

潮位・高波再現シミュレーションについて

沖波諸元の算定結果を以下のとおり示す〔速報値〕

表 1. 西側開口部の沖波諸元

時刻	有義波高 ※1) H _{1/10} (m)	沖波 ※2) H(m)	周期 T(s)	波向
2018/9/4 14:00	3.44	3.70	7.4	SSW
2018/9/4 14:05	4.04	4.39	8.1	SSW
2018/9/4 14:10	4.4	4.78	8.8	SSW
2018/9/4 14:15	4.48	4.87	8.4	SSW
2018/9/4 14:20	4.43	4.82	8.4	SSW
2018/9/4 14:25	4.38	4.76	8.3	SSW
2018/9/4 14:30	4.31	4.68	8.2	SSW
2018/9/4 14:35	4.23	4.60	8.2	SW
2018/9/4 14:40	4.12	4.48	8.1	SW
2018/9/4 14:45	4.03	4.38	8	SW
2018/9/4 14:50	3.98	4.33	7.9	SW
2018/9/4 14:55	3.96	4.30	7.8	SW
2018/9/4 15:00	3.93	4.29	7.8	SW

表 2. 尼崎西宮芦屋港の沖波諸元

時刻	有義波高 ※1) H _{1/10} (m)	沖波 ※2) H(m)	周期 T(s)	波向
2018/9/4 14:00	3.38	3.65	8.00	SSW
2018/9/4 14:05	3.97	4.32	8.70	SSW
2018/9/4 14:10	4.69	5.05	9.80	SW
2018/9/4 14:15	4.77	5.18	9.70	SW
2018/9/4 14:20	4.77	5.18	9.60	SW
2018/9/4 14:25	4.77	5.18	9.60	SW
2018/9/4 14:30	4.76	5.17	9.50	SW
2018/9/4 14:35	4.73	5.14	9.40	SW
2018/9/4 14:40	4.68	5.09	9.40	SW
2018/9/4 14:45	4.64	5.04	9.30	SW
2018/9/4 14:50	4.59	4.99	9.20	SW
2018/9/4 14:55	4.52	4.91	9.20	SW
2018/9/4 15:00	4.46	4.85	9.10	SW

表 3. 東側開口部の沖波諸元

時刻	有義波高 ※1) H _{1/10} (m)	沖波 ※2) H(m)	周期 T(s)	波向
2018/9/4 14:00	3.17	3.41	7.70	SSW
2018/9/4 14:05	3.50	3.87	8.30	SW
2018/9/4 14:10	4.08	4.43	8.70	SW
2018/9/4 14:15	4.28	4.65	8.60	SW
2018/9/4 14:20	4.28	4.65	8.50	SW
2018/9/4 14:25	4.28	4.65	8.50	SW
2018/9/4 14:30	4.28	4.65	8.40	SW
2018/9/4 14:35	4.27	4.64	8.30	SW
2018/9/4 14:40	4.25	4.62	8.20	SW
2018/9/4 14:45	4.24	4.61	8.20	SW
2018/9/4 14:50	4.22	4.59	8.0	SW
2018/9/4 14:55	4.19	4.55	8.00	SW
2018/9/4 15:00	4.15	4.51	8.00	SW

※1)第3回大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会が推算された有義波高。(浅水変形を考慮した、その地点での波高)
 ※2)越波流量算定に用いる場合に使用する沖波(浅水変形を考慮しない、換算した波高)

7

潮位・高波再現シミュレーションについて

1-3. 港内発生波の設定 (SMB法)

- ①算定地点は、図10の地点とする。図11にフェッチの算定例を示す
- ②風速は、尼崎西宮芦屋港(西宮防波堤沖)における推算値を全地点に用いて、港内発生波を算定する

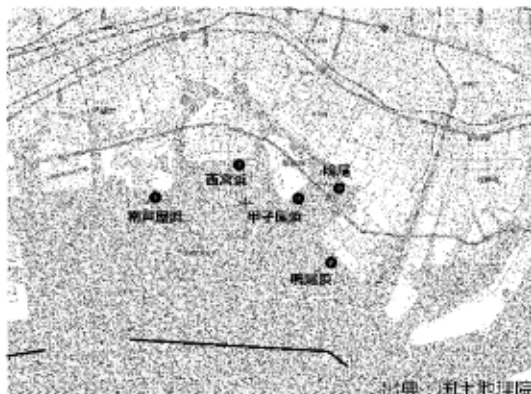


図10. 港内発生波算定地点

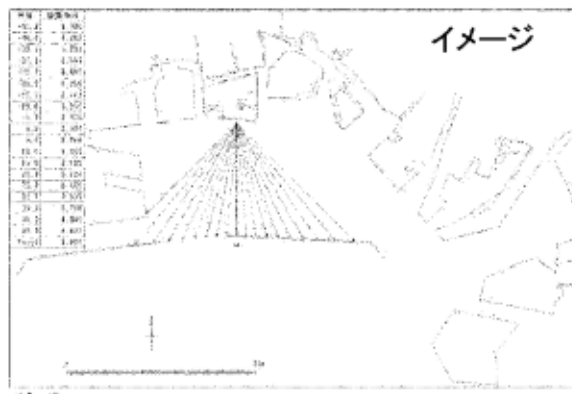


図11. フェッチの算定例

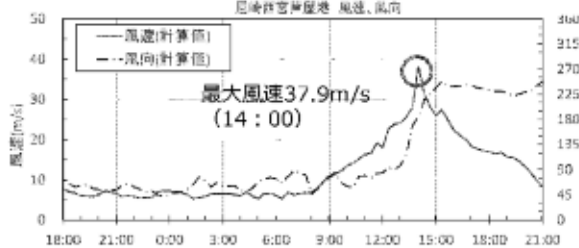


図12. 風の推算結果

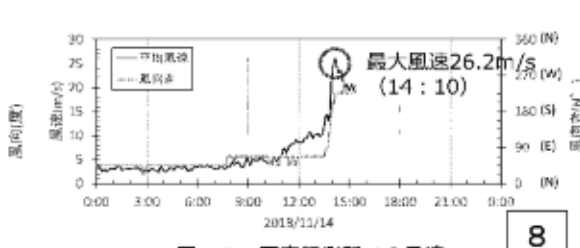


図13. 西宮観測所での風速

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

8

潮位・高波再現シミュレーションについて

SMB法によって算定した各地点の港内発生波は以下のとおり。[速報値]

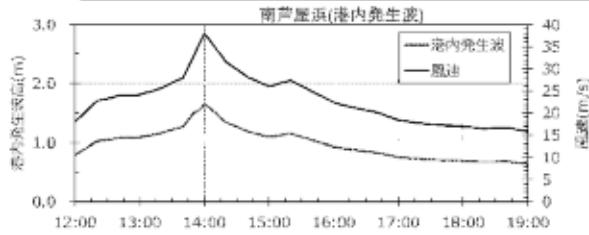


図 14. 南芦屋浜地区 港内発生波グラフ

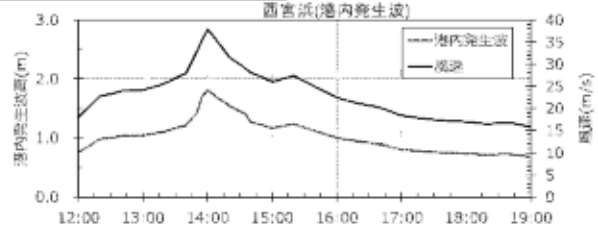


図 15. 西宮浜地区 港内発生波グラフ

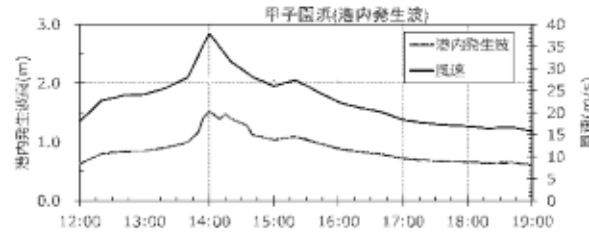


図 16. 甲子園浜地区 港内発生波グラフ

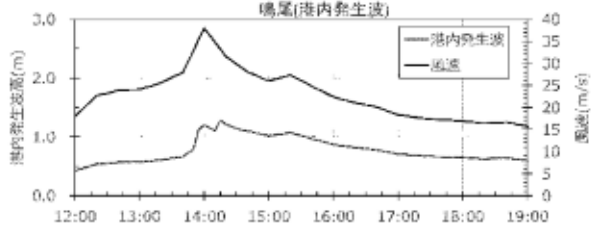


図 17. 鳴尾地区 港内発生波グラフ

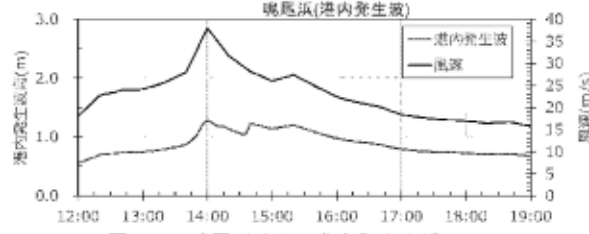


図 18. 鳴尾浜地区 港内発生波グラフ

9

潮位・高波再現シミュレーションについて

1-4. 前面波高（換算沖波）の設定について

下記の波を合成して前面波高（換算沖波）を推算する。

- ①回折波：防波堤開口部からの入射波（高山法で算定）
- ②伝達波：防波堤背後への伝達波（高山法で算定）
- ③港内発生波：防波堤の港内側で発生する波（SMB法で算定）
- ④反射波：検討対象施設周辺の護岸等からの反射波（対象施設による反射波は考慮しない）

※湾奥部については地形が複雑なため、ブシネスクモデルによる計算を行う。

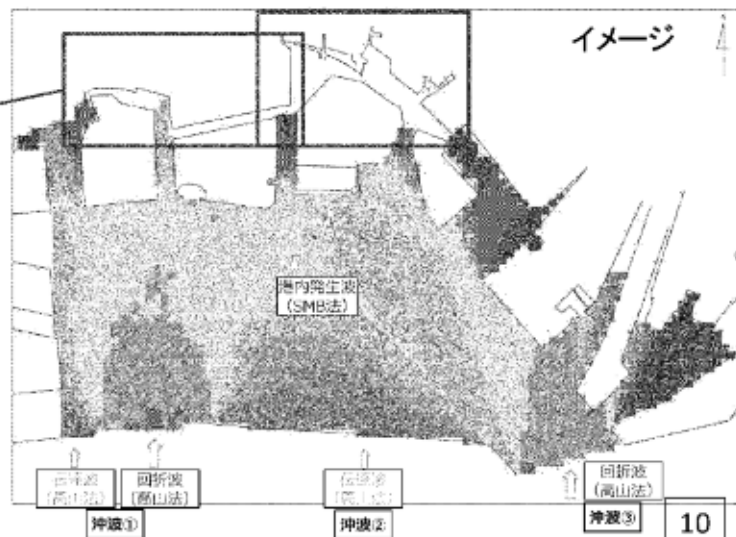


図 19. 前面波高の推算イメージ図

10

潮位・高波再現シミュレーションについて

1-5. 回折計算結果（高山法）

波高が大きくなる14:15の算定結果を下图に示す。[速報値]

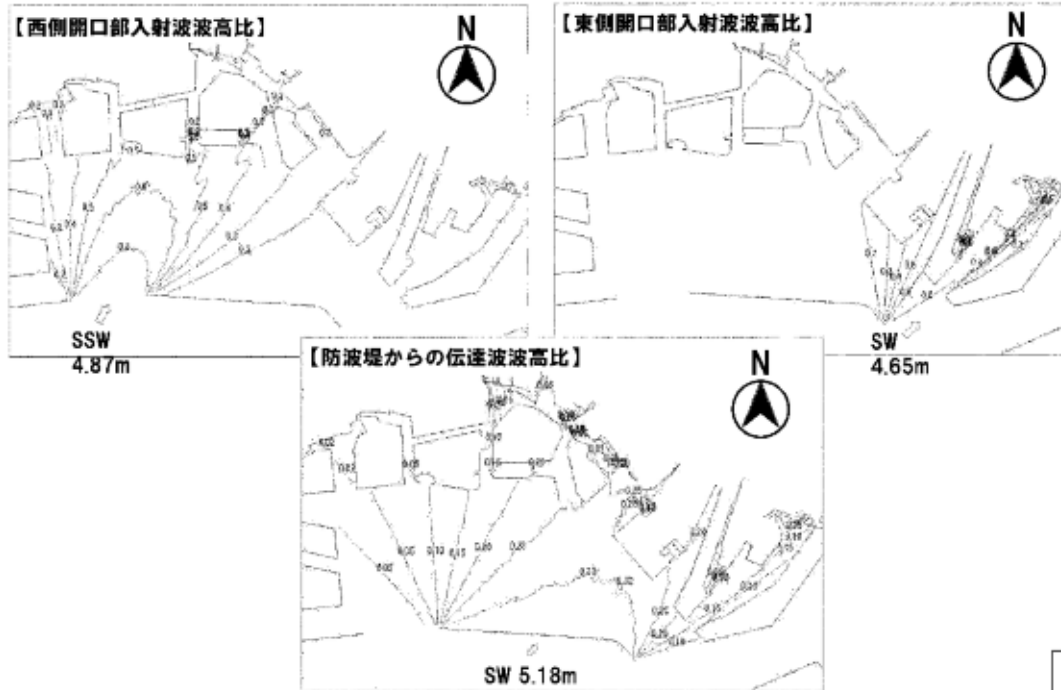


図20. 回折計算結果図

11

潮位・高波再現シミュレーションについて

2. 海岸における浸水シミュレーションの再現性の確認及び浸水原因の究明

[浸水シミュレーションの再現性の確認]

- ①時系列変化を考慮した防潮堤背後への越波流量等から堤内地への流入量を算定する。越波流量の算定は、CADMAS-SURF及び合田の越波流量算定図より算定する。
- ②流入量をもとに浸水シミュレーションを実施し、最大浸水深分布図を作成する。
- ③浸水実績図や浸水深（痕跡値）と比較し、再現性を確認する。

[浸水原因の究明]

- ④浸水シミュレーション結果や現地調査結果等から浸水原因を表4のとおり分類する。
- ⑤検証する箇所は、沿岸部の堤内地で主な浸水が確認された6地区とする

CADMAS-SURFの特徴

- ・断面二次元の数値波動水路。
- ・海底斜面や消波構造物等、複雑な形状を解析対象にできる。
- ・沖合からの波浪を入力条件として、水深変化による浅水変形、構造物周辺での碎波、越波現象を精度よく再現可能。

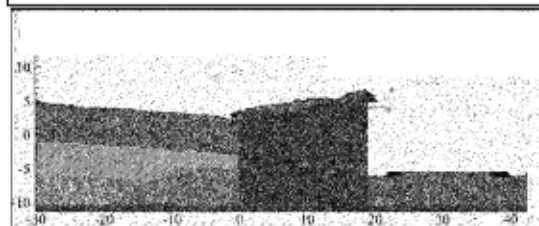


図22. CADMAS-SURF計算結果例



図21. 浸水シミュレーション実施箇所

表4. 浸水原因の分類

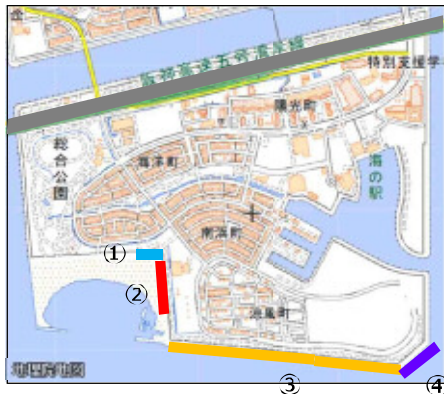
越流による浸水	潮位が防潮堤・護岸等を越えて、浸水
越波による浸水	潮位は防潮堤等を越えていないが、高波により波が防潮堤等を越えて、浸水
内水による浸水	降雨による湛水、外潮位が高く内水の排水ができないことによる浸水 等
その他要因による浸水	

12

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）

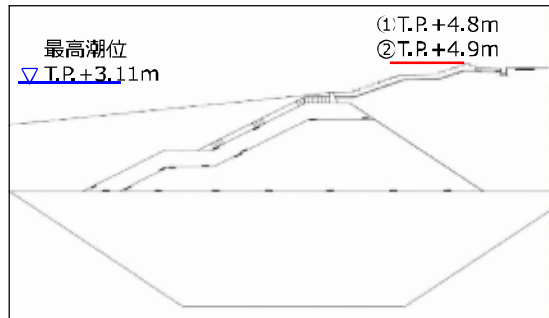


図 2 4. ①②代表断面図

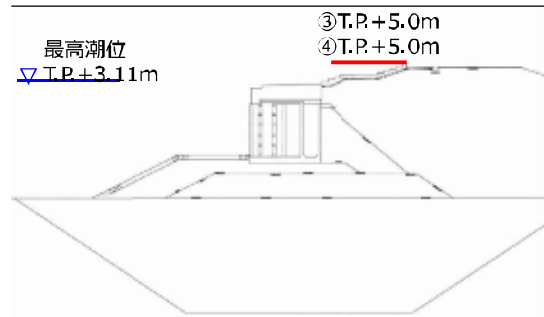


図 2 5. ③④代表断面図

13

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〕

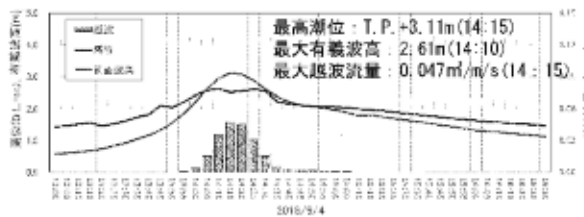


図 2 6. 越波流量の算定結果（断面①）

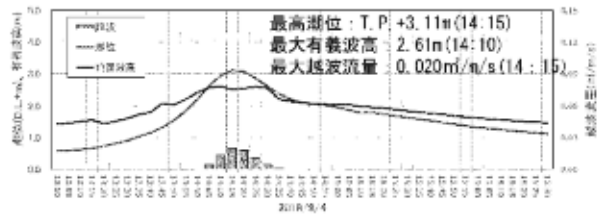


図 2 7. 越波流量の算定結果（断面②）

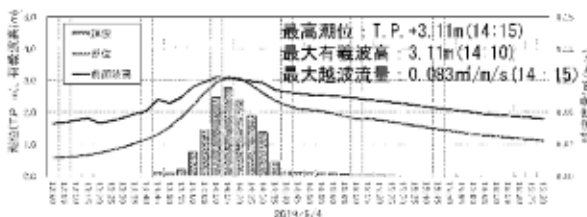


図 2 8. 越波流量の算定結果（断面③）

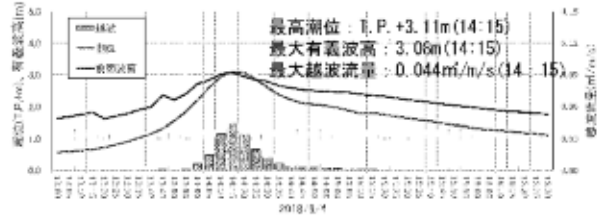


図 2 9. 越波流量の算定結果（断面④）

14

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。

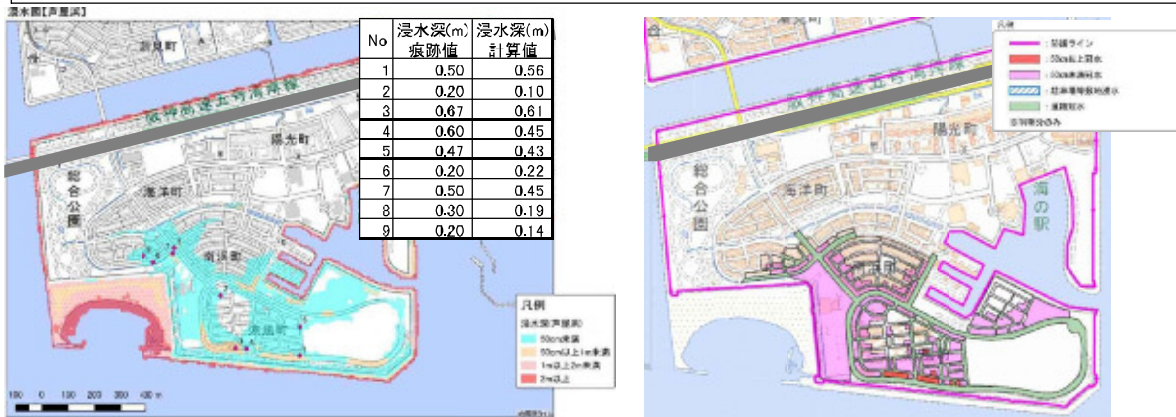


図30. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）[速報値]



図31. 浸水実績図（堤内地）

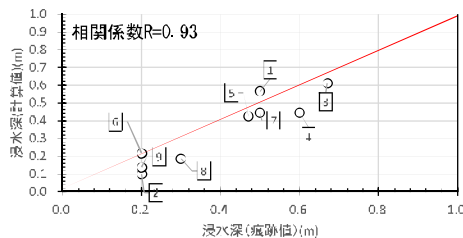


図32. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

15

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）



図33. 南芦屋浜地区 浸水実績図



写真2. 南護岸からの越波状況

- 住民ヒアリング結果
- ① 14:05 浸水開始
 - ② 14:20 浸水ピーク
 - ③ 14:28 東証巨場浸水開始
 - ④ 14:40~14:50 浸水ピーク
 - ⑤ 15:15 浸水引き始め
 - ⑥ 15:30 追跡冠水終了
 - ⑦ 14:30 排水溝から砂を撤去開始(1時間程度)、撤去後排水を確認
 - ⑧ 松を撤去しなしたは浸水範囲がもっと広がっていた
 - ⑨ 14:15 浸水開始
 - ⑩ 14:45 浸水引き始め
 - ⑪ 14:00頃 雨水枡からの浸水があった

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

16

潮位・高波再現シミュレーションについて

【西宮浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

胸壁天端高は、最高潮位よりも高いため、高波による越波流量を推算
陸開損壊箇所は、開口部として流入量（越流）を推算



断面	延長(m)
①	240
合計	240

図34. 西宮浜地区 検討断面（主な越流・越波箇所）

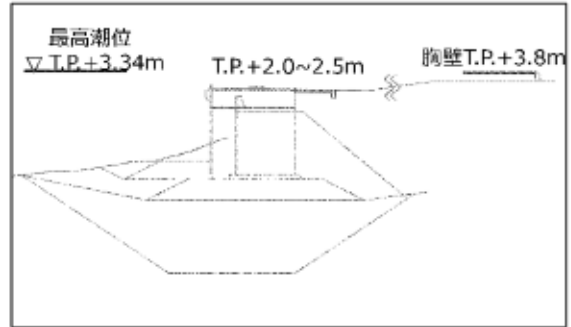


図35. ①代表断面図

17

潮位・高波再現シミュレーションについて

【西宮浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

(1) 越波流量の推算結果 [速報値]

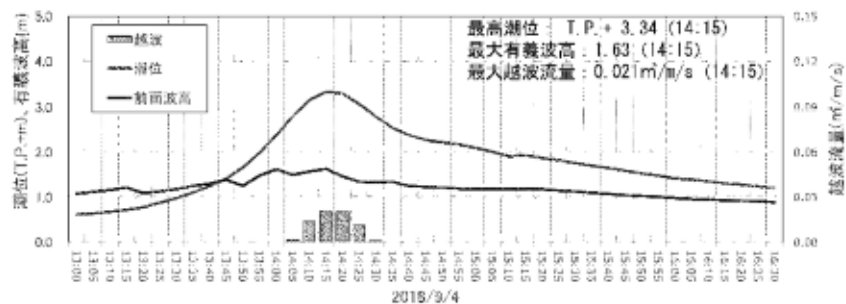


図36. 越波流量の推算結果グラフ（断面①）

(2) 開口部からの流入の推算結果 [速報値]

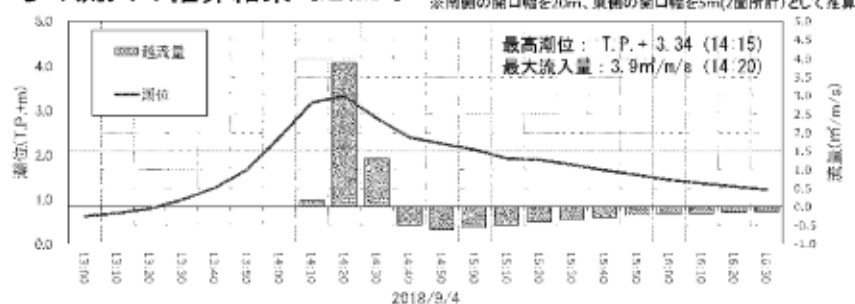


図37. 開口部からの流入の推算結果グラフ

18

潮位・高波再現シミュレーションについて

【西宮浜地区】（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。

※本図は任意です



図38. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）[速報値]

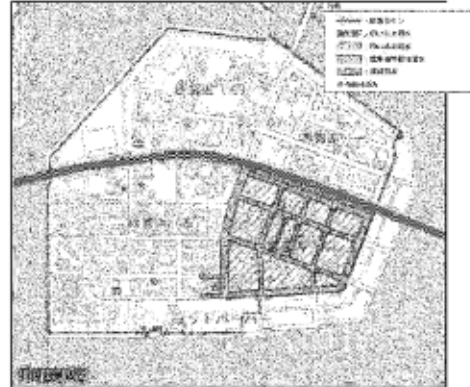


図39. 浸水実績図（堤内地）

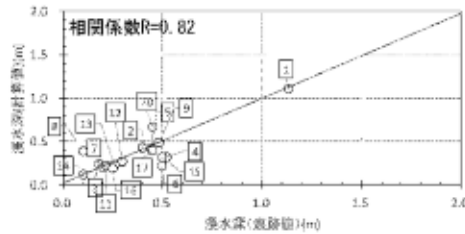
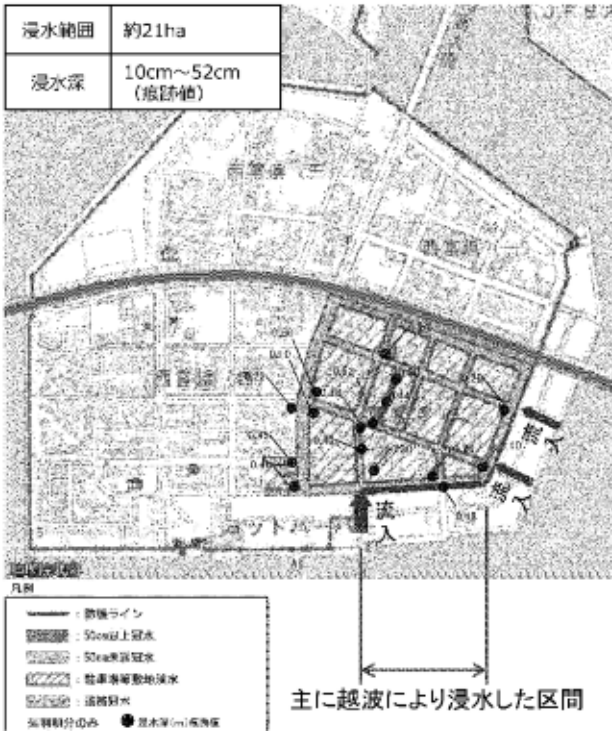


図40. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

19

潮位・高波再現シミュレーションについて

【西宮浜地区】（浸水原因の究明）



主な浸水原因

- [越波による浸水]
 - ・南側の胸壁からの越波による浸水
- [その他の要因による浸水]
 - ・陸間損壊箇所(3箇所)からの流入による浸水



写真3. 道路の浸水状況

図41. 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(堤内地に限る)

20

潮位・高波再現シミュレーションについて

【甲子園浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

岸壁天端高（西側）は、最高潮位より低いため岸壁部からは潮位による越流量を推算
防潮堤天端高（東側）は、最高潮位よりも高いため、高波による越波流量を推算



図4.2. 甲子園浜地区検討断面（主な越流・越波箇所）

断面	延長(m)
岸壁	1650
①	260
②	130
③	260
④	230
合計	2530

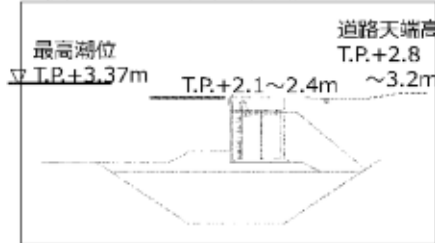


図4.3. 岸壁代表断面図

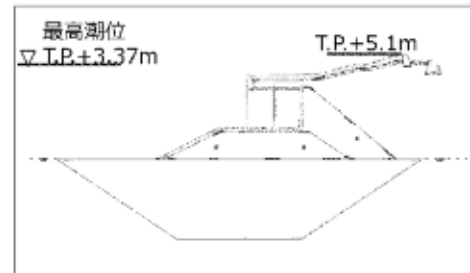


図4.4. ①代表断面図

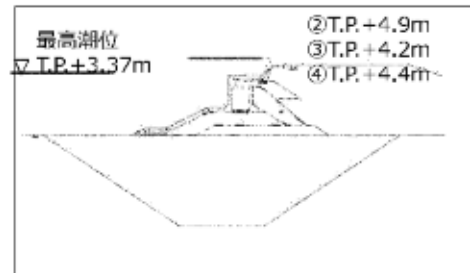


図4.5. ②③④代表断面図

21

潮位・高波再現シミュレーションについて

【甲子園浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

(1) 越波流量の推算結果 [速報値]

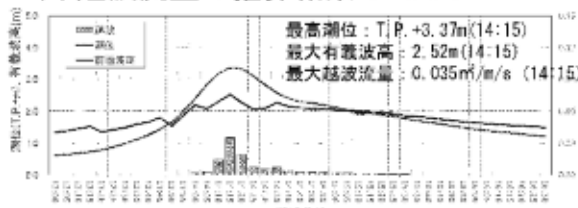


図4.6. 越波流量の推算結果（断面①）

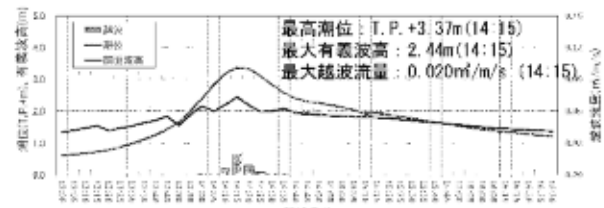


図4.7. 越波流量の推算結果（断面②）

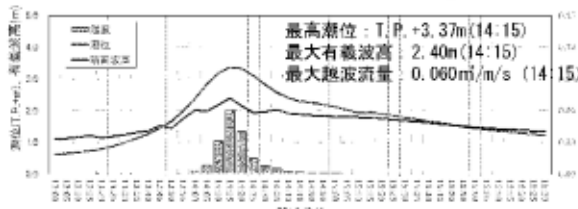


図4.8. 越波流量の推算結果（断面③）

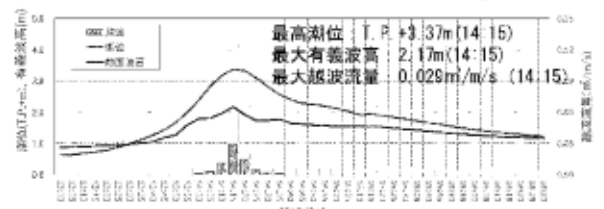


図4.9. 越波流量の推算結果（断面④）

(2) 越流量の推算結果 [速報値]

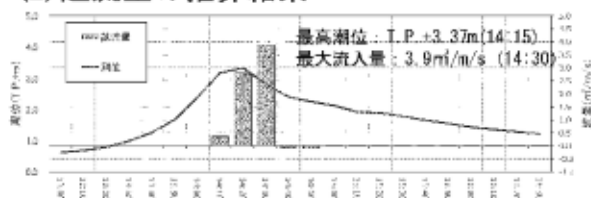


図5.0. 越流量の推算結果

22

潮位・高波再現シミュレーションについて

【甲子園浜地区】（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。

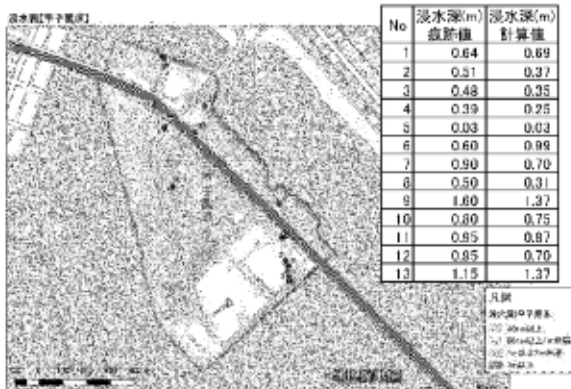


図5-1. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）〔速報値〕



図5-2. 浸水実績図（堤内地）

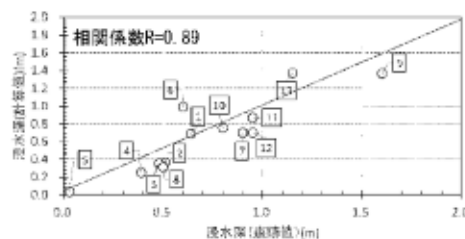
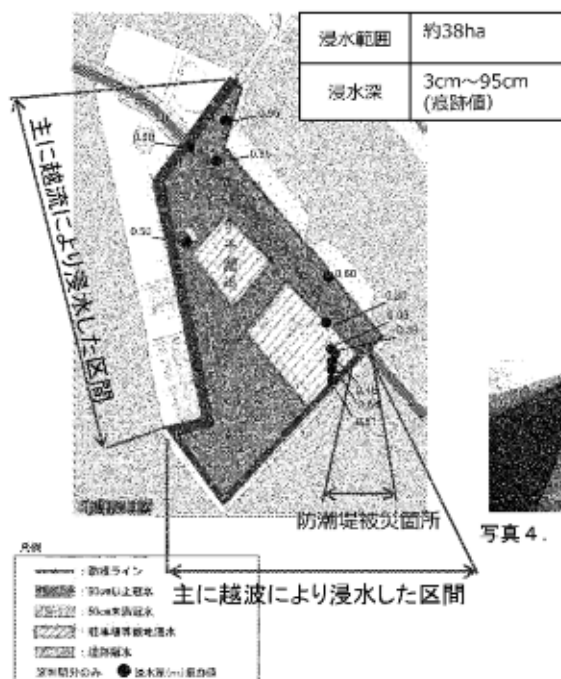


図5-3. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

23

浸水原因及び高潮対策について

【甲子園浜地区】（浸水原因の究明）



主な浸水原因

- 【越流による浸水】
 - ・西側の岸壁から道路を越えての越流による浸水
- 【越波による浸水】
 - ・東側の防潮堤からの越波による浸水



写真4. 越波による植栽帯の被災状況



写真5. 東側の防潮堤の被災状況

図5-4. 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(堤内地に限る)

24

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾地区】（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



地区	延長(m)
①	350
②	300
合計	650

図 5.5. 鳴尾地区 検討断面（主な越流・越波箇所）

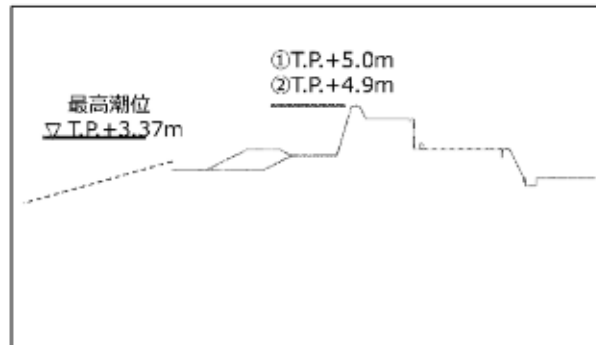


図 5.6. ①②代表断面図

25

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾地区】（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]

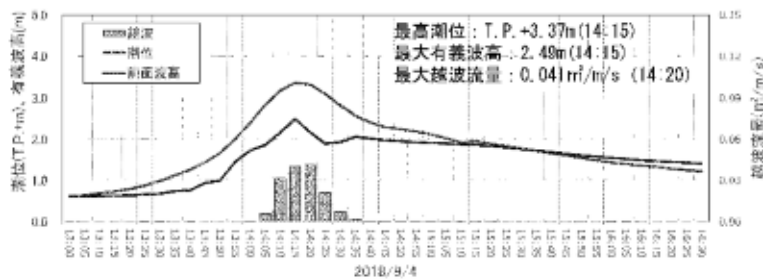


図 5.7. 越波流量の算定結果（断面①）

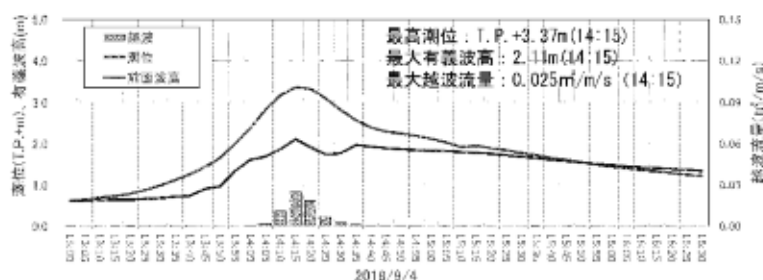


図 5.8. 越波流量の算定結果（断面②）

26

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾地区】（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 59. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）[速報値]



図 60. 浸水実績図（埴内地）

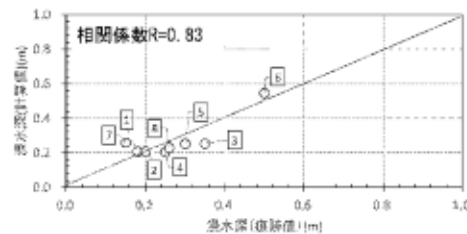


図 61. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

27

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾地区】（浸水原因の究明）



主に越波により浸水した区間

図 62. 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長岡県で作成（埴内地に限る）

主な浸水原因

「越波による浸水」
・南側及び東側の防潮堤からの越波による浸水



写真 6. 枝川浄化センター南側防潮堤からの越波状況



写真 7. 枝川浄化センター東側防潮堤からの越波状況

28

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾浜地区】（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
 現地調査から、潮位上昇により雨水排除ができず内水氾濫が確認されたため雨水による流入量を推算
 現地調査から、潮位上昇により西側排水口からの逆流現象が確認されたため流入量を推算

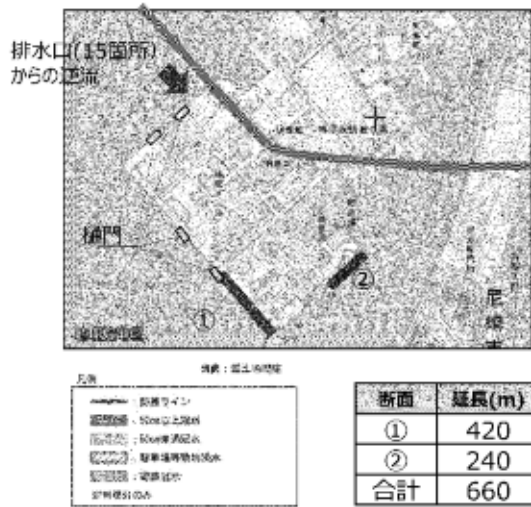


図 6 3. 鳴尾浜地区 検断断面（主な越流・越波箇所）

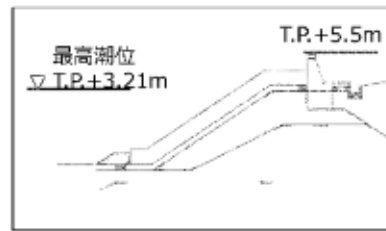


図 6 4. ①代表断面図

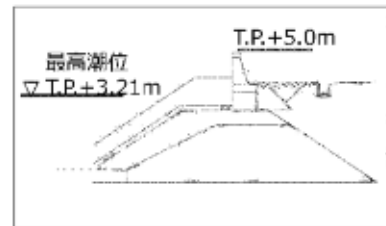


図 6 5. ②代表断面図

29

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

(1) 越波流量の推算結果 [速報値]

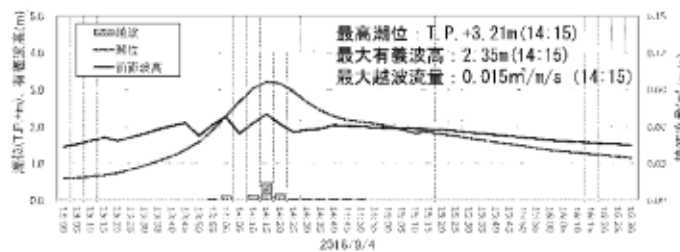


図 6 6. 越波流量の算定結果（断面①）

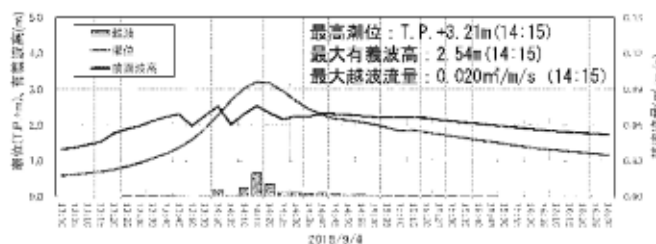


図 6 7. 越波流量の算定結果（断面②）

30

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾浜地区】（浸水シミュレーションの再現性の確認）

(2) 降雨による浸水量推算結果 [速報値]

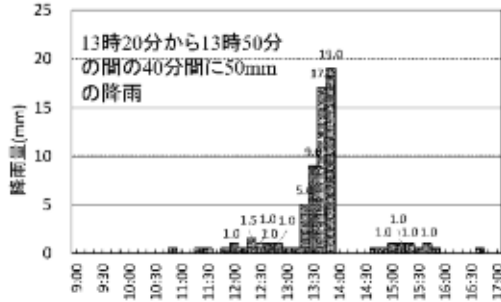


図 6.8. 降雨量 (西宮観測所)

【出典】西宮観測所(アメダス)観測資料(気象庁HP)

$$\begin{aligned} \text{浸水量} &= \text{浸水面積} \times \text{降雨量} \times \text{流出係数} \\ &= 1,042,000\text{m}^2 \times 50\text{mm} \times 0.8 \end{aligned}$$

(3) 排水口からの逆流による浸水流量推算結果 [速報値]

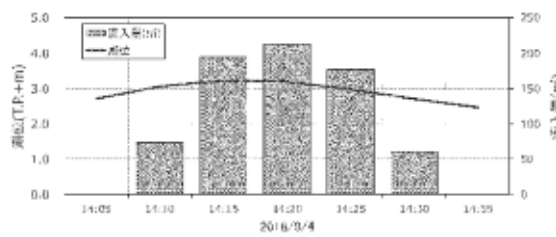


図 6.9. 排水口1箇所あたりからの逆流量

排水口径 : 350mm
管路長 : 4.5m
管底高 : T.P.+2.8m



写真 8. 鳴尾浜排水口

31

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾浜地区】（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。

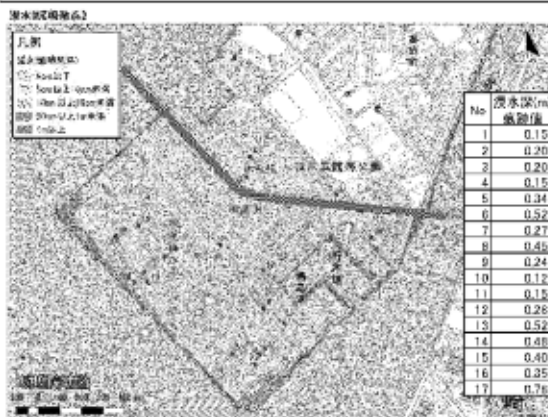


図 7.0. 浸水シミュレーション結果 (最大浸水深分布図) [速報値]

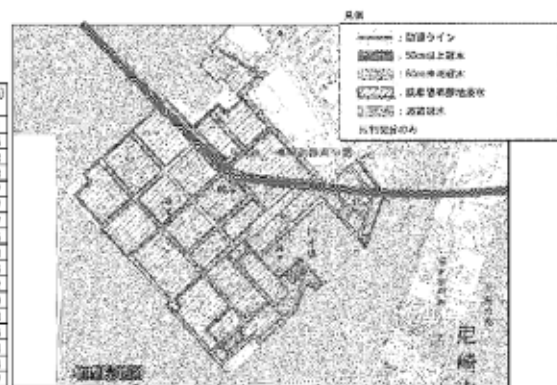


図 7.1. 浸水実績図 (堤内地)

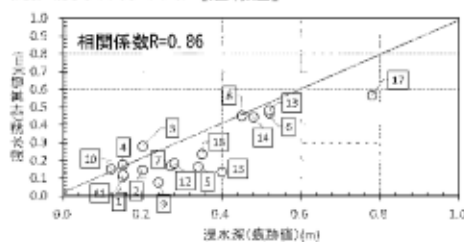


図 7.2. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

32

潮位・高波再現シミュレーションについて

【鳴尾浜地区】（浸水原因の究明）



図73. 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(堤内地に限る)

主な浸水原因

- [越波による浸水]
 - ・東側の防潮堤からの越波による浸水
- [内水による浸水]
 - ・降雨での内水氾濫による浸水
- [その他の原因による浸水]
 - ・西側の排水口からの逆流による浸水



写真9. 防潮堤背後の越波状況

33

潮位・高波再現シミュレーションについて

【丸島地区】（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

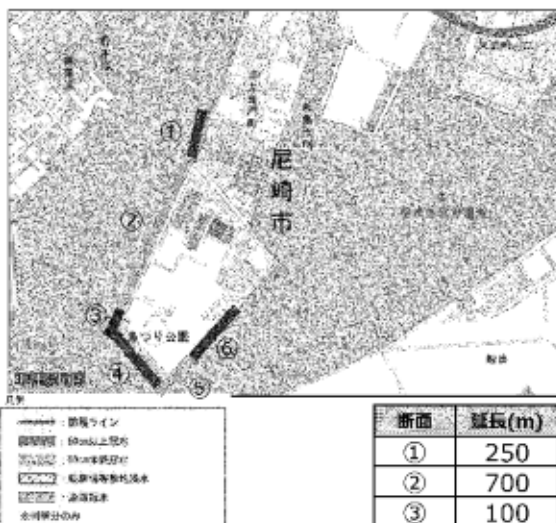
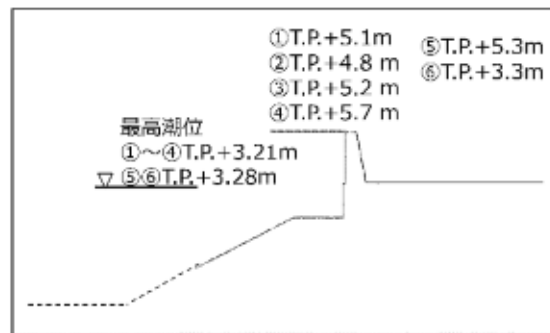


図74. 丸島地区 検討断面（主な越流・越波箇所）



③④⑤区間は消波ブロックが設置されている

図75. 代表断面図

34

潮位・高波再現シミュレーションについて

【丸島地区】（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(1/2) [速報値]

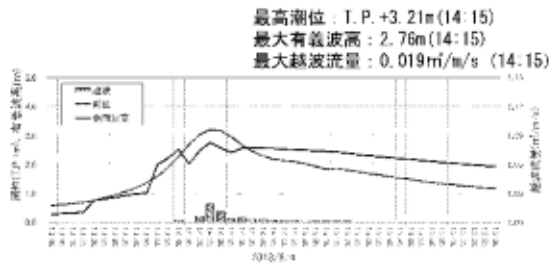


図 7.6. 越波流量の算定結果 (断面①)

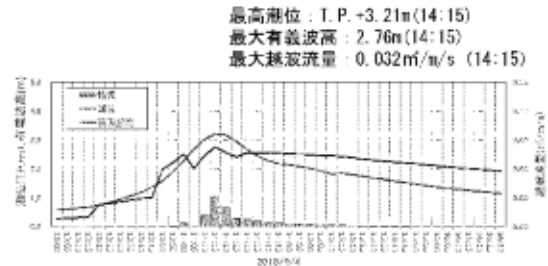


図 7.7. 越波流量の算定結果 (断面②)

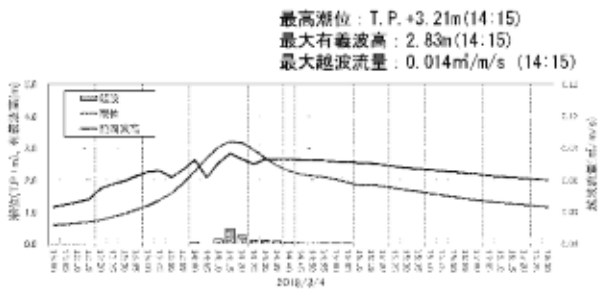


図 7.8. 越波流量の算定結果 (断面③)

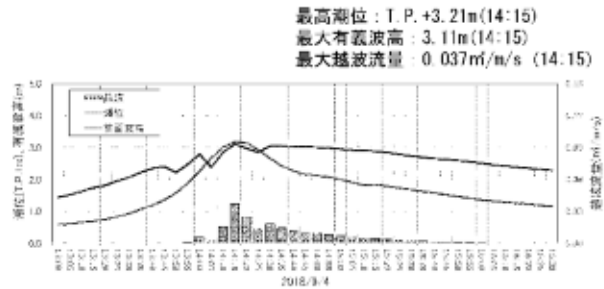


図 7.9. 越波流量の算定結果 (断面④)

35

潮位・高波再現シミュレーションについて

【丸島地区】（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(2/2) [速報値]

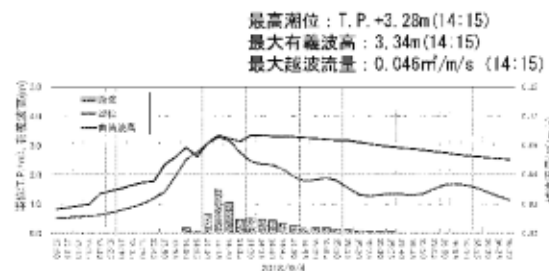


図 8.0. 越波流量の算定結果 (断面⑤)

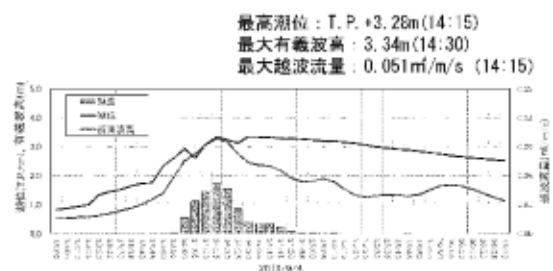


図 8.1. 越波流量の算定結果 (断面⑥)

36

潮位・高波再現シミュレーションについて

【丸島地区】（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。

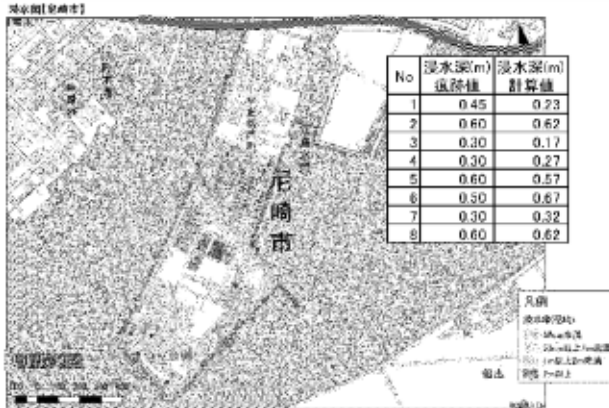


図 8.2. 浸水シミュレーション結果（最大浸水深分布図）[速報値]



図 8.3. 浸水実績図（境内地）

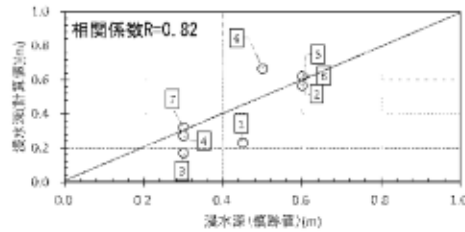


図 8.4. 浸水深の痕跡値と計算値の比較

37

潮位・高波再現シミュレーションについて

【丸島地区】（浸水原因の究明）

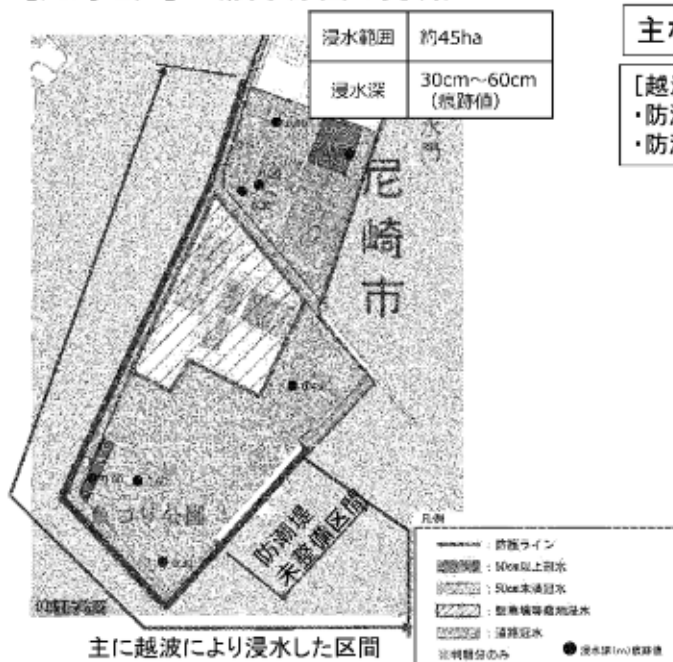


図 8.6. 丸島地区 浸水実績図

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瓦葺真壁で作成（境内地に限る）

主な浸水原因

- [越波による浸水]
- ・防潮堤からの越波による浸水
 - ・防潮堤未整備区間からの浸水



写真 10. 西側防潮堤からの越波状況

38

潮位・高波再現シミュレーションについて

3. 河川における水位再現シミュレーション及び浸水原因の究明

- ①河川流量(ハイドログラフ)は実績雨量による河川の流出計算結果、もしくは実績水位からの換算値とする。
- ②河口に潮位の時系列値を、河川上流端には上記河川流量を与え、一次元不定流計算を実施し、河川水位を算出する。(河道からの溢水は考慮しない)
- ③波浪変形計算による波高の1/2を加え、再現水位とする。

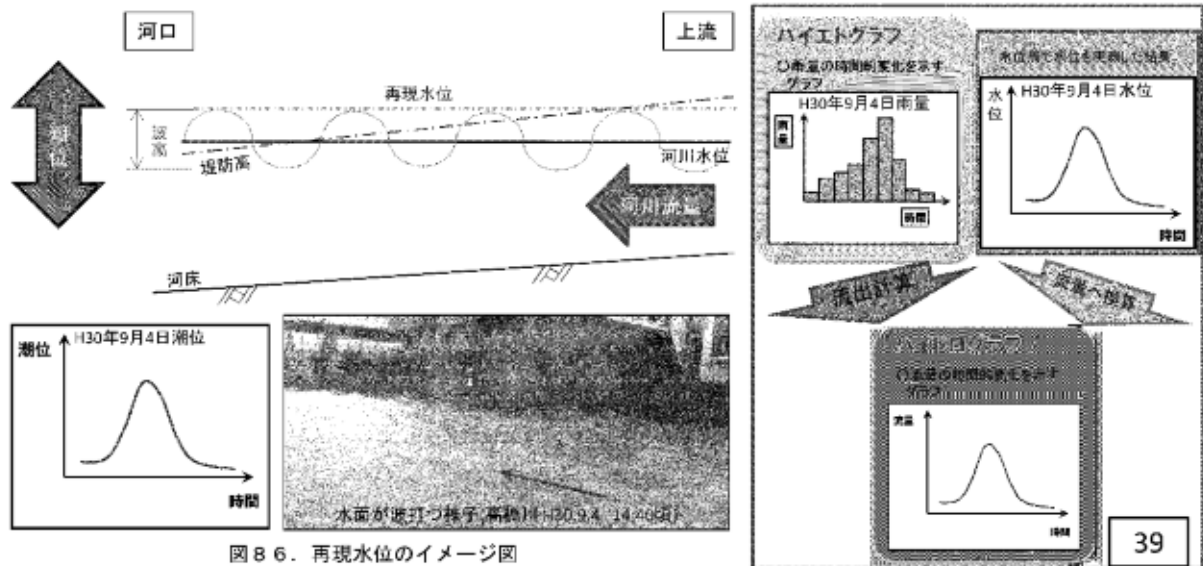


図 8.6. 再現水位のイメージ図

潮位・高波再現シミュレーションについて

波浪変形計算(ブシネスク方程式モデル)高橋川・宮川

シミュレーションの条件設定

(1) 波浪(入射波)の設定方法

「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会」で示される沖波から、下記の波を合成して計算領域前面で推算する。

- ①回折波:防波堤開口部からの入射波(高山法で算定)
- ②伝達波:防波堤背後への伝達波(高山法で算定)
- ③港内発生波:防波堤の港内側で発生する波(SMB法で算定)

なお、入射波は宮川・高橋川にそれぞれ入射しやすい位置の波を考慮して設定する。

(2)対象期間

宮川・高橋川で浸水が生じた潮位が最大となる時刻14時15分を対象とし、その時刻の波浪諸元を用いて計算を行う。

(3)入射波諸元

- | | |
|-----|------------------|
| 宮川 | : 波高2.43m、周期8.4秒 |
| 高橋川 | : 波高1.34m、周期8.4秒 |

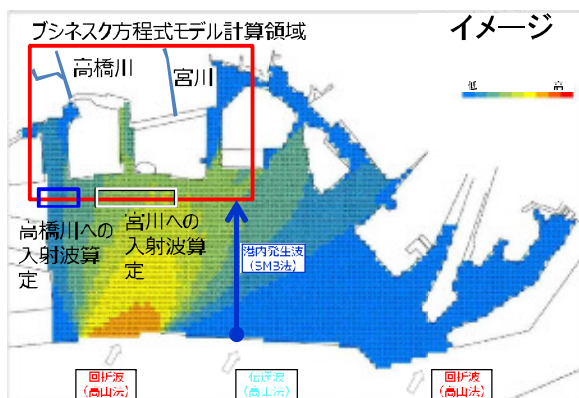


図 8.7. ブシネスク方程式モデル計算模式図

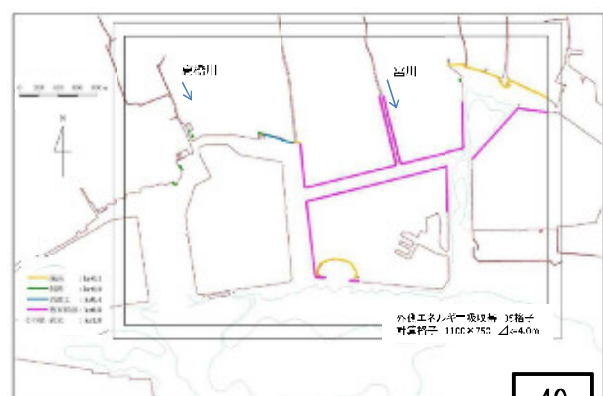


図 8.8. 計算領域設定