

都市ごみ溶融スラグを細骨材として使用するための基礎的研究

九州共立大学 学生会員 小松真也、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
 宇部三菱セメント(株) 正会員 原田克己

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なければワーカビリティの確保が難しい状況にある。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、細骨材として使い、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。

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。溶融スラグを荒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2.85 g/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考える。

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。シリーズ2では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を調べた。溶融スラグの混合率は0, 20, 40 および100%を中心とした。コンクリートの打設を温暖期、暑中期および寒冷期の3時期で行なった。表-3 にコンクリート配合の一例を示す。同表は暑中期で普通ポルトランドセメント使用(目標スランプ18cm)の配合である。溶融スラグを混合した場合、スランプが向上したため単位水量を加減した配合とした。

3. 結果および考察

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

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 |

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%、目標スランプ8cm、高炉セメントB種 ○建築用…W/C55%、目標スランプ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 スランプ、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) |

表-3 コンクリート配合の一例(暑中期、普通ポルトランドセメント)

| 水セメ ント比 (%) | 空気 量(%) | スラグ 混合 率 | 単位量(kg/m ³) | | | | | AE 剤 (c*%) |
|-------------------|------------|----------------|-------------------------|---------------|----------|-----|----------|------------------|
| | | | W 水 | C セメ ント | S 細骨材 | | G 粗骨材 | |
| | | | | | 海砂 | スラグ | | |
| 55 | 5.0 | 100 | 172 | 318 | 0 | 884 | 969 | 1.0 |
| | | 40 | 164 | 304 | 487 | 360 | 987 | 1.0 |
| | | 20 | 168 | 311 | 630 | 175 | 996 | 1.0 |
| | | 0 | 174 | 324 | 757 | 0 | 997 | 1.15 |

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測定した結果を示す。同図によると混合砂の実積率はスラグ混合率が30~

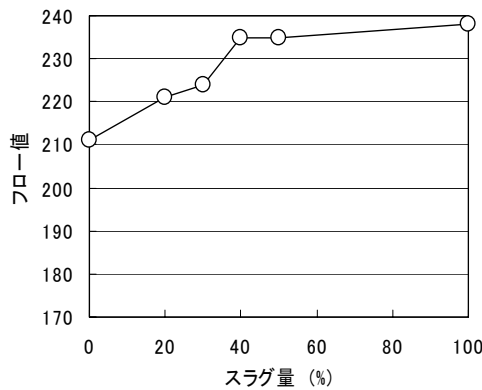


図-1 モルタルのフロー値とスラグ量

50%で約65%となり、海砂100%のそれは63%であるため約2%向上することが分かった。したがって、スラグ混合率の実積率が向上したため、フロー値が増加したものとする。

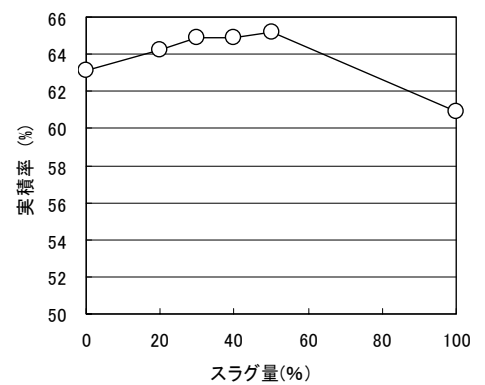


図-2 実積率とスラグ量

3.2 スラグ混合率とフレッシュコンクリートの諸性質

図-3 にスランプとスラグ量の関係を示す。高炉セメント(土木用)使用、コンクリートの目標スランプは8cmである。普通ポルトランドセメント(建築用)使用、コンクリートの目標スランプは18cmである。温暖期に打設した普通コンクリートではスランプが小さかったため、暑中期では水量を調節して目標スランプが得られるようにした。図-4 に空気量とスラグ量の関係を示す。熔融スラグ100%では空気量が2~3%ほど大きくなっている。

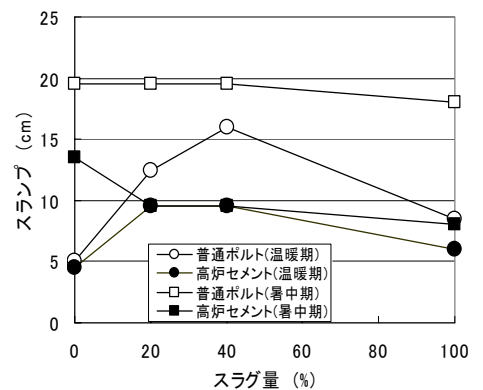


図-3 スランプとスラグ量

3.3 スラグ混合率と硬化コンクリートの諸性質

図-5 および図-6 に温暖期および暑中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、スラグ量が20%混合の場合は、海砂100%のそれに比べて2~3N/mm²の減少に過ぎない。図-6によると、高炉セメントコンクリートのスラグ量20%および40%の場合の材齢28日および91日の強度は、海砂100%のそれとほぼ同程度を示している。高炉セメントの場合、暑中期下の強度発現が順調であること

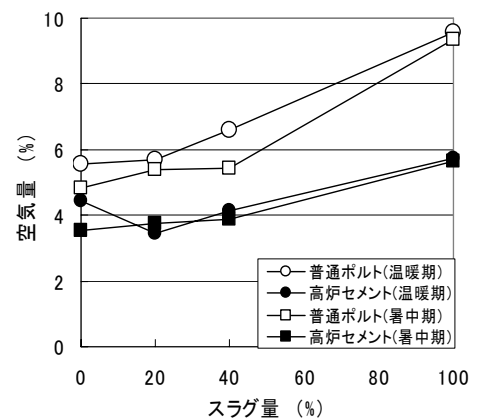


図-4 空気量とスラグ量

ことが分かった。

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、強度の減少は小さいものとする。

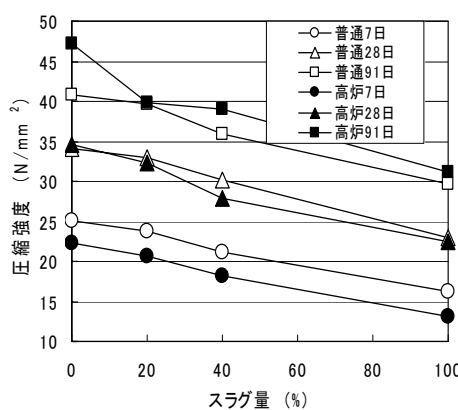


図-5 圧縮強度とスラグ量 (温暖期)

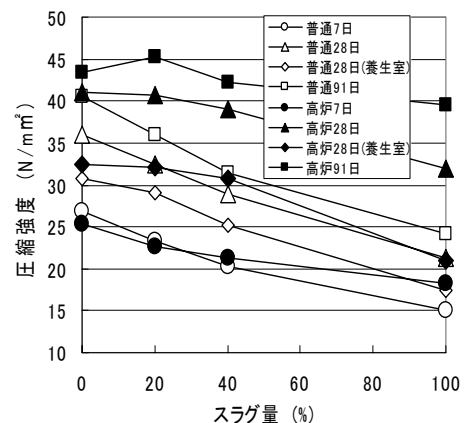


図-6 圧縮強度とスラグ量 (暑中期)