

飽和粘土の振動圧密試験

山口大学工学部 正会員 松田 博
二神組(株) 正会員○加藤俊幸

1. まえがき

軟弱粘土層が地震、潮汐、波浪、交通、機械振動、杭打ちなどによって繰返し荷重を受けることは多く、そのために地盤が沈下するといった被害が生じることがある。しかし、これらの繰返し荷重においては、その周期が潮汐のように長周期のものから、機械振動のように短周期のものまでその周期の範囲は広い。このうち、潮汐、地震、地下水の汲み上げといった場合、地盤は周期が1秒以上の比較的長周期の応力変動を受けることが多いが、その場合の圧密特性については、すでに実験的あるいは解析的研究が行われている。一方、杭打ち、機械振動といったケースにおいては、数10Hzの振動荷重が粘土層に作用する。しかし、このような高周波数の振動荷重が粘土に作用したときの圧密特性については未だ明らかにされていないことが多い。また、現場と室内実験との排水時間の違いを考慮すると、高周波数の振動荷重による圧密特性を明確にする必要がある。そこで、ここでは、10～100Hzの振動荷重を負荷することが可能なように改良された加振型一次元圧密試験装置を用いて、粘土の振動荷重による圧密特性について調べた。

2. 供試体及び実験方法

今回用いた加振型一次元圧密試験装置の概略図をFig. 1に示す。圧密容器は、標準圧密試験機の容器に改良を加えたものである。供試体は直径60mm、高さ20mmで、排水条件は、振動前は両面排水、振動後は片面排水(下面非排水)とした。静的荷重の負荷はレバー載荷方式とし、振動荷重は加振機によって与えた。加振機はFig. 1に示すようにマグネットと重錘からなり、重錘の下部のコイルに所定の電圧を与えることにより重錘が振動し、その慣性力によって供試体に振動荷重が加わる。また電圧とその周波数を変化させることにより、種々の周波数の振動荷重を供試体に負荷できる。この場合、振動荷重の波形はサイン波である。なお、ここでは周波数を一定とし、応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s=0\%$ 、10%、20%、30%の場合と、応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ を一定とし、周波数を10Hz、30Hz、40Hzの場合について調べた。実験中の各載荷段階について、圧密圧力と経時変化を示したものが、Fig. 2である。

実験中は、供試体下面での沈下量と間隙水圧の測定を行った。また、振動荷重は載荷板の上部にあるロードセルによって測定し、オシロスコープ、ラピコダーで表示及び記録した。また、供試体の温度変化の影響を防ぐために、圧密容器は恒温水槽で温度を一定($15\pm0.5^\circ\text{C}$)に保った。用いた試料は、山口県小野田市沖の海底から採取した粘土で、 $G_s=2.628$ 、 $w_L=81.10\%$ 、 $I_p=52.90\%$ である。この粘土を $420\mu\text{m}$ のふるいで裏ごし後、含水比が約70%のスラリー状とし、真空容器で十分に脱気した。また供試体は、このスラリー状の試料を圧密容器に流し込み、圧密圧力39.2kPa、

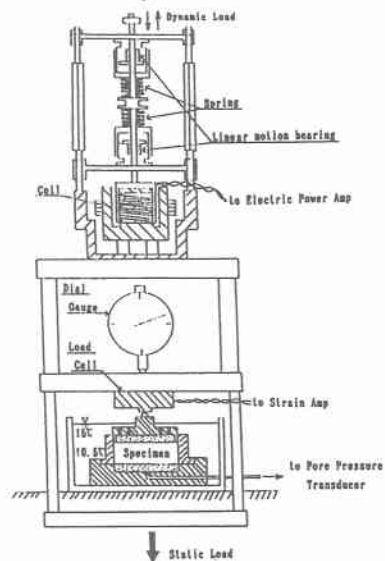


Fig. 1

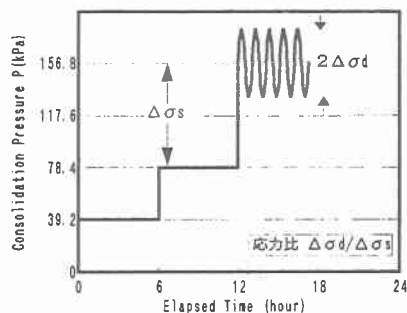


Fig. 2

78.4kPaでそれぞれ3時間、9時間予圧密後、成形して作成した。

3. 振動荷重による圧密特性

Fig. 3は周波数を一定とし応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ を10%、20%、30%とした場合の沈下ひずみ-時間関係であり、Fig. 4は応力比を一定(5%)とし周波数を10Hz、30Hz、40Hzとたときの結果である。振動荷重を負荷した場合は、静的荷重(0%)比べて沈下量は大きくなる。また、周波数を変化させた場合においては、応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ が5%と小さいため周波数による影響は顕著ではないが、周波数が大きほど沈下量は大きくなる傾向が見られる。

Fig. 5、Fig. 6は周波数、応力比を一定とし、振動荷重を負荷した場合の圧密度-時間関係である。いずれの場合においても圧密度は、静的荷重(0%)負荷時に比べて小さくなっている。すなわち、振動荷重を負荷すると沈下は遅れる傾向にあるといえる。

Fig. 7は、振動荷重を負荷した場合、応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ が二次圧密係数に及ぼす影響を示したものである。同図より、 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ が大きいほど二次圧密係数も大きくなることから、粘土のクリープ特性にも振動荷重が影響するものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ を10%、20%、30%として、振動荷重を負荷した場合の沈下量は応力比の増加とともに大きくなり、いずれの場合も静的荷重(0%)による沈下量より大きい。また、応力比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ を5%で一定とし、周波数を10Hz、30Hz、40Hzと変化した場合の沈下量も静的荷重(0%)よりも大きくなる。
- (2) 圧密係数は、応力比、周波数の増加とともに大きくなる。
- (3) 振動荷重を負荷した場合の二次圧密係数は、静的荷重(0%)負荷時と比較して大きくなる。つまり、振動荷重は二次圧密領域においても沈下量に大きく影響する。

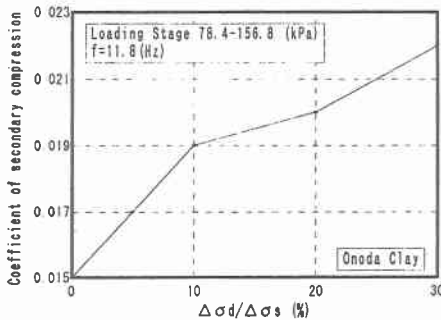


Fig. 7

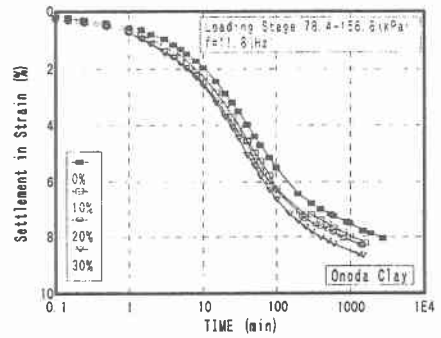


Fig. 3

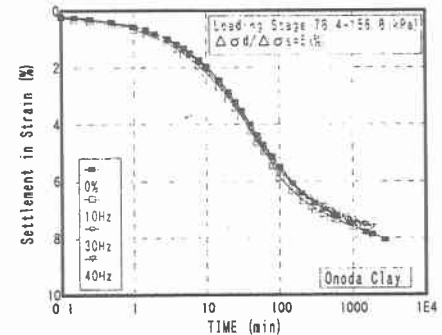


Fig. 4

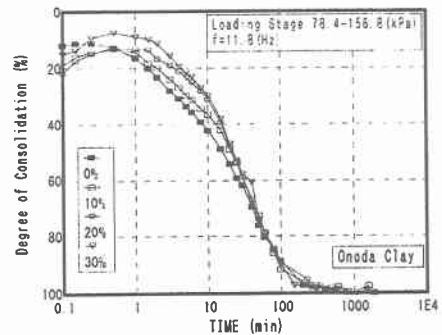


Fig. 5

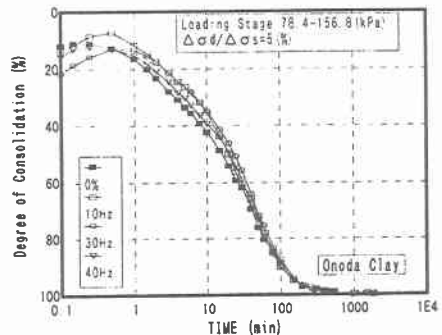


Fig. 6