

---

---

「南海トラフ巨大地震土木構造物  
耐震対策検討部会」

中間報告(案)

---

---

平成25年10月

# ～ 目 次 ～

## 1 はじめに

## 2 土木構造物の点検方針

2-1 点検の目的及び基本的な考え方

2-2 対象とする土木構造物

2-3 点検に用いる地震動の設定

2-3-1 大阪府域の地盤のゾーニング

2-3-2 工学的基盤面の設定

2-3-3 点検に用いる地震動

2-4 土木構造物の点検の進め方（地震動（揺れ・液状化））

2-4-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門・ダム・耐震強化岸壁等）

2-4-2 砂防施設（砂防えん堤等）

2-4-3 道路施設（橋梁等）

2-4-4 下水道施設（処理場等・管渠等）

2-5 土木構造物の点検の進め方（津波）

2-5-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤等）

2-5-2 道路施設（橋梁等）

2-5-3 下水道施設（処理場等・管渠等）

## 3 土木構造物の点検結果（中間報告）

3-1 津波浸水想定に必要な防潮堤等の沈下量について（簡易診断結果）

3-1-1 チャート式耐震診断システム（沈下量の簡易診断）について

3-1-2 沈下量の簡易診断結果

3-1-3 沈下量の簡易診断結果の補正の考え方

3-2 土木構造物の点検結果（中間報告）（地震動（揺れ・液状化））

3-2-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門・ダム・耐震強化岸壁等）

3-2-2 砂防施設（砂防えん堤等）

3-2-3 道路施設（橋梁等）

3-2-4 下水道施設（処理場等・管渠等）

## 4 対策について

### 4-1 防潮堤等の対策について

4-1-1 防潮堤等の液状化による沈下の状況

4-1-2 対策の基本方針

4-1-3 重点化と優先順位の考え方について

4-1-4 粘り強い構造について

## 5 今後検討すべき主な課題

### 【参考資料】

- 1 「南海トラフ巨大地震土木構造物耐震対策検討部会」 委員名簿
- 2 審議経過
- 3 中間報告概要

---

---

# 1 はじめに

---

---

平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震は、それまでの想定をはるかに超える巨大な地震・津波により、死者、行方不明者が 2 万人近くに達するなど、甚大な被害をもたらした。

このため、中央防災会議において、「発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの地震・津波」を想定した南海トラフ巨大地震対策の検討がなされ、人的・建物被害やライフライン・経済被害等の想定結果に基づき、平成 25 年 5 月には対策についての最終報告がとりまとめられた。

大阪府においては、この国が公表した被害想定等を踏まえ、大阪府の地域特性を反映したより詳細な被害想定を実施し、これに基づいた南海トラフ巨大地震対策を地域防災計画に盛り込み、的確に実施していくため、大阪府防災会議の下に、主として被害想定全般とその対策の方向性を検討する「南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会」と地震・津波による土木構造物への影響と対策を検討する、本部会「南海トラフ巨大地震土木構造物耐震対策検討部会」を設置して検討を進めている。

本部会は、国から提供された地震動データをもとに、大阪府域の地盤特性を考慮して設定した地震動を外力として、大阪府が阪神・淡路大震災以降、設計の対象としてきた直下地震や東南海・南海地震による地震動との比較検証を行いながら、揺れや液状化による土木構造物への影響について点検するとともに、南海トラフ巨大地震による最大クラスの津波に対する土木構造物への影響を点検することとしている。

その上で、減災の視点を踏まえつつ、対策が必要な個所の抽出や対策方法、重点化の考え方、優先順位の考え方を取りまとめ、大阪府防災会議へ報告することにより、府民の安全・安心の確保につながる施策の実施を望むものである。

平成 24 年 11 月 28 日に第 1 回の部会を開催して以来、これまで 5 回の審議を行ってきたが、今般その審議を取りまとめ、中間報告を作成した。

5 回の審議では、各構造物の点検を進めるとともに、「人命を守る」観点から南海トラフ巨大地震への対策の大きな柱となる「防潮堤の液状化対策による津波浸水対策」を先行して審議してきた。

今後、本中間報告に基づき、大阪府の津波浸水対策計画が早急に取りまとめられ、災害に強いまちづくりを進められることを切に望む。

また、本部会として、中間報告に盛り込まれなかったその他の土木構造物の対策についても精力的に検討していく。

---

---

## 2 土木構造物の点検方針

---

---

### 2-1 点検の目的及び基本的な考え方

---

#### 《これまでの耐震対策》

- ◇ 阪神・淡路大震災を契機に、平成8年度、学識経験者による「大阪府土木構造物耐震対策検討委員会」を設置。
- ◇ 大阪府域で影響が大きいと予想される、上町断層帯などの内陸直下地震と海溝型地震の東南海・南海地震を対象として、地震動の大きさを府全域で予測。
- ◇ 各土木施設が有すべき耐震性能などの目標を設定。
- ◇ この検討結果などを踏まえ、対策の具体的な実施計画である「地震防災アクションプログラム」を策定し、橋梁や防潮堤などの施設の耐震化や、防災公園の整備、徒歩帰宅者支援など、ハード・ソフトの両面から「災害に強いまちづくり」を進めてきた。

#### 《点検の目的》

- ◇ 平成24年8月29日に内閣府が公表した被害想定は、これまで大阪府が想定していた海溝型地震の震度分布や津波高を上回っていたことから、府民の安全・安心に向け、府域における既存の土木構造物への影響について点検を実施するとともに、必要な対策について取りまとめる。

#### 《点検の基本的な考え方》

- ◇ 国から提供された南海トラフ巨大地震の地震動を基に、大阪府の地盤特性を反映した大阪府版の地震動を設定。
- ◇ この大阪府版の南海トラフ巨大地震による地震動と直下地震動など各構造物が有すべき耐震性能を確保するために対象としている地震動とを比較し、原則として南海トラフ巨大地震による地震動が直下地震動等を上回る地域の土木構造物を点検対象とする。
- ◇ 津波に関しては、南海トラフ巨大地震による最大クラスの津波を対象に、津波浸水想定区域内の構造物に作用する波力の影響や耐水性の確保等について点検を行う。

## 2-2 対象とする土木構造物

---

対象とする土木構造物については、大阪府域全体の土木施設の地震・津波対策を、各施設管理者が共通の考え方で一体的に進めていくことが望ましいと考え、大阪府所管施設だけでなく、国、市町村、民間施設も含めることとした。

具体的には以下に示すとおり

- ①河川管理施設：「堤防・防潮堤」、「遊水池（堤防部）」、「地下河川」「流域調節池」、「排水機場等」、「水門・樋門」、「陸閘・防潮扉」、「防災船着き場」、「治水ダム」、「許可工作物（地下鉄等）」
- ②砂防施設：「砂防ダム」、「急傾斜地崩壊防止施設」、「地すべり防止施設」
- ③港湾施設：「耐震強化岸壁」、「臨港道路（連絡橋）」、「その他岸壁」、「防波堤等」
- ④海岸管理施設：「防潮堤」、「水門等」、「排水機場」
- ⑤道路施設：「橋梁」、「モノレール」、「トンネル」、「地下道」、「歩道橋」、「擁壁・法面」、「道路付属物（照明灯等）」、「一般土工部」
- ⑥下水道施設：「下水道管路・マンホール」、「ポンプ場・処理場」
- ⑦農林水産施設：「防潮堤」、「ため池」、「利水ダム」
- ⑧公園施設：「広域支援活動拠点となる防災公園（服部・山田池・寝屋川・久宝寺・大泉・錦織など）」  
：「広域避難地となる防災公園（上記公園に加え、深北・住之江・浜寺、石川河川、蜻蛉池など）」
- ⑨民間施設（ライフライン等）：「電力」、「ガス」、「水道」、「高速道路」、「鉄道等」

## 2-3 点検に用いる地震動の設定

### 2-3-1 大阪府域の地盤のゾーニング

地震動によって生じる構造物の応答等を算出するにあたり、工学的基盤面より浅い地盤構造モデルを、平成8年に「大阪府土木構造物耐震対策検討委員会」で決定されたゾーニングを基本として、以下の図2-1に示す12のゾーンに分けて設定した。

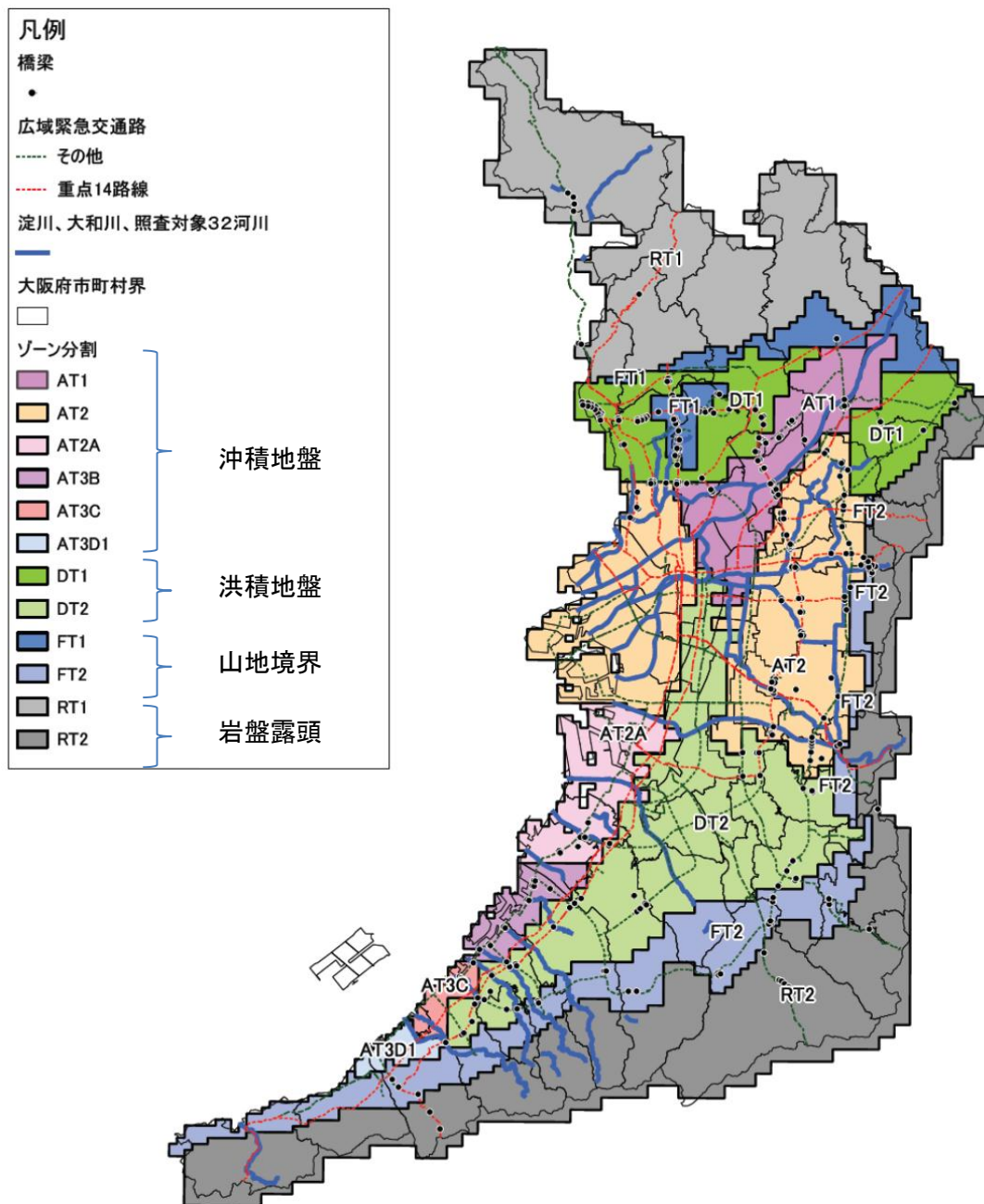


図2-1 ゾーニング図

## 2-3-2 工学的基盤面の設定

国から提供された地震動データには工学的基盤面より上の地盤情報がないため、地表面までの地盤データを以下の方法により設定した。

### 1. 沖積地盤以外のゾーン（岩盤；RT1, 2、洪積地盤；DT1, 2、山地境界；FT1, 2）

#### （1）地震波の設定基盤が $V_s=350\text{m/s}$ の場合

➤土質データ（N 値）を基に工学的基盤面の深さを設定（基本的な考え方）

- ・道路橋示方書(H14版)によると、せん断弾性波速度  $V_s$  の推定式として、下記式を示している。

$$\text{粘性土： } V_s = 100 \cdot N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 25)$$

$$\text{砂質土： } V_s = 80 \cdot N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 50)$$

- ・ここでは、十分堅固な地盤を  $V_s=300\text{m/s}$  以上としており、上記式から N 値が粘性土で 25 以上、砂質土で 50 以上がこれに該当する。

➤地表面に洪積地盤が露頭しており、土質データが基盤面に達していない場合、土質データの最下層を工学的基盤面と設定

#### （2）地震波の設定基盤が $V_s=600\text{m/s}$ 以上の場合

土質データが岩盤となる地層の深さを工学的基盤面と設定。なお、構造物基礎底面が岩着している場合は、基礎底面を工学的基盤面とする。

### 2. 沖積地盤のゾーン（AT1、AT2、AT3）

➤関西圏地盤情報データベースや「新関西地盤情報」等の各種報告書から得られる近傍の土質情報により工学的基盤面の深さを設定する。

➤設定に当たっては、以下を考慮

- ・上町台地北部、東部及び西部に広がる沖積地盤では、沖積層以深は、N 値 60 以上の洪積砂れき層と N 値 25 未満の洪積粘土層が互層を形成
- ・大阪府港湾局では、過年度の耐震検討において、上記地層を考慮の上、PS 検層結果に基づき、工学的基盤面を設定（国、学識経験者と協議）

➤従って、大阪平野全体での整合をとるため、沖積地盤における工学的基盤面は、下記のルールを基本に設定する。

- ・上町台地北部及び東部地域  
⇒Dg2 層（第二洪積砂れき層）の上面
- ・上町台地西部（大和川以北）  
⇒Dg2 層（第二洪積砂れき層）の上面
- ・上町台地西部（大和川以南）  
⇒大阪府港湾局資料に基づく  
（阪神高速湾岸線等の土質データを基本）



### 2-3-3 点検に用いる地震動

国から提供された地震動データは、図2-2に示すように5kmメッシュごとのその中心における地震動波形が、せん断弾性波速度とともに与えられている。

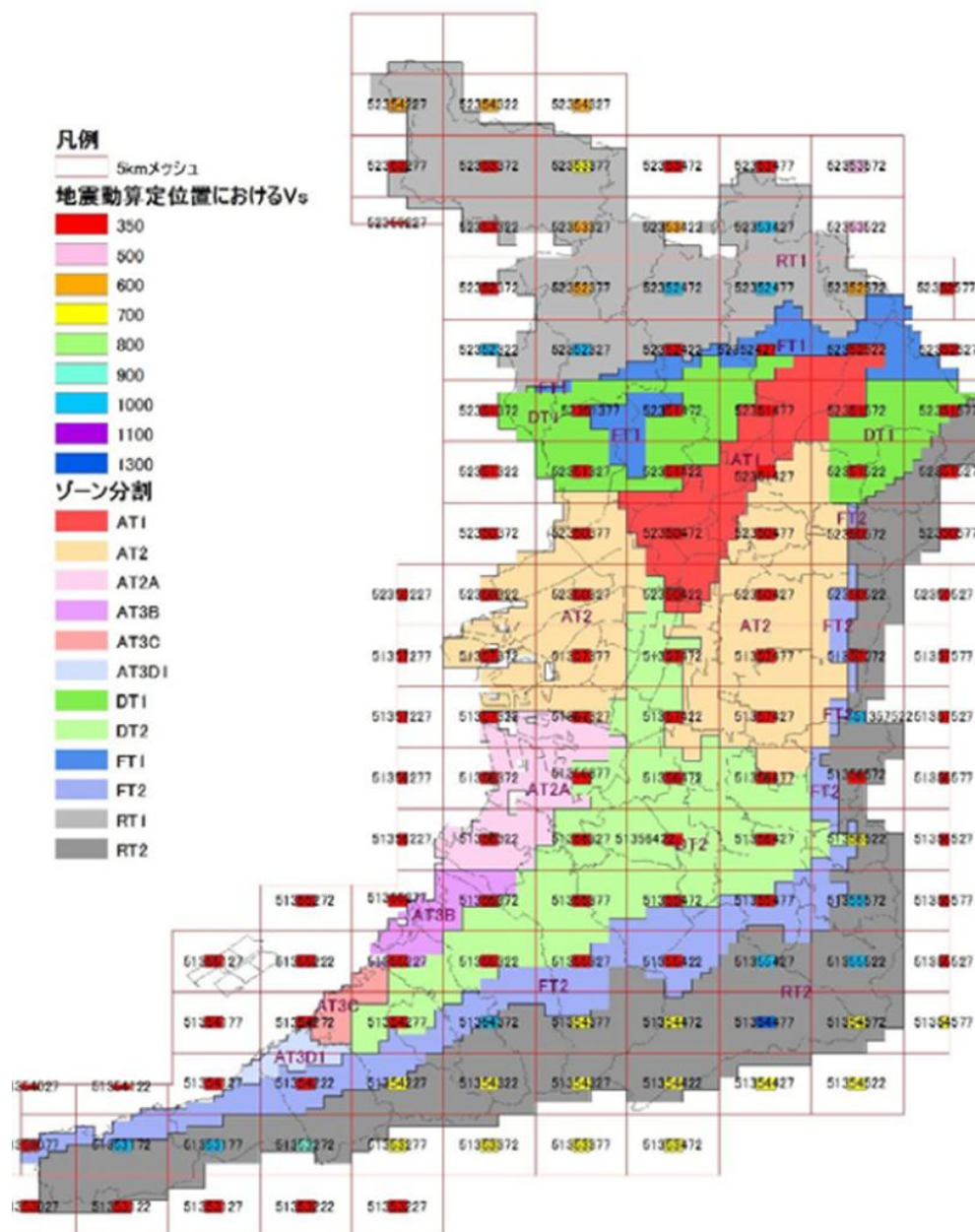


図2-2 メッシュ図

この地震動波形は、2-3-1で検討したように、各地盤ゾーンにおける工学的基盤面での地震動とみなすことができる。この地震動を1次元のSHAKEで計算し、地表面における地震動波形、加速度応答スペクトルを算出した。

各構造物の点検については、この地震動を用いることとする。

また、今回算出した南海トラフ巨大地震（国提供データ）の地震動と平成8年度において「大阪府土木構造物耐震対策検討委員会」で設定された内陸直下地震動の比較を行った結果を以下に示す。

比較は、地表面加速度と加速度応答スペクトルで行った。

### (1) 地表面最大加速度の比較

表 2-1 地表面最大加速度値

内陸直下地震動と南海トラフ巨大地震との比較

	I 南海トラフ巨大地震 (平成24年度内閣府提供)		II 大阪府土木構造物耐震対策検討委員会 (平成8年度)内陸直下型地震動		今回の判定 (I ≧ II)
	ゾーン	地表面最大加速度	地表面最大加速度		
沖積地盤	AT1	NS	333.9gal	487gal	
		EW	364.4gal		
	AT2	NS	200.8gal	中東部b: 613gal 中東部c: 727gal 中西部: 664gal	
		EW	362.0gal		
	AT2A	NS	256.7gal	403gal	
		EW	355.7gal		
	AT3B	NS	381.4gal		
EW		374.3gal			
AT3C	NS	487.0gal	406gal	×	
	EW	457.0gal			
AT3D1	NS	487.0gal		×	
	EW	457.0gal			
洪積地盤	DT1	NS	203.9gal	北西部: 699gal 北東部: 504gal	
		EW	440.4gal		
	DT2	NS	547.1gal	中南部: 770gal 南部: 454gal 南東部: 521gal	×
山地境界部	FT1	NS	282.4gal	545gal	
		EW	355.5gal		
	FT2	NS	523.7gal	東部: 701gal 南部: 613gal	
		EW	573.9gal		
岩盤	RT1	NS	133.3gal	324gal	
		EW	185.4gal		
	RT2	NS	566.4gal	東部: 338gal 南部: 334gal	×
		EW	543.2gal		

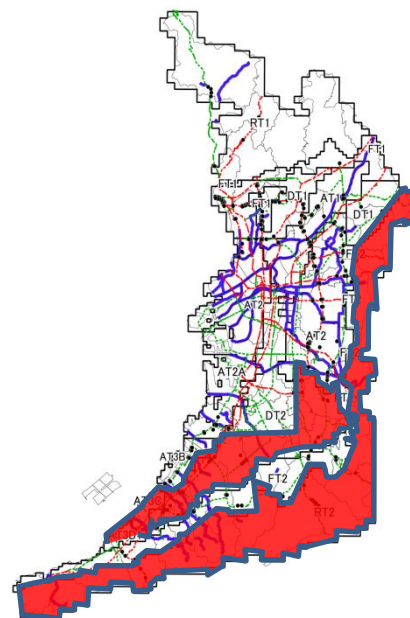


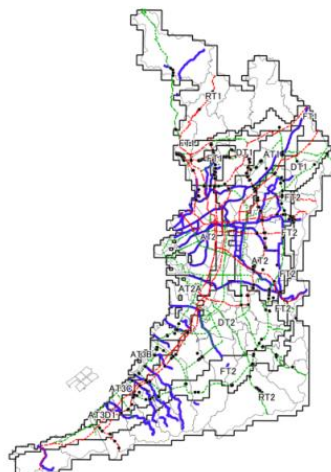
図 2-3 平面位置図

表 2-1 中黄色の着色部分、図 2-3 中赤色着色部分において、南海トラフ巨大地震による地表面最大加速度の値が、内陸直下地震動によるそれを上回っている。

### (2) 加速度応答スペクトルの比較

各ゾーンごとに、道路橋示方書に示すレベル2、タイプII地震動（従来の設計で考えてきた兵庫県南部地震レベルの内陸直下地震動）の加速度応答スペクトルと南海トラフ巨大地震動の加速度応答スペクトルを比較した。表 2-2 に示す黄色着色部分において道路橋示方書を上回る周期帯が見られた。

表 2-2 道示を上回る周期帯



地盤	ゾーン	道示地震動を上回る周期帯
沖積地盤	AT1	なし
	AT2	なし
	AT2A	0.18~0.25 s 0.38~0.45 s
	AT3B	0.10~0.15 s 0.23~0.32 s
	AT3C	0.10~0.50 s
	AT3D1	0.10~0.50 s
洪積地盤	DT1	0.12~0.14 s
	DT2	0.10~0.20 s
山地境界部	FT1	1.50~2.11 s 2.39~3.23 s
	FT2	0.16~0.27 s 1.50~2.84 s
岩盤	RT1	なし
	RT2	0.10~0.23 s 1.63~2.02 s

図 2-4 平面位置図

## 2-4 土木構造物の点検の進め方（地震動（揺れ・液状化））

### 2-4-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門・ダム・耐震強化岸壁等）

#### 1. 河川構造物（防潮堤等）

##### （1）照査基準

➤河川構造物の耐震性能照査指針・解説（平成24年2月 国交省国土保全局）

##### （2）点検の考え方

➤府内154河川（775km）の内、堤内地盤高または沈下後※の堤防高が照査外水位より低い低地河川を抽出 ※最大沈下量：堤防高の75%

➤対象河川数：32河川（105km）－90構造形式

##### （3）求める耐震性能

1）河川への遡上津波対策に関する緊急提言（平成23年8月 河川津波対策検討会）

➤津波対策としての河川堤防の高さは、計画上の津波水位に必要と認められる高さを加えて設定すべきであり、必要と認められる高さは、隣接する海岸堤防の高さとの整合、周辺のまちづくりとの関係等を勘案して設定すべき

2）河川構造物の耐震性能照査指針・解説（平成24年2月 国交省国土保全局）

➤最大級の地震動（L2-1）発生後においても、耐震性能の照査として考慮する外水位に対して、堤防として“河川の流水の河川外への越流を防止する機能”を保持することとする。

➤照査外水位

・14日間に発生する確率が1/10の洪水又は波浪の水位

・施設計画上の津波（L1）の水位

の何れか高い方とし、波浪・津波で照査外水位が決定する場合は、地殻変動に伴う“広域な地盤沈降量”を加味して評価を行う。

##### （4）点検手法

以下に示す手法で点検を実施する。一連の流れは図2-5に示す。

###### 【概略点検】

チャート式耐震診断システムにて詳細照査対象区間を抽出し、併せて簡易的に堤防沈下量を把握する。詳細は3-1-1に示す。

###### 【詳細点検】

一次点検の結果、沈下後の堤防高が照査外水位を下回った場合、次の条件で2次元解析を実施する。

・耐震補強未施工（堤防）：静的FEM解析

・耐震補強施工済（堤防）：動的FEM解析

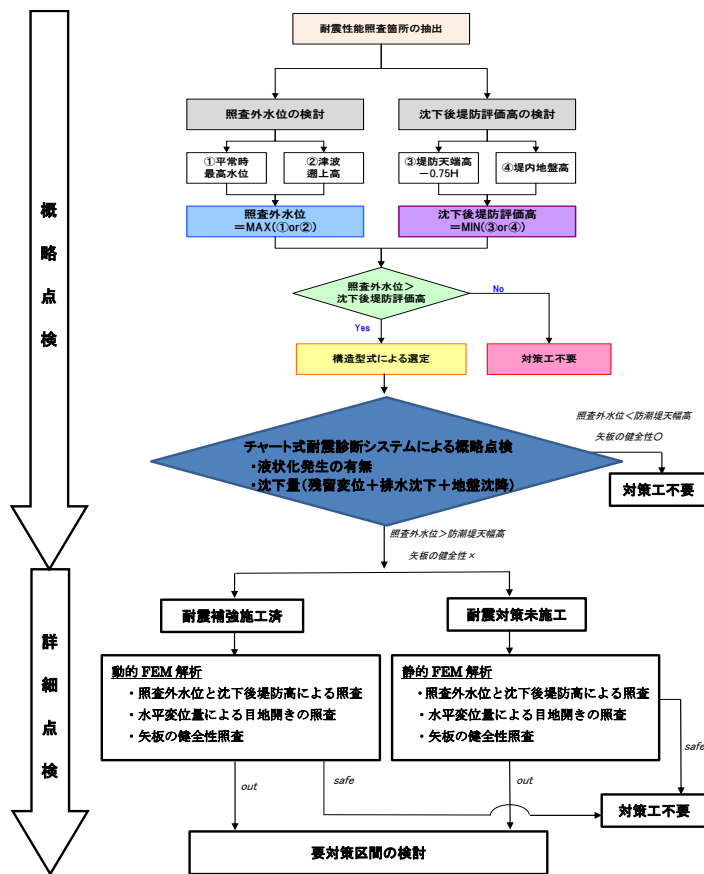


図 2-5 点検手法の流れ

## 2. 河川構造物（水門・排水機場）

### (1) 照査基準

➤河川構造物の耐震性能照査指針・解説（平成 24 年 2 月 国交省国土保全局）

### (2) 点検の考え方

➤津波来襲時に操作する水門と排水機場について耐震性能の照査を実施

### (3) 求める耐震性能

#### 【水門】

➤レベル 2 地震動に対して、水門としての機能を保持する。

- ・ 門柱・堰柱 : 地震時保有水平耐力が、門柱・堰柱に作用する慣性力を下回らないとともに、門柱・堰柱の残留変位が許容残留変位以下であること。
- ・ 基礎 : 地震時に降伏しないこと。但し、液状化が生じる場合には基礎の塑性化を考慮。
- ・ ゲート : ゲートの残留変位がゲートの開閉性から決定される許容残留変位以下であること。
- ・ 函渠 : 函体に生じる曲げモーメント及びせん断力が、それぞれ、終局

- ・堰柱床板 : 曲げモーメント及びせん断力以下であるとともに、継手を有する場合には、継手の変位が許容変位以下であること。
- ・堰柱床板 : 曲げモーメント、せん断力及び押抜きせん断力に対して必要な部材厚を有すること。

#### 【排水機場】

- レベル2地震動に対して、排水機場としての機能を保持する。
- ・ 機場本体 : 機場本体の終局耐力が地震時に発生する断面力を下回らないとともに、機場本体の残留変位が許容残留変位以下であること。
- ・ 基礎 : 地震時に降伏しないこと。但し、液状化が生じる場合には基礎の塑性化を考慮。

#### (4) 点検手法

- 大阪湾に対する津波に関する情報が発表となった時に操作する水門、排水機場等河川構造物の各施設について、躯体、基礎及び地盤部の2次元モデルを構築し、動的FEM解析により実施する。

### 3. 河川構造物（治水ダム）

#### (1) 点検の考え方

- 治水ダムは震度法による耐震設計を実施しているが、レベル2地震動に対して、所要の耐震性能が確保されていることを確認する。
- ⇒ 治水ダムすべて（箕面川ダム、狭山池ダム）を対象とする。

#### (2) 求める耐震性能

- 貯水機能が維持されること。
- 変形に伴う沈下が貯水の越流を生じるおそれがないほど小さく、かつ地震後において浸透破壊を生じるおそれがないこと。

#### (3) 点検手法

以下に示す手法で点検を実施する。一連の流れは図2-6に示す。

参考基準：大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)・同解説（平成17年3月 国交省河川局）

- 等価線形法等による動的解析を行い、地震時にすべり破壊が生じないと判断される場合は、ダム本体の損傷が生じるおそれはないため、所要の耐震性能は確保されるものとする。
- 上記の検討でダム本体の損傷が生じるおそれがある場合は、さらに解析結果を用いた塑性変形解析により、すべり等の変形を推定する。
- 上記の検討の結果、変形に伴う沈下が貯水の越流を生じるおそれがないほど小さく、かつ地震後において浸透破壊を生じるおそれがない場合には、ダムの

貯水機能は維持されるとし、かつ修復可能な範囲にとどまる場合には、所要の耐震性能は確保されるものとする。

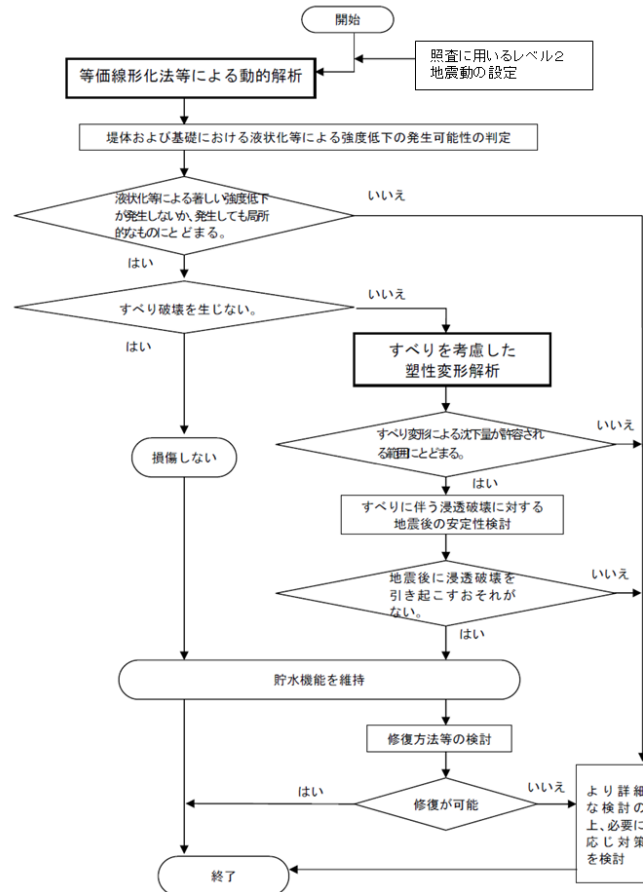


図 2-6 点検手法の流れ

#### 4. 海岸保全施設（防潮堤、水門、樋門等）

##### (1) 照査基準

- 海岸保全施設の技術上の基準・同解説（平成 16 年 6 月 国交省・農水省）
- 港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 19 年 7 月 国交省港湾局）

##### (2) 点検の考え方

- 照査対象範囲：防潮堤 74 km、水門 12 か所、樋門 42 か所、門扉 118 か所

##### (3) 求める耐震性能

- 設計津波に対する海岸保全施設の構造の安全及び天端高の維持。

##### (4) 点検手法

以下に示す手法で点検を実施する。一連の流れは図 2-7 に示す。

###### 【概略点検】

チャート式耐震診断システムを用いて、地震発生時の変形量を算定し、地震に対する危険性が高い施設を抽出。詳細は 3-1-1 に示す。



## 【詳細点検】

危険性が高い施設について、動的有効応力解析により、地震時の地盤の液状化に伴う地盤変動を時刻歴で解析。

解析で得られた地震後の残留変位や液状化発生状況などの解析結果に基づいて、海岸保全施設が要求される耐震性能を照査。

【防潮堤の点検手法】

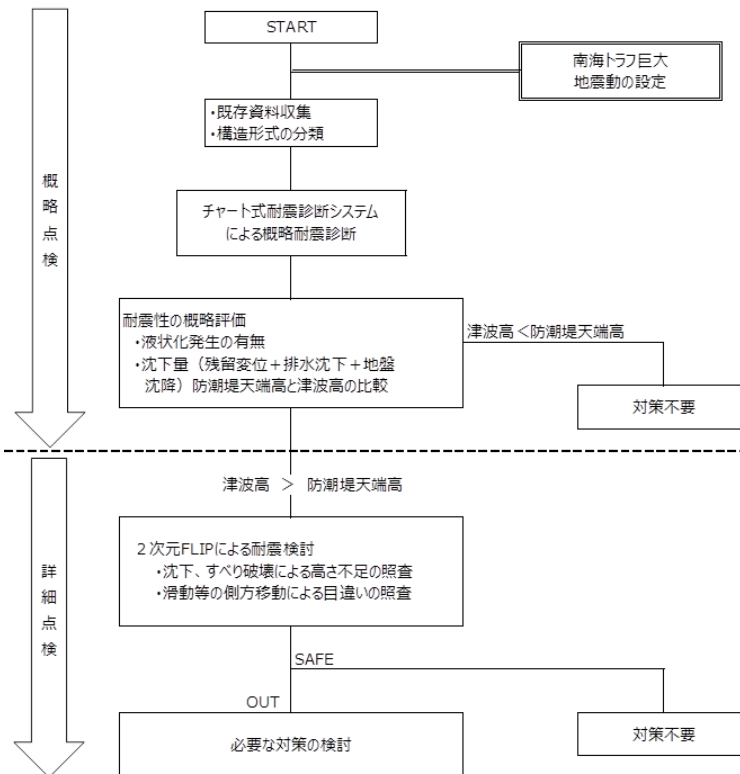


図 2-7 点検手法の流れ

## 5. 港湾施設（耐震強化岸壁）

### (1) 耐震強化岸壁とは

➤耐震強化岸壁は、大規模地震が発災した際に、発災直後から緊急物資等の輸送や経済活動の確保を目的とした、通常岸壁よりも耐震性を強化した係留施設。

### (2) 照査基準

➤港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年7月 国交省港湾局）

### (3) 点検の考え方

➤照査対象範囲：耐震強化岸壁

### (4) 求める耐震性能

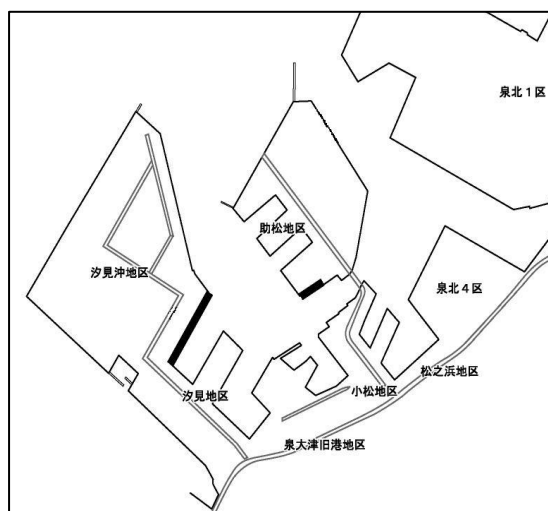
➤緊急物資輸送に必要な使用性の確保

➤照査残留変形量 30～100 cm

(5) 点検手法

- 耐震強化岸壁の耐震性能の再点検について（平成24年2月）
- 上記に基づき、チャート式耐震診断プログラムにより、残留変形量を照査

地区名	岸壁名	施設諸元			No	備考
		水深(m)	バース数	延長(m)		
助松地区	助松1号岸壁	-9.0	1	280	①	緊急物資等輸送用
汐見地区	汐見5号岸壁	-12.0	3	720	②	緊急物資等輸送用



## 2-4-2 砂防施設（砂防えん堤等）

### 1. 砂防施設（砂防えん堤、急傾斜地崩壊防止施設、地すべり防止施設等）

#### （1）照査基準

➤河川砂防技術基準（案）及び土石流対策指針（案）

#### （2）点検の考え方

➤大阪府土木構造物耐震対策検討委員会（平成8年度）の結果を基本とする。  
⇒砂防施設は耐震設計は実施していないが、上記委員会において、内陸断層帯地震による耐震点検を実施した結果、砂防施設の耐震補強は必要ないとされている。

➤したがって、今回使用する地震動の加速度レベルが、上記委員会で検討したもののより同等レベルあるいは小さければ、砂防施設は南海トラフ巨大地震による影響はないと判断する。

※上記の他、地すべり防止施設については、影響範囲に重要施設がないことを確認する。

#### （3）求める耐震性能

➤保全人家に被害が及ばない損傷に留め、応急復旧により二次災害を防止する。

#### （4）平成8年度の結果

1) 砂防えん堤：耐震設計をしていない施設で、基礎地盤の種別毎(岩盤、それ以外)の最大級を1箇所ずつを抽出

➤対象箇所：川合裏川10号えん堤（三島地域、岩盤）、一の木えん堤（三島地域、岩塊・玉石）

⇒レベル2地震動（大阪府想定標準地震動；山地部の最大加速度338gal）を用いて震度法で評価を実施した結果、えん堤に滑動及び転倒は生じない（えん堤上流端で引張応力は発生）。

2) 急傾斜地崩壊防止施設：地形的に危険性が高く構造形式が異なる4箇所を抽出

➤対象箇所：アンカー付法枠2箇所（北河内地域、南河内地域）  
：アンカー付もたれ擁壁1箇所（豊能地域）、重力式1箇所（北河内地域）

⇒レベル2地震動（大阪府想定標準地震動；平野部の最大加速度727gal）を用いて震度法で評価を実施した結果、施設の安全性に問題は生じない（コンクリート法枠が部分的にクラック発生の可能性）。

3) 地すべり防止施設：大阪府で最も大きな地震動となる1箇所を抽出

➤対象箇所：黒谷地区地すべり防止施設（中河内地域）

⇒レベル2地震動（大阪府想定標準地震動；山地部の最大加速度338gal）を用いてNewmark法で評価を実施した結果、大規模な地すべりが発生する可能性

は低い（すべり土塊の移動量は、すべり面長 41m の約 1% (45cm)）。

## 2-4-3 道路施設（橋梁等）

### 1. 道路施設（橋梁等）の揺れに対する影響

#### (1) 照査基準

- 道路橋示方書（平成 8 年・14 年・24 年）
- 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料（平成 24 年 11 月）

#### (2) 点検の考え方

##### 1) 対象橋梁

- 大阪府地域防災計画に定める広域緊急交通路等に架かる橋のうち、耐震補強が完了した 306 橋。なお、今後耐震補強を行うものは、南海トラフ地震動についても確認して設計を行う。

##### 2) 目的

- これまで道路橋示方書の設計地震動に基づき実施した耐震対策が、南海トラフ巨大地震に対しても耐震性能を確保できているか照査。

#### (3) 求める耐震性能

- 地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能回復が速やかに行い得る性能を確保。

#### (4) 点検手法

以下に示す手法で点検を実施する。一連の流れは図 2-8 に示す。

- 南海トラフ巨大地震の地震波と道路橋示方書の地震波を比較し、南海トラフ地震波が道路橋示方書の地震波の応答レベルを上回る周期帯の橋梁を抽出し、動的解析を含む詳細調査を実施。

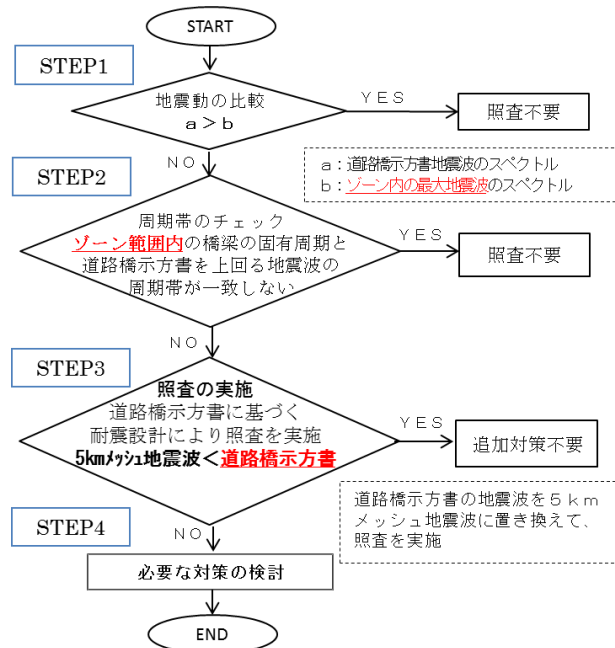


図 2-8 点検手法の流れ

## 2. 道路施設（橋梁等）の液状化に対する影響

### （1）点検の考え方

#### 1) 対象橋梁

- 広域緊急交通路に架かる橋梁のうち、図2-9に示す液状化の恐れがある沖積地盤のゾーン（AT1, AT2, AT2A, AT3B, AT3C, AT3D1）に架かる橋梁。
- 杭基礎照査及び構造物の変位量等の確認については、液状化の影響が杭基礎にとって厳しい条件となる、大阪中央環状線 大日跨道橋を代表橋梁として実施。

#### 2) 目的

- 液状化による地震動の増幅特性の変化を考慮した場合においても、南海トラフ巨大地震に対して耐震性能を確保できているか照査。
- 液状化による杭基礎の南海トラフ巨大地震に対する健全性の照査。
- 液状化に伴う地盤沈下や構造物の変位量等を確認し、応急措置による速やかな通行機能の確保ができるか確認。

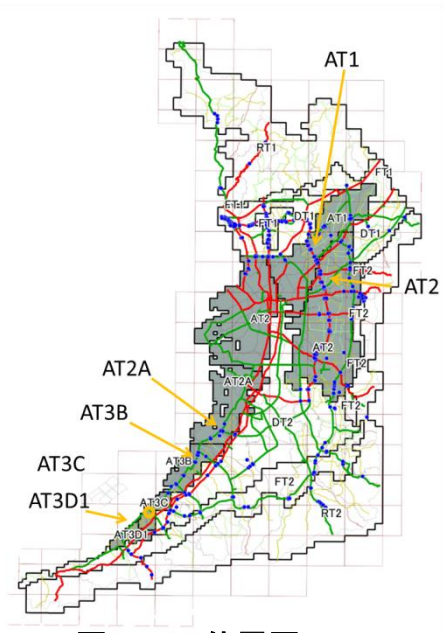


図2-9 位置図

### （2）点検手法

- 液状化を考慮した地震応答解析ができる「有効応力解析（FLIP）」により、南海トラフ巨大地震の基盤波を地表面波に引き上げ、道路橋示方書の地震波の応答レベルを上回る周期帯の橋梁を抽出し、詳細調査を実施。
- 橋梁の位置の地盤条件に基づき、液状化を考慮した有効応力解析により、南海トラフ地震の基盤波を地表面波に引き上げ、橋梁の固有周期から設計水平震度を求め、道路橋示方書の設計手法に基づき、杭基礎のせん断、曲げの静的照査を実施。
- FLIPによる動的解析を実施し、構造物や地盤の水平・鉛直方向の変位量を算出。

## 2-4-4 下水道施設（処理場等・管渠等）

---

### 1. 下水道施設（処理場・ポンプ場、管渠）の揺れに対する影響

#### （1）照査基準

➤下水道施設の耐震対策指針と解説 2006年版（日本下水道協会）

#### （2）点検の考え方

##### 1) 対象エリア

➤震源域に近い臨海部に位置し、供用開始年度が比較的長く、施設規模の大きい代表的な配置、構造になっているもの  
⇒南大阪湾岸流域 北部処理区を選定

##### 2) 対象施設

➤処理場・ポンプ場：機能停止した際の影響（揚水機能の確保）  
⇒北部水みらいセンターの沈砂池ポンプ棟を選定  
➤下水道管：流下量大、液状化地盤、緊急交通路下  
⇒2幹線（高石泉大津幹線（シールド）、和泉忠岡幹線（推進））を選定

#### （3）求める耐震性能

##### 1) 処理場・ポンプ場

➤構造物が損傷を受けたり、塑性変形が残留したりしても、比較的早期の機能回復を可能とする性能を確保する。

➤震度法（地盤応答解析にて地表面加速度を計算し設計水平震度を算出）にて応力を算定し、じん性を考慮した限界状態設計法（終局限界）による断面照査を行う。

##### 2) 下水道管

➤流下機能を確保する。

➤地盤応答解析にて変位量を計算（応答変位法）し、管本体の強度、継手部の拔出し、断面照査（マンホール）などの検討を行う。

#### （4）点検手法

➤南海トラフ巨大地震による地震動とH8大阪府想定標準地震動の大きさ（外力）を比較する。一連の流れは図2-10に示す。

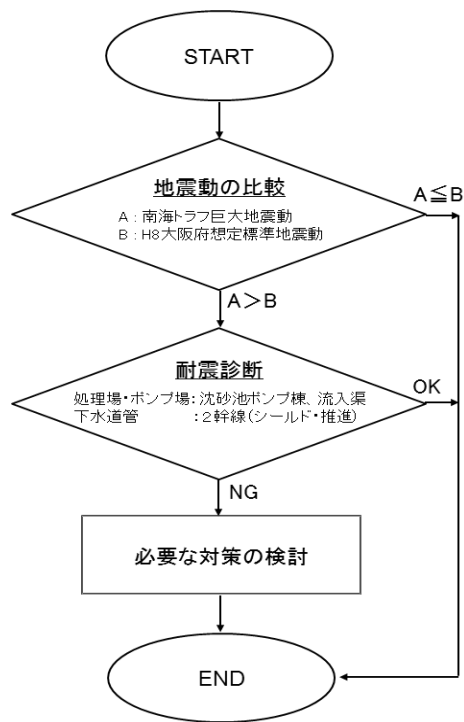


図 2-10 点検手法の流れ

## 2. 下水道施設（処理場・ポンプ場、管渠）の液状化に対する影響

点検手法の流れを図 2-11 に示す。

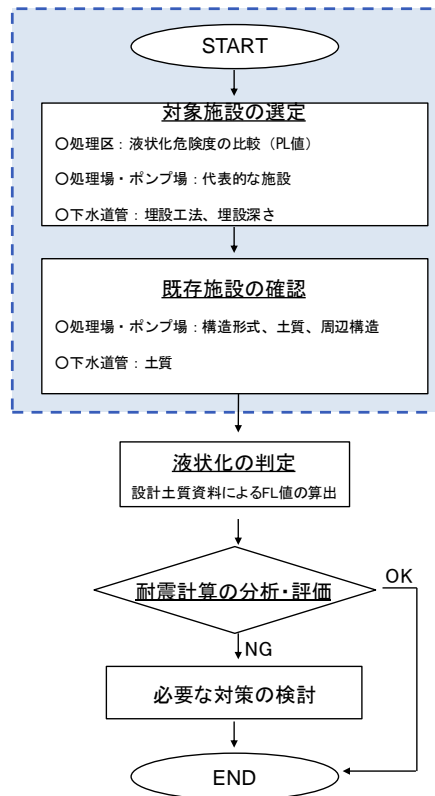


図 2-1 1 点検手法の流れ

1) 処理場・ポンプ場

- 寝屋川流域は沖積層地盤であり、南大阪湾岸流域は埋め立て地盤であるため、全ての処理場・ポンプ場は杭構造となっている。
- 摩擦杭構造と支持杭構造の2か所について点検する。

2) 下水道管

- 1次スクリーニング
  - ⇒新たに液状化が想定されている区域内（寝屋川流域 L=161km、南大阪湾岸流域 L=108km）のうち、開削工法で施工された区間を抽出（シールド工法、推進工法は埋設位置が深く、液状化の被害は少ない）
- 該当区間のうち、PL 値が 15 以上の区間において詳細検討



## 2-5 土木構造物の点検の進め方（津波）

### 2-5-1 河川・海岸施設（防潮堤等）

点検に当たっては、地震の揺れにより防潮堤等が沈下しても設計対象の津波高（L1津波高）相当の高さは確保できている（液状化対策等を実施した後の状態）ものとした。

その上で、L1津波高と南海トラフ巨大地震による最大クラスの津波高（L2津波高）に対して、波圧、被覆、洗掘の影響と必要な対策を図-2-12に示すフローにより検討した。

なお、波状段波や越流の発生の違いによる津波波力式の適用の考え方を図2-13に示す。

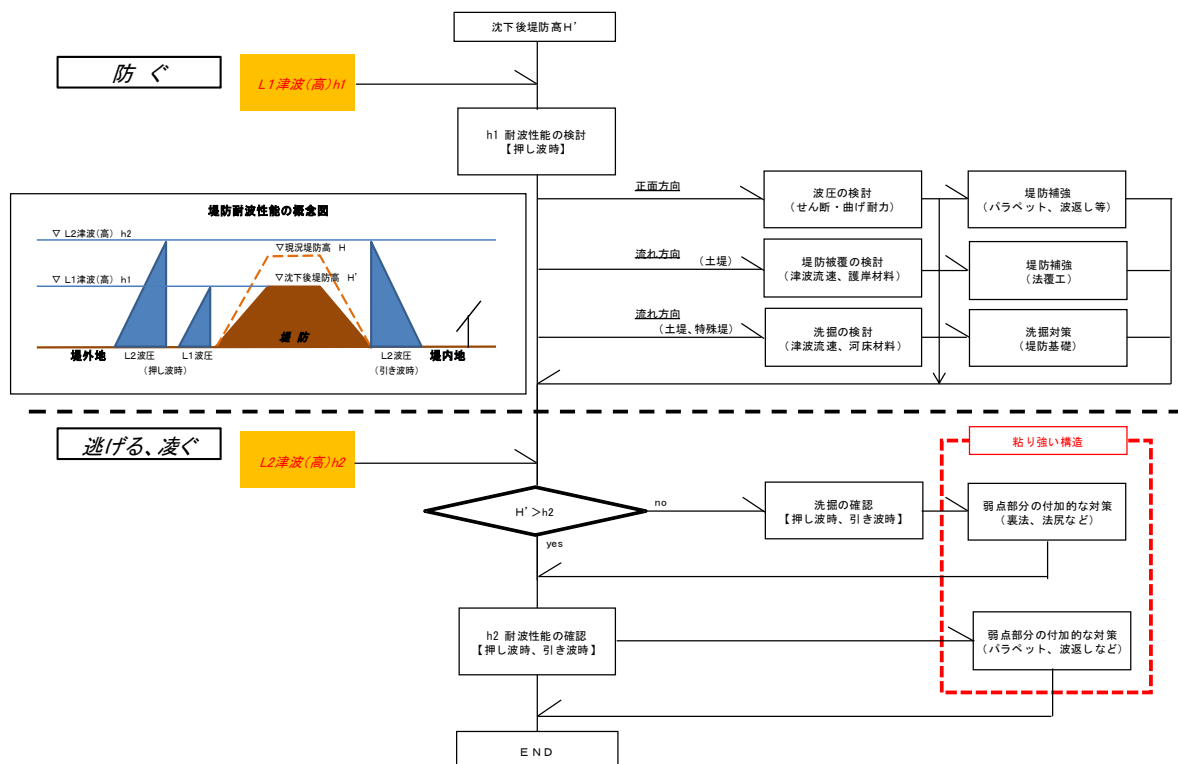


図2-12 検討フロー

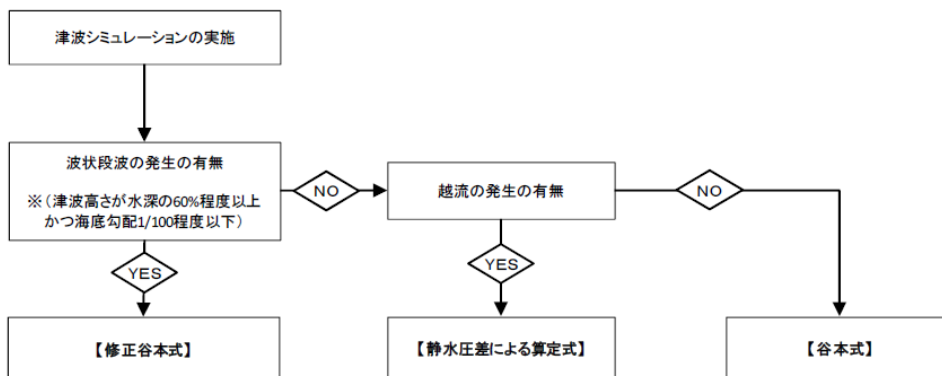


図 2-13 津波波圧式選定フロー

## 2-5-2 道路施設（橋梁等）

東日本大震災では、津波による上部構造の流出被害が報告されていることから、浸水区域内の広域緊急交通路に架かる橋梁を対象に点検することとした。

点検内容を以下に示し、点検の流れを図2-14に示す。

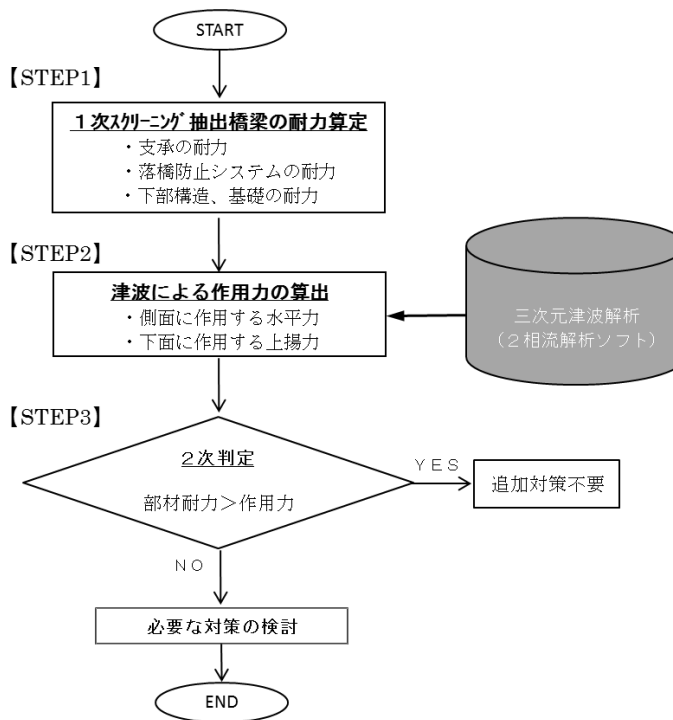


図2-14 点検フロー

### (1) 点検の考え方

#### 1) 対象橋梁

- 浸水区域内の広域緊急交通路（府道大阪臨海線、府道泉佐野岩出線）に架かる24橋。

#### 2) 目的

- 津波による上部工流出や倒壊の危険性を照査。

### (2) 点検手法

#### 1) 1次スクリーニング

- 対象橋梁の上部構造の桁下高さを最大クラスの津波高（L2津波高）が上回るかどうかをチェックし、上回る場合に2次照査を実施。

#### 2) 2次照査

- 三次元津波解析（２層流解析ソフトによる）により、津波による作用力（水平力、上揚力）を算出し、既設の支承、落橋防止システム、下部構造・基礎の耐力と比較検証。

## 2-5-3 下水道施設（処理場等・管渠等）

### 1. 点検個所の選定

- 震源域（南海トラフ）に近い大阪南部の臨海部に位置
- 施設規模が大きく、代表的な施設配置  
⇒北部水みらいセンターを選定

### 2. 想定する津波高との高さ比較

- 既設堤防高とL2津波高の比較を行う
- L2津波高と各施設（電気棟など）との高さ比較を行い、放流渠や雨水排水  
管などからの津波浸水の確認を行う。

### 3. 点検のイメージ

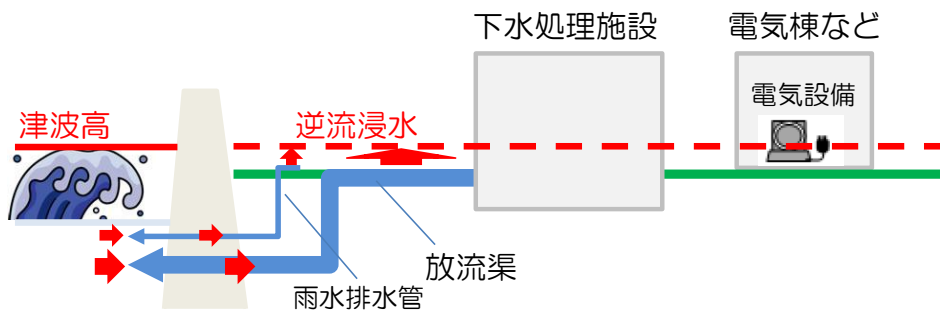


図2-15 点検イメージ

## 3 土木構造物の点検結果（中間報告）

本章では、今回の中間報告までに概ね点検が完了した地震動（揺れ・液状化）の影響についての結果を示すこととし、津波の影響についての結果は、次回以降の報告に盛り込むこととした。

### 3-1 津波浸水想定に必要な防潮堤等の沈下量について（簡易診断結果）

#### 3-1-1 チャート式耐震診断システム（沈下量の簡易診断）について

##### （1）チャート式耐震診断システムの概要

###### 1) チャート式耐震診断システムについて

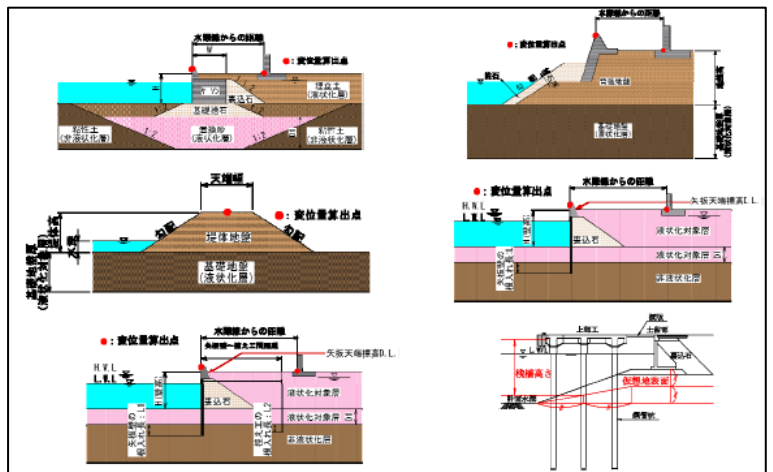
- 湾岸にある堤防・防潮堤等の施設は、施設の延長が非常に長く、構造形式も様々なことから、全施設の耐震診断を実施することは、多大な費用と時間が必要となる。
- このため、国土交通省港湾局では、地震に対する危険性が高い施設（堤防・防潮堤等）を「簡単に」、「早く」抽出することが出来る「チャート式耐震診断システム」を開発。

###### 2) システムの概要

- 地震発生時の堤防・防潮堤の変形量を高精度で予測するためには、施設毎に複雑なシミュレーションを、多大な費用と時間をかけて実施することが必要となる。
- そこで、チャート式耐震診断システムでは、予め、条件を様々なに設定したシミュレーションによる変形量の計算結果をデータベース化しておくことで、護岸形式や土質条件など、数値を入力するだけで変形量（水平・鉛直変位）を算定し、地震に対する危険性が高い施設を抽出することができる。

###### 3) システム活用のイメージ

- ① 診断したい堤防・防潮堤の個別条件（構造形式や土質条件、地震動など）をシステムに入力
- ② 入力条件に合う結果をデータベースが照合
- ③ 条件に最も近い照合結果（施設の水平変位・鉛直変位の量）が算定される。



#### 4) システムの特徴

- このシステムは、膨大な延長の中から、地震に対する危険性が高い施設を「簡単に」、「早く」抽出するために開発されたシステムのため、主に必要点検箇所（危険性が高い施設）の抽出（スクリーニング）に用いられている。
- そのため、チャート式耐震診断システムでは、危険性が高い施設の抽出に見落としや漏れが無いよう、一定の精度を確保しながらも、データベースから安全側の結果（大きな変形量）を抽出する傾向がある。
- なお、このスクリーニングで要点検箇所（危険性が高い施設）に抽出された施設は、この後、より詳細なシミュレーション（解析計算）を行い、対策の必要性や、対策が必要となった場合は対策検討を進めることとなる。

### 3-1-2 沈下量の簡易診断結果

#### 1. 診断位置図及びチャート診断結果縦断帯図

##### (1) 河川構造物（防潮堤等）

- 府内 154 河川（775km）の内、堤内地盤高または沈下後※の堤防高が照査外水位より低い低地河川を抽出 ※最大沈下量：堤防高の 75%
- 対象河川数：32 河川（105km）－90 構造形式

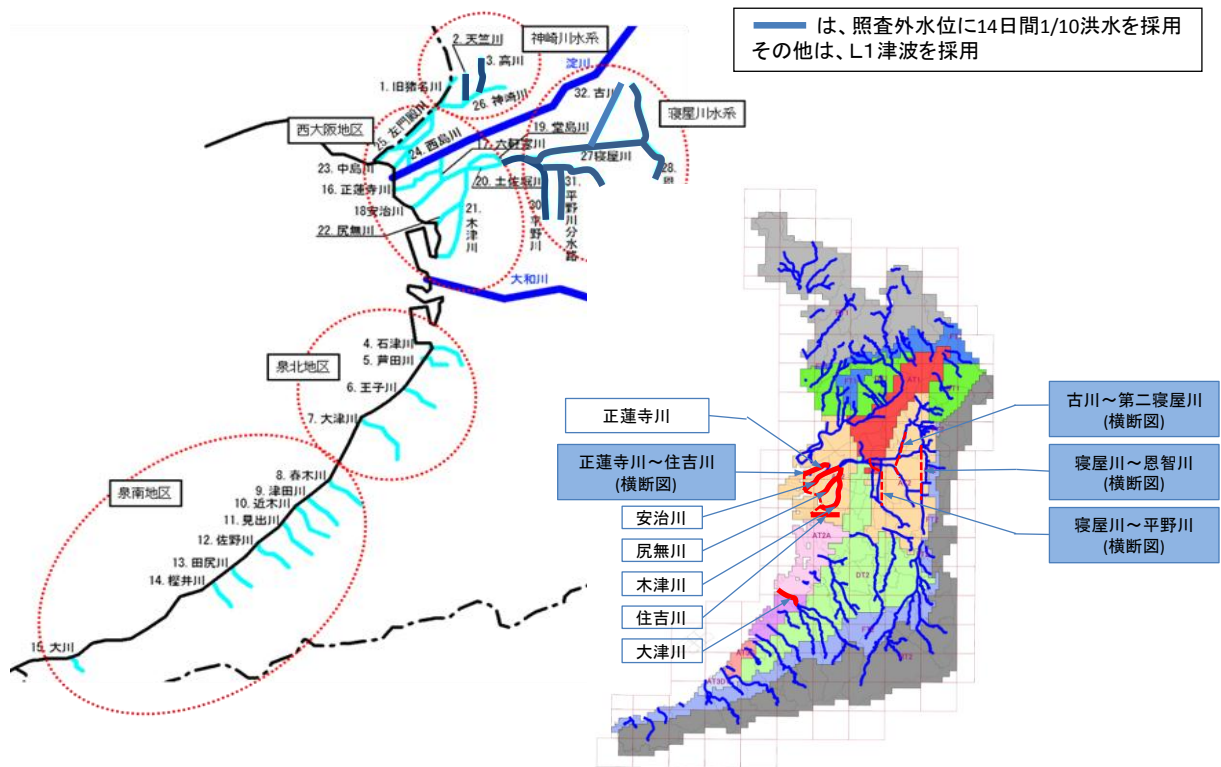


図 3-1 診断位置図（河川）



チャート診断結果縦断帯図は、代表として安治川及び尻無川を以下に示す。

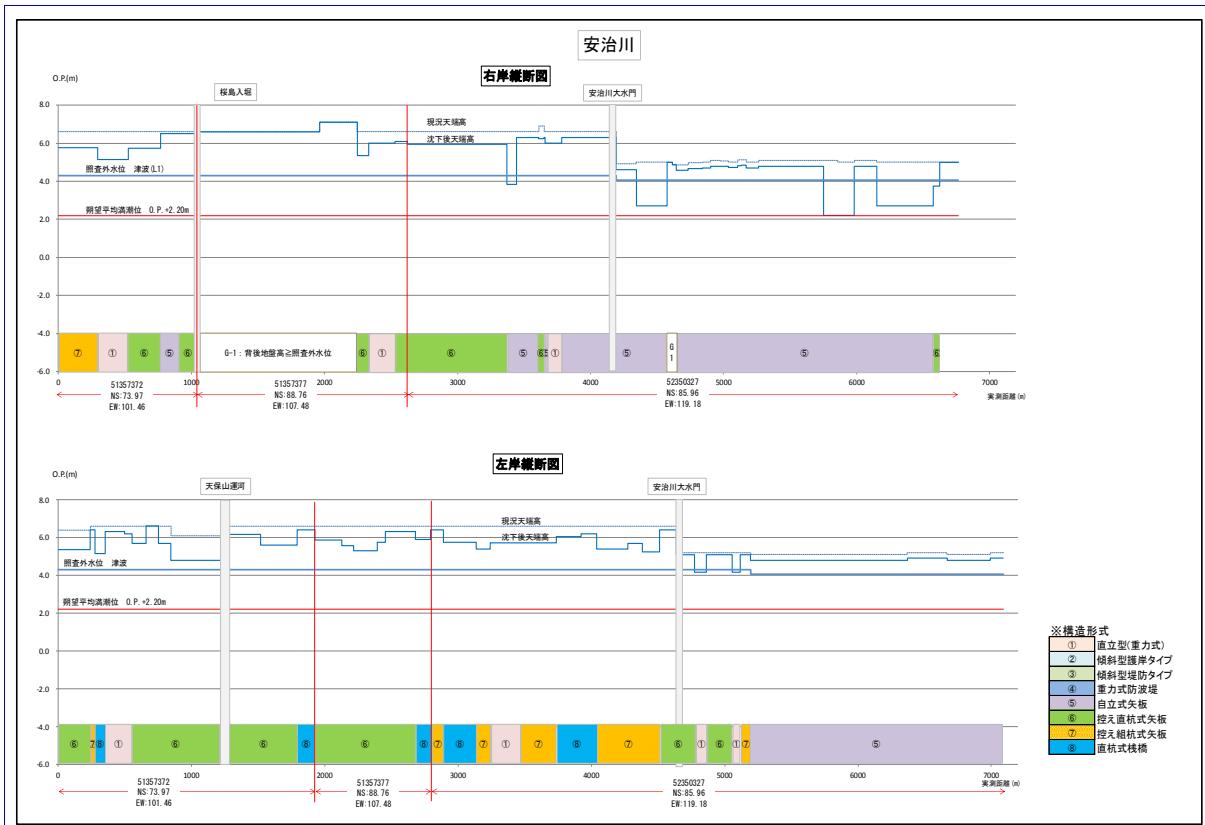


図 3-2 安治川縦断帯図

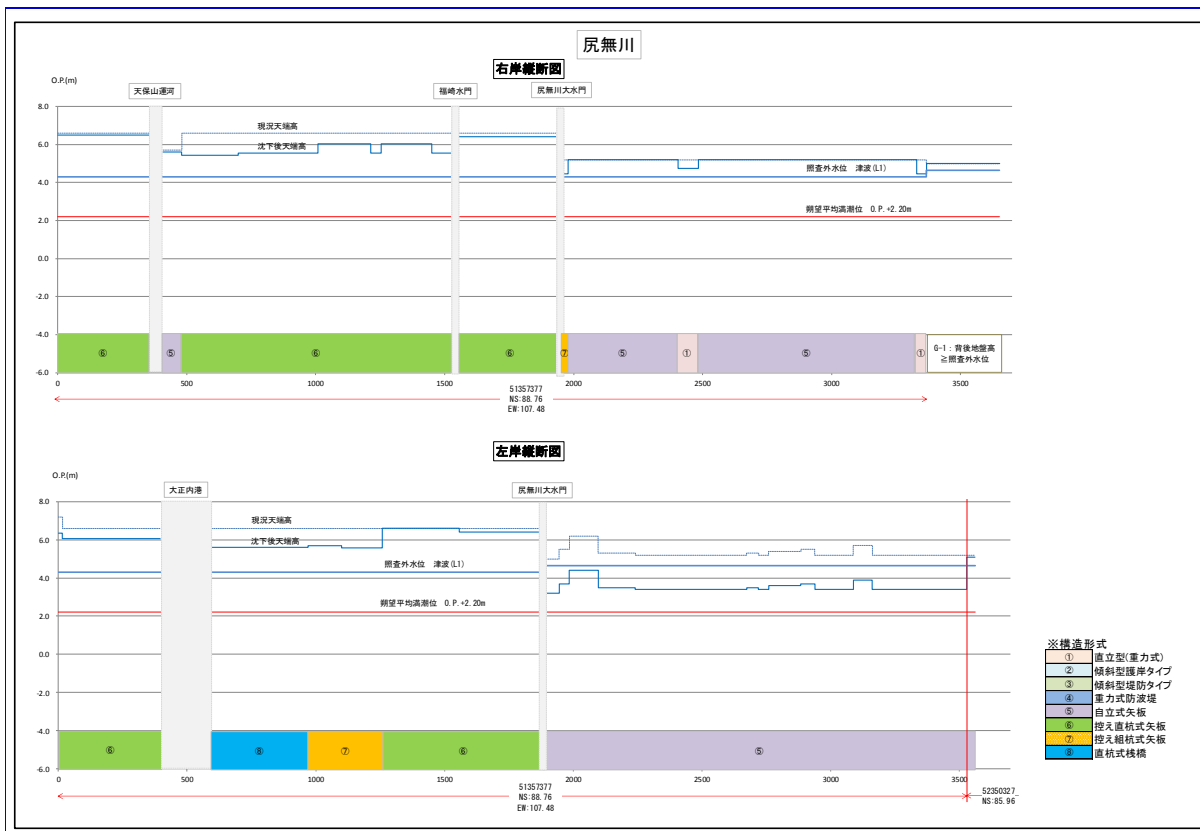


図 3-3 尻無川縦断帯図

(2) 海岸保全施設(防潮堤、水門、樋門等)

➤照査対象範囲：防潮堤 74 km、水門 12 か所、樋門 42 か所、門扉 118 か所

代表として堺泉北港管内を図 3-4 に示す。

《海岸防潮堤のチャート診断結果》

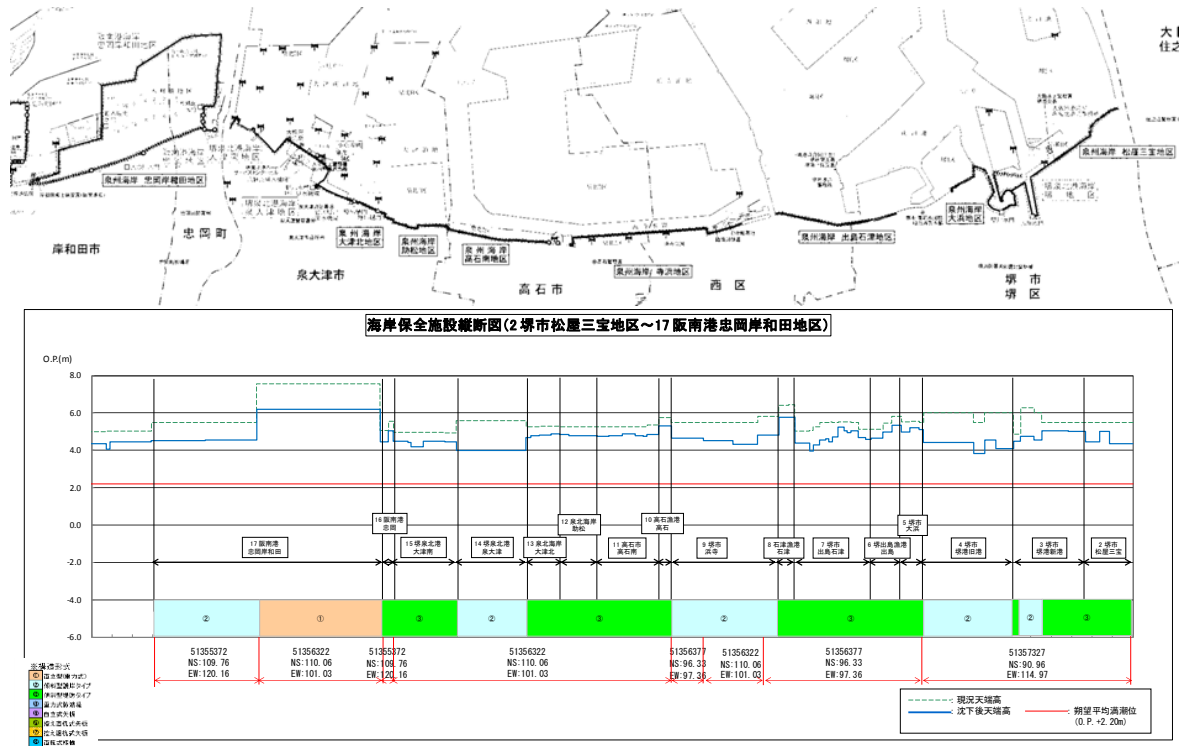


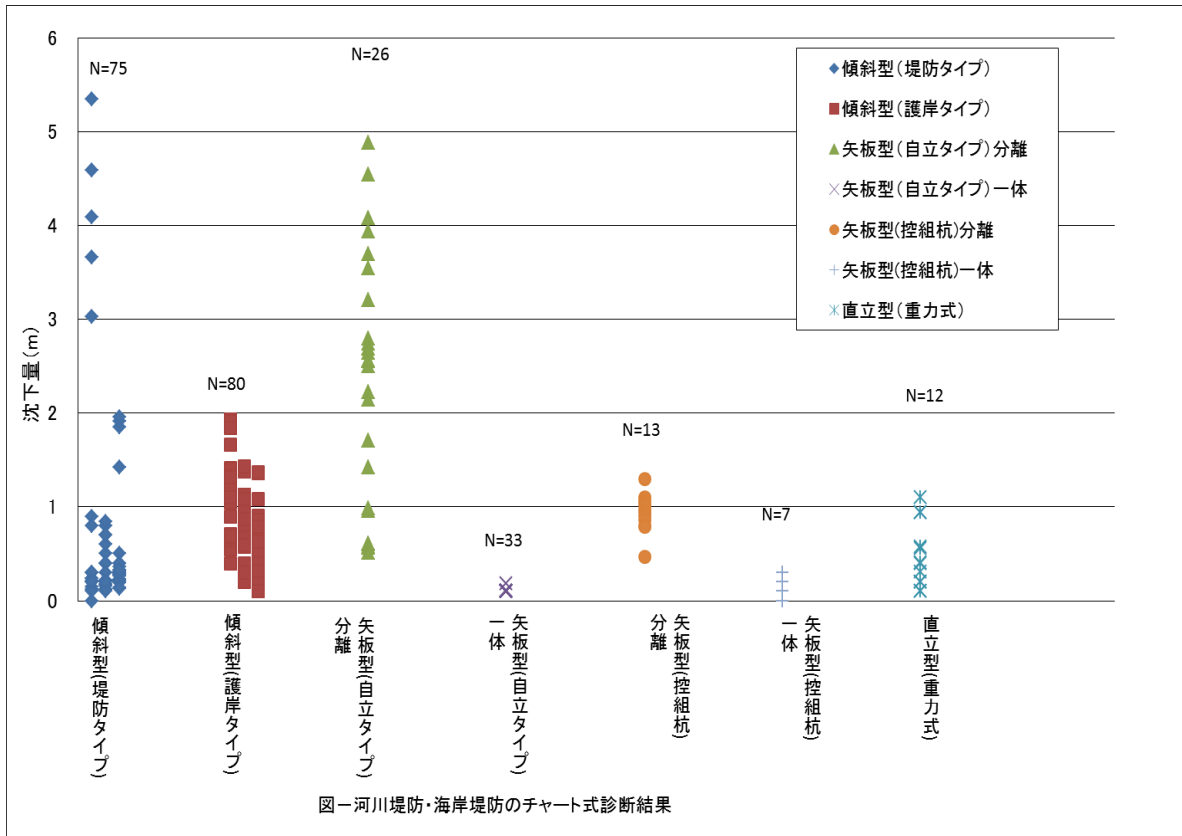
図 3-4 診断位置図及び堺泉北管内縦断帯図 (海岸保全施設)

2. チャート診断結果総括表（河川・海岸）

表 3-1 チャート診断結果

チャート式堤防タイプ		診断断面数			沈下量(m)			(中間値)	
傾斜型 (堤防タイプ) 	東部大阪	AT2	4	5.55	~	3.86	4.7		
	豊能	AT2	1	3.23	~	3.23	3.2		
	泉州	AT3D1、AT3C、AT2A、FT2	4	1.82	~	0.60	1.2		
	泉州海岸	AT2A、AT3B、AT3C、FT2	71	1.15	~	0.26	0.7		
傾斜型 (護岸タイプ) 	豊能	AT2	1	2.13	~	2.13	2.1		
	東部大阪	AT2	4	2.11	~	1.42	1.8		
	泉州	AT3C、AT2A	3	1.61	~	0.95	1.3		
	泉州海岸	AT2A、AT3B、AT3C、AT3D1、FT2	67	1.92	~	0.53	1.2		
直立型 (重力式タイプ) 	西大阪	AT2	6	1.14	~	0.51	0.8		
	泉州	AT2A、FT2	3	0.72	~	0.26	0.5		
	泉州海岸	AT2A、AT3B、FT2	3	1.39	~	0.50	0.9		
チャート式堤防タイプ		診断断面数			沈下量(m)			(中間値)	
矢板式 (自立タイプ) 	【分離】	西大阪	AT2	13	4.75	~	1.91	3.3	
		東部大阪	AT2、DT2、AT1	7	5.09	~	0.77	2.9	
		豊能	AT2	1	2.94	~	2.94	2.9	
		泉州	AT3B、AT2A	4	1.61	~	0.65	1.1	
		泉州海岸	AT3D1	1	2.92	~	2.92	2.9	
		【一体】	西大阪	AT2	25	0.38	~	0.30	0.3
		東部大阪	AT1、AT2	5	0.30	~	0.30	0.3	
	泉州	AT2A	3	0.26	~	0.24	0.3		
矢板式 (控え直杭タイプ) 	【分離】	西大阪	AT2	13	1.50	~	0.67	1.1	
	【一体】	西大阪	AT2	7	0.50	~	0.20	0.4	
		計		246	5.55	~	0.20	2.9	

表3-2 構造タイプ別の沈下量の分布



### 3-1-3 沈下量の簡易診断結果の補正の考え方

チャート式耐震診断システムによる防潮堤等の沈下量算出結果がかなり安全側の値を示したことから、津波浸水想定を設定するにあたり、動的解析結果や構造物のタイプ、地盤条件などを精査して一部補正を行った。

この際、津波浸水想定結果がハザードマップとして各沿岸、沿川市町の避難施策の基本となるものであるため、補正にあたっては常に安全側の評価となるよう心掛けた。

#### ■沈下量補正の考え方について

- 津波浸水想定に用いる沈下量は、原則、チャート式耐震診断結果を採用
- 動的解析結果を基にチャート式耐震診断による沈下量を補正
  - このため、防潮堤の構造形式ごとに、チャート式耐震診断で沈下後の堤防高が照査外水位を下回るなど比較的值の大きい結果となった断面を中心に、動的解析を実施 ⇒ 27断面
- 補正の基本的な考え方は以下のとおり
  - 「堤防タイプ（構造形式）」と「地盤条件（防潮堤基礎）」により分類
  - 「地盤条件」は、別体タイプ（前面の「護岸」と背後の「防潮堤」が分離されているもの）の場合も「防潮堤の基礎」における地盤条件とする。
  - 分類別にチャート式耐震診断結果と動的解析結果の比率を算出し、最も安全側の比率を分類ごとの補正係数とする。
- 上記に基づき、検証した結果、補正の方針は以下のとおりとなった。
  - ①図3-5のとおり、基礎が液状化層中に留まっているものは、変位量が大きく、堤防機能は無いものとした。
  - ②図3-6のとおり、基礎が液状化層を貫通しているものは、タイプ別に何らかの補正が可能。（但し、特殊な構造形式のものについては個別に補正）

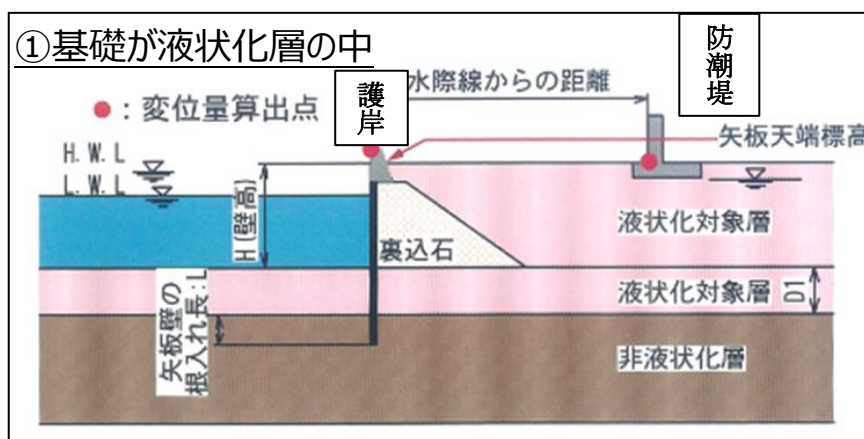


図3-5 基礎が液状化層中の堤防

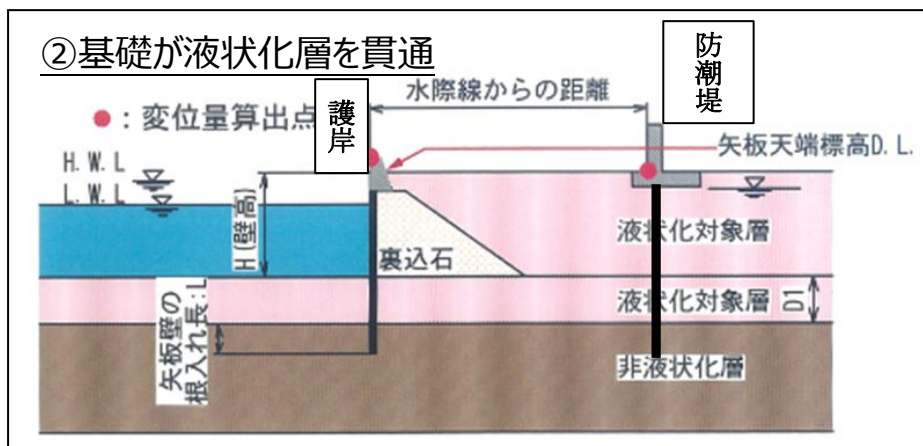


図3-6 基礎が液状化層を貫通する堤防

また、まとめを下記に示す。

- 河川堤防（大阪市内、泉州）、海岸防潮堤（大阪市内）
  - 直下型地震対策を進めており、液状化層を貫通する基礎（矢板等）が多い（別体タイプの「護岸」の矢板等を含む）

		防潮堤基礎（杭等）の地盤条件	
		液状化層の中	液状化層の下
堤防タイプ (チャート式)	矢板型(自立)一体	堤防無	補正係数1.0
	矢板型(自立)別体	堤防無	補正係数0.1
	矢板(控え直杭)一体	堤防無	補正係数1.0
	矢板(控え直杭)別体	堤防無 (補正係数0.7 <sup>※1</sup> )	補正係数0.1
	直立型(重力式)一体	堤防無	補正係数0.1
	傾斜型(堤防タイプ)	堤防無	補正係数1.0 (補正係数0.1 <sup>※2</sup> )
	傾斜型(護岸タイプ)	堤防無	補正係数0.1

※1：背後の「防潮堤」が築堤構造となっているもの

※2：地盤改良による耐震化を実施した構造となっているもの

- 海岸防潮堤（泉州）
  - 多くの構造物基礎底面が液状化層の上や中で留まっているため、水平変位が大きく、堤防機能は無いものとする（破壊）
  - 一部、傾斜型（堤防タイプ）で両側が重力式擁壁で拘束されているものや傾斜型（護岸タイプ）で液状化層下端の硬い地盤の上に防潮堤（護岸）基礎底面が位置しているなど構造が特殊なものは水平変位が少なく沈下量補正は可能

		防潮堤基礎（杭等）の地盤条件	
		液状化層の中	液状化層の下
堤防タイプ (チャート式)	傾斜型(堤防タイプ)	堤防無	補正係数1.0 <sup>※4</sup>
	傾斜型(護岸タイプ)	堤防無	補正係数0.1 <sup>※5</sup>
	矢板型(自立)別体 <sup>※3</sup>	堤防無	補正係数0.1
	直立型(重力式)一体	堤防無	補正係数0.1

※3：チャート式で傾斜型（護岸タイプ）となっているが、構造上、自立式矢板（別体）となっているものも含む

※4：チャート式で傾斜型（堤防タイプ）となっているが、堤防の両側が重力式擁壁で拘束されているもの

※5：防潮堤（護岸）基礎底面が液状化層下端の硬い地盤に位置するもの

## 3-2 土木構造物の点検結果（中間報告）（地震動（揺れ・液状化））

### 3-2-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門・ダム・耐震強化岸壁等）

#### 1. 河川施設（防潮堤）

##### （1）点検結果

チャート式耐震診断システムによる点検の結果、沈下後の堤防高が照査外水位を下回った箇所等比較的変形量の大きい断面においてFEM解析を実施した。主な点検結果一覧を表3-3に示す。

表3-3 点検結果一覧（河川施設・防潮堤）

河川名	断面番号	構造タイプ	入力地震動 最大加速度 (gal)	照査外水位	変位照査				構造物応力照査	備考
					防潮堤		護岸			
					鉛直変位(m) 上段: 変位量 下段: (沈下後標高)	水平変位(m) 上段: 変位量 下段: (許容変位量)	鉛直変位(m) 上段: 変位量 下段: (沈下後標高)	水平変位(m) 上段: 変位量 下段: (許容変位量)		
① 神崎川	No.680	自立矢板型(分離)	231	0 P+2.75	-0.80 (0 P+5.81)	1.07 (1.0)	-1.29 (0 P+1.71)	0.29 (-)	護岸鋼矢板: NG 防潮堤鋼矢板: NG	旧耐震基準
② 木津川	No.391	自立矢板型(一体)		0 P+4.89	1.01 (OP+5.59)	0.52 (0.70)	- -	- -	護岸鋼管矢板: OK	水門外 耐震実施中
③ 尻無川	No.531	自立矢板型(分離)		0 P+4.63	-0.94 (OP+4.35)	0.64 (0.50)	-0.27 -	1.56 -	防潮堤RC杭: NG 護岸鋼管矢板: OK	水門内 防潮堤未
④ 六軒家川	No.576	自立矢板型(一体)	243	0 P+4.03	-1.16 (OP+3.94)	1.68 (0.40)	- -	- -	-	水門内 未耐震
⑤ 石津川	No.1	自立矢板型(一体)	259	0 P+4.72	-0.65 (OP+5.15)	0.42 (0.50)	-0.04 -	1.54 -	護岸鋼矢板: OK 防潮堤鋼矢板: OK	耐震実施中

※鉛直変位は-が沈下、+が隆起  
水平変位は、川側への変位が+陸側への変位が-

#### 2. 河川施設（水門）

##### （1）点検結果

高潮対策用に設置されている安治川、尻無川、木津川の三大水門、正蓮寺川、六軒家川、西島川、三軒家川の各水門については、津波来襲時にも活用するため、2次元FEM動的解析及び3次元フレーム動的解析により耐震性能照査を実施した。代表として尻無川水門の結果を表3-4に示す。

表3-4 尻無川水門点検結果



上部工照査結果一覧表（水流直角方向加振時）

照査位置・照査項目		応答値 N/mm <sup>2</sup>	許容値 N/mm <sup>2</sup>	降伏応力 N/mm <sup>2</sup>	応答/許容	判定
①右岸側扉体本体	支承部	117.6	319.5	355.0	0.368	OK
②中央側扉体本体	支承部	130.5	319.5	355.0	0.408	OK
③右岸側ガイドアーチ	③-1支柱基部	217.1	211.5	235.0	1.026	NG
	③-2アーチ基部	36.3	211.5	235.0	0.172	OK
④中央側ガイドアーチ	④-1支柱基部	235.8	211.5	235.0	1.115	NG
	④-2アーチ基部	37.9	211.5	235.0	0.179	OK
⑤右岸側リーマボルト	曲げ応力	456.3	504.0	559.0	0.905	OK
	せん断応力	266.2	290.0	323.0	0.918	OK
⑥中央側リーマボルト	曲げ応力	498.1	504.0	559.0	0.988	OK
	せん断応力	325.7	290.0	323.0	1.123	NG

## (2) まとめ

- 尻無川水門：ガイドアーチ支柱基部及びリーマボルトの耐震対策が必要
- 安治川水門、木津川水門：対策不要
- 三軒家水門、六軒家水門、出来島水門：対策不要
- 旧猪名川排水機場：側壁・中壁・底版のせん断対策が必要

## 3. 河川施設（治水ダム）

### (1) 点検結果

狭山池ダム、箕面川ダムについて、動的解析を行った。代表として箕面川ダムの結果を図3-7に示す。

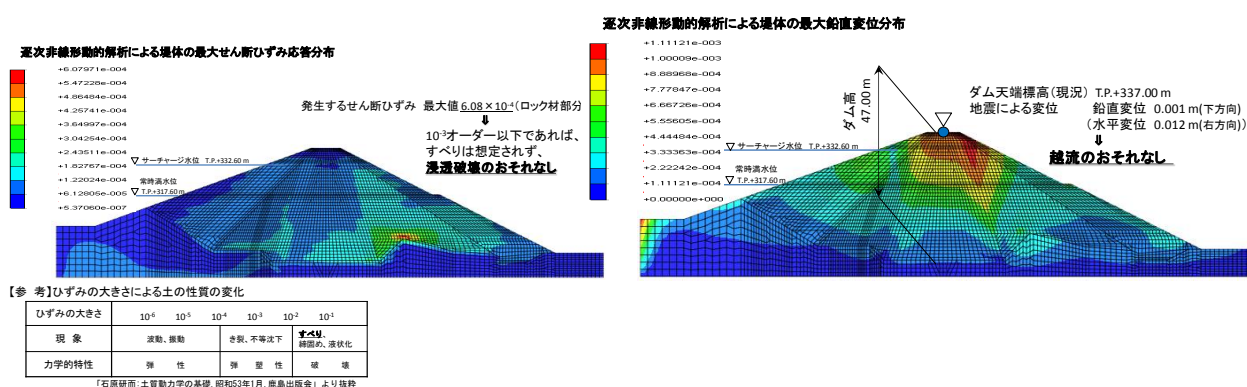


図3-7 点検結果（箕面川ダム）

## (2) まとめ

### ①狭山池ダム

- ・ すべり : 遮水ゾーンを貫通するすべり面が想定されない  
⇒浸透破壊が生じるおそれなし
- ・ 変形 : 沈下後の天端高がサーチャージ水位を下回らないので、越流のおそれなし

### ②箕面川ダム

- ・ 浸透破壊 : 堤体に発生するせん断ひずみは最大でも  $6.08 \times 10^{-4}$  となり、 $10^3$  オーダー以下であればすべりは想定されず、浸透破壊のおそれなし
- ・ 変形 : 堤体の最大鉛直変位量からしてサーチャージ水位を下回らないため、越流のおそれなし

➢従って、両ダムとも所要の耐震性は確保されている

## 4. 海岸施設（防潮堤）

### (1) 点検結果

チャート式耐震診断システムによる点検の結果、危険性が高い(沈下量が多い)施設を抽出し、動的有効応力解析を実施した。点検結果一覧を表3-5に示す。

表 3-5 点検結果（海岸施設・防潮堤）

統一 番号	検討箇所	入力地震動 最大加速度 (gal)	FLIP解析結果					沈下量結果	
			水平変位			鉛直変位		③地盤沈下量 (m)	沈下量合計 ①+②+③ (m)
			変位量(m)	許容値 (天端幅)	判定	①沈下量 (m)	②排水沈下量 (m)		
201	松屋三宝	298.0	-1.84	0.3	×	0.31	0.30	0.25	0.87
303	堺新港	214.0	-1.07	0.5	×	0.63	0.00	0.25	0.89
403	堺旧港	301.0	-0.55	0.5	×	0.64	0.10	0.26	1.01
712	出島石津	282.0	-2.56	0.2	×	0.94	0.09	0.26	1.29
902	浜寺	258.0	-1.23	0.5	×	0.28	0.11	0.28	0.67
1401	泉大津	235.0	-0.71	0.3	×	0.84	0.25	0.28	1.37
1503	大津南	275.0	0.46	0.5	○	0.30	0.13	0.28	0.71
2001	岸和田	309.0	-0.05	0.5	○	0.05	0.35	0.30	0.70
2605	下瓦屋	302.0	-3.49	0.5	×	0.25	0.30	0.33	0.88
3401	岡田漁港	365.0	-0.83	0.4	×	0.80	0.32	0.35	1.47

注) 変位の符号: 鉛直変位は下向きが正、水平変位は陸側が正

(2) まとめ

- 一部の区間を除き、構造物背面及び底面の液状化に伴い、防潮堤幅を大きく上回る水平変位が発生するため、防潮堤としての機能を保持できない。

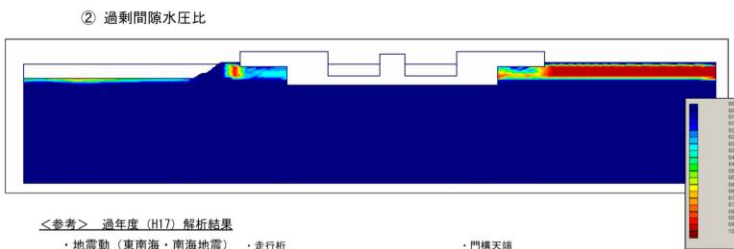
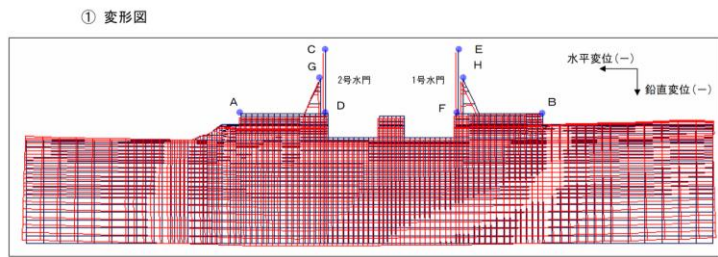
5. 海岸施設（水門）

(1) 点検結果

岸和田水門、谷川水門においてFEM解析を実施した。代表として岸和田水門の結果を図3-8に示す。

## ■岸和田水門の詳細検討（FLIPによる耐震診断）結果

### 【変形図】



<参考> 過年度（H17）解析結果

- 地震動（東南海・南海地震）
- 最大加速度 127.235gal（EW）

・走行桁

地点	水平変位	鉛直変位
C	-0.021m	-0.021m
D	-0.021m	-0.021m
E	-0.017m	-0.013m
F	-0.017m	-0.013m

・門構天端

地点	水平変位	鉛直変位
G	-0.026m	-0.022m
H	-0.016m	-0.013m

### 【変形量】

・水門躯体天端

地点	水平変位	鉛直変位
A	-0.053m	-0.101m
B	-0.057m	-0.027m

・走行桁

地点	水平変位	鉛直変位
C	-0.066m	-0.089m
D	-0.054m	-0.089m
E	-0.072m	-0.053m
F	-0.056m	-0.053m

・門構天端

地点	水平変位	鉛直変位
G	-0.060m	-0.090m
H	-0.065m	-0.052m

④ 走行桁の稼働照査（水平震度）

地点	最大加速度	水平震度
C	746gal	0.761
D	181gal	0.185
E	721gal	0.736
F	175gal	0.178

※比較限界値0.25（設計震度）以下

⑤ 厚体の稼働照査（傾斜角）

地点	傾斜角
1号水門	0.020°
2号水門	0.013°

※比較限界値0.6°（支障限界値）以下

図3-8 点検結果（岸和田水門）

## (2) まとめ

- 水門施設については、2基ともに水平変位や鉛直変位はみられるものの、跳開桁や扉体の稼働に対しては照査基準（水平震度、部材応力等）を満足しており、水門機能は保持される。

## 6. 港湾施設（耐震強化岸壁）

### (1) 点検結果

H24. 3. 30 付国土交通省港湾局事務連絡「耐震強化岸壁の耐震性能の再点検について」に基づき、堺泉北港助松地区の助松1号岸壁、汐見地区汐見5号岸壁について、チャート式耐震診断システムにより残留変形量を照査した。結果を図3-9に示す。

統一番号	番号	旧No.	海岸名	地区名	適用チャート式	対象ゾーン	入力地震動	方向	PSI値	①沈下量(残留変位)(m)	②排水沈下量(m)	①+②(m)	備考
6101	61	—	堺泉北港	泉北6区	重力式	AT2A	51356322	NS	110.06	0.30	0.05	0.35	水平変位80cm
6302	63	—	堺泉北港	泉北7区	重力式	AT2A	51356322	EW	101.03	0.30	0.12	0.42	水平変位70cm

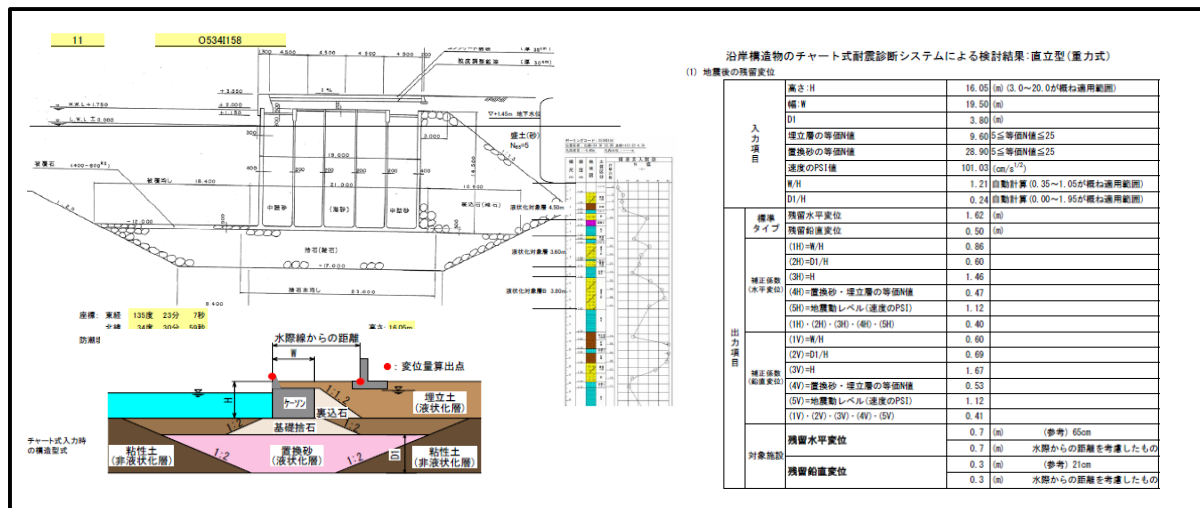


図3-9 点検結果（港湾施設・耐震強化岸壁）

## (2) まとめ

- 堺泉北港助松地区の助松1号岸壁、汐見地区汐見5号岸壁ともに、許容残留変位以下となり、緊急物資輸送に必要な使用性が確保されていることが確認された。

### 3-2-2 砂防施設（砂防えん堤等）

---

#### 1. 南海トラフ巨大地震による最大加速度が上回る個所の抽出

##### (1) 砂防えん堤（比較加速度：山地部 338gal）

①No. 51354427 (398gal) ⇒ 12か所

②No. 51353272 (409gal) ⇒ 5か所

③No. 51353172 (379gal) ⇒ 0か所

④No. 51353122 (566gal) ⇒ 4か所

➤合計21か所が該当

##### (2) 急傾斜地崩壊防止施設（比較加速度：平野部 727gal）

大阪府域における最大加速度は574gal

➤該当なし

##### (3) 地すべり防止施設（比較加速度：山地部 338gal）

対象地域の最大加速度292gal（⑤No. 51356572）

➤当該地域（八尾・柏原地域）では該当なし

※大阪府南部（南河内及び泉州）では、ゾーン最大加速度が比較  
加速度を上回っている箇所あり

・DT2ゾーン最大加速度：⑥No. 51356427 (413gal)

・FT2ゾーン最大加速度：⑦No. 51355477 (443gal)

➤各ゾーン内の合計8か所が該当

#### 2. 検討結果と今後の対応

砂防えん堤及び地すべり防止施設については、南海トラフ巨大地震の影響をさらに検討する必要がある。

今後、東日本大震災による被災状況を踏まえた砂防施設の耐震性能に関する知見等を踏まえて対応する。

### 3-2-3 道路施設（橋梁等）

---

#### 1. 道路施設（橋梁等）の揺れに対する影響

##### 1.1. 一次スクリーニング

###### (1) 点検結果

大阪府域における12の地盤ゾーンごとに、南海トラフ地震最大波と道路橋示方書のレベル2、タイプⅡの地震波（以下、道示）による応答スペクトルを比較した。

###### (2) まとめ

- 耐震補強済橋梁306橋のうち、
    - ①南海トラフ最大波<道示となり、問題なしとなったものが292橋
    - ② " >道示となり、詳細確認が必要なものが14橋
- となった。

###### (3) 一次スクリーニング抽出橋梁の詳細確認

一次スクリーニングで固有周期などの確認が必要とされた14橋について、詳細確認を行った。

###### (4) 2次照査の選定

- 道路橋示方書の地震動を上回る周期帯と一致する橋梁として、
    - ・大阪生駒線 若宮橋
    - ・国道170号 原高架橋（本線・ランプ）
- について、2次照査を実施することとした。

##### 1.2. 2次照査

###### (1) 点検結果及びまとめ

上記対象橋梁位置の5kmメッシュ基盤波及びボーリングデータ等を用い、地表面波（入力地震動）を設定したのち、動的解析による照査を実施した。

###### (2) まとめ

###### 1) 大阪生駒線 若宮橋

- 若宮橋位置の基盤波はゾーン最大波より小さく、かつ、ボーリングデータに基づく地盤によると増幅特性が小さくなった。
- ⇒対策の必要なし

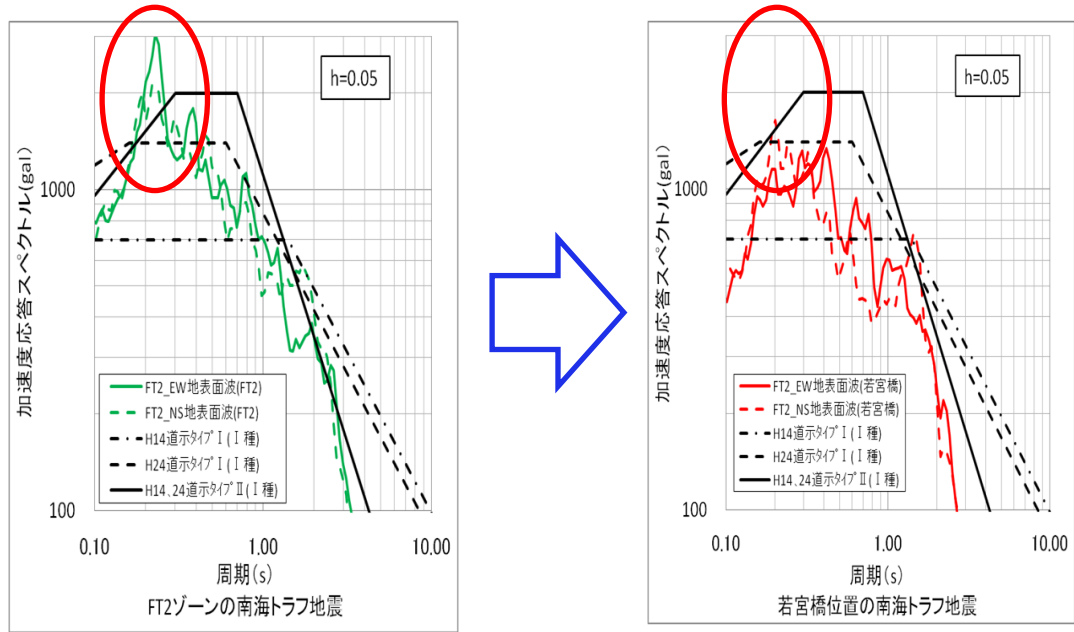


図3-10 大阪生駒線 若宮橋 加速度応答スペクトル

2) 国道170号 原高架橋

➤ 原高架橋位置の基盤波はゾーン最大波と同じであるが、ボーリングデータに基づく地盤によると増幅特性が小さくなったが、道路橋示方書の応答レベルと同程度であったため、動的解析による照査を実施することとした。

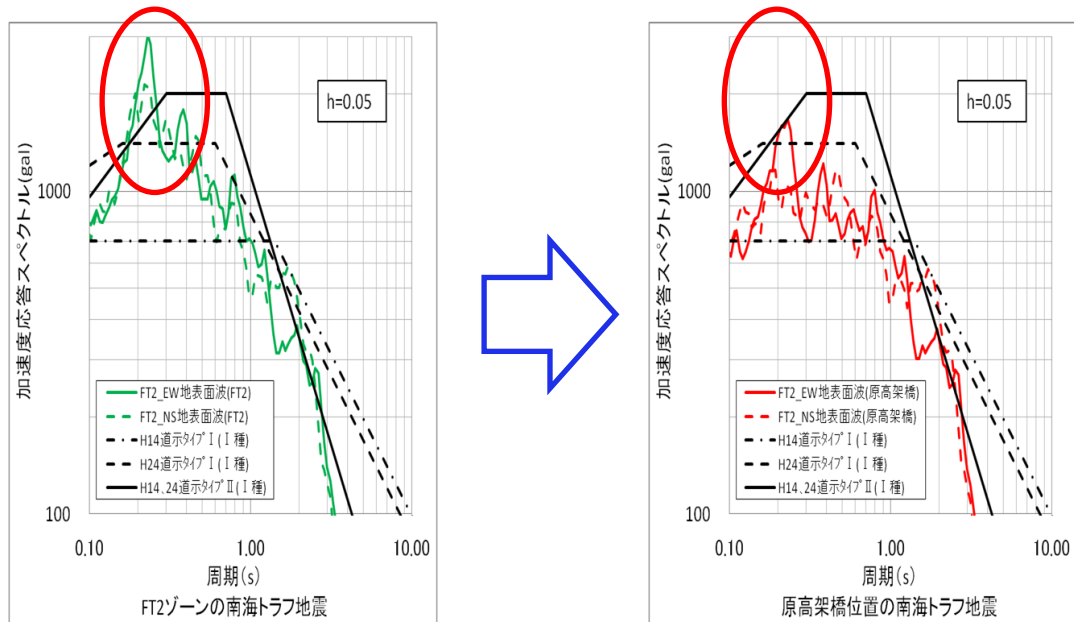


図3-11 国道170号 原高架橋 加速度応答スペクトル

➤ 照査対象として、3モデルを抽出

- ① ラーメン橋脚部 (短周期)
- ② 単柱式橋脚部 (短周期)



### ③免震構造部（長周期）

#### ➤①ラーメン橋脚部

橋軸・橋軸直角方向ともに、せん断・曲げ・残留変位が許容値内に収まった。

#### ②単柱式橋脚部

橋軸・橋軸直角方向ともに、せん断・曲げ・残留変位が許容値内に収まった。

#### ③免震構造部

橋軸・橋軸直角方向ともに、せん断・曲げ・支承変位が許容値内に収まった。

### 3) 結論

南海トラフ地震動が道路橋示方書の応答レベルを上回るゾーンが一部みられるが、固有周期が合致する橋梁はない。

また、応答レベルが同程度の橋梁について動的解析による照査を実施し、耐震性能を満足することを確認した。以上のことから、これまで府が実施した橋梁の耐震対策については、南海トラフ巨大地震にも有効であることが確認された。

## 2. 道路施設（橋梁等）の液状化に対する影響

### 2.1. 液状化による影響照査

#### (1) 点検結果

液状化を考慮した場合、地震動の増幅特性が変化するため、液状化の恐れがある沖積地盤の6つのゾーン（AT1, AT2, AT2A, AT3B, AT3C, AT3D1）の代表箇所を選定し、その箇所のボーリングデータにより有効応力解析を実施し、応答スペクトルを比較した。加速度応答スペクトル比較図を図3-12に示す。

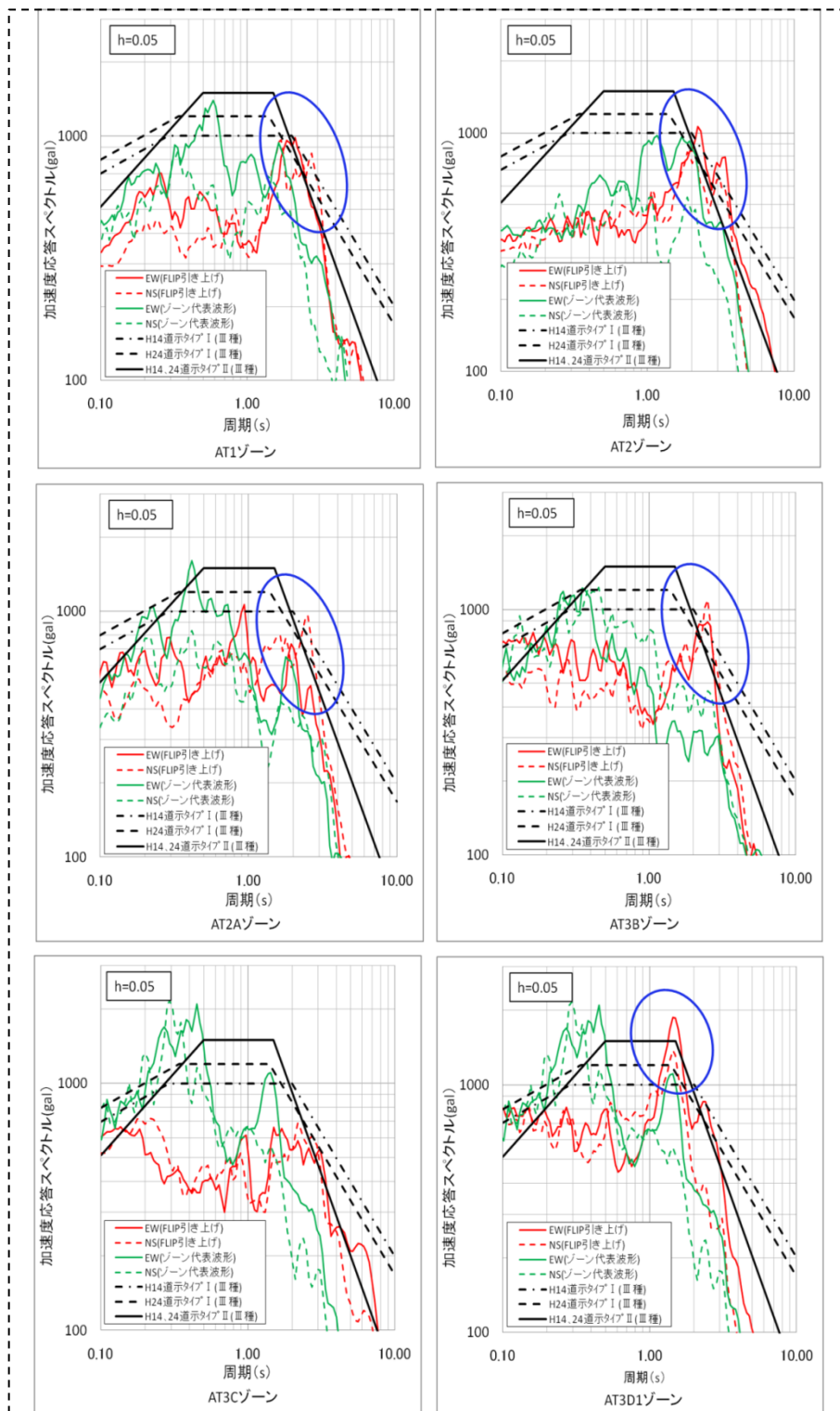


図 3-1 2 加速度応答スペクトル

## (2) まとめ

地盤が液状化することによって、地震波の卓越する周期が長周期化することで、一部の周期帯において道路橋示方書を上回るゾーンがあるものの、同周期帯に合致する橋梁はないため、液状化の影響を受けて耐震性能を超過する橋梁はない。

## 2.2. 液状化の影響を考慮した杭基礎照査

### (1) 点検結果

#### ①橋脚部

橋軸・橋軸直角方向ともに、せん断力・回転角は許容値内に収まった。  
また、曲げ照査においては、杭体の一部が降伏するものの、基礎全体としては終局限界から定められた許容塑性率内に収まった。

#### ②橋台部

橋軸・橋軸直角方向ともに、せん断・曲げ照査が許容値内に収まった。

### (2) まとめ

- 橋脚部の杭基礎照査の結果、許容塑性率の範囲内に収まっており、基礎全体としての耐荷力は保持されている。
- 橋台部の杭基礎照査の結果、杭は降伏せず耐震性を満足する。

### 3-2-4 下水道施設（処理場等・管渠等）

#### 1. 下水道施設の耐震性能の照査

##### 1.1. 処理場・ポンプ場

###### (1) 点検結果

震源域に近い、臨海部に位置、供用開始年度が比較的古い、施設規模が大きい、代表的な配置・構造から南大阪湾岸流域 北部処理区を選定し、機能停止した時の影響（揚水機能の確保）から北部水みらいセンターの沈砂池ポンプ棟の点検を実施した。地表面加速度の対比表を表3-6に示す。

表3-6 地表面加速度の対比

	南海トラフ (今回)	H9 地震動	設計値 (下水道協会)
地表面加速度 (gal)	2.31	3.59	6.53※
設計用水平震度	0.11	0.16	0.3

※設計用水平震度から逆算した値

###### (2) まとめ

➢H9 地震動及び現在の設計値より小さい値（外力）となるため、南海トラフ巨大地震に対する対策は不要

##### 1.2. 下水道管

###### (1) 点検結果

震源域に近い、臨海部に位置、供用開始年度が比較的古い、施設規模が大きい、代表的な配置・構造から南大阪湾岸流域 北部処理区を選定し、液状化地盤、緊急交通路から高石泉大津幹線（シールド）、和泉忠岡幹線（推進）の点検を実施した。地表面加速度の対比表を表3-7に示す。

表3-7 地表面加速度の対比

	管渠の相対変位 (cm)		
幹線名	南海トラフ (今回)	H9 地震動	設計値 (下水道協会)
高石泉大津幹線 (シールド工法区間)	0.28	0.57	0.78
和泉忠岡幹線 (推進工法区間)	0.06	0.11	0.27

###### (2) まとめ

➢H9 地震動及び現在の設計値より小さい値（外力）となるため、南海トラフ巨大地震に対する対策は不要

## 2. 下水道施設の液状化の点検

### 2.1. 処理場・ポンプ場

#### (1) 点検結果及びまとめ

埋立地に設置している北部水みらいセンター、中部水みらいセンターについて点検を実施した。

##### ①北部水みらいセンター

検討結果を図3-13に示す。

- 静的締固め工法による地盤改良の液状化対策としての効果、および、基礎杭構造に対する南海トラフ巨大地震動による影響を確認。
- 点検の結果、地盤改良の効果により、FL値の評価による液状化の可能性が低減し、また、基礎杭構造に対し、液状化を考慮する必要が無いことを地盤の低減係数により確認。

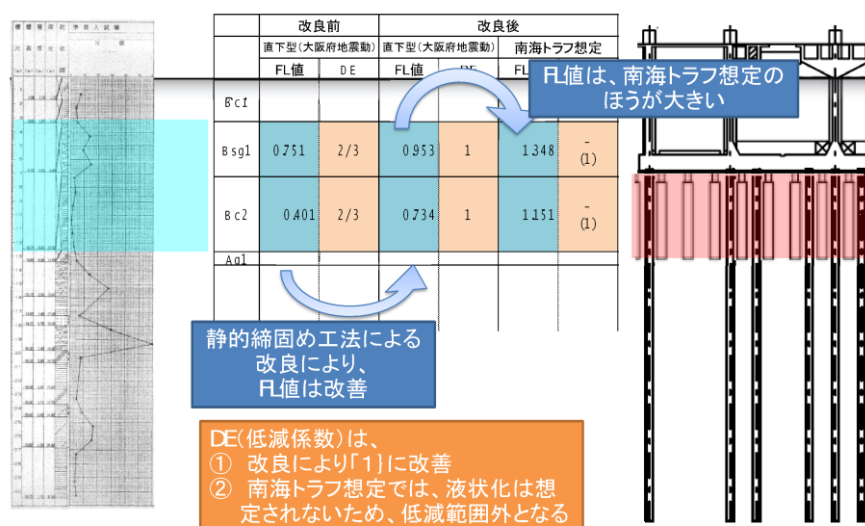


図3-13 北部水みらいセンター液状化判定

##### ②中部水みらいセンター

検討結果を図3-14に示す。

- 基礎杭構造に対する南海トラフ巨大地震動による影響を確認。
- 点検の結果、基礎杭構造に対し、液状化を考慮する必要が無いことを地盤の低減係数により確認。

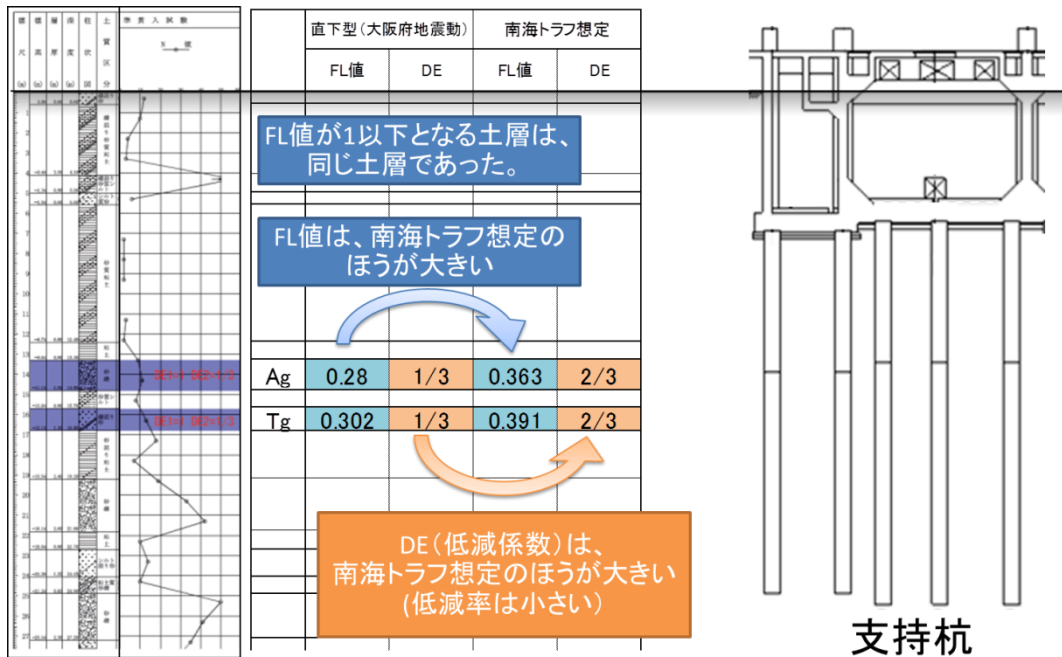


図3-14 中部水みらいセンター液状化判定

## 2.2. 下水道管

### (1) 点検結果及びまとめ

検討結果を図3-15に示す。

- 新たな液状化の可能性が確認された寝屋川流域下水道と南大阪湾岸流域下水道区域において、PL値15以上のメッシュ内の区間、液状化の影響が生じる可能性がある開削工法により施工された下水道管渠をスクリーニングし、寝屋川北部流域において9.2km、寝屋川南部流域において12.7kmを抽出(南大阪湾岸流域は該当なし)。
- 管渠の浮上りについて安全率を確認したところ、浮上りの安全率が不足することが確認されたため、管渠更生工法などにより、下水管渠を一体化し耐震性能の向上を図る対策が必要であることを確認。

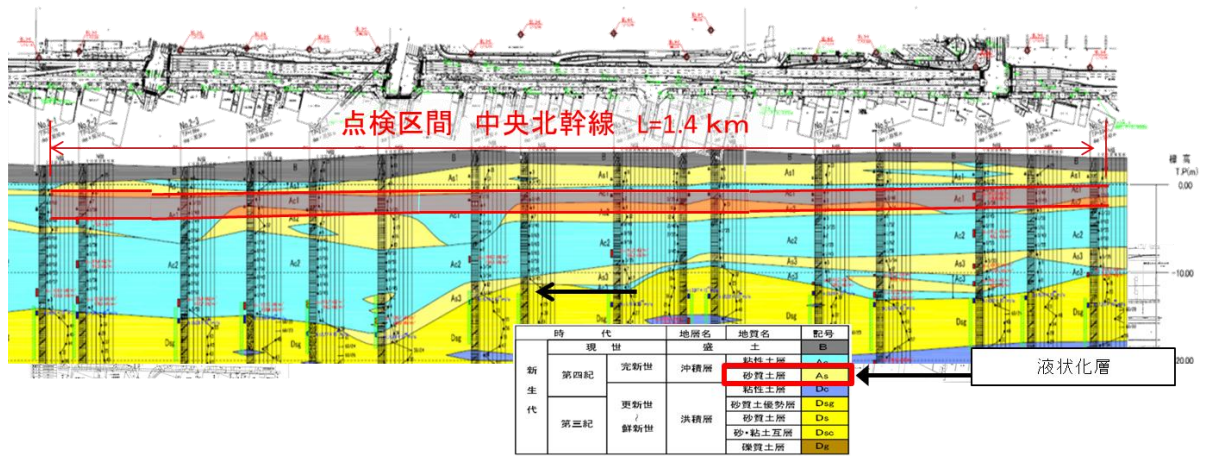


图 3-15 液状化判定



## 4 対策について

### 4-1 防潮堤等の対策について

#### 4-1-1 防潮堤等の液状化による沈下の状況

図4-1, 4-2に、防潮堤が液状化により沈下し、浸水被害を受ける箇所を示す。

図中の

- ・ 緑色の線は、百数十年に一度の頻度で発生する南海トラフ地震（マグニチュード8程度）により発生するL1津波により浸水する箇所
- ・ 中でも、赤色の線は、千年に一度、或いは、それ以下の頻度で発生する南海トラフ巨大地震（マグニチュード9程度）により、日常の満潮位で浸水する箇所を示し、実線と点線の違いは、水門外側など直接津波が当たる最前線の防御ラインの箇所は実線、水門内側など直接津波の影響を受けない箇所は点線とする。

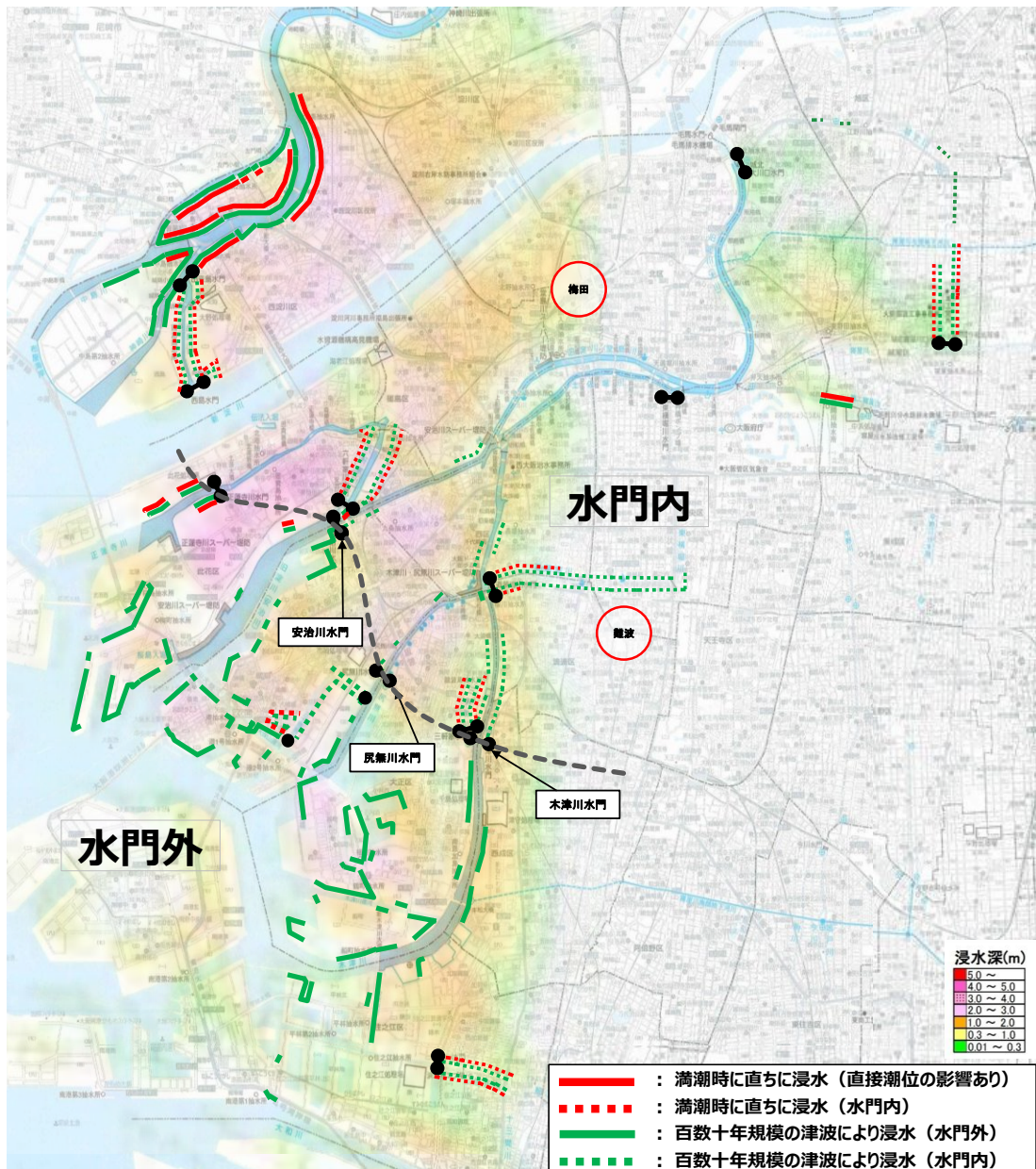


図 4-1 沈下検討結果（河川）

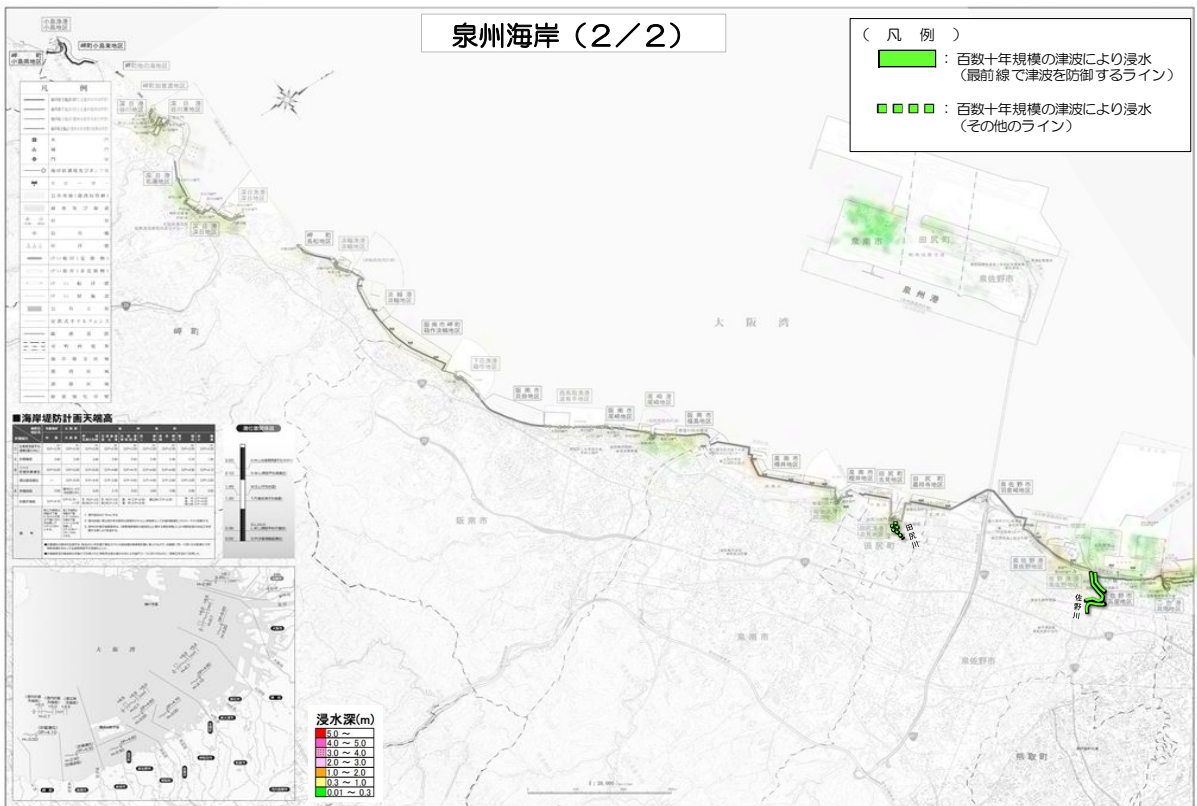


図 4-2 沈下検討結果（海岸）

## 4-1-2 対策の基本方針

大阪府の沿岸部では、度重なる高潮被害を契機に、過去最大規模である伊勢湾台風級の台風が、大阪湾に最悪となるコース（室戸台風のコース）で通過した場合の計画高潮高に対しても、高さを確保することを目標として、防潮堤等の施設の整備を進めてきた。

一方、大阪湾に來襲すると想定されている津波高さは、太平洋に面した和歌山県や高知県などと比較して低く、南海トラフ巨大地震による最大クラスの津波であっても、高潮対策として整備した防潮堤等の高さは、一部区間を除き、概ね確保されているなど、既存ストックの有用性が確認された。

しかしながら、本部会による検証では、海溝型地震の特徴である長時間地震動が、防潮堤の液状化による変位（沈下等）を、より大きくすることが確認され、防潮堤の変位等を考慮すると、大阪の中心市街地である大阪駅（梅田）周辺では、最大2メートルもの浸水が発生するなど、都市機能を長期にわたり麻痺させることが明らかになっていることから、それら被害を軽減するためには、防潮堤の液状化対策を実施し、既存の機能（高さ）を保持することが重要である。

なお、南海トラフ巨大地震（マグニチュード9程度）による最大クラスの津波（L2津波）に対しても、既存ストックとしての防潮堤が直ちに倒壊することなく機能が保持されれば、一定の減災効果を発揮することから、南海トラフ巨大地震の揺れや液状化に対しても粘り強く機能を保持するような対策を実施する必要がある。

### 【基本方針】

液状化対策により既存防潮堤の機能（高さ）を保持することで、津波等による浸水被害を軽減することを目標とする。

### 4-1-3 重点化の考え方について

南海トラフ巨大地震が引き起こす最大クラス（L2）の津波に対して、全てをハード対策で防ぐためには、莫大な事業費と時間を要するため現実的ではなく、既存防潮堤の機能を保持するための液状化対策を基本としつつ、対策箇所の重点化を行う必要がある。

これまでの検証では、南海トラフ巨大地震（M9程度）による防潮堤の沈下（変位）の状況を把握してきたが、本部会では、海溝型地震固有の長時間地震動が防潮堤の液状化変位に与える影響が大きいことが指摘され、百数十年に一度の地震によっても、液状化変位により、L1津波で浸水する懸念があることから、M8程度の地震による液状化変位の程度を検証することとした。

その結果、M8程度の地震によっても液状化変位が大きく、L1津波で浸水する箇所があることが判明したため、まずは、L1対策を基本にしつつ、以下の区間に重点化して対策を実施すべきとした。

**【重点化の考え方】**  
**対象箇所の抽出**

- ・ 図4-3のとおり、
  - ①百数十年に一度の地震（M8）による津波（L1津波）で浸水する箇所
  - ②千年もしくは、それ以下の地震（M9）直後から満潮位により浸水する箇所

を抽出し、既存防潮堤の機能（高さ等）を保持するための液状化対策を実施する。

既存防潮堤の機能を保持する液状化対策とは、南海トラフ巨大地震に対しても、直ちに倒壊せず、粘り強い構造へと対策を実施する。

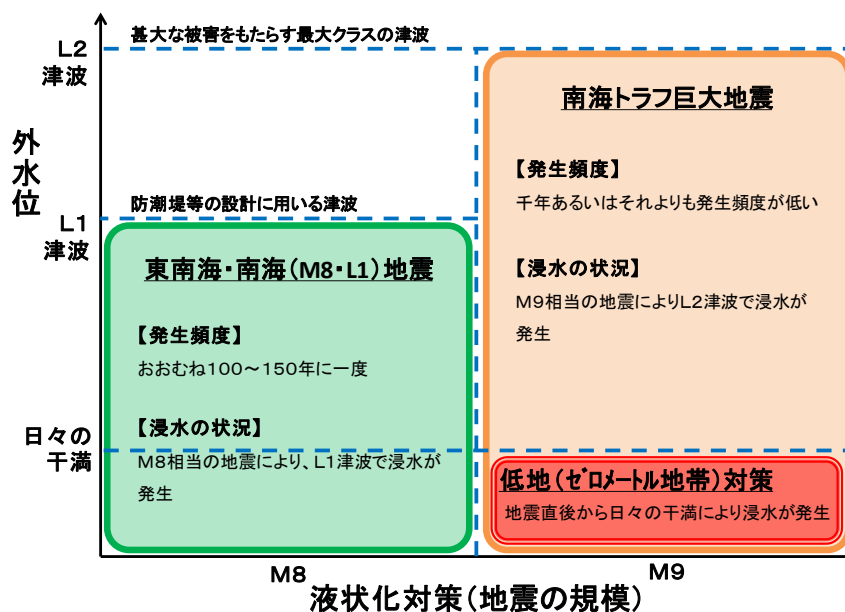


図4-3 重点化指標



#### 4-1-4 優先順位について

---

##### 【優先順位の考え方（案）】

- ・津波を最前線で直接防御する「第一線防潮ライン（水門より外側等）の防潮堤の液状化対策を最優先で実施。」
- ・とりわけ、この第一線防潮ラインの防潮堤の内、地震後、防潮堤が液状化により変位（沈下等）し、地震直後から満潮位で浸水が始まる箇所については、避難が間に合わないため、対策を早期に完成させる。
- ・水門の内側等にある防潮堤の液状化対策についても、第一線防潮ラインの液状化対策に引き続き、順次、対策を実施。
- ・ただし、水門の内側等であっても、地震直後から満潮位で浸水が始まる箇所については、第一線防潮ラインの対策箇所と同様、対策を早期に完了させる。

※対策の実施に当たっては、現場条件等を踏まえた詳細な検討を行う必要がある。

## 4-1-5 粘り強い構造について

### 1. 海岸施設

#### (1) 基本的な考え方

設計対象の津波高を超え、海岸堤防等の天端を越流した場合であっても、

- ① 破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くする。
- ② 全壊に至る可能性を少しでも減らす。

⇒減災効果を目指した構造上の工夫を施す

#### (2) 検討フロー

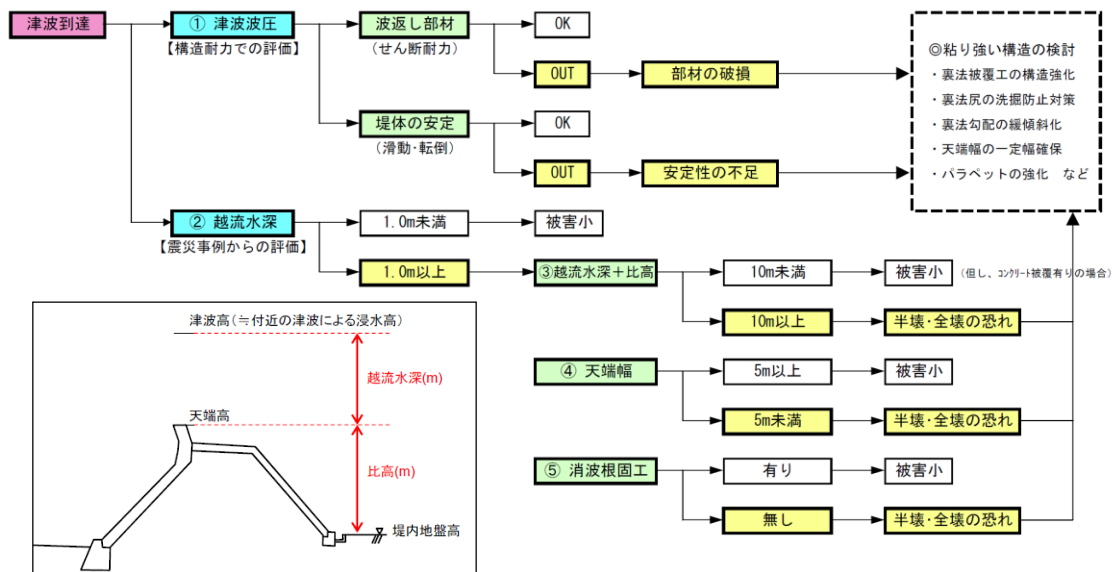


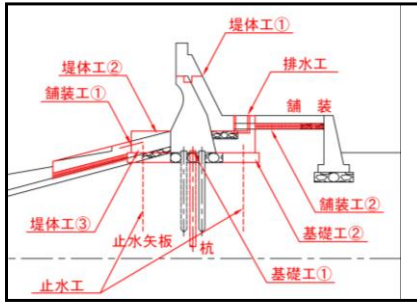
図4-4 検討フロー（海岸）

#### (3) 対策例

<海岸防潮堤>

■研究機関へのヒアリング最新知見

粘り強い構造の断面例



対策箇所	粘り強い構造への対策例(案)
堤体工①	ホゾ(凸凹)を設置するとともに、用心鉄筋を入れ堤体上部が欠損するリスクを低減。
堤体工②	堤体と一体化された水叩工または底板幅(陸・海側)をできる限り広く取り、洗掘等に伴う転倒リスクを低減。
堤体工③	底板の地盤への根入長さは、設計上考慮されない場合でも、適度に余裕をもった設定とする。
排水工	排水溝などは埋込式として堤体との一体化を図り、部分的な破損による地盤の洗掘・吸出の起点となることを防止(排水溝などを堤体と舗装の間に挟まない)。堤体本体の背後への転倒リスクを低減。
舗装工①	コンクリート舗装版は堤体に密着させ、ステンレス鉄筋等(ダウエルバー)で接合する。
舗装工②	アスファルト舗装の場合においては、路盤の安定処理を行うことで洗掘・吸出を防止。
基礎工①	杭と堤体本体を剛結合とする。
基礎工②	基礎(碎石)等にセメント注入や捨てコンクリート処理を行うことで、洗掘・吸出を防止。
止水工	止水矢板の設置を標準化。 矢板(止水矢板を兼ねる)の設置により、洗掘や吸出が発生した場合において、堤体直下の基礎地盤の流出を抑制。矢板と堤体はできる限り剛結合とする。

図4-5 対策例



---

---

## 5 今後検討すべき主な課題

---

---

これまで、主要な土木構造物である、河川施設（防潮堤、水門、ダム等）、海岸施設（防潮堤、水門等）、道路施設（橋梁等）、下水道施設（処理場、管渠等）の点検を実施してきた。

また、対策については、主として「津波から人命を守る」視点から防潮堤の液状化対策について検討し、今般、対策についての基本的考え方や重点化、優先順位の考え方について概略の取りまとめを行った。

今後は、2-2に示した対象構造物のうち残る施設についての点検を急ぐとともに、人命を守り、二次被害を防止するための事前対策、早期の復旧・復興のための対策、応急復旧での対応など各段階での具体的な対策内容を取りまとめる必要がある。

また、民間が保有するライフライン等の施設について、施設管理者の取組み状況を把握するとともに、必要な対策が図られるよう本部会での検討内容を適切に情報提供していくことが望まれる。

## 【参考資料】

### 1 「南海トラフ巨大地震土木構造物耐震対策検討部会」 委員名簿

#### 【部会長（防災会議委員）】

井合 進 京都大学防災研究所 教授

#### 【専門委員】（五十音順）

伊津野 和行 立命館大学理工学部 教授

鎌田 泰子 神戸大学大学院工学研究科 准教授

高橋 智幸 関西大学社会安全学部 教授

道奥 康治 神戸大学大学院工学研究科 教授

### 2 審議経過

回数	日時	主な審議項目
第1回	平成24年11月28日 9:30～ 新別館北館4階	・土木構造物の点検の流れ ・耐震点検方針
第2回	平成25年3月27日 9:30～ 新別館北館1階	・点検に用いる地震動の設定 ・防潮堤等の沈下量について ・津波点検方針
第3回	平成25年7月26日 18:00～ 津波・高潮ステーション	・点検結果（揺れ、液状化、津波） ・防潮堤対策の目標水準設定について ・防潮堤の粘り強い構造について
第4回	平成25年9月25日 10:00～ 新別館北館4階	・点検結果（揺れ、液状化、津波） ・防潮堤対策に係る重点化と優先順位 ・防潮堤の粘り強い構造
第5回	平成25年10月31日 14:00～ 新別館南館	・点検結果（揺れ、津波） ・防潮堤対策に係る重点化と優先順位

### 3 中間報告概要

○別紙