

陸上設置型フラップゲートの津波追従性能に関する検証実験

日立造船株式会社 正会員 木村 雄一郎
 日立造船株式会社 正会員 仲保 京一
 日立造船株式会社 森井 俊明
 日立造船株式会社 正会員 新里 英幸

1. はじめに

地震発生後に短時間で港口を閉鎖し、港内への津波の浸入を抑制するフラップゲート式可動防波堤の開発が進められている(白井ら¹⁾,2005;木村ら²⁾,2009など)。フラップゲート式可動防波堤は、通常海底に倒伏し、図-1のように、浮力と港外水位の上昇を利用することにより無動力で起立する。陸上設置型フラップゲートは、従来の海底設置形式のフラップゲートを応用したものであり、護岸の嵩上げあるいは陸閘門として陸域で使用される防潮設備である。本設備は、従来の陸閘ゲート(例えば、横引きゲート)と比較して、設備を構成する機器が少なく、人為的な操作および動力を必要としないため、津波発生時における開閉動作に関して、高い信頼性が期待できる。また、図-2(a)あるいは(b)のように、連結した浮体で扉体を構成することにより、水位に追従した浮上および倒伏動作が実現される。本研究では、連結浮体により構成される陸上設置型フラップゲートに関して、津波を模擬した水位変化に対する浮上・倒伏動作の確実性を検証することを目的として、平面水槽を用いた水理模型実験を実施した。

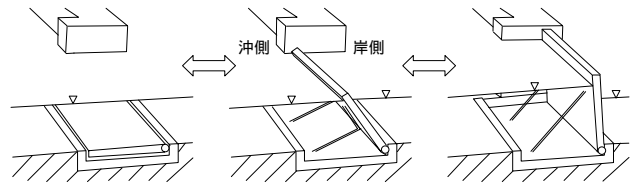
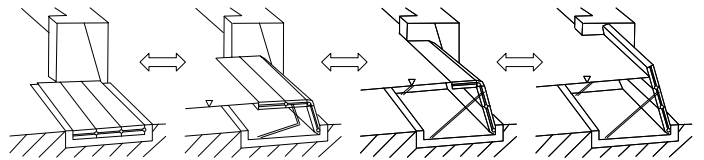
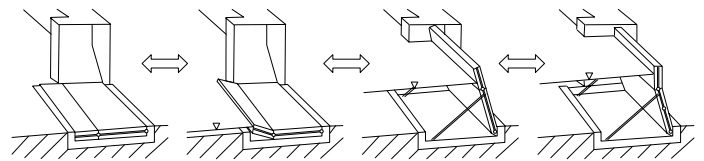


図-1 フラップゲート式可動防波堤 (従来の海底設置形式)



(a) 浮体連結型



(b) 先端起立先行型

図-2 陸上設置型フラップゲート

2. 実験内容

実験は、4m(L)×3m(W)×1m(H)の凸型の平面水槽を用いて、模型縮尺1/4で実施した。模型の起立時の高さは0.77m、幅は1.5mであり、高さ方向に3分割した浮体連結型、先端の浮体を先行起立させる先端起立先行型および一体型の3形式の模型を使用した。実験装置の写真を図-3に、概略図を図-4に示す。実験模型は水槽の凸部に設置され、水槽の模型側の側壁およびフラップゲート模型によって防潮ラインが再現される。水槽の他の3側面には津波流れ造流装置が設けられており、模型の前方および側方から到来する流れを発生させることができる。実験では、表-1のように水位変化の速度を調節し、水深を0mから0.75mまで上昇させた後0mまで低下させることで、押波津波による水位変化を模擬した(実機換算水位変化:0m 3m 0m)。データの計測に関して、水位(3点)のほか、扉体への作用流体力を支持するテンションロッドの軸力(1対;2点)、扉体の前面に作用する圧力の鉛直分布(6点)、扉体を構成する各浮体の角度(3点)およびフラップゲート直前の流速(1点)についてサンプリング周波数100Hzでの計測を行った。



図-3 起立状態のフラップゲート

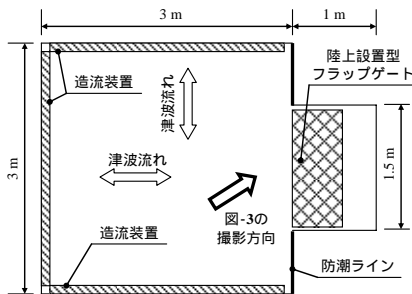


図-4 実験装置の概略図

表-1 実験条件

	水位の上昇および低下速度 [m/min.]		
模型換算値	0.05	0.10	0.15
実機換算値	0.1	0.2	0.3

キーワード 陸上設置型フラップゲート, 陸閘, 津波, 高潮, 無動力, 操作レス

連絡先 〒592-8331 大阪府堺市西区築港新町1丁5番1 日立造船(株)産業機械事業部 TEL 072-243-6714

3. 実験結果

フラップゲート模型の前方から津波流れを作用させた実験ケースに関して、水位、扉体角度およびテンションロッドへの作用荷重の時間変化を図-5、図-6 および図-7 に示す。各図において、(a)は一体型模型、(b)は浮体連結型模型に関するものであり、それぞれ、横軸と縦軸は模型ベースでの時間と各物理量を示した。また、図-5~図-7 は、模型ベースで0.15m/min.の水位変化を与えた実験ケースによるものである。

図-5 より、模型前面の水位は、時間に対して線形的に変化している様子が確認できる。図-6(a)より、一体型模型の扉体は、水位上昇時には水位に応じて徐々に起立したが、水位低下時にはある水位に達した時点で急激に倒伏した。このとき、図-5(a)において、扉体の倒伏によって水面に乱れが発生しているのがわかる。一方、浮体連結型では、先端の浮体が倒伏した際に水面に乱れが生じたものの、その変動量は小さかった。これは、扉体を構成する各浮体が、水位変化に応じて段階的に起立あるいは倒伏し、急激な動作が抑制されているためである。図-7 より、一体型模型のテンションロッドに作用する荷重は、水位の上昇に対応して2次関数的に増加しており、静水圧によって扉体に作用する荷重と概ね一致した。浮体連結型は、扉体に作用するモーメントの一部を、底部の回転軸部で支持する構造である。よって、一体型模型と比較して、テンションロッドへの作用荷重の最大値は小さくなった。

津波流れを側方から作用させたケースにおいても、扉体は水位の変化に追従して起立および倒伏動作を行った。また、水位の上昇速度を変えて実験したケースでも、扉体は水位変化に適切に追従して動作することが確認でき、いずれの実験ケースにおいても、陸上設置型フラップゲートの十分な止水効果が確認された。

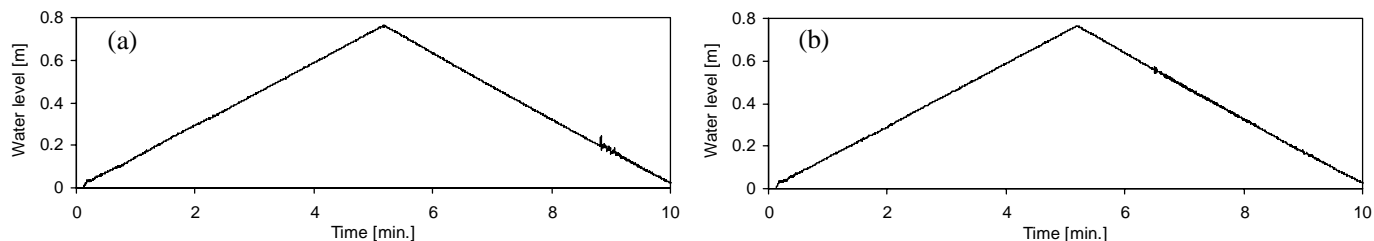


図-5 押波津波を模擬した水位の時間変化 ((a)一体型, (b)浮体連結型)

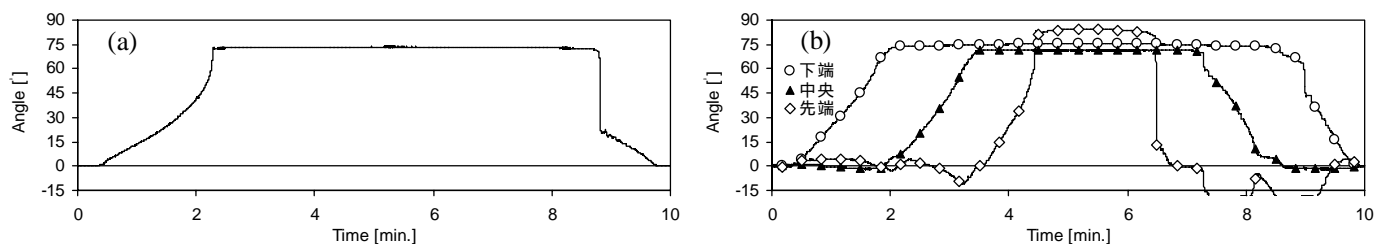


図-6 扉体の角度および扉体を構成する各浮体の角度の時間変化 ((a)一体型, (b)浮体連結型)

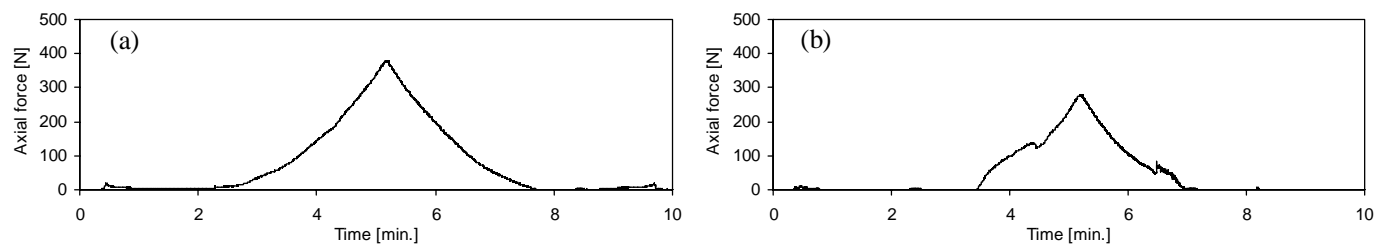


図-7 テンションロッドに作用する荷重の時間変化 ((a)一体型, (b)浮体連結型)

4. まとめ

本研究を通して、陸上設置型フラップゲートが津波に対する防災設備として十分に機能することを確認した。また、扉体を高さ方向に分割した浮体連結型のフラップゲートは、一体型と比較して、水位変化に対する追従性が高く、起立あるいは倒伏時における扉体の急激な動作を抑制できることが確認された。

参考文献

- 1) 白井秀治ほか：高潮・津波対策用のフラップ式可動ゲートの開発，海洋開発論文集，第21巻，pp.109-114，2005。
- 2) 木村雄一郎ほか：フラップゲート式可動防波堤の波圧応答特性に関する実験的研究，海岸工学論文集，第56巻，pp.806-810，2009。