

溶融スラグ細骨材を用いた硬化コンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究

豊田工業高等専門学校 正会員 ○河野伊知郎

豊田工業高等専門学校 正会員 中嶋 清実

豊田市渡刈クリーンセンター 非会員 鈴木 雅也

1. まえがき

日本では毎年、膨大な量の産業廃棄物や都市ゴミが排出されており、その多くがクリーンセンターなどで焼却処分されている。しかし、焼却処理の際に発生する焼却灰などの廃棄物の処分場が不足してきており大きな社会問題となっている。これらの廃棄物を削減し、資源の循環型社会を構築していくことは非常に重要である。近年、今まで廃棄物として最終処分場に処理されてきた焼却灰を溶融処理することにより溶融スラグを製造し、これを建設資材として再利用する試みが行われている。

本研究は、豊田市渡刈クリーンセンターにて製造された溶融スラグを細骨材として用いた場合、硬化コンクリートの凍結融解抵抗性にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的としている。

2. 使用材料

本研究で用いた使用材料は以下の通りである。

セメント：T社製普通ポルトランドセメント，粗骨材：静岡県天竜川産川砂利(最大寸法 25 mm，表乾密度 2.61g/cm³，吸水率 0.77%，粗粒率 6.44)，細骨材：三重県員弁川産川砂（表乾密度 2.56g/cm³，吸水率 1.62%，粗粒率 2.95），スラグ：溶融スラグ（表乾密度 2.74g/cm³，吸水率 0.95%，粗粒率 3.58），混和剤：F社製 AE 減水剤および AE 調整剤，である。なお，溶融スラグを使用したコンクリートには適宜、消泡剤を使用した。

3. コンクリートの配合

コンクリートの配合は水セメント比（W/C）を 40%および 55%とし，スラグ置換率を細骨材の 0%（無置換），10%，20%とした。なお，配合条件は目標スランプ値を 12±2.5cm，目標空気量を 4.5±1.5%とした。表-1 に基本配合(スラグ置換率 0%の配合)を示す。表中の WC40 および WC55 はそれぞれ，水セメント比 40%および 55%のコンクリートを示している。

4. 実験概要

実験項目は，骨材のふるい分け試験（JIS A 1102），圧縮強度試験（JIS A 1108），凍結融解試験（JIS A 1148），である。圧縮強度試験には円柱供試体（φ 100×200mm），凍結融解試験には角柱供試体（100×100×400mm）を用いた。なお，供試体の養生は恒温恒湿室の 20℃の水槽にて水中養生とした。

5. 実験結果

図-1 に溶融スラグおよび三重県員弁川産川砂のふるい分け試験より得られた粒度分布を示す。この図より，本研究に用いた溶融スラグは土木学会の粒度の標準範囲を一部外れているが，問題ないと考えられる。

図-2 に圧縮強度と材齢の関係を示す。図中の WC40-および WC55-の後の数字は溶融スラグの置換率を示している。まず，WC40-00 について見てみると，材齢 3 日においては 32.2N/mm²，材齢 28 日では 49.4N/mm²を示している。その後，緩やかに強

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 W/C(%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(g/m ³)	
				水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤	AE 調整剤
WC40	12.0±2.5	4.5±1.5	40	165	300	801	998	3000	3.0
WC55			55	173	433	710	960	3000	8.7

溶融スラグ，圧縮強度，凍結融解試験，相対動弾性係数，質量減少率

〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 TEL 0565-36-5882 FAX 0565-36-5927

度増進し、材齢91日では 45.4N/mm^2 となっている。
WC40-10についても、WC40-00に似た強度増進を示しており、材齢91日では 53.6N/mm^2 と最も高い値を示した。スラグ置換率が最も高いWC40-20については、材齢3日から91日に至るまで、WC40-00およびWC40-10よりも 5N/mm^2 程度低い圧縮強度を示している。WC55については、全ての供試体においてWC40の供試体よりも低い圧縮強度を示しているが、その強度増進の傾向は類似している。材齢91日における圧縮強度はWC55-00、10、20の順番となっており、スラグ置換率が低いほど圧縮強度が高くなっているが、その差は非常に小さく、置換率が20%程度までであれば、十分な強度増進を示すことが確認された。

図-3に凍結融解試験の相対動弾性係数の試験結果を示す。この図より、WC40-00では相対動弾性係数が300サイクルまでほとんど減少していないことがわかる。溶炉スラグで置換したWC40-10、20についても300サイクルで94%と高い値を示している。次に、WC55-00では90サイクルまでは相対動弾性係数の大きな減少は見られないが、それ以降は徐々に減少しており、300サイクルでは73%まで減少している。これに対してWC55-10は300サイクルで90%を保っている。これはWC55-00のコンクリート中のエントレインドエアの量がWC55-10よりも若干少なかったためと考えられる。WC55-20はサイクルの増加に伴い相対動弾性係数が減少しているが、300サイクルにおいても60%の値を示している。

図-4に凍結融解試験の質量減少率の試験結果を示す。この図より、WC40の供試体は全て質量減少率が300サイクルで1.2%以内となっている。WC55についてはWC55-00およびWC55-10は300サイクルで3%以内、WC55-20は4.3%となっている。

6. まとめ

これらの実験結果から水セメント比が40%の場合はスラグ置換率が20%までならば、凍結融解に対して非常に高い抵抗性を有していることが確認された。また、水セメント比が55%の場合においてもスラグ置換率が20%までならば、凍結融解300サイクルに対して相対動弾性係数が60%以上であり、問題ないことが確認された。

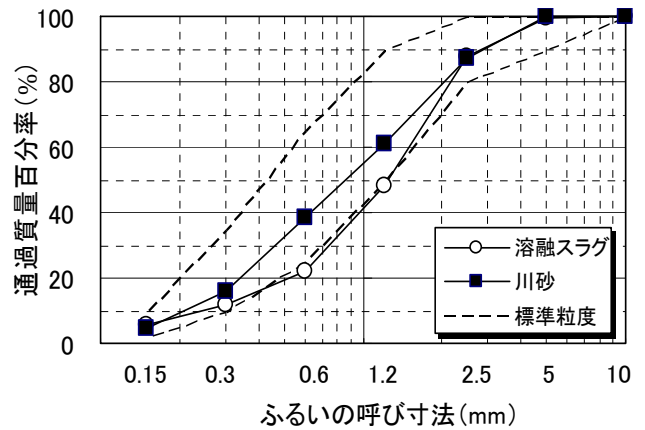


図-1 溶融スラグと川砂の粒度分布

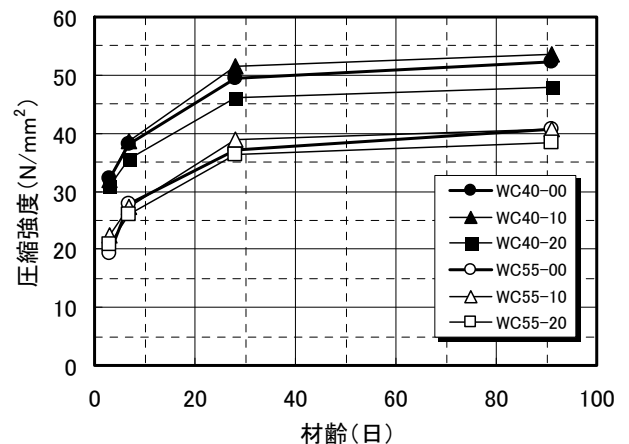


図-2 圧縮強度と材齢

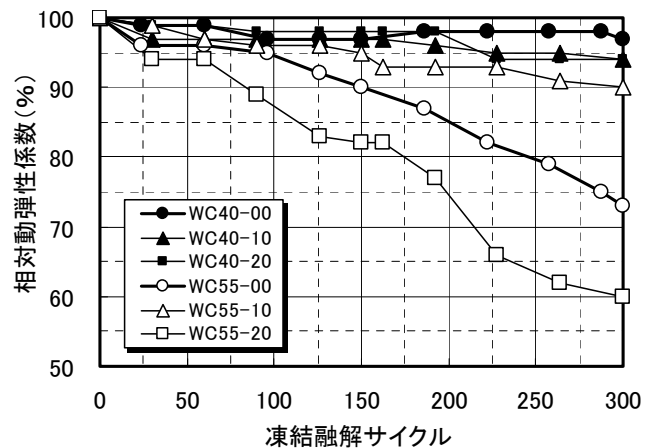


図-3 相対動弾性係数と凍結融解サイクル

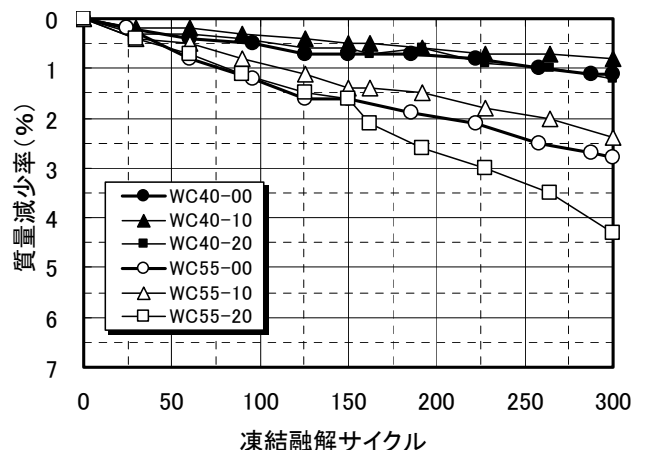


図-4 質量減少率と凍結融解サイクル