

日本道路公団 正員 石橋 忠 野田幹夫 田中克則
フジタ工業株式会社 正員 ○池見 拓 田口善文 中村正博

1. まえがき

筆者らは、異なる形式の橋台を対象として、地盤液状化時の破壊過程と形態に着目した一連の模型振動実験を行った。¹⁾ 本報告では、利根川砂を用いて飽和地盤を作製し、同一模型に3回の加振を行った実験について、主として間隙水圧の上昇と同一地盤の再液状化に着目した考察を行っている。

2. 実験模型と加振方法

図-1に、地盤模型の寸法と計器配置を示す。図中のA1～A5は加速度計、P1～P5は間隙水圧計、E1～E5は土圧計を意味し、各計器は模型の奥行2m方向の中央に設置してある。地盤の材料として用いた利根川砂は、 $G_s = 2.74$, $D_{50} = 0.33$ mm, $U_c = 2.10$ で比較的均一な粒径の砂である。空中落下法により水中に砂を投下して作製した模型の加振前の地盤定数は $\rho_t = 1.95$ g/cm³, $w = 29.1$ %である。

図-1に示す同一の地盤模型に、合わせて3回の加振を行った。各加振とも、加振振動数を6 Hzに固定し、加速度振幅を10秒ごとに増大させる4段階の正弦波加振とした。1回目と2回目の加振では加速度振幅を100, 200, 300, 400 cm/s²に設定し、3回目の加振では1, 2回目の2倍の加速度振幅で加振した。また、2回目の加振は1回目終了の約2.5時間後に、3回目の加振は2回目終了の約30分後に行った。各加振段階で表面に浮き出した水は排水せず、そのままの状態での加振を行った。

3. 実験結果

地盤密度の加振による変化を測定するため、ラジオアイソトープ(R・I)による測定を加振前と各加振後に行った。図-2に各段階での地盤の湿潤密度 ρ_t と乾燥密度 ρ_d の測定結果を示す。R・I測定器の線源長は20 cmであるので、これらは地盤面下20 cm以浅の値である。加振1回後と2回後の値は加振前の値とほとんど差がない。加振3回後に密度は大きくなるが、これは3回目の入力加速度が1, 2回目に比べて大きいためと考えられる。

図-3に間隙水圧計P1, P2, P3で得られた間隙水圧の加振前の値と加振中の値を示す。この図によれば、加振2回目と加振3回目の加振前の値は計器設置点の静水圧値にほぼ等しい値となっており、加振前には過剰間隙水圧の逸散が完全に行われたものと考えられる。P1とP2の間隙水圧値はいずれの場合も加振開始直後から上昇し始め、加振1秒後には最大値の70～95 %程度まで上昇している。地盤下部に設置したP1の値によれば、同じ加速度振幅で加振した1回目と2回目では、2回目の方が各時刻での間隙水圧値は小さい。1回目では30秒で最大となっているのに対して、2回目では40秒で最大とな

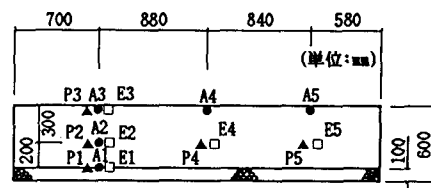


図-1 地盤模型の寸法と計器配置

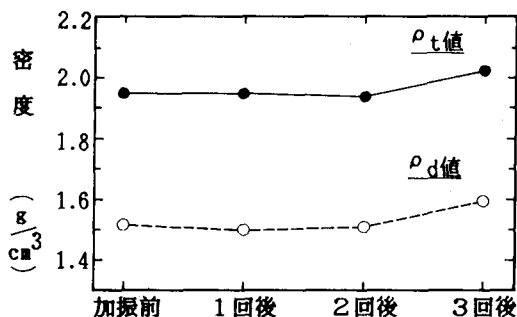


図-2 地盤密度の変化

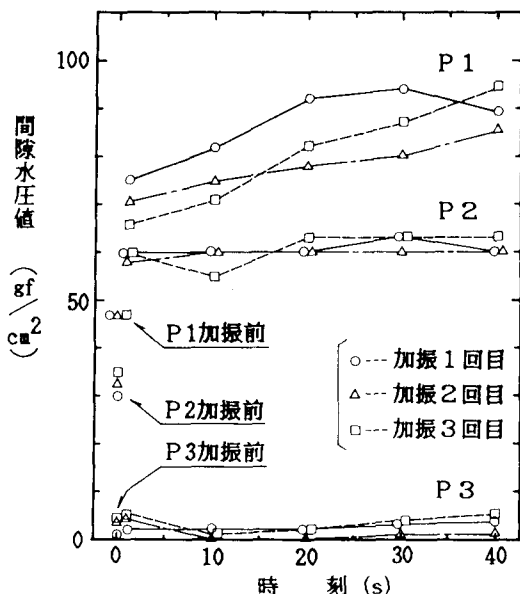


図-3 間隙水圧値の変化

り、1回目よりも2回目の方が液状化の進行は遅くなっている。一方、2倍の加速度振幅で加振した3回目の間隙水圧値は加振開始後20秒で2回目の値よりも大きくなり、最終40秒では1回目の最大値とほぼ等しい値にまで上昇している。地盤中間部のP2においても同様の傾向がみられる。

図-4に加振開始後40秒での間隙水圧値(●印)と土圧値(○印)を示す。 $\gamma_t \cdot z$ 値は加振前の湿潤単位体積重量 γ_t と深さ z から得られる土圧値を意味する。深さ30 cmの位置(P2)での間隙水圧値は加振1回目、2回目、3回目とも土圧の実測値および $\gamma_t \cdot z$ の値にほぼ等しくなっている。深さ50 cmの位置(P1)の間隙水圧値は、加振1回目と2回目では土圧の実測値とほぼ等しく、 $\gamma_t \cdot z$ の値よりもやや小さくなっている。一方、加振3回目では、間隙水圧値は土圧の実測値よりも大きく、 $\gamma_t \cdot z$ の値にほぼ等しい。いずれの加振の場合も深さ30 cmの位置では、ほぼ完全な液状化に達しているものと考えられる。

図-5に地盤中間部における間隙水圧波形(P2)、加速度波形(A2)ならびに加振1,2回目の入力加速度波形を示す。加振1回目と2回目の間隙水圧波形は同様の形状を示している。しかし、加振3回目の波形では加振後10秒以降から動的な変動成分が大きくなっている。図-2で加振3回後に密度が増加していることと、図-4で間隙水圧と土圧の値が等しく加振3回目も液状化していることを考え合わせれば、この波形は比較的密な地盤の液状化の特徴を示しているものと考えられる。この傾向は地盤下部のP1においてもみられた。加振1回目の加振開始後2秒から加速度波形には動的な変化がほとんどみられない。これは地盤の液状化によりせん断波が伝達しにくくなっているものと考えられ、地表部ではこの傾向はさらに顕著であった。

4. まとめ

実験槽内の飽和地盤模型に合計3回の加振を行った。1回目と同じ大きさで加振した2回目では1回目よりも液状化の進行は遅く、間隙水圧の上昇値も小さかった。2回目の2倍の大きさで加振した3回目では、間隙水圧の増加の度合は大きく、その値は加振後20秒で2回目の間隙水圧値よりも大きくなった。加振1回目と2回目では、地盤の浅い部分の密度は加振前とほとんど差がなく、²⁾再液状化の現象がみられた。加振3回目では密度は増加し、加振中に比較的密な地盤の液状化の特徴が現れた。

参考文献：(1)田中・石橋・野田：模型振動実験による盛土土橋台と杭基礎橋台の耐震性の比較，土木学会第40回年次学術講演概要集，1985。(2)足立・龍岡：土の力学(Ⅲ)，新体系土木工学18，技報堂，1981。

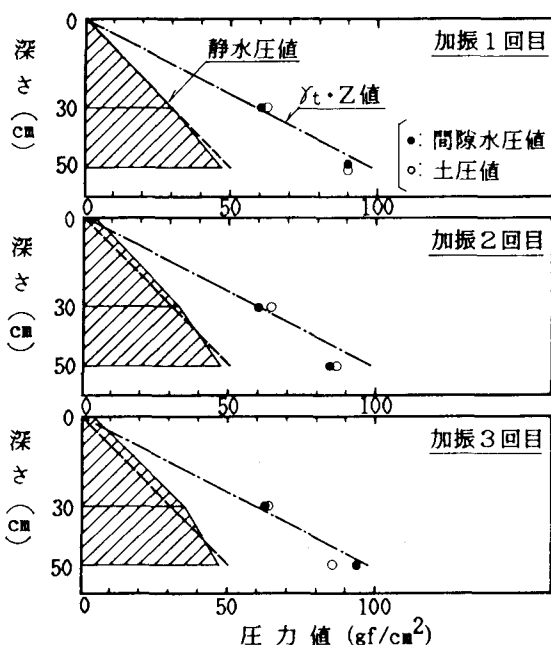


図-4 間隙水圧値と土圧値

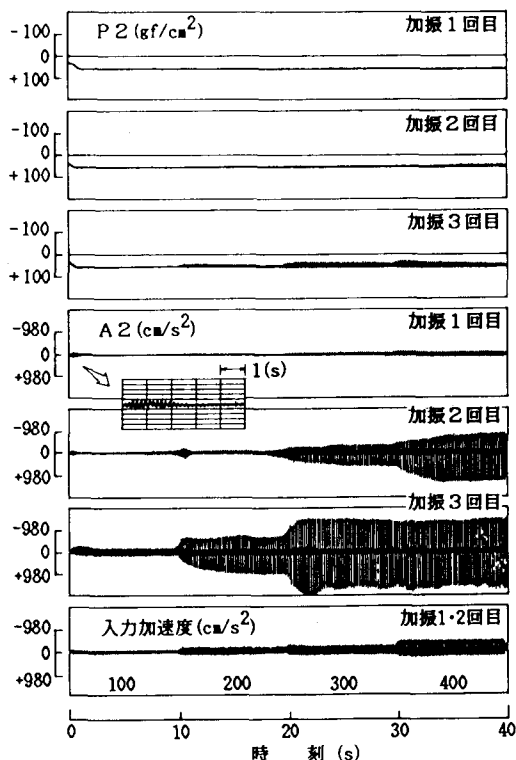


図-5 間隙水圧および加速度波形