

徐冷スラグ入り路盤材の長期供用性

大有建設(株)

正会員

○大河内 宝

同

堀 口 悟

同

正会員

浅野 耕司

1. はじめに

都市ごみ焼却灰は、埋め立て処分地の確保が徐々に困難になる中、減容化と環境安全性を考慮し、熔融処理されてスラグ化されるようになってきている。名古屋市においても、いち早く、こうした施策が取られ、平成12年頃より徐冷スラグ(以下、スラグ)として資源化処理が行われてきた。また、同時に、このスラグは、舗装材料としての有効利用の検討が行われ、平成13年2月には、アスファルト混合物や路盤材の試験施工が実施された。その後、7年が経過した時点で、供用性状や品質安全性に関する試験等を実施し、その結果を、前者については既に昨年度に報告したが、本紙では、引続き路盤材についての結果をまとめて報告する。

2. 試験施工の概要

2.1 評価したスラグ

試験施工に使用したスラグの製造フローを図-1に示す。スラグは、ごみ焼却灰に石灰石等の添加材を加え、これを電気抵抗式熔融炉で1,500℃以上の高温で熔融し、その後、徐冷釜で約24時間かけて冷却することにより生成された岩石状の固形物である。スラグは冷却後に破碎し、路盤材(RC-40相当)に製品化されている(写真-1参照)。

スラグの物性は、表-1に示すとおりで、一般的な砕石より若干重く、スリヘリ減量が若干大きいなどの性状を有するが、路盤材の品質は十分に満足し、結晶質のために鋭利な破断面もなく、ハンドリングも天然材と変わらない。また、品質安全性としての有害物質の溶出量は、表-4に併記したように、JIS基準を満足する。

2.2 試験施工

試験施工は、表-2に示すように、RC-40相当のスラグを30%程度配合した2種類の路盤材(RC-40と改良路盤材)と、比較路盤材を用いて行った。ここで、改良路盤材とは、専用プラントにて、他工事より発生する掘削路盤材をベースに石灰処理した再生路盤材料である。スラグ入り改良路盤材の修正CBRにはやや低下する傾向が見られ、これは、添加材(石灰)の絶対量が少なくなるためと考えられる。

施工場所は、名古屋市内のバス路線で、交通量はN4相当である。また、工区および舗装断面は、表-3の上部に示すように設定した。

3. 調査試験結果

3.1 路面調査結果

調査結果を表-3に示す。各工区は、いずれもひび割れはない。

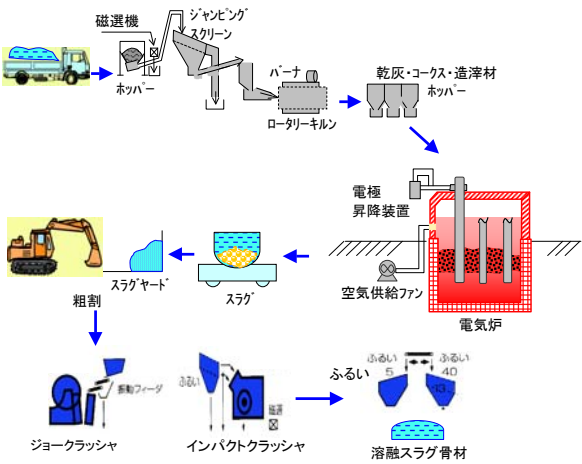


図-1 スラグの製造フロー



写真-1 スラグの外観

表-1 スラグの物性

原石の種類	徐冷スラグ	硬質砂岩 (比較)	上層路盤 品質目標 値
産 地	愛知県 名古屋市	愛知県 春日井市	
表乾密度 g/cm ³	2.834	2.701	—
安定性 %	2.1	0.8	20以下
吸水率 %	0.76	0.69	—
スリヘリ減量 %	29.0	11.6	50以下

キーワード 熔融スラグ、徐冷スラグ、再生路盤材、溶出試験、タンクリーチング試験

連絡先 〒454-0055 名古屋市中川区十番町 6-12 大有建設(株)中央研究所 TEL052-653-4665

わだち掘れは、比較工区の C 工区で 14mm 程度となっているが、これは、交差点の車両停止区間にあたり、アスコン層の流動わだちと考えられる。たわみ量は、施工直後に比べ、今回の FWD による D₀たわみが、かなり小さくなっている。これは、弾性係数の試算値が非常に大きくなっていることより、強度の増進によるものと考ええる。しかし、RC-40 路盤材にも顕著な傾向が見られることより、他の事例も含めて、今後、検証していきたいと考える。

3.2 安全性に関する確認

当試験施工では、施工時に材料を採取し、今回の調査時点まで、長期のタンクリーチング試験(溶媒 2 種、固液比 1:10)を継続していた。結果は、表-4 に示すとおりで、いずれも、溶出基準(JIS A 5032)を満足し、安全性が確認できた。

4. まとめ

検討結果をまとめると以下のとおりである。

- ・スラグ入り路盤材の長期供用性は、通常品に比べ同等以上であった。
- ・長期のタンクリーチング試験により、溶出基準(JIS A 5032)を満足することを確認した。

5. おわりに

スラグは、安全性についての不信感をもたれることが多々あるが、今回の試験結果が示すように、施工時にスラグ単体での確認をすれば、長期の環境安全性も担保できるものと考ええる。こうした良質なりサイクル材については、一層の有効利用の必要があるものと考ええる。

表-2 試験施工に用いた路盤材の性状

工 区	A 工区	B 工区	C 工区	D 工区	規格値	
路盤材の種類	スラグ 30% 入り RC-40	改良路盤材 (比較品)	RC-40 (比較品)	スラグ 30% 入り改良路盤材	RC-40	改良路盤材
最大乾燥密度(g/cm ³)	2.052	2.072	1.897	2.089	—	—
最適含水比(%)	9.1	9.4	9.1	8.1	—	—
即時CBR (%)※1	2.5mm貫入時	—	141.1	—	—	80%以上
	5.0mm貫入時	—	166.9	—		
修正CBR (%)	2.5mm貫入時	92.7	150.0	89.2	30%以上	80%以上
	5.0mm貫入時	98.2	156.0	96.8		
粒度分布 (%)	37.5 mm	98.6	100.0	98.6	100.0	95~100
	19.0	73.0	77.5	73.2	76.3	50~80
	4.75	32.5	45.4	32.8	45.4	15~40
	2.36	21.9	35.7	22.3	32.3	5~25
	0.075	3.0	8.9	4.5	0.5	—

※1：即時 CBR 試験は、名古屋市の工事材料品質管理、および試験方法による。

表-3 路面性状調査結果

工区名	A工区		B工区(比較工区)		C工区(比較工区)		D工区	
上部アスコン層	表層・再生密粒 5cm+ 基層・再生粗粒 5cm+ 再生 As 安定処理 10cm(共通)							
路盤層 25cm	スラグ 30%入り RC-40		改良路盤材 (比較品)		RC-40 (比較品)		スラグ 30%入り 改良路盤材	
調査時期	施工直後 H13. 3	今回調査 H20. 7	施工直後 H13. 3	今回調査 H20. 7	施工直後 H13. 3	今回調査 H20. 7	施工直後 H13. 3	今回調査 H20. 7
平坦性σ (mm)	1. 59	2. 49	1. 86	2. 82	1. 84	3. 04	1. 88	2. 48
わだち掘れ(mm)	2. 5	6. 7	2. 3	9. 3	2. 7	14. 2	2. 8	8. 2
ひび割れ率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0
MCI	8. 9	8. 3	8. 9	8. 0	8. 9	7. 6	8. 9	8. 2
たわみ量(mm)※1	0. 42	0. 113	0. 58	0. 139	0. 51	0. 181	0. 51	0. 124
路盤弾性係数(MPa)※2	194	11, 865	120	1, 345	177	4, 818	150	3, 843

※1：たわみ量は、施工直後はベンケルマンビームたわみ量、今回調査は FWD の D₀たわみ量である。

※2：路盤弾性係数は、施工直後は繰返し平板載荷試験により、今回調査は FWD のたわみ量から逆解析した値である。

表-4 溶出試験結果

溶出の方法	環告 46 号	タンクリーチング試験				溶出基準 JIS A 5032
試料の種類	スラグ単体	スラグ 30%入り RC-40	スラグ 30%入り改良路盤材			
溶媒の種類 ※1	環告 46 号(蒸留水+HCl)	純水	硝酸緩衝溶液	純水	硝酸緩衝溶液	
試験時期	施工時直前	施工時採取 今回試験	施工時採取 今回試験	施工時採取 3 年経過時	施工時採取 3 年経過時	
分析項目名 単位	※2					
カドミウム mg/L	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.01 以下
鉛 mg/L	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.01 以下
六価クロム mg/L	0.04 未満	0.01	0.01 未満	0.04 未満	0.04 未満	0.05 以下
ひ素 mg/L	0.005 未満	0.006	0.005 未満	0.005 未満	0.007	0.01 以下
総水銀 mg/L	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 以下
セレン mg/L	0.007	0.002 未満	0.002 未満	0.002	0.002	0.01 以下
ふっ素 mg/L	—	0.05 未満	0.05	0.1 未満	0.2	0.8 以下
ほう素 mg/L	—	0.11	0.11	0.1 未満	0.1 未満	1 以下

※1：環告 46 号では pH5.8~6.3、一方、タンクリーチングでは純水 pH5.8~6.3、硝酸緩衝溶液 pH4.9。

※2：分析項目により定量下限値が異なるのは、分析機関が違うためである。