

防衛大学校 学生会員 丹宗 正敏
 学生会員 吉田 泰啓
 正会員 重村 利幸

1. はじめに

近年、防波護岸背後の埋立砂が高波浪時に海中に吸い出され、護岸背後の地盤が沈下・陥没する、いわゆる「吸い出し災害」の発生が大きな問題となってきた。当校水工研究室では、1997 年から吸い出し災害の発生に支配的な影響を与えと考えられる変動圧の埋立砂層内への伝播特性について研究を始め、これまでに変動圧がマウンド出口から埋立砂層内へ放射状に伝播することや位相遅れは伝播距離に対してほぼ直線的に増大するが、変動圧自体は伝播距離に対してエキスポネンシャルに減衰することなどを明らかにした^{1), 2)}。しかしながら、これまで行ってきた実験では裏込石層の幅が 3 種類と少なく、間隙水圧計の配置や計測法にも問題があった。そこで、本実験では裏込石層の幅を従来の幅を補完する形で増やし、間隙水圧計の設置方法も工夫して実験を行い、変動圧の伝播特性について、さらに詳しく検討することにした。

2. 実験装置及び方法

実験にはピストン型造波機を備えた長さ 20m、幅 0.3m、深さ 0.6m の 2 次元造波水路を用いた。造波板より 15.2m の位置には、縮尺 1/30 のアクリル板製のケーソン模型を用いた防波護岸模型を設置した。図-1 は同模型の断面図である。捨石マウンド及び裏込石材には粒径約 10mm、比重 2.70 の砕石を使用し、埋立砂には d_{50} が 0.25mm、比重 2.59 の硅砂 5 号を使用した。一方、実験ケースは裏込石層の幅 B を 0.0、5.0、7.5、12.5cm の 4 通りとし、各ケース毎、間隙水圧計を 2 回に分けて埋立砂層内に設置（1 回目は測点 P1~6 点に、また 2 回目は P1, P7~11 点に）した後、周期が 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8 および 2.0 秒で、設定波高が 11.0cm と共通の 6 種類の入射波を送って、ケーソン模型の前面に非砕波の重複波を生成させ、各測点での変動間隙水圧を計測した。また、ケーソン前面の波形とマウンドの入口および出口での変動圧も各回、同時に計測した。なお、実験波の周期はフルード則を念頭に置き、波高は造波機の性能を考慮して上記の諸元を決定した。

3. 結果及び考察

波形、波圧ならびに変動間隙水圧は約 100 秒間、0.02 秒のサンプリング間隔でデータ化した。これらの各データはノイズ除去した後、ゼロアップクロス法を用いて各データの振幅とその位相を定めた。さて、埋立砂層内への変動圧の伝播特性は埋立砂層下部入口の測点 P1 を基準にしてそれぞれ変動圧の減衰と伝播中に生じる位相遅れを評価した。

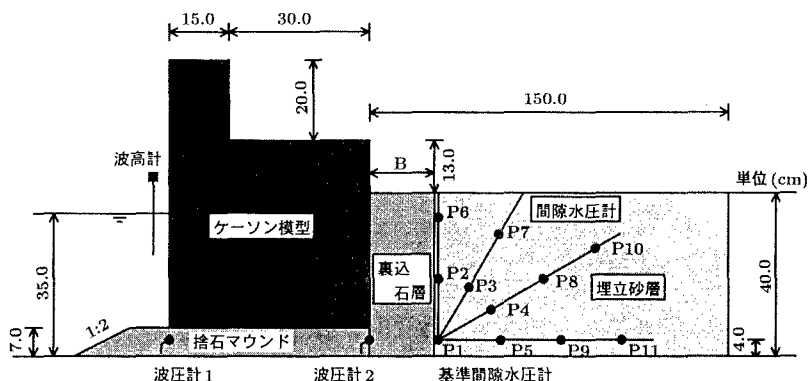


図-1 防波護岸模型の断面図

キーワード：防波護岸、吸い出し、変動圧、位相遅れ、減衰特性

〒239-8686 横須賀市走水 1 丁目 10 番 20 号 TEL0468-44-5913(内 3524) FAX0468-44-5913

3. 1. 変動圧の減衰特性

図-2 は、埋立砂層内各測点での変動間隙水圧の振幅 P_x の有義値と埋立砂層前面下部から各測点までの到達距離 X の関係を図示した一例である。ただし、 P_x は埋立砂層内の基準測点 P1 における変動間隙水圧の振幅 P_1 で無次元化し、伝播距離 X は水深 h で無次元化してある。回帰解析の結果、両変数の間には $\ln(P_x(1/3)/P_1(1/3))=-0.709(X/h)$ なる関係式が得られ、両変数の相関係数(r)は 0.857 であった。従って、この例の場合にも変動圧は伝播距離に対してエクスポネンシャルに減衰することが確認された。同様の解析を全ての実験ケースに対して実施した。その結果を表-1 に示す。この解析から、各実験ケースの場合とも変動圧は伝播距離に対して、エクスポネンシャルに減衰することならびに減衰係数は、裏込石層の幅 B よりも作用波の周期が増大するにつれて減少する傾向にあることが明らかになった。

3. 2 位相遅れ特性

図-3 は、同じケースで得られた位相遅れ Δt を作用波周期 T で無次元化したものと無次元伝播距離 X/h との関係を図示したものである。回帰解析の結果、両変数の間には $\Delta t/T=0.114(X/h)$ なる関係式が得られ、両変数の相関係数は 0.811 であった。従って、この例の場合にも、位相遅れは伝播距離に対して直線的に増大することが確認された。同様の解析を全ての実験ケースに対して実施した。その結果を表-2 に示す。この解析から各実験ケースの場合とも変動圧は伝播距離に対して、直線的に増大すること、ならびに位相遅れの係数はほぼ一定値をとり、同係数に対する裏込石層の幅 B や作用波の周期の影響は顕著には見られなかった。

4. おわりに

ケーソン型防波護岸背後の埋立砂層内における変動圧の伝播特性について実験的に検討した結果、変動圧は伝播距離に対してエクスポネンシャルに減衰し、位相遅れは伝播距離に対して直線的に増大することが確認できた。

参考文献

1) 横沼ほか：変動水圧の埋立砂内への伝搬特性について、土木学会第 52 回年講演概要集第 2 部, pp. 118-119, 1997.
2) Shigemura ほか：Propagation Property of Dynamic Pressure Through Reclaimed Sand Behind Caission-Type Seawalls, Ports 98, ASCE, Vol. 1, pp. 571-580, 1998.

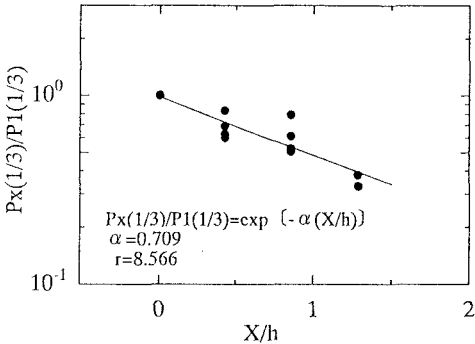


図-2 変動圧減衰の一例 (B=5cm, T=1.6s)

表-1 埋立砂層内に於る変動圧の減衰に関する解析結果

T	1.0s	1.2s	1.4s	1.6s	1.8s	2.0s	備考
α	1.107	0.948	0.851	0.827	0.813	0.809	ケース 1
r	0.899	0.868	0.838	0.856	0.870	0.883	B=0.0cm
α	0.896	0.009	0.066	0.775	0.694	0.631	ケース 2
r	0.774	0.971	0.929	0.959	0.938	0.849	B=5.0cm
α	1.238	1.079	0.866	0.813	0.693	0.836	ケース 3
r	0.971	0.969	0.879	0.851	0.840	0.887	B=7.5cm
α	0.909	0.075	0.886	0.628	0.693	0.493	ケース 4
r	0.887	0.910	0.879	0.855	0.839	0.836	B=12.5cm

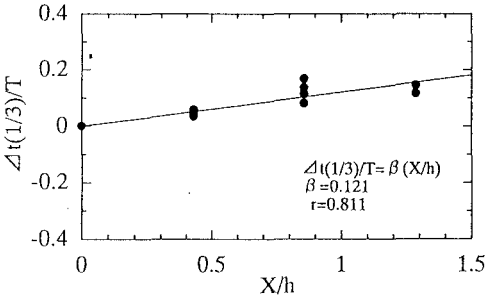


図-3 変動圧の位相遅れの一例 (B=5cm, T=1.6s)

表-2 埋立砂層内に於る変動圧の位相遅れに関する解析結果

T	1.0s	1.2s	1.4s	1.6s	1.8s	2.0s	備考
β	0.063	0.089	0.079	0.114	0.137	0.116	ケース 1
r	0.682	0.704	0.778	0.811	0.806	0.785	B=0.0cm
β	0.100	0.095	0.126	0.121	0.120	0.120	ケース 2
r	0.886	0.900	0.838	0.862	0.908	0.898	B=5.0cm
β	0.129	0.115	0.114	0.121	0.105	0.120	ケース 3
r	0.620	0.736	0.883	0.931	0.912	0.898	B=7.5cm
β	0.061	0.120	0.116	0.103	0.105	0.120	ケース 4
r	0.725	0.889	0.842	0.852	0.912	0.898	B=12.5cm