

セメントペーストの自己収縮に及ぼすセッコウ量の影響

長岡技術科学大学大学院 学生会員 小幡浩之
 長岡技術科学大学環境・建設系 正会員 下村 匠
 住友大阪セメント セメント・コンクリート研究所 正会員 安本礼持
 住友大阪セメント セメント・コンクリート研究所 正会員 長岡誠一

1. はじめに

高強度コンクリート, 高流動コンクリートおよびマスコンクリートでは自己収縮がコンクリートのひび割れ発生原因¹⁾になることが知られてきた。

既往の研究²⁾ではセメント中の鉱物組成のうち、セメントペーストの自己収縮にはアルミネート相(C_3A)の影響が最も大きく、 C_3A 量が多くなるほど自己収縮が大きくなると言われている。また、 C_3A とセッコウの反応により生成するエトリンガイトおよびエトリンガイトの形態変化が、セメントペーストの自己収縮に密接に関係すると報告³⁾されている。

本研究では、セッコウを添加したセメントを用いて、セッコウ量がセメントペーストの自己収縮に及ぼす影響について実験的検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

実験に使用したセメントの鉱物組成およびセメントペーストの配合を表-1に示す。ベースセメントには普通ポルトランドセメント(以後NCと呼ぶ)を用いた。セッコウ量が自己収縮に及ぼす影響を比較するために、NCに天然二水セッコウを SO_3 量分で0.55, 1.54, 2.20%添加して、セッコウ量を3水準変化させたセメント(以後NCS0.5, NCS1.5, NCS2.2と呼ぶ)を用いた。

表-1 セメントペーストの配合

セメントの種類	記号	W/C	セッコウ添加量	総 SO_3 量
普通ポルトランドセメント	NC	0.3	—	2.20%
普通ポルトランドセメント	NCS0.5	0.3	+0.55%	2.75%
普通ポルトランドセメント	NCS1.5	0.3	+1.54%	3.74%
普通ポルトランドセメント	NCS2.2	0.3	+2.20%	4.40%

NC: C_3S 55%, C_2S 20%, C_3A 9%, C_4AF 8%

(2) 実験方法

供試体は $4 \times 4 \times 16$ cmとし、自己収縮ひずみの測定は埋め込み型ひずみ計を用いた。セメントペーストから水分が蒸発するのを防ぐため、打設後直ちに型枠全体をポリエチレンフィルムで覆い、湿布で全体を覆った。脱型は打設後24時間で行い、供試体全体をポリエチレンフィルムで包んだ後、さらにブチルゴムテープで全体を覆い水分の逸散を防いだ。基長はセメントペーストの凝結の始発とした。自己収縮ひずみの測定と同時に熱電対により、セメントペーストの温度を測定した。

3. 結果および考察

図-1, 2に自己収縮ひずみの経時変化を示す。図-2は図-1の材齢初期の部分拡大したものである。自己収縮ひずみはセメントペーストの線膨張係数を $20 \mu/\text{℃}$ として¹⁾、実ひずみから熱ひずみを差し引いて求めたものである。各供試体とも材齢1日以前に $20 \sim 30 \text{℃}$ 程度の温度上昇を示した。

セッコウを添加したNCS0.5, NCS1.5およびNCS2.2はN

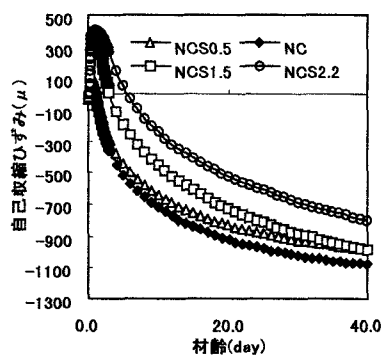


図-1 自己収縮の経時変化

キーワード：自己収縮ひずみ, セッコウ, C_3A , エトリンガイト, 自己収縮速度

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9603 FAX 0258-47-9600

Cに比較してセッコウ添加量の増加とともに、初期材齢での自己膨張ひずみが大きくなる傾向にある(図-2)。また、長期的にみても同一材齢での自己収縮ひずみは小さくなる傾向にある(図-1)。各供試体共に材齢の進行とともに自己収縮ひずみの増加は緩慢となり、自己収縮ひずみの増加率はほぼ等しくなっている。

セッコウ量の増加にともなう自己収縮ひずみの低下は、主として初期材齢における自己収縮挙動の違いに起因することが図-1, 2より明らかとなった。そこでセメントペーストの初期材齢の自己収縮挙動を明瞭にするために、得られた自己収縮ひずみの測定結果から、 SO_3 量と最大自己膨張ひずみの関係、および平均自己収縮速度の経時変化を求めた。それらの結果を図-3および4に示す。なお、最大膨張ひずみは、測定結果の中から材齢にかかわらず最大値を抽出した。平均自己収縮速度は、実験により得られた自己収縮ひずみの時間変化率を求め、移動平均したものである。

図-3より、最大自己膨張ひずみは SO_3 量の増加とともに自己膨張ひずみも増加することがわかる。 SO_3 量の増加にともないエトリンガイトの生成量が増大することにより自己膨張ひずみが大きくなったと考えられる。

図-4より、自己収縮速度は SO_3 量が多いほど小さくなること、とくに材齢1日から2日にかけての自己収縮速度に明確な違いがみられることがわかる。また、材齢の経過とともに自己収縮速度は各配合とも0に収束するが、NCの平均自己収縮速度に等しくなる材齢は SO_3 量が多いものほど遅い傾向にある。

高橋²⁾らは自己収縮ひずみとエトリンガイトの形態の変化を対応づけている。本研究で用いたセメントにおいても適用可能であるとする、 SO_3 量の増加にともないセメントペースト中の硫酸イオン濃度の低下が遅れることにより、エトリンガイトの形態の変化が遅延されたことになる。

4.まとめ

SO_3 量の増加にともなう自己収縮ひずみの低下は、初期材齢の自己膨張ひずみの増大、および自己収縮速度が収束するまでの自己収縮挙動の違いに起因することを示した。

謝辞

本論文は、住友大阪セメント(株)での研修期間内に実施した実験の一部をまとめたものである。研究を進めるにあたっては、セメント・コンクリート研究所、大野さん、上原さんには多大なる御助言をいただきました。心より感謝いたします。

<参考文献>

- 1)日本コンクリート工学協会：自己収縮研究委員会報告書 pp.191-194, 195-198 1996
- 2)田澤栄一他：「セメント系材料の自己収縮に及ぼす結合材及び配合の影響」土木学会論文集 No.502 pp.43-52 1994.11
- 3)高橋俊之他：「セメントペーストの自己収縮に及ぼす水和反応の影響」コンクリート工学論文集 第7巻第2号 pp.137-142 1996.7

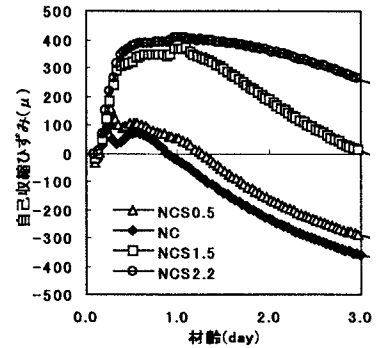


図-2 自己収縮の経時変化

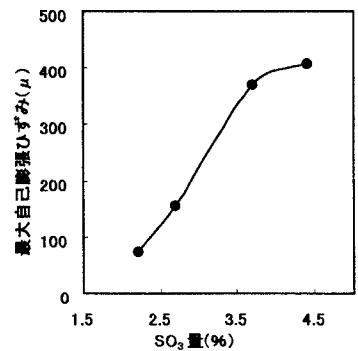


図-3 SO_3 量と最大自己膨張ひずみの関係

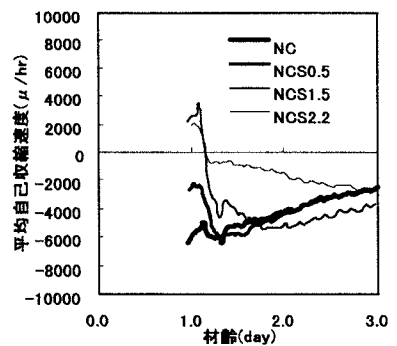


図-4 自己収縮速度の経時変化