

ごみ焼却灰の地盤工学的有効利用に向けた物理及び力学特性に関する基礎的研究

長崎大学工学部 正会員 後藤恵之輔 長崎大学工学部 正会員 山中 稔
 長崎大学大学院 学生員 小川 鉄平 同 上 持下輝雄

1. はじめに

環境問題に関しての意識の高まりとともに、廃棄物を減らすための努力が多方面でなされているが、排出される大量の廃棄物は、その大部分がリサイクルされずに埋立処分されており、埋立処分場の寿命を縮めてきた。日本では一般廃棄物の約73%が焼却処分され、約17%が全国約2000カ所の最終処分場で直接埋立処分されている¹⁾。さらに、国土面積が狭い日本では、廃棄物埋立地盤の有効利用をさらに進めることは、現在の土地利用状況を考えて重要な課題であると言える。しかし、廃棄物埋立地盤には未だ解決すべき問題が多く残されている。

著者らは、廃棄物の中で今後も多量の排出が予想されるごみ焼却灰に着目し、ごみ焼却灰で埋立てられた地盤の跡地利用に向けた地盤工学的研究を行っている。本論ではまず、ごみ焼却灰の基礎的土質データを得ることを目的に、一連の物理試験及び力学試験を実施した。

2. 物理特性

実験に用いたごみ焼却灰は、N市の大型焼却場内の埋立処分地から採取した。採取するにあたり、室内試験を考慮して数cm以上の塊は排除した。現地では、埋立処分地に運搬する際に飛散防止のため散水を行っていた。その時の含水比は25.3%であった。搬入ごみの質や大きさにより焼却灰の粒度が変動することが予想されるために、粒度試験を数回実施した。

図-1に、19mmふるい通過試料での粒径加積曲線を示す。得られた粒度分布を平田ら²⁾の用いた焼却灰と比較すれば、礫分を最大30%多く含んでいるが、これは搬入されたごみ種による違いが出たものと考えられる。いずれの採取試料も、粒度分布は悪いと判断できる。また、焼却灰粒子の密度は $2.44 \sim 2.59 \text{ g/cm}^3$ の範囲にあり、非常にばらつきが大きい、土粒子の密度として考えた場合には、比較的小さい値を示すと言える。

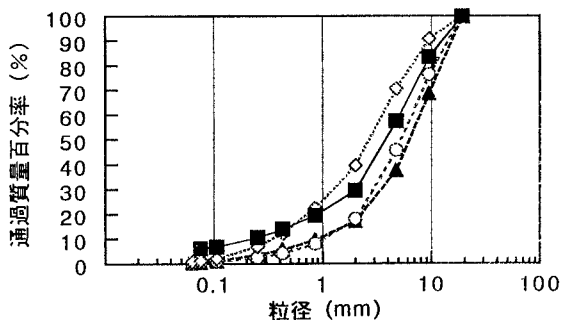


図-1 粒径加積曲線

3. 力学特性

1) 締固め試験

焼却灰の締固め特性を調べるために、突固めによる締固め試験を、A-a法及びC-a法の2種類の落下エネルギーにおいて実験を行った。図-2に焼却灰の締固め曲線を示す。いずれの落下エネルギーにおいても、明瞭なピークは見られない。これは、粗粒で粒度分布が悪いためであると考えられる。得られた最大乾燥密度はいずれも小さく、また締固めエネルギーを大きくしても最大乾燥密度の上昇は小さい。最大乾燥密度は、A-a法及びC-a法でそれぞれ、 1.27 g/cm^3 及び 1.37 g/cm^3 であった。また、最適含水比はA-a法及びC-a法でそれぞれ、31.5%及び27.3%であったが、この値は採取した埋立処分地の含水比25.3%に近い値を示

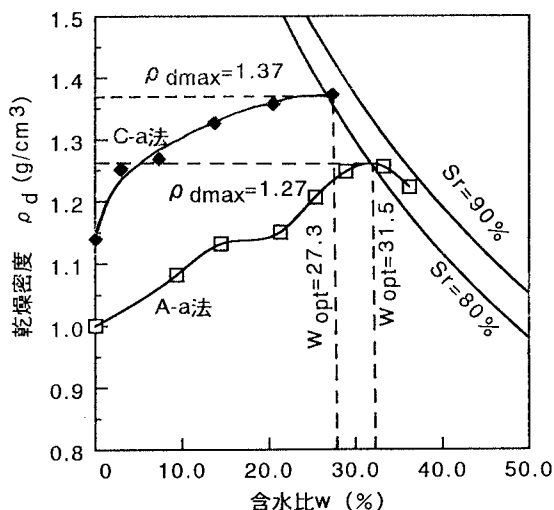


図-2 焼却灰の締固め曲線

している。締固め特性を考慮して散水が行われているとは考えられないが、締固めには良い条件で埋め立てられていると言える。

2) 透水試験

変水位透水試験を行った。供試体の密度は、後述する三軸圧縮試験で供試体が自立する密度である $\rho_t = 1.19 \text{ g/cm}^3$ とした。供試体の飽和度を高める方法として、吸水脱気法を用いた。実験に用いた試料は、透水容器の大きさから9.5mmふるい通過試料を用いた。実験の結果、透水係数は $2.6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ が得られ、中位の透水性を有していると言える。土の場合と比較すれば、粒度から判断できる透水係数よりも、若干高い値を呈していると言える。

3) 圧密非排水(CIU)三軸圧縮試験

実験に用いた焼却灰は、2mmふるい通過分を用いた。供試体を、湿潤密度 $\rho_t = 1.19 \text{ g/cm}^3$ 、間隙比 $e = 1.68$ となるよう、締固め法により成形した。B値は90%以上になることを確認した。有効拘束圧は49 kPaから245 kPaの範囲で49 kPaずつ増加させ5条件で行った。背圧は98 kPaとした。

図-3に有効応力経路図を示す。いずれの有効拘束圧ともに、せん断初期の過剰間隙水圧の発生量は小さいことが言え、有効拘束圧が98 kPa以下の場合には若干過圧密な挙動を示す傾向にあることが分かる。主応力差が最大に近づくにつれ、過剰間隙水圧の発生量が大きくなり破壊包絡線に至る。

図-4に、有効応力によるモールの応力円を示す。有効拘束圧98 kPa以外のデータにより求めれば、この供試体条件では内部摩擦角 $\phi' = 32.0^\circ$ 、粘着力 $c' = 26.7 \text{ kPa}$ の値が得られた。この値を一般的な砂質土と比較した場合には、若干低い値を示すと言える。他の焼却灰の強度定数として、 $\phi' = 21.2 \sim 54.6^\circ$ 程度³⁾と大きな値を呈する報告もあるが、本実験において軸ひずみが大きくなっても主応力差に明瞭なピークの見られない関係を示した点、また焼却灰が粒子破碎し易い材料であることを考慮すれば、今回得られた強度定数は妥当な値であると考えられる。

4. おわりに

本研究により、ごみ焼却灰の物理特性及びある密度条件での静的力学特性を得ることができた。今後はさらにデータを蓄積し、供試体間隙比と強度定数との関係を得るとともに、動的変形試験や繰返し非排水三軸試験等も行い、ごみ焼却灰埋立地盤の跡地利用に向けた研究を続けていく予定である。

参考文献

- 1) S.F.Zakrzewski著：環境汚染のトキシコロジー，化学同人，pp.190-200，1995.
- 2) 平田・前野：一般廃棄物の土質力学特性とその改善方法，土と基礎，Vol.40，No.6，pp.29-34，1992.6.
- 3) 島岡・花嶋ら：埋立廃棄物の力学特性と埋立構造物の安定性に関する実験，土と基礎，Vol.45，No.7，pp.24-26，1997.7.

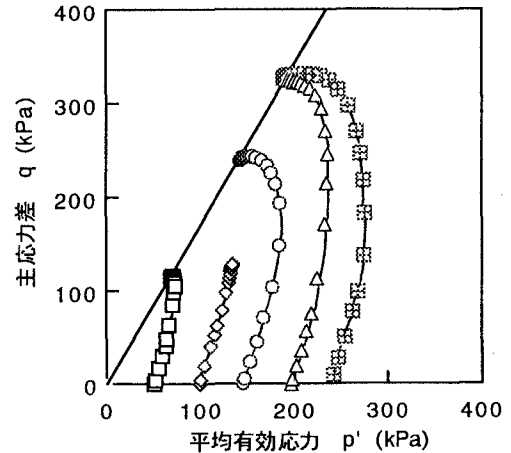


図-3 有効応力経路図

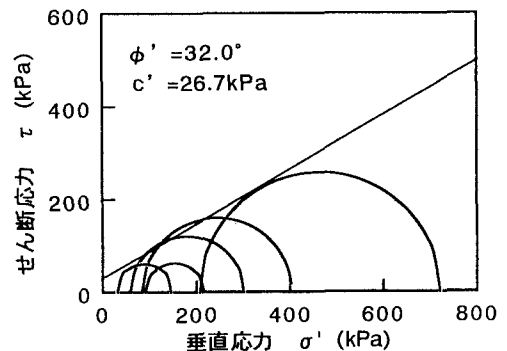


図-4 有効応力によるモールの