

海砂代替品として溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの強度・耐久性

九州共立大学 学生員 岸田講平

九州共立大学 正会員 高山俊一

九州共立大学 藤富誠史

1. まえがき

環境保全の立場から、海砂の採取場所が厳しい制限を受けるようになった。これにともなって、海砂の粗粒率が年々減少する傾向にある。一方、都市ごみの減容化のため、ガス化溶融炉によって溶融スラグ細骨材が製造され、コンクリート用細骨材として利用する体制が整いつつある。このような状況下、海砂の代替品として、溶融スラグ細骨材を使用するために、混合細骨材を用いたコンクリートの諸性質を調べた。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

実験に使用した溶融スラグは、北九州市新門司工場にて、1400℃以上で溶融処理し、急冷して製造されたものを使用した。溶融スラグは、ガラス質(ガラス化率約 100%)の固形物であり、色は黒色である。使用した骨材の物理的性質を表-1 に示す。溶融スラグは密度が 2.77g/cm³、吸水率が 0.77%および実積率が 62.9%であった。

2. 2 実験方法

表-2 に実験項目を示す。シリーズ 1 で溶融スラグと海砂を混合した混合細骨材によるモルタルでのフロー値を調べた。溶融スラグと海砂の混合比は 0、20、40 および 100%とした。4×4×16cm の供試体を作製し、曲げ強度および圧縮強度試験を行った。シリーズ 2 では、コンクリートの強度および耐久性について試験を行った。凍結融解試験は JIS A 1148 に、促進中性化試験（二酸化炭素濃度 5%,20℃）は、JIS A 1153 に従って行った。

3. 結果および考察

3. 1 スラグ混合量とコンクリートの関係

図-1 にブリーディング率の測定結果を示す。同図によるとスラグ量が 40%および 100%になるとブリーディング率が若干増加している。図-2 に圧縮強度の変化を示す。スラグ量が 40%および 100%と多くなると、強度の低下が認められる。しかしながら、スラグ量が 20%での圧縮強度は、海砂 100%の場合と同程度になっている。表-3 は耐久性試験に使用した単位水量とスランプおよび空気量である。スラグ量が多くなるほどスランプが減少する傾向みられたので、単位水量は増加した。同表によると、スランプはスラグ量が 100%で 5.5cm と小さくなった。空気量はスラグ量 100%で 10.1%と著しく多くなった。空気量は、これまでと同様にスラグ量が多くなると増加する傾向を示した。図-3 および図-4 に凍結融解試験結果を示す。図-3 によると 300 サイクル後で相対動弾性係数はスラグ量 100%の場合に 78%と若干の減少を生じている。スラグ量 20%および 40%の相対動弾性係数は、96%および 88%と著しく大きく、凍結融解性に優れているといえる。図-4 の質量減少率は図-3 と同様な傾向を示し、スラグ量 100%の質量減少率がわずかであるが増加した。図-5 は促進中性化試験(CO₂5%)を 28 日および 91 日で行った測定結果(φ10×20cm 供試体)を示す。世界気象機関による

表-1 骨材の物理的性質

	密度 g/cm ³	吸水 率 %	粗粒 率	単位容 積質量 kg/L	実積 率 %
海砂	2.61	1.05	2.63	1.735	65.3
溶融スラグ	2.77	0.77	2.45	1.720	62.9
粗骨材	2.66	0.67	6.96	1.617	61.0

表-2 実験項目

シリーズ	試験項目
1	(1)骨材の物理的性質 (2)溶融スラグ混合量とフロー値
2	(1)コンクリートの諸性質 ・スランプ、空気量、ブリーディング試験 ・圧縮強度 (2)耐久性 ・凍結融解試験、中性化試験

と、現在の二酸化炭素濃度は380ppmであるので、促進中性化は28日が約10年、91日が約33年に相当する。中性化はスラグ量が多くなるほど大きくなっている。コンクリ

ートの内部状態を詳しく調べるため、水銀圧入式ポロシメータによる細

孔径分布を測定した。図-6は各細孔体積と細孔直径の関係を示す。同図によると、スラグ量100%の細孔体積は、細孔直径500nmおよび2000nmで最小となり、細孔直径6000nm以上大きくなるとわずかであるが細孔体積が最も大きくなっている。細孔直径が $2 \times$

10^3nm 以下の極めて微細であれば耐久性の向上に役立つが、 $20 \times 10^4\text{nm}(0.02\mu\text{m})$ 以上の細孔直径となると、耐久性の低下の要因になるものと考える。したがって、スラグ量100%の場合に、耐久性が低下したものと考える。

4.まとめ

本研究から得られたことをまとめて示す。

(1)コンクリート中の空気量は、溶融スラグ量が多くなるほど増加する傾向を示した。(2)圧縮強度は、スラグ量が多くなるほど低下する傾向を示したが、スラグ量20%であれば、海砂100%の場合とほぼ同程度であった。(3)凍結融解性および中性化深さは、スラグ量が多くなるほど、若干低下する傾向を示した。

終わりに、耐久性試験および水銀圧入式ポロシメータの測定は、新日鉄高炉セメント(株)に御協力を頂き謝意を表します。

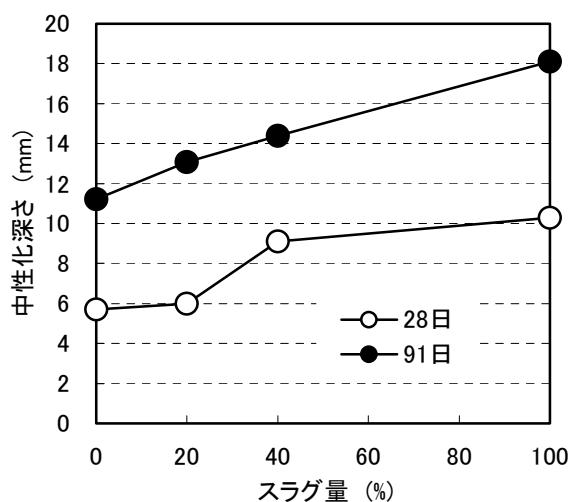


図-5 中性化試験測定結果

表-3 耐久性に使用したコンクリートの性質

スラグ量	W/C	s/a	水量 kg/m ³	スラン プ cm	空気 量 %
0%	55%	45%	150	15.5	5.8
20%			150	11.5	7.2
40%			158	11.0	8.3
100%			164	5.5	10.1

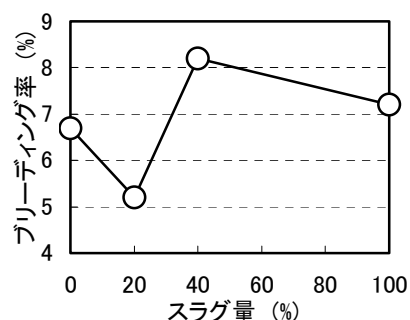


図-1 コンクリートのブリーディング率(W=164)

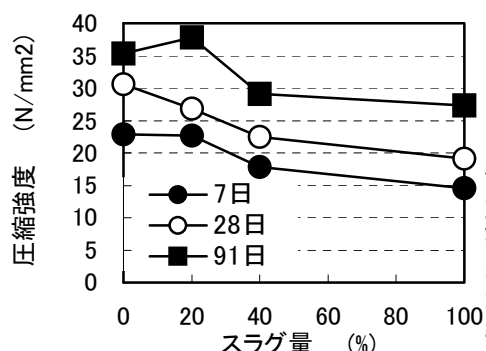


図-2 コンクリートの圧縮強度 (W/C55%、目標スランプ8cm)

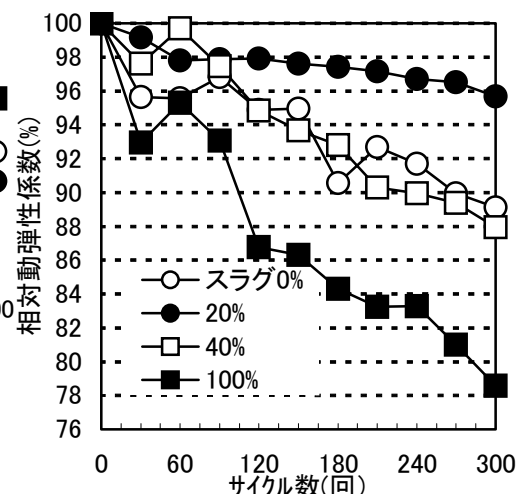


図-3 相対動弾性係数とサイクル数

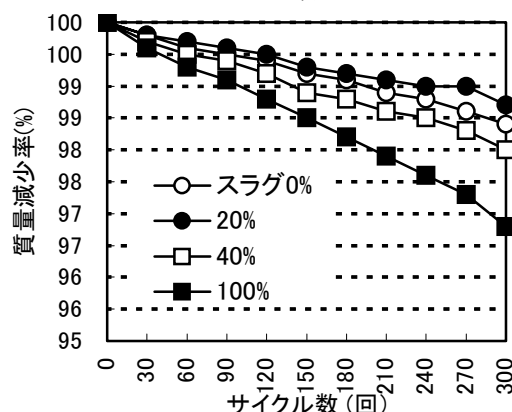


図-4 質量減少率とサイクル数

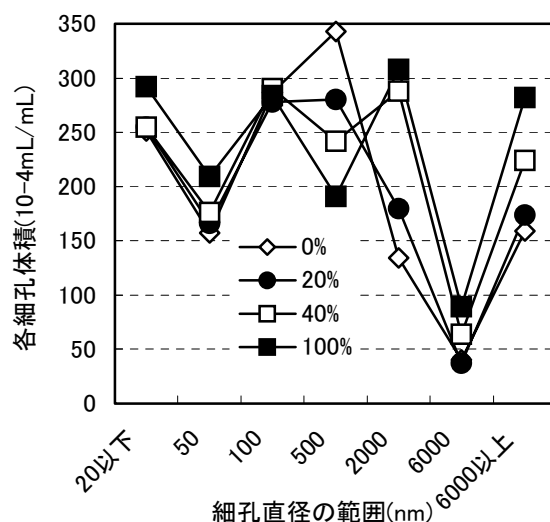


図-6 各細孔体積と細孔直径の関係