

一般廃棄物焼却灰の一面せん断特性

福岡大学 学生会員 宮田省吾 隈本祥多
福岡大学 正会員 佐藤研一 藤川拓朗 古賀千佳嗣

1.はじめに 一般廃棄物焼却灰は一般の土とは性質が異なり、その状態が経時的に変化し、物理・化学的に不安定な材料である。そのため、焼却灰を地盤材料として用いる場合、材料の物理・力学特性を十分に把握する必要がある。本報告では、中型一面せん断試験装置を用いて締固め度、発生時期・地域の影響が焼却灰のせん断特性に与える影響について検討した結果について報告する。

2.実験概要

2-1 実験装置 焼却灰は土質材料と比較して、粒径の大きな爽雑物等を含んでいるため、通常の土質の一面せん断試験装置を用いてせん断試験を行うことは難しい。そこで図-1 に示す中型一面せん断試験装置を用いてせん断試験を行った。本試験装置は直径 200mm、高さ 70mm と通常の一面せん断試験装置と比べて大きく、最大せん断荷重及び最大垂直荷重はそれぞれ 50kN、30kN まで測定可能である。

2-2 実験試料 本実験では、平成 24 年 7 月に A 市の焼却場から排出された一般廃棄物焼却灰を 13mm 以下に粒度調整して使用した(以下、焼却灰 A)。また、発生時期・地域の影響にも着目するために既往の結果

¹⁾⁻²⁾と比較し考察する。図-2 に物理組成、図-3 に粒径加積曲線を示し、表-1 に各試料の物理特性を示す。なお、図表中には A 市から平成 18 年 10 月に採取した焼却灰(以下、焼却灰 B)、平成 16 年 10 月に採取した焼却灰(以下、焼却灰 C)についても示している。い

ずれの焼却灰も灰分が約 85~90%と多く含み、発生時期の違いによって異なる粒度分布及び物理特性になっていることが分かる。また、豊浦砂が単一粒径なのに対し、焼却灰は粒径幅が広く、細粒分を多く含む材料であることがわかる。

2-3 実験方法 実験条件を表-2 に示す。本実験では最適含水比に調整した試料を用いて密度管理により供試体作製を行った。供試体の初期密度管理は締固め度 $D_c(=\rho_d/\rho_{dmax})$ を採用し、 $D_c=0.7, 0.8, 0.9$ とした。ただし、 $D_c=0.8, 0.9$ においては 2.5kg ランマー法、 $D_c=0.7$ においては供試体作製が困難であったため、タンピング法により供試体作製を行っている。また、載荷圧力 σ_v はそれぞれ 50kPa、100kPa、200kPa、せん断速度は 0.3mm/min にてせん断を行っている。

2-4 焼却灰のせん断特性に与える影響

2-4-1 締固め度の影響 焼却灰により埋立てられた地盤は、常に同じ密度で形成されるとは限らない。そこで、本研究では締固め度を $D_c=0.7, 0.8, 0.9$ に変化させることで、締固め度の違いがせん断特性に及ぼす影響について検討を行う。

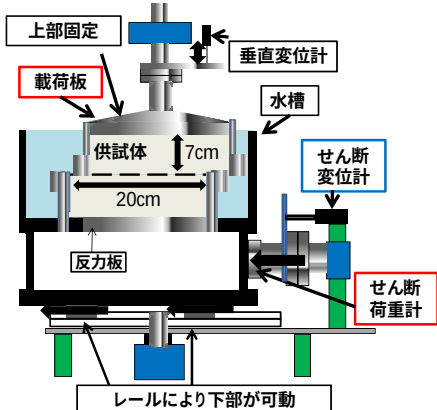


図-1 中型一面せん断試験装置

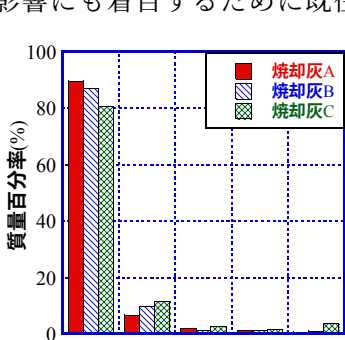


図-2 物理組成

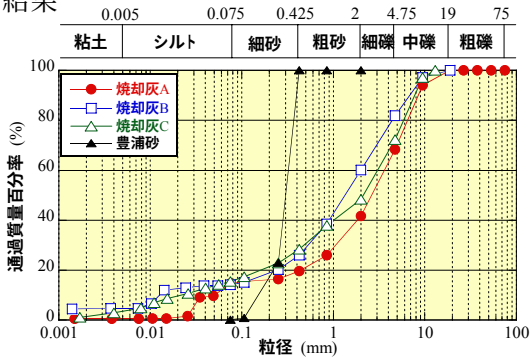


図-3 粒径加積曲線 ¹⁾⁻²⁾

表-1 各試料の物理特性 ¹⁾⁻²⁾

試料	採取時期	粒子密度 $\rho_s(g/cm^3)$	細粒分含有率 $F_c(\%)$	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(g/cm^3)$	最適含水比 $w_{opt}(\%)$
				A-b法	
焼却灰A	平成24年7月	2.588	14.6	1.460	22.0
焼却灰B	平成18年10月	2.460	10.8	1.391	38.1
焼却灰C	平成16年10月	2.300	15.5	1.580	18.0
豊浦砂	—	2.649	—	$e_{max}=0.984$ $e_{min}=0.612$	—

表-2 実験条件

試料	供試体作製方法	試料の状態	締固め度 D(ρ_d/ρ_{dmax})	相対密度 Dr(%)	載荷圧力 (kPa)	
焼却灰A	タンピング法	湿潤	0.7	—	50	
	2.5kgランマー法		0.8		100	
			0.9		200	
豊浦砂	空中落下法	乾燥	—	40 60 80	—	

2-4-2 発生時期の影響 発生時期によって焼却される一般廃棄物は異なることが知られている。そこで、本研究では本年度の結果と過去の結果¹⁾⁻²⁾を用いて発生時期の違いがせん断特性に及ぼす影響について検討を行う。

3. 結果及び考察

3-1 締固め度の違いによる影響

図-4 に締固め度の違いがせん断挙動に及ぼす影響について示す。 $D_c=0.7$ においてせん断応力はいずれの载荷圧力においてもピーク強度を示すことなく、強度が増加傾向を示している。また、体積ひずみは $\sigma_v=50\text{kPa}$ 下において若干の膨張傾向を示しているが、 $\sigma_v=100\text{kPa}$ 、 200kPa 下では圧縮傾向を示している。一方で、 $D_c=0.9$ においてせん断応力は $\sigma_v=50\text{kPa}$ 下では若干のピーク強度を示し、 $D_c=0.7$ の場合と異なったせん断挙動を示している。また、体積ひずみはいずれの载荷圧力においても膨張傾向を示しており、体積ひずみに関しても締固め度が異なることでせん断挙動が異なることが分かる。次に、**図-5** に締固め度の違いと最大せん断応力及び体積ひずみの関係について示す。ここで、体積ひずみはせん断変位 20mm における値を示している。密度の増加に伴って最大せん断応力は大きくなる傾向を示しており、締固めることで強度増加が望める材料であることが分かる。また、体積ひずみに着目すると、締固めることで著しい正のダイレタンシーを呈することが分かる。

3-2 発生時期による影響

図-6 に著者らが求めた強度定数の結果について示す。いずれの焼却灰も締固め度の増加に伴って内部摩擦角は大きくなる傾向を示し、粘着力においても同様の傾向を示している。また、発生時期の違いに伴い、強度定数にばらつきが生じている。これは物理組成や粒径分布による影響が考えられるが、いずれの時期の焼却灰においても締固め度の増加に伴って内部摩擦角及び粘着力は増加傾向を示し、発生時期に関係なく、締固めることで強度増加が望め、有効利用可能な材料であることが示された。

4. まとめ 1) 焼却灰は締固めることで、せん断応力は増加傾向を示し、体積ひずみは正のダイレタンシーを呈する。2) 焼却灰は発生時期の違いによりばらつきは生じるが、有効利用時に十分に締固めることで有効利用可能な材料である。

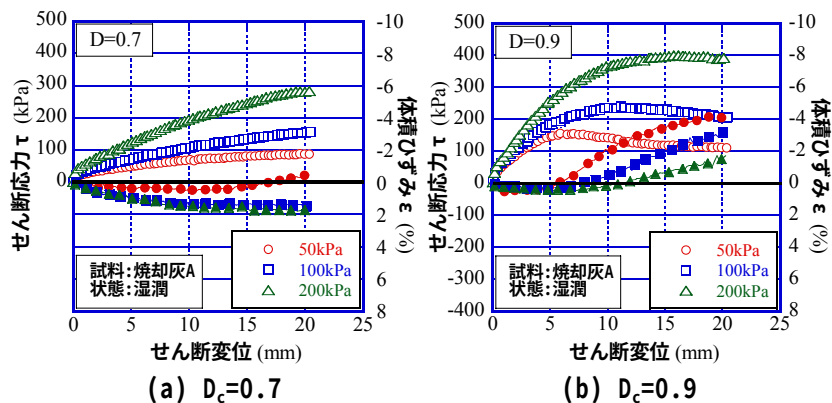


図-4 締固め度の違いがせん断挙動に及ぼす影響

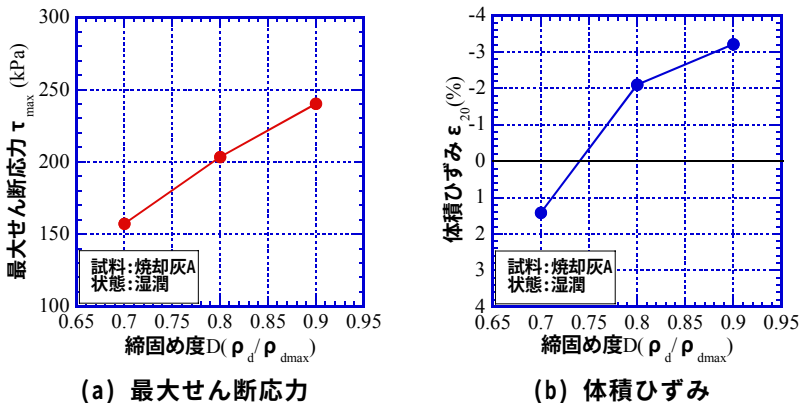


図-5 締固め度の違いと最大せん断応力及び体積ひずみの関係

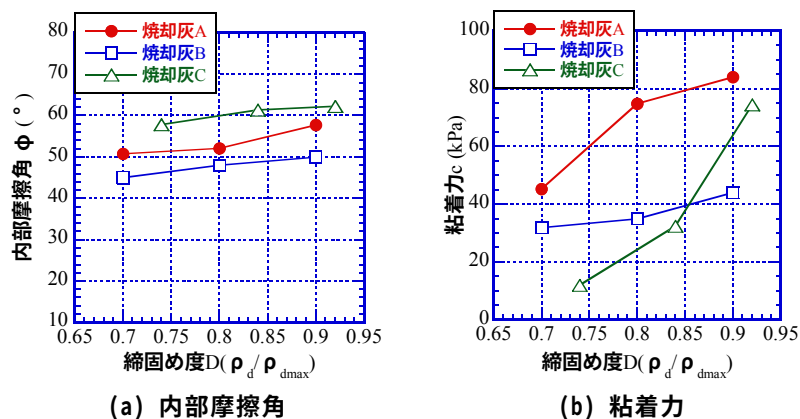


図-6 発生時期と強度定数の関係

《参考文献》1) 前原ら: 中型一面せん断試験装置を用いた一般廃棄物焼却灰のせん断特性, 平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会, pp.415-416, 2005. 2) 宮崎ら: 一般廃棄物焼却灰のせん断特性に及ぼす固結力の影響, 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会, pp.529-530, 2007.