

III-167 弾塑性圧密せん断挙動への区分線形近似モデルの適用性に関する研究

名古屋大学 正 ○ 大塚 悟
同 浅岡 顕
愛知県 堤 清

1. はじめに

弾性圧密理論に基づく、地盤の荷重～時間～変形関係の観測を用いて最終変形を予測することができる。著者らは地盤の弾塑性圧密挙動の区分的記述に弾性圧密理論を適用して（区分線形近似）地盤の骨格変形係数を逆算し、最終変形量および地盤の破壊の予測について検討してきた。この方法は地盤の土質定数や境界条件などの情報が一切必要なく、実務的有用性は非常に高い。本論文では上記弾塑性圧密挙動の弾性圧密理論用いた区分的記述の適用性について報告する。

2. 正規圧密粘土地盤上の局部荷重

正規圧密粘土地盤の多次元弾塑性圧密挙動への区分線形近似の適用性について検討する。はじめに図1の盛土荷重による正規圧密粘土地盤の変形挙動を弾塑性構成式（カムクレイモデル、関口・太田モデル）を用いてシミュレートする。計算に用いた弾塑性パラメータおよび初期有効応力（地盤内で一様と仮定）は表1に示した。図2、図3は典型的な解析結果である。これらは荷重速度 $3 \text{ kN/m}^2/\text{day}$ で荷重、 60 kN/m^2 で圧密放置された場合に対応している。図から、

① 漸増荷重中は区分線形近似モデルが巧く機能していて、（盛土中央沈下 ρ を用いた）骨格変形係数 K_p が逆算される。両モデルで K_p は著しく劣化している。接線骨格変形係数 $\tilde{K}_p \rightarrow 0$ を用いて地盤の極限荷重を予測できる。

② 漸増荷重から荷重を一定にした直後は区分線形近似が巧くあてはまらない。しかし、しばらくするとモデルが機能して K_p は緩やかに減少して一定値になる。

③ 区分線形近似のあてはまらない僅かの期間に K_p は著しく回復する。

①～③は両モデルで成立する。最終変形の観測的予測手法にとって都合なことは、荷重一定時に K_p がごく初期を除いて一定値であることである。したがって見掛け上弾性圧密理

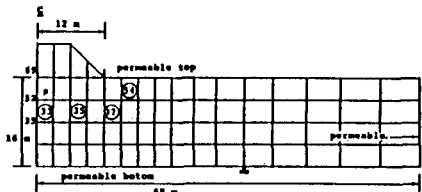


図1 境界条件と有限要素メッシュ

表1 諸係数および初期応力状態

λ	κ	M	D	ν	K_0
0.25	0.13	1.2	0.0326	0.2	0.7
e_0		σ_{v1}'		k	
2.057		54.87 kN/m ²		$1.0 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$	

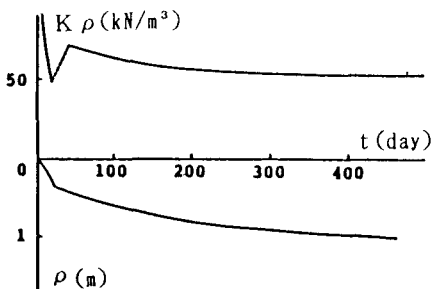


図2 解析結果（Cam Clayモデル）

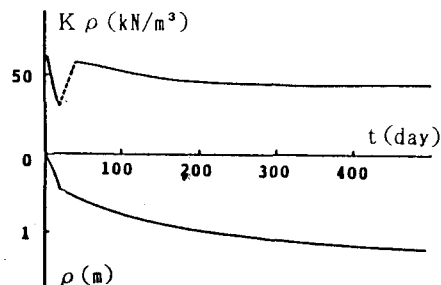


図3 解析結果（関口・太田モデル）

論に基づいて最終変形が求められる。荷重一定時に K_p 一定になることは局部荷重の場合広い荷重レンジで確かめられている。

3. 正規圧密、過圧密領域が混在する粘土地盤上の局部荷重

はじめに1次元問題の事例を示す。地盤厚さを $H=1$ として、正規圧密粘土地盤では $c_v=1$ 、 $k=1$ 、 $m_v=1$ 、過圧密地盤では $c_v=10$ 、 $k=1$ 、 $m_v=0.1$ を用いて弾性圧密解析を行った。過圧密地盤を再圧密する事例を図4に示した。図5は区分線形近似モデルを用いた図4の漸増載荷期間の圧密第一固有値の逆算値 $\lambda \sim$ 時間 t 関係である。 $T_0 < t < T_1$ では地盤全体が過圧密で $\lambda = -24.68$ が得られ、他方 $T_2 < t$ の地盤全体が正規圧密である時には $\lambda = -2.468$ が得られ、区分線形近似モデルは巧く機能している。しかし、 $T_1 < t < T_2$ の過圧密、正規圧密の過渡領域では図4のように沈下量 ρ そのものは連続であるのにもかかわらず、線形近似モデルは機能しない。次に2次元平面ひずみ条件でこの事例を検討する。正規圧密、過圧密の判定は平均有効応力 p' が数居値 $(p')_{\max}$ を越えるか否かで判断した。図6は盛土荷重によって正規圧密領域が時間と共に広がる様子である。この問題でも図5と同様に過圧密、正規圧密領域が激しく変化する期間は区分線形近似モデルが機能しない。

次に関口・太田モデルによる弾塑性地盤の正規圧密、過圧密領域の混在する場合への区分線形近似モデルの適用性について検討する。図1の地盤に1次元的に 30 kN/m^2 を載荷し、圧密終了後除荷して過圧密地盤を作成した。図7は載荷速度 $0.1 \text{ kN/m}^2 \text{ day}$ で一次元的に載荷する場合の解析事例である。正規圧密、過圧密領域で K_p が少し上昇するのは $e \sim \ln p'$ に基づく地盤の硬化を表している。しかし正規・過圧密領域が混在して境界が激しく移動する場合にはやはり区分線形近似モデルは機能しない。

4. おわりに

正規圧密、過圧密粘土地盤では弾塑性挙動への区分線形近似モデルのあてはめによる解析が、変形挙動および極限荷重の予測に有効であることを示した。しかし、過圧密から正規圧密へ移行する時に現れる極端な剛性の変化を含む問題では線形近似モデルの適用性が低いことをいくつかの数値実験をとりあげて示した。

5. 参考文献

- 1) 浅岡顕、三隅浩二(1986): "正規圧密地盤の部分排水状態の解析と沈下予測への適用," 第31回土質工学シンポジウム論文集, pp.73-78.
- 2) Asaoka, A.(1985): "Prediction of elasto-plastic consolidation behaviour," Proc. of ICSMFE, Vol.4, pp.2159-2162, San Francisco.

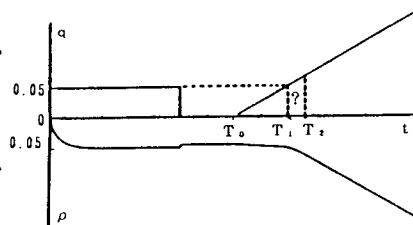


図4 荷重条件図

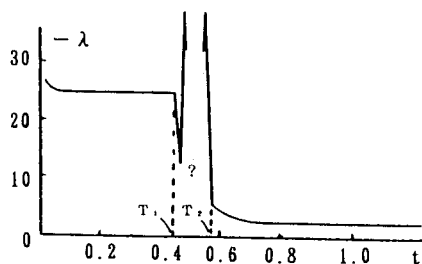


図5 解析結果

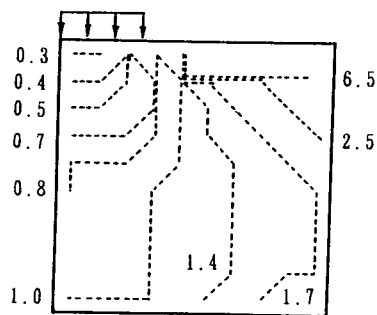


図6 正規圧密の広がり図
(図中の数字は再圧密をしてからの経過時間)

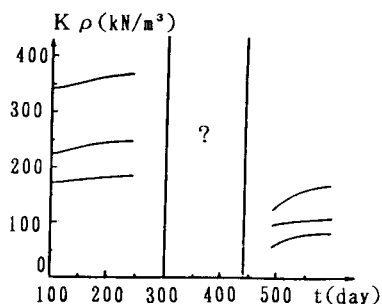


図7 解析結果