

都市ごみ焼却灰の有効利用に関する基礎的研究（その2）

熊本工業大学 正会員○荒牧憲隆

熊本工業大学 正会員 村田重之

熊本工業大学 正会員 澁谷秀昭

1. はじめに

近年、一般および産業廃棄物の処理・処分が重要な課題となってきた。年々、増え続けつつある廃棄物は、一般生活や様々な産業から排出され、その収集・運搬・再生・処分も多種多様である。この中でも、一般廃棄物は、焼却後、埋め立てられることが多く、地盤材料として、取り扱われるべきものであった。しかし、大都市を除いては、これまで再利用や埋立て跡地の有効利用などで地盤工学的な問題に触れられることは少なく、廃棄物層の物理的性質、強度定数など、諸条件により大きなばらつきがあると報告されている¹⁾。このような中で、埋立処分場跡地を有効利用するためには、廃棄物層の沈下や支持力問題などを考慮した統一的な地盤工学的特性の解明が重要となってくる。本研究では、最終処分場より採取したゴミ焼却灰を対象に、標準圧密試験を様々な条件で行い、焼却灰の圧縮特性について検討を行うものである。

2. 試料および実験条件

本研究に用いた試料は、とある埋め立て処分場より採取した一般廃棄物の焼却灰、熊本県緑川下流域で採取した粘性土である。利用した焼却灰は、一般廃棄物であるゴミを900度の高温で燃焼され、その後、処分場に埋め立てられたものである。焼却灰は、完全燃焼されるため、プラスチック片や木片などは

表-1 各試料の物理的性質

	Bottom ash	Toyoura sand	Midori clay
G_s	2.443	2.651	2.542
e_{max}	1.939	0.921	—
e_{min}	1.251	0.594	—
w_L (%)	45.1	—	79.9
w_P (%)	38.8	—	39.3
I_p	6.3	—	40.6

存在せず、砂質土粒子のような塊状になっている。また、焼却灰粒子には、火山灰砂質土のしらす粒子のように、粒子内に空隙があることが知られている²⁾。これらの試料の物理的性質を表-1に示す。これらの試料を用いて、標準圧密試験および一軸圧縮試験を行った。焼却灰の標準圧密試験において、初期状態は相対密度 D_r で表している。各相対密度について、水浸および非水浸の試験を行い、水浸による焼却灰の圧縮特性²⁾に及ぼす影響について比較検討を行っている。さらに、水浸した焼却灰を先行圧密した供試体についても、圧密試験を行っている。

3. 実験結果

図-1には、初期相対密度 $D_r=30$ 、80%の焼却灰の間隙比・圧密圧力関係を示している。図中には、比較のため、豊浦標準砂の相対密度 $D_r=50$ 、80%の結果も併記している。豊浦砂は、相対密度によらず、初期から間隙比の大きな変化は認められないが、焼却灰は、いずれの試料においても、初期より間隙比が急激に低下していることが分かる。また、初期載荷段階の焼却灰において、両相対密度とも、非水浸時に比べ水浸時の焼却灰試料の間隙比の低下が大きい様子が認められる。まさ土やしらすなどの破碎性土と同様、常圧域で圧縮性の高い材料であることが分かる。図-2には、焼却灰の体積圧縮係数・平均圧縮応力関係を示している。初期の載荷段階で、水浸時の焼却灰の体積圧縮係数は、非水浸時に比べ、大きいことが認められる。これらのことから、焼却灰は、水浸時に、高い圧縮性を示し、コラプスの挙動を示すと考えられる³⁾。また、まさ土のように三軸圧縮試験等の飽和供試体の作成時において、コラプスの影響を考慮し、密度などの初期状態を管理する必要があると思われる。

図-3には、初期相対密度 $D_r=50$ %の焼却灰を水浸させた供試体とこの供試体を先行圧密($p_c=100\text{kPa}$)

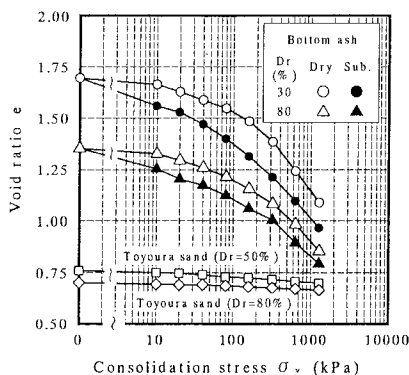


図-1 焼却灰の圧縮特性（水浸・非水浸）

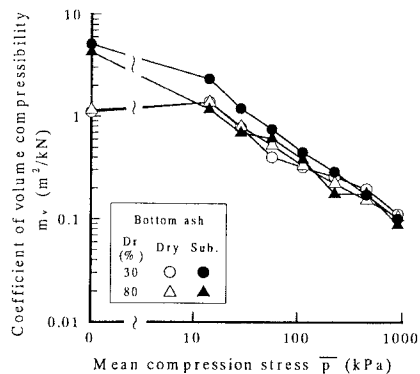


図-2 体積圧縮係数・平均圧縮応力関係（水浸・非水浸）

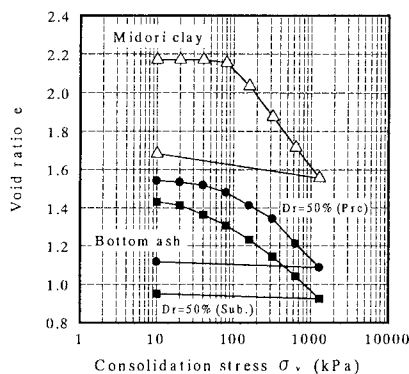


図-3 焼却灰の圧縮特性（水浸・先行圧密）

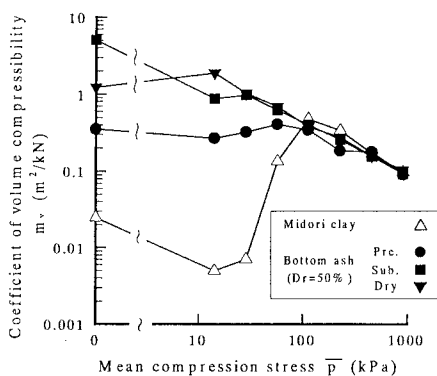


図-4 体積圧縮係数・平均圧縮応力関係（水浸・先行圧密）

したものの間隙比・圧密圧力関係を掲げた。図中には、再構成した緑川粘土の圧密試験結果も併せて示している。緑川粘土について、過圧密域では間隙比の変化はほとんどなく、圧密降伏応力（ $p_y=80\text{kPa}$ ）後、急激に間隙比が低下している。しかし、焼却灰において、初期の载荷段階から間隙比が急激に低下しており、先行圧密による影響は緑川粘土ほど認められない。また、除荷における焼却灰の膨潤性は、粘性土ほど認められず、さらに先行圧密による影響もほとんど認められなかった。図-4には、それぞれの焼却灰と粘性土の体積圧縮係数・平均圧縮応力の関係を示している。緑川粘土では、圧密降伏応力（ $p_y=80\text{kPa}$ ）を超えて正規圧密域に入るとき、体積圧縮係数は急激に増えているが、焼却灰では、いずれの試料においても、その傾向は認められない。また、焼却灰は初期载荷段階で体積圧縮係数は大きく異なっている。これらのことから、焼却灰の圧縮性は、間隙水や先行荷重による影響を受け易いことが推察される。

4. おわりに

本研究で得られた知見を以下に示す。1)焼却灰は、しらすやまき土などと同様に、圧縮性材料であることが認められた、2)水浸された焼却灰は、コラプス現象に類似した挙動を示し、载荷初期段階で非水浸のものに比べ、圧縮されやすい、3)焼却灰の力学特性において、試験時の初期状態の管理に注意する必要があることが示唆された。

【参考文献】1)羽多野他：海面埋立廃棄物処分場の地盤特性－沈下を主として－，廃棄物埋立地盤の跡地利用に関するシンポジウム発表論文集，pp.117～122，1991。2)前野他：焼却灰の土質力学特性と有効利用，土木学会論文集，No.568/Ⅲ-39，pp.199-207，1997。3)望月他：神戸人工島の埋立材料の液状化特性におよぼす密度の影響，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第3部，pp.208-209，1996。