

大阪大学工学部 正員 松井 保
新日本技術コンサルタント 正員 〇武内 一彦

1. おえがき

軟弱地盤上の構造物の沈下は、圧密による沈下の他に側方流動による沈下を考慮する必要がある。さらに、側方流動は瞬間的に生ずるとは限らず、載荷重、土質等によつては、圧密と同様長期間にわたつて継続することが、軟弱地盤上の盛土・タンク等に関する観測や模型実験から確認されている¹⁾。本研究は、上記の考え方にに基づき塑性流動理論から導かれた載荷幅に比し層厚が比較的小さい場合の沈下算定式を両面排水地盤に適用する方法を検討するとともに、数種の既往の沈下解析法による計算値と模型実験による実測値を比較することにより側方流動による沈下について考察を加えたものである。

2. 沈下計算法

比較のため用いた沈下算定法は、i) 一次元圧密理論による方法、ii) Skempton & Bjerrum の方法³⁾、iii) Lambe の方法⁴⁾、iv) Davis & Poulos の方法⁵⁾であり、側方流動を考慮した沈下算定法は層厚が比較的小さい場合 ($h_0/l \leq 1/6$) に適用され、載荷幅 $2l$ 、初期層厚 h_0 、土の単位体積重量 γ_0 、初期状態の土のせん断強度 τ_{y0} 、流動終了時の載荷板下のせん断強度 τ_{yl} 、載荷重 W とすると、流動終了時の沈下量 S は次式で与えられる²⁾。

$$S = [4l(\gamma_0 h_0 - \tau_{y0}) + W - \sqrt{[4l(\gamma_0 h_0 + \tau_{y0}) - W]^2 + 24\gamma_0 \tau_{yl} l^3}] / 6\gamma_0 l \quad (1)$$

3. 実験方法

実験に用いる試料は、 $L.L. = 118.5\%$ 、 $P.L. = 32.4\%$ 、 $PI = 86.1\%$ 、比重 2.65 、粘土分 65% の粘土である。幅 5.3 cm 、奥行、高さともに 15 cm の圧密槽に上記の練返し粘土を入れ、 100 g/cm^2 の圧密圧力で約 9 日間圧密し層厚約 3 cm の模型地盤を作成する。つぎに幅 1.8 cm の載荷板により二次元的に部分載荷を行なう。この場合、粘土層上下面は排水状態で、十分粗であると考えられる。 $h_0/l \approx 1/6$ だから、極限支持力 P_u は約 7.7 Cu ⁶⁾ (Cu は非排水せん断強度) であり、 $P_u \approx 320\text{ g/cm}^2$ となる。表-1 に示すごとく、本実験では載荷圧のみをパラメータとして 4 種の載荷を行なう。また粘土層表面の乾燥防止のため流動パラフィンを塗布し、温度の影響を除くために 20°C の恒温室で行なう。沈下算定に必要な種々の土の定数を得るため、 K_0 および標準圧密試験、圧密非排水の直接および三軸せん断試験等を行なう。

実験番号	I	II	III	IV
初期層厚 h_0 (cm)	2.799	2.784	2.733	2.742
初期含水比 (%)	91.8	90.7	90.2	91.4
載荷圧 P (g/cm ²)	212.0	320.0	400.0	500.0
流動圧/せん断力	0.66	1.00	1.25	1.56

表-1

4. 実験結果および考察

既往の沈下算定法より得られた計算値と一次圧密終了時の実測値を表-2 に示す。計算値と実測値の比を縦軸に、載荷圧と極限支持力の比を横軸にとり図化したのが図-1 である。その結果、三軸試験で得られる弾性係数を用いる Skempton & Bjerrum の方法および Davis & Poulos の方法では、極限支持力以下の場合にも計算値と実測値がよく一致しない。この理由として、模型地盤の層厚は比較的小であるので三軸供試体とは応力状態が異なり、

実際の弾性係数は三軸試験で得られたものより見かけ上大きいことが考えられる。以上のことを考慮すると、極限支持力以上の載荷圧に対して既往の方法による沈下量の計算値は一般的に実測値より過小に見積ることになり、側方流動による沈下が十分考慮されていないことが原因と考えられる。

つぎに、極限支持力以上の載荷圧の場合に式(1)を適用する。式(1)において、圧密によるせん断強度の増加を無視すれば $\tau_{y0} = \tau_{yl}$ として計算できるが、両面排水の場合 τ_{yl} の増加は無視できない。正規圧密粘土では C_u / p が一定値 (β) をとり、 $e - \log p$ が直線関係であることに着目し、粘土層全体に平均的にせん断強度 $C_u (= \tau_{yl})$ が増加するとすれば、近似的に次式が得られる。

$$\log \tau_{yl} = \{ (e_1 - e_2)U + (\alpha - e_1 + C_e \log \beta) \} / C_c \quad (2)$$

ここに、 α は定数、 e_1 および e_2 はそれぞれ初期および圧密終了時の閉げき比、 U は圧密度、 C_c は圧縮指数である。 U は時間係数の関数であるから、結局 τ_{yl} の時間的变化が予測できる(図-2)。したがって、流動終了時間 T_f が得られれば側方流動による沈下量が算定できることになる。いす実験結果から T_f を求める。漸増する τ_{yl} の値に対して流動を生じない層厚を式(1)から求めると図-2の破線のごとくになり、破線と横軸の交点を T_0 とすれば、 T_0 以前にすでに流動が終了していることは明らかである。図-2の実線は実測沈下量曲線であるので、破線と実線の交点の横軸が T_f となる。したがって、時間 T_f までは圧密と流動が共に生じ、それ以後は圧密のみと考えられる。載荷圧と極限支持力の比と T_f / T_0 の関係を図-3に示す。図-3より載荷圧が極限支持力より大になれば T_f / T_0 がほぼ0.5となることが分かる。したがって、塑性流動が十分生じた場合の沈下量の算定法として、 $T_f = T_0 / 2$ として τ_{yl} を求め、式(1)より時間 T_f までの沈下量を計算し、それ以後は圧密のみとして全沈下量を計算できることになる。

以上両面排水地盤の側方流動による沈下の算定法を考察したが、 T_f / T_0 の値については載荷重、土質条件、寸法効果等による影響を更に検討する必要があると思われる。

- 参考文献 1) Fitz-Gibbon, Darragh, R.D.: Controlled Water Tests to Preflood Tank Foundations, ASCE, Vol. 90, (1964)
 2) Ito, T. and Matsui, T.: Settlement Caused by Plastic Flow of Soft Clay Layer, Proc. 4th Asian R.C.S.M.F.E (投稿中)
 3) Skempton, A.W. and Bjerrum, L.: A Contribution to the Settlement Analysis of Foundations on Clay, Geotechnique 7-168 (1957)
 4) Lambe, T.W.: Method of Estimating Settlement, ASCE, Vol. 90 (1964)
 5) Davis, E.H. and Poulos, H.G.: The Use of Elastic Theory for Settlement Prediction Under Three-Dimensional Conditions, Geotechnique, Vol. 18 (1968)
 6) 橋口: 粗い岩盤上の土の支持力に関する弾性論的研究 土と基礎, 18 (1969)

実験番号	I	II	III	IV
実測沈下量 cm	0.1975	0.4024	0.6953	0.7807
一次元圧密終	0.2257	0.2817	0.3116	0.3290
Skempton & Bjerrum の方法	0.2893	0.4198	0.5057	0.5947
Lambe の方法	0.2099	0.3118	0.3580	0.4140
Davis & Poulos の方法 cm	1.0317	2.0266	2.7636	3.6847

表-2

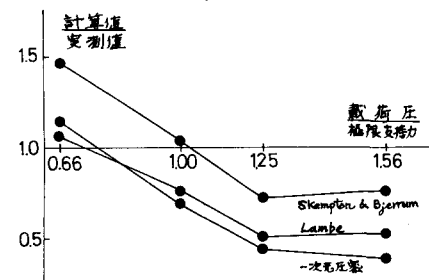


図-1

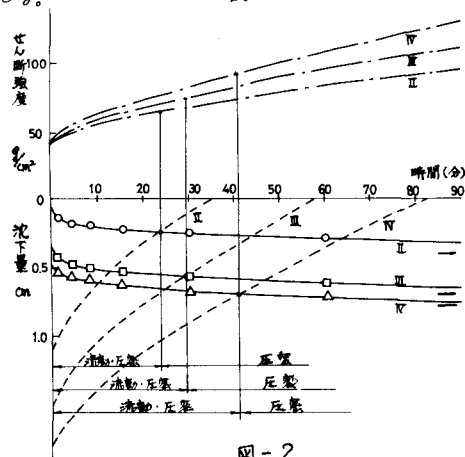


図-2

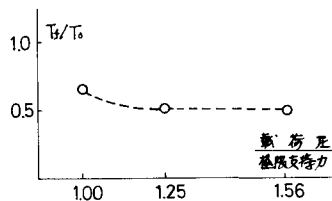


図-3