

矩形パルス応力を受ける飽和粘土のせん断強度について

東北大学大学院 学生員 嶋山 昭
同上 学生員 佐々木 康夫

1. まえがき

地震時にはフーチング下の土要素は構造物の振動により鉛直方向にパルス応力を受ける。又堤体中の土要素には対称あるいは非対称せん断応力が作用する。このために土の動的せん断強度を知っておく必要があるが、現在のところでは土の動的強度は土の静的強度より決定することができない状態です。そこで土の動的強度を知るには各々の土について動荷重を加え、その強度などを調べることになる。この実験は繰り返した飽和粘土を圧密して作製した供試体に三軸圧縮試験機を用いて軸方向に1ヘルツの矩形パルス応力を20回作用させたときの強度などを調べたものです。

2 実験方法

試料は仙台市青葉山のローム土を気乾燥して粉碎し1.2mmフルイでふるった。供試体は等方圧密と K_0 圧密($K_0 = \sigma_1/\sigma_3 = 0.4$)の2種類のものを用意した。いずれも飽和な正規圧密供試体である。まずこの供試体を用いて静的試験を行ない強度定数 c' を求めると、 $\phi = 36^\circ 41'$ 、 $c' = 0$ を得た。

	等 方 圧 密	K_0 圧 密
圧密状態		
供試体にかかる応力		

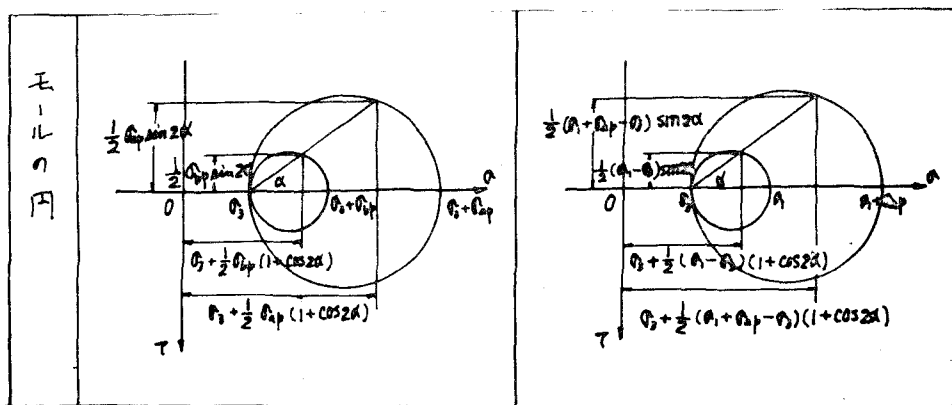


図-1

なお静的試験、動的試験を通じて向キキ水圧は針を用いて供試体中心より取り、バックアレンジャーとして0.1%をかけた。

次に静的試験より求められた強度の25%、50%、75%、100%、125%の大きさの応力を片振りのパルス応力として軸方向にかけ動的試験を行った。振動数は1Hzで载荷回数200回までとした。供試体に作用する応力状態をまとめると図-1のようになる。

3. 実験結果とその考察

まず変位と載

荷回数の関係を

図-3に示す。

この図よりパルス応力が小さい場合には、歪は载荷回数の増加にかかわらずほぼ一定のままである。これはパルス応力が大きい場合のように载荷回数にしたがい歪が増加しやがては破壊に至るものとは異なっている。この挙動の差は等方圧密では静的強度

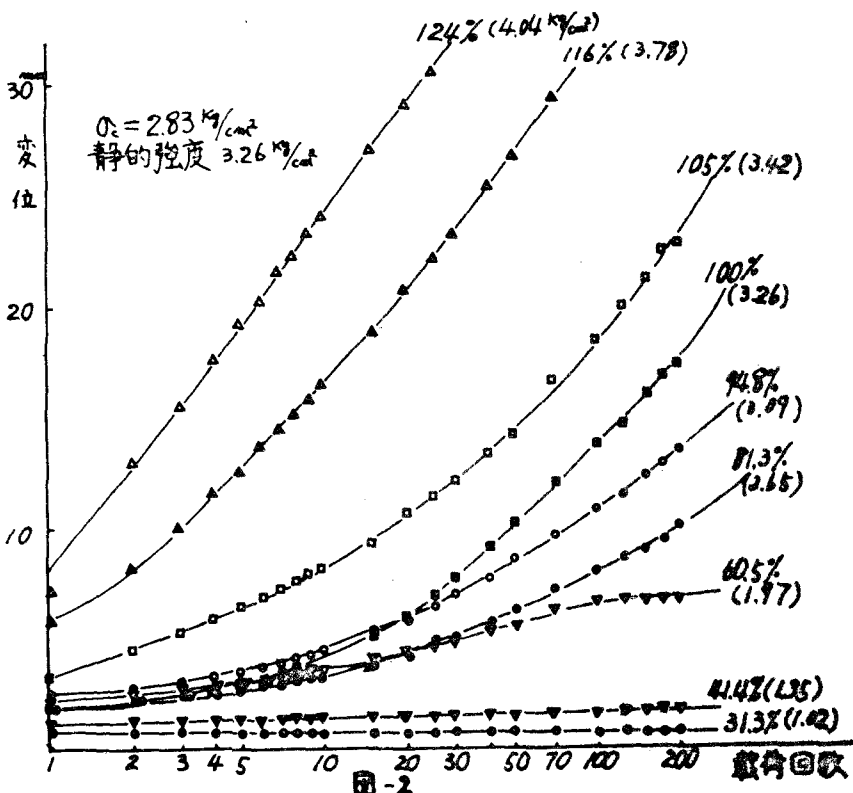


図-2

の70%、 K_0 圧密では静的強度の60%位が境になっているようであった。

次に応力と歪の関係を図-3に示す。

この図より載荷回数によって応力-歪曲線が変化し、載荷回数を定めてやらないと動的強度が決定できないことがわかる。さらにこれを静的試験の応力-歪曲線と比較してみると、曲線の形がかなり異なっている。静的試験時と動的試験時の挙動に差があることがわかる。又載荷回数による動的強度の変化を示したものが図-4で、載荷回数が200回の時をプロットしてある。これより等方圧密と K_0 圧密では強度が異なっていることがわかる。これに載荷回数が10回とときの曲線を描いて比較すると、 K_0 圧密の方が等方圧密よりも載荷回数の影響を強く受けることがわかる。したがって土の動的せん断強度は載荷回数と圧密状態による影響を受けることがわかる。

間隙水圧について：針を用いて供試体中心（図-5）より動的載荷時および試験後間隙水圧の安定した時、間隙水圧を測定したところとてもバラついた。これは動的試験では供試体全体が一樣な間隙水圧の分布になっているとは考えられず、特にこの試料のように透水係数が10のオーダーのものでは供試体の部分部分でかなり異なり、間隙水圧の分布の存在が考えられる。

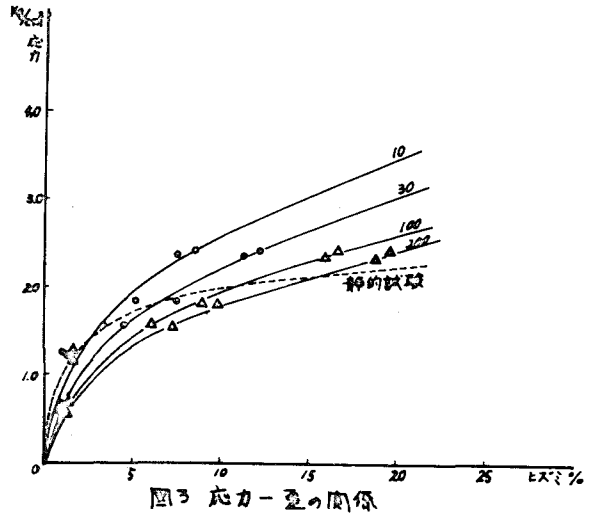


図-3 応力-歪の関係

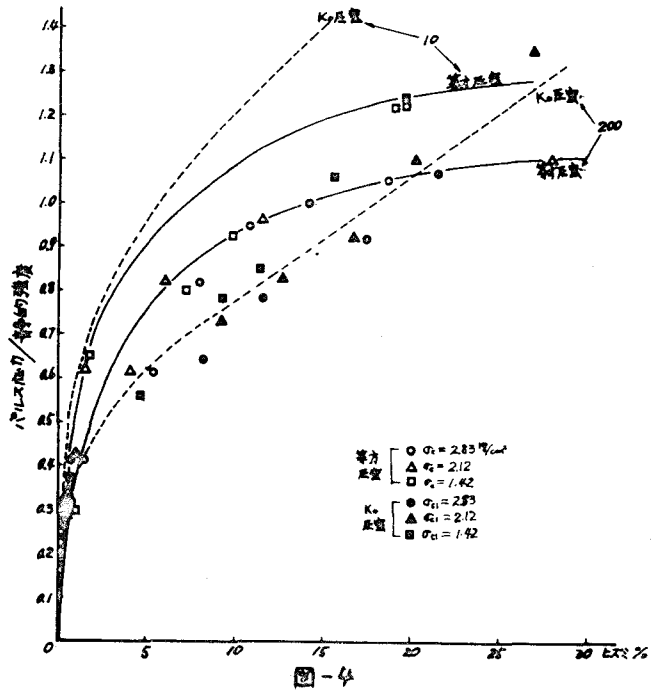


図-4

弾性歪について：動的試験において

では載荷時と除荷時では歪の大きさが異なる。つまり除荷時には歪の一部が回復して弾性的挙動を示す部分が存在する。（図-6） いままで述べてきた歪は載荷時の歪のこととこれを全歪とすると

$$\text{全歪} \varepsilon_a = \text{塑性歪} \varepsilon_p + \text{弾性歪} \varepsilon_e$$

となる。この全歪の中に弾性歪がどの位含まれているかを見るために全歪に対する弾性歪の割合をとって、これを弾性歪率とする。図-7は縦軸に弾性歪率、横軸にバース応力比ととり載荷回数をパラ

メータとしてプロットしたものです。これよりパルス応力が小さいときは載荷回数の増加にもとま弾性歪率が急激に減少している。又載荷回数の少ないときはパルス応力の大きさが大きくなるにつれて弾性歪率は大きく減少する。

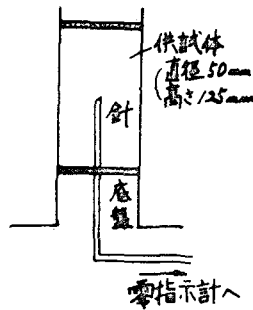


図-5

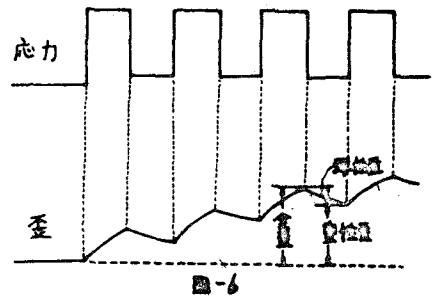


図-6

しかし弾性歪率は圧密圧や圧密状態による影響はほとんど認められなかった。ここで注意しておくことは弾性歪率が小さいほどだからといって供試体が弾性的性質を失って塑性的性質になっていくと考えてはいけな。載荷回数が10回1時ち200回のときも弾性歪の大きさはほとんど変わらないが、載荷回数にともない歪が大きくなるためにここで定義された弾性歪率が小さくあらわれてくる。

4. おまじ

一般に静的強度と動的強度の違いを生じる主なる原因は荷重速度効果とくり返し効果であると考えられて

いる。粘土の場合には、荷重速度効果は強度を高め、くり返し効果は強度を低めるように作用する。今回の実験によれば、この試料の動的せん断強度は静的強度よりやや大きく荷重速度効果がかなりあるとみられるが、このことからすぐにこの土は地震に対して強いと考えることはできない。なぜならば、同じキキ圧の分布がわからないために有効応力の大きさがよくつかめないからである。

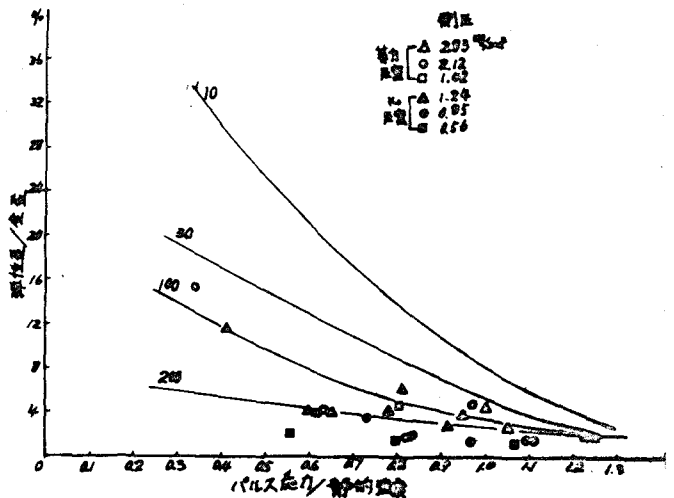


図-7 (図中のプロットは動的強度と静的強度の関係を示す)

参考文献

石原 研而 「土の動的性質」 土と基礎 Vol.20 No.7 p73~79