

下水汚泥溶融スラグと溶融パウダーを骨材に使用したコンクリートの特性

ハザマ 技術研究所 正会員 ○丸山 能生
 ハザマ 技術研究所 正会員 佐々木 肇
 中外炉工業 上下水道事業部 白田 淳一
 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、下水道普及率の増加にともない下水汚泥発生量は年々増加しており、1998年度には、186万t・DS（乾燥汚泥換算重量）にも達している。その約40％が埋立処分されたが、埋立処分地が不足する自治体の増加により下水汚泥の処分方法として、溶融処理による減容化処理技術が近年注目されている。下水汚泥の溶融処理による溶融スラグは、2002年度の実績で約4万t発生している。しかし、その利用率は10％程度と低迷している。2014年度には約5万t発生することが予想されており、有効利用方法の確立が重要な課題である。

一方、下水汚泥焼却灰の溶融処理方法の一つに図-1に示すようなフレイム溶融炉で球状化微粉末にする方法が、東京都下水道局と中外炉工業（株）との共同研究により開発されている¹⁾。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（以下、溶融パウダー）は、一般廃棄物の溶融スラグと組合せることにより、コンクリート用細骨材として溶融スラグを使用した場合に生じるコンシステンシー、強度、耐久性の低下を低減できることが報告されている²⁾。

本報告は、下水汚泥の溶融スラグの有効利用を拡大する目的で、下水汚泥溶融スラグと溶融パウダーを組合せた骨材を使用したコンクリートの特性についてまとめたものである。

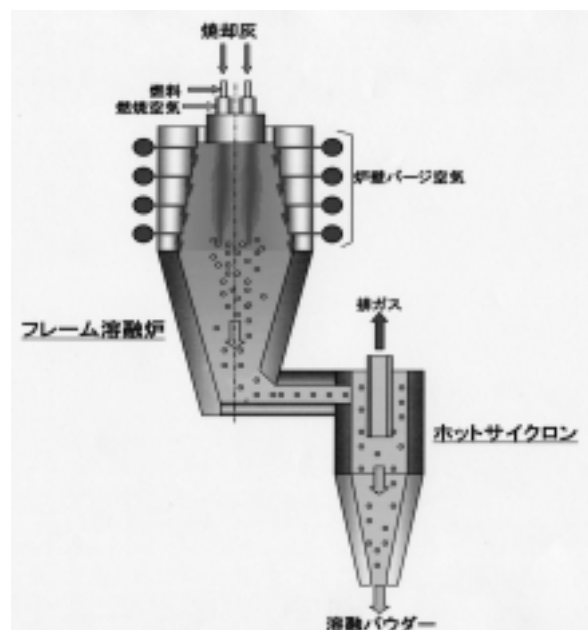


図-1 フレイム溶融炉の概要

2. 試験方法

試験に用いた材料を表-1に示す。試験に用いた溶融スラグの骨材試験結果を表-2に示す。ここで用いた溶融スラグは、コークスベッド方式により溶融されたもので、粗骨材は空冷スラグ、細骨材は水砕スラグである。

コンクリートの基本配合を表-3に示す。この配合において細骨材の全量を水砕スラグに置換した後、コンクリートのスランプが目標の範囲に入るように、水砕スラグの一部を溶融パウダーに置換した。

また、この配合の粗骨材の全量を空冷スラグに置換した配合、細骨材と粗骨材の全量を溶融スラグに置換した後、水砕スラグの一部を溶融パウダーに置換した。

これらの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 試験に使用した材料

材 料	仕 様
水	つくば市水道水
セメント	普通ポルトランドセメント、密度：3.16g / cm ³
細骨材	川砂（静岡県大井川産） 密度：2.62g / cm ³ ，吸水率：1.04％ 下水汚泥溶融スラグ（表-2） 下水汚泥焼却灰溶融パウダー 密度：2.55g / cm ³ ，平均粒径：20 μm
粗骨材	砕石（埼玉県秩父産、硬質砂岩） 密度：2.72g / cm ³ ，吸水率：0.60％ 下水汚泥溶融スラグ（表-2）
混和剤	AE減水剤（リグニンスルホン酸系） 空気量調整剤（アルキルスルホン酸系）

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、コンクリート、骨材

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1 ハザマ技術研究所 先端研究室 TEL:0298-58-8815

また，耐久性試験として土木学会規準（JSCE-G 501）に準じ 表 - 2 溶融スラグの物理試験結果
た凍結融解試験を実施した。

3．試験結果と考察

水砕スラグに対する溶融パウダーの置換率とスランプの関係
を図—2に示す。水砕スラグの一部を溶融パウダーにより置換
すると所定の範囲のスランプの値を確保することができた。溶
融パウダーの置換率を大きくしていった場合，スランプは大き
くなるが，一定置換率を超えるとスランプは小さくなる。従来
までの研究成果から，これは溶融スラグの種類によって決まる
ことが判明している²⁾。目標のスラ

試験項目	試験値	
	細骨材	粗骨材
表乾密度（ g / cm ³ ）	2 . 9 2	2 . 4 7
吸水率（ % ）	0 . 0 4	0 . 2 2
単位容積質量（ kg / ℓ ）	1 . 5 5	1 . 4 8
実積率（ % ）	6 3 . 1	6 0 . 1
粗粒率（ F.M. ）	3 . 2 8	7 . 1 0

表 - 3 コンクリートの基本配合

水セメント 比 (%)	スラン プの 範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	細骨材 率 (%)	単位量(kg / m ³)				AE 剤
				水	セメント	細骨材	粗骨材	
5 5	8 ± 2	4.5 ± 1	4 6	1 6 0	2 9 1	8 4 7	1 0 2 1	0.728

ンプの得られる置換率は，今回使用
した水砕スラグでは15%であった。
圧縮強度の試験結果を表 - 4 に示
す。圧縮強度は，細骨材を水砕スラ
グ，または粗骨材を空冷スラグに置
換した場合，低下する。しかし，水砕スラグの一部を溶
融パウダーに置換することにより大幅な圧縮強度の改善
が可能であった。さらに，細・粗骨材とも溶融スラグに
置換した場合，強度の低下はやや大きくなるが，溶融パ
ウダーとの置換により天然骨材使用のコンクリート以上
に改善することが可能であった。

凍結融解試験結果を図—3に示す。この結果から、骨
材を溶融スラグに置換したコンクリートは、天然骨材
(川砂)使用のコンクリートと比較して相対動弾性係数は
やや低下するが、80%以下にならないため、凍結融解抵
抗性には問題はないものと考えられる。また、水砕スラ
グの一部を溶融パウダーに置換した場合，相対動弾性係
数は，天然骨材（川砂）使用のコンクリートとほぼ同程度になる。

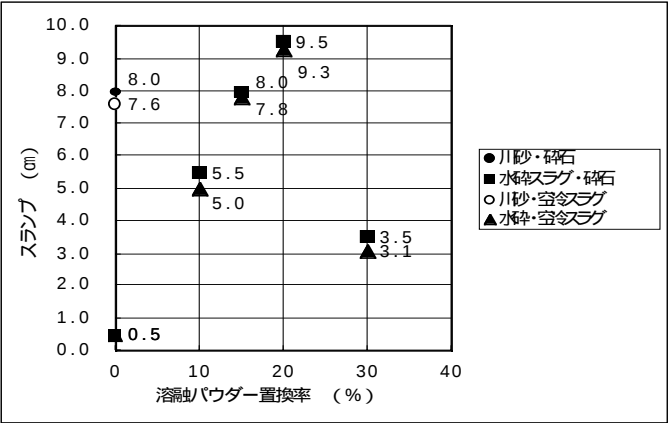


図 - 2 溶融パウダー置換率とスランプの関係

表 - 4 圧縮強度試験結果

4．まとめ

下水污泥溶融スラグをコンクリート用骨材として全量置換したコン
クリートにおいても，ごみ溶融スラグを細骨材に使用したコンクリ
ートと同様に，溶融パウダーの置換により初期性状が改善されることが
判明した。また，強度や耐久性は，下水污泥溶融スラグでは低下が少
ない傾向にあるが，溶融パウダーによる改善効果は大きかった。

今後，さらに溶出試験など実用化に向けた検討を行う予定である。

配合名	材 齢		
	7 日	28 日	91 日
川砂	3 3 . 5	4 5 . 5	5 1 . 7
Hs55P0	2 7 . 1	4 2 . 0	4 9 . 0
Hs55P15	3 2 . 5	5 6 . 4	7 2 . 6
Hg55P0	2 6 . 9	3 9 . 2	4 5 . 7
Hsg55P0	1 9 . 8	3 0 . 6	4 0 . 1
Hsg55P15	2 3 . 7	4 3 . 2	5 4 . 3

【謝辞】 下水污泥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)寺田武生他：下水污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
- 2)佐々木肇他：都市型廃棄物溶融スラグを用いたコン
クリートの特性，土木学会第55回年次学術講演会，第
7部門，pp.344～345，2000年

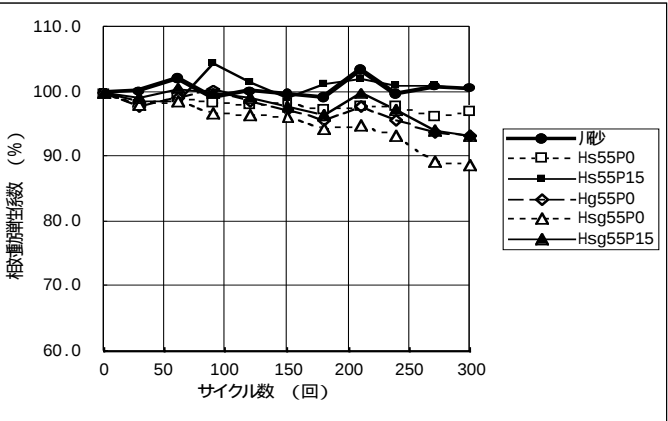


図 - 3 凍結融解試験結果