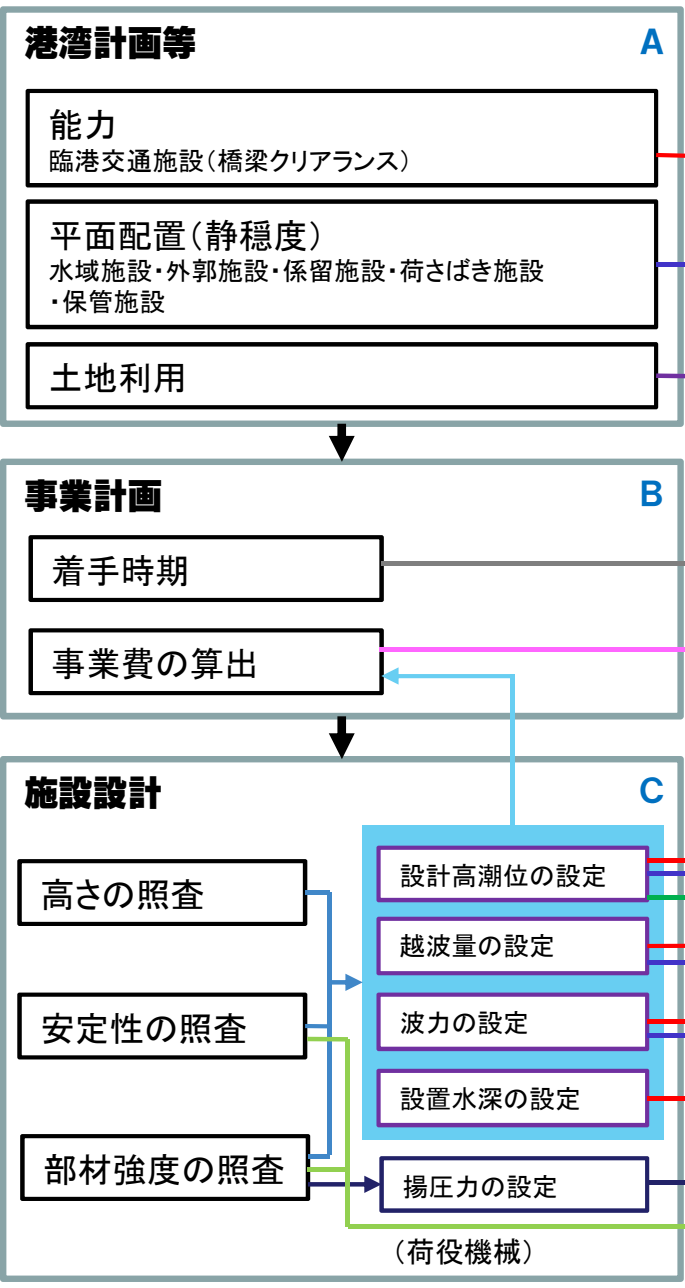


# 気候変動適応策の実装に向けた論点整理 ～第1回委員会のご意見と今後の検討の方向性～

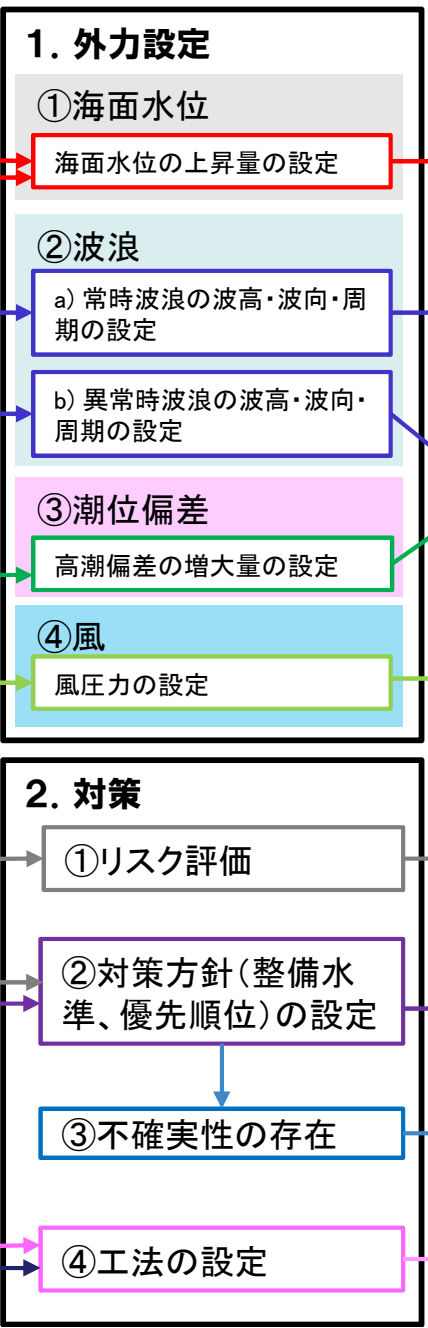
---

国土交通省 港湾局  
海岸・防災課  
令和2年3月

## 気候変動の影響を配慮すべき事項



## 論点



## 今後の検討の方向性(主要なもの)

- ◆ 一定程度の知見が得られているものから、基準類に反映する方向で検討。
- ◆ 基準等については、「最新の知見」を踏まえつつ、それを総合的に勘案して外力を決定する構成を検討。
- ◆ 「設計で用いる潮位」には、現在の気候で生じる潮位に加え、「日本の気候変動2020」を参考として、「供用期間中に生じる海面水位上昇量を加えた潮位」を用いる方向で基準類への記載を検討する。
- ◆ 「静穏度検討に用いる波浪」(常時波浪)については、追加的対策で対応することも念頭に、現段階で気候変動の影響を考慮するかどうかも含めて、基準類での取扱いを検討する。
- ◆ 「施設設計に用いる波浪」(異常時波浪)には、最新の知見で算出した設計沖波を基本としつつ、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される将来予測を総合的に勘案する方向で基準類への記載を検討する。
- ◆ 「潮位の設定において考慮する高潮」には、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される潮位偏差の将来予測を総合的に勘案する方向で基準類への記載を検討する。
- ◆ d4PDF等のアンサンブル気候予測データベースを用いる場合のダウンスケーリングの手法についても標準化の可能性を検討する。
- ◆ 「荷役機械の風圧力の算定に用いる風」については、供用期間中に気候変動の影響が顕在化する可能性は低いことから、設計時点の風況を前提として基準類での取扱いを検討する。
- ◆ 気候変動適応策の包括的な施策パッケージについて、ガイドライン等への記載を検討。
- ◆ 岸壁や2重パラペット等の越波流量などについて、研究の進捗状況を踏まえ、基準等への記載を検討する。
- ◆ 岸壁の利用形態に応じた許容越波流量の設定について、基準類への記載を検討する。
- ◆ 将来の気候変動に対するゾーン別の適応方針を示したマスタープランの策定を検討する。
- ◆ 手戻りが大きい施設や長期に渡り供用が想定される施設については、追加費用が最小限となるような事前対策の考え方について、基準類への記載を検討する。
- ◆ 海外の事例等も参考にして、供用中の施設の改良にも対応できる工法について、ガイドライン等への記載を検討する。

# 論点1. 外力設定について【総論】

## 【ご意見】

- ① 設計で考慮する外力を海面上昇だけにするのか、それ以外まで含めるか決めることが必要。
- ② d4PDFは現時点では最新ものだが、科学的知見は常に進歩。設計側としては、外力の設定をd4PDFに完全に依拠するのではなく、それを総合的に勘案して外力を決定するというスタンスが重要。
- ③ マニュアルに近いものを作るには、具体的な記述を前提で詰めることが必要。

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 気候変動の影響を設計に考慮する外力は、将来予測について一定程度の知見が得られているものから、基準類に記載する方向で検討する。
- ◆ 基準類に示す「外力の設定方法」については、「最新の知見」を踏まえつつ、それを総合的に勘案して決定する方向で検討する。
- ◆ 本委員会のアウトプットを踏まえ策定する「港湾の施設の技術上の基準・同解説」及び所要のガイドライン等（以下、基準等）については、具体的にマニュアルに近いイメージで記述する方向で検討する。

# 論点1-①平均海面水位について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 気象庁等で「日本の気候変動2020」で21世紀後半の海面水位上昇量を公表。

## 【論点】

- ◆ 平均海面水位の上昇量の具体的な設定方法。

## 【ご意見】

- ① 平均海面水位の上昇量を基準類に反映することは異存ない。
- ② 平均海面水位は300年後も上昇し続けるので、より先を見据えた議論が必要。
- ③ 平均海面水位上昇量の設定の際には、季節的な変動も含めた標準偏差やモデルの違いも包括した平均的＋確からしい幅が必要。
- ④ 原則を決めることが必要。海面上昇はRCP2.6シナリオに基づく上昇量までは見込む、潮位偏差・波浪・風等についてもRCP2.6のシナリオで設定することは妥当。

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 「設計で用いる潮位」には、現在の気候で生じる潮位に加え、「日本の気候変動2020」を参考として、「供用期間中に生じる海面水位上昇量を加えた潮位」を用いる方向で基準類への記載を検討する。

## 【特にご意見を頂きたい事項】

- ◆ 具体的な海面水位上昇量の設定については、2100年以降も上昇しつづけることに鑑み、RCP2.6シナリオの上限値を基本としてはどうか。

# 論点1-②-a 常時波浪について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 気候変動による常時波浪の波高・波向・周期への影響が不明。

## 【論点】

- ◆ 静穏度について気候変動の影響を考慮すべきか？考慮する場合どのような手法が適切か？

## 【ご意見】

- ① 気候変動による波浪、高潮の変化も直ちに基準類に反映するのか、枠組みだけ作って、実際の導入はタイミングを見計るのか議論が必要。
- ② 現状でも年最大波レベルではだいぶ上がってきている状況もある。現状で静穏度や稼働率に影響が出ているのか分析が必要。
- ③ 静穏度は波高だけでなく波向も重要。
- ④ 内湾に関してはある程度地形で波向・周期が限定されてるが、外洋に面した港湾では波向きが変わると静穏度への影響が大きい。波高・周期の予測精度向上が必要。
- ⑤ 原則を決めることが必要。海面上昇はRCP2.6シナリオに基づく上昇量までは見込む、潮位偏差・波浪・風等についてもRCP2.6のシナリオで設定することは妥当。【再掲】
- ⑥ 静穏度の悪化については防波堤延伸で対応できるように、気候変動の影響が明らかになった時点で追加的措置が可能なものについては優先度を下げるといった概念を導入するのが良い。

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 「静穏度検討に用いる波浪」(常時波浪)については、追加的対策で対応することも念頭に、現段階で気候変動の影響を考慮するかどうかも含めて基準類での取扱いを検討する。

## 【特にご意見を頂きたい事項】

- ◆ 「静穏度検討に用いる波浪」に気候変動の影響を考慮する場合、どのような技術的課題があるのか。

# 論点1-②-b 異常時波浪について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 気候変動を考慮した波浪の極大値の設定にはd4PDF等を用いた様々な手法が存在するが、従前より設計に用いているデータと比較して空間解像度が低い。

## 【論点】

- ◆ 計画論にd4PDF等を用いる手法が考えられるが、設計条件の設定にd4PDF等を用いるのは妥当か？

## 【ご意見】

- ① 気候変動による波浪、高潮の変化も直ちに基準類に反映するのか、枠組みだけ作って、実際の導入はタイミングを見計るのか議論が必要。【再掲】
- ② 気候変動を考慮した波浪等の推算は、d4PDFなどの気候モデルの癖を把握した上で、適切なバイアス補正を使用すれば可能ではないか。
- ③ ダウンスケーリングの手法については検討手法の標準化が必要。
- ④ d4PDFはアップデートがされ得るもので、港湾関係者もニーズを伝えることが必要。
- ⑤ 原則を決めることが必要。海面上昇はRCP2.6シナリオに基づく上昇量までは見込む、潮位偏差・波浪・風等についてもRCP2.6のシナリオで設定することは妥当。【再掲】

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 「施設設計に用いる波浪」(異常時波浪)には、最新の知見で算出した設計沖波を基本としつつ、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される将来予測を総合的に勘案する方向で基準類への記載を検討する。
- ◆ d4PDF等のアンサンブル気候予測データベースを用いる場合のダウンスケーリングの手法についても標準化の可能性を検討する。

## 【特にご意見を頂きたい事項】

- ◆ 気候変動の影響を考慮した異常時波浪の周期、波向の設定には、どのような手法が考えられるか？



# 論点1-③ 潮位偏差について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 気候変動を考慮した潮位偏差の極大値の設定にはd4PDF等を用いた様々な手法が存在。

## 【論点】

- ◆ 計画論にd4PDF等を用いる手法が考えられるが、設計条件の設定にd4PDF等を用いるのは妥当か？

## 【ご意見】(「1-②-b 異常時波浪について」ご意見の再掲)

- ① 気候変動による波浪、高潮の変化も直ちに基準類に反映するのか、枠組みだけ作って、実際の導入はタイミングを見計るのか議論が必要。【再掲】
- ② 気候変動を考慮した波浪等の推算は、d4PDFなどの気候モデルの癖を把握した上で、適切なバイアス補正を使用すれば可能ではないか。【再掲】
- ③ ダウンスケーリングの手法については検討手法の標準化が必要。【再掲】
- ④ d4PDFはアップデートがされ得るもので、港湾関係者もニーズを伝えることが必要。【再掲】
- ⑤ 原則を決めることが必要。海面上昇はRCP2.6シナリオに基づく上昇量までは見込む、潮位偏差・波浪・風等についてもRCP2.6のシナリオで設定することは妥当。【再掲】

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 「潮位の設定において考慮する高潮」には、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される潮位偏差の将来予測を総合的に勘案する方向で基準類への記載を検討する。
- ◆ d4PDF等のアンサンブル気候予測データベースを用いる場合のダウンスケーリングの手法についても標準化の可能性を検討する。【再掲】

# 論点1-④ 風について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 将来の風の予測に関するエビデンスが少ない。

## 【論点】

- ◆ 対象となる荷役機械等の供用期間が、土木構造物と比べて短く、将来の外力増加は配慮不要ではないか？

## 【ご意見】

- ◆ 土木施設の上に乗っている荷役機械などの更新も考慮することが必要。

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 「荷役機械の風圧力の算定に用いる風」については、供用期間中に気候変動の影響が顕在化する可能性は低いことから、設計時点の風況を前提として基準類での取扱いを検討する。
- ◆ ただし、ガントリークレーンの基礎のように、岸壁の供用期間中に、風圧力の増大に対応した荷役機械の導入により、上載過重の増大が見込まれる場合も考えられることから、その対応を検討する。
- ◆ その他の施設の設計に用いる風については、他分野の基準の動向も参考にしつつ、知見の蓄積を図る。



## 論点2 対策について【総論】

### 【ご意見】

- ① 気候変動の影響は、長期ビジョンや港湾計画、事業計画など様々なものに影響。新技術の開発や技術者の育成も含めて、長期的な対応方針を検討することが必要。
- ② 「粘り強い化」と「気候変動対策」とは区別して考えることが必要。

### 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 気候変動適応策の包括的な施策パッケージについて、ガイドライン等への記載を検討する。
- ◆ 気候変動の影響に伴い増加が予測される外力は、「超過外力」ではなく「想定内の外力」として対策を講じる方向で、基準類への記載を検討する。

# 論点2-① リスク評価について

## 【現時点での知見・課題】

- ◆ 評価手法が確立されていない構造物があり、リスク評価が進まない。

## 【論点】

- ◆ 岸壁や2重パラペット護岸等の簡易な越波算定手法、海面上昇時の棧橋の揚圧力の評価手法、海面上昇等を考慮した護岸の地盤安定性照査などの手法確立が必要ではないか？

## 【ご意見】

- ① 気候変動以前の話として、岸壁の高さに関して、ある潮位、波浪に対する浸水深を照査が必要。
- ② 岸壁は台風時に施設として壊れなければ、用途によっては浸水を許容しても良いのではないか。
- ③ 近年の災害を見ると、構造物の弱点だったところが大きく被災している。パラペットの耐力やマウンド透過波の影響など、今まで設計手法が未熟であった部分を再確認すべき。
- ④ 2重パラペット等の換算天端高係数など基準に十分に示されていない部分もあり、越波量算定手法の充実が必要。
- ⑤ 岸壁の越波量や埠頭の浸水状況を算定する技術が必要。
- ⑥ 棧橋の揚圧力の照査、岸壁等への越波流量の算定手法が必要。
- ⑦ 埠頭の形状が複雑な場合、様々な方向から波が侵入して共振する。埠頭毎の外力条件の設定が難しいので、技術的な検討が必要。
- ⑧ 現状の設計条件だけで無く、将来を見越して照査するという発想の大転換が必要だが、例えば鉄筋コンクリート棧橋などは、50年後の塩分浸透を考慮した設計体系になっているので、50年後もこのレベルを守ると決めれば、港湾の設計体系に取り込むことは可能。
- ⑨ 揚圧力など設計上考慮しにくい外力については、この際研究を進めて手法を確立することが必要。

## 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 岸壁や2重パラペット等の越波流量、岸壁の浸水深、棧橋の揚圧力、埠頭形状が複雑な場合の外力条件の設定方法などについて、研究の進捗状況を踏まえ、基準等への記載を検討する。
- ◆ リスク評価の際に、設計手法が十分に確立されていなかった施設を再確認する方向で、ガイドライン等への記載を検討する。

## 論点2-② 対策方針(整備水準、優先順位)の設定について

### 【現時点での知見・課題】

- ◆ 港湾計画の目標年とされる10～15年後では気候変動による影響が顕在化しにくい。

### 【論点】

- ◆ 長期的な視点から、港湾計画とは別に港湾の骨格となる施設の配置や能力の決定要素となる橋梁の高さを定めるべきではないか？
- ◆ リスクや更新のタイミングを考慮した対策の優先順位について考え方を示すべきではないか？
- ◆ 堤外地(特にコンテナターミナル)の許容越波量を定めるべきではないか？

### 【ご意見】

- ① 外洋と内湾、背後地の重要性を加味して設計にメリハリをつけることが必要。
- ② 浸水を許容できる場所とそうでない場所を区分して、要所に対策を講じていく方法がありうるのではないか。
- ③ 港内の越波対策は岸壁側の対策もあり得るが、防波堤側での対応が基本。
- ④ 現在の個別設計技術があれば、波浪や高潮が少し高くなったとしても、単体の施設の設計としては十分可能だが、対策がバラバラにならないよう全体計画が必要。
- ⑤ 高潮だけではなく、地震・津波のリスクも総合的に考慮して、50～100年後に港湾全体をどのように守るのか思想の整理が必要。
- ⑥ NYでは防護・待避等のエリアをゾーニングしている事例あり。モデル港で土地の高さも含めてエリア分けをして、それぞれに対する防護方針を示して、実装できるか検討してはどうか。
- ⑦ 劣化している箇所から優先して対策を講じることが必要。
- ⑧ 港湾施設の場合、海象の外力と土木施設の耐力の大小関係だけでなく、利用形態や社会経済情勢を勘案して更新時期が決まるもの。見直しのタイムスパンを議論することが必要。
- ⑨ 気候変動の影響と船舶大型化などの社会情勢の変化はタイムスパンが異なることに留意。
- ⑩ 施設の弱点对策という観点から、更新時期をとらまえ、海面上昇対策とあわせて、現状で足りない部分についても対策を講じるといった方法がありうる。

### 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 将来の気候変動に対するゾーン別の適応方針を示したマスタープランの策定を検討する。
- ◆ 岸壁の利用形態に応じた許容越波流量の設定について、基準類への記載を検討する。
- ◆ ハザードに対する脆弱性を考慮して、対策の優先順位を決定するプロセスについて、データ連携基盤の活用も含めて、ガイドライン等への記載を検討する。

## 論点2-③ 不確実性の対応について

### 【現時点での知見・課題】

- ◆ 将来予測には一定程度の不確実性が存在する。

### 【論点】

- ◆ 途中で追加対策を講じる構造を想定して、新設時に事前の準備を講じるべきではないか？

### 【ご意見】

- ① 用地確保等の観点で簡単に嵩上げできないような場合も想定されるので、将来想定され得る嵩上げについて対応できる範囲内の準備を考えることが必要。
- ② 実際に被災が発生する陸地に近い場所でのモニタリングが必要。
- ③ 海面上昇、波高の増大が予想されるが、不確実性が高いため適時適切なタイミングで設計値等を変えていくことが必要だが、モニタリングでは外力の傾向が判明しない場合もあり、どこかで割り切りが必要。
- ④ モニタリングの結果、設計値よりも外力が上振れした場合は「最小限の工費で補修」、下振れした場合は「そのまま存置」といった幅をもたせた設計思想を導入し、基準に明示してはどうか。
- ⑤ 手戻りの大きな施設等については、標準的な外力の設定に加えて $+\alpha$ の要素の追加可能とするような考え方を導入すべき。
- ⑥ 静穏度の悪化については防波堤延伸で対応できるように、気候変動の影響が明らかになった時点で追加的措置が可能なものについては優先度を下げるといった概念を導入するのが良い。

### 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 手戻りが大きい施設や長期に渡り供用が想定される施設については、追加費用が最小限となるような事前対策の考え方について、基準類への記載を検討する。
- ◆ 外力見直しの期間やタイミングの考え方について、ガイドライン等への記載を検討する。
- ◆ みなとカメラ等の活用によるモニタリングについて、ガイドライン等への記載を検討する。

## 論点2-④ 工法の設定について

### 【現時点での知見・課題】

- ◆ 対策を講じねばならない施設が多数あり、コスト低減が極めて重要。また既存工法では施工な困難な場面も想定される。

### 【論点】

- ◆ 海外の事例等も含めて低コストで追加的な対応が可能な工法を示すべきではないか？
- ◆ 民間からも新たな技術を募るべきではないか？

### 【ご意見】

- ① 背後に民地が迫っており、かつ景観上の理由等で天端高を高くできない箇所での越波対策を検討することが必要。
- ② 供用中の岸壁の改良は短期間で行うことが必要。CTへの胸壁設置は適用可能性大。民間からの提案や開発を促すよう、広く周知することが必要。
- ③ 湾口への水門設置という手法もありうる。
- ④ 民間も含めて国民総がかりで様々なアイデアを出していくことが重要。
- ⑤ 既存施設の改修について、低コストかつ短期間で実施できるものをマニュアルの中で示すべき。
- ⑥ 将来的には自動操船化により港口を狭くできる可能性あり。静穏度向上に有効。
- ⑦ 岸壁の嵩上げや岸壁上の胸壁を設置する場合は、荷役作業や綱取り作業の安全性に留意すべき。
- ⑧ 岸壁上に胸壁を設置するには、利用者の意識の変化も必要。

### 【今後の検討の方向性(素案)】

- ◆ 海外の事例等も参考にして、供用中の施設の改良にも適応できる工法について、ガイドライン等への記載を検討する。
- ◆ 基準等を作成する過程で、利用者等の意見も参考にする。
- ◆ 産学官の連携で、技術開発に取り組むことを検討する。