

気候変動に対応した港湾の施設の設計事例集の検討について

尾崎 亮太*・浅井 正**・小原 陵***・樋口 直人****・安田 将人*****
小林 怜夏*****・村上 亮太*****・水口 陽介*****

* (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 研究員
** (一財) 沿岸技術研究センター 審議役
*** (株) エコー 構造系事業部 構造設計部 主任技師
**** (株) エコー 防災系事業部 防災解析部 上席技師
***** (株) エコー 構造系事業部 構造設計部 部長
***** 国土交通省 港湾局 参事官(技術監理・情報化)室 課長補佐
***** 国土交通省 港湾局 参事官(技術監理・情報化)室 技術基準係長
***** 前 国土交通省 港湾局 参事官(港湾情報化)室 技術基準係長

令和6年3月に策定された「港湾における気候変動適応策の実装方針」¹⁾に基づき、部分改訂された港湾基準を踏まえ、設計事例集を作成した。本稿では、事例集を基に、気候変動の影響を考慮した港湾の施設の設計における性能照査手法について体系的に整理した。そのうえで、将来シナリオの設定、現在および将来の作用の考え方、基準年の設定、適応策の選定など、設計実務において重要な技術的要素を体系的に整理し、性能照査の流れを明確化した。事例集は、設計者や行政機関、関係事業者にとって、共通の理解と合意の形成を支援する技術資料としての活用が期待される。

キーワード：気候変動、港湾の施設、設計事例集、性能照査、事前適応策、順応的適応策

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響が顕在化しつつあり、港湾の施設においてもその影響を無視できない状況となっている。特に、海面水位の上昇、波高の増加、高潮の潮位偏差の増大などは、港湾インフラの安全性の確保や機能の維持に直接的な影響を及ぼす可能性がある。これらの課題に対応するため、国土交通省では令和2年8月の交通政策審議会答申「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」²⁾を踏まえ、令和6年3月に「港湾における気候変動適応策の実装方針(以下、実装方針)」¹⁾を策定した。この方針に基づき、令和6年4月には「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(以下、港湾基準)³⁾が部分改訂され、気候変動を考慮した設計手法の導入が本格化することとなり、今後、港湾の施設の性能照査には気候変動に伴う作用の時間変化を適切に考慮する必要がある。

この部分改訂を踏まえ、国土交通省港湾局は設計実務の参考資料として、「気候変動に対応した港湾の施設の設計事例集」(以下、事例集という)を作成した。そこで本稿では事例集作成にあたってのポイントや考え方を取りまとめた。将来シナリオの設定、現在および将来の作用の考え方、基準年の設定、適応策の選定など、設計実務において重要となる技術的要素を具体的に示すことで、現場での判断や計画立案に資することを目指すものである。

2. 気候変動に対応した港湾の施設の設計事例集について

事例集は代表的な港湾の施設である、防波堤、岸壁及び護岸を対象に、気候変動の影響を考慮して設計する場合の主に性能照査の流れや作用の設定方法の考え方について事例とともに整理したものであり、その全体構成は以下に示すとおりである。

1. 概要

- 1.1. 本事例集の位置付け
2. 気候変動に対応した港湾の施設の性能照査
 - 2.1. 気候変動に対応した港湾の施設の性能照査の流れ
 - 2.2. 性能照査に用いる将来シナリオの設定
 - 2.3. 性能照査に用いる作用の設定
 - 2.3.1. 作用の考え方
 - 2.3.2. 将来の作用を設定するための期間
 - 2.3.3. 基準年設定の考え方
 - 2.4. 気候変動を考慮した性能照査
 - 2.4.1. 気候変動適応策の設定
 - 2.4.2. 性能照査における作用の組み合わせ
 - 2.5. 気候変動を考慮した設計事例
 - 2.5.1. 防波堤(消波ブロック被覆堤)【新設】
 - 2.5.2. 防波堤(ケーソン式混成堤)【既設】
 - 2.5.3. 岸壁(重力式)【新設】
 - 2.5.4. 岸壁(矢板式)【新設】

2.5.5. 護岸(重力式)【既設】
2.6. 参考資料
2.7. 参考文献

3. 気候変動に対応した港湾の施設の性能照査

3.1 気候変動に対応した港湾の施設の性能照査の流れ

気候変動に対応した港湾の施設の安定性に基づく構造・断面の検討フローを図-1 に示す。気候変動に対応した港湾の施設の性能照査は従来設計と基本的には同じであるが、設計条件を決定する際や断面諸元を仮定する作業において、気候変動の影響を考慮する必要がある。このため次節以降に、検討フローの各段階において、設計実務で重要となる技術的要素を抽出し、その設定の考え方を具体的に示す。

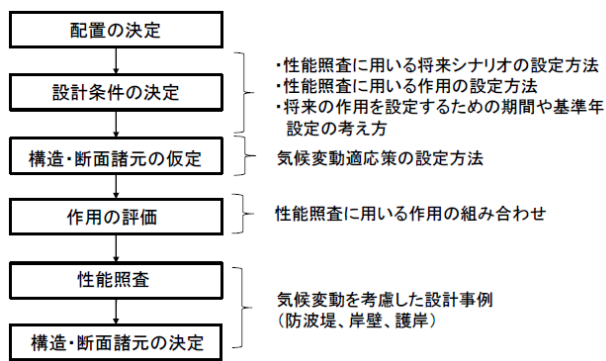


図-1 気候変動に対応した港湾の施設の安定性に関する構造・断面の検討フロー

3.2 性能照査に用いる将来シナリオの設定の考え方

気候変動の影響を勘案して設計を行う施設では、設計供用期間中にわたり作用の時間変化も勘案して要求性能を確保する必要がある。気候変動による作用（外力）の将来予測には、温室効果ガスの将来排出量に応じた温暖化シナリオや予測モデル毎の不確実性があり、これに伴う予測幅が存在する。この上振れリスク、下振れリスクに対応して施設の設計を行うには、設計者が作用の予測幅を踏まえて将来シナリオを設定する必要がある。実装方針¹⁾では予測の幅を考慮することが望ましいとされていることを踏まえて、事例集では作用の平均値に作用の上振れリスクを考慮することとした。これは、港湾の施設は多くの関係者が利用するため、追加工事に伴う利用の制約による影響が大きいことや、港湾工事は一般に規模が大きいため、上振れリスクを考慮していない中位シナリオで整備を行った施設において、上振れに対応する追加工事が必要となった際に手戻りが大きく不経済となるからである。

以上から事例集では、作用に用いるシナリオは、代表的濃度経路(RCP)2.6シナリオ⁴⁾(2℃上昇シナリオ)を前提とし、将来予測の平均値以上で設定することを標準とするこ

ととした。また、実装方針¹⁾を参考に、2度以上の平均気温の上昇も否定できないことから、将来予測の上振れリスクを踏まえ、3.3(2)に示す中位シナリオと上位シナリオを設定することが望ましいことを考え方として示した。

3.3 性能照査に用いる作用の設定の考え方

(1) 作用の考え方

気候変動を考慮した施設の性能照査では、気候変動による時間変化を勘案した作用を用いて設計供用期間末まで性能が保持されることを照査する必要がある。ところが、作用によっては将来気候における作用よりも、現在気候における作用のほうが、施設の安定性にとって危険となる場合がある。そのため、実際には現在及び将来の気候状態の作用を考慮する必要がある。事例集では、作用設定の条件等について、表-1のように定義した。また、図-2に気候変動を考慮した性能照査に用いる作用の考え方を示す。

表-1 作用設定の条件

①設計年	港湾の施設の設計（基本設計等）を実施する年。
②基準年	設計年において、性能照査に用いる設計潮位や設計沖波及び潮位偏差等の作用を定める際に基準とする年。現在の作用を設定する際に用いた観測値や推算値のデータの期間から設定する。
③現在の作用	現在気候を想定して設定する作用。現在の作用は、性能照査のみならず工事の積算や施工時にも用いる値となる（H.W.L.等）。工事の施工期間は長く、現在の作用に時間変化を考慮すると施工等にも影響する。このため、現在の作用には時間的变化は考慮せず、その値を見直すまで変化しない作用としており、施工時の検討等に用いられる10年確率波等には将来変化は考慮しないものとした。
④将来の作用を設定するための期間末	将来の作用を設定するために想定する、施設を供用する期間の末。将来の作用を設定するための期間を設定するには、施設の要求性能を満足し続ける必要のある期間である設計供用期間に加えて、設計や施工等に要する期間を考慮する必要があるが、設計時に工事着手時期や施工期間を正確に定めることは難しい。一方、表-2の20世紀末から21世紀末までの作用の変化倍率から、工事着手時期や施工期間のずれによる作用の変化量は小さいことがわかる。そのため、事例集では、将来の作用を定めるための期間末の年を個別に設定するのではなく、21世紀末に統一して設定するようにした。なお、将来の作用を定めるために設定する期間は、設計や維持管理等で定める設計供用期間とは異なることに留意する。
⑤将来の作用	気候変動による時間変化を考慮して設定する作用。現在の作用に、基準年から将来の作用を設定するための期間末までの気候変動に伴う作用の時間的变化量、または変化倍率を考慮して設定する予測値。

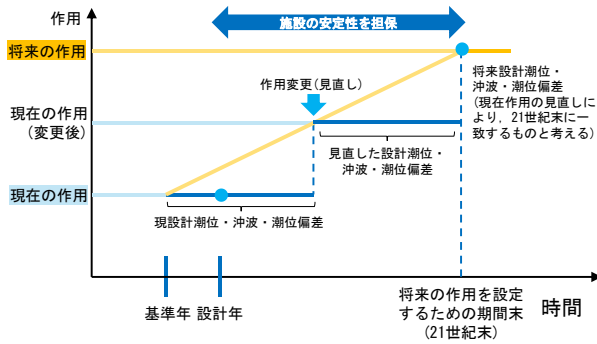


図-2 気候変動を考慮した性能照査に用いる作用の考え方

示すように 20 世紀末を 1995 年（1986 年～2005 年の中間年）、21 世紀末（将来の作用を設定するための期間末）を 2090 年（2081 年～2100 年の中間年）と設定することが出来る。

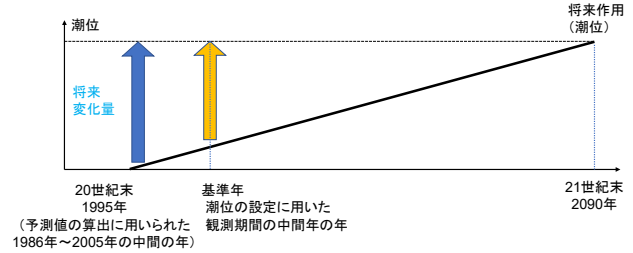


図-3 基準年及び将来の作用を設定するための期間の設定方法（潮位）

(2) 将来の作用を設定するための期間

将来の作用を設定するための期間は、設計供用期間とすることが標準である。設計段階で設計や施工に要する期間や工事着手時期を定めることは難しいため、事例集では、現在から将来までの作用の時間的変化量（または、変化倍率）を算出するための期間を設定する方法を①、②のとおり示している。なお、事例集の設計事例における作用の将来変化は、国総研資料 No. 1281⁵⁾を参考に以下の値を採用した。

- ・中位シナリオ（潮位、沖波及び潮位偏差）：平均値
- ・上位シナリオ（潮位）：平均海面水位上昇量の将来予測の95%信頼区間の上限値
- ・上位シナリオ（沖波及び潮位偏差）：将来変化比の90%tile 値

①潮位

将来の作用を求める際の 20 世紀末から 21 世紀末までの作用の時間的変化量は「日本の気候変動 2020」⁶⁾に基づく平均海面水位上昇量の予測値を用いる。この時、予測値の設定に用いられたデータの解析期間を勘案し、図-3 に

②沖波及び潮位偏差

将来の作用を求める際の 20 世紀末から 21 世紀末までの作用の変化倍率は国総研資料 No. 1302⁷⁾に示される、将来変化比（表-2）を用いて設定する。この時、将来変化比の解析に用いられたデータベース d4PDF の過去実験の解析期間⁷⁾を踏まえて、図-4 に示すように、20 世紀末を 1980 年（1951 年～2010 年の中間年）と設定する。なお、2℃上昇シナリオにおける沖波及び潮位偏差の将来予測は 2040 年以降一定になると予想されるため⁷⁾、2040 年までの変化により設定する。

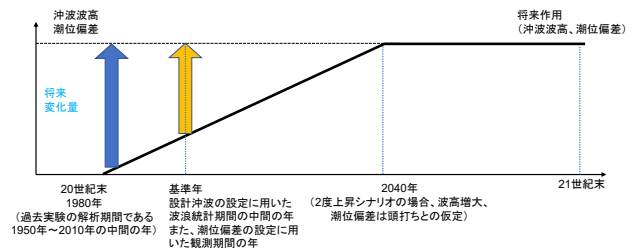


図-4 基準年及び将来の作用を設定するための期間の設定方法（沖波、潮位偏差）

表-2 海域ごとの将来変化比の代表値（国総研資料 No. 1302⁷⁾ より抜粋）

海域	潮位偏差 (100年確率)			波高 (50年確率)			波高 (30年確率)			対象港湾
	平均	10%	90%	平均	10%	90%	平均	10%	90%	
陸奥湾	1.02	0.99	1.05	1.04	0.98	1.09	1.04	0.99	1.10	青森港
東北太平洋側(北側)	1.05	0.94	1.14	1.02	0.95	1.09	1.02	0.96	1.08	むつ小川原港・八戸港・久慈港・宮古港
東北太平洋側(南側)	1.06	0.97	1.13	1.06	1.02	1.11	1.04	1.00	1.09	釜石港・大船渡港・仙台塩釜港・相馬港・小名浜港
北関東	1.06	1.03	1.10	1.08	1.04	1.12	1.06	1.02	1.12	茨城港・鹿島港
東京湾	1.10	1.03	1.15	1.02	0.98	1.06	1.03	0.98	1.08	木更津港・千葉港・東京港・川崎港・横浜港・横須賀港
駿河湾	1.02	0.96	1.09	1.01	0.98	1.06	0.99	0.96	1.04	御前崎港・田子の浦港・清水港
伊勢湾	1.07	1.03	1.10	1.00	0.98	1.03	1.01	0.98	1.05	三河港・衣浦港・名古屋港・四日市港・津松阪港
紀伊半島	1.03	0.99	1.06	1.00	0.98	1.02	1.00	0.98	1.02	尾鷲港・日高港・和歌山下津港
大阪湾	1.06	0.99	1.13	1.04	0.97	1.08	1.04	0.98	1.08	阪南港・堺泉北港・大阪港・尼崎西宮芦屋港・神戸港
四国太平洋側	1.07	1.02	1.10	1.02	1.01	1.03	1.02	1.00	1.03	徳島小松島港・橋港・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	1.00	1.05	1.02	1.00	1.04	1.02	1.00	1.05	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・三島川之江港・坂出港・高松港
瀬戸内海 (西部：伊予灘・周防灘)	1.01	0.98	1.05	1.02	1.00	1.03	1.02	1.00	1.03	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(周防灘)・刈田港・中津港・別府港・大分港・松山港
九州南東側	1.04	1.01	1.07	0.99	0.96	1.02	0.99	0.97	1.02	細島港・宮崎港・油津港・志布志港・佐伯港・津久見港
薩南	1.06	1.03	1.10	1.02	0.99	1.05	1.01	0.98	1.04	鹿児島港・西之表港
琉球諸島	1.01	0.98	1.04	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.02	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	1.04	1.08	1.02	1.00	1.03	1.02	1.00	1.04	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	1.07	1.03	1.11	1.06	1.01	1.11	1.06	1.01	1.11	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	1.06	1.03	1.09	1.02	0.99	1.06	1.02	0.99	1.06	三隅港・浜田港・西郷港・境港・鳥取港
若狭湾	1.05	1.01	1.09	1.02	0.98	1.06	1.03	0.99	1.08	舞鶴港・敦賀港・金沢港
富山湾	1.04	1.01	1.08	1.01	0.98	1.06	1.02	0.98	1.07	七尾港・伏木富山港・直江津港・小本港・両津港・新潟港
東北日本海側	1.01	0.98	1.04	1.02	1.00	1.04	1.01	0.99	1.04	能代港・秋田港・船川港・酒田港

(3) 基準年設定の考え方

将来作用（潮位、沖波、潮位偏差）を定めるためには、現在の作用の設定に用いる観測値等のデータの分析期間に応じて基準年を作用毎に設定する。分析期間は、潮位及び潮位偏差では港湾基準³⁾p. 108 より、沖波では港湾基準³⁾p. 122 より、それぞれ以下のように設定する。

①潮位（天文潮）：1年以上の実測値から設定。

②潮位偏差：潮位の設定で考慮する高潮は、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をもとに気象の状況及び将来の見通しを勘案して設定。

③沖波：30年以上の複数年の実測値、推算値を用いて設定等（港湾基準³⁾p. 122 より）。

事例集では、基準年を設定する手法として図-5 および表-3 の4つのパターンを整理している。また、基準年の設定イメージ図を図-6 に示す。

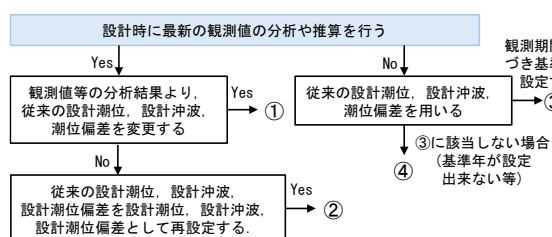


図-5 将来作用算定のための基準年設定フロー

表-3 将来作用算定のための基準年の設定方法

基準年 ①	<観測値等の分析結果を踏まえて、新たに作用外力を設定する場合> 現在の作用（潮位、沖波、潮位偏差）として、最新の観測値や推算値等の分析^{※1}を行い、新たに現在の作用を設定する場合（ex.設計時に設計沖波や設計潮位を見直す場合）。この時、新たに現在の作用を設定した年、あるいは、設定に用いたデータの期間が複数年ある場合は、その期間の中間年を基準年として設定することが出来る。
基準年 ②	<観測値等の分析結果を踏まえて、従来の作用外力を設定する方法> 現在の作用（潮位、沖波、潮位偏差）として、最新の観測値や推算値等を分析^{※1}した結果、安全側となる等の理由から従来の作用の値を現在の作用として再設定する場合（ex.最新の観測値や推算値を用いて設計沖波や設計潮位の変化を確認したうえで、従来の設計沖波や潮位の値を作用に用いると判断した場合）。この時、従来の作用ではなく、新たに現在の作用を再設定した年の分析に用いたデータの期間（複数年の場合は、その中間年）を基準年に設定することが出来る。
基準年 ③	<従来の作用外力を設定する方法> 現在の作用（潮位、沖波、潮位偏差）として、観測値や推算値等の分析にかかわらず、従来の作用の値を現在の作用として用いる場合。この時、現在の作用を設定した年、あるいは、設定に用いたデータの期間が複数年ある場合は、その中間年を基準年として設定する。
基準年 ④	<その他の方法> 現在の作用（潮位、沖波、潮位偏差）として、観測値や推算値等の分析にかかわらず、従来の作用の値を現在の作用として用いる場合で、基準年③に該当しない場合。この時、基準年を20世紀末（潮位：1995年、沖波・潮位偏差：1980年）として設定しても良い。但し、現在の作用の設定時期が古い場合、最新の観測値や推算値等の分析を行い、現在の作用を見直すことが望ましい。

※1：現在の作用（潮位・沖波・潮位偏差）の設定における観測値や推算値等の分析とは、観測データや推算値等を用いて、現在の作用の変化を確認する行為、あるいは、潮位や潮位偏差では、港湾管理用基準面(C.D.L.)の見直しに伴い、現在の作用を更新する行為を想定する。

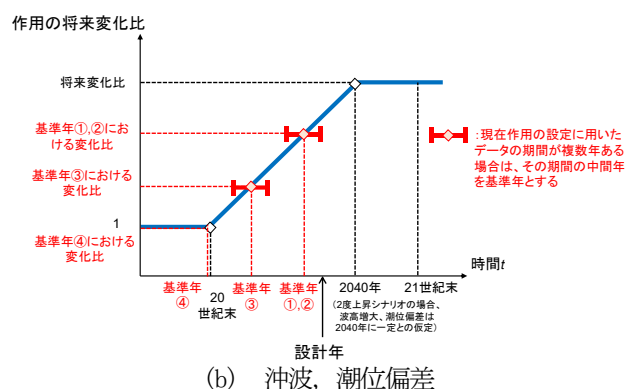
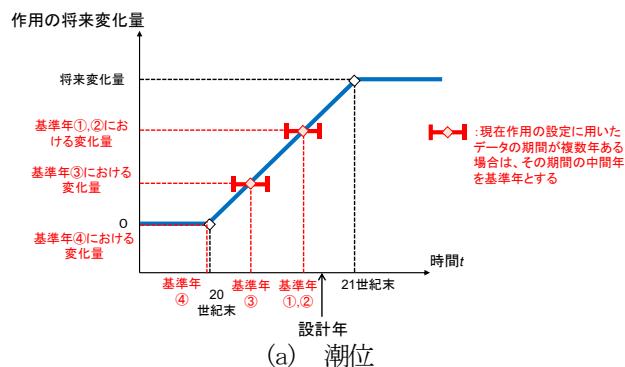


図-6 基準年の設定イメージ

3.4 気候変動を考慮した性能照査の考え方

(1) 気候変動適応策の設定

設計供用期間中に想定される作用の時間変化に対し、施設の要求性能を確保する方策として、図-7に示すように設計供用期間の初期段階で対応する「事前適応策」と、設計供用期間中に段階的に対応する「順応的適応策」のいずれかを選定する必要がある。なお、適応策は施設単位に限定して設定する必要はなく、部材や工種毎に設定することが出来る。

適応策を選定するためには、施設に想定される作用の時間変化や、対象施設の設計供用期間中の供用性の確保及び経済性等を踏まえて決定することが望ましい。ただし、適応策は、部材や工種毎に設定することが出来るため、検討の選択肢が多く、すべての部材等を対象に比較して検討することは実務上も煩雑となる。

このため、事例集では、図-8に示すように、はじめに事前適応策の断面検討を行い、その適用が困難と考えられる場合（例えば、将来上位シナリオに対応した岸壁天端高を設定すると岸壁利用が出来ない場合等）等に、追加的に順応的適応策について検討する方法を示している。

順応的適応策を採用する場合には、将来の追加工事を円滑に実施するため、工事の内容や実施が見込まれる時期等について、設計段階で関係者と調整し合意形成を図るとともに、維持管理計画書にもその内容を定める必要があることに留意する。

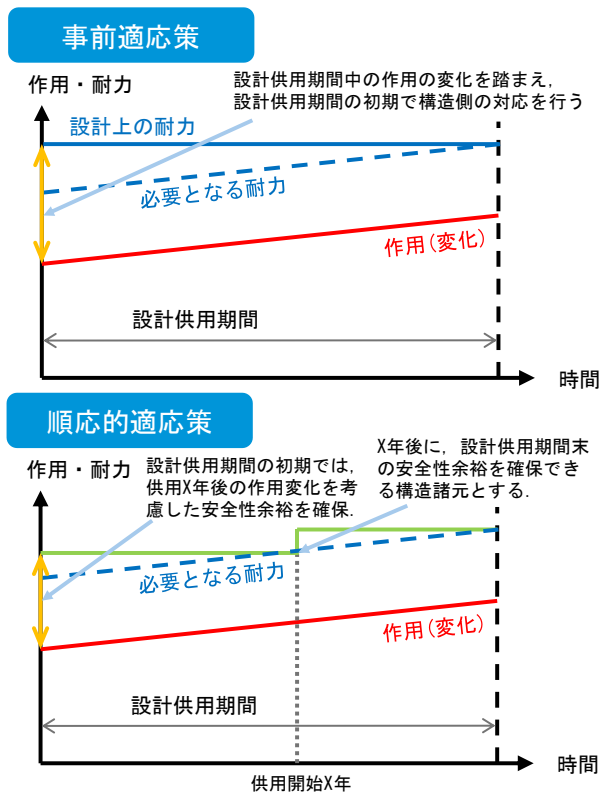


図-7 各適応策の設計供用期間の
要求性能の確保イメージ

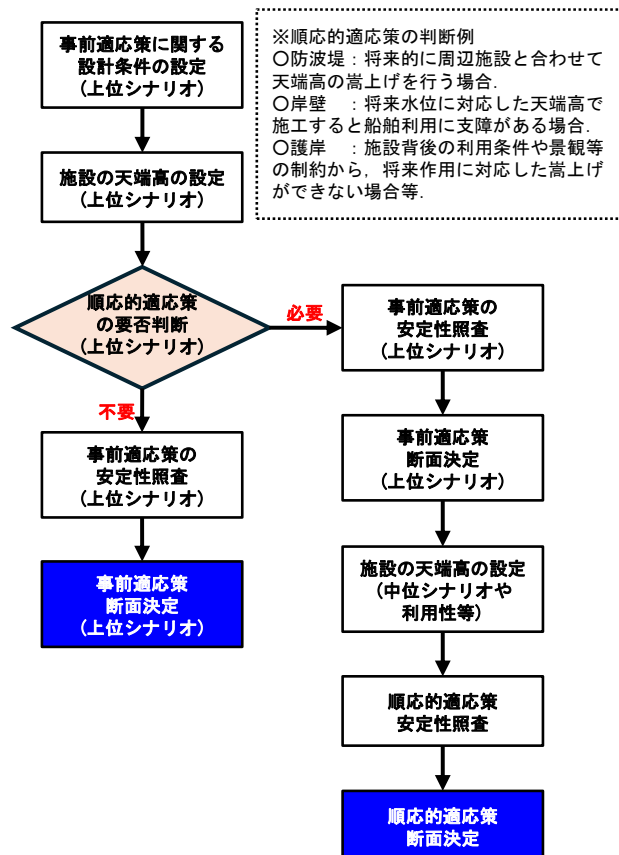


図-8 気候変動適応策の選定フロー

(2) 性能照査における作用の組み合わせ

現在及び将来の作用を勘案して照査を実施するが、すべての条件で数値解析や照査を行うことはケース数等が膨大となり、結果の判断も複雑化するため実務が煩雑となる。事例集では、構造別に作用の標準的な組み合わせを検討し、その結果を表-4～表-6、図-9～図-11に示している。なお、事例集では将来の水位について、F-〇〇とすることとしている（将来の朔望平均満潮位の場合、F-H.W.L.）。

① 防波堤

防波堤の性能照査は、波浪と潮位の組み合わせを考える必要がある。設計潮位は、港湾基準³⁾p. 134より現在から将来までの期間で最も厳しい作用を生じさせる水位を勘案して照査することから、現在の朔望平均干潮面（L.W.L.）から将来の朔望平均満潮面（F-H.W.L.）までの水位を考慮する。円弧すべり照査については、安全側となる現在気候の条件で照査する。

波浪及び潮位偏差については、近い将来である2040年には作用が発生する予測である。現在の潮位と将来の波浪及び潮位偏差は同時に発生する作用ではないが、2040年までの潮位の上昇量が大きくないことから、波浪及び潮位偏差は将来気候の条件を基本に考えることとしている。

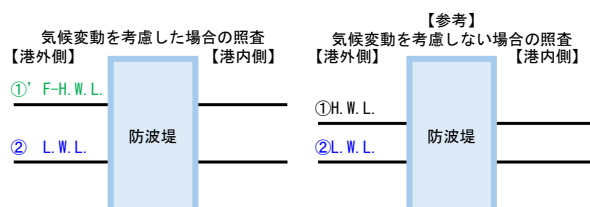
なお、波浪については周期にも将来変化を考慮する必要があるが、周期に関する将来変化の知見は未だ十分でないため、港湾基準³⁾p. 129より、現行の確率波高の推定資料である極大波データの波高と周期の相関関係を将来における確率波高に対して適用している。また、将来波浪の設定に用いる将来変化比は、港湾基準³⁾p. 131より、沖波や疑似沖波または準沖波の確率波高に対して適用でき、波浪変形を考慮した波高にそのまま適用出来ないことに留意する。

② 岸壁・護岸

係留施設等の性能照査の際には、残留水圧が最大となる条件を考慮する必要がある³⁾。また、残留水位は照査用震度や液状化判定、耐震強化岸壁等の検討時には動的解析等にも用いるが、現在から将来にわたるすべての条件で検討することは検討ケースが多くなり、また、部材の選択肢も複雑になる。事例集では、重力式及び矢板式のモデル断面を用いた分析を行い、現在と将来の残留水位の違いにより発生する土圧や動水圧の変化により、照査結果に差異はあるものの、部材の諸元や規格が変わる程の大きな差は生じないことが確認できた。そのため、残留水位は将来潮位条件を基本としている。ただし、円弧すべりの照査では、現在水位の方が厳しくなることが明らかのため、現在水位を用いている。また、岸壁や護岸において波浪を用いる場合には、①と同様に将来条件を基本としている。

表-4 施設別の安定照査の基本ケース
(防波堤・護岸(波浪作用時))

	設計状態	照査項目	水位の組み合わせ
気候変動を考慮する場合の照査	永続状態	円弧すべり	②現在L.W.L.
	変動状態	滑動・転倒・支持力	①' 将来F-H.W.L. × 将来波浪 ②現在L.W.L. × 将来波浪 ②現在L.W.L.
【参考】 気候変動を考慮しない場合の照査	永続状態	円弧すべり	—
	変動状態	滑動・転倒・支持力	①現在H.W.L. × 現在波浪 ②現在L.W.L. × 現在波浪

図-9 防波堤における水位別の照査ケースのイメージ
(モデル断面図)表-5 施設別の安定照査の基本ケース
(岸壁(重力式)・護岸(土圧作用時))

	設計状態	照査項目	水位の組み合わせ
気候変動を考慮する場合の照査	永続状態	円弧すべり	②前面L.W.L. (背面R.W.L.)
	変動状態	滑動・転倒・支持力	②' 前面F-L.W.L. (背面F-R.W.L.) ②' 前面F-L.W.L. (背面F-R.W.L.) × 震度 (F-R.W.L.)
【参考】 気候変動を考慮しない場合の照査	永続状態	円弧すべり	②前面L.W.L. (背面R.W.L.)
	変動状態	滑動・転倒・支持力	②前面L.W.L. (背面R.W.L.) ②前面L.W.L. (背面R.W.L.) × 震度 (R.W.L.)



図-10 岸壁(重力式)における水位別の照査ケースのイメージ(モデル断面図)

表-6 施設別の安定照査の基本ケース
(岸壁(矢板式))

	設計状態	照査項目	水位の組み合わせ
気候変動を考慮する場合の照査	永続状態	円弧すべり	②前面L.W.L. (背面R.W.L.)
	変動状態	矢板:根入れ長・応力 控え工:根入れ長・ 応力・位置	②' 前面F-L.W.L. (背面F-R.W.L.) ②' 前面F-L.W.L. (背面F-R.W.L.) × 震度 (F-R.W.L.)
【参考】 気候変動を考慮しない場合の照査	永続状態	円弧すべり	②前面L.W.L. (背面R.W.L.)
	変動状態	矢板:根入れ長・応力 控え工:根入れ長・ 応力・位置	②前面L.W.L. (背面R.W.L.) ②前面L.W.L. (背面R.W.L.) × 震度 (R.W.L.)

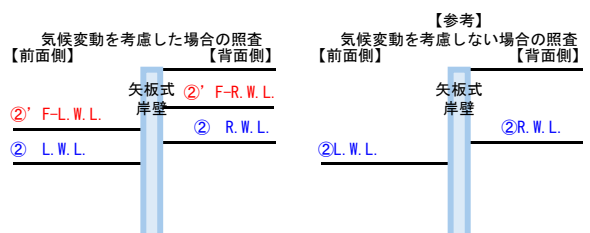


図-11 岸壁(矢板式)における水位別の照査ケースのイメージ(モデル断面図)

4. おわりに

気候変動の影響は今後ますます顕在化することが予想される中、港湾の施設の設計においては、将来の不確実性を踏まえた柔軟な対応が求められている。特に、段階的の施工による順応的適応策の導入は、設計供用期間中の供用性の確保の観点からも有効であり、事前適応策での対応が困難な場合等に、今後の整備計画において重要な選択肢となる。

事例集は、設計者のみならず、行政機関や関係事業者にとっても、共通の理解と合意の形成を促進するための基礎資料として活用されることが期待される。今後は、実際の設計事例への適用を通じて、さらなる検証と改善を重ねることで、より実効性を高めていく必要がある。

事例集が、気候変動に対応した港湾インフラの構築に向けた技術的・制度的な取り組みの一助になれば幸甚である。

謝辞

本稿は、国土交通省港湾局参事官(港湾情報化)室発注の「港湾施設の性能照査手法に関する検討業務」の成果の一部をまとめたものである。

検討にあたり、山本修司海洋・港湾構造物設計士会会長、港湾空港技術研究所より鈴木高二朗特別研究主幹、野津厚特別研究主幹、平山克也沿岸水工研究領域長、国土技術政策総合研究所より安部智久港湾計画研究室長、竹信正寛港湾施設研究室長、本多和彦港湾・沿岸防災研究室長から貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会：港湾における気候変動適応策の実装方針，2024。
- 2) 交通政策審議会：今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方(答申)，2020。
- 3) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2018(2024年3月部分改訂)。
- 4) 変化する気候下での海洋・氷雪圏に関する IPCC 特別報告書，2020。
- 5) 小林怜夏・竹信正寛・本多和彦・蒔苗嘉人・村田誠：気候変動適応策を踏まえた防波堤の設計手法に関する検討，国土技術政策総合研究所資料No. 1281，2024。
- 6) 文部科学省・気象庁：日本の気候変動 2020，2020。
- 7) 本多和彦・成田裕也・平山克也・高川智博・森信人・千田優：日本沿岸の主要港湾における高潮・波浪への気候変動の影響評価，国土技術政策総合研究所資料No. 1302，2025。