

III-76 三軸ねじり装置を用いて土の動的性質の測定

東京大学工学部 正員 石 原 研 而
東京大学工学部 正員 吉 田 喜 忠

まえがき

地盤内の土は地震時に複雑な動的応力を受けるため、これを正確に知ることは一般には非常に困難である。しかし、水平な地表面をもつ地盤では、縦波と横波が主な攪乱源であると考えてもよからう。

地表面に垂直に入射してくる縦波によって、地盤の土は水平変位を拘束された状態で変形を受ける。このとき、水平方向の応力が発生するが、これが鉛直方向の力より小さいときには軸差応力が発生し、せん断力がおこることになる。しかし飽和した土ではポアソン比が0.5に近いために、實際上この軸差応力は無視できる程度に小さいと考えて差しつかえない。従つて、地震時の動的応力の中で土の変形強度に影響を及ぼすのは横波によるせん断力であると考えてよからう。

現位置で土が受けるこのせん断力をできるだけ忠実に室内装置で実現するためには図1で示したような対応に従い、三軸セルの中にねじりせん断装置を封入した方式が考えられる。この装置の詳細およびその長所、欠点についてはすでに発表した通りである¹⁾。この装置を用いて土をまず圧密し、それに動的せん断力を加えれば地震中に発生する間隙水圧の大きさ、または砂質土であれば流動化の有無を調べることができる。

次に再び静的荷重にもどし、その応力で排水させ排水量を求めれば、土の圧縮歪を知ることができる。よつて、砂質土であれば流動化した後でどのくらい地盤が沈下するかを推定することができる。以上3つの段階(図1参照)を室内で実現して土の動的挙動を調べるのが本研究の目的である。以下、最初の段階の実験で得られた結果およびその考察を簡単に述べてみる。

試料および実験方法

実験に用いた土は粒径が0.074~0.84mmの範囲にある川砂でその有効径は0.12mm、均等係数は2.75である。実験は、試料を所定の側圧でまず圧密し、続いて非排水状態でねじりを約100回加えその後、排水させてその水量を測定するという順序で行つた。くり返しねじりせん断試験のときには、鉛直変位、トルク、回転角、間隙水圧および側圧を電氣的に計測記録した。なお、くり返しねじり力は手動で加えたために、その周期は7~9秒であり、最大歪振中を一定にしてねじり力を交番的に加えた。

実験結果とその考察

$\sigma_1 = \sigma_3 = 1, 2, 4 \text{ kg/cm}^2$ の応力で圧密したのち、振中 $\pm 1^\circ$ ($\pm 0.3\%$ 歪) の回転角でねじりせん断をしたときの結果をまとめたものが図2、である。初期拘束圧 $\sigma = \sigma_1 = \sigma_3$ に対して間隙水圧がいかに上

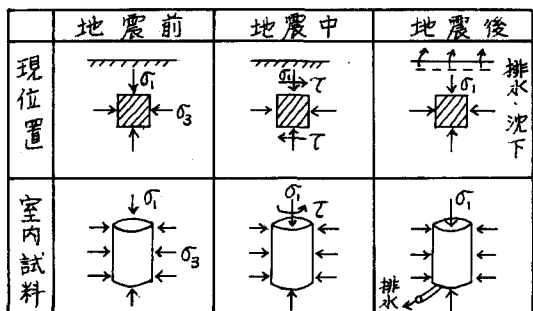


図1. 地震前、中、後の各段階における現位置地盤土の状態変化と、それに対応した室内試験計画

昇するかをこの図からうかがい知れることができる。図中V2-H2-A1等の記号は鉛直圧密圧力 2kg/cm^2 、水平圧密圧力 2kg/cm^2 、ねじり回転角 $\pm 1^\circ$ であることを示す。 u/σ の変化の度合いは砂の流動化の傾向を示す尺度と考えられるが、図2より、この値の変化は砂の間隙比に依存していることが知れる。 u/σ の値が0.5になるまでのセン断歪のくり返し数は間隙比が0.7以上の場合10回程度であるが、間隙比がこれ以下だと100回近く必要であることが

わかる。次に、同じ試験で得られたセン断ヒズミとセン断力との関係から *secant modulus* を求め、それをくり返し回数に対してプロットしたものが図3である。図2と図3を見くらべると、 u/σ の値の上昇度合の高いもの程 *shear modulus* μ の低下が急激であつて、 u/σ と μ の間に関係があることを示している。このことは静的試験で、拘束圧力が大きい程、変形係数が大きくなるという事実に対応していると考えられる。次に、くり返しセン断試験後、コックを開いて一たん上昇した間隙水圧を0にもどしてやると、当然のことながら、

水が排出される。この水量を測定してやると、大体4~8ccとなり、これは2~4%の鉛直ヒズミに相当することがわかった。今の処、この測定データはばらつきが多く、他の物理量との関連が明確につかめていない。このデータを用いて、例えば10m厚さの飽和砂層が地震後の程度沈下するのかを計算してみると20~40cm程度の値が得られる。この値は、地震の大きさ、砂の締り方、拘束圧によつて変わることが予想されるが、今後もっと詳しく調べたいと考えている。

おすふ

現位置の地盤土が地震時に受ける応力変化を *simulate* した三軸ねじり装置を用いて実験を行った結果、次のことが明らかになった。

- 1). くり返しセン断時の間隙水圧上昇の特性は拘束力やセン断ヒズミの大きさにはほとんど関係なく間隙比のみによつて決まる。
- 2). くり返しセン断によつてほぼ流動化したとみなせる試料をセン断後に排水してやると2~4%の鉛直ヒズミに相当する体積変化が起つた。

謝辞

この研究に対して文部省科研費の援助を受けた。また実験に際しては、川口徳忠(農業土木試験場)、金子恒夫(当時卒論学生、現在道路公団)両氏の協力を得たことを記しておく。

参考文献 : ①) 第5回土木工学研究発表会講演集「三軸ねじり装置を用いた飽和砂のくり返しセン断特性」, 石原, 川口, 吉田,

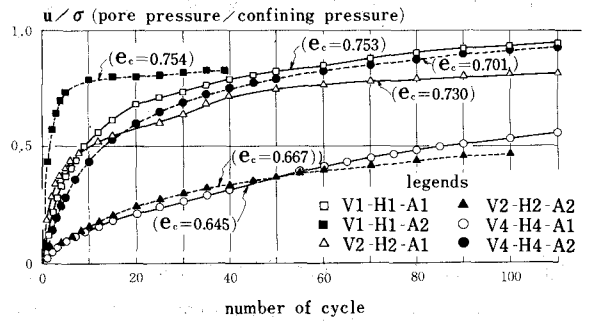


Fig.2 Increase in pore pressure as functions of the number of cycle.

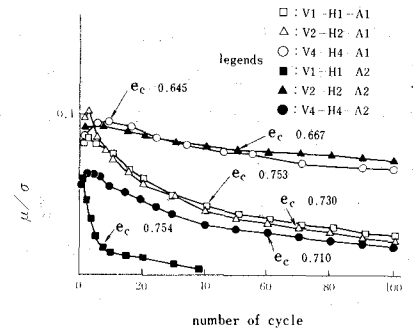


Fig.3 Shear modulus versus number of cycle.