

液状化・流動する砂と構造物の相互作用に関する基礎的研究

東京都立大学大学院土木工専攻
 東京都立大学大学院土木工専攻
 東京都立大学工学部土木工学科

学生会員 ○早川岩郎
 唐沢里英
 正会員 吉嶺俊充

1. はじめに: 地震によって地盤の液状化流動による構造物の基礎や埋設ライフラインの破損が問題となっている。これまでの研究では、地中構造物が液状化地盤から受ける荷重の予想を様々な方法で提案されているが、実験から得られる物性値や計算される荷重の大きさにはばらつきが大きく、そのメカニズムの把握に問題があると考えられる。そこで本研究では、構造物周辺の砂のダイレタンシー特性と透水問題に注目し、定常的な液状化地盤と単純な構造である球体を相対運動させるモデル実験を行った。そして、モデル地盤中の間隙水圧分布を詳細に観測することにより、相対運動によって生じる構造物周辺の砂の硬化領域の形成過程を観察した。

2. 実験方法: 図1の実験装置に豊浦標準砂を用いて高さ600mm、直径300mmの円柱形のモデル地盤を作成した。モデル地盤を飽和させ、これに水頭差を与えて上向き浸透流によりモデル地盤に所定の初期過剰間隙水圧を加える。そのモデル地盤中にモデル構造物である球体を引き上げ、球周囲の間隙水圧を測定した。球周囲の間隙水圧測定位置は図2のように配置した。この際、球の直径25.54mm・球引き上げ速度16.5mm/secとした。

3. 実験結果: 相対密度20%・初期過剰間隙水圧50%

(図4)では砂の密度が非常にゆるいため球周辺の過剰間隙水圧比は増加している。次に相対密度40%・初期過剰間隙水圧50%(図5)では球周辺での過剰間隙水圧比は減少している。より砂の密度が密な相対密度60%・初期過剰間隙水圧50%(図6)では過剰間隙水圧比の減少が顕著になる。また、球に近いほど砂の過剰間隙水圧比の低下が観測された。これを、球まわりの水圧分布が定常的であると仮定して2次元的にプロットしたものが図5である。図5からでも、球に近接するほど過剰間隙水圧比が減少し硬化領域が発生したことがより明確に観察された。これは、球周辺では大きなひずみ領域が形成され正のダイレタンシーにより砂の体積が膨張したが、周辺からの間隙水の供給が十分でないためにこのような現象が発生したと考えられる。

4. まとめ: これまでの研究では、液状化地盤を均一な粘性をもつ流体などとして扱うことが多かったが、今回の実験により、構造物周辺ではひずみの集中による正のダイレタンシーによって間隙水圧の減少が減少して砂の局所的な硬化領域が形成されることがわかった。また、砂が密なほど過剰間隙水圧比の減少幅が大きく、相互作用も大きくなることがわかった。今後は、より多様な条件のもとで実験を行い、砂の密度(ダイレタンシー特性)・透水性・初期過剰間隙水圧及び構造物の大きさ・形状・移動速度をパラメータとして、その相互作用を合理的に説明できる物理モデルを構築する必要がある。

キーワード：液状化・流動・砂・ダイレタンシー・透水・過剰間隙水圧

東京都八王子市南大沢 1-1 TEL:0426-77-2773 FAX:0426-77-2772

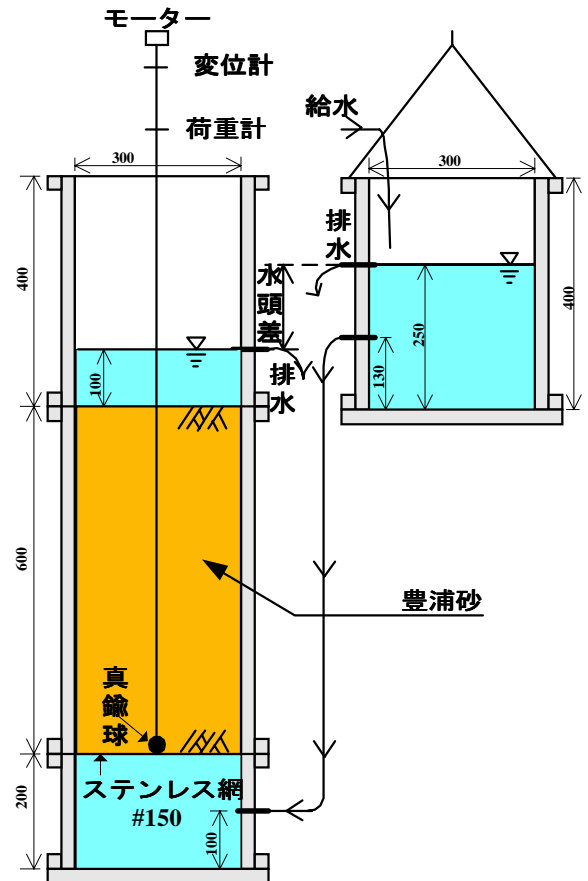


図1 実験装置

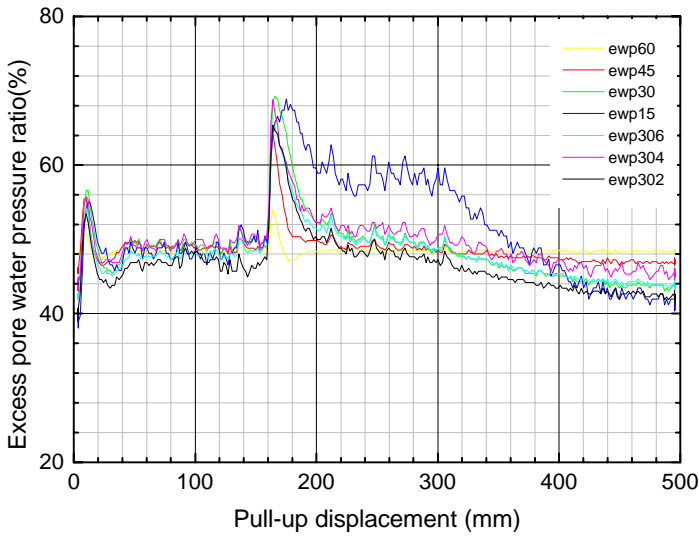


図3 相対密度 20%・初期過剰間隙水圧比 50%
球周辺の過剰間隙水圧の推移

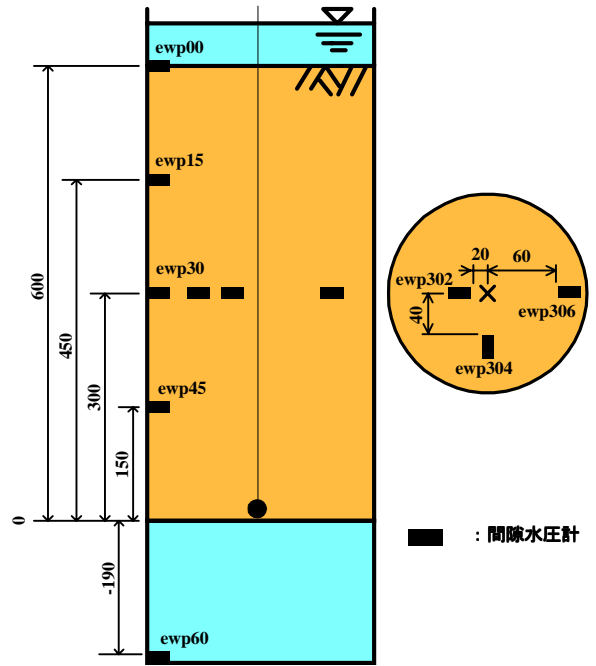


図2 間隙水圧計取り付け位置

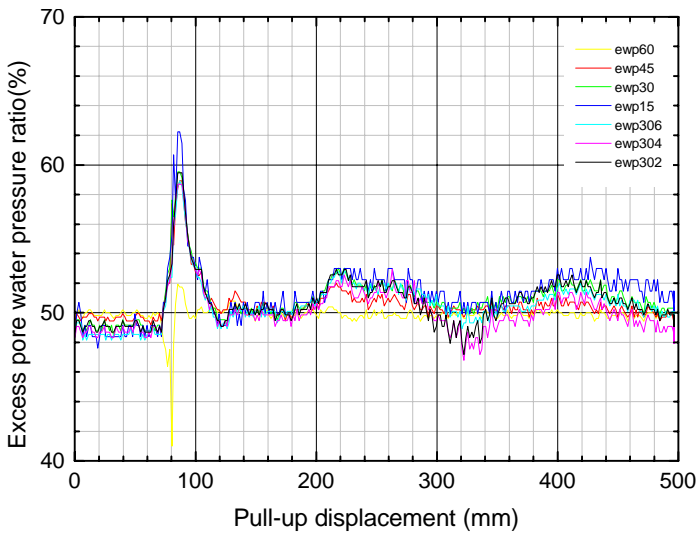


図4 相対密度 40%・初期過剰間隙水圧比 50%
球周辺の過剰間隙水圧の推移

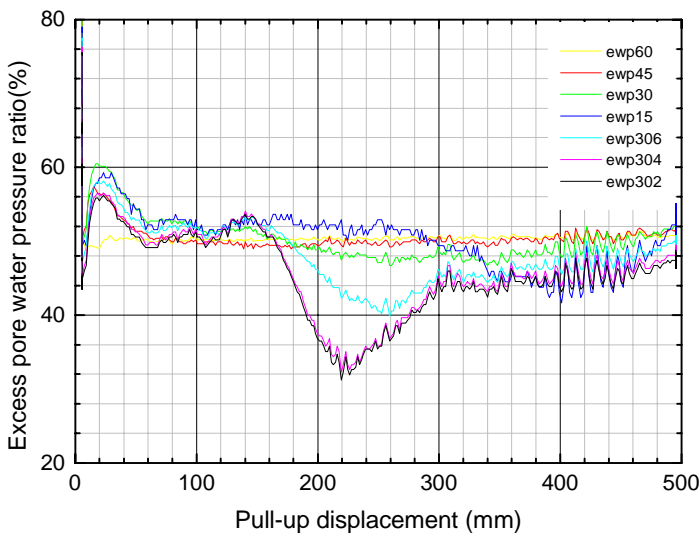


図6 相対密度 60%・初期過剰間隙水圧比 50%
球周辺の過剰間隙水圧の推移

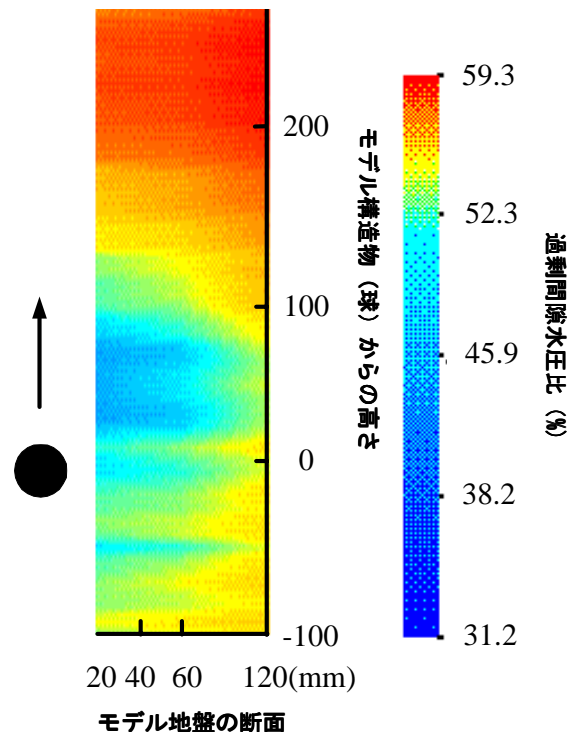


図5 相対密度 60%・液状化率 50%
球周辺の過剰間隙水圧比分布