

III-A 125 岸壁・護岸のはらみ出しにともなう液状化した背後地盤の側方流動に関する研究

東京電機大学大学院 学生会員 寺内 哲也・野村 博之  
 東京電機大学理工学部 正会員 安田 進・小林 利雄

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震において液状化による被害は、大阪湾岸の低地で広範囲にわたって発生した。そのうち、神戸湾などのケーソン岸壁のはらみだしにともない背後地盤が100m前後の水平流動を起こし、そこにあった構造物に多大な被害を与えた。そこで、本研究では振動台上の土槽に模型護岸装置を取り付け、振動台を用いて、岸壁・護岸背後地盤の液状化にともなう流動の発生メカニズムおよび、その対策の一つとして背後地盤の改良をした効果について実験を行った。

2. 実験装置および方法

用いた土槽は幅2200mm×奥行き450mm×高さ500mmであり、片側に鋼板の模型護岸を設け、任意の時間に前に（下ヒンジで図-1右に）動けるようにした。模型地盤内にはあらかじめ杭の模型を設置し、流動にともない変形や応力を測定した。用いた試料は豊浦砂で、水中落下法にて所定の密度になるように模型地盤を作成した。また、側方流動対策として幅bの地盤改良を想定して、この改良部分を相対密度が85%になるまで締め固めて作成した。間隙水としては水を使用した。加振は3Hzで行い、所定の加速度を10秒間加えた。この条件で加振加速度を変え予備実験を行ったところ、中密で300galで数秒で液状化したためこれを基本とした。ただし、密度が異なる場合には加振加速度を変えて行った。完全に液状化したところで模型護岸を倒し側方流動を再現した。計測器は図-1に示すように配置させ、計測した。

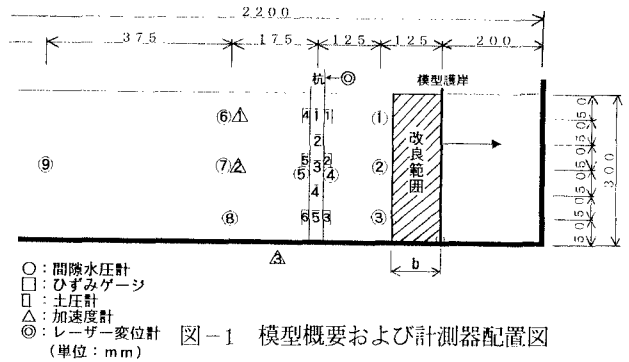


表-1 側方流動のメカニズムおよび対策に関する振動台実験

実験No	地盤の密度	加振加速度	地盤改良	模型護岸の動きの速さ
MUN	中密	300gal	なし	急速
MUNS	中密	300gal	なし	比較的ゆっくり
DUN	密	390gal	なし	急速
LUN	緩	150gal	なし	急速
MU10	中密	300gal	10cm	急速
MU20	中密	300gal	20cm	急速
MU30	中密	300gal	30cm	急速

3. 実験内容

実験は模型護岸の移動時間（速い、遅い）、相対密度（密65%, 中密50%, 緩25%）、地盤改良の範囲（模型護岸からの距離b）の条件を変えて行った。この内容を右の表-1に示す。

4. 実験結果および考察

(1) 実験データから見た挙動

実験結果のうち代表例としてMUNの過剰間隙水圧比（測点No.3）、杭のひずみ（測点No.5）、杭頭変位の時間変化を図-2に示す。加振終了後に模型護岸を瞬間的に倒したところ、模型地盤はすぐには崩れず、徐々に流れ出ていった。模型護岸を倒すことによって大きな負圧が働いたが、すぐに間隙水圧が回復し一定の値に落ちついた。液状化を起こす直前に、杭頭変位と杭ひずみ共に大きな振幅がでて、模型地盤が液状

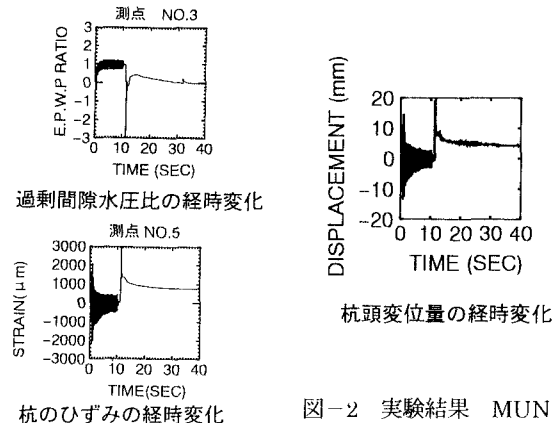


図-2 実験結果 MUN

化した後は振幅が小さくなり一定の値に落ちつく傾向を示した。次に、模型護岸を倒した瞬間に、杭頭変位と杭ひずみが瞬間的に大きくなり、すぐに一定値に落ちついた。これは模型護岸を倒したことによって生じる側方流動の影響を受けて杭が一時的に曲がったが、すぐ剛性によって戻った為と考えられる。

(2) 模型護岸の移動速度の影響

模型護岸を比較的ゆっくりと倒した場合、前者に見られた亀裂は生じず、模型護岸が倒れるのと同時に地盤全体が水平流動していきことがわかった。図-3にMUNSの杭頭変位と過剰間隙水圧比(測点 No. 3)の経時変化を示す。図-2のMUNでは壁を瞬時に倒すため瞬間的に大きな杭頭変位がでて、すぐに戻るのに対して、MUNSでは壁を倒した直後の杭頭変位は小さい値にとどまり、ゆっくりと一定の値に落ちついていくことがわかった。また、図-2の間隙水圧比にみられる大きな負圧の発生は図-3のMUNSではわずかしき見られなかった。

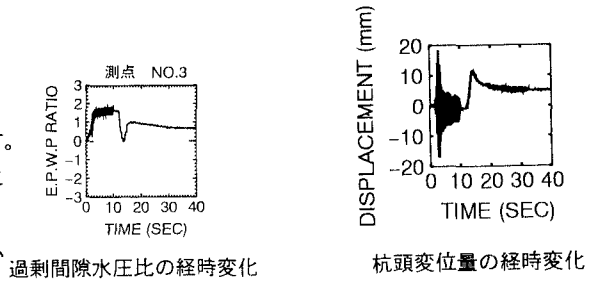


図-3 実験結果 MUNS

(3) 模型地盤の相対密度の違いによる水平流動に与える影響

模型地盤作成後に模型護岸から10cm間隔でピンを打ち、加振後の水平流動距離を測った。これを相対密度と水平流動距離の関係でプロットすると図-4になる。模型護岸に近いところでは、相対密度が小さいほど水平変位量は大きくなった。また、水平変位量の発生範囲についても模型地盤の相対密度が小さいほど、広がってゆく傾向を示した。

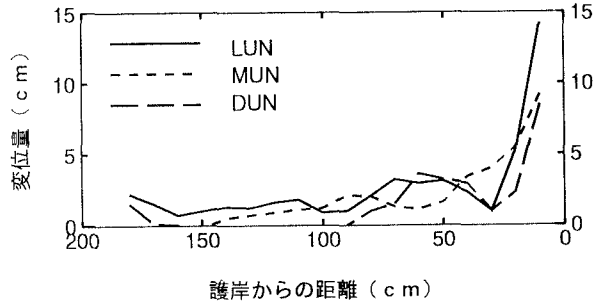


図-4 相対密度と水平流動の関係

(4) 地盤改良対策による杭のひずみの検討

地盤改良を施した場合、護岸を倒したとき、すぐには崩れず模型護岸と背後地盤との間に15cm程の亀裂が生じ、ゆっくりと模型護岸側の先端部分が崩れた。杭の下部(測点 No. 5)のひずみについて模型

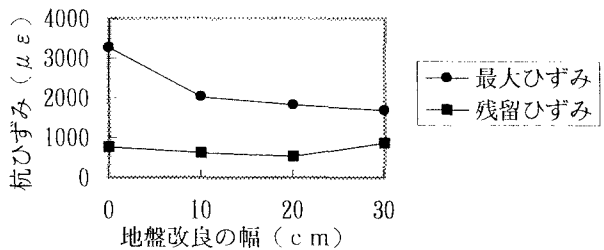


図-5 地盤改良の範囲と杭のひずみの関係

護岸を倒した直後の値と加振後30秒後の値を対策範囲との関係でプロットすると図-3になる。最大ひずみ、残留ひずみとも地盤改良を施した方が小さくなり、また地盤改良幅が広いほど小さくなった。

5. まとめ

模型護岸を用いて液状化にともなう背後地盤の流動化に関する実験を行ったところ、模型護岸が倒れた瞬間に背後地盤で大きな負圧が生じることがわかった。また、地盤流動が発生すると杭に大きな変位やひずみが発生することがわかった。さらに地盤改良の対策を設けると杭にかかる流動圧を無対策のものよりも押さえることができた。なお、本研究は(財)地震予知総合研究振興会の研究活動の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。