

各構造物の詳細点検結果 (揺れ・液状化)

平成25年10月31日

施設点検目次（揺れ・液状化）

- 1 - 1 河川構造物（水門）の詳細耐震点検
- 1 - 2 海岸・港湾構造物の詳細耐震点検
- 1 - 3 道路施設の詳細耐震点検

1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

1. 中小水門の耐震性能照査

(1) 位置図



正蓮寺川水門位置図

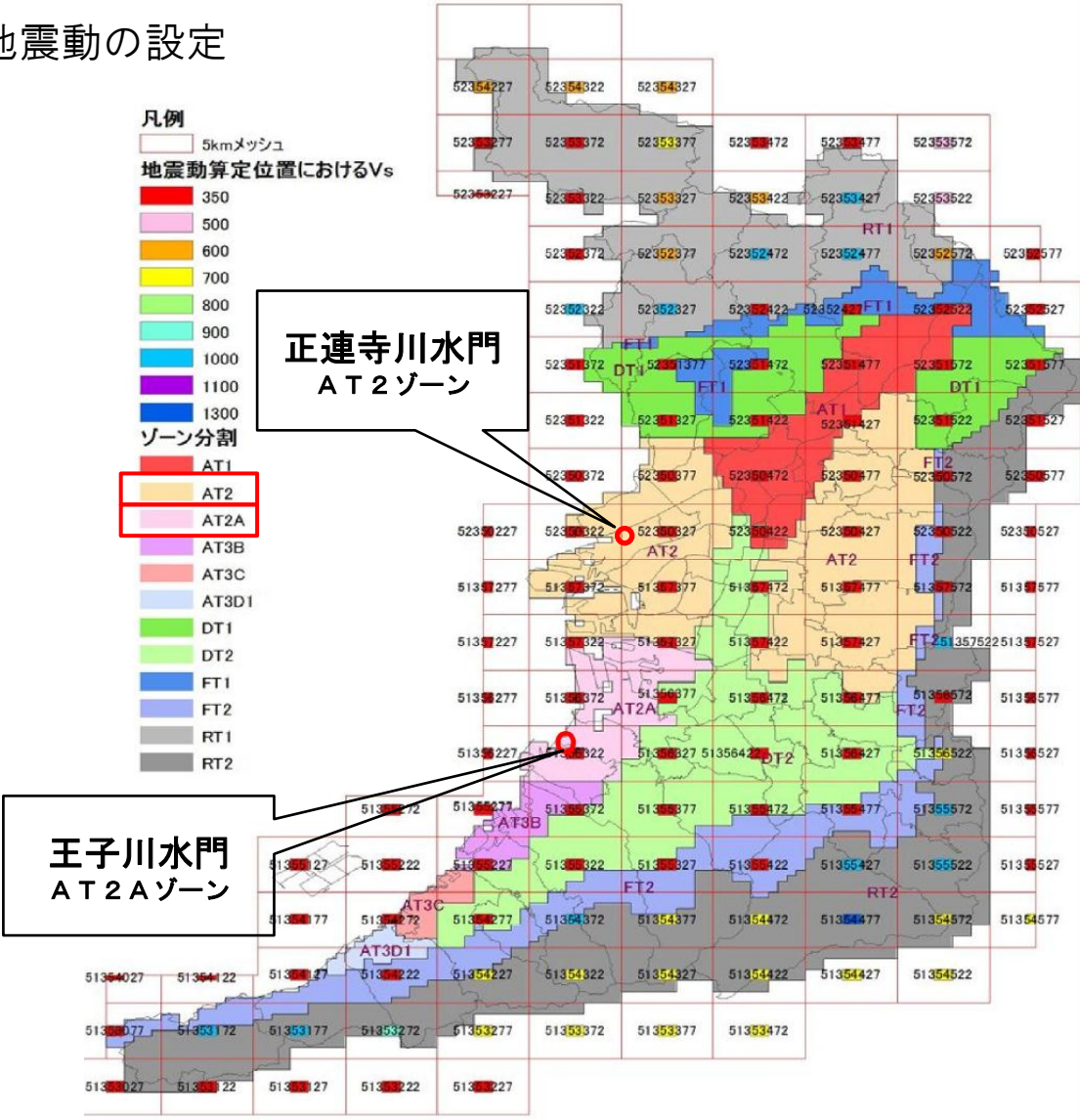


王子川水門位置図

1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

1. 中小水門の耐震性能照査

(2) H24南海トラフ地震動の設定



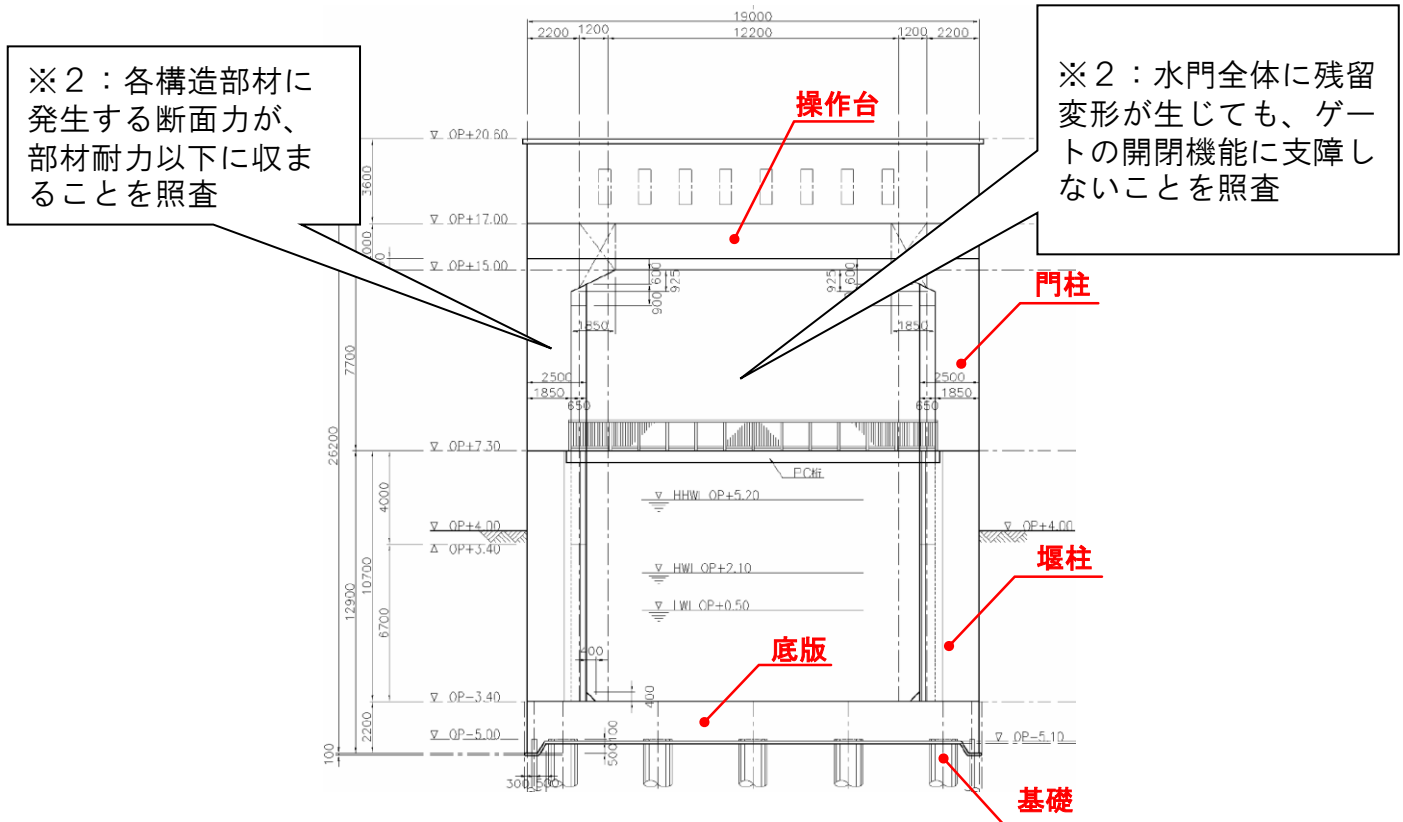
1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(3) 目標とする耐震性能

「レベル2の地震後においても、水門としての機能を保持する性能」※1を目標とする。

※1: 「河川構造物の耐震性能照査指針・解説-IV.水門・樋門及び堰編-」(H24.2)より

○治水上重要な水門については、地震後においてもゲートの開閉性の確保が求められることから、地震によりある程度の損傷が生じた場合においても、機能を保持できることを必要な耐震性能※2とする。



各部材の名称

1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

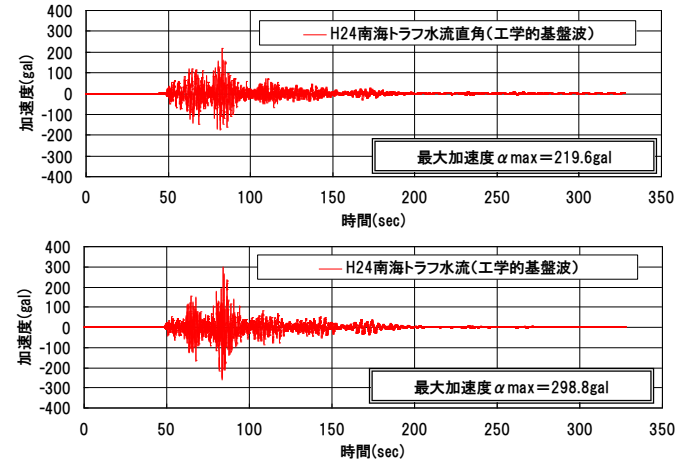
(4) 照査結果

施設名	加振方向	H24南海トラフ地震動に対する耐震性能照査結果
正連寺川水門	水流 (縦断)	OK
	水流直角 (横断)	堰柱せん断力超過
王子川水門	水流 (縦断)	OK
	水流直角 (横断)	OK

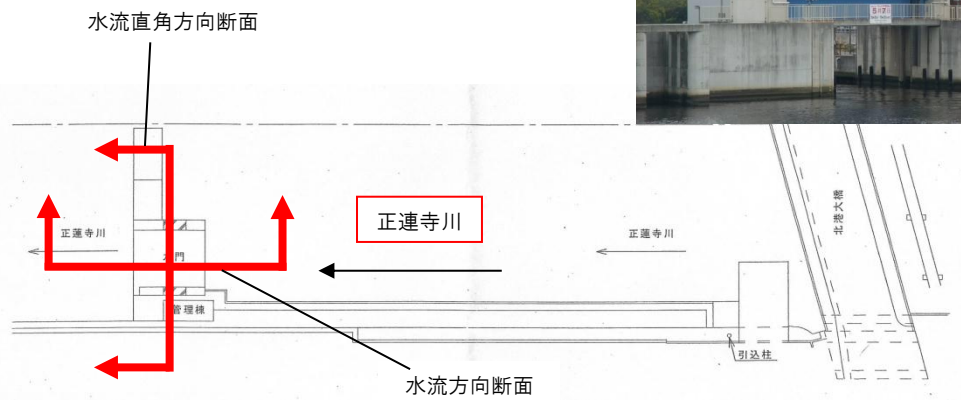
1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(5) 正蓮寺川水門の耐震性能照査 (上下部工: 2次元FEM動的解析)

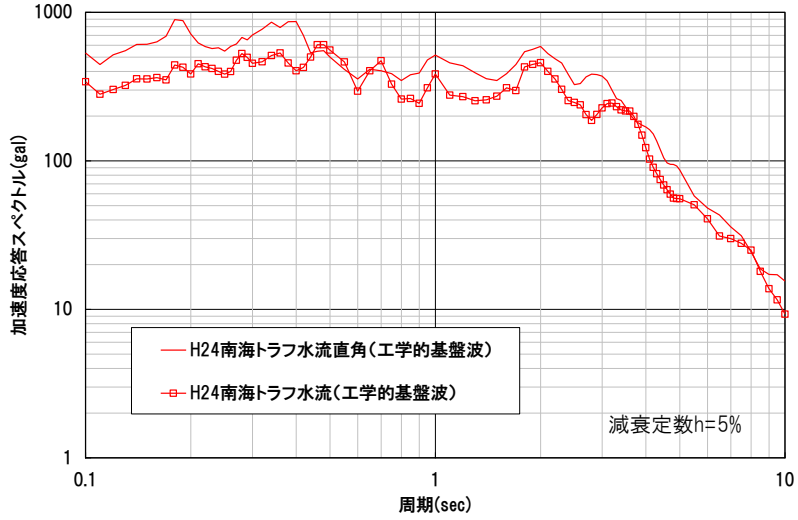
➤ 入力地震動波形 (工学的基盤波)



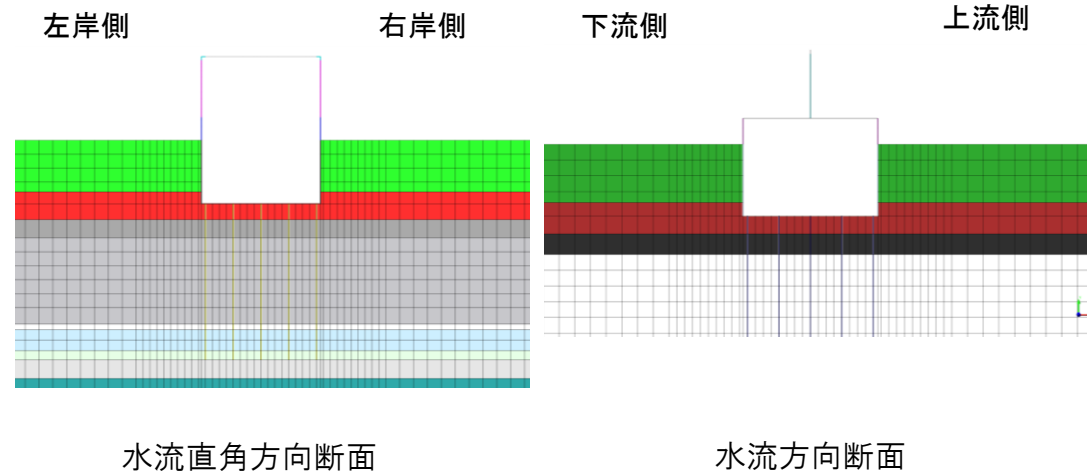
■ 照査断面位置



➤ 加速度応答スペクトル (工学的基盤波)



■ 検討モデル

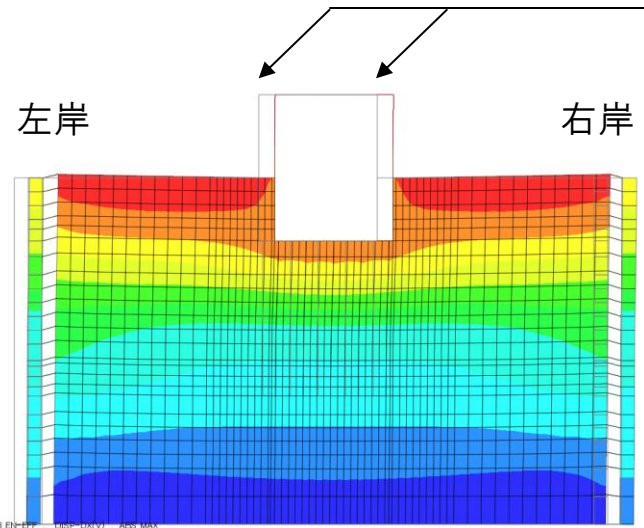


1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(5) 正蓮寺川水門の耐震性能照査 (上下部工：2次元FEM動的解析)

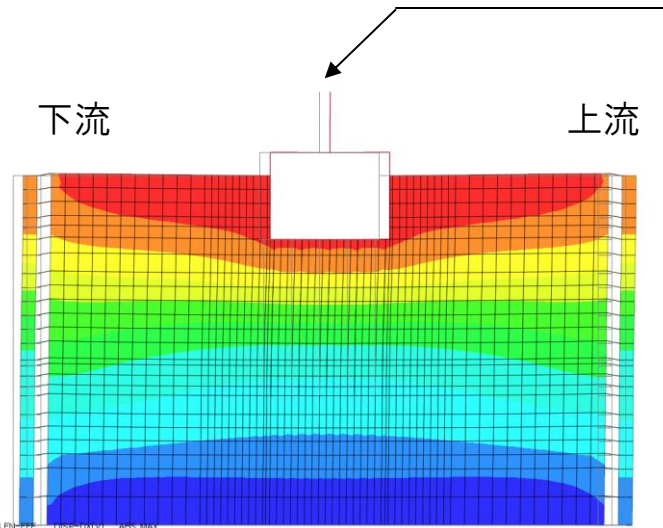
【変形図】

残留水平変位：
門柱天端 $\delta R=21.0\text{mm}$
門柱基部 $\delta R=20.8\text{mm}$
門柱上下端の相対変位：0.21mm



残留変形図
(水流直角方向断面, 変形倍率20倍)

残留水平変位：
門柱天端 $\delta R=15.3\text{mm}$
門柱基部 $\delta R=15.2\text{mm}$
門柱上下端の相対変位：0.09mm

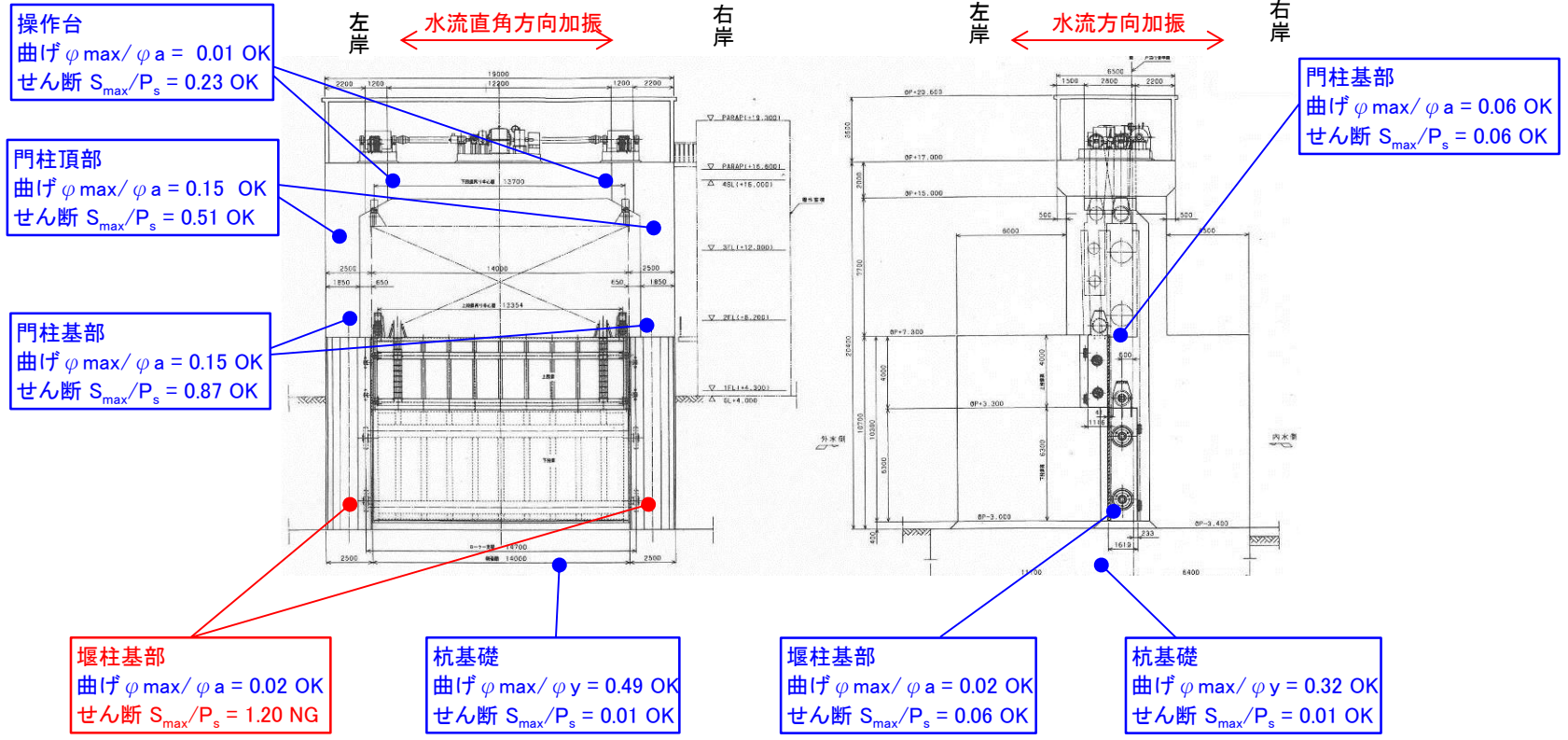


残留変形図
(水流方向断面, 変形倍率20倍)

1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(5) 正蓮寺川水門の耐震性能照査 (上下部工: 2次元FEM動的解析)

【照査結果】



凡例	ϕ_{max}	: 最大曲率 (1/m)
	ϕ_a	: 許容曲率 (1/m)
	ϕ_y	: 降伏曲率 (1/m)
	S_{max}	: 最大せん断力 (kN)
	P_s	: せん断耐力 (kN)

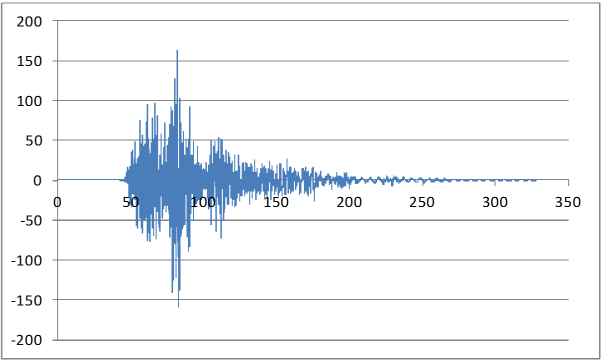
○ H24南海トラフ地震に対する耐震性能照査の結果、水流直角方向加振時に堰柱のせん断耐力が不足する。

※ RC部材は降伏に至らない結果となった。

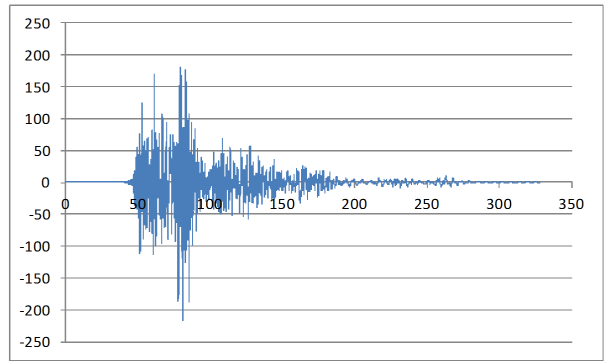
1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(6) 王子川水門の耐震性能照査 (上下部工: 2次元FEM動的解析)

➤ 入力地震動波形 (工学的基盤波)

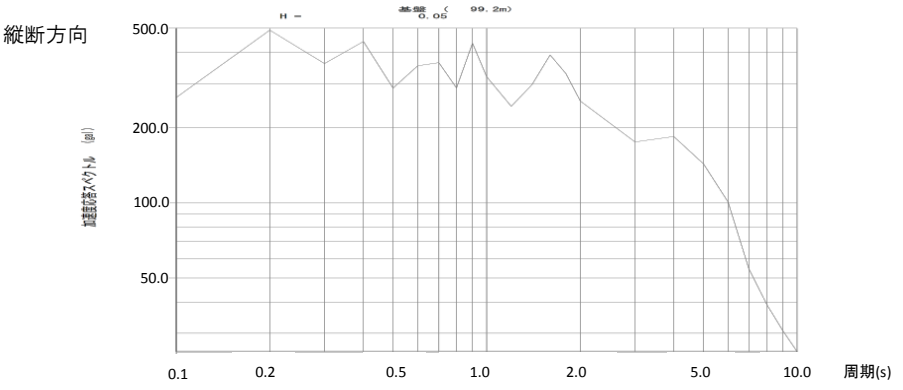
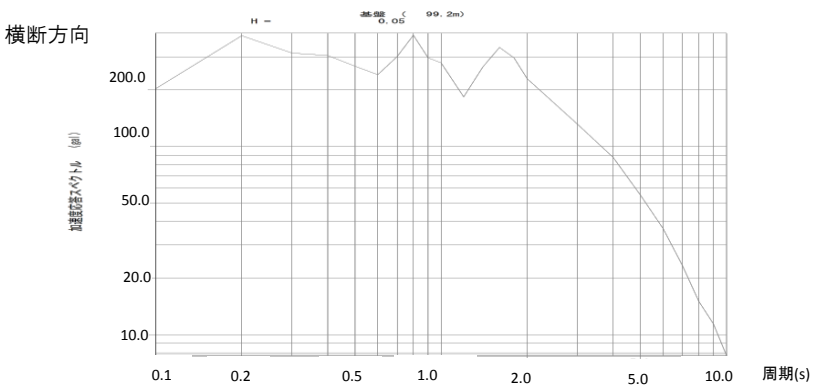


水流直角方向



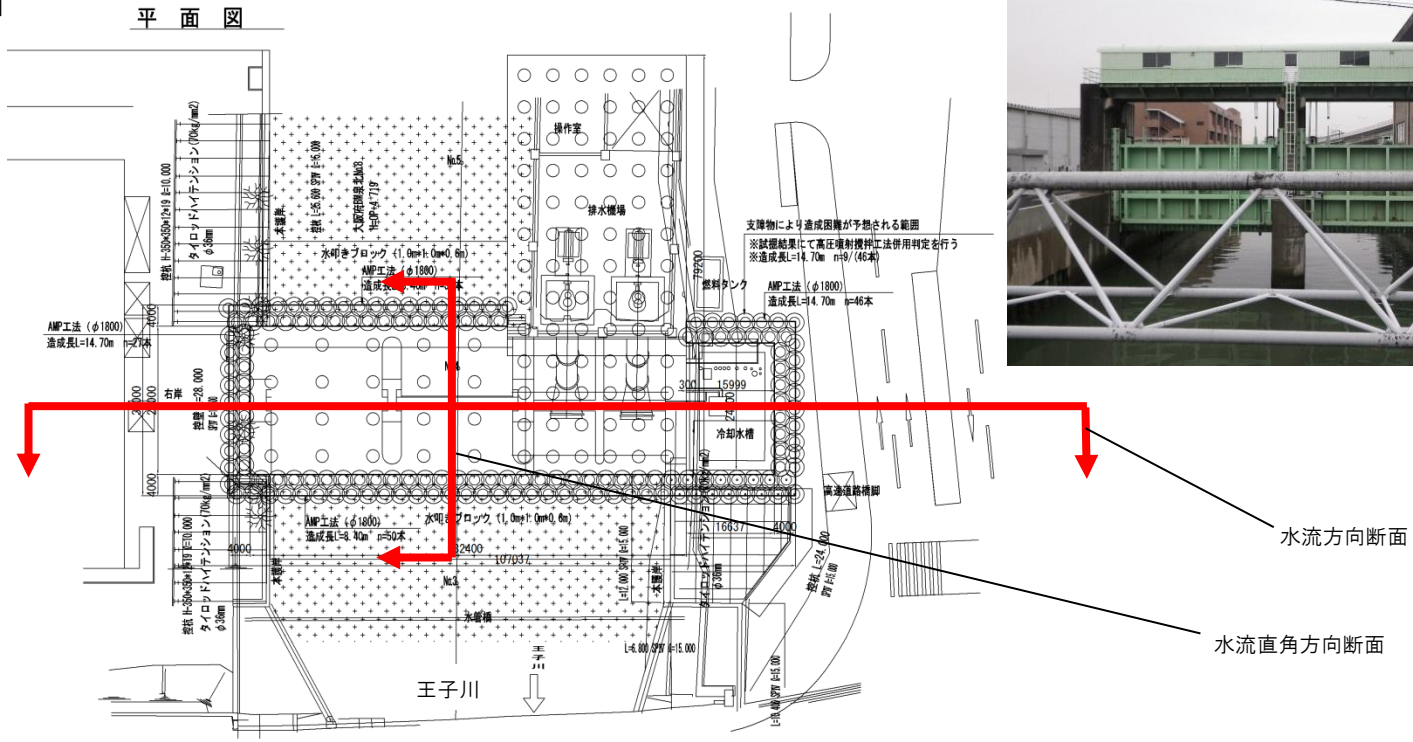
水流方向

➤ 加速度応答スペクトル (工学的基盤波)

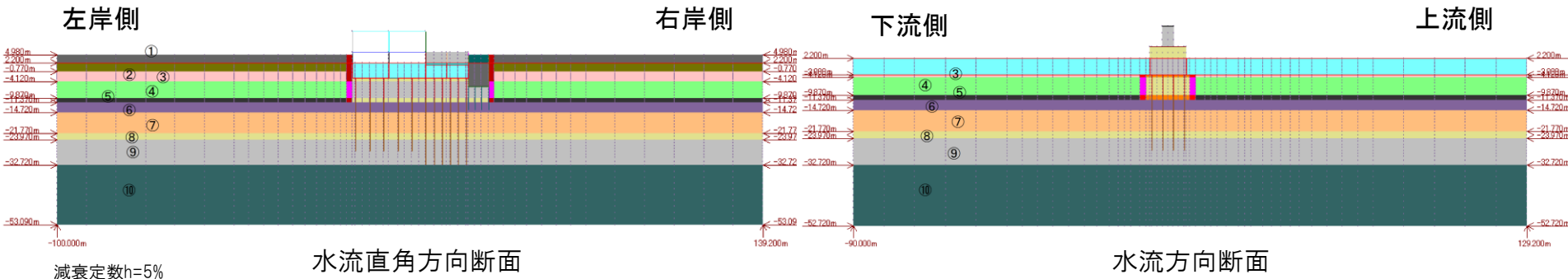


1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(6) 王子川水門の耐震性能照査 (上下部工: 2次元FEM動的解析)
【断面照査位置】



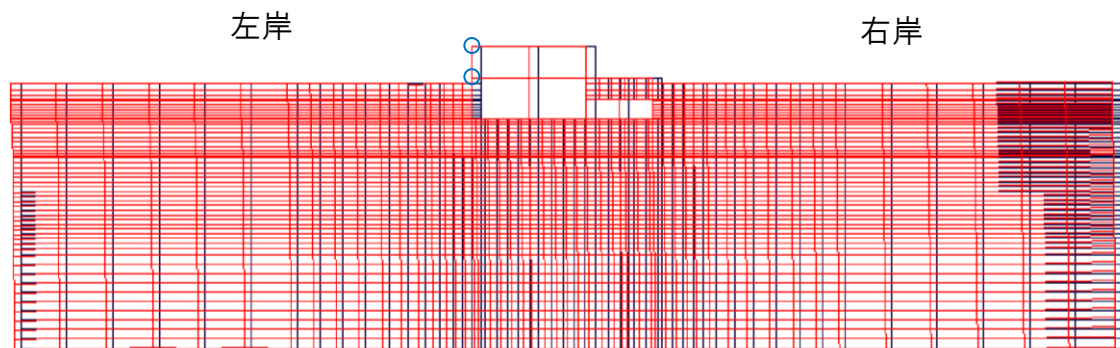
【検討モデル】



1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

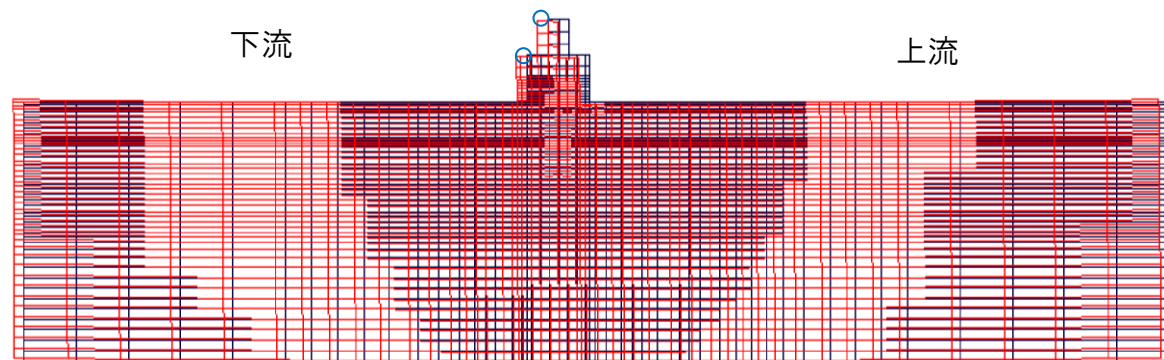
(6) 王子川水門の耐震性能照査(上下部工:2次元FEM動的解析)

【変形図】



最大変形図(水流直角方向断面)

残留水平変位：
門柱天端 $\delta R=7.0\text{mm}$
門柱基部 $\delta R=6.0\text{mm}$
門柱上下端の相対変位：1.0mm



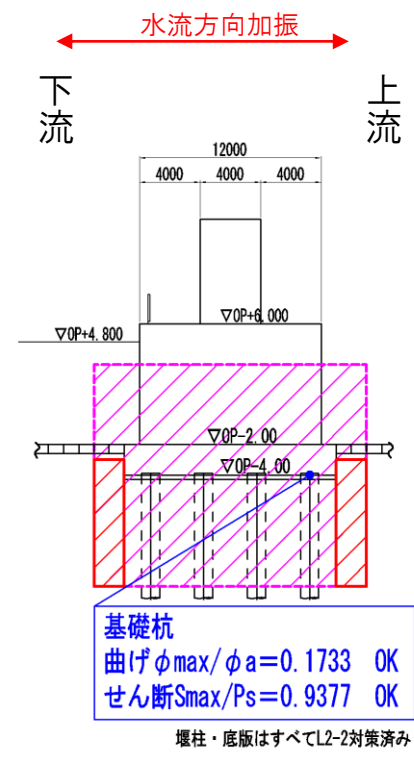
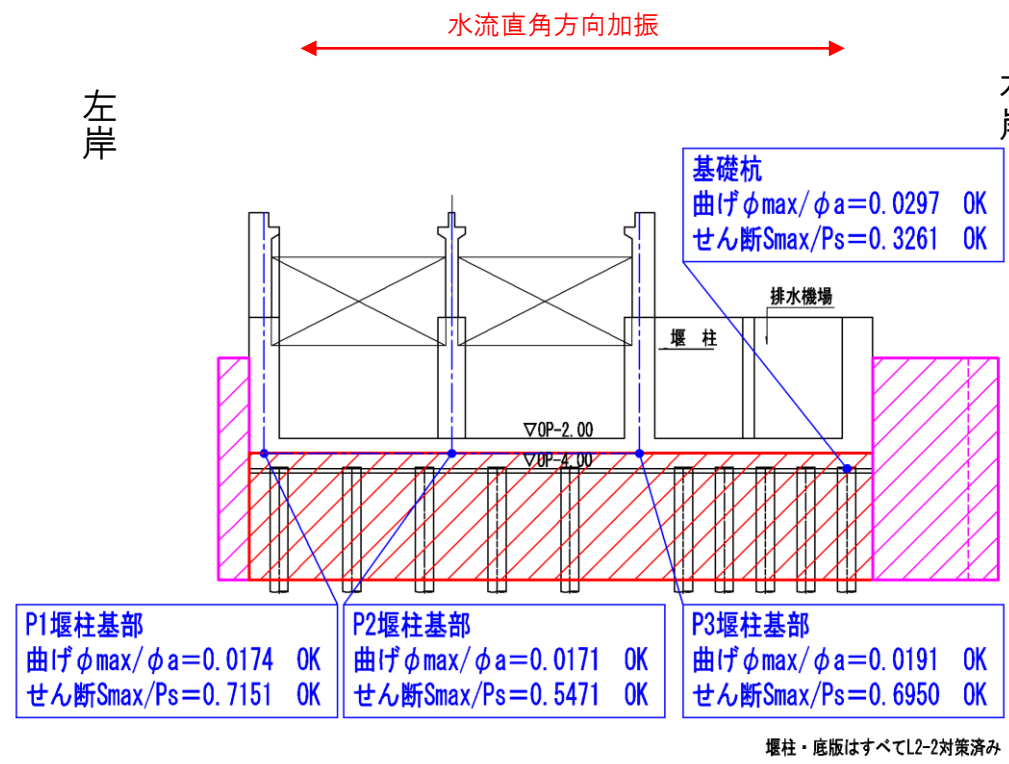
最大変形図(水流方向断面)

残留水平変位：
門柱天端 $\delta R=5.0\text{mm}$
門柱基部 $\delta R=4.0\text{mm}$
門柱上下端の相対変位：1.0mm

1-1 河川構造物(水門)の詳細耐震点検について

(6) 王子川水門の耐震性能照査 (上下部工: 2次元FEM動的解析)

【照査結果】



【ゲートの開閉性の照査 (躯体の残留変位の照査)】

残留変位置量: 門柱天端位置 $\delta R=7.0\text{mm} < \delta Ra=100\text{mm}$ OK

δRa : 堰柱基部から門柱天端までの全高の1/100
 ただし、 δRa は最大100mmとする。

凡例	ϕ_{max}	: 最大曲率 (1/m)
	ϕ_a	: 許容曲率 (1/m)
	S_{max}	: 最大せん断力 (kN)
	P_s	: せん断耐力 (kN)

※ RC部材は降伏に至らない結果となった。

○H24南海トラフ地震に対する耐震性能照査の結果、すべての照査対象部材において耐震性能を満足する。

1-2 海岸・港湾構造物の詳細耐震点検について

■対象施設

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、耐震強化岸壁と背後陸域を結ぶ臨港道路橋（泉大津大橋）

■照査基準

H8、H14、H24道路橋示方書

H19.7 港湾の施設の技術上の基準・同解説

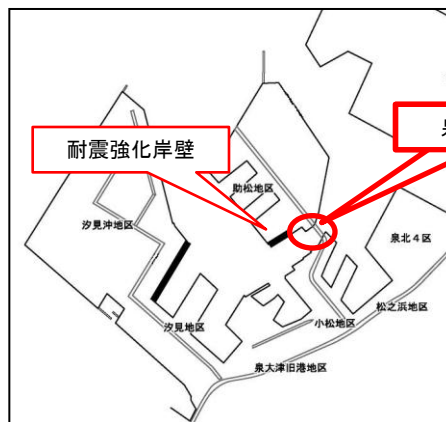
■橋梁の概要

○設計年次：昭和47年（適用道示S47）

○橋長：（本橋梁部）L=175m

○上部形式：（本橋梁部）単弦ローゼ橋

○耐震補強：阪神淡路大震災を契機として道路橋示方書（H8）に基づき、耐震補強を実施



■点検の考え方

H24道示において、『アーチ橋は震災経験の蓄積が少なく、また、部材としての地震時保有水平耐力の評価方法もまだ十分解明されていない事から、地震時の挙動が複雑な橋』として挙げられている。

⇒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。

（概略点検）⇒今回実施

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5km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、5kmメッシュ地震波>道示地震波の場合、追加対策の検討。

（詳細点検）

○地震時の挙動が複雑なアーチ橋（単弦ローゼ橋）であるため、アーチリブや支承・取付橋梁部を含め、耐震性能の詳細解析を実施。

〈求める耐震性能〉

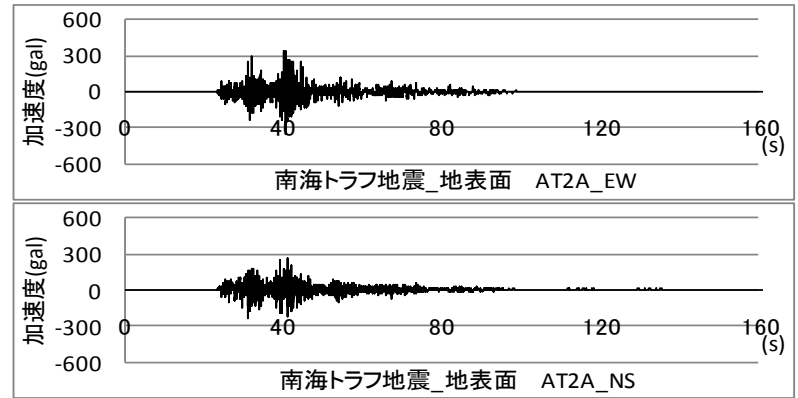
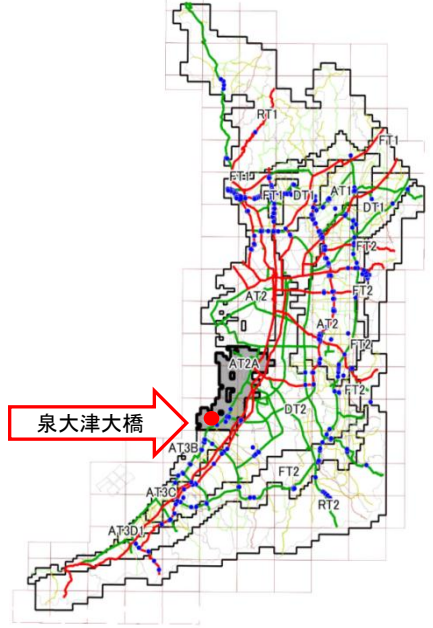
緊急物資等の輸送に必要な使用性の確保

（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）。

1-2 海岸・港湾構造物の詳細耐震点検について

■南海トラフ地震波と道示地震波の比較(3): **ゾーンAT2A(沖積地盤)**

- 凡例
- 5kmメッシュ
 - 橋梁
 - 橋梁_IC
 - 広域緊急交通路
 - 重点14路線
 - その他
 - 大阪府市町村界
 - 道路中心線
 - 一般国道
 - 一般府道
 - 主要地方道

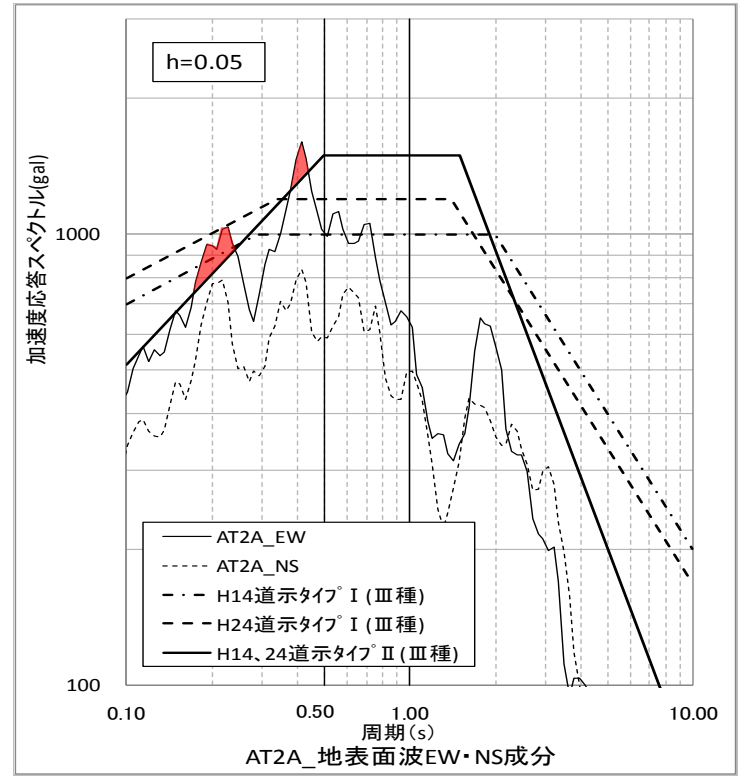


南海トラフ地震波 が上回る周期帯	0.18s~0.25s 0.37s~0.45s
泉大津大橋 の固有周期	P1橋脚 1.025s (橋直) P2橋脚 0.570s (橋直)

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と泉大津大橋の固有周期が一致しない。⇒耐震対策**問題なし**

引続き ↓

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。



1-3 道路施設の詳細耐震点検について

■ 地震動の照査

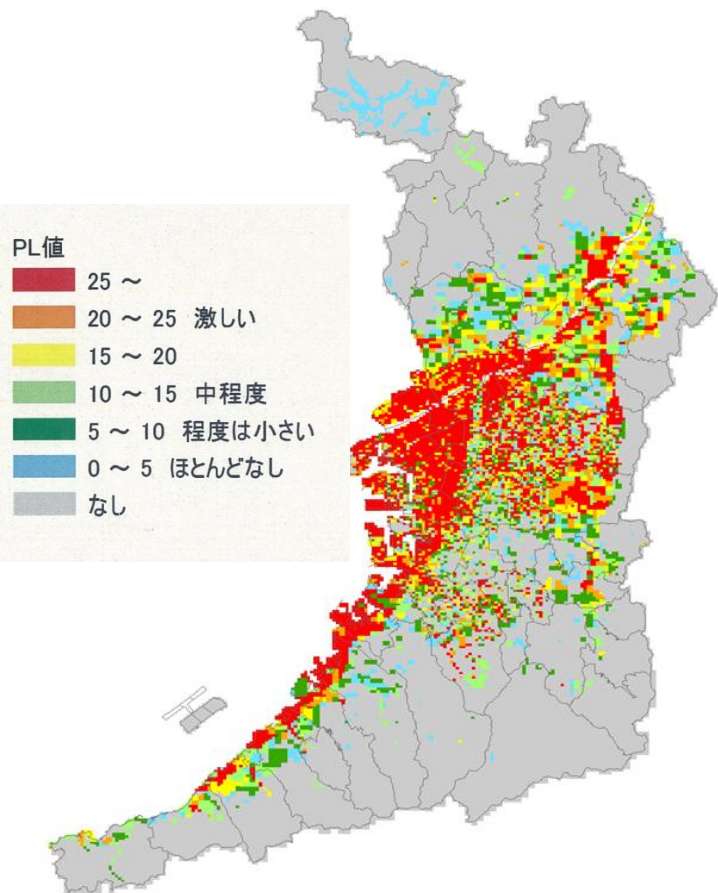
【大阪府広域緊急交通路図】



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。

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

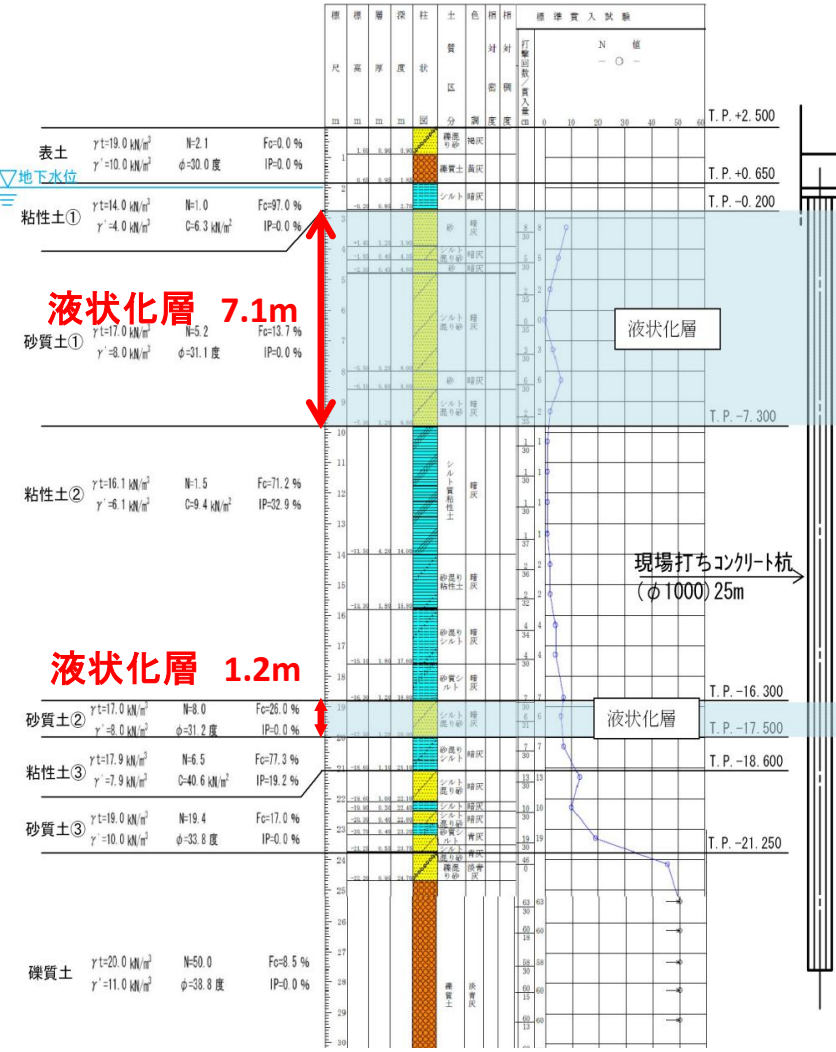
■ 液状化の影響照査



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	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。 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。

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

液状化に伴う杭基礎の影響照査



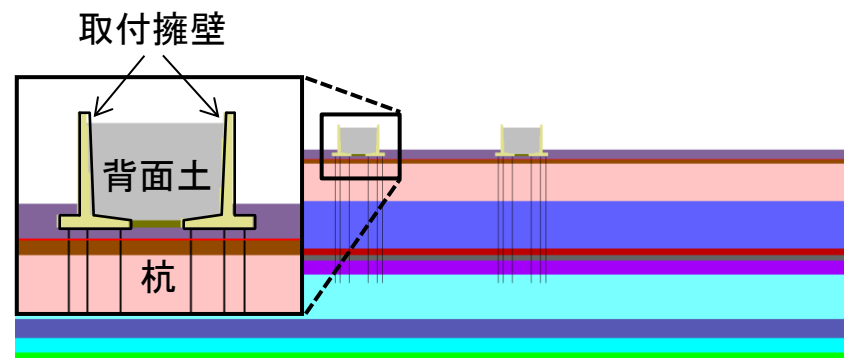
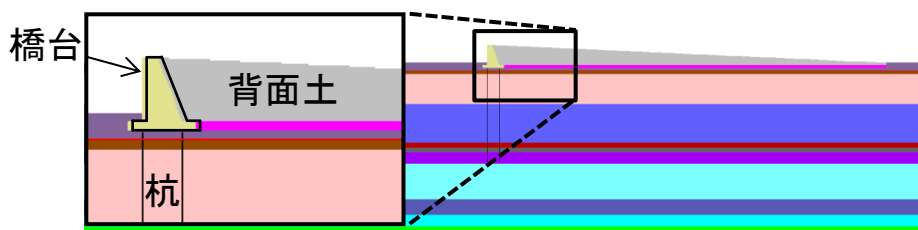
対象	液状化の影響を受け、杭基礎にとって厳しい条件となる代表橋梁(大阪中央環状線 大日跨道橋)
目的	液状化により地盤抵抗が低減された場合における、 基礎杭の健全性 を照査
方法	大日跨道橋のボーリングデータに基づき、 道路橋示方書 に基づく静的照査を実施。
結果	橋脚部の杭基礎は許容塑性率の範囲内に収まっており、 基礎全体としての耐荷力は保持 。 橋台部の杭基礎は、 降伏せず健全性を保持 。

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

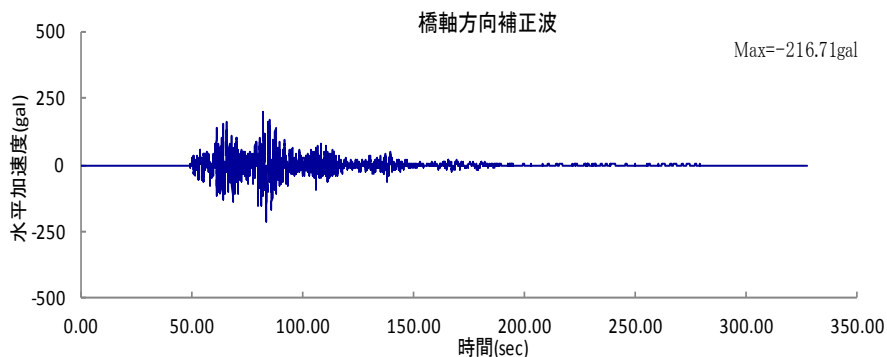
■ 液状化に伴う構造物等の変位量の確認 (FLIPによる照査)

対象橋梁	大阪中央環状線 大日跨道橋
入力地震動	対象橋梁位置の南海トラフ地震動
検討断面	2断面(橋軸方向・橋軸直角方向)
解析モデル	2次元FEMモデル(杭:非線形はり要素)
解析手法	有効応力解析(FLIP)

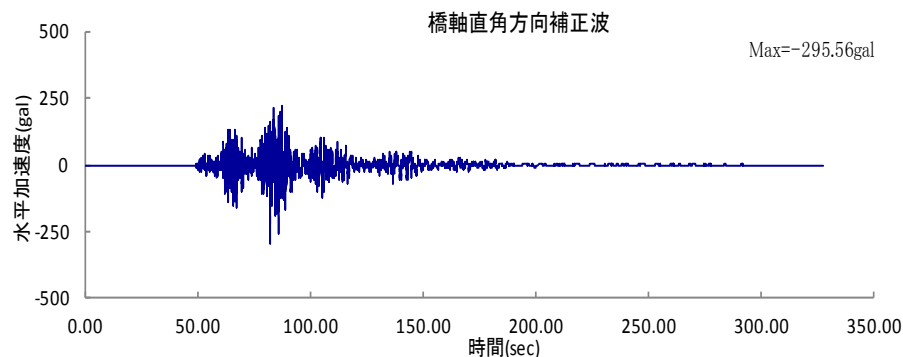
解析モデル



入力地震動: 南海トラフ地震の時刻歴波形図



【橋軸方向】



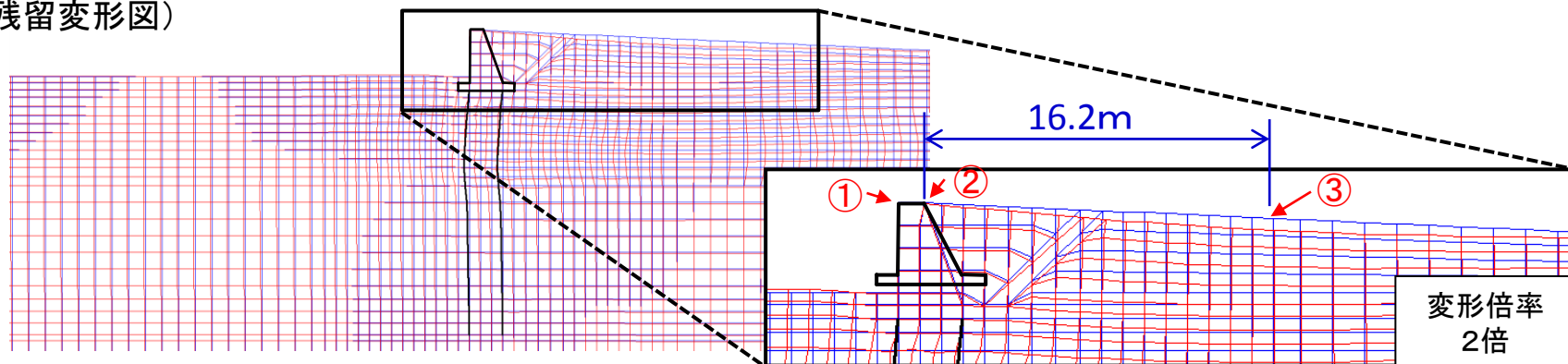
【橋軸直角方向】

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

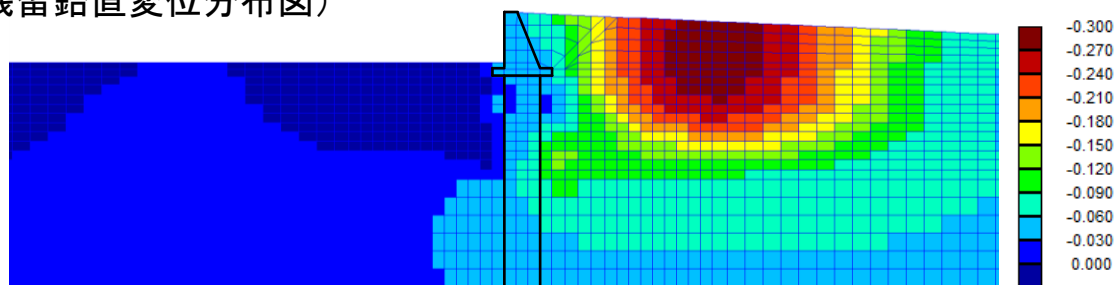
■ 液状化に伴う構造物等の変位量の確認 (FLIPによる照査)

【橋軸方向】

(残留変形図)



(残留鉛直変位分布図)



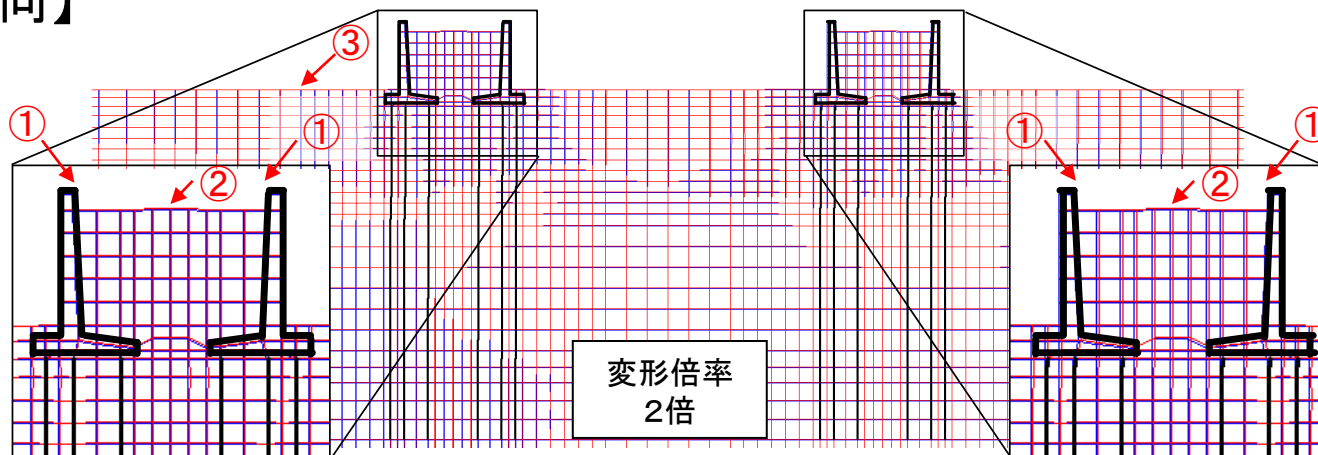
位置	水平変位		鉛直変位	排水沈下量	沈下量合計
	最大変位	残留変位	a	b	a+b
①橋台	43 cm	1 cm	0 cm	0 cm	0 cm
②背面土	43 cm	1 cm	15 cm	11 cm	26 cm
③最大変位位置	41 cm	3 cm	25 cm	11 cm	36 cm

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

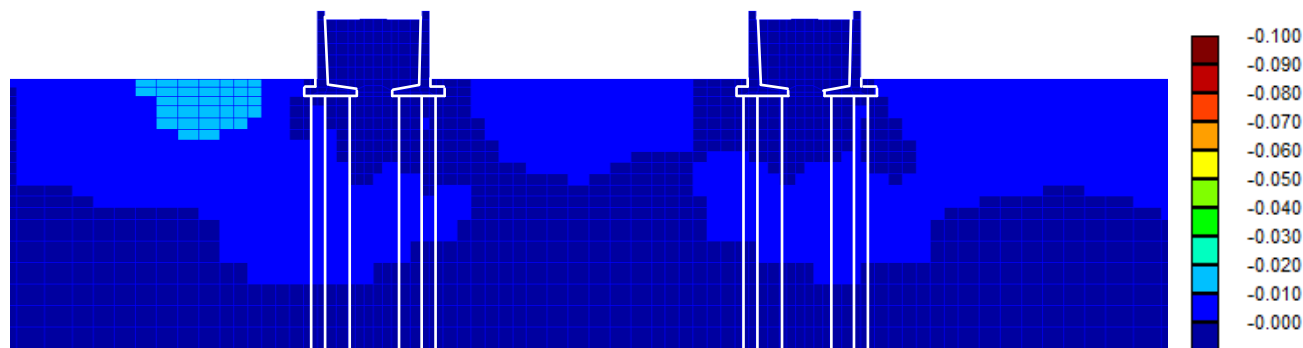
液状化に伴う構造物等の変位量の確認 (FLIPによる照査)

【橋軸直角方向】

(残留変形図)



(残留鉛直変位分布図)



位置	水平変位		鉛直変位	排水沈下量	沈下量合計	
	最大変位	残留変位	a	b	a+b	
①取付擁壁	左側	52 cm	5 cm	0 cm	-	0 cm
	右側	51 cm	5 cm	0 cm	-	0 cm
②背面土	左側	52 cm	5 cm	0 cm	11 cm	11 cm
	右側	51 cm	5 cm	0 cm	11 cm	11 cm
③最大変位位置		45 cm	4 cm	2 cm	11 cm	13 cm

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

■動的解析(FLIP)による残留変位量の確認結果

① 橋台・取付擁壁

水平変位: **1~5cm程度**

鉛直変位: **0cm**

② 背面土

沈下量: **11~26cm程度**

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。



【写真】

東北地方太平洋沖地震における
応急措置の事例

1-3 道路施設の詳細耐震点検について

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耐震性能を確保することを確認。
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耐震性能を満足しない橋梁はないことを確認。
	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、基礎全体としての耐荷力は保持されていることを確認。
	変位量	構造物の残留変位量は1～5cmと軽微。 橋台背面土の沈下による段差も30cm未満であり、応急措置で通行機能確保が可能。