

地震津波・高潮へのフラップ式防護施設の挙動

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 筆者らは津波・高潮など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、研究を進めてきている。フラップゲートは扉体、函体、テンションロッドを主な部材とし(図-1)、海底に数基から数十基並列して設置され平常時は海底へ格納されており、船舶などの航行や景観を妨害することなく、環境負荷も小さい。津波などの危険時には係留装置を解除し、浮力を用いてゲートを速やかに水面まで旋回浮上させる。無動力で所定の高さまで起立し、高潮、高波の侵入を防ぐ。津波襲来時のフラップゲートの挙動について、今回数値解析および水路模型により調べ両者の比較を行った。

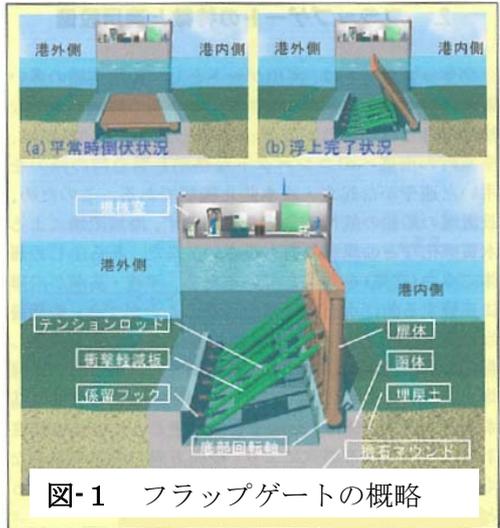


図-1 フラップゲートの概略

2. 水路模型実験 水路模型実験では水深 13m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)で二次元造波水槽模型を作成した(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 4 種、引波初動津波 4 種類とした。

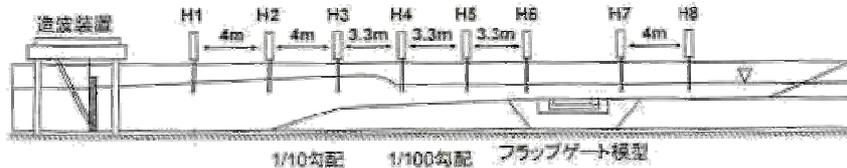


図-2 実験水槽の概略

3. 数値解析 数値計算モデルの概要を図-3に示す。今回は二次元モデルとし、FLOW-3Dで解析を行った。数値解析では、水路実験と同様のサイズで水路模型を作成した。入力波は、水路模型実験において測定された、波高 7m を想定した波状段波、波高 3m および周期 3 分を想定した押波初動津波、波高 3m および周期 3 分を想定した引波初動津波の三ケースで H1 の波高計での波形を用い、そこを入力境界とした。H2 以降の波高計は実験と同様の位置にポイントを設定し、境界条件は入力端(左端)を圧力境界として水位を指

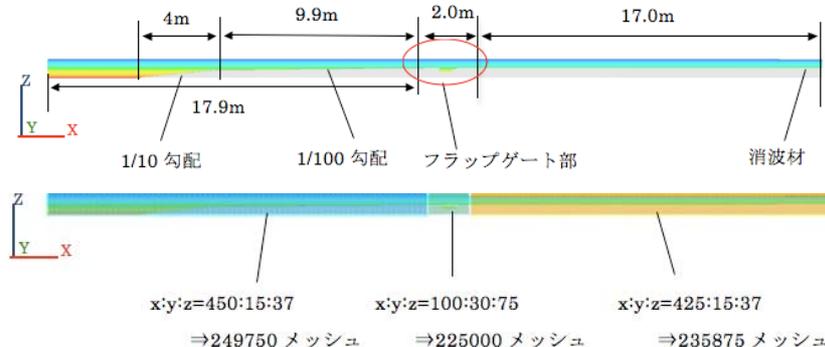


図-3 モデル概要

キーワード フラップゲート、津波、数値解析、水路実験

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

定, 図-3 の下端 ($z=0$), 右端 ($x=36.9$) にあたる境界を壁境界, それ以外を対称境界とした. 解析時間はそれぞれ 40 秒である.

図-4 はフラップゲートの模型での概略図である. フラップゲートは厚さが 0.038m, 材料条件は, 総重量が 11.0715 (kg), 慣性モーメントが $1.467977 (kg \cdot m^2)$ と設定した. 模型は一端をピンで床に固定され自由に動くことができる.もし浮上後位置を固定したい場合にはストッパー機能を取り付ける.また段波など衝撃

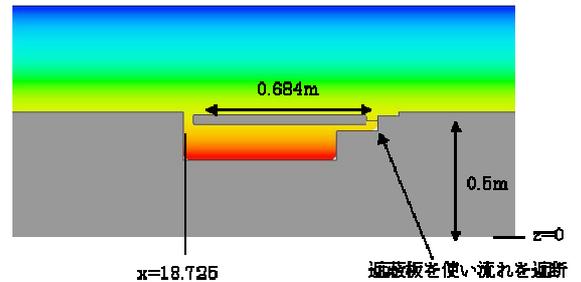


図-4 フラップゲートの概略図

的な力が作用する場合にはダンパーを入れる.今回の実験でもこの機能をばねで動かしてある.

4. 解析結果 計算結果の一例として, 押波初動津波の場合の港内外水位を図-5 に, 図-6 に水路実験結果をそれぞれ示す. 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-7 および図-8 にそれぞれ示す. フラップゲートの挙動については, 実験ではあらかじめ浮力によりゲート角度を 40° 程度まで自然に浮上させてからのデータとなっているのに対し, 解析では完全倒伏状態からの解析であり, また波が到達するまでに十分な時間がとられていないため, 40° 程度まで自然に浮上した直後に波が到達し, 速やかに完全起立状態になっている. 比較項目として引波時の港内水位, 引波時のゲート倒伏角度, 津波到達前の港内外水位変化などがある.港外水位はほぼ両者で一致したが, 港内水位は水路実験での側壁からの流入などの影響で性状がかなり異なった.ゲートの起立については速度がほぼ一致した.しかし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図-8 に示すようにスパイク波が観測された.

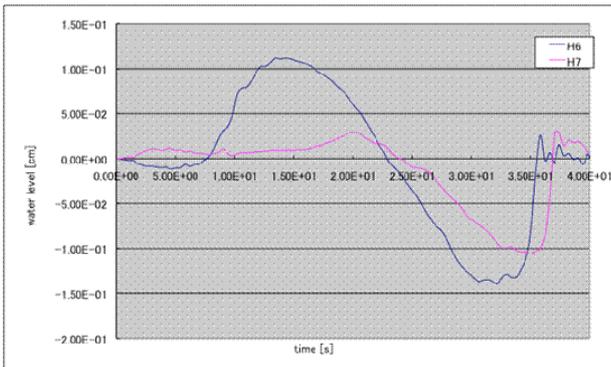


図-5 港内と港外水位 (数値解析)

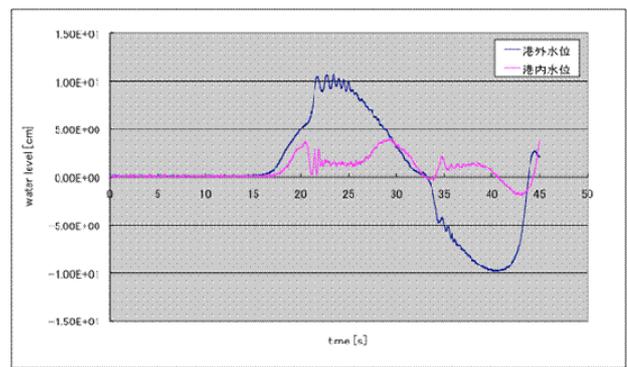


図-6 港内と港外水位 (水路実験)

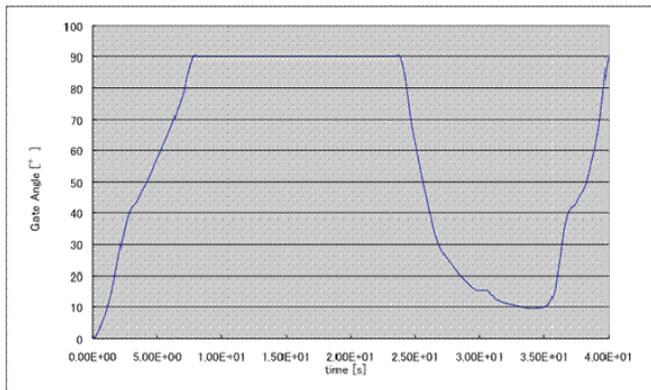


図-7 ゲート角度 (数値解析)

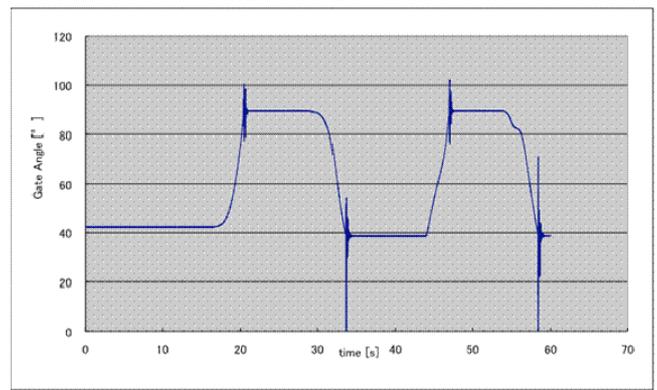


図-8 ゲート角度 (水路実験)

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. 引波初動津波に対してはストッパーを取り付けることで港内の水位を保つことができる.今後はモデルを三次元化して解析を進めていく予定である.

- 参考文献 1) 仲安京一, 木村雄一郎: フラップ式津波防波堤の開発, Hitz 技報, 2008,68(2),pp.16-21
 2) 清宮理 他: フラップ式水門に作用する段波津波の特性, 海洋開発論文集, 2006,pp.571-576
 3) 新里英幸 他: フラップゲート式可動波除堤の透過特性に関する研究, 海洋開発論文集, 2009,pp.719-724