

フラップゲートに作用する段波津波の波力特性

早稲田大学 学生会員 ○佐野 裕二郎

フェロー 清宮 理

1.はじめに フラップゲートは海底に設置されており、津波の危険が予測されたとき起立して津波を防ぐ水門である。常時は水中にあり、景観の妨げや、航路での障害物にならない。海底側は、ピン構造でヒンジ周りに扉体が回転する構造である。圧縮空気をゲートに送り込むことで、内部の海水を排水し浮かび上がらせることでゲートが開く仕組みになっている。水位差に抵抗しゲートの姿勢を保持するために、チェーンや鋼棒などのテンション材によって固定してある。津波が過ぎた後は、下に回転させ扉体を水路床に格納する形である。フラップゲートは、扉体内部に設けた空気室や扉体に取り付けた浮袋に空気を出し入れすることでこれを起立・倒伏させる構造であり、短時間で起立や倒伏が可能であることから、緊急性が求められる津波対策にも有効と考えている。フラップゲートは津波対策として、湾口・港口などの浅海域から河口などの水深の急変する場所を適用範囲として想定しており、長周期の水位変動としての津波と段波形式の津波による検討が必要である。そこで、段波津波に対する、固定式と動揺式の2種類の二次元水理模型実験を実施して、フラップゲートに作用する津波外力（波圧特性，最大波力），津波作用時のゲート挙動などを明らかにし、フラップ式ゲートの基礎的な特性を把握した結果について述べる。

2.水理模型実験 まず今回の実験で用いた実験水槽については、実験水路は水路長 25m，水路幅（貯水部）2m，水路幅（流水部）1m，水路高さ 1.5m の装置である。模型縮尺は 1/50 になっている。水槽に貯水して扉を一気に開放させることで段波を発生させる。



図1 実験水槽

図2 水深および段波波高

入射波実験では、各下流水深（0cm，10cm，20cm）における水頭差を 5cm ピッチで変更し，それぞれの実験ケースに対応した段波波高（5cm,10cm,15cm,20cm を目安）が発生する水頭差（上流水深 - 下流水深）を決める。段波入射波実験によって決められた段波を用いて，固定式実験と動揺式実験を行う。

固定式実験では，各下流水深において，角度(75°,90°)を固定したフラップゲート模型に4つの高さの段波を作用させ，扉体に作用する波圧と波速，反射波高，伝達波高の測定を行う。ゲートの前面のゲート底部から，5cmピッチで波圧計を取り付け，ゲートの後面がロードセルに衝突する力を計測する。

動揺式実験では，各下流水深において，扉体を固定しない状態（初期扉体角度 4°,15°,26°）で扉体に4つの高さの段波を作用させ，扉体に作用する波圧と段波の波速，反射波，伝達波の測定を行う。ゲートの前面のゲート底部から 10cm ピッチ，後面にも 10cm ピッチで波圧計を取り付け，ゲート前面には2本のテンションロッドを取り付け，ゲートに作用する力を計測する。計測間隔は 1/1000 秒で波速の計測は，扉体前面に設置した2台の波高計より求める。また扉体の挙動はビデオにより撮影して立ち上がり状況を観察する。

キーワード 津波段波、フラップゲート、水理実験

連絡先 〒160-0017 新宿区大久保 3-4-1 早稲田 51 号館 16F - 01 TEL03-5286-3852 E-mail 21cent-yujiro117@toki.waseda.jp

3. 実験結果

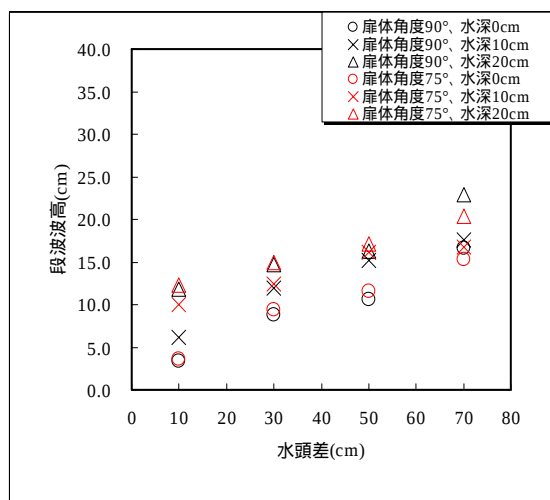


図3 水頭差と段波波高

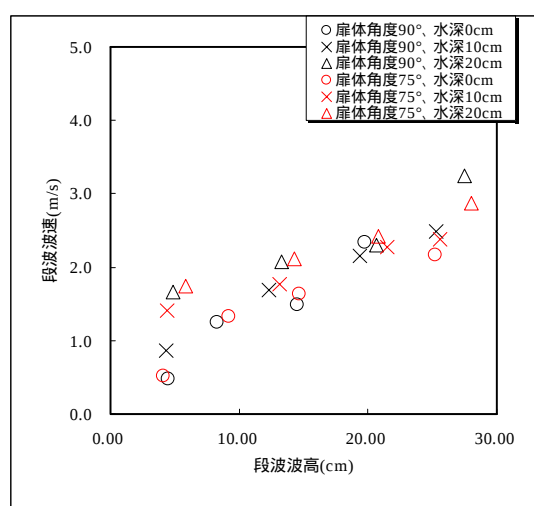


図4 段波波高と段波流速

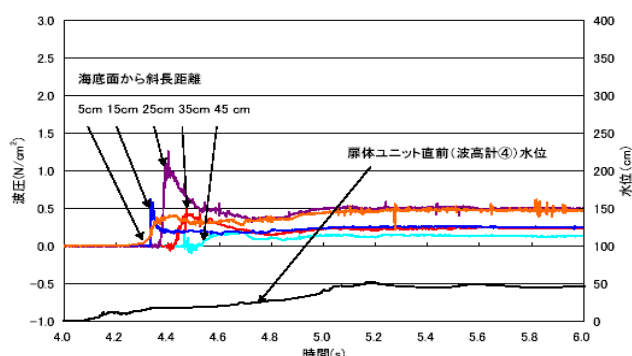


図5 固定式における波圧計荷重と水深の変化(図5, 6は下流水深10cm、水頭差50cm)

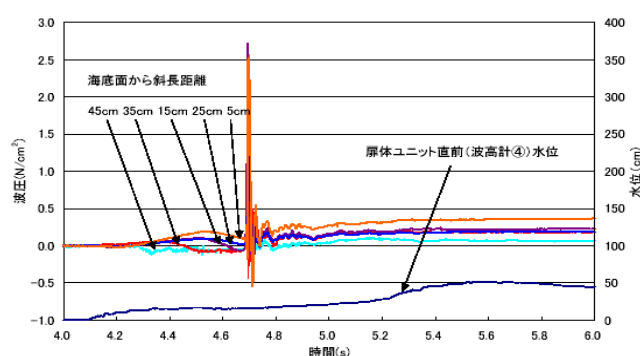


図6 動揺式における波圧計荷重と水深の変化

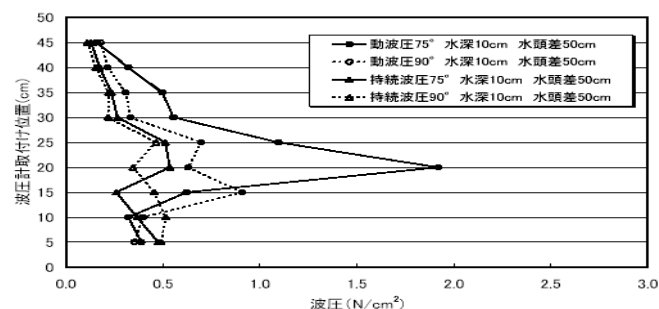


図7 固定式によるピーク波圧

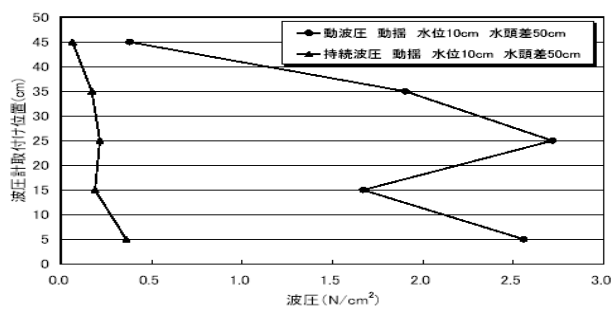


図8 動揺式によるピーク波圧

4. まとめ 固定式実験と動揺式実験にて以下の結論を得た。

- (1) 扉体角度の違いは、段波の流速には影響せず、水頭差が大きいほど、段波波高も大きくなる。
- (2) 段波波高が大きいほど、段波流速も大きくなり、水深が深いほど、段波流速も大きくなる。
- (3) 固定式の最大動波圧は段波衝突時に生じる。最大動波圧は扉体角度が小さいほど大きくなるので扉体角度の決定は十分注意する。
- (4) 動揺式の場合には、段波衝突後に扉体が完全に起立した瞬間に衝撃的な最大動波圧を生じる。扉体起立時に衝撃力を緩和するような対策（機構）が必要である。

あとがき 本研究は大型水門の開発に関する研究会(独)港湾空港技術研究所, 石川島播磨重工業株式会社, 川崎重工業株式会社, 新日鐵製鐵株式会社, JFE エンジニアリング株式会社, 日立造船株式会社, 三井造船株式会社、及び三井造船株式会社)による共同研究の一環として実施した。