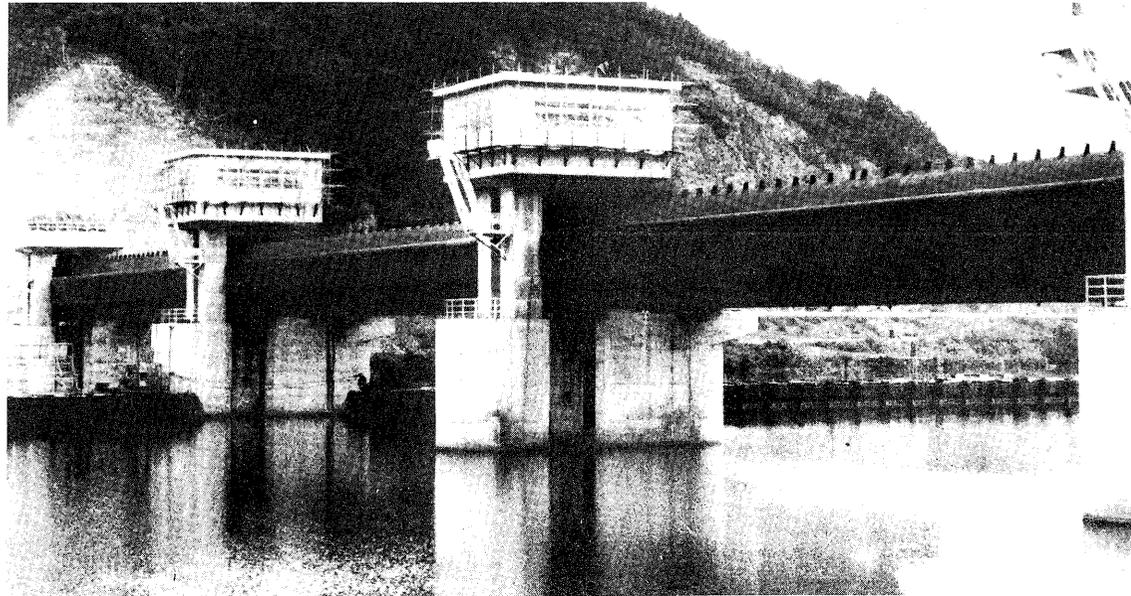
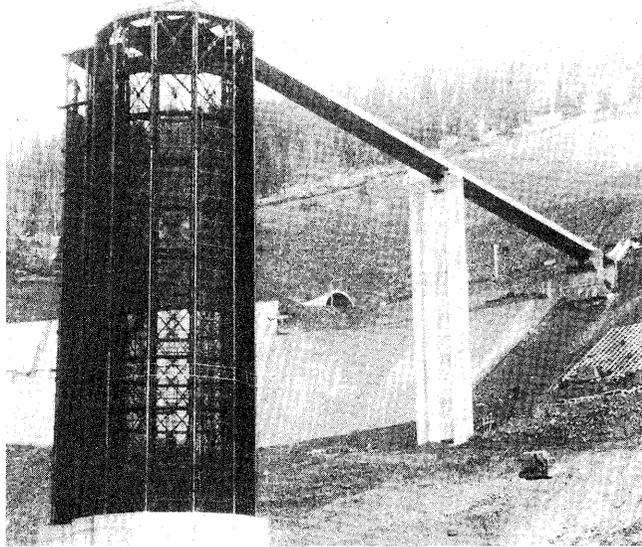


三菱の水門扉

かんがい用水・水道用水を合理的に配分し、同時に発電も行うなど、ダムは治水と電力確保に大きな役割を果たしています。三菱重工では、治水のためのダムゲートをはじめとする各種装置を製作し、その豊富な実績は、国内はもとより海外でも、高い評価を得ています。



三菱重工業株式会社

本社鉄構装置部 水門、鉄管課 東京都千代田区丸の内2の5の1 〒100 ☎(03)212-3111
支社 ☎大阪(06)346-1231 名古屋(052)562-2162 九州(092)441-3748
北海道(011)261-1541 中国(082)248-5171 東北(0222)64-1811



水門鉄管

1986. 3

No. 146

目次

コロンビア河レベルストークプロジェクト (Contract No CR-37) スピルウェイ ラジアルゲートの概要.....	讚岐鉄工株式会社	桑射竹 原手下 伸和	誠夫弘	1
パースカウティ揚水式発電所ゲート設備概要.....	三菱重工業株式会社	原重明 口永田	俊憲敏 蔵明郎	18
電源開発株式会社下郷発電所 放水路内張管およびドラフトゲート.....	石川島播磨重工業株式会社	服部吉博		35
早木戸発電所水圧鉄管及び余水吐鉄管の工事概要.....	株式会社酒井鉄工所	三宅英昭 大山敏		41
ジェットフローゲートの水中放流の減勢特性に関する一考察.....	日立造船株式会社	巻幡敏秋		53
新型シリンダゲートの水理実験.....	株式会社田原製作所	藤田敏郎 小美野貴		64

会報.....	71
名簿.....	73

(表紙写真)

安濃ダムクレストゲート

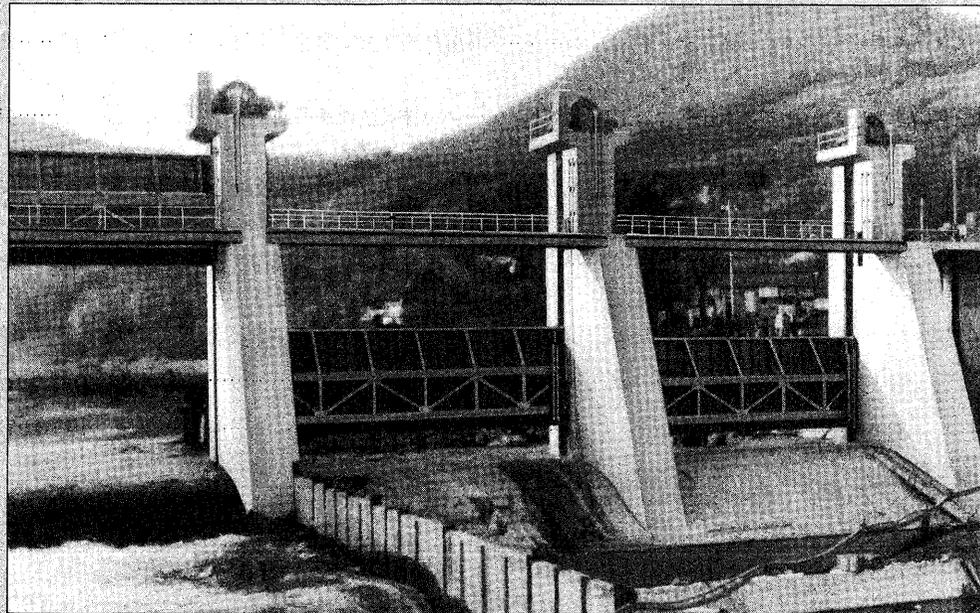
事業主体 東海農政局
型式 ラジアルゲート 3門
(幅7.00m×高さ7.453m×半径8.50m)
製作 三菱重工業株式会社

技術と実績が生む高信頼性!

田原の水門

営業品目

- 各種水門 ●下水処理用機械
- 水圧鉄管 / 設計・製作・据付



北海道電力株式会社殿
瀬戸瀬発電所 / 湧別ダム、洪水吐制水門

株式会社 田原製作所

本社 〒136 東京都江東区亀戸 9 丁目34番11号
電話 東京(03)637-2211(大代表)
ファックス (03)683-7898
営業所 札幌、仙台、山口、福岡

国産最大級の巨大ラジアルゲート 油圧駆動

コロンビア河レベルストロックプロジェクト

(Contract No. CR-37)

スピルウェイ ラジアルゲートの概要

written by Tanaka

讃岐鉄工株式会社

設計部長 桑 原 誠
第一設計課長 射 手 伸 夫
第一設計課 竹 下 和 弘

放流量 4,530m³/s (2門分)

使用材料 表-1参照

表-1

項目	使用箇所	使用材料 規格記号
主 扉 体	スキンプレート	一般構造用圧延鋼材 S M50 B
	構造部	S M50 B
	ボス部	S F55 A ⊗
	スプリングプレート	S U S301-C S P
主 軸 部	主 軸	S U S410 ⊗
	スラストワッシャー	"Lubrite". ASTM B22-913
	軸 受	スフェリカルプレーンベアリング (S K F)
	オイルシール	ガーロック クロツジャーシール
	主軸受ボディー	S M50 B
開閉装置	シリンダーチューブ	A S T M A148 Gr. 105-85
	ピストンロッド	17-4 P H, H1075, B H N340
	ピストン	S F55 A ⊗
	ロッドフランジ	S F55 A ⊗
	クレビス	S F55 A ⊗
戸当り金物	構造部	S M50 B
	水密面	ステンレスクラッド鋼 (S U S304 L, S M50 B)
水密ゴム		天然ゴム60
一次設物	アンカー金物	トランニオンヨーク支持部 ディビダークテンドン (カナダ)

備考 扉体及び戸当りに凍結防止用ヒーティングケーブル使用油圧シリンダーは加温循環油により暖める。

1. ま え が き

カナダ B. C 電力庁 (B. C. Hydro) による REVEL STOKES PROJECT のダム洪水吐用として、ダム右岸側に2門のスピルウェイラジアルゲートが計画され、1983年12月末に工事が完了した。

当社はこのゲートの設計、製作、輸送ならびに現地スーパーバイザー派遣を行ない無事工事を完了したので、その概要をのべる。

2. 放流設備の概要

スピルウェイ放流設備としては、高圧ラジアルタイプの常用調整吐2門、非常用余水吐としてクレストラジアルゲート2門を設置した。スピルウェイの4門の合計容量は実に6,900m³/secに及ぶカナダ国内でも最大級の能力をもっている。工事範囲は次の通りである。

- ・ラジアルゲート (RADIAL GATE) 2門
- ・ストップログ戸当り金物 (GUIDE FRAME FOR STOPLOG) 2門

3. 設計要目

形式 ラジアルゲート
数量 2門
寸法 純径間13m716 (45'-0")
扉体高18m011 (59'-1")
扉体半径16m459 (54'-0" R)
設計水深 17m401 (57'-1")
水密方式 前面三方水密
支承部基礎材 ディビダーク工法 (ポストテンション方式)
操作機構 巻上用シリンダー (2基/1門)
設計圧175kg/cm² (2,500psi)
巻上速度 0.6m/min (2f.p.m.)
操作方式 機側及び遠方操作

4. 構造概要

当社は、詳細設計を行なうにあたり次の点に特に留意した。

—主要構造材は、セクターゲートと同様に C S A 規格お

よびASTM規格による材料指定があったが、材料比較表をつくり、それと同等以上のJIS材料のものを使用することで承認を得る。

—ディビダークテンドン、油圧ユニット、電気品等の購入品は、客先要望もありカナダメーカーのものを使用した。なお油圧シリンダーは当社において設計製作を行なった。

—機械小物部品（特にボルト）は、現地取替が容易なようにユニファイネジを使用するが、交換する必要のないH、TボルトはISO規格のものを使用した。

—油圧配管は、現地据付を容易にするため当社工場で所定寸法に加工したものに防錆処置をほどこし両端キャ

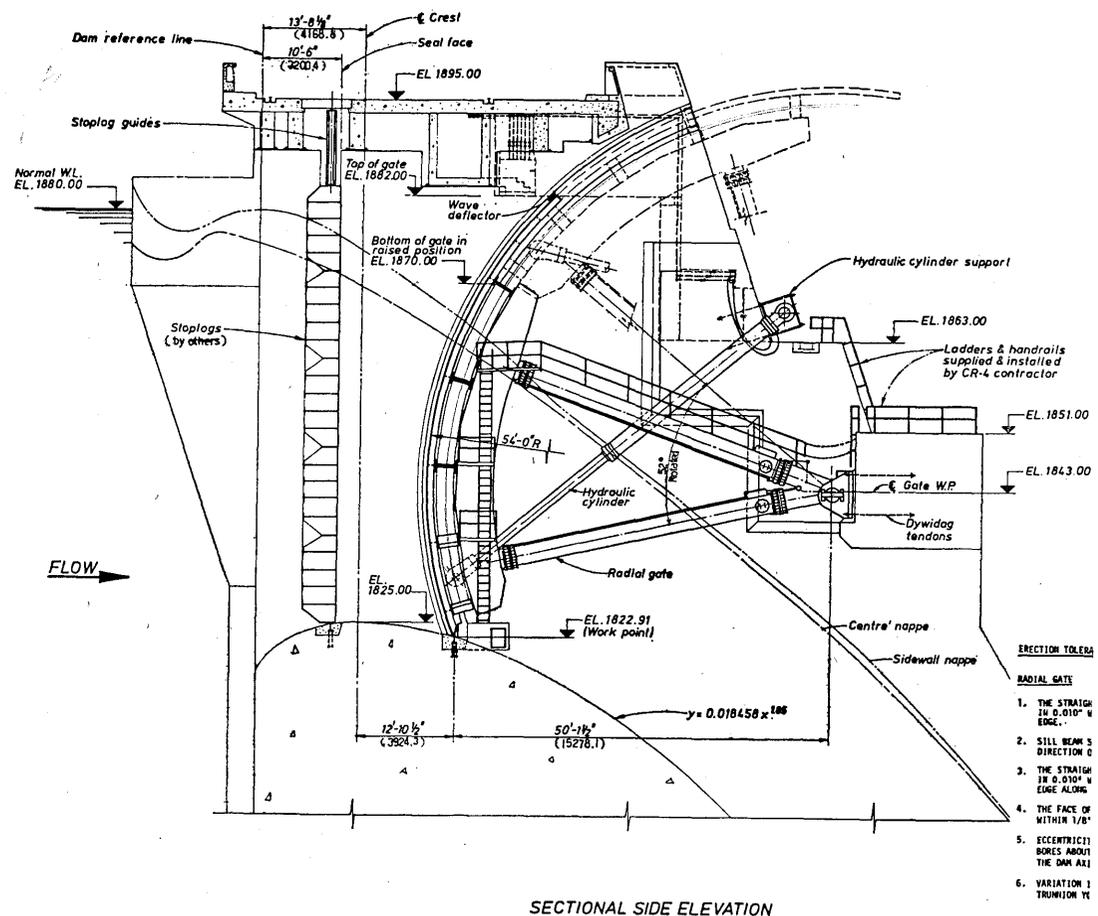
ップして輸送した。

—軸受ベアリングは、カナダ国内での使用実績を考慮して、メリマン社のルーブライトプッシングを使用した。

—使用塗料はセクターゲートと同様にB. C. Hydroの指定により、アマコート社のものを使用した。

・主要部の使用材料は、現地周囲環境が $-30^{\circ}\text{C} \sim +30^{\circ}\text{C}$ と低温地であるためシャルピー値の保証あるSM50Bを使用した。

・ゲートは、充分な耐久性を有し、あらゆる開度において振動を発生することのない安全設計を行なった（図-1）。



- ERECTION TOLERANCE**
- RADIAL GATE**
1. THE STRAIGHT IN DIRECTION OF FLOW
 2. THE STRAIGHT IN DIRECTION OF FLOW
 3. THE STRAIGHT IN DIRECTION OF FLOW
 4. THE FACE OF WITHIN 1/8"
 5. ECCENTRICITY BORES ABOUT THE DAM AXI
 6. VARIATION IN TRONIMON YE

- STOPLOG**
1. VERTICAL F
 2. STRAIGHTNESS ROLLER PATH WITH A 6 FT
 3. SILL BEAM LENGTH

・本ゲートは、大型クレストゲートであるため、扉高の高い場合に有利な横主桁縦連続ばり方式の構造である。扉体は、垂直4分割とし、（図-2）現地溶接線の施工手順、現場溶接の分野を慎重に決めた。又、扉体上端部にウェーブディフレクターを設けた。巻上荷重軽減のため、スキンプレーットの円弧中心は、扉体の回転中心となる支承部ピン中心に対して上方へ偏心（5"）させた。軸受メタルは、Lubrite ASTM B 22-863 プッシュを使用し、かつ最大面圧は $220\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下に押えた。

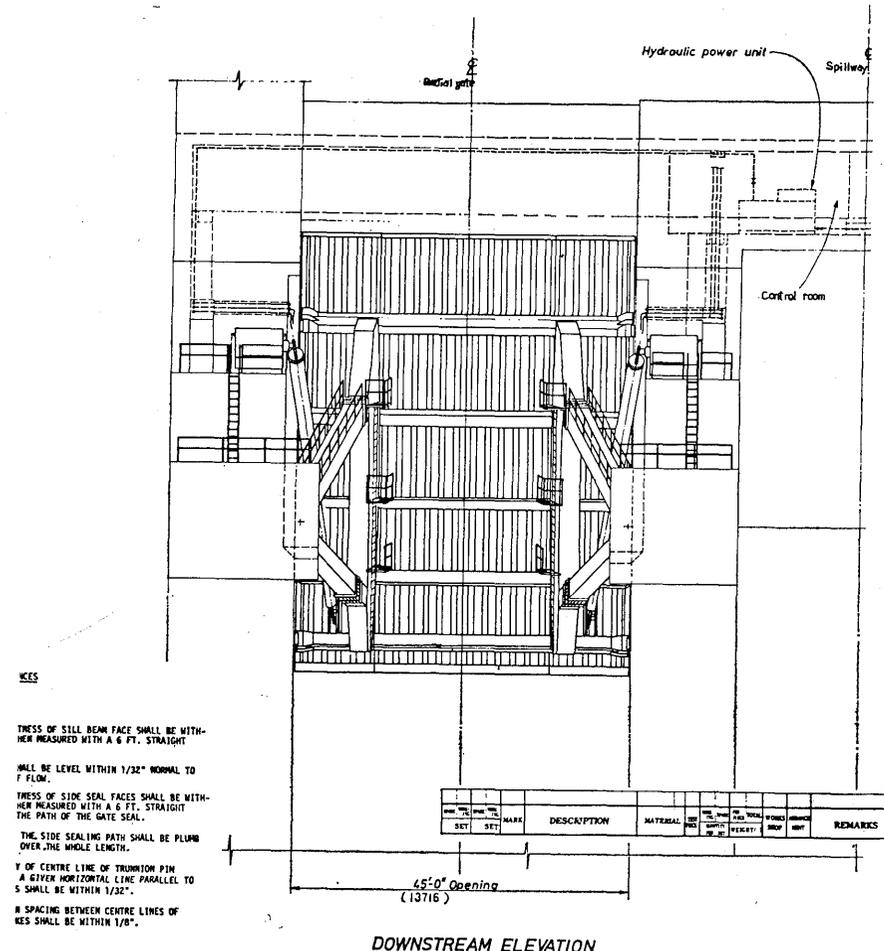
・ゲートには、サイドシューを片側4個配置し、下部に緩衝用ネオプレーンパッドを設けた。

・側部水密ゴムは、フロロカーボン付のL型を使用し調整ブラケットを設けた。また、ゴムはスプリング板により戸当り（クラッド鋼板）面に押付ける方式としパネにはSUS301-CSPを使用した。

・巻上シリンダーは、ゲート1門につき左右2基を連動し各々内径546φ、ストローク6m656の大口径長尺構造とした。当シリンダー両クレビス部には、スフェリカルプレーンベアリング（SKF）を組み込んだ。（図-3）

・戸当り金物及び脚柱部には、凍結防止用ヒーティング機能を設けた。（図-4）

・二基の油圧ユニットは相互に配管を連結し、故障時、



- NOTES**
1. THICKNESS OF SILL BEAM FACE SHALL BE WITHIN MEASURED WITH A 6 FT. STRAIGHT
 2. SHALL BE LEVEL WITHIN 1/32" NORMAL TO F FLOW.
 3. THICKNESS OF SIDE SEAL FACES SHALL BE WITHIN MEASURED WITH A 6 FT. STRAIGHT THE PATH OF THE GATE SEAL.
 4. THE SIDE SEALING PATH SHALL BE PLUMB OVER THE WHOLE LENGTH.
 5. Y OF CENTRE LINE OF TRUNION PIN A GIVEN HORIZONTAL LINE PARALLEL TO S SHALL BE WITHIN 1/32".
 6. SPACING BETWEEN CENTRE LINES OF RES SHALL BE WITHIN 1/8".

- RES SHALL BE PLUMB WITHIN 1/8"
- S OF ALL SEALING FACES, SILL BEAM AND SHALL BE WITHIN 0.010" WHEN MEASURED STRAIGHT EDGE.
- SHALL BE LEVEL WITHIN 1/32" OVER THE FILL.

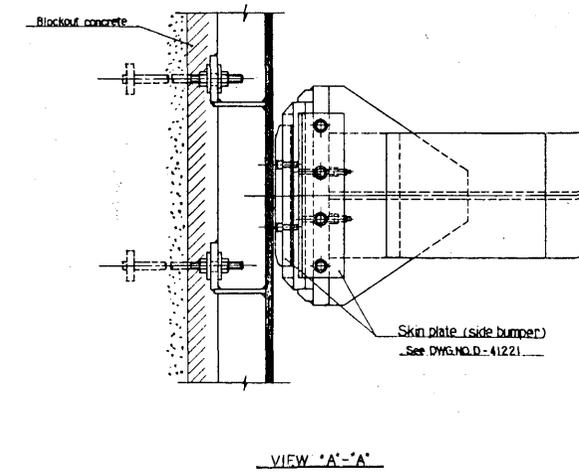
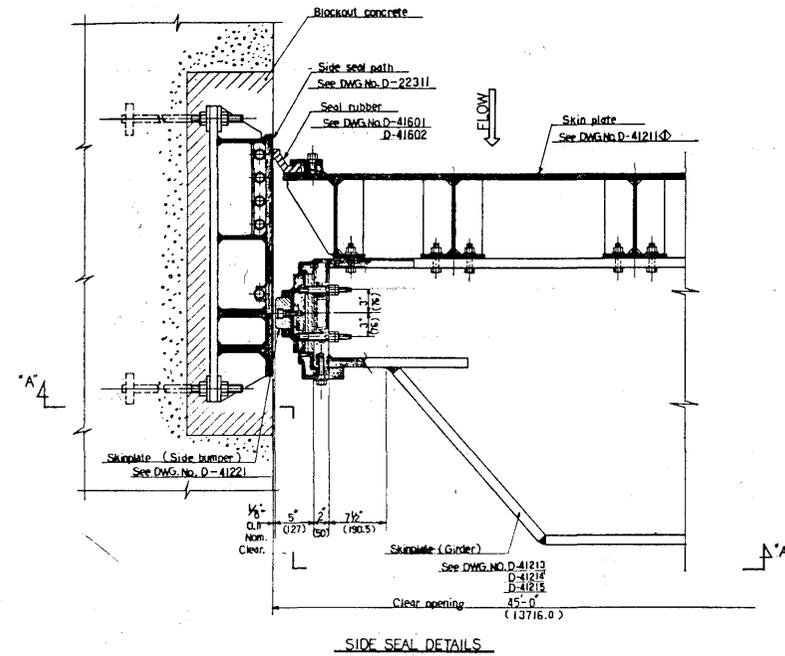
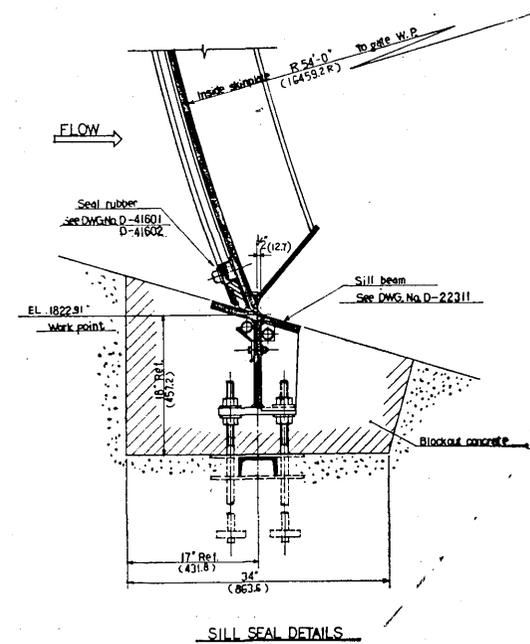
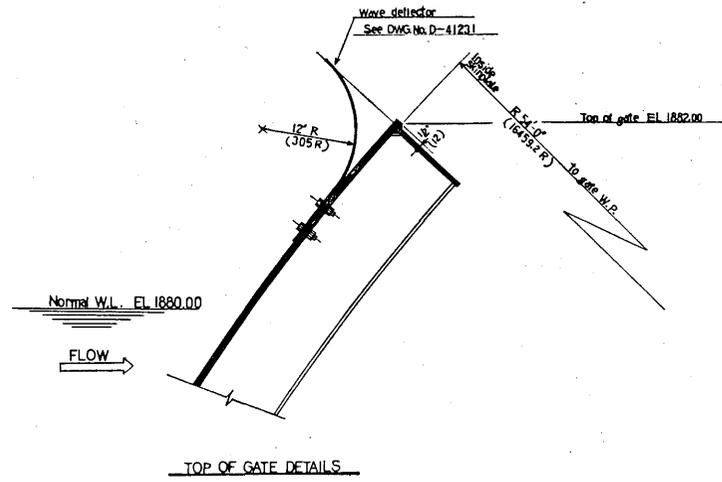
BCH & PA No. 212-M21-WD4065

HYDRAULIC STRUCTURE DESIGNING SECTION COLUMBIA RIVER-REVELSTOKE PROJECT (CONTRACT No. CR-87)

NO.	DATE	DESCRIPTION	MATERIAL	BY	CHECKED	APPROVED	REMARKS
1							
2							
3							
4							
5							
6							

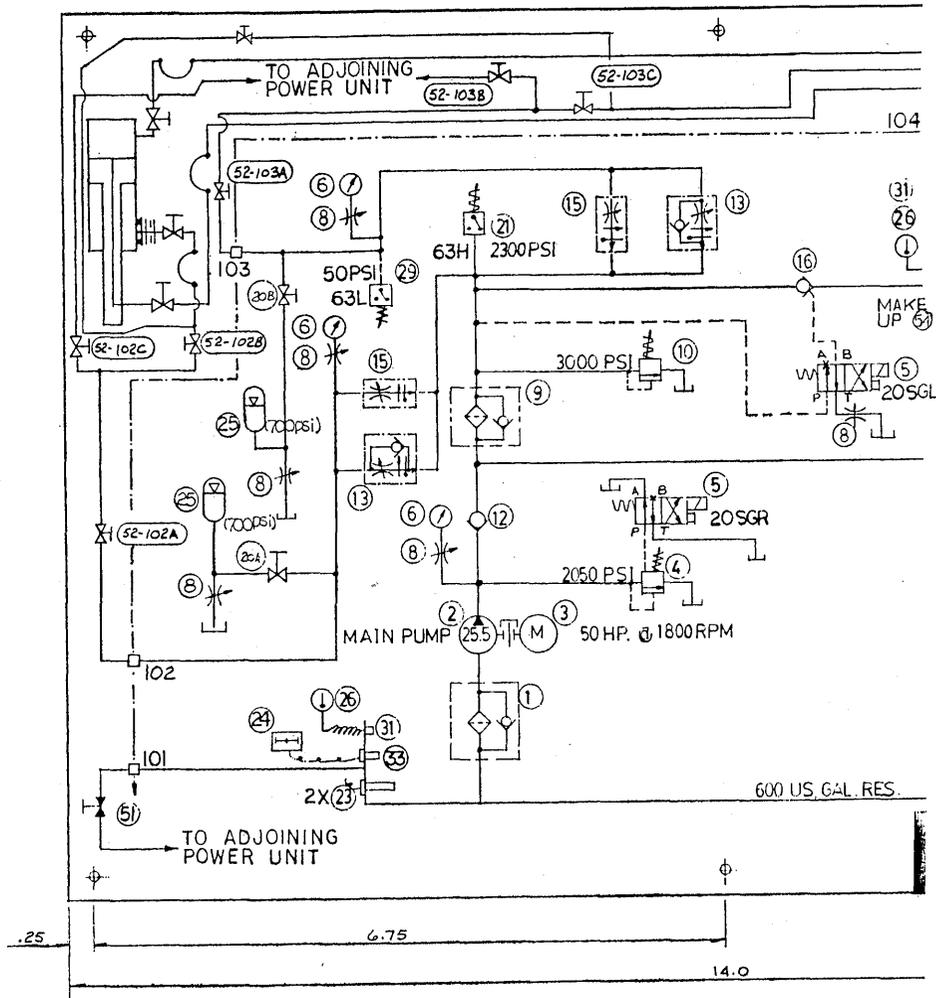
RADIAL GATE - STOPLOG GENERAL ARRANGEMENT

D-10101



NO.	DATE	BY	CHKD.	DESCR.	MATERIAL	QTY.	UNIT	REMARKS

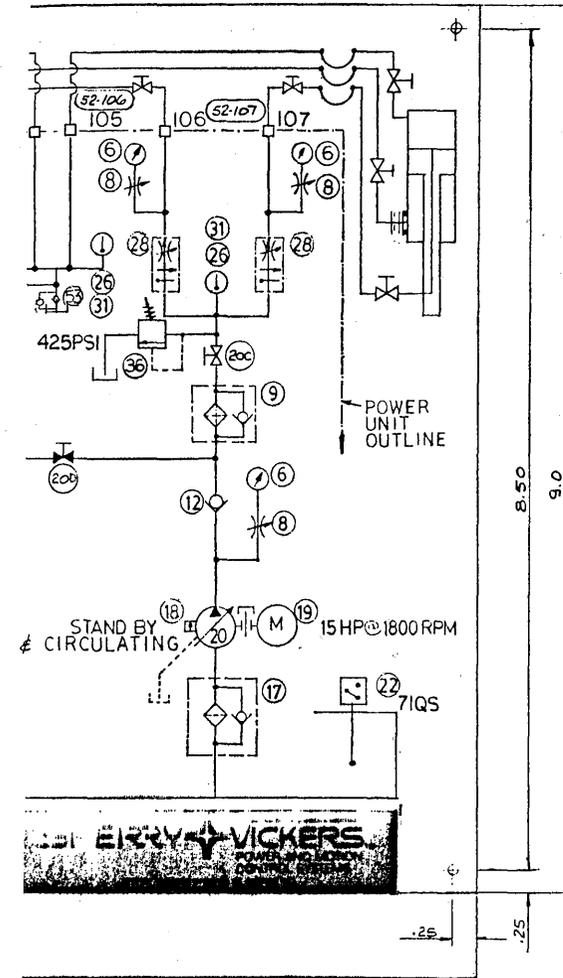
BCH&PA No. 212-M21-WD4101		HYDRAULIC STRUCTURE		COLUMBIA RIVER-REVELSTOKE PROJECT	
DESIGNING SECTION		CONTRACT No. CR 87)		SPILLWAY	
APPROVED		CHECKED		DRAWN	
SCALE 1/2" = 1'-0"		DATE		DRAWING No.	
				D-22201	



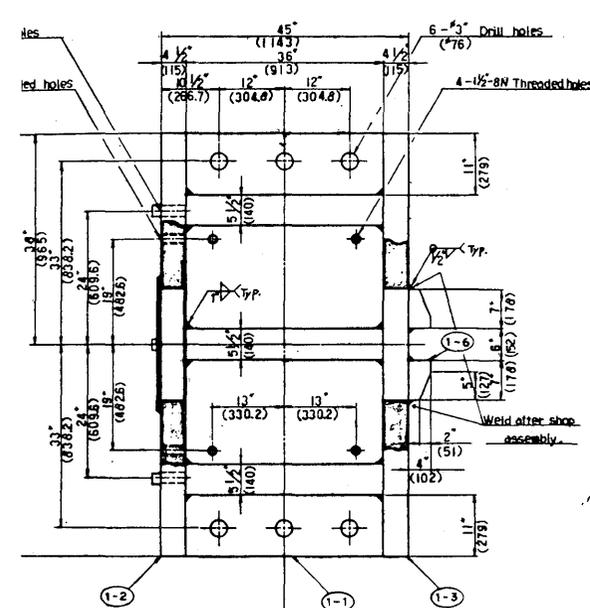
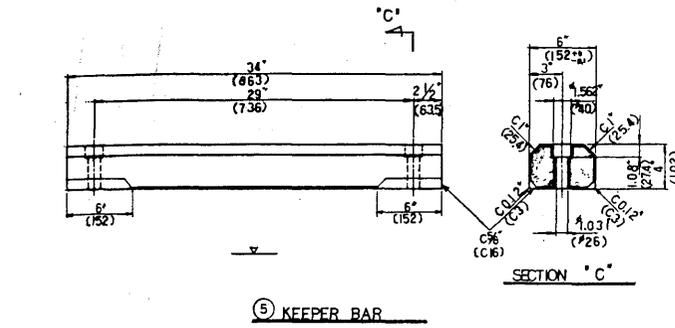
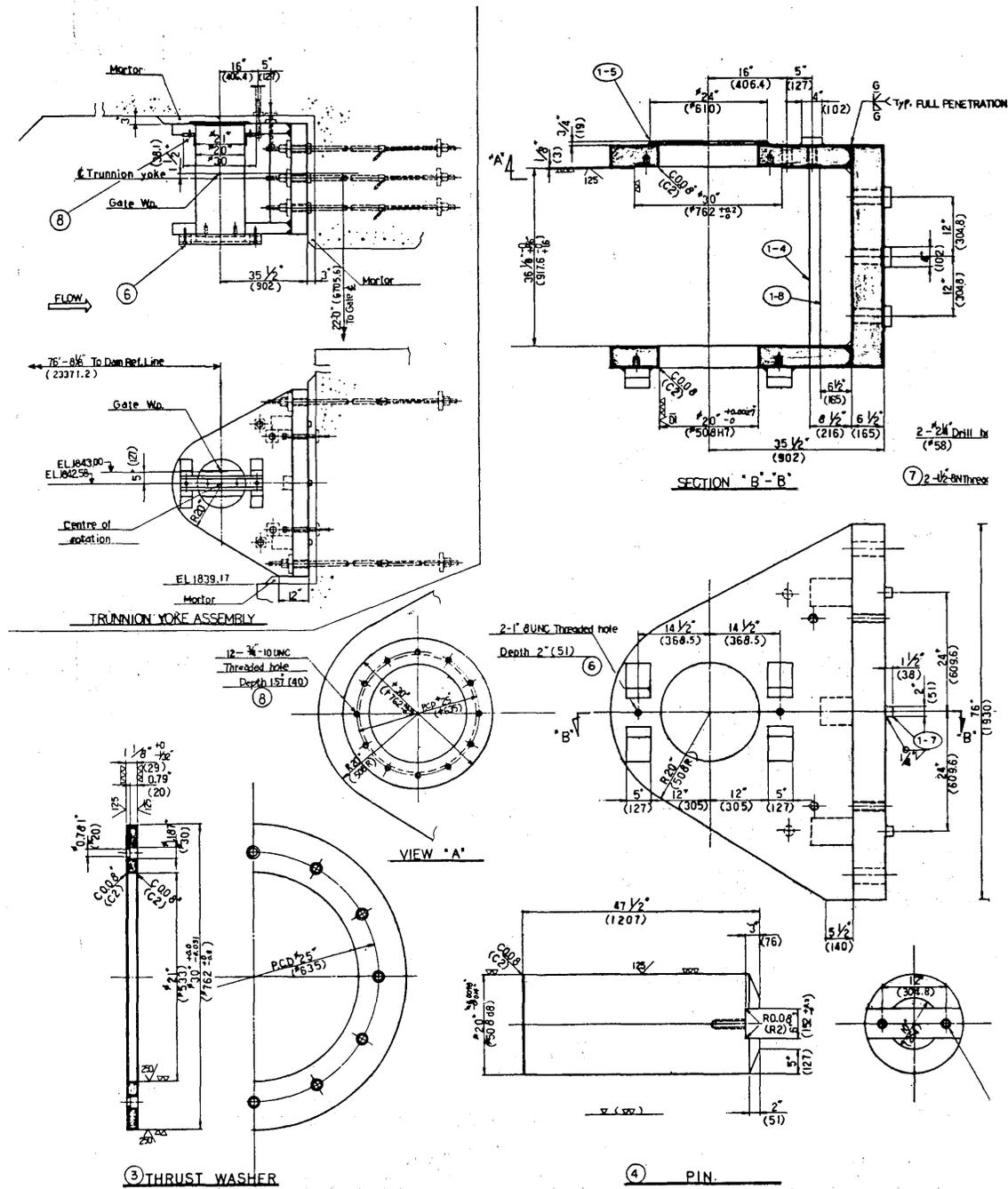
NOTE: MOUNTING HOLES 1/8 DIA. 6 PLACES

EXCEPT FOR MAT'L AS NOTED NAMEPLATE SHALL CONFORM TO CS 1.8.0.1
MAT'L: ALUMINUM .060 THK. 11-H24 OR EQUIVALENT

REVISIONS				
ZONE	LTR	DESCRIPTION	DATE	APPL.
A		REVISED TO SUIT CIRCUIT CHANGE	8/29/82	DC
B		CYL & VALVES ADDED	11/26/82	T.L.
C		ADDED TAG NUMBERS TO ITEMS		
		52 & ITEMS 20 REVISED	11/26/82	AC



G.T. CODE NO.		BCH & PA NO: 212-M21-WC 4144RB		
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED INTERPRET PER VS 1-3-3-1		MODEL	34340-1	
ANGULAR DIMENSIONS ±2°		THIRD ANGLE PROJECTION	REF	
SURFACE ROUGHNESS 3.2 μm(125/1)		DR. M. SPINDR FORM		27.4.82
TOLERANCE ON DECIMALS		CHK		12.7.83
1 PLACE 2 PLACE 3 PLACE		MFG REVIEW		
mm ±0.8 ±0.25 -		HEAT TREATMENT		
INCH ±.03 ±.010 -		T.O. RLSE		
REMOVE BURRS		PROTO RLSE		
BREAK EDGES 0.25mm (.010 in.) MAX.		COATING/PLATING		
ALL TECHNICAL DATA DISCLOSED HEREIN IS THE PROPERTY OF THE SPERRY RAND CORPORATION AND IS NOT TO BE USED FOR MANUFACTURE, PROCUREMENT OR DISCLOSURE TO OTHERS WITHOUT PERMISSION BY THE OWNER.		PROD. RLSE	SCALE NTS	
		MAY 8/82		WT.
		ACT. CALC.		SHEET 6
		TITLE		REV.
		HYD. SCHEMATIC NAMEPLATE		C
		SIZE	CODE IDENT. NO.	DRAWING NO.
		C		TJ-4678



		Opp. Hand (2)		As Shown (1)		15252 AB	
1	1	1	8	5 1/2 x 8/2 x 36"	JIS S45C	365.2	A
12	12	1	7	1 1/2 x 2 x 4"	JIS S41	4.1	-
4	4	1	6	4 x 5 x 7"	JIS S41	122	-
1	1	1	5	2 1/2 x 3/4"	JIS S41	9.6	-
2	2	1	4	5 1/2 x 8 1/2 x 36"	JIS S45C	955	-
1	1	1	3	4 1/2 x 4 1/2 x 76" arr	JIS S45C	3682	-
1	1	1	2	4 1/2 x 4 1/2 x 76" arr	JIS S45C	3682	-
1	1	1	1	1 1/2 x 45 x 76"	JIS S45C	6299.2	A

		T.W. 19552 ABs					
5	48	8	Socket head cap screw	SUS 304	2H	6	D
3	24	7	1/2"-8N Jackscrews	S45C	12	12	D
1	8	6	2"-8N Socket head	SUS 410B	4	104	D
4	5	5	KEEPER BAR	JIS S41	2	144.3	A
8	4	4	PIN	SUS 410B	4	264.3	D
4	3	3	THRUST WASHER	JIS S45C	2	244	D
2	2	2	TRUNNION YOKE		1	15252	A
2	1	1	TRUNNION YOKE		1	15252	A

TRUNNION YOKE
 ① As Shown ----- 2 sets
 ② Opp. Hand ----- 2 sets

②-1 1/2" GUNG Top
 Depth 3" (76)

BCH&PA. No. 212-M21-WD4106		HYDRAULIC STRUCTURE		COLUMBIA RIVER-REVELSTOKE PROJECT	
DESIGNING SECTION		DRAWING SECTION		CONTRACT No. CR 371	
CHECKED: <i>K. Midata</i>		DESIGNED: <i>K. Midata</i>		SPILLWAY - RADIAL GATE	
SCALE 2"=1'-0", 1"=1'-0"		DRAWN: <i>K. Midata</i>		TRUNNION YOKE ASSEMBLY	
DATE: _____		APPROVED: _____		DRAWING No. D-41405	

- 隣接の系統からも操作可能なものとした。(図-5)
- 各支承部とコンクリートとの結合は、デイビダークテンドンを使用した。(図-6)
 - ホイストシリンダーは、長尺ロッドをもつため自重による曲げ及び圧縮にも充分たえるたわみ剛性の大きな構造とした。なお強度検討は ASME SECTION VIII に従った。(図-7)
 - 油圧シリンダー内部には凍結防止を行うためヒーティング回路を設けた。
 - 開度検出は、トラニオン部に振り子式開度計を設け検出することにした。
 - 油圧配管破損時のゲートの急速落下を防ぐため配管途中にオリフィスプレートを設けた。

5. 製 作

5-1
曲げ加工を行なったスキンプレートを、半径に合致する治具台の上におき固定し、これに縦主桁・補助桁をつけ、穴あけ及び溶接を行なった。

5-2
スキンプレートの横桁、縦桁、脚を屋外で地割りに合わせて仮組立てし、トラニオンボスの取付位置を確認後、溶接を行ない焼鈍を実施して残留応力を除去した。両組立て後、スキンプレートの内面を基準にしてトラニオンセンターのマーキングを行ない、中グリ加工をした。

5-3
現地組立て時に工場検査時の精度を確保するため、上下アーム間及び、各左右の縦桁間にはブレーシングをとりつけ現地据付を容易なものにした。(写真-1)



写真-1 工場仮組立 (West ゲート)

5-4
フロロカーボン付側部水密ゴムは片側約20mの長尺となり、ゴムメーカーより当社まで一本物での輸送が困難なため、5分割で当社まで運び、当社の工場で加硫し、一体物とした後、当社の岸壁より他の物品と共に現地へ

輸送した。

6. 据 付

総重量約570 t / 2門 (ストップログ戸当り金物含む) の据付工事である。(写真-2)

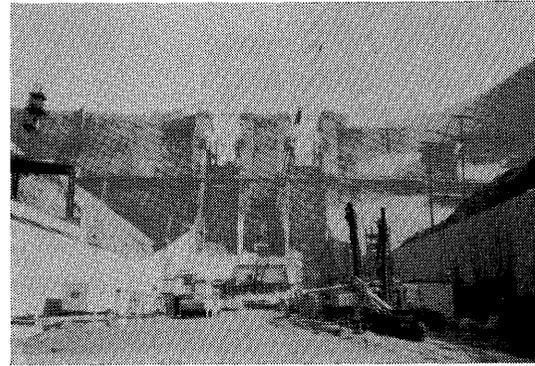


写真-2 スピルウェイ全景

当社のスーパーバイザー派遣は、S58.8月初～S58.12月末に及んだ。

器材や製品の搬入並びにトラッククレーンの運搬は、ダム堤頂上部のケーブルクレーン (30 ton × 2台) を主として使用し据付を行なった。冬期工事においてはゲート全体をビニールシートでおおいガスバーナーをたき作業性の改善を計るなど苦労も多かった。作業員は、約10名で行ない。下部オリフィス型セクターゲート (高圧ラジアルゲート) の据付と平行して行なった。

洪水吐ゲートと下部セクターゲートの平行作業となったためダム上下を一日に何回も往復することがしばしば生じた。(写真-3)

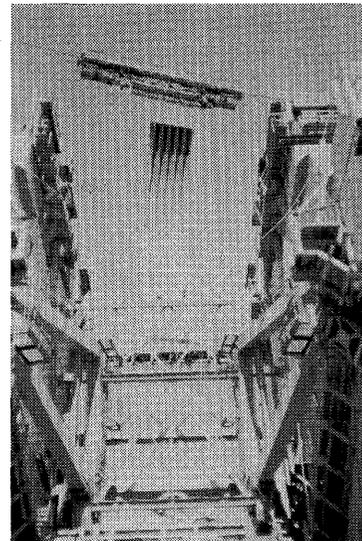


写真-3 現地据付 (West ゲート)

以下、据付概要を示す。

- 戸当り金物据付
箱抜工法を採用し水平4分割で背面に凍結防止用ヒーティングケーブルをつけた。
- 主軸部
トラニオンヨークは片側1 $\frac{3}{8}$ " ϕ デイビダークテンドン6本により固定される、堤体コンクリートを打設硬化後にポータブル油圧ジャッキによりヨーク側から緊張させねじ、ナットで定着する。テンドンはシースの中に挿入しておき緊張後シース内に腐食によるプレストレス低下を防ぐためグラウティングを行なった。
- 脚、縦桁
脚内部にヒーティング回路を取り付け、縦桁と一体物に組み付けたものの中に治具をつけ工場組立て時の芯出し状態を確保し、H.T ボルトによりトラニオン部と結合した。
- 横桁及びブレーシング
順じ、下段より縦桁間にH.T ボルトにより結合した。
- スキンプレートの
H.T ボルトにより結合した 後鉛直方向の現地溶接によるひずみを最小限にいとめるため溶接手順を考慮して施工した。
- 水密ゴム据付
水密ゴムは1体物として輸送しフロロカーボン付のため自重による破断等のないよう現地取扱いを慎重に行ない据付した。
水密ゴム押え金物上につけた調整ブラケットにより水密ゴムの圧着代の調整を行ないスプリングにより強制的に水密ゴムの戸当りクラッド鋼面に押付けた。
- ホイストシリンダー、油圧配管据付
配管はすべて溶接フランジ継手である、材質はS T P G 38を使用している。フラッシングはN A S 10級以内におさめた。
油圧シリンダーの扉体へのつなぎ込みは、油圧ユニットの補助ポンプを使用し、微速調整を行ないながら、実

施した。

- 現地タッチアップ塗装
海上輸送時及びサイトで運搬中のダメージ部の現地タッチアップは保管ヤードで行なってから据付された。現地溶接箇所は、溶接完了後サンドブラストを施行し下塗から上塗まで厳重な検査のもとで行なわれた。
- 試運転調整
サイドシューと側部戸当りとのスキマは製作、据付時の温度差による部材の熱膨張による誤差を考慮し、シム調整を行ない万全を期した。
シリンダーのなじみ運転を行ない各部パッキンの締付調整を行なった。
- 現場検査
1983年10月末湛水時の水密テストおよび半開放流テストにおいて所定の機能を発揮することを確認した。(写真-4)

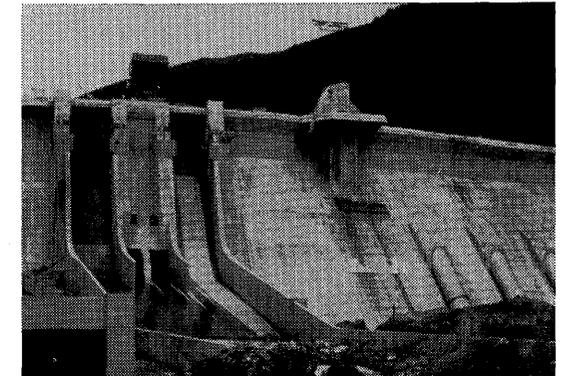


写真-4 スピルウェイ完成

7. あとがき

最後に本工事の施行にあたり B. C. Hydro および、関係各位殿の御指導、御援助に対し、誌上をかりて厚くお礼申し上げます。