

## 津波用フラップゲートに作用する津波波力の挙動

早稲田大学 学生会員 黒木 一弥  
早稲田大学 フェロー 清宮 理

**1. はじめに** 近年、東海地震や東南海地震など津波の来襲を伴う大規模地震の発生が予測され、沿岸域では津波対策の整備が要望されている。この対策施設のひとつとして津波用フラップゲートを提案し、水理特性、力学特性について研究を進めている。フラップゲートは図1に示すように海底部側はピン構造で、海底部のヒンジ周りに扉体が回転する仕組みになっており、ゲート内部に圧縮空気を送り込み中の海水を排水し浮き上がらせることでゲートが開かれる。水位差に抵抗しフラップの姿勢を保持するためチェーンや鋼棒などのテンション材により固定する。フラップゲートは常時海底に設置され、津波の危険が予測されたときに起立して津波の湾内への侵入を防ぎ、危険が去ると再び海底に沈む。よって景観の妨げや航行障害物になることがない。フラップゲートは、湾口や河口などに設置し津波の来襲、遡上を防止し沿岸部を防御する施設である。本研究では、日本の中でも特に津波被害が大きいと予測される東北地方の港湾地域での対津波用フラップゲートの適用性について検討する。フラップゲートを設計するにあたり、フラップゲートの有無による港湾地区の遮蔽効果について検討する。具体的には、海水の遡上高さや陸地での海水の通過流量、波圧分布について三次元波動解析で検証を行った。

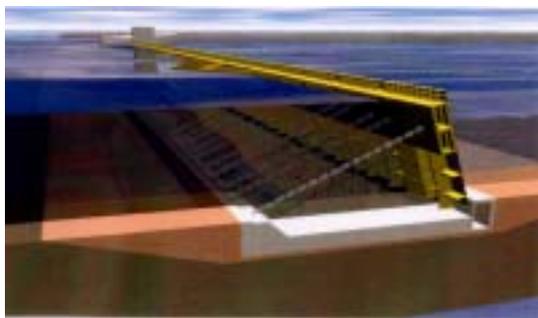


図1 フラップゲートの概要

**2. 計算モデル** 今回は三次元モデルにて流体解析ソフトFLOW-3Dを用いて解析を行った。対象地区を三陸地方に多く存在する小規模の港湾地区と

し、図2に示すように湾口にフラップゲートを設置する。解析範囲は港湾部分を中心に、津波来襲方向をフラップゲートに直交する方向とする1400m×1200mの範囲をモデル化した。また陸地の一番低い部分はTP+2.7mとし、フラップゲートは幅25mで構造総延長100m、津波防波堤天端高さがTP+8.5mで、壁高さ18.3m、海側への傾斜角度は75度である。

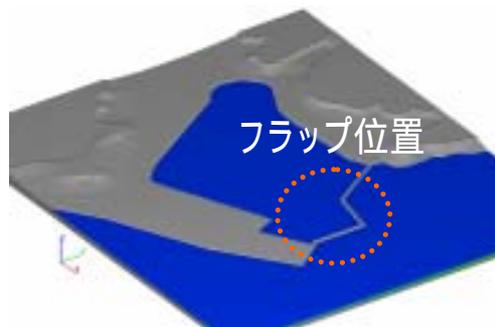


図2 フラップゲートのモデル図

**3. 解析条件** 図3に解析メッシュ図を示した。解析領域をx:1400m×y:1200m×z:47m(-25m~22m)とし、x,y方向を5mピッチ、z方向を1.88mピッチでメッシュを分割する。境界条件として沖側にy方向2.0m/sの一樣な流速を与える。また陸側には流出境界を与え、初期高さ0での静水圧を考慮し反射波は考慮していない。海底摩擦は考慮していない。解析ケースはフラップゲートを設置した場合、無い場合に加えゲート4基の内一基が動作しない場合(維持管理で取り外している時、船舶の衝突で機能不全等)を考慮する。計算時間200秒とした。

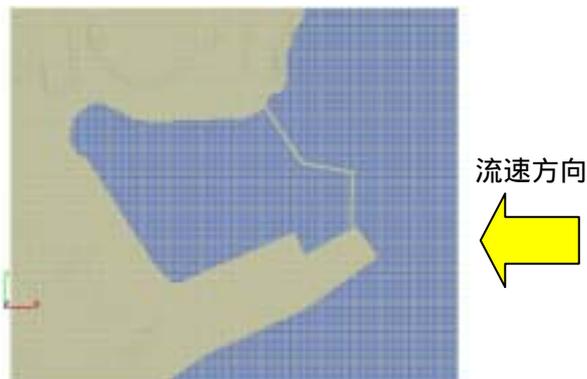


図3 解析メッシュ図

キーワード 津波、フラップゲート、遡上高さ、通過流量、波圧分布

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学社会環境工学科清宮研究室 TEL 03-5286-3852

**4. 計算結果** 図4の の位置で出力した海水の遡上高さの時刻歴を図5に、また図4の X-min 境界を通過する海水量和の時刻歴を図6にそれぞれフラップゲートを設置した場合、無い場合、ゲートが一部動作しない場合とで示す。

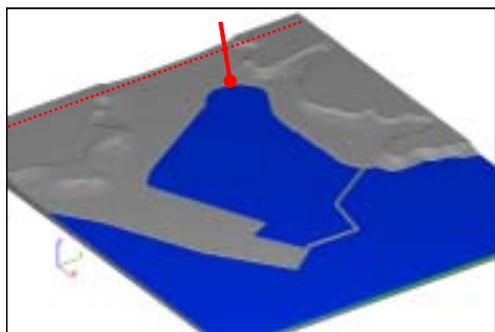


図4 水位・流量測定

の位置での海水の遡上高さを示したグラフにおいて、フラップゲートが無い場合では7m以上の高い水位が生じているが、フラップゲートを設置した場合にはこれを5m以内に抑えることができた。を通過する海水量和のグラフではフラップゲートを設置した場合、流入する海水の量を大幅に抑えることができた。またフラップゲートが一部動作しない場合については、どちらのグラフも設置した場合の半分ほどしか効果がないという結果が得られた。図7に津波波力分布を、フラップゲートを設置した場合とゲートが一部動作しない場合とで示し、谷本の提案式の算定結果と比較する。谷本の提案式は長波により  $h/L < 0.04$  の非砕波の条件に対して、鉛直部分について静水面上6.0mの高さで0, 静水面で2.2  $gH$  となる直線分布で水面下は同様としている。フラップゲートを設置した場合と一部動作しない場合を比較すると、設置した場合の方がやや大きな波圧となったものの、ほとんど同じ形状の波圧となった。

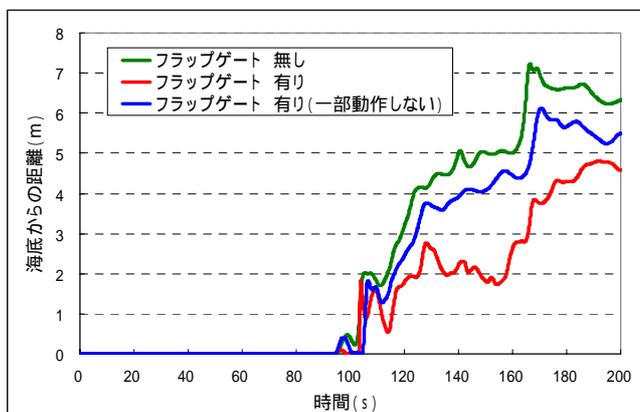


図5 位置での海水の遡上高さ時刻歴

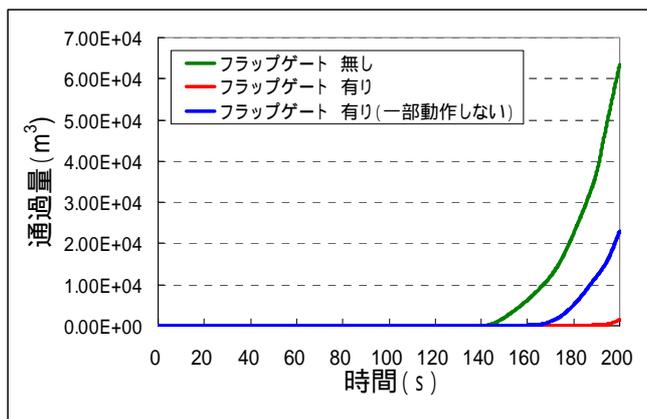


図6 ラインを通過する海水量和の時刻歴

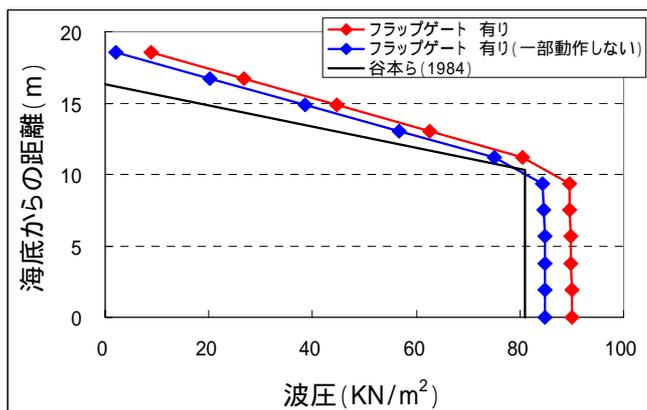


図7 津波波力分布と設計式との比較

**5. 結論** (1) フラップゲートを設置した場合には、境界を通過する流量が激減していることから、フラップゲートは津波遮蔽に対して有効であるといえる。(2) フラップゲートを設置した場合には港湾に流入してくる海水の量が抑えられ浸水地域が減少したが、その代わりに埠頭側から海水が回り込むため、流入も多く見られた。(3) 津波波力分布のグラフはフラップゲートを設置した場合、一部動作しない場合に関わらず谷本らの提案式とほとんど同じ形状になった。(4) 今後は、フラップゲートを設置した場合の、海水の回り込みによる埠頭側からの流入についてさらに検討していく予定である。

**参考文献** 1) 清宮理, 下迫健一郎, 仲保京一, 高木芳朗, 木村秀雄, 岡田晃佳: 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(海洋開発シンポジウム), 2006.7, Vol.22, pp.691~696, 2) 黒木一弥, 清宮理: 津波用フラップゲートに作用する津波波力の挙動, 第31回地震工学・応用地学に関するシンポジウム(三大学院シンポジウム), 平成19年3月, pp.5-6