

III-180

振動実験から求めた砂地盤の動的変形特性

東京大学大学院 学生員 豊田 浩史
 東京大学工学部 正会員 東畑 郁生
 運輸省港湾技術研究所 正会員 風間 基樹

1. はじめに

現在地盤の地震応答解析で用いられる動的物性は、振動三軸試験などの要素試験から求められている。しかし実際に地震波が実地盤を伝わる時、地盤の動的物性が要素試験と同じであるかについては疑問の余地がある。例えば地盤はせん断力を受けるとともに慣性力も受けているが、慣性力が土の物性に影響を及ぼすのではないかなどの疑問が考えられる。そこでここでは実際の振動実験から土の動的変形特性を求める試みを実施したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

有効半径が3.8mの港湾技術研究所の遠心力載荷装置に油圧式振動実験装置を搭載した¹⁾。模型地盤は豊浦標準砂を用い直径30cm、高さ40cmの円柱形のせん断リング土槽の中に作成した。地盤は密な地盤の上にゆるい地盤がある二層地盤とした。その相対密度はゆるい層が61%、密な層が75%である。図1にせん断リング土槽、模型地盤、センサーの位置の概略を示してある。Aは加速度計をDは変位計を表しており直接せん断リングに取り付けた。Pは水圧計である。A1とD1は振動台に取り付けてあり入力波の値である。なおD2～D5はせん断リング底面(振動台)からの相対変位を測定している。間隙流体は相似則を合わせるためシリコンオイルを用いた。実験は25Gの遠心力のもとで、正弦波を作用させた。

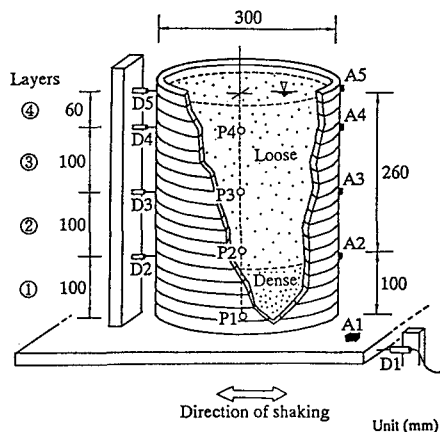


図1 せん断リング土槽

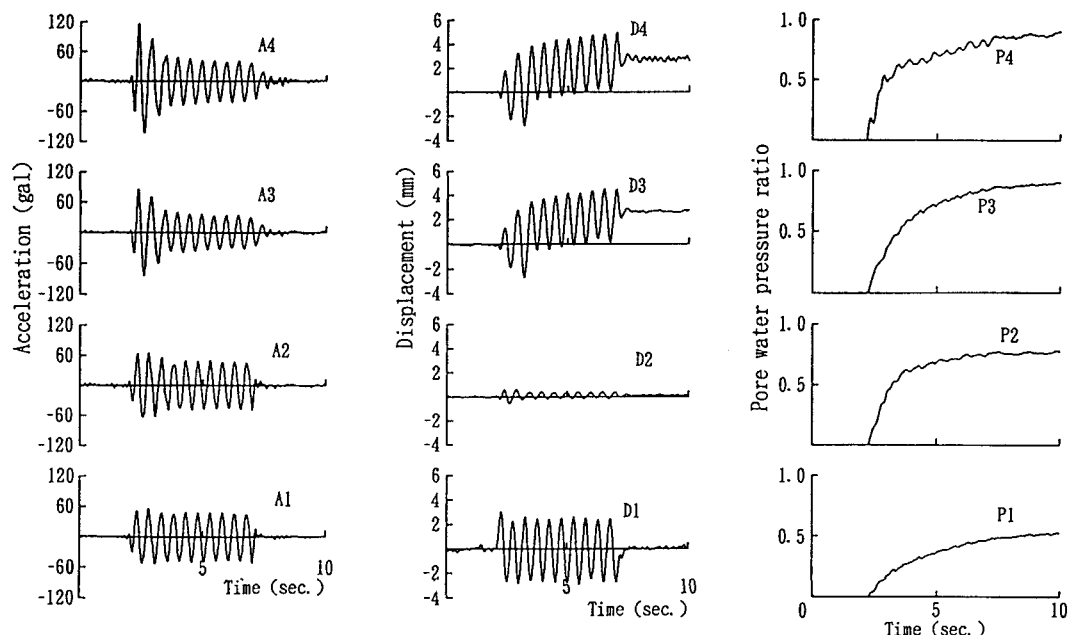


図2 時刻歴

3. 実験結果および考察

図2にprototypeになおした加速度、変位、間隙水圧の時刻歴を示す。最上部での測定（A5, D5）も行ったが地盤の沈下により地表面のほうが測定点より低くなったため省略する。最大加速度振幅は入力波に対してA4では2倍程度に増幅されている。特にゆるい層では初めの1, 2波の振幅は大きいがその後振幅が小さくなっている。これは間隙水圧の上昇により有効応力が減り振動が伝わり難くなったためと考える。変位D3, D4には振動後、同程度の残留変位が残っているがD2にはほとんどなく、密な層とゆるい層の間で生じたすべりによる残留変位と考えられる。間隙水圧は地盤の上部ではほとんど液状化しているようであるが、密な層ではあまり上昇せず、ゆるい層の間隙水圧の上昇分にとどまっている。

図1のように地盤の下層より①②③④層としたとき、それぞれの層での応力経路を図4に示す。この時、分割した層の上部と下部でせん断応力を図3のように $\tau = \rho \cdot h \cdot a$ で求め²⁾、平均をとった。せん断ひずみ γ は層の上部と下部の変位の差を層厚で割ることにより求めた。初期の数サイクルで大きく間隙水圧が上昇しているのがわかる。有効応力の低下とともに応力比も小さくなっておりサイクリックモビリティの挙動はみられなかった。

図5に応力-ひずみの関係を示す。①層は初期の大きな楕円形の履歴曲線から小さな楕円形の履歴曲線になっているが、回転方向からすると小さな楕円の短軸方向が剛性を表し、曲線で囲む面積が減衰エネルギーを表すことになる。これは加速度と変位の位相がずれたためこのような形になっているが、ずれた理由についてはよくわからない。②層は大きいひずみを生じているが、層間で局部的なすべりがあったとするなら、純粋なひずみは評価できていないことになる。実地盤の応力-ひずみ曲線についてはさらに検討する必要がある。③層の応力-ひずみ関係の初期のサイクルからせん断剛性率 G を求め $G = \rho V_s^2$ の関係式を使ってせん断波速度 V_s を求めると116m/sとなり実際の値より少し小さいようである。

【参考文献】

1) 稲富隆昌・風間基樹・野田節男・土田肇：港湾技術研究所における遠心力載荷模型振動実験，天然資源の開発利用に関する日米会議，耐風・耐震構造専門部会，第21会合同部会，1989。

2) Seed, H. B. and Idriss, I. M., "Ground Motions and Soil Liquefaction during Earthquakes", Earthquake Engineering Research Institute, 1982.

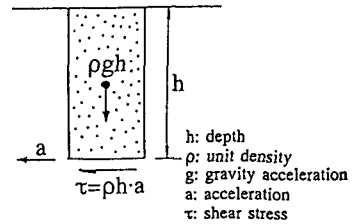


図3 せん断応力の決め方

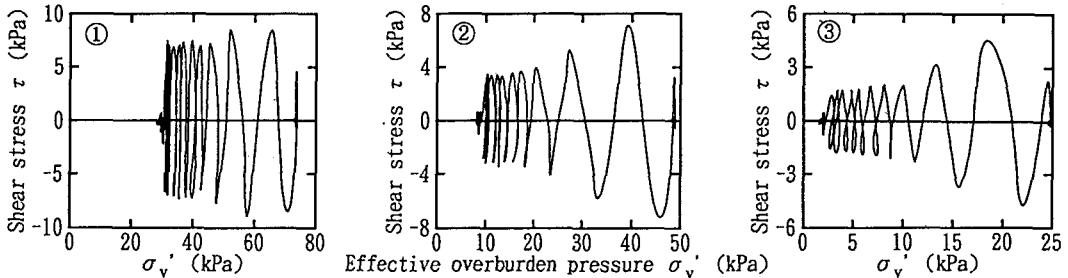


図4 応力経路

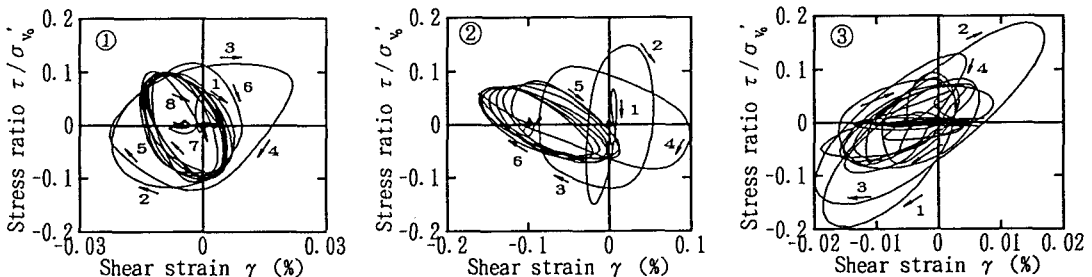


図5 応力-ひずみ関係