

# 各構造物の点検結果と 対策の考え方

平成25年12月25日

# 目 次

- 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方
- 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方
- 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方
- 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方
- 【参考】ため池の耐震性能診断結果

# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## ■照査基準

『河川構造物の耐震性能照査指針・解説』 H24. 2

## ■点検の考え方

### 《求める耐震性能》

#### >防潮堤

最大級の地震動(L2-1)発生後においても、耐震性能の照査において考慮する外水位に対して、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。

#### >水門

最大級の地震動(L2-1)発生により、ある程度の損傷が生じた場合においても、水門としての機能を保持することとする。

### 《求める耐波性能》

#### >防潮堤

L2津波に対し破壊(転倒、滑動、損傷)しない。

#### >水門

L1津波に対して機能を確保。L2津波に対して二次被害を起こさない。

## ■詳細点検数

### ・河川堤防:89断面

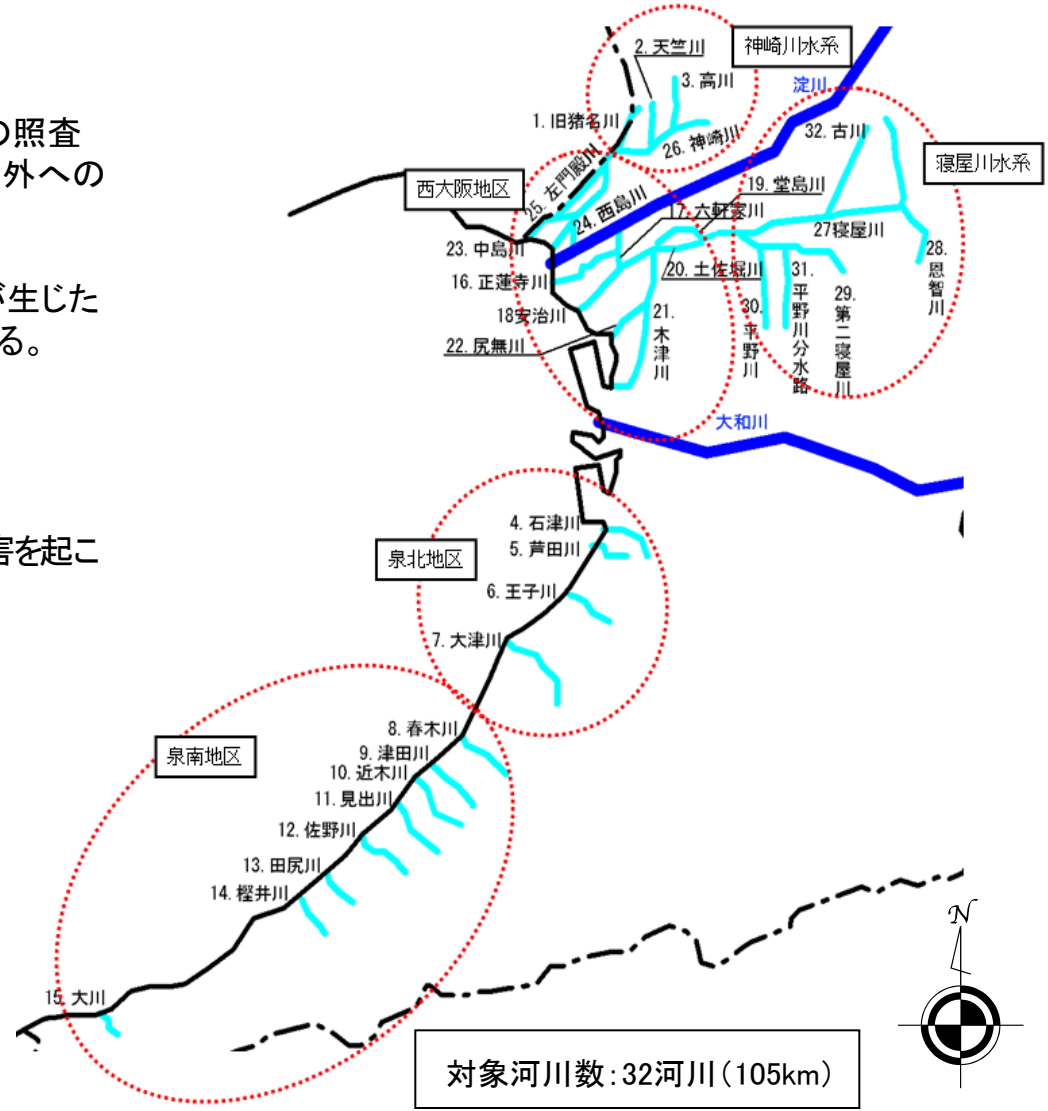
西大阪地区 : 動的解析32断面  
静的解析28断面

泉州地区 : 動的解析5断面  
静的解析16断面

寝屋川流域 : 動的解析5断面  
豊能地区 : 静的解析3断面

### ・河川水門:9基

西大阪地区 : 7基(三大水門、中小水門4基)  
泉州地区 : 2基(芦田川水門、王子川水門)



点検実施河川

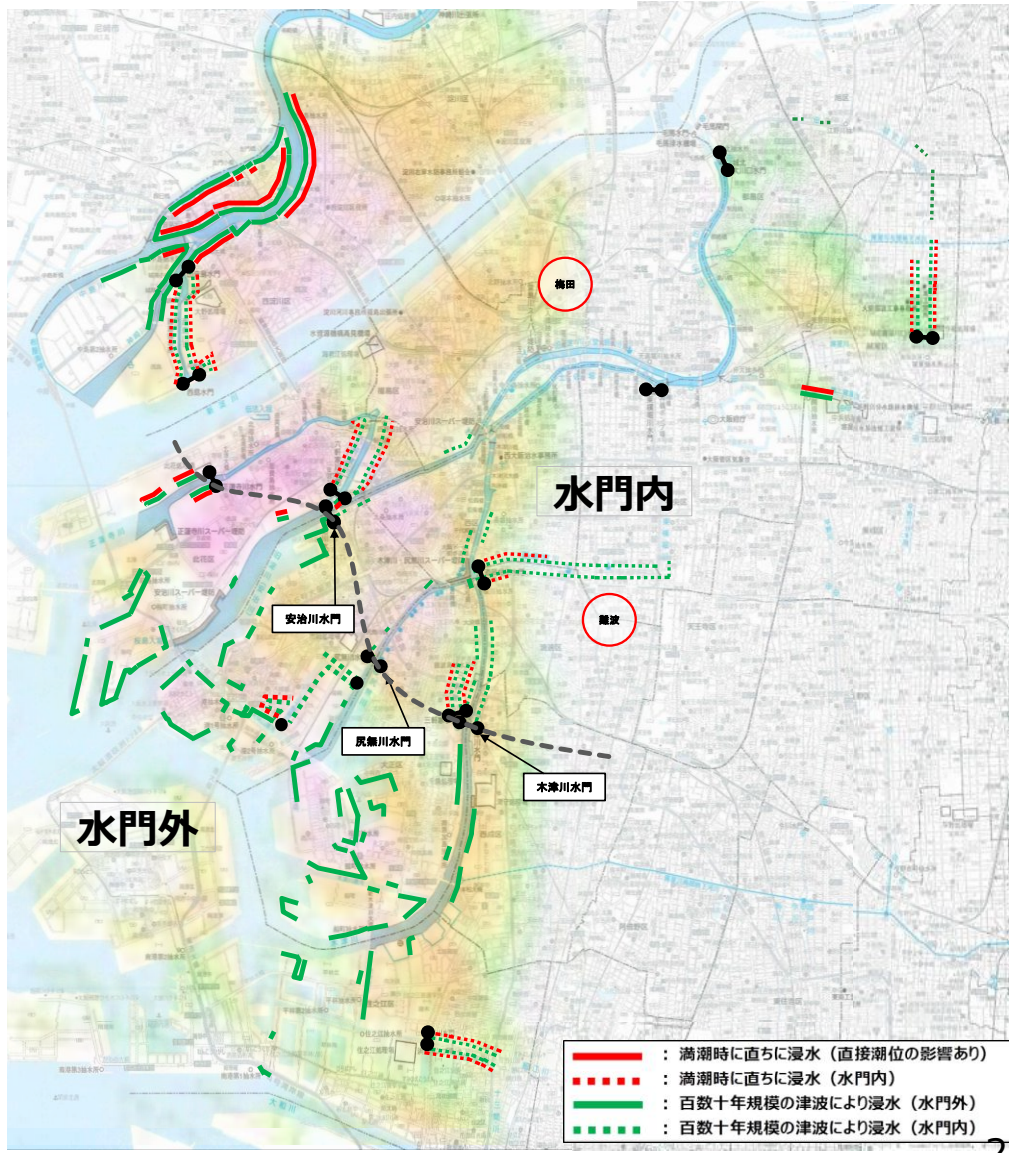
# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## <防潮堤>

### ■揺れ・液状化に対する照査

対象	河川防潮堤
目的	南海トラフ巨大地震に対しても、L1津波高さや平常時の最高水位に対して、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が保持されているかを確認。
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●概略点検(チャート式耐震診断システム)等において、地震に対する危険性が高い施設を抽出。</li> <li>●抽出された箇所について、動的・静的有効応力解析により地震時の液状化に伴う地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力を解析し、河川施設に要求される耐震性能を照査。</li> </ul>
結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●解析結果から、阪神・淡路大震災以降に耐震補強した防潮堤は、南海トラフ巨大地震に対しても一定の効果を発揮</li> <li>●耐震未対策区間や阪神・淡路大震災以前の耐震対策区間の防潮堤では、液状化に伴う水平変位が大きく、防潮堤としての機能を確保できない箇所がある。</li> </ul> <p>府管理河川の要対策延長L=約35km</p>

## 防潮堤の照査結果【大阪市域】

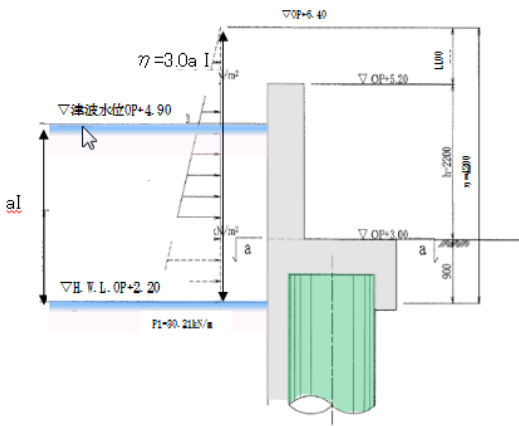
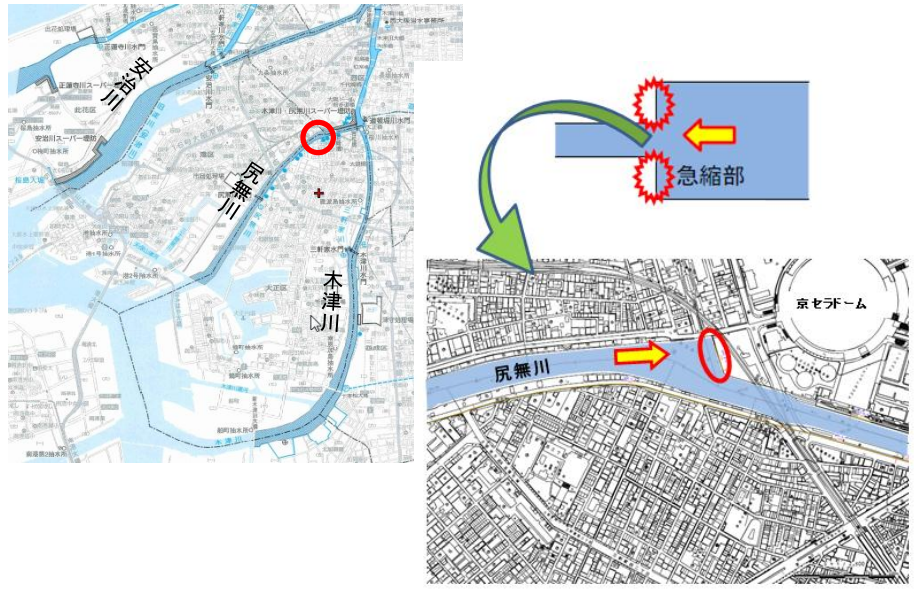


# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## <防潮堤>

### ■津波に対する照査

<検討対象箇所>



対象	河川防潮堤のうち、津波進行方向に対して概ね垂直方向の法線で、津波の波力を受ける防潮堤。
目的	南海トラフ巨大地震にて発生するL2津波の波力に対して、耐波性能が確保されているかを確認。
方法	●津波浸水シミュレーションより得られた津波水位を用いて、防潮堤の耐波性能として堤体の安定(転倒・滑動)、立壁の構造(曲げ・せん断)を照査。
結果	●照査中

# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## <水門>

### ■揺れ・液状化に対する照査

対象	津波発生時に閉鎖する水門 計10基 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
目的	南海トラフ巨大地震後に損傷が生じた場合においても、開閉性が確保されているかを確認。
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●動的有効応力解析により地震時の液状化に伴う地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力を解析し、河川施設に要求される耐震性能を照査。</li> <li>●水門機能の照査については、基礎は降伏しないこと、門柱、ゲートは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かを照査。</li> </ul>
結果	●尻無川水門、正蓮寺川水門、芦田川水門※は耐震補強が必要、旧猪名川水門は兵庫県と共有施設のためH26に照査実施予定、その他の水門は、南海トラフ巨大地震時においても、水門としての機能は保持できる。※芦田川水門は速報値で精査中

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 (精査中)
	水流直角	OK	NG (精査中)
王子川水門	水流	OK	OK
	水流直角	OK	OK

# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## <水門>

### ■津波に対する照査

対象	津波発生時に閉鎖する水門 計10基 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
目的	L1津波に対しては水門の開閉性が確保されていること、南海トラフ巨大地震後のL2津波に対しては、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かを確認。
方法	●津波浸水シミュレーションより得られた津波水位を用いて、L1津波については、各部材を降伏で判定し、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。L2津波については、鋼部材は引張強さ、RC部材は降伏で照査。
結果	●安治川水門、尻無川水門、木津川水門はL1津波に対して目標性能を満足できない。 ●芦田川水門、王子川水門はL2津波に対して目標性能を満足できない。

### 1. L1津波照査

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

### 2. L2津波照査

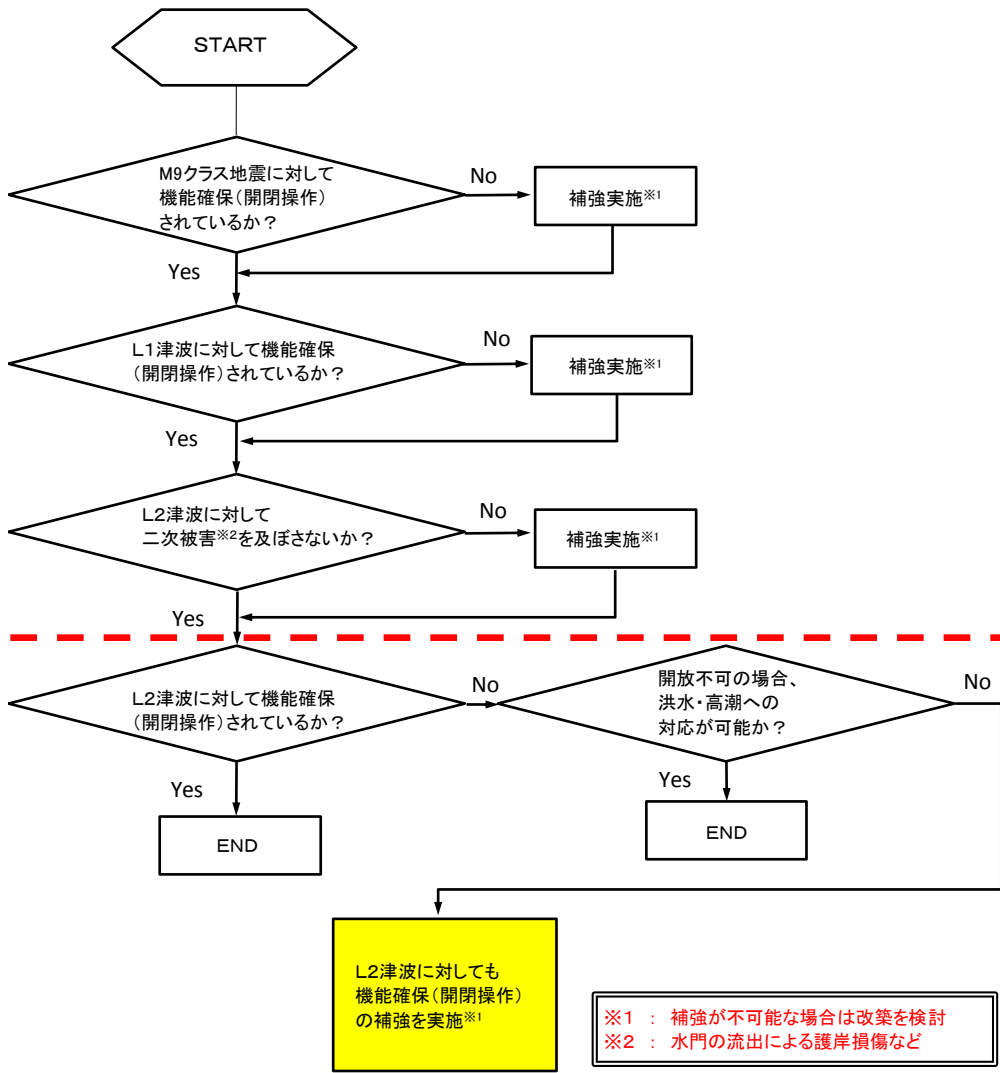
求められる性能 : 二次被害を起こさない					
水門	水門上部工			水門下部工	
	扉体	中央ピン	戸当り	堰柱	基礎
安治川水門	○	○	—	○	○
尻無川水門	○	○	—	○	○
木津川水門	○	○	—	○	○
旧猪名川水門	○	—	○	○	○
出来島水門	○	—	○	○	○
正蓮寺川水門	○	—	○	○	○
六軒家川水門	○	—	○	○	○
三軒家水門	○	—	○	○	○
芦田川水門	×	—	×	○	○
王子川水門	×	—	×	○	○

# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方

## <水門>

### ■津波に対する照査

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

※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

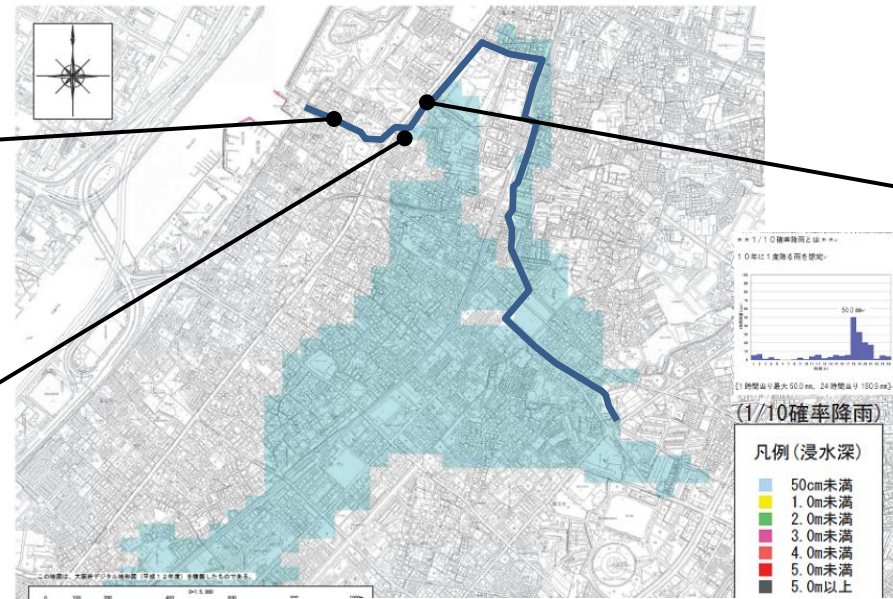
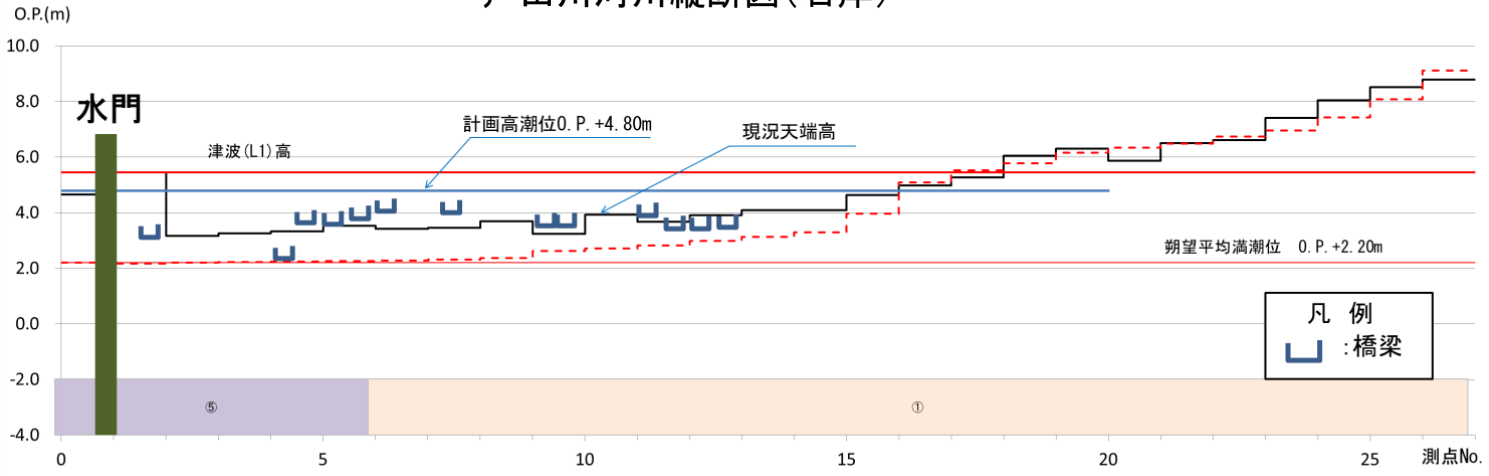


# 4-1 河川構造物の点検結果と対策の考え方 (参考)

## <水門>

### ■津波に対する照査

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)



# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

## ■ 照査基準

- H16.6 海岸保全施設の技術上の基準・同解説
- H19.7 港湾の施設の技術上の基準・同解説

## 《求める耐震性能》

南海トラフ巨大地震発生後、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

## ■ 詳細点検

概略点検(チャート式耐震診断システム)において地震に対する危険性が高い施設を抽出し、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解析し、残留変位や液状化発生状況など海岸保全施設が要求される耐震性能を照査。

## ○点検箇所

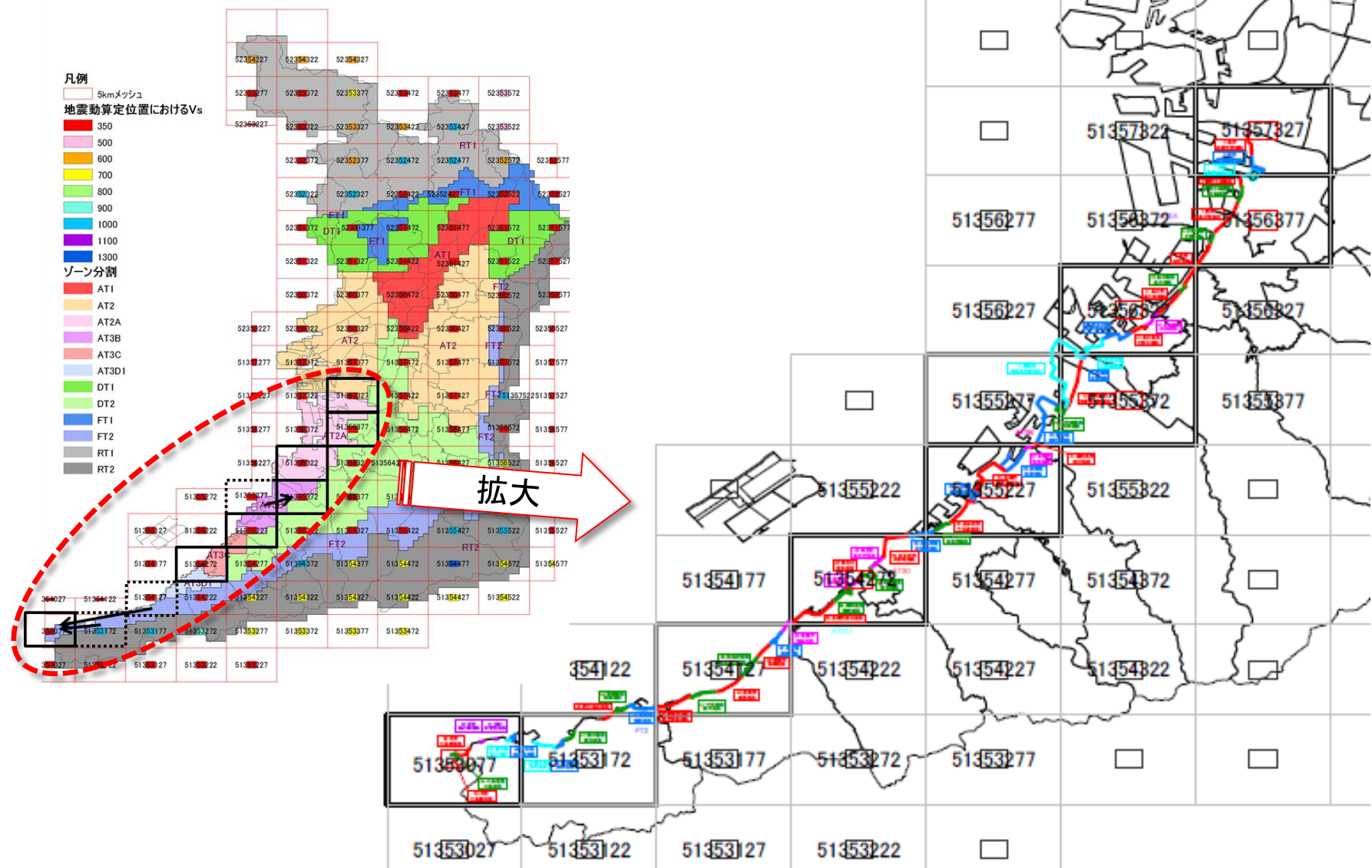
<b>海岸防潮堤</b>	10箇所
・護岸タイプ	6箇所
・堤防タイプ	3箇所
・自立式矢板タイプ	1箇所
<b>水門</b>	2箇所
・大水門	1箇所
・中小水門	1箇所



# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

## <防潮堤>

■入力地震動

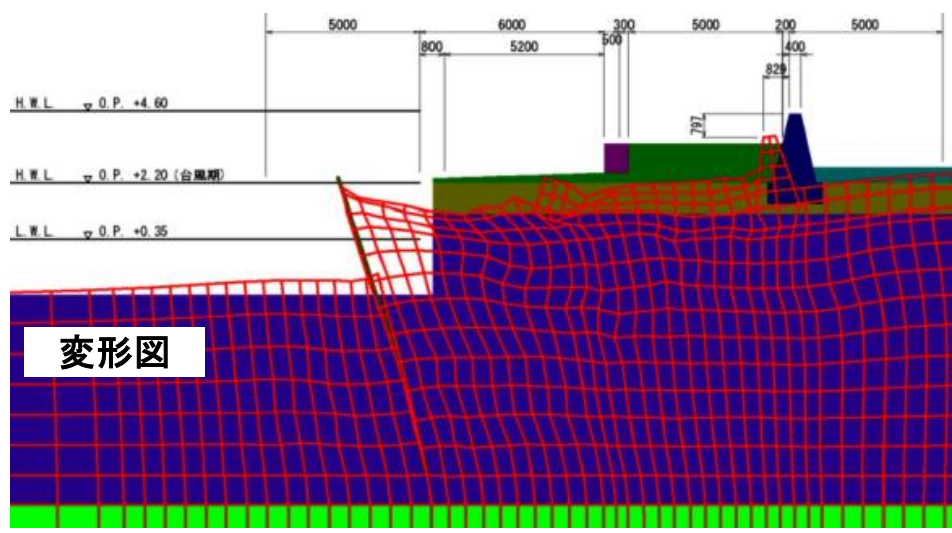


# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

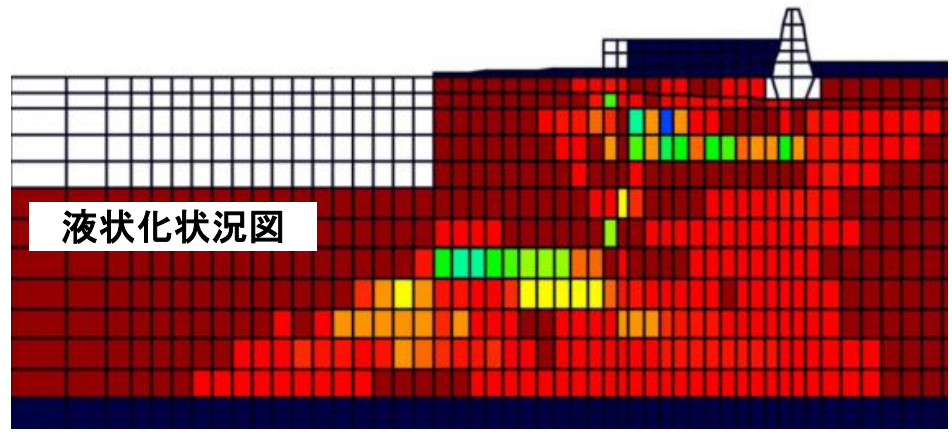
## <防潮堤>

■揺れ・液状化に対する照査

## <FLIP解析結果(岡田地区)>



変形図



液状化状況図

対象	海岸構造物のうち、防潮堤。
目的	これまでの海岸保全施設の耐震対策指針に基づく耐震対策による耐震性能が、南海トラフ巨大地震に対しても確保されているかを確認。
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●概略点検(チャート式耐震診断システム)において、地震に対する危険性が高い施設を抽出。</li> <li>●抽出された施設について、動的有効応力解析(FLIP)により地震時の地盤の液状化に伴う地盤変動を解析し、残留変位や液状化発生状況など海岸保全施設が要求される耐震性能を照査。</li> </ul>
結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●FLIP解析の結果から、一部の地区を除き、液状化に伴う水平変位が大きく、防潮堤としての機能を確保できない。</li> </ul> <p><b>⇒南海トラフ巨大地震において耐震性能を保持できない。</b></p>

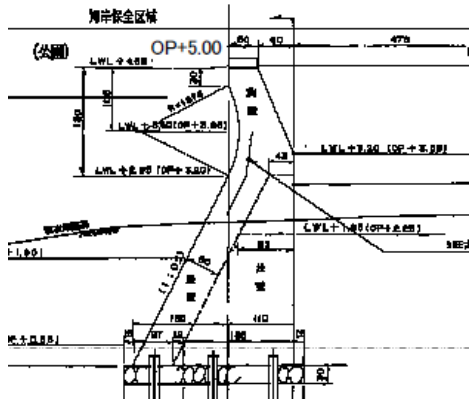
# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

## <防潮堤>

### ■津波に対する照査

### <波力検討(貝塚地区)>

- ・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

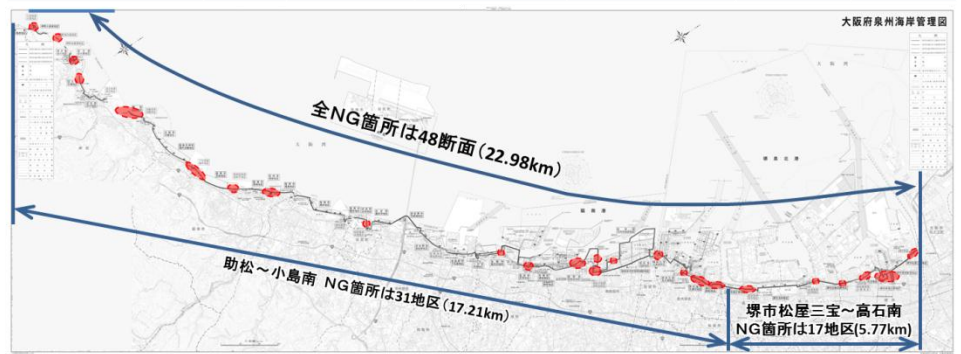


### ・計算結果 (貝塚地区)

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 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	許容曲引張応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	判定	せん断応力度 $\tau_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	許容せん断応力度 $\tau_{ca}$ (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

### <結果一覧>

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

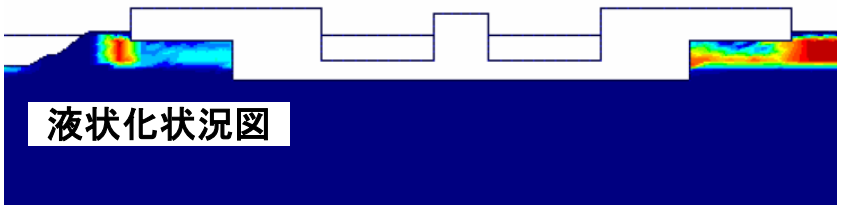
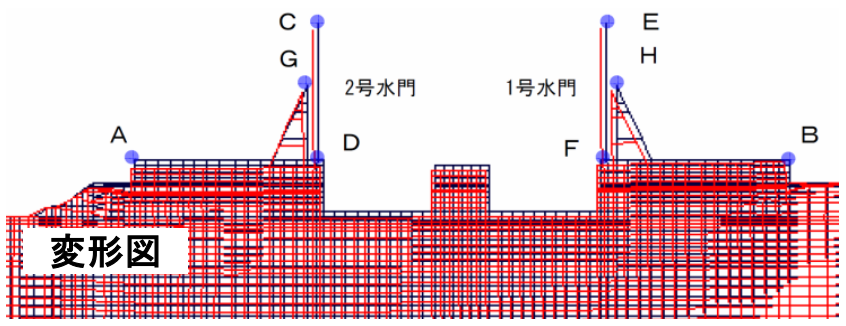


対象	海岸構造物のうち、防潮堤。
目的	これまでの海岸保全施設の耐震対策指針に基づく耐震対策による耐波性能が、南海トラフ巨大地震に対しても確保されているかを確認。
方法	●津波浸水シミュレーションより得られた津波作用箇所および津波水位を用いて、防潮堤の耐波性能(曲げ・せん断)を照査。
結果	●海岸防潮堤160断面のうち48断面(約23km)において、波力に伴う曲げ応力が許容応力を超過する。 ⇒南海トラフ巨大地震において部分的に耐波性能を保持できない。

# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

## <水門・樋門・門扉>

### ■揺れ・液状化に対する照査 <FLIP解析結果(岸和田水門)>



### <照査結果一覧>

		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	曲げ耐力比	0.52	0.39	0.28	0.01	0.01
	せん断耐力比	0.13	0.13	0.06	0.10	0.02
	判定	○	○	○	○	○

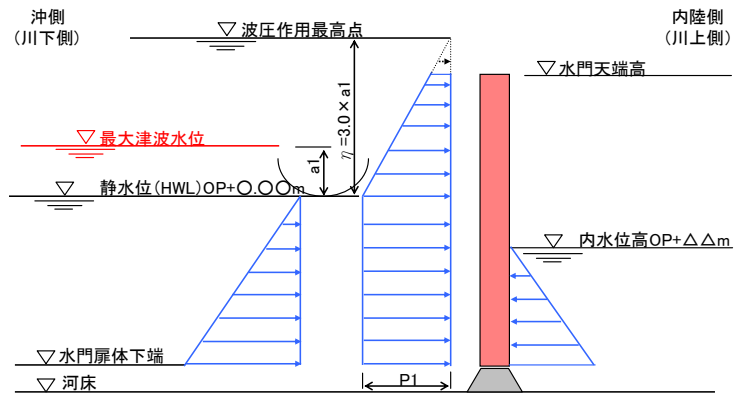
対象	点検する代表施設として、トラベリングゲート式の岸和田水門・谷川港水門、その他水門・樋門・門扉から津波高さが高く、扉体幅が広い5施設を選定。(計7施設)
目的	水門が南海トラフ巨大地震後に閉鎖出来るか、また水門としての機能が、南海トラフ巨大地震においても確保されているかを確認。
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●岸和田水門及び谷川港水門は、動的有効応力解析(FLIP)により、跳開桁や扉体の稼働に対して、照査基準(水平震度・部材応力)を満たしているかを照査。</li> <li>●その他の水門・樋門・門扉については、震度法により、門柱基部における部材の曲げ・せん断耐力を照査。</li> </ul>
結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●岸和田水門及び谷川港水門は、水平変位や鉛直変位は見られるものの、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)を満足する。</li> <li>●その他の水門・樋門・門扉についても、門柱基部における部材の曲げ・せん断耐力が照査基準を満足する。</li> </ul> <p><b>⇒南海トラフ巨大地震時において、水門としての機能は保持できる。</b></p>

# 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

## <水門・樋門・門扉>

### ■津波に対する照査

#### <津波波力検討式(谷本式)>



#### <その他の水門・樋門・門扉>



忠岡町No.5水門



岸和田市No.7門扉

#### <照査結果一覧>

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	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
	桁	判定	OK	OK	OK	OK	OK
		縦	発生応力(N/mm <sup>2</sup> )	114	120	358	16
	桁		引張耐力(N/mm <sup>2</sup> )	400	400	400	520
判定		OK	OK	OK	OK	OK	

対象	点検する代表施設として、トラベリングゲート式の岸和田水門・谷川港水門、その他水門・樋門・門扉から津波高さが高く、扉体幅が広い3施設選定。(計5施設)
目的	南海トラフ巨大地震後のL2津波に対して、部材の流出による二次被害を起こさない耐力を有しているかを確認。
方法	●津波浸水シミュレーションより得られた津波作用箇所および津波水位を用いて津波波力を算定し、扉体部材の引張り強さが破断強度以下かどうかで耐波性能を照査。
結果	●今回点検を実施した全ての水門・樋門・門扉について、扉体部材の引張り強さは照査基準を満足する。  ⇒南海トラフ巨大地震時において、扉体の耐波性能は保持できる。

## 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

### 海岸構造物の耐震性能照査(まとめ)

項目	対象	照査結果
揺れ・液状化	防潮堤	●FLIP解析の結果から、一部の地区を除き、 <b>液状化に伴う水平変位が大きく</b> 、防潮堤としての機能を確保できないため、 <b>液状化対策</b> などの対策検討が <b>必要</b> 。
	水門・樋門 門扉	● <u>岸和田水門及び谷川港水門</u> は、水平変位や鉛直変位は見られるものの、跳開桁や扉体の稼働に対しては <b>照査基準(水平震度・部材応力等)</b> を満足する。 ● <u>その他の水門・樋門・門扉</u> についても、門柱基部における部材の <b>曲げ・せん断耐力が照査基準を満足</b> する。
津波	防潮堤	●海岸防潮堤160断面のうち48断面(約23km)において、波力に伴う <b>曲げ応力が許容応力を超過</b> するため、 <b>堤体補強</b> 等の対策検討が <b>必要</b> 。
	水門・樋門 門扉	●点検結果より、 <u>水門・樋門・門扉</u> について、扉体部材の <b>引張り強さは照査基準を満足</b> するため、津波に伴う部材の流出はない。



## 4-2 海岸構造物の点検結果と対策の考え方

### 対策の考え方

●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。

●また、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	沈下後の防潮堤及び背後地盤高がL1津波より低い地区で第1線防潮堤	4.6km	液状化
②	沈下後の防潮堤及び背後地盤高がL1津波より低い地区で第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	23.0km	粘り強い

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

## ■地震動の照査

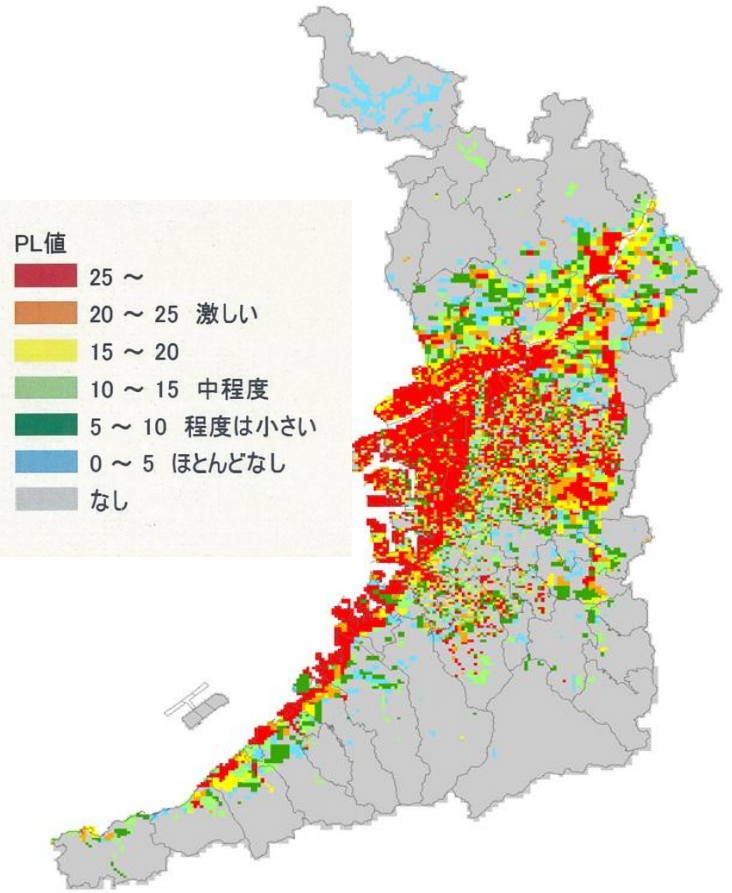
【大阪府広域緊急交通路図】



対象	広域緊急交通路等に架かる橋梁
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、南海トラフ地震に対しても耐震性能を確保できているか照査。
方法	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。
結果	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。 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を確認。

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

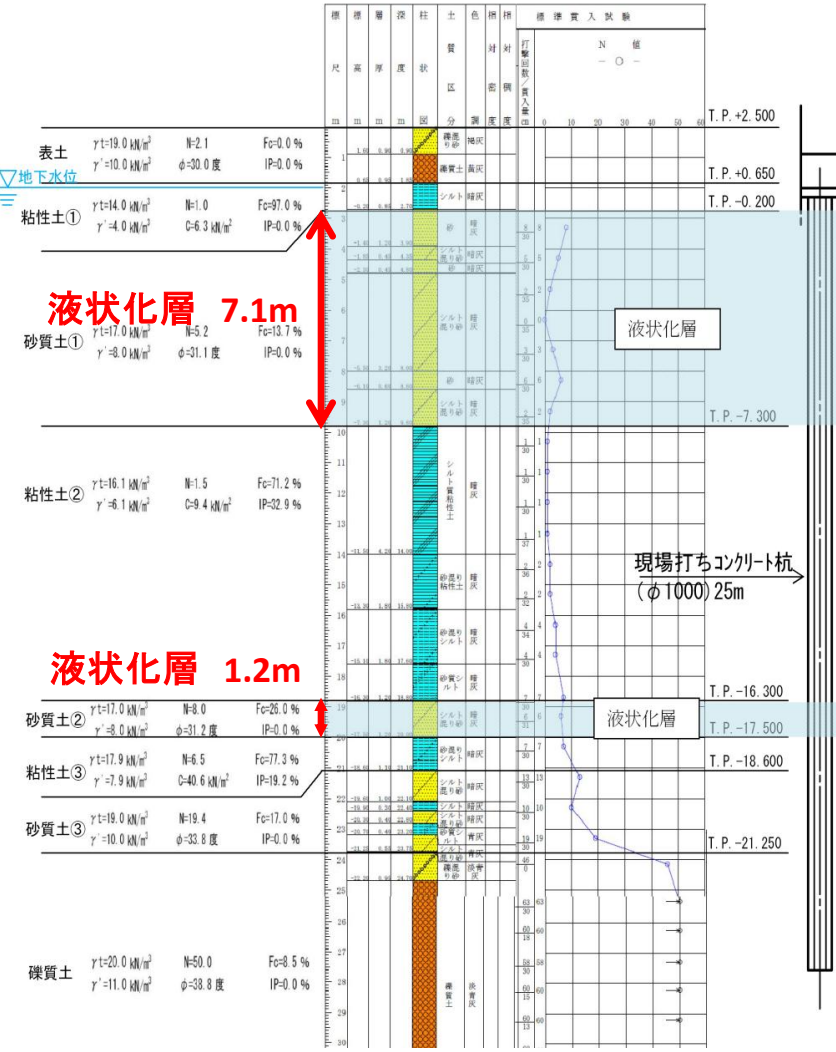
## 液状化の影響照査



対象	沖積地盤にある広域緊急交通路等に架かる橋梁
目的	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橋梁が耐震性能を確保できているか照査
方法	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。
結果	<p>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の応答レベルを上回るゾーンがある。</p> <p>しかし、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。</p>

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

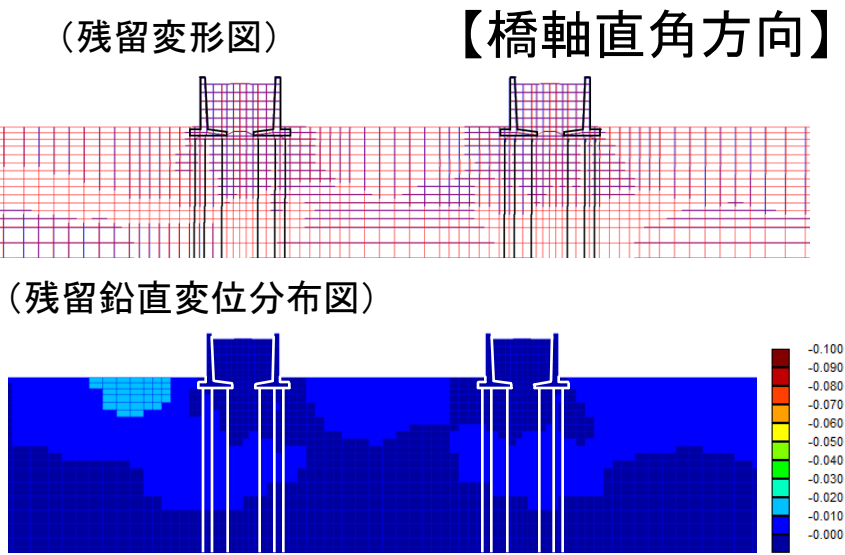
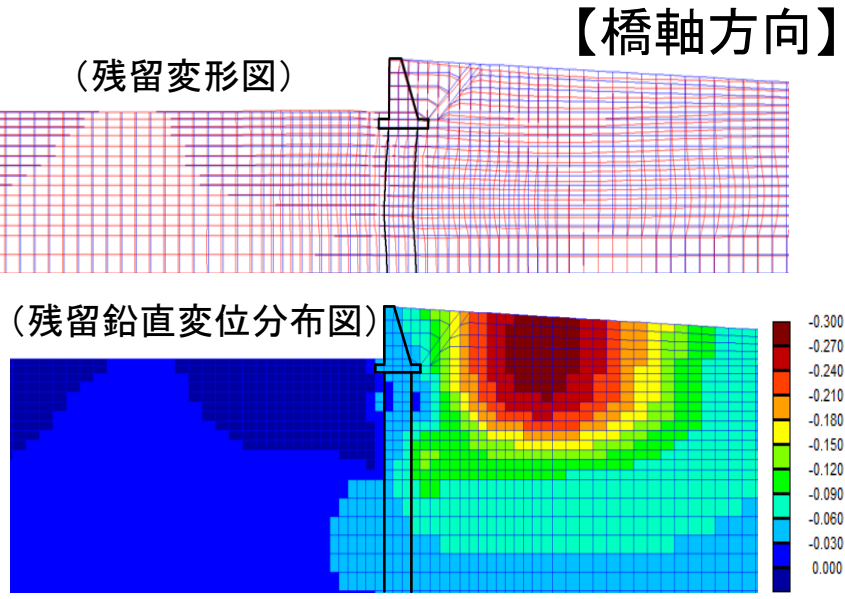
## 液状化に伴う杭基礎の影響照査



対象	液状化の影響を受け、杭基礎にとって厳しい条件となる代表橋梁(大阪中央環状線 大日跨道橋)
目的	液状化により地盤抵抗が低減された場合における、 <b>基礎杭の健全性</b> を照査
方法	大日跨道橋のボーリングデータに基づき、 <b>道路橋示方書</b> に基づく静的照査を実施。
結果	橋脚部の杭基礎は許容塑性率の範囲内に収まっており、 <b>基礎全体としての耐荷力は保持</b> 。 橋台部の杭基礎は、 <b>降伏せず健全性を保持</b> 。

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

## 液状化に伴う構造物等の変位量の確認



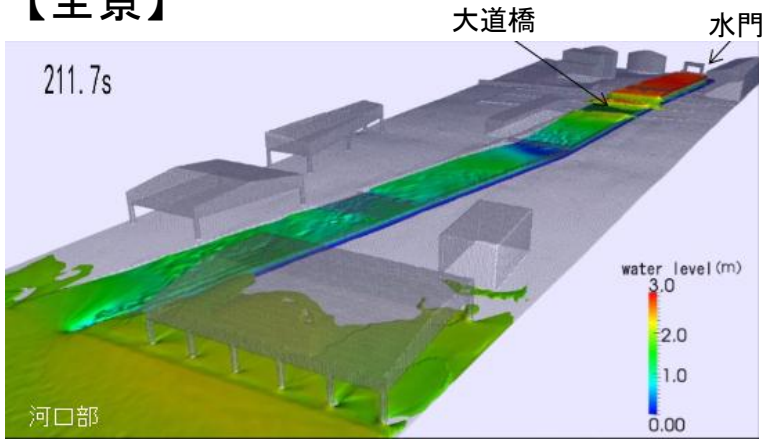
対象	液状化の影響を受け、杭基礎にとって厳しい条件となる代表橋梁(大阪中央環状線 大日跨道橋)
目的	液状化による地盤沈下等による構造物等への影響を確認。
方法	橋軸方向・橋軸直角方向の2断面について、2次元FEMでモデル化し、杭は非線形はり要素としてFLIP解析を実施。
結果	<p>① 橋台・取付擁壁 水平変位: <u>1~5cm</u>程度、鉛直変位: <u>0cm</u></p> <p>② 背面土 沈下量: <u>11~26cm</u>程度</p> <p>液状化による変状は軽微であり、<b>応急措置により緊急車両の通行機能は確保可能と判断</b>できる。</p>

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

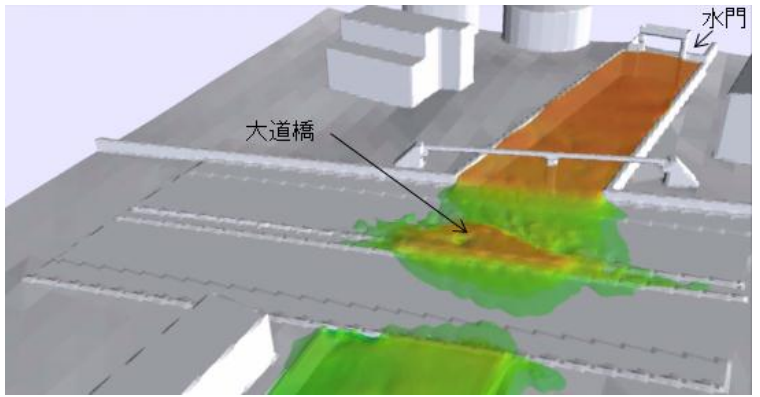
## 津波の影響照査

(三次元津波シミュレーションの解析イメージ)

### 【全景】



### 【橋梁部拡大】



対象	浸水区域内の広域緊急交通路に架かる橋梁 (大阪臨海線・泉佐野岩出線)
目的	津波による上部構造の流出や倒壊の危険性を照査
方法	津波による水平波力と上揚力を解析する必要があることから、 <b>三次元津波解析による照査</b> を実施。
結果	津波の流速は、 $V=1\text{m/s}$ 未満と非常に遅く、 <b>水平波力は軽微</b> であるが、水位上昇に伴う <b>上揚力が橋梁上部構造の自重を上回る橋梁がある</b> 。  このことから、橋梁上部構造の流出を防ぐため、 <b>上・下部構造を連結するなどの対策を検討</b> 。

### ■ 上揚力に対する対策イメージ

対策イメージ例  
(PCケーブル)



対策イメージ例  
(縦型ピン)



架橋条件、上揚力の大きさ等を考慮して、対策方法について検討を行う

# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

## 道路橋の耐震性能照査(まとめ)

項目		照査結果
地震動		これまで大阪府が実施した耐震対策は、南海トラフ巨大地震においても <b>耐震性能を確保</b> することを確認。
液状化	地震動	液状化による地震動の増幅特性の変化を考慮した場合も <b>耐震性能を満足しない橋梁はない</b> ことを確認。
	杭基礎	液状化により地盤抵抗が低減しても、許容塑性率の範囲に収まり、 <b>基礎全体としての耐荷力は保持</b> されていることを確認。
	変位量	構造物の残留変位量は <b>1~5cm</b> と軽微。 橋台背面土の沈下による段差も <b>30cm未満</b> であり、 <b>応急措置で通行機能確保が可能</b> 。
津波		水平波力は軽微であるものの、上揚力が橋梁上部構造の自重を上回る橋梁があり、桁の浮上りをもたらす。 <b>上・下部構造を連結するなどの対策の検討が必要</b> 。



# 4-3 道路施設の点検結果と対策の考え方

## 対策の考え方

- ・災害発生時の救命救助活動や緊急物資の輸送活動を迅速かつ的確に実施するため、**広域緊急交通路の通行機能確保に努める**。
- ・特に、橋梁が落橋した場合、道路が寸断されてネットワークが確保できなくなることから、**優先順位を定めて橋梁の耐震対策を実施**。

順位	対象	全体計画	H24末進捗状況	施工年次
①	広域緊急交通路 (重点14路線)	168 橋	168 橋	H18完了済
②	上記を跨ぐ橋梁	9 橋	9 橋	H20完了済
③	鉄道を跨ぐ橋梁	39 橋	39 橋	H23完了済
④	広域緊急交通路 (その他路線)	181 橋	90 橋	~H32完了予定
	合計	397 橋	306 橋	(残橋梁91橋)

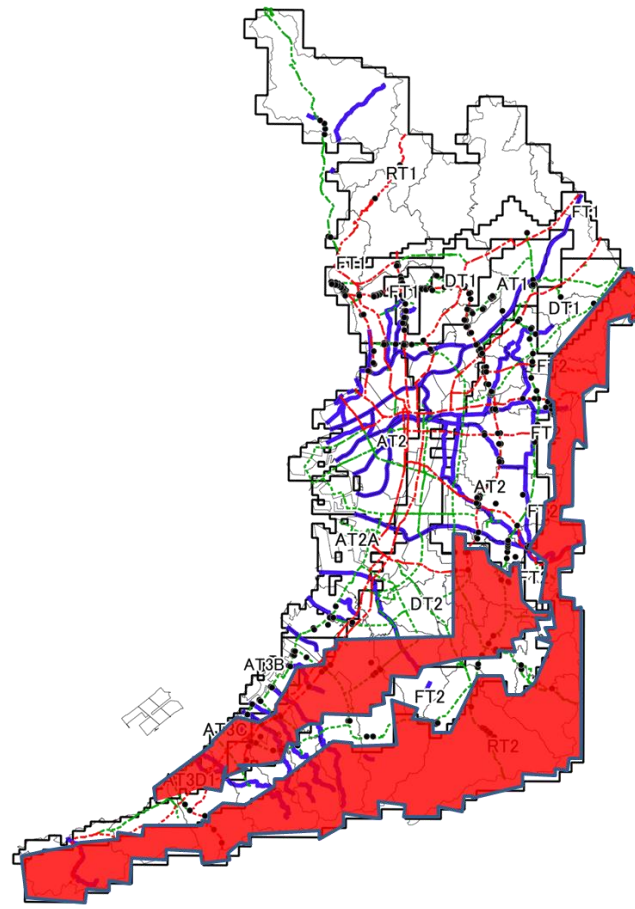
1. 残る91橋は、南海トラフ地震も考慮した耐震対策を可能な限り前倒し実施
2. 津波対策は、桁の流出を防ぐため、上・下部構造の連結などの対策を検討
3. 上記対策完了後、影響の大きい大河川渡河橋などの耐震対策を検討

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■地震動の照査

	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		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b: 613 gal		II
		EW	362.0 gal	中東部c: 727 gal 中西部: 664 gal		
	AT2A	NS	256.7 gal	403 gal		III
		EW	355.7 gal			
AT3B	NS	381.4 gal	406 gal		III	
	EW	374.3 gal				
AT3C	NS	487.0 gal	406 gal		III	
	EW	457.0 gal				
AT3D1	NS	487.0 gal	406 gal		III	
	EW	457.0 gal				
洪積地盤	DT1	NS	203.9 gal	北西部: 699 gal		II
		EW	440.4 gal	北東部: 504 gal		
	DT2	NS	547.1 gal	中南部: 770 gal		II
		EW	438.7 gal	南部: 454 gal 南東部: 521 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		II
		EW	573.9 gal	南部: 613 gal		
岩盤	RT1	NS	133.3 gal	324 gal		III
		EW	185.4 gal			
RT2	NS	566.4 gal	東部: 338 gal		III	
	EW	543.2 gal	南部: 334 gal			

653gal  
(II種及びIII種地盤)  
※設計用水平震度から逆算した値



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。

加えて、具体的事例（処理場、管渠）により対策の有効性を確認。

このことから、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。

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## 《南海トラフ巨大地震による影響》

### ■水みらいセンターの耐震検討

➢設計水平震度（地表面加速度）の比較

	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

⇒H9地震動および現在設計より小さい値  
(小さい外力)となる。

### ■下水道管の耐震検討

➢相対変位の比較

幹線名	管渠の相対変位(cm)		
	南海トラフ(今回)	H9地震動	下水道協会 (設計値)
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

⇒H9地震動および下水道協会（設計値）以下の値  
(小さい外力)となる。

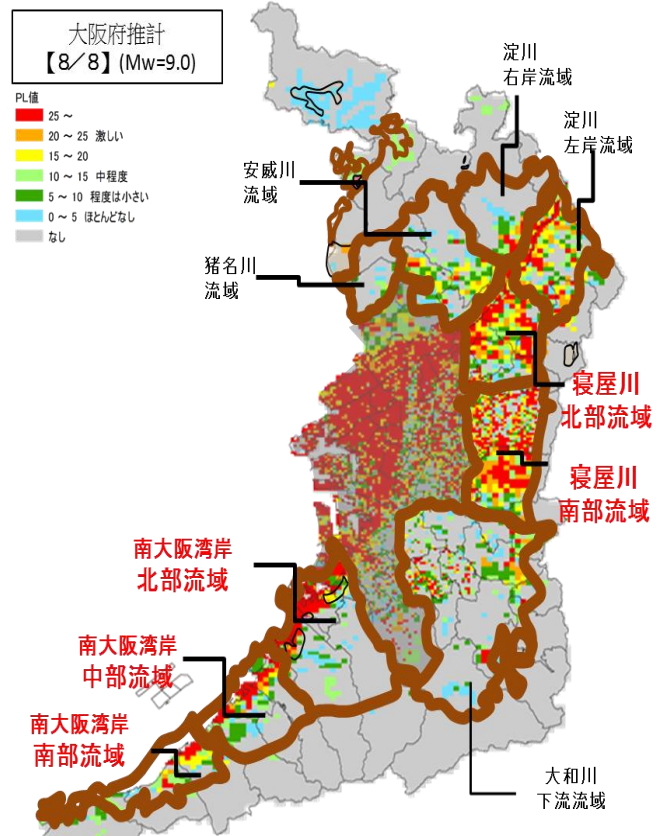
**南大阪湾岸流域下水道  
北部処理区**  
 現有能力185,000m<sup>3</sup>/日  
 S62.4供用



# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■液状化の照査(処理場、ポンプ場)

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	○



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。

- 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こと、
  - 地盤の低減係数は、直下型地震動 ≤ 南海トラフ地震であること、 を確認、
- このことから、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。

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■ 中部水みらいセンター

	直下型(大阪府地震動)		南海トラフ想定	
	FL値	DE	FL値	DE
FL値が1以下となる土層は、同じ土層であった。				
FL値は、南海トラフ想定の方が大きい				
Ag	0.28	1/3	0.363	2/3
Tg	0.302	1/3	0.391	2/3

DE(低減係数)は、南海トラフ想定の方が大きい(低減率は小さい)

## ■ 北部水みらいセンター

	改良前		改良後		南海トラフ想定	
	FL値	DE	FL値	DE	FL	DE
Bc1						
Bsg1	0.751	2/3	0.953	1	1.348	(1)
Bc2	0.401	2/3	0.734	1	1.151	(1)
Ac1						

FL値は、南海トラフ想定の方が大きい

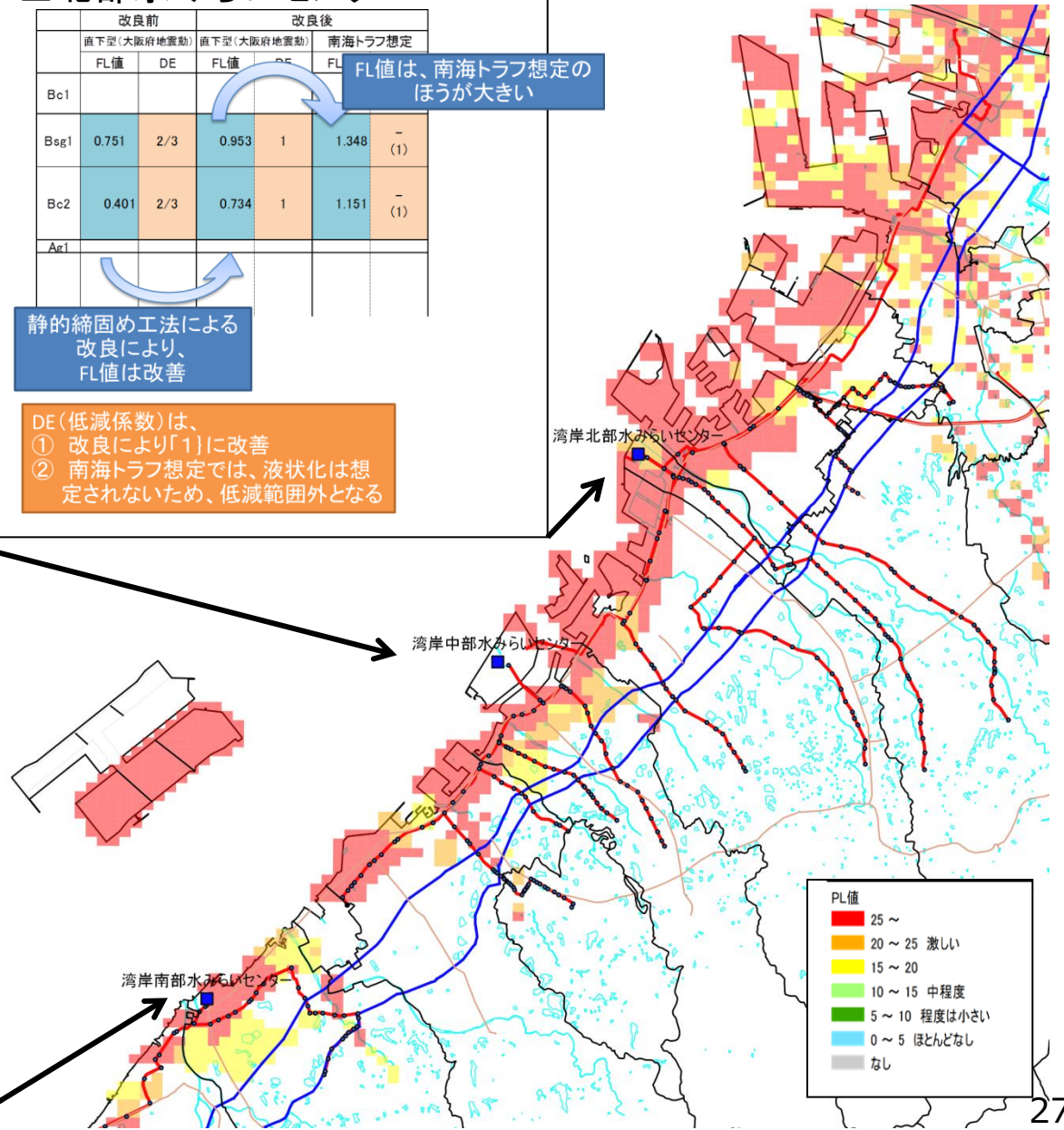
静的締め固め工法による改良により、FL値は改善

DE(低減係数)は、  
① 改良により「1」に改善  
② 南海トラフ想定では、液状化は想定されないため、低減範囲外となる

## ■ 南部水みらいセンター

	直下型(大阪府地震動)		南海トラフ想定	
	FL値	DE	FL値	DE
FL値が1以下となる土層は、同じ土層であった。				
FL値は、南海トラフ想定の方が小さい				
As	0.58	2/3	0.34	2/3
Ds	0.39	2/3	0.26	2/3

DE(低減係数)は、変化しない



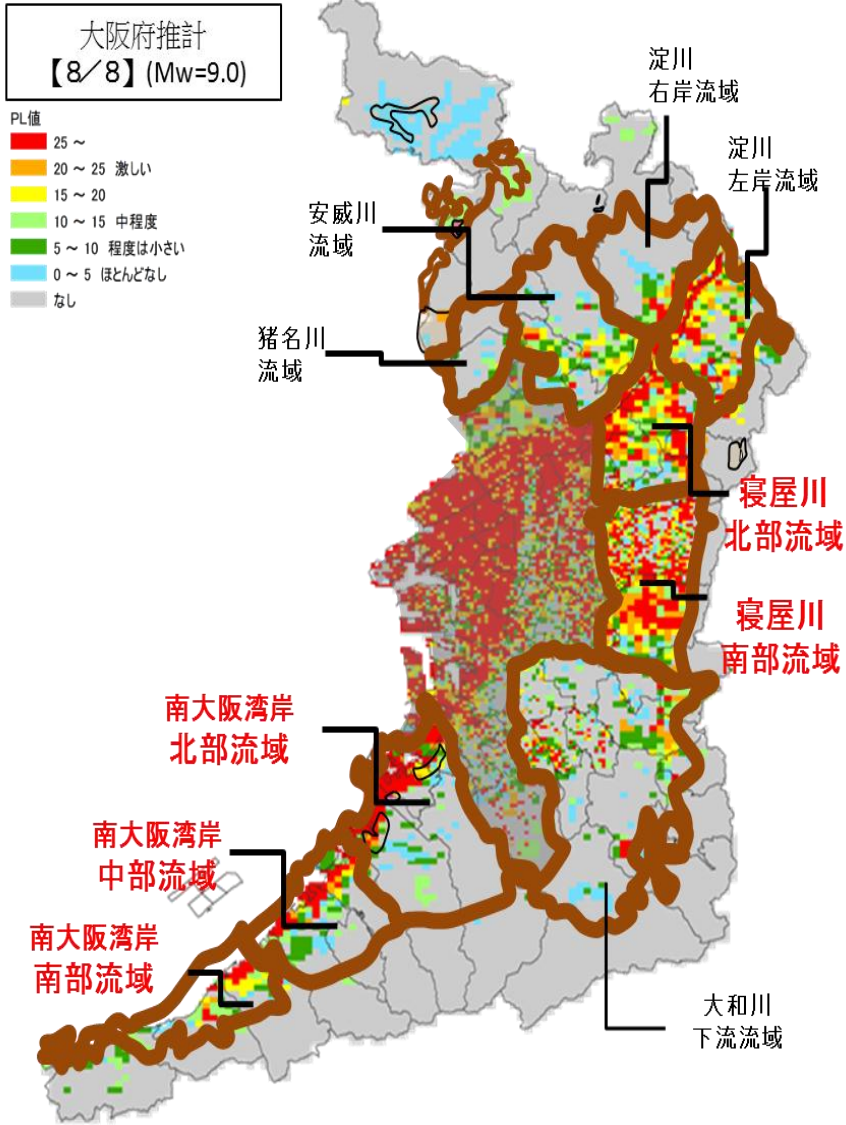
# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■液状化の照査(管渠)

南海トラフ巨大地震により液状化が想定される区域に設置している管渠について、ボーリングデータに基づき、浮上りについて確認を行った。

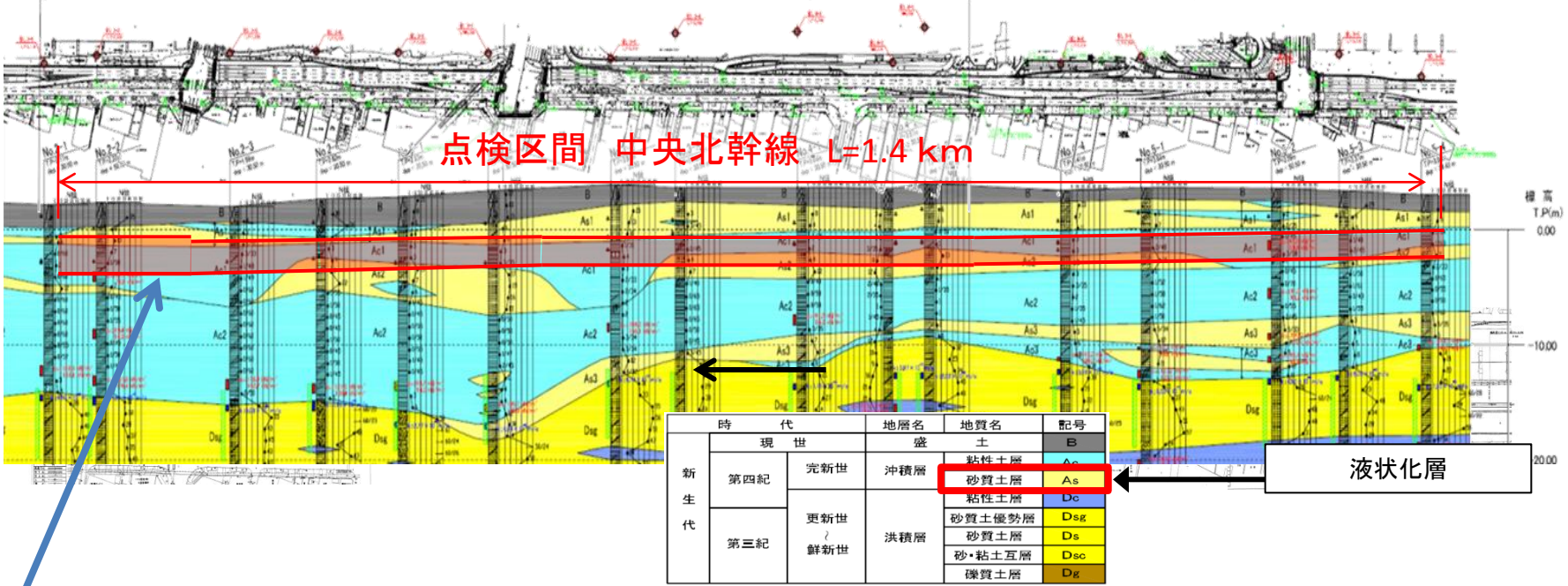
◆開削工法により設置した管渠のうちPL値15以上の区間は約22km(寝屋川流域のみ)で浮上りの可能性について確認、所要の安全率が不足していることを確認したため、この区間については直下型地震対策と経年劣化対策を併せて実施。

◆シールド工法(下水道管渠、地下河川)、推進工法により設置した管渠については、比較的埋設位置が深いため液状化による被害は少ないが、流域下水道管渠のうち最も浅い位置に設置されており、PL値15以上の区間について浮上りの可能性を点検し、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した。



# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■ 点検結果(開削工法) 浮上りに対する安全率の確認



### ■ 液状化時の浮上りに対する点検

安全率  $F_s$

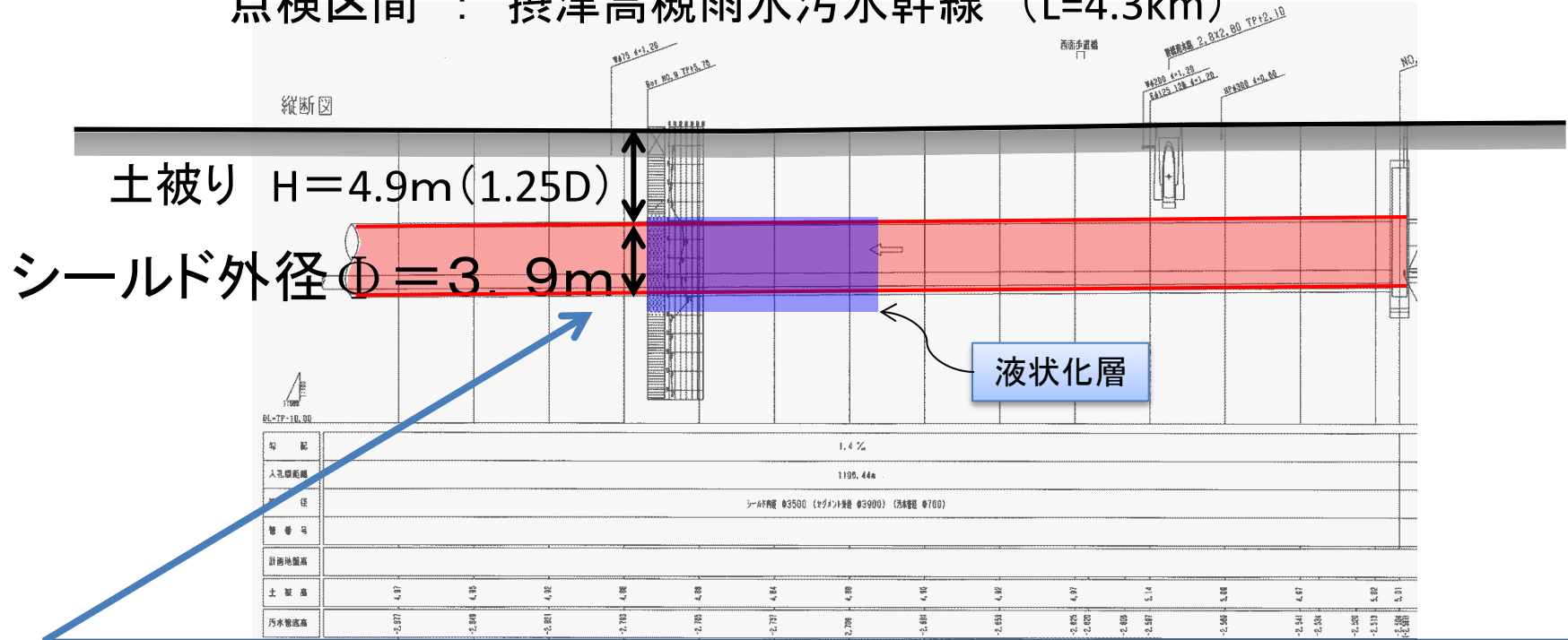
$$= (\text{上載土荷重} + \text{管自重} + \text{管側面摩擦抵抗}) / (\text{静水圧による揚圧力} + \text{管底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力})$$

$$= 0.92 < 1.0$$

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■点検結果(シールド工法) 浮上りに対する安全率の確認

○PL値15以上で、最も浅い位置に設置している区間について点検  
点検区間： 摂津高槻雨水污水幹線 (L=4.3km)



■液状化時の浮上りに対する点検  
安全率Fs  

$$= (\text{管きよの自重} + \text{非液状化層のせん断抵抗力}) / (\text{管渠が受ける浮力})$$

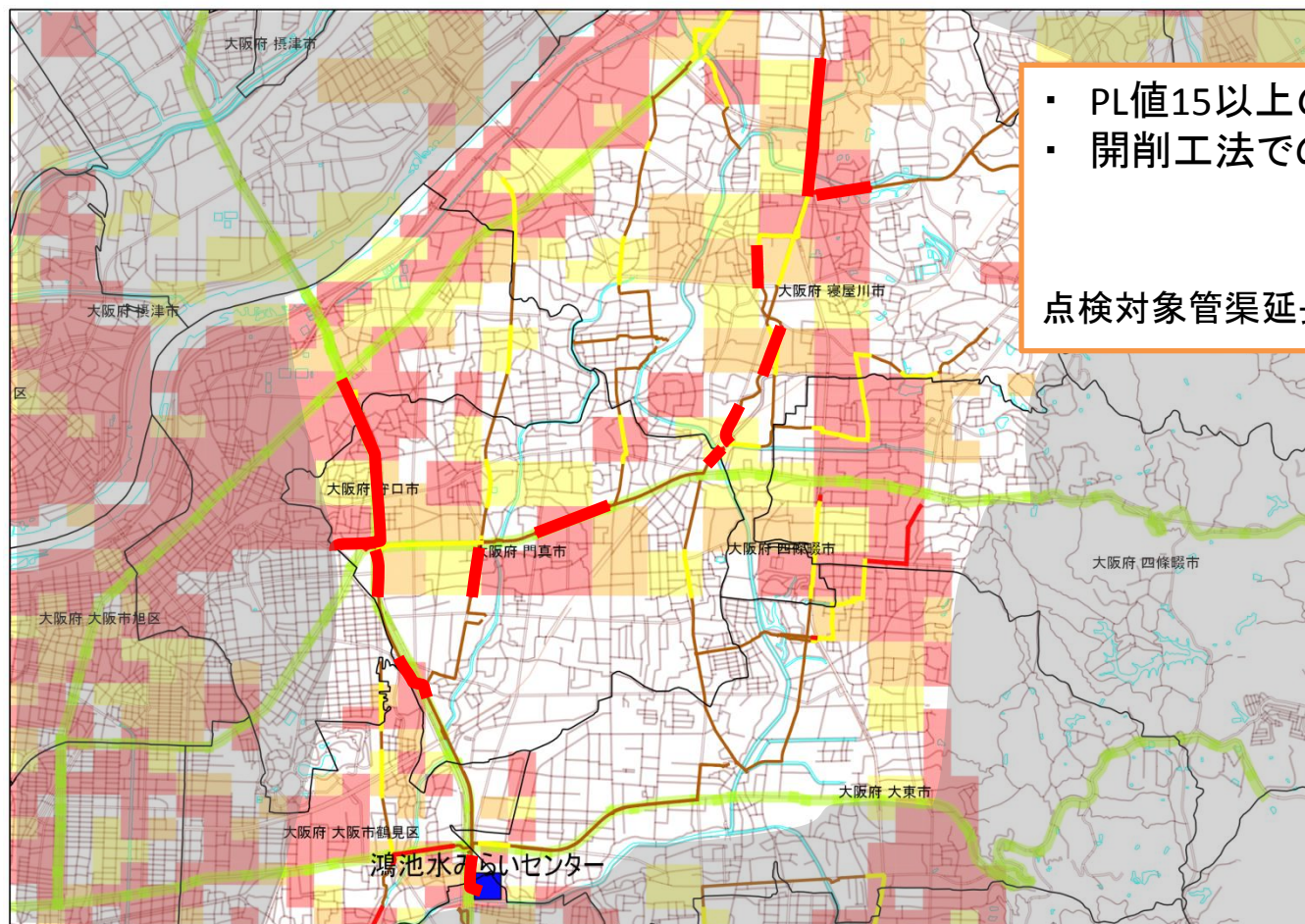
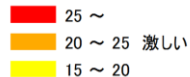
$$= 1.39 > 1.0$$



## 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

### ■ 下水道管渠の点検(スクリーニング) 寝屋川北部流域下水道

PL値



- ・ PL値15以上の区域
- ・ 開削工法での施工区間

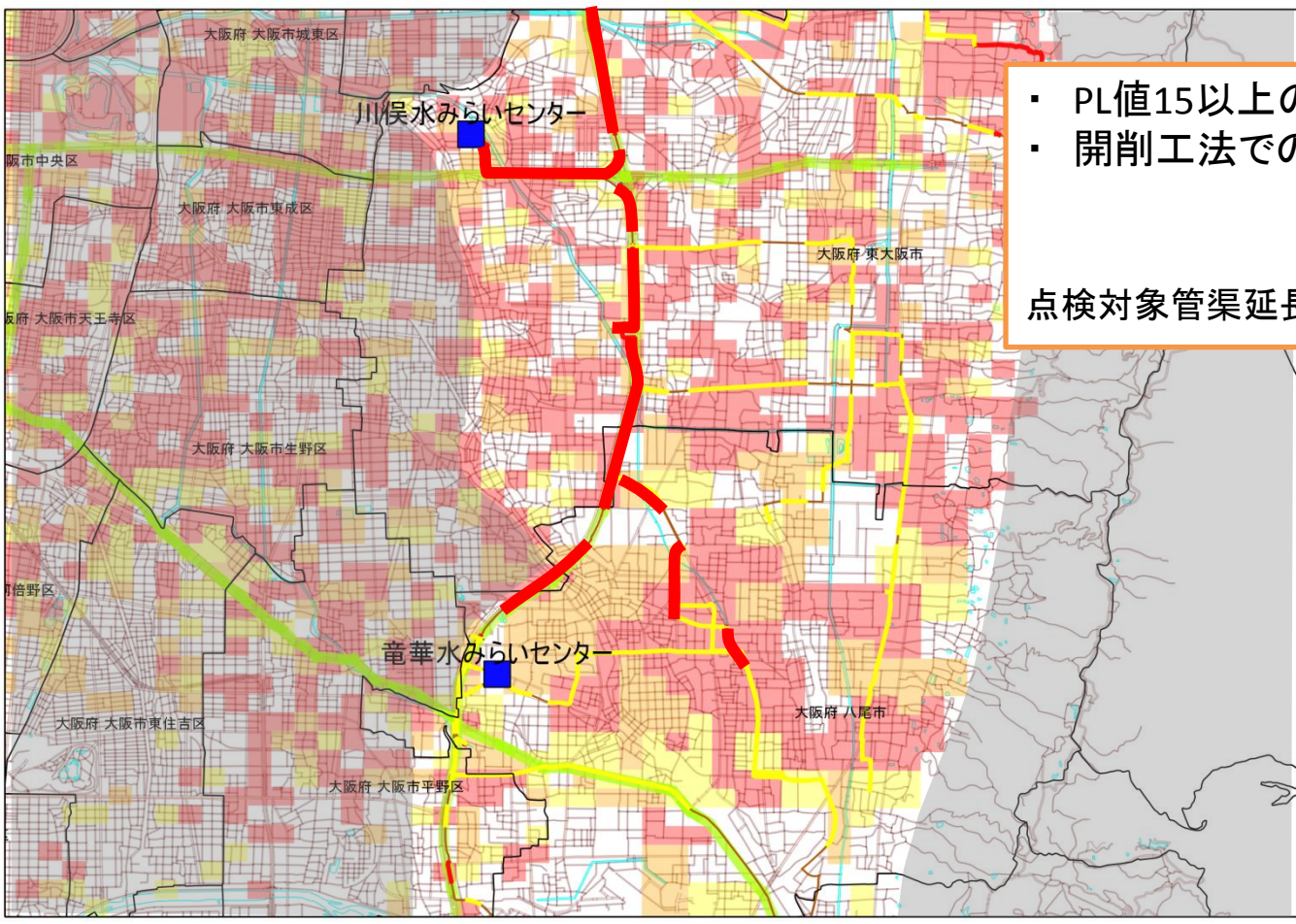
点検対象管渠延長 **9.2km**

PL値15以上の区域における、開削工法で施工された、下水道管渠の抽出

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■ 下水道管渠の点検(スクリーニング) 寝屋川南部流域下水道

PL値  
■ 25 ~  
■ 20 ~ 25 激しい  
■ 15 ~ 20



- PL値15以上の区域
- 開削工法での施工区間

点検対象管渠延長 **12.7km**

PL値15以上の区域における、開削工法で施工された、下水道管渠の抽出

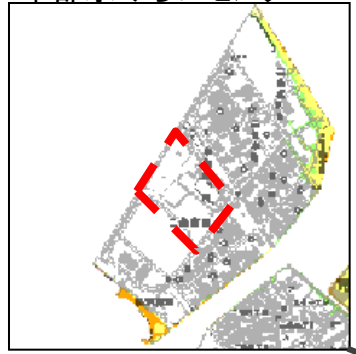
# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

・ 南大阪湾岸流域  
北部・中部・南部水みらいセンターは  
いずれも、浸水の想定区域外である。

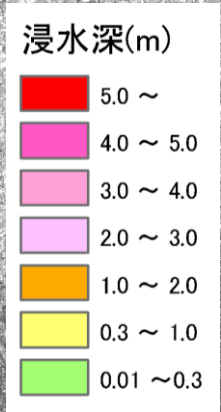
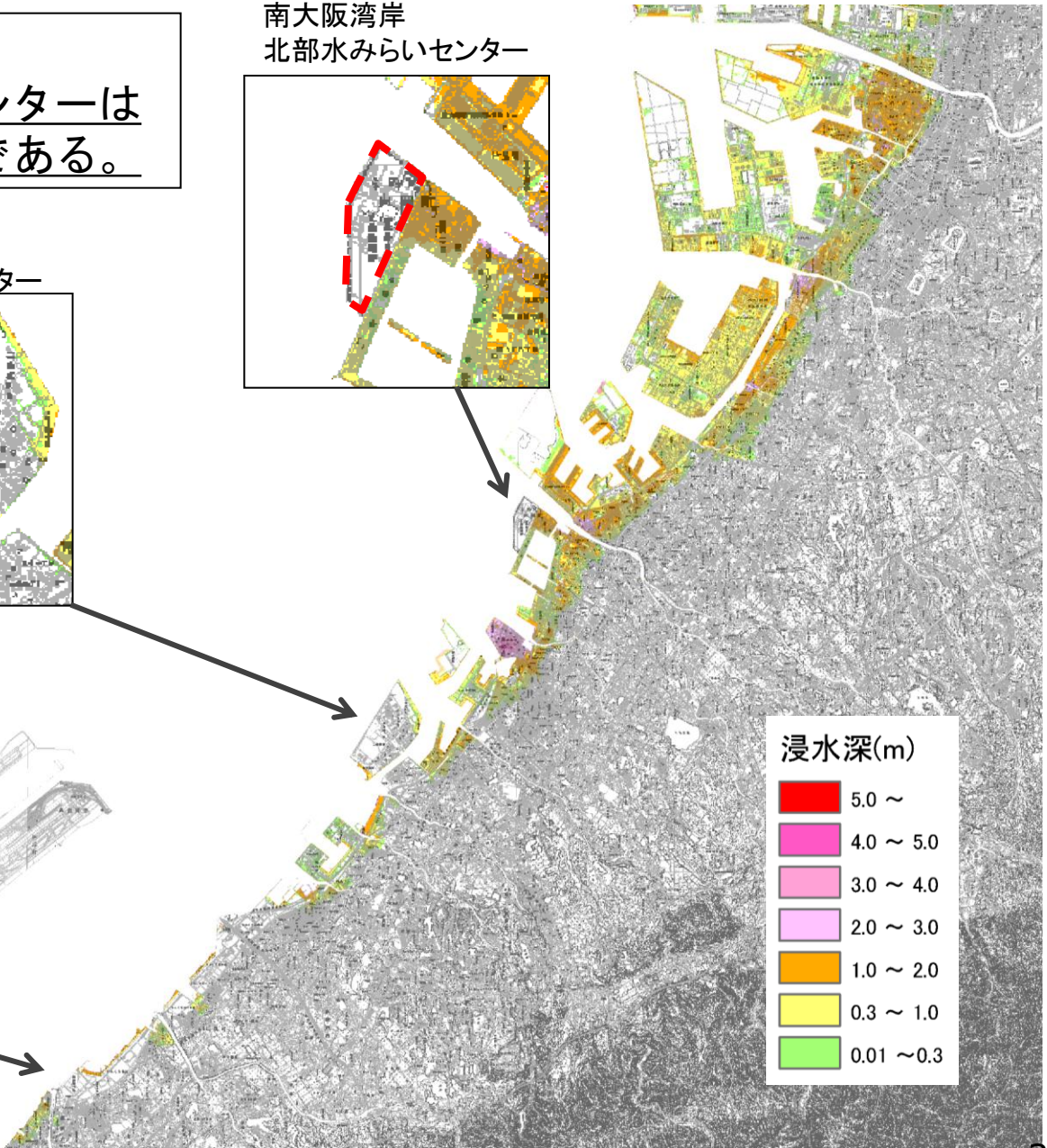
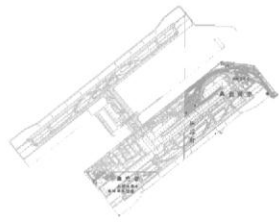
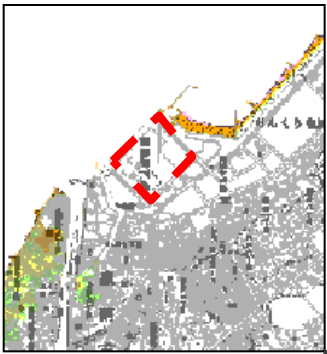
南大阪湾岸  
北部水みらいセンター



南大阪湾岸  
中部水みらいセンター



南大阪湾岸  
南部水みらいセンター



# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## ■水みらいセンター浸水状況点検結果

- ・埋め立て地盤が比較的高いため、想定される津波浸水はないものと考えられる  
(津波浸水想定が確定した場合には改めて点検を実施)
- ・放流渠、雨水排水管など、海側と場内との接続箇所があるため、逆流の恐れがある
- ・仮に津波浸水が発生した場合、処理場機能の停止に直結する電気棟などは、耐水化を実施済

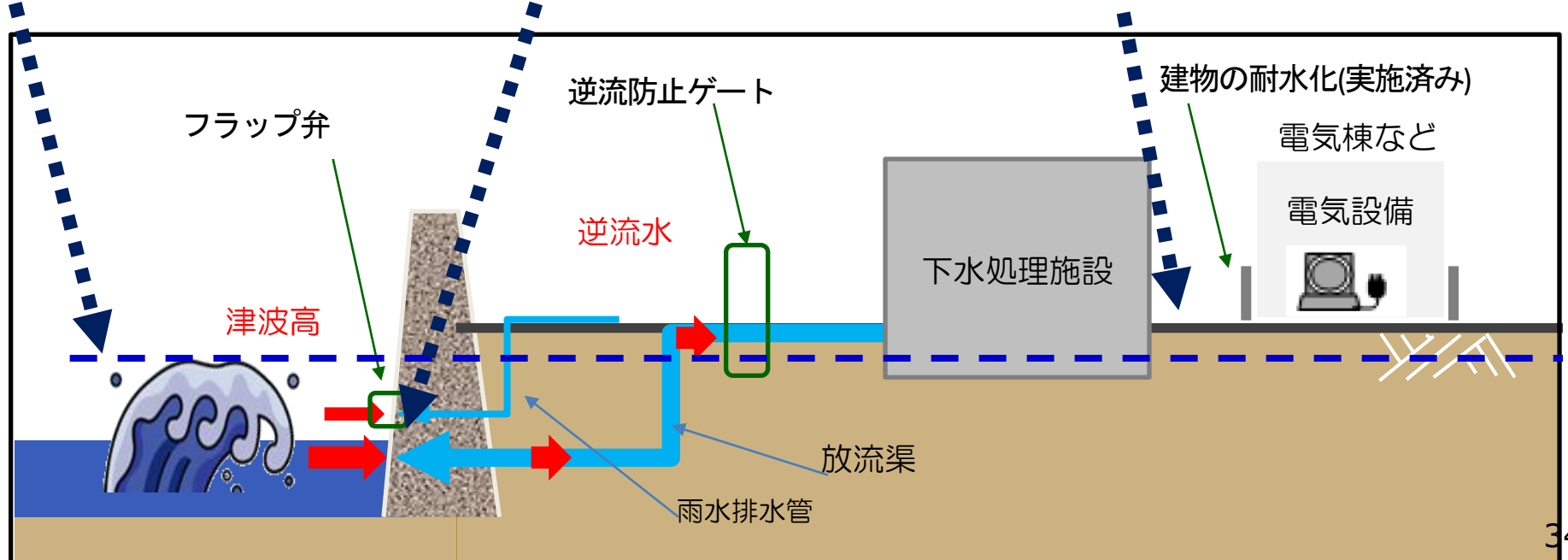
## ■津波対策施設の例

- ・ゲートやフラップ弁など逆流防止措置
- ・電気棟の耐水化を実施済

津波高さ(TP+)	
北部	3.9
中部	3.0
南部	3.2

放流渠管底高さ(TP)	
北部	-1.45
中部	-0.45
南部	-1.00

地盤高さ(TP+)	
北部	4.2
中部	4.2
南部	4.5



# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## 下水道施設の耐震性能照査(まとめ)

項目		照査結果
地震動		これまで大阪府が実施した耐震対策は、南海トラフ巨大地震においても <b>耐震性能を確保</b> することを確認。
液状化	処理場・ポンプ場	液状化に対する地盤の低減係数を考慮した場合、大阪府が実施した耐震対策は、南海トラフ巨大地震においても <b>耐震性能を確保</b> することを確認。
	管渠	<b>開削工法で施工しPL15以上の区間については、浮上りに対して安全率が不足していることを確認。</b> シールド工法、推進工法により設置した管渠については浮上りに対し安全率が満足することを確認。
津波		津波高さに対し地盤高さが高いため津波浸水が発生しないことを確認。 <b>放流渠等については津波高さより低いいため逆流防止等の対策が必要。</b>

# 4-4 下水道施設の点検結果と対策の考え方

## 対策の考え方

- ・流域下水道施設の有する流下機能、揚排水機能、汚水処理機能、消毒処理機能の確保に努める。
- ・下水道機能が停止した場合、汚水及び雨水の排除ができなくなること、管渠に被害が生じると交通に支障が生じることから、優先順位を定めて下水道施設の耐震対策を実施。

順位	対象	全体計画	H24末進捗状況	施工年次
①	処理場・ポンプ場の管理棟及び一般開放施設	38 箇所	32 箇所	～H27完了予定
②	処理施設のうち、揚排水機能、簡易処理機能、消毒機能	14 箇所	2 箇所	改築更新と合わせて実施
	管渠のうち、水みらいセンター直近、緊急交通路下の開削工法で設置した管渠	22 km	0 km	H25～
③	処理施設のうち、標準的処理機能の確保	14 箇所	2 箇所	改築更新と合わせて実施

1. 水みらいセンターにおける対策は、改築更新の機会を捉えて実施
2. 管渠の対策は、直下型地震対策と経年劣化対策を合わせて実施

# 【参考】ため池の耐震性能診断結果

## ◆都道府県別ため池数

	都道府県名	ため池数
第1位	兵庫県	43,321
第2位	広島県	20,183
第3位	香川県	14,619
第4位	大阪府	11,102
第5位	山口県	10,636
第6位	岡山県	9,802

## ◆ため池密度と人口密度

	都道府県名	ため池密度(箇所/km <sup>2</sup> )	人口密度
第1位	香川県	7.8	528人/km <sup>2</sup>
第2位	大阪府	5.9	4,667人/km <sup>2</sup>
第3位	広島県	5.3	336人/km <sup>2</sup>
第4位	山口県	2.0	235人/km <sup>2</sup>
第5位	奈良県	1.8	378人/km <sup>2</sup>



府民の身近に  
ため池が多く存在

## ◆水防ため池の指定

災害によるため池決壊等を未然に防ぐために、水防上重要なものを水防法に基づく大阪府水防計画に水防ため池として指定(被害の大きさをランク付けして指定)

水防値	箇所数	水防値基準
A級	10	堤高20m以上又は貯水量100万m <sup>3</sup> 以上で特に甚大な被害が予想されるもの
B級	185	堤高10m以上又は貯水量5万m <sup>3</sup> 以上で甚大な被害が予想されるもの
C級	655	老朽化の甚だしいもの、決壊時の被害が大きいと予想されるもの
計	850	



# 【参考】ため池の耐震性能診断結果

## ◆ため池の総合減災について

東日本大震災を踏まえ、「防災」はもとより、「人命を守る」「すぐに逃げる」といった観点から、大規模地震により堤体が被災した場合に下流への影響が大きいため池について、耐震性の調査・診断やハザードマップづくりなど総合的な減災対策を推進

## ◆ため池の耐震性能診断について

### <対象>

水防ため池850箇所（アースダム843箇所、コンクリートダム7箇所）

※被災時の下流への影響を踏まえ、大阪府地域防災計画に位置づけた水防上重要なため池

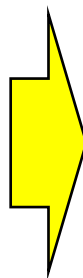
### <目標>

水防ため池のうち、被災時に下流への影響の大きいため池について、**平成26年度までに100箇所**を緊急的に実施

### <進捗状況>

(箇所)

	H24迄	H25	H26(予定)
耐震診断	22	38	57



## ◆ため池耐震性能診断結果の公表

<H25. 5. 9>

★ **12箇所** のため池の安全性を確認

※アースダム7箇所、コンクリートダム5箇所

<H25.11.26>

★ **10箇所** のため池の安全性を確認

※アースダム10箇所



# 【参考】ため池の耐震性能診断結果

## ◆耐震性能診断の考え方(アースダム)

### ○診断内容

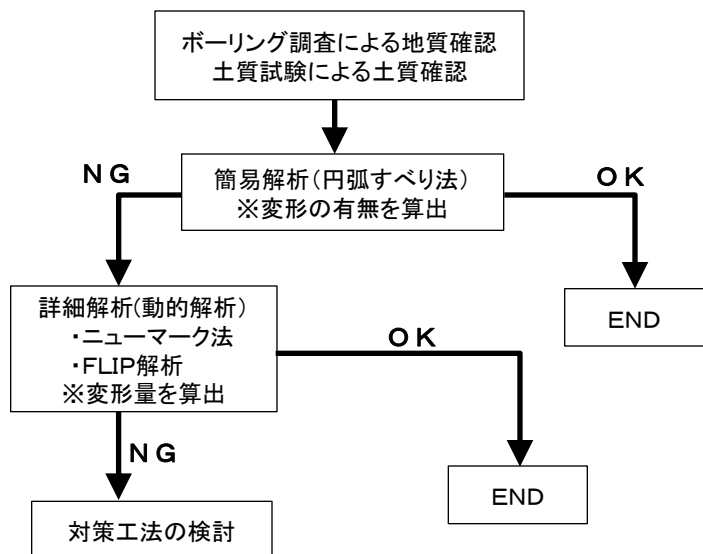
大規模地震が終了した直後も、堤の堤頂高が常時満水位以下に沈下しない(=直ちに決壊しない)ことをもって、耐震性能の有無を確認。

### ○対象地震動

次の2種類の大規模地震動(レベル2地震)を対象

- 1) 直下型地震動: 堤体に与える影響が最も大きい断層帯による地震動を使用
- 2) 海溝型地震動: 南海トラフ巨大地震動(M9.0)

## ◆耐震性能診断フロー(アースダム)



※大阪府ため池改修指針(案)[大規模地震編]による

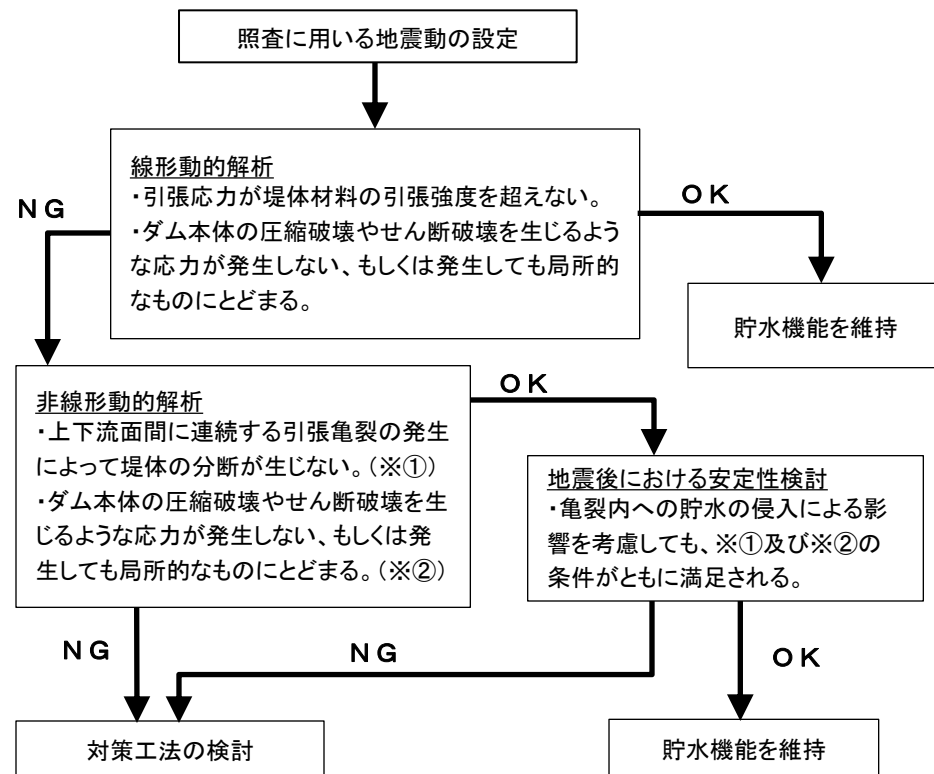
## ◆耐震性能診断の考え方(コンクリートダム)

### ○診断内容

大規模地震が終了した直後、損傷が生じたとしても、ダムの貯水機能が維持されるとともに、生じた損傷が修復可能な範囲にとどまることをもって、耐震性能の有無を確認。

### ○対象地震動: 同左

## ◆耐震性能診断フロー(コンクリートダム)



※大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)(国土交通省河川局)による

# 【参考】ため池の耐震性能診断結果

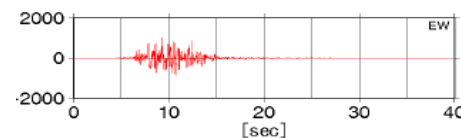
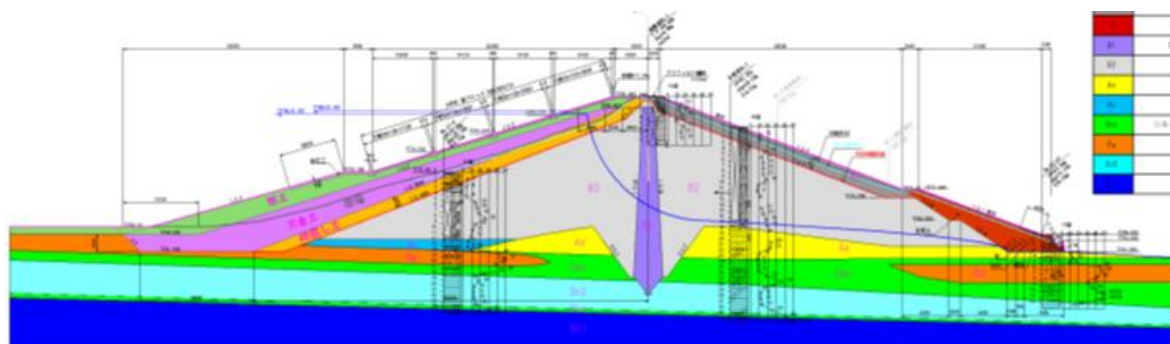
## ◆光明池(アースダム)の診断結果

### ●直下型地震動

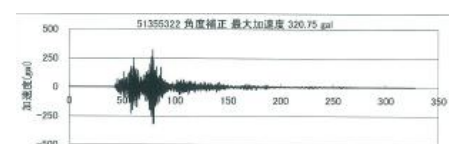
- ・上町断層帯(内陸直下型)
- ・マグニチュード: 7.6
- ・光明池での想定震度: 6強
- ・地表面最大加速度: 913gal

### ●海溝型地震動

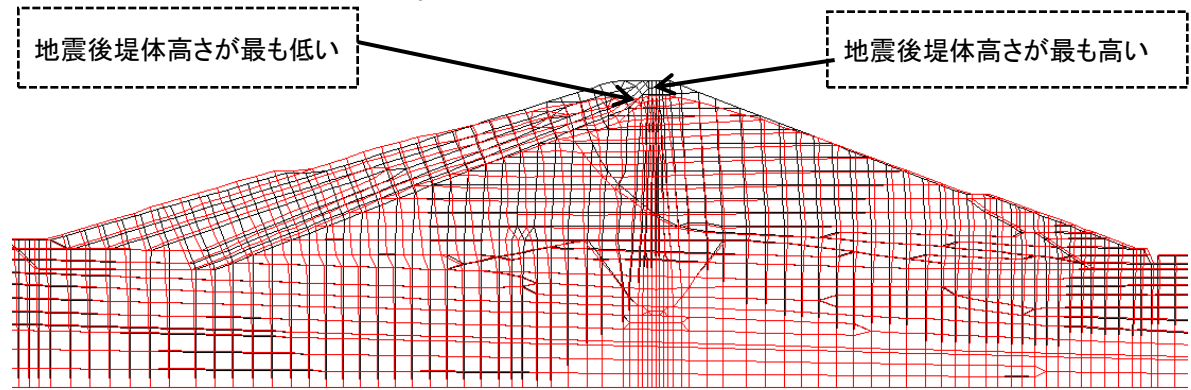
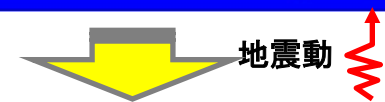
- ・南海トラフ巨大地震動
- ・マグニチュード: 9.0
- ・光明池での想定震度: 6弱
- ・地表面最大加速度: 547gal



直下型地震動



南海トラフ地震動



地震終了時の変位分布(黒線:変形前、赤線:変形後)

**■解析結果**

- ・直下型地震動、南海トラフ巨大地震によって堤体天端がFWL(常時満水位)以下に沈下することはなく、地震後直ちに決壊に至らない。
- つまり、**レベル2地震動の揺れに対する一定の耐震性能は有していると判断。**

# 【参考】ため池の耐震性能診断結果

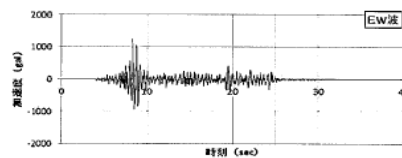
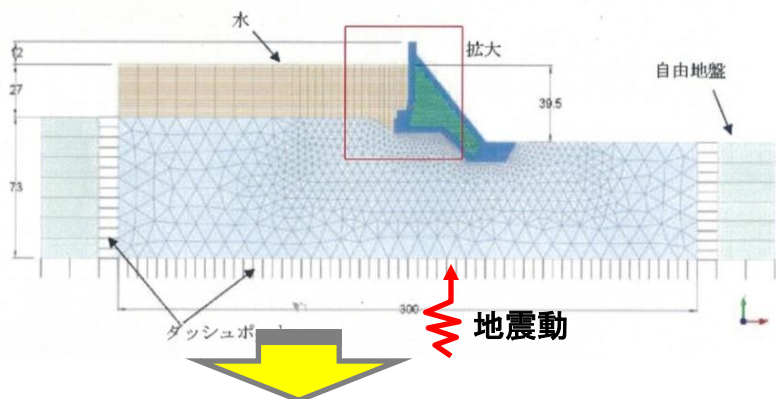
## ◆滝畑ダム(コンクリートダム)の診断結果

### ●直下型地震動

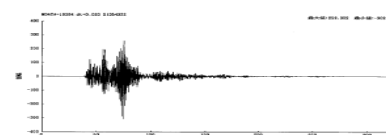
- ・中央構造線断層帯(内陸直下型)
- ・マグニチュード: 7.8
- ・滝畑ダムでの想定震度: 6強
- ・地表面最大加速度: 1083gal

### ●海溝型地震動

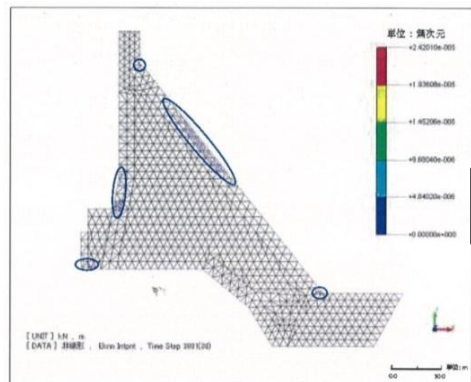
- ・南海トラフ巨大地震動
- ・マグニチュード: 9.0
- ・滝畑ダムでの想定震度: 5強
- ・地表面最大加速度: 566gal



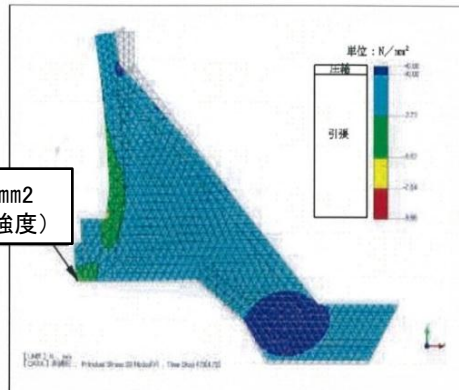
直下型地震動



南海トラフ地震動



最終引張亀裂発生範囲



圧縮側主応力分布図

### ■解析結果

#### 1) 地震時の照査

〈引張〉堤体を上下流方向に貫通する引張亀裂は生じない

〈圧縮〉圧縮破壊が生じるおそれはない

〈せん断〉せん断破壊が生じるおそれはない

#### 2) 地震終了後の貯留水の浸透圧による照査

・引張、圧縮、せん断いずれも破壊を生じるような応力は発生しない

・また、南海トラフ地震動によって、直下型を上回る応力が発生することはない

以上より、**大規模地震の発生後もダムの貯水機能は維持されると判断。**