

# 各構造物の詳細点検結果 （津波）

平成25年12月25日

## 施設点検目次（津波）

- 2-1 河川構造物（水門）の詳細点検結果
- 2-2 海岸構造物（防潮堤）の詳細点検結果
- 2-3 海岸構造物（水門等）の詳細点検結果
- 2-4 道路施設の詳細点検結果

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (1)設置目的及び位置図

#### 設置目的



芦田川水門、王子川水門は高潮対策として建設された**引き上げ式**の防潮水門である。

#### 位置図



## 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

### (2) 対象施設の基本諸元

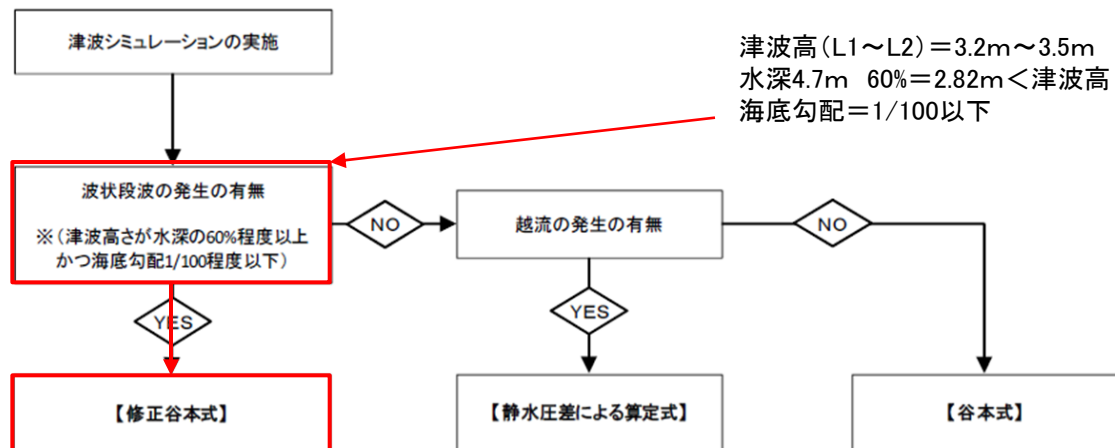
水門名称	芦田川水門	王子川水門
正面写真		
形式	単葉ローラーゲート	両面4方水密鋼製ローラーゲート
径間(m)×門数	17.2×1門	10.50×2門
扉体の大きさ(m)	巾16.0×高6.5	巾 10.79×高 5.70
基礎	場所打コンクリート杭	場所打コンクリート杭

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

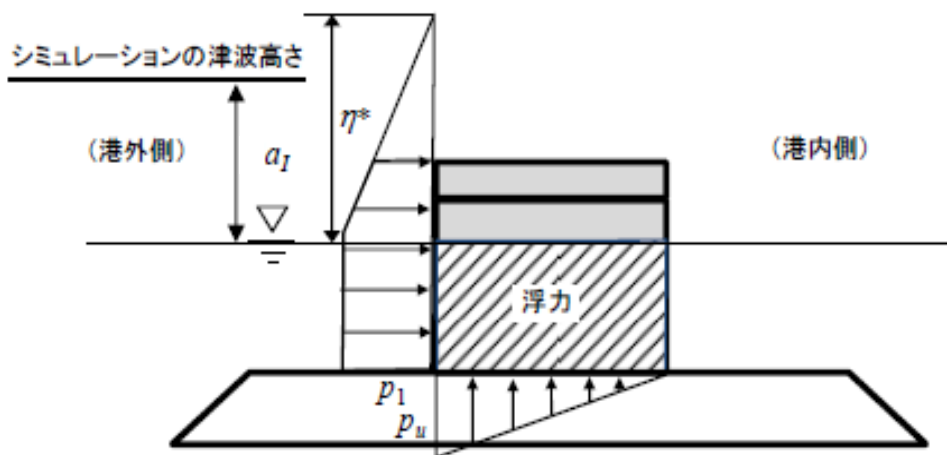
## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (3) 津波外力

芦田川水門の津波外力は「修正谷本式」を選定する。



出典：第2回南海トラフ巨大地震土木構造物耐震対策検討部会 H25.3 大阪府都市整備部



$$\eta^* = 3.0a_I$$

$$p_1 = 3.0\rho_0ga_I$$

$$p_u = p_1$$

- $\eta^*$  : 静水面上の波圧作用高さ (m)
- $a_I$  : 入射津波の静水面上の高さ(振幅) (m)
- $\rho_0g$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- $p_1$  : 静水面における波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $p_u$  : 直立壁前面下端における揚圧力(kN/m<sup>2</sup>)

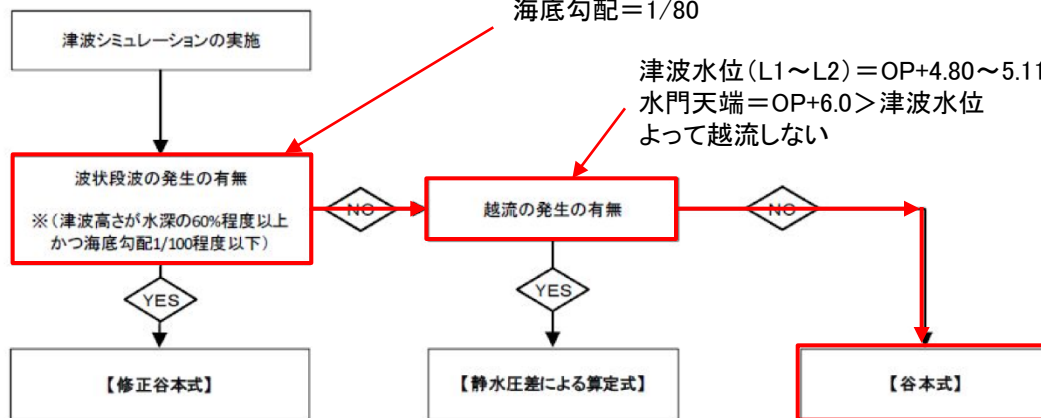
# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

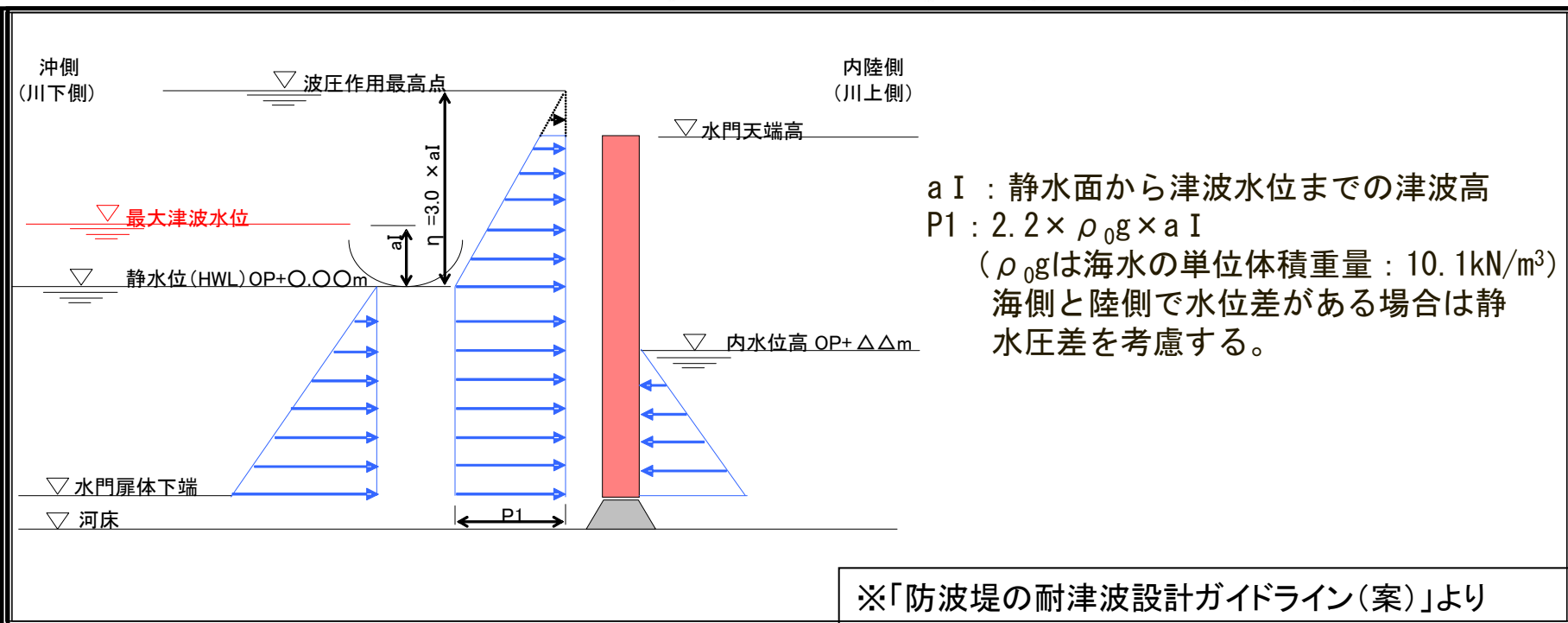
津波高(L1~L2)=2.7m~2.91m  
水深4.0m~4.2m 60%=2.4m~2.52m<津波高  
海底勾配=1/80

### (3) 津波外力

王子川水門の津波外力は「谷本式」を選定する。



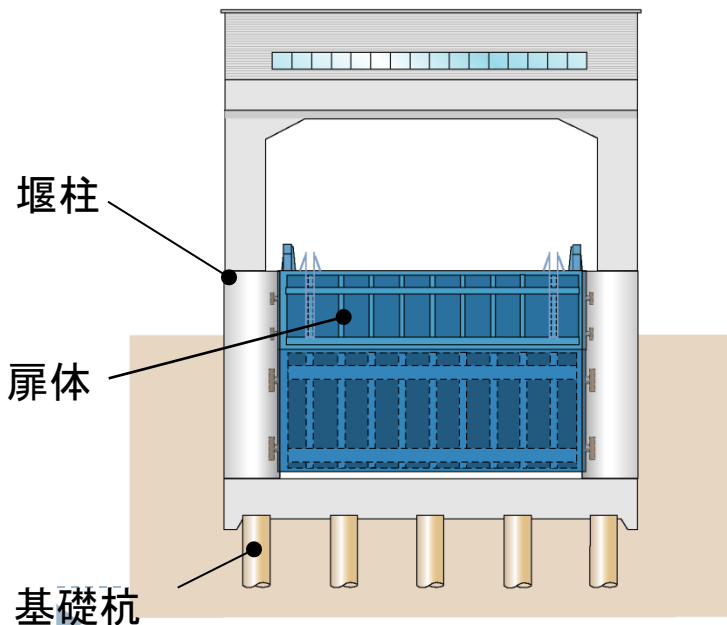
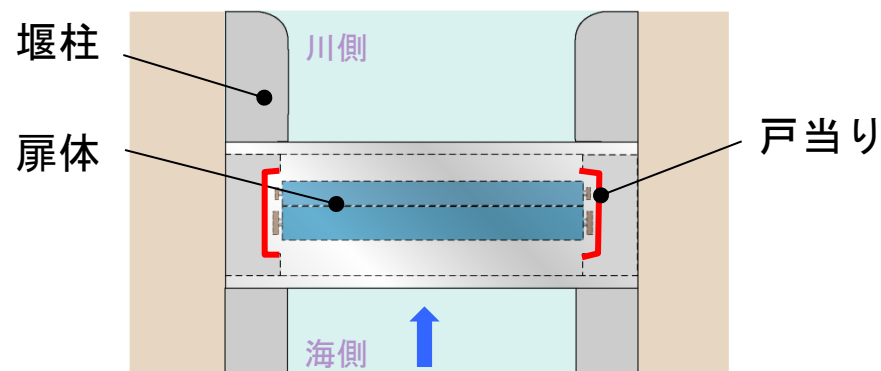
津波水位(L1~L2)=OP+4.80~5.11  
水門天端=OP+6.0>津波水位  
よって越流しない



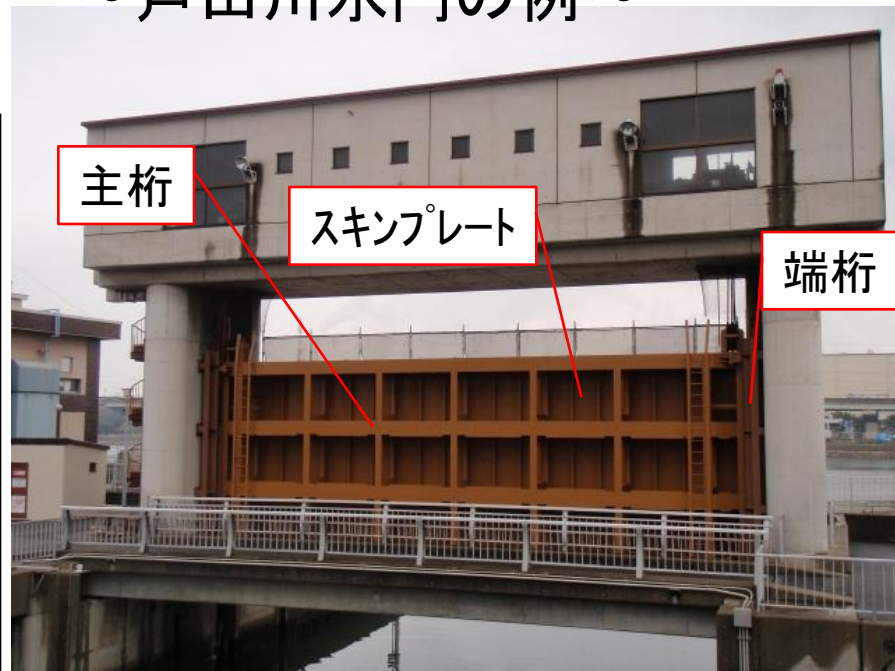
# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (4) 水門の照査対象部位



### ～芦田川水門の例～



## 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

### ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

#### (5)津波水位

今回解析に使用した津波水位は以下のとおりである。

津波の種類	施設画面上の津波 (L1津波)	最大クラス相当の津波 (L2相当津波)
芦田川水門	O.P.+5.30m※	O.P.+5.23m※
王子川水門	O.P.+4.80m※	O.P.+5.03m※

レベル1津波: H16「大和川以南津波浸水シミュレーション業務委託」を基に設定

レベル2津波: 南海トラフの巨大地震モデル検討会ケース3、4、5、10を基に大阪府で実施したシミュレーションにより算出

※L1津波については、陸域で完全反射の条件

L2津波については、シミュレーションの各ケース、条件の中で最大の水位を採用



## 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

### ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

#### (6) 施設計画上の津波(L1津波)の判定ライン

**求められる性能：水門が開閉動作できる**

判定ラインは『河川構造物の耐震性能照査指針・解説（水門・樋門及び堰編）国土交通省』より<耐震性能2>\*を適用

#### ※<耐震性能2>

残留変位は水門の開閉性から決定される許容残留変位以下であること

#### 【鋼部材】

照査手法：各部材を降伏（塑性変形の有無）で判定する

⇒塑性変形する部材は、水門の開閉性に対する影響を照査する

#### 【RC部材】

照査手法：各部材を降伏（コンクリートの設計基準強度）で判定する

⇒塑性変形する部材は、水門の開閉性に対する影響を照査する

※算出手法は道路橋示方書による

## 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

### ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

#### (7)最大クラス相当の津波(L2津波)の判定ライン

**求められる性能：二次被害を起こさない**

津波時に水門を閉鎖することで、二次被害が発生してはならない。

⇒扉体・堰柱などの分離・流出の有無を判定ラインとする。

#### 【鋼部材】

照査手法：各部材を引張強さ（部材が分離するレベル）で判定

#### 【RC部材】

照査手法：各部材を降伏（実際のコンクリート強度）で判定

※算出手法は道路橋示方書による

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (8)結果

施設計画上の津波(L1津波)

求められる性能		水門が開閉操作できる	
照査箇所		芦田川水門	王子川水門
水門上部工	扉体	○	○
	戸当り	○※	○
水門下部工	堰柱	○	○
	杭基礎	○	○

※ゲート操作に影響しない部材の変形有り

最大クラス相当の津波(L2津波)

求められる性能		二次被害を起こさない	
照査箇所		芦田川水門	王子川水門
水門上部工	扉体	×	×
	戸当り	×	×
水門下部工	堰柱	○	○
	杭基礎	○	○

※想定される損傷状況から二次被害を及ぼす可能性は高いと考えられる

### 【結果】施設計画上の津波(L1津波)

求められる性能(水門の開閉操作できる)を満たす事ができる。

### 最大クラス相当の津波(L2津波)

求められる性能(二次被害を起こさない)を満たす事ができない。

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (9) 検討条件について

地理的要因 : 外洋に直接面していない、浜寺水路に面した防潮施設

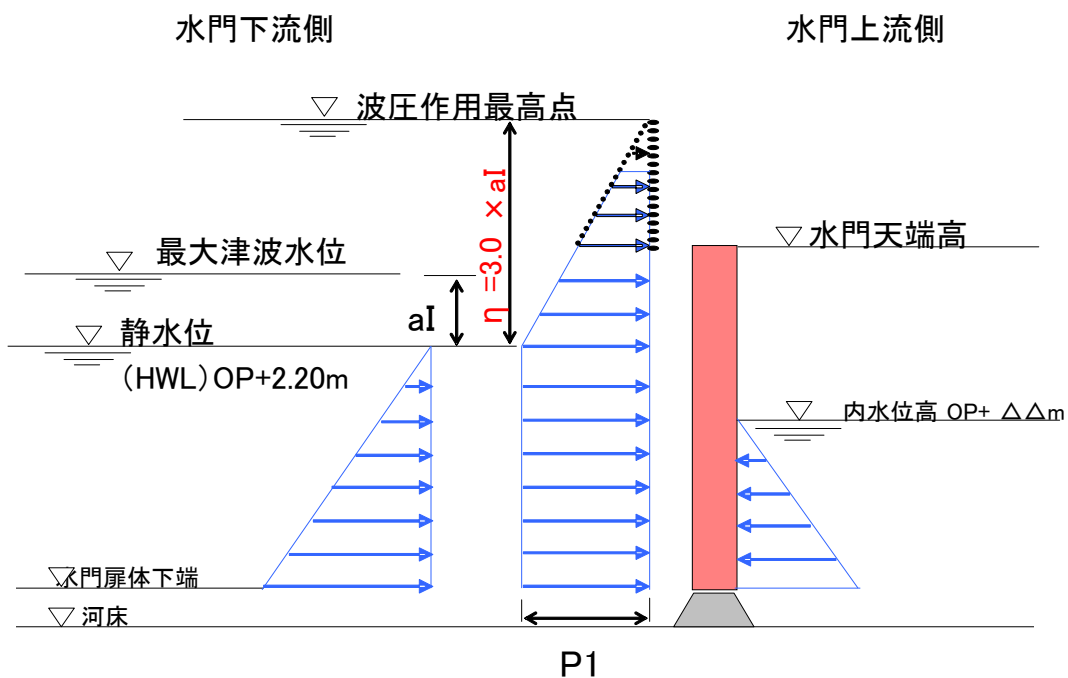


# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■ 中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (9) 検討条件について

波力の算定式 : 修正谷本式、谷本式を選定



$$\eta^* = 3.0a_I$$

$$p_1 = 3.0\rho_0ga_I \quad (\text{修正谷本式})$$

$$P1 = 2.2\rho_0ga_I \quad (\text{谷本式})$$

- $\eta^*$  : 静水面上の波圧作用高さ (m)
- $a_I$  : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)
- $\rho_0g$  : 海水の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )
- $p_1$  : 静水面における波圧強度 ( $\text{kN/m}^2$ )

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (9) 検討条件について

#### 「入射津波の基準面上の高さ」について

谷本式および修正谷本式における「入射津波の基準面上の高さ」の設定

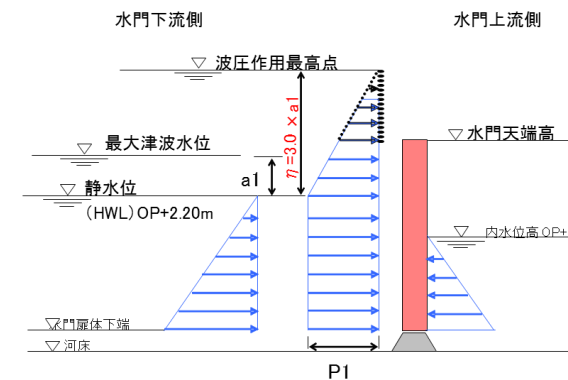
- ・防波堤に作用する津波波力を求めるための津波高さの算定にあたっては、防波堤を考慮した数値シミュレーションを行うことを原則とする。
- ・現行の港湾基準では、便宜上防波堤前面における最大津波高さの1/2の高さを入射する津波高さとして設定することとしているが、実際には防波堤前面以外の場所でも防波堤および陸域からの反射の影響を含んでいる。
- ・このため、谷本式に用いる $a_I$ (入射津波の静水面上の高さ)は、数値シミュレーション等による津波高さ(基準水面からの高さ)の1/2を入射津波高さとして定義し、波力算定にはこれを用いるものとする。

$$a_I = \text{シミュレーション等津波高さ(基準面からの高さ)の} 1/2$$

基準面：津波が作用する面において津波高を算定するための基準となる水位

- ・なお、一般に、津波高さという場合には、浸水等の影響を考慮するための水位(反射波の影響を含む)である。したがって、基本的には、これらの津波高さについても、原則としてその1/2の値を入射津波高さ $a_I$ とする。こうした津波高さは、一般にT.P.上の水位で表されていることが多いので、設計潮位(通常はH.W.L.)上の高さに変換してから1/2にする必要がある。

～ 防波堤の耐津波設計ガイドライン H25.9 国土交通省 港湾局 ～



今回の照査では、津波浸水シミュレーションに用いた津波高を“進行波”としてとらえ、

$a_I$  = シミュレーション津波高さ(朔望平均満潮位からの高さ)

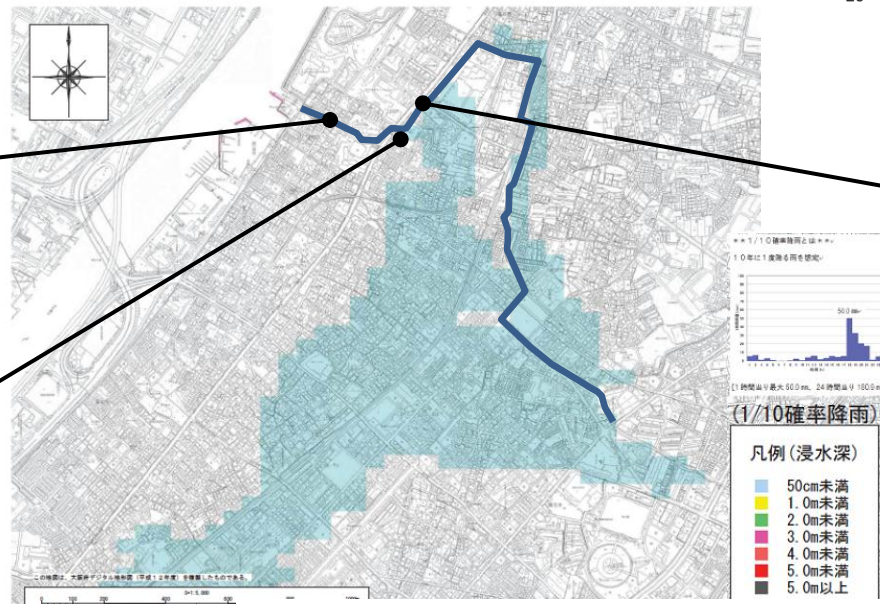
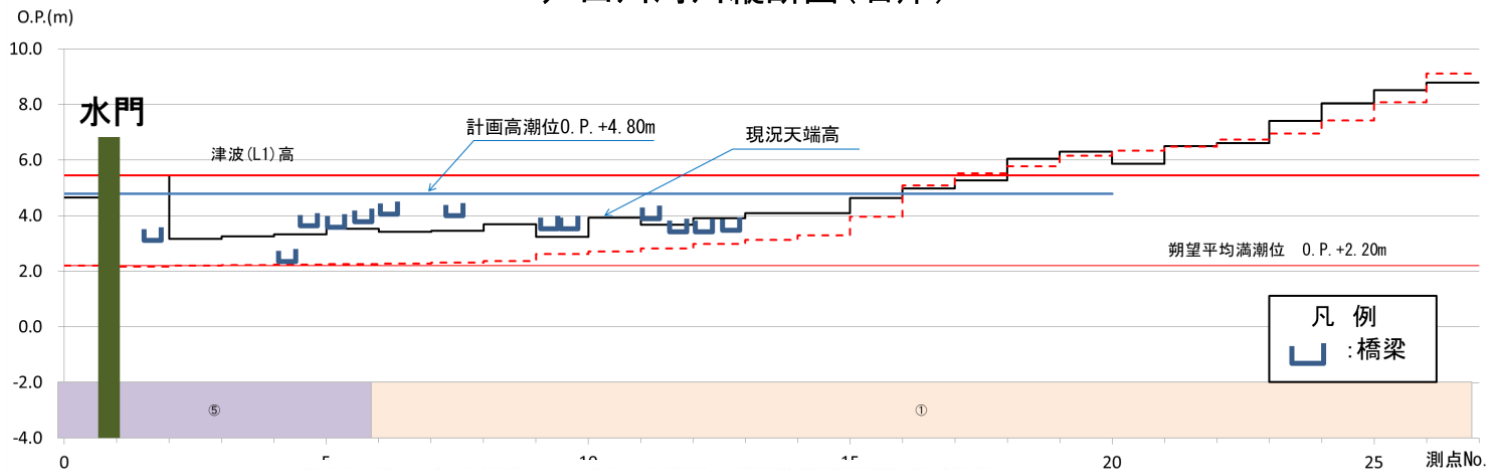
として、1/2を乗じないで照査を実施

# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (10) 点検・対策レベルについて

芦田川河川縦断図(右岸)



芦田川洪水リスク図(1/10降雨確率)



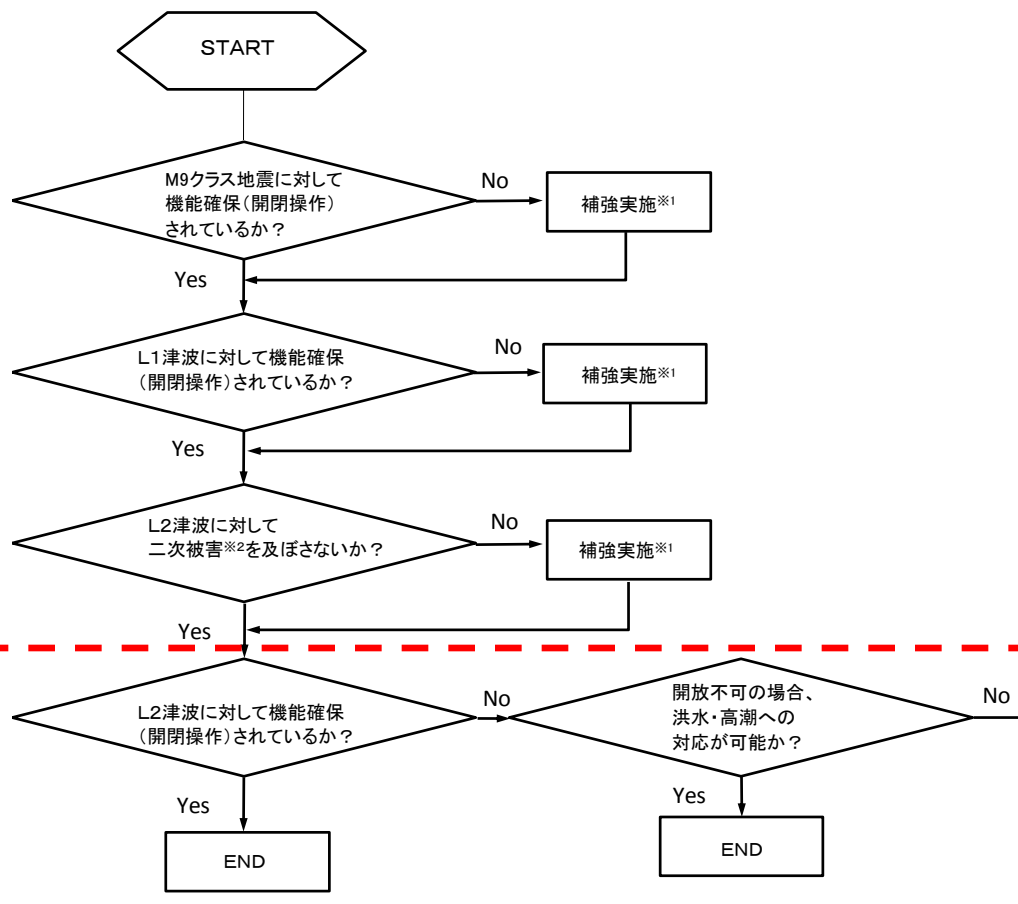
# 2-1 河川構造物(水門)の詳細点検結果について

## ■ 中小水門の波圧検討【芦田川水門・王子川水門】

### (10) 点検・対策レベルについて

#### 水門 津波・耐震検討フロー

現在の点検範囲



水門上流側の防潮堤が計画高潮位やL1津波高さに対して著しく低い場合は点検・対策が必要

L2津波に対しても機能確保(開閉操作)の補強を実施※1

※1 : 補強が不可能な場合は改築を検討  
※2 : 水門の流出による護岸損傷など



# 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

## 《津波波力による点検方針》

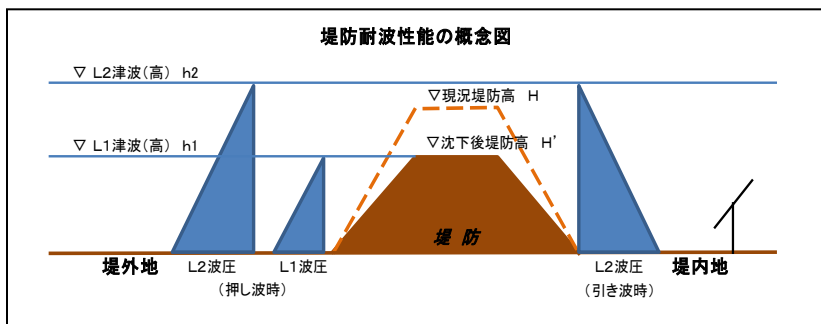
### ■津波点検方針について

防ぐ

L1津波(高)h1

沈下後堤防高  $H'$

h1 耐波性能の検討  
【押し波時】



正面方向

波圧の検討  
(せん断・曲げ耐力)

堤防補強  
(パラベット、波返し等)

流れ方向  
(土堤)

堤防被覆の検討  
(津波流速、護岸材料)

堤防補強  
(法覆工)

流れ方向  
(土堤、特殊堤)

洗掘の検討  
(津波流速、河床材料)

洗掘対策  
(堤防基礎)

逃げる、凌ぐ

L2津波(高)h2

$H' > h2$

no

洗掘の確認  
【押し波時、引き波時】

粘り強い構造

弱点部分の付加的な対策  
(裏法、法尻など)

yes

h2 耐波性能の確認  
【押し波時、引き波時】

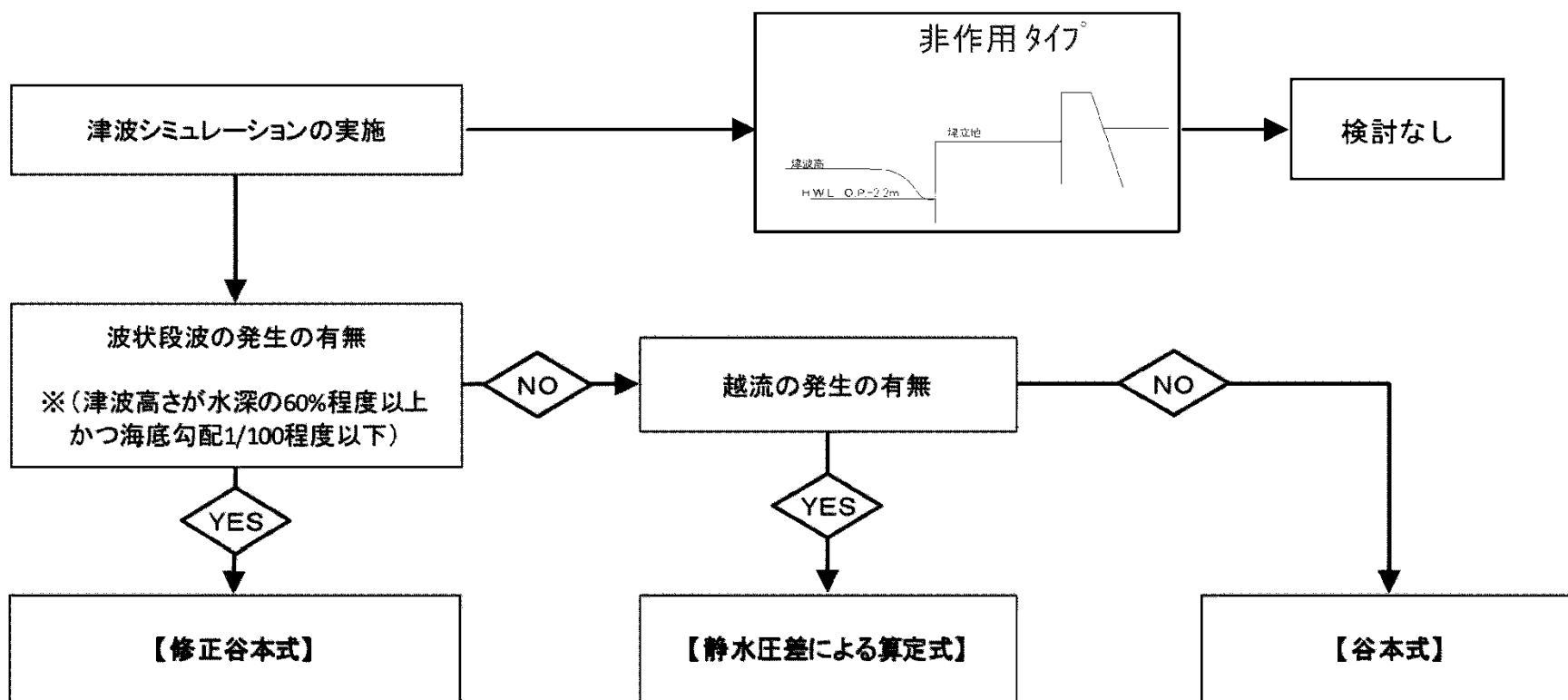
弱点部分の付加的な対策  
(パラベット、波返しなど)

END

## 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

### 《津波波力の算定方法》

津波波力の算定方法については、津波シミュレーションの影響、波状段波、越流の発生の有無を考慮して、下図に示す算定手順をもとにして適切な波力算定式を用いる。



# 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

## 《津波波力式》

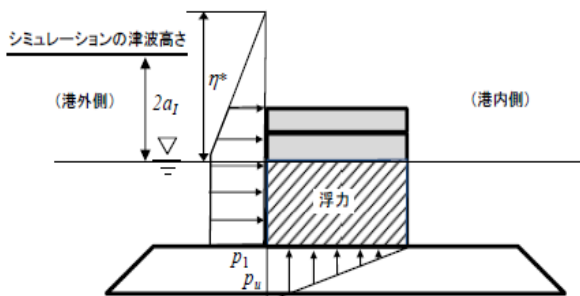
### ① 波状段波が発生する場合 (修正谷本式)

$$\eta^* = 3.0a_I$$

$$p_1 = 3.0\rho_0 g a_I$$

$$p_u = p_1$$

$\eta^*$  : 静水面上の波圧作用高さ (m)  
 $a_I$  : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)  
 $\rho_0 g$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $p_1$  : 静水面における波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_u$  : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m<sup>2</sup>)



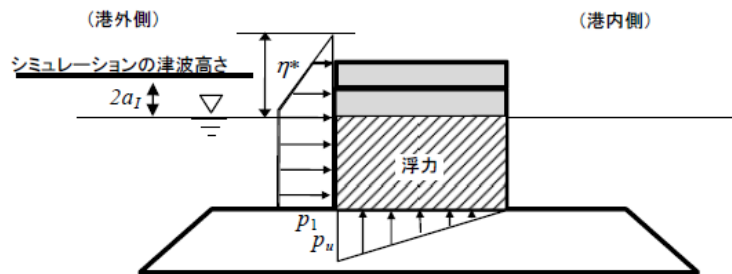
### ② 波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生しない場合 (谷本式)

$$\eta^* = 3.0a_I$$

$$p_1 = 2.2\rho_0 g a_I$$

$$p_u = p_1$$

$\eta^*$  : 静水面上の波圧作用高さ (m)  
 $a_I$  : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)  
 $\rho_0 g$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $p_1$  : 静水面における波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_u$  : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m<sup>2</sup>)



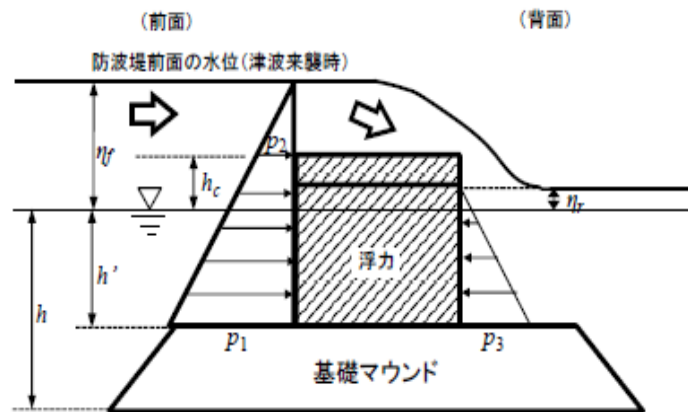
### ③ 波状段波が発生しない場合で、かつ越流発生の場合 ・ 構造物前面と背面に作用する静水圧差を補正した算定式を適用

$$p_1 = \alpha_f \rho_0 g (\eta_f + h')$$

$$p_2 = \frac{\eta_f - h_c}{\eta_f + h'} p_1$$

$$p_3 = \alpha_r \rho_0 g (\eta_r + h')$$

$p_1$  : 直立壁前面の底面における波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_2$  : 直立壁前面の天端面にける波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_3$  : 直立壁背面の底面における波圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\rho_0 g$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $h'$  : 直立壁の底面の水深 (m)  
 $h_c$  : 静水面から直立壁天端面までの高さ (m)  
 $\eta_f$  : 直立壁前面の静水面からの津波高さ (m)  
 $\eta_r$  : 直立壁背面の静水面からの津波高さ (m)  
 $\alpha_f$  : 直立壁前面の静水圧補正係数  
 $\alpha_r$  : 直立壁背面の静水圧補正係数



# 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

## 《漂流物の衝突力》

対象とする漂流物には、木材、船舶、コンテナ等が考えられるが、木材および漁船を代表的な漂流物とし、津波シミュレーションより得られた津波流速や木材・漁船の平均的な諸元を用いて試算した。

⇒各種試算結果より最大値である20kN/mを採用。

※コンテナや大型船舶については、衝突力が大きく（衝突力で約2～30倍）、全体的な点検を行う上では過大となるため、検討対象より除外した。

### 【参照文献】

参照文献	対象物
①松富英雄(1999):流木衝突力の実用的な評価式と変化特性,土木学会論文集,No.621,Ⅱ-47,pp.111-127.	流木
②池野正明・田中寛好(2003):陸上遡上津波と漂流物の衝突に関する実験的研究,海岸工学論文集,第50巻,pp.721-725.	流木
③有川太郎・鷲崎誠(2010):津波による漂流木のコンクリート壁面破壊に関する大規模実験,土木学会論文集B2,Vol.66,No.1,pp.781-785.	流木
④ FEMA,Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis,FEMA P646,Federal Emergency Management Agency,Washington,D.C.,June 2008	流木及びコンテナ
⑤(社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I 共通編,H24,pp.71-72.	流木等
⑥(財)沿岸技術研究センター:津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案),H21,pp.48-57.	船舶、流木、コンテナ
⑦(社)日本港湾協会:港湾構造物設計基準 昭和42年 岩手県:H24.6.29河川課 第3号追加通知	船舶以外の漂流物 衝突荷重=2t/m

### 【入力条件】

条件	内容
衝突速度	最高水位時流速の上位10地区の平均値 V=0.7 m/s
流木規格	木材港実績 長さ11m,直径0.5m
漁船規格	平均5.4t 船長11m,幅2.8m,喫水1.8m

### 【試算結果】

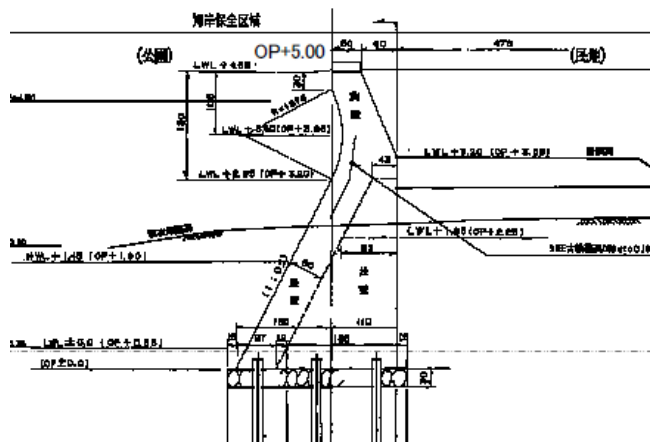
計算式の参照文献	p(kN/m)	対象物
①松富(1999)	11.0	流木
②池野ら(2003)	1.0	流木
③有川ら(2010)	13.0	流木
④FEMA(2008)	7.9	流木
⑤道路橋示方書・同解説 I 共通編(H24)	0.1	流木
⑥津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)(H21)	6.0	流木
⑥津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)(H21)	16.0	漁船(5.4t)
⑦港湾構造物設計基準・岩手県基準	20.0	流木

# 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

## 《津波波力による構造物点検結果(代表断面)》

### ■ 阪南港海岸(貝塚地区)

#### ● 標準断面



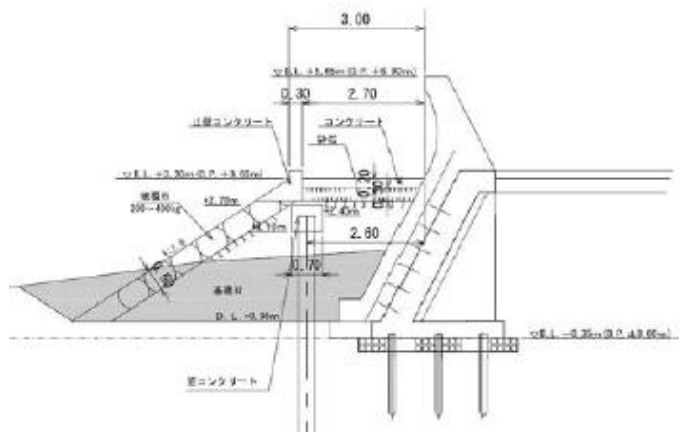
#### ● 設定条件

- ・ 津波高 OP+6.70m
- ・ 防潮堤天端高 OP+5.00m
- ・ 適用波力式 修正谷本式
- ・ 結果

進行波としての津波高 aI (m)	波圧作用高 3aI (m)	静水面における波圧強度 P1 (kN/m <sup>2</sup> )	曲引張応力度 σc (N/mm <sup>2</sup> )	許容曲引張応力度 σca (N/mm <sup>2</sup> )	判定	せん断応力度 τc (N/mm <sup>2</sup> )	許容せん断応力度 τca (N/mm <sup>2</sup> )	判定
2.25	6.75	68.20	<u>0.596</u>	0.338	NG	<u>0.108</u>	0.600	OK

### ■ 泉州海岸(福島地区)

#### ● 標準断面



#### ● 設定条件

- ・ 津波高 OP+6.26m
- ・ 防潮堤天端高 OP+6.00m
- ・ 適用波力式 修正谷本式
- ・ 結果

進行波としての津波高 aI (m)	波圧作用高 3aI (m)	静水面における波圧強度 P1 (kN/m <sup>2</sup> )	曲引張応力度 σc (N/mm <sup>2</sup> )	許容曲引張応力度 σca (N/mm <sup>2</sup> )	判定	せん断応力度 τc (N/mm <sup>2</sup> )	許容せん断応力度 τca (N/mm <sup>2</sup> )	判定
2.03	6.09	61.54	<u>0.171</u>	0.338	OK	<u>0.047</u>	0.600	OK

# 2-2 海岸構造物(防潮堤)の詳細点検結果

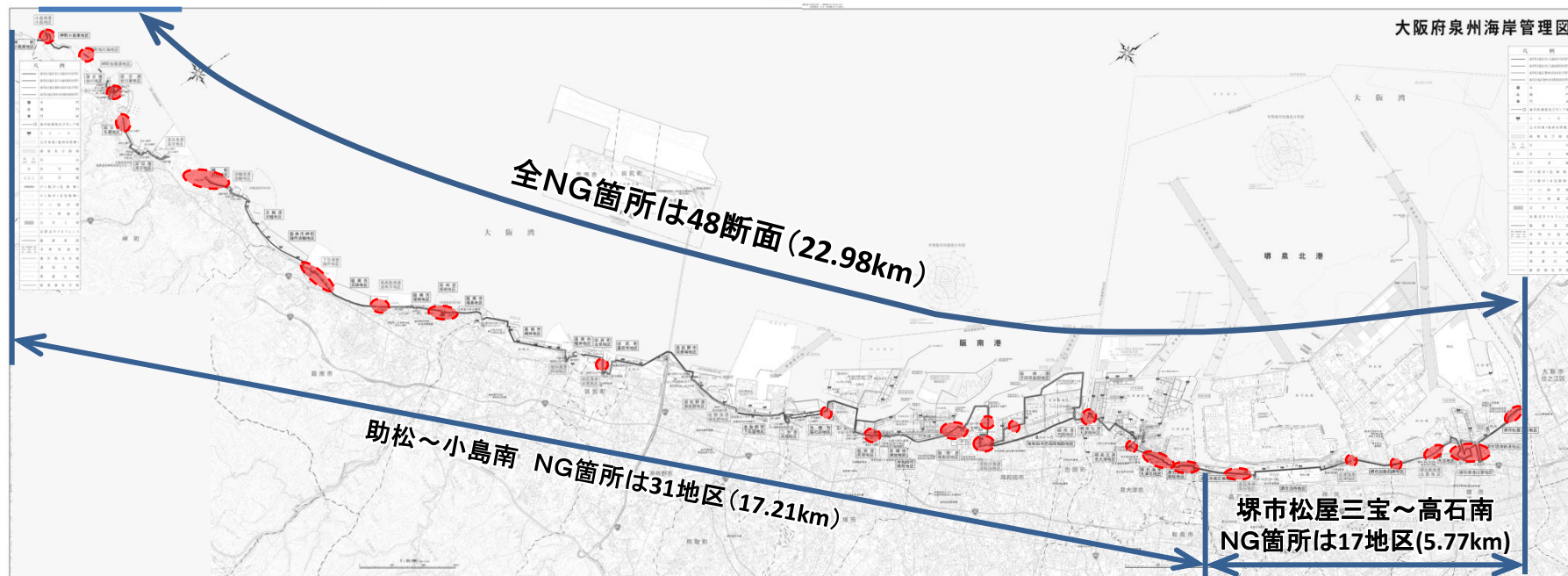
《津波波力による構造物点検結果（代表断面）》

全160断面の仕分の結果、48断面でNGとなった。

⇒NG箇所については、粘り強い構造としての補強対策を検討する。

海岸名	断面数	波状段波が発生する断面 (修正谷本式)	波状段波が発生しない場合かつ越流が発生しない断面 (谷本式)	波状段波が発生しない場合かつ越流発生する断面 (静水圧差式)	非作用断面	NG断面
堺市松屋三宝～高石南	63	34	0	0	12	17
助松～小島南	97	81	4	2	10	31
合計	160	115	4	2	22	48

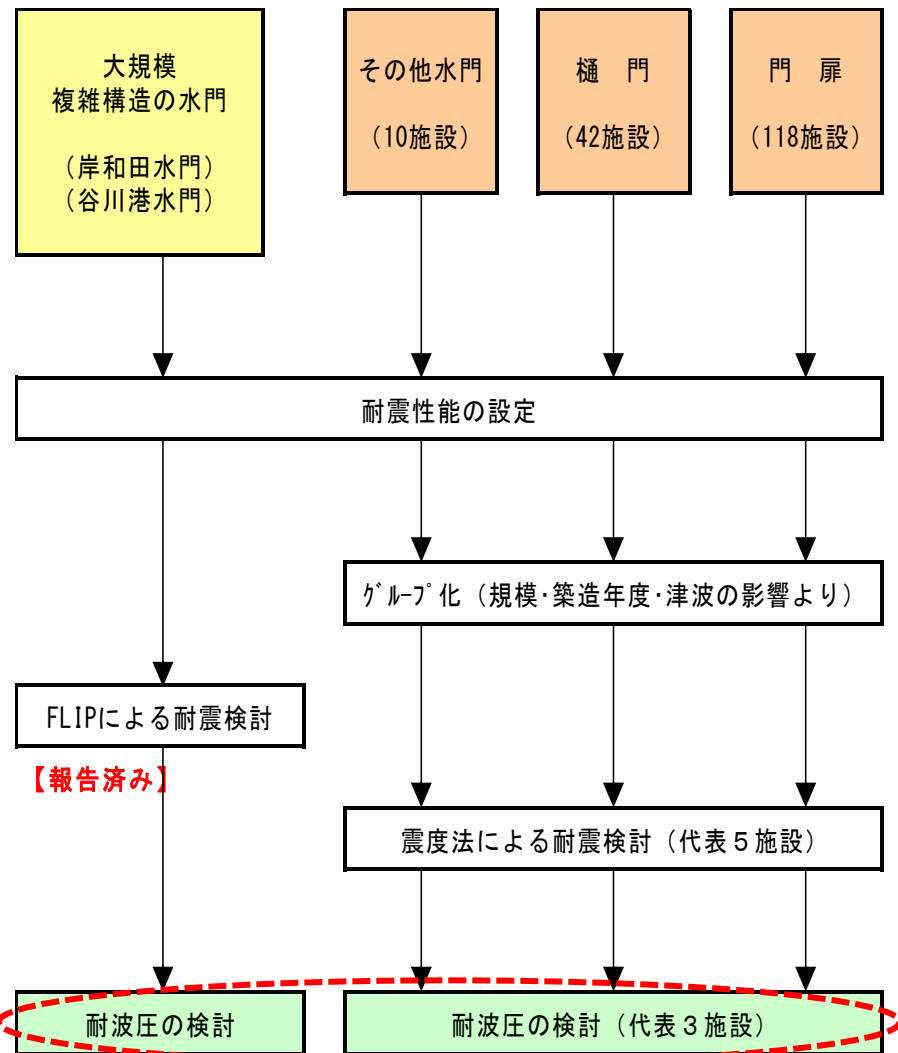
《NG箇所》



# 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

## ■水門・樋門・門扉の波圧検討

### (1) 検討フロー



### (2) 耐震性能(津波)の設定

求められる耐震性能(津波)としては、地震後の津波に対して、浸水被害を軽減し、部材の流出に伴う2次被害が発生しないようにする必要があります。



津波	求められる耐震性能	備考
L1	・津波後にゲート開閉可能	過年度検討済※1
L2	・津波により部材流出しない	今回実施

※1：H17～18年度 大阪府海岸防潮堤・水門等耐震検討委員会

# 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

## ■水門・樋門・門扉の波圧検討

### (3) 検討施設

検討施設は、全施設の中から代表施設として、比較的規模が大きく構造が複雑なトラベリングゲート式の岸和田水門と谷川港水門の2施設、及びその他の水門・樋門・門扉から津波高さが高く、扉体面積が広い3施設の計5施設を選定した。

### (4) 位置図





## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (5)対象施設の基本諸元

- ・比較的規模が大きく、構造が複雑なトラベリングゲート式の水門




名称	岸和田水門	谷川港水門
写真		
形式	トラベリング式ローラーゲート	トラベリング式ローラーゲート
径間(m)	30.0×2	12.0×1
扉体の大きさ(m)	巾 31.00×高 11.15	巾 13.00×高 8.65

## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (6)対象施設の基本諸元

・その他の水門・樋門・門扉のうち津波高さが高く、扉体幅が広い施設

名称	忠岡町No.5水門	泉大津市No.10樋門	岸和田市No.7-7門扉
写真			
形式	ローラーゲート	ローラーゲート	走行式複葉 引戸式ゲート
径間(m)	左右:9.0×1 [中央:7.0×2]	3.0×1	7.0×1
扉体の大きさ(m)	左右:巾 10.20×高 7.15 [中央:巾 8.20×高 4.45]	巾 3.18×高 1.60	巾 7.70×高 3.95

※[ ]は副水門

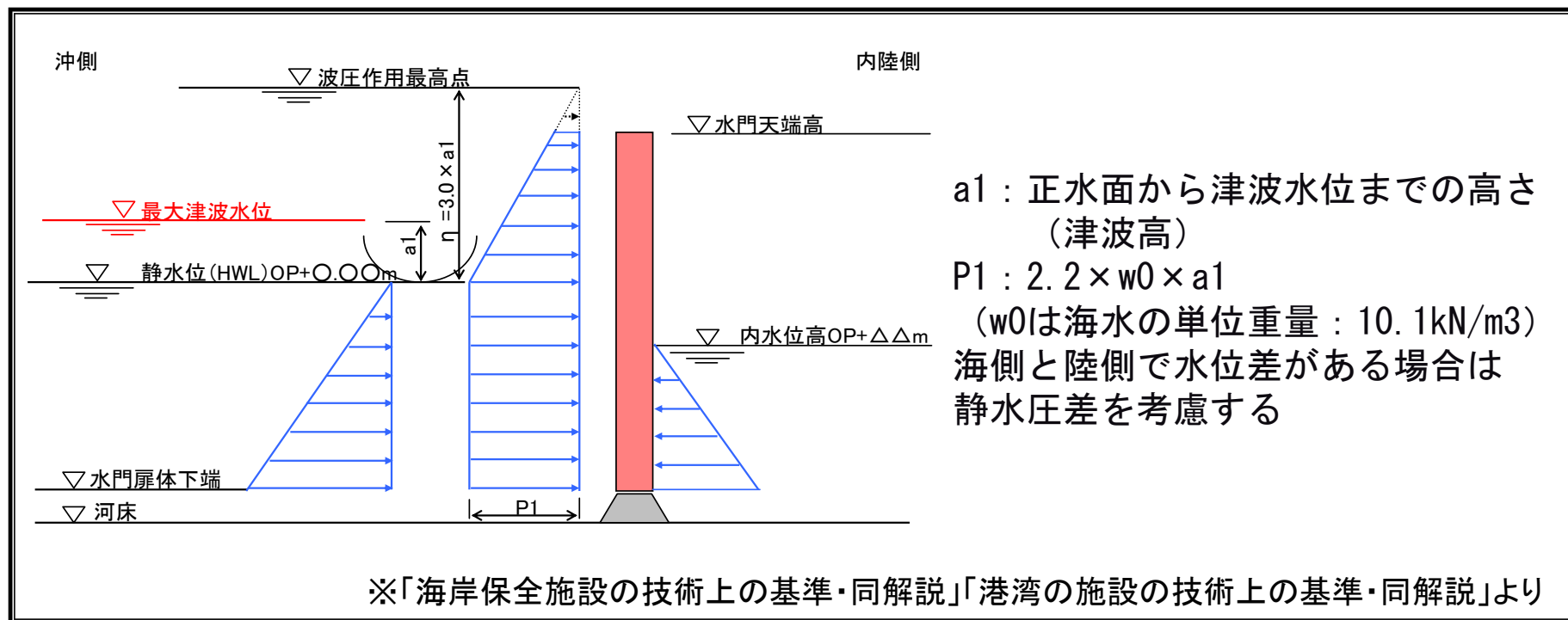
## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (7) 津波外力

現行の設計基準※に従い津波外力を与える

⇒津波外力は「谷本式」を用いる。



## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (8)津波水位

今回解析に使用した津波水位は以下のとおりである。

津波の種類	最大クラス相当の津波 (L2相当津波)
岸和田水門	O.P.+5.21m
谷川港水門	O.P.+4.42m
忠岡町No.5水門	O.P.+5.52m
泉大津市No.10樋門	O.P.+5.27m
岸和田市No.7-7門扉	O.P.+5.52m

※最大クラス相当の津波は、南海トラフ巨大地震モデル検討会（内閣府）  
ケース3、4、5、10を基に大阪府で実施したシミュレーションにより算出

## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (9)水門の照査対象部位



#### (10)最大クラス相当の津波(L2相当津波)の判定ライン

求められる性能：二次被害を起こさない

津波時に水門等を閉鎖することで、部材の流出に伴う二次被害が発生してはならない。 ⇒ 扉体の分離・流出の有無を判定ラインとする。

【照査手法】各部材を引張強さ（部材が分離するレベル）で判定。

## 2-3 海岸構造物(水門等)の詳細点検結果

### ■水門・樋門・門扉の波圧検討

#### (11) 検討結果

対象津波：最大クラス相当の津波(L2相当津波)

求められる性能		二次被害を起こさない					
照査箇所		岸和田水門	谷川港水門	忠岡町 No.5水門	泉大津市 No.10樋門	岸和田市 No.7-7門扉	
扉 体	材 質	SMA400	SS400	SS400	SUS304	Alミ合金	
	主 桁	発生応力(N/mm <sup>2</sup> )	247	192	348	100	229
		引張耐力(N/mm <sup>2</sup> )	400	400	400	520	275
		判 定	OK	OK	OK	OK	OK
	縦 桁	発生応力(N/mm <sup>2</sup> )	114	120	358	16	39
		引張耐力(N/mm <sup>2</sup> )	400	400	400	520	275
判 定		OK	OK	OK	OK	OK	

#### 【結果】

点検した代表施設の扉体部材の引張強さは、最大クラス相当の津波(L2相当津波)に対して、照査基準以下であった。

**⇒全ての水門・樋門・門扉において、求められる性能(二次被害を起こさない)を満たす事ができる。**

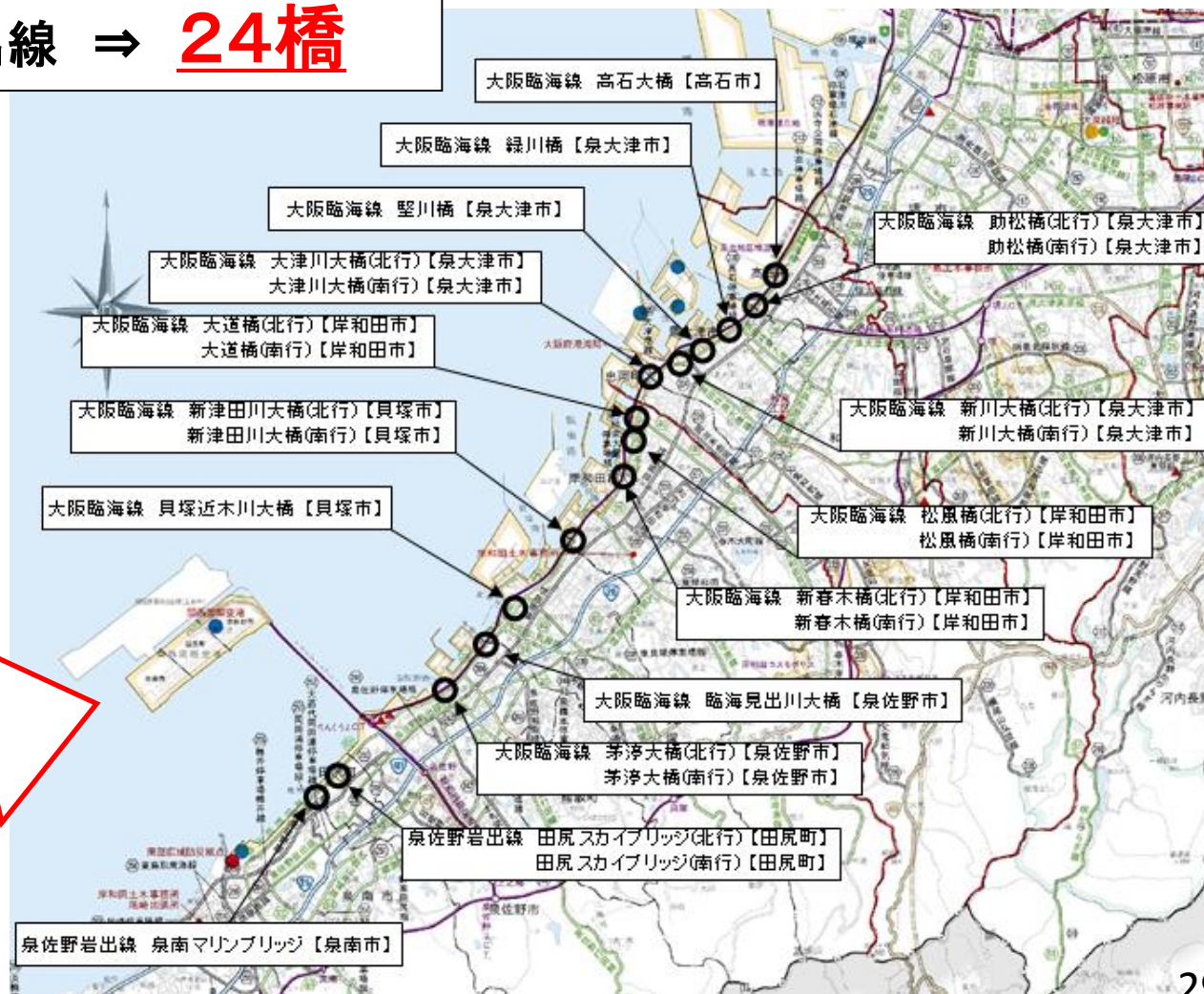
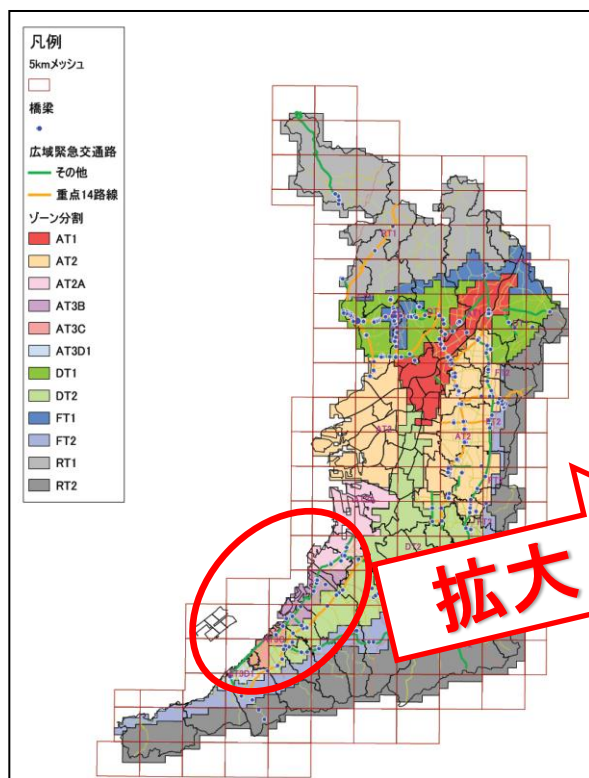
※L1津波に対しては、過年度に点検済み。(求められる性能(開閉動作できる)を満たす事ができる。)

# 2-4 道路施設の詳細点検結果

## 【対象橋梁】

浸水区域内の広域緊急交通路に架かる橋

大阪臨海線・泉佐野岩出線 ⇒ **24橋**



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 1次スクリーニング(浸水橋梁の抽出)

各種諸元 橋梁名称	構造形式	桁下標高 (TPm)	津波標高 (TPm)	スクリーニング 結果
	上部工			
1 高石大橋	鋼3径間連続箱桁	4.579	4.07	○
2 助松橋 (北行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.666	4.01	×
3 助松橋 (南行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.666	4.00	×
4 緑川橋	PC単純フ <sup>レ</sup> ン床版	2.538	3.62	×
5 堅川橋	PC単純フ <sup>レ</sup> ンT桁	2.335	3.65	×
6 新川大橋 (北行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.370	3.67	×
7 新川大橋 (南行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.370	3.67	×
8 大津川大橋 (北行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.821	3.80	○
9 大津川大橋 (南行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	3.821	3.80	○
10 大道橋 (北行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	0.892	2.03	×
11 大道橋 (南行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	0.892	2.03	×
12 松風橋 (北行)	PC単純フ <sup>レ</sup> ンT桁	2.313	2.31	×
13 松風橋 (南行)	PC単純フ <sup>レ</sup> ンT桁	2.309	2.31	×
14 新春木橋 (北行)	鋼単純鈹桁	3.994	3.84	○
15 新春木橋 (南行)	鋼単純鈹桁	4.297	3.84	○

各種諸元 橋梁名称	構造形式	桁下標高 (TPm)	津波標高 (TPm)	スクリーニング 結果
	上部工			
16 新津田川橋 (北行)	PC単純ホ <sup>°</sup> スパンT桁	4.210	3.42	○
17 新津田川橋 (南行)	鋼単純鋼床版箱桁	4.573	3.42	○
18 貝塚 近木川大橋	PC6径間連続箱桁	5.520	3.03	○
19 臨海 見出川大橋	鋼単純鋼床版箱桁 PC連続中空床版	4.097	2.93	○
20 茅渚大橋 (北行)	鋼単純鋼床版箱桁	4.495	3.46	○
21 茅渚大橋 (南行)	鋼単純鋼床版箱 +PC単純フ <sup>レ</sup> ン床版	4.399	3.48	○
22 田尻カイト <sup>リッジ</sup> (北行)	PC連続中空床版 PC斜張橋	5.625	2.74	○
23 田尻カイト <sup>リッジ</sup> (南行)	PC連続中空床版 PC斜張橋	5.625	2.74	○
24 泉南マリン <sup>リッジ</sup>	鋼連続箱桁、鋼床版箱桁 鋼4径間連続鈹桁	6.260	2.60	○

### 【大阪府最大津波高により照査】

対象橋梁**24橋**中、  
**10橋**が津波の影響を受ける。



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■二次照査橋梁のグルーピング

#### 【グルーピングの着眼点】

1. 橋梁形式(単径間or多径間)
2. 河口の状況(河口からの距離、障害物など)
3. 浸水量(大小)

各種諸元	橋梁名称	構造形式		桁下標高 (TPm)	津波標高 (TPm)	1. 橋梁形式		2. 河口の状況	3. 浸水深		
		橋長(m)	上部工			基礎工	単径間		多径間	大 (1.0m以上)	小 (0.3m以下)
	助松橋(北行)	46.0	PC単純ホ <sup>ホ</sup> ス <sup>テ</sup> ン <sup>ト</sup> 桁	鋼管杭	3.666	4.01		◎	湾に面する		○
	(南行)										
	緑川橋	7.3	PC単純フ <sup>レ</sup> ン <sup>ト</sup> 床版	鋼管杭	2.538	3.62	○		河川を遡上する (約200m)	○	
	堅川橋	11.5	PC単純フ <sup>レ</sup> ン <sup>ト</sup> 桁	鋼管杭	2.335	3.65	○		湾に面する	○	
	新川大橋(北行)	35.0	PC単純ホ <sup>ホ</sup> ス <sup>テ</sup> ン <sup>ト</sup> 桁	鋼管杭	3.370	3.67	◎		河川を遡上する (約400m)		◎
	(南行)										
	大道橋(北行)	19.7	PC単純ホ <sup>ホ</sup> ス <sup>テ</sup> ン <sup>ト</sup> 桁	不明	0.892	2.03	○		障害物あり (貯木場)	◎	
	(南行)										
	松風橋(北行)	16.2	PC単純フ <sup>レ</sup> ン <sup>ト</sup> 桁	不明	2.309	2.31	○		河川を遡上する (約300m)		○
	(南行)										

上記により、①助松橋、②新川大橋、③大道橋の代表3橋を照査対象として抽出した。

## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 津波波形の選定(解析条件)

内閣府の対象地震11ケースのうち、  
大阪府下に与える影響の大きい4つのケース(3, 4, 5, 10)を選定

#### 【内閣府の対象地震の条件】

- ・ケース3 : 「紀伊半島沖～四国沖」に「大すべり域＋長大すべり域」を設定
- ・ケース4 : 「四国沖」に「大すべり域＋長大すべり域」を設定
- ・ケース5 : 「四国沖～九州沖」に「大すべり域＋長大すべり域」を設定
- ・ケース10 : 「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域＋長大すべり域」

#### 【大阪府の津波シミュレーション条件】

##### 【津波シミュレーション条件】

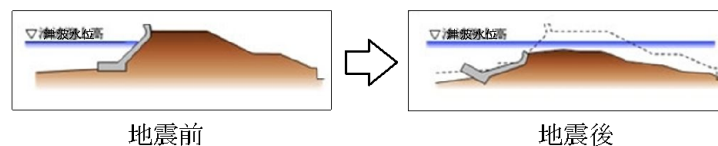
対象地震 : 内閣府ケース 3,4,5,10 重ね合わせ

堤防取扱い : 越流時に破堤(堤防なしとする)

構造物条件組み合わせ (3条件の重ね合わせ) :

	防潮堤等	水門	陸閘
条件1	地震時沈下量を考慮	開放	
条件2		閉鎖	
条件3	地震時沈下量なし	開放	閉鎖

地震時の防潮堤等の沈下イメージ



よって、  
対象地震4 × 堤防等3条件 = 12ケースの  
最大となる条件を解析に用いる。

## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 津波波形の選定(解析結果:津波水位)

橋梁名	桁下高 (TPm)	津波高 (TP.m) 【上段:橋梁位置 下段:河口位置】													
		最大値	津波ケース 3			津波ケース 4			津波ケース 5			津波ケース 10			
			条件1	条件2	条件3	条件1	条件2	条件3	条件1	条件2	条件3	条件1	条件2	条件3	
助松橋	3.666	橋梁	4.01	3.93	4.00	4.01	3.73	3.76	3.81	3.57	3.58	3.68	3.58	3.60	3.69
		河口	4.03	3.97	3.99	4.03	3.75	3.75	3.83	3.59	3.57	3.70	3.60	3.59	3.71
新川大橋	3.370	橋梁	3.67	2.41	2.43	3.62	2.39	2.39	3.67	1.85	1.82	3.59	1.88	1.85	3.59
		河口	3.96	3.93	3.94	3.96	3.72	3.71	3.76	3.51	3.50	3.60	3.53	3.52	3.61
大道橋	0.892	橋梁	2.03	1.93	1.94	1.75	2.03	2.03	1.89	1.88	1.88	1.74	1.89	1.89	1.74
		河口	2.42	2.16	2.17	1.58	2.41	2.42	1.51	2.31	2.31	1.46	2.32	2.32	1.45

#### 【津波波形の選定】

- ◆ 助松橋 : 津波ケース3、堤防条件3を選定
- ◆ 新川大橋 : 津波ケース3、堤防条件3を選定
- ◆ 大道橋 : 津波ケース4、堤防条件1を選定

### 三次元解析の設定条件

- ① 三次元解析に用いる津波データ
- ② 入力データの考え方
- ③ 解析開始時刻設定の考え方
- ④ 解析終了時刻設定の考え方

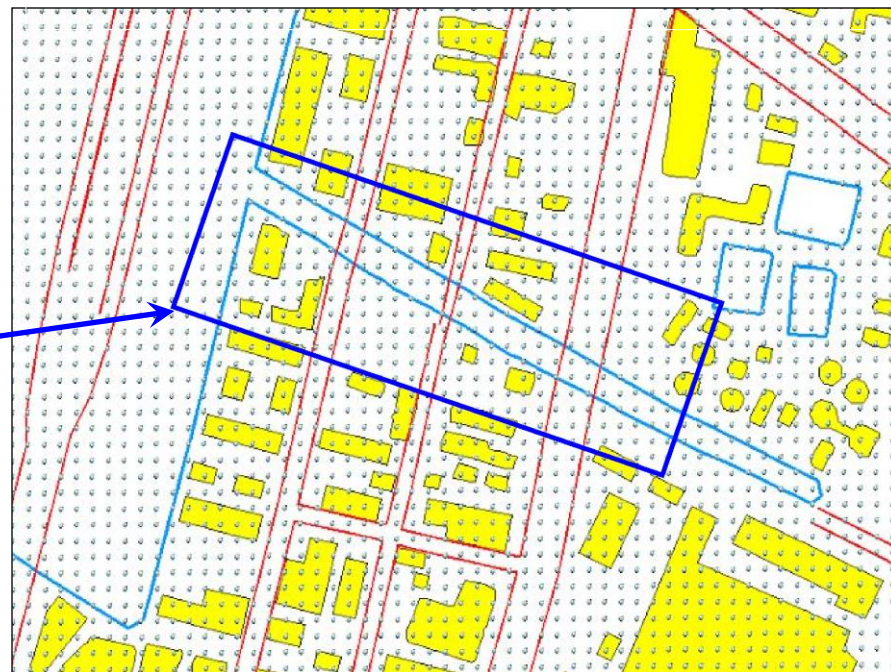
## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ① 三次元解析に用いる津波データ

⇒ 災害対策等検討部会(危機管理室)から提供を受けた  
10mメッシュ津波データ(二次元解析)を用いる。



10m格子の配列と解析領域



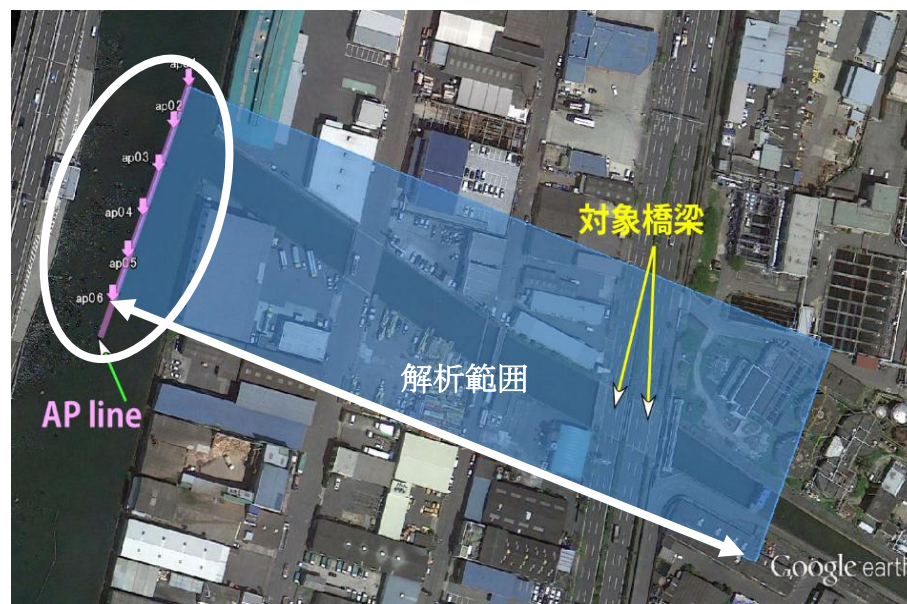
提供データ : 格子(セル)ごとの流速( $V_x$ ,  $V_y$ )と水位( $h$ )を  
2.7秒ごとに約4時間分

## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ② 入力データの考え方

⇒ 河口部(解析範囲の一番海側)の津波流速・水位データを入力データとする。

- ・災害対策等検討部会では、10m以下の河川は陸域と評価している。
- ・このため、水域として評価している河口部のデータを入力データとし、河川遡上等は3次元解析で解くこととする。

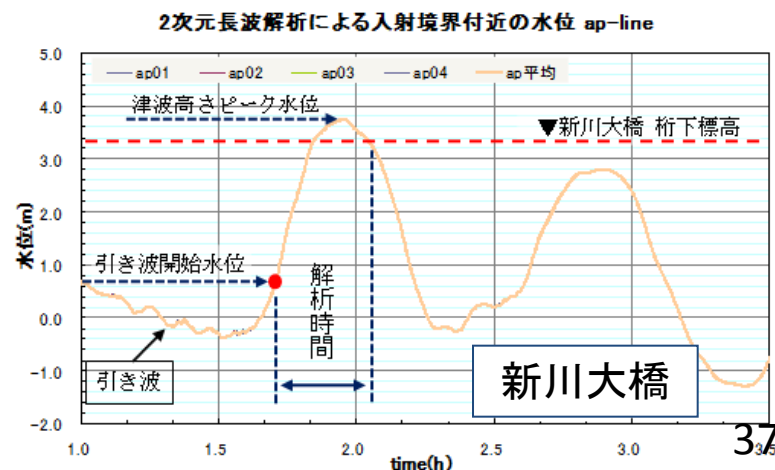
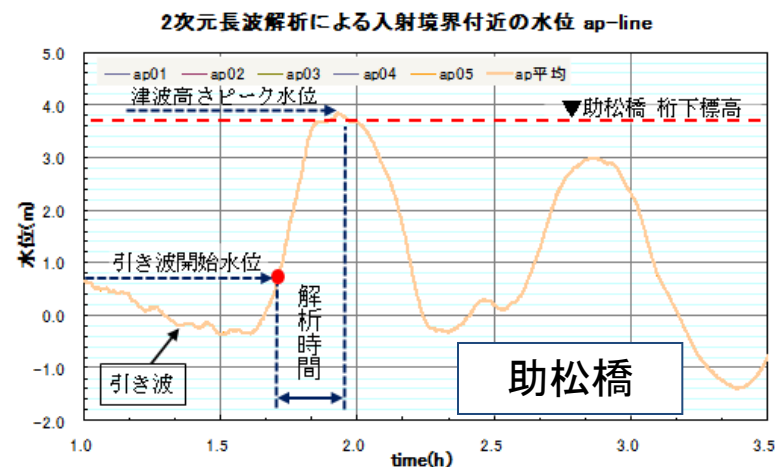


## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ③ 解析開始時刻設定の考え方(助松橋・新川大橋)

⇒ 解析開始時刻は、引き波開始時の水位を、押し波が超える時刻とする。

- 三次元解析を実施するためには、相当な計算時間と膨大なデータ処理が必要となることから、概ね15分程度を解析時間の目安としている。
- 解析開始時刻は、河口部で引き波から完全に押し波へと移行し、初期の引き波が開始された時の水位を超えるタイミングに設定した。

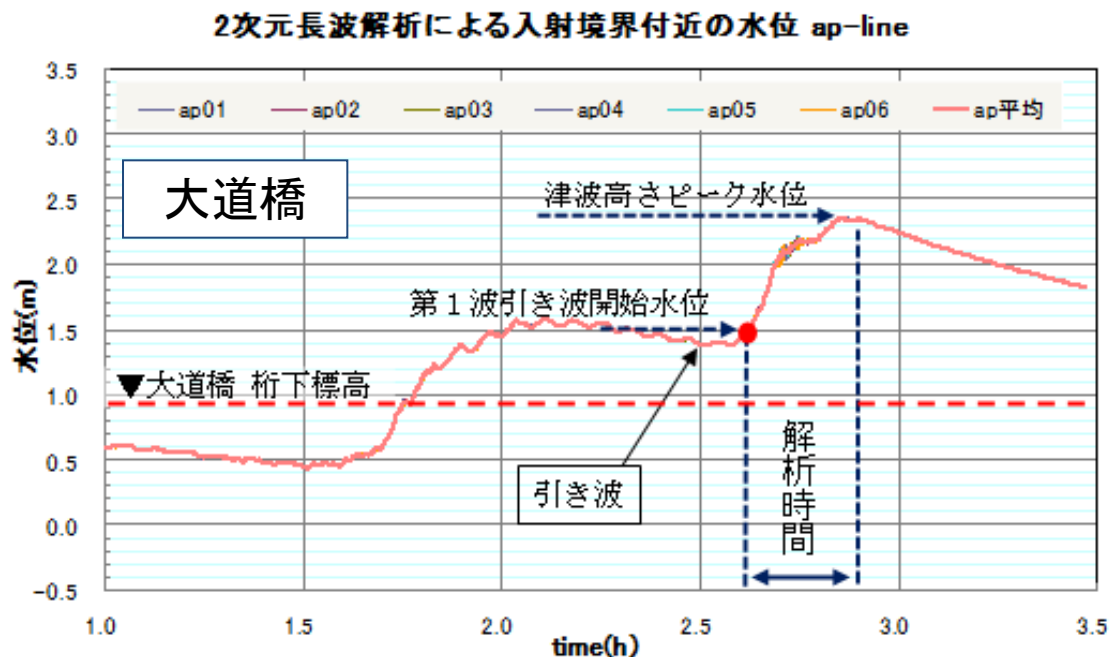


## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ③ 解析開始時刻設定の考え方(大道橋)

⇒ 解析開始時刻は、第二波目の引き波開始時の水位を、押し波が超える時刻とする。

- ただし、大道橋については、第2波が最大波となるため、第1波の反射等の影響について考慮する必要がある。
- 河川内の水位は第2波襲来までほぼ一定に保たれた状態になっており、第1波目の複雑な現象も落ち着いていると判断して解析を実施。

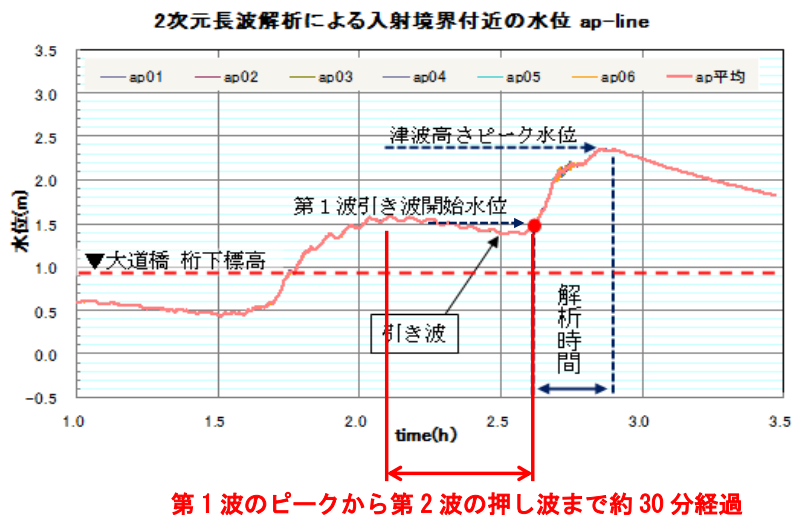




# 2-4 道路施設の詳細点検結果

## 大道橋の第2波から解析する時の反射波の影響について

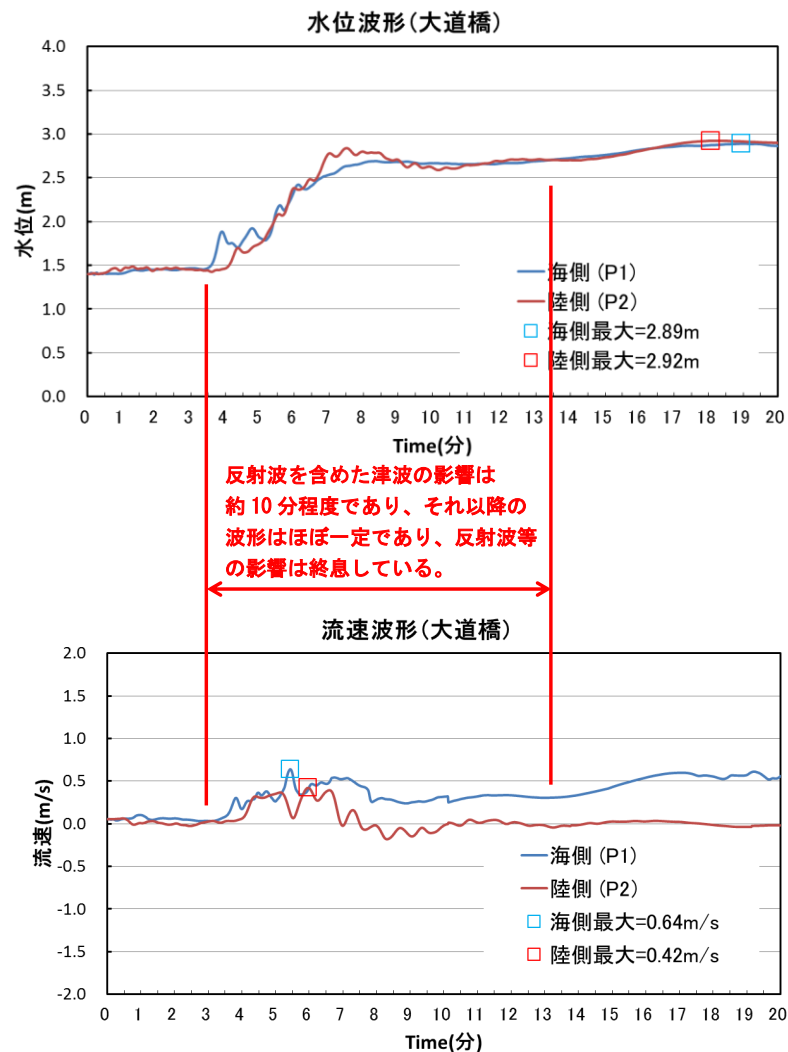
①入射境界付近の水位をみると、第1波のピークから第2波の解析開始時刻まで、約30分経過している。



### 【結論】

- ◆第2波の三次元解析結果より、反射波の影響は約10分程度で終息しており、第1波においても同様に10分程度で終息すると考えられる。
- ◆第1波から第2波へ移行するまで約30分の時間経過があることから、第1波の反射波の影響は第2波到達までに終息していると類推できる。

②第2波の三次元解析結果をみると、反射波の影響は約10分程度で終息している。



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ④ 解析終了時刻設定の考え方

⇒ 解析終了時刻は、津波高さが最大となる時刻から数分経過した時刻とする。

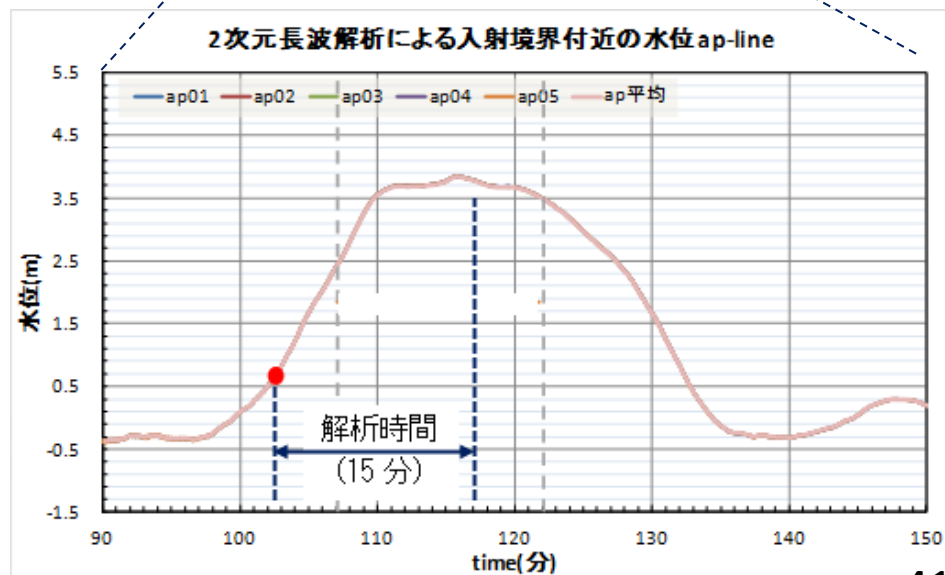
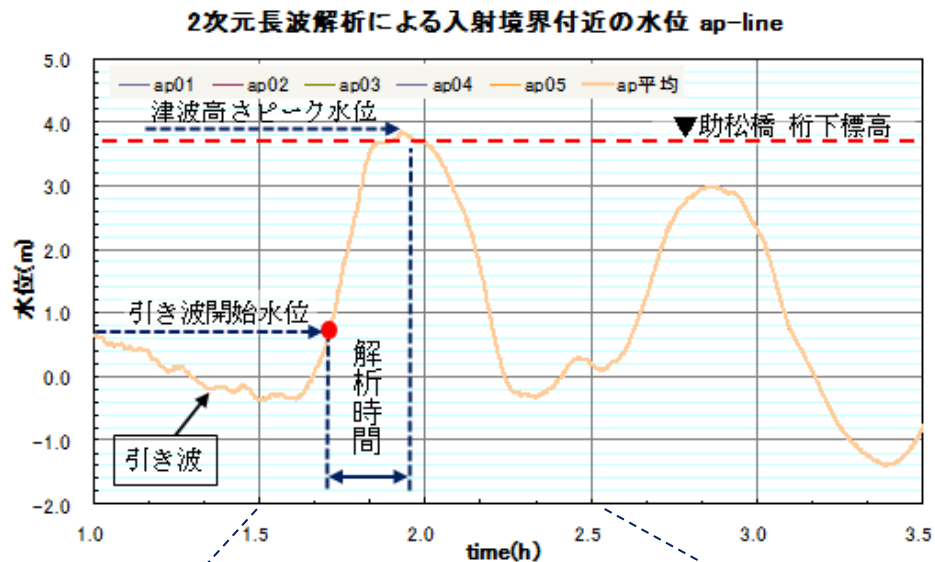
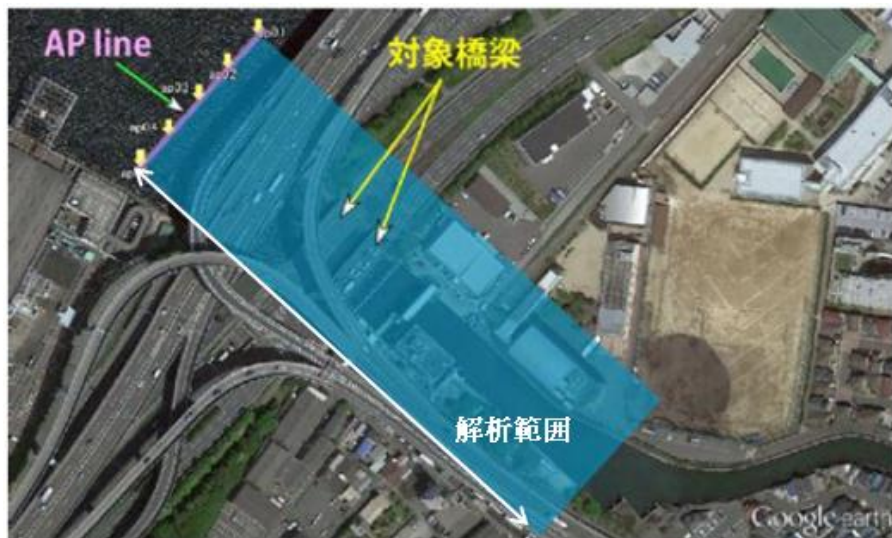
- ・橋梁位置での津波高さがピークとなる時が橋梁に作用する力が最大になると考えられる。
- ・このことから、解析終了時刻は、河口部から橋梁位置まで距離により、津波高さピーク時刻から橋梁毎に1～6分程度経過したときに設定した。

橋梁名	河口からの距離	設定時間
助松橋	70m	ピークから 1～2分後
新川大橋	400m	ピークから 4～6分後
大道橋	240m	ピークから 3～5分後

※上記時間は目安であり、水位変化の状況を確認しながら終了時刻を設定する。

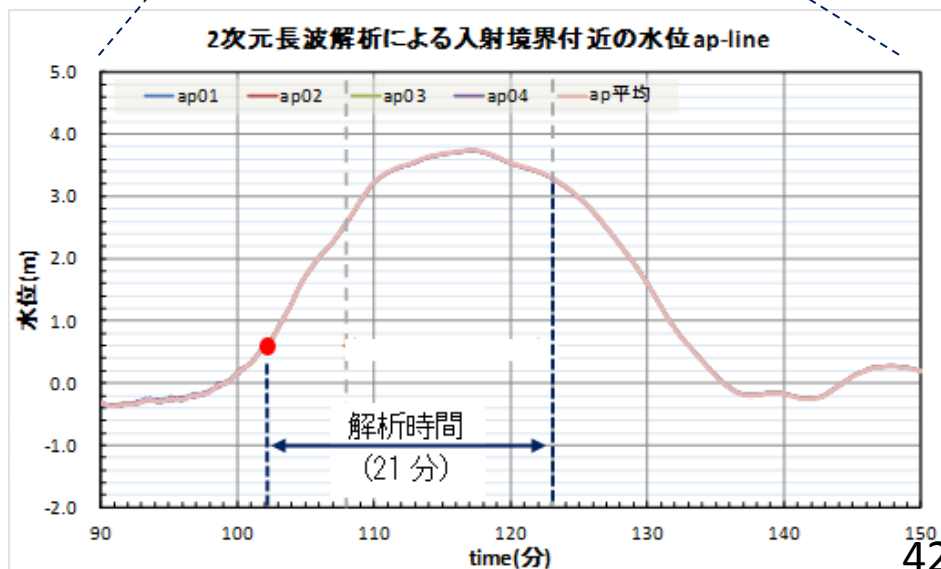
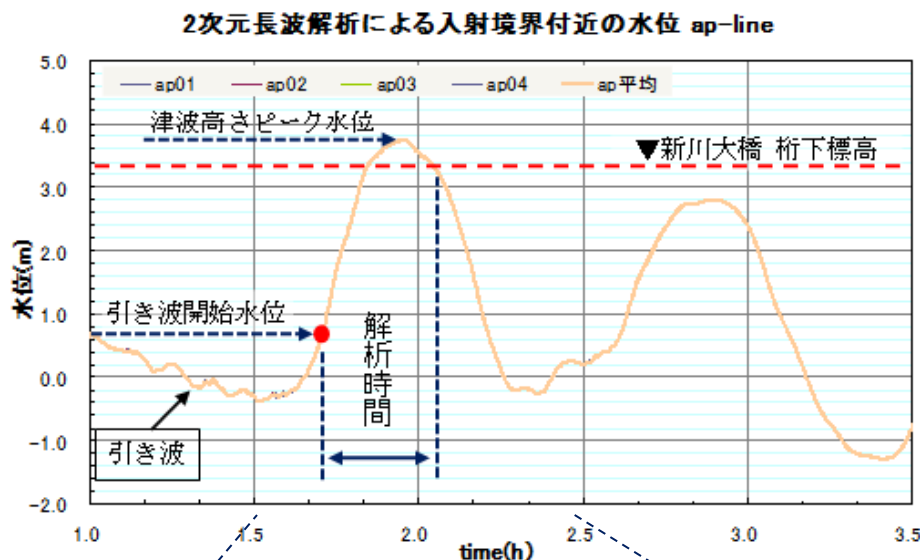
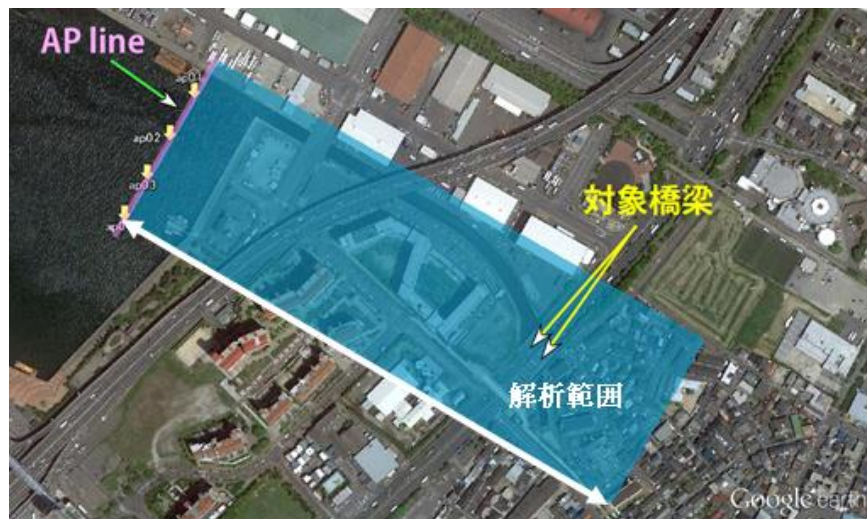
# 2-4 道路施設の詳細点検結果

## ■ 助松橋



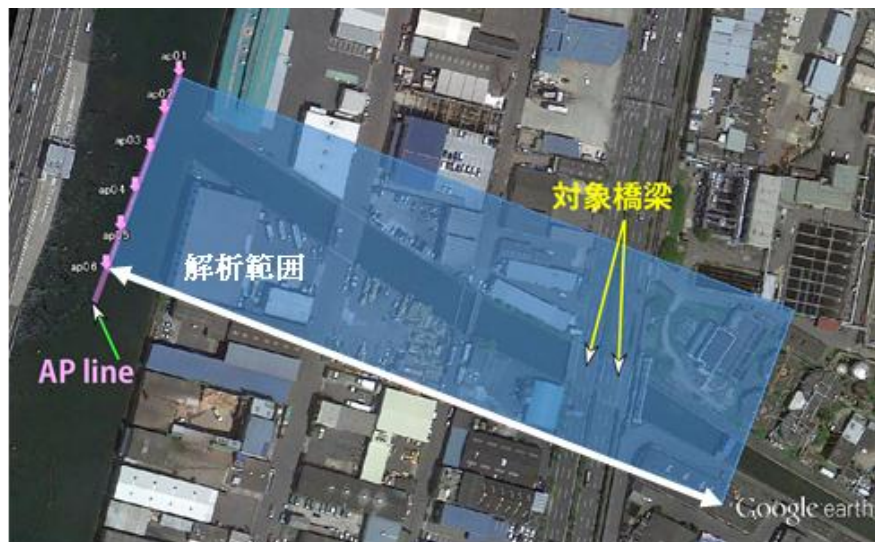
# 2-4 道路施設の詳細点検結果

## ■ 新川大橋

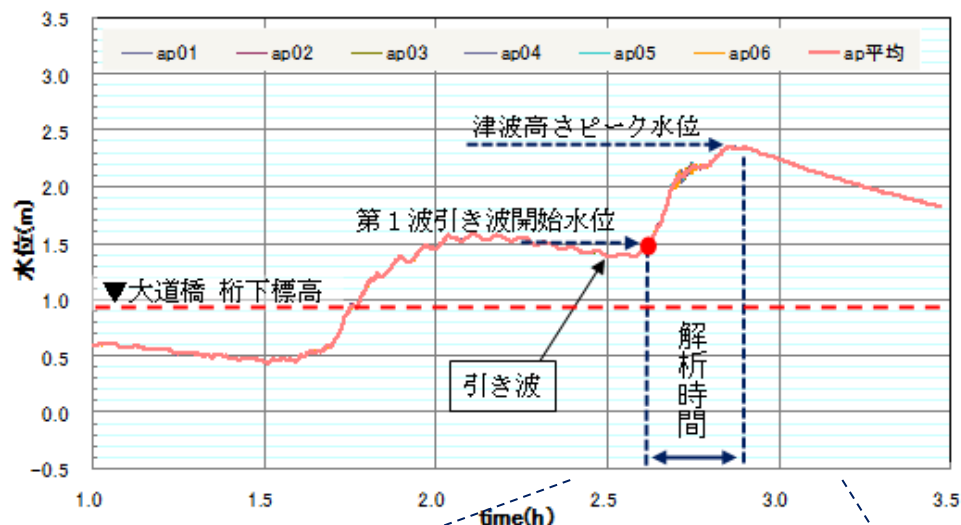


# 2-4 道路施設の詳細点検結果

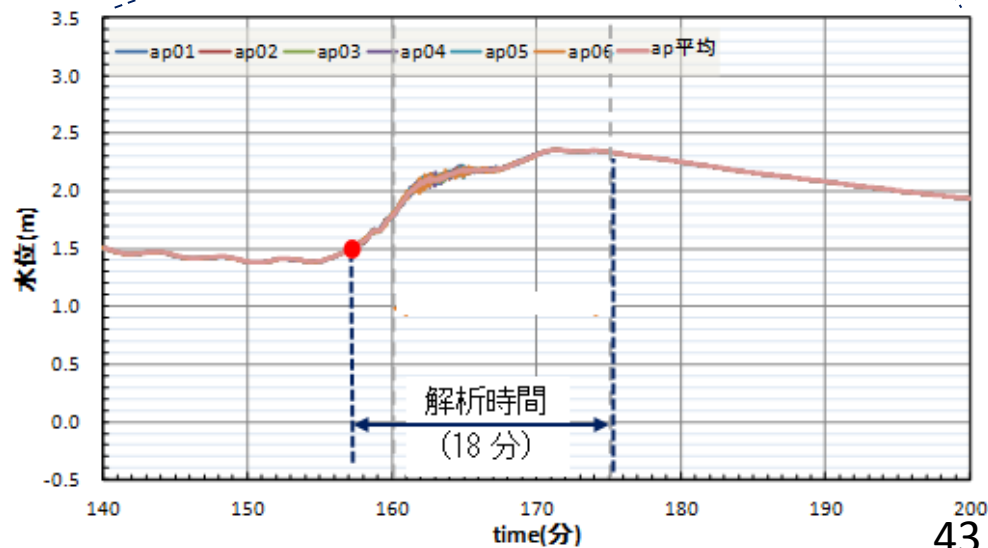
## ■ 大道橋



2次元長波解析による入射境界付近の水位 ap-line



2次元長波解析による入射境界付近の水位 ap-line



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 河川堤防等および水門の条件

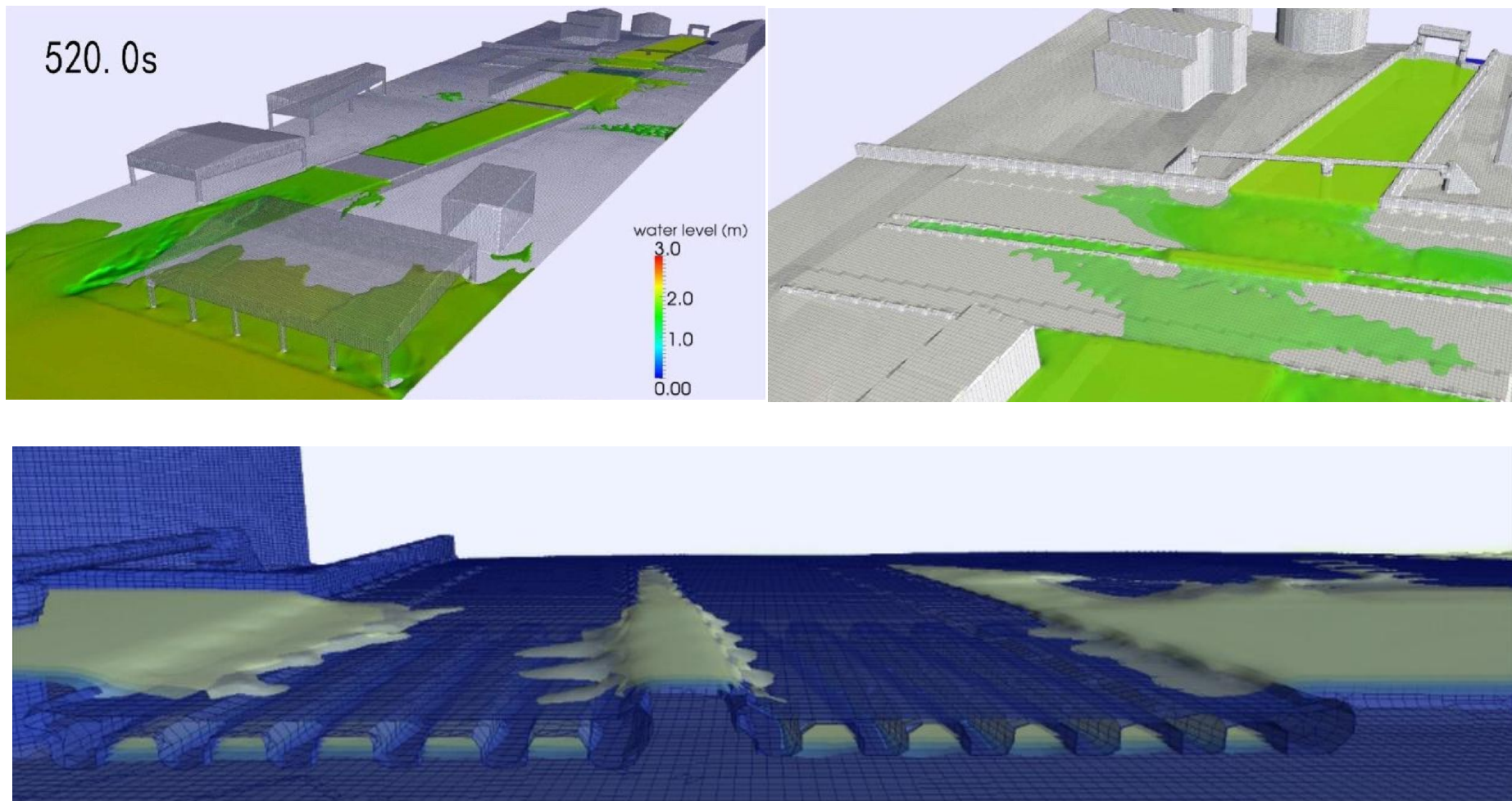
⇒ 橋梁に最も影響を与える条件で解析を実施

- 河川堤防等：津波による水量が最も多く河川を遡上するように、液状化による沈下や破壊は考慮せず、健全な状態で解析を実施
- 水門：反射波の影響を受ける方が橋梁に作用する波力は大きくなると考えられるため、橋梁の山側の水門は閉鎖された条件で解析を実施



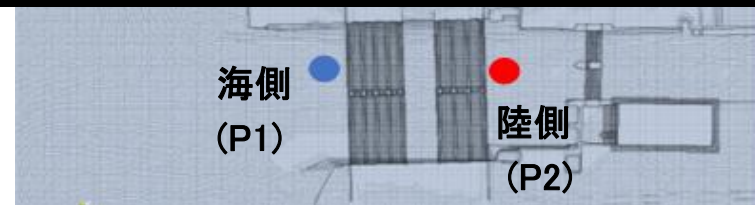
## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 三次元津波解析シミュレーション(動画:10倍速):【大道橋】

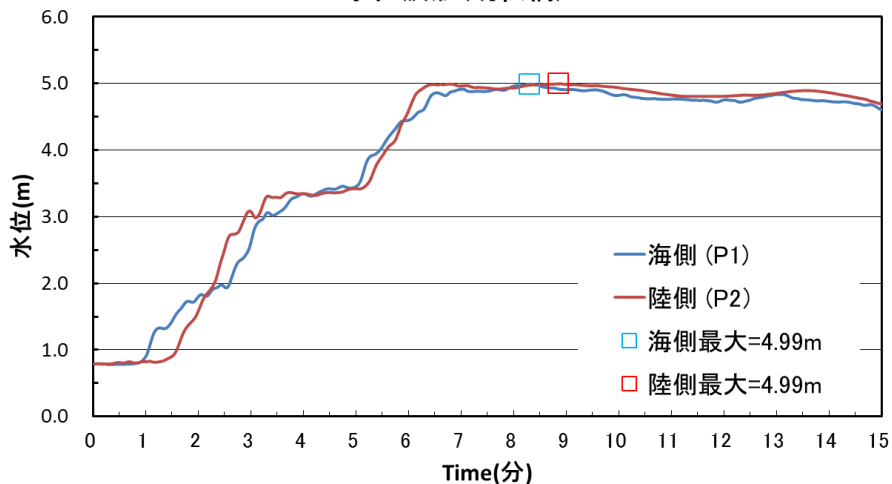


# 2-4 道路施設の詳細点検結果

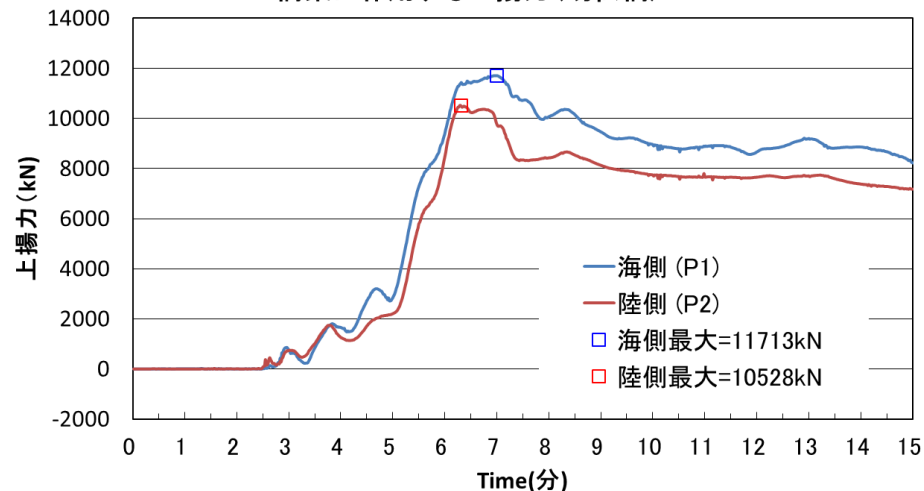
## 三次元解析の結果【助松橋】



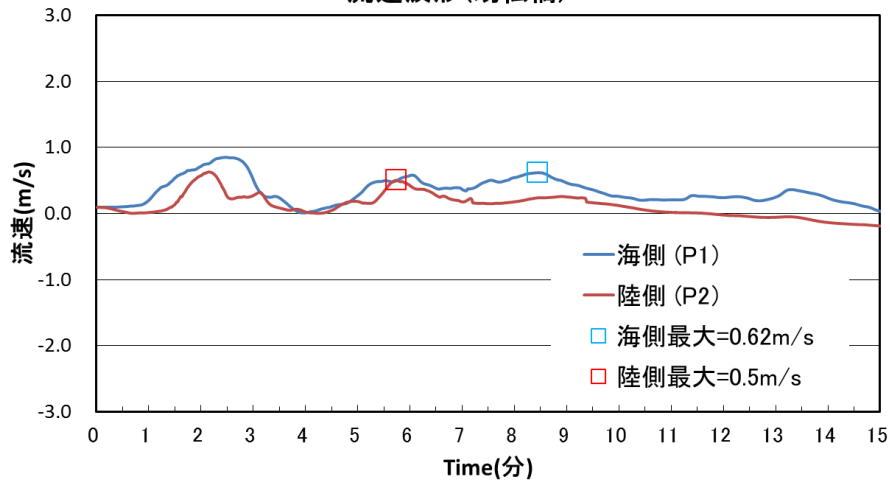
水位波形(助松橋)



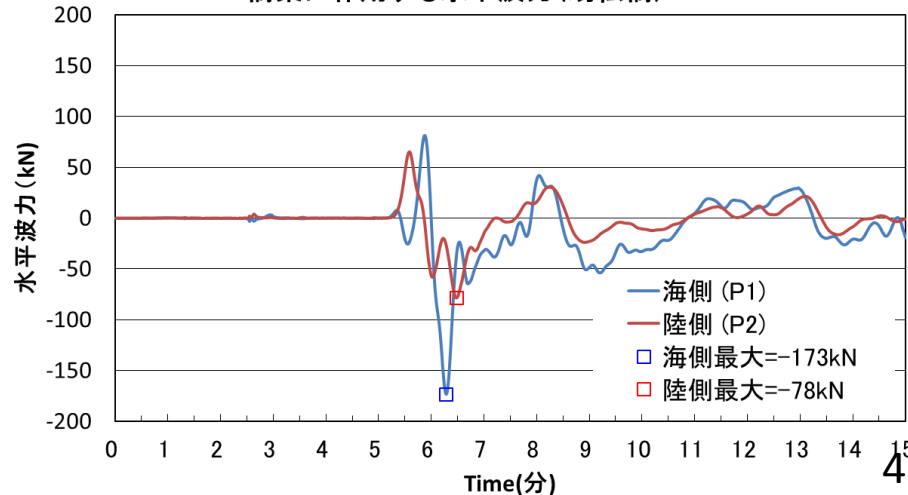
橋梁に作用する上揚力(助松橋)



流速波形(助松橋)



橋梁に作用する水平波力(助松橋)





## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### 三次元解析による流出判定【助松橋】

#### ■ 橋梁上部構造重量【Wd】

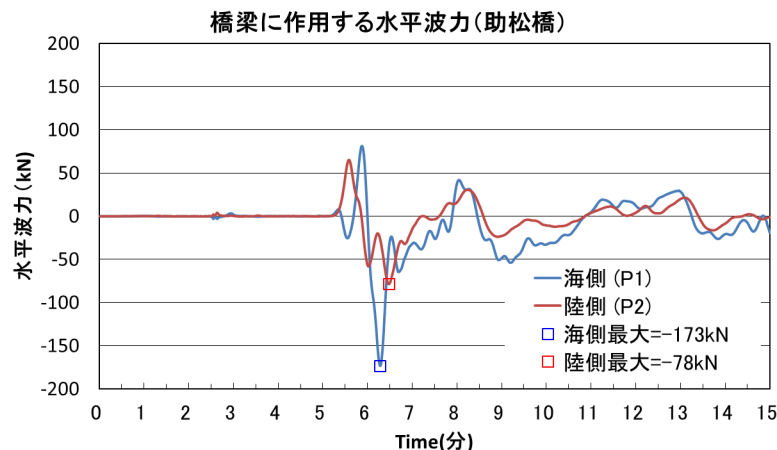
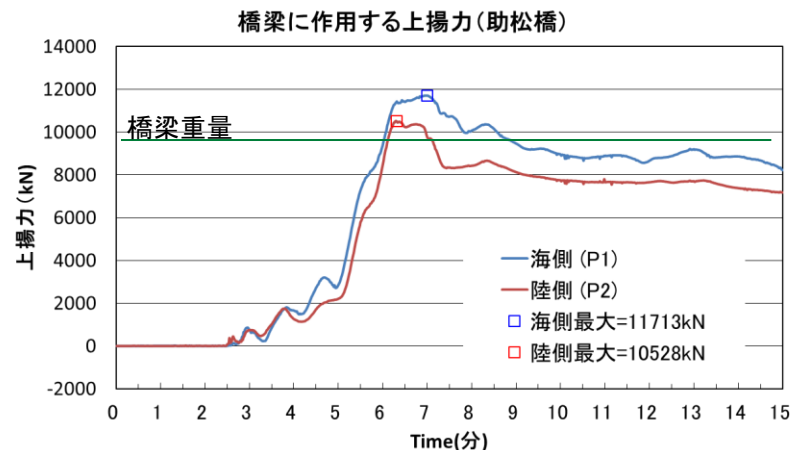
- 海側(北行) : 9,843 kN / 橋
- 陸側(南行) : 9,746 kN / 橋

#### ■ 上揚力による浮上り判定【Wd / Fz】

- 海側(北行) : 9,843 / 11,713  
= 0.84 < 1 … NG
- 陸側(南行) : 9,746 / 10,528  
= 0.93 < 1 … NG

#### ■ 水平波力による流出判定【(Wd - Fz)μ / Fx】

- 海側(北行) : (9,843 - 11,713) × 0.6 / 173  
= -6.49 < 1 … NG
- 陸側(南行) : (9,746 - 10,528) × 0.6 / 78  
= -6.02 < 1 … NG

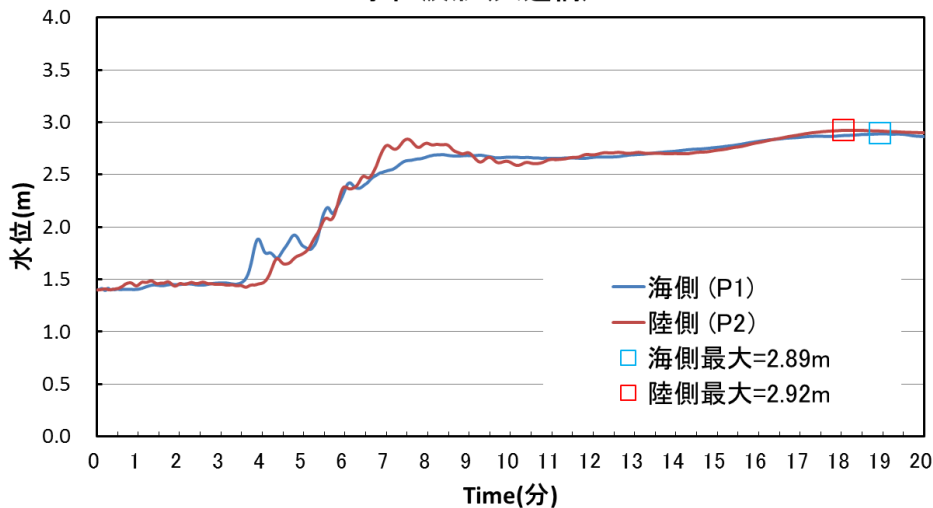


# 2-4 道路施設の詳細点検結果

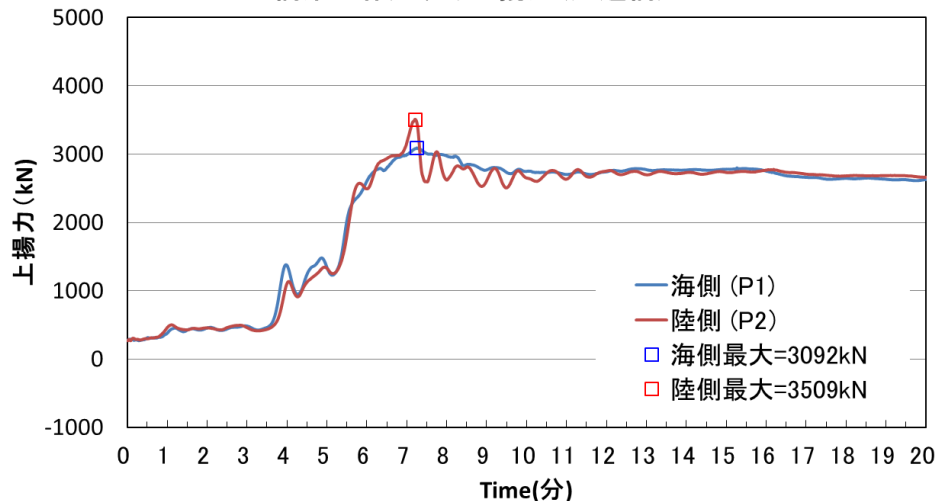
## 三次元解析の結果【大道橋】



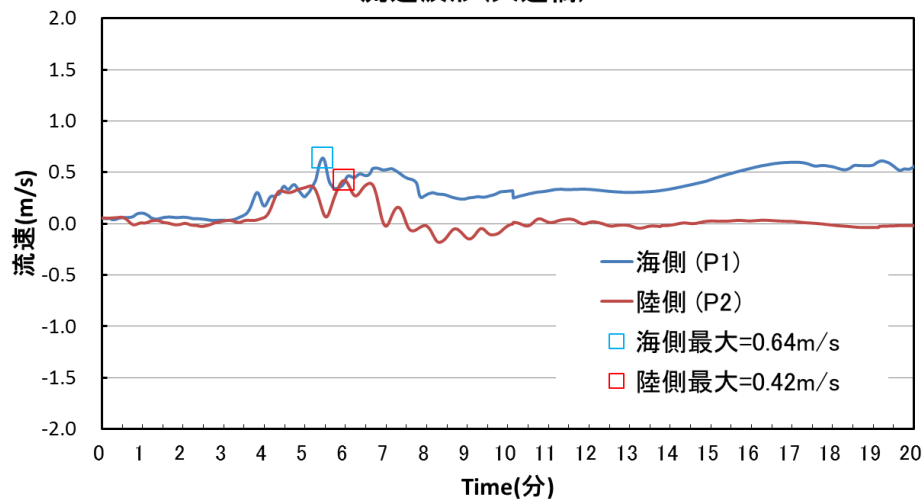
水位波形(大道橋)



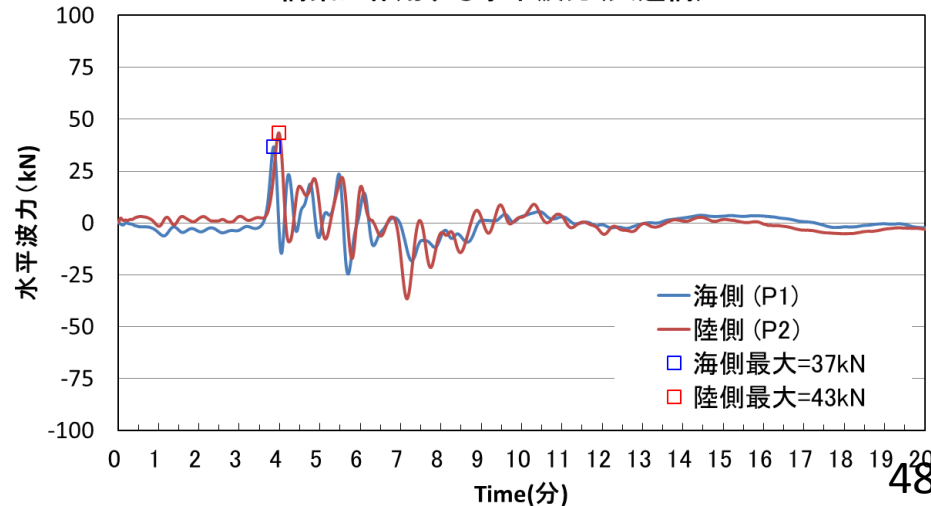
橋梁に作用する上揚力(大道橋)



流速波形(大道橋)



橋梁に作用する水平波力(大道橋)



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### 三次元解析による流出判定【大道橋】

#### ■ 橋梁上部構造重量【Wd】

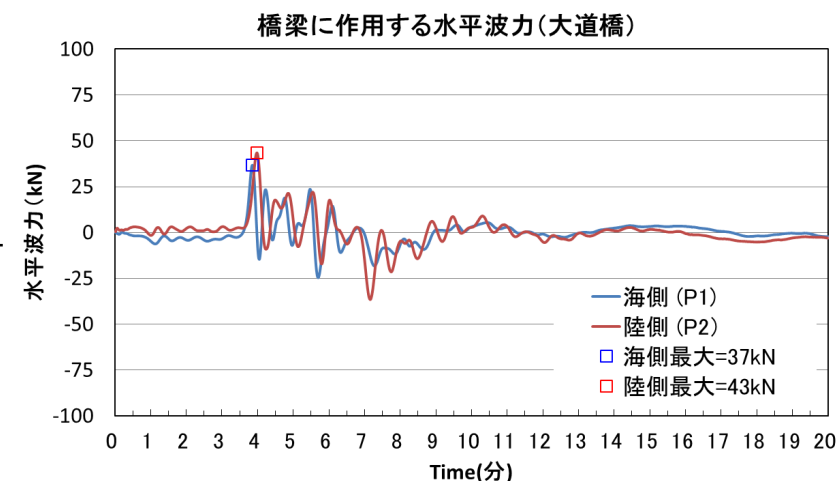
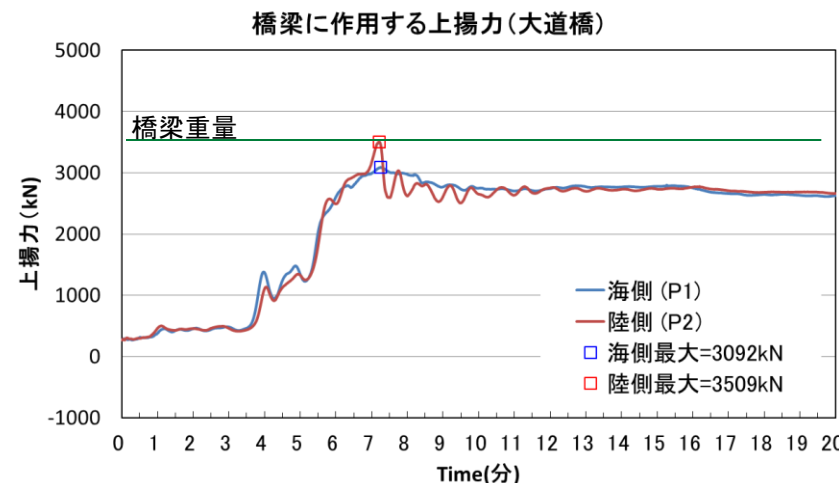
- 海側(北行) : 3,582 kN / 橋
- 陸側(南行) : 3,582 kN / 橋

#### ■ 上揚力による浮上り判定【Wd / Fz】

- 海側(北行) :  $3,582 / 3,092$   
= 1.16 > 1 ……OK
- 陸側(南行) :  $3,582 / 3,509$   
= 1.02 > 1 ……OK

#### ■ 水平波力による流出判定【(Wd - Fz)μ / Fx】

- 海側(北行) :  $(3,582 - 3,092) \times 0.6 / 37$   
= 7.95 > 1 ……OK
- 陸側(南行) :  $(3,582 - 3,509) \times 0.6 / 43$   
= 1.02 > 1 ……OK



## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### 三次元解析の結果

- 津波流速は1.0m/s未満と非常に遅く、上部構造に作用する**水平波力は軽微**である。
- 浮力ならびに水位上昇に伴う**上揚力が大きく、上部構造重量を上回る**橋梁がある。



上揚力が上部構造重量を上回る橋梁については、流出を防止するため、**上・下部構造を連結するなどの対策を検討する。**

(上・下部構造連結のイメージ)



- 解析中の新川大橋についても、津波外力を算定し必要な対策の検討を行う。

## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■ 橋桁に作用する津波波力の簡易算定手法の検討

波高、流速から津波外力を簡易算定手法により算定し、  
三次元津波解析との比較により他橋梁への適用性を検討する。

#### 波力算定の簡易手法

##### 手法1 【模型実験の分力係数による式】

中尾・野阪・伊津野・小林「津波到達水位と橋梁に生じる津波外力との関係に関する研究」応用力学論文集,13,2010.8.

##### 手法2 【津波の流速 $V$ による式】

土木学会コンクリート委員会:「津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会」

##### 手法3 【津波高さによる式(模型実験に基づく)】

幸左ら「津波による橋梁への水平波力に基づく実験的検討」構造力学論文集vol.57A

##### 手法4 【谷本式】

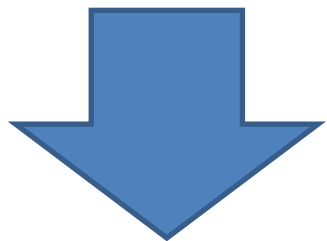
「防波堤の耐津波設計ガイドライン(案) 国土交通省 港湾局」

## 2-4 道路施設の詳細点検結果

### ■簡易算定手法の適用について

#### 三次元解析から考えられる津波の特徴

流速が非常に遅く水平波力の影響は軽微で、水位上昇に伴う**上揚力**が大きく、**支配的**となる。



したがって、

簡易算定手法で想定している津波の現象とは一致しておらず、**相関性を確認することはできなかった。**

(手法1の実験状況)

