

3 ラバーダム（堰）の修繕、曾我谷川と桂川の合流部上流における
ワンドの整備について

3 ラバーダム(堰)の修繕、曾我谷川と桂川の合流部上流でのワンドの整備

アユモドキの生息を恒久的に維持するため、環境保全専門家会議の指導・助言を踏まえ、京都府と亀岡市は、以下の取り組み(出典：基本方針 Ver. 3.1 P54)を行っていくこととしている。

- ・公園エリアにおける共生ゾーンのデザイン
- ・同エリアにおける水田耕作の維持継続
- ・ラバーダム(堰)の修繕(水位管理のしくみ作り)
- ・公園エリア西側農地の保全維持
- ・曾我谷川と桂川の合流部上流でのワンドの整備など越冬地の保全維持・改善、桂川本川及び支川での新たな繁殖場所の創出
- ・アユモドキ保全に係る情報発信及び関係機関・住民協働による保全活動の推進
- ・地元の協力によるラバーダム下流に取り残された産卵期のアユモドキ救出、産卵場所の維持清掃、外来魚駆除など保全活動の実施
- ・公園エリアにおけるアユモドキの生息地等保全地区などの指定に向けた取り組み

本稿では、ラバーダム(堰)の修繕及び曾我谷川と桂川の合流部上流でのワンド整備など越冬地の保全維持・改善についての取り組み状況について、報告する。

3-1 ラバーダム(堰)の修繕

3.1.1 ラバーダム概要

葛原頭首工は、昭和44年(1969年)度に団体営かんがい排水事業で整備されたラバーダムである。

(諸元)

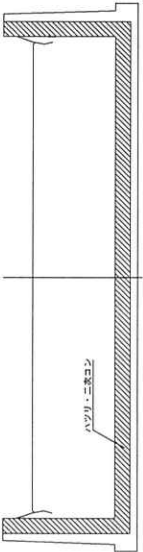
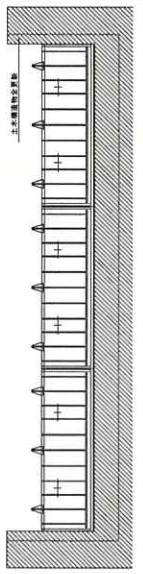
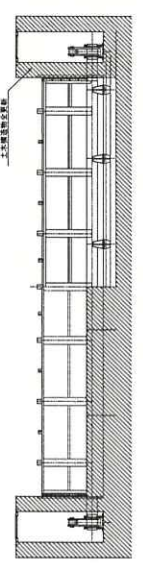
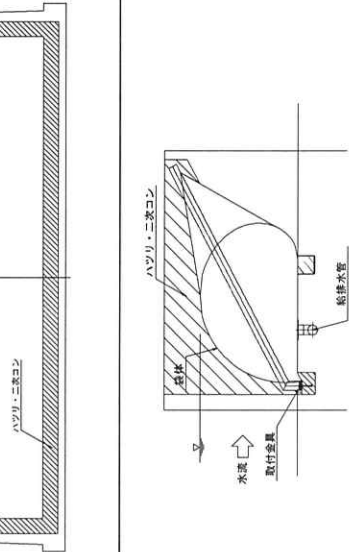
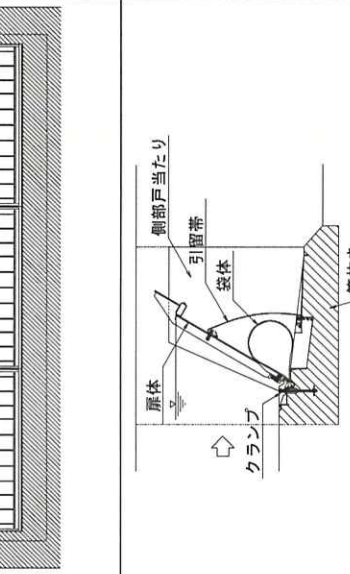
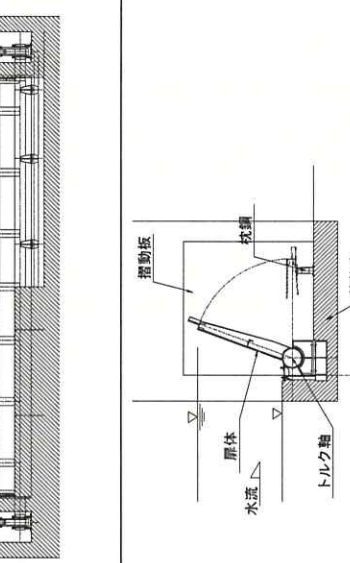
1 構造	ゴム布引製起伏堰(水式)
2 堰高	H=2.2m
3 径間長	W=13.0m
4 膨張(起立)時間	230分以内
5 自動倒伏時間	45分以内

設置から約50年が経過し、老朽化していることから、広域的なアユモドキ生息環境の改善の取り組みとして、令和元年10月から修繕工事を実施することとしている。

3.1.2 ラバーダムゲート形式

ラバーダムの構造について、ゴム起伏堰(水式)、(SR堰)鋼製起伏堰、鋼製起伏堰の3案で比較検討を行った結果、現ダムと同じ構造のゴム起伏堰(水式)により修繕を行うこととなった。

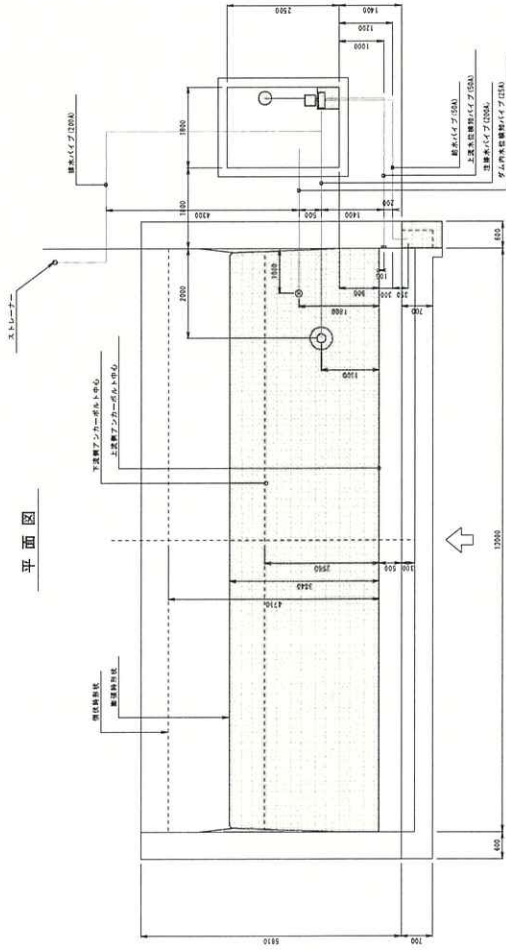
表 3-1-1 ラバードアムゲート形式比較

ゲートの種類	ゴム起伏堰 (水式)	(SR堰) 鋼製起伏堰 (ゴム引布袋体支持式)	鋼製起伏堰 (トルク軸式)
横断面図			
縦断面図			
構造概要	<p>袋体内にポンプにより堰高の1.5倍程度の圧力で水を充填し起立させる。倒伏操作は袋体内の水を排水することにより行われる。増水時には自動倒伏装置 (電気式、機械式) が作動し、袋体の水を自然排水して倒伏させる。</p>	<p>空気圧ユニットから袋体に給気 (空気圧 0.15~0.25Mpa) し、鋼製の扉体を起立させる。増水時には、自動倒伏装置 (電気式、機械式) が作動し、袋体の空気を自然排気して扉体を倒伏させる。</p>	<p>扉体下部のトルク軸端部にあるトルクアームを油圧シリンダーで支持し、油圧シリンダーを伸長させて扉体を起立させる。増水時には、自動倒伏装置 (電気式、機械式) が作動し、油圧シリンダーを収縮させて扉体を倒伏させる。</p>
主要部材と材質	<ul style="list-style-type: none"> ・袋体 : ゴム引布 (合成ゴム+補強繊維) ・取付金具 : 普通鋼+メッキ (または、ステンレス鋼) ・配管 : ステンレス鋼管 	<ul style="list-style-type: none"> ・扉体・固定金具 : ステンレス鋼 (または、普通鋼+塗装) ・袋体・引留帯 : ゴム引布 (合成ゴム+補強繊維) ・配管 : ステンレス鋼管 	<ul style="list-style-type: none"> ・扉体 : 普通鋼+塗装 (または、ステンレス鋼) ・戸当金物 : ステンレス鋼 ・配管 : ステンレス鋼管
基礎構造	<p>既設袋体の取付金具部分を深さ 400mm 程度はつり、コンクリートを打設して復旧することにより袋体の更新が可能。</p>	<p>ゲート設置のための局部落差 0.3~0.5m と必要強度を確保するための厚い底版が必要となり、既設底版は厚みが 600mm と薄いことから、基礎構造物全体を全面更新する必要がある。</p> <p>また、下流の水叩き部の取り壊しも必要となる。</p>	<p>ゲート設置のための局部落差 0.3~1.0m と必要強度を確保するための厚い底版が必要となり、既設底版は厚みが 600mm と薄いことから、基礎構造物全体を全面更新する必要がある。</p> <p>また、下流の水叩き部の取り壊しも必要となる。</p>
環境への影響	<p>最小限の取り壊しと復旧のみであり、既設の基礎部をそのまま利用するため、3案の中でもっともアユモドキ等が生息する河川環境への影響は小さい。</p>	<p>既設の基礎部を取り壊し、新たに基礎を築造する必要があり、仮設を含めると大規模改築となり、濁水・騒音等によりアユモドキ等が生息する河川環境や周辺環境への影響が懸念される。</p>	<p>既設の基礎部を取り壊し、新たに基礎を築造する必要があり、仮設を含めると大規模改築となり、濁水・騒音等によりアユモドキ等が生息する河川環境や周辺環境への影響が懸念される。</p>
総合評価	○	×	×

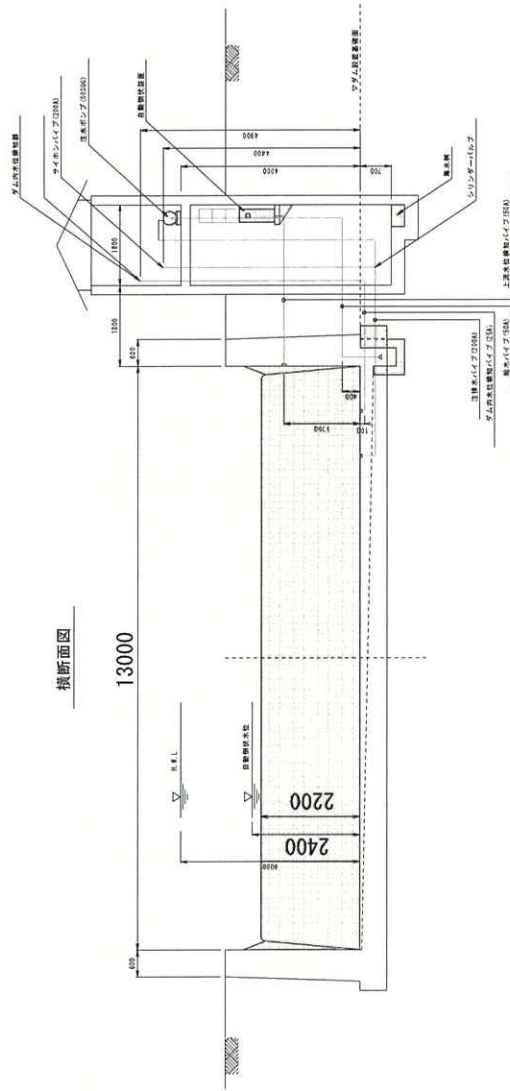
葛原頭首エラバーダム

8-1-50

平面図



横断面図



縦断面図

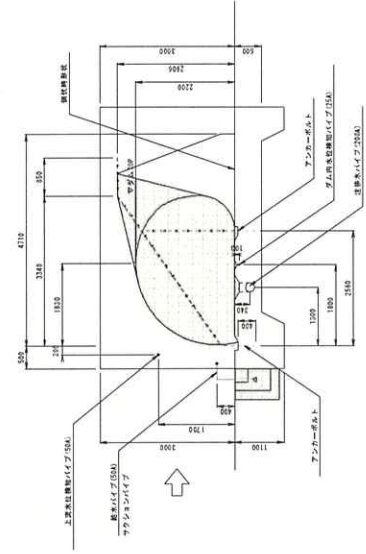
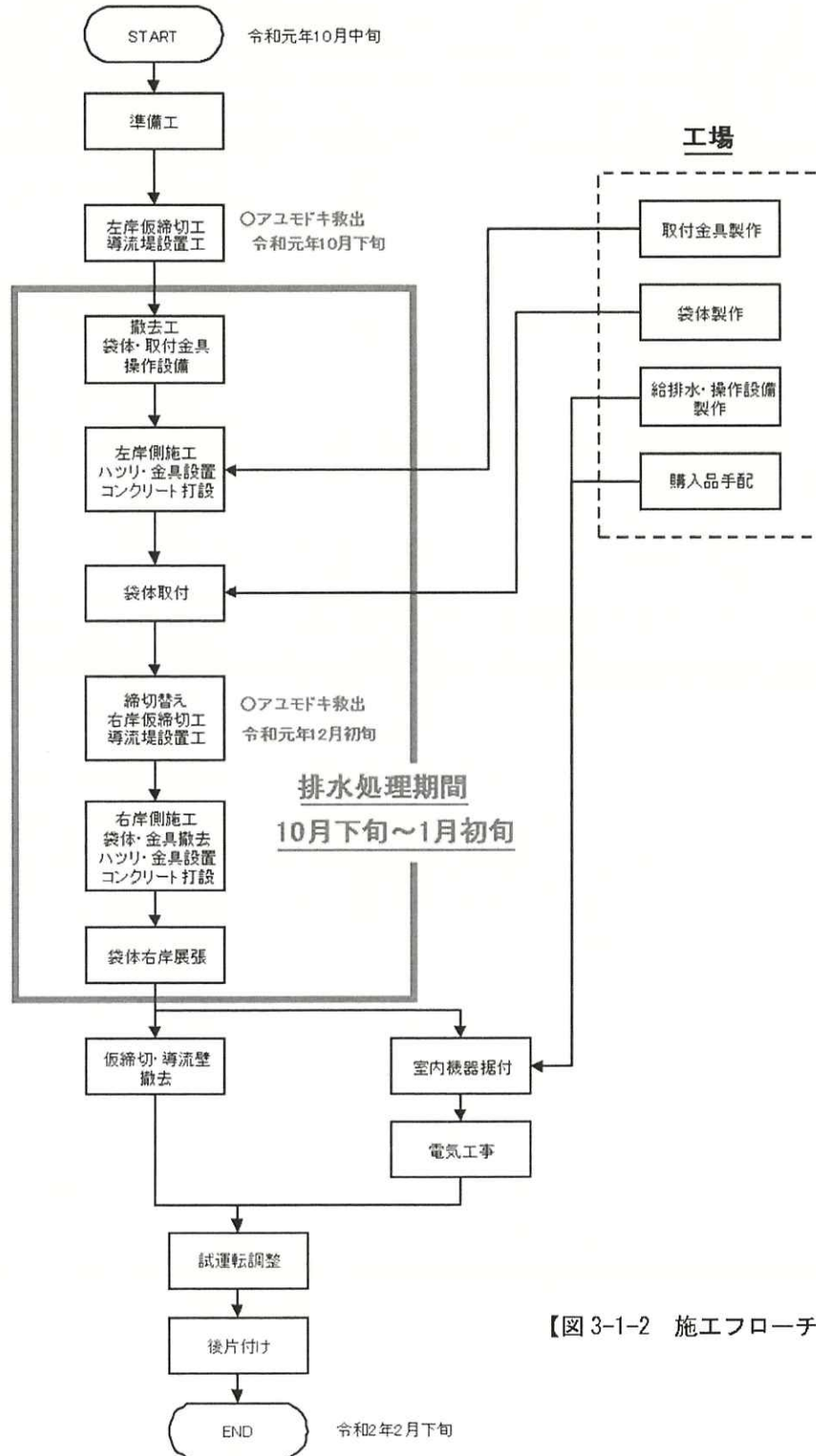


図 3-1-1 葛原頭首エラバーダム一般図

3.1.3 施工箇所アユモドキ救出要領

(1) アユモドキ救出時期

仮締切施工により、施工範囲内が枯渇することから、取り残されたアユモドキの救出を行う必要がある。救出時期については、施工フローチャート図 3-1-2 中に示す。



【図 3-1-2 施工フローチャート】

(2) アユモドキ配慮・救出概要

導流堤設置工、左岸締切工の施工要領を図 3-1-3 に示す。一次締切設置前に導流堤の設置を行うが、導流堤設置箇所はアユモドキの棲家となっている可能性があることから、設置前に該当箇所の調査を行う。アユモドキの棲家であることが確認された場合、その箇所を避ける様に大型土嚢を設置することとする。また、河床を乱さない様、床付けは行わないこととする。

一次締め切りに伴い施工範囲内は減水することとなるが、範囲内にアユモドキ等が取り残されない様、救出して桂川に放流を行う。救出方法、放流地点については専門家の指導に従うものとする。



導流堤～一次締切間
は橋脚がラーメン構
造であるため自由な
遊泳が可能

【写 3-1-1 導流堤設置橋脚部】

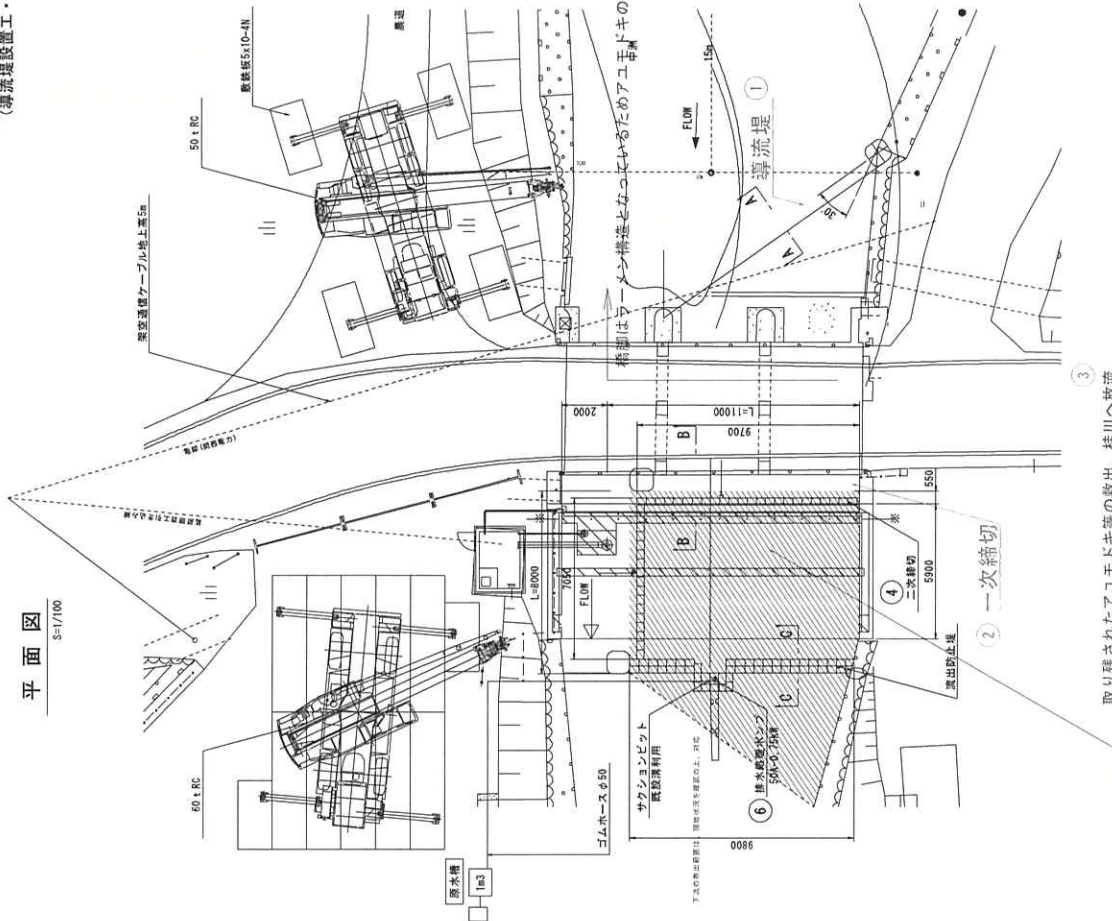


一次締切設置箇所は
コンクリート上とな
る。

【写 3-1-2 一次締切設置箇所】

施工要領
(導流堤設置工・左岸仮締切工)

平面図
S=1/100



取り残されたアユモドキ等の救出、桂川へ放流

施工手順

- ① 導流堤設置
- ② 一次締切設置
- ③ アユモドキ救出
- ④ 二次締切設置
- ⑤ ポンプ排水
- ⑥ 排水処理ポンプ設置

施工時留意事項

① 導流堤設置時

- ・設置個所がアユモドキの棲家となっていないことを確認。
- ・棲家となっている場合は大型土嚢をずらして対応。
- ・河床を乱さない様、床付けは行わない。

② 一次締切設置時

- ・設置個所は上流水叩きコンクリート上とする。
- ・設置時、締切内及び枯渇の恐れのある下流部に取り残されたアユモドキ等を救出し桂川へ放流する。

詳細はラーメン構造となっているためアユモドキの自由な行き来が可能

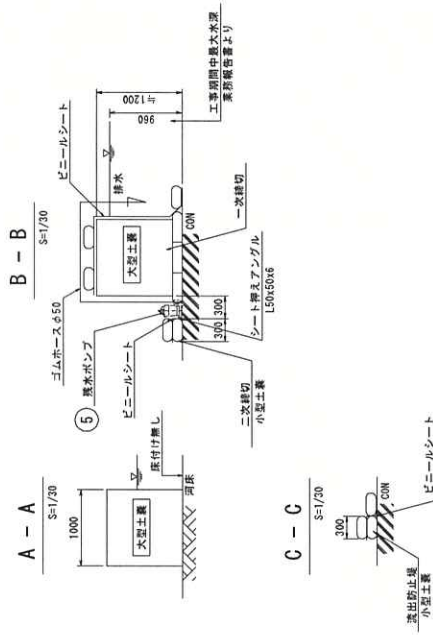


図 3-1-3 導流堤設置工、左岸締切工の施工要領図

3.1.4 工事排水処理要領

(1) 中和前濁水ろ過

排水にハツリスラッジを極力混入させない様、一次締切と二次締切間の排水処理ポンプから汲み上げられた水を濾袋にてろ過し、pH 処理原水槽へ送水する（図 3-1-4 排水処理システム構成図参照）。アユモドキへの影響が不明であるのでろ過にあたり凝集剤等の薬液は使用しない。



【写 3-1-3 排水濾過参考写真】

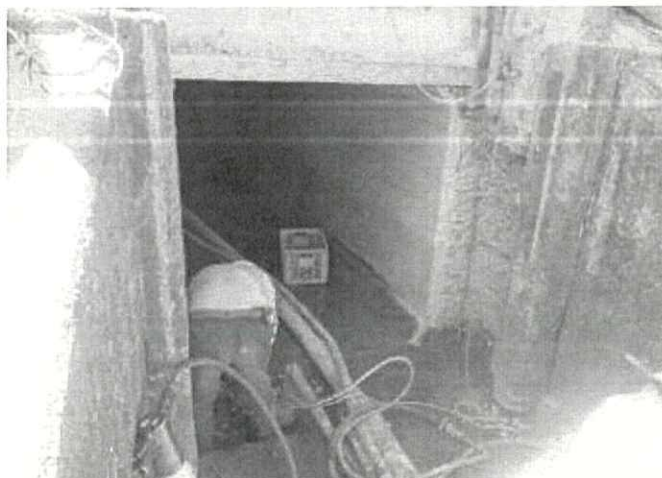
(2) pH 中和処理

1) 中和装置選定

施工箇所内の排水量は、他工事の実績より 100L/min(6m³/h)以内と想定していることから、pH 処理装置は 10m³/h の炭酸ガスタイプの使用を予定している。処理装置のカタログを図 3-1-5 に示す。

2) 同種コンクリート工事における pH の値

対策の参考とするため、同種工事(ハツリ、コンクリート打設)の排水を採水し pH を測定したところ、河川水(原水) pH8 程度に対し、ハツリ時 pH11~12、コア抜き(カッター切断に相当)時 pH9~10、コンクリート打設時 pH10 程度であった。施工、採水、測定状況を写 3-1-4 ~3-1-11 に示す。



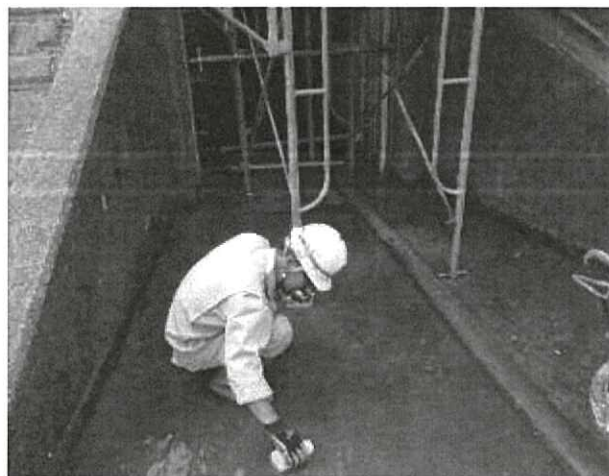
【写 3-1-4 ハツリ状況】



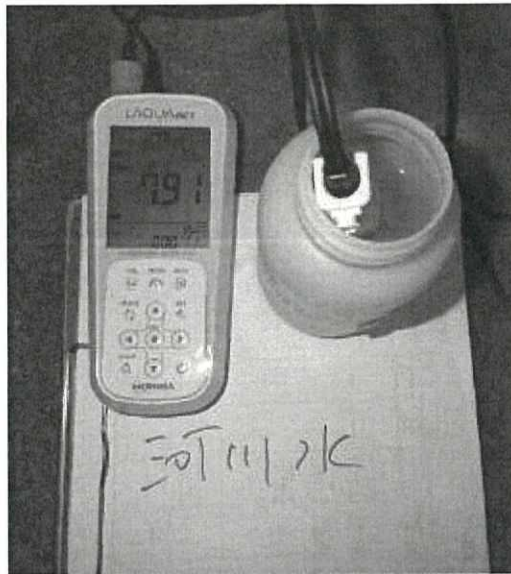
【写 3-1-5 ハツリ時採水状況】



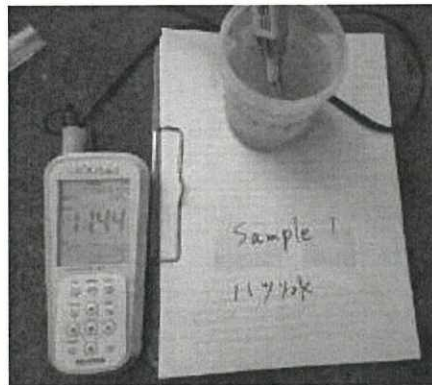
【写 3-1-6 コア抜き時採水状況】



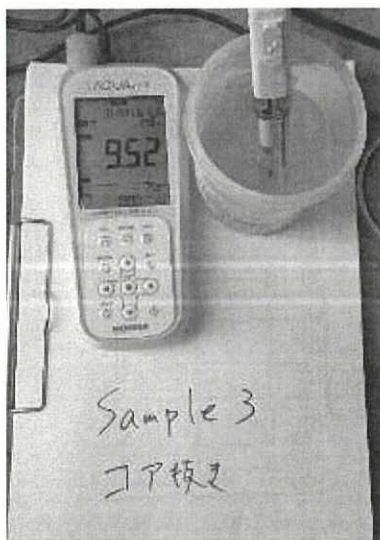
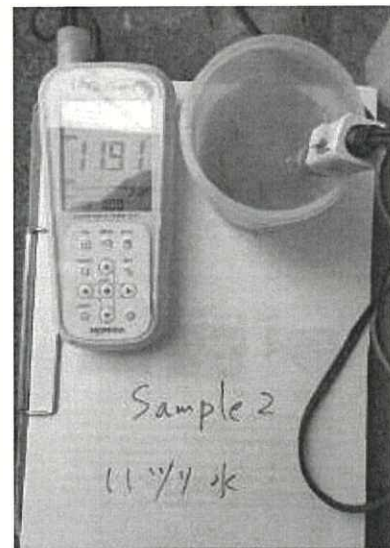
【写 3-1-7 コンクリート打設時採水状況】



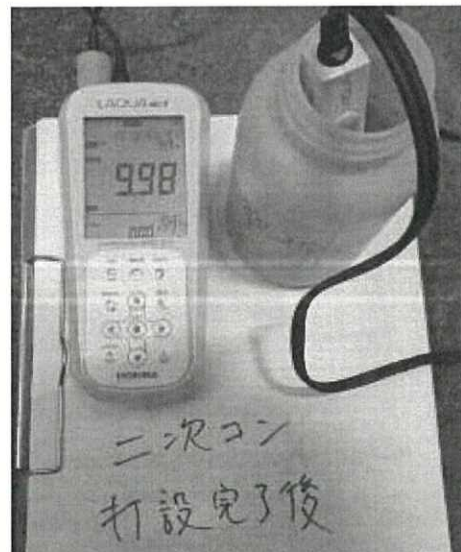
【写 3-1-8 河川水（原水 pH 測定）
pH 7.91



【写 3-1-9 ハツリ水 pH 測定】
pH 11.44、11.91



【写 3-1-10 コア抜き水 pH 測定】
pH 9.52



【写 3-1-11 二次コン打設時 pH 測定】
pH 9.98

3) 炭酸ガス使用量と処理水管理値

非常に差水の少ない状況下の溜まり水から採水したためハツリ時の pH の値が高いが、本工事も同様に差水が少ないと考えられることから、同様に pH の値はおおよそ 9~12 と予想される。

この結果から本工事の炭酸ガス使用量は pH の値を最大の 12 と仮定し、処理量を平均的に 5m³/h と仮定すれば、1 日当たりの消費量は 2.1998kg/h=52.8kg/day となり、排水処理期間は約 80 日であることから、期間中の合計使用量は 4224kg となる。施工時は 30kg ボンベを使用することから、処理できない期間が発生しない様、最低 2 日分のスペア 4 本を常備するものとする。

炭酸ガス使用量 (kg/h)									
単位時間当たりの処理量									理論中和限界12.5
(m ³ /h)	原水pH								
	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12
5	0.0002	0.00067	0.00218	0.00694	0.02198	0.06955	0.21998	0.6955	2.1998
10	0.0004	0.00135	0.00436	0.01387	0.04396	0.1391	0.43996	1.391	4.3996
15	0.00059	0.00202	0.00653	0.02081	0.06593	0.20864	0.65993	2.0864	6.5993
20	0.00079	0.00269	0.00871	0.02774	0.08791	0.27819	0.87991	2.7819	8.7991
25	0.00099	0.00337	0.01089	0.03468	0.10989	0.34774	1.09989	3.4774	10.9989
30	0.00119	0.00404	0.01307	0.04161	0.13187	0.41729	1.31987	4.1729	13.1987
35	0.00139	0.00472	0.01525	0.04855	0.15385	0.48684	1.53985	4.8684	15.3985
40	0.00158	0.00539	0.01742	0.05548	0.17582	0.55638	1.75982	5.5638	17.5982

【表 3-1-2 炭酸ガス使用量参考値】

ガスボンベ集合装置は図 3-1-6 に示す 10 本立ての使用を予定していることから、5 本が無くなった時点で 5 本の炭酸ガス発注を行うものとする。

処理水管理値は水質汚濁法に定める湖沼への排水基準は 5.8~8.6 であるが、スタジアム工事等と同様の 6.7~7.5(水産用水基準値)を目標に装置を調整し中和を行うものとする。

4) コンクリート打設後の pH 確認

コンクリートの養生後、コンクリート表面を洗浄し、pH の値を確認する。基準値内であることを確認した後、締切を解除するものとする。

記号	名称	材質	数量	備考
pH	pH指示調節記録計		1	EFR-3AC
BOX	制御盤	SS400	1	屋外型
P	原水ポンプ	FC200	1	
V	流量調節弁	C3771BE	1	
M	ミキサー	PVC	1	
pHS	pH複合電極	PVCガラス	1	
CHV	逆止弁	BC6	1	
SV1	NO.1ガス電磁弁	C3771BE	1	
SV2	NO.2ガス電磁弁	C3771BE	1	
F	ガス用流量計	PC	1	
PG1	1次側圧力計	C3604BD	1	
PG2	2次側圧力計	C3604BD	1	
FCR	圧力調整器	C3771BE	1	FCR-50N

- = 配線済
- = 未配線
- = 納入範囲内

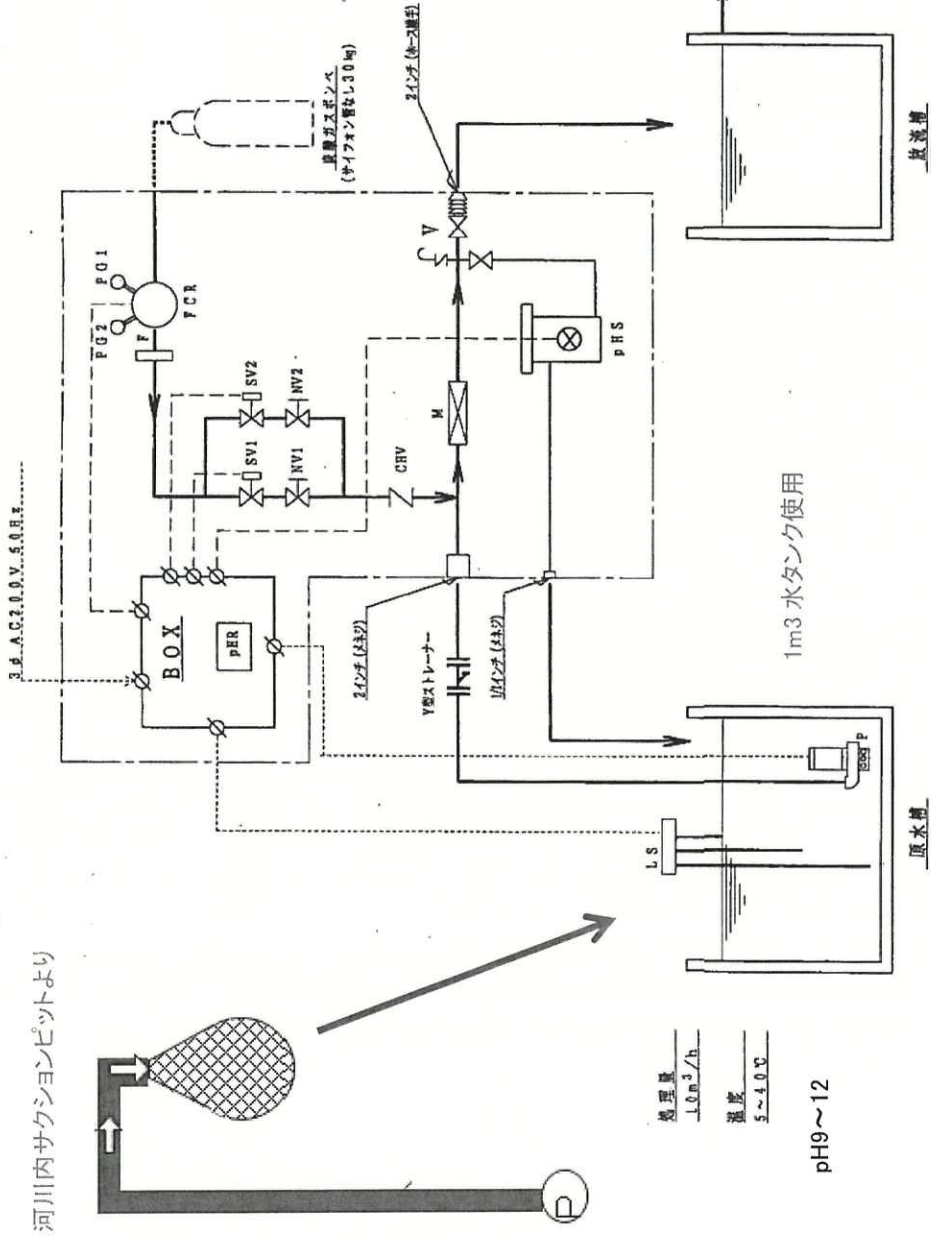
注1) 取込側配管には、Y型ストレーナーを取付けて下さい。

注2) 装置流入槽程は、1.0 m以上として下さい。

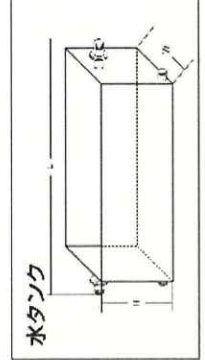
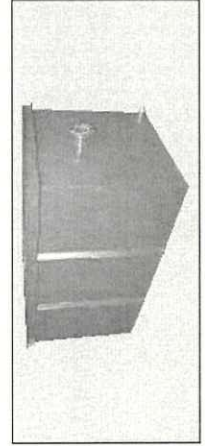
桂川・曾我谷川の合流点(上流側)へ放流
(図 3-1-7 参照)

pH6.7~7.5 で放流

1m3 水タンク使用



1m3 水タンク



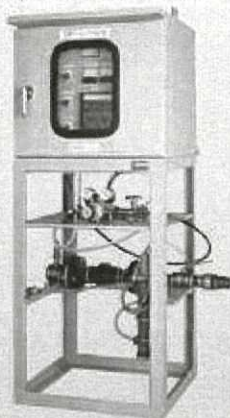
水タンク

【図 3-1-4 排水処理システム構成図】

pH処理装置（炭酸ガスタイプ）

- 世界最小のコンパクト設計で、設置スペースを取りません（ACシリーズのみ）。
- pH記録計を標準装備しています。
- pHの値により炭酸ガス注入弁は順次開閉し、炭酸ガスの消費量を節約できるシステムです（ACシリーズのみ）。

TA3 00010(AC-10)
TA3 00030(AC-30)



TA3 00010(AT-10C)
TA3 00030(AT-30C)



製品コード		TA3 00010		TA3 00030		
呼称	(m³/h)	10		30		
メーカー		富士化学計測	機界製作所	富士化学計測	機界製作所	
型式		AC-10	AT-10C	AC-30	AT-30C	
口径	取水	(吋)	2		3	
		(mm)	50		80	
	排水	(吋)	2	4	3	5
		(mm)	50	100(オーバーフロー)	80	150(オーバーフロー)
中和方式		炭酸ガス(一般管)				
原水 pH		8~11				
処理水 pH		7.0±1.0				
出力	(kW)	0.95	2.1	4.5	4.3	
電圧	(V)	200				
ポンプスタンド		2	4(一併型)	2	10(一併型)	
寸法	全長 L	(mm)	800	1,200	750	1,750
	全幅 W	(mm)	500	740	600	1,140
	全高 H	(mm)	1,500	1,550	1,500	1,750
乾燥質量	(kg)	80	420	180	870	
運搬質量	(kg)	80	820	180	2,330	

⚠️ ご注意

炭酸ガスボンベは30kg入り一般管をご使用ください。
自動水位制御運転用フロートは別途販売となります。

付属品

- ・pH記録紙(10m巻)
- ・校正液セット(pH4、pH7、KCL 各500mL)
- ・ポンペ調用チェーン
- ・ガスホース
- ・ポンペ開閉ハンドル(スリナ式)
- ・ピーカー500mL×2
- ・ミニドライバ

【図 3-1-5 pH処理装置カタログ】



【図 3-1-7 処理水放流要領図】

(3) 排水による桂川への影響

中和処理を行った排水の影響を確認するため、工事期間中における桂川の流量と排水量の比較を行った。桂川の流量は、合流点下流にある保津橋観測所の水位から流量を算定した。5ヶ年分の水位と流量は、下記のとおりである。

10月～3月の流量は、3.9～5.3m³/sとなっている。

	10	11	12	1	2	3
2014年度	-0.30	-0.29	-0.31	-0.20	-0.05	-0.15
2015年度	-0.42	-0.40	-0.40	-0.41	-0.29	-0.32
2016年度	-0.41	-0.50	-0.38	-0.41	-0.16	-0.25
2017年度	-0.43	-0.46	-0.53	-0.45	-0.53	-0.32
2018年度	-0.50	-0.54	-0.56	-0.53	-0.53	-0.52
5ヶ年最低水位(m)	-0.50	-0.54	-0.56	-0.53	-0.53	-0.52
桂川流量(m ³ /s)	5.3	4.3	3.9	4.0	4.0	4.0

【表 3-1-3 工事期間中の桂川水位及び流量】

工事による排水量は、0.0016m³/s であることから、桂川流量の最低値(12月)の3.9m³/sと比較した場合、以下のようになる。

$$\bigcirc \text{ 流量比 } \quad \text{桂川流量} \quad 2438 : 1 \quad \text{排水量}$$

$$\quad \quad \quad (3.9\text{m}^3/\text{s}) \quad \quad \quad (0.0016\text{m}^3/\text{s})$$

排水量は、桂川流量の 0.04%である。

また、処理水の上限值である7.5を放流した場合、桂川のpHの値を計算したところ、以下のとおりとなる。

河川水pH	工事排水pH	混合水pH
3.900 _{リットル}	1.6 _{リットル}	
6.0	7.5	6.005
7.0	7.5	7.000
8.0	7.5	8.000

※河川水のpHは、仮定

※計算は、「汚水・排水処理の知識と技術」オーム社出版 三好康彦著を参照