

III-72 漸増局部载荷を受ける粘土地盤の変形解析 — 一部分排水度の定義とその意義 —

京都大学防災研究所 関口秀雄
同 柴田 徹
同 三村 衛

1. はじめに 軟弱地盤上に盛土等の構造物を構築する場合、一般に、構築時には非排水変形を、放置期間中には圧密による変形を生じると仮定して、変形解析を行うことが多い。一方、実際には、载荷は漸増的に行われるため、構築時と言えども完全非排水状態というはおこりえず、変形は常に部分排水条件下で進行すると考えられる。しかしながら、地盤の部分排水度に関しては、いまだ明確な定義はなされていないのが現状である。そこで本研究では、モデル地盤を対象とした弾・粘塑性圧密解析を行い、部分排水の度合いを定量的に表現しうる一つの指標を与え、さらに、局部载荷を受ける粘土地盤の支持力～変形挙動について、定量的な考察を行う。

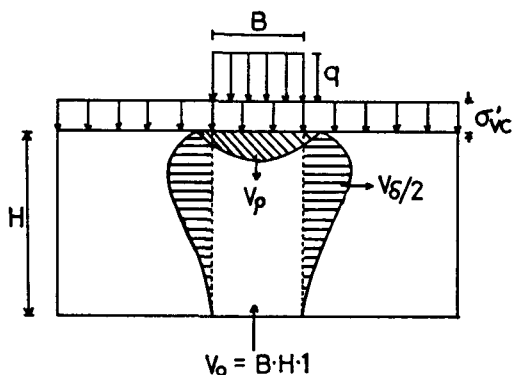


図-1 問題の定義

2. 体積変化挙動と载荷速度パラメータ Ω 本報告において設定した問題は、図-1に示すように、有効上載圧 σ_{vc}' で一次元圧密された正規圧密粘土地盤に、载荷幅Bの局部载荷重qを与えた時の変形解析である。部分排水度を規定するために、局部载荷に伴う载荷面下の沈下体積 V_p と、法尻深さ方向の側方流動体積 V_s に着目し、次式で定義されるパラメータ $\bar{V}_{net}$ を導入する。

$$\bar{V}_{net} = (V_p - V_s) / V_0 \quad (1)$$

ここで、 V_0 は载荷幅Bと層厚Hによって決定される初期体積である。理想的な完全非排水変形では、 $V_p = V_s$ となるので $\bar{V}_{net}$ の値はゼロとなり、部分排水度が大きくなるにしたがって増加し、完全排水状態で最大となる。

したがって、部分排水度は、载荷速度 $\dot{q} / \sigma_{vc}'$ と地盤の圧密速度の相対的な大きさに依存することになる。そこで本報告では、新たに次式で定義される無次元载荷速度パラメータ Ω を導入する。

$$\Omega = \dot{q} \cdot t^* / \sigma_{vc}' \quad (2)$$

ここで t^* は特性時間であり、圧密係数と最大排水距離の関数として与えられる地盤定数である。この特性時間の具体的な決定方法については、次節で述べる。

部分排水条件下において、5種類の異なった载荷速度による局部载荷のシミュレーションを行った。沈下体積 $V_p / V_0 = 10\%$ における部分排水度～载荷速度関係を図-2に示す。载荷速度の減少に伴って部分排水

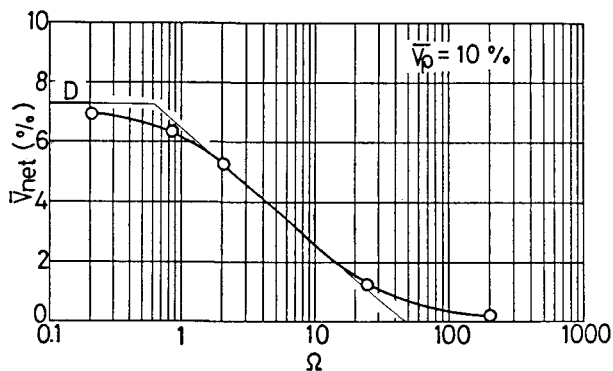


図-2 部分排水度～载荷速度関係

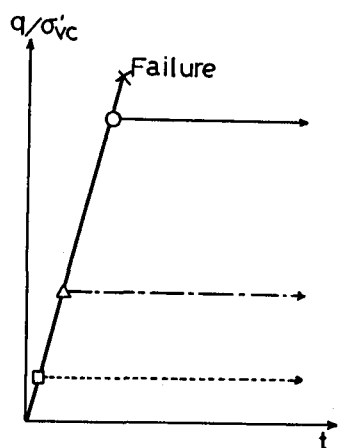


図-3 漸増载荷-放置過程を示す模式図

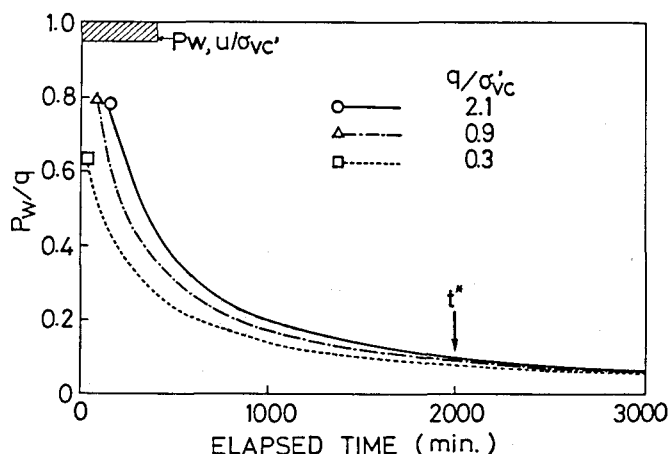


図-4 過剰間隙水圧の消散過程

度は高くなっており、 $\Omega=0.2$ の場合、別途実施した完全排水解析結果（D）に極めて近いことがわかる。 $\bar{V}_{net} \sim \Omega$ 関係に現れる直線部分を延長し、 $\bar{V}_{net}=0$ との交点を非排水境界と考えれば、このときの Ω の値は、50 となる。一方、逆に延長し、 $\bar{V}_{net,0}$ との交点を排水境界と考えれば、このときの Ω の値は、0.6 となる。このように、地盤の部分排水度を、载荷速度によって明確に規定することができる。

3. 特性時間 t^* の決定方法 载荷速度パラメータ Ω の定義にあたって導入した特性時間 t^* は、地盤の圧密速度を表わす指標である。本報告では、部分排水条件の下で、漸増局部载荷後、一定荷重で放置した時の過剰間隙水圧消散過程から、直接 t^* を決定した。 t^* を決定するために、図-3 に示すような3種類の漸増载荷～放置過程をシミュレートした。放置した荷重レベルは、低荷重レベルから破壊に極めて近い場合までを網羅している。このときの過剰間隙水圧消散過程を図-4 に示す。

時間の経過とともにユニークな時間～消散曲線が得られていることがわかる。完全非排水解析において得られる、過剰間隙水圧 ($P_{w,u}/\sigma'_{vc}$) の10%まで水圧が消散した時点をもって、実質的な圧密終了時点とみなして t^* を決定した。本報告で設定した地盤条件のもとでは、 $t^*=2,000\text{min.}$ となる。

4. 支持力～沈下関係に及ぼす载荷速度の影響 支持力～沈下関係を Ω をパラメータとして図-5 に示す。 Ω の値が大きくなるにしたがって沈下量も増加する傾向があるものの、支持力については、荷重～沈下関係の交差現象がおこり、逆に小さくなる。このように、载荷速度パラメータ Ω を用いることにより、地盤の部分排水度が明確になり、支持力～沈下関係を総合的に評価できることがわかる。

今後、さらに広範な地盤条件のもとでの挙動解析を行い、実質的な指針の確立を目指したい。

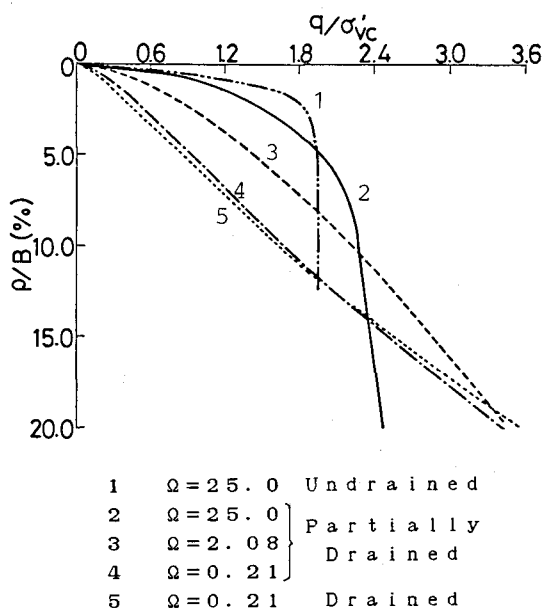


図-5 荷重～沈下関係