

二軸可倒式防波堤の開発

大成建設株式会社 正会員 ○織田 幸伸
 大成建設株式会社 正会員 伊藤 一教
 大成建設株式会社 正会員 本田 隆英

1. 目的

津波や高潮の対策として、平常時には海上交通や海水交換の障害とならないよう海底に沈降した状態であり、津波等の来襲時に浮上する可動式の防波堤がいくつか提案^{1),2)}されている。これらの浮上式防波堤は、浮力を利用して構造体を安定させるため、給気装置等が損傷した場合に浮上状態を保持できないという課題がある。

本研究では、浮上動作時には浮力を必要とするものの、起立した後は浮力なしで自重により安定する可動式防波堤の開発を目的とする。本論では、考案した防波堤の基本原理と、その可動機構について水理実験により確認した結果を報告する。

2. 二軸可倒式防波堤の基本構造

本研究で考案した、二軸可倒式防波堤の概略を図-1,2に示す。本防波堤は、防波板本体と、それに付随する2つの浮力体①②、及びこれらに回転可能に防波板の前後に取り付けられた1対のロッド①②から構成される。浮力体内には、陸上からの操作により、任意に空気の給排気が可能な構造とする。

平常時は、図-2③に示すように、海底に倒伏され、浮力体①②ともに水で満たされた状態とする。浮力体①②に給気すると、浮力により防波板は浮上し、図-2②の状態となる。次に浮力体②の空気を排気す

ると、重心が防波板の下端側に移動するため、起立状態に近づき、自重が浮力よりも大きくなると、起立状態(図-2①)となる。最終的に全ての空気を排気することにより、自重により起立状態で安定する。逆に、図-2②の状態では浮力体①の空気を先に排気すると、重心が上端側に移動するため倒伏状態に近づき、最終的に図-2③の状態に戻すことが出来る。

以上のように本防波堤は、浮力体への空気の給排気のみによって、起立状態と倒伏状態へ任意に変移させることが可能であり、また自重により起立・倒伏状態で体勢を安定させることが出来る。

3. 水理実験による動作状況確認

模型実験により、上述の動作機構を再現した様子を図-3に示す。実験では、2つの浮力体に取り付けた給排気管とコンプレッサを用い、バルブ操作によ

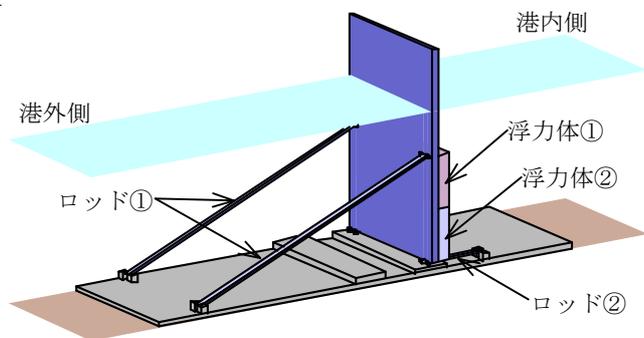


図-1 二軸可倒式回転防波堤イメージ図

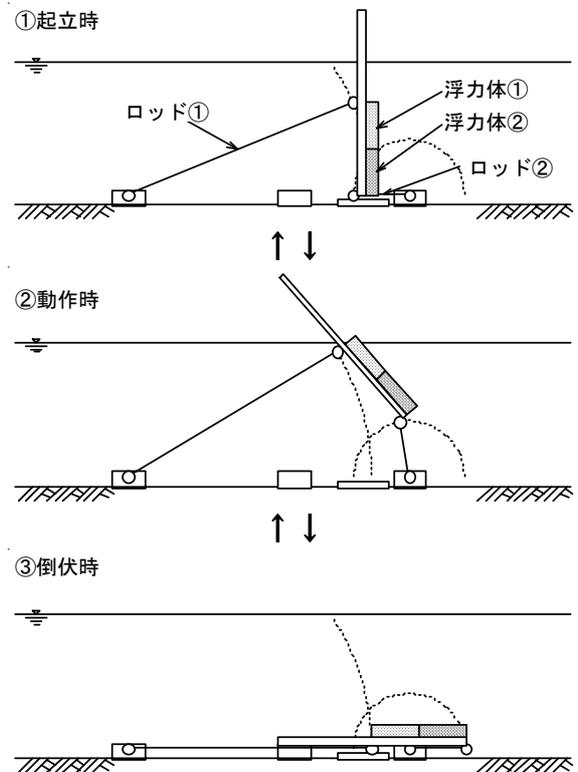


図-2 起立・倒伏の動作状況

キーワード 津波, 高潮, 浮上式防波堤, 可動防波堤, 二軸可倒式

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7234

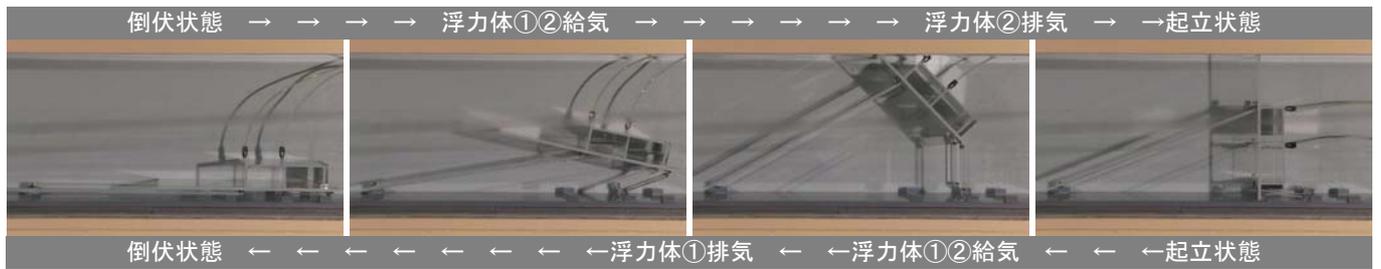


図-3 水理実験による動作状況確認実験

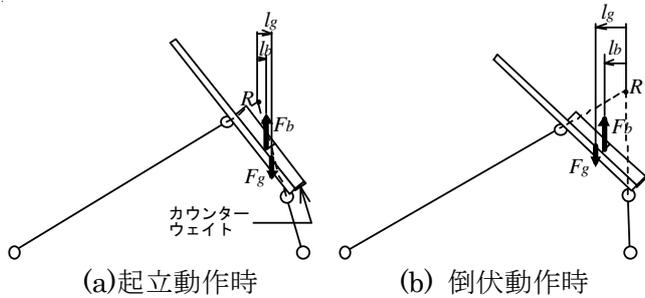


図-4 動作時の力の釣り合い

り空気の給排気を操作して防波板を動作させた。これによると、図-3 に示すように、バルブ操作のみによって任意に防波板を起立・倒伏させることが可能であり、本機構が成立することが確認された。

ここで、防波板の起立・倒伏が可能な条件について言及する。動作時の力の釣り合い状況を図-4 に示す。ここでは単純化するため、ロッドに働く浮力や重力を無視する。2つのロッドに働く張力の作用線の交点を R とし、防波板全体に働く浮力を F_b 、重力を F_g として、それぞれの作用線の点 R からの距離を l_b 、 l_g とする。動作中は $F_b > F_g$ であるから、点 R 周りのモーメントの釣り合いから、 $l_b < l_g$ となる。したがって、図-4 に示すように重心を浮心よりも右側に移動すれば起立状態に近づき、逆に左側に移動すれば倒伏状態に近づくことが分かる。2つの浮力体の空気量調整により重心を移動できることは明らかであるから、カウンターウェイトにより、浮心を挟むように重心の移動範囲を調整すれば、本機構が成立することが分かる。

4. 津波や高潮来襲時の作用力

起立時の防波板の安定性について以下に検討する。図-5 に示すように、防波板に働く力をそれぞれ、波力（防波板前後に働く波力の合力とする）を F_w 、自重（ここでは浮力を差引いた値とする）を F_g 、ロッド①②により働く力を F_1 、 F_2 、海底地盤からの反力を F_R とする。図-5 に示したように、押し波時は波力の作用点によりロッド②に働く力の向きが変わるも

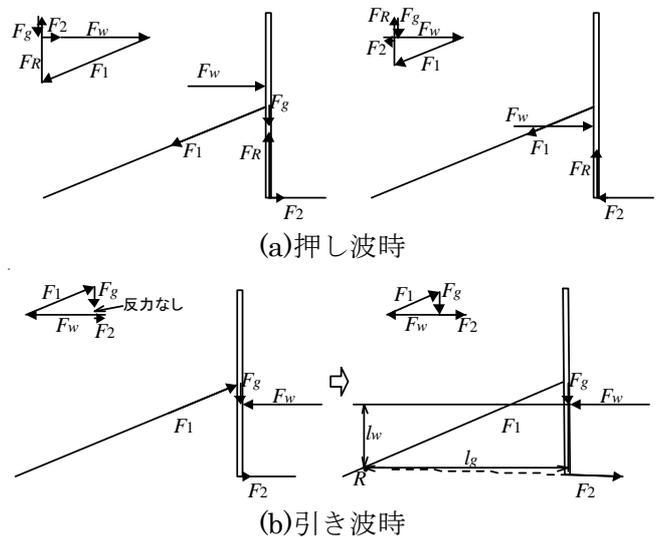


図-5 起立時に作用する力

の、波力により防波板を下に押し付ける力（上向きの地盤反力）が働き、防波板は安定することが分かる。一方引き波時には、 F_g が F_1 の鉛直成分よりも小さい場合に（左図）、波力により防波板は浮くことになる。この場合、図-4 と同様に F_1 と F_2 の作用線の交点 R 周りのモーメントを考えると（右図）、 F_w が大きく $F_w l_w > F_g l_g$ となると防波板は浮き上がるが、浮き上がりとともに点 R は移動し l_w は小さくなることから、すぐに $F_w l_w = F_g l_g$ となり、防波板の下が少し開いた状態で浮上は止まることが分かる。

5. まとめ

平常時は海底に倒伏し、津波や高潮の来襲時に浮上・起立することが出来る可動防波堤を考案し、その動作状況について水理実験によって確認した。ここでは基本的原理について検討したが、今後、より現実的な構造について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 白井秀治ら：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，Vol. 21，109-114，2005.
- 2) 山根隆行ら：直立浮上式防波堤の開発，海洋開発論文集，Vol. 21，115-120，2005.