

都市ごみ焼却灰のせん断及び圧縮沈下特性に関する実験的研究

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
同 上 学生員○宮原 伸 長崎大学大学院 学生員 小川 鉄平

1. はじめに

今日、増加し続ける一般及び産業廃棄物の処理・処分が重要な課題となっている。国土の狭い日本では、清掃工場や埋立地の用地確保が非常に困難になりつつあり、今後は、ごみそのものを減らすことは勿論、最終処分場そのものの再利用が望まれる。この様な中で、廃棄物埋立地の有効利用を進めることは、貴重な土地資源の有効活用として期待されている。

廃棄物埋立地盤の有効利用を考える際、その主要な構成材料である都市ごみ焼却灰のせん断及び圧縮特性を予め得ることが重要である。本研究では、都市ごみ焼却灰を試料とし、圧密非排水三軸試験及び圧縮沈下試験を実施することにより、都市ごみ焼却灰のせん断及び圧縮特性を解明することを目的とするものである。

2. 都市ごみ焼却灰試料

実験に用いた都市ごみ焼却灰は、N市の大型焼却場から採取した。採取するにあたり、室内実験を考慮して数cm以上の塊は排除した。埋立処分地への搬入の際に、飛散防止のための散水がなされており、採取時の含水比は35.5%であった。都市ごみ焼却灰粒子の密度は、 $2.23 \sim 2.43 \text{ g/cm}^3$ の範囲にあり、ばらつきが大きい。これは、搬入ごみの大きさや内容物の違いにより、都市ごみ焼却灰粒子の密度が変動したためと考えられる。

3. 物理及び三軸圧縮(CIU)試験結果

実験に用いた都市ごみ焼却灰は、2mmふるい通過分を用いた。供試体寸法は直径5cm、高さ10cmであり、締め固め法により成形した。供試体密度は、湿潤密度 $\rho_t = 1.17 \text{ g/cm}^3$ 、及び $\rho_t = 1.27 \text{ g/cm}^3$ の2条件とした。三軸圧縮(CIU)試験では、いずれの供試体密度でも背圧は98kPaとし、B値は95%以上となることを確認した。有効拘束圧は、 $\rho_t = 1.17 \text{ g/cm}^3$ の場合、49~147kPaの範囲で19.6kPaずつ増加させ、計5条件で行った。 $\rho_t = 1.27 \text{ g/cm}^3$ の場合、49~245kPaの範囲で39.2kPaずつ増加させ、計5条件で行った。

表-1 CIU試験における供試体条件及び強度定数

湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.17	1.27
含水比 w (%)	35.3	23.0
間隙比 e	1.68	1.24
全応力	ϕ (°)	19.2
	c' (kPa)	30.9
有効応力	ϕ' (°)	39.3
	c' (kPa)	35.0

表-1に、CIU試験による供試体条件及び得られた強度定数を示す。他の焼却灰の強度定数として、 $\phi' = 31.2^\circ \sim 33.3^\circ$ 程度との報告¹⁾もあり、本研究で使用した都市ごみ焼却灰は、比較的強度が大きいと言える。また、試験前後で、細粒分含有率が6~12%に増加しており、せん断過程で粒子破碎が生じていることが明らかとなった。

4. 圧縮沈下試験

1) 試験方法

図-1に実験に使用した実験装置の概略図を示す。用いたモールドは直径30cm、高さ30cmの大型モールドを使用し、モールド上部から高さ5cm、15cm、25cmの位置に土圧計を設置した。試料をモールド内に均一になるよう入れた後、供試体上面に載荷板を載せ、載荷シリ

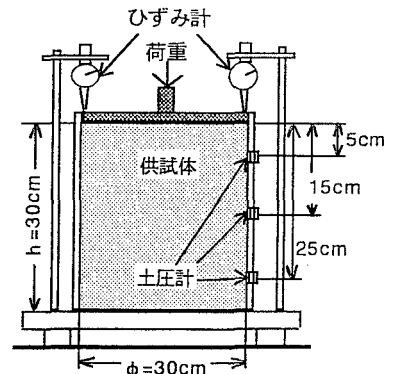


図-1 圧縮試験装置概略図

ンダーにより所定の荷重を載荷した。用いた試料は19mmふるい通過分を試料として用いた。供試体密度条件として、 $\rho_d=1.02\text{ g/cm}^3$ (間隙比 $e=0.87$) 及び $\rho_d=1.30\text{ g/cm}^3$ (間隙比 $e=1.32$) の2条件とした。供試体密度 $\rho_d=1.30\text{ g/cm}^3$ は、締固め最大乾燥密度 (A-a法による) ρ_{dmax} の98.0%に相当する。載荷圧力は密度条件 $\rho_d=1.02\text{ g/cm}^3$ の場合には、10~120kPaまでの範囲の5段階の荷重を、密度条件 $\rho_d=1.30\text{ g/cm}^3$ の場合には、10~160kPaまでの範囲で6段階載荷し、1段階毎に24時間載荷した後、次の段階に移るものとした。また、最終段階終了後、10kPaまで除荷し、24時間測定した。

2) 試験結果

図-2に、都市ごみ焼却灰の $e-\log p$ 曲線を示す。 $\rho_d=1.30\text{ g/cm}^3$ は、 $\rho_d=1.02\text{ g/cm}^3$ の場合と比較すれば、先行圧密応力は大ききなり、圧縮係数は小さな値となった。また、いずれの供試体密度条件でも、膨張量は小さいことが明らかとなった。他地区のごみ焼却灰の $C_c=0.4\sim1.4$ ²⁾と比較すれば、本実験で使用した都市ごみ焼却灰の C_c は、小さい値を呈している。 $C_c=0.784$ という比較的小さい値であることから、圧縮にくい試料であると言える。

図-3に、密度条件 $\rho_d=1.02\text{ g/cm}^3$ における水平土圧と載荷圧力の関係を示す。水平土圧分布は、一般的な土とは異なった分布を示しており、深さ25cmの深い部分における水平土圧が最も低い値を示している。これは、都市ごみ焼却灰にはカルシウム分が比較的多く含まれており、水分の存在下で固結が生じやすい³⁾ため、時間の経過と共に、水分が降下し、深い部分での都市ごみ焼却灰の硬化が進行したものと考えられる。また、深さ15cmの中層部の水平土圧は、深さ5cmの比較的浅い部分の水平土圧と比較すれば、載荷荷重の増加及び時間の経過に従って漸近している。これは、時間の経過に従い、先に述べている底部と同様に、中層部も固結が進行していったものと考えられる。

5. まとめ

本実験で用いた都市ごみ焼却灰試料のせん断強度定数は、一般土と比較した場合、高い値であることが分かった。また、圧縮沈下試験においては、供試体密度と圧縮指数の関係を導くことが出来た。さらに水平土圧分布は、一般的な土とは異なった分布を示した。今後は、供試体密度の違いによる圧縮沈下特性と、水平土圧分布のさらなる解明を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 前野・平田・永瀬：焼却灰の三軸試験による土質力学試験, 第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.258-260, 1996.
- 2) 前田慶之助：廃棄物埋立処分の問題点, 土と基礎, Vol.25, No.8, pp.5-10, 1975. 8.
- 3) 島岡・花嶋・水野・平井：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.

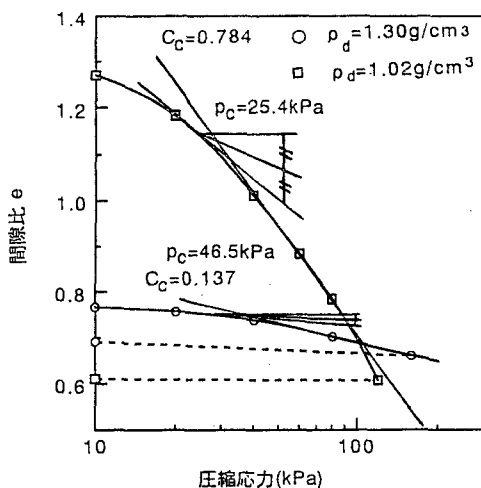


図-2 $e-\log p$ 曲線

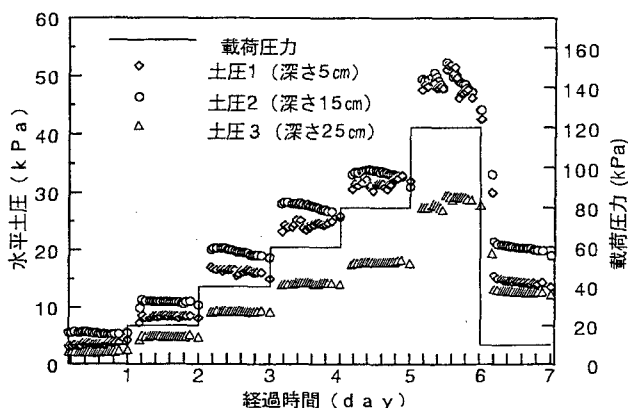


図-3 水平土圧の経時変化