

細粒銅スラグの有効利用に関する基礎検討

日本大学工学部 学正員 ○花澤 丈弥

日本大学工学部 正会員 原 忠勝

1. はじめに

近年、産業廃棄物の有効利用に対する関心の高まりと、骨材の資源の枯渇などからコンクリート用骨材としてのスラグの有効利用に関する検討が行われるようになった。

本研究では、銅スラグの最終処理過程で産出される微細銅スラグのコンクリート用骨材としての有効利用を検討するものである。ここでは、細骨材としての品質、およびモルタルの性状について実験を行った結果を述べたものである。

2. 実験概要

本実験には、粗粒分の多い原料銅スラグ（粗粒）と、最終処理過程で産出される細粒分の多い銅スラグ（細粒）を用いた。また比較のために、福島県須賀川地内産の陸砂（比重=2.58, 吸水率=2.47%）を用いた。

実験は、細骨材としての品質に関するものと、モルタル供試体に関する実験の2つのシリーズに分けて行なった。細骨材としての品質に関する実験では、比重・吸水率などの物理的性質に関する実験を行なった。またモルタルに関しては、フロー値=190±5となる陸砂の配合を基準とした配合を用い、フロー値、空気量、単位容積質量、およびブリーディングを測定した。硬化後のモルタルの性状については、4×4×16cmの角柱供試体を用い、曲げ強度、および圧縮強度試験を行なった。試験日材齢は、銅スラグの場合、3、7、28、および90日で、陸砂の場合、7、28日である。

3. 実験結果

3. 1 細骨材としての品質

本実験で用いた細粒・粗粒の銅スラグに関する実験結果をまとめたのが表-1である。表に示したように、比重・吸水率など、粒度を除く、物理的性質に関するものは、ほぼ、細骨材としての品質を満足するものであった。ふるい分け試験結果は、図-1に示したように、細粒、粗粒ともに、コンクリート用細骨材としての標準粒度範囲を満足していないものであった。また銅スラグの場合、脆弱部分を含んだ粒子があるため、練混ぜによる粒度変動が報告されている。このことより、鋼球（6個）の有無を条件として、粗粒のすりへり試験を行なった。これらの結果は、0.6mmの残留分が多くなり、粗粒率が3.49から2.86（鋼球有）、2.97（鋼球無）となった。

表-1 使用骨材の物理的性質

細骨材種類	陸砂	細粒	粗粒	混合試料
比重	2.580	3.029	3.473	3.232
吸水率	2.471	2.222	0.570	0.997
単位容積質量 (kg/ℓ)	1.606	1.080	1.850	1.680
粗粒率	2.92	1.95	3.49	2.47
塩分含有量 (%)		0.00125		
比重1.95 (%)				0.070
洗った				1.130
洗わない				2.770
洗い試験 (%)				2.870
洗った				
洗わない				

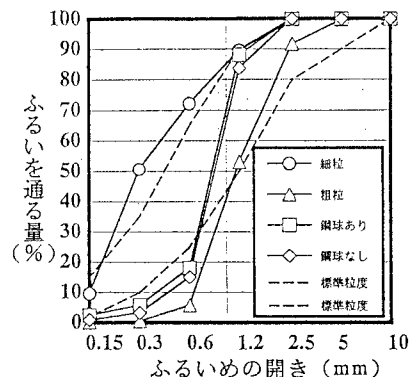


図-1 原料銅スラグの粒度曲線

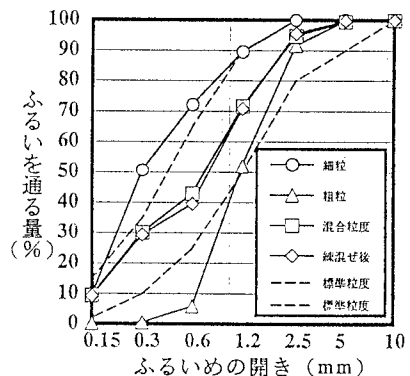


図-2 銅スラグのふるい分け試験結果

本実験結果から、粒度を除く、他の性質は、細骨材としての品質をほぼ満足していたので、細・粗粒を混ぜ合わせることにした。ここでは、混合比を1:1とし、比重・吸水率などの試験を行なった。これらの結果は、表-1および図-2に示すように、若干、細粒分が多いが、ほぼ、コンクリート用細骨材としての品質を満足するに思われる。

3. 2 モルタルの性状

表-2は、モルタル練混ぜ時のフロー値、空気量、および単位容積質量の測定結果を示したものである。表に示すように、フロー値は若干小さく、空気量が多い結果が得られた。また単位容積質量は、銅スラグの比重が大きいため、約40%程度多くなっている。また図-2に示したように、本実験の場合、モルタルの練混ぜ後による銅スラグの粒度変動は少なかった。

図-3は、ブリーディングの測定結果を示したもので、銅スラグモルタルの場合、ブリーディング量が約40%多く、終了時間が約10分程度遅い結果が得られた。

図-4、および図-5は、各試験日材齢ごとの強度試験結果を示したものである。図に示すように、銅スラグモルタルの場合、材齢7日強度が若干高いものの、材齢28日では、陸砂を用いたモルタルとほぼ同様な強度となり、その後強度増加はあまり認められなかった。

4. まとめ

これらをまとめれば、以下のようになる。

銅精練の最終処理過程で産出される微細分を含む細粒銅スラグは、粒度を除く、物理的性質を満足する結果が得られた。このことより、粒度調整用の細骨材として用いれば、有効利用が図られるに思われる。

また本実験では、原料銅スラグの細・粗粒から粒度調整を行なった細骨材を用いたが、モルタルの実験結果では、練混ぜに伴う粒度変動は少なかった。

【謝辞】

本研究の実施に際して、院生・横尾氏、並びに小名浜精練（株）の協力を頂きました。本文をお借りして深く感謝の意を表わします。

【参考文献】

【1】白鳥明・国府：「画像解析による銅スラグ細骨材の形状判定について」土木学会第48回年次学術講演会講演概要集 第5部、pp484~pp485、1993

表-2 フレッシュモルタルの性質

試験項目	銅スラグ	陸砂
フロー値 (cm)	178.0	191.0
空気量 (%)	2.2	1.7
単位容積質量 (kg/ℓ)	2.4	1.7

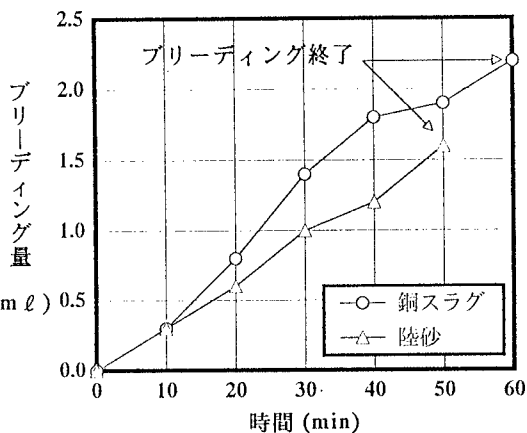


図-3 ブリーディング量と時間の関係

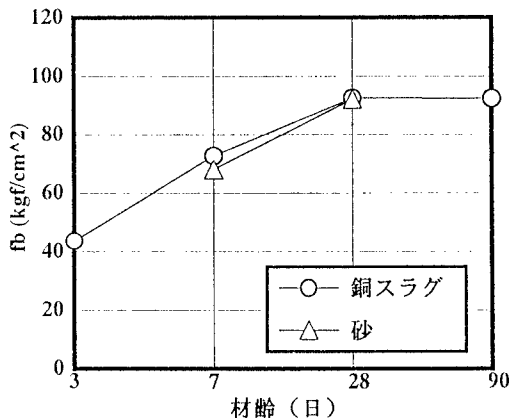


図-4 曲げ強度試験結果

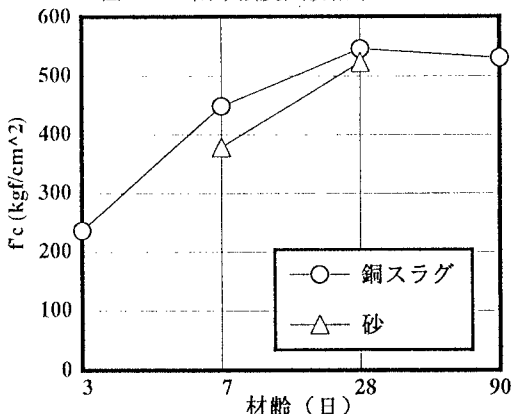


図-5 圧縮強度試験結果