
「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（第二次）（案）

平成26年2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

河川・海岸・港湾施設（水門）

2-5-3 道路施設（橋梁等）

2-5-4 下水道施設（処理場等・管渠等）

3 土木構造物の点検結果

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（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）

3-3 土木構造物の点検結果（津波）

3-3-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門等）

3-3-2 道路施設（橋梁等）

3-3-3 下水道施設（処理場等）

4 対策について

- 4-1 河川・海岸施設（防潮堤・堤防）
 - 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 耐津波対策について
 - 4-1-5 粘り強い構造について
 - 4-1-6 対策のまとめ
- 4-2 河川・海岸施設（水門）
 - 4-2-1 対策の基本方針
 - 4-2-2 重点化と優先順位
 - 4-2-3 耐津波対策について
 - 4-2-4 対策のまとめ
- 4-3 港湾施設（耐震強化岸壁）
 - 4-3-1 対策の基本方針
 - 4-3-2 重点化と優先順位
 - 4-3-3 耐津波対策について
 - 4-3-4 対策のまとめ
- 4-4 道路施設（橋梁等）
 - 4-4-1 対策の基本方針
 - 4-4-2 重点化と優先順位
 - 4-4-3 耐津波対策について
 - 4-4-4 対策のまとめ
- 4-5 下水道施設（処理場等・管渠等）
 - 4-5-1 対策の基本方針
 - 4-5-2 重点化と優先順位
 - 4-5-3 耐津波対策について
 - 4-5-4 対策のまとめ

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

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とりまとめ、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 7 回の審議を行ってきたが、今般その審議をとりまとめ、中間報告（第二次）を作成した。

7 回の審議では、まず、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」を先行して審議した。

今後、本中間報告（第二次）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。

今回の中間報告（第二次）では、先の中間報告に加え、道路施設及び下水道施設の対策を追加したが、本中間報告（第二次）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引き続き検討していく。

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。

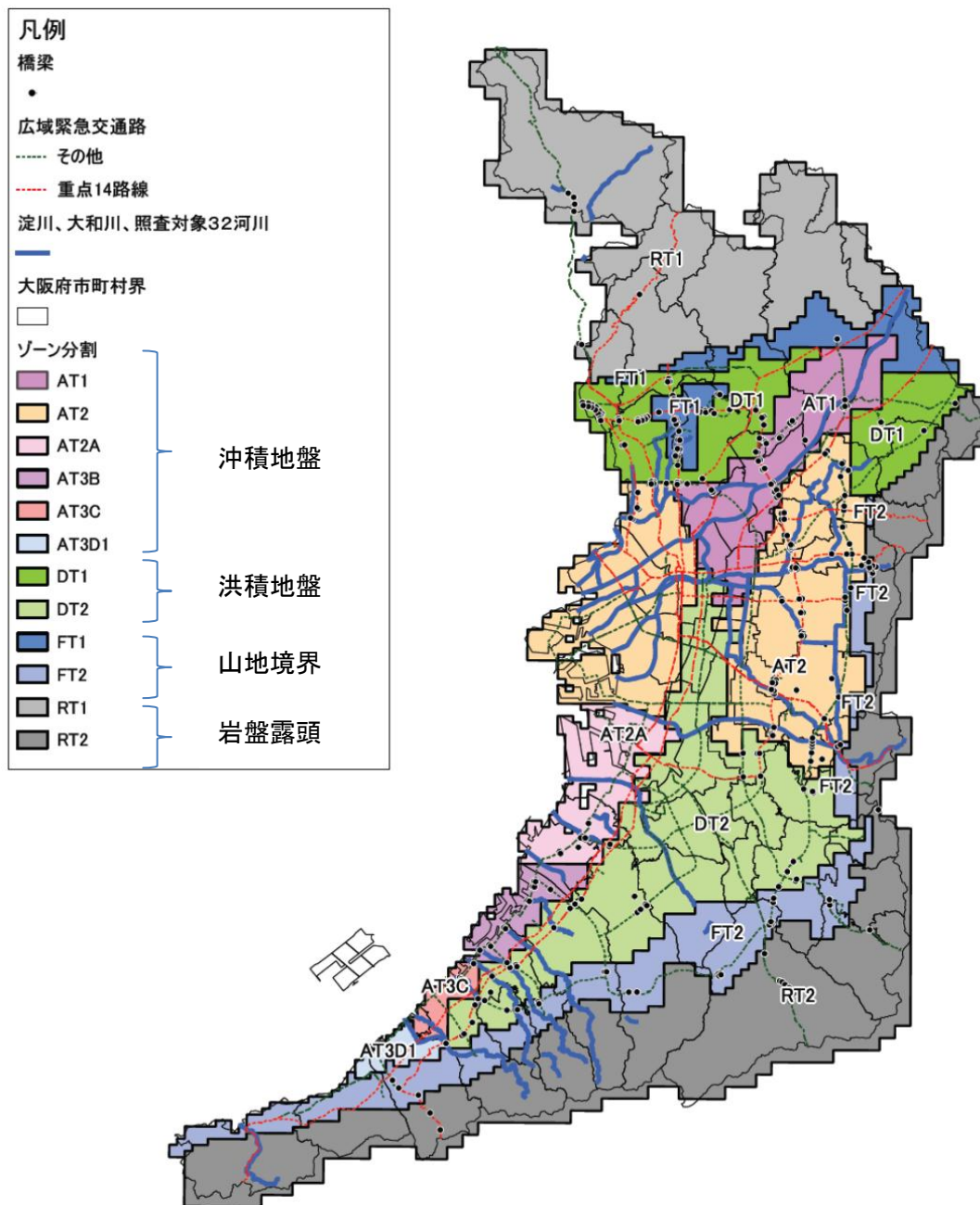


図2-1 ゾーニング図

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。
粘性土： $V_s=100 \cdot N^{1/3}$ ($1 \leq N \leq 25$)
砂質土： $V_s=80 \cdot N^{1/3}$ ($1 \leq N \leq 50$)
- ・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。

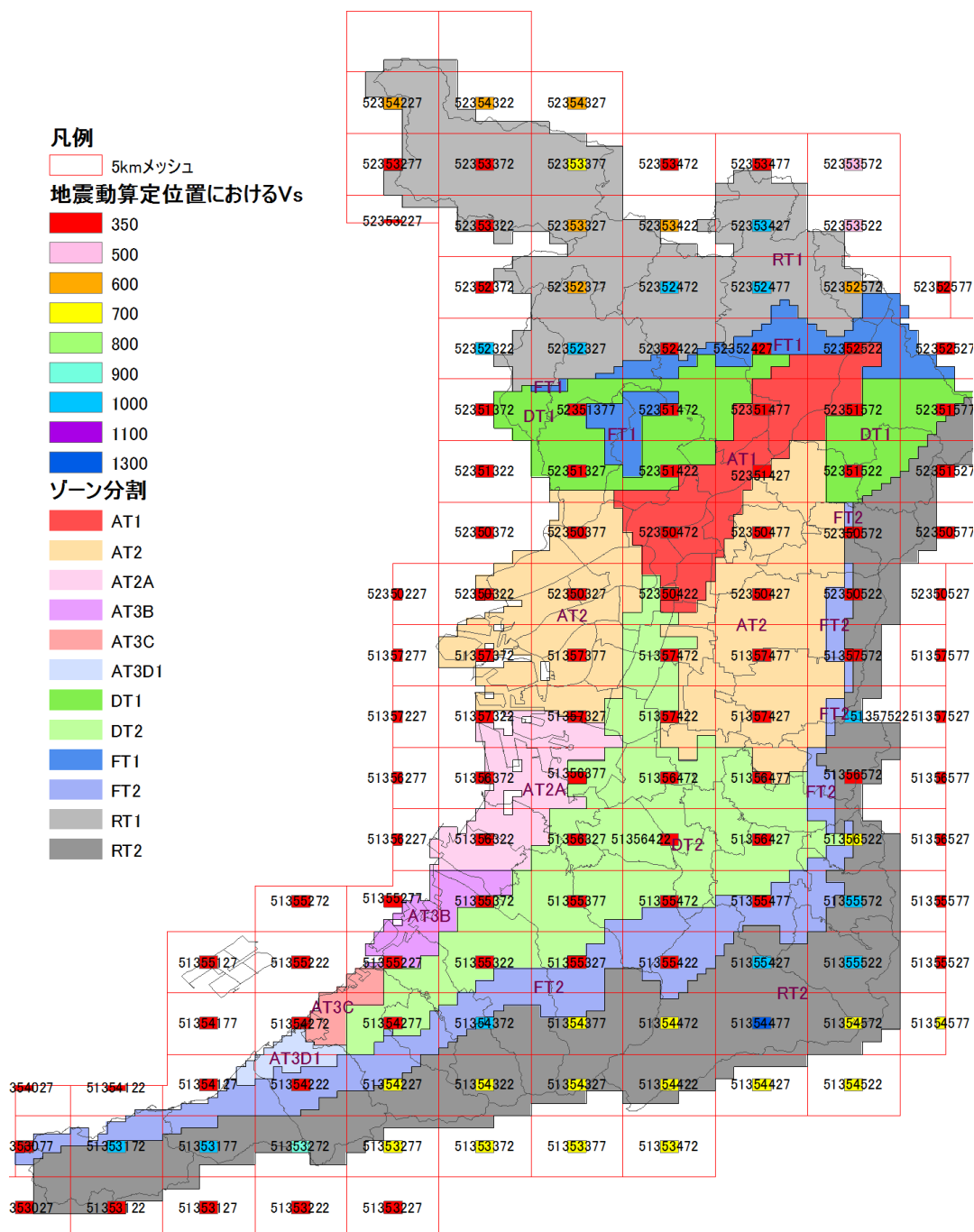


図2-2 メッシュ図

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 中南部: 770gal		
		EW	440.4gal			
	DT2	NS	547.1gal	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			

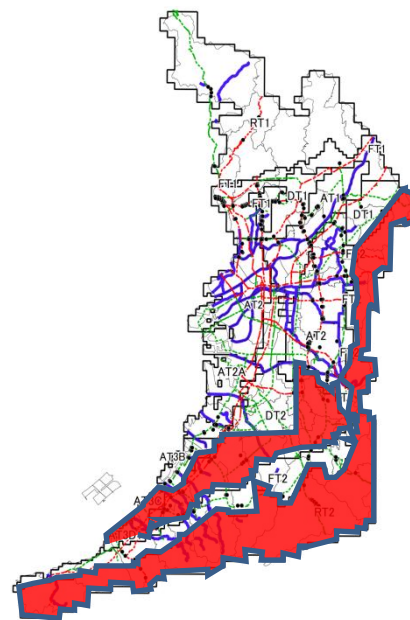


図 2-3 平面位置図

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	0.18~0.25s 0.38~0.45s
	AT3B	0.10~0.15s 0.23~0.32s
	AT3C	0.10~0.50s
	AT3D1	0.10~0.50s
洪積地盤	DT1	0.12~0.14s
	DT2	0.10~0.20s
山地境界部	FT1	1.50~2.11s 2.39~3.23s
	FT2	0.16~0.27s 1.50~2.84s
岩盤	RT1	なし
	RT2	0.10~0.23s 1.63~2.02s

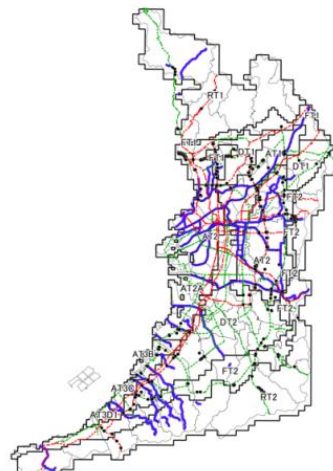


図 2-4 平面位置図

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

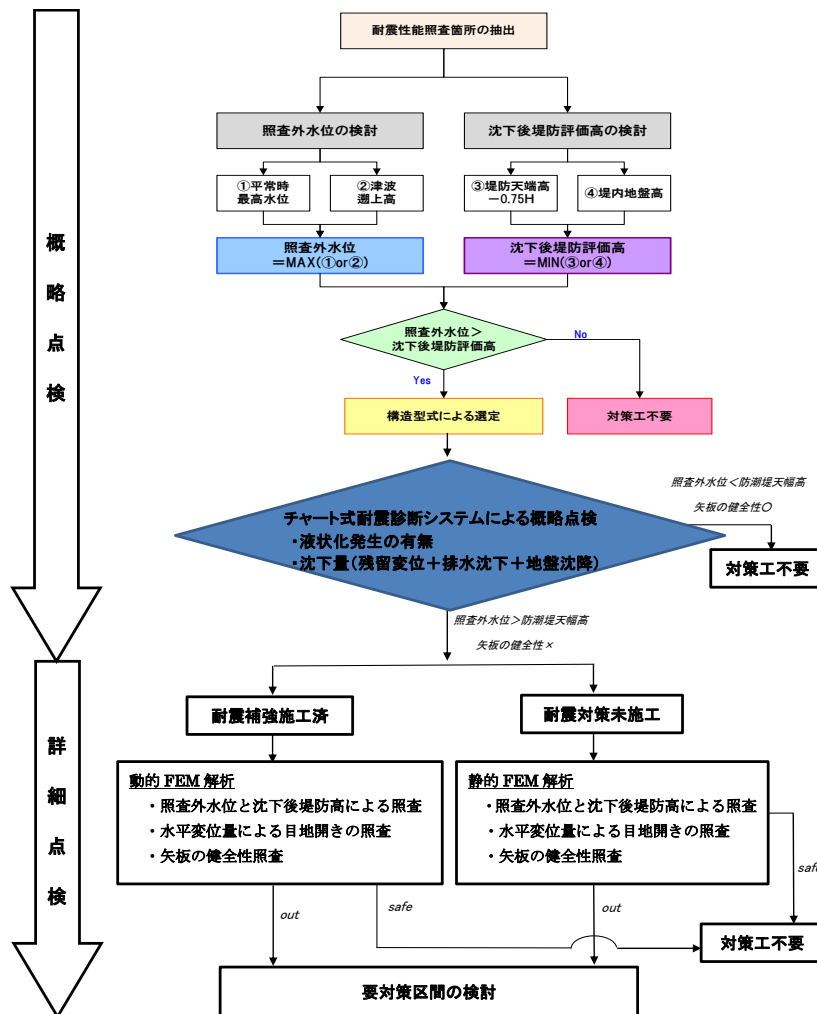


図 2-5 点検手法の流れ

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。

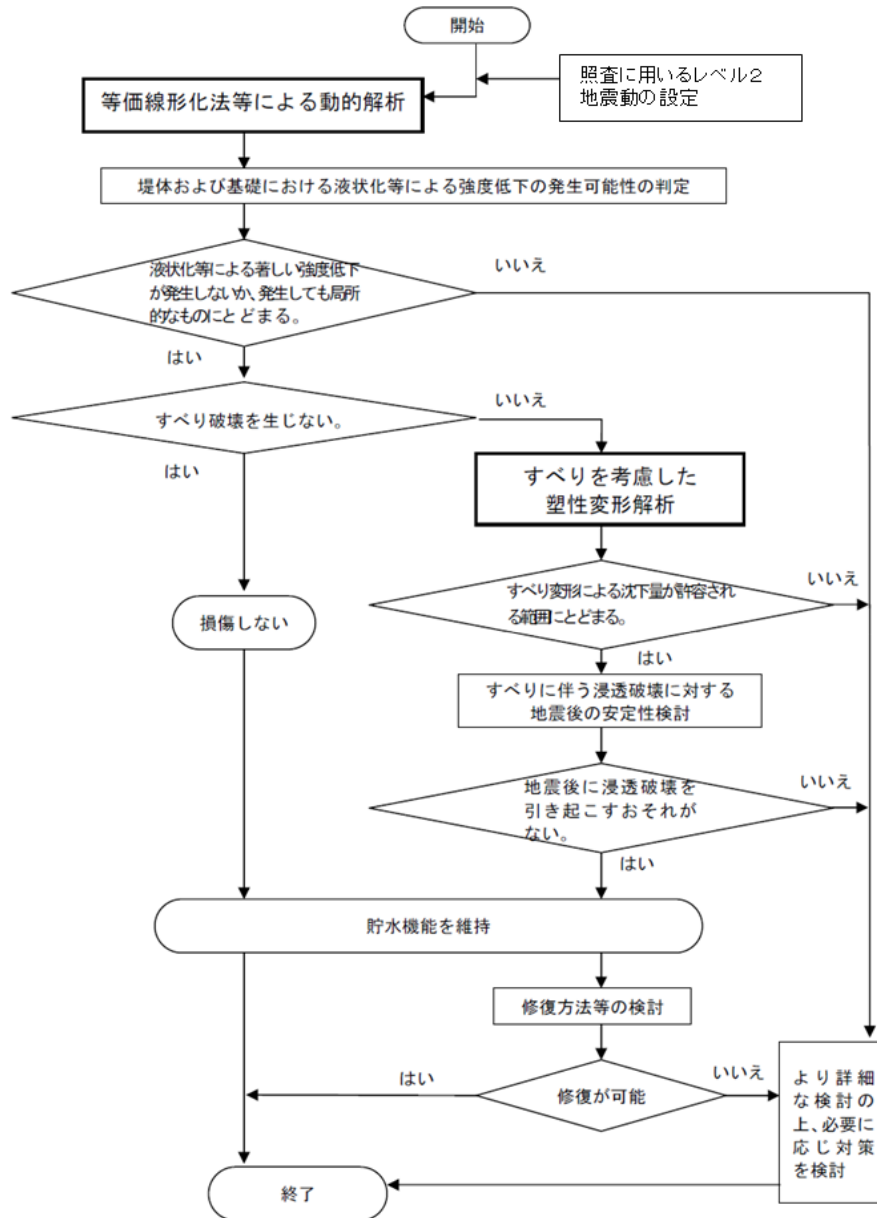


図 2-6 点検手法の流れ

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】

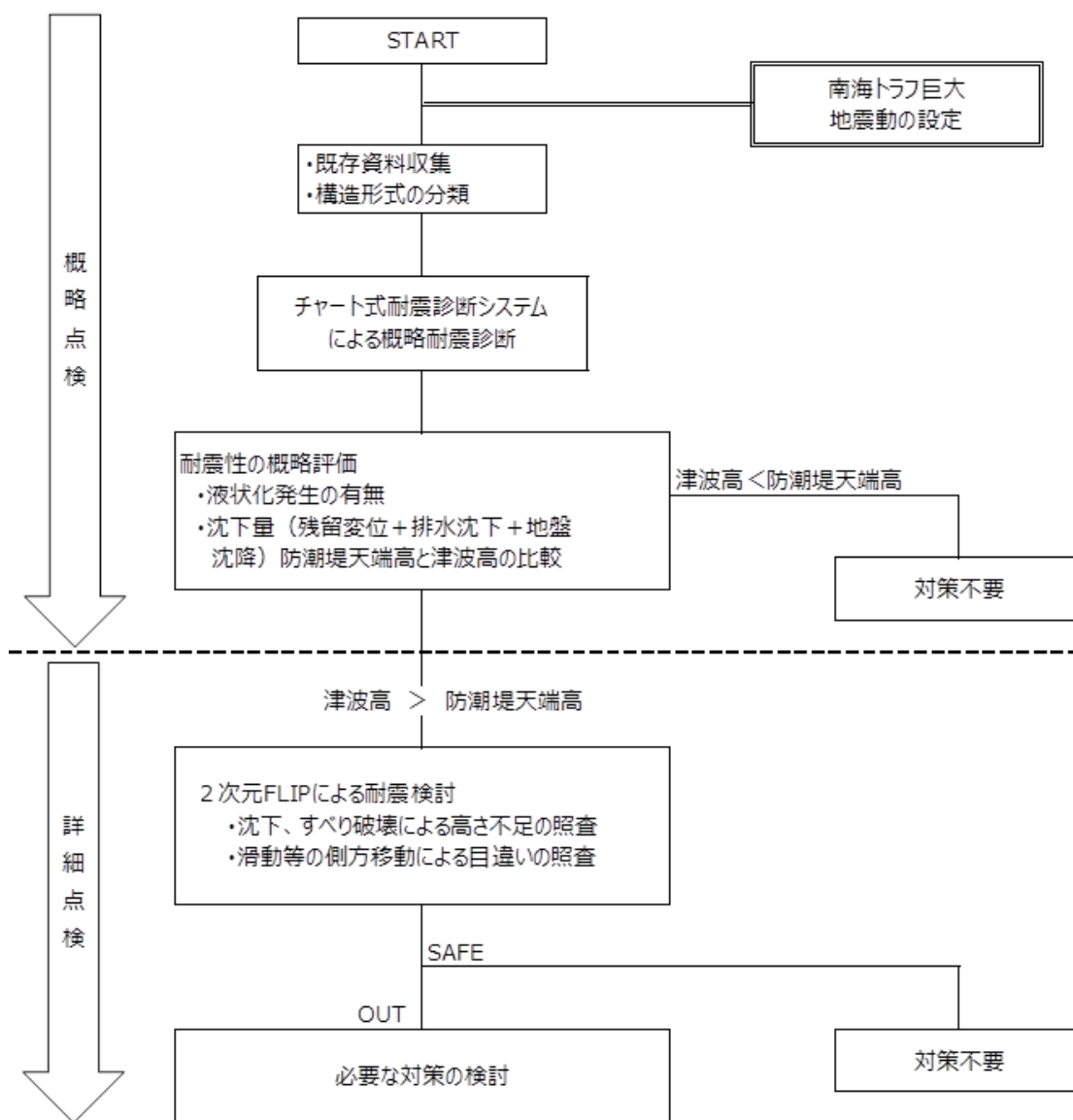


図2-7 点検手法の流れ

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

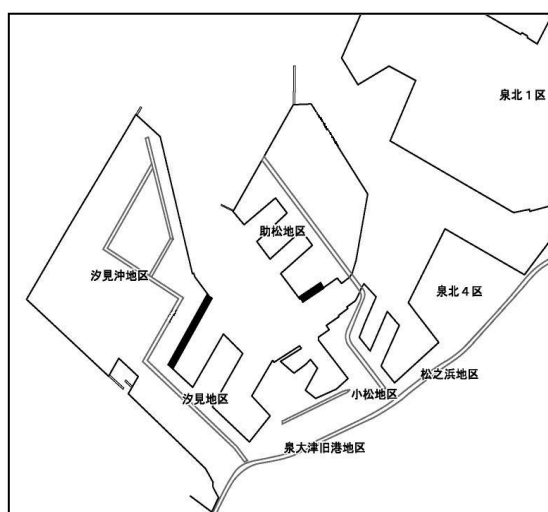
（4）求める耐震性能

- 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。

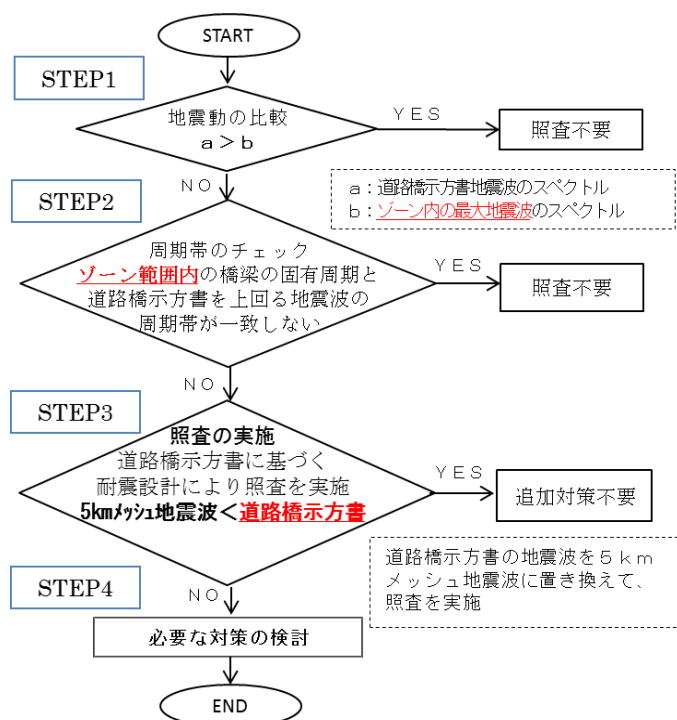


図 2-8 点検手法の流れ

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

1. 揺れ

➢ 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。

2. 杭基礎

➢ 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。

3. 変位量

➢ 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

1. 揺れ

➢ 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。

2. 杭基礎

➢ 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。

3. 変位量

➢ 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。

(2) 点検手法

1. 揺れ

➢ 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。

2. 杭基礎

➢ 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。

3. 変位量

➢ 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。

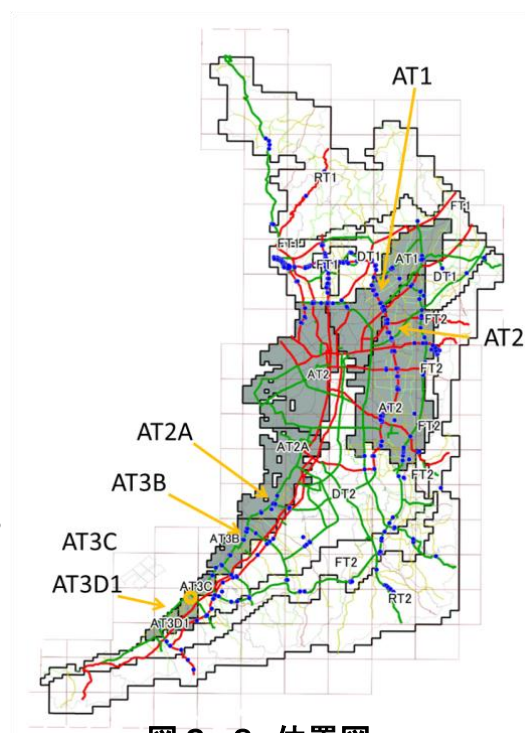


図 2-9 位置図

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

- 施設が位置するすべてのゾーン。
- 加えて、震源域に近い臨海部に位置し、供用開始年度が比較的古く、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、継手部の抜出し、断面照査（マンホール）などの検討を行う。

（4）点検手法

- 南海トラフ地震動、直下型地震動、下水道耐震対策指針の地震動について、設計値となる卓越する地震動をゾーンごとに比較確認。
一連の流れは図2-10に示す。

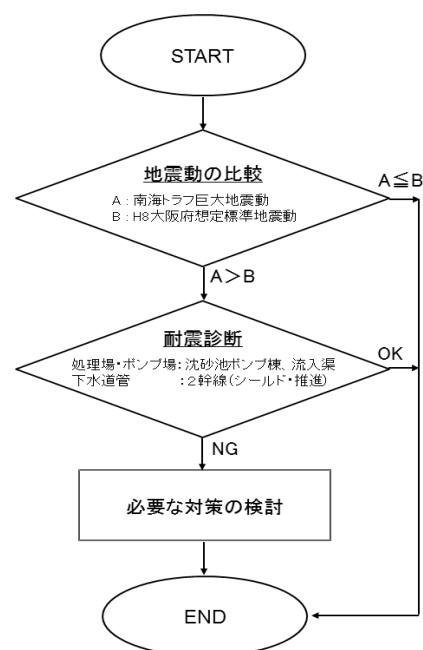


図2-10 点検手法の流れ

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 2-1 1 に示す。

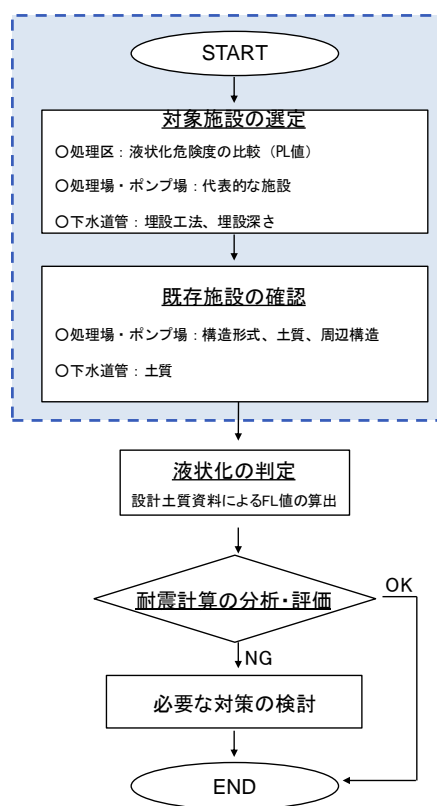


図 2-1 1 点検手法の流れ

1) 処理場・ポンプ場

- PL 値が最大となる水みらいセンター、及び、液状化の影響を受けやすい埋め立て地に位置する水みらいセンターについて基礎杭への影響を点検。
- 摩擦杭構造と支持杭構造のそれぞれについて点検する。

2) 下水道管

(開削工法)

➢ 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

- 該当区間のうち、PL 値が 15 以上の区間において詳細検討（シールド工法、推進工法）

➢ PL 値 15 以上の区間において浅い位置に設置されている区間を抽出。

2-5 土木構造物の点検の進め方（津波）

2-5-1 河川・海岸構造物（防潮堤等）

(1) 照査基準

- 防波堤の耐津波設計ガイドライン（平成 25 年 9 月 国土交通省港湾局）

(2) 点検の考え方

- 河川堤防は津波進行方向に対し、その法線が概ね平行であることから直接、津波波力を受けることがないが、急縮部など津波波力を受けることが想定される箇所を抽出し L2 津波に対する照査を行う。

(3) 求める耐波性能

- L2 津波を受けても、堤体の安定（転倒・滑動）、堤体の構造（曲げ、せん断）が保持されていること。

(4) 点検手法

- 南海トラフ巨大地震による津波シミュレーションで得られた津波水位を用い、波状段波、越流の発生の有無などを考慮して、谷本式や修正谷本式等を用い波力を算定し、耐波性能が確保されているかどうかを照査する。

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、波圧、被覆、洗掘の影響と必要な対策を図-2-12に示すとともに、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。

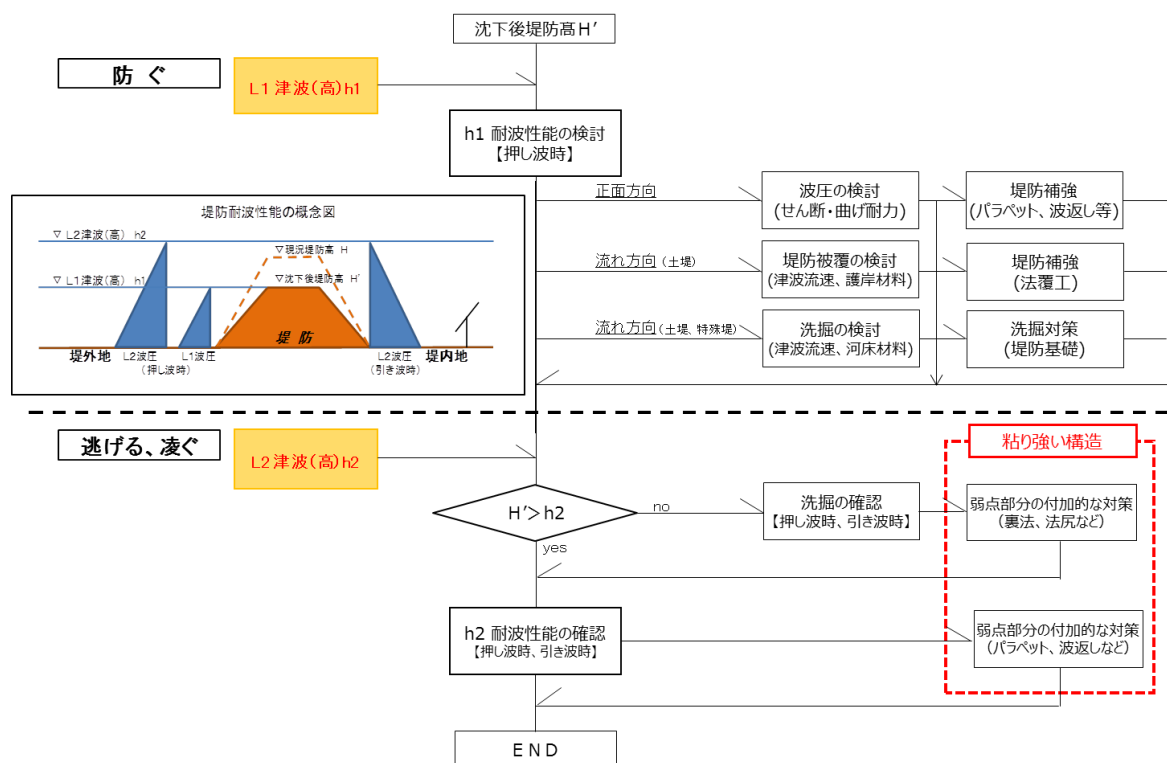


図2-12 検討フロー

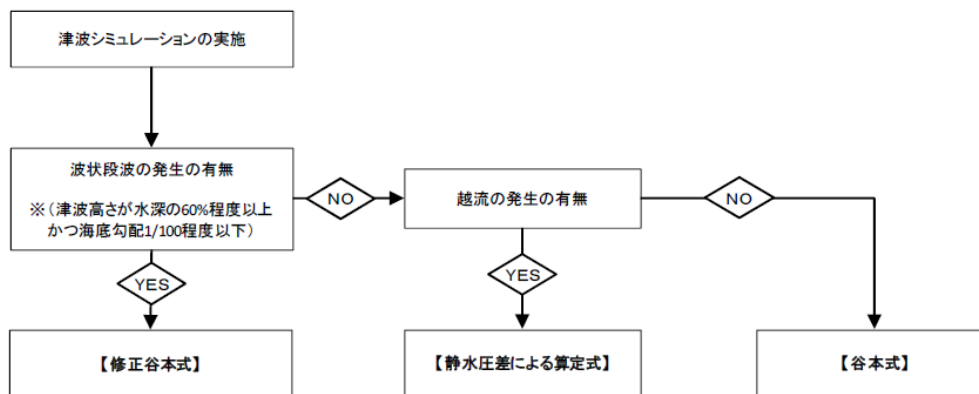


図 2-13 津波波圧式選定フロー

2-5-2 河川・海岸構造物（水門・樋門・門扉）

（1）照査基準

- 防波堤の耐津波設計ガイドライン（平成 25 年 9 月 国土交通省港湾局）
- 港湾における防波堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン
（平成 25 年 11 月 国土交通省港湾局）

（2）点検の考え方

- 高潮対策として整備された防潮水門を津波時にも閉鎖することとしたため、津波時に閉鎖する 10 水門の耐波性能を照査する。

（3）求める耐波性能

- L1 津波を受けた後も水門の開閉性が保持される性能が確保されている。
- L2 津波を受けても、部材の流出による二次被害を起こさない耐力が確保されている。

（4）点検手法

- 津波シミュレーションで得られた津波水位を用い、波状段波、越流の発生の有無などを考慮して、谷本式や修正谷本式等を用い波力を算定し、L1 津波については、発生する応力に対し各部材が降伏していないかで判定し、塑性変形する部材については、扉体の開閉性に対する影響を照査する。L2 津波については、発生応力が鋼部材は引張強さ以内であるか、RC 部材は降伏していないかで判定する。

2-5-3 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。

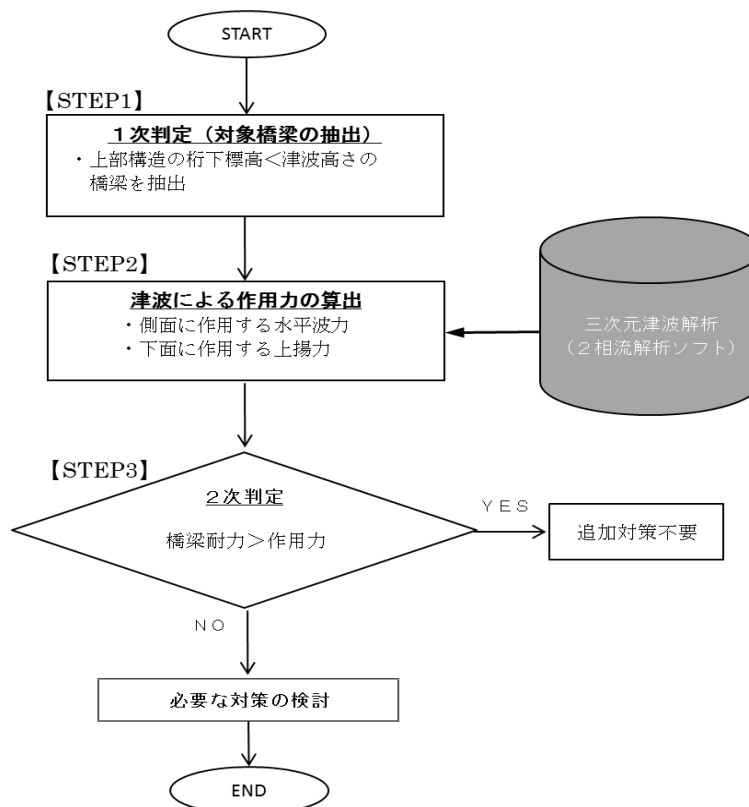


図2-14 点検フロー

(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

- 津波による上部構造流出や倒壊の危険性を照査。

(2) 点検手法

1) 1次判定

- 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次判定を実施。

2) 2次判定

- 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、橋梁の耐力と比較検証。

2-5-4 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

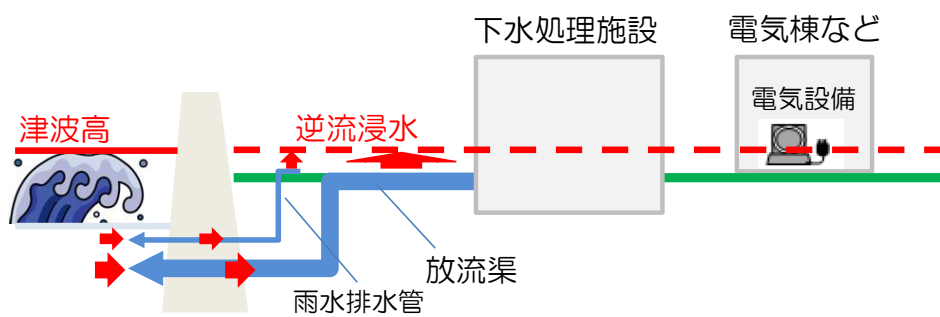


図2-15 点検イメージ

3 土木構造物の点検結果

本章では、地震動（揺れ・液状化及び津波）の影響についての結果を示す。

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

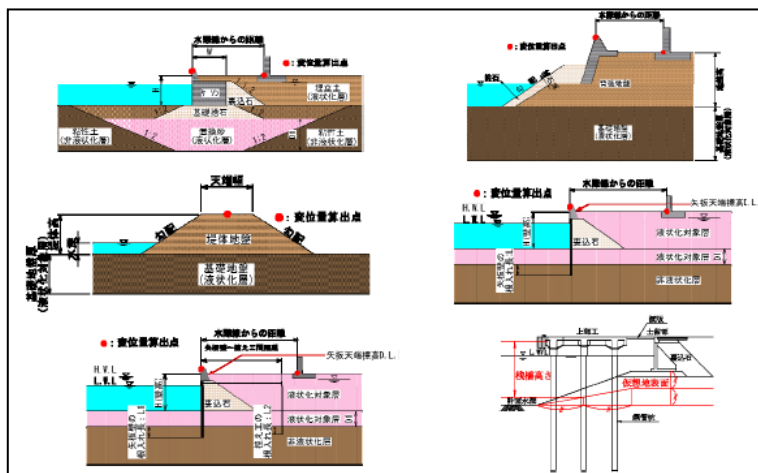
- 湾岸にある堤防・防潮堤等の施設は、施設の延長が非常に長く、構造形式も様々なことから、全施設の耐震診断を実施することは、多大な費用と時間が必要となる。
- このため、国土交通省港湾局では、地震に対する危険性が高い施設（堤防・防潮堤等）を「簡単に」、「早く」抽出することが出来る「チャート式耐震診断システム」を開発。

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

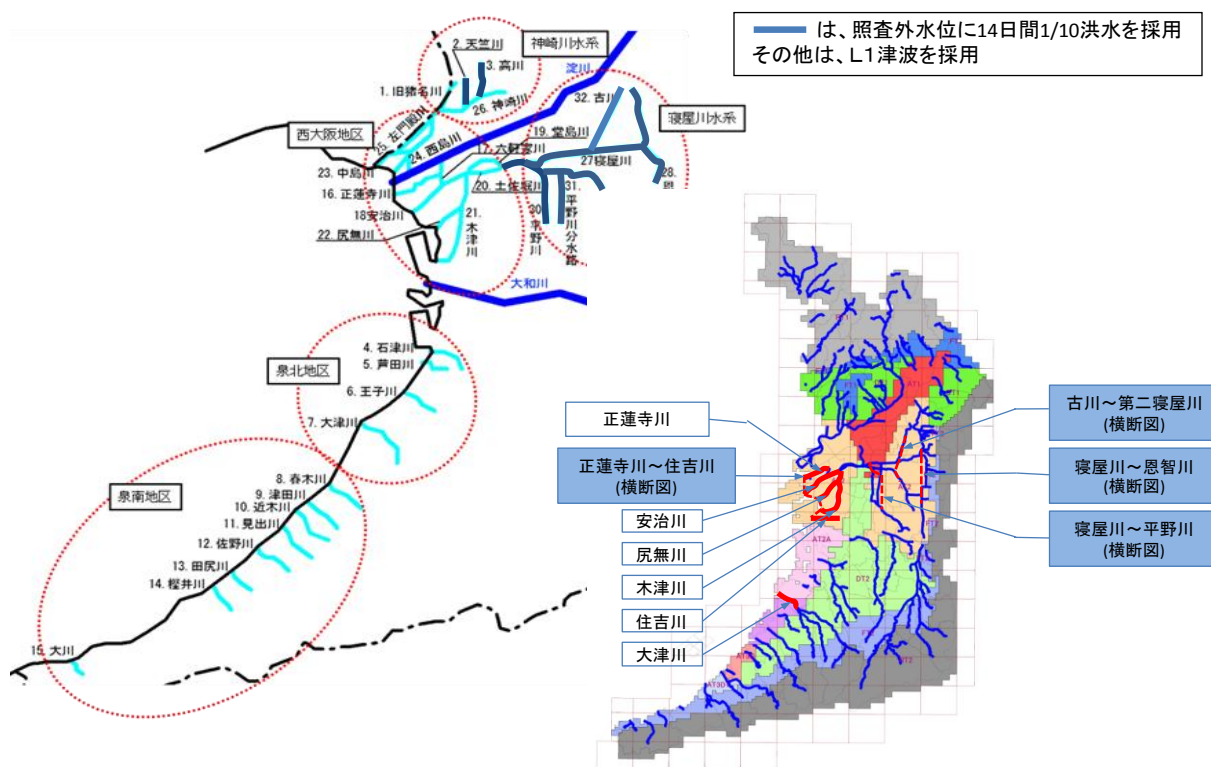


図 3-1 診断位置図（河川）

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。

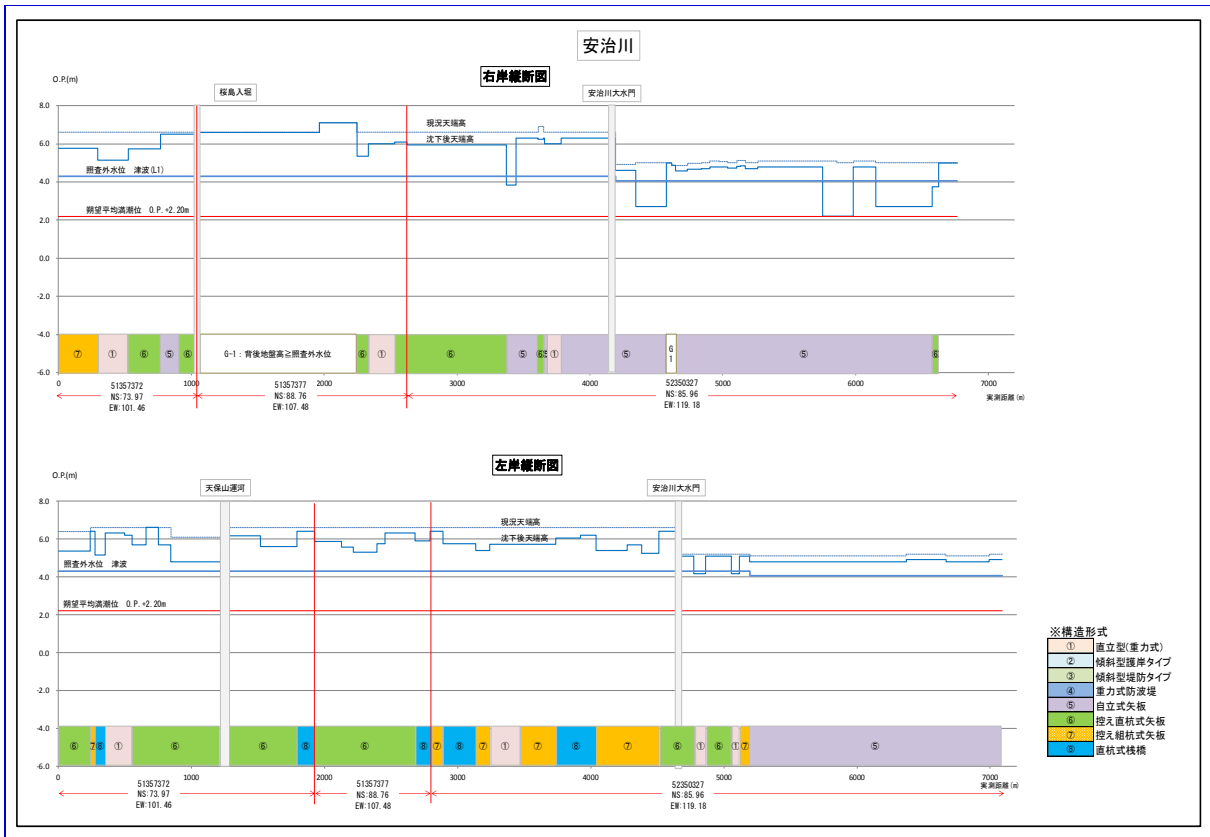


図 3-2 安治川縦断帯図



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》

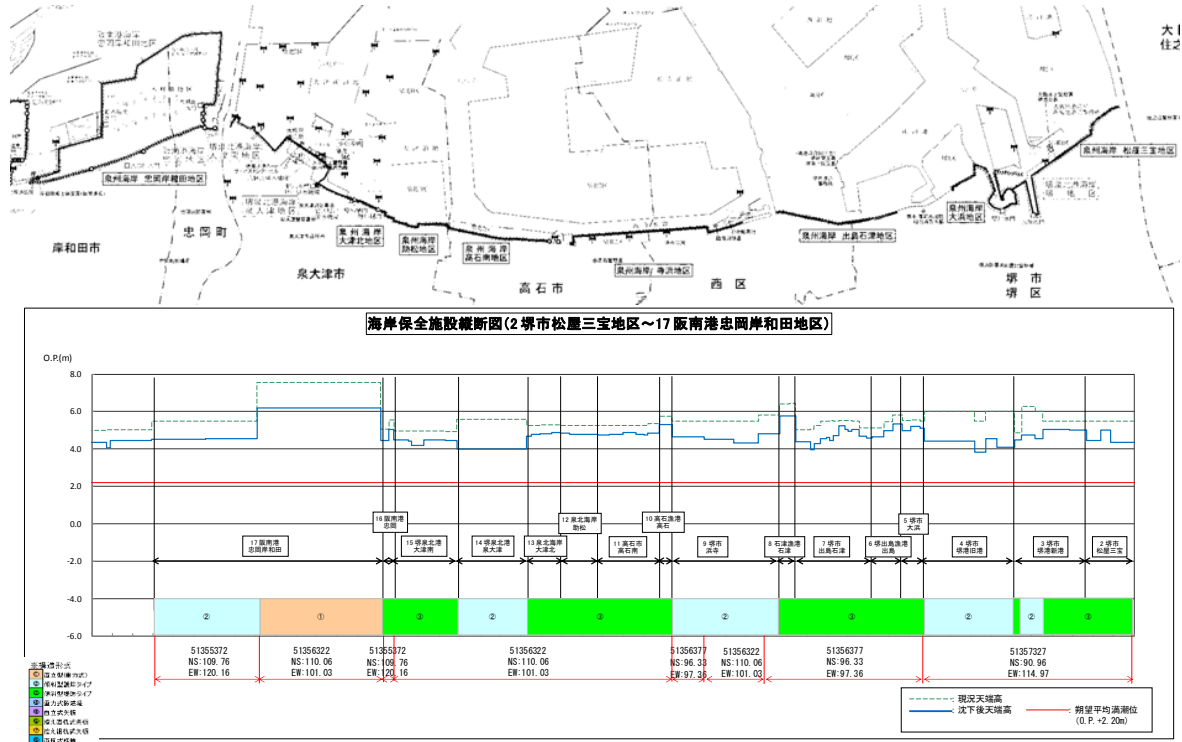


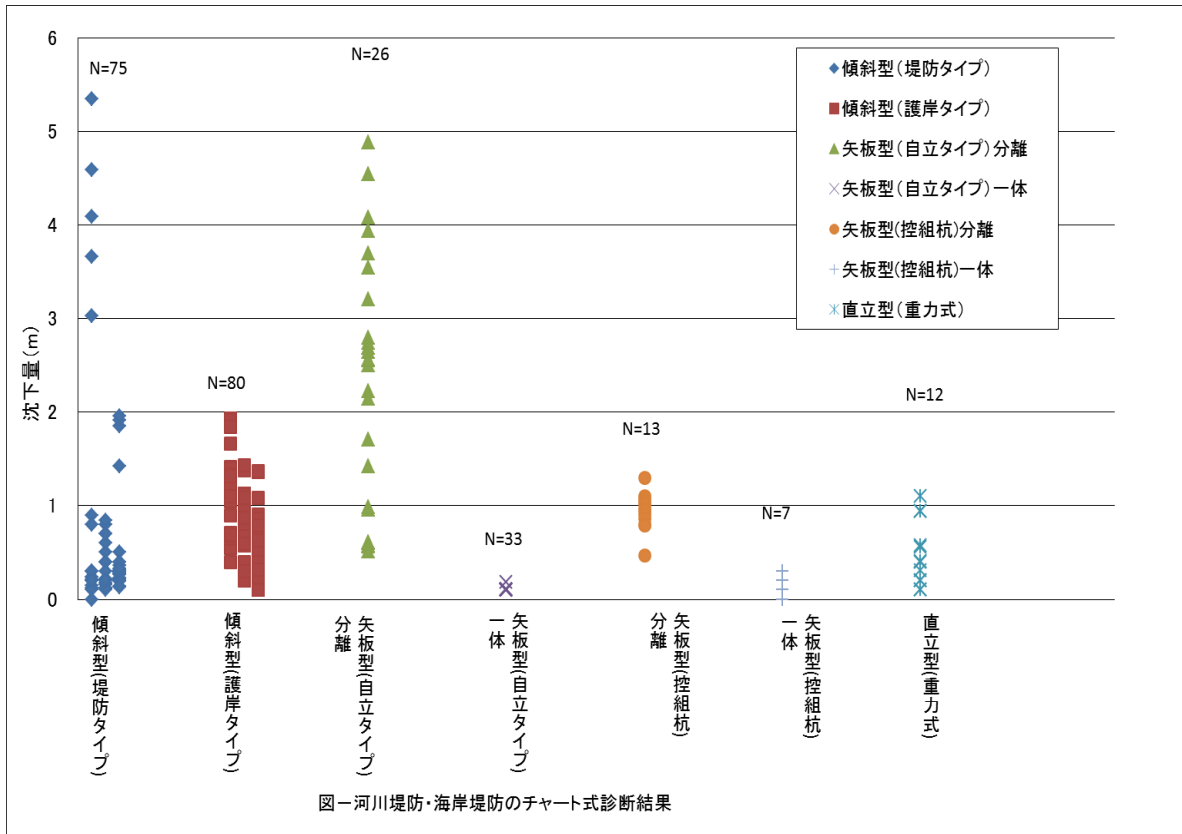
図 3-4 診断位置図及び堺泉北管内縦断帯図（海岸保全施設）

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）

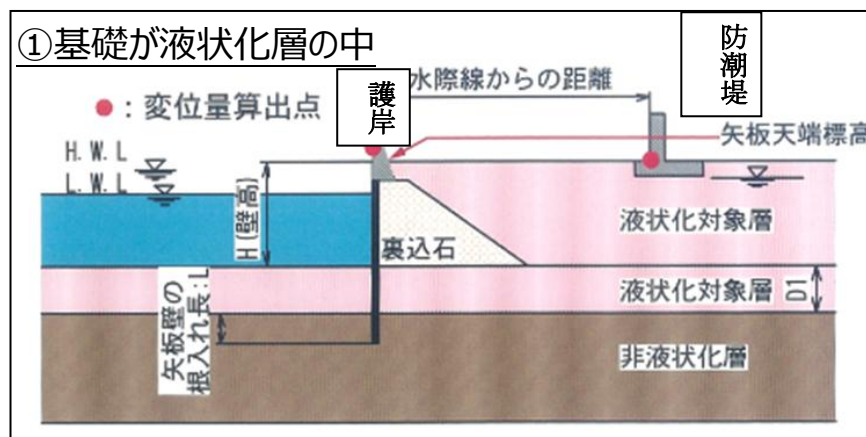


図3-5 基礎が液状化層中の堤防

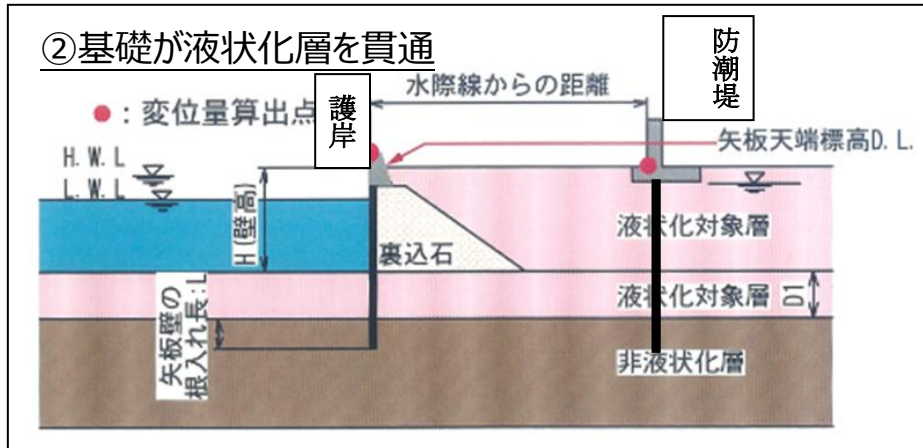


図3-6 基礎が液状化層を貫通する堤防

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 ^{※1})	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 ^{※2})
	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 ^{※4}
	傾斜型(護岸タイプ)	堤防無	補正係数0.1 ^{※5}
	矢板型(自立)別体 ^{※3}	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（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	OP+2.75	-0.80 (OP+5.81)	1.07 (1.0)	-1.29 (OP+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)		OP+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)		OP+4.63	-0.94 (OP+4.35)	0.84 (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	OP+4.03	-1.18 (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	OP+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、木津川の三大水門ならびに出来島水門、正蓮寺川、六軒家川、西島川、三軒家川、王子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。その結果を表3-4に示す。

表3-4 水門点検結果

施設名	加振方向	上部工	下部工
安治川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK
尻無川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	NG	OK
木津川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK
出来島水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK
正蓮寺川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	NG
六軒家川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK
三軒家水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK
芦田川水門	水流	OK	NG
	水流 直角	OK	OK
王子川水門	水流	OK	OK
	水流 直角	OK	OK

（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対策が必要
- 正蓮寺川水門 : 堰柱基部の対策が必要
- 芦田川水門 : 基礎杭の対策が必要

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。

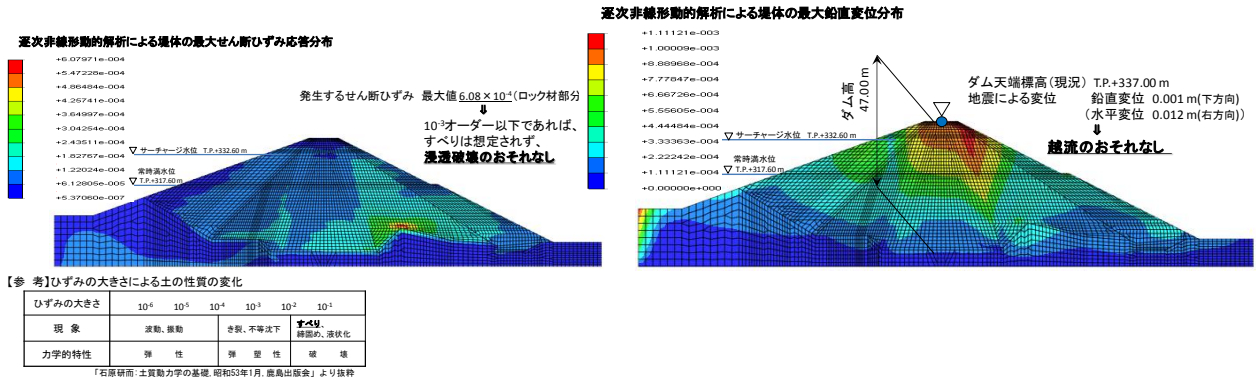


図3-7 点検結果（箕面川ダム）

(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 6.08×10^{-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（沈下量が大きい）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）

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		判定	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)		①沈下量 (m)	②排水沈下量 (m)		
松屋三宝	298.0	-1.84	0.3	×	0.31	0.30	0.25	0.87
堺新港	214.0	-1.07	0.5	×	0.63	0.00	0.25	0.89
堺旧港	301.0	-0.55	0.5	×	0.64	0.10	0.26	1.01
出島石津	282.0	-2.57	0.2	×	0.94	0.09	0.26	1.29
浜寺	258.0	-1.23	0.5	×	0.28	0.11	0.28	0.67
泉大津	235.0	-0.71	0.3	×	0.84	0.25	0.28	1.37
大津南	275.0	0.46	0.5	○	0.30	0.13	0.28	0.71
岸和田	309.0	-0.05	0.5	○	0.05	0.35	0.30	0.70
下瓦屋	302.0	-3.49	0.5	×	0.25	0.30	0.33	0.88
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）

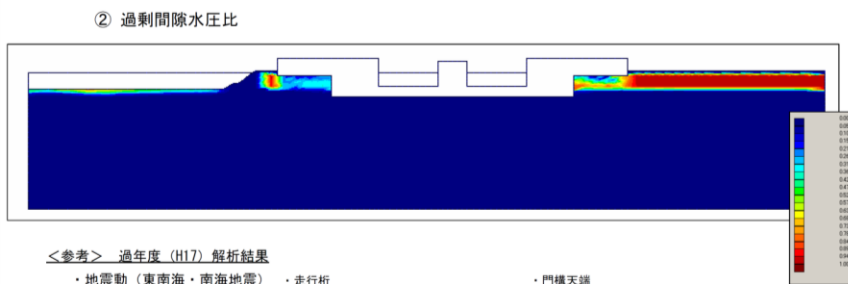
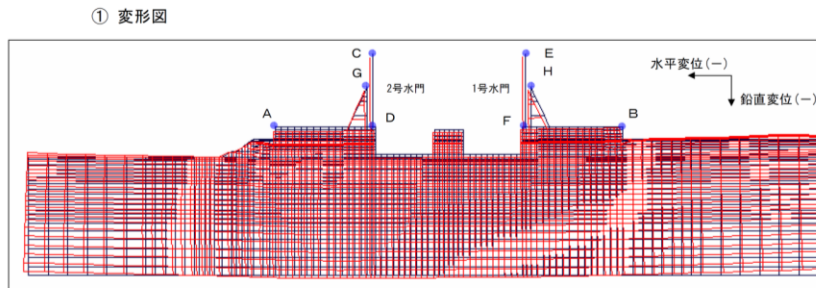
(1) 点検結果

大規模かつ複雑な構造の水門として岸和田水門、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。

また、その他の水門として貯木場北水門、紺谷川水門、緑川樋門、臨海町 No. 7-4 門扉、岡田 No. 7 門扉の5施設を代表施設として選定し門柱基部のせん断耐力を震度法により照査した。その結果を表3-6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 扉体の稼働照査（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）

表3-6 点検結果（その他の水門・樋門・門扉）

施設箇所		忠岡町 貯木場北水門	泉南市 紺谷川水門	泉大津市 緑川樋門	岸和田市 No. 7-4門扉	泉南市 No. 7門扉
門柱基部	曲げ作用耐力比	0.52	0.39	0.28	0.01	0.01
	せん断作用耐力比	0.13	0.13	0.06	0.10	0.02
	判定	1.0以下 OK	1.0以下 OK	1.0以下 OK	1.0以下 OK	1.0以下 OK

(2) まとめ

- 大規模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。
- その他の水門等については、代表施設の門柱基部における部材の曲げ及びせん断の耐力比は1.0以下で照査基準以下であった。したがって、全ての水門・樋門・門扉において、求められる性能（ゲート開閉・せん断破壊）を満たす事ができる。

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

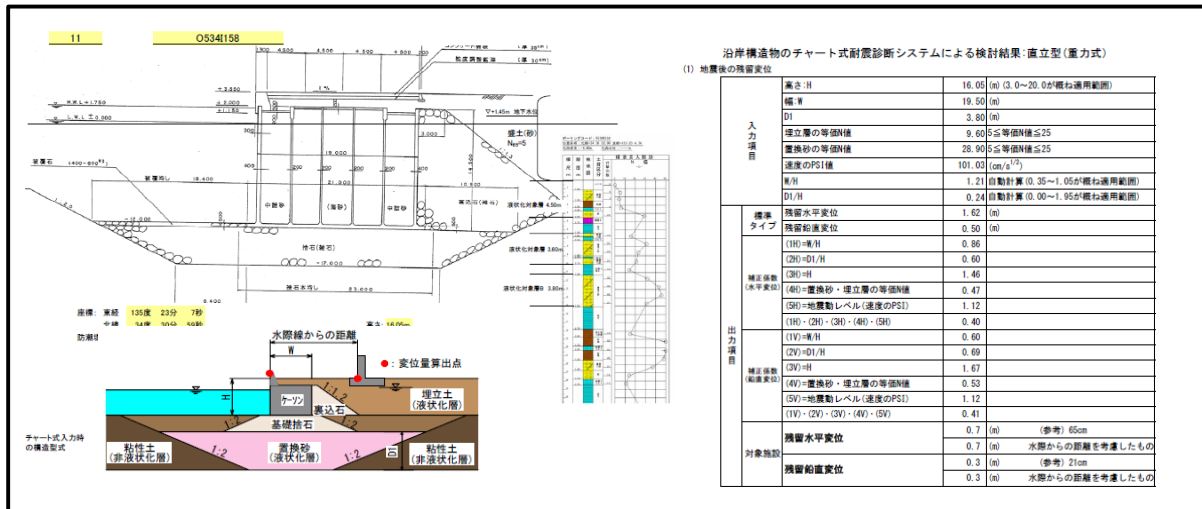


図3-9 点検結果（港湾施設・耐震強化岸壁）

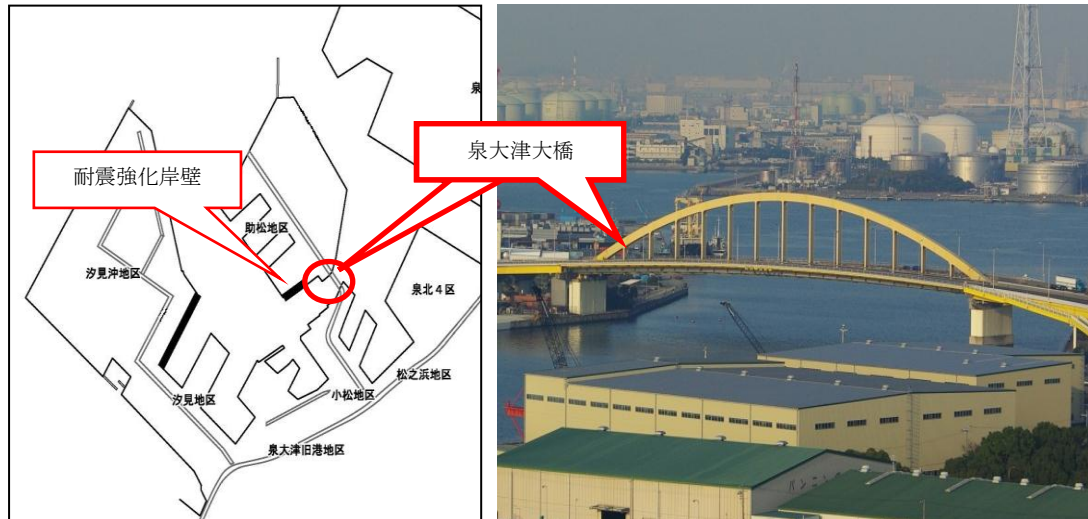
(2) まとめ

➢ 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。

7. 港湾施設（臨港道路橋）

(1) 点検結果

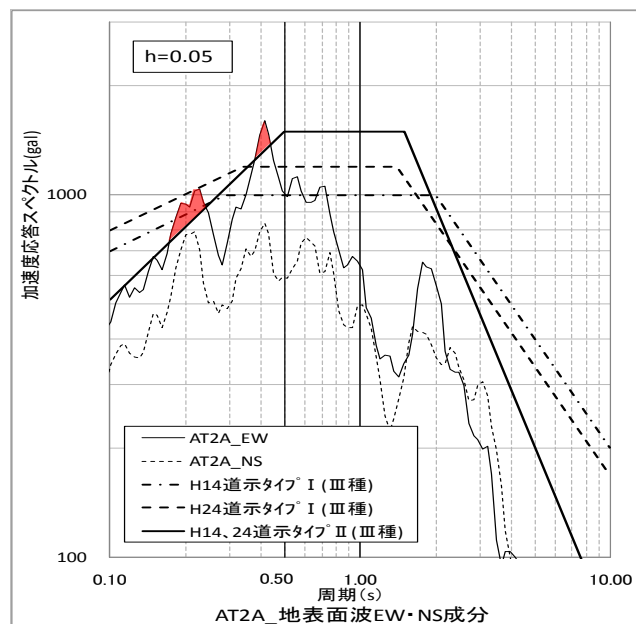
大規模地震が発災した際に、緊急物資等の輸送や経済活動の確保を目的とした、耐震強化岸壁と背後陸域を結ぶ臨港道路橋として泉大津大橋を選定。



概略点検により早期に現耐震性能を確認し、詳細点検により耐震性能の照査を実施する。今回実施する概略点検は、

- ①南海トラフ地震波と H14 道路橋示方書の地震波を比較。
- ②南海トラフ地震波が道路橋示方書の地震波を上回る場合、地震波と橋梁の周期帯を確認。
- ③道示地震波を対象橋梁のある 5 km メッシュ地震波に置換えて耐震照査を実施。
- ④照査の結果、5 km メッシュ地震波 > 道示地震波の場合は追加対策を検討。

概略点検結果、南海トラフ地震波が道示地震波を上回る周期帯において、地震波と泉大津大橋の固有周期が一致しないことから耐震対策の問題は不要。



(2) まとめ

➤引き続き、取付橋梁部を含む橋梁全体について詳細点検を実施する。

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. 一次判定

(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) 一次判定抽出橋梁の詳細確認

一次判定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) 二次判定の選定

➢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、詳細照査を実施することとした。

1.2. 二次判定

(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

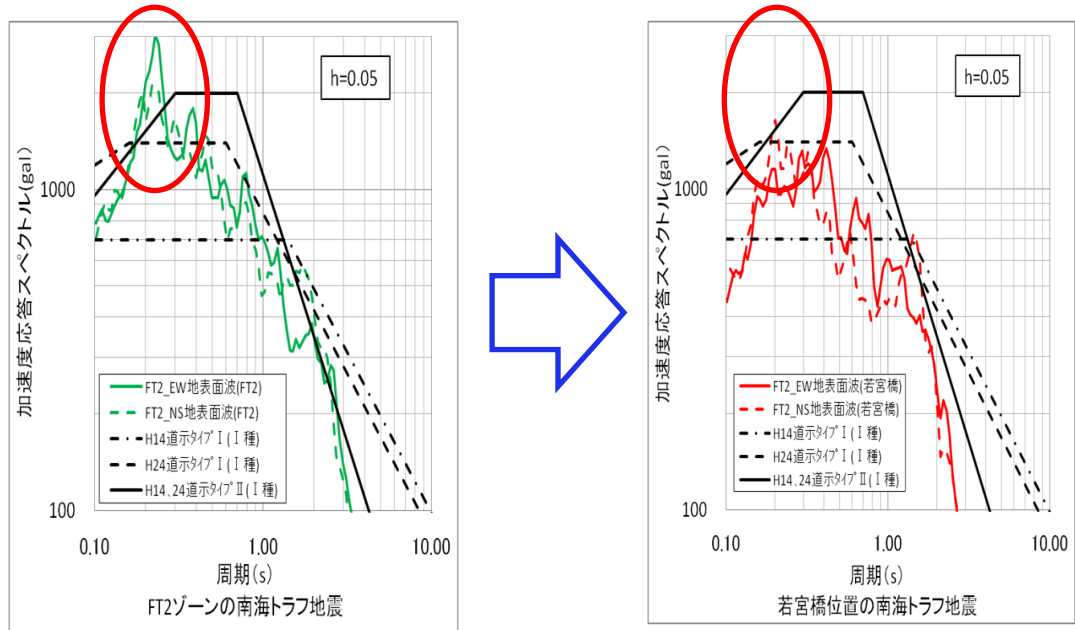


図3-10 大阪生駒線 若宮橋 加速度応答スペクトル

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。

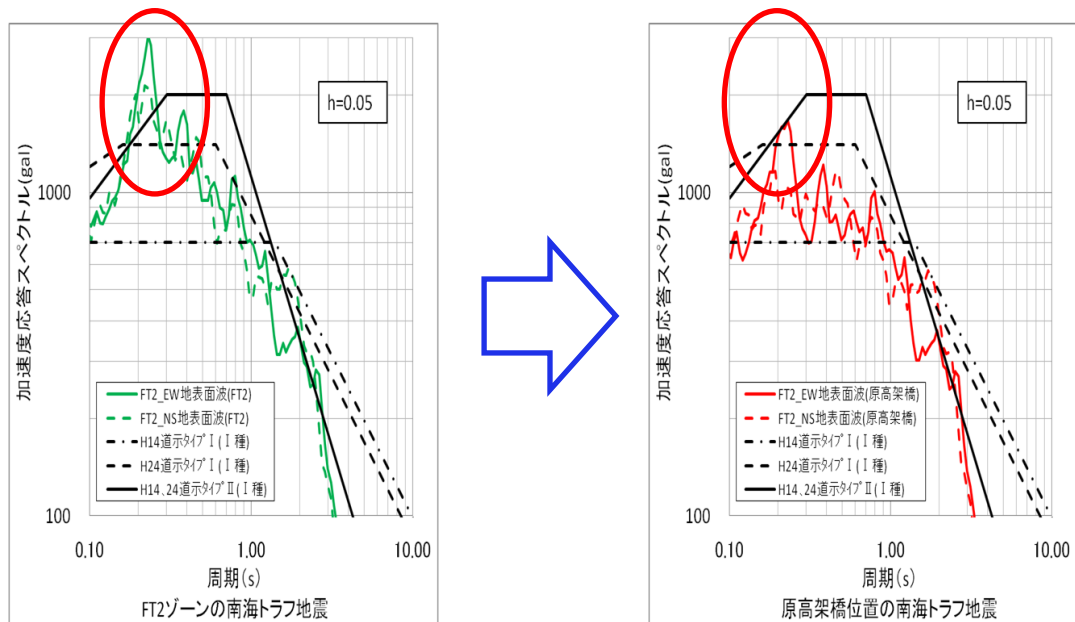


図3-11 国道170号 原高架橋 加速度応答スペクトル

➤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。

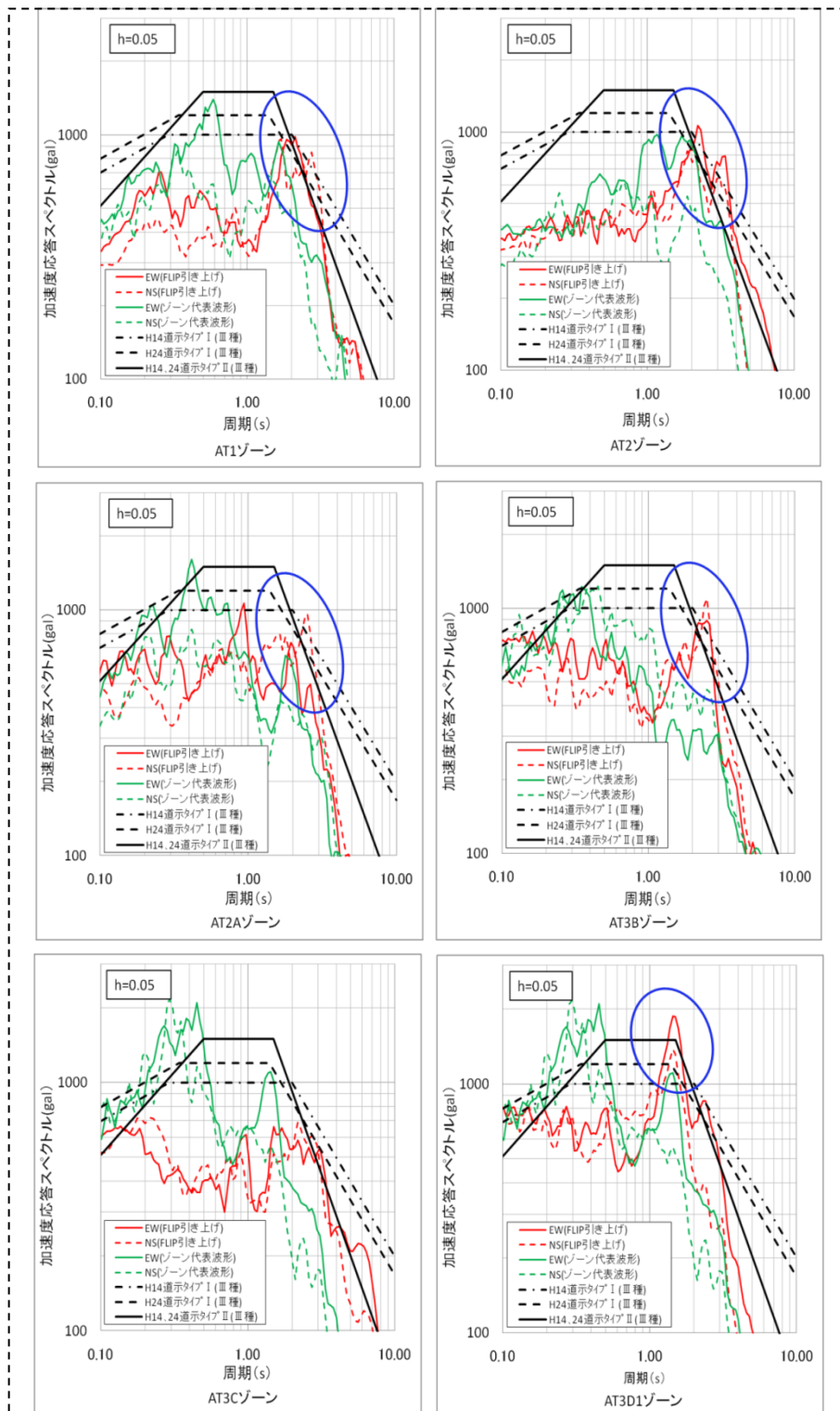


図3-12 加速度応答スペクトル

(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。

2.3. 液状化の影響を考慮した構造物等の変位量照査

(1) 点検結果

① 橋台・取付擁壁

水平変位： 1～5cm 程度、 鉛直変位： 0cm

② 橋台背面土

沈下量： 11～26cm 程度

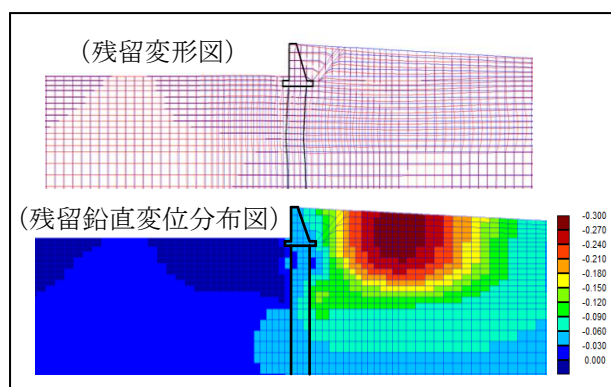


図3-13 点検結果（橋軸方向）

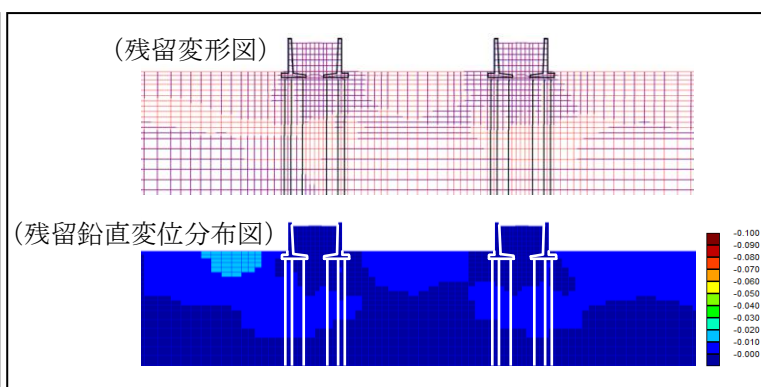


図3-14 点検結果（橋軸直角方向）

(2) まとめ

- 液状化による変状は軽微であり、応急措置により緊急車両の通行機能は確保可能と判断できる。

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. 地震動の点検

(1) 点検結果

南海トラフ地震動、直下型地震動、下水道耐震対策指針の地震動について、設計値となる卓越する地震動をゾーンごとに比較確認した結果、いずれのゾーンにおいても南海トラフ巨大地震による地表面加速度が卓越するゾーンは無かった（表3-6）。

表3-6 ゾーンごとの地震動の点検

	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9年度) 内陸直下型地震		III 下水道施設の耐震対策指針 (平成18年 日本下水道協会)	卓越する地震動 (設計値)
	ゾーン		地表面加速度			
沖積地盤	AT1	NS	333.9 gal	487 gal		III
		EW	364.4 gal			
	AT2	NS	200.8 gal	中東部: 613 gal 中東部c: 727 gal 中西部: 664 gal		II
		EW	362.0 gal			
	AT2A	NS	256.7 gal	403 gal		III
	AT3B	NS	381.4 gal			III
EW		374.3 gal				
AT3C	NS	487.0 gal	406 gal		III	
	EW	457.0 gal				
AT3D1	NS	487.0 gal			III	
	EW	457.0 gal				
洪積地盤	DT1	NS	203.9 gal	北西部: 699 gal 北東部: 504 gal		II
		EW	440.4 gal			
	DT2	NS	547.1 gal	中南部: 770 gal 南部: 454 gal 南東部: 521 gal		II
		EW	438.7 gal			
山地境界部	FT1	NS	282.4 gal	545 gal		II
		EW	355.5 gal			
FT2	NS	523.7 gal	東部: 701 gal 南部: 613 gal		II	
	EW	573.9 gal				
岩盤	RT1	NS	133.3 gal	324 gal		III
		EW	185.4 gal			
RT2	NS	566.4 gal	東部: 338 gal 南部: 334 gal		III	
	EW	543.2 gal				

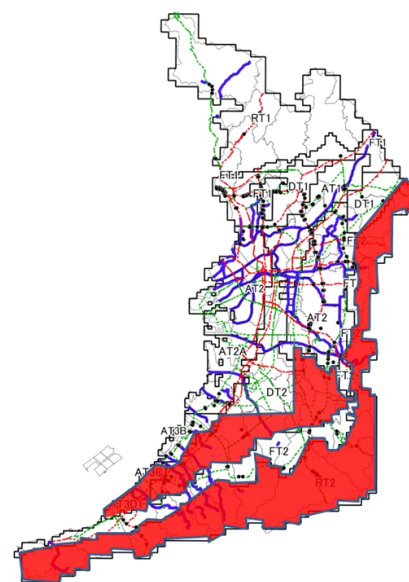


図3-15 ゾーン区分

1.2. 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3-7に示す。

表3-7 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)	231	359	653※
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

1.3. 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3-8に示す。

表3-8 地表面加速度の対比

幹線名	管渠の相対変位 (cm)		
	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

表 3-9 各施設の PL 値

流域	水みらいセンター	南海トラフ巨大地震 PL 値	埋立地
猪名川	原田	11	
安威川	中央	12	
淀川右岸	高槻	45	
淀川左岸	渚	18	
寝屋川北部	鴻池	30	
	なわて	3	
寝屋川南部	川俣	27	
	竜華	20	
大和川下流	今池	10	
	大井	0	
	狭山	0	
南大阪湾岸	北部	50 (最大値)	○
	中部	9	○
	南部	46	○

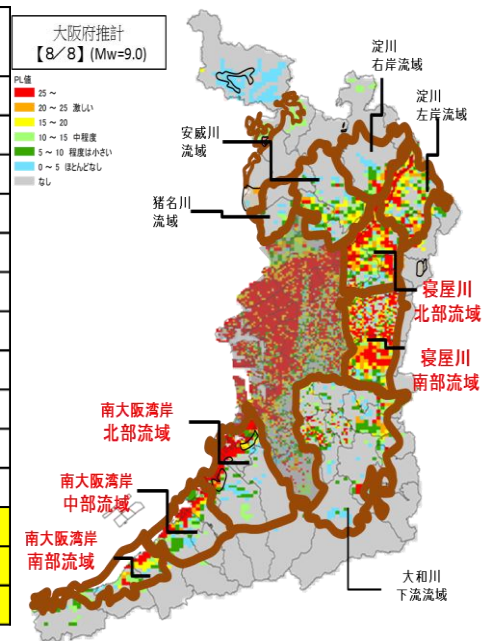


図 3-16 施設位置図

PL 値が最大値となる北部水みらいセンター、一般的に液状化の影響を受けやすい埋立地に位置している中部、南部水みらいセンターについて、ボーリングデータに基づき、FL 値、地盤の低減係数 (De) を確認し、基礎杭への影響を点検。

①液状化層は、直下型地震と南海トラフ地震で同じ層である。

②地盤の低減係数は、直下型地震動 \leq 南海トラフ地震である。

①②から、これまで府が実施した下水道施設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を確認。

①北部水みらいセンター

検討結果を図 3-17 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。

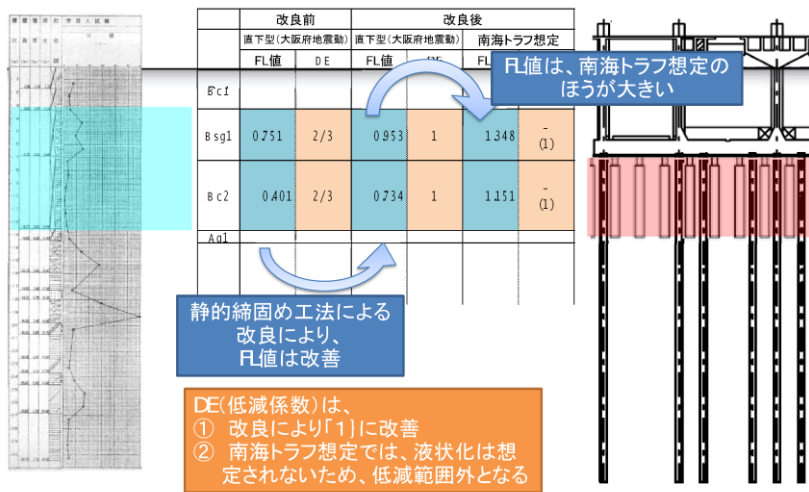


図3-17 北部水みらいセンター液状化判定

②中部、南部水みらいセンター

検討結果を図3-18、図3-19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。

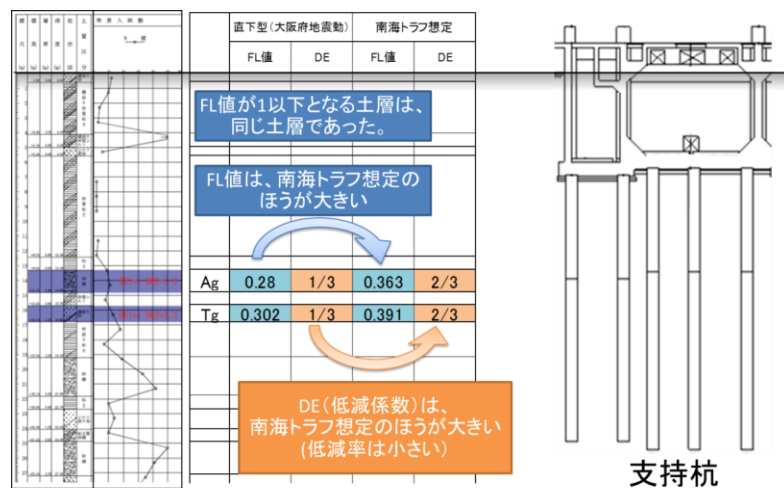


図3-18 中部水みらいセンター液状化判定

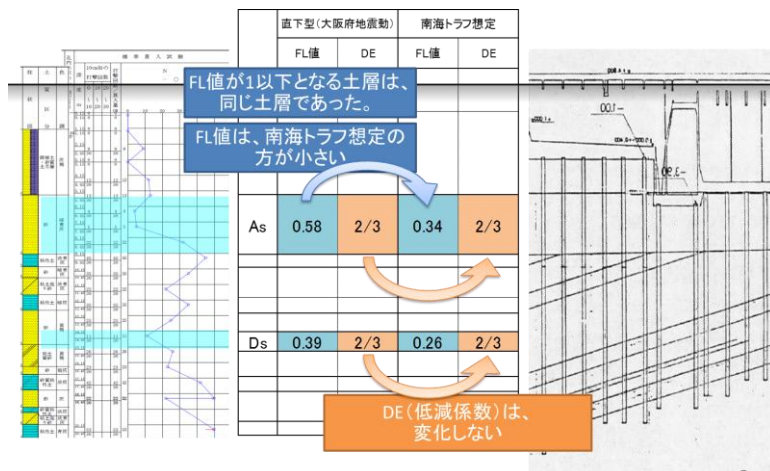


図3-19 南部水みらいセンター液状化判定

2.2. 下水道管（開削工法）

(1) 点検結果及びまとめ

検討結果を図3-20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点検したところ、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。

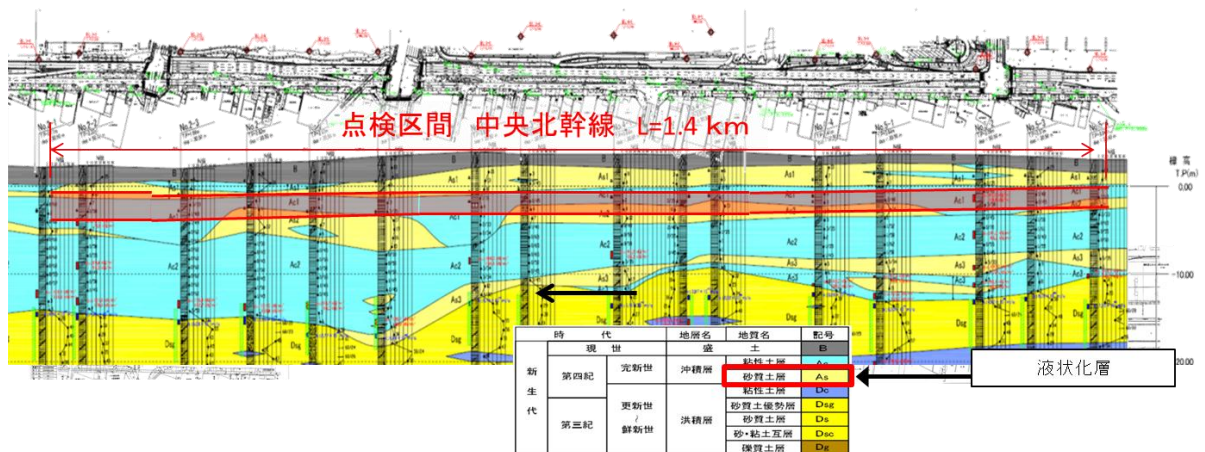


図3-20 液状化判定

2.3. 下水道管（シールド工法、推進工法）

- 対象施設のうち最も浅い位置に設置された、PL値15以上の区間について管渠の浮き上りを点検した結果、所要の安全率を有することを確認した。
- このことから、これらの工法で設置された管渠は液状化による浮上りに対し安全であることを確認。

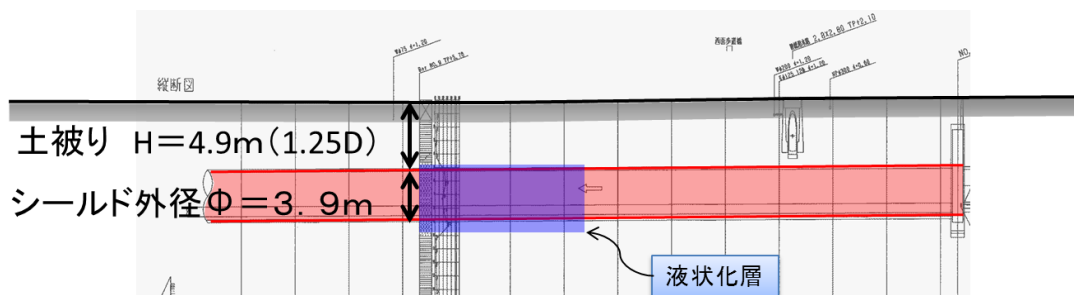


図3-21 下水道管縦断面図（摂津高槻雨水污水幹線）

3-3 土木構造物の点検結果（津波）

3-3-1 河川・海岸・港湾施設（防潮堤・水門等）

1. 河川施設（水門）

(1) 点検結果

津波外力は、図3-22のフローに従って選定した。

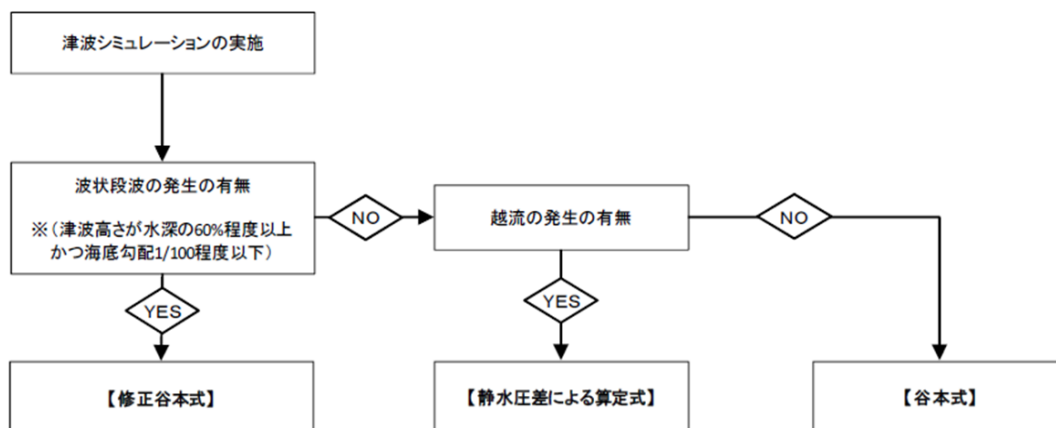


図3-22 津波算定式の選定フロー

L1 津波に対する判定は、求められる性能を「水門が開閉動作できる」とし、塑性変形が生じる場合には残留変位が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とした。

L2 津波に対する判定は、求められる性能を「二次被害を起こさない」とし、扉体・堰柱などの分離・流出の有無を判定基準とした。

結果を表3-10、表3-11に示す。

表3-10 L1 津波に対する照査

求められる性能：水門が開閉操作できる					
水門	水門上部工			水門下部工	
	扉体	中央ピン	戸当り	堰柱	基礎
安治川水門	○	×	—	×	○
尻無川水門	×	×	—	×	○
木津川水門	×	×	—	×	○
旧猪名川水門	○	—	○	○	○
出来島水門	○	—	○	○	○
正蓮寺川水門	○	—	○	○	○
六軒家川水門	○	—	○	○	○
三軒家水門	○*	—	○	○	○
芦田川水門	○	—	○*	○	○
王子川水門	○	—	○	○	○

※ゲート操作に影響しない部材の変形有り

表 3-11 L2 津波に対する照査

求められる性能 : 二次被害を起こさない					
水 門	水門上部工			水門下部工	
	扉体	中央ピン	戸当り	堰柱	基礎
安治川水門	○	○	—	○	○
尻無川水門	○	○	—	○	○
木津川水門	○	○	—	○	○
旧猪名川水門	○	—	○	○	○
出来島水門	○	—	○	○	○
正蓮寺川水門	○	—	○	○	○
六軒家川水門	○	—	○	○	○
三軒家水門	○	—	○	○	○
芦田川水門	×	—	×	○	○
王子川水門	×	—	×	○	○

(2) まとめ

➤施設画面上の津波 (L1 津波)

求められる性能 (水門の開閉操作できる) に対し、安治川水門、尻無川水門、木津川水門は満たすことができない。

➤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) に対し、芦田川水門、王子川水門は満たす事ができない。

2. 海岸施設（防潮堤）

(1) 点検結果

堺市松屋三宝から岬町小島南まで全160断面について津波波力に対する点検を実施した。

津波波力については、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、図3-23に示す算定手順をもとに適切な波力算定式を用い、さらに漂流物の衝突力として20kN/mを考慮した。

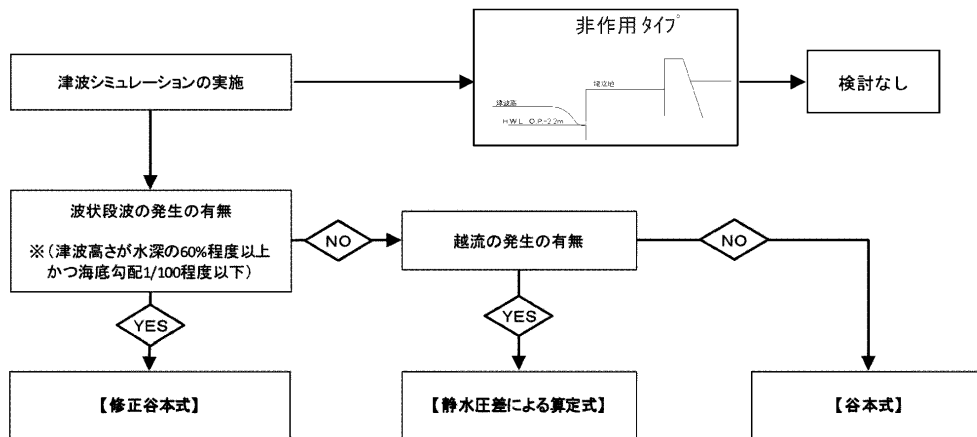


図3-23 津波波力算定の手順

点検結果を図3-24に示す。

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

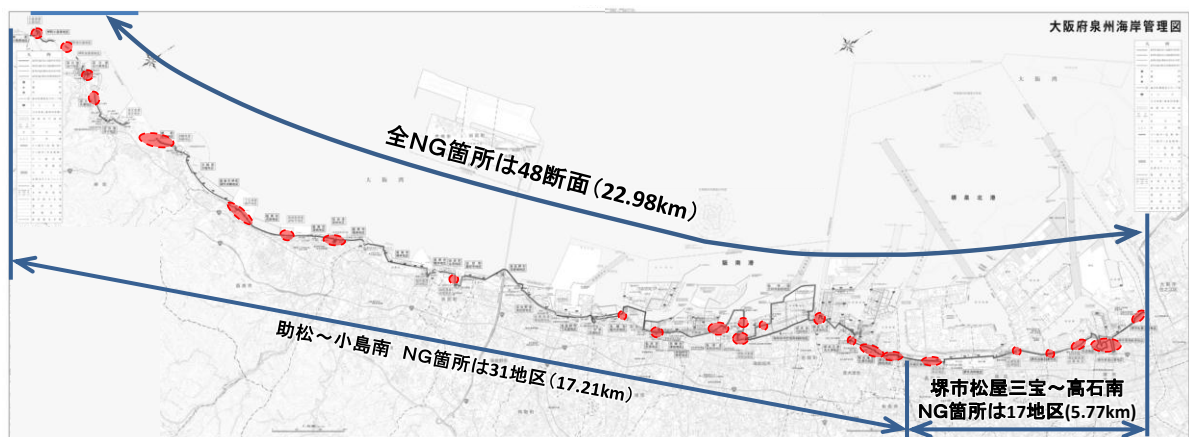


図3-24 津波波力による構造物点検結果

(2) まとめ

➤点検の結果、48断面において、曲引張応力度が許容値を上回りNGとなった。

3. 海岸施設（水門）

（1）点検結果

検討においては、規模が大きく構造が複雑な水門として岸和田水門と谷川港水門、その他の水門・樋門・門扉として忠岡町 No. 5 水門、泉大津市 No. 10 樋門、岸和田市 No. 7-7 門扉の施設の計 5 施設を選定した。

耐震性能は、L 1 津波に対する津波後のゲート開閉の可否については過年度に検討済みであるため、L 2 津波に対して部材が流出しないこととした。

結果を表 3-12 に示す。

【対象津波：最大クラス相当の津波（L2 相当津波）】

表 3-12 津波に対する点検結果

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合金	
	主 桁	発生応力(N/mm ²)	247	192	348	100	229
		引張耐力(N/mm ²)	400	400	400	520	275
		判 定	OK	OK	OK	OK	OK
	縦 桁	発生応力(N/mm ²)	114	120	358	16	39
		引張耐力(N/mm ²)	400	400	400	520	275
判 定		OK	OK	OK	OK	OK	

（2）まとめ

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。したがって、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で、求められる性能（開閉動作できる）を満たす事ができる。

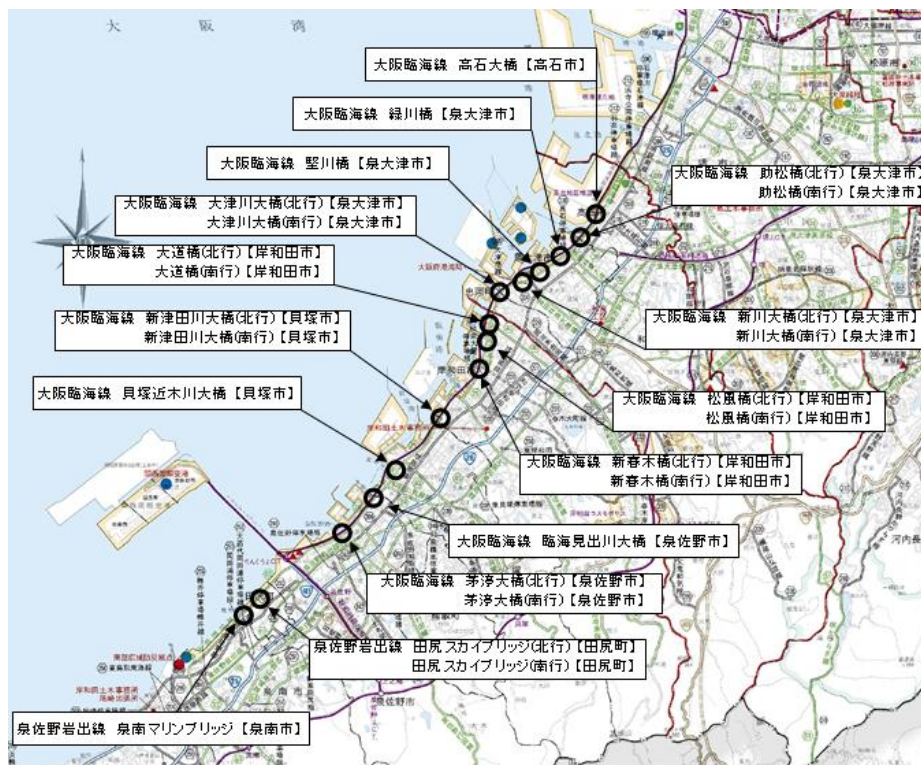
3-3-2 道路施設（橋梁等）

1. 道路施設（橋梁等）の津波に対する影響

1.1. 一次判定

(1) 点検結果

浸水区域内の広域緊急交通路に架かる橋梁は、大阪臨海線及び泉佐野岩出線の24橋で、そのうち13橋が津波の影響を受ける。（広域地盤沈降を見込む）



各種諸元	構造形式	桁下標高 (TPm)	津波標高 (TPm)	スリーニング結果
1 高石大橋	鋼径間連続箱桁	4.289	4.070	○
2 助松橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	3.976	4.010	×
3 助松橋 (南行)	PC単純プレキャスト桁	3.976	4.000	×
4 緑川橋	PC単純プレキャスト床版	2.248	3.620	×
5 堅川橋	PC単純プレキャスト桁	2.045	3.650	×
6 新川大橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	3.080	3.670	×
7 新川大橋 (南行)	PC単純プレキャスト桁	3.080	3.670	×
8 大津川大橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	3.511	3.800	×
9 大津川大橋 (南行)	PC単純プレキャスト桁	3.511	3.800	×
10 大道橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	0.582	2.030	×
11 大道橋 (南行)	PC単純プレキャスト桁	0.582	2.030	×
12 松風橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	2.003	2.310	×
13 松風橋 (南行)	PC単純プレキャスト桁	1.999	2.310	×
14 新春木橋 (北行)	鋼単純板桁	3.684	3.840	×
15 新春木橋 (南行)	鋼単純板桁	3.987	3.840	○

各種諸元	構造形式	桁下標高 (TPm)	津波標高 (TPm)	スリーニング結果
16 新津田川橋 (北行)	PC単純プレキャスト桁	3.900	3.420	○
17 新津田川橋 (南行)	鋼単純鋼床版箱桁	4.263	3.420	○
18 貝塚近木川大橋	PC径間連続箱桁	5.210	3.030	○
19 臨海見出川大橋	鋼単純鋼床版箱桁 PC連続中空床版	3.787	2.930	○
20 茅渚大橋 (北行)	鋼単純鋼床版箱桁	4.185	3.460	○
21 茅渚大橋 (南行)	鋼単純鋼床版箱桁 +PC単純プレキャスト床版	4.089	3.460	○
22 田尻スカイブリッジ (北行)	PC連続中空床版 PC斜張橋	5.315	2.740	○
23 田尻スカイブリッジ (南行)	PC連続中空床版 PC斜張橋	5.315	2.740	○
24 泉南マリナブリッジ	鋼連続箱桁、鋼単純箱桁 鋼径間連続箱桁	5.950	2.600	○

対象橋梁 24 橋中、
13 橋 が津波の影響を受ける。

図 3-25 津波による構造物への影響

(2) 二次判定橋梁のグルーピング

橋梁形式、河口の状況、浸水量等を着眼点にグルーピングを実施し、①助松橋、②新川大橋、③大道橋の3橋を照査対象として抽出した。

各種諸元 橋梁名称	橋長(m)	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	
		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) (南行)	46.0	PC単純プレテンT桁	鋼管杭	3.666	4.01		◎	湾に面する		○
緑川橋	7.3	PC単純プレテ床版	鋼管杭	2.538	3.62	○		河川を遡上する (約200m)	○	
堅川橋	11.5	PC単純プレテンT桁	鋼管杭	2.335	3.65	○		湾に面する	○	
新川大橋(北行) (南行)	35.0	PC単純プレテンT桁	鋼管杭	3.370	3.67	◎		河川を遡上する (約400m)		◎
大道橋(北行) (南行)	19.7	PC単純プレテンT桁	不明	0.892	2.03	○		障害物あり (貯木場)	◎	
松風橋(北行) (南行)	16.2	PC単純プレテンT桁	不明	2.309	2.31	○		河川を遡上する (約300m)		○

1.2. 二次判定

(1) 津波波形の選定

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ケース(3, 4, 5, 10)を選定し、構造物の条件と組み合わせて津波水位を算出して水位が最大となるケースの津波波形を選定した。

- ◆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

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	

【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」を設定

	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

(2) 津波解析の条件

橋梁に最も影響を与える条件で解析を実施するため、解析条件は次のとおりとする。

- 河川堤防等：津波による水量が最も多く河川を遡上する条件となるように、液状化による沈下や堤防破壊は考慮せず、健全な状態とする。
- 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ため、橋梁の山側の水門は閉鎖した状態とする。

(3) 点検(三次元解析)の結果

- 助松橋 【NG】津波上揚力に対して桁が浮上り、水平波力を受け流出する。
- 新川大橋 【OK】津波作用力（上揚力、水平波力）に対して安全である。
- 大道橋 【OK】津波作用力（上揚力、水平波力）に対して安全である。

三次元解析による流出判定の結果を代表して、助松橋の結果を以下に示す。

■橋梁上部構造重量【 W_d 】

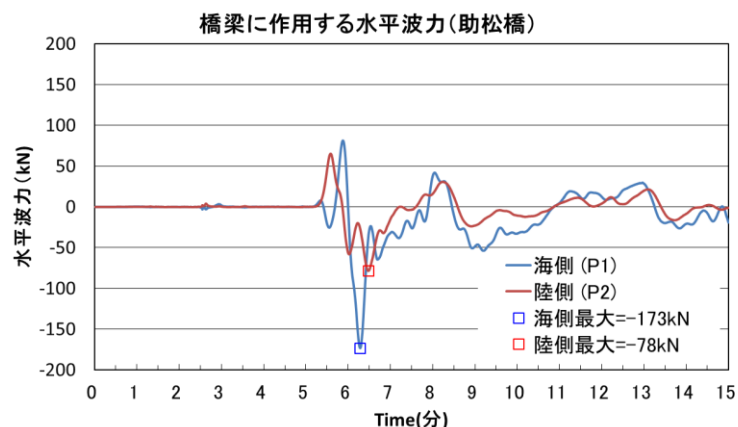
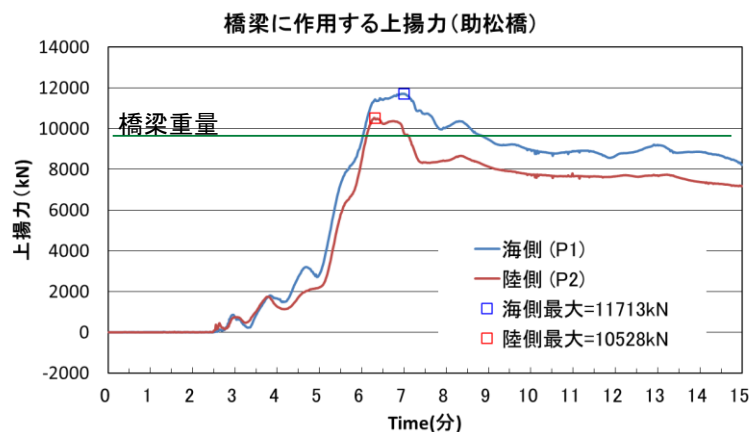
- ・海側（北行）：9,843 kN/橋
- ・陸側（南行）：9,746 kN/橋

■上揚力による浮上り判定【 W_d / F_z 】

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

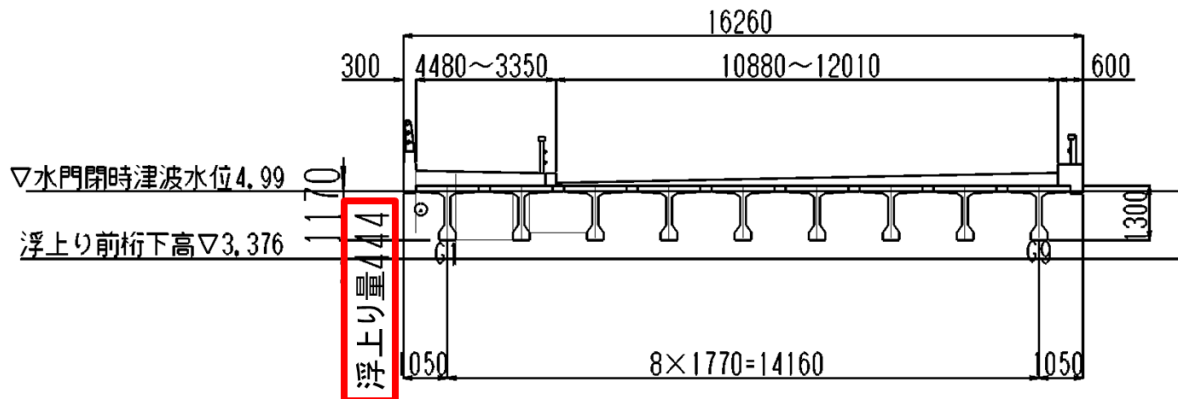
■水平波力による流出判定【 $(W_d - F_z) \mu / F_x$ 】

- ・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

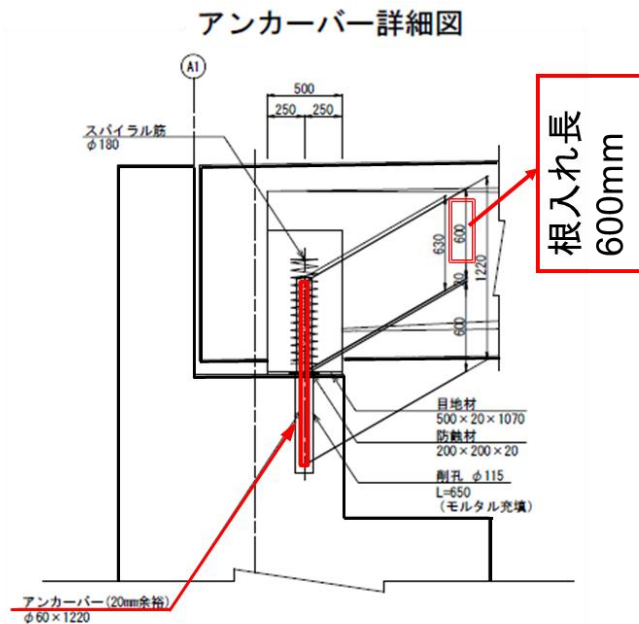


(4) 助松橋の流出対策の検討

- 桁浮上り量 = 津波水位 (4.99m) - 浸水高さ (1.170m) - 浮上り前桁下高さ (3.376m) = 0.444m



- 橋台部の落橋防止 (移動制限装置) アンカーバー根入れ長 = 0.600m



- 桁は浮上るものの、浮上り量はアンカーバー根入れ長以下であるので、橋梁は流出しない。
 - ・ 橋台部アンカーバー根入れ長 (0.600m) > 桁浮上り量 (0.444m) ……OK

(5) まとめ

- 津波流速は 0.6~1.9m/s と非常に遅く、上部構造に作用する水平波力は 43~173 kN と軽微である。
- 浮力ならびに水位上昇に伴う上揚力が 3,509~11,713 kN と大きく、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「助松橋」について、流出対策の検討を行った結果、浮上り量 0.444m に対して、アンカーバー 0.600m が設置されるため、流出しないことを確認。

3-3-3 下水道施設

1. 下水道施設の津波に対する影響

1.1. 点検結果

(1) 敷地内地盤高さ

津波高さと水みらいセンター内地盤高さを確認した結果、津波高さに対し地盤が高く津波浸水が無いことを確認。

(2) 放流渠等高さ

津波高さと水みらいセンター放流渠高さを確認した結果、津波高さに対し放流渠高さが低く、放流渠等について津波が逆流する恐れがあることを確認。

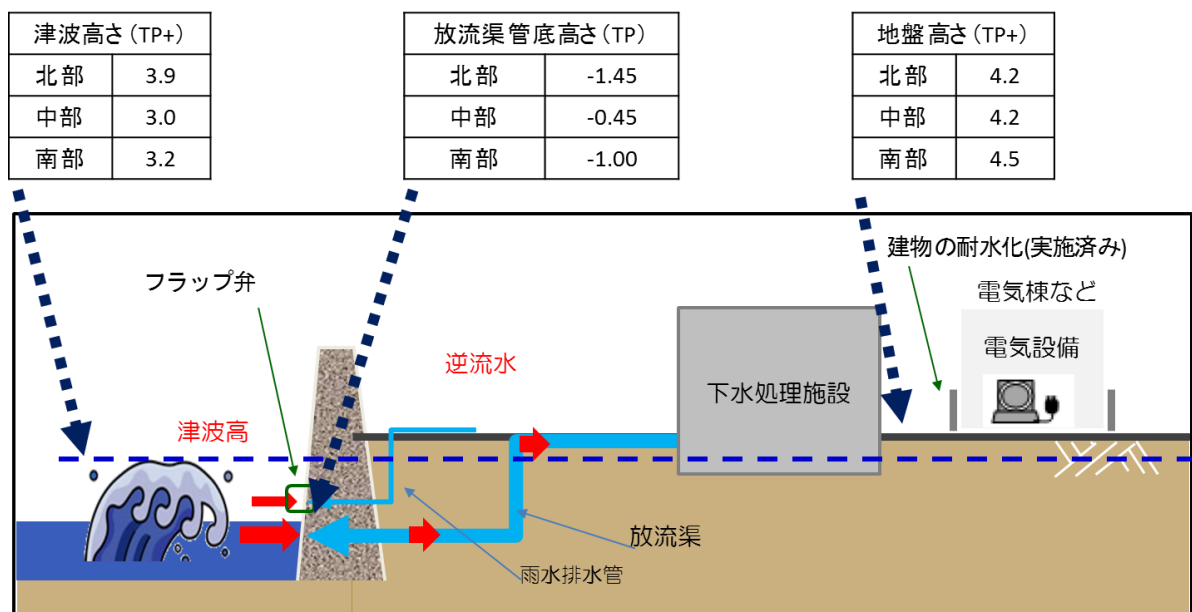


図3-26 施設の高さの点検結果

4 対策について

4-1 河川・海岸施設（防潮堤・堤防）

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。

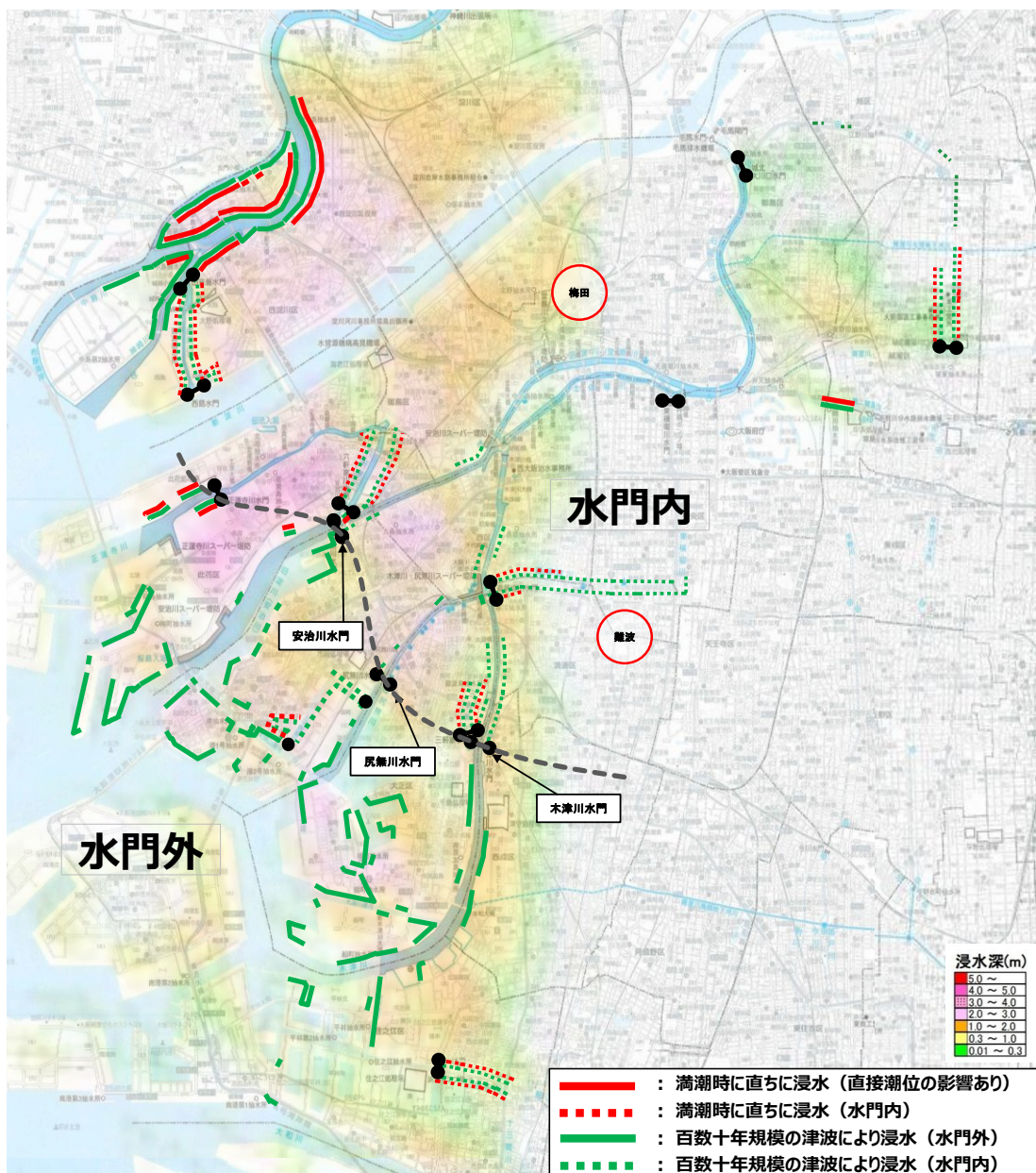


図4-1 沈下検討結果（河川）

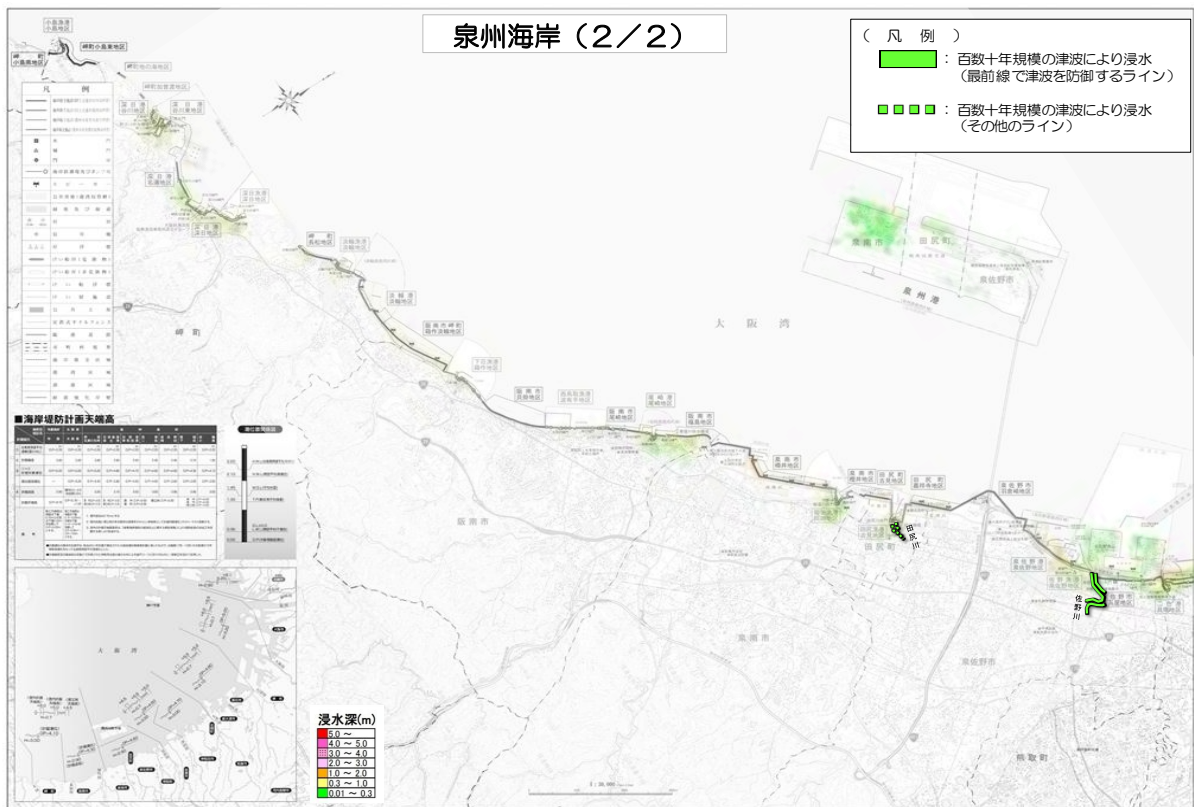
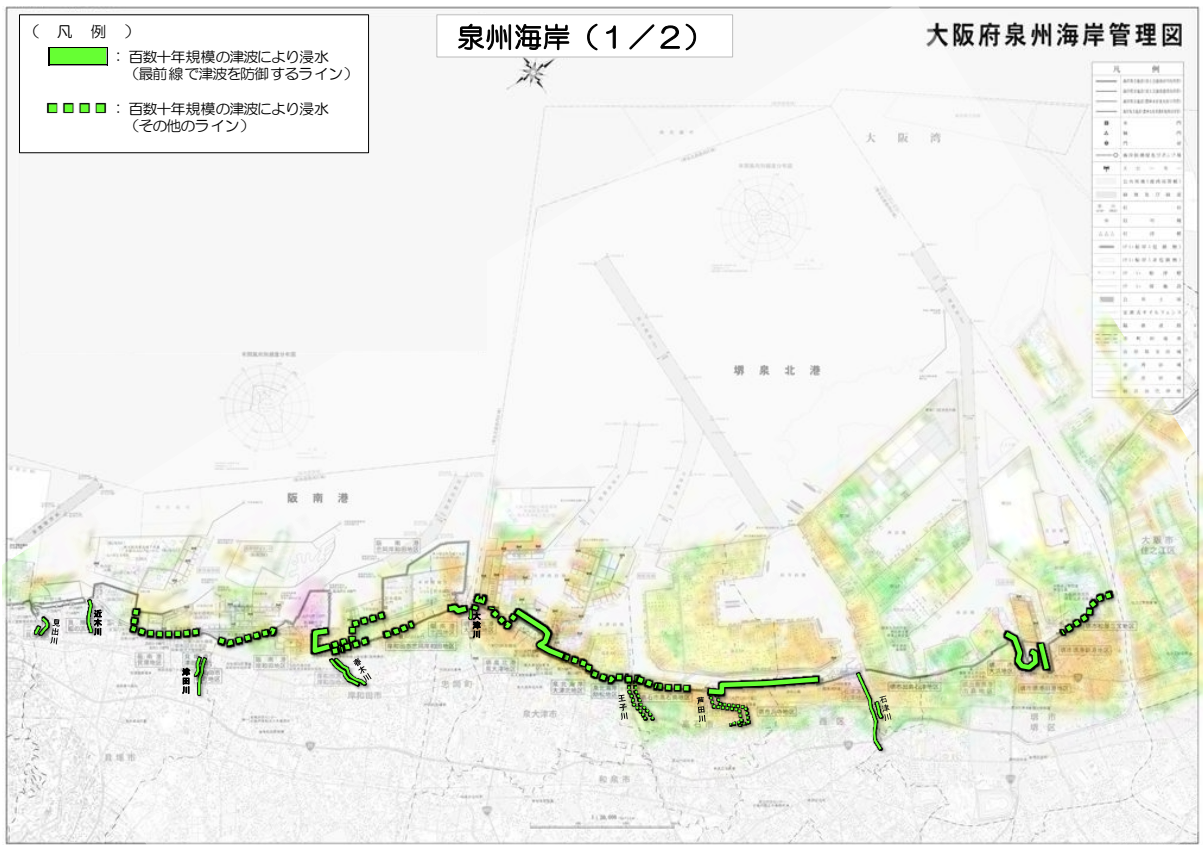


図 4-2 沈下検討結果（海岸）

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 重点化と優先順位について

1 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。

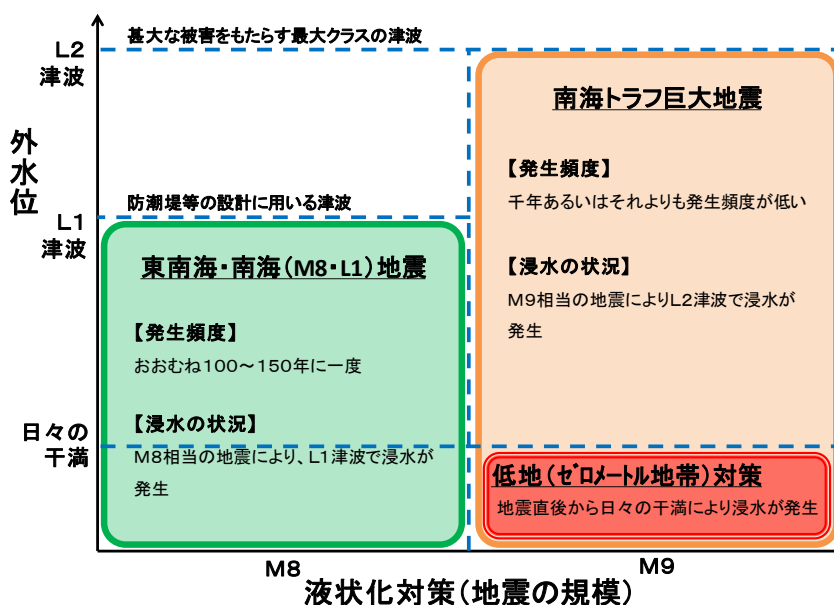


図4-3 重点化指標

2 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

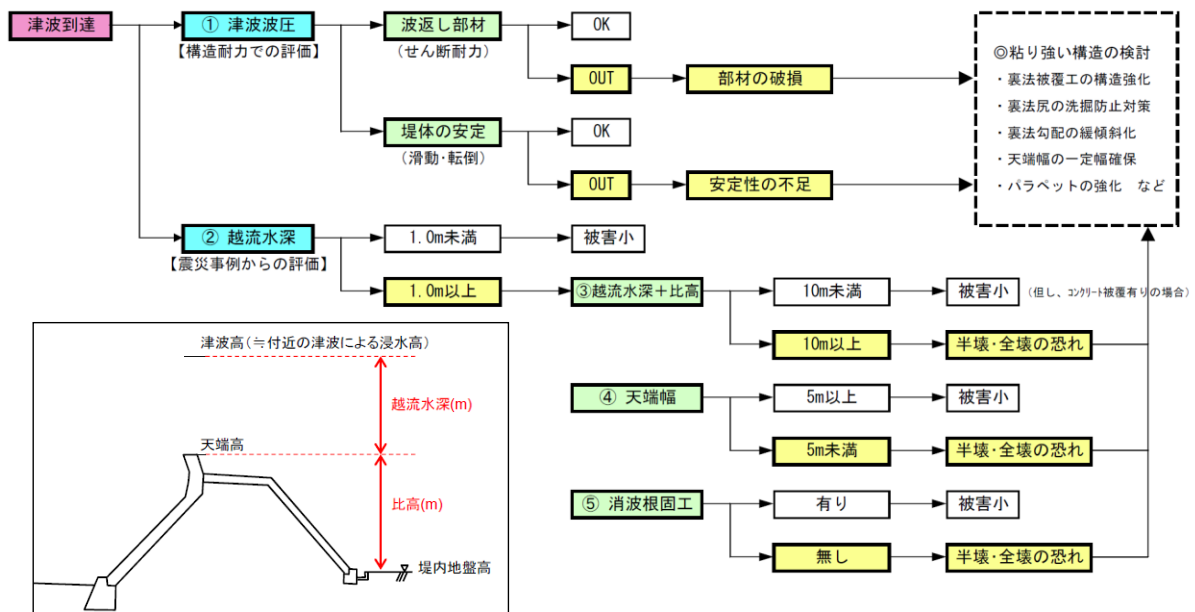


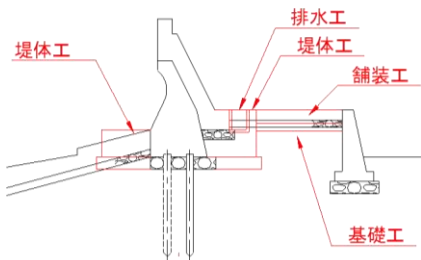
図 4-4 検討フロー（海岸）

(3) 対策例

<海岸防潮堤>

■粘り強い構造の対策案

港湾における防潮堤(胸壁)の耐津波設計ガイドラインを参照



対策箇所	粘り強い構造への対策例
堤体工	<p>堤体と一体化された水叩工または底板幅をできる限り広く取り、洗掘等に伴う転倒リスクを低減する。</p> <p>また、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。</p>
排水工	<p>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する。堤体本体の背後への転倒リスクを低減。</p>
舗装工	<p>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。</p>
基礎工	<p>基礎部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。</p>

図 4-5 対策例

4-1-6 対策とりまとめ

- M8クラス地震後に、沈下後の防潮堤天端高及び背後地盤高がL1津波高さを確保出来ない箇所については、液状化対策を実施しL1津波高さを確保する。
- 南海トラフ巨大地震後のL2津波が、液状化等による沈下後の堤防高を1m以上越流する個所で、さらに背後地がL2津波高より低い箇所については、越流に伴う被害が拡大する恐れがあることから、粘り強い構造化を実施し減災効果を高める。なお、下表①及び②と重複する地区については、液状化対策と併せて対策を実施する。

番号	対象地区	延長	対策
①	L1津波により浸水する地区の第1線防潮堤	4.6km	液状化
②	L1津波により浸水する地区の第1線防潮堤以外	15.9km	液状化
③	L2津波による越流深1m以上の地区	1.6km	粘り強い
④	L2津波波力で耐力不足となる地区	15.7km	粘り強い

4-2 河川・海岸施設（水門）

4-2-1 対策の基本方針

- 機能確保等が出来ていない一部の水門にたいしては、
 - ・「揺れ」「液状化」に対する点検は、機能（損傷が生じたとしても開閉動作は可能）を確保。
 - ・「津波」に対する点検は、L1津波では機能（損傷が生じたとしても開閉動作は可能）が確保、L2津波では、二次被害（流出）を発生させない

4-2-2 重点化と優先順位

- 重点化の考え方：津波時に閉鎖する全ての施設
- 優先順位：「揺れ」により閉鎖出来なくなる可能性のある水門を最優先に補強引き続き、「津波」の波力により影響を受ける水門の対策を実施

4-2-4 対策のまとめ

順位	対象	揺れ	波力	備考
②	安治川水門	OK	NG	三大水門については、 当面、地震後の洪水等のリスクに対して、副水門の補強などで対応。 今後、H26に津波対応検討を行い、抜本的対策を実施。
①	木津川水門	OK	NG	
②	尻無川水門	NG	NG	
①	正蓮寺川水門	NG	OK	
①	芦田川水門	NG	NG	
②	王子川水門	OK	NG	
	旧猪名川水門	H26照査		

4-4 道路施設（橋梁等）

4-4-1 対策の基本方針

- これまで実施してきた橋梁耐震補強については、動的解析を含む照査の結果、南海トラフ地震動にも有効であることを確認した。
 - 橋梁取付擁壁については、動的解析を含む照査の結果、変位量は軽微で、通行機能に致命的な支障は出ないことを確認。
 - また、津波による流出の懸念についても、特段無いことを確認した。
- ⇒ これまでの対策を継続

4-4-2 重点化と優先順位

- 重点化の考え方： 災害発生時の救命救急活動や緊急物資の輸送活動を担う広域緊急交通路の橋梁や、鉄道への影響など大きな二次災害が懸念される橋梁に重点化。
- 優先順位： 広域緊急交通路の重要度（重点14路線、その他路線）や二次的影響の度合いなどを考慮して対策を実施。引き続き、大河川渡河橋梁の耐震対策を実施。

4-4-4 対策のまとめ

順位	対象	全体計画	H24末進捗状況	残事業量	備考
①	広域緊急交通路 （重点14路線）	168 橋	168 橋	完了	
②	上記を跨ぐ橋梁	9 橋	9 橋	完了	
③	鉄道を跨ぐ橋梁	39 橋	39 橋	完了	
④	広域緊急交通路 （その他路線）	181 橋	90 橋	91 橋	
⑤	上記以外の 大河川渡河橋梁	6 橋	0 橋	6 橋	
	合計	403 橋	306 橋	97 橋	

4-5 下水道施設（処理場等・管渠等）

4-5-1 対策の基本方針

【処理場・ポンプ場】

- 南海トラフ巨大地震の地震動は、これまで耐震対策に用いた地震動（直下型相当）より小さい値（外力）であるため新たな対策は不要。
- 「液状化」に対しても耐震性能を確保することを確認。
- 「津波」に対しては、設置地盤高が高いため、直接、津波浸水が発生しないことを確認。ただし、放流渠は、津波高さより低い位置にあるため、逆流防止の対策が必要。

⇒ これまでの対策を継続

【管渠】

- 開削工法による施工区間：PL 値 15 以上の区間では、液状化等による浮き上がりに対する安全率が不足していることから対策が必要
- シールド工法・推進工法による施工区間：浮き上がりに対し、安全率を満足することを確認

4-5-2 重点化と優先順位

【処理場・ポンプ場】

- 重点化の考え方：人命被害に直結する建屋等の施設
流域下水道施設の有する、揚排水機能、沈殿機能、消毒機能の確保。
- 優先順位：人命被害に直結する施設を最優先。併せて、逆流防止対策を実施
一定の耐震性能を有する処理機能は、改築更新に併せて直下型対策を実施

【管渠】

- 重点化の考え方：液状化の影響を受けやすい PL 値 15 以上の区間に重点化
- 優先順位：下水道機能への影響から、処理場・ポンプ場直近区間を優先し、引き続き、広域緊急交通路下の区間の対策を実施

4-5-4 対策のまとめ

【処理場・ポンプ場】

順位	対象	全体計画	H24末進捗状況	残事業量	備考
①	管理棟及び 一般開放施設	38箇所	32箇所	6箇所	継続
②	北部MC他の 逆流防止等対策	3箇所	0箇所	3箇所	新規
	処理機能 (揚排水・簡易処理・消毒機能)	14箇所	2箇所	12箇所	改築更新と併 せて実施

【管渠】

概略点検では、約22kmの区間が液状化の影響を受けているが、今後、詳細検証を進め、下表に記載の優先順位に沿って、要対策区間の抽出並びに事業計画の策定を進める。

【優先順位マトリクス】

	液状化の影響	
	大(PL15以上)	小(PL15未満)
処理場・ポンプ場 直近区間	①	③
広域緊急交通路下	②	④

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先行して検討し、基本的考え方や重点化、優先順位の考え方について取りまとめるとともに、今般、その他の水門や道路（橋梁）、下水道（処理場等）について、同様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、埋立地の堤外護岸など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。

特に、本部会でも議論された、大都市大阪特有の課題である地下街・地下鉄の浸水被害軽減のための検討、ゼロメートル地帯における長期湛水の解消方策、津波対策である液状化対策（ハード対策）と両輪で進めるべき、より減災効果の大きい水門・鉄扉の閉鎖オペレーション（ソフト対策）の検討などについては、今後も引き続き行い、多くの関係者間での意識共有を図っていく必要がある。

さらに、津波等による浸水被害を軽減するための、防潮堤の液状化対策など、大都市・大阪における防災・減災対策の迅速かつ計画的な推進を図るためには、国策としての取り組みが不可欠と考える。

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
 鋤田 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～ マツ大阪（第2研修室）	・点検結果（揺れ、津波） ・防潮堤対策に係る重点化と優先順位
第6回	平成25年12月25日 13:30～ マツ大阪（大ホール）	・点検結果（揺れ、液状化、津波） ・各施設の対策の考え方 ・防潮堤の粘り強い構造
第7回	平成26年2月5日 15:00～ 咲洲庁舎	・点検結果（揺れ、液状化、津波） ・各施設の対策の考え方とりまとめ ・防潮堤の粘り強い構造