

北海道開発局

正員

鹿嶋 雅純

東京大学地震研究所

佐藤 安一郎

正員

○ 伯野 元彦

1. 研究の目的

地震力により砂層が液化化を起し、それにより大きな被害が生じることはよく知られている。従来、砂が液化すると、新たに力を構造物に及ぼすことはなく、液体状の砂の中で構造物は浮力に耐えればよい、という考え方がされている。また杭基礎の場合は、液化した砂は支持力がなくなるために、杭基礎基礎で構造物を支持するということが言われている。

それで本研究では液化した後の砂層が、その中に埋設された構造物に及ぼす影響を調べるために模型実験を行ない若干の検討を加えた。

2. 実験の概要

実験は図-1に示すように電磁式振動台(最大加振力約200kg)上に砂箱を載せ、その砂箱の中に杭とか、地中構造物の模型を埋設し、振動台を各種波形で振動させ、砂を液化させて、砂の挙動、地中構造物の挙動を調べた。

実験の種類としては

模型 { 杭基礎 { 下端ヒンジ
 下端埋込み
 各種形状地中埋設物

振動台加速度 { 正弦波
 定常ランダム波
 過渡ランダム波

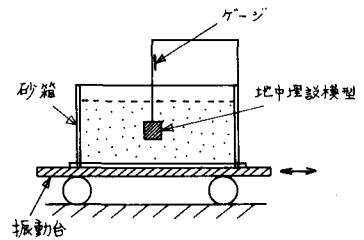


図-1 砂箱振動実験

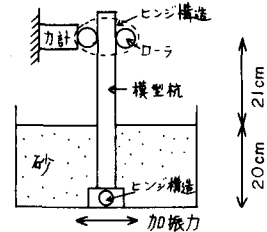


図-2 模型杭基礎(下端ヒンジ)

3. 実験結果

図-4は振動台に過渡ランダム波を加えた時の、振動台変位と

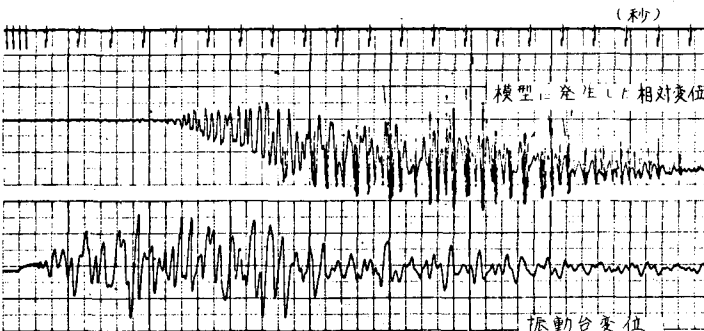


図-4 地中埋設模型の変位

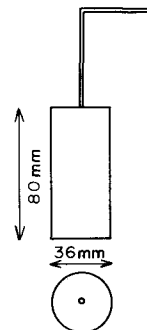


図-3 地中埋設模型の一例

地中埋設物の砂箱に対する相対変位を比べたものである。砂箱の振動変位が大きくなって、しばらくは、地中模型には、相対的変位は生ぜず、砂箱と一緒に振動している。かなり遅れて相対変位が起り始めると、砂箱の振動がおきまっても相対変位は激しくなり、中立軸もずれていき、或る時間経過すると、停止する。

図-5は、下端ヒンジの杭模型の頂部をピン固定した力計による出力と、砂層表面下10cmの位置の加速度計出力、振動台加速度等と正弦波振動させた場合について比べたものであって、振動台加速度の最大時期と、杭に作用する周辺地盤力の最大時期がほとんど一致しており、それに比べて砂表面に近い加速度がやや遅れて最大となっている。これは、砂箱中の砂の液化が、底部から始まって、表面に進行して行くためであると想像され、また、その際の加速度が、振動台の加速度より3倍程度となっていることは注目し値する。なぜなら、砂中の加速度は、埋設加速度計によって測定されており、この加速度計も一つの埋設構造物であるとみなすならば、それに対して、非常に高い加速度が作用することになるかもしれないからである。

写真-1、2は、杭模型（下端ヒンジ）への周辺地盤の作用力と振動台変位の関係を示したものである。写真-2では液化が進み、地盤からの作用力が減少していることが知られる。

4. おわりに

この実験から知られたことは次の通りである。

- 砂の液化は構造物と接しているところから始まるので、構造物を支えているバネが弱くなり、大きく振動し大きい加速度を受ける。
- 砂の液化は、健全な状態から徐々に液体化へ進むが、その過程で不完全液化の状態では、まだ砂粒子の間に力は伝わり力は伝わる、しかし、少しゆるくなっているため砂は動きやすくなる。そのため大きな砂の変位がおき、外力として構造物に大きな力を加える。その後、完全に液化すると力は伝わらず構造物には力がほとんど伝わらなくなる。
- b) に述べた不完全液化砂による地中埋設物に対する地震力は、本実験においては、健全時の砂の場合の2〜3倍であった。

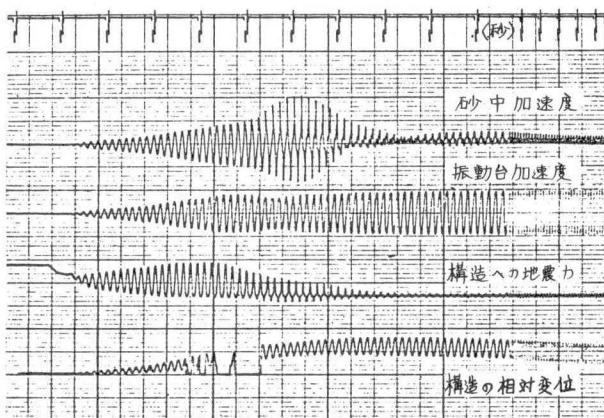


図-5 杭模型（下端ヒンジ）に作用する力

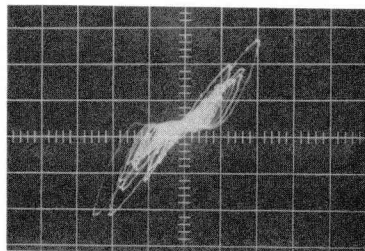


写真-1 杭模型への作用力(y軸)と振動台変位(x軸)

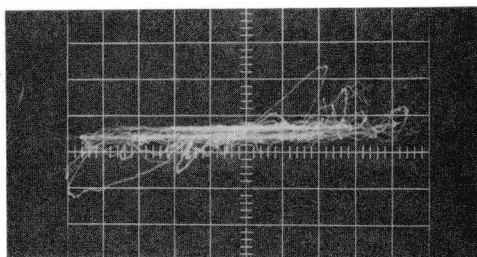


写真-2 杭模型への作用力(y軸)と振動台変位(x軸)