

砂混じり粘性土の圧密非排水せん断特性

呉工業高専 正 小堀 慈久
九州大学 学 高本 洋
国土交通省 正 立畑 忠之

1. はじめに

今日、世界各国では深刻なエネルギー問題が注目されつつある。その原因は現在のメインエネルギー資源である化石燃料の石油が残り数十年という短い間に底をつきてしまうと予想されているからである。そこで我々人類が次なるエネルギー資源として用いようとしているものにメタンハイドレートがある。

海底地盤は一般的に細かい土粒子からなることがわかっている。ただし、重い物は沈んでいくということから、砂浜付近の土粒子より海底深くの土粒子の方が粒径が大きいとされている。そのため、実際に大陸棚の土がどのような状況になっているかを考えてみると、粘土のように細かい土粒子だけでなく、砂のように若干大きな土粒子も含まれていると考えられる。そこで本研究では海底地盤下に存在するメタンハイドレート採取時に問題となる海底地盤の性状を知るため、粘土含有率を変えた混合土に対して圧密非排水状態で三軸圧縮試験を行い検討した。

2. 試験概要

本試験では一般的な値を求めることにより特性を読みとる事が目的であるので、混合する砂質土に標準砂を用い、さらに条件が極力同じになるように予圧密試料を作って行った。

三軸圧縮試験は圧密過程を行い、0, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 360, 1440 分ごとに排水量測定はかりの値を読み取ることによって排水量を測定した。せん断過程では全ての試料が粘土を含有しているため、粘土特性である透水性の悪さが影響することによって測定値が実値よりも大きくなるおそれが高いので、通常供試体高さの1%/minの載荷速度で行うところを0.5%/minおこなった。また、 $\overline{CU}$ 試験であるので間隙水圧も測定した。

3. 結果と考察

実験結果に基づきモールの応力円を描いたものから読みとった強度定数を表-1に示す。各値が2つ出ているのは、実験資料作成時や飽和作業が十分に行われなかった事などが原因でモールの応力円から読みとる

表-1 各粘土含有率ごとの全応力による強度定数

	25%	50%	75%	100%
C_{cu}	0.48	0.50	0.20	0.26
	0.62	0.52	0.26	0.30
ϕ_{cu}	18.20	8.30	8.30	3.50
	21.00	9.80	8.20	4.40

破壊包絡線が2本出てしまい、2種類の試料を用いて実験を行ったのと同じ状況になってしまったため、あえて2本とも表示した。この表を見ると、粘土100%ではせん断抵抗角 ϕ_{cu} が非常に小さく、粘土含有率が減っていくにつれて徐々に ϕ_{cu} が大きくなっている。このように混合土ではそれぞれの含有率に比例してそれぞれの性質を併せ持つことがわかる。

圧密過程、せん断過程をともに行ったが、ここでは有効応力経路の傾向を見た。その各粘土含有率ごとの有効応力経路図を図-1, 2, 3, 4に示す。各図を見ると同側圧内では粘土含有率が少ないほど $\sigma_1 - \sigma_2$ が大きくなっている。この $\sigma_1 - \sigma_2$ は主応力差なので、土粒子間の摩擦力を表す。標準砂の方がせん断抵抗角（摩擦抵抗角） ϕ_{cu} が粘土より大きいので、その含有率が多いほど摩擦力が高くなっている。さらに、破壊包絡線の傾きは粘土含有率が低い方が大きくなっていることから、せん断抵抗角も粘土と標準砂の含有率に比例してそれぞれの影響を受けることがわかる。

図-1を見てみると有効応力経路の主応力差が大きくなっていくと徐々に右に曲がっているのに対して、図-2, 3, 4と粘土含有率が高い値になるにつれて左方向に曲がる傾向が見られる。有効応力経路は間隙水圧が下がり有効応力が増えると右に曲がり、逆に間隙水圧が上がっていくと左に曲がる傾向が出るので、標準砂含有率の大きい試料では有効応力経路が右に曲がり、粘土含有率が高いものでは左に曲がったのである。さらにこの有効応力経路においても混合率に比例してそれぞれの性質の影響を受けることも読みとれる。

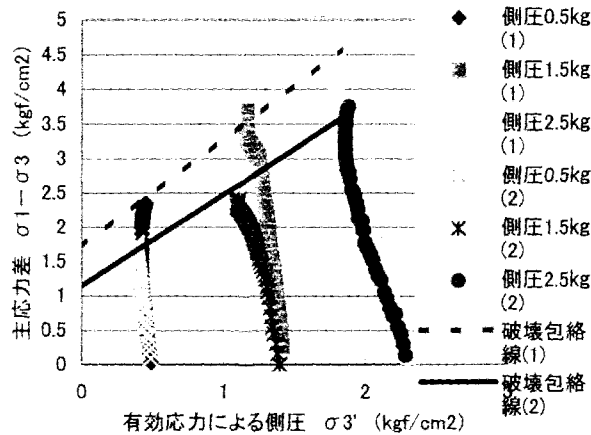


図-1 粘土25%、標準砂75%の有効応力経路

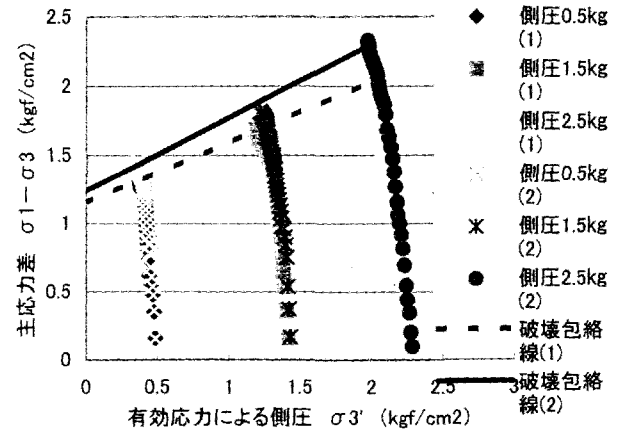


図-2 粘土50%、標準砂50%の有効応力経路

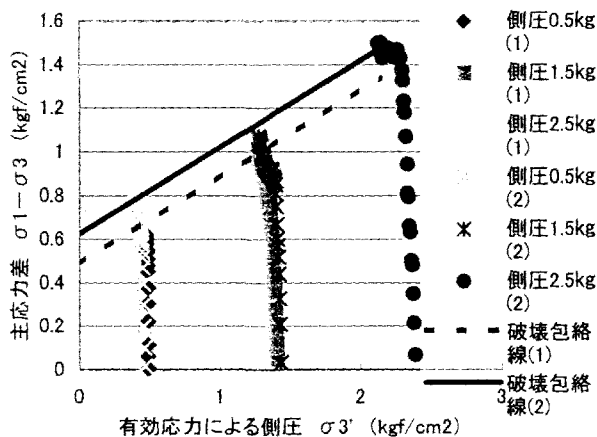


図-3 粘土75%、標準砂25%の有効応力経路

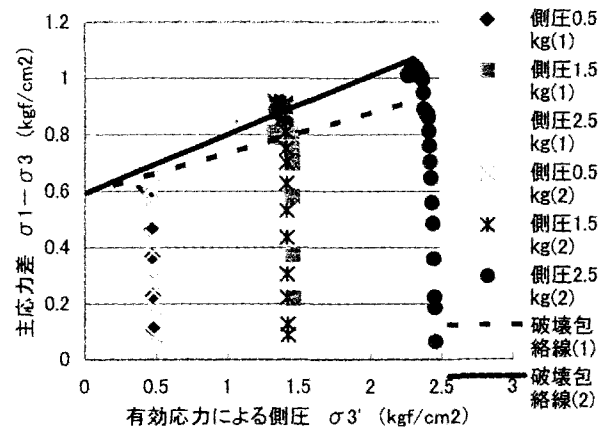


図-4 粘土100%の有効応力経路

4. まとめ

本研究で粘土と標準砂の混合土について以下の知見が得られた。

- ① 圧密量は側圧に比例する。
- ② 圧密量は粘土と標準砂の含有率に比例して両方の性質を併せ持つ。
- ③ 圧縮強度は側圧に比例する。
- ④ 圧縮強度は粘土と標準砂の含有率に比例して両方の性質を併せ持つ。
- ⑤ 有効応力は粘土と標準砂の含有率に比例して両方の性質を併せ持つ。
- ⑥ 三軸試験機で圧密非排水せん断試験 ($\overline{CU}$ 試験) を行う場合には十二分に飽和作業が必要である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説、p359～372、1990、地盤工学会
- 2) 石井義明他 7 名：最新土質力学、p185、1998、朝倉書店
- 3) 山内豊聡：土質力学、p121～134、2001、理工図書
- 4) 高専土質実験教育研究会：土質実験法、p140～156、1985、鹿島出版会
- 5) 小堀慈久：まさ土地盤における原位置力学試験と降雨による斜面災害の時系列特性に関する研究、愛媛大学博士学位論文、1997