性化試験結果を図5に示す。水セメント比を大きくするにつれて中性化深さが大きくなった。また、高炉フューム 25%混入したモルタルの中性化深さは、高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを用いた場合よりも大きくなった。しかし、高炉フュームを用いた場合、水結合材比を極力小さくすることで中性化の進行を抑制できると考えられる。

4. 結論

- (1) 高炉フュームを混入することによってフロー値は増大した。
- (2) 高炉フューム 25%混入したのものには 80℃熱水中でガラス繊維に劣化がみられたが、高炉フュームと高炉スラグ微粉末またはシリカフュームを併用すると前者の場合より曲げ強度が増大し、曲げタフネスも改善した。また、GRC に高炉フューム 25%混入したものは、曲げ強度が増大し、ガラス繊維の劣化は生じていない。
- (3) 高炉フュームを混入すると、促進中性化深さは増大した。

5. あとがき

この研究は、福岡県産業・科学技術振興財団の産学官共同研究開発事業の一環として行ったものである。

【参考文献】

若杉哲, 米倉亜州夫, 沼田晋一, 前田博人: 高炉フュームを用いたモルタルの諸特性, セメント・コンクリート論文集 No.55, 2001

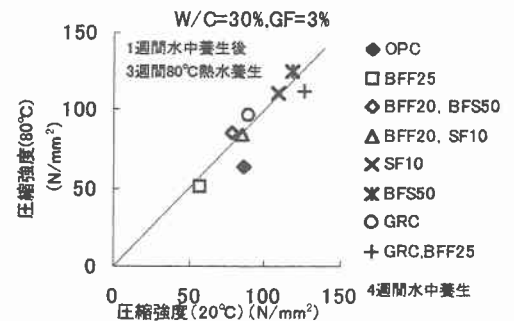


図2 20℃水中の圧縮強度と80℃の場合の圧縮強度の関係

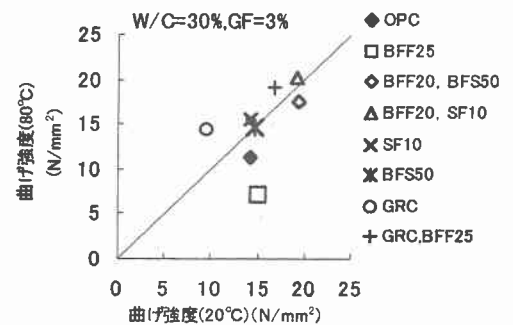


図3 20℃水中の曲げ強度と80℃の場合の曲げ強度の関係

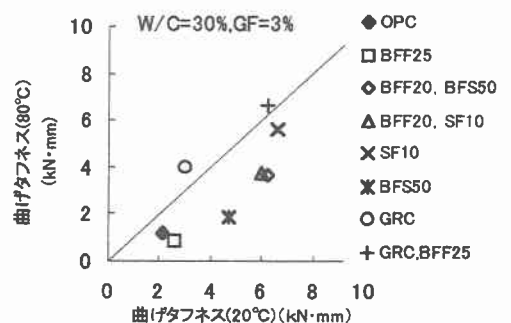


図4 20℃水中の曲げタフネスと80℃の場合の曲げタフネスの関係

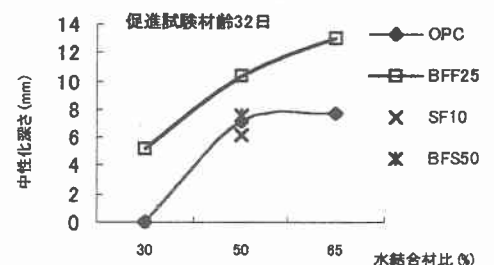


図5 中性化試験結果