

上下動のエネルギーが地盤の液状化に及ぼす影響に関する実験

金沢大学工学部	○ 脇坂 博
金沢大学大学院自然科学研究科	学生員 中川 浩明
金沢大学工学部	正会員 宮島 昌克
金沢大学工学部	正会員 北浦 勝

1. はじめに

近年、兵庫県南部地震や台湾地震など都市近傍で大きな地震が発生している。都市直下型地震では大きな上下動が発生し、構造物などに大きな被害が生じている。そのため上下動の影響を検討する必要がある。特に、上下動が地盤の液状化に及ぼす影響を検討する必要があると考えた。そこで本実験では、水平および上下両方向を同時に加振できる振動台を用いて、飽和砂地盤を振動させる実験を行い、上下動が飽和砂地盤の液状化に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

図1に実験概要図を示す。砂箱(長さ1.8m×幅0.6m×高さ0.8m)内に模型地盤を作成した。模型地盤は砂箱の底面から30cmまではボーリング法、30cmからは水中落下法によって作成した層厚60cmの飽和砂地盤である。飽和砂地盤の相対密度は約20%であり、実験に用いた砂は珪砂5号である。地盤の入力加速度を測定するために、砂箱底面に加速度計を設置した。また、地盤の応答加速度を測定するために、地表面から5cmの位置に加速度計を設置した。水圧計は地表面から13cm、25.5cm、38cmの地点に設置し、加振中の地盤の過剰間隙水圧を測定する。水平入力加速度は70galと100galの場合で入力し、それに上下入力加速度を加えた場合と加えない場合で実験を行った。入力波は水平3Hz、上下5Hzの振動数の正弦波である。加振時間は7秒、10秒、12秒、20秒の4パターンで実験を行った。

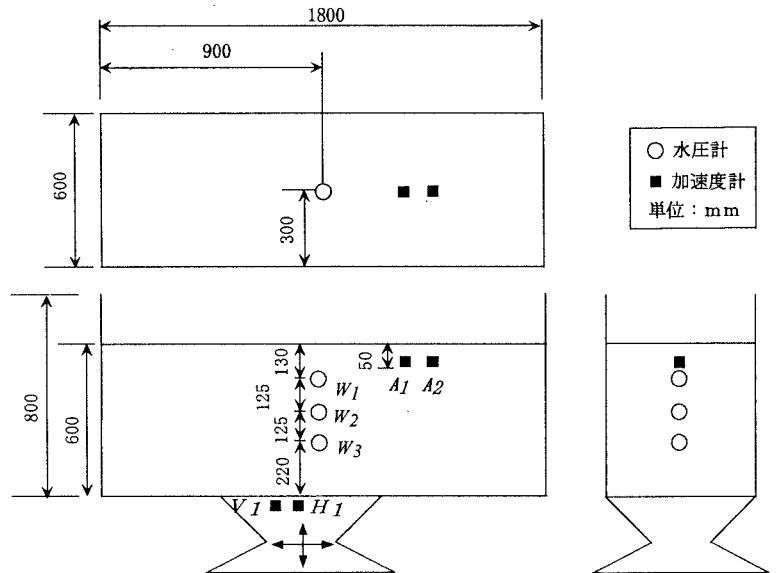


図1 実験概要図

3. 実験結果と考察

図2に水平70galでの上下入力加速度と過剰間隙水圧比の関係を示す。()内の数字は加振時間である。この図より、上下入力加速度が大きくなるにつれて、過剰間隙水圧比も上昇している。上下動が小さい場合、地盤が液状化し

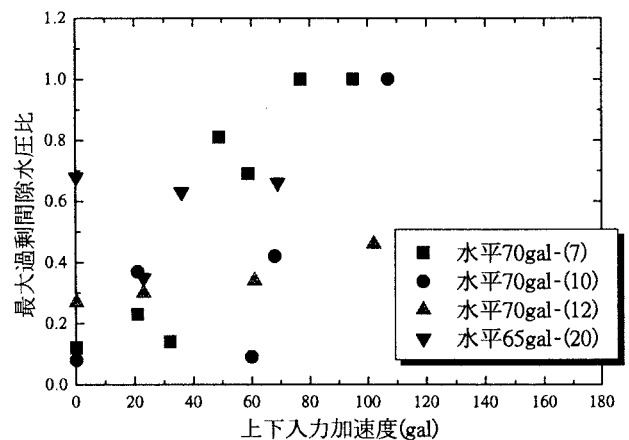


図2 上下入力加速度と過剰間隙水圧比の関係

ていないが、上下動が大きい場合には液状化しているケースもあり、上下動は地盤の液状化に影響を及ぼしていると考えられる。加振時間による水圧比の違いはみられない。これは過剰間隙水圧比の最大値が全ての実験において5秒前後に現れていたため、加振時間の違いによって過剰間隙水圧比に影響はないといえる。図3に水平100galでの上下入力加速度と過剰間隙水圧比の関係を示す。この図から、水平動100galのみで液状化したと判断でき、上下動が加えられても、当然水圧比が1.0と液状化している。

図4にエネルギーと過剰間隙水圧比の関係を示す。エネルギーは、水平加速度と上下加速度から速度を求めて、最大過剰間隙水圧比の時間までの速度の2乗和とした。エネルギーが大きくなるほど、過剰間隙水圧比が上昇していることより、砂粒子に加わるエネルギーが大きいほど地盤は液状化しやすいといえる。すなわち、水平動で液状化しない場合でも、上下動のエネルギーが加わることにより地盤が液状化する場合が考えられる。

図5にエネルギーと沈下率の関係を示す。全体的にエネルギーが大きくなると、沈下率が大きくなる比例した関係がわかる。液状化した場合としていない場合を比較したところ、地盤が液状化しない場合では沈下率がわずかにばかりしかみられない。液状化した場合では、沈下率は1.0%を大きく越えている。つまり、水平動に上下動が加わることにより地盤が液状化し、沈下率も上昇するといえる。

4. まとめ

ある大きさの水平動が飽和砂地盤に加わることにより、過剰間隙水圧比が上昇して液状化が生じる。しかし、水平動のみでは過剰間隙水圧比が1.0に達しない場合、上下動のが、加わることで過剰間隙水圧比が上昇し、地盤が液状化することもある。水平動と上下動のある大きさのエネルギーが地盤に加わることにより、液状化が生じる。また、沈下率は液状化しなかった実験では小さく、液状化した実験では大きく沈下している。

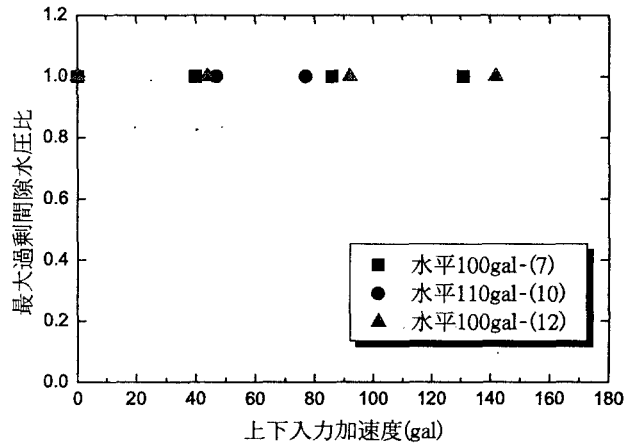


図3 上下入力加速度と過剰間隙水圧比の関係

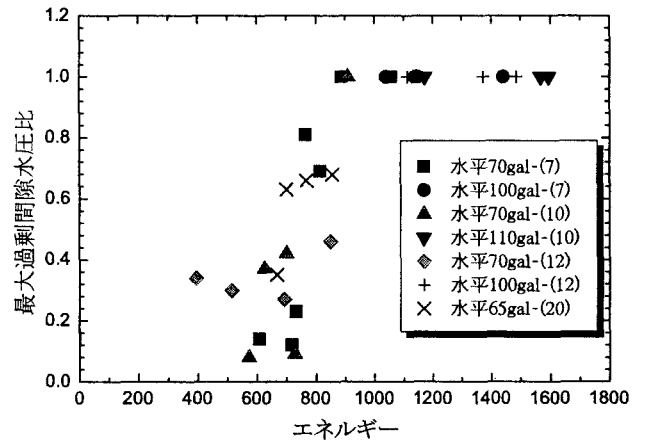


図4 エネルギーと過剰間隙水圧比の関係

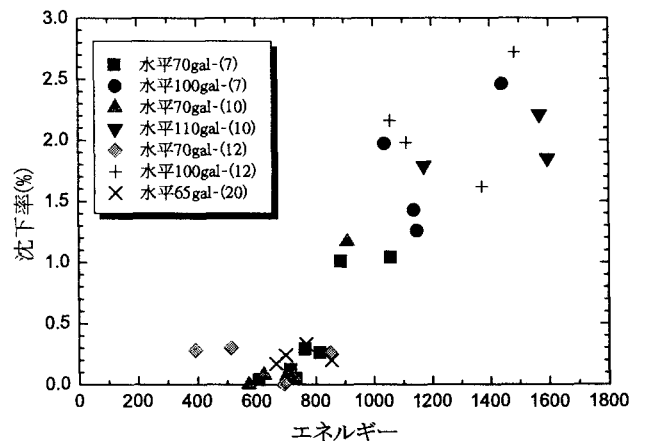


図5 エネルギーと沈下率の関係