

III-5

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

名古屋大学 正 ○ 大塚 悟 浅岡 顕
鹿兒島大学 正 三隅 浩二

1. はじめに

弾塑性圧密変形解析によって荷重履歴に応じた刻々の地盤内有効応力分布（Current Effective Stress State）を定めることができる。この応力状態と限界状態とを結びつける塑性体積歪み（硬化parameter）条件式、例えば非排水式を用いると剛塑性有限要素法から荷重履歴を反映した粘土地盤の極限荷重を比較的容易に求めることができる¹⁾。しかしながら、こうした計算のためには土質定数の地盤内分布はもとより、境界条件、荷重条件のすべてが事前に与えられている必要があり、この種の計算がいつも必ずしも有効であるわけではない。3軸試験や室内モデル試験、あるいは現場載荷試験の解析のためには測定された荷重～変位関係からパラメータ・フリーで直接に極限荷重を定める（推定する）手法がどうしても必要である。従来から、 $\log q \sim \rho$ （ q ：荷重、 ρ ：沈下）や $\log q \sim \log \rho$ 曲線はよく利用されているし、また柴田・関口による変形係数の劣化の追跡もよく知られている²⁾。松尾・川村の方法もしばしば利用される³⁾。

飽和粘土地盤の場合、荷重は有効応力だけでなく過剰水圧（の勾配、透水力）と合わせて釣り合っている。ところが、破壊は骨格の破壊で、このため荷重のうち有効応力による支持分を知る必要があり、また過剰水圧の出方は荷重～時間関係にも依存する。それで荷重～時間～変位関係の測定から極限荷重を求める方法を考えることが必要になる⁴⁾。数値simulationによる実験を考察する。

2. 載荷速度一定条件での荷重～時間～変形関係と極限荷重

表1 弾塑性parameter

λ	0.25	M	1.2
κ	0.1304	γ_t	16.3 kN/m ³
K_0	0.7	k/γ_w	1.0×10^{-5} m/day

数値simulationの概要を図1、表1に示す（平面歪み条件）。載荷速度は $\dot{q} = 200, 2, 0.2$ kN/m²dayを用いて弾塑性圧密変形解析を行った。図2は得られた荷重～時間～沈下（荷重中央部での沈下）関係である。

これらに対して極限つりあいの解析を用いて支持力を求めると図3のように得られ、載荷速度に応じた歪み硬化を反映している事が解る。破壊近傍では概して変形解析の精度の悪いことから、信頼できる区間からの外挿によって支持力を算定する。この事情は次の荷重～時間～変形関係を用いて直接、支持力を算定する場合にも変わらない。

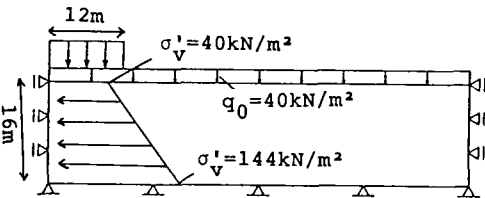


図1 境界条件と初期鉛直有効応力分布

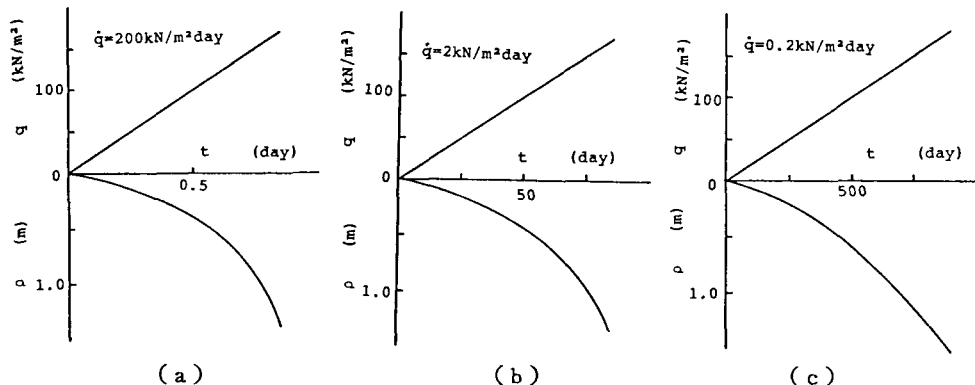


図2 載荷速度一定条件での荷重～時間～沈下関係

荷重～時間～変形関係から支持力を求める方法に、区
分線形近似理論に拠る方法がある。この方法によると地
盤の有効応力に関する骨格変形係数が得られ、地盤の構
造骨格に作用する有効荷重を定義することができる。こ
れは透水性と剛性に異方性があっても、また不均質な地
盤であっても成立することから、前述「パラメータ・フ
リーの的方法」に当たる。地盤の極限支持力は骨格変形係
数 $\rightarrow 0$ によって求められることになる。図4(a)～(c)に
解析事例を示す。図には割線骨格変形係数 K_p および接
線骨格変形係数 $\bar{K}_p$ を用いる方法についても示した。

図から以下のことが解る。(1) 従来の全応力で破壊を
定義する方法 ($dq/dp \rightarrow 0$) は過大な支持力を与える事が多い。(2) 弾塑性圧密変形解析と極限つりあいの解
析の両者を動員する方法と接線骨格変形係数 $\rightarrow 0$ による方法とが非常に近い解を与える(図3参照)。

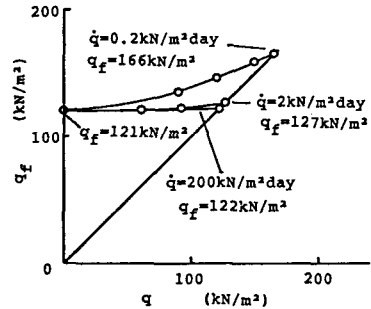


図3 極限つりあい解析による支持力の算定

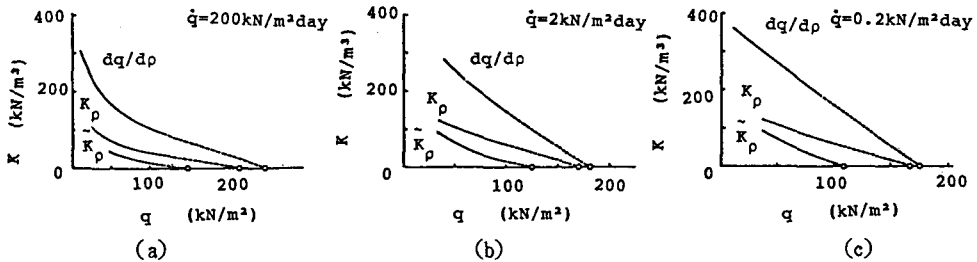
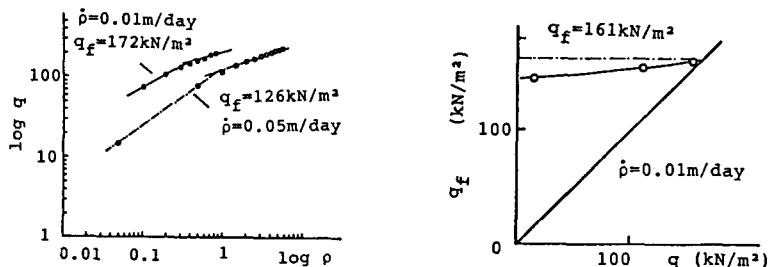


図4 荷重～時間～変形関係を用いた支持力の算定

3. 変位速度一定条件での荷重～時間～変位関係

変位速度一定条件での載荷は地盤の破壊に従って荷重増分が小さくなることから、明瞭な破壊を示さない
ことが多い。このような問題に対しては図5に示すような簡便な支持力算定法が用いられているが、この方
法に関する是非については定かでない。この問題に対して弾塑性圧密変形解析と極限つりあいの解析を動員
する方法その他によって検討(図6)を進めているが、次の機会に報告したい。

図5 $\log q \sim \log p$ を用いた支持力の算定 図6 極限つりあい解析を用いた支持力の算定

参考文献

- 1) Asaoka A. and S. Ohtsuka (1987): Bearing capacity analysis of a normally consolidated clay foundation, Soils and Foundations, (to appear).
- 2) Shibata T. and H. Sekiguchi (1981): Predictions of embankment failure on soft ground, Proc. 10th ICSMFE, Stockholm, Vol.1, pp.247~250.
- 3) Matsuo M. and K. Kawamura (1977): Diagram for construction control of embankment on soft clay, Soils and Foundations, Vol.17, No.3, pp.37~52.
- 4) Asaoka A. and S. Ohtsuka (1986): The analysis of failure of a normally consolidated clay foundation under embankment loading, Soils and Foundations, Vol.26, No.2, pp.47~59.