

地震時における動揺振動の地盤応答特性に関する実験的研究

金沢大学学生

○表屋 智之

金沢大学工学部

正会員 村田 晶

金沢大学工学部

フェロー 北浦 勝

1. はじめに

現在、地震観測は上下 1 方向、水平 2 方向に対して行われている。しかし、それによって得られる波形はあくまで地盤上のある 1 点のものに過ぎず、面的な広がりを持つ地盤の挙動を完全に捉えているとは言いきれない。水平地盤の振動は、概して水平方向と上下方向に分けられるが、特に地表面の各点において上下方向の地盤応答に位相差が生じている場合は、地表面の傾斜が生ずるため、それによる回転成分に起因した力が構造物の転倒を誘発する危険性を生じさせる。本研究では、この成分を動揺振動と呼ぶこととする。本研究は、模型地盤による地盤振動実験を行い、地盤応答特性を検討することによって、地震時における動揺振動の特性を捉えることを目的としている。

2. 実験概要

2-1 実験装置および材料

図 1 に実験装置の概要を示す。油圧式の振動台上に鋼とアクリル版で製作された砂箱(長さ 1.8m×幅 0.6m×高さ 0.8m)を設置し、その中に層厚 40cm の模型地盤を作成した。模型地盤には粒径が比較的均一な相馬珪砂 5 号を用いた。計測項目は、模型地盤表面付近の水平方向、上下方向の応答加速度である。図 1 に示すように模型地盤の中央、ならびに中央から離れた 2 地点に上下加速度計を設置した。

2-2 入力条件

入力条件は次のように設定した。まず、入力波は正弦波とし、水平方向、上下方向同時入力とした。入力波の最大振幅は水平、上下方向ともに 200gal とした。振動数に関しては、水平、上下ともに 2Hz から 9Hz まで 1Hz 刻みで変化させた。なお、加振時間は 10 秒間とした。以上の条件で各ケースにつき 3 回実験を行った。

3. 実験結果及び考察

図 2 は加速度計間距離 30cm における動揺加速度を振動数ごとに示したものである。動揺加速度は 2 点間の上下応答差を加速度計間距離で除したものと算出している。この図に示すように、水平振動数の変化のいかんを問わず、動揺加速度は最大で約 3rad/s² 前後となっている。また、最大動揺加速度は入力振動数の大きさの変化にかかわらず、ほぼ同じ大きさを示している。このことから、動揺振動は入力振動数に関係なくほぼ一定の大きさで表れるということが言える。原因としては、模型地盤のスロッシングの固有振動数が 9Hz より高く共振しなかったために、動揺

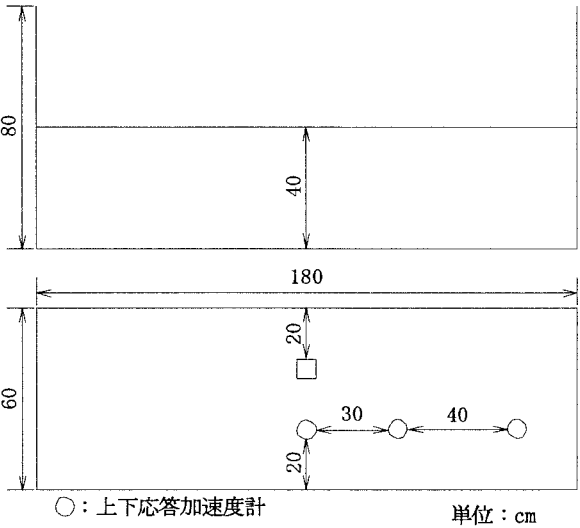


図1 実験概要図

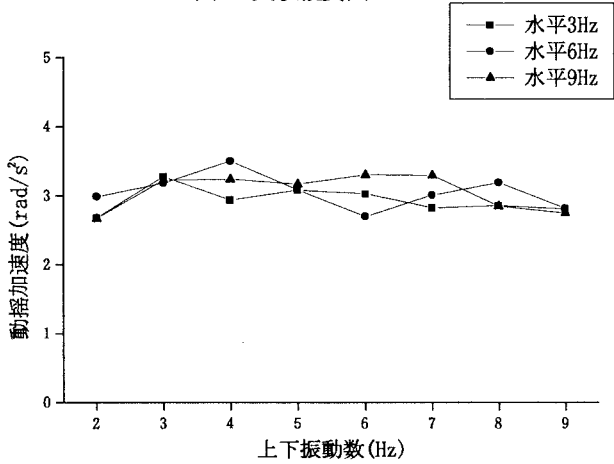


図 2 振動数の変化による動揺加速度

加速度の大きさにあまり差が見られなかったことが考えられる。また、この実験では同じ大きさの入力加速度にしたため、動揺加速度も一定の大きさになるということも考えられる。すなわち、この実験の範囲では動揺振動は入力振動数の大きさによらず、入力加速度の大きさが関係していると思われる。

次に、個々のケースについて動揺加速度の波形ならびに振動数特性を見ていくことにする。上下振動数 2Hz、水平振動数 3Hz で行ったケースにおける動揺加速度の時刻歴を図 3 に、フーリエスペクトルを図 4 にそれぞれ示す。また、上下振動数 5Hz、水平振動数 3Hz で行ったケースにおける動揺加速度の時刻歴を図 5 に、フーリエスペクトルを図 6 にそれぞれ示す。この図では、そのうちの 1 秒間を示している。図 3、図 5 に示すように、振動数の異なる上下、水平の入力振動を同時に与えたにもかかわらず、このケースにおける動揺加速度の振動数は 3Hz と、入力の水平振動数に一致することが分かる。また、入力の上下振動数を変化させても、水平振動数の卓越する振動数の波形が得られている。このことより、本実験の範囲では動揺振動は上下の入力にはほとんど影響を受けることはなく、水平動に起因して起こるものであるといえる。

4. まとめと今後の課題

本研究をまとめると以下のようなものである。

- ・ 模型地盤の固有振動数が高く共振しなかったことから、入力加速度の大きさが一定であれば、入力振動数の大きさによらず動揺加速度も一定の大きさとなる。
- ・ 動揺振動は、入力の水平振動数と同じ振動数で振動する。また、振動数成分においても水平振動数が卓越する振動数の波形が得られたことから、動揺振動は、水平振動数に大きく起因する振動であるといえる。

今後の課題としては、本研究では上下、水平入力の同時加振で最大振幅を一定の条件のもとで実験を行ったので、入力の変化させた実験の結果との比較検討を行う必要がある。それにより上下入力と水平入力との関係を明らかにする必要がある。さらに本研究では入力波形を正弦波としたが、強震波形入力による動揺振動の特性についても今後実験を行い、検討していく必要がある。

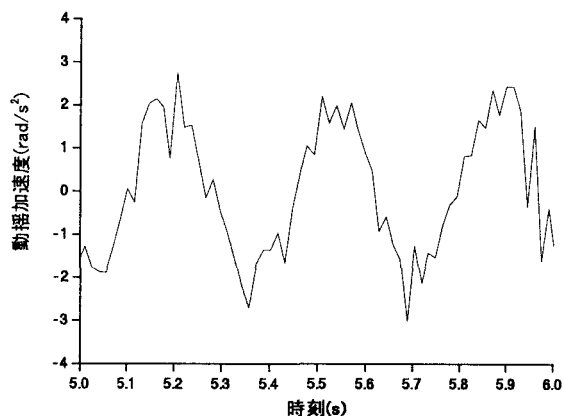


図 3 動揺加速度時刻歴(上下 2.0Hz, 水平 3.0Hz)

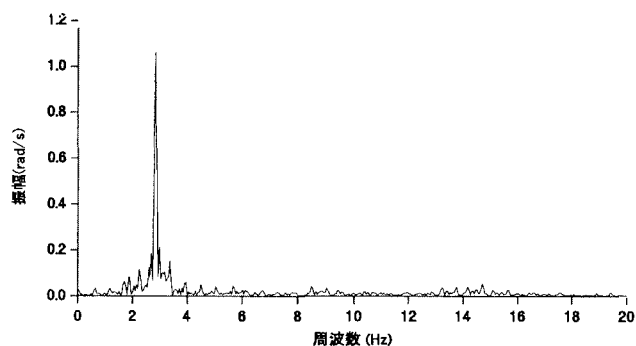


図 4 動揺加速度の振動数特性(上下 2.0Hz, 水平 3.0Hz)

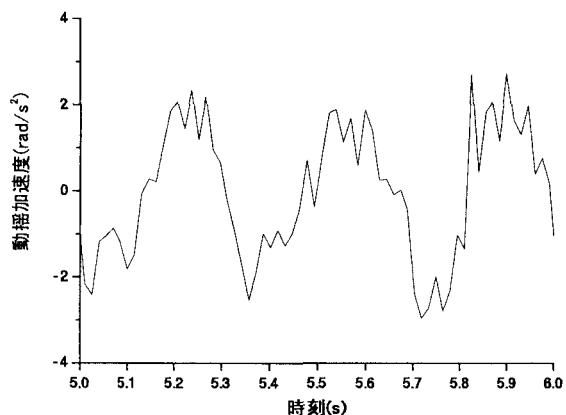


図 5 動揺加速度時刻歴(上下 5.0Hz, 水平 3.0Hz)

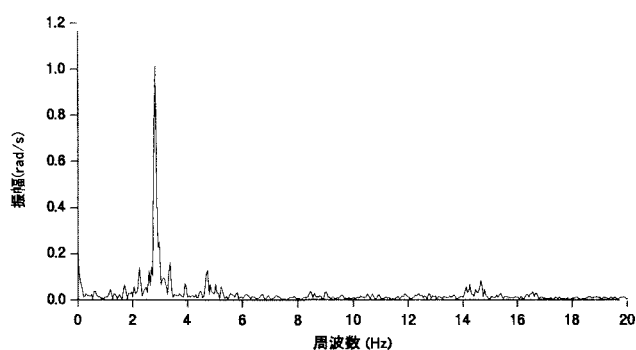


図 6 動揺加速度の振動数特性(上下 5.0Hz, 水平 3.0Hz)

<参考文献>小谷武司：地震時における動揺成分の発生要因と特性および構造物に与える影響，平成 10 年度金沢大学修士論文，pp.32-46，1999。