

2. 堰本体調査

2.1. 堰柱変位・沈下

a) 計測方法

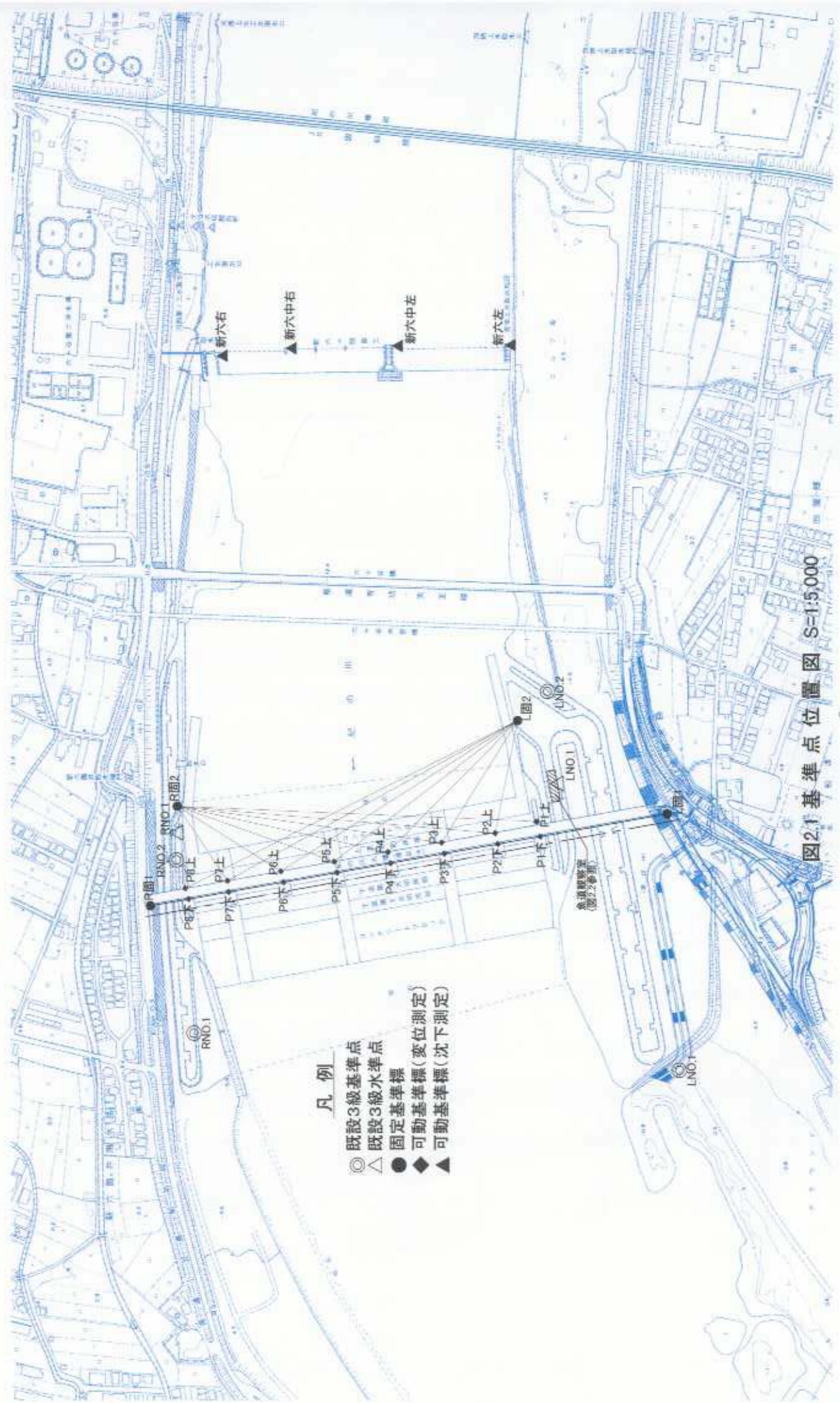
堰柱の変位・沈下は、次の要領で計測を行った。

項目	実施要領
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ● 堰柱 P1～P8 の 8 基および左岸魚道観察室とした。
基準点	<ul style="list-style-type: none"> ● 各堰柱の上下流の各 2 箇所可動基準標(P1 上～P8 上, P1 下～P8 下)を設置した。 ● 堰柱下流側可動基準標の変位量および沈下量を計測するため堰軸見通し線上の左右岸へ固定基準標(L 固 1, R 固 1)を設置した。 ● 堰柱上流側可動基準標の変位量を計測するため堰上流左右岸の高水敷に固定基準標(L 固 2, R 固 2)を設置した。(図 2.1) ● 魚道観察室 2 ブロックの四隅各々に基準点(魚右下, 魚右中下, 魚右中上, 魚右上, 魚左下, 魚左中下, 魚左中上, 魚左上)を設置した。(図 2.2) <div data-bbox="464 929 1342 1496" style="text-align: center;"> </div>
写真 2.1 下流側可動基準標	写真 2.2 上流側可動基準標

項目	実施要領	
下流側可動基準標の計測	<ul style="list-style-type: none"> • 左右岸固定基準よりトータルステーションを用いて堰軸通り直線上に設置した可動基準を見通し、角度と距離の観測を行った。 • 観測方法として、角度は半対回、また距離は1セット測定した。 (角度が小さく2対回の計測は困難であるため) • 距離の測定の際、測定延長が長くなるため気象補正・球面補正を行った。 • 観測にて得られた結果にて固定基準を固定座標値として可動基準の座標化を行い、座標差にて変位量の算出を行った。 	
上流側可動基準標の計測	<ul style="list-style-type: none"> • 左右岸固定基準よりトータルステーションを用いて対岸固定基準を後視とし、各可動基準の角度と距離の観測を行った。 • 観測方法として、角度は2対回、また距離は2セット測定した。 • 距離測定の際、測定延長が長くなるため気象補正・球面補正を行った。 • 固定基準を固定座標値として座標化を行い、座標差にて変位量を算出した。 • 可動基準の座標化においては、左右岸の両方向からの観測値の平均値を用いた。 	
	写真 2.3 固定基準標(左岸下流)	写真 2.4 固定基準標(左岸上流)
魚道観察室の計測	<ul style="list-style-type: none"> • 固定水準標(LNo.1)よりレベルを用いて湛水前後に比高の観測を行い、観測結果の比較にて沈下量の確認を行った。 	
計測時期	<ul style="list-style-type: none"> • (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回行った。 	
座標系	<ul style="list-style-type: none"> • 変位測定に用いる座標系として、極地任意座標系にて固定基準の座標化を行った。 座標化に際しては、変位量の把握がしやすいよう堰軸通りをX軸・垂直方向をY軸として座標系を設けた。 • 固定基準が後に亡失した場合に復元可能なように、最寄りの公共3級基準点(LNo.1, LNo.2, RNo.1, RNo.2)をもとに公共座標系と関連づけた。 	

b) 計測結果

計測結果は表 2.1～2.3 のとおりである。



凡例

- ◎ 既設3級基準点
- △ 既設3級水準点
- 固定基準標
- ◆ 可動基準標(変位測定)
- ▲ 可動基準標(沈下測定)

图2.1 基準点位置图 S=1:5,000

表2.1 堰柱変位計測結果 (下流側基準標)

case	堰柱	計測日時	堰上流水位 (TP.m)	堰下流水位 (TP.m)	座標値 X (m)	座標値 Y (m)	標高 Z (TP.m)	ΔX (m)	ΔY (m)	$\sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)}$ (m)	許容値 (m)	ΔZ (m)	許容値 (m)	判定
無負荷時	P1	5/28 10:48	-0.520	-0.540	132.797	0.000	10.162	---	---	---	---	---	---	---
	P2	5/28 11:19	-0.530	-0.550	177.124	0.000	9.695	---	---	---	---	---	---	---
	P3	5/28 11:41	-0.500	-0.530	233.235	0.000	9.699	---	---	---	---	---	---	---
	P4	5/28 12:05	-0.480	-0.510	289.352	0.000	9.692	---	---	---	---	---	---	---
	P5	5/28 13:12	-0.290	-0.300	345.379	0.000	9.706	---	---	---	---	---	---	---
	P6	5/28 13:22	-0.270	-0.270	401.709	0.000	9.701	---	---	---	---	---	---	---
	P7	5/28 13:48	-0.110	-0.130	459.286	0.000	9.707	---	---	---	---	---	---	---
	P8	5/28 14:15	-0.010	-0.020	501.330	0.000	9.702	---	---	---	---	---	---	---
TP+2.8m 湛水時	P1	6/8 13:18	2.520	0.240	132.800	0.004	10.162	0.003	0.004	0.005	0.041	0.000	0.010	OK
	P2	6/8 13:27	2.540	0.240	177.123	-0.003	9.695	-0.001	-0.003	0.003	0.040	0.000	0.010	OK
	P3	6/8 13:36	2.550	0.240	233.233	0.009	9.699	-0.002	0.009	0.009	0.040	0.000	0.010	OK
	P4	6/8 13:49	2.560	0.200	289.349	0.004	9.693	-0.003	0.004	0.005	0.040	0.001	0.010	OK
	P5	6/8 14:07	2.580	0.130	345.381	0.001	9.707	0.002	0.001	0.002	0.040	0.001	0.010	OK
	P6	6/8 14:16	2.580	0.100	401.710	-0.005	9.701	0.001	-0.005	0.005	0.040	0.000	0.010	OK
	P7	6/8 14:23	2.590	0.080	459.284	-0.001	9.706	-0.002	-0.001	0.002	0.040	-0.001	0.010	OK
	P8	6/8 14:29	2.590	0.060	501.327	-0.002	9.702	-0.003	-0.002	0.004	0.040	0.000	0.010	OK
TP+3.6m 湛水時	P1	6/12 11:16	3.580	-0.590	132.799	0.004	10.161	0.002	0.004	0.004	0.041	-0.001	0.010	OK
	P2	6/12 11:26	3.580	-0.550	177.123	0.003	9.693	-0.001	0.003	0.003	0.040	-0.002	0.010	OK
	P3	6/12 11:36	3.570	-0.550	233.233	0.008	9.695	-0.002	0.008	0.008	0.040	-0.004	0.010	OK
	P4	6/12 11:45	3.570	-0.560	289.350	0.000	9.689	-0.002	0.000	0.002	0.040	-0.003	0.010	OK
	P5	6/12 10:15	3.590	-0.590	345.378	0.004	9.704	-0.001	0.004	0.004	0.040	-0.002	0.010	OK
	P6	6/12 10:26	3.590	-0.640	401.711	0.003	9.699	0.002	0.003	0.004	0.040	-0.002	0.010	OK
	P7	6/12 10:36	3.590	-0.660	459.283	0.004	9.706	-0.003	0.004	0.005	0.040	-0.001	0.010	OK
	P8	6/12 10:51	3.590	-0.660	501.330	0.001	9.702	0.000	0.001	0.001	0.040	0.000	0.010	OK
TP+1.0m 湛水時	P1	6/14 15:23	1.240	-0.180	132.799	0.003	10.160	0.002	0.003	0.004	0.041	-0.002	0.010	OK
	P2	6/14 15:38	1.250	-0.140	177.125	0.000	9.692	0.001	0.000	0.001	0.040	-0.003	0.010	OK
	P3	6/14 15:50	1.260	-0.040	233.236	0.005	9.698	0.001	0.005	0.005	0.040	-0.001	0.010	OK
	P4	6/14 15:58	1.270	0.040	289.350	0.000	9.691	-0.002	0.000	0.002	0.040	-0.001	0.010	OK
	P5	6/14 16:21	1.280	0.330	345.379	0.004	9.706	0.000	0.004	0.004	0.040	0.000	0.010	OK
	P6	6/14 16:27	1.290	0.370	401.711	-0.001	9.700	0.002	-0.001	0.002	0.040	-0.001	0.010	OK
	P7	6/14 16:33	1.290	0.430	459.285	0.000	9.707	-0.001	0.000	0.001	0.040	0.000	0.010	OK
	P8	6/14 16:51	1.310	0.640	501.328	-0.002	9.702	-0.002	-0.002	0.003	0.040	0.000	0.010	OK

表2.2 堰柱変位計測結果 (上流側基準標)

case	堰柱	計測日時		堰上流水位 (TP.m)		堰下流水位 (TP.m)		座標値 X (m)	座標値 Y (m)	Δ X (m)	Δ Y (m)	$\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ (m)	許容値 (m)	判定
		(左岸 堰柱)	(右岸 堰柱)	(左岸 堰柱)	(右岸 堰柱)	(左岸 堰柱)	(右岸 堰柱)							
無負荷時	P1	5/28 15:43	5/28 15:33	0.400	0.320	0.390	0.320	133.780	16.066	---	---	---	---	---
	P2	5/28 16:08	5/28 16:00	0.550	0.530	0.540	0.520	177.943	11.668	---	---	---	---	---
	P3	5/28 16:30	5/28 16:23	0.550	0.560	0.550	0.560	233.934	11.678	---	---	---	---	---
	P4	5/28 16:54	5/28 16:47	0.530	0.520	0.520	0.520	290.027	11.684	---	---	---	---	---
	P5	5/28 16:43	5/28 16:34	0.520	0.540	0.520	0.540	346.307	11.695	---	---	---	---	---
	P6	5/28 16:19	5/28 16:11	0.560	0.550	0.560	0.550	402.387	11.668	---	---	---	---	---
	P7	5/28 15:56	5/28 15:47	0.510	0.430	0.500	0.430	458.457	11.594	---	---	---	---	---
	P8	5/28 15:25	5/28 15:15	0.250	0.190	0.250	0.190	502.759	11.496	---	---	---	---	---
TP+2.8m 湛水時	P1	6/8 10:12	6/8 9:52	2.570	2.580	0.200	0.190	133.781	16.061	0.001	-0.005	0.005	0.041	OK
	P2	6/8 10:36	6/8 10:24	2.550	2.560	0.190	0.180	177.943	11.666	0.000	-0.002	0.002	0.040	OK
	P3	6/8 10:59	6/8 10:50	2.540	2.540	0.190	0.190	233.936	11.679	0.002	0.001	0.002	0.040	OK
	P4	6/8 11:22	6/8 11:12	2.530	2.530	0.240	0.230	290.025	11.686	-0.002	0.002	0.003	0.040	OK
	P5	6/8 11:22	6/8 11:12	2.530	2.530	0.240	0.230	346.305	11.690	-0.002	-0.005	0.005	0.040	OK
	P6	6/8 10:59	6/8 10:50	2.540	2.540	0.190	0.190	402.384	11.663	-0.003	-0.005	0.006	0.040	OK
	P7	6/8 10:36	6/8 10:24	2.550	2.560	0.190	0.180	458.456	11.592	-0.001	-0.002	0.002	0.040	OK
	P8	6/8 10:12	6/8 9:52	2.570	2.580	0.200	0.190	502.766	11.493	0.007	-0.003	0.008	0.040	OK
TP+3.6m 湛水時	P1	6/12 8:39	6/12 8:18	3.560	3.600	-0.270	-0.130	133.782	16.061	0.002	-0.005	0.005	0.041	OK
	P2	6/12 9:02	6/12 8:33	3.560	3.580	-0.530	-0.200	177.946	11.663	0.003	-0.005	0.006	0.040	OK
	P3	6/12 9:18	6/12 8:51	3.570	3.550	-0.600	-0.420	233.936	11.675	0.002	-0.003	0.004	0.040	OK
	P4	6/12 9:35	6/12 9:09	3.580	3.570	-0.560	-0.580	290.029	11.684	0.002	0.000	0.002	0.040	OK
	P5	6/12 9:35	6/12 9:09	3.580	3.570	-0.560	-0.580	346.309	11.691	0.002	-0.004	0.004	0.040	OK
	P6	6/12 9:18	6/12 8:51	3.580	3.550	-0.600	-0.420	402.384	11.661	-0.003	-0.007	0.008	0.040	OK
	P7	6/12 9:02	6/12 8:33	3.560	3.580	-0.530	-0.200	458.455	11.596	-0.002	0.002	0.003	0.040	OK
	P8	6/12 8:39	6/12 8:18	3.560	3.600	-0.270	-0.130	502.758	11.503	-0.001	0.007	0.007	0.040	OK
TP+1.0m 湛水時	P1	6/14 9:34	6/14 9:45	1.190	1.200	-0.420	-0.480	133.780	16.061	0.000	-0.005	0.005	0.041	OK
	P2	6/14 9:54	6/14 10:00	1.200	1.210	-0.500	-0.540	177.945	11.661	0.002	-0.007	0.007	0.040	OK
	P3	6/14 10:11	6/14 10:17	1.210	1.210	-0.650	-0.710	233.936	11.674	0.002	-0.004	0.004	0.040	OK
	P4	6/14 10:28	6/14 10:35	1.220	1.220	-0.790	-0.840	290.024	11.685	-0.003	0.001	0.003	0.040	OK
	P5	6/14 10:28	6/14 10:35	1.220	1.220	-0.790	-0.840	346.306	11.693	-0.001	-0.002	0.002	0.040	OK
	P6	6/14 10:11	6/14 10:17	1.210	1.210	-0.650	-0.710	402.385	11.665	-0.002	-0.003	0.004	0.040	OK
	P7	6/14 9:54	6/14 10:00	1.200	1.210	-0.500	-0.540	458.456	11.595	-0.001	0.001	0.001	0.040	OK
	P8	6/14 9:34	6/14 9:45	1.190	1.200	-0.420	-0.480	502.758	11.499	-0.001	0.003	0.003	0.040	OK

表2.3 魚道觀察室 計測結果

case	計測箇所	計測日時	堰上流水位 (TP.m)	堰下流水位 (TP.m)	標高 Z (TP.m)	ΔZ (m)	許容値 (m)	判定
無負荷時	魚右下	5/29 10:10	-0.610	-0.630	4.084	---	---	---
	魚右中下	5/29 10:12	-0.620	-0.650	4.083	---	---	---
	魚右中上	5/29 10:15	-0.640	-0.660	4.081	---	---	---
	魚右上	5/29 10:18	-0.650	-0.680	4.111	---	---	---
	魚左上	5/29 10:23	-0.680	-0.700	4.086	---	---	---
	魚左中上	5/29 10:25	-0.690	-0.710	4.066	---	---	---
	魚左中下	5/29 10:28	-0.700	-0.720	4.076	---	---	---
	魚左下	5/29 10:30	-0.700	-0.720	4.080	---	---	---
TP+2.8m 湛水時	魚右下	6/8 11:15	2.530	0.240	4.085	0.001	0.010	OK
	魚右中下	6/8 11:18	2.530	0.240	4.084	0.001	0.010	OK
	魚右中上	6/8 11:23	2.530	0.240	4.083	0.002	0.010	OK
	魚右上	6/8 11:25	2.530	0.240	4.111	0.000	0.010	OK
	魚左上	6/8 11:28	2.520	0.250	4.086	0.000	0.010	OK
	魚左中上	6/8 11:31	2.520	0.260	4.067	0.001	0.010	OK
	魚左中下	6/8 11:35	2.520	0.270	4.077	0.001	0.010	OK
	魚左下	6/8 11:41	2.520	0.260	4.080	0.000	0.010	OK
TP+3.6m 湛水時	魚右下	6/12 9:30	3.580	-0.580	4.085	0.001	0.010	OK
	魚右中下	6/12 9:32	3.580	-0.560	4.083	0.000	0.010	OK
	魚右中上	6/12 9:34	3.580	-0.560	4.081	0.000	0.010	OK
	魚右上	6/12 9:37	3.580	-0.550	4.110	-0.001	0.010	OK
	魚左上	6/12 9:40	3.580	-0.540	4.086	0.000	0.010	OK
	魚左中上	6/12 9:43	3.590	-0.540	4.066	0.000	0.010	OK
	魚左中下	6/12 9:49	3.590	-0.520	4.077	0.001	0.010	OK
	魚左下	6/12 9:53	3.590	-0.530	4.080	0.000	0.010	OK
TP+1.0m 湛水時	魚右下	6/14 11:45	1.200	-0.970	4.084	0.000	0.010	OK
	魚右中下	6/14 11:48	1.200	-0.980	4.083	0.000	0.010	OK
	魚右中上	6/14 11:52	1.200	-1.000	4.081	0.000	0.010	OK
	魚右上	6/14 11:55	1.200	-1.010	4.110	-0.001	0.010	OK
	魚左上	6/14 11:57	1.200	-1.010	4.085	-0.001	0.010	OK
	魚左中上	6/14 12:03	1.200	-1.020	4.066	0.000	0.010	OK
	魚左中下	6/14 12:09	1.200	-1.000	4.077	0.001	0.010	OK
	魚左下	6/14 12:11	1.200	-1.010	4.080	0.000	0.010	OK

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 2.1～2.3 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。

※ 許容値について

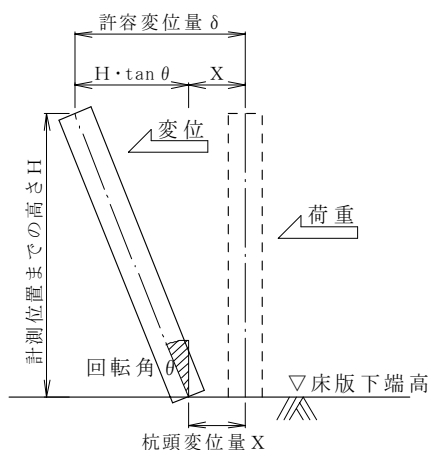
1) 底版下端における許容変位量

底版下端における許容変位量は、設計時と同様「道路橋示方書」「河川砂防技術基準(案)」 「堰の設計」をもとに次のように設定した。

鉛直変位 **10mm**
 水平変位 **10mm**
 傾斜角 **1/500rad**

2) 計測位置における許容変位量

変位量計測位置は底版下端より **15m** 程度高くなっているため、当該位置での許容変位量は下図のように傾斜角を考慮した値とした。



$$\text{計測位置での許容変位量 } \delta = \text{杭頭変位量 } x + H \times \tan \theta$$

堰柱	底版 下端高 (TP.m)	計測部 標高 (TP.m)	底版下端から 計測部までの 距離 H(m)	底版 変位量 x(mm)	許容 回転角 theta (rad)	許容 変位量 delta (mm)
P1	TP-5.8m	TP+10.16m	15.96	10	1/500	41.9
P2~P8	TP-5.8m	TP+9.70m	15.50	10	1/500	41.0

(2) 計算値との比較

計測時と同じ水位条件・荷重条件で堰柱の安定計算および基礎杭の計算を行い、計測結果に相当する計算値を算出すると表 2.4 のとおりである。

表 2.4 計測時と同条件での変位量の計算値

堰柱	計測時	計算変位量 (mm)		無負荷時との差 (mm)		
		堰軸方向	流水方向	堰軸方向	流水方向	合成値
P1	無負荷時	-1.15	-1.27	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	-0.15	-2.53	0.99	-1.26	1.59
	TP+3.6m 湛水時	0.03	-3.65	1.18	-2.38	3.59
	TP+1.0m 湛水時	-0.58	-1.83	0.57	-0.56	0.56
P2	無負荷時	0.00	-1.42	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	-0.17	-3.48	-0.17	-2.07	2.07
	TP+3.6m 湛水時	-0.20	-5.42	-0.20	-4.01	4.01
	TP+1.0m 湛水時	-0.15	-2.26	-0.15	-0.84	0.84
P3	無負荷時	0.00	-1.40	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	0.00	-3.52	0.00	-2.12	2.12
	TP+3.6m 湛水時	0.00	-5.58	0.00	-4.18	4.18
	TP+1.0m 湛水時	0.00	-2.20	0.00	-0.80	0.80
P4	無負荷時	0.00	-1.36	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	0.00	-3.62	0.00	-2.26	2.26
	TP+3.6m 湛水時	0.00	-5.81	0.00	-4.45	4.45
	TP+1.0m 湛水時	0.00	-2.23	0.00	-0.87	0.87
P5	無負荷時	0.00	-1.40	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	0.00	-3.25	0.00	-1.85	1.85
	TP+3.6m 湛水時	0.00	-5.08	0.00	-3.68	3.68
	TP+1.0m 湛水時	0.00	-2.07	0.00	-0.68	0.68
P6	無負荷時	0.00	-1.54	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	0.00	-3.69	0.00	-2.15	2.15
	TP+3.6m 湛水時	0.00	-5.84	0.00	-4.30	4.30
	TP+1.0m 湛水時	0.00	-2.34	0.00	-0.80	0.80
P7	無負荷時	-0.04	-1.76	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	0.02	-4.02	0.05	-2.26	2.26
	TP+3.6m 湛水時	0.06	-6.16	0.09	-4.40	4.40
	TP+1.0m 湛水時	-0.02	-2.67	0.02	-0.91	0.91
P8	無負荷時	4.53	-1.27	—	—	—
	TP+2.8m 湛水時	3.61	-2.33	-0.92	-1.05	1.21
	TP+3.6m 湛水時	3.33	-3.28	-1.20	-2.01	3.56
	TP+1.0m 湛水時	4.02	-1.74	-0.51	-0.47	0.47

表2.4の計算値と表2.1～2.2の計測値を比較すると、表2.5および図2.3のとおりである。

これに示すとおり、計測値が数ミリ程度と小さく、計測誤差によるバラツキが大きいとみられるので、両者を比較することによる評価として、「二訂 河川砂防技術基準(案) 調査編」p.94 に示されている方法で検定を行った。

1) 相関係数の算出

次式により計算値と実測値の相関係数 r を算定した。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}$$

2) 相関係数の有意性の検定

上記によって求めた相関係数 r が次式を満足すれば相関があるものと判定できる。

$$|r| \geq \frac{1}{\sqrt{\frac{N-2}{t^2(N-2, \alpha)} + 1}}$$

検定の結果は表2.6のとおりで、「見通し線上」「上流側」のいずれも「相関なし」という結果となった。

これは、測定値に対して計測誤差の割合が大きいため、例えば「荷重が2倍になった場合の計算値をもとに、変位量の実測値を推定する」というように安全性を定量的に考察することはできないと考えられる。

しかし、今回計測した変位量(計測値)が設計上の許容値に対して十分小さいことから、定性的に安全性を評価する。

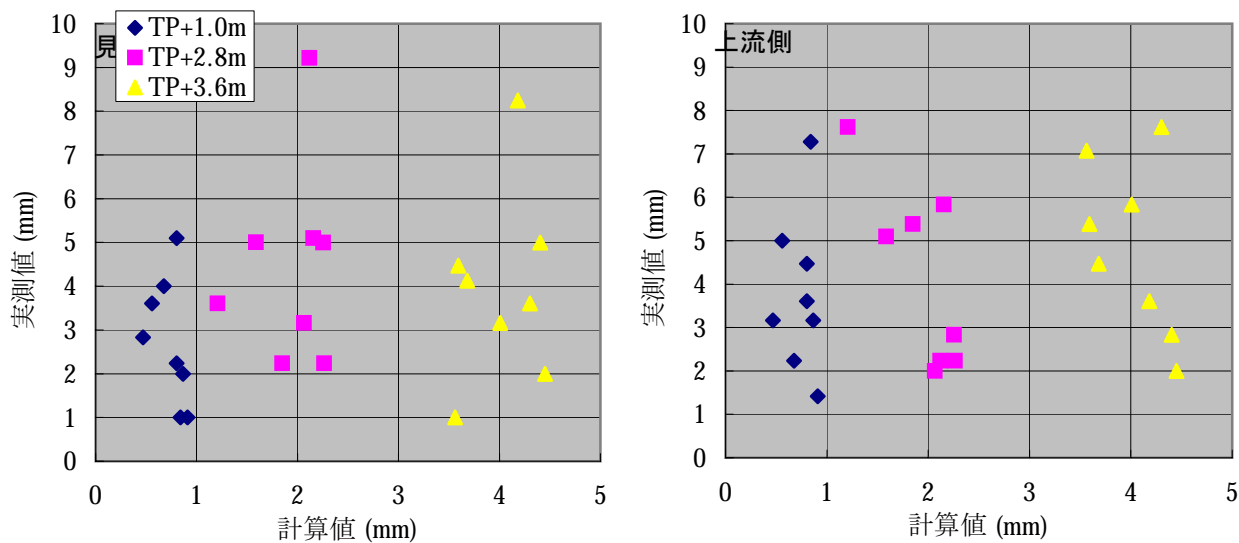


図2.3 堰柱変位量の計算値と実測値の関係

表2.5 堰柱変位量の計算値と実測値の関係

計測時 水位	堰柱	計算値 (mm)			実測値《見通し線上》(mm)			実測値《上流側》(mm)		
		ΔX	ΔY	δ	ΔX	ΔY	δ	ΔX	ΔY	δ
+1.00	P1	0.57	-0.56	0.56	2.00	3.00	3.61	0.00	-5.00	5.00
	P2	-0.15	-0.84	0.84	1.00	0.00	1.00	2.00	-7.00	7.28
	P3	0.00	-0.80	0.80	1.00	5.00	5.10	2.00	-4.00	4.47
	P4	0.00	-0.87	0.87	-2.00	0.00	2.00	-3.00	1.00	3.16
	P5	0.00	-0.68	0.68	0.00	4.00	4.00	-1.00	-2.00	2.24
	P6	0.00	-0.80	0.80	2.00	-1.00	2.24	-2.00	-3.00	3.61
	P7	0.02	-0.91	0.91	-1.00	0.00	1.00	-1.00	1.00	1.41
	P8	-0.51	-0.47	0.47	-2.00	-2.00	2.83	-1.00	3.00	3.16
+2.80	P1	0.99	-1.26	1.59	3.00	4.00	5.00	1.00	-5.00	5.10
	P2	-0.17	-2.07	2.07	-1.00	-3.00	3.16	0.00	-2.00	2.00
	P3	0.00	-2.12	2.12	-2.00	9.00	9.22	2.00	1.00	2.24
	P4	0.00	-2.26	2.26	-3.00	4.00	5.00	-2.00	2.00	2.83
	P5	0.00	-1.85	1.85	2.00	1.00	2.24	-2.00	-5.00	5.39
	P6	0.00	-2.15	2.15	1.00	-5.00	5.10	-3.00	-5.00	5.83
	P7	0.05	-2.26	2.26	-2.00	-1.00	2.24	-1.00	-2.00	2.24
	P8	-0.92	-1.05	1.21	-3.00	-2.00	3.61	7.00	-3.00	7.62
+3.60	P1	1.18	-2.38	3.59	2.00	4.00	4.47	2.00	-5.00	5.39
	P2	-0.20	-4.01	4.01	-1.00	3.00	3.16	3.00	-5.00	5.83
	P3	0.00	-4.18	4.18	-2.00	8.00	8.25	2.00	-3.00	3.61
	P4	0.00	-4.45	4.45	-2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00
	P5	0.00	-3.68	3.68	-1.00	4.00	4.12	2.00	-4.00	4.47
	P6	0.00	-4.30	4.30	2.00	3.00	3.61	-3.00	-7.00	7.62
	P7	0.09	-4.40	4.40	-3.00	4.00	5.00	-2.00	2.00	2.83
	P8	-1.20	-2.01	3.56	0.00	1.00	1.00	-1.00	7.00	7.07

表2.6 相関係数の有意性の検定

	見通し線上	上流側
データ個数 N	24	24
危険率 α	5.0%	5.0%
自由度 $N-2$	22	22
t 分布の t	2.074	2.074
単相関係数 r	0.224	0.118
検定値	0.404	0.404
検定	相関なし	相関なし

(3) 安全性の評価

堰柱変位の計測は、堰に水圧や浮力が作用した状態で堰柱や魚道観察室の変位量や沈下量(浮き上がり量)を測定し、変位・沈下に対して所要の安全性が確保されていることを確認するために行ったものである。

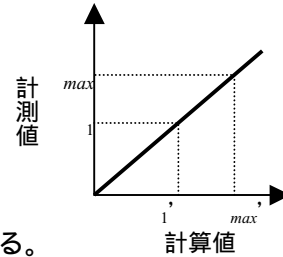
安全性の判定基準としては、次の条件が考えられる。

[条件 1]

$$\text{想定される最大変位量 } \delta_{\max} < \text{設計上の許容変位量 } a$$

ここで δ_{\max} は、

今回計測した変位量(計測値)	δ_1
今回計測時と同条件における変位量の計算値	δ_1'
想定される最大変位量の計算値	δ_{\max}'



とした場合、これらが線形関係にある場合は次のように推定される。

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

[条件 2]

$$\text{今回計測した変位量(計測値)} \delta_1 < \text{設計上の許容変位量 } a$$

前項に示したとおり、今回の計測結果では計測された値に対して誤差によるバラツキが大きいため、条件 1 のような線形関係が認められない。

そこで、堰の変位および沈下に対する安全性は条件 2 の考え方から次のように評価される。

- 計測値は設計上の許容値に対して十分小さいことから、所要の安全性は確保されていると判断される。
- 魚道観察室についても、計測値は設計上の許容値に対して十分小さいことから、所要の安全性は確保されていると判断される。

2.2. 漏水調査

a) 調査方法

調査は次の要領で計測を行った。

項目	実施要領													
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする構造物は、堰柱 P1～P8 の 8 基および左右岸の取付擁壁とした。 (図 2.4) 													
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの変状および漏水の有無は陸上および水上からの目視で調査した。 調査は変状や漏水確認が容易な陸上および水上から行った。 門柱や操作室など湛水によって水圧が増加しない箇所についても、将来的に堰柱を管理・点検する際に損傷部の発生時期が推定できるように比較的目立つ損傷部について記録した。 													
調査時期	<ul style="list-style-type: none"> (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 回行った。 各回の調査は次の要領で行った。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>調査時期</th> <th>作業日数</th> <th>調査箇所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>湛水前 (事前調査)</td> <td>陸上 1 日 水上 1 日</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 調査施設全体 </td> </tr> <tr> <td>TP+2.8m 湛水時</td> <td>1 日</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> 湛水により特に顕著な変位が見られそうな箇所 事前調査で確認された顕著な損傷部 新規異常箇所の点検 </td> </tr> <tr> <td>TP+3.6m 湛水時</td> <td>1 日</td> </tr> <tr> <td>TP+1.0m 低下時</td> <td>1 日</td> </tr> </tbody> </table>	調査時期	作業日数	調査箇所	湛水前 (事前調査)	陸上 1 日 水上 1 日	<ul style="list-style-type: none"> 調査施設全体 	TP+2.8m 湛水時	1 日	<ul style="list-style-type: none"> 湛水により特に顕著な変位が見られそうな箇所 事前調査で確認された顕著な損傷部 新規異常箇所の点検 	TP+3.6m 湛水時	1 日	TP+1.0m 低下時	1 日
調査時期	作業日数	調査箇所												
湛水前 (事前調査)	陸上 1 日 水上 1 日	<ul style="list-style-type: none"> 調査施設全体 												
TP+2.8m 湛水時	1 日	<ul style="list-style-type: none"> 湛水により特に顕著な変位が見られそうな箇所 事前調査で確認された顕著な損傷部 新規異常箇所の点検 												
TP+3.6m 湛水時	1 日													
TP+1.0m 低下時	1 日													

b) 調査結果

調査結果は次頁以下のとおりである。

c) 考察

以上のことから堰本体の漏水に対する安全性は、次のように評価される。

- 堰柱については、湛水による変状は認められず、堰柱単体としての漏水に対する安全性は確保されていると判断される。
- 魚道擁壁部については、打ち継ぎ目の軽微な段差等にしみ出しが認められたが、堰の機能上問題となるような漏水は認められなかった。
このため堰全体としても、漏水に対する所要の機能は確保されていると判断される。

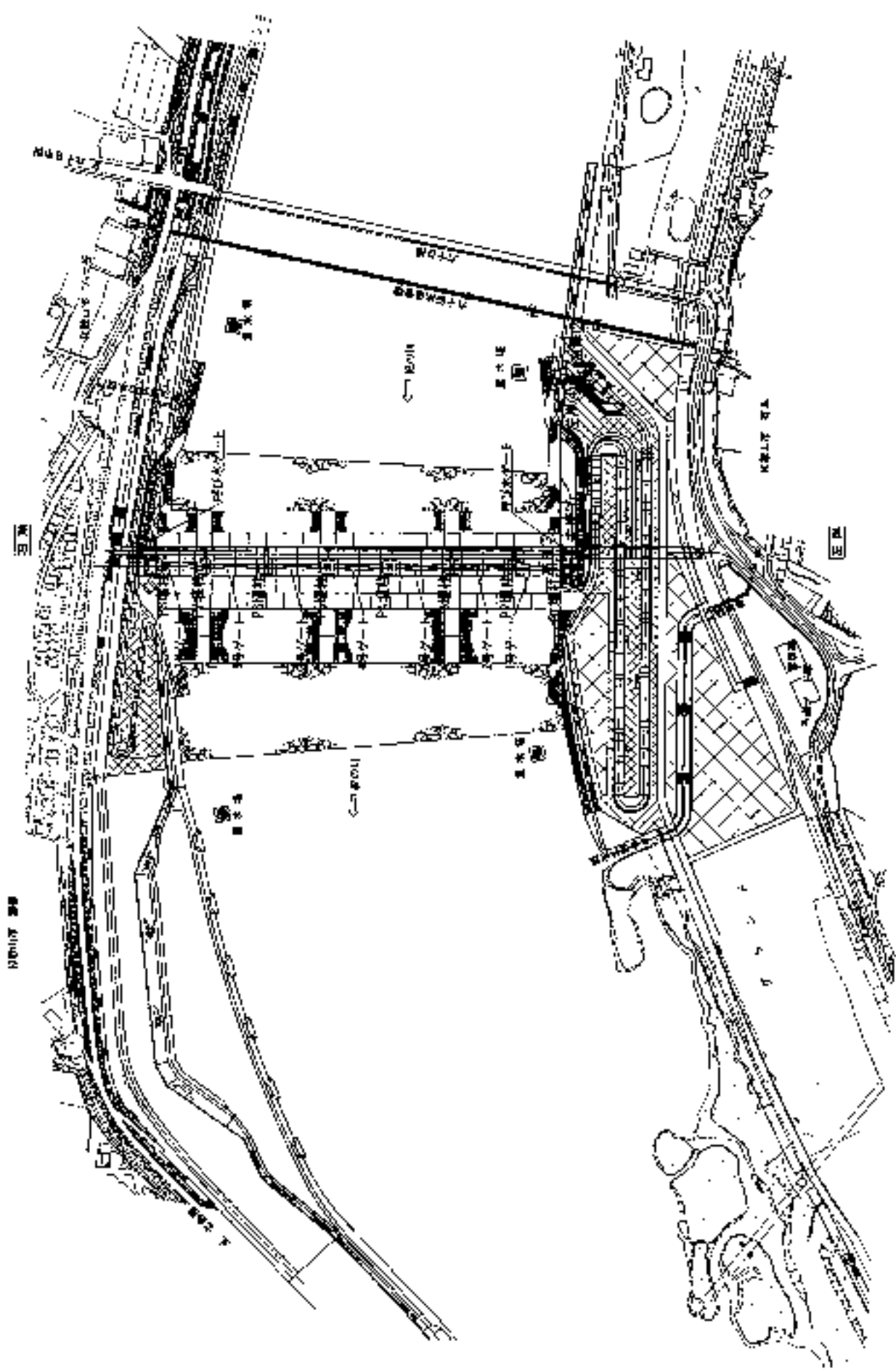
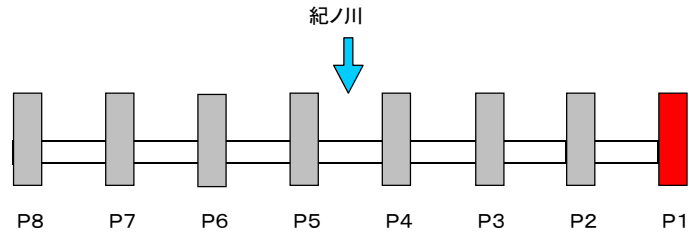


圖 2 4 瀘水調查位置圖 S=1:5, 000

位置図

P1堰柱本体



詳細位置図



左岸側



右岸側



上流側



下流側

備考

※変化なし

調査写真

T.P.+28



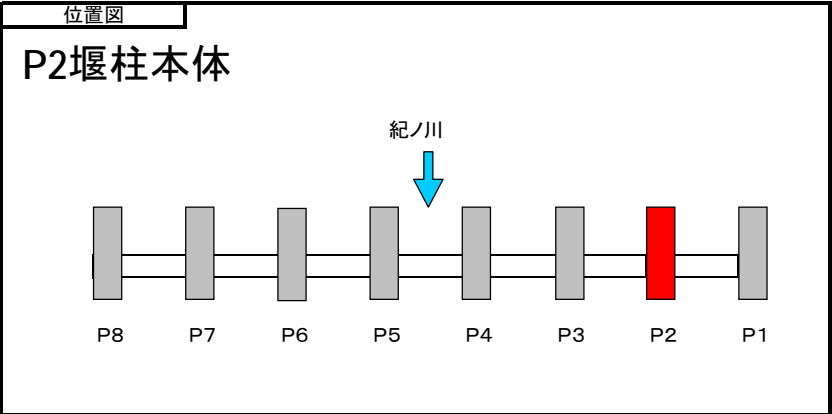
T.P.+3.6



T.P.+1.0



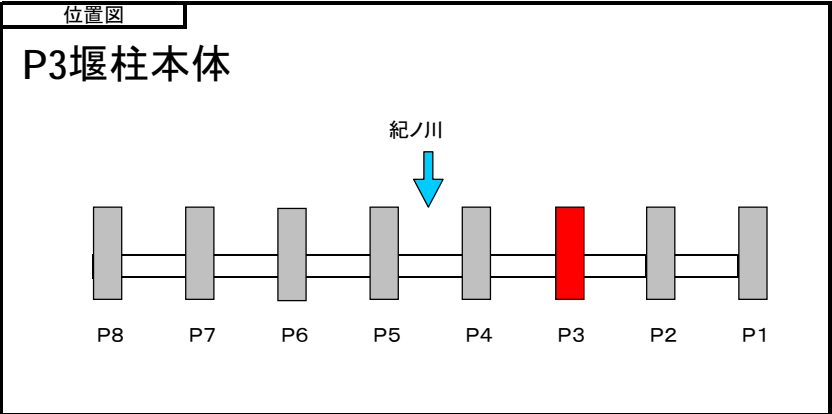
上から左岸・右岸・上流・下流側の順



備考

※変化なし





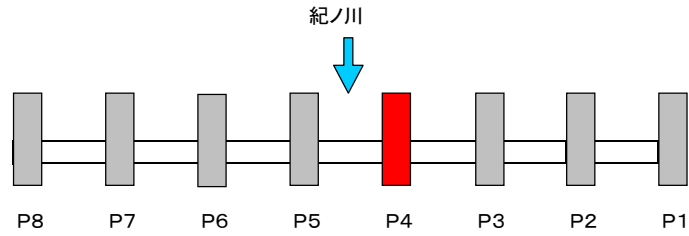
備考

※変化なし



位置図

P4堰柱本体



詳細位置図



左岸側



上流側

下流側

備考

※変化なし

調査写真

T.P.+28



T.P.+3.6



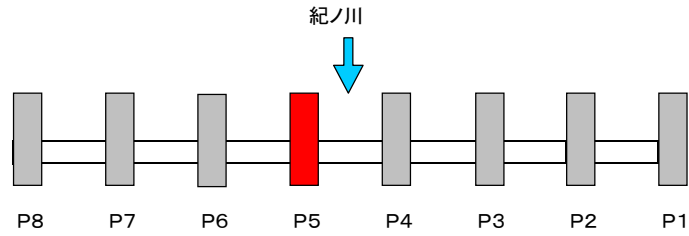
T.P.+1.0



上から左岸・右岸・上流・下流側の順

位置図

P5堰柱本体



詳細位置図



左岸側



右岸側



上流側



下流側

備考

※変化なし

調査写真

T.P.+28



T.P.+3.6



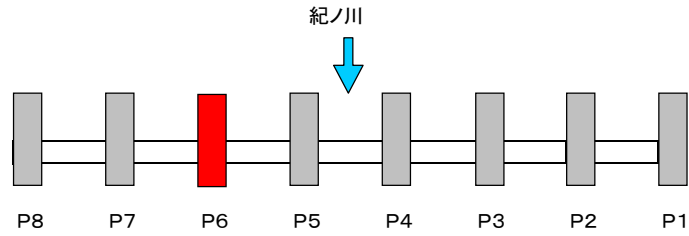
T.P.+1.0



上から左岸・右岸・上流・下流側の順

位置図

P6堰柱本体



詳細位置図



左岸側



右岸側



上流側



下流側

備考

※変化なし

調査写真

T.P.+28



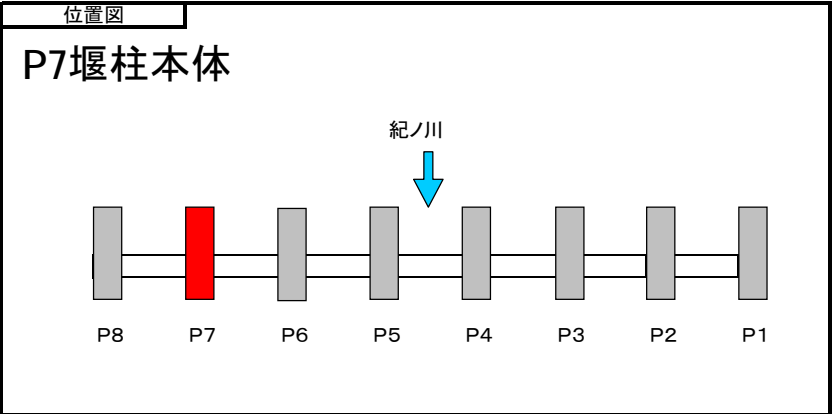
T.P.+3.6



T.P.+1.0



上から左岸・右岸・上流・下流側の順



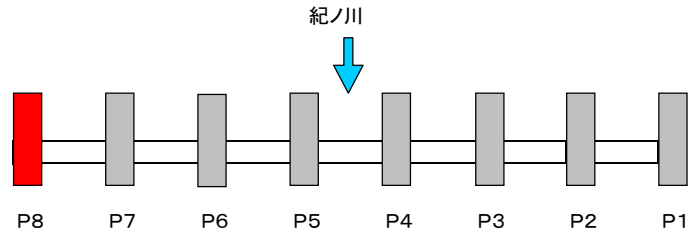
備考

※変化なし



位置図

P8堰柱本体



詳細位置図



左岸側



右岸側



上流側



下流側

備考

※変化なし

調査写真

T.P.+28



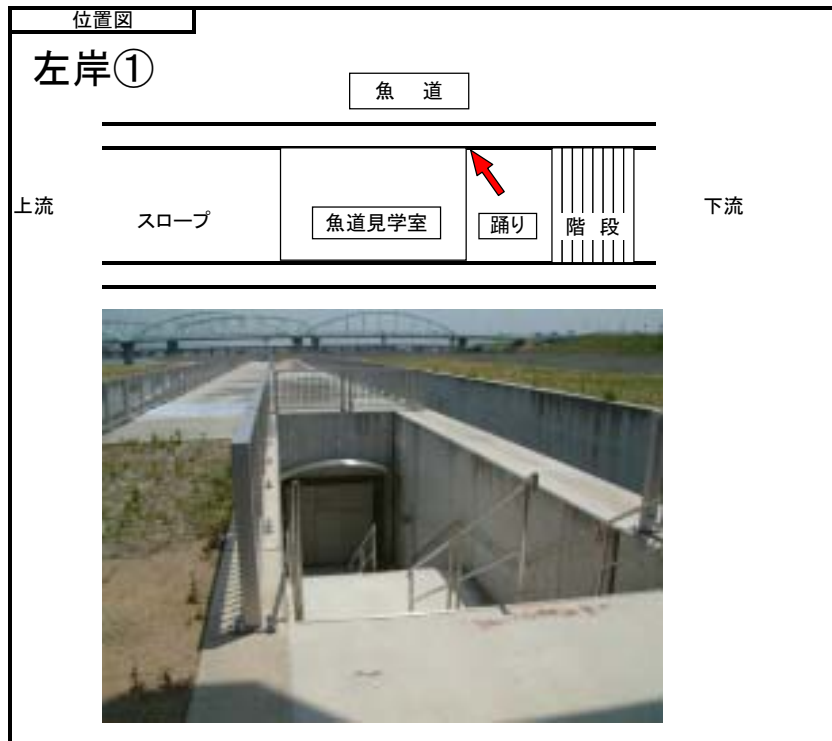
T.P.+3.6



T.P.+1.0



上から左岸・右岸・上流・下流側の順



調査写真

事前調査

T.P.+3.6

T.P.+2.8

T.P.+1.0

20cm

事前調査所見

○魚道見学室の入り口(階段側)の目地部に漏水がある。魚道水位とほぼ同レベルである。

項目	事前調査		2回目		3回目		4回目		初期値との差
調査日・時間	5月28日	15:40	6月8日	11:00	6月12日	14:45	6月14日	11:25	
水位(上流・下流)									
潮位									
魚道から漏水	下端から20cm		漏水なし		縦目地漏水なし		下端から40cm		+20cm
					底版に漏水跡				

※湛水水位が高い時には漏水がなかったが、T.P.+1.0時に事前調査時に比較して漏水レベルが20cm高くなった。

位置図

左岸②



詳細位置図



調査写真

事前調査



T.P.+3.6



T.P.+2.8



T.P.+1.0

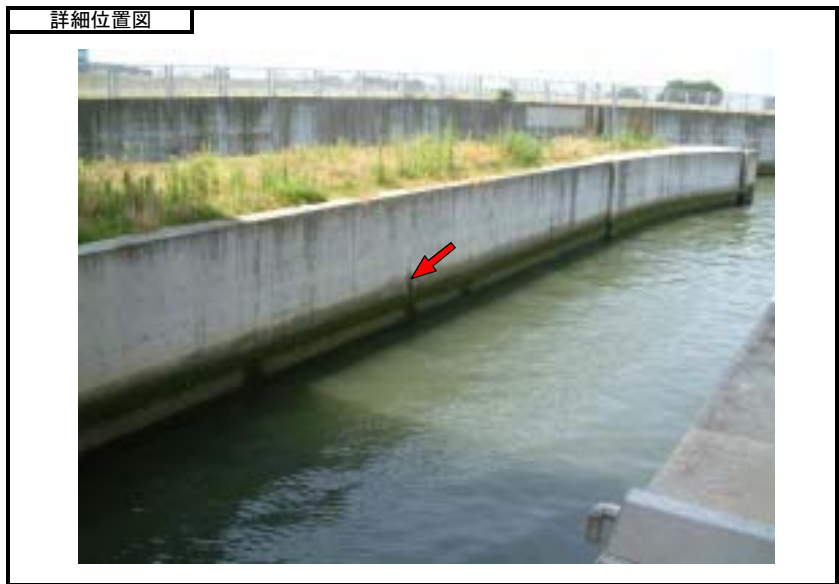
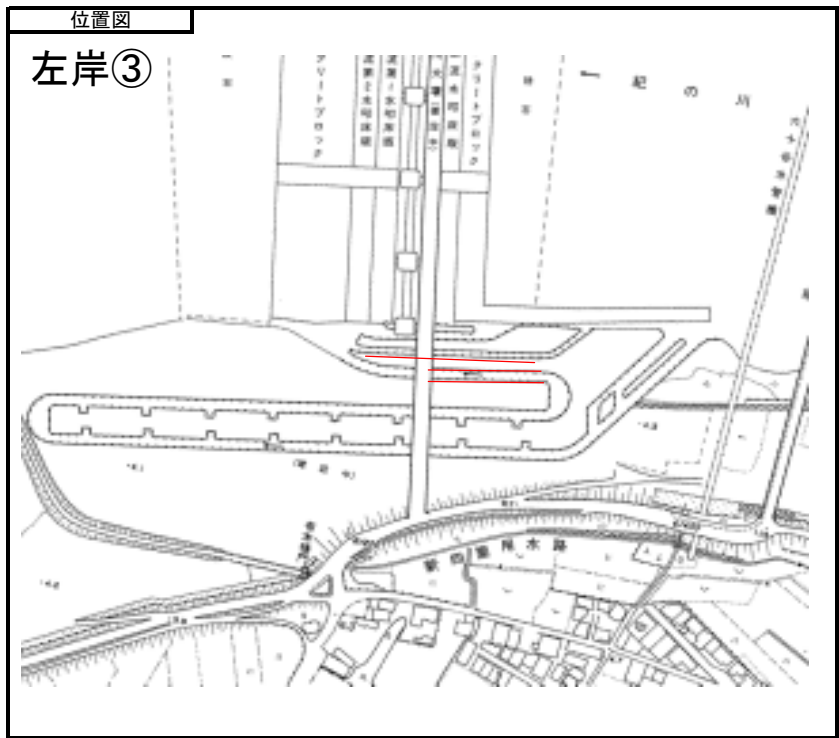


事前調査所見

○監視装置コンクリート基礎部全周と地盤の間に30mmの隙間。周辺に地盤沈下等の兆候は見られない。

項目	事前調査		2回目		3回目		4回目		初期値との差
調査日・時間	5月28日	15:50	6月8日	11:15	6月12日	14:50	6月14日	11:30	
水位(上流・下流)									
潮位									
沈下	w=30mm		w=30mm		w=30mm		w=30mm		なし

※変位、異常は見られなかった。



調査写真

事前調査

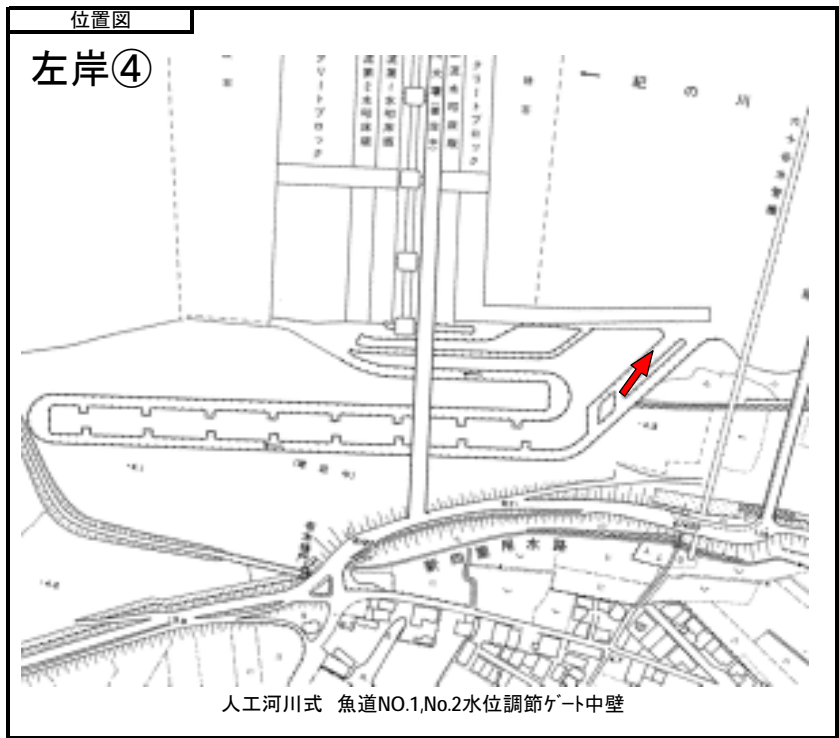
事前調査

事前調査所見

○鉛直方向にひび割れがある。

項目	事前調査		2回目	3回目	4回目	初期値との差
調査日・時間	6月2日	10:30	6月8日	6月12日	6月14日 11:30	
水位(上流・下流)						
潮位						
ひびわれ	あり		漏水	漏水	漏水	漏水増加
セパレータ孔漏水	なし		なし	あり	あり	漏水増加

※セパレータを繋ぐ鉛直方向のひび割れから漏水が発生。数量が増加していく。



調査写真

事前調査

事前調査

T.P.+3.6

T.P.+2.8

T.P.+1.0

事前調査所見

○水位調節ゲートNo.1とNo.2中壁にひび割れがある。

項目	事前調査		2回目		3回目		4回目		初期値との差
調査日・時間	6月2日	10:30	6月8日	11:40	6月12日	14:50	6月14日	11:10	
水位(上流・下流)									
潮位									
ひびわれ	あり	開口幅1mm以下	開口幅3mm	開口幅3mm	開口幅3mm	開口幅3mm	開口幅3mm	2mm以上	

※開口幅が2mm以上大きくなった。