

### フラップゲート式可動防波堤の扉体動揺に関する平面水槽実験

日立造船株式会社 正会員 ○山川 善人  
 日立造船株式会社 正会員 新里 英幸  
 日立造船株式会社 正会員 仲保 京一

#### 1. 目的

フラップゲート式可動防波堤は、図-1 に示すように扉体、扉体を格納する函体および扉体起立時に扉体上部荷重を函体に伝達するテンションロッドを主部材として構成される。扉体は所定の幅で分割され、底部回転軸を中心に旋回起立することで連続した防波堤を形成する。津波や高潮が予想されるとき、係留を解除することで浮力によって扉体先端が水面まで浮上し、その後の津波・高潮により生じる港外側水位と港内側水位との水位差により所定の高さまで起立する。このとき、波浪により各扉体の動揺にばらつきが生じると、隣接する扉体間の隙間が大きくなり、透過水量も多くなることが懸念される。本研究は、平面水槽を用いて扉体動揺実験を実施し、各扉体の動揺量およびそのばらつきによる扉体間からの透過水量への影響について検証することを目的とした。

#### 2. 実験内容

実験装置全体配置を図-2 に、模型設置状況を図-3 に示す。平面水槽は止水板により領域 1～3 に分け、領域 2 を港内、領域 3 を港外とし、領域 2 と領域 3 の境界開口部に扉体 7 ブロックを有する縮尺比 1/40 のフラップゲート供試模型(扉体幅 25cm×7 ブロック)を設置している。ここで、港内面積/開口長は実機換算で 823 m<sup>2</sup>/m であり、領域 1 と 2 を分ける止水板の内側には港内側の反射波の影響を実際と近づけるため、反射率が 0.3 になるように消波材を配備している。実験は、領域 1 の貯水をポンプで領域 3 の噴出口から排出し、領域 3 の水位を上昇させることで津波(押波)を表現し、同時に造波装置により波浪外力を模型に与え、浮上状態のフラップゲート扉体が底部回転軸を中心に回転運動する 3 次元動揺実験を行った。水深は実機換算で 13m (実験水深 32.5cm) とした。規則波実験の波条件は実機換算で波周期 4s～12s の約 1s 毎、波形勾配 0.02, 入射波の波向  $\theta$  を 0deg.～30deg. (10deg 毎) とした。不規則波は多方向不規則波として、実機換算で有義波周期 4s, 有義波高 0.5m とした。なお、港外側水位上昇量は、実機換算で 4m/20min とした。

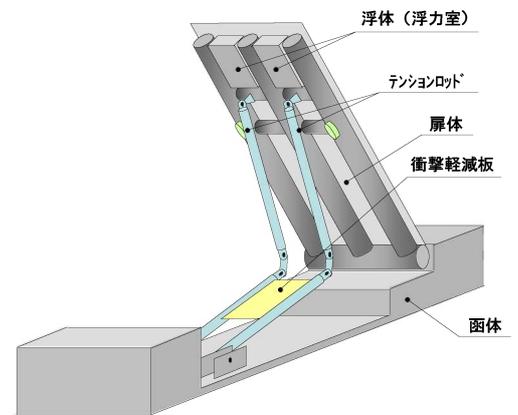


図-1 フラップゲート

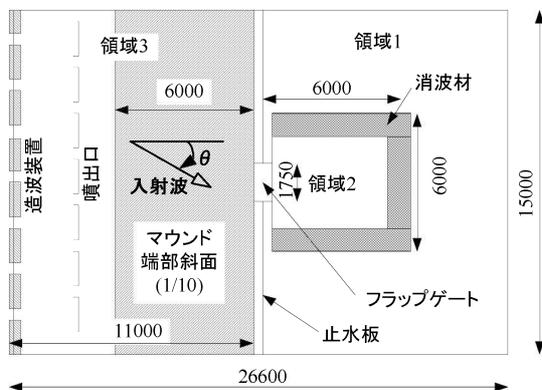


図-2 実験平面図

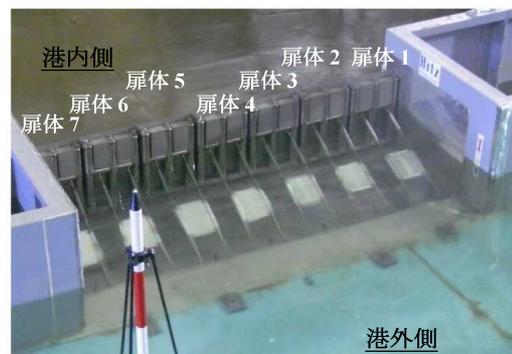


図-3 供試模型

キーワード フラップゲート, 可動式防波堤, 高潮, 津波, 扉体動揺角

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)産業機械事業部設計部 TEL 072-243-6829

3. 実験結果

規則波と津波同時作用下において波向 30deg, 波周期 8s に対する扉体 1 と 2 および扉体 6 と 7 の動揺角とそのときの扉体ブロック間の角度差を図-4 に示す. 図中の{A}は入射波のみが作用し反射波による影響を受けない時間帯, {B}は入射波と側壁や港内側からの反射波が共存し, 扉体が反射波の影響を受けながら動揺する時間帯, {C}は入射波と反射波が共存する中で, 扉体が浮上状態から起立状態に移行する時間帯を表す. {A}と{B}の時間帯は, 隣接する扉体の動揺差は±2deg 程度と小さいが, {C}の時間帯では, 隣接する扉体間のばらつきが大きくなる. 図-5 は波向 0deg のときの動揺角を示し, 波向 30deg のときと同様に{C}の時間帯に各扉体のばらつきが認められる. 図-6 に各波向に対する港内側水位上昇量を示す. 図より透過水量はどの波向に対しても大差はなく, {A}, {B}, {C}のどの時間帯に対しても大きな違いは認められない. 図-7 に不規則波と津波同時作用下での扉体角度と港内側水位上昇を示し, 図-8 に同条件下において隣接する扉体頂部を緩く連結し, {C}の時間帯においても扉体のばらつきが大きくなるようにしたときの実験結果を示す. 図-7 および図-8 より, ばらつきによる透過水量への影響は小さいことがわかる.

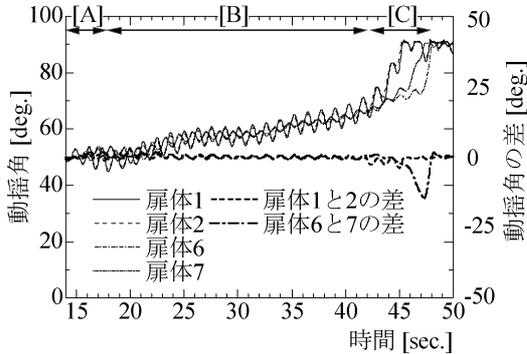


図-4 扉体運動と隣接扉体の動揺差の時系列(波周期 8s)

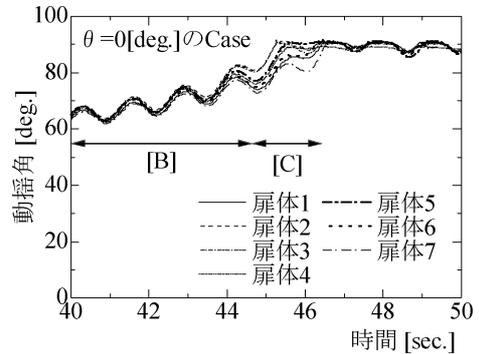


図-5 波向 0deg の扉体運動の時系列 (波周期 8s)

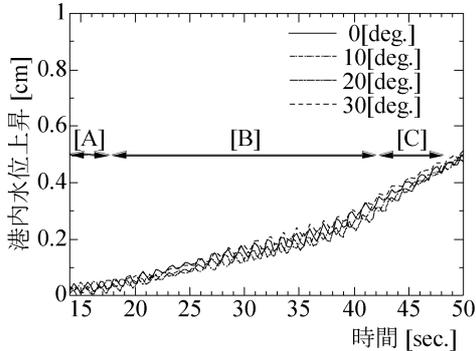


図-6 港内水位上昇量の時系列 (波周期 8s)

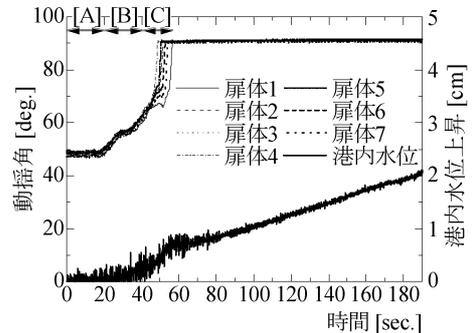


図-7 不規則波中の扉体運動(連結なし)と港内水位上昇の時系列

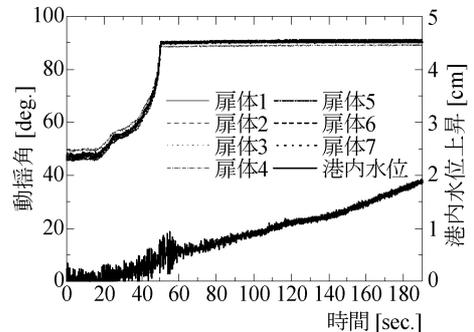


図-8 不規則波中の扉体運動(連結あり)と港内水位上昇の時系列

4. まとめ

(1)規則波単独作用下では, 波向の違いによる透過水量への影響は小さい. (2)各扉体の動揺のばらつきは, 扉体が浮上状態から起立状態へ移行する比較的短い時間帯のときに顕著となるが, それ以外の時間帯でのばらつきは小さい. (3)扉体を連結しない場合と扉体を連結してばらつきを抑制した場合の透過水量には大きな差はなく, フラップゲートの扉体動揺のばらつきによる影響は小さい.

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) 白井秀治ほか: フラップ式可動ゲートの津波低減性能に関する模型実験, 海洋開発論文集, 第 22 巻, pp. 577-582, 2006.