

シリカフェームモルタルの耐硫酸塩性

金沢大学大学院 学生員○藤井 剛
 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之
 金沢大学工学部 正会員 川村満紀

1. まえがき

コンクリート混和材としてのシリカフェームの使用は、ポゾラン反応性の大きなシリカフェームの反応により比較的早期に遊離石灰の少ない密実なセメントペーストの組織が形成されることからコンクリートの耐久性が大きく改善されるとされている。しかし、シリカフェームを使用したコンクリートの耐久性に関する研究は比較的少ないようであり、シリカフェームの置換率が20%を超えると凍結融解抵抗性が大きく低下するとの報告もある。本研究は、シリカフェームモルタルの耐硫酸塩性を明確にすることを目的とし、硫酸塩溶液に長期間浸せきしたシリカフェームモルタルの長さおよび重量変化などの性質と遊離石灰量および細孔径分布などの微視的構造の特徴との関係について検討したものである。

2. 実験概要

本実験では、普通ポルトランドセメント(N社)、シリカフェーム(国内産、U社)、高性能減水剤(β -ナフタリン高縮合物、K社)および豊浦標準砂を使用した。モルタルのセメント-砂比は1:2であり、シリカフェーム置換率(SF/C+SF)は、5~30%の範囲である。プレーンモルタルの水-セメント比は0.55(フロー値;180)とし、シリカフェームモルタルは同様なフロー値が得られるように水量および高性能減水剤の使用量を決定した。供試体(1×1×10inch)は、14日間水中養生+14日間湿空養生した後に、硫酸溶液(2%)、硫酸ナトリウム溶液(10%)および硫酸マグネシウム溶液(10%)に浸せきし、1週ごとに長さおよび重量変化を測定した。浸せき開始時点でのシリカフェームモルタルの諸性質を表-1に示す。

表-1 シリカフェームモルタルの諸性質
(浸せき開始時)

種類	水結合材比 (%)	圧縮強度 (kg/cm ²)	全細孔量 ($\times 10^{-3}$ cc/g)	遊離石灰量 (%)	高性能減水剤量 (%)
プレーン	55	463	34.7	4.12	-
SF 5%	55	453	50.7	3.12	0.75
SF 10%	54	460	36.1	2.30	3.30
SF 20%	54	476	29.0	1.30	7.50
SF 30%	53	512	28.4	0.82	11.25

3. 実験結果および考察

硫酸溶液に浸せきしたシリカフェームモルタルの劣化状況を図-1に示す。硫酸溶液に浸せきしたプレーンモルタルでは、硫酸による侵食のために表面部分が次第に軟化し、浸せき1ヵ月以後大きな重量減少を示す。シリカフェームモルタルでは、シリカフェームの置換率により劣化状況が大きく相違している。すなわち、シリカフェーム置換率5%のものではプレーンモルタルと同様なスケーリングによる重量減少が浸せき4ヵ月以後認められるのに対して、シリカフェーム置換率20%および30%のものでは、初期より比較的大きな膨張を示すとともに、長期では供試体の端部に大きな軸方向のクラックが発生する。両者の中間であるシリカフェーム置換率10%のみが長期においても健全な状態を維持している。硫酸溶液により侵食された部分ではいずれの場合も多量の2水石膏の生成が確認されており、図-2に示す細孔径分布の結果からも明らかのように、遊離石灰の溶出および石膏の析出による組織の破壊により細孔径分布が大きく変化する。硫酸ナトリウム溶液に浸せきしたシリカフェームモルタルの劣化状況を図-3に示す。硫酸ナトリウム溶液に浸せきしたプレーンモルタルの劣化は、浸せき材令とともに徐々に進行し、浸せき7ヵ月において大きな膨張をとまって崩壊した。硫酸ナトリウム溶液による侵食ではエトリンガイトと石膏が反応生成物として確認されている。一方、シリカフェームモルタルではいずれの置換率のものも浸せき16ヵ月において劣化の徴候がまったく認められていない。フライアッシュモルタルではフライアッシュ置換率が30%以下の場合には浸せき12ヵ月以後徐々に膨張を開始することより判断すると、シリカフェームモルタルではシリカフェーム置換率が小さな場合にも硫酸ナトリウム溶液に対する抵抗性が非常に優れているといえる。硫酸マグネシウム溶液に浸せきしたシリカフェームモルタルの劣化状況を図-4に示す。硫酸マグネシウム溶液による侵食では、生成する水酸化マグ

ネシウムが不溶性であることとC-S-H生成物をも分解することから硫酸ナトリウム溶液より大きな劣化が認められるようである。硫酸マグネシウム溶液による劣化は、プレーンモルタルとシリカフェーム置換率30%のものにおいて顕著であり、特にシリカフェーム置換率30%のものには硫酸溶液において観察されたと同様な軸方向のクラックの発生が認められる。

4. まとめ

シリカフェームモルタルでは、シリカフェーム置換率が20%以上になると硫酸溶液の種類によっては大きな劣化を示すものがあり、シリカフェームの置換によるモルタルの耐硫酸塩性の改善効果は、シリカフェーム置換率10%程度において最も大きくなることが明らかになった。

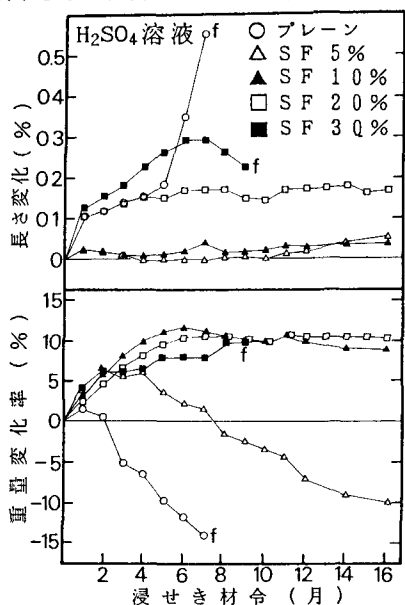


図-1 SFモルタルの長さおよび重量変化

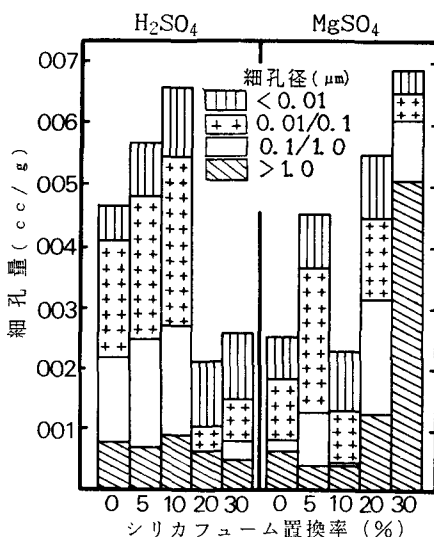


図-2 細孔径分布 (浸せき12ヵ月)

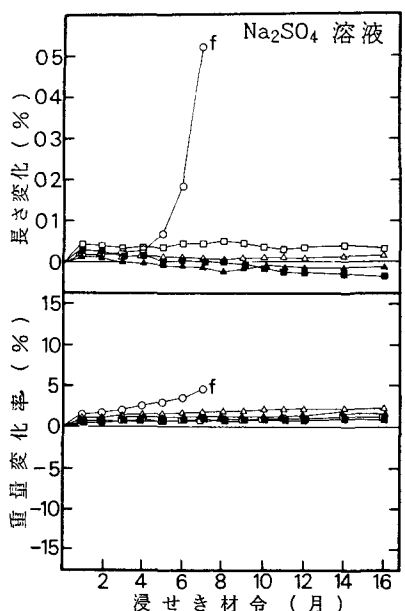


図-3 SFモルタルの長さおよび重量変化

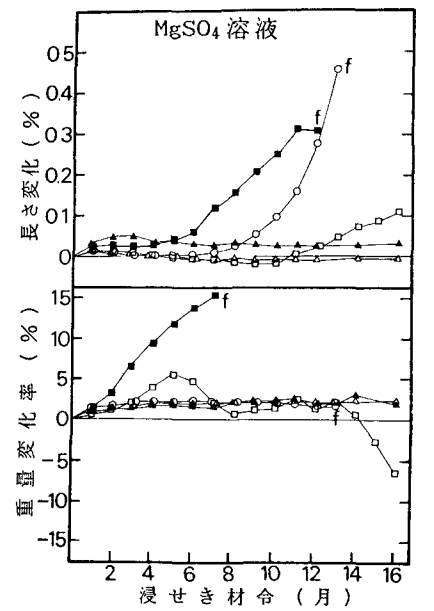


図-4 SFモルタルの長さおよび重量変化