

スラグ骨材を用いた高密度コンクリートの研究（その2）

りんかい日産建設(株)技術研究所 正会員 ○五味 信治
 りんかい日産建設(株)北陸支店 南川 公

1. はじめに

環境負荷抑制が叫ばれている昨今、天然骨材の代替品および高密度化対策として、産業副産物である銅スラグ細骨材(以下、CUS という)と電気炉酸化スラグ粗骨材(以下、EFG という)を使用した高密度コンクリートを検討した。(その1)¹⁾ではブリーディングについて述べたので、ここでは力学的性質等について実験結果を報告する。実用的な高密度コンクリートの配合として、CUSあるいはEFGの置換率を100%とした。

2. 実験概要

高密度コンクリートの材料は、セメントは高炉セメントB種を用い、細骨材はCUS(佐賀県産)と川砂(九頭竜川産)の細めと粗めを7:3の割合で混合し、粗骨材はEFG(名古屋産)の2005と4020を7:3、川砂利(九頭竜川産)の25mmと40mmを6:4の割合で混合した。単位容積質量は、混合した

表-1 使用材料

材料名	種類	特性・主成分
セメント	高炉セメントB種	密度 3.05g/cm ³ , 比表面積 3770cm ² /g
細骨材	CUS 川砂	表乾密度 3.57g/cm ³ , 吸水率 0.42%, 粗粒率 2.72 表乾密度 2.57g/cm ³ , 吸水率 2.77%, 粗粒率 2.71
粗骨材	EFG 川砂利	表乾密度 3.60g/cm ³ , 吸水率 1.00%, 粗粒率 6.60 表乾密度 2.66g/cm ³ , 吸水率 1.47%, 粗粒率 6.66
混和材	炭酸カルシウム	密度 2.72 g/cm ³ , 比表面積 3160cm ² /g
混和剤	AE減水剤 高性能AE減水剤	リグニンスルホン酸系 ポリカルボン酸系

た場合でEFGが2060 kg/m³、川砂利が1700kg/m³、同実績率は57.7%と64.8%であった。ブリーディング水量が多くなると予想されたので、混和材として炭酸カルシウム(以下、Caという)、混和剤としてAE減水剤と高性能AE減水剤を使用した。実験に使用した材料の種類および品質を表-1に示す。

コンクリートの配合条件としては、目標スランプを8cm、同空気量5%、CUSの置換率を30%および100%、EFGの置換率を100%、目標単位容積質量を2600 kg/m³以上、水セメント比は50、55、60の3水準、目標圧縮強度は28日材齢で26N/mm²以上とした。

3. 実験結果と考察

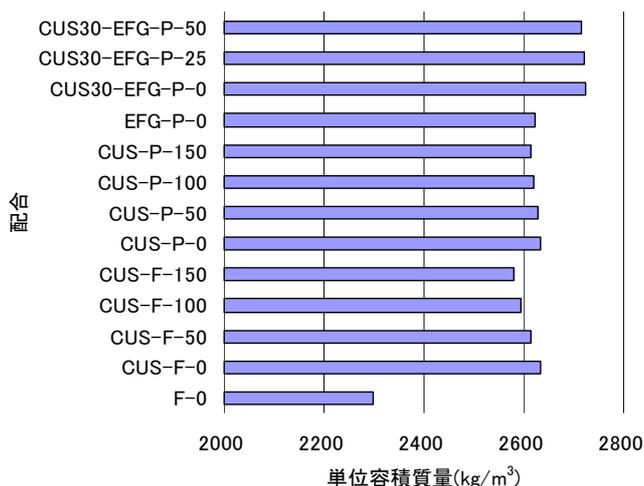
スラグ骨材を使用したコンクリートは、スラグ表面がガラス質であるためにブリーディングの問題が発生し、凍結融解等の耐久性に影響するといわれている。ここでは、ブリーディングの発生を抑制する方法として、微粒分量として炭酸カルシウムを加え、また単位水量を減じるために高性能AE減水剤を使用した。

単位容積質量について、配合による変化を図-1に示す。単位容積質量はスラグ骨材の密度が大きいため使用量が多くなるほど質量は大きくなる。単位容積質量は、水セメント比55%において、CUS100%置換の配合は約300kg/m³、CUS30%・EFG100%置換の配合では約400kg/m³増加する。天然骨材を使用した場合、通常は細骨材率を大きくすると単位容積質量は小さくなるが、スラグ骨材を混入すると大きくなり、置換率を考慮して使用すればスラグ骨材は質量を必要とする構造物に適した材料である。フレッシュコンクリートのワーカビリティはCUS30%・EFG100%置換した配合が良好で、CUS100%置換の配合は単位水量が少ないため多少ばさつについてワーカビリティに影響があるが実用には問題ないレベルであった。

水セメント比55%における各配合の圧縮強度試験結果を図-2に示す。CUSを100%置換した場合の7日強度が天然骨材の場合よりもごくわずかに下回る結果になったが、他の全ての配合において天然骨材の配合を上回る結果となっている。7日強度よりも28日強度の方がより強度の増加が認められる結果となった。この要因

キーワード 高密度コンクリート、銅スラグ細骨材、電気炉酸化スラグ粗骨材

連絡先 〒105-0014 東京都港区芝2-3-8 りんかい日産建設(株)技術研究所 TEL03-5476-1728



注) CUS30 は銅スラグ置換率 30%, CUS・EFG は置換率 100%, F は AE 減水剤, P は高性能 AE 減水剤, 末尾の数字は Ca の添加量 (kg/m³) を示す。

図-1 各配合における単位容積質量 (W/C=55%)

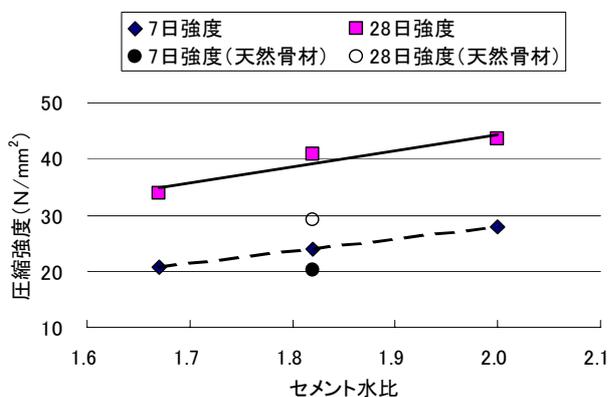


図-3 C/W と圧縮強度の関係 (CUS100%)

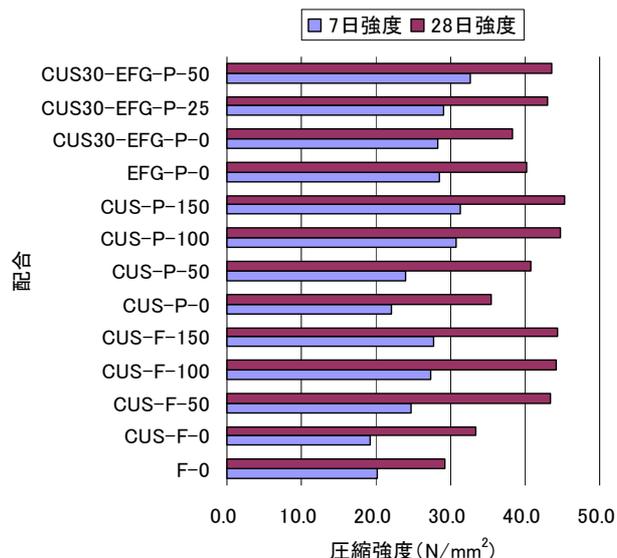


図-2 各配合による圧縮強度 (W/C=55%)

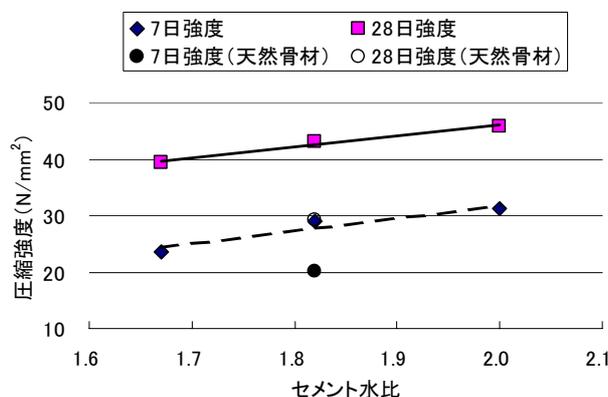


図-4 C/W と圧縮強度の関係 (CUS30%, EFG100%)

は、骨材にスラグを使用したため天然の砂利よりも骨材自体の強度が大きく、骨材表面の凹凸が多いため表面積が大きくなりモルタルとの付着力が増加したためと考えられる。混和剤、スラグ骨材の種類の違いによる強度への影響はほとんどないと考えてよい。目標強度は 26N/mm² であるので強度条件は満たしている。

次に、セメント水比を 1.67, 1.82, 2.00 と変化させた場合の圧縮強度の影響について図-3, 4 に示す。セメント水比が大きくなるほど圧縮強度は増加する傾向にあり、その関係は一般のコンクリートと同様に直線回帰式で示される。7 日強度と 28 日強度の増加勾配はほぼ同様で、CUS100%置換の配合よりも CUS30%・EFG100%置換の配合の方が少し高い強度を示した。この要因は、粗骨材に EFG を使用したため天然の砂利よりも骨材自体の強度が大きく、モルタルとの付着力が増加したためと考えられる。

4. まとめ

置換率 100%のスラグ骨材を使用した高密度コンクリートを実用化するに当たり、本実験の範囲内で得た知見を示す。高密度コンクリートの単位容積質量は 2.6~3.0t/m³ が可能である。圧縮強度は 28 日強度が通常コンクリートの 1.4 倍程度と大きくなる。セメント水比が大きくなるほど圧縮強度は増加し、その関係は一般のコンクリートと同様に直線回帰式で示される。

参考文献

1) 五味信治, 南川 公 : スラグ骨材を用いた高比重コンクリートの研究 (その 1), 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集 V, pp. 401-402, 2004.