

大阪大学工学部 正員 伊藤 昌雄

大阪大学工学部 正員 松井 保

大阪大学大学院 学生員 〇三 藤 重剛

(1) まえがき

軟弱地盤上の構造物の沈下は、圧密沈下だけでなく、地盤の流動にも起因すると思われる。その流動のメカニズムを解明する一助として、今までに二、三の実験を行ない、その結果、盛土中に比厚さのうすい軟弱地盤の流動については、理論値と実験値と一致を得た。¹⁾そこで今回は、軟弱地盤層厚と盛土中の比をパラメーターにして実験を行ない、その理論の適用できる範囲を明らかにすることを試みたので、その結果を報告する。

(2) 理論式

図-1に示すように二次元的に取扱い、粘性土層厚 $2h_0$ が載荷板長さ l に比べて十分小さい場合について考える。

従って載荷によって起る流動は、 Z 方向に一樣で X 方向の速度成分のみをもつ層流と仮定出来る。粘性土は一般に非ビンガム流体であり、Herschel-Bulkleyの式が適用できるとし、その降伏値を τ_{y0} とする。図-1のごとく、中心から x だけ離れた微小部分について自重を無視して釣合を考えれば、流動の終ると思われる状態では

$$dp/dx = -\tau_{y0}/h \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに h は最終状態の層厚である。 $x=l$ で $p=p_2$ (側圧)として、式(1)を x について積分すると

$$p = \tau_{y0}(l-x)/h + p_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

従って載荷重 P は p を $x=-l$ から $x=l$ まで積分したものとすれば

$$P = \tau_{y0}l^2/h + 2p_2l \quad \dots \dots \dots (3)$$

式(3)が最終状態の釣合方程式である。この式はJürgenson²⁾、Storogano³⁾等の式を變形することによっても得られる。式(3)において p_2 は側方粘性土層による受働土圧の平均値として求める。流動によって側方に生ずる盛り上りは、一樣であると仮定し、その量は載荷板の沈下量に等しいとすれば、次式が得られる。

$$p_2 = \gamma_0(4h_0 - 3h) + 2\tau_{y0} \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここに γ_0, γ_0 は載荷板外側の粘性土の降伏値および単位体積重量であって式(3)と式(4)より h を求めると

$$h = \frac{4l(2\gamma_0h_0 + \tau_{y0}) - P + \sqrt{\{4l(2\gamma_0h_0 + \tau_{y0}) - P\}^2 + 24\gamma_0\tau_{y0}l^3}}{12\gamma_0l} \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここに τ_{y0} は載荷板直下の粘性土の降伏値であり、これらの τ_{y0} の値は約24時間放置した粘性土に対して行った引板試験で得られた値を用いた。これによると τ_{y0} と含水比 w の関係は実験的に次式で表わされる。

$$w = 1.138 - 0.408 \log \tau_{y0}$$

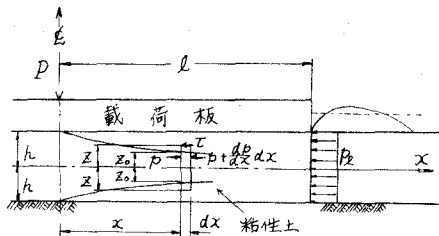


図-1

以上のように考えると、 h_0 および h は含水比の関数として求めることができるので、最終状態の層厚は、その時の含水比が分れば、式(5)より求める事が出来る。

(3) 実験装置および方法

図-2に示すように、約24時間放置した長さ120、巾10cm、厚さ $h_0=2.0, 3.5, 5.0, 6.7, 8.0$ cm ($h_0/l = 1/10, 1/6, 1/4, 1/3, 1/2.5$)の粘性土層に、底面に標準砂を張付けた載荷板により載荷する。この時荷重の偏心を防止するため約5kgのカウンターバランスをつける。ほぼ沈下が終わったと認められる状態で、盛

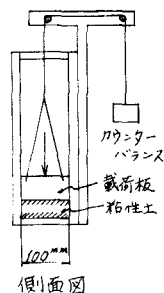
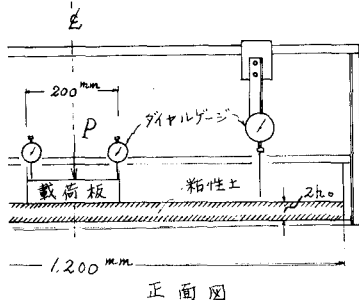


図-2

上り量と沈下量をダイヤルゲージにより測定する。またその時の載下板直下の粘性土の含水比も測定する。載荷重は単位面積当り、降伏値 γ_v 約14倍とした。実験に用いた試料はシルト分8%のシルト質ロームで、 $P_L 31\%$ 、 $L_L 72\%$ 、比重2.650であり、含水比は約82%であった。温度の影響を除くため室温を 20°C に保ち、粘性土の水分の蒸発を防ぐためその表面にうすく流動パラフィンを塗布した。

(4) 実験結果および考察

式(5)を用いて最終状態の h を求めて、実測値と比較したのが表-1である。すでに我々は層厚が2cmすなわち $h_0/l = 1/10$ の場合種々の含水比について式(5)が1割程度の誤差で実測値とよく一致するという実験結果を得ているが、この場合にもよく一致していることが分る。 h_0/l が $1/10$ より大きくなるに従って h の値は、計算値よりも実測値の方が大きくなり、実測値と計算値の比が1に近いより大きくなる。この原因は、 h_0/l が大きくなると層厚方向

層厚 $2h_0$ (cm)	h_0/l	① h の実測値(cm)	② h の計算値(cm)	③①/②
2.0	1/10	0.876	0.884	0.99
3.5	1/6	1.123	1.062	1.06
5.0	1/4	1.522	1.008	1.51
6.7	1/3	1.578	1.098	1.44
8.0	1/2.5	1.688	1.197	1.41

表-1

の圧力分布が一樣にならず従って流動は層流でなくなるためではないかと思われる。式(5)を適用するには、最初に仮定したように h_0/l が小さな値であることが必要であり、この実験では、 h_0/l が大体 $1/6$ よりも小さな値の時には、比較的小さな誤差で適用することできると思われる。

(5) おわりに

本実験の最終状態の層厚を求める計算は、実験終了後実測した載荷板直下および外側の粘性土の含水比を使って求めたが、実際の場合これらの値は初めから推定しなければならない。そこで載荷板外側の含水比については、最初の状態が持続するとして初期状態の含水比を用いる。また載荷板直下については、粘性土は圧密され、その圧密はいわゆる一次元圧密とは異なるが、最終状態の間隙比のみについて考えれば同じ圧密荷重に対しては同じであると思われるので、これより最終状態の含水比が求められる。したがって式(5)によって盛土巾に比して厚さのうすい軟弱地盤の流動のみならず圧密をも含めた沈下後の層厚を予想できるとと思われる。

参考文献 1) 松井岩吉「盛土巾に比して厚さのうすい軟弱地盤の流動について」昭和43年度土木学会関西支部年次学術講演会講演要

2) 最上武雄・福田秀夫共編「現場技術者のための土質力学」p91

3) Stroganov, 「Visco-Plastic Flow of Soil」 Proc. of the 5th I.C.S.M.F.E. 1961