

弾塑性圧密における骨格変形係数の劣化・回復過程の考察

鹿兒島大学理工学研究科 正 三隅浩二
 同 上 博士前期課程 林 和孝
 同 上 博士前期課程 久保信二

1. はじめに 弾塑性構成式を用いた地盤の圧密変形解析の結果に対し、線形弾性圧密を当てはめて、その瞬間ごとの地盤を代表する変形係数（骨格変形係数）を逆算する。そして、漸増載荷段階から荷重一定段階において刻々変化する骨格変形係数の劣化・回復過程について考察した。

2. 骨格変形係数の解析法について 図1は、今回行った有限要素解析の境界条件、排水条件と盛土を想定した時の荷重条件を示している。地盤を構成する有限要素は正規圧密粘土と仮定しており、せん断挙動は式(1)の構成式により計算される。ここに、 $m=1$ 、 $M=6 \cdot \sin \phi' / (3 - \sin \phi')$ 、 $D=(\lambda - \kappa)/(1 + e_0) / M$ 、 $\phi = (M + \eta') \cdot (M - \eta') / (2\eta')$ 、降伏曲線は楕円を用いている。

$$\begin{Bmatrix} d\varepsilon_v \\ d\varepsilon_s \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{K'} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3G'} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} dp' \\ dq \end{Bmatrix}_{elastic} + m \cdot \frac{D}{p'} \begin{bmatrix} \frac{M}{\phi + \eta'} \cdot \phi & \frac{M}{\phi + \eta'} \\ \frac{M}{\phi + \eta'} & \frac{1}{\phi} \cdot \frac{M}{\phi + \eta'} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} dp' \\ dq \end{Bmatrix}_{plastic} \dots (1)$$

圧密はBiotの多次元圧密理論に従う。表1に、今回用いた弾塑性パラメータと透水係数の値を示す。ここに、 $\Lambda = 1 - \kappa / \lambda$ 。図2(下)の実太線は、漸増載荷段階と荷重放置段階からなる荷重 $q \sim$ 時間 t 関係とすべて弾塑性圧密で計算した盛土中央の地表面沈下 ρ の時間的変化を示している。

さて、骨格変形係数 K_ρ は、ある任意の時点において、その時の荷重 q をその時に発揮されている地盤の剛性を変えないで予測した最終沈下 ρ_f で割って求めることができる。すなわち、 $K_\rho = q / \rho_f$ 。

ρ_f は、通常、線形弾性圧密理論に等価な自己回帰モデル式を沈下の挙動に区分的に当てはめて予測するのだが(区分線形近似)、今回は当該時刻において、Dマトリクス、要素剛性マトリクス、全体剛性マトリクスの成分の値を不変にして荷重一定の圧密計算を続行することで ρ_f を求めている。すなわち、当該時刻までは弾塑性圧密計算を行い、それ以降は異方性と不均質性伴う線形弾性圧密計算に切り換えて ρ_f 、 $K_\rho = q / \rho_f$ の計算を行っている。図2(下)の実細線は、漸増載荷段階における ρ_f 、 $K_\rho = q / \rho_f$ の計算例を示しているが、荷重放置段階においても同様に ρ_f 、 $K_\rho = q / \rho_f$ を求めることができる。

3. 骨格変形係数の劣化・回復過程の考察 図2(上)は、上記の方法で求めた K_ρ の時間的変化を示している。この図より、漸増載荷段階では K_ρ は著しく劣化していることがわかる。また、載荷を中止せず継続していくとやがて地盤は破壊すること($K_\rho \rightarrow 0$)が見て取れる。載荷を止めて荷重を一定に保った直後には、圧密の進行だけが卓越して K_ρ は著しく回復していることがわかる。しかし、その後の長期沈下はせん断変形を伴い、 K_ρ は徐々に劣化し続け、やがて一定値を取っている。

4. おわりに 今後は、地盤内の一部を砂質土で置き換えた地盤に対して K_ρ を求めて、地盤改良効果を検討する予定である。今回の計算は京都大学で開発された有限要素プログラムDACSARを使用しました。ここに、謝意を表します。

参考文献

- 1) 浅岡顕、三隅浩二、弾塑性圧密における骨格変形係数の劣化・回復過程と最終沈下量の検討、日本科学技術連盟第1回地盤工学における数値解析法シンポジウム論文集、pp.73-80, 1986.6.
- 2) A.Asaoka, K.Misumi, Analysis and Prediction of Consolidation Settlement of Normally Consolidated Clay Foundation Under Embankment Loading, Soils and Foundations Vol.28, No.3, pp.35-50, 1988.9
- 3) 飯塚敦、DACSAR 使用マニュアル、京都大学工学部、1983

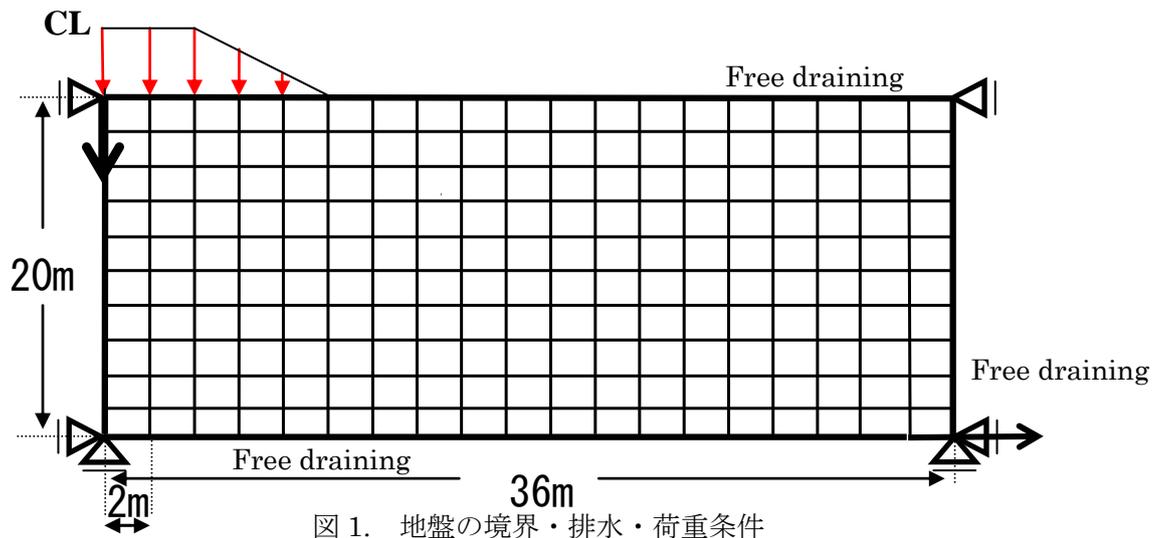


図 1. 地盤の境界・排水・荷重条件

表 1. 弾塑性パラメーターおよび透水係数

D: 0.1190	ν' : 0.4800	Λ : 0.9851	M: 1.4800
k: 3×10^{-6} cm/sec	σ_{v_0} : 115.0 kN/m ²	K_0 : 0.6250	

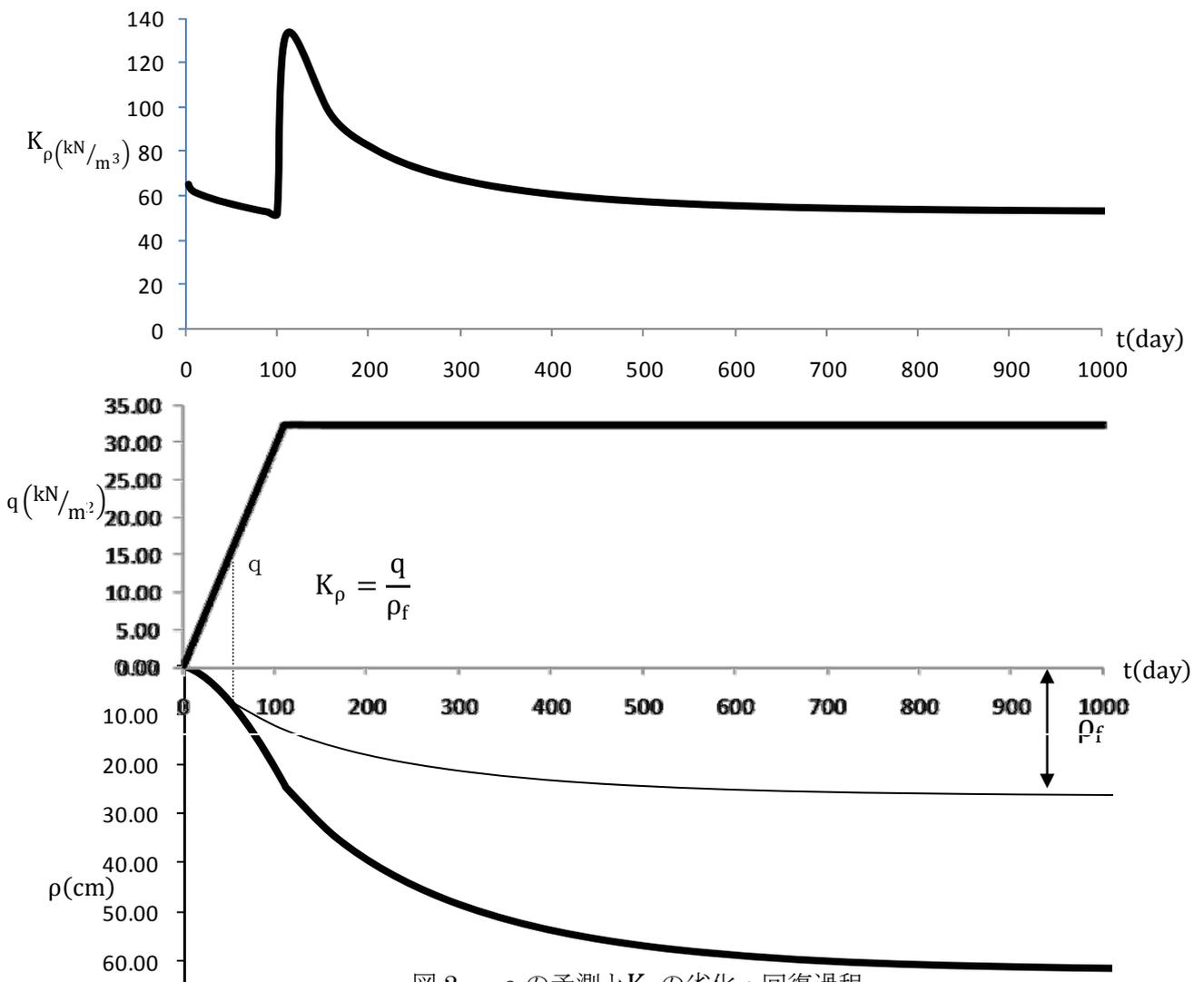


図 2. ρ_f の予測と K_ρ の劣化・回復過程