

千葉工業大学 正会員 森 弘  
同 上 正会員 野口 豊  
同 上 正会員 榎本 歳勝

1. まえがき

近年省資源・省エネルギーの観点から、産業副産物である高炉水砕スラグ及び排煙脱硫石膏を主体とした結合材を、セメントとして利用するための研究が多く発表されている。その結果、強度特性についてはほぼ明らかになったが、耐硫酸塩性・アブサンデン現象（コンクリート表面の劣化）等に対する研究はまだ充分とは言えない。そこで本研究では高炉スラグ石膏系セメントを用いたモルタルについて、特に耐硫酸塩性を中心として実験的検討を加えた結果を取りまとめたものである。

2. 実験概要

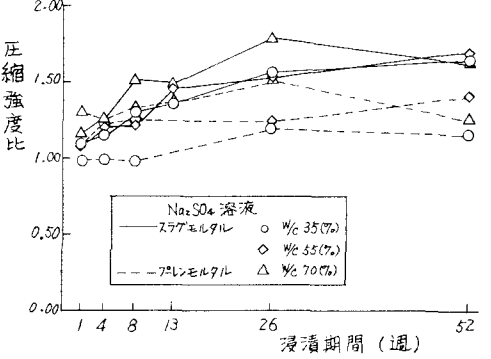
2-1 使用材料

結合材として用いた高炉水砕スラグ、排煙脱硫石膏及び普通ポルトランドセメントの品質は表-1に示すもので、これらの材料を重量比で85:13:2の割合で混合した。実験に用いた細骨材は川砂（富士川産）で、2.5mm以下の粒径とした。

2-2 実験方法

モルタルの配合は水結合材比を35・55・70%とし、初期養生条件は一部を除いて水中養生（20℃）で4週間とした。供試体は4×4×16cmのものを用いた。耐硫酸塩性を調べる実験は、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ と $\text{MgSO}_4$ の5wt%水溶液中に初期養生を行なった供試体を浸漬した。浸漬方法は完全に溶液中に浸したものと供試体の長さの1/2に相当する部分のみを浸漬させたものの2種類として、曲げ強度及び圧縮強度試験を実施して浸食の程度を調べた。アブサンデン現象を調べる実験は、初期養生を行なった供試体を20℃の室内に放置し、所定の放置期間毎に脆弱風化した供試体表面をワイヤーブラシを用いて削りとり重量減少を調べることによって劣化の度合を判定した。なおこれらの実験と比較検討を行なうために、プレーンモルタルについても水セメント比35・55・70%の供試体を作成し、同様の実験を実施した。

図-1 浸漬開始時に対する圧縮強度比と浸漬期間の関係



3. 実験結果

3-1 耐硫酸塩性について

モルタル供試体を硫酸塩溶液中（ $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ）に完全に浸した場合、浸漬期間が経過しても圧縮強度はほぼ増大する傾向を示した。なおこの傾向はプレーンモルタルよりもスラグモルタルの方が顕著であった。しかしながら水結合材比70%の系

表-1 結合材料の品質

|              | 比重   | lg.loss | insol. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | CaO   | Total Sulfur | 合計    |
|--------------|------|---------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|--------------|-------|
| 高炉水砕スラグ      | 2.90 | 0.1     | 0.1    | 35.2             | 13.7                           | 1.1                            | 6.5  | 41.4  | 1.0          | 99.1  |
| 排煙脱硫石膏       | 2.32 | 20.85   | 0.02   | 0.09             | 0.01                           | 0.02                           | 0.02 | 23.44 | 48.55        | 93.00 |
| 普通ポルトランドセメント | 3.15 | 0.6     | 0.2    | 22.1             | 5.3                            | 2.8                            | 1.3  | 64.8  | 2.1          | 99.2  |

件においては、長期浸漬期間で圧縮強度が低下した(図-1参照)。硫酸塩溶液中への浸漬方法の違いによる圧縮強度への影響を見ると、全浸漬の条件では水中養生を行な、たものと同程度の強度を示したが、半浸漬(特に空中部分)の条件では浸漬期間が長期間になるに従って強度比の低下を示した(図-2参照)。硫酸塩溶液の種類で比較した場合、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液中に浸漬すると水中養生と同程度の強度となったが、 $\text{MgSO}_4$ 溶液中に浸漬したものは浸漬期間の経過とともに強度比の低下を示した(図-3参照)。初期水中養生期間の差異による影響について、本実験では養生期間の差を3週間としたが、その効果は明確には認められなかった(図-4参照)。つぎに曲げ強度試験も実施したが、圧縮強度試験結果とほぼ同様の結果が得られた(図-5参照)。

### 3-2 アブサンデン現象について

モルタル供試体を空中に放置し、脆弱腐化した部分を削りとることによって重量減少率を調べた結果、プレーンモルタルでは劣化の程度は小さく、スラグモルタルでは水結合材比の大きなもの、初期養生期間の短いもの程、劣化の程度が大きくその差異が明らかとなった(図-6参照)。

## 4. あとがき

高炉水砕スラグ石膏系セメントを用いたモルタルについて耐硫酸塩性を主として現象面を述べたが、今後は機構面を含めた検討が必要であろうと考える。

最後に、本研究を行なうにあたり終始御指導を賜りました東京大学生産技術研究所 小林一輔教授ならびに小林研究室の各位に心から感謝申し上げます。

図-2 浸漬方法の違いによる影響  
(水中養生に対する圧縮強度比と浸漬期間の関係)

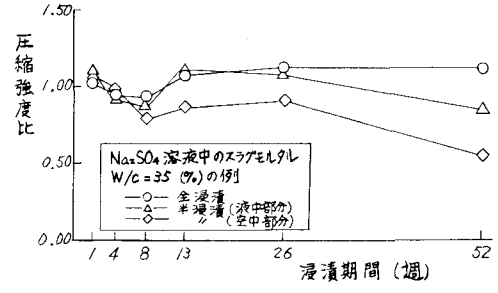


図-3 溶液の違いによる影響  
(水中養生に対する圧縮強度比と浸漬期間の関係)

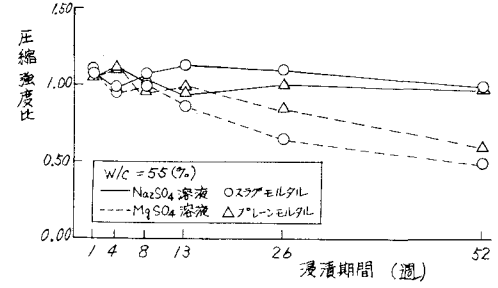


図-4 初期養生期間の違いによる影響  
(水中養生に対する圧縮強度比と浸漬期間の関係)

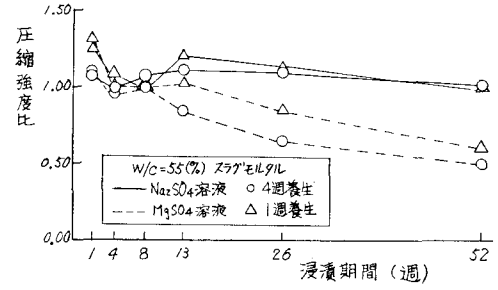


図-5 浸漬開始時に対する曲げ強度比と浸漬期間の関係

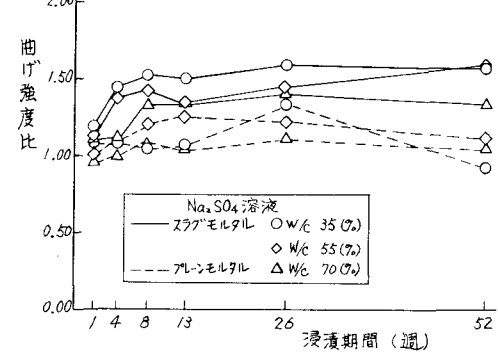


図-6 重量減少率と放置期間の関係

