

定ひずみ速度圧密試験結果に基づく圧密特性決定法
— 有限変形 FEM 解析の適用 —

鳥取大学工学部

正員 清水正喜

(株) ダイヤコンサルタント 正員 〇上羽敏史

1. はじめに

一般に、実試料に対して、定ひずみ速度圧密試験 (CRS 試験) を行った場合、測定項目 (軸方向応力、底面間隙水圧、軸方向変位) と時間の関係は、正しく実験が行われておれば、試料の構成関係 (真の構成関係) を反映している。したがって、何らかの方法で推定された構成関係が真であるかどうかは、推定された構成関係を持つ試料に対して、CRS 試験を実施したときに得られる試験結果 (測定項目と時間の関係) と、実際の試験結果を比較することによって判断できると考えられる。

本研究の目的は、このような観点から定ひずみ速度圧密試験結果から真の構成関係を求める方法を確立することである。

2. 方法

(1) 本研究では有限変形有限要素解析による定ひずみ速度圧密試験シミュレーション¹⁾の結果を用いた。試料の試験結果から軸方向応力 σ 、底面間隙水圧 p と時間 t の関係を得る。

(2) それに Wissa らの整理法を適用して、仮の構成関係 (推定構成関係) を求める。ここで求められた構成関係は一般に正しいものではない。

(3) この構成関係を用いて、定ひずみ速度圧密試験の有限要素解析を行い、 σ 、 p と t の関係を求める。

(4) (3) の結果と (1) の結果を比較する。

(5) 両者に差があるとき、(2) で求められた仮の構成関係を修正し、修正構成関係を得る。そして、(3) 以下を繰り返す。

(6) (3) の結果と (1) の結果の間のずれをできる限りなくす。

構成関係のうち、 $k-\sigma'$ 関係を修正した。(4)、(5) において、底面間隙水圧と時間の関係を判定基準に用いる方法を判定方法 1、軸方向応力を判定基準に用いる方法を判定方法 2 とする。

3. 材料の構成関係

実試料の構成関係は不明であるので、次のような構成モデルを設定してシミュレーションを行った。

透水係数 $k = 1.0 \times 10^{-9} (\text{m/s}) = \text{CONST}$

圧密係数 $c_v = 1.0 \times 10^{-7} (\text{m}^2/\text{s}) = \text{CONST}$

体積圧縮係数 $m_v = \frac{k}{c_v \gamma_w} = \text{CONST}$

4. 結果

(1) 判定方法 1

図 1 に 3 種類の $k-\sigma'$ 関係を示す。すなわち、仮定したモデル、推定構成関係、判定方法 1 によって修正した構成関係を比較している。修正構成関係は σ' が小さいときを除き、仮定したモデルに近づいている。図 2、図 3 に判定方法 1 に従って得られた $p-t$ 関係および $\sigma-t$ 関係をそれぞれ示す。各図で、モデルの試験結果、シミュレーションの結果 (修正前)、シミュレーションの結果 (修正後) を比較している。図 2 において、シミュレーションの結果 (修正前) は、試験結果に近づいている。図 3 においても、シミュレーションの結果 (修正後) は、試験結果に近づく傾向はあるが、 $p-t$ 関係ほどではない。

(2) 判定方法 2

図 4 に 3 種類の $k-\sigma'$ 関係を示す。すなわち、仮定したモデル、推定構成関係、判定方法 2 によって

修正した構成関係を比較している。修正構成関係は σ' が小さくなるに従い、仮定したモデルを大きく下回る。図5、図6に判定方法2に従って得られた $p-t$ 関係および $\sigma-t$ 関係をそれぞれ示す。各図で、モデルの試験結果、シミュレーションの結果（修正前）、シミュレーションの結果（修正後）を比較している。図5において、シミュレーションの結果（修正後）は、 $t=2000(s)$ において、モデルの試験結果を大きく上回っている。図6において、シミュレーションの結果（修正後）は $t<3000(s)$ において、モデルの試験結果に近いが、 $t>3000(s)$ においては下回っている。

5. まとめ

修正構成関係は判定方法1が判定方法2よりも仮定したモデル（真の構成関係）に近くなった。したがって、判定方法1が効果的である。透水係数を変化させると、主として間隙水圧と時間の関係が変化する。このことから判定方法1が効果的といえる。しかし、透水係数を修正するだけでは、全応力と時間の関係を修正することはできなかった。

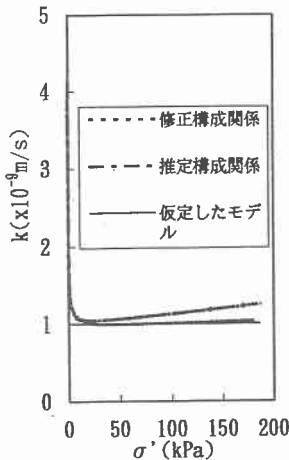


図1 $k-\sigma'$ (判定方法1)

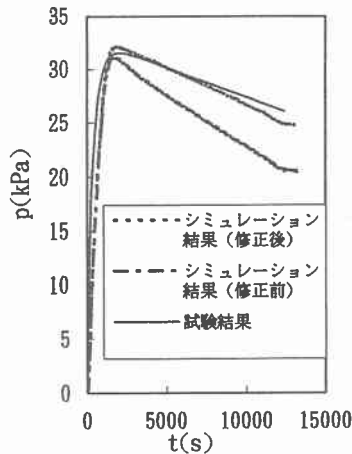


図2 $p-t$ (判定方法1)

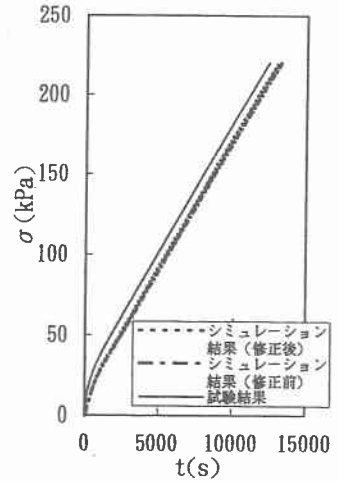


図3 $\sigma-t$ (判定方法1)

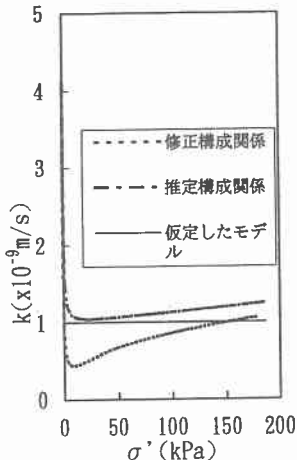


図4 $k-\sigma'$ (判定方法2)

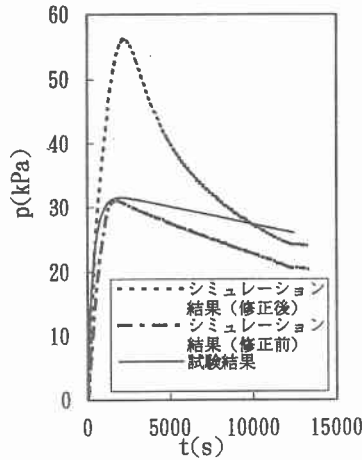


図5 $p-t$ (判定方法2)

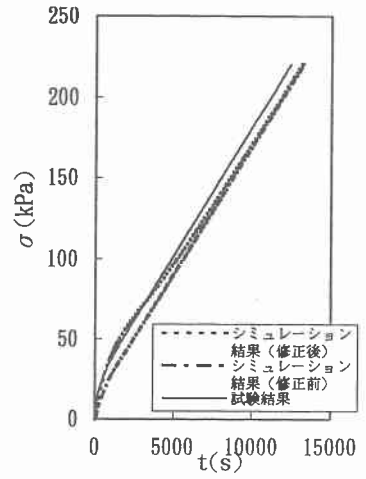


図6 $\sigma-t$ (判定方法2)

[参考文献]

- 1) Masayoshi SHIMIZU(1994): Formulation for finite deformation FE analysis of one-dimensional consolidation of saturated soils, 鳥取大学工学部研究報告, 第25巻, 第1号, pp.187-198.