

三大水門の津波対策について

目次

1. はじめに
2. 西大阪地区の高潮・津波対策の現状と課題
3. 今後の高潮・津波対策の検討について

1. はじめに

1. 1 河川構造物等審議会の主な経緯

1. 2 現在の西大阪地区の津波対策

1. 1 河川構造物等審議会の主な経緯

平成23年度・24年度

第1回、第2回 西大阪地区の津波対策に関する技術検討委員会

- 津波遡上シミュレーションの条件整理について
- 津波に対する水門耐力の検討手法について

平成24年度 第1回、第2回河川構造物等審議会

- 津波浸水シミュレーションによる津波挙動の把握
- 水門の閉鎖は津波遡上を抑制し、浸水被害の軽減に有効
 - 大津波警報: 公益的見地からも閉鎖は適切な判断
 - 津波警報: 水門上流での溢水の可能性や防潮扉が閉鎖できない場合等の想定外に対応できるよう、多重防御の観点からも閉鎖
- L1津波波力に対して三大水門が損傷、開閉困難となる可能性あり⇒主水門は補強困難
- 水門閉鎖による反射波: 防潮堤の損傷状況を把握し、対応策の検討必要

平成24年度 第3回 河川構造物等審議会

- 中間答申

平成25年度 第1回河川構造物等審議会

- 当面の対策として、津波襲来後の「高潮リスク」「洪水リスク」の被害を出来る限り軽減させるため、副水門の開閉機能維持が効果的である。

1.2 現在の西大阪地区の津波対策

第一線防潮ラインによる防御

課題

防潮堤による防御

【地震の揺れに対する課題】

液状化による沈下が判明、耐震対策が必要
⇒ 平成25年度より対策事業実施

高潮用水門を津波で閉鎖

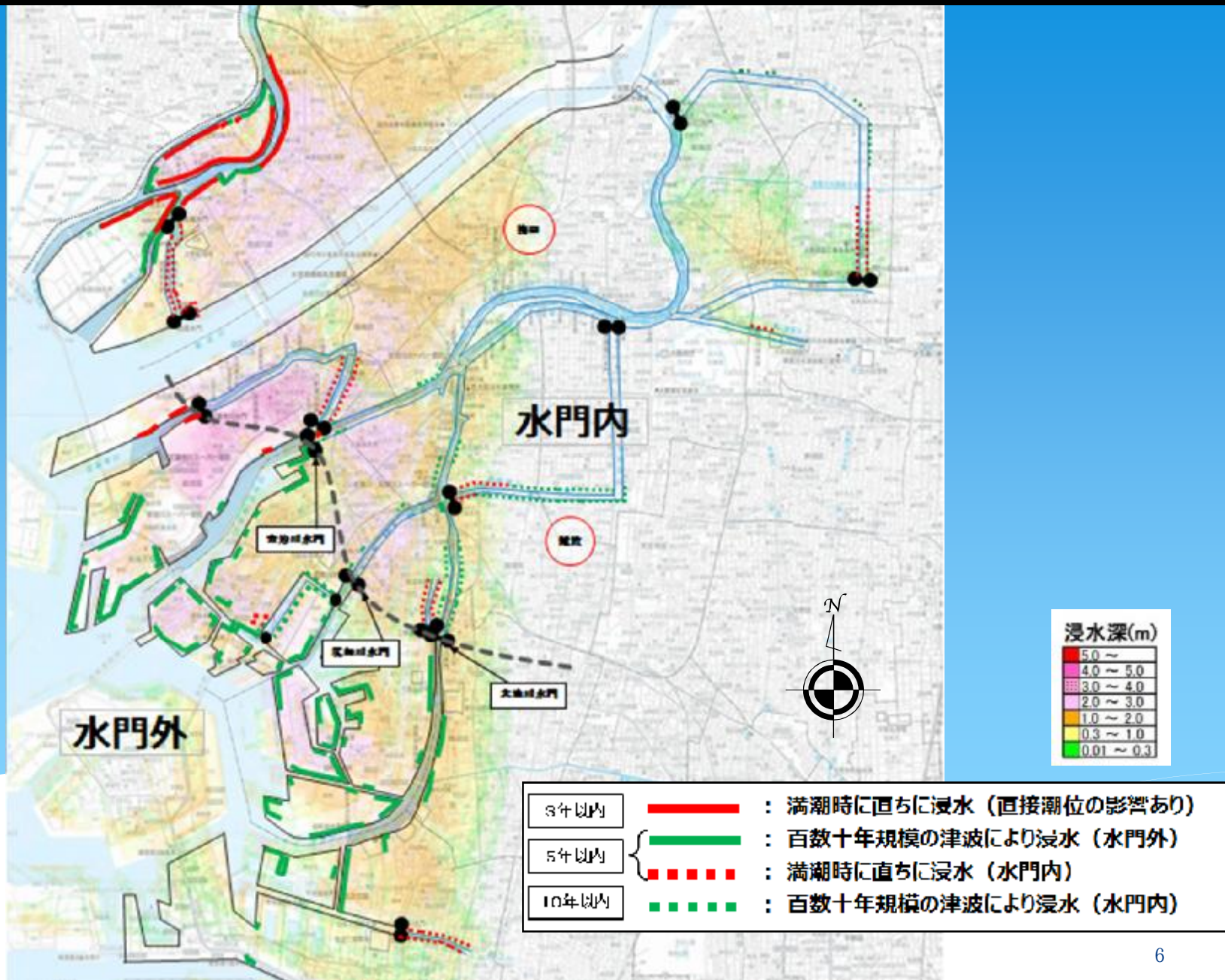
【地震の揺れに対する課題】

・ 尻無川水門、正連寺川水門の耐震対策必要
⇒ 平成26年度より対策事業実施

【津波波力に対する課題】

・ 大水門の損傷
・ L2津波発生時の大水門による反射波

◆現在の主な津波対策事業（防潮堤の耐震対策）



1. 2 現在の西大阪地区の津波対策

津波波力に対する課題

1. 大水門の損傷

- ・L1津波で開閉困難に
- ・主水門の補強は困難
- ・副水門は中央堰柱の補強で開閉機能維持が可能



【当面の対策】

副水門の開閉機能維持することにより洪水・高潮被害を軽減
(平成25年度第1回審議会にて審議済)
⇒平成26年度より事業実施

【抜本的な対策】

今後検討が必要

2. 水門反射波の課題

- ・L2津波発生時の水門による反射波が堤防を越波
(堤防が健全な場合)

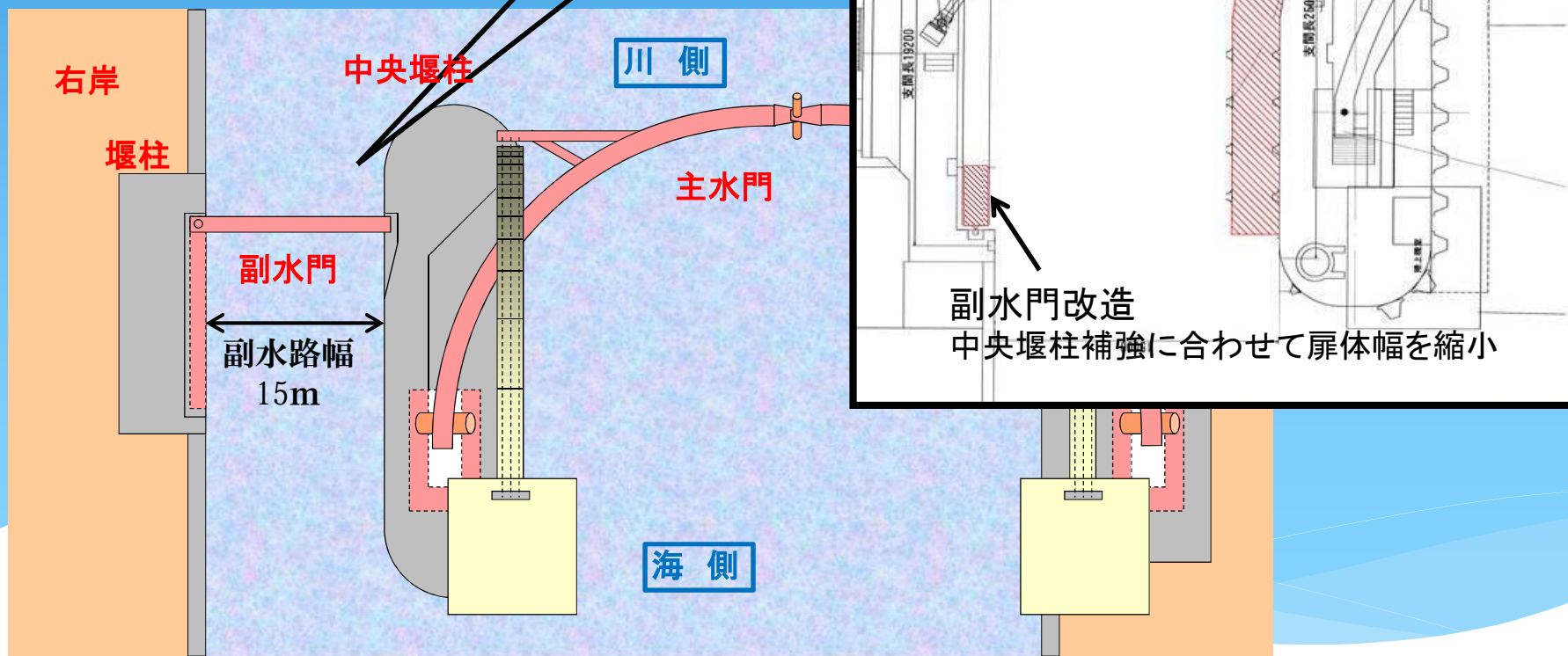


【対策】(次回審議会以降)

- ・様々な条件下における反射波の発生状況の把握
- ・反射波対策について

◆現在の主な津波対策事業（副水門の開閉機能維持）

- 当面の対策として中央堰柱を補強し、津波時に副水門の開閉機能を維持する事で、洪水・高潮リスクによる被害を軽減
平成26年度～



2. 西大阪地区の高潮・津波対策の

現状と課題

- 2. 1 三大水門の強度
- 2. 2 津波襲来後のリスク
- 2. 3 三大水門の維持管理

2.1 三大水門の強度

三大水門は、高潮用の水門として建設されたものである。

津波		L1					
求められる性能		水門が確実に開閉動作できる					
		解析結果の判定			補強対策の可否		
水門		木津川	尻無川	安治川	木津川	尻無川	安治川
主水門	扉体	×	×	○	×	×	補強不要
	中央ピン	×	×	×	×	×	×
	回転支承部	×	○	○	×	補強不要	補強不要
	ボックスゲーター	×	×	×	○	○	○
	中央堰柱	×	×	×	○	○	○
副水門	副水門戸当り	×	×	×	○	○	○
	ストッパー部	×	×	×	○	○	○

×: 求められる性能を満足できない箇所
○: 求められる性能を満足している箇所

×: 補強不可
○: 補強可能



L1津波

主水門⇒開閉が困難となる可能性がある。
副水門⇒中央堰柱が損傷し、開閉機能を阻害。

2.2 津波襲来後のリスク

中央堰柱補強後に地震による津波が襲来した場合
↓
主水門・副水門ともに閉鎖する。



主水門開閉不能となる。
副水門は開閉機能が維持できる。

Casa1

主水門: 存置
副水門: 開閉可

Casa2

主水門: 撤去
副水門: 開閉可

2.2 津波襲来後のリスク

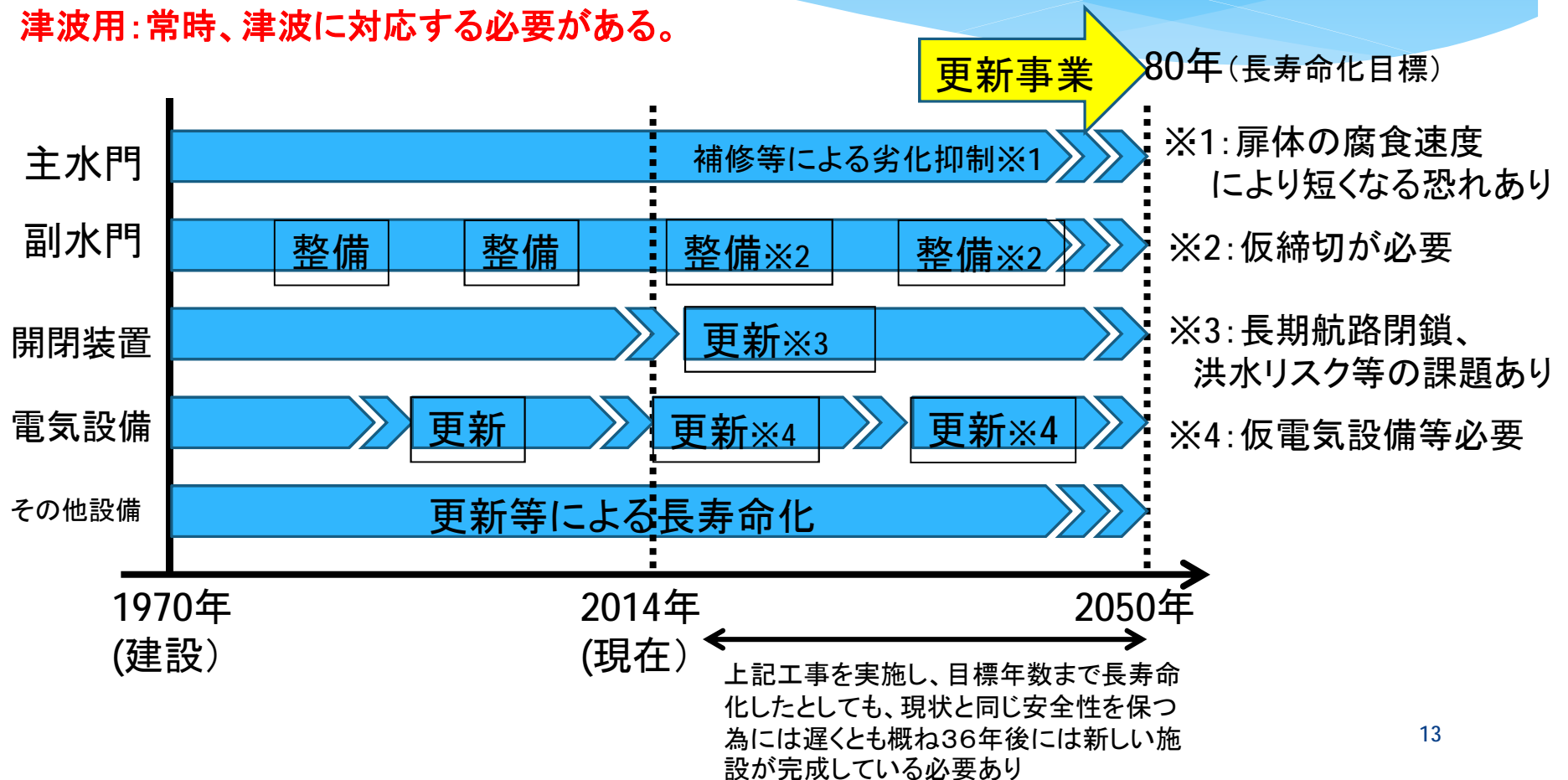
	地震発生直後	2時間後 (津波到達)	津波到達直後	約1・2ヶ月後	新たな施設 完成までの間
Case 1	主水門=閉鎖	主水門=損傷 (閉鎖状態)	主水門=損傷 (閉鎖状態) 副水門=開閉可能 (閉鎖状態)	主水門=存置 副水門=開閉可能	洪水リスク小 舟運に影響 水環境悪化
Case 2	副水門=閉鎖	副水門=開閉可能 (閉鎖状態)	洪水リスク小 舟運に影響 水環境悪化	主水門=撤去 副水門=開閉可能	高潮リスク大

どちらのCasaを選択しても、リスクが発生する。
現在、Casa1を選択し中央堰柱の補強を予定している。

2.3 三大水門の維持管理

高潮用: 非出水期に大規模修繕・部分更新を実施

津波用: 常時、津波に対応する必要がある。



3. 今後の高潮・津波対策の検討について

3. 1 津波対策方式の分類

3. 2 検討ケースの例示

3. 3 津波対策施設の検討

3.1 津波対策方式の分類

①水門による防御

水門によって、津波の遡上による水位上昇から都市部を防御する方法
現在、西大阪ブロックで採用している。(当面の運用)

- ・現三大水門を津波用水門に改造する方法
- ・新たな水門を設置する方法
→設置箇所が重要
- ・高潮用水門と兼用可能
(別施設とすることも可能)

②減勢施設による防御

防波堤等により、津波の遡上を港外等で留める方法
水中等に設置する減勢施設も、この方法の範疇としてとらえる。

- ・防波堤による方法
- ・津波襲来時に起伏する減勢施設を設置する方法
→設置箇所が重要
- ・高潮対策としては効果がないため、別途、高潮対策施設が必要

③防潮堤の高さによる防御

津波の遡上の高さに合わせて、河川、港湾等の護岸等を整備し、その高さにより津波から都市部を防御する方法

- ・津波遡上の高さに合わせて防潮堤の耐震対策と嵩上を行う方式
- ・橋梁や防潮扉等といった施設についても同時に嵩上する
- ・高潮対策として必要な高さが不足するため、別途高潮対策施設が必要

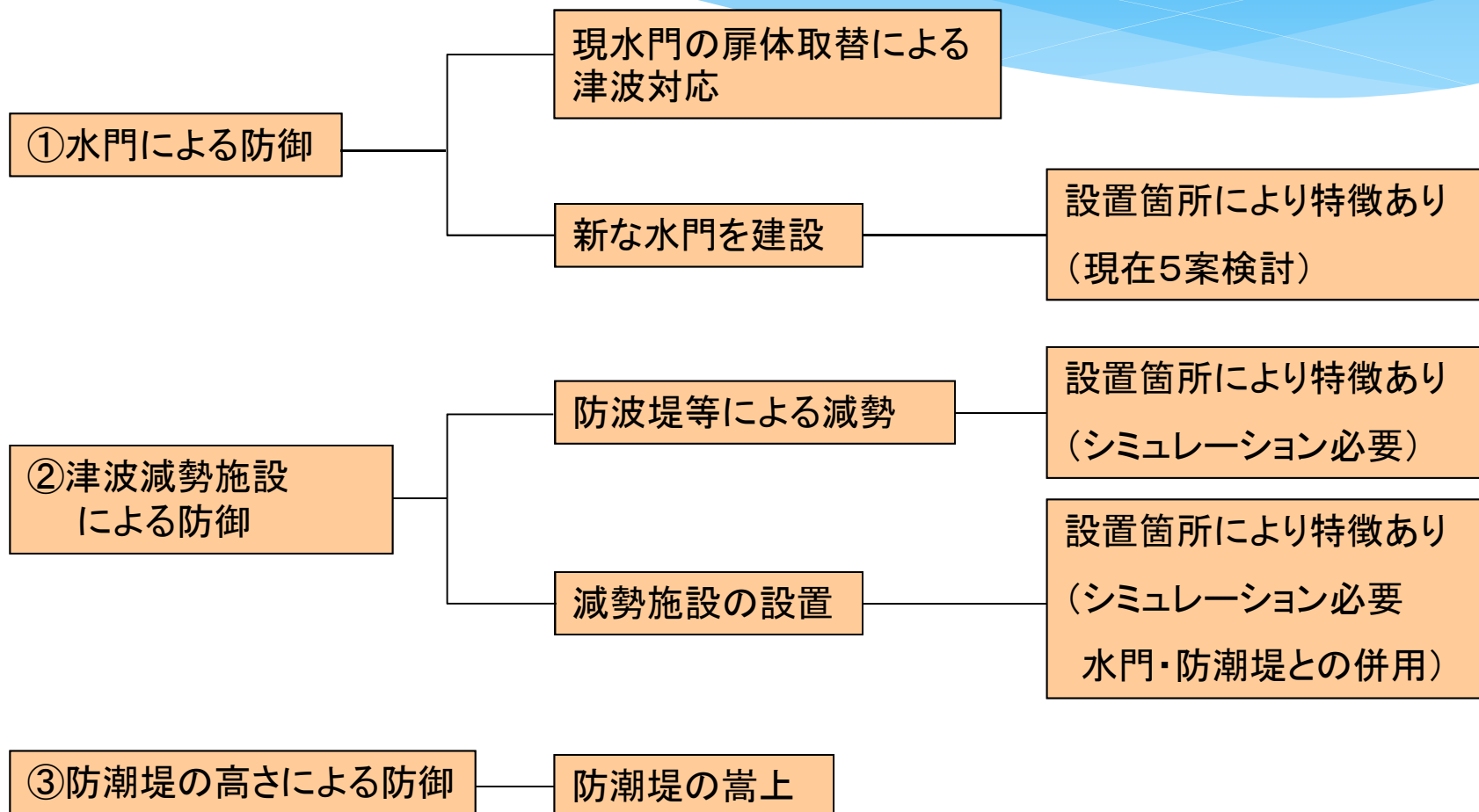
④各案を組み合わせた防御(水門+防波堤、水門+防潮堤高さ、防波堤+防潮堤高さ、等)

3.1 津波対策方式の分類

分類と選択肢の抽出

【大分類】

【選択肢】



3. 2 検討ケースの例示

水門による防御

例1) 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

例2) 新たに津波用水門を設置する方法

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1：三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

過年度までの検討結果(扉体における損傷箇所)



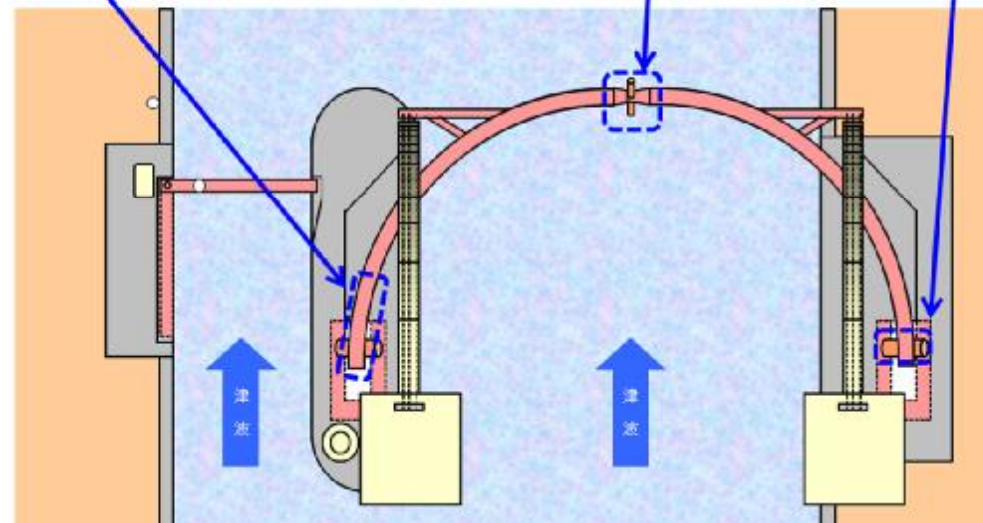
①扉体端部



②中央ピン



③回転支承部(ボス)

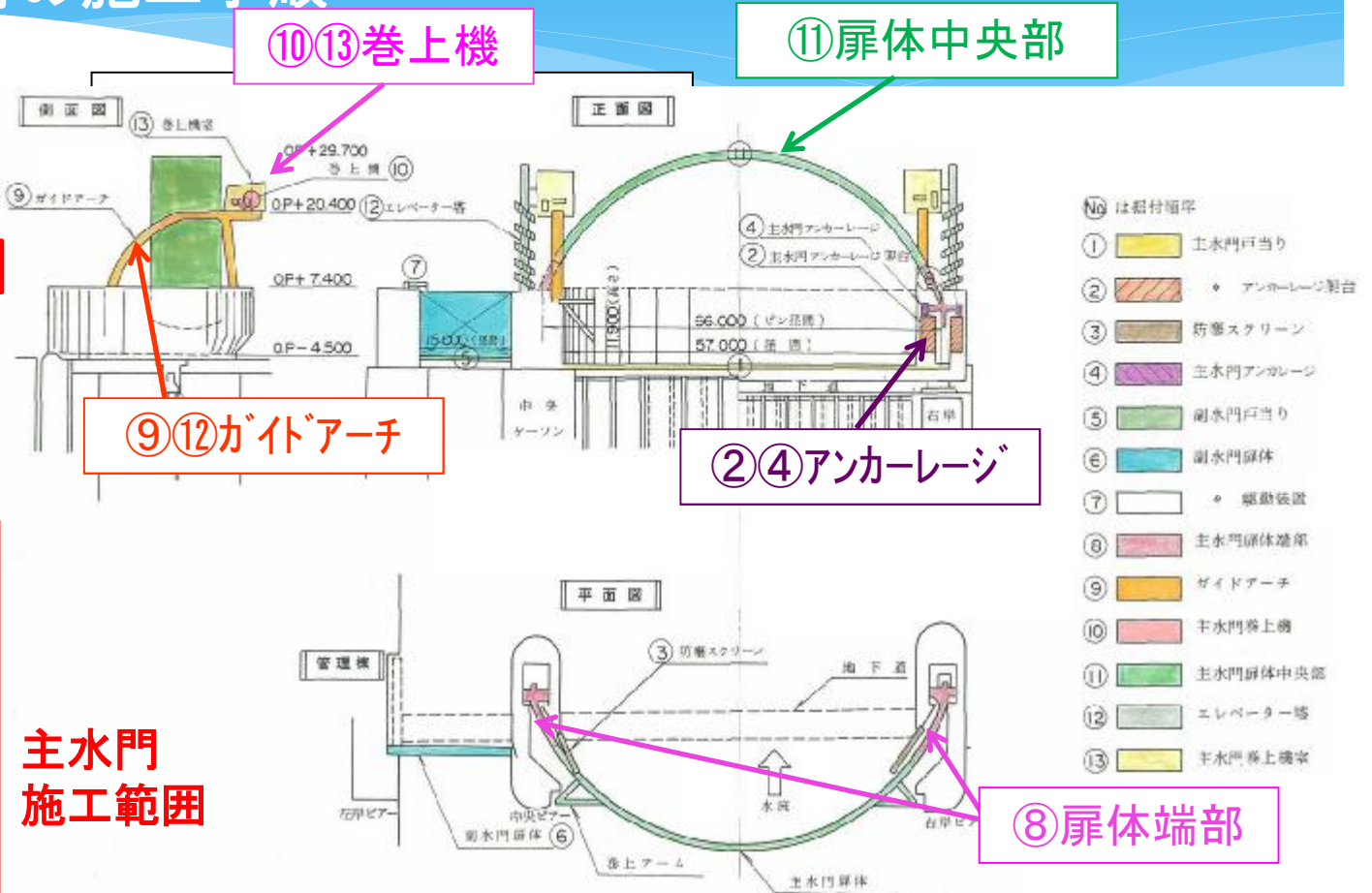


3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

参考: 建設当時の施工手順

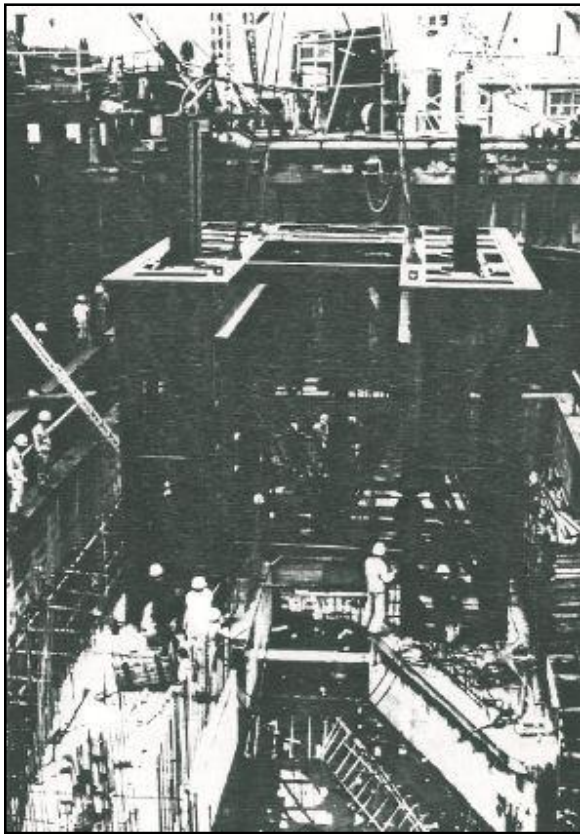
- ① 主水門戸当り
- ※ ② 主水門アンカーレージ架台
- ③ 防塵スクリーン
- ※ ④ 主水門アンカーレージ
- ⑤ 副水門戸当り
- ⑥ 副水門扉体
- ⑦ 副水門駆動装置
- ※ ⑧ 主水門扉体端部
- ※ ⑨ ガイドアーチ(片側)
- ⑩ 主水門巻上機(片側)
- ※ ⑪ 主水門扉体中央部
- ⑫ ガイドアーチ(片側)
- ⑬ 主水門巻上機(片側)
- ⑭ エレベーター塔
- ⑮ 主水門巻上機室



※箇所は次ページにて施工写真を示す

3. 2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法



②アンカーレージ架台
(堰柱に埋込)



④アンカーレージ
(堰柱に埋込)

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法



⑧扉体端部据付



⑨ガイドアーチ



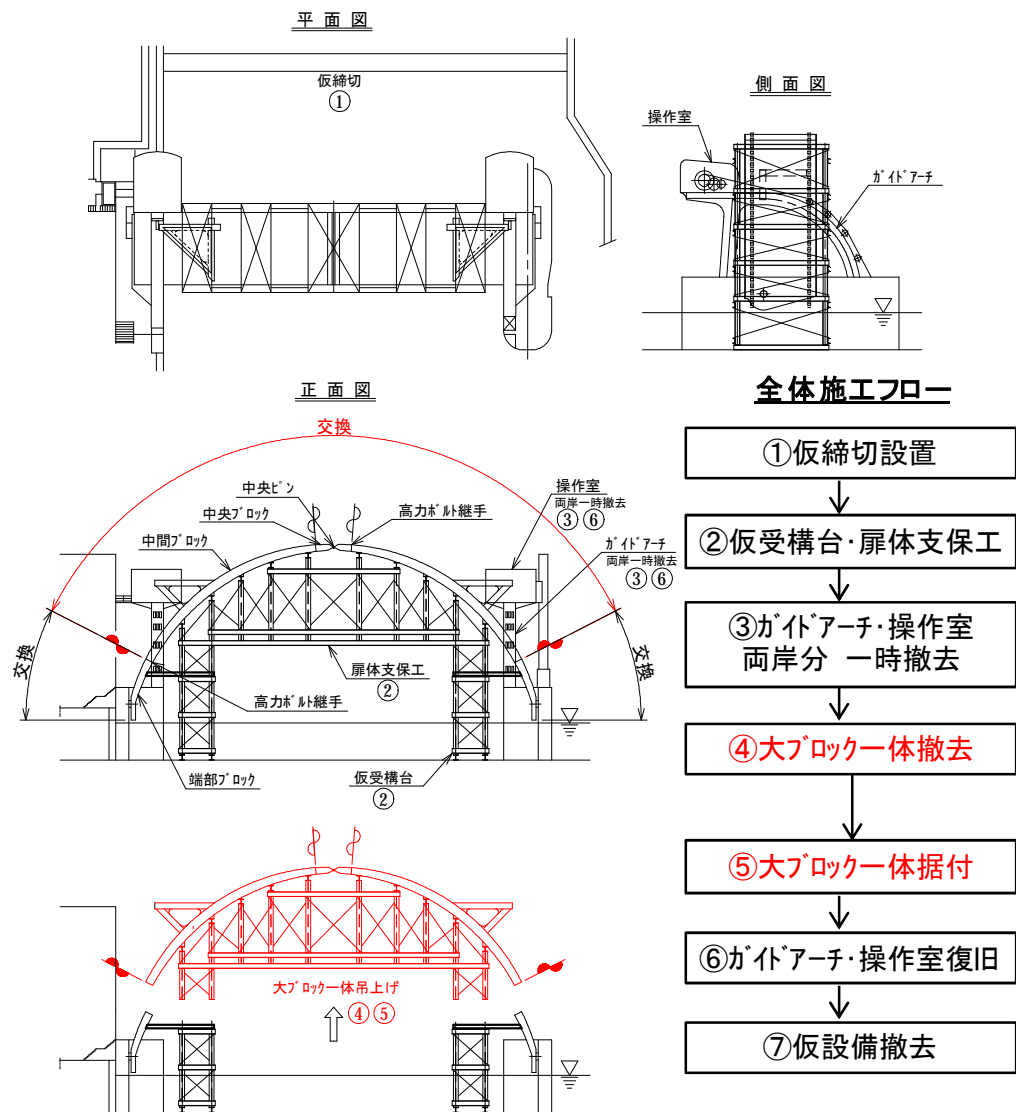
⑩扉体中央部

主水門を扉体端部ブロック(2箇所)、扉体中央+扉体中間ブロック(一体)に3分割して設置

工法区分

大ブロック架設(高所)
全開位置にて、扉体を大ブロック(中間+中央)で吊り上げて取り外し、新製ブロックと取り替える

工法概要



施工・安全性
技術的課題
(リスク)

- ①～⑧建設時と逆の手順で施工
- ①工事中の津波防御用としての河川仮締切が、大規模となる
- ②大規模な扉体支保工や支持架台が必要である
- ③⑦ガイドアーチ等の一時撤去が必要となり、ガイドアーチ基礎部(堰柱の一部)を破壊する必要がある

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

扉体を交換することでL1対応は可能

ただし、津波用水門に必要な機能が一部満たされない

<津波対応に必要な能力に関する指針等>

- ダム・堰施設技術基準(案)(H25.7)
(ダム・堰施設技術協会)
- 東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について(H23.9)
(国交省:東北地方太平洋沖地震を踏まえた河口堰・水門等技術検討委員会)
- ゲート設備の危機管理対策の推進について(H19.8)
(国交省:水門等ゲート設備の危機管理に関する検討会)

3. 2 検討ケースの例示

最新の指針等に記載されている内容

1 ダム・堰施設技術基準(案)(H25.7)(ダム・堰施設技術協会)

- ・氾濫・浸水を防止するため、閉操作が確実に行えることが基本的機能である場合には、**万一設備の一部が機能しない場合にも、閉めることができるよう**にする
- ・動力システムの停止や電源が喪失した場合でも危機管理上、閉めるべきゲートについては、急降下閉鎖装置等を用いて**自重降下**による閉鎖をできるようにすること
- ・危機管理の一つとして、軽故障時には管理所員で容易に対処できるように、制水設備やそれらの操作関連設備は**機能と構造が容易に理解できるような単純な構成**とすること

2 東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について(H23.9)

(国交省:東北地方太平洋沖地震を踏まえた河口堰・水門等技術検討委員会)

- ・**津波来襲時にあっても、扉体を閉鎖**できるように、危機管理上の対応が可能な構造とすることが求められる。
- ・河川津波に対する操作を行う必要がある施設では、操作員の安全確保や迅速・確実な操作のため、**遠隔化、自動化、無動力化**のための設備を可能な限り採用する必要がある。

3 ゲート設備の危機管理対策の推進について(H19.8)(国交省:水門等ゲート設備の危機管理に関する検討会)

- ・現行技術基準における危機回避対策としては、電源、動力の確保の面から、**予備電源、予備動力の確保**が規定されているとともに、急速に閉鎖すべきゲートについては、**急降下閉鎖装置(自重降下)**を用いる事が規定されている。

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

津波対応で必要と考える機能

- ①電気制御の単純化
- ②自重降下
- ③動力の二重化
- ④設備点数の最少化
- ⑤構造の単純化(閉鎖時)
- ⑥扉体のSUS化
- ⑦水門複数化

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例1: 三大水門の扉体取替(L1対応)による方法

改造によって追加する機能

追加機能	概算現地工期
扉体取替(L1対応)	①仮締切設置撤去 : 19ヵ月 (設置12+撤去7)
	②架台設置撤去 : 2ヵ月 (設置1+撤去1)
動力の二重化	③ガイドアーチ移設 : 8ヵ月 (撤去4+復旧4)
	④扉体撤去据付 : 6ヵ月 (撤去3+据付3)
扉体SUS化	約35か月の航路閉鎖・大規模仮設が必要

改造でも追加できない機能・課題

- ・電気制御の単純化
 - ・自重降下
 - ・設備点数の最少化
 - ・構造の単純化
 - ・水門複数化
- ⇒長寿命化対策の内容によって、大規模仮設等の対策検討が必要
- ・扉体と巻上機以外の構造物(土木構造物や副水門等)は継続使用
- ⇒耐用年数の見極めが必要

3.2 検討ケースの例示

検討ケースの例2:新たに津波用水門を設置する方法

検討の方向性

項目	概要	方向性
高潮水門との関係	○高潮水門をそのまま残して、津波水門を新設する場合と、高潮水門を撤去して、高潮・津波対策の機能を兼ねた水門を新設する場合が考えられる。	○建設後の維持管理を考慮すると、基本的には高潮水門と津波水門を合わせた施設（施設の兼用化）する方が望ましい。
水門位置	○津波水門として建設する位置（高潮水門と同じ位置がよいのか？上流側、下流側がよいのか）	○建設する位置によって、どのようなメリット・デメリットが存在するのか整理する必要がある。
水門構造	○津波水門の構造をどうするか（建設位置にも影響される）。	○津波水門として求められる機能の整理。 ○津波水門の事例を整理。 ○位置やその他の事項による制約条件を整理する必要がある。

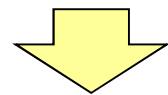
3.2 検討ケースの例示

配置検討に関する大まかなふり分け

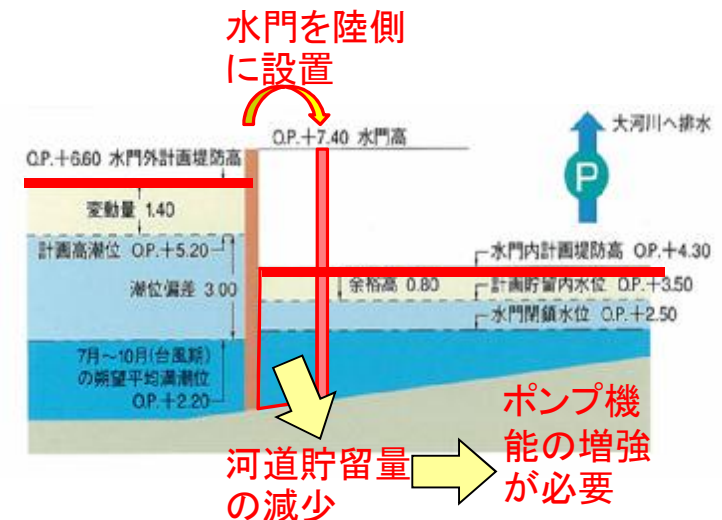
■新水門の配置を検討するにあたって、大まかに、現位置付近、現位置より陸側、現位置より海側の3案が考えられる。



- ①現位置より陸側に設置した場合、津波を現状よりも遡上させることになり、現状よりリスクが増大する。
- ②現位置で高潮対策としての堤防高さが水門内外で完成している。(水門内外の防潮堤の高低差2.3m)
- ③現位置より陸側に設置した場合、水門内の河道貯留量の減少に伴って、毛馬排水機場の機能増強が必要となる。



◆現位置より陸側配置案は水門の規模を現在より小規模にできるため、水門単体でのコスト面でのメリットはあるが、上記3点から不適とし、現位置とその海側で検討を進めることとした。



3.2 検討ケースの例示

水門の配置検討

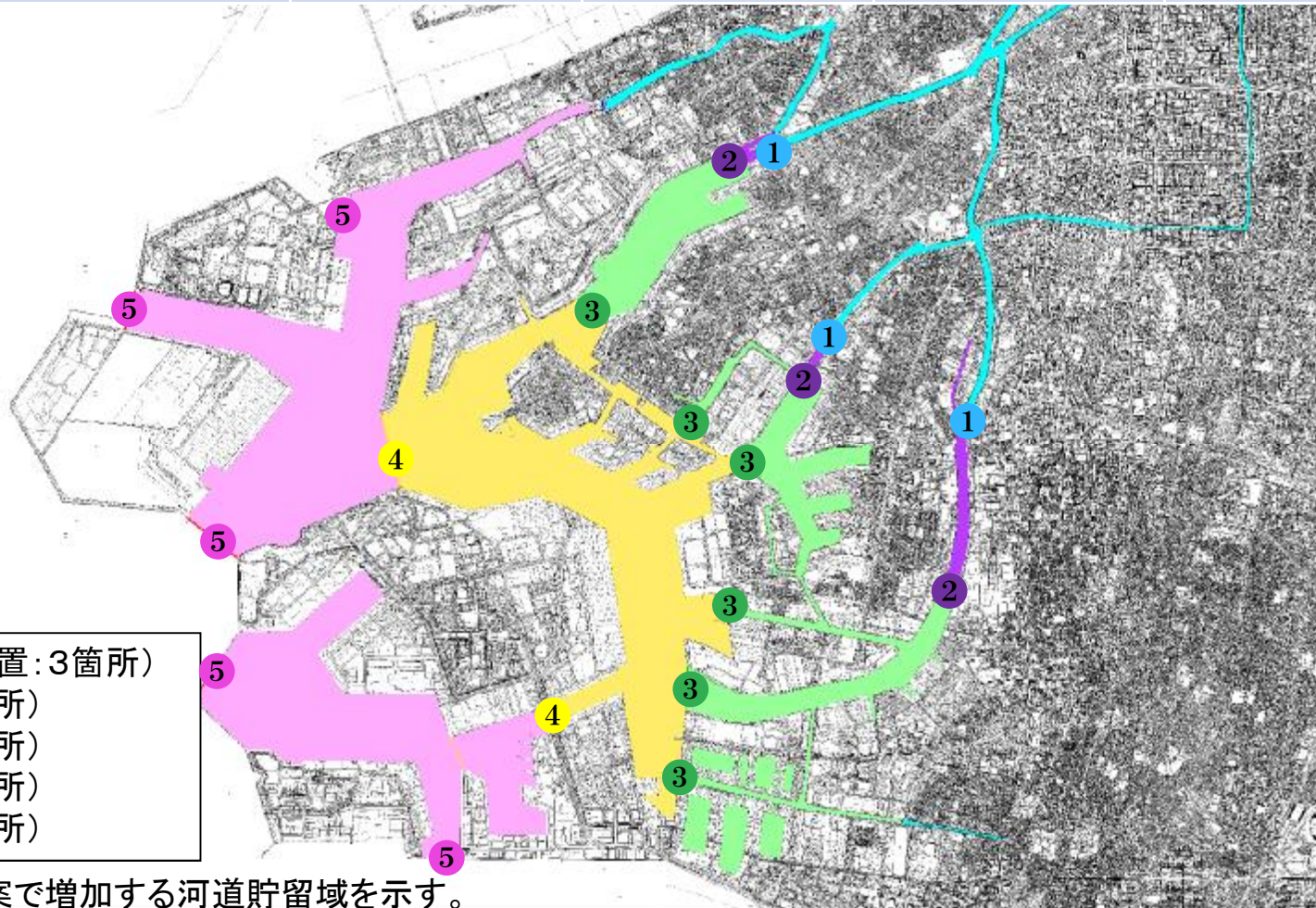
【新水門を現位置から海側へ設置する場合に想定されるメリット・デメリット】

項目		影響する事象	新水門を現位置から海側へ設置する場合の影響 凡例 ○：メリット、×：デメリット		
都市 防災機能 (津波・高潮から都市を守る)	鉄扉の操作	津波・高潮	○	水門エリア内が広域になるため、津波到達までに緊急で閉鎖しなければならない鉄扉の数が減少する。また、緊急出動の人員が減る。	
	高潮時の河道貯留量	高潮	○	水門内エリアが広域になるため、水門上流側の貯留量が増大し、高潮計画以上の洪水が発生しても安全になる。	
都市機能 (水門設置による都市機能への影響)	交通機能への影響	津波	○	津波到達地点が海側に移動することにより、地下鉄などの地下空間への出入り口や避難経路、重要交通路線と津波の離隔が取れる。	
	重要施設への影響	津波	○	津波遡上区間の橋梁等の通行に対するリスクが減少する。 ○ 水門を海側にするすることで、津波からの離隔が取れる。 (病院、学校、避難所、消防署など)	
港湾機能 (船舶の運航、荷役機能への影響)	航路への影響	—	×	水門を海側にすると、航路に干渉する可能性が高くなる。	
	沿岸荷役等への影響	津波	○	防潮堤等の改修は必要ないため荷役には影響を及ぼさない。また、水門内は比較的平穏なエリアが広域になるため、船舶の避難に役立つ。	
その他	建設・施工性	新水門の規模	—	×	水門を海側にするすることで、閉鎖する距離(河道幅)が長く、水深が深くなるため、水門の規模が大きくなる。
	維持管理	水門の設置数	—	×	水門を海側にするすることで水門箇所数が増加する可能性がある。

3. 2 検討ケースの例示

水門の配置検討(配置案)

	案1	案2	案3	案4	案5
水門配置検討案概要	現位置に新水門を改築する案	現位置の下流側に新水門を配置する案	各河川河口に新水門を配置する案	大阪湾内に設置する箇所数を最も少なくする配置案	大阪湾広域を津波から守る配置案



- 案1 (現位置: 3箇所)
- 案2 (3箇所)
- 案3 (6箇所)
- 案4 (2箇所)
- 案5 (5箇所)

※塗潰部は、各案で増加する河道貯留域を示す。

3.2 検討ケースの例示

■ 比較表（新たに津波用水門を設置する方法）

		案1	案2	案3	案4	案5
水門配置検討案概要		現位置に新水門を改築する案	現位置の下流側に新水門を配置する案	各河川河口に新水門を配置する案	大阪湾内に設置する新水門数を最も少なくする配置案	大阪湾広域を津波から守る配置案
都市防災機能	鉄扉の操作	— (水門外鉄扉数363基)	○ (水門外鉄扉数356基)	○ (水門外鉄扉数166基)	○ (水門外鉄扉数21基)	○ (水門外鉄扉数0基)
	堤防沈下	—	○ (水門内堤防延長12km増)	○ (水門内堤防延長63km増)	○ (水門内堤防延長97km増)	○ (水門内堤防延長128km増)
	高潮時の河道貯留量	—	× (貯留域0.3km ² 増加)	○ (貯留域4.1km ² 増加)	○ (貯留域10.0km ² 増加)	○ (貯留域18.8km ² 増加)
都市機能	交通機能への影響	—	—	○	○	○
	重要施設への影響	—	—	○	○	○
港湾機能	航路への影響	—	—	×	×	×
	沿岸荷役等への影響	—	—	○	○	○
その他	新水門の規模	— ① 82m×11.0m ② 82m×11.0m ③ 82m×11.0m 総幅延長：244m	× ① 186m×10.6m ② 98m×10.6m ③ 152m×10.6m 総幅延長：436m	× ① 347m×17.3m ② 105m×10.4m ③ 173m×15.9m ④ 84m×12.6m ⑤ 407m×19.6m ⑥ 87m×19.6m 総幅延長：1,203m	× ① 783m×22.2m ② 202m×12.1m 総幅延長：985m	× ① 228m×12.6m ② 406m×17.4m ③ 662m×22.2m ④ 461m×19.2m ⑤ 250m×17.9m 総幅延長：2,007m
	水門の設置数	— (3箇所)	— (3箇所)	× (6箇所)	○ (2箇所)	× (5箇所)

3.2 検討ケースの例示

		バイザーゲート	ローラーゲート	セクターゲート
概略図、写真等				
概要		<p>水路径間をほぼ直径とする円弧状の扉体を両端のヒンジとし回転させるタイプの水門である。</p> <p>扉体構造は、アーチ構造による三次元構造であり、アーチアクションにより高潮や波浪等の外力に抵抗する。</p>	<p>ローラーゲートは、鋼鉄製の開閉用ゲートにローラーがついた構造である。</p> <p>常時は水路の上空にあり、高潮時にワイヤロープ等により扉体を垂直に下ろして水路を閉鎖する。</p>	<p>扇形の扉体をヒンジ中心に水平面内で回転させて、開閉動作を行うタイプの水門である。</p> <p>開閉操作は、扉体中への空気の出し入れによる浮力調整方式のほかに、電動モーター等による機械動作式等がある。</p>
適用事例		<p>木津川水門、尻無川水門、安治川水門</p> <ul style="list-style-type: none"> ・延長：57m×1基、15m×1基 ・扉高：11.9m、11.55m ・建設費：31～26億円（1970年完成） 	<p>ハーテル防潮ゲート（オランダ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・延長：98m、49.3m 計147.3m ・扉高：9.5m ・建設費：約45億円（1996年完成） 	<p>マエスラント堰（オランダ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・延長：210m×2基 計420m ・扉高：22m ・建設費：約470億円（1997年完成）
津波水門として求められる機能	電気制御の単純化	× 改造不可	○	○
	動力の二重化	○	○	○
	自重降下	× 改造不可	○	×
	設備点数の最小化	× 改造不可	○	—
	構造の単純化	× 改造不可	○	—
	扉体SUS化	○	○	○
	水門複数化	× 改造不可	○	—

3.2 検討ケースの例示

		フラップゲート	上昇式セクターゲート	スライドゲート
概略図、写真等			 図-7 ドルフィンゲートの設備構成	
概要		<p>扉体下部のヒンジを中心に回転して、扉体の開閉を行うタイプの水門である。港内側へゲートを傾斜させる方式（正フラップ）と港外側へゲートを傾斜させる方式（逆フラップ）が考えられる。両方式では荷重と支持反力のつり合い条件は全く異なる。</p>	<p>扇形の扉体をヒンジ中心に鉛直面内で回転させて、開閉動作を行うタイプの水門である。セクター（sector）とは扇形の意味である。扉体構造は二次元構造であり、桁構造、シェル構造に分類させる。</p>	<p>スライドゲートは、扉体が側方より移動しながら開閉する形式の水門である。重力構造のみにて抵抗する方式（重力式）等が考えられる。開閉操作は、バラスト水の注入・排出により浮沈動作を行い、扉体を側方移動させる方法等がある。</p>
適用事例		<p>モーゼ計画（イタリア）</p> <ul style="list-style-type: none"> 延長：20m×21基、20m×20基、20m×18基 計1,180m 扉高：最大30m 建設費：約2,200億円（計画中） 	<p>テムズバリア（イギリス）</p> <ul style="list-style-type: none"> 延長：61m×4基、31.5m×2基、31.5m×4基 計433m 扉高：20m、13m、7m 建設費：約2,060億円（1984年完成） 	<p>横須賀5号ドッグ（横須賀市）</p> <p>（不明）</p>
津波水門として求められる機能	電気制御の単純化	○	○	○
	動力の二重化	○	○	○
	自重降下	×	×	×
	設備点数の最小化	—	—	—
	構造の単純化	—	—	—
	扉体SUS化	○	○	○
	水門複数化	○	○	×

3.2 検討ケースの例示

		直立浮上式ゲート	その他（ゴム膜式）	
概略図、写真等		 <p>図-12 直立浮上式ゲートの模式図</p>		
概要		<p>常時は海底に設置された下部鋼管内に上部鋼管が格納され、津波来襲時は上部鋼管内に空気を送気し、浮力により浮上させて水路を閉鎖する構造である。</p> <p>また、空気を排気することにより再び上部鋼管を格納することができる。</p>	<p>常時は海底に倒伏した状態で、台風等の襲来時には、ゴム膜体内部に海水や空気を注入することにより起立させ、外力に抵抗する。</p>	
適用事例		<p>港口高潮を防御する大型水門として、開発中の形式であり未知の点が多い。構造的に、船舶高さの制約なし。</p>	<p>ラムスプール（オランダ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・延長：76m×3基 計228m ・扉高：8.2m ・建設費：約79億円（2001年完成） 	
津波水門として求められる機能	電気制御の単純化	○	○	
	動力の二重化	○	○	
	自重降下	×	×	
	設備点数の最小化	—	—	
	構造の単純化	—	—	
	扉体SUS化	○	—	
	水門複数化	○	○	

3.3 津波対策施設の検討

①水門による防御

		現水門 扉体取替による津波対応	新水門 【現水門位置～海側位置（5案）】
都市 防災 機能	水門外鉄扉数	現状通り	海側に設置するほど緊急閉鎖が必要となる鉄扉数が減少する。
	高潮時貯留量	現状通り	海側に設置するほど、水門内海面が増加するため、貯留量が増加する。
都市 機能	交通機能	現状通り	海側に設置するほど、津波到達地点が海側に移動することにより、地下鉄や避難経路等と離隔が取れる。
	重要施設	現状通り	水門を海側にすることで、津波からの離隔距離を確保できる。（病院、学校、避難所、消防署など）
港湾 機能	航路への影響	現状通り	海側に設置するほど、航路に干渉する。
	船舶への影響	現状通り	水門内は比較的平穏なエリアが広域になるため、船舶の避難に役立つ。
外力の観点		高潮・津波兼用施設	高潮・津波兼用施設
維持管理性		1門のため維持補修時に仮設【大】 土木施設は建設から44年経過した状態。	水門施設であるため、試運転等のメンテが必要 維持管理を考えた施設設計が可能（水門複数化等）
津波適合性		構造に起因する施設改造不可部分あり	構造の選択時に最大限適合できる。
コストの観点			海側に出すほど、コストが大きくなる。
他施設との関係		反射波対策が必要	位置によるが、反射波対策が必要

3.3 津波対策施設の検討

②防波堤等による防御

		防波堤	津波減勢施設
都市 防災 機能	水門外鉄扉数	現状通り（港内津波高によっては減少）	現状通り（港内津波高によっては減少）
	高潮時貯留量	現状通り	現状通り
都市 機能	交通機能	防波堤の位置により変化、沖合で津波を防御できれば地下鉄や避難経路等と離隔が取れる。	減勢効果により変化。ただし、水門、防潮堤高の複合になるため、津波到達点は現状に近い。
	重要施設	防波堤の位置により変化、沖合で津波を防御できれば、離隔距離を確保できる。（病院、学校、避難所、消防署など）	減勢効果により変化。ただし、水門、防潮堤高の複合になるため、津波到達点は現状に近い。
港湾 機能	航路への影響	航路への影響がきわめて大きい	場所、構造によるが航路に干渉する可能性あり
	船舶への影響	比較的平穏なエリアが広域になるため、船舶の避難に役立つ。	減勢効果により変化。船舶の避難に役立つ可能性あり
外力の観点		津波対策施設（別途高潮対策施設必要）	津波対策施設（別途高潮対策施設必要）
維持管理性		設備施設がない場合、試運転等のメンテ不要	施設形式によるが、試運転等が必要となる。
津波適合性		シミュレーション等により効果を見極める。	シミュレーション等により効果を見極める。
コストの観点		位置により変化。海側に出すほどコスト【大】	位置、構造により変化
他施設との関係		別途高潮対策施設（水門等）が不可欠 反射波の影響は少なくなる	別途高潮対策施設（水門等）が不可欠 反射波の影響は少なくなる。

3.3 津波対策施設の検討

③防潮堤の嵩上

		防潮堤の嵩上
都市 防災 機能	水門外鉄扉数	増加する。（津波遡上区域の鉄扉操作が新たに必要となるため。） 水門内の鉄扉高さが不足するため、改良する必要が新たに生じる。
	高潮時貯留量	現状通り（L2津波高さ<高潮高さのため、現三大水門操作は必要となるため）
都市 機能	交通機能	防潮堤の嵩上区間の橋梁等についても嵩上等の対応が必要。 また、津波襲来時通行止め等の対応も必要となる。
	重要施設	防潮堤の嵩上により、平常時における都市機能が大きく変わる可能性がある。
港湾 機能	航路への影響	現状通り
	船舶への影響	港内は津波の影響を受けるため、船舶の避難が必要となる。 また、防潮堤の嵩上（鉄扉の嵩上）により荷揚げ作業への影響の可能性あり
外力の観点		津波対策施設（別途高潮対策施設必要）
維持管理性		設備施設がないため、試運転等のメンテが不要となる。
津波適合性		津波高さに合わせて防潮堤を嵩上・補強するため適合させることが可能。
コストの観点		防潮堤の嵩上だけではなく、橋梁等のほか施設の改良も必要となるため、コストが大きくなる可能性がある。
他施設との関係		別途高潮対策施設（水門等）が不可欠 反射波の影響はない。 防潮堤の嵩上に伴って、様々な施設（橋梁等）の改良が必要となる。



終