

豊橋技術科学大学 正員 河邑 真
 豊橋技術科学大学 正員 栗林 栄一
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 市川 博康

1. まえがき

液状化の予測手法については、室内動的せん断試験や地盤の地震応答解析を用いた種々の判定法が提案され、液状化の予測精度の向上がはかられている。これに対して、液状化予測結果にもとづいて対策を行う場合に必要となる液状化時の土圧、すなわち液状化が発生した場合に構造物に与える影響については未だ不明な点も多い。本研究では、相互作用を考慮した室内実験を行い、液状化時にモデル壁に作用する土圧について検討を加えた。ここでいう土圧とは特にことわらない場合には有効土圧と間隙水圧の和すなわち全応力による値を意味している。

2. 実験装置ならびに実験方法

図1に示すような、長さ120cm、高さ70cm、幅50cmの砂箱にはばね接触した砂とモデル壁を設置して振動実験を行った。モデル壁は長さ20cm、高さ60cm、幅50cm、肉厚12mm、重さ75kgfのスチール製の箱を用いた。モデル壁にはそれぞれ3個の土圧計（外径6.5cm、内径4.5cm、容量500gf/cm²）と間隙水圧計（外径3.5cm、内径2.5cm、容量500gf/cm²）を図に示す位置に取り付けた。また、間隙水圧計の1個を砂箱中央の側壁面に取り付けた。

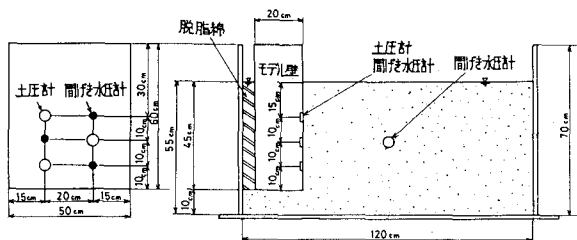


図-1 モデル実験砂箱

振動台としては図2に示す振動土槽を用いて砂箱に水平方向の正弦振動を加えた。この水平振動の変位振幅は1cmに固定し、振動数を増加させることにより加速度を上昇させた。

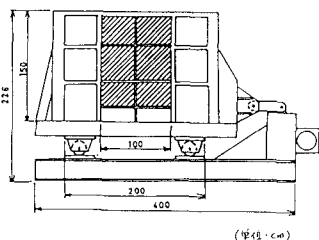


図-2 振動土槽側面図

実験は、均等な砂を緩い状態（単位体積重量 $\gamma_d = 1.46 \text{ gf/cm}^3$ 、相対密度17%）に詰めて行った。

3. 実験結果と考察

図3は実験における振動台加速度、および土圧計と間隙水圧計の計測結果の一例である。起振開始後34秒経過した時点から急激に土圧と間隙水圧が上昇し、液状化が生じた

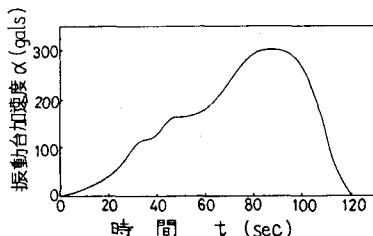
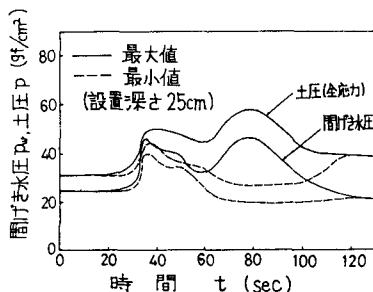


図-3 間隙水圧、土圧 および振動台加速度の変化

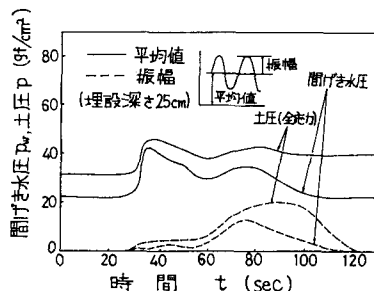


図-4 土圧、間隙水圧の平均値および振幅の変化

ことを表わしている。また起振開始後80秒の時点では大きな振動土圧や間隙動水圧が発生していることがわかる。図4は土圧、間隙水圧の平均値と振幅を示したものである。液状化が発生する34秒の時点で土圧と間隙水圧の平均値が増大するとともに接近する現象がみられる。その後、間隙水圧の振幅(間隙動水圧)が生じ、振動台加速度の増加にもなって増大している。

図5は壁面にとりつけた3個の間隙水圧計と砂層中に設置した1個の間隙水圧計の計測結果を示したものである。なお、No.2の水圧計とNo.4の水圧計のものは同一深さに設置した。各深さにおける間隙水圧(最大値)の記録から、液状化が全層にわたって、ほぼ数秒の間に生じていることがわかる。また、時間に対する変動は図4と同様の傾向を示している。No.2とNo.4の間隙水圧の変動はほぼ同様であり、モデル壁面と砂層中央の側面で差が少ないことを示している。

図6は土圧計の計測結果を図5と同様に示したものである。土圧(最大値)の記録からも $t=34$ 秒でほぼ全層にわたって液状化が生じていることがわかる。しかしながら、液状化後の土圧の低下は緩慢である。

4. 液状化が構造物に及ぼす影響

図7は時間 $t=0, 34, 80$ 秒における間隙水圧および土圧(全応力表示)の分布を示したものである。間隙水圧および土圧は振動中の最大値に対応するものである。間隙水圧は初期状態において静水圧に一致している。液状化が生じた $t=34$ 秒では比重が約1.6の液体圧に達し、土圧の値とも接近している。振動台加速度が 300gal に達している $t=80$ 秒では液状化時と同程度の間隙水圧が発生している。これに対して土圧分布(全応力表示)は初期状態には静水圧分布とは異った分布を示しているが、液状化時には比重が2に相当する液体圧に近似的に等しくなり静水圧的分布を示している。

図8は各時間における土圧、間隙水圧の分布を静水圧分布と仮定した場合にその圧力の大きさを示す係数 K の変化を概略的に示したものである。この図から、土圧(全応力)は初期状態には0.4程度の土圧係数をもち有効土圧成分と静水圧の和であり、液状化時には土圧係数0.4の有効土圧と比重1.6の液体圧の和となっている。 $t=80$ 秒では $K=2.3$ となり構造物に対しては最も危険となる。この時点の土圧を飽和重量に等しい比重をもつ液体の圧力として計算すると $K=2.5$ となる。実験値は計算値に対して小さな値であり、上述した方法で計算すれば安全側の結果を与えろと考えられる。

(参考文献) 1) Ichihara et al (1977): Earthquake Resistant design of quay walls, Proc. of 6th WCEE. 2) 土田 肇(1968) 振動により流動化した砂層が壁体に及ぼす影響, 土と基礎, Vol. 16.

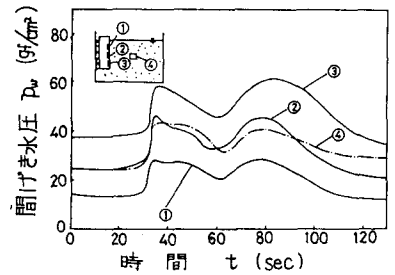


図-5 間隙水圧の変化

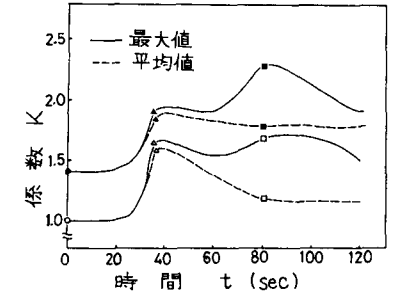


図-6 土圧(全応力)の変化

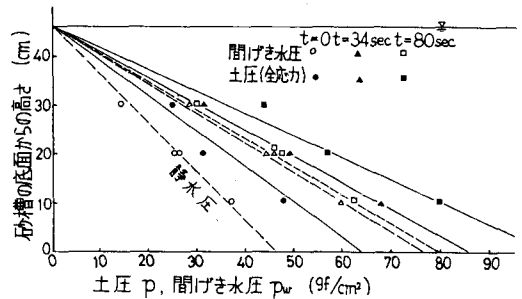


図-7 土圧、間隙水圧の分布

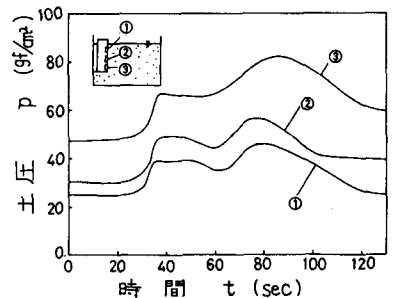


図-8 壁面に作用する力の大きさを表わす係数 K の変化