

PSⅢ-3 正規圧密および若干過圧密な粘土地盤の部分排水支持力

名古屋大学 正 ○ 浅岡 顕
同 大塚 悟
大成建設 田中 耕太郎

1. はじめに

軟弱地盤の実務では港湾地域の沖積地盤などのように一般に過圧密比1.1～2.0程度の「若干過圧密」な地盤を取り扱うことが多い。その他にプレロードや各種施工段階で地盤を過圧密な状態にすることも多く、このような「若干過圧密」な地盤の変形・安定性の評価に対する社会的要請は高い。本論文では載荷直前の応力状態が等しい正規圧密地盤および過圧密地盤を取り上げ、盛土のような局部漸増載荷を行う際の変形・支持力を比較する。上載荷重が同じ場合には一般に過圧密地盤の方が変形量が小さく、しかも急速載荷による（非排水）支持力も大きいことが予測される。しかし建設期間中の圧密の進行に伴って地盤内の強度は増加し、非排水支持力も大きくなる（部分排水効果）。本論文では正規圧密、過圧密地盤の漸増載荷中の圧密に伴う支持力の増加を追跡し、破壊に至る（部分排水支持力）までの上載荷重～時間～（急速載荷）支持力～変形関係について考察する。

2. 地盤のSoil Profile

数値シミュレーションの概要を表1および図1、2に示した（平面ひずみ条件）。図1は荷重、地盤の境界条件および載荷直前の鉛直応力状態を表す。正規圧密地盤の場合この応力分布は降伏応力に一致することから表1より $K_0=0.7$ 状態を仮定した。図2は載荷直前の応力状態が図1である過圧密地盤を表す。過圧密粘土は過圧密比に応じて K_0 が変化するが、図1の応力状態は一次元圧密・膨張過程のシミュレーションによって決定した。弾塑性構成式には自然堆積粘土の強度・変形特性の異方性を表す関口・太田モデルを用いた。

3. 載荷速度一定条件での支持力～時間～変形関係

弾塑性変形解析を行うと荷重履歴に応じた刻々の地盤内有効応力分布が定められる。この応力状態と限界状態とを結び付ける（構成式が指定する）非排水条件式を用いると、極限釣り合い解析によって荷重履歴を反映した支持力を得ることができる。図3、4は載荷速度 $\dot{q}$ が0.54, 0.9kN/m²dayの荷重による正規圧密、過圧密地盤の上載荷重～時間～（瞬間載荷）支持力～

（盛土中央）沈下関係である。図で上載荷重＝（瞬間載荷）支持力になると地盤は破壊し、したがって漸増載荷支持力が得られる。地盤の変形と支持力は全応力タームでの載荷経路が同じでもその経路上を走る載荷速度が異なると、境界値問題を解いて求まる各点の有効応力経路が変化して変形も支持力も載荷速度に影響される。ある上載荷重での支持力を比較すると、載荷速度の遅いほど建設期間中の圧密により支持力は大きい、しかし変形（沈下）に着目するとせん断変形と圧密変形が混在して定量的に議論することは難しく、個

表1 弾塑性パラメータ

λ	κ	M
0.25	0.135	1.2
ν	D	k
0.2	0.03776	7.14×10^{-7} cm/s

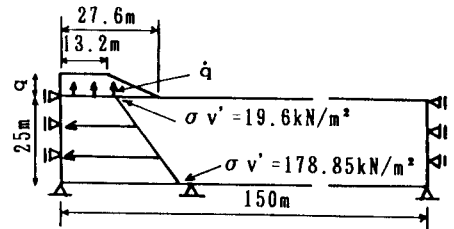


図1 境界条件および初期鉛直有効応力分布

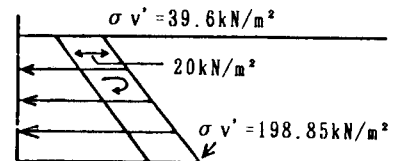


図2 過圧密地盤の作成（図1に対応）

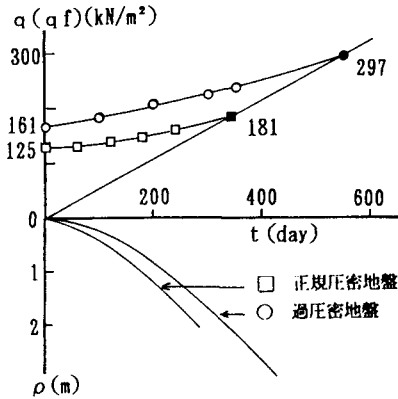


図3 支持力～時間～変形関係 ($\dot{q}=0.54\text{kN/m}^2\text{day}$)

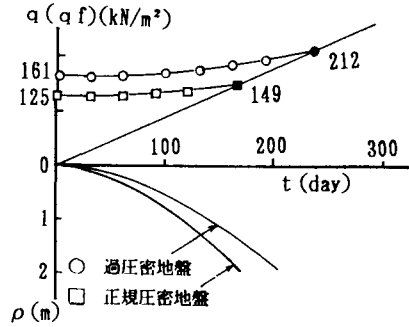


図4 支持力～時間～変形関係 ($\dot{q}=0.9\text{kN/m}^2\text{day}$)

々のケースに依存する。正規圧密、過圧密地盤の支持力を比較すると全載荷レンジで過圧密地盤の方が支持力大きい。これは過圧密地盤では支持力の大きい分だけ載荷速度一定の場合に破壊までの時間が長く、そのために部分排水効果も正規圧密地盤よりも大きくなることによる。載荷直前の支持力は図1、2の載荷履歴を反映していて分かり易いが、漸増載荷時の過圧密、正規圧密の過渡領域では地盤の変形・支持力特性も複雑でその予測は難しい。図5、6は地盤の支持力が、地盤内の各点で異なる荷重履歴を有する地盤の積分値的な代表値であることに着目した、部分排水度 $U = (q_f - q_{fu}) / (q_{ff} - q_{fu})$ ～時間 (t/t_f) 関係である。 q_{fu} 、 q_{ff} は各非排水および部分排水支持力を表し、 t_f は破壊までの時間である。図は $\dot{q}$ が大きいほど右下がりにとつた曲線が得られ、破壊近傍では圧密による部分排水効果が大きくなる傾向がある。正規圧密、過圧密地盤を比較すると、過圧密地盤の方が45° lineに近く載荷初期に若干部分排水効果が大きく現れている。載荷速度による曲線の形状に着目すると、 $\dot{q}=0.9\text{kN/m}^2\text{day}$ の曲線は正規圧密地盤では $\dot{q}=0.54\text{kN/m}^2\text{day}$ に近く排水的に、過圧密地盤の場合には $\dot{q}=1.8\text{kN/m}^2\text{day}$ に近く非排水的に挙動する。この傾向は個々の問題に因るが曲線の形状が変化する載荷速度のレンジは狭く、したがって正規圧密、過圧密地盤の挙動には随分差異が生じる。

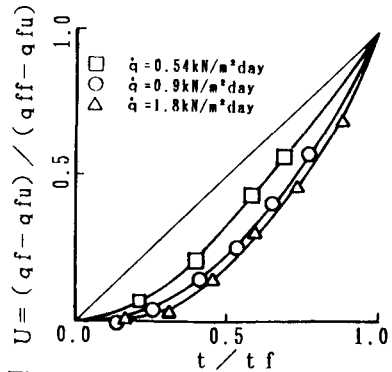


図5 部分排水度～時間関係（過圧密地盤）

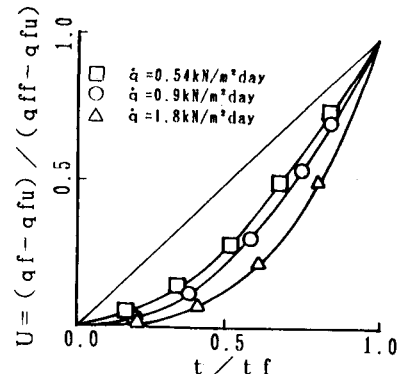


図6 部分排水度～時間関係（正規圧密地盤）

4. 参考文献

- 1) 浅岡 顕、大塚 悟、松尾 稔(1988): "軟弱地盤の変形・強度上昇におよぼす盛土施工履歴の影響、" 第23回土質工学研究発表会講演集。
- 2) 大塚 悟、浅岡 顕、三隅浩二(1987): "正規圧密粘土地盤の荷重～時間～変位関係と極限荷重の推定、" 第42回学術講演会概要集、第三部門、PP.36～37。
- 3) Asaoka A. and S. Ohtsuka (1987): "Bearing capacity analysis of a normally consolidated clay foundation," Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.58～70。