

圧密特性値の確率的変動を考慮した圧密沈下量の統計特性に関する研究

琉球大学大学院 学生員 ○大浜 由誠
琉球大学工学部 正会員 原 久夫

1. はじめに

地盤の圧密沈下量は、テルツァギーによって確立された圧密理論に基づいて計算されている。この計算法は設計用のモデル地盤を設定し m_v 、 c_v などの圧密特性値を一定として計算されている。これらの値のばらつきによる評価は、モデル地盤を想定する際に設計者の技術的判断によるところが多い。本研究は、これらの圧密特性値の統計的ばらつきを考慮して求めた圧密沈下量の統計特性値を調べた。

2. 島尻粘土の圧密特性値の統計特性

ここで対象とした粘土は、沖縄県中城村中城湾港に存在する沖積層を構成する島尻粘土である。島尻粘土に対して実施された標準圧密試験データ¹⁾を約800個収集し、 $\ln m_v \sim \ln p'_z$ 、 $\ln c_v \sim \ln p'_z$ 関係について整理した結果を図-1、図-2に示す。

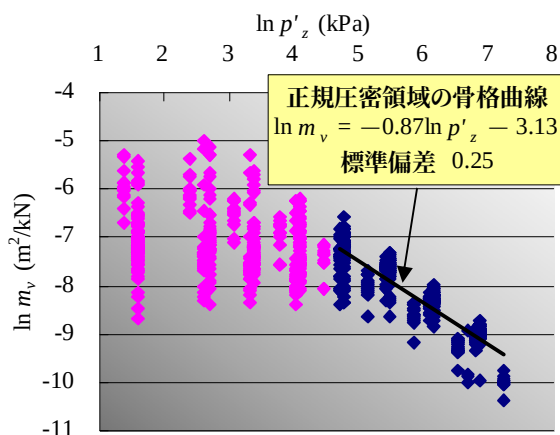


図-1 $\ln m_v \sim \ln p'_z$ 関係

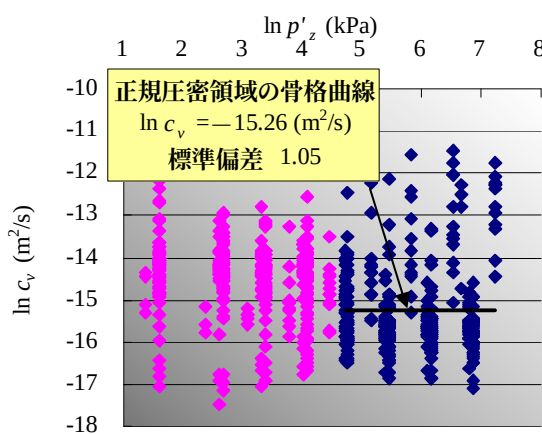


図-2 $\ln c_v \sim \ln p'_z$ 関係

本研究では解析対象を正規圧密領域(青色)に限定しているのでこの正規圧密領域部分についてみると、体積圧縮係数の対数値および圧密係数の対数値は、骨格曲線を中心にばらついていることがわかる。骨格曲線式と標準偏差を図中に示す。次に図-1、図-2の島尻粘土の体積圧縮係数対数値および圧密係数対数値の平均値を対象地盤の基準として基準地盤を構築する。

3. 基準地盤の構築

実際の地盤構造は層厚や排水条件、圧密荷重などにばらつきがあるが、ここでは地層構造を5層構造とし、圧密荷重 $p'_z = 98(\text{kPa})$ 、層厚5(m)の片面排水条件をもつ地盤を基準地盤とする。 m_v は $\ln p'_z - \ln m_v$ が線形関係であると仮定していることから(図-1参照)、 $\ln m_v = -0.87 \ln p'_z - 3.13 (\text{m}^2/\text{kN})$ の式を用いて求める。 c_v は圧密荷重によらず一定と仮定しているので、 $\ln c_v = -15.26$ より、 $c_v = 2.37 \times 10^{-7} (\text{m}^2/\text{s})$ とする。これらの計算より構築される、基準地盤の断面図を図-3に示す。この基準地盤で圧密沈下量の計算した結果を表-1に示す。この表では、基準地盤が圧密度10%、50%、90%、100%のときの圧密時間と圧密沈下量を表している。図-4に基準地盤の圧密沈下曲線を示す。

4. 試行モデル地盤の圧密沈下解析

(1) 試行モデル地盤の構築

試行モデル地盤を構築するためモンテカルロ法により図-1、図-2に示す $\ln m_v$ 、 $\ln c_v$ の統計特性を持

↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓ 圧密荷重 $p'_z = 98(\text{kPa})$	
(5) $H_5 = 1\text{m}$	$m_v = 7.88\text{E-}04(\text{m}^2/\text{kN})$ $c_v = 2.37\text{E-}07(\text{m}^2/\text{s})$
(4) $H_4 = 1\text{m}$	$m_v = 7.56\text{E-}04$ $c_v = 2.37\text{E-}07$
(3) $H_3 = 1\text{m}$	$m_v = 7.27\text{E-}04$ $c_v = 2.37\text{E-}07$
(2) $H_2 = 1\text{m}$	$m_v = 7.00\text{E-}04$ $c_v = 2.37\text{E-}07$
(1) $H_1 = 1\text{m}$	$m_v = 6.75\text{E-}04$ $c_v = 2.37\text{E-}07$
////////////////////	

(()内の数字は層番号を示す)

図-3 基準地盤の断面図

った m_v , c_v 値を抽出した. これを試行モデル地盤の圧密特性値とし, 有限要素法(FEM)を用いて圧密沈下解析を行い, 圧密沈下曲線を求める. このような試行を 30000 回行い, それぞれについて圧密沈下曲線を求めた. 計算の一例として構築した試行 1 回目のモデル地盤の圧密時間と圧密沈下量の関係を表-1

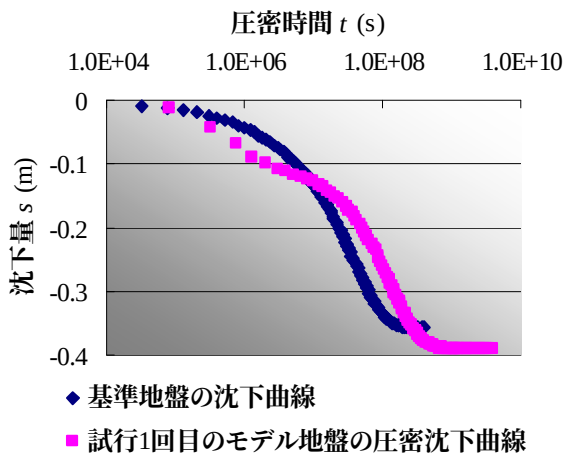


図 4 基準地盤と試行1回目のモデル地盤の圧密沈下曲線

に示す. 図-4 に基準地盤と試行 1 回目のモデル地盤の圧密沈下曲線を示す. 図-4 より, 試行モデル地盤は圧密特性値のばらつきを反映しているために基準地盤の圧密沈下曲線とは一致しないことがわかる.

表 1 基準地盤と試行1回目のモデル地盤の圧密時間と圧密沈下量

基準地盤の圧密度(%)	10	50	90	100
圧密時間 t (sec) t (day)	7.0E+05 8	1.8E+07 214	8.1E+07 940	∞
基準地盤の沈下量 s (m)	0.0357	0.1787	0.3217	0.3574
試行1回目のモデル地盤の沈下量 s (m)	0.0656	0.1457	0.2391	0.3905

5. 試行モデル地盤沈下量の統計特性

ある特定の圧密時間に着目すると, その時点での圧密沈下量は試行モデル地盤ごとに異なりばらついたものとなる. このばらつきを考慮するため, 沈下量の対数を取り, 基準地盤の圧密度が 10%, 50%, 90%に達する時点での頻度分布を調べた. これらの遷移過程を一つにまとめると図-5 になる. 圧密進行に伴うこの頻度分布形の変化を平均, 標準偏差, 尖度, 歪度で数値化すると, 表-2 のようになった.

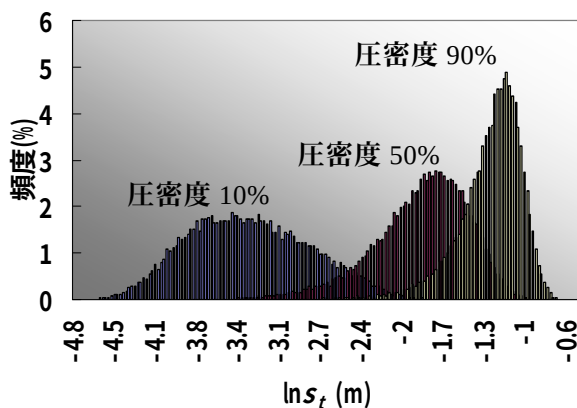


図 5 圧密進行に伴う頻度分布の変化

表 2 圧密進行に伴う頻度分布の統計特性値

基準地盤の圧密度(%)		10	50	90
$\ln s_t$	平均値 μ (m)	-3.314	-1.862	-1.271
	標準偏差 σ (m)	0.515	0.405	0.267
	尖度 α	-0.520	0.915	2.842
	歪度 β	0.199	-0.794	-1.266
$\ln s_t$ から求められる沈下量 $\exp \mu$ (m)		0.036	0.155	0.280
基準地盤の沈下量 s (m)		0.0357	0.1787	0.3217

圧密進行に伴い $\ln s_t$ の平均値 μ は単調増加, 標準偏差 σ は単調減少している. また, $\ln s_t$ から求められる沈下量 $\exp \mu$ は基準地盤の沈下量と一致していない. この理由の一つとして基準地盤の沈下量は対象となる地盤の m_v , c_v 値の平均値をとるのに対して, 試行モデル地盤の沈下量は m_v , c_v 値のばらつきを反映しているために一致していないと考える. 尖度 α は, 進行に伴い数値が大きくなっている. 頻度分布の形が鋭角になっている様子がわかる(図-5 参照). 歪度 β は, 表-5 より値が負であるため対称となる分布が負の方向へ伸びる(図-5 参照).

6. まとめ

圧密進行に伴い頻度分布は平坦な分布から尖形へ移っていく様子がわかった. これは圧密初期で生じ得る沈下の変動は大きく, 圧密の進行につれ徐々に変動が小さくなっていくことを表す.

参考文献

- 1) 平良聡, 呉屋健一: 中城湾港(新港地区)の軟弱層の厚さについて, 第6回沖縄土質工学研究発表会, 1993, pp.59-60