

Ⅲ - B166 地盤が液状化した時の大口径ポリエチレン管の動的挙動に関する遠心実験

大阪市立大学 東田 淳・井上裕司
高耐圧ポリエチレン協会 天野成樹

まえがき 実験時間短縮のため、高粘性液体による地盤の飽和を遠心場で行う方法を開発した。この手法を用いて、地盤が液状化した時の大口径ポリエチレン(HDPE)管の挙動を30G場の動的遠心実験で調べた。

遠心場での地盤飽和方法の開発

1/n縮小模型を用いる動的遠心実験では、時間の相似則が、動的現象で $T_m = T_p/n$ 、浸透現象で $T_m = T_p/n^2$ と異なるため、粘性が水のn倍高いシリコンオイルやメトロース水溶液などを用いて相似則: $T_m = T_p/n$ を満足させるのが一般的である。シリコンオイルは水と同様にニュートン流体であるが、高価で、産業廃棄物として処理する必要があるのに対して、メトロース水溶液は、非ニュートン流体であるものの、安価で、廃棄に問題がないのが長所である。今回の実験では水の30倍の粘性を持つメトロース水溶液を用いた。なお、メトロース水溶液を使用するというアイディアは、東洋建設技研の三宅氏から教示頂いた。

水のn倍の粘性を持つ液体を用いて1/n縮小模型地盤を重力場で飽和させる場合、飽和時間は原型の飽和時間 T_p と一致し、水を使用する場合のn倍長くなるため、これまで数多くの実験を実施するのが困難であった。そこで、今回の実験では、地盤飽和を遠心場で行って実験時間の短縮を図った。nG場の相似則は $T_m = T_p/n$ なので、遠心模型のn倍粘性液体による飽和時間 T_m は原型の飽和時間 T_p の1/nとなり、重力場での水による飽和時間と一致する。

実験方法

図-1に模型、実験装置、およびセンサー配置の一例を示す。容器の上に固定した水槽(重量13.3kgf)がメトロース水溶液のタンクで、水溶液はチューブによって容器底に導かれる。水溶液の量は飽和後の水位が模型地盤の地表面から1cm上になる量とした。実験方法は、図-2に示すHDPE製模型管(外径 $D=6.72\text{cm}$ 、管厚 $t=2.68\text{mm}$ 、管長 $L=14.8\text{cm}$ 、原型で $D=202\text{cm}$ 、 $t=80\text{mm}$)を土被り高D、基盤と管底の距離3.5Dの埋設寸法で乾燥砂地盤($F-75$ 、 $D_{\text{max}}=0.475\text{mm}$ 、 $U_c=1.79$ 、 $\rho_{\text{dmax}}=1.78\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{\text{dmin}}=1.47\text{g/cm}^3$)中に埋め、模型容器を振動台に固定し、チューブのロックを開いて30G場に置く。地盤の飽和をビデオカメラによる目視と地盤内にセットした間隙水圧計で確認した後(飽和に要した時間は1時間弱)、図-3に示す水平加速度(原型換算で1Hz)を9波与え、模型管の20箇所(の)曲げひずみと鉛直加速度1点、地盤内の間隙水圧6点・水平加速度6点・鉛直加速度1点を2~4秒間、2500Hzで測定した。模型と実験装置の最大重量は153kgfで、どの実験でも振動台に重りを載せて重量をこれと一致させた。遠心装置はコロラド州立大学のものを借用した。

なお、今回の地盤飽和では、スペースの制約から容器の上にタンクを固定する方式を採ったが、スペースに余裕があれば、タンクと容器は切り離した方がベターである。

実験は、特に地盤の締固めによる改良効果に注目して、図-4に示す6ケースについて

キーワード: 動的遠心実験、埋設管、飽和、液状化、締固め

連絡先: 〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学工学部 TEL&FAX 06-605-2725

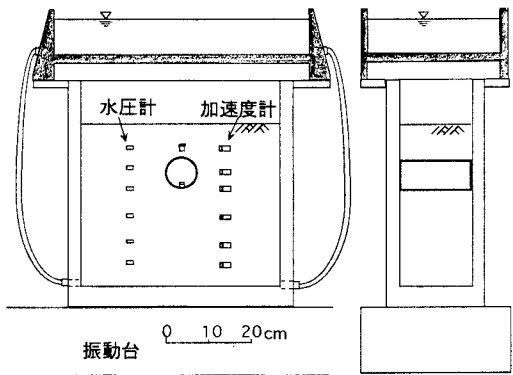


図-1 模型と実験装置

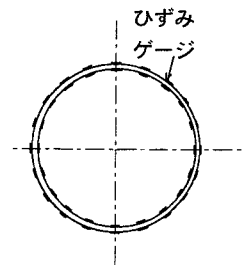


図-2 HDPE製模型管

て行った。ケース①～③は地盤が均一で密度を変えた場合、ケース④は密度の高い範囲を幅3D×模型全高と大きくした場合、ケース⑤⑥は埋戻し部とその周囲の地盤の密度を変えた場合である。

実験結果

図-4に示した6ケースのうち、実験後に模型管が浮上していなかったケースは①のみで、他は全て管が地表面まで浮上した。ケース①～④について、模型管の管頂から36°離れた位置の曲げひずみの経時変化を図-5に示す。④のケースが特に大きな振幅を生じており、管周囲の地盤の一部を深くまで締固めた場合には、液状化による管の浮上を防げないばかりか、地盤剛性の不均一性の増大によってかえって管に対して悪影響を及ぼす可能性を示す。ただし、ケース⑤、⑥の曲げひずみがケース④ほど大きくなかったため、この点を含め、改良効果について今後さらに検討する予定である。

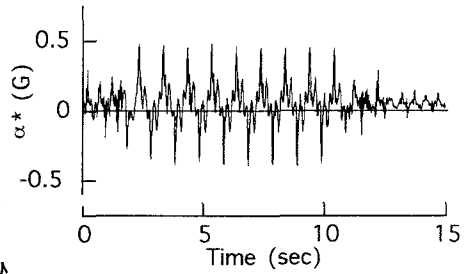


図-3 入力水平加速度（原型換算）

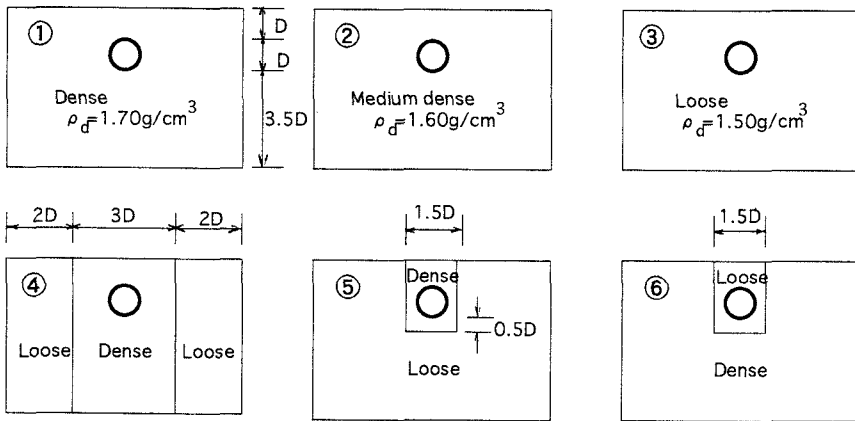


図-4 実験ケース

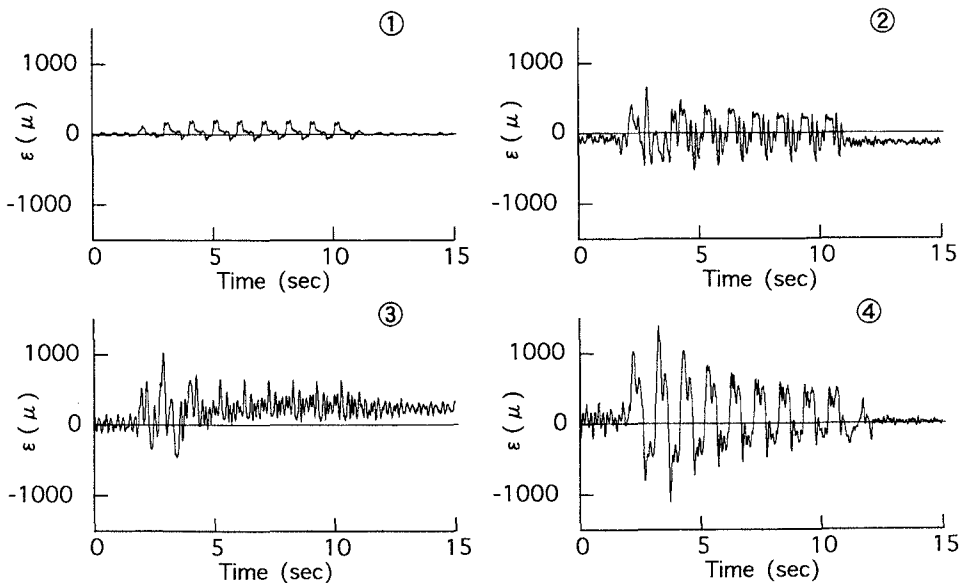


図-5 曲げひずみの経時変化（原型換算）