

鋳物集塵ダストを利用したシールド用裏込め注入材料の開発

(株)大林組 正会員 ○武田 厚, 正会員 三浦 俊彦
アイシン高丘(株) 中川 浩一, 八幡 一義
太平洋シールドメカニクス(株) 正会員 広渡 孝, 正会員 小野 朝陽

1. はじめに

金属を加熱溶融し、型枠に流し込むことで成型する鋳物製品の製造においては、その製造工程で様々な種類の廃棄物が排出される¹⁾。主な廃棄物は、砂型枠の造型・解体工程で発生する「廃砂」や「集塵ダスト」である。このうち、廃砂については、鋳物工場内で型枠材として再生利用するとともに、路盤材などとしても再生利用されている¹⁾。一方で、空气中に浮遊する微細分を捕捉して得られる集塵ダストは、セメント原材料などとして一部が再生利用されているものの、全量再生利用へはまだ十分であるとは言えない現状である。

こうした状況の中、大林組などでは、集塵ダストに混入している活性粘土分に着目し、集塵ダストを生産工程別に分別収集した後に分級処理することで、活性粘土含有率の高い材料を生成できる事を確認し、シールドトンネル用裏込め注入材料の一部として再生利用する方法を開発した。本稿では、これら集塵ダストの分別収集および分級の方法を記述するとともに、裏込め注入材料として再生利用した場合の配合試験結果を報告する。

2. 鋳物集塵ダストの概要

2. 1 発生工程別の分別収集

一般に、鋳物用の砂型枠は、主材となる珪砂に粘結剤と添加剤を混合して作製される。粘結剤としてはベントナイトが、添加剤としてはデンプンや石炭粉が用いられる。鋳物集塵ダストは、こうした砂型枠の①混練・造型工程、②解体工程、および、製品に付着した砂分を除去するための③ショットブラスト工程から排出される。これら集塵ダストは、一括集積して処分されるのが通常である。

この集塵ダストのうち、工程①で捕捉されるものは、高温による焼成作用を受けていないため、ベントナイトの主成分である活性粘土（モンモリロナイト）が多く含まれていると想定された。このため、工程①で捕捉される集塵ダストのみを分別収集し、裏込め材料の一部としての使用の可否を評価するものとした。

2. 2 分級処理による活性粘土含有率の向上対策

工程①において捕捉された集塵ダスト原料、および、その原料を75 μ mと200 μ mのふるいで分級処理した材料の試験結果を表1に示す。表中に示すMB（メチレンブルー）吸着量とは、活性粘土の含有量を評価する指標であり、この値が大きいほど、活性粘土の含有量が多いことを示す。表に示す結果から、工程①における未分級集塵ダストのMB吸着量は、34.0 mmol/100g であるのに対し、75 μ m以下の粒径に分級処理することで、60.5 mmol/100g まで活性粘土の含有量が向上することがわかる。別途、計測を実施した裏込め材料用ベントナイトのMB吸着量は93.0 mmol/100gであったことから、当該集塵ダストの活性粘土含有量は、ベントナイトの65%(=60.5/93.0)程度と評価できる。これらの結果から、75 μ m以下の粒径に分級処理した集塵ダストを裏込め材料中のベントナイト代替品として再生利用するものとした。

表1 集塵ダストの試験結果

	分級範囲	含有率 (w%)	平均粒径 (μ m)	比重 (g/cm ³)	MB吸着量 (mmol/100g)
未分級	---	100	126.5	2.2	34.0
分級後	200 μ m以上	27	208.2	2.4	8.5
	75~200 μ m	40	103.2	2.1	27.3
	75 μ m以下	33	25.7	2.0	60.5

3. 裏込め注入材料としての配合試験

3. 1 裏込め注入材料の概要

シールド用裏込め注入材料としては、二液可塑状注入工法が多く使用されている。この材料は、セメント等の固化剤とベントナイトを主成分とするA液に対し、珪酸ソーダを主成分とするB液を1.5ショットで添加して可塑状固化させた材料を注入するものである。一般に、

キーワード 裏込め注入, シールド, 鋳物集塵ダスト, 活性粘土

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2丁目15番2号 (株)大林組 TEL 03-5769-1318

A液の性能は、Pロート値とブリーディング率で、B液混合後の性能は、ゲルタイムと一軸圧縮強度で評価される。

3. 2 配合試験

【目的】集塵ダストを配合した裏込め注入材を作製し、従来品と比較することで、各種性能を評価した。

【試験内容】試験では、A

液配合中の硬化材量、集塵ダスト量、水量をパラメータとして、裏込め材料を作製した。概略試験配合を表2に示す。なお、B液は、A液中の硬化材量に対する体積比率が92.2%になる様に調整し、外割りで添加した。

また、計測項目は、A液に対しては、混練直後と24時間後のPロート値、1および24時間後のブリーディング率とし、B液混合後は、ゲルタイムと、1時間後および28日後の一軸圧縮強度とした。

【結果】図1に、A液の試験結果として、単位活性粘土量とPロート値の関係を示す。この図から、単位活性粘土量を75kg程度以下にすることで、混練直後から24時間後までのPロート値を従来品と同等の10秒程度以下に抑制し、A液粘性の増大を防止できることがわかる。一方、図2には、単位活性粘土量とブリーディング率の関係を示す。この図からは、単位活性粘土量を50kg程度以上と

することで、1および24時間経過後のブリーディング率を従来品と同程度以下に抑制できることがわかる。

以上の結果から、単位活性粘土量を50～75kgの範囲で調整することで、従来品と同等以上の性能を有するA液の作製が可能になるといえる。なお、図2において、活性粘土量とブリーディング率との関係が従来品と異なる傾向を示すのは、材料産地の相違等による活性粘土膨潤力の差であると想定されるが、適切な配合調整を行うことで、要求性能を満足する裏込め材料の作製が可能であると考えられる。

一方、B液混合後の試験のうち、ゲルタイムに関しては、A液の性能を満足できなかった配合4を除いて、何れのケースも7～10秒の範囲であり、従来品のゲルタイム(10秒)とほぼ同等であった。また、一軸圧縮強度の試験結果を図3に示す。この図から、従来品も含め、一軸圧縮強度値は、水硬化材比と良好な相関が認められ、水硬化材比を400%程度以上とすることで従来品と同等以上の強度性能を確保できることが確認できた。

4. まとめ

裏込め注入材料に配合されるベントナイトに替えて、粒径調整を実施した鋳物集塵ダストを使用することで、所要の性能を確保できることがわかった。今後は、流動化処理土などに代表される空洞充填材料への利用も含めて検討を継続する所存である。

参考文献 1) 村川悟, 柴田周治, 西尾憲行: 鑄造工場から排出される廃砂の有効利用に関する調査, 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告 No. 26(2002)

表2 概略試験配合表

	パラメータ設定		A液						B液	合計 体積 【L】	水 硬化材 比 (W/C)	単位活性 粘土量 (Bn × 1.0 + D × 0.65)
	一定値	変動値	C. 硬化材 【kg】	Bn. ベント ナイト 【kg】	D. 集塵ダスト (75 μm以下) 【kg】	R. 遅延剤 【kg】	W. 水 【L】	A液 体積 【L】	S. 凝結剤 【L】			
			従来品	---	---	230	25	0	1			
配合1	硬化材量	水量, 集塵ダスト量	170 ~ 290	0	40 ~ 167	1	775 ~ 835	935	55 ~ 94	990 ~ 1,029	267% ~ 481%	26kg ~ 109kg
配合2	水量	硬化材量, 集塵ダスト量										
配合3	集塵ダスト量	硬化材量, 水量										
配合4 ^{*)}	その他								---	---		

*)A液性能が確保できないため、B液混合は実施していない。

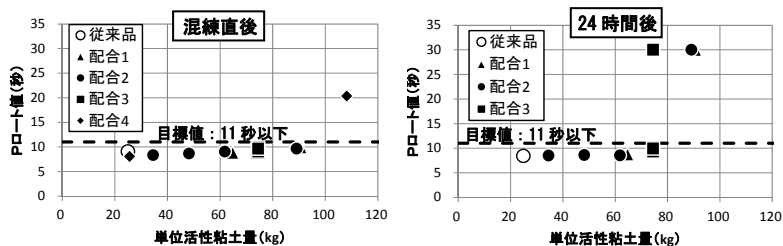


図1 Pロート試験結果

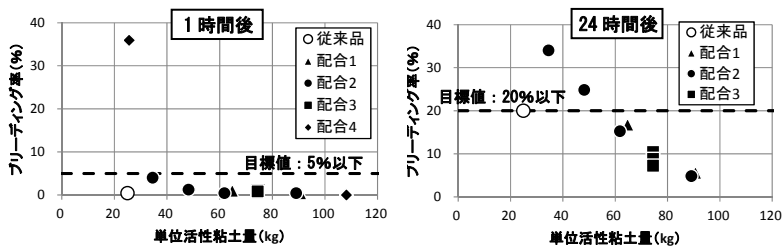


図2 ブリーディング率計測結果

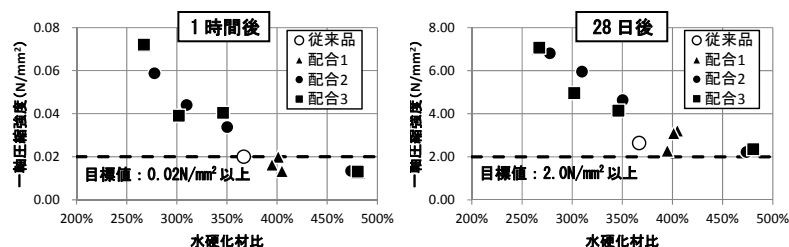


図3 一軸圧縮強度試験結果