

流域全体で水災害を防止・軽減・復旧する技術





【水陸両用ブルドーザ】

- 通年施工が可能で、陸上機械や作業船では施工困難な水深7mまでの浅水域を作業領域とする
無線遠隔操縦式水陸両用機械
- ICT施工により施工状況をリアルタイムに把握・記録することが可能

第16期建設技術展示館 第1回出展技術発表会



【流起式可動防波堤】

- 可動式防波堤の一種類で、水の流れの力を使用して無動力で可動する機能
- 電源や人的操作が必要ないので、電源喪失により防波堤が機能しない・操作する作業員が被災するというリスクが無い



【トーコンプラス工法】

- 老朽化モルタル・コンクリート吹付面のはつり作業が原則不要
- 2種類の短繊維を配合した高品質モルタルによって施工後のひび割れを抑制

流起式可動防波堤

1. 流起式可動防波堤開発の背景

- 津波来襲時には、「河口部」「港湾の防波堤」「海岸防潮堤」の開口部から津波が流入し、河川の津波の遡上や、港湾地域の防波堤の効果が低減する。
- 沿岸域に設置された構造物（水門など）は、現場での操作が必要なものが多い。また、電力等による動力が必要であるものが多い。
- 水門のmm単位精度と土木cm単位精度のミスマッチが地震後の設備としては不適（静穏な場合は可能）。地震後の設備は土木基礎との関連には柔軟性が必要。
- 津波の衝撃力が大きい。



構造物が機能しなかったり、作業員が被災するリスクがある。

電気的な動力、人的な操作を必要とせず、流体力のみで自立する可動防波堤
地震時の変位・変形への追従性や津波の衝撃力を吸収できる工夫

流起式可動防波堤

2. 共同研究体制

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所

国立大学法人 京都大学防災研究所

学校法人常翔学園 大阪工業大学

学校法人 関東学院関東学院大学

一般社団法人 沿岸技術研究センター

株式会社 丸島アクアシステム

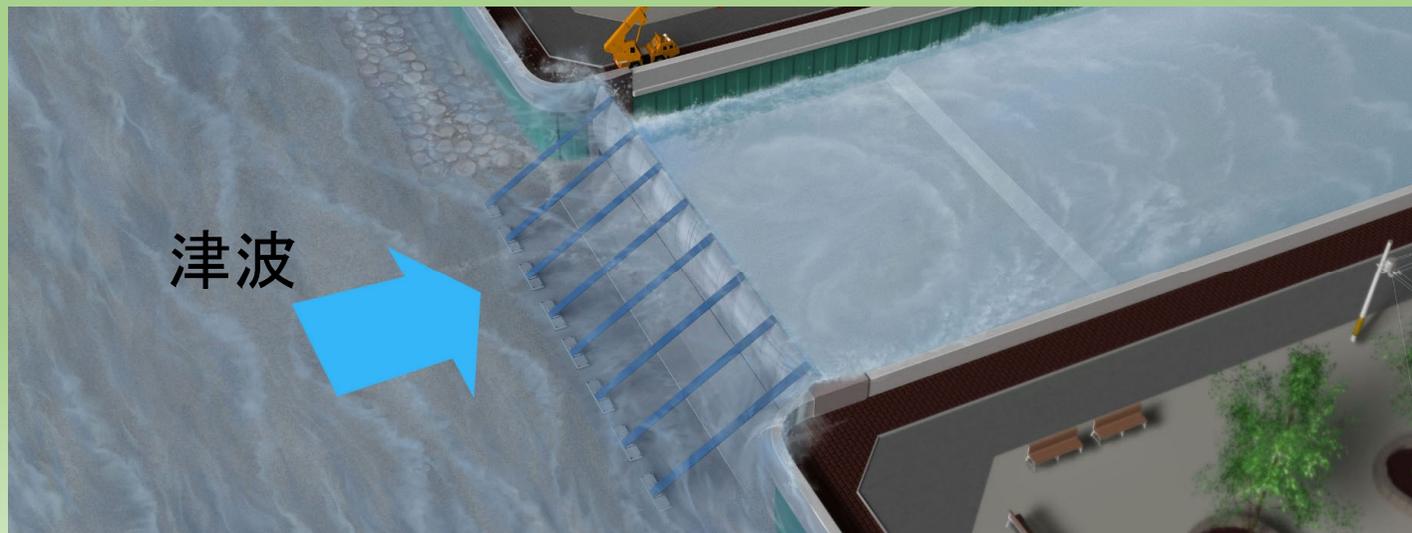
株式会社 ニュージェック

みらい建設工業 株式会社

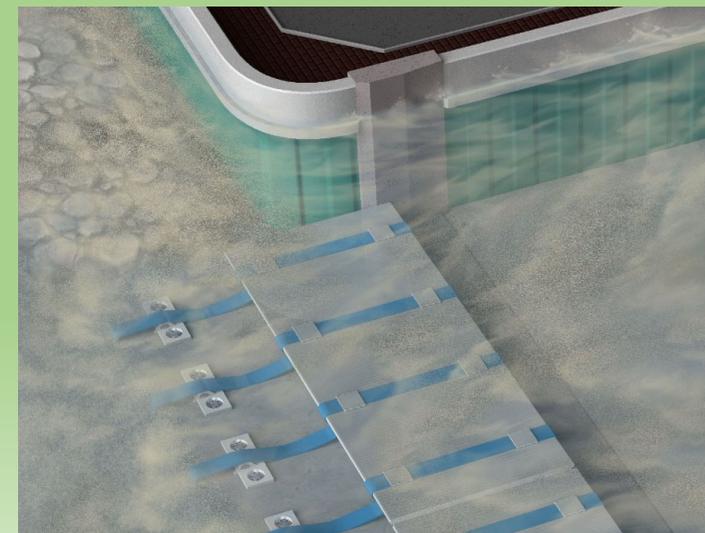
流起式可動防波堤

3. 流起式可動防波堤の適用イメージ

①河口部



河口部の津波遡上部設置イメージ

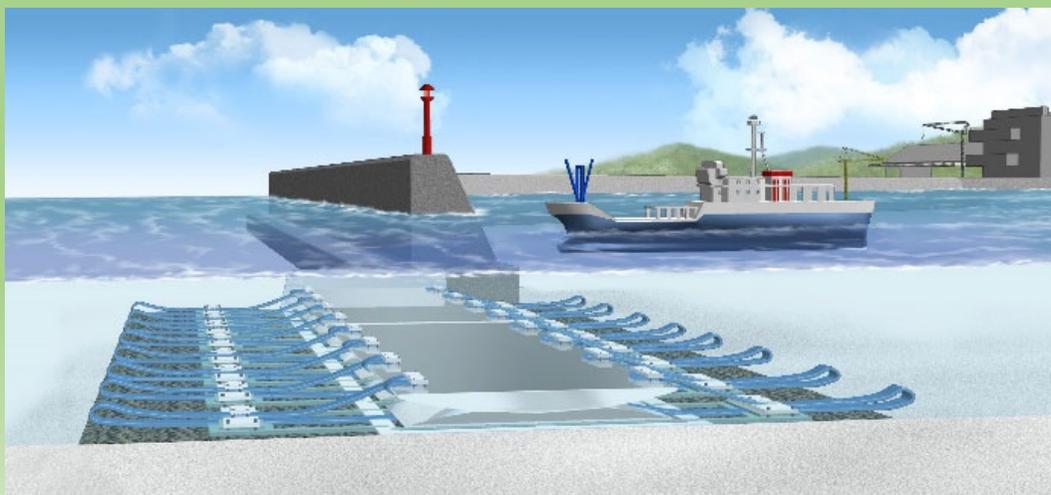


倒伏時の洪水時イメージ

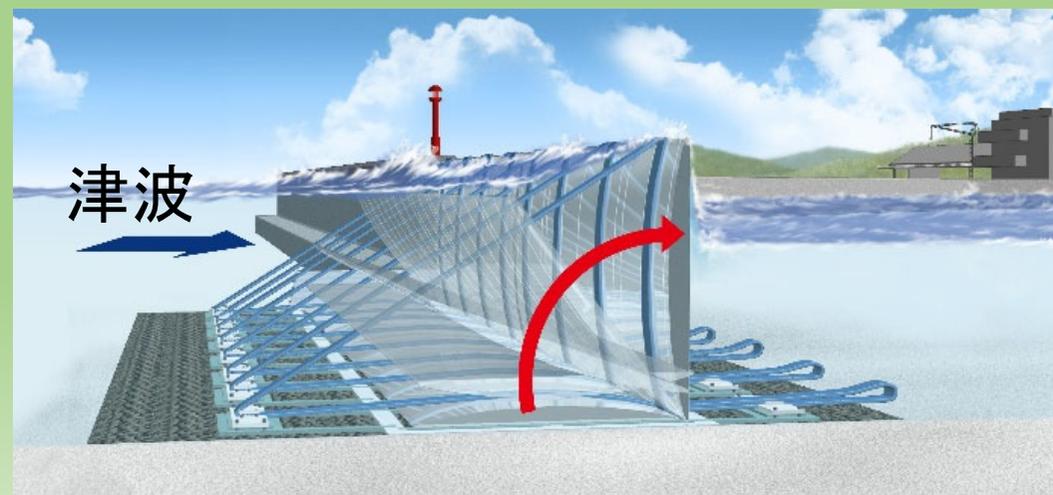
流起式可動防波堤

3. 流起式可動防波堤の適用イメージ

②防波堤開口部



倒伏時の船舶航行イメージ

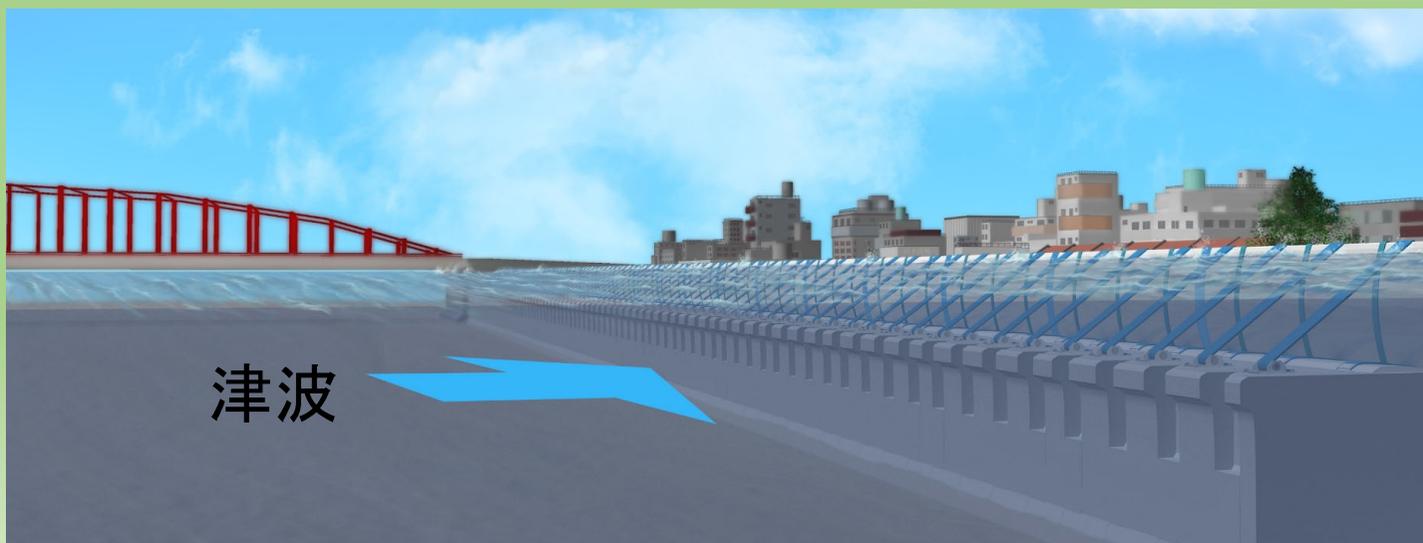


防波堤開口部設置イメージ

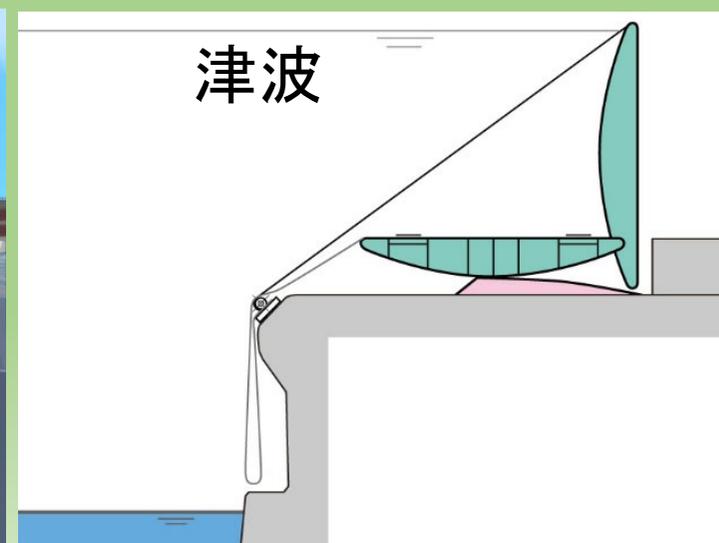
流起式可動防波堤

3. 流起式可動防波堤の適用イメージ

③陸上部



護岸等陸上部設置イメージ

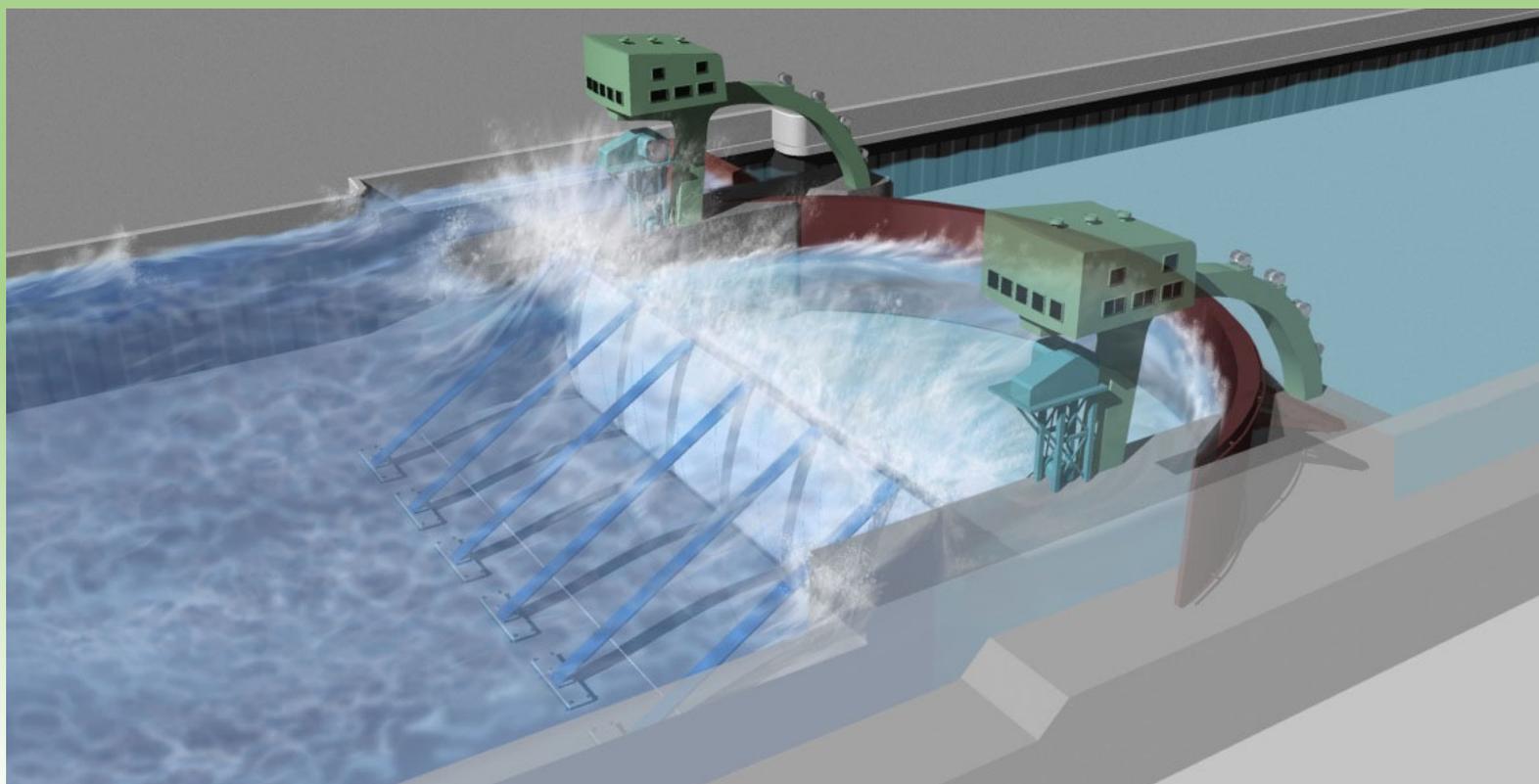


陸上時設置断面イメージ

流起式可動防波堤

3. 流起式可動防波堤の適用イメージ

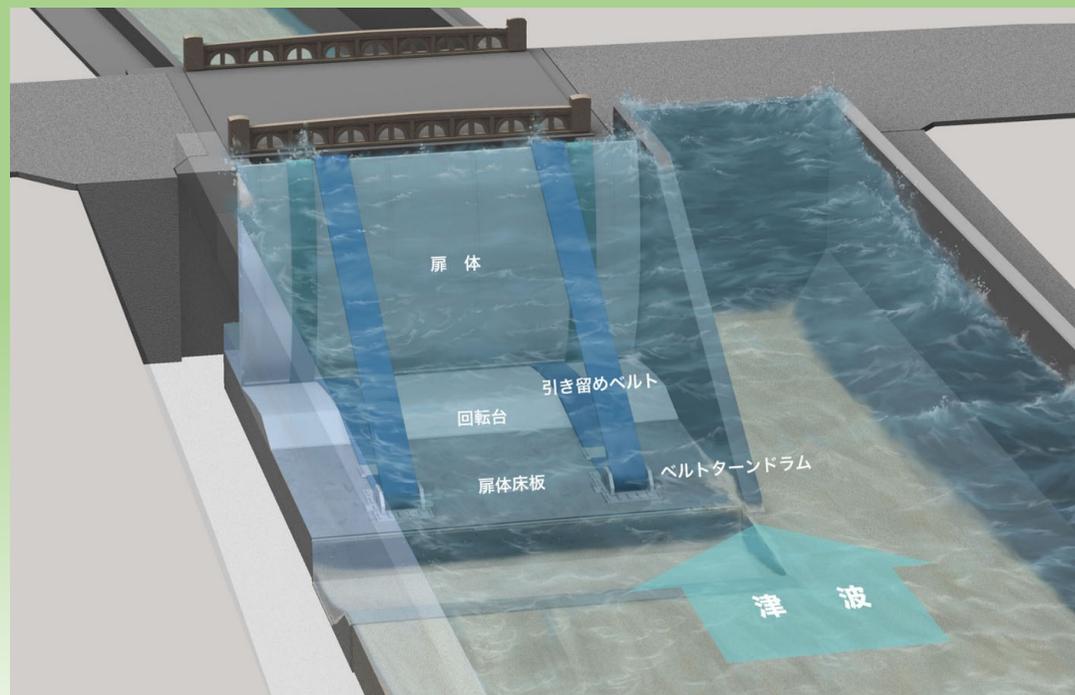
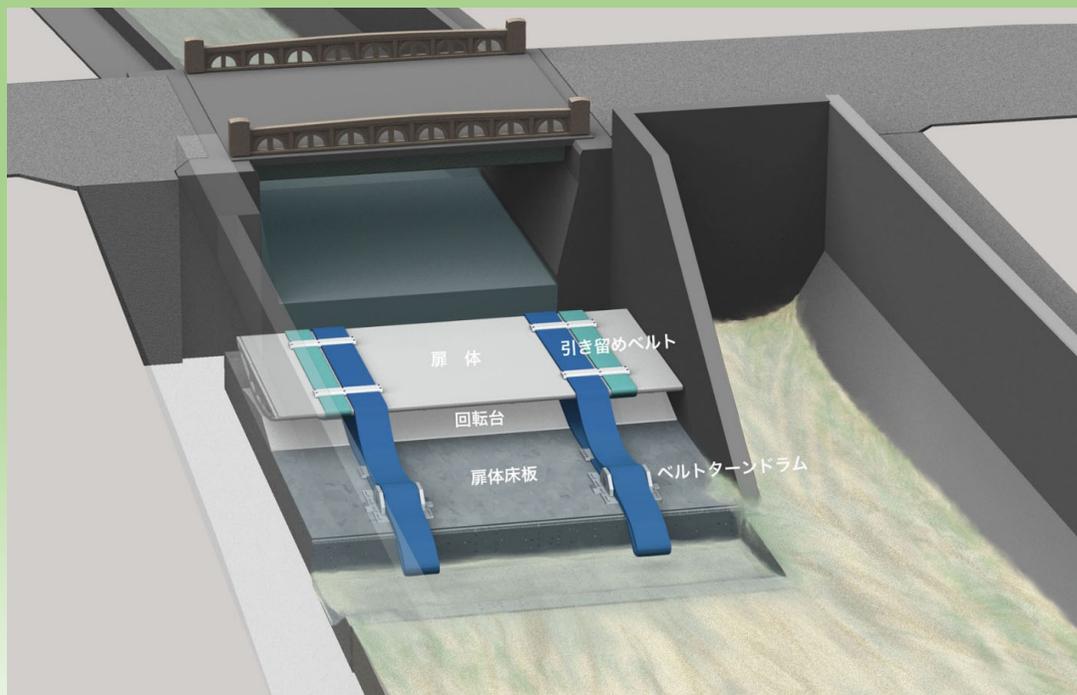
④ 老朽化した水門等構造物の減勢対策



流起式可動防波堤

3. 流起式可動防波堤の適用イメージ

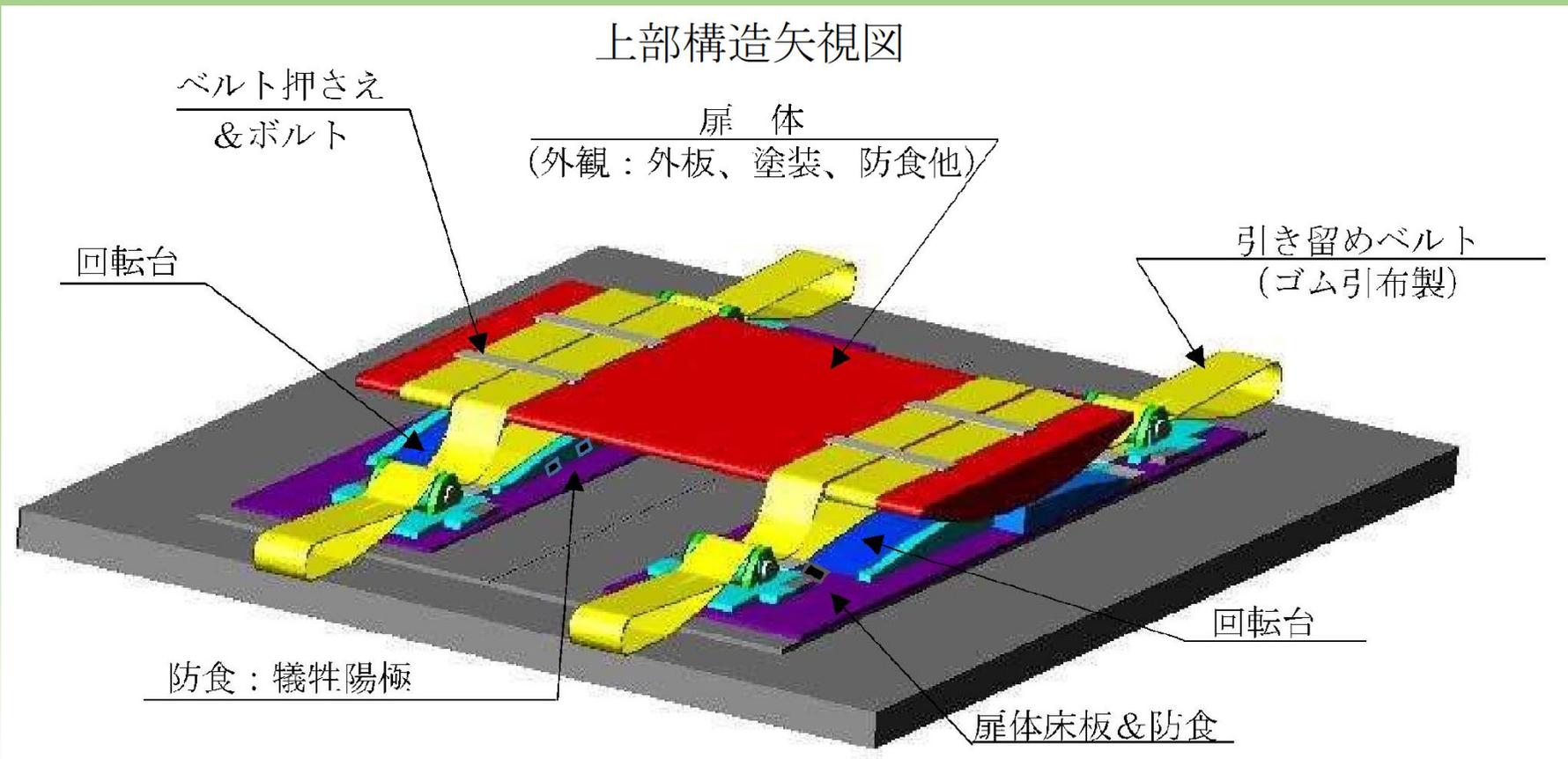
⑤ 老朽化した橋梁等構造物の減勢対策



流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

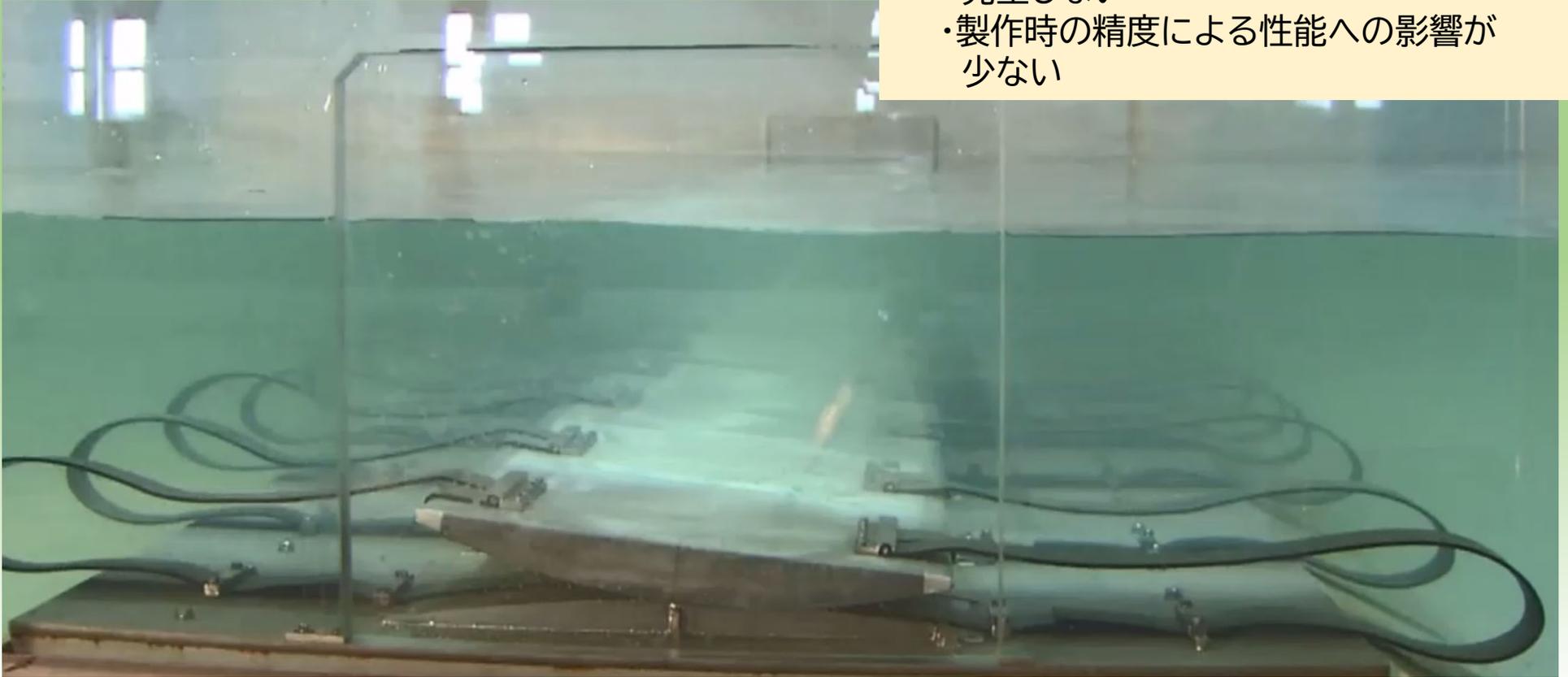
①扉体構造



流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

①扉体構造



基礎と扉体との接合は引き留めベルトのみ
(板状の扉体と基礎部は機械的な接続がない)
⇒回転軸等の機械的な構造は無い

- ・劣化や地震等による回転軸等の不具合は発生しない
- ・製作時の精度による性能への影響が少ない

流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

②扉体の稼働状況 スロー動画（押波）



京都大学防災研究所宇治川
オープンラボラトリー
【1/50モデル】

流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

②扉体の稼働状況 スロー動画（引波）

京都大学防災研究所宇治川
オープンラボラトリー
【1/50モデル】



流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

②扉体の稼働状況 動画（全体）



港湾空港技術研究所
大規模波動地盤総合水路
大規模実験

流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

②扉体の稼働状況 動画（側面）

港湾空港技術研究所
大規模波動地盤総合水路
大規模実験



流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

②扉体の稼働状況 動画（上面）

港湾空港技術研究所
大規模波動地盤総合水路
大規模実験



流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

③扉体起立のメカニズム

○津波は普通の風による波と違い、海底部からの水塊が押し寄せる。

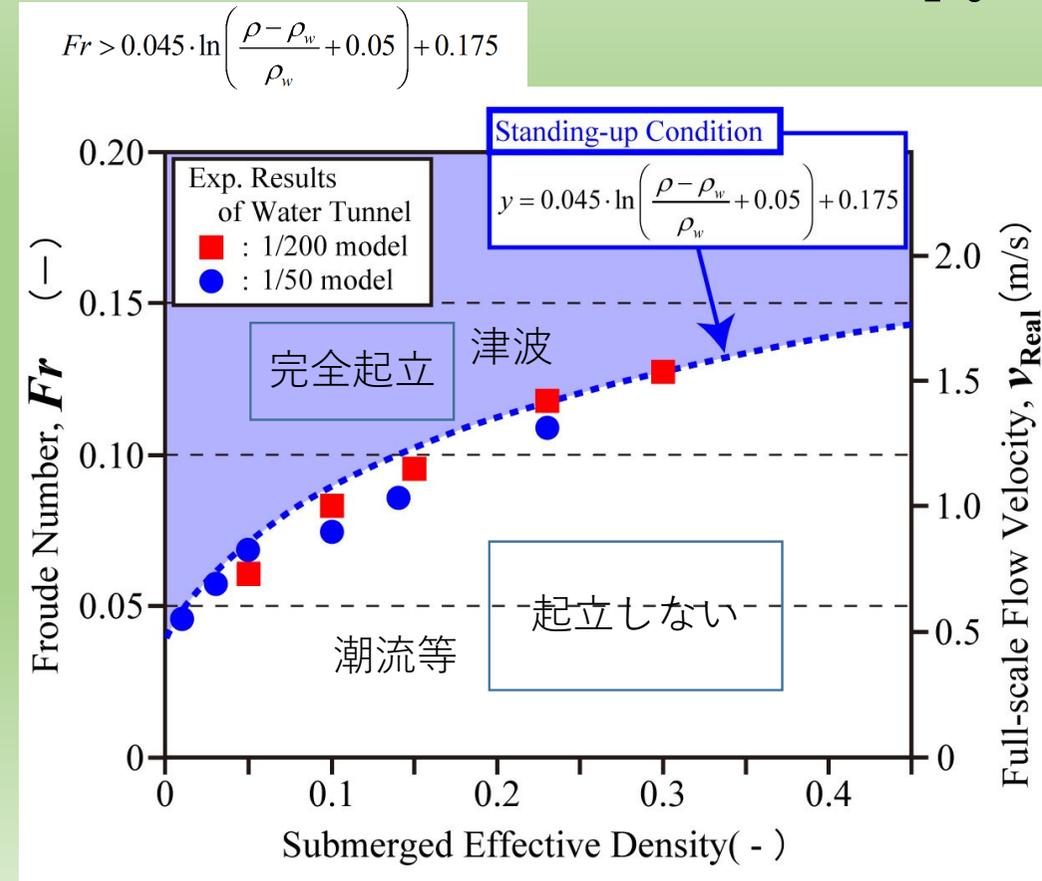
⇒表層から底層まで流れが発生する。

⇒扉体下部に潜り込む流体の抗力と扉体上面の流れから生まれる揚力により起立する。(航空機等と同様)

○潮流では起立せず津波のみで起立する。

⇒扉体の比重を変えることで、起立する流速を任意的に変えられる。

⇒潮流では起立しないが、津波の流れによって起立する扉体比重の設定が可能。



ρ : 扉体比重

ρ_w : 水の密度

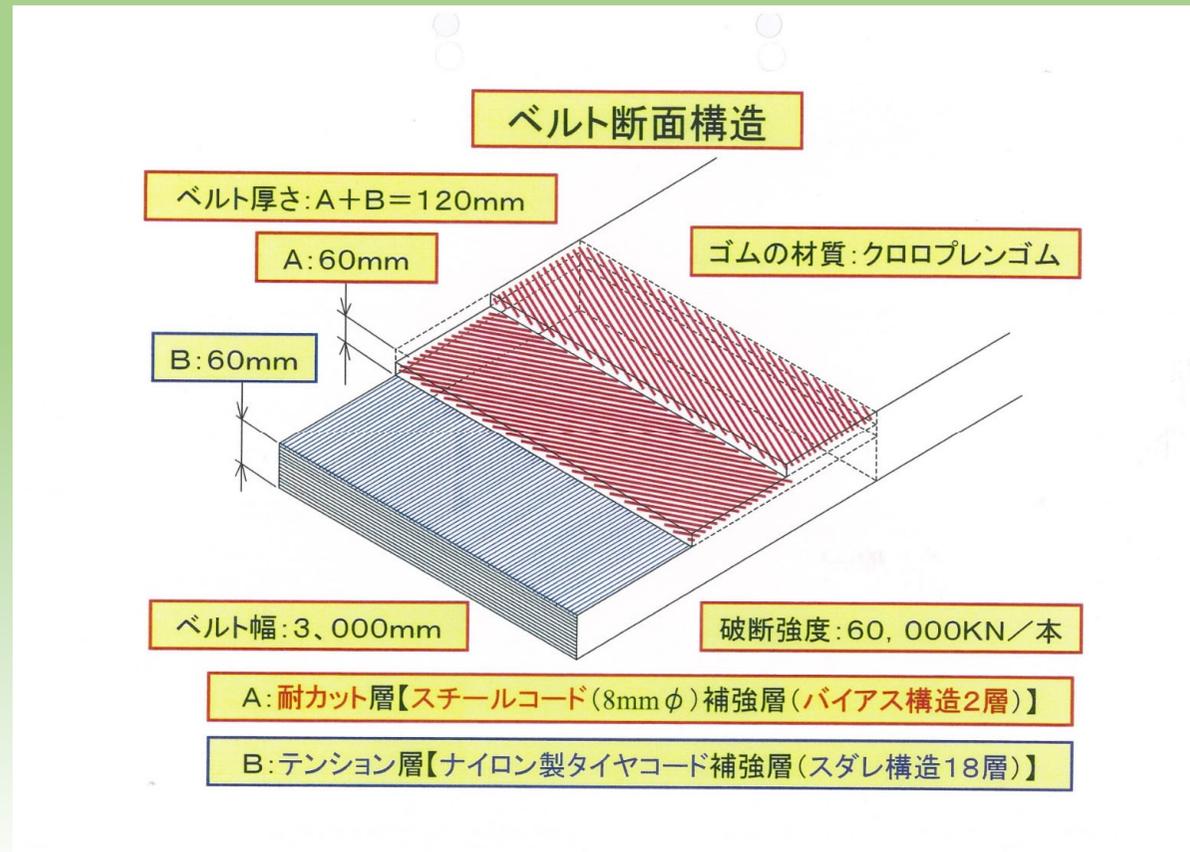
$(\rho - \rho_w) / \rho_w$: 扉体の水中比重

Fr : フルード数(津波による流速と設置位置の水深から算定)

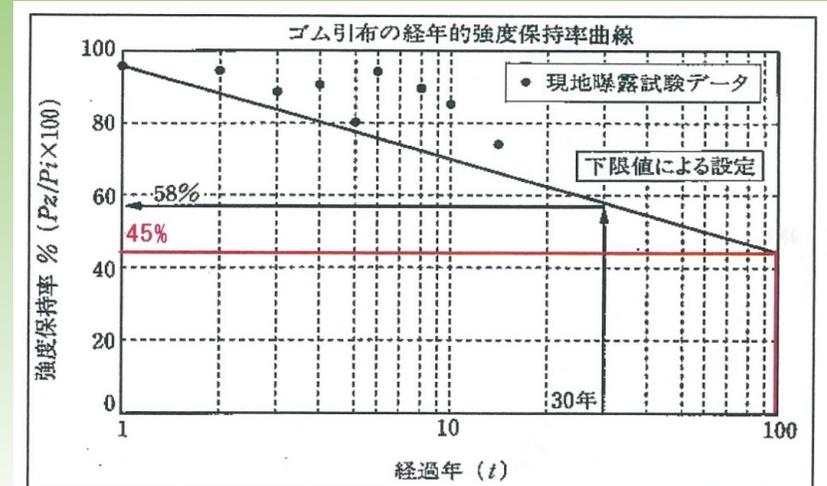
流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

④引き留めベルト



- 大阪府立大学所有の回流水槽を用いて、起立応答流速の実験と併せ、各起立角度に対する波力とその際にベルトに作用する張力を計測した。
- 実験で計測した設計津波の作用波力に対して、ベルト耐久年数を100年として、2倍の安全率を見込み設計する。

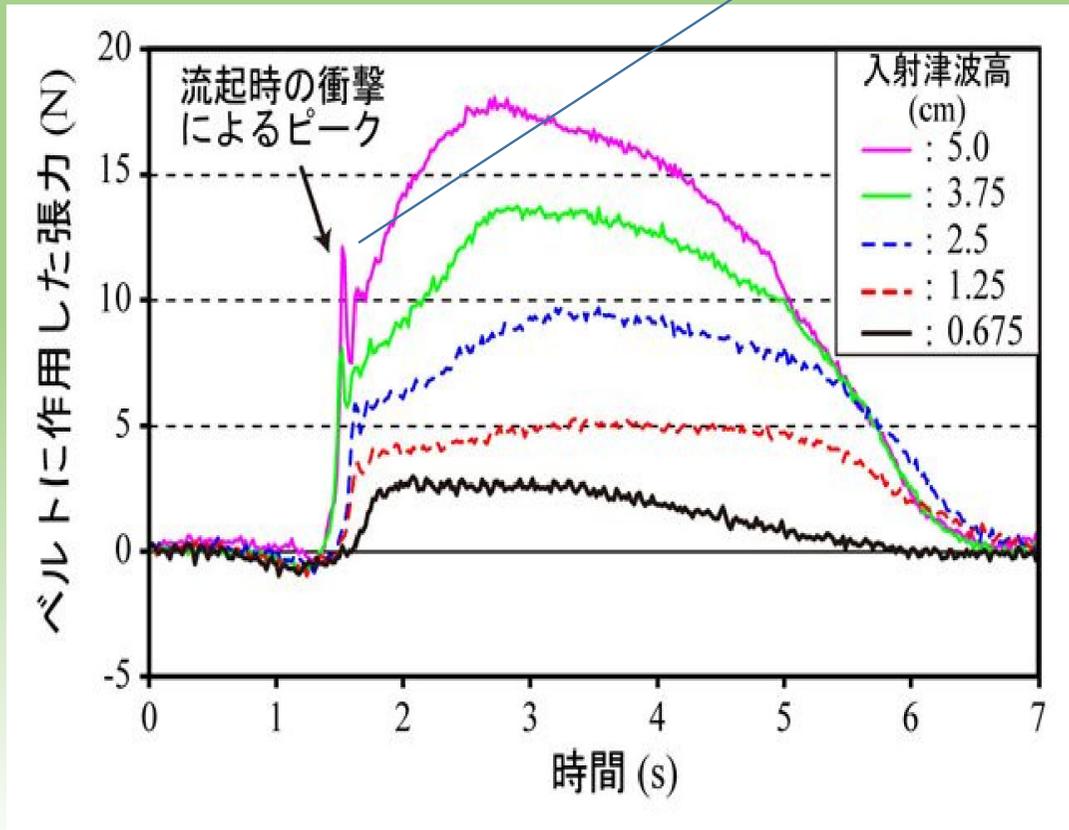


流起式可動防波堤

4. 流起式可動防波堤の構造

④引き留めベルト

チェーン等では約5倍



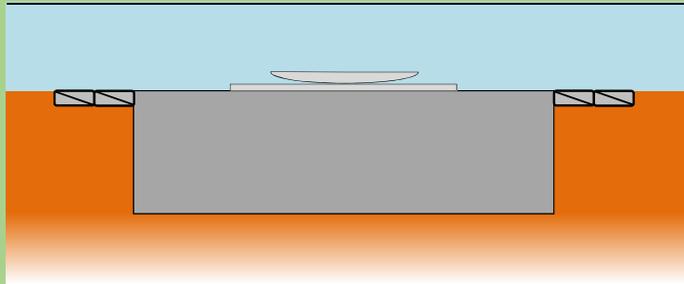
ベルトは柔軟な材料・特殊合成ゴムで、津波の衝撃力を吸収するバンパー効果がある。

流起式可動防波堤

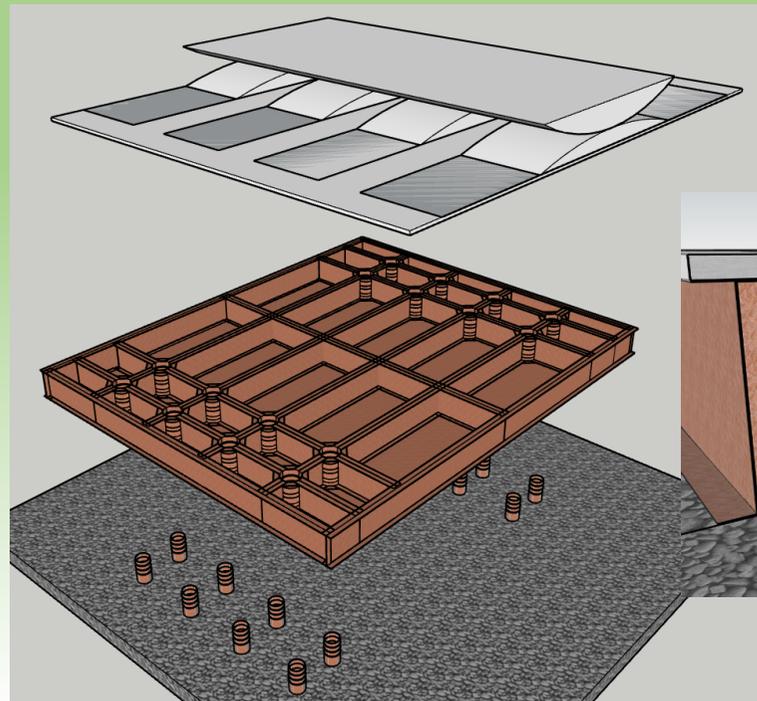
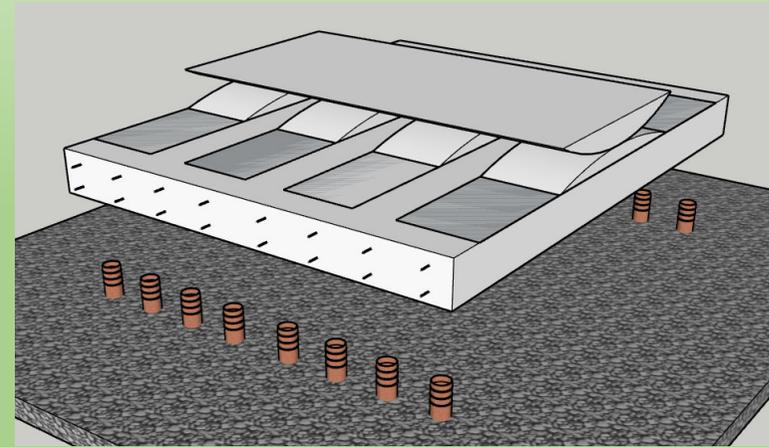
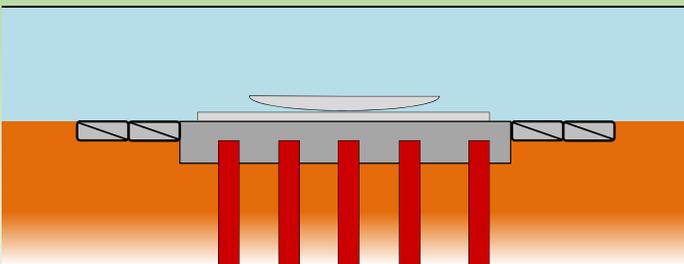
4. 流起式可動防波堤の構造

⑤基礎構造の例

直接基礎



杭基礎

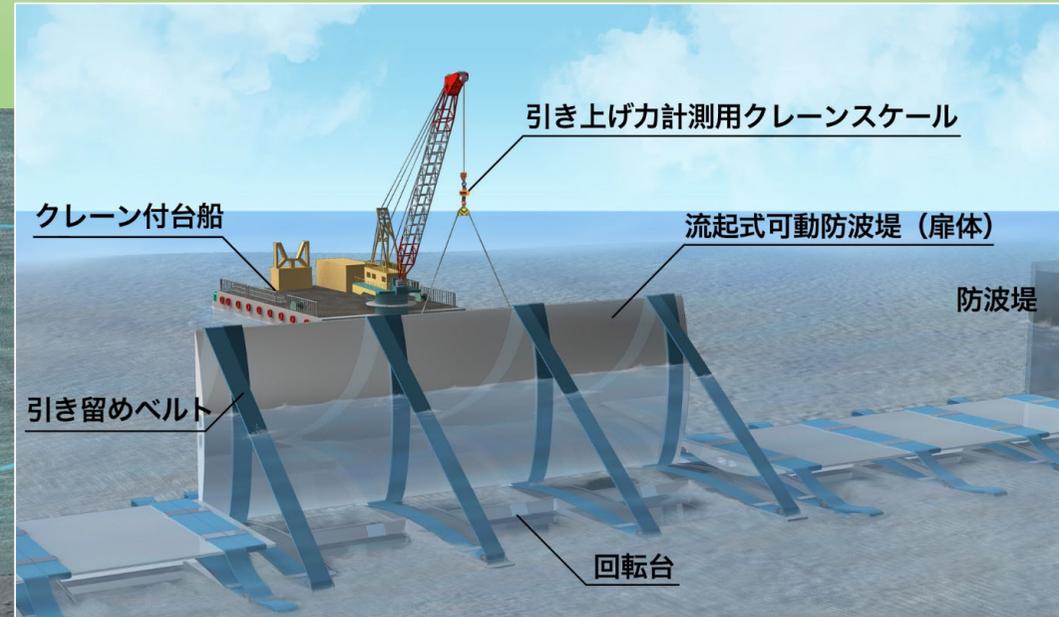


流起式可動防波堤

5. 流起式可動防波堤の維持管理



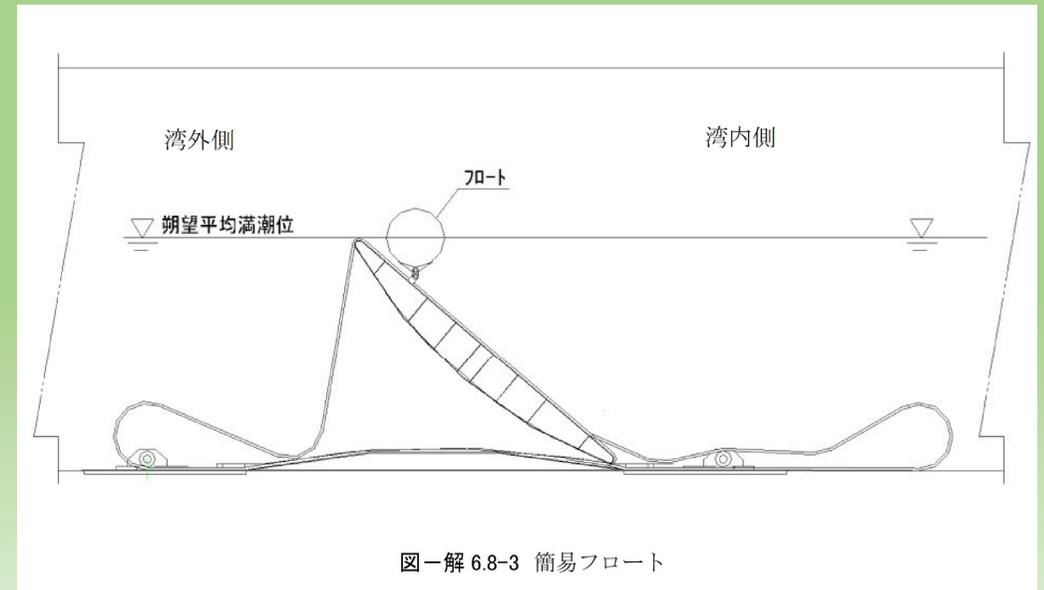
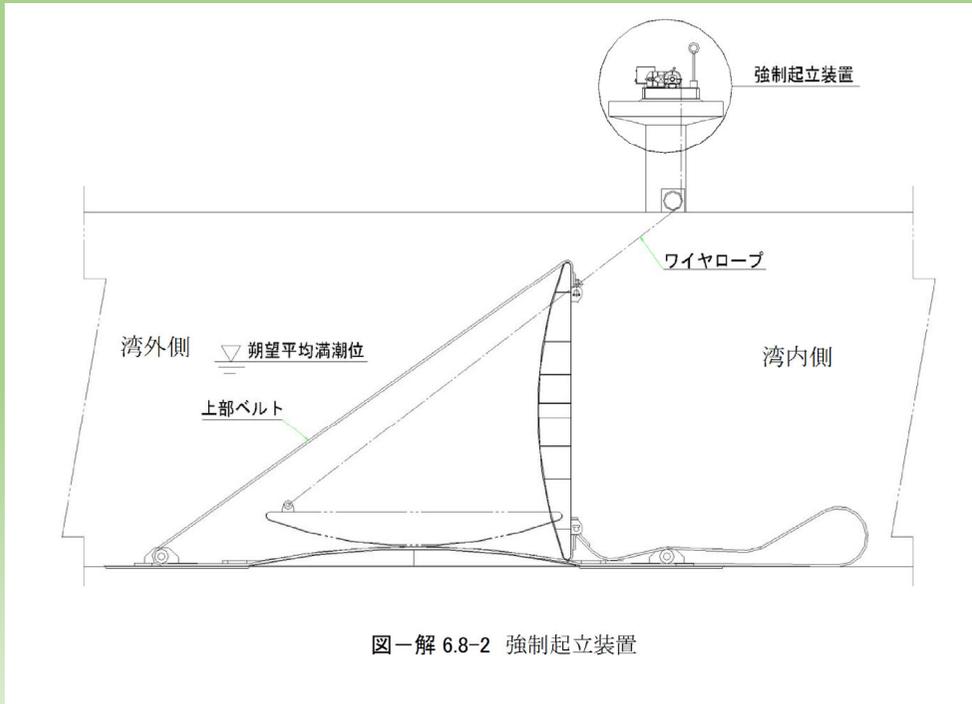
一般点検（目視点検）ROVを活用したイメージ



詳細点検（強制起立）
クレーン船活用したイメージ

流起式可動防波堤

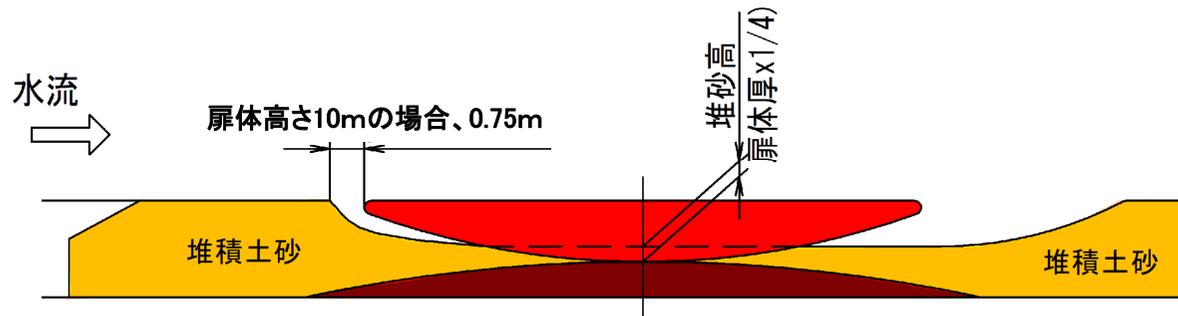
5. 流起式可動防波堤の維持管理



詳細点検（強制起立） 強制起立装置およびフロートを活用したイメージ

流起式可動防波堤

5. 流起式可動防波堤の維持管理



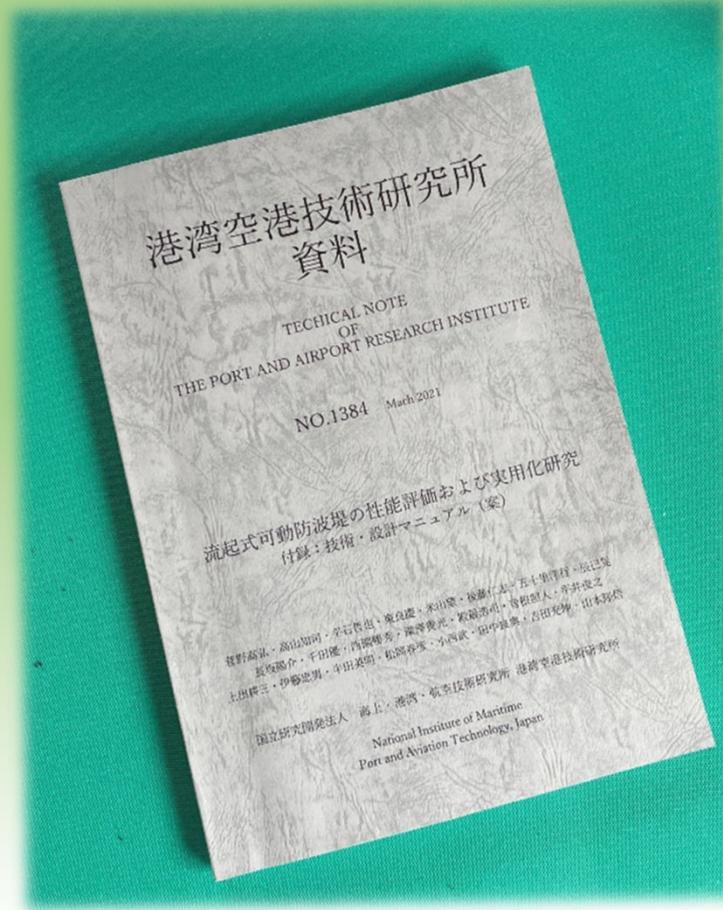
京都大学での実験および陸上での飛砂による実験

- 扉体と同じ高さまでの埋没
- 扉体高さが20mの場合、扉体全面に1.5mの隙間
扉体高さが10mの場合、扉体全面に0.75mの隙間
- 扉体下は扉体厚さの1/4



流起式可動防波堤

6. 流起式可動防波堤の設計・技術マニュアル（案）



流起式可動防波堤

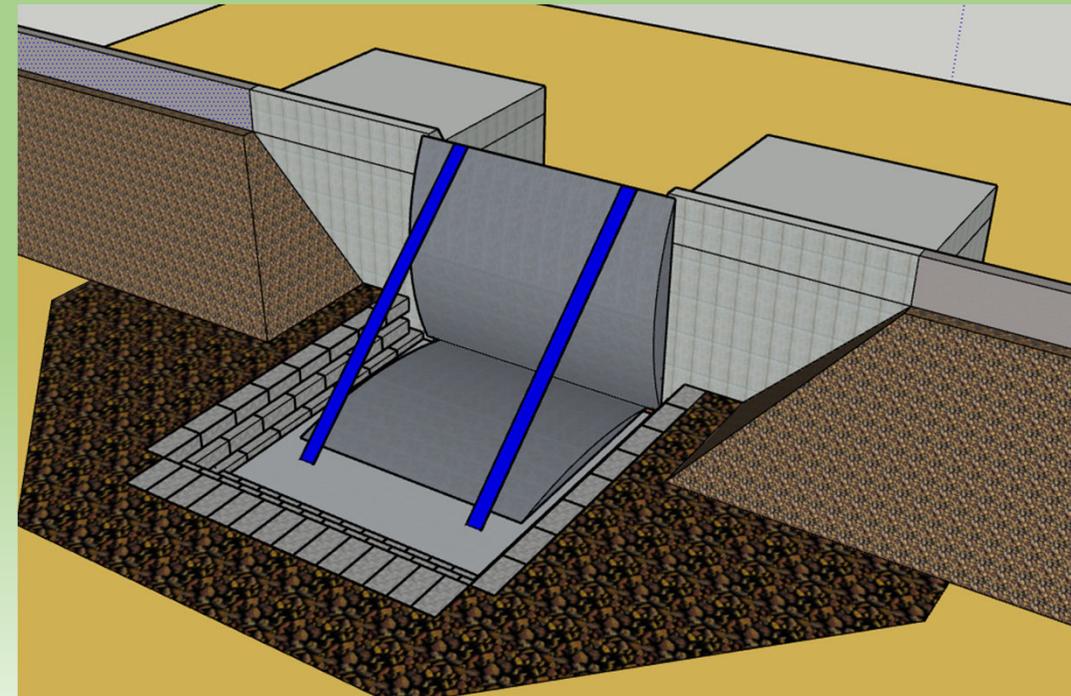
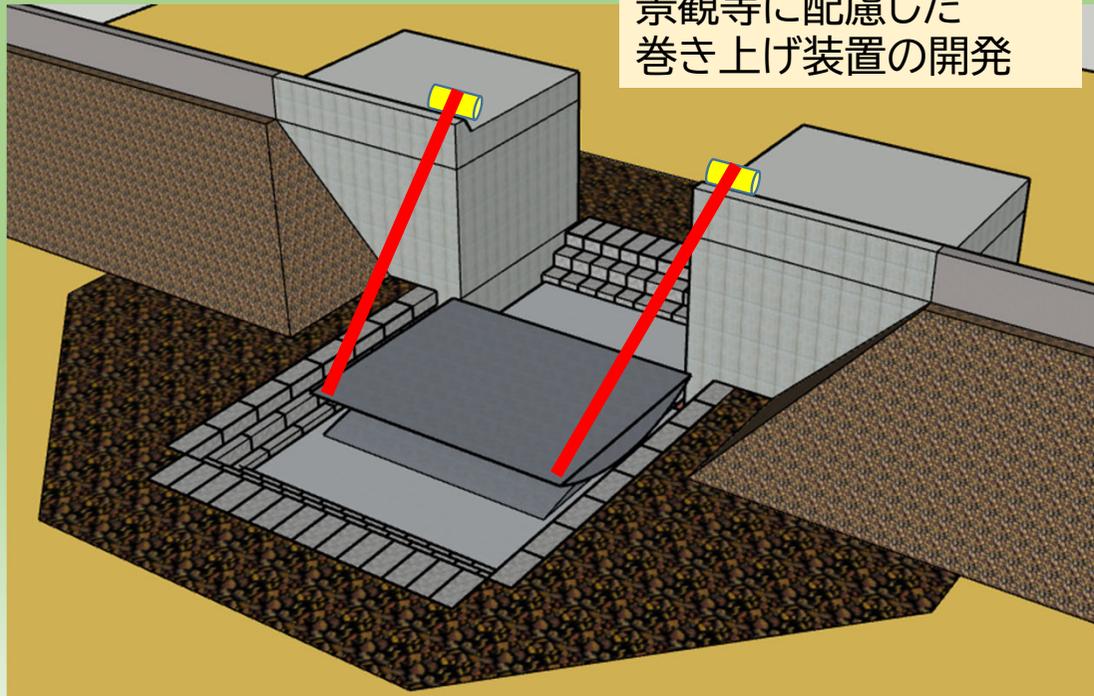
6. 流起式可動防波堤の設計・技術マニュアル（案）

- 1, 総論：適用範囲と適用基準、開発経緯（第1章）
信頼性解析等
- 2, 設計の基本：実設計において注意すべき点（第2章）
要求性能および性能規定、設計荷重、材料等
- 3, 下部構造の設計と施工（第3章）
- 4, 上部構造の設計法（含最終強度解析法）（第4章）
- 5, 上部構造の施工：防食と寸法精度等（第5章）
- 6, 上部構造の維持管理で重要なことは（第6章）
日常点検と性能維持検査等

流起式可動防波堤

7. その他（港湾・マリーナでの高潮・静穏性向上への対応）

景観等に配慮した
巻き上げ装置の開発



流起式可動防波堤

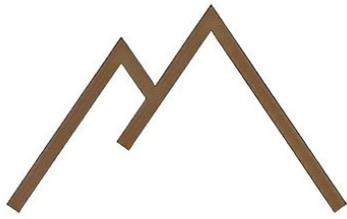
7. その他（公開実験の様子）



流起式可動防波堤

7. まとめ（流起式可動防波堤の特徴）

- 津波によって無動力（津波の流れ）で水面上に起立。
- 扉体は固定ベルトで確実に支持。
- 扉体は引き波時にも起立させることが可能であり（起立をさせないことも可能）、湾内の船舶や財産等の流出を防ぐ。
- 津波がおさまると元どおり海底に沈み、河川の流れや船の往来が可能。
- 固定ベルトは高強度ゴム引布製で、津波衝撃力をダンパー効果で吸収。
- 機械的な回転軸がないため、劣化による機械的な不具合が無く、地震時に地盤が多少変形しても追従し、扉体の埋没を抑制することで、起立性能が低下しない。



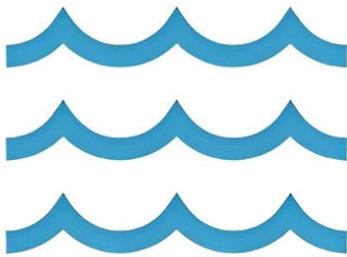
みらい

を

カタチ

にする

シゴト



 未来建設工業株式会社

