

銅スラグ細骨材による砕砂モルタルのフレッシュ性状の改善に関する検討

首都大学東京大学院 正会員 ○上野 敦、東京都立大学 中嶋香織
首都大学東京大学院 正会員 宇治公隆

1. はじめに

砕砂を用いたコンクリートの品質上の課題は、主にその粒子形状に起因する単位水量の増大に集約される。一方で、粒形が等方的でない細骨材については、粒形が球に近く、小径の細骨材を混合使用することで、流動性を改善できる可能性が高い¹⁾。本研究は、粒形改善した細粒の銅スラグ細骨材（以下、CUS）を用いた場合の効果検証を目的に、粒形改善したCUSを砕砂に混合使用した場合の、モルタルの流動性向上に対する効果およびブリーディングに対する影響について基礎的な検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントには密度 3.16g/cm³ の普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は、砕砂（密度：2.64g/cm³、記号：CS）およびCUS（密度：3.59g/cm³）を使用した。CUSの粒子形状は、磨砕処理の回数を2、3および5回として変化させた。以下、磨砕処理2回のをCUS2、3回のをCUS3、5回のをCUS5と表記する。

2.2 モルタルの配合および試験

流動性に関する検討では、モルタルの配合は、表-1の容積配合のとおり、W/Cを0.6とし、ペースト体積／細骨材の絶対容積（V_p/V_s）を1.00の一定とした。この条件下で、各CUSの混合率を、0、15、30および50%に変化させた。また、CUS5を用いた場合のみ、混合率100%についても試験した。これらのモルタルに対して、コンクリート用スランブコーンの半分の寸法のコーンを用いたミニスランブ試験およびJIS R 5201に規定の15打フロー試験を実施した。

ブリーディングに関する検討では、W/Cを0.6の一定とし、表-1のモルタルの配合を、ミニスランブが10±1cmとなるよう、単位水量を調整した。この結果、試験に供したモルタルの配合は、表-2の容積配合のとおりとなっている。これらのモルタルに対して、JIS A 1123に準拠し、モルタルのブリーディング試験を実施した。なお、試験容器は容積約2Lのものを使用した。

3. 結果および考察

3.1 磨砕による粒子特性の変化

図-1に、CUSの磨砕回数と粒形判定実積率または粗粒率の関係を示す。図-1には、比較のため、磨砕処理前（磨砕処理回数0回）の測定値も記載している。一般に、磨砕回数の増加にともない、粒形判定実積率は増加し、粗粒率は減少する。すなわち、磨砕によって粒子は等方的となり、破碎されて細粒化していることがわかる。
キーワード：銅スラグ細骨材、流動性、ブリーディング

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 電話：042-677-2777、ファクス：042-677-2772

表-1 モルタルの容積配合（流動性評価）

記号	CUS 混合率	W/C	V _p /V _s	単位容積(L/L)			
				W	C	CS	CUS
CS	0	0.60	1.00	0.327	0.173	0.500	0
CUS*-15	0.15	0.60	1.00	0.327	0.173	0.425	0.075
CUS*-30	0.30	0.60	1.00	0.327	0.173	0.350	0.150
CUS*-50	0.50	0.60	1.00	0.327	0.173	0.250	0.250
CUS5-100	1.00	0.60	1.00	0.327	0.173	0	0.500

表-2 モルタルの容積配合（ブリーディング）

記号	CUS 混合率	W/C	単位容積(L/L)			
			W	C	CS	CUS
CS	0	0.6	0.327	0.173	0.500	0
CUS2-15	0.15	0.6	0.324	0.171	0.430	0.076
CUS2-30	0.30	0.6	0.324	0.171	0.354	0.152
CUS2-50	0.50	0.6	0.304	0.160	0.268	0.268
CUS3-15	0.15	0.6	0.320	0.169	0.435	0.077
CUS3-30	0.30	0.6	0.322	0.170	0.356	0.152
CUS3-50	0.50	0.6	0.304	0.160	0.268	0.268
CUS5-15	0.15	0.6	0.326	0.172	0.427	0.075
CUS5-30	0.30	0.6	0.318	0.168	0.360	0.154
CUS5-50	0.50	0.6	0.304	0.160	0.268	0.268
CUS5-100	1.00	0.6	0.304	0.160	0	0.536

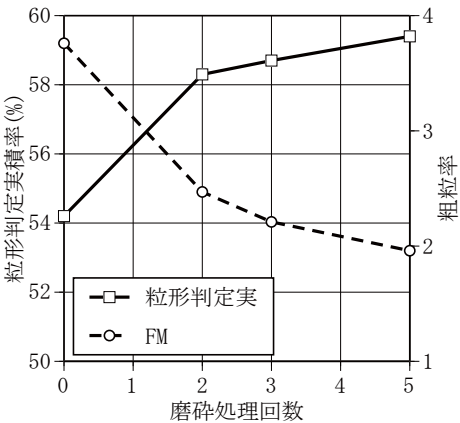


図-1 磨砕回数と粒形・粒度

そして、この粒子形状および粒度の変化は比例的ではなく、磨砕回数が多くなると、小さくなるとわかる。

3.2 モルタルの流動性

(1) CUS 混合率の影響

CUS の混合率とモルタルのミニスランプおよび 15 打フローの関係を図-2 に示す。CUS 混合率が 50% までの範囲では、CUS 混合率が大きくなると、モルタルのミニスランプおよび 15 打フローが顕著に大きくなることがわかる。

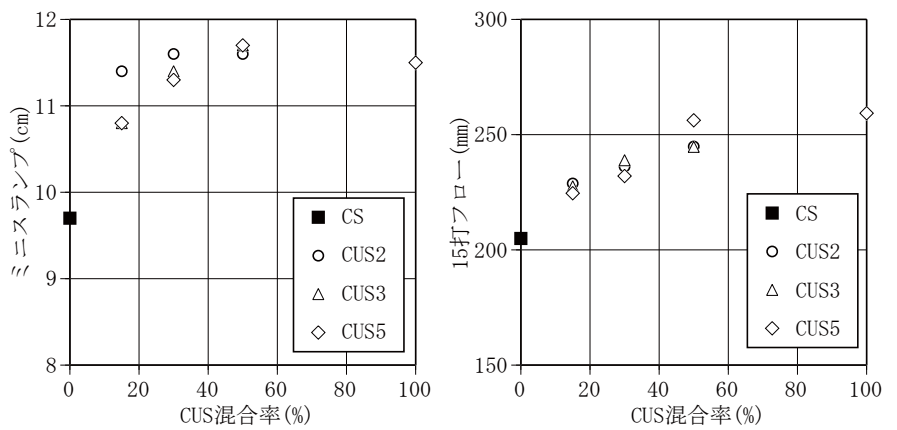


図-2 CUS 混合率とモルタルの流動性

このことは、モルタル中での粗粒砕砂の粒子間距離が、等方的な細粒の CUS により増大する効果と考えられる。そして、CUS の磨砕回数の影響はそれほど顕著とならない結果となった。また、CUS 混合率が 100% となると、ミニスランプ、15 打フローともに、混合率 50% のときと同程度となった。このことは、モルタル中の細骨材が細粒のもののみとなり、粘性が増加した影響と考えられる。

(2) 所要のミニスランプのための単位水量

CUS 混合率とモルタルのミニスランプが一定となるよう調整した単位水量との関係は、図-3 のようになる。CUS 混合率が 50% までの範囲では、混合率の増加にともない、単位水量が直線的に減少し、最大約 7% 程度低減できる結果となった。そして、CUS 混合率が 100% の場合、単位水量は 50% のときと同程度となることがわかる。

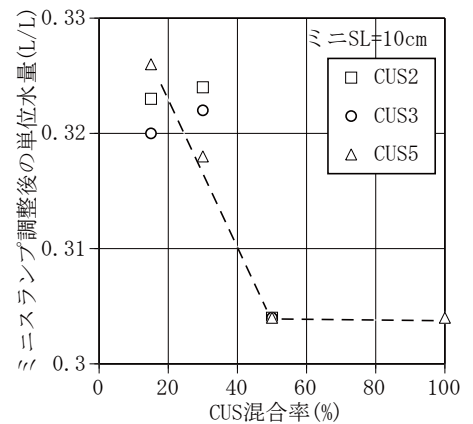


図-3 ミニスランプ 10cm のための単位水量

3.3 モルタルのブリーディング

CUS 混合率とモルタルのブリーディング量の最大値との関係は、図-4 のとおりとなる。CUS 混合率が 50% までの範囲では、モルタルの流動性向上に伴う単位水量の低減効果が卓越し、モルタルのブリーディング量は、CS のみを用いた場合と同程度となった。しかし、CUS 混合率が 100% となると、単位水量の低減効果と比較して、密度の大きな細骨材の混入による影響が卓越し、モルタルのブリーディング量は、CS のみを用いた場合と比較して、約 1.5 倍に増大することがわかる。

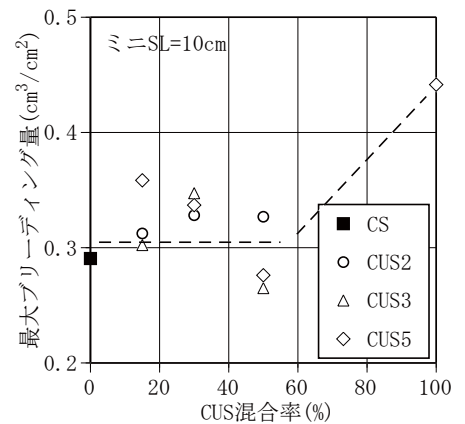


図-4 CUS 混合率とブリーディング量

4. まとめ

- (1) 磨砕処理の程度に関わらず、砕砂と粒形改善した細粒の CUS を混合使用する場合、混合率 50% までの範囲では、砕砂モルタルのミニスランプおよび 15 打フローは増加し、単位水量が低減できる。
- (2) CUS 混合率 50% までの範囲では、流動性の向上に伴う単位水量の低減効果によって、モルタルのブリーディングが、砕砂のみを用いたモルタルと同程度となる。
- (3) CUS 混合率を 100% とすると、モルタルの流動性の向上およびブリーディング低減の効果は失われる。

謝辞：本研究は、日本鉱業協会の非鉄スラグ骨材委員会の活動の一環として実施した。また、研究の遂行にあたり、日本鉱業協会から研究費の助成ならびに試料提供の協力をうけた。

参考文献：1) 上野敦他：スラグ骨材を用いたコンクリートの品質向上に関する研究、土木学会論文集、E、Vol. 62、No. 2、pp. 462-476、2006