

溶融スラグの埋め戻し土としての有効利用

豊田工業高等専門学校建設工学専攻 学生会員 高藤 智之
豊田工業高等専門学校 正会員 伊東 孝

1. 目的

日本は高度経済成長から著しい発展を遂げてきた。それに伴い国民の生活水準は上がり、社会活動にも大きな変化が起こった。国民の生活が裕福になる反面、大量の一般廃棄物および産業廃棄物が排出されるようになった。それらを処理する埋立地の面積にも限界が近づいており、廃棄物の再利用が大きな課題となっている。持続可能な循環型社会の形成のためにも、より一層廃棄物のリサイクルに取り組まねばならない。

廃棄物の溶融処理の副産物として溶融スラグという物質が生成される。これは焼却灰を高温で融解し冷却・固化したものであり、ダイオキシンなどの有害物質は無害化している²⁾。国土交通省がゴミ処理場に溶融炉を併設するのが好ましいと意向を示していることから、今後は全国各地に新設されるゴミ処理場からより多くの溶融スラグが発生すると予測される¹⁾。それに伴って溶融スラグの有効利用がより大きな課題となっていくと思われる。

本研究ではこれまでに得られた研究データを活用し、溶融スラグの埋め戻し土としての性能評価を中心として活用用途を考察していく。

2. 試験概要

本研究では渡刈クリーンセンターから排出される溶融スラグ（水砕スラグ）を使用する。これは JIS 規格に認められたもので、毒性などについての安全性が保証されたものである。また、スラグとの混合材料として豊田市で得られた現場発生土、および粒度を調節して用意した細粒分混じり礫質砂（以下粒度調整土）を使用する。

これらの試料を用いて締固め試験、CBR 試験、粒度試験などの一連の土質実験を行う。

3. 試験結果

3.1 C B R 試験

埋め戻し土としての適用を考えるにあたり、路床や路盤材としての強度を評価するために CBR 試験を行った。スラグ単体での CBR 値は 23 % であり、この CBR 値では使用用途が限定されることから、高速道路および一般道路の下層路盤として使用できる C B R 値 30 % を目標に豊田市内の建設現場発生土でそれぞれ置換を行って C B R 値及び各種土質特性の改善を行った。

どの現場発生土においても、最低でも置換率を 30 % にすれば修正 CBR 値は 30 % を超えることがわかった。粒度調整土でも同様に実験を行い、置換率 20 % で修正 CBR 値は 32 % になるという結果が得られた。このことから、現場発生土との混合によって土質特性が改善されたことがわかる。現場発生土の置換率と修正 CBR 値の関係を表 1 にまとめる。

表 1 修正 CBR 値および均等係数と曲率係数

現場発生土名	修正 CBR 値
スラグ単体	23
美山町 20%	35.4
錦町 20%	44.1
越戸町 20%	44.08
今町 25%	32.6
京町 25%	32
御船 30%	30.4
粒度調整土 20%	32

3.2 粒度試験

混合土の C B R 値の増加には粒度分布が大きく関わっていると考えられる。スラグ単体の粒径加積曲線の数値的な傾きを示す均等係数は 6.0、曲線のなだらかさを示す曲率係数が 1.7 であった。均等係数が 10 以下であるため、スラグ単体では粒度分布が悪いといえる。しかし、現場発生土を混合することにより均等係数が増加して粒径が改善されることが分かった。その

結果を表 2 に示す。

スラグ単体では工学的に細粒分質礫質 (SF-G) に分類されたが、現場発生土で置換することにより土質分類も変化した。その結果を表 3 に示す。

それぞれの結果よりスラグ単体の場合よりも置換後は粗粒分が増加して土質分類が変化したことが分かる。この変化は粒径加積曲線からも読み取れ、例として美山町混合土とスラグの比較を図 1 に示す。

表 2 混合土の均等係数および曲率係数

現場発生土名	均等係数	曲率係数
スラグ単体	6	1.7
美山町 20%	10	1.6
錦町 20%	7.6	1.46
越戸町 20%	10	1.48
今町 25%	10	1.1
京町 25%	20	2.2
御船 30%	17	2.9
粒度調整土	7.3	1.7

表 3 各種混合土の土質分類

現場名	単体での土質分類	置換後の分類
美山	砂質礫	砂質礫
錦町	砂質礫	砂質礫
越戸町	細粒分混じり礫質砂	礫質砂
今町	礫まじり細粒分質砂	礫まじり細粒分質砂
京町	礫まじり細粒分質砂	礫まじり細粒分質砂
御船	細粒分質砂	細粒分礫質砂
粒度調整土	細粒分混じり礫質砂	礫混じり砂

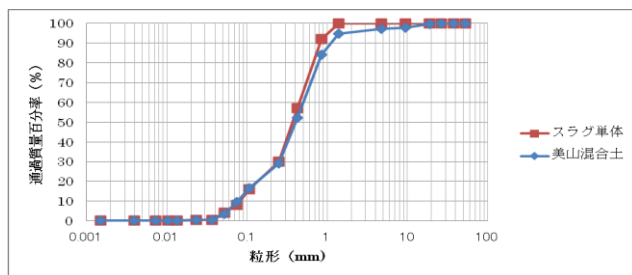


図 1 美山町混合土とスラグの粒度分布

今回使用した現場発生土それぞれにおいて、置換率 20~30% で修正 CBR 値が 30% 以上の値を満たした。スラグは現場発生土との置換によって土質特性が改善され、置換率を上げるほど修正 CBR 値が高くなることが分かった。

均等係数の値についても、スラグ単体よりも混合土のほうが数値に改善がみられる。また、曲率係数についてもそれぞれ 1~3 以内に収まっており、粒径加積曲線がなだらかなであることを示している。このことから、現場発生土との混合によって粒形幅が広がることがわかった。粒形幅の広がりが修正 CBR 値の向上に繋がっているのではないかと考えられる。

錦町は均等係数が 10 以下と低い値を示しているにも関わらず 44.1% と高い修正 CBR 値が得られている。粒度試験の結果より各種現場発生土の単体での粒度分布で、75 μ m 通過分の質量は越戸町と美山町が錦町よりも多く、細粒分が多いことがわかった。しかし、実際の現場発生土を見ると美山町と越戸町の土は団粒化が起っており、錦町単体の破碎する前の 75 μ m 通過分は他の現場発生土よりも大きな値を示していた。錦町、越戸町、美山町の 75 μ m 通過分の割合を表 4 にまとめる。このことから、細粒分の割合が修正 CBR 値に関係していることが分かる。

表 4 75 μ m 通過分の割合

現場発生土名	美山町	錦町	越戸町
75 μ m 通過分	1.4%	3.2%	1.7%

これら結果より、スラグの性能を改善するにはスラグにあまり含まれていない細粒分を補填するのがよいのではないかとこの予測をすることができた。そこで今後は珪藻土や微粒珪砂のような細かい粒形のものを混合材料として使用して、その結果からスラグの有効利用について考察したい。

参考文献

- 1) 国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>
- 2) 東京 23 区清掃組合
<http://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp/>

4. まとめ