

地盤特性の違いが動揺地震動に及ぼす影響

金沢大学工学部
金沢大学大学院
同
同

○高見 佳宏
正会員 村田 晶
フェロー 北浦 勝
正会員 宮島 昌克

1. はじめに

地盤が不規則性を持った場合、地表面では複雑な振動によって位相差が発生する。特に上下方向の応答に差が生じる場合、地表面に傾斜が発生させると考えられる。地表面に傾斜が発生すると、その上に建設された構造物は転倒を誘発するような回転成分が構造物に作用すると考えられる。このような成分を動揺成分と呼ぶこととする。

構造物の耐震解析にはこのような動揺成分はほとんど考慮されておらず、例えば地盤表面の各点は、同位相、等振幅で震動すると考えられてきた。そこで本研究では不整形の模型地盤を作成し実験することで、地表面各点における位相差や応答振幅の差をもった応答差の存在を認識し、動揺地震動特性を捉えることを目的としている。

2. 実験概要

図 2.1 に実験装置の概要を示す。油圧式の振動台(1.5m × 1.5m)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、砂箱内に図 2.2、表 2.1 に示す含水比 33.2% の粘性土と十分に乾燥させた珪砂 5 号を 3 層に分けて層厚 50cm に敷詰め、模型地盤を作成し実験を行った。模型地盤と砂箱の間に振動を抑える目的で、緩衝材としてウレタンを挿入した。計測項目は模型地盤表面付近(a、b、c)と、砂箱中央の振動台上(d)の水平方向、上下方向の応答加速度所の計 8 箇所である。

入力条件は次のように設定する。入力波は水平方向単独、上下方向単独、水平上下方向同時による正弦波とし、入力波の最大振幅は 50gal、100gal による、以上 6 ケースで行う。ここで振動台からの入力を安定させるため、水平方向単独では入力に影響のない程度の微小な上下方向の入力、上下単独では同様に微小な水平方向の入力を行う。振動数は 2Hz から 10Hz まで 1Hz 刻みで変化させ、加振時間は 20 秒間とする。なお、動揺成分は任意の 2 点間の上下応答差を 2 点間の距離で除した値と定義する。

表 2.1 地盤パラメータ

	粘性土	珪砂 5 号
せん断波速度 V_s (m/s)	112	154
単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	16.2	13.5

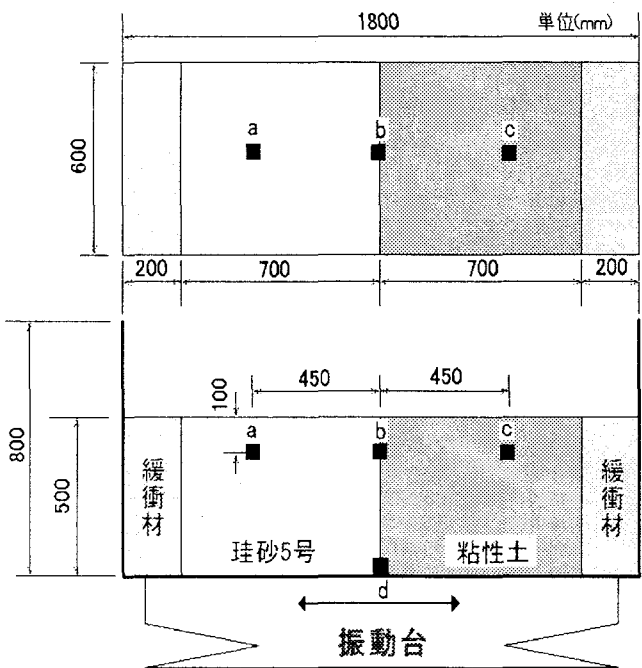


図 2.1 実験概要図

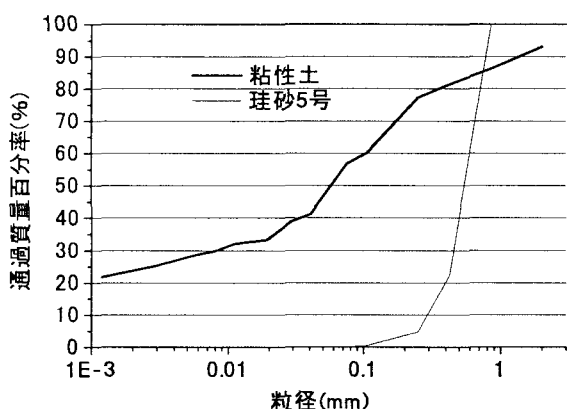


図 2.2 粒径加積曲線

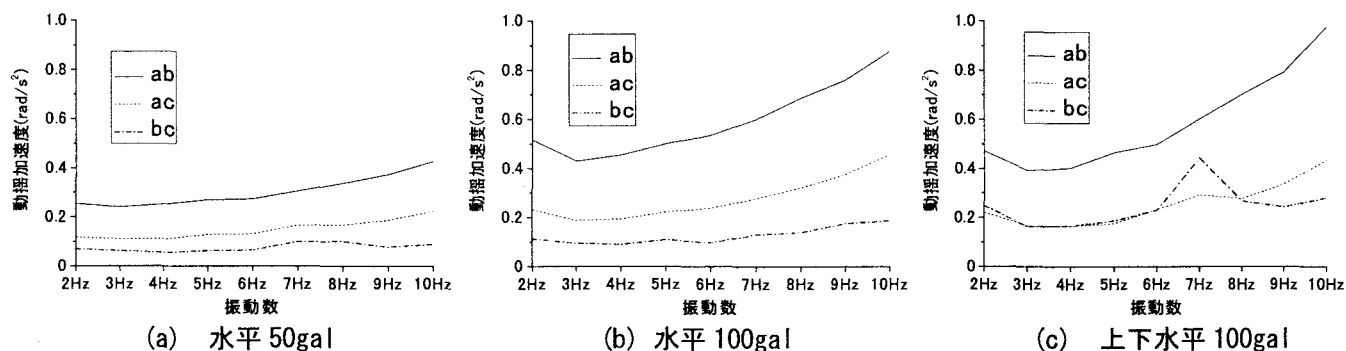


図 3.1 入力条件の違いによる最大動揺加速度の変化

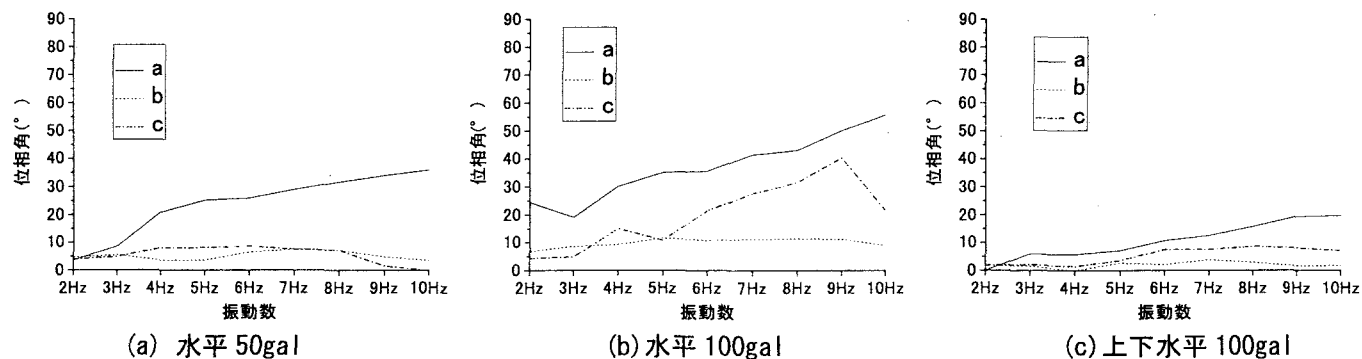


図 3.2 入力条件の違いによる位相角の変化

3. 実験結果及び考察

3.1 入力の違いによる動揺加速度の変化

図 3.1 に入力振動数ごとの最大動揺加速度を示す。(a)～(c)に示すように入力加速度、また振動数が大きくなるにつれて動揺加速度も大きくなるのがわかる。また(b)(c)の 2Hz、(c)の 7Hz を見ると地盤の固有振動数で動揺加速度が大きくなっている。これは予備実験結果より得られた砂地盤、粘性土地盤の固有振動数が 2.4Hz、7.2Hz であることから、地盤の固有振動数の影響を受けていると思われる。さらに b)、(c)における bc 間の動揺加速度を比較すると bc 間の(c)の動揺加速度が(b)より大きくなっていることから、粘性土地盤では上下方向の入力が動揺成分を増幅させると考えられる。また ac 間、bc 間より ab 間で動揺加速度が大きくなるのは、地盤の振動特性の違いや側壁の影響から入力波が複雑に伝播し、a 地点付近で卓越し応答が大きくなったのが原因ではないかと考えられる。

3.2 入力の違いによる位相角の変化

図 3.2 に入力振動数ごとの位相角を示す。位相角は入力である(d)とそれぞれの点との上下方向の位相のずれを表したものである。(a)～(c)を比較すると、水平方向単独入力では振動数、入力加速度が大きくなるにつれ上下方向の位相のずれが大きくなることが確認できる。(b)、(c)を比較すると上下方向の入力が入ることで位相差が小さくなるのがわかる。また砂箱両端の位相角が中央に比べ大きくなっている。このことから地盤境界を境に動揺成分が発生しているのではないかと考えられる。また特に(b)に示される 10Hz など右肩下がりになる理由としては、粘性土地盤が砂箱など外部からの振動の影響を受けたのではないかと考えられる。

4. まとめ

入力振動数が大きくなると地表面応答の位相差が大きくなる。その結果動揺成分が大きくなる。地盤の固有振動数付近や入力加速度によって地盤の応答が大きくなることで動揺加速度が大きくなる。また上下方向の応答差は主に水平方向の入力が大きく影響していることがわかった。そして上下方向の入力は地盤の種類により動揺成分を増幅、減少させる要因になると考えられる。

<参考文献>

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，