

地盤改良による護岸・岸壁背後地盤の流動対策

東京電機大学大学院 学生会員○田中智宏 野村博之
 東京電機大学理工学部 正会員 安田 進 吉田喜忠
 東京電機大学理工学部 大沢研一 田辺哲三

1. はじめに

1995年阪神・淡路大震災では多くの護岸・岸壁が前にはらみだし、液状化した護岸背後地盤が海に向かって大きく流動し、その近傍の構造物基礎に多大な被害を与えた。そこで、本研究では振動台を用い、護岸・岸壁背後地盤を部分的に締固めることや、石灰系安定材を混合して改良することによる対策を行い、地盤の流動性状と杭基礎模型に及ぼす対策効果を調べた。

2. 実験装置及び方法

本研究に用いた土槽は幅2200mm×高さ300mm×奥行き450mmで、内部に任意の時間に可動できる模型護岸を設置した。模型護岸の移動条件として、下ヒンジ上部移動、平行移動、上ヒンジ下部移動の3種類を用意した。模型地盤内にはあらかじめポリカーボネイト製中実矩形断面の杭基礎模型を設置した。模型地盤は豊浦標準砂による均一な飽和地盤一層である。改良は杭模型の下流側に行った。締固めの場合は、改良部分は相対密度85%、非改良部分は相対密度50%になるように、水中落下法で計測器を配置しながら作成した。石灰系安定材を用いた改良の場合は、改良部分に砂と安定材を混合して、あらかじめ水浸用容器に詰めて作成した後、水中で14日間養生したものを土槽内に設置した。この改良体の相対密度は60%とした。非改良部分は締固めの場合と同様である。間隙水としては水を使用した。模型地盤に3Hzの正弦波を10秒間、水平一方向に加振し、完全に液状化したところで模型護岸を倒し、地盤流動を再現した。

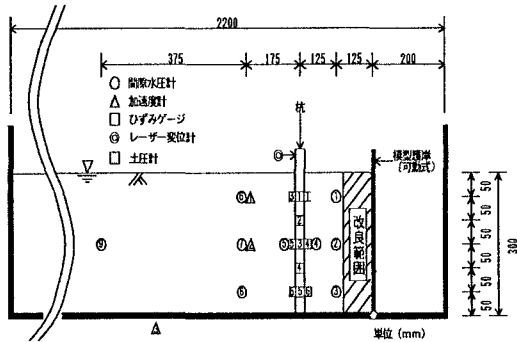


図1 土槽及び計測器概略図

表1 各実験条件

実験No.	護岸の動き	地盤改良方法	改良範囲	加振加速度
1-1	下ヒンジ	標準砂 Dr=85%	10cm	300gal
1-2	下ヒンジ	標準砂 Dr=86%	20cm	300gal
1-3	下ヒンジ	標準砂 Dr=87%	30cm	300gal
1-4	平行	標準砂 Dr=88%	10cm	300gal
1-5	平行	標準砂 Dr=89%	20cm	300gal
1-6	平行	標準砂 Dr=90%	30cm	300gal
1-7	上ヒンジ	標準砂 Dr=91%	10cm	300gal
1-8	上ヒンジ	標準砂 Dr=92%	20cm	300gal
1-9	上ヒンジ	標準砂 Dr=93%	30cm	300gal

実験No.	護岸の動き	地盤改良方法	改良範囲	加振加速度
2-1	下ヒンジ	なし	10cm	300gal
2-2	下ヒンジ	消石灰+フライアッシュ5%	10cm	300gal
2-3	下ヒンジ	消石灰+フライアッシュ7%	10cm	300gal
2-4	下ヒンジ	消石灰+フライアッシュ7%	20cm	300gal
2-5	下ヒンジ	高炉セメント3%	10cm	300gal

3. 実験内容

改良部分は、締固めについては、地盤改良の幅(10cm、20cm、30cm)を変えて行い、石灰系安定材による改良についてはその添加量(5%、7%)に加えて、地盤改良の幅も変えて行った。また、セメントによる改良との比較実験も行った。行ったすべての実験条件を表1に示す。杭模型頂部の最大変位、残留変位の値はそれぞれ模型護岸を倒した後のレーザー変位計の最大値、加振終了後から40秒後のレーザー変位計の値をとった。護岸背後地盤の流動範囲は、護岸から10cmおきに地表面に刺したピンの水平変位量と、模型地盤に護岸から10cmおきにペンキで記した縦線をもとに推定した。

4. 実験結果及び考察

模型護岸を下ヒンジで動かした場合の地盤改良範囲と流動範囲の関係を図2に示す。下ヒンジで護岸移動し

キーワード：液状化、地盤流動、締固め
 連絡先：〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 FAX 0492-96-6501

た場合においては改良範囲が大きくなると、流動範囲が小さくなった。平行と上ヒンジに護岸を移動させたケースでも同様に改良範囲が大きくなると流動範囲は小さくなると考えられる。

模型護岸を下ヒンジ動かしした場合の地盤改良範囲と杭頭変位の関係を図3に示す。図に見られるように改良範囲が0~20cmと大きくなるにつれて、杭頭の最大変位はかなり小さくなる傾向を示した。また、杭頭の残留変位もわずかではあるが小さくなる傾向を示した。ただし、改良範囲が30cmの場合、杭の最大変位、残留変位ともに改良範囲20cmの場合よりも大きい値を示した。これは、30cm改良すると杭基礎模型の位置まで改良したことになり、図4に見られるように杭基礎模型周辺の地盤で大きな負の過剰間隙水圧が発生したため杭頭の最大変位が大きくなったのではないかと考えられる。また、残留変位については、杭基礎模型周辺の地盤が締固められて密なため、地盤が杭を押す力が大きかったのではないかと考えられる。

図5に各々の石灰やセメントによる地盤改良実験ケースと流動範囲の関係を示す。図に見られるように消石灰とフライアッシュの混合物を多く混ぜるほど、また改良範囲を広くするほど流動範囲は小さくなり、対策効果があるという結果が得られた。

図6に各々の地盤改良実験ケースと杭頭変位の関係を示す。流動範囲のときと同じように、混合材の混合量が多いほど、また改良範囲を広くするほど杭頭の最大変位・残留変位とも小さくなる結果を得た。また、高炉セメント3%を混ぜた改良地盤と、消石灰とフライアッシュの混合材7%を混ぜた改良地盤はほぼ同程度の効果があることが見て取れる。

また、実験No.2-2、2-3においては、改良地盤は模型護岸を倒したときに自立し、数十秒後にゆっくりと倒れた。実験No.2-4、2-5においては自立したままで、倒れることはなかった。

5. まとめ

地盤改良による流動対策を施した模型地盤の振動台実験を行ったところ、部分締固めにおいては、改良範囲が大きいほど杭頭変位、流動範囲ともに小さくなった。ただし、杭基礎周辺を締固めると杭頭変位はやや大きくなった。石灰系安定材による地盤改良工法においては、消石灰とフライアッシュの混入量が多いほど、また改良範囲が大きいほど杭頭変位、流動範囲ともに小さくなった。

なお、本研究のうち、締固めによる対策に関しては(財)地震予知総合研究振興会の研究委員会活動の一環として、また、石灰による対策に関しては日本石灰工業組合が全国中小企業中央会から「平成8年度活路開拓ビジョン実現化事業」として助成を受けて行った研究委員会(委員長:安田進)の活動の一環として実施したものである。関係各位に感謝する次第である。

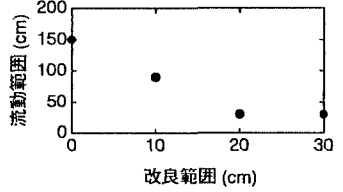


図2 下ヒンジ移動時の地盤改良範囲と流動範囲の関係

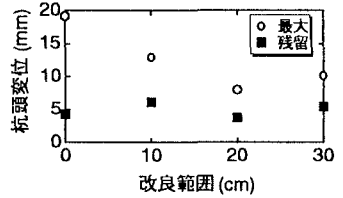


図3 下ヒンジ移動時の地盤改良範囲と杭頭変位の関係

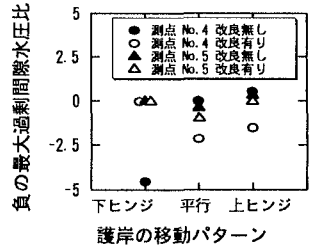


図4 各護岸移動条件における負の最大過剰間隙水圧比

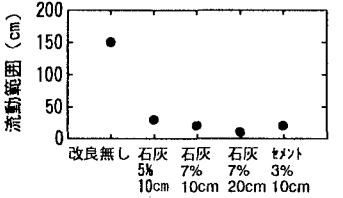


図5 各地盤改良実験と流動範囲の関係

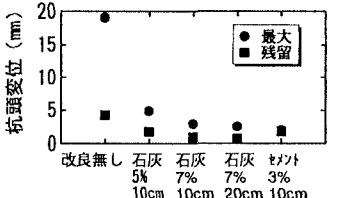


図6 各地盤改良実験と杭頭変位の関係