

長期充填された一般廃棄物焼却灰の地盤工学的性質

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 学生員○庄村 栄敏 学生員 梅藤 清路
九州大学大学院 正会員 島岡 隆行 三井化学産資㈱ 正会員 平井 貴雄

1.はじめに 国土の狭い我が国では、最終処分場の新規建設が困難なことから、慢性的な処分場の不足といった問題に直面している。よって、処分場跡地には高度な跡地利用が要求される。そのためには、焼却灰地盤の物理・力学特性の経時的な変化¹⁾や、特に焼却灰含有成分により発生する、固結力の影響¹⁾を平面及び深度方向に十分に把握する必要がある。そこで、本研究では屋外大型土槽を最終処分場にみたくて、約3年間長期充填された一般廃棄物焼却灰の地盤工学的性質を把握するために、ボーリング調査及び支持力測定を行った。また、ボーリングによりサンプリングした試料を用いて一軸圧縮試験を実施した結果について報告する。

2.実験概要 土槽中に充填されていた焼却灰は、表1に示す物理・力学特性を持つA市の焼却処分場から排出されたものである。充填は図1に示す、底面が150cm×150cmで、高さが310cmの大型土槽に自然含水比29.1%で高さ50cmごとに木製ランマーを用いて、十分に締固めが行われたものである。その後、約3年間野外に放置されており、土槽底面に焼却灰からの浸出水を集水するための水抜き孔を設置し、ホースにより排水されるようになっている。この土槽を上部より7段階に分け、掘削、解体を行った。実験は、土槽解体時に図1に示す各測点において、簡易に支持力が測定できる装置を用いて各層の土質定数を測定した。さらに今回、解体前に図1に示すNO.1とNO.2において土槽上部から、ボーリング調査を行った。ボーリング調査の際の循環流体には、汚水や清水を用いず、発泡溶液を用いた。これは、焼却灰の含水比を変化させないようにするためである。その際、NO.1、NO.2において、それぞれ3~4本の不攪乱試料を採取した後、冷凍保存を行った。その後、冷凍試料をサンプリングの亚克力管のまま、内径82mmに合わせて、高さ164mmにカッティング成形した供試体(写真1)について一軸圧縮試験を行った。

3.実験結果および考察

3.1 土槽内試料の物理及び溶出試験結果 表2及び図2に各層における物理特性を、表3に焼却灰の特性に影響を与えると思われるカルシウムの溶出試験結果を示す。なお、溶出試験は環境庁告示第46号法に準拠して行っている。粒度試験より、土槽上面の U_c 及び U_c' が大きい値を示している。これは、風化作用の影響により、試料が細粒化していたことが考えられる。また、表2より、土槽上面の含水比が低いのは、天候の影響が大きいと考えられる。また、土槽上面以外ではほとんど初期含水比と変わらない値であることが分かる。

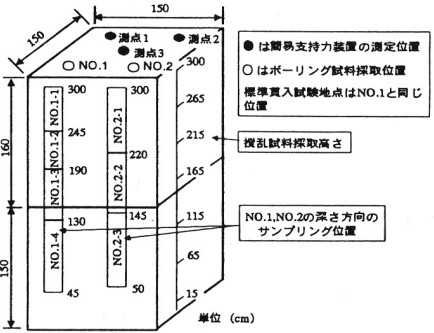


図1 土槽の概要図

表1 A市焼却灰の初期特性

含水比試験	w (%)	29.1
粒度試験	U_c	8.5
	U_c'	1.5
一面せん断試験	c (kPa)	178.5
	ϕ (°)	38.9
締固め試験	$\rho_{dm}(g/cm^3)$	1.55
	w_{gr} (%)	20.1
圧密試験	c_u	0.075
	p_c (kPa)	467

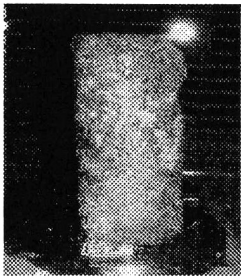


写真1 供試体写真

表2 土槽解体後の試料の物理特性

試料の採取高さ(cm)	含水比 (%)	ρ_s (g/cm³)	U_c	U_c'
300	11.2	2.553	22.4	2.2
265	20.3	2.483	7.5	1.8
215	26.4	2.563	10.6	1.5
165	25.3	2.527	8.2	1.4
115	28.4	2.477	7.3	1.5
65	24.4	2.498	13.6	1.5
15	26.7	2.505	9.8	1.4

表3 土槽解体後の溶出結果

土槽高さ (cm)	Ca (mg/l)
300	55.6
215	119.0
115	125.0
15	122.0

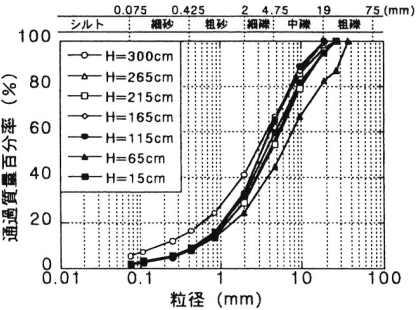


図2 粒径加算曲線

3.2 ボーリング調査及び簡易支持力測定結果 図-3に標準貫入試験及び簡易支持力装置から得られる結果を示す。N 値については、簡易支持力測定から得られた測点 1~3 と、標準貫入試験から得られた結果を比較すると、いずれの結果も土槽の高さ方向にほぼ同様の傾向を示している。また、土槽中央部において N 値の増加が見られる。標準貫入試験における $N=20$ 程度とは、砂質土が十分に締まった状態の地盤と同等の強さを持つ値である。また、簡易支持力測定の方が全体にわたり、大きな値を示したのは、装置の特性が結果に影響したためと考えられる。一方、CBR 値については、すべての高さにおいて、30%~60%あり、下層路盤材及び路床の材料規定²⁾を満たしている。また地盤支持力に与える影響因子として考えられるのは、焼却灰の固結力である。この固結力が生じる原因は、焼却灰中に含まれるカルシウムが水和反応を起こして発生すると考えられている。従っ

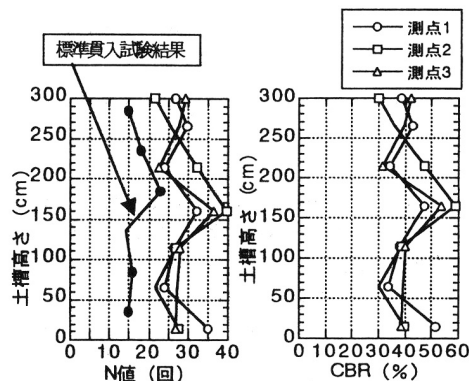


図-3 土槽高さとN値及びCBR値の関係

て、土槽高さ 160cm 程度における、N 値及び CBR 値の増加は、長期堆積により、焼却灰中に含まれるカルシウムと、適度な水の影響から生じたものと考えられる。さらに、焼却灰を充填する際の密度のばらつきが考えられる。また、これらの影響は、土槽の高さ方向によって異なると推測される。このように、焼却灰地盤の支持力は、焼却灰の固結力や充填の際の密度に大きく左右されると考えられる。

3.3 一軸圧縮特性 図-4及び表-4にボーリングサンプリング試料における一軸圧縮試験結果を示す。ただし、ボーリングを行った位置及び高さは、図-1に示す。この一軸圧縮試験において、土槽の高さ方向と一軸圧縮強さの間に図-3に示すような相関性は見られず、ばらつきが大きいことが分かる。しかし、N 値及び CBR 値で一番高い値を示した土槽の高さに相当する NO.1-3 の供試体が、一番強い強度を示している。この結果は、焼却灰内部に発生した、固結力が影響を及ぼしている可能性が示唆される。

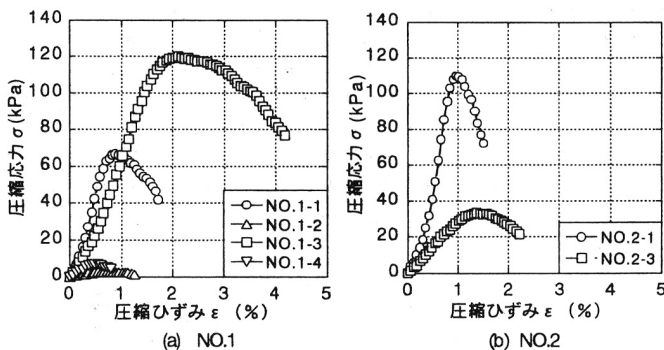


図-4 一軸圧縮試験結果

このように、強度に差がでる理由としては、写真-1に示すように、脱型した供試体の中には試料が脱落して、きれいに供試体が成形できていないものや、ひびが生じていたものがあったためだと考えられる。また、ボーリングの際に、シュール先端部分が鉄くずなどの夾雑物にあたることにより、試料に乱れが生じたためである。従って、焼却灰地盤は、夾雑物が妨げとなり、不攪乱試料をサンプリングすることが非常に困難であることが分かった。また、ボーリングにより、焼却灰地盤の不攪乱試料を採取する場合には、夾雑物などでも切断できるような岩盤掘削用でボーリングすることが望ましいと考えられ、今後さらなる検討が必要であると思われる。

4.まとめ ①大型土槽内の焼却灰は、3年間の時間経過に伴う長期堆積により、焼却灰内に含まれているカルシウムが水和反応を起こして固結力が生じていたと考えられる。

②高度な跡地利用を行う場合において、焼却灰地盤の不攪乱試料をサンプリングするには、ボーリングに影響を与える夾雑物を考慮して、今後、十分な検討が重要である。

表-4 含水比・一軸圧縮試験結果

試料 NO.	含水比 (%)	一軸圧縮強さ q_u (kPa)
NO.1-1	22.5	66.9
NO.1-2	20.7	2.8
NO.1-3	27.9	119.9
NO.1-4	27.1	7.1
NO.2-1	19.7	110.4
NO.2-3	25.5	33.2

参考文献 1) 島岡 隆行 花島 正孝 水田 邦憲 平井 隆雄「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」、地盤工学会誌、土と基礎、Vol.45、No.7、pp.24~26、1997.7 2) 「土質試験の方法と解説」、土質工学会編、pp.230、1996