

高波浪時の越波排水機能に関する一考察

大成建設（株）技術センター 正会員 ○羽角華奈子
大成建設（株）技術センター 正会員 織田 幸伸

1. 目的

沿岸域の工場などでは、敷地周辺を護岸に設置したパラペットにより防御し、高波浪による越波を防いでいる。近年、気候変動の影響から、海面水位の上昇や台風の強化により、既往を超える高水位の発生やそれに伴う越波が今後発生すると予想される。事業継続のためには、越波した海水を速やかに排水する必要があるが、排水路の設計では、敷地の雨水による想定浸水深と外海の平均水位の差から簡易的に排水量が求められており、波浪による外海水位の時間変動の影響は考慮されていない。そこで、敷地内浸水時に、波浪が排水機能に与える影響を数値解析により検討した。

2. 解析方法

本検討では、敷地が雨水や越波により浸水し、外海水位は波浪により一定周期で変動するケースを想定した（図 1）。敷地内は一定水位であり、敷地内の雨水等による浸水はヒューム管のような一様断面の管路により排水されるものとする。この時、ヒューム管内はほぼ満管状態と仮定する。ここでは図 1 に示す通り、浸水した敷地を立坑とみなし、満管状態の管路で外海へ接続するものとしてモデル化した。外海水位は与条件として波浪の水位変動を入力する。解析には、連続式と運動方程式を用いたサージング解析モデルを使用した。基礎方程式は、以下の通りである。

連続式： $\frac{dh_2}{dt} = \frac{SV}{A}$

運動方程式： $\frac{dV}{dt} = \frac{(h_2 - h_1)g}{L} - \frac{n^2 g V^2}{R^{4/3}} - \frac{\sum \zeta V^2}{2L}$

ここで、 $h_{1,2}$ ：基準レベルに対する外海および敷地内水位、 A ：敷地面積、 V ：水路の断面平均流速、 S ：水路の断面積、 L ：水路長、 R ：水路の径深、 $\sum \zeta$ ：水路の形状損失係数の合計値、 n ：水路のマニングの粗度係数である。

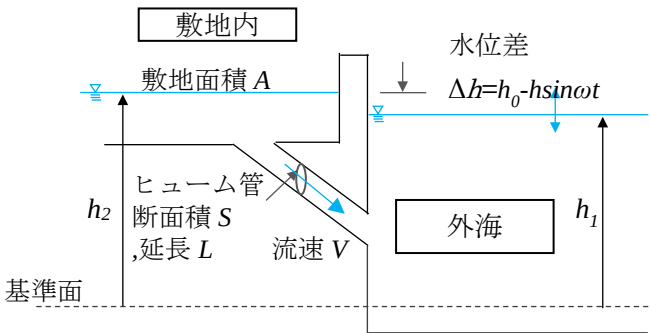


図 1 モデル模式図

3. 解析条件

敷地内水深は、その変動が無視できる程度に十分大きな敷地面積を与えることで、一定水深とし、外海は、平均水位から波浪（正弦波）により周期的な水位変動があるものとした。敷地と外海をつなぐ排水管は半径 0.5m の円筒形断面とし、延長は 10m とした。損失係数を表 1 に示す。敷地内水位と外海平均水位の差を 3 ケース、外海の波浪の波高を 4 ケース、周期を 3 ケースに設定した。解析の初期状態では、敷地内と外海は水位が等しく排水量は 0 とし、その後、外海水位を平均水位まで変化させ、外海水位が一定となった後、外

表 1 解析モデルの設定

立坑	管路	損失位置	損失係数	
			順流（排水）	逆流
敷地				
		管路入口	0.5	0.5
	排水管路		摩擦（粗度係数0.014）	
		管路排水口	0.5	0.5
外海				

表 2 ケース一覧

条件	設定値
敷地内水位と外海平均水位差	0.5m, 1.0m, 1.5m
波浪周期	6s, 8s, 10s
波浪波高	0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m

キーワード 排水，浸水，管路，高潮

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7234

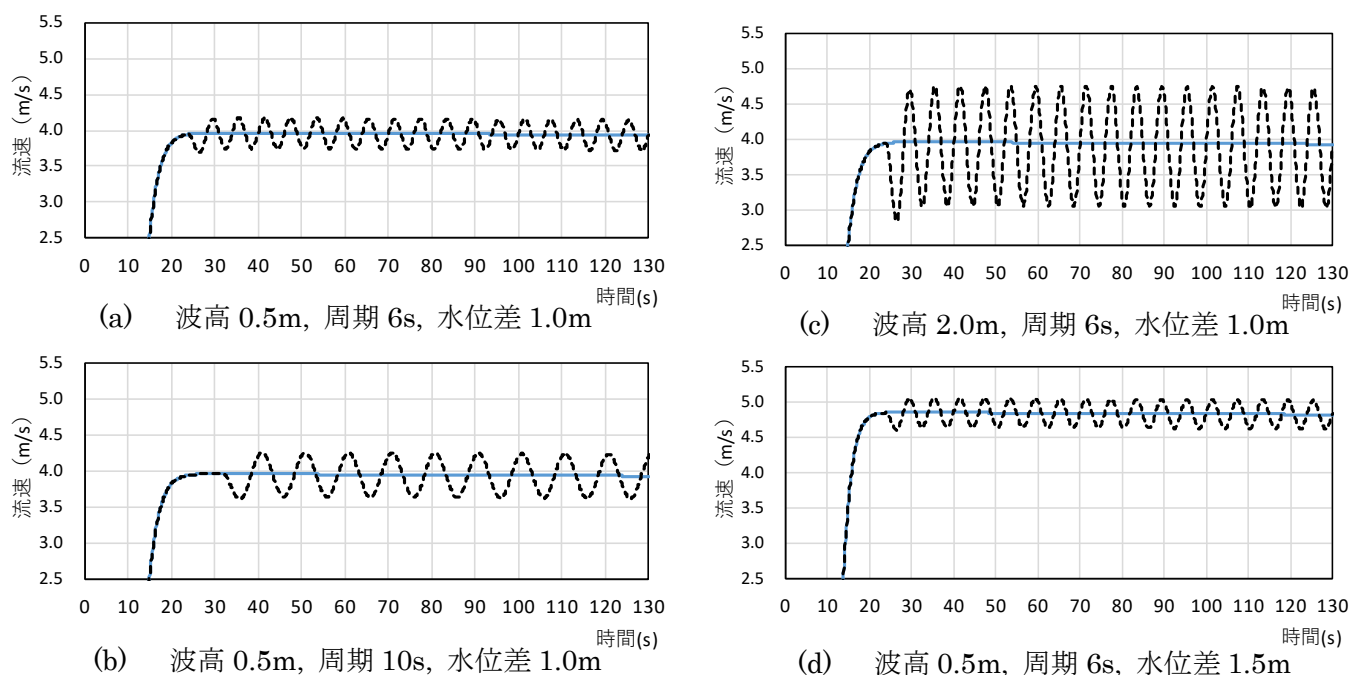


図2 解析結果時系列

海水位変動を与えた。解析ケースを表2にまとめる。

4. 解析結果と考察

管路内流速の時系列解析結果の例を、図2に示す。青線は外海水位が一定のケースであり、破線が外海に波浪を入力した場合の結果である。流速の変動成分は、波高が大きいほど大きく、周期が長いほど大きくなることが分かる。また、平均水位差が大きくなると、流速の変動成分は若干小さくなっている。

各ケースの平均排水量を、解析開始100s後から5周期分の平均流速を用いて算出し、波のない水位一定の場合の排水量と比較した。今回の条件設定では、波浪による水位変動がある場合、外海水位が一定の場合と比較して、最大2.5%の排水量の減少が確認された。外海波浪の波高および周期による排水量減少率の変化を図3に示す。図3(a)によれば、周期6sのケースで、波高の1.5~2乗に比例し、また、平均水位差の増加に伴い流量減少率は増加している。図3(b)では、平均水位差が1.0mのケースで、波高が0.5mの場合は周期に関わらずほぼ一定の排水量減少率であるが、波高が大きいケースでは周期の増加とともに排水量減少もほぼ線形で増加する傾向が確認出来る。

5. まとめ

雨水排水用の管路について、敷地内に浸水が発生した場合、外海水位の波浪による変動を考慮すると、排水量が低下することが分かった。その減少率は、波高が大きく、周期が長いほど大きくなり、また、水位差が小さい方が大きくなることを明らかにした。本検討の条件ではその減少率は小さかったが、より排水管の長さが長い場合など条件によっては、排水量が想定を下回るリスクが懸念される。沿岸域の重要施設の事業継続性計画においては、気候変動に伴う想定外の浸水を対象に、外海波浪の影響を受けて排水機能が低下することを考慮した検討が必要である。

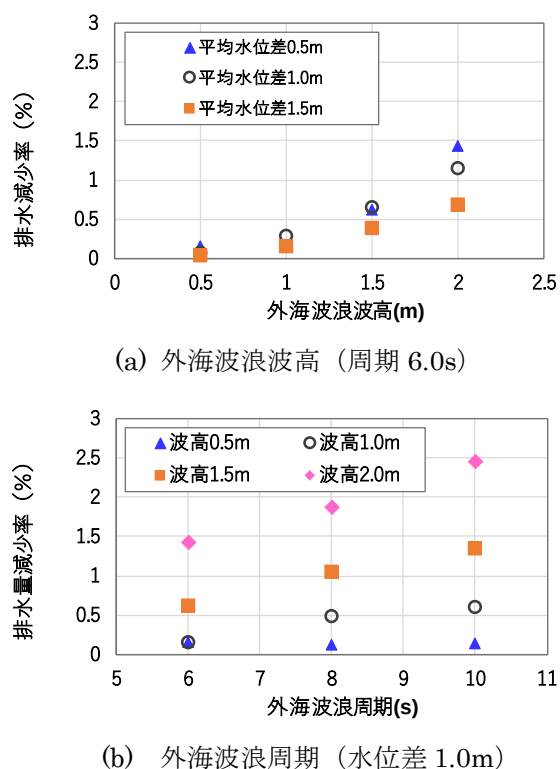


図3 排水量減少率