

粒度調整処理土の土質工学的諸性質

福岡大学工学部 学生員○青柳 弘光 池田 泰久
福岡大学工学部 正 員 佐藤 研一 正 員 吉田 信夫
志摩建設 庄野崎 徹二

1.研究目的 現在、福岡市では建設工事に伴う発生土のほとんどが、再利用されることなく廃棄されている。そのため、道路下埋設管などの埋戻し工事においては、路床土には良質な砂、路盤には粒度調整砕石が使われている。そこで本研究では、建設発生土の有効利用を考えるために、福岡市内にあるリサイクルセンター内で粒度調整後、処理された粗粒砂及び脱水ケーキを対象に、土質試験を行い、埋戻し材料としての再利用の可能性及びその利用方法を提案することを目的としている。

2.実験概要 実験に用いた粗粒砂と脱水ケーキは図-1に示すような工程により分別される。この処理法は、センター内に運び込まれた発生土を水で解泥した後、ふるい選別する方法である。今回実験に用いた粗粒砂は、20mmふるい通過試料を、分級器により分別された試料であり、図-2に示すように、砂分含有率 65%と砂質土に分類される試料である。一方、脱水ケーキは、粗粒砂を分別する際に生じる泥水を高分子剤を用いて、土粒子を凝集させ、さらに脱水させたものである。粒度分布は図-2に示す通りで、細粒分含有率が90%、初期含水比 40.3%と第4種建設発生土に分類され、現在は最終処分場で廃棄されている。表-1に各試料の物理的性質を示す。粗粒砂は、これらの結果から判断すると、粒度の悪い砂（SP）に分類され、脱水ケーキは低液性シルト（ML）に分類される。実験は、このような物理特性を持つ試料に対し、表-2に示すような条件で、締め固め試験、修正 CBR 試験、設計 CBR 試験を実施した。また、一面せん断試験では、表-3に示す条件を用いて行い、新しい基準に従い、反力板側の荷重を一定に保った状態の定圧一面せん断試験を行った。

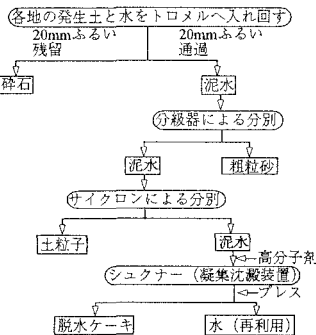


図-1 建設発生土処理の工程

3.実験結果および考察

3.1 締め固め試験結果：図-3に粗粒砂、脱水ケーキの締め固め試験結果を示す。締め固め特性として、粗粒砂は、最大乾燥密度が高く、最適含水比 $w_{opt}=13.3\%$ と小さく、砂質土系の材料特性を示すのに

表-2 実験条件

試験名	粗粒砂	脱水ケーキ
締め固め試験	自然乾燥状態、非曝露法	
設計 CBR 試験	—	自然含水比で締め固め後、室温 20 度、空気養生 6 日、水中養生 4 日
修正 CBR 試験	最適含水比で締め固め後、水中養生 4 日	—

対し、脱水ケーキは、最大乾燥密度が低く、最適含水比 $w_{opt}=28.0\%$ と高く、締め固めにくい材料であった。

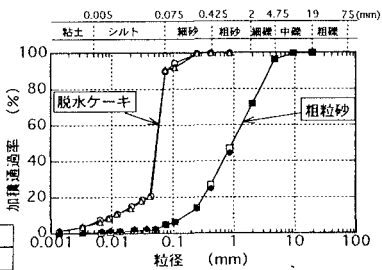


図-2 実験試料の粒径加積曲線

表-1 実験試料の物理特性

試料	粗粒砂	脱水ケーキ
初期含水比 w (%)	7.5	40.3
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.646	2.581
均等係数 U_c	8.159	13.571
曲率係数 U_c	1.145	1.265
10% 粒径 D_{10} (mm)	0.161	0.004
30% 粒径 D_{30} (mm)	0.491	0.015
50% 粒径 D_{50} (mm)	0.935	0.036
60% 粒径 D_{60} (mm)	1.311	0.048
最大粒径 D_{max} (mm)	19	0.425
液性限界 (%)	NP	47
塑性限界 (%)	NP	33
塑性指数	NP	14

3.2 粗粒砂の修正 CBR

試験結果：図-4に粗粒砂の修正 CBR 試験結果を示す。この結果より、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.90\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 $w_{opt}=11.9\%$ となり、修正 CBR 値は 31.5%とな

表-3 一面せん断試験条件

実験試料	粗粒砂	脱水ケーキ
上載荷重	98、196、294kPa	
せん断速度	0.2mm/min	
粒径	0.85 ふるい通過試料	全粒径
含水比	最適含水比 13.3% に調整	最適含水比 28.0% に調整
供試体密度	$D(\gamma_d/\gamma_{dmax})=0.75$ $D(\gamma_d/\gamma_{dmax})=0.8$	最大乾燥密度に調整 $\rho=1.41\text{g/cm}^3$
供試体作製法	締め固め法	

ることがわかった。

福岡市の下層路盤及び路床の埋戻し基準値は、下層路盤が修正 CBR 値 30% 以上、路床は修正 CBR 値 20% 以上であり、基準

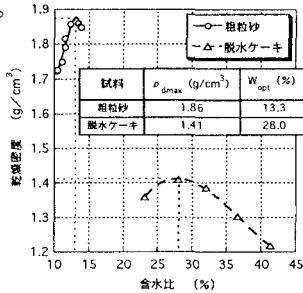


図-3 実験試料の締固め試験結果

値を十分に満たしている材料であり、十分に再利用可能であることがわかる。

3.3 一面せん断試験結果：実験は表-3に

示す条件により、粗粒砂の供試体は、0.85mm 通過試料を用い、最適含水比を用いて、締固め法より作成した。図-5 に粗粒砂の同一上載荷重 294kPa で供試体密度 D (γ/γ_{dmax}) = 0.7、0.75、0.8 における粗粒砂の一面せん断試験結果を示す。供試体の密度の増加に伴って、せん断応力にピークが現れていることがわかる。一方、最大乾燥密度で締固めた脱水ケーキの一面せん断試験結果を図-6 示す。粗粒砂に比べて、同一上載荷重におけるせん断応力が小さいことがわかる。そこで、これらの実験結果からピーク時のせん断応力と垂直応力より内部摩擦角と粘着力の関係を粗粒砂を図-7 に、脱水ケーキを図-8 に示す。粗粒砂は、供試体の密度の増加に伴って、内部摩擦角が増加し、

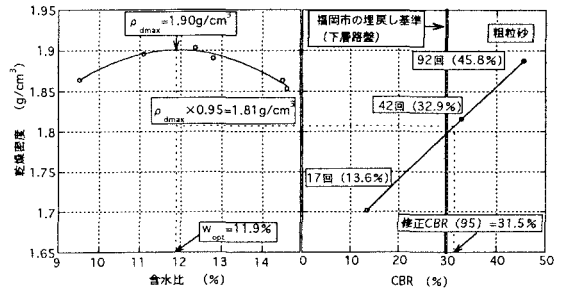


図-4 粗粒砂の修正 CBR 試験結果

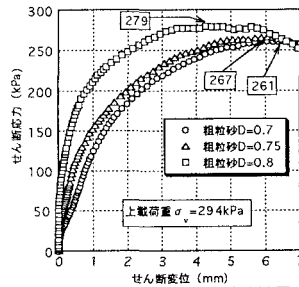


図-5 一面せん断試験結果

(粗粒砂: $D=0.7, 0.75, 0.8$)

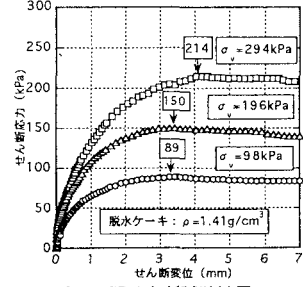


図-6 一面せん断試験結果

(脱水ケーキ: $\rho=1.41\text{g/cm}^3$)

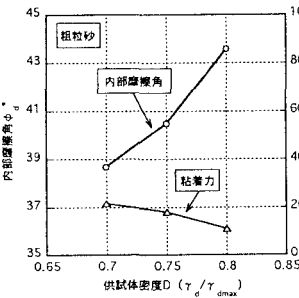


図-7 粗粒砂の内部摩擦角と

粘着力の関係

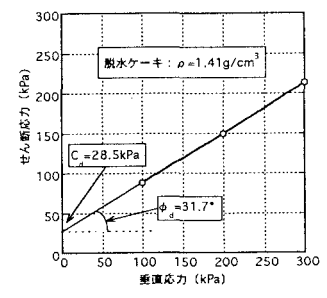


図-8 脱水ケーキの内部摩擦角と

粘着力の関係

$D=0.8$ では $\phi_p=43.6^\circ$ と大きい値を示した。粘着力は供試体の密度の変化に関係なく、ほぼ同じ値を示した。脱水ケーキは、粗粒砂に比べ粘着力 $C_0=28.5\text{kPa}$ と大きく、内部摩擦角が、最大乾燥密度で締固めた試料であるにもかかわらず、 $\phi_p=31.7^\circ$ と小さい値を示した。また、別途行った設計 CBR 試験より、設計 CBR 値 0.3% と低い強度を示し、福岡市の路床への埋戻し基準である設計 CBR6% 以上、細粒分含有率 10% 以下等のいずれも規定も満たしていない材料であった。そのため、現状のままで使用が難しく、何らかの安定処理が必要であることがわかった。一方、粗粒砂については、実験装置の性質上、全粒径を用いて行っていないこと、実際の現場密度と比較して、小さいことなどを考慮すると、地盤材料としての強度は十分有し、再利用可能であると考えられる。

4. 結論

① 粗粒砂は、いずれの試験からも埋戻し材料としての基準は十分に満たしていることが示され、下層路盤及び路床に再利用可能である。

② 脱水ケーキは、物理試験の結果、第 4 種建設発生土に分類される。埋戻し材料として使用するには、現状のままでは設計 CBR 値、細粒分含有率が基準値を満たせず、何らかの安定処理あるいは流動化処理などによる新たな利用法の検討が必要である。