

粗粒率の向上のため溶融スラグ細骨材を粗砂として使用するための基礎的研究

九州共立大学 正会員 高山俊一

水俣地区生コンクリート協同組合 山田義雄、岩間守一

1. まえがき

近年、海浜および海中での海砂の採取が、海岸の環境保全の立場から禁止ならびに厳しい規則が設けられるようになった。したがって、年々、コンクリート用細骨材としての海砂の確保が厳しい状況にある。また、採取された海砂の粗粒率が小さいため、そのまま使用すれば、コンクリート中の単位水量が著しく増加し、ワーカビリティに悪影響を及ぼすことが懸念される。したがって、ごみ処理場から毎日排出される溶融スラグに着目し、粗粒率が3.0以上の粗砂の細骨材として用い、海砂の代用品として使用するための研究を行なった。溶融スラグの一日の生産量を考慮し、細骨材の

10~20%の使用量を
考えている。

表-1 骨材の物理的性質

種類	密度 (g/cm ³)	吸水 率(%)	粗粒 率	単位容 積質量 (kg/ℓ)	実積 率(%)
海砂	2.57	1.61	1.92	1.622	63.1
スラグ	2.85	1.02	3.40	1.735	60.9
粗骨材	2.66	0.67	6.96	1.617	61.0

2. 実験方法

2.1 使用材料

都市ゴミ焼却炉の形式は高濃度酸素吹込式シャフト炉である。炉内温度は約1400℃である。溶融スラグの溶出試験結果はpH7.7、水銀、カドミウム、六角クロムなどの重金属は各定量下限値未満であった。溶融スラグの色は黒色である。使用した骨材の物理的性質を表-1に示す。溶融スラグを粗砂として使用することを考えているため、粗粒率が3.40のものを用いた。海砂の採取地域の制限や採取の規制のため、一般に粗粒率の小さい海砂しか採取できない状況にある。そのため、粗粒率が1.92の細砂の海砂を使用した。密度は海砂が2.57g/cm³、溶融スラグのそれが2.85g/cm³と若干大きくなっている。溶融スラグの吸水率は1.02%と海砂より若干小さかった。溶融スラグの実積率は60.9%で、海砂のそれより若干小さかった。物理的性質から判断すると、溶融スラグは海砂と特別に異なった点が認められないものとする。

2.2 実験概要

表-2に実験概要を示す。まず、シリーズ1ではモルタルにて、溶融スラグと海砂との混合砂による流動性（フロー値）を調べた。さらに、混合細骨材の実積率も測定した。シリーズ2では水セメント比を55%とし、土木用コンクリートで高炉セメントB種を、建築用コンクリートで普通ポルトランドセメントをそれぞれ使用し、フレッシュコンクリート（目標スランブを土木用コンクリートで8cm、建築用コンクリートで18cmとした）および硬化コンクリートの諸性質を調べた。溶融スラグの混合率は0、20、40および100%とした。コンクリートの打設は温暖期、暑中期および寒冷期の3時期で行ない、材齢28日の圧縮強度は標準養生(20±2℃)および実験室水槽(気温の変化を受ける)の2方法でも行った。

3. 結果および考察

表-2 実験概要

シリーズ	試験項目
1	(1)骨材の物理的性質 (2)モルタルでの流動性 (3)混合細骨材
2	コンクリートのフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの諸性質 (1)打設時期(3回) 温暖期(6月上旬) 暑中期(8月上旬) 寒冷期(12月上旬) (2)コンクリートの種類(2種類) ○土木用…W/C55%、目標スランブ8cm、高炉セメントB種 ○建築用…W/C55%、目標スランブ18cm、普通ポルトランドセメント ○溶融スラグ量…0,20,40および100% ○フレッシュコンクリート スランブ、空気量、ブリーディング ○硬化コンクリート 圧縮強度(7日、28日、91日) 弾性係数(28日のみ)

溶融スラグ、細骨材、粗粒率、実積率、リサイクル資源、圧縮強度

807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8, Tel. 093-693-3228 Fax. 093-693-3225

3.1 モルタルの諸性質

図-1 にモルタルのフロー値とスラグ混合率の関係を示す。同図によると、スラグ混合率が大きくなるに従ってフロー値が向上している。すなわち、スラグが多いほど流動性が增大するものとする。図-2 に海砂と熔融スラグの混合砂の実積率を示す。同図によると混合砂の実積率はスラグ混合率が 30～50% で約 65% となり、海砂 100% のそれより約 2% 向上することが分かった。このことから、スラグ混合での実積率が向上したため、フロー値が増大したものとする。

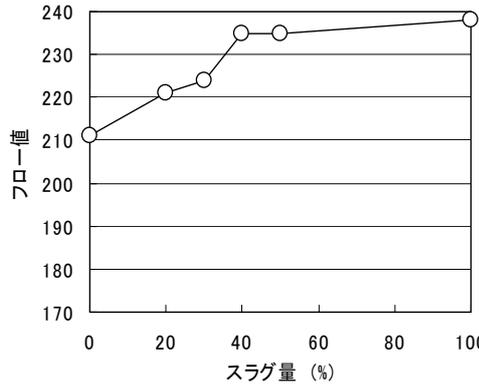


図-1 モルタルのフロー値とスラグ量

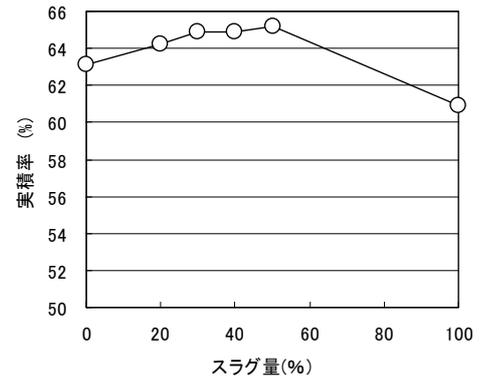


図-2 実積率とスラグ量

図-3 および図-4 に暑中期および寒冷期に打設を行なった硬化コンクリートの材齢 7 日、28 日および 91 日の圧縮強度とスラグ混合率の関係を示す。圧縮強度は、普通ポルト、高炉セメント共に材齢が大きくなるにしたがって増加している。スラグ量が多くなるほど強度の低下が認められた。しかしながら、スラグ混合量が 20% での強度は、海砂 100% のそれに比べて 2～3N/mm² の減少に過ぎない。図-4 によると、スラグ量 20% の強度は、海砂 100% のそれより逆に 1～3N/mm² 増加している。高炉セメント使用コンクリートの場合、暑中期および寒冷期で材齢 91 日の長期強度発現が順調であることが分かった。図-5 は弾性係数と圧縮強度の関係を示す。最小自乗法によって求めた実験式は土木学会の式に類似している。したがって、熔融スラグ使用コンクリートの弾性係数は、通常のコンクリートのそれと同一であると考えられる。

3.2 スラグ混合率と硬化コンクリートの諸性質

図-3 および図-4 に暑

中期および寒冷期に打設を行なった硬化コンクリートの材齢 7 日、28 日および 91 日の圧縮強度とスラグ混合率の関係を示す。圧縮強度は、普通ポルト、高炉セメント共に材齢が大きくなるにしたがって増加している。スラグ量が多くなるほど強度の低下が認められた。しかしながら、スラグ混合量が 20% での強度は、海砂 100% のそれに比べて 2～3N/mm² の減少に過ぎない。図-4 によると、スラグ量 20% の強度は、海砂 100% のそれより逆に 1～3N/mm² 増加している。高炉セメント使用コンクリートの場合、暑中期および寒冷期で材齢 91 日の長期強度発現が順調であることが分かった。図-5 は弾性係数と圧縮強度の関係を示す。最小自乗法によって求めた実験式は土木学会の式に類似している。したがって、熔融スラグ使用コンクリートの弾性係数は、通常のコンクリートのそれと同一であると考えられる。

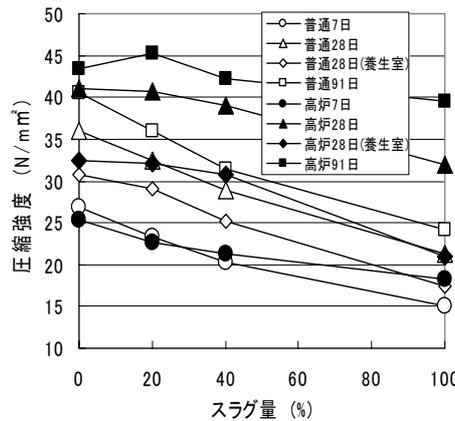


図-3 圧縮強度とスラグ量 (暑中期)

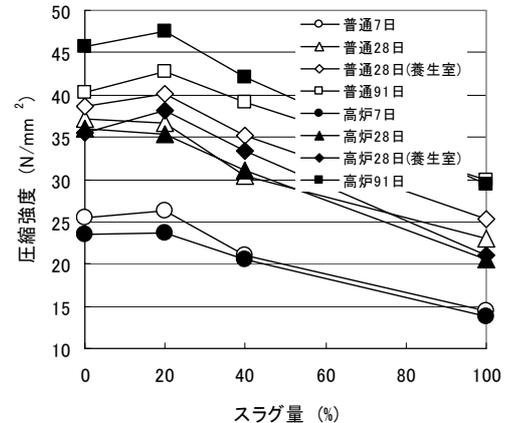


図-4 圧縮強度とスラグ量 (寒冷期)

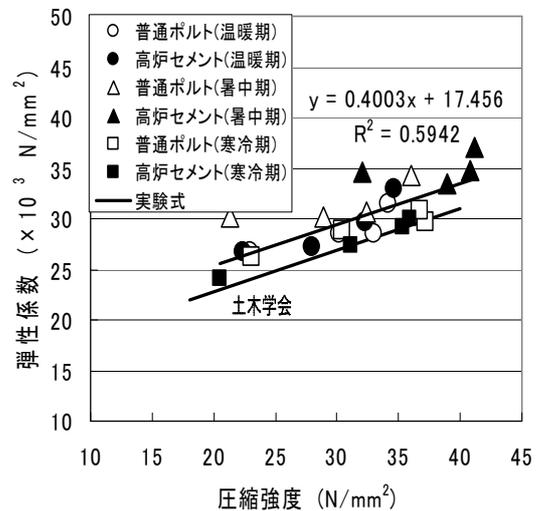


図-5 弾性係数と圧縮強度

4. まとめ

熔融スラグ細骨材を海砂と混合すると 20～50% の範囲であれば、実積率が向上することが分かった。圧縮強度はスラグ量が大きくなるほど、減少する傾向を示した。しかしながら、スラグ量が 10～20% であれば、強度の減少は微小であり、季節によっては逆に増加するものも認められた。