

港湾における気候変動適応策の実装方針骨子(素案)

令和5年9月29日

全体目次

はじめに

I. 気候変動適応策の実装に係る基本的な方針

II. 外力の設定の考え方

1. 気候変動の概要
2. 外力の変動トレンド
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
3. 外力の将来推計
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
4. 外力の将来推計値の目安
5. その他の外力について
 - (1) 風
 - (2) 降水量

III. 港湾の施設の設計の考え方

1. 要求性能の考え方
2. 適応策の選定
3. 各種施設における適応策
 - (1) 水域施設
 - (2) 外郭施設
 - (3) 係留施設

IV. 供用段階での継続的な性能把握

1. 目的
2. 実施方法
3. 外力の変動が想定と異なる場合の対応(上振れ、下振れ)

V. 気候変動適応マスタープラン

1. 目的
2. 検討の流れ
3. マスタープランで合意すべき内容
4. 港湾計画、長期構想との整合
5. 維持管理計画等との整合

各章における主な記載事項(第1章)

I. 気候変動適応策の実装に係る 基本的な方針

【主な記載事項(ポイント)】

- 施設に作用する外力の将来予測を行うことが必要。
 - ・ IPCC、気象庁、研究機関等の予測等を活用
- 事前適応策又は順応的適応策を選定。
- 既存施設の場合、脆弱性評価を実施し、計画的な施設の改良を検討。
- 既存不適格施設は、維持管理のあり方を見直し。
- 同一エリアの一連の施設群においては、整備効果の相互影響を考慮し、関係者間で整備目標を共有して、対策を推進。

各章における主な記載事項(第II章)1

II. 外力の設定の考え方

1. 気候変動の概要

2. 外力の変動トレンド

- (1) 平均海面水位
- (2) 潮位偏差
- (3) 波浪(高波)

3. 外力の将来推計

- (1) 平均海面水位
- (2) 潮位偏差
- (3) 波浪(高波)

4. 外力の将来推計値の目安

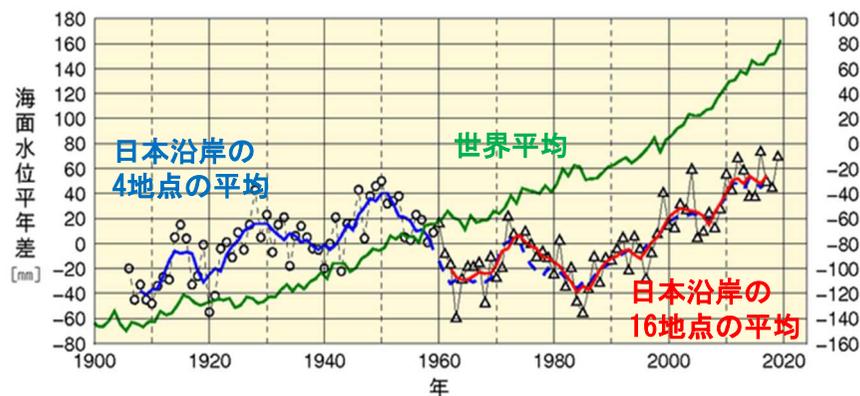
5. その他の外力について

- (1) 風
- (2) 降水量

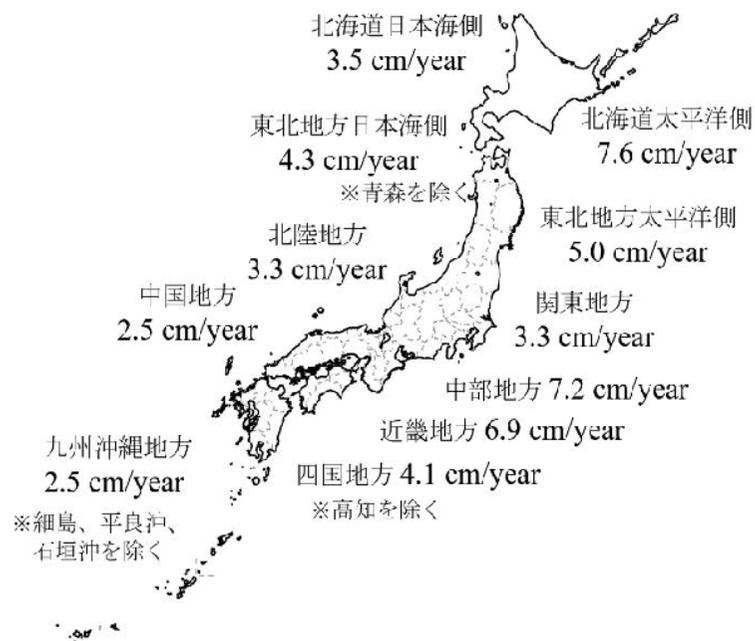
【主な記載事項(ポイント)】

- 平均海面水位の上昇、高潮リスクの増大、極端な高波の増加等、気候変動は日本沿岸へあまねく影響。
- 平成30年台風第21号により大阪湾の港湾で、令和元年台風第15号及び19号により東京湾の港湾で、高潮・高波・暴風等により被害が発生。
- (1)～(3)についての、過去から現在までの変動トレンドを概括。
 - ・ 平均海面水位は、1980年以降は上昇傾向
 - ・ 潮位偏差は、1990年代以降大きいものが頻発
 - ・ 極端な波高は、日本沿岸で増加傾向

各章における主な記載事項(第II章 参考図表)1

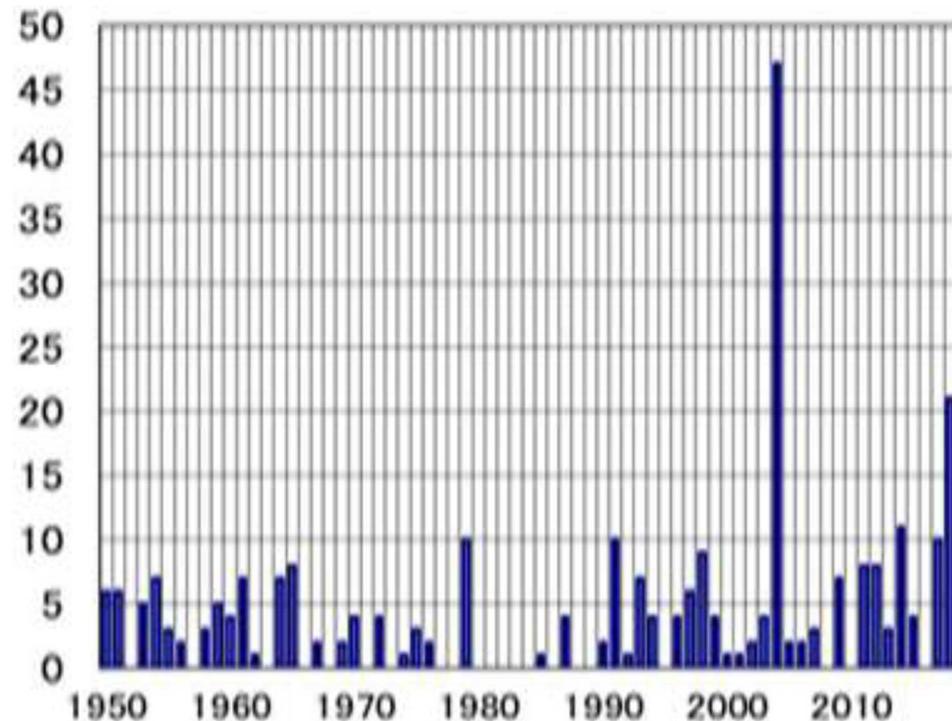


日本沿岸の平均海面水位の推移(1906~2019年)
(文部科学省及び気象庁「日本の気候変動2020」)に加筆



年最大有義波高の変化傾向(地域別)

出典: 日本沿岸における最大有義波高の経年変化と設計沖波への影響に関する考察(加藤ら,2019)(土木学会論文集B2(海岸工学))



日本国内における1m以上の潮位偏差の年観測回数
(文部科学省及び気象庁「日本の気候変動2020」)

各章における主な記載事項(第II章)2

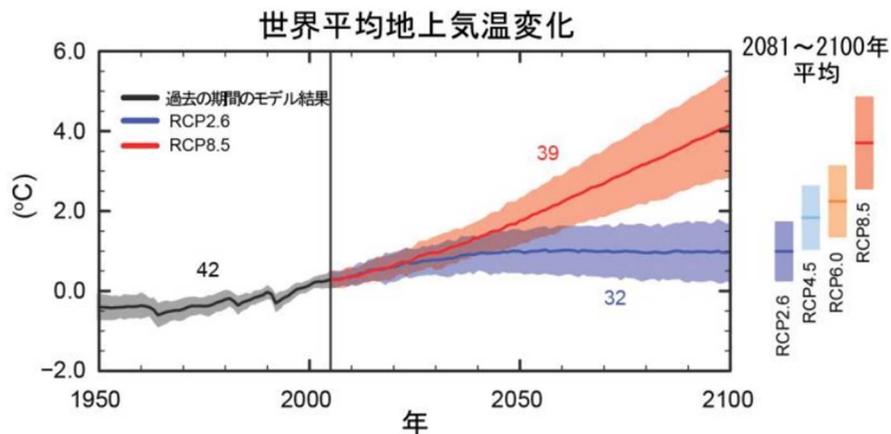
II. 外力の設定の考え方

1. 気候変動の概要
2. 外力の変動トレンド
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
3. 外力の将来推計
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
4. 外力の将来推計値の目安
5. その他の外力について
 - (1) 風
 - (2) 降水量

【主な記載事項(ポイント)】

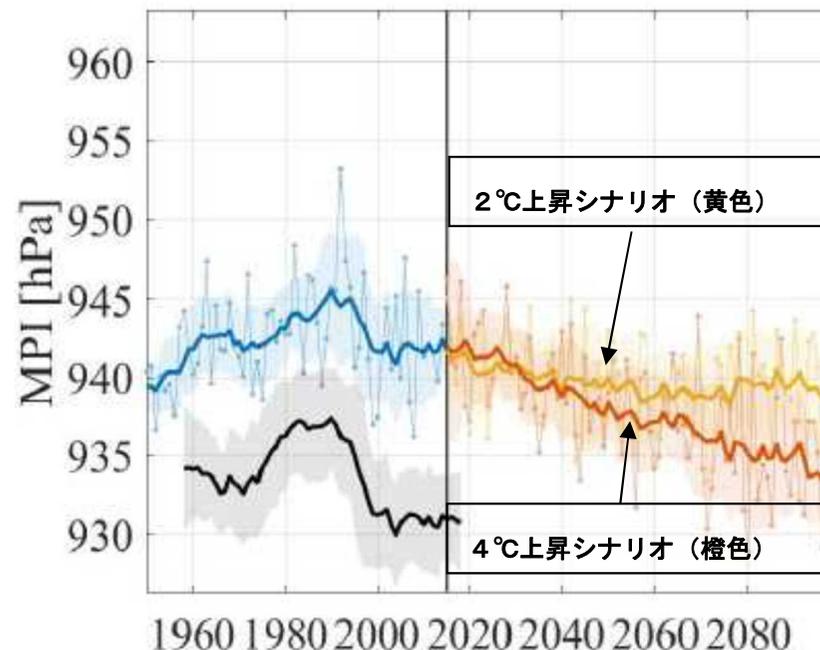
- (1)～(3)についての、将来推計を概括。気候変動緩和策に係る各国目標を踏まえ、2°C上昇シナリオを基本。
 - ・ 平均海面水位は、IPCCや気象庁の報告書において上昇量が記載されており、日本沿岸では、2°C上昇シナリオで平均0.39m。
 - ・ 潮位偏差及び波浪(高波)は、それを発生させる台風強度の増大と同様に変化し、2°C上昇シナリオの場合、2040年までに増大が進み、以降21世紀末まで横ばい。

各章における主な記載事項(第II章 参考図表)2



CMIP5の複数のモデルによるシミュレーションによる
1986~2005年平均に対する世界平均地上気温の変化
 (文部科学省及び気象庁「日本の気候変動2020」)

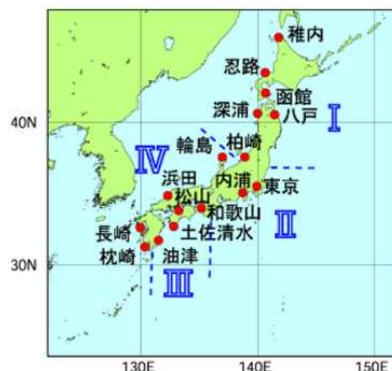
2℃上昇シナリオ(RCP2.6)は青で、4℃上昇シナリオ(RCP8.5)は赤で予測と不確実性の幅(陰影)の時系列を示す。黒線と灰色の陰影は過去の推移。右側の縦帯は、全てのRCPシナリオに対する2081~2100年の平均値と不確実性の幅。数値は、複数モデルの平均を算出するために使用した結合モデル相互比較プロジェクト第5期(CMIP5)のモデルの数。



台風月の台風の可能最大強度(MPI)の将来変化

(青色:HPD実験4メンバ平均MPI、黄色:HFD実験RCP2.6、橙色:HFD実験RCP8.5、黒色:JRA-55再解析値、細線:1年、太線10年移動平均値、網掛け:10年移動平均分散値、単位:hPa)
 出典:気候変動による日本主要湾における可能最大クラス高潮の長期変化(森ら,2021)(土木学会論文集B2(海岸工学))

海面水位上昇量予測における海域区分



出典:日本の気候変動2020(詳細版)P151

海面水位上昇量予測値

	2℃上昇シナリオ (RCP2.6)	4℃上昇シナリオ (RCP8.5)
日本沿岸	0.39 m (0.22~0.55 m)	0.71 m (0.46~0.97m)
領域I	0.38 m (0.22~0.55 m)	0.70 m (0.45~0.95 m)
領域II	0.38 m (0.21~0.55 m)	0.70 m (0.45~0.95 m)
領域III	0.39 m (0.22~0.56 m)	0.74 m (0.47~1.00 m)
領域IV	0.39 m (0.23~0.56 m)	0.73 m (0.47~0.98 m)
(参考) 世界平均	0.39 m (0.26~0.53 m)	0.71 m (0.51~0.92 m)

※上表の値は、20世紀末(1986~2005年平均)に対する21世紀末(2081~2100年平均)の変化量
 ※括弧内は、予測の変動の幅

各章における主な記載事項(第II章)3

II. 外力の設定の考え方

1. 気候変動の概要

2. 外力の変動トレンド

- (1) 平均海面水位
- (2) 潮位偏差
- (3) 波浪(高波)

3. 外力の将来推計

- (1) 平均海面水位
- (2) 潮位偏差
- (3) 波浪(高波)

4. 外力の将来推計値の目安

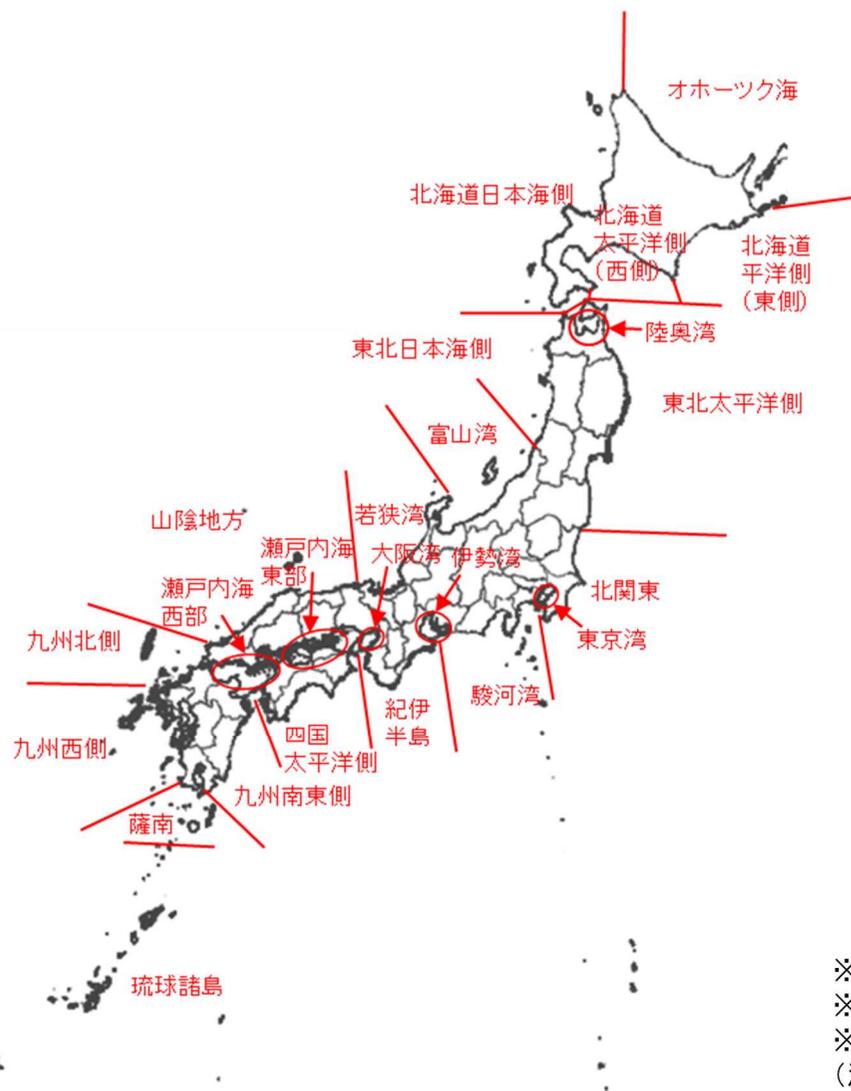
5. その他の外力について

- (1) 風
- (2) 降水量

【主な記載事項(ポイント)】

- 潮位偏差及び波浪(波高)について、日本沿岸を24海域に区分し、概略検討に使用できる各海域における将来変化比を提示。
- 風について、①波浪及び高潮推算に用いる風、②風圧力の算定に用いる風、③風のエネルギーの算定に用いる風、について、留意事項を提示。
- 降水量について、他分野における「地域区分毎の将来変化倍率」についての既往検討事例を紹介。

各章における主な記載事項(第II章 参考図表)3



海域別の潮位偏差・波高の将来変化比

海域	将来変化比		対象港湾(重要港湾以上)
	高潮偏差	波高	
北海道日本海側	1.01	1.01	稚内港・留萌港・石狩湾新港・小樽港・函館港
オホーツク海	1.00	1.03	紋別港・網走港・根室港(根室)
北海道太平洋側(東側)	1.01	1.02	根室港(花咲)・釧路港・十勝港
北海道太平洋側(西側)	1.01	1.02	苫小牧港・室蘭港
陸奥湾	1.02	1.04	青森港
東北太平洋側	1.04	1.04	むつ小川原港・八戸港・久慈港・宮古港・釜石港・大船渡港・仙台釜石港・相馬港・小名浜港
北関東	1.06	1.09	茨城港・鹿島港
東京湾	1.10	1.02	千葉港・木更津港・東京港・横浜港・川崎港・横須賀港
駿河湾	1.04	1.01	御前崎港・田子の浦港・清水港
伊勢湾	1.07	1.00	名古屋港・衣浦港・三河港・四日市港・津松坂港
紀伊半島	1.03	1.00	尾鷲港・日高港・和歌山下津港
大阪湾	1.06	1.04	大阪港・堺泉北港・阪南港・神戸港・尼崎西宮芦屋港
四国太平洋側	1.07	1.02	徳島小松島港・橘港・高知港・須崎港・宿毛湾港・宇和島港
瀬戸内海(東部:播磨灘・燧灘)	1.02	1.01	東播磨港・姫路港・岡山港・宇野港・水島港・福山港・尾道糸崎港・今治港・東予港・新居浜港・三島
瀬戸内海(西部:伊予灘・周防灘)	1.05	1.01	川之江港・坂出港・高松港 呉港・広島港・岩国港・徳山下松港・三田尻中関港・宇部港・小野田港・下関港(周防灘)・北九州港
九州南東側	1.04	0.99	細島港・宮崎港・油津港・志布志港・佐伯港・津久見港
薩南	1.07	1.02	鹿児島港・西之表港
琉球諸島	1.01	1.01	名瀬港・運天港・金武湾港・中城湾港・那覇港・平良港・石垣港
九州西側	1.06	1.01	川内港・八代港・三角港・熊本港・三池港・長崎港・佐世保港・福江港
九州北側	1.08	1.06	厳原港・郷ノ浦港・伊万里港・唐津港・博多港・北九州港(響灘)・下関港(響灘)
山陰地方	1.05	1.02	三隅港・浜田港・西郷港・境港・鳥取港
若狭湾	1.03	1.03	舞鶴港・敦賀港・金沢港
富山湾	1.03	1.02	七尾港・伏木富山港・直江津港・小木港・両津港・新潟港
東北日本海側	1.01	1.02	能代港・秋田港・船川港・酒田港

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間50~100年の範囲での最大値を示す。
 ※波高の将来変化比は、再現期間50年の場合(50年確率波高)を示す。
 ※将来変化比が「1」未満の場合は、現況と同じ波高を用いるため「1」とする。
 (注意)三大湾以外の海域における値は暫定値であり、今後数値が更新される可能性がある。

海域区分

出典) 国土地理院白地図に加筆

(留意点)

上表の値は、現在気候(20世紀末時点)に対する将来気候(21世紀末時点)の変化比であるが、2℃上昇シナリオにおける昇温パターンから、将来気候における潮位偏差及び50年確率波高については、2040年には発生すると想定される。

各章における主な記載事項(第III章)

III. 港湾の施設の設計の考え方

1. 要求性能の考え方

2. 適応策の選定

3. 各種施設における適応策

- (1) 水域施設
- (2) 外郭施設
- (3) 係留施設

【主な記載事項(ポイント)】

- 気候変動により将来増大する外力(潮位、波高)に対して、設計供用期間にわたって、港湾の施設が要求性能を満足することが必要。
- ①「事前適応策」又は②「順応的適応策」により気候変動適応の対策工事等を実施。
- 気候変動に伴う各施設のリスクと、対策イメージを提示。

各章における主な記載事項(第三章 参考図表)

作用・耐力

従来の考え方

予め設計供用期間内の最大の外力に対応した構造諸元を整備

設計上の耐力
= 必要となる耐力(設計供用期間中一定)

安全性余裕は設計供用期間中一定
作用(一定)

供用期間中に段階的に追加工事することを前提とし、供用期間中に継続的な性能把握を行いながら、要求性能を満足しなくなる前に対策

設計供用期間

事前適応策

順応的適応策

作用・耐力

作用・耐力

設計供用期間中の作用の変化を踏まえ、設計供用期間の初期で構造側の対応を行う。

設計供用期間の初期では、供用後X年後の作用変化を考慮した安全性余裕を確保。

X年後に、設計供用期間末の安全性余裕を確保できる構造諸元とする。

設計上の耐力

必要となる耐力

作用(変化)

必要となる耐力

設計供用期間

設計供用期間

供用開始X年

時間

時間

各章における主な記載事項(第IV章)

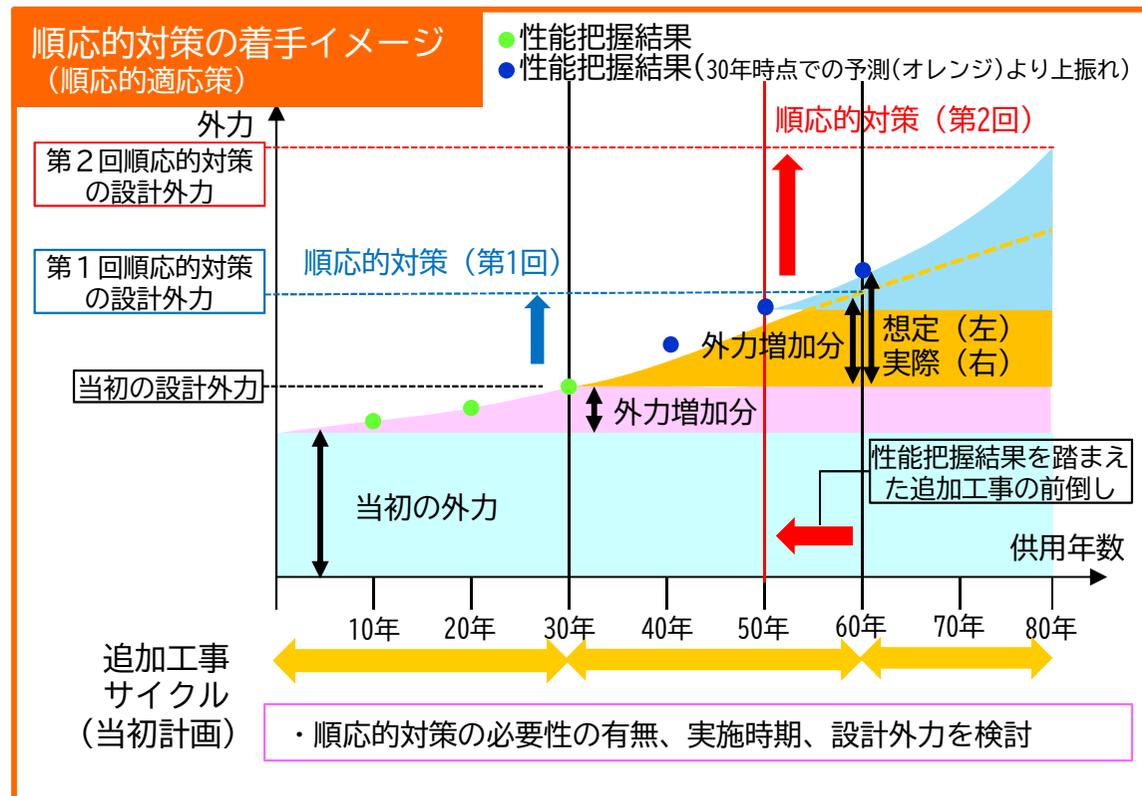
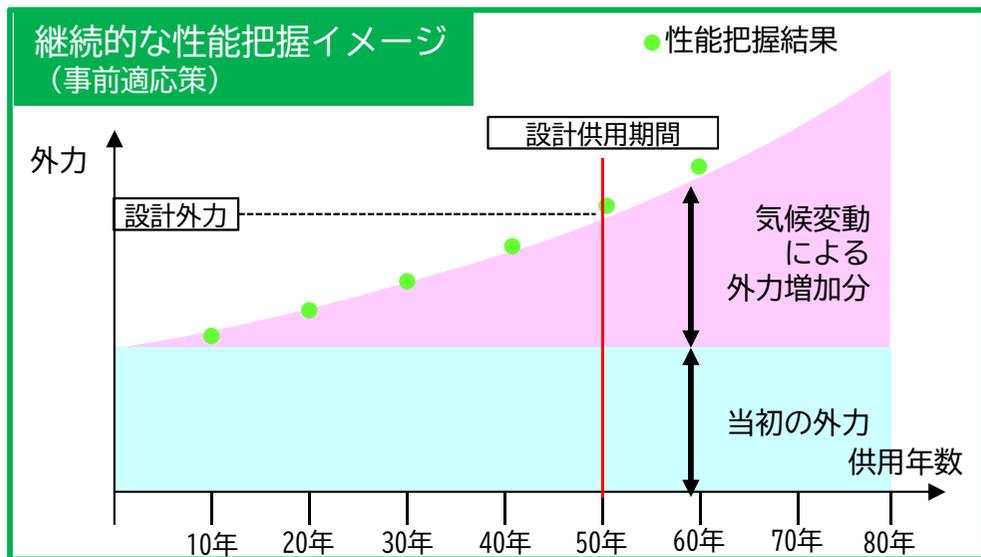
IV. 供用段階での継続的な性能把握

1. 目的
2. 実施方法
3. 外力の変動が想定と異なる場合の対応
(上振れ、下振れ)

【主な記載事項(ポイント)】

- 供用期間中の作用変化が設計段階での想定と異なる場合の追加的な改良等の要否判断や、順応的適応策を選定した場合の補強工事の着手時期判断を行うため、継続的な性能把握を実施。
- 最新の気候変動予測の活用、観測又は推算結果に基づく沖波の定期的確認、地殻変動の補正を実施。
- 外力の変化が想定と異なった場合、必要に応じて引き続き性能把握を行い、対策実施のタイミングを適宜前倒し又は後ろ倒し。

各章における主な記載事項(第IV章 参考図表)



- 設計供用期間に対し、設計供用期間最大(期間末)の外力に対応した構造諸元を整備
- 供用期間において継続的な性能把握を行い、設計時想定した外力増加から外れていないか確認

- 供用期間中に段階的に追加工事を実施することを前提
- 供用期間中に継続的な性能把握を行い、要求性能に満足しなくなる前に対策を実施
- 想定よりも外力増加が上振れしている場合、対策を前倒して実施

各章における主な記載事項(第V章)

V. 気候変動適応マスタープラン

【主な記載事項(ポイント)】

1. 目的

- 一連の施設群として一体的に施設の高さ等を設定することにより、投資効果を適切に発現。

2. 検討の流れ

3. マスタープランで合意すべき内容

- ①既存施設の状況把握、②施設の性能照査、③既存施設の脆弱性評価、④港湾内又は個別地区内ごとの目指すべき適応水準の設定、という流れで実施。

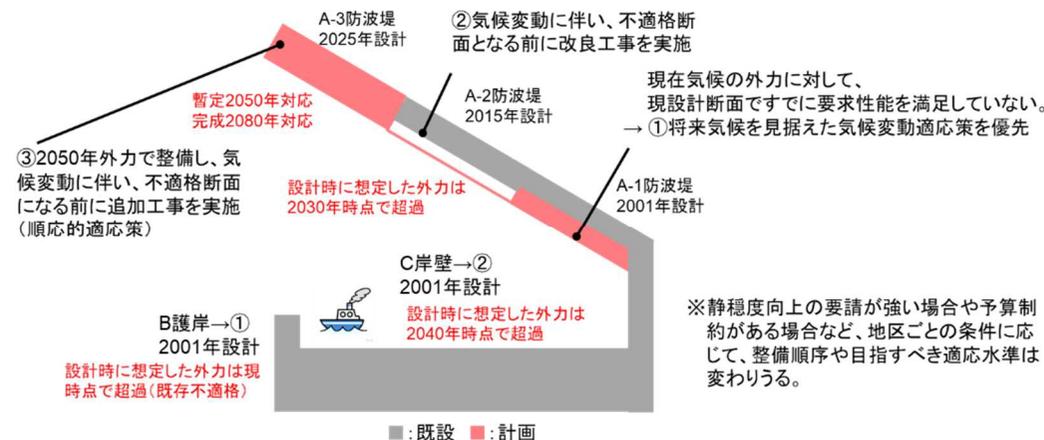
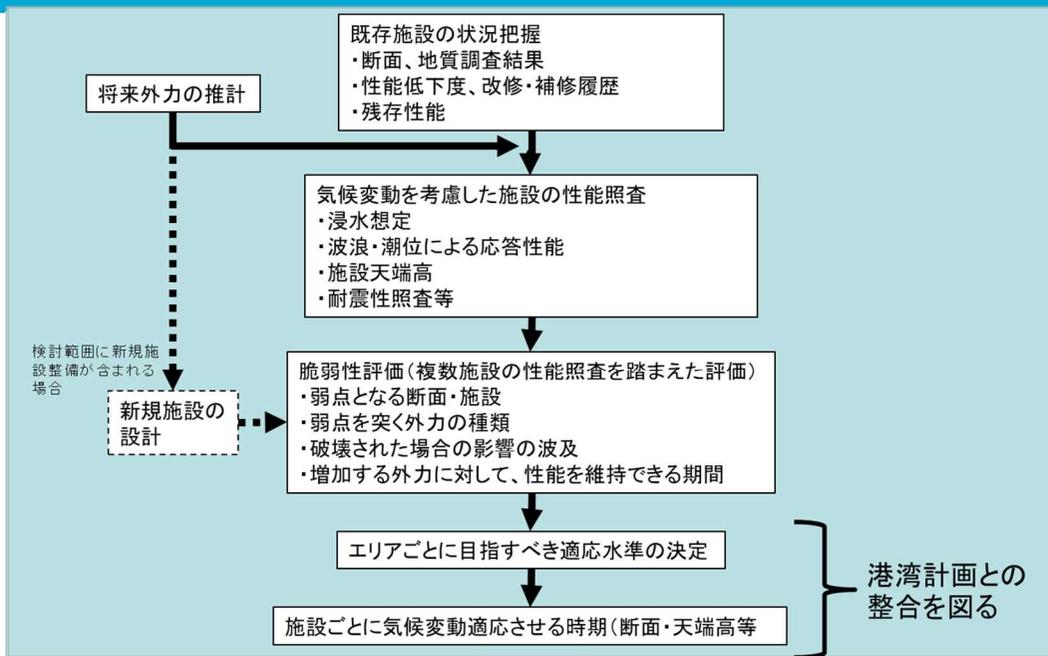
4. 港湾計画、長期構想との整合

- 天端高や目標年次等について関係者で合意。

5. 維持管理計画等との整合

- 気候変動適応マスタープランに係る留意事項として、港湾計画、長期構想や維持管理計画等との整合。

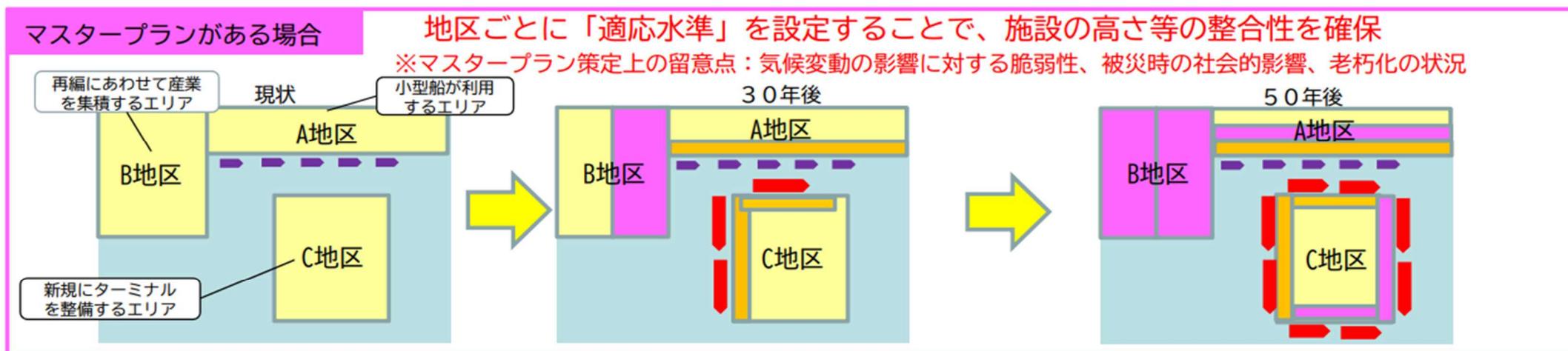
各章における主な記載事項(第V章 参考図表)



港湾内又は個別地区内毎の目指すべき適応水準の設定イメージ

気候変動適応マスタープラン

気候変動適応マスタープランの検討フロー



30年後+αの外力条件で対応する施設

50年後+αの外力条件で対応する施設

気候変動適応マスタープランのイメージ