

III-273

液状化による埋設管の直角方向
地盤反力の減少

九州工業大学 大学院 学生員 ○規矩大義

九州工業大学 工学部 正 員 安田 進

九州工業大学 大学院 学生員 吉田 剛

※まえがき※

地震時に地盤が液状化すると、液状化過程に過大な変位振幅が生じたり、永久変位が生じたりする。その結果、地中埋設管には、大きな強制力が加わることが予想される。しかし、その一方で、液状化にともなって地盤が軟化するため、埋設管に対する拘束力も減少してくることが考えられる。地震時の埋設管の安定性を検討するとき、強制力の大きさだけでなく、地盤拘束力が液状化にともなって、どの様に変化するのかも問題になってきている。このことに関して、筆者達は模型実験を行ってきた¹⁾が、中間的な液状化状態の実験を行うのに、ボーリングによる疑似液状化状態を作り出していた。しかし、昨年度より振動台を用いた加振実験によって、液状化程度を調節することが出来るようになり、管軸方向の地盤拘束力に関しては、既の実験を行っている。²⁾今回は、管軸直角方向の地盤拘束力に関していくつかのケースで実験を行ってみた。

これらの結果を以下に報告したい。

※実験装置※

図-1に実験で用いた土槽を示す。内径は長さ80 cm、奥行60 cm、深さ70 cmで、側面内側には壁面の影響を軽減するために、厚さ5 cmのラバーを張り付けている。土槽内には図に示すように供試管(PLP鋼管100A)を、ガイドレールを介して管軸直角方向に設置した。この供試管には、2本のガイドバーを通してあり、電動モーターによる載荷装置と連結した。荷重はロードセル、変位は変位計にて測定した。

平面図

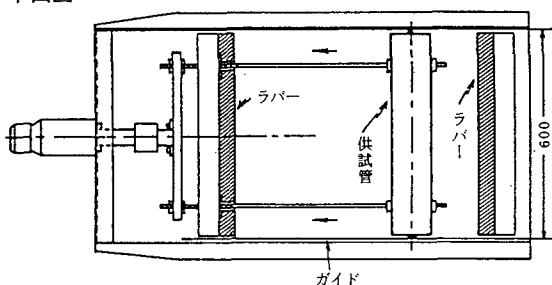


図-1 実験装置

※実験条件及び実験方法※

試料には豊浦標準砂を用い、これを各ケース共、詰め方一定で密度管理を行いながら模型地盤を作成した。模型地盤の密度は、中密($D_r = 65 \sim 75\%$)と緩詰め($D_r = 25 \sim 40\%$)の2種類とし、液状化程度(過剰間隙水圧比)は、中密に対して6段階、緩詰めに対して3段階で実験を行った。

実験は、模型地盤作成後しばらく放置して飽和化を図り、水位を調節($GL - 2 \text{ cm}$)してから実験を開始した。各ケース共、振動台を加振して、過剰間隙水圧が所定の値に達したら、加振を急速に弱めてやり、水圧がその値で安定してから、供試管に管軸直角方向の引張り変位を与えた。加振には3 Hzの正弦波を用い、数波～数十波で所定の過剰間隙水圧に達するよう加速度を調節した。供試管への載荷は2 mm/秒の変位制御で40 mmの変位を与えた。

※実験結果及び考察※

図-2に各段階での変位～荷重の関係を示す。このうち実線で示しているのが中密の各ケース、破線で示しているのが緩詰めの場合である。まず、飽和させただけの静的な状態でのケースを見ると、中密、緩詰め共に変位が大きくなるにつれて荷重も増大していく。中密では20 mm程度の変位で、荷重がピークを示したが、緩詰めでは40 mm引いてやっても明確なピークは示さなかった。40 mmの時点での荷重を比較すると、中密で500 kgf、緩詰めで350 kgf程度となった。加振によって過剰間隙水圧を発生させたものは、液状化程度に応じて段階的に拘束力が減少してきている。中密の地盤では、変位～荷重曲線の立ち上がりの勾配は、液状化程度が激しくなるにつれて緩やかになってきているが、その後はほぼ平行な関係となり、20 mm前後

の変位で降伏しているようである。これは、変位の増加とともに正のダイレタンシーが生じ、負の間隙水圧が発生して、見かけ上の地盤強度が増したためであると考えられる。さらに、ガイドレールによって管が地表に飛び出すことを防いでいることや、土槽の大きさが小さいこともあって前面の壁に動きを止められた格好になっていることの影響も含まれているかも知れない。完全に液状化した場合も、5 ■■ 程度の変位で一度降伏して、荷重が一定値を示すが、さらに変位が大きくなって、間隙水圧の値が負になると、再び荷重が増加していく結果となった。

一方、緩詰めの場合は正のダイレタンシーが生じにくいこともあって、この様な傾向は見られないが、やはり液状化程度が激しくなるにつれて、変位～荷重曲線の立ち上がり勾配が緩やかとなり、拘束力も小さくなっている。完全液状化の状態では、3 ■■ 程度の変位で、荷重のピークを示したが、静的な状態や、中間液状化の状態では、変位置 3 ■■ の付近で変位～荷重曲線が変曲するものの、明瞭なピークは見られなかった。

そこで、各ケースの最大荷重と、過剰間隙水圧比がゼロの時の最大荷重との比を求めた結果を図-3 に示す。ここで、緩詰めに関しては 20 ■■、40 ■■ までの最大荷重で整理した。また、中密の完全液状化時は、最初の降伏荷重の値を用いている。これを見ると、中密では液状化初期で荷重はあまり低下しておらず、液状化程度が激しくなってから大きく荷重が低下している。これに対し、緩詰めでは、水圧比 0.6 のときに、既に半分以下に低下していることが読み取れる。完全液状化状態では、静的な状態に比べて、中密で 1/5、緩詰めで 1/10 程度以下の拘束力しかない。

※あとがき※

埋設管に対する液状化地盤の拘束力に関し、振動台での加振により実験を行ってみた。その結果地盤の拘束力は、液状化の程度に応じて大きく低下することが分かった。さらに、地盤の条件により低下の割合だけでなく、低下のしかたにも違いがあることが予想できた。今後もさらに研究を進めていきたい。

なお、本研究は文部省科学研究費（一般B）の補助を受けている。

※参考文献※

- 1) 安田、斉藤、鈴木：埋設管に対する液状化地盤の拘束力、第19回地震工学研究発表会講演概要、1987
- 2) 安田、規矩、吉田：埋設管に対する地盤の拘束力と液状化の関係、第24回土質工学研究発表会（投稿中）、1989

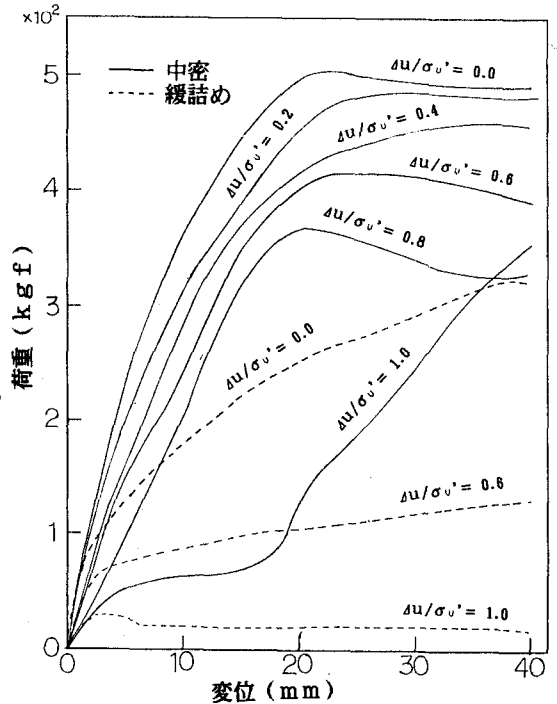


図-2 変位～荷重関係

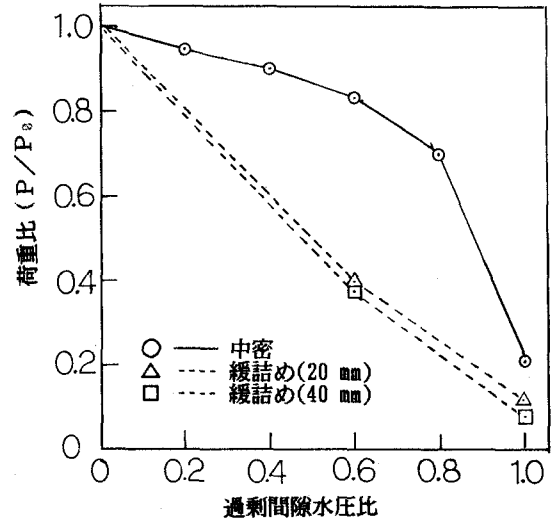


図-3 液状化程度と拘束力の低下