

# 河川構造物等審議会

【資料4】

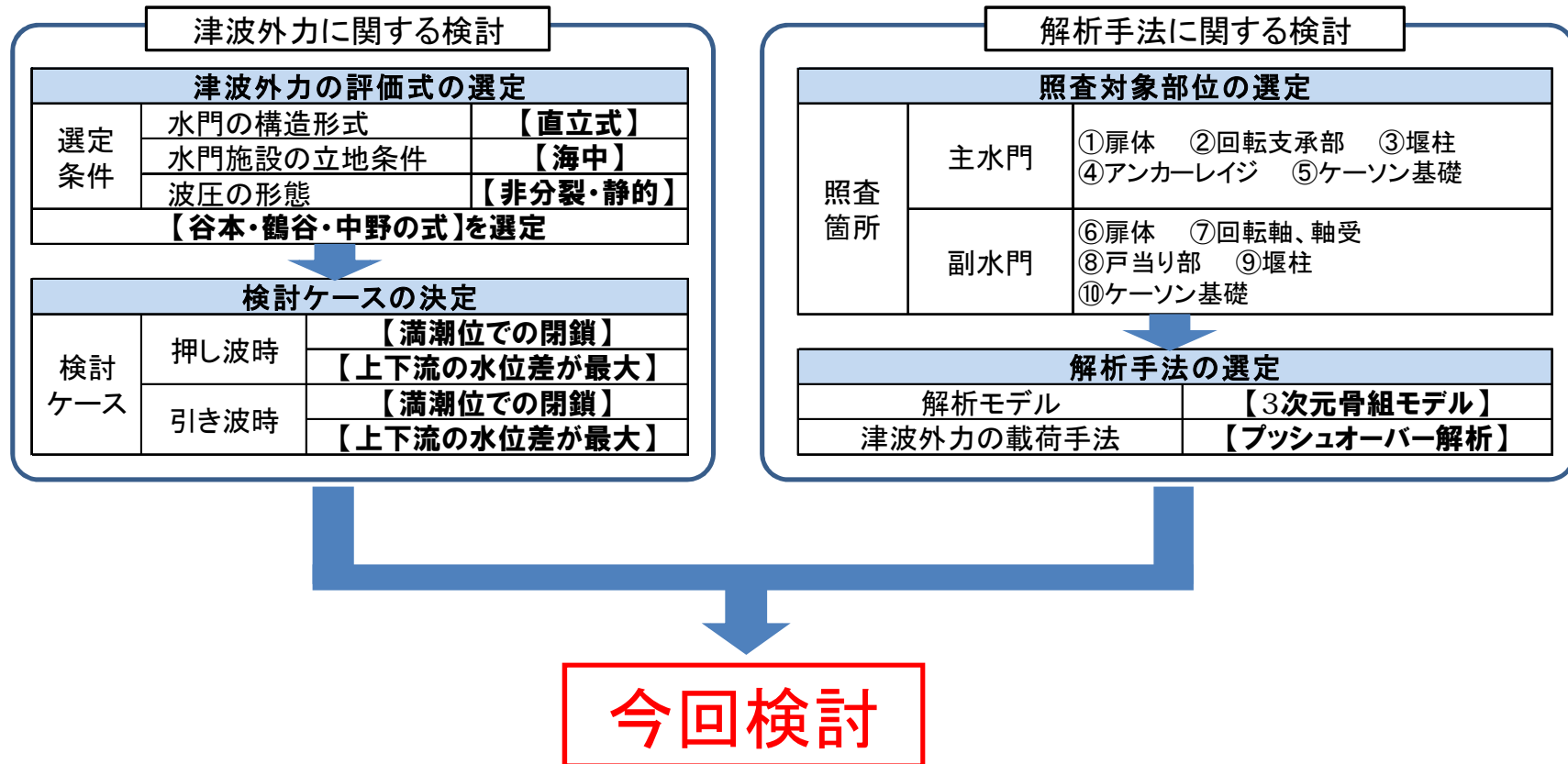
## 津波に対する防潮水門の耐力検証について

1. 水門の津波に対する耐力検討フロー
2. 解析結果の判定
3. 補強方策の検討

# 1. 水門の津波に対する耐力検討フロー

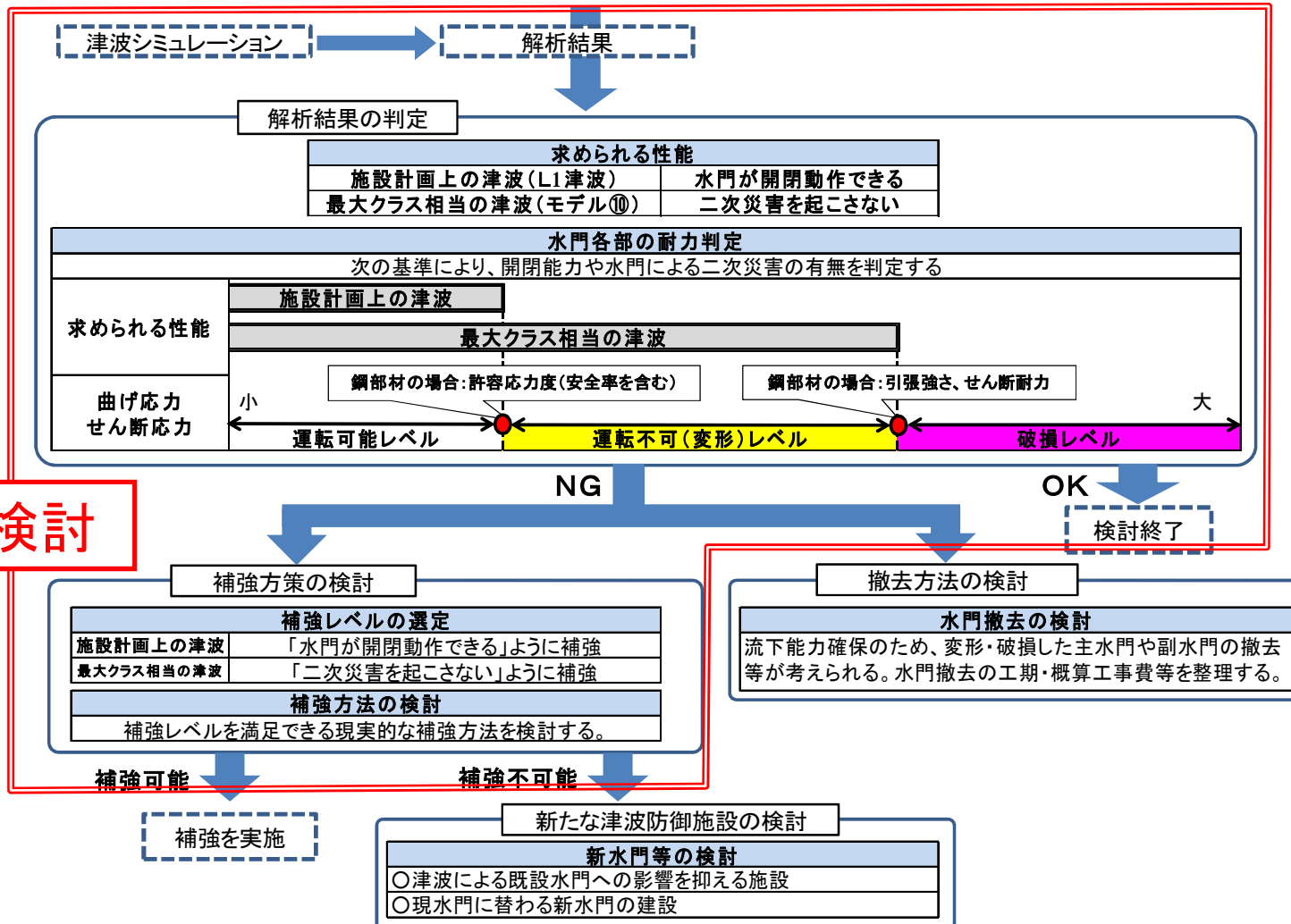
## 第2回委員会までの決定事項

### 水門の津波に対する耐力検討フロー(案)



# 1. 水門の津波に対する耐力検討フロー

## 今回検討内容



## 2. 解析結果の判定 検討ケース

押し波及び引き波による影響について検討した。

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した。

施設画上的津波: ①~④  
最大クラス相当の津波: ⑤~⑧

### ・押し波時

CASE ① (⑤) 海側: 最大津波水位  
川側: 朔望平均満潮位

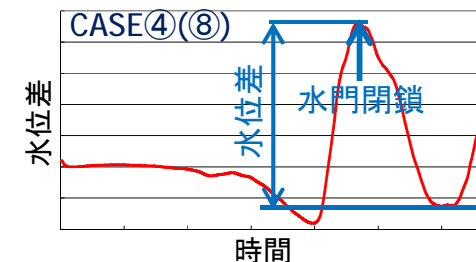
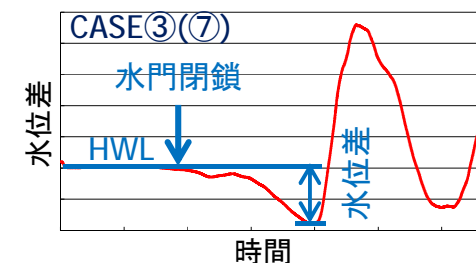
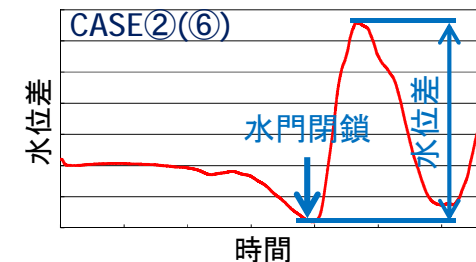
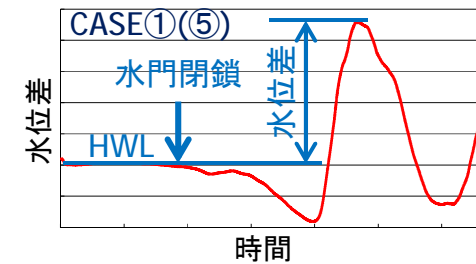
CASE ② (⑥) 海側: 最大津波水位  
川側: 最大津波までの最低津波水位

### ・引き波時

CASE ③ (⑦) 海側: 最低津波水位  
川側: 朔望平均満潮位

CASE ④ (⑧) 海側: 最低津波水位  
川側: 最大津波水位







※CASE④⑧は、引き波時の最悪のケースを想定 -4-

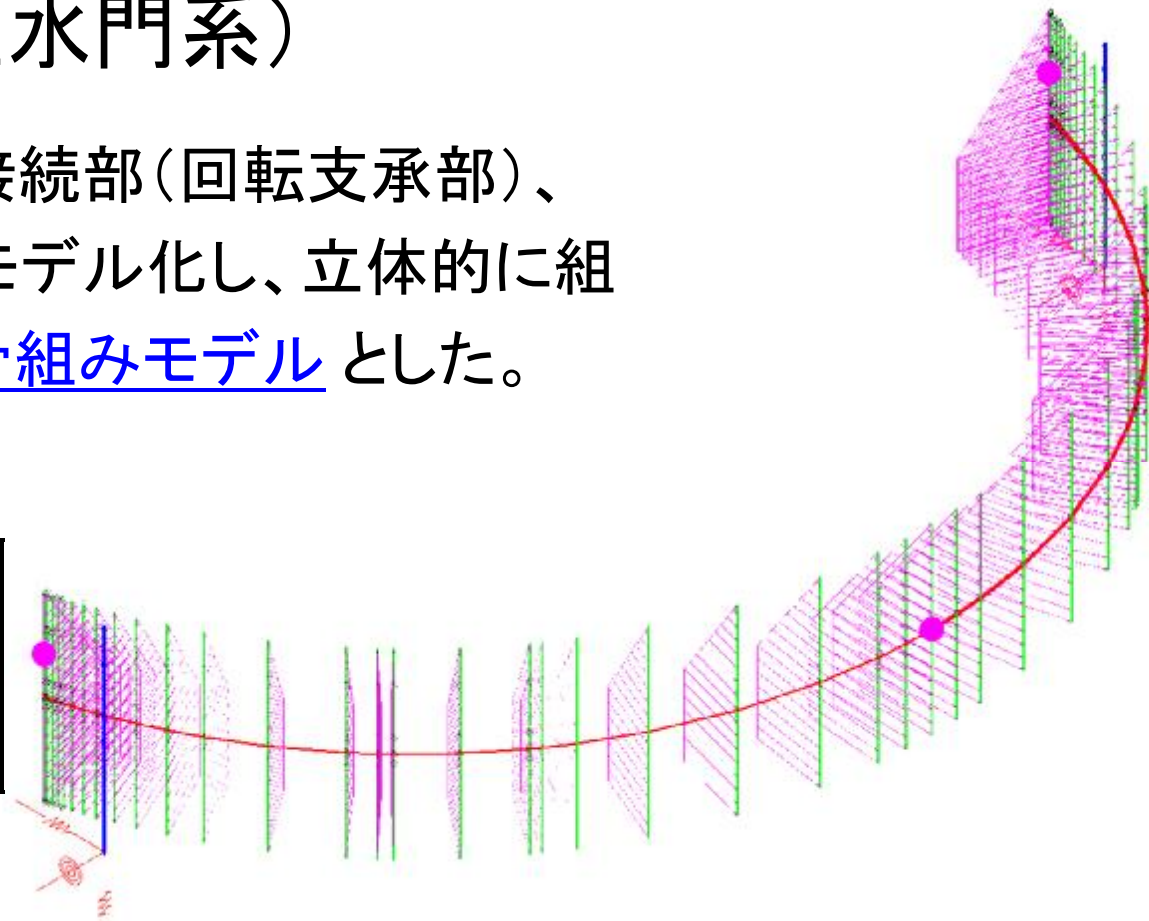


## 2. 解析結果の判定 モデル図

### 解析モデル(主水門系)

主水門扉体、扉体接続部(回転支承部)、  
堰柱部を棒部材にモデル化し、立体的に組  
み合わせた3次元骨組みモデルとした。

	扉体軸線
	堰柱
	荷重載荷用剛部材
	ヒンジ部(回転支承・中央ピン)
	基礎バネ
	荷重



## 2. 解析結果の判定 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。

施設画上の津波(L1津波):H15シミュレーション結果

	木津川水門	尻無川水門	安治川水門
最大津波水位	OP+4.98	OP+4.56	OP+4.29

最大クラス相当の津波(モデル⑩):今回シミュレーション結果

	木津川水門	尻無川水門	安治川水門
最大津波水位	OP+5.59	OP+5.43	OP+5.31

## 2. 解析結果の判定 求められる性能

施設画面上の津波(L1津波):H15シミュレーション結果

求められる性能

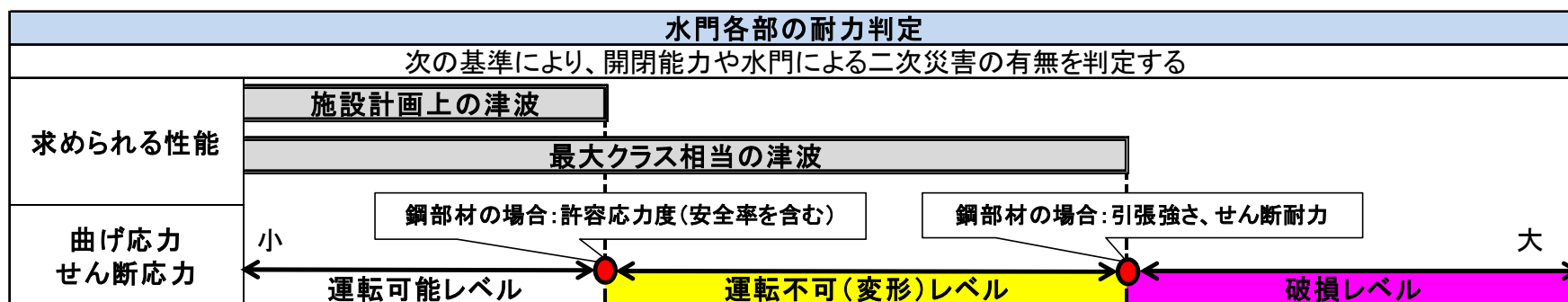
**水門が確実に開閉動作できる**

最大クラス相当の津波(モデル⑩):今回シミュレーション結果

求められる性能

**二次災害を起こさない**

## 2. 解析結果の判定 水門各部の耐力判定



施設画面上の津波(L1津波)における判定値について

津波到達後も水門としての開閉能力を有し、高潮に対応できなければならない。

⇒運転の可否を判定ラインとした。

最大クラス相当の津波(モデル⑩)における判定値について

津波による二次災害(扉体、堰柱の流出など)が発生してはならない。

⇒破損(分離・流出)の有無を判定ラインとした。



## 2. 解析結果の判定 水門各部の耐力判定

### 施設画面上の津波(L1津波)における判定値

#### 【鋼部材】

曲げ・せん断照査 部材に発生する応力度 $\leq$ 判定値

※判定値は水門設備設計時の地震時許容応力度を適用

地震時許容応力度 $=$ 通常時許容応力度 $\times 1.5$ 倍

(ダム・堰施設技術基準(案)による)

#### 【RC部材】

曲げ照査 部材にかかる曲げモーメント $\leq$ 判定値(=降伏モーメント)

せん断照査 部材にかかるせん断力 $\leq$ 判定値(=せん断耐力)

※コンクリートの設計基準強度により判定値(降伏モーメント、せん断耐力)を算出(算出手法は道路橋示方書(V編)による)

## 2. 解析結果の判定

### 水門各部の耐力判定

#### 最大クラス相当の津波(モデル⑩)における判定値

##### 【鋼部材】

曲げ・せん断照査 部材に発生する応力度 $\leq$ 判定値

※判定値は鋼材の引張強さとする

##### 【RC部材】

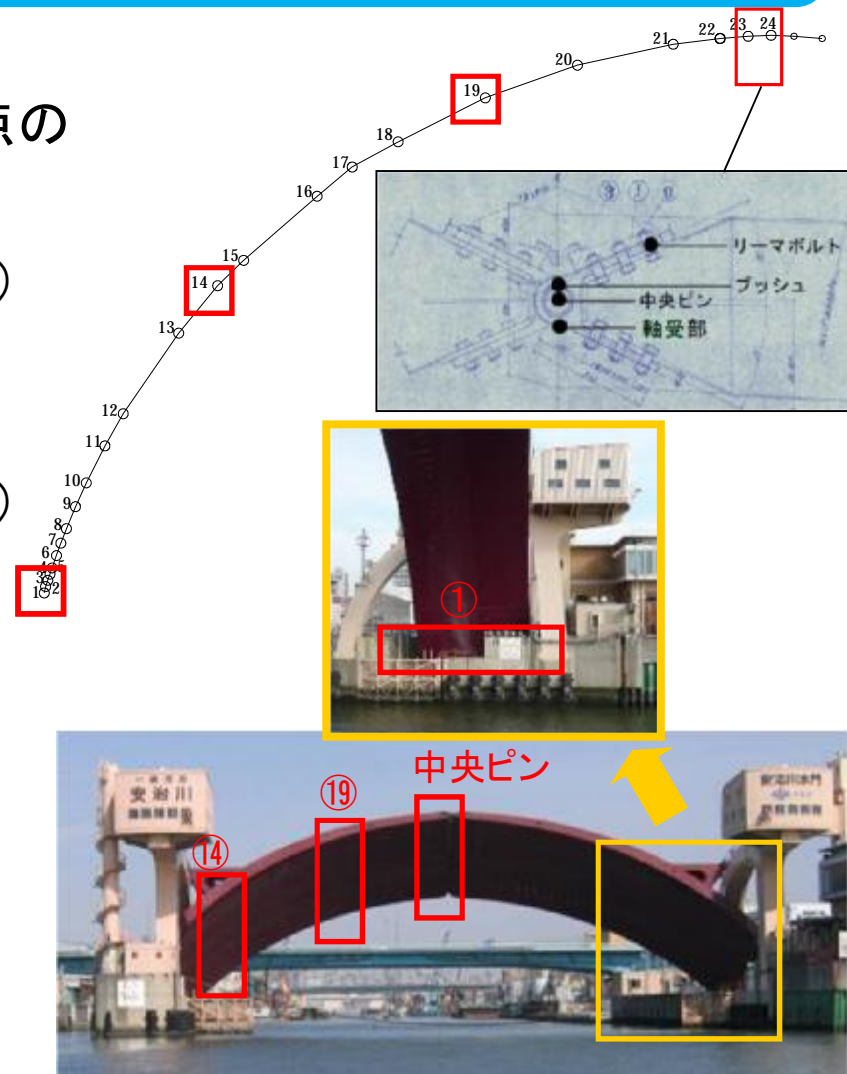
曲げ照査 部材にかかる曲げモーメント $\leq$ 判定値 (=降伏モーメント)

せん断照査 部材にかかるせん断力 $\leq$ 判定値 (=せん断耐力)

※過去に調査した**実際のコンクリート強度**により判定値 (降伏モーメント、せん断耐力) を算出 (算出手法は道路橋示方書 (V編) による)

## 2. 解析結果の判定 扉体


- 扉体一般部  
全46ポイントで解析を実施した。以下4点の解析結果を示す。
  1. ポイント 1 扉体端部（回転支承部付近）
  2. ポイント14 扉体中間部 1
  3. ポイント19 扉体中間部 2
  4. ポイント23 扉体中央部（中央ピン付近）
- 中央ピン部  
アーチ水門中央でヒンジを構成し、構造上重要な部位である中央ピン・リーマボルト等について解析を実施した。



# 2. 解析結果の判定 扉体

## 計算結果(L1津波)

照査箇所			単位	判定値			Case②(押し波時)			Case④(引き波時)			
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	
扉体	一般部 (右岸側)	ポイント1	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	251	335	490	162	126	151	72	64	84
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	144	193	282	169	149	142	107	105	108
		ポイント14	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	181	150	135	88	89	84
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	51	43	40	35	33	35
		ポイント19	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	191	153	148	93	90	92
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	28	23	24	18	17	18
	ポイント23	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	87	85	86	87	85	86	
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	4	4	4	4	4	4	
	中央ピン	中央ピン	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	118	158	311	154	134	125	92	88	90
		ブッシュ	支圧面応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	63	55	51	37	36	37
		リーマボルト	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	241	322	565	181	158	147	106	103	105
		軸受部	引張応力	N/mm <sup>2</sup>	220	294	590	150	130	121	88	85	87
	一般部 (左岸側)	ポイント23'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	177	143	138	87	85	86
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	6	5	4	4	4	4
		ポイント19'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	188	151	148	92	89	92
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	29	26	23	19	18	17
		ポイント14'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	172	134	137	85	82	85
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	51	43	40	35	33	35
		ポイント1'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	251	335	490	188	173	145	83	87	81
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	144	193	282	169	150	142	108	104	108

:判定値(L1)を超過する箇所

# 2. 解析結果の判定 扉体

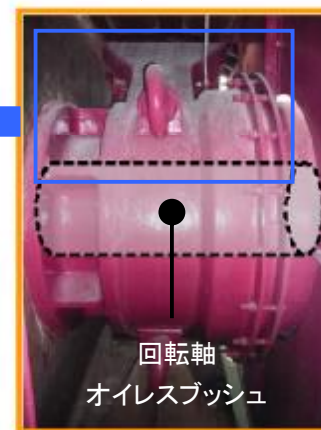
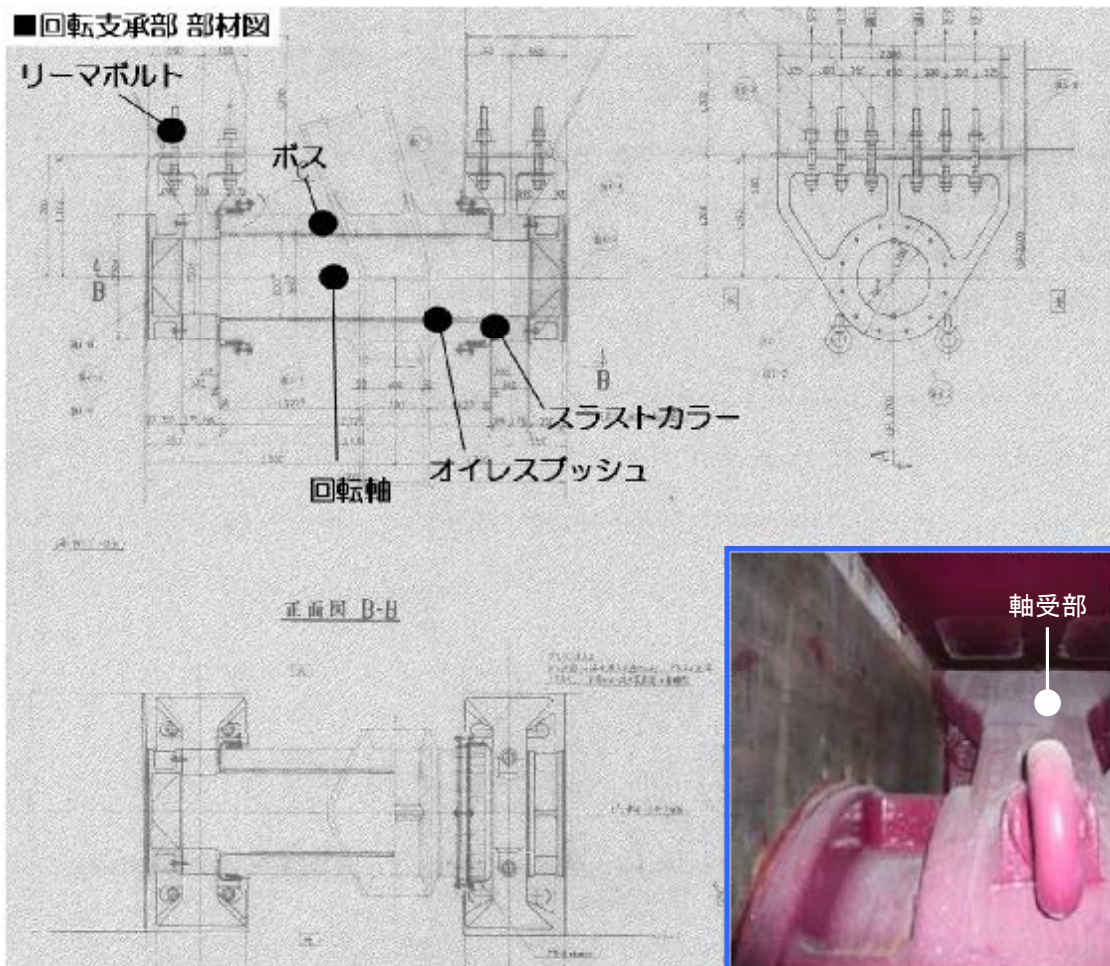
## 計算結果(モデル⑩)

照査箇所			単位	判定値			Case⑥(押し波時)			Case⑧(引き波時)			
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	
扉体	一般部 (右岸側)	ポイント1	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	251	335	490	197	169	216	77	67	87
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	144	193	282	203	193	189	117	108	110
		ポイント14	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	218	205	190	94	90	86
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	61	57	54	37	35	35
		ポイント19	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	232	211	208	98	93	93
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	33	30	32	19	18	19
	ポイント23	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	215	197	195	92	87	87	
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	6	6	6	4	4	4	
	中央ピン	中央ピン	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	118	158	311	184	172	167	100	91	92
		ブッシュ	支圧面応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	76	71	69	41	37	37
		リーマボルト	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	241	322	565	217	203	196	116	106	107
		軸受部	引張応力	N/mm <sup>2</sup>	220	294	590	179	168	162	96	87	88
	一般部 (左岸側)	ポイント23'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	214	197	194	92	87	87
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	6	7	5	4	4	4
		ポイント19'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	228	207	209	97	91	93
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	36	34	31	20	18	18
		ポイント14'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	208	185	192	89	83	87
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	61	57	54	37	35	35
		ポイント1'	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	251	335	490	229	233	208	89	89	84
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	144	193	282	205	192	189	117	107	110

判定値(モデル⑩)を超過する箇所

## 2. 解析結果の判定

### 回転支承部



# 2. 解析結果の判定

## 回転支承部

### 計算結果(L1津波)

照査箇所				単位	判定値			Case②(押し波時)			Case④(引き波時)		
					L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門
回転 支承部	回転軸	右岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	279	784	930	249	209	193	93	90	95
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	161	452	536	61	49	50	25	23	27
		左岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	279	784	930	253	216	192	94	93	94
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	161	452	536	64	57	49	26	27	26
	オイルス ブッシュ	右岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	44	34	40	18	16	22
		左岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	51	47	39	21	22	21
	スラスト カラー	右岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	14	12	10	6	6	5
		左岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	14	11	10	6	5	5
	ボス	右岸側	円周方向応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	115	90	105	47	43	57
			支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	41	32	37	17	15	20
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	83	141	277	78	61	71	32	29	38
		左岸側	円周方向応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	132	121	100	54	58	54
			支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	47	43	36	19	21	19
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	83	141	277	89	82	68	37	39	37
	リーマ ボルト	右岸側	軸方向引張応力	N/mm <sup>2</sup>	294	558	980				255	259	255
		左岸側	軸方向引張応力	N/mm <sup>2</sup>	294	558	980				240	226	260

    :判定値(L1)を超過する箇所

## 2. 解析結果の判定 回転支承部

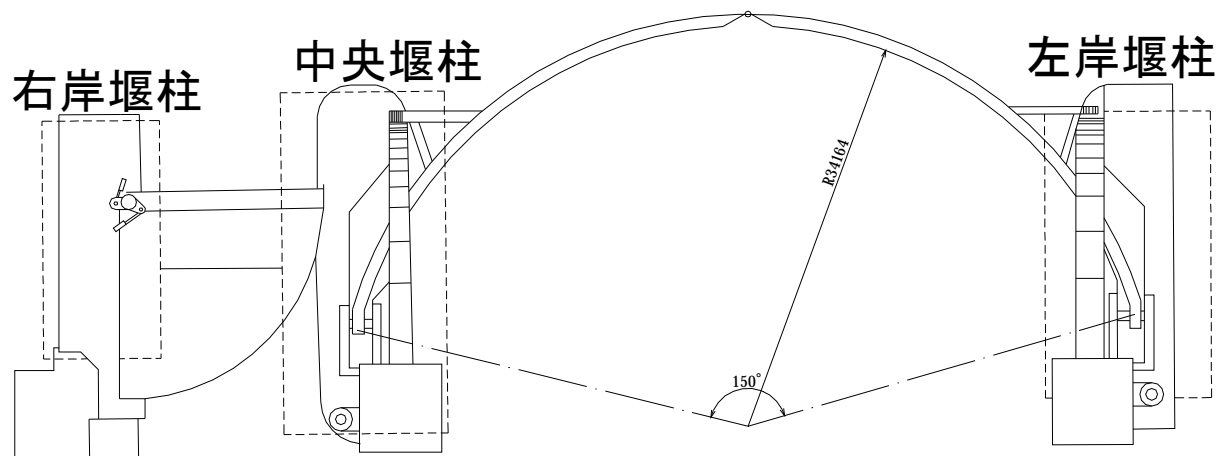
### 計算結果(モデル⑩)

照査箇所			単位	判定値			Case⑥(押し波時)			Case⑧(引き波時)			
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	
回転 支承部	回転軸	右岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	279	784	930	304	284	281	99	92	96
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	161	452	536	74	67	73	27	24	27
		左岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	279	784	930	309	294	280	101	96	96
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	161	452	536	78	77	71	28	28	27
	オイルス ブッシュ	右岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	53	47	58	19	17	22
		左岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	62	64	56	22	23	21
	スラスト カラー	右岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	17	16	15	6	6	6
		左岸側	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150	17	15	15	6	6	6
	ボス	右岸側	円周方向応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	139	121	152	50	43	57
			支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	50	43	54	18	16	20
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	83	141	277	94	82	103	34	29	39
		左岸側	円周方向応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	161	165	146	58	59	55
			支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	144	245	480	57	59	52	21	21	20
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	83	141	277	109	112	99	39	40	37
リーマ ボルト	右岸側	軸方向引張応力	N/mm <sup>2</sup>	294	558	980				274	265	259	
	左岸側	軸方向引張応力	N/mm <sup>2</sup>	294	558	980				257	231	263	

判定値(モデル⑩)を超過する箇所



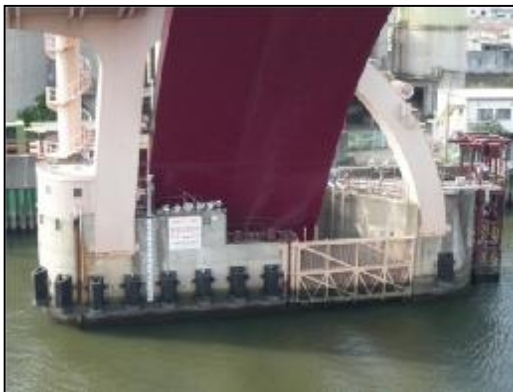
## 2. 解析結果の判定 堰柱



右岸堰柱



中央堰柱



左岸堰柱



# 2. 解析結果の判定 堰柱

## 計算結果(L1津波)

照査箇所			単位	判定値			Case②(押し波時)			Case④(引き波時)			
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	
堰柱	基部	右岸堰柱	曲げモーメント	kN・m	1,118,100	—	1,237,200	32,300			10,100		
					2,811,400	—	2,895,000		183,500		87,700		
					1,110,200	—	1,235,600			23,100		10,100	
			せん断力	kN	13,300	—	15,800	5,900			2,400		
					64,700	—	85,200		21,000		10,000		
					12,200	—	15,800			4,400		2,400	
		中央堰柱	曲げモーメント	kN・m	1,624,400	—	1,642,200	261,000			101,500		
					1,710,700	—	1,734,400		221,900		101,100		
					1,131,500	—	1,153,600			194,300		101,300	
			せん断力	kN	28,700	—	34,200	37,300			15,400		
					27,300	—	35,800		31,400		15,000		
					25,800	—	33,800			28,100		15,200	
	左岸堰柱	曲げモーメント	kN・m	2,909,000	—	2,970,600	203,400			84,000			
				1,756,300	—	1,855,600		27,400		10,300			
				2,129,500	—	2,296,100			146,200		80,000		
		せん断力	kN	61,100	—	72,800	24,800			10,200			
				13,300	—	17,300		5,000		2,300			
				57,500	—	75,700			18,700		10,100		
アンカー レイジ	ボックス ガーター	右岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	236	315	490	149	122	123	61	58	67
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	136	181	282	182	148	150	75	71	81
		左岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	236	315	490	159	140	121	66	67	65
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	136	181	282	193	170	147	80	81	79

判定値(L1)を超過する箇所

# 2. 解析結果の判定 堰柱

## 計算結果(モデル⑩)

照査箇所			単位	判定値			Case⑥(押し波時)			Case⑧(引き波時)			
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	
堰柱	基部	右岸堰柱	曲げモーメント	kN・m	1,118,100	—	1,237,200	39,900			10,600		
					2,811,400	—	2,895,000		250,400		89,700		
					1,110,200	—	1,235,600			35,800		10,200	
		せん断力	kN	13,300	—	15,800	7,200			2,600			
				64,700	—	85,200		28,600		10,200			
				12,200	—	15,800			6,500		2,400		
		中央堰柱	曲げモーメント	kN・m	1,624,400	—	1,642,200	320,100			108,100		
					1,710,700	—	1,734,400		306,300		103,200		
					1,131,500	—	1,153,600			289,700		102,700	
		せん断力	kN	28,700	—	34,200	45,500			16,500			
				27,300	—	35,800		42,700		15,400			
				25,800	—	33,800			40,900		15,500		
	左岸堰柱	曲げモーメント	kN・m	2,909,000	—	2,970,600	248,800			89,900			
				1,756,300	—	1,855,600		38,700		10,500			
				2,129,500	—	2,296,100			215,300		81,200		
せん断力	kN	61,100	—	72,800	30,200			10,900					
		13,300	—	17,300		6,800		2,400					
		57,500	—	75,700			27,300		10,300				
アンカー レイジ	ボックス ガーター	右岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	236	315	490	182	166	179	66	59	67
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	136	181	282	221	201	218	80	72	82
		左岸側	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	236	315	490	194	190	176	70	68	67
			せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	136	181	282	236	231	214	85	83	81

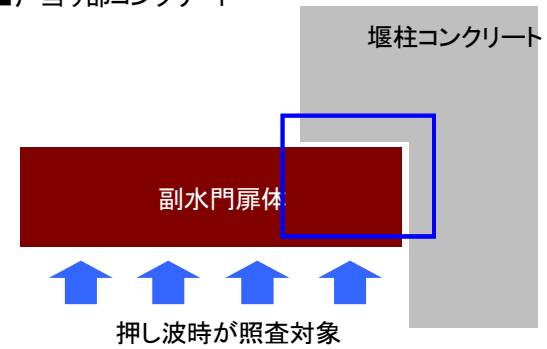
判定値(モデル⑩)を超過する箇所

## 2. 解析結果の判定

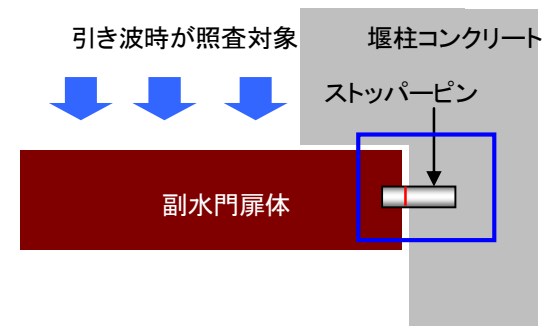
### 副水門



■戸当り部コンクリート




■ストッパー部



## 2. 解析結果の判定 副水門

### 計算結果(L1津波)

照査箇所			単位	判定値			Case②(押し波時)			Case④(引き波時)		
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門
副水門	扉体	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	233	201	186	124	119	122
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	51	44	40	27	26	27
	戸当り部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16	1.07	0.90	0.80			
	ストッパー(ピン)	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	90	120	311				37	36	37
	ストッパー部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16				4.24	4.11	4.20
	回転軸	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	153	205	410				76	74	75
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	88	118	236				10	10	10
	回転軸部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16	0.32	0.27	0.24			
	軸受	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150				22	22	22

:判定値(L1)を超過する箇所

## 2. 解析結果の判定 副水門

### 計算結果(モデル⑩)

照査箇所			単位	判定値			Case⑥(押し波時)			Case⑧(引き波時)		
				L1	(降伏点)	モデル⑩	木津川水門	尻無川水門	安治川水門	木津川水門	尻無川水門	安治川水門
副水門	扉体	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	266	355	490	282	264	255	131	123	125
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	153	204	282	61	57	55	29	27	27
	戸当り部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16	1.3	1.22	1.17			
	ストッパー(ピン)	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	90	120	311				39	37	38
	ストッパー部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16				4.47	4.23	4.29
	回転軸	曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>	153	205	410				79	76	77
		せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	88	118	236				11	10	10
	回転軸部コンクリート	せん断応力	N/mm <sup>2</sup>	0.8	—	1.16	0.39	0.37	0.35			
	軸受	支圧応力	N/mm <sup>2</sup>	112	—	150				23	22	22

 :判定値(モデル⑩)を超過する箇所

## 2. 解析結果の判定 堰柱の評価方法

堰柱の評価方法は『河川構造物の耐震性能照査指針(案)』(国土交通省)と『道路橋示方書(IV)』に準じる。

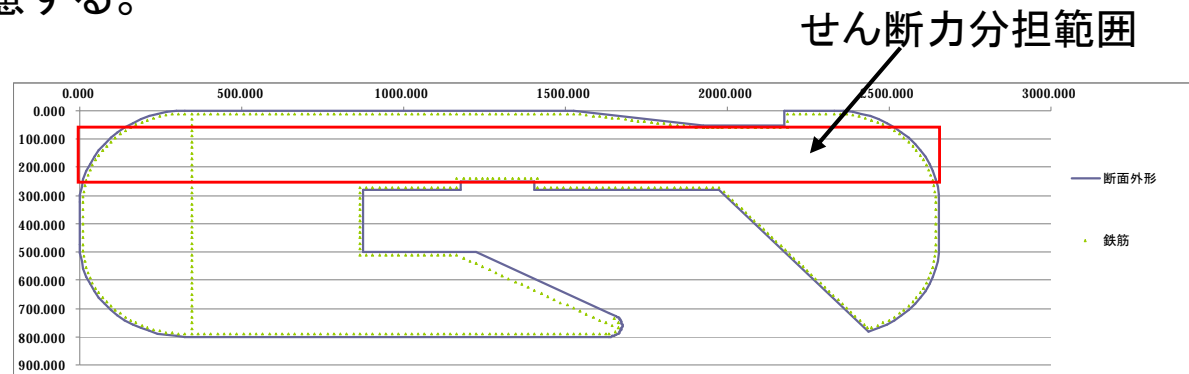
### M-φ(曲げモーメント-曲率関係)算出

- ・突起部や切欠き部も含め、鉄筋が配置されている**全ての範囲を考慮**する。

### せん断耐力算出

- ・せん断力の負担機構が不明確であるため、**突起部、切欠き部は無視**する。
- ・**ディープビーム効果**を考慮する。

堰柱は複雑な断面形状なので、せん断に対する有効断面積がかなり小さく評価されている。



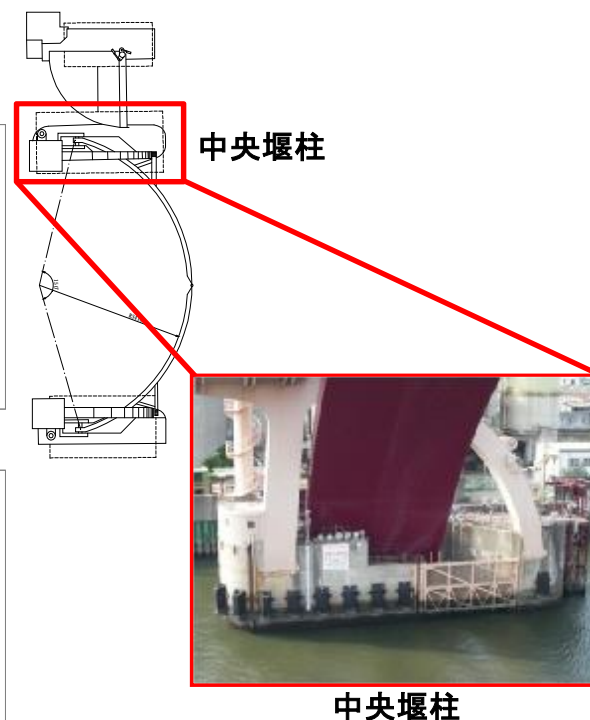
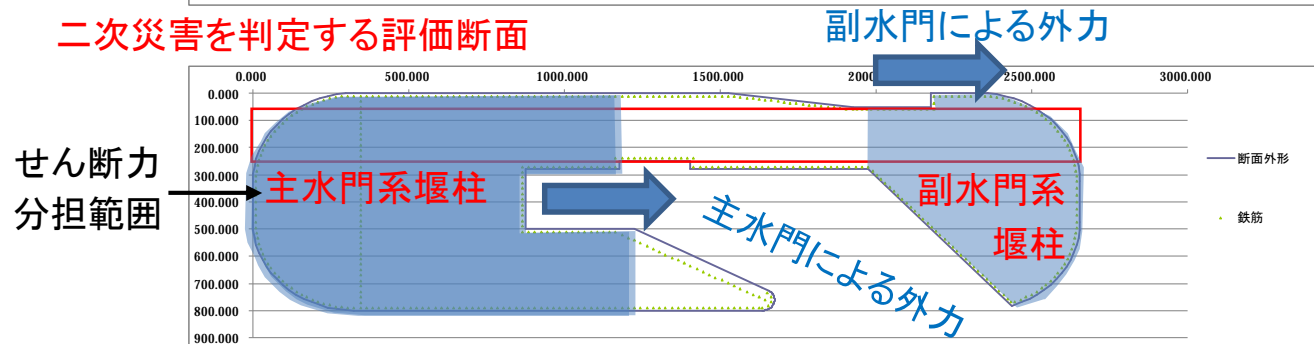
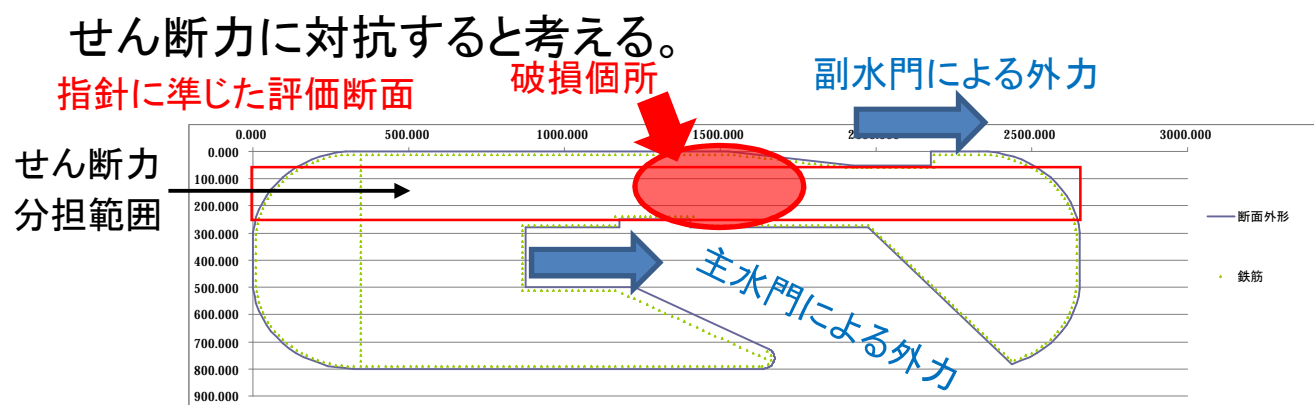
例：中央堰柱の概要図

## 2. 解析結果の判定

### 中央堰柱のせん断耐力について

#### 堰柱のせん断耐力の考え方

- ①「河川構造物の耐震性能照査指針(案)」に準じ、突起部や切欠き部を無視した最小断面で評価している。すなわち、最も幅の狭い断面で破損する事を想定している。
- ②2次災害(分離・流出)を判定する評価断面としては小さすぎる。
- ③2次災害を評価する場合、破損個所以外の堰柱断面が、独立して主水門・副水門のせん断力に対抗すると考える。





## 2. 解析結果の判定

### 中央堰柱のせん断耐力について

指針に準じた評価断面

		判定値	モデル⑩	判定
基準 評価断面	木津川水門	34,200	45,500	×
	尻無川水門	35,800	42,700	×
	安治川水門	33,800	40,900	×



二次災害を判定する評価断面

		判定値	モデル⑩	判定
主水門系 堰柱	木津川水門	39,690	39,570	○
	尻無川水門	42,570	36,920	○
	安治川水門	47,810	35,600	○
副水門系 堰柱	木津川水門	20,350	7,190	○
	尻無川水門	22,570	6,760	○
	安治川水門	10,415	6,466	○

## 2. 解析結果の判定

### 解析結果の判定

解析結果の判定は以下のとおり。

解析結果の判定

津波		L1			モデル⑩		
求められる性能		水門が確実に開閉動作できる			二次災害を起こさない		
水門		木津川	尻無川	安治川	木津川	尻無川	安治川
主水門	扉体	×	×	○	○	○	○
	中央ピン	×	×	×	○	○	○
	回転支承部	×	○	○	○	○	○
	ボックスゲーター	×	×	×	○	○	○
	中央堰柱	×	×	×	○	○	○
副水門	副水門戸当り	×	×	×	×※	×※	×※
	ストッパー部	×	×	×	×※	×※	×※




×: 求められる性能を満足できない箇所

○: 求められる性能を満足している箇所

※想定される破損状況から、二次災害を引き起こす可能性は低いと考えられる。

# 3. 補強方策の検討 扉体

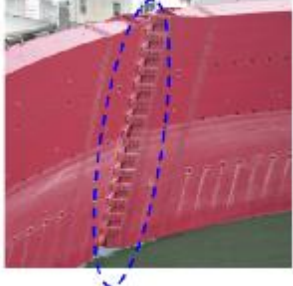

## ■扉体の補強方策検討

	案1 コンクリート充填によるせん断補強 扉体内にコンクリートを充填させる。	案2 鋼板増し厚(当て板)によるせん断補強 当て板による増し厚を行う。						
内容	 	<table border="1" data-bbox="1198 657 1505 774"> <thead> <tr> <th></th> <th>板厚</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>木津川</td> <td>9+6mm</td> </tr> <tr> <td>尻無川</td> <td>9+6mm</td> </tr> </tbody> </table> 		板厚	木津川	9+6mm	尻無川	9+6mm
	板厚							
木津川	9+6mm							
尻無川	9+6mm							
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>-コンクリートでは必要な強度が足りない。</li> <li>-重量が大幅に増加する(240t/箇所)。</li> <li>-開閉操作の負荷変動によるたわみの為、クラックが生じやすい。また水分の侵入により腐食が発生する可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-溶接取付の場合、熱歪みによる不具合、母材損傷の恐れがある。</li> <li>-高力ボルト取付の場合、腐食する恐れがある。(ダム・堰基準で、水中部の使用が禁止)</li> </ul> <p>【全開状態で補強する場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-残留応力を除去するため、大規模な仮受台(530t)が必要である。</li> </ul> <p>【全閉状態で補強する場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-狭窄部、水中での作業となり、施工が困難である。</li> <li>-長期の航路閉鎖が必要となる。</li> </ul>						
評価	強度不足、重量増加及び、たわみによるクラック発生等の為、不可である。	性能保証が難しく、施工方法も実施困難である。						

# 3. 補強方策の検討

## 中央ピン


### ■中央ピンの補強方策検討

	案1 中央ピンの取替え	案2 PCケーブルによる連結
内容	<p>中央ピンを高強度のものに取り替える。</p> 	<p>せん断による損傷が想定される部分(中央ピン部)を跨ぐようにPCケーブルで連結する。</p> 
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軸受の数が多く(28箇所)、中央ピンの単独取替えは不可能である。</li> <li>・軸受又は扉体の一部取替が必要である。</li> <li>・施工は、全閉状態で施工ヤードをドライにする必要がある。</li> <li>・長期の航路閉鎖が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接取付の場合、熱歪みによる不具合、母材損傷の恐れがある。</li> <li>・高力ボルト取付の場合、腐食する恐れがある。(ダム・堰基準で、水中部の使用が禁止)</li> <li>・PCケーブルの防錆処理について懸念が残る。</li> <li>・応力がPCケーブルと中央ピンに均等に伝達しない可能性がある。</li> <li>・施工は、全閉状態で施工ヤードをドライにする必要がある。</li> <li>・長期の航路閉鎖が必要となる。</li> </ul>
評価	中央ピンを取り替えるのは困難である。	性能保証が難しく、施工方法も実施困難である。

# 3. 補強方策の検討

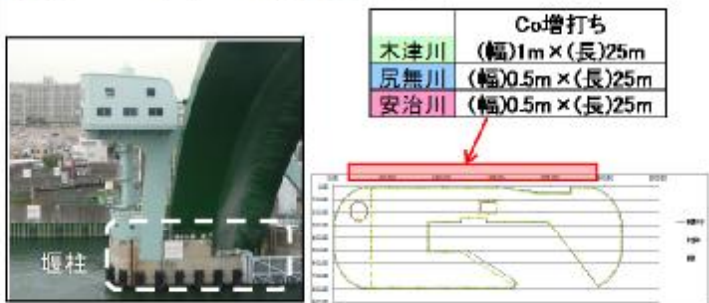
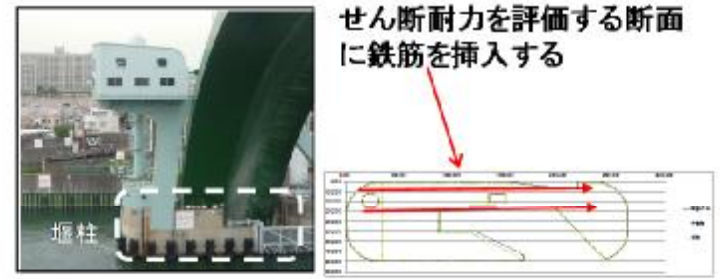
## 回転支承部

### ■ 回転支承部(ボス)の補強方策検討

	案 回転支承部(ボス)の取替え
内容	ボスを高強度のものに取り替える。 
課題	<ul style="list-style-type: none"><li>・ボスの単独取替えは不可である。</li><li>・扉体の一部取替えが必要となる。</li><li>・施工時は、大規模な仮受け、または全閉した状態となるため長期間の航路閉鎖が必要となる。</li></ul>
評価	回転支承部を取り替えるのは不可である。

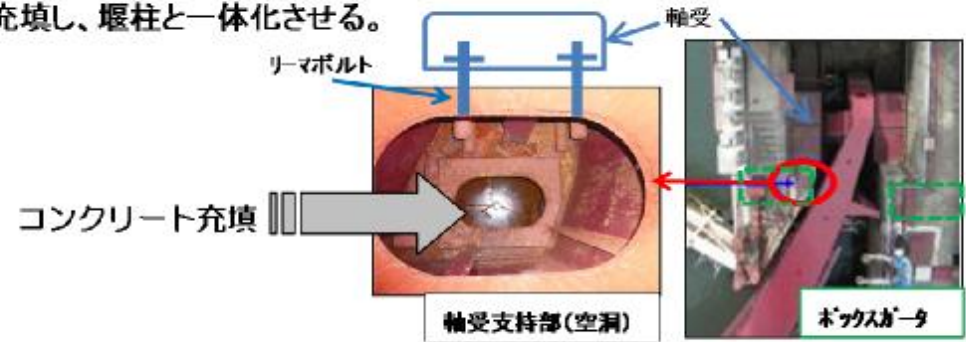
# 3. 補強方策の検討 中央堰柱

## ■ 中央堰柱の補強方策検討

	案1 コンクリート増打ちによるせん断補強 堰柱にコンクリート増打ちする。	案2 鉄筋挿入によるせん断補強 堰柱長手方向に鉄筋を挿入する。
内容	 <p>Co増打ち          木津川 (幅)1m×(長)25m          尻無川 (幅)0.5m×(長)25m          安治川 (幅)0.5m×(長)25m</p>	 <p>せん断耐力を評価する断面 に鉄筋を挿入する</p>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>副水門を改造する必要がある。</li> <li>河川流下能力に対する検証が必要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰柱長手方向(20m超)の削孔・挿入は、非常に困難である。</li> <li>また、内部にアンカーレージ等の鋼構造物があり、挿入が難しい。</li> </ul>
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>副水門を改造する必要があるが、施工可能と思われる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工が非常に困難である。</li> </ul>

# 3. 補強方策の検討 ボックスガーター


## ■ボックスガーター(軸受支持部)の補強方策検討

	<p>案 コンクリート充填による一体化</p>
<p>内容</p>	<p>コンクリートを充填し、堰柱と一体化させる。</p>  <p>軸受支持部(空洞)</p> <p>ボックスガーター</p>
<p>評価</p>	<p>・施工可能である。</p>

# 3. 補強方策の検討

## 副水門戸当り、ストッパー部

### ■副水門戸当り、ストッパー部の補強方策検討

	<p>案 鉄筋挿入による補強</p>
<p>内容</p>	<p>鉄筋を挿入し、せん断耐力を向上させる。</p>  <p>■副水門部 副水門部 押し波力が伝達対象 鉄筋を挿入</p> <p>■ストッパー部 引き波力が伝達対象 ストッパー部 鉄筋を挿入</p> <p>鉄筋挿入</p>
<p>課題</p>	<p>・水中施工、または仮締切を行う必要がある。</p>
<p>評価</p>	<p>・鉄筋挿入距離も短く比較的容易に施工可能である。</p>



# 3. 補強方策の検討 まとめ

水門に求められる性能を確保するため、補強が必要となる。

解析結果の判定

津波		L1			モデル⑩		
求められる性能		水門が確実に開閉動作できる			二次災害を起こさない		
水門		木津川	尻無川	安治川	木津川	尻無川	安治川
主水門	扉体	×	×	○	○	○	○
	中央ピン	×	×	×	○	○	○
	回転支承部	×	○	○	○	○	○
	ボックスゲーター	×	×	×	○	○	○
	中央堰柱	×	×	×	○	○	○
副水門	副水門戸当り	×	×	×	×※	×※	×※
	ストッパー部	×	×	×	×※	×※	×※

×: 求められる性能を満足できない箇所

○: 求められる性能を満足している箇所

※想定される破損状況から、二次災害を引き起こす可能性は低いと考えられる。

# 3. 補強方策の検討 まとめ

補強の可否は以下の通りである。

補強対策の可否

津波		L1			モデル⑩		
水門		木津川	尻無川	安治川	木津川	尻無川	安治川
主水門	扉体	×	×	補強不要	補強不要	補強不要	補強不要
	中央ピン	×	×	×			
	回転支承部	×	補強不要	補強不要			
	ボックスゲーター	○	○	○			
	中央堰柱	○	○	○			
副水門	副水門戸当り	○	○	○	○	○	○
	ストッパー部	○	○	○	○	○	○

×:補強不可

○:補強可能

## 施設計画上の津波(L1津波)

3水門とも主水門の一部で補強が出来ず、求められる性能を満たさない。

## 最大クラス相当の津波(モデル⑩)

3水門とも補強可能であり、求められる性能を満たすことができる。

# 今後の検討内容

