

III-228

振動荷重を受ける粘土層の圧密特性

山口大学工学部 正会員

松田 博

広島市役所

山崎 敦史

1. まえがき

粘土層が地震、潮汐、波浪、交通、機械振動、杭打ち等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、既に陶野¹⁾、藤原²⁾、松田^{3) 4)}等によって実験的あるいは解析的研究が行われている。

一方、杭打ち、機械基礎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かにされていないことが多い。そこで、ここでは10~30Hzの振動荷重を負荷することが可能な加振型一次元圧密試験装置を新たに開発し、粘土の静的荷重による圧密特性と振動荷重による圧密特性の相違について調べた。

2. 加振型一次元圧密試験装置

今回新たに開発した加振型一次元圧密試験装置の概要を図-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。供試体の直径は6cm、高さ2cmで、排水は上面から行い、下面は非排水とした。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、図-1に示した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ことになる。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加えることができる。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($f_{av}=15\pm0.5\text{Hz}$)とし、振動荷重比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ ($\Delta\sigma_d$:片振幅振動圧密圧力、 $\Delta\sigma_s$:静的荷重による圧密圧力増分)が0.18と0.30の場合について調べた。また振動荷重は $\Delta\sigma_s$ を負荷して時間 t_s 経過後に与えることとし、 t_s を種々変化した。圧密圧力の時間的変動について模式的に示したものが図-2である。

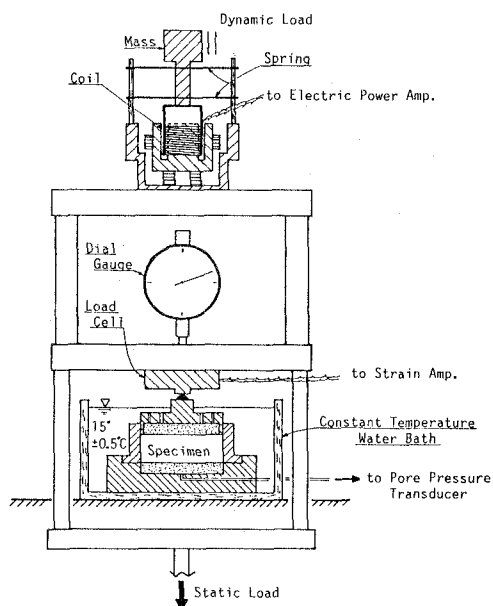


図-1 加振型一次元圧密試験装置

実験中は供試体下面での間隙水圧と沈下量の測定を行った。また静的荷重および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、ラビコーダーで表示および記録した。また供試体の温度変化の影響を除くために、圧密容器は恒温水槽にて温度を一定($15\pm0.5^\circ\text{C}$)に保った。

用いた試料は、山口県柳井市沖の海底から採取した粘土で、比重2.656、 $w_L=76.3\%$ 、 $IP=24$ である。この粘土を420 μm のふるいで裏ごし後、真空容器で約30分間脱気したものをを用いた。ま

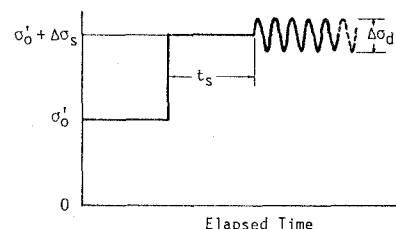


図-2 圧密圧力～時間関係

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19.6 kPaで予圧密後、成形して作成した。予圧密後の含水比は76%である。

3. 静的荷重および振動荷重による圧密特性の比較

図-3は加振型一次元圧密試験によって得られた沈下-時間関係で、 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s = 0.18$ として得られたものである。同図には静的荷重のみによる沈下-時間関係および $t_s=18$ 分、180分での結果を示している。

$t_s=18$ 分の場合、振動荷重負荷直後から沈下量が静的荷重の沈下量よりも大きくなり、約3000分経過後の両者の差は0.72%となっている。一方、 $t_s=180$ 分の場合でも振動荷重負荷後沈下量が大きくなり、3000分経過後には静的荷重による沈下量との差は0.56%となっている。また二次圧密係数 ϵ_α ($d\epsilon/d\log t$) は静的荷重による場合、 $t_s=18$ 分、 $t_s=180$ 分の場合それぞれについて、0.43%、0.57%、0.52%となっており、明らかに振動が二次圧密係数にも影響し、振動荷重を長期間受けると二次圧密係数は大きくなる傾向がみられる。

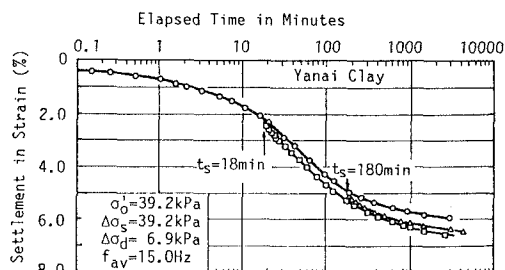


図-3 沈下～時間関係
($\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s=0.18$)

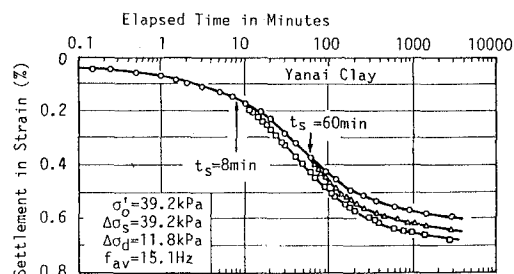


図-4 沈下～時間関係
($\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s=0.30$)

図-4は、 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s=0.30$ での結果を示したもので、 $t_s=8$ 分、60分の結果である。沈下量は図-3と

同様に t_s が小さい方が大きく、静的荷重による沈下量との差は、それぞれ0.87%、0.47%となっている。また図-3と比較すると、振動荷重比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ が大きくなると沈下量も大きくなる傾向がみられる。二次圧密係数 ϵ_α ($d\epsilon/d\log t$) は $t_s=8$ 分、 $t_s=60$ 分それぞれについて、0.54%、0.49%となっており、図-3と同様な傾向がみられる。

4. まとめ

ここでは周波数が10Hzを越える振動荷重が粘土層に作用した場合の圧密特性について、新たに加振型一次元圧密試験装置を作成して調べた。その結果、以下のことが明かになった。

- 1) 振動荷重比 $\Delta\sigma_d/\Delta\sigma_s$ を0.18および0.30とした場合、振動荷重負荷時の圧密沈下量は静的荷重による場合より大きくなり、また加振を早く始めるほど沈下量は大きくなる。
- 2) 二次圧密沈下についても振動荷重負荷時の二次圧密係数は静的荷重による場合より大きくなり、また加振を早く開始すると二次圧密係数は大きくなる傾向がみられる。

なおこの研究は実吉奨学会の援助を受けて行ったものである。また用いた柳井粘土は五洋建設技術研究所新舎博氏から提供頂いた。末筆ながら深く謝意を表します。

参考文献：

- 1) Tohno I., Iwata S. and Shamoto Y., "Land Subsidence Caused by Repeated Loading", Proc. of the 12th ICSMFE, pp. 1819-1822, 1989.
- 2) Fujiwara H., Ue S. and Yasuhara K., "Secondary Compression of Clay under Repeated Loading", Soils and Foundations, Vol.27, No.2, pp.21-30, 1987.
- 3) 松田 博, 清水 豊, 堀本・ノル・シム, 「層別計測にもとづく粘土の繰返し圧密機構に関する研究」、第25回土質工学研究発表会講演概要集, pp.391-394, 1990年。
- 4) Ohara S. and Matsuda H., "Study on the Settlement of Saturated Clay Layer Induced by Cyclic Shear", Soils and Foundations, Vol.28, No.3, pp.103-113, 1988.