

気候変動適応策の実装に向けた論点整理

～参考資料～

○海岸分野については、気候変動の影響を踏まえた基準に関する事項を定める措置を講ずるため、海岸法第14条第3項に基づく海岸保全施設の技術上の基準を定める省令※の改正に向けてパブリックコメントを実施中。

※平成16年農林水産省／国土交通省令第1号

【改正概要】

気候変動による平均海面水位の上昇や台風の強大化等に伴う沿岸地域への影響が懸念されているところ、災害に対する適切な防護基準を確保する観点から、海岸保全施設の技術上の基準を定める省令(平成16年農林水産省／国土交通省令第1号)第2条について、「設計高潮位」及び「設計波」の意義に気候変動影響を勘案して必要と認められる値等を加えることとする。

【パブコメ受付期間】

令和3年2月17日～令和3年3月19日

日本沿岸の平均海面水位の上昇量(将来予測)

論点1-①

『日本の気候変動2020 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —』より

時期	2081～2100年平均(21世紀末)						2100年
シナリオ	日本沿岸の平均海面水位の上昇量				検潮所 16 地点の 平均値	世界の平均海面 水位の上昇量	世界の平均海面 水位の上昇量 (SROCC※)
	領域Ⅰ	領域Ⅱ	領域Ⅲ	領域Ⅳ			
2℃上昇 シナリオ (RCP2.6)	0.38 m (0.22～0.55 m)	0.38 m (0.21～0.55 m)	0.39 m (0.22～0.56 m)	0.39 m (0.23-0.55m)	0.39 m (0.22～0.55 m)	0.39 m (0.26～0.53 m)	0.43 m (0.29～0.59 m)
4℃上昇 シナリオ (RCP8.5)	0.70 m (0.45～0.95 m)	0.70 m (0.45～0.95 m)	0.74 m (0.47～1.00 m)	0.73 m (0.47～0.98 m)	0.71 m (0.46～0.97 m)	0.71 m (0.51～0.92 m)	0.84 m (0.61～1.10 m)

※気候変動に関する政府間パネル(IPCC)「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書」

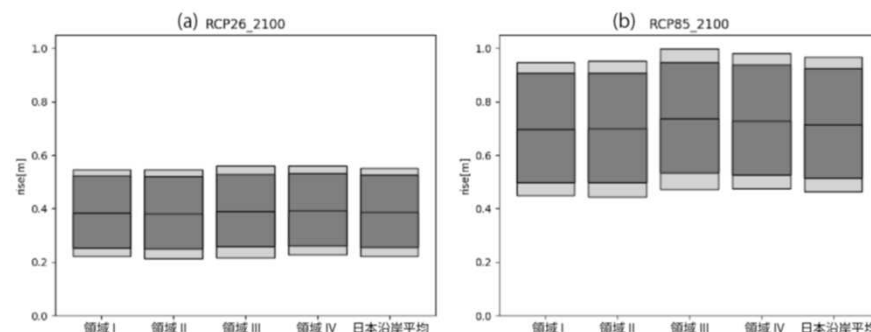
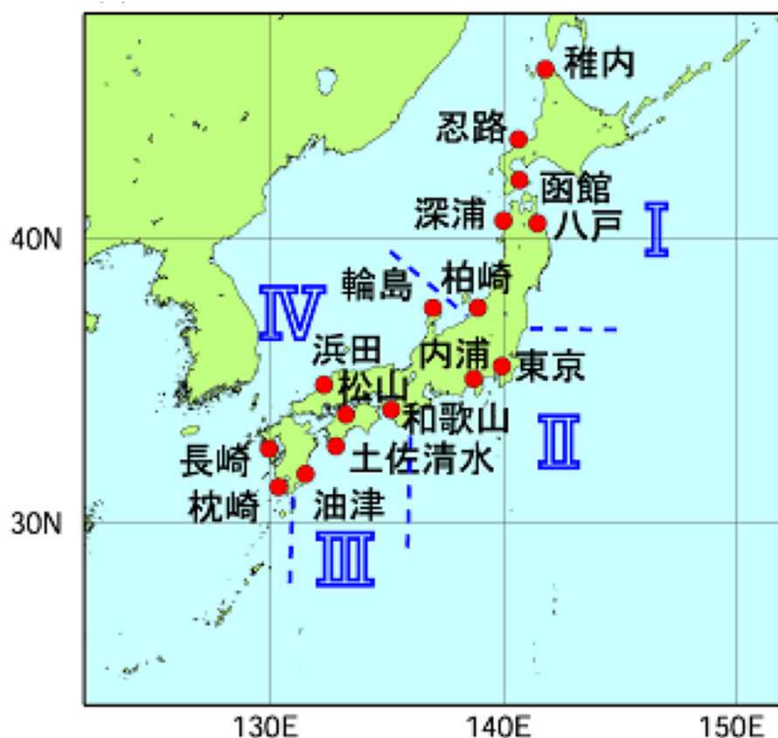


図10.2.4 SI-CAT海洋モデルによる

21世紀末における日本沿岸の領域 I～IV 及び日本沿岸平均の海面水位の 20 世紀末からの上昇幅(m)

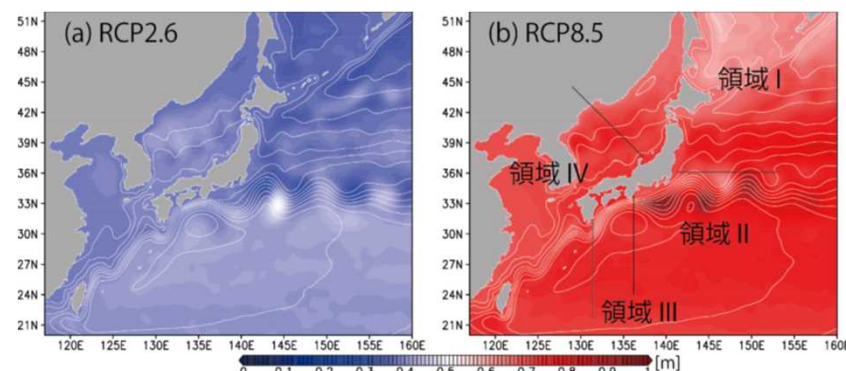
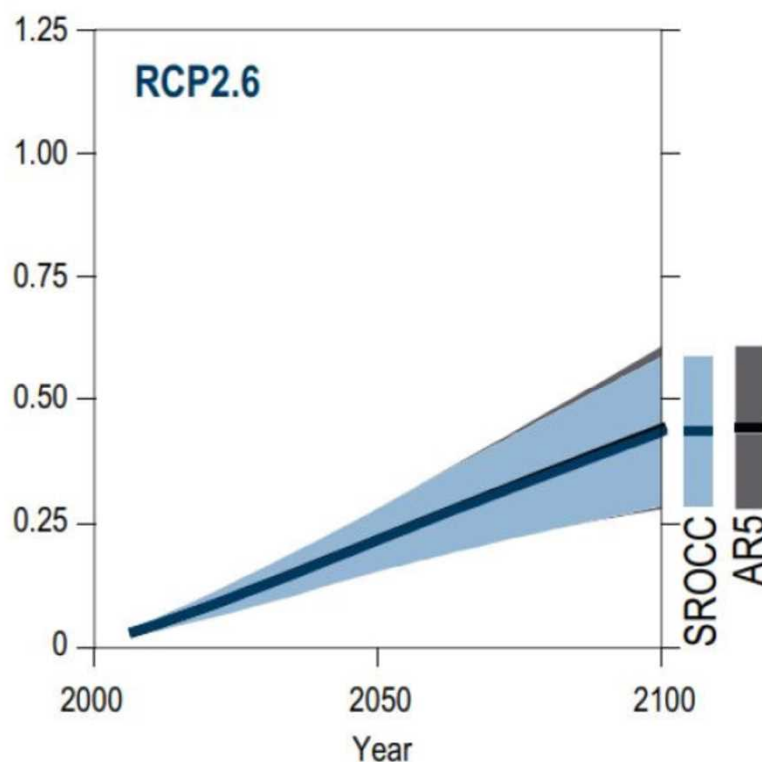


図 10.2.3 SI-CAT海洋モデルによる

21 世紀末における日本近海の海面水位(年平均)の 20 世紀末からの上昇幅(m)

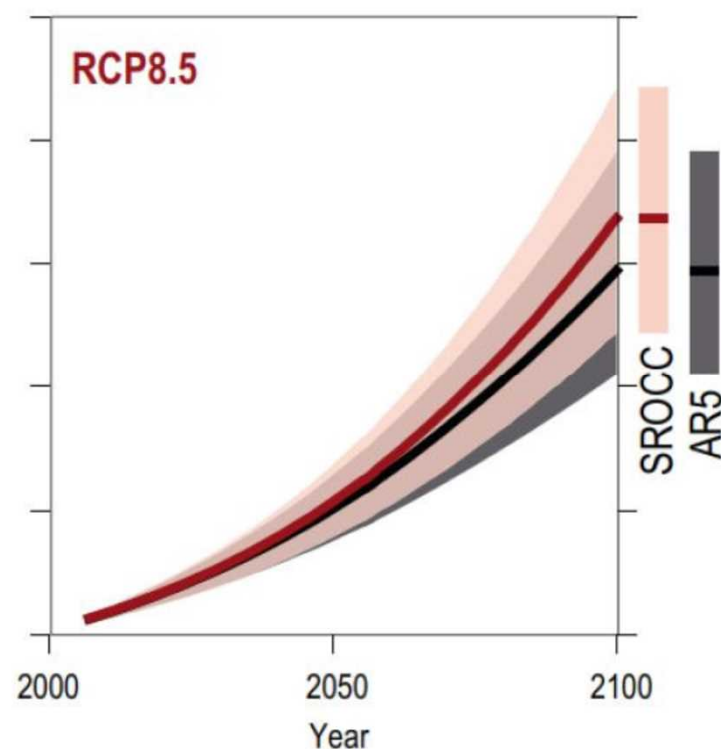
○将来の平均海面水位の上昇量については予測に幅があることから、具体的な設定方法をあらかじめ定めることが必要。

世界平均海面水位の予測



2℃上昇シナリオ(RCP2.6)は、21世紀末※の世界平均気温が、工業化以前と比べて0.9～2.3℃(20世紀末※と比べて0.3～1.7℃)上昇する可能性の高いシナリオ。

➤ パリ協定の2℃目標が達成された世界であり得る気候の状態に相当。



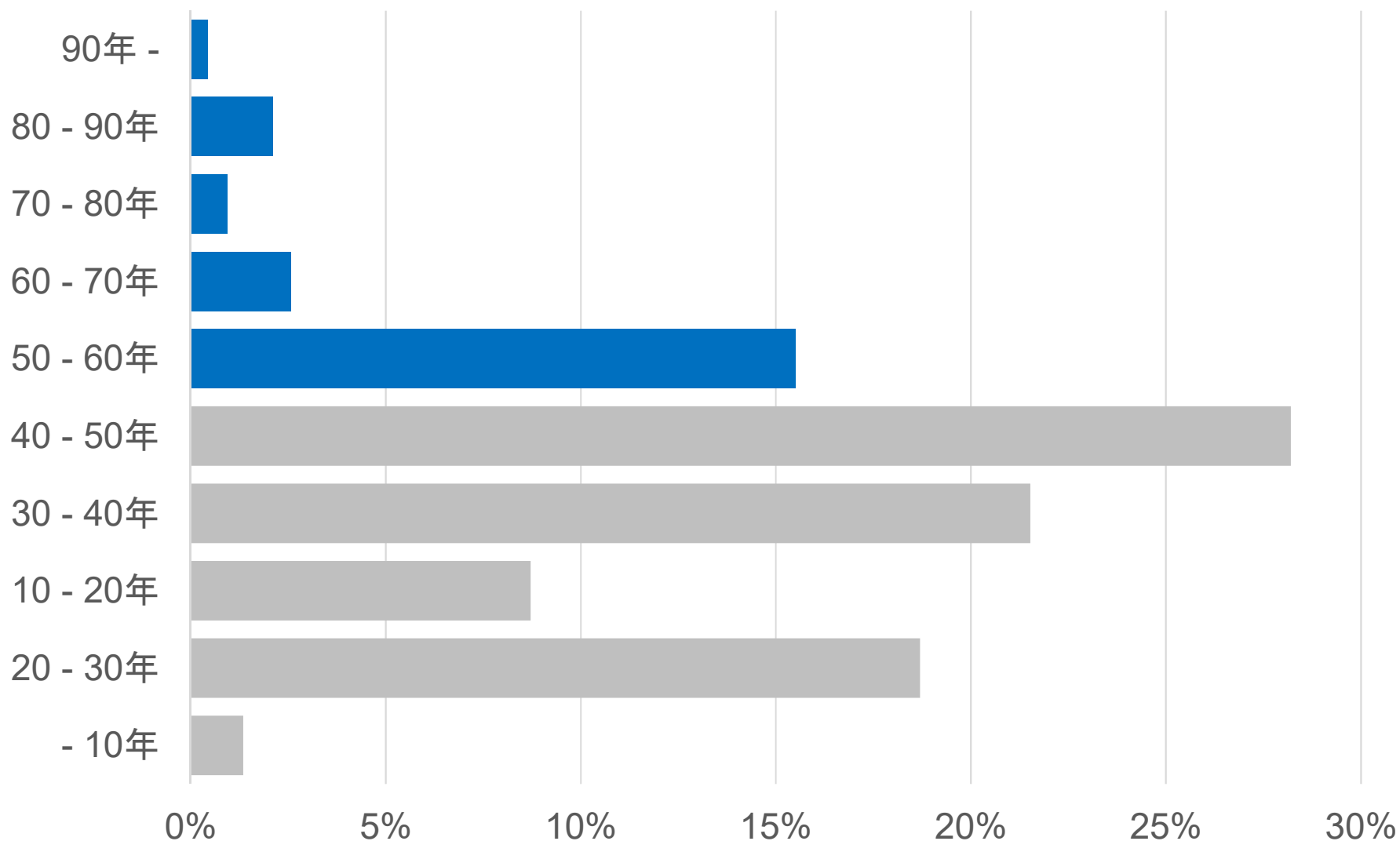
4℃上昇シナリオ(RCP8.5)は、21世紀末※の世界平均気温が、工業化以前と比べて3.2～5.4℃(20世紀末※と比べて2.6～4.8℃)上昇する可能性の高いシナリオ。

➤ 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界であり得る気候の状態に相当。

※ 20世紀末: 1986～2005年の平均、21世紀末: 2081～2100年の平均

出典: 日本の気候変動2020

○港湾施設では設計供用期間を50年としている事例が多いが、実態として50年を超過して供用されているものが一定数存在。



水深4.5m以深の岸壁(約5,000施設)の建設後の経過年数の割合

【告示】(波浪)

- 第八条 波浪については、性能規定及び性能照査で考慮する一の作用又は二以上の作用の組合せの状態に応じて、次の各号に定める方法により設定するものとする。
- 一 施設の安定性、構造部材の断面の破壊(疲労によるものを除く。)等の照査に用いる波浪については、長期間の実測値又は推算値をもとに、統計的解析等により再現期間に対応した波浪の波高、周期及び波向を適切に設定するものとする。
 - 二 構造部材に関する施設の機能の確保及び疲労による断面の破壊の照査に用いる波浪については、長期間の実測値又は推算値をもとに、統計的解析により設計供用期間中に高頻度で発生する波浪の波高、周期、波向等を適切に設定するものとする。
 - 三 静穏度の照査に用いる波浪については、長期間の実測値又は推算値をもとに、一定期間の波浪の波高、周期及び波向の相関頻度分布を適切に設定するものとする。

(解釈)

7.自然条件等の設定

(3)波に関する事項(基準省令第6条、基準告示第8、9条関係の解釈)

一の作用又は二以上の作用の組み合わせの状態とは、設計状態のことであり、波浪については、性能規定及び性能照査で考慮する設計状態に応じて、以下の規定により適切に設定する。

①施設の安定性の照査及び構造部材の断面の破壊の照査等に用いる波浪

イ)変動波浪の再現期間

主たる作用が変動波浪の変動状態に対する使用性の照査において考慮する波浪の設定に当たっては、当該施設の目的や要求性能を満足するとともに、当該施設の設計供用期間及び重要度、並びに当該地点の自然状況等を適切に考慮して、波浪の再現期間を適切に設定する。

ロ)偶発波浪の再現期間等

主たる作用が偶発波浪の偶発状態に対する照査において考慮する波浪の設定に当たっては、該当海域で発生しうる波の中で施設に最も不利となる波浪を適切に設定する。

ハ)実測値又は推算値の期間

長期間の実測値又は推算値とは、30年以上を標準とする。

②構造部材に関する施設の機能の確保及び疲労による断面の破壊の照査に用いる波浪

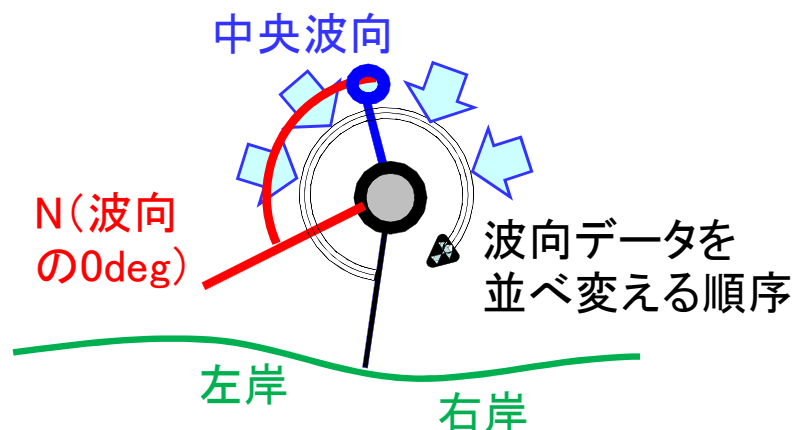
イ)～ハ)(略)

③静穏度の照査に用いる波浪

長期間の実測値又は推算値とは、5年程度以上を標準とする。また、静穏度の照査において考慮する波浪の設定に当たっては、必要に応じて、長周期波を適切に考慮する。

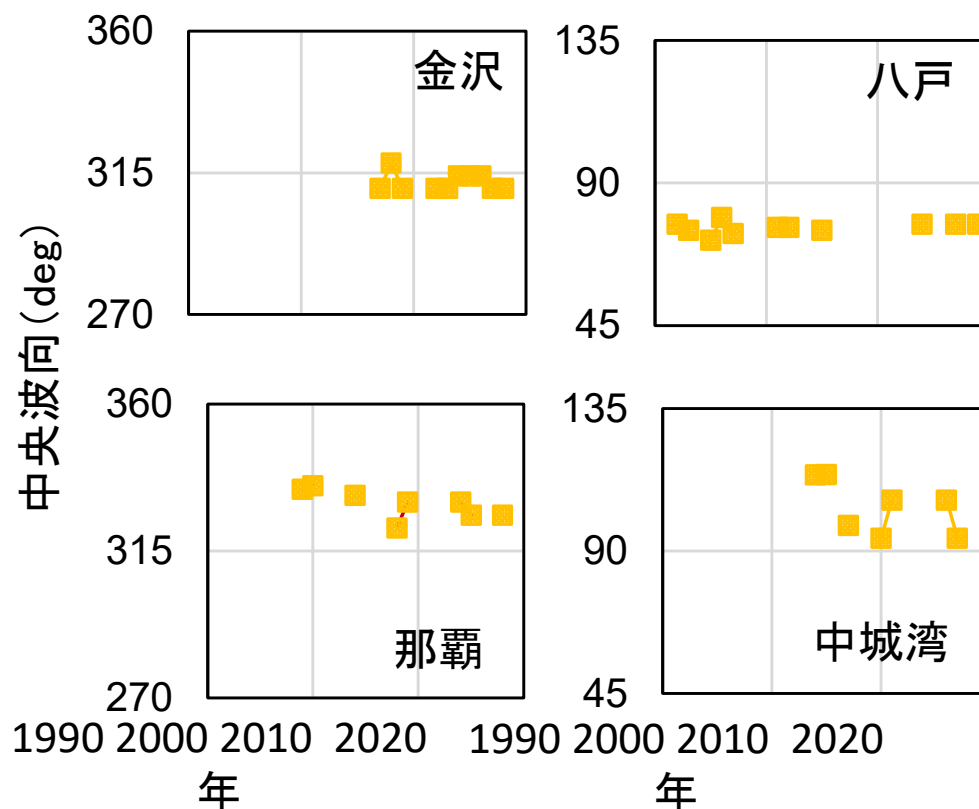
■中央波向の定義

- ・ NOWPHASでは、20分間の観測データから周波数・波向スペクトルを推定し、そのピークを代表波向としている。
- ・ 1年間に得た代表波向を時計回りに並べ、真ん中の順位に位置する波向を「中央波向」とする。ただし、波エネルギー値の重みをつけて並べる。全ての月である程度の測得率がある年に限る。



■備考

- ・ 波高に比べて波向の観測の歴史は浅い。
- ・ 現地で波高計の向きを精密に維持するのは難しい。
- ・ 推算値で検討した方が良いのではないか。



Kawai, H, Kawaguchi, K and Fujiki, T (2020): Half-century-long Wave Observation in and around Japanese Ports Through NOWPHAS, Proc. Of ISOPE2020 を編集

- 波浪や潮位偏差の将来予測にはd4PDFが用いる手法が提案されている。
- d4PDFを用いる場合、ダウンスケーリングやバイアス補正が必要となるが、手法が統一されていない、また、設計波を算出する場合、従前より用いているデータと比較して空間解像度が低いなどの課題がある。

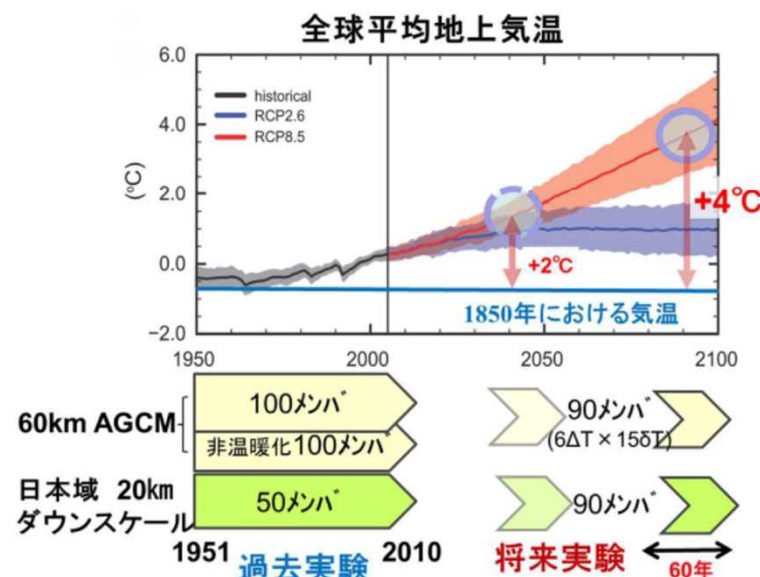
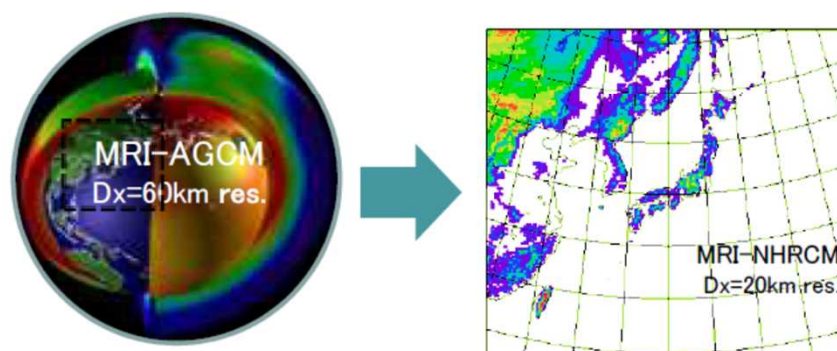
地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

- d4PDFとは、分野間で整合した地球温暖化緩和・適応策の検討に利用できるように整備されたアンサンブル気候予測計算結果のデータベース(database for Policy Decision making for Future climate change)
- 高解像度の気候モデルによる多数のアンサンブル計算を行った結果を整理したもので、その活用により、顕著な気候現象について統計的に信頼性の高い将来予測情報が得られることが期待される。

特徴

- 世界に類例の無い大規模アンサンブル・高解像度気候シミュレーションプロダクト。
総実験データ量は約 2ペタバイト(文科省DIAS サーバーで配信)。
- 過去気候変化の再現性が高い。気象庁現業モデルを基にした気候モデル採用。
- 異常高温、集中豪雨、台風等の顕著現象の発現頻度や強度の将来変化を抽出。

- ・過去実験(6000年) = 温暖化トレンドを入れた過去60年の時間変動 × 観測不確実性を表す100摂動
- ・将来実験(5400年) = 温暖化トレンドを除いた過去60年の時間変動 × 6種のCMIP5 温暖化パターン × 観測不確実性を表す15摂動



【告示】(潮位)

第七条 潮位は、実測値又は推算値をもとに、天文潮及び気象潮、波浪による水位上昇並びに津波等による異常潮位を考慮して、統計的解析等により、港湾管理用基準面からの水位を適切に設定するものとする。

(解釈)**7. 自然状況等の設定****(2) 潮位に関する事項(基準省令第6条、基準告示第7条関係の解釈)****① 潮位**

潮位の設定に当たっては、技術基準対象施設の性能照査において、潮位が波浪及び水圧の作用の程度に影響を与えることを適切に考慮する。また、技術基準対象施設の性能照査において潮位と波浪を組み合わせ設定する場合には、波浪と同時生起性の高い潮位のうち、当該施設の性能照査の観点から最も不利となる潮位を設定することを標準とする。

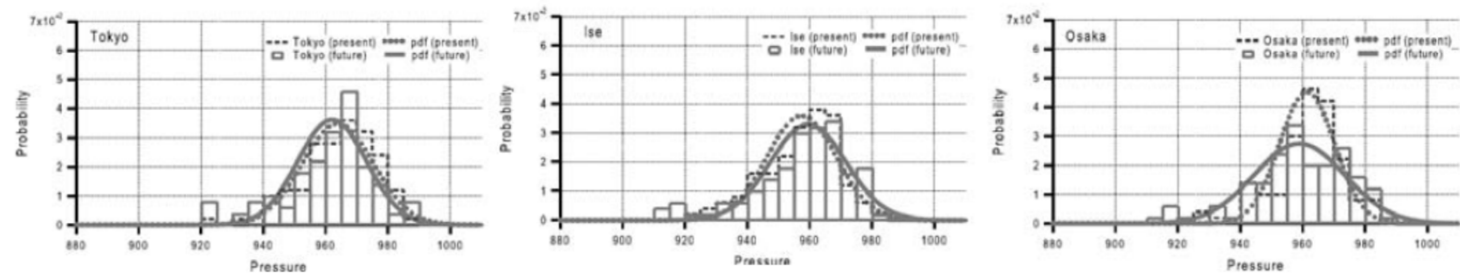
② 天文潮

潮位の設定において考慮する天文潮は、1年以上の実測値をもとに、最低水面、平均水面、朔望平均満潮面及び朔望平均干潮面の各高さとして設定することを標準とする。

③ 高潮

潮位の設定において考慮する高潮は、30年以上の実測値、既往最大級以上の台風や低気圧による高潮の推算値、既往の災害時の記録等によって設定することを標準とする。高潮の推算に当たっては、必要に応じて海岸近くでの砕波に伴う水位上昇を適切に考慮する。

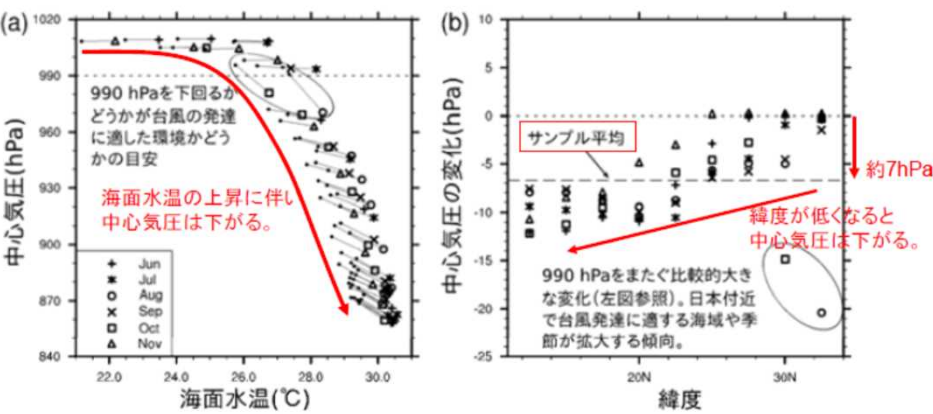
三大湾周辺に来襲する台風の最低中心気圧の変化



出典：安田ら(2009)：土木学会論文集B2(海岸工学), Vol,B2-65,No1,pp1281-1285

A1Bシナリオに基づく気象研・気象庁の超高開解像全球大気循環モデルGCM20の出力結果に含まれる台風諸元を解析し、将来気候の台風の出現特性を確率的に評価。
三大湾全てに共通して来襲する台風数は減少し、中心気圧が低い920hPa以下の台風が数%来襲することが示されている。

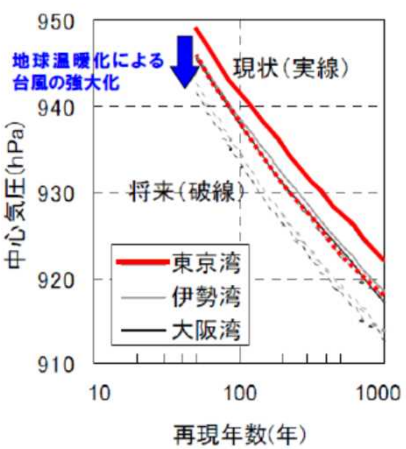
1℃の海面水温上昇による中心気圧の変化



地球温暖化に伴う台風等の中心気圧の低下により、低緯度の強い台風ほど気圧低下も大きくなることが報告されている。

出典：電力中央研究所報告 (V08026)

地球温暖化に伴う台風勢力の再現期間の変化



A2シナリオに基づく気象研・気象庁のモデルRCM20の出力結果を参考に、台風の属性値の時間変化量の分布を北に1.5度移動させると仮定した確率台風モデルを構築し、これを用い、10～1000年確率の高潮偏差や潮位が増加することが指摘されている。

出典：港湾空港技術研究所資料 (No.122)

確率波の算定方法(案)

将来気候の確率波高
＝ 現在の確率波高 × 確率台風モデルから求められる台風条件をもとに推算された将来と現在の確率波高の比

施設の耐力(安定性)

防波堤	重力式	・堤体に作用する波力・浮力の増大により安定性が低下する。 ・波高増大による消波ブロック、被覆ブロックの重量が不足する。
岸壁	重力式	・堤体に作用する浮力の増大により安定性が低下する。 ・残留水圧の増大により安定性が低下する。 ・地震時動水圧の増大により安定性が低下する。 ・水位上昇により堤体に作用する土圧が低下する。
	矢板式	・残留水圧の増大により安定性が低下する。 ・地震時動水圧の増大により安定性が低下する。 ・水位上昇により堤体に作用する土圧が低下する。
	栈橋式	・上部工に作用する揚圧力の増大により安定性が低下する。
護岸・堤防	重力式	・岸壁と同様 ・波高増大による消波ブロック、被覆ブロックの重量が不足する。 ・マウンド透過波による背後地盤の吸出しリスクの増大 ・波力増大によるパラペットの倒壊
	矢板式	

天端高(越波・浸水)

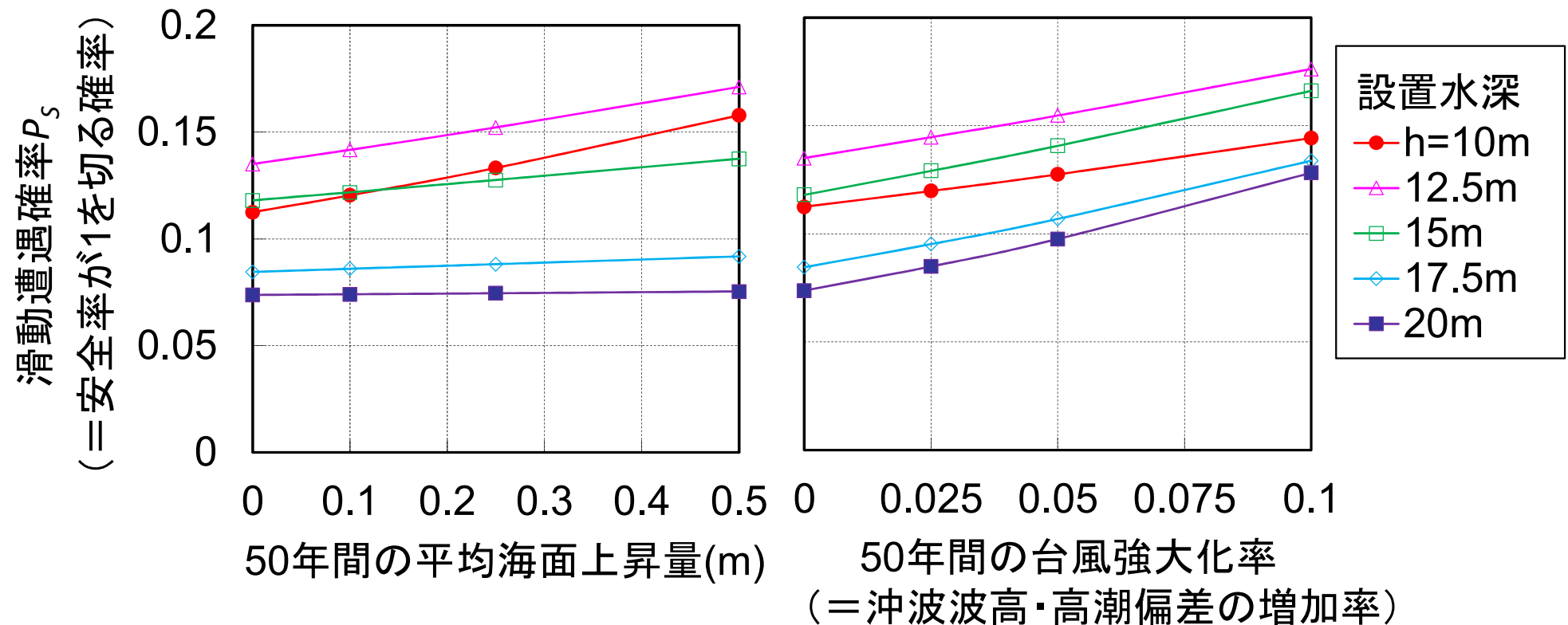
防波堤	重力式	・天端高の不足により防波堤背後への越波量が増加する。 ・消波構造の反射率が増大する。
岸壁	重力式	・天端高不足によりエプロンや荷さばき施設への越波量が増加する。 ・雨水・排水の水面勾配の低下により流下能力が低下する。
	矢板式	
	栈橋式	
護岸・堤防	重力式	・天端高不足により荷さばき施設や工場等の背後施設への越波量が増加する。 ・マウンドを透過した水塊による浸水 ・パラペット倒壊に伴う浸水の増大
	矢板式	

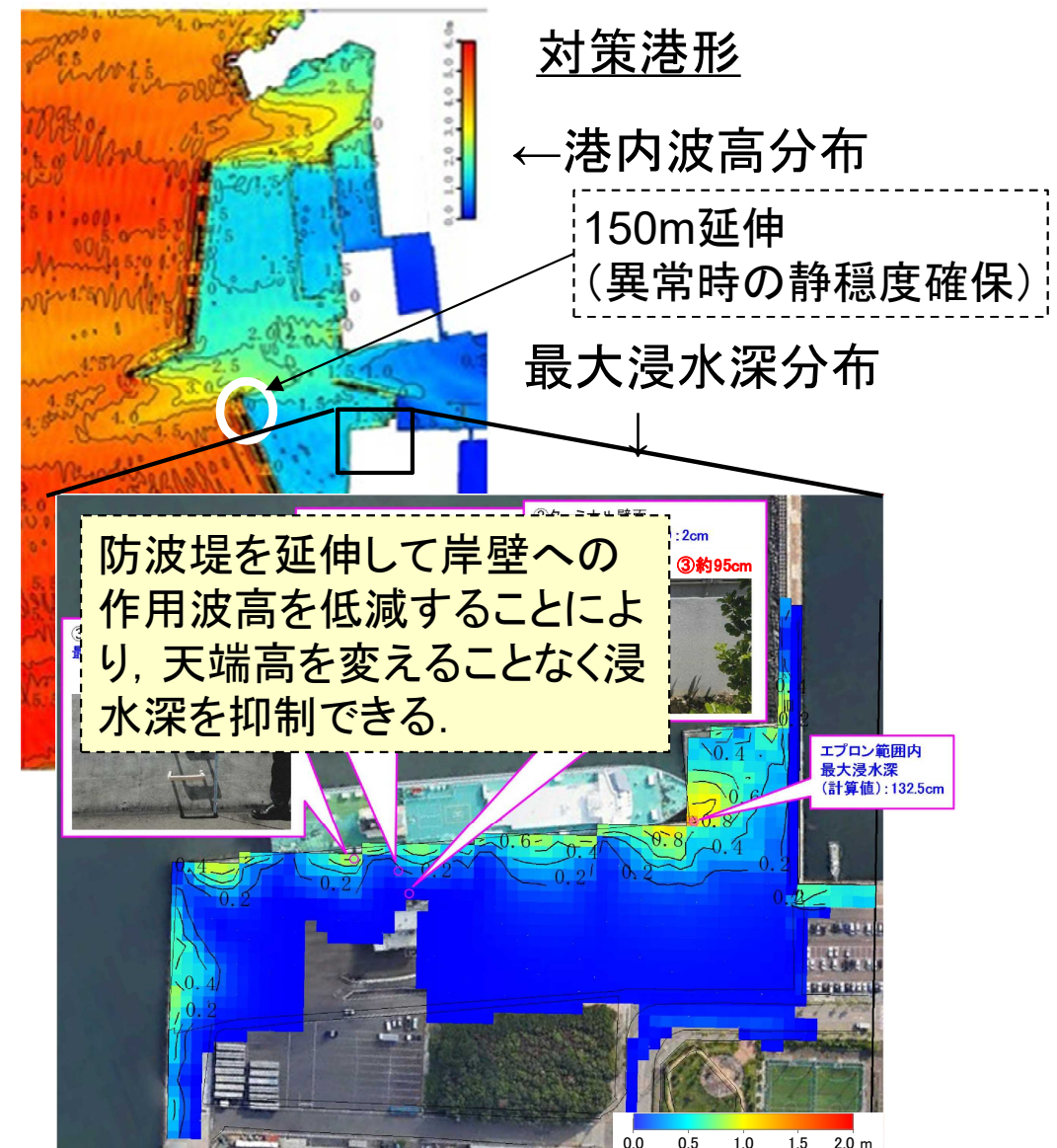
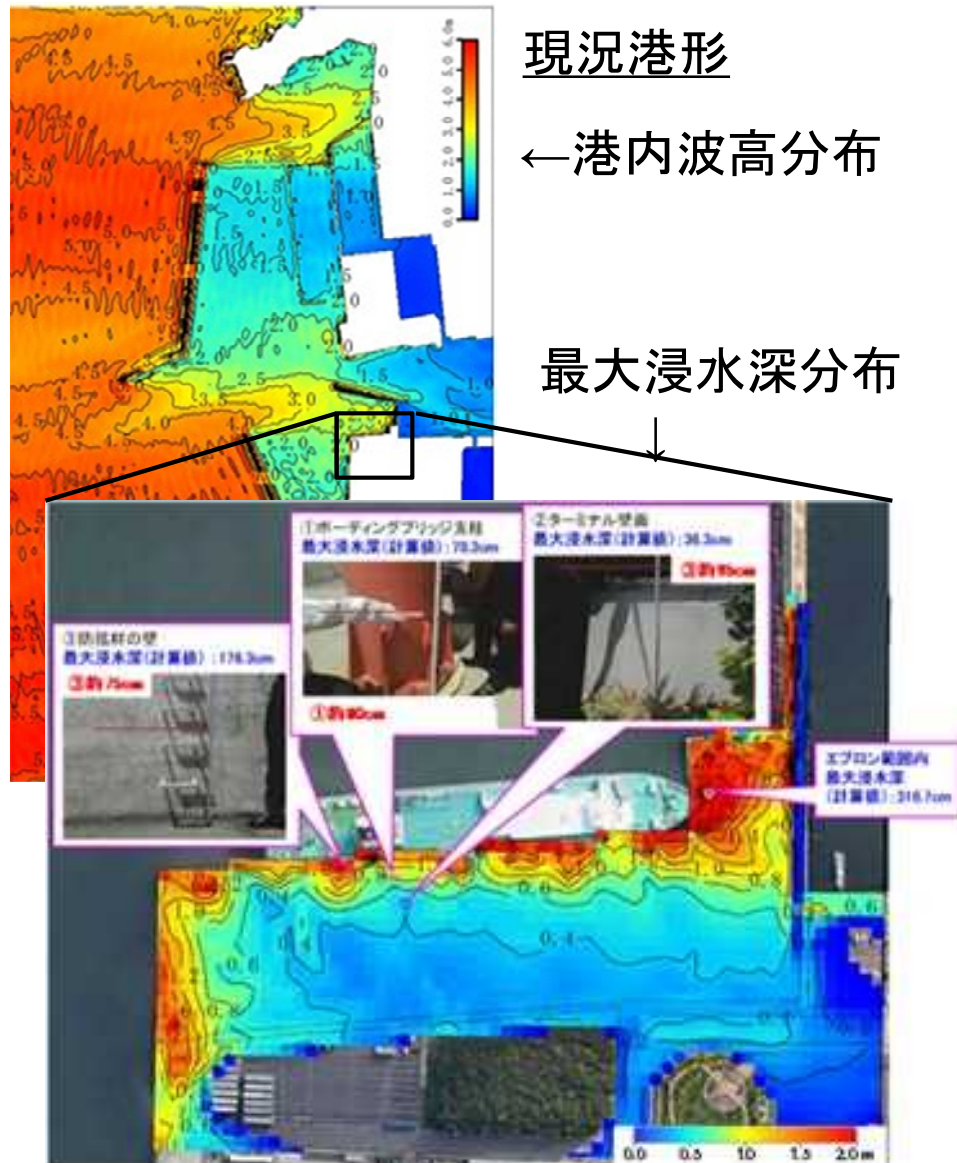
利用性

岸壁	重力式	・海面が上昇することにより、船体と岸壁天端高の高さ関係が変化する。
	矢板式	
	栈橋式	

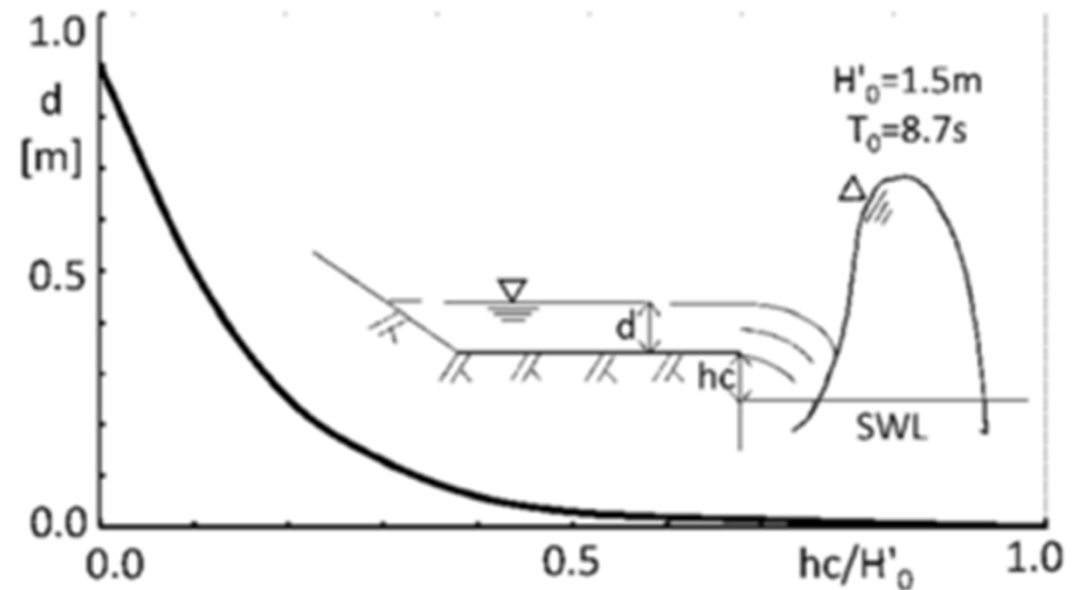
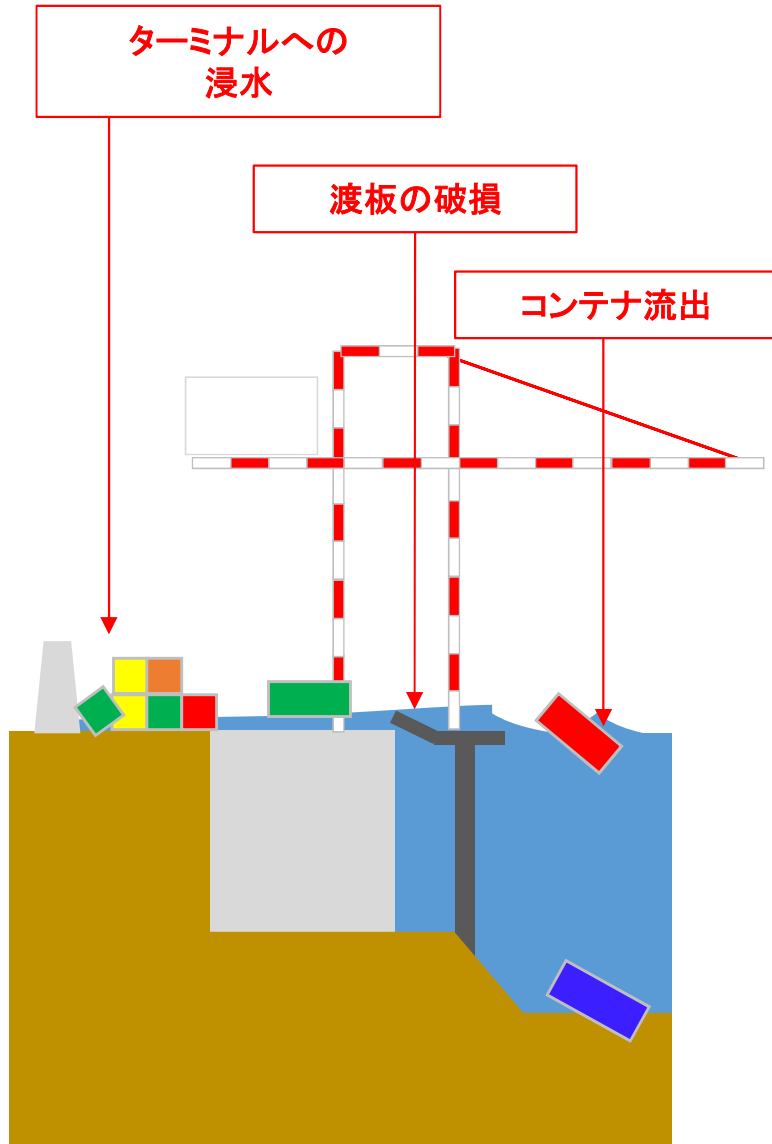
現在の安全率を1.2にした混成堤が、気候変動下の供用期間50年で安全率が1を切る確率

- ・ 沖波波高: Weibull分布(50年確率値は現在8m, **経年的に増加**)
- ・ 高潮偏差: 沖波波高に比例(0.5m, 同), 各擾乱でのピークは波高と同時
- ・ 天文潮差: 太平洋沿岸, 主要4分潮, S_a 潮, S_{sa} 潮, **経年的に上昇**する平均海面
- ・ 正規分布で考慮する不確定性: 極値統計の誤差, 波浪変形計算の誤差, 波力算定の誤差, 堤体とマウマウンドの間の摩擦係数





○岸壁の浸水許容量の概念が確立されていないため、許容越波量を定めるために必要な検証を行うとともに、岸壁上の面的な越波浸水算定手法についても検討が必要。



岸壁の相対天端高に対するコンテナヤード内の浸水深

一般的な海岸堤防とは異なり、越波水塊の一部は引き波時に海へと戻るため、想定される護岸越波量と関連づけて浸水域や浸水深を推定することは容易ではない

○護岸に対する既存の越波流量算定図を岸壁に適用し岸壁上の浸水深を簡易に推定する方法も提案されている。(高山知司(2018))

○当該手法はあくまで簡易な手法であることから、今後実験等を通じた精度向上が必要。

(条件設定)

波浪: 各施設への入射波高、周期、入射角を設定

潮位: 換算沖波波高 H_0' に対する水面上の岸壁 h_c として設定($=h_c/H_0'$)

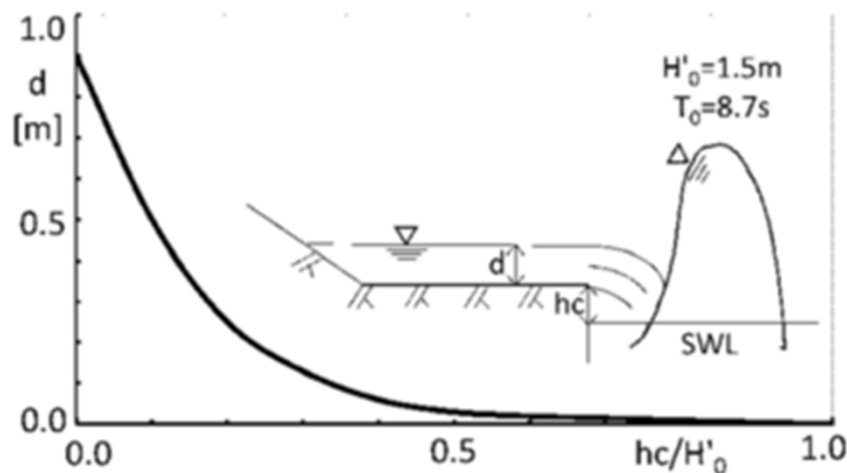
岸壁背後の地盤高さ:

岸壁の天端と同じ高さのコンテナヤードが背後に続き、ある距離に行ったところで地盤が急に高くなって、浸水域は終わると想定

(計算方法)

・コンテナヤードの浸水深の計算は、岸壁を超えて打ち込んでくる波による越波流量(q_{in})と、波面が岸壁天端より下がった時に陸側から流れ出してくる排水流量(q_{out})が等しくなったときの浸水深が求めるべき浸水深だと想定。

※この浸水深は平衡状態の時の浸水深であるため、一時的にはこの水深を越えるときも起きる。



岸壁の相対天端高に対するコンテナヤード内の浸水深

岸壁を超えて打ち込んでくる波による越波流量 q_{in} の算定

① $0 \leq hc/H_0' < 0.5$ のとき

① - 1 : $h_c/H_0' = 0$ のとき

$$q_{in} = \frac{H_0' C}{3.2\pi} \cos \theta$$

- θ : 入射角(斜め入射による越波流量の低減)、 C : 波速(周期と水深から算定)
- 「平均波高の波が波速で進行するときの静水面より上の時間平均水量」

① - 2 : $0 < h_c/H_0' < 0.5$ のとき

$h_c/H_0' = 0$ のときの無次元越波流量と合田の越波流量算定図で得られる $h_c/H_0' = 0.5$ のときの無次元越波流量との間で対数内挿を行い、各 h_c/H_0' での無次元越波流量を推定し、その値から q_{in} を求める。

② $0.5 \leq hc/H_0'$ のとき

「直立護岸越波流量推定図」より算定

岸壁上から海へ流れ落ちる流出流量 q_{out} の算定

$$q'_{out} = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2gd^3} \rightarrow q_{out} = \frac{1}{3} \sqrt{2gd^3}$$

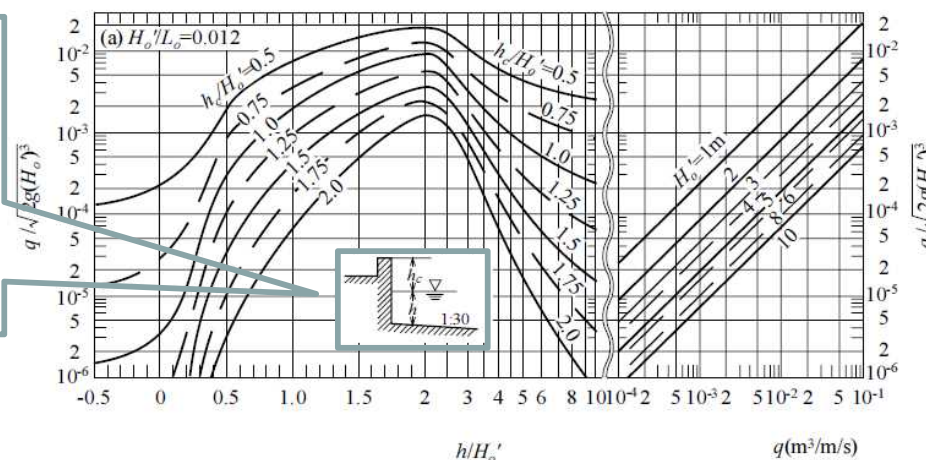
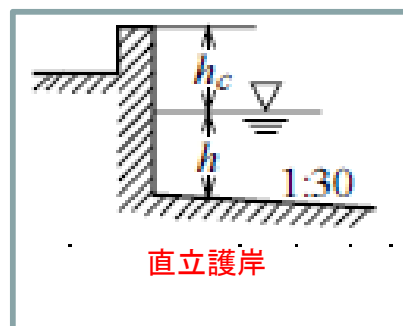
- 越流公式を利用
- d : 浸水深、 C_d : 補正係数($C_d=1$ と想定)
- 「波の峯があるときは流れ出ることはできないことを考えると、単位時間当たりの流出流量は半分にになる。」($q'_{out} \Rightarrow 0.5q_{out}$)

浸水深 d の算定

$$q_{in} = q_{out} = \frac{1}{3} \sqrt{2gd^3}$$

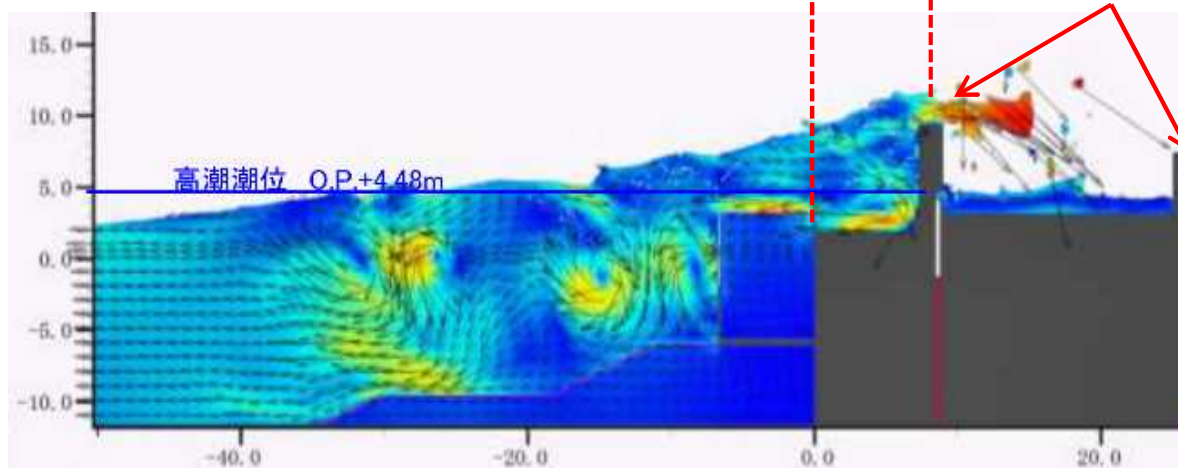
- 複雑な断面を持つ構造物(2重パラペット護岸等)については、簡易に越波量を計算する手法がない。
- 数値シミュレーションは複雑な断面にも適用できるが、時間とコストがかかるとともに、特に碎波を伴う場合には精度が低下し、波力や越波を過小評価する傾向にある。

【現行】算定図を用いた手法



直立護岸等の単純な断面については、波高、護岸前面水深等から算定図を用いて越波流量を算定可能。

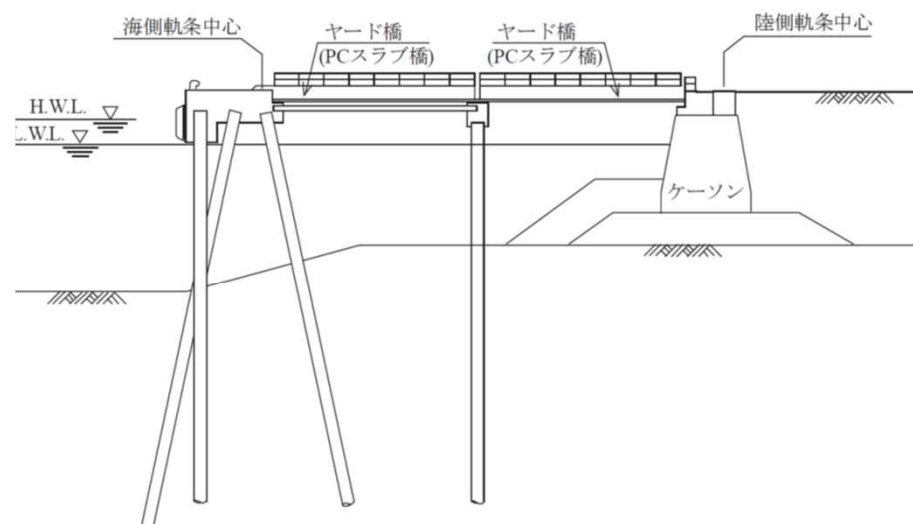
【現行】シミュレーション



数値シミュレーションは複雑な断面にも適用できるが、時間とコストがかかる。

1. 棧橋の床板と静水面のクリアランスが小さくなると波力が大きくなるため、海面上昇によるクリアランスの減少で、揚圧力が設計を超える可能性がある
2. 周期や波向きによる波力の算定法が不十分
⇒ 重複波の節と腹の位置の違いによる波力算定等、詳細な検討ができない
3. 空気を介在した波力が重要になるため、現状の数値計算では算定が難しい

デタッチドピアの断面

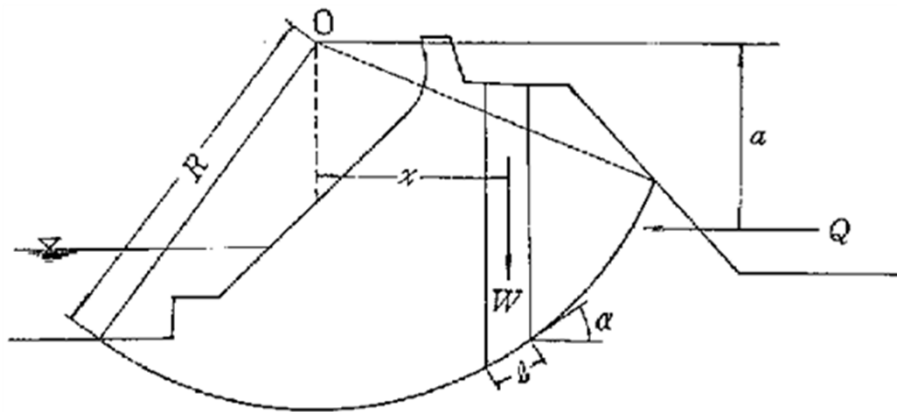


$$p = 2\rho_0 gH$$

p : 揚圧力のピーク値の平均値 (kN/m²)
 $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³)
 H : 入射波高 (m) (最高波高)

- 高波によって被覆工内部の地盤を含む護岸崩壊が発生しているが、その安定性照査方法が十分に検討されていない。
- 海面上昇によって地下水位が上昇し、地盤の安定性は低下すると考えられ、その効果を取り入れた安定性照査方法を検討する必要がある。

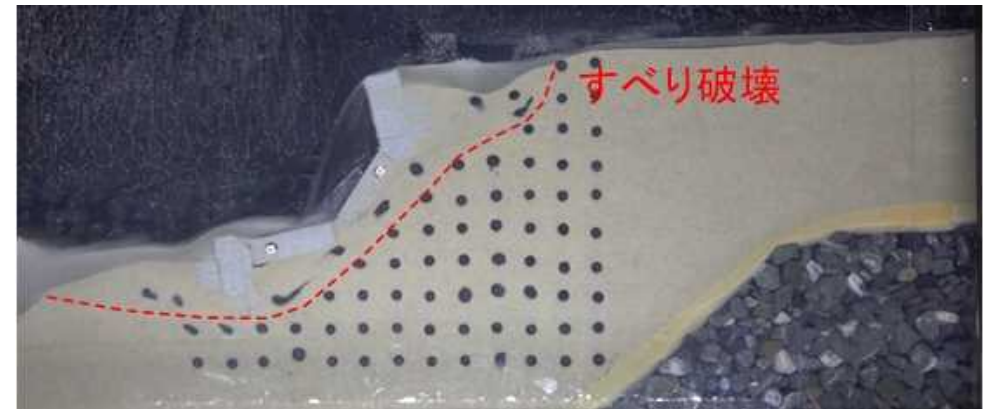
現行の安定性照査手法



※海岸基準より

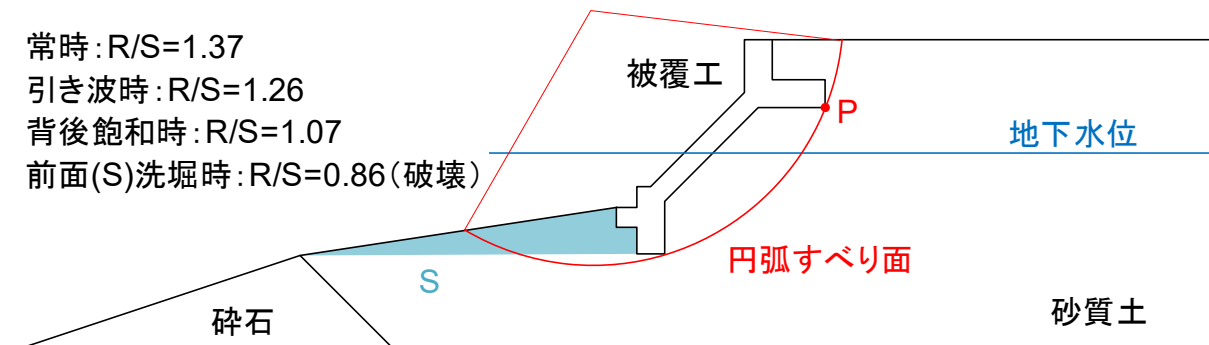
護岸前の水位や地盤内の地下水面・飽和状態が地盤の安定性に影響を与えることが分かってきているが、現行の安定性照査では水理条件が十分に考慮されていない。

遠心模型実験による破壊現象の再現



円弧すべり解析

常時: $R/S=1.37$
 引き波時: $R/S=1.26$
 背後飽和時: $R/S=1.07$
 前面(S)洗堀時: $R/S=0.86$ (破壊)



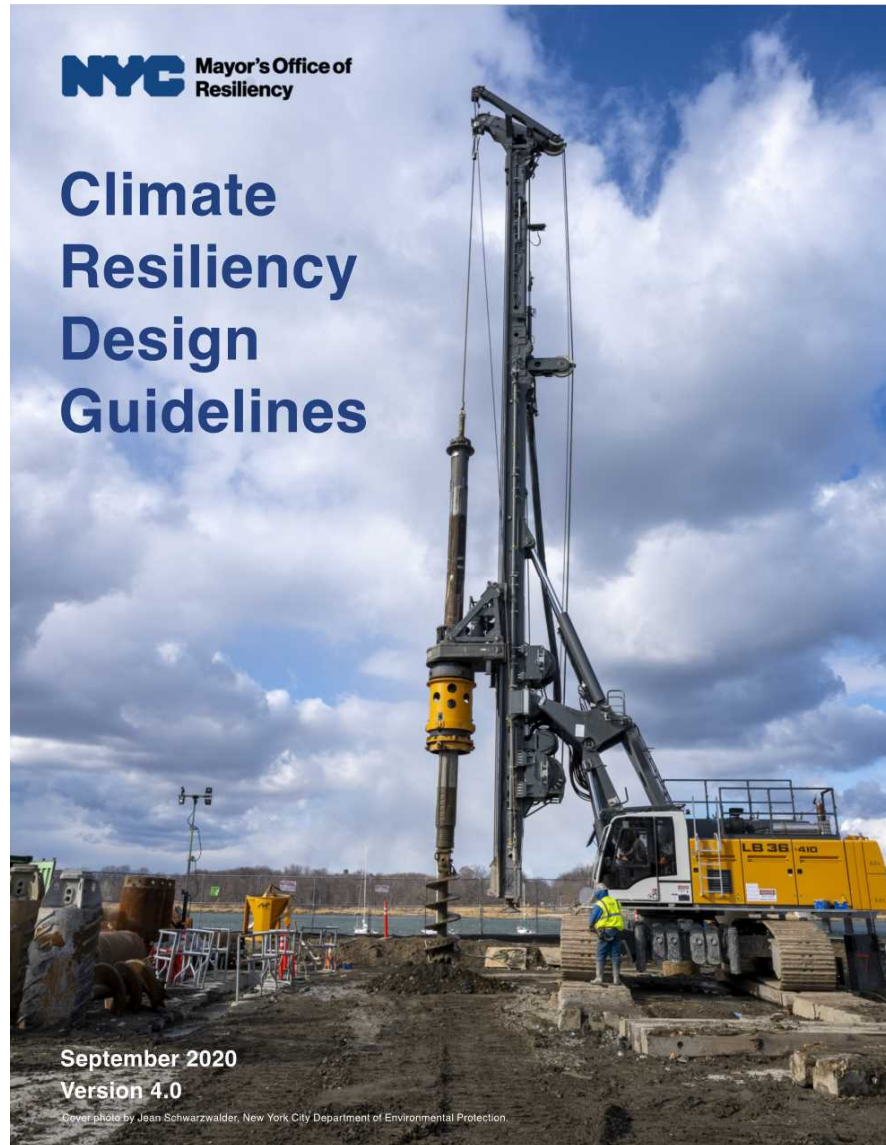
○港湾計画においては、各港湾管理者が10～15年後を目標年次として定めているが、気候変動への対応については、50～100年など長期的かつ持続的に対応を行わなければならない。

○港湾法施行令 (港湾計画)

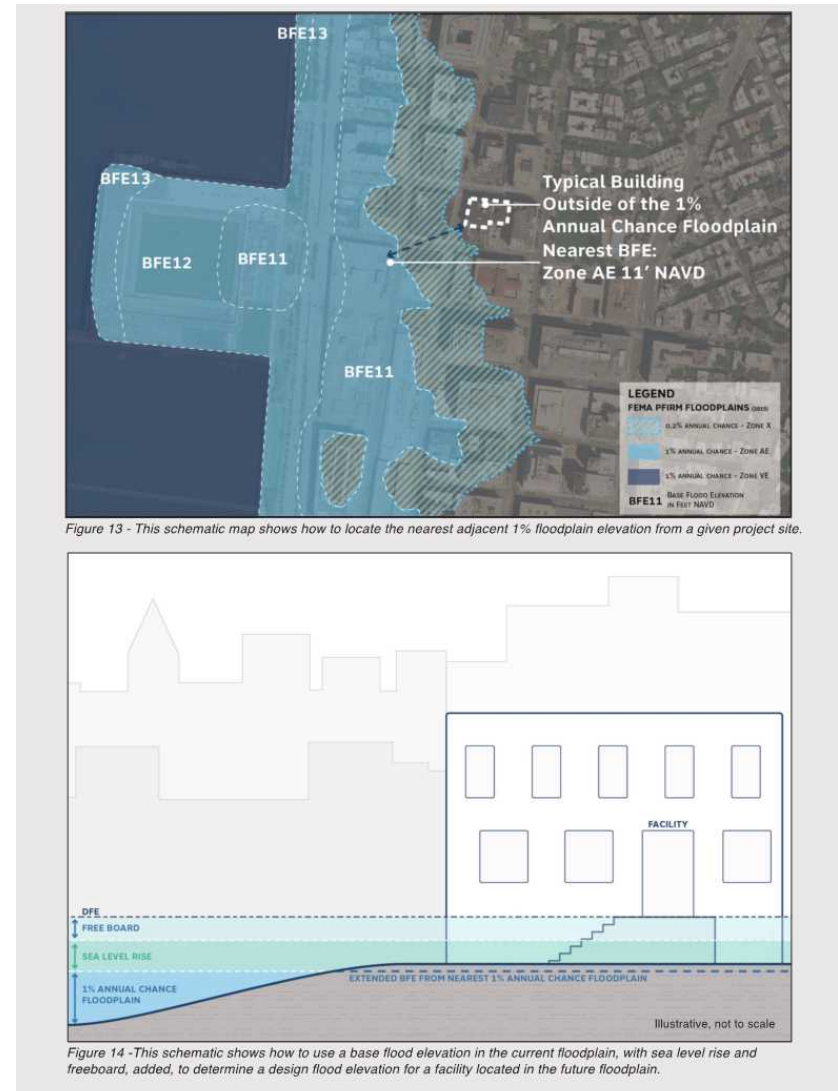
第1条の4 法第3条の3第1項の政令で定める事項は、次のとおりとする。

- 一 港湾の開発、利用及び保全並びに港湾に隣接する地域の保全の方針
- 二 港湾の取扱貨物量、船舶乗降旅客数その他の能力に関する事項
- 三 港湾の能力に応ずる水域施設、係留施設その他の港湾施設の規模及び配置に関する事項
- 四 港湾の環境の整備及び保全に関する事項
- 五 港湾の効率的な運営に関する事項
- 六 その他港湾の開発、利用及び保全並びに港湾に隣接する地域の保全に関する重要事項

○ニューヨーク市では、気候変動適応策のガイドラインを公表。



将来の氾濫原における施設の基本洪水高度と設計氾濫原の設定方法



○ニューヨーク市のガイドラインでは、社会資本の耐用年数の経過時に予測される気候条件に耐えるように施設を設計することとしている。

C. Useful Life of Capital Projects

A resilient facility is one built to withstand, or recover quickly from, natural hazards, as well as to perform to its design standard throughout its useful life in a changing climate. To meet this goal, facilities should be designed to withstand climate conditions projected for the end of the facility's useful life. Full useful life represents the extended service life of a facility (assuming regular maintenance). Some new facilities built today, including some buildings, may have an extended useful life beyond the values listed after undergoing substantial improvements. Therefore, this list is illustrative and not exhaustive. Project teams should utilize professional judgment to determine the useful lives of the facility and components in design.

Climate change projections for NYC, as defined by the NPCC, are broken into decadal projections. In the Guidelines, the following decadal projections are associated with specific time spans:

- 2020s projection = present to 2039
- 2050s projection = 2040 to 2059
- 2080s projection = 2070 to 2099
- 2100 projection = end of century and beyond

Table 1 below provides examples of how to select climate change projections for specific facilities and components.

Climate change projections (time period covered)	Examples of building, infrastructure, landscape, and components grouped by typical useful life
2020s (through to 2039)	<i>Temporary or rapidly replaced components and finishings</i> • Interim and deployable flood protection measures • Asphalt pavement, pavers, and other ROW finishings • Green infrastructure • Street furniture • Temporary building structures • Storage facilities • Developing technology components (e.g., telecommunications equipment, batteries, solar photovoltaics, fuel cells)
2050s (2040-2069)	<i>Facility improvements, and components on a regular replacement cycle</i> • Electrical, HVAC, and mechanical components • Most building retrofits (substantial improvements) • Concrete paving • Infrastructural mechanical components (e.g., compressors, lifts, pumps) • Outdoor recreational facilities • At-site energy equipment (e.g., fuel tanks, conduit, emergency generators) • Stormwater detention systems
2080s (2070-2099)	<i>Long-lived buildings and infrastructure</i> • Most buildings (e.g., public, office, residential) • Piers, wharfs, and bulkheads 港湾施設 • Plazas • Retaining walls • Culverts • On-site energy generation/co-generation plants
2100+	<i>Assets that cannot be relocated</i> • Major infrastructure (e.g., tunnels, bridges, wastewater treatment plants) • Monumental buildings • Road reconstruction • Subgrade sewer infrastructure (e.g., sewers, catch basins, outfalls)

○許容越波流量については、護岸の構造、護岸背後の土地利用状況、排水施設的能力等によってその値が異なるため、状況に応じて適切に設定することが必要。

表-4.4.5 被災限界の越波流量

種 別	被 覆 工	越波流量 (m ³ /s/m)
護 岸	背後舗装済み	0.2
	背後舗装なし	0.05
堤 防	コンクリート三面巻き	0.05
	天端舗装・裏法未施工	0.02
	天端舗装なし	0.005 以下

表-4.4.7 背後地利用状況からみた許容越波流量 (2)

利用者	状況など	越波流量 (m ³ /s/m)
歩行者	・越波に注意している者	10 ⁻⁴
	・無警戒の者	3 × 10 ⁻⁵
自動車	・停車あるいは低速走行	0.01~0.05
	・平常走行、車両被害	1.1 × 10 ⁻⁵
建築物	・構造的被害	3 × 10 ⁻⁵
	・建具類への被害	10 ⁻⁶ ~3 × 10 ⁻⁵
	・無被害	10 ⁻⁶

表-4.4.6 背後地利用状況からみた許容越波流量 (1)

利用者	堤防からの距離	越波流量 (m ³ /s/m)
歩行者	直背後 (50% 安全度)	2 × 10 ⁻⁴
	〃 (90% 〃)	3 × 10 ⁻⁵
自動車	直背後 (50% 安全度)	2 × 10 ⁻⁵
	〃 (90% 〃)	1 × 10 ⁻⁶
家 屋	直背後 (50% 安全度)	7 × 10 ⁻⁵
	〃 (90% 〃)	1 × 10 ⁻⁶

表-4.4.8 背後地の重要度からみた許容越波流量 (m³/s/m)

背後に人家、公共施設等が密集しており、特に越波・しぶき等の侵入により重大な被害が予想される地区	0.01 程度
その他の重要な地区	0.02 程度
その他の地区	0.02~0.06

○コンテナターミナルに許容越波流量を設定する場合は、空コンテナが浮遊する浸水深から設定する方法が考えられる。

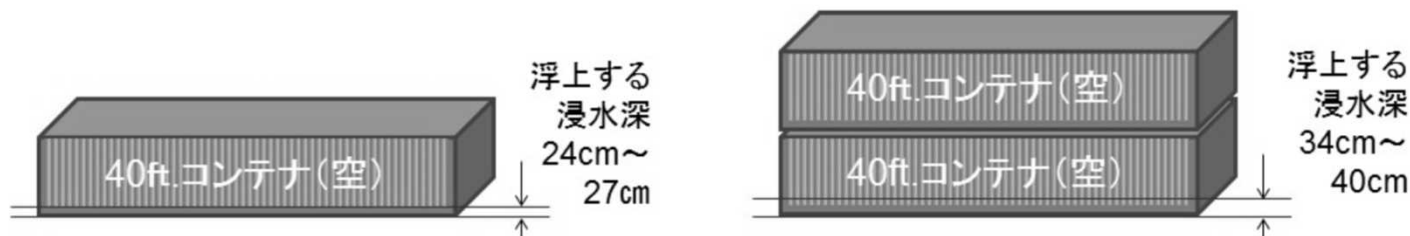


表 1.5.1 空コンテナが浮上する浸水深

コンテナ	外寸			外容積 (m3)	自重 範囲 (t)	浮上する浸水深 h (cm) ※1	
	長さ L(m)	幅 W(m)	高さ H(m)			空	実入り※2
12ft.	3.715	2.450	2.500	22.8	1.4-1.7	30 — 33	84
20ft.	6.058	2.438	2.591	38.3	1.7-2.4	26 — 31	173
40ft.	12.192	2.438	2.591	77.0	2.9-3.8	24 — 27	115
20ft.リーファー	6.058	2.438	2.591	38.3	2.5-3.5	31 — 38	173
40ft.リーファー	12.192	2.438	2.591	77.0	4.3-5.6	29 — 33	115

※1 浸水深 h=コンテナ重量／（底面積×海水密度）+15cm（コンテナ底に 15cm の通水性のある部分を考慮）
※2 実入りコンテナは、最大積載重量 24.0t (20ft.), 30.5t (40ft.), 6.5t (12ft.)で計算

※国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部沿岸防災研究室：「三河港における平成 21 年台風第 18 号高潮によるコンテナ漂流被害調査報告」より港湾局作成

○これまで国土交通省及び内閣官房は、現実の港湾(Physical Port)に関する情報を全て電子化することで、情報の利活用による利便性・生産性を最大限まで高める「Cyber Port」を実現を目指し、まずは民間事業者間の手続を電子化する「港湾関連データ連携基盤」(港湾物流分野)の構築に向けた取組を進めてきたところ。

- ◆港湾の電子化 ⇒ ・港湾の利用(活動)については、各種の手続を電子化(物流分野・管理分野)
・港湾の空間・施設については、港湾及び港湾内の各施設の情報を電子化(インフラ分野)

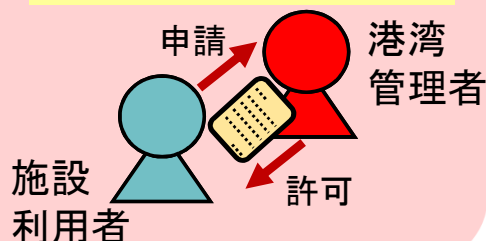
現実の港湾(Physical Port)

港湾の利用(活動)＝手続

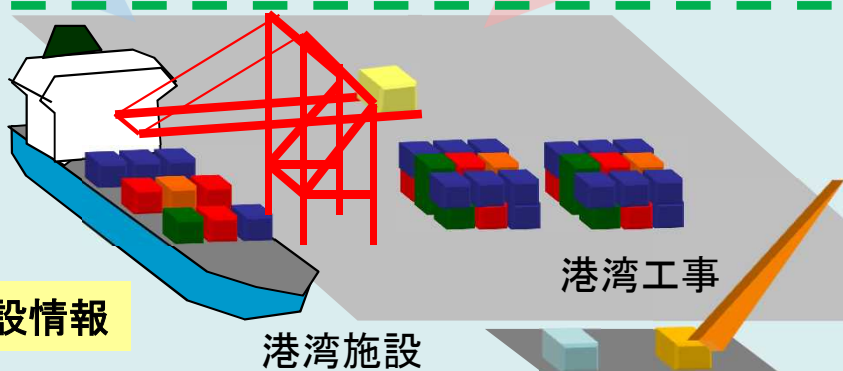
港湾物流 (＝民間事業者間手続)



港湾施設等の利用 (＝行政への申請手続等)



施設情報

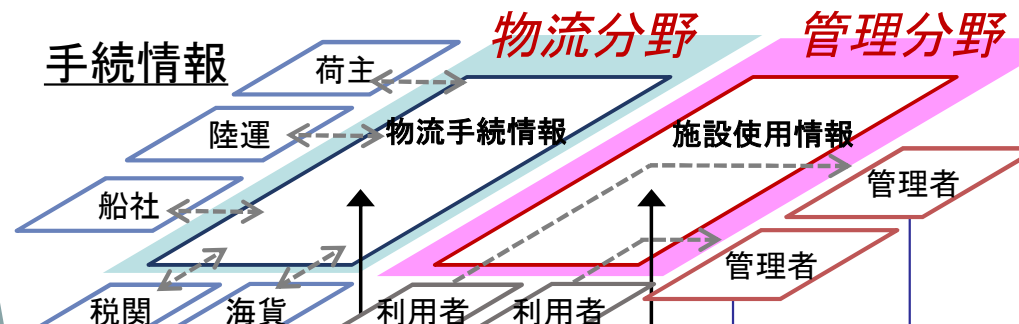


港湾施設

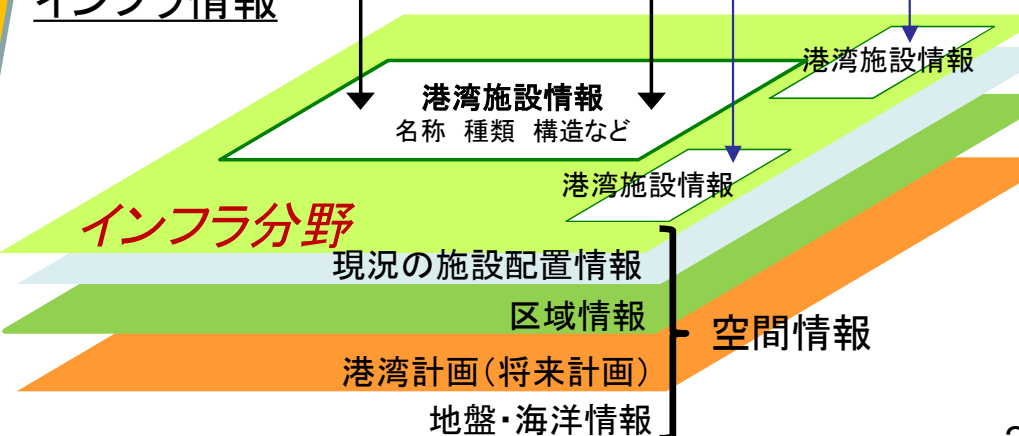
港湾の空間・施設

電子化された港湾(Cyber Port)

手続情報

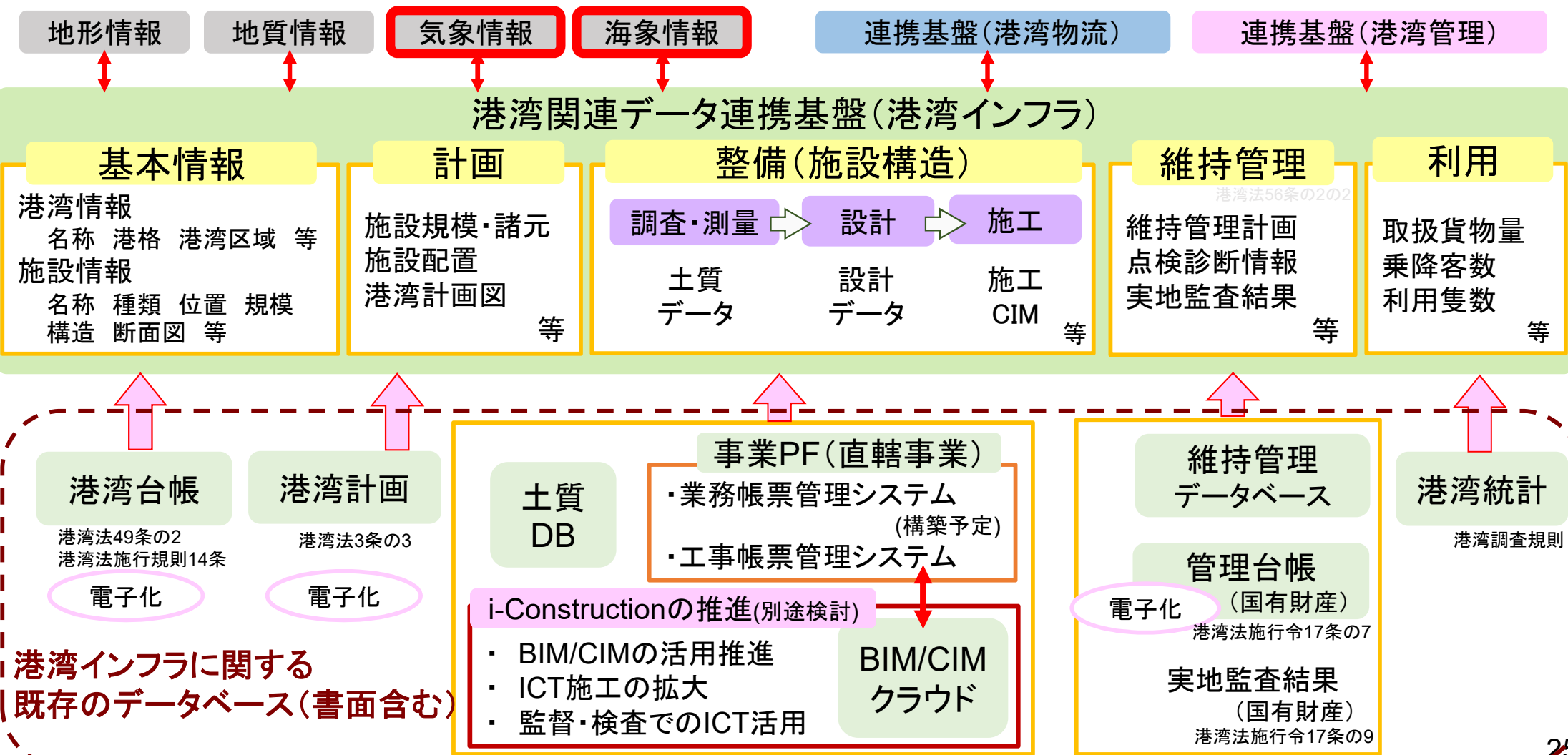


インフラ情報



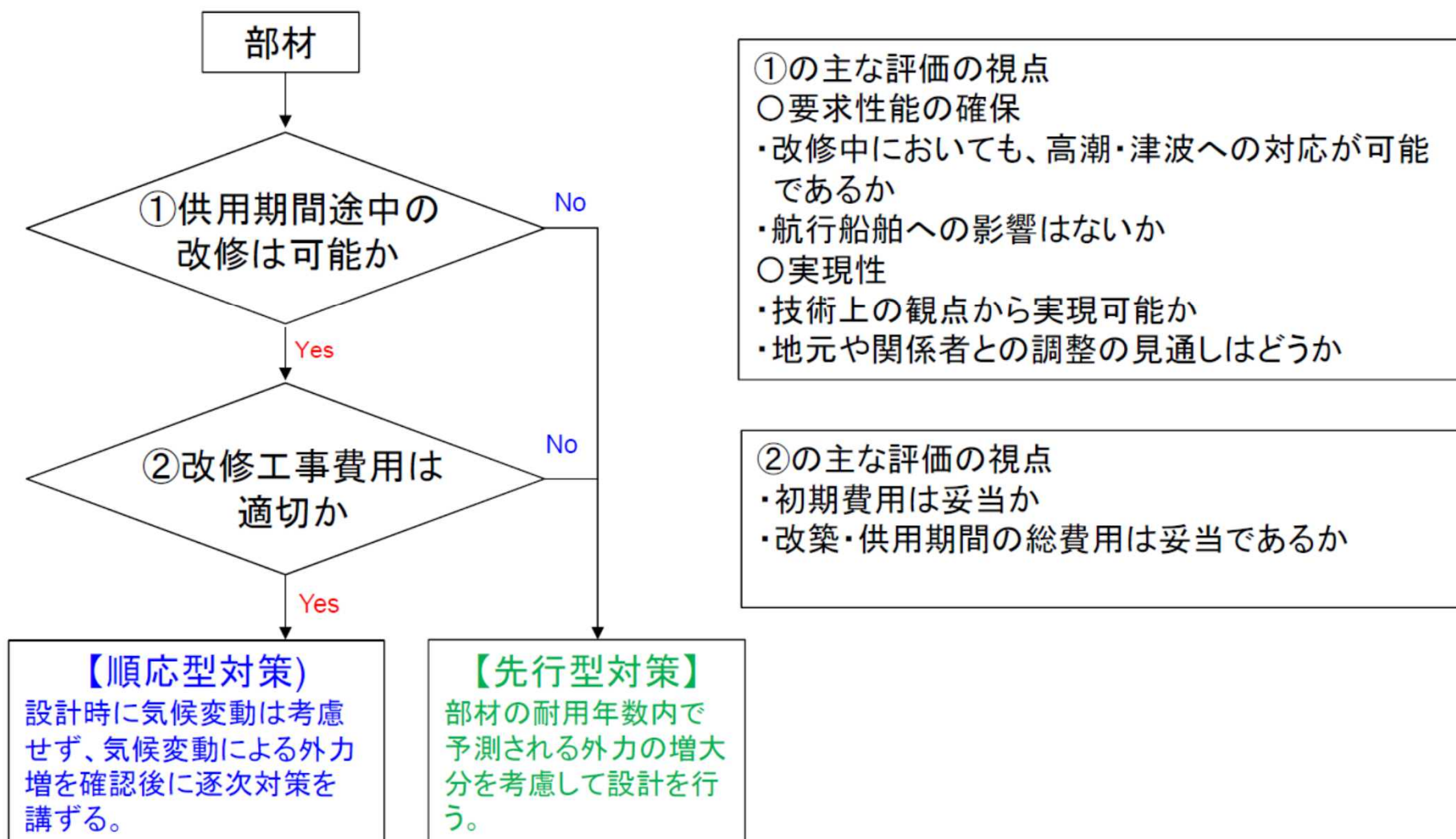
電子化

- 港湾の計画から維持管理までのインフラ情報を連携させることにより、国及び港湾管理者による適切なアセットマネジメントを実現。(適切な維持管理の実施、更新投資の計画策定)
- 港湾施設の情報を一元的に管理することにより、同一情報の入力を省力化し情報の一覧性や更新性を高めるとともに、遠隔での技術支援などにより、災害時の迅速な復旧にも寄与。
- また、蓄積されたデータを利用することにより、政策の企画立案や民間の技術開発の促進に寄与。



気候変動の影響を考慮した設計(考え方)

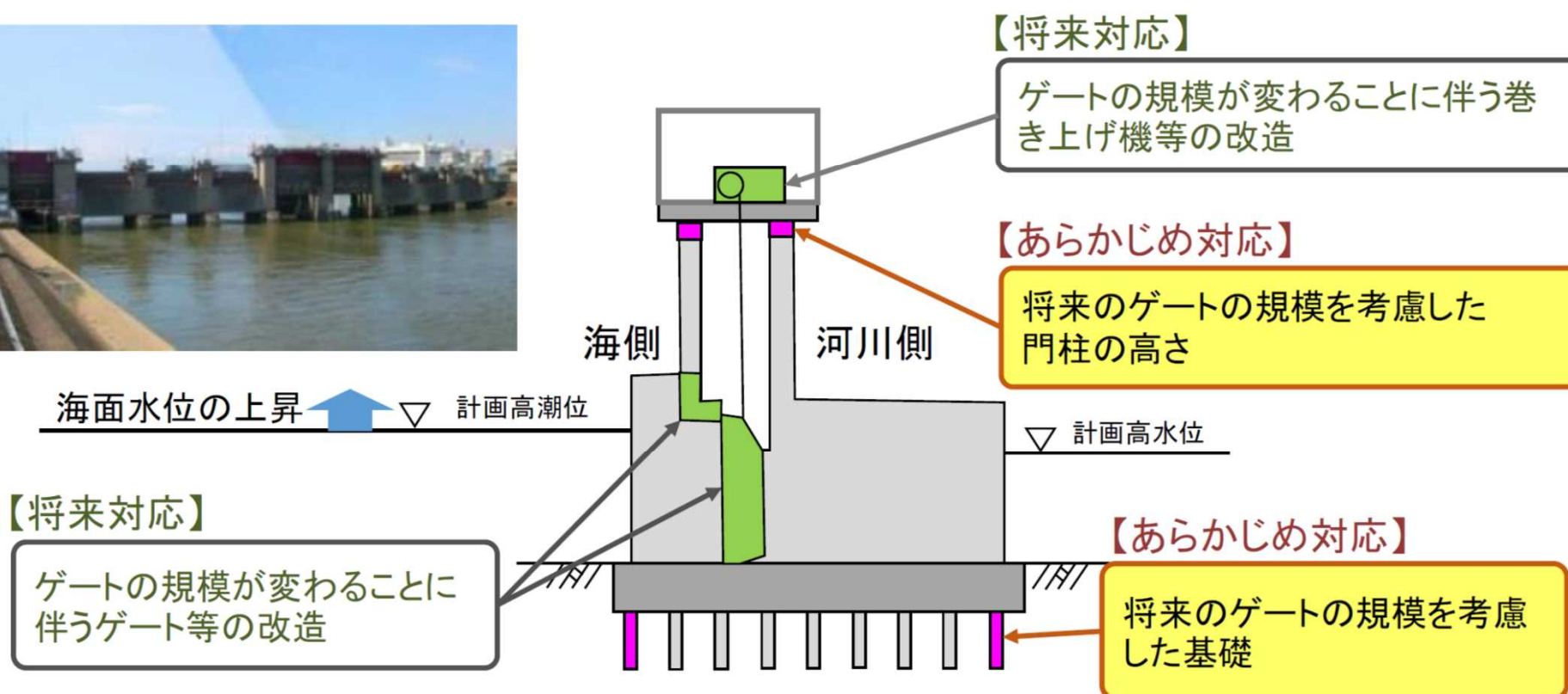
- ・気候変動予測を基に設定した外力には、様々な不確実性が潜在するため、手戻りなく設計すること、また過剰な投資にならないように設計することの両面を考えることが重要である。
- ・そのため、各部材の設計に際しては、あらかじめ対策を講じておく「先行型対策」と将来における気候変化を確認後に対策を講じる「順応型対策」のどちらか適切な対策方法を選択する。



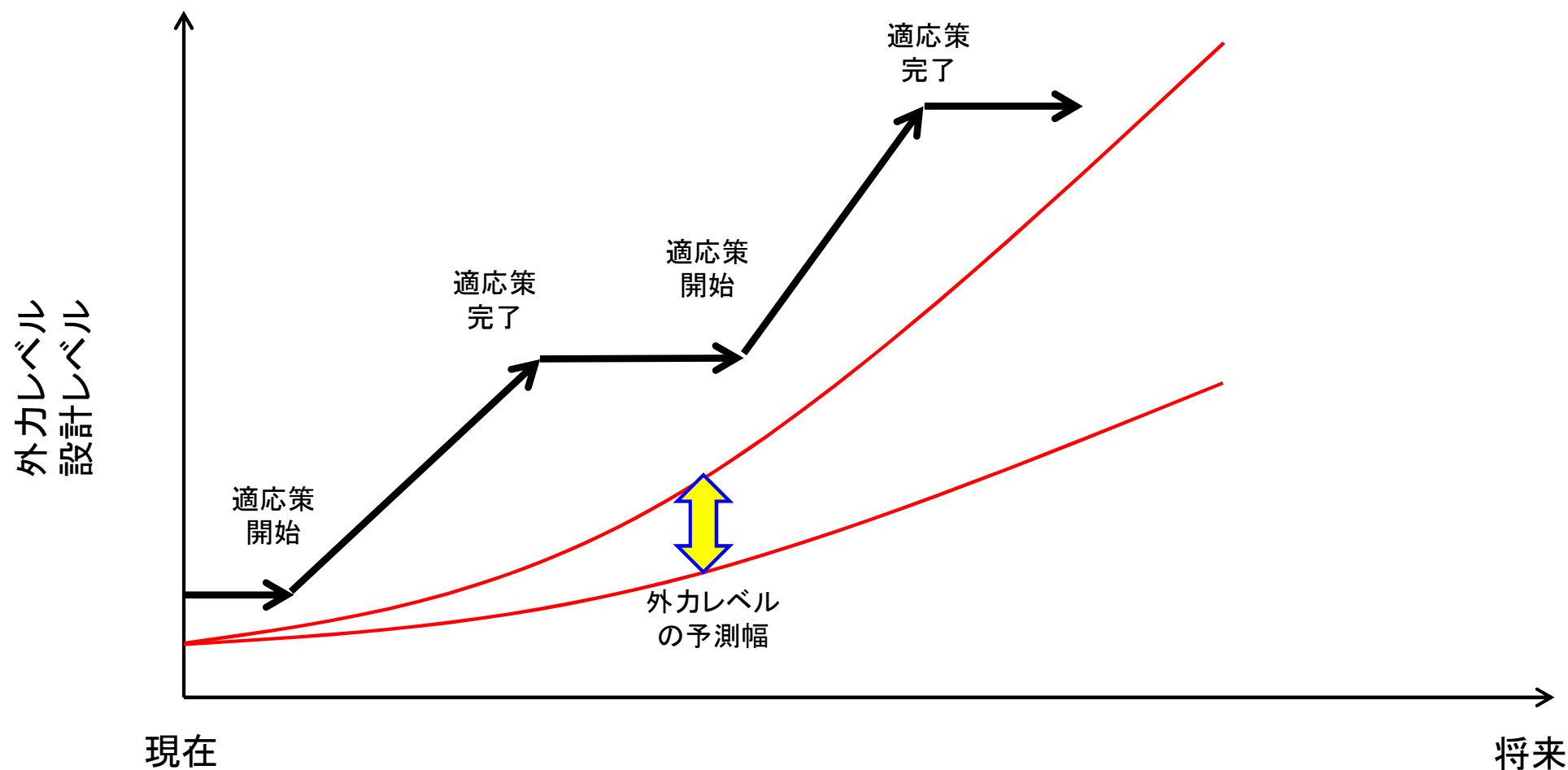
できるだけ手戻りのない施設の設計

- 将来の海面水位の増加等に対してできるだけ容易に改造ができるよう設計
- 将来の改造が難しい門柱や基礎はあらかじめ対応し、将来交換が必要なゲート等や機械類等については更新時に対応

(例) 海面水位上昇に対する水門設計での対応イメージ



○気候変動の将来予測については、不確実性が存在することから、途中で追加対策を講じる構造を想定した準備工事を可能とすべきではないか。

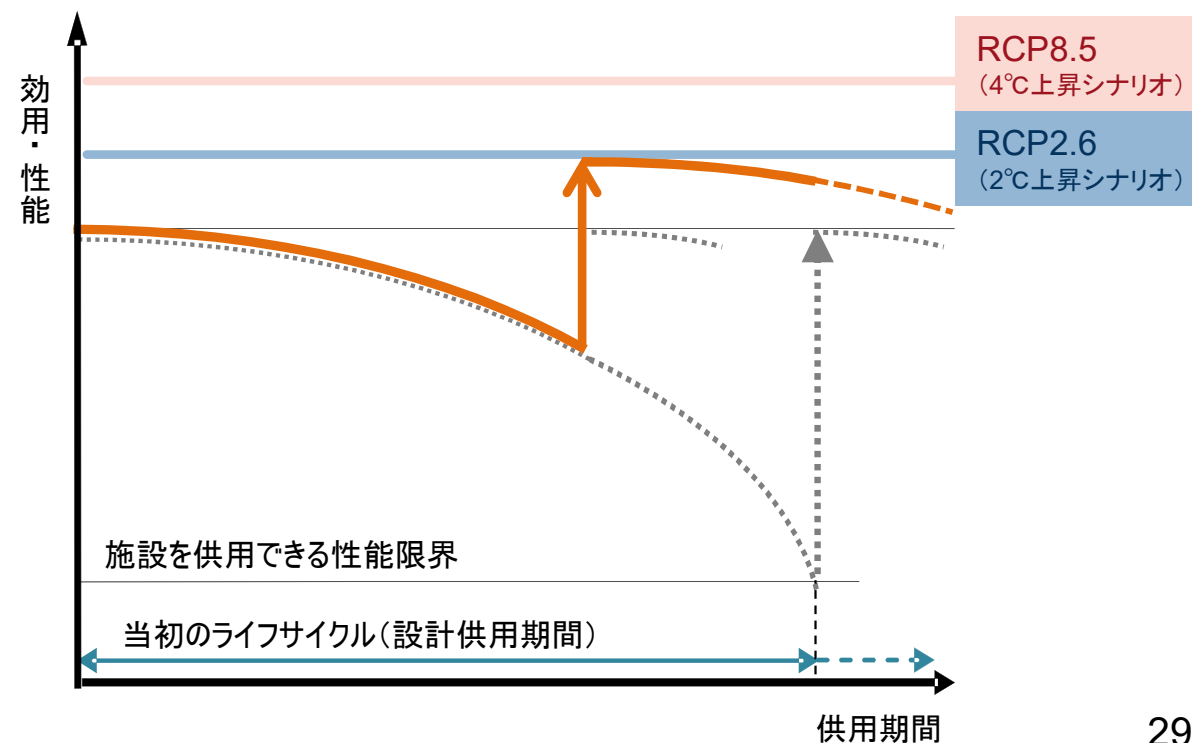
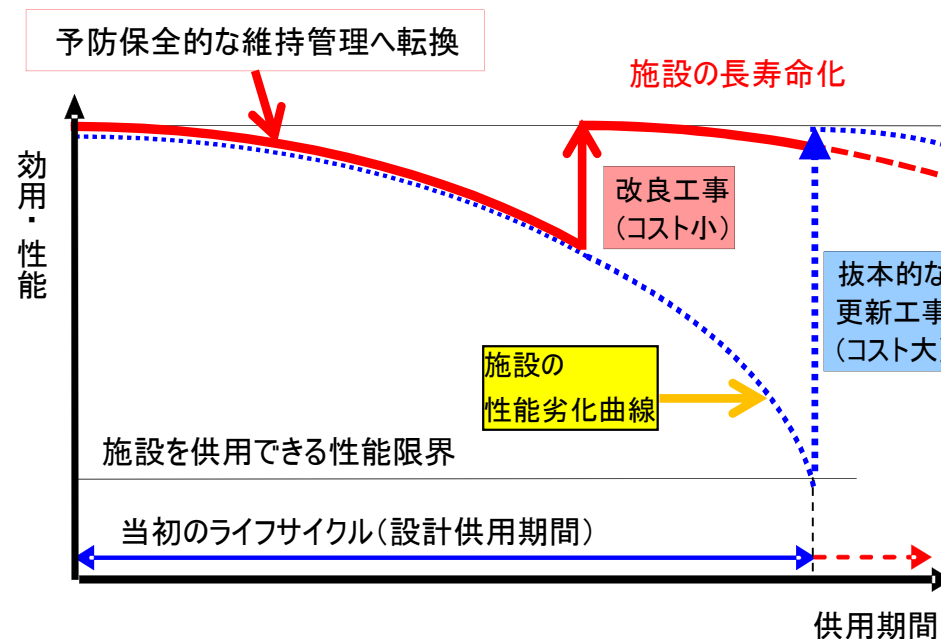


予防保全型維持管理

- 維持管理計画に基づく適確な維持管理の推進。
(特に将来においても確実な機能確保が必要な施設については重点的に維持管理を実施。)
- あわせて更新・修繕費の縮減・平準化を図るため、
予防保全の考え方に立った維持管理を推進。

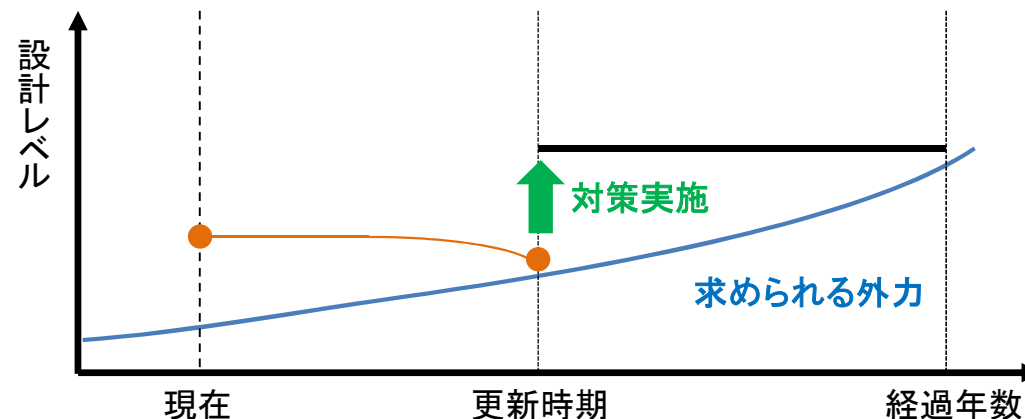
気候変動の影響を考慮した維持管理のイメージ

- 上記の予防保全型維持管理を想定しつつ、補修の
段階で、今後の外力増大を見据えた更新を行う必要
があるのではないか。



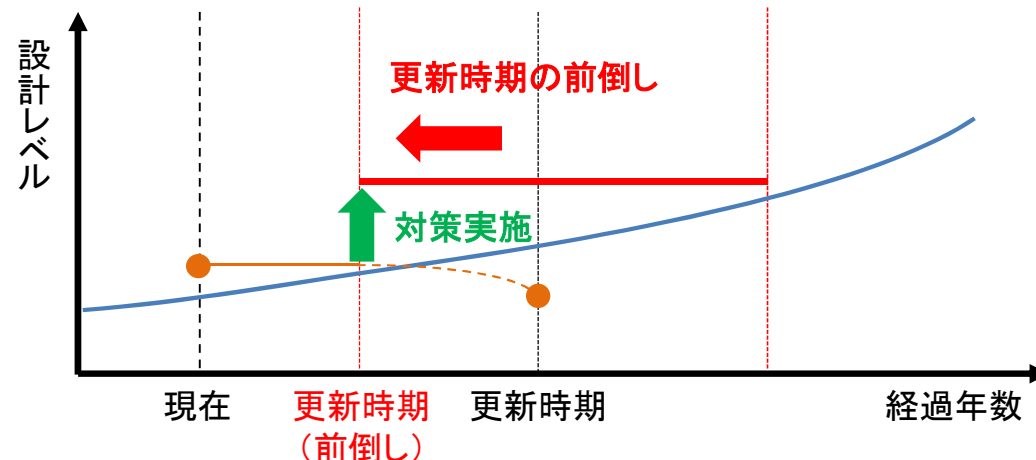
更新時まで必要な性能を満たすケース

- 更新時に将来の気候変動影響の見込みを加味した必要な外力レベルを設定し、それに基づいて対策を実施



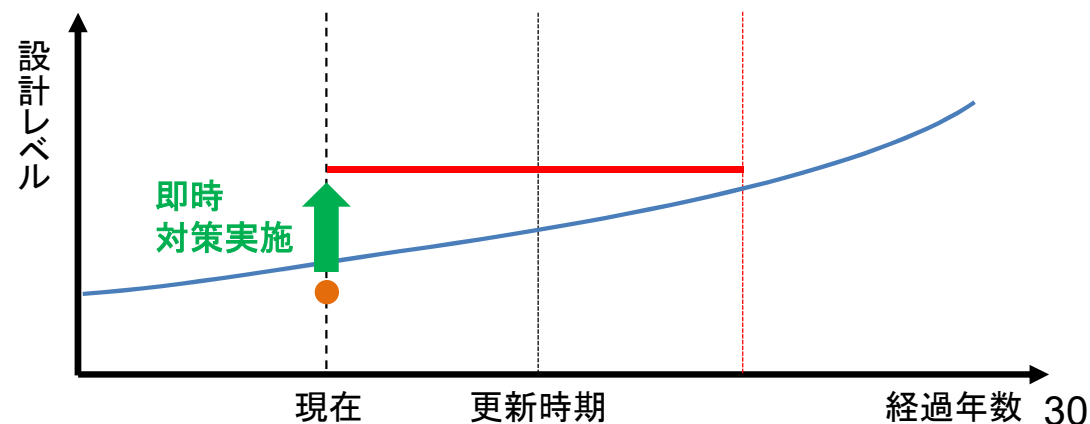
現在は必要な性能を満たしているが、更新時期までに不足するケース

- 更新時期を前倒して、その時点における気候変動影響の見込みを加味した必要な外力レベルを設定し、それに基づいて対策を実施



現在、必要な性能を満たしていないケース

- 速やかに気候変動影響の加味した必要な外力レベルを設定し、それに基づいて対策を実施

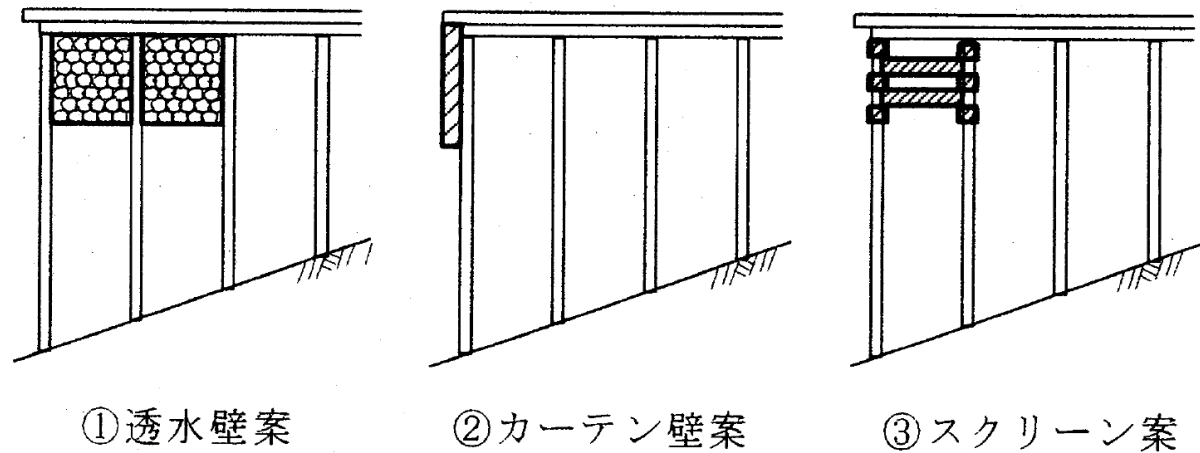


○栈橋上部工に揚圧力を低減する工法として、下記のようなものが考えられる。

栈橋海側で入射波を低減

栈橋前面に前垂れ壁等を設置

大中晋, et al. "消波用スクリーンを有する
栈橋に作用する揚圧力に関する実験的研
究." 海洋開発論文集 20 (2004): 743-748.



栈橋下部に入射した波の エネルギーを消費

陸側護岸前面に消波ブロック
を設置

木村克俊, et al. "床版下に消波工を有する
栈橋の水理特性について." 海岸工学論文
集 52 (2005): 786-790.

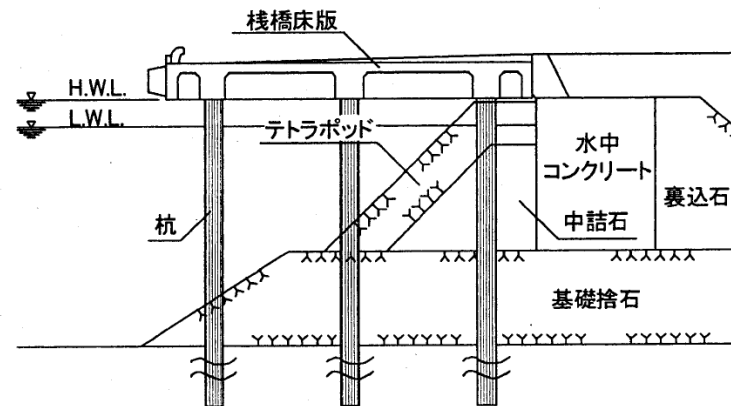
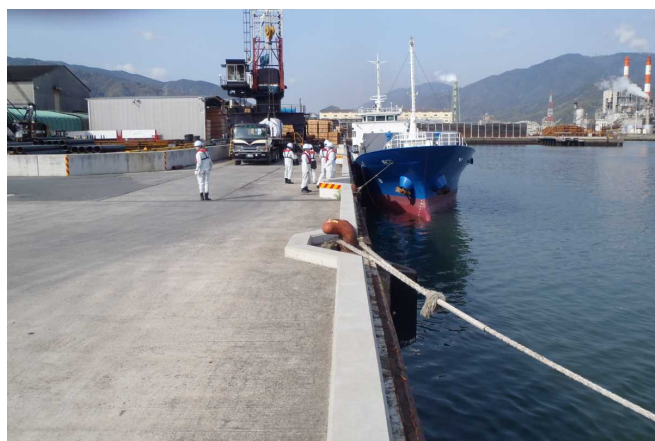
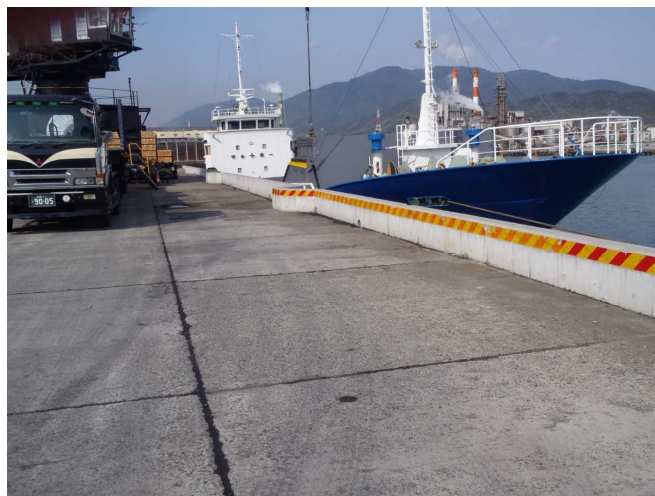


図-1 消波型栈橋

○呉港では、老朽化の進展により1m沈下した栈橋が、通常の大潮高潮時にも岸壁上まで冠水し、荷役作業に支障をきたしていたことから、港湾管理者である呉市が緊急的な対応として、既存の車止めを撤去し、新たに連続した壁上の車止めを整備。(最大60cm)

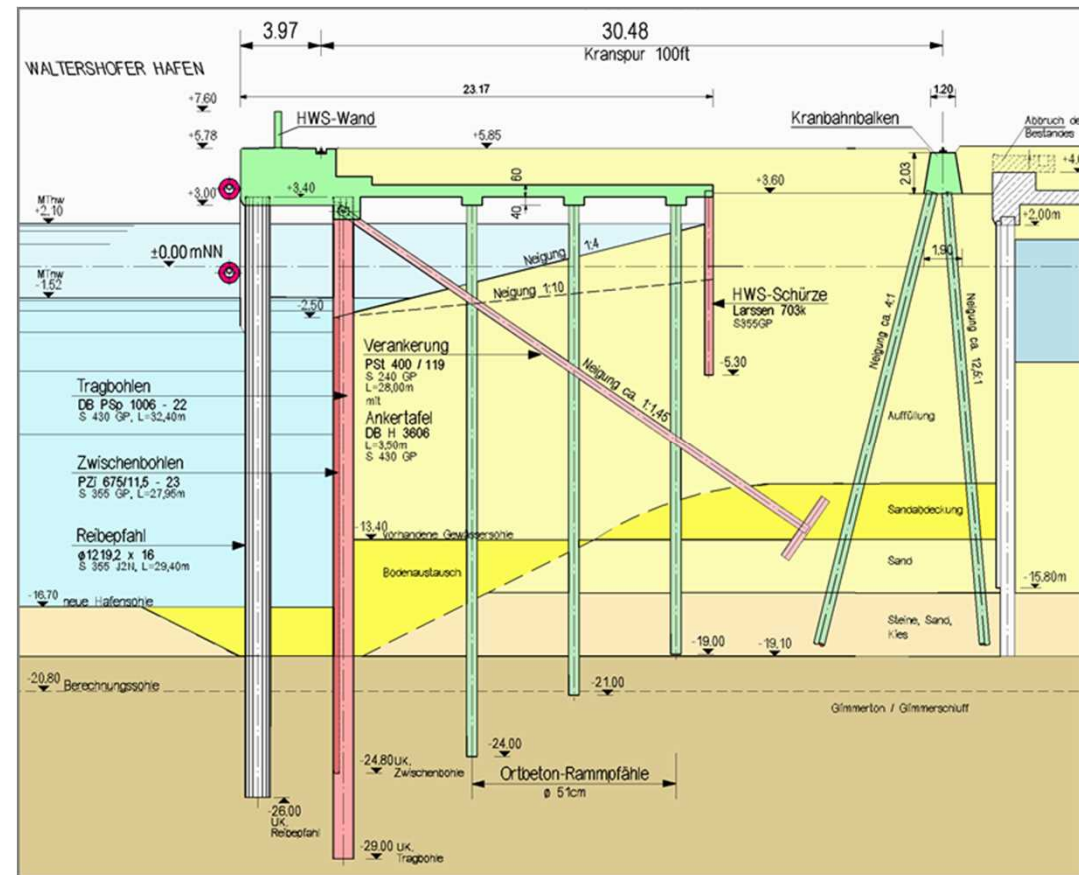


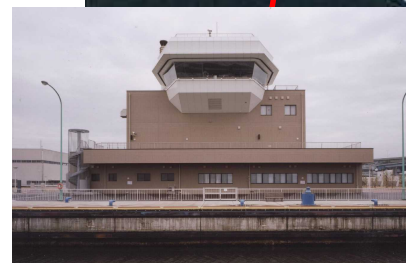
岸壁沈下に伴うエプロン浸水(呉港広地区)



浸水被害防止のための暫定対策としての車止め嵩上げ

○ハンブルク港では、高潮による被害を防止するため、コンテナターミナルの岸壁法線に防潮壁を設置。





- 尼崎市の大半は、武庫、神崎川の河口部と防潮堤に挟まれたゼロメートル地帯。
- 平成17年に整備が完了した尼崎閘門の集中コントロールセンターは、堤内水位を一元管理し、高潮等から市民の安全を守っている。

