

【技術ノート】

柴田屋上津用水堰工事(水門)

Flap-Watergate for Irrigation Purpose at a Point in Oyabe River

上 田 幸 雄 *

Yukio UEDA

藪 勉 **

Tutomu YABU

若 松 力 ***

Chikara WAKAMATSU

1. 工事概要

本件は小矢部川上流河川改修工事に伴い、その工事の一環として、河川水面を堰上げて、農業水路に常時一定の水量を流す新設水門工事である。

工事は本川水面を堰上げる転倒ゲート（フラップゲート）2門と農業水路取水口制水門（スルースゲート）1門、及びスクリーン1連の設計・製作・据付・試運転までの工事である。

工期は昭和58年12月1日着工、昭和59年6月20日竣工であるが、転倒ゲート2門の中、1門は半川締切りの土堤の中で、3月15日に架設を完了しなければならないという工程的に厳しい工事であった。

理由は例年の融雪増水が3日15日頃であり、もし増水すれば、乾水工事現場が浸水する危険があった。

2門の転倒ゲートは、油圧シリンダーで起伏（仰角 0° ～ 60° ）するが、もし管理人不在の場合でも、河川水位が上昇した時には自動的に転倒し、安全に河川水を流下させる機構となっている。

転倒ゲート工事諸元

施工主	； 富山県福野土木事務所殿
受注者	； 川田工業(株)富山本社
工 期	； 昭和58年12月1日～昭和59年6月20日
ゲート形式	； 転倒ゲート
設置門数	； 2門
純径間	； 19.50m
有効高	； 1.40m
設計水位	； 1.70m
操作方式	； 機側押釦及び自動転倒方式
駆動方式	； 電動油圧シリンダー押し上げ式
水密方式	； 前面3方ゴム水密
撓み	； 径間の1/800以下
許容応力	； 水門鉄管技術基準第2章第12条1項
主使用鋼材	； SS41
その他	； ゲート起立角（仰角） 60° ゲート倒伏角（仰角） 0°

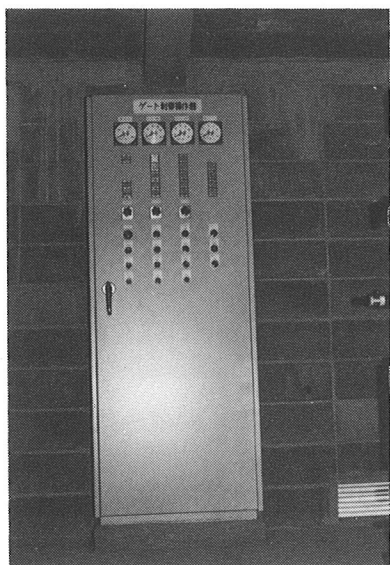


写真-1 機側操作盤

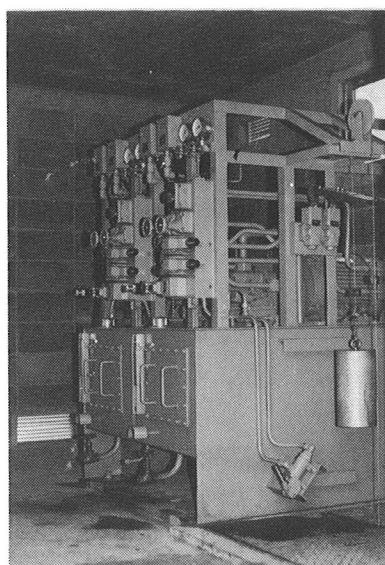


写真-2 油圧ユニット

2. ゲート駆動装置

転倒ゲート1門につき、2基の油圧シリンダーで起伏させる方式である（写真-1、2参照）。従って全部で4基である。今回この種の駆動装置に対して、大巾な改善を行った点は；

- a. 油圧シリンダー支承曲板の剛度を増強し、支承曲板の表面硬度を高くし、更に仕上げ精度を上げた（写真-3参照）。
- b. 油圧ユニットは転倒ゲート2門に対して操作盤からオイルタンクに至る全系統にわたって完全に分離独立した構造とし、オイルタンクの見盛によって転倒ゲートの倒伏角度を読み取る事とした。



写真-3 支承曲板 (SCW49+ステンレス肉盛り)

上記の2点の主眼とする所は今後ユーザに手渡した後のトラブル絶滅を期したものであり、相当な効果が期待されるものと思う。

この点をもう少し説明すると、この転倒ゲートの生命は上記の支承曲板にあるといっても過言ではない。油圧シリンダーのピストンロッドは上下にのみ運動し（写真-4、5参照）、転倒ゲートの本体は支点を中心に $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 回転する。この両者の荷重伝達をスムーズに行うのが油圧シリンダー先端ローラと支承曲板である。

具体的には油圧シリンダー先端ローラと支承曲板の接点が上下運動中常に油圧シリンダーの中心軸線と一致させることにより、油圧シリンダーにスラスト荷重が生じさせない機構とし、油圧シリンダーの保護と滑らかな作動を可能なものとしている。

従来、この支承曲板は鋼板の熱間加工の溶接構造であったが、これを鋳鋼 (SCW49) の一体構造として、剛性を大巾にアップした上で、表面硬度を高めたので、ころがり抵抗が減り耐久性もそれだけ長くなる。表面には

マルテンサイト系ステンレスで肉盛りを行い、機械仕上げで十分な曲面精度を得ている。次に油圧ユニットであるが、長期間使用において一番よく発生するトラブルは作動オイルに混入する不純物であり、このトラブル被害を小さくする事と、トラブル処理を容易にするため、2門の水門のオイル系統を完全に分離した。従来は電動モータ、ポンプ、オイルタンクを共用するのが普通であった。両者は外観上および費用の上でも大差はないようである反面、この改良の効果は大きいようである。

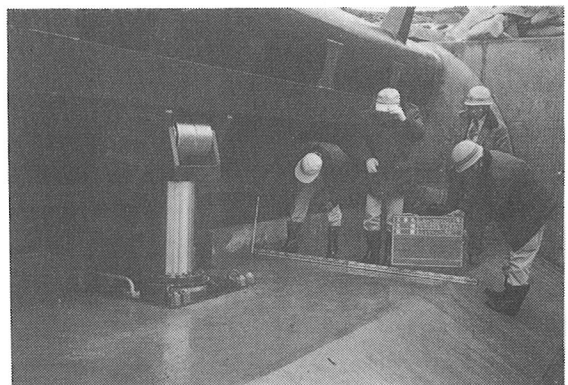


写真-4 油圧シリンダー (現場据付後)

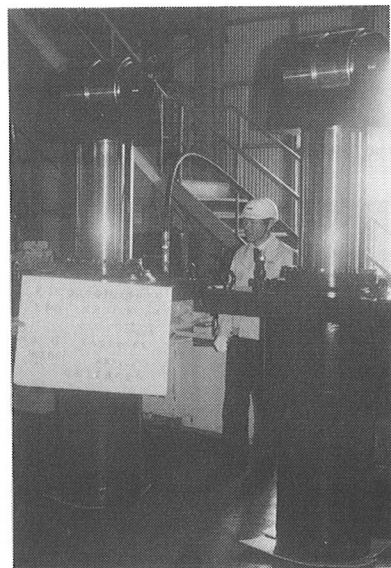


写真-5 油圧シリンダー (工場完成時)

3. 転倒ゲート本体

転倒ゲート本体（写真-6参照）の構造計算は鋼管上主桁、H鋼中主桁、溝形鋼下主桁およびI型断面の横桁

で構成された格子桁構造として変形法により解析した。

今回特に配慮した点は；

- a. 転倒ゲート全体としての曲げ，振れの剛度を大巾にアップした。

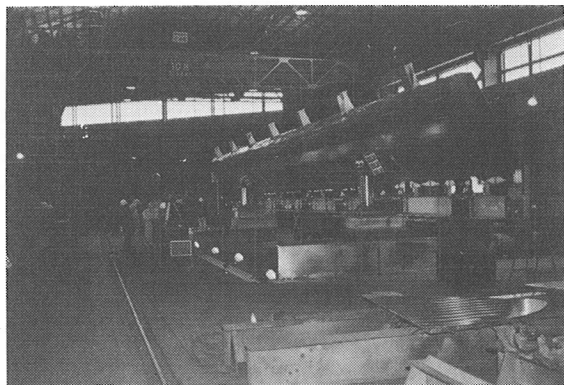


写真-6 転倒ゲート（工場仮組立時）

- b. 転倒ゲート回転支承の個数を増加させて曲げ，振れの剛度をアップした。
 c. 底部水密ゴムの厚みを大きくして，水密ゴムのバックリングに対処した。
 d. 転倒ゲート上面の塗装をFRP（繊維補強した塗膜）を採用し，塗膜を頑強なものとした。

この理由は，2基を1対とした油圧シリンダーの昇降は何ら機械的なコントロールなしで，単に同口径，同長の油圧配管による作動油の供給，排除によって2基が同調するが，もし仮りに2基の間に不同調が発生すれば，直ちに荷重として反映させ，逆にシリンダストロークの同調を呼び起す性質をもたせるものである。

水密ゴムはゲート本体の中で一番消耗が激しいものであり，特に底部ゴムは土砂等の堆積によって内側へバックリングし，損傷され易いものであるので特に配慮した。

本ゲートは常時越流するもので，土砂，浮遊物による塗膜の磨耗が激しいので，特にこのFRP塗装を選定した。

4. 支承曲板の曲線について

この曲線を座標上に作成するには初歩的な繰返し計算を行うのが近道だと思われる。ここでは油圧シリンダーを鉛直に固定し，そのピストンロッドの先端にはローラを取り付けている（図-1参照）と仮定する。ここでは；

- a. 先ず，転倒ゲート完全倒伏状態（図-2参照）から

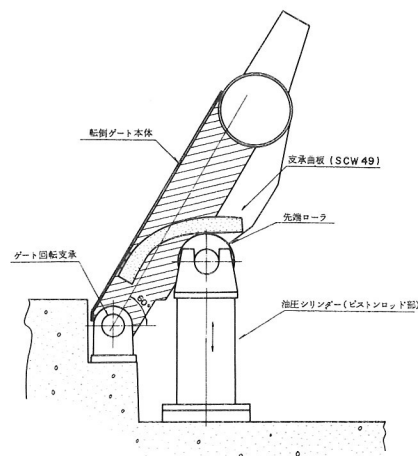


図-1 支承曲板とピストンロッド先端ローラ

スタートする。

この時，ゲート回転中心位高 A ，支承曲板と押し上げローラの接触点位高 B の相対高さ関係は

$$A \leq B$$

でなければならない。（もし $A > B$ なら支承曲板の同一点を B は2回通ることになり，このような曲線は存在しないことになる。）

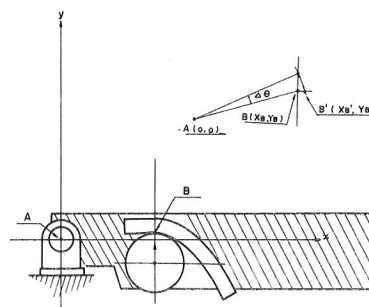


図-2 支承曲板の曲線

- b. 支承曲板の曲線形状は転倒ゲート完全倒伏状態にある時とし，座標原点はゲート回転中心とし，直交 $X-Y$ 座標で描くことにする。
 c. 転倒ゲートが起立方向に $\Delta\theta$ だけ回転した時に，先の B に代って B' がその点を占めるとすれば，この B' ($x_{B'}$, $y_{B'}$) はゲート完全倒伏時の B (x_B , y_B) と相対位置において $y_{B'} = y_B$ とする。

即ち， $\Delta\theta$ を具体的に 1° 又は 0.5° というように数値を用いて，パソコンで繰返し計算することによって求められる。