

**【資料3】**

台風第21号の波浪・浸水再現シミュレーション及び  
被害原因の検証

大阪市港湾局

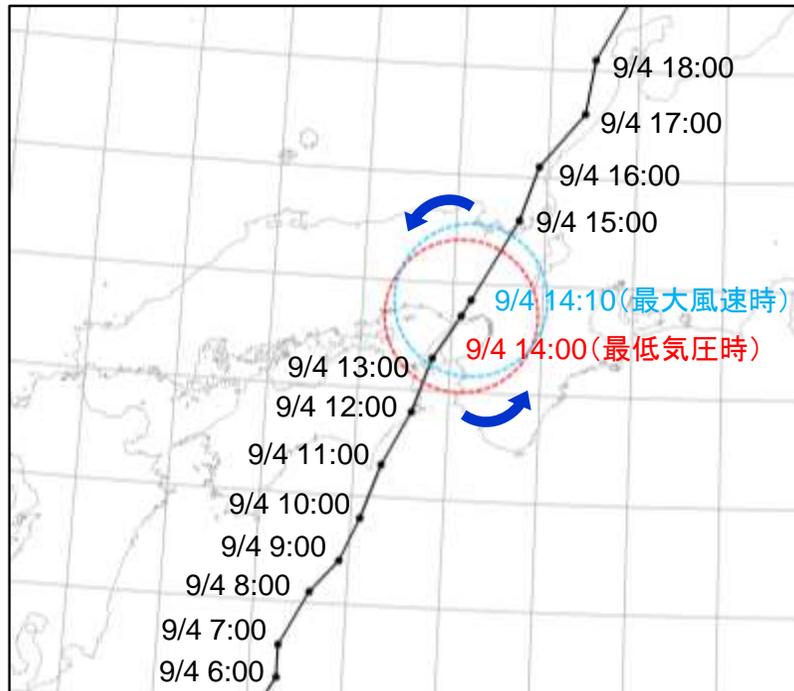
# 目次

1. 台風第21号による大阪港(埋立地)への影響 ～観測結果の分析～
2. 実施フロー
3. 波浪変形計算の前提条件(国土交通省による検討結果)
4. 大阪港の波浪変形計算① (大阪港沖)
5. 大阪港の波浪変形計算② (大阪港内)
6. 浸水シミュレーション
7. 浸水被害原因の検証

# 1. 台風第21号による大阪港（埋立地）への影響 ～観測結果の分析～

- ・大阪港は西から南に開かれた港湾であることから、西から南の風向による波浪の影響を受けやすく、台風第21号が大阪港の西側通過時の南南西の吹き寄せにより大きな波浪が生じたと考えられる。
- ・具体的には、台風第21号の通過に伴い、①風速の高まりと、②風向の東北東から大阪港に影響を及ぼす南南西への変化(14時10分 瞬間最大風速:47.4m/s、風向:南南西)が重なったことが、大阪港に大きな被害が発生した要因のひとつと考えられる。
- ・また、大阪では、最低気圧(14時00分962hPa)を記録したのちに最大風速を記録しており、被害原因の検証に際しては、偏差(吸い上げと吹き寄せ)と波浪のピーク時間の差についても留意する。

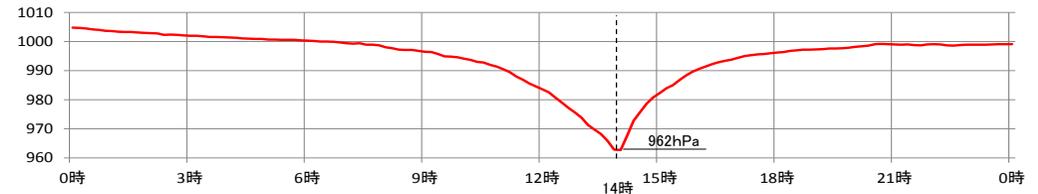
台風第21号の経路



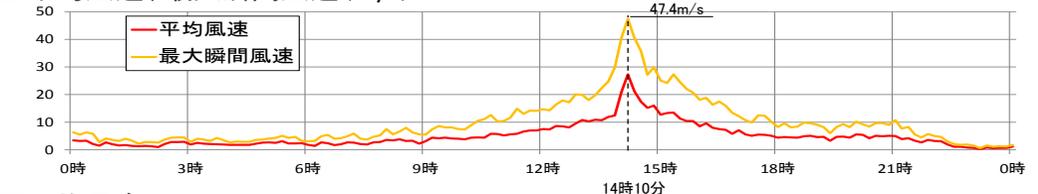
台風第21号の気圧・風速・風向・偏差・天文潮位の変化

【平成30年9月4日の大阪(大阪管区气象台:中央区)での観測値】

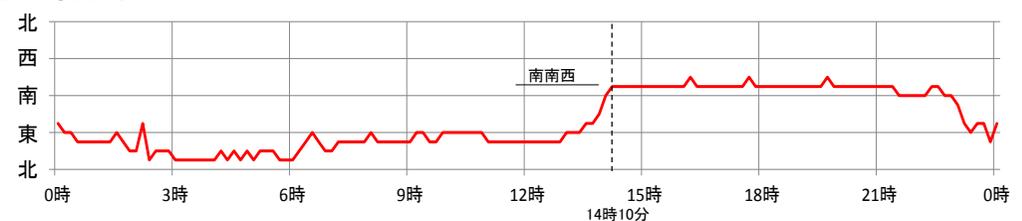
■ 気圧 (hPa)



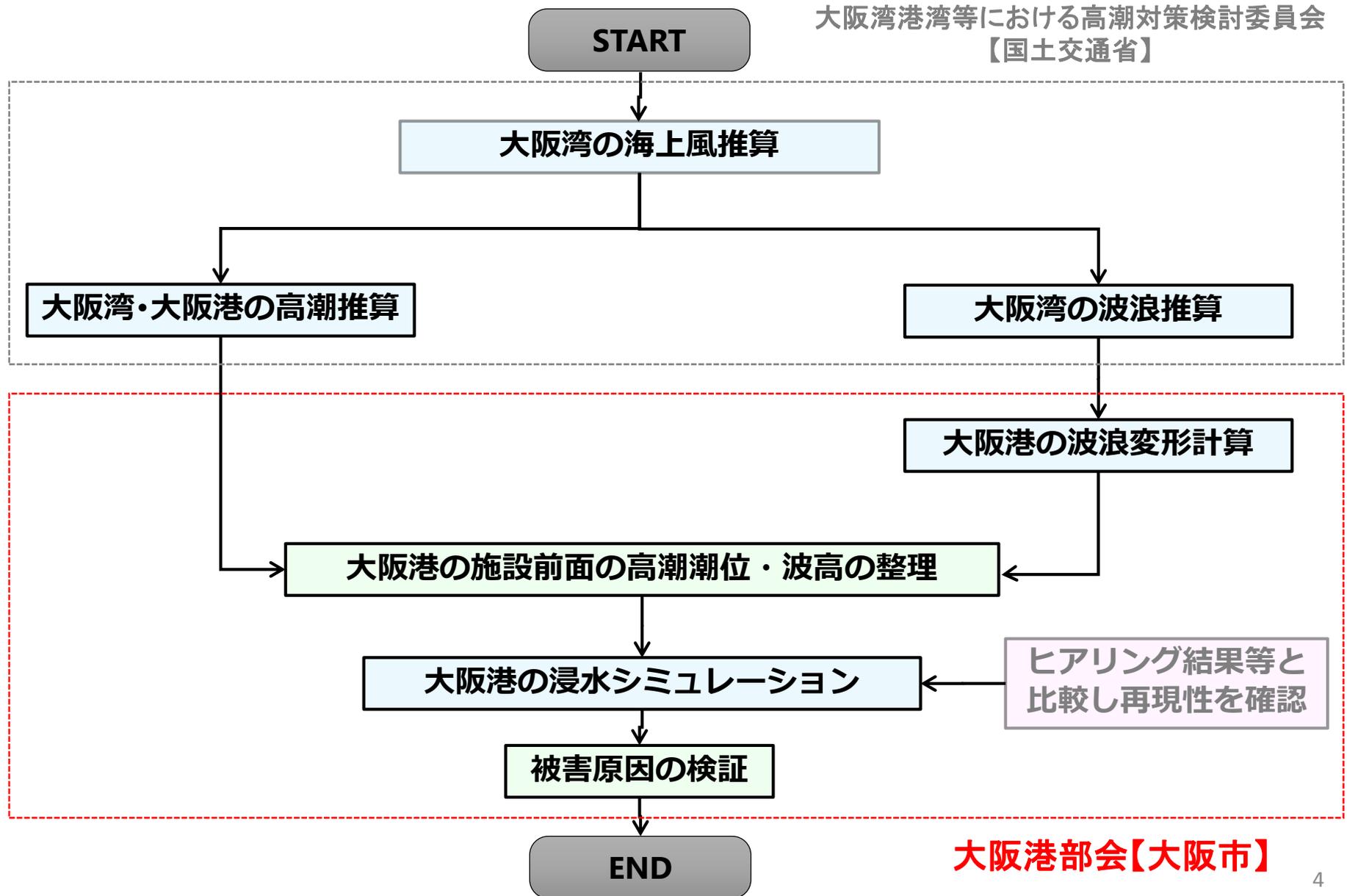
■ 平均風速、最大瞬間風速 (m/s)



■ 平均風向



## 2. 実施フロー

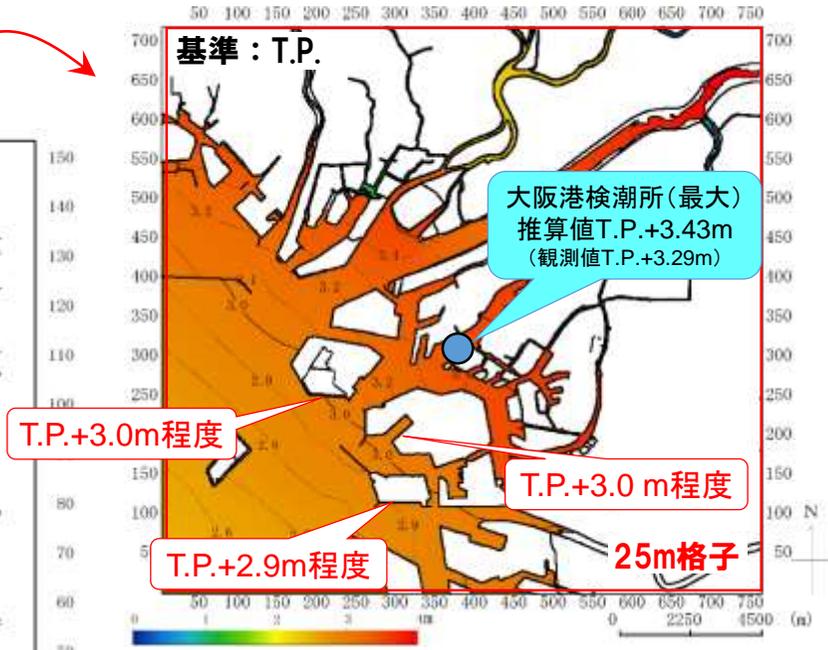
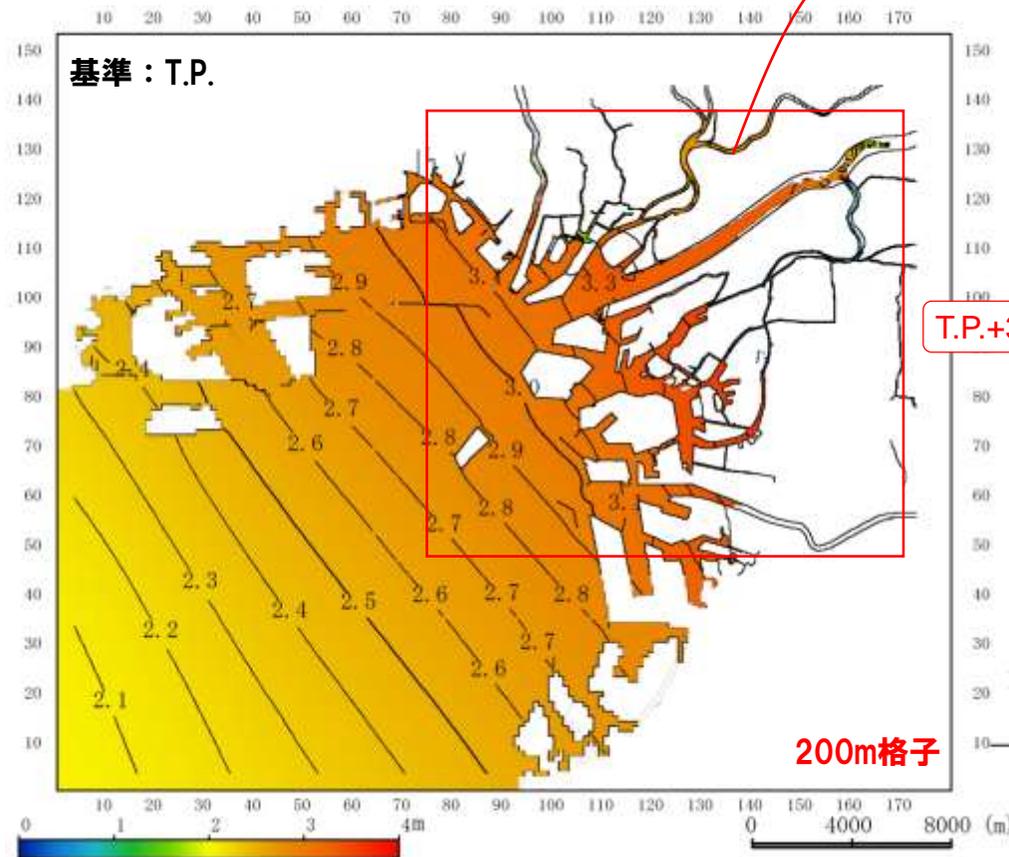


# 3. 大阪港の波浪変形計算の前提条件 (国土交通省の検討結果)

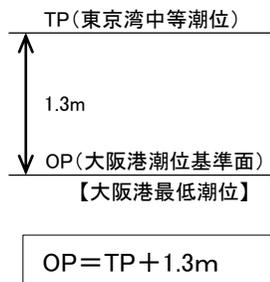
## (1) 大阪湾(大阪港内を含む)の高潮推算結果

- ・大阪港では、最大潮位が港奥(北東方向)に向かって高くなっている。
- ・大阪港検潮所(天保山)において、最大観測値:TP+3.29m(OP+4.59m)に対し、最大推算値:TP+3.43m(OP+4.73m)となっており、同時点の夢洲の南側護岸前面でTP+3.0m(OP+4.3m)程度、咲洲のライナー埠頭前面でTP+3.0m(OP+4.3m)程度、J岸壁前面でTP+2.9m(OP+4.2m)程度である。

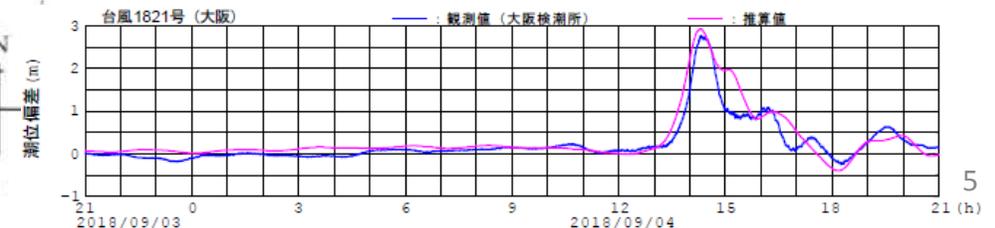
大阪湾の最大潮位推算結果



<OPとTPの関係>



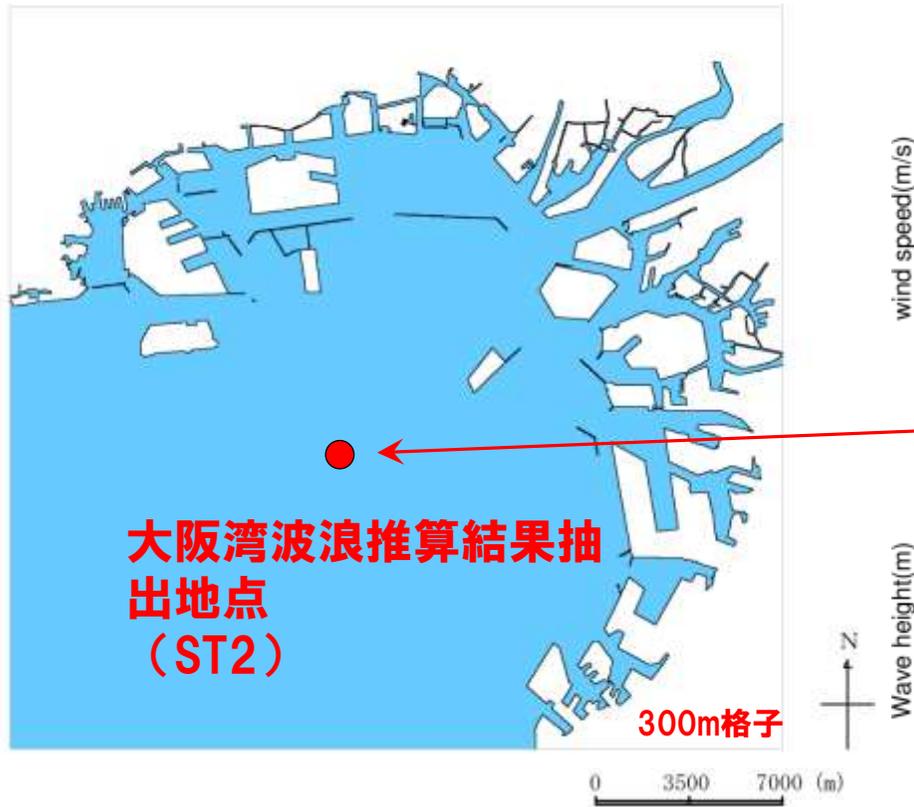
【大阪検潮所】潮位偏差の時系列比較



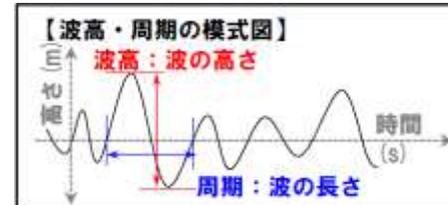
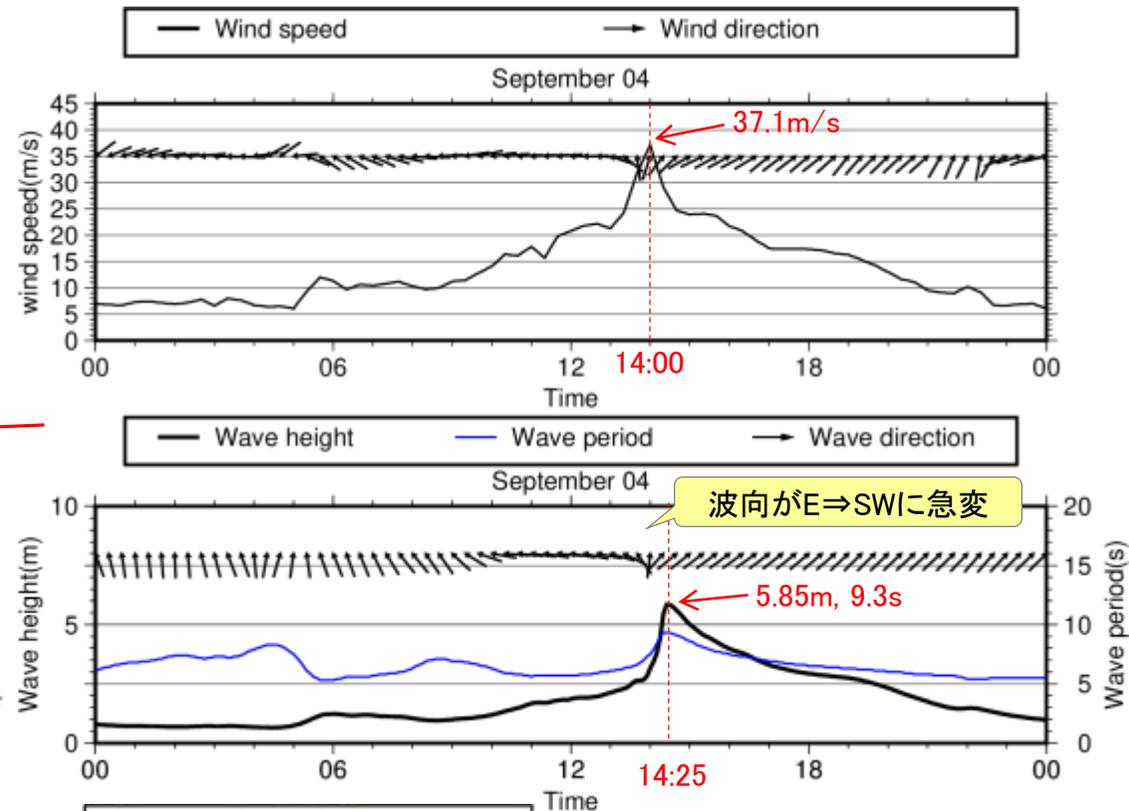
### 3. 大阪港の波浪変形計算の前提条件 (国土交通省の検討結果)

#### (2) 大阪湾の波浪推算結果

- 大阪湾の波浪推算結果のうち、大阪港等の防波堤の影響を受けない地点(ST2)における時々刻々の波浪推算結果を大阪港の沖波条件として設定。
- ST2地点では、14時前後に波向が東→南→南西に急激に変化し、14時25分に最大波高5.85m(南西向き)となっている。



代表点の波浪推算結果時系列 (上段: 風速・風向、下段: 波高・波向・周期)



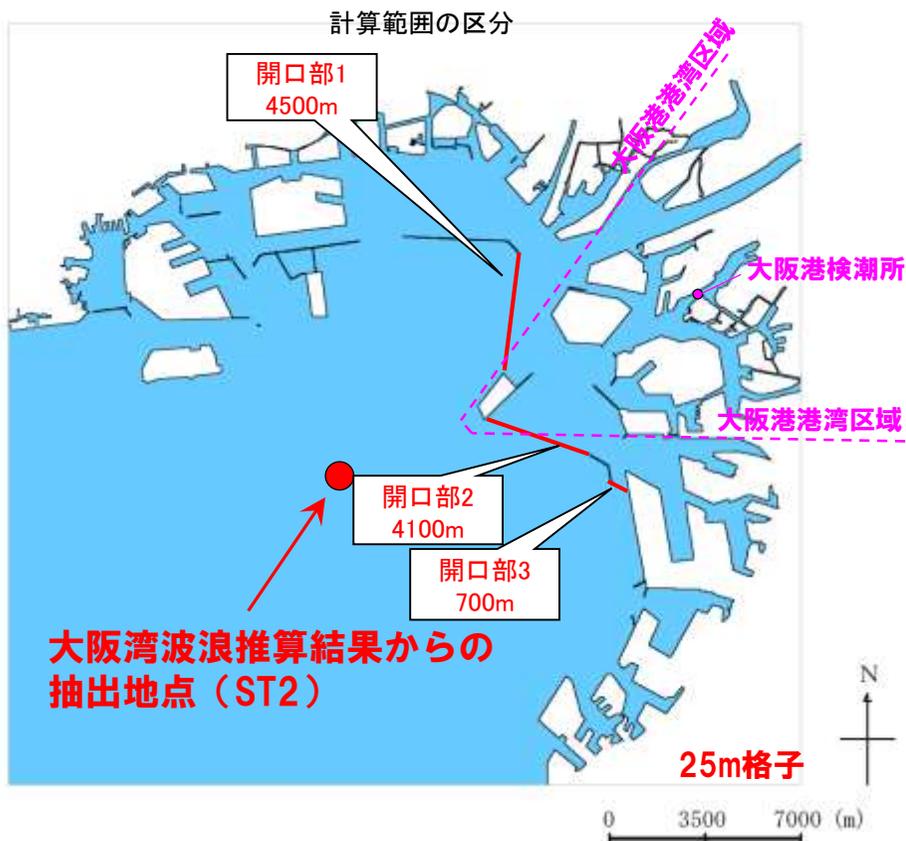
ST2の波浪推算結果をエネルギー平衡方程式の沖波条件とした。

# 4. 大阪港の波浪変形計算① (大阪港沖)

港内波浪の推算手法は沖波抽出点から開口部までは、屈折・浅水変形を考慮できる「エネルギー平衡方程式」を用い、港内は回折波を考慮することができる「高山法」を用いる

## (1) 計算方法・条件(エネルギー平衡方程式)

- ・波向が大阪港内への影響が大きくなる南に変化した14時から波浪変形計算を開始。高潮対策検討委員会と同様に大阪港への影響が比較的大きい14時から15時の間は波高の変化を詳しく検証するため、5分間隔で計算を実施(15時から21時までは60分間隔)
- ・波浪推算に必要な潮位については、港内の代表値として、大阪港検潮所の観測潮位を採用
- ・ST2地点における波高・周期・波向の計算結果が、波浪推算結果と一致するように、計算領域境界における入射波を調整



ST2地点の波高・周期・波向(国交省検討結果、赤枠は波高がピーク時)

日付	沖波※1波高 (m)	沖波周期 (s)	沖波波向 (°)	設定潮位※2
9/4 14:00	3.16	7.5	186.9	O.P.+3.312m
9/4 14:05	3.44	7.9	194.2	O.P.+3.762m
9/4 14:10	3.80	8.4	202.2	O.P.+4.212m
9/4 14:15	4.43	9.0	213.1	O.P.+4.462m
9/4 14:20	5.46	9.3	222.4	O.P.+4.552m
9/4 14:25	5.85	9.3	227.2	O.P.+4.542m
9/4 14:30	5.83	9.3	229.3	O.P.+4.502m
9/4 14:35	5.74	9.2	230.0	O.P.+4.322m
9/4 14:40	5.60	9.1	230.2	O.P.+4.032m
9/4 14:45	5.46	9.0	230.4	O.P.+3.602m
9/4 14:50	5.31	8.9	230.7	O.P.+3.222m
9/4 14:55	5.15	8.7	231.0	O.P.+3.022m
9/4 15:00	5.01	8.6	231.5	O.P.+2.892m
9/4 16:00	3.98	7.5	233.5	O.P.+2.862m
9/4 17:00	3.30	6.9	232.6	O.P.+2.052m
9/4 18:00	2.93	6.5	229.9	O.P.+1.832m
9/4 19:00	2.75	6.3	226.5	O.P.+2.162m
9/4 20:00	2.33	6.0	225.8	O.P.+2.192m
9/4 21:00	1.75	5.8	227.5	O.P.+2.012m

※1: 沖波代表点: ST2、※2: 大阪検潮所観測潮位 ※波向は南: 180° 南西: 225°

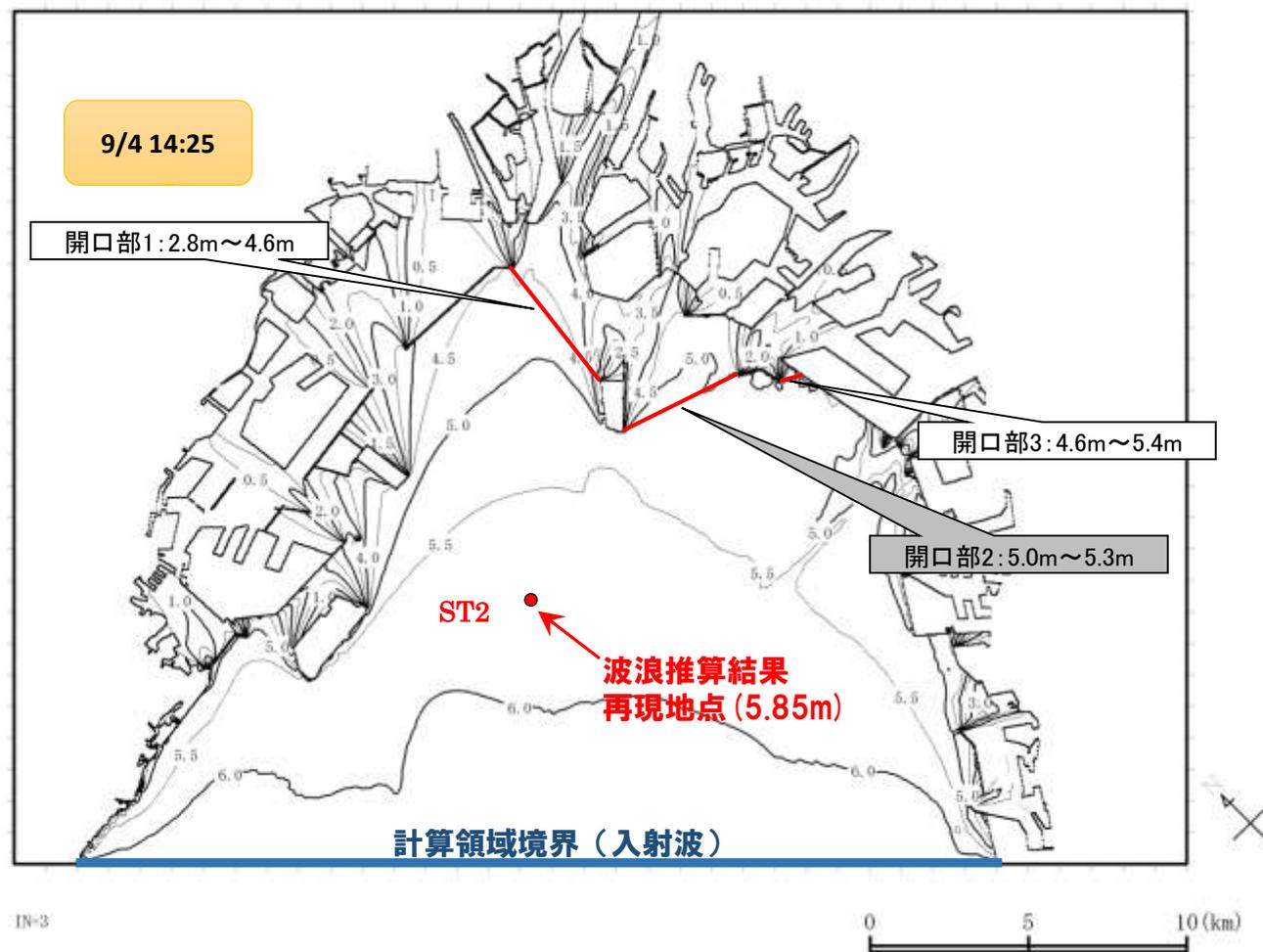
開口部1: 西宮防波堤～大阪沖埋立処分場、開口幅4,500m  
 開口部2: 大阪沖埋立処分場～大和川南防波堤、開口幅4,100m  
 開口部3: 大和川南防波堤～堺7区、開口幅700m

# 4. 大阪港の波浪変形計算① (大阪港沖)

## (2) 計算結果

・沖波波高最大時(14時25分)における開口部1~3の波高計算結果は、開口部1で2.8m~4.6m、開口部2で5.0m~5.3m、開口部3で4.6m~5.4mとなり、開口部2の波高が比較的大きい。

有義波高分布(大阪港沖)(9月4日14時25分:ST2地点の波高最大時)



# 5. 大阪港の波浪変形計算② (大阪港内)

## (1) 計算方法・条件(高山法)

- ・大阪港内では、防波堤等の影響を考慮する必要があることから、波の回折・反射を考慮できる「高山法」を採用。ただし、開口部1～3を起点とする港内波浪を同時に計算できないため、開口部毎に計算した施設前面の有義波高を時刻毎にエネルギー合成し、施設前面の有義波高を算定
- ・開口部1～3の波浪は、先に求めた時々刻々の波高・周期・波向の時刻歴変化を反映
- ・大阪港内の水深は、水深が深いほど波が伝播しやすくなるため(危険側)、各開口部の中央付近の水深から最も深い開口部2の水深O.P.-12.6mを一律で採用

波浪条件

時刻	潮位 (O.P.+m)	全水深 (水深+潮位) (m)	開口部1			開口部2			開口部3		
			波高 (m)	周期 (s)	波向 (°)	波高 (m)	周期 (s)	波向 (°)	波高 (m)	周期 (s)	波向 (°)
9/4 14:00	3.312	15.912	1.80	7.5	217.1	2.50	7.5	202.1	2.08	7.5	222.6
9/4 14:05	3.762	16.362	2.44	7.9	202.8	3.06	7.9	199.8	2.84	7.9	210.0
9/4 14:10	4.212	16.812	2.78	8.4	207.8	3.44	8.4	206.0	3.27	8.4	215.2
9/4 14:15	4.462	17.062	3.32	9.0	214.4	4.09	9.0	215.6	4.00	9.0	222.5
9/4 14:20	4.552	17.152	4.02	9.3	229.5	4.77	9.3	227.5	4.54	9.3	237.9
9/4 14:25	4.542	17.142	4.35	9.3	232.3	5.16	9.3	231.0	4.94	9.3	240.1
9/4 14:30	4.502	17.102	4.35	9.3	233.5	5.17	9.3	232.6	4.96	9.3	241.1
9/4 14:35	4.322	16.922	4.29	9.2	233.9	5.10	9.2	233.1	4.89	9.2	241.4
9/4 14:40	4.032	16.632	4.18	9.1	234.1	4.97	9.1	233.4	4.77	9.1	241.8
9/4 14:45	3.602	16.202	4.08	9.0	234.2	4.85	9.0	233.6	4.67	9.0	242.2
9/4 14:50	3.222	15.822	3.96	8.9	234.5	4.71	8.9	234.0	4.55	8.9	242.6
9/4 14:55	3.022	15.622	3.84	8.7	234.7	4.57	8.7	234.3	4.40	8.7	242.8
9/4 15:00	2.892	15.492	3.73	8.6	235.0	4.45	8.6	234.8	4.29	8.6	243.1
9/4 16:00	2.862	15.462	2.95	7.5	236.1	3.55	7.5	236.2	3.37	7.5	243.0
9/4 17:00	2.052	14.652	2.44	6.9	235.5	2.94	6.9	235.3	2.77	6.9	242.5
9/4 18:00	1.832	14.432	2.16	6.5	233.4	2.60	6.5	232.6	2.43	6.5	240.4
9/4 19:00	2.162	14.762	2.02	6.3	230.8	2.44	6.3	229.3	2.24	6.3	237.5
9/4 20:00	2.192	14.792	1.71	6.0	230.0	2.07	6.0	228.3	1.89	6.0	236.1
9/4 21:00	2.012	14.612	1.30	5.8	231.2	1.56	5.8	229.7	1.43	5.8	236.7

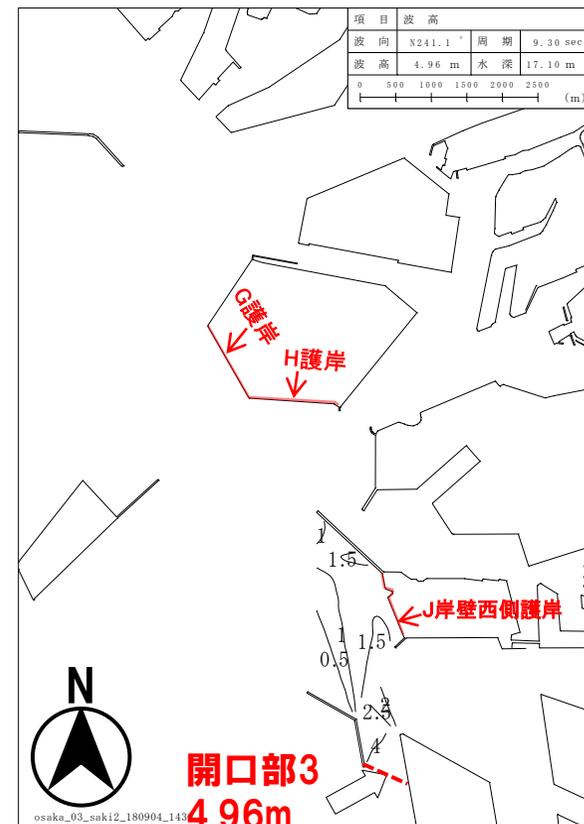
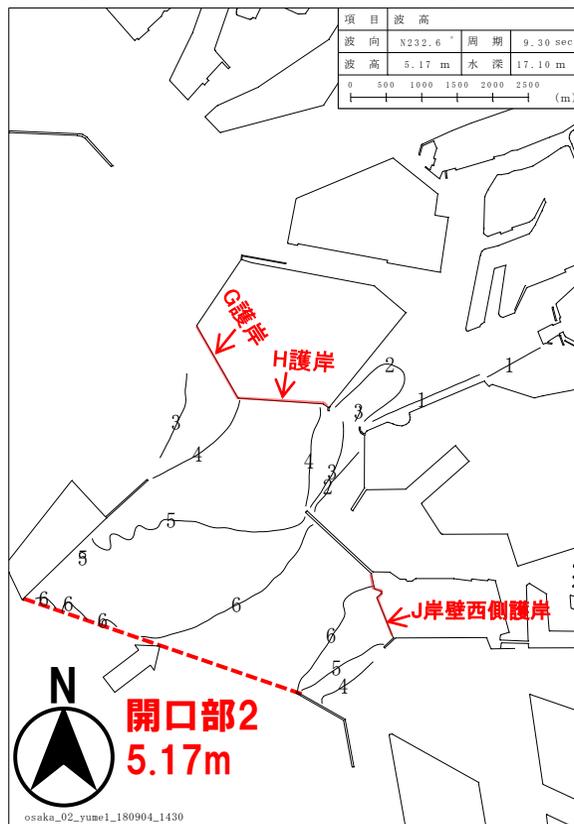
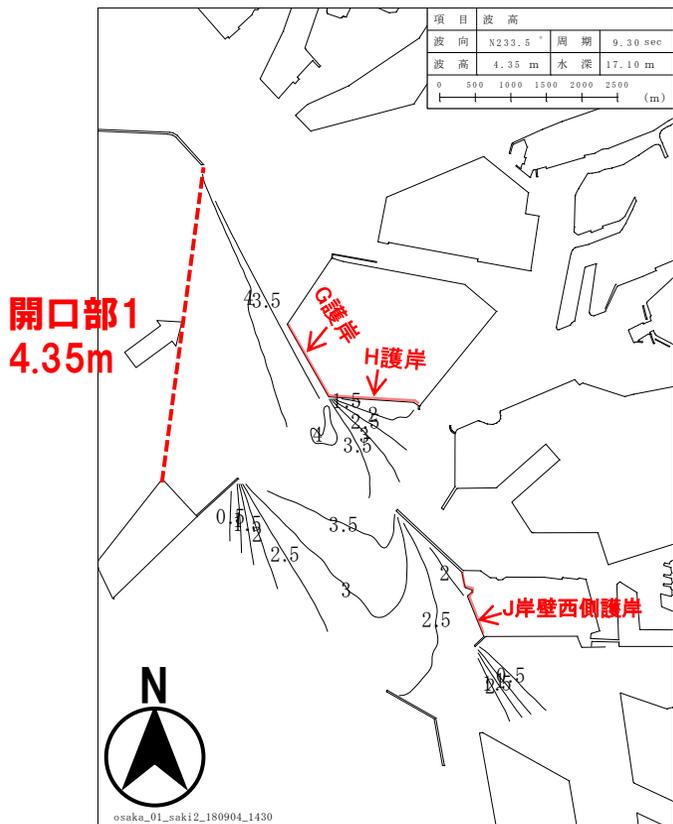
※赤枠は波高(各開口部での平均値)がピーク時のもの ※波向は北向きを0°として表示(南:180° 南西:225° 西270°)

# 5. 大阪港の波浪変形計算② (大阪港内)

## (2) 計算結果①(港内の波浪分布)

開口部1～3の波高ピーク時(14時30分)に、開口部1からの入射波による波高は夢洲G護岸前面で3m以上、開口部2からの入射波による波高は夢洲H護岸前面で4m以上、咲洲のJ岸壁西側護岸前面で5m以上、開口部3からの入射波による波高は咲洲のJ岸壁西側護岸前面で1m以上であり、開口部2からの入射波の影響が大きい

大阪港口の波高ピーク時(14時30分)の港内有義波高分布



エネルギー合成

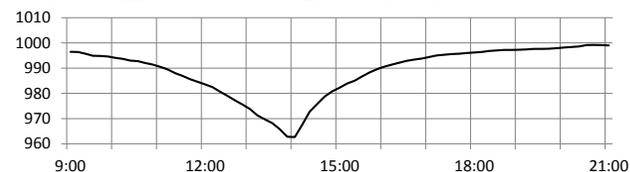
浸水シミュレーション条件(施設前面波高)

# 5. 大阪港の波浪変形計算② (大阪港内)

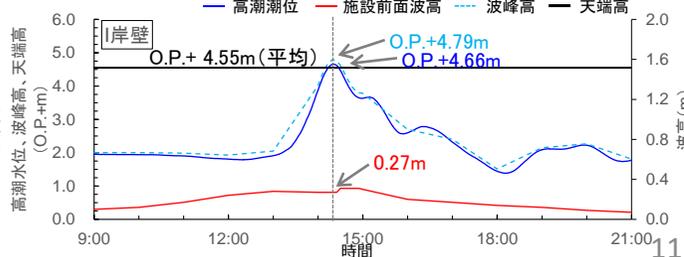
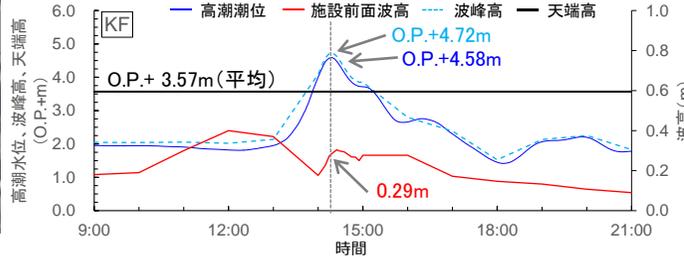
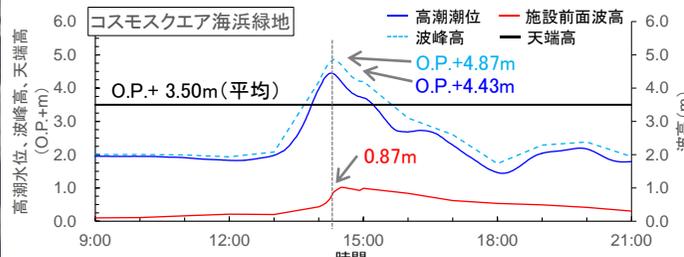
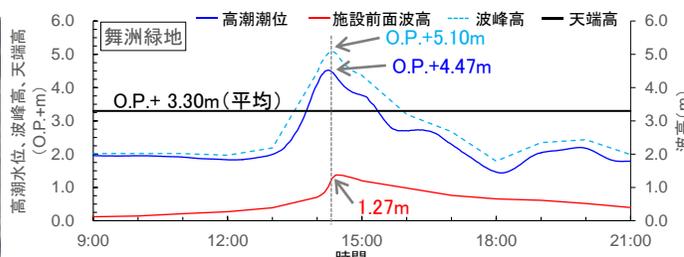
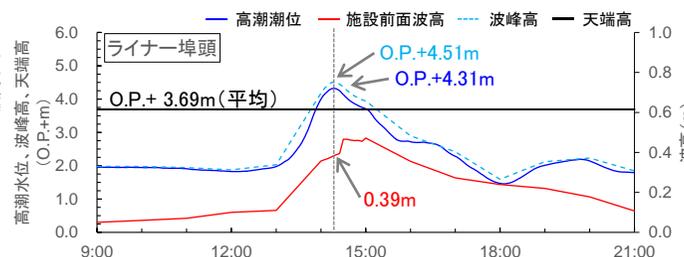
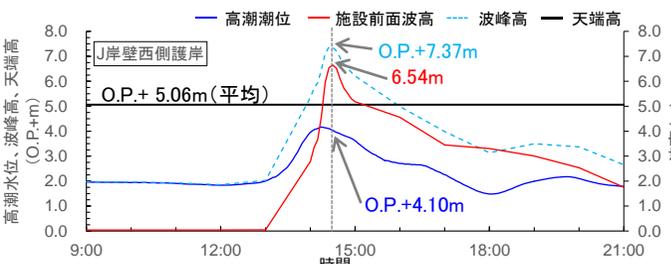
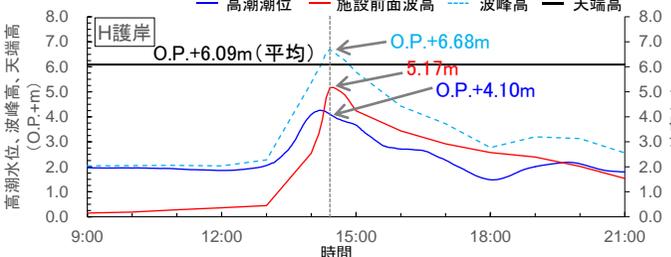
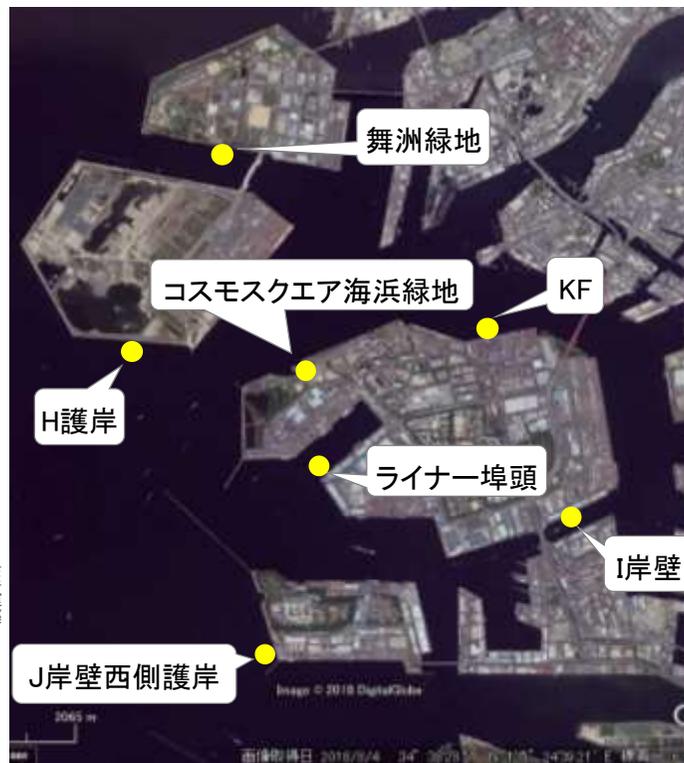
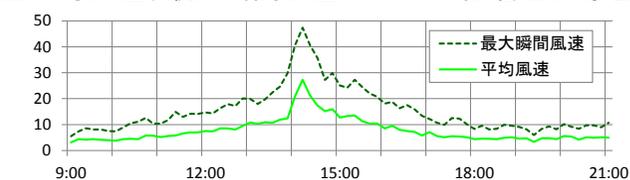
## (3) 計算結果②(施設前面の潮位・波高の変化)

- ・南から西向きの波の影響を受けやすいJ岸壁西側護岸や夢洲H護岸の最大波高は5m~6mと比較的高く、防波堤背後のライナー埠頭・I岸壁・国際フェリーふ頭(KF)の最大波高は0.4mと比較的小さい
- ・各地点において、潮位と波高のピーク時間に差が生じている

■海面気圧(hPa)(大阪管区気象台)



■平均風速、最大瞬間風速(m/s)(大阪管区気象台)



※波峰高 = 高潮潮位+前面波高/2と定義し、浸水高とは異なる。

# 6. 浸水シミュレーション

## (1) 計算方法・条件

### ■ 計算方法

- ・浸水シミュレーションは高潮推算と同様の非線形長波方程式を基礎式とし、時系列的に越流、越波を算出し計算
- ・越波越流の計算モデルは越波と越流が同時発生する場合でも、越波・越流量が算出可能な越波越流統合モデル(田中ら 2018)\*を用いている。

### ■ 計算条件(地盤高の整理)

地盤高図

※土木学会論文集B2(海岸工学)、Vol.74、No.2、2018年

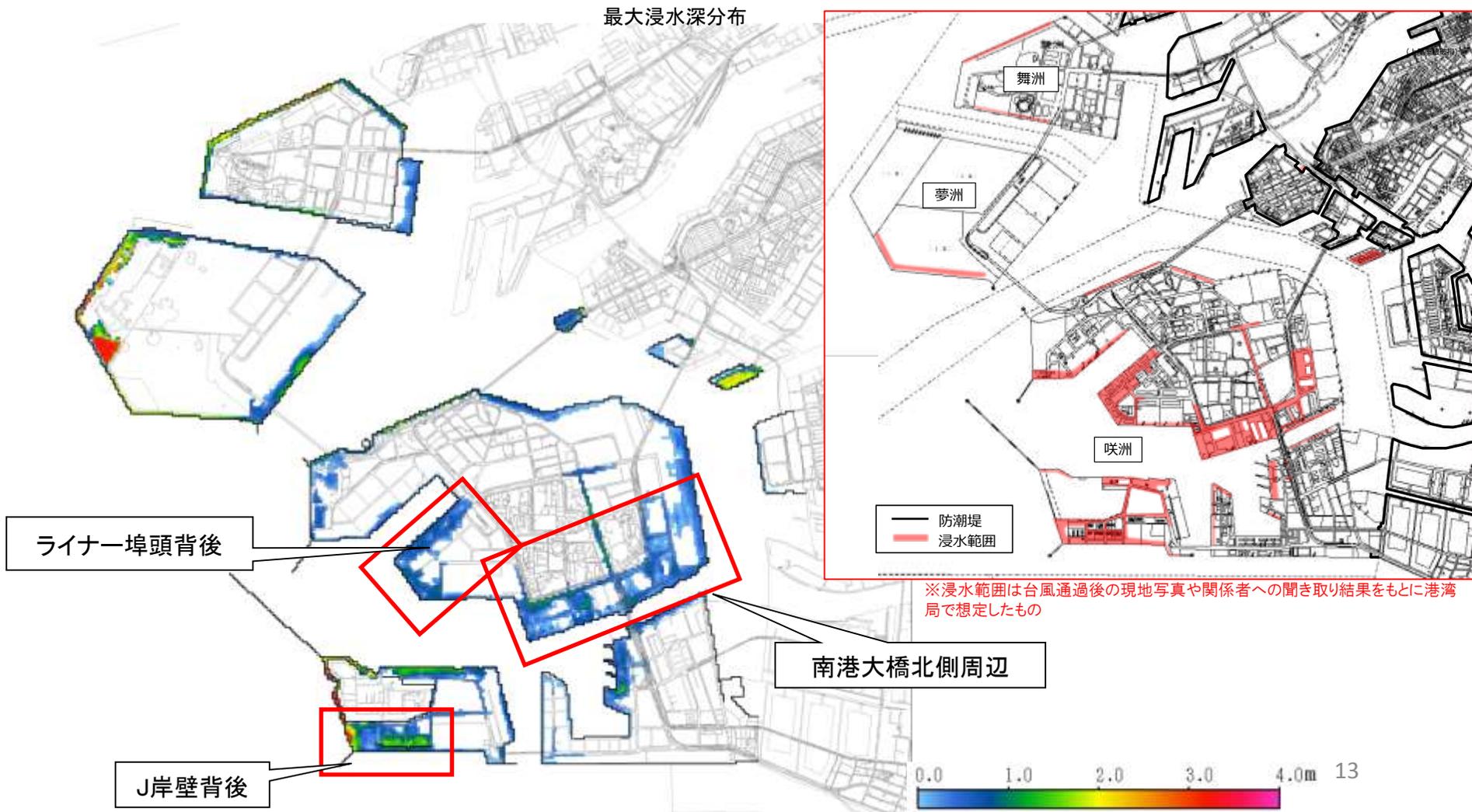


※地盤高は浸水シミュレーションの対象範囲とした埋立地・堤外地のみ表示。

# 6. 浸水シミュレーション

## (2) 計算結果①(最大浸水深分布)

- ・浸水が確認されたJ岸壁背後及びライナー埠頭背後エリア、南港大橋北側周辺における浸水範囲は、聞き取り調査に基づくものとほぼ整合がとれている
- ・特に、J岸壁背後及び南港大橋北側周辺では、浸水深が約1.0m以上の箇所があるなど、浸水が大きい結果となっている

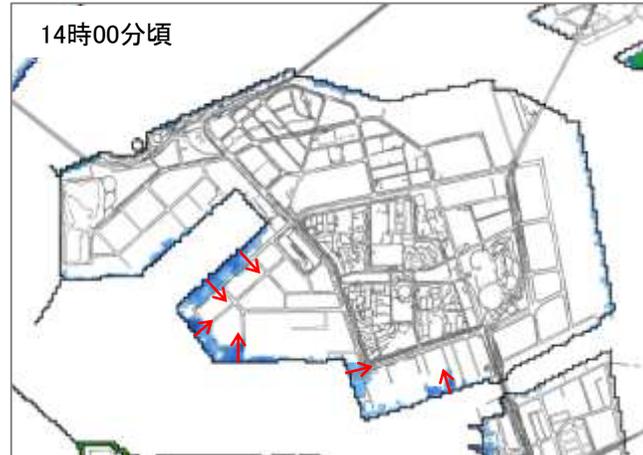


# 6. 浸水シミュレーション

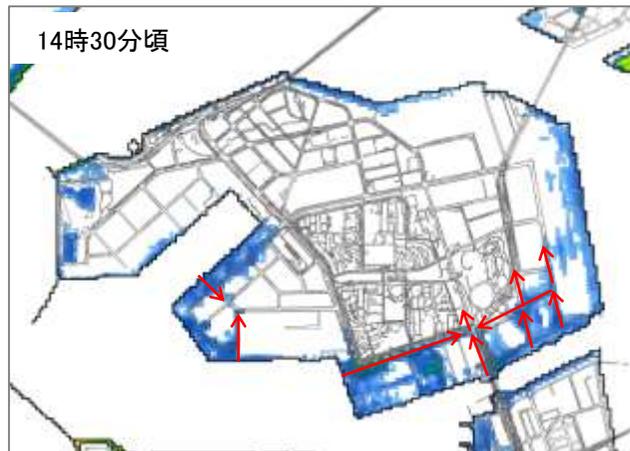
## (3) 計算結果②(浸水範囲の変化)

・ライナー埠頭背後では埠頭前面から浸水、南港大橋北側周辺では、南側・西側護岸及びI岸壁側から浸水し、ポータタウン東側の道路部へ広がったと推定される

浸水範囲の変化(13時~17時の代表時刻における浸水深分布)



➡ : 主な浸水開始地点  
➡ : 主な浸水経路

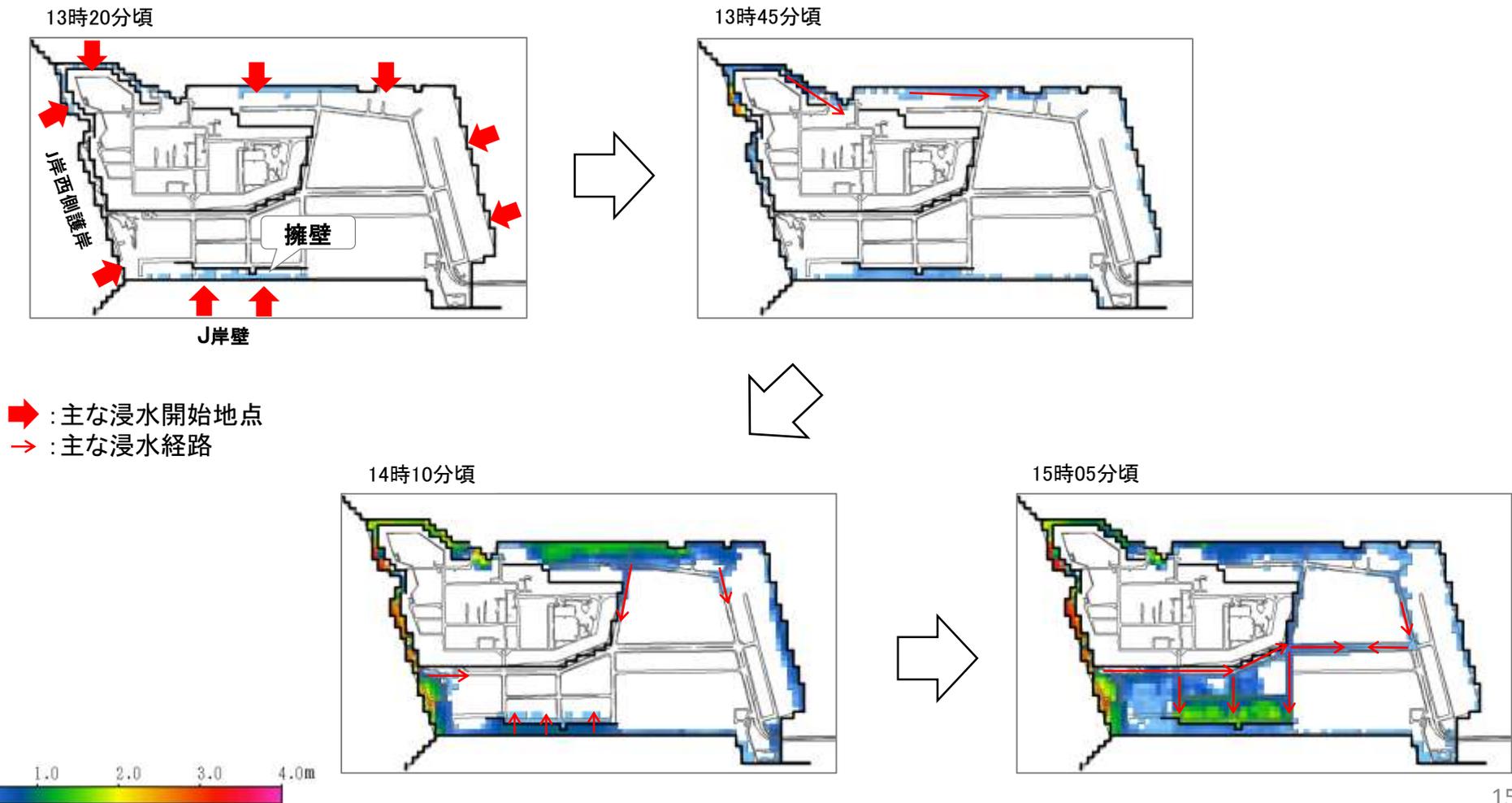


※時間については参考とし、実際の時間における浸水状況と異なる場合がある。

# 6. 浸水シミュレーション

・J岸壁背後では、J岸壁西側護岸側からの浸水の影響が大きいものと推定される

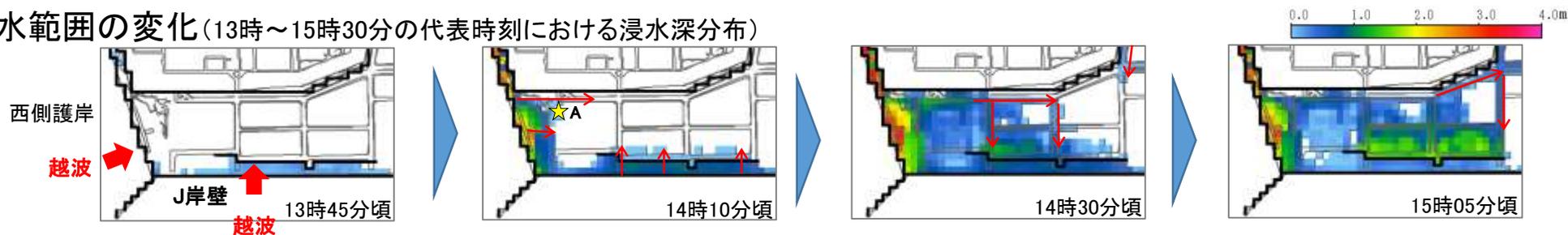
浸水範囲の変化(13時~15時30分の代表時刻における浸水深分布)



※時間については参考とし、実際の時間における浸水状況と異なる場合がある。

# 7. 浸水被害原因の検証【J岸壁背後】

## ① 浸水範囲の変化 (13時～15時30分の代表時刻における浸水深分布)



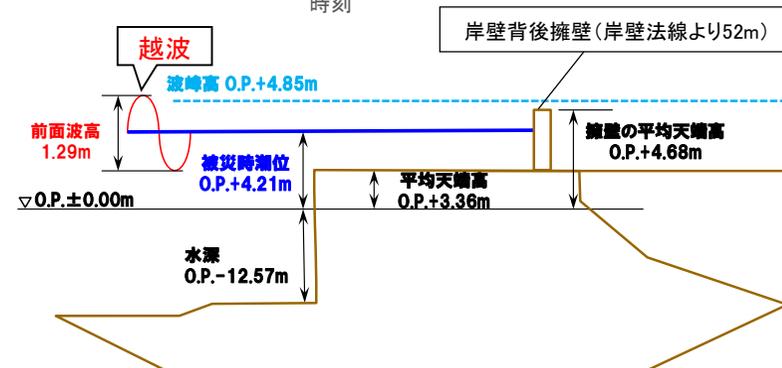
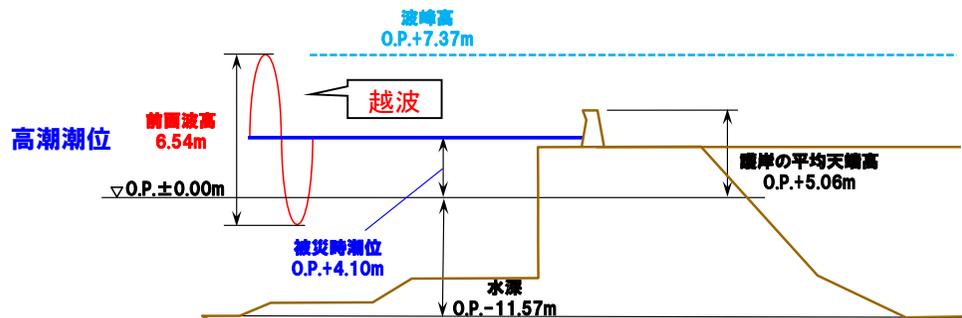
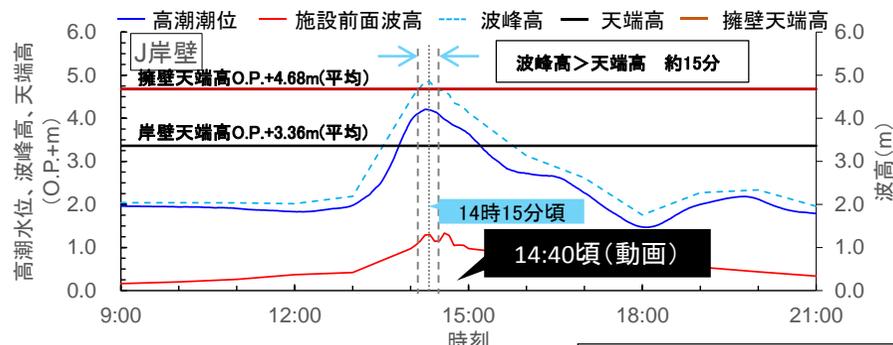
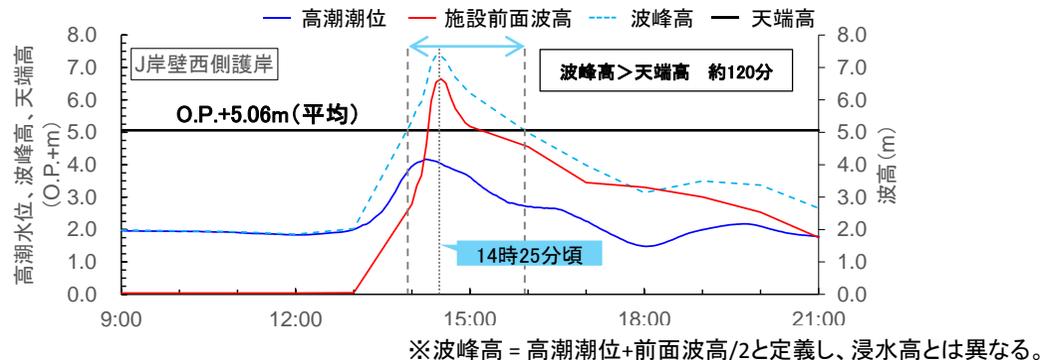
★ 周辺事業者への聞き取り結果

A事業者: 北側の道路では、J岸壁西側護岸側から大量に浸水してきた

## ② 浸水原因の検証

施設: J岸壁西側護岸

施設: J岸壁



J岸壁の既設擁壁部で越波が生じる一方、J岸壁西側護岸での波高がかなり大きいことから、同護岸側からの大規模な浸水がJ岸壁背後の倉庫群まで及んだものと推定される

# 7. 台風第21号接近時の状況【J岸壁背後】

平成30年9月4日 14:40頃

擁壁位置 →



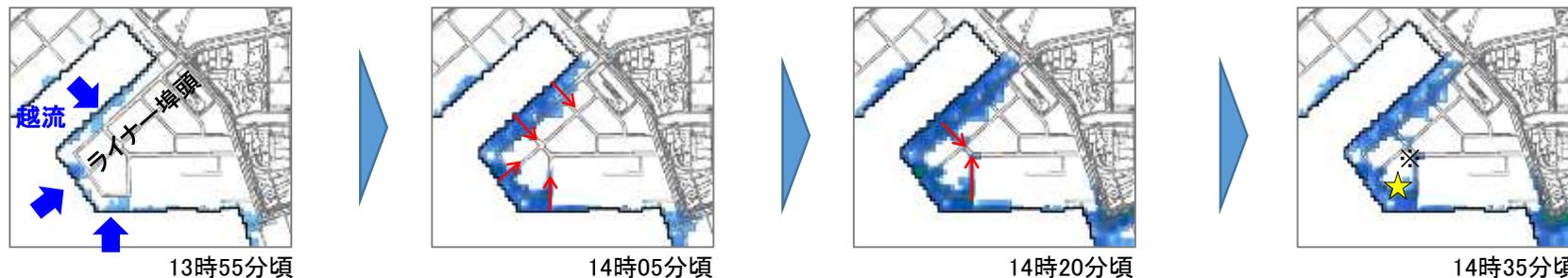
撮影位置



← 岸壁法線位置

# 7. 浸水被害原因の検証【ライナー埠頭背後】

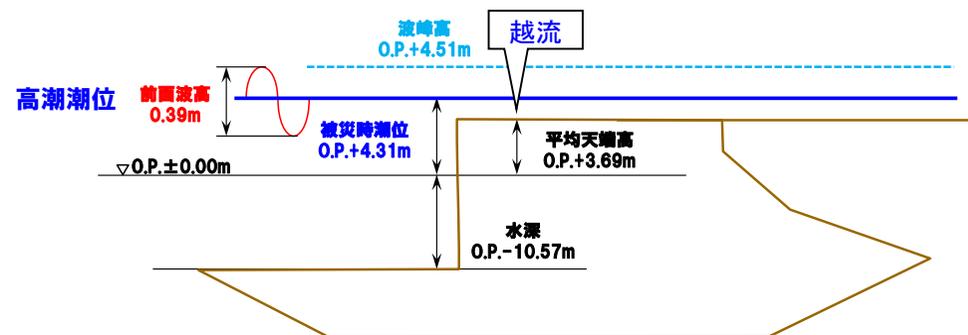
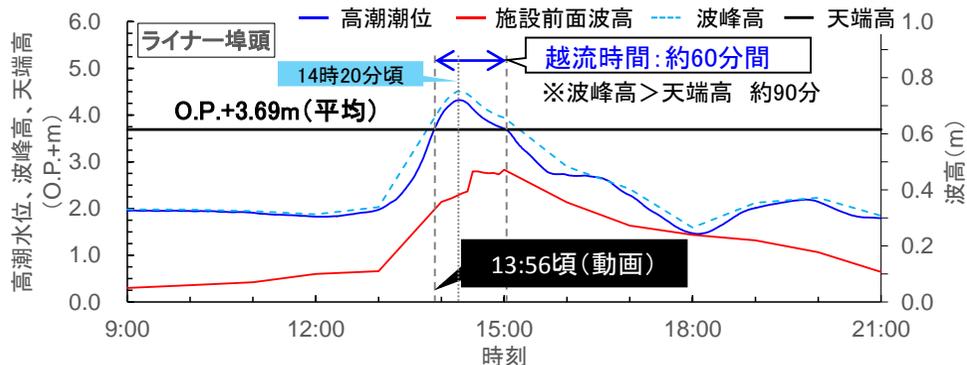
## ① 浸水範囲の変化 (13時～15時の代表時刻における浸水深分布)



★ 周辺事業者への聞き取り結果  
ライナー岸壁の空コンテナが事務所北側の交差点(※)まで移動していた

## ② 浸水原因の検証

### 施設: ライナー埠頭



※波峰高 = 高潮潮位+前面波高/2と定義し、浸水高とは異なる。

ライナー埠頭側からの高潮による越流がライナー埠頭背後の倉庫群まで及んだものと推定される

# 7. 台風第21号接近時の状況【ライナー埠頭】

平成30年9月4日 13:56頃

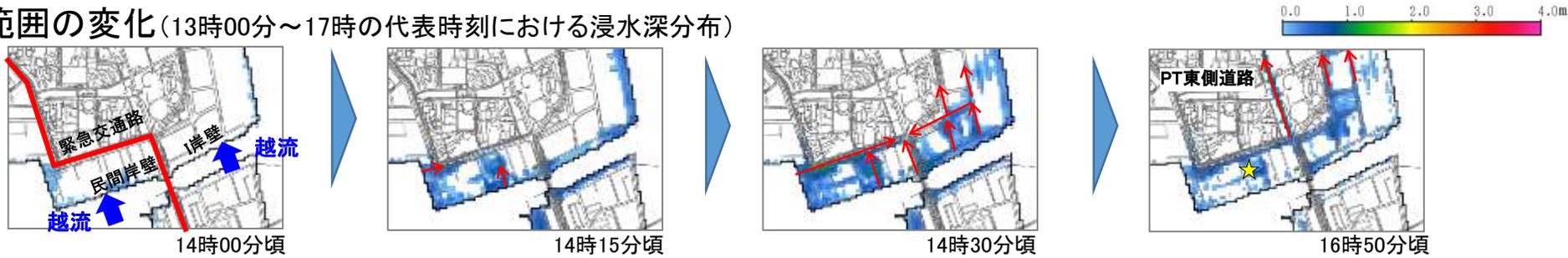


撮影位置



# 7. 浸水被害原因の検証【南港大橋北側周辺（緊急交通路含む）】

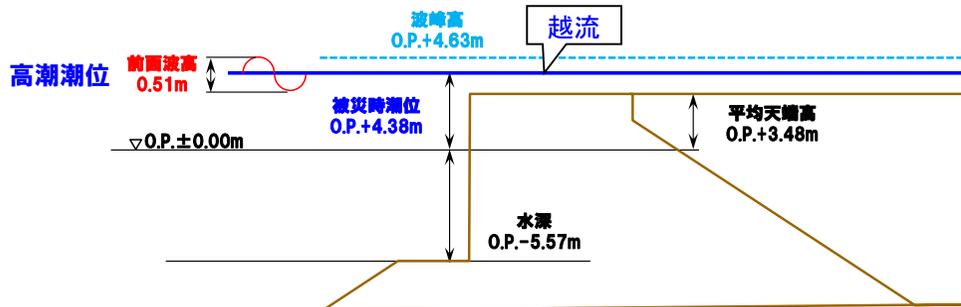
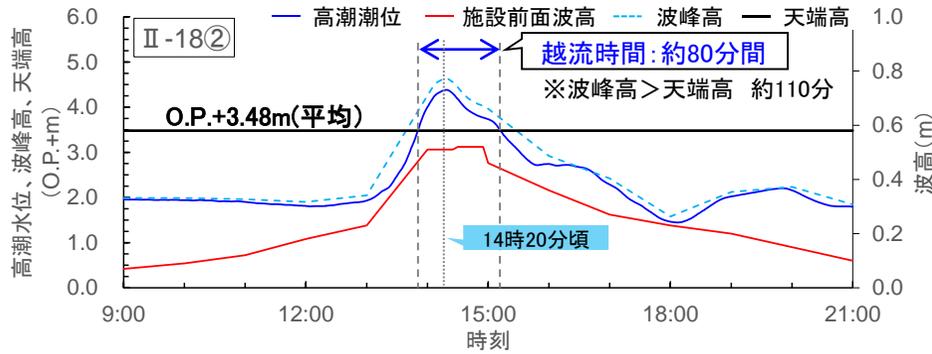
## ① 浸水範囲の変化 (13時00分～17時の代表時刻における浸水深分布)



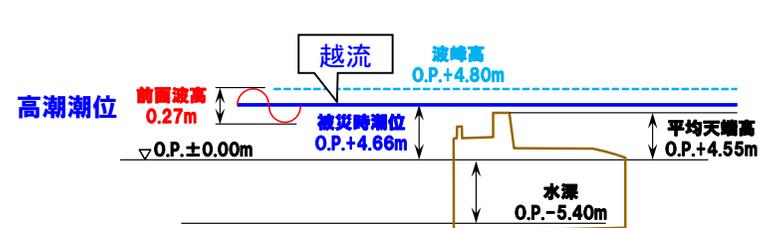
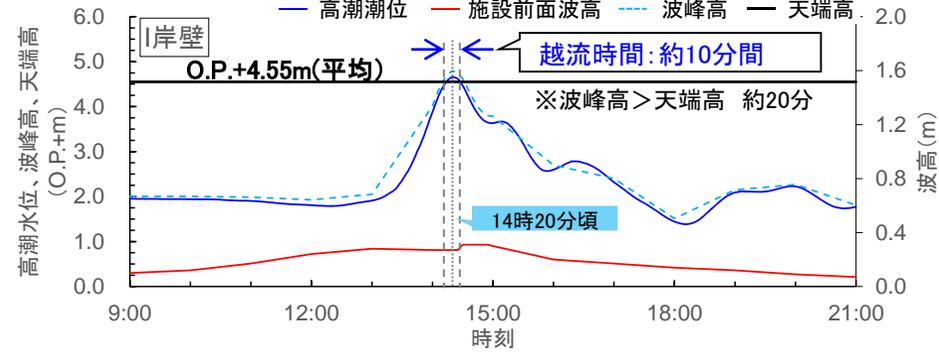
## ② 浸水原因の検証

★ 周辺事業者のコメント  
周辺及び事務所も含めて約1m浸水した。

### 施設: 民間岸壁



### 施設: I岸壁

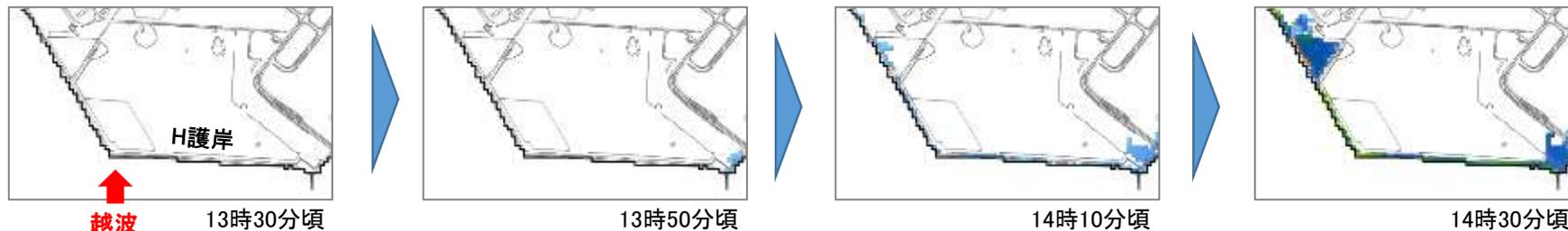


※波峰高 = 高潮潮位 + 前面波高/2と定義し、浸水高とは異なる。

民間岸壁の南側・西側や I 岸壁側からの高潮による越流が、南港大橋北側の交差点さらにはポートタウン東側道路にまで及んだものと推定される

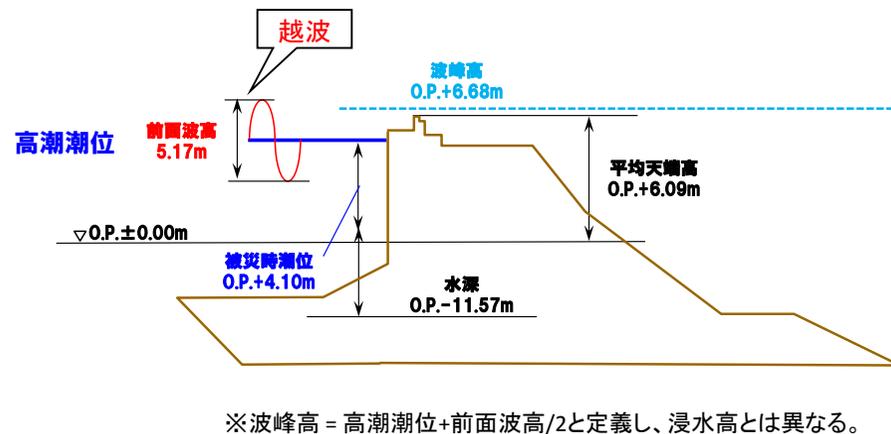
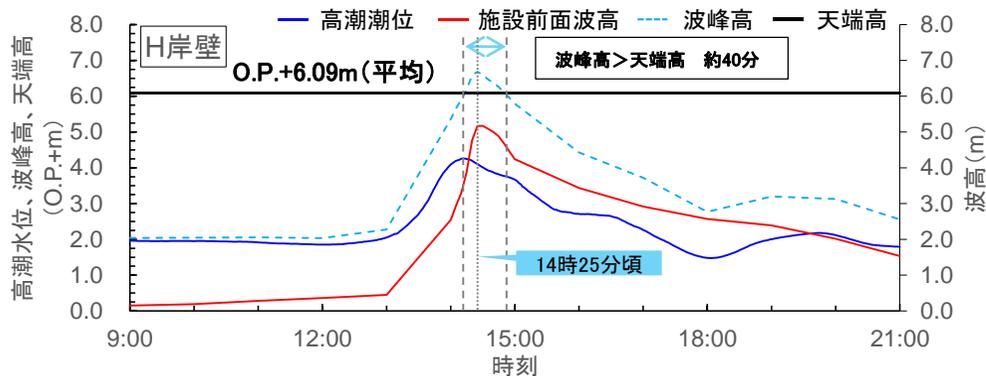
# 7. 浸水被害原因の検証【夢洲H護岸】

## ① 浸水範囲の変化 (13時～15時の代表時刻における浸水深分布)



## ② 浸水原因の検証

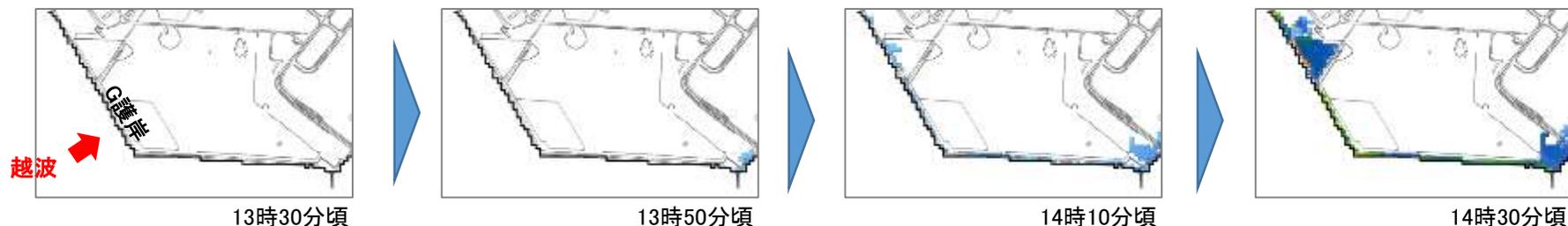
### 施設:H護岸



夢洲H護岸における高波による越波により、護岸直背後において浸水が発生したものと推定される

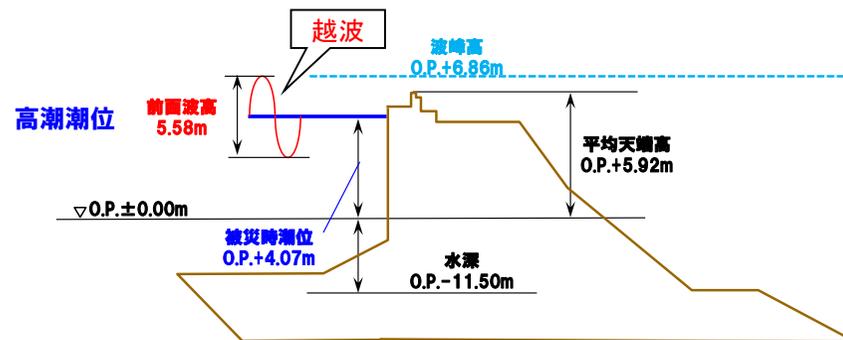
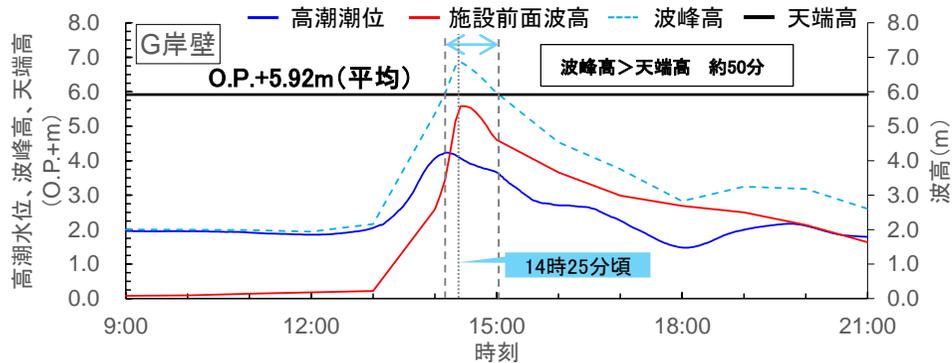
# 7. 浸水被害原因の検証【夢洲G護岸】

## ① 浸水範囲の変化 (13時～15時の代表時刻における浸水深分布)



## ② 浸水原因の検証

### 施設: G護岸



※波峰高 = 高潮潮位 + 前面波高 / 2 と定義し、浸水高とは異なる。

夢洲G護岸における高波による越波により、護岸直背後において浸水が発生したものと推定される

## 7. 浸水被害原因の検証【まとめ】

- ・ 夢洲H護岸・G護岸、J岸壁では、高波の影響が比較的大きく、越波による浸水が発生するとともに、夢洲の南側でも、護岸直背後の地盤が低いエリアにおいて越波による浸水が発生したものと推定される。
- ・ 南港北防波堤及び南港南防波堤の内側に位置するライナー埠頭や南港大橋北側周辺では、開口部からの波の影響は小さいものの、台風の吸い上げ・吹き寄せによる潮位の上昇に伴い、施設前面高が低い施設において、越流による浸水が発生したものと推定される。

▶ 本検証結果をふまえ、今後の対応について検討していく