

## 鋳物集塵ダストを利用した流動化処理土の開発

(株)大林組 正会員○ 武田 厚, 三浦 俊彦, 香川 敦  
アイシン高丘(株) 八幡 一義  
小野田ケミコ(株) 正会員 廣渡 孝, 小野 朝陽

### 1. はじめに

金属を加熱溶解し、型枠に流し込むことで成型する鋳物製品の製造工程では、廃砂、スラグ、集塵ダストなど、様々な種類の廃棄物が排出される。廃棄物量は非常に多く、1000kgの鋳物を生産する際には、約340kgも排出されるとの報告もある<sup>1)</sup>。これら廃棄物のうち、廃砂やスラグの多くは鋳物型枠用の砂や路盤材などとして再生利用されているが、集塵ダストはその大部分が産業廃棄物として埋立処分されているのが現状である。

こうした状況の中、筆者らは、これまでに集塵ダストに混入される活性粘土分に着目し、シールド工事用の裏込め注入材として再生利用する方法を開発した<sup>2)</sup>。本報告は、集塵ダストの土木用材料としての再生利用を目的とした一連の試験のうち、流動化処理土として再生利用する場合の配合試験結果を報告するものである。

### 2. 鋳物集塵ダストの概要

一般に、鋳物用の砂型枠は、主材となる珪砂に、ベントナイト、デンプン、石炭粉などを添加混合して作製される。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。特に、工程①において捕捉される集塵ダストは、高温

による焼成作用を受けていないため、未変質の活性粘土分（ベントナイト）が多く含まれており、利用価値が高いと考えられる。筆者らの既往報告<sup>2)</sup>では、工程①で捕捉された集塵ダストを75 $\mu$ m以下に分級し、シールド用裏込め注入材料として再生利用する方法を報告した。今回の試験では、工程①で捕捉される集塵ダストのうち、未利用の75 $\mu$ m以上のものを対象に、これを75~200 $\mu$ m（以下“A粒径”と称す）および200 $\mu$ m以上（以下“B粒径”と称す）の粒径に分級後、再配合することで、流動化処理土の土砂分の代替品としての再生利用方法を検証した。表1に分級された集塵ダストの試験結果を示す。

表1 集塵ダストの試験結果

|     | 分級範囲           | 含有率 (w%) | 平均粒径 ( $\mu$ m) | 比重 ( $g/cm^3$ ) |
|-----|----------------|----------|-----------------|-----------------|
| 未分級 | ---            | 100      | 126.5           | 2.2             |
| 分級後 | 200 $\mu$ m以上  | 27       | 208.2           | 2.4             |
|     | 75~200 $\mu$ m | 40       | 103.2           | 2.1             |
|     | 75 $\mu$ m以下   | 33       | 25.7            | 2.0             |

### 3. 流動化処理土としての配合試験

#### 3.1 流動化処理土の概要

流動化処理土は、粘土分を主体とする土砂に、水とセメントを混合して製造する埋戻し材料である。流動性や材料分離抵抗性が高く、狭隘箇所や形状が複雑な場所であっても、締固め作業を行うことなく、確実に埋戻し材を充填することができる。また、低強度材料であり、硬化後の再掘削も容易であるため、浅層部での埋戻し材料としても利用されている。流動化処理土の性能は、混練り直後のフロー値と材料密度、1日後のブリーディング率、材令28日での一軸圧縮強度を用いて評価される。表2に、一般的な道路下埋戻し材として使用される場合における流動化処理土の要求性能を示す。

表2 流動化処理土の要求性能

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 材料密度                    | 1.5 $g/cm^3$ 以上         |
| フロー値                    | 180~300mm               |
| ブリーディング率(1日後)           | 1.0%以下                  |
| 一軸圧縮強度( $\sigma_{28}$ ) | 0.4N/mm <sup>2</sup> 以上 |

#### 3.2 配合試験

##### (1) 基本配合

要求性能を満足する配合を確立する目的で、A粒径とB粒径の混合比率が異なる再混合ダストを7種類作製し、セメント量(C)、水量(W)、再混合ダスト量(D)を一定として配合試験を行った。表3に試験配合を示す。試験結果のうち、フロー値とブリーディング率との関係を図1に示す。両者は、比較的に良好な線形関係を有

表3 試験配合

| 配合番号        | 配合量 kg    |                      |     | 水   | 体積 (計算値) Liter | 密度 (実測) $g/cm^3$ |
|-------------|-----------|----------------------|-----|-----|----------------|------------------|
|             | 高炉セメント B種 | 再混合ダスト量              |     |     |                |                  |
|             |           | A粒径:B粒径 <sup>*</sup> | 合計  |     |                |                  |
| 配合1<br>~配合7 | 40        | 0:10<br>~4:6         | 840 | 686 | 1035<br>~1049  | 1.48<br>~1.51    |

<sup>\*</sup>)A粒径は75~200 $\mu$ m. B粒径は200 $\mu$ m以上.

キーワード 流動化処理土, 鋳物集塵ダスト, 分級, 不溶化, ブリーディング

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2丁目15番2号 (株)大林組 TEL03-5769-1318

している。また、A 粒径と B 粒径の混合比率を調整することで、フロー値とブリーディング率を目標範囲に設置することが可能であるといえる。しかしながら、土壌溶出試験（環告 18 号）により、これら硬化物からは、基準値を超過するひ素（溶出基準：0.01mg/L）とふっ素（溶出基準：0.8mg/L）の溶出が確認された。

**(2) 不溶化材の選定とブリーディング制御材料**

ひ素とふっ素の不溶化を目的に、配合 5（表 3）を基準として不溶化材の選定試験を実施した。不溶化材としては、生石灰、消石灰、酸化マグネシウムを選定し、各々、再混合ダスト質量に対する比率で添加した。各種不溶化材の添加率とひ素およびふっ素の溶出量との関係を図 2 および 3 に示す。不溶化材の種類と溶出量との関係に明確な相違は認められない。また、再混合ダスト重量比で 6.0w%程度以上の不溶化材を添加することで、ひ素およびふっ素の溶出量を基準値の 1/2 程度にまで低減可能であることが確認できた。一方で、不溶化材の添加により、フロー値の低減とブリーディング率の増加が認められる（図 4）ものの、不溶化材として消石灰を採用し、6.0w%以上の添加量を確保することで、両者に与える影響を最小限に抑制することができる。ただし、ブリーディング率については、僅かな配合の変化で大きく値が変動する可能性があるため、ブリーディングの発生抑制に効果のある材料を添加する必要がある。

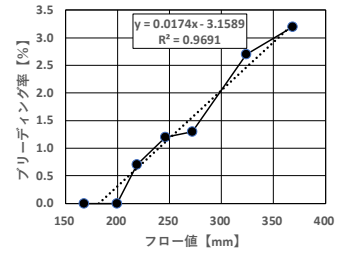


図 1 配合試験結果

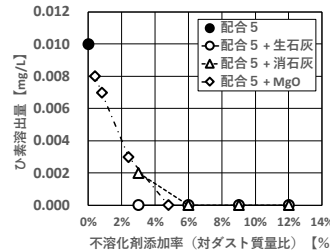


図 2 ひ素溶出試験結果

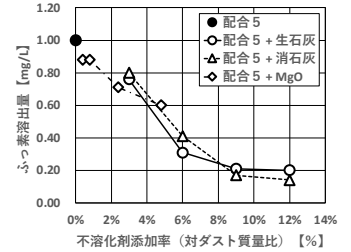


図 3 ふっ素溶出試験結果

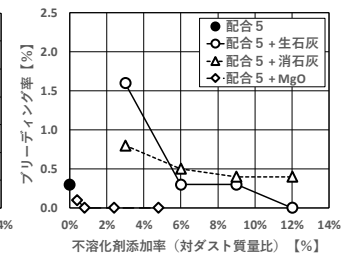
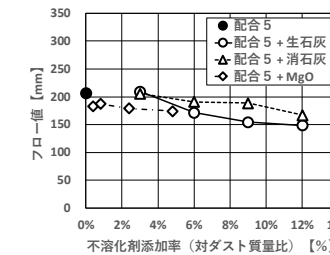


図 4 不溶化材添加時の試験結果

ブリーディング制御材料としては、個別に試験を実施し、B 粒径（200 μm 以上）の集塵ダストを外割り添加するのが最も効果的と判断した。この効果を検証する目的で、配合 3（表 3）を基準とし、不溶化材としての消石灰を 6.0w%添加し、順次、B 粒径の集塵ダストを外割り追添加することで性能を評価した。これらの試験結果を図 5 に示す。不溶化材として消石灰を添加することで、ブリーディング率が大きく増加するものの、B 粒径（200 μm 以上）の集塵ダストを外割り添加することで、フロー値への影響を最小限に抑え、ブリーディング率を減少させることができた。また、これら供試体の強度試験（σ<sub>28</sub>）結果（図 5）から、不溶化材としての消石灰添加により圧縮強度が増加することを確認できた。さらに、B 粒径（200 μm 以上）集塵ダストを追添加しても、圧縮強度の減少は認められなかった。

**4. まとめ**

流動化処理土に使用される土砂（粘土分）に替えて、粒度調整を実施した铸件集塵ダストを使用

することで、所要の性能を確保できることがわかった。また、用途に応じて、重金属類の不溶化処理が必要な場合には、不溶化材として消石灰の添加が有効であり、また、消石灰の添加に伴うブリーディング率増加を抑制するためには、B 粒径（200 μm 以上）の集塵ダストを追添加することが有効であることを確認できた。

**参考文献**

- 1) 村上悟ら：铸件工場から排出されるダストの性状，三重県科学技術振興センター研究報告，No. 28 (2004)
- 2) 武田厚，三浦俊彦，八幡一義ら：铸件集塵ダストを利用したシールド用裏込め注入材の開発，土木学会第 71 回年次学術講演会，2016.9

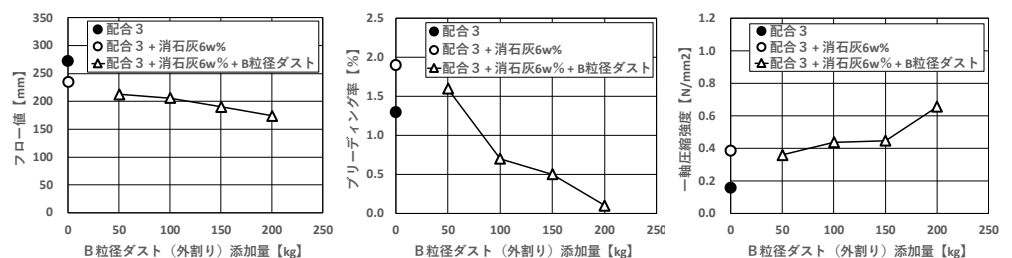


図 5 不溶化材（消石灰）およびブリーディング抑制材（B 粒径ダスト）添加時の試験結果