

京都大学防災研究所 正員 村山 翔郎
京都大学大学院 学生 中崎 英彦

よえがき

振動圧を受けたときの土の挙動は数年来当研究所で研究されてきた。この実験はこれら一連の実験の延長であり、特に地震時の振動数($1^{c.p.s.} \sim 10^{c.p.s.}$)付近の振動数における軟かい粘土(初期含水比57%, 先行圧空荷重 $0.32^{kg/cm^2}$)に発生する間ゲキ水圧の振中特性を調べたものである。

実験装置と方法

実験に用いた装置は文献(3)に示すものであるが、特に振動数を下げたとき恒圧ピストンの運動による圧力波形の乱れを防ぐため、恒圧装置と三軸セルとの間に15^m程度のビニール管にオイルをみだし、これをダンパーとした。

用いた試料は $PL.32.6\%$, $LL.68.0\%$, 比重2.55, 粘土含有量42%の粘土を圧密したもので含水比は57%であり、その三軸圧密試験による $e \sim \log P$ 関係をFig.1に示す。この試料を直径 3.57^{cm} , 高さ 7^{cm} に成形し三軸セル内でパーパー・ドレーンを併用してさらに試料を等方圧 σ_c で圧密した後、周圧をそのまま保持した上、さらに振動圧を付加した。なお間ゲキ水圧測定には非接着型抵抗線歪計を用いた最大圧力 $0.8^{kg/cm^2}$ の圧力計を用いた。

圧力振中一定・振動数変化の実験

等方圧 σ_c の圧力振中(q_{po})を $0.4^{kg/cm^2}$ ($\sigma_c = 0.152^{kg/cm^2}$ は $0.3^{kg/cm^2}$)に一定に保ち、振動数(f)を $1^{c.p.s.}$ と $10^{c.p.s.}$ の間を往復して、間ゲキ水圧の振中(q_{pu})を測定した。この時振動圧を加えると同時に間ゲキ水圧は直ちに定常状態となって振動し始める。

比 q_{pu}/q_{po} と周波数 f との関係を σ_c をパラメーターにして示したものがFig.2である。周波数が大きくなるほど、また σ_c が大きい試料ほど q_{pu}/q_{po} は小さくなっている。一般に非排水状態で土に加えられている全応力 σ が変化した場合、これにともなって発生する間ゲキ水圧の変化は間ゲキ圧係数 B を用いて

$$\Delta u = B \cdot \Delta \sigma$$

となり B は土の構造骨格と間ゲキ水との相対的な圧縮率の比の関数として

$$B = \frac{1}{1 + n \frac{m_w}{m_s}}$$

n : 間ゲキ率
 m_w : 間ゲキ水の体積圧縮率
 m_s : 構造骨格の体積圧縮率

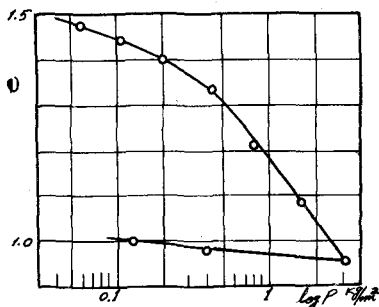


Fig. 1. $e \sim \log P$

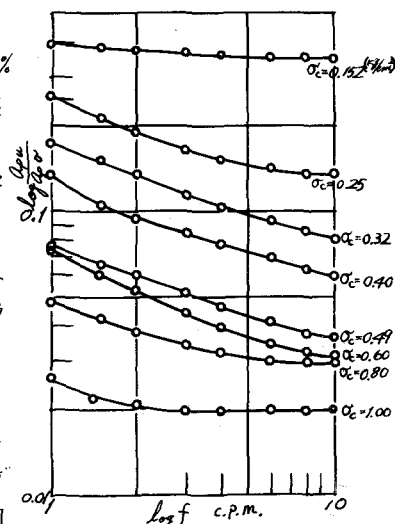


Fig. 2. $q_{pu} \sim \log f$

α_{pu}/μ_{w0} をB値と考えた時、 $m_w = 42 \times 10^{-6} / \mu_{w0} (0 \sim 500 \text{ 秒})$ で一定であるから、B値の周波数による変化は、 m_w の周波数依存性によるものと思われる。すなわち周波数が大きくなるほど m_w は小さくなり圧縮し難くなる。このことは周波数が大きくなるほど構造骨格の粘性抵抗による効果が大きくなることを示している。当然ながら α_c の大きくなるほど m_w は小さくなりB値は小さくなっていく。

(2)式より m_w/μ_{w0} を逆算して n と m_w/μ_{w0} の関係を示したものがFig.3である。 $n=0.566$ の上下で明らかに関連がみられる。この n の値はFig.1より処女圧縮曲線へ復帰する α の値に一致する。この α を境界に構造骨格は異なった挙動を示すものと思われる。なお $f=1$ の直線($n < 0.566$ 部分)を上方に延長して $n=1$ (水のみの場合)と交わる α を求めると $m_w/\mu_{w0} = 5.78 \times 10^{-6}$ となり、またFig.1より m_w を求めると $72,400 \times 10^{-6} / \mu_{w0} (\alpha=1.6 \text{ 秒})$ 、 $110,500 \times 10^{-6} / \mu_{w0} (\alpha=0.8 \text{ 秒})$ 、 $342,000 \times 10^{-6} / \mu_{w0} (\alpha=0.6 \text{ 秒})$ となり $m_w = 42 \times 10^{-6}$ として m_w/μ_{w0} を求めると 1.73×10^3 、 2.63×10^3 、 8.15×10^3 となりFig.3より求めた値とオーダー一致する。このことは圧縮曲線の正規部分と上方に延長していけば粘土は液体としての挙動を示すことと一致している。

振動数一定・圧力振中変化の実験

振動数を1 c.p.s., 4 c.p.s., 10 c.p.s.に固定し圧力振中を変化させた。 α_{pu}/μ_{w0} の代表的な例を示すとFig.4となり α_{pu} が増加するにつれて α_{pu} はlinearには増加せず指数的に増加している。このことは m_w の振中による依存性を示すものであり、振中がある値以上になれば m_w は大きくなり圧縮し易くなる。前と同じ方法で m_w/μ_{w0} を求め α_{pu} との関係をFig.5に示す。この間からある程度のばらつきはあるが明らかな折衷がみられる。この α まではほぼ水平で振中効果による m_w の変化はみられないが、この α をこえると α_{pu} の増加につれて m_w/μ_{w0} は急激に増大する。この折衷は、この α 以下の圧力振中では m_w は一定で α_{pu} と α_{pu} はlinearであるが、この α 以上の振中では m_w は振中に大きく依存し不安定状態になることが予想される。このほぼlinearでなくなる α

における α_{pu} と n との関係がFig.6であり、 $n=0.559$ と小さいに相違がみられる。すなわち $n=0.559$ 以下では限界としての α_{pu} にはあまり変化がなくなる傾向がある。

参考文献

- (1) 小沢：振動時における体積変化について 昭和38年度年次学術講演会
- (2) 梅澤：初期時における粘土工の挙動について 昭和39年度年次学術講演会
- (3) 村山：振動圧と変位に及ぼす挙動について 昭和40年度年次学術講演会

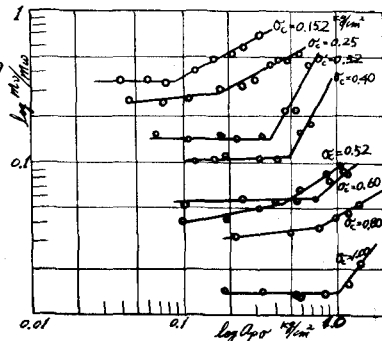
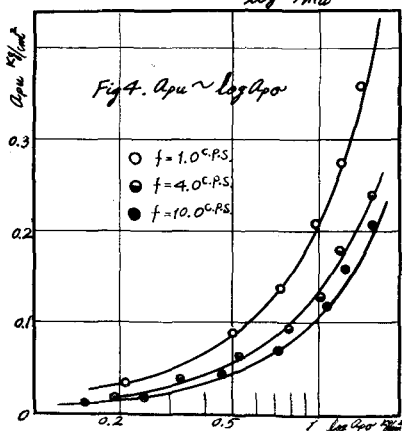
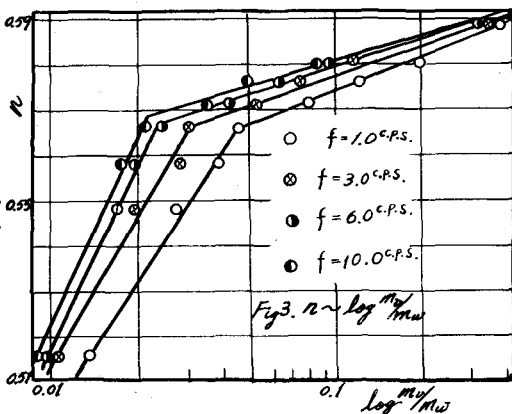


Fig. 5. $\log m_w / \mu_{w0} \sim \log \alpha_{pu} (f=1.00 \text{ c.p.s.})$

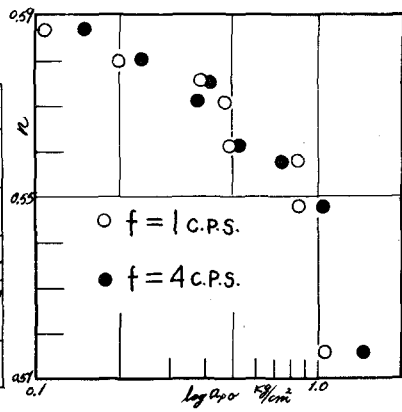


Fig. 6. $n \sim \log \alpha_{pu}$