

各種混和材混入によるモルタルのガラス繊維劣化防止

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. まえがき

ガラス繊維、鋼繊維、炭素繊維などを用いた繊維補強コンクリートが、建設分野で徐々に使用されているようになってきた。しかし、ガラス繊維はアルカリに弱く曲げタフネスが急激に減少する。そのため高価な耐アルカリセメントを使用していたが、コストがかかりすぎるため十分には普及していない。繊維混入率を大きくすると、流動性が低下し、繊維は分散しにくくなり、ファイバーボールができやすくなる。若杉ら¹⁾の研究により中国産の高炉フュームを混入するとファイバーボールの抑制ができることは分かっている、しかしながら高炉フューム単独混入ではアルカリ劣化抑制効果は小さい、そこで本研究では高炉フュームと同じポゾラン反応性をもつフライアッシュ(FA)と併用することによって、ファイバーボールの発生を抑制し、また流動性が大きくなりワーカビリティが改善される。高炉フュームおよびフライアッシュのポゾラン反応により、モルタル中のアルカリ濃度を減少させ、ガラス繊維の劣化を抑制できる方法について検討した。

2. 実験の概要

2.1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度： 3.15g/cm^3 、比表面積： $3300\text{cm}^2/\text{g}$ ）を混和材は高炉フューム（密度： 2.57g/cm^3 、比表面積： $2.1 \times 10^4\text{cm}^2/\text{g}$ ）、高炉スラグ微粉末（密度： 2.91g/cm^3 、比表面積： $7800\text{cm}^2/\text{g}$ ）およびフライアッシュ（密度： 2.13g/cm^3 、比表面積： $3200\text{cm}^2/\text{g}$ ）を、細骨材は砕砂（密度： 2.68 、吸水率： 1% ）を用いた。

2.2 ガラス繊維補強モルタルの配合および試験項目

表1に、本研究で行った配合および試験項目を示す。なおB(結合材):Sは1:2とした。供試体作成後、7, 28, 91日間標準養生後、21日間 80°C 熱水養生した後圧縮、曲げ強度試験を行った。ガラス繊維のアルカリ劣化の評価は、同じ材齢における標準養生および 80°C 熱水による促進劣化させた場合の曲げ強度および曲げタフネス

を対比して評価した。

表1 モルタルの配合

W/(C+B)	40%						
セメント	普通ポルトランドセメント						
混和材	FA	BFF	FA	BFF	FA40	FA20	BFF25
混入率%	20	20	40	40	BFF20	BFF40	BFS50
繊維混入率%	2	2	2	2	2	2	2
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	○	○	○	○	○	○	○
強熱減量試験	○	○	○	○	○	○	○

3. 試験結果および考察

フロー試験結果を図1に示す。この図より、高炉フュームを混入するとフロー値はボールベアリング効果により、若干大きくなった。一方、高炉フュームと同様にボールベアリング効果が期待できるフライアッシュを混入した場合、フロー値の増加は認められなかった。高炉フュームを混入した三成分系モルタルでは、高炉フュームの混入率を増加させることにより、フロー値が増大することから、この種のコンクリートの流動性を改善する効果が認められた。

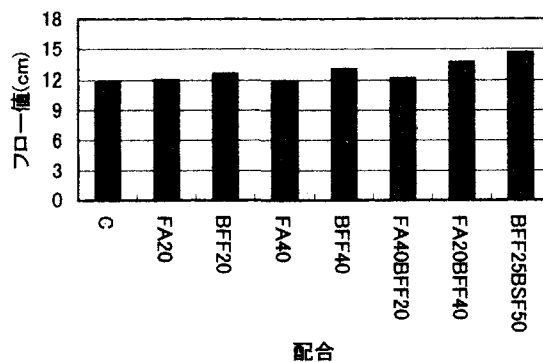


図1 配合別フロー試験結果

図2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²⁾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曲げ強度を対比したものである。この図より、高炉フュームとフライアッシュを併用した場合は、熱水養生による曲げ強度の低下を防ぐことができた。これは、これら混和材併用のによりポゾラン反応による水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)の減少等により、アルカリ濃度が低下しガラス繊維の劣化が抑制されたことに基因していると考えられる。

図3より、熱水養生の曲げタフネスは高炉フュームやフライアッシュを用いたモルタルよりも、3成分にすることによりガラス繊維劣化抑制がすぐれていることがわかる。

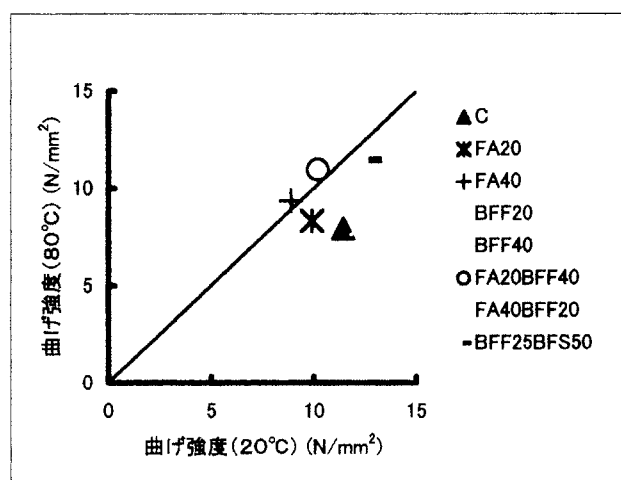


図2 28日標準養生と熱水養生の曲げ強度の関係

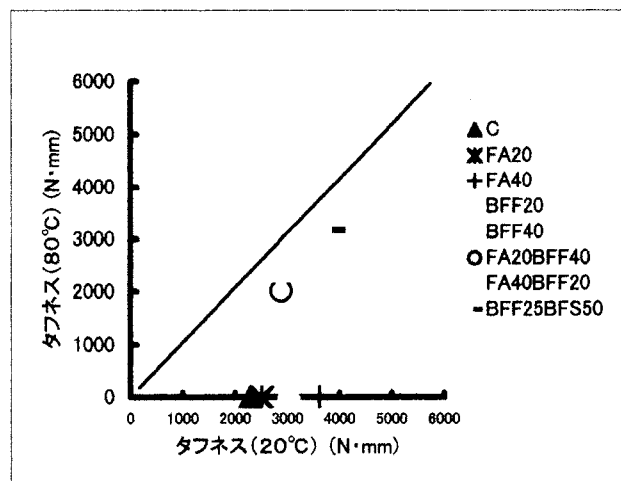


図3 28日標準養生と熱水養生の曲げタフネスの関係

図4、5は曲げタフネスを求めるための荷重－たわみ曲線を示す。図4はセメント単味のたわみ曲線である。この図より熱水養生の場合は破壊がおこると

同時にピーク後ただちに破壊に至るため曲げタフネスは0にした。破壊後の破断面のガラス繊維も切断されていることからガラス繊維のアルカリ劣化があったものとする。図5は高炉フュームとフライアッシュを用いたモルタルの荷重－変位曲線を示したものである。三成分系の場合は80℃熱水で促進劣化させてもポストピークにおいて、ガラス繊維による補強効果が認められた。これは前述のように、三成分系モルタルにすることによってアルカリ濃度が減少したことに基因していると考えられる。

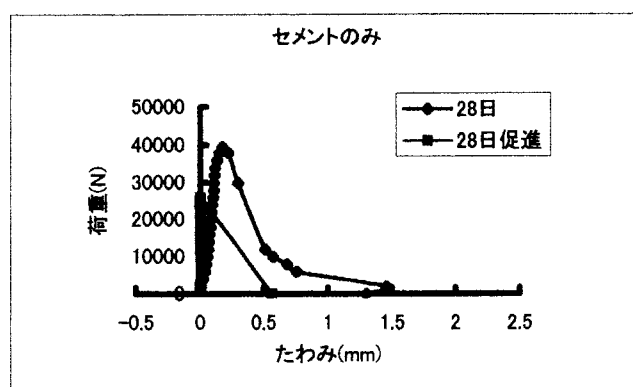


図4 荷重－たわみ曲線

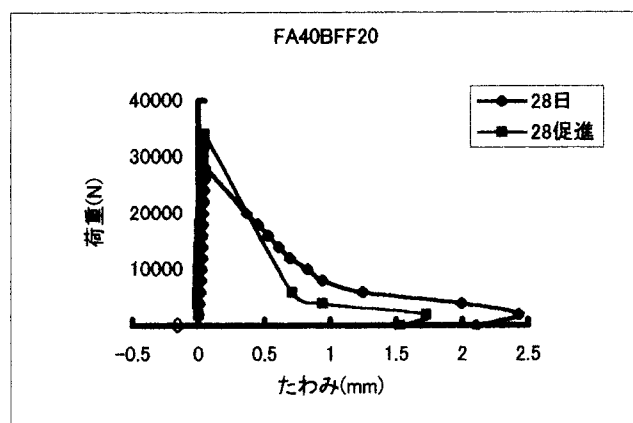


図5 荷重－たわみ曲線

4. 結論

- (1)高炉フュームを混入するとボールベアリング効果によりフロー値は増加した。
- (2)高炉フュームとフライアッシュを併用したり、高炉フュームと高炉スラグ微粉末を併用すること、すなわち3成分にすることによりガラス繊維劣化抑制効果があらわれていた。

【参考文献】

- 1)若杉ら高炉フュームを用いたガラス繊維補強モルタルの諸特性セメント・コンクリート論文集
- 2)太平洋セメント株式会社 GRC セメント技術試料