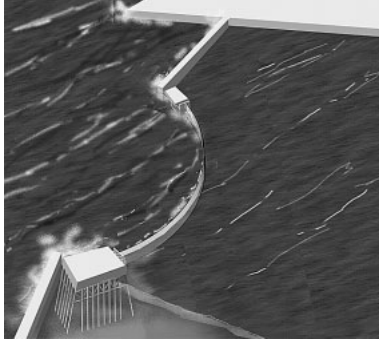


津波・高潮防災用セルフシールサスペンション式締切膜

Self-sealed & Suspended Membrane Barrier Against Tidal Waves



磯田 厚志^{*1} 小笠 勝^{*2} 今井 敦史^{*3}
 本田 明弘^{*4} 谷垣 信吉^{*5} 田中 昭夫^{*6}
 清水 弘^{*7} 岡部 俊三^{*8}

1. はじめに

近い将来に発生が懸念される東海・東南海・南海地震では、津波による甚大な被害が想定されている。また、台風による高潮、豪雨による浸水や地球温暖化に伴う潮位上昇に対する防災意識が、急速に高まりつつある。

従来、津波・高潮・浸水に対する防災施策の一つとして、可動防潮堤・陸開・鉄扉など大小様々の可動式締切り施設が設けられている。これら施設には、開閉操作性、止水性・安全性・耐久性だけでなく、経済性が必要とされる。

当社は、球体あるいは円筒状の膜体が、薄くて軽い構造で大きな水圧に耐え得ること、及びつり構造が長大スパンに適していることに着目し、経済性に優れ、着脱が容易な防災施設として膜体による締切り構造を開発した。以下にその概要を紹介する。

2. 構造概要

2.1 全体構造

本締切り構造は、図1に概念的に示すように、水の浸入を閉止したい全面に膜を展張し、横断方向に配置した複数本のロープを介して、つり構造で両端の固定点へ荷重を伝達する形式であり、曲げモーメントを発生させず、材料強度的に最も合理的な膜応力及び軸引張応力のみで外力に抵抗することを特徴としている。このため繊維膜や繊維ロープ等柔軟で軽量の材料の採用を可能とし、軽量化による開閉操作のスピードアップと省力化を図るとともに、折り畳みによる格納時の

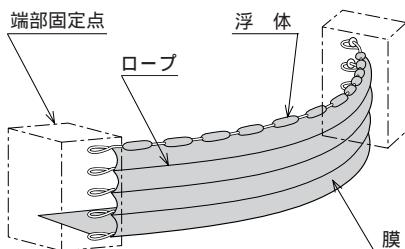


図1 締切り膜の全体構造 膜面に作用する水圧を、ロープを介してつり構造で両端の固定点へ伝達する。水位上昇に膜体が追従するよう頂部に浮体を設けている。

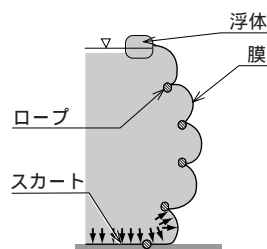


図2 止水機構(断面図) 床面に作用する水圧を利用したセルフシール機構を採用。

コンパクト化を図っている。

2.2 止水機構

図2に本締切り膜の水圧作用時の断面を概念的に示す。最下段のロープは床面に接するように配置されており、床面に固定点を設けて定着する必要はなく、セルフシール機構(水位差によって生じる水圧が、膜体を床面に押し付ける機構)を利用して、止水性の確保を図っている。

2.3 性能確認実験¹⁾

膜構造の水圧や波浪荷重に対する構造安定性及び止水性について模型実験により確認した。模型実験は、港湾の湾口において高潮を締め切ることを想定し、図3に示すように航路幅120m、港外側水深：18m、港内側水深14mに対して1/30の縮尺で実験を行った。

実験の結果、図4に示すように波浪時においても、底部からの漏水や頂部からの越流は認められず、水位差のある環境下では、ロープ張力により形状の安定を確保できることが確認できた。

次に、漏水量計測結果を図5に示す。実験開始直後の初期段階では、漏水(港内側の水位上昇)が認められるものの、水位差が生じてからは、水位上昇が読み取れない程の微小な漏水に留まっていることが分かる。これより、港内外の水位差を利用して止水するというセルフシール機構は、有効に作用していると考えられる。

2.4 閉閉性確認実験

湾口締切りの場合の開閉は、格納庫から横引き式に引き出す方法と海底に沈設し引き上げる方法が考えられる。図6に、横引き式の挙動確認状況を示す。

2.5 陸開型性能実験

防潮堤開口部などを想定した陸上での締切り性能について

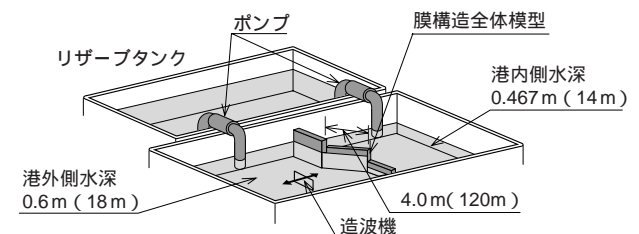


図3 実験概要 幅4.0m x 水深60cmの締切り膜に13.3cmの水位差を与えた。()内は実機換算値を示す。

^{*1}神戸造船所鉄構部構造設計課長
^{*2}神戸造船所鉄構部構造設計課主席
^{*3}神戸造船所鉄構部構造設計課
^{*4}技術本部長崎研究所流体研究室長

^{*5}技術本部長崎研究所船舶・海洋研究推進室
^{*6}技術本部長崎研究所機器・自動化装置研究室主席
^{*7}技術本部長崎研究所構造研究室
^{*8}鉄構建設事業本部業務部鉄建ビジネスソリューショングループ長



図4 実験状況 波浪中においても、漏水・越流が無く構造的に安定していることが確認された。

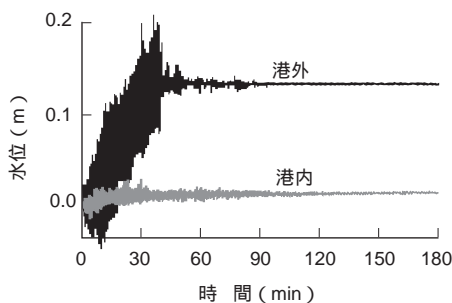


図5 水位の変化 初期段階では漏水が認められるものの、水位差が生じてからの止水性は良好である。



図6 開閉操作性確認 潮流を模擬した流水中での開閉操作性を確認した。写真は、対岸よりワイヤーロープを巻き取り、閉鎖動作を行っているところ。



図7 陸閘型実験 左図：膜設置後、注水前：膜は垂れ下がり緩んでいる。右図：注水途中：膜は大きく膨らんで水圧を受け止め、止水している。



図8 膜式陸閘 迅速な開閉が可能であるとともに、地盤変形の影響を受けない。

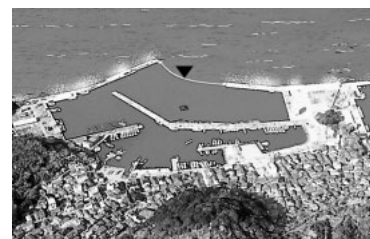


図9 湾口の締切り 港湾・漁港の入り口で航路を締め切ることにより、港全体の防災を図る。

の実験を行った。実験は、上記2.2で述べた水槽及び膜模型を用いて、ドライ状態で膜を設置して片側に注水した。その結果、水中設置と同様に、水位が上昇することで、ロープ張力及び底面の押し付け力が発生するに伴い、形状が安定し、止水性が良好であることが確認された(図7)。

2.6 特長

- 本締切り膜は、以下の特長を有している。
- 汎用性：径間が数メートルから数百メートルまで広い範囲に適用可能。
- 操作性：軽量で開閉が容易で、電動式・手動式いずれにも対応可能。
- 止水性：水圧を利用したセルフシールによる良好な止水性を有し、軽微な不陸に追従できる。
- 信頼性：底部にレール・戸溝等の設置が不要で、地震による地盤の変形の影響を受けない。
- 安全性：高強度材料採用による安全性確保。
- 収納性：折り畳み可能でコンパクトな収納。
- 施工性：底部床面は整地のみを必要とし基礎工事不要であるため、コスト低減と工期の短縮が可能。
- 環境負荷軽減：施工中及び竣工後において環境に優しい。

3. 適用例

本締切り膜は大小様々な径間に適用可能であり、津波・高潮防災施設として、例えば、以下のような適用が可能である。

3.1 陸閘・防水扉(径間数 m ~ 数10 m 規模)

防潮堤の開口部には、起伏式やスライド式のゲートあるいは角落し等が設置されているが、津波に対する防災施設としては、開閉時間、地震による地盤変形後の開閉性が課題となっている。本締切り膜は、軽量で運搬・設置が容易で、レール・戸溝を必要としないため、これら課題を解決し得る

ものである(図8)。

また、地下鉄、地下街やビルの入り口などで、防水扉や土嚢の代替としても容易に取付けが可能である。

3.2 港の湾口締切り(径間数 10 m ~ 数100 m)

港湾や漁港の防波堤開口部(航路)を締め切ることにより、締切り膜は大規模となるが、1箇所での締切りで、住民や家屋などの陸上施設だけでなく船舶も含めた港全体の防災を図ることができる(図9)。

4. ま と め

本稿では、締切り膜単体としての構造的な特徴を中心に有効性を紹介させていただいたが、今後、開閉の中央制御化など運用面での防災システムへの組み込みを図るとともに、実機検証により製品としての完成度を高めていく所存である。

参 考 文 献

(1) 磯田ほか、サスペンション式防潮堤の安定性に関する実験的研究、土木学会第58回年次学術講演会講演概要集(2003) - p.284

