

地盤上に設置した津波用フラップゲートの段波津波による挙動

早稲田大学 学生会員 ○佐野 裕二郎

早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. はじめに 津波用フラップゲートは図1に示すように地盤上の防潮堤間等に設置し、津波来襲したとき起立して津波を防ぐ構造になっている。また海岸線では、引き波時の水深が0の状態では津波が来るときがある。このような状況を想定して、津波来襲時、直ちに浮力で立ち上がり津波の侵入を防ぐゲートを筆者らは提案している。ゲートの機構として人力で操作することなく津波の力により自力で起立して、防潮堤の開口部や湾口で津波の侵入を防ぐことができる。ただ起き上がるときに大きな津波力が作用すると予測されるため、二次元水理模型実験を実施し、ゲートに作用する津波波力および津波到着時のゲートの挙動などを明らかにした。

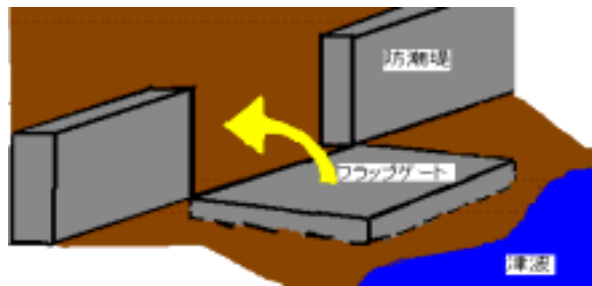


図1 海岸線陸上における設置

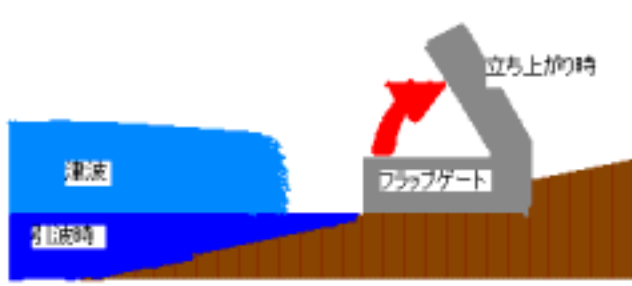


図2 引波時における状況（海底設置）

2. 水理模型実験 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 の規模である。模型はアルミと塩化ビニールで製作し寸法はゲート高さ 52.5cm、ゲート幅 99 cm、厚さ 5cm である。水路端部に設置された水槽に貯水し、扉を一気に開放させることで水路内に段波を発生させる。

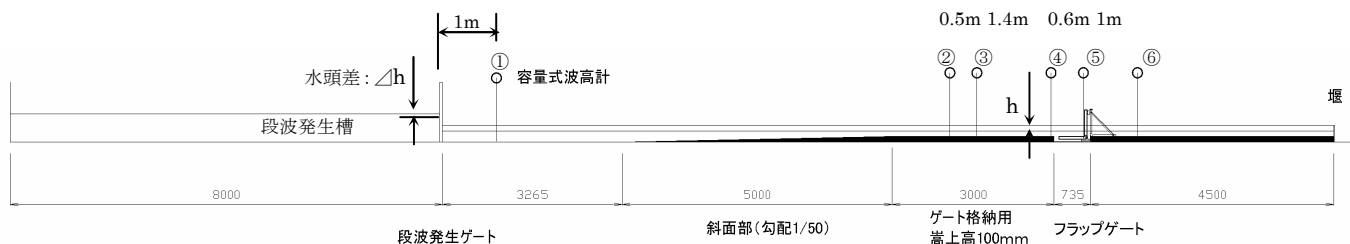


図-3 実験装置全体図

所定の段波波高（5cm,10cm,15cm,20cm を目安）が発生する水頭差を決め、一種のダム破壊法で実験を行う。実験では、写真1に示すように扉体を水路に寝かした状態で段波を作用させると、扉体の浮力と津波が扉体の下部に侵入することによる波圧により急激に立ち上がる。立ち上がった後は扉体に取り付けられたテンションロッドにより所定の位置に固定される。この状態で津波の侵入を防ぐことができる。測定項目は、波圧と段波の波速、反射波、伝達波の波高である。ゲートの前面にゲート底部から 10cm ピッチ、後面にも 10cm ピッチで波圧計を取り付ける。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ひずみゲージで計測する。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。ゲートが立ち上がった状況を写真2に示す。



写真1 水路床に設置した模型フラップ

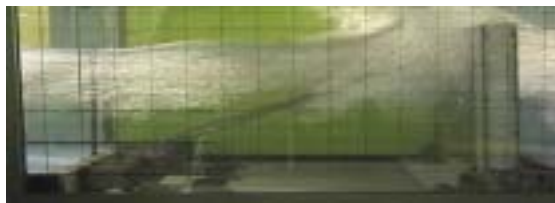


写真2 段波がフラップに衝突した状況

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

表1 水頭差による段波の波高と波速

水頭差 Δh (cm)	段波波高 ζ (cm)	波速 C (m/s)	算定式による 波速(m/s)
10	4.5	0.5	1.1
30	8.3	1.3	1.5
50	14.5	1.5	2.0
70	19.7	2.3	2.4

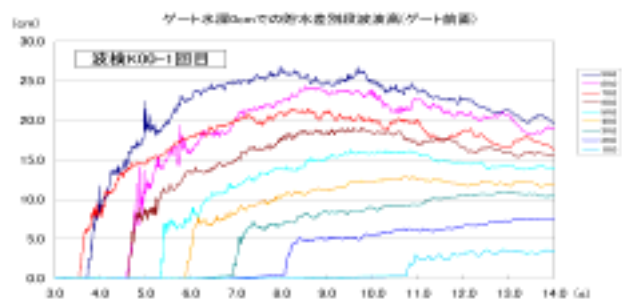


図4 波高の時刻歴(水深0cm,)

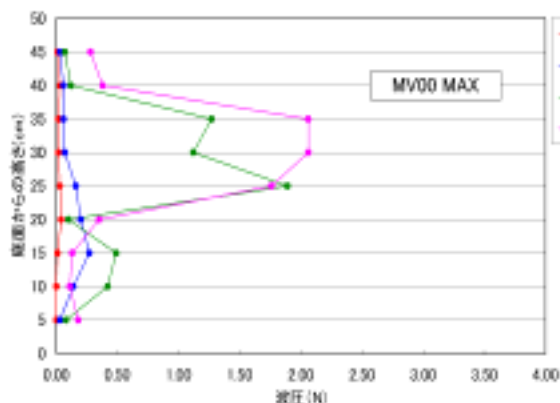


図5 ピーク波圧の鉛直分布

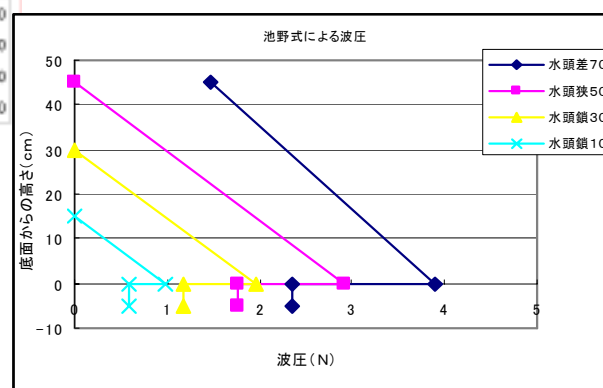
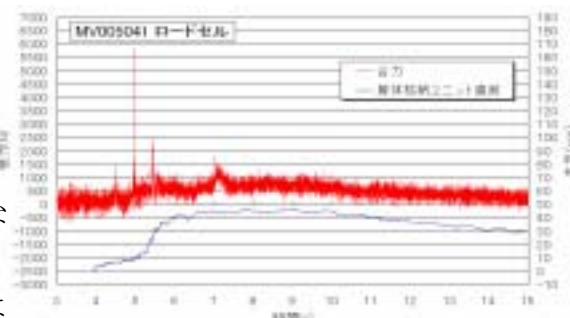


図6 理論式による波圧(池野、谷本ら)

3. 実験結果 表1に段波津波の実験諸元を示す。図4に段波の波高の模型のない検定時の計測結果を示す。図5に扉体表面に取付けた波圧計で得られた最大値を得た時の鉛直分布を示す。貯水槽と水路の水頭差が50及び70cmのとき段波は越波した。波高が小さいときは静水圧分布に近いが、高くなると波圧は扉体上部で大きくなり下部では小さい値となった。段波津波の鉛直波圧分布は図6に示すように池野、谷本らにより式が提案されているが、今回の実験結果と大きく波圧分布



形状が異なっている。図7にゲート後部に取付けたロードセルにかかる荷重の時刻歴を示す。やや雑音に乗っているが段波が到着した時に大きな衝撃軸力が発生した。またテンションロッド2本の合計荷重の最大値は水頭差10cmで590.59N、30cmで3184.70N、50cmで5825.10N、70cmで8250.29Nという結果になった。

4. まとめ 水理模型実験から以下の主要な結論が得られた。(1)水路実験では水頭差が大きいほど、段波波高と波速も大きくなった。この段波津波により水路内に設置されたフラップゲート模型は、到着後直ちに起き上がり津波の通過をほとんど遮断した。(2)扉体に作用する波圧は波高が小さいときは静水圧的な分布に、波高が大きい時は扉体上部に集中した。また段波津波の波圧提案式の値と大きく異なった。扉体が立ち上がる際と急激に停止した時の波圧については今後検討していく必要がある。(3)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軸力が、テンションロッドに生じた。扉体起立時に衝撃力を緩和する対策(機構)の開発が必要である。

あとがき 本研究はフラップ式水門の開発に関する共同研究((独)港湾空港技術研究所, 石川島播磨重工業株式会社, 新日鐵製鐵株式会社, 日立造船株式会社)の一環として実施した。また実験水路は東京海洋大学の施設を利用させていただいた。

参考文献 1) 清宮理, 下迫健一郎, 仲保京一, 大久保寛, 長谷川巖: 高潮・地震津波用フラップ式水門の越波及び波力特性について, 海洋開発論文集, 平成17年7月, Vol. 21, 2) 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, 平成18年7月, Vol. 22