

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について (第2回報告事項)

大阪府広域緊急交通路図



【対象橋梁】

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もの ⇒ **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する



2-4. 道路施設の詳細耐震点検について (第2回報告事項)

■照査基準

- H8, H14, H24 道路橋示方書
- 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料(H24.11)**

■点検の考え方

○南海トラフ地震波とH14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を上回る範囲の橋梁を対象とする。

《求める耐震性能》

○広域緊急交通路上の橋梁においては、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。

■点検手法

○H14道示地震波と**南海トラフ地震波**による照査

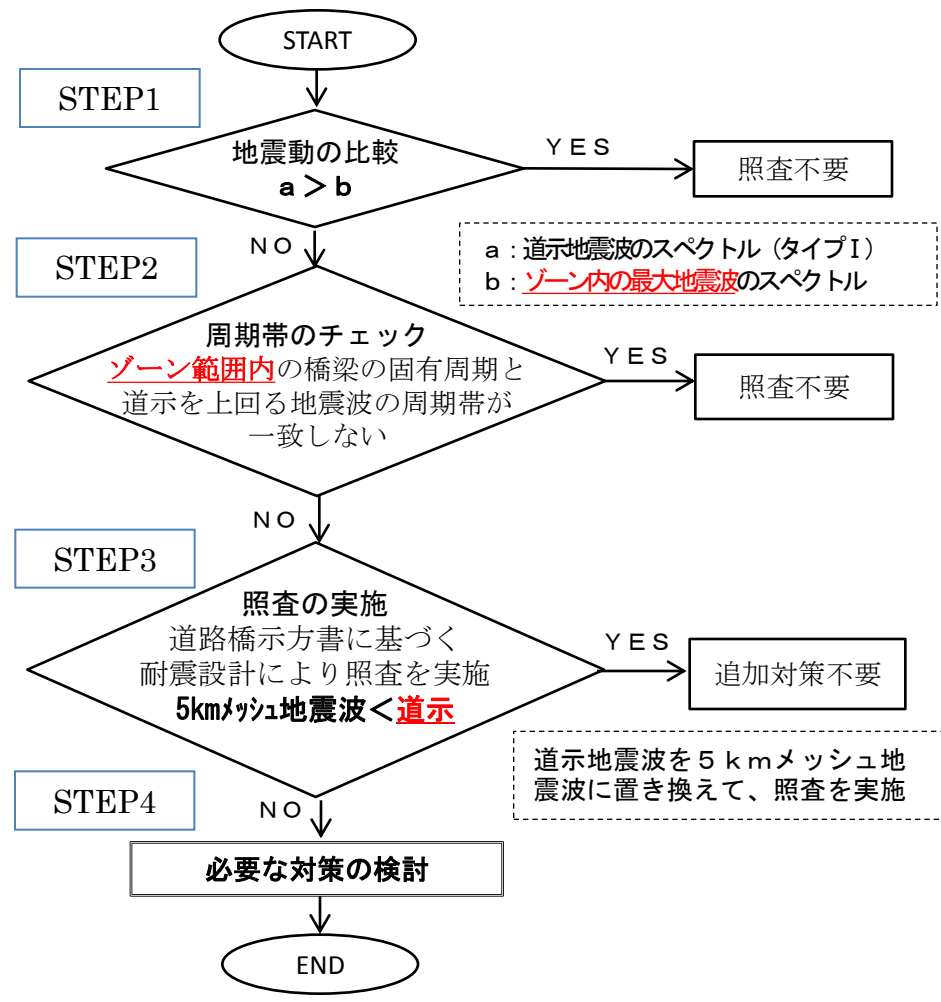
STEP1 : 道示タイプ I・タイプ II 地震波と **ゾーン内の最大地震波** スペクトルとの単純比較

STEP2 : 道示地震波 < **ゾーン内の最大地震波** の場合、道示を上回る周期帯をチェック

STEP3 : 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

STEP4 : 照査の結果、5 kmメッシュ地震波 > **道示地震波** の場合、追加対策の検討

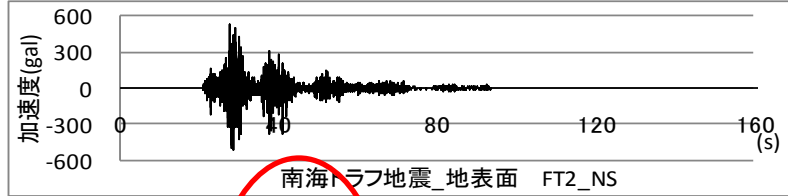
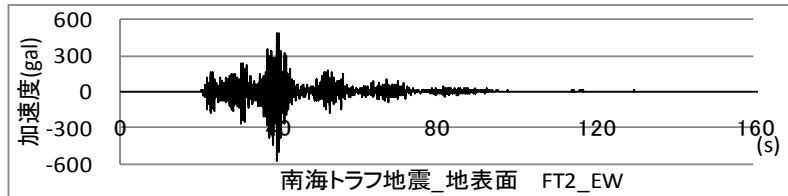
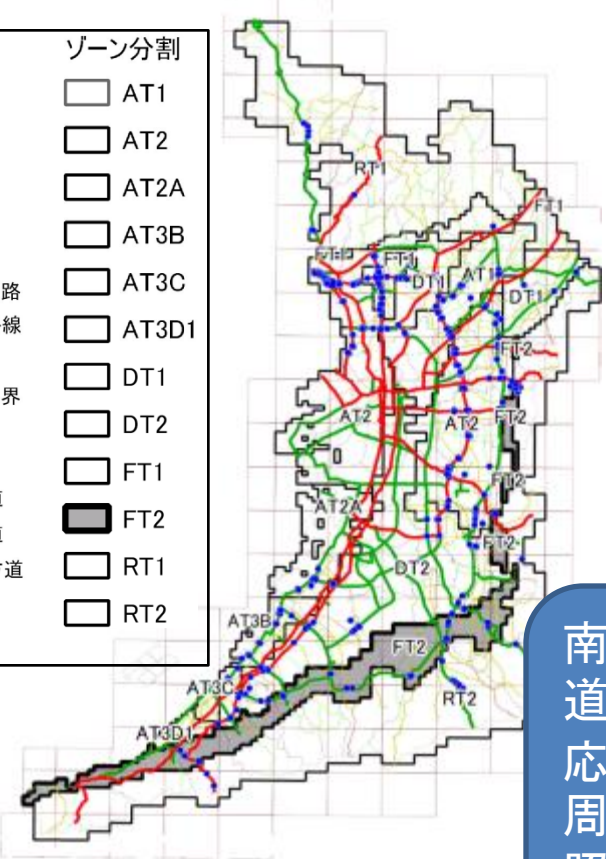
照査方法



2-4. 道路施設の詳細耐震点検について (第2回報告事項)

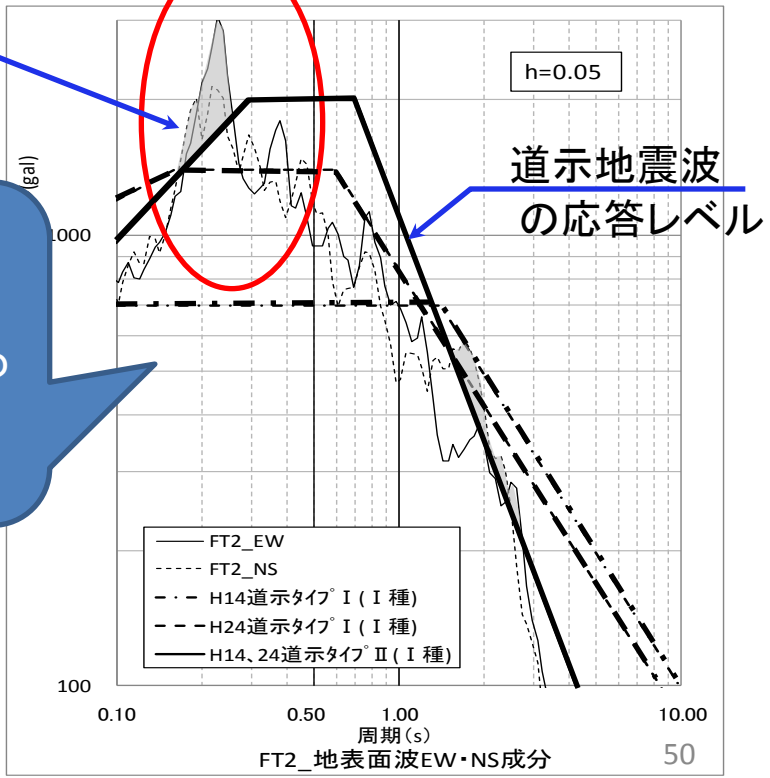
■南海トラフ地震波と道示地震波の比較(10): ゾーンFT2 (山地境界)

- 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
- ゾーン分割**
- AT1
 - AT2
 - AT2A
 - AT3B
 - AT3C
 - AT3D1
 - DT1
 - DT2
 - FT1
 - FT2
 - RT1
 - RT2



南海トラフ地震波の応答レベル

南海トラフ地震波が道示地震波の応答レベルを上回る周期帯をチェックし、照査対象を抽出



ゾーン	ゾーン内にある橋梁数	照査必要数
橋脚なし	15	0
固有周期 (s)	~0.5	11
	0.5~1.0	7
	1.0~	0
合計	33	11

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について (第2回報告事項)

■ 1次スクリーニング結果(一覧表)

ゾーン	橋 梁 数				南海トラフ地震波が 道示を上回る周期帯	1次スクリーニング 照査必要数
	橋脚なし	～0.5 s	0.5～1.0 s	1.0 s～		
AT1	6	0	26	0	なし	0
AT2	21	2	51	1	なし	0
AT2A	2	0	8	0	0.18～0.25 s 0.38～0.45 s	0
AT3B	5	0	7	0	0.10～0.15 s 0.23～0.32 s	0
AT3C	2	0	2	0	0.10～0.50 s	0
AT3D1	0	0	2	0	0.10～0.50 s	0
DT1	12	1	41	0	0.12～0.14 s	1
DT2	15	1	19	0	0.10～0.20 s	1
FT1	9	10	12	0	1.50～2.11 s 2.39～3.23 s	0
FT2	15	11	7	0	0.16～0.27 s 1.50～2.84 s	11
RT1	4	0	2	0	なし	0
RT2	10	1	1	0	0.10～0.23 s 1.63～2.02 s	1
計	101	27	177	1	(計 306 橋)	14

※耐震補強済み橋梁 306橋 のうち、

- ① 南海トラフ巨大地震 < 道示 耐震対策に **問題なし** ⇒⇒⇒ 292橋
- ② 南海トラフ巨大地震 > 道示 固有周期など **確認が必要** ⇒ 14橋

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について (第2回報告事項)

■1次スクリーニング抽出橋梁の詳細確認

事務所名	橋梁名称	道路種別	路線名称	橋長	12 ゾーン	設計計算上固有周期 (sec)		道示を上回る 固有周期	判定
						橋軸方向	橋直方向		
1 茨木土木事務所	進歩橋	主要地方道	茨木摂津線	84.5	DT1	0.50	0.50	0.12~0.14	○
2 富田林土木事務所	川西大橋(上り)	一般国道	309号	184.5	DT2	0.70~0.87	0.24~0.27	0.10~0.20	○
3 枚方土木事務所	善根寺4号橋	主要地方道	大阪生駒線	25	FT2	0.50	0.50	0.16~0.27 1.50~2.84	○
4 枚方土木事務所	善根寺5号橋	主要地方道	大阪生駒線	50	FT2	0.50	0.50	0.16~0.27 1.50~2.84	○
5 枚方土木事務所	善根寺2号橋	主要地方道	大阪生駒線	45	FT2	0.57,0.63	0.37,0.57	0.16~0.27 1.50~2.84	○
6 枚方土木事務所	若宮橋	主要地方道	大阪生駒線	51.9	FT2	0.17~0.21	0.03	0.16~0.27 1.50~2.84	×
7 枚方土木事務所	藤坂橋	主要地方道	大阪生駒線	26.5	FT2	0.30	0.30	0.16~0.27 1.50~2.84	○
8 富田林土木事務所	原高架橋(北行)	一般国道	170号	623.5	FT2	0.18~0.36	0.13~0.30	0.16~0.27 1.50~2.84	×
9 富田林土木事務所	原高架橋(南行)	一般国道	170号	613.7	FT2	0.18~0.36	0.13~0.30	0.16~0.27 1.50~2.84	×
10 富田林土木事務所	原高架橋(南行OFFランプ)	一般国道	170号	49.5	FT2	不 明		0.16~0.27 1.50~2.84	×
11 富田林土木事務所	原高架橋(北行ONランプ)	一般国道	170号	49.5	FT2	不 明		0.16~0.27 1.50~2.84	×
12 岸和田土木事務所	三ツ松高架橋(西行)	一般国道	170号	426.5	FT2	0.40~1.20	0.40~1.20	0.16~0.27 1.50~2.84	○
13 岸和田土木事務所	三ツ松高架橋(東行)	一般国道	170号	426.5	FT2	0.40~1.20	0.40~1.20	0.16~0.27 1.50~2.84	○
14 枚方土木事務所	車谷橋	主要地方道	大阪生駒線	120.7	RT2	0.48~0.74	0.70	0.10~0.23 1.63~2.02	○

※道路橋示方書の地震動を上回る固有周期帯と一致する橋梁として、

国道170号 原高架橋(本線・ランプ)
大阪生駒線 若宮橋 について **2次照査** を実施

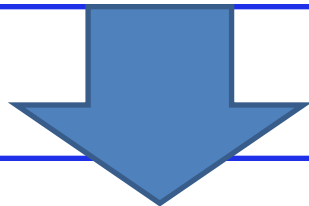
2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■2次照査の方法(地震波)

○1次スクリーニング

【地震波】 5kmメッシュごとに定義された基盤波の中から、ゾーン最大となる基盤波を選定して用いる。

【地盤条件】選定されたメッシュの地盤条件で地表面波に引き上げ。



○2次照査

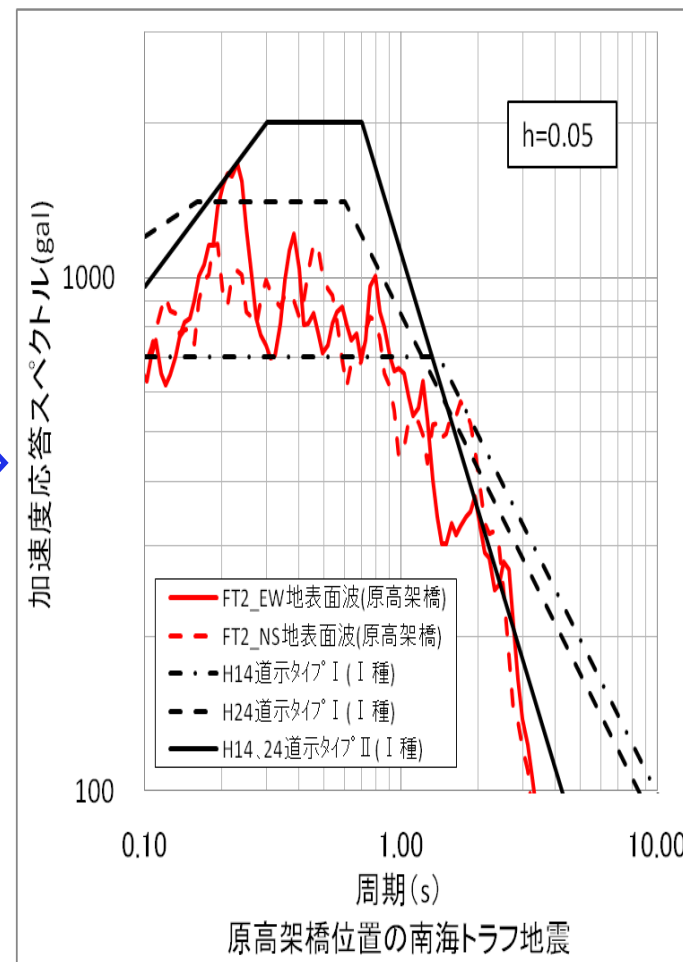
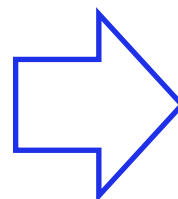
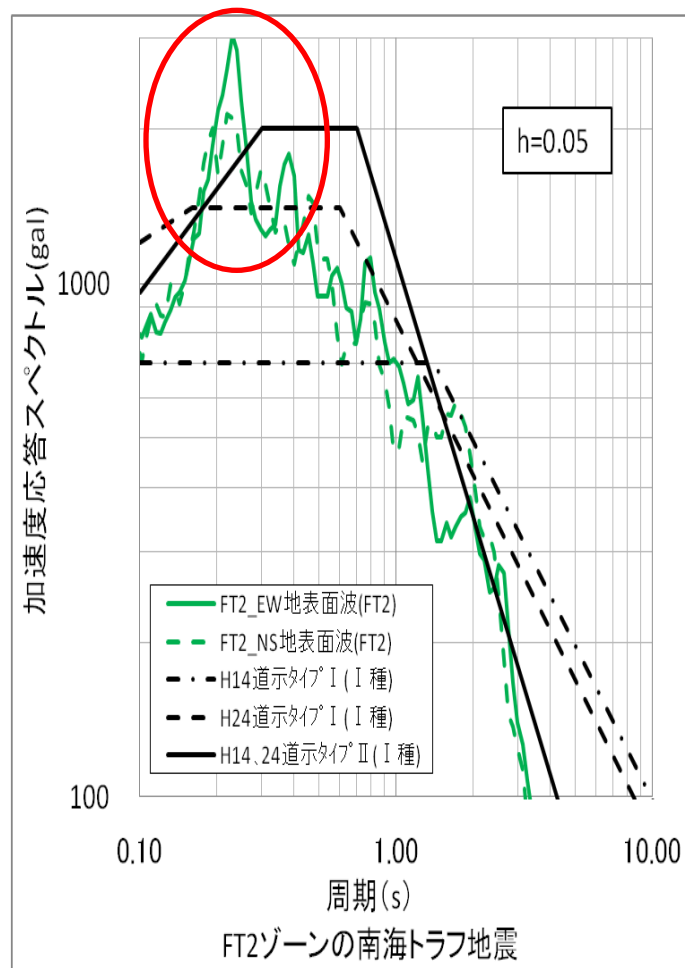
【地震波】 対象橋梁位置の5kmメッシュ基盤波を用いる。

【地盤条件】対象橋梁位置で実施されたボーリングデータ等の地盤条件で地表面波に引き上げ。

【照 査】 動的解析による照査を実施。

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

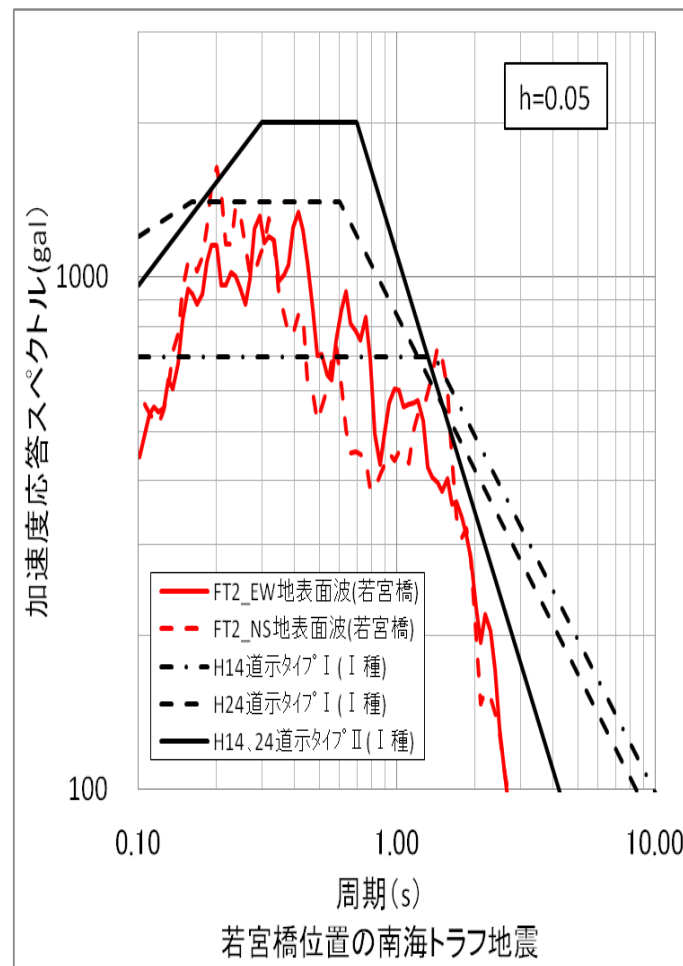
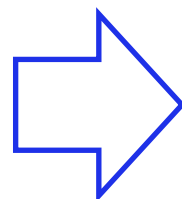
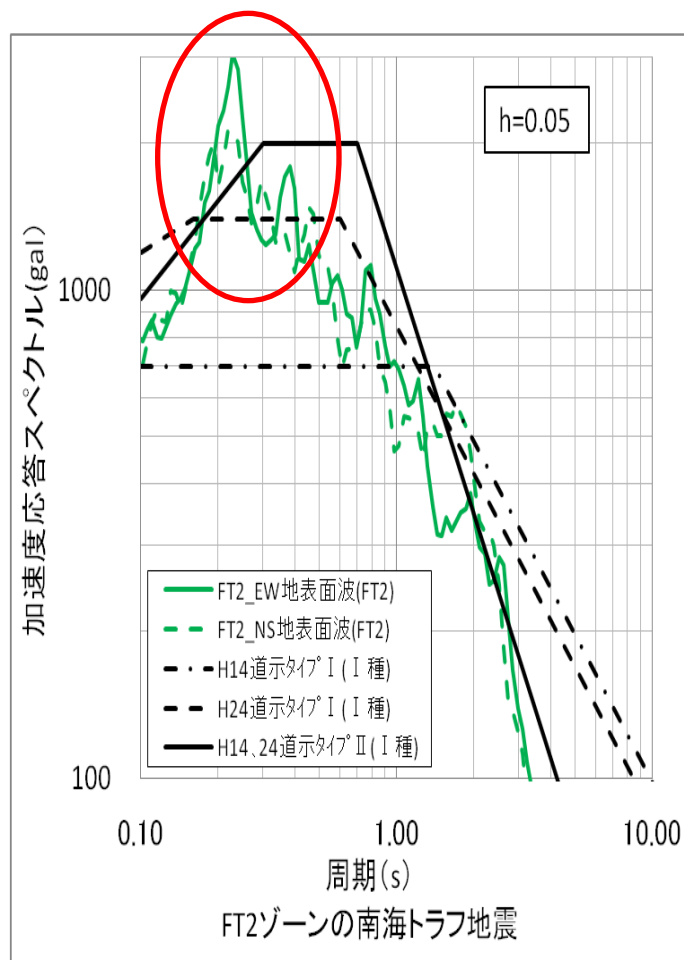
■ 原高架橋 (FT2ゾーン)



※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。

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 若宮橋 (FT2ゾーン)



※若宮橋位置の基盤波はゾーン最大波より小さい。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。

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 原高架橋 概要

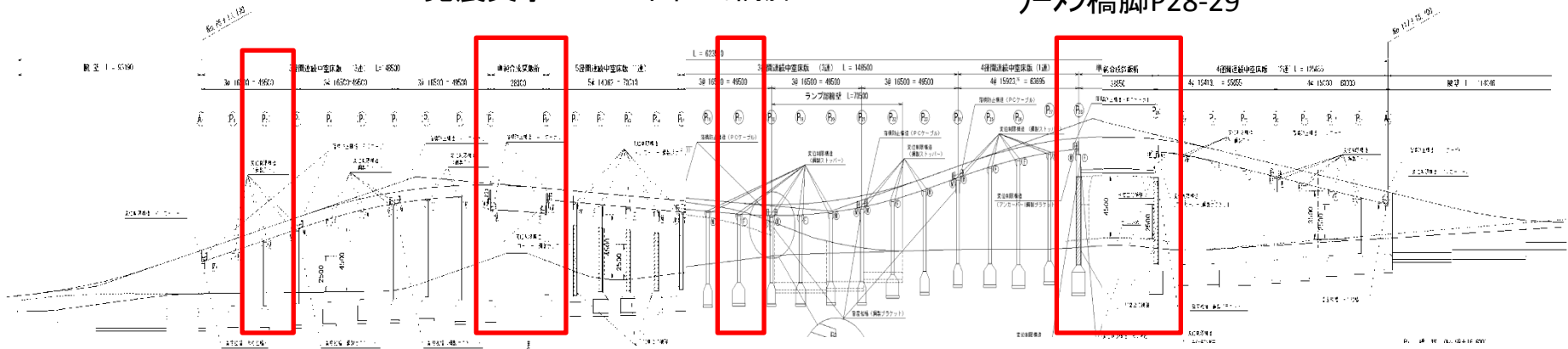
橋長	623.51m
径間数	35
竣工年	昭和56年
上部工形式	多径間連続RC床版橋
橋台形式	逆T式橋台
橋台基礎形式	直接基礎
橋脚形式	・ 単柱式橋脚 ・ ラーメン式橋脚
橋脚基礎形式	直接基礎
橋脚補強	・ 単柱式橋脚（鋼板巻立て補強） ・ ラーメン式橋脚（RC巻立て補強）



単柱式橋脚P2

免震支承P9-10 単柱式橋脚P17

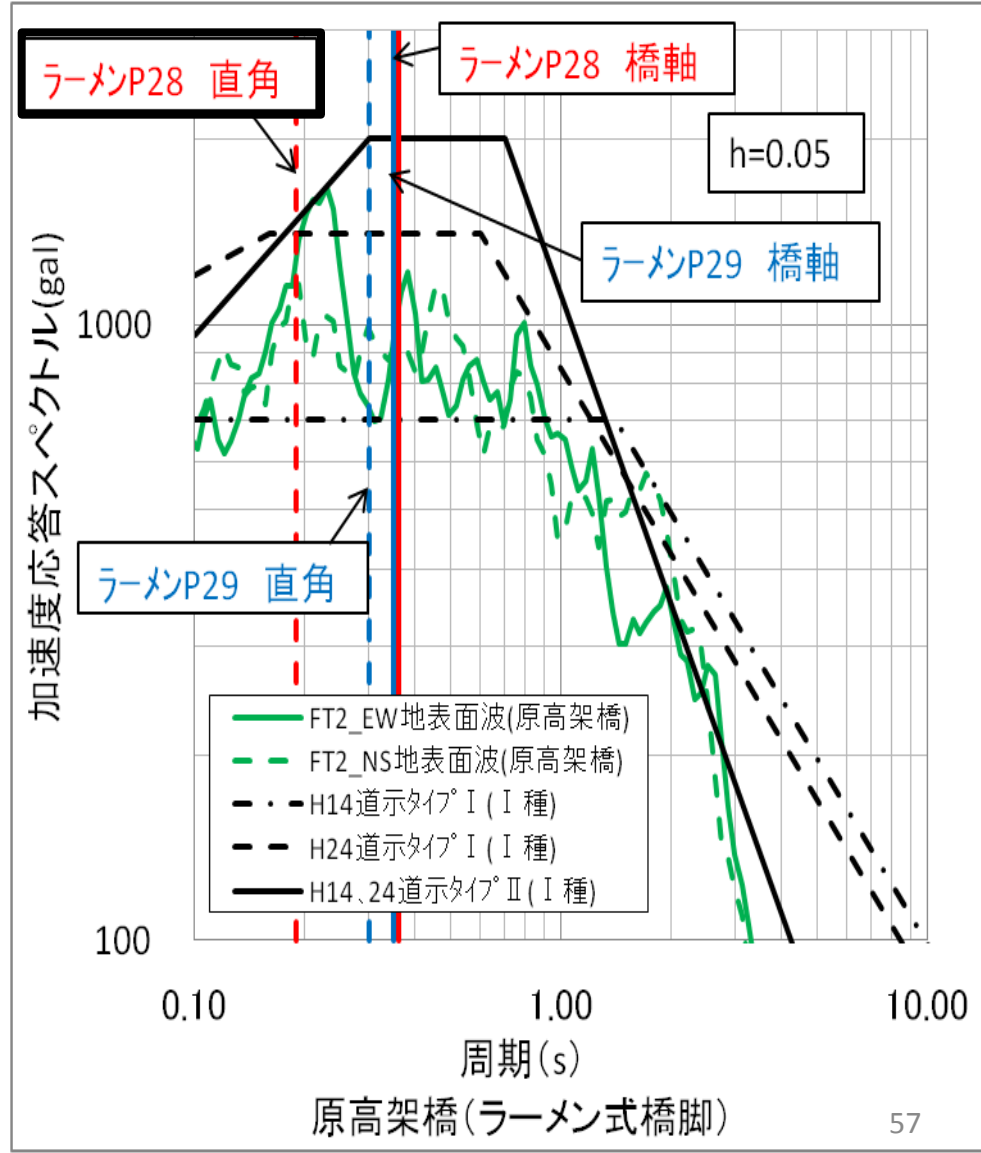
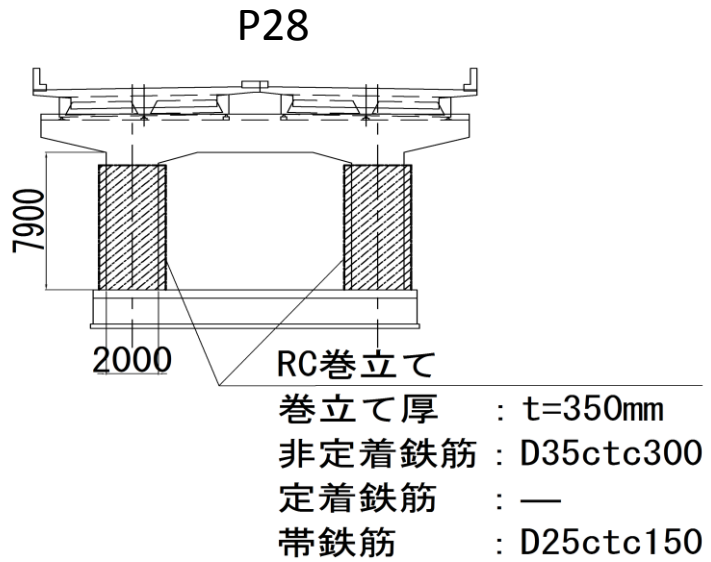
跨線橋
ラーメン橋脚P28-29



※照査対象として、3モデルを抽出した。
 ①ラーメン部（短周期）、②単柱式橋脚部（短周期）、③免震支承部（長周期） 56

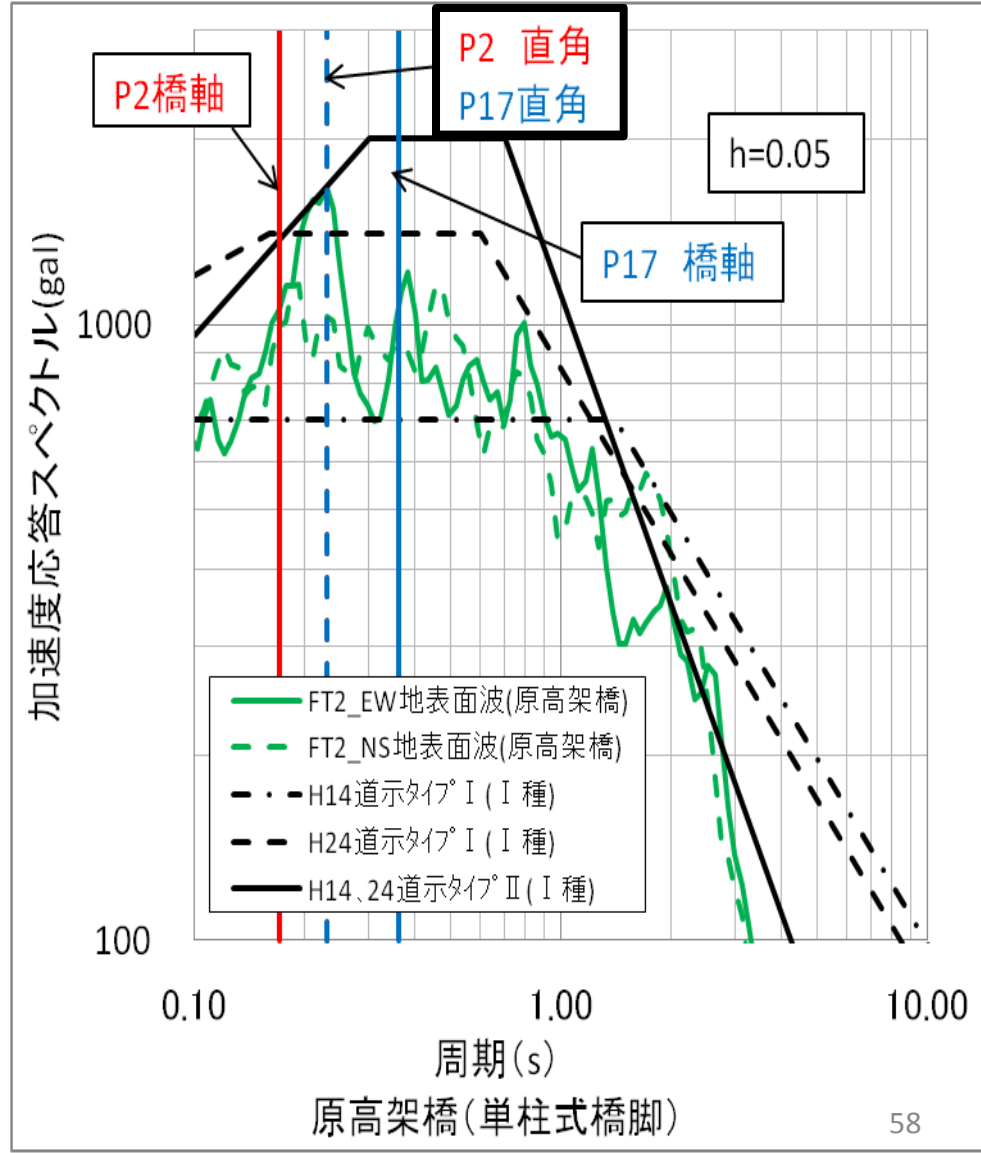
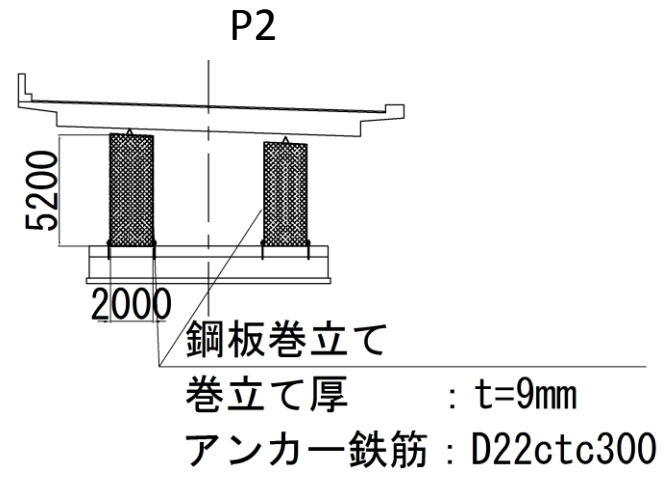
2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■2次照査対象の選定①・・・ラーメン橋脚部(P28-29):短周期



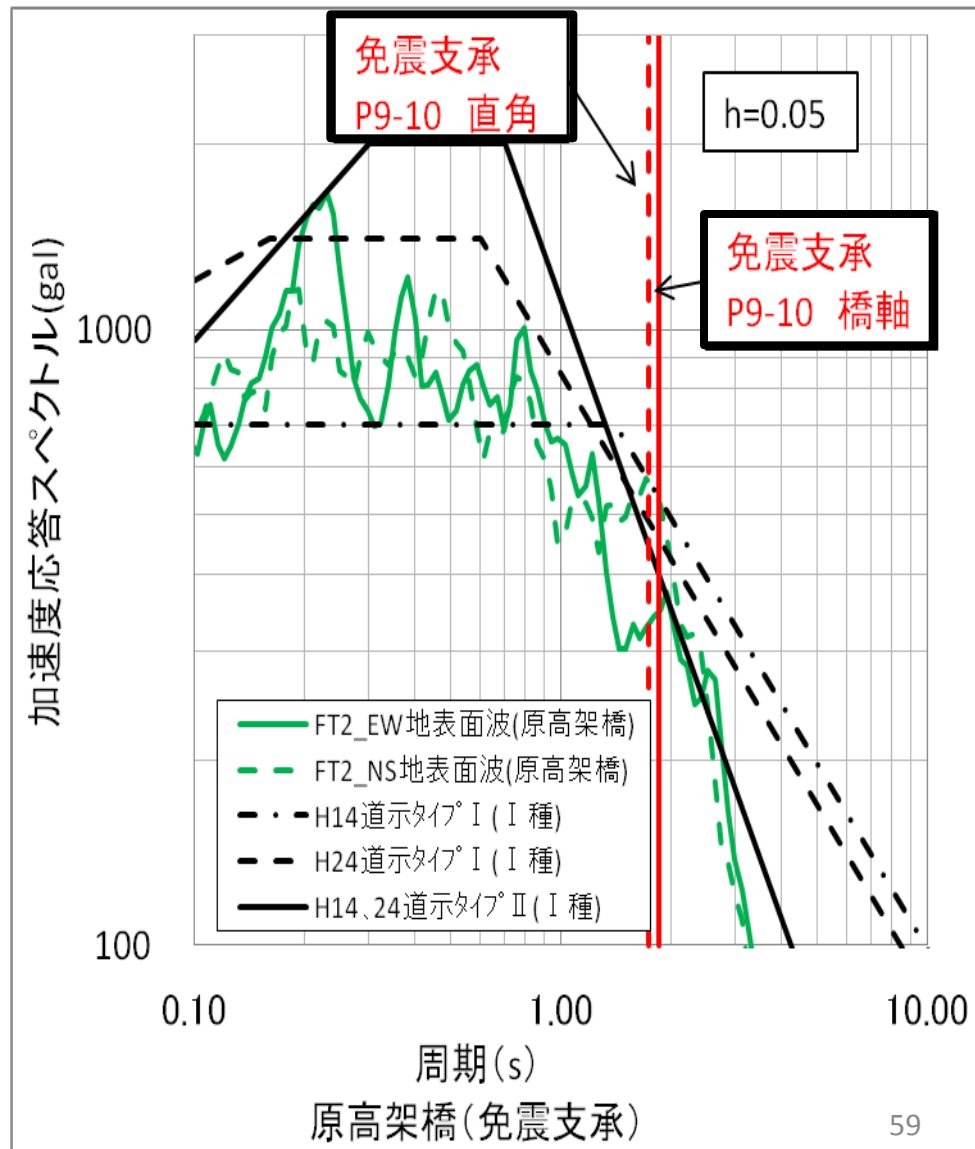
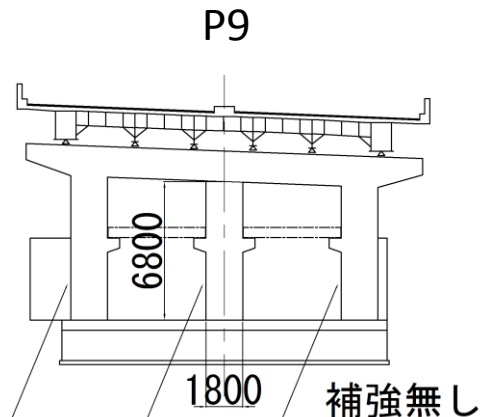
2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 2次照査対象の選定②・・・単柱式橋脚部：短周期



2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

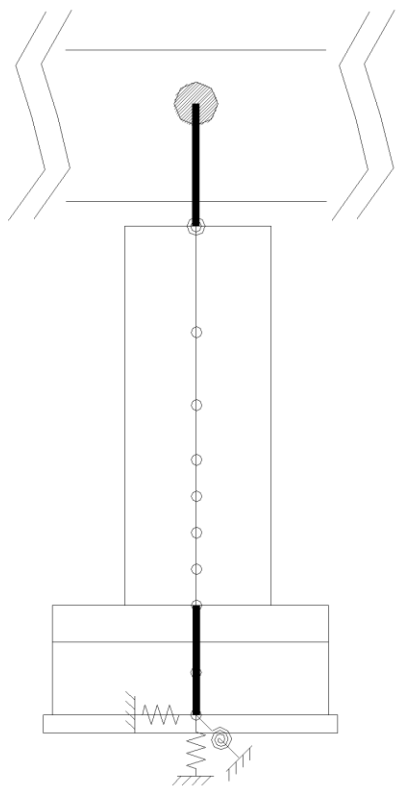
■ 2次照査対象の選定③・・・免震支承部(P9-10)：長周期



2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果①・・・ラーメン橋脚部 (P28) : 短周期

(1) 橋軸方向加振



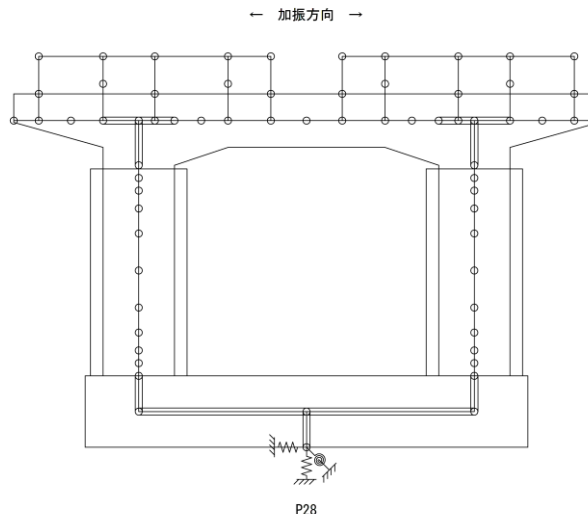
【南海トラフ波】

		橋軸方向	
		P28	
		EW	NS
破壊形態		曲げ破壊型	曲げ破壊型
最大応答変位の照査			
最大応答変位	δ_{max} (m)	0.052	0.038
降伏変位	δ_y (m)	0.026	0.026
許容変位	δ_a (m)	0.114	0.114
比率	δ_{max} / δ_a	0.456	0.333
<判定>	$\delta_{max} \leq \delta_a$	OK	OK
橋脚基部回転角の照査			
最大応答回転角	θ_{max} ($\mu \cdot rad$)	6629.3	4661.5
初降伏回転角	θ_{y0} ($\mu \cdot rad$)	2976.0	2975.2
許容回転角	θ_a ($\mu \cdot rad$)	13266.3	13266.3
比率	θ_{max} / θ_a	0.500	0.351
<判定>	$\theta_{max} \leq \theta_a$	OK	OK
せん断力に対する照査			
最大応答せん断力	S_{max} (kN)	8004.0	8025.4
せん断耐力	P_s (kN)	12088.5	12865.6
比率	S_{max} / P_s	0.662	0.624
<判定>	$S_{max} \leq P_s$	OK	OK
残留変位の照査			
応答塑性率	μ_r	2.000	1.462
残留変位	δ_R (m)	0.016	0.007
許容残留変位	δ_{Ra} (m)	0.079	0.079
比率	δ_R / δ_{Ra}	0.203	0.089
<判定>	$\delta_R \leq \delta_{Ra}$	OK	OK

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果①・・・ラーメン橋脚部(P28): 短周期

(2) 橋軸直角方向加振



【南海トラフ地震】

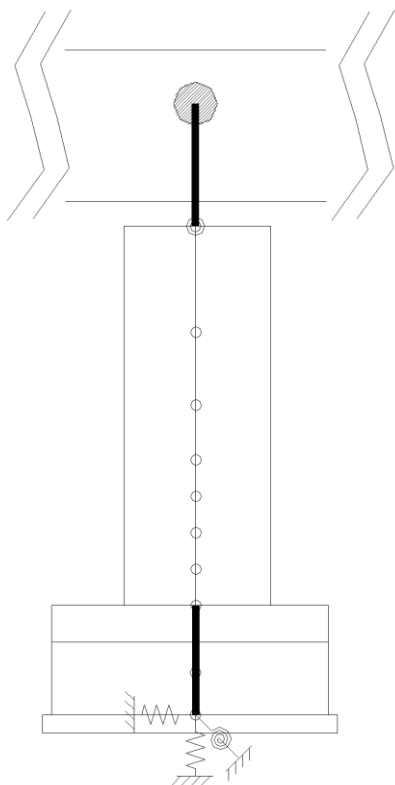
			タイプ I						タイプ II					
			左柱 上端	左柱 下端	右柱 上端	右柱 下端	はり左側 付け根	はり右側 付け根	左柱 上端	左柱 下端	右柱 上端	右柱 下端	はり左側 付け根	はり右側 付け根
曲率 照査 ($\mu \cdot 1/m$)	最大曲率	ϕ_{max}	494.0	717.7	505.3	734.8	422.8	432.8	439.5	626.4	452.6	646.4	383.1	386.8
	降伏曲率	ϕ_y	770.0	767.0	770.0	767.0	1510.0	1510.0	770.0	767.0	770.0	767.0	1510.0	1510.0
	許容曲率	ϕ_a	19915.8	17483.3	19915.8	17483.3	22925.0	18843.3	19915.8	17483.3	19915.8	17483.3	22925.0	18843.3
		ϕ_{max}/ϕ_y	0.64	0.94	0.66	0.96	0.28	0.29	0.57	0.82	0.59	0.84	0.25	0.26
		ϕ_{max}/ϕ_a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
せん断 照査 (kN)	せん断力	S_{max}	2639.1	3088.6	2712.9	3136.6	1547.3	1575.1	2367.8	2664.5	2394.4	2767.4	1423.5	1446.6
	せん断耐力	P_s	7072.7	7072.7	7072.7	7072.7	4642.2	4642.2	7072.7	7072.7	7072.7	7072.7	4642.2	4642.2
		S_{max}/P_s	0.37	0.44	0.38	0.44	0.33	0.34	0.33	0.38	0.34	0.39	0.31	0.31
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果②・・・単柱式橋脚部：短周期

【南海トラフ波】

(1) 橋軸方向加振



【南海トラフ地震】

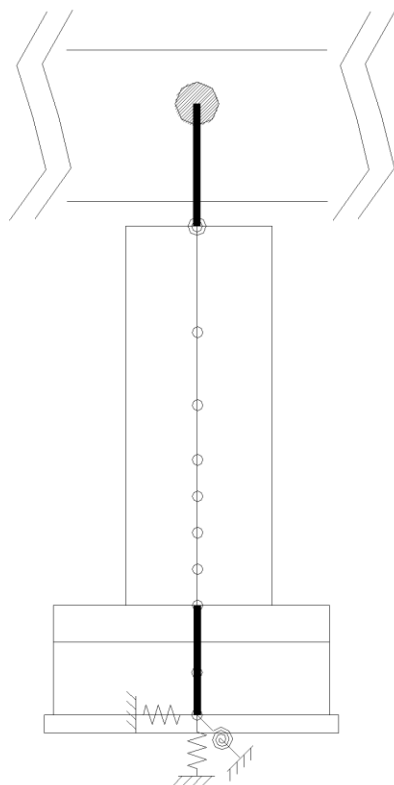
破壊形態	橋軸方向				
	P2		P17		
	EW波	NS波	EW波	NS波	
	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	
最大応答変位の照査					
最大応答変位	δ_{max} (m)	0.002	0.002	0.041	0.036
降伏変位	δ_y (m)	0.008	0.008	0.020	0.020
許容変位	δ_a (m)	0.153	0.153	0.128	0.128
比率	δ_{max} / δ_a	0.012	0.010	0.317	0.278
<判定>	$\delta_{max} \leq \delta_a$	OK	OK	OK	OK
橋脚基部回転角の照査					
最大応答回転角	θ_{max} ($\mu \cdot \text{rad}$)	256.0	193.0	5526.0	4636.0
初降伏回転角	θ_{y0} ($\mu \cdot \text{rad}$)	896.0	896.0	1045.0	1045.0
許容回転角	θ_a ($\mu \cdot \text{rad}$)	33431.0	33431.0	21070.0	21070.0
比率	θ_{max} / θ_a	0.008	0.006	0.262	0.220
<判定>	$\theta_{max} \leq \theta_a$	OK	OK	OK	OK
せん断力に対する照査					
最大応答せん断力	S_{max} (kN)	628.3	568.5	2226.9	2326.6
せん断耐力	P_s (kN)	5034.2	4958.7	8851.1	8851.1
比率	S_{max} / P_s	0.125	0.115	0.252	0.263
<判定>	$S_{max} \leq P_s$	OK	OK	OK	OK
残留変位の照査					
応答塑性率	μ_r	0.247	0.208	2.087	1.831
残留変位	δ_R (m)	0.000	0.000	0.013	0.010
許容残留変位	δ_{Ra} (m)	0.048	0.048	0.058	0.058
比率	δ_R / δ_{Ra}	0.000	0.000	0.219	0.167
<判定>	$\delta_R \leq \delta_{Ra}$	OK	OK	OK	OK

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果②・・・単柱式橋脚部：短周期

【南海トラフ波】

(2) 橋軸直角方向加振



【南海トラフ地震】

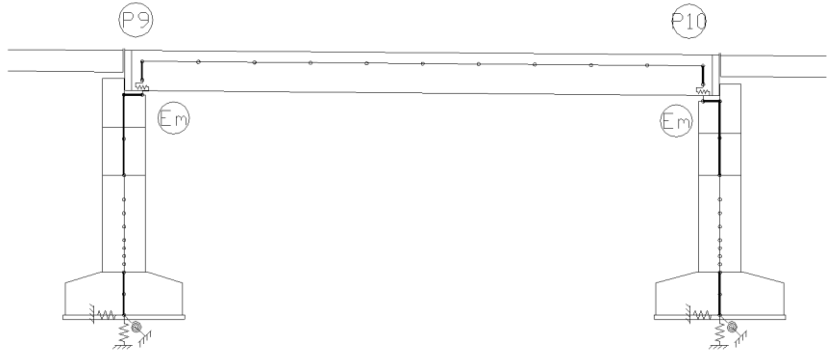
破壊形態	橋軸直角方向					
	P2		P17			
	EW波	NS波	EW波	NS波		
	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型		
最大応答変位の照査						
最大応答変位	δ_{max}	(m)	0.014	0.010	0.014	0.011
降伏変位	δ_y	(m)	0.008	0.008	0.020	0.020
許容変位	δ_a	(m)	0.153	0.153	0.106	0.106
比率	δ_{max}/δ_a		0.088	0.063	0.135	0.101
<判定>	$\delta_{max} \leq \delta_a$		OK	OK	OK	OK
橋脚基部回転角の照査						
最大応答回転角	θ_{max}	($\mu \cdot \text{rad}$)	2488.0	1640.0	1009.0	770.0
初降伏回転角	θ_{y0}	($\mu \cdot \text{rad}$)	896.0	896.0	1046.0	1046.0
許容回転角	θ_a	($\mu \cdot \text{rad}$)	33431.0	33431.0	16946.0	16946.0
比率	θ_{max}/θ_a		0.074	0.049	0.060	0.045
<判定>	$\theta_{max} \leq \theta_a$		OK	OK	OK	OK
せん断力に対する照査						
最大応答せん断力	S_{max}	(kN)	994.2	1025.9	1827.9	1459.4
せん断耐力	P_s	(kN)	4788.4	4788.4	8761.6	8761.6
比率	S_{max}/P_s		0.208	0.214	0.209	0.167
<判定>	$S_{max} \leq P_s$		OK	OK	OK	OK
残留変位の照査						
応答塑性率	μ_r		1.753	1.247	0.715	0.535
残留変位	δ_R	(m)	0.003	0.001	0.000	0.000
許容残留変位	δ_{Ra}	(m)	0.048	0.048	0.058	0.058
比率	δ_R/δ_{Ra}		0.071	0.023	0.000	0.000
<判定>	$\delta_R \leq \delta_{Ra}$		OK	OK	OK	OK

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果③・・・免震支承部(P9-10):長周期

(1) 橋軸方向加振

【南海トラフ波】



		遊間量に対する照査(m)			
		相対変位	桁遊間量	Δ_{max}/Δ_a	判定
		Δ_{max}	Δ_a		
EW波	P9	0.041	0.095	0.43	OK
	P10	0.039	0.095	0.41	OK
NS波	P9	0.041	0.095	0.43	OK
	P10	0.039	0.095	0.41	OK

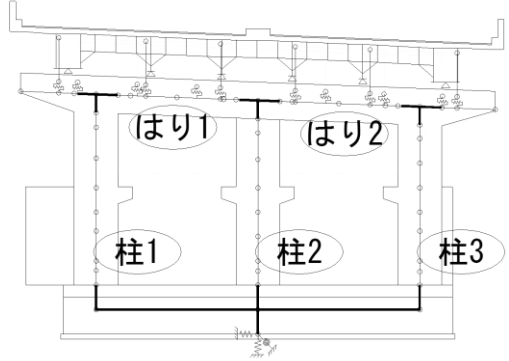
		P9		P10	
		EW波	NS波	EW波	NS波
破壊形態		曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型
曲率の照査					
最大曲率	ϕ_{max} ($\mu \cdot 1/m$)	123.1	163.1	600.0	613.7
降伏曲率	ϕ_y ($\mu \cdot 1/m$)	1093.8	1093.8	1123.2	1123.2
許容曲率	ϕ_a ($\mu \cdot 1/m$)	7985.4	7985.4	7228.3	7228.3
比率	ϕ_{max}/ϕ_a	0.015	0.020	0.083	0.085
<判定>		OK	OK	OK	OK
せん断力に対する照査					
最大応答せん断力	S_{max} (kN)	1882.0	1902.3	2934.2	3002.0
せん断耐力	P_s (kN)	4363.6	4994.7	4579.8	5283.0
比率	S_{max}/P_s	0.431	0.381	0.641	0.568
<判定>		OK	OK	OK	OK
支承変位の照査					
支承変位	Δ_{max} (m)	0.041	0.041	0.039	0.039
許容変位	$\Delta_a (= \sum t_e \times 250\%)$ (m)	0.080	0.080	0.080	0.080
比率	Δ_{max}/Δ_a	0.514	0.514	0.492	0.492
<判定>		OK	OK	OK	OK

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 動的解析の結果③・・・免震支承部(P9-10):長周期

(2) 橋軸直角方向加振

【南海トラフ波】



	支承変位に対する照査(m)			
	最大変位	許容変位	Δ_{max}/Δ_a	判定
	Δ_{max}	Δ_a		
EW波	0.024	0.080	0.30	OK
NS波	0.015	0.080	0.19	OK

			EW波									
			柱1上端	柱1下端	柱2上端	柱2下端	柱3上端	柱3下端	はり1	はり2	はり3	はり4
曲率照査 ($\mu \cdot 1/m$)	最大曲率	ϕ_{max}	281.9	246.6	301.1	318.0	321.8	283.2	125.8	47.1	51.1	73.5
	降伏曲率	ϕ_y	1170.4	1232.9	1148.1	1171.1	1171.5	1232.5	1376.5	1376.5	1376.5	1376.5
	許容曲率	ϕ_a	13568.4	12107.0	13601.2	12124.6	13482.2	12129.2	31061.8	31061.8	31061.8	31061.8
		ϕ_{max}/ϕ_y	0.24	0.20	0.26	0.27	0.27	0.23	0.09	0.03	0.04	0.05
		ϕ_{max}/ϕ_a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
せん断照査 (kN)	せん断力	Smax	415.1	523.9	339.1	447.0	528.0	629.4	333.8	668.4	466.9	575.6
	せん断耐力	Ps	1533.1	1669.8	1472.8	1472.8	1533.1	1669.8	3033.5	3033.5	3033.5	3033.5
		Smax/Ps	0.271	0.314	0.230	0.304	0.344	0.377	0.110	0.220	0.154	0.190
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
			NS波									
			柱1上端	柱1下端	柱2上端	柱2下端	柱3上端	柱3下端	はり1	はり2	はり3	はり4
曲率照査 ($\mu \cdot 1/m$)	最大曲率	ϕ_{max}	327.9	290.6	351.6	375.3	376.9	333.7	128.5	52.0	52.4	80.1
	降伏曲率	ϕ_y	1170.4	1232.9	1148.1	1171.1	1171.5	1232.5	1376.5	1376.5	1376.5	1376.5
	許容曲率	ϕ_a	13568.4	12107.0	13601.2	12124.6	13482.2	12129.2	31061.8	31061.8	31061.8	31061.8
		ϕ_{max}/ϕ_y	0.28	0.24	0.31	0.32	0.32	0.27	0.09	0.04	0.04	0.06
		ϕ_{max}/ϕ_a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
せん断照査 (kN)	せん断力	Smax	472.2	628.9	384.0	539.6	607.4	753.3	334.3	669.1	470.9	627.4
	せん断耐力	Ps	1533.1	1669.8	1472.8	1472.8	1533.1	1669.8	3033.5	3033.5	3033.5	3033.5
		Smax/Ps	0.308	0.377	0.261	0.366	0.396	0.451	0.110	0.221	0.155	0.207
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

結 論

■南海トラフ地震動が道路橋示方書を上回るゾーンが一部で見られるものの、これまで府が実施した橋梁耐震対策については、動的解析を含む照査の結果、

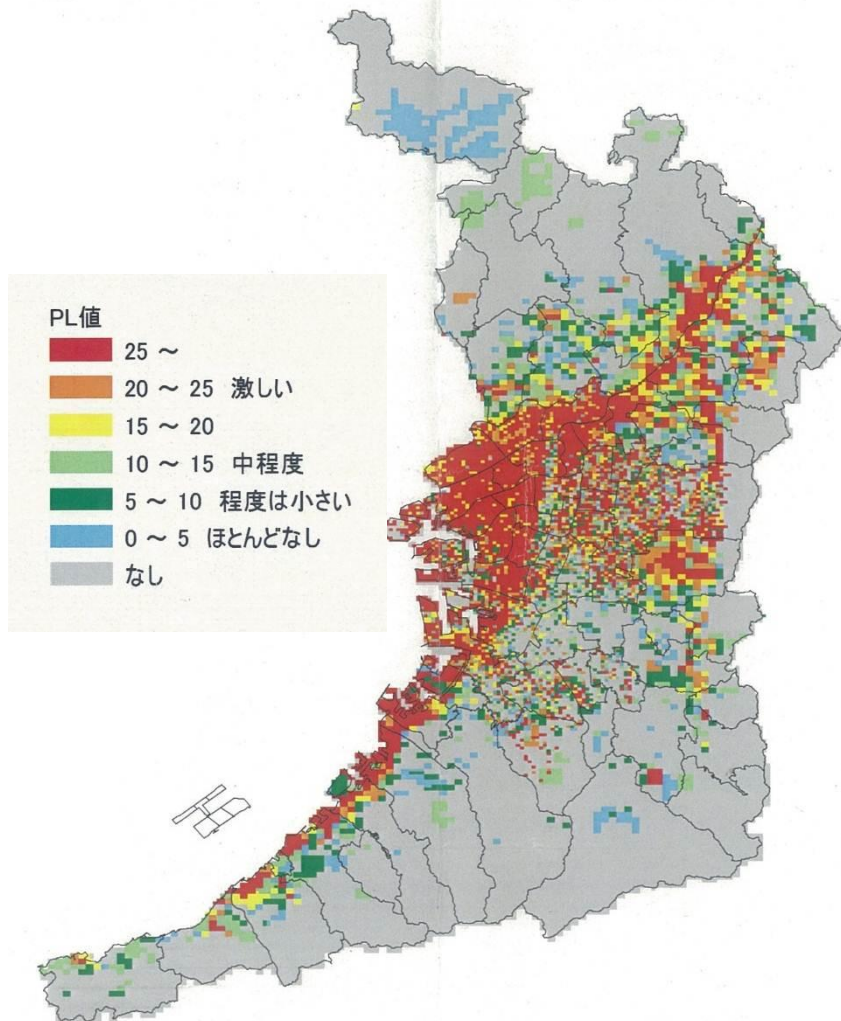
南海トラフ地震にも有効であることが確認された。

■なお、今後、耐震対策を実施する橋梁は、南海トラフ地震動を考慮して設計を行う。

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ 液状化の影響照査

②大阪府今回推計【未定稿】(Mw=9.0)



【影響照査の方法】

① 沖積地盤でチェック

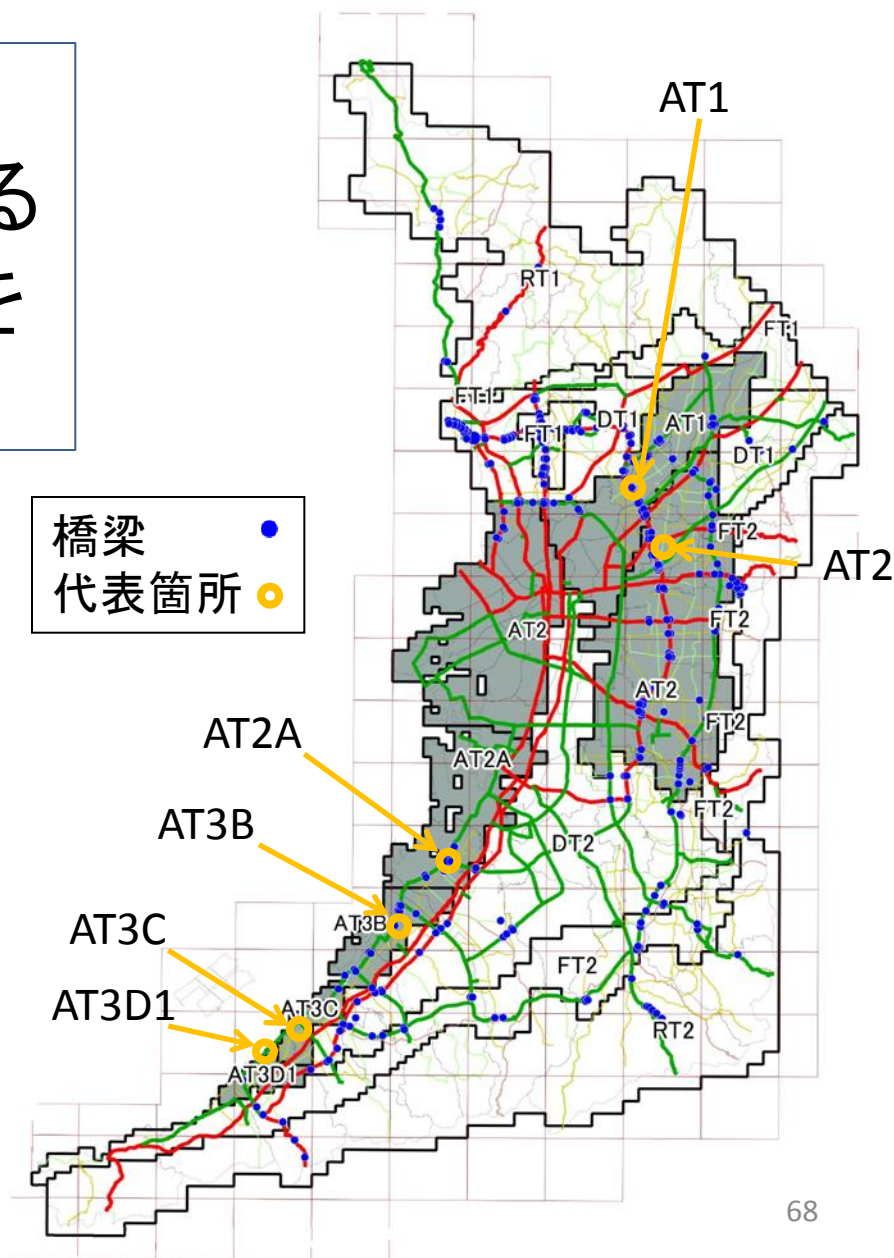
② 有効応力解析 (FLIP) により
基盤波を地表面波に引き上げ

③ 道路橋示方書設計地震動の
加速度応答スペクトルと比較

2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

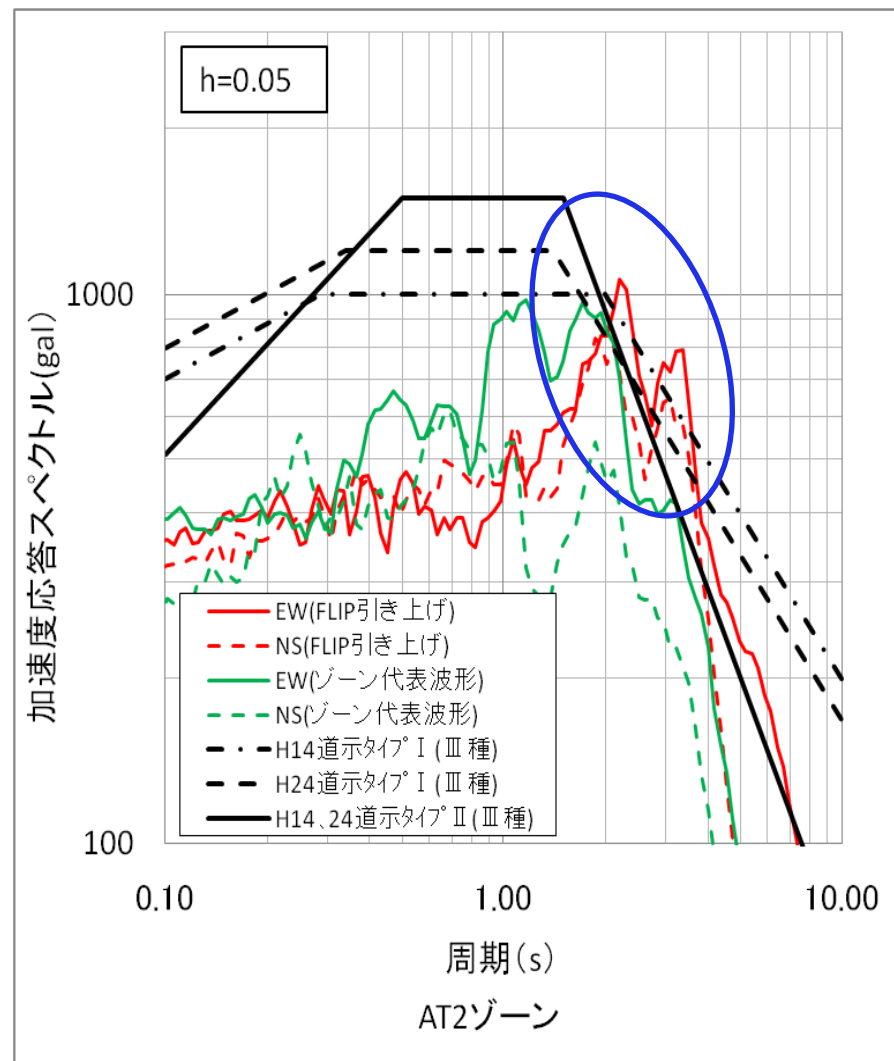
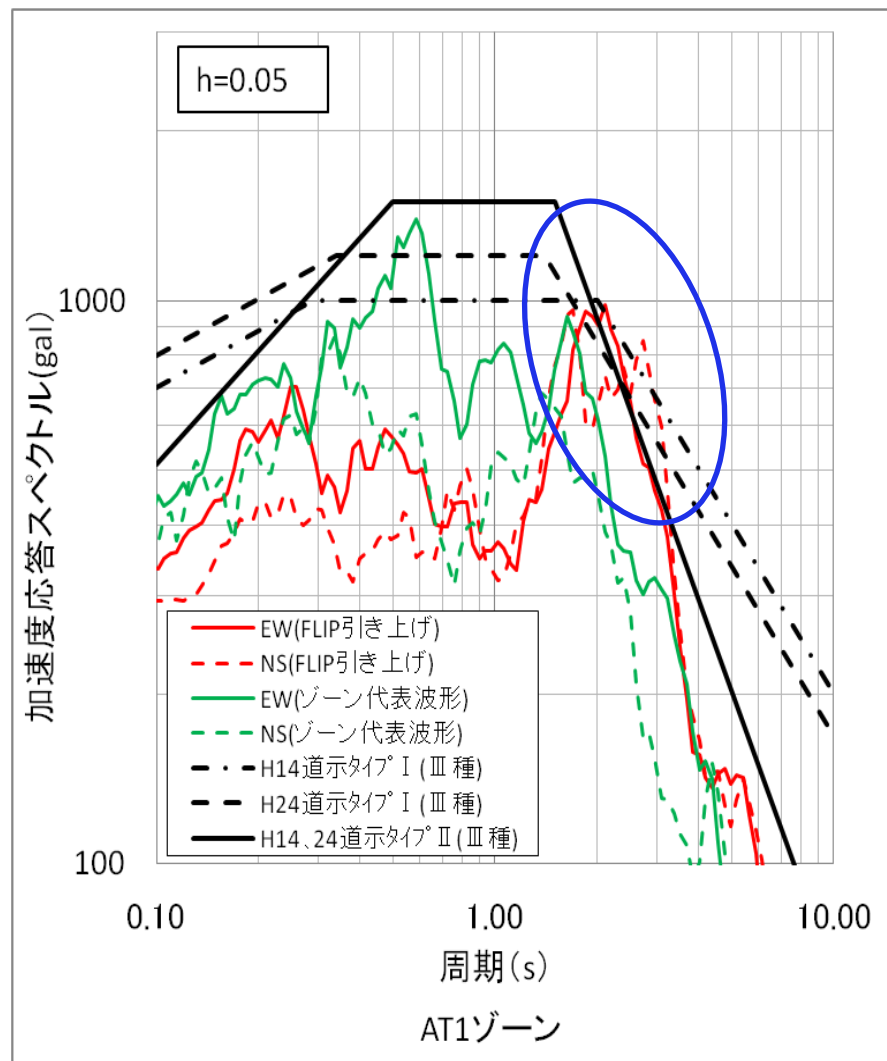
沖積地盤において、
既存ボーリングデータがある
代表箇所では有効応力解析を
実施。

■有効応力解析(FLIP)では、液
状化を考慮した地震応答解析が
実行できる。



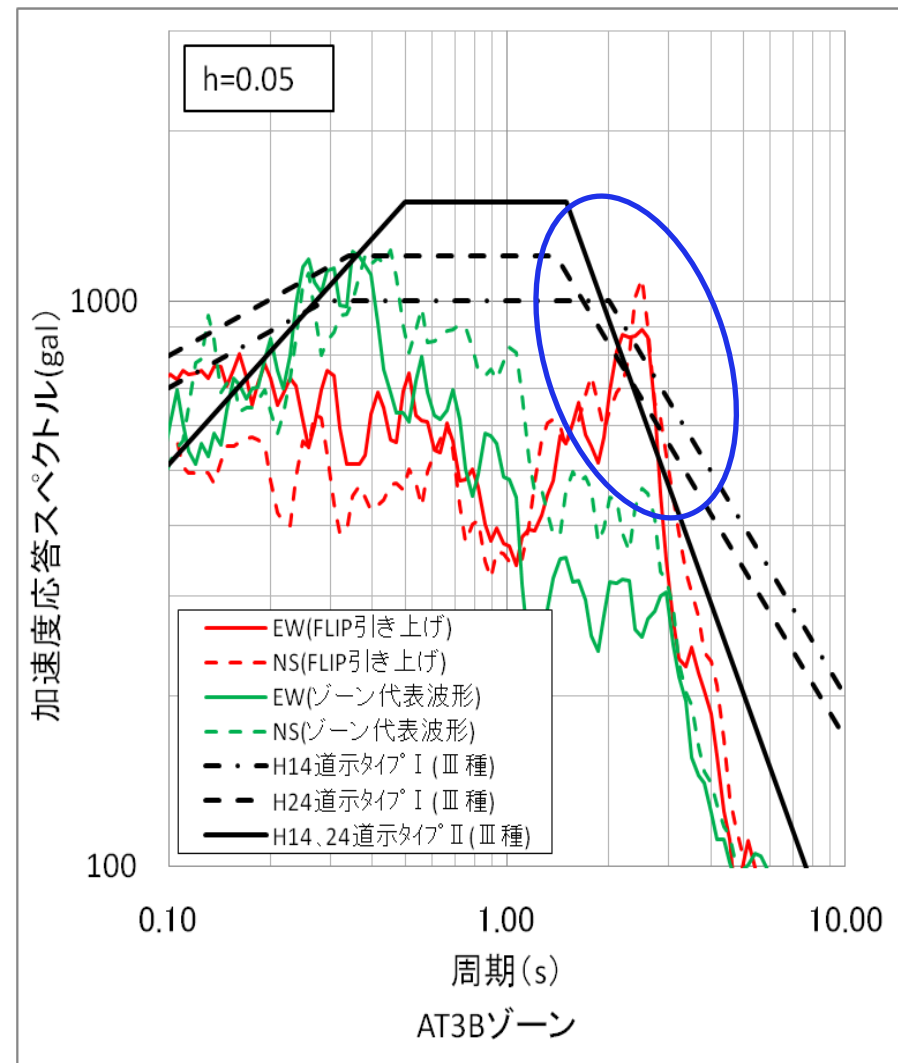
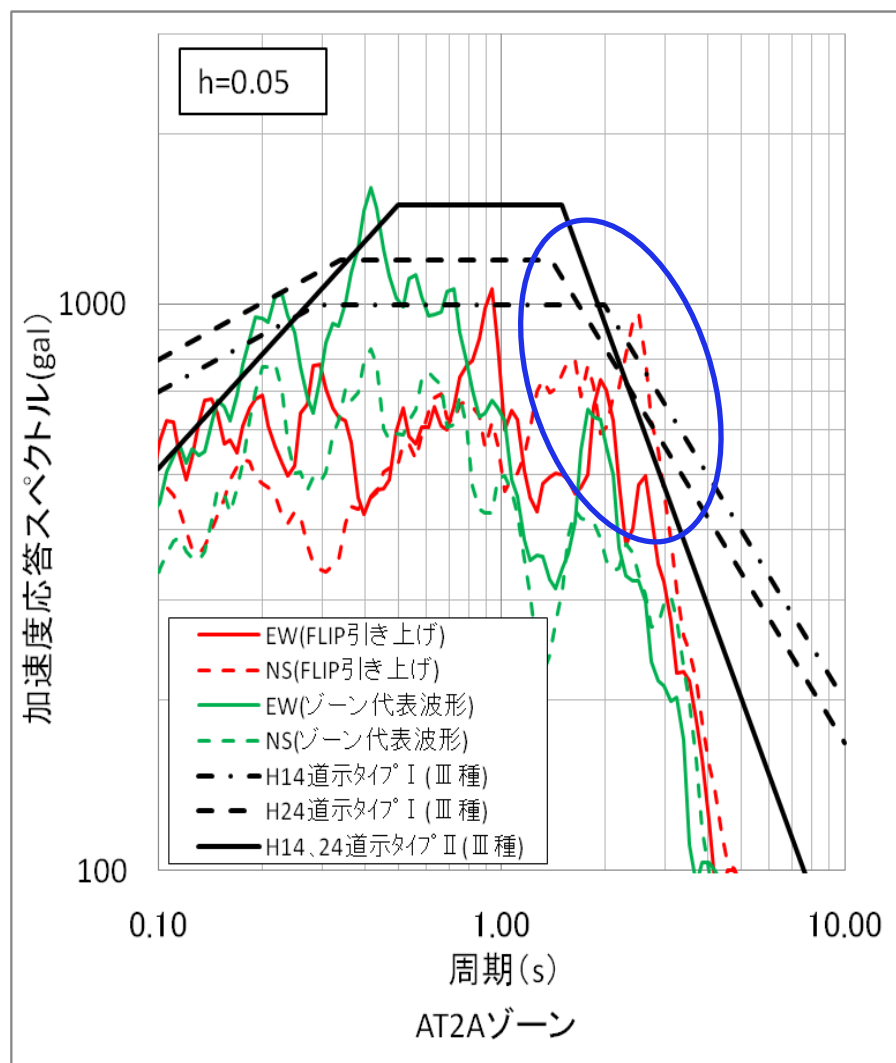
2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ FLIP解析結果① AT1、AT2ゾーン



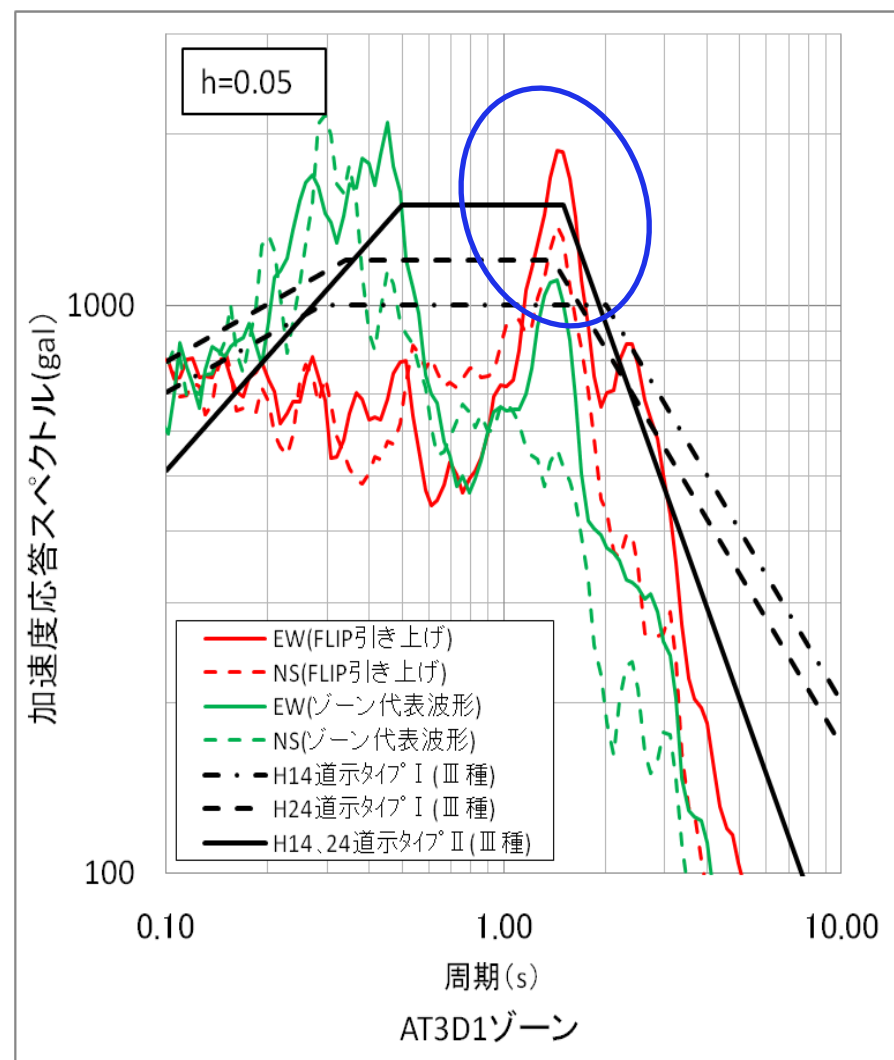
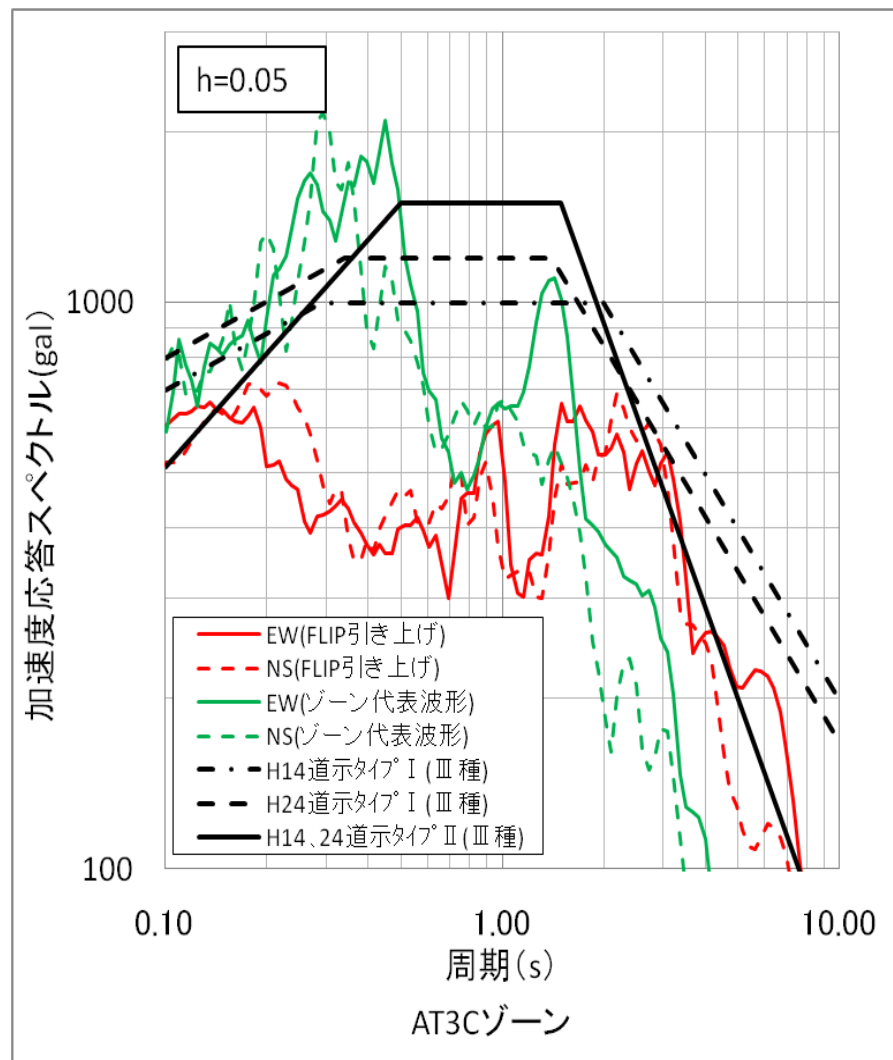
2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ FLIP解析結果② AT2A、AT3Bゾーン



2-4. 道路施設の詳細耐震点検について

■ FLIP解析結果③ AT3C、AT3D1ゾーン



結論

- 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。
- その結果、一部の周期帯で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。