

III-121

沈下速度に及ぼす載荷幅の影響

運輸省 港湾技術研究所 正員 小林正樹

1. まえがき

粘性土地盤の圧密速度を計算する際には、テルツァーギあるいは三笠の圧密理論を用いるのが一般的である。これらの圧密理論においては、変形は鉛直方向のみとする一次元圧密の仮定に基づいている。このような仮定が成立するのは、埋立荷重のように、粘性土層厚に比べて載荷幅が非常に大きい場合に限られる。しかし、実際に粘性土地盤の沈下を推定する場合には、通常の盛土のように載荷幅が粘性土層厚に比較してあまり大きくないようなものに対しても、一次元圧密解析を適用しているのが実情である。このように、一次元圧密条件とは考えられないような場合にも通常の一次元圧密計算法を適用することは、圧密解析の信頼性を損ねる一つの原因と考えられる。これまでの経験によれば、実際の圧密は計算によって求まる値に比較して速く進行することが多いとされている。このような傾向が多次元圧密解析によって説明できるかどうかを調べるために、非線形二次元圧密解析法により、一連の計算を行って一次元解析の結果と比較したので、その結果を報告する。

2. 計算方法および計算条件

今回の二次元圧密解析においては、関口・太田¹⁾の力学モデルに基づき、Biotの圧密方程式を有限要素法によって計算した。計算に際しては、図-1に示すように、厚さ $H=10\text{m}$ の様な粘性土層を対象とし、その表面に作用する等分布荷重の載荷幅 B を変化させて、圧密速度を一次元解析のものと比較検討した。さらに、載荷時間を変化させるために、図-2に示されるように、時間係数 T_0 に対応する時間までは時間に正比例する漸増載荷とし、その後一定の荷重が作用するものとしている。ここでは、 T_0 の値を0、0.05、0.5の三種類に変化させて計算を行った。関口・太田のモデルにおける力学定数は、圧縮指数 $C_c=1.0$ 、膨張指数 $C_s=0.2$ 、破壊時の応力比 $M=1.4$ 、初期間隙比 $e_0=2.5$ としている。また、初期応力は一様に 10tf/m^2 とし、静止土圧係数は $K_0=0.5$ を用いた。排水条件は両面排水とし、一次元圧密における圧密係数が一定となるように、透水係数を間隙比の関数として変化させている。今回の計算では、載荷幅 B と粘土厚 H の比 B/H を0.4、1.0、2.0、4.0の4種類に変化させている。また、荷重 p としては、 5tf/m^2 と 10tf/m^2 の二種類に対して計算を行った。ここで、 $p=5\text{tf/m}^2$ は安全率がほぼ3に対応し、 $p=10\text{tf/m}^2$ のものは安全率が約1.5となる。

3. 計算結果

今回の計算においては、二次元圧密解析による時間と載荷中心点における沈下量の関係から、圧密度50%における時間係数 T_{50}' を求め、その値を一次元圧密理論による T_{50} と比較した。一次元圧密理論により二次元の解析を行う場合には、圧密係数 c_v を補正して $c_v^* = c_v \times T_{50} / T_{50}'$ とし、 c_v^* を用いれば二次元の影響を近似的に反映することができる。今回は、 c_v^* と B/H の関係を、図-2に示す載荷時間係数 T_0 に対応させて調べた。

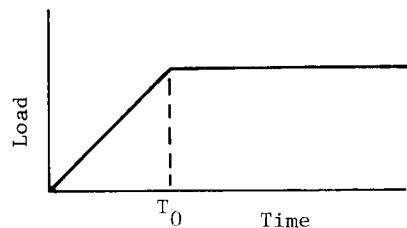


図-1 計算条件

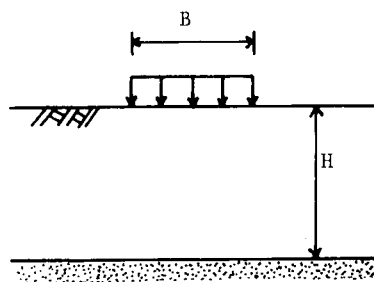


図-2 荷重と時間の関係

図-3は、 $T_0 = 0$ の場合の c_v^* / c_v と H/B の関係を示したものである。図中には、荷重が 5 tf/m^2 の場合と 10 tf/m^2 の場合の2ケースが示されている。この図より明らかなように、 B/H が小さくなると、沈下速度は一次元圧密理論による値と比較すると大きくなる傾向がある。しかも、その差は、荷重の値によって変化し、荷重が大きくなるほど一次元圧密理論との相違が大きくなる。盛土のように、粘性土地盤に直接載荷するような場合は、あまり大きな安全率を採用することはまれであり、通常は1に近いぎりぎりの安全率で施工されることが多い。したがって、一次元圧密理論との相違は大きく、厳密な二次元圧密解析を行えば、精度が向上し実測値に近い結果が得られるものと思われる。図-4は、 $T_0 = 0.05$ の場合に対して同様の整理を行った結果を示したものである。この図をみると、図-3と同様に、 B/H の値が小さくなると沈下速度は一次元の場合よりも大きくなるが、その相違は $T_0 = 0$ の場合と比較すると小さいことが分かる。

図-5は $T_0 = 0.5$ の場合の結果を示したものである。この図を見ると、 T_0 が大きくなると沈下速度は B/H の値にあまり関係せず、一次元圧密理論による値にほぼ等しいことが分かる。このように、 c_v^* が T_0 によって変化することは、サンドドレーン工法のように沈下促進をはかるようなものを適用する場合には大きな問題となる。このような工法を適用すると、排水距離が短くなるために T_0 が大きくなり、見掛けの沈下速度が一次元理論のものに近くなる。一方、無処理の場合は、 T_0 が小さいために、見掛けの圧密速度が一次元のものに比べて大きい。これまでの実測結果によれば、サンドドレーンを施工しても沈下速度にはあまり有意な差が見られなかったことが多いが、この現象は今回の計算結果からある程度説明できると言えよう。

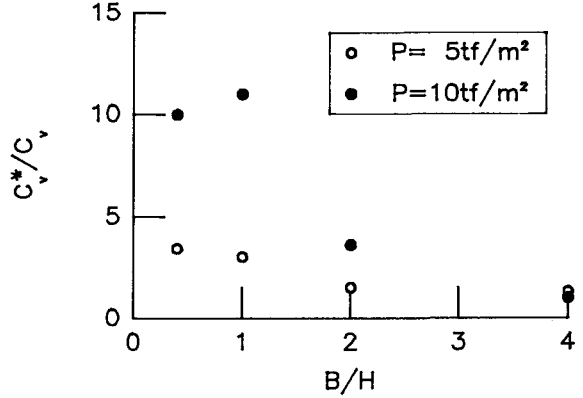


図-3 c_v^* / c_v と B/H の関係 ($T_0 = 0$)

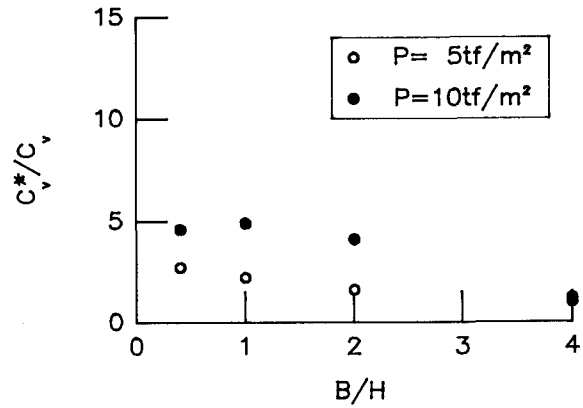


図-4 c_v^* / c_v と B/H の関係 ($T_0 = 0.05$)

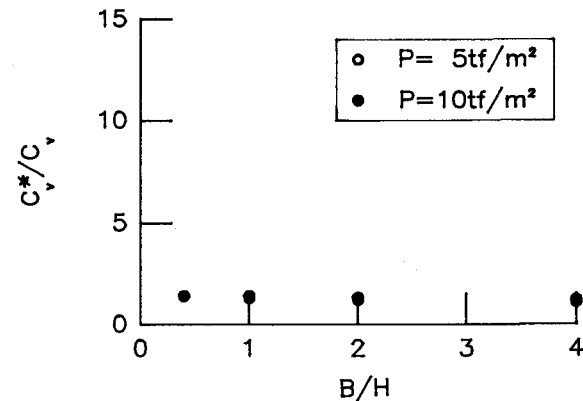


図-5 c_v^* / c_v と B/H の関係 ($T_0 = 0.005$)

参考文献

- 1) Sekiguchi, H. and Ohta, H. : Proc. Speciality Session 9, 9th ICSMFE.