

鋳物ダストの建設資材への有効利用に関する基礎的研究

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 正会員 ○高田 龍一
 専攻科 学生会員 佐々木和明
 専攻科 学生会員 安井 千尋
 島根大学 生物資源科学部 正会員 野中 資博

1. はじめに

鋳物砂型の造形、解枠、再生等の工程から発生する鋳物砂の粉塵を集塵回収したものを総称して鋳物ダストという。鋳造業界から発生する鋳物砂廃砂及びダストは年間百数十万トンをはじめとして、三百万トンちかい産業廃棄物を排出する。鋳鉄鋳物産業は3K産業と称され、近年、集塵強化により環境対策に力を注いできた。この結果、鋳鉄鋳物産業から発生する鋳物ダストが増加してきた。その鋳物砂廃砂及びダストの約 47%は鋳造業界で再生利用、約 24%は他業種で利用、残りの約 29%は埋め立て処分されている。全発生量の内、鋳物砂廃砂は約 77%、鋳物ダストは約 13%であるが鋳物砂廃砂は再生利用されるとともに、他業種においてはセメント原料や土木材料(細砂)として利用されている。しかしながら、鋳物ダストは再生困難でしかも他業種において再使用が見込まれないため、大半が埋め立て処分されている。

島根県における鋳鉄鋳物生産量は最近 10 年間、全国順位で 7~10 位を推移しており、鋳鉄鋳物産業は島根県における重要な基幹産業として位置付けられ、近年の最終処分場の不足や、リサイクル法の施工および廃棄物処理法の改正から、鋳物ダストの再資源材料としての有効利用が重要課題となっている。

本研究では、鋳物ダストにシリカ成分が多いことに着目し、各種工場で発生する鋳物ダストの混和材としての利用の可能性について検討するとともに、造粒材の原料としての適合性について検討を行った。

2. 試験の概要

本研究では、各種鋳物ダストの化学成分分析及び物理的性質について調査し、さらに各種ダストの造粒材としての適合性及び混和材としての利用の可能性についてペーストによる強度試験を行った。

調査の対象とした鋳物ダストは、RR ダスト(新砂の磨鉢処理によって発生したダスト)、再生ダスト(鋳造工場から回収した鋳物砂を再生処理するときに発生するダスト)、生型ダスト(鋳造ラインの一つである生産ラインから発生したダストで生型ラインは鋳型の粘結材にベントナイト使用している。D 社、H 社)、フランドスト鋳造ラインの一つである有機自硬性ラインのうち、フラン樹脂を鋳型の粘結材として使用するラインから発生するダスト。D 社、W 社)の 6 種類とし、混和材としての比較対象のためにフラ

イアッシュ(Ⅱ種)、高炉スラグ微粉末(4000)を使用した。ペーストの配合は、水セメント比 40%を基本として、セメントに対するダストの置換率を 30%、50%、70%の 3

表1 鋳物ダストの物理的性質

試料名	密度 (g/cm ³)	強熱減量 (%)	比表面積 (m ² /g)
再生ダスト	2.43	1.29	5.5
RRダスト	2.34	0.59	3.2
Wフランドスト	2.37	23.57	6.2
Dフランドスト	2.42	15.3	3.0
D生型ダスト	2.00	8.01	3.9
H生型ダスト	2.20	2.18	9.4

比表面積測定方法:窒素ガス吸着法によりBET式(5点法)で測定

0.8C	水 (0.4)	セメント (0.7)	ダスト (0.3)
0.5C	水 (0.4)	セメント (0.5)	ダスト (0.5)
0.7C	水 (0.4)	セメント (0.3)	ダスト (0.7)
0.3C の内割り	水 (0.4)	セメント (0.49)	ダスト (0.21)
無混入 0.4 : 0.7	水 (0.4)	セメント (0.7)	
無混入 0.4 : 1	水 (0.4)	セメント (1)	

図1 配合の概念図

表2 ダスト類の化学成分結果(酸化物として)

	再生ダスト (%)	RRダスト (%)	Wフランドスト (%)	Dフランドスト (%)	D生型ダスト (%)	H生型ダスト (%)
SiO ₂	76.68	84.73	69.59	81.27	70.53	74.13
Al ₂ O ₃	11.81	8.16	5.85	4.71	16.94	15.12
Fe ₂ O ₃	3.15	0.61	11.98	4.64	4.55	3.46
K ₂ O	2.65	5.07	2.51	2.05	1.21	1.52
MgO	1.82	0.11	4.48	3.37	2.44	2.14
Na ₂ O	1.60	0.71	0.68	0.58	1.84	1.65
CaO	1.22	0.32	1.20	1.22	1.85	1.46
TiO ₂	0.17	0.12	0.21	0.12	0.21	0.21
Cr ₂ O ₃	0.14	0.04	1.99	1.00	-	-
P ₂ O ₅	0.13	0.03	-	-	0.12	0.07
ZrO ₂	-	0.02	0.66	0.74	0.06	-
その他	0.63	0.07	0.85	0.30	0.25	0.26

水準とした。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。

置換率 70%については、セメントをバインダーとする造粒材としての利用の可能性を検討するために実施した。さらに、鋳物ダストのコンクリート材料としての利用形態を検討するために、置換率 30%の場合の水セメント比 $W/C=0.4:0.7=57\%$ を基準の水セメント比とし、内割り配合としてセメント量の 30%をダストで置換する配合についても試験を実施した。これを水セメント比 40%でダストの置換率を 30%とした場合と比較することで外割り、内割り配合の違いについて検討を行った。配合の概念図として図 1 に示すように、30%置換を 0.3C、同じく 50%を 0.5C、70%を 0.7C とする。

3. 結果と考察

表 1, 2 に各種ダストの物理的性質および化学成分を示す。物理的性質および化学成分のいずれにおいても発生工場ごとに大きくばらついていることが明らかとなった。特に、強熱減量に大きな違いが見られ発生過程、発生工場の違いにより不純物の混入が見られる。また、いずれのダストにおいてもシリカ成分、アルミナ成分の高いことが特徴である。

図 2～5 において、ペーストの強度試験結果を示す。ここで、再生ダストは打設の際、水和反応とともに異常な膨張を示したため試験を中止した。

図 2 から明らかなように、 $W/C=0.4:1$ のペーストより劣るものの、 $W/C=0.4:0.7$ と比較すると同等もしくはそれ以上の強度を示しており、ポゾラン反応効果あるいは微粉末効果による緻密化が明らかである。また、図 5 の $W/C=0.4:0.7$ における内割り配合と比較すると水粉体比の増加により、外割り配合は高い強度を示している。このことから、鋳物ダストの骨材代替としての利用も有効であると考えられる。図 3 の 0.5C の場合の結果から、RRダストとH生型ダストはフライアッシュに次ぐ強度を示しており、混和材としての利用の可能性がより明確に現れている。いずれも強熱減量が低く不純物の少ないことが要因として考えられる。図 4 の 0.7C の場合は、高炉スラグ微粉末以外はいずれも低強度であり、セメントをバインダーとする鋳物ダスト造粒物の製造にあたっては、用途の検討に併せてセメントの配合量、水粉体比、養生方法に関する検討が必要であると考えられる。また、高炉スラグ微粉末が高強度を示しているのは明らかに潜在水硬性によるものと考えられる。D フランダストと W フランダストは、強度的には混和材としてあまり期待できないが、黒色をしており、骨材代替として利用することによりカラーコンクリートへの利用も有効であると考えられる。D 生型ダストは最も強度的に劣っており、同じ生型ダストでもコンクリートへの利用を考えた場合、H 生型ダストとは大きく性状が異なることが明らかである。

4. まとめ

同じ製造ラインから発生するダストでも大きく性状が異なり建設資材への利用にあたっては、個々に十分な検討が必要であることが明らかとなった。RRダストとH生型ダストについては混和材としての一定の利用の可能性が見出せ、D フランダストと W フランダストについてはカラーコンクリート材料としての利用形態も考えられ、今後モルタル試験、コンクリート試験により性能の照査が必要である。造粒材への利用については、利用の目的に合わせて配合、養生方法について検討する必要があると考えられる。

参考文献

(1)(財)素形材センター; 鋳造廃棄物の有効利用促進に向けて、素形材センター研究調査報告書, H12,3

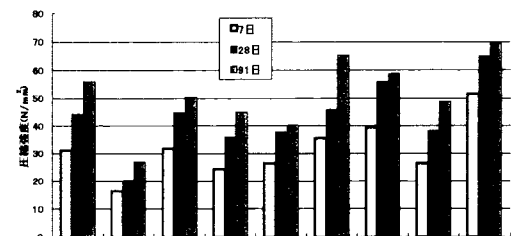


図2 圧縮強度(0.3C)

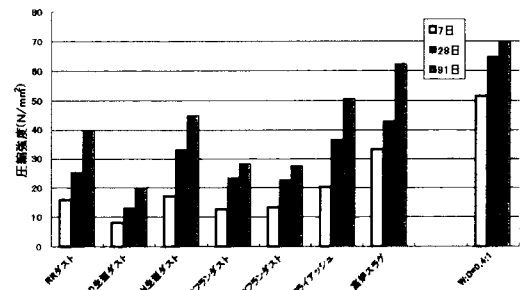


図3 圧縮強度(0.5C)

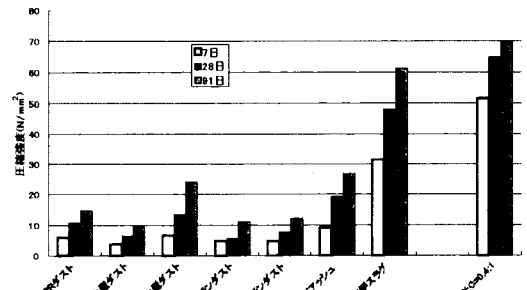


図4 圧縮強度(0.7C)

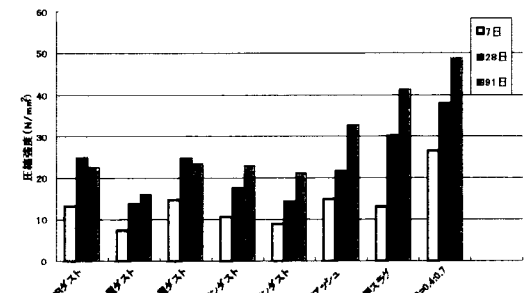


図5 圧縮強度(0.3C内割)