

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄

同 同 〇松井 保

同 学生員 岩谷 文方

同 同 竹本 雅俊

[1] まえがき

軟弱地盤上の構造物の沈下および安定の問題を考える場合、軟弱地盤の流動がその原因の一つと考えられる。そこでこの流動のメカニズムを明らかにすることを終極の目的とし、二つの実験を行なった。まず模型の軟弱地盤に載荷した場合、載荷量が段階的に増加するにつれて流動域も増大し、限界荷重を越えてもその範囲が広がり一定にならないということとを前回報告したが、載荷量に対する流動域の増加の過程を更に詳しく検討するために一定荷重の載荷による実験を行なった。つぎに軟弱土の流動特性を求めるために pipe flow の実験を行なったので、これら二つの実験結果を報告する。

[2] 載荷実験の方法、結果および考察

前面に 5 cm きざみの格子の入った強化ガラス張りの $24 \times 11 \times 2$ m の木製の箱に底面より 70 cm の高さまで練り返した土を入れて軟弱地盤の供試体とし、約 24 時間静置した後載荷を始めた。実験に用いた土はシルト 76 % のシルト質ロームで、含水比約 92 %, PL 24.5 %, LL 45.1 %, 比重 2.69 である。載荷方法は載荷中 20 cm の底面が Rigid な箱により 2, 4, 6, 8, 10 g/cm² の 5通りの一定荷重をそれぞれ新しい供試体に 24 時間載荷し測定を行なった。沈下量は載荷箱の四隅にダイヤルゲージを設置し、地盤内の土粒子の変位はあらかじめガラス面にクズミで白点を付けて測定し、これによって流動域を判定した。なお限界荷重は直径 10 cm の円板に 1 g/cm² ごとの段階荷重を加えて荷重-沈下量曲線より求めたところ $q_c \approx 5 \text{ g/cm}^2$ であった。

図-1 は、それぞれの荷重に対する 24 時間載荷後の流動域を示し、図-2 は、載荷量 4 g/cm² の場合の時間と流動域との関係を一例として示したものである。これらの図から、載荷量 6 g/cm² 以上では端部の影響があると思われるが、載荷量が増せば流動域も増し、一定荷重に対しては時間とも流動域も増すが、その増加の割合が急減することが分かる。したがって地表面に載荷した場合流動域の境界が荷重と時間によって変化することが結論される。

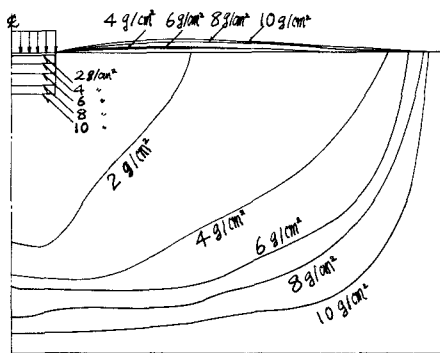


図-1

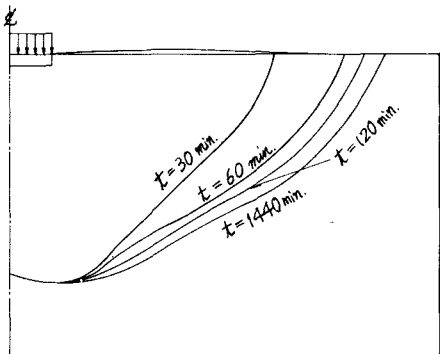


図-2

[3] pipe flow

(i) 実験装置および方法; 図-3 に示すように, 径 11 mm, 長さ 43 cm の管の先端に径 0.54 cm, 長さ 10.02 cm の細管をとりつけたアクリル樹脂製の装置を使用した。この細管の入口は入口損失をできるだけ小さくするためにバルマウス状にしてある。この装置に試料を入れて他端より圧入し、空気を送り込み細管に圧力差を生じさせ、細管から流出する試料の流量を測定し、細管両端間の圧力差は管の入口附近に設置した径 6 mm, 厚さ 0.5 mm の超小型圧力変換器により測定し、動歪測定器およびジググラフを使って連続的に記録した。流量の測定は圧力を一定にして流出が定常状態になったときに行ない、つぎに圧力を変えて同様の操作をくり返した。実験に用いた試料は粘土分 36% の粘土で、0.4 mm フルイを通過したものである。また P.L. 35.5%, L.L. 90.5%, 比重 2.71 である。含水比は(I) 118.0%, (II) 137.3%, (III) 160.3% の三通りについで行ない、温度は約 15°C に保った。

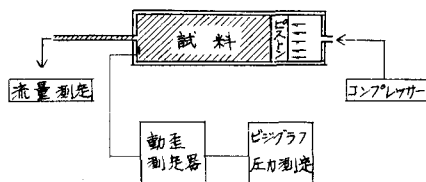


図-3

(ii) 実験結果および考察; 測定結果を粘性率変数 P , V を用いて図示すると図-4 のごとくになる。こゝに $P = R \cdot \Delta p / 2l$, $V = 4Q / \pi R^3$, R は管の内半径, Δp は管長 l 間の圧力降下, Q は流量である。つぎにこの粘土の流動特性を Krieger-Maron の方法⁽²⁾によつて求める。すなわち変形速度がせん断応力の関数; $-du/dr = g(\tau)$ であるとすると, pipe flow の場合,

$$g(\tau_w) = \tau_w (\phi_a + \tau_w d\phi_a / 4 d\tau_w) \quad (i)$$

τ_w : 管壁のせん断応力

ϕ_a : 見かけの流動度 ($4u_a / R \tau_w$)

u_a : 平均流速

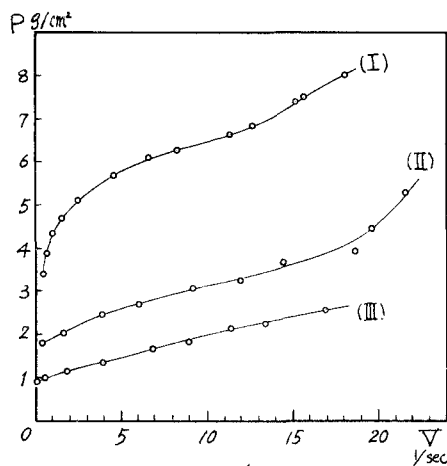


図-4

上式より $\tau_w \sim g(\tau_w)$ の関係を図示すれば図-5 のごとくなる。この図から判断すると, 粘土はある限界流速; u_c までは非 Bingham 塑性流動すなわち $g(\tau) = (\tau - \tau_y)^n / \tau_p$ ($n > 1$, τ_y : 降伏応力, μ_p : 塑性粘度) を示すが, 含水比が大きくなるに従つて Bingham 流動 ($n=1$) に近づく傾向がある。この Bingham 流動⁽³⁾については泥しに類する Caldwell 等多くの研究があるが, しかし土の流動問題は含水比が低く必ずしも Bingham 流動として近似できない場合が生ずる例も多いと思われる。したがつて土の非 Bingham 塑性流動としての研究が大いに期待され, 今後この方面の研究を進めたい。

参考文献 (1) 伊藤 松平 変形速度とせん断応力の関係, 第 21 回年次学術大会, 1966

(2) 富田 幸雄 "非ニュートン流体の流動" 日本機械学会誌, 昭和 12

(3) D.H. Caldwell, H.F. Babbitt "The flow of muds, sludges and suspensions in circular pipes," A.I.Ch.E. 1941

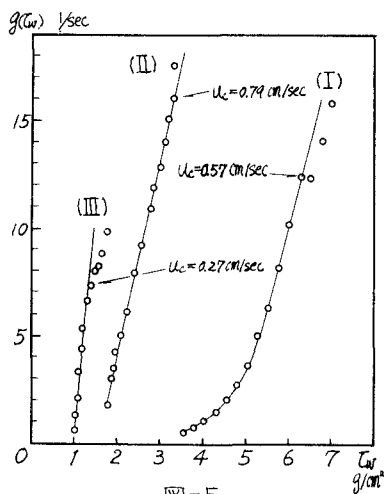


図-5