

浸透固化処理工法を適用したケーソン式岸壁背後地盤の改良範囲に関する振動台実験

九州大学大学院 学生会員○末宗 利隆 九州大学大学院 フェロー会員 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. 目的

近年、頻発する大地震により液状化対策の重要性が、十分認識され、特に、既設構造物直下にも適用できる浸透固化処理工法が注目されている。ケーソン式岸壁背後地盤を、浸透固化処理する際の改良範囲は、静的な設計法である震度法により計算されるセメント系固化処理工法の改良範囲を適用しているのが現状である。しかしながら、浸透固化処理土は、セメント系固化処理土に比べ、変形しやすい特徴を有する。そこで本文では、ケーソン式岸壁に浸透固化処理工法を適用する際の改良範囲の妥当性を評価することを目的として振動台実験を行った。

2. 内容

2.1. 実験概要

本実験で使用した模型土槽を、図-1 に示す。背後地盤には 5 号硅砂($D_{50}=0.63$)を使用し、水中落下法により相対密度 60%になるように調整した。本実験では、ケーソン式岸壁の滑動に注目するため捨石マウンドを作製せず、ケーソンの傾斜が発生しないものとし、朝長らの研究¹⁾よりケーソン背後の裏込め石は設置していない。また、土槽の両端にクッションを設置することで、波動の鉛直壁からの反射を低減している。本実験では、水圧計、土圧計、変位計、および加速度計を設置した。また、ケーソンの水平変位・未改良地盤の沈下量を測定した。本実験の加振は 3Hz の正弦波を 10 波ずつ 100Gal~400Gal まで 100Gal 単位で増加させるステップ载荷で行った。実験ケースを表-1 に示す。今回の実験で固化処理地盤の作成のために用いた薬液は恒久性水ガラス(エコシリカ I)であり、濃度を 6%または 8%、薬液の初期 pH を 3(pH は時間とともに中性化する)とし、供試体の一軸圧縮強度は加振時において薬液濃度 6%で 32kN/m^2 、薬液濃度 8%で 48kN/m^2 である。

2.2. 実験結果および考察

図-2 に各加速度におけるケーソンの前面への水平変位を示す。まず、背後地盤を改良していない Case1 において、200Gal 加振時で水平変位が生じており、300Gal 加振時で大幅に水平変位が生じている。これは、200 Gal 加振時に地表面付近が液状化し、300Gal 加振時に地盤の中央付近の深さまで液状化したためである。一方、改良した Case2~Case7 においては、300Gal 加振時に若干の水平変位が生じ、400Gal 加振時に水平変位が生じている。しかし、Case1 と比較すると変位はわずかで、改良範囲 50%の Case2 及び Case5 でも地盤改良の効果が見て取れる。岸壁水深が-7.5m 以上のケーソン式岸壁の変形量の目安は‘共用可能’で 0~30cm、‘共用制限’で 30~100cm

キーワード 地盤改良, ケーソン, 改良範囲

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 共同研究棟 2 階 防災地盤工学研究室 TEL/FAX 092-642-4399

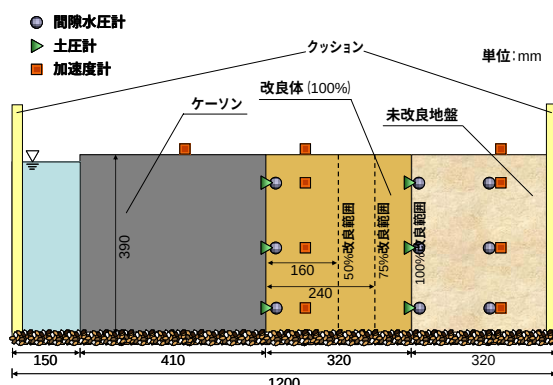


図-1 模型土槽

表-1 実験ケース

Case	薬液濃度	一軸圧縮強度	改良範囲 B/H	改良範囲 %表示
1	-	-	-	0%
2	6%	32 kN/m ²	160/390 (=0.410)	50%
3			240/390 (=0.615)	75%
4			320/390 (=0.821)	100%
5	8%	48 kN/m ²	160/390 (=0.410)	50%
6			240/390 (=0.615)	75%
7			320/390 (=0.821)	100%

※) 改良範囲は、震度法により設計水平震度 0.15 で滑動安全率が 1 となるときを 100%と定義する²⁾。

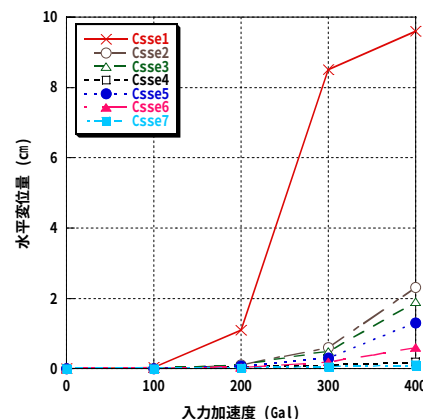


図-2 ケーソンの水平変位量

であるが、本模型は 1/40 スケールであるので、400 Gal 加振時における各ケースのケーソンの水平変位量は、Case2 で 92cm、Case3 で 76cm、Case4 で 8.0cm、Case5 で 52cm、Case6 で 24cm、Case7 で 4.0cm、である。これより、改良体の一軸圧縮強度 32kN/m^2 においては、現設計改良範囲である改良範囲 100%の Case4 では過剰設計であり、改良範囲 75%の Case3 では‘共用可能’の範囲にとどまらないことから、改良範囲を 75%～100%の範囲に設定することが可能であると思われる。同様に、改良体の一軸圧縮強度 48kN/m^2 では、改良範囲を 50%～75%の範囲に設定することが可能であると思われる。

Case4 の 300Gal における、ケーソン背面、改良地盤と未改良地盤の境界面における水平土圧深度分布図を図-3 に示す。土圧の深度分布図は、載荷前後における水平土圧の増分を $K_0=0.5$ の側方静止土圧に加えて作成した。図-3 のケーソン背面と境界面の水平土圧を比較すると、ケーソン背面の方が境界面より全体的に水平土圧が小さいことが見て取れる。

Case1～Case7 の 300Gal 加振時における土圧低減率【1-(ケーソン背面の水平土圧)/(境界面の水平土圧)】の深度分布図を図-4 に示す。図-4 によると、未改良である Case1 においては、境界面の水平土圧とケーソン背面の水平土圧の差はほとんどないのに対し、改良した Case2～Case7 においてはケーソン背面の水平土圧の方が境界面の水平土圧より小さく、改良地盤強度の高い方が顕著であることが確認できる。これは、改良地盤により、液状化した改良地盤の水平土圧がケーソンに伝わるのを抑えられたためであると考えられる。改良範囲 50%の Case2 においても改良地盤により境界面の水平土圧がケーソンに伝わるのを改良範囲 100%の Case4 ほどではないが抑えられたといえる。

土圧低減率と改良範囲の関係を図-5 に、土圧低減率とケーソンの水平変位量の関係を図-6 に示す。図-5 より土圧低減率と改良範囲には相関関係が見受けられ、改良範囲が大きくなると、土圧低減率も大きくなっていることが分かる。また、図-6 より、土圧低減率の増加に比例してケーソンの水平変位量も小さくなることが認められた。このことから、改良範囲とケーソンの水平変位量には相関性があることが確認できる。

3. 結論

本研究では、浸透固化処理工法を用いたケーソン式岸壁背後地盤の改良範囲について明らかにすることを目的として振動台実験を行った。本研究によって得られた結果を、以下に挙げる。

- (1) 浸透固化処理工法の現設計法における改良範囲に比べて、改良範囲は、一軸圧縮強度 32kN/m^2 の場合、75%～100%、一軸圧縮強度 48kN/m^2 の場合、50%～75%の範囲でも十分に耐え得る。
- (2) ケーソン背後地盤を改良することにより、ケーソン背面にかかる水平土圧は境界面にかかる水平土圧に比べ、一軸圧縮強度 32kN/m^2 で 9%～16%、一軸圧縮強度 48kN/m^2 で 14%～18% 低減された。
- (3) 改良範囲が小さくなると土圧低減率が小さくなり、ケーソンの水平変位量は大きくなる。

<参考文献> 1) 朝長光ら：背後地盤を固化処理されたケーソン式岸壁の地震時安定性に関する研究，土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集，第Ⅲ部門，pp.1059-1060.(2004)

2) 社団法人 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 11 年。

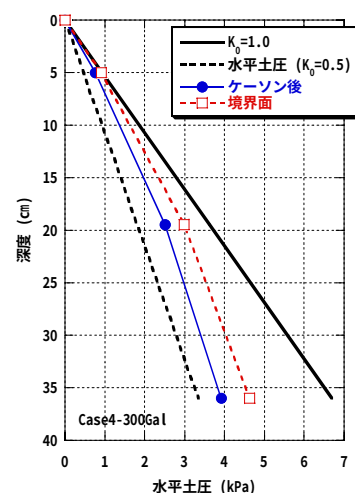


図-3 水平土圧の深度分布図

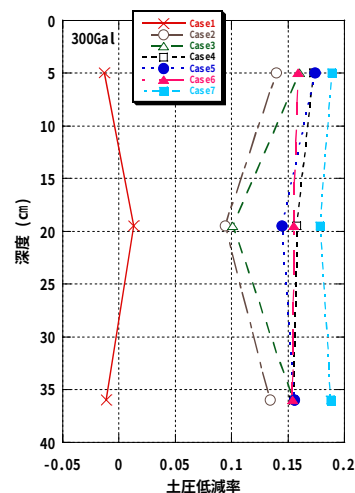


図-4 土圧低減率の深度分布図

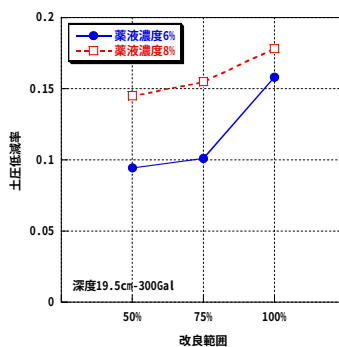


図-5 土圧低減率と改良範囲の関係

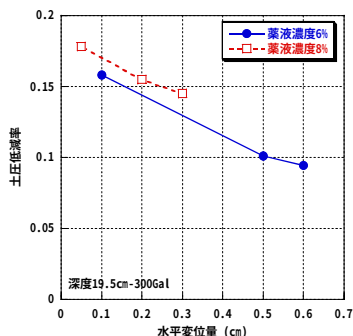


図-6 土圧低減率と水平変位量の関係