

銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの特性

建設省中国技術事務所 正会員 吉野 好明  
 建設省中国技術事務所 正会員 廣田 雅哉  
 建設省中国技術事務所 正会員 ○堂田 忠

1. はじめに

銅の溶融製錬の際に副産される銅スラグを利用したコンクリート用細骨材の品質及び利用に関する調査・研究は、長年にわたって行われており、その品質は JISA5011 の第 3 部：銅スラグ骨材として平成九年に制定された。本研究は、銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの配合試験を行い、実用化に先駆けフレッシュコンクリートの性状、硬化コンクリートの力学特性及び耐久性を調査したものである。

2. 結果および考察

2-1. 銅スラグの粒度と単位水量の関係

銅スラグコンクリートの単位水量は、基準コンクリートと比較して増加しているが、その量は銅スラグ細骨材の粒度によって変化が見られ、CUS 5-0.3 の場合は、 $15\text{kg/m}^3$  増加しているのに対し、CUS1.2 の場合は、 $5 \sim 7\text{kg/m}^3$  の増加にとどまっている。

この要因として、CUS5-0.3 は粒形が角張っており実積率が小さい為、細骨材率を大幅に大きくする必要が生じた影響と考えられる。また、CUS1.2 の実積率は基準コンクリートで使用した加工砂と同等以上であるが、粒子表面が滑らかであることから粘性が小さくなり、所要のコンシスターを得る為に細骨材率を若干大きくする必要が生じた影響と考えられる。

2-2. 銅スラグの粒度と細骨材率の関係

銅スラグコンクリートの細骨材率は、基準コンクリートと比較して増加しているが、その量は銅スラグ細骨材の粒度によって変化が見られ、CUS5-0.3 の場合は、13%増加しているのに対し、CUS 1.2 の場合は、2%の増加にとどまっている。この要因として、CUS5-0.3 は、角張った粒子を多く含んでいる為、フレッシュコンクリートの流動性が低下し、粗々しい性状になることから、細骨材率を大幅に大きくすることでワーカビリティを改善する必要が生じたものである。CUS1.2 は、粗粒率が小さく、 $0.15\text{mm}$  以下の粒子を 28% と多く含んでいることがワーカビリティの向上に大きく貢献し、細骨材率は、基準コンクリートより若干大きくする程度で良好なワーカビリティを得ることが可能である。

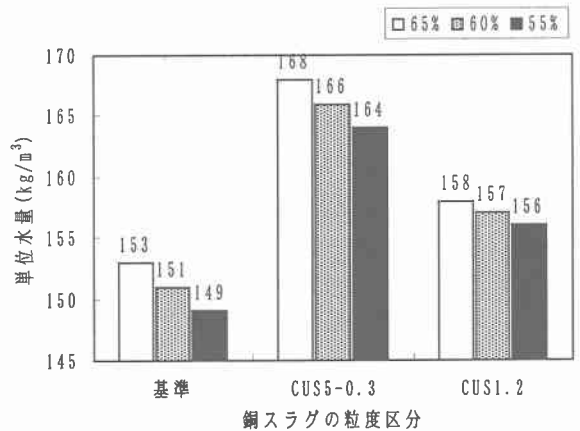


図-1 銅スラグの粒度と単位水量の関係

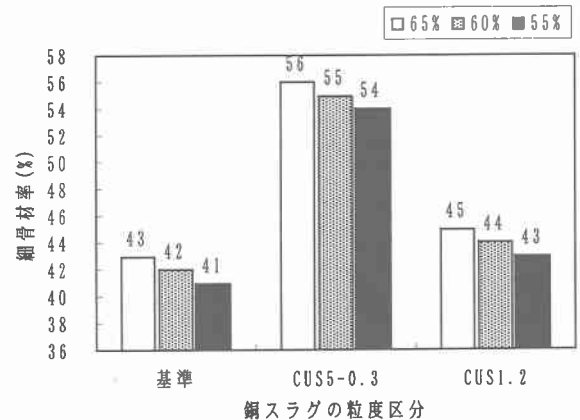


図-2 銅スラグの粒度と細骨材率の関係

2-3. 銅スラグの粒度とブリーディングの関係

銅スラグコンクリートのブリーディング量は、基準コンクリートと比較して増加しているが、その量は、銅スラグ細骨材の粒度によって変化が見られ、CUS5-0.3 の場合は、基準コンクリートの 2.3 ~ 3.2 倍と大きく増加しており  $0.4\text{cm}^3/\text{cm}^2$  を上回っているが、CUS1.2 は、1.3 ~ 1.7 倍と増加量が小さく  $0.3\text{cm}^3/\text{cm}^2$  以下となっている。この要因として、CUS5-0.3 は粒子の表面が滑らかで保水性が小さいことに加え、粒度は、 $0.15\text{mm}$  ふりを通過する量が 2% と少ないこと、単位水量は基準コンクリートより  $15\text{kg}/\text{m}^3$  増加したことが考えられる。CUS1.2 は、保水性が小さい点は CUS5-0.3 と同様であるが、粗粒率は小さく  $0.15\text{mm}$  以下の粒子を 28% と多く含んでおり微粒分量も 10.0% と大きいことから粉体増量効果が作用したこと、単位水量は基準コンクリートより  $5 \sim 7\text{kg}/\text{m}^3$  の増加にとどまっていることが、ブリーディング量の低減に寄与したと考えられる。

2-4. 銅スラグの粒度と凝結時間の関係

銅スラグコンクリートの凝結時間は、基準コンクリートと同程度であるが、始発・終結時間は長くなる傾向にあり、その時間は銅スラグ細骨材の粒度によって変化が見られ、CUS5-0.3 の始発・終結時間は約 1.5 ~ 2 時間長くなっているのに対し、CUS1.2 の始発・終結時間は約 5 時間と、更に遅延する傾向にある。

銅スラグには、コンクリートの凝結を遅延させる性質があると言えるが、その原因は完全に明らかになっておらず、研究文献 (1) によると、銅スラグの表面に付着した水に溶解しない微粒分の影響であり、この物質は、コンクリートの凝結遅延剤として使われることのあるケイフツ化マグネシウムの可能性があるとして述べられている。

注 (1) 土木学会第 53 回年次学術講演会 銅スラグを用いたコンクリートの凝結遅延特性に関する研究

3. おわりに

硬化コンクリートの力学特性及び耐久性については現在調査中であり、今回はフレッシュ性状についての中間報告とした。考察でも述べたように、銅スラグ細骨材は、粒度によってフレッシュ性状がかなり異なる。特に、ブリーディング量と凝結時間については、今後実用化に向けて重要な課題であり、施工条件等に併せて対応しなければならないであろう。

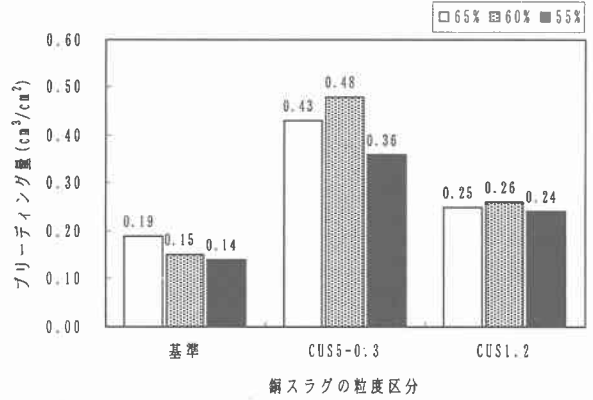


図-3 銅スラグの粒度とブリーディング量の関係

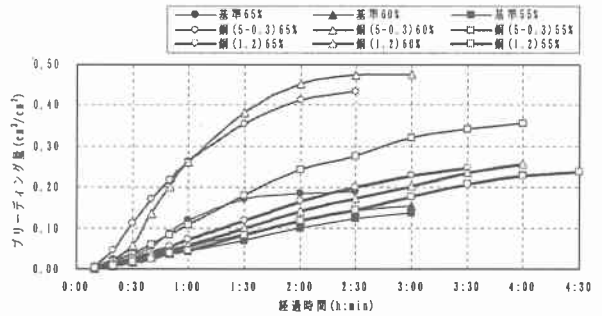


図-4 経過時間とブリーディング量の関係

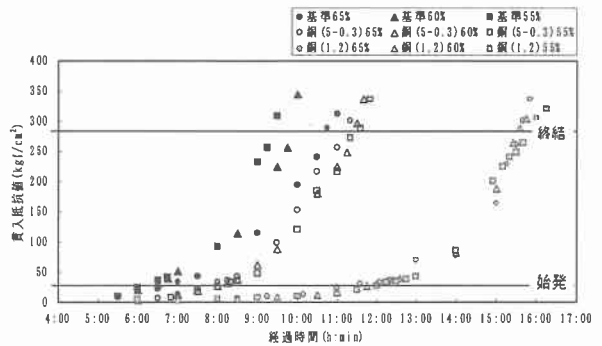


図-5 経過時間と貫入抵抗値との関係