

フラップゲート式可動防波堤の倒伏時の係留特性に関する実験的研究

日立造船株式会社 正会員 ○坂上 幸謙
 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

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起立時に水压荷重を受け持つテンションロッドを主部材として構成される。津波・高潮発生時には、扉体は函体との連結部を回転軸として起立し、起立完了時には連続壁として港口を閉鎖できる。扉体の浮上には、災害時の起立動作の信頼性を高めるとともに、扉体の浮上力を常時監視できるようにすることを目的として、扉体部は常に浮力を有した状態に保ち、函体部から係留部材により鉛直下向きに荷重を加えることで倒伏状態を保持する構造を採用している（図-2 参照）。静水中において、扉体を倒伏状態に保持するために必要な係留力については、静力学的な力の釣り合いから容易に算出できる。しかし、倒伏状態のフラップゲート上を波浪が通過する際の係留力の変動については、その算定は容易ではない。本研究では、倒伏状態のフラップゲート上に波浪が作用する際の係留力を測定することを目的として、2次元造波水槽にて規則波を用いた水理模型実験を実施した。

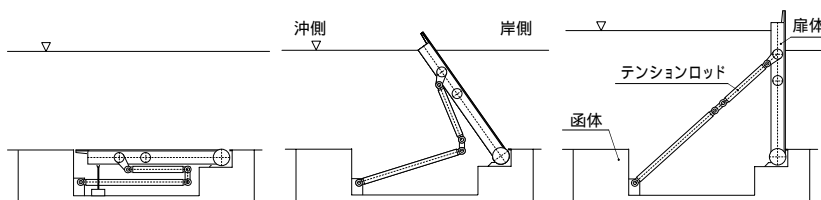


図-1 フラップゲートの概略図

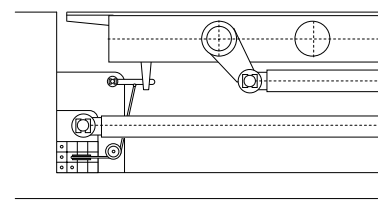


図-2 実機の扉体係留機構の例

2. 実験内容

実験は、長さ 50m、幅 1m の造波水槽を用いて、模型縮尺 1/30 で実施した。実験装置全体の概略を図-3 に示す。実験模型は、水深 11m の実海域を対象とした実機を模型化したもので、実機の扉体一門の高さは 22m、扉体幅は 10m であり、対応する模型の扉体高さは 71.7cm、扉体幅は 32.5cm となる。水槽幅は 1m で、実験模型は扉体 3 門を有した構造とした。3 門の扉体は、それぞれ独立して可動でき、隣接する扉体間の隙間は 3mm とした。外側の扉体と水槽壁面との隙間も 3mm となるように、アクリル板を用いて水槽幅を調整した。隣接する扉体間および扉体と水槽壁面との隙間面積は、扉体面積に対して約 1%に相当する。各扉体の係留は、扉体回転軸から 62.0cm の位置に設けた治具より、SUS 製のワイヤロープにて下方に荷重を加えることで行った。規則波の諸元を表-1 に示す。波浪によって扉体に作用する浮上力は、波の入射方向にわたって扉体の上面（P1～P3）および下面（P4～P6）に 3 箇所ずつ一列に設置した圧力計より算出した。浮上力に抗するための係留力は、各扉体を係留するワイヤロープの他端をそれぞれロードセルに接合することで、荷重の計測を行った。扉体に作用する浮上力および係留に必要な係留力は、それぞれに扉体回転軸からの距離を乗じることにより、起立モーメントおよび係留モーメントとして評価した。

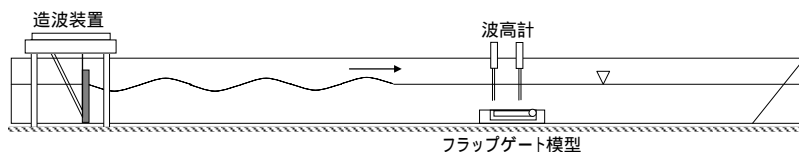


図-3 規則波実験の実験装置の概略図

表-1 規則波実験の条件

実機 波周期 (s)	模型 波高 (cm)				
	波周期 (s)	H/L=0.01	H/L=0.02	H/L=0.03	H/L=0.04
4.0	0.722	0.815	1.63	2.44	3.26
6.0	1.083	1.77	-	-	7.09
8.0	1.444	2.81	-	-	11.3
10.0	1.806	3.80	7.61	11.4	15.2
12.0	2.167	4.76	-	-	19.0
14.0	2.528	5.69	-	-	22.7
16.0	2.889	6.60	13.2	19.8	26.4

キーワード フラップゲート、可動式防波堤、高潮、津波、係留力

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:072-243-6714

実験模型は、ワイヤロープとロードセルの間にバネを挿入し、扉体の動揺を許容できる構造とした(図-4 参照)。コイルバネは、バネ定数が 0.80N/mm, 3.27N/mm, 8.65N/mm, および 15.5N/mm の 4 種類のものを使用した。各扉体の先端と函体の間には隙間を設けた。扉体先端の隙間は、7mm, 17mm, および 27mm となるよう調節した。それぞれのケースの隙間面積は、扉体の面積に対して 1.0%, 2.5%, および 4.0%に相当する。

3. 実験結果

図-5 は、扉体先端の開口率を 4%に調節したフラップゲートに、周期 10s, 波形勾配 0.04 の規則波を作用させた際に生じる扉体の起立モーメントおよび係留モーメントの時間変化を示したものである。ここで、横軸は実海域スケールでの時間、縦軸は無次元化したモーメントを示す。図-5 より、起立モーメントおよび係留モーメントは、作用する規則波と同期していることが分かる。図-6 に、図-5 と同一の条件の規則波をフラップゲートに作用させた際の(a)最大起立モーメントおよび(b)最大係留モーメントを示す。図-6 では、横軸に扉体先端の開口率、縦軸には無次元化したモーメントを示す。図-5 および図-6 より、扉体の係留にバネ定数の大きいバネを用いるほど、係留モーメントは増大し、扉体先端の開口率を大きくすると、起立モーメントおよび係留モーメントは共に増加する傾向を示す。

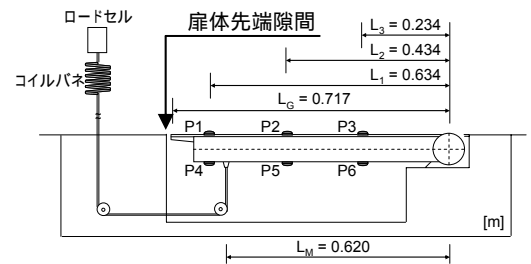


図-4 起立モーメント測定用圧力計と係留力測定用ロードセル

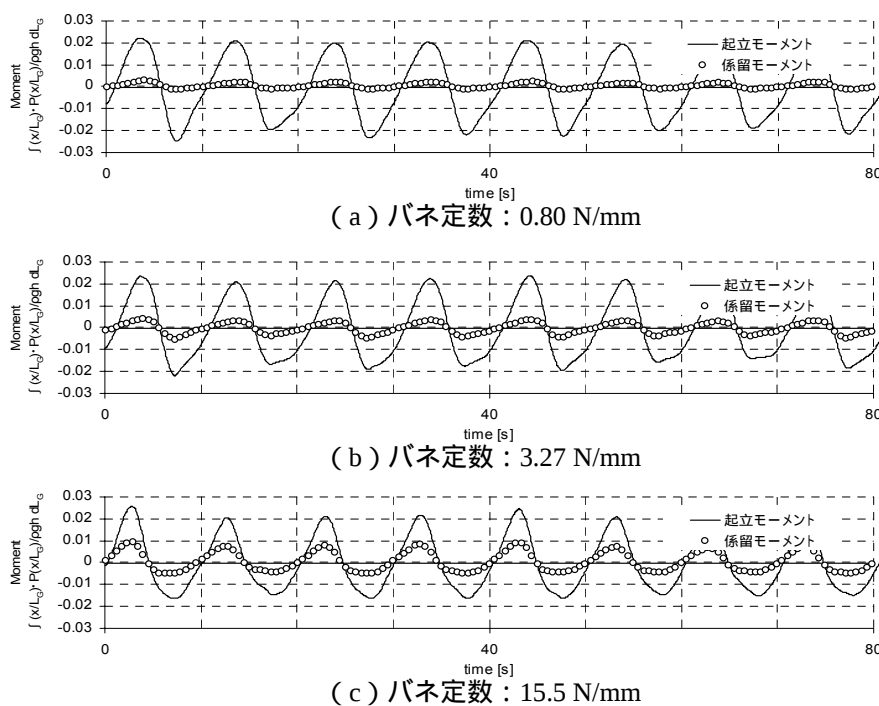


図-5 扉体に作用するモーメント

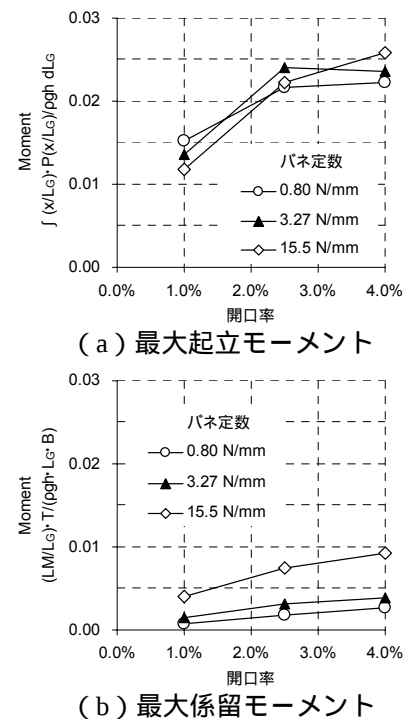


図-6 扉体に作用する最大モーメント

4. まとめ

本研究を通して得られた主要な結論を以下に示す。(1)扉体先端の開口を扉間の開口と比較して狭くすることで、扉体に生じる起立モーメントを低減できる。(2)係留部の許容扉体動揺量を大きくすることで、扉体の係留に必要な係留力を低減できる。

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.