

一般廃棄物地盤を有効活用するための実験的研究

不動建設株式会社 正会員 ○伊藤竹史
 東京大学大学院 フェロー会員 東畑郁生
 東京大学大学院 福井聡 亀田真加 喜多佑介

1. はじめに

現在、我が国においては数多くの廃棄物処分場やその跡地が存在している。一般的に廃棄物には、工業や建設業から発生する産業廃棄物と、主に一般家庭から発生する一般廃棄物がある。一般廃棄物は産業廃棄物と違って、人体に有毒な物質を含まないので、都市基盤としての有効利用が可能と考えられる。特に大都市臨海部の海面廃棄物処分場などは国際空港や貿易港に隣接しており、新しい産業や国際経済の発展の場として絶好の立地条件にある。しかし現在の所、その多くはスポーツ施設や公園などの利用にとどまっている。これは一般廃棄物地盤が高い圧縮特性を持ち、地盤沈下の問題が深刻になるためである。そこで、本研究では一般廃棄物に対して三軸圧縮試験などの実験を行い、一般廃棄物地盤の変形特性や強度特性を調べ、都市基盤として有効利用するにはどのような対策が必要かを検討した。

2. 実験材料

今回の実験には本物の廃棄物材料を使用する事とした。その一例として東京湾の中央防波堤外側処分場より一般廃棄物を採取した（図-1）。この一般廃棄物処分場は、建設残土などの土砂を海面まで埋め立て、その上に生ゴミなどを焼却した焼却灰と不燃性廃棄物が7:3程度の割合で埋め立てられており、この2つの廃棄物について変形特性、強度特性を調べた。

不燃性廃棄物は、すべて破碎処理が施され小さく裁断されている。図-2に重量比による組成分析結果を示す。同図より、重量は軽いが体積の大きいプラスチック・ビニール類が中心で、試料の粒子密度は $\rho_s = 1.324 \text{ g/cm}^3$ と非常に小さい。

焼却灰は、図-1の写真に示す様に土砂の様相を示している。試料の粒子密度試験からは $\rho_s = 2.53 \text{ g/cm}^3$ の結果が得られ砂に近い値であった。

3. 実験方法

不燃性廃棄物：三軸圧縮試験を行い、変形、強度特性を調べた。廃棄物試料の粒子の大きさとバラツキの大きさを考慮し、平面23cm×24cm、高さ57.5cmの大型角柱の供試体を使用した。供試体は乾燥状態とし、密度は締固め試験結果より $0.5 \sim 0.65 \text{ g/cm}^3$ を目標とした。

焼却灰：中空ねじり試験機を用いて変形、強度特性を調べた。供試体の寸法は、外径 $\phi 10 \text{ cm}$ 、内径 $\phi 6 \text{ cm}$ 、高さ20cmである。供試体の作成は締固め試験の結果から、モールド内で最適含水比で締固め、上載荷重をかけた状態で気中養生し、現場に近い状態を再現させた。



不燃性廃棄物 焼却灰

図-1 中央防波堤一般廃棄物

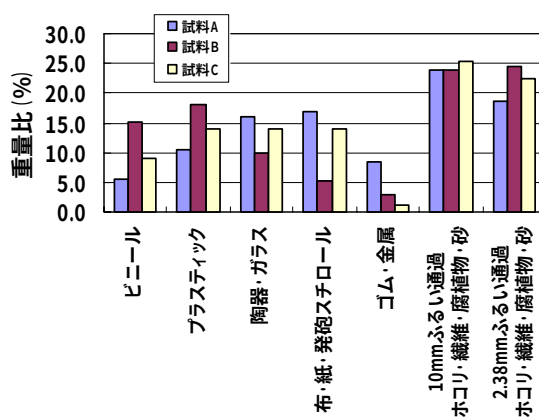


図-2 中央防波堤不燃性廃棄物の組成分析結果

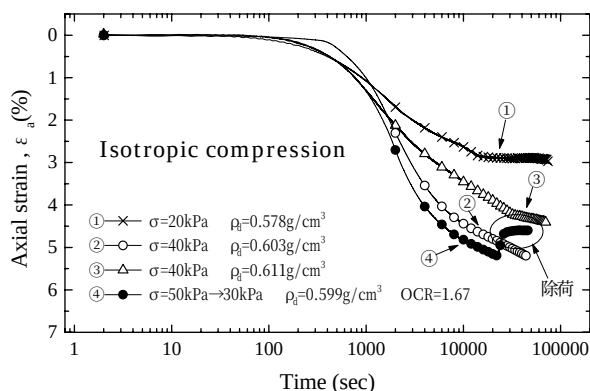


図-3 大型三軸による体積圧縮試験（不燃性廃棄物）

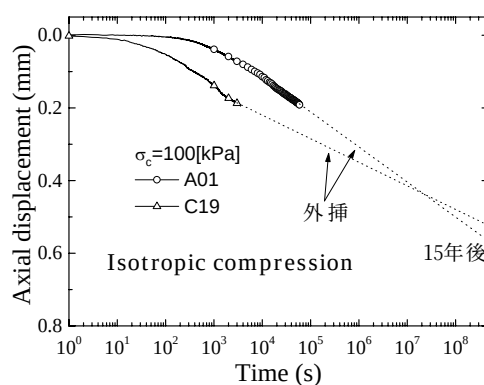


図-4 体積圧縮試験結果（焼却灰）

Key Words: 不燃性廃棄物, 焼却灰, 三軸試験, 地盤沈下, 変形

連絡先: 東京都台東区台東 1-2-1 不動建設株式会社 TEL03(3837)6034 FAX03(3837)6158

4. 圧縮試験

不燃性廃棄物：圧縮クリープした結果を図-3に示す。同図の供試体①②③は有効拘束圧を20,40kPaで圧縮し、12~20時間クリープしている。結果より、拘束圧がそれほど大きくないにも拘わらず軸ひずみ3~5%程度の大きな沈下が生じる。同じ拘束圧下では、密度の大きな供試体のほうが、沈下量は小さく、終息傾向が見られている。このことから、締固めによる密度の増大で、沈下を低減できる可能性が考えられる。また④の供試体は50kPaの有効拘束圧で6時間クリープし、その後30kPaまで拘束圧を除荷した状態で6時間クリープした。その結果、除荷後のクリープ試験ではひずみの増加が見られず安定した。これは、プレローディングの技術によって沈下対策が可能であることを示す。

焼却灰：100kPaの有効拘束圧で等方圧縮クリープした結果を図-4に示す。試験には中空ねじり三軸試験機を用いている。15年後の沈下量を同図から推定しても0.6mm（軸ひずみ0.3%）程度しか発生せず。不燃性廃棄物にくらべ沈下量は極めて小さく、沈下は大きな問題とはならないと考えられる。

5. 三軸せん断試験

不燃性廃棄物：三軸せん断試験を実施した結果を図-5に示す。同図より、不燃性廃棄物の大きな特徴は、ひずみが増加しても破壊しないところである。これはビニールが補強材の役割をしているからであると考えられる。生物処理された一般廃棄物で実験したケースでは、この廃棄物からビニールを撤去した結果、ひずみ破壊をおこしていることがわかる。また、拘束圧や密度の大きいもののほうが大きな強度が得られること、豊浦砂に比べ初期強度は低いがひずみが大きくなるにつれて大きな強度を発揮することが確認された。しかし、大きな変形量が伴うため建設には留意を要する。

セメント改良した不燃性廃棄物：図-6にセメント改良した不燃性廃棄物改良体の三軸せん断試験の結果を示す。同図より、 $W/C=0.8$ 以下ではほとんどの改良体が一般的なソイルセメントコラムのようにひずみ破壊をおこしており高い強度が得られた。一方、 $W/C=1.0$ の改良体では、無処理の供試体に比べて強度は高いが他の改良体に比べ強度は小さく、無改良の不燃性廃棄物のように地盤が破壊しないという特性がある。また、図-7に改良体に300kPaに軸差せん断応力を載荷した状態で4日間クリープ試験を実施した結果を示す。かなり大きな荷重がかかっているにもかかわらずほとんど変形していないことがわかる。

焼却灰：図-8に焼却灰の三軸せん断試験の結果を示す。同図に示すように、不燃性廃棄物と逆に焼却灰は小さいひずみで大きな軸差せん断応力が得られることがわかった。そのため、低層の建築物の基礎として、強度と変形量とも問題ないと考えられる。

6. まとめ

今回、室内土質試験を一般廃棄物材料に対して実施したところ、沈下の挙動など、従来の土質力学の概念が適用できることが確認できた。また、締固め工による密度の増大やセメント改良工が、沈下の低減・強度や剛性の増大に有効なこと、プレローディング工法等による残留沈下対策が可能であることが確認され、既存の軟弱地盤改良技術が適用できることがわかった。

【謝辞】本研究を行うにあたり、廃棄物採取に快くご協力頂いた東京都環境局の関係者各位に厚く謝意を表します。

【参考文献】Towhata, I., Kawano, Y., Yonai, Y., and Koelsch, F. (2004): "Laboratory tests on dynamic properties of municipal waste," Proc. the 11th Int. Conf Soil Dynamics and Earthquake Engineering and the 3rd International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Berkeley, Vol.1, pp.688-693.

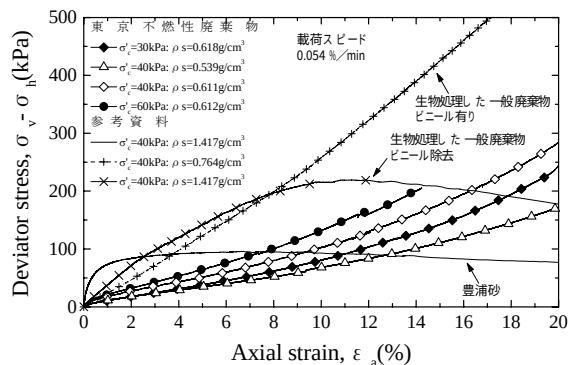


図-5 三軸せん断試験結果（不燃性廃棄物）

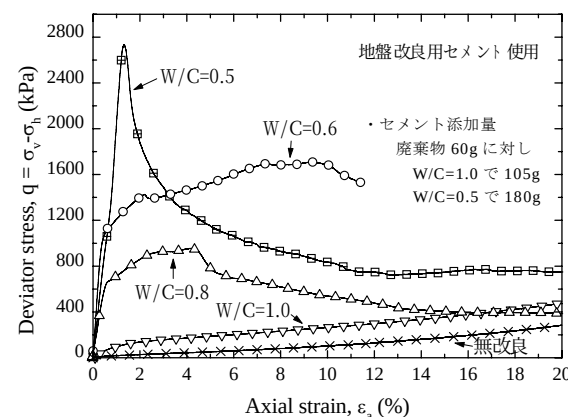


図-6 三軸せん断試験結果（セメント改良）

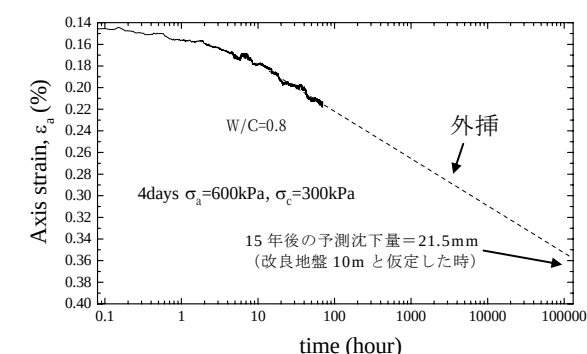


図-7 せん断クリープ試験結果（セメント改良）

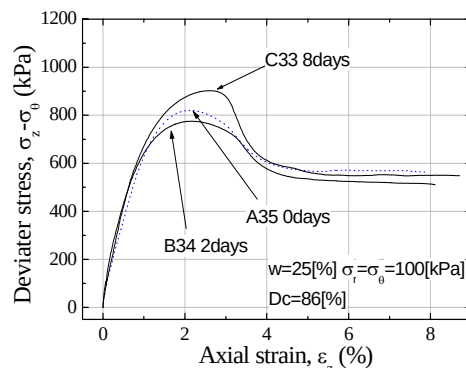


図-8 三軸せん断試験結果（焼却灰）