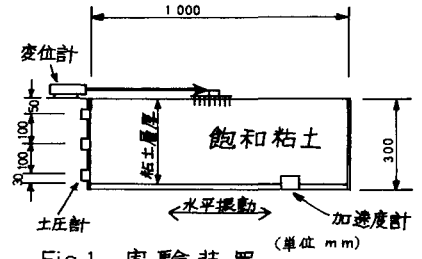


山口大学 工学部 正員 大原 資生  
 “ “ 正員 山本 哲朗  
 “ “ 学生 西田 雅司

**1. まえがき** 地震時に擁壁に作用する土圧の問題は耐震工学上、重要な問題の一つである。過去、裏込めに砂を用いて、固定壁や可動壁に作用する土圧の研究が行われてきた。しかし、粘性土の地震時土圧についての研究は、ほとんど行われていないのが現状である。そこで、本実験は圧密された飽和粘土を裏込めに用い、固定壁に作用する土圧が、深さ方向にどのように分布するのか、また、サーチャージを地盤表面においたとき、土圧分布に与える影響を調べた。

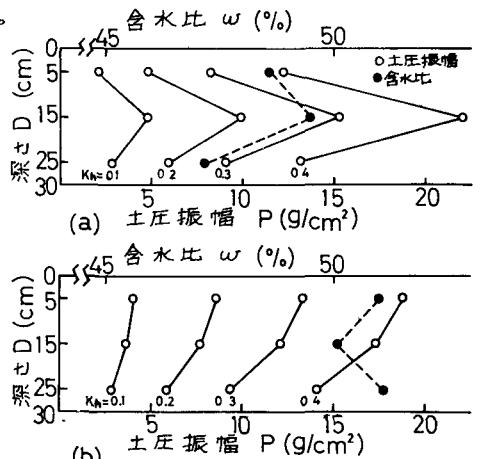


**2. 実験装置および方法** 実験装置を Fig.1 に示す。振動箱は、幅 50 cm、長さ 100 cm、高さ 30 cm で、鉄製である。側面は剛性がなないように補剛材が使われている。振動箱の上から、5 cm、15 cm、25 cm の位置に土圧計を取り付け、受圧面はビニールによりシールされている。振動箱の底面には、ポラスストーンをつけた底板を置き、二重底にして、排水ができるようになっている。地盤表面の振動変位を測定できるように、変位計が固定

壁に取り付けられている。また、加速度計が振動台上に固定され、振動箱の底面での加速度を測定できるようにになっている。サーチャージには、地盤表面に切れ込むすべり止めを持ったエンビ板に 18 x 18 x 2.5 cm の鉄製ボードを固定して用いた。そのすべり止めエンビ板を含めた全重量は 7.0 kg である。実験に用いた試料は宇部産粘土である。比重  $G_s = 2.67$ 、塑性限界  $w_p = 25.6\%$ 、液性限界  $w_L = 59.7\%$ 、塑性指数  $I_p = 34.1$  である。供試体は、含水比を約 70% にした試料を振動箱内で 2~3 週間、圧密して得られる。圧密荷重は空気圧より  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  である。排水は地盤上面からもできるようにスポンジシートを張り、排水ダクトにより振動箱外へ導かれる。排水量はメスシリンダーで測定する。また、側面にはビニールをかぶせて、地盤が直接に振動箱と接しないようにしておく。圧密が完了したら、空気圧を抜いて振動箱を振動台上に固定して、振動実験を行う。振動数は 3 Hz で一定とし、振幅を増やすことにより、震度を 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 と段階的に上げていく。その各震度における土圧および表面変位をオシログラフで記録する。

次にサーチャージを地盤中央、1/4、壁際に乗せ、同様に実験を行う。最後にサンプリングを行い、深さ 5 cm、15 cm、25 cm の位置の土の含水比、強度等を調べる。

**3. 実験結果および考察** 深さ方向の土圧分布は Fig. 2 に示す 2 つのタイプに分かれた。実験例は 6 例であり、(a) タイプが 2 例、(b) タイプが 4 例であった。(b) タイプは上部土圧  $P_u$  が中央土圧  $P_m$ 、下部土圧  $P_d$  に比べて卓越する場合である。裏込め土を弾性体と仮定すれば、(b) タイプはせん断弾性定数  $G$  が深さ方向に一定の場合の理論値に定性的に一致する。粘性土の土圧分布は、おおよそ (b) タイプのようになると考えられる場合、弾性論による理論解が実験結果に合うようである。(a) タイプは中央土圧  $P_m$  が  $P_u$ 、 $P_d$  より非常に大きくなっている。



しかし、土圧合力としては、(a)タイプ、(b)タイプに差は生じない。すなわち、(a)タイプの場合、中央部の含水比が上部の含水比よりも1~5%大きくなっていて、このため、中央部の土が軟くなり、ここに集中的に土圧が再配分されたものと考えられる。このように、中央部と上部の含水比の若干の違い、すなわち、せん断弾性定数の違いが土圧分布に大きく影響することがわかった。Fig.3は各震度における土圧振幅の増加を示している。土圧は震度に対しほぼ直線的に増加する。砂を裏込めに用いた実験結果では、その非線形性は著しく、これは粘性土と砂質土の大きさの違いの一つである。つまり、飽和粘性土は、より弾性体に近い挙動ををすると言える。

Fig.4は、上部土圧の振幅と含水比の関係を示したものである。含水比が増加すると土圧振幅も増加する傾向がある。従って、粘性地盤上層部では、せん断弾性定数が小さくなると地盤の変位量が増加して、固定壁に作用する土圧が増加するものと考えられる。中央部と下部の土圧振幅と含水比の関係には、このような傾向は見られなかった。Fig.5は各部の土圧振幅とサーチャージの位置との関係を示したものである。サーチャージの影響は上部土圧に最もよく現われる。縦軸の  $P_{surcharge}/P$  はサーチャージを乗せたときの土圧振幅と乗せないときの土圧振幅の比で、横軸の  $l/H$  はサーチャージの固定壁からの距離  $l$  と粘土層厚  $H$  との比である。これから、サーチャージが壁際までくると、上部土圧振幅が増加するのがわかる。この増加は20~30%であった。中央部  $P_m$  や下部  $P_b$  は、サーチャージによっては、あまり影響を受けなかった。上部  $P_u$  もサーチャージが層厚と同程度、壁から離れると影響を受けなくなる。また、サーチャージを乗せたため、土圧振幅比が1以下になることがある。これは、サーチャージの重量によって地盤の変位が拘束されたためと考えられる。土圧合力としても、サーチャージを乗せた場合、乗せない場合の比をとると、サーチャージが壁際にきたときに、20~30%の増加が認められた。Fig.6の縦軸  $K_a$  はFig.2のよう

な土圧分布図から振動土圧の合力を求め、 $\frac{1}{2} \gamma_c H^2$  で除したものである。この図から、震度の増加に対する  $K_a$  の増加の割合は一定であり、震度にほぼ比例することがわかる。これは、Fig.3で各部の土圧振幅が、ほぼ震度に比例することによる。この図中、地盤が側面に接着している場合、 $K_a$  が小さくなっている。これは、側面で、地盤の振動方向の変位が拘束されてしまうからであると考えられる。

**4. まとめ** 飽和粘性土の地盤は、振動土圧が震度に比例するなど、地震時に弾性的に挙動するが、その深さ方向の弾性定数の若干の差異が土圧分布に大きく影響する。サーチャージが壁際になると振動土圧合力が20~30%増加し、層厚と同程度、離すと影響がなくなることから、擁壁で囲われた粘性地盤上では、構造物を層厚と同程度、擁壁から離せば、地震時に土圧の増加は現われないと考えられる。

(文献) 大原 貴生: 山口大学工学部報, 第13巻 第1号, 1963 前原 博: 修士論文 "地震時土圧の実験的研究", 1970 etc

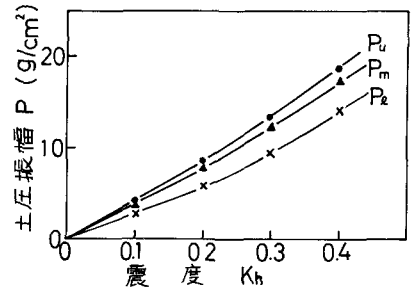


Fig. 3 土圧振幅-震度関係

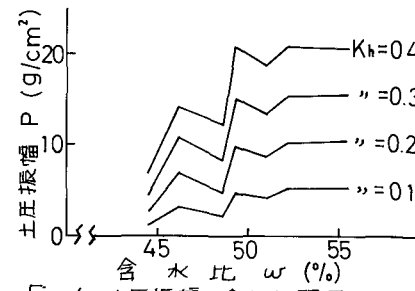


Fig. 4 土圧振幅-含水比関係

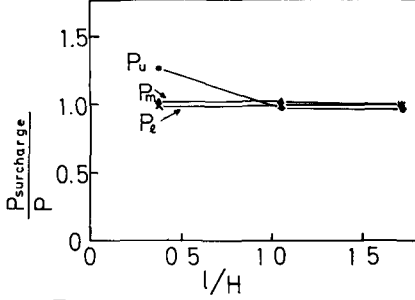


Fig. 5 サーチャージの影響

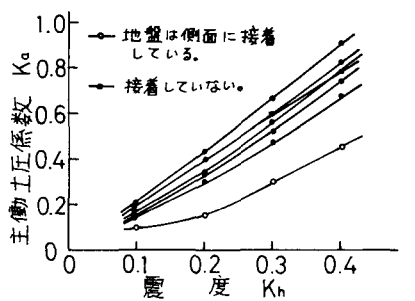


Fig. 6 主動土圧係数  $K_a$  の増加