

1. まえがき

粘性土地盤の圧密沈下を解析する場合、Terzaghi の一次元圧密理論を用いるのが一般的である。この理論が厳密に適用できるのは、載荷幅が粘土層厚に比較して無限に大きい場合に限られる。しかし実際には、盛土荷重のように、粘土層厚に比較して載荷幅が無限とは見なせないものに対しても、一次元圧密理論が用いられることが多い。このような場合への一次元圧密理論の適用は、圧密沈下解析の精度を低下させる要因となり、これまでに報告されているような、実測沈下量と計算沈下量の大きな相違を生じさせる原因となり得る。今回は、このような観点から、有限要素法による非線形多次元圧密解析を行い、一次元圧密理論と比較した。この結果得られた、一次元圧密理論の適用範囲、一次元圧密理論を多次元圧密に適用した際の誤差などを報告する。

2. 解析方法および解析条件

ここで用いた有限要素法は、Biot の圧密方程式を解くものであり、土の力学モデルとしては、関口・太田モデルから粘性項を除去したものをを用いた。計算条件としては、図-1 に示すように、層厚 10 m の均一な粘土層に等分布荷重が載荷された場合を考えている。図-1 では、鉛直方向と水平方向の縮尺が異なっているが、粘土層の水平方向の範囲としては、150 m を考え、そのうち 100 m の範囲に等分布荷重 p が作用しているとした。このような条件で計算を行うことにより、図-1 の中心線付近では、一次元圧密条件が成立し、荷重端部に近づくに従って多次元圧密（平面ひずみ）の影響が生じる現象が再現できる。したがって、計算結果を整理する際には、図-1 に示した、荷重端部からの距離 x の変化と沈下速度の関係を調べた。

なお、土質定数としては、圧縮指数 $C_c = 1.0$ 、膨張指数 $C_s = 0.2$ 、 $M = 1.5$ 、初期間隙比 $e_0 = 2.0$ とし、鉛直方向の初期応力を 10 tf/m^2 として、深度に無関係に一樣に与えた。静止土圧係数 K_0 は、正規圧密状態とし 0.5 を採用した。透水係数は間隙比の関数とし、一次元圧密に対応する圧密係数 C_v が一定となるようにした。載荷重 p としては、 10 tf/m^2 および 15 tf/m^2 の 2 種類とし、所定の時間係数 T_0 までに時間とともに比例して載

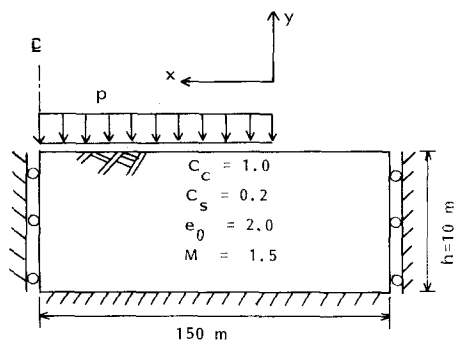


図 - 1

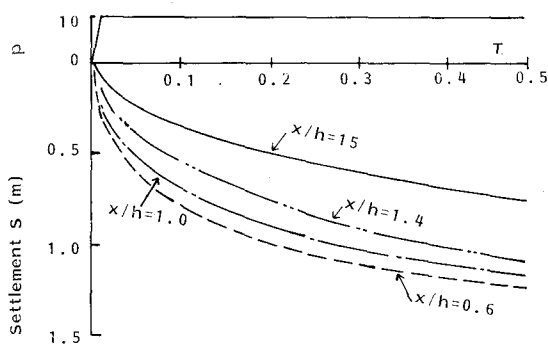


図 - 2

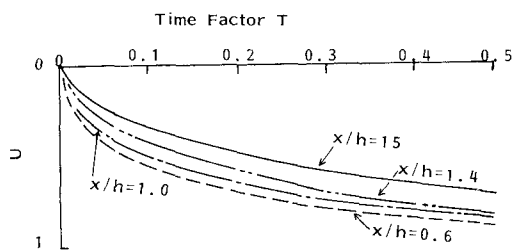


図 - 3

荷される漸増荷重としている。 T_0 の値は、一次元圧密理論によって計算される時間係数であり、今回の計算では、 T_0 の値として、0.001, 0.01, 0.1の3種類を用いた。

3. 解析結果

図-2は、計算の結果得られた、沈下量と時間係数の関係を示したものである。この図には、載荷重の大きさも上段に示している。また、沈下量の値としては、図-1に示した荷重端部からの距離 x と粘土層厚 h の比 x/h をパラメータにして、4点における値をプロットしている。このうち、実線で示したものは、中心線上の値であり、一次元圧密条件に対応する。図-2は、載荷期間 $T_0 = 0.01$ 、載荷重 $p = 10 \text{ tf/m}^2$ に対する結果であるが、図より明らかなように、荷重端部に近い点では、中心線上の値に比べて沈下量が大きくなっている。図-2は沈下量をプロットしたものであるが、この値から最終沈下量に対する比として、圧密度 U を求め、時間係数との関係を示したものが図-3である。この図より分るように、沈下速度も荷重端部で大きい。

図-3に示したような圧密速度の相違を検討するために、圧密度 $U = 0.5$ での時間係数 T_{50} を求め、その値と一次元圧密理論による値 T_{1d} との比 T_{50}/T_{1d} を調べた。図-4には、このようにして得られた T_{50}/T_{1d} と x/h の関係を載荷期間 T_0 をパラメータにして示している。ただし、この図は $p = 10 \text{ tf/m}^2$ の場合に対するものである。図-4より分るように、荷重端部では、多次元圧密の影響を受け、一次元理論が適用できるのは、 $x/h > 2$ 程度である。

図-5は同様のプロットを、載荷期間 $T_0 = 0.01$ の場合に、2種類の載荷重、 $p = 10, 15 \text{ tf/m}^2$ に対して行ったものである。この図より分るように、載荷重が大きくなると、せん断変形が大きくなるので、荷重端部の圧密速度が速くなる。また、一次元圧密理論が適用できるのは、 $x/h > 2.5$ 程度である。

図-6は、図-5と同様な整理を $T_0 = 0.001$ の場合に対して行ったものである。この図では、縦軸が対数目盛になっていることに示されるように、荷重端部付近での圧密速度が一次元圧密理論に比較して非常に大きくなっている。

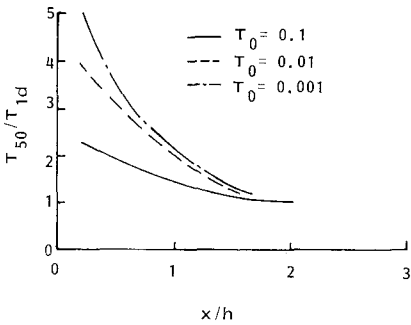


図 - 4

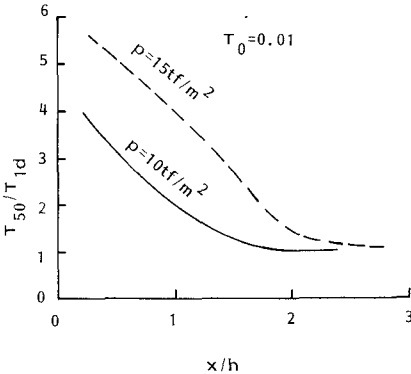


図 - 5

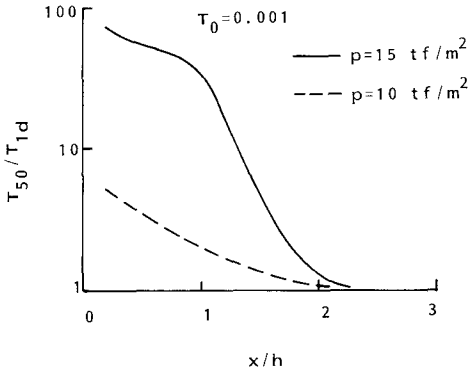


図 - 6