

セメント造粒砂を用いたケーソン式岸壁の動的挙動に関する遠心模型実験

横浜国立大学大学院 学生会員 大草陽太郎
港湾空港技術研究所 正会員 高橋英紀, 森川嘉之
横浜国立大学大学院 正会員 早野公敏

1. はじめに

近年,含水比の高い軟弱な粘土・シルト系の土を改良する方法として,ポリマーとセメントを添加・攪拌して高強度な粒状体(以下,造粒砂と呼ぶ)を作製する技術が開発されている.無改良状態の粘土・シルト系の土は長期的に圧密したり低強度であることから,適用できる現場は限られるが,高強度な造粒砂に改良することによって,その使用用途は大幅に広がる.このような背景の下,著者らは造粒砂の作製方法や低コスト化,物性の検討および構造物へ適用性などを研究している.その一環として,ケーソン式岸壁の埋立材としてセメント造粒砂を用いた場合の地盤の動的挙動について調べた.

表-1 実験ケース一覧

	case1	case2	case3	case4
埋立材料	造粒砂	造粒砂	相馬砂	相馬砂
間隙比	2.72	2.83	0.71	0.84
相対密度(%)	-	-	92	62

2. 実験方法

2.1 実験試料

表-1 に示すように,埋立材には相馬珪砂 5号と実験室で作製した造粒砂(写真-1 参照)を用いた.なお,経済的に造粒砂を作製することを念頭に,添加するポリマーとセメントの量を減らして造粒砂を作製した.造粒砂と相馬砂の土粒子密度は各々 2.810g/cm^3 , 2.645g/cm^3 となっており,比較すると相馬砂よりも造粒砂の密度が大きい.しかしながら,実際には造粒砂は単一の土粒子内に閉塞した間隙を含むと考えられ,地盤全体の単位体積重量は軽い.単位体積重量が軽いため,造粒砂を埋立材として適用した場合にはケーソンへの土圧低減効果が期待される.一方で地盤の拘束圧が低下するために,地盤剛性や強度の低下が懸念される.

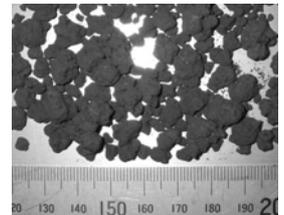


写真-1 造粒砂

2.2 実験方法

模型の概略図およびセンサーの配置を図-1 に示す.模型地盤の作製方法については,別報¹⁾を参照されたい.遠心模型実験装置を用いて 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 20 波で行い,段階的に入力加速度を大きくするステップ加振方式を採用した.なお,振動毎に過剰間隙水圧を消散させるために,各ステップ間で十分な時間を空けた.

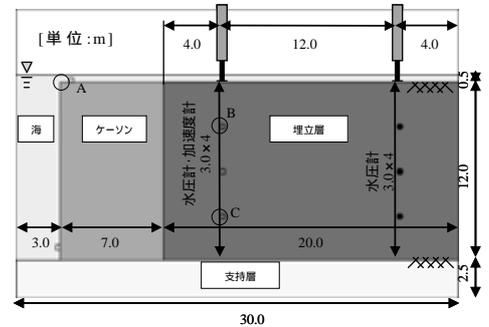


図-1 地盤模型の概略

3. 実験結果

3.1 ケーソンの累積水平変位量

図-2 にケーソン海側上端(図-1 中の点 A)での累積水平変位量と入力加速度の関係を示す.なお,遠心加速度の増加

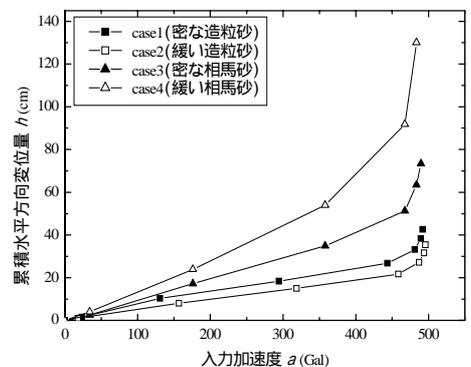


図-2 入力加速度に対する

キーワード 遠心模型実験,埋立地盤,液状化

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学大学院 地盤研究室 Tel(043)339-4038

時の変位量は取り除き、初期補正を行っている。また、入力加速度とは試料容器下端で計測した加速度の片振幅の平均値である。いずれの実験ケースにおいても、入力加速度を増加させるとケーソンの変位量も増加している。特に、case4 で最も変位量が大きくなっており、埋立地盤が液状化したことでケーソンへ大きな土圧が作用し、変位が大きくなったことが類推される。次いで変位量が多いケースは case3 であり、埋立柱を造粒砂とした case1, 2 での変位量は他のケースよりも小さかった。これは、造粒砂は相馬砂に比べて単位体積重量が軽く、地震時土圧が低減したためと考えられる。

3.2 過剰間隙水圧比の経時変化

図-3 に入力加速度 129~167Gal での過剰間隙水圧比の時系列を示す。ここで、過剰間隙水圧比とは過剰間隙水圧を有効上載圧で除した値である。case4 が最も過剰間隙水圧比が高くなり、case3 では低い値に留まっている。case4 での深度 3.0 m 程度(図-1 中の点 B)で、過剰間隙水圧比はほぼ 1.0 に達しているため液状化していると言える。case1 および case2 ではやや過剰間隙水圧比の上昇は見られるが、液状化を表す水圧比 1.0 にはほど遠い。すなわち、造粒砂地盤では過剰間隙水圧比の大きな増加はなく、液状化の可能性は低いと言える。

3.3 地盤内加速度応答

図-4 に case1, 2, 3 の地盤内応答加速度を示す。なお、入力波形と応答波形を見やすくするため、一定時間の波形のみを示している。いずれのケースにおいても、浅部ほど振幅の減少および位相遅れがみられる。特に、case1, 2 の深度 3m 程度で振幅が小さくなり、位相遅れも大きい。これは、相馬砂よりも造粒砂の方が、地盤剛性が小さいためと考えられる。

4 まとめ

ケーソン式岸壁の埋立柱としてセメント造粒砂を適用し、動的遠心模型実験を実施した。実験によって得られた知見は以下のとおりである。

- 1) ケーソン式岸壁背後の埋立柱に造粒砂を適用することで、ケーソンの水平変位量を低減することができた。
- 2) 造粒砂を埋立柱に用いた場合、振動を加えることによって多少の過剰間隙水圧が発生したが、液状化するほどではなかった。
- 3) 密な砂地盤に比べ造粒砂地盤では、地盤の応答加速度の振幅が小さくなり、多少の位相遅れも生じていた。

参考文献

- 1) 大草陽太郎, 高橋英紀, 市川栄徳, 早野公敏: セメント造粒砂の粒度分布および 1 次元圧縮特性, 第 5 回地盤工学会関東支部発表会発表講演集, pp225-227, 2008.
- 2) 国土交通省港湾局: 港湾の施設の技術上の基準・同解説(上), 日本港湾協会, pp.371-384, 2007.

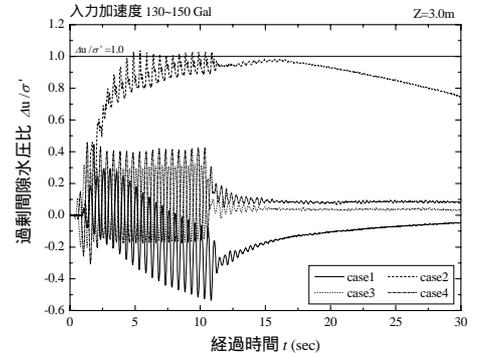
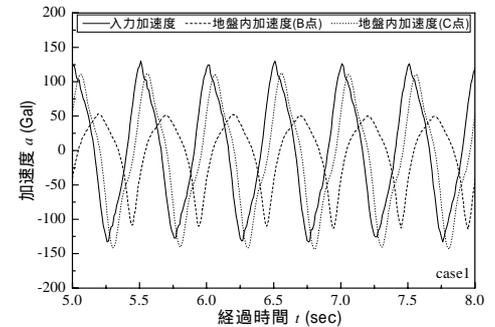
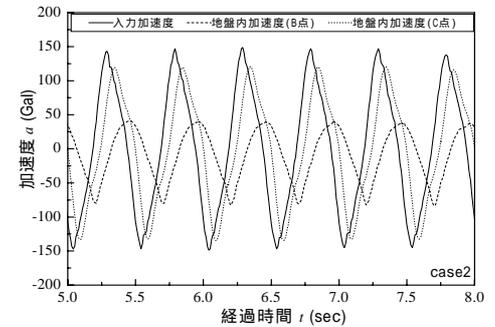


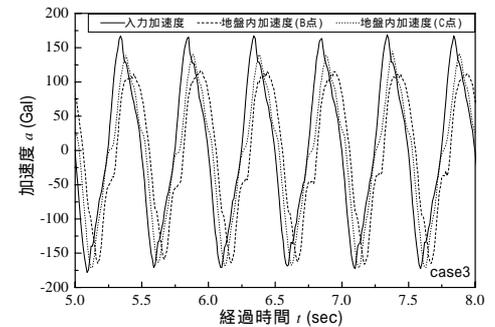
図-3 過剰間隙水圧比の時系列



(a) case1



(b) case2



(c) case3

図-4 地盤内の応答加速度