

---

# 山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会

## 第3回【説明資料】

---

令和7年2月19日

山口県

<b>1</b>	<b>本日ご議論していただきたい内容</b>	<b>・・・・・・・・ P2</b>
<b>2</b>	<b>気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について</b>	<b>・・・・・・・・ P4</b>
<b>3</b>	<b>第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要</b>	<b>・・・・・・・・ P7</b>
<b>4</b>	<b>高潮・波浪推算モデルの構築</b>	<b>・・・・・・・・ P10</b>
<b>5</b>	<b>気候変動を踏まえた計画外力の検討結果</b>	<b>・・・・・・・・ P18</b>
<b>6</b>	<b>必要天端高の算定</b>	<b>・・・・・・・・ P39</b>
<b>7</b>	<b>今後について</b>	<b>・・・・・・・・ P58</b>

---

# 1. 本日議論していただきたい内容

---

# 本日議論していただきたい内容

## ■ 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果について

### ➤ 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果について

#### ① P21-P29: 気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討結果

→ 北沿岸の潮位偏差の算定結果

→ 将来予測値の妥当性検証(第1回技術検討会でのご指摘への対応)

#### ② P30-35: 気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

→ 北沿岸の波高の算定結果

→ 将来予測値の妥当性検証(第1回技術検討会でのご指摘への対応)

→ 北沿岸の長期間の確率統計による設計沖波と気候変動を考慮した想定台風(2°C上昇)による推算波高の比較結果

#### ③ P36-37: 気候変動を踏まえた設計津波水位(L1津波水位)と設計高潮位の比較結果

#### ④ P38: 気候変動を踏まえた計画外力【確定値】

### ➤ 必要天端高の算定結果について

### ➤ 今後について



---

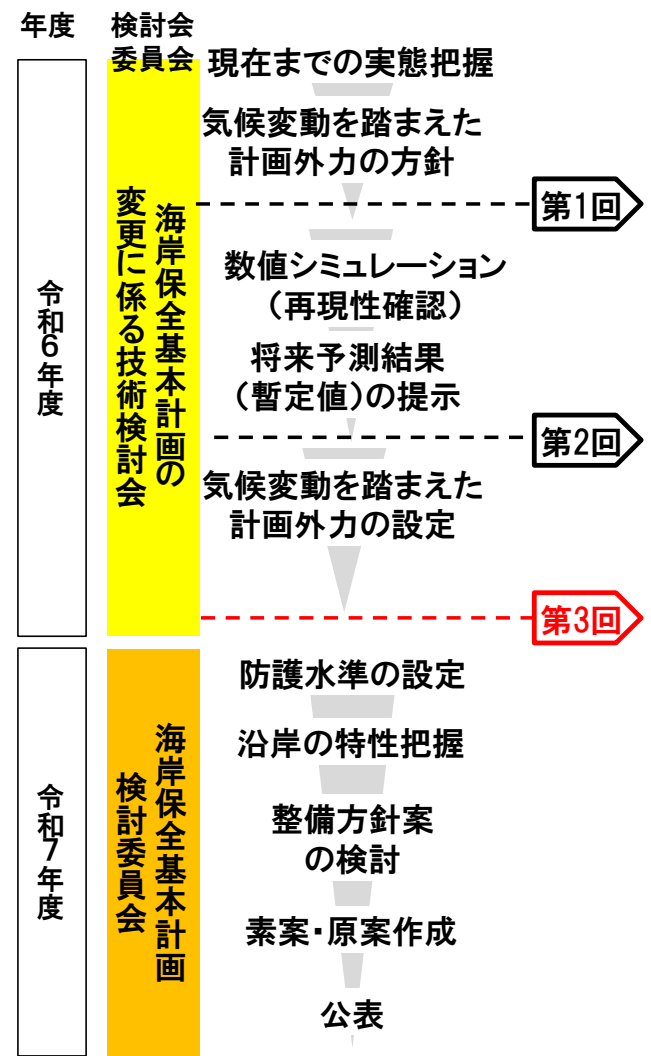
## **2. 気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について**

---

# 気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

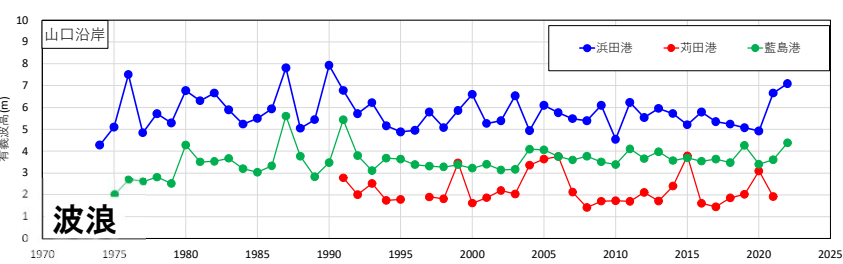
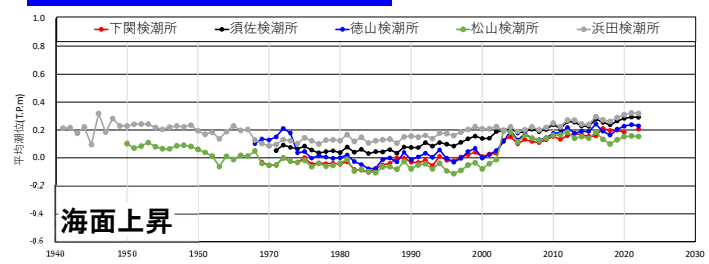
## ■海岸保全基本計画変更までの流れ

➤ 海岸保全基本計画変更に向けて、「気候変動の実態把握」、「外力の将来予測」等の検討を行い、気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画を作成する。



### 気候変動の実態把握

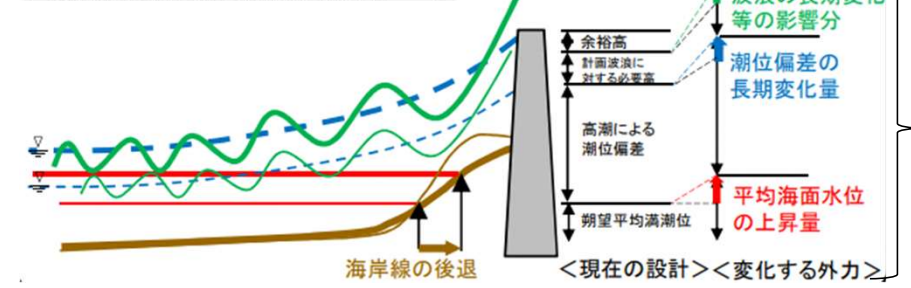
山口沿岸における気候変動の実態把握



### 外力の将来予測

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針の整理  
気候変動を踏まえた計画外力、防護水準の設定

### ■気候変動による外力変化イメージ



### 海岸保全基本計画変更

気候変動の影響を踏まえ、山口沿岸の海岸保全に向け、基本計画の変更を行う  
地域リスクを共有し、関係機関と連携



- 海岸保全に気候変動影響を適切に見込む
- 防護に加え環境や利用も含め総合的な対策を検討し、将来における山口沿岸の望ましい姿を盛り込む

# 気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

## ■海岸保全基本計画変更までの検討スケジュール

実施項目	2023(R5)年度		2024(R6)年度				2025(R7)年度			
	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
海岸の概要 気候変動の現状の整理		■								
気候変動を踏まえた計画 外力の検討方針の整理			■							
気候変動を踏まえた計画 外力の検討				■	■	■				
防護水準(案)の算定						■	■	■		
海岸保全基本計画の改定							■	■	●	●
									パブリック コメント	公表
委員会	海岸保全基本計画変更 に係る技術検討会			● 第1回 7/18	● 第2回 11/14	● 第3回 2/19				
	海岸保全基本計画検討 委員会						● 第1回	● 第2回	● 第3回	

---

### **3. 第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の**

#### **議事概要**

---

# 第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

## ■第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

➤ 第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会において議論していただいた内容を以下に示す。

No.	第2回技術検討会で議論していただいた内容	確認結果
1	気候変動を踏まえた朔望平均満潮位の設定結果	■ 2100年時点に想定される朔望平均満潮位の設定結果について、了承を得た。
2	気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討結果	■ 潮位偏差の将来変化倍率の平均値である1.07倍を潮位偏差に考慮して、気候変動を踏まえた設計高潮位を設定することで了承を得た。
3	気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果	■ 将来予測の不確実性を踏まえて、確率波高計算処理システムから算出した30年確率波を採用する方針で了承を得た。
4	気候変動を踏まえた計画外力（案）の算定	■ 山口南沿岸における気候変動を踏まえた計画外力（案）の算定手法について説明し、山口北沿岸も同様に算定を行うことで了承を得た。
5	今後の検討方針（案）	■ 第3回技術検討会で、気候変動を踏まえた計画外力の確定値及び代表海岸における必要天端高の算定結果を報告することについて了承を得た。

# 第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

9

## ■第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

➤ 第2回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会における委員からの主な意見・確認事項とそれらに対する対応方針を示す。

No.	意見・確認事項	対応方針
1	<b>【柴田委員・篠崎委員】</b> 潮位偏差の将来変化倍率は、過去に山口県内で被害を発生させた代表台風での検討であることを考えると、潮位偏差の将来変化倍率の1.07倍は妥当と考えられる。	<b>【山口県回答】</b> 南沿岸の一部のゾーンで潮位偏差の将来変化倍率が1.08倍の箇所もあるが、代表台風での検討のため、南沿岸・北沿岸ともに潮位偏差の将来変化倍率は、全ゾーンを平均した1.07倍を採用する。
2	<b>【三浦委員長】</b> 気候変動の影響として、南沿岸では0.46m～0.57m、北沿岸では0.43m～0.47m程度の将来海面上昇を見込み、計画外力を算定していく方針ということで理解した。	<b>【山口県回答】</b> 左記の外力条件を用いて、気候変動後の計画外力を算定し、第3回技術検討会で提示する。
3	<b>【三浦委員長・朝位委員】</b> 山口南沿岸・山口北沿岸といった2領域分割に固執せず、下関市西方の傾向が南や北と異なるのであれば違う領域設定とするなど、今後の資料整理にはもっとわかりやすくなるような工夫が望まれる。	<b>【山口県回答】</b> 今後は、領域設定や表現などを工夫し、よりわかりやすい資料や説明となるよう努める。
4	<b>【篠崎委員】</b> 山口県沿岸では、有義波高の上昇傾向が確認されていないことから、将来予測の不確実性を踏まえて、確率波高計算処理システムから算出した30年確率波を採用する方針で問題ないと考えられる。	<b>【山口県回答】</b> 確率波高計算処理システムから算出した30年確率波を用いて、気候変動後の計画外力を算定する。

---

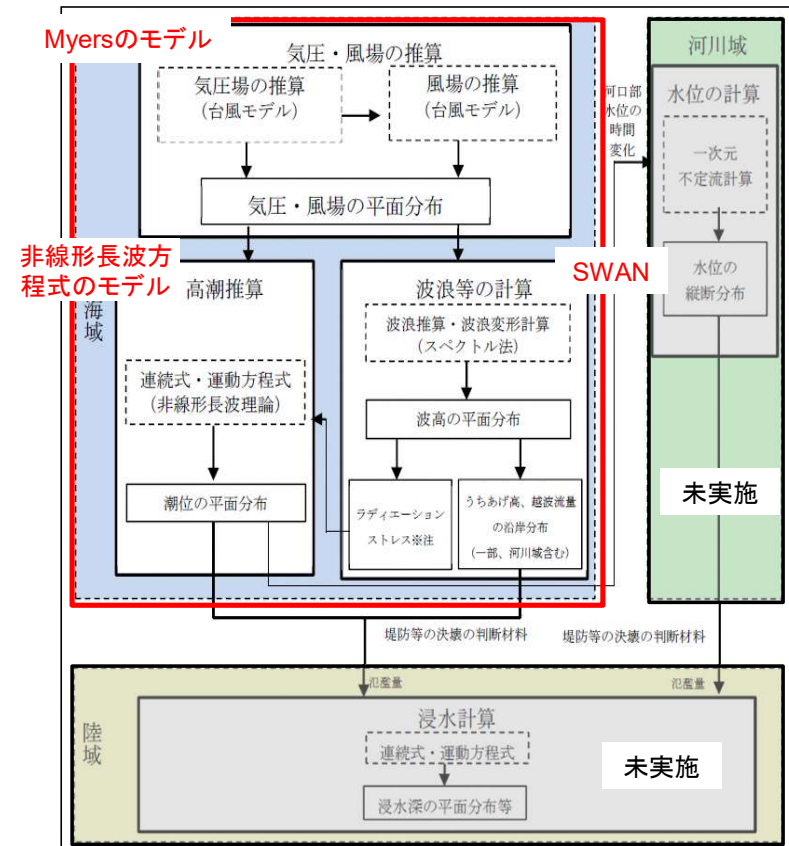
## 4. 高潮・波浪推算モデルの構築

---

# 高潮・波浪推算モデルの構築

## ■高潮・波浪推算モデルの検証条件

- ▶ 高潮・波浪推算に用いるモデルの精度検証を行うため、山口県沿岸で顕著な高波・高潮を発生させた擾乱(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2211)を対象に、モデルの再現性確認を行った。なお、南沿岸では、第2回技術検討会で数値モデルは承認済み。
- ▶ **【変更点】北沿岸の検証台風をT2214からT2211に変更した。T2214は台風通過時の気圧配置が西高東低型となっており、台風以外の要因で潮位偏差・波浪が発生しているため、須佐検潮所で第2位の潮位偏差を観測したT2211に検証台風を変更した。**



設定項目	本検討での高潮推算の設定内容	
計算モデル	気圧場・風場: 台風モデル(Myersの式) 波浪推算: スペクトル法(SWAN) 高潮推算: 非線形長波モデル	
検証台風	南沿岸	T9119、T9918、T0418、T1515
	北沿岸	T9119、T0314、T2009、 <b>T2211</b>
計算時間	台風に応じて設定	
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように設定	
計算格子間隔	2430m→810m→270m→90m→30m… <b>※最小計算格子は感度分析により設定</b>	
構造物条件	設定なし	
河川流量	設定なし	
台風中心気圧	実績台風の中心気圧	
風速変換係数	C1,C2 検証計算の結果より設定	
初期潮位	台風襲来時の平均潮位	

## ■気圧場の推算モデル(Myersの式)

$$P(r) = P_c + \Delta P \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right)$$

$r$ : 台風中心からの距離、 $P(r)$ : 地点における気圧  
 $P_c$ : 台風中心の気圧、 $\Delta P$ : 台風の中心示度  
 $r_0$ : 台風半径(最大旋衡風速半径)

## ■風場の推算モデル

$$U_{10} = V_1 \cos(\beta - 60^\circ) + V_2 \cos(90^\circ - \beta + \theta)$$

$$U_1(r) = -\frac{rf}{2} + \sqrt{\left(\frac{rf}{2}\right)^2 + \frac{\Delta P r_0}{\rho_a r} \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right)}$$

$$U_2(r) = \frac{U_1(r)}{U_1(r_0)} V_T, \quad V_2 = C_2 U_2(r)$$

$$V_1 = C_1 U_1(r), \quad V_2 = C_2 U_2(r)$$

$U_1$ : 傾度風速、 $U_2$ : 台風の進行によって生じる風速  
 $f$ : コリオリ力、 $\rho_a$ : 空気の密度、 $V_T$ : 台風の移動速度  
 $\beta$ : 対象地点における風向きと台風中心方向のなす角度  
 $\theta$ : 台風中心から対象地点までの角度

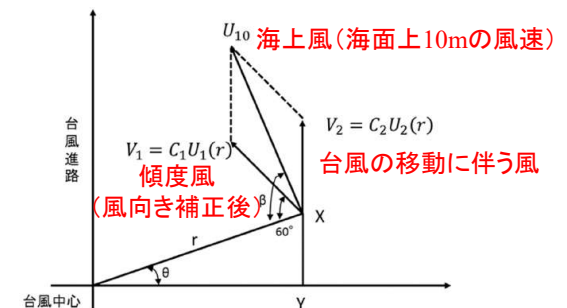


図 22 海上風算出の模式図

出典:「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.11 令和5年4月p51  
 ※赤字で使用モデル名を記載、赤枠内本検討対象フロー



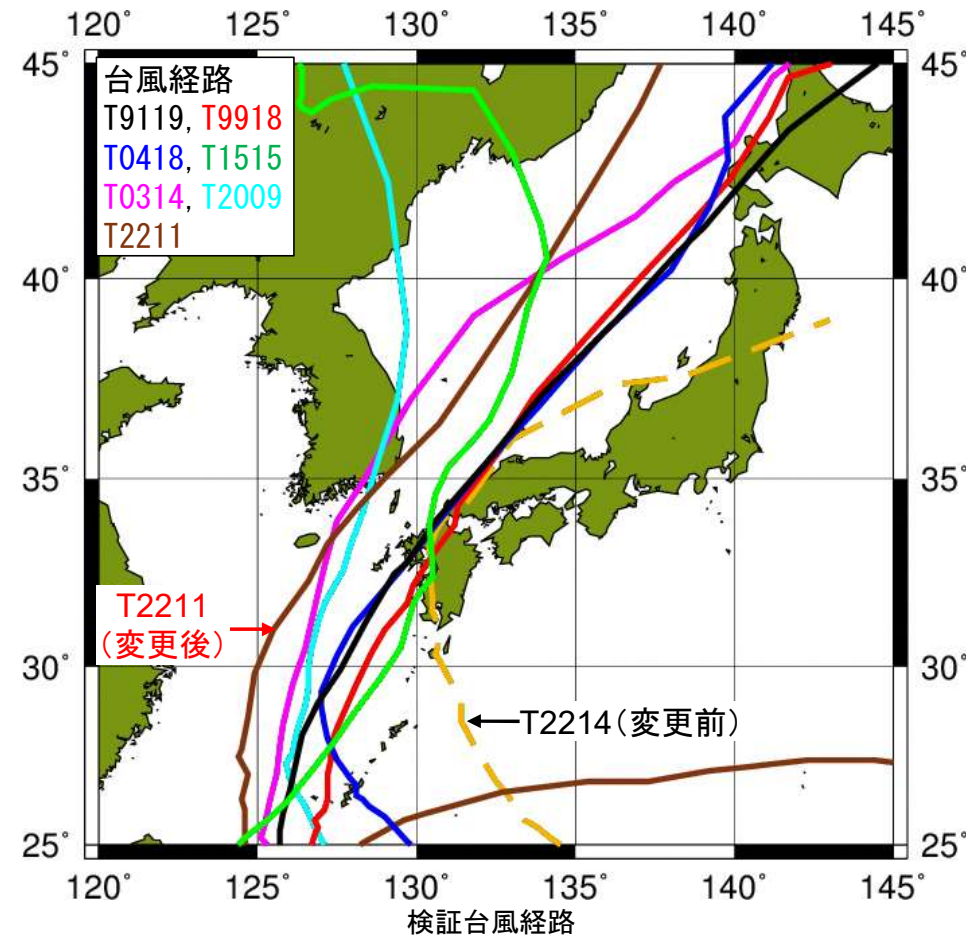
# 高潮・波浪推算モデルの構築

## ■ 検証台風の設定根拠

▶ 高潮・波浪推算に用いるモデルの精度検証を行うため、山口県沿岸で顕著な高波・高潮を発生させた気象擾乱(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2211)を対象に、モデルの再現性確認を行う。再現性の確認は、山口県沿岸の各観測所で潮位偏差、有義波高に着目して行う。

山口南沿岸・北沿岸における検証台風の設定根拠

	検証対象台風	検証対象とした根拠	高潮浸水想定 検証台風
南沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	1999年(平成11年) 台風18号(T9918)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> <li>■ 山口南沿岸の計画外力(潮位偏差)に使用</li> </ul>	◎
	2004年(平成16年) 台風18号(T0418)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 山口北・南沿岸で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測)</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	2015年(平成27年) 台風15号(T1515)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 久賀潮位観測所で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測)</li> <li>■ 苅田港で第1位の有義波高を観測</li> </ul>	×
北沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	2003年(平成15年) 台風14号(T0314)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第1位、浜田港で第3位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×
	2020年(令和2年) 台風09号(T2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第3位、浜田港で第1位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×
	2022年(令和4年) 台風11号(T2211)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第2位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×

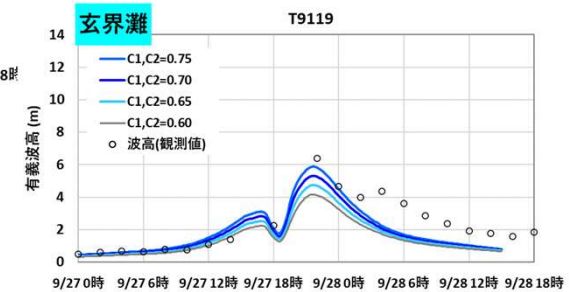
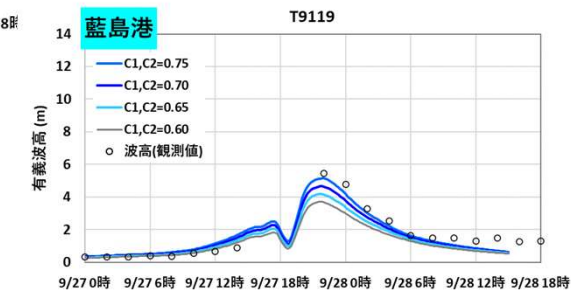
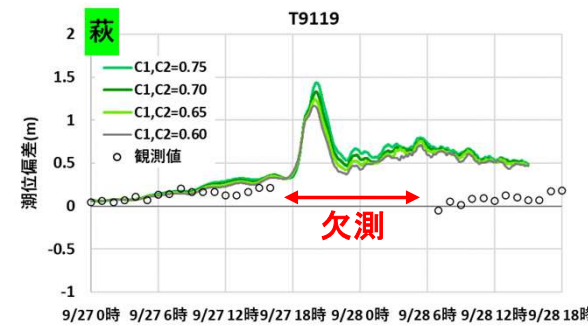
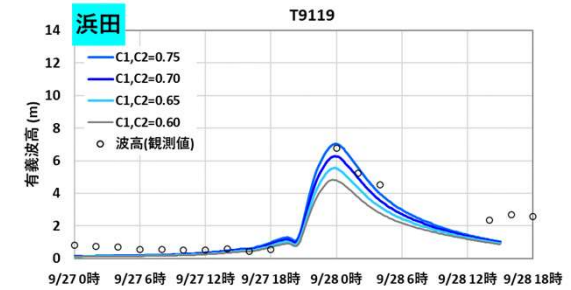
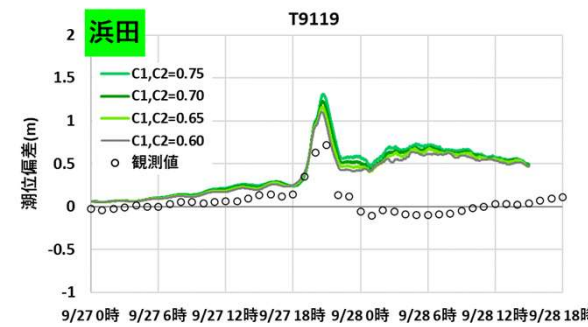
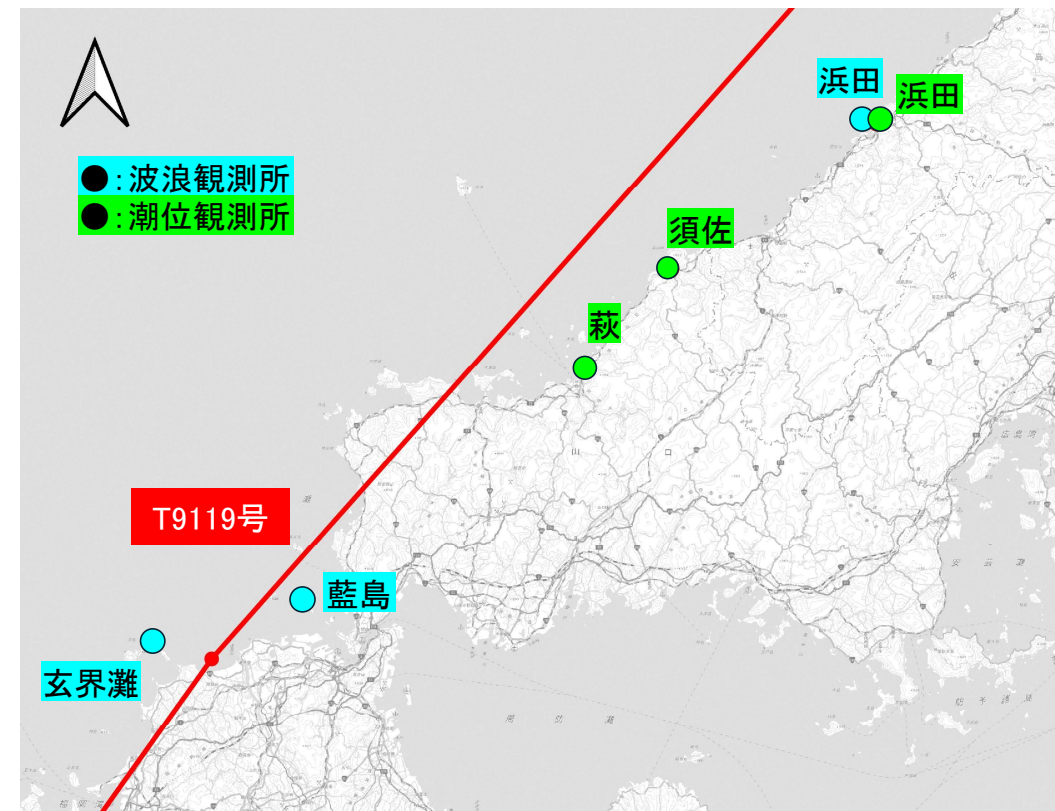


検証台風経路  
(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2211)

# 高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

## ■シミュレーションモデルの検証(T9119号)

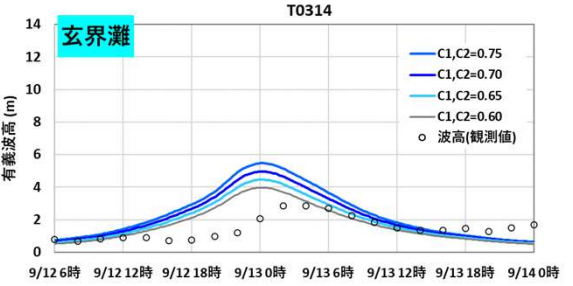
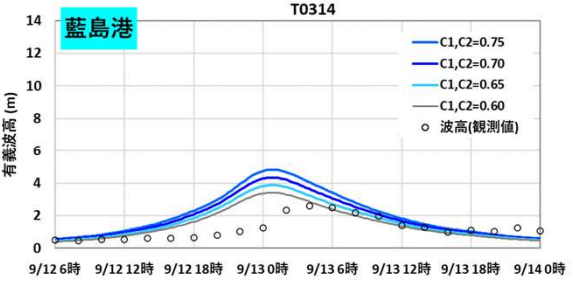
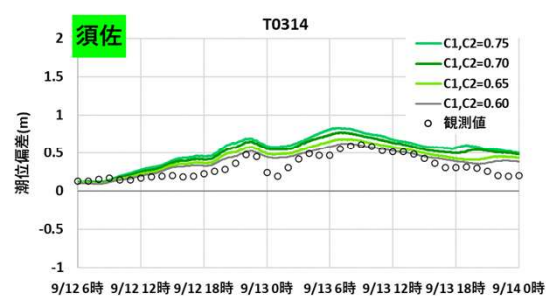
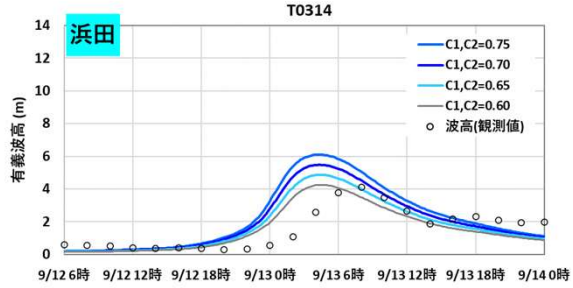
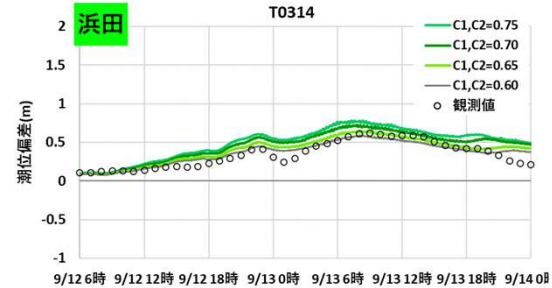
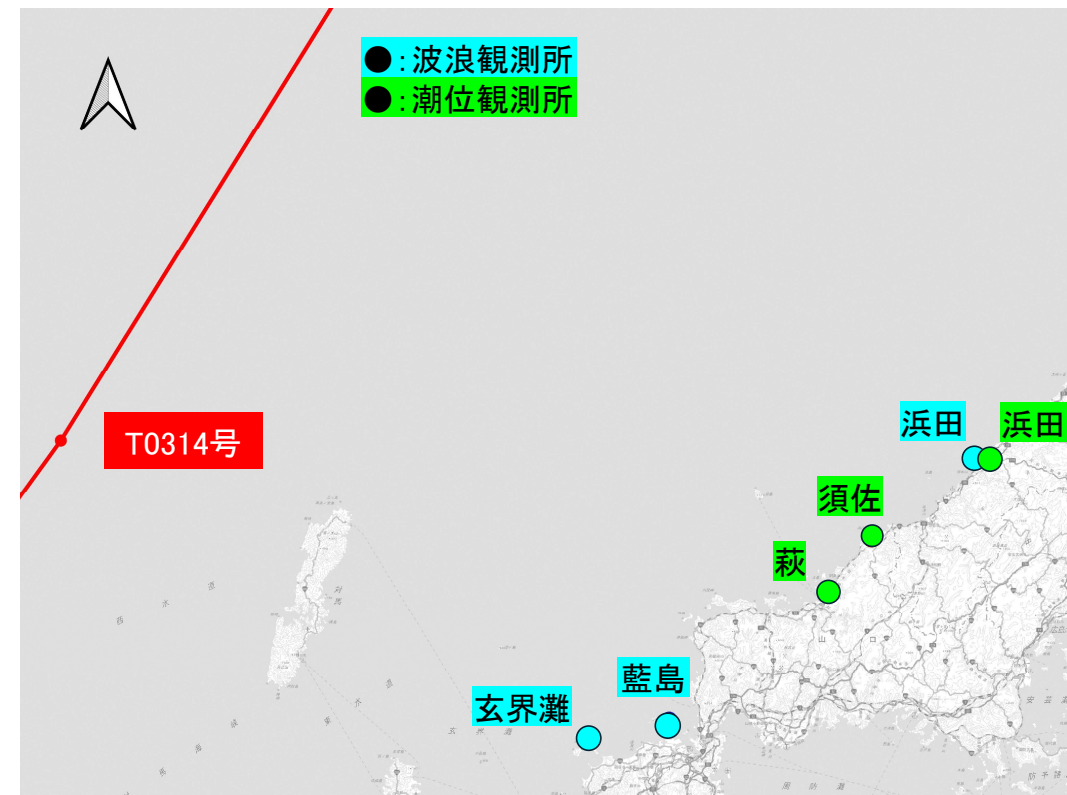
- ▶ T9119号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.75で変更してもほぼ変化せず、波高は0.75とした場合に観測値と概ね傾向が合致することを確認した。



# 高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

## ■シミュレーションモデルの検証(T0314号)

- ▶ T0314号の襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。 ※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.65で観測値と概ね合致し、波高は0.60~0.70の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。
- ▶ 特に藍島及び玄界灘において、観測値と比較して計算値のピーク値が大きく、かつ出現時間も早いのは、これらの観測点が島の東側に位置しており、台風中心位置である西側から到達する波浪が島により遮蔽されていることが影響しているものと考えられる。

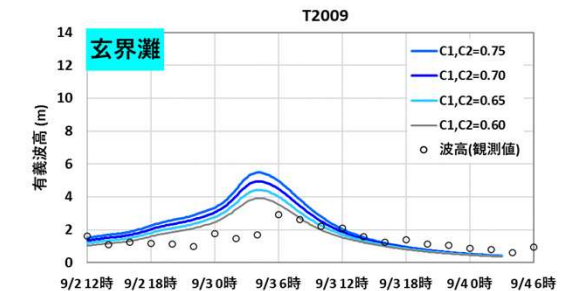
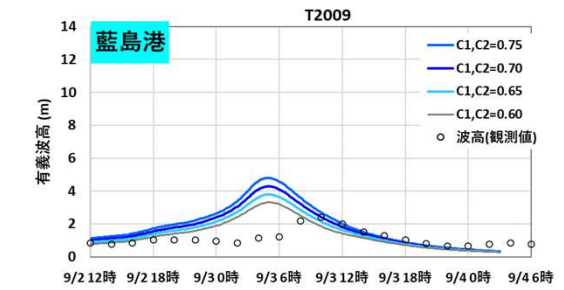
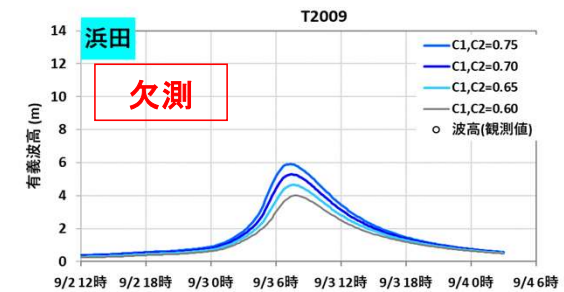
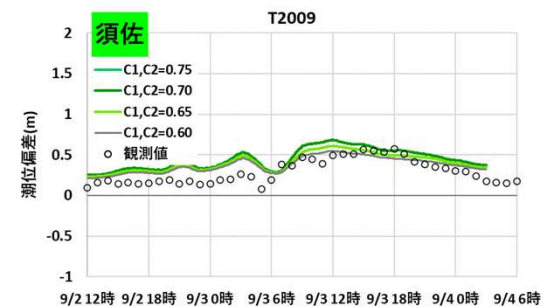
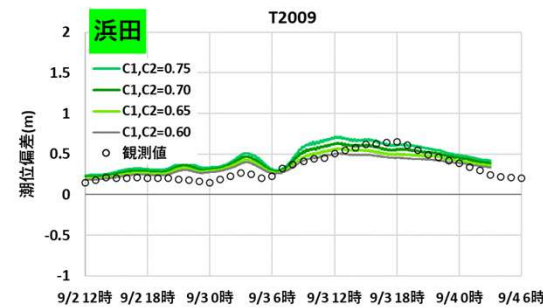
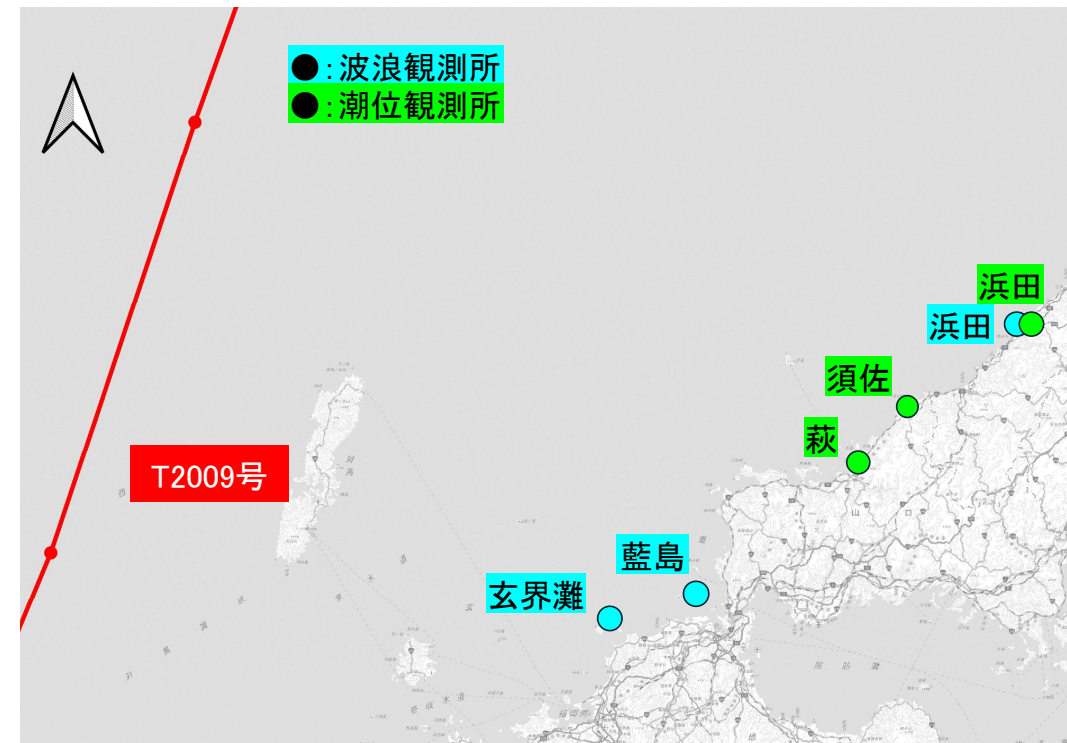




# 高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

## ■シミュレーションモデルの検証(T2009号)

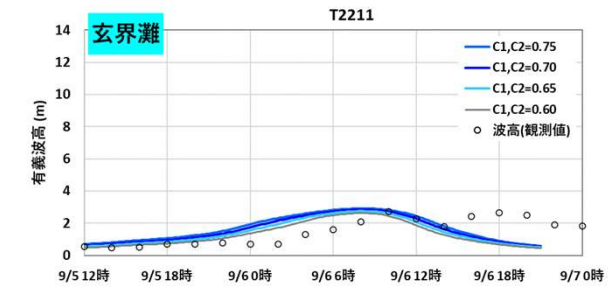
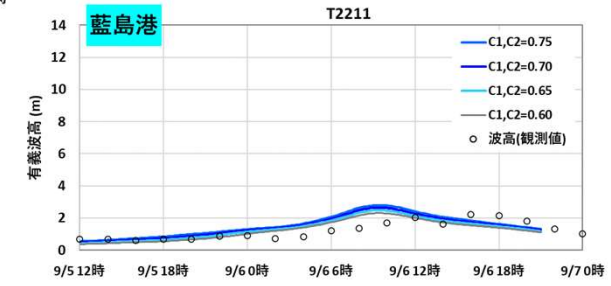
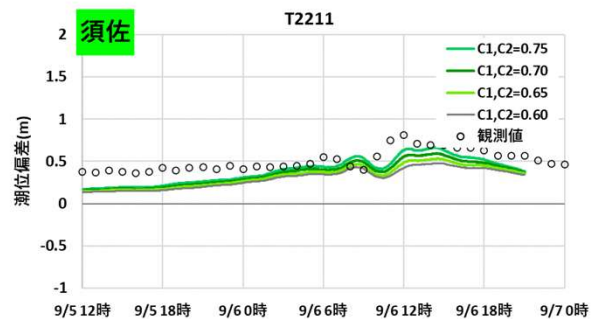
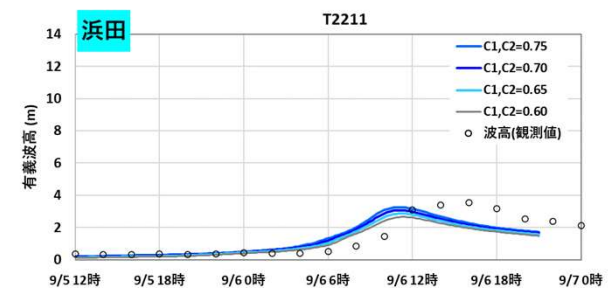
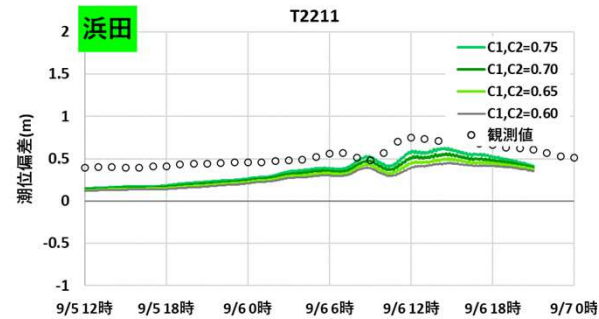
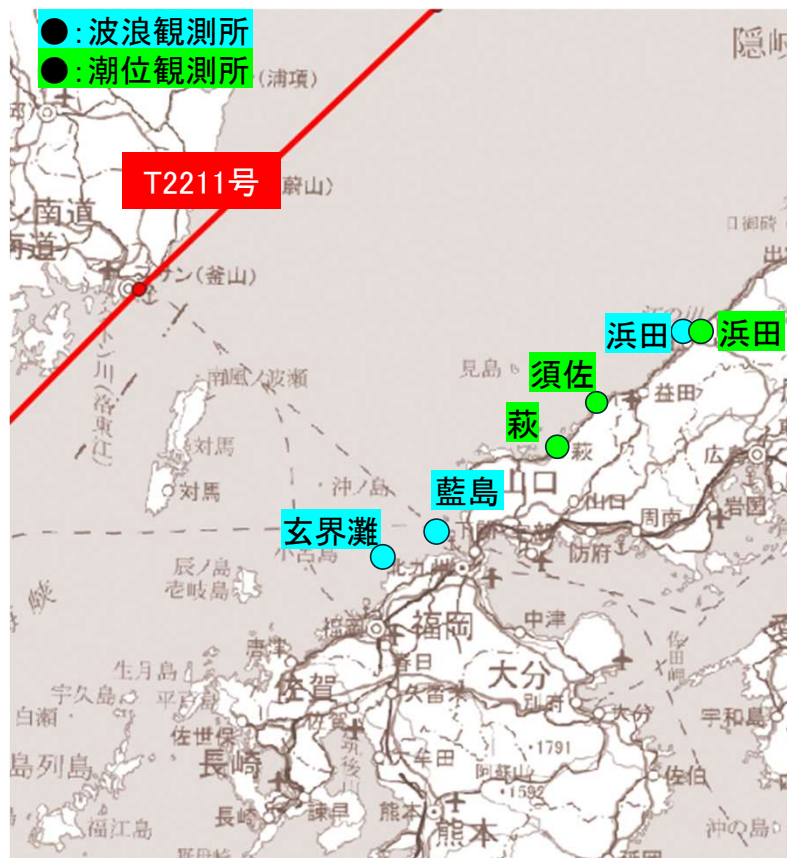
- ▶ T2009号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差・波高ともに風速変換係数(C1・C2)0.60~0.75の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。
- ▶ 特に藍島及び玄界灘において、観測値と比較して計算値のピーク値が大きく、かつ出現時間も早いのは、これらの観測点が島の東側に位置しており、台風中心位置である西側から到達する波浪が島により遮蔽されていることに起因するものと考えられる。



# 高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

## ■シミュレーションモデルの検証(T2211号)

- ▶ T2211号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。 ※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差及び波高ともに風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.75で変更してもほぼ変化しないことを確認した。



## ■検証計算結果(二乗平均平方根誤差:RMSE)

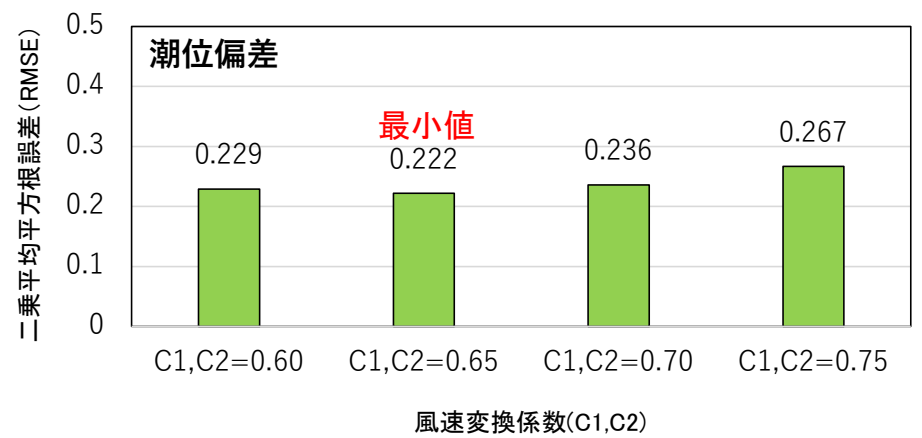
- 計算値と観測値のピーク値について、二乗平均平方根誤差(RMSE)を整理した。
- 検証台風のT9119、T0314、T2009、T2211の全てを対象とした場合、風速変換係数C1・C2が0.65のときに、RMSEが最も小さくなったため、**C1・C2=0.65**を採用する。
- **【変更点】北沿岸の検証台風をT2214からT2211に変更した結果、風速変換係数C1・C2が0.70から0.65に変更となった。**

潮位偏差の二乗平均平方根誤差(RMSE)

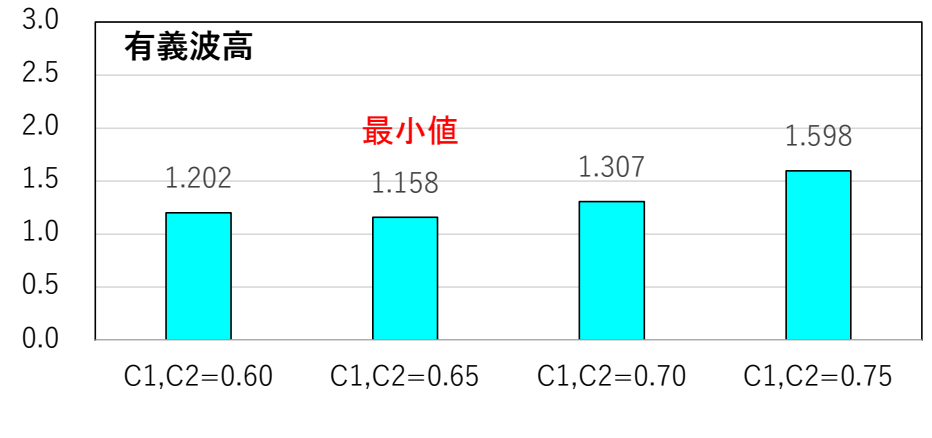
T9119,T0314, T2009,T2211	各台風の二乗誤差の合計値		合計	個数	二乗平均平方根 誤差 (RMSE)
	萩・須佐	浜田			
推算値(C1,C2=0.60)	0.111	0.258	0.369	7	0.229
推算値(C1,C2=0.65)	0.083	0.261	0.344	7	0.222
推算値(C1,C2=0.70)	0.085	0.303	0.388	7	0.236
推算値(C1,C2=0.75)	0.104	0.396	0.500	7	0.267

有義波高の二乗平均平方根誤差(RMSE)

T9119,T0314, T2009,T2211	各台風の二乗誤差の合計値			合計	個数	二乗平均平方根 誤差 (RMSE)
	浜田	藍島港	玄界灘			
推算値(C1,C2=0.60)	4.615	4.460	6.817	15.892	11	1.202
推算値(C1,C2=0.65)	2.521	5.202	7.025	14.748	11	1.158
推算値(C1,C2=0.70)	2.375	7.376	9.034	18.785	11	1.307
推算値(C1,C2=0.75)	4.135	11.138	12.802	28.074	11	1.598



風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(潮位偏差)



風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(有義波高)

---

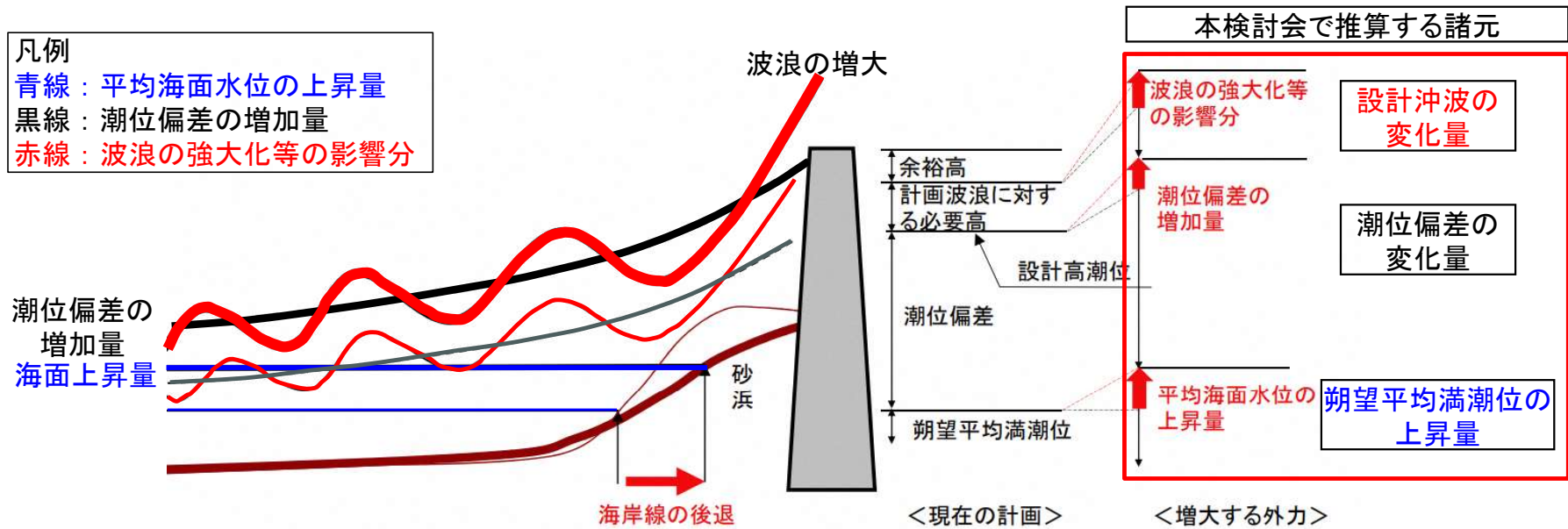
## **5. 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果**

---

■ 取り扱う計画外力について

- 海岸保全施設の天端高は、「朔望平均満潮位」、「潮位偏差」、「計画波浪に対する必要高」に余裕高を加味して設定されることが多い。
- 本検討会では、「計画波浪に対する必要高」の代替として「設計沖波」を推算※。
- 本検討会では、「朔望平均満潮位」「潮位偏差」「設計沖波」について、気候変動の影響を加味して推算。

※ 「計画波浪に対する必要高」で使用する各施設の計画波浪は、**設計沖波**から波浪変形計算を実施して算出されるため、施設毎に異なる。このため、本委員会では、各施設の計画波浪の元となる**設計沖波**について推算する。



出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言、令和2年7月に一部加筆  
 本検討会で取り扱う計画外力について



# 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針 【第1回検討会資料の再掲】 20

## ■気候変動を踏まえた計画外力の検討方針

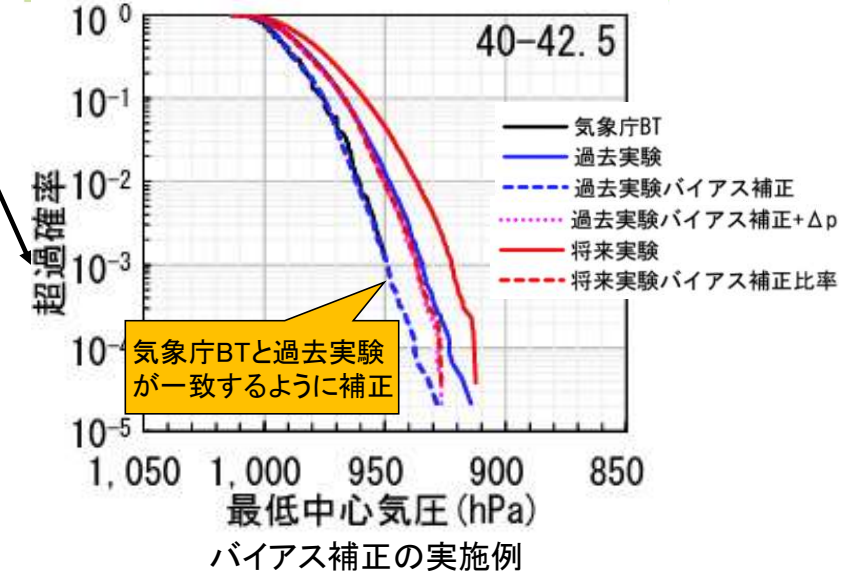
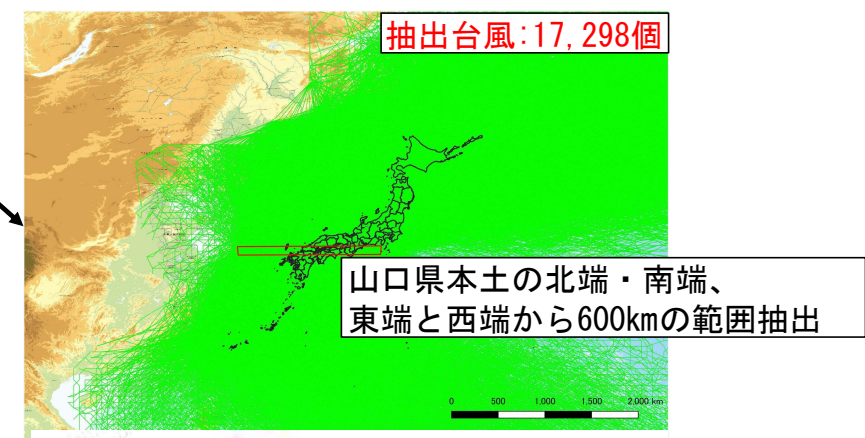
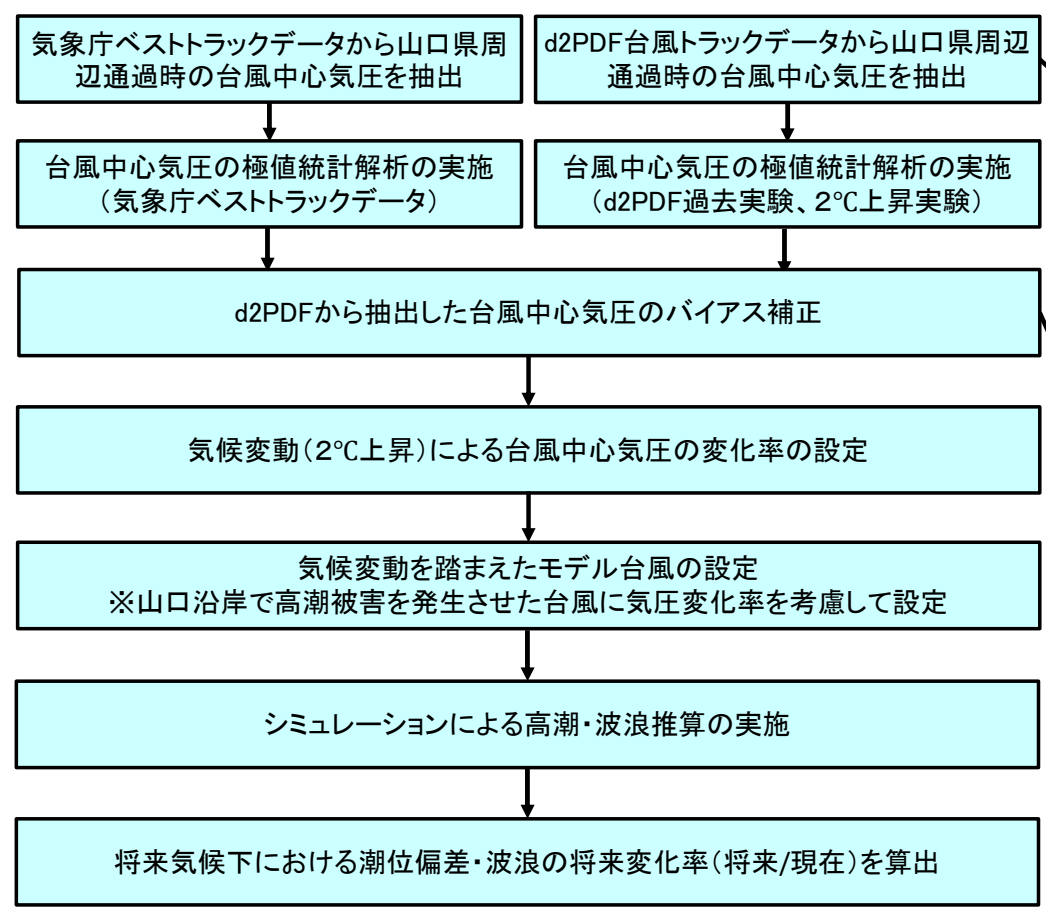
➤ 第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会において了承をいただいた、山口県沿岸における気候変動を踏まえた計画外力の検討方針を以下に示す。

項目	「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言 令和2年7月」本文の抜粋内容	外力設定に関する方針
気候変動シナリオ (海岸保全の目標)	気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針(本文P12, 4.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2℃上昇相当を基本とする。</li> </ul>
目標とする年	海岸保全の目標は、2℃上昇相当(RCP2.6)を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する予測(4℃上昇相当(RCP8.5))も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>2100年を目標とする。</li> </ul>
海面水位 (期望平均満潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(1)) 平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、計画高潮位にも設計津波の水位にも影響する。長期的に、平均海面水位は上昇し、数百年単位で元に戻ることがないと予測されることから、ハード対策とソフト対策を組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設(堤防、護岸、離岸堤等)については、手戻りのないように整備・更新時点における最新の期望平均満潮位に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味するべきである。	<ul style="list-style-type: none"> <li>現行計画値に将来予測される平均海面水位の上昇量を加える。</li> <li>期望平均満潮位は、現行計画値を踏襲する。</li> <li>海面上昇量は、「日本の気候変動2020」の2℃上昇シナリオの平均値0.39mとする。</li> </ul>
潮位偏差 (計画高潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(1)) 潮位偏差や高波は、台風や低気圧が発生した場合に顕著に影響が現れるため、いつ想定した極値が生起するかはわからない。また、現時点では、将来の潮位偏差や波浪の長期変化量の予測は平均海面水位の上昇量に比べて不確実性が高いが施設設計への影響は大きい。今後、研究成果の蓄積を踏まえ、最新の研究成果やd4PDF等による気候予測結果を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を推算し対策を検討すべきである。	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定台風(パラメトリック台風モデル)を対象にした手法を採用</li> </ul>
波浪 (設計波)		<ul style="list-style-type: none"> <li>過去から近年まで含んだ長期間の波浪推算結果の統計値から設定。</li> <li>潮位偏差の設定に用いる想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当か確認。</li> </ul>
津波	<p>今後は気候変動を踏まえた高潮・津波に係る海岸保全及び他分野との連携について、具体的な対応を図るべきである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山口県地震・津波防災対策検討委員会報告書のL1津波水位に、目標とする2100年の平均海面水位の上昇量を加算して設定</li> </ul>

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【第1回検討会資料の再掲】 21

## ■気候変動を踏まえた潮位偏差・波浪の設定に向けた検討方針

- 将来気候下において、設定するモデル台風と同等の生起確率となる台風中心気圧を設定し、現在気候と将来気候の高潮・波浪推算を実施する。
- 推算結果から潮位偏差・波浪の将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の計画値に将来変化率を乗じて将来気候下における潮位偏差・波浪を算出する。



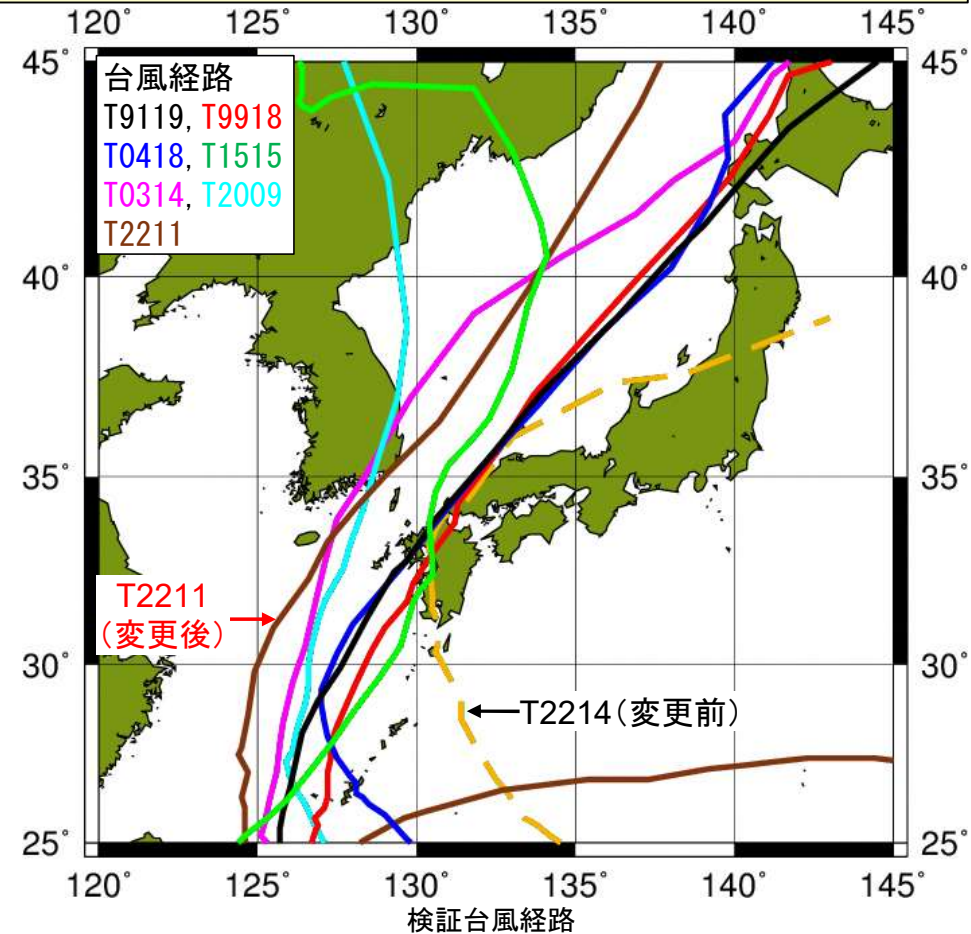
# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■気候変動を踏まえた想定台風の設定

- 現行の山口県沿岸の計画外力(潮位偏差)は、北沿岸では顕著な高潮被害を発生させたT8712、T9119、南沿岸ではT9918を想定台風とし、数値計算により高潮偏差の最大値を計画外力に設定している。
- 本検討では、検証計算に用いた台風を想定台風を設定し、気圧低下及び台風経路を変化させた高潮・波浪シミュレーションを実施する。

山口南沿岸・北沿岸における想定台風の設定根拠

	検証対象台風	想定台風として設定した根拠	高潮浸水想定 検証台風
南沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	1999年(平成11年) 台風18号(T9918)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> <li>■ 山口南沿岸の計画外力(潮位偏差)に使用</li> </ul>	◎
	2004年(平成16年) 台風18号(T0418)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 山口北・南沿岸で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測)</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	2015年(平成27年) 台風15号(T1515)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 久賀潮位観測所で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測)</li> <li>■ 苅田港で第1位の有義波高を観測</li> </ul>	×
北沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測</li> <li>■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生</li> </ul>	◎
	2003年(平成15年) 台風14号(T0314)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第1位、浜田港で第3位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×
	2020年(令和2年) 台風09号(T2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第3位、浜田港で第1位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×
	2022年(令和4年) 台風11号(T2211)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 須佐で第2位の潮位偏差を観測</li> </ul>	×



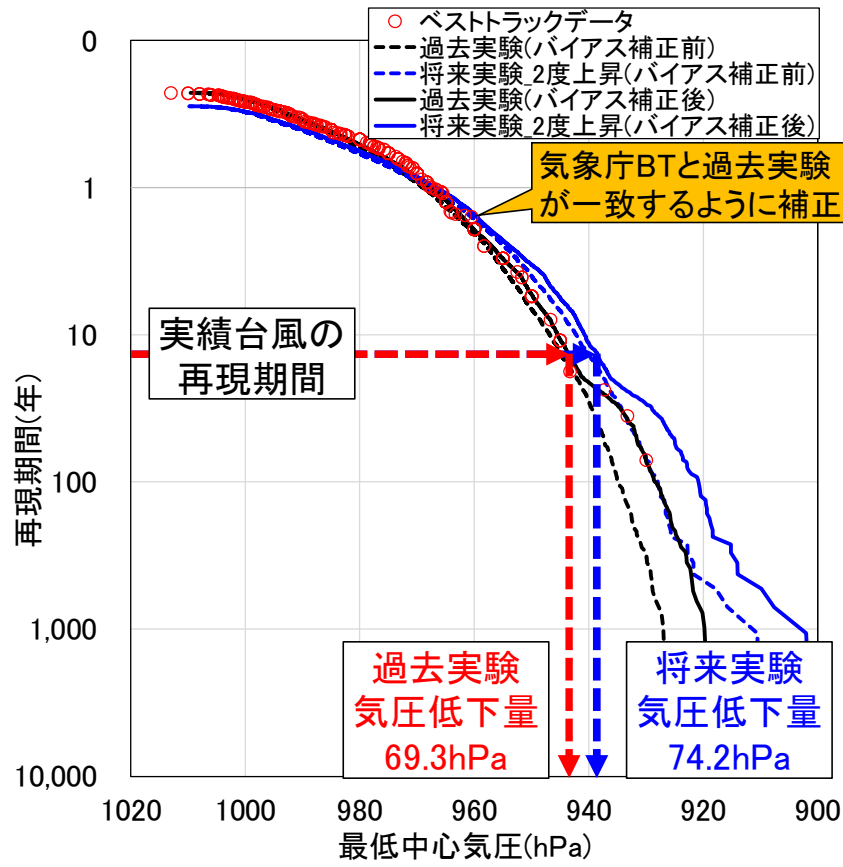
(南沿岸:T9119, T9918, T0418, T1515、北沿岸:T9119, T0314, T2009, T2211)

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■ 台風中心気圧のバイアス補正と将来想定台風の中心気圧

- ▶ d2PDFは、気候モデルによる計算結果であり統計的な誤差(バイアス)が含まれるため、先行事例<sup>※1</sup>を参考に、クオンタイルマッピング法を用いて、バイアス補正を実施した。バイアス補正量は、d2PDF(過去実験)における台風中心気圧が、気象庁BTデータのものと同程度になるように設定した。
- ▶ バイアス補正後のデータを用いて、実績台風の中心気圧から再現期間を求め、2°C上昇時における同じ再現期間の中心気圧を算出し、気圧低下量の比率(2°C上昇時/過去実験)を中心気圧の将来変化倍率として、実績台風の中心気圧に乗じたものを将来予測台風とした。

※1: 大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の台風を対象としたバイアス補正手法とその将来変化予測(有村ら、2021)



将来予測の想定台風(中心気圧)

台風	領域内を通過する台風中心気圧 (hPa)	再現期間 <sup>※2</sup> (年)	バイアス補正後の気圧深度 <sup>※1</sup>		将来変化倍率	領域内の最低気圧深度 (hPa)	
			過去実験 (hPa)	将来実験 (hPa)		実績 (hPa)	将来 (hPa)
T9119	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T9918	950	6.69	64.8	69.7	1.08	63.0	68.0
T0314	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T0418	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T1515	965	1.35	49.1	51.5	1.05	48.0	50.4
T2009	950	6.69	64.8	69.7	1.08	63.0	68.0
T2211	965	1.35	49.1	51.5	1.05	48.0	50.4

※1: 気圧深度は標準大気圧(1013hPa)と中心気圧の差分。

※2: 出現頻度は、一次選定で設定した枠内(600km)を通過する台風の最低中心気圧を対象としている。

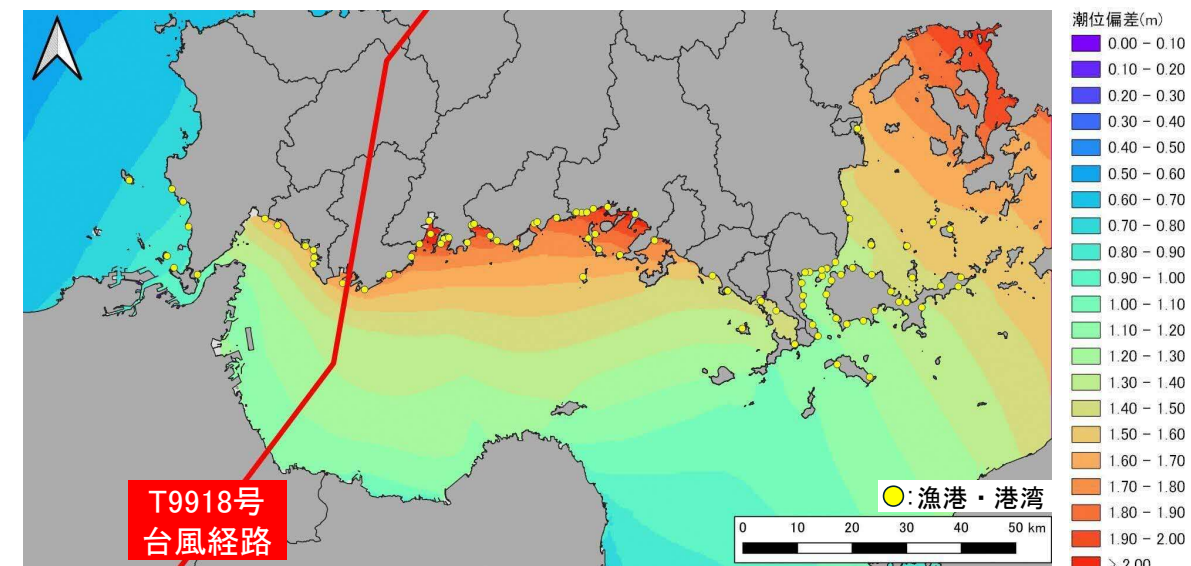
## バイアス補正結果と将来想定台風の中心気圧(T9119、T0418)



# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸：第2回検討会資料の再掲】24

## ■気候変動を考慮した潮位偏差の推算結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、高潮推算を実施した結果、潮位偏差の変化量(変化率)は0.03m~0.14m(1.04~1.08倍)に増加することとなった。
- ▶ シミュレーションした想定台風の中でT9918号の潮位偏差の変化量(変化率)が高い傾向にある。



想定台風での高潮推算結果 (T9918号)

潮位偏差の集計地点	
豊関南	安岡漁港, 王喜漁港, 下関漁港(南風泊地区・本港地区), 蓋井島漁港, 吉見漁港, 吉母漁港, 六連島漁港
宇部	宇部港, 宇部岬漁港, 梶漁港, 刈屋漁港, 丸尾漁港, 厚狭港, 高泊漁港, 小野田港, 床波漁港, 埴生漁港
山口	阿知須漁港, 向島漁港, 三田尻港, 山口港, 山口漁港, 山口東港, 秋穂漁港(浦地区・大海地区), 西浦漁港, 青江港, 相原漁港, 大道漁港, 中浦漁港, 富海漁港, 牟礼漁港
周南	下松港, 戸田漁港(桑原地区・四郎谷地区・長江地区・津木地区), 光港, 光漁港, 大津島漁港(刈尾地区・馬島地区・本浦地区), 徳山港, 徳山漁港, 福川漁港, 野島漁港, 給大島漁港
柳井	阿月漁港(松浦地区・相の浦地区・池の浦地区), 安下庄漁港, 伊保庄漁港(近長地区・上八地区), 伊保田港, 沖浦港, 沖浦西港, 笠佐港, 久賀港, 牛島漁港, 佐賀漁港, 三浦漁港, 志佐漁港, 室津港, 出井漁港, 小松港, 上関漁港, 森野漁港, 神代漁港, 大島港, 東和港, 日良居漁港, 白木漁港, 尾津漁港, 浮島漁港, 平郡漁港(西浦地区・東浦地区), 平生港, 棕野漁港, 鳴門漁港(遠崎地区・住吉・石神地区・本町地区), 柳井漁港, 油田漁港, 油良港, 和田漁港
岩国	岩国港, 黒島漁港, 前島漁港, 端島漁港, 柱島港, 通津漁港, 由宇漁港

現況・気候変動考慮の潮位偏差の推算値 (ゾーン毎の平均値)

台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119_0K	1.76	1.73	1.75	1.73	1.20	1.36	1.56	
T9119_2K	1.88	1.86	1.88	1.85	1.28	1.45	1.67	
T9918_0K	0.87	1.53	1.84	1.70	1.23	1.40	1.32	
T9918_2K	0.94	1.65	1.98	1.83	1.33	1.50	1.42	
T0418_0K	1.47	1.66	1.77	1.68	1.20	1.38	1.48	
T0418_2K	1.58	1.78	1.90	1.81	1.29	1.48	1.59	
T1515_0K	0.73	1.51	1.19	0.91	0.70	0.78	0.91	
T1515_2K	0.76	1.58	1.24	0.95	0.73	0.81	0.95	

※単位:メートル

潮位偏差の変化量(差分)

台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119	0.12	0.13	0.13	0.12	0.09	0.10	0.11	豊関南・宇部(最大)
T9918	0.07	0.11	0.14	0.13	0.10	0.10	0.10	山口~岩国(最大)
T0418	0.10	0.12	0.13	0.12	0.09	0.10	0.11	
T1515	0.03	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	
平均	0.08	0.11	0.11	0.10	0.08	0.08	0.09	

※単位:メートル

潮位偏差の変化率

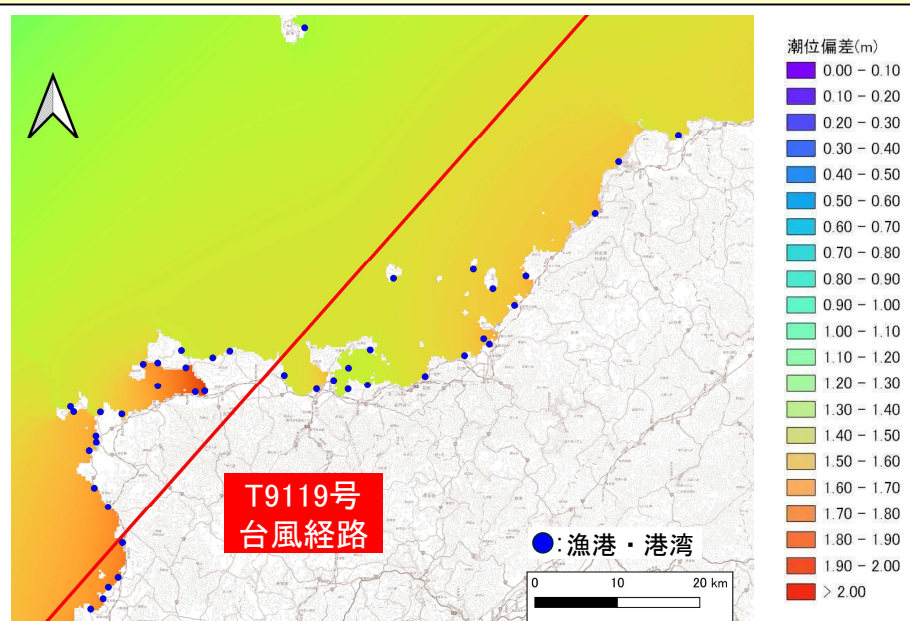
台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T9918	1.08	1.07	1.07	1.07	1.08	1.07	1.07	将来変化倍率最大
T0418	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T1515	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	
平均	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	

※単位:倍率

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口北沿岸】

## ■気候変動を考慮した潮位偏差の推算結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、高潮推算を実施した結果、潮位偏差の変化量(変化率)は0.03m~0.09m(1.05~1.09倍)に増加することとなった。
- ▶ シミュレーションした想定台風の中で、各ゾーンの潮位偏差が最大となるのはT9119号であり、その変化率は1.07倍である。



想定台風での高潮推算結果 (T9119号)

潮位偏差の集計地点	
萩	江崎漁港, 須佐漁港, 宇田郷漁港(尾無地区・宇田地区), 奈古漁港(木与地区・筒尾地区・名古屋地区), 大井漁港, 大島漁港, 櫃島港, 萩港, 萩漁港(嫁立地区・夕なぎ地区・踊場地区・中小畑地区), 玉江漁港, 三見漁港, 相島漁港, 見島漁港(宇津地区・本村地区)
長門	野波瀬漁港, 通漁港, 小島漁港, 仙崎港, 仙崎漁港(大日比地区・仙崎地区・白湯地区), 湊漁港, 黄波戸漁港, 津黄漁港, 立石漁港, 川尻漁港, 大浦漁港, 久津漁港, 久原漁港, 掛淵漁港, 伊上漁港, 油谷港
豊関北	阿川漁港, 島戸漁港, 角島漁港, 角島港, 特牛港, 肥中漁港, 和久漁港, 矢玉漁港, 二見漁港, 宇賀漁港, 小串漁港, 川棚漁港, 涌田漁港, 室津下漁港

現況・気候変動考慮の潮位偏差の推算値 (ゾーン毎の平均値)

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊関北		
T9119_0K	1.19	1.22	1.31	1.24	
T9119_2K	1.27	1.31	1.40	1.33	
T0314_0K	0.68	0.68	0.74	0.70	
T0314_2K	0.73	0.74	0.80	0.76	
T2009_0K	0.60	0.61	0.66	0.62	
T2009_2K	0.65	0.66	0.72	0.68	
T2211_0K	0.52	0.53	0.62	0.56	
T2211_2K	0.56	0.56	0.67	0.60	

※単位:メートル

潮位偏差の変化量(差分)

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊関北		
T9119	0.08	0.09	0.09	0.09	
T0314	0.06	0.05	0.06	0.06	
T2009	0.05	0.05	0.06	0.06	
T2211	0.03	0.03	0.04	0.04	
平均	0.06	0.06	0.06	0.06	

※単位:メートル

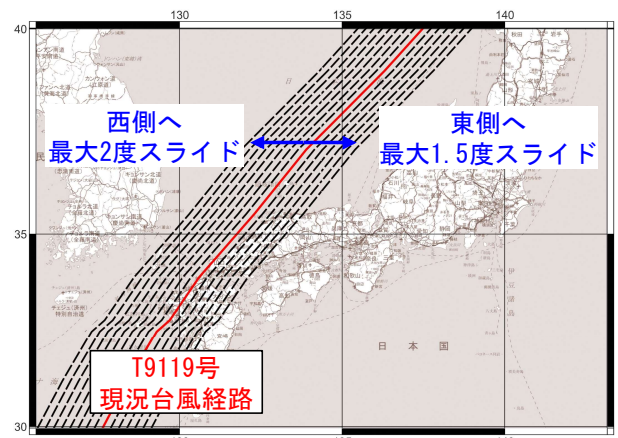
潮位偏差の変化率

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊関北		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	
T0314	1.08	1.08	1.07	1.08	
T2009	1.08	1.08	1.09	1.08	
T2211	1.05	1.06	1.07	1.06	
平均	1.07	1.07	1.07	1.07	

※単位:倍率

## ■ 台風経路をスライドさせた場合の高潮推算結果

- 想定台風の中で潮位偏差の変化量(絶対値)が高い傾向にあったT9119号を対象に、台風経路を東西に0.25°毎にスライド(不確実性を考慮)させて感度分析を実施した。
- 台風経路を東西に0.25°毎にスライドさせて感度分析を実施した結果、潮位偏差は経路に応じて0.42~1.16倍(平均値)となる。



台風経路をスライドさせた場合の潮位偏差の推算値 (2°C上昇)

台風経路	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊後北		
+0.000度(0K)	1.19	1.22	1.31	1.24	比較基準
-2.000度(2K)	0.81	0.86	1.15	0.94	
-1.750度(2K)	0.88	0.92	1.24	1.01	
-1.500度(2K)	0.98	1.03	1.36	1.12	
-1.250度(2K)	1.09	1.13	1.46	1.22	
-1.000度(2K)	1.20	1.23	1.53	1.32	
-0.750度(2K)	1.31	1.32	1.59	1.40	
-0.500度(2K)	1.34	1.38	1.60	1.44	
-0.250度(2K)	1.33	1.39	1.53	1.42	
+0.000度(2K)	1.27	1.31	1.40	1.33	現況台風経路
+0.250度(2K)	1.16	1.15	1.22	1.18	
+0.500度(2K)	1.04	1.00	1.04	1.03	
+0.750度(2K)	0.89	0.84	0.86	0.86	
+1.000度(2K)	0.75	0.69	0.70	0.71	
+1.250度(2K)	0.63	0.58	0.58	0.60	
+1.500度(2K)	0.55	0.51	0.51	0.52	
平均	1.02	1.02	1.18	1.07	

※単位:メートル

台風経路をスライドさせた場合の潮位偏差の変化率(現況台風経路の0Kとの比較)

台風経路	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊後北		
-2.000度(2K)	0.68	0.70	0.88	0.76	
-1.750度(2K)	0.74	0.75	0.95	0.81	
-1.500度(2K)	0.83	0.84	1.04	0.90	
-1.250度(2K)	0.91	0.92	1.11	0.98	
-1.000度(2K)	1.01	1.00	1.17	1.06	
-0.750度(2K)	1.10	1.08	1.21	1.13	
-0.500度(2K)	1.13	1.13	1.22	1.16	将来変化倍率最大
-0.250度(2K)	1.12	1.14	1.17	1.14	
+0.000度(2K)	1.07	1.07	1.07	1.07	現況台風経路
+0.250度(2K)	0.98	0.94	0.93	0.95	
+0.500度(2K)	0.88	0.82	0.80	0.83	
+0.750度(2K)	0.75	0.68	0.66	0.70	
+1.000度(2K)	0.63	0.57	0.54	0.58	
+1.250度(2K)	0.53	0.47	0.44	0.48	
+1.500度(2K)	0.47	0.42	0.39	0.42	
平均	0.85	0.84	0.91	0.87	

※単位:倍率



# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■将来予測値の妥当性検証

- 第1回技術検討会において高潮・波浪の推算手法は、「A: 想定台風」、「B: 不特定多数の台風モデル」の手法を併用して検討することが望ましいとされているが、検討時間などの制約もあることから、A-1: パラメトリック台風モデル手法を採用することで了承を得た。
- 検討結果の妥当性の検証の観点から、近隣県の検討事例や港湾における気候変動適応策の実装方針等の検討資料を参考に、山口県での潮位偏差・波浪の将来予測値についての妥当性を検討した。

## 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案） 37

### ■気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討方針

- 潮位偏差は、気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース(d2PDF/d4PDF)を活用して、高潮推算を行い、将来的に予測される変動量(変化率)を推算する。
- 将来予測される潮位偏差の長期変化量を推算する方法は、以下の推算方法が示されており、「A: 想定台風」、「B: 不特定多数の台風モデル」の大きく2つに区分できる。他県の先行事例では、「A-1: パラメトリック台風モデル」、「B-1: 全球気候モデル台風」の推算手法が多く用いられている。
- A-1: パラメトリック台風モデルは、「従来、想定台風で外力設定してきた沿岸で適用性がある」とされており、山口県の現行計画外力は、想定台風(T9918等)で設定されていることから、A-1: パラメトリック台風モデル用いた推算手法を採用する。

対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
A. 想定台風	伊勢湾台風や室戸台風等の規模を想定した特定事例		
A-1. パラメトリック台風モデル	例えば、Myers モデル等経験的台風モデル <sup>4)</sup>	・ d2PDF、d4PDF 等の計算結果に基づく中心気圧の低下量が簡易的に考慮	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。 ・ B-1 の多数アンサンブルデータセットと組み合わせることで確率評価が可能。
島根県 広島県 徳島県 福岡県 愛媛県 高知県等			
A-2. 領域気象モデルを用いた力学的計算	WRF 等の領域気象モデル	・ d2PDF、d4PDF 等の計算結果から将来変化を現在の気候場に乗せして仮想的に考慮(擬似温暖化手法) <sup>5)</sup>	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸では適用性があるが、同一条件であっても過去の高潮推算とは異なる結果になることに留意が必要。
B. 不特定多数の台風			数多くのサンプルを確保できれば確率評価が可能
B-1. 全球気候モデル台風領域気候モデル台風	d2PDF、d4PDF 等全域もしくはダウンスケール領域気候モデルで気候計算される台風を利用		・ d2PDF、d4PDF 等に温暖化の影響は含まれているが、バイアス補正が必要 <sup>6)</sup> ・ 多数のサンプルが確保可能であり、外力が発生確率で設定されている沿岸で適用性がある。
高知県 愛媛県等			
B-2. 気候学的アプローチ	台風の熱力学的最大発達強度(MPI)を考慮し、環境場から最大クラスの台風を推定		・ MPI の理論を応用して、d2PDF、d4PDF 等の気候値から気候的 maximum 偏差をシームレスに推定する手法等 <sup>7)</sup> ・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。
B-3. 確率台風モデル	台風属性の統計的特性をもとにモンテカルロシミュレーションにより人工的に台風を発生させる統計的手法		・ d4PDF 台風トラックデータ(バイアス補正)を用いた確率台風モデルの作成事例あり <sup>8)</sup> ・ 多数のサンプルが確保可能であり、外力が発生確率で設定されている沿岸で適用性がある。

出典: 気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等(について(令和3年8月 4省庁通知) 各手法のメリット・デメリット

	A-1: パラメトリック台風モデル	B-1: 全球気候モデル台風
メリット	・ 想定台風を用いるため、台風の条件設定が容易。 ・ B-1手法と比較して計算負荷は小さい(数ケース~10ケース程度)	・ 不特定多数の台風を用いるため、確率評価が可能。
デメリット	・ 潮位偏差、波浪を直接確率評価することは困難(台風の最低中心気圧の確率評価は可能)	・ 確率評価の精度を確保するため、最低でも50~100ケースの高潮・波浪推算が必要なため、計算負荷が大きい ・ 不特定多数の台風を用いるため、特定の台風条件の設定は困難

※出典: 山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会 第1回【説明資料】



# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■将来予測値の妥当性検証

- 近隣県の検討事例(公表資料)や港湾における気候変動適応策の実装方針等の検討資料を収集し、潮位偏差の将来変化倍率の算定結果を整理した。
- 山口県の検討手法と異なる場合もあるが、山口県における潮位偏差の将来変化率(平均値:1.07倍)は、隣接県や港湾における技術検討会と概ね同程度であり、将来予測値は妥当と判断した。

山口南沿岸における潮位偏差の変化率

台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T9918	1.08	1.07	1.07	1.07	1.08	1.07	1.07	将来変化倍率最大
T0418	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T1515	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	
平均	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	

※単位:倍率

山口北沿岸における潮位偏差の変化率

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊関北		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	
T0314	1.08	1.08	1.07	1.08	
T2009	1.08	1.08	1.09	1.08	
T2211	1.05	1.06	1.07	1.06	
平均	1.07	1.07	1.07	1.07	

※単位:倍率

先行事例の潮位偏差・波高の算定結果

	潮位偏差	波高
愛媛県	最大:1.007~1.089倍	平均:1.00~1.02倍 最大:1.03~1.05倍
高知県	1.12倍	1.02倍
鳥取県	1.03倍~1.18倍	1.04倍~1.06倍
島根県	1.13倍	1.00~1.09倍
港湾における技術検討委員会※1	南沿岸:1.01倍 北沿岸:1.07倍	南沿岸:1.02倍 北沿岸:1.06倍

※1:山口県沿岸以外を含めた領域も含む

表 2 海域別の潮位偏差・波浪の将来変化比

海域	将来変化比		対象港湾(重要港湾以上)
	潮位偏差	波高	
瀬戸内海 (西部:伊予灘・周防灘)	1.01	1.02	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)・苅田港・中津港・別府港・大分港・松山港
九州北側	1.07	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)

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間100年の場合を示す。

※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。

※潮位偏差と波高の将来変化比が北海道から九州に向かって増加している要因は、台風等による海面気圧の低下量や風速の将来変化比が北海道から九州に向かって増大しているためと考えられる。また、潮位偏差と波高の将来変化比に差が生じている要因は、海域の形状といった特性と高潮と波浪の発達・伝播特性の違いであると考えられる。

出典: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,令和6年3月14日公表

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■気候変動を踏まえた設計高潮位

- ▶ 前述までの高潮推算結果を踏まえて、気候変動を踏まえた設計高潮位を設定した。
- ▶ 気候変動を踏まえた設計高潮位は、現行の設計高潮位に対して、南沿岸では0.46m～0.57m程度、北沿岸では0.43m～0.47m程度上昇することが想定される。

気候変動を踏まえた設計高潮位

ゾーン名	現行計画の設計高潮位			気候変動を踏まえた設計高潮位					
	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	潮位偏差 (m)	設計高潮位 (T.P.m)	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	海面上昇量 (m)	気候変動考慮		気候変動を踏まえた 設計高潮位(T.P.m)	
						潮位偏差(m)	変化倍率※3		
山口南沿岸	豊関南 (吉母～下関)	1.04～1.88	0.97～2.54	2.01～4.42	1.04～1.88 (吉母～下関)	0.39	1.04～2.72 【+0.07～+0.18】※2	1.07	2.47～4.99 【+0.46～+0.57】
	宇部	1.62～1.80 (埴生～丸尾)	2.10～2.60	3.72～4.40	1.62～1.80 (埴生～丸尾)	0.39	2.25～2.78 【+0.15～+0.18】	1.07	4.26～4.97 【+0.54～+0.57】
	山口	1.54～1.62 (山口～三田尻)	2.20～2.50	3.76～4.12	1.54～1.62 (山口～三田尻)	0.39	2.35～2.68 【+0.15～+0.18】	1.07	4.30～4.69 【+0.54～+0.57】
	周南	1.47～1.52 (徳山～光)	2.13～2.41	3.60～3.90	1.47～1.52 (徳山～光)	0.39	2.28～2.58 【+0.15～+0.17】	1.07	4.14～4.46 【+0.54～+0.56】
	柳井	1.42～1.53 (平生～久賀)	1.40～2.40	2.80～3.93	1.42～1.53 (平生～久賀)	0.39	1.50～2.57 【+0.10～+0.17】	1.07	3.37～4.49 【+0.49～+0.56】
	岩国	1.71～1.80 (柱島～岩国)	1.60～1.95	3.31～3.70	1.71～1.80 (柱島～岩国)	0.39	1.71～2.09 【+0.11～+0.14】	1.07	3.81～4.23 【+0.50～+0.53】
山口北沿岸	豊関北	0.88～1.04 (室津下～阿川)	0.91～0.97	1.79～2.01	0.88～1.04 (室津下～阿川)	0.39	0.97～1.04 【+0.06～+0.07】	1.07	2.24～2.47 【+0.45～+0.46】
	長門	0.85～0.88 (大浦～野波瀬)	0.80～0.84	1.65～1.70	0.85～0.88 (大浦～野波瀬)	0.39	0.86～0.90 【+0.06】	1.07	2.10～2.17 【+0.43～+0.47】
	萩	0.58～0.75 (三見～見島)	0.71～0.90	1.18～1.68	0.58～0.75 (三見～見島)	0.39	0.76～0.96 【+0.05～+0.06】	1.07	1.73～2.10 【+0.44～+0.45】

※1：朔望平均満潮位は、「海岸・河川事業における設計潮位（瀬戸内海沿岸）について、2003年」、「日本海沿岸の潮位基準の改訂について、2008年」から設定

※2：【】の数値は、現行計画値からの差分

※3：現行台風経路時の将来変化倍率（平均値）

## ■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討方針

▶ 山口県での設計波高は、「気候変動を踏まえた海岸のあり方提言(案)」に基づき、山口沿岸における波浪の経年的な変化を整理したうえで、長期間の波浪推算による統計値により設定する。その際、計画高潮位の設定に用いた気候変動を考慮した想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当なものであるか確認する(対応方針②への対応)。

項目	沿岸	現行計画外力の設定方法
設計沖波	北沿岸	■ SMB法やスペクトル法で設定した30年確率波。
	南沿岸	■ SMB法で使用する風速は、30年確率風速として25m/sを使用。

### (3-2) 波浪への今後の対応方針

○(3-1)を踏まえ、気候変動による波浪の長期変化については、今後以下のように対応することが考えられる。

#### <前提条件>

- ① 波浪は地域や地形等によって大きく異なる。
- ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算している地域とがある。
- ③ 現行計画の作成当時と比べ、近年の観測結果にはすでに気候変動の影響による長期変化量が含まれている可能性がある。
- ④ 現時点では、波浪の長期変化(沖合での波高の増加及び周期や波高の変化等)の予測や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べて、不確実性が高い。

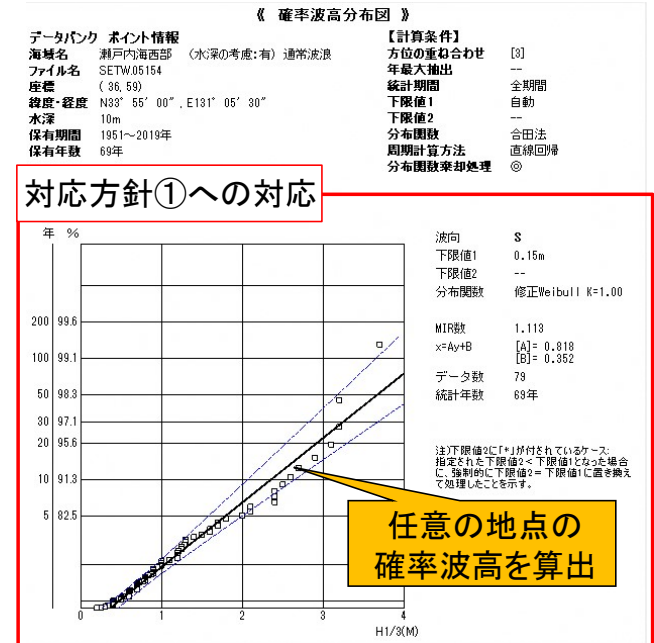
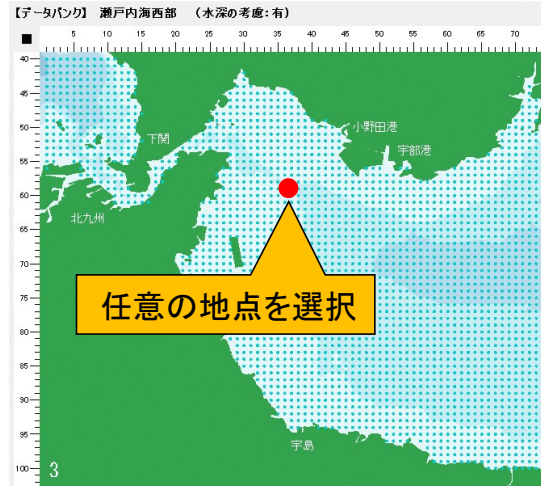
#### <対応方針>

- ① 既に気候変動の影響が含まれている可能性があるため、できるだけ長期間(観測開始から)の観測データ又は波浪推算に基づいた統計解析によって設計波を決定する。
- ② 将来予測される波浪の長期変化量を推算し、適切に考慮する。
- ③ 近年の観測データには気候変動の影響が既に含まれている可能性があるため、長期間の観測データを使用する場合には、近年に観測されつつある気候変動によるトレンドに留意し、過小評価とならないよう極値統計解析を行う。

出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言、令和2年7月

## ■「確率波高計算処理システム」を活用した確率波高の算定

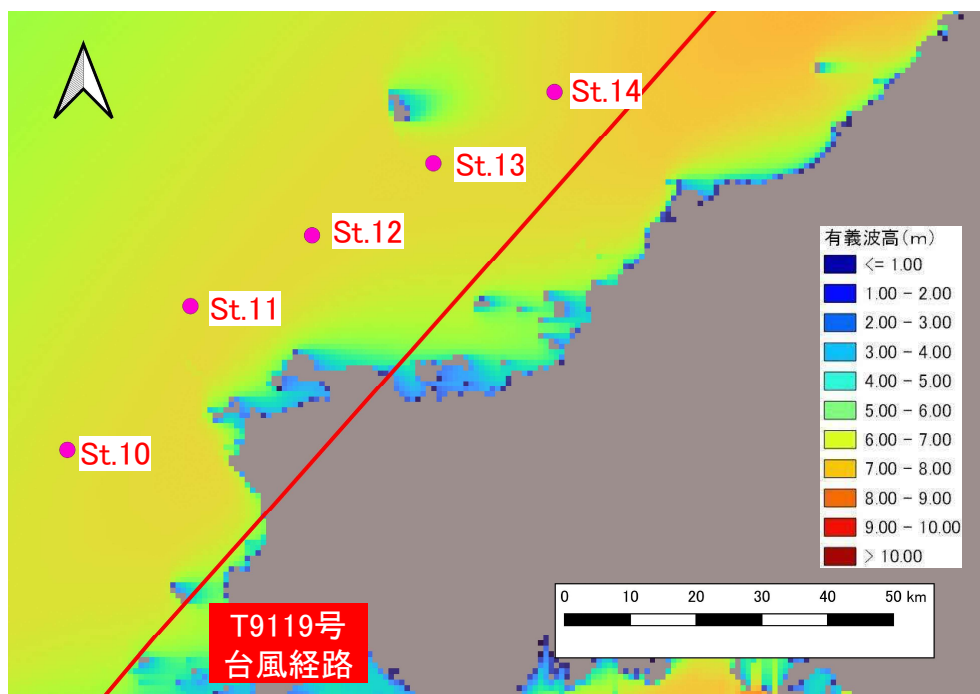
- 中国地方整備局では、日本海沿岸で64年間(S31~R1年)、瀬戸内海西部で69年間(S26~R1年)、瀬戸内海東部で70年間(S25~R1年)に中国地方周辺で発生した年最大波高(極大値)の異常気象時について波浪推算を実施して、計算結果をデータベース化し、任意の地点での確率波浪を抽出できるシステムを構築している。
- 山口県では、この確率波高計算処理システムで算出される長期の波浪推算での統計値を気候変動を考慮した波浪として採用する。



出典：確率波高計算処理システム 中国地方整備局

## ■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、波浪推算を実施した結果、各沖波算出地点における波高の変化量(変化率)は0.32m~0.50m(1.03~1.06倍)に増加することとなった。
  - ▶ シミュレーションした想定台風の中での波高の変化量はいずれも同程度であるが、変化率はT9119およびT2009がやや高い傾向にある。
- ※各Stの位置は、地形、沖波波高の現計画値の分布及び「確率波高計算処理システム」の算出地点を基に設定。



想定台風での波浪推算結果 (T9119号)

現況・気候変動考慮の有義波高の推算値

台風	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
T9119_OK	5.89	5.97	6.04	6.04	6.09	6.01	
T9119_2K	6.22	6.32	6.39	6.39	6.43	6.35	
T0314_OK	8.52	8.70	8.21	8.08	7.23	8.15	
T0314_2K	8.92	9.10	8.60	8.47	7.56	8.53	
T2009_OK	8.63	8.84	8.34	8.19	7.33	8.27	
T2009_2K	9.12	9.34	8.80	8.66	7.75	8.73	
T2211_OK	9.97	10.52	10.34	10.42	9.52	10.15	
T2211_2K	10.33	10.88	10.70	10.79	9.84	10.51	

※単位:メートル

有義波高の変化量(差分)

台風	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
T9119	0.33	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	
T0314	0.40	0.40	0.39	0.39	0.33	0.38	
T2009	0.49	0.5	0.46	0.47	0.42	0.47	
T2211	0.36	0.36	0.36	0.37	0.32	0.35	
平均	0.39	0.40	0.39	0.39	0.35	0.39	

※単位:メートル

有義波高の変化率

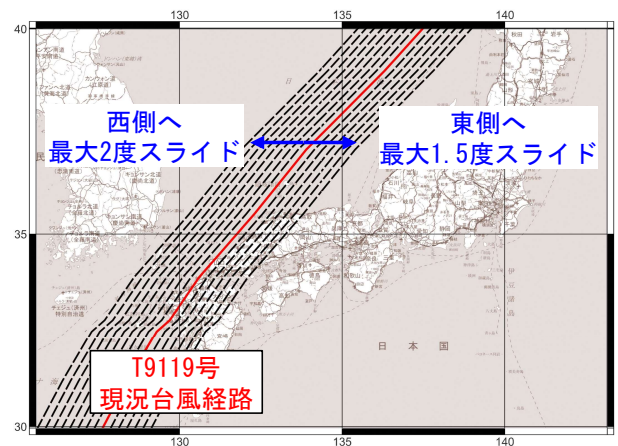
台風	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
T9119	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	
T0314	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	
T2009	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	
T2211	1.04	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	
平均	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	

※単位:倍率



## ■ 台風経路をスライドさせた場合の波浪推算結果

- 想定台風の中で有義波高の変化量(変化率)が高い傾向にあったT9119号を対象に、台風経路を東西に0.25°毎にスライド(不確実性を考慮)させて感度分析を実施した。シミュレーションを実施した台風経路は高潮推算を実施した台風経路と同様である。
- 台風経路をスライドさせて感度分析を実施した結果、有義波高は経路に応じて0.68~2.25倍程度(平均値)となる。台風経路が西側であるほど波高が大きい傾向にあるが、これは台風が日本海側を通過する際の吹き戻しの吹送距離が、西側の経路ほど大きくなるためと考えられる。



台風経路をスライドさせた場合の有義波高の推算値 (2°C上昇)

台風経路	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
+0.000度(0K)	5.89	6.04	5.97	6.04	6.09	6.01	比較基準
-2.000度(2K)	13.81	14.19	13.70	13.71	12.09	13.50	
-1.750度(2K)	13.02	13.42	13.07	13.17	11.81	12.90	
-1.500度(2K)	11.73	12.19	12.01	12.27	11.27	11.89	
-1.250度(2K)	10.20	10.75	10.82	11.17	10.55	10.70	
-1.000度(2K)	8.84	9.25	9.40	9.82	9.56	9.37	
-0.750度(2K)	7.85	8.12	8.11	8.39	8.35	8.16	
-0.500度(2K)	7.20	7.39	7.41	7.47	7.41	7.38	
-0.250度(2K)	6.67	6.82	6.89	6.90	6.89	6.83	
+0.000度(2K)	6.22	6.39	6.32	6.39	6.43	6.35	現況台風経路
+0.250度(2K)	5.83	5.90	5.97	5.93	5.98	5.92	
+0.500度(2K)	5.47	5.51	5.60	5.55	5.61	5.55	
+0.750度(2K)	5.09	5.11	5.25	5.21	5.27	5.19	
+1.000度(2K)	4.71	4.72	4.88	4.86	4.95	4.82	
+1.250度(2K)	4.33	4.34	4.49	4.50	4.61	4.45	
+1.500度(2K)	3.97	3.98	4.12	4.12	4.25	4.09	
平均	7.66	7.87	7.87	7.96	7.67	7.81	

※単位:メートル

台風経路をスライドさせた場合の有義波高の変化率 (現況台風経路の0Kとの比較)

台風経路	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
-2.000度(2K)	2.34	2.35	2.29	2.27	1.99	2.25	
-1.750度(2K)	2.21	2.22	2.19	2.18	1.94	2.15	
-1.500度(2K)	1.99	2.02	2.01	2.03	1.85	1.98	
-1.250度(2K)	1.73	1.78	1.81	1.85	1.73	1.78	
-1.000度(2K)	1.50	1.53	1.57	1.63	1.57	1.56	
-0.750度(2K)	1.33	1.34	1.36	1.39	1.37	1.36	
-0.500度(2K)	1.22	1.22	1.24	1.24	1.22	1.23	
-0.250度(2K)	1.13	1.13	1.15	1.14	1.13	1.14	
+0.000度(2K)	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	現況台風経路
+0.250度(2K)	0.99	0.98	1.00	0.98	0.98	0.99	
+0.500度(2K)	0.93	0.91	0.94	0.92	0.92	0.92	
+0.750度(2K)	0.86	0.85	0.88	0.86	0.87	0.86	
+1.000度(2K)	0.80	0.78	0.82	0.80	0.81	0.80	
+1.250度(2K)	0.74	0.72	0.75	0.75	0.76	0.74	
+1.500度(2K)	0.67	0.66	0.69	0.68	0.70	0.68	
平均	1.30	1.30	1.32	1.32	1.26	1.30	

※単位:倍率

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■将来予測値の妥当性検証

- ▶ 近隣県の検討事例(公表資料)や港湾における気候変動適応策の実装方針等の検討資料を収集し、波高の将来変化倍率の算定結果を整理した。
- ▶ 山口県の検討手法と異なる場合もあるが、山口県における波高の将来変化率(平均値:1.04倍~1.05倍)は、隣接県や港湾における技術検討会と概ね同程度であり、将来予測値は妥当と判断した。

山口南沿岸における有義波高の変化率

台風	抽出地点										平均値	備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8			
T9119	1.06	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	
T9918	1.07	1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.04	1.03	1.04	1.05	1.05	将来変化倍率最大
T0418	1.07	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	
T1515	1.09	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	
平均	1.07	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	

※単位:倍率

山口北沿岸における有義波高の変化率

台風	ゾーン					平均値	備考
	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14		
T9119	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	
T0314	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	
T2009	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	
T2211	1.04	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	
平均	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	

※単位:倍率

先行事例の潮位偏差・波高の算定結果

	潮位偏差	波高
愛媛県	最大:1.007~1.089倍	平均:1.00~1.02倍 最大:1.03~1.05倍
高知県	1.12倍	1.02倍
鳥取県	1.03倍~1.18倍	1.04倍~1.06倍
島根県	1.13倍	1.00~1.09倍
港湾における技術検討委員会※1	南沿岸:1.01倍 北沿岸:1.07倍	南沿岸:1.02倍 北沿岸:1.06倍

表 2 海域別の潮位偏差・波浪の将来変化比

海域	将来変化比		対象港湾(重要港湾以上)
	潮位偏差	波高	
瀬戸内海 (西部:伊予灘・周防灘)	1.01	1.02	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)・苅田港・中津港・別府港・大分港・松山港
九州北側	1.07	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)

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間100年の場合を示す。

※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。

※潮位偏差と波高の将来変化比が北海道から九州に向かって増加している要因は、台風等による海面気圧の低下量や風速の将来変化比が北海道から九州に向かって増大しているためと考えられる。また、潮位偏差と波高の将来変化比に差が生じている要因は、海域の形状といった特性と高潮と波浪の発達・伝播特性の違いであると考えられる。

出典: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,令和6年3月14日公表

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸】

## ■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 長期間の確率統計による設計沖波(30年・50年確率(参考))と気候変動を考慮した想定台風(2°C上昇)による推算波高を比較した結果、日本海側では、長期統計による設計沖波が高く、瀬戸内海側では、概ね同程度または推算波高が若干高い傾向にあった。前述の通り台風経路が東西にスライドすることで推算波高が変化するため、設計沖波と推算波高の比較には不確実性が残る。
- ▶ 一方で、長期統計による設計沖波は将来予測値が反映されていないが、多くの台風・低気圧を対象に波浪推算を実施し、確率評価された設計沖波のため、想定台風での推算波高よりも安全側に設定された数値と判断し、波高は気候変動による影響を考慮せず、長期統計による設計沖波の値を利用する方針とする。

## ■長期統計による設計沖波と想定台風での推算波高との比較

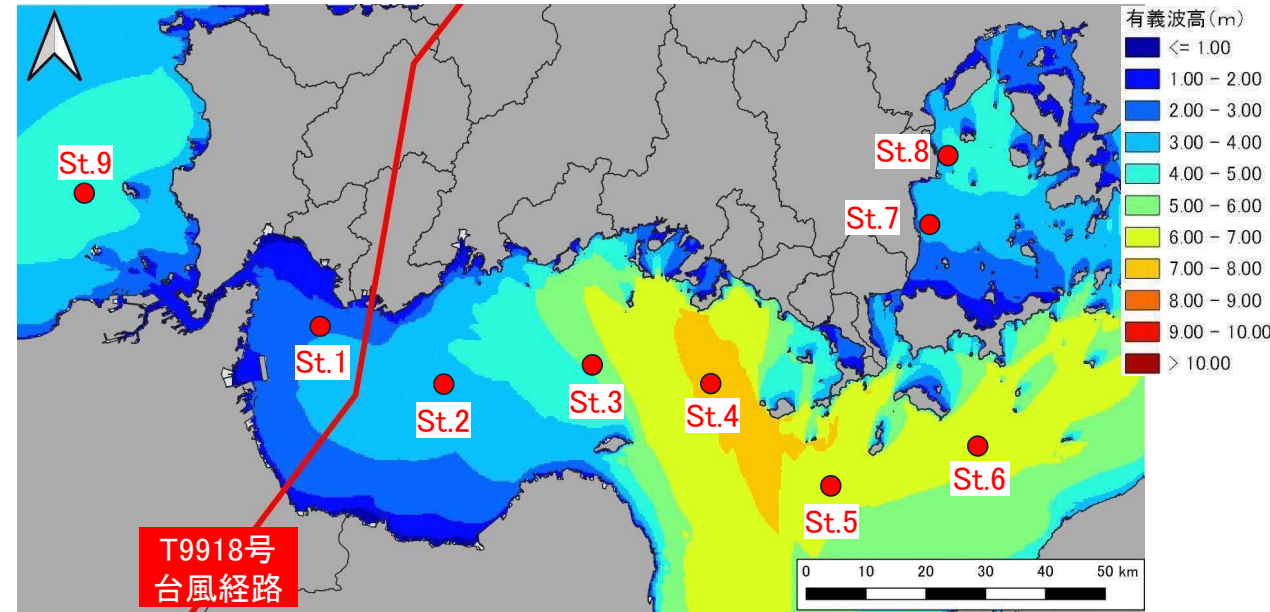
- 日本海側のSt. 9の設計沖波は、冬季風浪を含んでいるため、想定台風による推算波高より波高が高い。
- 瀬戸内海側のSt. 1~St. 3、St. 7~St. 8の設計沖波と想定台風での推算波高は、波向の違いによるバラツキはあるが、概ね現行計画の30年確率波と同程度であった。同地点の水深は、10m~40m程度で浅海域のため、地形の影響により、波高が減衰しているものと推測される。
- 瀬戸内海側のSt. 4~St. 6の設計沖波と想定台風での推算波高は、波向の違いによるバラツキはあるが、設計沖波の30年確率波より推算波高の方が若干高い傾向にある。同地点の水深は、上述の地点より水深が深く40m~60m程度のため、地形の影響を受けにくく、波高が減衰しにくいものと推測される。

## 長期統計の設計沖波と想定台風による波浪推算値(現行台風経路)との比較

沖波算出地点と波向き		St.9			St.1			St.2		
		NW	WNW	W	S	SSE	SE	S	SSE	SE
対象ゾーン		豊岡南ゾーン			豊岡南・宇部ゾーン			宇部・山口ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.95m~8.10m			2.70m~4.80m			2.30m~5.40m		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年~2019年	30年確率	8.75m	8.28m	7.80m	3.61m	4.02m	4.35m	3.81m	4.43m	5.04m
	50年確率	9.25m	8.77m	8.34m	4.08m	4.45m	4.74m	4.39m	4.94m	5.50m
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	3.97m			3.64m			4.73m		
	T9918	4.24m			2.91m			3.81m		
	T0418	4.37m			3.78m			4.84m		
	T1515	5.80m			3.50m			4.21m		
	平均値	4.59m			3.46m			4.40m		
沖波算出地点と波向き		St.3			St.4			St.5		
対象ゾーン		山口・周南ゾーン			周南ゾーン			周南・柳井ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.64m~6.00m			0.64m~6.00m			1.10m~5.50m		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年~2019年	30年確率	4.46m	4.92m	6.01m	4.30m	5.13m	6.71m	5.81m	5.87m	5.82m
	50年確率	5.07m	5.50m	6.58m	4.82m	5.77m	7.32m	6.35m	6.41m	6.35m
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	5.56m			6.57m			6.43m		
	T9918	5.38m			7.09m			6.70m		
	T0418	5.79m			6.72m			6.41m		
	T1515	4.93m			5.17m			4.44m		
	平均値	5.41m			6.39m			6.00m		
沖波算出地点と波向き		St.6			St.7			St.8		
対象ゾーン		柳井ゾーン			岩国ゾーン			岩国ゾーン		
現行計画値(SMB法)		1.10m~5.50m			2.03m~3.17m			2.03m~3.17m		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年~2019年	30年確率	5.26m	5.28m	4.83m	3.74m	3.69m	2.95m	4.16m	3.56m	2.17m
	50年確率	5.74m	5.84m	5.35m	4.09m	4.10m	3.24m	4.54m	4.00m	2.36m
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	6.52m			2.98m			3.86m		
	T9918	6.37m			3.29m			3.92m		
	T0418	6.60m			3.02m			3.87m		
	T1515	3.91m			2.54m			2.77m		
	平均値	5.85m			2.96m			3.60m		

30年確率波高と推算波高(平均値)との比較

※気候変動を考慮した想定台風：現行の台風経路に対する推算波高



想定台風での波浪推算結果 (T9918号)



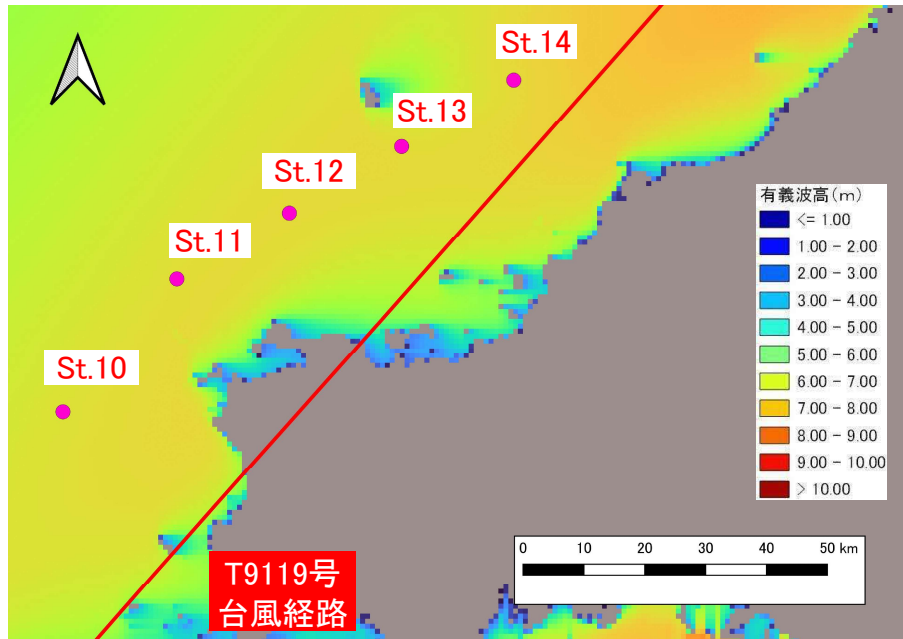
# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口北沿岸】

## ■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 長期間の確率統計による設計沖波(30年・50年確率(参考))と気候変動を考慮した想定台風(2°C上昇)による推算波高を比較した結果、長期統計による30年確率波高は、St. 10~13では各台風による推算波高の平均値と概ね同程度、St. 14では平均値を上回る結果となった。前述の通り台風経路が東西にスライドすることで推算波高が変化するため、設計沖波と推算波高の比較には不確実性が残る。
- ▶ 一方で、長期統計による設計沖波は将来予測値が反映されていないが、多くの台風・低気圧を対象に波浪推算を実施し、確率評価された設計沖波のため、想定台風での推算波高よりも安全側に設定された数値と判断し、波高は気候変動による影響を考慮せず、長期統計による設計沖波の値を利用する方針とする。

## ■長期統計による設計沖波と想定台風での推算波高との比較

- St. 10~13の30年確率波高は、想定台風による推算波高の平均値と同程度。
  - St. 14の30年確率波高は、想定台風による推算波高の平均値よりも0.4~0.7m程度大きい。
- ※各Stは、「確率波高計算処理システム」の出力点かつ30年確率波に対し1/2波長以上が確保可能な地点を設定。



想定台風での波浪推算結果 (T9119号)

## 長期統計の設計沖波と想定台風による波浪推算値(現行台風経路)との比較

沖波算出地点と波向き		St.10			St.11		
		WNW	NW	NNW	NW	NNW	N
対象ゾーン		豊岡北ゾーン			長門ゾーン		
現行計画値(SMB法)		7.3~9.6m			9.6m (伊上漁港~大浦漁港: 1.1~1.7m)		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	8.09m	8.55m	8.59m	8.52m	8.69m	8.52m
	50年確率	8.55m	9.02m	9.04m	8.95m	9.13m	8.96m
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	6.22m			6.32m		
	T0314	8.92m			9.10m		
	T2009	9.12m			9.34m		
	T2211	10.33m			10.88m		
	平均値	8.65m			8.91m		
沖波算出地点と波向き		St.12			St.13		
対象ゾーン		長門ゾーン			萩ゾーン		
現行計画値(SMB法)		9.6m			9.0~9.6m		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	8.44m	8.58m	8.33m	8.40m	8.51m	8.19m
	50年確率	8.84m	8.99m	8.71m	8.77m	8.88m	8.54m
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	6.39m			6.43m		
	T0314	8.60m			8.47m		
	T2009	8.80m			8.66m		
	T2211	10.70m			10.79m		
	平均値	8.62m			8.59m		
沖波算出地点と波向き		St.14					
対象ゾーン		萩ゾーン					
現行計画値(SMB法)		9.0~9.6m					
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	8.52m	8.62m	8.27m			
	50年確率	8.92m	9.02m	8.64m			
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	6.43m					
	T0314	7.56m					
	T2009	7.75m					
	T2211	9.84m					
	平均値	7.90m					

30年確率波高と推算波高(平均値)との比較

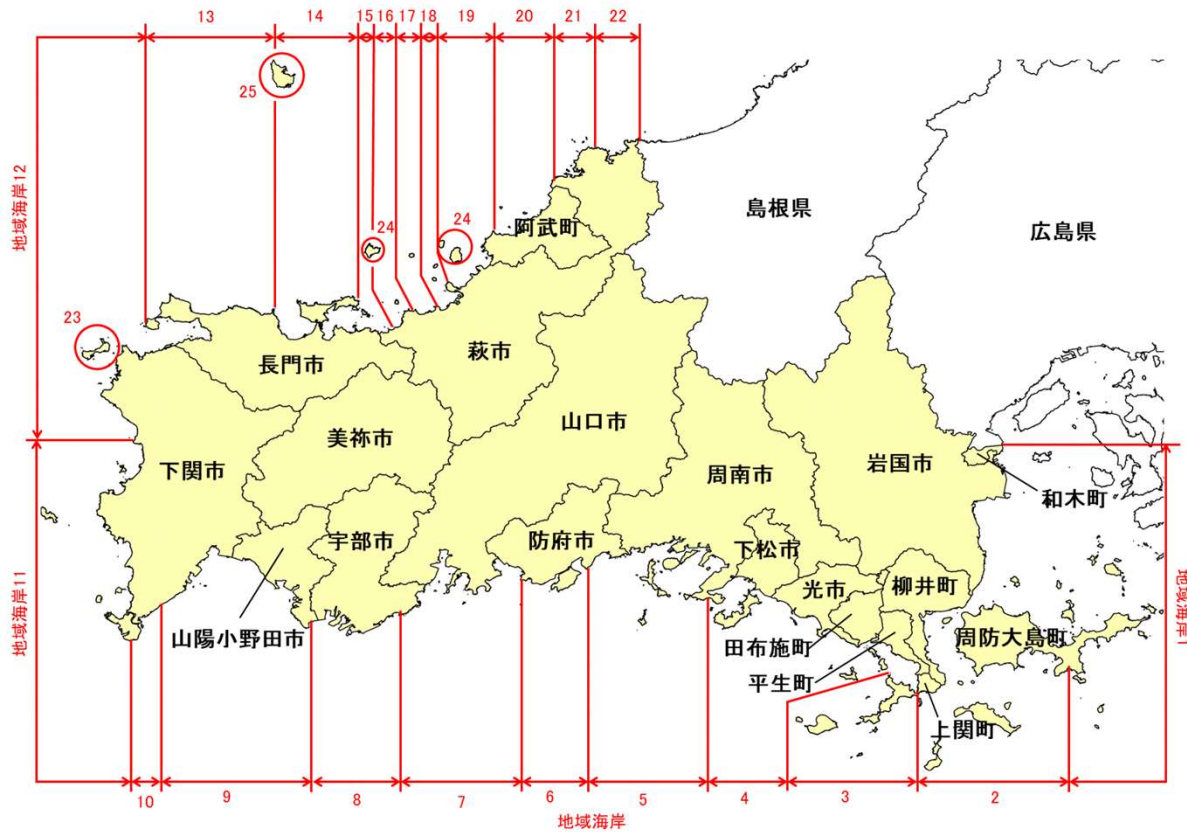
※気候変動を考慮した想定台風: 現行の台風経路に対しての推算波高



# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■気候変動を踏まえた設計津波水位(L1津波水位)と設計高潮位の比較

- 山口県沿岸では、日本海側の北沿岸の一部を除いて、堤防高は津波高ではなく高潮・高波に対する必要高から設定されている。
- そのため、気候変動を踏まえた設計津波水位の検討は、山口県地震・津波防災対策検討委員会で設定したL1津波水位に、目標とする2100年の平均海面水位の上昇量(0.39m)を加算して設定することとし、平均海面上昇量を加算した設計津波高と気候変動を踏まえた設計高潮位の比較を行った。



出典：第11回山口県地震・津波防災対策検討委員会(資料-4)を基に作図  
山口沿岸における地域海岸

地域海岸毎の最大津波水位

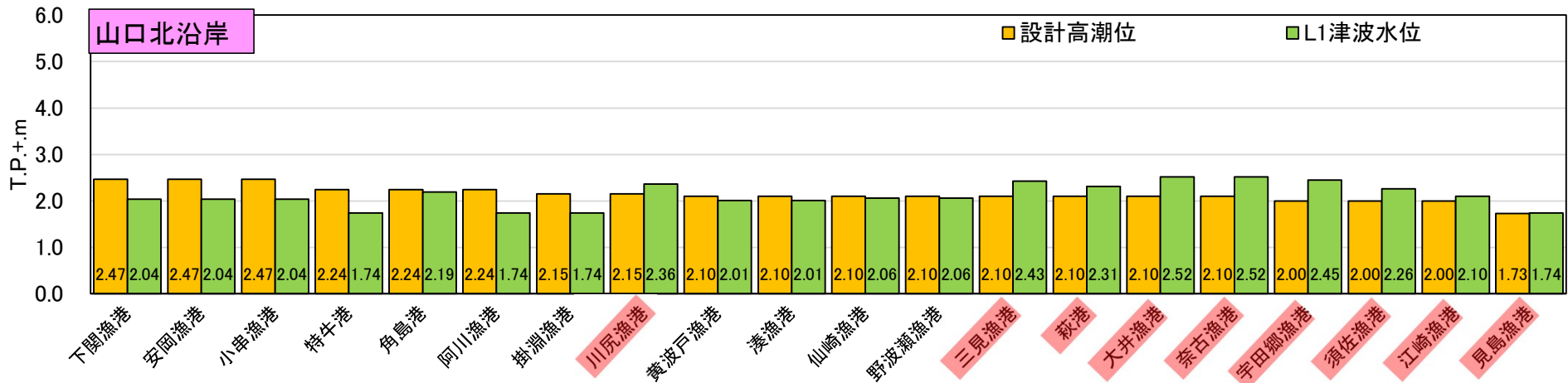
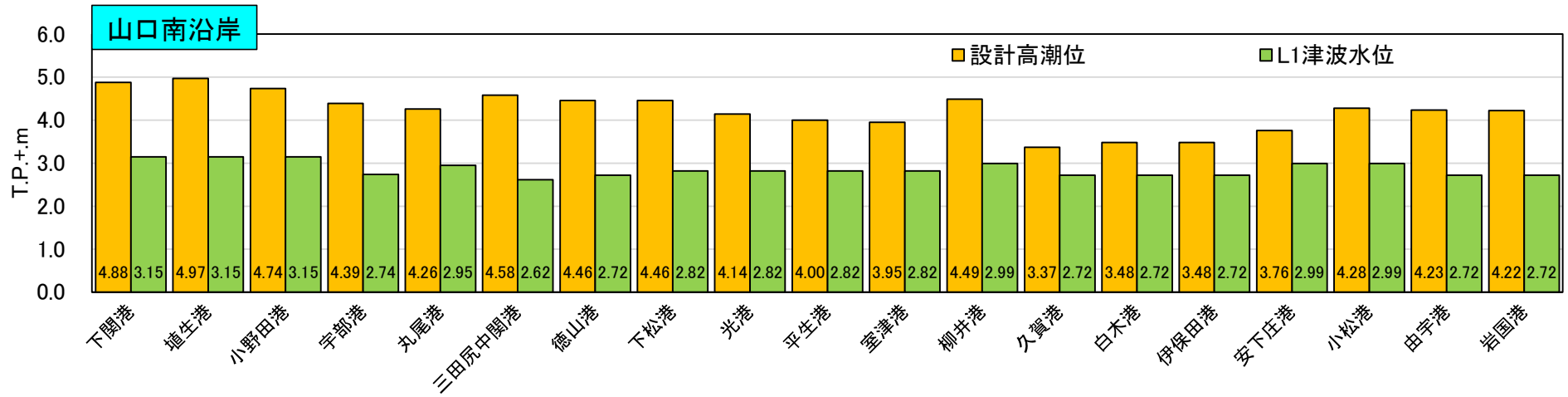
地域海岸	最大値 (T.P.m)	主要地点
1	2.33	岩国港, 由宇港, 久賀港, 日良居港, 油良港, 白木港, 伊保田港
2	2.60	安下庄港, 沖浦港, 沖浦西港, 小松港, 柳井港, 笠佐港, 大島港
3	2.23	上関漁港
4	2.43	室津港, 平生港, 徳山下松港(光), 徳山下松港(下松)
5	2.31	徳山下松港(徳山)
6	2.23	三田尻中関港(三田尻), 三田尻中関港(中関), 青江港
7	2.56	秋穂港, 山口東港, 山口港, 丸尾港
8	2.35	宇部港
9	2.76	小野田港, 埴生港, 下関港(長府)
10	1.64	下関港(岬之町)
11	1.65	下関港, 下関漁港, 吉母漁港, 湧田漁港, 小串港
12	1.35	二見漁港, 油谷港, 掛淵漁港, 大浦漁港(南側)
13	1.97	大浦漁港(北側), 川尻漁港, 立石漁港, 津黄漁港
14	1.62	黄波戸漁港, 深川港, 湊漁港, 仙崎漁港(西側)
15	1.67	通漁港, 仙崎港, 仙崎漁港(東側), 小島漁港, 野波瀬漁港, 飯井港
16	2.04	三見漁港
17	2.52	玉江漁港(橋本川左岸側)
18	1.92	玉江漁港(橋本川右岸側), 萩港, 萩漁港(萩地区~越ヶ浜地区)
19	2.13	萩漁港(嫁泣), 大井漁港, 奈古漁港(奈古)
20	2.06	奈古漁港(木与), 田部港, 宇田郷漁港
21	1.87	須佐漁港, 須佐港
22	1.71	江崎漁港
23	1.80	【離島】角島
24	1.55	【離島】大島, 相島, 櫃島, 他
25	1.35	【離島】見島

出典：第11回山口県地震・津波防災対策検討委員会(資料-4) 参照

# 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

## ■気候変動を踏まえた設計津波水位(L1津波水位)と設計高潮位の比較

- ▶ 山口南沿岸では、全地点において設計高潮位が設計津波水位に比べて約1.0m程度の方が高い。
- ▶ 山口北沿岸では、川尻漁港、三見漁港～見島漁港の一部を除いて、設計津波水位より設計高潮位の方が高くなっている。



気候変動を踏まえた設計津波水位と設計高潮位の比較

※設計高潮位より設計津波水位が高い箇所

## ■気候変動を踏まえた計画外力の算定結果

▶ 前述までの高潮・波浪推算結果を踏まえて、気候変動後の計画外力を設定した。設定方法を以下に示す。

【設計高潮位】現行の朔望平均満潮位+海面上昇量(0.39m)+潮位偏差(将来変化倍率:1.07倍)で設定。

【設計津波水位】現行の設計津波水位に将来における海面上昇量(0.39m)を加算。

【設計沖波】有義波高の上昇傾向が確認されていないことから、気候変動の影響を考慮せず、確率波高計算処理システムから算出した30年確率波を使用。

気候変動を踏まえた計画外力の算定

ゾーン	気候変動を踏まえた設計高潮位				気候変動を踏まえた設計津波水位 (T.P.m)	設計沖波(m) (主要3方位)	
	朔望平均満潮位 (T.P.m)	海面上昇量 (m)	気候変動考慮				設計高潮位 (T.P.m)
			潮位偏差(m)	変化率※2			
豊関南	1.04~1.88 (吉母~下関)	0.39	1.04~2.72 【+0.07~+0.18】※1	1.07	2.47~4.99 【+0.46~+0.57】	2.04~3.15 【+0.39】	St.9: 7.80~8.75 St.1: 3.61~4.35
宇部	1.62~1.80 (埴生~丸尾)	0.39	2.25~2.78 【+0.15~+0.18】	1.07	4.26~4.97 【+0.54~+0.57】	2.74~3.15 【+0.39】	St.1: 3.61~4.35 St.2: 3.81~5.04
山口	1.54~1.62 (山口~三田尻)	0.39	2.35~2.68 【+0.15~+0.18】	1.07	4.30~4.69 【+0.54~+0.57】	2.62~2.95 【+0.39】	St.2: 3.81~5.04 St.3: 4.46~6.01
周南	1.47~1.52 (徳山~光)	0.39	2.28~2.58 【+0.15~+0.17】	1.07	4.14~4.46 【+0.54~+0.56】	2.70~2.82 【+0.39】	St.4: 4.30~6.71 St.5: 5.81~5.87
柳井	1.42~1.53 (平生~久賀)	0.39	1.50~2.57 【+0.10~+0.17】	1.07	3.37~4.49 【+0.49~+0.56】	2.62~2.99 【+0.39】	St.5: 5.81~5.87 St.6: 4.83~5.28
岩国	1.71~1.80 (柱島~岩国)	0.39	1.71~2.09 【+0.11~+0.14】	1.07	3.81~4.23 【+0.50~+0.53】	2.72 【+0.39】	St.7: 2.95~3.74 St.8: 2.17~4.16
豊関北	0.88~1.04 (室津下~阿川)	0.39	0.97~1.04 【+0.06~+0.07】	1.07	2.24~2.47 【+0.45~+0.46】	1.74~2.19 【+0.39】	St.10: 8.09~8.59
長門	0.85~0.88 (大浦~野波瀬)	0.39	0.86~0.90 【+0.06】	1.07	2.10~2.17 【+0.43~+0.47】	1.74~2.36 【+0.39】	St.11: 8.52~8.69 St.12: 8.33~8.58
萩	0.58~0.75 (三見~見島)	0.39	0.76~0.96 【+0.05~+0.06】	1.07	1.73~2.10 【+0.44~+0.45】	1.74~2.91 【+0.39】	St.13: 8.19~8.51 St.14: 8.27~8.62

※1: 【】の数値は、現行計画値からの差分 ※2: 現行台風経路時の将来変化倍率(平均値)

---

## 6. 必要天端高の算定

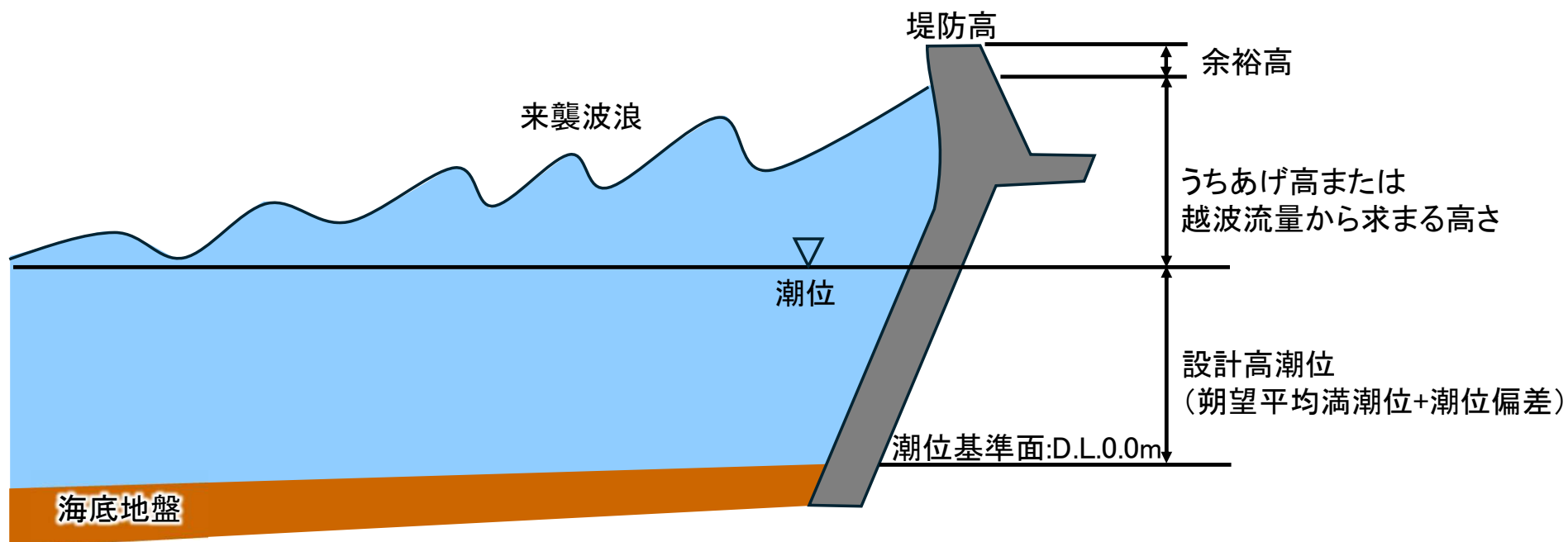
---

# 必要天端高の算定

## ■高潮による必要天端高の算出方法

- 高潮に対する必要天端高の算定は、計画天端高＝設計高潮位＋うちあげ高または越波流量＋余裕高から求まる高さで設定されている。
- 余裕高については、まず潮位と波高を考慮した必要高さを算出し、0.1m単位で切り上げるための値を余裕高とした。

計画天端高＝設計高潮位＋うちあげ高または越波流量から求まる高さ＋余裕高



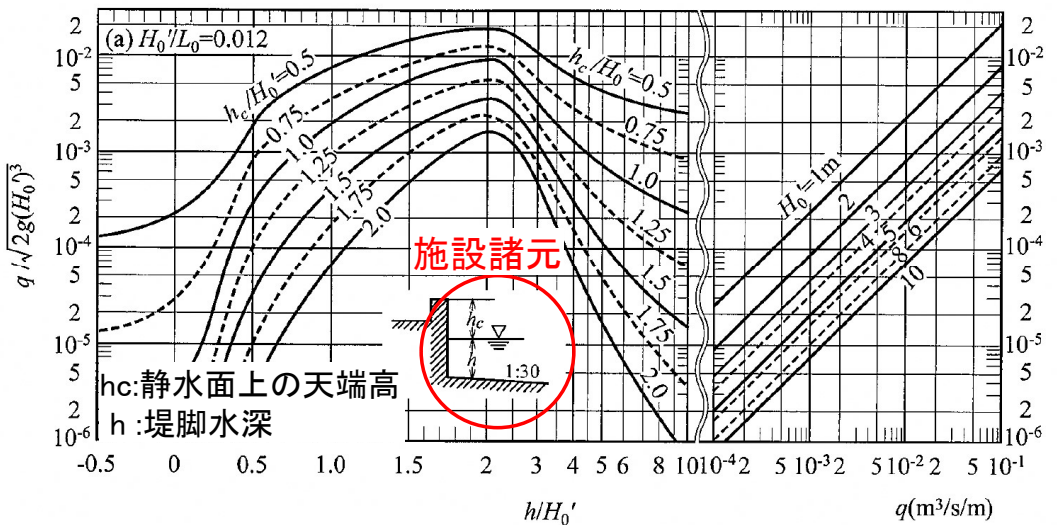
高潮・高波による計画天端高の設定方法のイメージ図



# 必要天端高の算定

## ■高潮による必要天端高の算出方法

- ▶ 高潮による必要天端高は、海岸保全施設の技術上の基準・同解説(H30.8)に準拠し、許容越波流量を満足する天端高を設定した。
- ▶ 許容越波流量は、背後地の重要度からみた越波流量として、 $0.02\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ を基本とした。
- ▶ なお、堤防・護岸前面に離岸堤等が整備されている場合は、海岸保全施設の技術上の基準・同解説(H30.8)に記載されている天端高と透過率の関係図から、波高低減率を計算し、離岸堤透過後の波高を用いて、必要天端高を算定した。



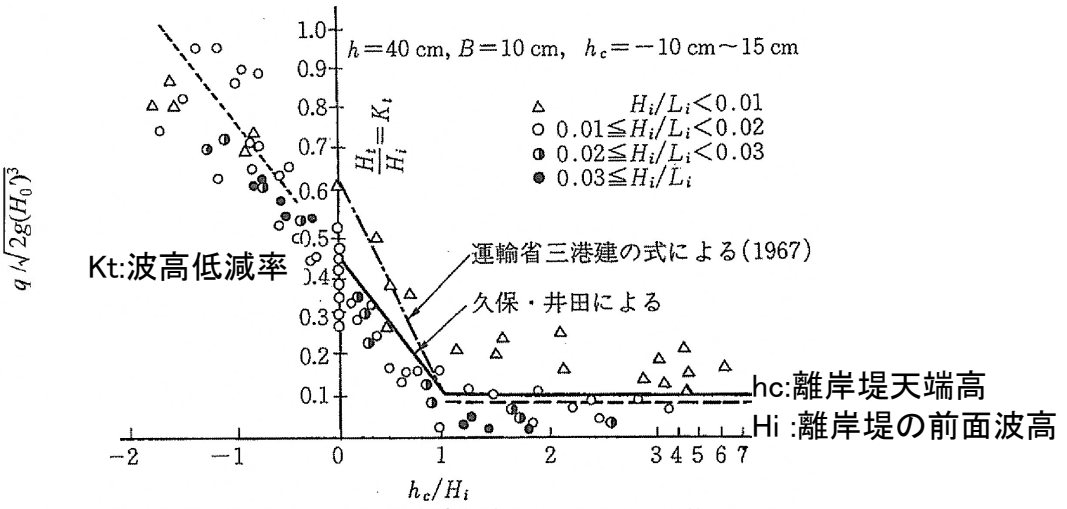
出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説(H30.8)

直立護岸(海底勾配1:30)の越波流量推定図の例

表 2.3.6.2 背後地の重要度からみた許容越波流量 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ )<sup>162)</sup>

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

出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説(H30.8)



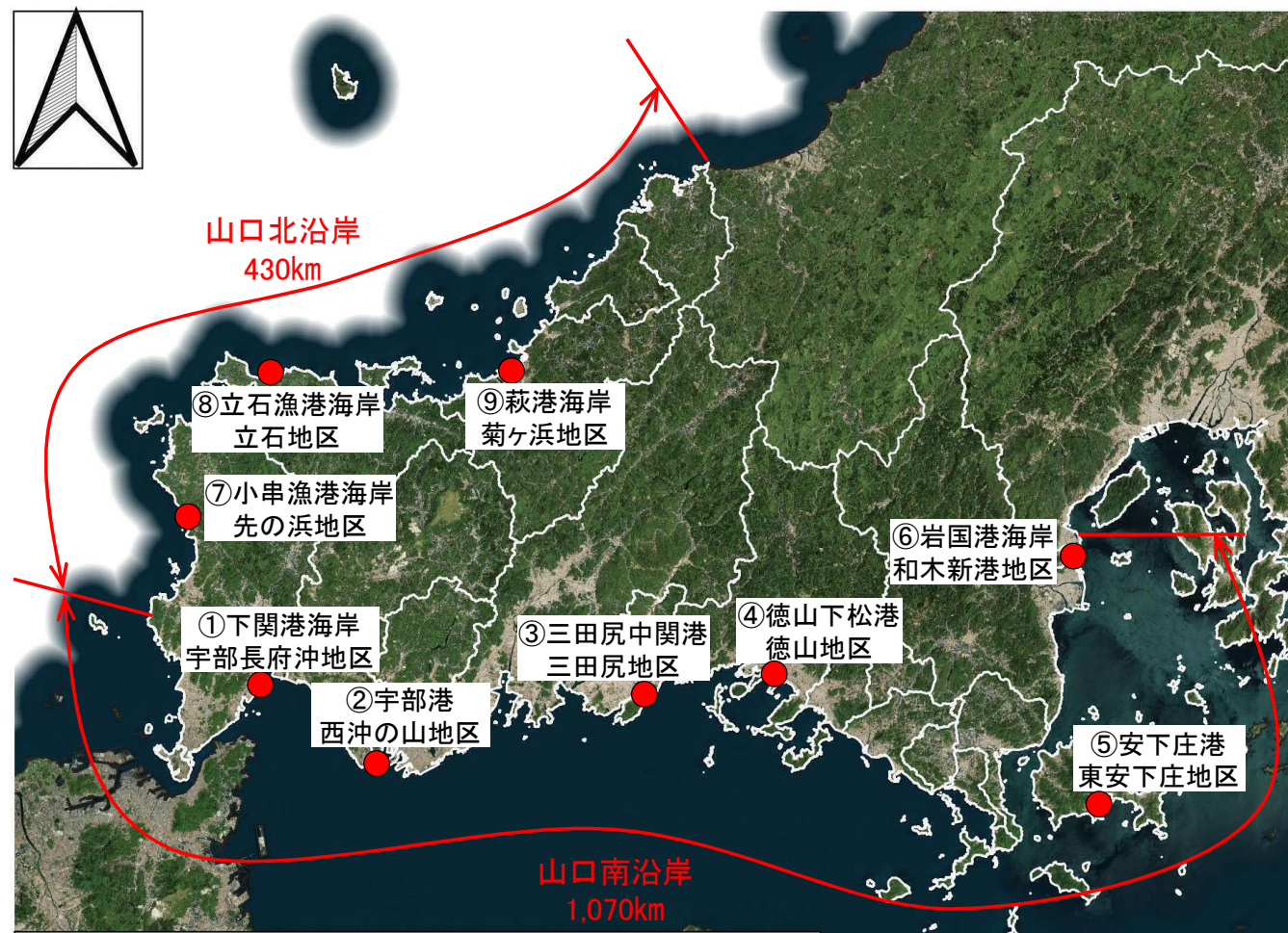
出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説(H30.8)

離岸堤天端高と透過率の関係

# 必要天端高の算定

## ■代表海岸の選定①

➤ 必要天端高を算定する代表海岸の位置図を以下に示す。



必要天端高の算定する代表海岸

必要天端高の算定する代表海岸

ゾーン		海岸
山口南	豊関南	①下関港海岸 宇部長府沖(王司)地区
	宇部	②宇部港海岸 西沖の山地区
	山口	③三田尻中関港 三田尻地区
	周南	④徳山下松港 徳山地区
	柳井	⑤安下庄港 東安下庄地区
	岩国	⑥岩国港海岸 和木新港地区
山口北	豊関北	⑦小串漁港海岸 先の浜地区
	長門	⑧立石漁港海岸 立石地区
	萩	⑨萩港海岸 菊ヶ浜地区



# 必要天端高の算定

## ■代表海岸の選定②

➤ 必要天端高を算定する代表海岸は、海岸保全施設の整備状況や背後地の特徴(資産集積状況)等を踏まえて、以下の地点を選定した。

ゾーン	地区海岸	選定理由
山口南	下関港海岸 宇部長府沖(王司)地区	■ 背後地には、公園・農地・下水処理施設があり、資産が集積している。
	宇部港海岸 西沖の山地区	■ 山口県の重要港湾の一つであり、背後地には、石油、石炭、化学工業を中心とするコンビナートが形成されており、臨海部に資産が集積している。
	三田尻中関港 三田尻地区	■ 山口県の重要港湾の一つであり、背後地には、自動車関連産業を中心とした企業等が立地しており、臨海部に資産が集積している。



項目	諸元
構造形式	直立護岸
前面施設の有無	なし
消波工の有無	なし



項目	諸元
構造形式	消波護岸
前面施設の有無	なし
消波工の有無	あり



項目	諸元
構造形式	直立護岸
前面施設の有無	防波堤
消波工の有無	なし

# 必要天端高の算定

## ■代表海岸の選定③

ゾーン		地区海岸	選定理由
山口南	周南	徳山下松港 徳山地区	■ 国際拠点港湾に指定されており、背後地には、石油化学工業を中心とするコンビナートが形成されており、臨海部に資産が集積している。
	柳井	安下庄港 東安下庄地区	■ 山口県の地方港湾の一つであり、背後地には、町役場・病院・学校等の重要施設が集積している。
	岩国	岩国港海岸 和木新港地区	■ 山口県の重要港湾の一つであり、背後地には、石油工業を中心とするコンビナートが形成されており、臨海部に資産が集積している。



項目	諸元
構造形式	胸壁
前面施設の有無	なし
消波工の有無	なし



項目	諸元
構造形式	直立消波堤
前面施設の有無	なし
消波工の有無	なし



項目	諸元
構造形式	消波護岸
前面施設の有無	なし
消波工の有無	あり



# 必要天端高の算定

## ■代表海岸の選定④

ゾーン		地区海岸	選定理由
山口北	豊関北	小串漁港海岸 先の浜地区	■ 背後地には、住宅地、商業用地等が連坦し、資産が集積している。
	長門	立石漁港海岸 立石地区	■ 背後地には、住宅地、商業用地等が連坦し、資産が集積している。
	萩	萩港海岸 菊ヶ浜地区	■ 背後地には、住宅地、商業用地等が連坦し、資産が集積している。 ■ 現在、護岸の施設改良を計画中である。

小串漁港海岸  
先の浜地区



対象エリア

項目	諸元
構造形式	直立護岸
前面施設の有無	離岸堤
消波工の有無	なし

立石漁港海岸  
立石地区



対象エリア

項目	諸元
構造形式	消波護岸
前面施設の有無	なし
消波工の有無	あり

萩港海岸  
菊ヶ浜地区



対象エリア

項目	諸元
構造形式	緩傾斜護岸
前面施設の有無	離岸堤
消波工の有無	なし



# 必要天端高の算定

## ■必要天端高の算定結果

▶ 山口沿岸の各ゾーンにおける必要天端高の算定結果を以下に示す。

ゾーン		算定地区	①現況天端高 (m)	②必要天端高(気候変動後) (m)	③必要嵩上げ高(②-①) (m)
山口南	豊関南	下関港海岸 宇部長府沖(王司)地区	D.L.+9.70m	D.L.+10.80m	1.10m
	宇部	宇部港海岸 西沖の山地区	D.L.+9.31m	D.L.+10.11m	0.80m
	山口	三田尻中関港 三田尻地区	D.L.+8.18m	D.L.+7.88m	嵩上げ必要なし
	周南	徳山下松港 徳山地区	D.L.+6.10m	D.L.+6.40m	0.30m
	柳井	安下庄港 東安下庄地区	D.L.+8.87m	D.L.+6.97m	嵩上げ必要なし
	岩国	岩国港海岸 和木新港地区	D.L.+8.11m	D.L.+9.31m	1.20m
山口北	豊関北	小串漁港海岸 先の浜地区	D.L.+3.70m	D.L.+5.10m	1.40m
	長門	立石漁港海岸 立石地区	D.L.+6.00m	D.L.+4.70m	嵩上げ必要なし
	萩	萩港海岸 菊ヶ浜地区	D.L.+4.20m	D.L.+5.50m	1.30m

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の防護高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

# 必要天端高の算定

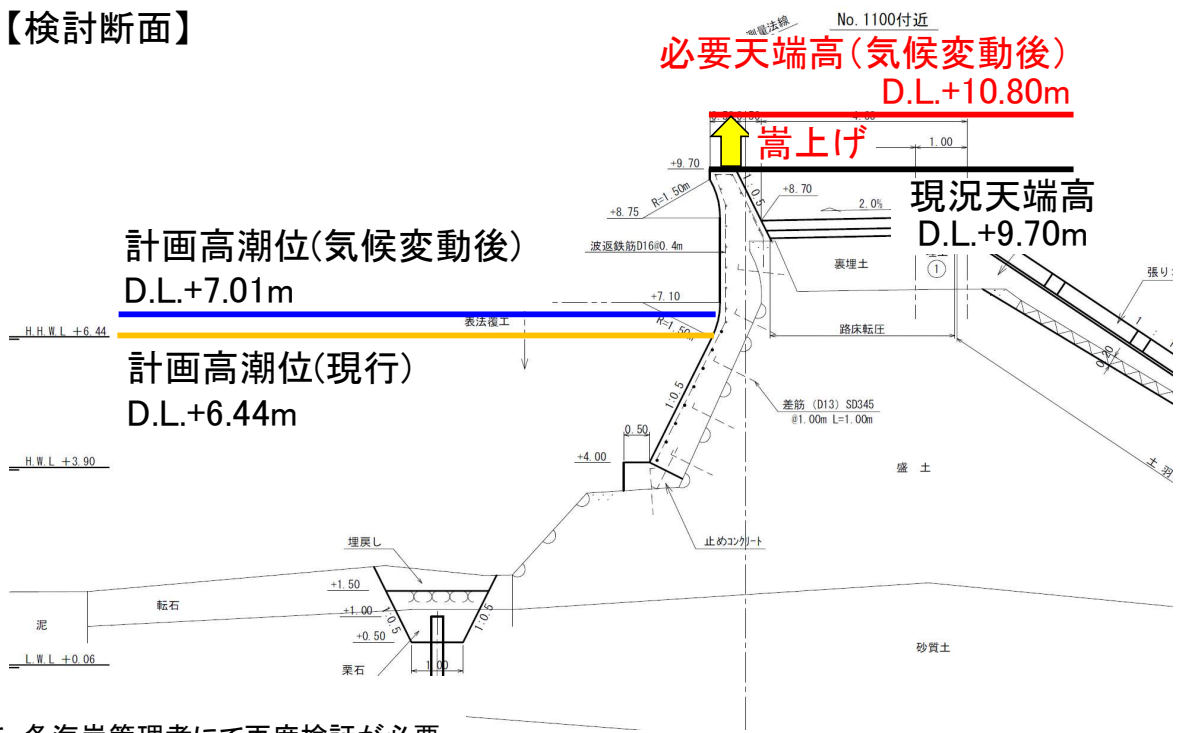
## 必要天端高の算出結果(下関港宇部長府沖地区(王司地区))

下関港宇部長府沖地区(王司地区)を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、1.10m程度の天端嵩上げの必要性が確認された。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	SE	SSE	S	備考
1	沖波波高	Ho	4.35	4.02	3.61	
2	換算沖波波高	Ho'	2.28	2.78	2.89	
3	沖波周期	To	7.93	7.74	7.32	
4	沖波波長	Lo	98.10	93.46	83.59	
5	設計潮位	-	7.01	7.01	7.01	H.H.W.L(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:100	1:100	1:100	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.023	0.030	0.035	
8	堤前地盤高	ho	2.00	2.00	2.00	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	5.01	5.01	5.01	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	2.20	1.80	1.73	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	1.40	1.36	1.28	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	3.19	3.79	3.69	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	10.20	10.80	10.70	5+13 (D.L.+)
15	天端高(現況)	-	9.70	9.70	9.70	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	0.50	1.10	1.00	差分(14-15)

【検討断面】



【D.L.±0.0m=T.P.-2.02m】

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
豊関南	宇部長府沖海岸 王司地区	直立護岸	D.L.+9.70m (T.P.+7.68m)	D.L.+10.80m (T.P.+8.78m)	1.10m

# 必要天端高の算定

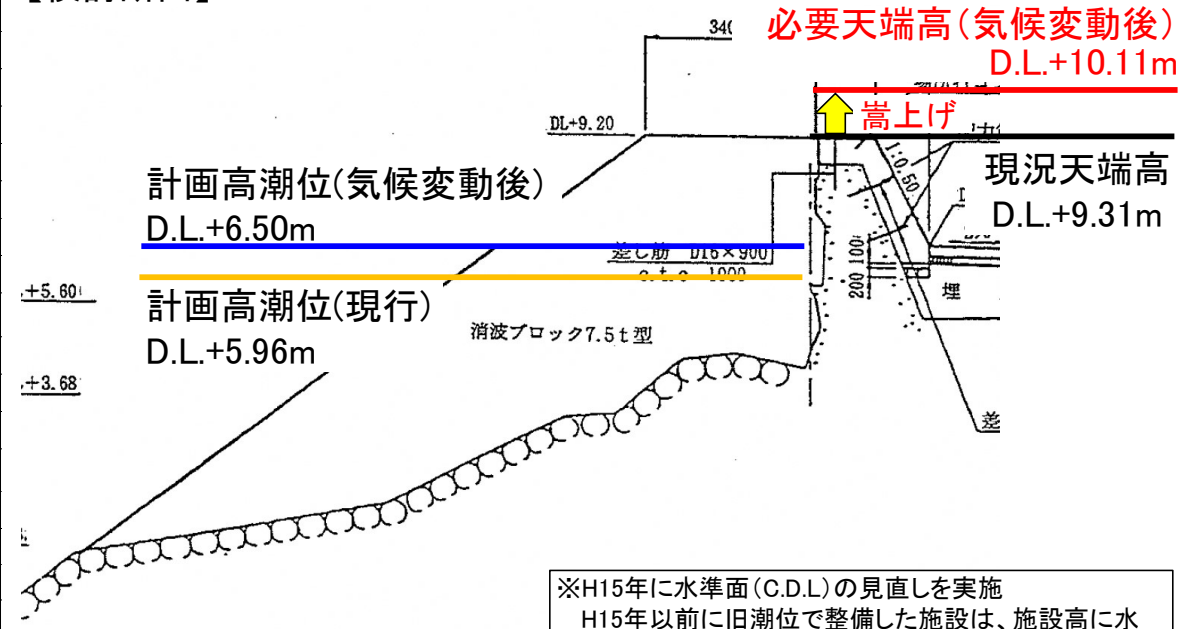
## ■必要天端高の算出結果(宇部港西沖ノ山地区)

▶ 宇部港西沖ノ山地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、0.80m程度の天端嵩上げの必要性が確認された。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	SSE	S	SSW	備考
1	沖波波高	Ho	4.43	3.81	3.77	
2	換算沖波波高	Ho'	3.61	3.30	3.13	
3	沖波周期	To	8.41	7.53	7.61	
4	沖波波長	Lo	110.34	88.45	90.34	
5	設計潮位	-	6.50	6.50	6.50	H.H.W.L.(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:100	1:100	1:100	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.033	0.037	0.035	
8	堤前地盤高	ho	-1.39	-1.39	-1.39	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	7.89	7.89	7.89	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	2.19	2.39	2.52	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	1.00	0.88	0.87	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	3.61	2.91	2.71	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	10.11	9.41	9.21	5+13 (D.L.+)
15	天端高(現況)	-	9.31	9.31	9.31	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	0.80	0.10	-	差分(14-15)

【検討断面】



※H15年に水準面(C.D.L.)の見直しを実施  
H15年以前に旧潮位で整備した施設は、施設高に水準面の見直しによる換算値0.11mを加算し、基準を統一

【D.L.±0.0m=T.P.-2.11m】

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
宇部	宇部港西沖ノ山地区	消波護岸	D.L.+9.31m (T.P.+7.20m)	D.L.+10.11m (T.P.+8.00m)	0.80m

# 必要天端高の算定

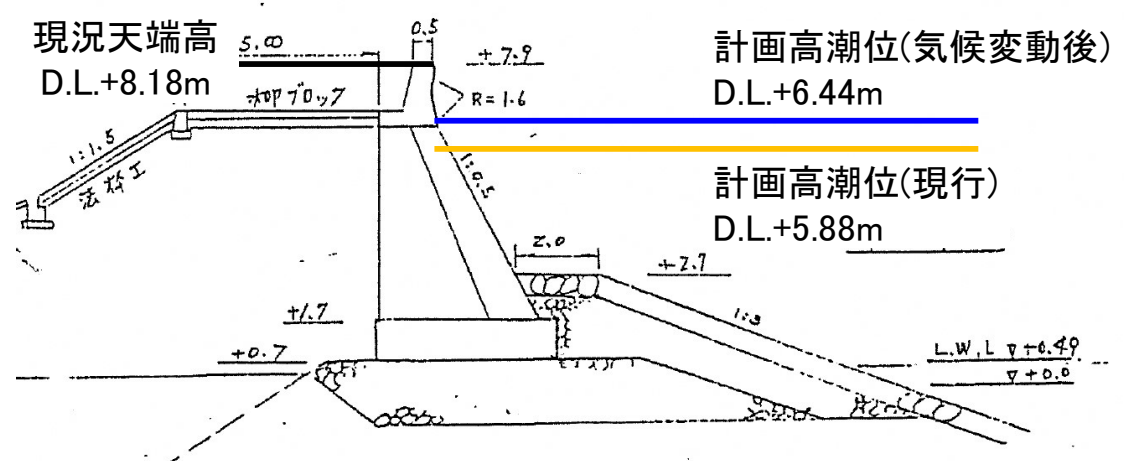
## ■必要天端高の算出結果(三田尻中関港三田尻地区)

➤ 三田尻中関港三田尻地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、天端嵩上げの必要性は確認されなかった。同地区の堤防は1959年に竣工しており、1991年から港内の静穏度確保のため、防波堤整備を実施した効果と考えられる。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	SSE	S	SSW	備考
1	沖波波高	Ho	6.01	4.92	4.46	
2	換算沖波波高	Ho'	1.58	1.14	0.80	
3	沖波周期	To	9.83	9.27	8.84	
4	沖波波長	Lo	150.74	134.06	121.91	
5	設計潮位	-	6.44	6.44	6.44	H.H.W.L(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:100	1:100	1:100	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.010	0.009	0.007	
8	堤前地盤高	ho	0.28	0.28	0.28	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	6.16	6.16	6.16	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	3.90	5.40	7.70	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	0.91	0.56	0.43	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	1.44	0.64	0.34	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	7.88	7.08	6.78	5+13(D.L.+)
15	天端高(現況)	-	8.18	8.18	8.18	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	-	-	-	差分(14-15)

### 【検討断面】



※H15年に水準面(C.D.L)の見直しを実施  
H15年以前に旧潮位で整備した施設は、施設高に水準面の見直しによる換算値0.28mを加算し、基準を統一

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

【D.L.±0.0m=T.P.-1.86m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
山口	三田尻中関港 三田尻地区	直立護岸	D.L.+8.18m (T.P.+6.32m)	D.L.+7.88m (T.P.+6.02m)	—

# 必要天端高の算定

## ■三田尻中関港防波堤整備(参考)

- 三田尻中関港三田尻地区では、港内静穏度が確保されていないこと、台風来襲時(H3、H11、H16、H17、H18)に高潮・波浪による護岸の崩壊及び越波による浸水被害も発生していたことから、1991(H3)年から防波堤整備に着手した。
- 2001(H13)年に防波堤(東)・2015(H27)年に防波堤(西)の防波堤整備事業が完了した。

### 事業経緯

- ・平成 3年 事業着手 :【防波堤(西)L=300m, 防波堤(東)L=470m】
- ・平成 6年 防波堤(東) ケーソン据付(第1函)
- ・平成12年 防波堤(西) ケーソン据付(第1函)
- ・平成13年 防波堤(東)171m完成(当時の計画延長は470m)
- ・平成19年 港湾計画改訂により、防波堤(東)の延長変更(470m→171m)
- ・平成25年 防波堤(西)300mが完成し、防波堤整備事業が完了。

### 事業位置



出典: 国土交通省HP, <https://www.pa.cgr.mlit.go.jp/ube/topics/tmp/114/4.pdf>に一部加筆



# 必要天端高の算定

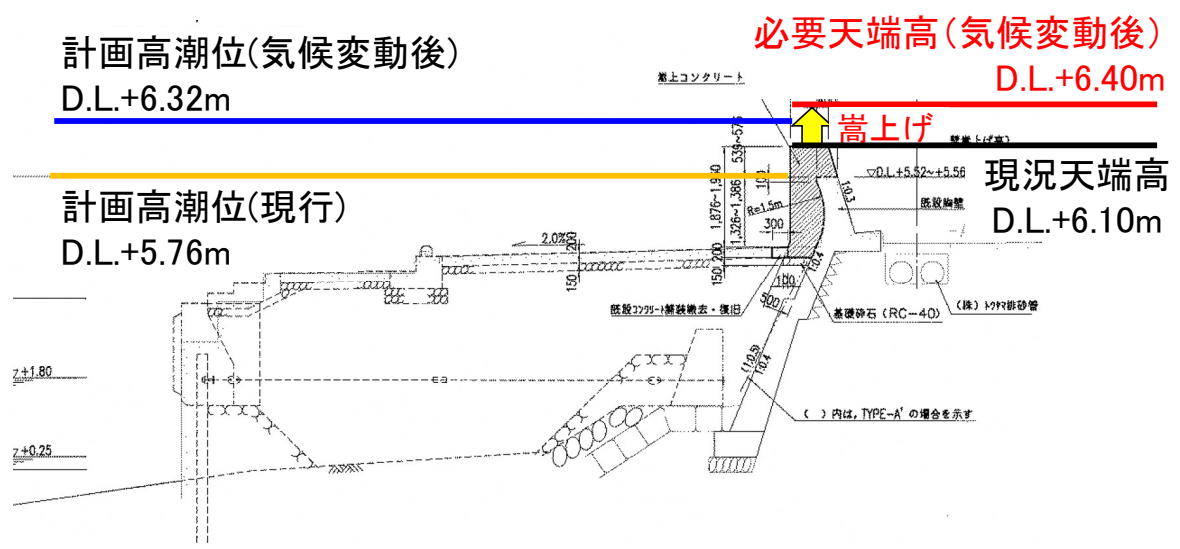
## ■必要天端高の算出結果(徳山下松港徳山地区)

徳山下松港徳山地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、0.30mの天端嵩上げの必要性が確認された。なお、徳山下松港徳山地区では、気候変動後の設計高潮位が天端高(D.L.+6.10m)を22cm上回っている。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	S	SSW	SW	備考
1	沖波波高	Ho	6.71	5.13	4.30	
2	換算沖波波高	Ho'	0.31	0.25	0.20	
3	沖波周期	To	10.57	9.90	8.85	
4	沖波波長	Lo	174.29	152.90	122.18	
5	設計潮位	-	6.32	6.32	6.32	H.H.W.L(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:100	1:100	1:100	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.002	0.002	0.002	
8	堤前地盤高	ho	4.10	4.10	4.10	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	2.22	2.22	2.22	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	7.16	8.88	11.10	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	0.26	0.32	0.40	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	0.08	0.08	0.08	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	6.40	6.40	6.40	5+13(D.L.+)
15	天端高(現況)	-	6.10	6.10	6.10	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	0.30	0.30	0.30	差分(14-15)

### 【検討断面】



※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

【D.L.±0.0m=T.P-1.86m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
周南	徳山下松港 徳山地区	胸壁	D.L.+6.10m (T.P.+4.24m)	D.L.+6.40m (T.P.+4.54m)	0.30m

# 必要天端高の算定

## ■必要天端高の算出結果(安下庄港東安下庄地区)

➤ 安下庄港東安下庄地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、天端嵩上げの必要性は確認されなかった。

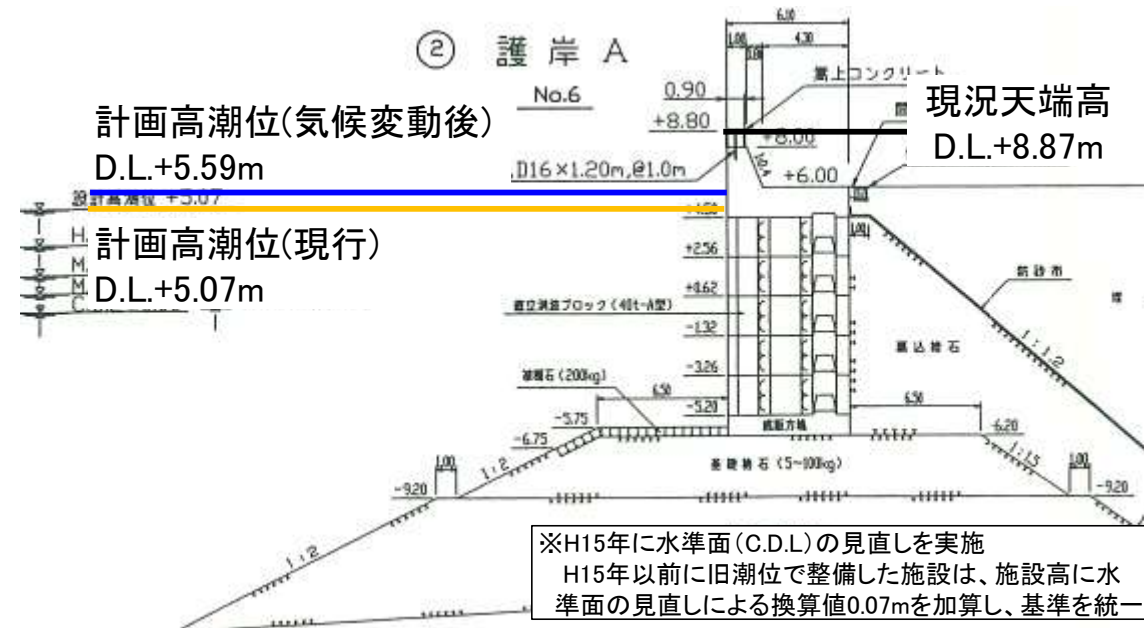
必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	SSE	S	SSW	備考
1	沖波波高	Ho	4.83	5.28	5.26	
2	換算沖波波高	Ho'	2.73	2.75	2.09	
3	沖波周期	To	8.50	9.03	9.05	
4	沖波波長	Lo	112.71	127.20	127.77	
5	設計潮位	-	5.59	5.59	5.59	H.H.W.L.(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:100	1:100	1:100	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.024	0.022	0.016	
8	堤前地盤高	ho	-9.13	-9.13	-9.13	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	14.72	14.72	14.72	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	5.39	5.35	7.04	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	0.51	0.50	0.42	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	1.38	1.38	0.88	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	6.97	6.97	6.47	5+13 (D.L.+)
15	天端高(現況)	-	8.87	8.87	8.87	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	-	-	-	差分(14-15)

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

## 【検討断面】



【D.L.±0.0m=T.P.-1.83m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
柳井	安下庄港 東安下庄地区	直立消波堤	D.L.+8.87m (T.P.+7.04m)	D.L.+6.97m (T.P.+5.14m)	—

# 必要天端高の算定

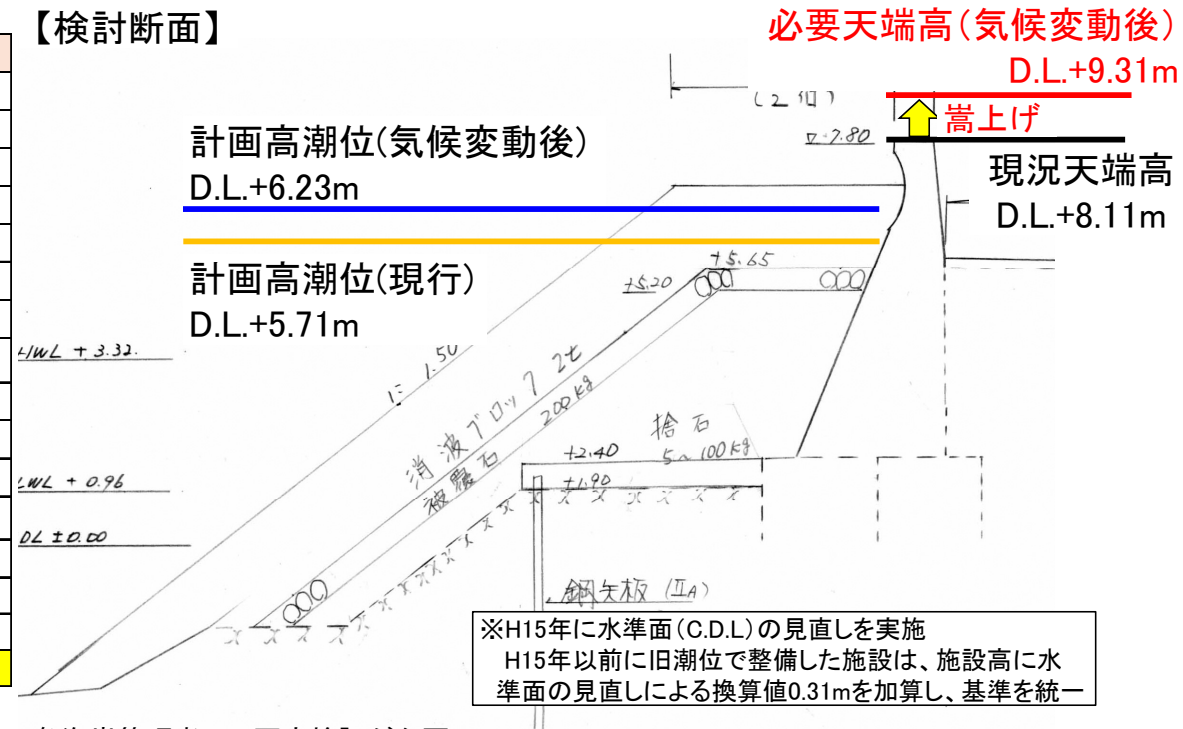
## 必要天端高の算出結果(岩国港和木新港地区)

岩国港和木新港を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、1.20m程度の天端嵩上げの必要性が確認された。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	E	ESE	SE	備考
1	沖波波高	Ho	2.17	3.56	4.16	
2	換算沖波波高	Ho'	1.75	2.96	3.52	
3	沖波周期	To	5.78	7.36	7.97	
4	沖波波長	Lo	52.12	84.50	99.09	
5	設計潮位	-	6.23	6.23	6.23	H.H.W.L(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:30	1:30	1:30	1.5Ho'~2.5Ho'の水深で算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.034	0.035	0.036	
8	堤前地盤高	ho	-3.69	-3.69	-3.69	施設前面の地盤高
9	堤前水深	h	9.92	9.92	9.92	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	5.67	3.35	2.82	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	0.56	0.74	0.88	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	0.98	2.18	3.08	海面から護岸までの高さ
14	必要天端高	-	7.21	8.41	9.31	5+13(D.L.+)
15	天端高(現況)	-	8.11	8.11	8.11	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	-	0.30	1.20	差分(14-15)

【検討断面】



※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

【D.L.±0.0m=T.P.-2.01m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
岩国	岩国港 和木新港地区	消波護岸	D.L.+8.11m (T.P.+6.10m)	D.L.+9.31m (T.P.+7.30m)	1.20m

# 必要天端高の算定

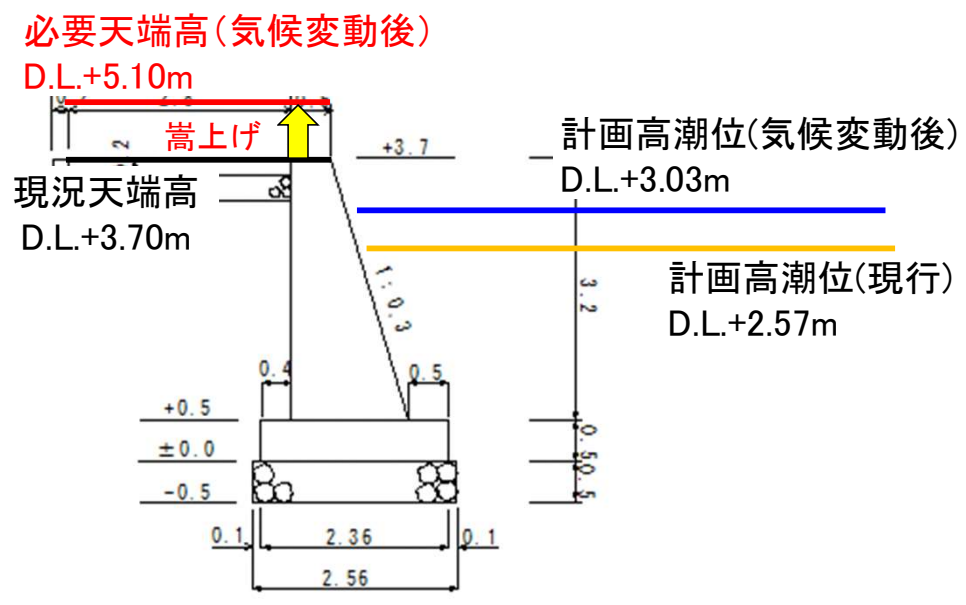
## ■必要天端高の算出結果(小串漁港海岸先の浜地区)

▶ 小串漁港海岸先の浜地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、1.40m程度の天端嵩上げの必要性が確認された。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	W	WNW	NW	NNW	N	備考
1	沖波波高	Ho	8.40	8.59	8.55	8.09	7.86	
2	換算沖波波高	Ho'	1.29	1.33	1.33	1.29	1.24	離岸堤透過後の波高
3	沖波周期	To	10.1	10.0	10.2	10.4	10.3	
4	沖波波長	Lo	159.1	156.0	162.3	168.7	165.5	
5	設計潮位	-	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	H.H.W.L.(D.L.+)
6	海底勾配	-	1/80	1/80	1/80	1/80	1/80	1.5H0~2.5H0'の水深において算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.008	0.009	0.008	0.008	0.007	
8	堤前地盤高	ho	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	施設前面の地盤高(D.L.+)
9	堤前水深	h	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	2.42	2.35	2.35	2.42	2.52	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	1.47	1.53	1.53	1.47	1.38	合田の越波流量算定図を使用
12	許容越波流量	q	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	1.89	2.04	2.04	1.89	1.71	海面から護岸天端高までの高さ
14	必要天端高	-	5.00	5.10	5.10	5.00	4.80	5+13 (D.L.+), 0.1m単位で切り上げ
15	天端高(現状)	-	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	1.30	1.40	1.40	1.30	1.10	差分(14-15)

【検討断面】



※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

【D.L.±0.0m=T.P.-0.56m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
豊関北	小串漁港海岸先の浜地区	直立護岸	D.L.+3.70m (T.P.+3.14m)	D.L.+5.10m (T.P.+4.54m)	1.40m

# 必要天端高の算定

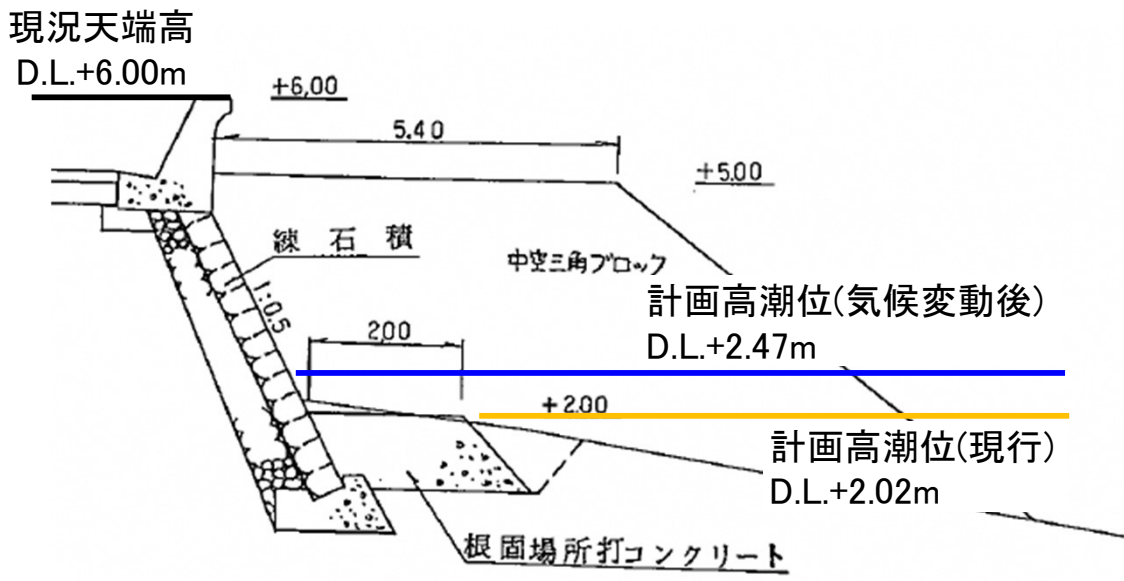
## 必要天端高の算出結果(立石漁港海岸立石地区)

立石漁港海岸立石地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、天端嵩上げの必要性は確認されなかった。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	NW	NNW	N	備考
1	沖波波高	Ho	8.44	8.58	8.33	
2	換算沖波波高	Ho'	6.54	7.67	7.78	
3	沖波周期	To	10.00	10.40	10.30	
4	沖波波長	Lo	156.00	168.73	165.50	
5	設計潮位	-	2.47	2.47	2.47	H.H.W.L.(D.L.+)
6	海底勾配	-	1:60	1:60	1:60	1.5H0~2.5H0'の水深において算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.04	0.05	0.05	
8	堤前地盤高	ho	0.75	0.75	0.75	施設前面の地盤高(D.L.+)
9	堤前水深	h	1.72	1.72	1.72	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	0.26	0.22	0.22	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	0.29	0.28	0.28	高山ら(1982)の算定式を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	1.92	2.16	2.19	海面から護岸天端高までの高さ
14	必要天端高	-	4.40	4.70	4.70	5+13 (D.L.+), 0.1m単位で切り上げ
15	天端高(現況)	-	6.00	6.00	6.00	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	-	-	-	差分(14-15)

【検討断面】



※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

【D.L.±0.0m=T.P.-0.32m】

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
長門	立石漁港海岸 立石地区	消波護岸	D.L.+6.00m (T.P.+5.68m)	D.L.+4.70m (T.P.+4.38m)	—



# 必要天端高の算定

## ■ 必要天端高の算出結果(萩港海岸菊ヶ浜地区)

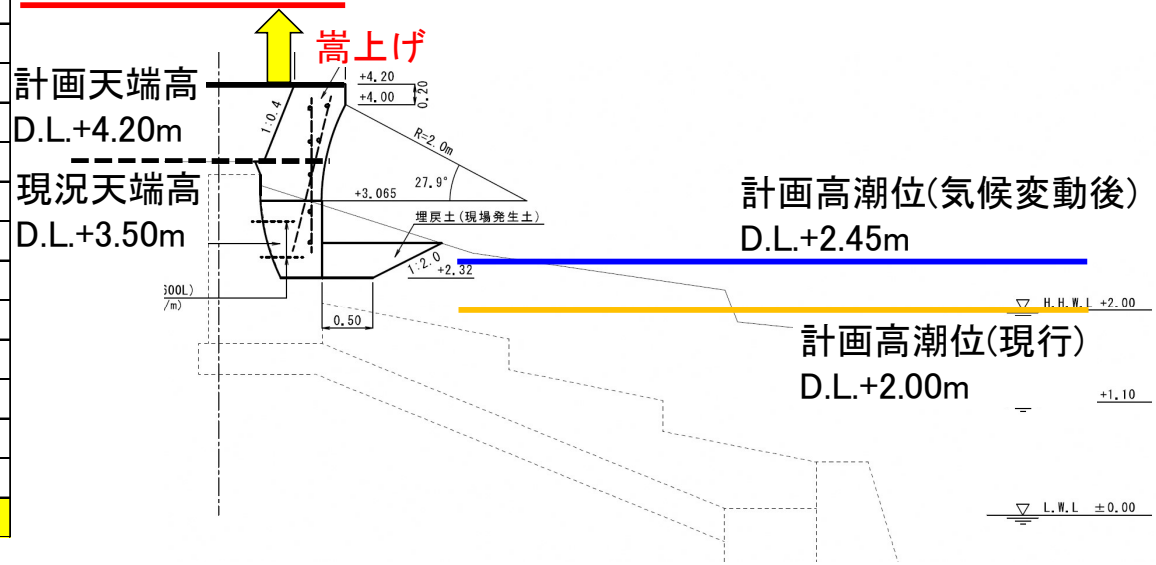
➤ 萩港海岸菊ヶ浜地区を対象に、気候変動を踏まえた外力条件を用いて将来(2100年時)における必要天端高を算出した結果、1.30m程度の天端嵩上げの必要性が確認された。

必要天端高の算出結果

番号	諸元	記号	NW	NNW	N	備考
1	沖波波高	Ho	8.40	8.51	8.19	
2	換算沖波波高	Ho'	1.64	1.62	1.56	離岸堤透過後の波高
3	沖波周期	To	9.9	10.2	10.1	
4	沖波波長	Lo	152.9	162.3	159.1	
5	設計潮位	-	2.45	2.45	2.45	H.H.W.L.(D.L.+)
6	海底勾配	-	1/50	1/50	1/50	1.5H0'~2.5H0'の水深において算出
7	波形勾配	Ho'/Lo	0.011	0.010	0.010	
8	堤前地盤高	ho	-0.94	-0.94	-0.94	施設前面の地盤高(D.L.+)
9	堤前水深	h	3.39	3.39	3.39	護岸前面の水深
10	水深/波高比	h/Ho'	2.07	2.09	2.17	
11	堤頂高/波高比	hc/Ho'	1.82	1.80	1.74	合田の越波流量算定図を使用
12	許容越波流量	q	0.020	0.020	0.020	設計基準より
13	必要堤頂高	hc	2.98	2.91	2.72	海面から護岸天端高までの高さ
14	必要天端高	-	5.50	5.40	5.20	5+13 (D.L.+), 0.1m単位で切り上げ
15	天端高(現況)	-	4.20	4.20	4.20	D.L.+
16	必要嵩上げ高	-	1.30	1.20	1.00	差分(14-15)

【検討断面】

必要天端高(気候変動後)  
D.L.+5.50m



【D.L.±0.0m=T.P.-0.35m】

※今回提示する防護高の目安は一例である。

※施設の天端高は、施設整備の際に詳細検討した施設の構造や設置位置等を踏まえて、各海岸管理者にて再度検証が必要。

ゾーン	地区海岸	護岸形式	①現況天端高	②必要天端高(気候変動後)	③必要嵩上げ高(②-①)
萩	萩港海岸 菊ヶ浜地区	緩傾斜護岸	D.L.+4.20m (T.P.+3.85m)	D.L.+5.50m (T.P.+5.15m)	1.30m

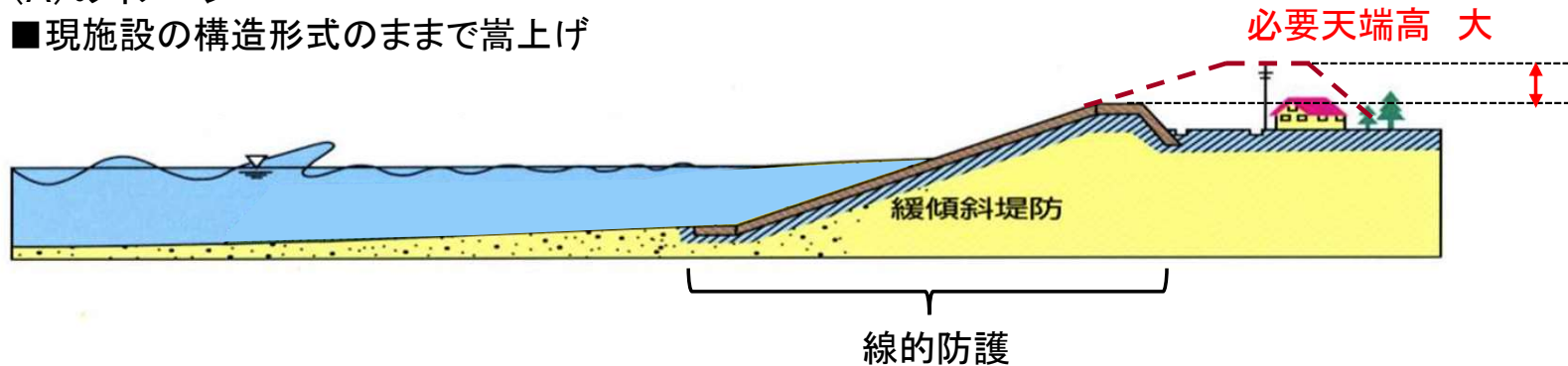
# 必要天端高の算定

## ■必要天端高の考え方

- 2100年時の施設状況は未定のため、本検討では現況施設の構造形式のままで、気候変動後の必要天端高を算定しており、必要天端高が高くなっている可能性がある(下図A)。
- 必要天端高については、個々の施設整備の段階で現地状況に適した施設整備及び改良(例えば、離岸堤・人工リーフの天端の嵩上げ等)を実施し、複数の施設による面的防護により必要天端高を見直すことも可能と考えられる(下図B)。

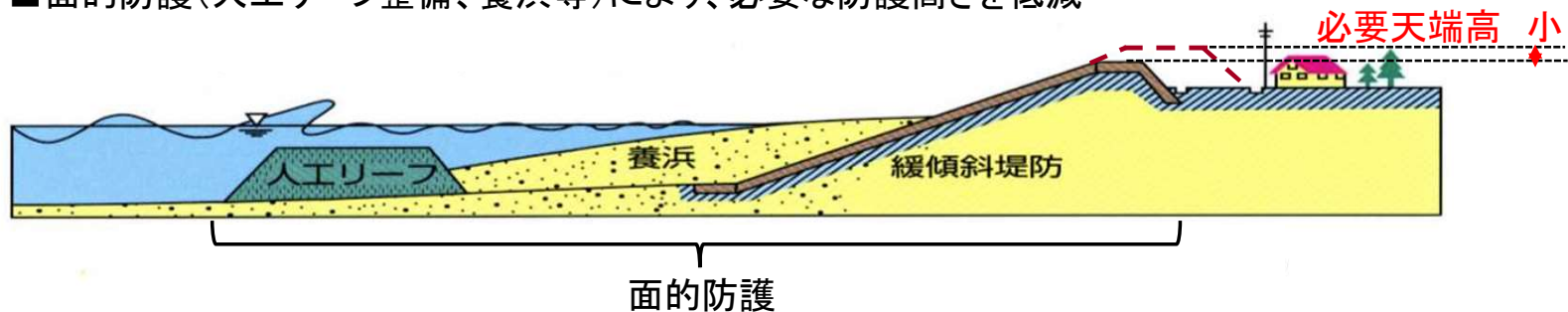
### (A)のイメージ

#### ■現施設の構造形式のままで嵩上げ



### (B)のイメージ

#### ■面的防護(人工リーフ整備、養浜等)により、必要な防護高さを低減



出典: 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会 参考資料に一部加筆

線的防護・面的防護による必要天端高のイメージ図

---

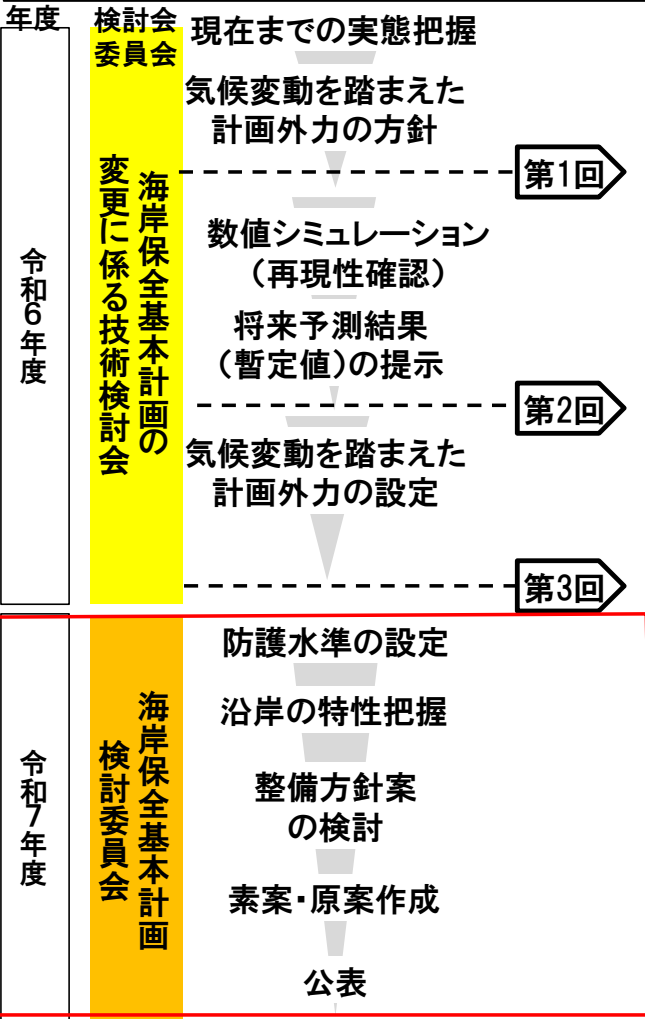
## 7. 今後について

---

# 今後について

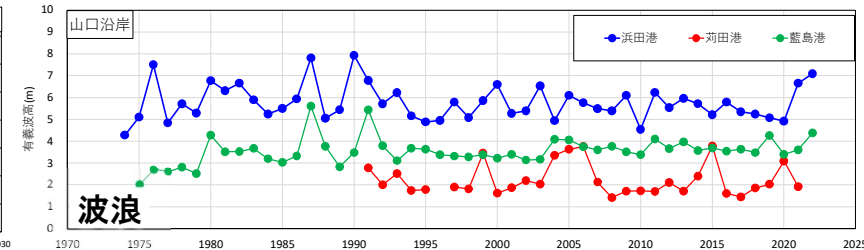
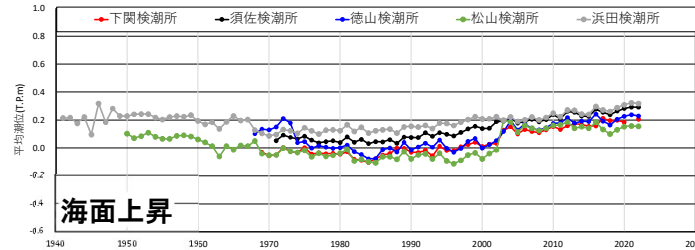
## ■海岸保全基本計画変更までの流れ

▶ 本技術検討会の検討結果を令和7年度に開催予定の海岸保全基本計画検討委員会に諮り、気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画を作成する予定である。



### 気候変動の実態把握

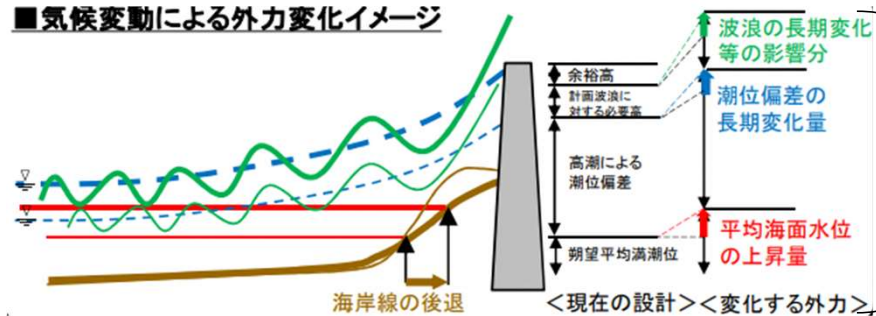
山口沿岸における気候変動の実態把握



### 外力の将来予測

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針の整理  
気候変動を踏まえた計画外力、防護水準の設定

#### ■気候変動による外力変化イメージ



- ・気候変動を踏まえた計画外力
- ・防護水準の設定

### 海岸保全基本計画変更

気候変動の影響を踏まえ、山口沿岸の海岸保全に向け、基本計画の変更を行う  
地域リスクを共有し、関係機関と連携



- 海岸保全に気候変動影響を適切に見込む
- 防護に加え環境や利用も含め総合的な対策を検討し、将来における山口沿岸の望ましい姿を盛り込む