

2-8 地震時受働土圧の実験的研究

山口大学工学部 ○大原真生, 鈴岡直孝

1. まえがき 擁壁に作用する地震時土圧については1924年に物部一岡が公式を提案した以後にも多くの人々によって研究されて現在にいたっている。著者は先に地震時受働土圧の測定と振動位およびその上にのせられた砂箱を用いて行ない、その結果を物部一岡が公式の計算値と比較し、その検討をこころみぬ。その後もしもつづいて地震時受働土圧についても同じような実験を行なった。その結果についてのべる。

2. 実験装置 この実験に用いた砂箱は載荷面積1 m^2 許容荷重深さ500kgである。周期と振幅は振動中に連続的に変化出来る。今回の実験では周期は各桁を用い、振幅幅を5.5 ~ 22.1 mm の範囲に変化させて、震度0.1 ~ 0.4の範囲の振動によって実験を行なった。

すなわち、砂箱は深さ、幅、長さそれぞれ30 cm, 56 cm, 100 cmの鋼板製で、振動方向に平行な30 cm $\times$ 100 cmの側壁の内面には厚さ1 cmのスポンジゴム板をはり付けて側壁面が砂粒子の動きを拘束するのをおしこむ。砂箱の振動方向に垂直な端面は同一の面を有する可動壁とされており、この可動壁の深さ5 cm, 15 cm, 25 cmの位置に土圧計をとりつけて、可動壁に作用する土圧を測定した。この可動壁は鉛直方向には下端にある2個のローラーで支えられ、水平方向には4本のスプリングで外側から支えられている。上、下のハンドルを回転することによってウォームギヤが駆動するスプリングが前後に動く。それによって壁が前後に動かされる。上下のハンドルの回転比を定めることによって可動壁の変位量を自由に定めることが出来る。

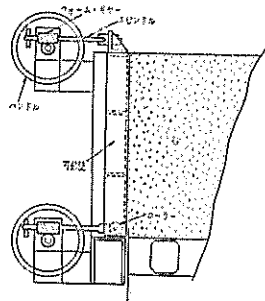


図-1 可動壁

実験には上部変位壁(下端を回転中心とし、上端を変位する壁)、下部変位壁(上端を回転中心とし、下端を変位する壁)および平行変位壁(上、下端とも同じ変位をする壁)の3種の変位型を用い

たが、このうち上部変位壁については良好な測定値が得られなかったため、測定を中止した。

可動壁の変位量は電気抵抗線式の変位計によって測定した。また、振動台の加速度も電気抵抗線式の加速度計によって測定した。

3. 実験方法 実験方法を順と述べてみる。まず砂箱の中に乾燥砂をみみしき後に砂詰め直後の初期静止土圧を測定する。つぎに所定の震度での振動をさせる。この振動中に可動壁を定まった変位型にし、かつその内側に静かに変位させる。そして壁の最大変位が10 mmと定めたところでハンドルを逆に回転して壁を元の位置にもどす。この過程を土圧の変化を記録する。

壁の変位は1回の砂詰めにつき0.1, 0.2, 0.3, 0.4の各震度ごとに1回づつ計4回の変位をくり返して実験を行なった。

この実験に使用した砂は平均粒径0.23 mm, 内部摩擦角 37° (単位重量1.30 g/cm^3 とす)の豊浦標準砂である。これを砂箱内にできる厚さ均一につめるためには次の方法を用いた。

すなわち、乾燥状態の砂をバケットに入れて釣上げ砂箱上約50cmの高さから布ノースを通じて砂箱の中に流し込み、最後に表面をならしむ。このようにしてつめられた砂の単位重量は 1.30 g/cm^3 であった。

4. 実験結果および検討 図2は実験記録の例で、(a)図が平行変位壁 (b)図は下部変位壁の記録である。

図2における5本の記録線は上から本が深さ5cm, 15cm, 25cmの土圧変化であり、4本目は壁の変位、5本目が振動計の加速度を示す。

図2からわかることは、(a)では壁の変位が増加するにしたがってすべて深さの土圧が増加しているのに対し、(b)では壁が変位するにしたがって深さ15cm, 25cmの土圧は増大するが深さ5cmの土圧には変化は生じないということである。これらの土圧変化は壁の変位量が約10mm程度になると休息する。このときの土圧を振動時の受働土圧と考へる。むしろ、受働土圧は土圧振動の谷の値の土圧である。図3は振動実験に先立ち行われた静的実験の結果である。この場合も動的実験と同様に壁の変位量が10mmと成ると土圧は受働土圧としての分布を示し始めるのである。平行変位壁の場合にはほぼ三角形に近い土圧分布を示しているのに対し下部変位壁の場合の分布は斜傾的分布を示していることがわかる。

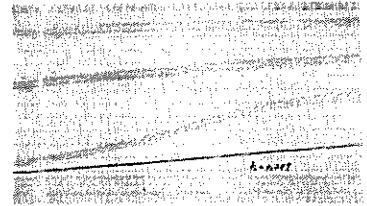


図-2(a) 平行変位壁の記録

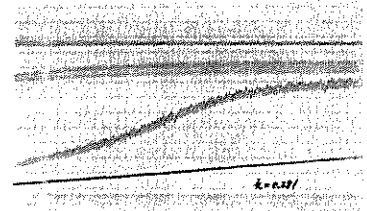


図-2(b) 下部変位壁の記録

図4は動的実験の結果で壁の変位量が10mmと成るとこの土圧、いわゆる地震時受働土圧の分布を示し始めるのである。

震度が増加すると土圧値は小さくなる。

図2の記録のみをみると、受働土圧では壁の変位が10mm以上と成ると砂床が受働領域となるからわかる。

そこで、壁の変位量と壁に作

用する土圧とがどのような関係にあるかをしらべた。これより、土圧について土圧合力を求めて、これを $\frac{1}{2} \times H^2$ (H:壁高)で除して土圧係数にして整理した。その結果が図5である。

実験では可動壁を4回動かし受働土圧の測定を行っており、図を重複するようにして壁付近の砂床は少しずつ掃き出すので、土圧の測定値も1回ごとにその値が小さくなる傾向がある。砂床の表面以下より壁付近の単位重量を求めた結果では、最初 1.30 g/cm^3 の単位重量の砂床が4回の壁の変

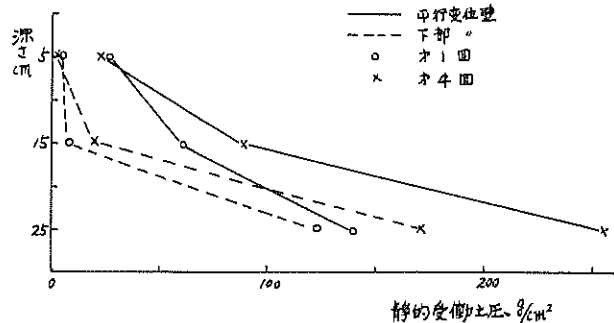


図-3 受働土圧分布

在後では k の単位量は約 1.40 g/cm^2 となっていることがわかった。

このときの内部摩擦角は 42° 程度とすることと同じ k を用いての豊浦砂の三軸試験結果がわかっていす。

そこで第1回目の測定と第4回目の測定とを図-5に示す。図-5(A)が平行変位壁の結果であり、図-5(B)が下部変位壁の結果である。いずれも下の図が土圧係数と壁変位量の関係であり、上の図は土圧合力の作用高と壁変位量の関係である。

図-5の結果からわかるように壁の変位量が 10 mm になるとき、土圧係数の変化がほとんどなかった状態となるので、このときの土圧係数を地震時受働土圧係数と見て、これと震度との関係と求めた。図-6がそのものである。図-6の中へ点線は壁面をすす角 $\delta = 0^\circ$ のときの物部-周部公式の値である。

以上の実験結果から次のことがいえる。

- (1) 平行変位壁の場合の第1回目の壁変位時の測定結果は内部摩擦角 $\phi = 37.0^\circ$ の物部-周部公式の値とほぼ完全に一致している。
- (2) 下部変位壁に作用する地震時受働土圧係数は物部-周部公式よりもかなり小さく、その分布も三角形ではない。
- (3) 地震時受働土圧の分布形は斜めの場合のそれと全く相似している。

以上

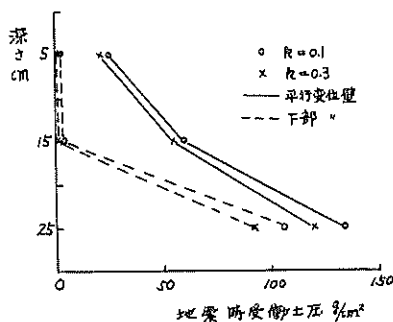


図-4 地震時受働土圧分布

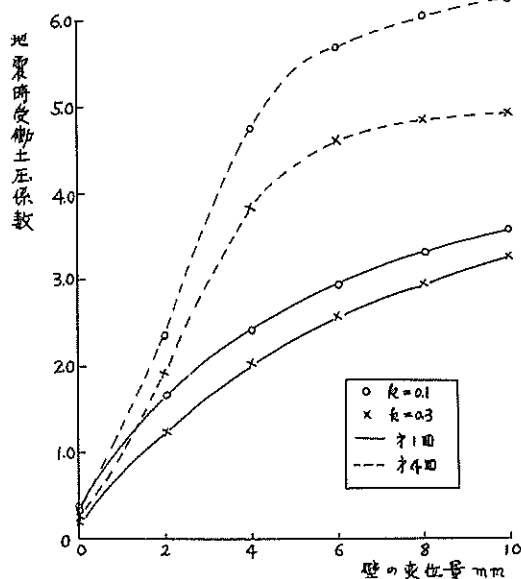
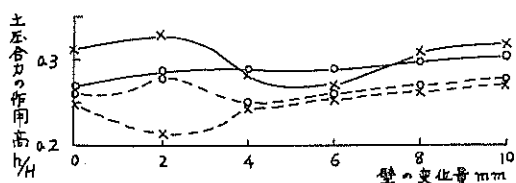


図-5(A) 平行変位壁の場合

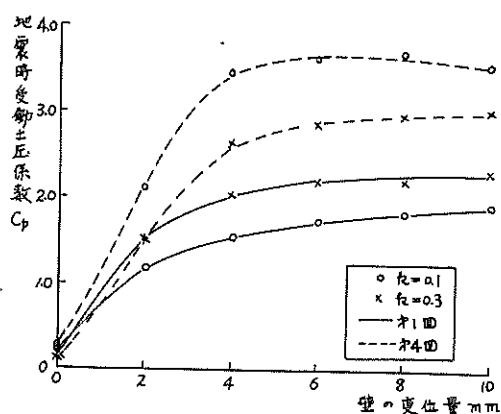
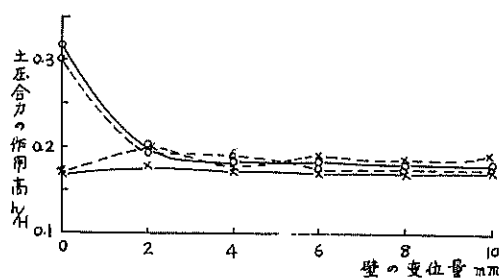


図-5 (b) 下部変位壁の場合

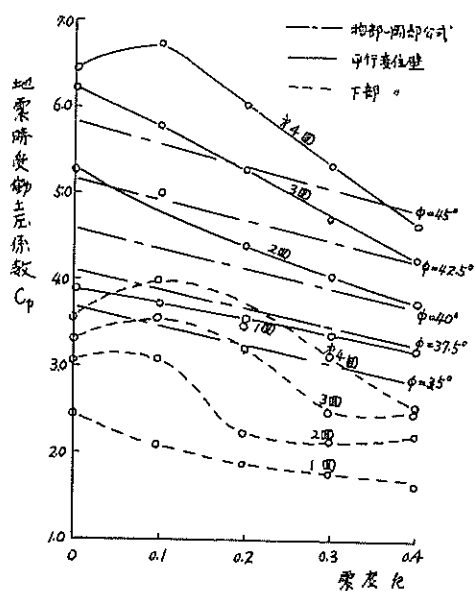


図-6 地震時受働土圧係数と震度との関係