

アルミナセメントを用いた高強度モルタルの耐硫酸塩性

大成建設（株）土木技術研究所 正会員 ○岡本 礼子
大成建設（株）土木技術研究所 正会員 大脇 英司

1. はじめに

コンクリートの化学的劣化機構の一つに、硫酸ナトリウム (Na_2SO_4) を原因とするものがある。 Na_2SO_4 による劣化現象は、セメント成分との化学反応により生成するエトリンガイトの膨張圧と、セメント成分との反応とは無関係に Na_2SO_4 の結晶が析出することにより生じる膨張圧による膨張破壊である。これらの劣化現象への対策としては、 Na_2SO_4 との化学反応を起こす水酸化カルシウム (CH) の生成が少ないセメントを用いること、膨張圧への抵抗性を高めるために強度を上げることが考えられる。このため、水和物として CH の生成が少なく、アルミナゲルが主生成物であるアルミナセメントを結合材として用いることが Na_2SO_4 との反応抑制に有効である。更に高強度配合物とすることで Na_2SO_4 を原因とする膨張破壊に対する抵抗性を高めることが出来る。ただし、アルミナセメントは養生温度や使用環境により水和生成物が転化する性質を持っている。この過程で水和物の体積が変化し、組織が粗になり大幅な強度低下が生じることが知られている。そこで本研究では、 Na_2SO_4 による劣化に対する抵抗性に優れたモルタルを開発することを目的として、水和物の転化を防ぐために一定量の高炉スラグ微粉末を混入し¹⁾、さらに低水セメント比の配合とすることにより高強度モルタルを作製し、 Na_2SO_4 への抵抗性を調べる実験を行った。

2. 使用材料及び配合

JIS R 2511-1995 に規定されている耐火物用アルミナセメント 1 号に相当する市販のアルミナセメントを使用した。アルミナセメントの水和生成物の転化を防ぐため、高炉スラグ微粉末を適量混入した¹⁾。また、高強度モルタルとするため、水セメント比は 20% 以下とした。表-1 に配合の概要を示した。

表-1 使用材料と配合 (kg/m^3)

アルミナセメント、 高炉スラグ微粉末	けい砂	水	混和剤	金属繊維
1553	588	167	72	170

3. 実験概要

(1) アルミナセメントの水和生成物は 20~35℃ 付近では C_2AH_8 が主であり、35℃ 以上となると C_3AH_6 が主となる²⁾。生成する水和生成物が異なる場合の強度発現への影響を見るために、養生温度を 20~80℃ に変化させて養生を行った後、圧縮強度試験を行った(図-1(a))。

(2) アルミナセメント水和物は温度環境の変化により、水和物が転化することが知られているが、20℃ で所定日

数養生した後、更に 80℃ で 6 時間養生すると、圧縮強度が 3 割程度低下するとの報告がなされている¹⁾。このため、本研究におけるアルミナセメントモルタルの養生温度の変化による強度低下を確認するため、所定温度で養生後、試験体を昇温 (80℃) して 6 時間養生した。その後、圧縮強度試験を行い、温度変化による圧縮強度の低下の有無を確認した(図-1(b))。

(3) 表-1 の配合 (高強度モルタル) で作製した $2.5 \times 2.5 \times 13\text{cm}$ の角柱試験体を 20℃ で 28 日間養生後、測定用標点を付けて 20℃ の飽和 Na_2SO_4 溶液に浸漬した。所定材齢毎に長さや質量を測定した。比較材料として JIS R 5201-1997 に規定されるモルタル (JIS モルタル)、 Na_2SO_4 抵抗性のある市販補修材料 (A 材料) を用いて浸漬試験を行った。

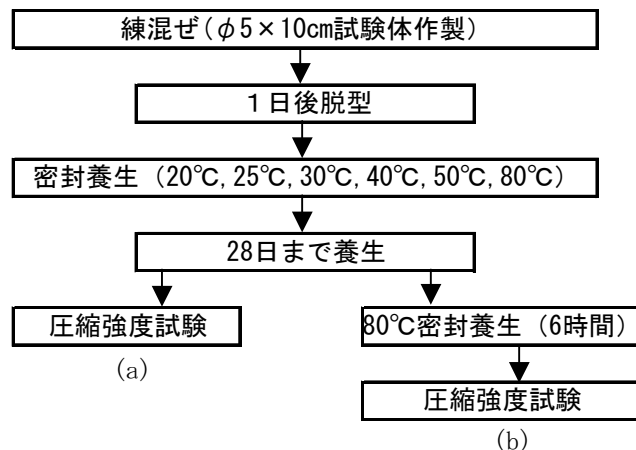


図-1 養生温度を変えた場合の実験概要

キーワード アルミナセメント, 硫酸ナトリウム, 転化, 耐硫酸塩性, 補修材料

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）土木技術研究所 TEL045-814-7228

4. 結果

(1) 試験に用いた高強度モルタルの練上がり性状は表-2のとおりであった。テーブルフローと目視の結果から高い流動性を示し、分離のない材料であることが分かった。

(2) 異なる養生温度で 28 日養生を行った試験体について圧縮強度試験をした結果、圧縮強度は養生温度の上昇に従い徐々に上がり、30℃以上になるとほぼ一定となることが分かった(図-2)。但し、30℃以下の養生温度においても圧縮強度が120MPa 以上有り、20～80℃に養生温度が変化しても十分に高強度を示すことが分かった。

(3) 28 日養生終了後、80℃に昇温し、6 時間養生した後の圧縮強度は若干増加する傾向にあり(図-2)、水和物の転化による強度低下の問題はないと考えられた。

(4) 飽和 Na_2SO_4 溶液への浸漬試験の結果、JIS モルタルでは長さ変化率は小さかったが、表面から次第に剥離が生じ、浸漬後 20 日前後から急激な質量減少を生じた。A 材料については、試験体表面の性状や質量に顕著な変化は見られなかったが、長さ変化率が大きく、膨張傾向にあることが分かった。一方、高強度モルタルは、長さ、質量ともに変化率が非常に小さく、比較材料と比べて耐久性に優れていることが分かった。

5. まとめ

Na_2SO_4 に対する抵抗性に優れたモルタルの開発を目的として検討した結果、得られた高強度モルタルは、流動性が高く、自己充てん性を持つ材料であった。

初期の養生温度や材令経過後に温度環境を変化させた場合でも高強度を維持できたことから、水和物の転化による性能の低下を起こさない材料であると考えられた。

飽和 Na_2SO_4 溶液への浸漬の結果、長さ変化や質量変化をほとんど起こしていないことから、通常のモルタルや Na_2SO_4 抵抗性を持つ市販モルタルと比較しても、より優れた耐久性を示すと考えられた。

以上の結果から、今回得られたアルミナセメントを用いた高強度モルタルは Na_2SO_4 抵抗性を持つ材料として十分有効であることが分かった。

今回得られた高強度モルタルは、低水セメント比で自己充てん性を有し、粘性の高い材料である。このため、練混ぜにはその特性に応じた適正な能力を持つミキサーを使用する必要がある。高耐久性や自己充てん性を生かした補修材料として、より汎用性の高いミキサーで製造できるように調整していく予定である。

(参考文献)

- 1) S. HIROSE, Y. YAMAZAKI, Hydration of High Alumina Cement mixed with Blast Furnace Slag, Gypsum&Lime, pp8-12, No.233, 1991
- 2) 笹川幸男, 耐火・耐熱セメント, セメント・コンクリート, pp50-55, No.594, Aug, 1996

表-2 練上がり性状

テーブルフロー (0打:1分30秒後測定)	単位容積質量	空気量(計算値)
279mm	2.48kg/m ³	3.10%

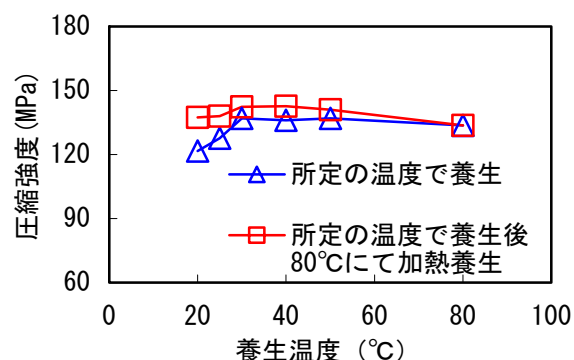


図-2 所定養生終了後の圧縮強度結果

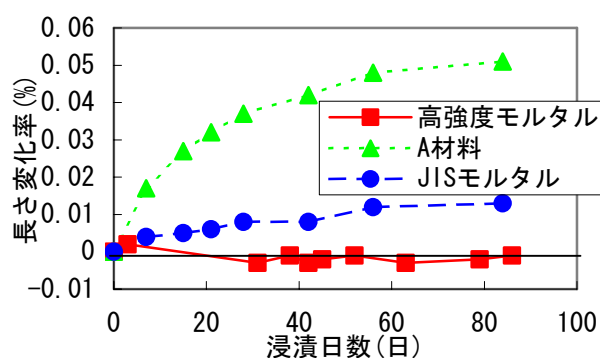


図-3 浸漬試験結果(長さ変化率)

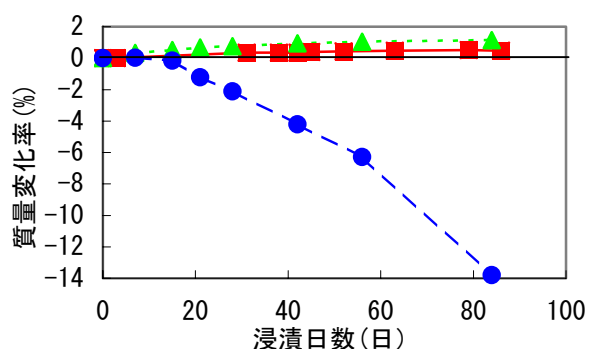


図-4 浸漬試験結果(質量変化率)
(凡例は図-3に準じる)