

産業廃棄物の保水性と力学的特性

国士舘大学 正会員 田中正智 国士舘大学 正会員 柴田英明
中央開発㈱ 正会員 東原 純 国士舘大学 学生会員 小路智子

1. まえがき

産業廃棄物による埋立処分は、今後、ますます増加する傾向にあるが、できあがった埋立地盤の早期跡地利用については、未だ解決しなければならない問題が多数残っている。本研究では、種々の産業廃棄物を混合した地盤の早期跡地利用を考慮した造成方法の確立を目的とし、そのための基礎データを収集するため、廃棄物の保水性と不飽和剪断特性について調べた。

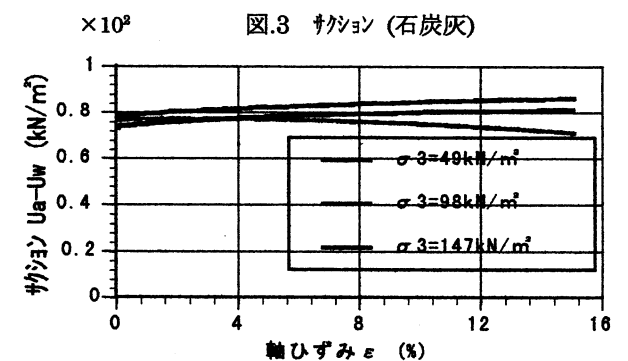
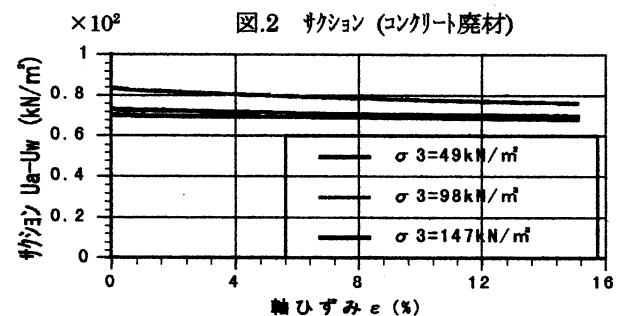
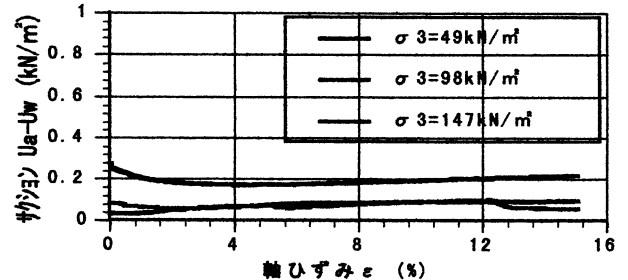
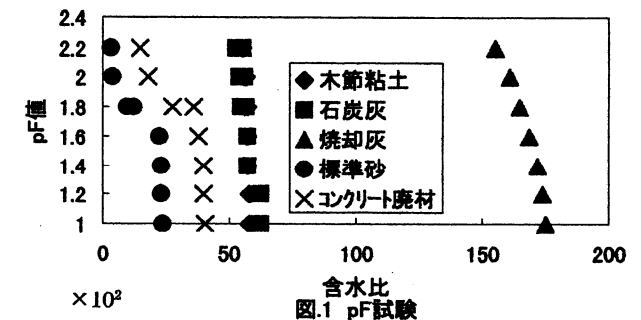
2. 実験概要

試料とした廃棄物は、コンクリート廃材、焼却灰、石炭灰の3種類である。試料は最大粒径 2 mmとした。初めに、廃棄物の保水性を調べるため、pF 試験を行った。本研究室では、高さ 3m以内での実験しか行えないので、 $pF=2.2$ まで計測した。一方、締固め試験結果をもとに、それぞれの廃棄物の最適含水比と同程度の水を含む廃棄物について不飽和三軸試験を行った。試験条件は排気・非排水条件で行い、側圧は 49kN/m^2 、 98kN/m^2 、 147kN/m^2 の3種類とし、せん断ひずみ速度を 0.1 mm/min とした。供試体は凍結法で作成し、試験機に設置した後、約 1 時間放置し、融解するのを待ってから実験を開始した。

3. 実験結果

3.1. pF 試験

図.1 に各試料の pF 試験結果を示している。初めに、試験装置の正確さを確かめるため、豊浦標準砂について行った。その実験結果と既往の研究結果とを比較したところ、ほぼ同一の pF 値と含水比との関係が得られたので、試験装置は正常であると判断した。図.1 より、コンクリート廃材は初期含水比が 40%であり、 $w=28\%$ で $pF=1.8$ を示し、豊浦標準砂($w=10\%$ で $pF=1.8$)よりも保水性があるが、木節粘土($w=55\%$ で $pF=1.8$)よりも低いことがわかった。また、石炭灰はほとんど木節粘土と同程度の保水性を持っており、一方、焼却灰は初期含水比が 175%と高く、 $w=160\%$ で $pF=1.8$ と通常の粘性土よりも保水性が高いことがわかった。これらの廃棄物は液性限界試験ができないほどの非塑性土に近い性質を持つ材料であるのに保水性が高く、焼却灰等は粘性土以上の保水性を持つことが確認された。この理由として、これらの廃棄物は一般の地盤材料と比較して、空隙率が大きく、吸水性が高いためと考えられる。



キーワード：サクション，産業廃棄物，埋立地盤，内部摩擦角，不飽和

連絡先：〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 TEL : 03-5481-3277 FAX : 03-5481-3277

3.2.不飽和三軸試験

廃棄物の締固め試験結果より、各廃棄物の最適含水比を見出し、この最適含水比と同程度の水を含んだ廃棄物についてせん断特性を調べた。また、比較のため、最適含水比より 10%ほど乾燥側の試料についても同様のせん断特性を調べた。初めに各廃棄物のせん断時のサクションを調べると、図.2 より、コンクリート廃材のサクションは軸ひずみの増加に従い、5~25kN/m²の大きさを示しており、ほぼ砂質土のサクションの大きさと同程度であることがわかる。ここで、図.1 の pF 値とこのコンクリート廃材のサクションの大きさを比較すると、コンクリート廃材の含水比 15% に対する pF 値が 2.2 位、即ち、サクションが 20kN/m²であり、せん断時のサクションの大きさとほぼ一致することが確認できる。一方、石炭灰のサクションは、図.3 より、68~80kN/m²とコンクリート廃材のサクションよりも数倍大きい値を示している。また、図.4 より、焼却灰のサクションはどの側圧においても差はなく、75~88kN/m²とほぼ一定値を示している。次に、有効応力表示で求めた各廃棄物の内部摩擦角は、コンクリート廃材で $\phi_u = 43^\circ$ 、石炭灰で $\phi_u = 34^\circ$ 、焼却灰で $\phi_u = 41^\circ$ であった。また粘着力は、どの廃棄物でも、ほぼ 0 であった。このように、せん断強度の結果からは、コンクリート廃材や焼却灰は、十分、埋立地盤の地盤材料としての強度は持つと判断できる。さらに、それぞれの廃棄物に対する破壊応力点を図.5~7

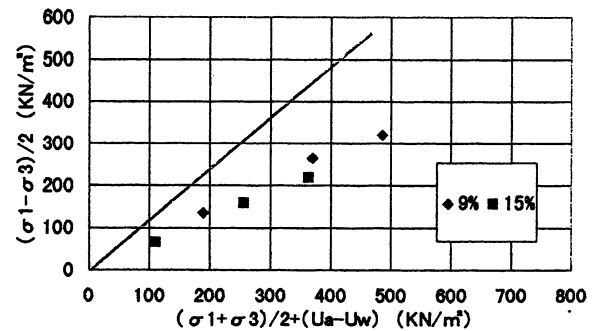


図.5 破壊応力点 (コンクリート廃材)

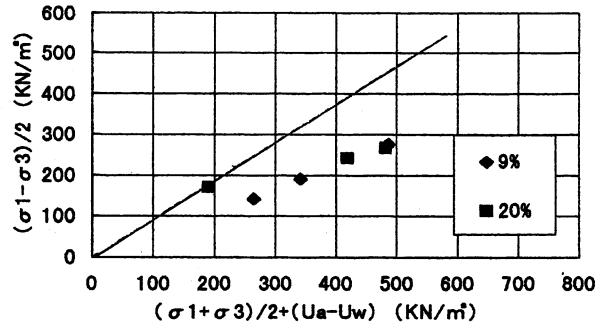


図.6 破壊応力点 (石炭灰)

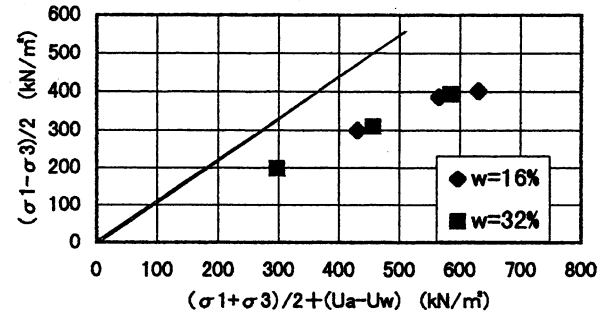


図.7 破壊応力点 (焼却灰)

に示している。なお、各図上の直線は、飽和したときの各試料の破壊包絡線を示している一般にサクションが小さい場合の破壊応力点はこの飽和時の破壊包絡線の近くに分布し、サクションが大きくなるに従って、この破壊包絡線から離れていく傾向が認められている。ここで各廃棄物の破壊応力点について検討すると、図.5 より、コンクリート廃材については、サクションが生じることにより、明らかに飽和時の破壊包絡線よりも傾きが小さくなり、含水比の多い方が幾分小さくなっているが、この程度の含水量の違いでは、ほとんど同じ傾きを示している。次に、図.6 より石炭灰では、含水量の多い方の傾きが小さくなる傾向を示している。図.7 より、焼却灰においては、明らかに含水量の多い方の傾きが小さくなる傾向を示している。このように、廃棄物においても、サクションの大小により、破壊応力点を結ぶ直線の傾きは、飽和時の破壊包絡線より離れる傾向を持つことが確認できる。

4.結論及び考察

上記実験結果より、下記に示す結果が得られた。

- (1).各廃棄物は非塑性土でありながら、砂よりも保水性が高く、焼却灰のように粘性土よりも保水性の高いものも存在する。
- (2).コンクリート廃材については、締固め試験やせん断試験等の結果より、細粒土を混合することによって、十分、安定した地盤を作り出すことができると判断できる。
- (3).石炭灰や焼却灰については、そのままでは埋立地盤の材料としては不適當であり、何らかの補助工法を施す必要がある。

謝辞：本研究に際して、中部地質(株) 安部廣史博士や鹿児島大学北村良介博士に懇切丁寧なご指導を賜りました。ここに記して謝意を表します。