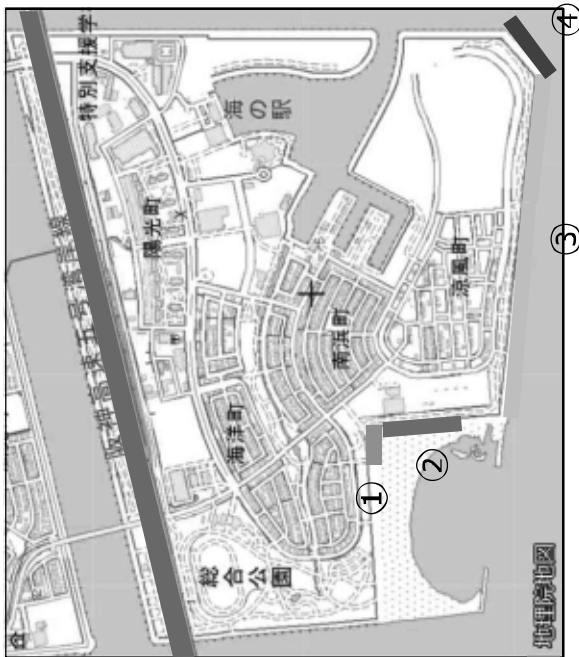


# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 【南芦屋浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

防潮堤天端高は、最高潮位よりも高いため、高波による越波流量を推算



断面	延長(m)
①	50
②	210
③	810
④	120
合計	1190

図 2 3. 南芦屋浜地区 検討断面（主な越流・越波箇所）

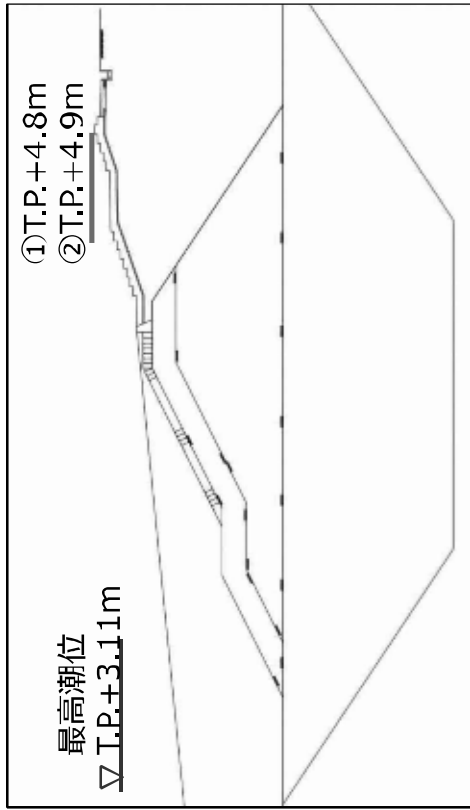


図 2 4. ①②代表断面図

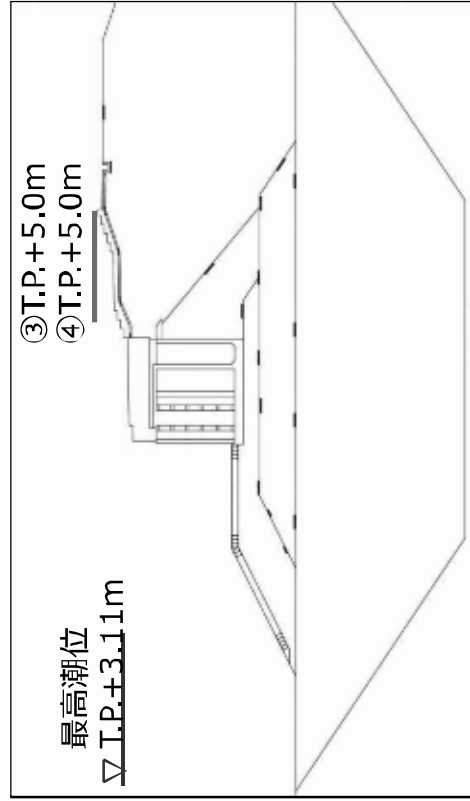


図 2 5. ③④代表断面図

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 【南芦屋浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

### 越波流量の推算結果 [速報値]

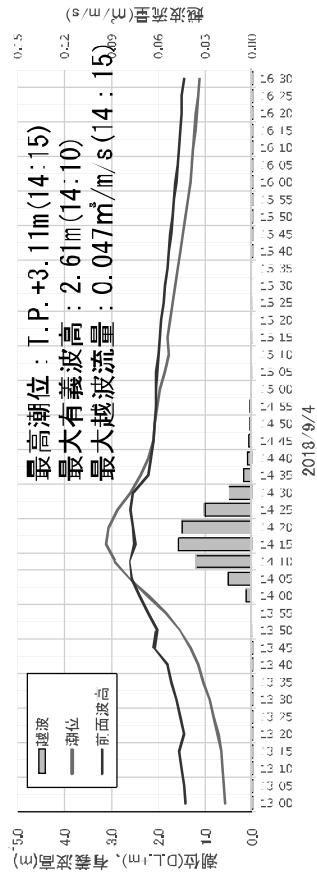


図 26. 越波流量の算定結果（断面①）

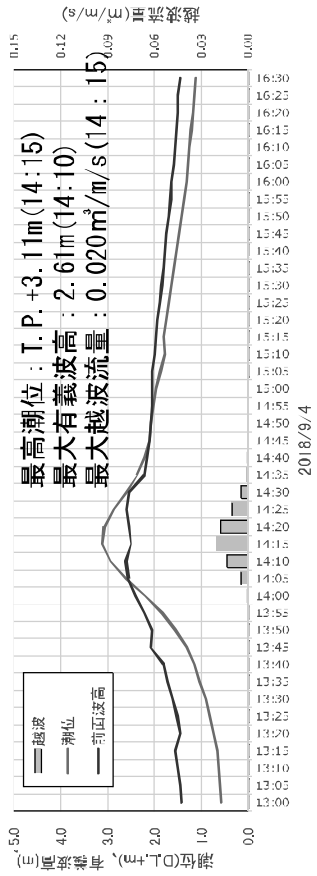


図 27. 越波流量の算定結果（断面②）

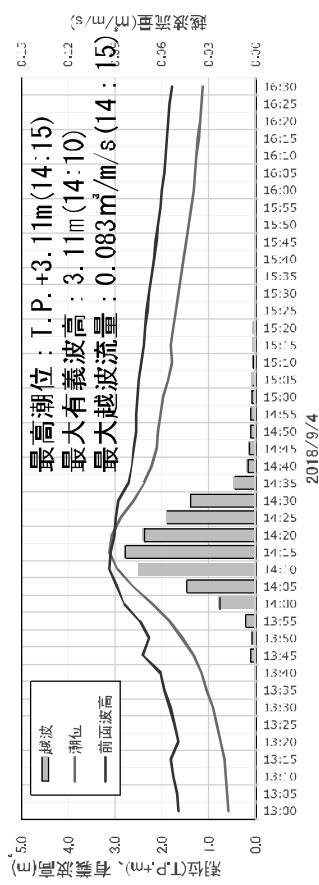


図 28. 越波流量の算定結果（断面③）

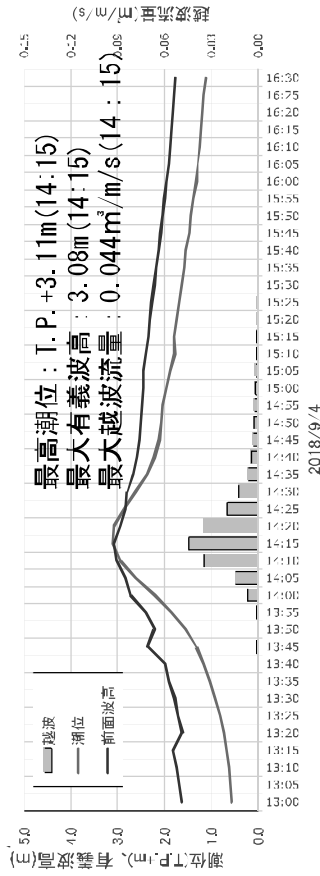


図 29. 越波流量の算定結果（断面④）

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 【南芦屋浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

浸水実績とシミュレーション結果での浸水範囲・浸水深は概ね一致した。

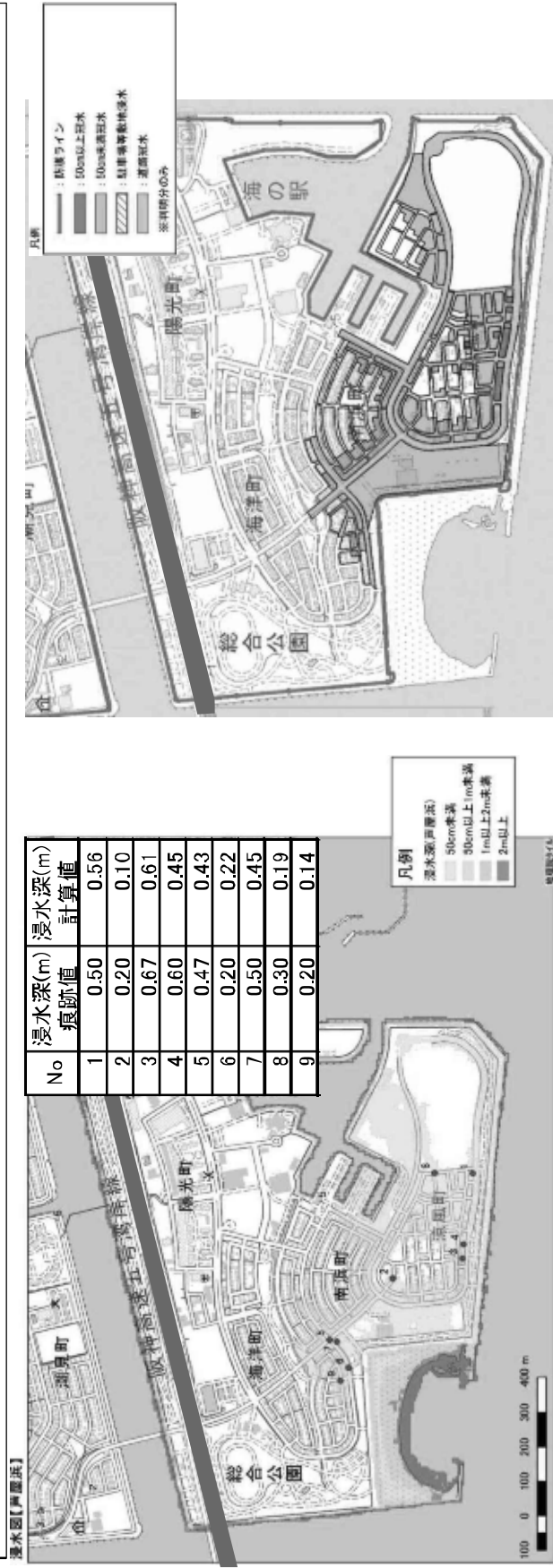


図30. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）[速報値]

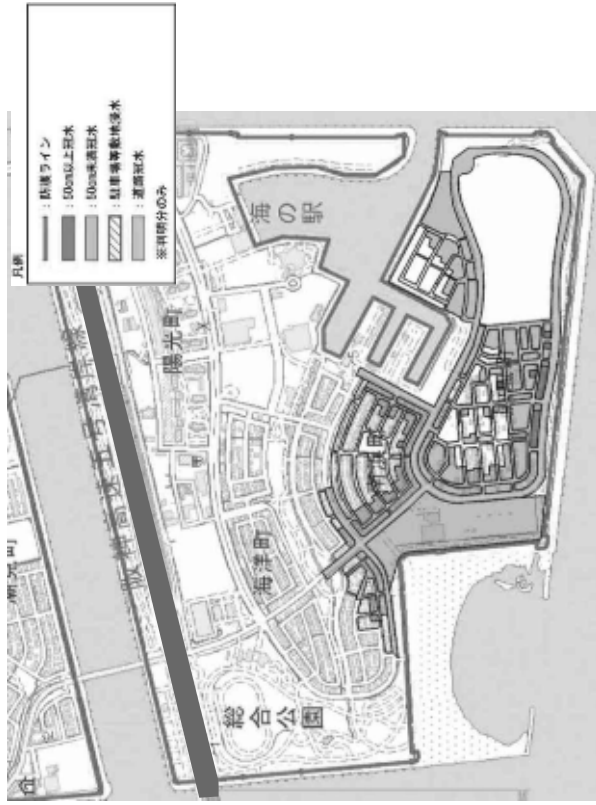


図31. 浸水実績図（堤内地）

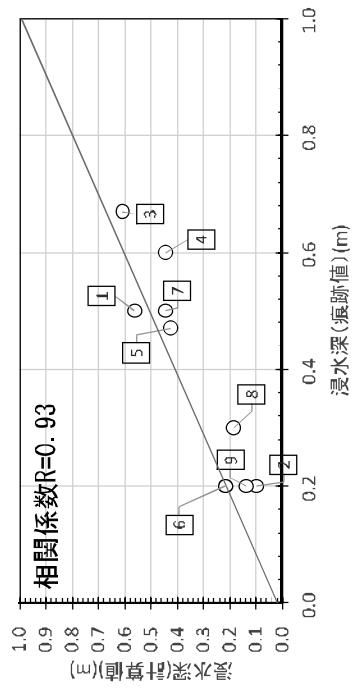
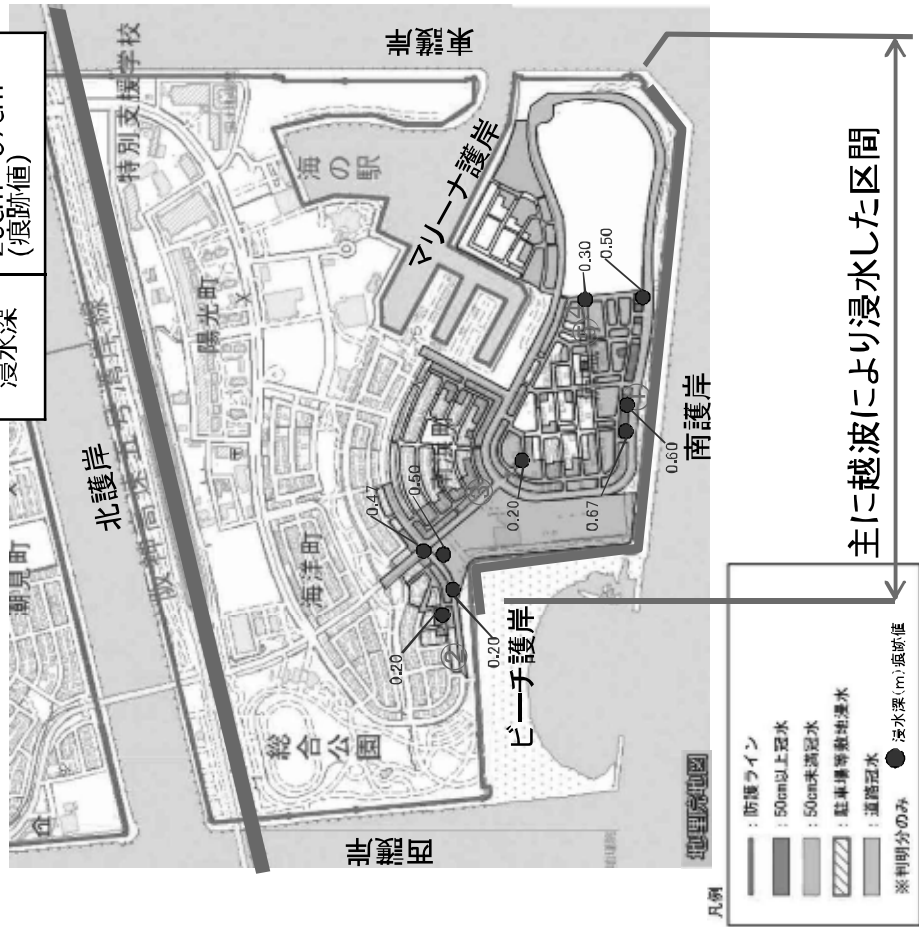


図32. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 【南芦屋浜地区】（浸水原因の究明）

浸水範囲	約25ha
浸水深	20cm~67cm (痕跡値)



### 主な浸水原因

- [越波による浸水]
- ・南護岸及びビーチ護岸からの越波による浸水
  - ・なお、浸水前に一部の雨水枡から水が溢れ出たことを確認した。  
(ヒアリング結果より)

- 住民ヒアリング結果
- ①
    - ・14:05 浸水開始
    - ・14:20 浸水ピーク
  - ②
    - ・14:28 東駐車場浸水開始
    - ・14:40~14:50 浸水ピーク
    - ・15:15 浸水引き始め
    - ・15:30 道路冠水終了
  - ③
    - ・14:30 排水溝から松を撤去開始(1時間程度)、撤去後排水を確認
    - ・松を撤去しなければ浸水範囲がもっと広がっていた
  - ④
    - ・14:15 浸水開始
    - ・14:45 浸水引き始め
  - ⑤
    - ・14:00頃 雨水枡からの浸水があった

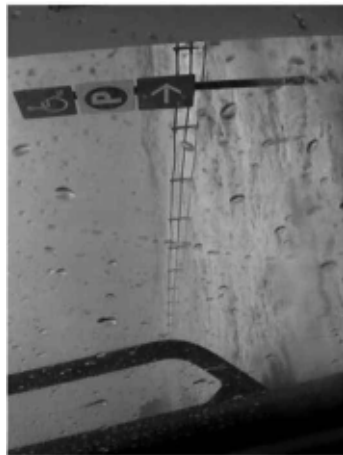


写真2. 南護岸からの越波状況

図33. 南芦屋浜地区 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(堤内地に限る)

# 高潮対策案の検討について

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

# 高潮対策案の検討について

## 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

防潮堤高さ＝①高潮による設計高潮位※1＋②高波による必要高等※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朔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	(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] ※浅水変形を考慮しない、換算した波高

# 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

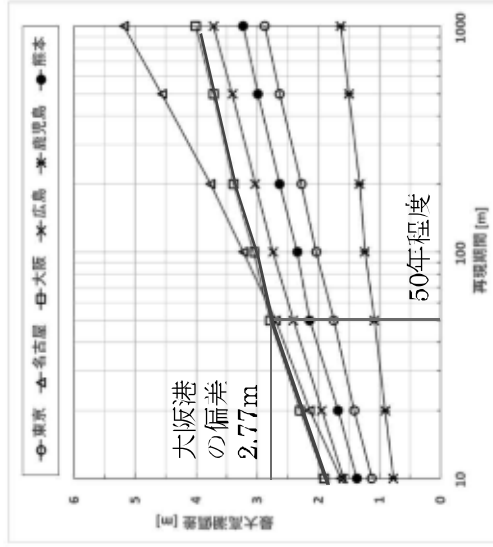


図2. 最大高潮偏差の再現期間

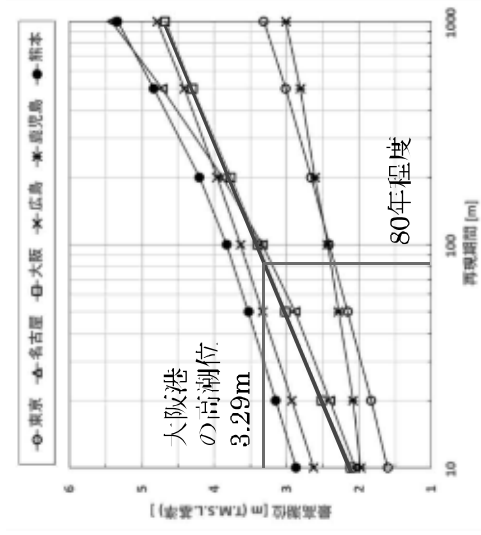


図3. 最高潮位の再現期間

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

# 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

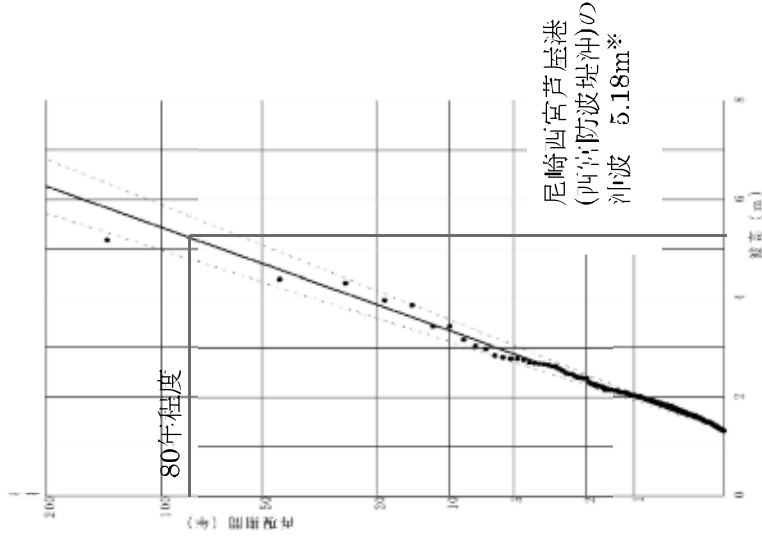


図4. 尼崎西宮芦屋港沖波※データ(SW)  
※:浅水変形を考慮しない波

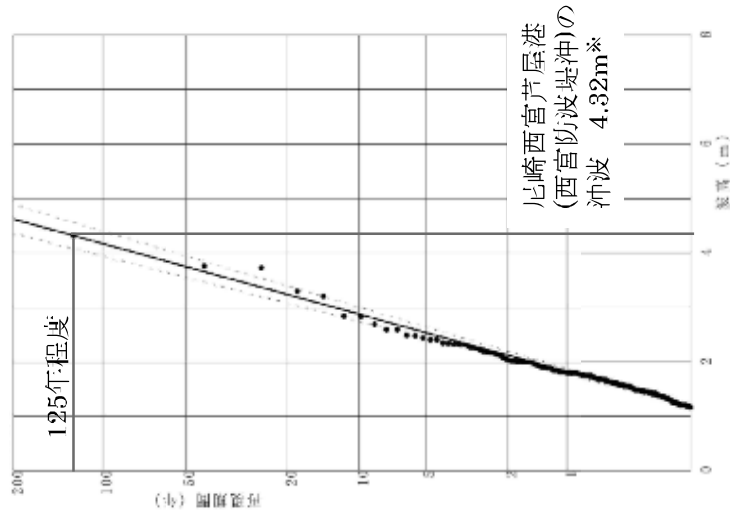


図5. 尼崎西宮芦屋港沖波※データ(SSW)  
※:浅水変形を考慮しない波

## (3) 高潮対策見直しの方向性

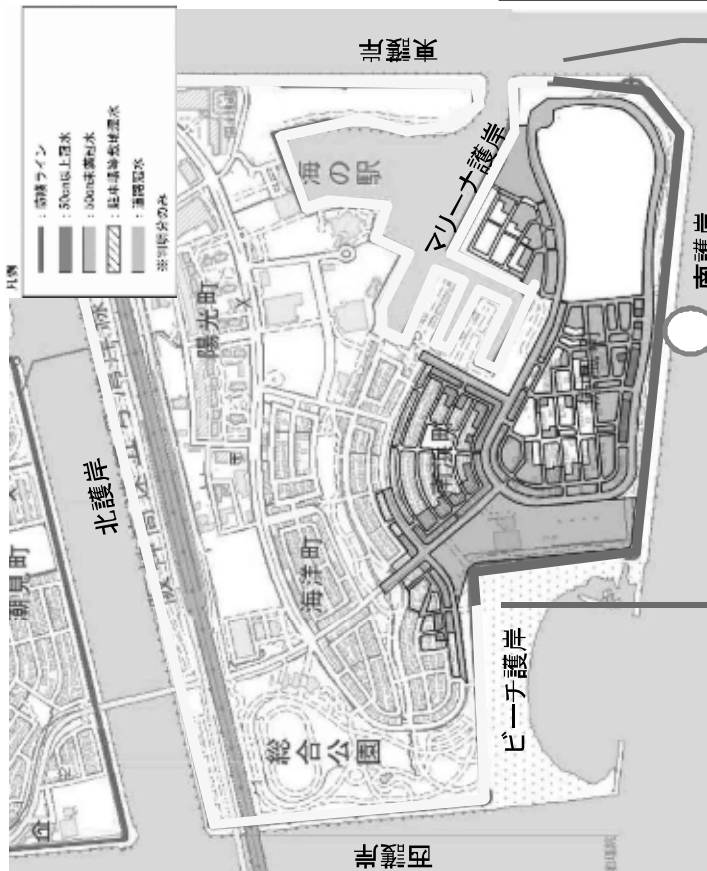
台風第21号の潮位は設計高潮位を下回ったものの、高波は現行の外力条件を大きく超えるものであった。

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。



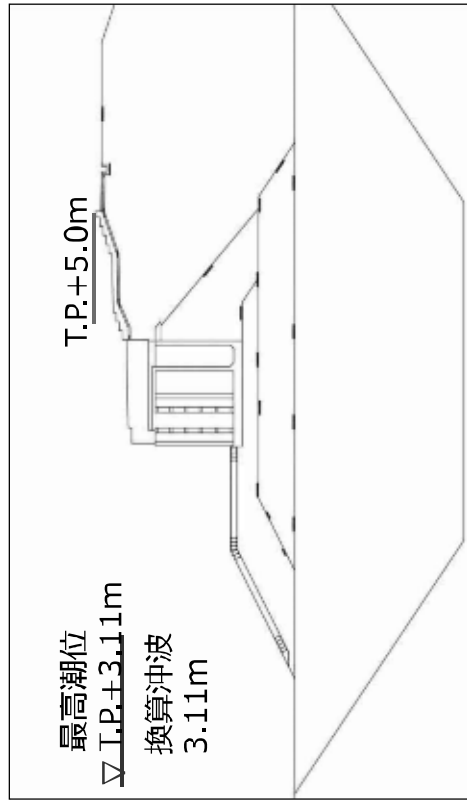
# 高潮対策案の検討について

## 4-1 浸水地区対策（海岸）【①南芦屋浜地区】



### 対策

- ・主に越波により浸水した区間について、防潮堤の高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

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)

# 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堤内地では、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みむべき。
- ◆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(痕跡値)]	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・高潮対策にあわせて内水対策の検討も必要</li> </ul>
	②西宮浜	約2.1ha [1.0~5.2cm]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・越波</li> <li>・その他要因</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
	③甲子園浜	約3.8ha [3~9.5cm]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・越流</li> <li>・越波</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
	④鳴尾	約6ha [1.5~5.0cm]	・越波	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
	⑤鳴尾浜	約10.4ha [1.2~7.8cm]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・越波</li> <li>・内水</li> <li>・その他要因</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・内水対策として、ポンプの増設等を検討</li> </ul>
河川	⑥丸島	約4.5ha [3.0~6.0cm]	・越波	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
	①高橋川	約13ha [~9.0cm]	・越流	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・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断板等の設置を検討</li> </ul>
	②宮川	約10ha [~3.0cm]	・越流	
		約26.2ha		<ul style="list-style-type: none"> <li>※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</li> </ul>

# 気象庁からの情報発信について

平成30年台風第21号の気象・海水象の状況について (その1)

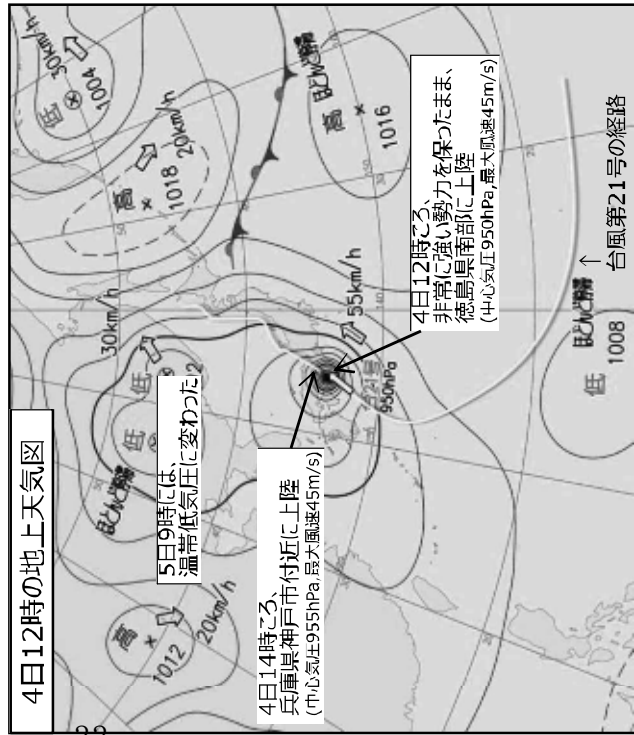
## ■ 概況

○台風第21号は、4日12時頃、非常に強い勢力で徳島県南部に上陸（中心気圧950hPa、最大風速45m/s）した後、14時頃、神戸市付近に上陸（中心気圧955hPa、最大風速45m/s）し、速度を上げながら近畿地方を縦断した。

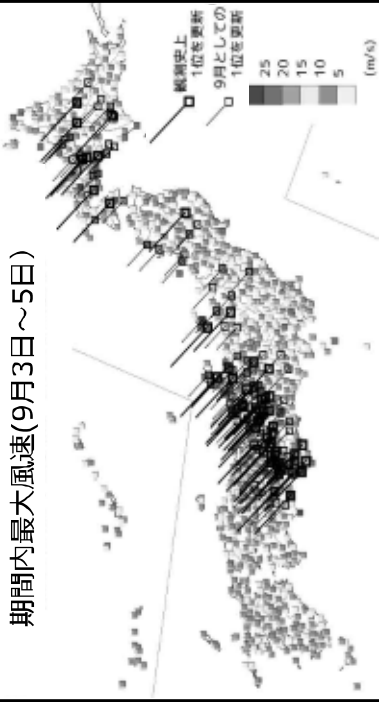
その後、日本海を北上して5日朝には北海道の西海上に達し、9時に温帯低気圧に変わった。

○台風の接近・通過に伴って、西日本から北日本にかけて非常に強い風が吹き、非常に激しい雨が降った。特に、四国や近畿地方では、猛烈な風が吹き、猛烈な雨が降ったほか、これまでの観測記録を更新する記録的な高潮となったところがある。

## ■ 地上天気図



## ■ 風の状況

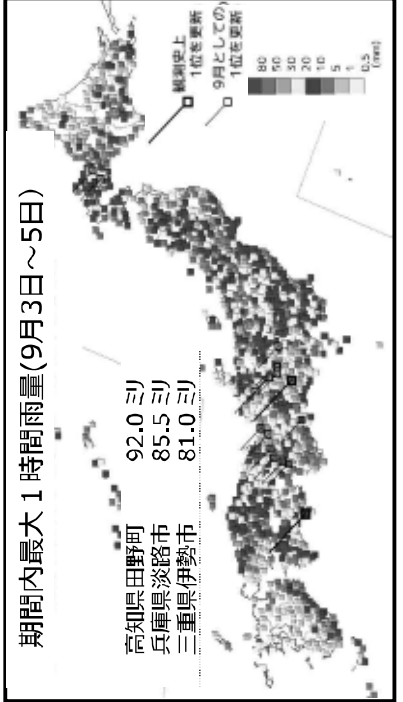


## 風速 期間内最大値 (9月3日～5日)

高知県室戸市	48.2	瞬間風速(m/s)	55.3
大阪府田尻町(関西空港)	46.5		58.1
和歌山県和歌山市	42.9		57.4
兵庫県神戸市	34.6		45.3
徳島県美波町	34.6		50.3
和歌山県白浜町(南紀白浜空港)	33.4		45.8
愛知県常滑市(中部空港)	31.5		46.3
大阪府熊取町	26.8		51.2

※風速30m/s以上 又は 瞬間風速50m/s 以上を記載

## ■ 雨の状況



## 雨量 期間合計値 (9月3日～5日)

愛知県豊根村	378.5
静岡県静岡市	359.5
高知県馬路村	328.5
奈良県十津川村	315.0
和歌山県田辺市	302.5

# 気象庁からの情報発信について

平成30年台風第21号の気象・海水象の状況について（その2）

神戸地方気象台資料

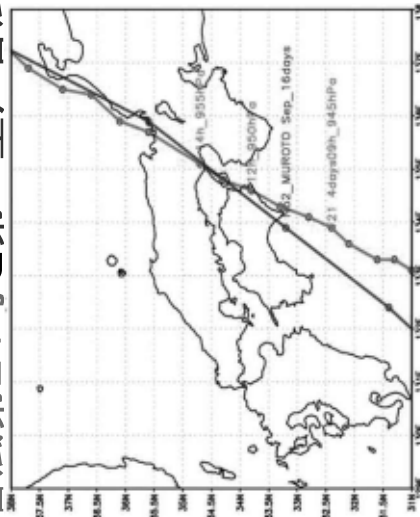
## ■特徴

台風第21号接近に伴う現象について、近畿地方では、①非常に強い勢力で接近したこと、②第二室戸台風と酷似した進路だったこと、③時速約55～65キロという比較的速いスピードで通過したこと から、特徴は以下の3つ。

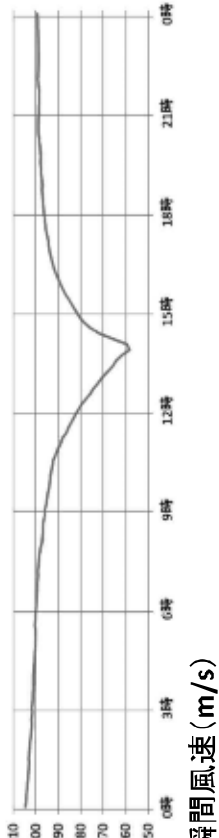
- 台風接近前後で、急激に風が強まったこと。
- 過去の風速の記録を更新した観測所の多くは、台風中心の進行方向右側であったこと。
- 大阪湾を中心に、記録的な高潮となったこと。

## 台風第21号と第二室戸台風（昭和36年）の進路

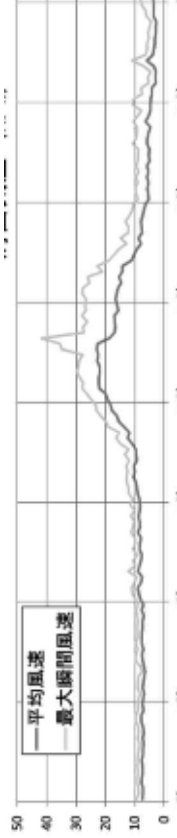
【平成30年9月4日の神戸での観測値】



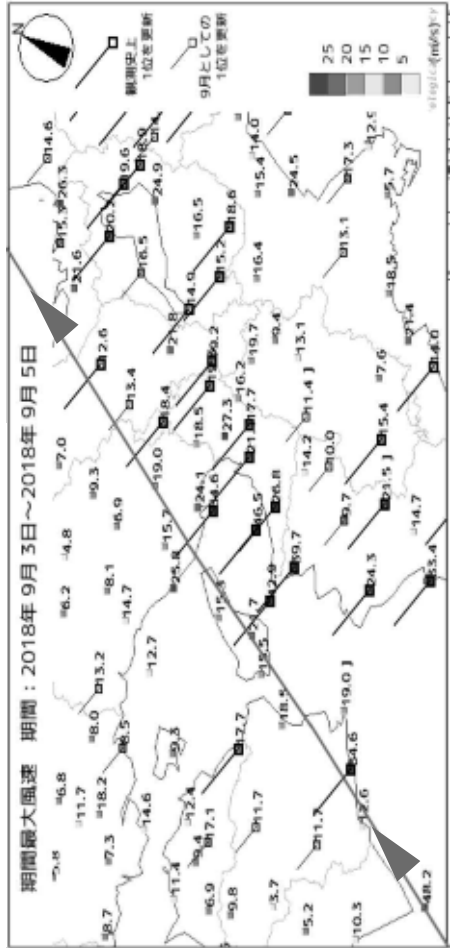
■ 海面気圧(hPa)



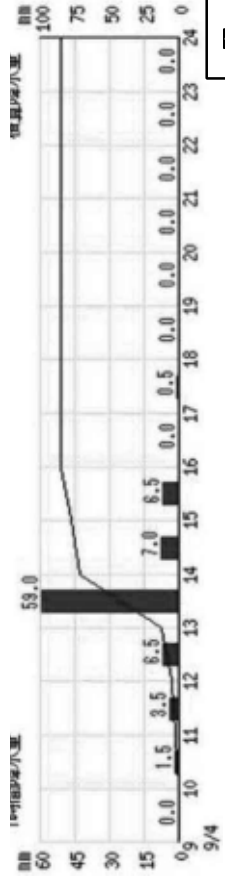
■ 平均風速、最大瞬間風速 (m/s)



■ 平均風向



■ 降水量(mm)



※「平成30年9月4日に発生した、台風第21号による大阪湾の高潮に関する現地調査報告」大阪管区気象台より

※「平成30年9月6日現在 気象速報 平成30年9月4日の台風第21号による暴風と大雨、高潮について」大阪管区気象台より

# 気象庁からの情報発信について

平成30年台風第21号の気象・海水象の状況について（その3）

## ■ 阪神地域の潮位比較

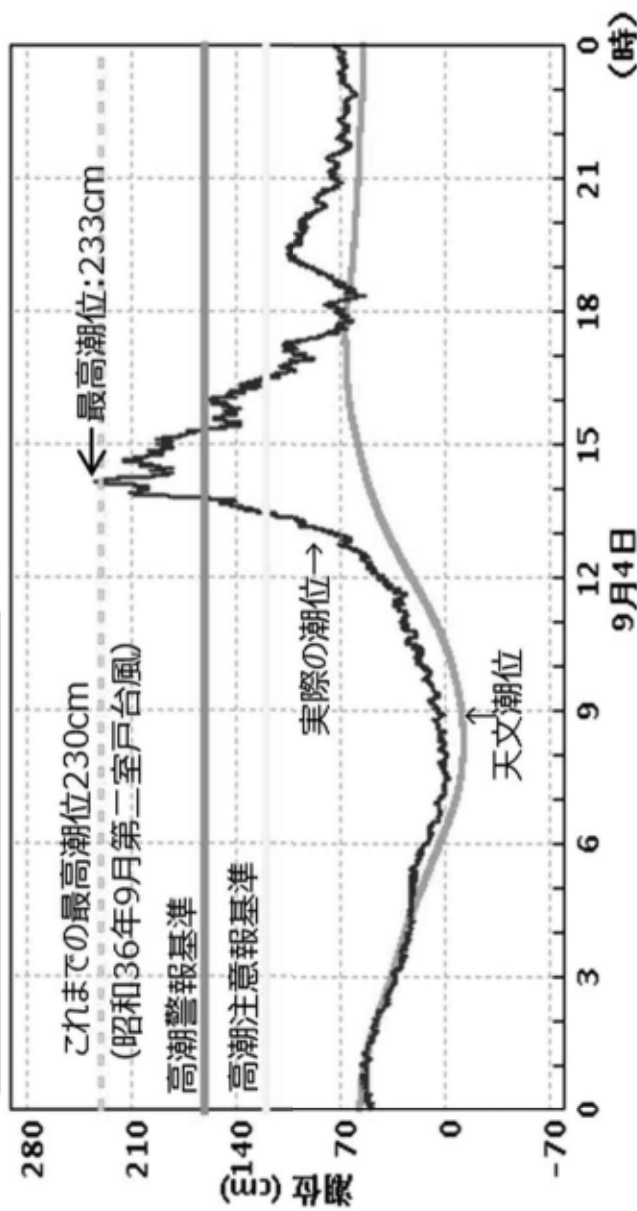
平成30年台風第21号により、大阪と神戸では過去の最高潮位を超える値を観測しました。

	最高潮位 (標高)	起時	過去の最高潮位 (標高)
尼崎 (尼崎市平左衛門町) 県	353センチ	9月4日14時15分	296センチ 昭和36年9月16日 (第二室戸台風)
西宮 (西宮市西宮浜) 県	324センチ	9月4日14時15分	264センチ 昭和36年9月16日 (第二室戸台風)
神戸 (兵庫県神戸市) 気象庁	※1 233センチ	9月4日14時09分	※2 230センチ 昭和36年9月16日 (第二室戸台風)

※1：波速等の短周期成分を除いた3分平均値

※2：平滑値（約3時間平均値（1997年以降）。1996年以前は手作業でデータ処理）

### 兵庫県神戸市の潮位変化

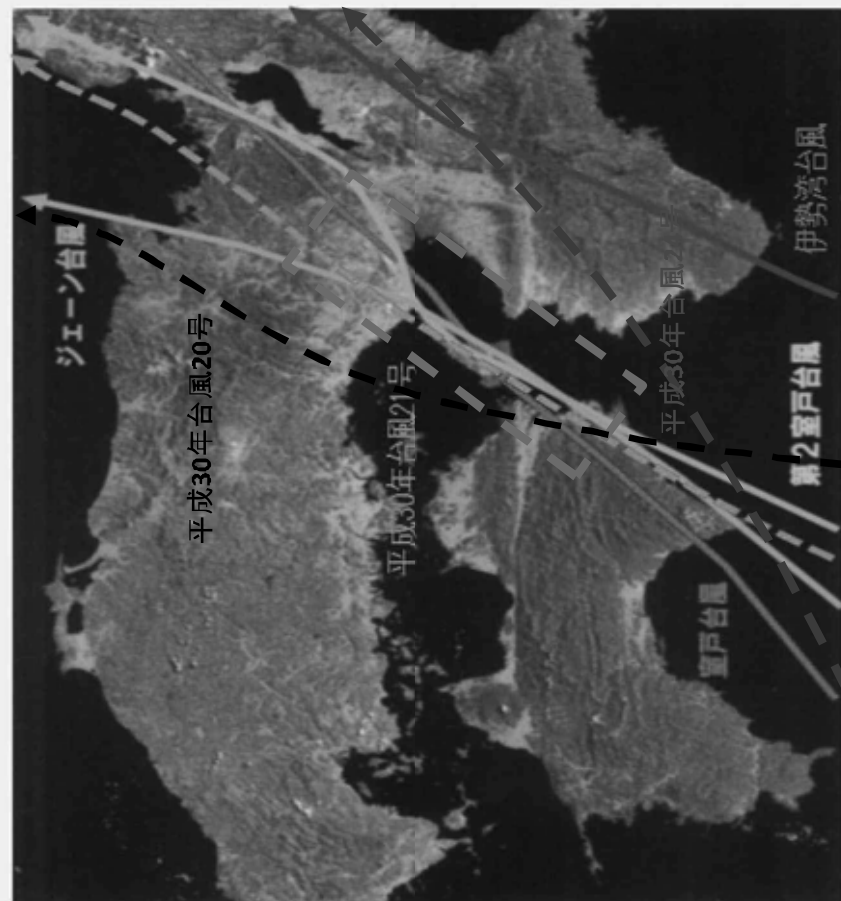


# 気象庁からの情報発信について

## 台風第21号と主な台風との比較

- 過去に大阪湾沿岸で甚大な被害をもたらした主な台風と比較して、最低気圧、最大風速とも同規模レベルの数値を記録。
- 過去最高となる潮位を記録。
- どの台風(除く、伊勢湾台風)も大阪湾西側を通過。

### <大阪における観測記録>



※厳密な台風経路ではない

	至戸台風	ジーン台風	伊勢湾台風	第2室戸台風	台風21号
年月	昭和9年 9月21日	昭和25年 9月3日	昭和34年 9月26日	昭和36年 9月16日	平成30年 9月4日
最低海面気圧 (hPa)	954.3 (715.8mmHg)	970.0	956.1	937.0	962.4
最大風速 (m/s) ※1	40以上 (測風塔倒壊)	28.1	19.9	33.3	27.3
最大瞬間風速 (m/sec)	60以上 (測風塔倒壊)	44.7	27.4	50.6	47.4
最高潮位 (m) ※2	OP+4.19 OP+4.50 (推定)	OP+3.85	OP+2.54	OP+4.12 (TP+2.93)	OP+4.59 (TP+3.29) ※3
偏差 (cm)	2.92 (推定)	2.37	0.83	2.45	2.77

※1: 観測時刻の前10分間の平均値  
 ※2: 平滑値(約3時間平均値(1997年以降)。1996年以前は手作業でデータ処理)  
 ※3: 波浪等の短周期成分を除いた3分平均値

### <神戸における第二室戸台風の観測記録との比較>

観測所・要素	台風第20号	台風第21号	台風第24号	第二室戸台風
神戸最低海面気圧	998.9hPa	958.2hPa	973.2hPa	945.9hPa
神戸最大風速	20.5m/s	24.1m/s	22.1m/s	27.0m/s
神戸最大瞬間風速	32.6m/s	41.8m/s	34.5m/s	39.2m/s
神戸最高潮位	194cm*	233cm*	126cm*	230**

\* 3分平均値(波浪等の短周期成分を除いたもの)  
 \*\* 約3時間平均値(1996年以前は手作業によるデータ処理したもの)

## 大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会 (第2回 尼崎西宮芦屋港部会)

日時：平成30年12月26日(水)  
13時30分～15時30分  
場所：兵庫県民会館 303号室

### 議 事 次 第

1. 開会
2. 議事
  - (1) 潮位・高波再現シミュレーションについて
  - (2) 高潮対策案の検討について
  - (3) 避難情報、水防体制等の検討について
  - (4) 高潮浸水想定 of 検討について
3. 閉会

#### 【配布資料】

- 委員名簿、配席図、第1回尼崎西宮芦屋港部会議事要旨
- 資料1 潮位・高波再現シミュレーションについて
- 資料2 高潮対策案の検討について
- 資料3-1 避難情報、水防体制等の検討について
- 資料3-2 気象庁からの情報発信について
- 資料4 高潮浸水想定 of 検討について

## 大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（第1回尼崎西宮芦屋港部会）

### 議 事 要 旨

日時：平成30年10月11日（木）10:00～11:30

場所：兵庫県民会館10階 福の間

#### 【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）の設置】

- ・「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（第1回尼崎西宮芦屋港部会）の設置・背景、実施方針、部会開催の今後の予定、部会の体制について説明

#### 【台風第21号の気象・海象の状況】

- ・尼崎と西宮の観測所では、それぞれ、過去最高潮位を観測するとともに、西宮観測所では、過去最大風速を記録している。
- ・尼崎観測所では、35分間で潮位が約2.5mも上昇するほどの急激な潮位上昇があった。

（主な発言内容）

- ・台風第21号の速度は、第2室戸台風よりも少し速めの印象。
- ・台風第21号は長波的な挙動も示した可能性もある。

#### 【被害の状況】

- ・浸水範囲や浸水深については、痕跡調査やヒアリング調査結果から確認した。
- ・映像により、越波している状況を確認した。

（主な発言内容）

- ・被災原因を究明していく上では、被災時点の高さで潮位により越流したのか、波高によって越波したのか整理した方が良い。
- ・河川での高潮対策の検討にあたっては自己流の影響も重要になってくる。
- ・南芦屋浜の南護岸は護岸形状も複雑なため、越波流量等の算定には考慮が必要。
- ・南芦屋浜の北護岸では副振動が発生していた可能性がある。
- ・甲子園浜海浜公園（今津浜地区）では、高潮・高波の影響により標高3.7m地点で水位の痕跡が見られた。
- ・被害状況については地元市等から更なる情報提供をお願いしたい。

#### 【今後の検討内容】

- ・浸水した箇所ごとでの潮位・波高再現シミュレーションにより、浸水原因を究明した上で、今後の高潮対策の見直し検討を行っていくこととした。
- ・水位が急激に上昇する高潮に対しての避難情報や水防体制の検討、また施設で防ぎきれないような想定最大の高潮による浸水想定などのソフト対策についても、本部会で検討していくこととした。
- ・年内に第2回部会を開催することとした。



# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 1-1. 潮位の設定について

- ① 「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会」で示された高潮推算の結果は、海面の高さは、大阪湾の湾奥側が高い傾向を示している。
- ② 防潮堤等の前面における潮位は、各地点の推算潮位の比率を用いて、尼崎港内については尼崎検潮所の、西宮港・芦屋港内については西宮検潮所の実測潮位を補正して設定する。

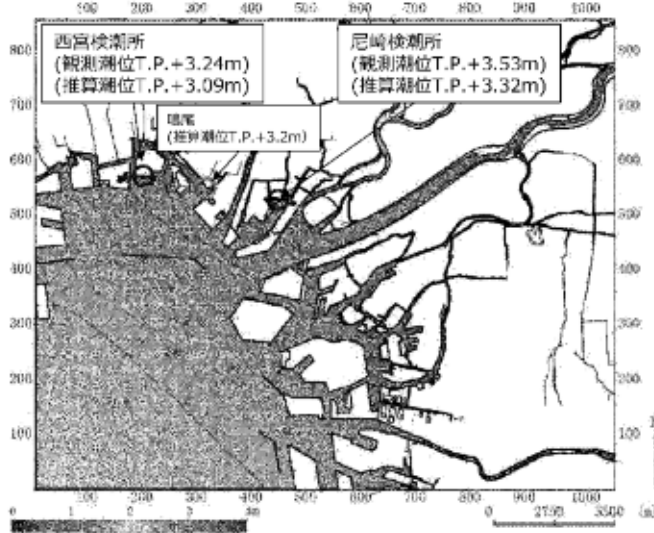


図1. 高潮推算結果図

(第3回大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会資料より抜粋)

### 補正のイメージ

鳴尾と西宮検潮所の海面水位勾配の比率 **1.04倍**  
 (鳴尾推算潮位3.20m/西宮推算潮位3.09=1.04倍)

鳴尾の最高潮位  $3.24 \times 1.04 = \text{T.P.} + 3.37\text{m}$

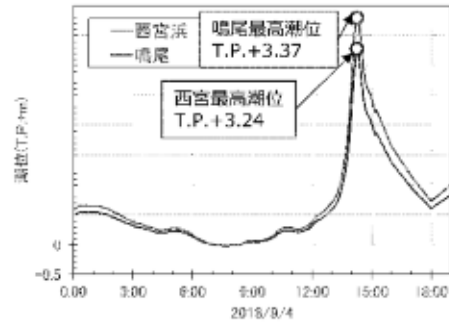


図2. 潮位補正グラフ

1

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 潮位補正結果 (最高潮位) [速報値]

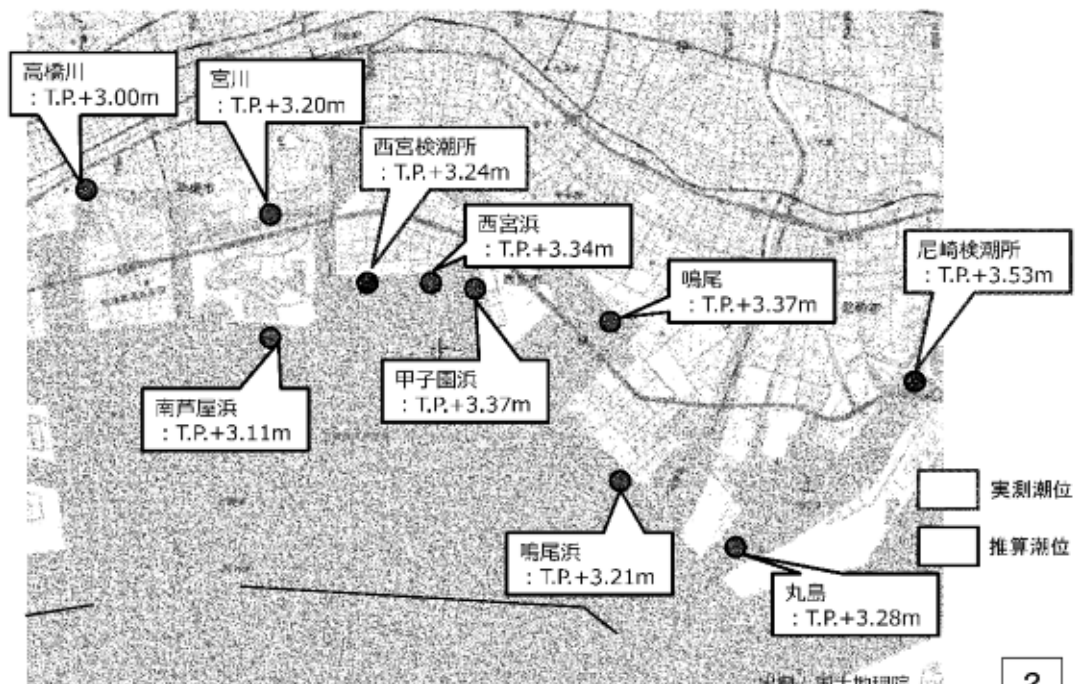


図3. 潮位補正結果図

2

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

## 1-2. 沖波の設定について

「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会」で示された波浪推算の結果から、西側開口部、尼崎西宮芦屋港（西宮防波堤沖）、東側開口部における沖波を設定する。

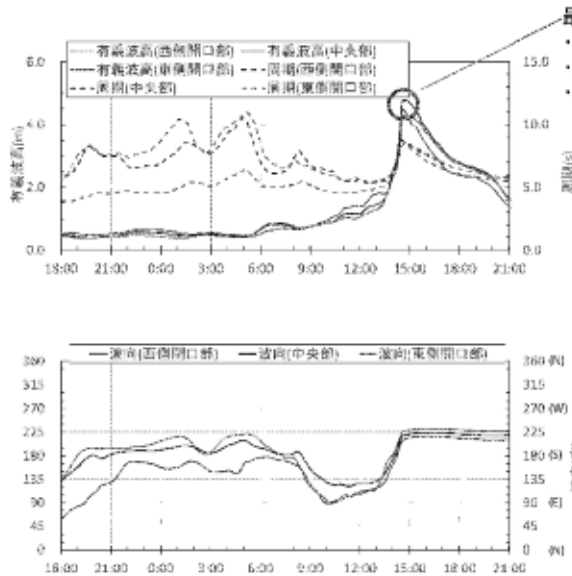
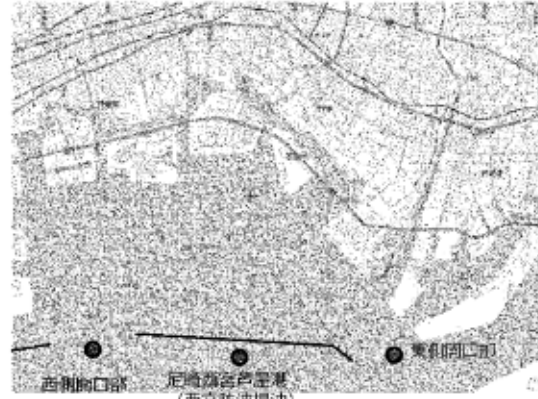


図4. 波浪推算結果

(第3回大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会で示された推算結果の基礎資料)

最大有義波高  
 ・西側開口部 : 4.48m(14:35)  
 ・尼崎西宮芦屋港 : 4.77m(14:35~45)  
 ・東側開口部 : 4.28m(14:35~50)



出典：国土地理院

図5. 波浪推算地点位置図

3

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

### ○波浪推算結果の補正について

波浪推算結果から、南芦屋浜における越波流量を算定した結果を図6に示す。この結果から、現地の映像やヒアリングで確認された時刻を踏まえた補正を行う。

【現地の映像やヒアリングで確認された時刻】

- ①映像（写真1）から南芦屋浜における浸水開始時刻は14：00頃である。
- ②映像（写真1）から14:10頃に多量の越波、14:15頃が越波のピークと確認される。
- ③ヒアリング結果から浸水した水は15：00前後には引き始めている。

【補正内容】

ナウファスでの観測値と推算値の時間差（図7）に合わせて、波形は変えずに波高のピーク時刻を20分早くする補正を行う。

（観測値は20分毎であり、14：00～14:20の間14:10頃に波高ピークであったと想定）

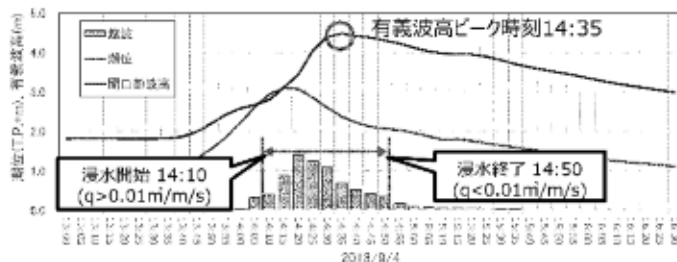


図6. 開口部波浪諸元補正前の越波流量の算定結果（南芦屋浜）



図7. ナウファス神戸港の波浪観測値と推算値

4

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

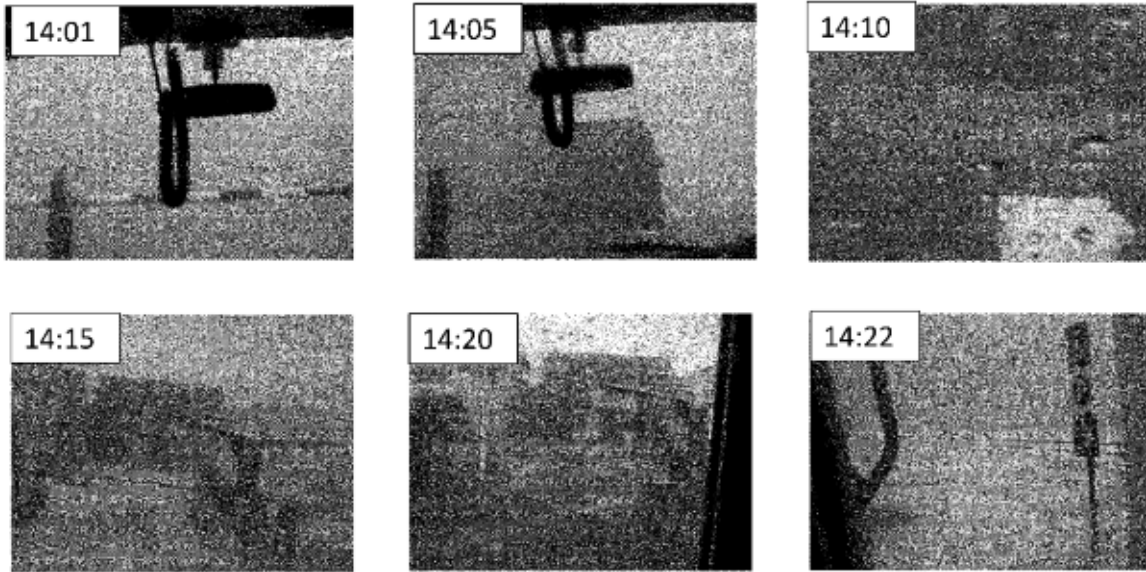


写真1. 南芦屋浜南護岸での越波映像（芦屋市より提供）

5

# 潮位・高波再現シミュレーションについて

○補正後の越波流量  
 波浪のピーク時刻を計算値より20分早くなるよう補正した場合の越波量の算定結果について以下に示す。  
 補正により越波状況が映像やヒアリング結果と整合することが確認された。

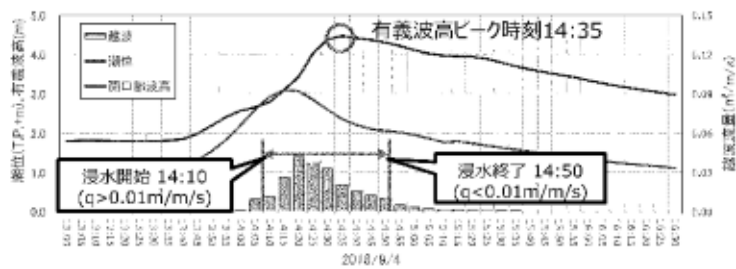


図8. 開口部波浪諸元[補正前]の越波流量の算定結果（南芦屋浜）

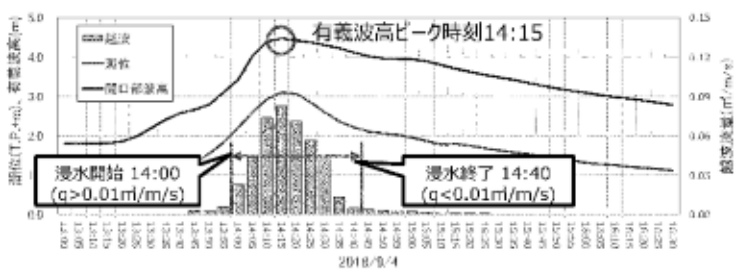


図9. 開口部波浪諸元[補正後]の越波流量の算定結果（南芦屋浜）

6