

低熱三成分系セメントの短期強度発現に及ぼす刺激剤の影響についての基礎的研究

東京理科大学 学生員 ○児玉 総一郎

東京理科大学 正会員 辻 正哲

東京理科大学 学生員 三田 勝也

1. はじめに

産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュは、現在セメント混合材及びコンクリート用混和材として用いられている。今後、資源の有効利用の観点からも、それらをコンクリート用混和材として利用することは望ましい。しかし、これらの混和材で多量にポルトランドセメントを置換した場合、コンクリートの強度発現は著しく遅延する傾向にある。

本研究では、刺激剤を用いて普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末、フライアッシュを混和材とした低熱三成分系セメントの強度発現を促進することを目的とし、硫酸ナトリウム及び炭酸水素ナトリウムを添加したモルタルの基礎性状について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

今回対象とした結合材は、普通ポルトランドセメント（以下 OPC）、高炉スラグ微粉末（以下 BF）、フライアッシュ 種（以下 FA）を用いた混合セメントであり、それぞれの混合比率は a)~c)の条件を考慮して、混合比率を重量比で OPC:BF:FA を 3:5:2 とした。

a) 刺激剤による BF の潜在水硬性を期待するため、OPC 量を BF 量より少なくする。

b) セメント水和物と FA のポゾラン反応を期待するため OPC 量を FA 量以上とする。

c) 低発熱性を保持するため、全結合材に対する OPC 量を重量比で 50%未満とする。

水結合材比は 50%、砂結合材比は 3 と一定とした。骨材には鬼怒川産川砂（密度 2.57g/cm^3 、吸水率 2.08%、粗粒率 2.59）を用いた。刺激剤として用いた硫酸ナトリウム及び炭酸水素ナトリウムは練混ぜ水にあらかじめ外割り添加して用いた。なお、刺激剤の添加量は、練混ぜ水中の濃度を変化させることにより調整した。そのため、モルタルの場合は細骨材の表面水率によって、添加量は多少変化する。

2.2 実験方法

刺激剤の影響及び効果をみるため、安定性試験（パット法）、凝結試験（始発）、フロー試験を JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に基づき行った。刺激剤の濃度を 1%、1.5%、2%、2.5%、3%、5%と変化させてペーストを練り混ぜ、安定性試験の結果から「良」とされた場合には、モルタル強度試験を行った。モルタル供試体の作製には $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の鋼製型枠を用いた。モルタルの練混ぜにはモルタルミキサを用いた。練混ぜ方法は、JIS R 5201 に準じたが、三成分系セメントを用いる場合にはあらかじめ結合材だけの空練りを 60 秒間行った。モルタルは突き棒を用いて二層で締固めた。三成分系セメントを用いたモルタルの圧縮強度と比較するために、低熱ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、普通ポルトランドセメントを用いたモルタルについても実験を行った。なお、養生は環境温度 20 ± 2 で気中養生とした。

3. 実験結果及び考察

図-1 は硫酸ナトリウムを刺激剤として用いた場合の始発時間と安定性試験結果を示したものである。硫酸

キーワード 高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、刺激剤、潜在水硬性、ポゾラン反応、

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501（内線 4054）E-mail: saori@rs.noda.tus.ac.jp

ナトリウムの添加量が多くなるにつれて、始発時間が短くなり、練混ぜ水中の硫酸ナトリウム濃度が3%以上では安定性試験結果は「不良」となった。「不良」と判断されたのは、パットに貫通性のひび割れが確認されたためである。モルタルの圧縮強度は、図-2 に示す通りであり、練混ぜ水中の硫酸ナトリウム濃度が高くなるに従い圧縮強度は大きくなる傾向にあった。一方、炭酸水素ナトリウムを刺激剤として用いた場合、その練混ぜ水中の濃度が1%程度で練混ぜ後、数分でこぼれが生じ、濃度が5%となると練混ぜ直後から小さな塊が発生し型枠への打ち込みが困難となった。表-1 は標準軟度を得るために必要となった水量を示したものである。これらの結果より炭酸水素ナトリウムは刺激剤として不適切と判断した。

図-3 には、セメントの種類別に材齢7日までのモルタルの圧縮強度を示した。三成分系セメントに刺激剤として硫酸ナトリウム濃度を2.5%で添加すると強度発現が早くなっている。

4. まとめ

炭酸水素ナトリウムを刺激剤として用いると、今回実験を行った範囲の濃度ではワーカビリティが著しく低下した。硫酸ナトリウムを刺激剤として用いると、三成分系セメントの強度発現は早くなるが、練混ぜ水中のその濃度が2.5%を超えると安定性は悪くなった。よって、三成分系セメントの刺激剤としては、硫酸ナトリウムを適切な添加範囲で用いることができる可能性が示された。

参考文献

- 1) 大下健二, 魚本健人: 三成分系セメントの混合比率がペーストの特性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15, No.1, 1993, pp137-142
- 2) 樋口正典, 井手一雄, 林寿夫: 低発熱コンクリートの初期強度発現性改善に関する研究, 土木学会第47回年次学術講演会, 1992, pp654-655

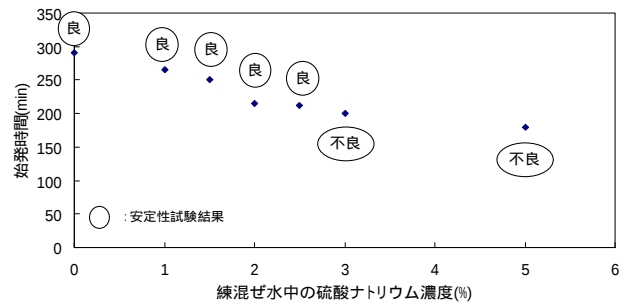


図-1 硫酸ナトリウム濃度と始発時間の関係

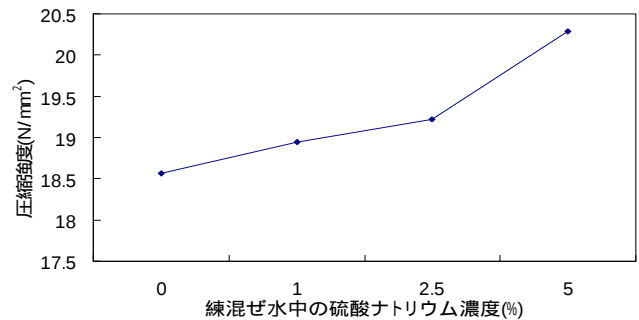


図-2 硫酸ナトリウム濃度と圧縮強度の関係
(細骨材には標準砂を使用)

表-1 各種セメントと標準軟度水量

結合材	刺激剤濃度(%)	標準軟度水量(g)
普通ポルトランドセメント	0	135
三成分系セメント	0	155
三成分系セメント/硫酸ナトリウム	5	155
三成分系セメント/炭酸水素ナトリウム	5	190

表-2 各種セメントとフロー値

結合材	フロー値
低熱ポルトランドセメント	144
中庸熱ポルトランドセメント	142
普通ポルトランドセメント	118
三成分系セメント	135
三成分系セメント/硫酸ナトリウム濃度2.5%	144

(細骨材には鬼怒川産川砂を使用)

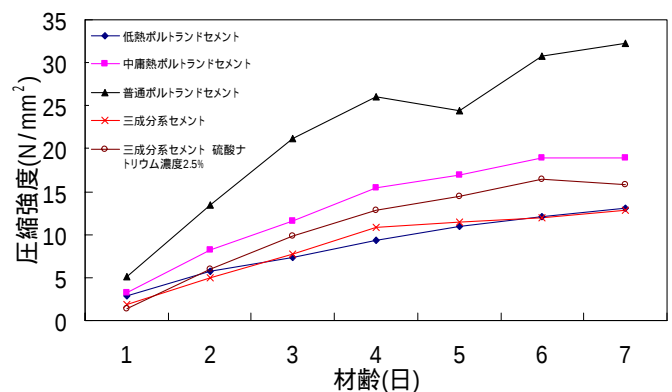


図-2 モルタル圧縮強度
(細骨材には鬼怒川産川砂を使用)