

破碎性の異なる石灰質砂の一次元圧縮挙動

九州大学 工学部 正○大野 司郎 正 落合 英俊
正 安福 規之 正 大嶺 聖

1. はじめに

熱帯・亜熱帯の比較的浅い海域には、炭酸カルシウムを多く含む石灰質の砂質地盤が広く分布している。この堆積地盤を構成する石灰質の砂は、破碎性に富み、圧縮性の卓越した地盤材料として特徴づけられる¹⁾。この種の破碎性砂質地盤では極めて低い支持力しか発現し得ないことが知られているが、工学的な検討は国内外において始まったばかりである。このような海域での海洋構造物建設の増加する中、石灰質堆積地盤における合理的な支持力評価法の確立や支持力の発現メカニズムの解明は急務であると考えられる。

本報は、支持力の発現メカニズムの詳細な把握を目的に、石灰質砂の圧縮挙動と工学的な性質を明確にするため、次報に示される三軸圧縮試験と並行して実施した数種類の砂での一次元圧縮試験の結果であり、破碎性の異なる材料の圧縮挙動と破碎性砂における初期間隙比の影響を考察する。

2. 試料及び実験方法

本研究で対象とした試料は、豊浦標準砂および海浜から採取した奄美砂、Dogs bay砂の3種類の砂で、それぞれカルシウム成分の含有量が異なる。それらの2mmふるい通過試料から75 μ m以下の細粒分を除去したものを実験に用いた。試料の指数的性質を表-1に、粒度分布を図-1に示す。

試験装置は側面の摩擦を軽減するために浮動（内径82mm×高さ3cm、肉厚10mm）を用い、ピストンには空気抜き孔を設け、浮動リングとベDESTALの間には隙間を0.25mm開けた。荷重は供試体下部で変位量は軸受け上部でそれぞれ測定した。なお、変位量はシステム・コンプライアンスに対する補正を行ったが、ベッディングエラーに対する補正は行っていない。

供試体は3種類の気乾状態の砂を空中落下法により中密（相対密度 $Dr=50\%$ 程度）の範囲となるよう作成した。また、Dogs bay砂では、ゆる詰め（ $Dr=15\%$ ）、密詰め

（ $Dr=93\%$ ）の初期相対密度の違う供試体を作成した。一次元圧縮の荷重は0.06mm/minの定変位速度で行い、鉛直応力10MPaに達した時点で除荷した。荷重終了後、供試体試料を丁寧に収集し、ふるい分け（JSF基準）を行って粒度分布を求めた。

3. 実験結果および考察

図-2は一次元圧縮試験による間隙比 e ～鉛直応力 σ_v' 関係で、いずれの試料も程度の差はあるが圧縮性が急増する屈曲点（降伏応力）が存在する。各応力レベルにおいて圧縮挙動をより明確に把握するために図-2のプロット点の勾配、すなわち圧縮係数 C_p' ²⁾を算定したものが図-3である。また、図-4は一次元圧

表-1 試料の指数的性質

	$G_s(g/cm^3)$	e_{max}	e_{min}	$D_{50}(mm)$	U_c	C_aCO_3 含有量(%)
豊浦砂	2.640	0.985	0.606	0.16	1.6	0
奄美砂	2.753	1.114	0.711	0.22	2.2	60
Dogsbay砂	2.717	1.720	1.080	0.60	2.3	95

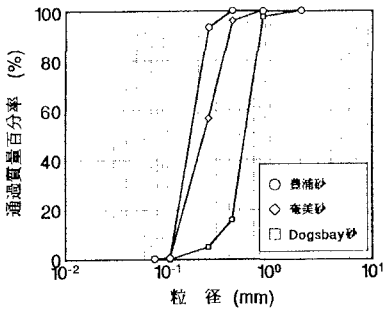


図-1 試料の粒度加積曲線

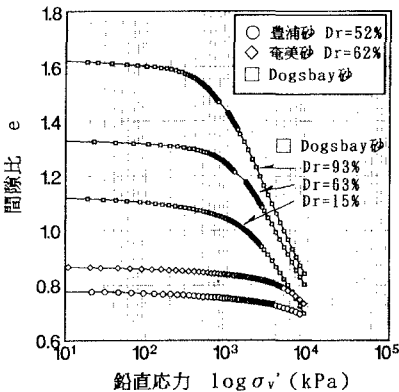


図-2 一次元圧縮試験結果

縮試験前後の供試体試料の粒度分布を示し、次式(1)で表される相対破砕率 $B_r^{(3)}$ から破砕性を評価したものが表－2の結果である。

$$B_r = \frac{B_{p0} - B_p}{B_{p0}} \quad \dots (1)$$

ここに、 B_p ：破砕後の試料の粒径加積曲線で形成される部分の面積

B_{p0} ：破砕ポテンシャル（破砕前の B_p に相当）
ただし、図－4においても明らかなように、粒度分布が極端に変化しなければ粒度分布から B_r を求めることは困難であり、顕著な破砕性を示したDogs bay砂においてのみ算定可能であった。

1）破砕性の異なる材料の圧縮挙動

ほぼ一定の相対密度条件下で実施した一次元圧縮試験では図－2においてカルシウム成分を多く含む試料ほど降伏応力が低く、圧縮量も大きいことが分かる。特に、Dogs bay砂は降伏応力が300kPaと低く、圧縮量は他の2種に比べ5倍以上圧縮している。また、図－3における粒度分布においても顕著な違いが見受けられる。破砕性はDogs bay砂が最も顕著に現れており、微量ながら奄美砂、豊浦砂の順に細粒分の増加が見られる程度であった。奄美砂の圧縮挙動は、Dogs bay砂と比較するとき、同じカーボネイト砂とは思えないほど異なり、どちらかといえば豊浦砂に近い。

2）初期相対密度の異なる破砕性砂の圧縮挙動

図－2から初期相対密度が異なる破砕性砂において、初期相対密度が低いほど降伏応力が大きくなり、その圧縮性も大きな相対密度の試料に比べて大きくなっていることがわかる。表－2から破砕性は相対密度が低いほど高くなっていることが分かるが、これは密度が粗なほど応力集中が起りやすいためではないかと推察される。

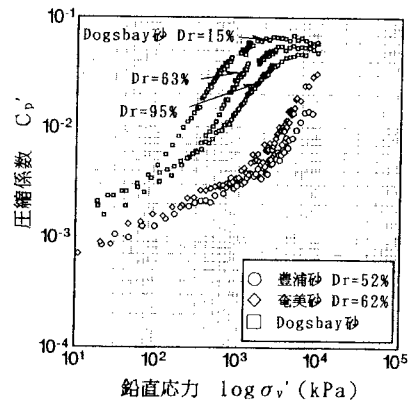
4. まとめ

破砕性の異なる石灰質砂を用いた一次元圧縮試験を行い、次の結論を得た。

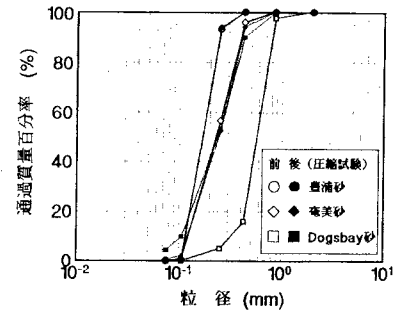
- 1）カルシウム成分含有率が多い試料ほど低応力で降伏し、破砕性が大きく、また圧縮性も大きい。
- 2）初期相対密度の異なる破砕性材料では初期相対密度が大きいほど破砕性が大きい。

参考文献

1)新城俊也，宮城調勝，小宮康明，島袋進：さんご石灰質砂の圧縮沈下，第26回土質工学研究発表会，pp.399-400，1991。
2)安福規之，田中邦博，村田秀一，兵動正幸：圧縮性の卓越した砂中の杭の先端支持力とその評価，土木学会論文集No.505/Ⅲ-29，pp.191-200，1994。
3)J.A.Yamamuro，P.V.Lade:Effects of Strain Rate on Instability of Grannular Soils，Geotechnical Testing Journal，Vol.16，No.3，pp.304-313，1993。



図－3 各応力での圧縮係数



図－4 一次元圧縮試験前後の粒度分布の比較

表－2 一次元圧縮後のDogs bay砂の B_r 値

相対密度 $Dr(\%)$	15	63	93
B_r 値	45.4	44.3	43.0