## 海面埋立て処分場の地震時の挙動に関する研究

福岡大学工学部 学生会員 麻生茂樹 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 山田正太郎 藤川拓朗

1.はじめに 近年,我が国の一般廃棄物の最終処分場の有効残余年数が減少する中,大阪湾フェニックスのような 海面埋立て処分場の建設が行われている<sup>1)</sup>。管理期間終了後の処分場は,港湾機能等の広域的な処分場整備事業が 行われる事が予想される。しかし,このような一般廃棄物の埋立地の地盤工学的な特性は,未だ解明されていない 部分が多い。海面埋立て処分された廃棄物は,海面下では飽和状態にあり,海面投棄による比較的緩い地盤が形成 されていると予想される。そこで本研究では,海面埋立て処分場を想定して水中落下法で供試体を作成し,比較的 緩く堆積した焼却灰地盤の液状化特性を明らかにすることを目的とする。

## 2.実験概要

2-1 実験試料 実験では、A 市の焼却処理工場で採取した一般廃棄物の焼却灰(底灰)を供試体の大きさ等の制約により、2mm 以下に分取した試料を用いた。また、比較のために豊浦標準砂も用いた。図-1 と表-1 に実験に用いた各試料の粒径加積曲線と物理特性を示す。2mm 以下にふるい分けした焼却灰は、豊浦標準砂に比べて粒度分布が良く、細粒分を20%以上含有する。

豊浦標準砂を用いた供試体は,空中落下法で作成した。空中落下法は,漏斗を用いて所定の高さから試料を落下させ,相対密度を調整する方法である。一方,焼却灰では,水中落下法により供試体を作成した。この方法は,供試体作成用のモールドの半分の高さくらいまで脱気水を入れ,水面から試料を落下させ作成する方法である。このようにして作成した供試体は,概ね 。 0.776g/cm³となり,

締固め度(D= d/ dmax と定義する)D=0.65 と中密度である。 実験には、繰返し三軸圧縮試験装置内に、直径 75mm, 高さ H 150mmの供試体を作成した。焼却灰の場合は、水中落下法で供試体を作成したため、炭酸ガスは通さずに、供 試体に通水した後、背圧 BP=200kPaを載荷し、飽和させた。 豊浦標準砂の場合は炭酸ガス、脱気水を通し、背圧 BP=100kPaを載荷し、飽和させた。供試体の飽和の確認のために、各実験において B 値検定を行い、B 値が 0.96 以上であることを確認した。

**2-2 実験方法** 焼却灰については, **表-2** に示す条件に従って,焼却灰の持つ液状化挙動に及ぼす載荷速度の影響について調べるために,周波数 f=0.001Hz, 0.005Hz, 0.01Hz, 0.1Hz

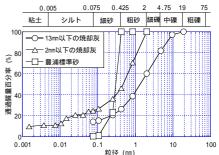


図-1 粒径加積曲線

表-1 物理特性							
	2mm以下焼却灰	豊浦標準砂					
s(g/cm <sup>3</sup> )	2.437	2.653					
<sub>dmax</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.194	-					
W <sub>opt</sub> (%)	37.1	-					
e <sub>max</sub>	-	0.985					
e <sub>min</sub>	-	0.639					
$U_c$	207.3	2.1					
Ü <sub>c</sub> '	13.0	1.3					

表-2 焼却灰の実験条件

試料	供試体 作成方法	拘束圧	せん断 応力比	目標 締固め度	実際の 締固め度	載荷速度
焼却灰	水中落下法	100kPa	0.430		0.62	0.001Hz
			0.430	0.65	0.63	0.005Hz
			0.420		0.62	0.01Hz
			0.420		0.62	0.1Hz
			0.380		0.62	0.1Hz

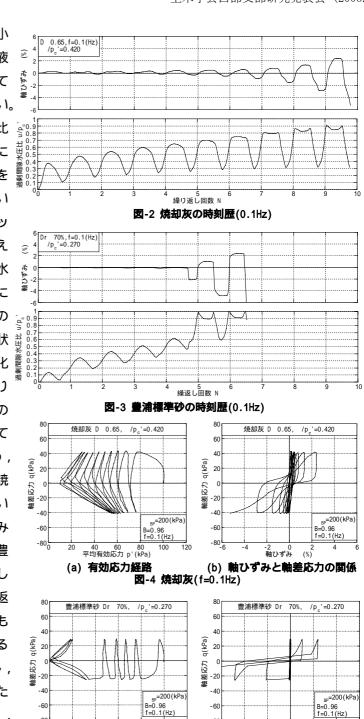
表-3 豊浦標準砂の実験条件

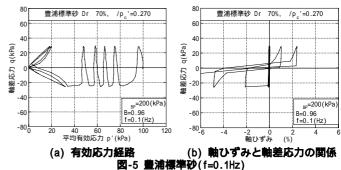
	試料	供試体 作成方法	拘束圧	せん断 応力比	目標 相対密度	実際の 相対密度	載荷速度	
			100kPa	0.290	75%	74.6%	0.001Hz	
	豊浦標準砂			0.280		72.3%	0.005Hz	
				0.290		75.1%		
				0.220		72.5%	0.05Hz	
				0.210		77.5%		
				0.180		76.6%		
				0.200	60%	59.5%		
				0.170		57.2%		
				0.160		60.4%		
,				0.130		57.8%		
				0.190	30%	27.5%		
١				0.160		30.9%		
'				0.130		30.9%		
_				0.110		33.2%		

の 4 パターンについて行った。一方,豊浦標準砂に関しては,**表-3** の条件に従って,目標相対密度を 75%,60%,30% とし,繰返しせん断応力比 /p。 を 4 パターン変化させた。さらに Dr 75%については周波数の影響を調べるために,f=0.001Hz,0.005Hz,0.005Hz,0.05Hz の 3 パターンで行った。

3.実験結果及び考察 図-2 に焼却灰,図-3 に豊浦標準砂の f=0.1Hz における軸ひずみ,過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。いずれの試料とも,過剰間隙水圧の増加に伴い,伸張側にひずみが大きく生じている。豊浦標準砂では,過剰間隙水圧比 0.6 程度付近で急激にほぼ1に近づくと同時に,軸ひずみが生じ始める。これに対し,焼却灰は,繰返しせん断に伴って,軸ひずみが徐々に生じていることがわかる。また,過剰間隙水圧比は,急激な増加は見せず,0.9 付近で収束している。図-4,5 に同一条件における各試料の有効応力経路及び軸差応力-ひずみ関係を示し

ている。焼却灰の有効応力は , 繰返し載荷に伴って小 さくなりサイクリックモビリティーを示すが、完全な液 状化状態は生じていないが、繰返し回数の増加に伴って 変形が進み、ほぼ液状化状態に至っていると考えてよい。 また,軸ひずみと軸差応力の関係では,豊浦標準砂に比 📲 🐧 🖁 べ焼却灰は,繰返しに伴う変形が緩やかに進み,徐々に 液状化することがわかる。これは,焼却灰が,細粒分を 多く含んでいるため、繰返しせん断時に、間隙に細かい 粒子が入り込み,粒子同士のかみ合わせ(インターロッ キング効果)による影響を受けたためではないかと考え られる。次に, 図-6 に繰返し回数 N と最大過剰間隙水 圧比 u/pc max の関係を示す。焼却灰は,繰返し回数Nに 対して滑らかに最大過剰間隙水圧比が上昇しているの に対し,豊浦標準砂は0.5付近から急激に発生し,液状 化に至っている。 図-7 に豊浦標準砂と焼却灰の液状化 強度曲線を示す。焼却灰は,水中落下法により,かなり 緩詰めな構造をしていると考えられるが,豊浦標準砂の 密詰めな Dr 75%の場合より,強い液状化強度を示して いることがわかる。焼却灰は、細粒分を多く含むため、 載荷速度の影響を受けることも考えられる。そこで,焼 却灰の繰返しせん断特性に及ぼす周波数の影響につい て調べた。 図-8 に,実験時の周波数と両振幅軸ひずみ мが 5%に至った時点の繰返し回数との関係を示す。豊 浦標準砂は,液状化抵抗に周波数はほとんど影響を示し ていない。これに対し、焼却灰は液状化状態に至る繰返 し回数が,周波数の影響を受けて,周波数の低下ととも に回数が少なくなり、液状化抵抗力が小さくなっている ことがわかる。これは,焼却灰が細粒分を多く含有し, 豊浦標準砂に比べ、非常に細かい間隙を形成しているた め、速い載荷速度では、間隙水圧が一様に上昇しにくく、 それにより有効応力が低下しなかったのが原因ではな いかと考えられる。





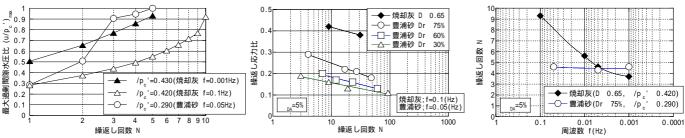


図-6 繰返し回数と最大過剰間隙水圧比の関係

图-7 液状化強度曲線

図-8 周波数と繰返し回数の関係

比較的緩く堆積させた焼却灰は,密な砂の挙動と同じくサイクリックモビリティーを示し,液状化す 4.まとめ 焼却灰の液状化挙動は,載荷速度の影響を受けることが示された。 ることがわかった。

【参考文献】1)大阪湾広域臨海環境整備センター:http://www.osakawan-center.or.jp/