

飽和度が異なる高炉水砕スラグの硬化挙動

山口大学大学院 学生会員 ○中西 淳
 山口大学大学院 正会員 原 弘行
 鐵鋼スラグ協会 (JFE スチール株) 正会員 谷山健二

1. はじめに

高炉水砕スラグ (以下: 水砕スラグ) は, 銑鉄の製造過程において生産される副産物である. 水砕スラグは無数の気泡を有しているため軽量であり内部摩擦角が大きく高い強度が発揮される. また粒度組成は自然砂に類似している. 水砕スラグ自身の持つ最大の特徴である水硬性によって生成される水和物が粒子間にセメンテーション効果を発揮させ, 強度が増進する. 水砕スラグの最大の利用先であるセメント原料への使用も, 近年では減少傾向にあり, 新たな利用先の開発が望まれている. 特に, 海砂・山砂の採取規制により十分な地盤材料の確保が困難な現状もあって, 水砕スラグの地盤材料としての有効活用が期待される. 水砕スラグは, 既に多くの現場において土工材料として利用されているが, その内訳は港湾工事への利用が多く, 陸上構造物への適用事例としては, 路盤材や擁壁の裏込め材などが挙げられるものの, 道路盛土のような大規模な施工に用いられた例はほとんどない. 現在まで, 水砕スラグの硬化挙動を調べた研究事例はいくつか確認できるが, それら室内試験での検討には海水や淡水の溶液中に浸漬させる方法が採用されており, 陸上構造物など不飽和環境下における水砕スラグの硬化挙動について検討された事例はみられない. そこで, 本研究では飽和度を变化させた水砕スラグに対して一軸圧縮試験ならびに強熱減量試験を実施し, 異なる飽和度における水砕スラグの硬化挙動を調べた.

2. 実験概要

本研究に用いた水砕スラグの物理特性と粒径加積曲線を表-1, 図-1 に示す. 飽和度の調整には $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 飽和水溶液 (以下, アルカリ水溶液) を使用して硬化の促進を図った. 設定した飽和度は 10, 20, 50, 100%, 固液比 1 : 1.4 (浸漬供試体) の 5 パターンとして供試体を作製した. 飽和度によらず, いずれも相対密度は $D_r=80\%$ とした. 供試体作製方法は飽和度 10, 20, 50%については, 高さ 13cm の OHP シートをプラスチックモールドの内壁に沿って巻き, 含水比調整後の試料を高さ 13cm まで詰めて作製した. 飽和度 100%の場合は, OHP シートによる余盛りは施さず, プラスチックモールドにアルカリ水溶液を投入した後, 試料を水中落下法によって充填した. 作製した供試体は, 恒温恒湿機 (温度 20°C , 湿度 95%) に入れて養生した. 浸漬供試体については, 先述の水中落下法で作製した供試体をアルカリ水溶液で満たしたポリエチレン製の容器内に浸漬させ, 密閉して養生した. 作製した供試体の養生日数は, それぞれ飽和度 10, 20, 50%は 0, 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91 日間, 飽和度 100%および浸漬供試体は 0, 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91, 112 日間とした. 所

定の日数養生した後, 供試体の自立の可否を確認し, 自立した場合は, 一軸圧縮試験 (JIS A 1216), 強熱減量試験 (JIS A 1226) を実施した. 硬化過程で生成された水砕スラグ中の水和物は高温で加熱した際に揮散するため, キーワード 高炉水砕スラグ, 飽和度, 一軸圧縮強さ, 強熱減量

表-1 水砕スラグの物理特性

土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.705
最大間隙比 e_{\max}	1.242
最小間隙比 e_{\min}	0.866

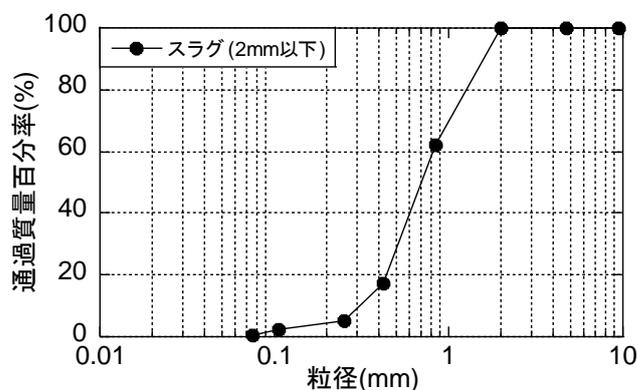


図-1 粒径加積曲線

所定の日数養生した後, 供試体の自立の可否を確認し, 自立した場合は, 一軸圧縮試験 (JIS A 1216), 強熱減量試験 (JIS A 1226) を実施した. 硬化過程で生成された水砕スラグ中の水和物は高温で加熱した際に揮散するため, キーワード 高炉水砕スラグ, 飽和度, 一軸圧縮強さ, 強熱減量

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学 TEL 0836-85-9005

強熱減量値と水和反応の進行程度には非常に良い相関がある¹⁾。

3. 実験結果

一軸圧縮強さの経時変化を図-2に示す。本研究で設定した養生時間では、飽和度 10, 20%の供試体に関しては強度発現が確認できなかったが、飽和度 50, 100%および浸漬供試体に関しては、強度発現が確認でき、時間が経過するとともに一軸圧縮強さが増加する傾向がみられた。飽和度が高い場合ほど、強度発現する養生期間が短く、本研究の最終養生日数では、浸漬供試体が最も硬化しており高い強度を発揮することがわかった。次に、強熱減量の経時変化を図-3に示す。強熱減量の挙動は飽和度によって異なる傾向を示した。浸漬供試体や飽和度 100%の場合は、時間の経過とともに強熱減量が増加する傾向を示しているのに対し、飽和度 10, 20, 50%の場合は時間が経過してもほとんど変化しておらず飽和度が高いほど強熱減量が増加する傾向にあることがわかる。また、どの飽和度においても養生開始から 7 日程度は強熱減量が減少する傾向が確認できる。これは、詳細に関しては不明であるが、未水和状態の水砕スラグに含まれていた物質がアルカリ水溶液中に溶解したことなどが原因として考えられる。図-4は強熱減量と一軸圧縮強さの関係を示したものである。強熱減量値が小さいと水砕スラグはほとんど強度発現を示さないことから、水砕スラグが自立に要する閾値があり、0.3~0.5%程度と推察される。なお、飽和度 50%のパターンについて、強熱減量が小さい場合でも強度が発現しているが、これは不飽和であるためサクションが生じたことによるものと考えられる。

4. まとめ

本研究は、異なる飽和度における高炉水砕スラグ硬化挙動について、不飽和、飽和、過飽和状態で養生し強度特性の差異を調べた。得られた知見をまとめると以下のようになる。

- 1) 本実験の条件では、水砕スラグの強度発現は、飽和度が高いほど顕著であり、浸漬供試体が最も早く硬化する。
- 2) 強熱減量の経時変化は飽和度によって異なり、飽和度が高いほど増加傾向が大きい。

【参考文献】

- 1) 岡林茂生, 田坂行雄, 丸屋英二: セメント安定処理した泥炭の強度発現について, 第 35 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1223-1224, 2000

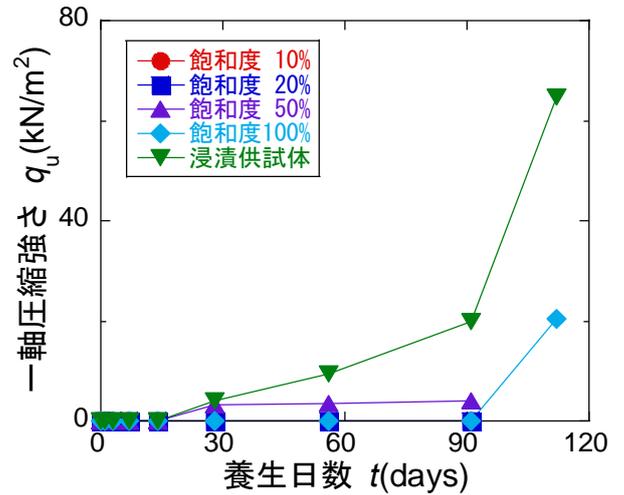


図-2 一軸圧縮強さの経時変化

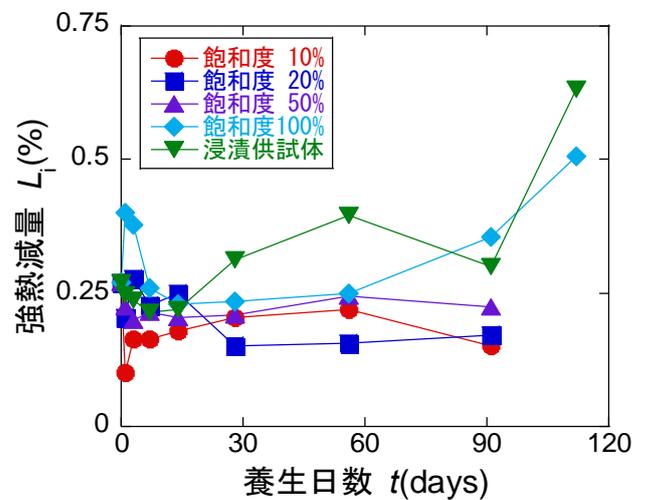


図-3 強熱減量の経時変化

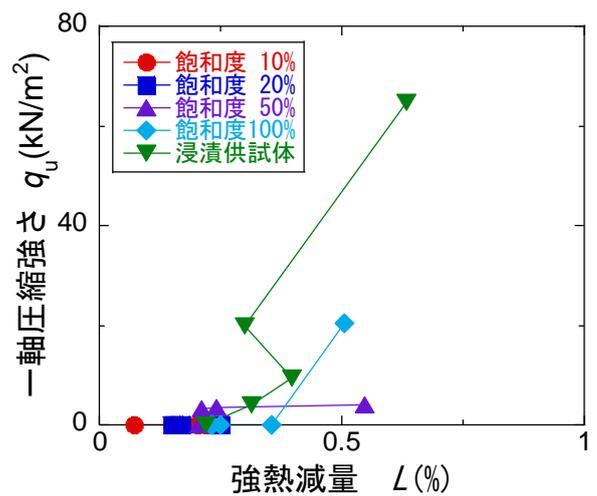


図-4 強熱減量と一軸圧縮強さの関係