

溶融スラグ細骨材の左官用モルタルへの適用に関する基礎的研究 - 傾動過程の違いが品質に及ぼす影響 -

ものつくり大(院)	鈴木大介	日本化成(株)	田辺英男
日大生産工	松井 勇	"	飯塚 泉
ものつくり大	中田善久	"	伊藤 学
日本化成(株)	永尾弘孝	川崎重工業(株)	菅田雅裕

1. はじめに

溶融固化設備から一般廃棄物を処理する過程で副産される溶融固化物（以下、溶融スラグ細骨材と称する）は、利用用途が限られていることおよびその品質が不明確であるため、現状では、最終処分場で処理されており、有効利用されていない状況である。しかし、資源循環型社会の構築¹⁾する上でこれらを利用することは必要不可欠と考えられる。また、運搬費などの面から溶融スラグが副産される地域内で有効利用されることが望ましい。一方、左官材料として使用されている珪砂は、枯渇問題により大量に消費することが困難となってきており、代替材料を検討する必要があると考えられる。

そこで、本研究は、珪砂の代替材料として、溶融スラグ細骨材に着目し、プラズマ溶融炉の傾動の過程が溶融スラグ細骨材の品質に与える影響を明らかにするために、物理的性質およびモルタルに使用した場合の性状について検討し

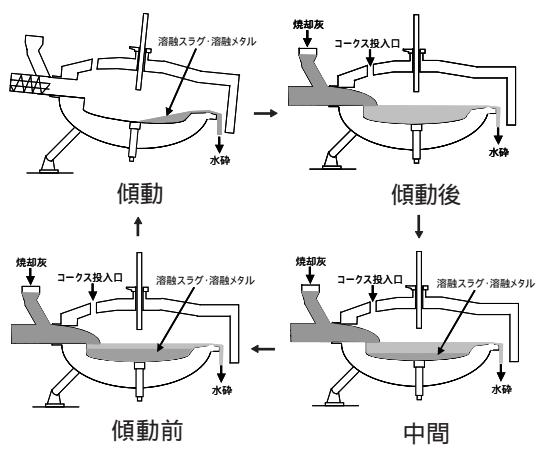


図 1 傾動の過程

た。この傾動とは、プラズマ溶融炉を傾け炉底から溶融スラグおよび溶融メタルを排出することである。ここでは、物理的試験を 5 項目、フレッシュモルタル試験を 6 項目および硬化モルタル試験を 4 項目について行った結果を述べる。

2. 実験概要

(1) 溶融スラグ細骨材の概要

本研究で使用した溶融スラグ細骨材は、焼却残渣の処理を行うプラズマ溶融炉から副産されたものである。これは、溶融処理を行った後、水砂処理を行い、磁選機によりメタルを除去し、磨碎機により粒度調整したものである（以下、未加工スラグと称する）。これをさらに、2.5mm のふるいを通過および1.2mm のふるいを通過（以下、2.5mm スラグおよび1.2mm スラグと称する）したものも使用した。また、傾動は 10 日に一度行われ、炉底に溜まる溶融スラグおよび溶融メタルの排出を行っている。傾動の過程を図 1 に示す。

(2) 使用材料

モルタルに使用した材料は、セメントに普通ポルトランドセメント、練混ぜ水に上水道水、細骨材に珪砂 2, 4, 5, 6 号および溶融スラグ細骨材 2.5mm スラグ、1.2mm スラグ、混和剤にメチルセルロースである。珪砂の品質を表 1 に示す。

(3) コンクリートの調合条件と試験項目

調合条件は、水セメント比を 55.0%，セメン

トと骨材の割合を1:2.5の一定とし、メチルセルロースをセメントに対して0.05%混入した。また、実験の要因は、傾動の過程の違いとして、傾動後、中間、傾動前の3水準、粒度の違いとして、2.5mmおよび1.2mmスラグの2水準、置換率として、30および100%の2水準とした。なお、試験項目は、物理的試験について、ふるい分け、絶乾密度、吸水率、実積率、および微粒分量を行い、フレッシュモルタルの性状について、フロー値、スランプ、単位容積質量、空気量、凝結時間および軟度変化を行い、硬化モルタルの性状については、曲げ強さ、圧縮強さ、長さ変化および凍結融解を行い、全てJISにより行った。モルタルの計量値を表2に示す。

3. 試験結果および考察

(1) 物理的試験結果

物理的試験結果を図2に示す。物理的試験は、粒度分布、絶乾密度、吸水率および微粒分量についてJISに示されている基準値を満足していた。

傾動の違いが物理的試験に与える影響は、粒

表1 硅砂の品質

硅砂	粗粒率 (F.M.)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	実積率 (%)
2号	3.96	2.50	1.72	60.4
4号	3.04	2.57	1.21	54.3
5号	2.50	2.58	0.86	58.9
6号	1.52	2.58	0.62	60.5

表2 モルタルの計量値

モルタル の種類	粒度	スラグ 置換率 (%)	セメントと 骨材の比 (C:S)	水セメント比 (%)	計量値(g)							
					水	セメント	硅砂(号)				スラグ	MC ¹ (C × 0.05%)
							2	4	5	6		
基準	-	0	1:2.5	55.0	225	409.1	-	340.9	340.9	340.9	-	0.2
	2.5	30					179.0	179.0	179.0	179.0	306.8	
	1.2	30					-	238.7	238.7	238.7	306.6	
	1.2	100					-	-	-	-	1022.7	
傾動後	2.5	30					179.0	179.0	179.0	179.0	306.8	0.2
	1.2	30					-	238.7	238.7	238.7	306.6	
	1.2	100					-	-	-	-	1022.7	
	2.5	30					179.0	179.0	179.0	179.0	306.8	
中間	1.2	30					-	238.7	238.7	238.7	306.6	0.2
	1.2	100					-	-	-	-	1022.7	
	2.5	30					179.0	179.0	179.0	179.0	306.8	
	1.2	30					-	238.7	238.7	238.7	306.6	
傾動前	1.2	100					-	-	-	-	1022.7	

¹ メチルセルロース

度分布、粗粒率、絶乾密度および実積率についてばらつきは小さかったが、吸水率および微粒分量について、若干ばらつく結果となった。これは、ふるい分け試験の結果で、5mmのふるいに留まる量が、傾動後および傾動前より2倍の量となり、粒子に含まれる微細なクラック²⁾が他より多くなり吸水率が多くなったことがあげられる。この他に、傾動前の状況として、炉底に溶融スラグおよび溶融メタルが溜まり、溶融温度が傾動後および中間より高温となり、溶融スラグが細かく磨碎されにくかったため、微粒分量が少なくなった可能性があると推測できる。また、硅砂の吸水率は、溶融スラグ細骨材に比べ2および4号で大きくなり、5および6号でほぼ同等となった。なお、既往の研究³⁾の標準偏差と比較すると、同等または若干小さくなる結果となった。

(2) フレッシュモルタルの性状

フレッシュモルタルの性状の結果を図3に示す。基準モルタルのフローおよびスランプは、2.5mmのふるいを通過したごみ溶融スラグ細骨材を用いたモルタル（以下、2.5mmスラグモルタルと称する）に比べ大きくなった。しかし、1.2mmのふるいを通過したごみ溶融スラグ細骨材を用いたモルタル（以下、1.2mmスラグモルタルと称する）に比べ置換率が大きくなると小

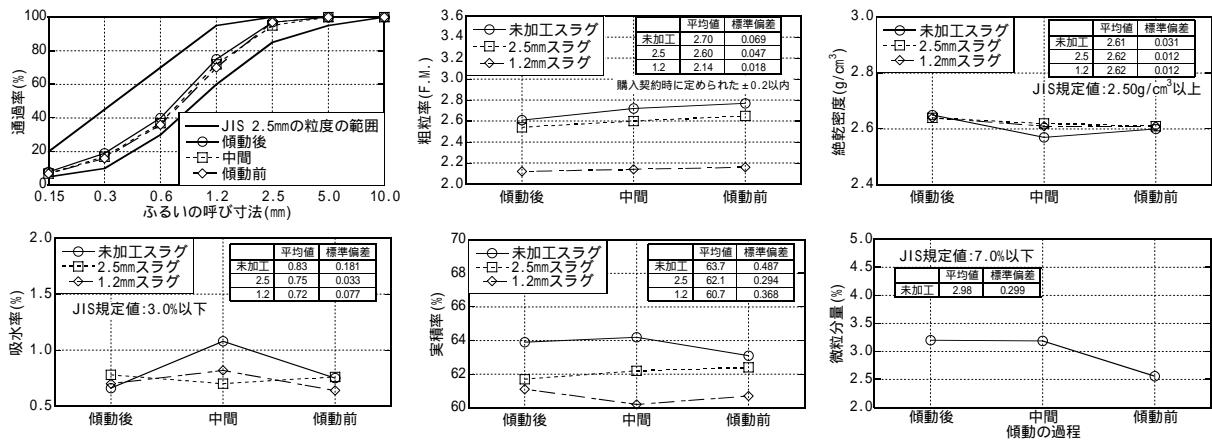


図2 物理的試験結果

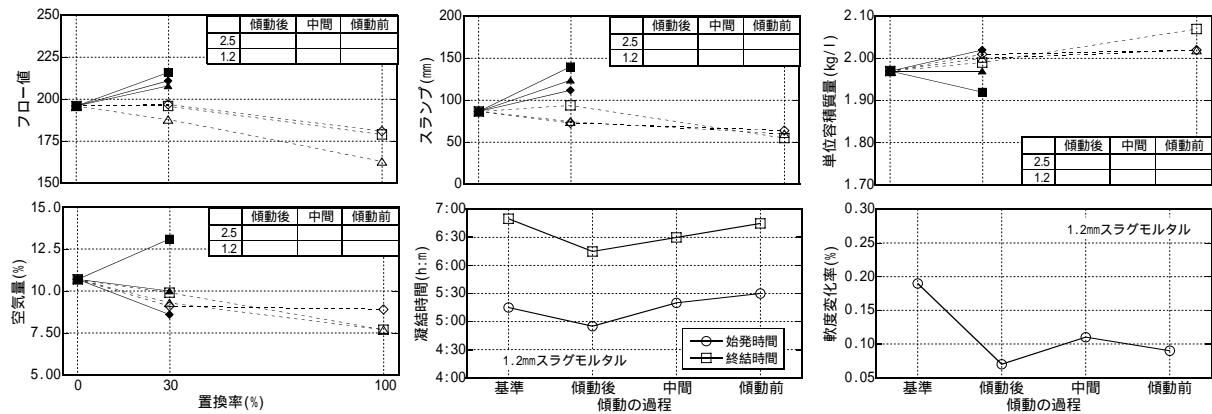


図3 フレッシュモルタルの性状の結果

さくなつた。これは、2.5mmスラグモルタルの骨材の最大寸法が大きいため流動性が増加し、フローが大きくなつたと考えられる⁴⁾。

基準モルタルの単位容積質量は、2.5mmスラグモルタルおよび1.2mmスラグモルタルに比べ、一部を除き大きくなつた。これは、後述するが、空気量が中間および傾動前より多くなつたことが影響していると考えられる。なお、基準モルタルの空気量は、2.5mmスラグモルタルおよび1.2mmスラグモルタルに比べ、一部を除き、小さくなつた。

基準モルタルの凝結時間は、1.2mmスラグモルタルに比べ、若干ばらつきはあるものの吸水率の小さいスラグモルタルとほぼ同等の結果となつた。また、基準モルタルの軟度変化率は、1.2mmスラグモルタルに比べ、大きくなつた。これは、珪砂の吸水率が溶融スラグ細骨材に比べ大きいことが影響していると考えられる。このことにより、スラグモルタルは、左官仕上げ性

が良好になる可能性があると考えられる。

傾動および粒度の違いがフレッシュモルタルに与える影響は、溶融スラグ細骨材を用いたモルタルのフロー、スランプ、凝結時間および軟度変化について、ほとんど影響が見られなかつたが、単位容積質量および空気量について、若干影響が見られた。また、スラグ置換率がフレッシュモルタルに与える影響は、全ての試験項目で影響が見られた。

(3) 硬化モルタルの性状

硬化モルタルの性状の結果を図4に示す。基準モルタルの曲げ強さおよび圧縮強さは、2.5mmスラグモルタルおよび1.2mmスラグモルタルに比べ、置換率が大きくなると小さくなつた。これは、溶融スラグ細骨材の粒子表面がガラス質であるため、セメント粒子との付着が低下したことおよび粒子に含まれる微細なクラックが影響したと考えられる。

基準モルタルの長さ変化は、2.5mmモルタル

スラグおよび1.2mmスラグモルタルと比較すると、ほぼ同等の結果となった。これは、メチルセルロースを混入したためと考えられる。

基準モルタルの凍結融解抵抗性は、中間および傾動前と比較するとほぼ同等であったが、傾動後と比較すると若干小さくなる結果となった。

傾動の違いが硬化モルタルに与える影響は、溶融スラグ細骨材を用いたモルタルの曲げ強さおよび圧縮強さについて、2.5mmスラグモルタルで影響が見られた。また、凍結融解抵抗性は、傾動後 > 中間 > 傾動前の順に大きくなる結果となり影響が見られたが長さ変化は、ほとんど影響が見られなかった。

粒度の違いが硬化モルタルに与える影響は、溶融スラグ細骨材を用いたモルタルの曲げ強さおよび圧縮強さについて、一部を除き、若干影響が見られた。これは、フレッシュモルタル中の細骨材が適切な粒度分布になっていないことが影響している可能性がある。また、長さ変化および凍結融解抵抗性について、ほとんど影響が見られなかった。

4.まとめ

今回の実験結果から、次の知見が得られた。

物理的試験は、吸水率および微粒分量で、傾動の過程の違いによる影響が見られる結果となった。

フレッシュモルタルの性状は、フローおよびスランプにおいて、粒度の違いによる影響の違いが見られる結果となり、モルタル中の細骨材が適切な粒度になっていないことが影響している可能性がある。また、フロー、スランプ、単位容積質量および空気量で、スラグ置換率の違いによる影響が見られる結果となった。

硬化モルタルの性状は、曲げ強さおよび圧

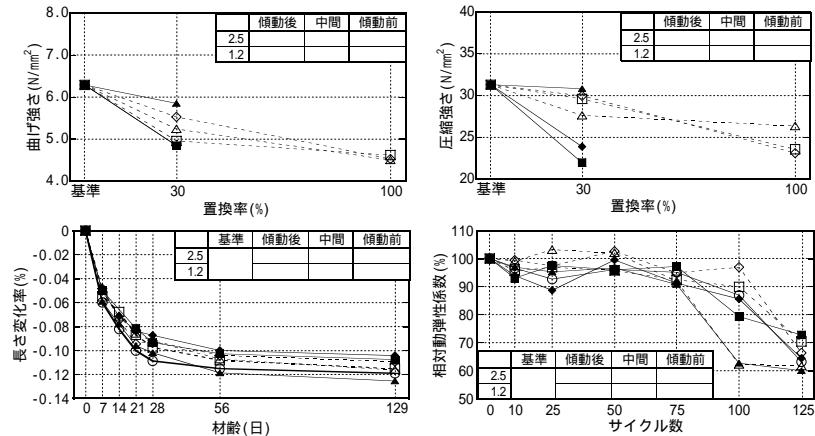


図4 硬化モルタルの性状の結果

縮強さで、置換率および粒度の違いによる影響が見られる結果となった。

以上の結果から、傾動の違いによる影響は、物理的試験では大きいものの、フレッシュモルタル性状および硬化モルタル性状で小さいものとなった。また、スラグ置換率の影響は、フレッシュモルタル性状および硬化モルタル性状で、大きいものとなった。

今後は、モルタルの付着強度、付着耐久性および鎌によるモルタルの塗りやすさなどの実験について検討して行く予定である。

【謝辞】

本実験を行うにあたり、川崎重工業株式会社の方々ならびに日本化成株式会社 森脇貴志氏、大瀧晋氏、紀陸和昭氏より貴重なご助言を頂きました。また、ものづくり大学 平成17年度卒業生 上原苑子君をはじめとする中田研究室の方々に多大なご協力を頂きました。ここに記し、感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 中田善久、斎藤丈士：都市ごみから副産される溶融スラグのコンクリート用細骨材への活用研究動向と展望、セメント・コンクリート、No. 709, pp. 14-22 (2006)
- 2) 北辻政文、藤居宏一：ごみ焼却灰溶融スラグのコンクリート用細骨材への適用に関する基礎的研究、農業土木学会論文集、No. 192, pp. 1 ~ 8, (1997)
- 3) 中田善久ほか：ごみ溶融スラグ細骨材の品質変動とこれと混合する細骨材に関する検討、コンクリート工学年次論文集、Vol. 27, No. 1, pp. 115-120, (2005)
- 4) (社) 日本コンクリート工学協会：コンクリート技術の要点'04, (2004)
- 5) 日本規格協会、JIS A 5031 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材、(2006)
- 6) 日本規格協会、TR A 0016 一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いたコンクリート用細骨材（コンクリート用溶融スラグ細骨材）、(2002)