

中小水門の津波に対する耐力検討

- 1. 対象施設の概要
- 2. 津波外力・検討ケースについて
- 3. 水門の照査対象部位
- 4. 解析方法
- 5. 解析結果

過去の審議会結果の整理

3大水門+5中小水門

過去の審議会結果及び今回審議内容の整理

津波の種類	L1津波	L2相当津波 (第1波)	L2相当津波 (第2波以降)
求められる性能	水門が開閉操作できる	2次被害を起こさない	
3大水門	済 (主水門、中央堰柱で×)	済(○)	今回
5中小水門	今回	今回	今回

1. 対象施設の概要

1-1. 設置目的及び位置図

設置目的

中小水門は大阪府の高潮対策として建設された**引き上げ式**の防潮水門である。

位置図



1. 対象施設の概要

1-2. 対象施設の基本諸元(1/2)

水門名称	正蓮寺川水門	六軒家川水門	三軒家水門
正面写真			
形式	複葉ローラーゲート	複葉ローラーゲート [単葉ローラーゲート]	走行式複葉 スルースゲート
径間(m)	14.0×1	14.0×1 [8.5×2]	14.6×1
扉体の大きさ(m)	上段扉 巾 14.36×高 4.0 下段扉 巾 14.36×高 6.3	上段扉 巾 14.36×高 4.0 下段扉 巾 14.36×高 6.3 [巾 8.74×高 8.36]	上段扉 巾 16.24×高 5.7 下段扉 巾 15.3×高 4.98
基礎	鋼管杭	場所打 コンクリート杭	ケーソン

※[]は副水門

1. 対象施設の概要

1-2. 対象施設の基本諸元(2/2)

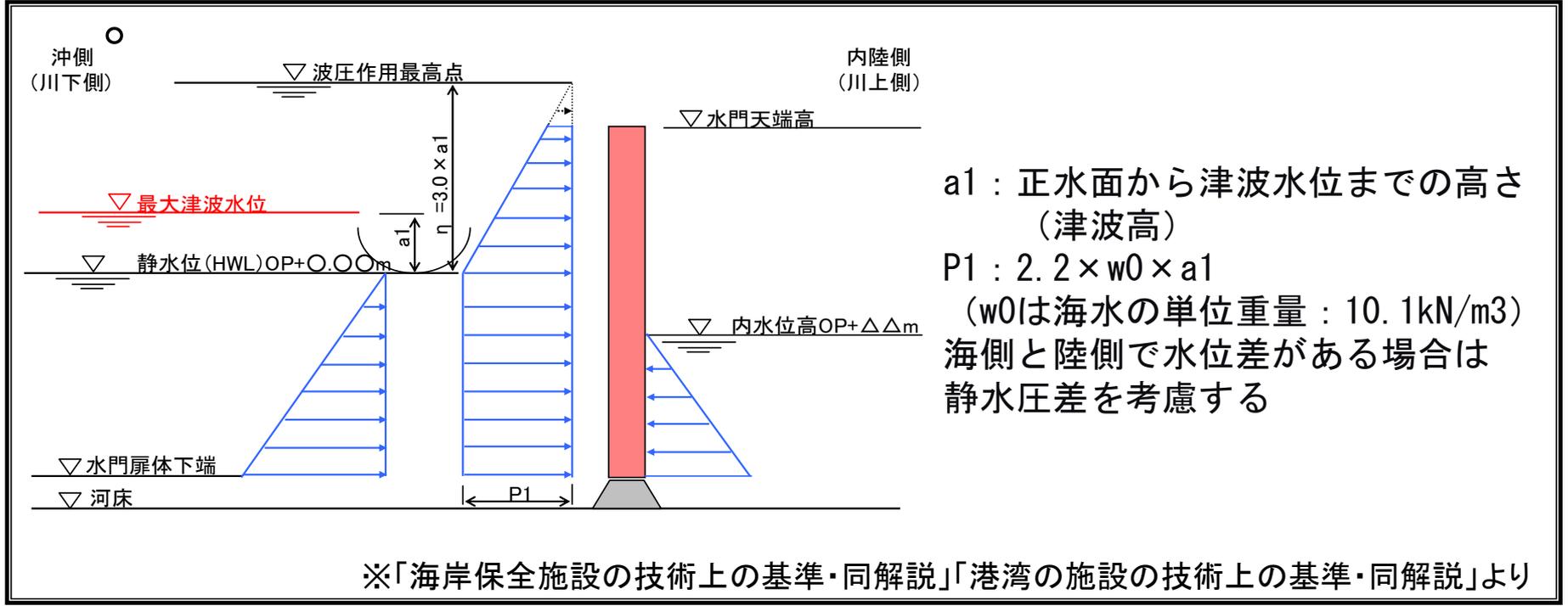
水門名称	出来島水門	旧猪名川水門
正面写真		
形式	複葉ローラーゲート	単葉ローラーゲート
径間(m)	10.0×1	9.0×2
扉体の大きさ(m)	上段扉 巾 9.96×高 5.88 下段扉 巾 10.37×高 4.14	巾 9.86×高 5.5
基礎	ケーソン	鋼管杭

2. 津波外力・検討ケースについて

2-1. 津波外力

津波外力は3大水門と同様に

「谷本・鶴谷・中野の式」を選定する



2. 津波外力・検討ケースについて

2-2. 検討ケース

押し波及び引き波による影響について検討する。
それぞれの場合について

- ・朔望平均満潮位(津波シミュレーション実施水位)
 - ・水門上下流での水位差が最大となるケース
- について検討を実施する。

・押し波時

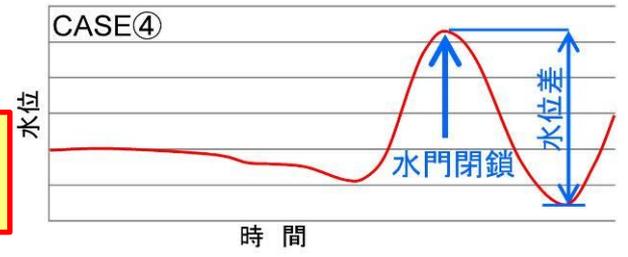
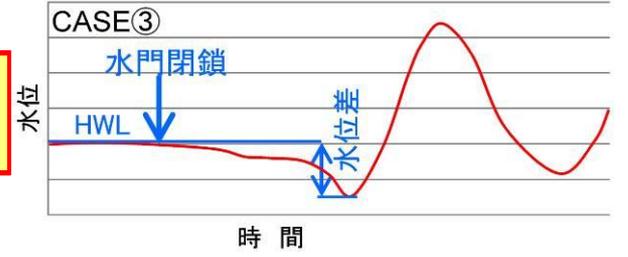
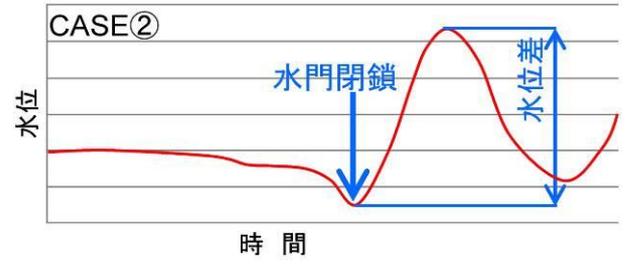
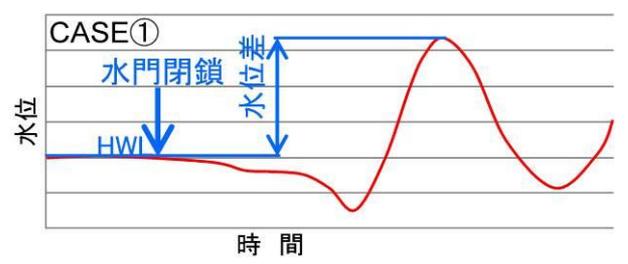
CASE① 海側：最大津波水位
川側：朔望平均満潮位

CASE② 海側：最大津波水位
川側：最大津波までの最低水位

・引き波時

CASE③ 海側：最低津波水位
川側：朔望平均満潮位

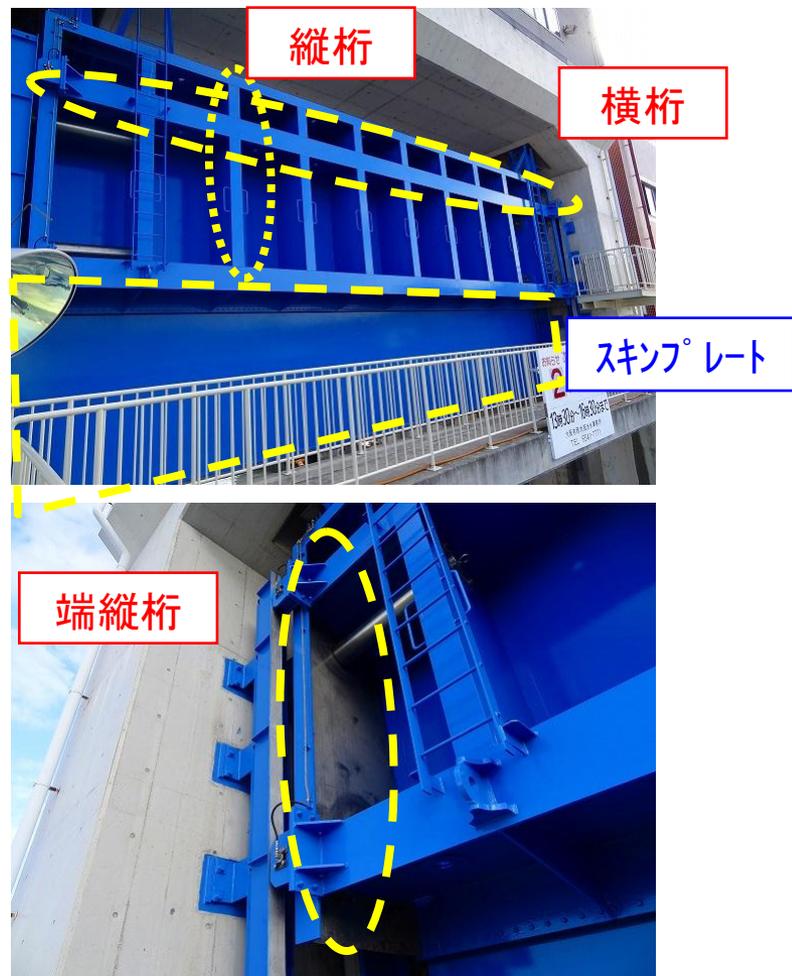
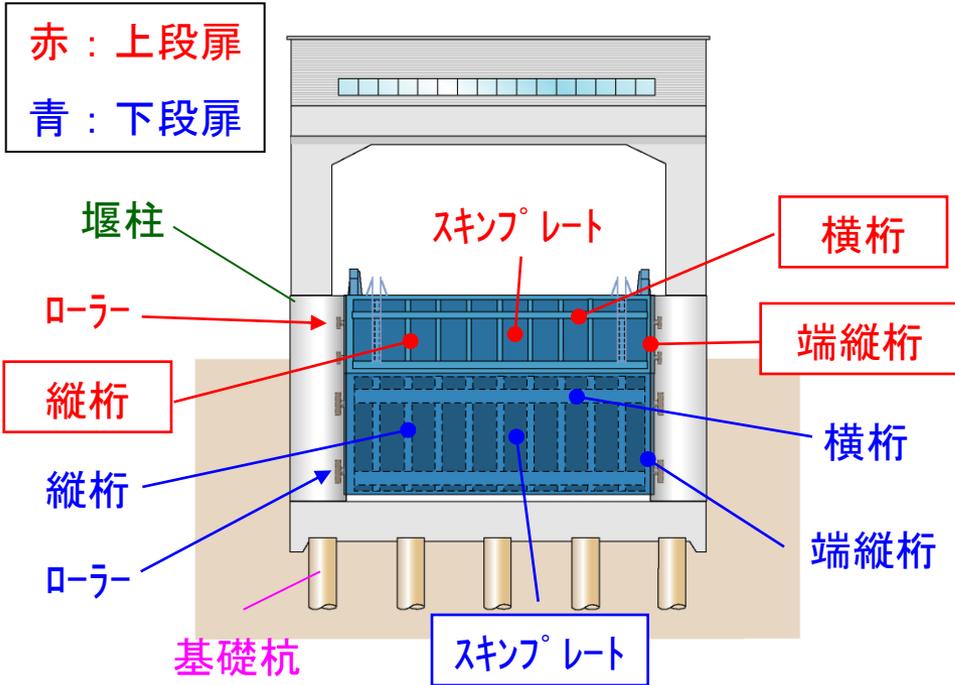
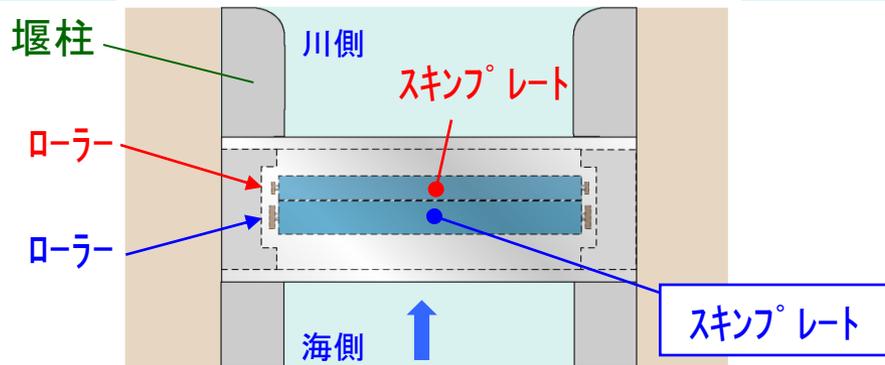
CASE④ 海側：最低津波水位(第二引き波以降)
川側：最大津波水位



3. 水門の照査対象部位

～正蓮寺川水門の例～

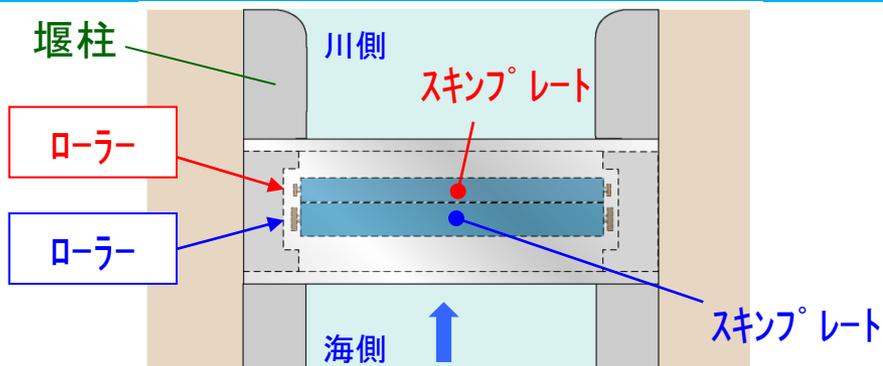
3-1. 扉体・戸当り(1/2)



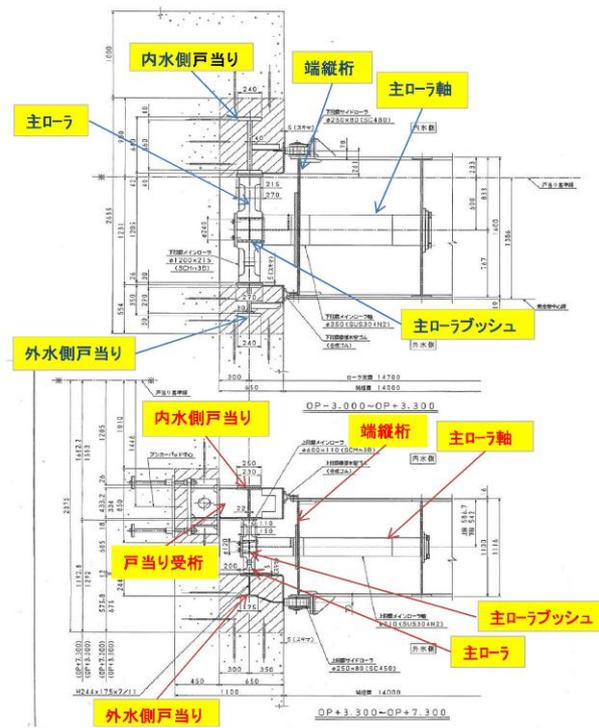
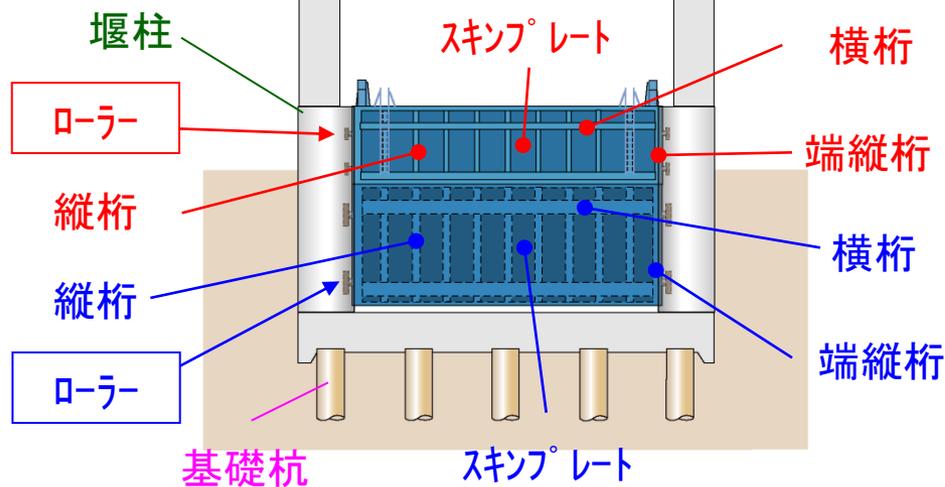
3. 水門の照査対象部位

～正蓮寺川水門の例～

3-1. 扉体・戸当り(2/2)



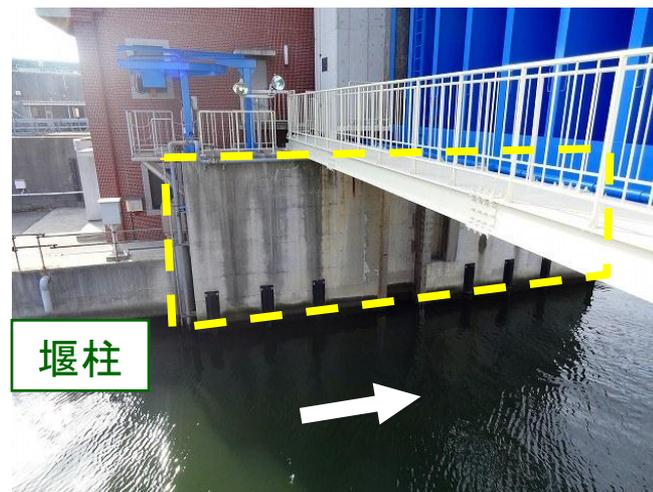
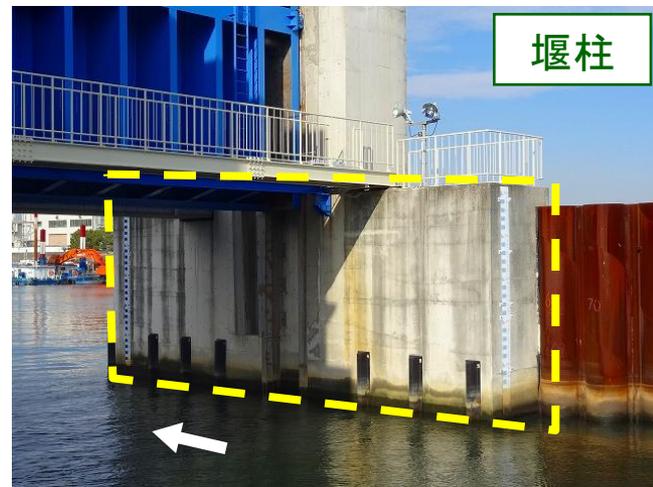
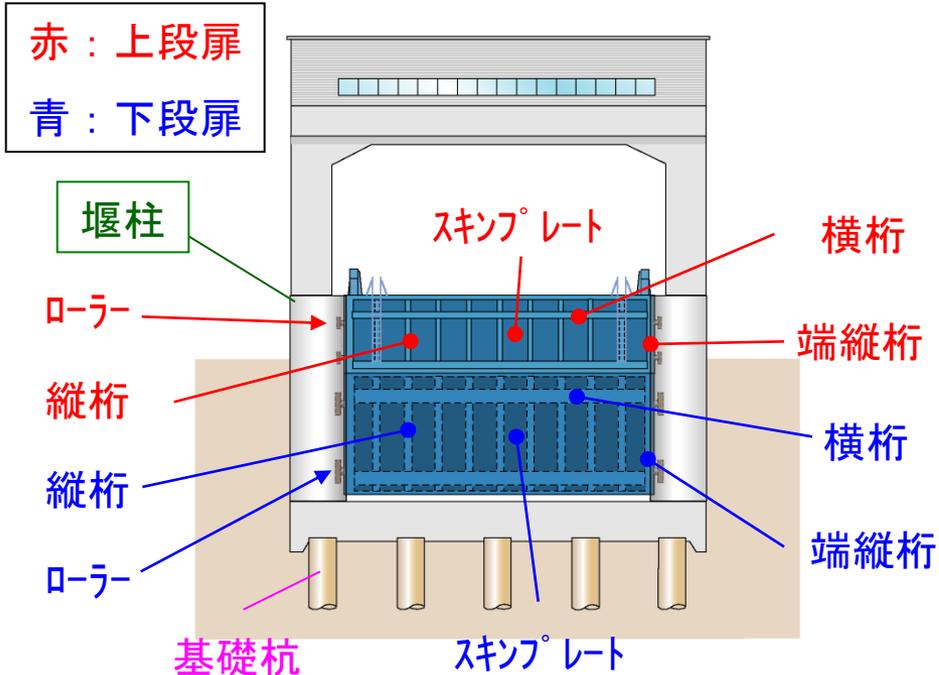
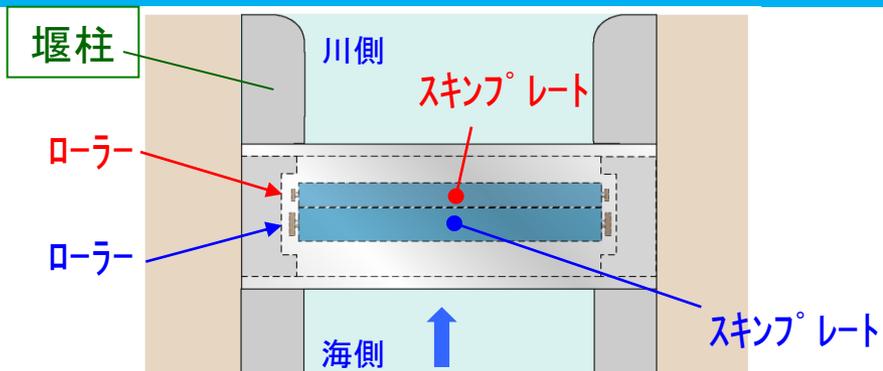
赤：上段扉
青：下段扉



3. 水門の照査対象部位

～正蓮寺川水門の例～

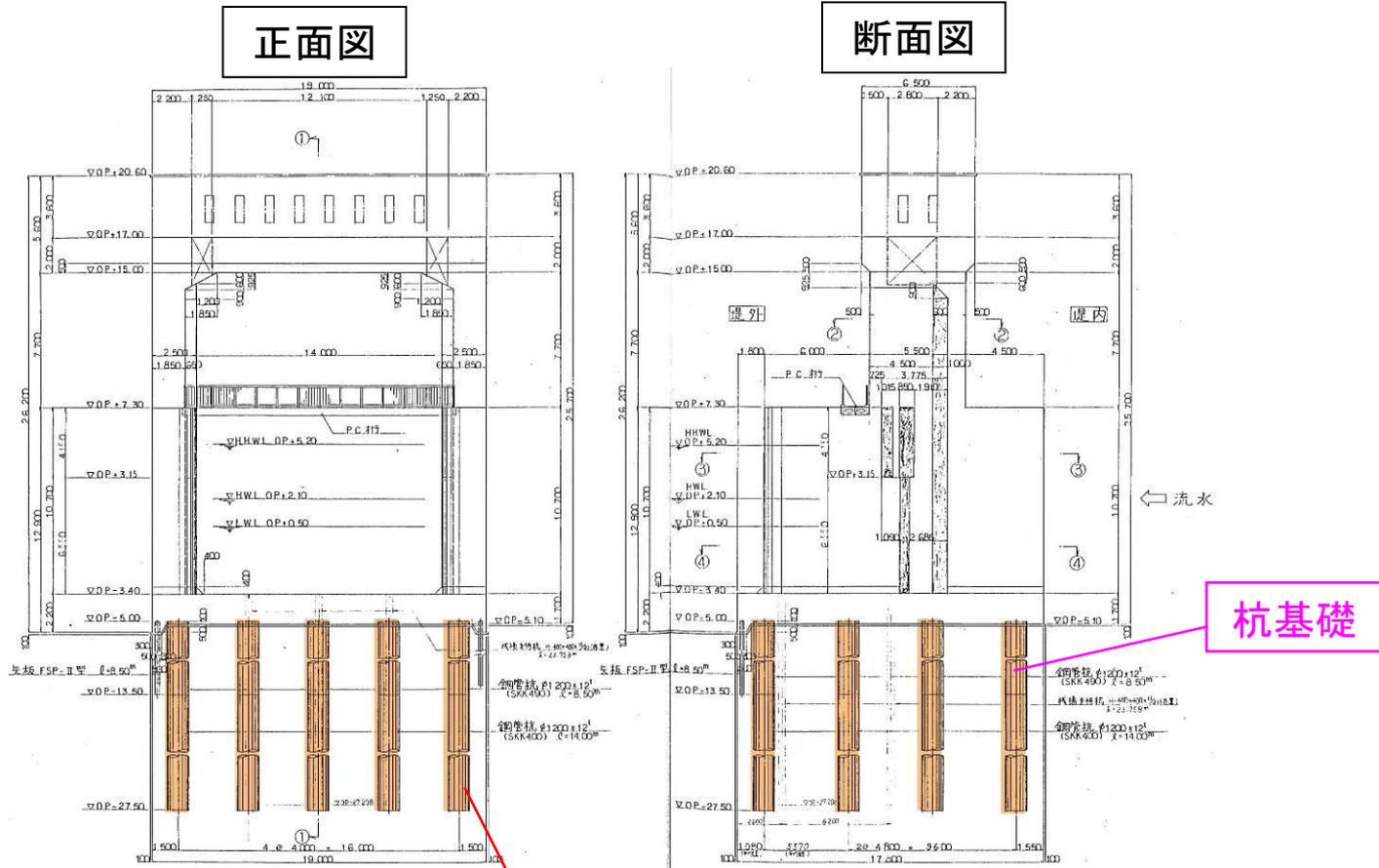
3-2. 堰柱



3. 水門の照査対象部位

～正蓮寺川水門の例～

3-3. 杭基礎



鋼管杭 $\phi 1200$ $t=12\text{mm}$
 $L=22.5\text{m}$

4. 解析方法

4-1. 津波水位

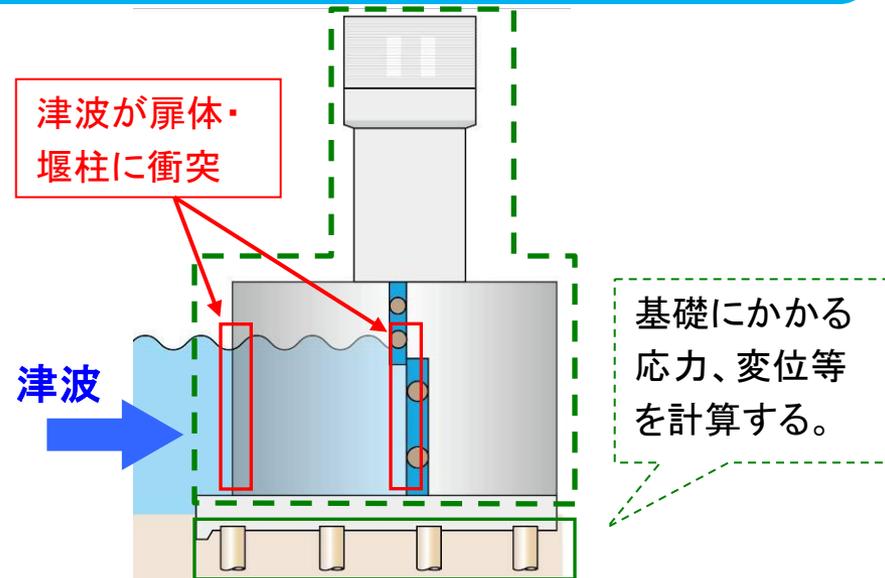
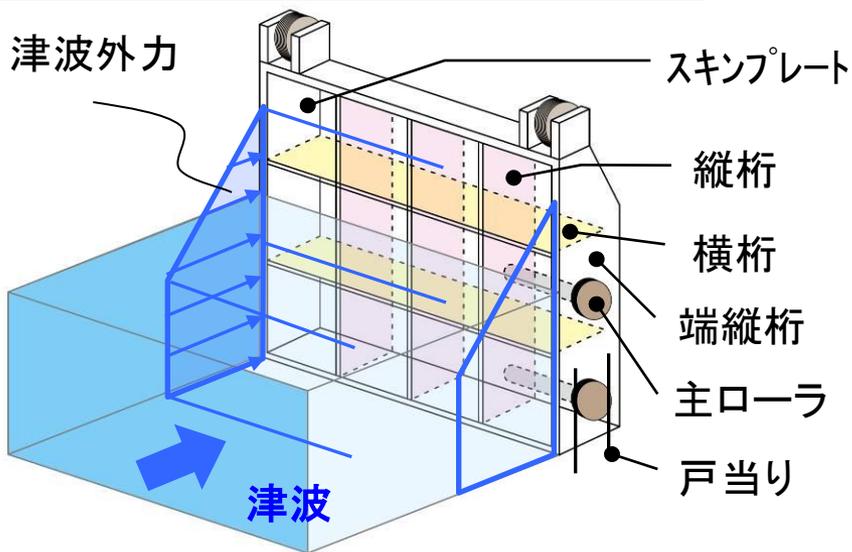
今回解析に使用した最大津波水位は以下のとおりである。

津波の種類	施設画面上の津波 (L1津波)	最大クラス相当の津波 (L2相当津波)
正蓮寺川水門	OP+4.20m	OP+5.10m
三軒家水門	OP+4.98m	OP+5.21m
六軒家川水門	OP+3.91m	OP+4.95m
出来島水門	OP+4.22m	OP+4.41m
旧猪名川水門	OP+2.75m	OP+3.45m

※大阪府河川構造物等審議会より

4. 解析方法

4-2. 解析のイメージ



※二次元骨組みモデル(3大水門と同様)

①ゲート(扉体・戸当り)

津波による水圧荷重は、次のように伝達され、それぞれの部材について強度を計算する。

スキンプレート

縦桁・横桁

主ローラ

戸当り

②水門土木本体(堰柱)

津波が扉体・堰柱に衝突して発生する水圧荷重に対して、コンクリートの応力を計算する。

③基礎

津波襲来時の水門全体(ゲート・堰柱)にかかる力を元に、基礎にかかる応力、変位等を計算する。

4. 解析方法

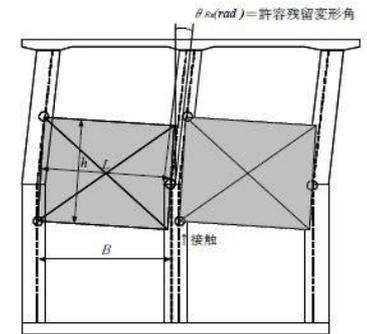
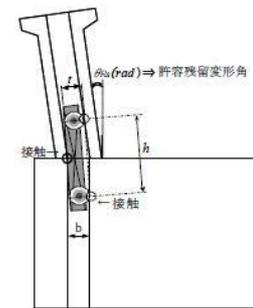
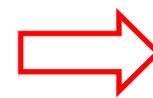
4-3. 施設設計画上的津波(L1津波)の判定ライン

求められる性能：水門が開閉動作できる

判定ラインは『河川構造物の耐震性能照査指針・解説（水門・樋門及び堰編）国土交通省』より〈耐震性能2〉を適用

〈耐震性能2〉

**残留変位は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**



※照査指針 水門編より

【鋼部材】

照査手法：各部材を**降伏（塑性変形の有無）**で判定する

⇒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

【RC部材】

照査手法：各部材を**降伏（コンクリートの設計基準強度）**で判定する

⇒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

※算出手法は道路橋示方書による

4. 解析方法

4-4. 最大クラス相当の津波(L2相当津波)の判定ライン

求められる性能：二次被害を起こさない

津波時に水門を閉鎖することで、二次被害が発生してはならない。

⇒扉体・堰柱などの分離・流出の有無を判定ラインとする。

【鋼部材】

照査手法：各部材を**引張強さ（部材が分離するレベル）**で判定

【RC部材】

照査手法：各部材を**降伏（実際のコンクリート強度）**で判定

⇒塑性変形する部材は、**終局耐力（分離レベル）**で判定

※算出手法は道路橋示方書による

5. 解析結果(正蓮寺川水門)

水門上部工

照査箇所			単位	L1津波						L2相当津波					
				判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)		判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)			
					上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		
扉体	主横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	116.3	120.5	13.4	37.0	400	198	178.3	36.6	54.4		
		せん断応力度	N/mm ²	136	22	48.4	2.6	14.9	231	37.4	71.7	6.9	21.8		
		たわみ量	mm	235	23.0	16.4	2.7	5	235	39.2	24.3	7.2	7.4		
	スキンプレート	曲げ応力度	N/mm ²	235	104.7	156.5	13.9	43.7	400	176.3	238.9	29.8	64.1		
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	190	4.6	11.8	0.6	3.6	400	7.7	17.4	1.3	5.2		
		せん断応力度	N/mm ²	136	2.4	5.0	0.3	1.5	231	4.0	7.3	0.7	2.2		
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	205	23.5	27.4	2.7	8.7	520	40.0	40.0	7.3	12.7		
		せん断応力度	N/mm ²	118	39.3	61.2	4.7	17.7	300	66.8	90.6	12.7	26.0		
		合成応力度	N/mm ²	205	72.0	109.5	8.6	31.9	520	122.4	160.9	23.2	46.8		
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	2060	1038.8	1542.9	529.6	1040.6	2060	1224.3	1739.1	748.8	1173.9		
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	24.5	20.6	3.4	6.4	150	41.2	29.9	8.9	9.4		
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	345	168.8	122.9	23.5	38.2	690	284.3	178.3	61.7	56.1		
せん断応力度		N/mm ²	199	33.8	27.3	4.7	8.5	398	56.9	39.6	12.3	12.5			
合成応力度		N/mm ²	345	178.7	131.7	24.9	40.9	690	300.9	191.0	65.3	60.1			
戸当り	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	205	47.2	86.0	/	/	520	79.5	125.0	/	/		
		せん断応力度	N/mm ²	118	41.1	27.6	/	/	300	69.3	40.0	/	/		
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	/	1.44	/	/	21	/	2.09	/	/		
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	0.22	/	/	1.2	/	0.32	/	/		
	外水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	/	18.0	45.0	400	/	/	47.0	66.0		
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	/	17.1	22.0	231	/	/	44.9	32.4		
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	/	/	0.26	0.78	21	/	/	0.67	1.15		
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	/	0.04	0.15	1.2	/	/	0.10	0.21		

※「/」: 部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(正蓮寺川水門)

水門下部工

照査箇所	単位	L1津波				L2相当津波				
		判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	
堰柱基部	曲げモーメント	kN・m	130690.16	40610.00	130690.16	15450.00	130690.16	52500.00	130690.16	12090.00
	せん断力	kN	15103.52	4440.00	15103.52	1910.00	15103.52	6640.00	15103.52	2840.00
杭基礎	曲げモーメント	kN・m	3505	2123	3505	846	3505	3469	3505	1309
	杭頭最大鉛直反力	kN	6857	3225	6857	1954	6857	3975	6857	1919
	基礎天端の回転角	rad	0.0200	0.0010	0.0200	0.0002	0.0200	0.0015	0.0200	0.0002

5. 解析結果(六軒家川水門)

水門上部工(主水門)

照査箇所			単位	L1津波				L2相当津波					
				判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)		判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)	
					上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		上段扉	下段扉	上段扉	下段扉
扉体	主横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	69.2	169.1	/	52.8	400	184.6	291.4	/	70.7
		せん断応力度	N/mm ²	136	21.8	75.8	/	16.1	231	58.1	88.8	/	22.2
		たわみ量	mm	233	12.2	19.9	/	6.2	233	32.6	34.3	/	8.3
	スキプレート	曲げ応力度	N/mm ²	235	89.5	190.8	7.7	53.3	400	162.1	292.8	15.3	72.0
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	72.1	/	16.2	400	/	130.4	/	21.8
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	19.7	/	5.5	231	/	30.2	/	7.4
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	80.4	45.1	22.2	400	/	134.5	166.1	29.7
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	124.3	6.5	38.9	231	/	183.6	18.8	52.0
		合成応力度	N/mm ²	235	/	226.7	/	70.9	400	/	334.8	/	94.8
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	1472	531.7	615.9	/	335.7	1472	868.6	755.1	/	389.2
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	14.3	23.1	/	6.9	150	38.2	34.7	/	9.2
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	275	146.2	38.8	/	11.5	540	390.2	58.2	/	15.5
		せん断応力度	N/mm ²	159	14.4	22.8	/	6.8	312	38.3	34.3	/	9.1
		合成応力度	N/mm ²	275	/	55.4	/	16.5	540	/	83.2	/	22.1
	主縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	224	55	/	/	/	400	120.5	/	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	19.4	/	/	/	231	37.6	/	/	/
	補助横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	25.4	52.7	128.5	14.7	400	50.5	80.8	244.1	19.9
		せん断応力度	N/mm ²	136	5.8	26.2	5.9	7.3	231	11.4	40.1	12.1	9.9
	補助縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	172	25.0	55.2	3.5	15.6	400	29.9	88.3	7.0	23.3
		せん断応力度	N/mm ²	136	7.4	16.7	1.5	4.7	231	12.4	26.0	2.9	6.9
フロントローラ	接触応力度	N/mm ²	1275	/	/	314.6	/	1275	/	/	535.6	/	
フロントローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	/	/	4.6	/	150	/	/	13.5	/	
フロントローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	275	/	/	16.4	/	540	/	/	47.5	/	
	せん断応力度	N/mm ²	159	/	/	3.0	/	312	/	/	8.6	/	
戸当り	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	25.0	180.0	/	/	400	68.0	271.0	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	17.6	125.8	/	/	231	46.9	189.0	/	/
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	0.32	2.32	/	/	36	0.86	3.48	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	0.07	0.49	/	/	1.2	0.18	0.74	/	/
	外水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	/	6.0	100.0	400	/	/	16.8	134.0
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	/	5.20	88.30	231	/	/	15.00	118.70
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	/	/	0.08	1.40	36	/	/	0.24	1.89
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	/	0.02	0.28	1.2	/	/	0.05	0.38

※「/」:部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(六軒家川水門)

水門上部工(副水門)

照査箇所		単位	L1津波			L2相当津波				
			判定値	押し波(ケース②)	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	引き波(ケース④)		
扉体	主横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	105.9	29.6	400	162.3	39.9	
		せん断応力度	N/mm ²	136	74.2	20.8	231	113.7	28	
		たわみ量	mm	184	8.2	2.3	184	12.6	3.1	
	スキンプレート	曲げ応力度	N/mm ²	235	109.1	31.7	400	167.4	42.9	
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	43.3	11.1	400	84.7	14.9	
		せん断応力度	N/mm ²	136	11.1	3.1	231	17.1	4.2	
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	82.3	23.4	400	126.2	31.6	
		せん断応力度	N/mm ²	136	79.8	25.4	231	117.9	32.9	
		合成応力度	N/mm ²	235	160.9	49.8	400	240.1	65.2	
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	1472	648.8	352.8	1472	796.0	405.7	
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	24.3	7.2	150	36.6	9.5	
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	275	121.2	35.8	540	182.4	47.4	
		せん断応力度	N/mm ²	159	23.6	7.0	312	35.5	9.2	
		合成応力度	N/mm ²	275	127.9	37.8	540	192.5	50.0	
	補助横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	70.7	19.8	400	108.3	26.7	
		せん断応力度	N/mm ²	136	21.5	6.0	231	33.0	8.1	
	補助縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	35.3	9.1	400	66.3	12.2	
		せん断応力度	N/mm ²	136	10.9	3.5	231	18.8	4.7	
	戸当り	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	153.9	/	400	231.3	/
			せん断応力度	N/mm ²	136	113.4	/	231	170.7	/
"コンクリート		支圧応力度	N/mm ²	21	1.95	/	36	2.94	/	
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	0.33	/	1.2	0.49	/	
外水側(鋼部材)		曲げ応力度	N/mm ²	235	/	97.9	400	/	129.2	
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	63.5	231	/	84.0	
"コンクリート		支圧応力度	N/mm ²	21	/	1.48	36	/	1.96	
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	0.19	1.2	/	0.25	

※「/」:部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(六軒家川水門)

水門下部工(主・副共通)

照査箇所		単位	L1津波				L2相当津波			
			判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)
堰柱基部 (端堰柱)	曲げモーメント	kN・m	40750.00	11130.00	40750.00	4090.00	40950.00	13620.00	40950.00	5760.00
	せん断力	kN	11650.00	1850.00	11650.00	790.00	11650.00	3200.00	11650.00	1280.00
堰柱基部 (中央堰柱)	曲げモーメント	kN・m	98551.00	29460.00	98551.00	10820.00	100040.00	36040.00	100040.00	15230.00
	せん断力	kN	11524.00	4900.00	11524.00	2090.00	11524.00	8460.00	11524.00	3370
杭基礎	曲げモーメント	kN・m	658	347	658	115	658	606	658	292
	杭頭最大鉛直反力	kN	4735	690	4735	529	4735	719	4735	570
	基礎天端の回転角	rad	0.0200	0.0000	0.0200	0.0000	0.0200	0.0001	0.0200	0.0000

5. 解析結果(三軒家水門)

水門上部工

照査箇所		単位	L1津波					L2相当津波					
			判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)		判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)		
				上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		上段扉	下段扉	上段扉	下段扉	
扉体	主横桁(SM490A)	曲げ応力度	N/mm ²	315	153.9	153	/	6.5	490	168.5	162.6	/	7.5
		せん断応力度	N/mm ²	182	39.5	74.9	/	2.3	283	43.1	79.6	/	2.6
		たわみ量	mm	241	14.3	19.5	/	0.6	241	15.6	20.7	/	0.7
	主横桁(SM400A)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	175.8	/	28.7	400	/	194.3	/	33.3
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	34.1	/	5.6	231	/	37.7	/	6.5
		たわみ量	mm	238	/	31.8	/	5.2	238	/	35.2	/	6.0
	スキプレート(SM490A)	曲げ応力度	N/mm ²	315	298.2	16.6	40.5	3.2	490	316.3	17.5	45.5	3.7
	スキプレート(SM400A)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	287.0	/	48.4	400	/	317.4	/	56.4
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	50.0	/	8.4	400	/	55.3	/	9.8
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	8.1	/	1.4	231	/	8.9	/	1.6
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	/	2.1	/	400	/	/	2.2	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	/	8.7	/	231	/	/	9.1	/
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	1275	532.1	/	/	/	1275	555.6	/	/	/
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	13.4	/	/	/	150	14.6	/	/	/
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	245	104.6	/	/	/	490	114.0	/	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	141	18.3	/	/	/	283	20.0	/	/	/
	主縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	225	114.8	/	/	/	400	123.9	/	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	31.9	/	/	/	231	34.2	/	/	/
	補助横桁	曲げ応力度	N/mm ²	223	6.3	/	81.6	/	400	6.8	/	87.7	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	5.8	/	10.3	/	231	6.2	/	11.1	/
フロントローラ	接触応力度	N/mm ²	1275	/	/	670.1	/	1275	/	/	688.0	/	
フロントローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	/	/	25.8	/	150	/	/	27.2	/	
フロントローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	245	/	/	143.0	/	490	/	/	150.7	/	
	せん断応力度	N/mm ²	141	/	/	26.3	/	283	/	/	27.7	/	
戸当り	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	75.0	/	/	/	400	82.0	/	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	46.1	/	/	/	231	50.3	/	/	/
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	0.89	6.9	/	/	21	0.97	7.3	/	/
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	0.13	1.09	/	/	1.2	0.15	1.16	/	/
	外水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	/	54.0	/	400	/	/	57.0	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	/	47.0	/	231	/	/	49.5	/
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	/	/	0.94	3.3	21	/	/	0.99	3.8
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	/	0.20	0.24	1.2	/	/	0.22	0.27

※「/」: 部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(三軒家水門)

水門下部工

照査箇所		単位	L1津波				L2相当津波			
			判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)
堰柱基部	曲げモーメント	kN・m	68947.00	21410.00	68947.00	5880.00	69212.00	23470.00	69212.00	5890.00
	せん断力	kN	10298.00	4730.00	10298.00	1850.00	10298.00	5170.00	10298.00	1790.00
ケーソン	曲げモーメント	kN・m	185039	92638	185039	29406	185039	100803	185039	27570
	前面塑性率	%	60	0	60	0	60	0	60	0
	底面浮上率	%	60	0	60	0	60	0	60	0

5. 解析結果(出来島水門)

水門上部工

照査箇所			単位	L1津波						L2相当津波					
				判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)		判定値	押し波(ケース②)		引き波(ケース④)			
					上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		上段扉	下段扉	上段扉	下段扉		
扉体	主横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	90.2	103.8	70.6	38.4	400	99.1	108.7	70.4	38.3		
		せん断応力度	N/mm ²	136	32.7	53.1	35.6	19.7	231	35.9	55.6	35.5	19.6		
		たわみ量	mm	200	7.2	8.5	14.7	3.1	200	7.9	8.9	14.7	3.1		
	スキムプレート	曲げ応力度	N/mm ²	235	163.5	115.9	48.4	30.6	400	171.3	127.1	48.1	30.3		
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	51.7	/	13.6	400	/	73.9	/	13.6		
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	32.2	/	8.5	231	/	46.1	/	8.5		
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	38.9	39.2	13.2	400	/	46.0	39.1	13.1		
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	112.8	28.0	45.3	231	/	125.7	27.9	45.2		
		合成応力度	N/mm ²	235	/	81.4	/	79.6	400	/	222.5	/	79.4		
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	1275	516.9	590.7	135.0	380.2	1275	541.7	616.3	134.9	379.5		
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	8.2	10.7	0.6	4.4	150	9.0	11.6	0.6	4.4		
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	225	95.2	124.3	6.5	51.5	440	104.6	135.4	6.5	51.3		
		せん断応力度	N/mm ²	130	13.9	18.1	0.9	7.5	254	15.3	19.7	0.9	7.5		
		合成応力度	N/mm ²	225	98.2	128.2	6.7	53.1	440	107.9	139.6	6.7	52.9		
		主縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	92	/	18.1	/	400	97.9	/	18	/	
	補助横桁	せん断応力度	N/mm ²	136	11	/	2.5	/	231	11.6	/	2.5	/		
		曲げ応力度	N/mm ²	220	178.4	81.1	47.5	21.4	400	188.9	89.0	47.5	21.3		
	補助縦桁	せん断応力度	N/mm ²	136	14.3	27.4	3.8	7.2	231	15.2	30.0	3.8	7.2		
		曲げ応力度	N/mm ²	235	74.2	170.7	21.3	45.0	400	79.9	187.2	22.7	44.7		
	フロントローラ	せん断応力度	N/mm ²	136	10.8	14.9	3.2	3.9	231	11.3	16.3	3.2	3.9		
接触応力度		N/mm ²	1275	/	/	618.8	/	1275	/	/	618.0	/			
フロントローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	/	/	11.8	/	150	/	/	11.8	/			
フロントローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	225	/	/	122.0	/	440	/	/	121.7	/			
	せん断応力度	N/mm ²	130	/	/	14.3	/	254	/	/	14.3	/			
	合成応力度	N/mm ²	225	/	/	124.5	/	440	/	/	124.2	/			
	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	65.0	85.0	/	/	400	72.0	92.0	/	/		
"コンクリート	せん断応力度	N/mm ²	136	46.2	60.4	/	/	231	50.8	65.7	/	/			
	支圧応力度	N/mm ²	21	0.91	1.19	/	/	25	1.00	1.30	/	/			
外水側(鋼部材)	せん断応力度	N/mm ²	1.2	0.17	0.22	/	/	1.2	0.19	0.24	/	/			
	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	/	44.1	92.0	400	/	/	43.9	92.0			
"コンクリート	せん断応力度	N/mm ²	136	/	/	41.3	86.7	231	/	/	41.2	86.4			
	支圧応力度	N/mm ²	21	/	/	0.73	1.54	25	/	/	0.73	1.54			
	せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	/	0.13	0.27	1.2	/	/	0.13	0.27			

※「/」: 部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(出来島水門)

水門下部工

照査箇所		単位	L1津波				L2相当津波			
			判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)
堰柱基部	曲げモーメント	kN・m	36849.00	13970.00	36849.00	3950.00	36982.00	15370.00	36982.00	4420.00
	せん断力	kN	15912.00	3430.00	15912.00	1390.00	15912.00	3740.00	15912.00	1560.00
ケーソン	曲げモーメント	kN・m	123551	59798	123551	37152	123551	65602	123551	17976
	前面塑性率	%	60	10	60	7.8	60	10	60	3.4
	底面浮上率	%	60	0	60	0	60	0	60	0

5. 解析結果(旧猪名川水門)

水門上部工

照査箇所		単位	L1津波			L2相当津波			
			判定値	押し波(ケース②)	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	引き波(ケース④)	
扉体	主横桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	32.3	9.9	400	57.3	16.8
		せん断応力度	N/mm ²	136	9.9	3	231	17.6	5.1
		たわみ量	mm	188	3.6	1.1	188	6.4	1.9
	スキムプレート	曲げ応力度	N/mm ²	235	59.4	18.6	400	105.4	31.3
	中間縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	1.6	0.5	400	3.7	0.9
		せん断応力度	N/mm ²	136	2.8	0.9	231	4.7	1.5
	端縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	22.4	7.5	400	48.4	12.4
		せん断応力度	N/mm ²	136	43.5	12.7	231	82.7	21.4
		合成応力度	N/mm ²	235	77.8	22.8	400	145.8	38.4
	主ローラ	接触応力度	N/mm ²	1275	298.9	167.4	1275	391.8	216.7
	主ローラブッシュ	面圧	N/mm ²	150	6.6	2.1	150	11.4	3.5
	主ローラ軸	曲げ応力度	N/mm ²	205	27.3	8.6	520	46.9	14.3
		せん断応力度	N/mm ²	118	6.7	2.1	300	11.5	3.5
	補助縦桁	曲げ応力度	N/mm ²	235	40.0	12.2	400	108.0	23.8
		せん断応力度	N/mm ²	136	10.6	3.4	231	19.2	5.7
戸当り	内水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	36.1	/	400	62.6	/
		せん断応力度	N/mm ²	136	26.5	/	231	45.5	/
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	0.54	/	29	0.92	/
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	0.10	/	1.2	0.17	/
	外水側(鋼部材)	曲げ応力度	N/mm ²	235	/	12.7	400	/	21.6
		せん断応力度	N/mm ²	136	/	10.4	231	/	17.4
	"コンクリート	支圧応力度	N/mm ²	21	/	0.20	29	/	0.33
		せん断応力度	N/mm ²	1.2	/	0.04	1.2	/	0.07

※「/」: 部材が無い、又は押し波(又は引き波)時に対し構造上検討する必要の無い箇所

5. 解析結果(旧猪名川水門)

水門下部工

照査箇所		単位	L1津波				L2相当津波			
			判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)	判定値	押し波(ケース②)	判定値	引き波(ケース④)
堰柱基部 (端堰柱)	曲げモーメント	kN・m	30862.00	500.00	30862.00	1770.00	30985.00	1050.00	30985.00	2140.00
	せん断力	kN	4499.00	470.00	4499.00	240.00	4499.00	1000.00	4499.00	440.00
堰柱基部 (中央堰柱)	曲げモーメント	kN・m	55944	930.00	55944	3280.00	56186	1950.00	56186	3970.00
	せん断力	kN	11093	860.00	11093	450.00	11093	1850.00	11093	810
杭基礎	曲げモーメント	kN・m	815	35	815	16	815	99	815	32
	杭頭最大鉛直反力	kN	3047	215	3047	239	3047	270	3047	252
	基礎天端の回転角	rad	0.0200	0.0000	0.0200	0.0000	0.0200	0.0000	0.0200	0.0000

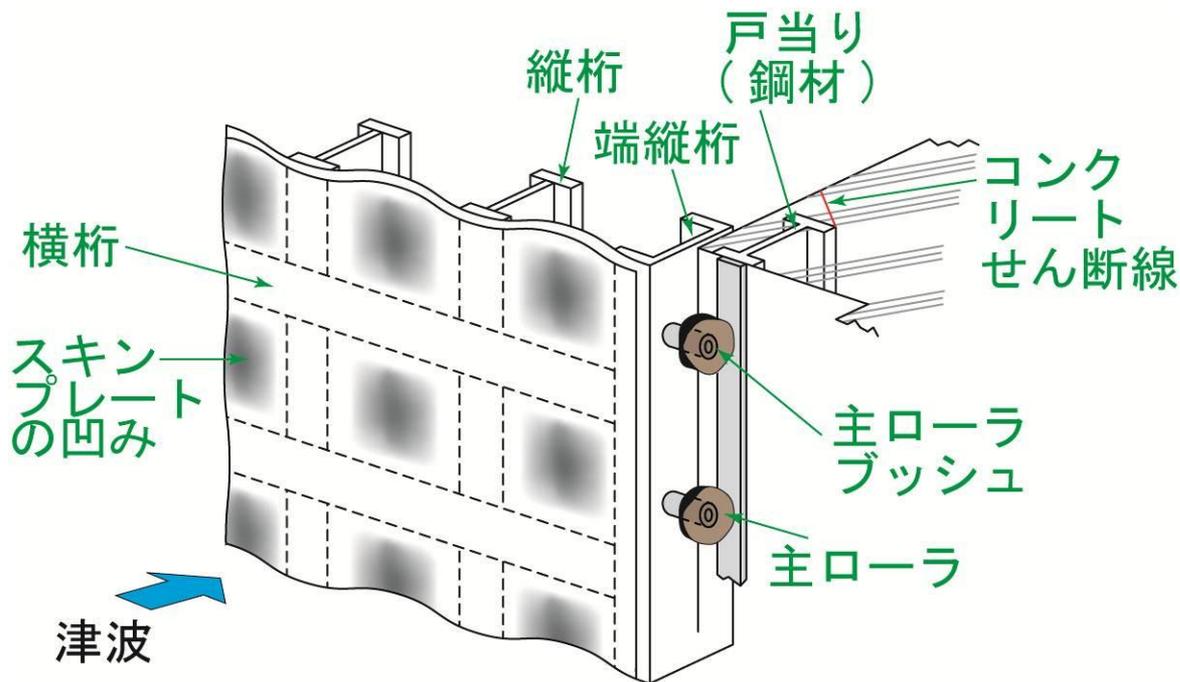
5. 解析結果(変形箇所について)

求められる性能に対する照査(L1津波)

判定値を超過する箇所について、求められる性能に対する影響を検討する。

・三軒家水門(L1津波)

下段扉スキンプレートの一部が、降伏(曲げ)を超過⇒残留変位が発生



津波時のスキンプレート変形の状況(イメージ)

・上記状況より、下段扉スキンプレートの一部は変形するが、縦桁・横桁は判定値(降伏)以内であるため、求められる性能(L1津波:水門が開閉動作できる)を満足できる。

5. 解析結果

L2相当津波の第2波以降に対する扉体流出の可能性

5中小水門について

照査結果は、**第1波**に対する各部材の最大値を記載

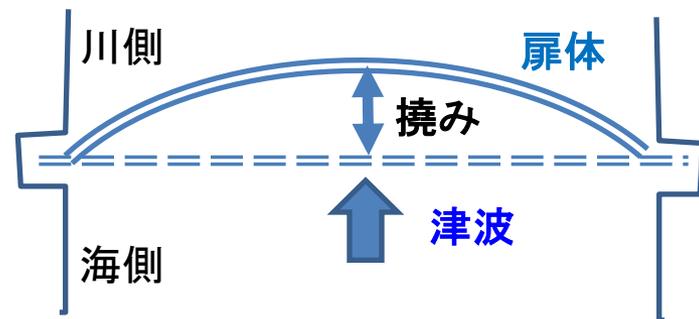


L2相当津波で横桁が戸当りから外れない限り扉体は流出しない。

結果：**六軒家川主水門下段扉のみ、横桁6本中1本で、**

第1波による塑性変形が発生する。 ※右表参照

津波受時の横桁撓み量(最大値)は判定値以内(34.3mm<233mm)



L2津波	六軒家(主)	六軒家川水門 横桁 (最大応答部材)	
第1波津波水位	OP+4.95m	分離レベル	400N/mm ²
第2波津波水位	OP+3.18m	塑性変形レベル	235N/mm ²
外力比(第2/第1) ※外力は谷本の式による	上段扉 0.09 下段扉 0.44	第1波 応答値	291N/mm ² (塑性比124%)
		第2波 応答値	152N/mm ² (塑性比65%)



第2波以降では、**全ての部材で塑性変形レベルを大幅に下回る**。したがって、第2波以降の津波外力を受けても、**新たな塑性変形は発生しないため、扉体は流出しない(二次被害は発生しない)**ものと考えられる。

5. 解析結果

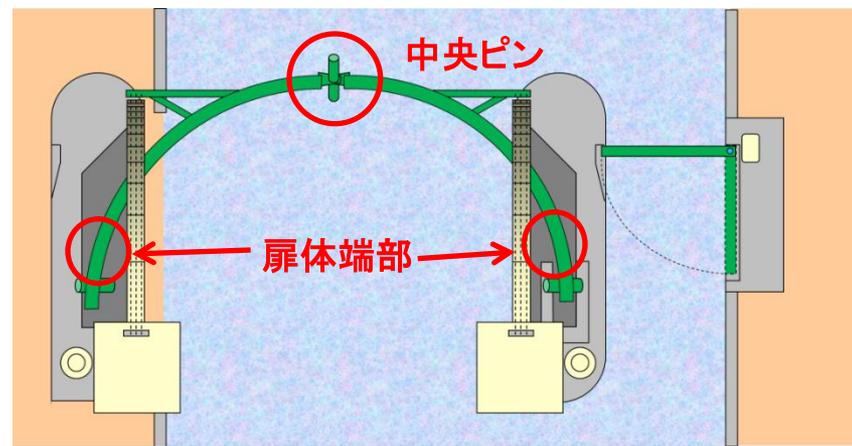
L2相当津波の第2波以降に対する扉体流出の可能性

3大水門(主水門)について

照査結果は、第1波に対する各部材の最大値を記載



第1波による塑性変形箇所：中央ピン(12m中5m)
扉体端部(断面で照査)



木津川水門	扉体端部	中央ピン(最大応答部)
分離レベル	282N/m ²	311N/m ²
塑性変形レベル	193N/m ²	158N/m ²
第1波 応答値	204N/m ² (塑性比106%)	187N/m ² (塑性比118%)
第2波 応答値	103N/m ² (塑性比53%)	94N/m ² (塑性比58%)

L2津波	安治川	尻無川	木津川
第1波津波水位	OP+5.34m	OP+5.38m	OP+5.68m
第2波津波水位	OP+3.53m	OP+3.47m	OP+3.88m
外力比 (第2/第1)	0.44	0.41	0.50



第2波以降では、全ての部材で塑性変形レベルを大幅に下回る。したがって、第2波以降の津波外力を受けても、新たな塑性変形は発生しないため、扉体は流出しない(二次被害は発生しない)ものと考えられる。

5. 解析結果

L2相当津波の第2波以降に対する扉体流出の可能性

3大水門(中央堰柱)について

中央堰柱の判定結果(第1波:せん断)

第1波		判定値	L2津波	比率	判定
主水門系 堰柱	木津川水門	38400kN	40620kN	106%	×
	尻無川水門	42600kN	36400kN	85%	○
	安治川水門	47800kN	36060kN	75%	○
副水門系 堰柱	木津川水門	20400kN	7390kN	36%	○
	尻無川水門	22600kN	6670kN	30%	○
	安治川水門	11500kN	6560kN	57%	○

木津川水門 主水門系堰柱の結果について

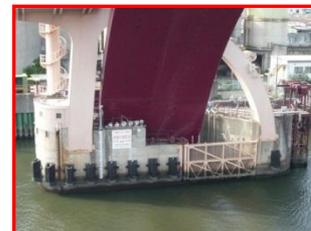
L2津波第1波に対して僅かに判定値を超過する結果となったが、本照査のように適切な安全余裕度が見込まれた設計式で限界状態を確認する場合、以下を考慮する事で、より現実に近い状態を把握できるものと考えられる。

コンクリート示方書(2012):

本堰中のようにせん断スパン比が小さい構造物では、腹部の水平方向鉄筋によるせん断補強効果のあることが実験的に認められている。
(上記効果を考慮した結果: **判定値47600kN > 応答値40620kN**)

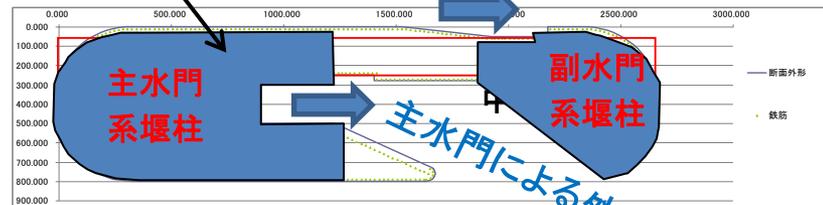
①第1波で主・副水門系堰柱が流出等が発生する事は無い。

中央堰柱



せん断力
分担範囲

副水門による外力



中央堰柱の判定結果(第2波:せん断)

第2波		判定値	L2津波	比率	判定
主水門系 堰柱	木津川水門	38400kN	20728kN	54%	○
	尻無川水門	42600kN	15094kN	35%	○
	安治川水門	47800kN	15716kN	33%	○
副水門系 堰柱	木津川水門	20400kN	3663kN	18%	○
	尻無川水門	22600kN	2763kN	12%	○
	安治川水門	11500kN	2857kN	25%	○

②第2波以降においても、全ての堰柱で判定値を大幅に下回る。

①②より第2波以降の津波外力を受けても扉体は流出しない(二次被害は発生しない)ものと考えられる。

5. 解析結果

まとめ

施設画面上の津波(L1津波)

求められる性能		水門が開閉操作できる				
照査箇所		正蓮寺川水門	三軒家水門	六軒家川水門	出来島水門	旧猪名川水門
水門上部工	扉体	○	○※	○	○	○
	戸当り	○	○	○	○	○
水門下部工	堰柱	○	○	○	○	○
	ケーソン		○		○	
	杭基礎	○		○		○

※ゲートの開閉操作に影響しない部材(スキンプレート)の変形有り

最大クラス相当の津波(L2相当津波)

求められる性能		二次被害を起こさない				
照査箇所		正蓮寺川水門	三軒家水門	六軒家川水門	出来島水門	旧猪名川水門
水門上部工	扉体	○	○	○	○	○
	戸当り	○	○	○	○	○
水門下部工	堰柱	○	○	○	○	○
	ケーソン		○		○	
	杭基礎	○		○		○

【結果】 施設画面上の津波(L1津波)

5水門とも、求められる性能(水門が開閉動作できる)を満たす事ができる。

最大クラス相当の津波(L2相当津波)

5水門とも、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。

5. 解析結果

審議会結果の整理(3大水門+5中小水門)

審議結果の整理

津波の種類	L1津波	L2相当津波 (第1波)	L2相当津波 (第2波以降)
求められる性能	水門が開閉操作できる	2次被害を起こさない	
3大水門	主水門、中央堰柱で×	○	○
5中小水門	○	○	○

余震津波に対する検討

余震津波として2回目のL2相当津波を受けたものと想定

①第1波で塑性変形レベル以下である箇所について

塑性変形レベルを下回る津波である事から、同等の津波を2回受けても流出しない。

※木津川水門中央堰柱について、2回目のL2相当津波を受けた場合でも、各堰柱が健全である事から流出しないものとする。

②第1波で塑性変形レベル以上かつ流出に影響する箇所について

大水門: 中央ピン(安治川、木津川、尻無川)、扉体端部(木津川)

・最初の塑性変形の状況から、さらに塑性変形する可能性はあるが、分離レベル以下なので破断する可能性は低い。

中小水門: 横桁(六軒家川主水門下段扉横桁6本のうち1本)

・最初の塑性変形の状況から、さらに塑性変形する可能性はあるが、分離レベル以下であり、また、殆どの横桁が塑性変形レベル以下であること事から、流出する可能性は低い。