

関西電力（株） （正）守田祐吉 （正）藤原吉美
（株） 間 組 衣川 勲 （正）三原正哉

1. まえがき 近年、砂地盤の液状化対策としてグラベルドレーン工法が多用されるようになり、その効果や設計法を検討するため、模型振動実験を実施してきた¹⁾。しかしながら、これまでの実験では、豊浦砂を使用し模型地盤の層構成が単純であったため、複雑な実地盤に関する検討が不足していた。

そこで、今回、実地盤を想定して、グラベルドレーンの効果を検討するための模型振動実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 模型振動実験の概要 対象とした実地盤は、浚渫埋立地であり、緩い砂層の上に建設残土による盛土がなされている。埋立地の場合、浚渫直後が最も液状化しやすいと考えられるため、模型地盤は現地より採取した浚渫砂（ $G_s=2.616$, $F.C=3\%$, $D_{50}=0.37\text{mm}$, $U_c=2.4$ ）、残土を用いて水中落下法により作成した。なお、同様な水中落下法により作成した浚渫砂の三軸液状化強度は0.15であり、非常に液状化しやすいものであった。実験は1本のグラベルドレーンに着目したものであり、実地盤に対する縮尺は約1/5である。実験に用いた土槽は、内径375mm、高さ2mの円筒型せん断土槽であり、図-1に模型の概要と計器の設置位置を示す。流体には、間隙水圧に関する相似律より、透水係数がほぼ1/25となるグリセリン水溶液を用いた。ドレーン材には、碎石6号、碎石7号を用いた。グリセリン水溶液による透水係数は、浚渫砂、碎石6号、碎石7号でそれぞれ 4.8×10^{-4} , 6.0×10^{-1} , $1.1 \times 10^{-1}\text{cm/sec}$ であった。

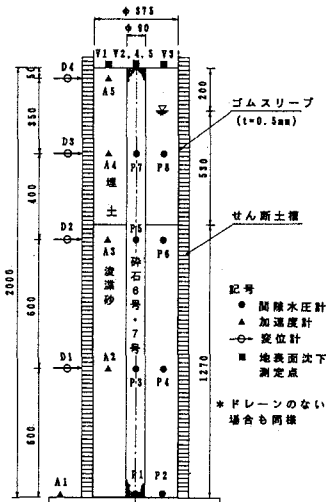


図-1 模型の概要

実験は3ケースであり、1つはドレーンのないもの（ケース1）、他の2つはドレーンがあるもので、ドレーン材の違いによりケース2（碎石6号）、ケース3（碎石7号）である。加振条件は、 $2H_z$ の正弦波、10秒加振で、1つのケースに対し台加速度を50, 75, 100 galと順次あげていくステップ加振とした。

3. 実験結果 加振時の最大間隙水圧の深度分布を図-2に、間隙水圧波形の一例を図-3に示す。これらの図より、同一の加速度レベルでは、ケース2, 3, 1の順に間隙水圧の値が小さく、ドレーンの効果がわかる。ただし、ドレーン内の間隙水圧もかなり上昇しており、今回想定しているようなドレーン長

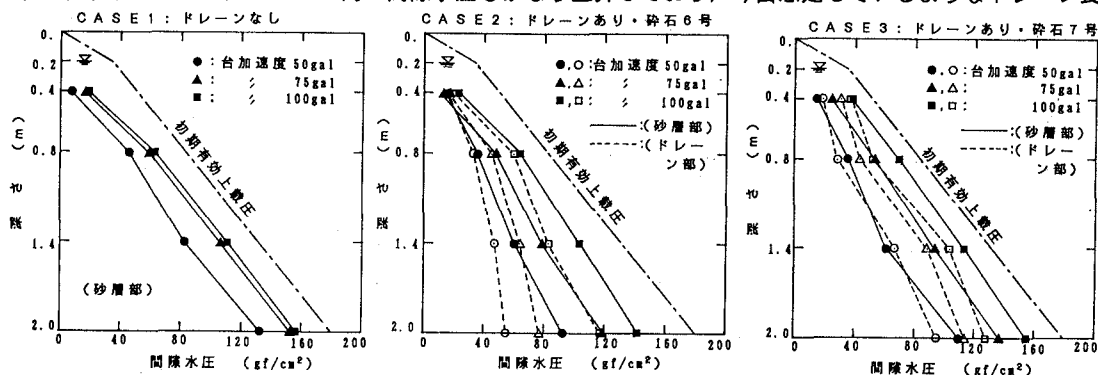


図-2 加振時の最大間隙水圧の深度分布

が10m程度ある場合には、ドレーン内の間隙水圧の上昇を考慮した設計を行う必要があることがわかる。図-4に、台加速度50gal時の土槽変位D1の加振時の波形を示す。ケース2の変位波形は、振幅も小さくほぼ定常的な形

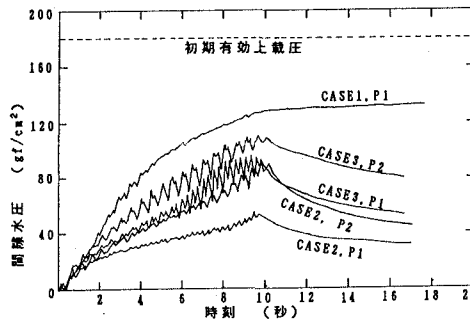


図-3 間隙水圧波形（台加速度50gal）

状を示しているが、ケース1、3の場合には、加振途中から急激に振幅が大きくなりその後定常的な振動になるという形状を示している。また、急激に振幅が大きくなる時点は、ドレーンがないケース1の方が早い。図-5に、台加速度50gal時の各土槽変位の両振幅と繰返し回数の関係を示す。ケース2のようにD1の変位が急激な増加を示さない場合には、土槽の変形は上部ほど大きく応答は増幅している。一方、ケース1、3のようにD1の変位が急激な増加を示す場合には、その時点からD2～D4の変位は小さくなり、3つともほぼ同じ値に収束し、D2～D4間の土槽はほぼ同一の動きをしていることがわかる。このことから、今回の実験ではD1の挙動が、模型地盤の液状化の程度を示すよい指標になる。土槽の変形状態などからみて、模型地盤が液状化したとする定義としては、土槽底面とD1間で求めたせん断ひずみが1%に達した時点とするのが妥当と思われる。

そこで、各加速度レベルに対し、土槽底面とD1間のせん断ひずみが1%（D1の両振幅変位で12mm）に達するまでの繰返し回数を求め、図-6にその結果を示した。図-6により、グラベルドレーンの効果が定量的に評価できるものと思われる。また、グラベルドレーンの効果は、加振加速度が小さい場合には顕著に現れるが、加振加速度が大きくなるとドレーンがない場合との差が小さくなることわかる。これは、加振加速度が大きくなると、ドレーンの排水効果が十分に発揮される前に砂層部が液状化してしまうためであろう。したがって、グラベルドレーンの設計では、砂層部の液状化強度および地震力の大きさを考慮にいれた設計を行う必要がある。また、せん断ひずみが1%に達したときの間隙水圧比（P2）を求めると0.5～0.6の間にあり、今回の地盤では、一様な正弦波に対してドレーンの設計を行うとき、間隙水圧比は0.5以下にする必要があると思われる。

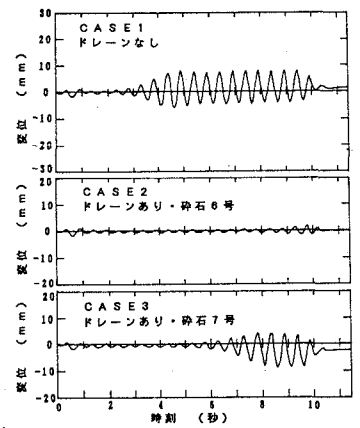


図-4 変位波形（台加速度50gal, D1）

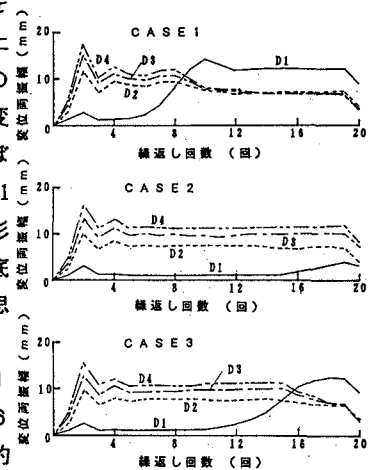


図-5 変位両振幅の時間変化（台加速度50gal）

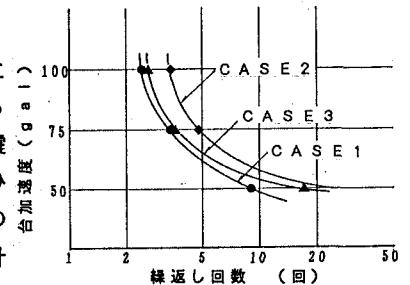


図-6 台加速度～繰返し回数の関係

4. あとがき グラベルドレーンの効果を検討するため、実地盤を想定した正弦波加振による模型振動実験を実施した。その結果、グラベルドレーンの効果を定量的に評価できたものと思われる。今後、不規則波加振による実験を計画している。

（参考文献）1）三原・松原・辻田・古賀・古関；液状化対策としてのグラベルドレーンに関する小型模型振動実験，土木学会第43回年次学術講演会