

## 播磨沿岸 計画諸元（計画天端高等）の設定について

令和7年10月6日

兵庫県

## 目次

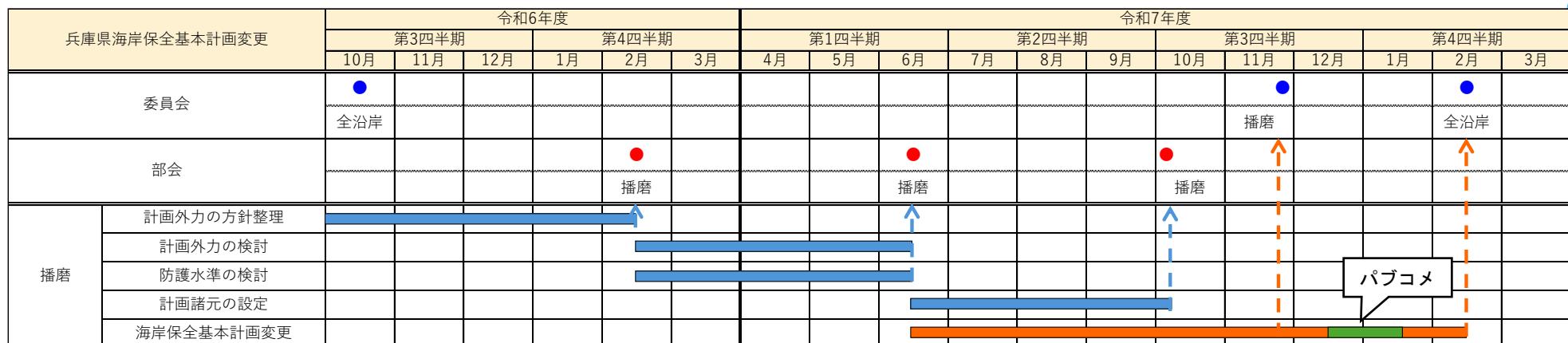
1. 検討スケジュール	p. 1
2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要	p. 2
3. 計画外力及び防護水準の概要	p. 4
4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）	p. 5
4. 1. 対象地区区分	p. 5
4. 2. 堤前波の算定（案）	p. 6
4. 3. 計画天端高の算定（案）	p. 9
4. 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）	p. 12
5. 防護すべき整備対象区域の設定（案）	p. 13
6. 審議事項一覧（案）	p. 14



## 1. 検討スケジュール

- 委員会・部会における検討内容およびスケジュールは以下の通り
  - 本部会（第5回）では計画諸元・整備対象区域の設定について審議

開催時期		委員会			部会	
R6年度	10/29	第1回	【全沿岸】 ・海岸保全基本計画とは ・現行の海岸保全基本計画の概要 ・海岸保全基本計画変更の背景 ・検討スケジュール案	第1回	—	
	2/10	—	—	第2回	【播磨】 ・計画外力の方針整理（案） ・計画天端高の設定方針（案）	
R7年度	6/19	—	—	第3回	【播磨】 ・計画外力及び防護水準の設定（案）	
	8/21	第2回	—	第4回	—	
	10/6	—	—	第5回	【播磨】 ・計画諸元（計画天端高等）の設定（案） ・防護すべき整備対象区域の設定（案）	
	11/25	第3回	【播磨】 ・部会の検討結果の報告 ・海岸保全基本計画変更（素案）の提示	—	—	
	2月	第4回	【全沿岸】 ・海岸保全基本計画変更（案）の提示	—	—	



スケジュールは今後変更となることがあります

## 2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

02

- 第2回部会では、気候変動後の高潮・波浪推算および津波伝播計算の検討方針を決定
- 計画外力の設定方針は下表のとおり

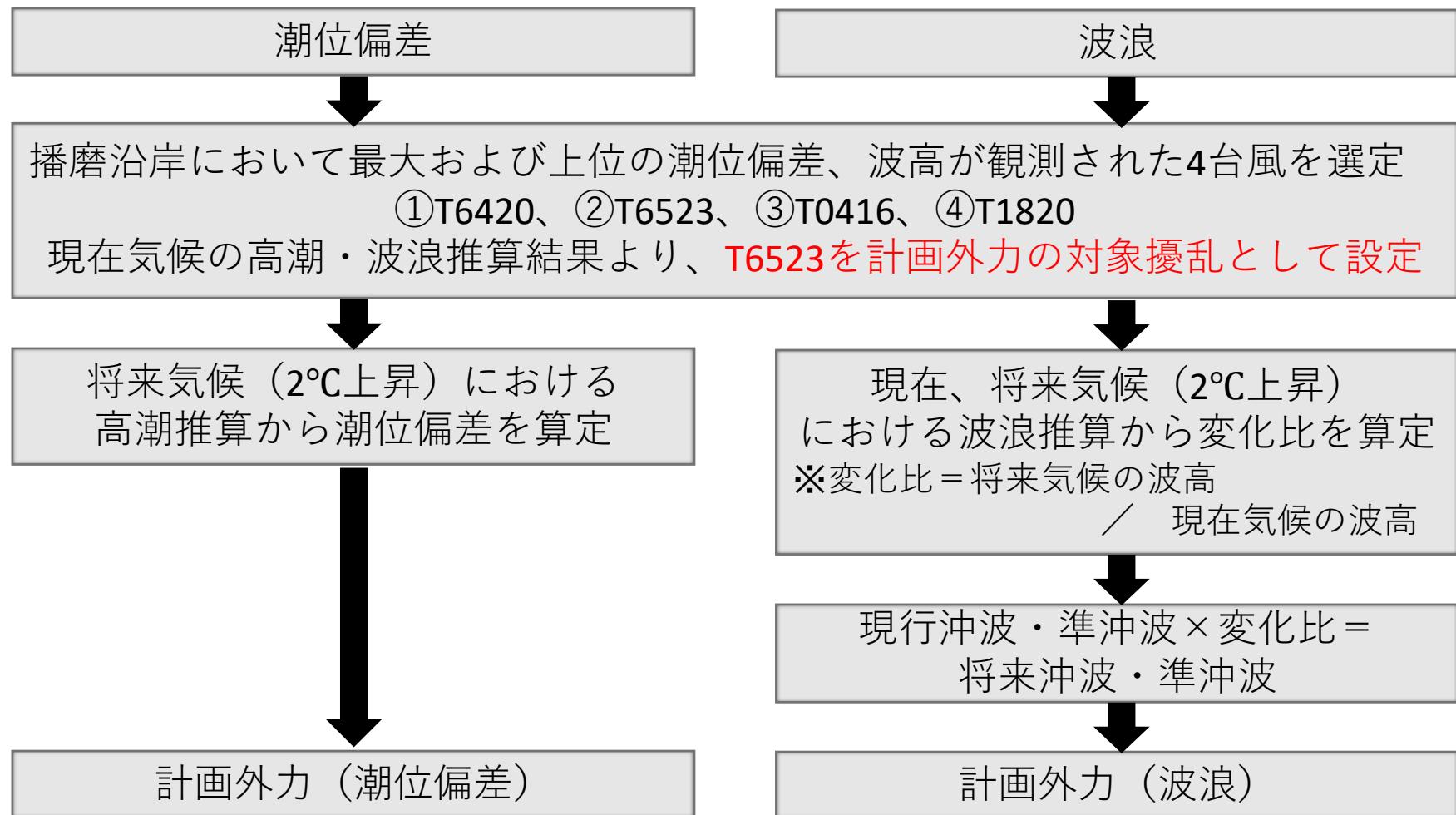
	本検討	現行計画値	備考
前提条件	気候変動シナリオ 2°C上昇シナリオ*	—	通達「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について」（令和3年8月2日）に準拠
	目標年次 21世紀末（2100年時点）	—	「日本の気候変動2025」における気候変動の想定時期が21世紀末であるため2100年時点を目標年次とした
	地殻変動 年間0.01～0.29cmの沈下傾向	—	地殻変動量（沈下）は、計画天端高を設定する際の余裕高（0.3m）として見込む
検討条件	朔望平均満潮位 (台風期) T.P.+1.2m (西播地区) T.P.+1.1m (姫路地区、東播磨西地区、家島地区) T.P.+0.9m (東播磨東地区、明石地区)	T.P.+0.60m (明石地区のみ)	最新の潮位観測データを用いて更新
	海面上昇量 0.4m	—	「日本の気候変動2025」より設定 4°C上昇シナリオ：0.6m
	対象擾乱 T6420（昭和39年台風第20号） T6523（昭和40年台風第23号） T0416（平成16年台風第16号） T1820（平成30年台風第20号）	—	播磨沿岸において最大および上位の潮位偏差、波高が観測された4台風を選定。現在気候の高潮・波浪推算結果より、T6523を計画外力の対象擾乱として設定
計画偏差	高潮推算を実施して検討	2.20m(明石地区)	現行計画値は、室戸台風時の既往最大偏差(神戸地点)
沖波・準沖波波高	波浪推算を実施して検討	3.1～5.4m(30年確率波) 3.3～6.0m(50年確率波)	現行計画値は、令和3年度に第3世代波浪推算モデルによる波浪推算・極値統計解析を実施して50年確率波および30年確率波を設定
津波水位	津波シミュレーションを実施して検討	T.P.+1.1m ～T.P.+2.5m	気候変動による海面上昇量を考慮（2°C上昇シナリオ：0.4m）

\*2°C上昇シナリオ（RCP2.6）における海面・気温の上昇の想定：

- ・海面上昇は、2100年頃まで継続的に生じる想定
  - ・気温上昇は、2040～50年頃にピークとなり、その後は上昇が抑えられる想定
- ⇒気温の上昇に応じて台風が強力化することで、高潮や高波も2040～50年頃にピークとなることに留意する必要がある

## 2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

- 将来気候における計画外力【潮位偏差】は、第2回部会で決定された想定台風による高潮推算を実施し、推算結果により得られた潮位偏差を基に設定
- 将来気候における計画外力【波浪】は、第2回部会で決定された想定台風による波浪推算を実施し、現在と将来の変化比を現行の沖波・準沖波（確率波高）に乗じて設定



### 3. 計画外力及び防護水準の概要

■第3回部会では、計画外力及び防護水準の設定を決定

■計画外力および防護水準の設定は下表の通り

項目	設定値	根拠							
計画外力	高潮推算の計算パラメータ設定 ・風速の換算係数Cは以下とする T6420: 0.700、T6523: 0.775 T0416: 0.650、T1820: 0.775 ・海面抵抗係数Cdは本多・光易の式（風速上限45m/s）とする	T6420、T6523、T0416、T1820を対象として再現性を確認 風速の換算係数Cを対象擾乱毎に最適値を設定 海面抵抗係数Cdは、本多・光易の式を適用し、風速の上限値を45m/sとして設定							
	波浪推算の計算パラメータ設定 同上	同上							
	対象擾乱 T6523（昭和40年台風第23号）	現在気候においてT6420、T6523、T0416、T1820の比較検討を行い、潮位偏差、波浪について、T6523が播磨沿岸に与える影響が大きいことを確認して設定							
	高潮・波浪推算に関する気候変動の影響（変化比） <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">2°C上昇シナリオでの変化比</th></tr></thead><tbody><tr> <td>波高</td><td>1.03倍（1.01～1.02倍）</td></tr><tr> <td>偏差 (参考値)</td><td>1.04倍（1.05～1.06倍）</td></tr><tr> <td colspan="2">() 内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比</td></tr></tbody></table>	2°C上昇シナリオでの変化比		波高	1.03倍（1.01～1.02倍）	偏差 (参考値)	1.04倍（1.05～1.06倍）	() 内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比	
2°C上昇シナリオでの変化比									
波高	1.03倍（1.01～1.02倍）								
偏差 (参考値)	1.04倍（1.05～1.06倍）								
() 内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比									
津波伝播計算 ・想定安政南海地震 ・計算条件は潮位（2°C上昇+0.4m）の他は現行計画時の計算条件を踏襲	気候変動（2°C上昇）による海面上昇の影響により、最大津波水位は、現在気候よりも概ね0.4m程度（海面上昇量程度）大きくなることを確認 最大津波水位は現行計画値よりも大きくなるが、将来気候における設計高潮位を上回らない								
防護水準	計画天端高の設定 ・余裕高0.3mを考慮 ・計画天端高の算定手法確認	気候変動（2°C上昇）による影響を踏まえた必要天端高を算定し、余裕高を考慮した計画天端高の試算を実施							

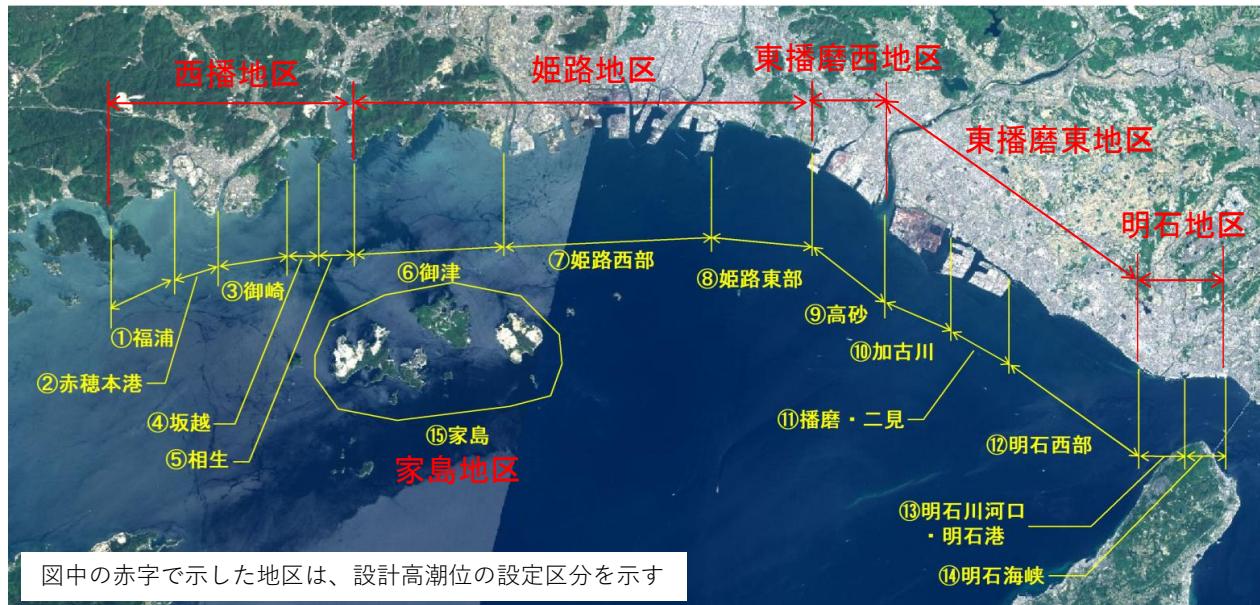
## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

### 4. 1 対象地区区分

■播磨沿岸の海岸保全基本計画では、地形的な区分等から15の地区区分（下図の黄色で示した区分）※を設定しており、これら地区区分に対し、以下を設定

- ・計画諸元（計画天端高）
- ・防護すべき整備対象区域

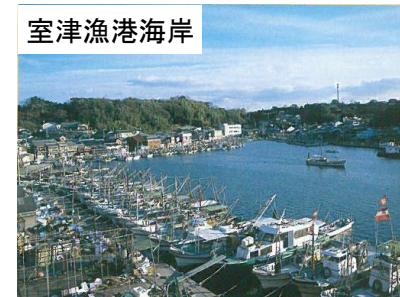
播磨沿岸 海岸線延長 約283km  
海岸保全区域延長 約125km



背景地図の出典：国土地理院 空中写真

※播磨沿岸では、地形的な区分（河川、山地等）、環境保全及び利用における各資源及び施設の分布状況、関連諸計画における地区区分、行政界等を考慮して15の地区区分を設定している

地区区分名
①福浦地区
②赤穂本港地区
③御崎地区
④坂越地区
⑤相生地区
⑥御津地区
⑦姫路西部地区
⑧姫路東部地区
⑨高砂地区
⑩加古川地区
⑪播磨・二見地区
⑫明石西部地区
⑬明石川河口・明石港地区
⑭明石海峡地区
⑮家島地区



## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

### 4. 2 堤前波の算定（案）

#### 4. 2. 1 波浪・潮位条件

■将来気候（ $2^{\circ}\text{C}$ 上昇シナリオ）における、沖波（準沖波）地点の波浪・潮位条件を以下に示す

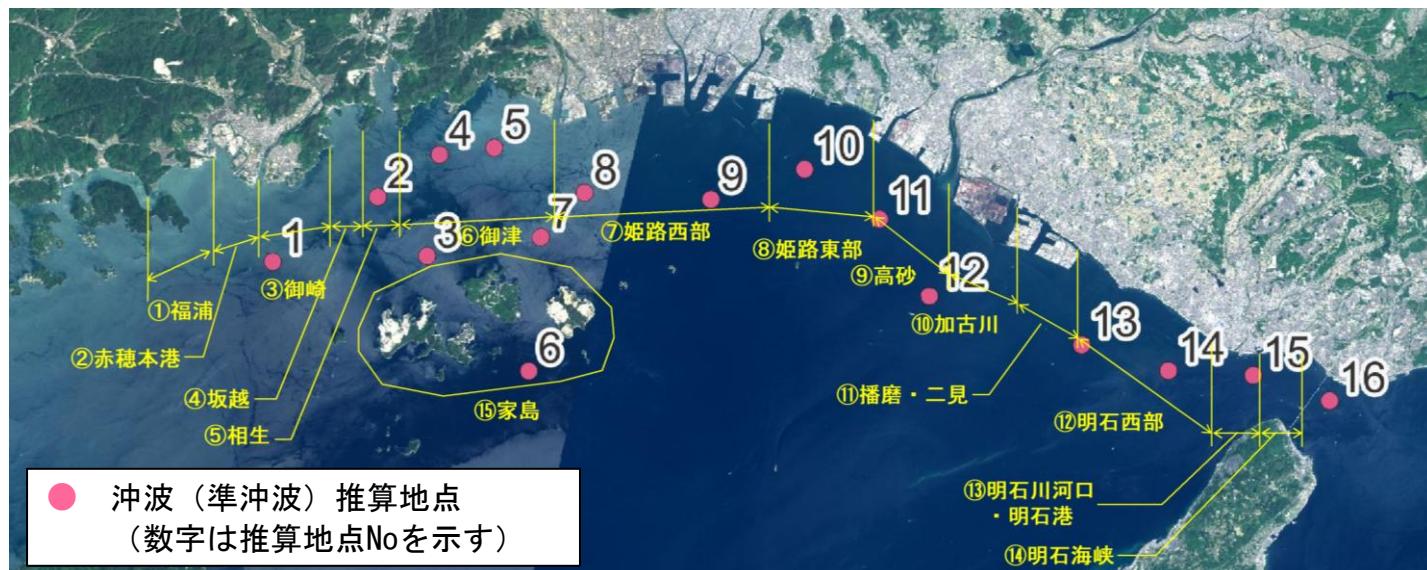
検討条件			気候条件	福浦地区	赤穂本港地区	御崎地区	坂越地区	相生地区	御津地区	姫路西部地区	姫路東部地区	高砂地区	加古川地区	播磨・二見地区	明石西部地区	明石川河口・明石港地区	明石海峡地区	家島地区
高潮 ・ 波浪	潮位	対象擾乱	将来 $2^{\circ}\text{C}$	T6523（昭和40年台風第23号）														
		台風期 朔望平均 満潮位 (T.P.m)		T.P.+1.2m+海面上昇量0.4m					T.P.+1.1m+海面上昇量0.4m				T.P.+0.9m+海面上昇量0.4m					T.P.+1.1m +海面上 昇量0.4m
		計画偏差(m)		1.8					2.4				2.5			2.4		1.6
		沖波波高 $H_o$ (m) 準沖波波高 $H_{eo}$ (m)		6.14	6.22	6.22	4.26	4.19	3.55	5.08	5.41	5.24	4.72	4.90	3.64	3.05	3.36	2.86
		波向		SE	S	S	S	SSW	SW	SSE	S	SW	S	SSW	SSW	SSW	SW	ENE
		推算地点No.		1	1	1	2	2	4	8	10	10	12	12	13	15	15	7

※沖波・準沖波波高および波向欄は、主波向きのうち、後述する必要天端高が最も高くなる波向と波高の値を示す

※沖波推算地点のうち、地点1～14は準沖波（青字）として取り扱う

※家島地区は30年確率波、それ以外の地区は50年確率波を示す

※表中の波浪・潮位条件は各地区区分における設定値の一例を示したものである



## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

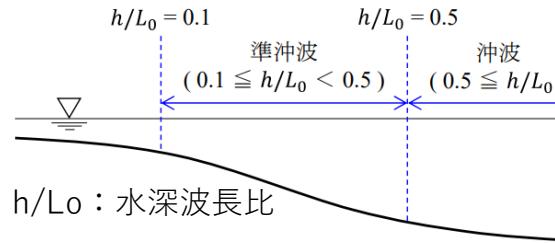
### 4. 2 堤前波の算定（案）

#### 4. 2. 2 波浪変形計算

- 設定した潮位・波浪条件を用い、エネルギー平衡方程式による港外波浪変形計算を実施
- 港湾域等では波の回折・反射を考慮するため、高山法による港内波浪変形計算を実施
- なお、沖波地点で準沖波に相当する地点については、深海域をスロープで模擬した水深データを作成し、準沖波の波浪諸元を再現するよう、港外波浪変形計算の入射波条件を設定

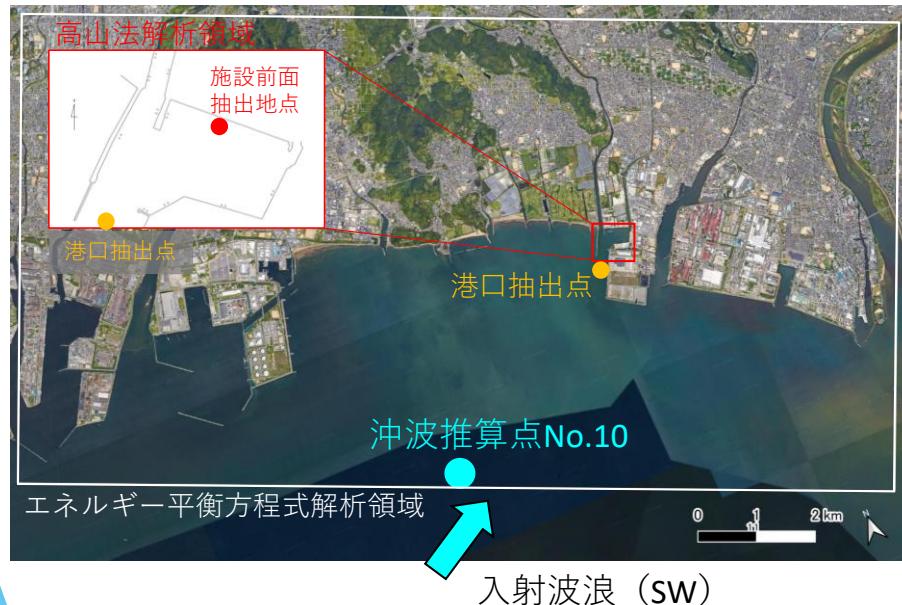
項目	沖波	準冲波	疑似冲波
英語名	deepwater wave	quasi deepwater wave	pseudo deepwater wave
水深波長比	$0.5 \leq h/L_0$	$0.1 \leq h/L_0 < 0.5$	$h/L_0 < 0.5$
波浪変形の有無※	なし（深海条件）	浅水变形（碎波なし）、屈折	なし（深海条件）
波高の記号	$H_0$	$H_{q0}$	$H_{p0}$

※波浪推算で考慮される波浪変形を指す。

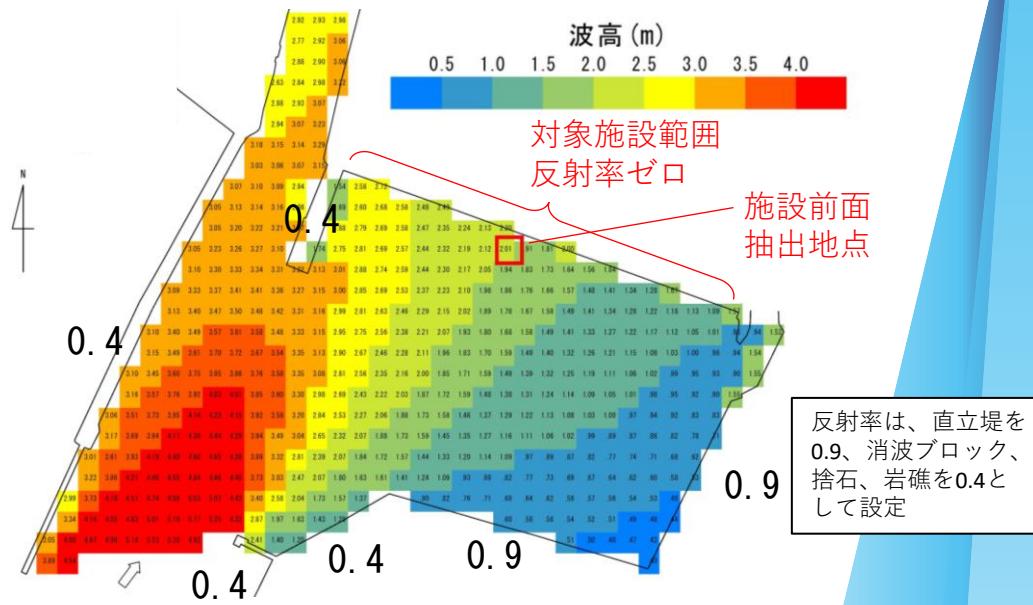


図出典：平山・森谷、港湾空港技術研究所報告第62巻第3号に加筆

#### 解析領域例（高砂地区）



#### 高砂地区での港内波浪変形計算（高山法）の実施例



## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

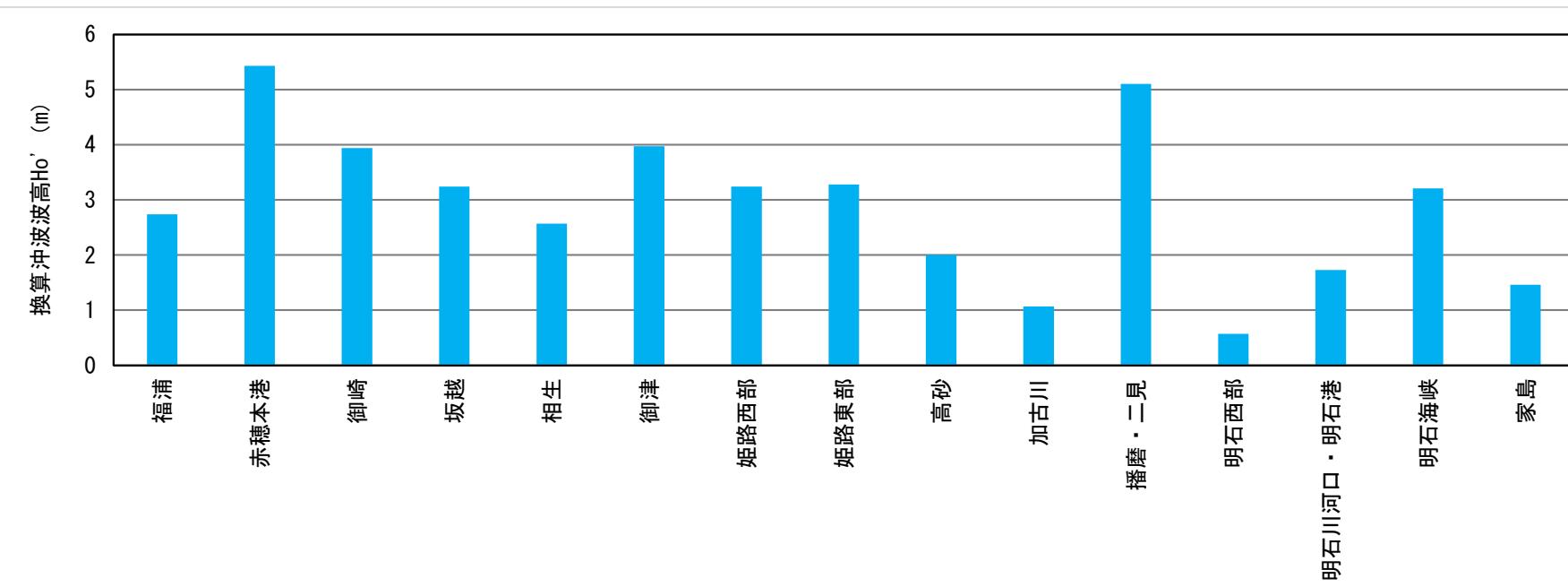
### 4. 2 堤前波の算定（案）

#### 4. 2. 3 換算沖波波高の算定結果

■ 波浪変形計算を実施し、必要天端高の算定に用いる換算沖波波高 $H_o'$ を算定

検討条件			気候条件	福浦地区	赤穂本港地区	御崎地区	坂越地区	相生地区	御津地区	姫路西部地区	姫路東部地区	高砂地区	加古川地区	播磨・二見地区	明石西部地区	明石川河口・明石港地区	明石海峡地区	家島地区
高潮 ・ 波浪	潮位	対象擾乱	将来2°C	T6523（昭和40年台風第23号）														
		台風期 朔望平均 満潮位 (T.P.m)		T.P.+1.2m+海面上昇量0.4m					T.P.+1.1m+海面上昇量0.4m					T.P.+0.9m+海面上昇量0.4m				
		計画偏差(m)		1.8			2.4			2.5			2.4			1.6		
		波浪	換算沖波波高 $H_o'$ (m)	2.74	5.43	3.94	3.24	2.57	3.97	3.24	3.28	2.00	1.07	5.10	0.57	1.73	3.21	1.46

※表中の波浪・潮位条件は各地区区分における設定値の一例を示したものである



## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

### 4. 3 計画天端高の算定（案）

#### 4. 3. 1 計画天端高の算定方法

■計画天端高は、第2回および第3回部会の決定内容に従い算定

■設定した外力条件を用い、地区区分ごとの必要天端高を下記条件により設定。高潮による必要天端高①と津波による必要天端高②を比較して高いほうを設定

① **許容越波流量：0.01～0.06 m<sup>3</sup>/s/m以下となる天端高。背後地の状況に応じた許容値を設定**

② **津波水位以上となる天端高として設定**

■播磨沿岸では、年間0.01～0.29cm程度の沈下傾向

■計画上の余裕高は、将来の気候変動の不確実性および地殻変動等を考慮して、他沿岸と同様0.3mで設定

表 2.3.6.2 背後地の重要度からみた許容越波流量 (m<sup>3</sup>/s/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」（平成30年8月）p.2-68

#### c) 余裕高

堤防の天端高の決定に当たって、設計高潮位、設計波、設計津波又は沈下量等が実測若しくはその他の方法により一応合理的に求められたとしても、現在の段階においては必ずしも信頼の置けるものとは言えない。例えば、既往の記録から決定した設計高潮位を超えるような高潮が将来おこり得ないとはいえないし、またその数値を正確に予測することは困難である。

このような、堤防天端高の設定における若干の不確実性を考慮して余裕高を設定する。すなわち、堤防天端高の決定に際しては、概括的に余裕高を加えることとなるが、高さには絶対安全の限度ではなく、余裕高をいたずらに大きくとれば工費の増大を招き、不経済となる。そこで背後地の社会的、経済的重要度を一つの目安として余裕高を決定するのが妥当な方法である。すなわち、背後地に市街地又は重要な公共施設等が存在して、高度の安全性を要する場合には、最大1.0m程度を限度として余裕高を適宜決定されることが多い。

出典：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」（平成30年8月）p.3-31～3-32

## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

### 4. 3 計画天端高の算定（案）

#### 4. 3. 1 計画天端高の算定方法

■直立護岸等の必要天端高の算定にあたっては、海岸保全施設の構造形式や波の入射角度に応じた補正（換算天端高係数 $\beta$ の設定等）を実施し、越波の低減や増加の効果を考慮

#### ○構造形式の違いを考慮した天端高の算定方法

ただし、合田による算定図は天端2層積みの被覆層による変化を示すものなので、高山ら<sup>145)</sup>は、越波流量の減少効果を示す指標として換算天端高係数 $\beta$ を提案している。複雑な断面でも換算天端高係数を用いることによって越波流量の低減効果を示すことができる。換算天端高係数は、同一の越波流量になる複雑な断面形状の護岸天端高と直立護岸の天端高の比として定義され、 $\beta$ が1未満の場合には、護岸天端高は直立護岸よりも低くできる。以下に代表的な換算天端高係数を示す。

傾斜護岸	$\beta = 1.2$
階段護岸	$\beta = 1.1$
直立消波護岸	$\beta = 0.6$

出典：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」（平成30年8月）p.2-67

パラペット後退距離による所要天端高比の変化

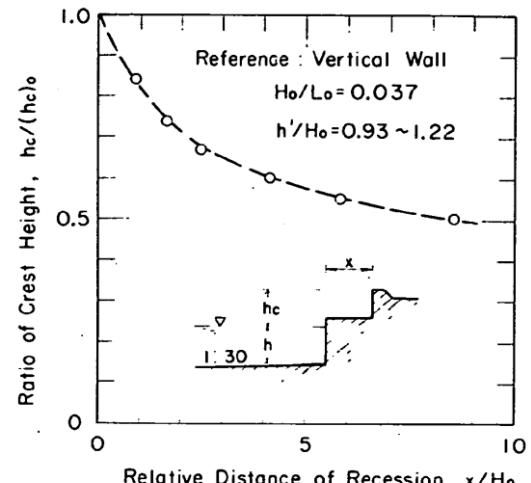


図-22 パラペット後退距離による所要天端高比の変化

出典：港湾技研資料 No.242 Sept.1976 不規則波による低天端型護岸の越波特性実験 合田良実、岸良安治

#### ○波の入射角度の違いを考慮した天端高の算定方法

$$\text{波が斜めから入射する場合}^{118) 119)} : \beta = \begin{cases} 1 - \sin^2 \theta & |\theta| \leq 30^\circ \\ 1 - \sin^2 30^\circ = 0.75 & |\theta| > 30^\circ \end{cases}$$

( $\theta$ は波の入射角で、護岸に直角入射する場合を $0^\circ$ とする。)

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（平成30年5月）p.174

## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

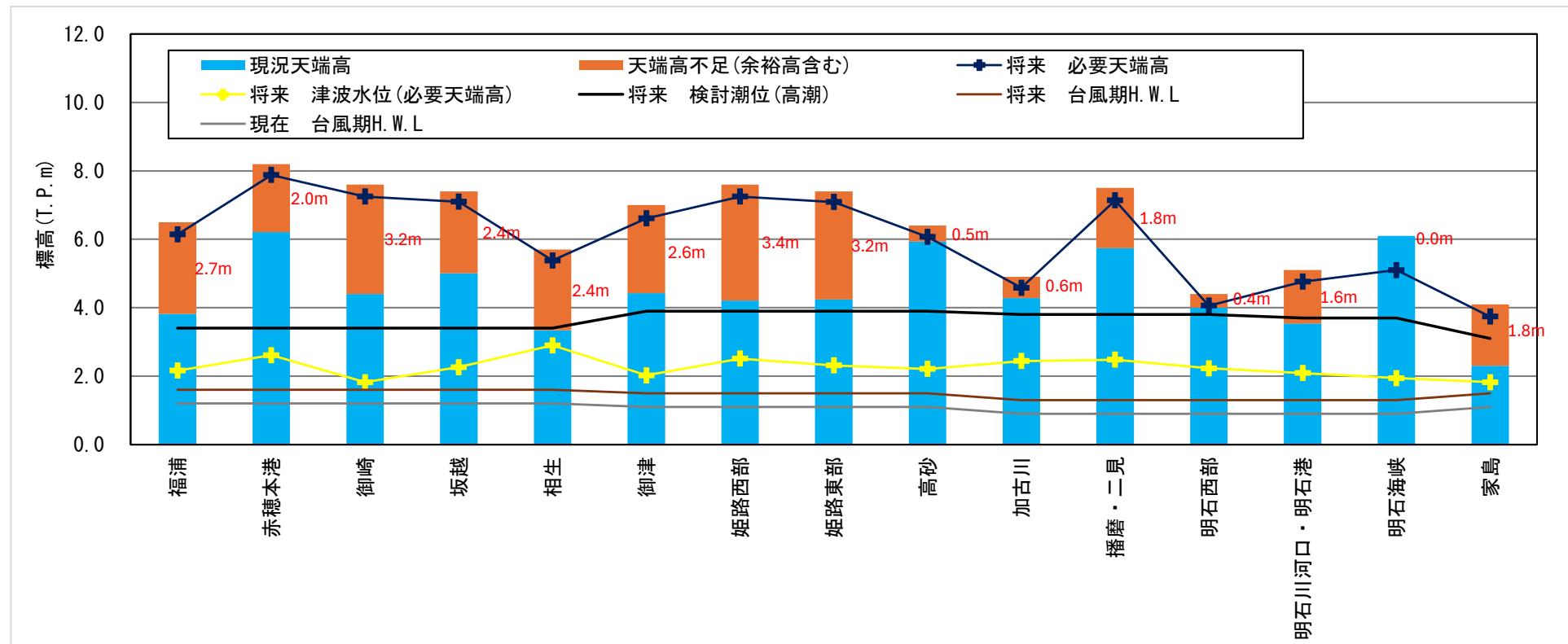
### 4. 3 計画天端高の算定（案）

#### 4. 3. 2 計画天端高の算定結果

■播磨沿岸における各地区区分の計画天端高は下図の通り

■設計高潮位の見直し（既往最高潮位を朔望平均満潮位+計画偏差に見直しや、平均海面水位の上昇の考慮等）によって、不足高が大きくなる箇所がある（姫路西部地区では設計高潮位をT.P.+2.65mからT.P.+3.9mに見直し）

※各地区区分の代表断面による算定結果であり、各施設について詳細な検討を行う必要がある。



※天端高不足 = 計画天端高 - 現況天端高

※計画天端高 = 「必要天端高 + 余裕高」

※必要天端高：高潮による必要天端高と津波による必要天端高を比較して高いほうを設定

## 4. 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

### 4. 4 計画諸元（計画天端高等）の設定（案）

■各地区区分の必要天端高より、計画天端高を設定

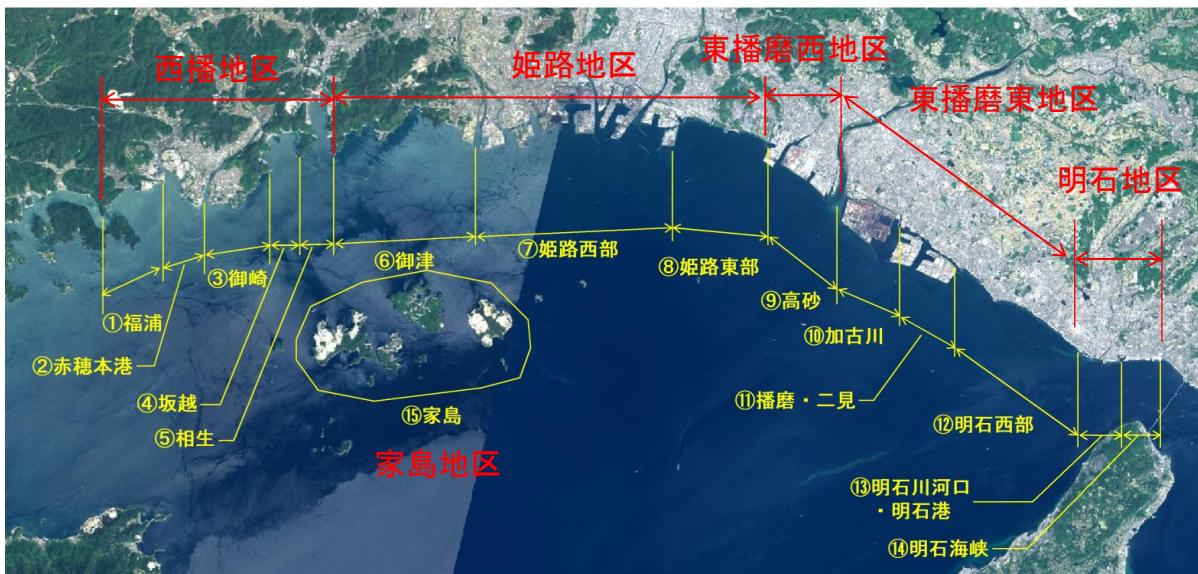
#### ●将来気候2°C上昇シナリオ

- ・海面上昇は2100年頃まで継続的に生じる想定
- ・高潮や高波は2040～50年頃にピークとなる想定

#### ●目標年次 2100年

項目	西播地区					姫路地区			東播磨西地区	東播磨東地区			明石地区		家島地区
	福浦地区	赤穂本港地区	御崎地区	坂越地区	相生地区	御津地区	姫路西部地区	姫路東部地区	高砂地区	加古川地区	播磨・二見地区	明石西部地区	明石川河口・明石港地区	明石海峡地区	家島地区
計画天端高 (T.P.m)	6.5	8.2	7.6	7.4	5.7	7.0	7.6	7.4	6.4	4.9	7.5	4.4	5.1	5.4	4.1
現況天端高 (T.P.m)	3.82	6.21	4.40	5.01	3.34	4.42	4.21	4.24	5.93	4.28	5.74	4.00	3.54	6.01	2.30
不足高 (m)	2.68	1.99	3.20	2.39	2.36	2.58	3.39	3.16	0.47	0.62	1.76	0.40	1.56	0.00	1.80
平均不足高 (m)	2.52					3.04			0.47	0.93			0.78		1.80

※不足高には余裕高0.3mを含む



- ※各地区区分の代表断面による算定結果であり、各施設について詳細な検討を行う必要がある
- ※天端高不足の箇所については、消波ブロックの整備等、適切な越波対策を適用することも視野
- ※今後、詳細な検討を実施した上で、気候変動の影響を考慮した「新たな整備計画」を策定

## 5. 防護すべき整備対象区域の設定（案）

■各地区区分の計画天端高の設定値に基づき、天端高不足への対策を要する区域を検討  
なお、代表断面による算定結果であり、各施設について詳細な検討を行う必要がある

### 【防護すべき整備対象区域】

- 播磨沿岸においては、気候変動の影響により、沿岸の広い範囲で海岸保全施設の天端高不足が生じると予測され、明石海峡地区を除き沿岸のほぼ全域が整備対象区域となり得る
- 特に、台風の強力化に対し、高潮・波浪による被害を防ぐための対策を講じることが重要

西播地区：平均2.5m

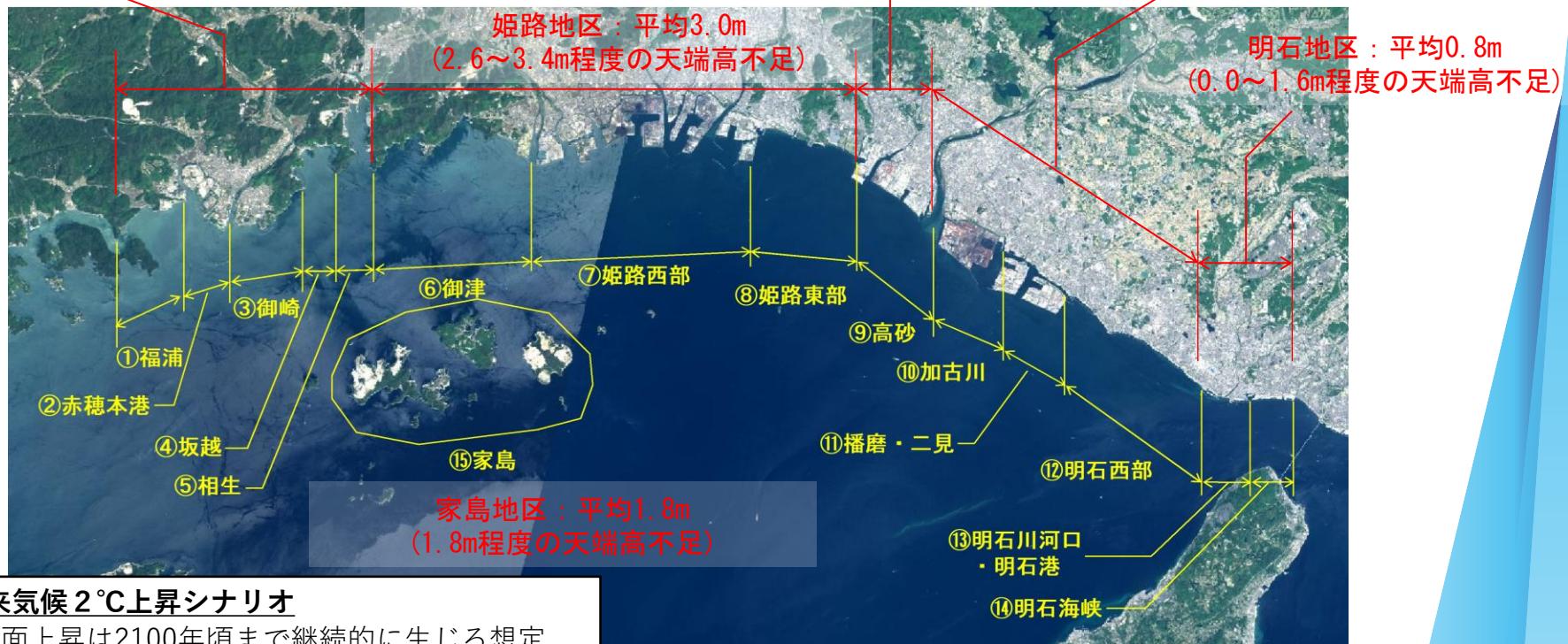
(2.0~3.2m程度の天端高不足)

東播磨西地区：平均0.5m

(0.5m程度の天端高不足)

東播磨東地区：平均0.9m

(0.4~1.8m程度の天端高不足)



#### ●将来気候2°C上昇シナリオ

- ・海面上昇は2100年頃まで継続的に生じる想定
- ・高潮や高波は2040~50年頃にピークとなる想定

#### ●目標年次 2100年

背景地図の出典：国土地理院 空中写真

## 6. 審議事項一覧（案）

項目	設定値	根拠	審議事項
防護水準	堤前波の算定	将来気候（2°C上昇シナリオ）に基づいた沖波・準沖波および潮位偏差を用い、各地区区分の換算沖波波高を算定	T6523の高潮推算・波浪推算結果から、高潮偏差・波浪条件を設定 エネルギー平衡方程式および高山法による港外・港内波浪変形計算を実施し、堤前波を算定
	計画天端高の算定	将来気候（2°C上昇シナリオ）に基づいた堤前波および潮位偏差を用い、必要天端高の算定を実施（津波水位に対する必要天端高の確認も実施）	直立・消波被覆護岸については、許容越波流量を満足する天端高を算定 高潮・波浪または津波のうち厳しい条件（必要天端高）に余裕高を考慮して計画天端高を算定
計画諸元	計画天端高の設定	防護水準に基づき、各地区区分の計画天端高を設定	防護水準（計画天端高）の検討結果を基に、各地区区分の計画天端高を設定
整備対象区域	整備対象区域の設定	【天端高不足量】 西播地区：平均2.5m（2.0～3.2m） 姫路地区：平均3.0m（2.6～3.4m） 東播磨西地区：平均0.5m（0.5m） 東播磨東地区：平均0.9m（0.4～1.8m） 明石地区：平均0.8m（0.0～1.6m） 家島地区：平均1.8m（1.8m）	各地区区分の計画天端高の設定値に基づき、天端高不足への対策を要する区域を検討 なお、各地区区分の代表断面による算定結果であるため、各施設について詳細な検討を行う必要がある



兵庫県