

長国堰（上部工）の工事報告

井出 久志¹⁾ 森田 武志²⁾

長国堰は、千葉県より平成元年10月に受注し、平成2年6月に工事を完了したフラップ付鋼製ローラゲートである。本ゲートは、農業用水の取水を目的とした堰であり、開閉方式は4モータ4ドラム方式を採用している。本文は工事の概要を報告するものである。

まえがき

長国堰は、住宅宅地関連促進工事として、2級河川小中川（千葉県山武郡大網白里町長国地先）に、農業用水の取水を目的として建設した可動堰である。小中川筋には、同規模の堰が6門計画され、3門が工事を完了している。

当社は、長国堰上部工（フラップ付ローラゲート）を受注し、工事は完了したが、下部工を含めた全体工事が平成3年3月完成予定のため、稼働は4月以降である。

既設の堰は、幅1.0m高さ1.0mの木製スライドゲート（石材製の戸当り・開閉用操作台）が2門である。

近年の宅地開発により、森林の伐採、山の切崩しが小中川上流部で急激に進展し、治水上のコントロールができなくなったので、小中川流域での鉄砲水などによる災害を防止する目的で、川幅の拡幅と既設の堰の改修に伴い、可動堰を設置するものである。



図-1 位置図

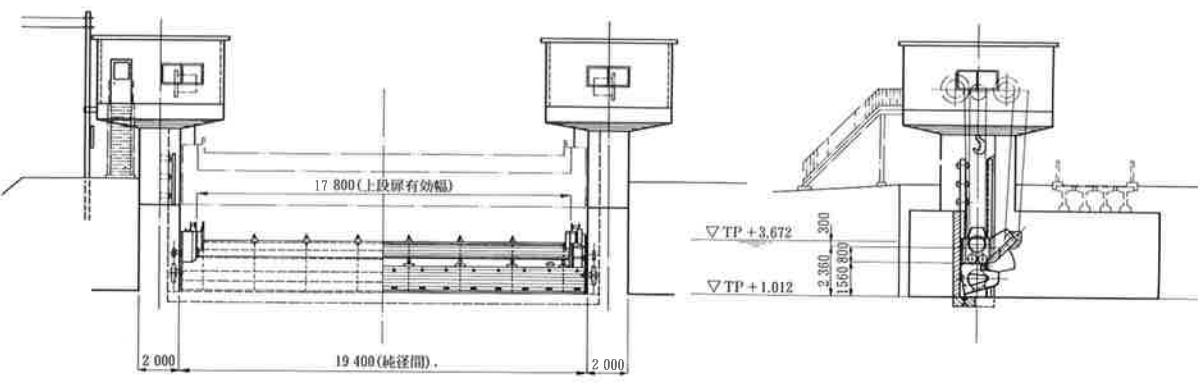


図-2 一般図

1) 大阪工場 水門機械部設計課副課長 2) 大阪工場 水門機械部設計課係長

1. 概 要

長国堰には、上流側河川水位の調節が容易にできるフラップ付ローラゲート形式を採用した。

上段扉（フラップゲート）に作用する全荷重を、下段扉で分担支持するため、扉体構造はねじり剛性の大きい閉断面とし、上段扉は魚腹形構造、下段扉はシェル構造を採用した。

ゲートは、かんがい期（一般に4月から9月までをいう。）にのみ使用し、非かんがい期は使用しないという条件であった。

上段扉の操作は、水位計の信号による自動操作とした。下段扉は人為的に操作する方式とした。

2. 設 計

(1) 設計仕様

形式	フラップ付鋼製ローラゲート
数量	1門
純径間	19.400m
扉高	2.360m 上段扉 0.800m 下段扉 1.560m
設計水深	上流側 2.660m 下流側 0.000m
堆砂高	0.500m
操作水深	上流側 2.660m 下流側 0.000m
地震係数	水平震度 $kh = 0.2$
風荷重	300kgf/m ²
水密方式	前面3方ゴム水密
開閉装置	電動ワイヤロープウインチ方式 (4モータ、4ドラム)
開閉速度	0.3m/min
揚程	4.1m
制御	フラップゲートによる上流側水位 一定制御
操作方式	機側押釦操作およびフラップゲートの自動制御
使用条件	下段扉は常時閉 上段扉は自動制御

(2) 設計条件

鋼	材：河川用ゲート設計指針（案） 鋼製ゲート編による
コンクリート	：支 圧 55 kgf/cm ² せん断 3.6kgf/cm ² 付 着 14 kgf/cm ²

扉体のたわみ度

水平方向、鉛直方向共支点間の1/800以下とする

余 裕 代

鋼 板：接水面につき各1mm
形 鋼：断面性能の80%を有効

最小板厚

スキンプレート：8mm
鋼 板：6mm
形 鋼：5mm

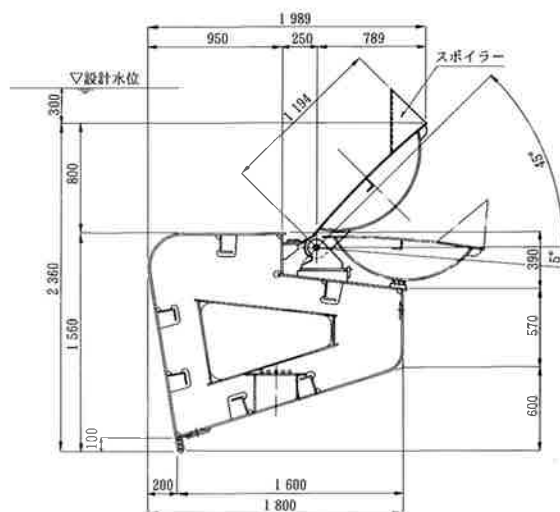


図-3 標準断面図

(3) 扉体の応力解析

フラップ付ローラゲートについては、駒井技報Vol. 8. 1989に多々良川津屋堰について掲載されているので、重複部は省略する。

長国堰では、一般的に行っている手法でシエルの応力解析を行った。薄肉弾性梁の理論解と立体連続梁の理論の応用により応力解析を行い、各部の応力照査を行った。

計算の結果は次に示す通りである。

下段扉のシェルとしての強度

種 別	手 計 算	三次元解析
最大引張応力	769kgf/cm ²	755kgf/cm ²
最大圧縮応力	913kgf/cm ²	872kgf/cm ²
水平方向たわみ	1/1829	1/1822
鉛直方向たわみ	1/1307	1/1451

上段扉の強度

種 別	手 計 算	三次元解析
最大引張応力	225kgf/cm ²	205kgf/cm ²
最大圧縮応力	155kgf/cm ²	155kgf/cm ²
最大せん断応力	144kgf/cm ²	117kgf/cm ²
水平方向たわみ	1/1664	1/1722

(4) 扉体構造の概要

下段扉は外板、水平桁、ダイヤフラム等より構成したシエル構造を採用し、各部材を強度有効部材とした。また、ダイヤフラムのフランジに部分的にスリットをいれた方式を採用することで、溶接性の向上を図った(図-6)。

下段扉の扉体断面形状は、前面板を下流側に傾斜させることにより、操作力の軽減・排砂性の向上を図った。

扉体底部の形状は底部よりの放流を考慮して、下面板は水平に対して約20度の傾斜を設けた。

支承部のローラ配置は、下部主、上部補助方式を採用した。温度差等による扉体の伸縮に対しては、主ローラの両側にディスクスプリングを設けて対処した。サイドローラはスプリング式のものを下段扉の両側上下に合計4個設けた。またスプリングの初期押付け力は、扉体自重の約10%に相当する1600kgfとした。

支承回転部のブッシュには、オイルレスベアリングを使用し、主ローラおよび滑車には集中給油装置(手動式)を設けた。

上段扉は魚腹形のシエル構造とし、下段扉のダイヤフラム上にヒンジを設けた多支点の連続桁でねじりモーメントにより荷重を伝達する方式とした。

上段扉の操作を円滑にするため、下段扉のたわみ量の約80%の逆キャンバーを考慮した(図-7)。

水密方式は、上下段扉とも、前面3方ゴム水密とした。また上段扉の側部Lゴムと角ゴムの接合部には、三角形のゴムを接着し漏水防止を図った(図-8)。

下段扉の扉体は、輸送および現場の搬入路などを考慮して3分割とした。また上段扉は一体構造とした。

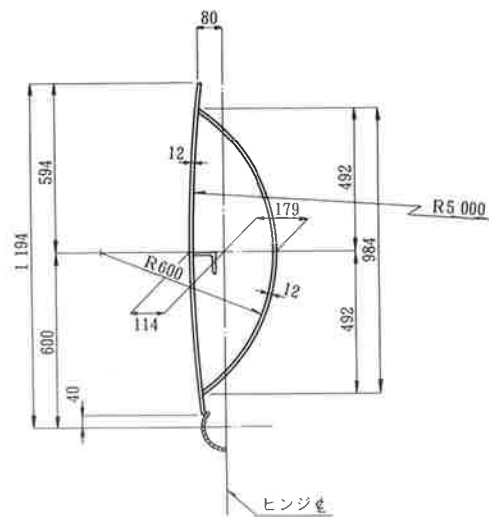


図-5 上段扉断面図

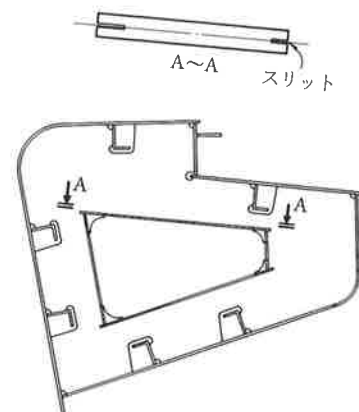


図-6 ダイアフラム

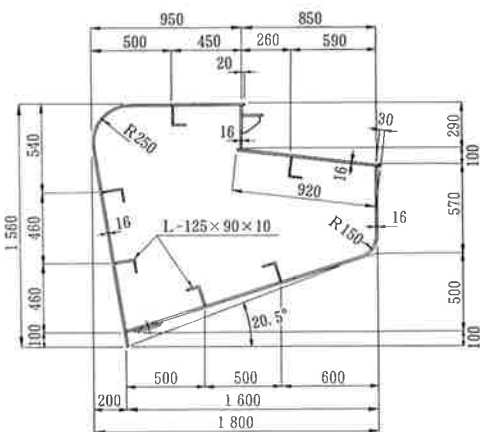


図-4 下段扉断面図

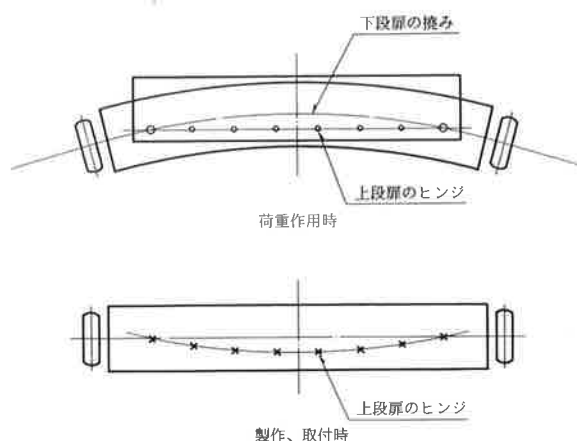


図-7 ヒンジ配置

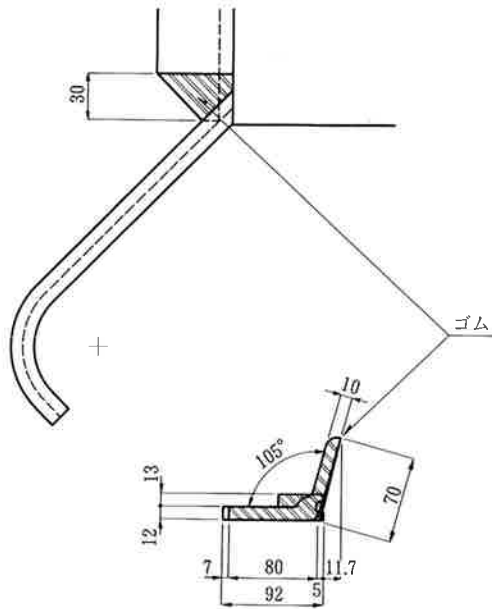


図-8 上段扉側部水密ゴム

(5) 開閉装置の概要

開閉装置は、上、下段扉とも2モータ2ドラム方式で電氣的に4台のモータを同調する方式とした。

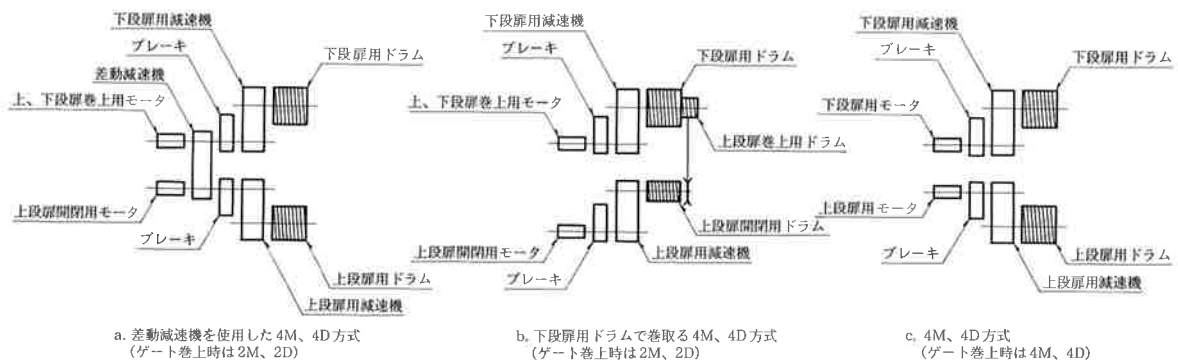
フラップ付ゲートの開閉方式は、図-9に示すような方式があるが、小中川に建設する各可動堰の開閉方式を統一するため、(c)の4モータ4ドラム方式を採用した。

開閉装置に使用する主減速機には、

- ① ウォーム減速機
- ② ヘリカルギア減速機
- ③ サイクロ減速機

などがあるが、機械効率、耐久性機器の配置などを考慮してヘリカルギア減速機を選定した。

開閉装置の上下段扉用ドラム台を一体構造とし、駆動装置を各々ギアカップリングで連結することで、輸送・現場作業を容易にした。



a. 差動減速機を使用した4M、4D方式 (ゲート巻上時は2M、2D)

b. 下段扉用ドラムで巻取る4M、4D方式 (ゲート巻上時は2M、2D)

c. 4M、4D方式 (ゲート巻上時は4M、4D)

図-9 開閉方式

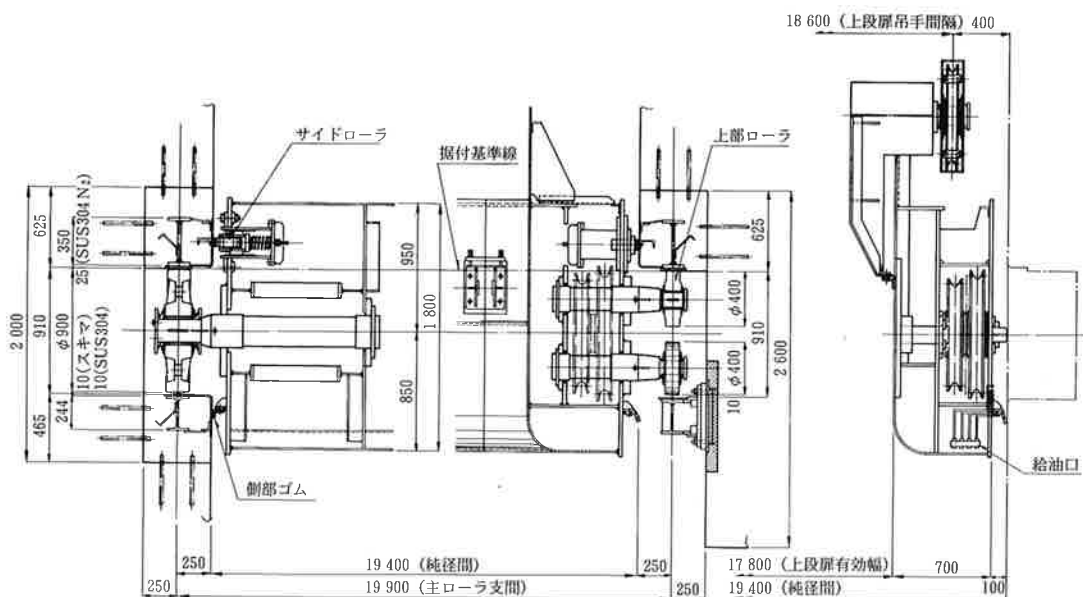


図-10 扉体戸当り関連図

(6) 操作概要

かんがい期におけるゲートの操作は、下段扉が常時全閉位置の状態、上段扉の自動操作により上流側河川水位を一定に保つ操作とした。

河川水位はフロート式の水位計により検出し、操作盤に記録する方式とした。

長国堰の設置位置では、上段扉全開（下段扉全閉）で、設計洪水量の約80%を流下可能としたことと小中川の全体利水計画のため、下段扉は人為的に操作する方式を採用した（設計上は河川水位が設定水位になれば自動で下段扉が『開』操作可能としている）。

機側操作盤での押釦操作は、切替えスイッチを自動から手動に切替えることで可能とした。

上段扉の操作は、下段扉が全閉位置でのみ『開』『閉』任意操作ができる方式とした。

下段扉の操作は『開』押釦操作により、上段扉が全開した後に、開操作ができるものとした。

ゲート操作のフローチャートを図-12に示す。

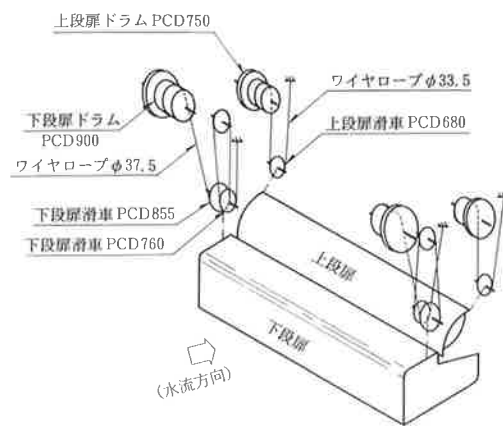


図-11 ワイヤリング

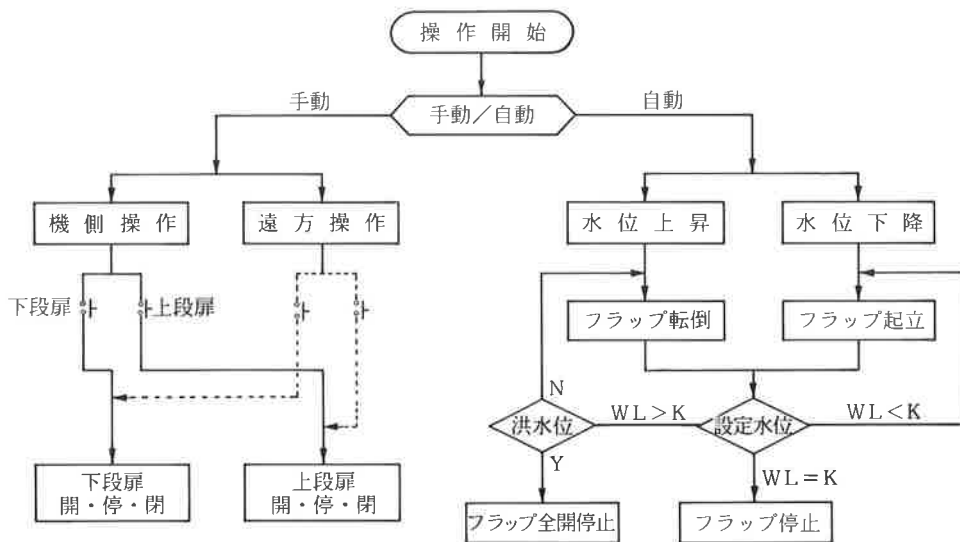


図-12 ゲート操作

3. 現場施工

(1) 概要

現場での据付施工は土木業者の施工した仮締切を使用し、ドライな状態で作業を行った。製品の荷おろしおよび据付は、河床にトラッククレーンを設置して作業をした。

(2) 扉体の据付

扉体の据付は、戸当金物の据付完了後に、河床に扉体据付用架台を設置してその上で行った。下段の扉体（3分割）を吊込み、仮組ののち、寸法・形状が



写真-1 扉体吊込み

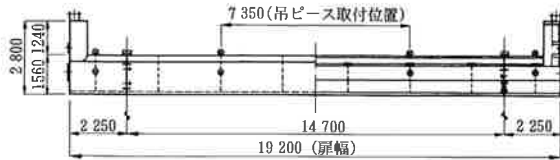


図-13 扉体の分割図

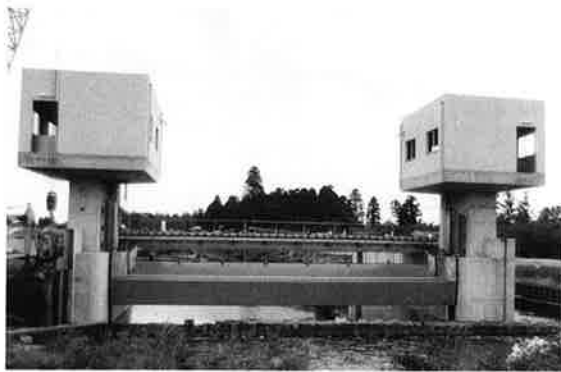


写真-2 完成写真

設計図と同じであることを確認の上、溶接をした。溶接部はX線透過試験（溶接線長の5%以上）により品質を確認した。

一体構造の上段の扉体は、下段扉据付完了後に吊込み、下段扉にヒンジ部を取付け固定した。

(3) 開閉装置の据付

ドラム部機械台と駆動部機械台を分割して製作した開閉装置を、各ブロック毎に吊込み、測量時にけ書いた芯出し線に合せて据付けた。開閉装置の位置を確認ののち、アンカーボルトにより機械台を固定し、シンダーコンクリートを打設した。扉体と開閉装置をワイヤロープで連結し、ならし運転をしたのちに各種リミットを調整し、試運転を行って現場据付工事を完了した。

あ と が き

以上、長国堰の工事概要を述べた。

おわりに本工事の計画、施工等で御指導いただいた千葉県山武土木事務所の皆様に謝意を表します。