

一般廃棄物溶融スラグの流動化処理土への適用

熊本大学工学部 学生会員 ○田口 智則 熊本大学工学部 正会員 林 泰弘
熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳 熊本大学工学部 正会員 北園 芳人

1. はじめに

一般廃棄物の最終処分場の問題は年々深刻になっており、その対策として廃棄物の溶融・固化による減容化・無害化技術の開発が盛んである。この一般廃棄物を溶融・固化したものが一般廃棄物溶融スラグであり、元容積の 1/40～1/60 になり重金属の溶出防止にも効果がある¹⁾。この溶融スラグの粒度は砂分が卓越しており、コンクリート細骨材への利用や路盤への利用などの実用例もある。しかし、生成される溶融スラグの使用率は約 50%に留まっており、さらなる活用技術を検討する必要がある。本研究では、一般廃棄物溶融スラグの基本的性状を明かにするとともに、流動化処理工法の主材への適用を検討する。

2. 流動化処理土と品質基準

流動化処理工法は、転圧や締固めの困難な場所でよく用いられる工法である。流動化処理土は、現地発生土などの主材に、泥水と固化材（セメントなど）を混合し、固化後の強度を期待するもので、処理土密度、施工性を示すフロー値、均質性を示すブリージング率、一軸圧縮強度で評価される。品質基準は建設省総合技術開発プロジェクトで表 1 のように示されている。

3. 一般廃棄物溶融スラグの基本的性状

スラグは生成方法によって水砕・空冷・結晶スラグに分けられ、水砕→空冷→結晶の順に結晶化が進み土質材料として強度・安定性の面で好ましいが、現在我が国で生成されている溶融スラグは水砕がほとんどである。本研究で用いた溶融スラグは、九州内の溶融・固化施設 3 箇所から採取したもの（A,B,C）で、すべて水砕スラグである。基本的な性状は、表 2 の通りで砂分が多く、粒度は不良で、明確な最大乾燥密度は得られなかった（図 1）。また、締固め後に粒度試験を行なったところ、B は粒子破碎が見られた。溶融スラグに含まれる重金属類の溶出試験と含有試験（環境庁告示第 46 号、19 号）の結果は、いずれも土壤環境基準を満たしていた。

4. 試験方法

主材に一般廃棄物溶融スラグ（B）、泥水用粘土としてカオリン、固化材に高炉セメント B 種を用いた。次に示す 2 つの条件（試験 1、2）で処理土を作製し、フロー試験、ブリージング試験、一軸圧縮試験（7 日養生）を表 3 にしたがって行なった。試験 1 では、単位体積当りの固化材を一定（150kg/m³）にし、含水比を調整してフロー値を 170±5mm になるようにした。試験 2 では泥水密度を一定とし、泥水に加えるスラグの添加率を変化させた。このため、スラグの添加率の増

表1 流動化処理土の品質基準概要

項 目	基 準
フ ロ ー 値	160mm 以上
ブ リ ー ジ ン グ 率	1% 未 満
一 軸 圧 縮 強 さ	7 日 後 196.2kPa 以上
最 大 粒 径	40mm 以下
処 理 土 の 密 度	1.50t/m ³ 以上

表2 一般廃棄物溶融スラグの基本的な性状

採取した場所		A	B	C
含水比(%)		6.7	10.0	4.1
土粒子密度(g/cm ³)		2.777	2.774	2.834
粒 度	最大粒径(mm)	19	19	19
	礫 分 (%)	7.6	29.8	25.1
	砂 分 (%)	90.7	68.7	73.3
	細粒分 (%)	1.7	1.5	1.6
	均等係数	3.1	3.6	3.5
	曲率係数	1.0	1.2	1.3

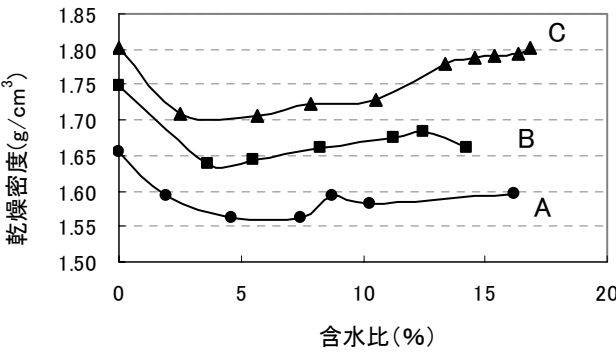


図1 締固め曲線

表3 試験方法

試 験	試 験 方 法
フ ロー 試 験	日本道路公団規格 JHS A 313-1992
ブ リ ー ジ ン グ 試 験	土木学会基準 JSCE-1986
一 軸 圧 縮 試 験	土質工学会基準 JSF T511-1990

加にしたがって、単位体積当りの固化材量は減少する。試験 1,2 で、それぞれ用いたスラグ添加率 0%の流動化処理土の配合は同一である。また、 $(\text{カオリン} / (\text{カオリン} + \text{スラグ})) \times 100 (\%)$ をスラグの添加率と称した。

5. 結果と考察

5-1 配合特性

フロー値は、試験 1 のすべての配合と、試験 2 のスラグの添加率 80%を除く配合で、フロー値の品質基準を満たしていた。また、試験 1 の条件（固化材一定）では、スラグの添加率が高い程、低い含水比で所定のフロー値が得られることがわかった（図 2）。

ブリージング率については、試験 1,2 のすべての配合で、ブリージング率の品質基準を満たしていた。

5-2 一軸圧縮強さ

試験 1,2 ともに、スラグの添加率の増加にしたがって、一軸圧縮強さが増加している（図 3）。試験 1 については、乾燥密度と固化材／泥水の増加のためであると考えられる。試験 2 では、単位体積当りの固化材の量が減少しても一軸圧縮強さが増加している（図 4）。主材として天然骨材（粗粒分）を用いた場合、一軸圧縮強さへの粗粒分の寄与率はきわめて低いとの報告がある²⁾が、それとは違う結果になった。

試験 1 ではスラグの添加率が 40%以上で、試験 2 では 80%のみ、一軸圧縮強さの品質基準を満たしていた。

6. まとめ

同程度のフロー値を目指した時、一般廃棄物熔融スラグを添加すると、低含水比で所定のフロー値がでやすい。その結果、乾燥密度が増加し一軸圧縮強さも増加することがわかった。また、固化材が少なくてもスラグを添加することにより、乾燥密度が増加し一軸圧縮強度を大きくすることができるともわかった。以上より、スラグを流動化処理土に適用することは、有効であるとわかった。

なお、本研究は（財）国土技術研究センターの平成 15 年度研究開発助成を受けて実施したものである。

【参考文献】

- 1) スラグの有効利用マニュアル：財団法人 廃棄物研究財団,1999 年
- 2) 久野悟郎ら：固化した流動化処理の力学的特性と品質基準に関する考察，土木学会論文集 No.750/Ⅲ 65.99

113.2003.12

表4 配合と結果(試験1)

スラグの添加率(%)	0	20	40	60	70	80	90
湿潤密度(g/cm ³)	1.342	1.390	1.483	1.610	1.699	1.802	1.905
乾燥密度(g/cm ³)	0.583	0.694	0.836	1.032	1.149	1.323	1.500
固化材／泥 水	0.125	0.127	0.136	0.153	0.169	0.194	0.240
固化材(kg/m ³)	150	150	150	150	150	150	150
含水比(%)	130.1	100.3	77.3	56	47.9	36.2	27
フロー値(mm)	175	175	175	170	170	170	175
ブリージング率(%)	0	0	0	0	0	0	0.8
一軸圧縮強さ(kPa)	89.7	137.4	204.8	280.7	355.3	398.7	429.5

表5 配合と結果(試験2)

スラグの添加率(%)	0	20	40	60	70	80
湿潤密度(g/cm ³)	1.342	1.384	1.475	1.584	1.694	1.834
乾燥密度(g/cm ³)	0.583	0.656	0.800	0.974	1.153	1.371
固化材／泥 水	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
固化材(kg/m ³)	150	143	135	122	111	94
含水比(%)	130.1	111.1	84.3	62.7	46.9	33.8
フロー値(mm)	175	195	210	180	183	125
ブリージング率(%)	0	0	0	0	0	0
一軸圧縮強さ(kPa)	89.7	114.9	149.1	157.2	177.0	273.3

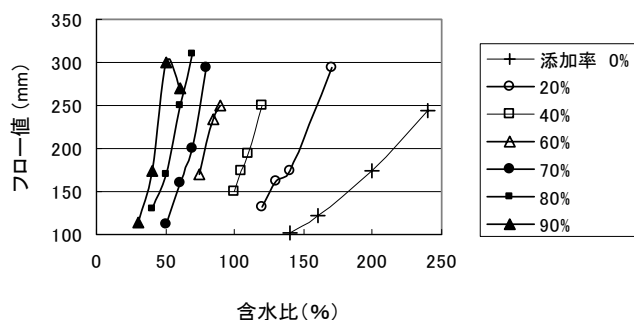


図2 試験1のスラグの添加率とフロー値

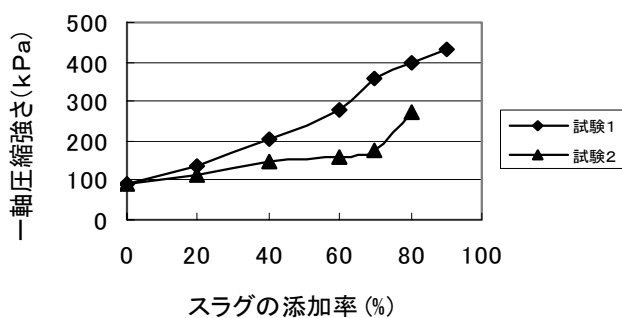


図3 スラグの添加率と一軸圧縮強さ

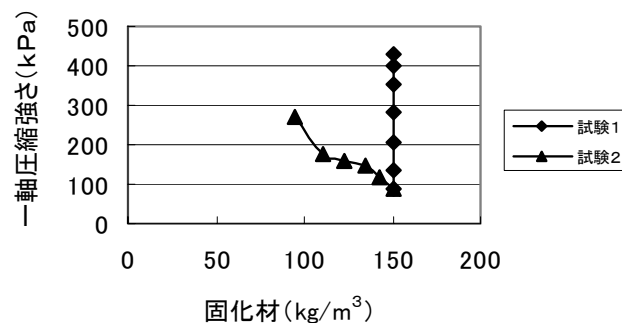


図4 固化材と一軸圧縮強さ