

速度効果を考慮した一次元圧密構成モデルにおける土質定数

横浜国立大学 学生会員 栗田 宣子
 横浜国立大学 学生会員 ○三枝 弘幸
 横浜国立大学 正会員 今井 五郎

1.はじめに

圧密沈下を許容する構造物の設計において、残留沈下量の長期予測を正確に行なうことができるモデルとして、吉川・今井(2000)の提案(以下 速度効果を考慮した構成モデル)がある¹⁾。このモデルに用いる土質定数(a , b , Γ_L^*)は分割型圧密試験によつてのみ得られる値である。しかし、これは特殊な試験方法であるため、実施に対しては非常に労力を必要とする。本論文では、この土質定数を一般的に実施されている段階載荷圧密試験から算出可能かどうかについて、数値シミュレーションの結果をもとに検討を行なった。また、既存の実験データから土質定数を算出し、液性限界と比較することでその関係についても考察した。

2. 土質定数の決定方法

速度効果を考慮した構成モデルに必要な土質定数の決定についての概略を図-1 に、土質定数の特性を表-1 に記した。 $\log f - \log \sigma'$ のグラフにおいて、着目要素の圧密状態を表現する状態量 Γ^* と $\log \dot{\epsilon}_n$ をプロットする。 $t(\text{時間}) = \infty$ とした時に $\dot{\epsilon}_n = 0$ とし、その時の Γ^* を Γ_L^* とし、この Γ_L^* で正規化を行ない直線近似した時の傾きを a 、切片を b としてモデルに用いる。

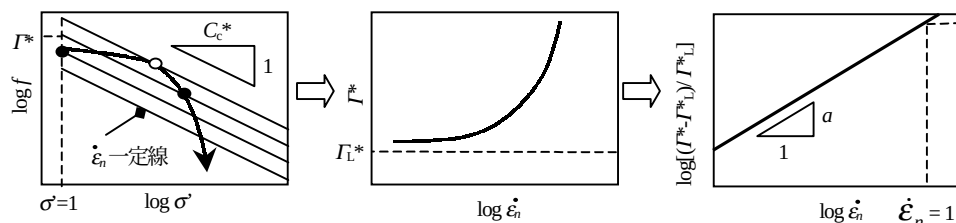


図-1 土質定数決定の概略

表-1 土質定数の特性

Γ_L^*	最終的に落ち着く体積比 $\log f_L$
a	速度依存性
b	$\dot{\epsilon}_n = 1$ ($\log \dot{\epsilon}_n = 0$) 時の状態点

3.シミュレーション結果

提案されている速度効果を考慮した構成モデルを用いて 1 種類の粘性土に対して分割型圧密試験の数値シミュレーションを行なった²⁾。なお、用いるべき土質定数は、2 節に基づいて段階載荷圧密試験結果から読み取ったもので表-2 に示してある。詳しくは栗田(2002)を参照されたい。各層におけるシミュレーションの体積比-有効応力関係を図-2 に示す。排水面により近い部分ほど状態経路の右側への張り出しが大きい。つまり同一の体積比 f で比較すると、 σ' は大きい値を示す。排水面に近い部分ほど圧縮速度は大きいため、これは速度効果をそのまま表現している。その効果は降伏時で最大値を取り、それ以降はどの圧縮速度も大差のなくなるクリープ過程に向け徐々に減少している。また、各層におけるシミュレーション結果の平均値と実験データを比較したものを図-3 に示す。平均値と実験データはほぼ一致した挙動を示し、シミュレーションは供試体レベルでの圧密現象を正確に反映できている。図-4 に各層のシミュレーションによる有効応力-時間関係を、図-5 に有効応力-時間関係における各層の平均値と実験データとの比較を示す。図-5 の圧密初期の段階において平均値と実験データとに不一致が見られた。

表-2 シミュレーションで用いた土質定数

a	0.186
b	1.392
Γ_L^*	0.777

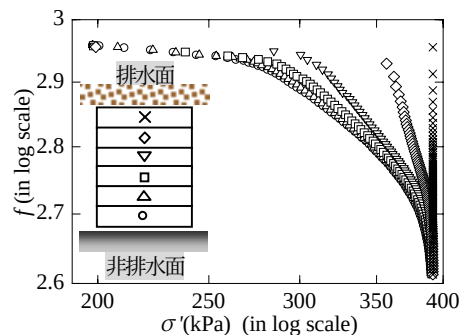


図-2 各層における体積比-有効応力関係

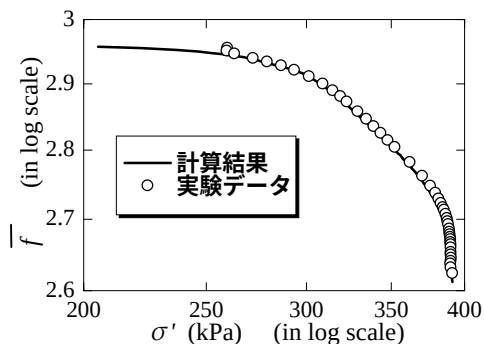


図-3 シミュレーション平均値と実験データの体積比-有効応力関係の比較

キーワード：土質定数，段階載荷圧密試験，分割型圧密試験，数値シミュレーション，速度効果

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79 番 5 号

Tel 045-339-3817

これは、圧密度が50%を超えないと、有効応力は放物線近似と見なすことができないという実験結果にも示されている³⁾ように、今回データ整理に用いた有効応力の値は、間隙水圧の放物線近似に基づいたものであり、そのため初期の値の信頼性が低いと考えられる。しかし、それ以降の各層の平均値は実験データを正確に反映しているといえる。尚、体積比-時間関係におけるシミュレーション結果の平均値と実験データとの比較においても整合性は見られたが、ここでは省略する。

提案されている構成モデルは圧密層内の各要素に適用されるものである。ひとつの粘土層の圧密過程において、粘土層内の圧密状態は不均一で、この場合粘土層は要素として扱えない。つまり、要素に固有の土質定数は粘土層全体を平均的に表現した構成モデルには取りこめないということである。しかし、今回のシミュレーションから、段階荷重圧密試験より得た平均的な見かけの土質定数を分割型圧密試験の数値計算に適用し、実験データと各層の平均値が一致するという結果を得ることができた。つまり、これは平均的な見かけの土質定数をその試料固有の定数として扱うことができるということを意味するものである。また、速度効果を考慮した構成モデルに用いる土質定数を得るためには、従来の労力が大きく複雑な分割型圧密試験より、間隙水圧を測定できる一般的な段階荷重圧密試験が有効だと判断するための裏付けになったと考えられる。

4.簡便な土質定数決定方法の検討

既往の実験データから土質定数を読み取り、液性限界 w_L で整理したものを図-6に示す⁴⁾。なお、図の点線はその傾向を示している。試料 DK に見られるように、 b 値は a 値や Γ^*_L と比較すると、フィッティングの精度からくる若干のばらつきが見られた。しかし全体的な傾向としては w_L が大きくなると、いずれの土質定数も増加していくようである。ただ、現段階ではデータ数が少ないため、明確な関係式を示すことは困難だが、今後データを充実させることで明らかにしていくことができると考えられる。

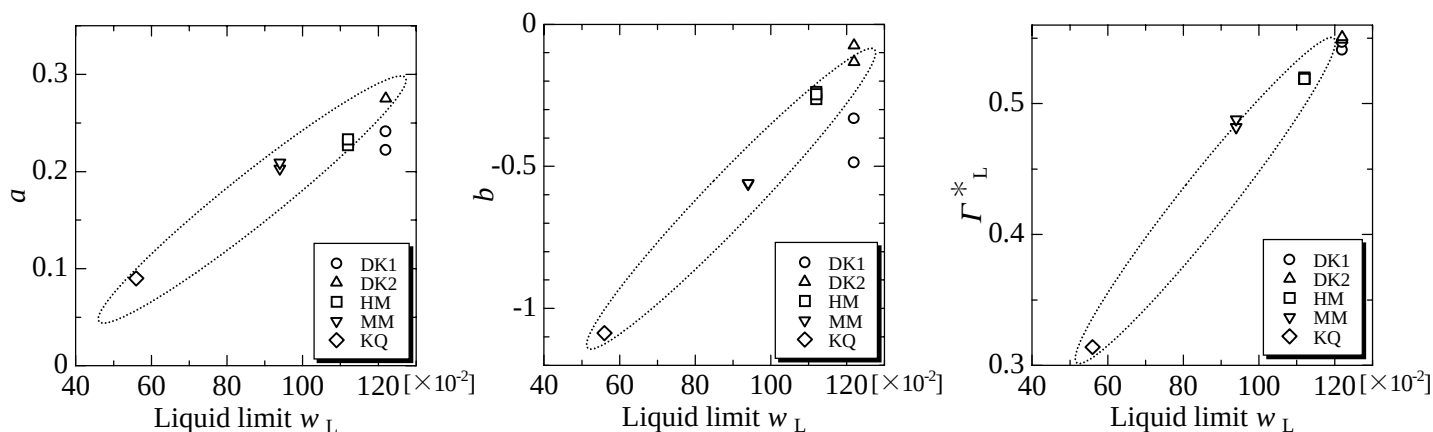


図-6 土質定数と液性限界の関係

5.まとめ

速度効果を考慮した圧密構成モデルにおいて、段階荷重圧密試験より求まる平均的な見かけの土質定数は要素に対して適用可能であり、従来土質定数を決定する際に行なわれていた複雑な分割型圧密試験に変わる試験方法として、間隙水圧を測定した一般的な段階荷重圧密試験の有用性を示すことができた。また、これらの土質定数は粘性土の液性限界によって一義的に決まる傾向が示されたが、現段階では明瞭な関係を見出せない。今後さらにデータの充実を図り、この関係を明らかにしていく必要がある。

参考文献: (1) 吉川智勝(2000): 定ひずみ速度荷重圧密試験における応力-ひずみ-ひずみ速度関係, 第35回地盤工学研究発表会, pp675-pp676. (2) 栗田宣子(2002): クリーブを含む一次元長期圧密沈下の予測に関する研究, 横浜国立大学卒業論文. (3) 飯尾聡文(2001): 定ひずみ圧密試験における供試体内部挙動に関する実験的研究, 第36回地盤工学研究発表会, pp973-pp974. (4) 小暮純一(2002): 一次元圧密の構成方程式を確立するための実験的研究, 横浜国立大学修士論文

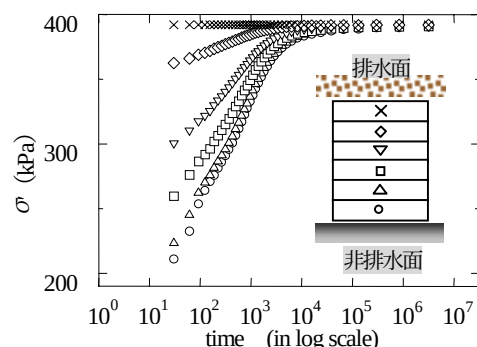


図-4 各層における有効応力-時間関係

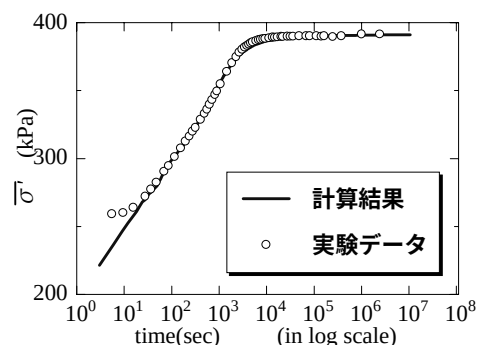


図-5 シミュレーション平均値と実験データの体積比-有効応力関係の比較