

津波対策としての新たな構造形式について

-海底設置型フラップゲート式可動防波堤の紹介-

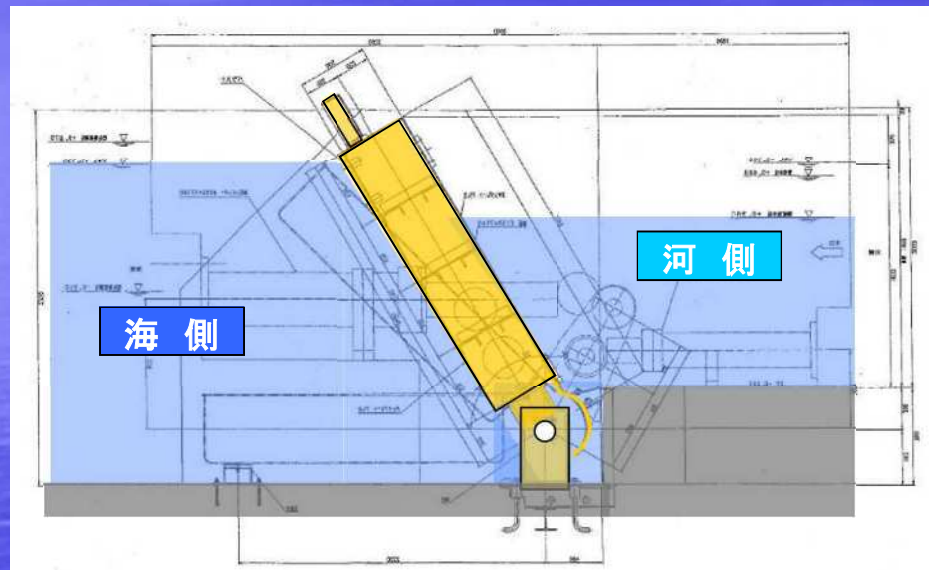
○日立造船株式会社 仲保京一
東洋建設株式会社 水谷征治
五洋建設株式会社 山下 徹
岩手県 阿部幸樹
水産庁 不動雅之
一般社団法人全日本漁港建設協会 牧野稔智
株式会社長野漁港技術事務所 長野 章

< 発表の順序 >

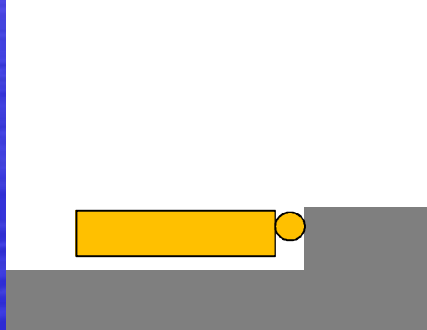
1. はじめに
2. 海底設置型 設備概要
3. 海底設置型 施工事例紹介
 3. 1 工事概要
 3. 2 詳細設計
 3. 3 工場製作・輸送・現地据付
 3. 4 現地試運転
4. おわりに

1. はじめ

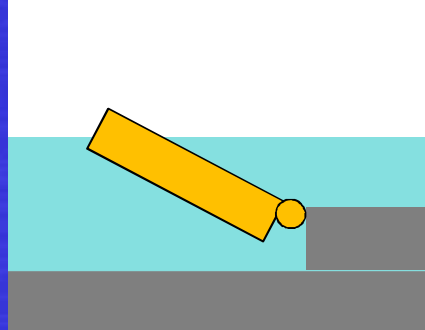
(1) フラップゲート式可動防波堤とは 河川逆流防止用ゲート(浮体式起伏ゲート)を応用



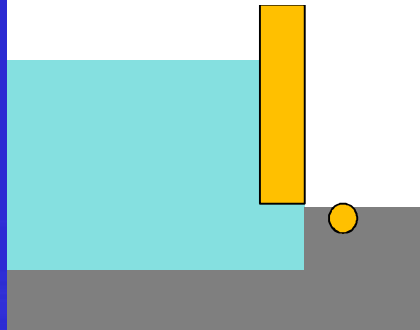
① 浸水無し



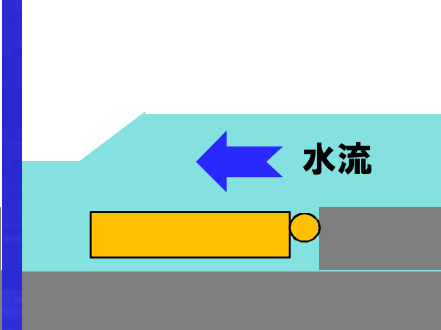
② 海側水位＝河側水位



③ 海側水位＞河側水位



④ 海側水位＜河側水位



(2) フラップゲート式水災害対策の種類



2013年開発着手



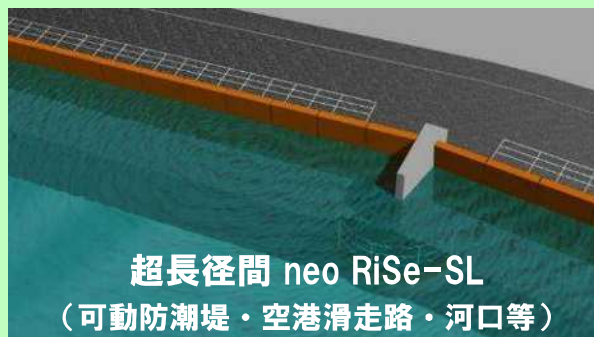
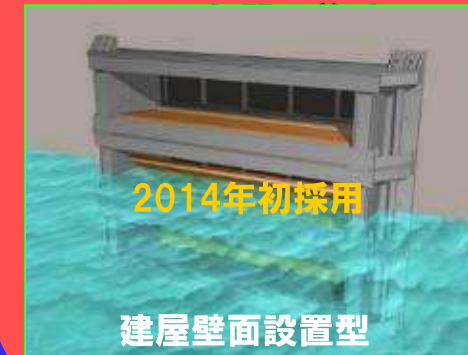
2012年開発着手



2003年開発着手



2009年開発着手



(3) 当該施設の優位性

1. 津波襲来時も危険を伴わず操作可能（安全性）

東日本大震災の時には、ゲートの操作等に多くの消防団員等が被害。

2. 日常の走行・航行を邪魔しない（機能性）

平時倒伏しており、日常、車両・漁船は自由に通行可能。

3. 確実に機能し、維持管理も容易（維持管理の容易性）

電源・通信設備にかかる故障リスクと維持管理負担を大幅に軽減。

4. 防護ラインショートカットで建設費を抑制（経済性）

陸上設置と海底設置を連携させ、防護ラインをショートカット。

港口・湾口に設置することで事業費を抑制。

(4) 施工実績

■フラップゲート式陸閘：日本国内に約200基



2014.4完成 日和佐港



手動起立状態

2015.3完成 豊益地区



手動起立状態

2015.10完成 撫養港海岸



建築向け

2013.5完成 Hitz 南港本社



建築向け

2014.12完成 大阪市内



4方水密

2021.3完成 宮城県内

■ 海底設置型フラップゲート式可動防波堤：日本国内に2基

■ 大船渡漁港海岸 細浦水門

規模：純径間32m×有効高13m×1門

設置目的：津波対策

基礎構造：杭基礎

輸送方式：台船輸送

完成年月：2020年12月



2021年12月25撮影

■ 福良港 煙島水門

規模：純径間25m×有効高11m×1門

設置目的：津波対策

基礎構造：直接基礎

輸送方式：本体浮遊曳航

完成年月：2022年3月（水門据付完了）



2021年12月18撮影

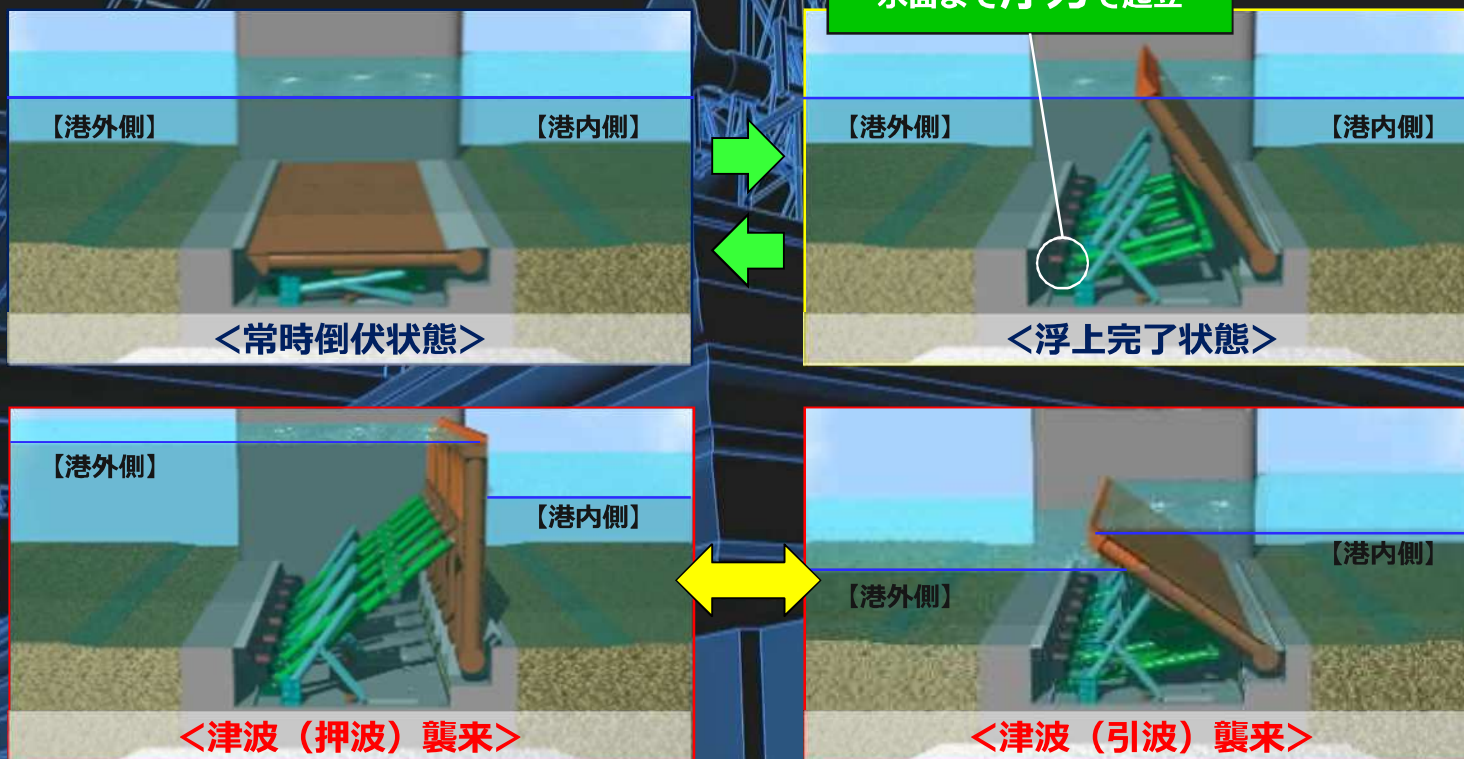
2. 海底設置型 設備概要

(1) 概要紹介動画



(2) 設備の特徴

- 機械装置小型化・省電力で、迅速なゲート閉鎖（1～2分）を実現。
- 航行船舶の高さ方向の制限がない。
- 一体製作・輸送による工期短縮



3. 海底設置型 施工事例紹介

3. 1 大船渡漁港海岸 細浦水門 工事概要

(1) 工事の特徴

フラップゲート式可動防波堤

日本国内 **初号機**

施工経験の少ない難工事を含む

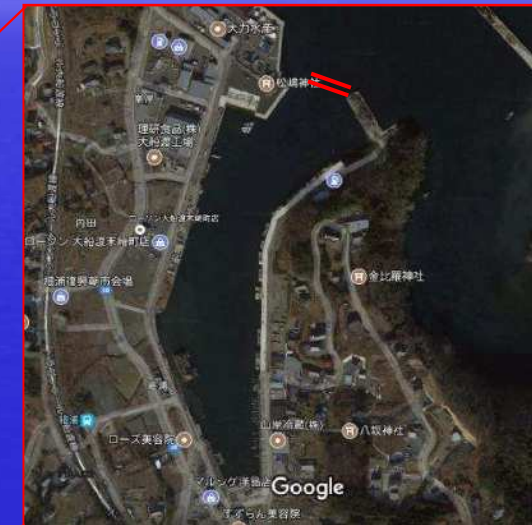
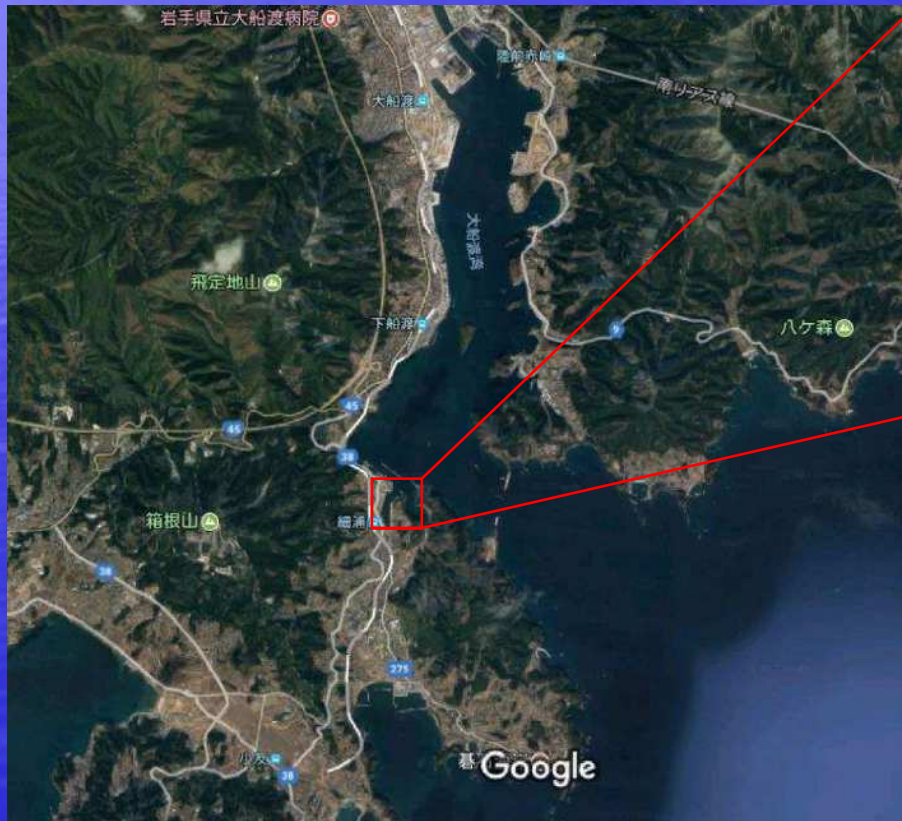
- ✓ 工場一体製作・一体輸送
- ✓ **鋼管杭56本と現地一体接合**
- ✓ 海中でのコンクリート打設
- ✓ 扉体を海中据付

(2) 施工場所：岩手県/大船渡漁港海岸（細浦地区）

(3) 設置目的：津波対策

(4) 設備規模：純径間32m×有効高13m×1門

(5) 製品重量：約18,000 kN



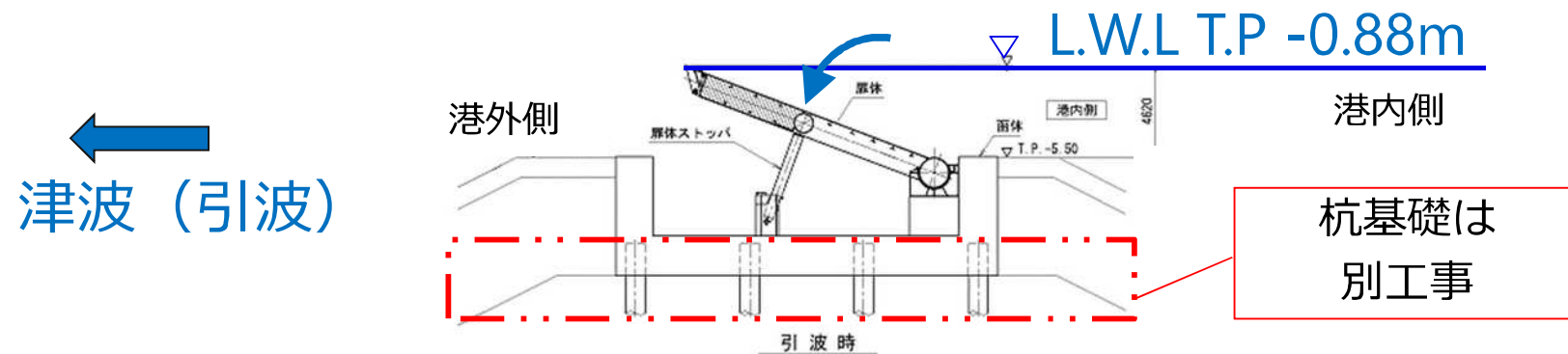
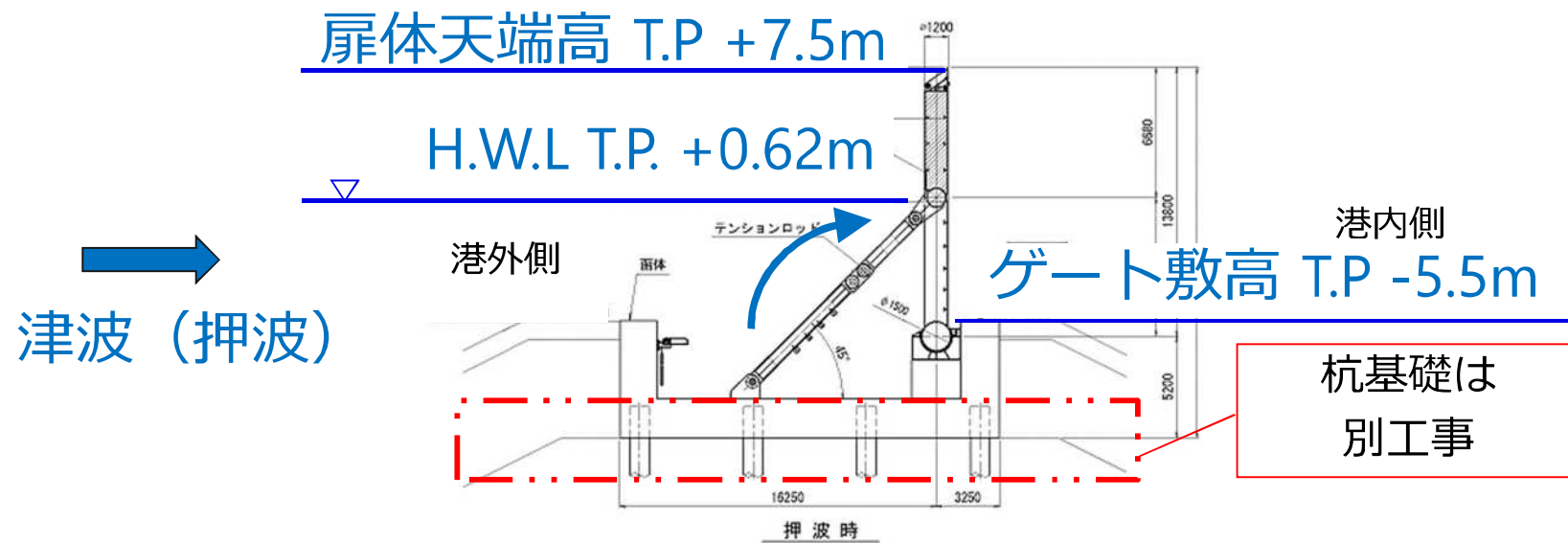
◆完成イメージ



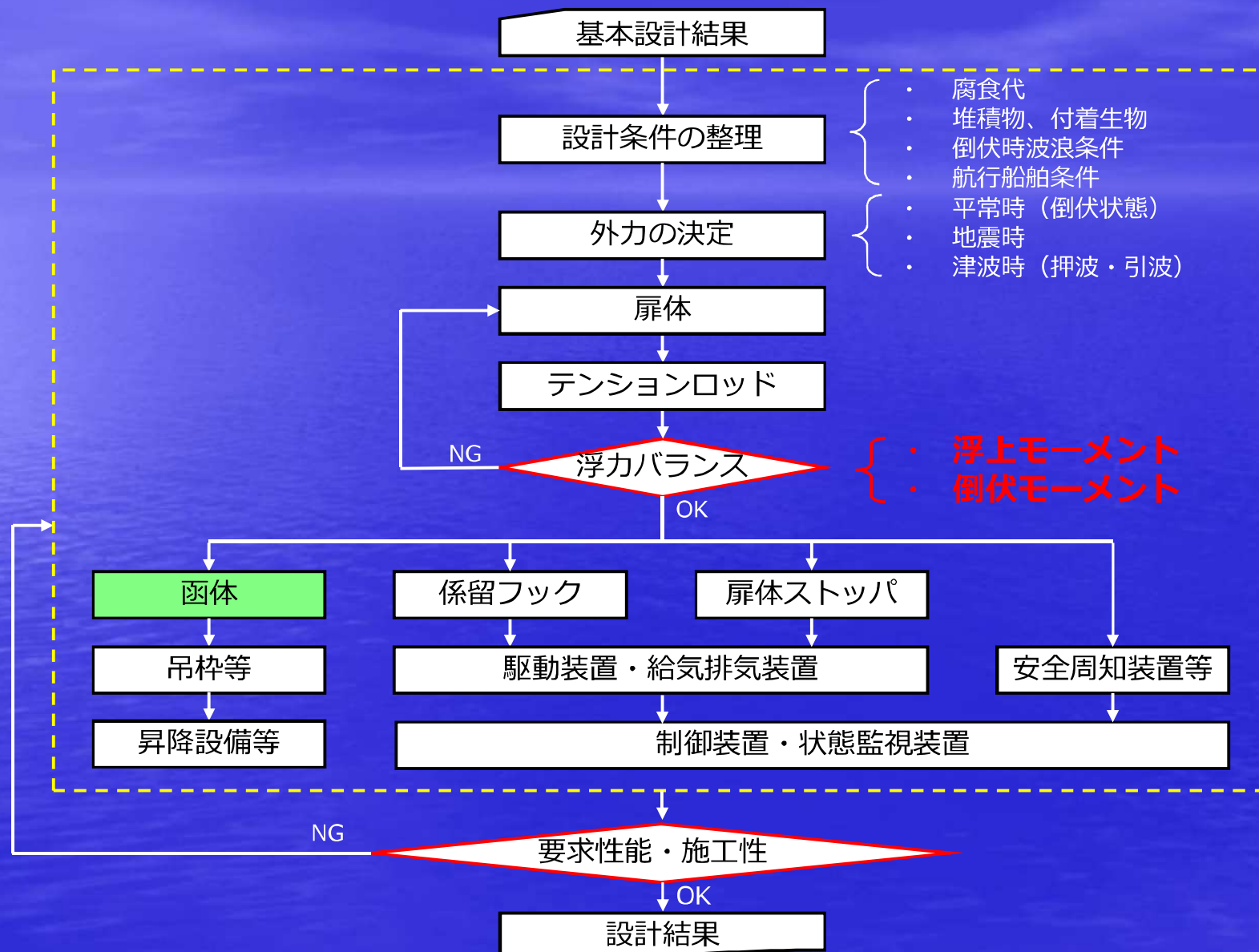
(提供：岩手県)

(6) 設計諸元

仕様項目			水門設備
ゲート形式			起伏式フラップゲート
純径間			32.000 m
有効高			13.000 m
設置数			1 門
扉体天端高			T. P. +7.500 m
ゲート敷高			T. P. -5.500 m
津波時地盤沈下			1.000 m
設計入射波高			T. P. +4.900 m
検 討 潮 位	押し波時	港外側	T. P. +0.620 m(H. W. L.)
		港内側	T. P. -6.500 m (1mの地盤沈下を見込む)
	引き波時	港外側	T. P. -6.500 m (1mの地盤沈下を見込む)
		港内側	T. P. -0.880 m(L. W. L.)
設計震度			Kh=0.24 (レベル1) Kh=0.40 (レベル2タイプⅠ) Kh=0.60 (レベル2タイプⅡ)
衝突荷重			20 kN/m

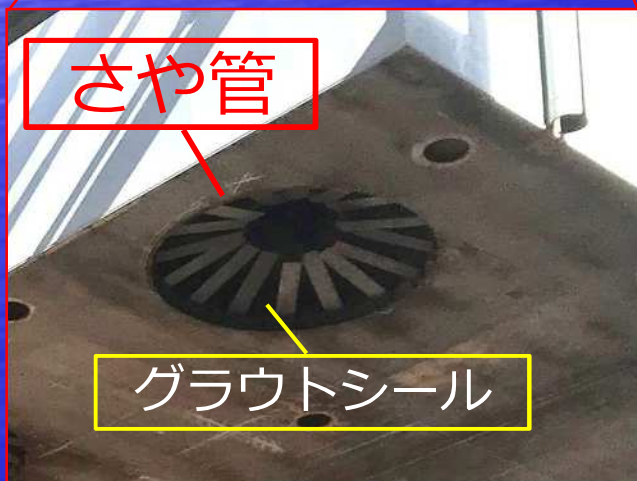


3. 2 詳細設計



■ 函体：鋼管杭56本と現地一体接合

◆ 鋼管杭と函体さや管とのクリアランス設定



I 取り合い構造

ジャケット工法技術マニュアルに準拠

II さや管製作精度（誤差）

函体小ブロック製作後、**接合部仕上げ切断**

→平面寸法-10～+15mm以内・鉛直寸法±4mm以内

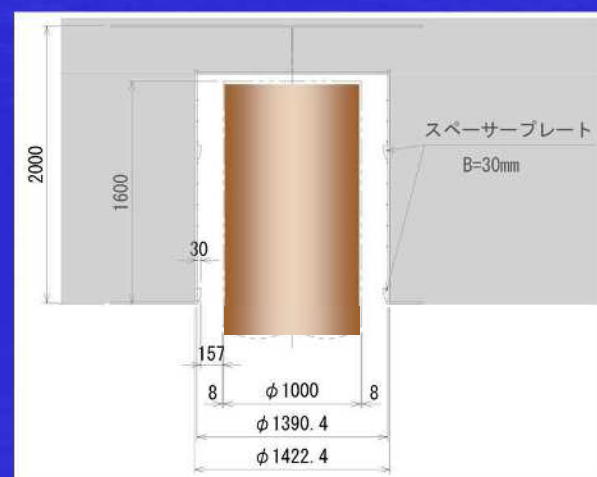
III 杭打設（関連工事）精度（誤差）

漁港漁場関係工事出来形管理基準

a.平面誤差：±100mm、b.鉛直誤差：傾斜±2°

a+b の80%：125mm（156mmの80%）

I II IIIを満足 → 144mm～165mm → 165mm



■ 函体：維持管理性

- ① 航路確保した状態での扉体下側へのダイバー**アクセス**の確保
- ② **作業スペース**の確保
- ③ ダイバーの**視界**の確保



① 函体管理塔天端
ダイバー通用口



② 作業スペース確保
(高さ約2.5m)

③ 堆積物排出管

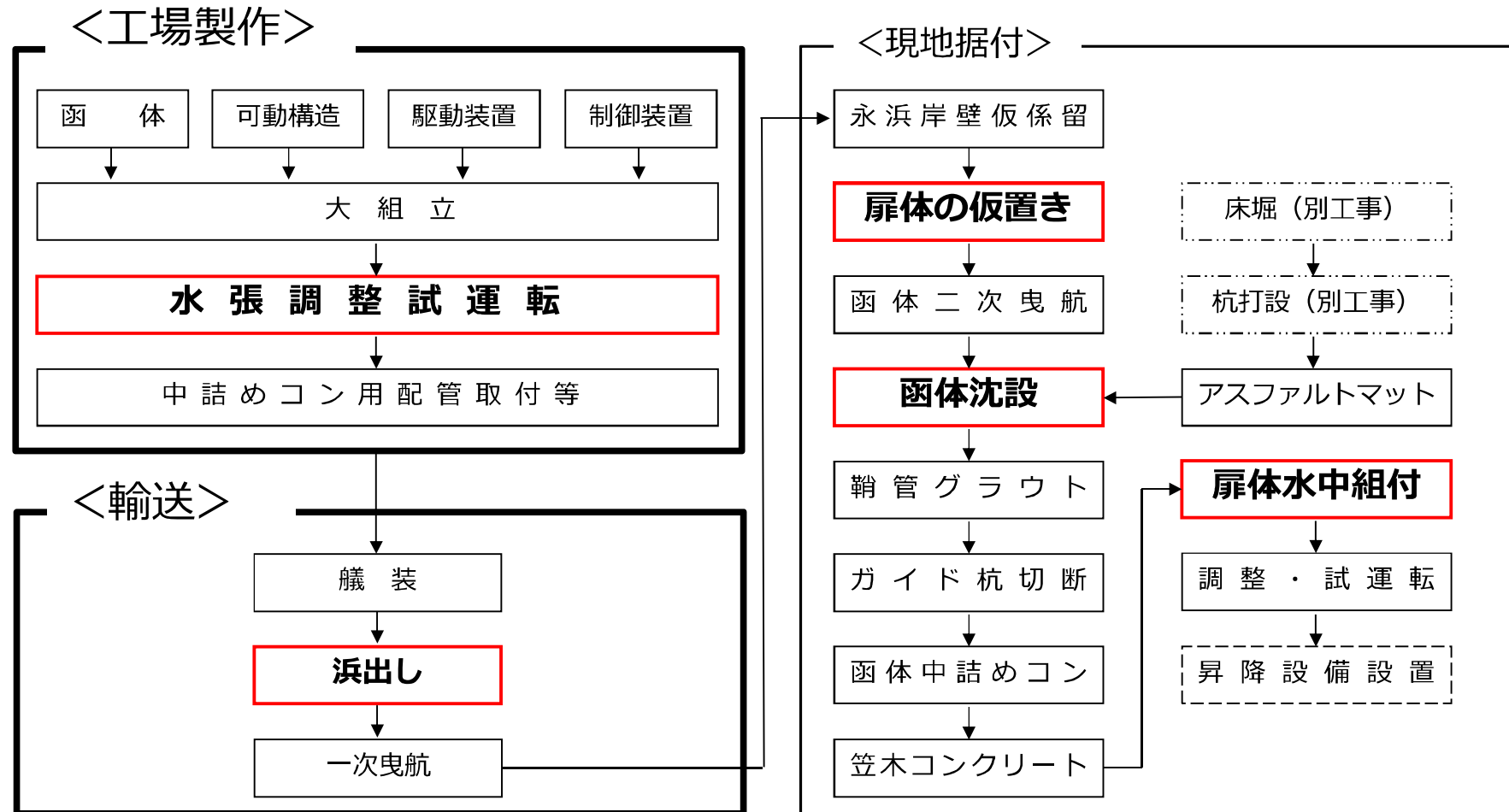


サンドポンプは
函体外面に接続

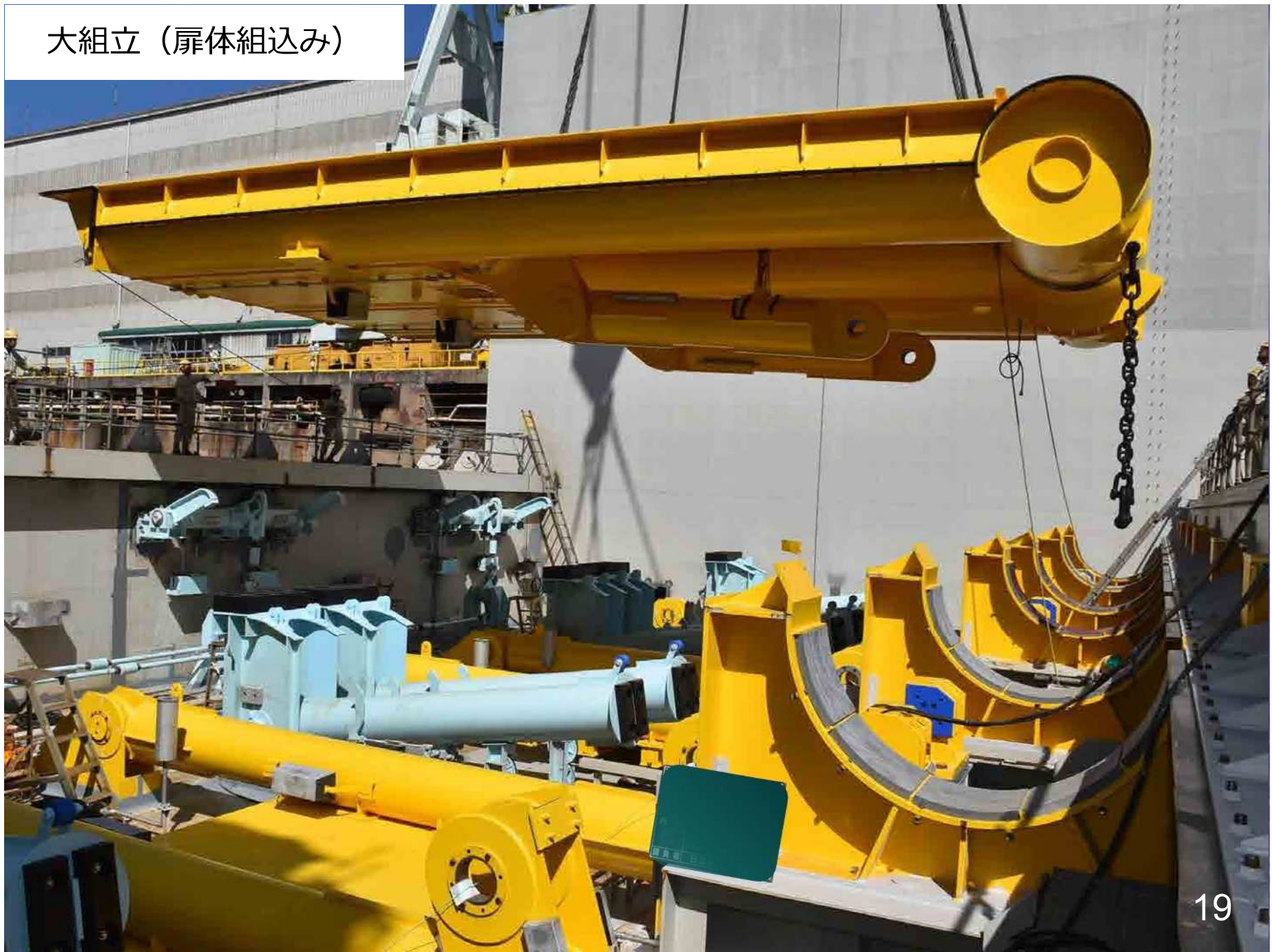


3. 3 工場製作・輸送・現地据付

(1) 施工フロー



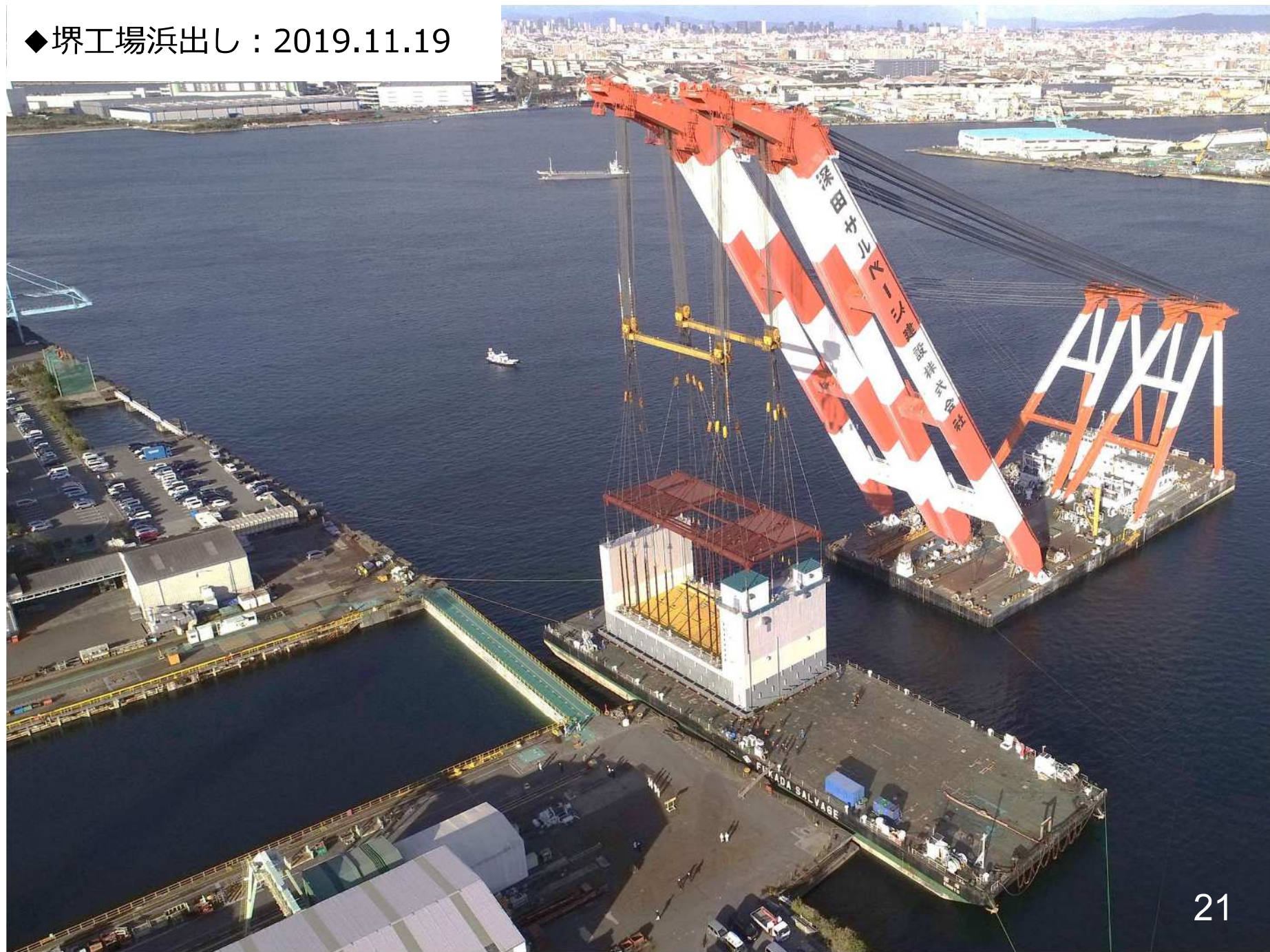
大組立（扉体組込み）



水張調整試運転



◆堺工場浜出し：2019.11.19





◆ 函体二次曳航準備@永浜岸壁：2019.12.3～7

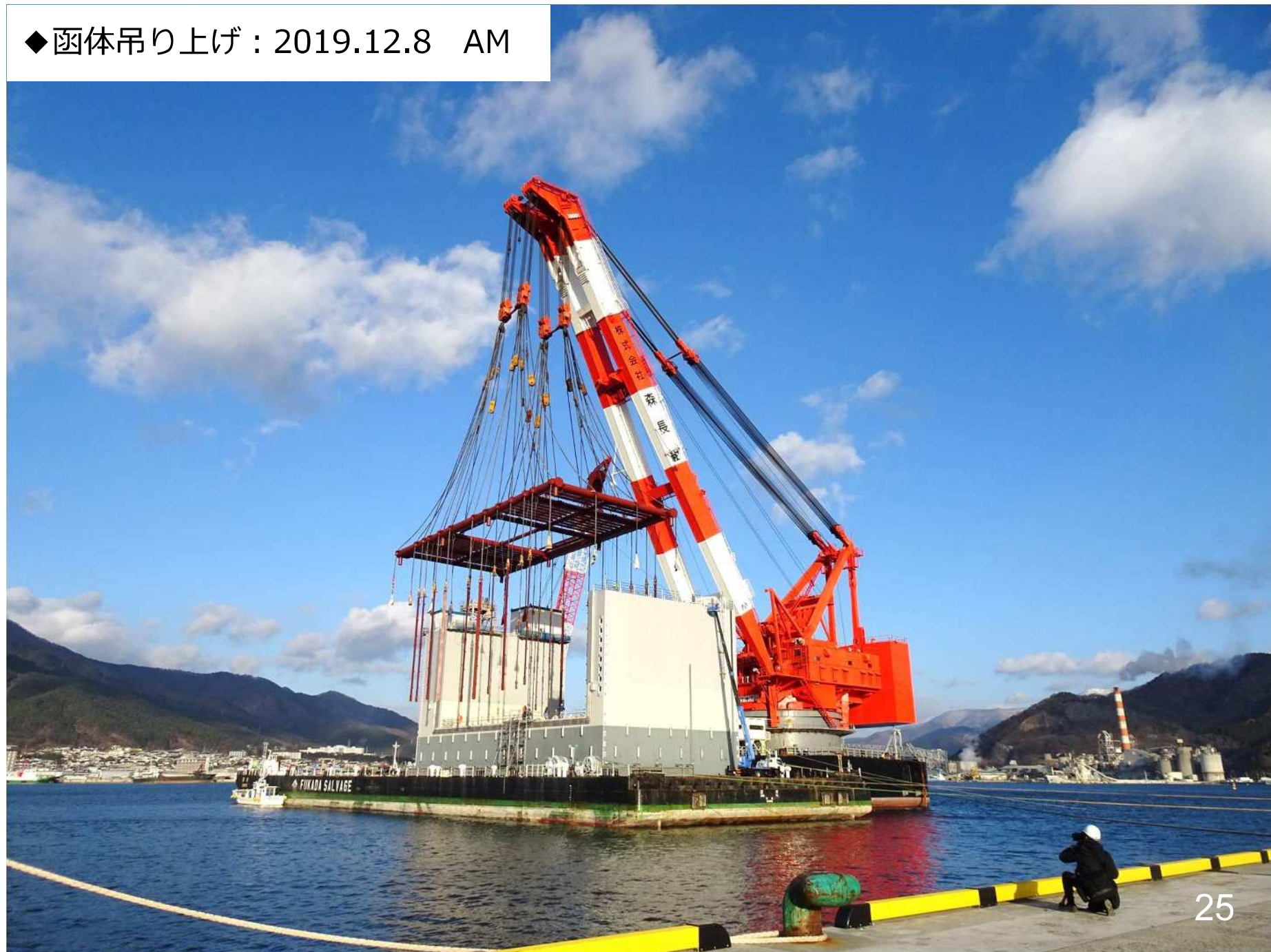


◆函体二次曳航準備@永浜岸壁：2019.12.3～7

＜扉体仮置き＞



◆ 函体吊り上げ：2019.12.8 AM



◆ 函体据付：2019.12.9



◆ 函体据付 : 2019.12.9



◆ 函体据付 : 2019.12.9



鋼管杭と函体さや管との
最小クリアランス : 56mm

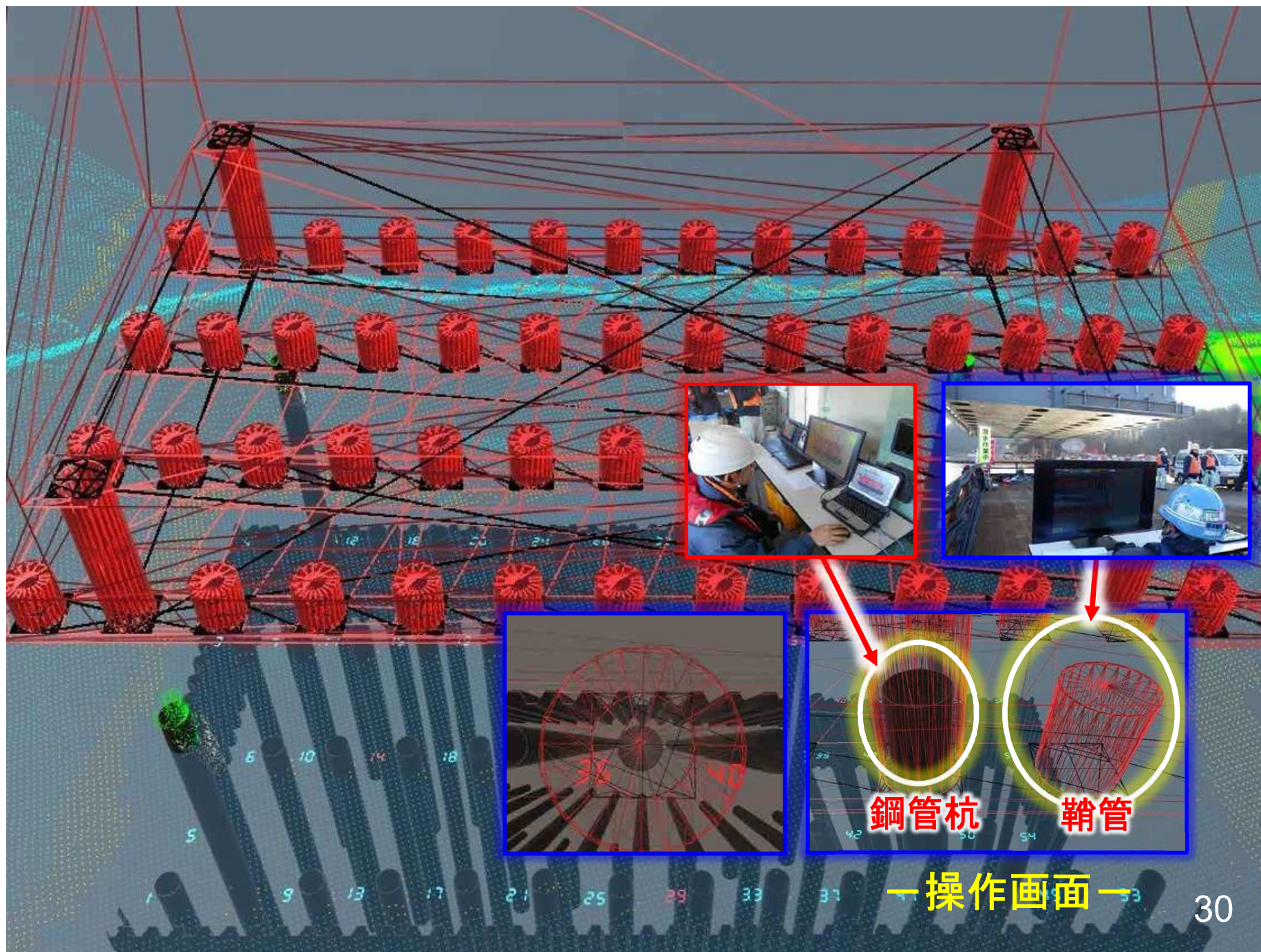
◆ 函体据付：2019.12.9

3. 施工事例



リアルタイムにVR (Virtual Reality) 表示可能とした
ICT (Information and Communication Technology) を活用

函ナビVR



◆ 函体据付 : 2019.12.9



◆扉体水中据付～調整・試運転：2020.3.23～6.5

扉体水中据付（1回目：3.24、2回目3.26）



◆スパット式300t吊
起重機船を使用

◆扉体水中据付～調整・試運転：2020.3.23～6.5

扉体水中据付（1回目：3.24、2回目3.26）

3. 施工事例



◆沈設時の最小クリアランス50mm

◆海象条件厳しい場合は、起重機船の大型化が必要

3. 4 現地試運転

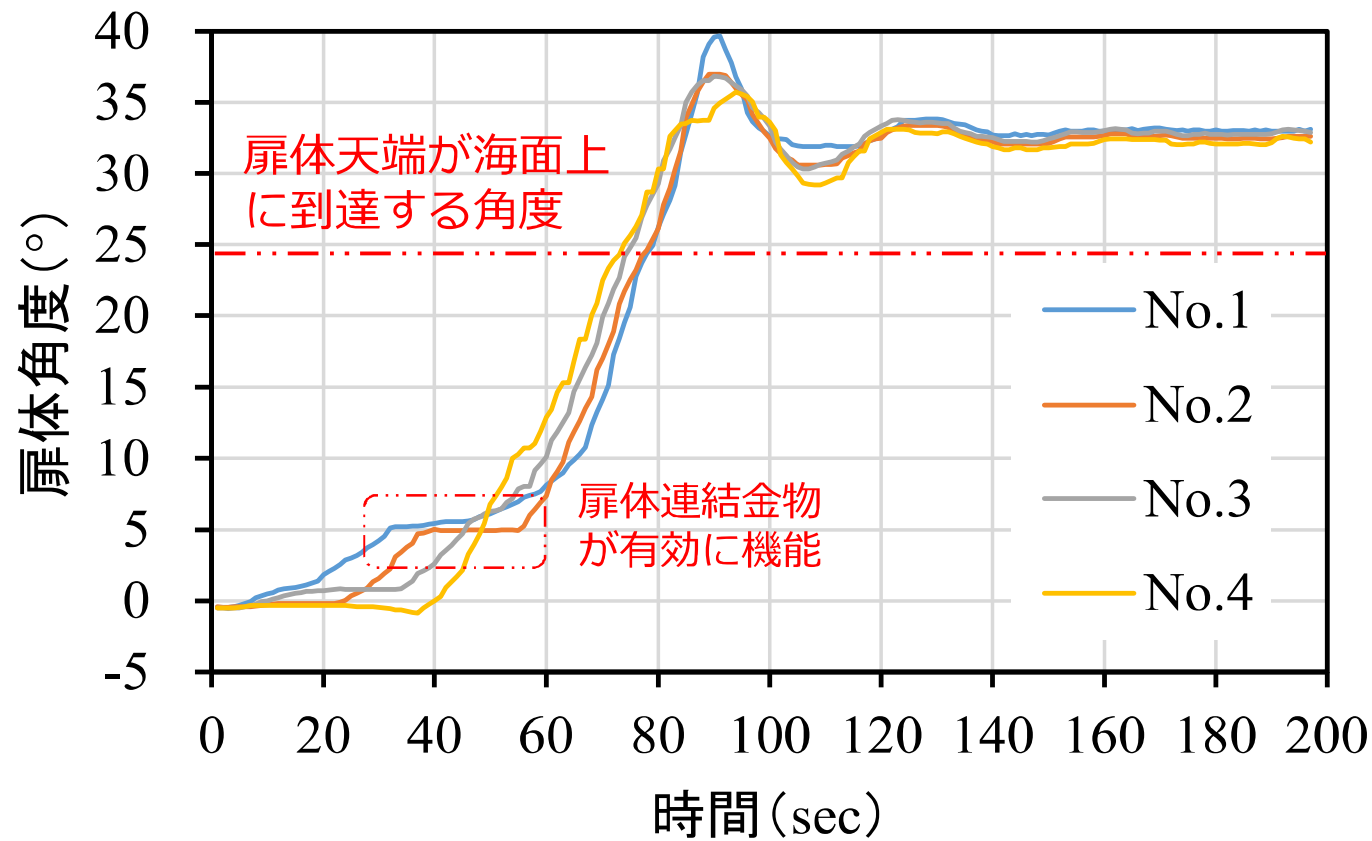
＜ゲート閉鎖（浮上）の様子＞



狀態監視裝置

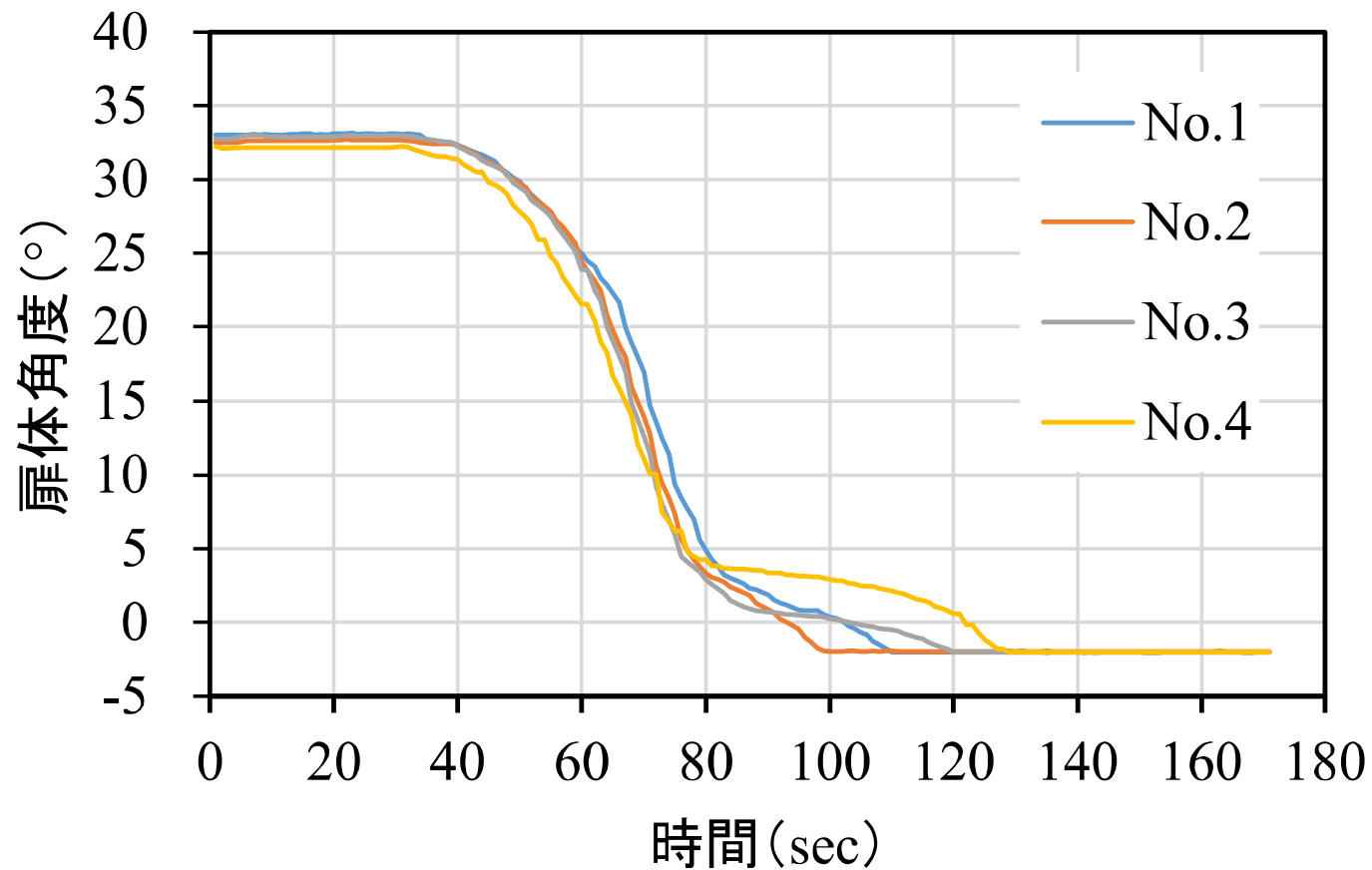


(1) ゲート閉操作時の扉体の挙動



(a) 扉体角度変化(浮上)
(潮位 T.P + 0.03m)

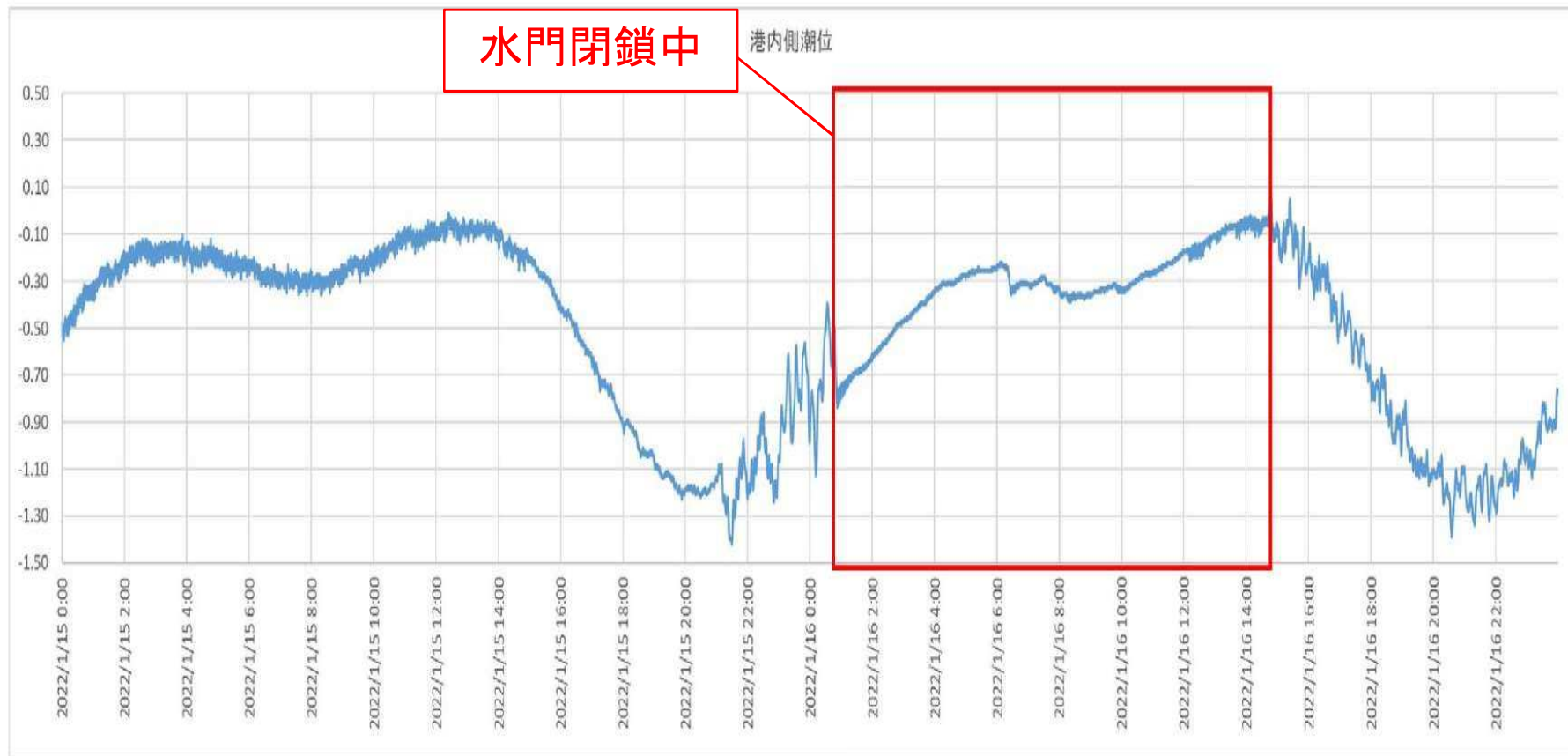
(2) ゲート開操作時の扉体の挙動



(b) 扉体角度変化(倒伏)
(潮位T.P +0.03m)

(3) 津波襲来時における港内側潮位変動

(2022年1月15～16日：トンガ沖海底火山の噴火に伴う津波襲来時)



4. おわりに

◆2003年に開発着手された「海底設置型フラップゲート」初号機工事は、現地での扉体取外しや、海中における扉体の組立等、経験の少ない作業や潜水作業が多かったが、事前検討ならびに工事関係者との事前協議・情報周知により、2020年度に無事施工完了できた。

◆また、2021年度には兵庫県に本設備2号機の据付が完了した。

4. おわりに

◆施工実績は国内2基となり、杭基礎と直接基礎、台船輸送と浮遊曳航の実績ができ、より大規模な施設にも本技術の適用が可能となった。

◆今後は、維持管理データの収集とともに、起重機船の小型化や海中作業の軽減によるさらなる工期短縮、工費縮減を目指し工法の改善を図りたい。

◆本技術は津波時に、水門の人的操作を必要とせず、迅速かつ確実に航路を閉鎖できることから、津波防災の安全性向上に寄与すると考えている。引き続き技術の改良に努め、今後の安全・安心社会の構築に微力ながら貢献できれば幸いである。

謝辞：最後に、本技術の開発開始から初号機完成までの間、関係各位には長期にわたり多大なるご指導、ご支援を頂いた。ここに感謝の意を表します。

ご清聴ありがとうございました。