

振動による砂質土の変形挙動について (2)

関西大学大学院 学生員 ○楠見晴重
 関西大学工学部 正会員 井上啓司
 関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

1. まえがき 砂質土の締め固めには、振動により行なうことが非常に多く用いられている。その変形の要因には、試料の粒径、含水比、間ゲキ比や振動の振幅、周波数ならびに振動加速度などが挙げられる。これら多くの要因のうち、含水比と振動の関係を知るため種々の含水比についての振動を測定した。その結果、低含水比状態での振動加速度と含水比の関係は一次関数で表わされたが、高含水比状態では、ある振動加速度で急激な密度増加が得られた¹⁾。本研究では、この急激な密度増加の機構を解明するために、高含水比状態での振動時の間ゲキ水圧変化と体積変化と粒径別に検討した。その結果、加振中試料上部に過剰水が現れる状態と、現れない状態では、間ゲキ水圧変化と体積変化は、著しく異なることが判明したのでここに報告する。

2. 実験方法 実験装置は、図-1に示したように、振動機の振動台にアクリル円筒容器(直径19.5cm, 高さ70cm, 厚さ2mm)を垂直に固定したもので、振動機の規格は、周波数範囲5~5000Hz, 最大振幅25mm P-P, 最大加速度38gであり、最大搭載重量は100kgである。使用した間ゲキ水圧計は、半導体圧力変換器で、測定できる最大圧は2kg/cm²である。間ゲキ水圧計は、試料中に底面から5cmの所にセットし、出力を増幅して電磁オシログラフに記録した。

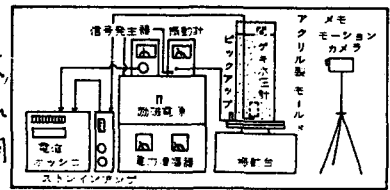


図-1 実験装置

実験条件は、高含水比の試料を一定量ルーズな状態になるよう、また試料高さが約50cm程度となるように詰めた。この試料に一定の振動回数での正弦振動を与えて、最終沈下量、メモーションカメラによる体積変化、間ゲキ水圧変化を測定した。ここに用いた試料は、最大粒径4.76mm, 均等係数2.75, 比重2.64の川砂をフルイ分けした粗粒砂(2.0~0.42mm), 中粒砂(0.42~0.25mm), 微粒砂(0.25~0.075mm), ならびに最大粒径0.42mm, 均等係数1.77, 比重2.64の豊洲標準砂の4種類である。

3. 実験結果および考察 初期含水比が高い砂質土に振動を加えると、沈下が進むにつれて飽和状態となりついには試料上部に過剰水が現れる。このような状態になると、砂の締め固め密度は、粒径に関係なく著しく増加することはすでに発表しているが、その機構については、まだ明らかでない。このような現象は過去の多くの関連研究から類推して間ゲキ水圧と密な関係があるように考えられる。図-2~4は、この考えのもとに、振動時の間ゲキ水圧と体積変化を試料別に観測した結果をまとめたものである。図-2は、粗粒砂(W=25%)における異なった加速度下での振動時の間ゲキ水圧変化と体積変

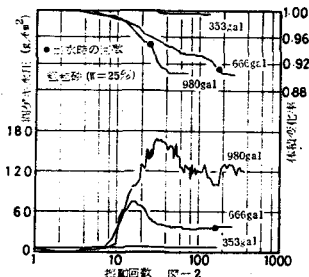
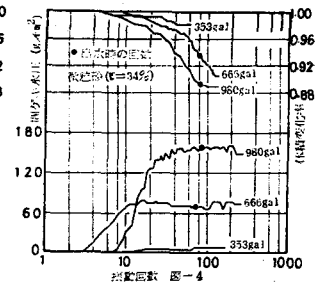
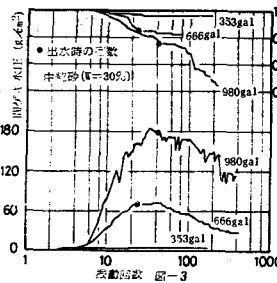


図-2

化を表わしている。ここで体積変化率とは、加振前の試料体積と加振中の試料体積との比である。加速度353galにおいては、加振中試料上部に過剰水が現れず加振後も不飽和状態であった。このときの間ゲキ水圧変化は、静水圧の上昇とほぼ同様な傾向を示している。また、体積の減少も非常に少ない。他



の加速度下(666gal, 980gal)においては、加振中ある振動回数において飽和状態になった。この状態の間ゲキ水圧変化は、振動回数10回前後から急激に上昇しているが、体積変化も間ゲキ水圧の上昇に伴って急激に減少している。このとき加速度が大きえば間ゲキ水圧の上昇が大きくなり体積の減少も大きい。この現象は、他の試料についても同様な結果が得られ、粒径別による著しい相違はみられない。

図-5は、豊浦標準砂における同加速度(490gal)下での異なる含水比(28%, 30%)の間ゲキ水圧変化と体積変化を示している。含水比28%の試料では、加振中、加振後も不飽和状態であり、含水比30%では、加振中飽和状態になった。この図より、高含水比状態の砂に同じ振動を加えても、加振中飽和状態になる場合とならない場合とでは、間ゲキ水圧変化は著しく異なり、砂の体積変形も大きな相違がみられる。

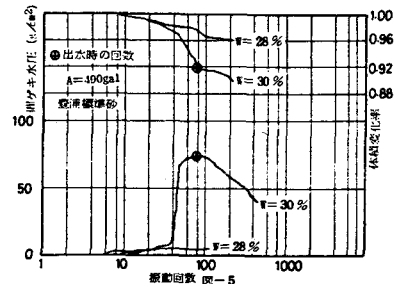
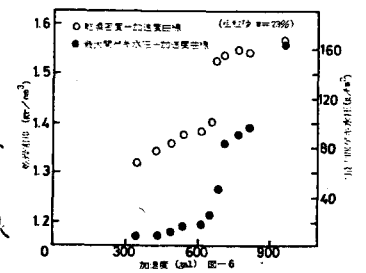


図-6は、粗粒砂(W=23%)の加振後の乾燥密度と加速度、ある加速度下で得られた最大間ゲキ水圧と加速度の関係を示している。乾燥密度は、加速度650gal付近から急激に増加しているが、最大間ゲキ水圧も同じ付近で急激に増し、両曲線とも不連続的性質を示している。すなわち加速度650gal付近を境にして、加振中飽和状態になる場合と、加振後も不飽和状態である場合とでは、明らかに振動時の変形のメカニズムは異なったものであると考えられ、加速度650gal以上では間ゲキ水圧の影響が大きいことが判明した。



4. まとめ 今回の実験において、不飽和砂と、加振中不飽和状態から飽和状態になる砂とは、沉下変形の状態がまったく異なるということが明らかにされた。不飽和砂の沉下変形は、間ゲキ水圧の影響はほとんどなく、間ゲキ水による粒子間に働く振動時のせん断応力の減少が影響していると思われる。飽和状態の沉下変形は、間ゲキ水圧の上昇により有効応力が減少して粒子の再配列が容易に行なわれるものと思われるが、この点に関しては、今後さらに検討する予定である。

5. 参考文献 1) 島田, 井上, 谷口「砂質土の振動による締め固めについて」昭和52年土木学会年次講演概要集Ⅲ-61
2) 井上, 谷口, 楠見「振動による砂質土の変形について」昭和53年土木学会年次講演概要集Ⅲ-77