

フラップ式津波防護施設の水路模型実験と数値解析

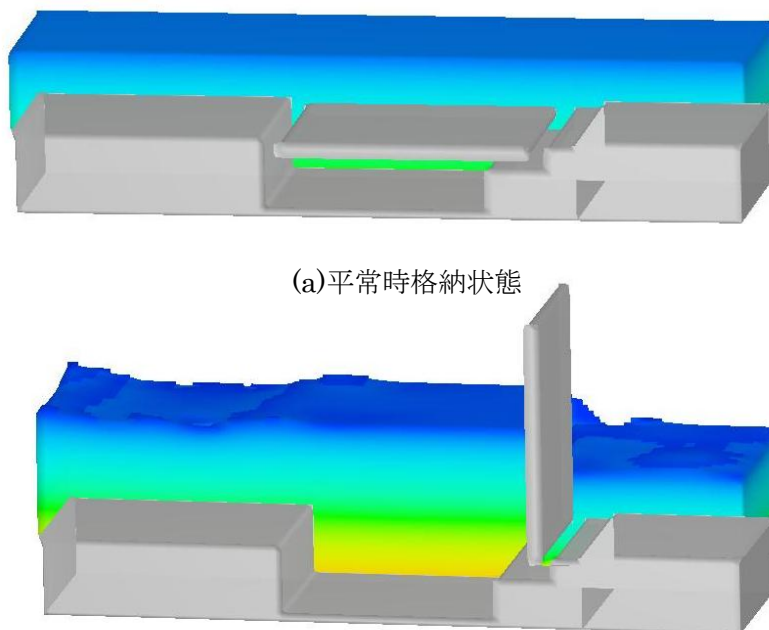
早稲田大学 学生会員 ○川田 晃大
 早稲田大学 フェロー 清宮 理
 日立造船(株) 正会員 仲安 京一
 日立造船(株) 正会員 木村雄一郎

1. 研究の概要 筆者らは海岸災害のハード面での対策の中でフラップゲート式の可動防波堤に注目し、研究を進めている。フラップゲートは、港口などに設置し平常時に海底地盤内に格納されており、船舶などの航行や景観を阻害することなく、水質環境への影響も小さい。津波の危険時には速やかに係留装置を解除し、浮力を用いてゲートを水面まで旋回浮上させる。水位差を利用して無動力で所定の高さまで起立し、津波の港内の浸入を防ぐ。津波襲来時のフラップゲートの挙動について、数値解析での検討および水路模型による実験と数値解析との比較を行った。

2. 水路模型実験 水路模型実験では水深 13 mの海域に設置する実装置を対象とし、縮尺比 1/30.675 (長さ 50m, 高さ 1.5m, 幅 1m) で二次元造波水槽を作成した(図-2)。水路床は 1/10 勾配の急勾配域と 1/100 勾配の緩勾配域により形成し、最後部に消波材を敷設した。使用した波高計は計 8 台(沖側から順に H1 から H8)、入力波については、砕波段波、波状段波、押波初動津波 3 種、引波初動津波 3 種とした。

3. 数値解析 数値解析は、水路模型をモデル化し、FLOW-3D で解析を行った。入力波は、水路模型実験において測定された、波高 7 mを想定した波状段波、波高 3 mおよび周期 3 分を想定した押波初動津波、波高 3 mおよび周期 3 分を想定した引き波初動津波の 3 ケースで H1 の波高計での波形を用い、そこを入力境界とした。境界条件は入力端(図-2(b)の左端)を圧力境界として水位を指定、最後部は透過率 50%の消波材を設定し壁境界、それ以外は全て

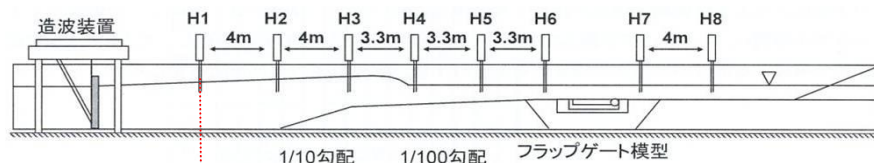
対称境界とした。解析時間はそれぞれ 100 秒である。図-3はフラップゲートモデルの概略図で、厚さが 0.038m



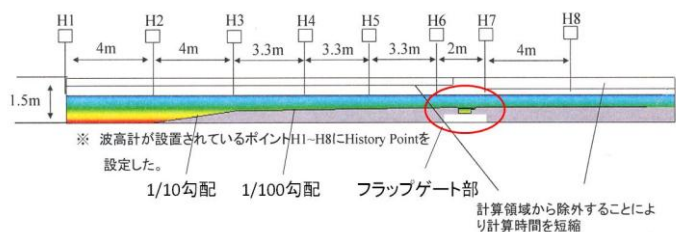
(a) 平常時格納状態

(b) 津波襲来時扉体起立状態

図-1 フラップゲートの概略



(a) 実験水路の概略



(b) 数値解析モデル概要

図-2 水路模型と数値解析モデル

連絡先

〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部清宮研究室 TEL 03-5286-3852

慣性モーメントが $1.467977 \text{ (kg}^2 \cdot \text{m)}$ と設定した。模型は下端をピンで固定され自由に動くことができる。また浮上後位置を固定するためのストッパー機能も取り付け、検討を行った。また、東北沖太平洋地震においては想定を上回る津波が襲来し、大きな被害を及ぼした。今回の解析においても、波高を想定の 1.5 倍、

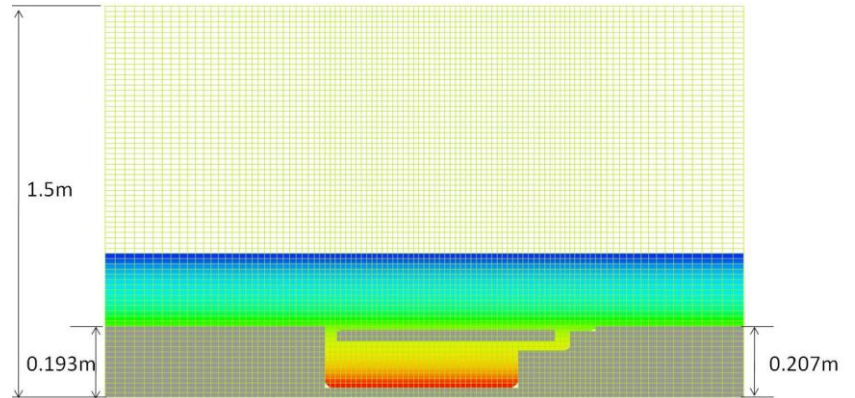
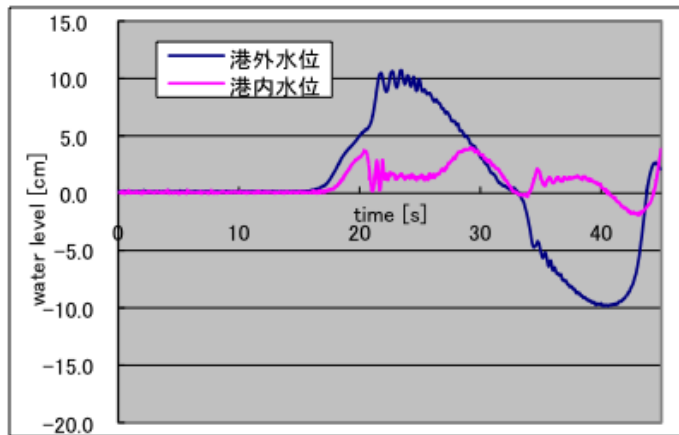


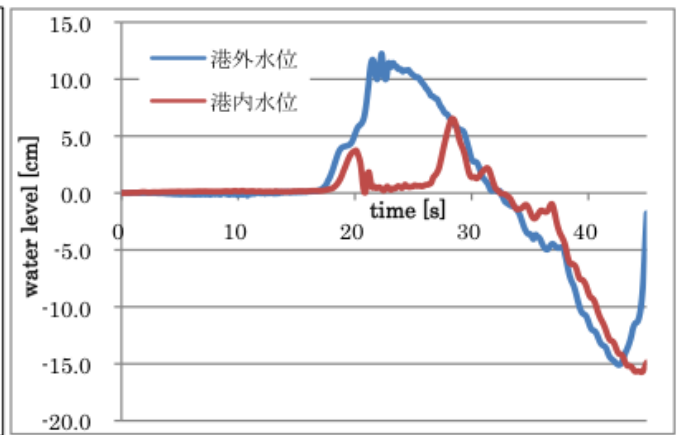
図-3 フラップゲートの概略図

2.0 倍にしたものを合わせて計算した。

4. 解析結果 計算結果の一例として、ストッパーを取り付けない場合の、押波初動津波の場合と水路模型実験での港内外水位を図-4に示す。数値解析と水路模型実験によって得られたフラップ角度の時間変化の結果を図-5に示す。ゲート角度は、水路模型実験ではストッパーにより倒伏角度が 40 度に制限されており、数値解析ではほぼ完全倒伏状態まで倒伏している。またそれにより、数値解析では水路模型実験よりも引波の影響が大きい。押波到達時の港外水位、ゲートの起立速度はほぼ一致した。実験では加速度計で計測を行った関係で、立ち上がり終了時と沈降終了時にスパイク波が観測された。

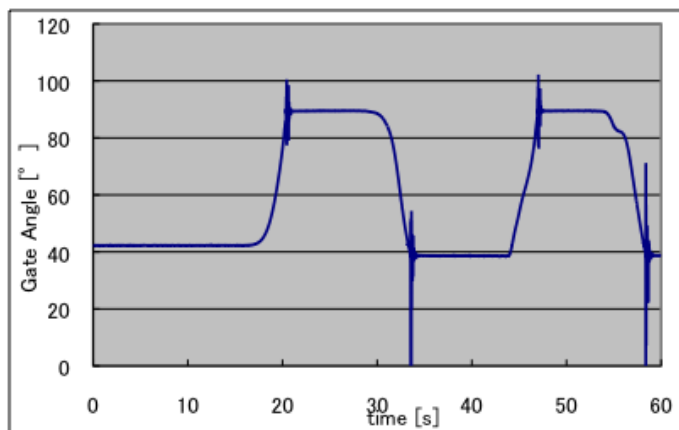


(a) 水路模型実験

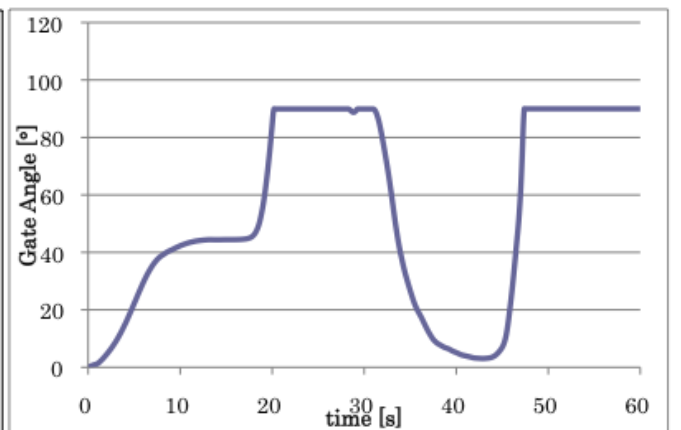


(b) 数値解析

図-4 港内外水位



(a) 水路模型実験



(b) 数値解析

図-5 ゲート角度

5. まとめ 実験結果、解析結果ともに、段波津波、引波初動津波および押波初動津波に対してフラップゲートによる津波の港内への侵入を抑止する効果が確認できた。引波による影響については、ストッパーを考慮することで港内の水位を保つことができる。