

III-40

液状化による飽和砂地盤の沈下特性に関する振動台実験

大林組技術研究所 正会員 松田 隆

同上 " 後藤 洋三

1. はじめに

地震時の液状化による地盤の沈下性状に注目し、大型のせん断土槽を用いた振動台実験を実施した。この実験の大きな特徴は、過剰間隙水圧と地盤沈下量との経時的な関係を明確にするため、地中の地盤沈下量を時刻歴で計測していることである。本報告は動的な沈下計測手法をはじめとする実験方法と、応答加速度、過剰間隙水圧ならびに沈下量に関する実験結果を述べるものである。

2. 実験方法

模型地盤は2mm以下に粒度調整された山砂(表-1)を用いた。せん断土槽の断面寸法は図-1に示すとおり深さ2.0m、長さ2.5m、奥行1.5mのものである。液状化実験での入力とは2Hzの正弦波で、波数Nは20とした。ここで、非液状化時の模型地盤の共振振動数は5.4Hzである。実験ケースは入力加速度振幅をパラメーターとし27~174galの範囲で設定した。このとき、各入力ケースにおいて処女地盤を作製することによって入力段階間の履歴の影響をなくした。計測項目は、図-1に示すように加速度、間隙水圧と沈下で、砂層中の深度方向に関する分布が把握できるように測点を配置した。地表面の沈下に関しては測量による最終沈下のみとした。地中沈下計測は図-2に示すとおり、地盤の上下方向の変位に追従する沈下板の運動をロッドが伝達ししゅう動抵抗型の沈下計で動的に感知するシステムである。沈下板の重量はそれ自体の重量の影響をなくするため、砂の単位体積重量にバランスさせている。また、地中沈下量を伝達するロッドは、土粒子から隔離するとともにロッド自体の変形を防ぐため、鋼製二重管式の構造とした。以後の本文では、システムを総称して沈下計とする。この沈下計の妥当性は、アクリル土槽を用いた実験により実沈下量と比較することで確認した。その結果、実沈下量と沈下計で計測された値の相関係数は0.93~0.97であった。

3. 実験結果

図-3に加速度、過剰間隙水圧および沈下量の最大値分布を示す。過剰間隙水圧分布図から、27gal 入力では全層とも液状化に至っていないが、32gal 以上の入力では砂層の約2/5(GL-80cm 以浅)にあたる広い領域が液状化していることがわかる。沈下分布図から、非液状化時と液状化時とは沈下性状に大きな相違がみられる。すなわち、全層とも液状化しなかった 27gal 入力の場合、地表面沈下量は3mm 以下と小さく、しかも地中に向いならぬ減少傾向を示している。これに対して液状化した場合、地表面からGL-40cm の領域において25~40mmの沈下量を示していることがわかる。ただし、完全な液状化に至っていない深い領域での沈下量は比較的小さい。さらに特徴的なことは、このような大きな沈下は液状化層の下部である第2層(GL-80~40cm)から生じていることである。各層上下両端の沈下量の差で表わされる相対変位は第2層において12~32mmであり、この相対変位と層厚400mm から算定される第2層の鉛直ひずみは3~7%となる。

図-5に32gal および113gal入力時の沈下量と過剰間隙水圧の経時変化を示す。32gal 入力時の場合、大きな沈下量を示したGL-40cm 位置 d 1 に注目すると、加振中と過剰間隙水圧の消散中とで沈下速度は異なるが、それぞれの期間に生じる沈下量はほぼ等しい。すなわち、最終沈下量24mmの約半分に当たる11mmは過剰間隙水圧消散中に生じている。113gal入力時の場合、やはり d 1 に注目すると、間隙水圧の急上昇と共に加振開始直後の約1秒間に最大値の半分に当たる量が一気に沈下し、その後の加振中および過剰間隙水圧の消散中にかけてゆるやかな速度で沈下は進行していく。図-4に各加振ケースにおける過剰間隙水圧消散速度Vdと沈下速度Vcの関係を示すが、それらの値には相関がみられる。

4. おわりに

せん断土槽を用いた振動台実験により、1)2m厚の砂層では液状化した場合、非液状化時の10倍以上の沈下を示す、2)液状化による大きな地盤沈下は液状化層の下部から生じ、この位置での鉛直ひずみは3~7%であった、3)液状化による地盤沈下量の半分近くは加振中に生じるが、加振停止後の過剰間隙水圧消散中にお

いてもゆるやかに沈下は進行していく、ことなどがわかった。ただし、これらの沈下量の絶対値は透水係数、体積圧縮係数および地盤密度に大きく影響されるため、定量的な言及に至るためにはさらにデータの蓄積が必要と思われる。

参考文献 1)吉見吉昭：砂地盤の液状化、技報堂、2)松田他：第41回土木学会年次講演会,III-34,pp67-68

表-1 砂の物理特性

平均粒径 D_{50}	0.40mm
10%粒径 D_{10}	0.17mm
60%粒径 D_{60}	0.48mm
均等係数 U_c	2.82
最小間隙比 e_{min}	0.608
最大間隙比 e_{max}	0.989

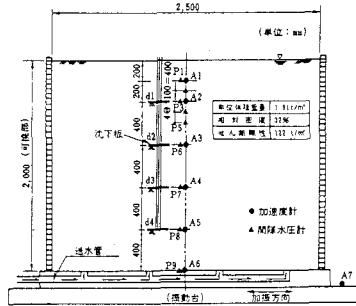


図-1 せん断土槽と計器配置

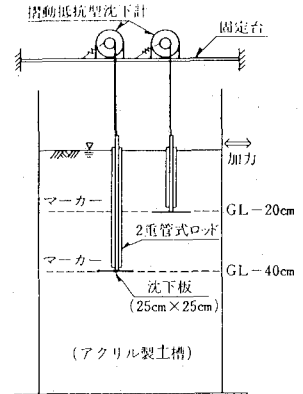


図-2 沈下計測システム

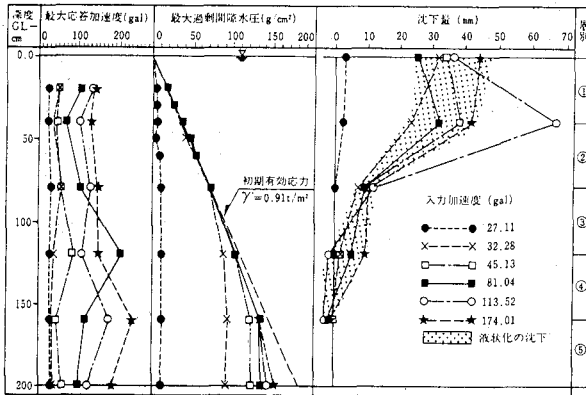


図-3 最大加速度・過剰間隙水圧・沈下量の分布

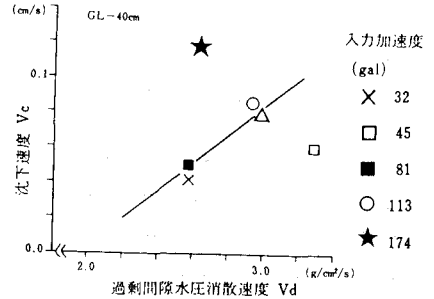


図-4 過剰間隙水圧消散速度と沈下速度の関係

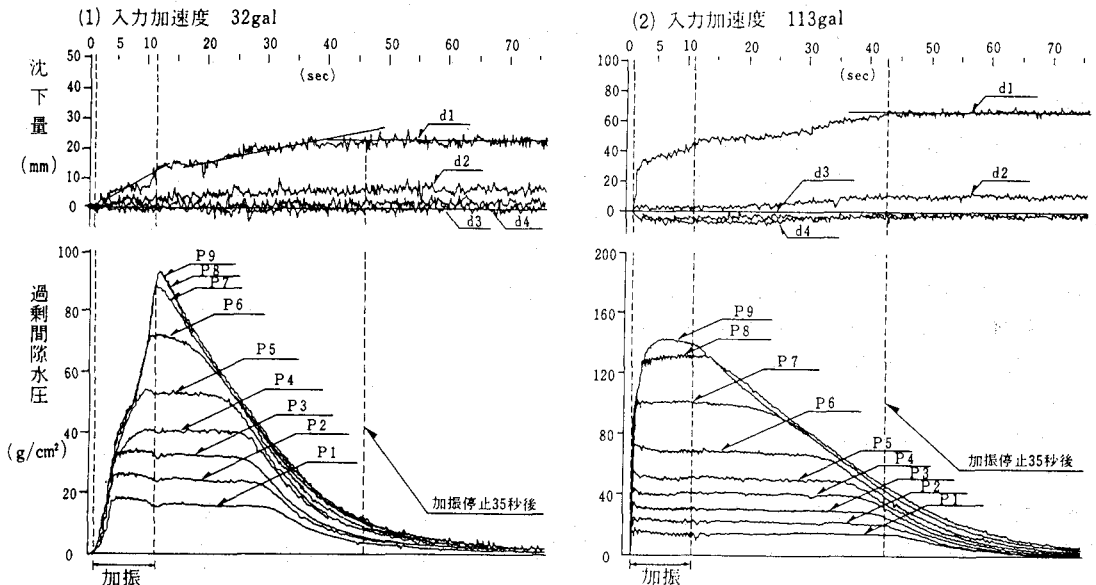


図-5 沈下量・過剰間隙水圧の経時変化