

III-90 細粒分層を有する飽和砂地盤の地震時挙動

(株)奥村組 正会員 ○坂上 明 竹内幹雄 柳原純夫
 東京大学 正会員 石原研而

1. はじめに

現実の自然堆積地盤や埋立地盤では堆積過程を反映して細粒分と粗粒分が互層をなしている場合が多いと考えられる。そこで、均質な砂地盤中に細粒分層が介在する砂地盤を想定し、この層の境界面の過剰間隙水圧応答を有効応力解析で調べ、飽和砂地盤中に意図的に細粒分層を作成して振動台実験¹⁾を行ったので、ここに報告する。

2. 有効応力解析結果

解析には有効応力解析プログラムDIANA-Jに組み込まれているDensificationモデルを適用した。図-1に解析モデルを示す。細粒分層は厚みの無い不透水膜と考へて要素間非排水条件で表現し、均質な飽和砂地盤中に2層あるものとした。均質な飽和砂地盤の初期剛性は $704\sqrt{\sigma'_m}$ kgf/cm²、透水係数は 10^{-3} cm/secとした。土骨格の破壊基準にはDrucker-Prager基準を適用し、要素試験から内部摩擦角を39度、粘着力はないものとした。砂地盤の過剰間隙水圧発生特性は応力制御の非排水中空ねじり試験に基づいて図-2に示す実験式で表示した²⁾。入力動は振動数5Hz、片振幅200galの正弦波とし、入力動の継続時間は3秒とした。

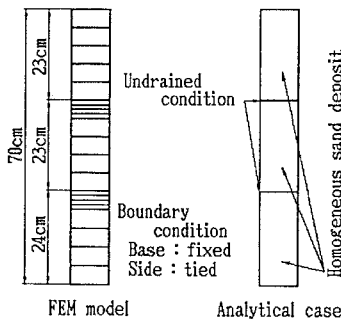


図-1 解析モデル

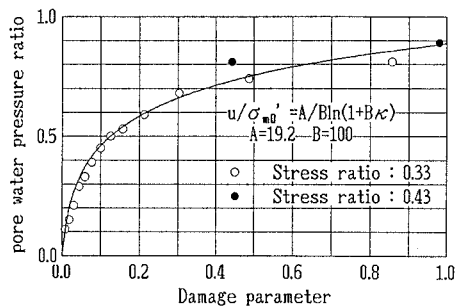


図-2 過剰間隙水圧発生特性

図-3に過剰間隙水圧の深度分布の経時変化を示す。同図より、間隙水の移動がこの部分で阻止されるため、加振初期から不透水膜の上部と下部で間隙水圧差が発生し、加振に伴ってこの水圧差が増加することがわかる。均質な砂地盤中に不透水膜が介在すると、この直下は加振中に過剰間隙水圧が局所的に増加し、最も液状化に至りやすい。

3. 護岸を有する飽和砂地盤の振動台実験

細粒分層が介在する飽和砂地盤の側方流動メカニズムを把握するために図-4に示すような模型を作成し振動台実験を実施した¹⁾。細粒分層が介在する飽和砂地盤は、細粒分を約13%含む東京都稲城市産の砂を水中落下させ、砂粒子の沈降速度の違いを利用して作成した。

図-5に加振終了後の護岸から遠方の地点の細粒分層付近の目視観察結果を示す。細粒分層に沿って薄い水のみ層が形成され5分間程度保持された。これは、前章の解析で示したように細粒分層の直下が最初に

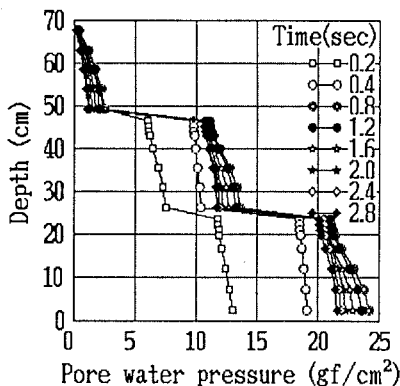


図-3 細粒分層が介在する場合の過剰間隙水圧分布

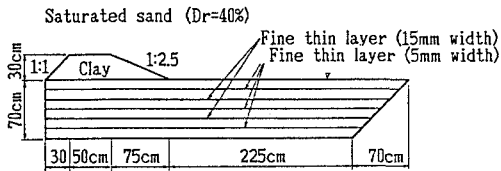


図-4 実験模型

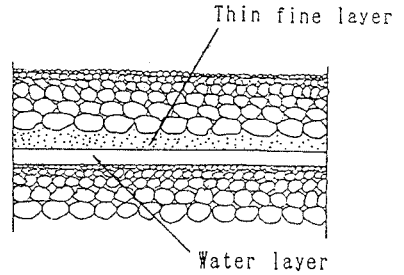


図-5 加振終了後の目視観察結果

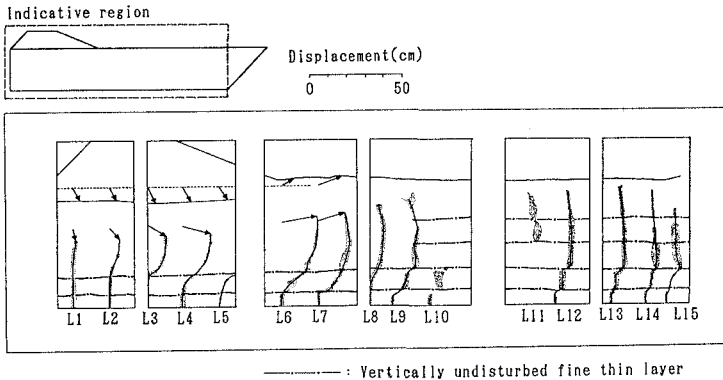


図-6 加振終了直後の変形

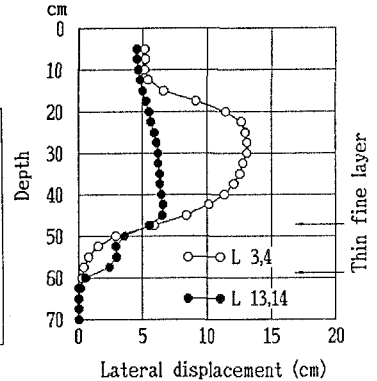


図-7 水平変位の深度分布

液状化し、その後砂粒子が沈降するためによると考えられる。このように、細粒分層が介在するとその直下に水の層が形成されることから、この層全体に沿うせん断抵抗は非常に低下すると考えられる。

図-6に模型側面に設置した色砂の加振終了直後の観察結果を示す。色砂の中央は実線で示した。鉛直変位が大きい護岸近傍部はベクトルで、細粒分層の内加振中に鉛直変位がほとんど発生しなかった地点は一点鎖線で表示した。護岸の沈下水平移動に伴い、護岸近傍地盤ではのり尻部に向かう円弧状の動きが発生している。模型深部や護岸から遠く離れた地盤では、細粒分層に沿ってすべりが発生している。これは、加振に伴って細粒分層に沿うせん断抵抗が小さくなることにより護岸の重力とこの抵抗力との釣合いが崩れたためによると考えられる。

図-7に護岸部(L3, L4)、護岸から遠く離れた地盤(L13, L14)の2地点の水平変位の深度分布を示す。各地点の変位は2つの測線の平均値で表示した。護岸から遠く離れた地盤では、地表から約40cmまでの上部砂層の変形量は小さいが深部の2つの細粒分層に沿ってすべりが発生するため、約5cmの地表面変位が発生している。護岸付近と同規模の水平流動が護岸から遠く離れた地点でも発生する。

4. まとめ

(1) 一様な砂地盤でも細粒分層が介在すると、細粒分層の直下は加振中に有効応力が低下し、最も液状化に至りやすいと考えられる。(2) 護岸を有する飽和砂地盤では、護岸の重量効果と細粒分層直下の薄い水のみのでの層の形成により、護岸から遠方の地点で細粒分層に沿うすべりが発生すると考えられる。

<参考文献>

- 1) 竹内, 増井, 坂上, 石原: 薄い細粒分層を有する砂質地盤の地震時挙動, 土木学会第45回年次学術講演会第3部, pp. 666-pp. 667, 平成2年9月
- 2) 森尾, 日下部, 三原: Densification モデルによる振動台液状化実験の数値シミュレーション: 地盤と土構造物の地震時の挙動に関するシンポジウム, P197-P204, 平成元年1月