

III - 9

振動台実験から直接求めた応力-ひずみ関係

東北大学 学生員 ○藤原 弘久
東北大学 正会員 柳沢 栄司

1. はじめに

地盤の地震応答解析に用いられる土地盤の動力学的性質の把握は、一般に繰り返し三軸・ねじりせん断・一面せん断型等の室内要素試験によって行われている。しかしながら、要素試験は必ずしも実地震の地盤の状態を再現していないことから、真実の地震時の応力-ひずみ関係を表していない可能性がある。本研究では振動台実験から直接的に土の応力-ひずみ関係を求める試みを行ったのでそれを報告する。

2 実験方法

本実験に用いた振動台に設置されているせん断箱は、高さ3cmのアルミニウム製のフレームを14段重ねた1m×1m×50cmの直方体のものである。各フレーム間にはボールベアリングを配し、フレーム間の摩擦を無くしている。模型地盤は豊浦標準砂をサンドホッパーによって空中落下法で作成した。

図1に模型地盤の断面とセンサーの配置を示す。加速度計の設置方向は水平1方向である。入力波形は1Hz～5Hzおよび6Hz～30Hzのsweep波の2種類を、水平1方向に入力した。その最大加速度は、100・50・25galの3種類である。

図1に示すようにフレーム上のセンサーの配置

図-1 模型地盤の断面図およびセンサーの配置図

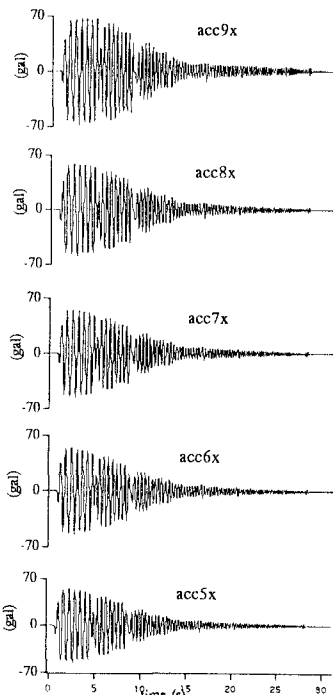
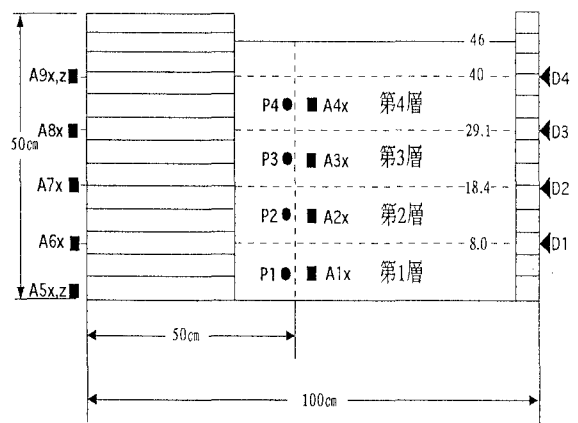


図2 地盤加速度の時刻歴

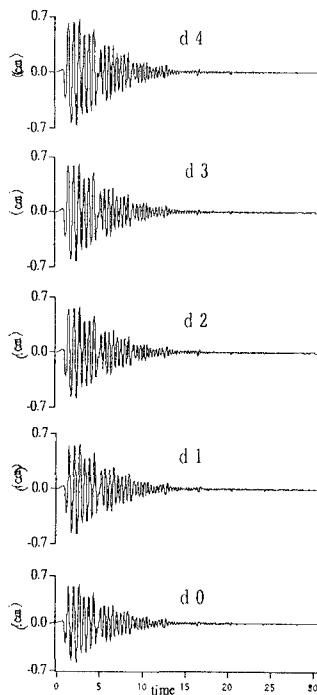


図3 変位の時刻歴

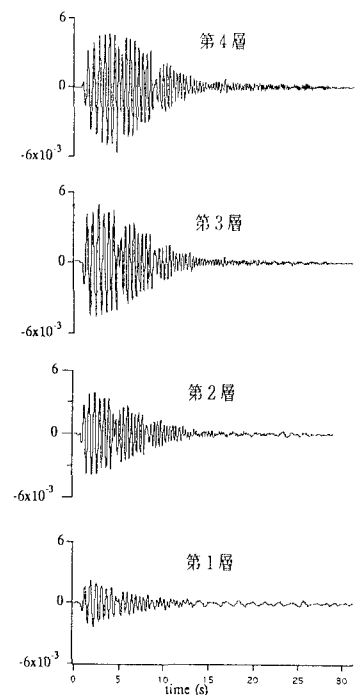


図4 セン断ひずみの時刻歴

によって、地盤を4層の要素と考えることにより、各層の応力-ひずみ関係を求めることにした。実験のデータからせん断応力・せん断ひずみを求める方法は文献1によった。すなわち、せん断応力は上方の質量と加速度から、またせん断ひずみは上下端の変位応答の差を高さと割ることによって求めた。これから得られたせん断応力、せん断ひずみのデータを使って応力-ひずみ関係を求めた。

3. 実験結果および考察

図2～4は周波数6 Hz～30 Hz、最大加速度50 g a lの sweep 波で加振した結果を示す。図2は各層の境界における地盤加速度の時刻歴の結果である。a 5 x は振動台に設置した加速度すなわち入力波形である。地盤加速度の応答は深度によって増幅がみられる。応答倍率は約1.2である。図3に示す変位の時刻歴の結果は、加速度のデータを積分して得られたものである。変位計によっても直接変位を求めたが、十分な分解能が得られなかった。図5はせん断ひずみ-せん断応力関係を示したものである。室内要素試験の結果によればせん断剛性は、上層にいくほど、すなわち拘束圧が小さいほど小さくなり、減衰を表す履歴ループの大きさは上層にいくほど、大きくなると考えられる。しかし、本実験で得られた結果を見ると、剛性の変化の傾向は一致するが、減衰特性の傾向は一致しない。これは本研究の振動台実験では、拘束圧が要素試験に比してかなり小さいこと、かつせん断箱が砂のせん断変形を拘束している可能性がある。次にせん断剛性の周波数に対する特性をみると、1 Hz～5 Hzに比べて6 Hz～30 Hzのせん断剛性は、小さくなっている。

1 Hz～5 Hzの履歴ループにおいては、1 Hzから5 Hzに大きくなるにつれて履歴ループの傾きが小さくなっているのがみてとれる。今後、せん断ひずみの大きさも考えあわせて振動数の影響を考慮して考察していく必要がある。

4. まとめ

今回の振動台実験では、室内要素試験で得られるような結果とはかなり違っていた。今後、振動台実験から直接的に応力-ひずみ関係を求める場合、せん断箱の剛性、小さい拘束圧の影響を考慮して求める必要がある。

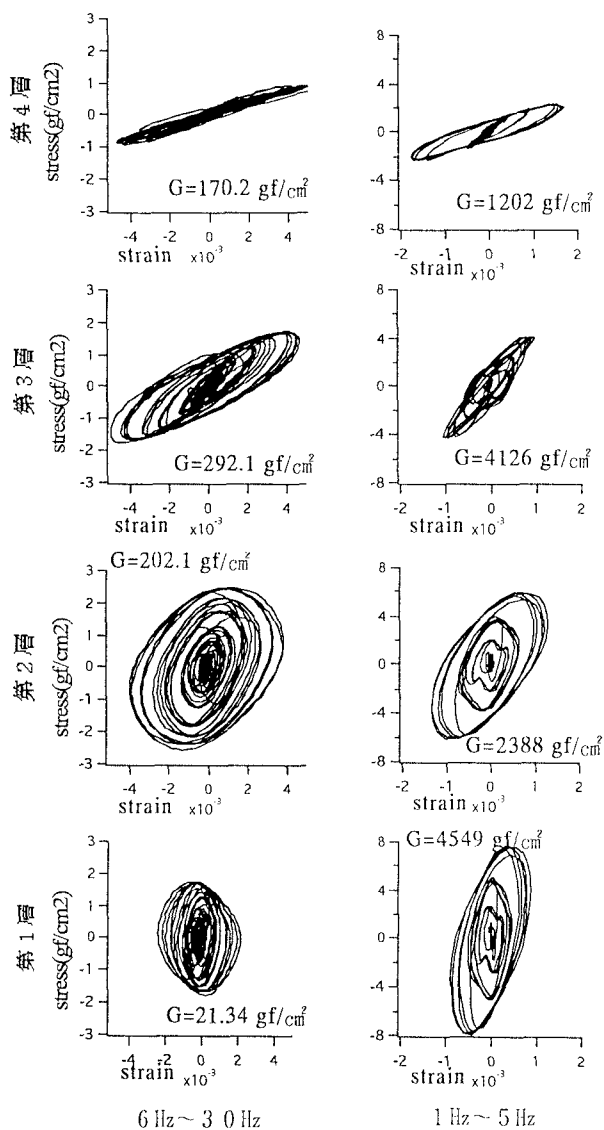


図5 応力-ひずみ関係

〈参考文献〉(1)風間 基樹：遠心振動実験から求めた地盤の動的変形特性と増幅特性、軟弱地盤における地震動増幅シンポジウム、土質工学会、pp.45-58、1994.10。

(2)石原 研而：土質動力学の基礎、鹿島出版会、1976.8。

(3)石原 研而、木村 孟：土木工学体系8、土質力学、彰国社、1980.12。