

盛土中に比し厚さのうすい軟弱地盤の流動について。

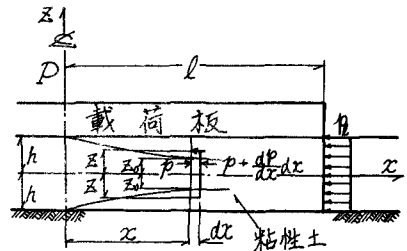
大阪大学工学部 正員 松井 保
運輸省 正員 ○岩谷 文方
大阪大学大学院 学生員 三 藤 重剛

[1] まえがき。

軟弱地盤上の構造物の沈下については、通常圧密理論が適用されている。しかし沈下は圧密だけによるのではなく、軟弱地盤の流動もその一因と考えられる。そこで流動のメカニズムを解明する一助として、従来¹⁾、三の実験を行ってきたが、今回は比較的厚さのうすい軟弱地盤について模型実験を行い、さらに理論的考察を加えた結果について報告する。

[2] 理論式。

図-1 に示すように2次元的に取扱い、粘性土層厚 $2h$ が載荷板長 $2l$ に比べて十分小さい場合について考える。計算の前提として、粘性土は非圧縮性であり、粘性土層の上下面ではすべりがなしいものとする。粘性土層に載荷すると流動が起こるが、この場合 h/l が十分小さいので流動は x 方向の速度成分だけをもつ層流と仮定することができる。図-1において、中心から x だけ離れた厚さが $2z$ の微小部分について自重を無視して釣合を考え、圧力を p 、せん断応力を τ とすると



(図-1)

$$\tau = -z \, dp/dx \quad \text{--- (1)}$$

粘性土は一般に非ビンガム流体であるからHerschel-Bulkleyの式が適用できると仮定し、降伏値を τ_y とすると、 $|\tau| \leq \tau_y$ のところでは流動しない。この流動しない部分の厚さを $2z_0$ とすると、

$$\tau_y = -z_0 \, dp/dx \quad \text{--- (2)}$$

流動の終る状態では、 $z_0 = h$ となるから式(2)から、

$$dp/dx = -\tau_y/h \quad \text{--- (3)}$$

$x = l$ で側圧 $p = p_2$ として、式(3)を x について積分すると、

$$p = \tau_y(l-x)/h + p_2 \quad \text{--- (4)}$$

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考えて、

$$P = \tau_y l^2/h + 2p_2 \cdot l \quad \text{--- (5)}$$

式(5)が最終状態の釣合方程式である。一般に、流動と圧密は並行して起こるが、式(5)は釣合式であるのでこのような場合にも適用できるものと思われる。この式はJürgenson,³⁾ Stroganov⁴⁾等の式を変形することによっても得られる。

[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160 cm、巾10 cm、厚さ約20 mm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し、これにより生ずる盛上り量および沈下量をほぼ沈下が終わったと認められる状態で図-2のごとく1/1000 mmのダイヤルゲージ

により測定する。また実験終了時の載荷板直下の粘性土の含水比も測定する。実験に用いる試料はシルト分83%のシルト質ロームでP.L.31%, L.L.72%, 比重2.65である。粘性土の含水比は約80, 90, 100, 110%の4種とし、荷重は降伏値 $\bar{c}_y$ の約14倍とする。 $\bar{c}_y$ の値は pipe-flow試験の結果より、約24時間放置した粘性土に対して行なった引抜き試験から得られるものを用いるのが適当と考えらる。この $\bar{c}_y$ と含水比との関係は実験的につぎの式で表わすことができる。

$$w = 1.138 - 0.408 \log \bar{c}_y \quad (6)$$

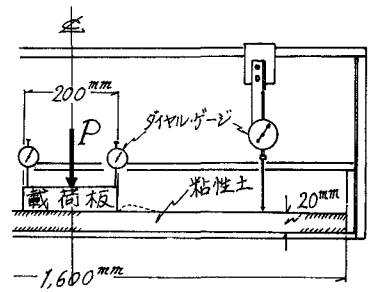
〔4〕 実験結果および考察。

総沈下量 Δh のうち、流動および圧密による沈下量をそれぞれ h_f , h_c , また盛上り量を載荷板の沈下量に換算したものを h_r とする。実験開始時および終了時の粘性土の層厚および含水比がわかり、かつ粘性土が飽和

していると考えると、 h_f , h_c が計算できる。その結果を示すのが表-1.である。 h_r の値は測定方法の関係上、他の値に比べて精度はあまりよくないが、この表-1をみると h_r と h_f の値がほぼ等しいので測定値にそれ程大きな誤差を生じていないことがわかる。また h_f と h_c との比をみると含水比の低い程、 h_f/h_c の値が大きいすなわち流動による沈下量が圧密による沈下量に比べて大きくなるという傾向を示すようである。つぎに式(5)を用いて各ケースについて計算を行う。まず式(6)を用いて実験終了時に対応する $\bar{c}_y$ を求める。また側圧はランキンの受動土圧公式を用いて求めたものと、盛上り量を帯状荷重と考えてブーシネスクの式により求めたものの和の平均値と仮定する。これらの値と $\bar{c}_y$ および沈下終了時層厚 h の値を式(5)に代入して求めた載荷重の理論値と実験値すなわち実験に用いた単位奥行当りの載荷重を比べたものが表-2である。この表より、理論値と実験値との比はほぼ1に近く、1割程度の誤差で一致していることがわかる。したがって式(5)はかなり妥当性をもつと考えられる。

以上のことから、圧密試験により最終時の含水比を推測し、この含水比に対応する適切な $\bar{c}_y$ の値を決めると、式(5)を用いて盛土中に比して厚さのうすい軟弱地盤の圧密および流動による沈下後の最終の層厚を予想することができると考えられる。また今後の課題として時間的変化に対しても検討を加えたい。終りに、つねに御指導いただいている本学伊藤富雄教授に感謝致します。

参考文献; 1) 伊藤, 松井, 「築堤の軟弱地盤の流動について」第21回年次学術講演概要。
伊藤, 松井, 岩谷, 竹本, 「軟弱地盤の流動に関する実験」第22回年次学術講演概要。
2) 松井, 竹本, 「軟弱粘土の流動特性について」昭和43年度 関西支部年次学術講演概要。
3) 最上武雄, 福田秀夫, 共編, 「現場技術者のための土質力学」, P.91。
4) Stroganov, 「Visco-Plastic Flow of Soils」 Proc. of the 5th I.C.S.M.F.E. 1961.



(図-2)

(表-1)

W ₀ %	82.17	90.14	100.19	113.03
Δh (mm)	3.606	4.049	3.584	2.655
h_r (mm)	1.768	1.527	1.229	0.5048
h_f (mm)	1.764	1.749	1.931	0.6313
h_c (mm)	1.842	2.300	1.664	2.182
h_f/h_c	0.9577	0.7604	1.160	0.2893

(表-2)

初期含水比 W ₀ %	① 実験値	② 理論値	②/①
82.17	158.7	139.5	0.878
90.14	100.4	112.8	1.124
100.19	594.4	546.4	0.919
113.03	291.2	309.0	1.040