

砂質系現地発生土を混合した浄水汚泥の地盤材料特性

九州産業大学 工学部 正会員 ○ 松尾 雄治
同 上 正会員 林 泰弘

1. はじめに

水道事業における浄水処理過程で発生する浄水汚泥は産業廃棄物として取り扱われ、大半が埋立て処分に、一部がセメント原材料等として再利用されているが、今後の埋立て処分場の確保やセメント需要の減少からリサイクル化の問題に直面している。浄水汚泥の地盤材料としての再利用に関しては、固化材の混合の他、建設発生土混合による力学性状への影響に関し、コーン指数を求めている報告¹⁾等もあるが、路盤、路床、埋戻し材等としての CBR 値の検証には至っておらず、さらに有効活用法の検討を要する現状と言える。

また一方で、建設現場等の現地発生土に関してもリサイクル化が義務づけられる時代背景もあり、本研究では、現地発生土として比較的良質な砂質系材料である「まさ土」や「しらす」を混合した浄水汚泥(脱水ケーキ)の地盤材料特性を室内実験により検証したものである。

2. 使用した材料の特性および試料調整について

浄水汚泥は、福岡県 K 市の浄水場で脱水処理された脱水ケーキを採取(写真-1-a)したが、脱水後破碎され土砂として比較的利用しやすい状態のものであり、採取時の含水比は 149 %、土粒子の密度は 2.46g/cm^3 であった。室内実験に当たっては、乾燥炉内で約 40°C の強制乾燥後、含水比を約 10%程度まで下げた試料を用いた。浄水汚泥は細粒分が多く含まれているが、浄水処理された後に装置から排出された脱水ケーキ土塊は、固結し著しく硬質な破片状や粒状のものが混ざり合っている。しかし、乾燥させると細粒化が進む性状を有していることもわかった。

九州の砂質系材料土として代表的な北部の「まさ土」と南部の「しらす」を現場発生土に選定し採取した。

まさ土は太宰府近郊の土取場(写真-1-b)で、しらすは鹿

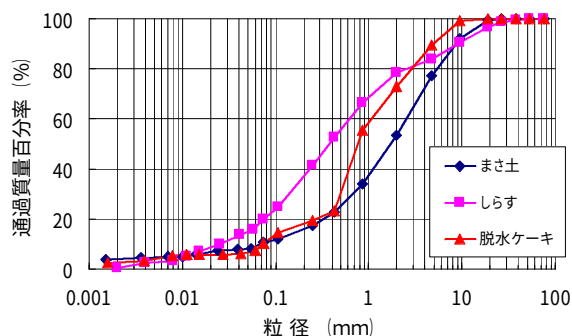


図-1 粒径加積曲線

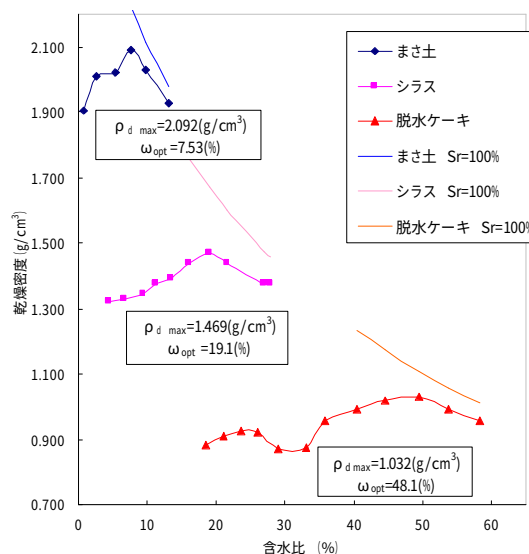


図-2 締固め曲線



写真-1 試料の採取状況 左から、(a)浄水汚泥 (b)まさ土 (c)しらす

キーワード 浄水汚泥, 廃棄物, 発生土, 粒度分布, 締固め特性, CBR

連絡先 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 Tel 092-673-5685 Fax 673-5093

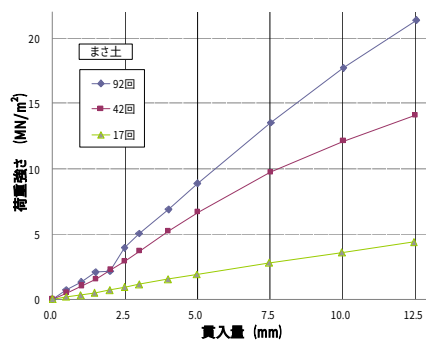


図-3 CBR貫入試験結果（まさ土）

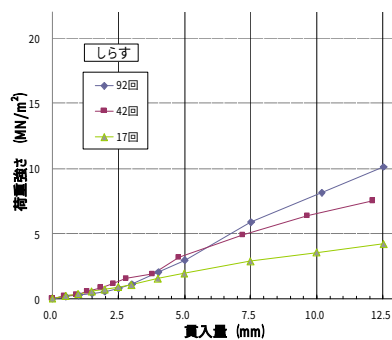


図-4 CBR貫入試験結果（しらす）

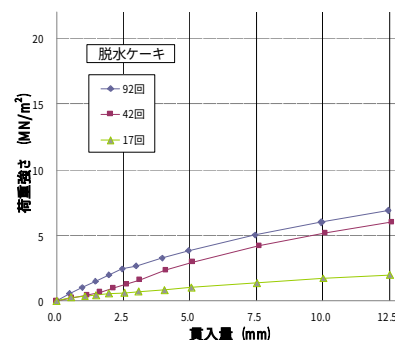


図-5 CBR貫入試験結果（浄水汚泥）

児島市Tトンネル建設工事現場で採取（写真-1-c）したものである。土粒子の密度は、まさ土が 2.67g/cm^3 、しらすが 2.45g/cm^3 であった。いずれも空気乾燥させた後、実験に用いた。

三試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。均等係数 U_c ・曲率係数 $U'c$ は、まさ土： $U_c=34$ ・ $U'c=2.5$ 、しらす： $U_c=22$ ・ $U'c=1.1$ 、脱水ケーキ： $U_c=14$ ・ $U'c=3.0$ であり、各試料ともに粒径が広範囲に分布し、粒度の良い土とみなされたが、図-2 の締固め曲線（E-a 法）から締固め特性については異なり、特に、脱水ケーキは粒度分布が中位に位置していたにもかかわらず、締固め曲線が緩やかでピークが2つ現れる山形になり、最適含水比の位置も不明確

になっていた。浄水汚泥は見かけ上の粒度は砂質土に当たるが、細粒分が凝集剤によって固結しているため、実際には粘性土の様に締固めには向かない材料だと言えることがわかった。実験に用いる混合土の割合は、各々の試料を最適含水比となるように加水調整し、まさ土またはしらすを1とした質量比率で脱水ケーキの混合比を、1:1（汚泥含有率=50%）、1:2（66%）、1:3（75%）の3ケースとした。実験は路盤材料としての適用を想定し、試料土単体と各々の混合土に対して、修正 CBR 試験を行い、力学的特性を検証した。

3. 実験結果および考察

各試料単体での修正 CBR 試験結果を図-3（まさ土）、図-4（しらす）、図-5（脱水ケーキ）に示す。図より貫入抵抗は、まさ土、しらす、脱水ケーキの順に小さくなる傾向であることがわかり、各々の試料土単体での修正 CBR ($D_c=95\%$) は、まさ土が 72 %、しらすが 37 %、脱水ケーキが 22 %であった。

汚泥含有率と修正 CBR の関係を図-6 に示す。凡例中の *は3層92回の突固めで作製した CBR 試験供試体の乾燥密度が締固め試験結果の最大乾燥密度に満たなかったため、前者の乾燥密度を最大乾燥密度と仮定した推定値を用いたものである。CBR 目標値は日本道路協会規定に基づき、一般道路の下層路盤材の CBR20 %以上とした場合では、脱水ケーキ単体では目標値にとどかないものがあるが、砂質系材料と汚泥含有率を1:2（66 %）以下の混合土については、目標値を満たすことがわかり、混合改良の効果が確認された。

4. まとめと今後の課題

脱水ケーキは、粒度分布が良い砂質土に判定されるが締固め曲線は緩やかで、試料単体では CBR 値も低く路盤材料としては不向きな土と言える。砂質系発生土との混合土について、汚泥含有率が1:3と大きくしなければ日本道路協会の修正 CBR に関する材料規定に対して、一般道路の路盤下層盛土材として利用できること、それに満たない土でも簡易舗装道路の路盤下層盛土材としては利用可能であることがわかった。

浄水汚泥（脱水ケーキ）は、発生する地域や時期によって性状が大きく異なるため、実験結果が一様に適用されるとは考えられず、今後は、採取範囲（場所・時期）を拡大し、多種材料の検証を進める必要がある。（謝辞）本研究にあたり実験およびデータ整理等に協力頂いた本学卒業研究生 瀬口 孝太郎 君に謝意を表します。

参考文献 1) 蛭田他「現地発生土との混合による浄水汚泥の有効利用法の提案と混合土の評価」第8回環境地盤工学シンポジウム:2009.7

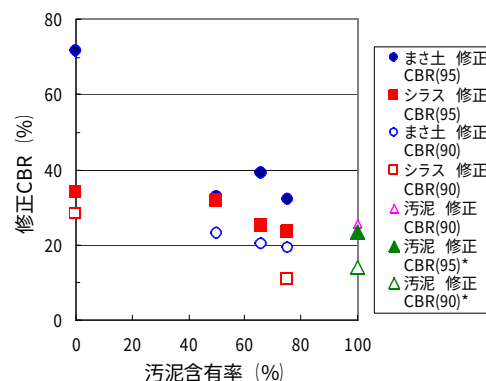


図-6 汚泥含有率～修正CBR