

1. 台風第21号を踏まえた高潮対策案

(1) 再度災害防止対策

浸水した地区（堤内地）について、浸水原因を踏まえ、台風第21号と同じ高潮・高波が来ても、浸水被害を生じさせない対策を実施する。

(2) 高潮対策の見直し

台風第21号を踏まえ、今後、設計に用いる高潮・高波の外力の見直しを行い、浸水した地区以外の対策にも生かしていく。



図1. 台風第21号における浸水状況図

1

2. 海岸の高潮対策見直しの方向性

(1) 海岸の計画堤防高の考え方

$$\text{防潮堤高さ} = \text{①高潮による設計高潮位}^{\ast 1} + \text{②高波による必要高等}^{\ast 2}$$

※1 設計高潮位（大阪湾沿岸の例）

満潮時に伊勢湾台風規模の台風が、室戸台風経路を通過した条件で計算した潮位上昇（計画偏差）を見込み設定した潮位

※2 高波による必要高等

設計波に対して、堤内地への許容越波流量や波のうちあげ高から必要となる高さ（一般に防潮堤の設置位置が汀線よりも沖側にある場合には越波流量から算定）

また、堤体の沈下や背後地の状況などに応じて、必要な余裕高等を設定する。

表1. 高潮・高波の現行の外力条件（尼崎西宮芦屋港）と台風第21号との比較

		現行の外力条件（尼崎西宮芦屋港）	台風第21号（9月4日）
高潮	潮位	T.P.+0.9m S29～S38の台風期の天保山検潮所の期望平均満潮位実測値	西宮：T.P.+0.52m、尼崎：T.P.+0.51m 14:15の推算天文潮位
	偏差	西宮・芦屋：2.7m、尼崎：3.0m 伊勢湾台風規模の台風が室戸台風経路を通過した条件で計算した計画偏差	西宮：2.72m、尼崎：3.02m 14:15の平滑潮位一推算天文潮位
	高潮位	【設計高潮位】 西宮・芦屋：T.P.+3.6m 尼崎：T.P.+3.9m	西宮検潮所：T.P.+3.24m(14:15) 尼崎検潮所：T.P.+3.53m(14:15)
高波	沖波	（50年確率波） ※H24以降の設計に適用 4.07m（周期 8.0s、波向 SSW） [波向別の最大値] 昭和30年～平成18年までの52年間の台風データ等を用いて算定した50年確率波	（尼崎西宮芦屋港の波浪推算結果から算出した沖波※） 5.18m（周期 8.6s、波向 SW） [波向別の最大値] ※津水変動を考慮しない、換算した波高

2

高潮対策案の検討について

(2) 台風第21号の再現期間

① 高潮偏差及び高潮潮位の再現期間

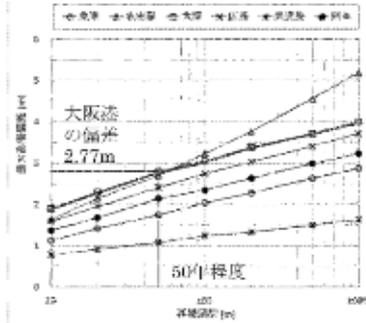


図2. 最大高潮偏差の再現期間

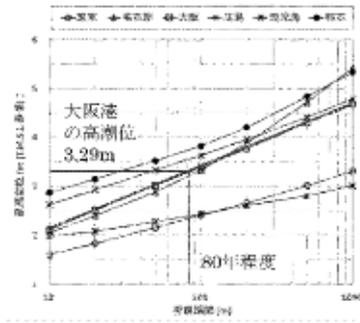


図3. 最高潮位の再現期間

三大湾内の高潮推算における台風パラメーターの影響(国総研資料 第1039号 平成30年7月)の表【抜粋】に加筆
 ※大阪湾内では、大阪港での再現期間を評価しているため、大阪港での偏差、潮位で比較

台風第21号の高潮偏差、高潮潮位の再現期間は、50～80年程度

3

高潮対策案の検討について

② 高波の再現期間

台風第21号の高波の
 再現期間は
 80～130年程度

尼崎西宮芦屋港(西宮防波堤沖)における1955年～2016年の62年間の台風データ等と台風第21号の計398個の波浪推算値を用いて再現期間を評価

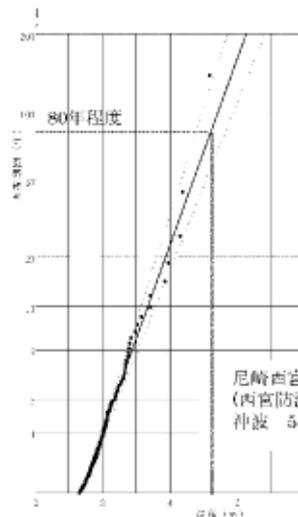


図4. 尼崎西宮芦屋港沖波*データ(SW)

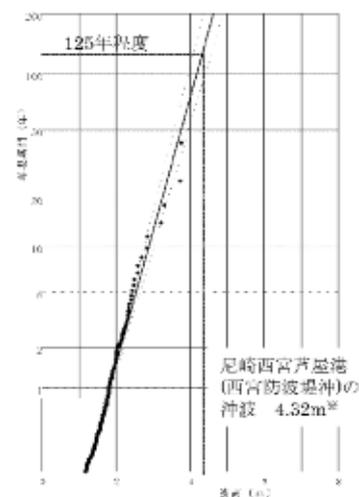


図5. 尼崎西宮芦屋港沖波*データ(SSW)

(3) 高潮対策見直しの方向性

台風第21号の潮位は設計高潮位を下回ったものの、高波は現行の外力条件を大きく超えるものであった。

このため、今後の設計に用いる沖波については、台風第21号も含めた最新の推算データも加味した50年確率波に見直す方向で検討する。

4

高潮対策案の検討について

3. 今後の河川の計画堤防高の考え方(大阪湾沿岸)

河口部は河川及び海の両方の影響を受けるため、河口部の計画堤防高を設定する際には、洪水の計画高水位と設計高潮位の両方について検討し設定する。

$$\text{河川の計画堤防高} = \text{①設計高潮位}^{\ast 1} + \text{②高波}^{\ast 2} \text{による必要高等}$$

※1 設計高潮位

満潮時に伊勢湾台風規模の台風が、室戸台風経路を通過した条件で計算した潮位上昇を見込み設定した潮位

※2 高波

50年確率波の沖波を用いた波浪変形計算による、河川内での波高の1/2

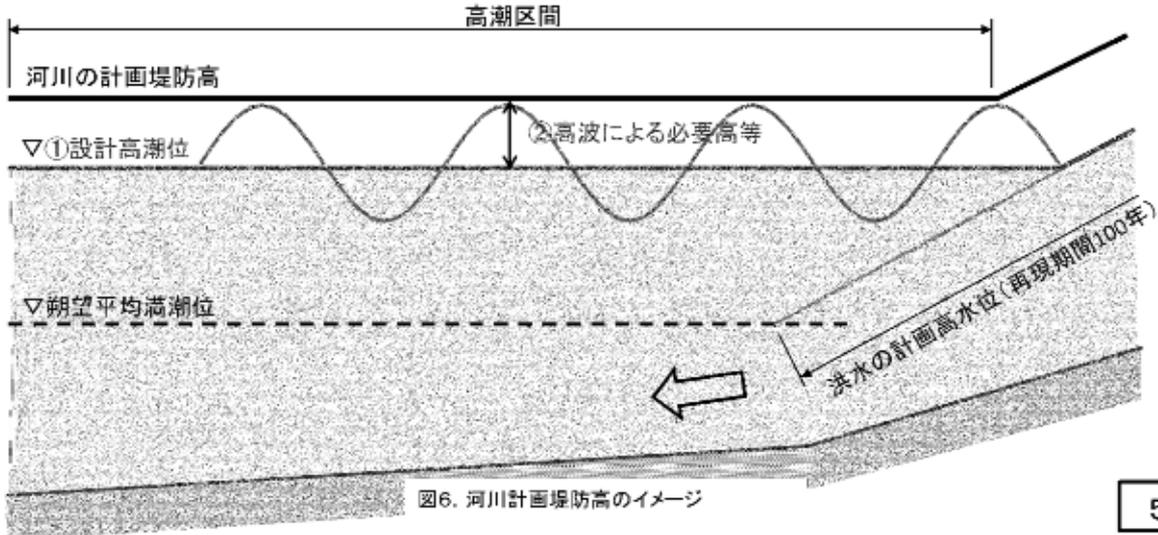


図6. 河川計画堤防高のイメージ

5

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策(海岸) 【①南芦屋浜地区】

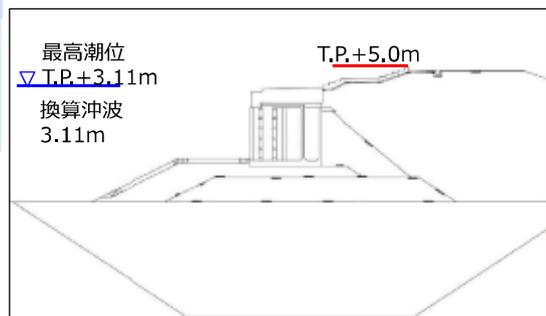


図7. 南芦屋浜地区 浸水範囲図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成(堤内地に限る)

対策

- ・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討
- ・高潮対策にあわせて内水対策の検討も必要



○ 代表断面箇所

図8. 代表断面図

6

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策（海岸）【②西宮浜地区】

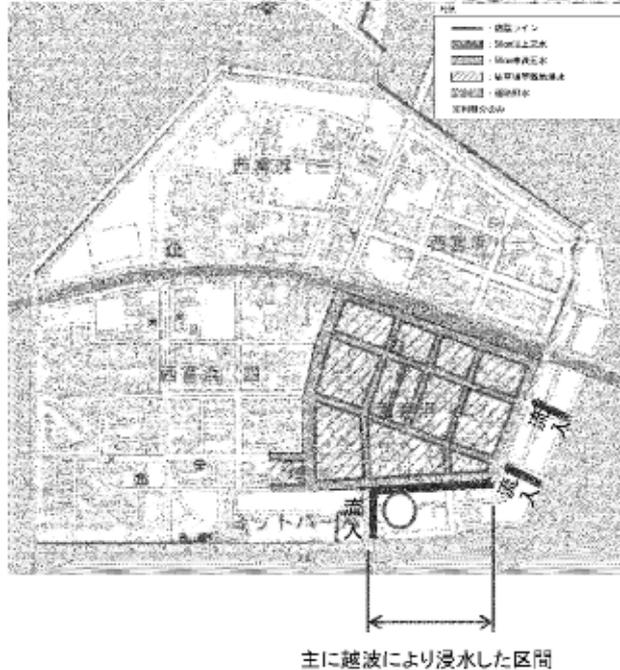


図9. 西宮浜地区 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成（植内地に限る）

対策

- ・主に越波により浸水した区間について、胸壁の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・陸間損壊により浸水した箇所は、陸間の閉鎖（スロープ化）を含めた対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討

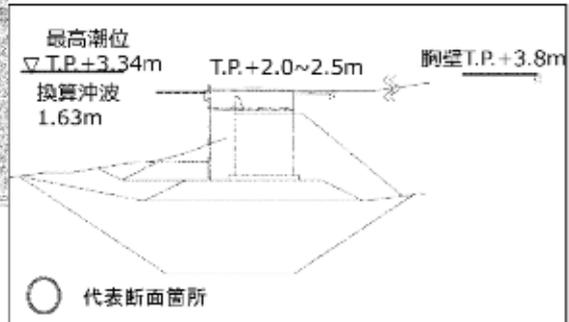


図10. 代表断面図

7

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策（海岸）【③甲子園浜地区】

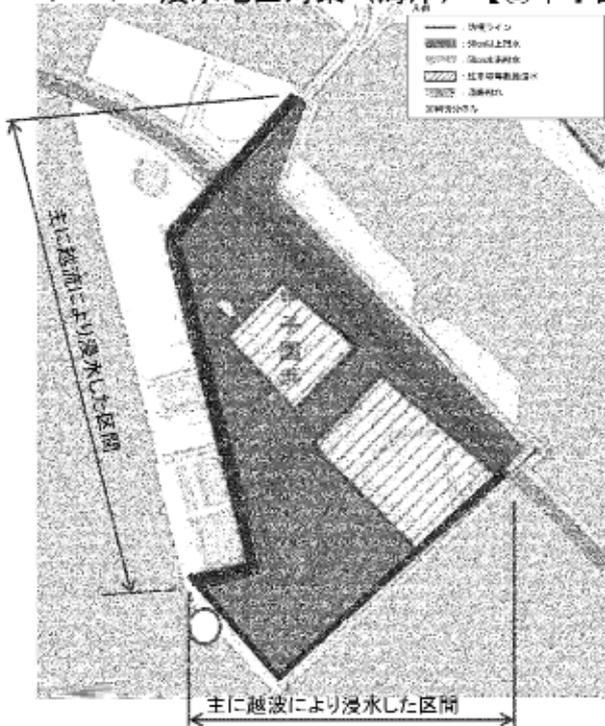


図11. 甲子園浜地区 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成（植内地に限る）

対策

- ・主に越流及び越波により浸水した区間について、防潮堤の新設・嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討

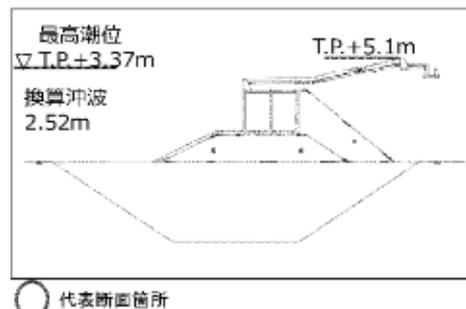


図12. 代表断面図

8

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策（海岸）【④鳴尾地区】



図13. 鳴尾地区 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成(境内地に限る)

対策

- ・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討

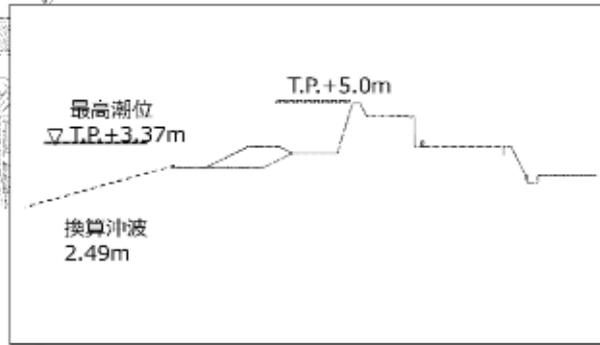


図14. 代表断面図

9

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策（海岸）【⑤鳴尾浜】

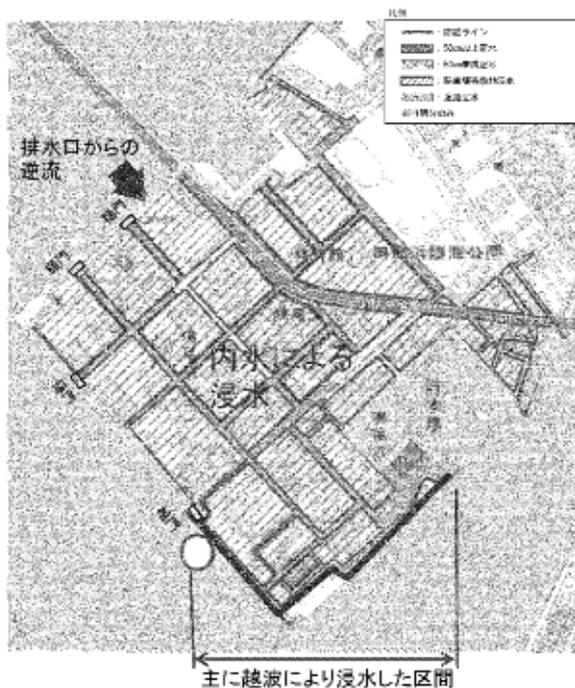


図15. 鳴尾浜地区 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成(境内地に限る)

対策

- ・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・逆流対策として、フラップゲートなど逆流防止対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討
- ・内水対策として、ポンプの増設等を検討

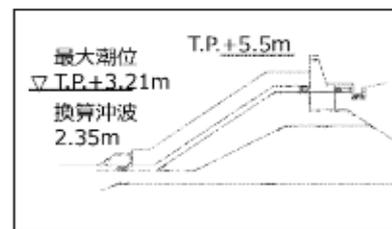


図16. 代表断面図

10

高潮対策案の検討について

4-1 浸水地区対策（海岸）【⑥丸島地区】

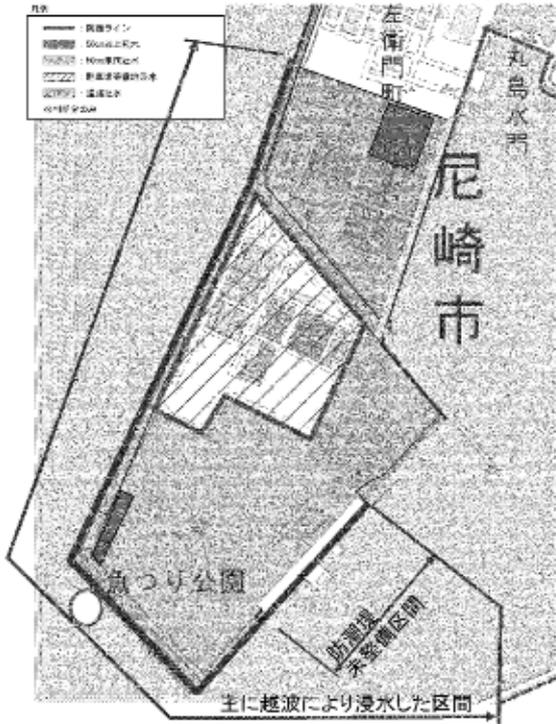


図17. 丸島地区 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成（堤内由に際る）

対策

- ・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の新設・嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
- ・その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討

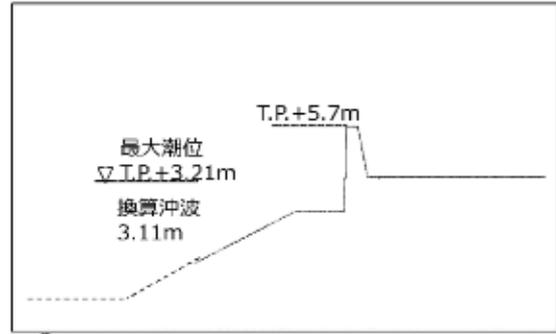


図18. 代表断面図

11

高潮対策案の検討について

4-2. 浸水地区対策（河川）【①高橋川・②宮川】

対策

- ・堤防高が不足する区間において、堤防の嵩上げを基本に検討（堤防がない区間は新設）
- ・橋面高が不足する橋梁について、高潮時に橋梁の両岸に仮設の遮蔽板等の設置を検討（構造・管理方法について、神戸市・芦屋市と調整）



図19. 高橋川 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成

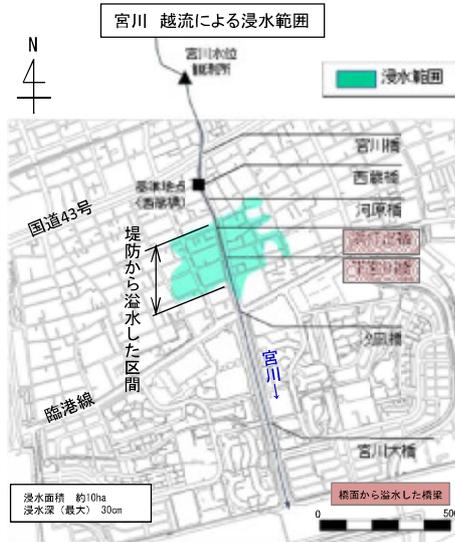


図20. 宮川 浸水実績図

浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに芦屋市で作成

図21. 仮設の遮蔽板 設置例



12

高潮対策案の検討について

5. まとめ

- ◆台風第21号の潮位は設計高潮位を下回ったものの、高波は想定を大きく超えるものであった。
- ◆このため、防潮堤等が整備されている背後の境内地では、主に高波による越波によって浸水した。
- ◆嵩上げ対策など浸水原因に応じた再度災害防止対策に早期に取り組むべき。
- ◆高波条件等の見直しを行い、浸水した地区以外の対策にも取り組むべき。

表2. 高潮対策案の検討について

地区	浸水範囲 (浸水深(感測値))	主な浸水原因	高潮対策案
海岸	①南芦屋浜 約2.5ha [2.0~6.7cm]	・越波	・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討 ・高潮対策にあわせて内水対策の検討も必要
	②西宮浜 約2.1ha [1.0~5.2cm]	・越波 ・その他要因	・主に越波により浸水した区間について、胸壁の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討 ・陸間橋横により浸水した箇所は、陸間の閉鎖(スロープ化)を含めた対策を検討
	③甲子園浜 約3.8ha [3~9.5cm]	・越流 ・越波	・主に越流及び越波により浸水した区間について、防潮堤の新設・嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
	④唹尾 約6ha [1.5~5.0cm]	・越波	・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
	⑤唹尾浜 約10.4ha [1.2~7.8cm]	・越波 ・内水 ・その他要因	・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討 ・逆流対策として、フラップゲートなど逆流防止対策を検討 ・内水対策として、ポンプの増設等を検討
	⑥丸島 約4.5ha [3.0~6.0cm]	・越波	・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の新設・嵩上げを基本に再度災害防止対策を検討
河川	①高橋川 約1.3ha[~9.0cm]	・越流	・堤防高が不足する区間において、堤防の嵩上げを基本に検討(堤防がない区間は新設) ・橋面高が不足する橋梁について、高潮時に橋梁の両岸に仮設の電線板等の設置を検討
	②宮川 約1.0ha[~3.0cm]	・越流	
			※その他の区間についても、外力条件の見直しや防潮堤の沈下状況等を踏まえ、嵩上げ等必要な対策を検討

13

高潮浸水想定 の 検討について

資料4

1. 高潮浸水予測区域図について (平成19年公表)

(1) 概要

ハードで守りきれないような高潮が発生した際の災害リスクを県民に予め知って頂くため、平成16年に国が作成した「津波・高潮ハザードマップマニュアル」に基づき、平成19年に兵庫県管理の港湾・漁港等を対象に作成・公表。

(法令等には基づかない図で任意で作成)

(2) 予測条件 [尼崎西宮芦屋港での設定条件]

表1. 高潮浸水予測区域設定条件表

条件	内容
モデル台風	第2室戸台風
台風経路	第2室戸台風を西に1°移動(第2室戸台風を平行移動した最悪コース)
台風の中心気圧	920hPa~966hPa (実績に基づく)
台風半径・速度	85.4km~186.4km・22km/h~113km/h (実績に基づく)
予測に用いた潮位	尼崎T.P.+4.5m、西宮・芦屋T.P.+4.35m
地盤高	地盤を12.5m四方のメッシュで分割し、都市計画図や下水道台帳から地盤高を設定
防潮堤・開水門等	防潮堤は破堤なし 開水門等は、閉鎖及び未閉鎖の両方で検討
留意点	・堤防等の破堤、河川、水路からの氾濫や、雨、波の影響による浸水は考慮していない ・シミュレーション実施以降の地形状況の変化についても考慮していない

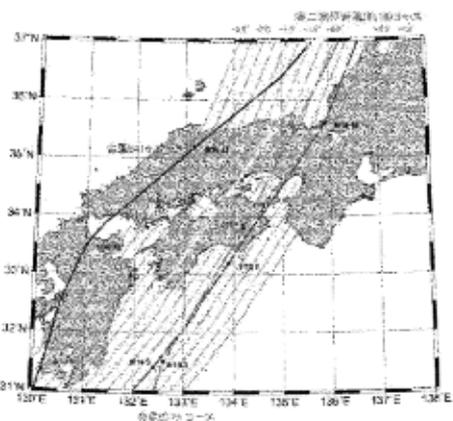


図1. 台風経路図

1

高潮浸水想定の検討について

(3) 尼崎西宮芦屋港海岸の高潮浸水予測区域図（閘水門等は未閉鎖）

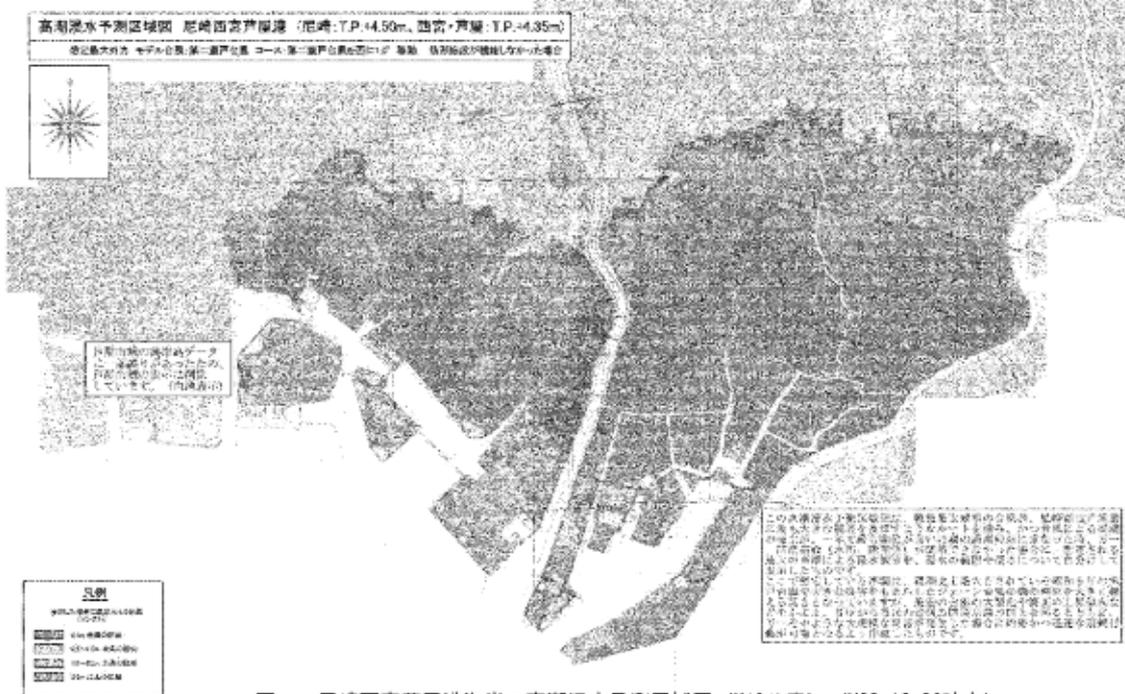


図2. 尼崎西宮芦屋港海岸の高潮浸水予測区域図（H19公表）（H30.12.26時点）

2

高潮浸水想定の検討について

2. 水防法に基づく新たな高潮浸水想定区域図について

(1) 平成27年の水防法改正の内容

水防法（平成27年5月改正）

高潮特別警戒水位の設定（第13条の3）

都道府県知事は、当該都道府県の区域内に存する海岸で高潮により相当な損害を生ずるおそれがあるものとして指定したものについて、高潮特別警戒水位（警戒水位を超える水位であつて高潮による災害の発生を特に警戒すべき水位をいう。）を定め、当該海岸の水位がこれに達したときは、その旨を当該海岸の水位を示して直ちに当該都道府県の水防計画で定める水防管理者及び量水標管理者に通知するとともに、必要に応じ報道機関の協力を求めて、これを一般に周知させなければならない。

高潮浸水想定区域図の指定（第14条の3）

都道府県知事は、第十三条の三の規定により指定した海岸について、高潮時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、国土交通省令で定めるところにより、想定し得る最大規模の高潮であつて国土交通大臣が定める基準に該当するものにより当該海岸について高潮による氾濫が発生した場合に浸水が想定される区域を高潮浸水想定区域として指定するものとする。

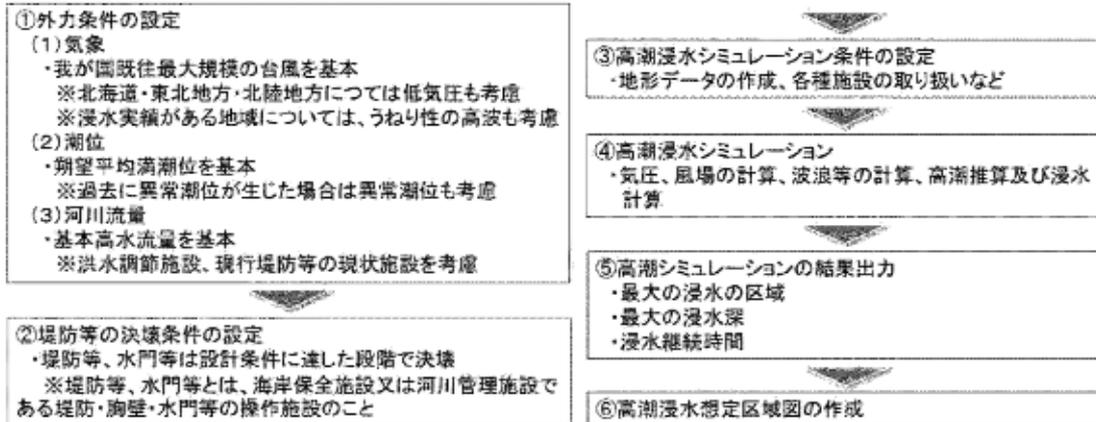
3

高潮浸水想定の検討について

(2) 高潮浸水想定区域図の基本的な考え方

- ▶ 高潮浸水想定区域図は、最悪の事態を想定し、我が国既往最大規模の台風とし、潮位偏差が最大となるよう複数の経路を設定し、作成することを基本とする。
 - ※北海道・東北地方・北陸地方については、低気圧も考慮
 - ※浸水実績のある地域については、うねり性の高波も考慮
- ▶ 河川流量、潮位、堤防の決壊等の諸条件についても、最悪の事態を想定する。
- ▶ 高潮浸水想定区域図の作成にあたっては、浸水区域、浸水深、浸水継続時間を求める。

高潮浸水想定区域図作成の流れ



高潮浸水想定の検討について

(3) 外力条件の設定（想定する台風の設定）

- ▶ 想定する台風の中心気圧は、室戸台風を基本とし、既往実績に応じ対象とする海岸における緯度を考慮して台風の中心気圧を増減させる。最大旋衝風速半径、移動速度については、伊勢湾台風を基本とする。

【想定する台風の設定方法】

項目	設定方法	設定指標
日時	下表を基に	室戸台風を基本とし
中心気圧	地域に応じて設定	緯度を考慮し増減
最大旋衝風速半径	75km(一定)	伊勢湾台風
台風の移動速度	73km/h(一定)	伊勢湾台風

- 過去に大きな潮位偏差を生じた台風経路を参考に進入角度の異なる3方向以上の経路を選定し、それらの経路をそれぞれ約10～20kmピッチで平行移動させて複数の経路を設定することを基本とする。

【各地域における想定する台風の中心気圧】

地域	緯度	中心気圧
北海道・東北(一部)	26° 以北	950hPa
東北(一部)・北陸	36～38°	930hPa
三河湾・東海・瀬戸内海・山陰	34～36°	910hPa
紀伊・四国南部・九州	30～34°	900hPa
南西諸島・沖縄本島	26～30°	890hPa
先島諸島・大東諸島	24～26°	880hPa

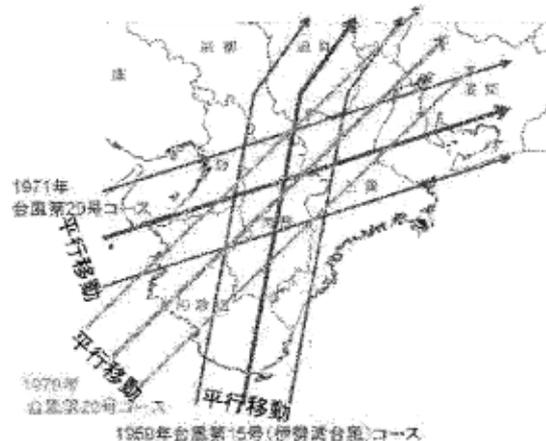


図3. 伊勢湾奥において、最悪の事態をもたらす台風経路の設定イメージ

高潮浸水想定の検討について

(4) 高潮浸水想定区域図の主な計算条件

表2. 高潮浸水想定区域の主な計算条件表

外力条件の設定	想定する台風	中心気圧	室戸台風を基本とし、既往実績に応じ対象とする海岸における緯度を考慮して台風の中心気圧を増減させる。 ⇒対象海岸のある地域に到達した時点で、緯度により中心気圧を一定として台風を移動させる。(三大湾:910hPa)
		最大旋衝風速半径	伊勢湾台風を基本とする。⇒75km
		移動速度	伊勢湾台風を基本とする。⇒73km/h
		台風経路	過去に大きな潮位偏差を生じた台風経路を参考に進入角度の異なる3方向以上の経路を選定し、それらの経路をそれぞれ約10~20kmピッチで平行移動させて複数の経路を設定することを基本とする。
	河川流量	対象河川	河川整備基本方針で定める基本高水流量を基本とする。
	潮位	天文潮	期望平均満潮位とする。
高潮浸水シミュレーション	シミュレーション方法	気圧・風場の推算	Myersの式による台風モデルを基本とする。
		波浪等の計算	スペクトル法を基本とする。
	高潮推算及び浸水計算	海底での摩擦及び移流項を考慮した非線形長波理論(浅水理論)を基本とする。	
	シミュレーション条件	地形データ等	航空レーザ測量の結果等を活用することを基本とする。 ⇒防潮堤については、現況天端高を測量する。
決壊条件		防潮堤	設計条件に達した段階(うちあげ高が堤防天端高を越える、潮位が設計高潮位を越える、越波流量が許容越波流量を越える)で決壊

5) 今後の検討課題

大阪湾沿岸(神戸~尼崎)における台風経路の選定。

6) 今後の予定

大阪湾沿岸のうち、尼崎西宮芦屋港海岸については今年度末に公表する。

6

平成30年台風21号における最高潮位について

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会
尼崎西宮芦屋港部会資料 抜粋



図1. 主要地点の最高潮位(尼崎～芦屋)

平成30年台風21号における宮川の水位について

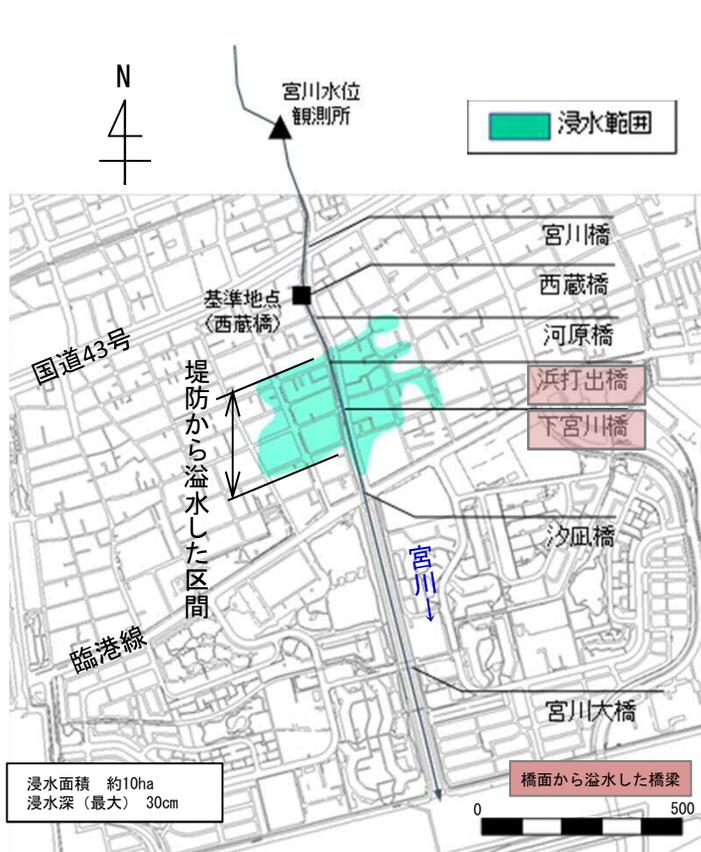
大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会
尼崎西宮芦屋港部会資料 抜粋

【浸水の要因】

浸水原因
(現地調査結果等から分析)

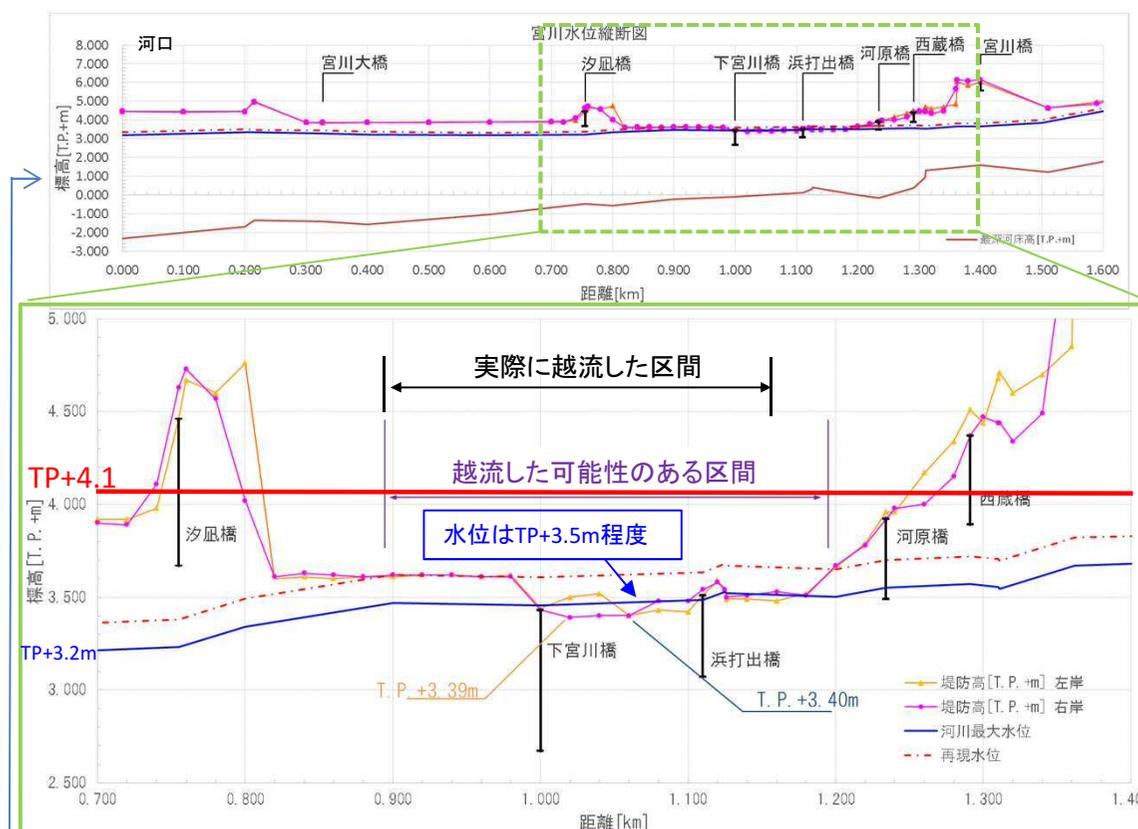
越流による浸水

- ・ 現地調査結果や映像等から一部堤防及び橋梁部からの溢水を確認
- ・ 溢水が発生した時間帯は、潮位が高くなる一方で、河川流量が減少していることから、浸水原因は高潮および高波であると考えられる



浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに芦屋市で作成

図2. 越流による浸水範囲



河口潮位 = 天文潮位 + 偏差 = (T.P.+0.5m) + (2.7m) = T.P.+3.2m

※偏差は[大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会]の計算結果による。

潮位の時系列値は西宮検潮所(ピーク潮位T.P.+3.236m)のデータを一律3.6cmスライドダウンさせて用いる。

図3. 水位再現計算結果

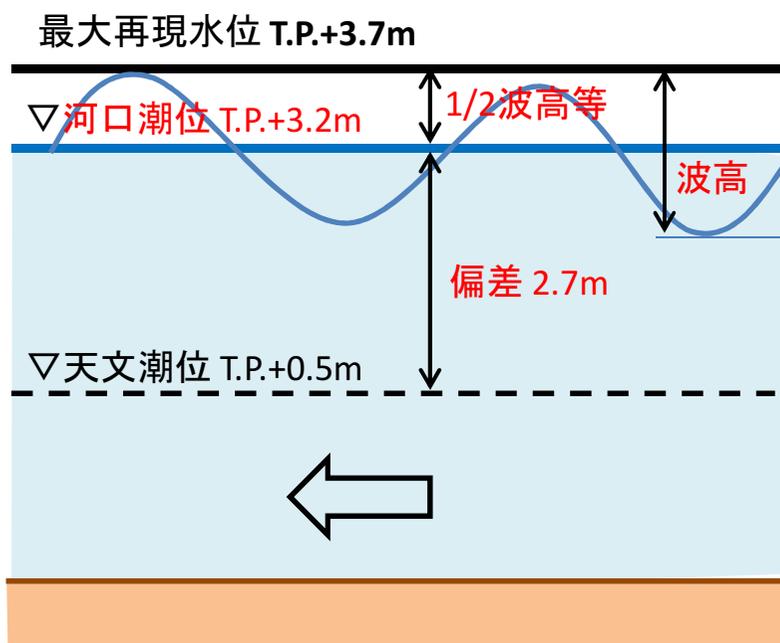
高潮対策案の検討について

今後の河川の計画堤防高の考え方(大阪湾沿岸)

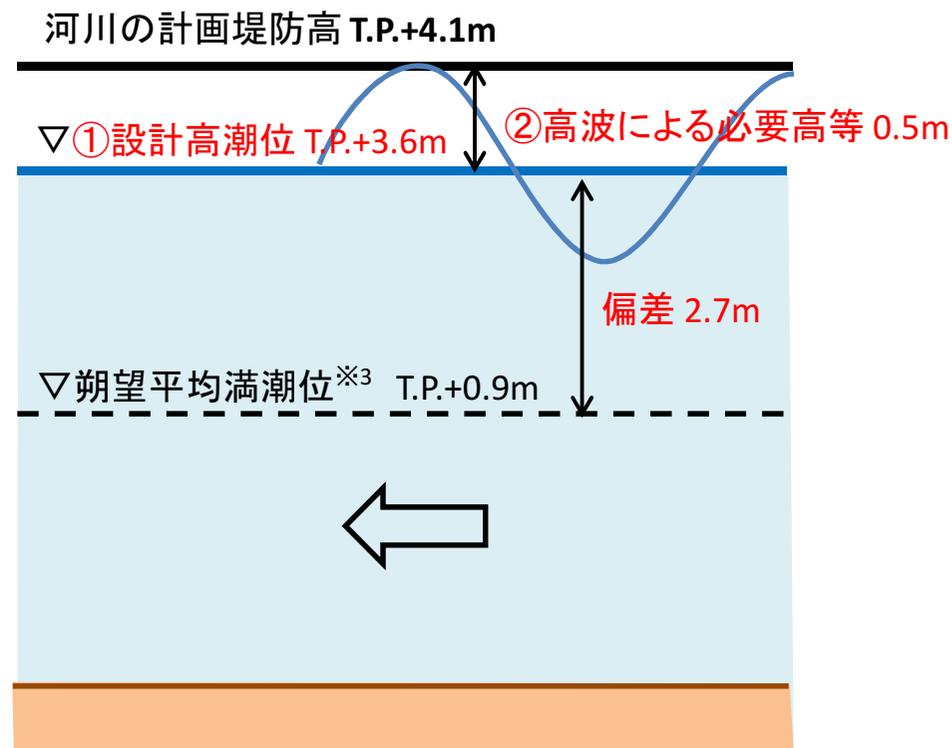
- ・台風第21号時の水位は当時の天文潮位に偏差^{※1}と1/2波高等を加えて再現している。
- ・河川の計画堤防高としては、計画で使用する朔望平均満潮位に偏差と高波による必要高等を加えて決定する。

河川の計画堤防高 = ①設計高潮位^{※2} + ②高波による必要高等

台風第21号の再現水位



河川計画堤防高のイメージ



※1 偏差 : 台風等による潮位の上昇分

※2 設計高潮位 : 満潮時に伊勢湾台風規模の台風が、室戸台風経路を通過した条件で計算した潮位上昇を見込み設定した潮位

※3 朔望平均満潮位 : 朔(新月)および望(満月)の日から5日以内に現れる、各月の最高満潮面の平均値。

宮川の高潮対策について

【対策範囲】

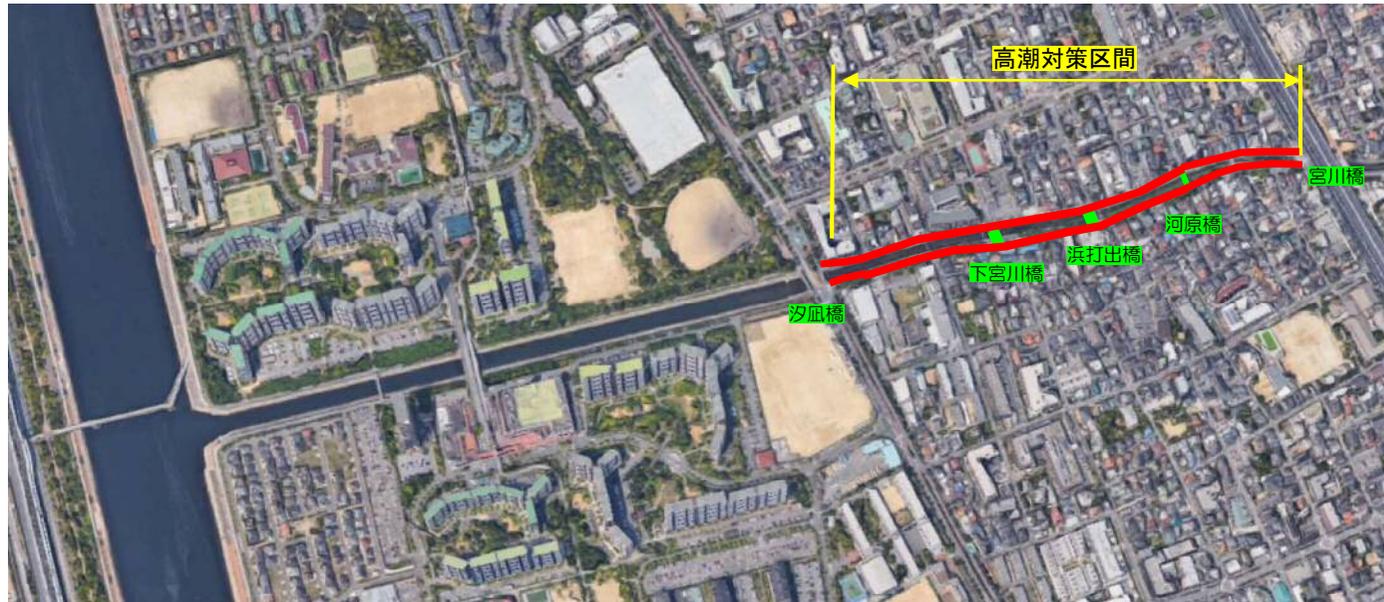


図4. 対策範囲

【対策断面】

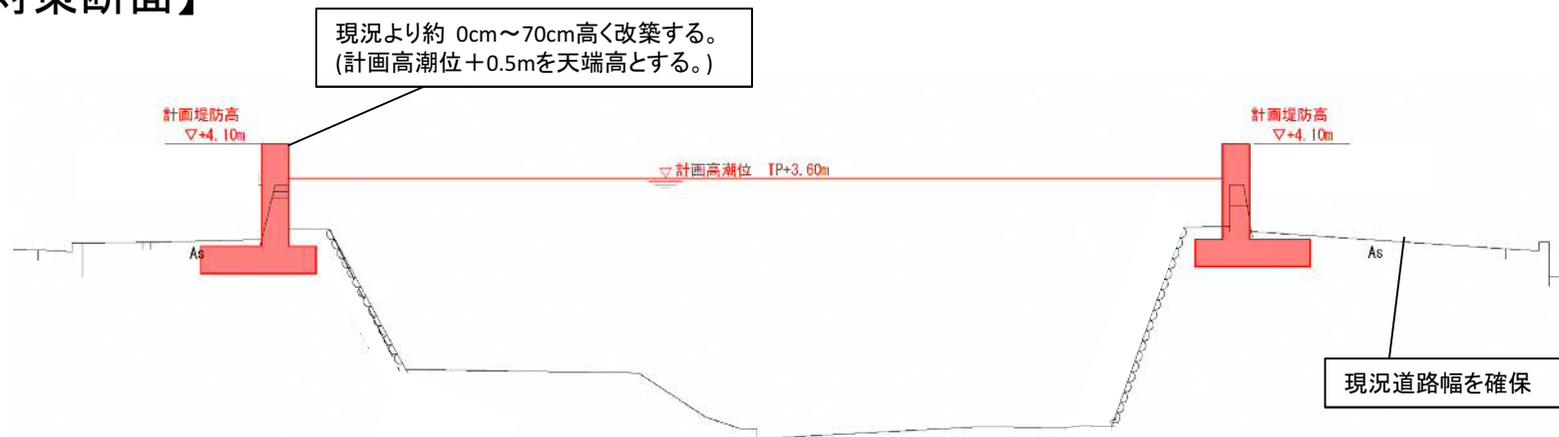


図5. 対策断面

今後の市の対応について

1 避難発令について

(課題) 急激な潮位上昇に合わせた発令が行えなかった。

(対応) 高潮被害の発生が予想される場合において、以下の基準に基づいて避難発令を行う。[実施済み]

発令内容	発令基準
避難準備・高齢者等避難開始	高潮警報の発表
避難勧告	潮位がピークを迎える 2~3 時間前 (3 m超が予想される場合)。
避難指示 (緊急)	・ 南芦屋浜の南護岸ベランダ部が浸水し、更なる上昇が見込まれる場合。 ・ 堤防から溢水する可能性が高まった場合。

注) 高潮対策検討委員会等の検証結果等を踏まえて再検討することもあります。

(課題) 海岸及び河川の現場の状況把握が遅れた。

(対応) ①南芦屋浜南護岸・東護岸、キャナルパーク及び宮川に水面監視用としてカメラを設置する。[平成31年7月末]※

②パトロールを行う職員に情報端末を携帯させ、現地の状況報告をリアルタイムで行う。[平成31年5月末]※

2 防災行政無線について

(課題) 避難発令時等に放送される防災行政無線の内容が聞き取りにくい。

(対応) スピーカーの増設及び取替えを実施する。[平成32年3月末]※

3 停電発生時の対応

(課題) 停電に伴う対応の遅れ

(対応) ①様々な媒体での情報提供 (広報掲示板, 広報車, さくら FM, 自主防災会等)

②クールスポット及び充電スポットの設置 (集会所等の市施設)

③集合住宅等の断水対応としての給水スポットの設置 (各小学校, 総合公園等)

- 4 冠水対策について
(課題) 降雨時のスムーズな排水の確保
(対応) 台風などの豪雨が予測される時には、事前に雨水柵や側溝などの雨水排水施設の点検を行う。
- 5 地域防災力の向上について
(課題) 迅速な避難行動を取るための、自助共助の仕組みの構築
(対応) 災害時の被害を軽減できるよう、自治会等と連携し、地区防災計画の策定を含む地域の防災活動を推進する。
- 6 南芦屋浜地区における避難所について
(課題) 南芦屋浜地区の避難所が不足している
(対応) 潮芦屋交流センター，県立芦屋特別支援学校，ウォーターパーク及び総合公園管理棟を新たに避難所に位置付ける。[実施済み]
- 7 民間施設等の活用について（一時避難等）
(課題) 避難所以外の用途として，民間施設の活用や協定の検討
(対応) 災害時の補完施設として，ミズノスポーツプラザを活用する。
その他の施設とも協議を継続して実施する。
- 8 南芦屋浜地区における備蓄物資について
(課題) 南芦屋浜地区に食料等が備蓄されていない
(対応) 市の備蓄計画に基づき，阪神淡路大震災の最大避難者数を勘案した，
1，400人分の備蓄食料を総合公園防災倉庫等に備蓄する。
600人分[平成31年3月末]，800人分[平成31年6月末]※
- 9 南芦屋浜地区での排水機能の検証
(課題) 浸水前に一部雨水柵から水が漏れ出たとの意見から，高潮の雨水排水管への影響について検証する必要がある。
(対応) 浸水原因は，「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会」では，「南護岸及び一部ビーチ護岸からの越波による浸水」とされているが，台風21号における高潮が雨水排水管にどのような影響を及ぼしたかをシミュレーション解析する。[平成31年3月末]

※印の事案については市議会の議決を経ての対応となります。