学生会員	原田	展克
正会員	重村	利幸
正会員	多田	毅
	学生会員 正会員 正会員	<ul><li>学生会員 原田</li><li>正会員 重村</li><li>正会員 多田</li></ul>

# 1. はじめに

わが国では,埋立地や人工島等を波浪から防護するためケーソン式防波護岸が用いられることが多い.しかし最近 では,護岸背後の埋立地が陥没,沈下する,いわゆる。吸い出し」と呼ばれる現象が多発している.従来,護岸背後に 伝播する変動圧により裏埋め砂が液状化することが吸出し災害の主たる原因と考えられてきた.しかし当研究室では, 液状化しない場合でも裏埋め砂が裏埋め石の隙間に落下し吸出し災害の原因となり得ること,砂の落下は裏埋め石 内の水面付近から多く発生し(図 - 1),砂の落下量は水面変動の影響を強く受けることを明らかにしてきた(滝口, 2002). そこで本研究は,裏埋め石内の水面変動のメカニズムに着目し,模型を用いた実験と理論の両面から解明することを 目的としている.

## 2. 実験方法

## (1) 実験の概要

実際のケーソン式防波護岸に近い2次元模型を用いて, 防波護岸背後の裏込め石部に伝播する変動圧の伝播特性, すなわち変動圧の「位相遅れ」,「減衰特性」に関する基礎的 データを入手するとともに,背後で起こっている水位変動の 特性について検討する.実験は周期と圧力を変化させたいく つかのケースを考え,水位変動にどのような影響を及ぼすの かについて究明する.

#### (2) 模型の作成

実験装置は,ケーソン式防波護岸の捨石マウンドと裏埋 め石部分を模したものを縮尺1/20に設定し,木材と透明アク リル板をもちいて高さ790 mm,横1468 mmの装置を作成した (図 - 2).捨石マウンド・裏込め石の部分には石のかわりに, ビー球(直径15mmのガラス球)を用いることにした.

#### (3) 変動圧発生装置及び計測器の配置

変動圧を与えるために,コンプレッサーの空気圧を圧力変 換装置で正弦波に調整した後,さらに水圧に変換して実験 装置の捨石マウンドの沖側に相当する部分(写真左下)に入 力している.変動圧の伝播特性を測定するために,各部分に



図 - 1 ケーソン式防波護岸の模式図



図-2 実験装置

10 個の圧力計を設置した(写真 ~ ).また,捨石内の水位の変動を計測するために,アクリルパイプで保護した波高計を設置した.波高計,圧力計の出力は AD 変換カードを通しパソコンに取り入れ,データの記録は変動圧が護岸 模型に到達してから時間をあけてから記録を開始し,ひとつの実験ケースにつき,サンプリング間隔 20ms で 2048 個の 時系列データ(約 40 秒間)を収集した.

## (4) 実験諸元 (周期,ゲイン,天端の開閉)

実験条件として,変動圧の周期,変動圧の大きさ,天端の状態を変化させて実験を行った.周期は 2.2, 2.7, 3.1, 3.6 秒の4種である.これは縮尺1/20としてフルードの相似則より実際の周期では10, 12, 14, 16 秒に相当する.水深は全ての実験で450mm (現場では9mに相当する)とした.変動圧の大きさを変化させるために,圧力変換装置のゲインを4段階に変化させた.装置の制約により周期と変動圧の大きさとを独立に設定することができないため,ゲインと変動圧の大きさとの関係は,周期毎に異なっている.天端の状態は,水面上部を開放状態にした場合,上部を砂で密閉した場合の2種である.

(5) 測定データの解析

収集したデータの処理は次のように行った.まず時系列データをフーリエ変換でノイズを除去した後,ゼロアップクロス法を用いて周期毎に分離し,それぞれの振幅と位相を求めた.さらに,装置に入力された直後の変動圧(圧力計)を基準として,各部分の水圧の減衰率・位相遅れと,水位変動の位相遅れを算定した.

3. 結果

ここでは紙面の都合により水位変動についてのみ議論す る.天端密閉時の入射変動圧(圧力計)の全振幅と護岸背後 の水面変動の全振幅との関係を図-3に示す.入射波圧と水位 変動とは比例関係にあることがわかる.実験装置の制約から周 期が短い実験は変動圧も小さくなっているため,長周期ほど水 位変動が大きいとも読める.しかし,周期毎に見ても同様の比例 傾向が見られること,また比例係数が周期に依らず一定であるこ とから,水位変動は周期の影響を受けず,入射変動圧のみで決 まると考えられる.また,密閉時と開放時を比較すると水位変動 の振幅の大きさはほとんど変わらないが,開放時のほうが少し大 きくなる.

次に,天端密閉時の水位変動の位相遅れ率(入射変動圧の 位相を基準としたときの位相遅れを周期で正規化した値)と入 射変動圧との関係を図-4 に示す.変動圧が小さいほど位相遅 れが大きいと読めるが,周期毎に見るとそのような傾向は見られ ず,むしろ逆の傾向が見られる場合もある.よって,変動圧の大 きさではなく周期が支配要因であり,短周期ほど位相遅れが大 きいと考えられる.また,開放時と密閉時の比較をすると,開放 時の方が位相遅れ率は大きくなる.



図 - 3 入射変動圧と水位変動幅の関係



図 - 4 入射変動圧と位相遅れ率の関係

4.まとめ

ケーソン式防波護岸背後の水位の変動特性を解明するために,捨石マウンド部及び裏埋め石部分を模した模型を用いた実験を行った.捨石マウンドの沖側部分に与えた変動圧と裏埋め石内の水位変動の関係を調べた結果,水位変動の大きさは周期には関係なく入射変動圧の大きさに比例すること,水位変動の位相遅れは入射変動圧の大きさには関係なく周期が短いほど位相遅れが大きいことが明らかになった.また,裏埋め石上端を開放した場合,密閉時よりも水位変動は大きくなり,位相遅れも大きくなることがわかった.さらに現在,理論計算も平行して行っており,実験結果とあわせて現象の解明を目指している.

## 参考文献

滝口和男(2002):ケーソン式防波護岸背後に生ずる吸出し災害に関する基礎的研究,防衛大学校修士論文.