

護岸背後からの吸い出しに対するカルシア改質土による 腹付けの有効性に関する遠心模型実験

九州工業大学大学院 学生会員○中村由布奈 沖恭裕 九州工業大学大学院 非会員 中屋厚貴
九州工業大学大学院 正会員 廣岡明彦 永瀬英生

1. はじめに

港湾整備に伴う埠頭の拡大により、防波堤を設けずに強大な波力を直接受ける「防波護岸」が用いられることが多くなった。このような防波護岸の背後から埋め立て土砂が吸い出されることによる道路の陥没などの背後地盤の被害が各地で報告されている。吸い出しにより背後地盤が陥没した際、土砂を補充したとしても、その後も再び吸い出しの作用を受けて陥没するおそれがあるため、吸い出しの発生を防ぐための方法として防砂シートを張り替えてから埋め戻す方法や、背後地盤の地盤改良を行う方法などが挙げられる。そこで、年間 2000 万 m^3 以上発生している浚渫土の活用の課題にも対応できるという点から、浚渫土と製鋼スラグ系改質材であるカルシア改質材を混合させてできるカルシア改質土を護岸の腹付け材として用いることが、護岸の吸い出しの有効的な対策であると考えた。本研究では、水位を上下させることで間隙水圧の繰り返し作用を再現し、カルシア改質土による腹付け材が埋め立て土砂の吸い出し対策として有効的であるかを検証することを目的とした。

2. 実験概要

本研究ではケーソン護岸の模型の腹付け材に粒形 0.5～1cm の砂利を用いる case1 とカルシア改質土を用いる case2 の計 2 ケースを実施した。ケーソン護岸の模型は、マウンドに砂利を用いて作成し、ケーソンを固定した。case1 では腹付け材に砂利を用いて、直径 2cm の穴が瑕疵として水深 8cm の位置に来るように予め設けた防砂シートを張り付け、埋め立て土砂を投入した。case2 では浚渫土初期含水比 200%、カルシア改質材容積率 25% のカルシア改質土を 5 層に分けて投入し、1 日養生させたのち、case1 と同様に埋め立て土砂を投入した。実験直前に水を固定床から水位 6cm まで注入させ、遠心模型実験を開始した。造波装置により水位 6cm で 100 波作用させ、水位を 8cm、10cm と、2cm 上げる毎に 100 波ずつ波を作用させた。実験中は土槽の表面及び側面からデジタル HD ビデオカメラレコーダーで撮影を行った。実験前後の鉛直変位を図-2 に示すように、ケーソン側から 3cm で 7 か所、壁側から 3cm 間隔で 4 列の計 28 か所においてレーザ

一変位計で測定し、3 つの間隙水圧計をケーソン下、腹付け材下、埋め立て土砂下に配置し、それぞれ水圧計 1、水圧計 2、水圧計 3 とした。

表-1 裏込め砂の性質

含水比 $w(\%)$	25.62
湿潤密度 $\rho_t(g/cm^3)$	1.896
乾燥密度 $\rho_d(g/cm^3)$	1.509
間隙比 e	0.754
飽和度 $Sr(\%)$	90.00

表-2 実験ケース

case	流体	腹付け材	防砂シート	遠心加速度(G)	水深(cm)	入力波
1	水	砂利	有り	50	6	100
					8	100
					10	100
2	水	カルシア改質土	無し	50	6	100
					8	100
					10	100

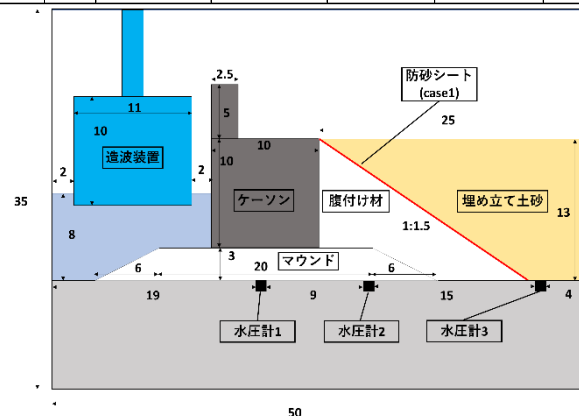


図-1 実験模型図(側面)

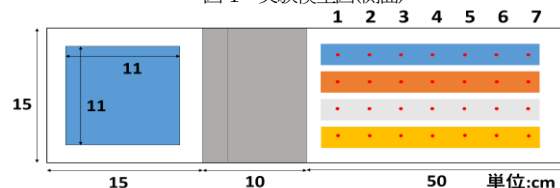


図-2 実験模型図(表面)

3. 実験結果及び考察

1) 土槽表面・側面

写真-1 に実験後の表面・側面の比較写真を示す。case1 では埋め立て土砂表面において防砂シートの穴の真上に直径 9cm 程の大規模な陥没が発生し、吸い出し現象による被害が確認された。防砂シートの穴の真上から離れた箇所では土砂が吸い出されていなかった。case2 の表面では、ケーソン付近にクラックが発生したが、case1 のような大規模な陥没は発生していなかった。case2 では水位 8cm の波浪実験中にアクリル板側面で、カルシア改質土に水路ができたことによる陥没が発生したものの、局所的なものであり、実験結果への

影響は少ないとして比較と考察を行うものとする。

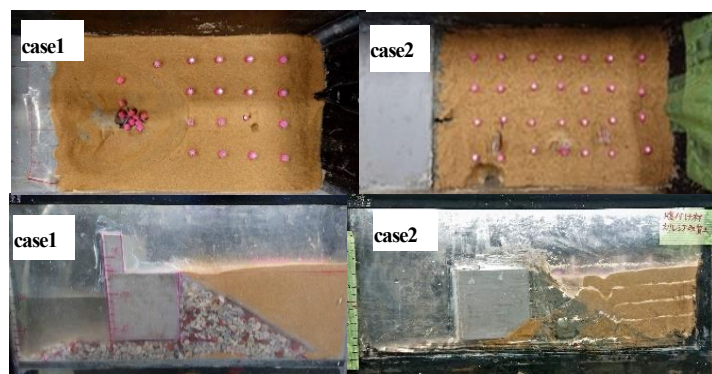


写真-1 実験後の表面・側面の比較写真

2) 鉛直変位

図-3 より、case1 では防砂シートの穴の真上における鉛直変位が著しく、2 列目、3 列目において埋立土砂が深く沈下していることがわかる。写真-1 で確認できたように、防砂シートに開けられた穴から離れた個所では鉛直変位が小さいことがわかる。case2 では、case1 の時とは異なり、大規模な沈下は発生していないが、全体的に 0.5cm~1.5cm 程度の土砂の沈下が生じた。これは、遠心力による侍従の増加が原因であると考えられる。

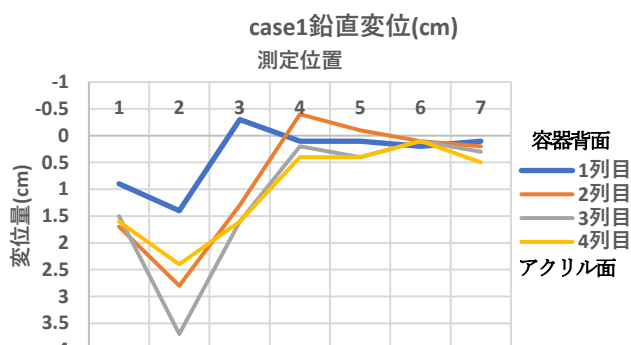


図-3 case1 鉛直変位

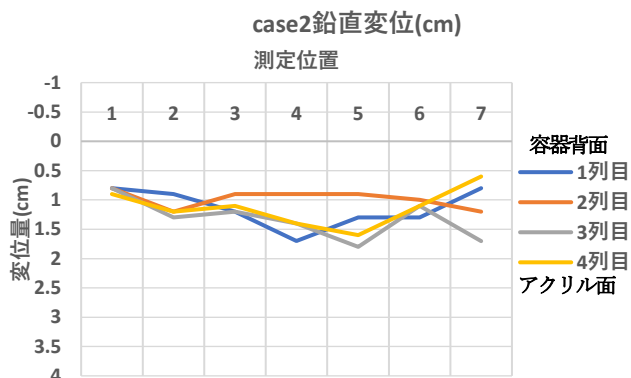


図-4 case2 鉛直変位

3) 間隙水圧

間隙水圧は入力波 201~203 波における数値を、図-5、図-

6に示した。case1 では水圧計1、水圧計2 がほぼ同程度の値となっており、マウンドから裏込め土にわたって水圧が減少せずに伝播していることが確認できる。埋め立て土砂部分の間隙水圧は防砂シートによって低減されているものの、波圧の影響が観察された。case2 では、埋め立て土砂部分にあたる水圧計3の水圧がほぼ一定で、波圧の影響がカルシア改質土の存在により抑えられていることがわかる。

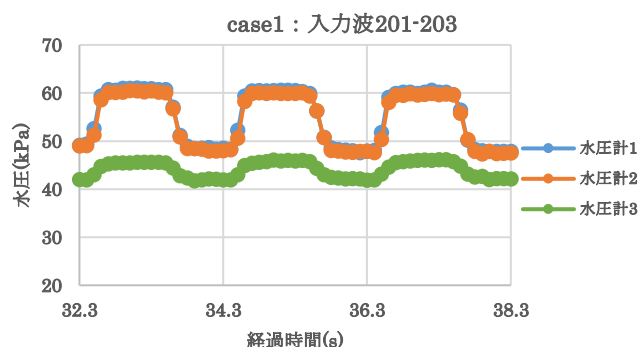


図-5 case1 水位 10cm の際の間隙水圧

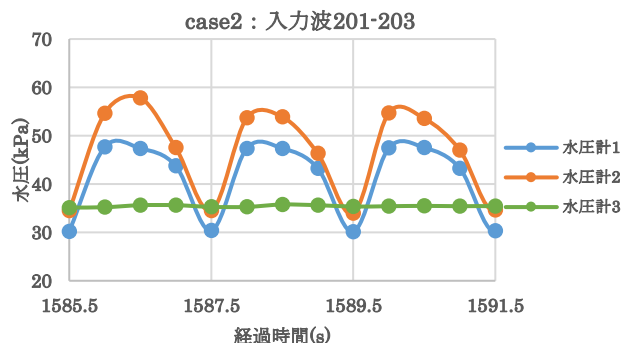


図-6 case2 水位 10cm の際の間隙水圧

4. まとめ

カルシア改質土を裏込め土として用いた場合、埋め立て土砂の吸い出しを抑えることができた。case2 では埋め立て土砂側面での小規模な陥没が発生していたものの、case1 での防砂シート真上部分にあたる土砂の流出を抑えられていた点と、埋め立て土砂部分にかかる間隙水圧を低減できていた点から、カルシア改質土による水の浸透や波圧の低減の効果が確認できた。したがって、カルシア改質土の裏込め土を設けることにより護岸背後での吸い出し現象を抑制することが可能であると考えられる。

1. 参考文献

- 1) 運輸省港湾技術研究所：港湾技術研究所報告、Vol35、No.2、1996年6月