

長径間型フラップゲート式防潮堤における隣接扉体接続部への作用力特性

日立造船株式会社 木村雄一郎
 山川善人
 谷尾大地
 名古屋大学 水谷法美

1. はじめに

津波や高潮による沿岸水害あるいは集中豪雨による都市水害への防災ならびに減災設備として、フラップゲート形式の防潮堤が開発されている¹⁾。当該設備は、通常地面に倒伏し、浸水時には、浮力を利用して起立し、連続した止水壁を形成するため、人為操作や動力機械を必要としない。既に各方面にて実用化が進んでいる従来のフラップゲート式防潮堤(図-1参照)は、両側部の戸当り内にカウンターウエイトが設けられており、これらが扉体動作開始の補助ならびに動作完了時の制動の役割を果たすことで、水位への追従性を確かなものとしている。しかし、このカウンターウエイトは、扉体先端の両側2点で扉体本体を支持しているため、扉体幅の長大化に伴い支持間隔も増加し、経済的な設計を行う上で制約が生じる。そこで、径間の広い開口部への適応や防潮堤そのものとしての利用を想定し、カウンターウエイトを扉体の背後に設置することで、支持間隔の長大化を抑制した形式(図-2参照; 以下、長径間型フラップゲート式防潮堤と呼称)の開発を進めている。この設備は、扉体を所定幅で分割することにより支持構造を独立させる一方で、止水の連続性を確保するため扉体間を止水膜で接合することを基本としている。ただし、本構造では、隣接する扉体の角度差が大きくなった場合、止水膜にも負荷がおよぶことになる。そこで、本研究では、津波の作用条件と扉体の応答に着目し、長径間型フラップゲート式防潮堤における隣接扉体の接続部の設計に必要なデータを収集することを目的として、水理模型実験を通じた検討を行った。

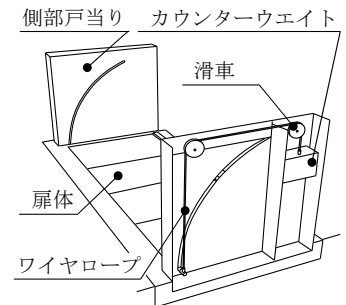


図-1 従来型

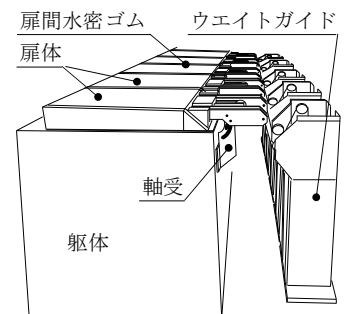


図-2 長径間対応型

2. 水理模型実験

実験は、11m(W)×28m(L)×0.8m(H)の平面水槽を用いて行った。水槽内には、護岸を模擬した基台上において、想定する実機の1/4スケールとなる0.25m(W)×0.25m(L)の扉体8門を倒伏状態で設置した。実験模型を図-3に示す。各扉体には、水平面からの起伏角度を測定するための傾斜角センサ、扉体前面には、水面の勾配を捕捉するための波高計をそれぞれ設置した。ここでは、隣接する扉体が角度差を持って動作するよう、汀線に対して45度の角度で孤立波を入射させ、扉体前面における水位変化と扉体の応答について、1000Hzのサンプリング周波数で同時計測した。

本設備は、隣接する扉体の角度差が扉体自体の厚さ以下となるよう専用の金具(次章では、扉体連結金具と呼称)で制限している。具体的には、6.6度までの角度差が許容される設計であり、この角度を超えて扉体が動作しようとした場合、当該金具には負荷が加わることになる。

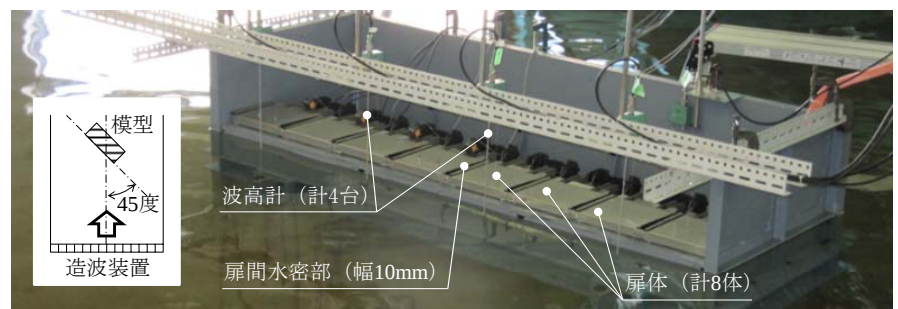


図-3 実験模型と平面水槽内における配置

キーワード: 長径間型フラップゲート式防潮堤、津波、無動力、操作レス、隣接扉体

連絡先 〒551-0022 大阪市大正区船町2丁目2番11号 日立造船(株) 技術開発本部 技術研究所 TEL:06-6551-9435

3. 実験結果

扉体前面の水位と扉体角度との関係を図-4に示す。この関係は、造波実験に先立って事前に計測したものであり、水位変化に追従して起伏する場合の扉体の角度を示すものである。図-5に、本試験での斜め入射波作用時における、扉体前面の水面勾配の時間変化を示す。この図より、最も急峻となった際の水面勾配の絶対値は0.052であり、隣接する扉体幅に換算すると最大0.014m ($= 0.052\text{m/m} \times 0.26\text{m}$) の水位差が隣接扉体前面で生じていたことを確認した。また、図-6に、ある扉体が水位に追従して先行的に浮上し、これに隣接した扉体が前者の扉体に牽引されて起き上がる場合における双方の扉体の軌跡と扉体前面水位との関係を示す。図中の黄緑色の曲線は、図-4における曲線の縦軸と横軸とを反転させたものであり、茶色の曲線は、6.6度の角度差をもって牽引された隣接扉体の軌跡に相当する。この図における双方の曲線の差が隣接扉体間で許容可能な水位差（以下、許容水位差と呼称）に相当し、本実験における最大水位差がこの許容水位差を超過した場合、扉間を連結する金具には牽引力（引張荷重）が生じることになる。図-7に、許容水位差（緑色）、本実験における最大水位差（桃色）、および、後者と前者との差（水色）をそれぞれ示す。この図における水色の曲線より、扉体角度に応じた扉間連結金具への負荷の変化を確認できる。この負荷について、縦軸を本実験模型スケールの荷重に換算したものを図-8に示す。これより、2体の扉体のみを考慮した場合における、本実験条件の下での扉間連結金具への負荷は、最大で2.25 Nであったと推定できる。この数値は、実機スケールに換算すると144 Nであり、設計により十分対応可能な水準であるといえる。本実験にて使用した孤立波は、波形勾配が $H/L=0.015$ 程度であり、一般的な津波の波形勾配と比較して大きい。よって、実際の津波作用時には、本検討にて算出した荷重を前提とした設計によって耐えうるものと判断できる。

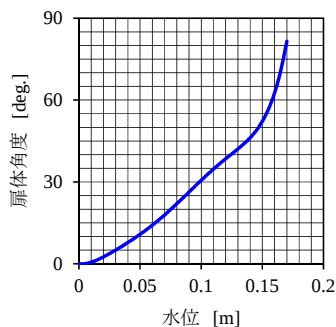


図-4 水位に追従した扉体の角度変化

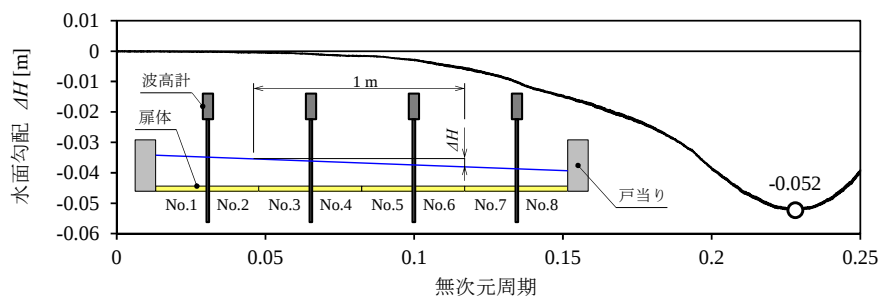


図-5 扉体前面における水面勾配の時間変化

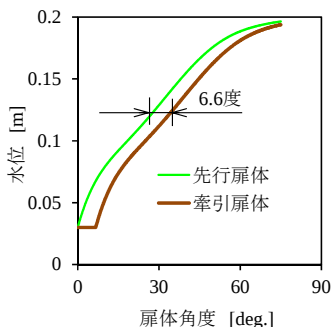


図-6 先行扉体と牽引扉体の軌跡

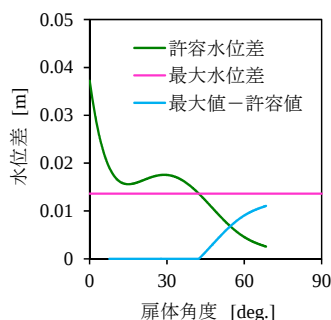


図-7 許容可能水位差と最大水位差との差異

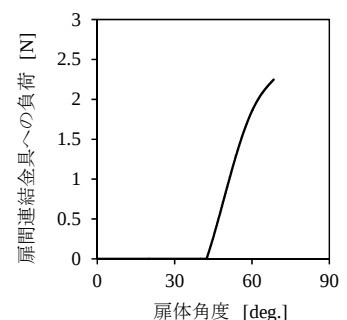


図-8 扉体連結金具への負荷

4. おわりに

長径間型フラップゲート式防潮堤を対象とした水理模型実験を通して、当該設備における重要部材に生じる負荷について検討した。この結果、当該部材を合理的に設計するためのデータを収集でき、定量的な評価を行えた。ただし、本設備は、通常2体以上の扉体を備えた構造となるため、複数扉体の連成運動を考慮した設計も必要となる。

参考文献

- 1) 木村雄一郎ほか、陸上設置型フラップゲートの津波追従性に関する検証実験，第 65 回土木学会年次学術講演会，II-065.
- 2) 平野瑞樹ほか、長径間型フラップゲート式防潮堤の津波応答特性，第 70 回土木学会年次学術講演会，II-183.