

溶融徐冷スラグと下水汚泥溶融パウダーに骨材の全量を置換し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
 中外炉工業 上下水道事業部 白田 淳一
 中外炉工業 上下水道事業部 榊原 純一
 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、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の有効利用が注目されつつある。建設業では、大量の副産物の有効利用が可能であるため、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。溶融スラグには、高温溶融物を水中に流し込み急激に冷却する溶融急冷スラグ（以下、急冷スラグ）とスラグを空气中でゆっくりと冷却して得られる溶融徐冷スラグ（以下、徐冷スラグ）の2種類あり、現在産出される溶融スラグは、ほとんどが急冷スラグである。急冷スラグはその製法上、砂状のものしか得られないため、埋戻し材や盛り土材等の土質材料として利用されているが、最近ではコンクリートの細骨材への適用検討されている。しかし、急冷スラグをコンクリートに使用した場合、必要なスランプの確保ができない、強度、耐久性が低下するなどの問題が生じることがある。このため、前報までに、急冷スラグと下水汚泥焼却灰の溶融パウダーと併用することにより、コンクリートのフレッシュ性状を改善し、強度、耐久性についての天然骨材を使用したコンクリートとほぼ同等の性状が得られることを確認した¹⁾。

一方、徐冷スラグは、大きな岩石状の塊が得られるため、これを破碎処理することにより路盤材やコンクリート粗骨材など幅広い用途が期待でき路盤材として試験施工が行われている²⁾。

徐冷スラグのコンクリート骨材への適用性を検討するために、各種試験を実施した。本論文では、徐冷スラグと下水汚泥溶融パウダー（以下、溶融パウダー）を骨材の全量置換したコンクリートのフレッシュ性状、強度特性、耐久性について検討した結果についてとりまとめたものである。

2. 試験方法

使用材料を表-1に示す。試験に用いた細骨材・溶融スラグの骨材試験結果を表-2に示す。徐冷スラグは、コークスベッド方式により溶融されたものを硬化後の大きさが底面29.5cm、上面23.0cm、高さ17.5cmになる円錐台型の型枠に流し込み、約24時間かけて冷却したものを破碎し粒度調整後、粗骨材および細骨材として試験に用いた。試験に用いた徐冷スラグ粗骨材を写真-1に示す。

また、試験を行った配合を表-3に示す。この配合において粗骨材は全量徐冷スラグを使用した。また、細骨材は全量を溶融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、溶融スラグの一部を溶融パウダーに置換した。こ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。また、耐久性試験として土木学会規準（JSCE-G 501）に準じた凍結融解試験を実施した。

3. 試験結果と考察

各配合実測スランプを表-3に示す。骨材の全量を徐冷スラグに置換すると、急冷スラグと同様にスランプは著しく低下するが、徐冷スラグ細骨材の一部を溶融パウダーにより置換

表-1 使用材料

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	ごみ焼却灰溶融徐冷スラグ（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：20μm
粗骨材	ごみ焼却灰溶融徐冷スラグ（表-2）
混和剤	A E 減水剤（リグニンスルホン酸系） 空気量調整剤（アルキルアルコール酸系）

表-2 溶融徐冷スラグの物理試験結果

試験項目	試験値	
	細骨材	粗骨材
表乾密度 (g/cm ³)	2.89	2.86
吸水率 (%)	0.74	0.72
単位容積質量 (kg/m ³)	1.87	1.62
実積率 (%)	64.8	56.4
粗粒率 (F.M.)	2.44	6.16

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

表 - 3 供試体を作製した配合

配合名	水セメント比 (%)	目標スランブ (cm)	スラグ種類	パウダー置換率 (%)	単位量 (g / m ³)					実測スランブ (cm)	
					水	セメント	細骨材	粗骨材	パウダー		
川砂 55-8					160	291	847	1021		0.873	8.0
J 55-8- P 0	55	8		0	160	291	941	1094		1.437	2.5
J 55-8- P 20				20	160	291	753	1094	160	1.437	7.7

すると所定の範囲のスランブの値に改善することができた。今回使用した徐冷スラグでは、最適置換率は20%であった。

圧縮強度の一覧を表 - 4 に示す。圧縮強度は天然骨材使用のコンクリートと比較すると、骨材の全量徐冷スラグに置換した場合は低下するが、溶融パウダーを添加することによりやや改善できた。また、骨材を徐冷スラグに置換した場合の圧縮強度の低下は、急冷スラグの場合よりもやや小さくなる傾向が見られた。

凍結融解試験結果を図 1 に示す。この結果から、骨材の全量を徐冷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、対凍結融解抵抗性には問題はないものと考えられる。また、細骨材として置換した徐冷スラグの一部を溶融パウダーに置換した場合でも、相対動弾性係数には影響が見られなかった。



写真 - 1 徐冷スラグ粗骨材の形状

表 - 4 圧縮強度試験結果

配合名	材 齢		
	7日	28日	91日
川砂 55-8	34.6	45.5	52.5
J 55-8- P 0	28.0	35.8	45.0
J 55-8- P 20	32.2	47.3	47.5

単位：N / mm²

4. まとめ

徐冷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、急冷スラグを細骨材に使用したコンクリートと同様に、溶融パウダーの添加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、徐冷スラグでは低下が少ないこともあり、大きな変化はなかった。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。

【謝辞】 徐冷スラグの提供を頂いた新明和工業株式会社およびメルテック株式会社の関係各位に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 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57回年次学術講演会、第7部門、pp.344 ~ 345、2000年
- 2) 黒澤和男他：焼却灰溶融スラグを道路用路盤材としてリサイクル(徐冷スラグを道路に利用するのは全国ではじめて)、第11回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.526 ~ 528、2000年

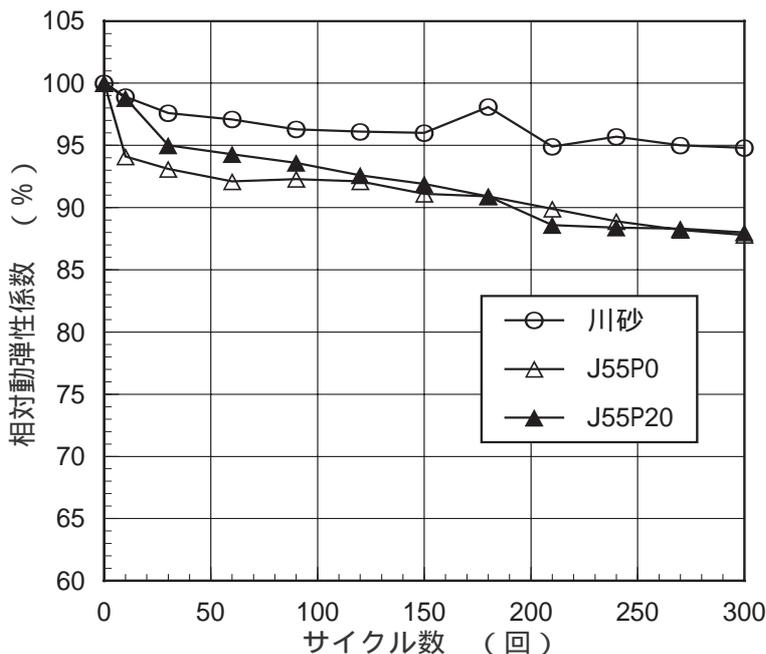


図 1 凍結融解試験結果