

# 溶融スラグを用いたコンクリートのポップアウトに関する研究

## Study on Pop-Out of the Concrete with Molten Slag

北辻 政文 朴 仁哲

Masafumi Kitatsuji , Pyao Renzu

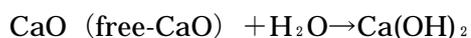
### 1. はじめに

ごみ溶融スラグ（以下溶融スラグという）は、資源の有効利用の観点から、2006年にコンクリート用骨材（JIS A 5031）および道路用骨材（JIS A 5032）として、それぞれ JIS 化され、利用普及が進んでいる<sup>1)</sup>。しかし、2008年に溶融スラグを混入したレディーミクストコンクリートを用いた構造物にポップアウト現象が発生し、社会的な問題となっている。溶融スラグの JIS 作成の審議当時に、ポップアウト現象については想定されておらず、ポップアウト試験方法の規定がない。このため、溶融スラグのポップアウト現象の有無を早期に判断する迅速試験方法が必要である。

そこで、本研究においてはポップアウトが発生すると想定される A 工場溶融スラグ（以下A工場スラグという）とB工場溶融スラグ（以下B工場スラグという）を用いてポップアウト現象の試験法について検討をおこなったので報告する。

### 2. ポップアウトのメカニズム

溶融炉の形式により、溶融物の粘度を抑えるために石灰石が塩基度調整剤として添加される。通常、石灰石の粉を添加するので、そのほとんどが溶融されて安定的な鉱物となる。しかし、石灰石の粒径が大きい場合や、炉内の滞留時間が短くなると一部は溶融されずに free-CaO の状態でスラグ中に残存されてしまう。残存した free-CaO は以下のように水と反応して約 2 倍に体積膨張し、安定化する。



これにより、拘束力の小さい表層部がポップアウトする(写真 - 1)。ポップアウト現象がおきた部分を目視すると、白色物が認められるが、これはこの反応の目安となる。白色物の SEM-EDX による定性分析をおこなうと、図 - 1 に示すように CaCO<sub>3</sub>が主成分であることがわかる。この結果のもとに、ポップアウトの原因は free-CaO であると推察される。

### 3. 試験概要

本研究では、ポップアウト現象の促進手段としてアルカリシリカ反応（迅速法）（JIS A 1804）に用いられるオートクレーブ養生装置を用いて実験をおこなった。オートクレーブ養生は、反応装置内のゲージ圧 150kPa（温度 127℃）に上げ、同圧力の下で 4 時間煮沸する養生方法である。これを 1 サイクルとして試験をおこなった。本試験では適切な反応時間が不明であることから 4 時間



写真 1. ポップアウトの状況

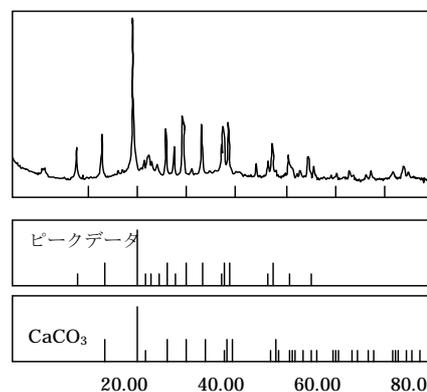


図 - 1 SEM-EDX 定性分析結果

\* 宮城大学 (Miyagi University), キーワード: 溶融スラグ, ポップアウト, オートクレーブ養生, Free-CaO,

×5 サイクルとした。そして、評価方法は目視のほかに長さ変化率と相対動弾性係数について評価した。供試体は JIS A 5031 のモルタルの膨張試験の配合とし、4×4×16cm の供試体とした。

#### 4. 試験結果

ポップアウト試験結果を図-2~5に示す。図-2は2サイクル時点の単位面積あたりポップアウト個数（直径5mm以上）を表したグラフである。いずれのスラグもポップアウトが認められた。とくに、B工場スラグはA工場スラグよりポップアウトの個数が4倍ほど多い。しかし、図-3に示す長さ変化率では、大きな変化は認められず、図-4においても、相対動弾性係数の低下は認められない。これらのことから、モルタル内部の弛緩はないと考察される。同時にこのことは、定量的な基準値を定めることは難しいと考えられ、判断基準は目視によるものになる。

溶融スラグのポップアウト対策としてエージング法が考えられる。そこで、ポップアウトが多く見られたB社スラグについて蒸気および屋外に放置するエージングをおこなった。結果は図-5に示すように、エージングの時間が長くなるほど、ポップアウトが著しく減少していることがわかる

#### 5. まとめ

溶融スラグを用いたコンクリートのポップアウトについて試験を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) オートクレーブ養生装置を用いることにより、溶融スラグコンクリートのポップアウトを確認できた。
- (2) ポップアウト現象が起こってもモルタル内部の弛緩はなく、溶融スラグの混入により、コンクリートの力学的な性能に及ぼす影響は認められなかった。
- (3) エージング法はポップアウト現象の防止対策として効果的である。

#### 参考文献

- 1) 例えば北辻政文・田中礼治・遠藤孝久・鳴海繁実 (2002) : 都市ごみガス化溶融スラグのコンクリート用細骨材としての利用, コンクリート工学論文集, 第13巻2号, pp.89-98, 2002.5
- 2) 日本工業標準調査会 : JIS A 5031, 一般廃棄物, 下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材, pp.1-18, 2006

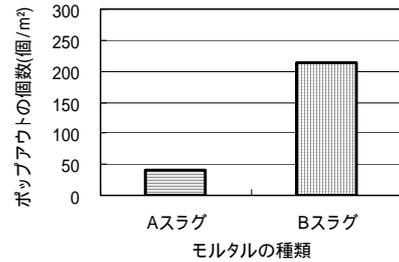


図-2 ポップアウトの個数

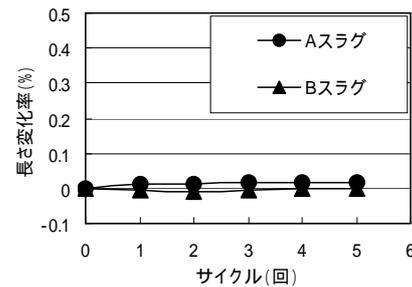


図-3 長さ変化率

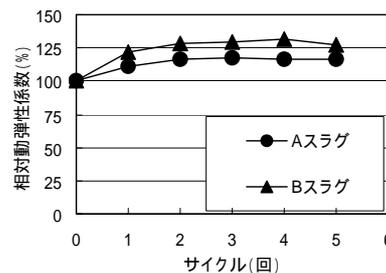


図-4 相対動弾性係数変化

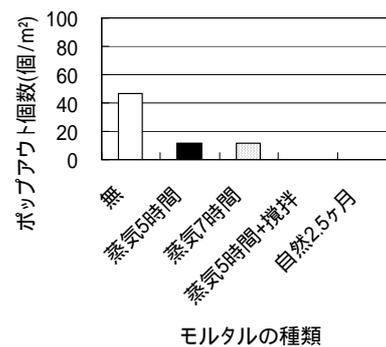


図-5 エージングの効果