都市型廃棄物溶融スラグを用いたコンクリートの特性

ハザマ　技術研究所　正会員　　○佐々木　肇
ハザマ　土木本部　　正会員　　山内　寛
ハザマ　技術研究所　フェロー会員　喜多　達夫

１．はじめに

近年、廃棄物の最終処分場の確保の困難さから、処分場の延命化が大きな課題となっている。このため、焼却灰を溶融処理することにより減容化し、さらに溶融したスラグを有効利用することが注目されつつある。建設業では、大量の副産物を有効利用することが可能であるため、溶融スラグの有効利用の受け入れ先として期待されている。

しかし、現在産出される溶融スラグは、ほとんどが急冷（水砕）スラグであり針状粒子が多く含まれているため、コンクリート用細骨材として使用する場合には、コンシステンシーを確保するのに必要な単位水量が増加する問題が生じることがある。このため、磨砕などによる粒子形状の改善が必要になることが報告されている[1)]が、コスト増加の問題が生じることが懸念される。

一方、下水道普及率の上昇とともに下水汚泥発生量も年々増加しており、1995年度には、1,691千t･DSであり、その67%が埋立処分されているが、埋立処分地が不足してきている自治体も発生しているのが現状である。このため、年々増加する下水汚泥を処分方法として、溶融処理による減容化処理技術が注目されつつある。下水汚泥焼却灰の溶融処理技術の一つに球形化炉で球状化微粉末にする方法がある[2)]。この方法により生成される下水汚泥焼却灰溶融パウダーも、建設分野での有効利用が期待されている。

本研究は、ごみ焼却灰溶融スラグ（以下、溶融スラグ）と下水汚泥パウダー（以下、パウダー）を組合わせることにより、未加工の溶融スラグを細骨材として、パウダーを流動性改質材として有効利用の可能性を検討した結果について取りまとめたものである。

２．実験方法

試験に用いた材料を表－１に示す。溶融スラグは、アーク式溶融炉により溶融したものを急冷して得られたもので、磨砕などの粒子形状の加工や、金属類の除去などの二次加工は行っていないものを用いた。

また、試験を行った基本配合を表－２に示す。この配合に対して細骨材の全量を溶融スラグに置換し、コンクリートのスランプの変化を確認した。さらに、溶融スラグの一部をパウダーに置換し、コンクリートのスランプの変化を確認した。

スランプの範囲が、目標範囲に入った配合について供試体を作製し、20℃一定の湿潤養生１日後、脱型し、所定の材齢に達するまで20℃一定の標準水中養生を行い、圧縮強度を測定した。

表－１　試験に用いた材料の一覧

材　料	仕　　様
水	つくば市水道水
セメント	普通ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｾﾒﾝﾄ、密度：3.16g／cm³
細骨材	大井川産川砂、比重：2.62、吸水率：1.07% ごみ焼却灰溶融スラグ（アーク式溶融）、 密度：2.92g／cm³、吸水率：0.46%
混和材	下水汚泥焼却灰溶融パウダー 密度：2.55g／cm³、平均粒径：20μm
粗骨材	秩父産砕石（硬質砂岩）、 密度：2.69g／cm³、吸水率：0.79%
混和剤	ＡＥ減水剤（リグニンスルホン酸系） 空気量調整剤（ｱﾙｷﾙｱﾘﾙｽﾙﾎﾝ酸系）

表－２　試験を行った配合の一覧

水ｾﾒﾝﾄ比 (%)	ｽﾗﾝﾌﾟの範囲 (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg／m³)				
				水	ｾﾒﾝﾄ	細骨材	粗骨材	AE剤
４５	８±２	4.5±１	４４	163	362	781	1020	1.448
５５	８±２	4.5±１	４６	160	291	847	1021	0.873
６５	８±２	4.5±１	４８	170	262	883	982	1.048
５５	18±２	4.5±１	４６	175	318	819	987	1.272

３．実験結果と考察

3.1 フレッシュ性状

試験を行ったコンクリートのスランプの変化の一例を写真－１に示す。また、各配合におけるスランプとパウダーの置換率の一覧を表－３に示す。いずれの配合においても、細骨材を溶融スラグに置換すること

キーワード：ごみ焼却灰、下水汚泥焼却灰、溶融スラグ、有効利用、細骨材、コンクリート混和材料、スランプ
連絡先：〒305-0822　茨城県つくば市苅間字西向515-1　ハザマ技術研究所　先端研究室　TEL:0298-58-8815

細骨材に川砂を使用した場合　　溶融スラグを使用した場合　　溶融スラグとパウダーを使用した場合

水セメント比：５５%、 目標スランプ：８±２cm

写真－１　コンクリートのスランプの変化

により、スランプは著しく低下した。これは、溶融スラグが針状粒子を多く含んでいるため粒子表面に練混ぜ水の一部を物理吸着するため、見掛け上の練混ぜ水の単位量が少なくなると考えられる。

しかし、溶融スラグの一部をパウダーにより置換することにより所定の範囲のスランプの値に改善することができた。　また、この置換率は配合によって異なるが、最適の値があり、今回の試験に用いた材料では、溶融スラグの10～20%であった。これは、パウダーの置換率が小さい場合、パウダーの持つベアリング効果がスランプの改善まで達しない。大きい場合、粉体間隙に練混ぜ水が吸着するため、スランプが小さくなると考えられる。

表－３　各配合のスランプとパウダーの置換率の一覧

水ｾﾒﾝﾄ比（%）	ｽﾗﾝﾌﾟの範囲（cm）	コンクリートの実測スランプ（cm）						
		川砂	溶融ｽﾗｸﾞ	溶融ｽﾗｸﾞ＋ﾊﾟｳﾀﾞｰ　ﾊﾟｳﾀﾞｰの置換率（%）				
				5	10	18	20	30
４５	８±２	7.9	3.7	4.8	7.4	—	7.0	2.7
５５	８±２	7.0	1.3	—	3.7	6.1	5.4	3.5
６５	８±２	8.4	0.3	3.2	9.5	—	16.0	14.5
５５	18±２	17.0	1.8	—	14.6	—	16.0	11.3

3.2 圧縮強度

各配合の圧縮強度の一覧を表－４に示す。細骨材を溶融スラグに置き換えた場合、圧縮強度は低下するが、溶融スラグの一部をパウダーに置換することにより多少は改善できることが判明した。

表－４　各配合の圧縮強度

水ｾﾒﾝﾄ比（%）	ｽﾗﾝﾌﾟの範囲（cm）	圧縮強度（N／mm²）		
			材齢（日）	
			7日	28日
４５	８±２	川砂	44.3	55.1
		溶融ｽﾗｸﾞ	36.2	39.7
		溶融ｽﾗｸﾞ＋ﾊﾟｳﾀﾞｰ	37.2	42.1
５５	８±２	川砂	34.6	45.5
		溶融ｽﾗｸﾞ	27.4	31.2
		溶融ｽﾗｸﾞ＋ﾊﾟｳﾀﾞｰ	24.9	33.0
６５	８±２	川砂	25.2	35.5
		溶融ｽﾗｸﾞ	20.4	23.6
		溶融ｽﾗｸﾞ＋ﾊﾟｳﾀﾞｰ	24.6	34.3
５５	18±２	川砂	34.0	43.8
		溶融ｽﾗｸﾞ	28.8	32.5
		溶融ｽﾗｸﾞ＋ﾊﾟｳﾀﾞｰ	32.6	39.8

４．まとめ

ごみ焼却灰溶融スラグと下水汚泥焼却灰溶融パウダーのコンクリート材料への適用を検討した結果、溶融スラグを細骨材として、パウダーを流動性改善のための混和材として適用できることが判明した。

今後、さらに、耐久性試験など実用化に向けた検討を行う予定である。

【謝辞】 本研究を実施するに当たり下水汚泥焼却灰溶融パウダーの提供を頂いた中外炉工業株式会社の寺谷俊明様他、ごみ焼却灰溶融スラグの提供を頂いた関係各位に感謝いたします。

【参考文献】

１）堀健治他：焼却灰溶融スラグのコンクリート細骨材への適用、土木学会第49回年次学術講演会、第６部門、pp.186～187、1994年

２）寺田武生他：下水汚泥焼却灰球状化法による溶融パウダー製造に関する研究、第35回下水道研究発表会講演集、pp.933～995、1998年