

### 3. ゲート設備調査

#### 3.1. ゲート設備調査概要

##### a) 設備の概要

大堰ゲート設備の概要を図 3.1 および表 3.2 に示す。

このうち本体ゲートの諸元を整理すると表 3.3 のとおりである。

##### b) 調査項目

ゲート設備は次の項目について調査を行った。

表 3.1 ゲート設備調査項目

ゲート種別 調査項目		本体ゲート						呼び水ゲート		
		1号流調ゲート	2号制水ゲート	3号制水ゲート	4号制水ゲート	5号制水ゲート	6号制水ゲート	7号流調ゲート	左岸ゲート	右岸ゲート
静的試験	たわみ	○	○	○	○	○	○	○	—	—
	応力測定	—	—	—	—	—	○	○	—	—
放流試験	振動測定	—	—	—	—	—	○	○	—	—
	低周波騒音測定	—	—	—	—	—	○	○	—	○
水密検査		○	○	○	○	○	○	○	—	—
作動試験		○	○	○	○	○	○	○	—	—

表 3.2 ゲート諸元

設置箇所	ゲート区分	ゲート名称	ゲートタイプ	操作方法	純径間	扉高	主な利用目的	備考
紀の川本川	本体ゲート	1号流調ゲート	引上げ式ゲート	遠方自動	40.0m	7.1m	取水位の確保・塩水遡上の防止・洪水の安全な流下・流量調節	越流型2段式ローラゲート
		2号制水ゲート						
		3号制水ゲート						
		4号制水ゲート						
		5号制水ゲート						
		6号制水ゲート						
		7号流調ゲート						
左右岸呼び水水路	呼び水ゲート	呼び水ゲート	起伏ゲート	遠方自動	5.0m	3.6m	流量調節	
		迷い込み防止ゲート	起伏ゲート	遠方自動	5.0m	—	魚類の迷入防止	
		呼び水角度調節ゲート	マイターゲート	機側手動	5.0m	—	放流方向の調節	
		左岸1号ゲート	スライドゲート	機側自動	3.6m	3.90m	高潮時の塩水遡上防止	
左岸階段式魚道	魚道ゲート	左岸第1グループゲート	スライドゲート	機側自動	1.8m	2.90m~4.10m	魚道機能確保	可動床版付き9段1連
		右岸1号ゲート	スライドゲート	機側自動	3.6m	3.90m	高潮時の塩水遡上防止	
右岸階段式魚道	魚道ゲート	右岸2号ゲート	スライドゲート	機側自動	3.6m	3.65m	貯水位上昇時の流量調節	
		右岸第1グループゲート	スライドゲート	機側自動	3.6m	2.60m~3.60m	魚道機能確保	5段1連
		右岸第2グループゲート	スライドゲート	機側自動	3.6m	1.10m~2.35m	魚道機能確保	6段1連
		フロート式ゲート	フロート式傾斜水路	無動力	7.0m	0.4m	魚道機能確保	
左岸人工河川式魚道	魚道ゲート	左岸水位調節ゲート	起伏ゲート	機側自動	3.0m	1.22m	水位低下時の魚道機能確保	
		左岸水位調節ゲート	起伏ゲート	機側自動	3.0m	1.52m		
		フロート式ゲート	フロート式傾斜水路	無動力	2.5m	0.40m		魚道機能確保
右岸人工河川式魚道	魚道ゲート	フロート式ゲート	フロート式傾斜水路	無動力	2.5m	0.40m	魚道機能確保	

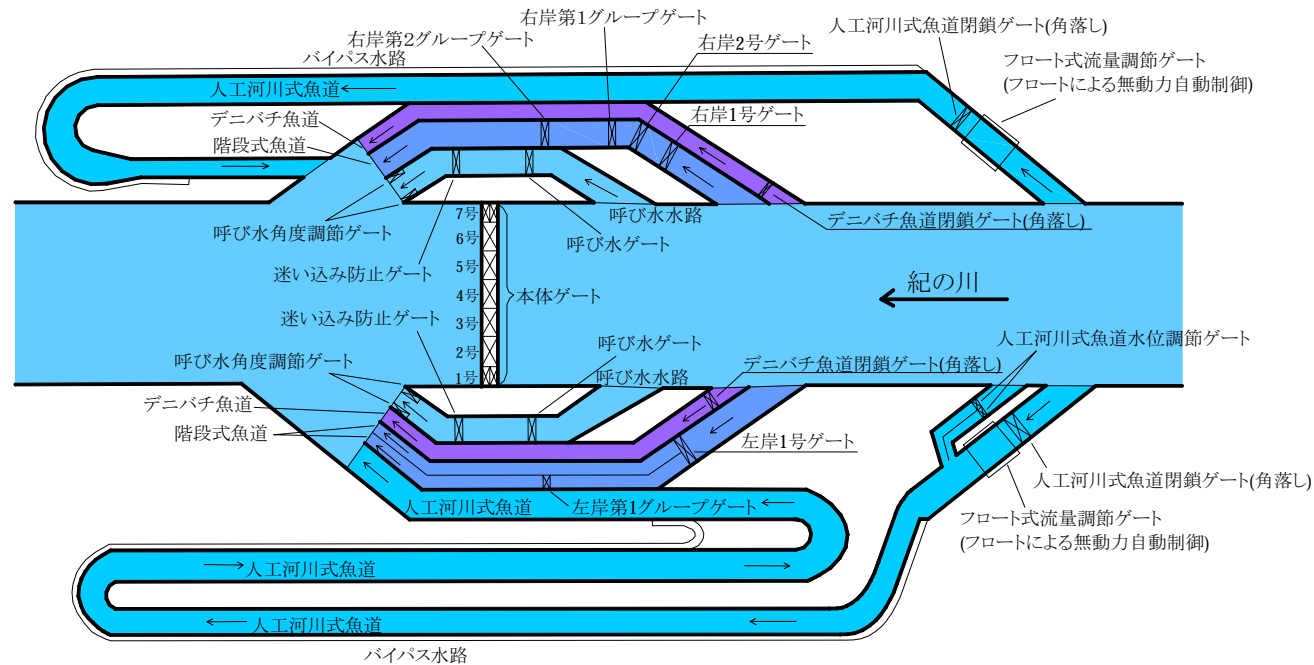


図 3.1 ゲート配置図

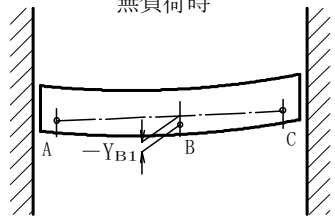
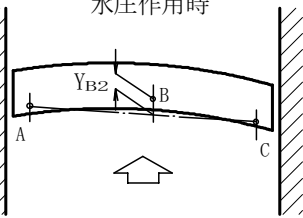

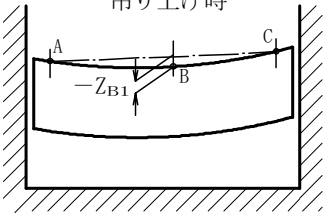
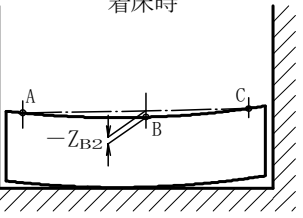



表 3.3 本体ゲート諸元

門扉名	制水ゲート	流量調節ゲート (流調ゲート)
門 数	5 門 (2~6 号ゲート)	2 門 (1 号ゲート, 7 号ゲート)
形 式	単葉シェル構造ローラゲート	越流型シェル構造 2 段式ローラゲート
純径間	51.60m	40.00m
扉 高	7.10m	7.10m (上段扉 3.90, 下段扉 3.70m)
水密方式	両面三方ゴム水密	両面三方及び上下段扉間ゴム水密
扉体天端高	T.P.+4.1m	T.P.+4.1m
扉体敷高	T.P.-3.00m	T.P.-3.00m
開閉形式	電動ワイヤロープウインチ式	電動ワイヤロープウインチ式
開閉速度	主モータ時 0.30m/min 予備モータ時 0.06m/min 程度	主モータ時 0.30m/min 予備モータ時 0.06m/min 程度
揚 程	13.100m	13.100m
自然条件	気温 最低-10℃, 最高+40℃ 風荷重 300kgf/m <sup>2</sup> 震度係数 0.22	気温 最低-10℃, 最高+40℃ 風荷重 300kgf/m <sup>2</sup> 震度係数 0.22
荷重条件	地震時動水圧 扉体の上下流面について算出 海水の比重 1.03 但し, 河側水位>海側水位の場合は 1.00 台風時波浪高 1.70m 地震時波浪高 上流側 0.60m 下流側 0.50m 風波浪高 上流側 0.50m 下流側 0.60m 泥 圧 上流側堆砂高 1.0m 下流側堆砂高 0.3m	地震時動水圧 扉体の上下流面について算出 海水の比重 1.03 但し, 河側水位>海側水位の場合は 1.00 台風時波浪高 1.70m 地震時波浪高 上流側 0.60m 下流側 0.50m 風波浪高 上流側 0.50m 下流側 0.60m 泥 圧 上流側堆砂高 1.0m 下流側堆砂高 0.3m
操作水位	河側 T.P.+3.60m, 海側 T.P.-1.86	河側 T.P.+3.60m, 海側 T.P.-1.86
たわみ度	径間の 1/800 以下 (水平, 鉛直) 径間の 1/600 以下 (合成)	径間の 1/800 以下 (水平, 鉛直) 径間の 1/600 以下 (合成)
腐食代	海水接水面 1 面につき 1.5mm 淡水接水面 1 面につき 1.0mm	海水接水面 1 面につき 1.5mm 淡水接水面 1 面につき 1.0mm
主要鋼材	溶接構造用耐海水性鋼材	溶接構造用耐海水性鋼材
許容応力度	ダム・堰施設技術基準第 2 章 2-0-7 による	ダム・堰施設技術基準第 2 章 2-0-7 による

### 3.2. たわみ測定

#### a) 計測方法

ゲートのたわみは次の要領で測定を行った。

項目	実施要領
対象設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての本体ゲート(1号～7号ゲート)について計測した。</li> </ul>
測定時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a)湛水前, (b)TP+2.8m 湛水時, (e)TP+3.6m 湛水時, (g)TP+1.0m 低下時 の4回について, 水の流れがない状態の扉体のたわみを測定した</li> </ul>
計測方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>たわみは扉体端部(図 3.2～3.3 の A, C 点)と中央部(同 B 点)の座標値を計測し, 座標値の差によってたわみの値を算出した。</li> <li>水平たわみは, 無負荷時と水圧作用時の差によって算出した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>無負荷時</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>水圧作用時</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>座標系</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">たわみ <math>\delta = Y_{B2} - Y_{B1}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鉛直たわみは, 吊り上げ時と着床時の差によって算出した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>吊り上げ時</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>着床時</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>座標系</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">たわみ <math>\delta = Z_{B1} - Z_{B2}</math></p>
作業要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業は次の手順で行った。 <ol style="list-style-type: none"> <li>昇降用の梯子・脚立をゲートピアに固定する。</li> <li>左右岸両側のシーブボックスに親綱(ワイヤ)を固定し, 扉体上面での作業の安全を確保する。扉体上面での作業時にはライフジャケットを着用する。</li> </ol> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>写真 3.1 作業状況(扉体端部)</p> <p>写真 3.2 作業状況(扉体中央部)</p> </div>

項目	実施要領
作業要領	<p>③ 両端部(A, C 点)ならびに中央部(B 点)にターゲット設置位置をマーキングする。(全ゲートについて①から③の要領でマーキングする。)</p> <p>④ 所定の位置に反射ターゲットを設置する。(写真 3.3)</p> <p>⑤ ターゲット位置における扉体上面温度を非接触式温度計にて計測する。</p> <p>⑥ 管理橋上に光波測距儀を設置する。</p> <p>⑦ ターゲットを調整しながら、三次元光波測距儀にてターゲット位置の X, Y, Z 座標を計測する。(写真 3.4)</p> <p>⑧ 計測が完了したら次のゲートに移動し、④～⑦の要領でたわみを計測する。</p>
 <p data-bbox="284 1137 826 1171">写真 3.3 反射ターゲット設置・扉体温度計測</p>	 <p data-bbox="970 1137 1241 1171">写真 3.4 三次元測距儀</p>

b) 計測結果

計測結果は表 3.4～3.17 のとおりである。

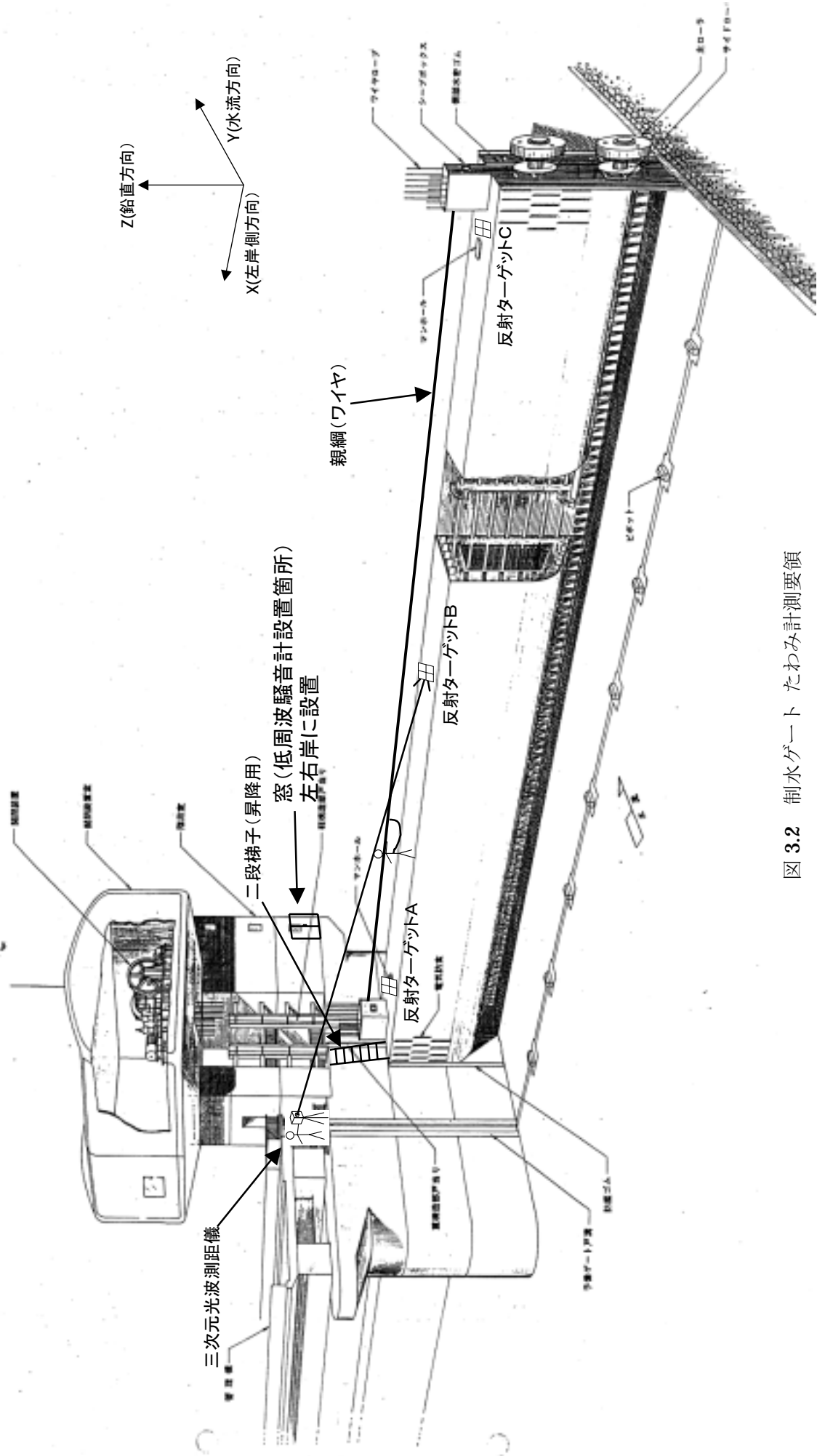


図 3.2 制水ゲート たわみ計測要領

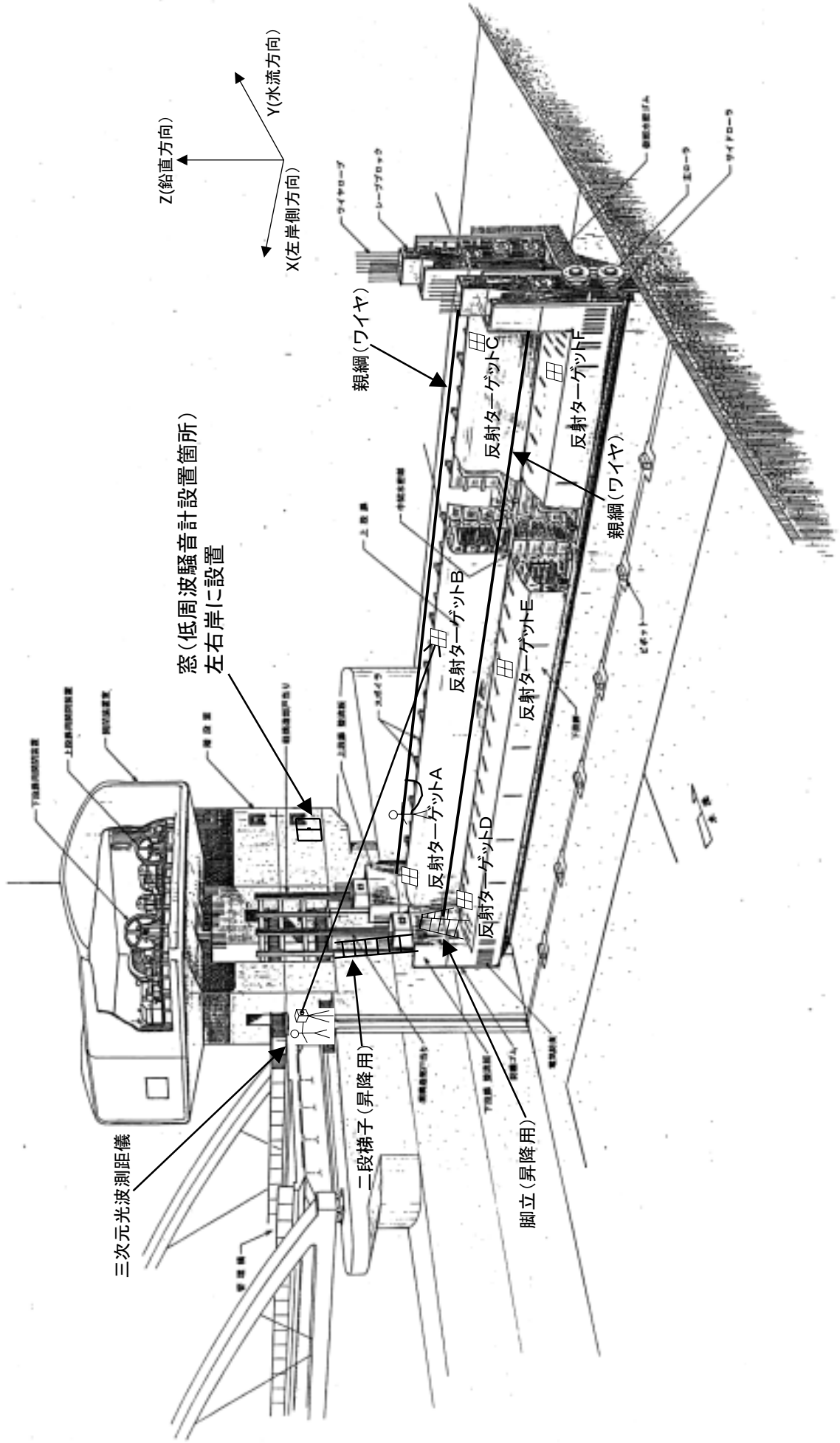


図 3.3 流量調節ゲート 水平たわみ計測要領

表3.4 1号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	1号ゲート上段	A	5/30 14:25	-0.31	-0.32	29.8	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				32.5	16804.5	0.3							-8.7
		C				29.3	33506.1	0.0							-1.9
	1号ゲート下段	A	5/30 14:15	-0.39	-0.41	29.3	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				34.7	16752.7	-3.2							1.0
		C				32.3	33503.6	0.0							-3.0
TP+2.8m 湛水時	1号ゲート上段	A	6/8 16:53	2.64	-0.27	35.6	0.0	0.0	0.8	10.6	66.5	4.2	51.1	OK	
		B				35.6	16805.3	10.9							-9.4
		C				34.3	33506.4	0.0							-11.7
	1号ゲート下段	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B				-	-	-							-
		C				-	-	-							-
TP+3.6m 湛水時	1号ゲート上段	A	6/12 9:30	3.58	-0.41	29.5	0.0	0.0	-1.4	11.1	66.5	0.8	51.1	OK	
		B				31.7	16803.1	11.4							-13.8
		C				31.1	33517.0	0.0							-13.7
	1号ゲート下段	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B				-	-	-							-
		C				-	-	-							-
TP+1.0m 湛水時	1号ゲート上段	A	6/14 10:00	1.21	-0.54	24.2	0.0	0.0	-0.8	-0.5	66.5	-2.4	51.1	OK	
		B				24.1	16803.7	-0.2							-16.5
		C				24.4	33504.3	0.0							-12.8
	1号ゲート下段	A	6/5 16:30	0.13	-0.60	26.2	0.0	0.0	-2.0	2.3	66.5	-1.5	51.1	OK	
		B				28.9	16750.7	-0.9							-0.4
		C				29.8	33501.2	0.0							-2.8



表3.5 2号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	2号ゲート	A	5/30 15:25	0.02	-0.01	28.6	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				34.5	23802.6	-8.4							7.2
		C				28.9	47586.5	0.0							2.1
TP+2.8m 湛水時	2号ゲート	A	6/8 12:33	2.50	0.35	27.3	0.0	0.0	1.2	17.9	66.5	4.0	66.5	OK	
		B				42.2	23803.8	9.5							11.3
		C				43.6	47588.6	0.0							2.4
TP+3.6m 湛水時	2号ゲート	A	6/12 10:05	3.59	-0.59	31.2	0.0	0.0	-0.3	33.8	66.5	3.6	66.5	OK	
		B				32.5	23802.3	25.4							11.2
		C				35.3	47583.4	0.0							2.9
TP+1.0m 湛水時	2号ゲート	A	6/13 15:04	1.17	0.15	30.3	0.0	0.0	-1.5	9.0	66.5	0.9	66.5	OK	
		B				34.1	23801.1	0.6							8.4
		C				31.8	47586.1	0.0							2.8

表3.6 3号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	3号ゲート	A	6/5 11:50	0.05	0.05	25.8	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				43.3	23794.6	-2.1							7.0
		C				36.8	47586.0	0.0							-6.6
TP+2.8m 湛水時	3号ゲート	A	6/8 12:05	2.51	0.31	27.3	0.0	0.0	-1.1	19.3	66.5	0.4	66.5	OK	
		B				43.8	23793.5	17.2							8.0
		C				45.0	47583.9	0.0							-5.4
TP+3.6m 湛水時	3号ゲート	A	6/12 13:10	3.57	-0.14	28.5	0.0	0.0	-0.8	35.0	66.5	2.3	66.5	OK	
		B				38.6	23793.8	32.9							9.3
		C				33.4	47583.4	0.0							-6.6
TP+1.0m 湛水時	3号ゲート	A	6/13 14:34	1.15	-0.03	31.2	0.0	0.0	-2.4	14.3	66.5	-2.9	66.5	OK	
		B				35.0	23792.2	12.2							2.9
		C				32.8	47583.6	0.0							-8.9

表3.7 4号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	4号ゲート	6/5 13:55	-0.38	-0.45	30.9	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	
					48.8	23794.3	4.1								15.2
					35.3	47572.4	0.0								2.2
TP+2.8m 湛水時	4号ゲート	6/8 11:49	2.51	0.25	28.2	0.0	0.0	-4.7	12.9	66.5	-	-2.1	66.5	OK	
					41.2	23789.6	17.0								14.5
					42.7	47567.8	0.0								5.1
TP+3.6m 湛水時	4号ゲート	6/12 11:46	3.57	-0.56	28.4	0.0	0.0	-2.5	33.5	66.5	-	-1.8	66.5	OK	
					39.5	23791.8	37.6								15.1
					37.9	47565.6	0.0								5.7
TP+1.0m 湛水時	4号ゲート	6/13 14:17	1.15	-0.16	31.4	0.0	0.0	-2.6	8.4	66.5	-	-4.7	66.5	OK	
					36.3	23791.7	12.5								10.7
					32.7	47568.6	0.0								2.7

表3.8 5号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	5号ゲート	6/5 11:00	0.24	0.24	25.4	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	
					39.8	23790.9	-9.4								2.9
					35.6	47581.9	0.0								0.8
TP+2.8m 湛水時	5号ゲート	6/8 16:00	2.55	0.18	37.4	0.0	0.0	0.2	31.4	66.5	-	5.3	66.5	OK	
					43.6	23791.1	22.0								8.2
					37.4	47582.7	0.0								0.7
TP+3.6m 湛水時	5号ゲート	6/12 13:48	3.59	-0.16	29.5	0.0	0.0	-3.6	37.0	66.5	-	4.0	66.5	OK	
					39.0	23787.3	27.6								6.6
					34.2	47578.6	0.0								0.2
TP+1.0m 湛水時	5号ゲート	6/13 13:33	1.15	-0.63	32.0	0.0	0.0	-2.2	17.9	66.5	-	-1.0	66.5	OK	
					38.3	23788.7	8.5								2.0
					32.4	47579.0	0.0								1.0

表3.9 6号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	6号ゲート	A	5/30 12:00	0.24	0.24	27.8	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				42.4	23790.1	-1.0							10.0
		C				35.6	47564.4	0.0							5.0
TP+2.8m 湛水時	6号ゲート	A	6/8 10:33	2.55	0.18	28.7	0.0	0.0	-3.2	24.0	66.5	-0.1	66.5	OK	
		B				34.2	23786.9	23.0							9.7
		C				31.1	47562.0	0.0							4.5
TP+3.6m 湛水時	6号ゲート	A	6/12 8:10	3.59	-0.16	23.9	0.0	0.0	-6.8	33.6	66.5	-1.3	66.5	OK	
		B				24.1	23783.3	32.6							8.3
		C				23.8	47555.9	0.0							4.2
TP+1.0m 湛水時	6号ゲート	A	6/13 13:02	1.15	-0.63	30.2	0.0	0.0	-3.0	15.9	66.5	-2.9	66.5	OK	
		B				34.0	23787.1	14.9							7.4
		C				31.8	47560.2	0.0							5.5

表3.10 7号ゲート 水平たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定	
無負荷時	7号ゲート上段	A	5/30 11:30	-0.67	-0.71	26.7	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				39.3	16734.6	-5.0							-9.2
		C				40.6	33488.2	0.0							1.4
	7号ゲート下段	A	5/30 11:00	-0.70	-0.73	26.3	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	
		B				35.7	16750.6	-6.2							1.8
		C				38.9	33492.5	0.0							-4.6
TP+2.8m 湛水時	7号ゲート上段	A	6/8 15:22	2.62	-0.12	33.9	0.0	0.0	0.0	16.5	66.5	-10.9	51.1	OK	
		B				38.6	16733.4	11.5							6.5
		C				38.3	33485.9	0.0							19.1
	7号ゲート下段	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B				-	-	-							
		C				-	-	-							
TP+3.6m 湛水時	7号ゲート上段	A	6/12 8:45	3.55	-0.35	24.9	0.0	0.0	0.0	19.1	66.5	-17.4	51.1	OK	
		B				24.8	16732.1	14.1							-0.3
		C				24.1	33481.7	0.0							18.9
	7号ゲート下段	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B				-	-	-							
		C				-	-	-							
TP+1.0m 湛水時	7号ゲート上段	A	6/14 12:00	1.20	-1.02	24.1	0.0	0.0	0.0	6.3	66.5	-19.2	51.1	OK	
		B				24.0	16732.8	1.3							-2.0
		C				24.0	33482.1	0.0							19.0
	7号ゲート下段	A	6/5 15:40	-0.04	-0.63	26.0	0.0	0.0	0.0	6.2	66.5	-2.5	51.1	OK	
		B				28.6	16755.5	0.0							0.8
		C				28.8	33494.6	0.0							-3.6

表3.11 1号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Δ Y許容値 (mm)	Δ Z (mm)	Δ Z許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	1号ゲート上段	5/29 16:00	-	-	32.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-		
					34.5	16805.2	4.7	-8.1						
					31.8	33506.5	0.0	-0.5						
	1号ゲート下段	5/29 15:50	-	-	30.9	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-		
					35.8	16752.2	-3.9	-4.3						
					32.9	33505.0	0.0	-1.1						
着床時	1号ゲート上段	5/30 14:25	-	-	29.8	0.0	0.0	0.0	0.7	4.4	66.5	-0.1	51.1	OK
					32.5	16804.5	0.3	-8.7						
					29.3	33506.1	0.0	-1.9						
	1号ゲート下段	5/30 14:15	-	-	29.3	0.0	0.0	0.0	-0.5	-0.7	66.5	-6.2	51.1	OK
					34.7	16752.7	-3.2	1.0						
					32.3	33503.6	0.0	-3.0						

表3.12 2号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Δ Y許容値 (mm)	Δ Z (mm)	Δ Z許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	2号ゲート	5/29 15:25	-	-	27.4	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
					45.1	23805.7	7.2	3.7						
					27.9	47595.5	0.0	2.7						
着床時	2号ゲート	5/30 15:25	-	-	28.6	0.0	0.0	0.0	3.1	15.6	66.5	-3.8	66.5	OK
					34.5	23802.6	-8.4	7.2						
					28.9	47586.5	0.0	2.1						

表3.13 3号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	3号ゲート	5/29 15:10	-	-	26.9	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
					44.6	23793.0	8.4	10.4						
					28.3	47584.5	0.0	6.1						
着床時	3号ゲート	6/5 11:50	-	-	25.8	0.0	0.0	0.0	-1.6	10.5	66.5	-2.9	66.5	OK
					43.3	23794.6	-2.1	7.0						
					36.8	47586.0	0.0	-6.6						

表3.14 4号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	4号ゲート	5/29 14:40	-	-	26.7	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
					47.1	23793.0	7.1	21.7						
					28.3	47570.8	0.0	25.8						
着床時	4号ゲート	6/5 13:55	-	-	30.9	0.0	0.0	0.0	-1.3	3.0	66.5	-5.3	66.5	OK
					48.8	23794.3	4.1	15.2						
					35.3	47572.4	0.0	2.2						

表3.15 5号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	5号ゲート	5/29 14:20	-	-	27.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
					46.6	23790.3	1.0	-0.1						
					27.8	47582.8	0.0	0.3						
着床時	5号ゲート	6/5 11:00	-	-	25.4	0.0	0.0	0.0	-0.6	10.4	66.5	-2.8	66.5	OK
					39.8	23790.9	-9.4	2.9						
					35.6	47581.9	0.0	0.8						

表3.16 6号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	6号ゲート	5/29 14:00	-	-	27.2	-0.1	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-
					37.2	23788.1	-3.7	7.6						
					28.3	47562.8	0.0	9.1						
着床時	6号ゲート	5/30 12:00	-	-	27.8	0.0	0.0	0.0	-2.1	-2.7	66.5	-4.4	66.5	OK
					42.4	23790.1	-1.0	10.0						
					35.6	47564.4	0.0	5.0						

表3.17 7号ゲート 鉛直たわみ測定結果

Case	測定位置	計測日時	堰上流 水位	堰下流 水位	扉体温度 (°C)	座標値X (mm)	座標値Y (mm)	座標値Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔY許容値 (mm)	ΔZ (mm)	ΔZ許容値 (mm)	判定
吊り上げ時	7号ゲート上段	5/29 16:15	-	-	31.7	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-		
					31.5	16732.8	3.5	-5.8						
					31.6	33484.7	0.0	6.7						
	7号ゲート下段	5/29 16:25	-	-	29.6	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-		
					32.7	16753.3	-1.7	-4.9						
					31.6	33492.0	0.0	-0.7						
着床時	7号ゲート上段	5/30 11:30	-	-	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.6	66.5	-4.6	51.1	OK
					39.3	16734.6	-5.0	-9.2						
					40.6	33488.2	0.0	1.4						
	7号ゲート下段	5/30 11:00	-	-	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.6	66.5	-12.6	51.1	OK
					35.7	16750.6	-6.2	1.8						
					38.9	33492.5	0.0	-4.6						

c) 考 察

(1) 許容値との比較

計測結果と設計上の許容値の比較は、既に表 3.4～3.17 に示したとおりで、計測値は全て許容値の範囲内となっている。

(2) 設計値との比較

鉛直たわみについて計算値と実測値を比較すると表 3.18 のとおりである。

表 3.18 鉛直たわみの計算値と実測値

ゲート 種別	実測値 (mm)	計算値 (mm)
1号上段	0.1	13.0
1号下段	6.2	—
2号	3.8	11.5
3号	2.9	11.5
4号	5.3	11.5
5号	2.8	11.5
6号	4.4	11.5
7号上段	4.6	13.0
7号下段	12.6	—

また、水平たわみについて、計測時と同じ水位条件でのたわみ量を計算し、実測値および設計水位作用時の計算値と比較すると表 3.19 および図 3.4～3.5 のとおりである。



表 3.19 水平たわみの計算値と実測値

ゲート 種別	CASE	堰上流水 位(TP.m)	堰下流水 位(TP.m)	水位差 (m)	計算値 (mm)	実測値 (mm)
1号上段	TP+1.0m	1.21	-0.54	1.75	1.1	-0.5
	TP+2.8m	2.64	-0.27	2.91	8.9	10.6
	TP+3.6m	3.58	-0.41	3.99	18.2	11.1
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	18.4	
1号下段	TP+1.0m	0.13	-0.60	0.73	4.9	2.3
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	40.1	
2号	TP+1.0m	1.17	0.15	1.02	9.4	9.0
	TP+2.8m	2.50	0.35	2.15	22.6	17.9
	TP+3.6m	3.59	-0.59	4.18	43.8	33.8
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	57.0	
3号	TP+1.0m	1.15	-0.03	1.18	11.1	14.3
	TP+2.8m	2.51	0.31	2.20	23.3	19.3
	TP+3.6m	3.57	-0.14	3.71	39.2	35.0
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	57.0	
4号	TP+1.0m	1.15	-0.16	1.31	12.4	8.4
	TP+2.8m	2.51	0.25	2.26	24.0	12.9
	TP+3.6m	3.57	-0.56	4.13	43.1	33.5
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	57.0	
5号	TP+1.0m	1.15	-0.48	1.63	15.4	17.9
	TP+2.8m	2.63	-0.22	2.85	31.4	31.4
	TP+3.6m	3.57	0.07	3.50	37.0	37.0
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	57.0	
6号	TP+1.0m	1.15	-0.63	1.78	16.7	15.9
	TP+2.8m	2.55	0.18	2.37	25.6	24.0
	TP+3.6m	3.59	-0.16	3.75	39.8	33.6
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	57.0	
7号上段	TP+1.0m	1.20	-1.02	2.22	1.0	6.3
	TP+2.8m	2.62	-0.12	2.74	8.7	16.5
	TP+3.6m	3.55	-0.35	3.90	17.8	19.1
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	18.4	
7号下段	TP+1.0m	-0.04	-0.63	0.59	3.6	6.2
	設計水位時	3.60	-1.86	5.46	40.1	

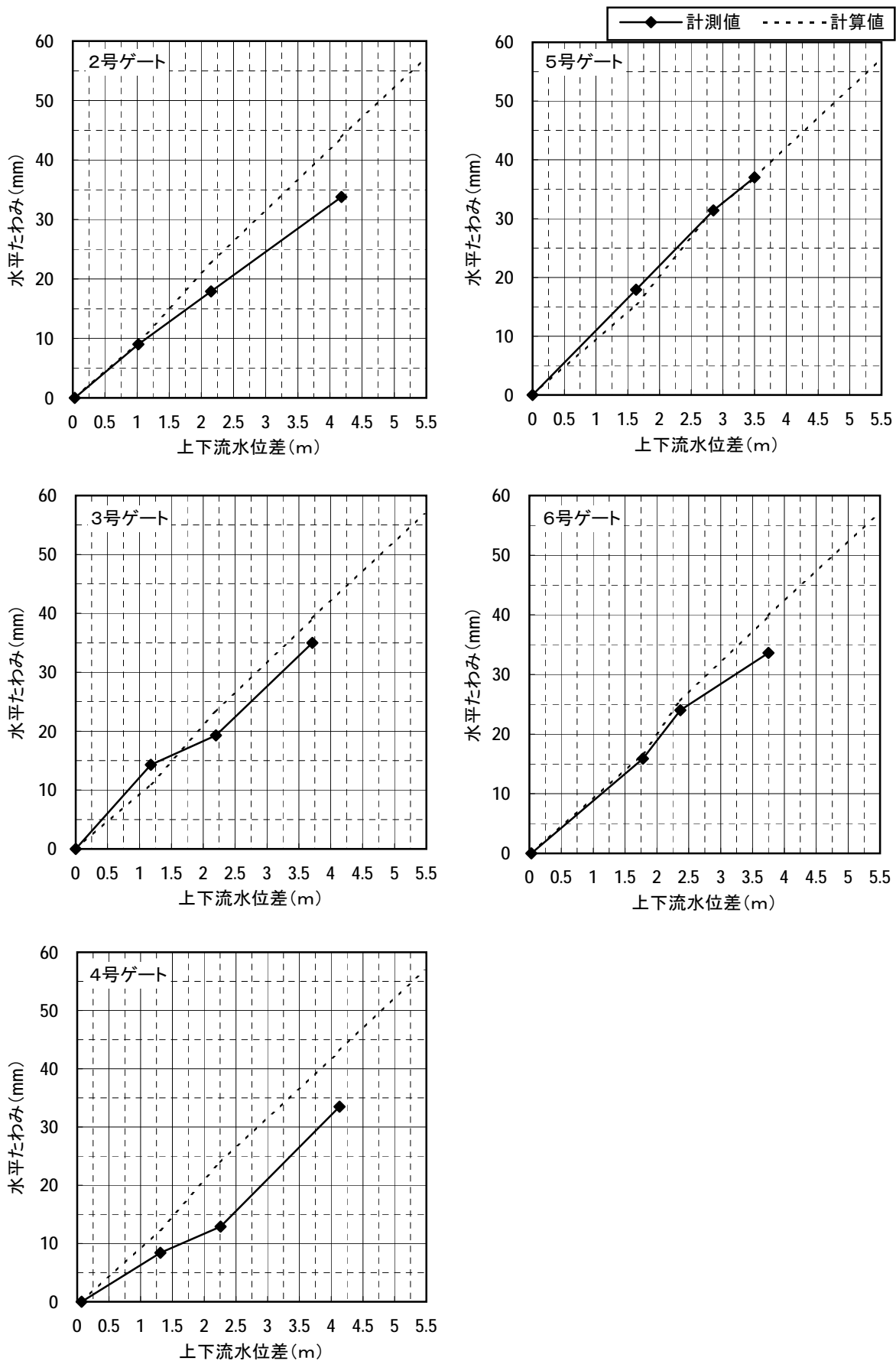


図3.4 上下流水位差と水平たわみ(制水ゲート)

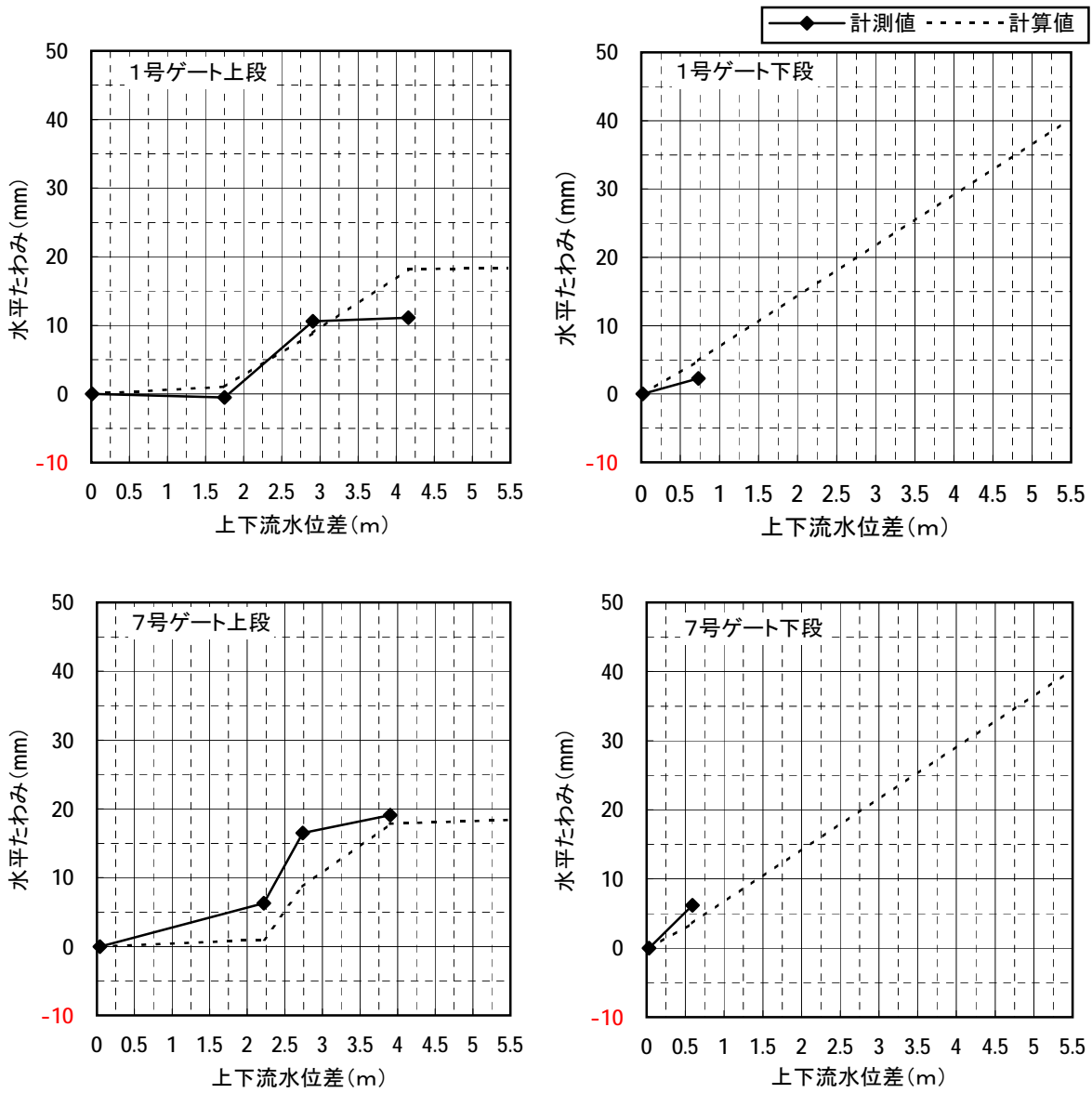


図3.5 上下流水位差と水平たわみ(流調ゲート)

### (3) 評価

たわみの計測は、次の二つのことを目的として行った。

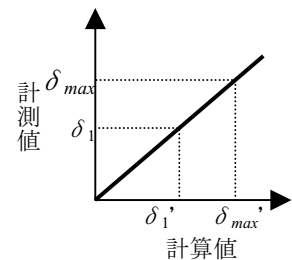
- (イ) ゲートに水圧や自重が作用した状態で水平たわみおよび鉛直たわみを測定し、所要の安全性が確保されていることを確認する
- (ロ) 次節の応力計測は制水ゲート・流調ゲートとも各々1門づつしか行わないことから、たわみの計測結果により各ゲートに大きなバラツキがないことを確認する

このうち(イ)の水平たわみに対する安全性の判定基準としては、次の条件が考えられる。

$$\text{想定される最大水平たわみ } \delta_{max} < \text{設計上の許容たわみ量 } \delta_a$$

図 3.4 より計測値と計算値は右図のような線形関係があると認められるため、

- 今回計測した水平たわみ(計測値)  $\delta_1$
- 今回計測時と同条件における水平たわみの計算値  $\delta_1'$
- 想定される最大水平たわみの計算値  $\delta_{max}'$



としすると、 $\delta_{max}$ は次のように推定される。

$$\delta_{max} = \frac{\delta_1}{\delta_1'} \cdot \delta_{max}'$$

上記の要領で推定最大たわみ量を算出し、許容たわみ量と比較すると表 3.20 のとおりである。

表 3.20 推定最大水平たわみ量と許容たわみ量

ゲート	推定最大 たわみ量 (mm)	許容たわみ量 (mm)	判定
1号上段	11.2	51.1	OK
1号下段	18.9		OK
2号	43.9	65.5	OK
3号	50.9		OK
4号	44.3		OK
5号	57.0		OK
6号	48.1		OK
7号上段	19.7	51.1	OK
7号下段	*47.2		

※ 7号下段ゲートの最大たわみ量については、得られた水平たわみ値から最大推定たわみ量を算出すると許容値を超過する結果が得られる。この原因は、計測時の水位差に対して実測たわみに含まれる誤差の割合が大きいためと考えられる。

このため、次の方法で最大たわみ量を算出した。

シェル構造のゲートにおいて応力とたわみは水圧荷重に対してほぼ線形の関係があることから、ある水位（ここでは TP+3.6m）における中央部（水平桁 測点 7AL-1）の実測応力( $\sigma_m$ )と計算応力( $\sigma_c$ )の比率を求め、この時の計算たわみ( $\delta_c$ )にその比率を乗じ

ることによって **TP+3.6m** 時に発生するであろう実測推定たわみ ( $\delta_m$ ) を算出する。

この実測推定たわみ ( $\delta_m$ ) より最大たわみ ( $\delta_{max}$ ) を推定する。

$$\delta_m = \delta_c \frac{\sigma_m}{\sigma_c}$$

$$\delta_{max} = \delta_m \frac{\delta_{cmax}}{\delta_c}$$

応力計測を行った **6 号ゲート** および **7 号ゲート** 上下段扉について算出すると次のとおりで、いずれも許容たわみ量以下となる。

項目		7号下段	7号上段	6号ゲート
<b>TP+3.6m</b> 時の実測応力	$\sigma_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	61.7	10.6	54.6
<b>TP+3.6m</b> 時の計算応力	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	63.96	18.11	60.5
<b>TP+3.6m</b> 時の計算たわみ	$\delta_c$ (mm)	33.7	17.9	38.2
<b>TP+3.6m</b> 時の実測推定たわみ	$\delta_m$ (mm)	32.5	10.5	34.5
最大設計水位時の計算たわみ	$\delta_{cmax}$ (mm)	48.9	34.8	57.0
最大推定たわみ	$\delta_{max}$ (mm)	47.2	20.4 (19.7)	51.5 (48.1)

( ) は表 3.20 の値

また鉛直たわみは、自重が支配的となるため、計測時の状態が最大たわみ量となる。これを許容たわみ量と比較すると表 3.21 のとおりである。

表 3.21 最大鉛直たわみ量と許容たわみ量

ゲート	最大たわみ量 (mm)	許容たわみ量 (mm)	判定
1号上段	0.1	51.1	OK
1号下段	6.2		OK
2号	3.8	65.5	OK
3号	2.9		OK
4号	5.3		OK
5号	2.8		OK
6号	4.4		OK
7号上段	4.6	51.1	OK
7号下段	12.6		OK

一方、(ロ)の各ゲート間のバラツキについては、表 3.19 および図 3.4~3.5 に示すように、特に大きなバラツキは認められない。

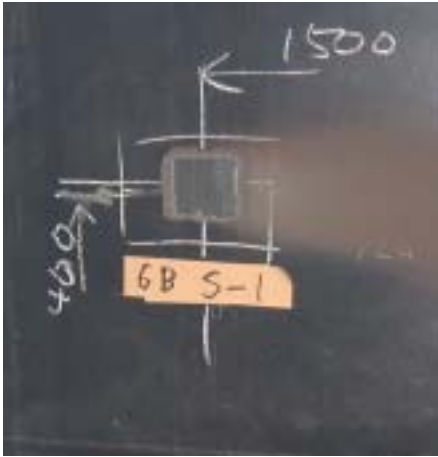

以上のことからゲートのたわみに対する安全性は、次のように評価される。

- 水平たわみ・鉛直たわみとも、計測結果から想定される最大たわみ量は、設計上の許容たわみ量を下回っており、所要の安全性は確保されていると判断される。
- たわみの計測結果より、各ゲートとも剛性に大きなバラツキはないと考えられる。

### 3.3. 応力測定

#### a) 計測方法

ゲートの応力は次の要領で測定を行った。

項目	実施要領
対象設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 6号ゲートおよび7号ゲートについて計測した。</li> <li>● 計測箇所は、6号ゲートについては図3.6に示す10ヶ所、7号ゲートは図3.7に示す20ヶ所とした。</li> </ul>
測定時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (a)湛水前、(b)TP+2.8m 湛水時、(e)TP+3.6m 湛水時、(g)TP+1.0m 低下時 の4回測定した。</li> <li>● 応力は、最大応力状態を中心に計測すること、設計値と対比することなどから、基本的に静止状態(水の流れがない状態)での瞬間値を計測した。</li> <li>● また、代表的な箇所については、「3.4 振動測定」で行う放流中も含めて連続的に応力値を計測した。</li> </ul>
計測方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 応力は、扉体にひずみゲージ(写真3.5)を取り付けて扉体のひずみを計測し、これに弾性係数を乗じて応力度を算出した。</li> <li>● ひずみゲージは、シェル内面に取り付けるものとし、取付け箇所は塗膜(タールエポキシ樹脂塗装)を10cm角程度の範囲で剥離し、計器を鋼材に直接取り付けた後、計器ごと塗料で固めた。(写真3.6)</li> <li>● 試験後はケーブル線を可能な範囲で切断し、シェル内部に設置した計器類は「埋め殺し」とした。(将来計測時にも計器類の性能が保持される可能性は低いため、今回限りの利用とした)</li> <li>● ひずみゲージの取り付け手順は以下のとおり。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.5 ① ひずみゲージ貼付位置の マーキング・研磨・清浄</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.6 ② ひずみゲージ貼付</p> </div> </div>

項目	実施要領
計測方法	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.7 ③ 動作チェック</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.8 ④ ひずみゲージ結線</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.9 ⑤ ゲージプロテクター設置</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.10 ⑥ ゲージプロテクター設置・ コーティング剤注入</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.11 ⑦ マスキング・サビ止め</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>写真 3.12 ⑧ 補修塗装(中塗り)</p> </div> </div>

項目	実施要領																														
計測方法	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.13 ⑨ 補修塗装（上塗り） マスクング取り外し</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.14 ⑩ リード線固定</p> </div> </div>																														
計測機器	<p>● 計測には次の機器を用いた。</p> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">ひずみゲージ</span> —          <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">スイッチボックス</span> —          <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">静ひずみ計</span> —          <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">パソコン</span> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>型 式</th> <th>数 量</th> <th>メーカ－</th> <th>主 仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ひずみゲージ 1 軸</td> <td>WFLA-3-11</td> <td>6</td> <td>東京測器</td> <td>防水型</td> </tr> <tr> <td>ひずみゲージ 2 軸</td> <td>WFCA-3-11</td> <td>24</td> <td>東京測器</td> <td>防水型</td> </tr> <tr> <td>静ひずみ計</td> <td>TDS303</td> <td>2</td> <td>東京測器</td> <td>30ch</td> </tr> <tr> <td>スイッチボックス</td> <td>50C</td> <td>2</td> <td>東京測器</td> <td>50 点用</td> </tr> <tr> <td>パソコン</td> <td>DYNABOOK</td> <td>1</td> <td>東芝</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.15 スイッチボックス</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3.16 静ひずみ計</p> </div> </div>	名 称	型 式	数 量	メーカ－	主 仕 様	ひずみゲージ 1 軸	WFLA-3-11	6	東京測器	防水型	ひずみゲージ 2 軸	WFCA-3-11	24	東京測器	防水型	静ひずみ計	TDS303	2	東京測器	30ch	スイッチボックス	50C	2	東京測器	50 点用	パソコン	DYNABOOK	1	東芝	
名 称	型 式	数 量	メーカ－	主 仕 様																											
ひずみゲージ 1 軸	WFLA-3-11	6	東京測器	防水型																											
ひずみゲージ 2 軸	WFCA-3-11	24	東京測器	防水型																											
静ひずみ計	TDS303	2	東京測器	30ch																											
スイッチボックス	50C	2	東京測器	50 点用																											
パソコン	DYNABOOK	1	東芝																												



項目	実施要領
算出方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水平桁の応力は、単軸ひずみゲージの計測値から次式により求めた。  <math display="block">\sigma = E \cdot \varepsilon</math> ここに、<math>\sigma</math> : 応力(N/mm<sup>2</sup>)  <math>E</math> : 縦弾性係数(2.06×10<sup>2</sup> kN/mm<sup>2</sup>)  <math>\varepsilon</math> : 計測ひずみ値(×10<sup>-6</sup>)</li> <li>● スキンプレートの応力は、スキンプレートに貼付した 2 軸ひずみゲージの計測値から次式により求めた。  <math display="block">\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)</math> <math display="block">\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x)</math> ここに、<math>\sigma_x</math> : 水平方向応力(N/mm<sup>2</sup>)  <math>\sigma_y</math> : 鉛直方向応力(N/mm<sup>2</sup>)  <math>E</math> : 縦弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)  <math>\varepsilon_x</math> : 水平方向ひずみ  <math>\varepsilon_y</math> : 鉛直方向ひずみ  <math>\nu</math> : ポアソン比</li> </ul>

b) 計測結果

計測結果は表 3.22～3.23 のとおりである。

また、図 3.8～3.9 に応力値と水位差の関係を示す。

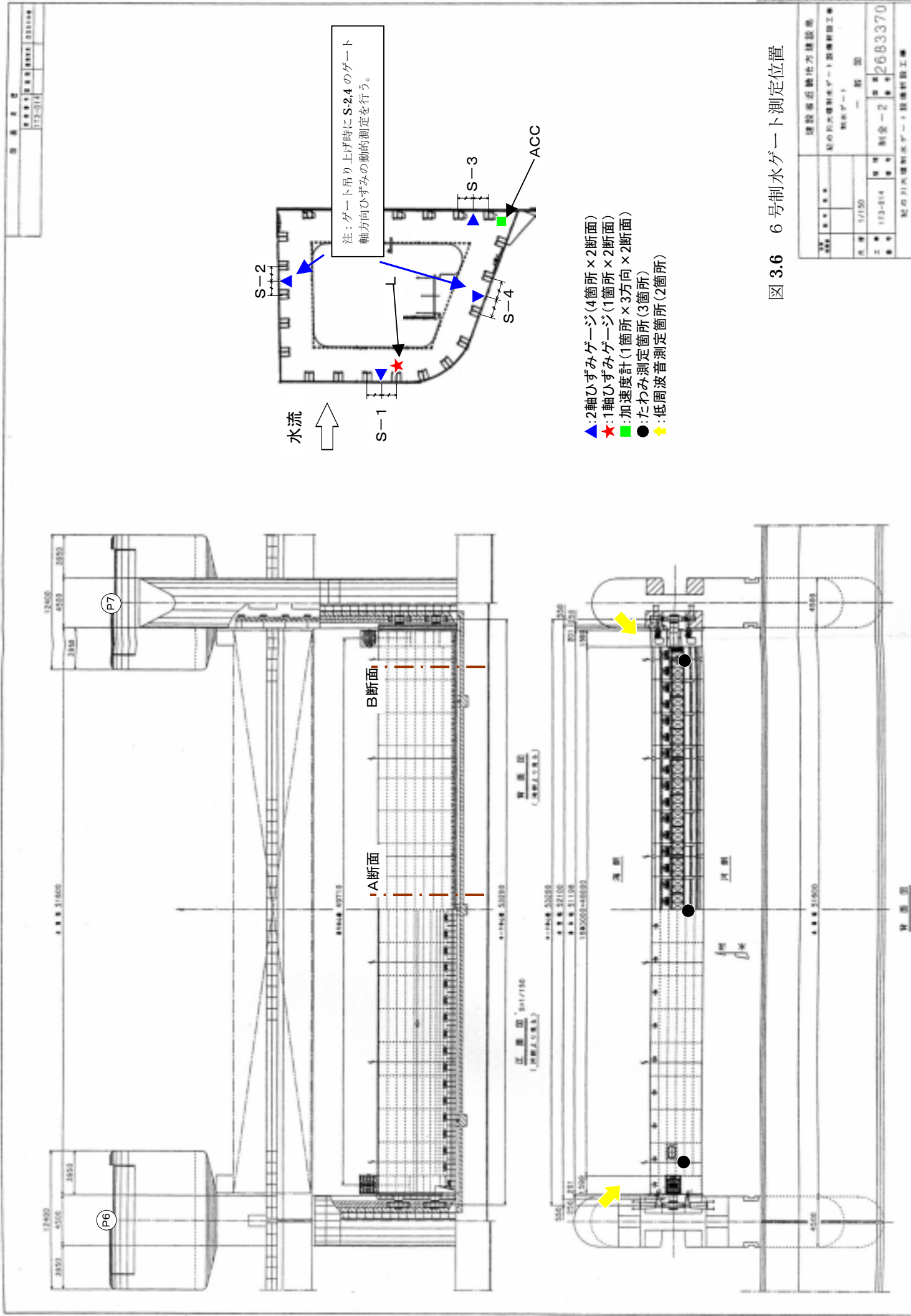


図 3.6 6号制水ゲート測定位置

建設省近畿地方建設局	建設省近畿地方建設局
紀の川大規模ゲート設備新設工事	紀の川大規模ゲート設備新設工事
制水ゲート	制水ゲート
図面番号	図面番号
1/150	1/150
13-814	13-814
制水-2	制水-2
2663370	2663370
紀の川大規模ゲート設備新設工事	紀の川大規模ゲート設備新設工事

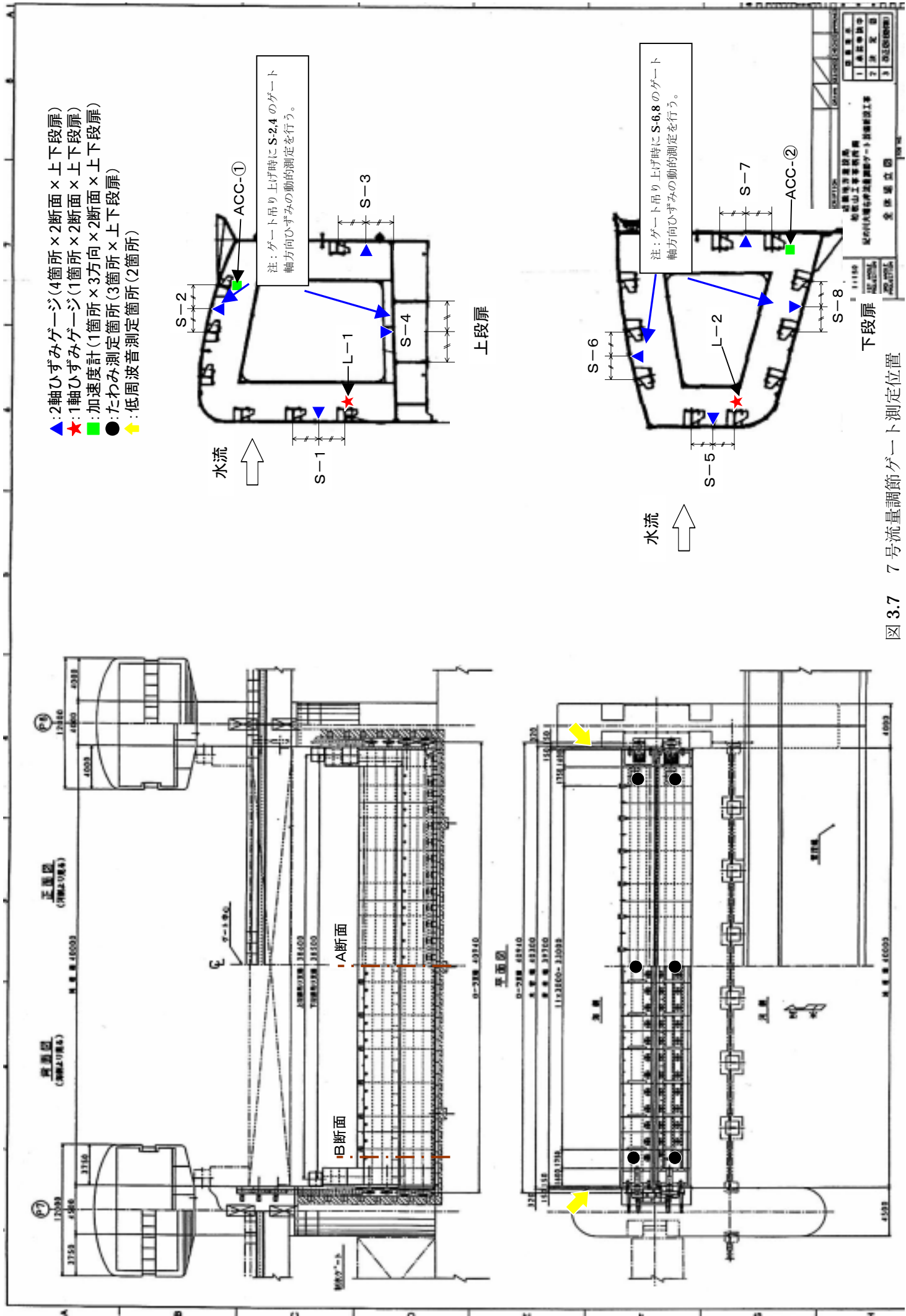
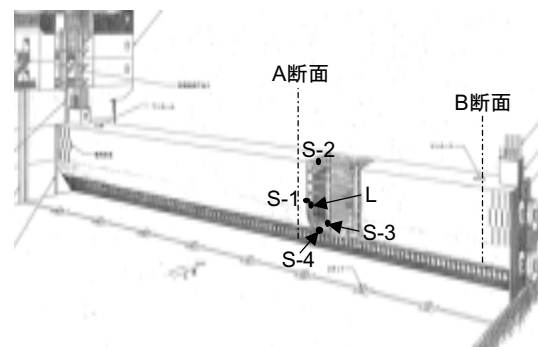


図 3.7 7号流量調節ゲート測定位置

表3.22 6号ゲート応力測定結果 (N/mm<sup>2</sup>)

Case	測定位置	計測日時	堰上流水位	堰下流水位	L	S-1		S-2		S-3		S-4	
					X	X	Z	X	Y	X	Z	X	Y
無負荷時	A断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP+2.8m 湛水時	A断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	-33.1	-37.0	-0.9	-2.1	0.7	26.1	-3.8	-17.7	-0.3
	B断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	-9.5	-13.3	0.9	0.4	-2.0	-5.5	-0.9	6.8	-8.4
TP+3.6m 湛水時	A断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-54.6	-61.2	-2.7	-3.0	5.5	44.9	-6.2	-34.3	-1.6
	B断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-16.2	-20.6	1.0	3.2	-0.2	-13.6	-2.9	9.7	-16.6
TP+1.0m 湛水時	A断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	-6.2	-9.1	0.6	-0.3	3.6	8.9	0.2	-1.1	0.3
	B断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	-2.3	-4.8	0.9	2.0	2.7	-1.2	-0.2	2.9	-0.7
許容値					120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
判定					OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK



注) 「紀の川大堰 総合試験結果《速報》」(平成15年6月18日)では、「無負荷時」の計測日時を「6月6日 0:00」としていたが、6月5日14:00から湛水を開始したため、6月6日 0:00は実際には水位差が生じていることとなる。  
 このため「無負荷時」の計測日時を「6月5日 0:16」に改めた。これにより「速報値」と若干値が異なっている。

表3.23.(a) 7号ゲート上段扉応力測定結果 (N/mm<sup>2</sup>)

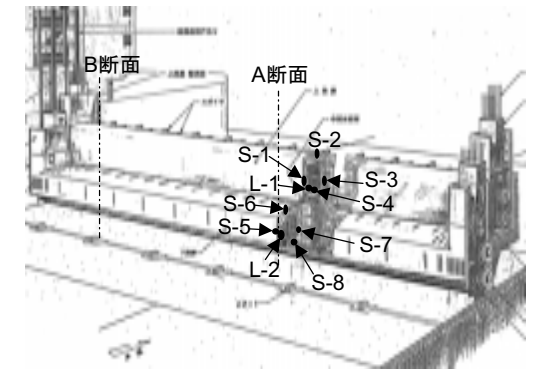
Case	測定位置	計測日時	堰上流水位	堰下流水位	L-1	S-1		S-2		S-3		S-4	
					X	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
無負荷時	A断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP+2.8m 湛水時	A断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	-3.3	-8.2	10.1	1.1	6.1	16.0	2.3	1.2	2.1
	B断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	1.4	0.6	6.6	0.4	1.8	2.4	0.9	1.8	0.9
TP+3.6m 湛水時	A断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-10.6	-22.7	6.9	-0.9	10.0	29.4	2.6	3.8	0.9
	B断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-0.4	-4.6	3.5	0.1	3.7	5.4	1.2	2.5	1.1
TP+1.0m 湛水時	A断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	0.6	0.7	1.8	6.8	8.6	0.5	1.1	1.4	1.4
	B断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	1.4	0.5	-0.2	3.8	4.2	-0.7	0.2	1.9	1.1
許容値					120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
判定					OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

注:X方向(左右岸方向)、Y方向(水流方向)

表3.23.(b) 7号ゲート下段扉応力測定結果 (N/mm<sup>2</sup>)

Case	測定位置	計測日時	堰上流水位	堰下流水位	L-2	S-5		S-6		S-7		S-8	
					X	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
無負荷時	A断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B断面	2003/6/5 0:16	0.49	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP+2.8m 湛水時	A断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	-38.5	-43.6	-2.8	-9.7	3.3	28.6	-3.2	-1.7	-0.6
	B断面	2003/6/8 8:00	2.70	0.07	-10.3	-10.8	-0.5	0.0	3.3	5.7	-2.1	-0.8	-0.8
TP+3.6m 湛水時	A断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-61.7	-70.3	-4.6	-18.5	3.0	46.1	-4.4	-0.8	1.1
	B断面	2003/6/12 9:00	3.56	-0.52	-16.8	-17.9	-1.1	-2.5	3.3	9.0	-4.1	-0.8	-1.4
TP+1.0m 湛水時	A断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	-9.1	-10.8	0.0	-1.9	5.2	11.1	0.2	2.3	0.5
	B断面	2003/6/14 6:00	1.19	0.86	-3.3	-1.8	-0.1	2.8	4.7	3.0	-0.3	-0.2	-0.1
許容値					160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
判定					OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

注:X方向(左右岸方向)、Y方向(水流方向)



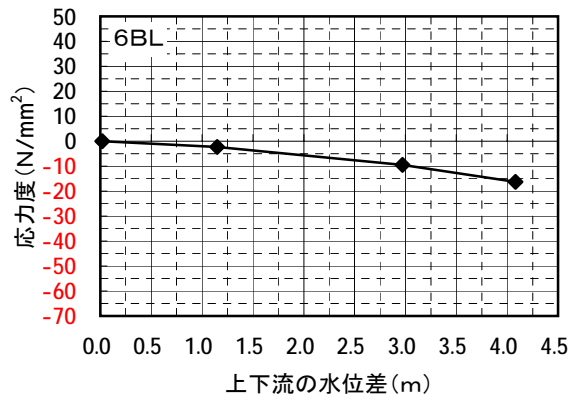
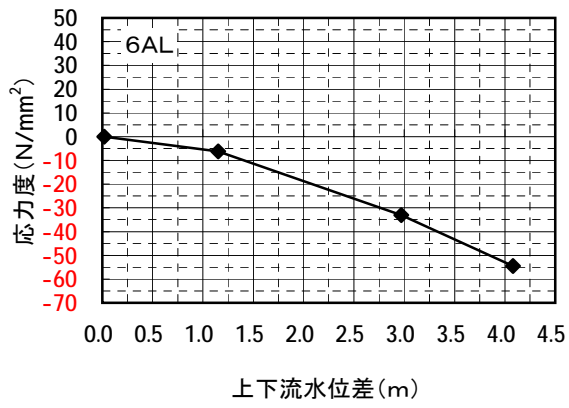


図3.8 (a) 上下流水位差と応力度(制水ゲート:水平桁)

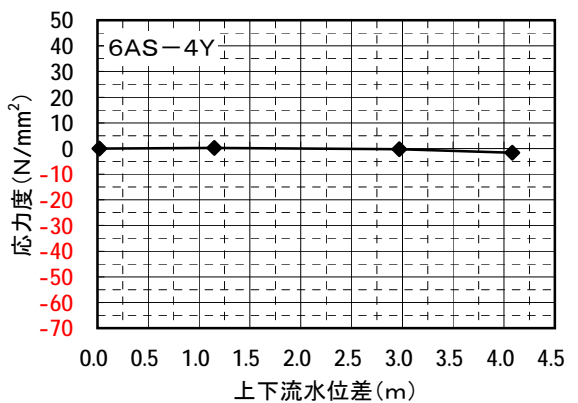
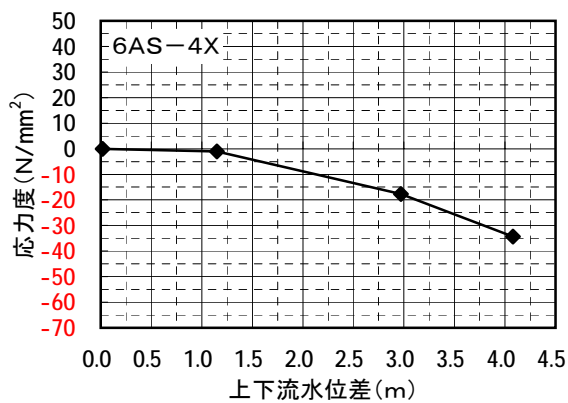
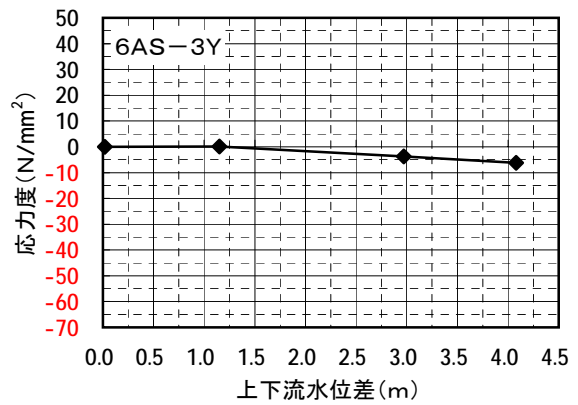
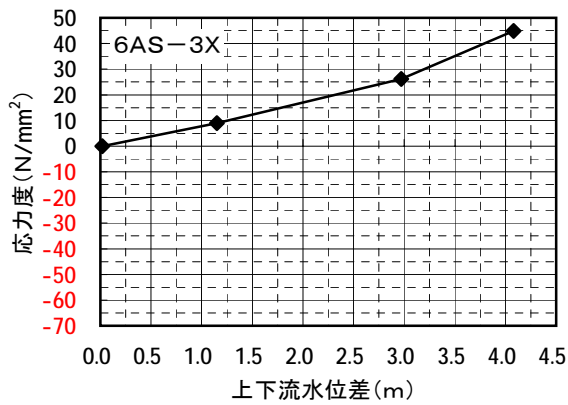
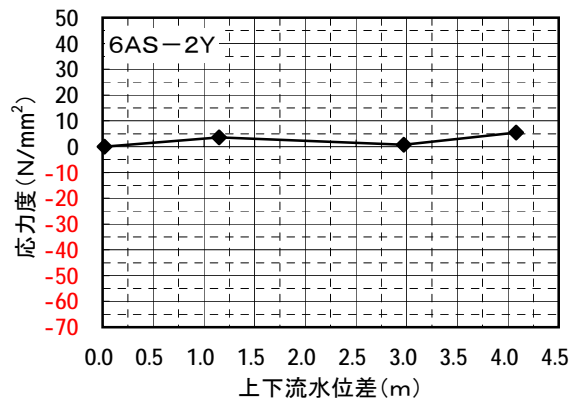
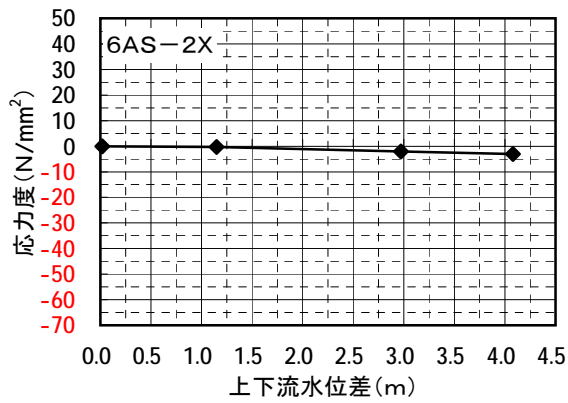
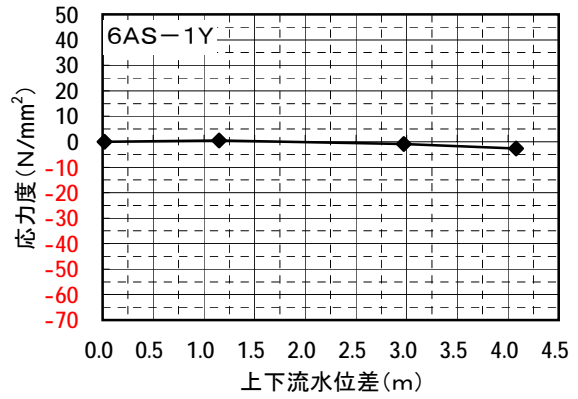
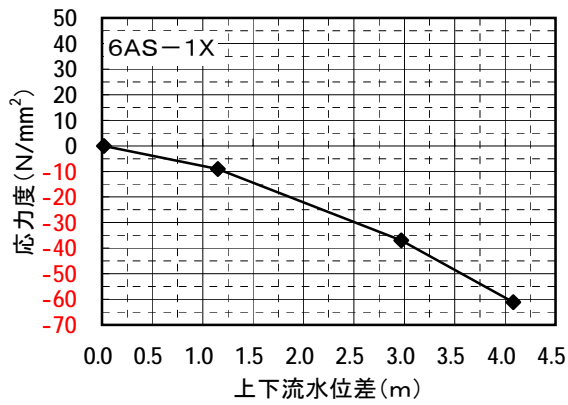


図3.8 (b) 上下流水位差と応力度(制水ゲート:スキンプレート)

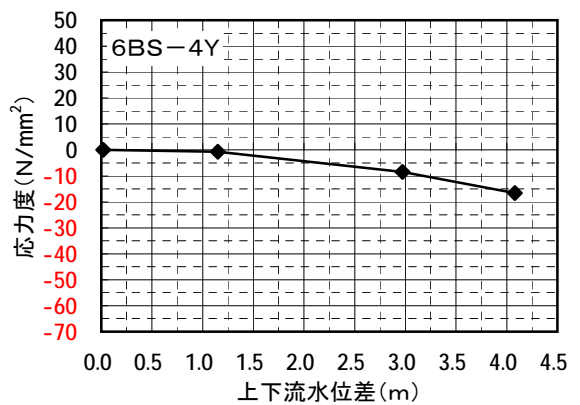
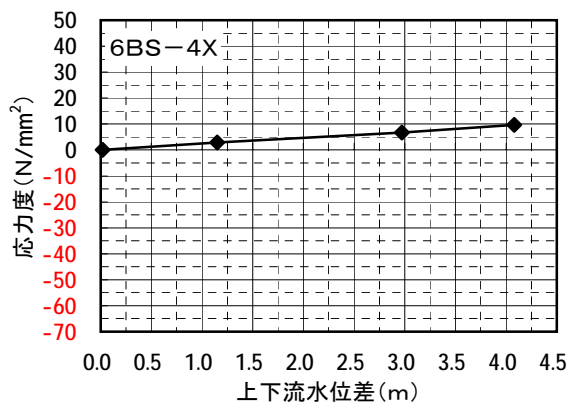
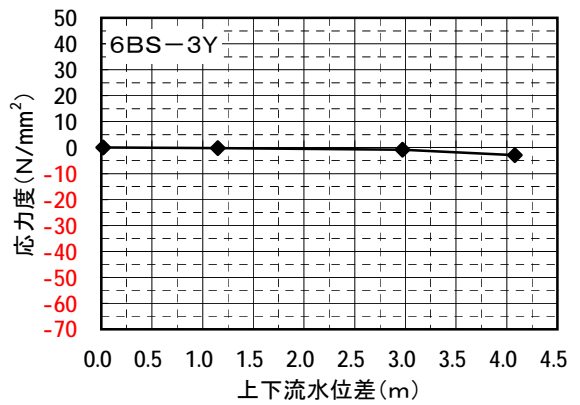
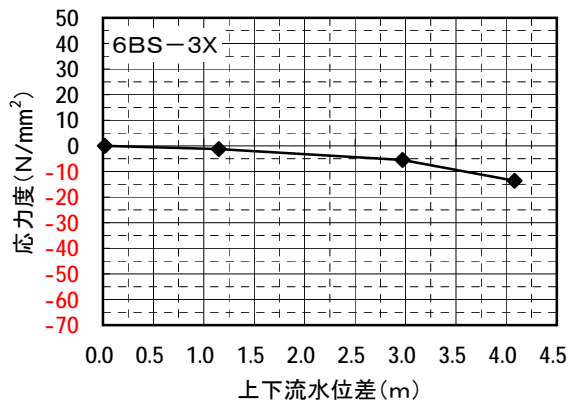
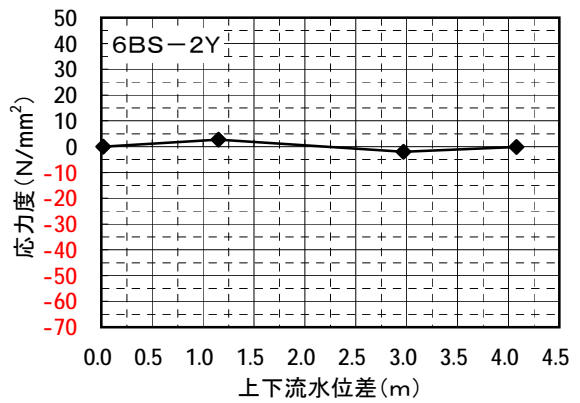
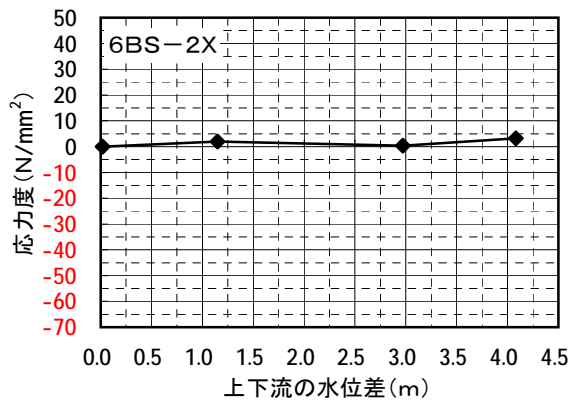
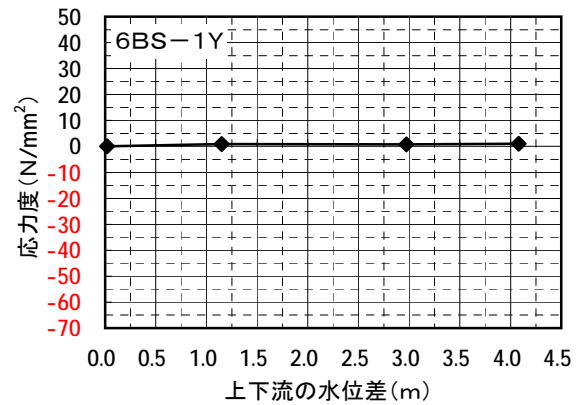
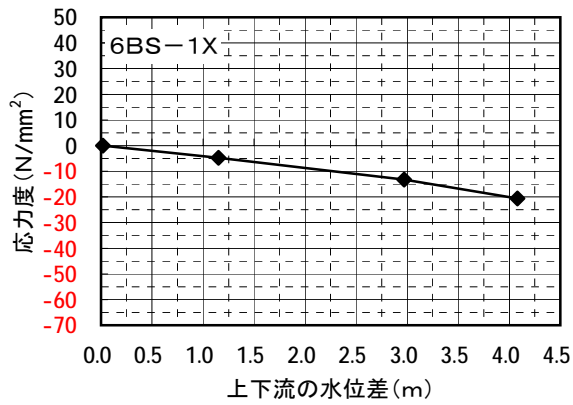


図3.8 (c) 上下流水位差と応力度(制水ゲート:スキンプレート)



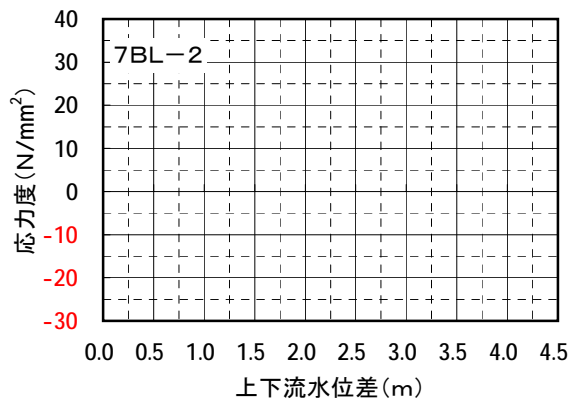
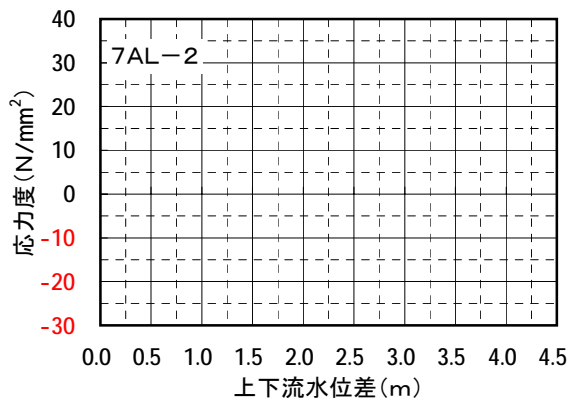
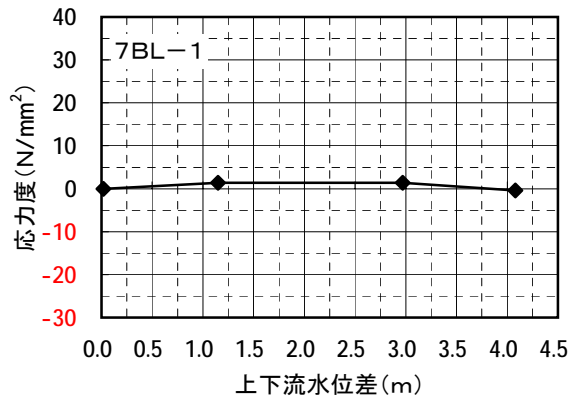
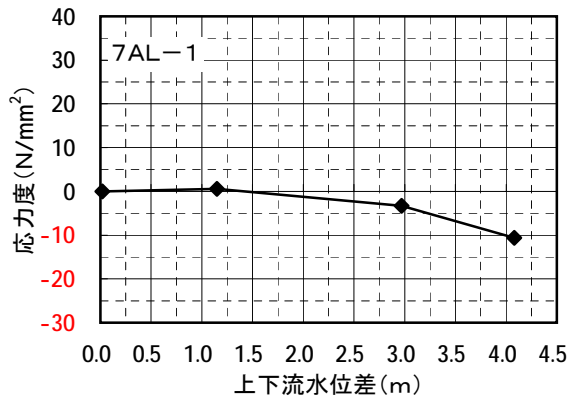


図3.9(a) 上下流水位差と応力度(流調ゲート:水平桁)

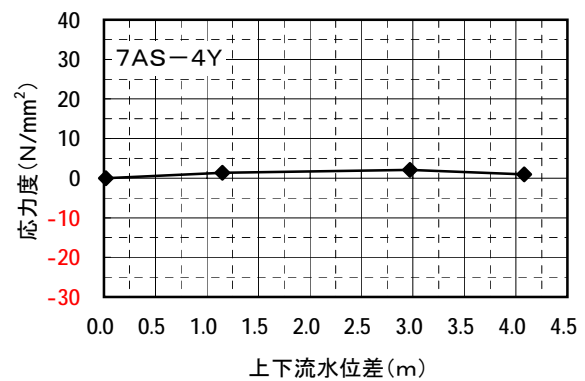
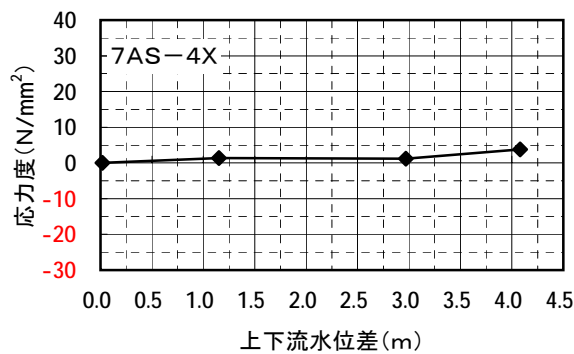
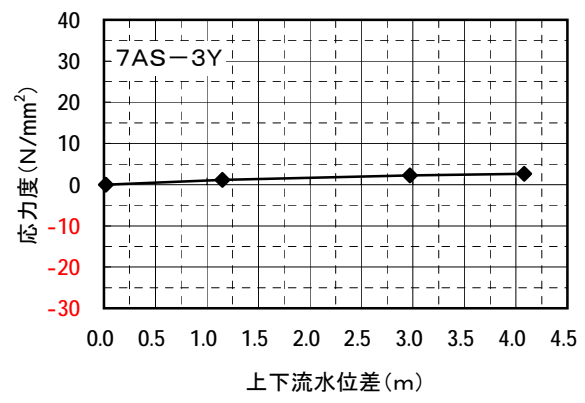
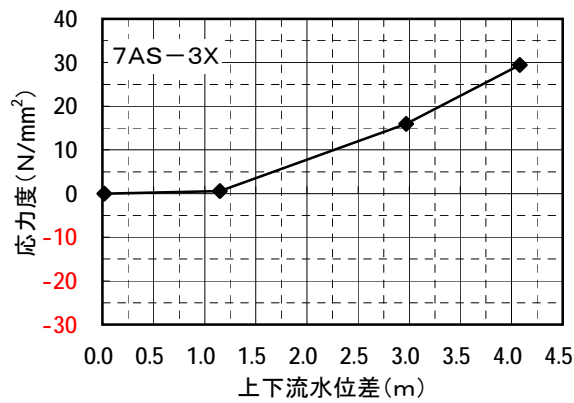
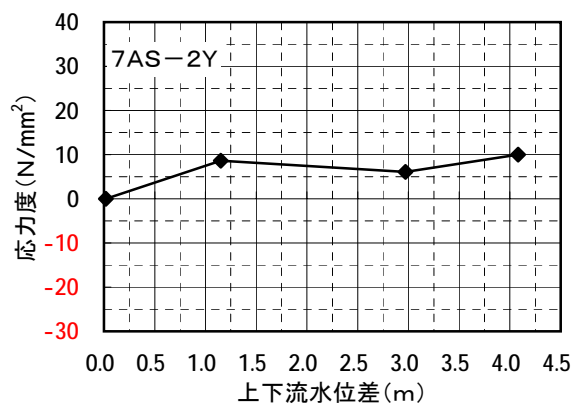
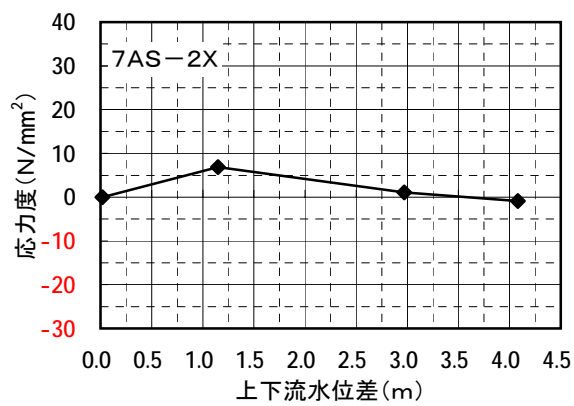
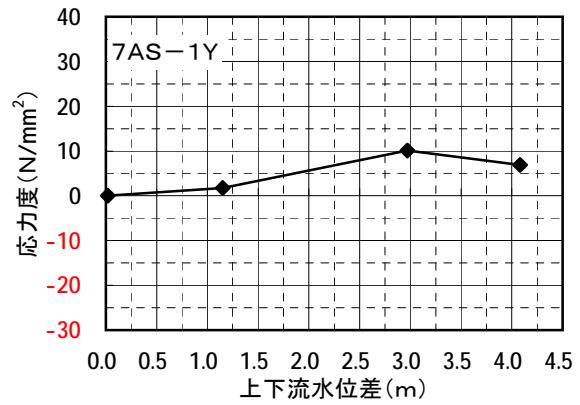
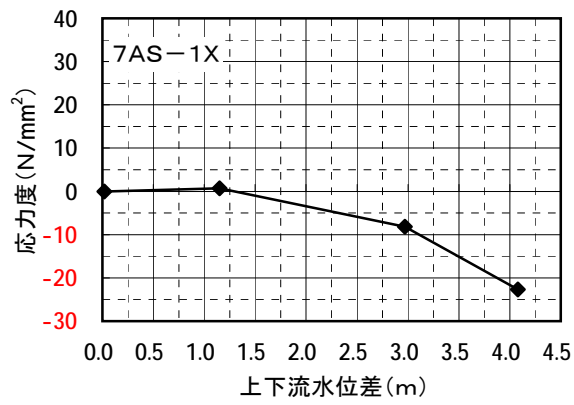


図3. 9(b) 上下流水位差と応力度(流調ゲート:スキンプレート)

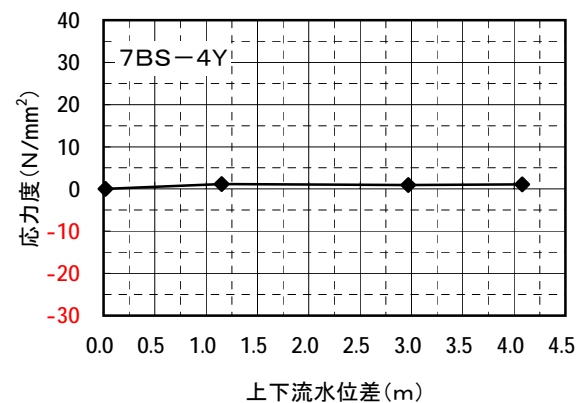
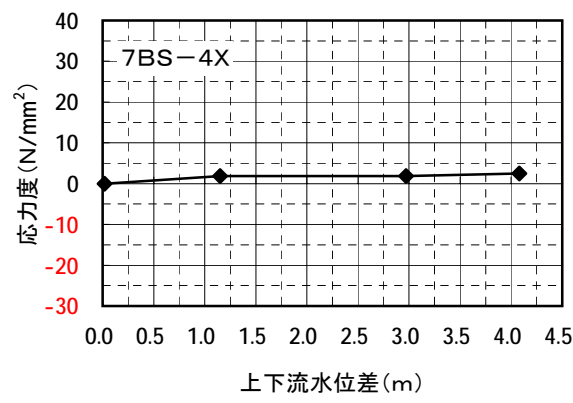
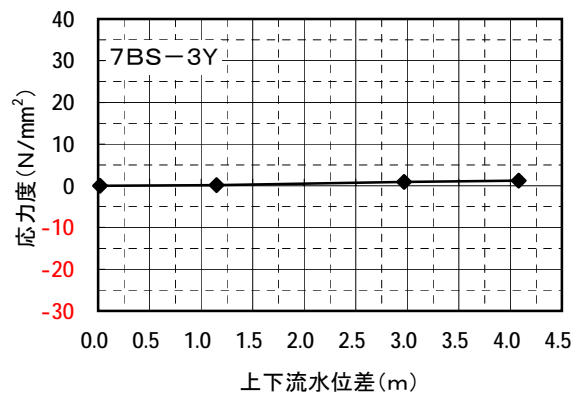
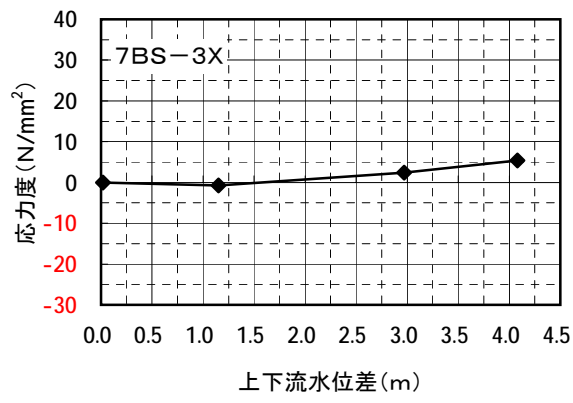
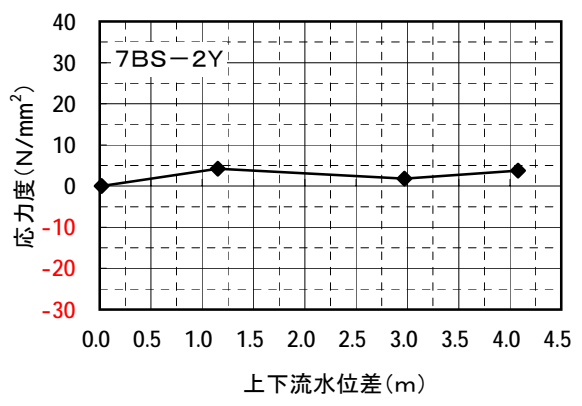
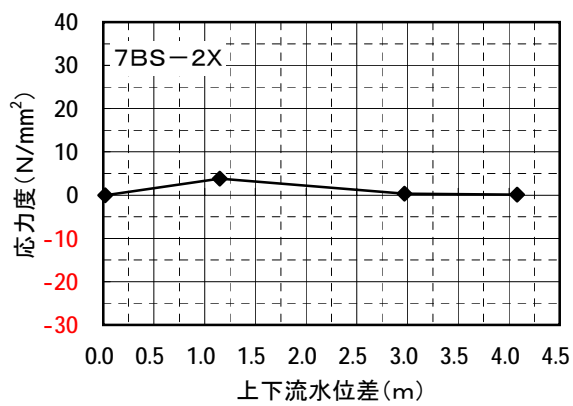
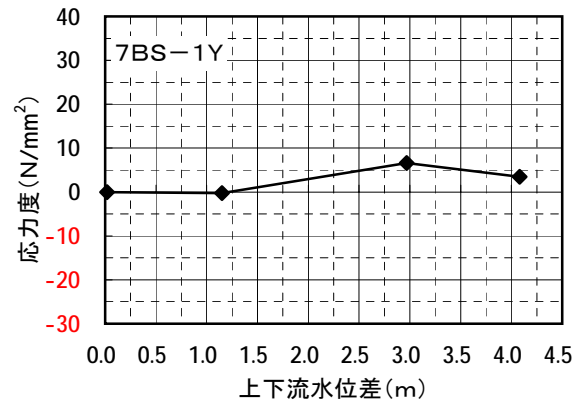
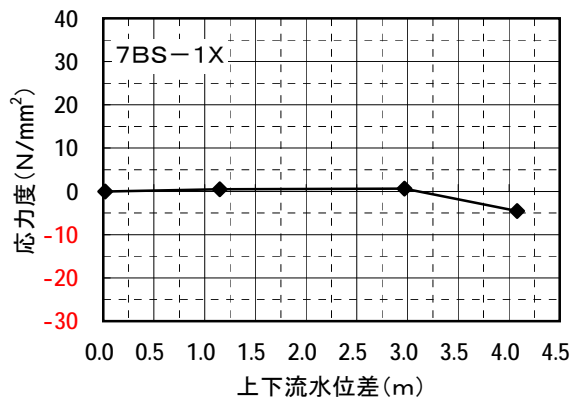


図3.9(c) 上下流水位差と応力度(流調ゲート:スキンプレート)

### c) 考察

#### (1) 許容値との比較

計測結果と設計上の許容値の比較は、既に表 3.22～3.23 に示したとおりで、計測値は全て許容値の範囲内となっている。

#### (2) 設計値との比較

水流直角方向に発生した計測応力は鉛直方向と水平方向の 2 成分が重畳されており、設計計算で得られた計算値と比較するには、それらを分解する必要がある。この分解した計測応力と計算応力との応力比率を求めて、設計最大荷重時の計算応力に、応力比率を乗じることにより設計最大荷重時における推定応力を求める。図 3.10 に最大推定応力の算出までの流れを示す。

図 3.10 の要領で最大推定応力度を算出すると表 3.25 のとおりである。

#### (3) 評価

応力に対する安全性の判定基準としては、次の条件が考えられる。

$$\text{想定される最大応力 } \sigma_{max} < \text{設計上の許容応力度 } \sigma_a$$

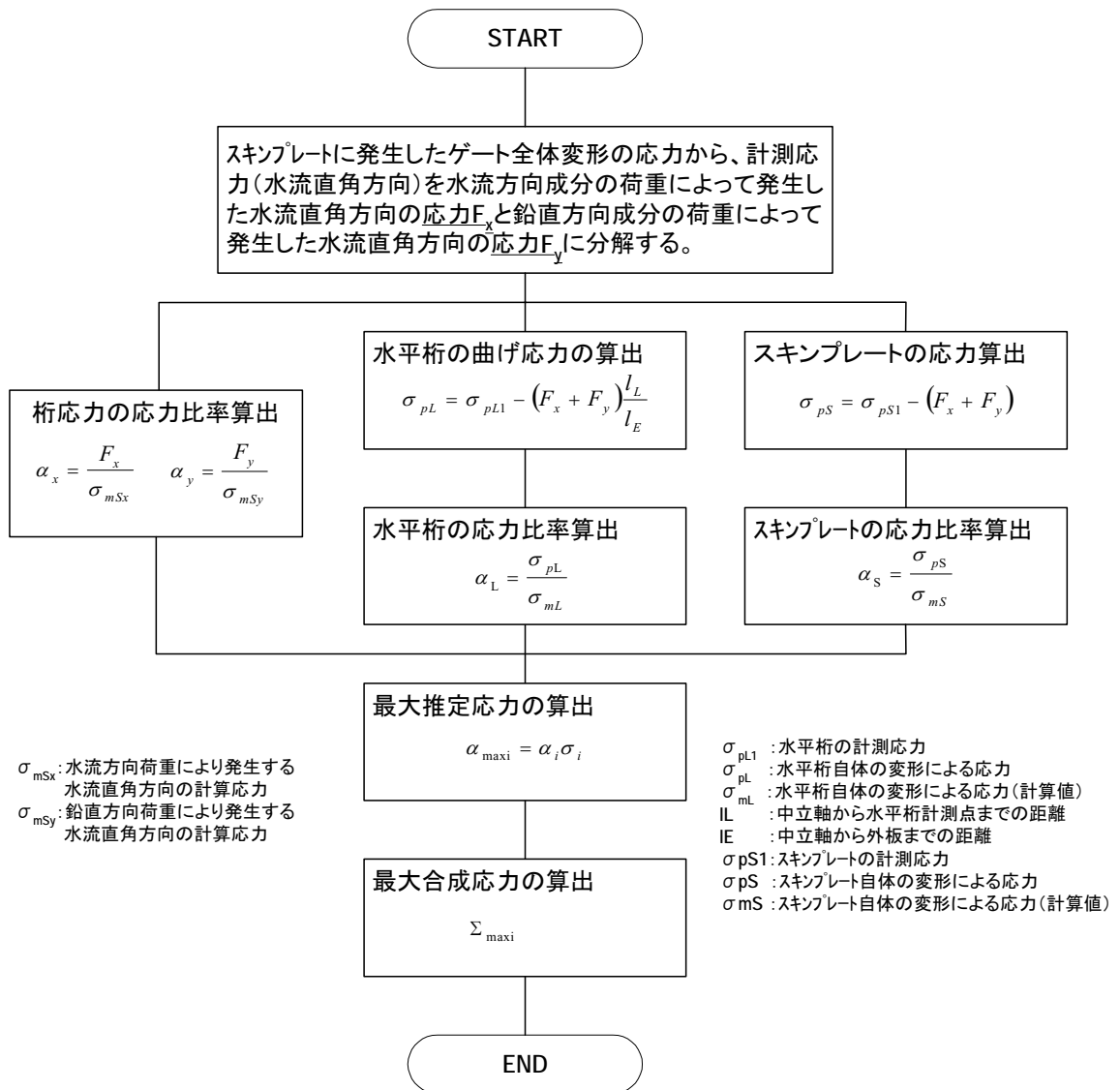
両者を比較すると表 3.24 のとおりである。

表 3.24 最大推定応力度と許容応力度

ゲート	最大推定応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	判定
6号	118.6	160.0	OK
7号上段	49.6	120.0	OK
7号下段	134.8	160.0	OK

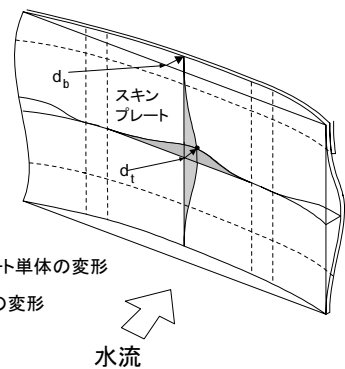
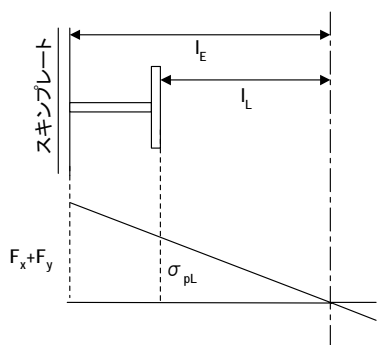
以上のことからゲートの応力に対する安全性は、次のように評価される。

- 6号ゲート、7号ゲートとも、計測結果から想定される最大応力度は、設計上の許容応力度を下回っており、所要の安全性は確保されていると判断される。
- たわみの計測結果より、各ゲートとも剛性の大きなバラツキはないことから、他のゲートについても所要の安全性は確保されていると考えられる。



$\sigma_{mSx}$ : 水流方向荷重により発生する水流直角方向の計算応力  
 $\sigma_{mSy}$ : 鉛直方向荷重により発生する水流直角方向の計算応力

$\sigma_{pL1}$ : 水平桁の計測応力  
 $\sigma_{pL}$ : 水平桁自体の変形による応力  
 $\sigma_{mL}$ : 水平桁自体の変形による応力(計算値)  
 $l_L$ : 中立軸から水平桁計測点までの距離  
 $l_E$ : 中立軸から外板までの距離  
 $\sigma_{pS1}$ : スキンプレートの計測応力  
 $\sigma_{pS}$ : スキンプレート自体の変形による応力  
 $\sigma_{mS}$ : スキンプレート自体の変形による応力(計算値)



水平桁には水平桁自体の変形による応力の他にゲート全体の曲げ応力とが重畳している為、ゲート全体の曲げ応力について重心からの距離の比で乗じた値を引くことで、水平桁自体の変形による応力を得る。

スキンプレート側計測応力には、スキンプレート自体の変形による応力の他に、ゲート全体の変形による応力が重畳している為、計測応力からゲート全体の変形による応力を引くことで、スキンプレート自体の

図 3.10 最大推定応力の算出フロー

表 3.25 最大推定応力度

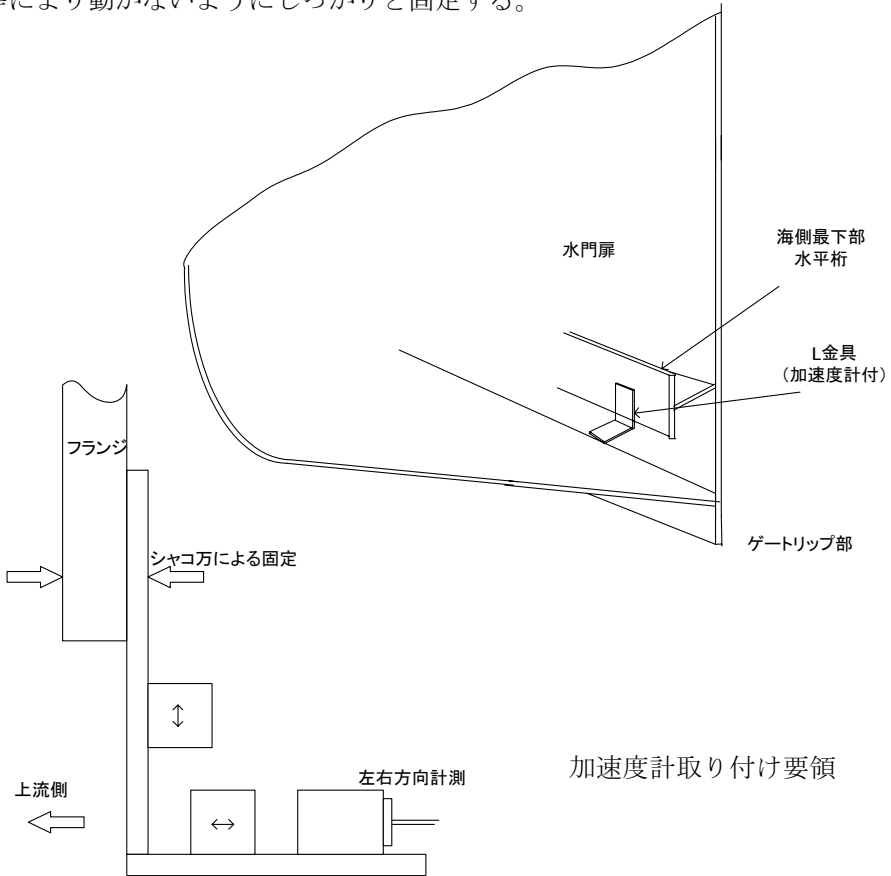
(単位 : N/mm<sup>2</sup>)





ゲート種別		6号ゲート		7号上段扉		7号下段扉			
計測位置		中央	端部	中央	端部	中央	端部		
外板	計測応力	$F_{x1}$	-59.7	-26.2	-13.8	2.5	-68.6	-17.9	
		$F_{x2}$	-15.5	-5.6	-2.0	1.0	-24.8	-5.8	
		$F_{x3}$	54.3	18.1	26.5	2.3	49.3	12.0	
		$F_{x4}$	-24.0	-4.8	0.3	-0.2	4.7	1.1	
		$F_{y1}$	1.2	1.3	-0.1	-0.0	1.9	1.1	
		$F_{y2}$	14.4	0.9	-0.6	-1.3	6.0	2.9	
		$F_{y3}$	-17.5	-6.7	-6.4	-2.8	-19.9	-9.8	
		$F_{y4}$	-15.4	9.7	2.3	2.1	-4.5	-1.0	
	計算応力	$\sigma_{sx1}$	-68.0	-21.3	-30.7	-8.4	-74.5	-20.8	
		$\sigma_{sx2}$	-15.6	-4.9	9.2	2.5	-26.9	-7.5	
		$\sigma_{sx3}$	57.1	17.9	32.9	9.0	52.7	14.7	
		$\sigma_{sx4}$	-35.3	-11.0	1.1	0.3	5.0	1.4	
		$\sigma_{sy1}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		$\sigma_{sy2}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		$\sigma_{sy3}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		$\sigma_{sy4}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	応力比率	$\alpha_1$	0.88	1.23	0.45	(-0.30)	0.92	0.86	
		$\alpha_2$	0.99	1.13	(-0.22)	0.40	0.92	0.77	
		$\alpha_3$	0.95	1.01	0.81	0.25	0.93	0.81	
		$\alpha_4$	0.68	0.44	0.25	(-0.61)	0.93	0.78	
		$\alpha_{\text{mean}}$	0.88	0.95	0.50	0.32	0.93	0.81	
	当初計算値	$\sigma_x$	122.3	95.6	76.9	76.9	138.7	138.7	
	最大推定応力	$\sigma_{\text{max}x}$	107.6	90.8	38.5	24.6	129.0	112.3	
	水平桁	計測応力	$\sigma_{pL1}$	-54.6	-16.2	-10.6	-0.4	-10.6	-0.4
			$\sigma_{pL}$	-1.4	7.1	1.1	-2.5	-3.5	-1.6
計算応力		$\sigma_{mL}$	-60.5	-19.0	12.2	4.2	-66.2	-18.5	
応力比率		$\alpha_L$	0.02	(-0.37)	0.09	(-0.59)	0.05	0.09	
当初計算値		$\sigma_L$	43.8	44.2	39.5	39.5	44.0	44.0	
最大推定応力		$\sigma_{\text{max}L}$	—	—	—	—	—	—	
スキンプレート	計測応力	$\sigma_{pS1}$	44.9	-13.6	-22.7	-4.6	46.1	9.0	
		$\sigma_{pS}$	8.1	-25.0	-8.8	-7.1	16.7	6.9	
	計算応力	$\sigma_{mS}$	3.6	4.1	2.1	2.7	2.0	2.6	
	応力比率	$\alpha_S$	(2.25)	(-6.10)	(-4.15)	(-2.64)	8.30	2.70	
	当初計算値	$\sigma_S$	36.6	43.8	37.2	37.2	19.3	19.3	
	最大推定応力	$\sigma_{\text{max}S}$	—	—	—	—	—	—	
最大合成応力	$\Sigma_{\text{max}}$	118.6	104.0	49.6	35.8	134.8	118.1		

### 3.4. 振動測定

#### a) 計測方法

振動測定は次の要領で行った。

項目	実施要領
対象設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 6号ゲートおよび7号ゲートについてゲートからの放流を行い、放流に伴うゲートの振動を測定した。</li> <li>● 計測箇所は、6号ゲートについては図3.6に示す2ヶ所、7号ゲートは図3.7に示す4ヶ所とした。</li> </ul>
放流方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放流時のゲート開度および放流量などは、               <ul style="list-style-type: none"> <li>(イ) 堰上流に急激な水位低下を生じさせないこと</li> <li>(ロ) 堰上流水位は最低水位(TP+1.0m)以上を維持すること</li> </ul>               を考慮し、図3.11～3.13のとおりとした。             </li> </ul>
測定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測定は越流時ならびに下端放流の状態で行い、変換された電気信号を同時多点計測記録を行う。</li> <li>● 加速度計は、あらかじめL型金具に3方向に加速度計をネジ止めしておき、現地ではシャコ万で扉体部材(水平桁またはダイヤフラムフランジ)に、振動、水流等により動かないようにしっかりと固定する。</li> </ul> 

項目	実施要領																									
計測機器	<p data-bbox="395 248 758 280">● 計測には次の機器を用いた。</p> <div data-bbox="438 302 1268 353" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">加速度計</span> — <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">動ひずみ計</span> — <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">データレコーダ</span> — <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">データレコーダ</span> </div> <table border="1" data-bbox="424 427 1327 622" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>型式</th> <th>数量</th> <th>メーカー</th> <th>主仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>防水型加速度計</td> <td>ARH-20</td> <td>6</td> <td>東京測器</td> <td>測定範囲±2G</td> </tr> <tr> <td>防水型加速度計</td> <td>ASW-2A</td> <td>12</td> <td>共和電業</td> <td>測定範囲±2G</td> </tr> <tr> <td>動ひずみ計</td> <td>DPM-611B</td> <td>12</td> <td>共和電業</td> <td>測定範囲±1°</td> </tr> <tr> <td>データレコーダ</td> <td>PC216A</td> <td>2</td> <td>ソニー</td> <td>16ch</td> </tr> </tbody> </table>	名称	型式	数量	メーカー	主仕様	防水型加速度計	ARH-20	6	東京測器	測定範囲±2G	防水型加速度計	ASW-2A	12	共和電業	測定範囲±2G	動ひずみ計	DPM-611B	12	共和電業	測定範囲±1°	データレコーダ	PC216A	2	ソニー	16ch
名称	型式	数量	メーカー	主仕様																						
防水型加速度計	ARH-20	6	東京測器	測定範囲±2G																						
防水型加速度計	ASW-2A	12	共和電業	測定範囲±2G																						
動ひずみ計	DPM-611B	12	共和電業	測定範囲±1°																						
データレコーダ	PC216A	2	ソニー	16ch																						
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>																									
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="464 1158 702 1189">写真 3.17 加速度計</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="959 1158 1222 1189">写真 3.18 動ひずみ計</p> </div> </div>																									
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>																									
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="395 1682 713 1713">写真 3.19 データレコーダ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="959 1682 1275 1713">写真 3.20 メモリレコーダ</p> </div> </div>																									

## b) 計測結果

計測結果は図 3.14～3.16 および表 3.26～3.28 のとおりである。



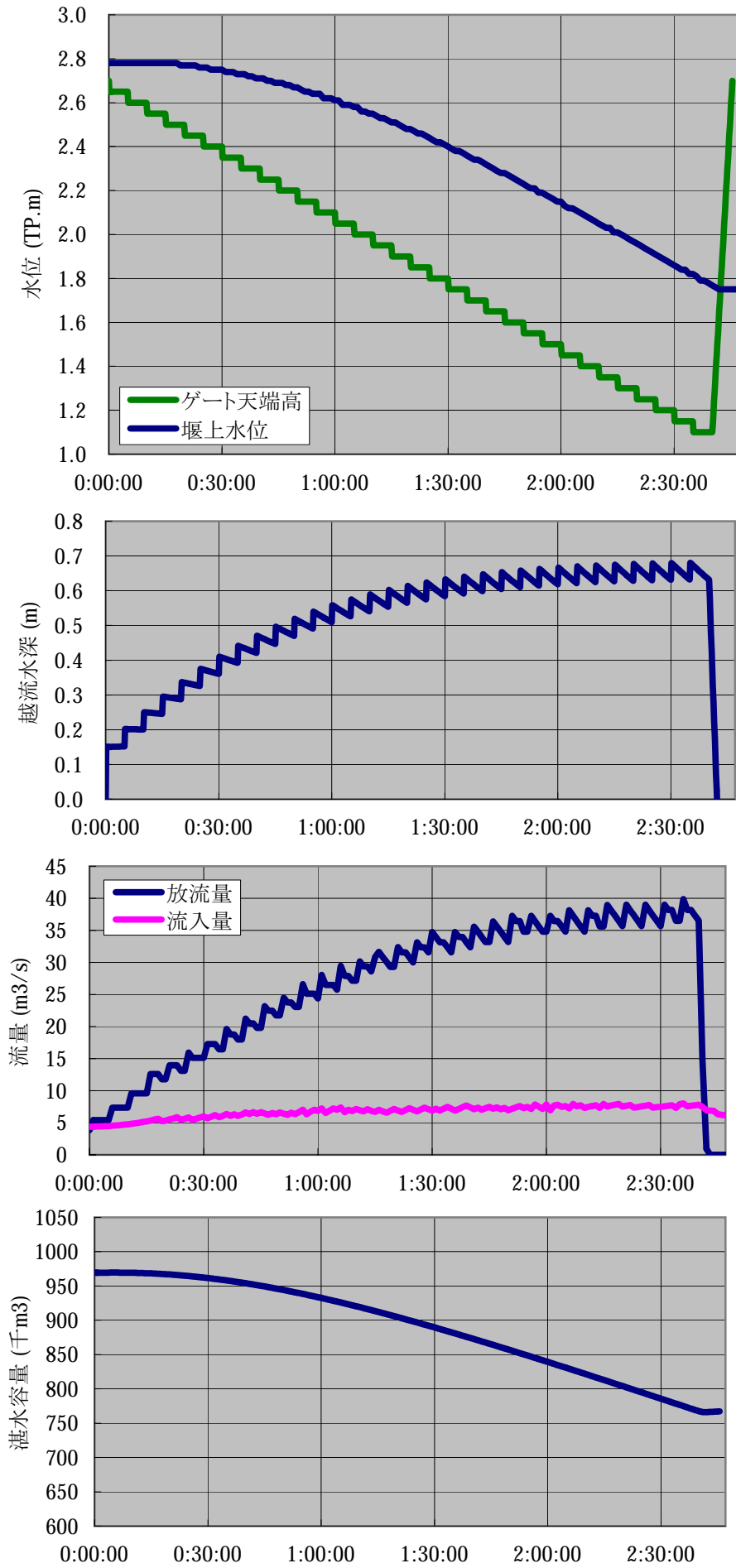


図3.11 7号ゲート上段扉放流試験時の放流量と水位

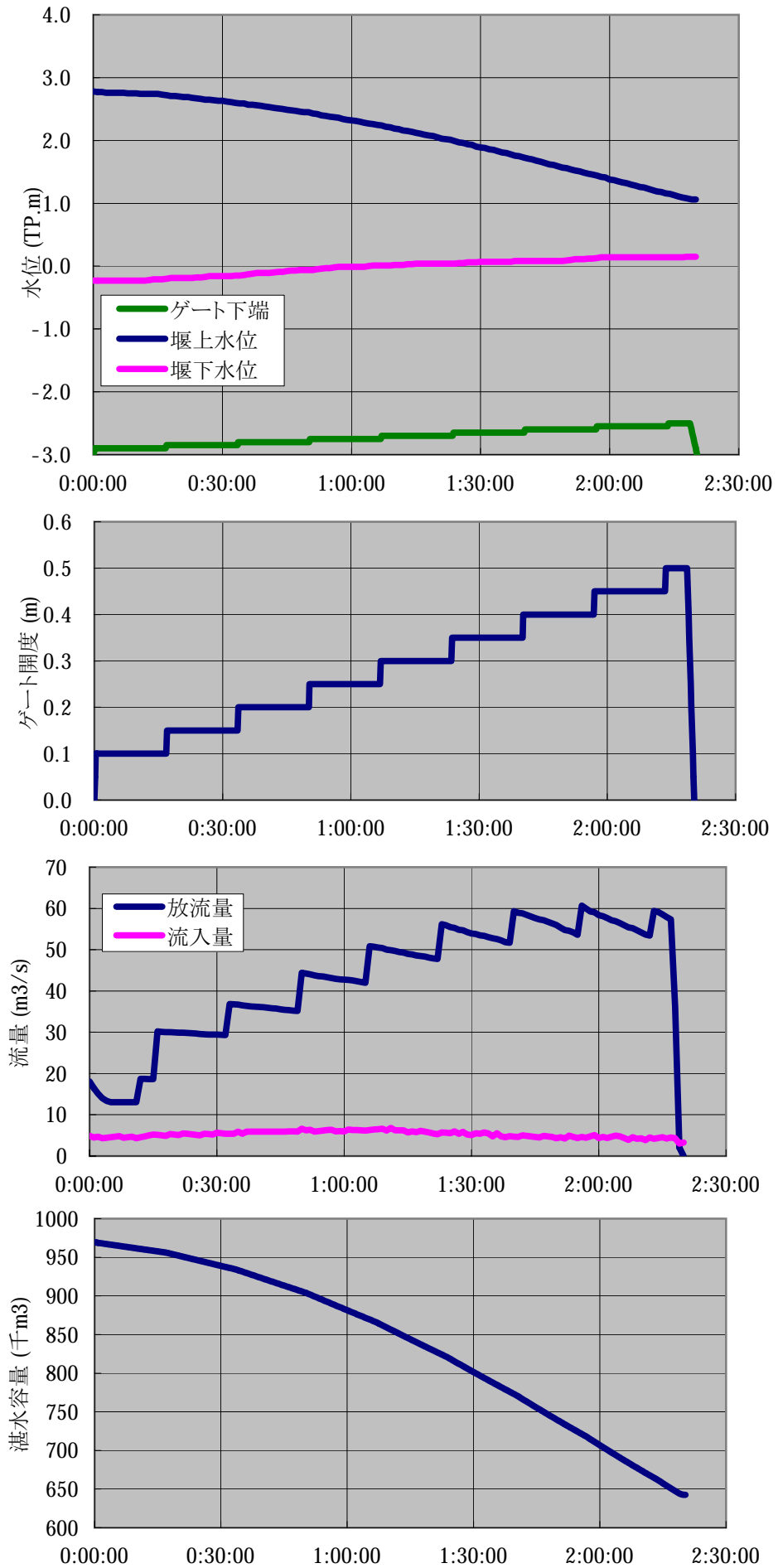


図3.12 7号ゲート下段扉放流試験時の放流量と水位

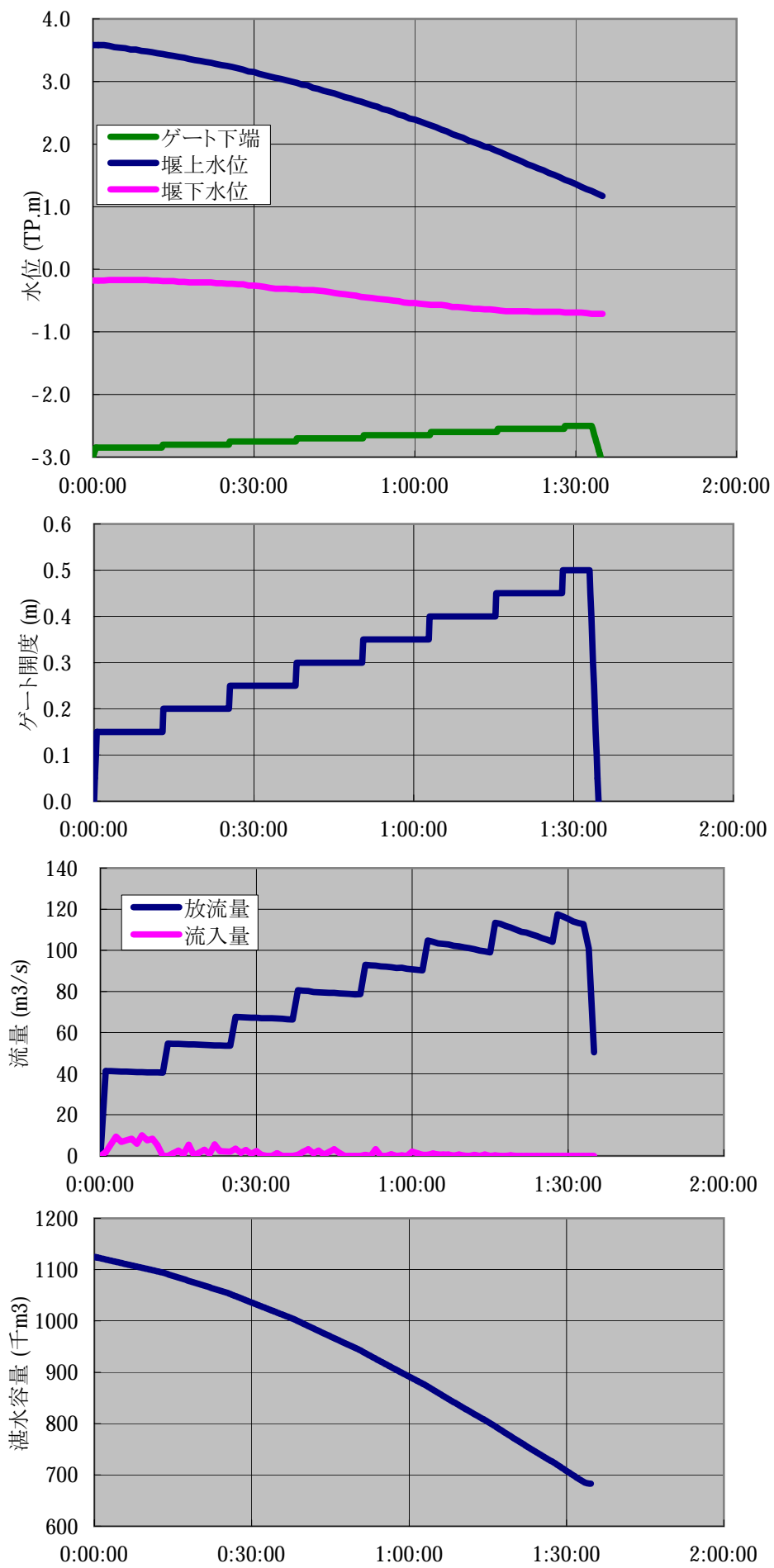


図3.13 6号ゲート放流試験時の放流量と水位



写真 3.21 7号ゲート上段扉放流状況



写真 3.22 7号ゲート下段扉放流状況



写真 3.23 6号ゲート放流状況



写真 3.24 呼び水ゲート放流状況

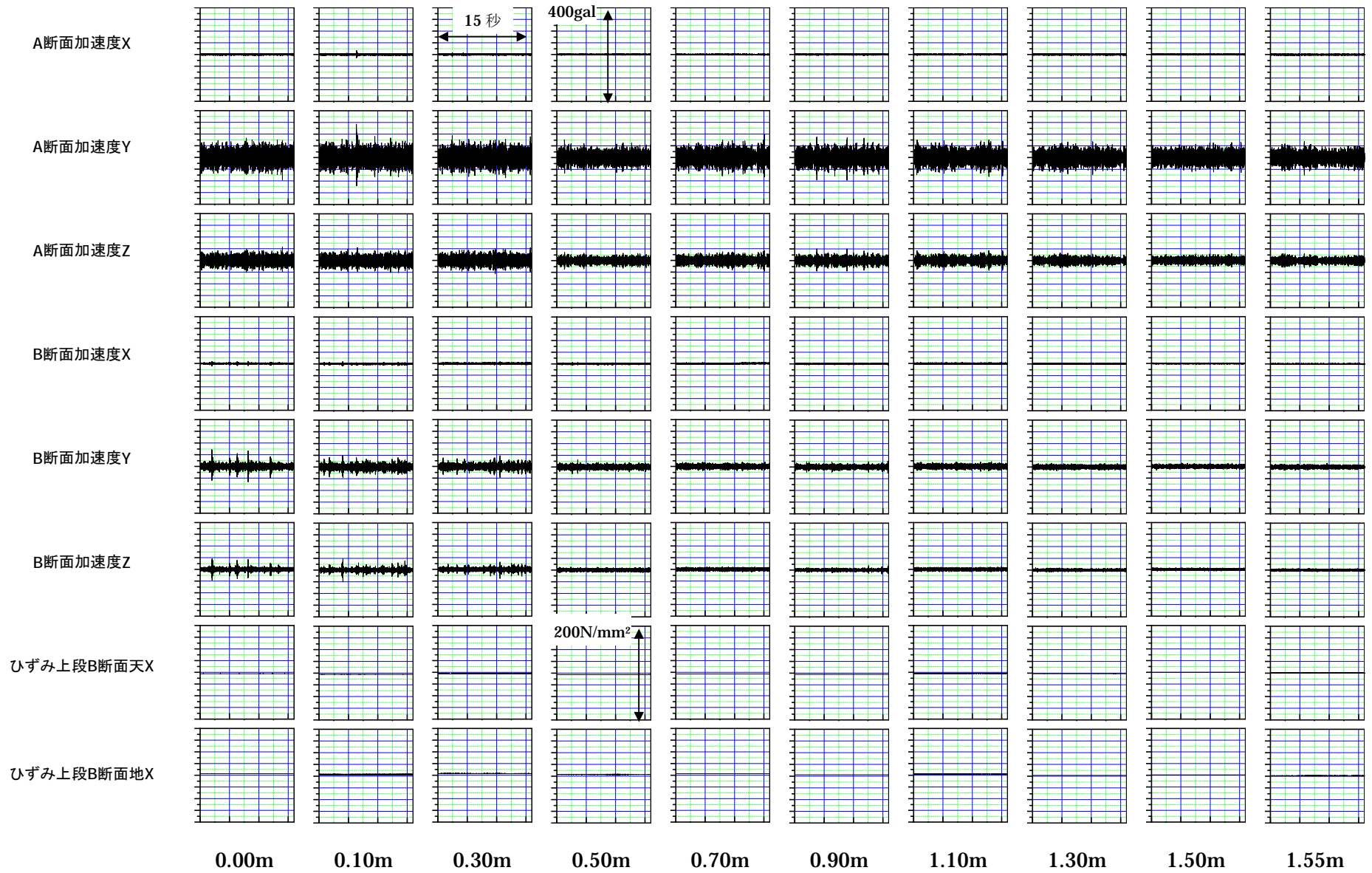


図 3.14(a) 振動加速度記録波形 (7号越流時・上段扉測定点)

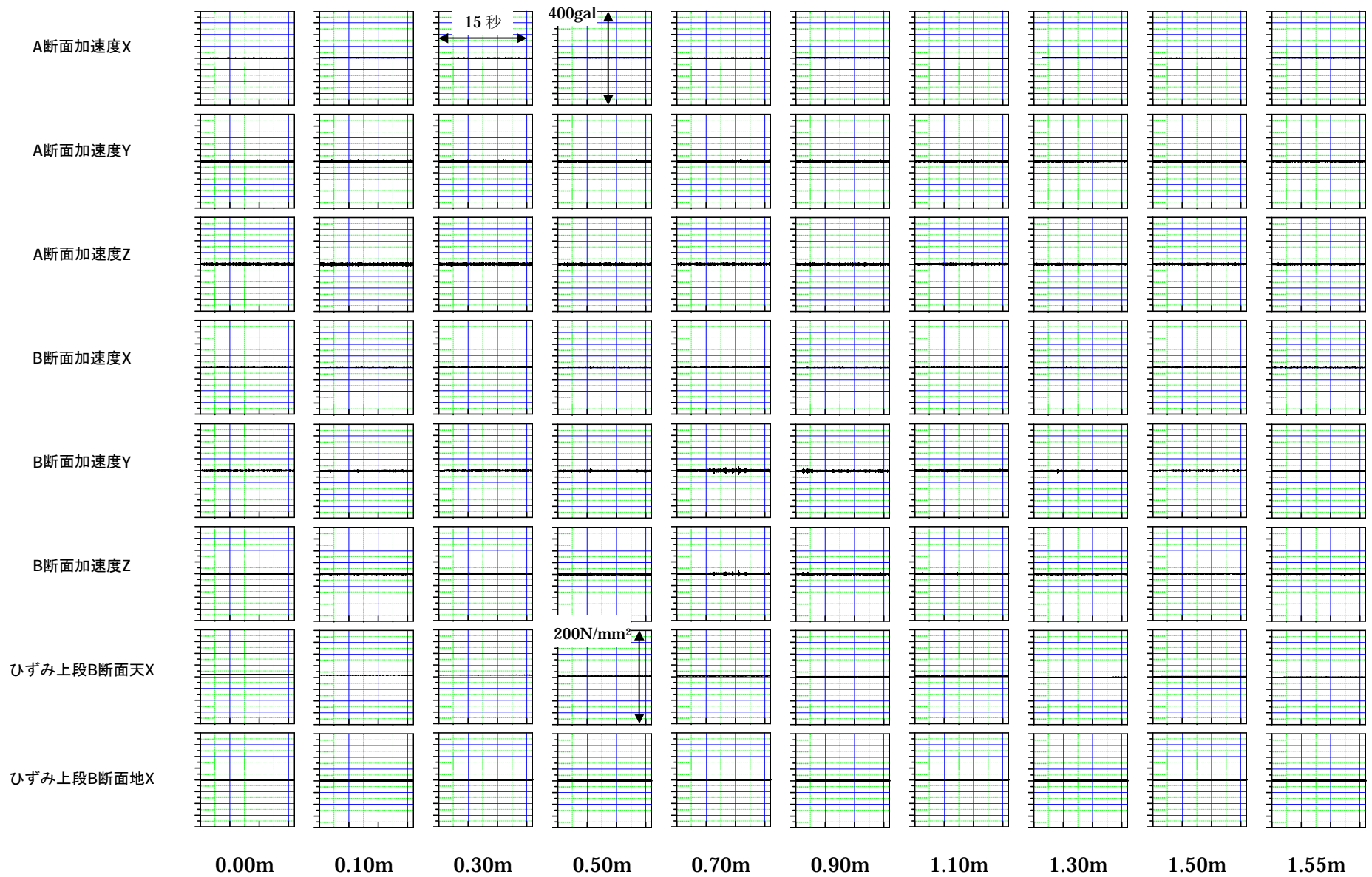


図 3.14(b) 振動加速度記録波形 (7号越流時・下段扉測定点)



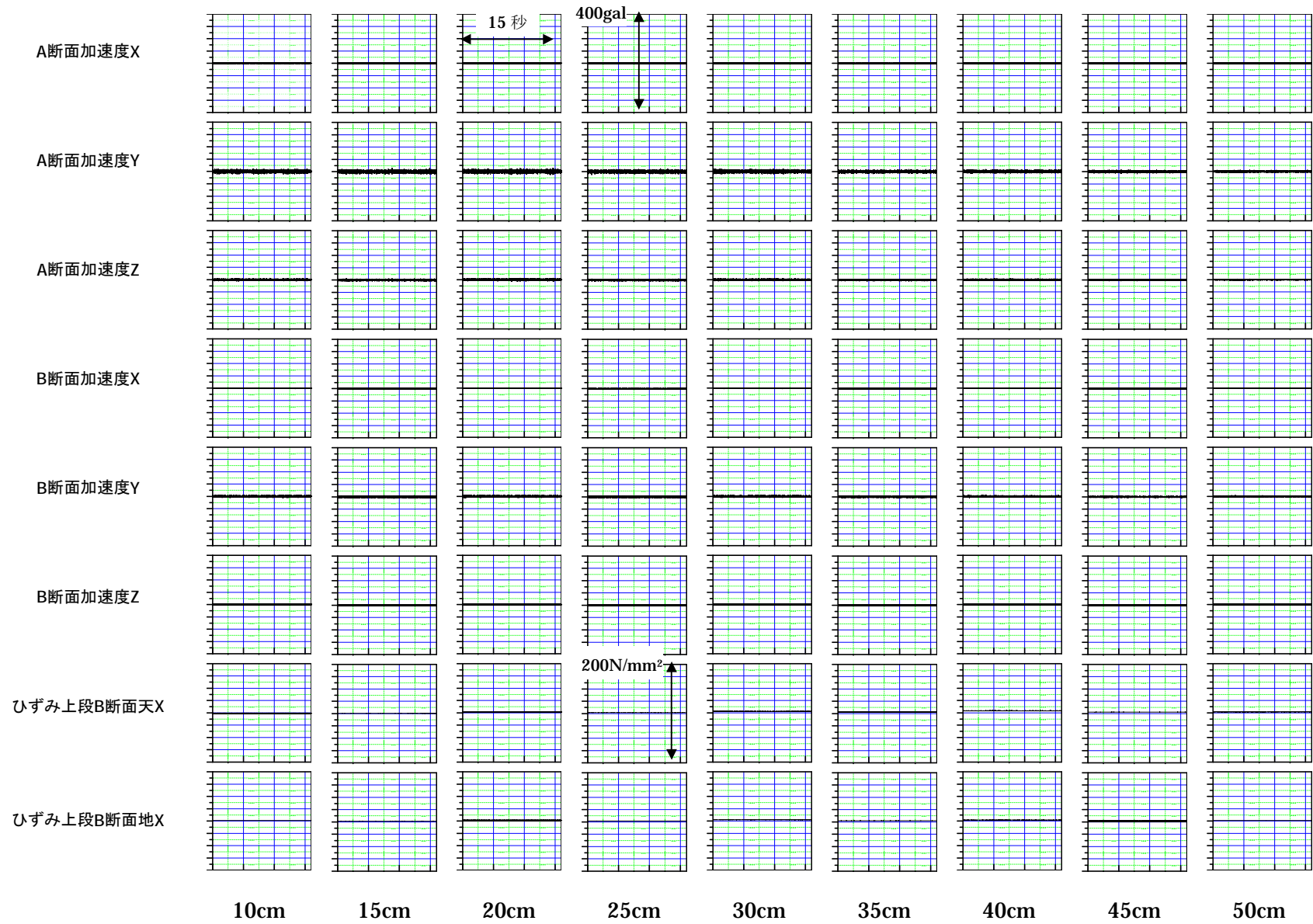


図 3.15(a) 振動加速度記録波形 (7号下端放流時・上段扉測定点)

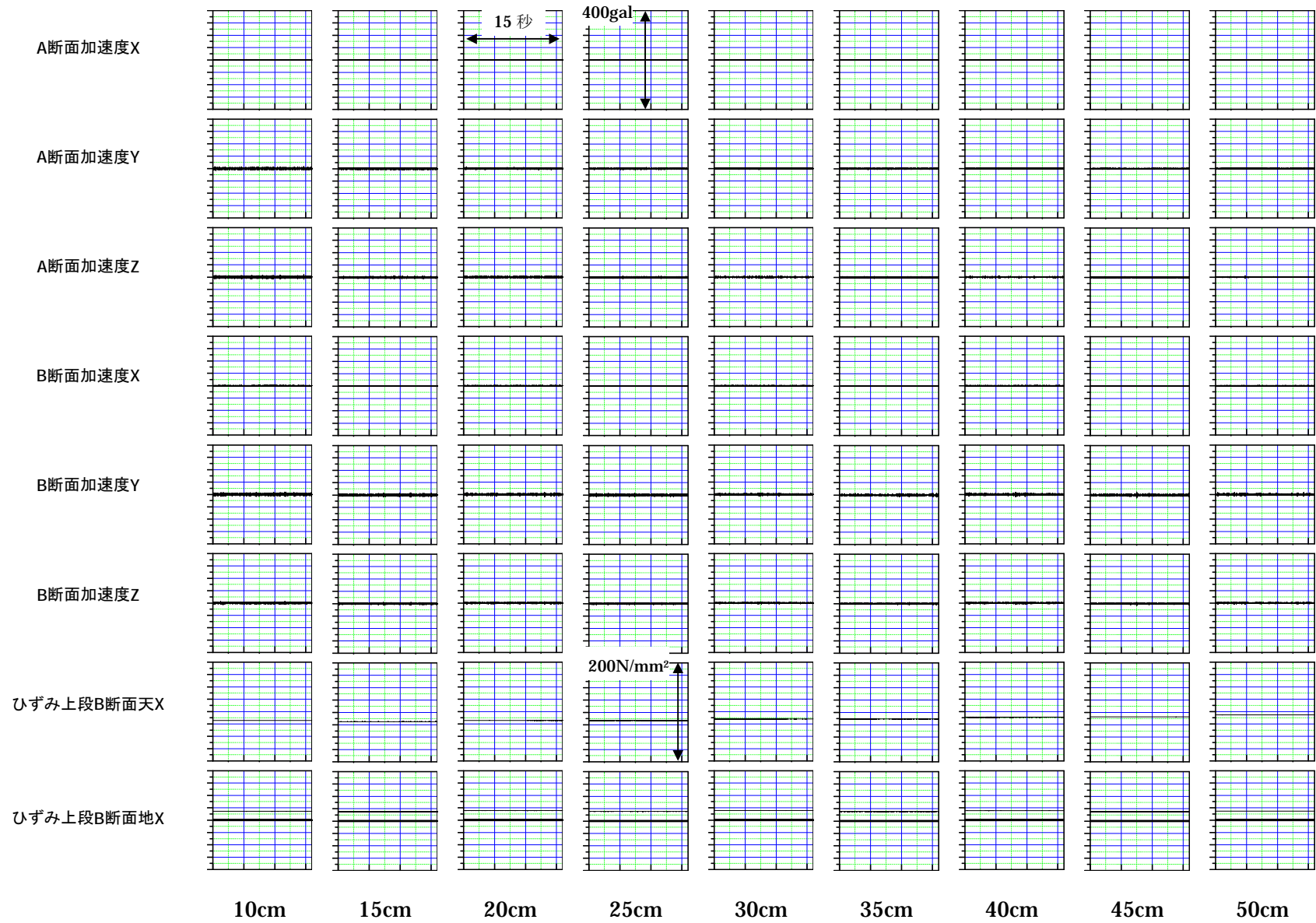


図 3.15(b) 振動加速度記録波形 (7号下端放流時・下段扉測定点)

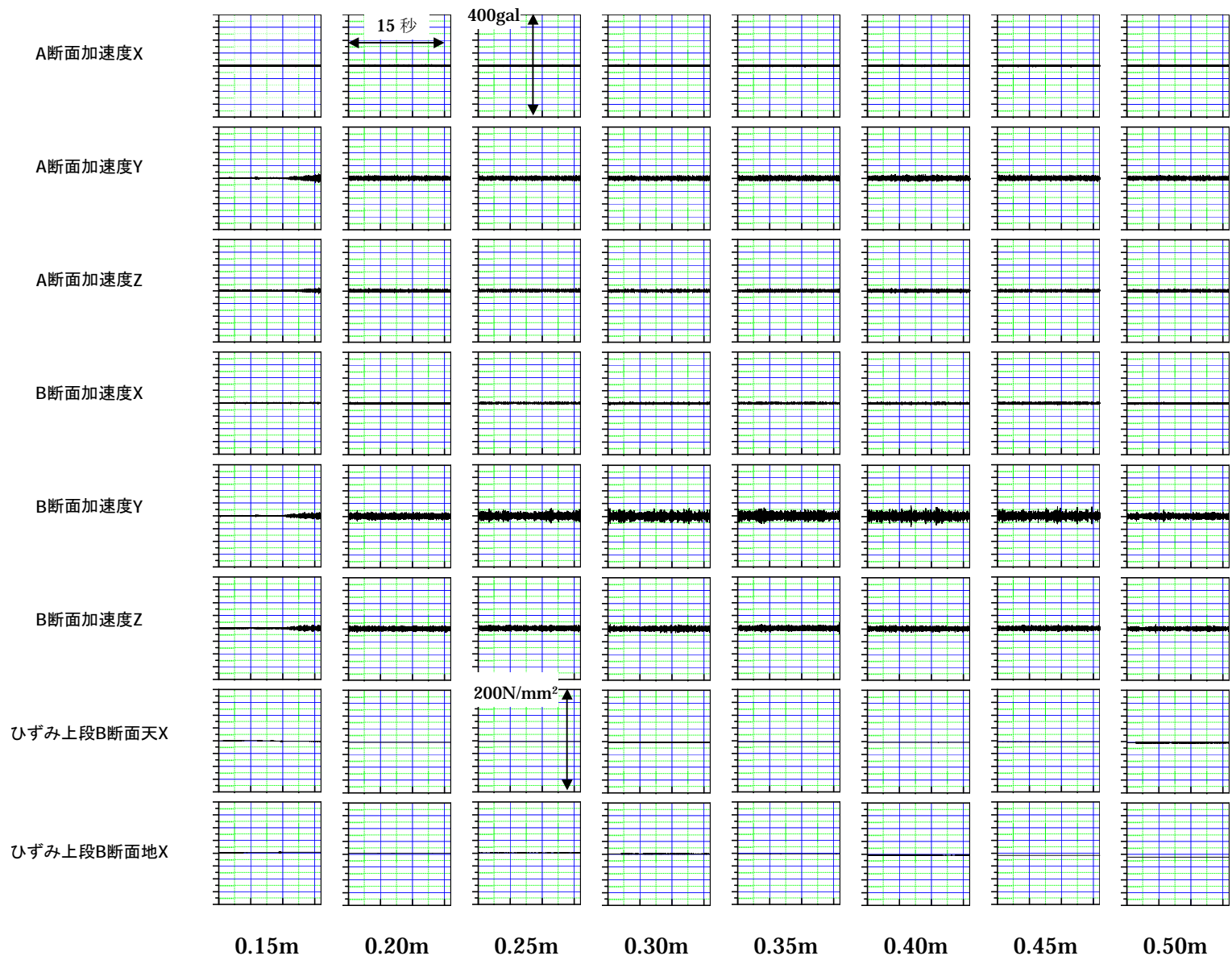


図 3.16 振動加速度記録波形 (6号ゲート放流時)

表 3.26 7号ゲート上段扉振動加速度計測結果

	加速度(gal)												応力(N/mm <sup>2</sup> )			
	上段						下段						上段		下段	
	A断面			B断面			A断面			B断面			A断面		A断面	
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	X	X	X
TP1.1m 開度0.0m	13.1	95.9	56.2	29.1	72.3	46.0	4.7	20.8	7.1	11.6	14.4	42.0	-2.9	3.5	4.7	0.7
TP1.2m 開度0.1m	16.9	142.5	55.3	10.7	59.6	50.2	1.2	8.5	9.2	1.2	5.5	3.6	-3.1	3.6	4.4	0.5
TP1.4m 開度0.3m	9.1	93.4	55.8	7.7	46.9	38.9	1.5	7.4	8.7	1.4	5.5	3.4	-3.2	3.6	3.7	0.3
TP1.6m 開度0.5m	3.3	76.5	36.7	6.4	31.2	12.6	1.4	8.2	8.7	1.5	8.5	5.6	-3.3	3.6	2.7	0.1
TP1.8m 開度0.7m	4.0	98.1	46.1	6.0	19.9	10.8	1.3	7.6	7.7	3.4	17.5	12.7	-3.4	3.4	2.0	0.0
TP2.0m 開度0.9m	4.5	96.6	50.2	9.9	25.6	18.7	1.9	10.2	8.9	6.5	13.7	20.7	-3.0	3.0	1.7	0.0
TP2.2m 開度1.1m	4.3	81.1	42.6	8.1	20.3	10.6	2.4	14.6	7.6	9.4	8.5	30.4	-2.3	2.7	1.2	-0.1
TP2.4m 開度1.3m	4.1	71.7	33.3	3.4	16.1	9.0	1.3	6.1	7.3	1.5	9.0	3.8	-1.3	1.7	0.7	-0.3
TP2.60m 開度1.50m	3.5	64.2	29.0	3.5	15.6	7.2	1.6	6.6	7.0	2.3	4.5	2.7	0.0	0.9	0.4	-0.3
TP2.65m 開度1.55m	3.3	73.7	29.6	3.6	15.7	7.2	1.5	4.5	5.7	2.3	3.6	3.1	0.2	0.6	0.4	-0.3

注)加速度：片振幅最大値，応力：平均値

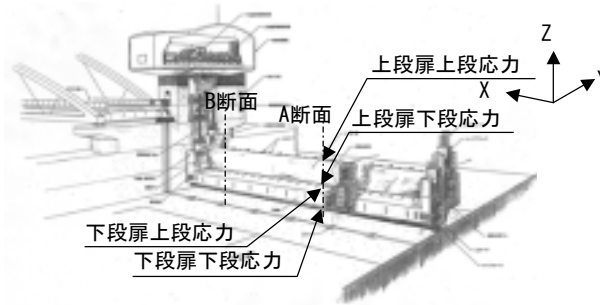


表 3.27 7号ゲート下段扉振動加速度計測結果

	加速度(gal)												応力(N/mm <sup>2</sup> )			
	上段						下段						上段		下段	
	A断面			B断面			A断面			B断面			A断面		A断面	
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	天X	地X	天X	地X
ゲート開度	2.3	11.6	5.8	2.2	6.2	3.5	1.9	8.7	10.2	1.9	9.7	7.1	-1.1	1.2	-17.9	17.8
ゲート開度	2.0	14.8	6.0	1.7	5.8	3.3	1.8	5.8	5.8	2.0	8.6	6.7	0.5	1.3	-18.7	19.4
ゲート開度	3.6	13.2	6.3	5.9	6.2	3.3	1.4	8.3	5.8	2.0	10.1	13.0	1.5	1.5	-17.8	19.5
ゲート開度	1.9	12.4	5.2	1.6	5.1	2.9	1.4	5.5	4.9	1.3	8.2	5.2	2.2	1.9	-16.4	19.5
ゲート開度	1.8	10.9	5.4	2.2	5.1	2.9	1.6	4.2	5.0	1.8	6.8	4.1	2.9	2.6	-15.1	19.5
ゲート開度	1.7	10.1	5.4	1.8	5.6	2.7	1.3	4.1	4.4	1.2	8.6	5.0	3.6	2.6	-13.4	19.4
ゲート開度	2.0	9.1	4.2	1.8	5.6	2.5	1.4	4.0	5.2	1.5	9.2	6.0	3.9	2.0	-11.3	19.3
ゲート開度	2.1	8.3	3.4	1.6	4.4	2.1	1.2	3.8	3.4	1.6	12.2	7.5	3.0	1.5	-9.1	19.0
ゲート開度	1.5	6.3	2.7	1.7	3.5	2.0	1.2	3.0	4.2	1.7	8.3	4.6	1.8	1.2	-6.5	18.4

注)加速度：片振幅最大値，応力：平均値

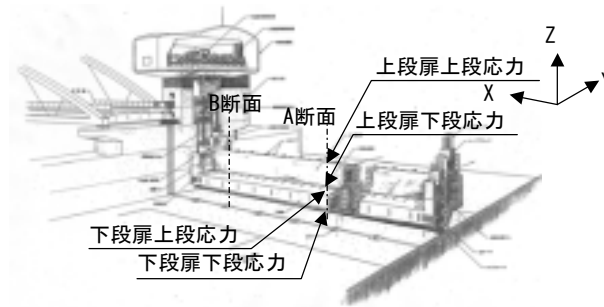
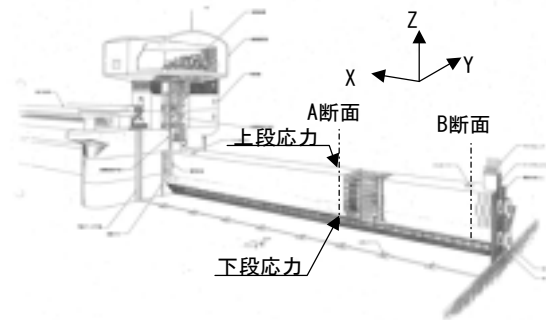


表 3.28 6号ゲート振動加速度計測結果

	加速度(gal)						応力(N/mm <sup>2</sup> )	
	A断面			B断面			A断面	
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	X
ゲート開度	4.0	18.9	12.7	3.4	14.7	13.2	-0.5	1.4
ゲート開度	5.8	13.6	9.4	4.3	21.6	14.7	-1.4	1.6
ゲート開度	4.9	15.2	8.5	5.7	28.6	14.5	-1.5	0.8
ゲート開度	5.1	12.6	8.0	6.2	35.6	16.7	-1.7	0.0
ゲート開度	5.8	13.2	9.3	5.5	32.5	23.5	-1.9	-1.2
ゲート開度	4.8	14.5	10.0	6.7	41.1	14.3	-2.0	-2.6
ゲート開度	5.6	14.9	7.2	8.1	35.0	15.7	-2.2	-4.2
ゲート開度	4.5	12.2	7.6	5.0	25.2	17.2	-2.5	-5.7

注)加速度：片振幅最大値，応力：平均値



## c) 考察

### (1) 周波数分析

図 3.14～3.16 および表 3.26～3.28 の計測値は、全ての振動周波数の合成値であるが、振動に対する安全性は周波数によって異なるので、安全性を評価するためには周波数毎に分解する必要がある。

フーリエ変換(\*p.89 参照)により各ゲート開度・測点毎に振動加速度を周波数分析すると図 3.17～3.19 のとおりである。また、周波数分析によって得られた結果を基に振動変位を計算した結果をまとめると表 3.29～3.31 のとおりである。

### (2) 振動に対する安全性

振動に対する安全性は、「ダム・堰施設検査要領(案)」 p.717 に示されている Petrikat の扉体振動判定図によって評価する。

同図に表 3.29～3.31 の値をプロットすると図 3.20～3.24 のとおりである。

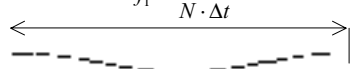
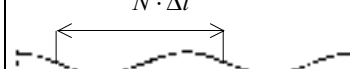
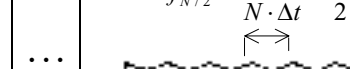
これに示すように 6 号ゲート、7 号ゲートとも「安定領域」内であり、「構造物に影響を及ぼす下限」を下回っている。

従って、振動に対して安全であると判断される。

※ フーリエ変換について

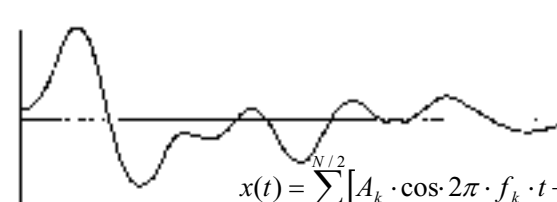
1) 波の特性

実測波形は様々な周期の波形の集合体であり、フーリエ近似式を求めることで表現できる。

一次成分	二次成分	...	N/2 成分
$f_1 = \frac{1}{N \cdot \Delta t}$  $x_1(t) = A_1 \cdot \cos \pi \cdot f_1 \cdot t + B_1 \cdot \sin 2\pi \cdot f_1 \cdot t$	$f_2 = \frac{2}{N \cdot \Delta t}$  $x_2(t) = A_2 \cdot \cos 2\pi \cdot f_2 \cdot t + B_2 \cdot \sin 2\pi \cdot f_2 \cdot t$	...	$f_{N/2} = \frac{N/2}{N \cdot \Delta t} = \frac{1}{2 \cdot \Delta t}$  $x_{N/2}(t) = A_{N/2} \cdot \cos 2\pi \cdot f_{N/2} \cdot t + B_{N/2} \cdot \sin 2\pi \cdot f_{N/2} \cdot t$

(波の重ね合わせ)

実測波形 (時間-振幅)



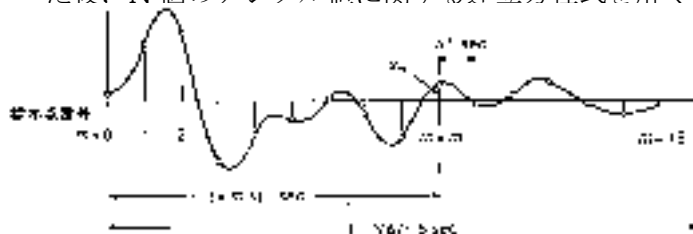
$$x(t) = \sum_{k=0}^{N/2} [A_k \cdot \cos 2\pi \cdot f_k \cdot t + B_k \cdot \sin 2\pi \cdot f_k \cdot t] \text{ (フーリエ近似式)}$$

このことから、実測波形のフーリエ近似式を求めることによって、時間-振幅で表現されている波形を周波数別(k 次成分別)に変換することが可能となる。

時間-振幅の波形 (フーリエ近似式) 周波数-振幅の波形

2) フーリエ近似式の求め方

フーリエ近似式は、アナログで表現されている実測波形を N 個のデータとしてデジタル化した後、N 個のデジタル値に関する連立方程式を解くことで求めることができる。



デジタル化

標本番号 m	標本点時刻 t = m · Δt	標本値 x <sub>m</sub>
0	0	x <sub>0</sub>
1	Δt	x <sub>1</sub>
2	2 · Δt	x <sub>2</sub>
⋮	⋮	⋮
N-1	(N-1) · Δt	x <sub>N-1</sub>

$$x_m = \sum_{k=0}^{N/2} \left[ A_k \cdot \cos \frac{2\pi \cdot k \cdot m}{N} + B_k \cdot \sin \frac{2\pi \cdot k \cdot m}{N} \right] \quad (m=0, 1, 2, \dots, N-1)$$

ここで、 $A_k = \frac{2}{N} \cdot \sum_{m=0}^{N-1} \left[ x_m \cdot \cos \frac{2\pi \cdot k \cdot m}{N} \right]$ ,  $B_k = \frac{2}{N} \cdot \sum_{m=0}^{N-1} \left[ x_m \cdot \sin \frac{2\pi \cdot k \cdot m}{N} \right]$  : フーリエ係数

連立方程式

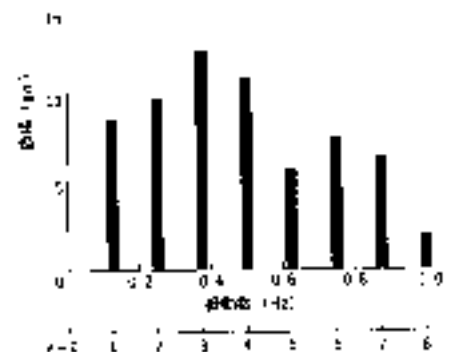
3) 時間-振幅から周波数-振幅への変換

フーリエ近似式から k 次成分の周波数および振幅は以下のように求まる。

$$f_k = \frac{k}{N \cdot \Delta t} : k \text{ 次成分の周波数}, \sqrt{A_k^2 + B_k^2} : k \text{ 次成分の振幅},$$

これより、周波数別(k 次成分別)の周波数-振幅の関係を図化すると右図のとおりとなる。

棒グラフで表現することが正確であるが、この棒グラフの棒の頭を結んで折線グラフで表現することで連続的に表現することが多い。





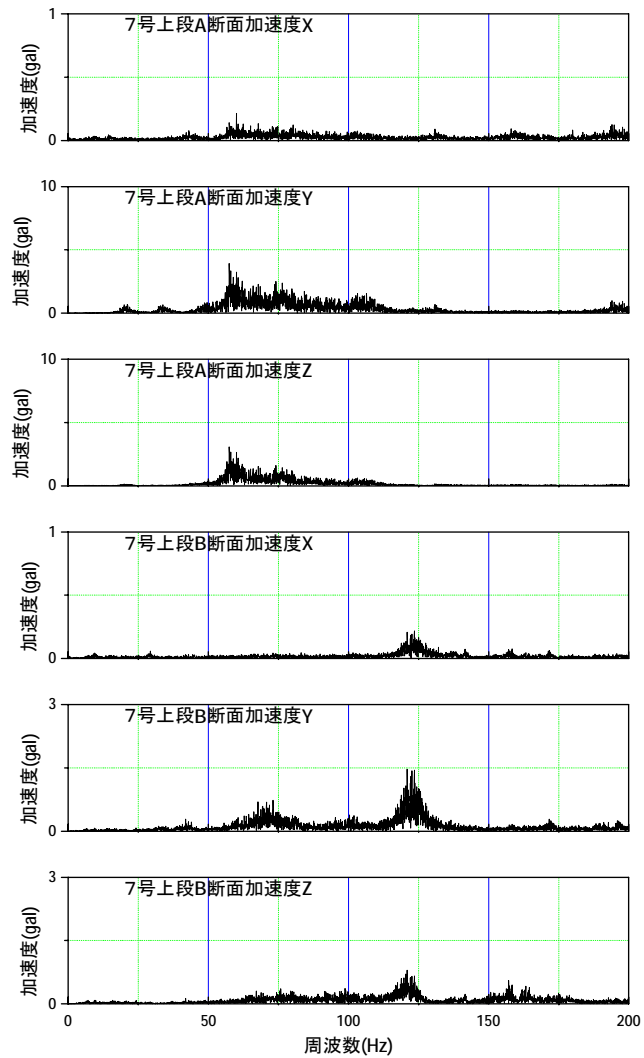


図 3.17.(a) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+1.1m ゲート開度 0m)

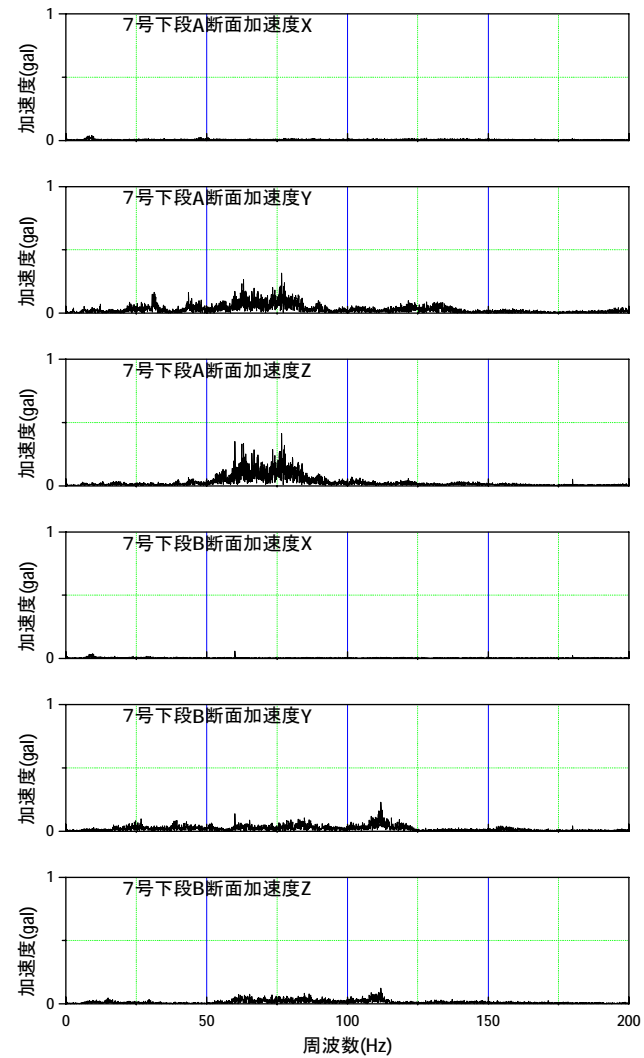


図 3.17.(b) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.1m ゲート開度 0m)

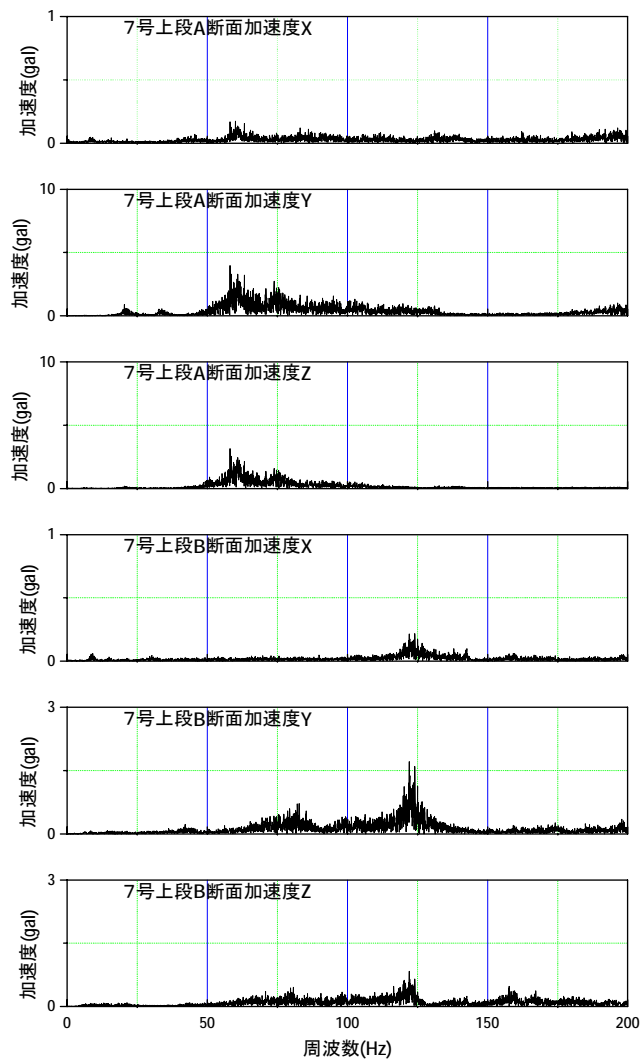


図 3.17.(c) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

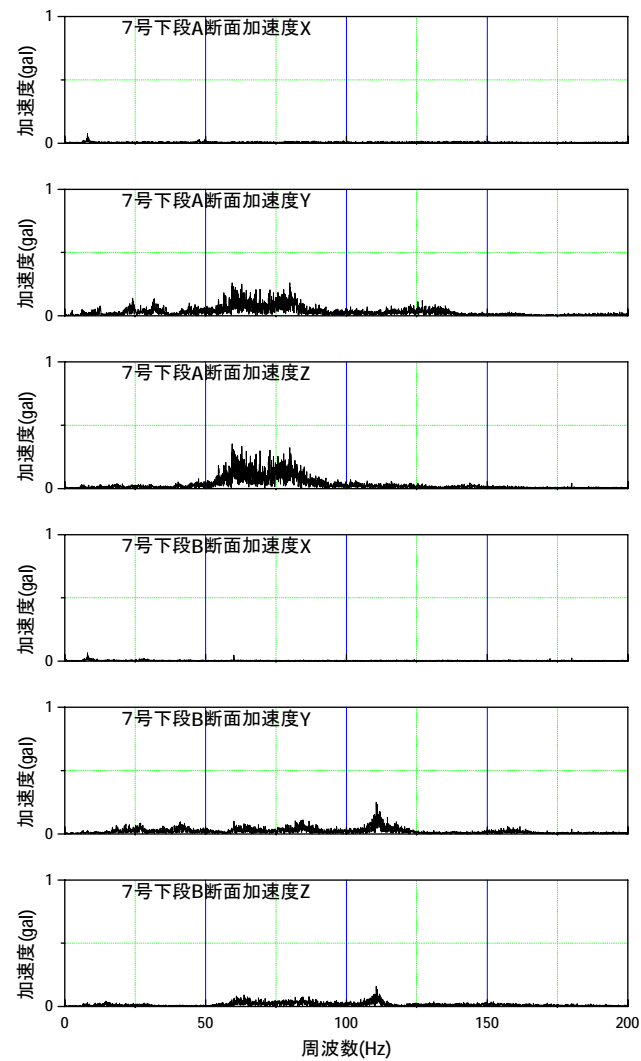


図 3.17.(d) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

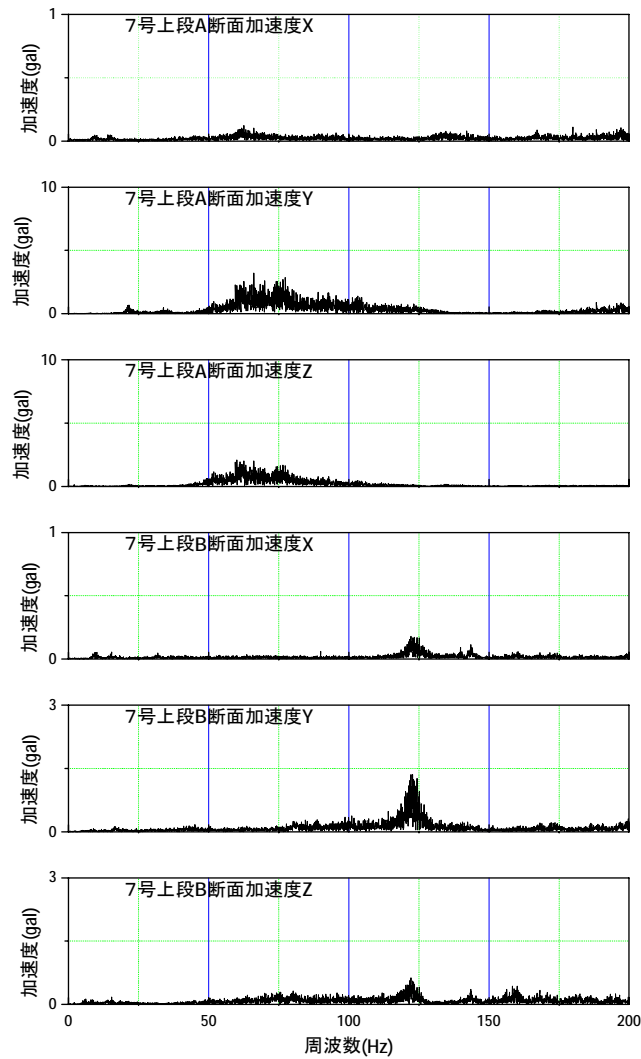


図 3.17.(e) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

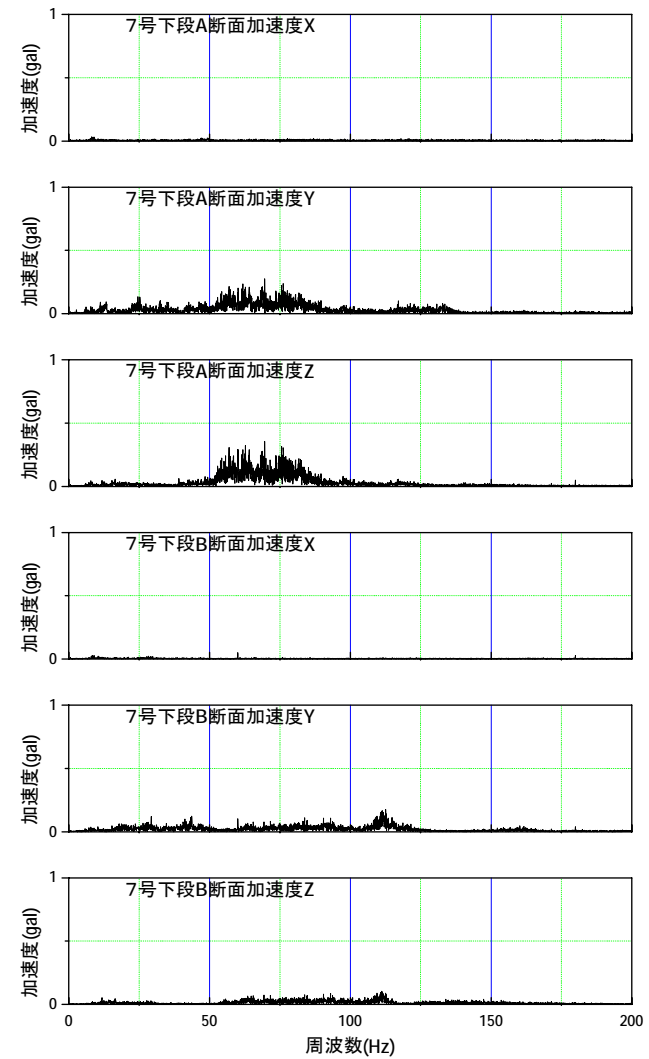


図 3.17.(f) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

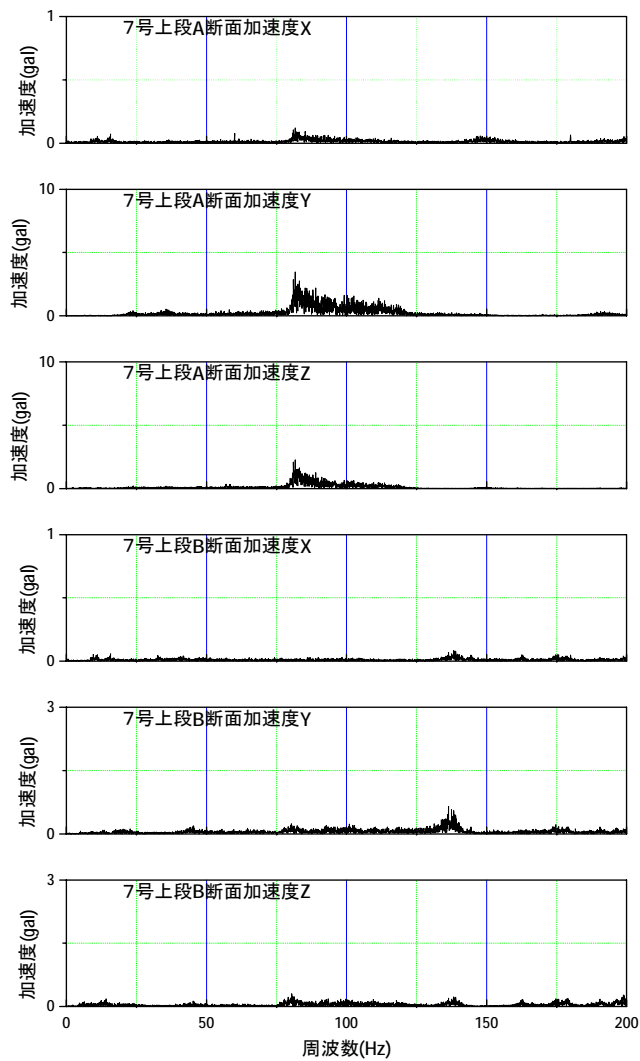


図 3.17.(g) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

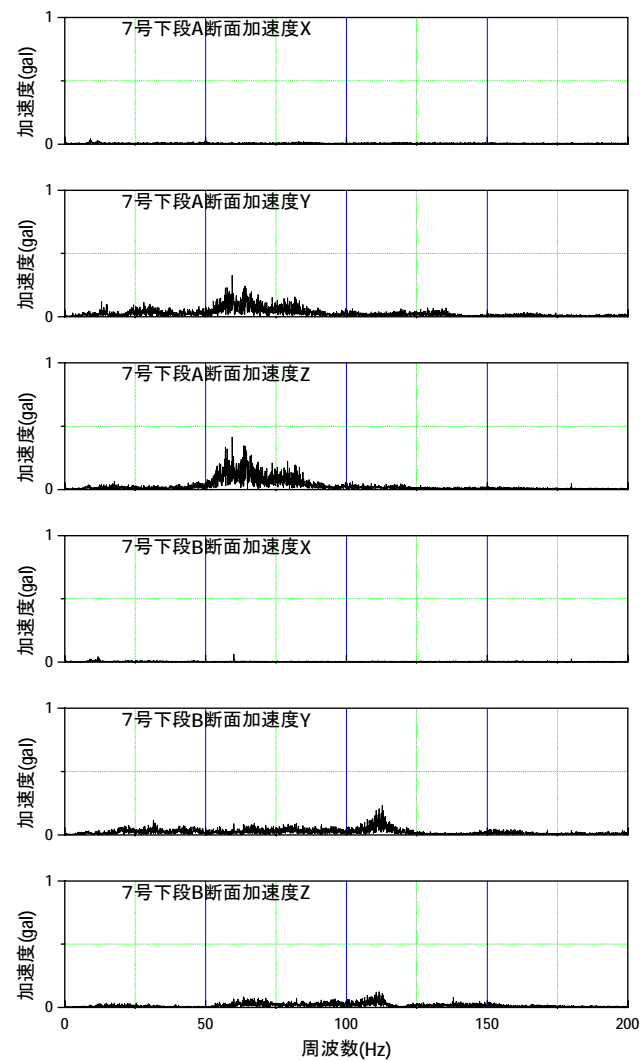


図 3.17.(h) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

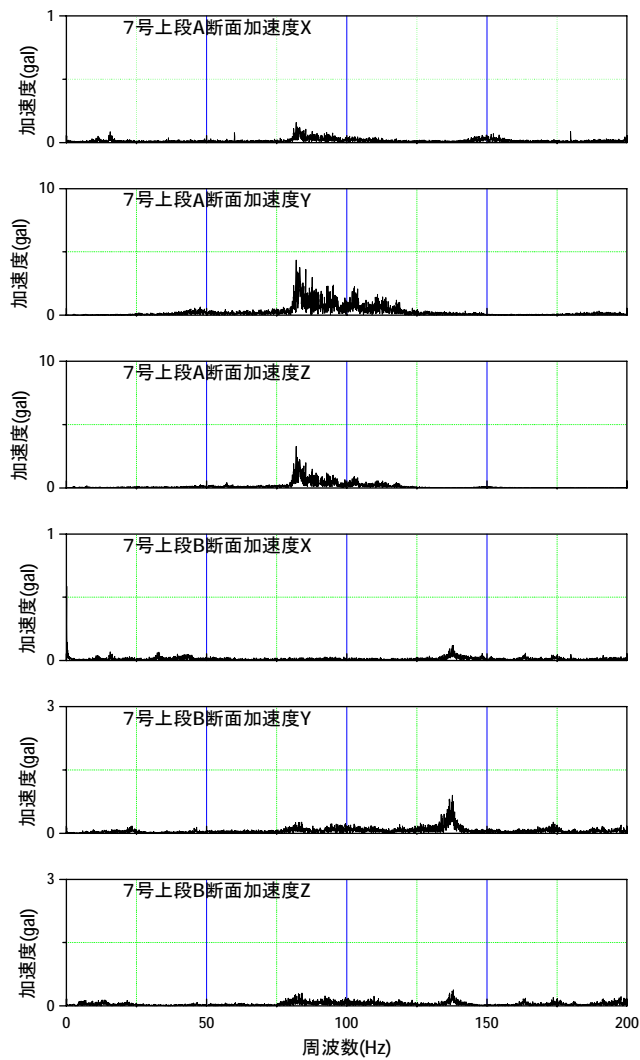


図 3.17.(i) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+1.8m ゲート開度 0.7m)

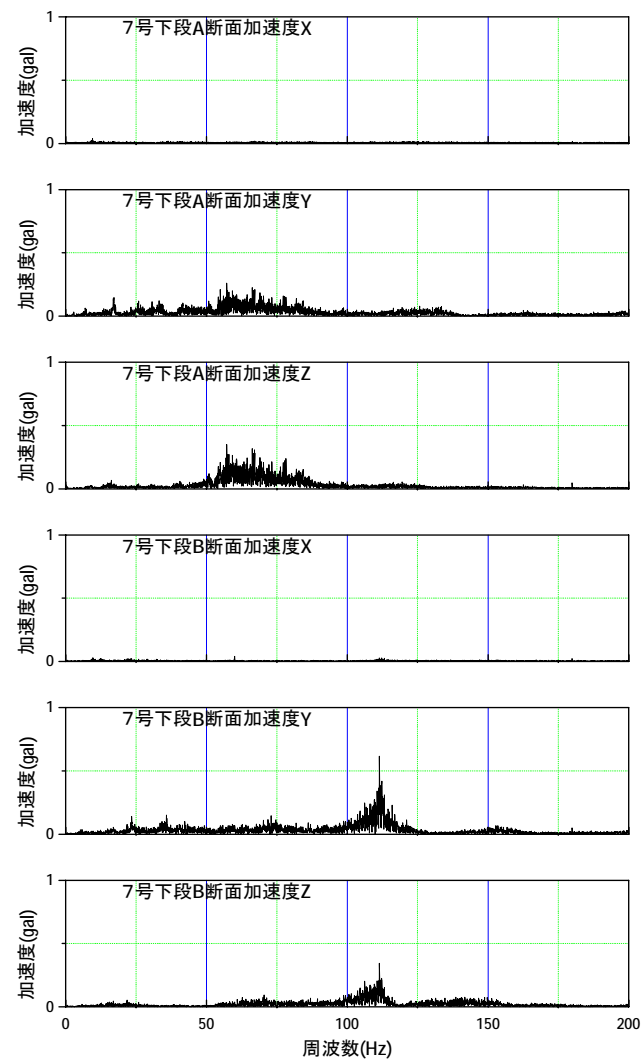


図 3.17.(j) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.8m ゲート開度 0.7m)

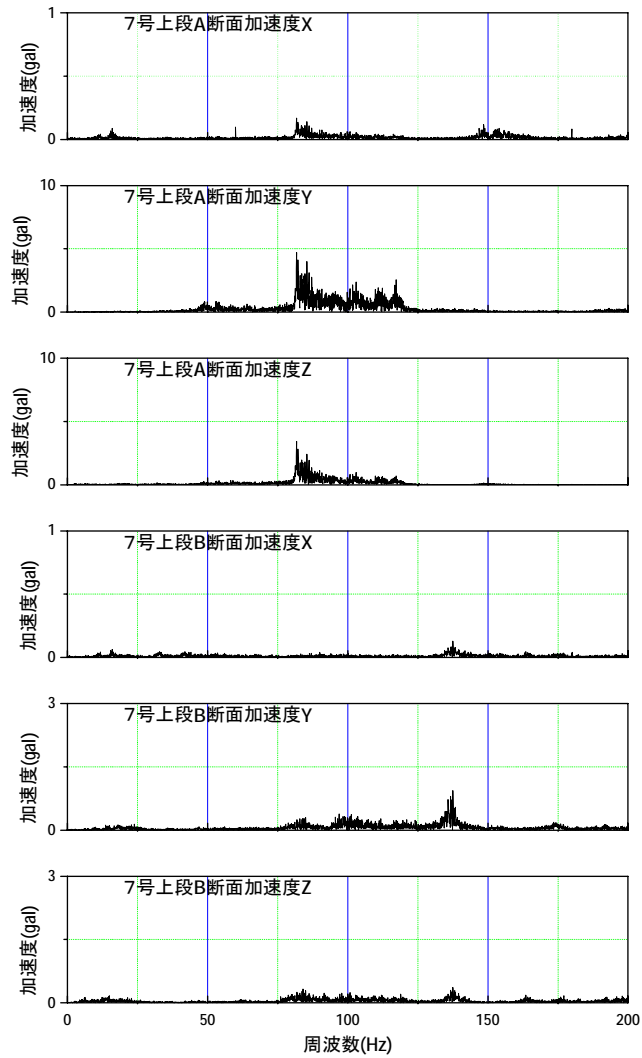


図 3.17.(k) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+2.0m ゲート開度 0.9m)

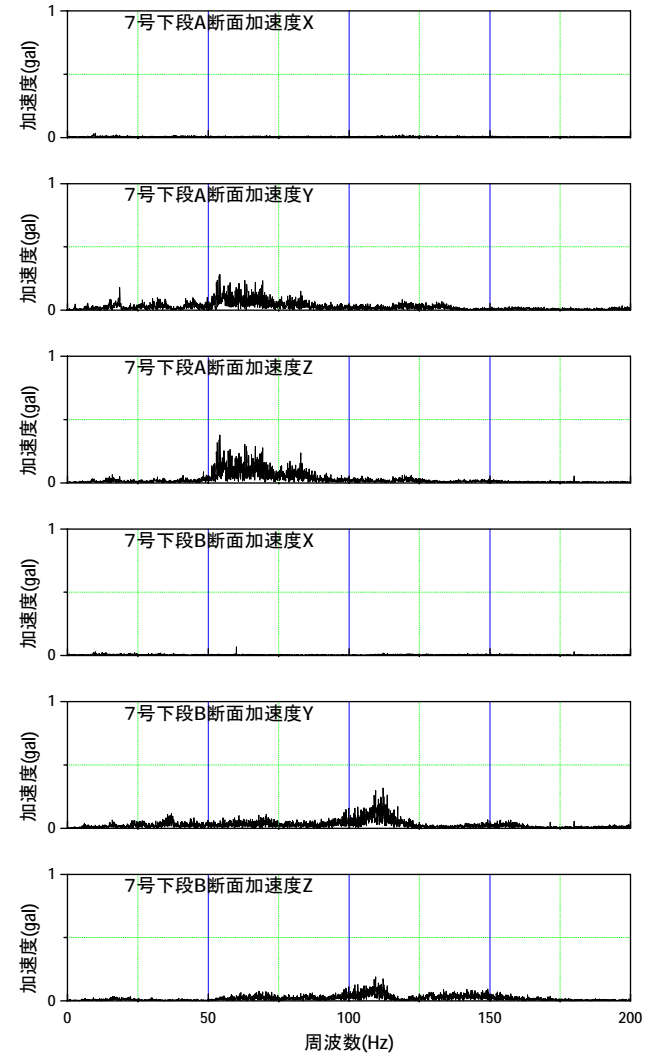


図 3.17.(l) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+2.0m ゲート開度 0.9m)

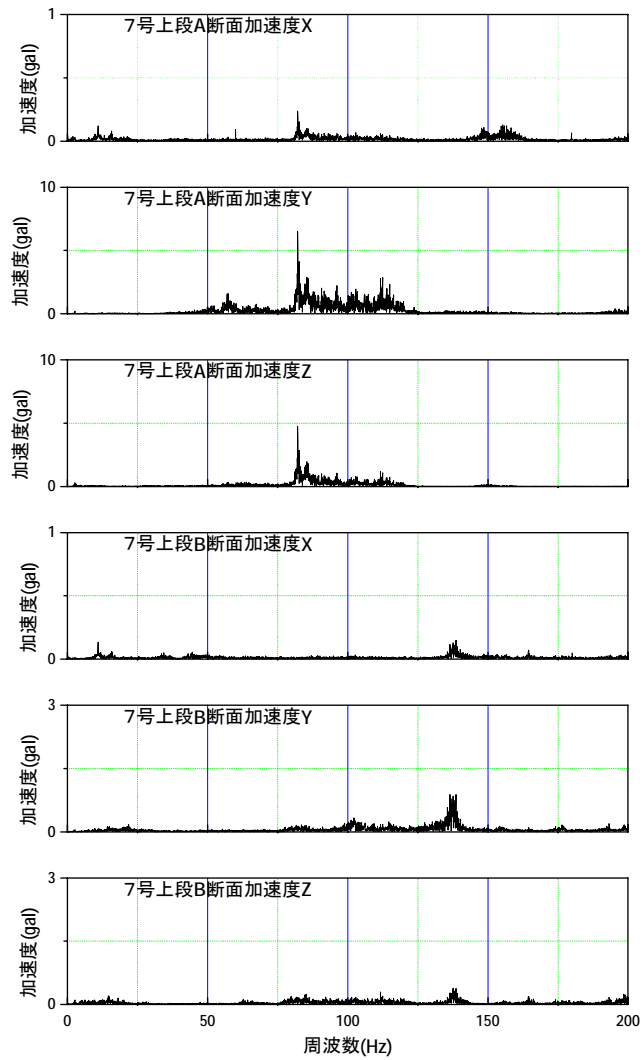


図 3.17.(m) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+2.2m ゲート開度 1.1m)

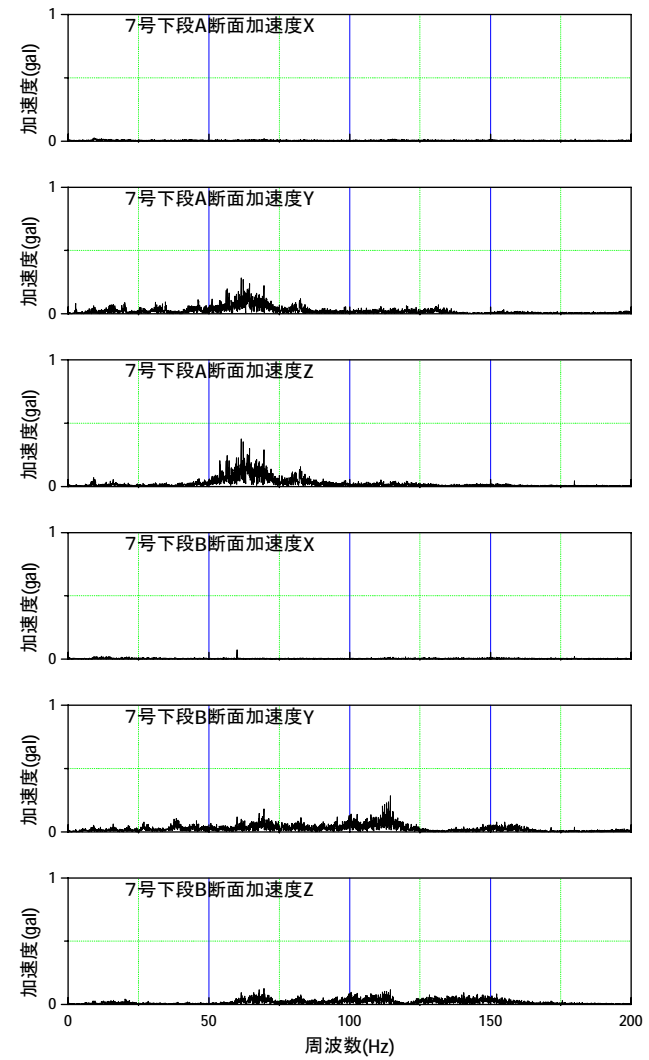


図 3.17.(n) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+2.2m ゲート開度 1.1m)

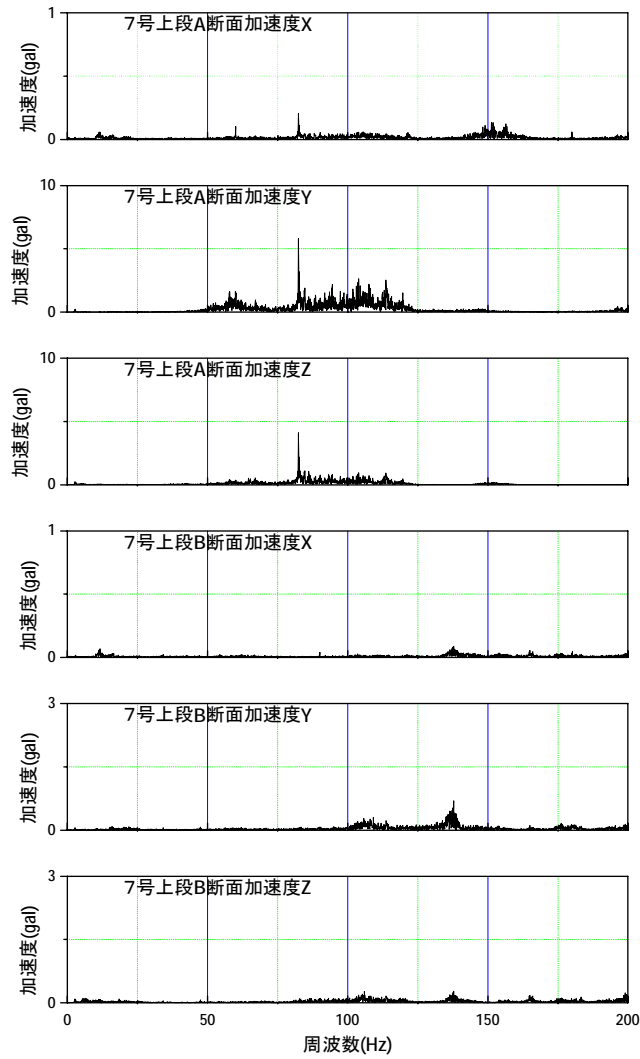


図 3.17.(o) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+2.4m ゲート開度 1.3m)

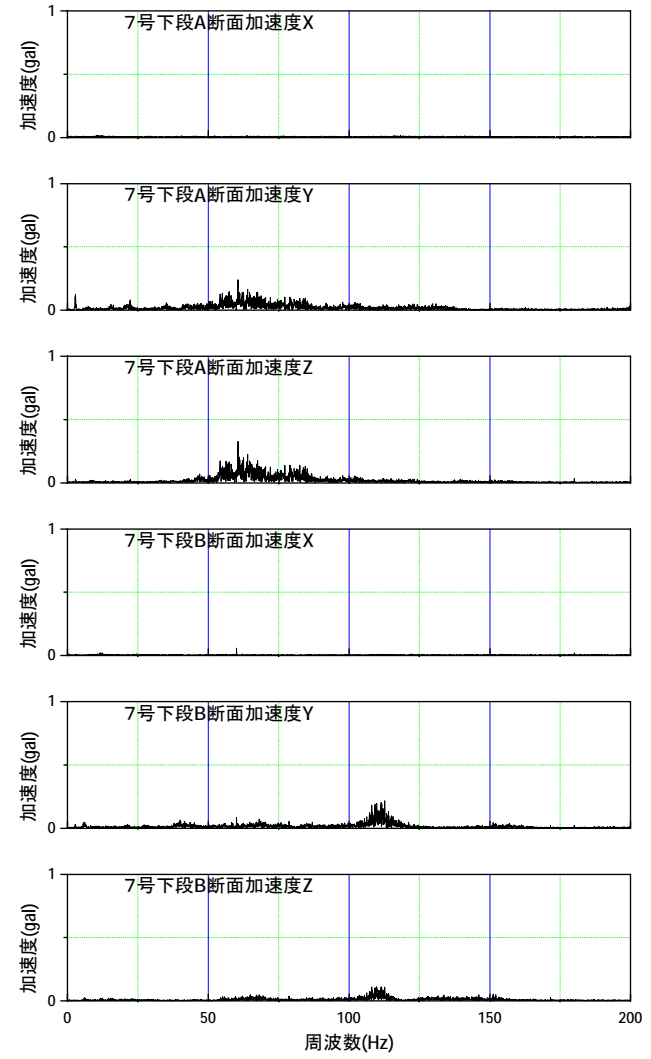


図 3.17.(p) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+2.4m ゲート開度 1.3m)



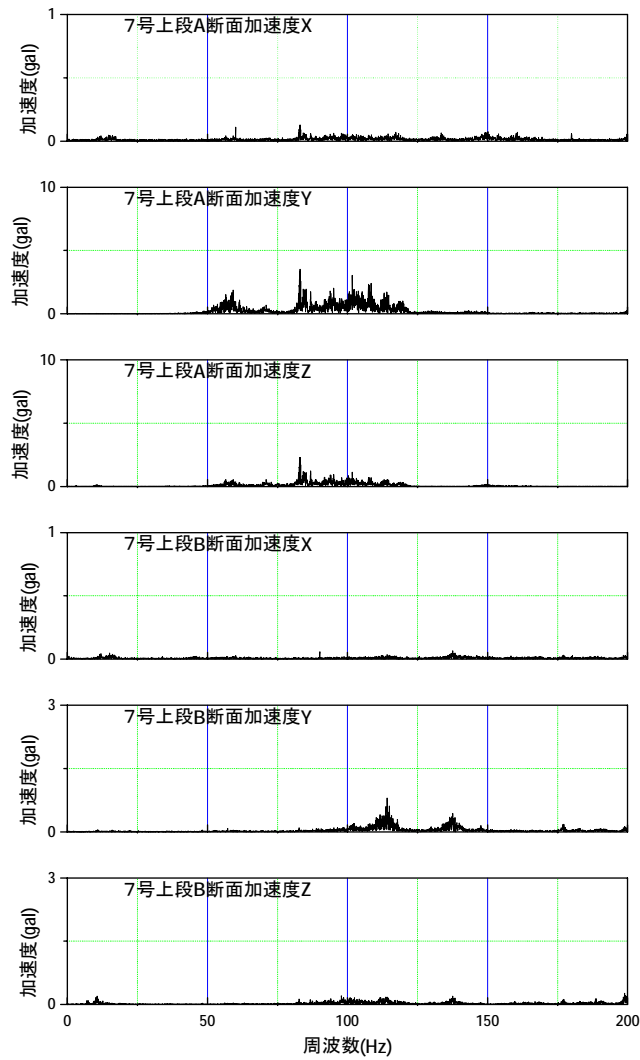


図 3.17.(q) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+2.6m ゲート開度 1.5m)

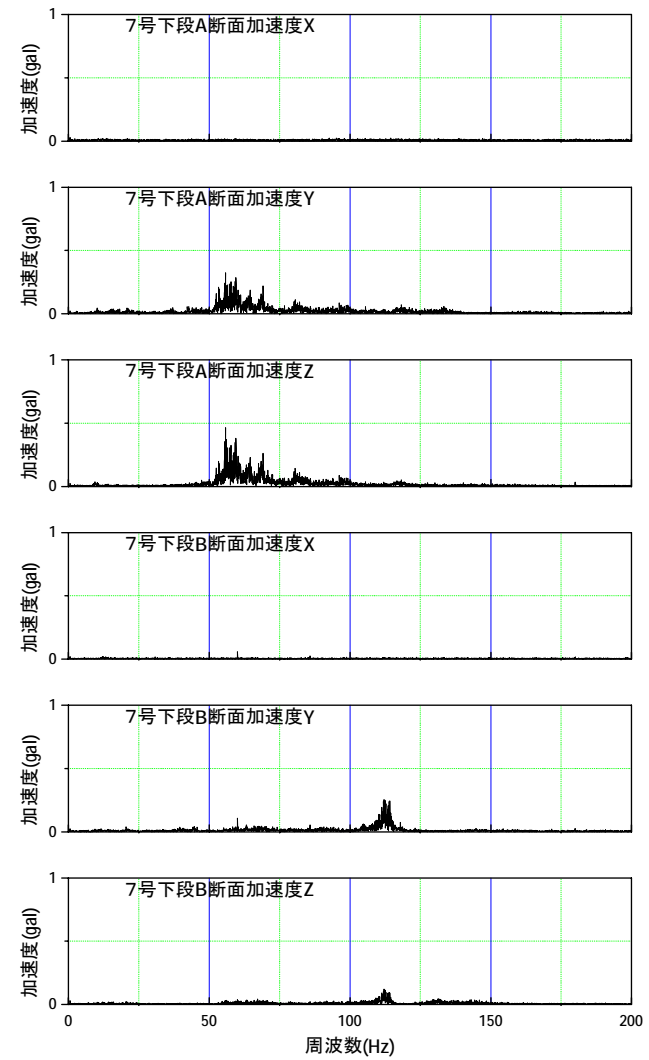


図 3.17.(r) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+2.6m ゲート開度 1.5m)

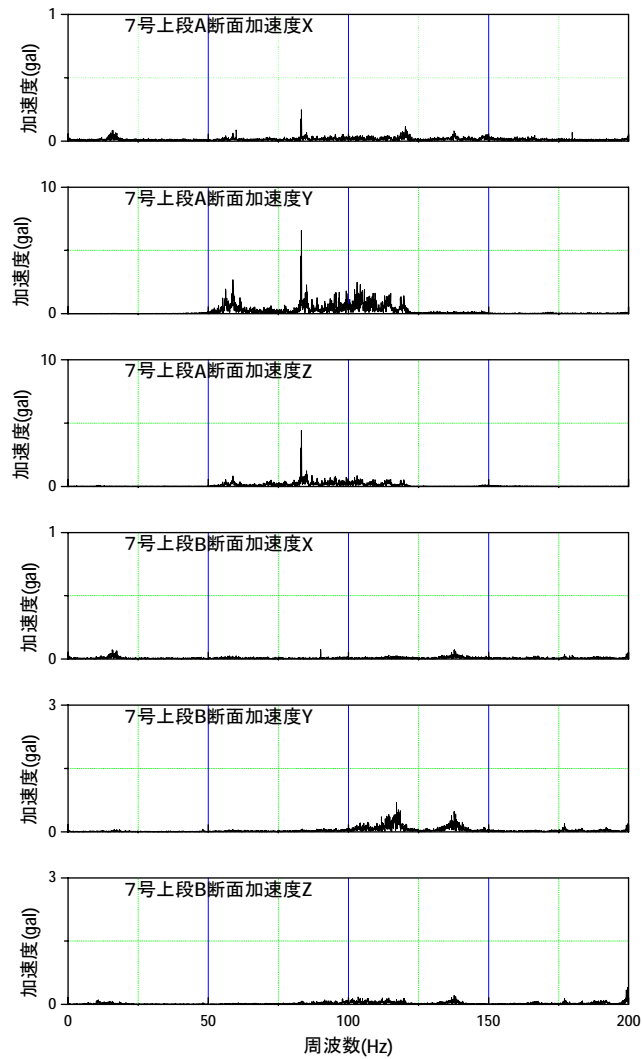


図 3.17.(s) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・越流時 TP+2.65m ゲート開度 1.55m)

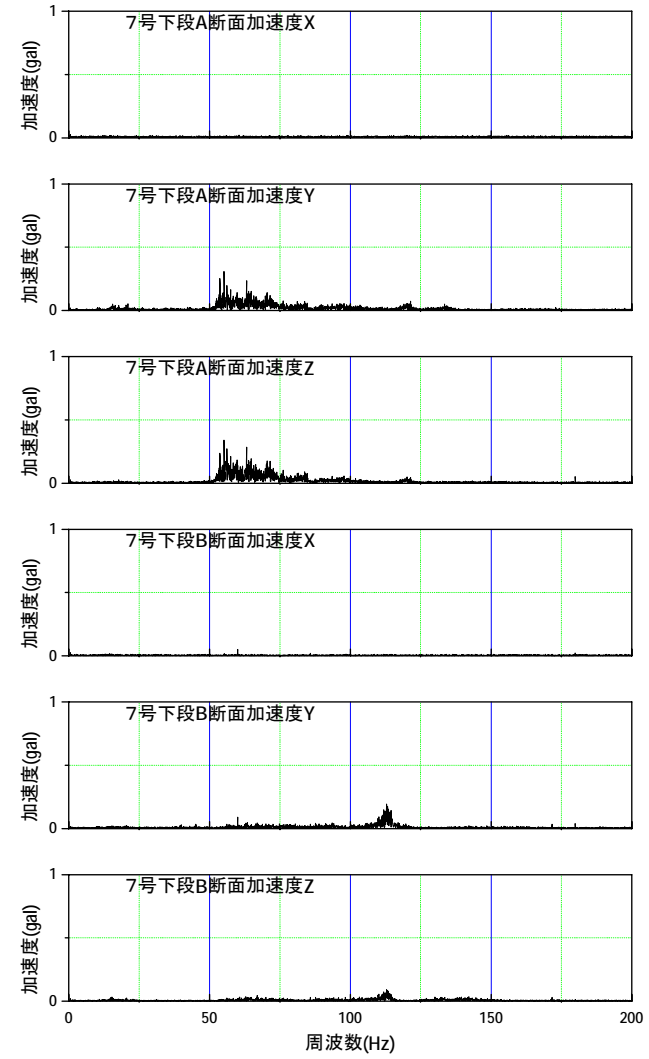


図 3.17.(t) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+2.65m ゲート開度 1.55m)

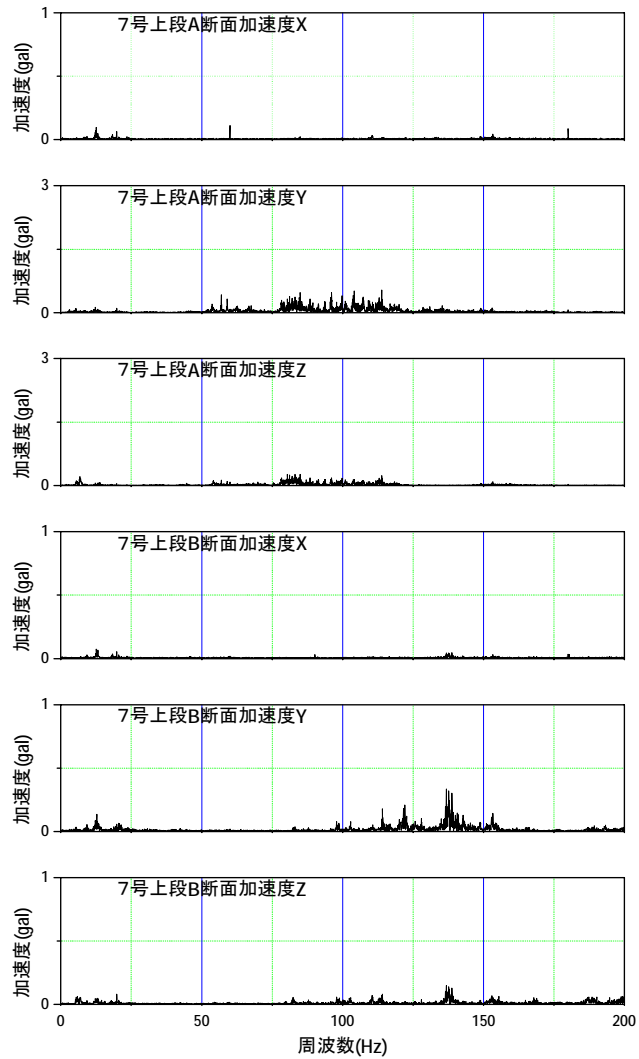


図 3.18.(a) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

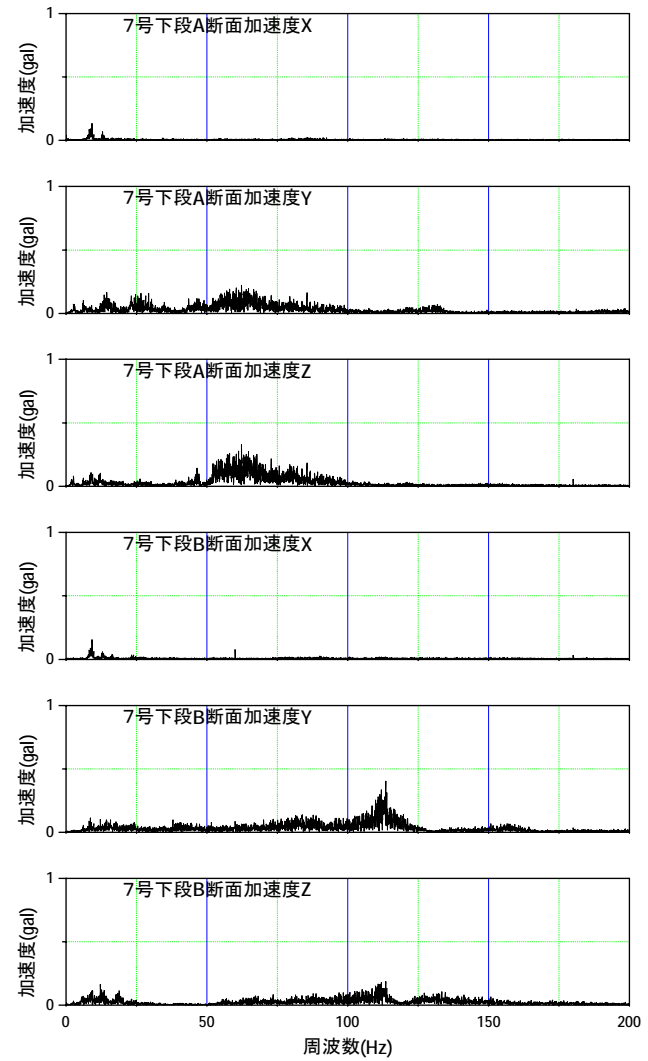


図 3.18.(b) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

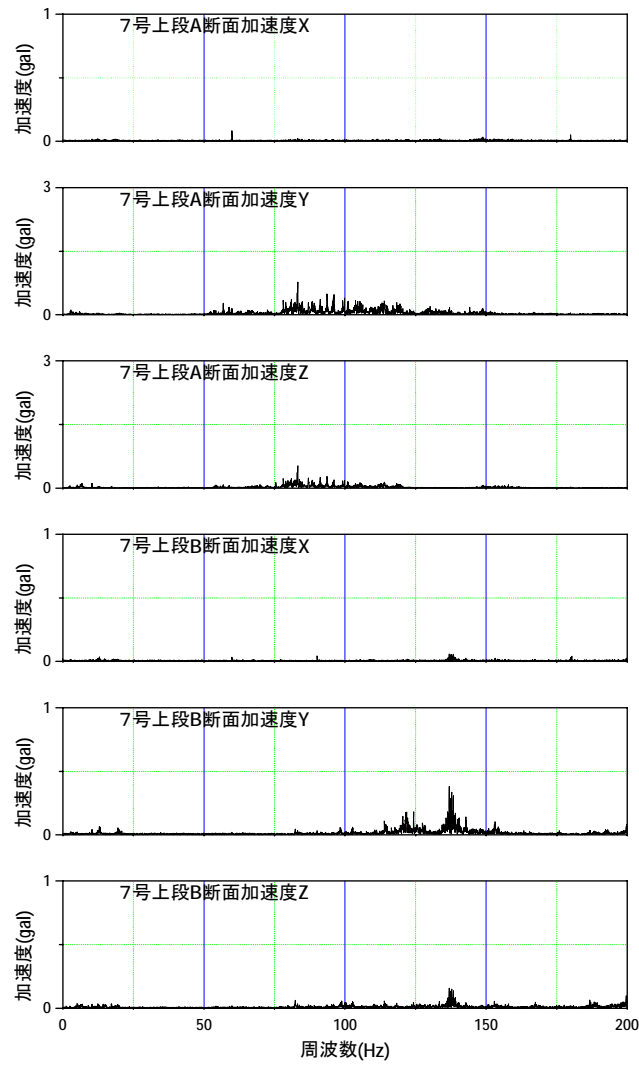


図 3.18.(c) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.25m ゲート開度 0.15m)

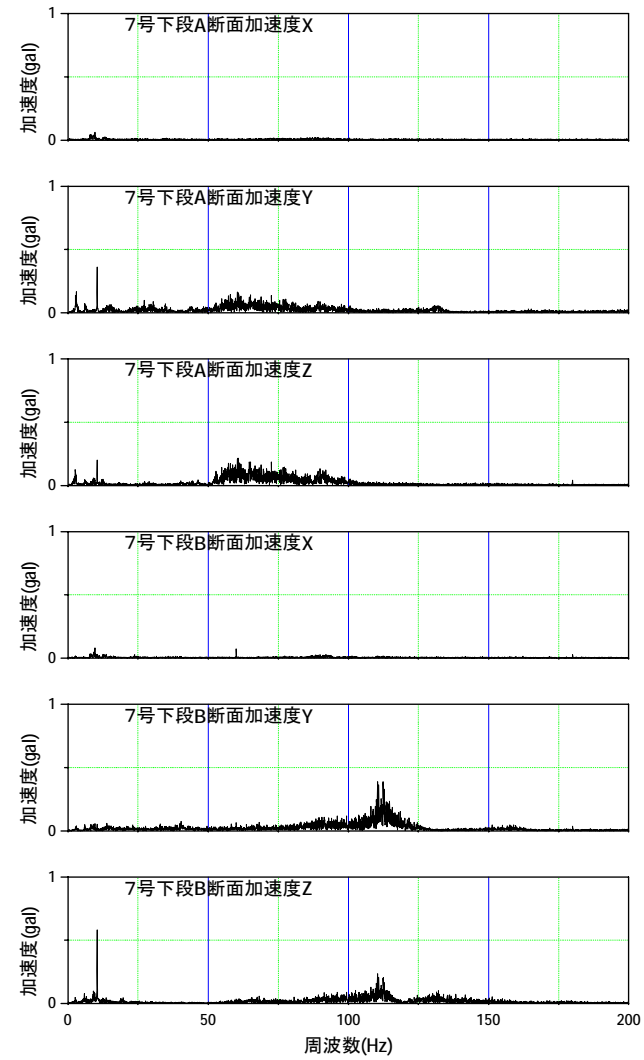


図 3.18.(d) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.25m ゲート開度 0.15m)

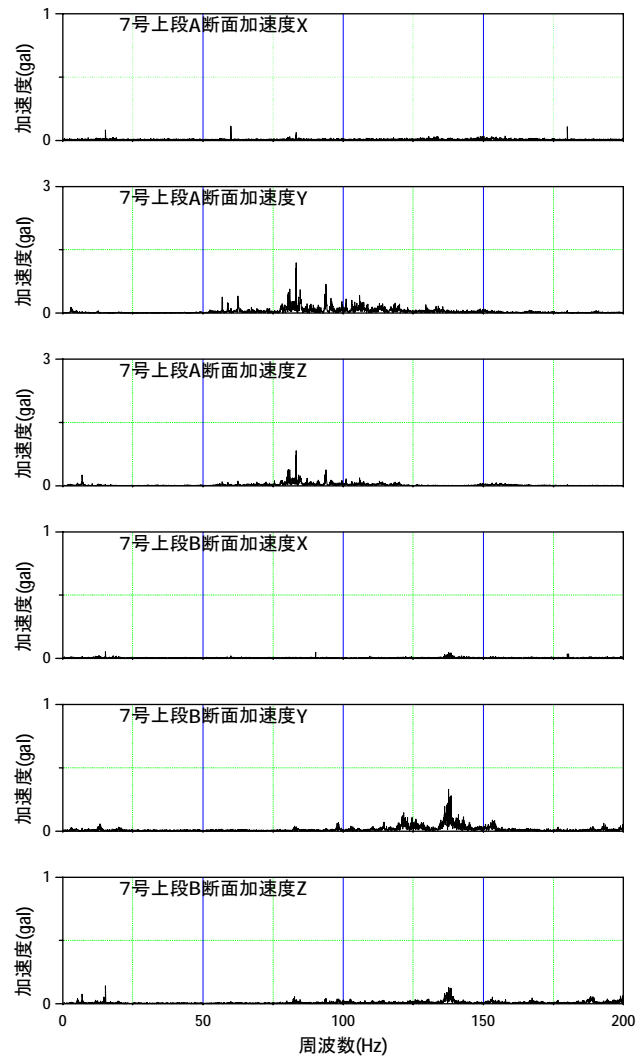


図 3.18.(e) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.3m ゲート開度 0.2m)

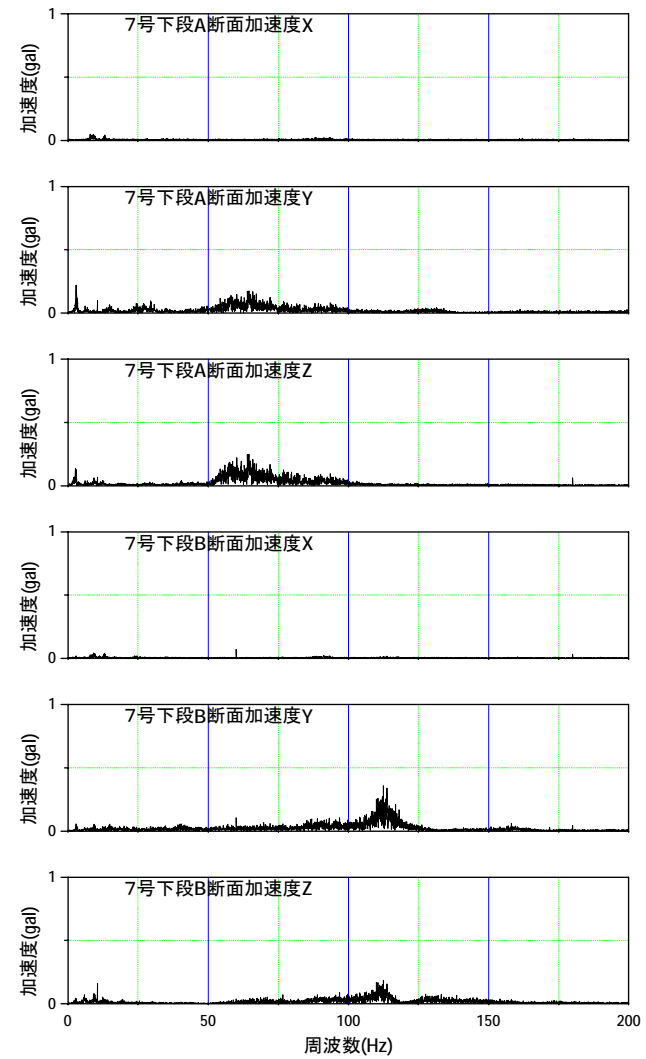


図 3.18.(f) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.3m ゲート開度 0.2m)

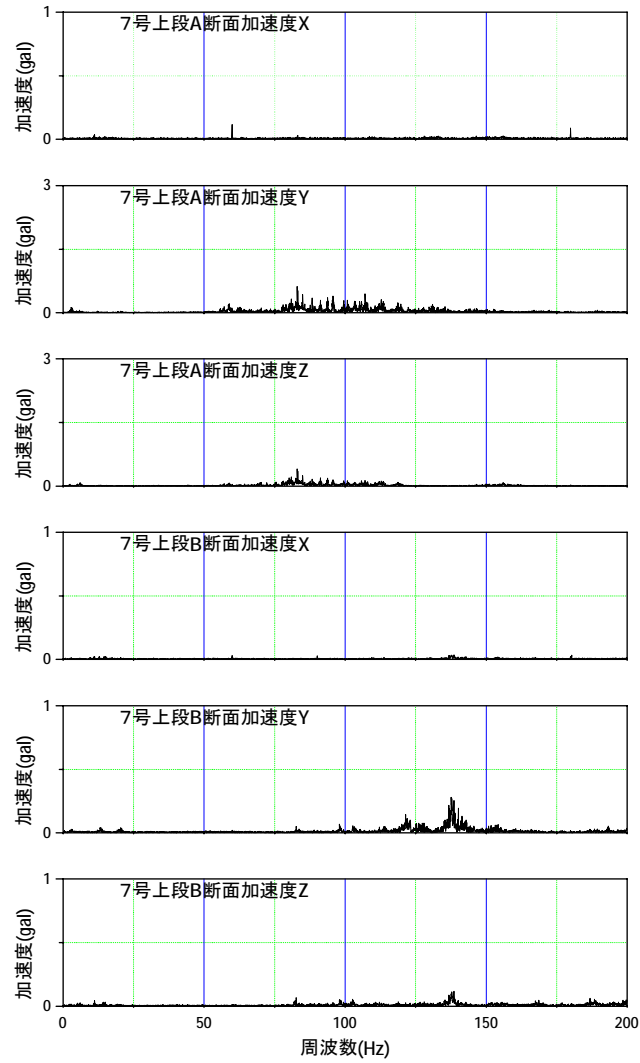


図 3.18.(g) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.35m ゲート開度 0.25m)

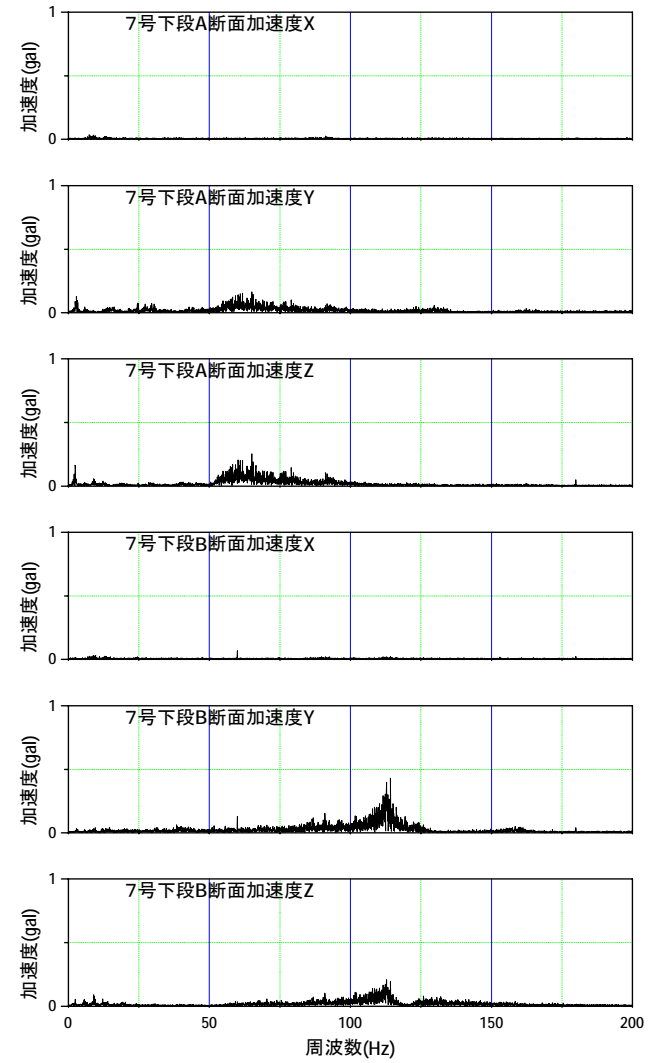


図 3.18.(h) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.35m ゲート開度 0.25m)

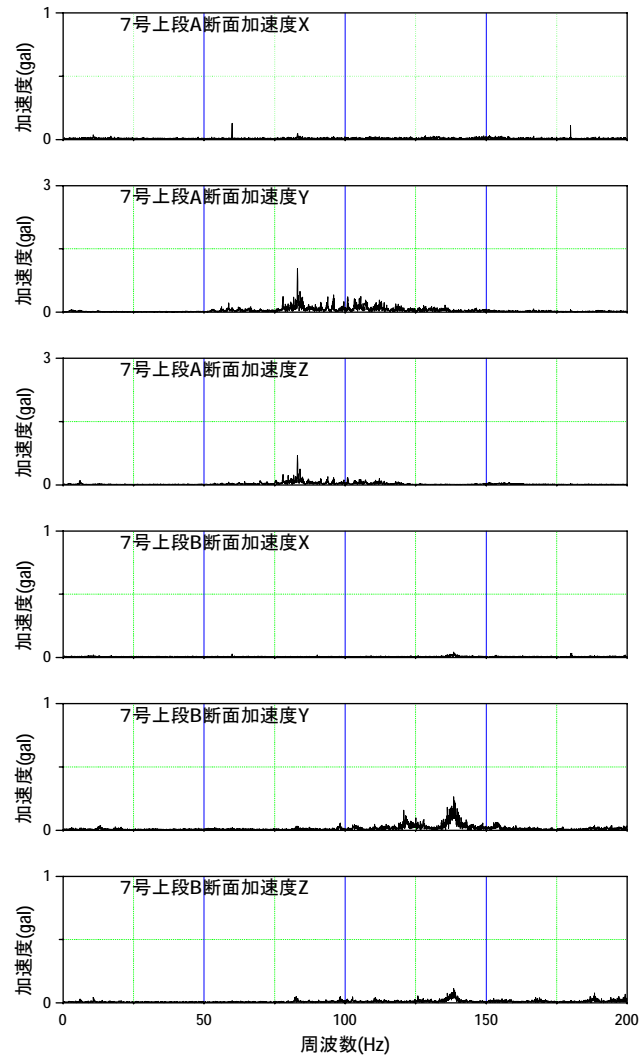


図 3.18.(i) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

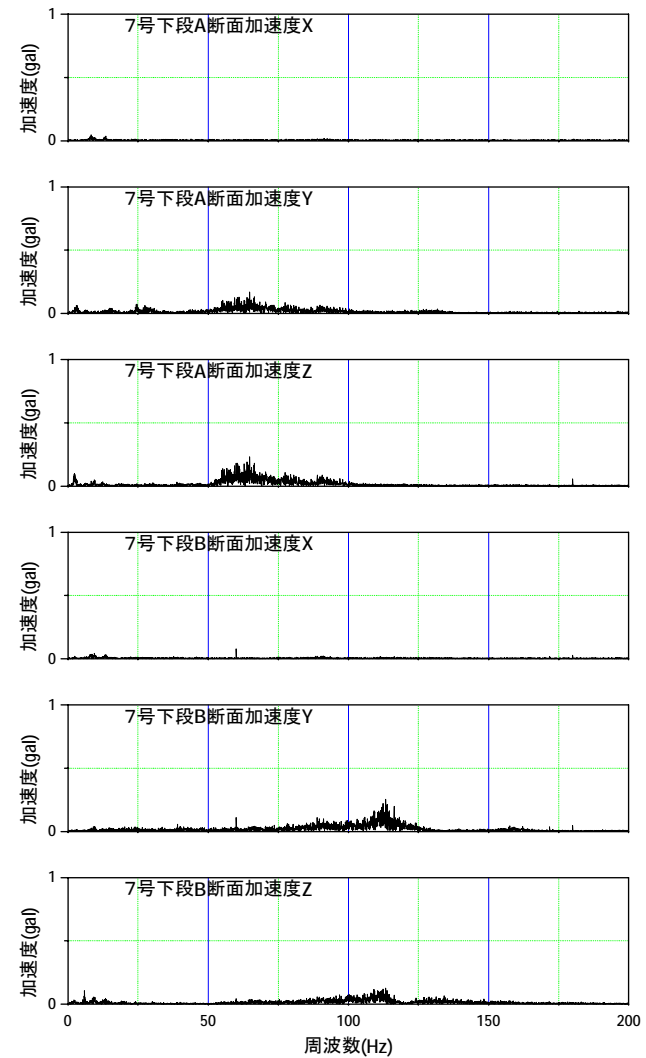


図 3.18.(j) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

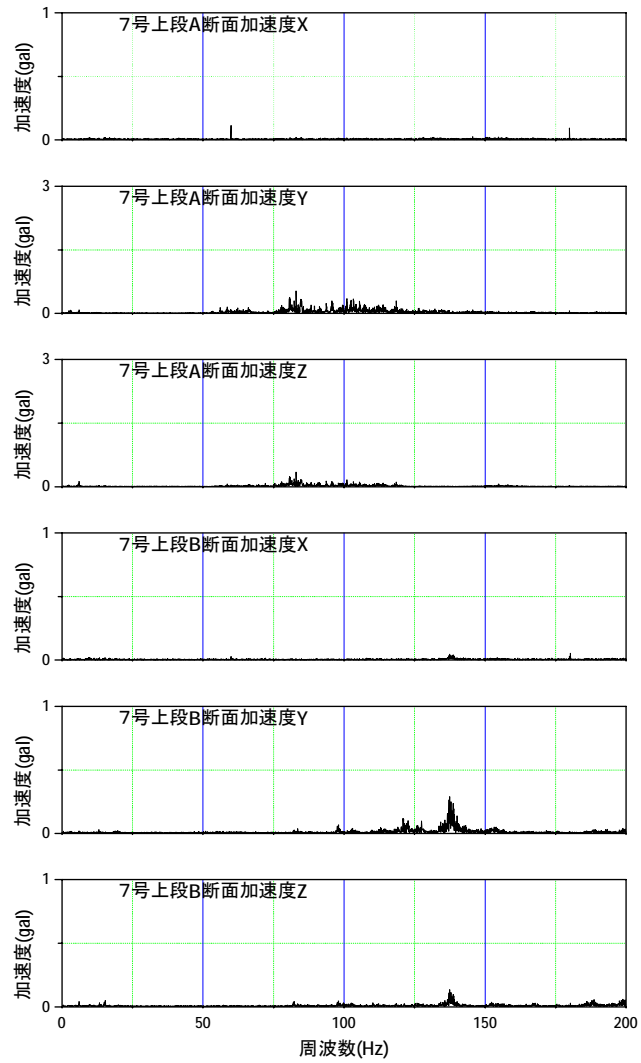


図 3.18.(k) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.45m ゲート開度 0.35m)

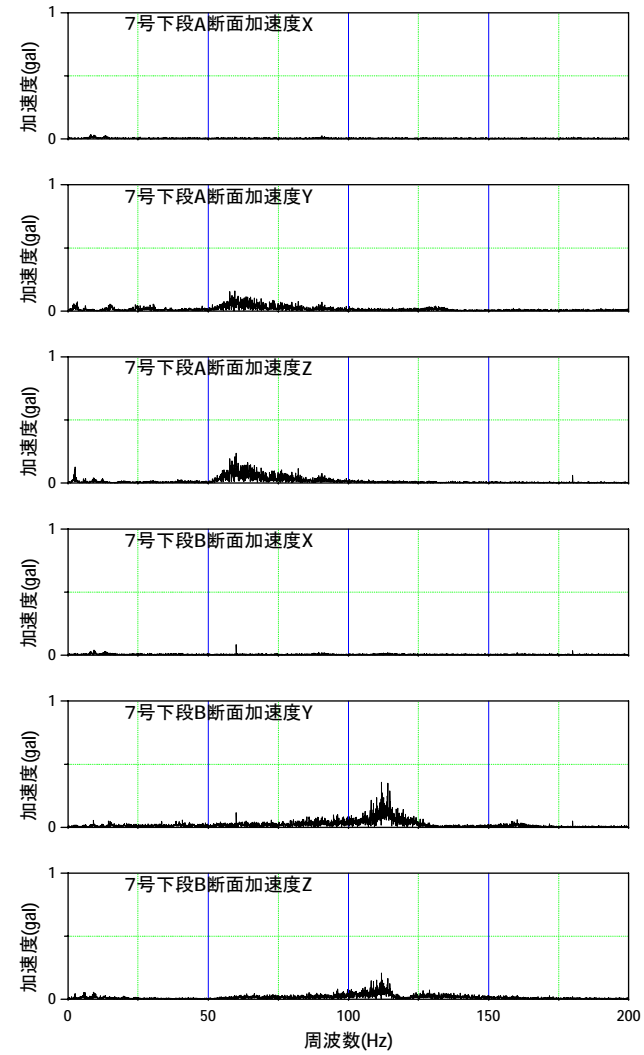


図 3.18.(l) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.45m ゲート開度 0.35m)



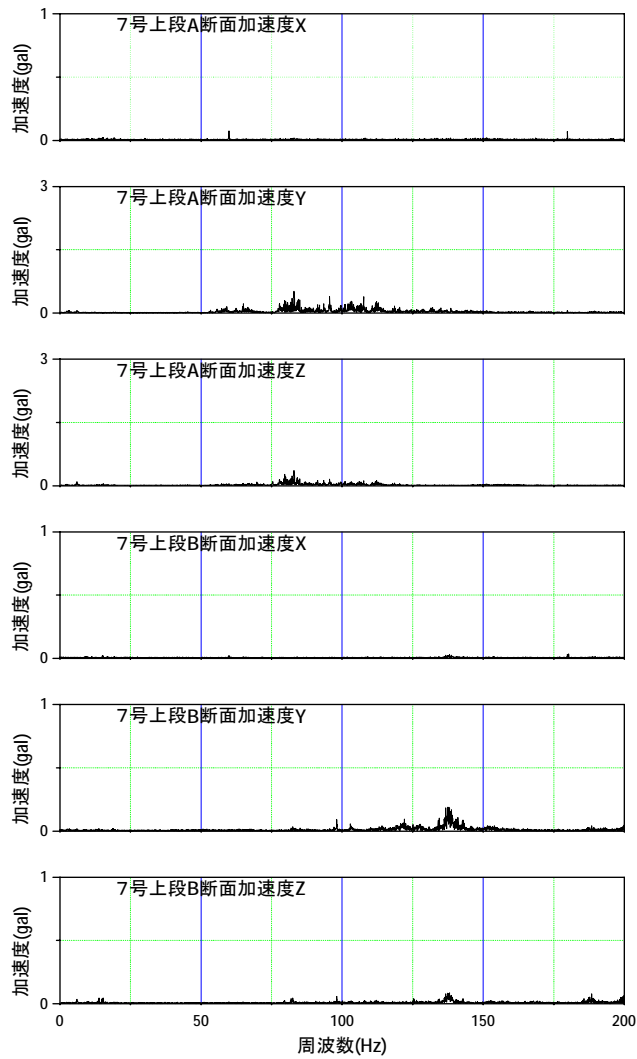


図 3.18.(m) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.5m ゲート開度 0.4m)

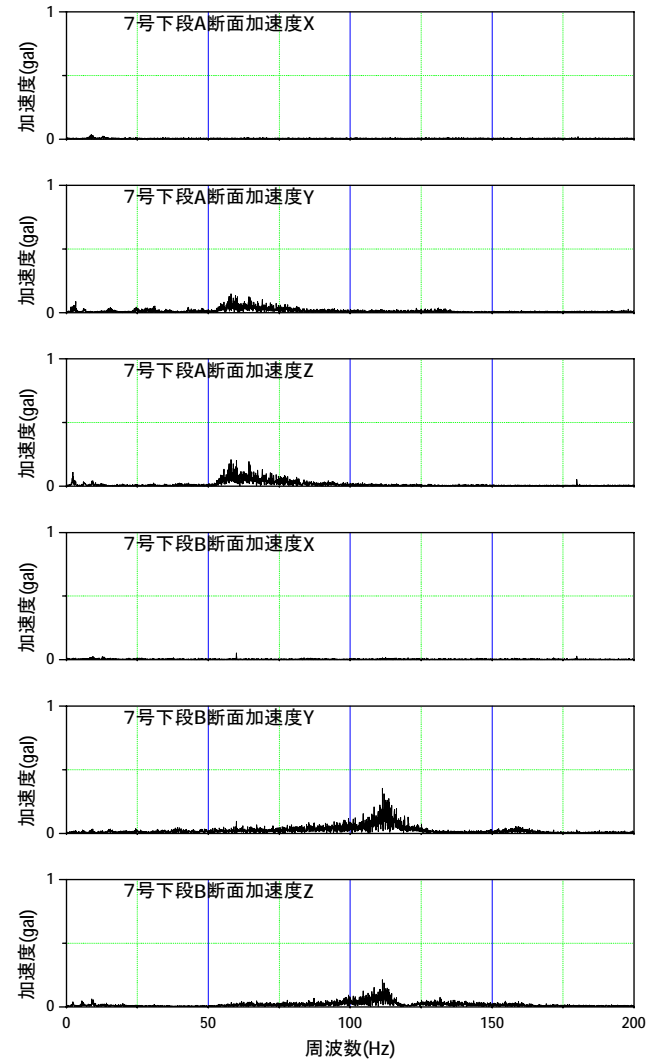


図 3.18.(n) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.5m ゲート開度 0.4m)

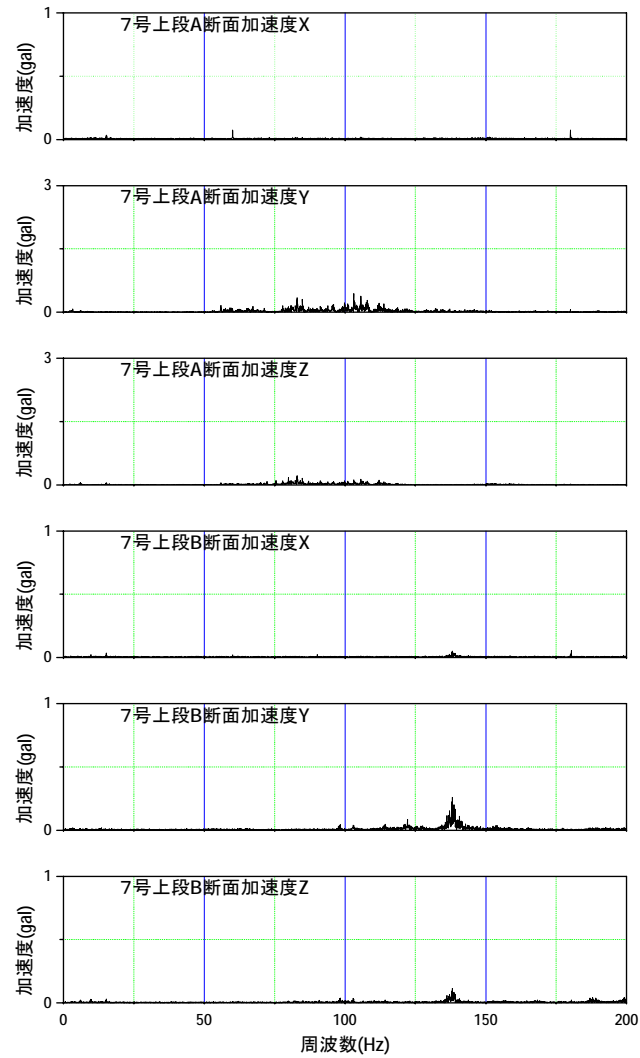


図 3.18.(o) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.55m ゲート開度 0.45m)

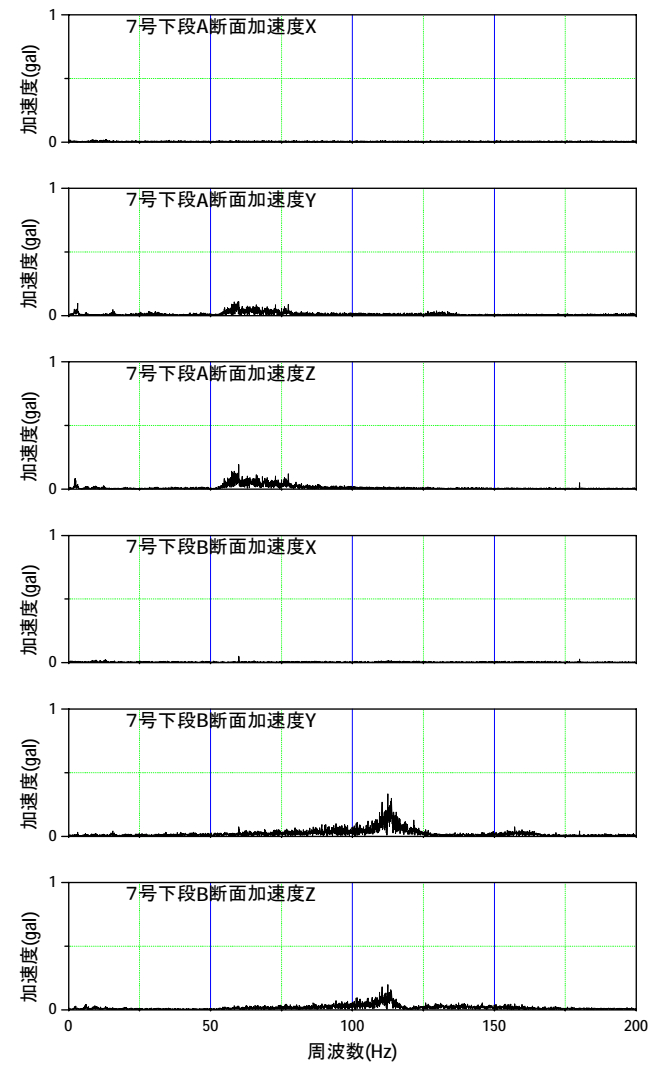


図 3.18.(p) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.55m ゲート開度 0.45m)

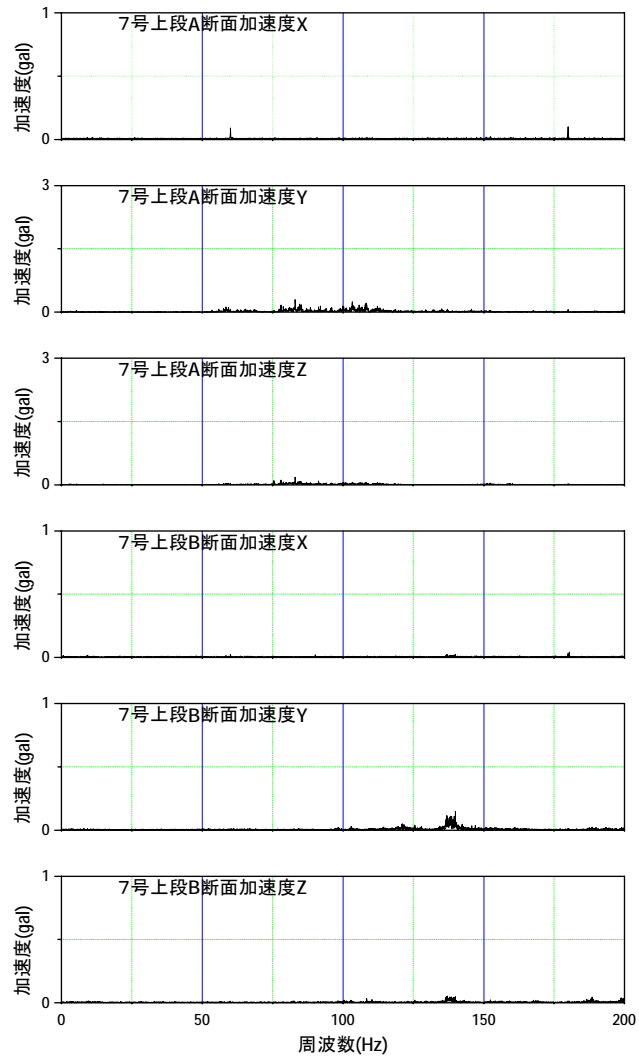


図 3.18.(q) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉・下端放流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

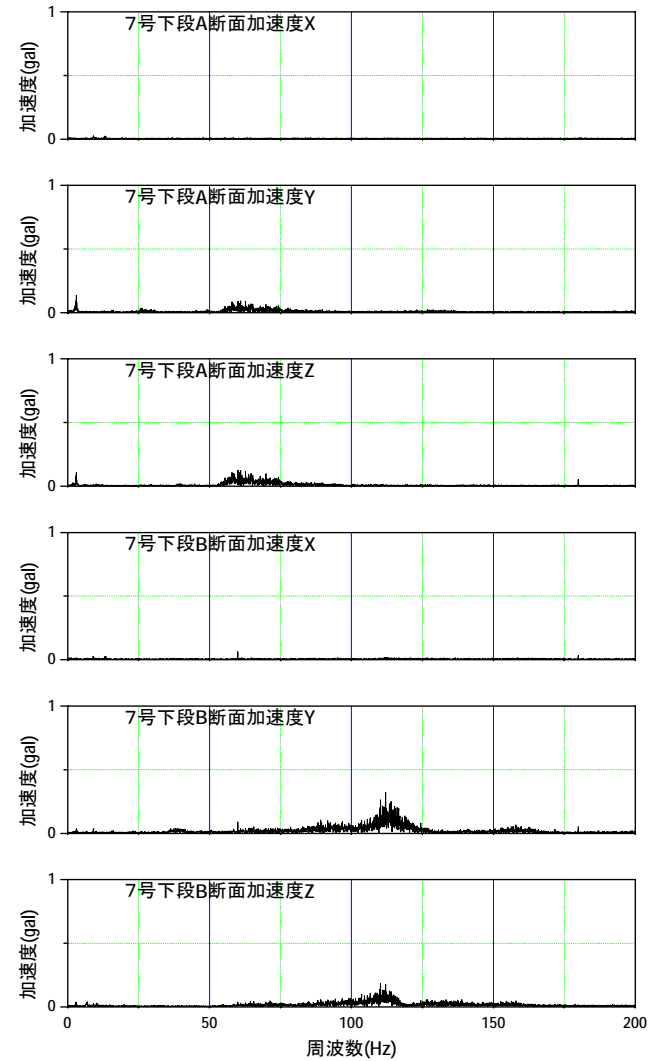


図 3.18.(r) 振動加速度 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉・越流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

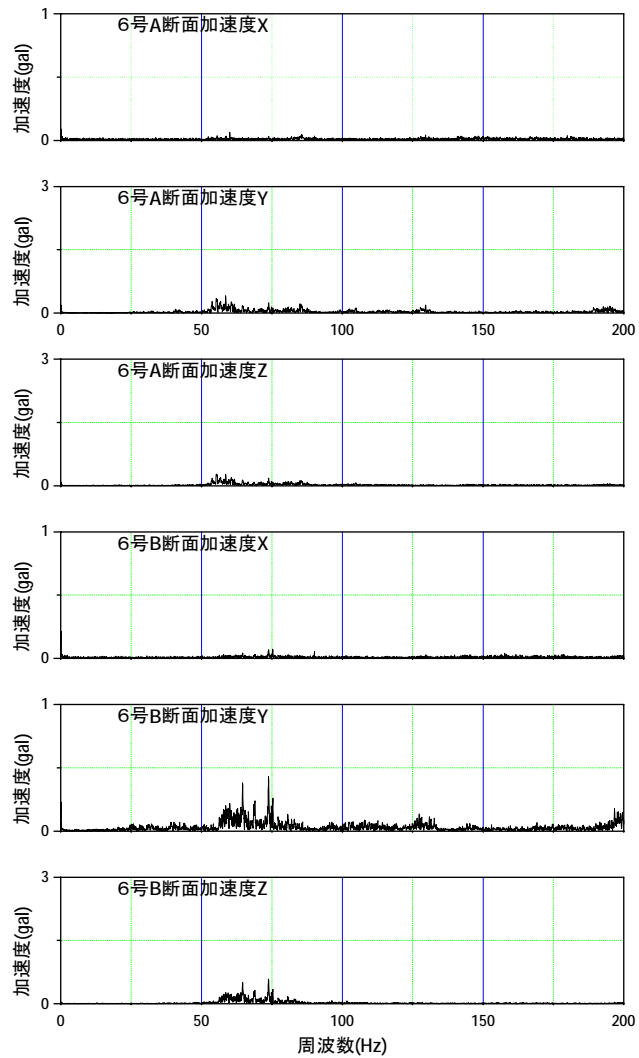


図 3.19.(a) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.25m ゲート開度 0.15m)

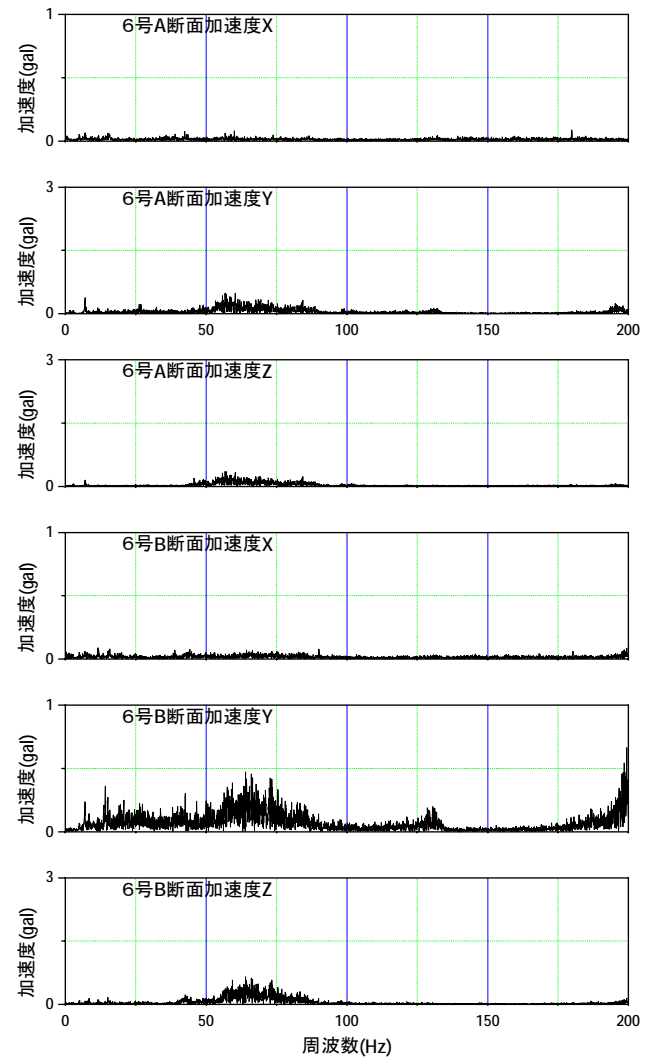


図 3.19.(b) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.3m ゲート開度 0.2m)

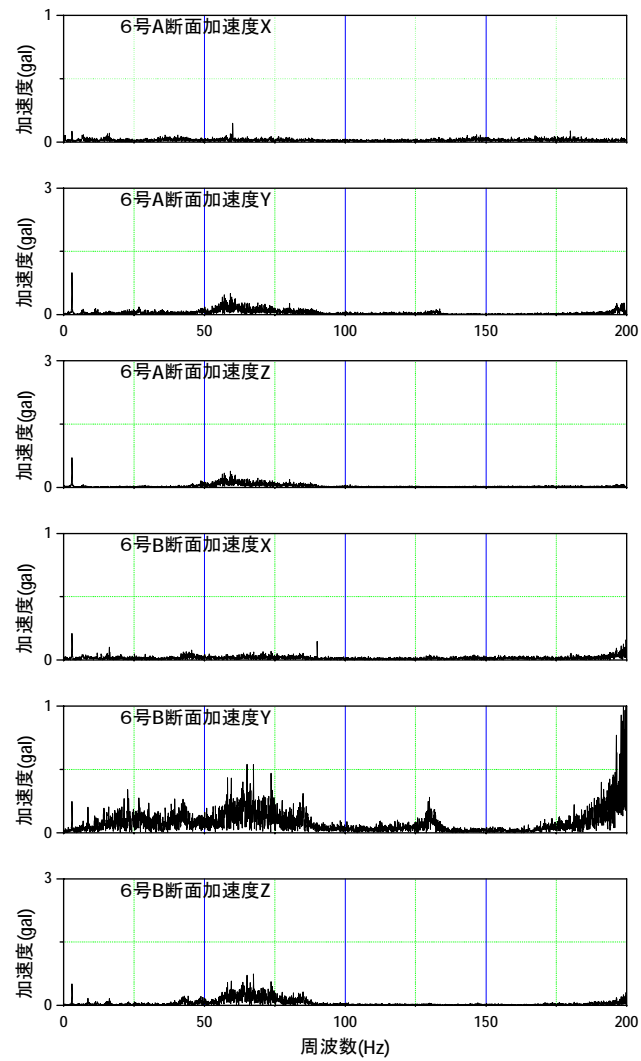


図 3.19.(c) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.35m ゲート開度 0.25m)

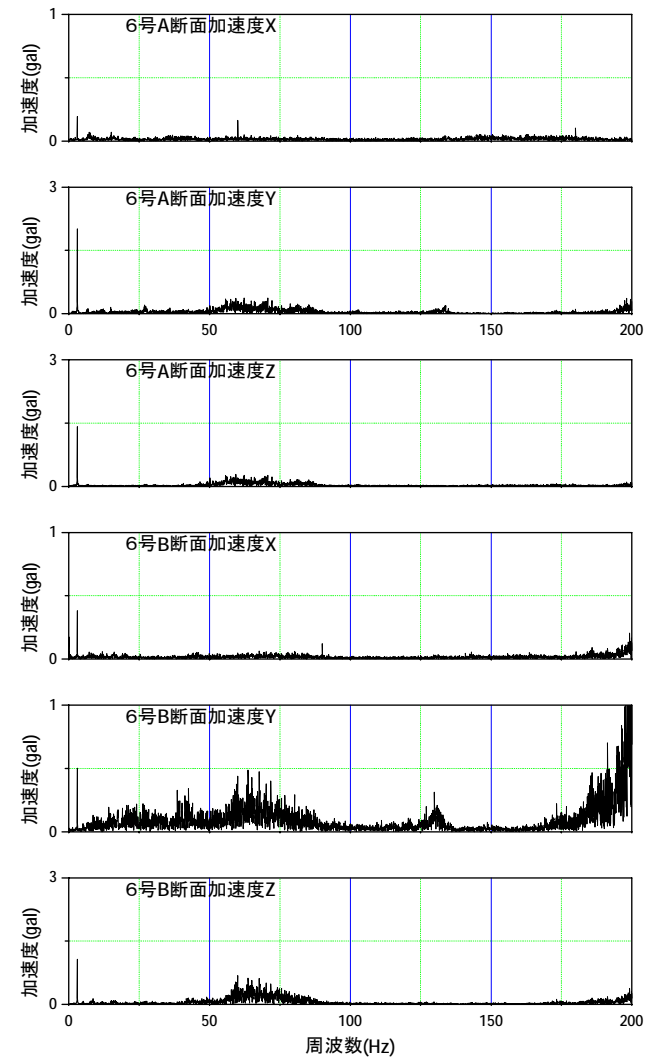


図 3.19.(d) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

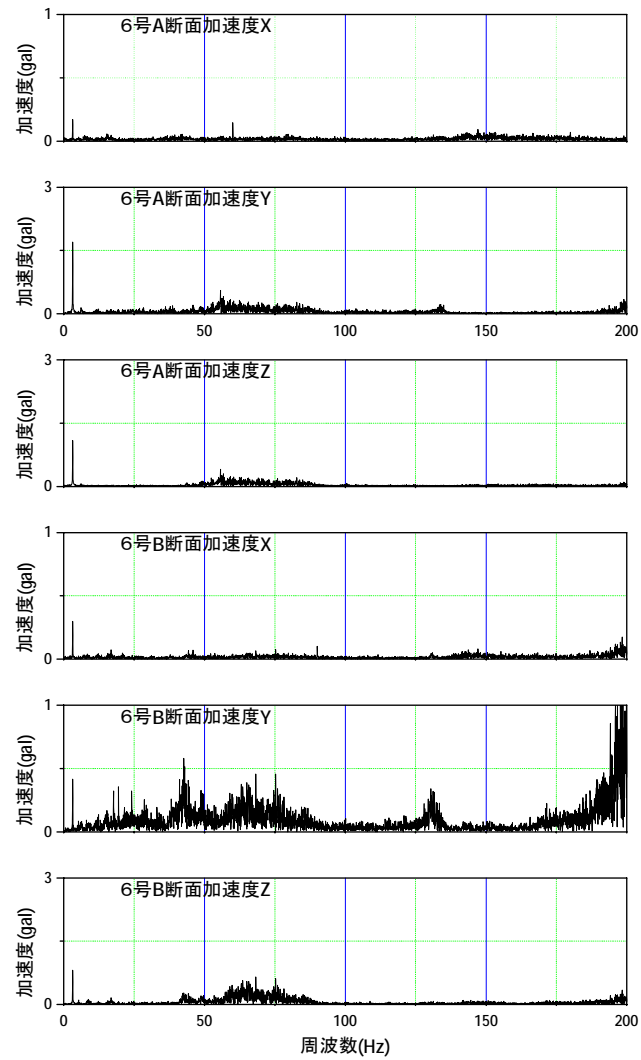


図 3.19.(e) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.45m ゲート開度 0.35m)

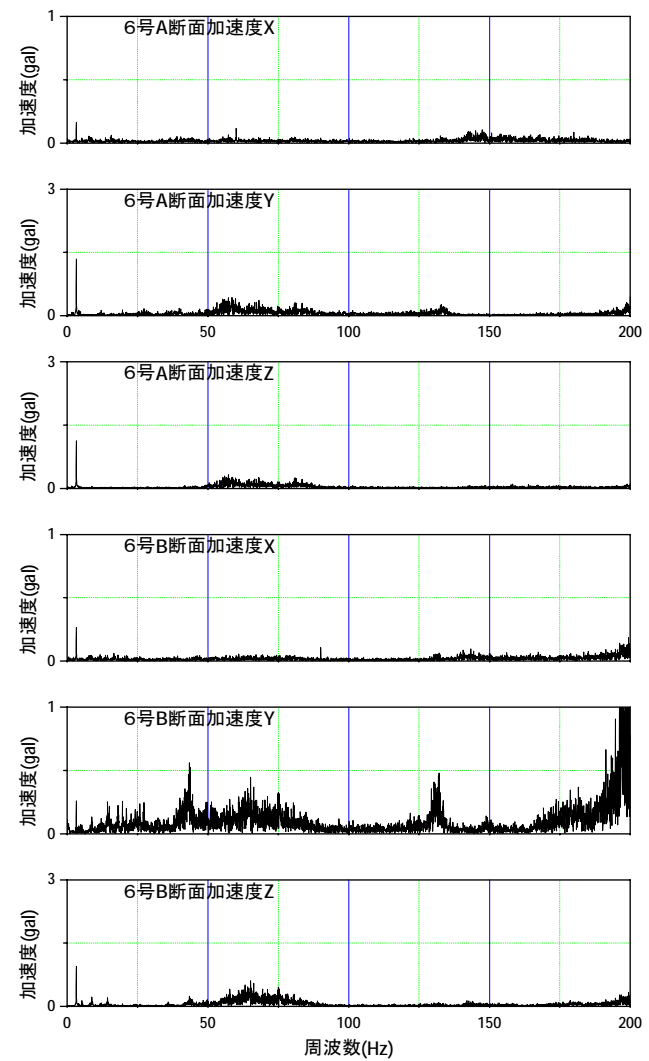


図 3.19.(f) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.5m ゲート開度 0.4m)

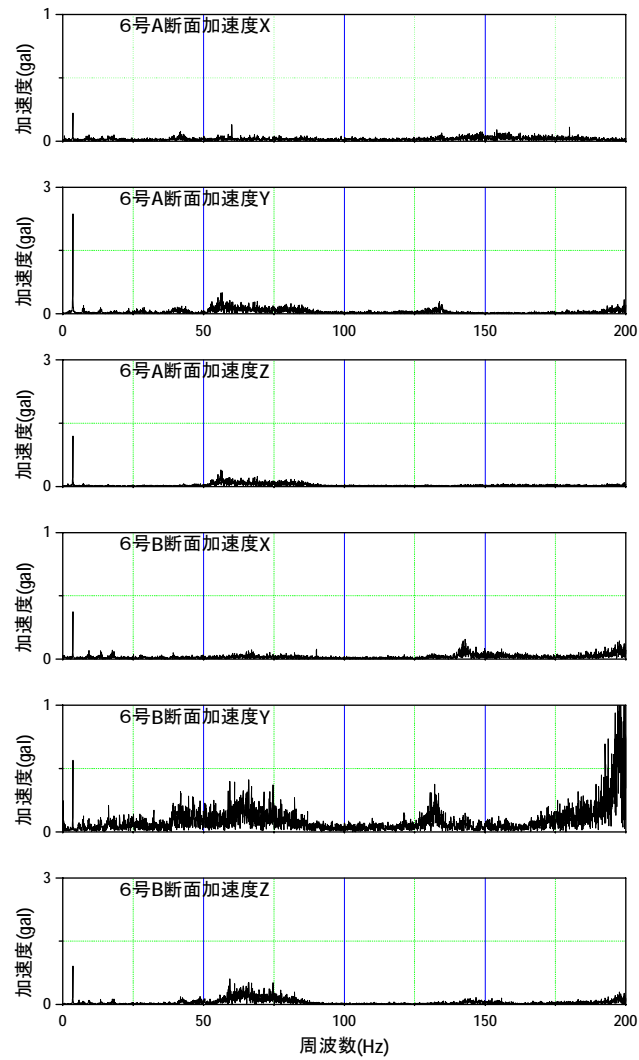


図 3.19.(g) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.55m ゲート開度 0.45m)

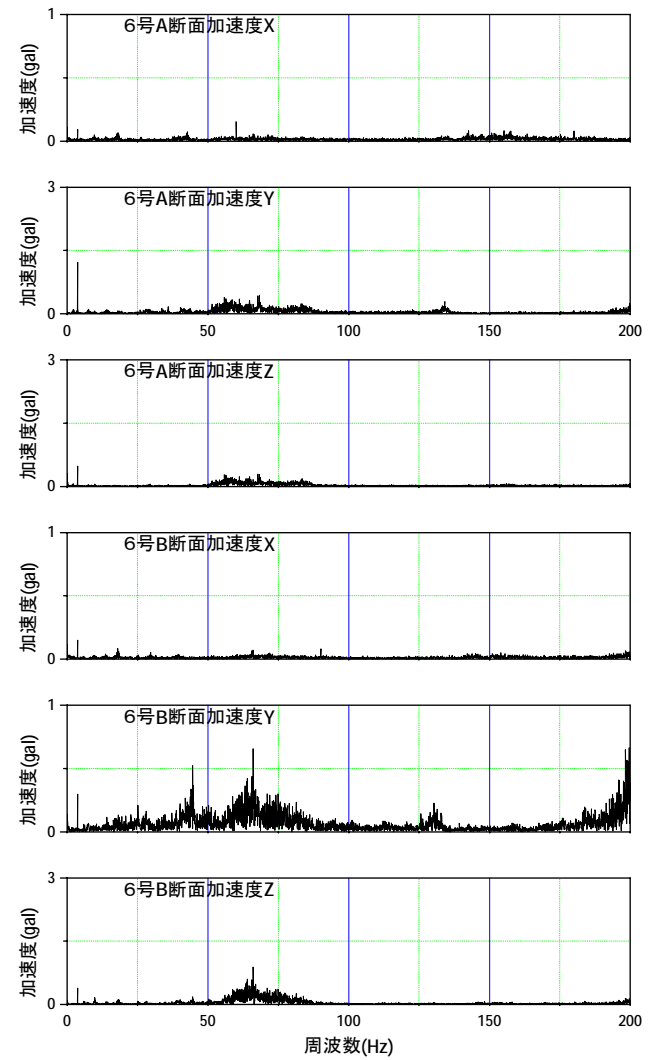


図 3.19.(h) 振動加速度 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

表 3.29 7号ゲート上段扉振動加速度周波数分析結果

7号上段越流試験	7号上段A断面加速度X			7号上段A断面加速度Y			7号上段A断面加速度Z			7号上段B断面加速度X			7号上段B断面加速度Y			7号上段B断面加速度Z		
	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]
TP1.0m ゲート開度0m	8.9	0.0	0.1	19.8	0.5	0.3	18.9	0.1	0.1	8.9	0.0	0.1	6.5	0.1	0.4	6.5	0.1	0.4
	60.0	0.2	0.0	57.4	3.9	0.3	57.4	3.1	0.2	123.5	0.2	0.0	121.0	1.5	0.0	121.0	0.8	0.0
TP1.2m ゲート開度0.1m	8.3	0.0	0.2	20.4	0.9	0.5	20.4	0.2	0.1	9.2	0.1	0.2	14.3	0.1	0.1	21.4	0.1	0.1
	60.0	0.2	0.0	58.1	4.0	0.3	58.1	3.1	0.2	124.0	0.2	0.0	122.0	1.7	0.0	122.0	0.8	0.0
TP1.4m ゲート開度0.3m	14.0	0.0	0.1	21.5	0.7	0.4	21.9	0.2	0.1	15.4	0.1	0.1	16.6	0.1	0.1	15.4	0.2	0.2
	62.6	0.1	0.0	66.1	3.2	0.2	60.1	2.1	0.1	122.1	0.2	0.0	122.1	1.4	0.0	122.1	0.6	0.0
TP1.6m ゲート開度0.5m	15.7	0.1	0.1	19.9	0.1	0.1	2.3	0.1	4.7	15.7	0.1	0.1	17.6	0.1	0.1	14.2	0.2	0.2
	81.7	0.1	0.0	81.7	3.5	0.1	81.7	2.3	0.1	138.3	0.1	0.0	136.4	0.6	0.0	80.4	0.3	0.0
TP1.8m ゲート開度0.7m	15.6	0.1	0.1	17.8	0.1	0.1	7.2	0.2	0.8	138.1	0.1	0.0	137.7	0.9	0.0	138.1	0.4	0.0
	81.9	0.2	0.0	81.9	4.4	0.2	81.9	3.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TP2.0m ゲート開度0.9m	16.0	0.1	0.1	2.7	0.1	4.3	18.5	0.1	0.1	16.0	0.1	0.1	23.9	0.1	0.1	14.9	0.2	0.2
	81.7	0.2	0.0	81.7	4.7	0.2	81.7	3.4	0.1	137.5	0.1	0.0	137.5	0.9	0.0	137.5	0.4	0.0
TP2.2m ゲート開度1.1m	10.9	0.1	0.3	2.6	0.2	7.3	2.6	0.3	11.0	10.9	0.1	0.3	21.8	0.2	0.1	14.6	0.2	0.2
	82.1	0.2	0.0	82.1	6.5	0.2	82.1	4.7	0.2	138.6	0.2	0.0	136.5	0.9	0.0	137.6	0.4	0.0
TP2.4m ゲート開度1.3m	11.5	0.1	0.1	2.7	0.2	8.0	2.6	0.2	9.0	11.6	0.1	0.1	15.7	0.1	0.1	6.3	0.1	0.7
	82.4	0.2	0.0	82.4	5.8	0.2	82.4	4.1	0.2	137.8	0.1	0.0	137.8	0.7	0.0	137.8	0.3	0.0
TP.2.60m ゲート開度1.50m	14.7	0.0	0.1	19.1	0.0	0.0	11.8	0.1	0.2	15.1	0.0	0.1	10.9	0.1	0.1	10.6	0.2	0.4
	83.1	0.1	0.0	82.9	3.4	0.1	82.9	2.3	0.1	137.5	0.1	0.0	114.1	0.8	0.0	198.9	0.3	0.0
TP.2.65m ゲート開度1.55m	15.9	0.1	0.1	16.4	0.0	0.0	10.8	0.1	0.2	15.7	0.1	0.1	16.4	0.1	0.1	10.8	0.1	0.2
	83.3	0.2	0.0	83.3	6.6	0.2	83.3	4.4	0.2	90.1	0.1	0.0	117.2	0.7	0.0	199.6	0.4	0.0

7号上段越流試験	7号下段A断面加速度X			7号下段A断面加速度Y			7号下段A断面加速度Z			7号下段B断面加速度X			7号下段B断面加速度Y			7号下段B断面加速度Z		
	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]
TP1.0m ゲート開度0m	7.6	0.0	0.1	12.2	0.1	0.1	5.9	0.0	0.2	8.2	0.0	0.1	22.2	0.1	0.0	9.6	0.0	0.1
	47.2	0.0	0.0	76.7	0.3	0.0	76.7	0.4	0.0	60.0	0.1	0.0	111.9	0.2	0.0	111.9	0.1	0.0
TP1.2m ゲート開度0.1m	8.0	0.1	0.3	24.1	0.1	0.1	18.6	0.0	0.0	8.0	0.1	0.3	21.7	0.1	0.0	14.7	0.0	0.0
	49.7	0.0	0.0	59.4	0.3	0.0	59.4	0.4	0.0	60.0	0.0	0.0	110.7	0.3	0.0	110.7	0.2	0.0
TP1.4m ゲート開度0.3m	8.9	0.0	0.1	24.5	0.1	0.1	16.4	0.1	0.1	8.4	0.0	0.1	17.9	0.1	0.1	11.7	0.1	0.1
	49.3	0.0	0.0	69.6	0.3	0.0	69.6	0.4	0.0	60.0	0.1	0.0	112.6	0.2	0.0	111.2	0.1	0.0
TP1.6m ゲート開度0.5m	9.1	0.0	0.1	13.0	0.1	0.2	17.6	0.1	0.1	11.8	0.0	0.1	19.7	0.1	0.0	14.8	0.0	0.0
	49.6	0.0	0.0	59.5	0.3	0.0	59.5	0.4	0.0	60.0	0.1	0.0	112.8	0.2	0.0	111.7	0.1	0.0
TP1.8m ゲート開度0.7m	9.5	0.0	0.1	17.1	0.1	0.1	16.2	0.1	0.1	9.7	0.0	0.1	16.9	0.1	0.0	16.9	0.0	0.0
	36.3	0.0	0.0	57.2	0.3	0.0	57.2	0.3	0.0	59.9	0.0	0.0	111.5	0.6	0.0	111.5	0.3	0.0
TP2.0m ゲート開度0.9m	9.8	0.0	0.1	18.5	0.2	0.1	15.9	0.1	0.1	9.8	0.0	0.1	15.9	0.1	0.1	16.0	0.0	0.0
	118.9	0.0	0.0	54.1	0.3	0.0	54.1	0.4	0.0	60.0	0.1	0.0	112.2	0.3	0.0	109.6	0.2	0.0
TP2.2m ゲート開度1.1m	9.3	0.0	0.1	20.1	0.1	0.1	9.0	0.1	0.2	11.8	0.0	0.0	15.9	0.1	0.1	20.2	0.0	0.0
	69.5	0.0	0.0	61.5	0.3	0.0	61.5	0.4	0.0	59.9	0.1	0.0	114.4	0.3	0.0	69.5	0.1	0.0
TP2.4m ゲート開度1.3m	10.5	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0	2.8	0.0	0.9	11.6	0.0	0.0	5.9	0.0	0.4	6.2	0.0	0.2
	52.3	0.0	0.0	60.5	0.2	0.0	60.5	0.3	0.0	60.0	0.1	0.0	112.7	0.2	0.0	111.4	0.1	0.0
TP.2.60m ゲート開度1.50m	203.2	0.0	0.0	10.2	0.0	0.1	9.4	0.0	0.1	12.3	0.0	0.0	20.4	0.0	0.0	112.1	0.1	0.0
	-	-	-	55.7	0.3	0.0	55.7	0.5	0.0	60.0	0.1	0.0	112.1	0.3	0.0	-	-	-
TP.2.65m ゲート開度1.55m	60.4	0.0	0.0	20.9	0.1	0.0	55.2	0.3	0.0	59.9	0.1	0.0	20.6	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0
	-	-	-	55.2	0.3	0.0	-	-	-	-	-	-	112.9	0.2	0.0	112.9	0.1	0.0



表 3.30 7号ゲート下段扉振動加速度周波数分析結果

7号下段放流試験	7号上段A断面加速度X			7号上段A断面加速度Y			7号上段A断面加速度Z			7号上段B断面加速度X			7号上段B断面加速度Y			7号上段B断面加速度Z		
	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]
ゲート開度 10cm	12.6	0.1	0.2	12.2	0.1	0.2	6.7	0.2	1.2	12.6	0.1	0.1	12.8	0.1	0.2	136.8	0.1	0.0
	60.0	0.1	0.0	113.8	0.5	0.0	83.1	0.3	0.0	138.8	0.0	0.0	136.8	0.3	0.0	19.9	0.1	0.1
ゲート開度 15cm	60.0	0.1	0.0	83.3	0.8	0.0	83.3	0.5	0.0	137.0	0.1	0.0	137.0	0.4	0.0	137.0	0.2	0.0
	12.5	0.0	0.0	2.9	0.1	3.3	10.4	0.1	0.3	13.0	0.0	0.1	13.0	0.1	0.1	17.4	0.0	0.0
ゲート開度 20cm	25.7	0.0	0.0	83.3	1.2	0.0	6.9	0.3	1.3	15.3	0.1	0.1	137.6	0.3	0.0	15.3	0.1	0.2
	60.0	0.1	0.0	2.9	0.1	4.1	83.3	0.8	0.0	137.6	0.1	0.0	13.1	0.1	0.1	137.6	0.1	0.0
ゲート開度 25cm	11.2	0.0	0.1	3.0	0.1	3.5	6.2	0.1	0.5	11.2	0.0	0.1	82.8	0.1	0.0	11.2	0.0	0.1
	60.0	0.1	0.0	83.1	0.6	0.0	83.1	0.4	0.0	138.7	0.0	0.0	136.8	0.2	0.0	138.7	0.1	0.0
ゲート開度 30cm	10.9	0.0	0.1	3.2	0.1	1.5	6.2	0.1	0.6	10.9	0.0	0.0	138.6	0.3	0.0	10.9	0.0	0.1
	60.0	0.1	0.0	83.2	1.0	0.0	83.2	0.7	0.0	138.6	0.0	0.0	12.6	0.0	0.0	138.6	0.1	0.0
ゲート開度 35cm	9.9	0.0	0.1	3.3	0.1	1.5	6.2	0.1	0.8	9.6	0.0	0.1	13.2	0.0	0.0	15.4	0.0	0.1
	60.0	0.1	0.0	83.1	0.5	0.0	83.1	0.3	0.0	180.4	0.1	0.0	137.5	0.3	0.0	137.5	0.1	0.0
ゲート開度 40cm	15.3	0.0	0.0	3.4	0.1	1.5	6.1	0.1	0.6	15.3	0.0	0.0	3.7	0.0	0.2	13.9	0.0	0.1
	59.9	0.1	0.0	83.0	0.5	0.0	83.0	0.4	0.0	180.4	0.0	0.0	137.9	0.2	0.0	138.1	0.1	0.0
ゲート開度 45cm	180.1	0.1	0.0	3.2	0.1	1.9	15.2	0.1	0.1	15.2	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	15.2	0.0	0.0
	15.2	0.0	0.0	149.8	0.0	0.0	83.0	0.2	0.0	180.4	0.1	0.0	138.2	0.3	0.0	138.2	0.1	0.0
ゲート開度 50cm	9.2	0.0	0.0	5.3	0.0	0.4	14.9	0.0	0.0	9.2	0.0	0.1	7.9	0.0	0.1	9.6	0.0	0.0
	179.9	0.1	0.0	83.0	0.3	0.0	83.0	0.2	0.0	180.4	0.0	0.0	139.9	0.1	0.0	136.9	0.1	0.0

7号下段放流試験	7号下段A断面加速度X			7号下段A断面加速度Y			7号下段A断面加速度Z			7号下段B断面加速度X			7号下段B断面加速度Y			7号下段B断面加速度Z		
	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]
ゲート開度 10cm	9.3	0.1	0.4	14.5	0.2	0.2	8.9	0.1	0.4	9.3	0.2	0.5	8.7	0.1	0.4	113.5	0.2	0.0
	85.6	0.0	0.0	62.3	0.2	0.0	62.3	0.3	0.0	60.0	0.1	0.0	113.5	0.4	0.0	12.2	0.2	0.3
ゲート開度 15cm	9.6	0.1	0.2	10.4	0.4	0.8	60.7	0.2	0.0	9.6	0.1	0.2	110.4	0.4	0.0	10.4	0.6	1.4
	88.1	0.0	0.0	61.6	0.1	0.0	10.4	0.2	0.5	60.0	0.1	0.0	13.9	0.1	0.1	110.4	0.2	0.0
ゲート開度 20cm	7.9	0.0	0.2	2.9	0.2	6.8	64.5	0.2	0.0	9.1	0.0	0.1	112.5	0.4	0.0	10.6	0.2	0.4
	88.1	0.0	0.0	64.5	0.2	0.0	2.6	0.1	5.0	60.0	0.1	0.0	2.9	0.1	1.8	112.5	0.2	0.0
ゲート開度 25cm	7.5	0.0	0.2	3.0	0.1	3.6	2.5	0.2	6.6	9.8	0.0	0.1	60.0	0.1	0.0	9.1	0.1	0.3
	91.2	0.0	0.0	65.1	0.2	0.0	65.1	0.3	0.0	60.0	0.1	0.0	114.3	0.4	0.0	112.9	0.2	0.0
ゲート開度 30cm	13.5	0.0	0.1	3.2	0.1	1.6	2.4	0.1	4.0	9.5	0.0	0.1	9.6	0.0	0.1	5.9	0.1	0.8
	91.3	0.0	0.0	64.8	0.2	0.0	64.8	0.2	0.0	60.0	0.1	0.0	112.4	0.2	0.0	112.4	0.1	0.0
ゲート開度 35cm	8.2	0.0	0.1	3.3	0.1	1.7	2.5	0.1	5.2	9.3	0.0	0.1	9.1	0.1	0.2	9.2	0.1	0.2
	90.6	0.0	0.0	59.5	0.2	0.0	60.0	0.2	0.0	60.0	0.1	0.0	111.9	0.4	0.0	111.9	0.2	0.0
ゲート開度 40cm	8.9	0.0	0.1	3.4	0.1	1.9	2.3	0.1	5.2	12.9	0.0	0.0	9.4	0.0	0.1	111.5	0.2	0.0
	180.4	0.0	0.0	58.1	0.1	0.0	58.1	0.2	0.0	59.9	0.1	0.0	111.5	0.4	0.0	9.0	0.1	0.2
ゲート開度 45cm	8.6	0.0	0.1	3.2	0.1	2.4	2.2	0.1	3.8	12.9	0.0	0.0	3.2	0.0	0.8	6.2	0.0	0.3
	35.5	0.0	0.0	59.9	0.1	0.0	60.0	0.2	0.0	60.0	0.0	0.0	112.5	0.3	0.0	112.5	0.2	0.0
ゲート開度 50cm	9.2	0.0	0.1	3.1	0.1	3.6	3.1	0.1	2.8	13.5	0.0	0.0	3.1	0.0	1.0	3.1	0.0	0.9
	85.6	0.0	0.0	61.0	0.1	0.0	61.0	0.1	0.0	60.0	0.1	0.0	112.1	0.3	0.0	110.3	0.2	0.0

表 3.31 6号ゲート振動加速度周波数分析結果

6号下段放流試験	6号A断面加速度X			6号A断面加速度Y			6号A断面加速度Z			6号B断面加速度X			6号B断面加速度Y			6号B断面加速度Z		
	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]	[Hz]	[gal]	[ $\mu$ m]
ゲート開度 15cm	60.0	0.1	0.0	58.6	0.4	0.0	55.3	0.3	0.0	75.3	0.1	0.0	73.8	0.4	0.0	73.8	0.6	0.0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ゲート開度 20cm	7.0	0.1	0.3	7.0	0.4	2.0	7.0	0.1	0.8	11.5	0.1	0.2	14.2	0.4	0.5	15.1	0.2	0.2
	179.9	0.1	0.0	60.3	0.5	0.0	56.7	0.4	0.0	90.1	0.1	0.0	63.9	0.5	0.0	63.9	0.7	0.0
ゲート開度 25cm	2.9	0.1	2.5	2.9	1.0	29.4	2.9	0.7	20.7	2.9	0.2	6.2	21.4	0.3	0.1	2.9	0.5	15.2
	60.0	0.1	0.0	59.3	0.5	0.0	59.3	0.4	0.0	90.9	0.1	0.0	67.4	0.5	0.0	67.4	0.7	0.0
ゲート開度 30cm	3.0	0.2	5.5	3.0	2.0	56.9	3.0	1.4	40.0	3.0	0.4	10.8	3.0	0.5	14.3	3.0	1.1	30.4
	60.0	0.2	0.0	70.7	0.4	0.0	59.4	0.3	0.0	90.1	0.1	0.0	63.7	0.5	0.0	59.9	0.7	0.0
ゲート開度 35cm	3.2	0.2	4.3	3.2	1.7	42.7	3.2	1.1	27.3	3.2	0.3	7.5	3.2	0.4	10.5	3.2	0.8	20.4
	60.0	0.1	0.0	55.6	0.6	0.0	55.6	0.4	0.0	90.1	0.1	0.0	42.6	0.6	0.1	68.2	0.7	0.0
ゲート開度 40cm	3.2	0.2	3.9	3.2	1.3	32.6	3.2	1.1	27.1	3.2	0.3	6.5	3.2	0.3	6.3	3.2	0.9	22.9
	60.0	0.1	0.0	58.5	0.4	0.0	57.3	0.3	0.0	90.1	0.1	0.0	43.4	0.6	0.1	65.1	0.6	0.0
ゲート開度 45cm	3.5	0.2	4.4	3.5	2.4	47.8	3.5	1.2	24.2	3.5	0.4	7.6	3.5	0.6	11.4	3.5	0.9	18.4
	60.0	0.1	0.0	56.6	0.5	0.0	56.2	0.4	0.0	142.9	0.2	0.0	66.0	0.4	0.0	59.4	0.6	0.0
ゲート開度 50cm	60.0	0.2	0.0	3.7	1.2	23.0	3.7	0.5	9.1	3.7	0.2	2.8	3.7	0.3	5.7	3.7	0.4	7.4
	-	-	-	68.3	0.4	0.0	67.7	0.3	0.0	90.1	0.1	0.0	66.0	0.7	0.0	66.0	0.9	0.1

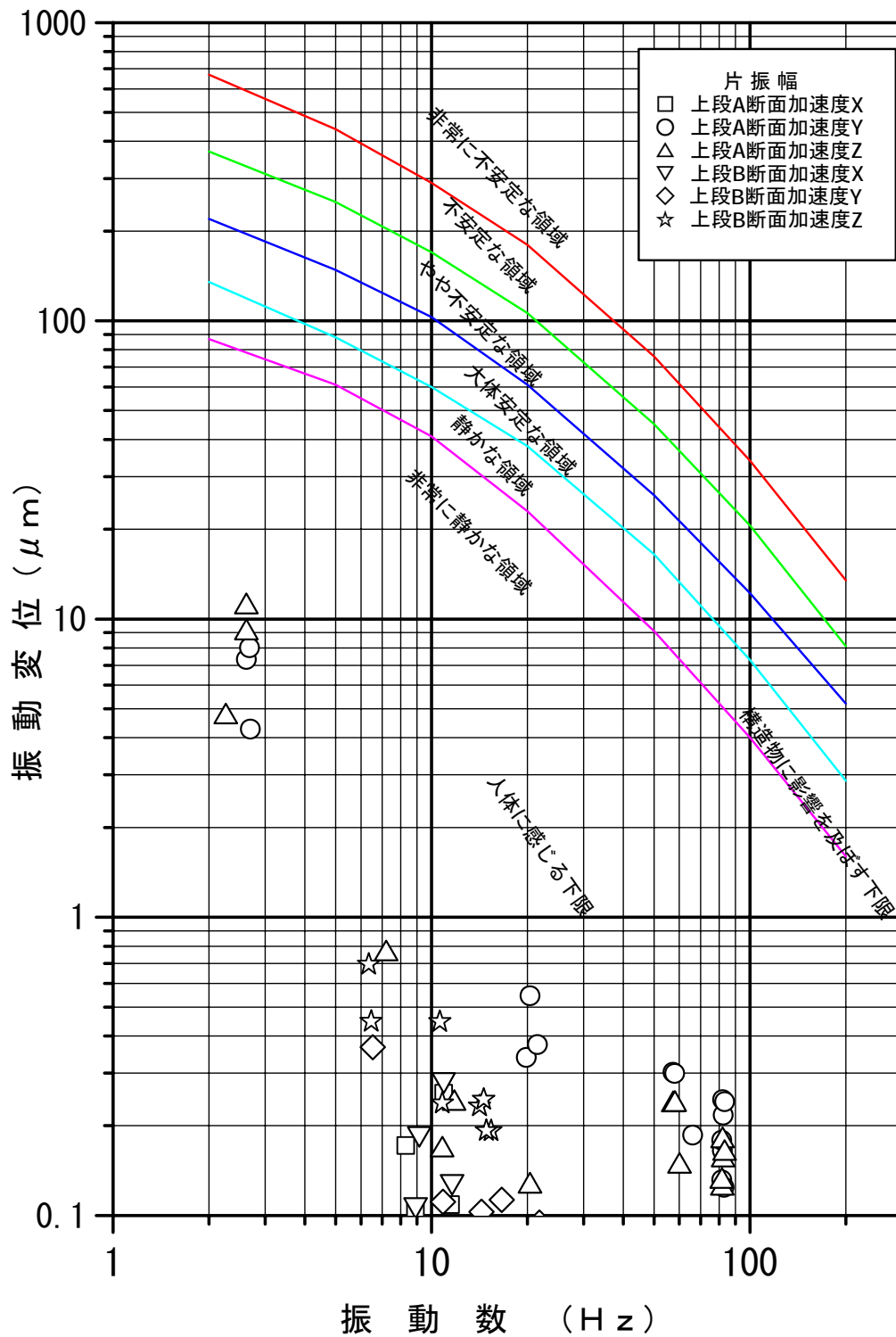


図 3.20 7号上段越流試験（上段測定点）の振動評価

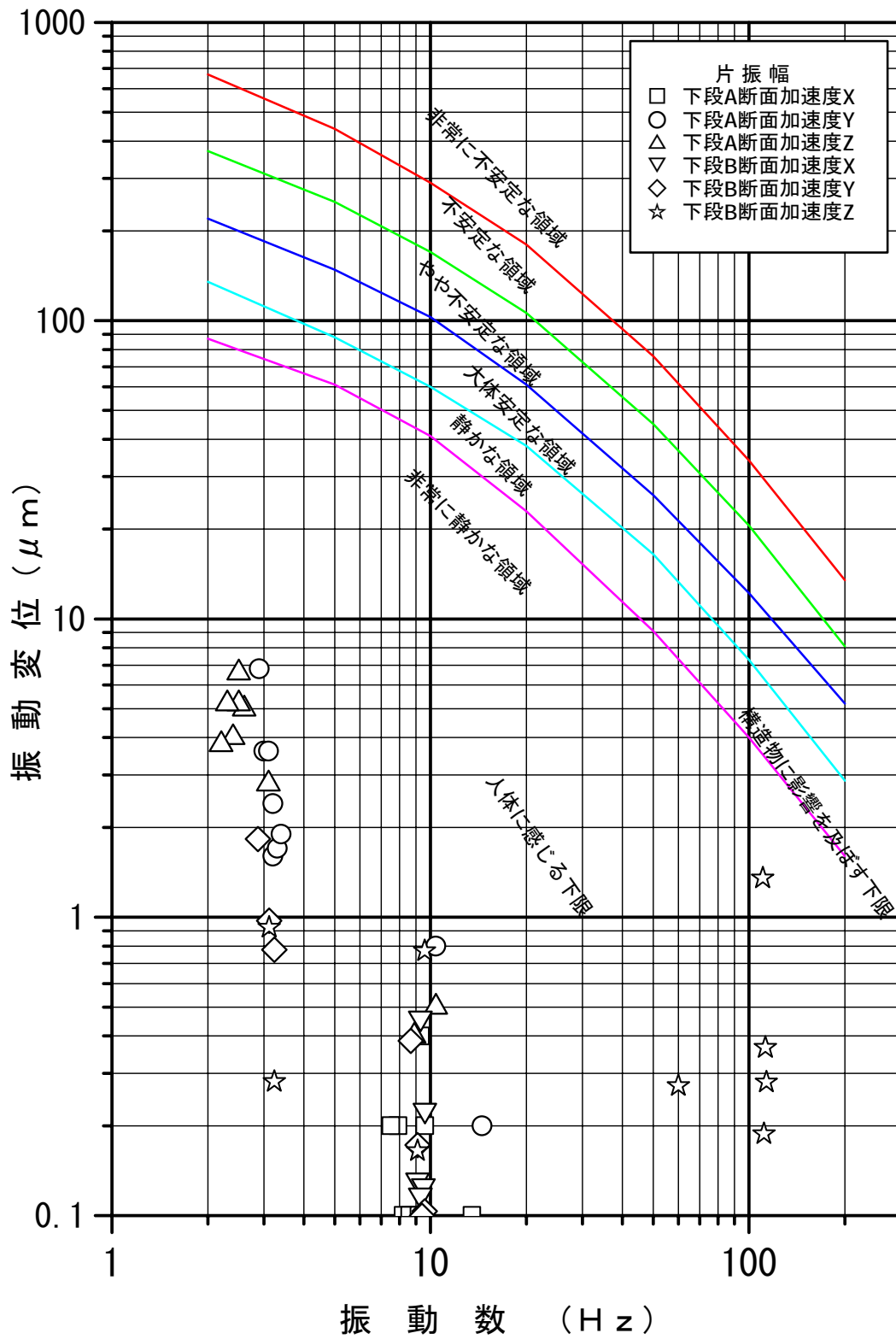


図 3.21 7号上段越流試験（下段測定点）の振動評価

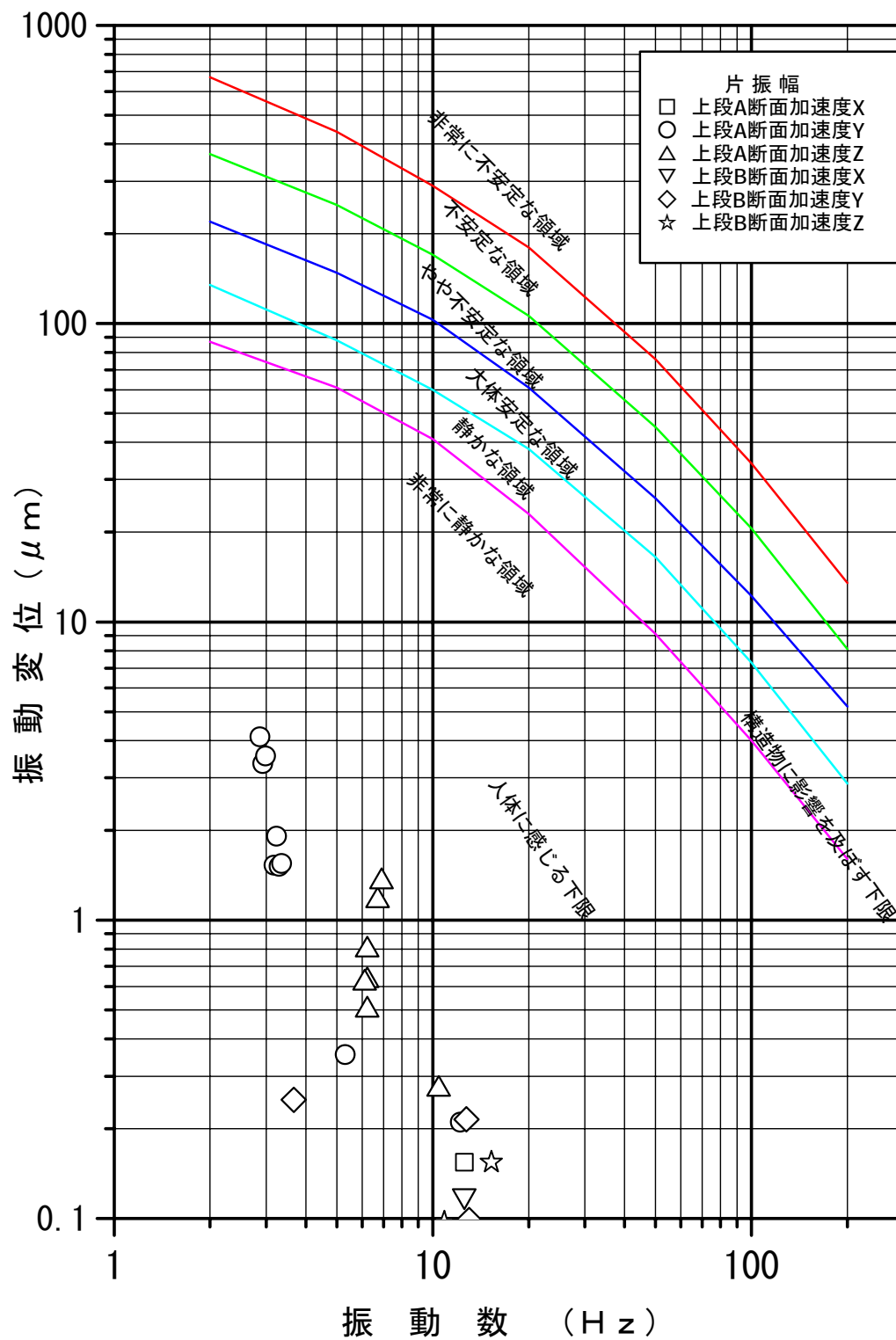


図 3.22 7号下段放流試験（上段測定点）の振動評価

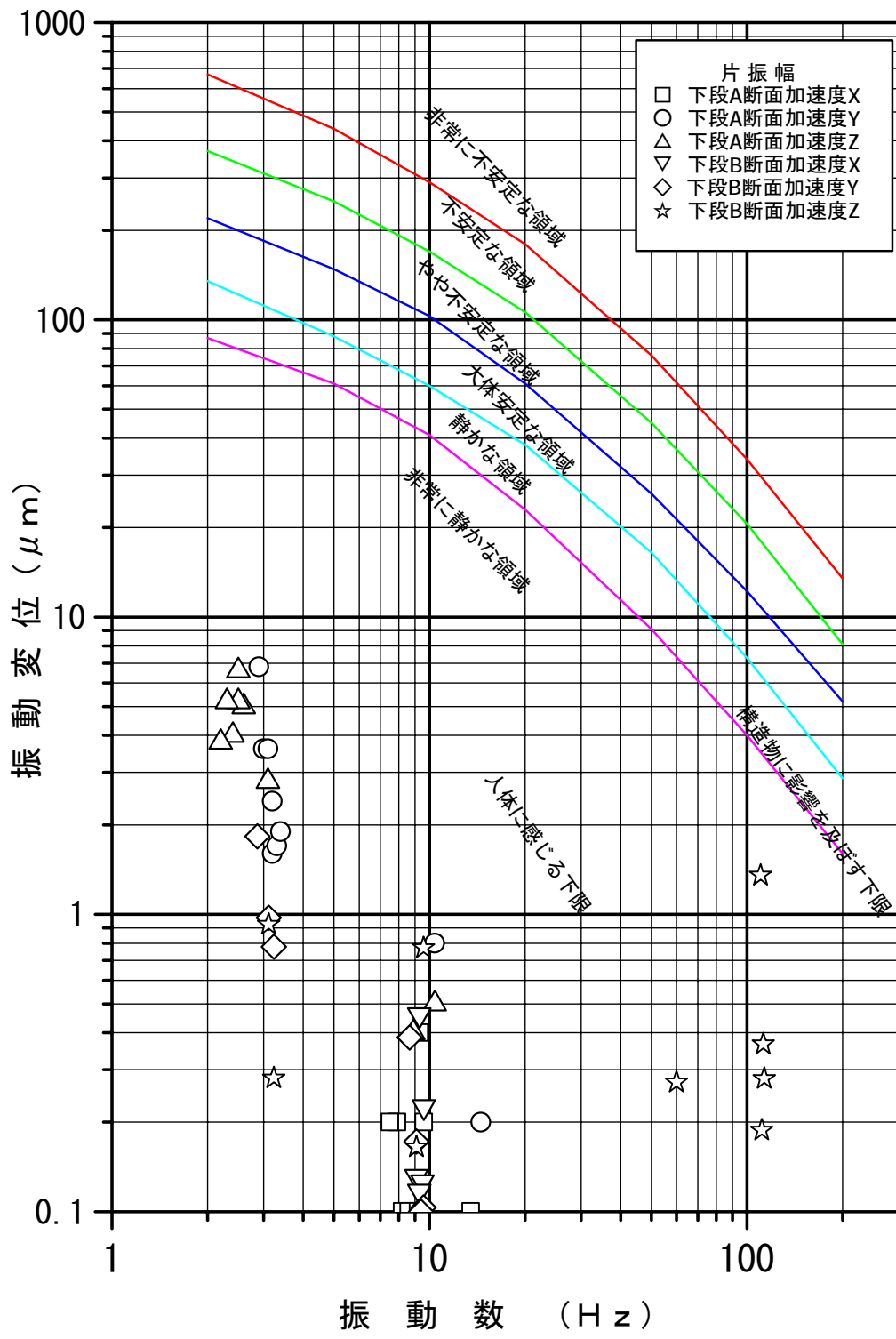


図 3.23 7号下段放流試験（下段測定点）の振動評価

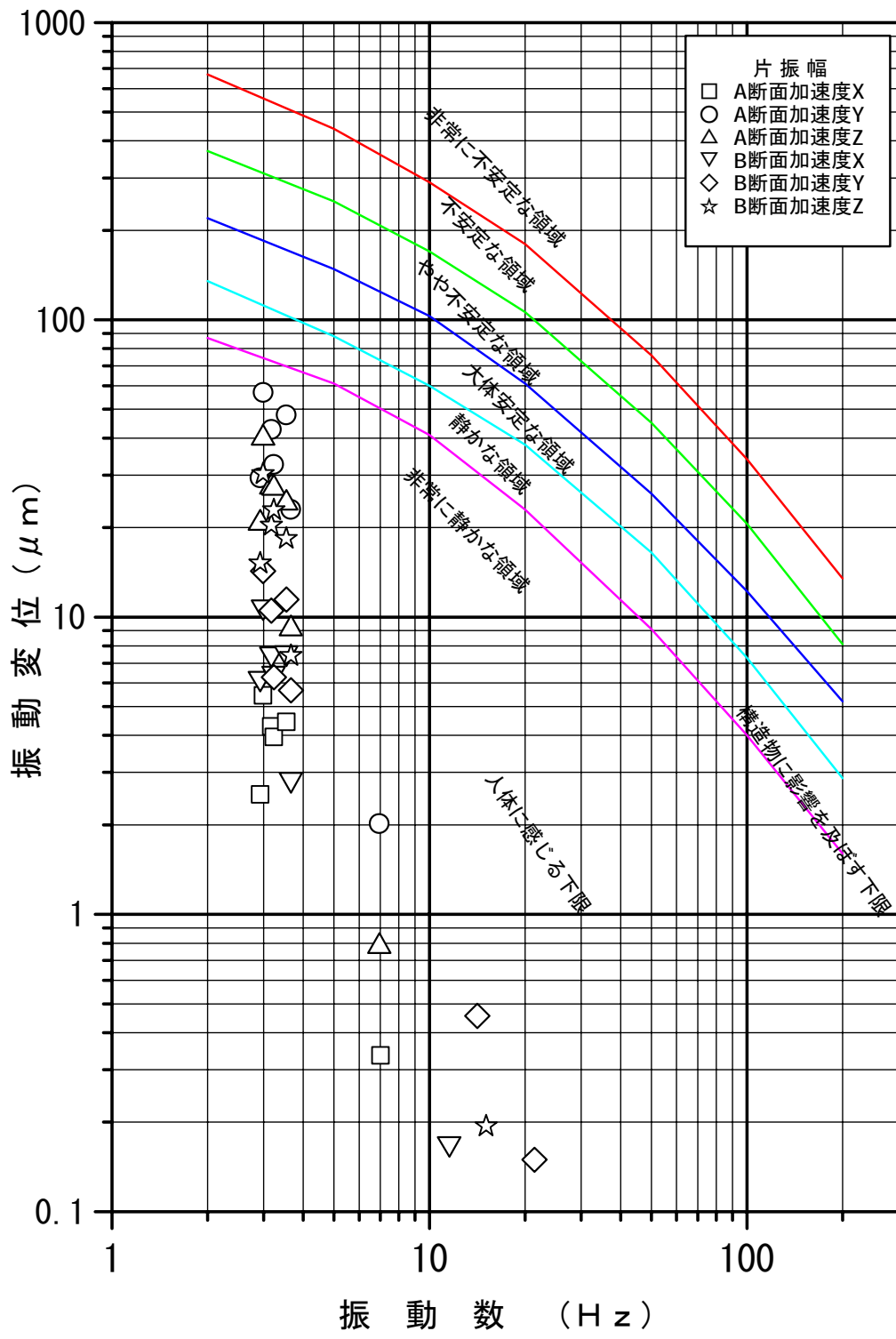


図 3.24 6号放流試験の振動評価

### 3.5. 騒音測定

#### a) 計測方法

騒音測定は次の要領で行った。

項目	実施要領
対象設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 6号ゲート, 7号ゲートおよび呼び水ゲートについてゲートからの放流を行い, 放流に伴う低周波騒音(*p.121 参照)を測定した。</li> </ul>
計測位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 図 3.25 の位置に低周波騒音計を設置し, 各位置における低周波騒音を測定した。</li> </ul>
放流方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放流時のゲート開度および放流量などは, 振動測定と同様, 図 3.11~3.13 のとおりとした。</li> </ul>
測定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測定は越流時ならびに下端放流の状態で行い, 変換された電気信号を同時多点計測記録を行う。</li> <li>● また, 流況を右岸側に設置したビデオカメラにて撮影する。</li> <li>● ピアーの海側両端部ならびにビデオカメラ設置位置近傍に三脚を設置し, その位置における低周波騒音を測定する。</li> </ul>

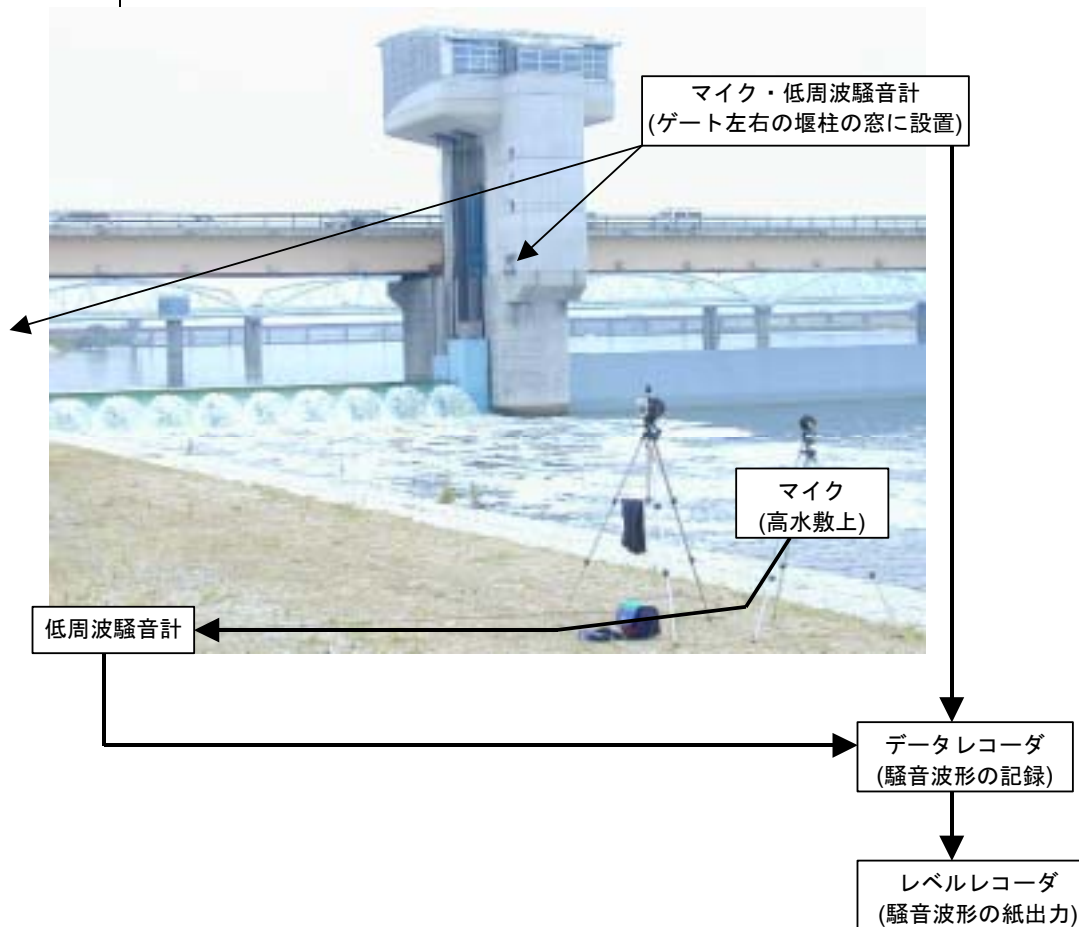


写真 3.25 計測状況



項目	実施要領																																		
計測機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測には次の機器を用いた。</li> </ul>																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="424 315 687 349">名称</th> <th data-bbox="687 315 863 349">型式</th> <th data-bbox="863 315 967 349">数量</th> <th data-bbox="967 315 1126 349">メーカー</th> <th data-bbox="1126 315 1326 349">主仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="424 349 687 383">低周波騒音計</td> <td data-bbox="687 349 863 383">NA17</td> <td data-bbox="863 349 967 383">3</td> <td data-bbox="967 349 1126 383">リオン</td> <td data-bbox="1126 349 1326 383">1~50Hz</td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 383 687 416">データレコーダ</td> <td data-bbox="687 383 863 416">PC216A</td> <td data-bbox="863 383 967 416">2</td> <td data-bbox="967 383 1126 416">ソニー</td> <td data-bbox="1126 383 1326 416">16ch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 416 687 450">レベルレコーダ</td> <td data-bbox="687 416 863 450">LR-04</td> <td data-bbox="863 416 967 450">2</td> <td data-bbox="967 416 1126 450">リオン</td> <td data-bbox="1126 416 1326 450"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 450 687 483">FFT</td> <td data-bbox="687 450 863 483">CF-360</td> <td data-bbox="863 450 967 483">1</td> <td data-bbox="967 450 1126 483">小野測器</td> <td data-bbox="1126 450 1326 483">2ch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 483 687 517">ビデオ</td> <td data-bbox="687 483 863 517">NV-S2</td> <td data-bbox="863 483 967 517">1</td> <td data-bbox="967 483 1126 517">ナショナル</td> <td data-bbox="1126 483 1326 517">ビデオ</td> </tr> </tbody> </table>					名称	型式	数量	メーカー	主仕様	低周波騒音計	NA17	3	リオン	1~50Hz	データレコーダ	PC216A	2	ソニー	16ch	レベルレコーダ	LR-04	2	リオン		FFT	CF-360	1	小野測器	2ch	ビデオ	NV-S2	1	ナショナル	ビデオ
名称	型式	数量	メーカー	主仕様																															
低周波騒音計	NA17	3	リオン	1~50Hz																															
データレコーダ	PC216A	2	ソニー	16ch																															
レベルレコーダ	LR-04	2	リオン																																
FFT	CF-360	1	小野測器	2ch																															
ビデオ	NV-S2	1	ナショナル	ビデオ																															
																																			
	写真 3.26 低周波騒音測定用マイク		写真 3.27 低周波騒音計																																

b) 計測結果

計測結果は図 3.26~3.29 のとおりである。

## ※ 低周波騒音について

### 1) 低周波音とは

「低周波音」の定義は特に決まっていないが、1980年にデンマークで行われた国際会議では100Hz以下の音を低周波音と呼んでいる。低周波音のうち20Hz以下の音は特に「超低周波音」「超低周波空気振動」などと呼ばれている。

人間は20~20,000Hzの音を聞くことができるといわれているが、100Hz以下の周波数になると、音という感覚が徐々に減っていき、耳のまわりの圧迫感、あるいは振動のような感じで知覚される。20Hz以下になると、音の感覚はほとんどなくなり、圧迫感、振動感が主なものとなる。これらの低周波音は、日常生活の中に多くあり、車、バスなどの排気音、溪流の音などにもある。しかしこれらの低周波音は、100Hz以上の通常の音にかき消されて、気が付くことはまれである。

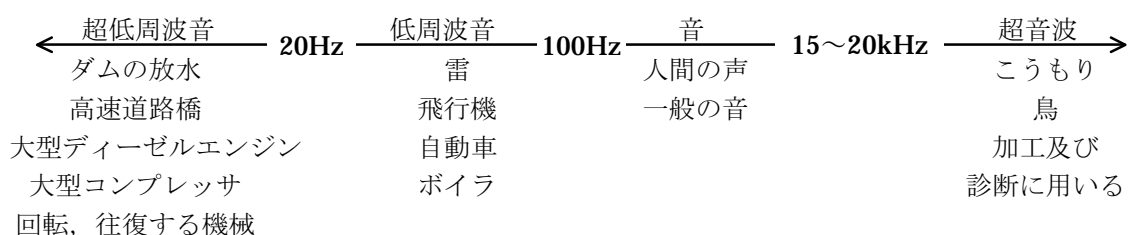


図 参-1 音の種類と音源

### 2) 低周波音による苦情

低周波音の苦情は主に、低周波音そのものが聞こえ（感じられ）不快感をひきおこす場合と、低周波音そのものが聞こえることはないが、ガラス窓や戸障子がガタガタと振動し苦情になるものがある。

低周波音が聞こえる場合は、人間の聞きうる最小のレベルである最小可聴値が問題となる。また、窓等のガタつきも音の発生がはじまる最小のレベルである閾値が重要となる。

これらの関係は概略、図参-2 に示すとおりである。図中の線 AB は低周波音の最小可聴値であり、このレベル以下であれば、低周波音は直接は知覚されない。一方、線 CD は、窓ガラス、戸障子のガタつきのはじまる最小のレベルである。AB、CD の線は、概略 20Hz で交叉する。これらの線によって、ある周波数、レベルの低周波音は、(1)~(4)の4つの領域に分類される。

領域(1) 戸障子がガタガタと鳴ることもないし、どんな低周波音も聞こえる（感じられる）こともなく、特別な場合を除いて問題は発生しない。

領域(2) 戸障子が、ガタガタと鳴ることはないが、モータのまわっているような昔、遠くで音が鳴っているような低い音が聞こえ、頭に何かがかぶさっている感じを受け、苦情の発生につながる。屋外に設置されているボイラ、集塵装置などに発生し、隣近所の関係を悪化させる近隣騒音的性格が加味されることが多い。この領域は、“低周波音”と呼ばれるにふさわしい。

領域(3) 低周波音そのものは知覚されないが、ガラス窓、人形ケース、戸障子の振動によって間接的に知覚される。多くの場合 20Hz 以下であり、風もないのにガタガタと音がするので気味悪く思われる。ダムの放水、橋脚の高い高架橋、大型送風機などに発生する。この領域の音は“聞こえないのに苦情になる”といわれる“超低周波音”と呼ばれるにふさわしい。

領域(4) 戸障子もガタガタと鳴るし、耳を圧迫する音も強く感じられる。20Hz以下の周波数であってもレベルが高いので、外耳から内耳にいたる伝達機構にある非線形性のため倍音が発生し、はっきりした“昔”の感覚を生じることもある。公害としてはげしい状況である。

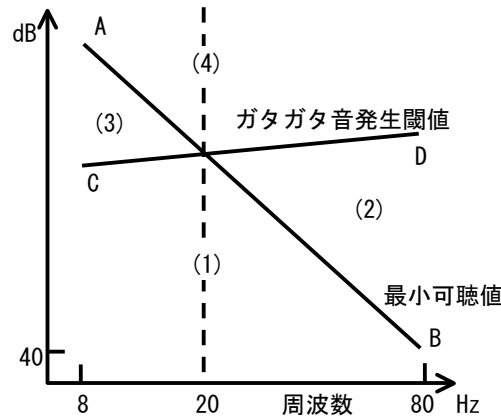


図 参-2 低周波音の分類

### 3) 苦情発生の限界値

図参-2における線 AB および線 CD の値は、既往の研究において図参-3 および図参-4 の値が示されている。

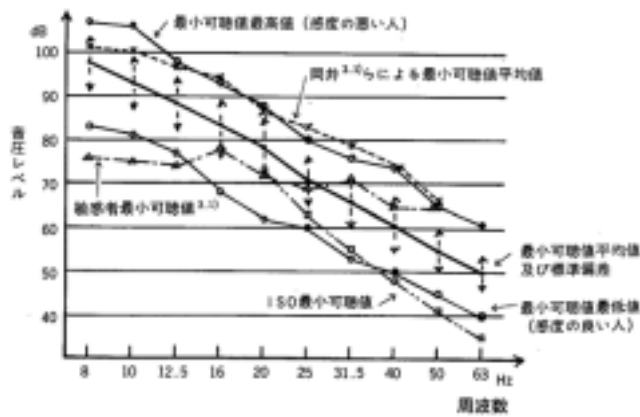


図 参-3 低周波音の最小可聴値

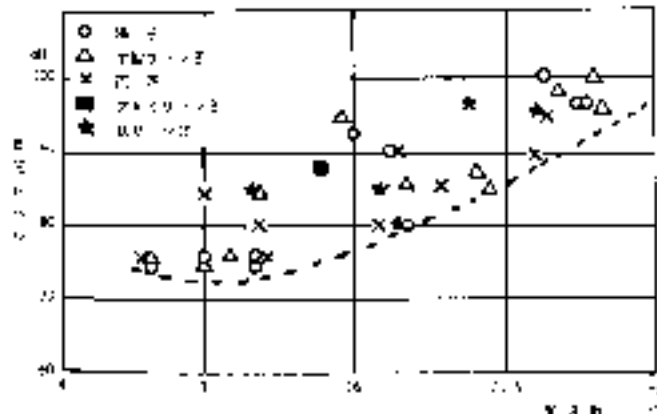


図 参-4 各種建具がガタツキを始める音圧レベル

「超低周波音と低周波音」(平成 2 年 7 月, 山田伸志, 渡辺敏夫, 小坂敏文, 環境技術研究協会)より



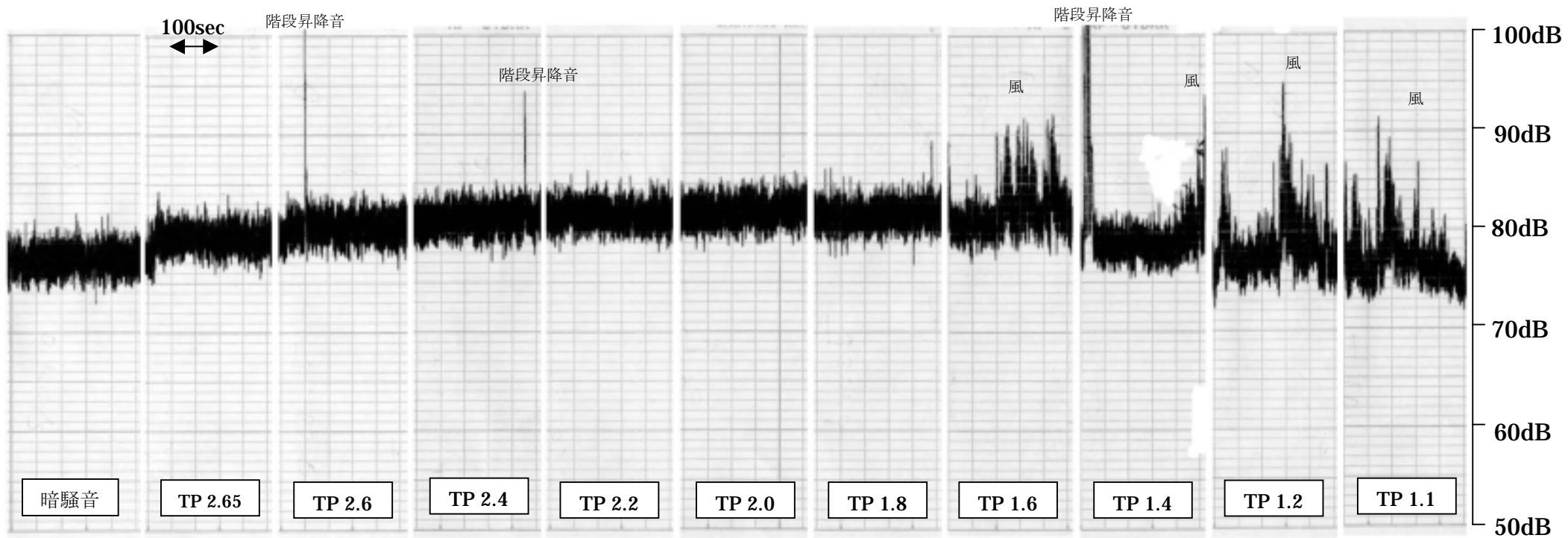


図 3.26(a) 低周波音測定結果 (7号上段扉・右岸側)

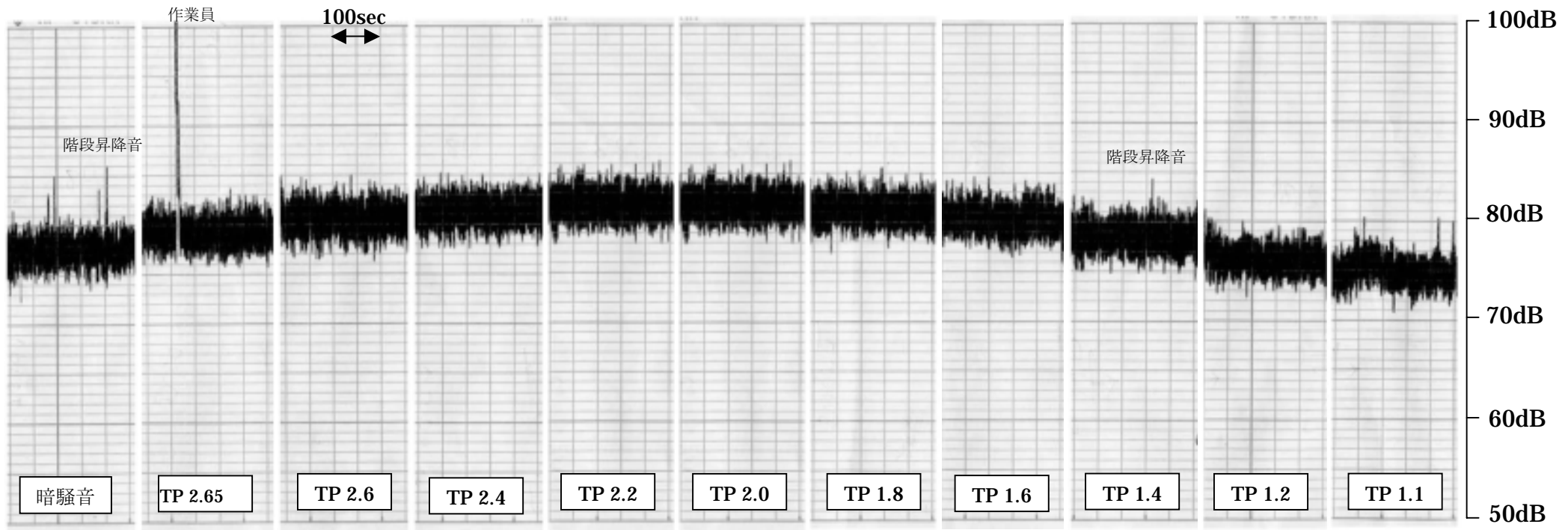


図 3.26(b) 低周波音測定結果 (7号上段扉・左岸側)

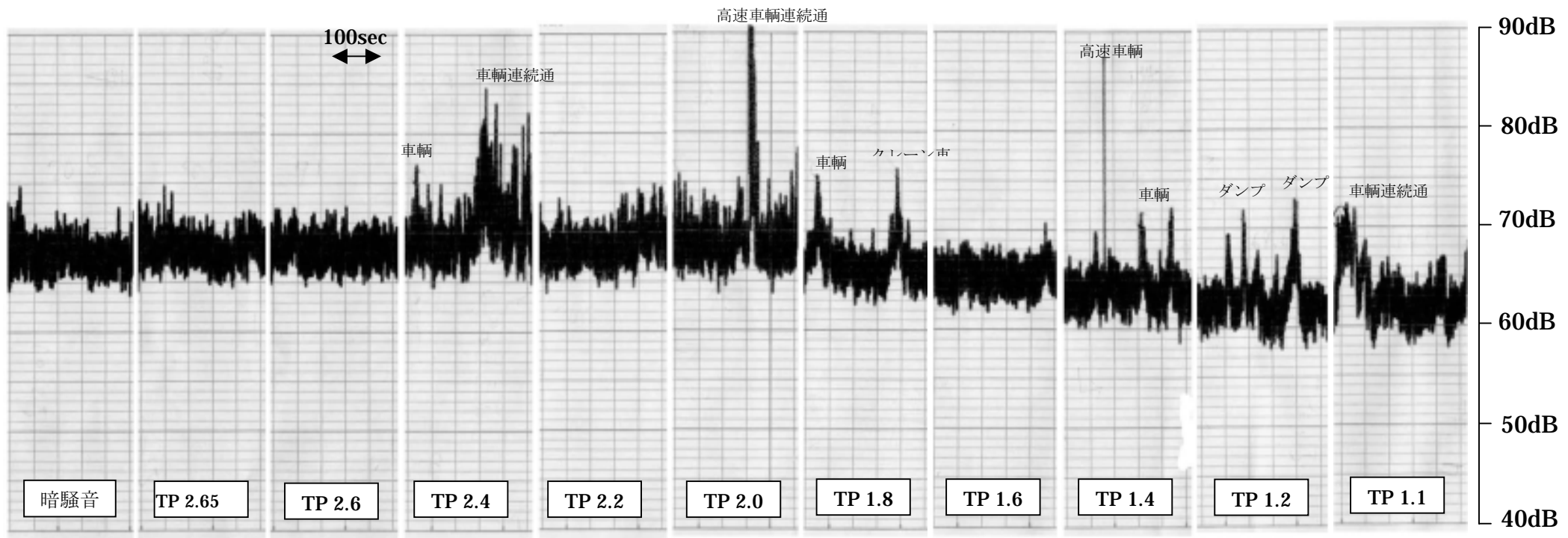


図 3.26(c) 低周波音測定結果 (7号上段扉・対岸)

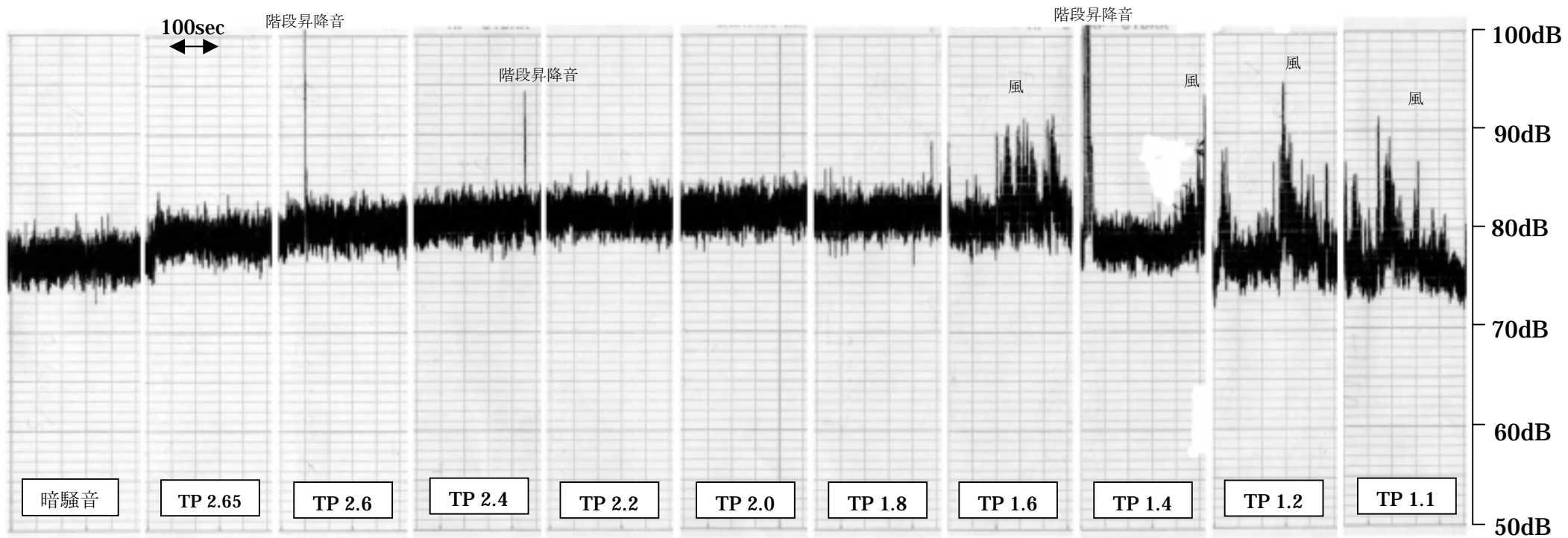


図 3.26(a) 低周波音測定結果 (7号上段扉・右岸側)



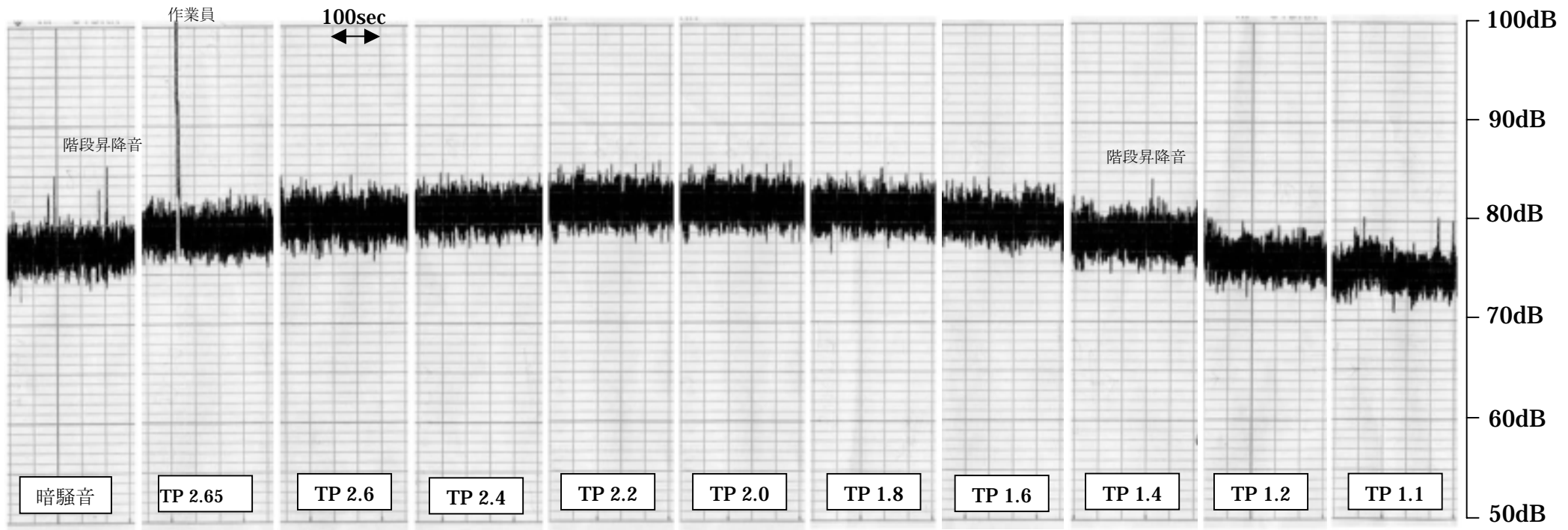


図 3.26(b) 低周波音測定結果 (7号上段扉・左岸側)

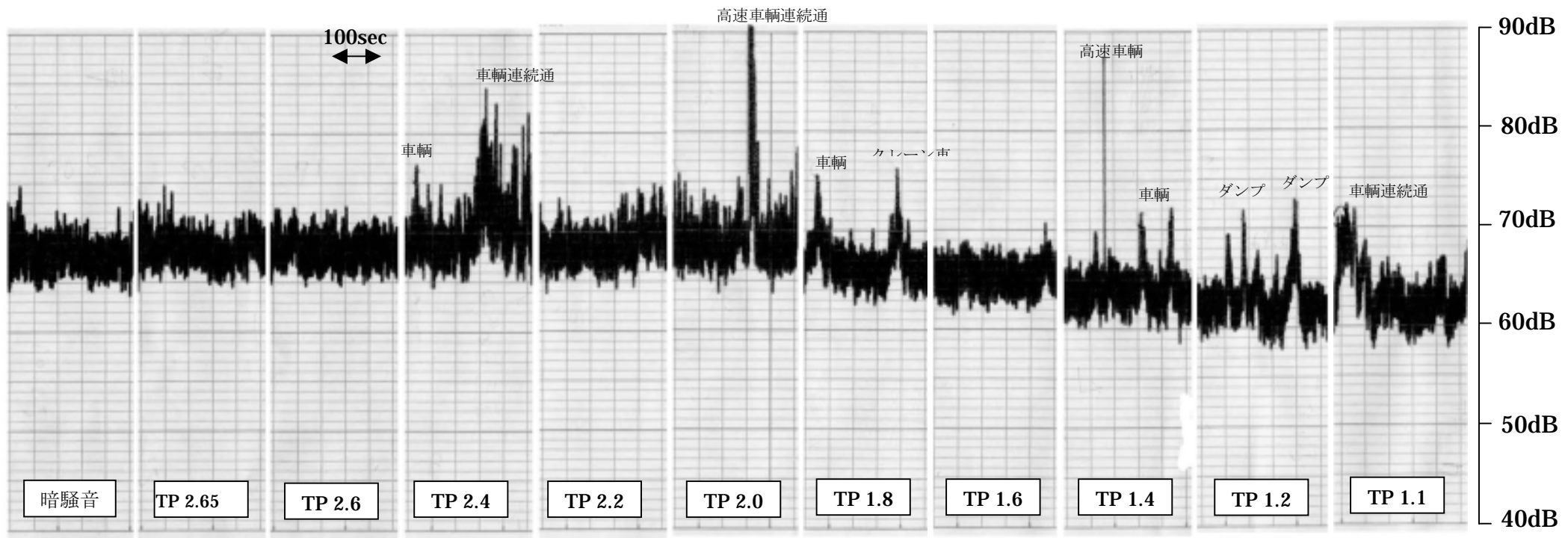


図 3.26(c) 低周波音測定結果 (7号上段扉・対岸)

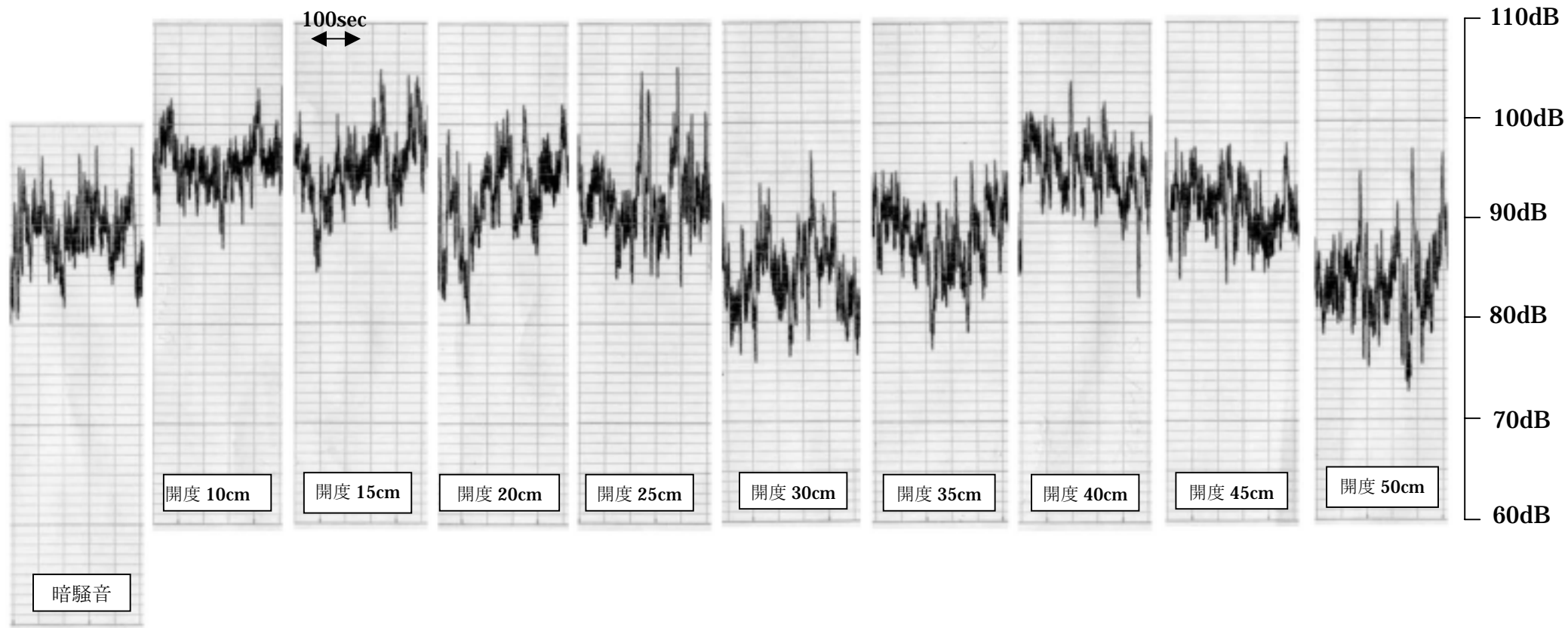


図 3.27(a) 低周波音測定結果 (7号下段扉・右岸側)

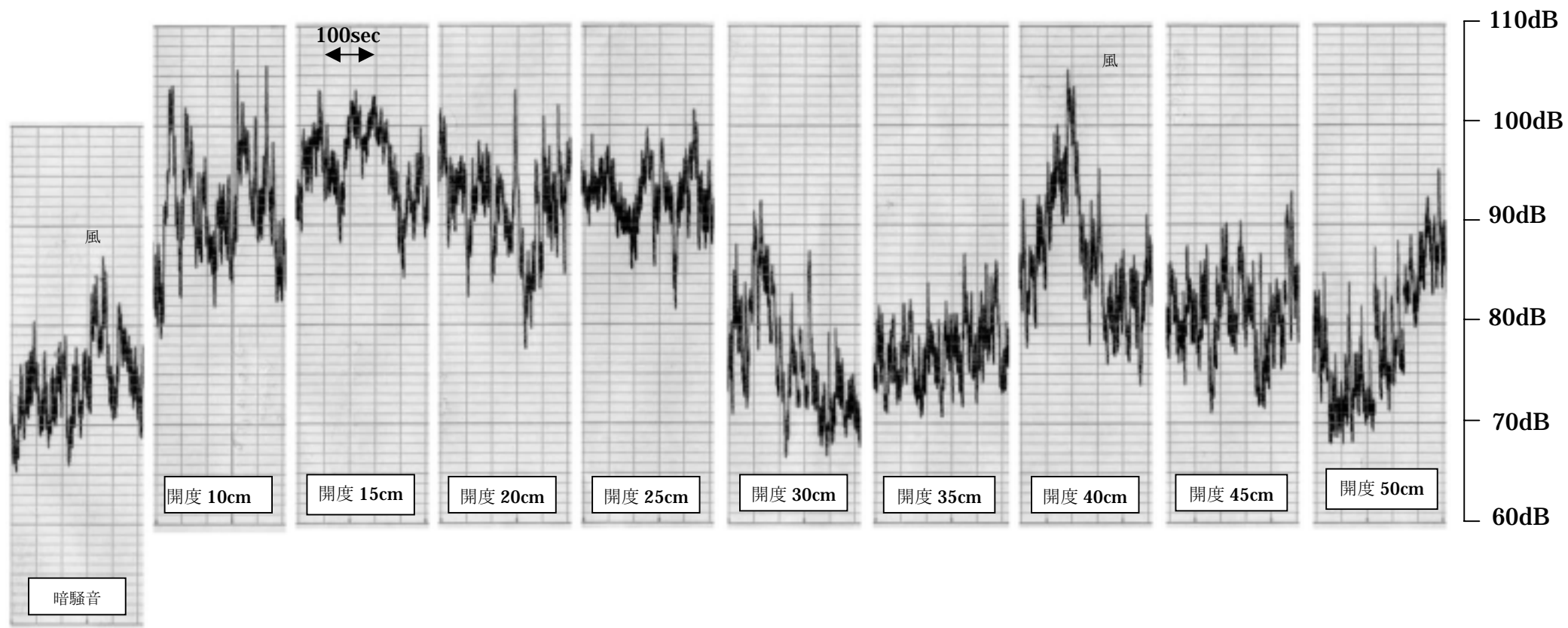


図 3.27(b) 低周波音測定結果 (7号下段扉・左岸側)

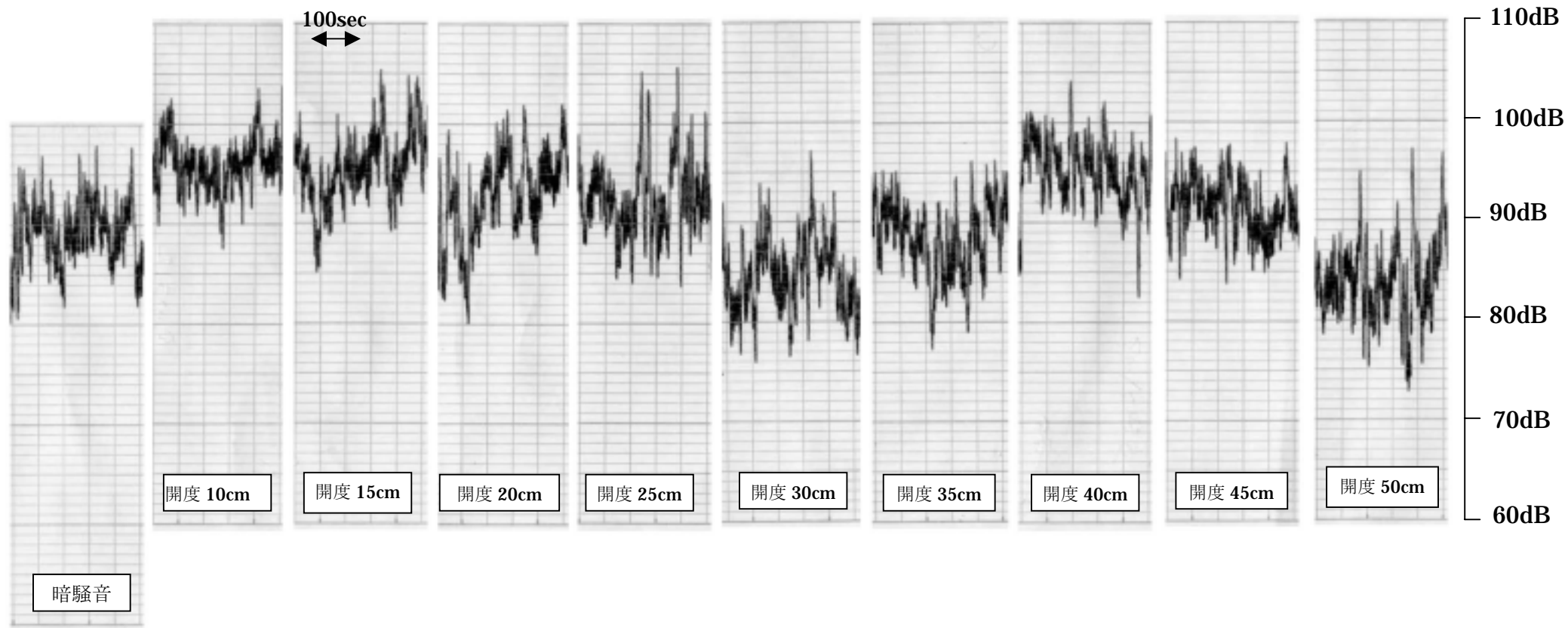


図 3.27(a) 低周波音測定結果 (7号下段扉・右岸側)

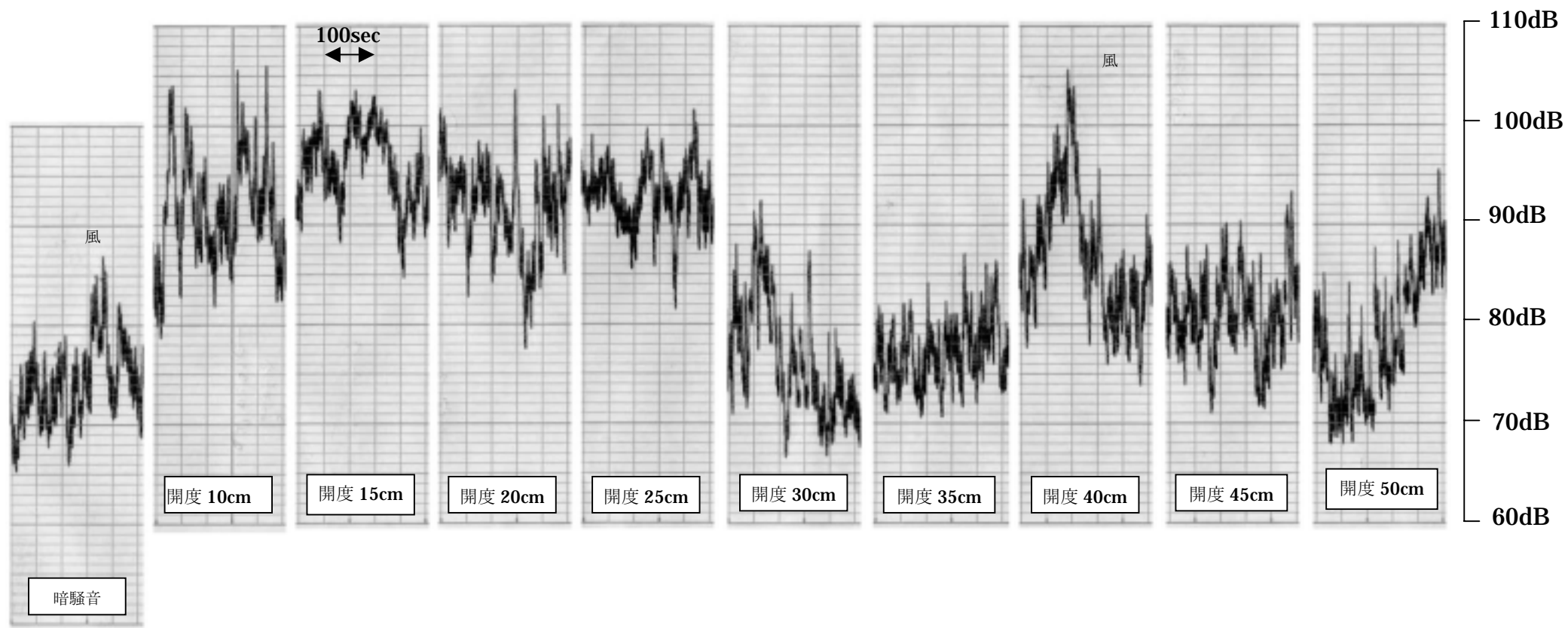


図 3.27(b) 低周波音測定結果 (7号下段扉・左岸側)

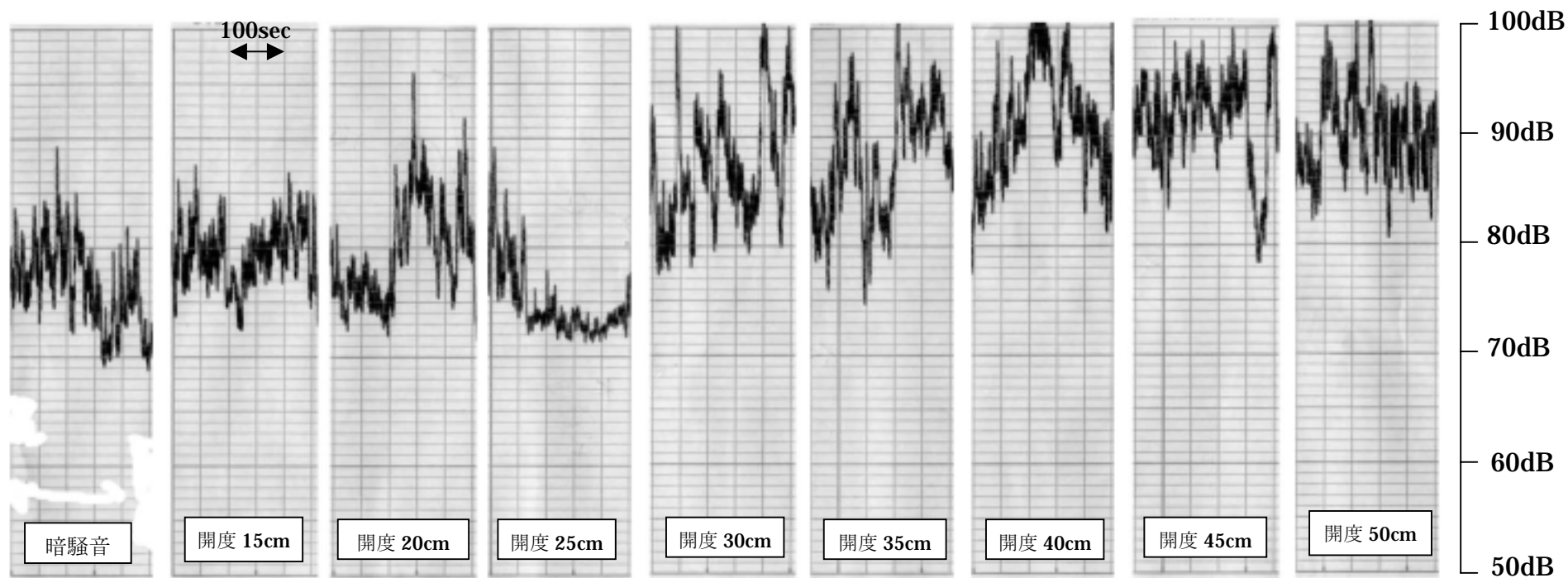


図 3.28(a) 低周波音測定結果 (6号ゲート・右岸側)

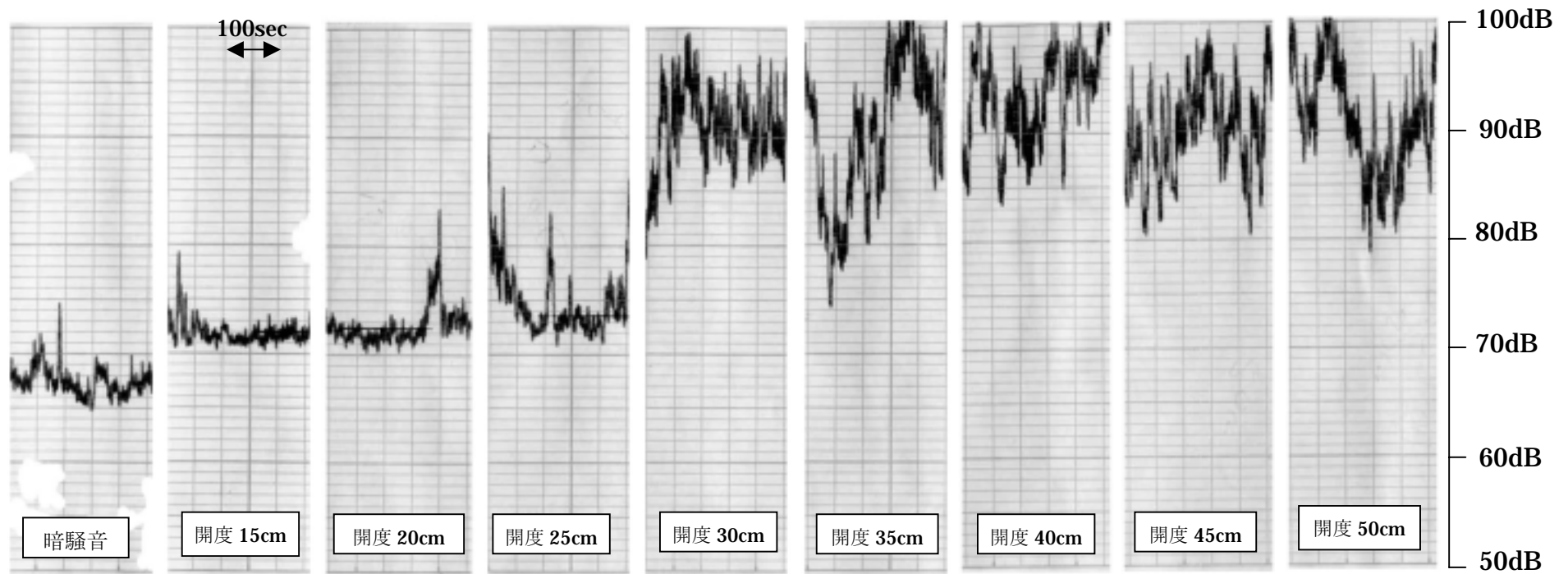


図 3.28(b) 低周波音測定結果 (6号ゲート・左岸側)



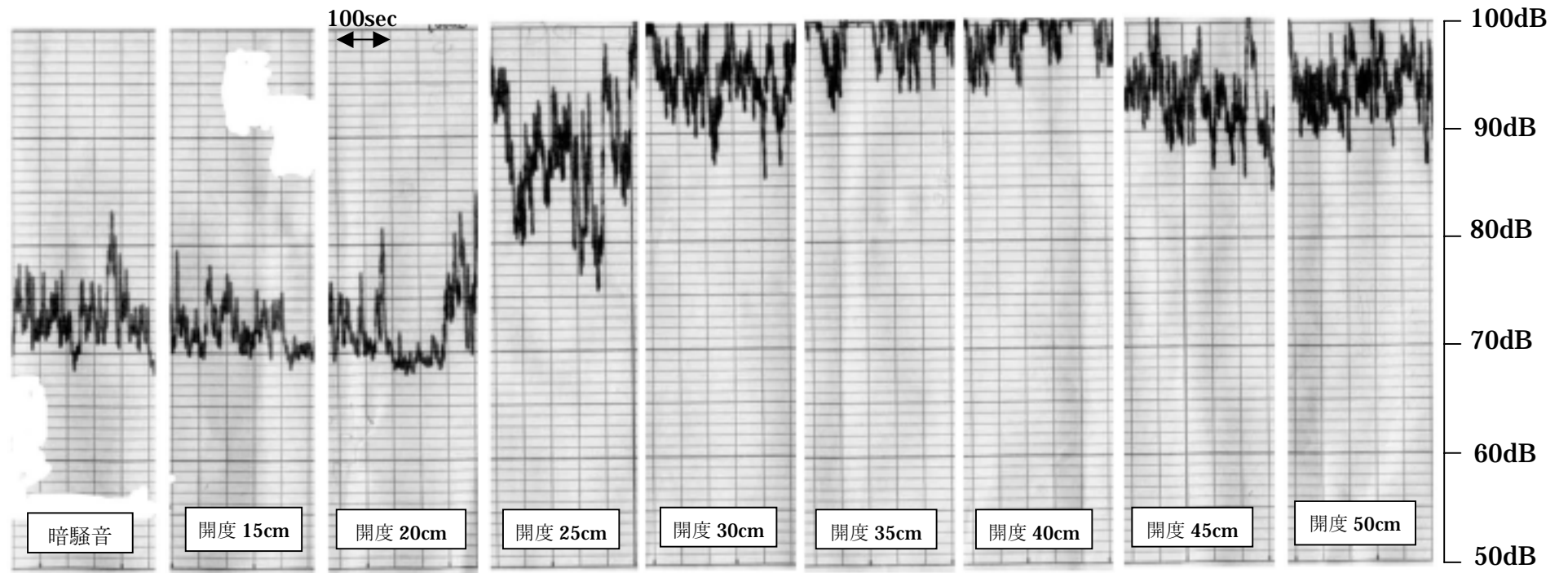


図 3.28(c) 低周波音測定結果 (6号ゲート・対岸)

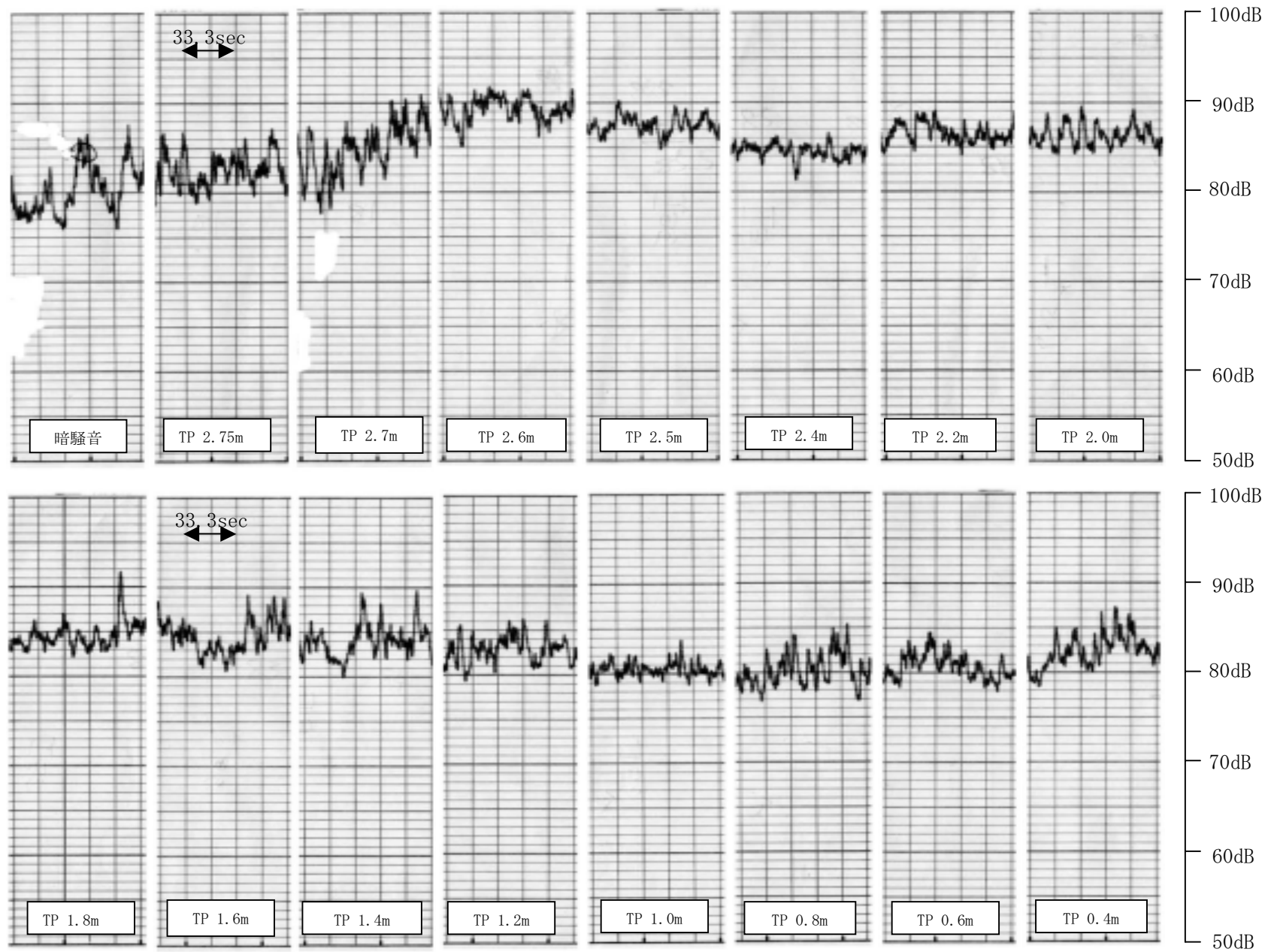


図 3.29(a) 低周波音測定結果 (呼び水ゲート・右岸側)

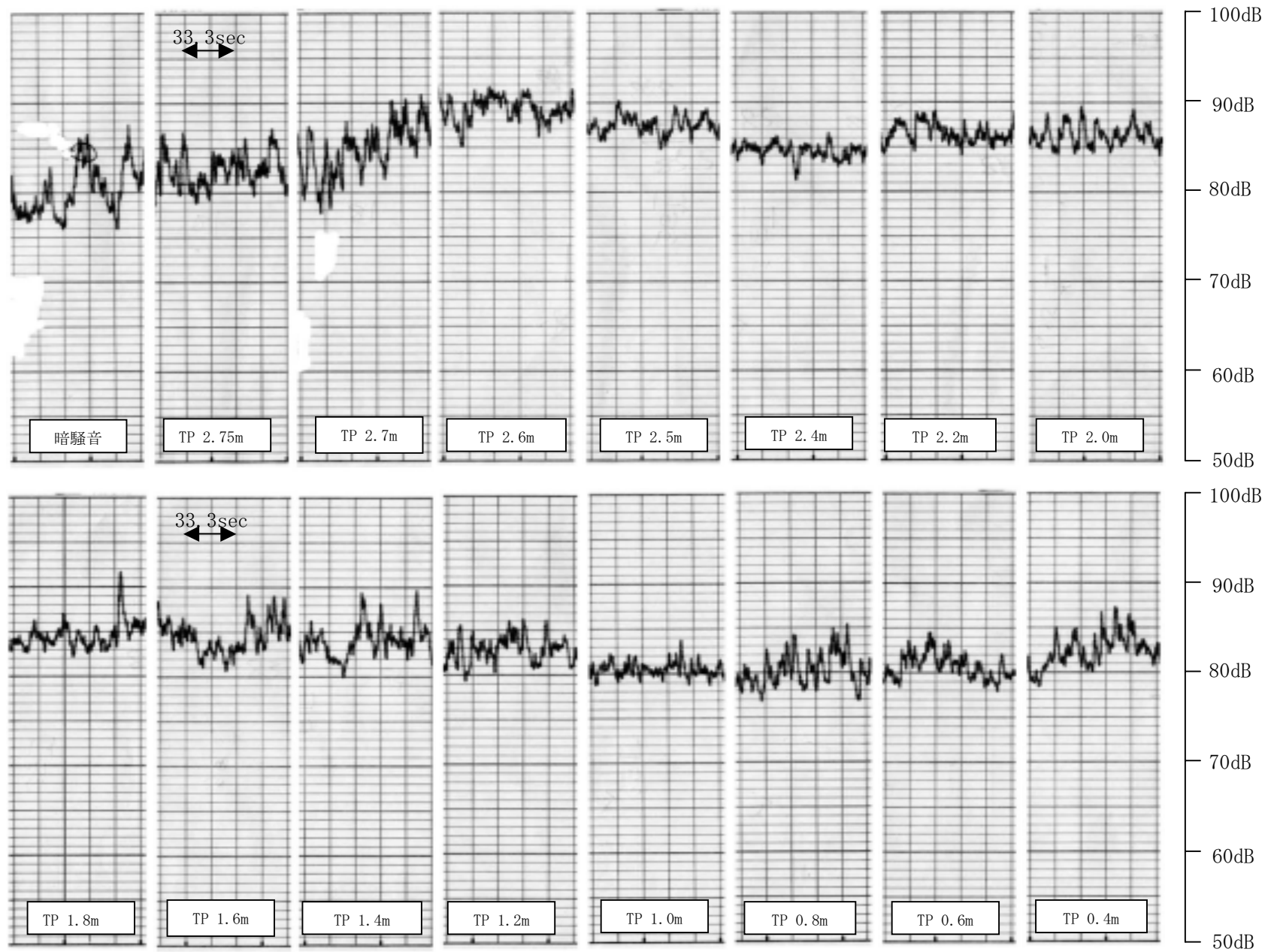


図 3.29(b) 低周波音測定結果 (呼び水ゲート・対岸)

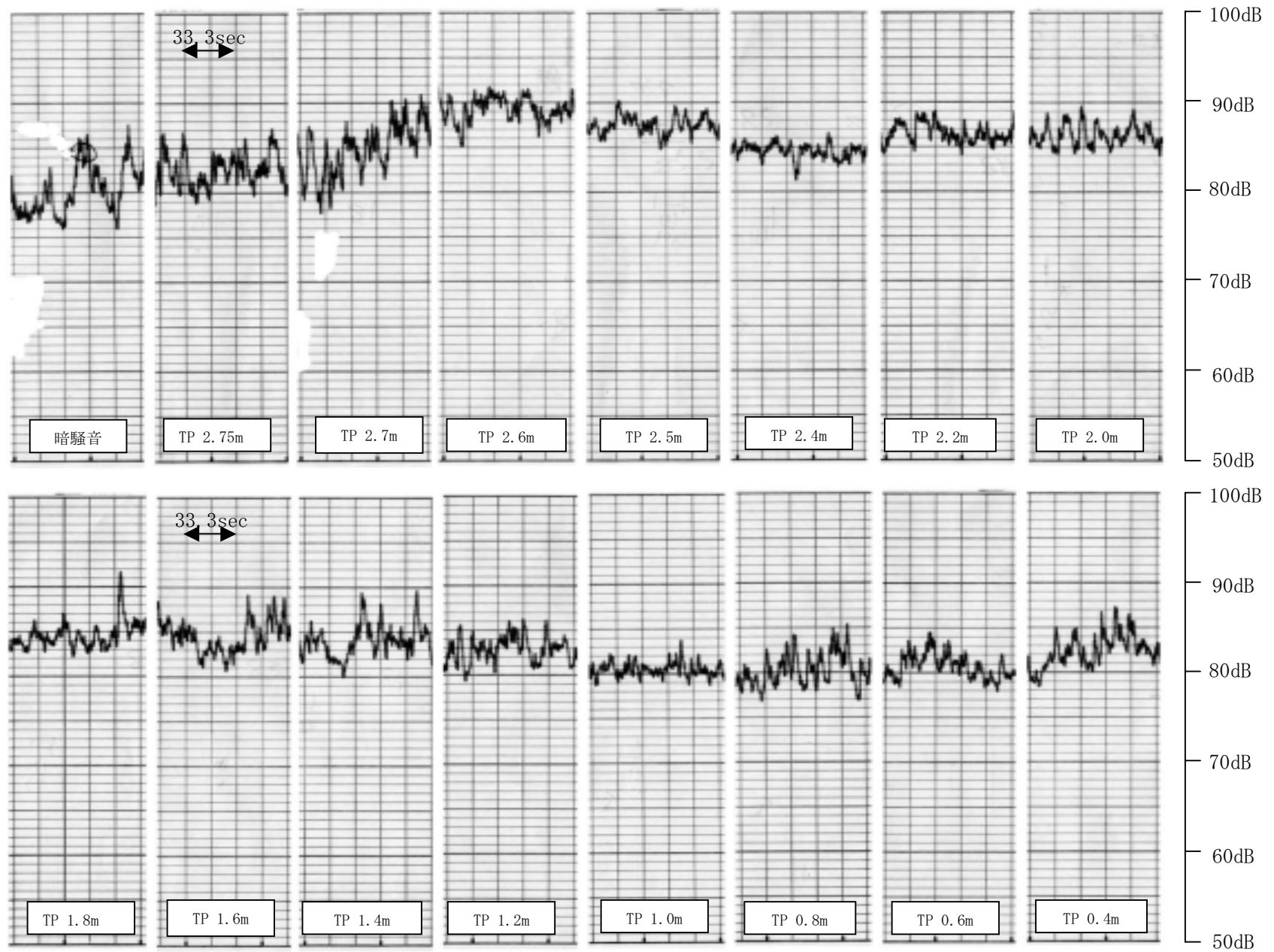


図 3.29(a) 低周波音測定結果 (呼び水ゲート・右岸側)

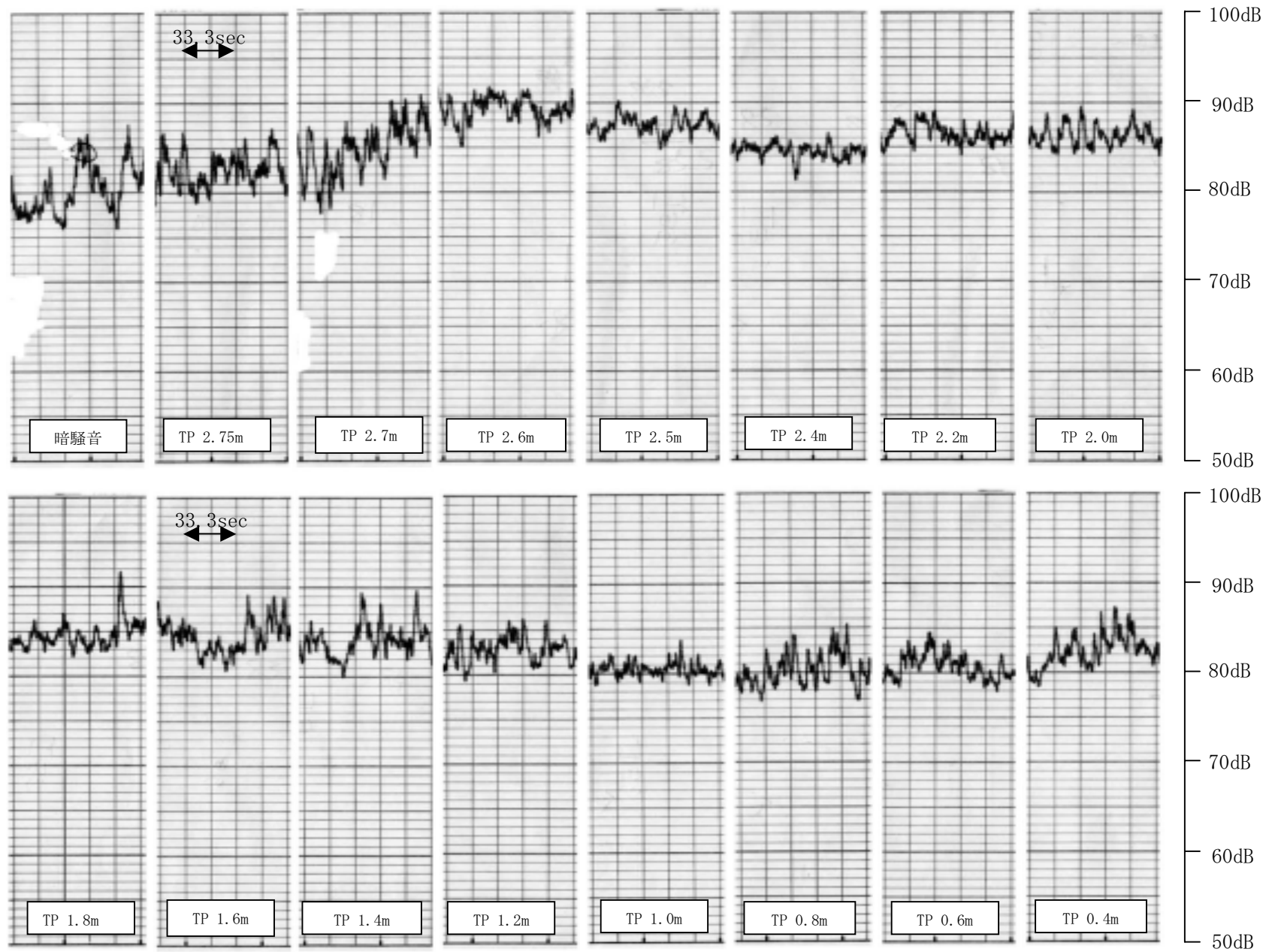


図 3.29(b) 低周波音測定結果 (呼び水ゲート・対岸)

## c) 考察

### (1) 周波数分析

図 3.26～3.29 の計測値は、全ての振動周波数の合成値であるが、前述のとおり低周波音に対する安全性は周波数によって異なるので、安全性を評価するためには周波数毎に分解する必要がある。

フーリエ変換により各ゲート開度毎に周波数分析すると図 3.30～3.33 のとおりである。また、周波数分析によって得られた結果を基に低周波部分の最大値をまとめると表 3.32～3.35 のとおりである。

### (2) 低周波音に対する安全性

低周波音に対する安全性は、前述の既往研究における「建具等のがたつき発生閾値」と「最小可聴値」によって評価する。

表 3.32～3.35 の値に上記閾値等をプロットすると図 3.34～3.37 のとおりである。

これより低周波音に対する影響は、次のように評価される。

- 7号ゲート上段扉および6号ゲートは、いずれの地点においても「がたつき発生閾値」以下であり、かつ「最小可聴値」以下である。  
従って、周辺民家等への影響はないものと判断される。

- 7号ゲート下段扉は、ゲート直近で「がたつき発生閾値」を超えている。  
但し、民家近傍においては距離が離れるため減衰により小さくなると考えられる。  
低周波音は、一般的には「倍距離はなれて 6dB の減衰」とされているが、7号ゲート上段扉における越流試験時の計測結果から推定すると、

上段扉越流時

左右岸 約 55dB      対岸 約 45dB・・・約 10dB 減

従って、下段扉放流時も

$72\text{dB} - 10\text{dB} = 62\text{dB}$

程度に減衰すると考えられるため、周辺民家等への影響はないものと判断される。

- 呼び水ゲートは、「がたつき発生閾値」についてはゲート直近および対岸とも閾値以下であるが、「最小可聴値」については対岸での計測値の一部がこれを超えている。  
これについては、ゲート直近の方が値が低いことから、ゲートの影響ではなく、堤防上の車などの騒音の影響と考えられる。  
一方、ゲート直近では「最小可聴値」以下であることから、ゲートからの放流による周辺民家等への影響はないものと判断される。
- 以上のことから、各ゲートとも低周波音に対して安全であると判断される。

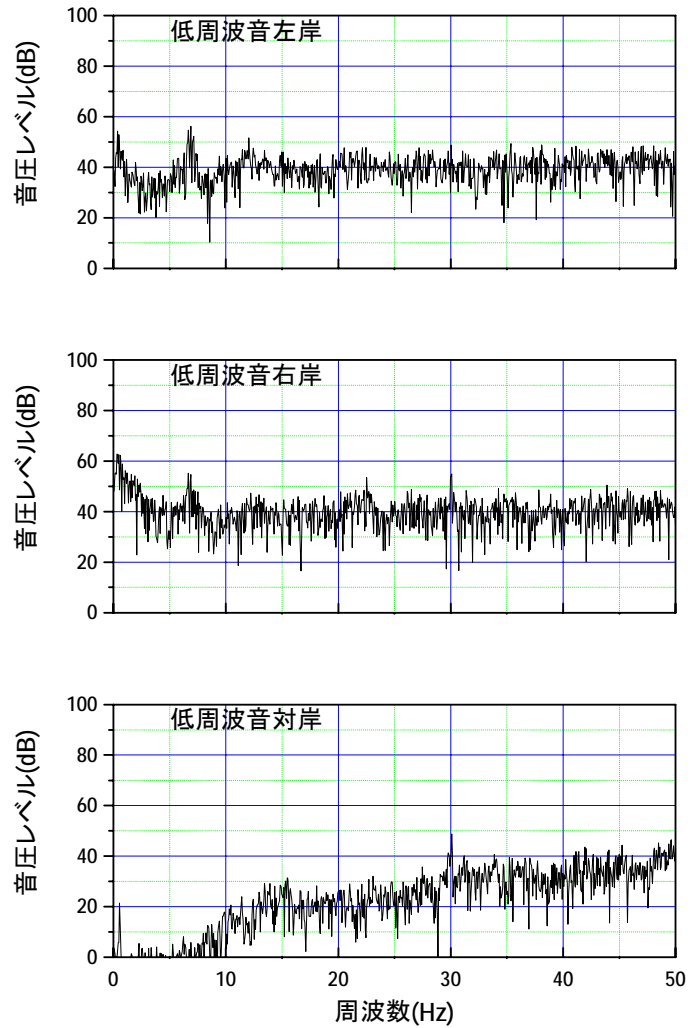


図 3.30.(a) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+1.1m ゲート開度 0m)

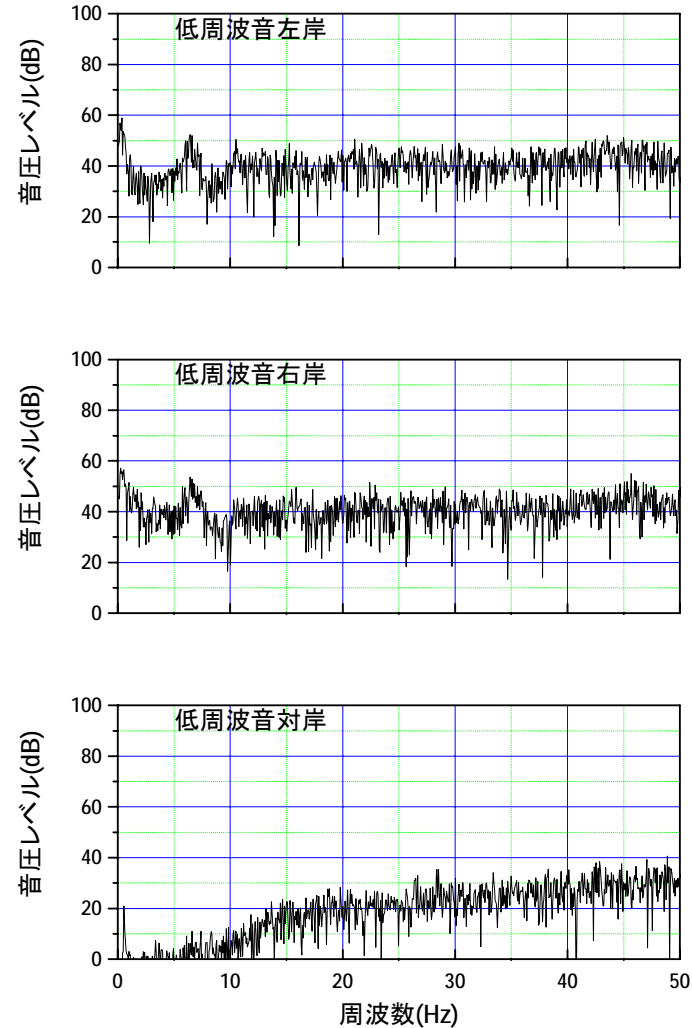


図 3.30.(b) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

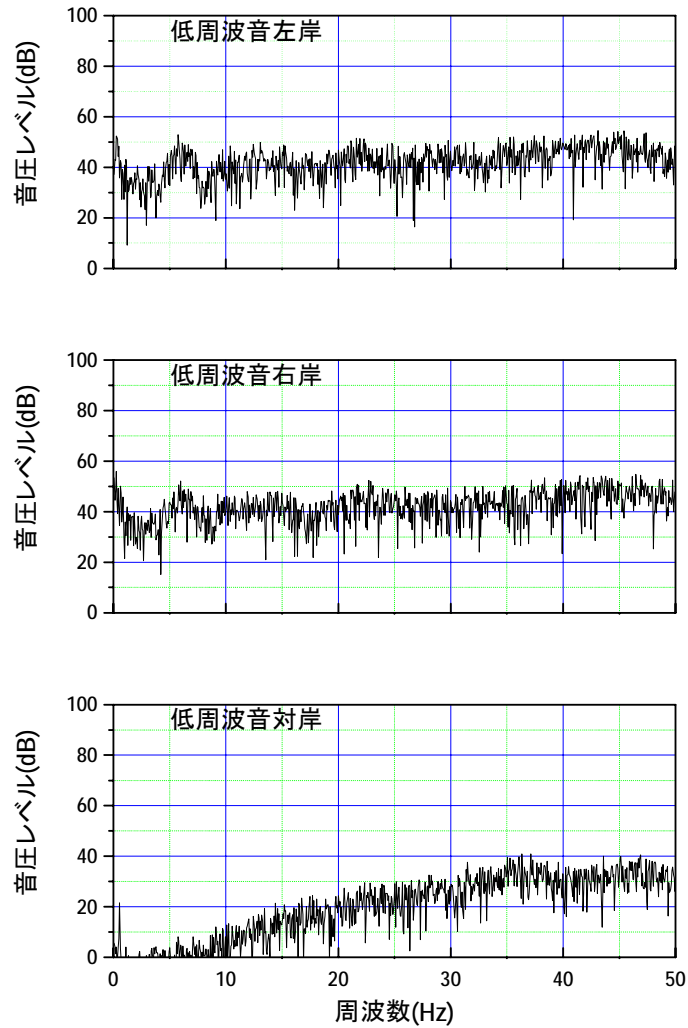


図 3.30.(c) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

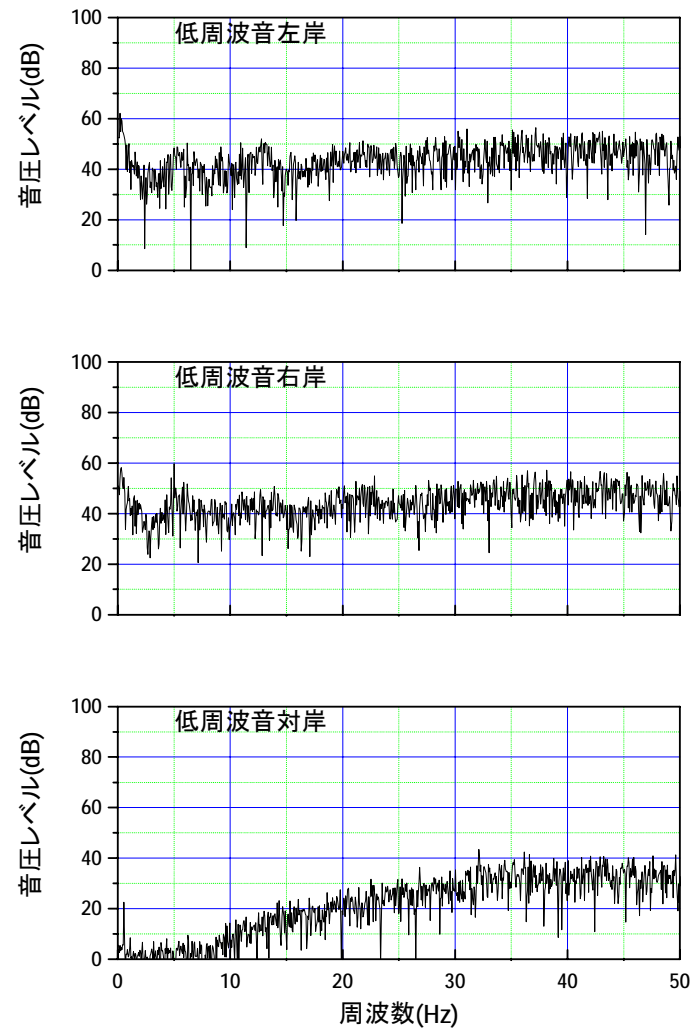


図 3.30.(d) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)



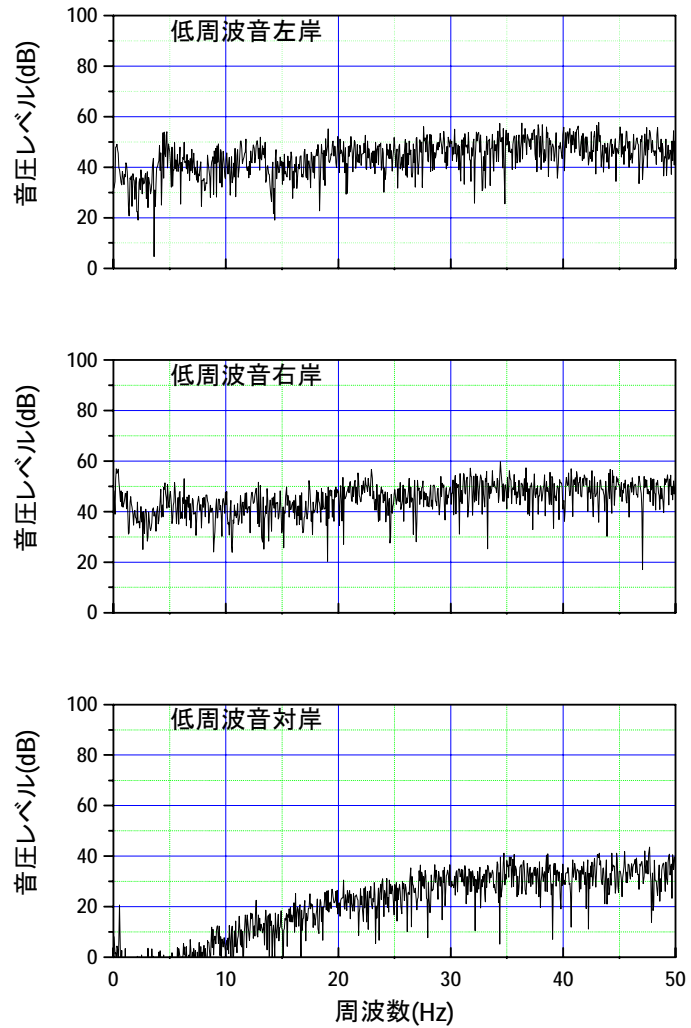


図 3.30.(e) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+1.8m ゲート開度 0.7m)

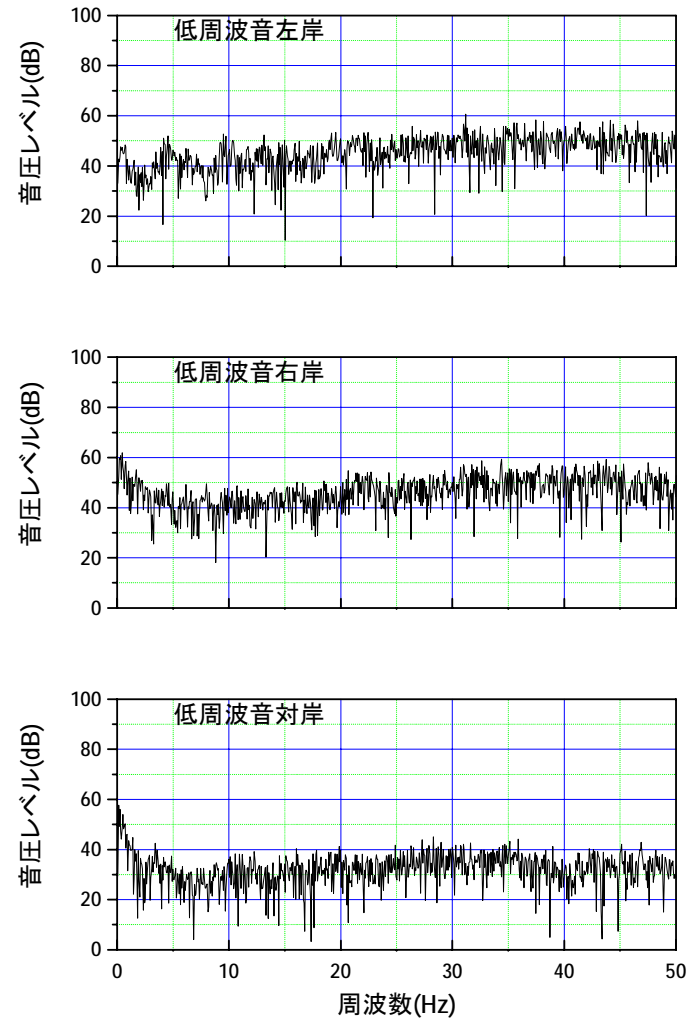


図 3.30.(f) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+2.0m ゲート開度 0.9m)

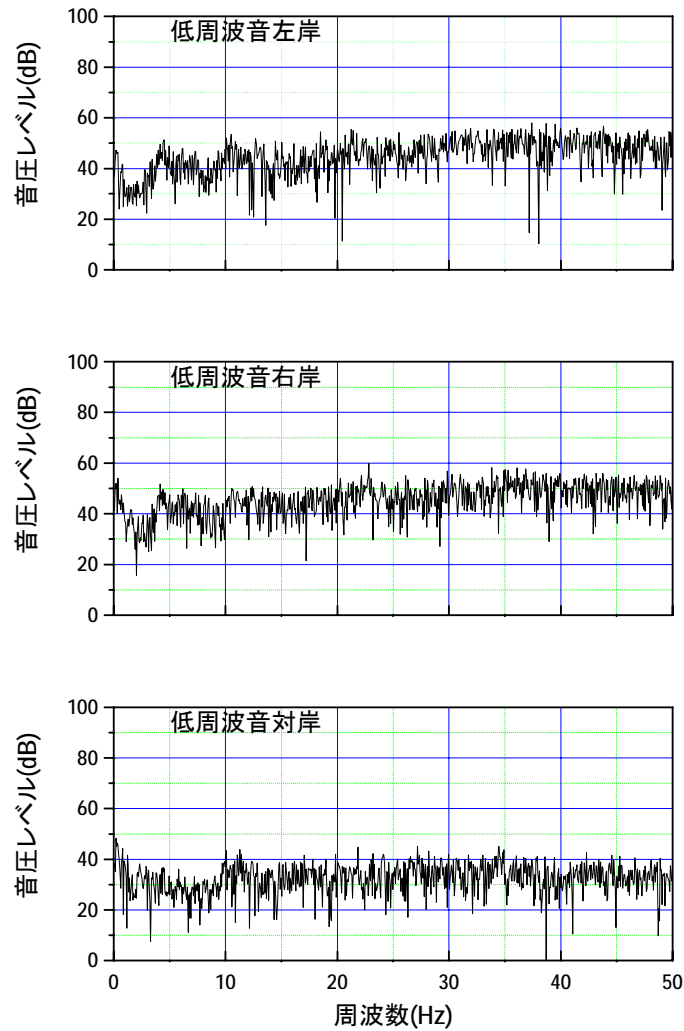


図 3.30.(g) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+2.2m ゲート開度 1.1m)

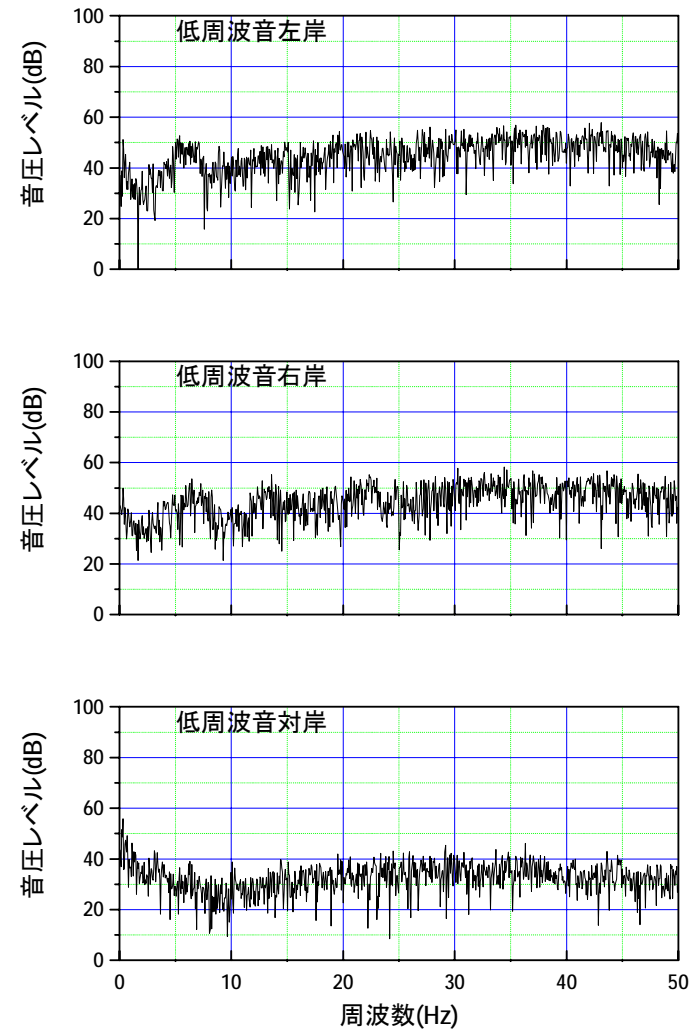


図 3.30.(h) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+2.4m ゲート開度 1.3m)

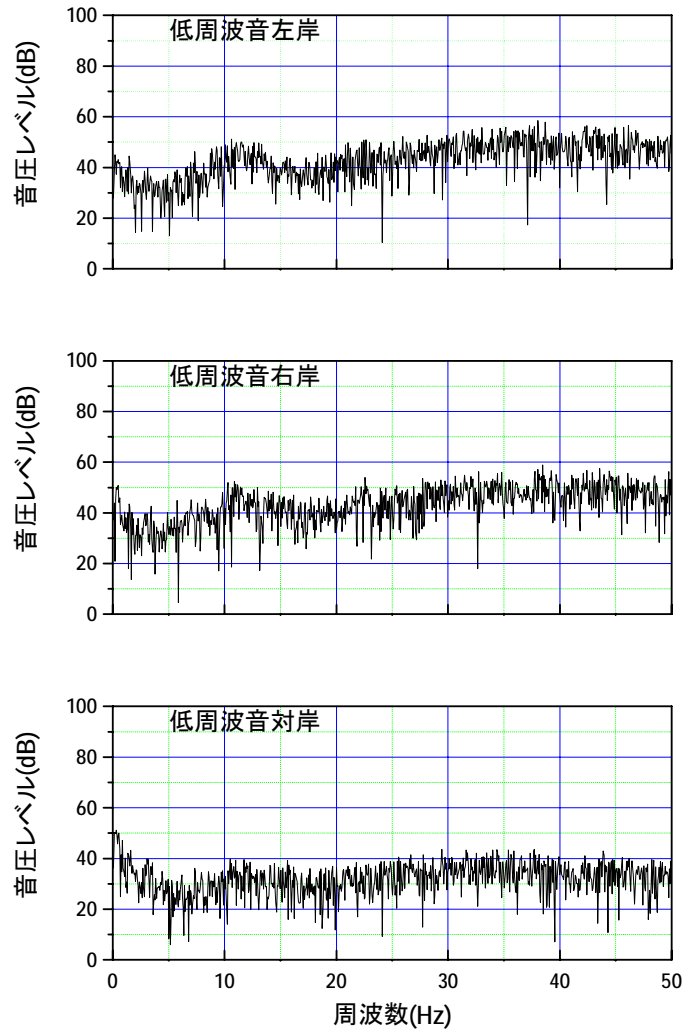


図 3.30.(i) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+2.6m ゲート開度 1.5m)

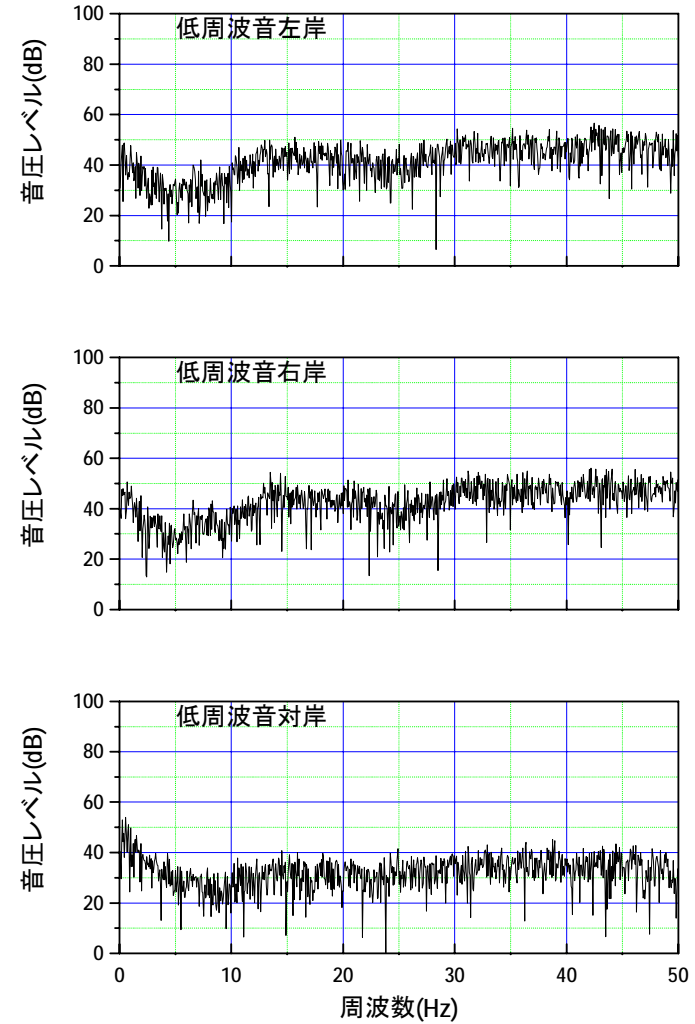


図 3.30.(j) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート上段扉越流時 TP+2.65m ゲート開度 1.55m)

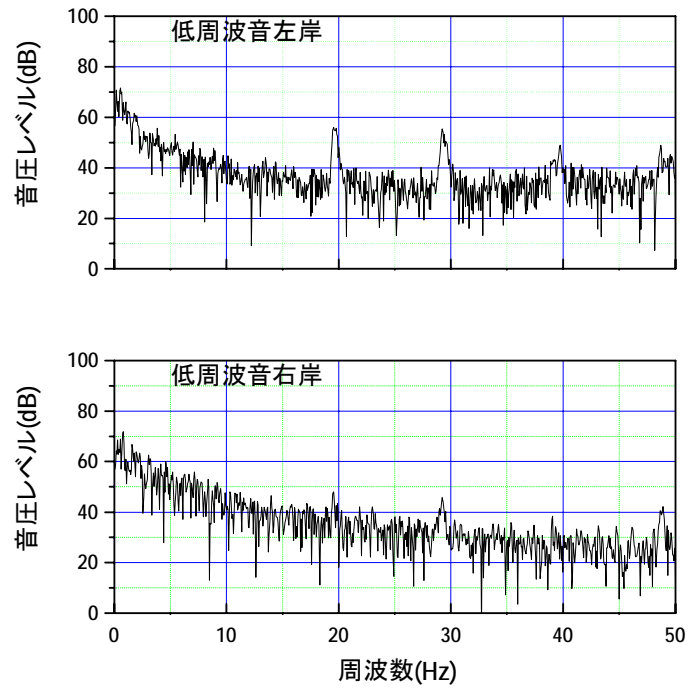


図 3.31.(a) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.2m ゲート開度 0.1m)

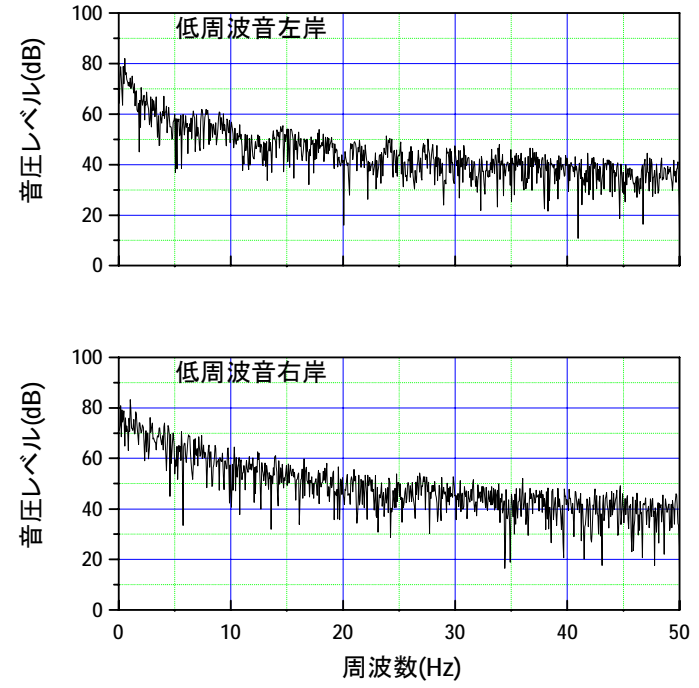


図 3.31.(b) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.25m ゲート開度 0.15m)

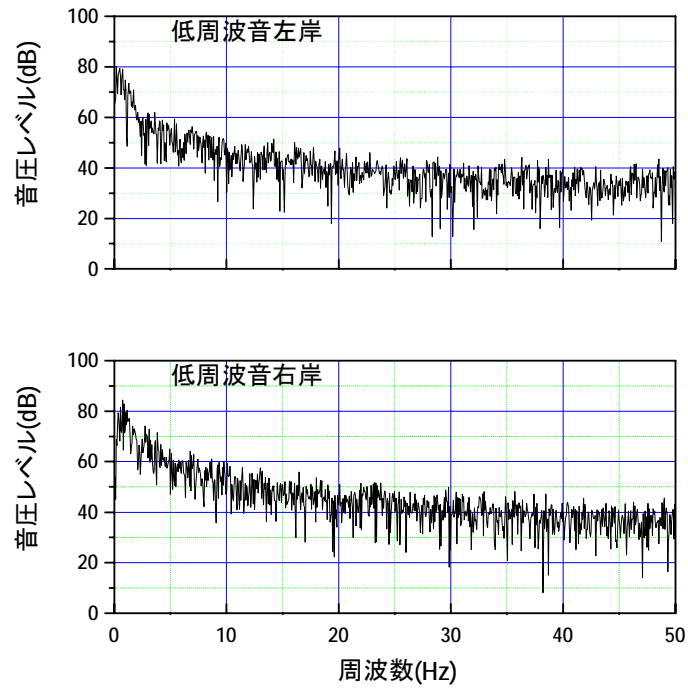


図 3.31.(c) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.3m ゲート開度 0.2m)

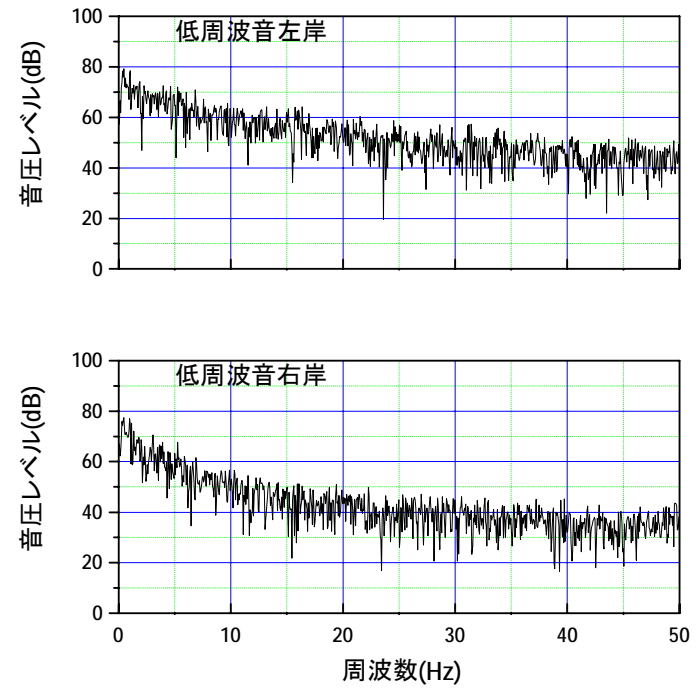


図 3.31.(d) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.35m ゲート開度 0.25m)

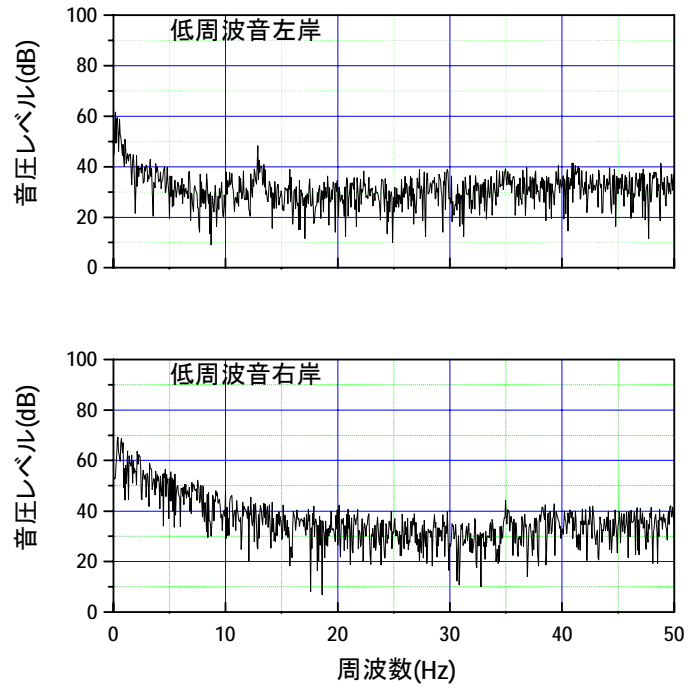


図 3.31.(e) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

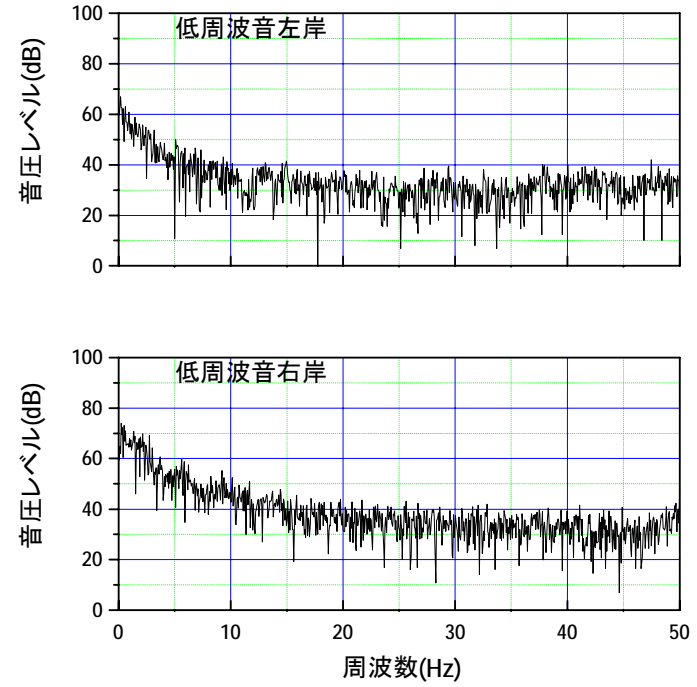


図 3.31.(f) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.45m ゲート開度 0.35m)

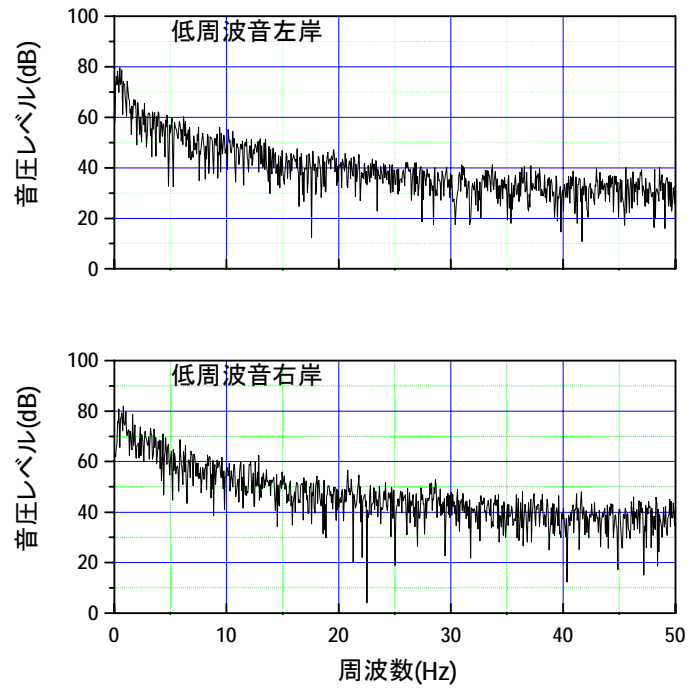


図 3.31.(g) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.5m ゲート開度 0.4m)

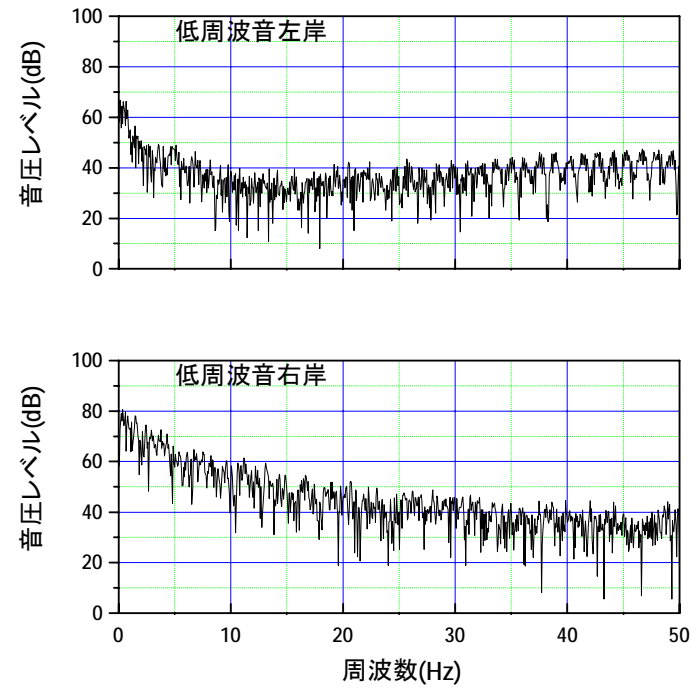


図 3.31.(h) 低周波音 周波数分析結果  
(7号ゲート下段扉越流時 TP+1.55m ゲート開度 0.45m)

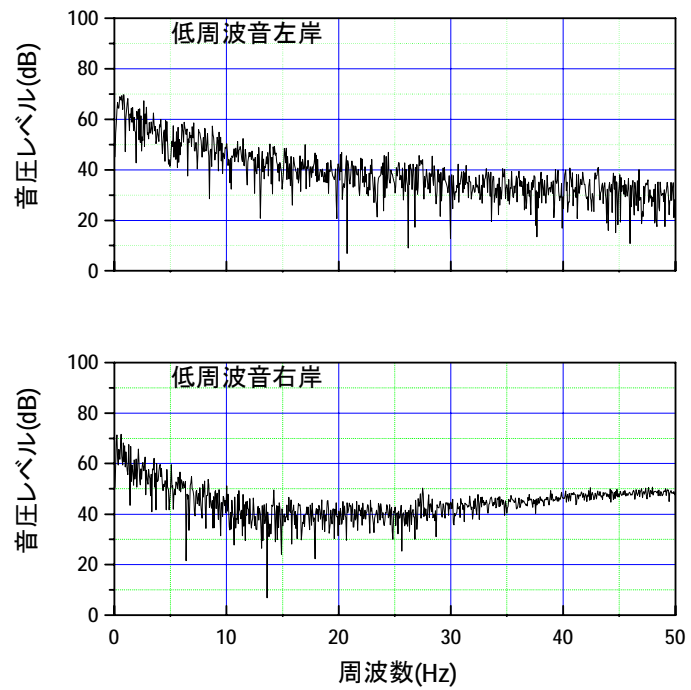


図 3.31.(i) 低周波音 周波数分析結果  
 (7号ゲート下段扉越流時 TP+1.6m ゲート開度 0.5m)



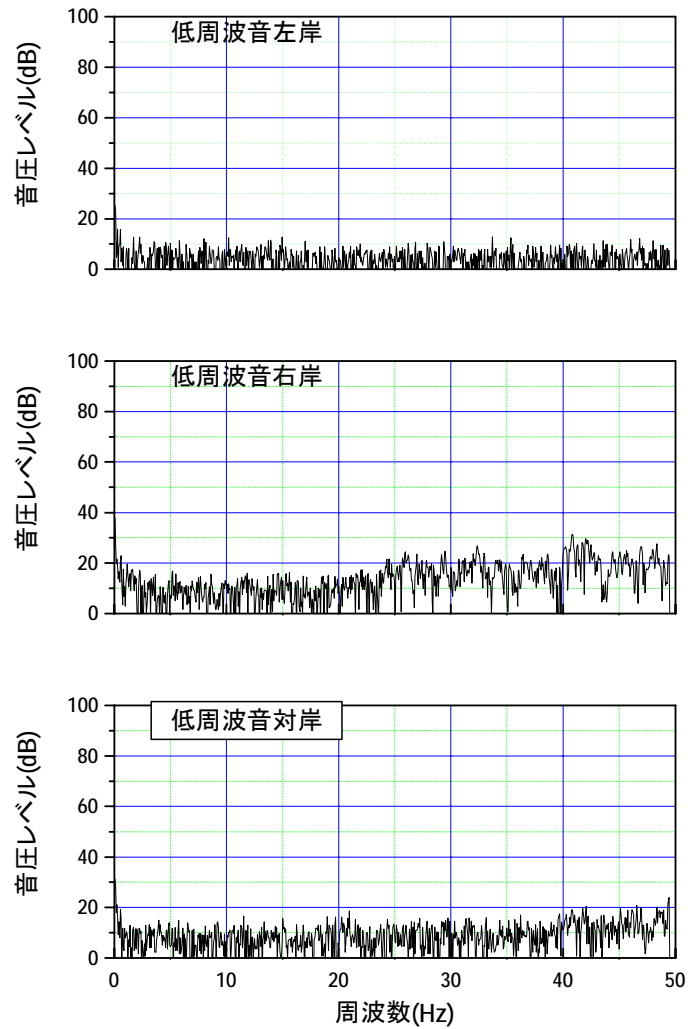


図 3.32.(a) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.25m ゲート開度 0.15m)

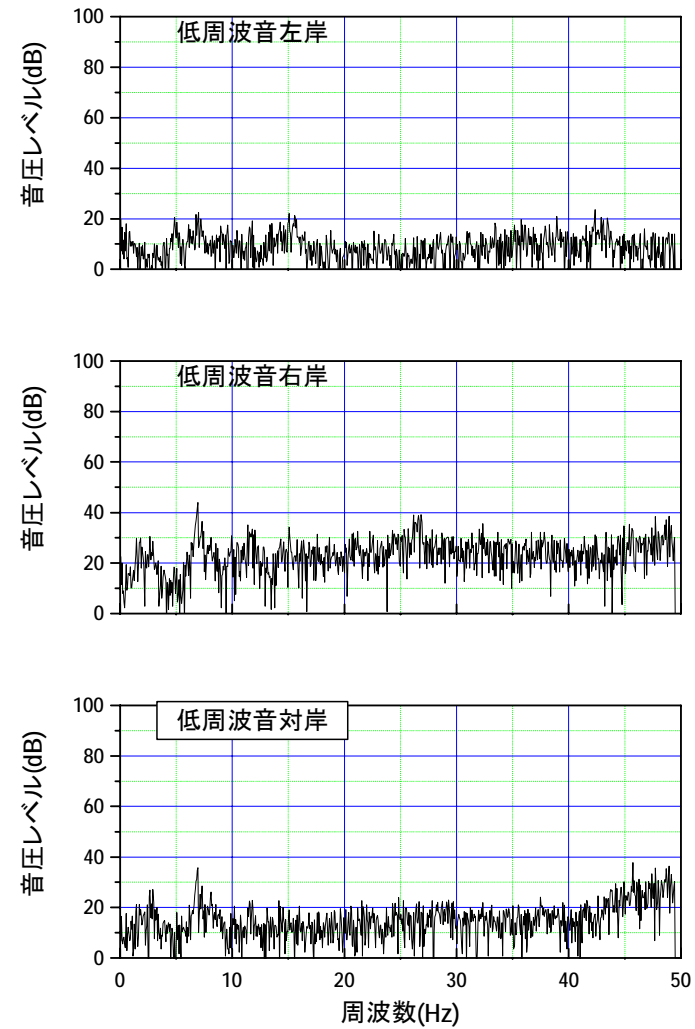


図 3.30-2.(b) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.3m ゲート開度 0.2m)

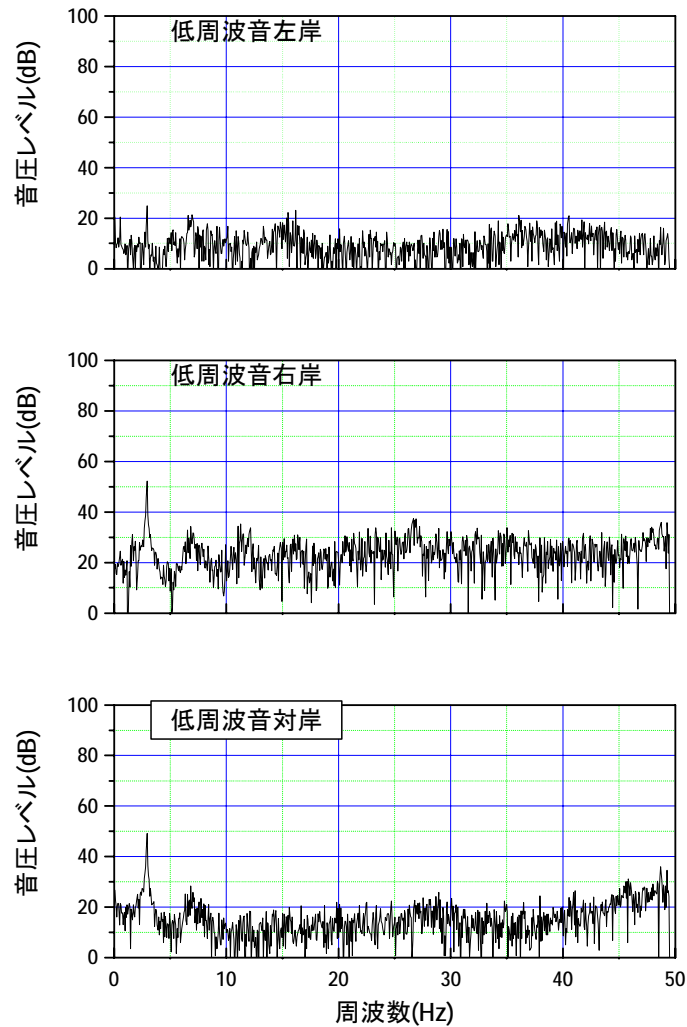


図 3.32.(c) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.35m ゲート開度 0.25m)

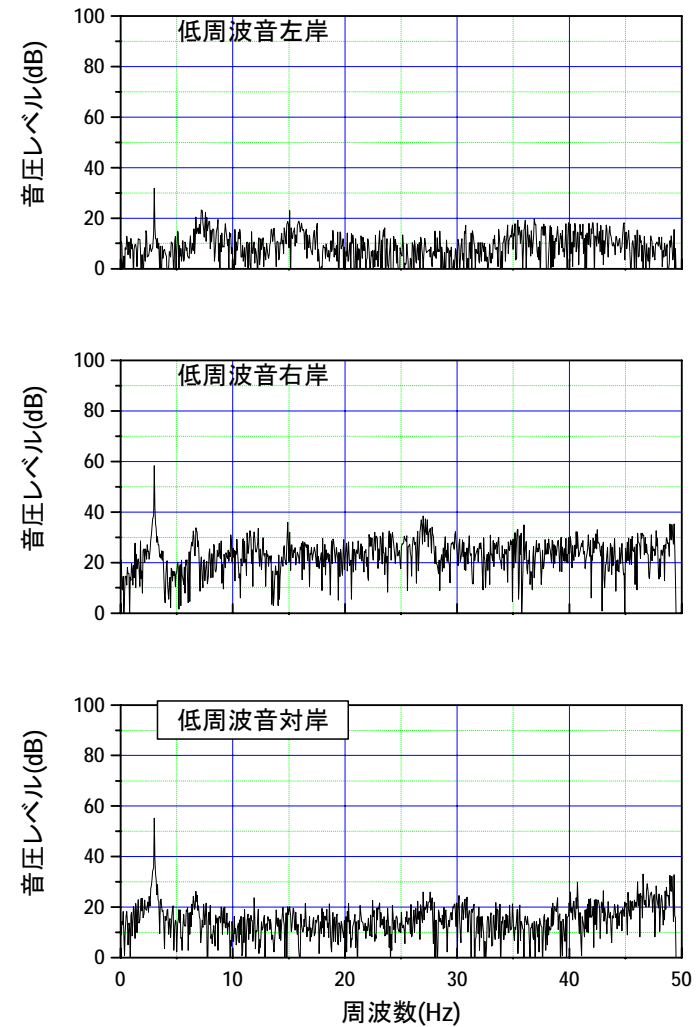


図 3.32.(d) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.4m ゲート開度 0.3m)

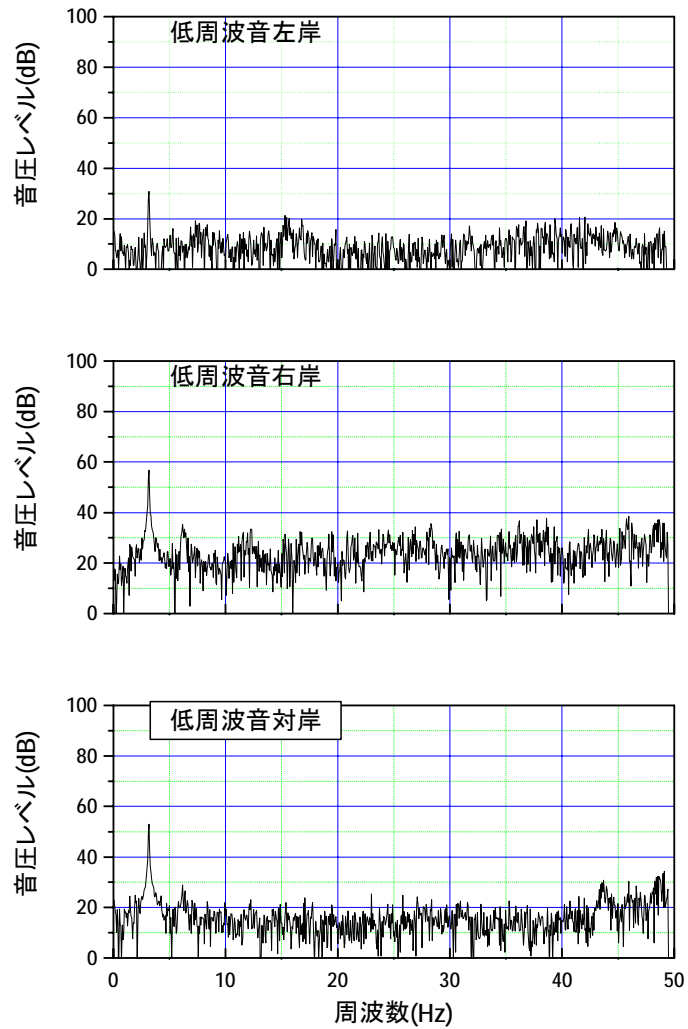


図 3.32.(e) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.45m ゲート開度 0.35m)

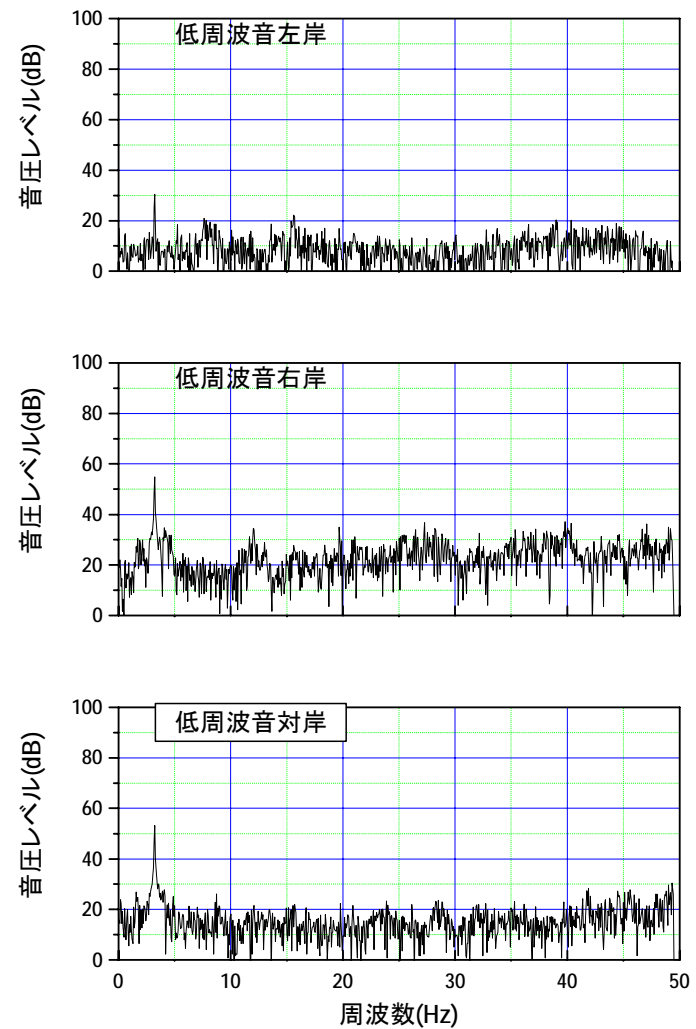


図 3.32.(f) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.5m ゲート開度 0.4m)

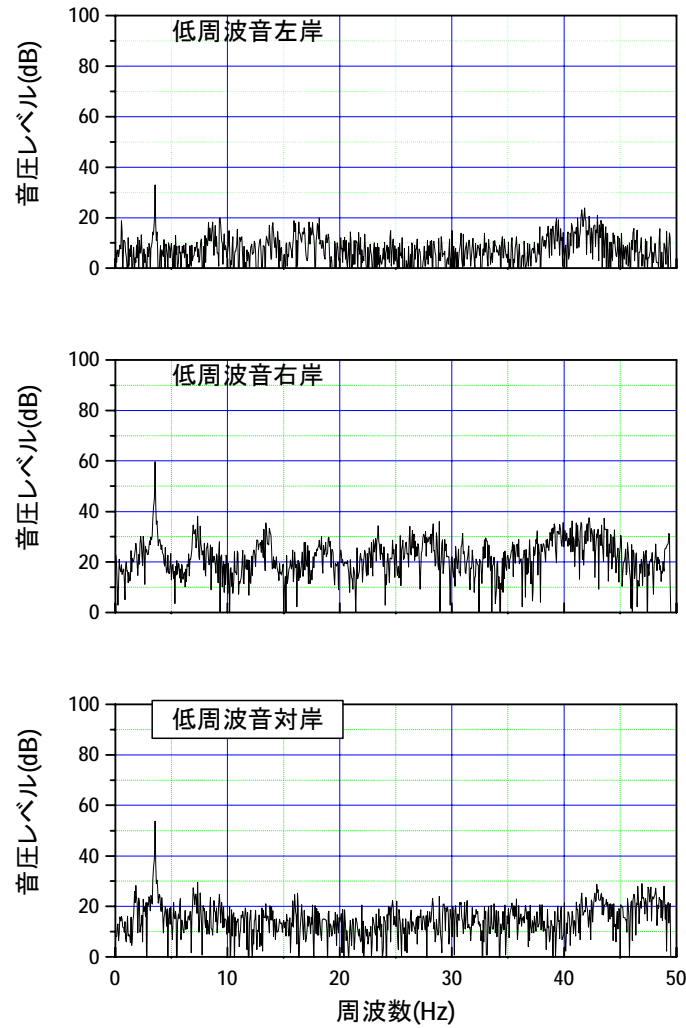


図 3.32.(g) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.55m ゲート開度 0.45m)

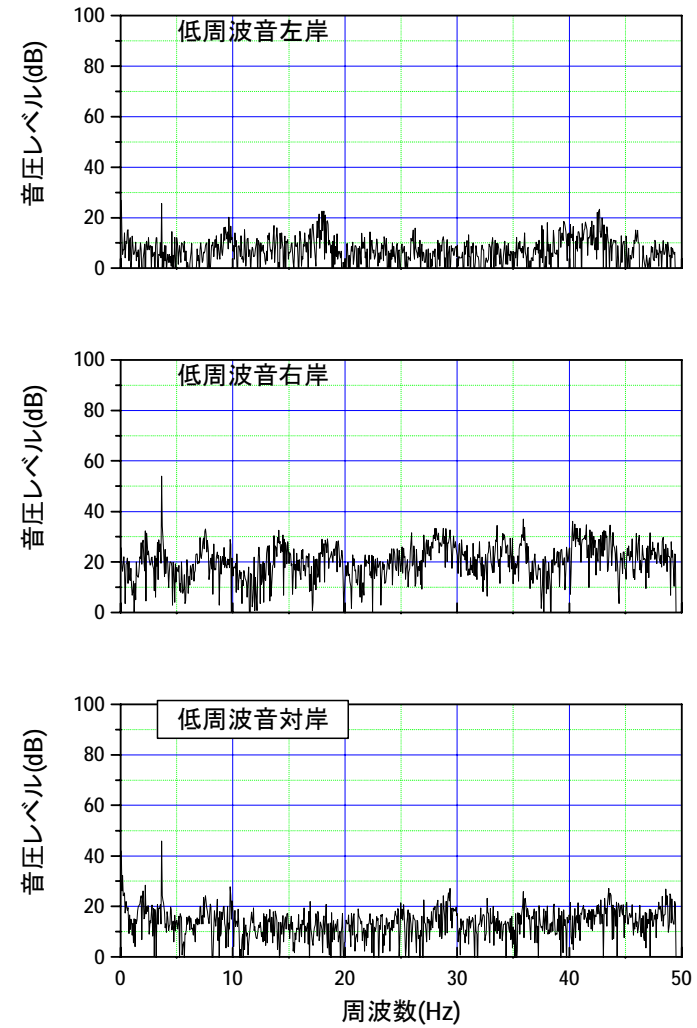


図 3.32.(h) 低周波音 周波数分析結果  
(6号ゲート TP+1.6m ゲート開度 0.5m)

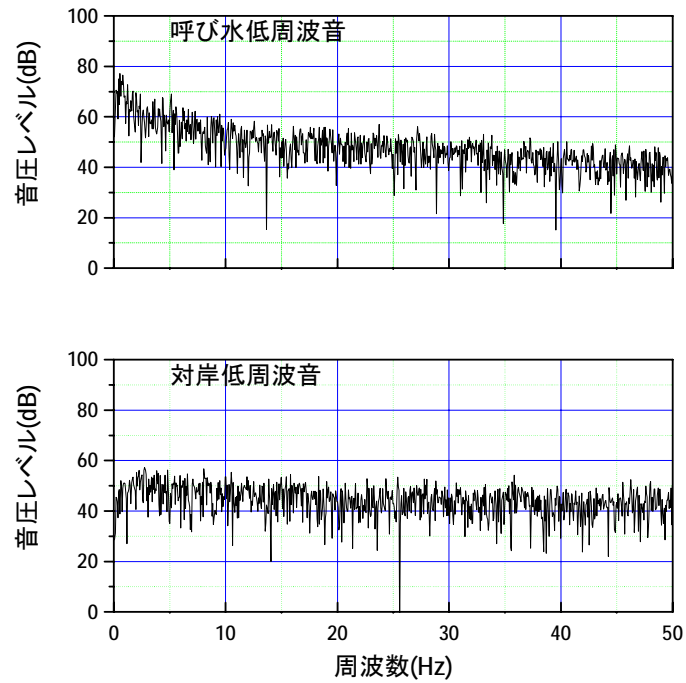


図 3.33.(a) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+0.4m)

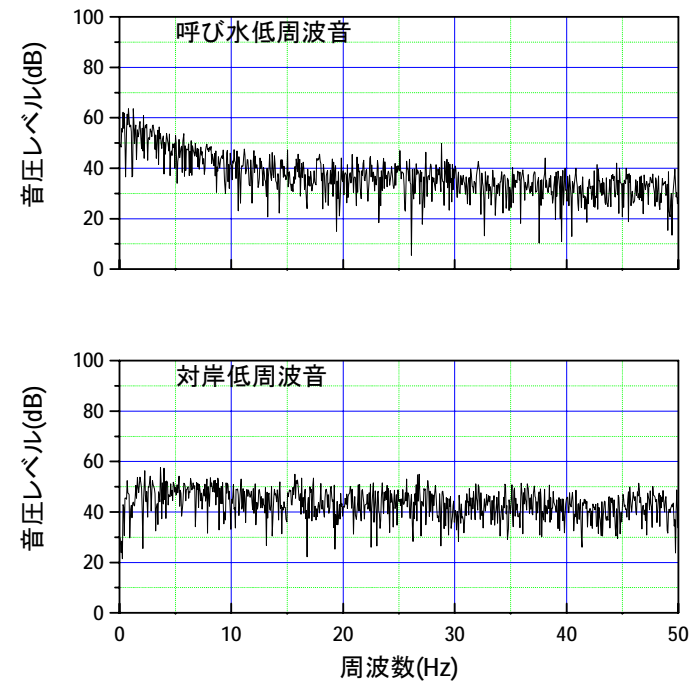


図 3.33.(b) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+0.6m)

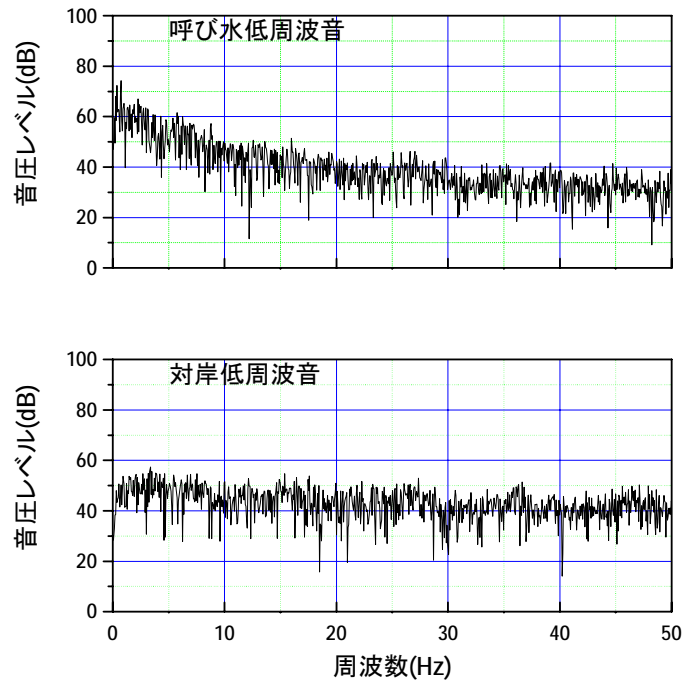


図 3.33.(c) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+0.8m)

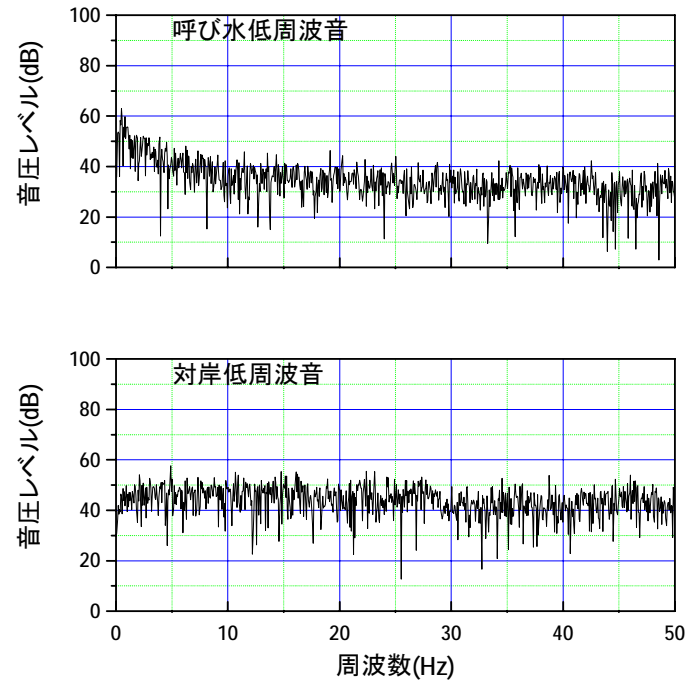


図 3.33.(d) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+1.0m)

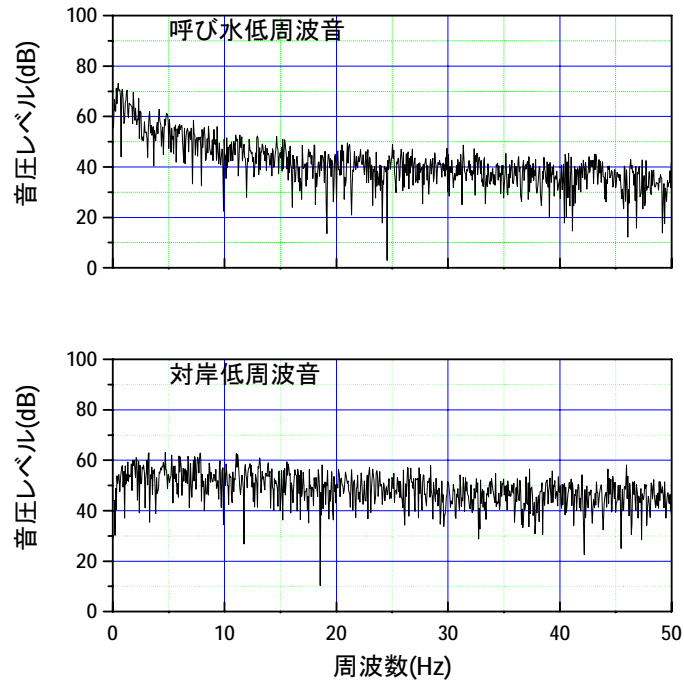


図 3.33.(e) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+1.2m)

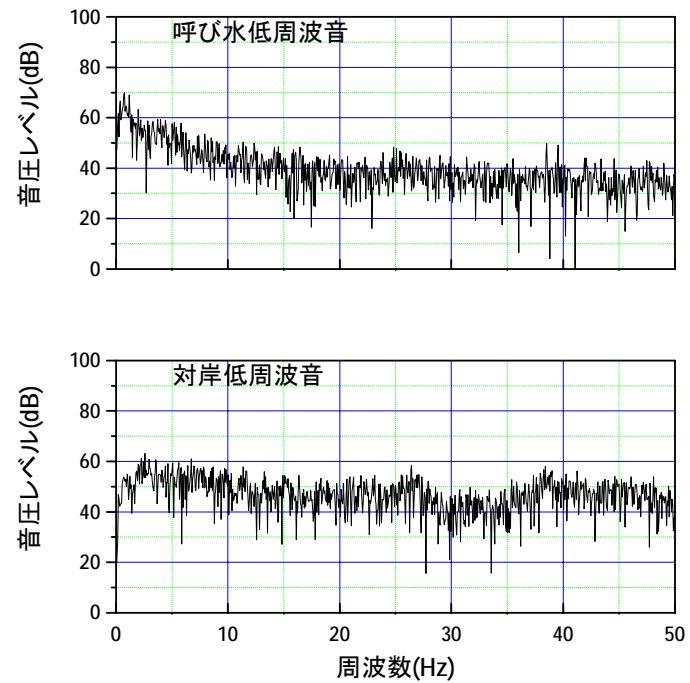


図 3.33.(f) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+1.4m)

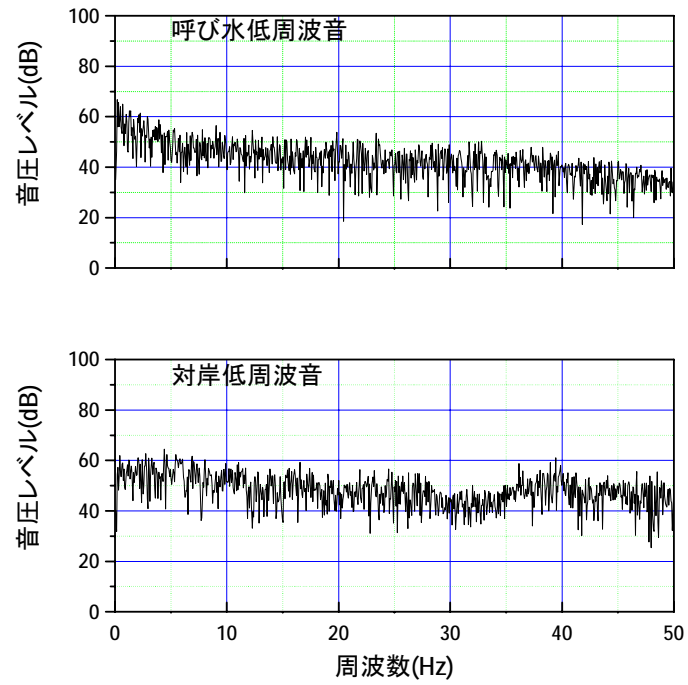


図 3.33.(g) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+1.6m)

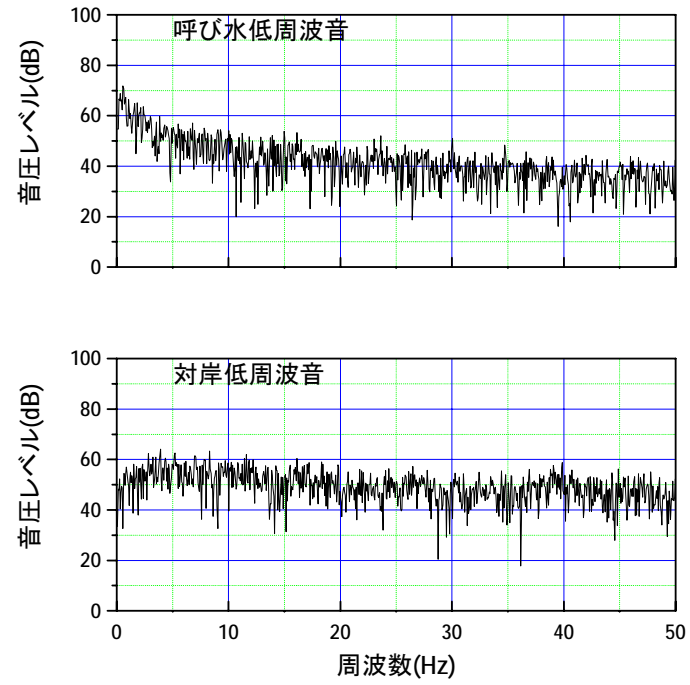


図 3.33.(h) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+1.8m)



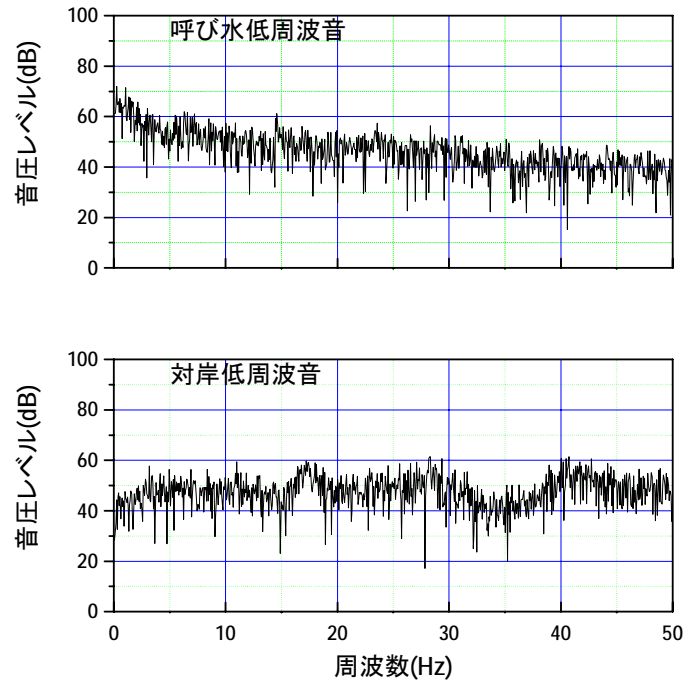


図 3.33.(i) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.0m)

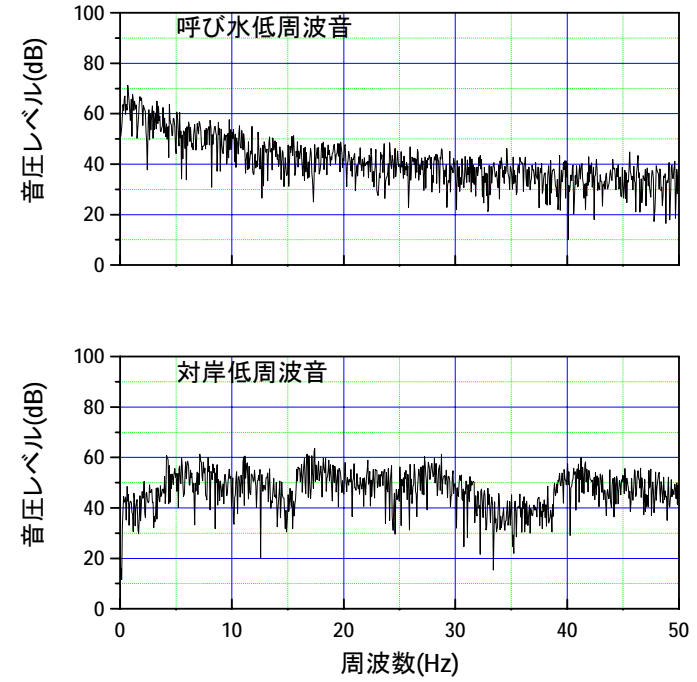


図 3.33.(j) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.2m)

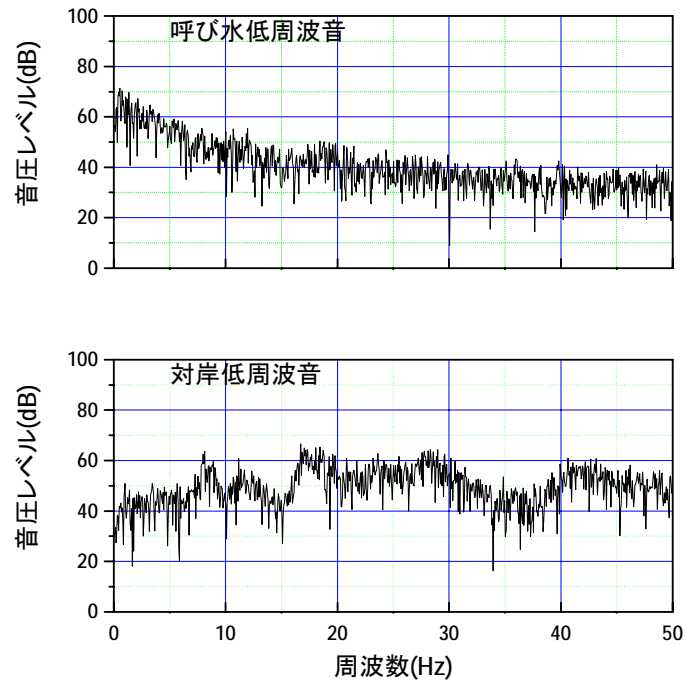


図 3.33.(k) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.4m)

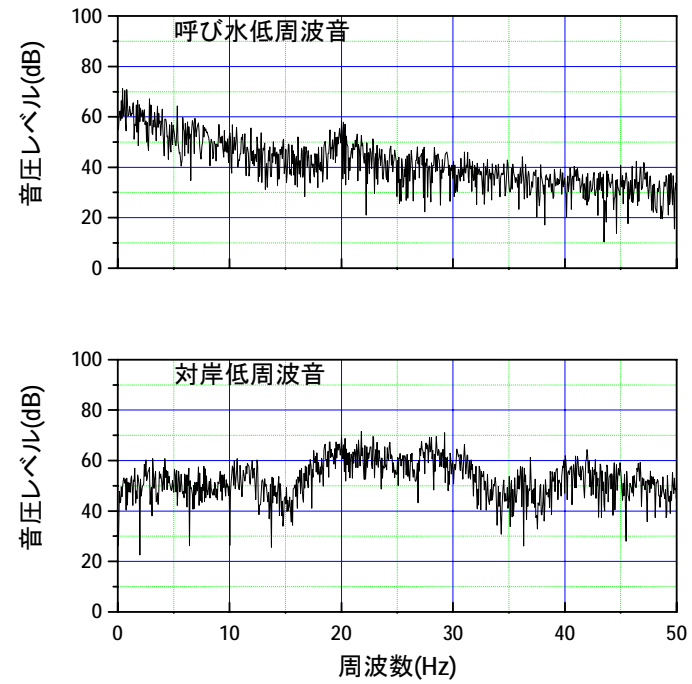


図 3.33.(l) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.5m)

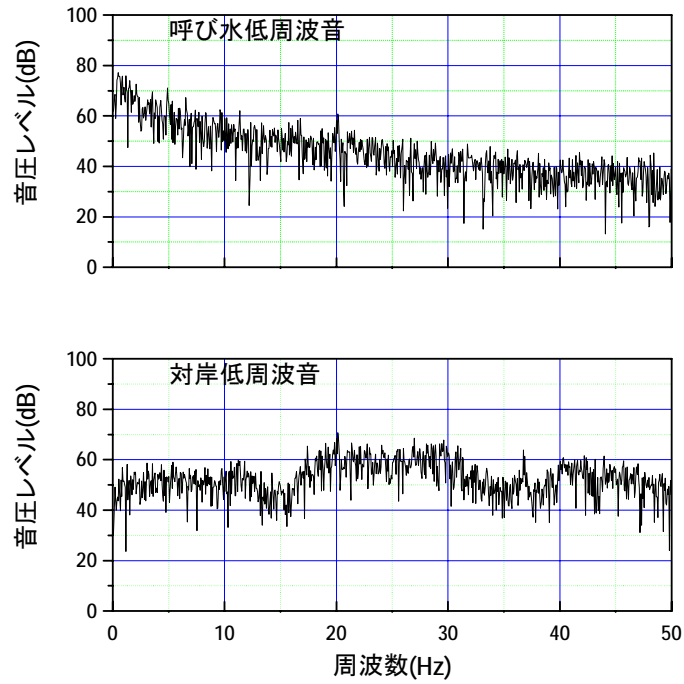


図 3.33.(m) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.6m)

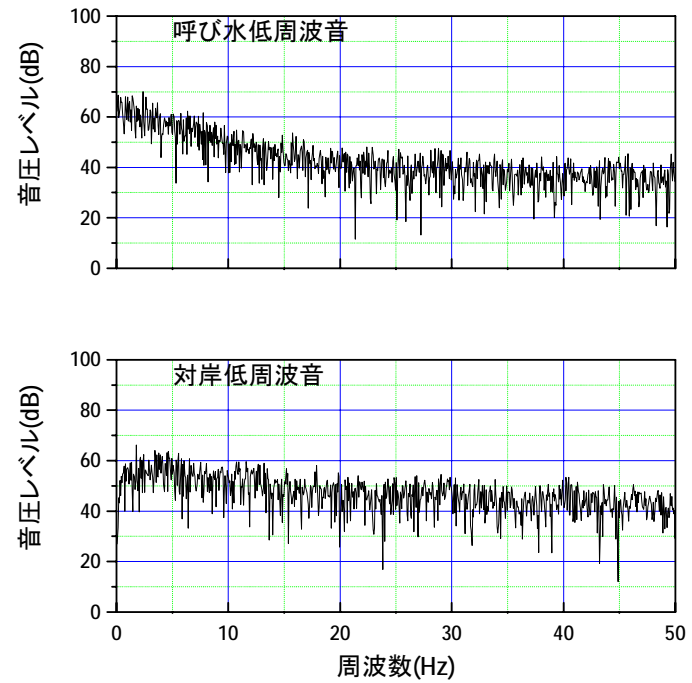


図 3.33.(n) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.7m)

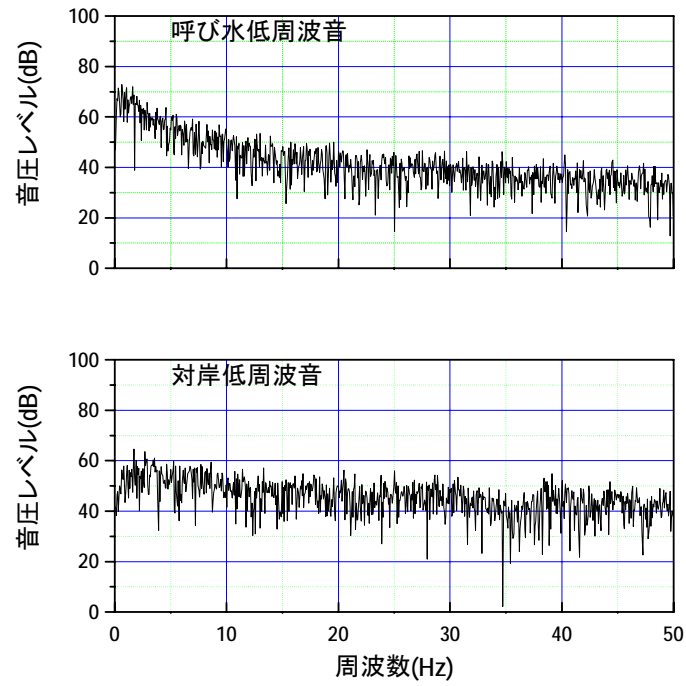


図 3.33.(o) 低周波音 周波数分析結果  
(呼び水ゲート越流時 TP+2.75m)

表 3.32 低周波音周波数分析結果 (7号ゲート上段扉)

7号上段越流試験	低周波音左岸		低周波音右岸		低周波音対岸	
	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]
TP1.0m ゲート開度0m	6.9	56.2	6.7	55.1	30.1	48.8
TP1.2m ゲート開度0.1m	6.3	50.8	6.4	53.7	48.9	40.6
TP1.4m ゲート開度0.3m	5.7	52.9	6.0	52.0	36.3	40.9
TP1.6m ゲート開度0.5m	31.1	55.9	5.0	59.8	32.1	43.4
TP1.8m ゲート開度0.7m	43.2	57.8	34.4	59.8	47.7	43.5
TP2.0m ゲート開度0.9m	31.2	60.7	34.4	59.4	28.3	45.0
TP2.2m ゲート開度1.1m	37.4	58.0	22.8	59.8	34.4	45.1
TP2.4m ゲート開度1.3m	43.1	57.9	34.4	58.2	36.3	46.1
TP.2.60m ゲート開度1.50m	38.0	58.5	38.5	58.9	29.4	43.6
TP.2.65m ゲート開度1.55m	42.5	56.6	42.2	56.1	38.8	45.2

表 3.33 低周波音周波数分析結果 (7号ゲート下段扉)

7号下段越流試験	低周波音左岸		低周波音右岸	
	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]
ゲート開度 10cm	19.5	56.1	5.2	56.0
ゲート開度 15cm	7.4	61.9	5.6	70.5
ゲート開度 20cm	5.4	59.3	6.8	64.2
ゲート開度 25cm	5.2	72.0	5.2	67.7
ゲート開度 30cm	12.9	48.2	5.1	55.6
ゲート開度 35cm	5.1	49.9	5.6	59.6
ゲート開度 40cm	6.2	60.2	5.9	68.7
ゲート開度 45cm	5.1	48.9	6.7	64.8
ゲート開度 50cm	6.2	58.9	5.1	59.6

表 3.34 低周波音周波数分析結果 (6号ゲート)

6号下段越流試験	低周波音左岸		低周波音右岸		低周波音対岸	
	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]
ゲート開度 15cm	33.7	12.9	40.8	31.4	49.4	24.0
ゲート開度 20cm	42.4	23.6	7.0	43.9	45.7	37.8
ゲート開度 25cm	16.2	23.1	26.7	37.5	48.7	36.0
ゲート開度 30cm	7.2	23.2	27.0	38.5	46.6	33.0
ゲート開度 35cm	15.3	21.4	46.0	38.6	49.1	34.4
ゲート開度 40cm	15.6	22.2	39.8	37.1	49.3	30.4
ゲート開度 45cm	41.8	23.9	7.3	38.1	7.3	29.5
ゲート開度 50cm	42.7	23.4	35.9	37.0	9.8	27.8

表 3.35 低周波音周波数分析結果 (呼び水ゲート)

呼び水ゲート越流試験 (低周波)	呼び水低周波		対岸低周波音	
	[Hz]	[dB]	[Hz]	[dB]
TP0.4m	5.1	69.1	8.1	56.7
TP0.6m	5.7	53.7	26.8	55.0
TP0.8m	5.7	61.5	7.5	54.7
TP1.0m	19.2	46.3	22.4	55.5
TP1.2m	5.1	58.7	7.8	62.9
TP1.4m	5.2	58.3	6.7	61.1
TP1.6m	9.0	56.5	5.4	62.3
TP1.8m	6.8	57.1	8.3	63.4
TP2.0m	6.3	62.0	40.7	61.5
TP2.2m	5.1	60.6	17.4	63.7
TP2.4m	5.4	59.1	16.7	66.5
TP2.5m	5.3	64.4	21.8	71.6
TP2.6m	6.5	67.3	20.1	70.8
TP2.7m	6.3	62.4	5.6	62.9
TP2.75m	5.2	59.7	5.5	61.0

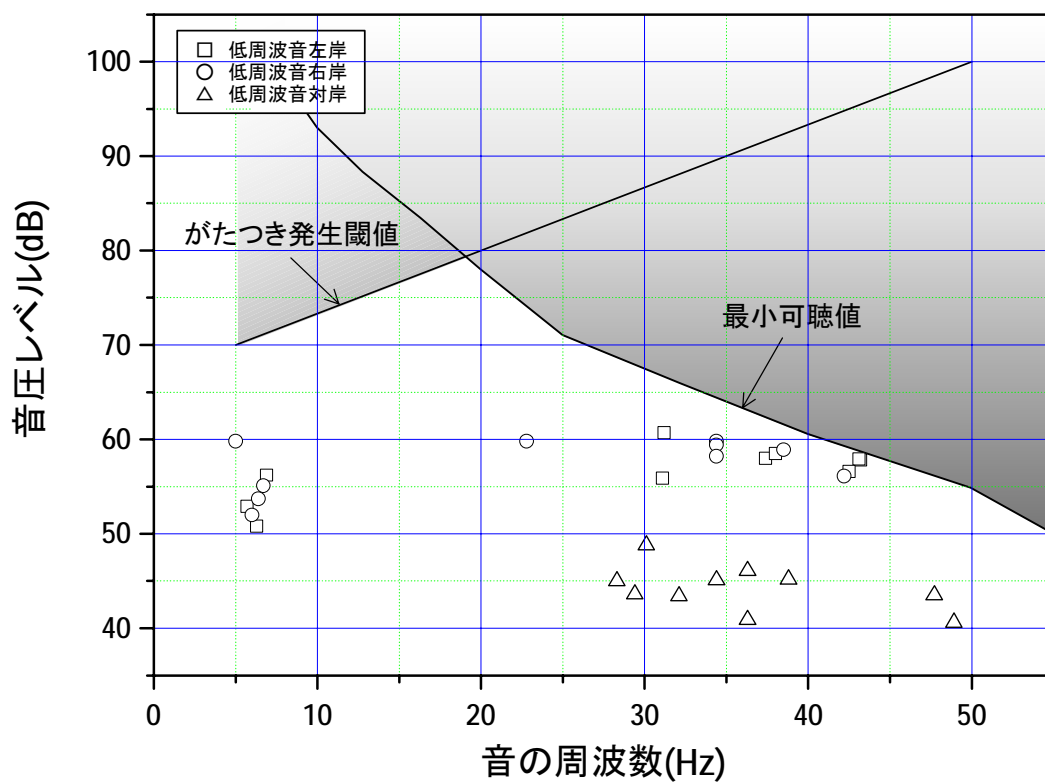


図 3.34 7号上段越流試験の低周波音評価

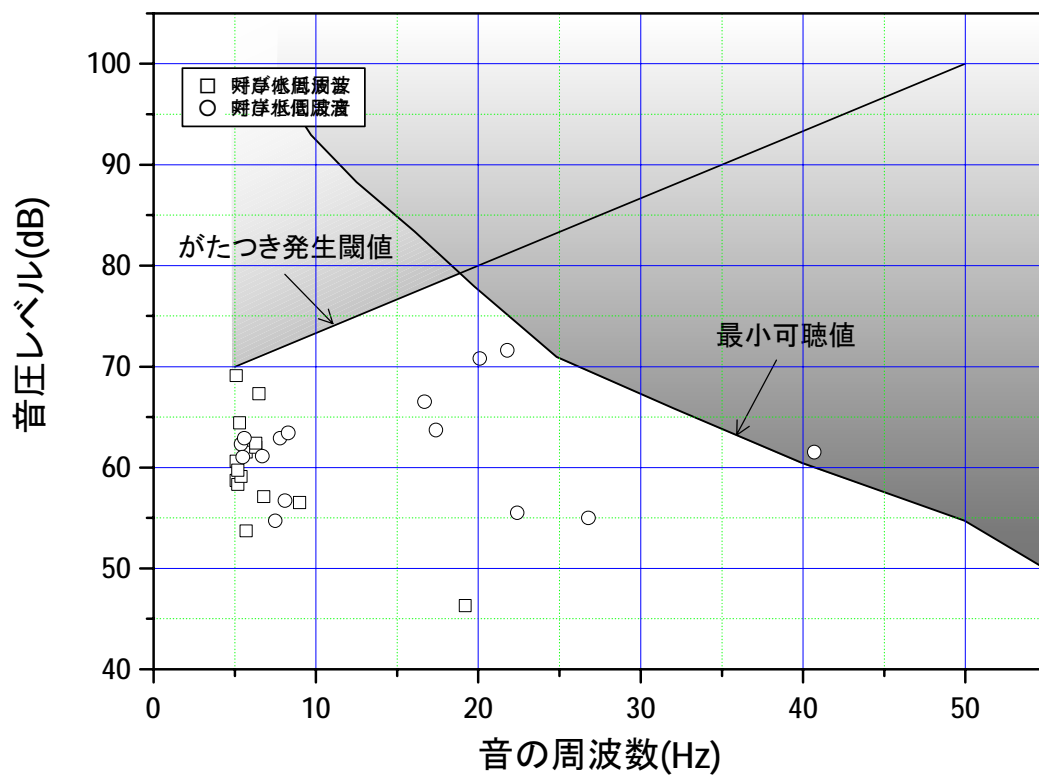


図 3.35 呼び水ゲート越流試験の低周波音評価

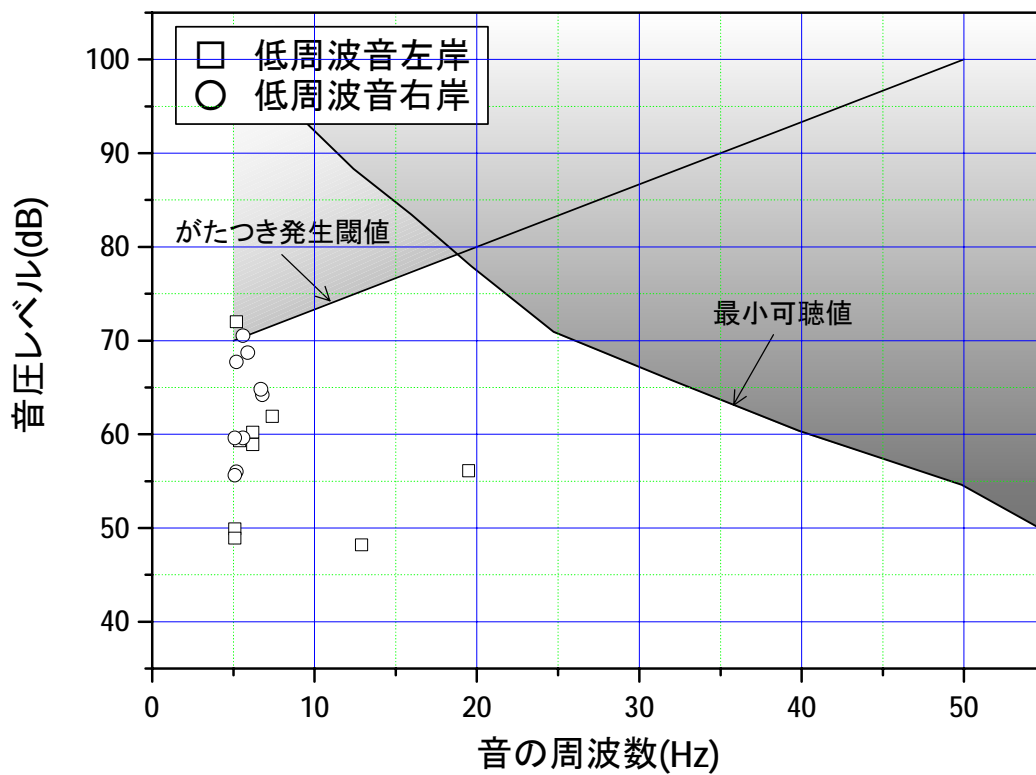


図 3.36 7号下段越流試験の低周波音評価

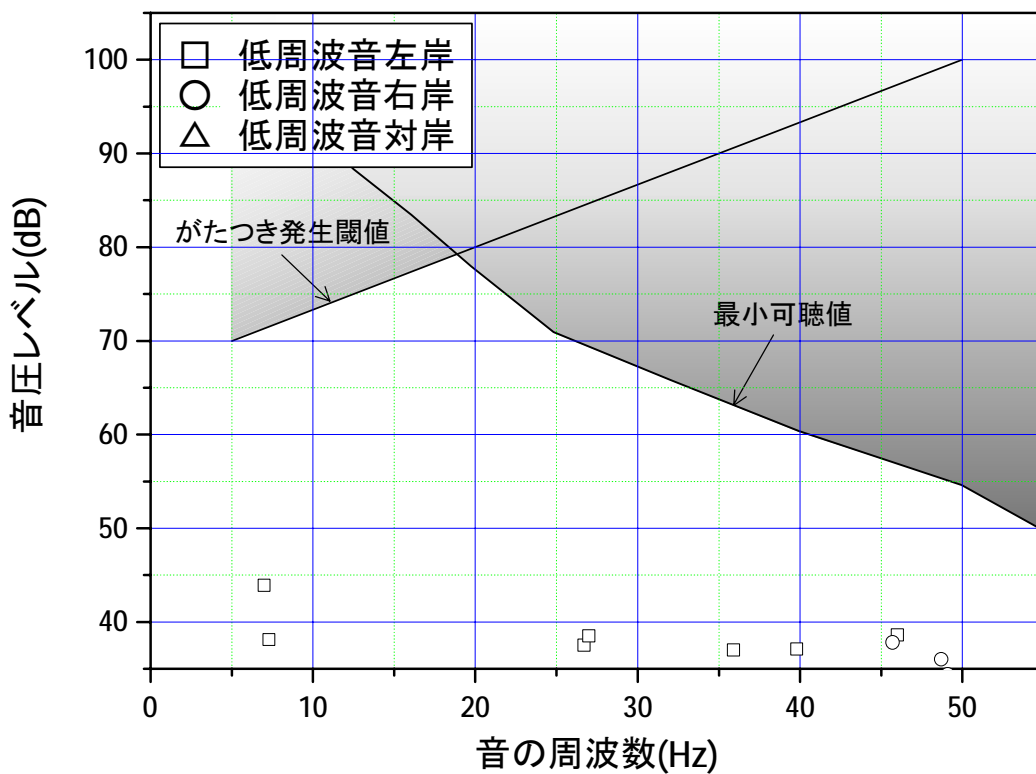


図 3.37 6号放流試験の低周波音評



### 3.6. 水密検査

#### a) 調査要領

水密検査は次の要領で行った。

- 対象とするゲートは全ての本体ゲート(1号～7号ゲート)とした。
- 調査は、(e)TP+3.6m 湛水時に行った。
- ゲート底部および側部，扉間からの漏水の有無を目視により確認した。
- 水中部は，潜水作業を行って漏水の有無を確認した。

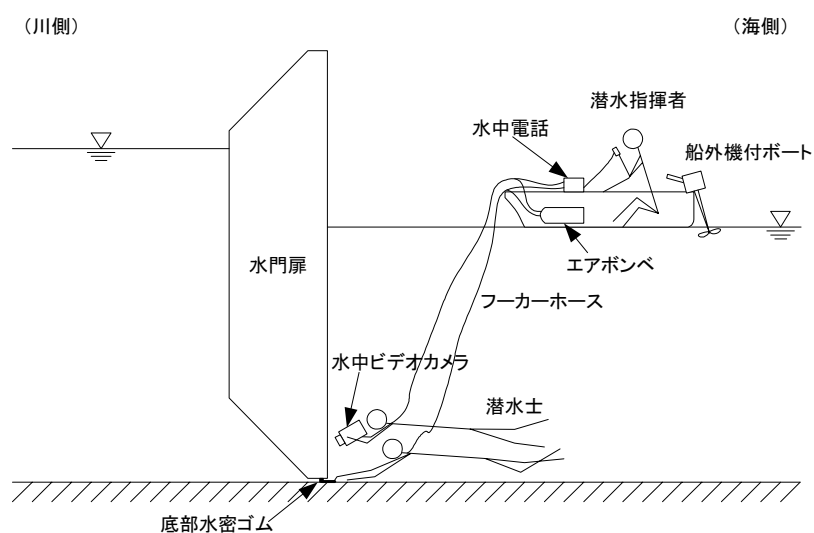


図 3.38 潜水調査要領



写真 3.28 2号隅角部水密確認状況



写真 3.29 6号底部水密確認状況

#### b) 調査結果

結果は表 3.36 のとおりで，各ゲートとも漏水は認められなかった。

表 3.36 水密検査結果

ゲート名称	判定方法	判定
1号ゲート (上下段扉とも)	水の流れや土砂の巻上げなどの漏水の兆候が観察されないこと	良好
2号ゲート	同上	良好
3号ゲート	同上	良好
4号ゲート	同上	良好
5号ゲート	同上	良好
6号ゲート	同上	良好
7号ゲート (上下段扉とも)	同上	良好

### 3.7. 作動試験

#### a) 計測要領

作動試験は次の要領で行った。

- 6号ゲートおよび7号ゲートについては、前記「振動測定」「騒音測定」の際に実際にゲートを駆動して電流・電圧を計測するとともに、各設備・装置が正常に作動することを確認した。
- 1～5号ゲートについては、全閉状態からゲートを15cm程度動かして電流・電圧を計測するとともに、各設備・装置が正常に作動することを確認した。



写真 3.30 電流・電圧計



写真 3.31 動作確認状況

#### b) 計測結果

結果は図 3.39～3.47 および表 3.37～3.45 のとおりで、各ゲートとも異常は認められなかった。

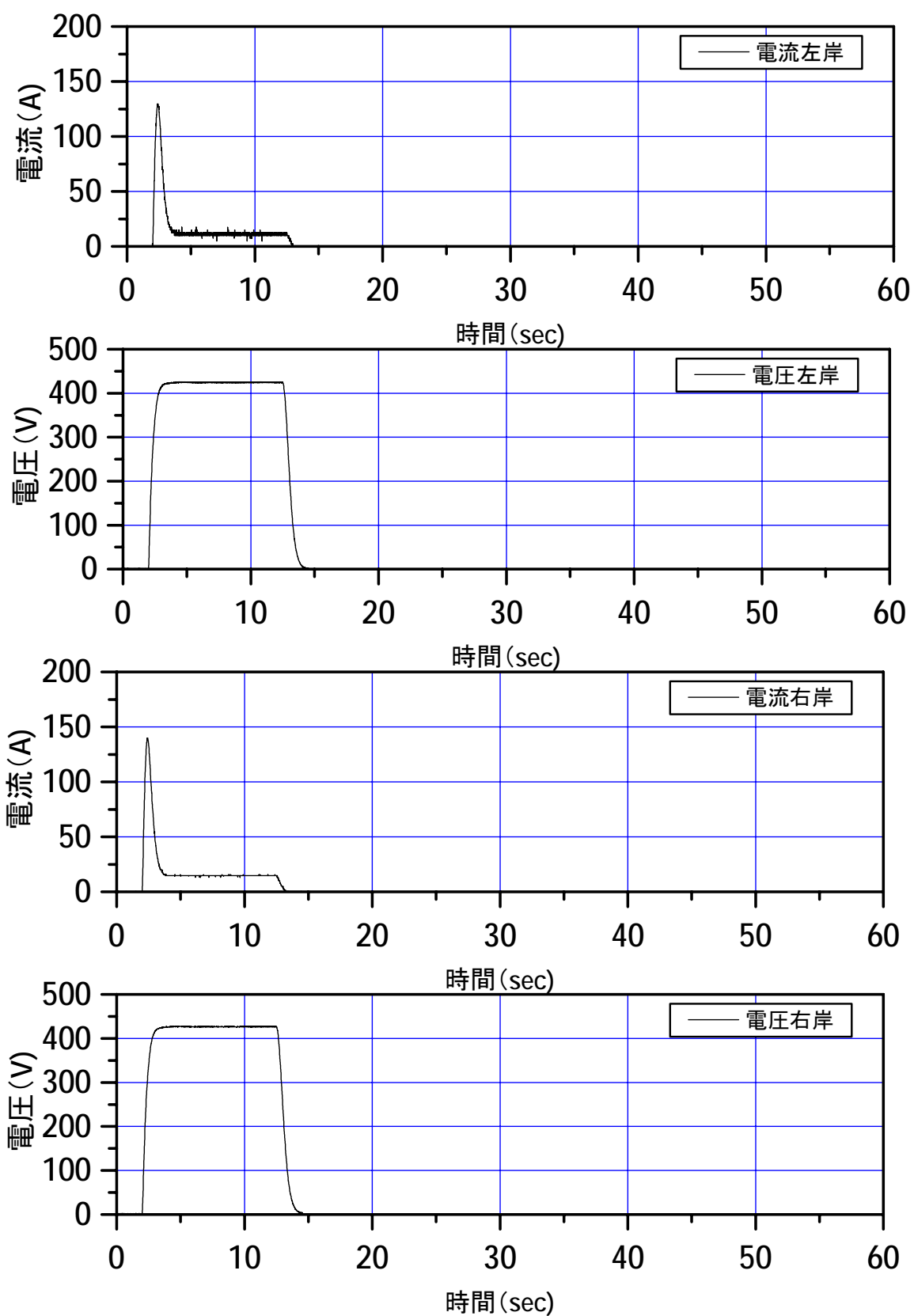


図 3.39 1号流量調節ゲート上段扉作動試験結果

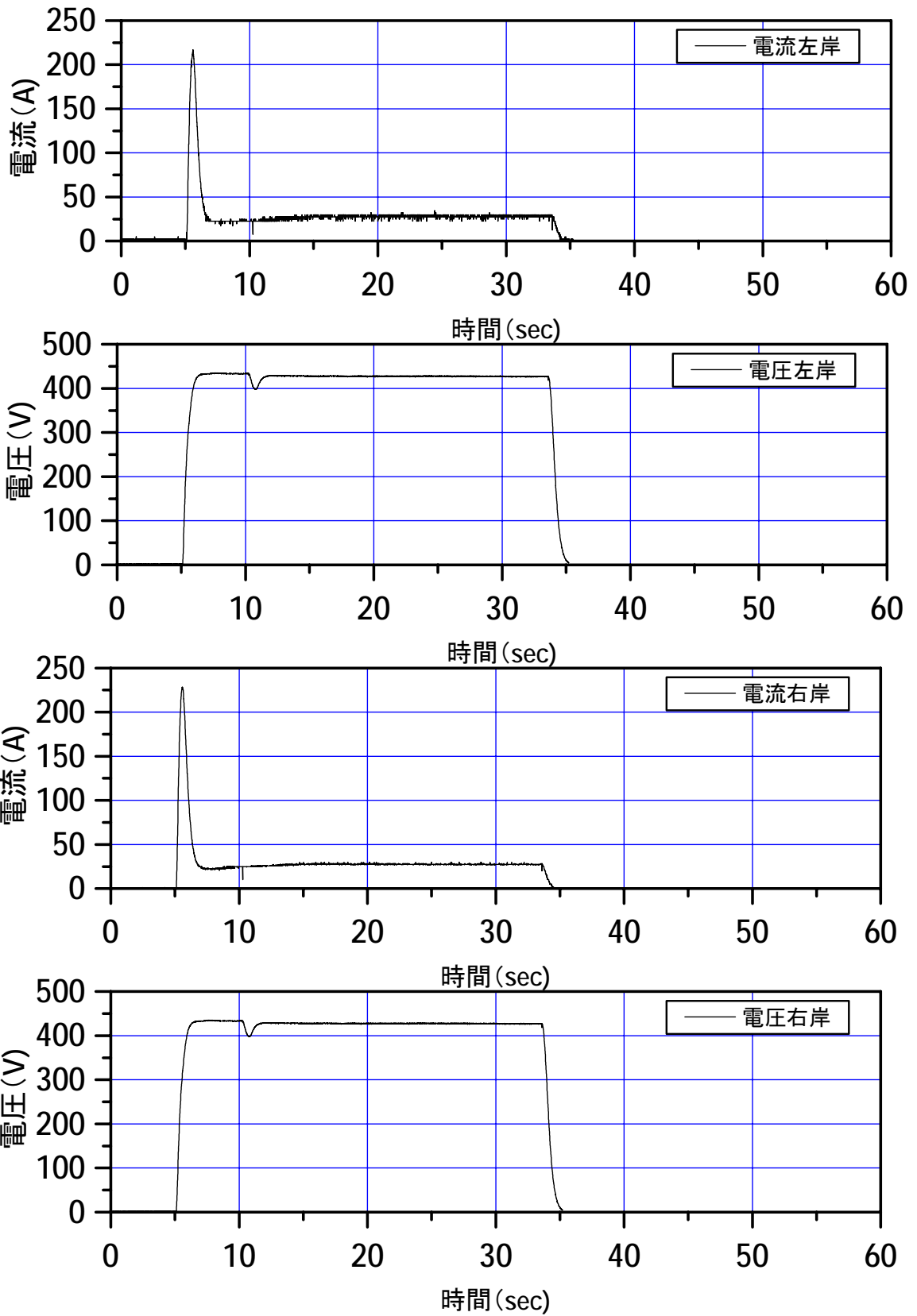


図 3.40 1号流量調節ゲート下段扉作動試験結果

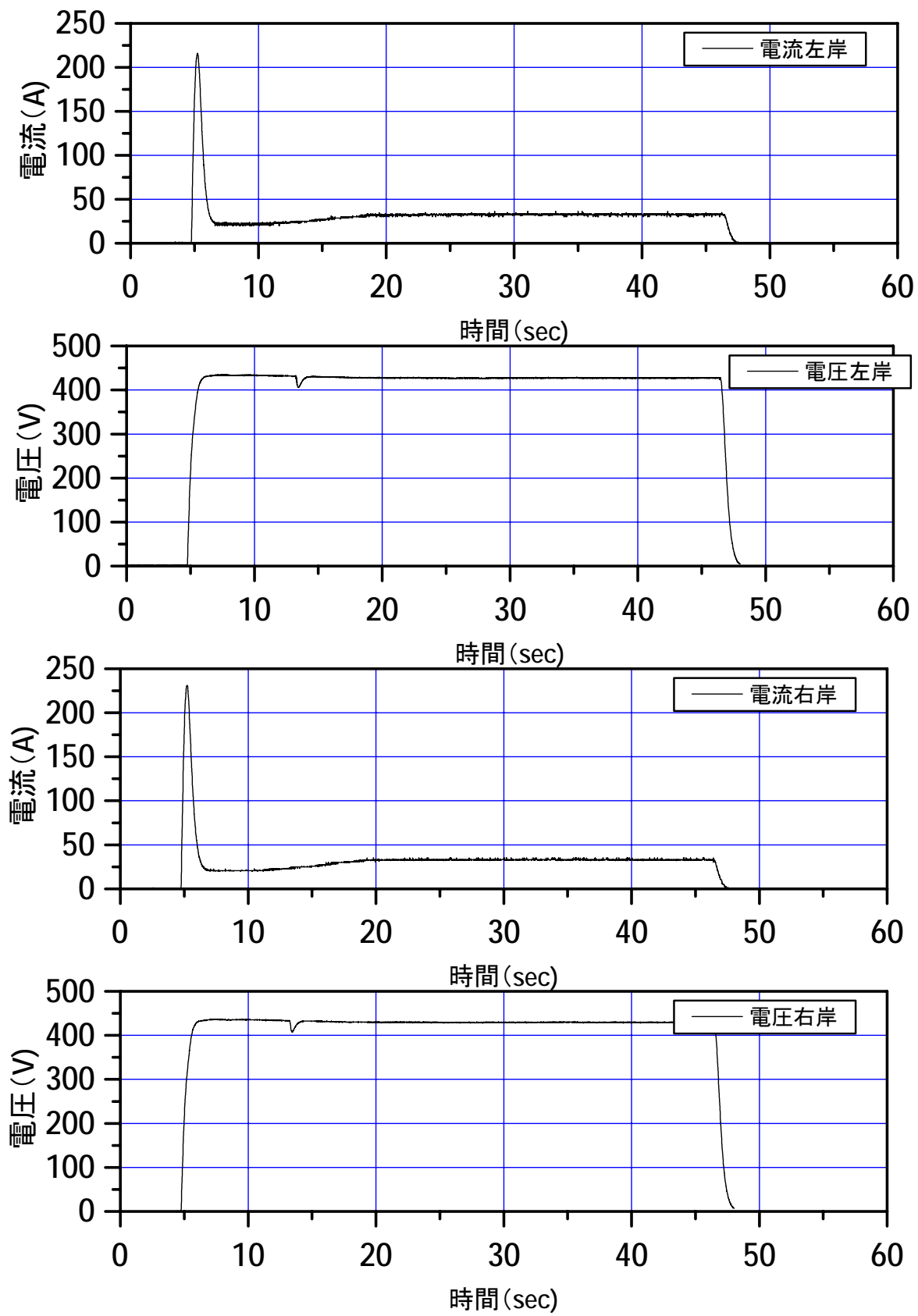


図 3.41 2号制水ゲート作動試験結果

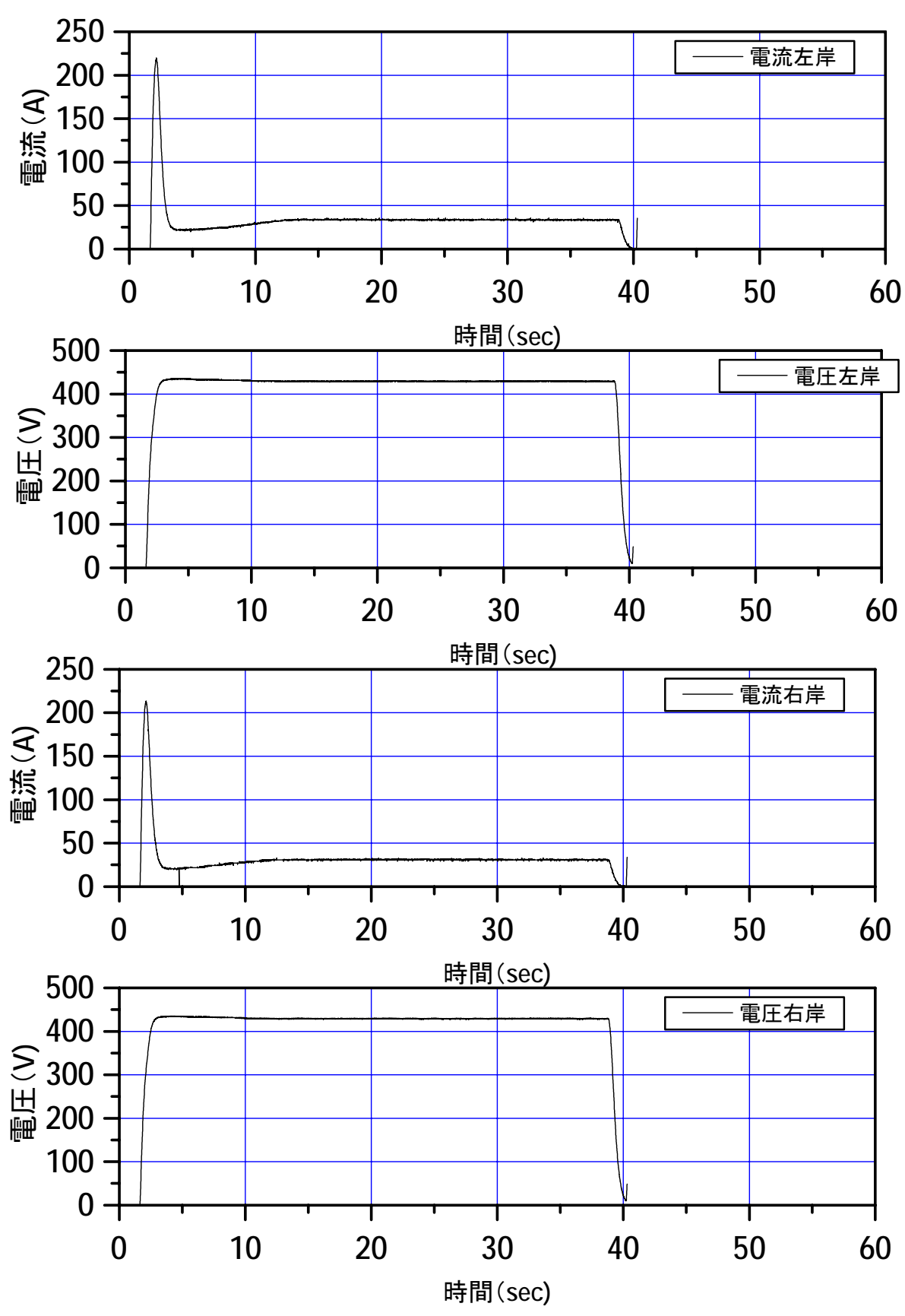


図 3.42 3号制水ゲート作動試験結果

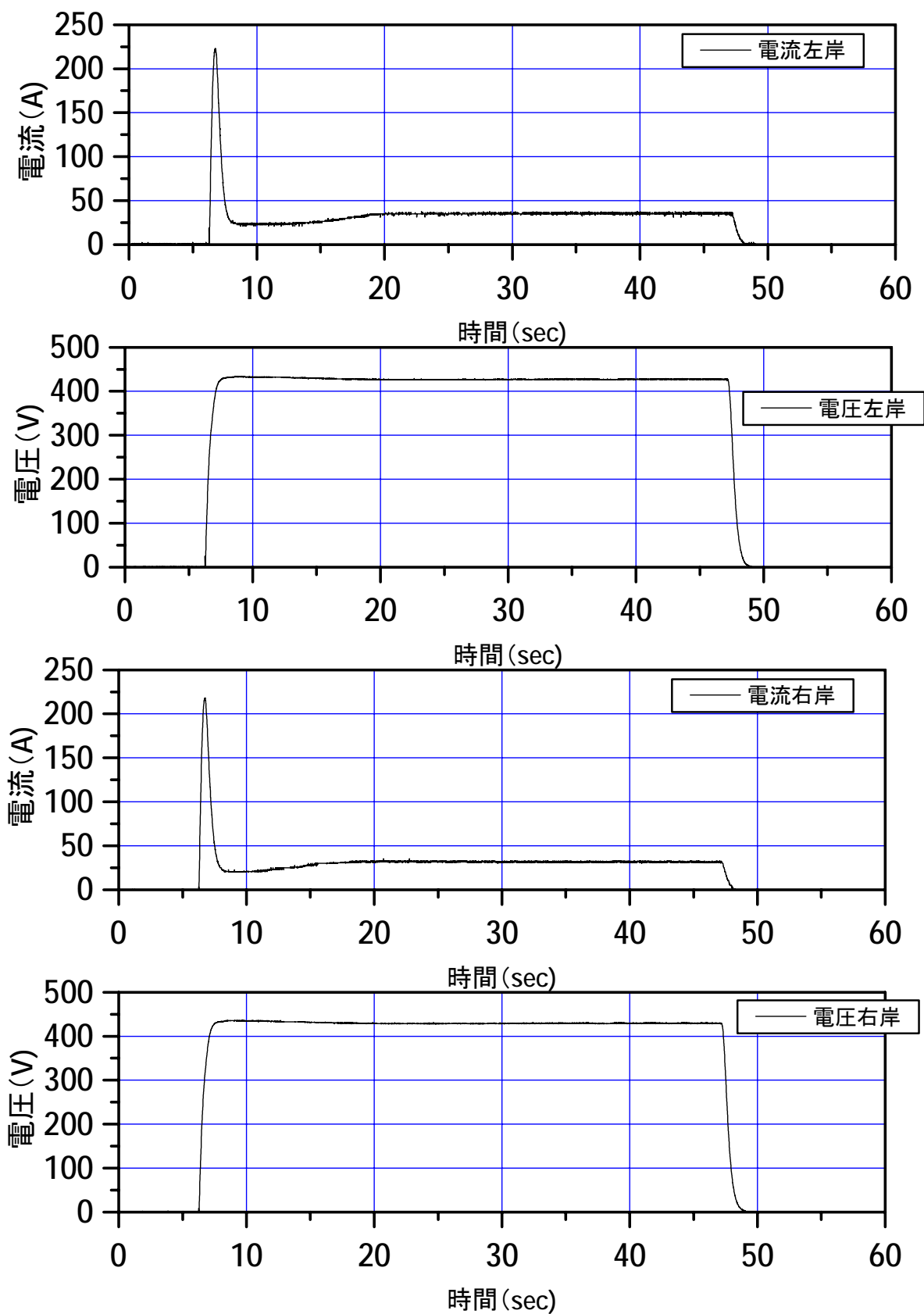


図 3.43 4号制水ゲート作動試験結果



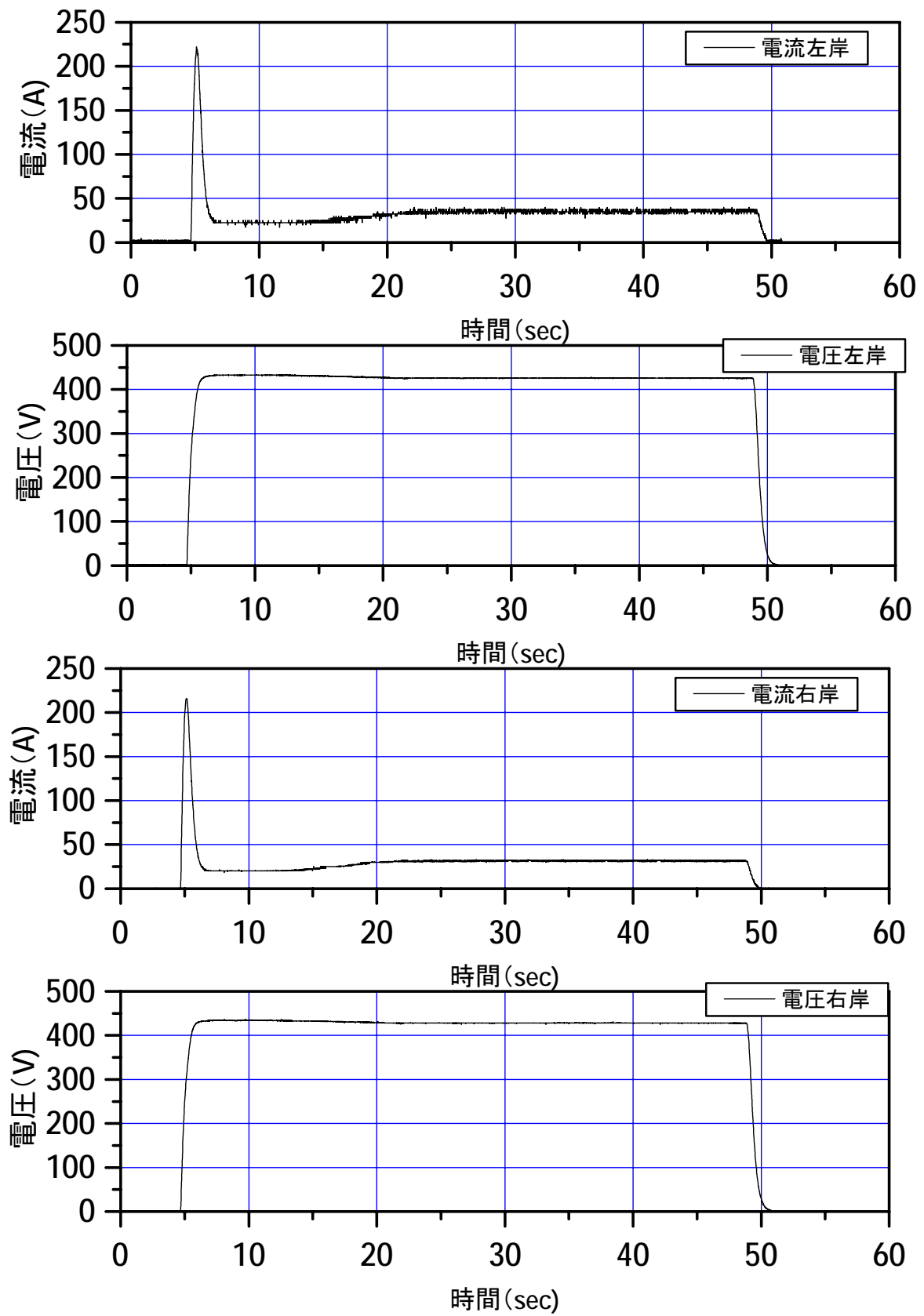


図 3.44 5号制水ゲート作動試験結果

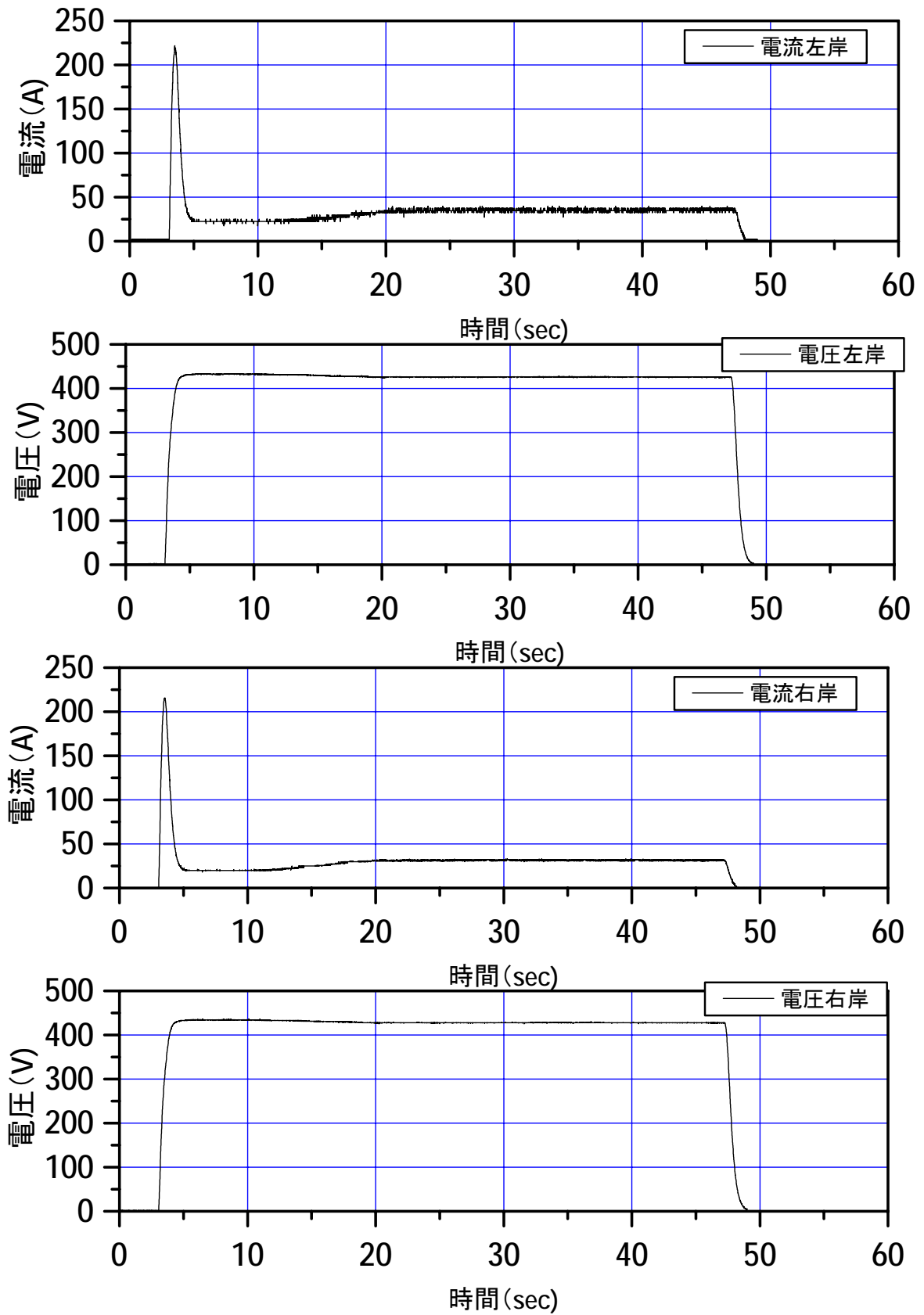


図 3.45 6号制水ゲート作動試験結果

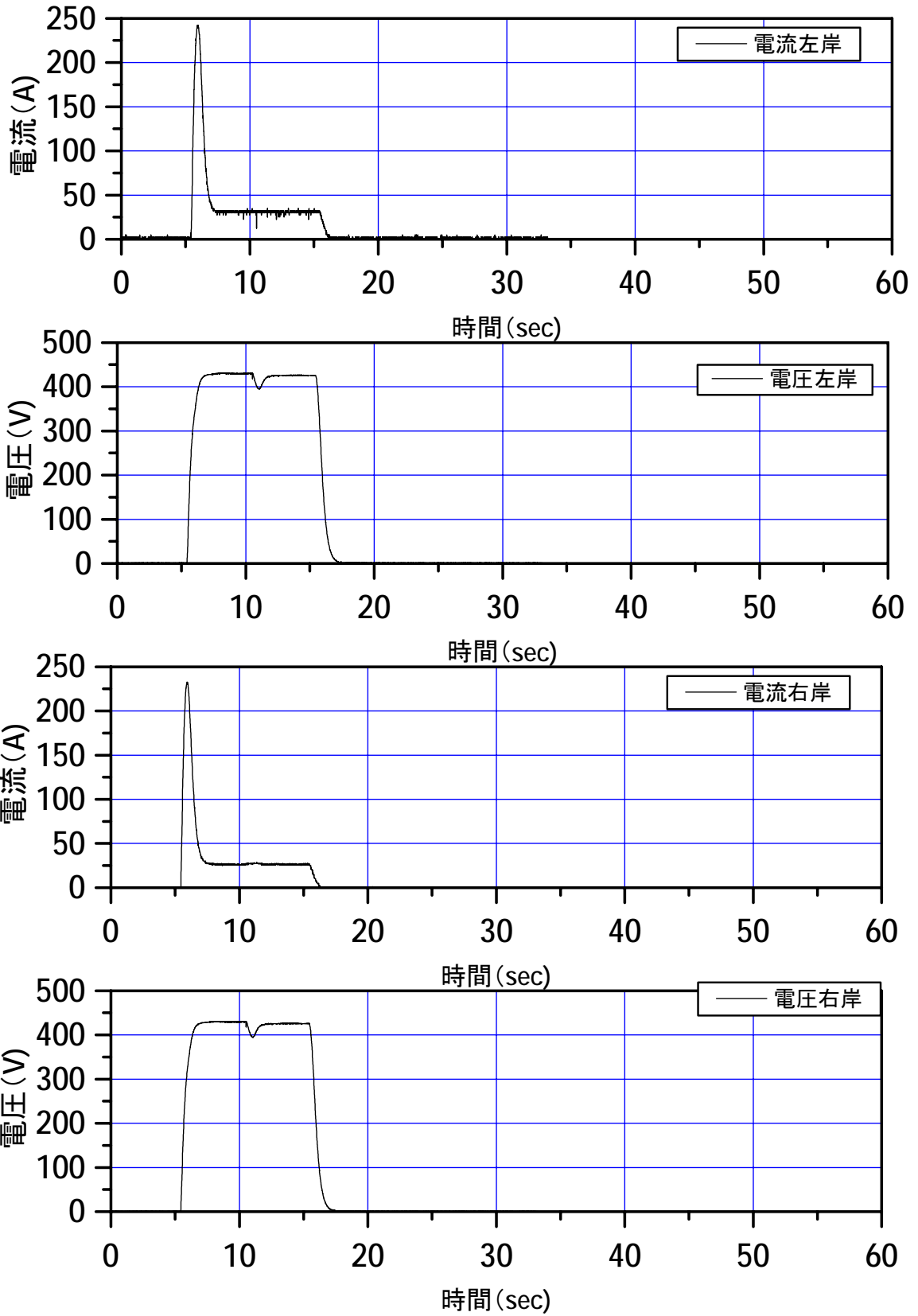


図 3.46 7号流量調節ゲート上段扉作動試験結果

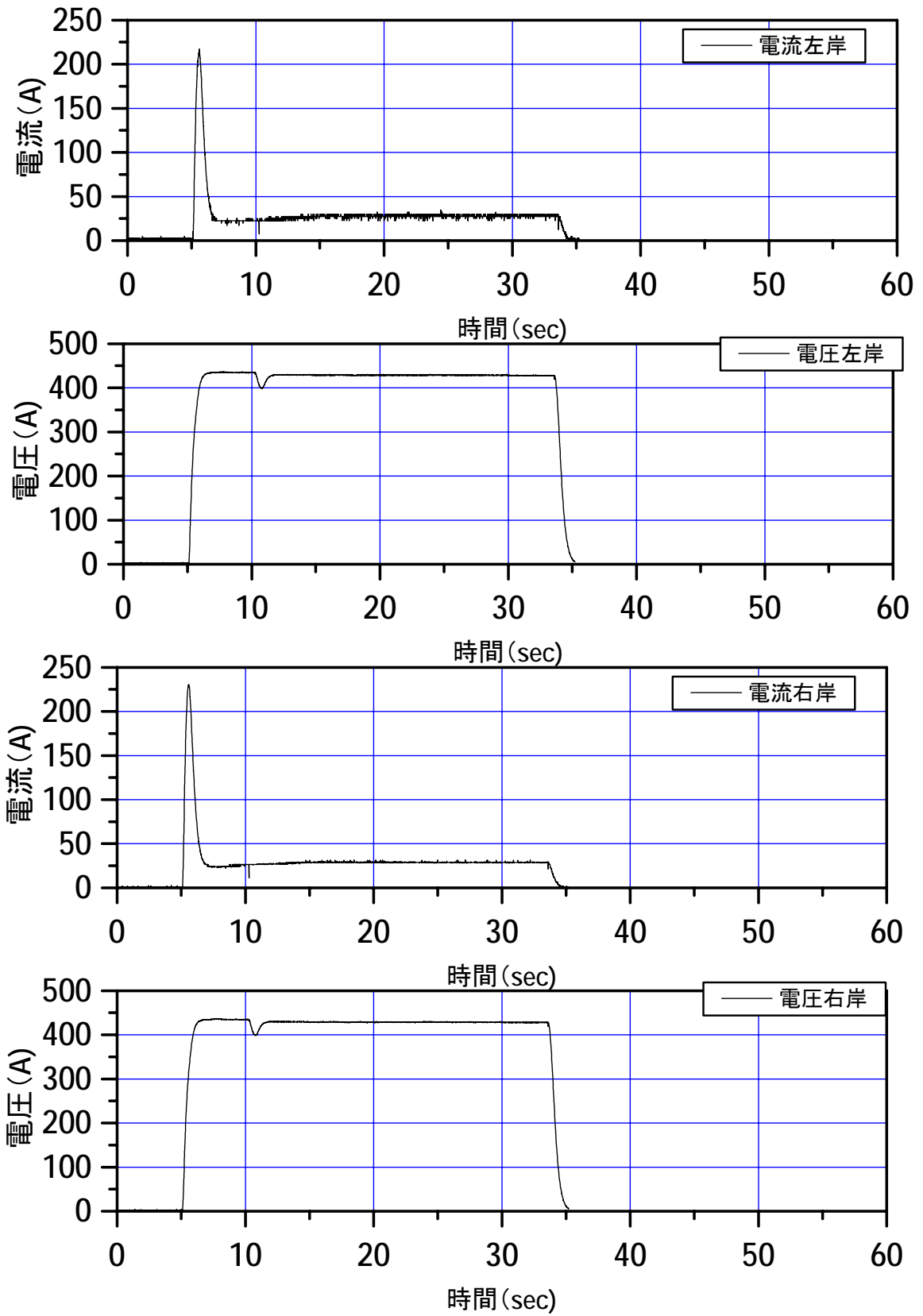


図 3.47 7号流量調節ゲート下段扉作動試験結果

表3.37 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 調節ゲート(1号ゲート)

1) 調節ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 16:37
今回点検終了時	2003/6/6 16:40

2-1) 調節(No.7)ゲート上段扉段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ巻下げ運転時)

	作動回数(回目)						試運転 検査時	規格値	記 事
開度(m)	0.10								
電圧(V)	425						440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	20						15	定格電流 以下	定格電流 33A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	嗅覚

2-2) 調節(No.7)ゲート上段扉段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ巻下げ運転時)

	作動回数(回目)						試運転 検査時	規格値	記 事
開度(m)	0.10								
電圧(V)	426						440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	21						15	定格電流 以下	定格電流 33A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	嗅覚

表3.38 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 調節ゲート(1号ゲート)

1) 調節ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 16:37
今回点検終了時	2003/6/12 16:40

3-1) 調節(No.7)ゲート下段扉段階的開操作(左岸側開閉装置、主モータ巻上げ運転時)

	作動回数(回目)									試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
開度(m)	0.10											
電圧(V)	427									440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	30									30	定格電流 以下	定格電流 52A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押し上げブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3-2) 調節(No.7)ゲート下段扉段階的開操作(右岸側開閉装置、主モータ巻上げ運転時)

	作動回数(回目)									試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
開度(m)	0.10											
電圧(V)	427									440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	28									21	定格電流 以下	定格電流 52A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押し上げブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

表3.39 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 制水ゲート(2号ゲート)

1) 制水ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 16:25
今回点検終了時	2003/6/12 16:27

2) 制水ゲート段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	427	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	32	—	—	—	—	—	—	—	38	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3) 制水ゲート段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	427	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	33	—	—	—	—	—	—	—	36	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

表3.40 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 制水ゲート(3号ゲート)

1) 制水ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 16:16
今回点検終了時	2003/6/12 16:18

2) 制水ゲート段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	430	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	34	—	—	—	—	—	—	—	38	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3) 制水ゲート段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	429	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	31	—	—	—	—	—	—	—	36	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚



表3.41 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 制水ゲート(4号ゲート)

1) 制水ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 16:05
今回点検終了時	2003/6/12 16:07

2) 制水ゲート段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	427	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	36	—	—	—	—	—	—	—	38	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3) 制水ゲート段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	429	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	32	—	—	—	—	—	—	—	36	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

表3.42 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 12日

対象: 制水ゲート(5号ゲート)

1) 制水ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/12 15:50
今回点検終了時	2003/6/12 15:58

2) 制水ゲート段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	426	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	35	—	—	—	—	—	—	—	38	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3) 制水ゲート段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15	20	25	30	35	40	45	50			
電圧(V)	428	—	—	—	—	—	—	—	440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	33	—	—	—	—	—	—	—	36	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

表3.43 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 13日

対象: 制水ゲート(6号ゲート)

1) 制水ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/13 8:30
今回点検終了時	2003/6/13 10:00

2) 制水ゲート段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15										
電圧(V)	431								440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	35								38	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3) 制水ゲート段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ運転時)

	作動回数(回目)								試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8			
開度(cm)	15										
電圧(V)	434								440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	32								36	定格電流 以下	定格電流 52.53A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

表3.44 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 9日

対象: 調節ゲート(7号ゲート)

1) 調節ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/9 10:30
今回点検終了時	2003/6/9 13:10

2-1) 調節(No.7)ゲート上段扉段階の開操作(左岸側開閉装置、主モータ巻下げ運転時)

	作動回数(回目)						試運転 検査時	規格値	記 事
	4								
開度(m)	1.50						440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電圧(V)	430								
電流(A)	10								

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	嗅覚

2-2) 調節(No.7)ゲート上段扉段階の開操作(右岸側開閉装置、主モータ巻下げ運転時)

	作動回数(回目)						試運転 検査時	規格値	記 事
	4								
開度(m)	1.50						440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電圧(V)	427								
電流(A)	12								

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押しブレーキ	ヘリカル減速機	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	嗅覚

表3.45 紀の川大堰試験湛水 調査・測定記録表

測定日 15年 6月 10日

対象: 調節ゲート(7号ゲート)

1) 調節ゲート運転状況

	日 時
今回点検開始時	2003/6/10 10:30
今回点検終了時	2003/6/10 12:48

3-1) 調節(No.7)ゲート下段扉段階的開操作(左岸側開閉装置、主モータ巻上げ運転時)

	作動回数(回目)									試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
開度(m)	0.10											
電圧(V)	427									440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	30									30	定格電流 以下	定格電流 52A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押し上りブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚

3-2) 調節(No.7)ゲート下段扉段階的開操作(右岸側開閉装置、主モータ巻上げ運転時)

	作動回数(回目)									試運転 検査時	規格値	記 事
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
開度(m)	0.10											
電圧(V)	426									440	定格電圧 の±10%	定格電圧 440V
電流(A)	28									21	定格電流 以下	定格電流 52A

	主電動機	電磁ブレーキ	油圧押し上りブレーキ	ヘリカル減速機	切替装置	点検方法
異音・振動	無	無	無	無	無	聴覚・指触
温度	—	—	—	—	—	指触・上表
異臭	無	無	無	無	無	嗅覚