

結合材の種類が高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性に与える影響

岡山大学	正会員	○藤井 隆史
オリエンタル白石(株)	正会員	杉田 篤彦
岡山大学	フェロー	綾野 克紀

1. はじめに

高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートは、これまでに JIS A 1148: 2010「コンクリートの凍結融解試験方法 (A 法)」によって試験を行っても、AE 剤を用いることなく、高い凍結融解抵抗性が得られることが知られている¹⁾。本研究では、高炉スラグ細骨材を使用したコンクリートの凍結融解試験を行い、凍結融解抵抗性に及ぼす結合材の種類の影響について検討を行った。

2. 実験概要

細骨材には、高炉スラグ細骨材(表乾密度: 2.77g/cm^3 , 吸水率: 0.69% , 粗粒率: 2.14)および硬質砂岩砕砂(表乾密度: 2.64g/cm^3 , 吸水率: 2.00% , 粗粒率: 2.93)も用いた。粗骨材には、硬質砂岩碎石(最大寸法: 20mm , 表乾密度: 2.75g/cm^3 , 吸水率: 0.56%)を用いた。結合材には、早強ポルトランドセメント(密度: 3.13g/cm^3 , ブレーン値: $4,600\text{cm}^2/\text{g}$)、普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm^3 , ブレーン値: $3,350\text{cm}^2/\text{g}$)および高炉スラグ微粉末(密度: 2.91g/cm^3 , ブレーン値: $6,000\text{cm}^2/\text{g}$)を用いた。コンクリートの配合は、いずれの結合材を用いた配合も、水結合材比は 35% で一定とした。凍結融解試験は、JIS A 1148: 2010 に規定される水中凍結融解試験方法 (A 法) に準拠して行った。ただし、凍結水には、質量パーセント濃度で 10% の塩化ナトリウム水溶液を用いた。混和剤には、ポリカルボン酸系高性能減水剤、消泡剤および増粘剤を用いた。

3. 実験結果および考察

図 1 は、細骨材に高炉スラグ細骨材を用い、セメントに普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの凍結融解試験結果を相対動弾性係数で示したものである。材齢 28 日まで水中養生を行えば、300 サイクルまで相対動弾性係数が低下することはない。一方、図 2 は、セメントに早強ポルトランドセメントを用いた結果である。早強ポルトランドセメントを用いた場合、材齢 28 日までの水中養生では、220 サイクル程度で相対動弾性係数が 60% を下回っている。材齢 63 日以上、水中養生を行うことで、300 サイクルを超える凍結融解抵抗性が得られる。図 3 および図 4 は、それぞれ、図 1 および図 2 に示した凍結融解試験結果を質量減少率で示した結果である。普通ポルトランドセメントを用いた場合、材齢 7 日で試験を開始したものは、相対動弾性係数が 60% を下回るまでに、質量が 2% 程度まで減少している。それに対し、早強ポルトランドセメントを用いた場合では、相対動弾性係数が 60% を下回るまで、ほとんど質量減少が生じていない。砕砂を用いた AE コンクリートと比べても、質量減少率が小さいことが分かる。図 5 は、早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートの凍結融解抵抗性に高炉スラグ微粉末を用いた場合の影響を調べた結果である。これらは、蒸気養生を行った後、材齢 28 日まで水中養生を行っている。質量比で結合材の 20% の高炉スラグ微粉末を用いることで、材齢 28 日までの水中養生期間であっても 300 サイクルを超える凍結融解抵抗性が得られている。また、図 6 は、図 5 で示した凍結融解試験結果を質量減少率で示したものである。高炉スラグ微粉末を用いた場合でも、質量減少率は小さいことが分かる。

4. まとめ

高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートに早強ポルトランドセメントを用いると、高い耐久性指数を得るためには、普通ポルトランドセメントを用いる場合よりも長い水中養生期間を必要とする。ただし、質量減少率は水中養生期間に関係なく小さくなる。早強ポルトランドセメントを用いても、高炉スラグ微粉末を併用する

キーワード 高炉スラグ細骨材, 凍結融解, セメントの種類, 養生期間, 高炉スラグ微粉末

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科 TEL&FAX 086-251-8155

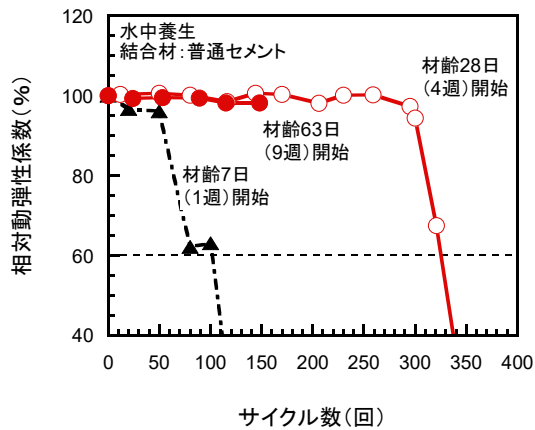


図1 相対動弾性係数に与える養生期間の影響
(普通セメントを用いた場合)

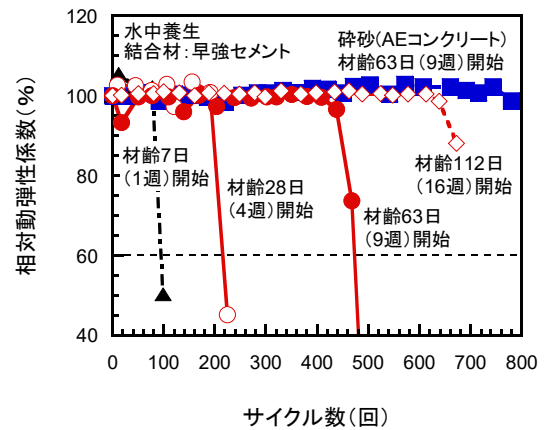


図2 相対動弾性係数に与える養生期間の影響
(早強セメントを用いた場合)

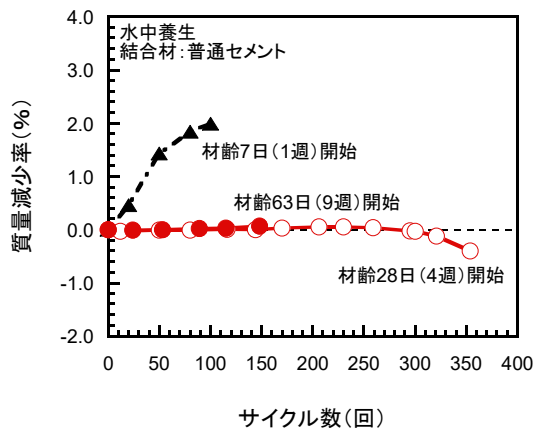


図3 質量減少率に与える養生期間の影響
(普通セメントを用いた場合)

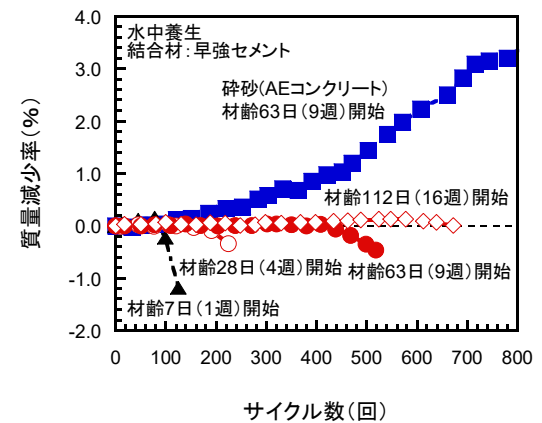


図4 質量減少率に与える養生期間の影響
(早強セメントを用いた場合)

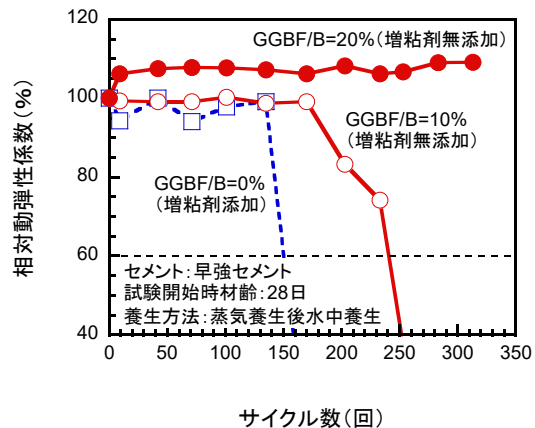


図5 早強セメントを用いたコンクリートの相対動弾性係数に与える高炉スラグ微粉末の効果

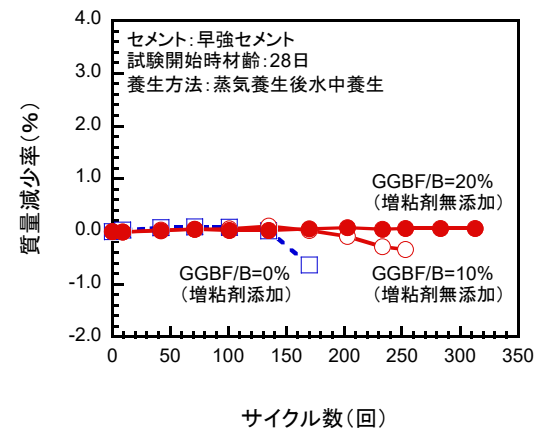


図6 早強セメントを用いたコンクリートの質量減少率に与える高炉スラグ微粉末の効果

ことで、試験開始時材齢が28日の場合でも、高い凍結融解抵抗性を得ることができる。

謝辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人:NEDO)によって実施した。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 綾野克紀, 藤井隆史: 高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究, 土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol.70, No.4, pp.417-427, 2014.12