

## 電気炉酸化スラグ骨材コンクリートの凝結遅延に関する研究

東海大学工学部 正会員 ○佐久間雅孝

東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

東海大学大学院 学生員 福島 誠司

## 1. まえがき

これまで、電気炉スラグには遊離石灰や遊離マグネシア等が含まれていたことから、水和により膨張・崩壊するためにコンクリート用骨材としての使用は不適当とされてきた。しかし近年、電気炉スラグの内、酸化スラグについては製鋼法の改善により、前述の膨張性物質の含有量が少なくなり、コンクリート用骨材として使用できる可能性が増してきた。更に、コンクリート用骨材としての JIS 化の推進および「電気炉酸化スラグを用いたコンクリートの施工指針（案）（コンクリートライブラリー）」の策定等により、今後コンクリート用骨材としての利用拡大が期待される。電気炉酸化スラグ骨材コンクリートの特徴の一つとして、スラグ骨材の種類（銘柄）と使用量によっても異なるが、標準的な配合のコンクリートにおいてその凝結が普通骨材コンクリートの場合に比べ、1～3 時間程度遅延することが報告されている<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、この凝結遅延に関しセメントの初期水和速度とブリーディングの影響に着目し、その原因について実験的考察を行うとともに、凝結遅延を低減する方法について検討した。

## 2. 実験概要

凝結遅延の原因としては、①電気炉酸化スラグ骨材混合比の増加に伴いコンクリートの単位水量が増加するため、②電気炉酸化スラグ骨材混合比の増加に伴いコンクリートのブリーディングが増加し、凝結試験用供試体の上層部モルタルの実質 W/C が大きくなるため、③電気炉酸化スラグ骨材には遅延剤として作用する  $MgSiF_6$  が僅かに含有していることが指摘されており、これによりセメントの初期水和反応が遅延されたため、等が考えられる。そこで、本実験ではコンクリートの単位水量を一定とした条件とし、凝結試験の際に試験容器に投入したモルタルのブリーディング終了後に上層部モルタルを 5cm の厚さ分除去した供試体を用いた凝結試験、およびセメントの水和度の指標となる水和収縮試験を実施した。

## 2.1 使用材料および配合条件

実験に使用した電気炉酸化スラグ細骨材（SS）と比較用の普通細骨材（CS）を表-1に示す。セメントは、普通ポルトランドセメント（密度  $3.16g/cm^3$ ）を使用した。混和剤は、標準形 AE 減水剤（NAE）と促進形 AE 減水剤（AAE）を使用した。水和収縮試験に用いたモルタルの配合は、W/C を 50% で一定とし、S/C を 0.5～2.0 と変化させた。凝結試験に用いたモルタルは W/C を 55%、細骨材とセメントの容積比を 3.26 とそれぞれ一定とし、スラグ骨材と普通骨材の容積混合比（SS/CS）を 0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0 と変化させた。この配合条件は、参考文献 1) で報告されている W/C=55% の電気炉酸化スラグ骨材コンクリートの配合におけるモルタル部分の配合に相当するものである。

表-1 使用細骨材

| 項目              | 電気炉酸化<br>スラグ粗骨材 | 普通<br>粗骨材 |
|-----------------|-----------------|-----------|
| 記号              | S S             | C S       |
| 密度 ( $g/cm^3$ ) | 3.68            | 2.58      |
| 吸水率 (%)         | 0.80            | 0.94      |
| 粗粒率             | 2.71            | 2.69      |

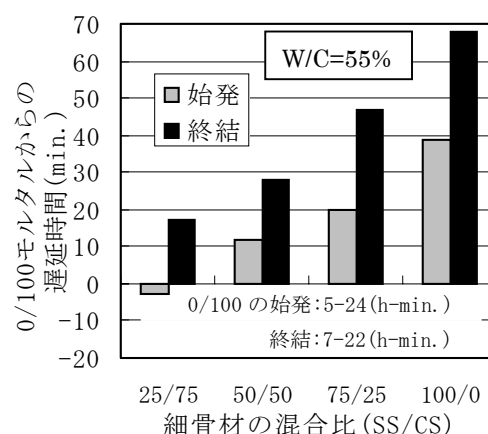


図-1 各モルタルの凝結の遅延時間

キーワード：電気炉酸化スラグ骨材、凝結遅延、水和収縮、ブリーディング、促進形 AE 減水剤

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117・TEL: 0463-58-1211・FAX: 0463-50-2045

## 2.2 実験方法

水和収縮率試験におけるモルタルは、練混ぜ後の細骨材の材料分離やサンプリングによる測定誤差を防ぐために、目標の配合となるように各材料を1供試体毎に必要な量だけ計量し、水和収縮試験用の容器内でさじを用い手練りで3分間練混ぜて製造した。水和収縮の測定は、JCI法に準拠して行い、材齢28日まで測定した。

モルタルの凝結時間の測定は、JIS A 1147に準拠して行った。

## 3. 実験結果および考察

図-1は、細骨材にCSのみを使用したモルタル（SS/CS=0/100）の凝結時間から、SSとCSを混合使用したモルタルの凝結の遅延時間を示したものである。SSの混合比が多くなるほど始発および終結とも遅延時間が長くなっている。

図-2は、SSおよびCSを用いたモルタルの水和収縮率の測定結果からセメントの水和度を算出し<sup>2)</sup>、各S/C毎にCSモルタルの水和度に対するSSモルタルの水和度の比を示したものである。この比が1より小さい場合、SSモルタルの水和度は同一材齢におけるCSモルタルの水和度より小さいと評価できる。図より、極初期材齢から20時間において各S/Cの場合とも、水和度の比は1より小さくなり、S/Cが大きい場合ほどこの比は更に小さくなっている。このことは、SSがセメントの初期水和を遅延することを示すものであり、SSを用いたモルタルの凝結遅延の原因の一つであると考えられる。

図-3は、通常の方法で行った試験の凝結時間とモルタルのブリーディング終了後に供試体上層部5cmのモルタルを除去した供試体を用いた試験の凝結時間との差を示したものである。また、図-4に各種モルタルの最大ブリーディング率を示した。両図より、凝結時間の差とブリーディング率には明確な相関が見られず、前述した凝結遅延の原因として予想した要因②で述べたようなブリーディングの増加が凝結遅延に及ぼす影響は小さいと考えられる。

図-5は、促進形AE減水剤を用いたモルタルの凝結時間と細骨材をCSのみとし標準形AE減水剤を用いたモルタルの凝結時間との差を示したものである。促進形AE減水剤を用いることによりSSを用いたモルタルの凝結時間が短縮できることがわかる。

## 4. まとめ

電気炉酸化スラグ細骨材を用いたモルタルの凝結遅延は、セメントの初期水和が遅延されることに起因し、ブリーディングが大きいことによる影響は小さい。また、促進形AE減水剤を用いることにより、この凝結遅延を低減できた。なお、本研究は、土木学会コンクリート委員会電気炉酸化スラグ骨材コンクリート研究小委員会（委員長：國府勝郎）の活動の一環として行ったものである。

## 参考文献

- 1) 電気炉酸化スラグ利用研究委員会報告書（委員長：長瀧重義），2001.8
- 2) 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.191-194，1996.

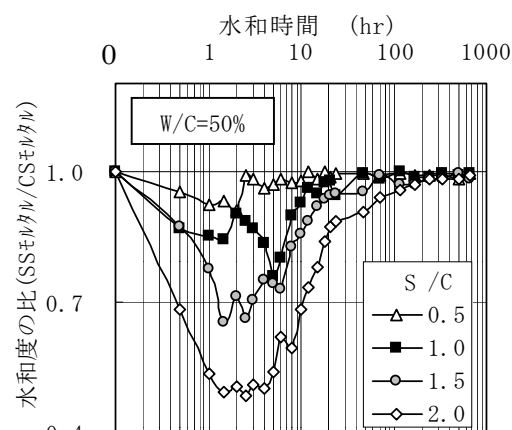


図-2 水和度の比の経時変化

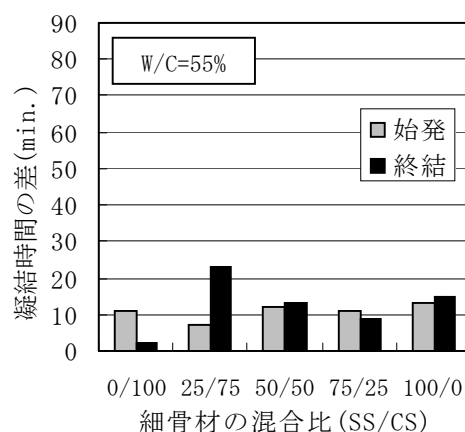


図-3 モルタル上層部の除去の影響

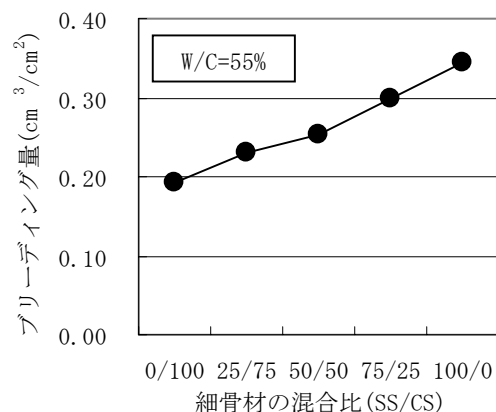


図-4 ブリーディング試験結果

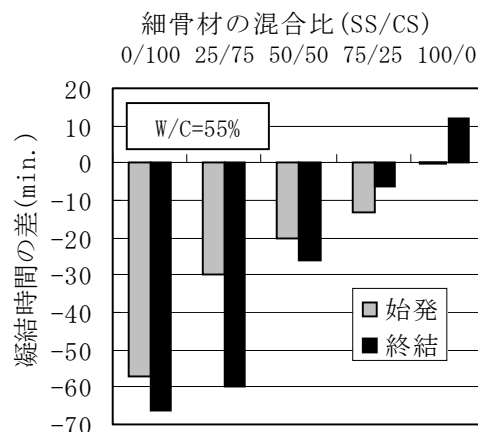


図-5 各モルタルの凝結の遅延時間