

都市ごみ溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの性質

東海大学大学院 海洋学研究科

東海大学 海洋学部

新日鉄エンジニアリング（株）環境プロゼクト部

福祉商事株式会社建設資材部

学生会員 ○ 岩崎勝麻

正会員 迫田恵三

非会員 宮谷寿博

正会員 関 勇治

1. はじめに

都市ごみは殆どが焼却処分され、その焼却灰は埋め立てられるが、埋立地の確保が困難となり、その処分方法が問題となっている。そこで各自治体が廃棄物の処理量の縮減化と重金属類の不溶化を目的に都市ごみを溶融処理する方法を採用しつつある。しかし、溶融することによって縮減化できたとしても溶融したスラグをどこに処理するかの問題が残る。そこで溶融スラグの有効利用として、埋戻し材などの土質材料や路盤材、コンクリート用骨材としての適用が検討された。しかし、溶融スラグは急冷（水砕）スラグのため粒子はガラス質で角張っており、針状の粒子も含まれている。この溶融スラグをコンクリート用骨材として使用する場合、いくつか解決しなければならない問題が残る。

そこで本研究では溶融スラグを磨砕処理装置に投入し、溶融スラグ細骨材の脆弱な部分や針状の粒子を削り取った。この細骨材を磨砕スラグ細骨材と称し、磨砕しない細骨材（未磨砕スラグ細骨材と称す）と比較し、溶融スラグ及びコンクリートの性質を求めた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で用いた材料を表1に示す。溶融スラグは、シャフト炉より産出した溶融スラグを使用した。溶融スラグ細骨材は未磨砕スラグ細骨材 100%、磨砕スラグ細骨材を容積の 25、50 及び 75%を内割り置換し混入したものと、磨砕スラグ細骨材 100%を使用した。比較のために富士川産の川砂を使用した。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表2に示す。水セメント比 50%、単位水量、単位セメント量及び単位粗骨材量を一定とした。

2.3 実験方法

各試験項目を表3に示す。養生方法は標準養生で行い、材齢は 1、4、13、26、52 週とした。供試体は圧縮強度用として直径 10cm、高さ 20cm の円柱供試体を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 溶融スラグの物理的性質

溶融スラグの物理的性質を表4に示す。未磨砕ス

表1 使用材料

材料	仕様
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	富士川産川砂
	密度：2.63g/cm ³
	磨砕スラグ(シャフト炉式)
	密度：2.78g/cm ³
粗骨材	未磨砕スラグ(シャフト炉式)
	密度：2.76g/cm ³
粗骨材	富士川産砂利
	密度：2.65g/cm ³
混和剤	高性能AE減水剤

表2 コンクリートの配合

細骨材	磨砕割合	W	C	未磨砕	磨砕	S	G	SP
川砂	—	163	326	—	—	821	1011	0.5
溶融スラグ	0			852	—	—		0.3
	0.25			639	215	—		
	0.50			426	429	—		
	0.75			213	644	—		
	1.00			—	859	—		

表3 試験項目

試験名	方法
単位容積質量試験	重量/体積
縦波伝搬速度試験	JCI 超音波パルス伝搬速度標準測定方法
動弾性係数	JIS A 1127
圧縮強度試験	JIS A 1108
静弾性係数	JIS A 1149

ラグ細骨材と磨砕スラグ細骨材との違いはその粒形が異なることである。その結果、実積率は未磨砕スラグ細骨材が 60.6% に対し、磨砕スラグ細骨材は 67.9% と約 7% の違いが見られる。実積率の違いは単位容積質量の結果にも現れており、未磨砕スラグ細骨材が 1.66 に対し、磨砕スラグ細骨材は 1.88t/m³ と大きくなっている。また粗粒率では未磨砕スラグ細骨材が 2.62 に対し、磨砕スラグ細骨材では 2.09 と磨砕処理することで粗粒率は小さくなっている。これは磨砕することで微粒分が多くなったことが原因と考えられる。微粒分量は未磨砕スラグ細骨材で 2.49%、磨砕スラグで 8.59% と磨砕した方が 3.4 倍多くなっている。破碎試験では BS-812 の方法に準じて求めた。未磨砕スラグ細骨材は 8.1% に対し、磨砕スラグ細骨材は 5.4% と磨砕することで破碎値は小さくなっている。これは磨砕することで未磨砕スラグ細骨材の針状粒子や脆弱な部分が削られたことが原因だと考えられる。

3.2 圧縮強度

磨砕スラグ細骨材の混入率と圧縮強度の関係の結果を図 1 に示す。圧縮強度は全ての材齢において、磨砕スラグ細骨材の混入率が増すと圧縮強度は大きくなっている。材齢 52 週で比較すると、熔融スラグ細骨材を用いた場合、圧縮強度は 45.3～53.2MPa の結果が得られた。未磨砕スラグ細骨材と川砂の強度差は 11.2MPa と大きい。磨砕スラグ細骨材の混入率が増すごとにその差は小さくなっている。このような結果になった理由としては、熔融スラグ細骨材粒子の強さ、微粒分量、ブリーディング等が影響したものと考えられる。表 4 に示したように熔融スラグ細骨材の破碎値は未磨砕スラグ細骨材が 8.1%、磨砕スラグ細骨材が 5.4% と磨砕することで未磨砕スラグ細骨材の針状粒子や表面の脆弱部が削られ破碎値が小さくなっている。その結果、磨砕スラグ細骨材混入率が増すと破碎値が小さくなりコンクリートの強度が大きくなったものと考えられる。図 2 は細骨材の破碎値とコンクリートの圧縮強度の関係を示している。破碎値が大きくなると強度は低下し、破碎値が小さくなると強度は大きくなっていることがわかる。また、破碎値と圧縮強度の関係には高い相関がみられた。

表 4 熔融スラグの物理的性質

試験項目		磨砕スラグ細骨材混入率 (%)					川砂
		0	25	50	75	100	
単位容積質量	kg/l	1.66	1.72	1.76	1.82	1.88	1.67
粗粒率	FM	2.62	2.40	2.33	2.15	2.09	2.90
微粒分量	%	2.49	4.91	4.94	6.91	8.59	2.10
破碎値	%	8.10	7.80	6.60	6.20	5.40	2.60
表乾密度	g/cm ³	2.76	2.76	2.78	2.78	2.78	2.63
吸水率	%	0.48	0.52	0.52	0.52	0.54	1.25
絶乾密度	g/cm ³	2.74	2.75	2.77	2.77	2.77	4.80
実積率	%	60.6	62.5	63.5	65.7	67.9	64.2

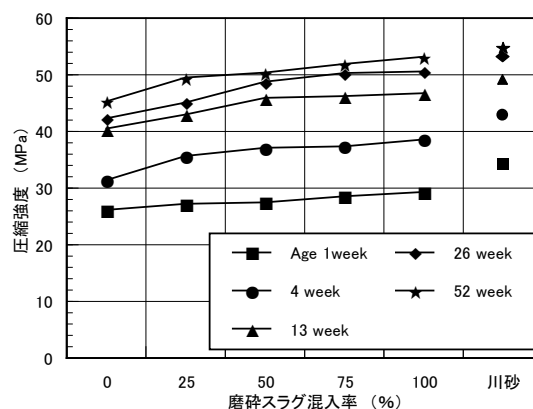


図 1 磨砕スラグ混入率と圧縮強度の関係

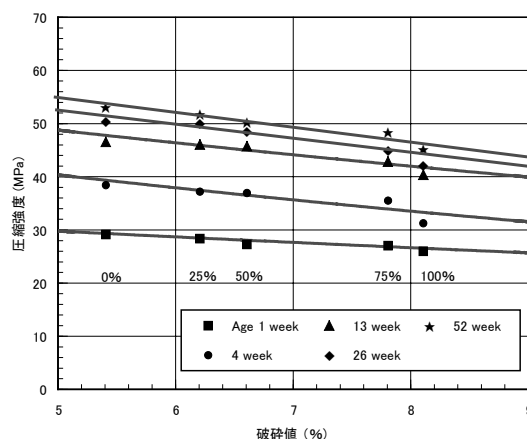


図 2 熔融スラグの破碎値と圧縮強度

4. まとめ

シャフト炉で熔融したスラグ細骨材を用いたコンクリートの諸性質は、以下のような知見が得られた。

- 1) 磨砕スラグ細骨材を未磨砕スラグ細骨材に混入することにより、単位容積質量、実積率及び微粒分量は多くなるが、粗粒率、破碎値は小さくなる。
- 2) 未磨砕スラグ細骨材に磨砕スラグ細骨材を混入することで圧縮強度は改善され、その強度は川砂を用いた場合と大差ない結果となった

以上のことより、磨砕スラグ細骨材のほうが未磨砕スラグ細骨材に比べ細骨材に適しているという結果が得られた。