

III-42

埋設管の液状化地盤拘束力に関する振動台実験

九州工業大学工学部

○安田 進

1. まえがき

地盤が液状化すると、場合によっては、液状化過程中に過大な変位振幅が、また液状化後に大きな永久変位が生じ、地中埋設管に大きな強制力を加えることが予想される。ただし、一方で、液状化にともない地盤が軟化するため、埋設管に対する地盤の拘束力も減少してくると思われる。液状化を考慮した埋設管の耐震設計を行うにあたっては、前者のみでなく後者も知っておく必要がある。

そこで、本研究では振動台上に設置した土槽および埋設管を用い、液状化した地盤中の管軸方向および管軸直角方向の地盤拘束力の低減割合を実験により求めてみた。

2. 実験装置および実験方法

実験に用いた土槽を図-1に示す。内径は長さ80cm、深さ70cm、奥行き60cmで、正面はガラス面にしてある。また、側面固定の影響を軽減するため、側面内側には厚さ5cmのラバーを張ってある。管軸方向および管軸直角方向の拘束力を実験するために、土槽内にはそれぞれ(a)、(b)の方法で供試管を設置している。供試管には電動モータによる载荷装置で、押し引き荷重、引張り荷重を加え、その荷重はロードセル、変位量は変位計にて測定した。

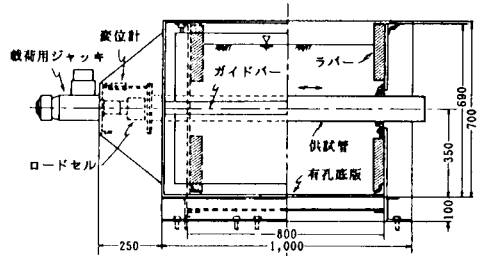
土槽は1m×1mの振動台上に載せ、加振によって液状化を生じさせた。加振は3Hzとし、数波で液状化するように試料の密度に応じて入力加速度を設定した。液状化発生後ただちに供試管の载荷を行った。载荷は2mm/秒の速度で行い、軸方向の実験では押し引きを±16mmまで3回繰返し、軸直角方向では20mmまで単調に引張った。

3. 実験条件

実験は表-1に示すいくつかの条件を考え、合計8ケースを行った。

試料としては千葉県産の山砂($D_{50}=0.26\text{mm}$, $FC=6\%$, $e_{\max}=1.294$, $e_{\min}=0.873$)と豊浦の浜から採取しフルイでふるった砂($D_{50}=0.25\text{mm}$, $FC=0\%$, $e_{\max}=1.045$, $e_{\min}=0.642$)を用いた。

(a)管軸方向実験用(正面図)



(b)管軸直角方向実験用(平面図)

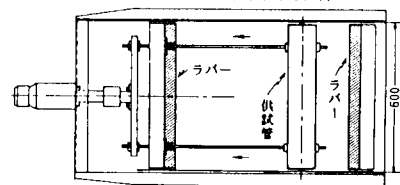


図-1 実験装置

表-1 実験条件

項 目	変化させた条件
実験の種類	管軸方向, 管軸直角方向
試 料	山砂緩詰め($Dr \div 70\%$), 山砂超緩詰め($Dr \div 0\%$), 豊浦砂緩詰め($Dr \div 50\%$)
管 径	100A, 50A (いずれもPLP鋼管)

(注) 〃は主な条件を示す。

4. 実験結果

実験結果のうち、まず、変位～荷重関係の代表例を図-2、3に示す。前者は軸方向載荷の実験結果であるが、ただ単に飽和した状態では、最大±25kgf位まで拘束がある大きなループを描いている。これが加振により液状化した後では最大1～2kgf位の非常に小さな拘束力しか発揮しなくなっている。なお、

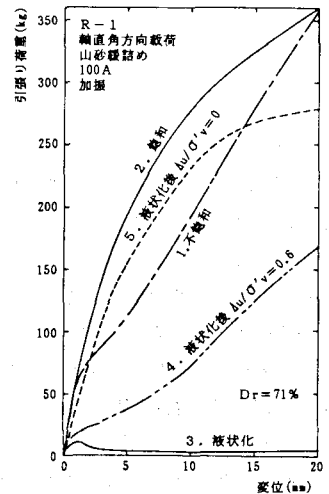
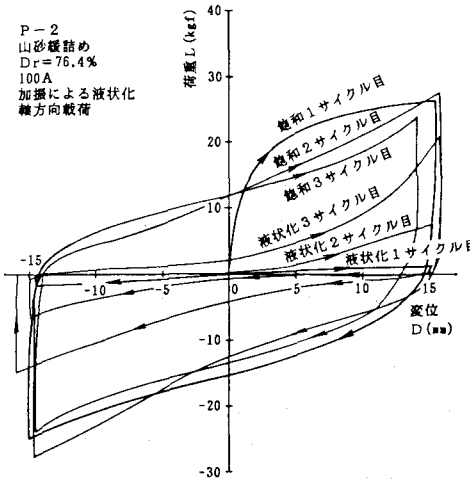


図-2 軸方向変位～荷重関係例 この実験では2サイクル目あたりから過剰間隙水圧が減少し（消散）して有効拘束圧が増え、拘束力も回復してきている。

図-3 軸直角方向変位～荷重関係例

図-3は管軸直角方向載荷の実験結果であるが、不飽和や飽和状態では変位とともに荷重が増大し、20mmでは約350kgfにも達しているのに対し、液状化した場合には約10kgfの拘束力しか生じていない。また試料を見てみると、不飽和や飽和状態では載荷につれて供試管より前面の上は少し盛上りを生じているのに対し、液状化地盤では特に盛上りは生ぜず、“スー”と管が動いていた。

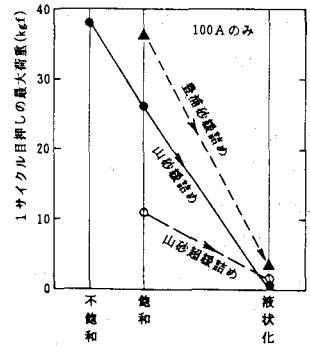


図-4 軸方向の拘束力の変化

図-2や3のような変位～荷重関係をもとに、液状化にともなう地盤拘束力の低減状況を全ケースに対してまとめてみた。まず、図-4に管軸方向載荷の場合を示す。ここでは、1サイクル目の押し側で生じた最大荷重をとってある。山砂緩詰め、豊浦砂緩詰めとも液状化した場合には、飽和状態に比べて1/10程度以下の拘束力に減少している。

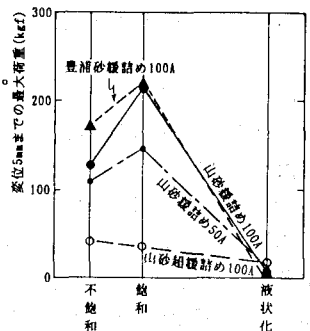


図-5 軸直角方向の拘束力の変化

図-5には管軸直角方向載荷での変位5mmまでの最大引張り荷重の減少状況を示す。この場合も山砂緩詰め、豊浦砂緩詰めとも、飽和状態に比べて1/10程度以下の拘束力に減少していることがわかる。

なお、図-4、5からわかるように、今回の密度では、同じ緩詰めでも山砂より豊浦砂の方が拘束力が一般に大きかった。また山砂の超緩詰めの場合には、液状化にともなう拘束力の減少割合は、緩詰めの場合より激しくはなかった。

5. あとがき

今回の実験では、埋設管の地盤拘束力は、管軸方向および管軸直角方向とも、液状化にともなって1/10程度以下に減少する結果が得られた。なお、本研究は前埼玉大学教授久保慶三郎先生他の方々の御指導のもとに行い、東京ガス燃導管部、九州工業大学の中島・山本・多田の各氏に御協力いただいた。末筆ながら感謝する次第である。