

カーボネイト砂の排水、非排水せん断特性について

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 安福規之 村田秀一

山口大学大学院 学生員 ○木村健一

岡三興業(株) 正 員 小浪岳治

1. まえがき

近年、海洋開発の推進とともに、海底地盤を構成するカーボネイト砂の性質の研究が国際的に求められている。カーボネイト砂は、海洋生物の死骸を含み脆弱な粒子を有し¹⁾、設計において不確定要因が多いことが指摘されている。本研究は、カーボネイト砂の静的排水、非排水せん断特性を三軸圧縮試験機を用いて調べたものである²⁾。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は、アイルランド西海岸ドッグベイで採取したカーボネイト砂 ($G_s=2.72$, $e_{max}=2.45$, $e_{min}=1.62$) である。供試体は24時間真空吸引によりあらかじめ脱気した試料を、水中落下法により相対密度が60%になるように作成した。排水試験は、種々の拘束圧で等方圧縮下で行った。非排水試験は、等方圧縮および異方圧縮下でせん断を行った。せん断試験は、ひずみ制御(0.1%/min)により圧縮および伸張側に対して行った。

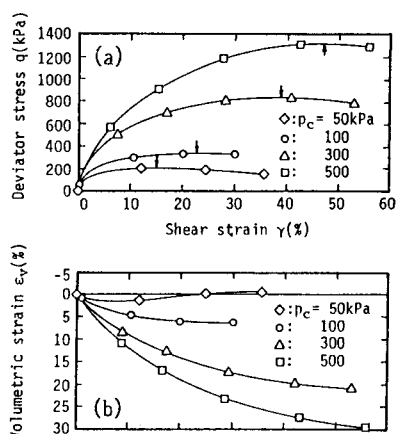
3. 試験結果および考察

(1) 排水せん断特性におよぼす拘束圧の影響

図-1(a),(b)は、拘束圧を変えて側圧一定の排水状態でせん断したときの、軸差応力とせん断ひずみ、体積ひずみとせん断ひずみの関係をそれぞれ示したものである。図中に示したピーク軸差応力とピーク軸差応力時のせん断ひずみは、拘束圧と共に大きくなっている。体積ひずみについては、拘束圧が50kPaのときには収縮した後せん断ひずみの発達に伴い膨張傾向に転じているが、100kPaより大きい拘束圧では収縮挙動しか示さない。また、この収縮挙動は拘束圧の増加に伴い顕著になり、拘束圧500kPaでは30%にも及ぶ大きな体積ひずみが観察される。このように大きな体積収縮を示すのは、脆弱なカーボネイト砂の粒子がせん断中に破壊をおこすからであると考えられる。

(2) 非排水せん断特性におよぼす初期せん断応力の影響

様々な異方圧密状態から非排水条件下で圧縮および伸張せん断試験を実施し、非排水せん断特性におよぼす初期せん断応力の影響を調べた。図-2はp-q平面における有効応力経路を示したものである。変相点における有効応力比 η_{PT} は圧縮側、伸張側とも初期せん断応力によらず一定となり、またこの応力比は伸張側より圧縮側の方が大きいことがわかる。図-3(a),(b)は圧縮側と伸張側の有効応力比と軸ひずみの関係をそれぞれ示したものである。圧縮側、伸張側とも変相点に至るまでに生じた軸ひずみは比較的小さく、変相点を越えた後軸ひずみが急増する傾向が認められる。したがって、カーボネイト砂の非排水せん断強度は、変相点において規定することも可能であるといえる。そこで、図-4のように、変相点における軸差応力を S_{PT} とし³⁾、初期点における軸差応力 q_s から破壊に至るまでの余裕の



(a) 軸差応力とせん断ひずみの関係

(b) 体積ひずみとせん断ひずみの関係

図-1 排水試験結果

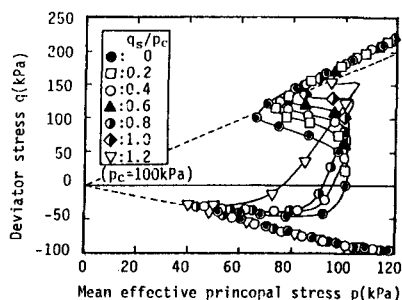


図-2 有効応力経路

軸差応力 $|S_{PT}-q_s|$ を非排水せん断強度と規定することにする。図-5 (a), (b) は、非排水せん断強度と初期せん断応力の関係を圧縮側、伸張側のそれぞれについて示したものである。非排水せん断強度は、初期せん断応力の圧縮側への増加に伴い圧縮側では小さく、伸張側では大きくなる。また、相対密度 70% の豊浦標準砂に比べ、カーボネイト砂 ($D_r=70\%$) の非排水せん断強度は、圧縮側で大きく伸張側で小さく現れている。このことから、カーボネイト砂は異方性の強い材料であるといえる。

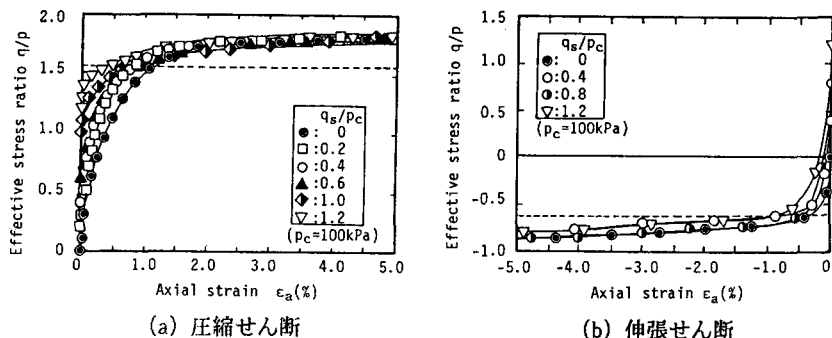


図-3 有効応力比と軸ひずみの関係

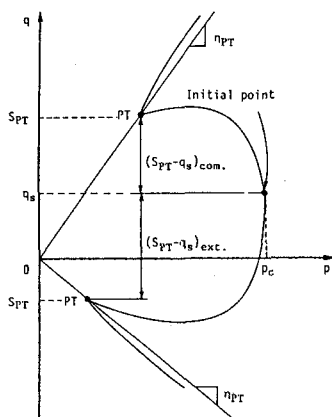


図-4 変相点における非排水せん断強度の概念

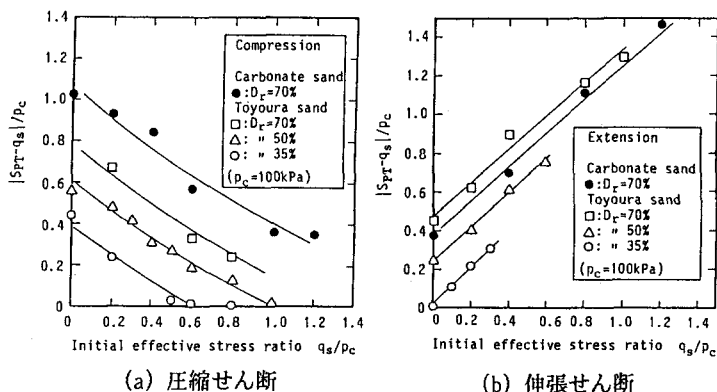


図-5 非排水せん断強度の比較

4. まとめ

本報告を要約すると以下の通りである。

- 1) カーボネイト砂の排水せん断による負のダイレイタンスは大きく、また拘束圧の増加に伴い増大する。
- 2) カーボネイト砂の非排水せん断強度は、豊浦標準砂に比べ、圧縮側で大きく伸張側で小さく現れることから、カーボネイト砂は異方性の強い材料であるといえる。

《参考文献》

- 1) Golightly, C.R.: Engineering properties of carbonate sands, Ph.D Thesis, University of Bradford U.K., 1990.
- 2) 小浪・兵動他: 海底地盤としてのカーボネイト砂の力学特性, 海洋開発シンポジウム (投稿中, 1991)
- 3) 兵動・小浪他: 初期せん断を受けるゆるい飽和砂の非排水繰返しせん断挙動, 第25回土質工学研究発表会発表講演集, 1990, pp.743-746