

格子状深層改良した護岸背後埋立地盤の動的特性に関する遠心模型実験

横浜国立大学 学生会員 富樫 陽太

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 高橋 英紀

横浜国立大学大学院 正会員 早野 公敏

1. はじめに

格子状深層改良による液状化抑制効果は、例えば兵庫県南部地震において建築構造物の基礎として確認されているものの、護岸など抗土圧構造物への効果は明らかにされていない。本研究では、ケーソン式護岸背面の埋立地盤を格子状深層改良することを想定し、模型地盤に対して遠心力場で加振実験を行った。ケーソン式護岸の挙動及び埋立地盤の動的特性について得られた結果を報告する。

2. 実験方法

1) 模型作製方法

模型形状およびセンサー位置を図-1,2に示す。寸法は実物スケールで表している。空中落下法で、豊浦砂の支持層($D_r=83\sim90\%$)を作製し、その上にケーソンを設置した。ケーソンの寸法は高さ11.5m×幅7.0mで、case1,5においては遠心力場で重量4.85kN/mのケーソンを用い、case2,3,4においては3.68kN/mのケーソンを用いた。

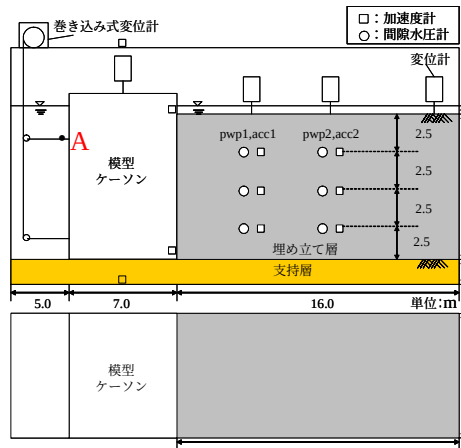


図-1 模型断面図(case1, 2)

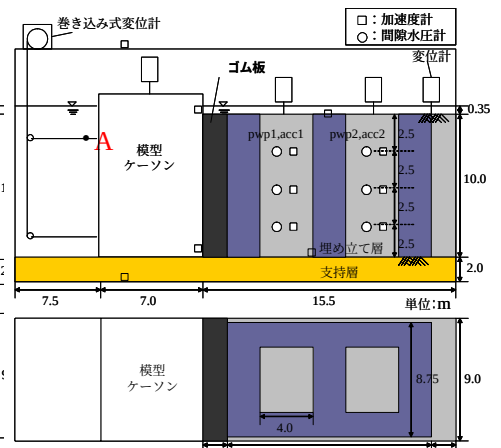


図-2 模型断面図(case3,4,5)

同様に空中落下法にて相馬砂の埋立層($D_r=40\sim50\%$)を作製し、間隙内の空隙を二酸化炭素に置換した。その後真空下にて水の50倍の粘性を持つハイメトロース水溶液を通水し、飽和砂地盤を作製した。全部で5ケースの模型を作製した。case1,2はケーソン背面を無改良、case3,4,5は格子状深層改良を施したケースである。改良したケースでは、塩ビ製の改良体を用いている。またcase3,4ではケーソンと改良体の間を非液状化材(ゴム材)で置換した。計測センサーについては、ケーソン背面5mと10mの位置に間隙水圧計と加速度計を設置した。設置深度はそれぞれ地表面から2.5m, 5.0m, 7.5mである。

2) 実験方法

遠心载荷装置を用いて50G場にて動的加振実験を行った。加振は実物スケールで2Hzの周波数となる正弦波50波で行った。また、過剰間隙水圧を消散させるために、各ステップ間で時間間隔をあけ、段階的に入力加速度を大きくしてステップ加振した。

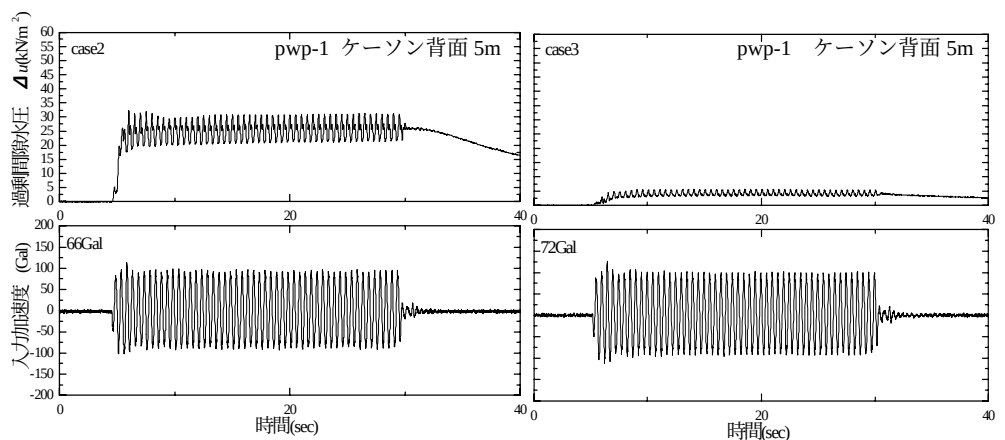


図-3 G.L.-2.5mでの過剰間隙水圧と入力加速度の時刻歴波形

3. 実験結果

1) 過剰間隙水圧

図-3にcase2とcase3の過剰間隙水圧(pwp-1)と入力加速度の時刻歴波形を示す。これらは約70Gal程度の加振時のデータである。改良することで過剰間隙水圧が抑制できていることがわかる。

2)過剰間隙水圧

図-4 に各ケースの過剰間隙水圧の深度分布と入力加速度の関係を示す。無改良のケース(case2) G.L.-2.5mにおいては 70Gal の時点で $\Delta u/\sigma_v' = 1.0$ に達しているのに対して、改良のケース(case3)では 200Gal の時点でようやく $\Delta u/\sigma_v' = 0.6$ に達しており、改良によって過剰間隙水圧が抑制されていることがわかる。また、他の深度についても同様の傾向があり、過剰間隙水圧抑制という点からも改良効果を確認できた。

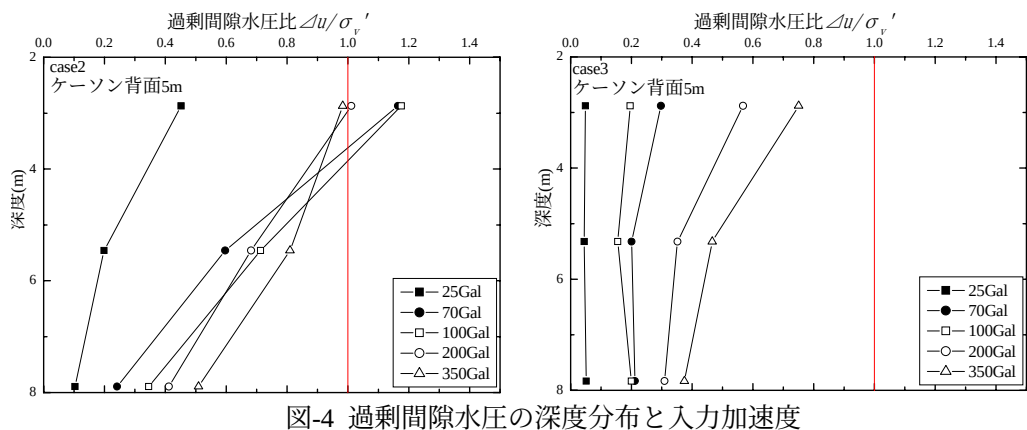


図-4 過剰間隙水圧の深度分布と入力加速度

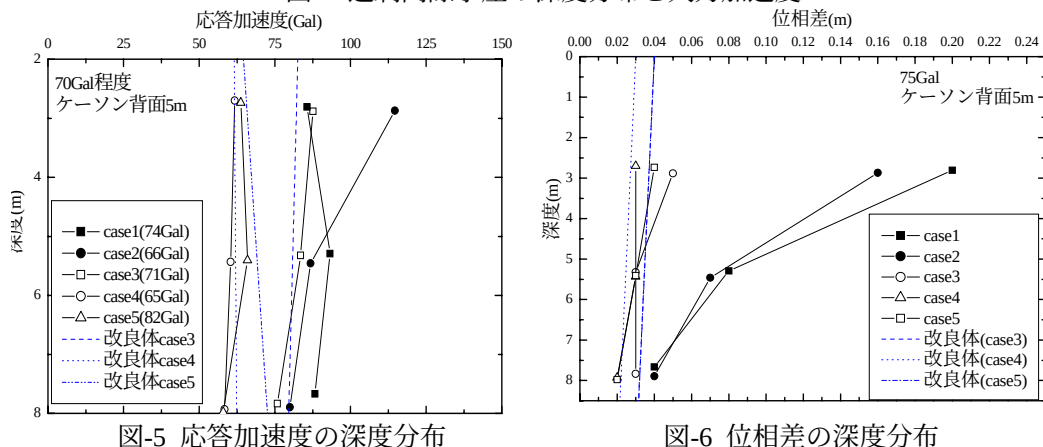


図-5 応答加速度の深度分布

図-6 位相差の深度分布

3)応答加速度と位相差

図-5 に地盤と改良体応答加速度の深度分布を示す。無改良のケース(case1, 2)では、G.L.-7.5m に対して G.L.-2.5m の応答加速度が大きくなっていることが分かる。それに対し、改良のケース(case3, 4, 5)では、G.L.-2.5m の応答加速度が無改良のケースよりも 50Gal 程度小さく、深度が異なってもほぼ等しい応答加速度を示している。これは改良体の剛性が高いためであると考えられる。図-6 に位相差の深度分布を示す。無改良のケース(case1, 2)では深度が浅くなると位相差が大きくなるのに対して、改良のケース(case3, 4, 5)では、G.L.-2.5m での位相差が無改良のケースと比べ 0.14 秒程度小さく押さえられていることがわかる。

4)ケーソン水平変位

図-3 にケーソン上端から 2m の箇所(図-1, 2 の点 A)で計測した水平変位量と入力加速度の関係を示す。無改良(case2)と改良(case4)のケースを比較すると改良することで、350Gal の時点で 1.2m の変位が抑制されている。これは格子状深層改良により液状化が抑制されることでケーソンにかかる土圧を低減できたためと考えられる。また、ゴム材の有無(case3 と case4)を比較すると、ゴム材が有ることによって 350Gal の時点での変位が 0.2m 程度小さくなっている。このことから、ケーソン～改良体間の埋立部にゴム材を入れることによってケーソンの変位をさらに低減できることがわかった。

4. まとめ

ケーソン式護岸背面を格子状深層改良した際の地盤の動的挙動を調べた結果、以下のことがわかった。

- 1)格子状深層改良によって過剰間隙水圧を抑制でき、ケーソンの水平変位も抑制される。
- 2)格子内の埋立地盤の応答加速度を抑制でき、位相差を低減できる。

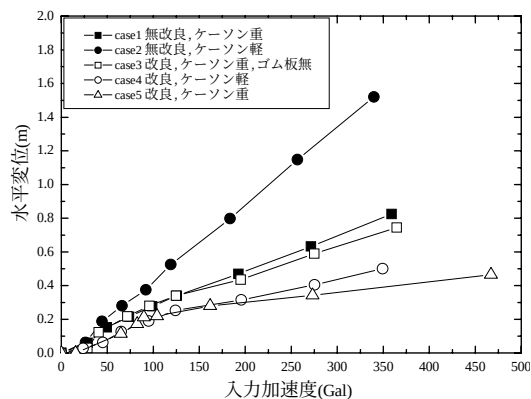


図-7 ケーソン水平変位