

大阪大学大学院工学研究科 正会員 鍋島 康之
大阪大学大学院工学研究科 学生会員○渡辺 晃司
大阪大学大学院工学研究科 フェロー 松井 保

1. はじめに

一般家庭から排出されるゴミを焼却した灰は年間600万トンにも達しているが、そのほとんどが埋立処分されている。そこで、減量化のために焼却灰を溶融スラグとする溶融固化技術が開発され、重金属の溶出防止やダイオキシン類の分解・削減にも極めて有効であることがわかっている。しかしその一方で、溶融スラグの利用方法が未だ確立されておらず、現時点における溶融スラグの利用方法は、スラグをそのまま道路やコンクリートの骨材として利用する方法とインターロッキング・ブロックなどを製造する方法に限られている。今後、溶融スラグ発生量の増加とともに焼却灰と同じく再利用の問題が生じると考えられる。本研究では、溶融スラグの土質工学的特性を調べるとともに、地盤改良材として適用可能かどうかを検討している。

2. 溶融スラグの土質工学的特性

溶融スラグの主要成分は SiO_2 であり、また約1200度以上の高温で溶融されるためにほとんど有機物を含んでいない。したがって、一般的な砂と同じような地盤材料としての利用方法が検討されており、基礎的な研究¹⁾がすでに行われている。本研究で用いた溶融スラグ(試料No.1, 2)の粒度分布を図-1に示す。両試料の差は溶融されたゴミ質や溶融炉の種類の差であると考えている。均等係数2.8~3.0、曲率係数0.8~1.2とどちらの試料も砂分を主体に狭い範囲に粒径が分布している。既往の研究結果¹⁾でも均一な粒径分布を示していることから、溶融スラグの特性として粒径が比較的均一になることが考えられる。しかし、均一な粒径分布であるために締固め特性が悪く、図-2に示すように、突固めによってもほとんど締め固まらないという結果が得られた。また、溶融スラグの最大・最小密度試験の結果は表-1の通りであり、豊浦標準砂とほぼ同じ程度であった。次に、溶融スラグの透水性について検討した結果、相対密度 $\text{Dr}=92\%$ で 0.34cm/sec 、 $\text{Dr}=80\%$ で 0.42cm/sec であり、溶融スラグは砂~礫程度の高い透水性を有していることがわかった。また、先に挙げた既往の研究¹⁾では、三軸排水試験結果から溶融スラグの内

表-1 溶融スラグと豊浦標準砂の比較

	溶融スラグ		豊浦砂
	No.1	No.2	
粒子密度 (g/cm ³)	2.89	2.87	2.64
最大密度 (g/cm ³)	1.53	1.72	1.65
最小密度 (g/cm ³)	1.29	1.34	1.33

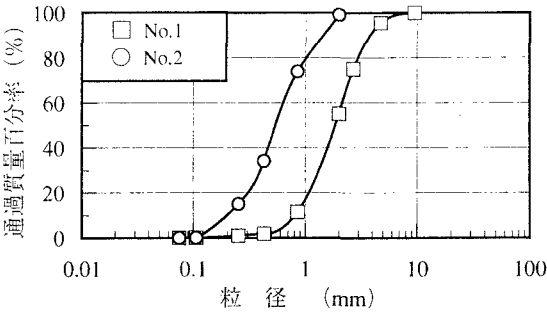


図-1 溶融スラグの粒度分布

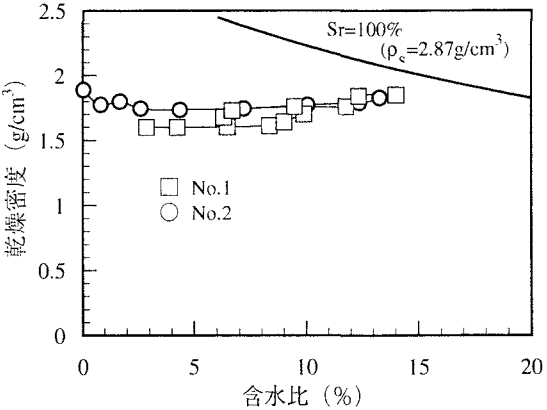


図-2 溶融スラグの締固め曲線

部摩擦角は35～37度と一般的な砂と同じ程度の値であることがわかっており、熔融スラグは砂と同様の土質工学的特性をもつといえる。

3. 地盤改良材としての適用性

熔融スラグの特徴として、①粒径が比較的均一である、②非常に高い透水性を有している、という2点がわかった。この特性を活用して地盤改良材としての適用性について検討する。まず、粒径分布が均一であることを活かして、粒度分布を改善するための混合材としての適用性について検討した。図-3は粒径を2.0～9.5mmに調整し、粒度分布を悪くしたまさ土に熔融スラグを混合して突固めを行った場合の締固め曲線である。粒度調整したまさ土は締め固まりにくい、熔融スラグを混合することによって締固め特性が改善されていることがわかる。

次に、透水性が高いことを活用して、サンドドレーン工法などのドレーン材としての適用性について大型圧密土槽による模型実験結果をもとに検討した。大型圧密土槽（内径156mm、高さ430mm）内に含水比150%のカオリン粘土（ $p_s=2.64$, $w_L=83.9\%$, $I_p=54.4$ ）を充填し、直径が35mmになるように熔融スラグ・ドレーンを打設した。そして24時間自重圧密させた後、上載圧4.9kPaから荷重増加率1で196.2kPaまで段階的に载荷した。図-4は上載圧196.2kPaにおける圧密沈下曲線である。比較のため、砂をドレーン材として使用した場合の結果も併せて示している。熔融スラグをドレーン材として用いた方が一次圧密終了が早く、最終沈下量も小さいことがわかる。

以上の結果から、熔融スラグは一般的な砂と同様の土質工学的特性を有しており、その特長を活かせば地盤改良材としての利用は十分可能であることがわかった。

4. まとめ

熔融スラグは一般的な砂と同様の土質工学的特性を有しており、この特長を活かして混合材やドレーン材といった地盤改良材として十分適用可能である。

【謝 辞】 本研究で使用した熔融スラグは（株）クボタから提供して頂いたものである。ここに記して感謝の意を表する。

【参考文献】 1) 長田・西原・長田・三浦・森田・諏訪：都市ゴミ直接熔融スラグの地盤材料としての適用に関する基礎的試験，材料，Vol.49，No.1，pp.34～37，2000。

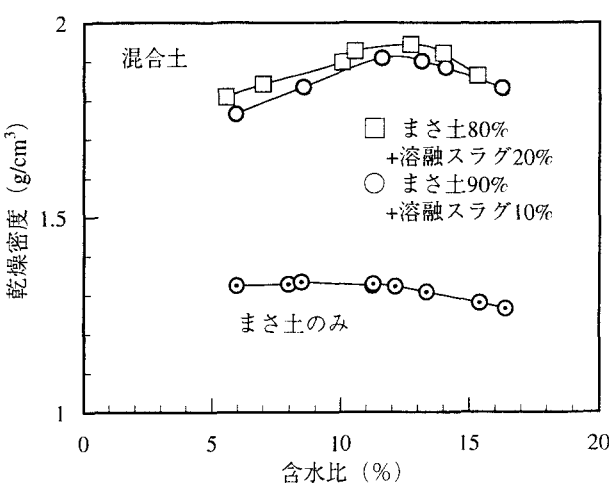


図-3 熔融スラグ混合土の締固め曲線

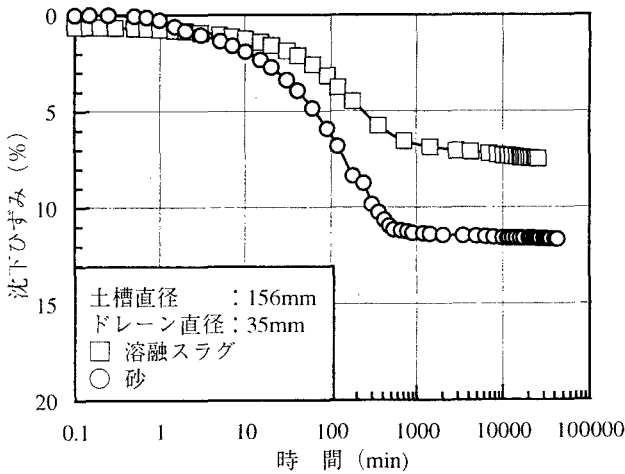


図-4 熔融スラグをドレーンに用いた圧密試験結果