

百間川河口水門ゲート増設工事におけるライジングセクタゲートの施工報告について

大賀 祥一

国土交通省 岡山河川事務所 百間川出張所
(〒702-8001岡山県岡山市中区沖元地先)



岡山市街地を流れる旭川の治水対策の一貫として、旭川の放水路である百間川の河口部において、「ライジングセクタゲート」を採用した百間川河口水門増設工事を実施した。本ゲート設備は、シェル構造の扉体の両端部に円盤を配置し、円盤を回転させることにより扉体を開閉する形式である。長径間化及び回転体としての安定性を確保するため、設計段階、現場施工において、品質確保及び精度向上に向けた対策を実施している。本報告では、設計における新技術の導入や現場における施工管理について紹介する。

キーワード ライジングセクタゲート、精度管理、品質管理

1. 百間川河口水門増設への経緯

百間川河口部は築造当時から、効率的な排水処理により、「洪水対策」、「内水対策」、「高潮対策」の3つの役割を果たしてきた。今回増築する水門も3つの機能を果たしつつ、百間川への洪水分流量の増加に対応した「洪水対策」機能の拡大を図るため百間川河口水門増築事業を平成13年度より実施し、既設水門に併設し約100mの水門（3門）を増築している（表-1）。

なお、既設水門は昭和43年3月に「ワイヤロープウインチ式引き上げ式ローラゲート」形式で完成している。

2. 増設水門のゲート形式の決定

増設水門を既設水門と同じ形式とすると、児島湾の眺望を阻害する可能性があり、また、現行基準への対応により既設水門よりもさらに上部が重厚なものとなる（図-1）。このため、ゲート形式の選定について、「百間川河口水門構造検討委員会」により、景観性に配慮した構造（図-2, 3）とするほか、経済性、耐震性、維持管理性、操作性等を総合的に評価し、景観性、耐震性、経済性に優れるライジングセクタゲートを採用した。

表-1 増設水門 構造諸元

| 形 式 | ライジングセクタゲート |
|-------|-------------------|
| 数 量 | 3 門 |
| 純 径 間 | 33.4 m |
| 扉 高 | 6.9 m |
| 扉体半径 | 4.55 m |
| 水密方式 | 両面3方ゴム水密 |
| 開閉方式 | 油圧モータラック式（片側4台駆動） |
| 揚 程 | 6.15m |

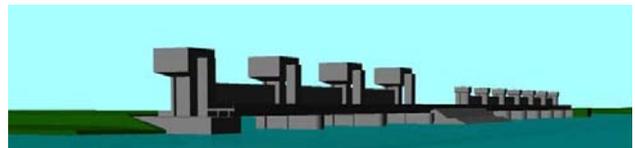


図-1 ワイヤロープウインチ式の景観図



図-2 ライジングセクタゲートの景観図



図-3 ライジングセクタゲートの鳥瞰図

<工事概要>

| | | |
|---------|---------------------------------------|-----------------|
| 工 事 名 | 百間川河口水門ゲート増設工事 | |
| 設 備 概 要 | 主ゲートライジングセクタゲート | 3門 |
| | 予備ゲート管理橋支持式角落し | 1門 |
| 施 工 範 囲 | ゲート設備、操作制御設備及び付属設備の設計、製作、輸送、据付及び現地試運転 | |
| 設 置 場 所 | 岡山県岡山市中区沖元地先 | |
| 工 期 | 平成21年1月28日～平成23年3月10日 | |
| | 工場製作 | 平成21年1月～平成22年3月 |
| | 現場据付 | 平成22年2月～平成23年3月 |
| 総 重 量 | 1,280ton | |

3. ライジングセクタゲートの構造について

(1) 構造の概要

本ゲートでは、引き上げ式、油圧モーターラック式（片側駆動）（図-4）を採用しており、扉体両端部の端部円盤のうち片側を油圧モータで回転させ、扉体を開閉させる仕組みとなっている（図-5）。ここで、扉体が最下端となり全閉、最上端となり全開となる（図-6）。

水密は左右と底部の三方水密としており、川側より海側の水位が高い場合でも、反対に川側が高い場合でも水密が可能な両面水密としている。

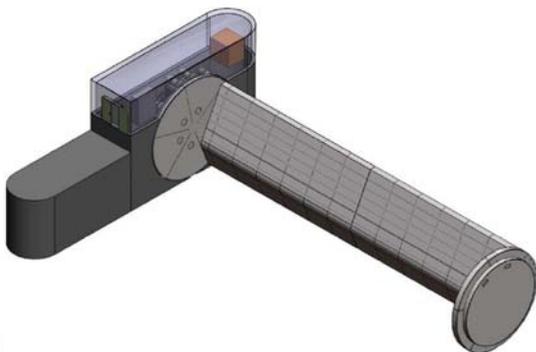


図-4 ライジングセクタゲートの全景

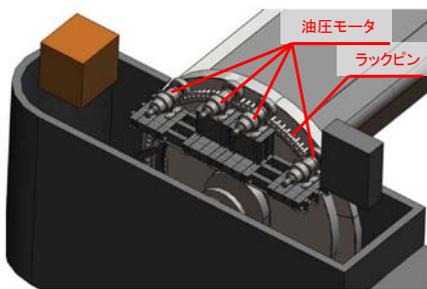


図-5 開閉装置

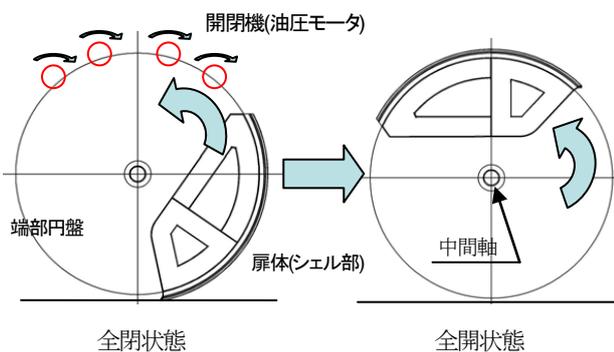


図-6 開閉のしくみ

(2) 扉体の構造

水門における扉体の構造は、大きくプレートガーダ構造とシェル構造に分かれるが、本ゲートでは幅33.4m、高さ6.9mであり、図-7より、シェルゲートとした。

また、隣り合う堰柱が独立基礎となり扉体にねじり力

が発生する可能性があることから、剛性に優れたシェル構造とした。

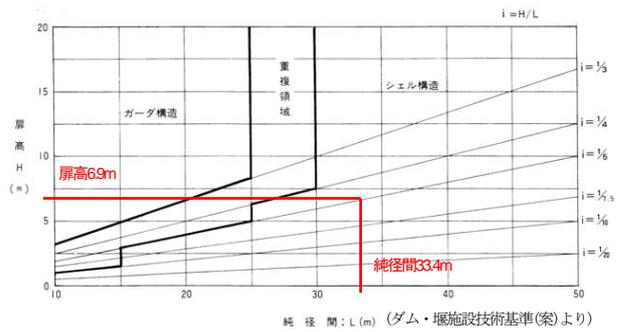


図-7 ゲート寸法・構造関係図

(3) ゲート開度計

本ゲートは回転運動で開閉すること及び扉体の断面形状により、扉体が80.85°開いた時点で扉体下端の位置が変わるため、扉体の回転角と開度の関係は等間隔とはならない（図-8）。

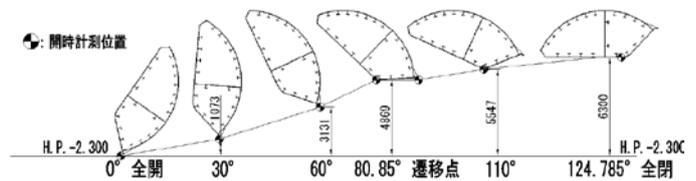


図-8 扉体の回転角と開度の関係

4. 設計段階における主な取り組みについて

(1) 軸受けの潤滑剤の鉛フリー化

本工事では、軸受けに潤滑に鉛を使用していない「鉛フリー固体潤滑剤埋め込み型軸受」の新技术を採用しており、鉛の流出がないため百間川や児島湾への環境的負荷がなくなる。

(2) 球面軸受の採用による中心軸の小型化

前項では、軸受けの材質について説明したが、本工事では、その球面軸受も特徴的なものになっている。

本工事は、国内最大のライジングセクタゲートであり、最大受圧荷重は約8,400kN(860t)と大きく（図-9）、中心軸・ピアへの負担も大きくなる。荷重が小さい場合であれば円筒形の軸受けとするが、本設備は長大設備であり、施工上・維持管理上、軸受側と端部円盤側の軸にずれが生じた場合、円筒形の軸受けでは、その際に応力が一点に集中する。これを球面軸受（図-10, 11）にすることでずれが生じた場合にも応力は分散し、荷重のモーメントを低減させることが可能となる。



図-9 百間川河口水門（増設）扉体形状

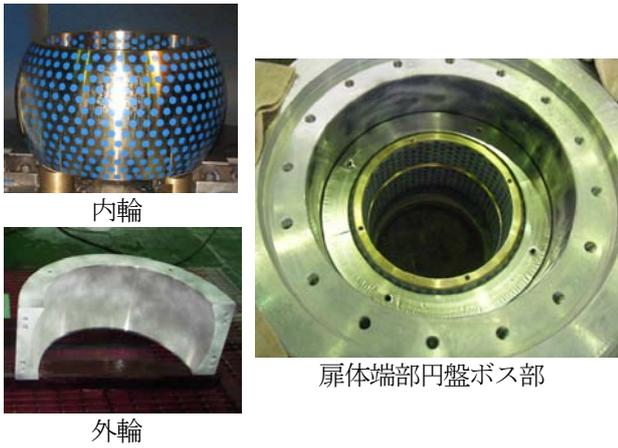


図-10 球面軸受 内輪・外輪

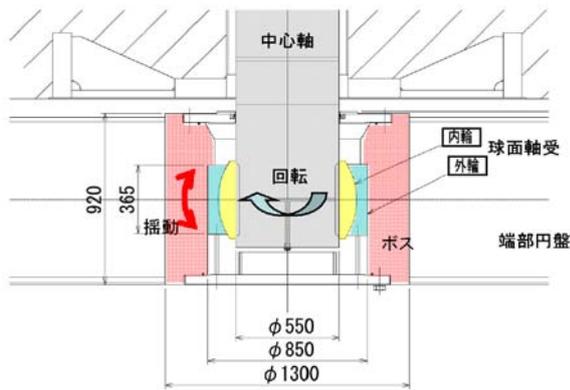


図-11 軸受・中心軸構造

(3) ウェイト搭載による開閉荷重低減と自重降下

端部円盤には中央シェル部の開閉荷重を低減するため、カウンタウエイトを搭載している。これにより、開閉荷重を 26%低減し、開閉装置への負担を軽減している(図-12)。

また、本ゲートはカウンタウエイトが無い場合、全開の姿勢では開閉荷重がバランスし、自重で降下する荷重が不足する。このため、本設備では、停電時自重降下させる必要があるため、カウンタウエイトの位置を調整することにより、自重降下を可能にしている(図-13)。

(4) 扉体シェル部の長寿命化

扉体の防蝕については材質をステンレスにする対応と普通鋼に塗装する対応があるが、本ゲートにおいては、端部円盤について塗装塗替が不可能なため部材をステンレスとし、扉体(シェル部)については、塗装塗替のスペンを考慮したライフサイクルコストにより安価な普通鋼による塗装とした。

また、常時全閉状態で海側海水、川側淡水の環境下であり、開閉操作時に流水・流芥物にさらされることから、扉体シェル部の塗装について、その材質は長期の防食機

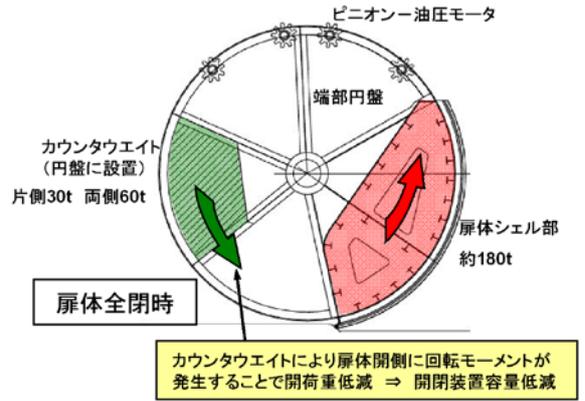


図-12 開閉装置容量低減

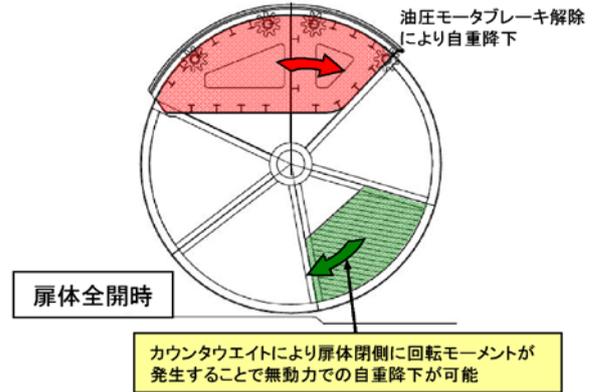


図-13 ウェイトによる自重降下

能を有する必要があるため、本工事では主ゲート中央部(外面)の塗装をガラスフレーク塗料(表-2)とすることにより、塗装間隔を20年とし維持管理費の低減を図ることとした。

表-2 塗装仕様

| 塗装箇所 | 塗装系 |
|----------------|------------------------------------|
| 主ゲート中央部(外面) | ガラスフレーク塗料系(エポキシ樹脂系) : 海岸側電気防食併用 |
| 主ゲート中央部(内面) | 特殊エポキシ樹脂系 |
| 予備ゲート扉体・ビーム・支柱 | エポキシ樹脂系 |
| 開閉装置・付属設備 | エポキシポリウレタン樹脂系 |
| コンクリート埋設部 | 有機ジンクリッチプライマ |

5. 現場における主な施工管理について

(1) 構造形式による精度管理について

本ライジングセクタゲートは、中心軸を中心に回転させる長径間・高扉高の施設であることから、扉体及び戸当りそれぞれの円弧寸法及び相対関係寸法の精度向上が安定した開閉に寄与する。このことから、据付精度の向上のために以下の品質向上及び精度管理を実施した。

① 扉体シェル部外板の工場継手箇所の低減(図-14)

工場製作において、扉体シェル部外板及び中間板は最大板幅3.5mとすることで工場板継ぎ接合箇所の最小化により、強度弱点箇所を減らした。

② 中心軸の据付精度の向上(図-15)

長期的に安定した扉体の開閉を確保するため、中心軸受面圧の均一化に向け、精度管理について中心軸芯の傾きを追加した。

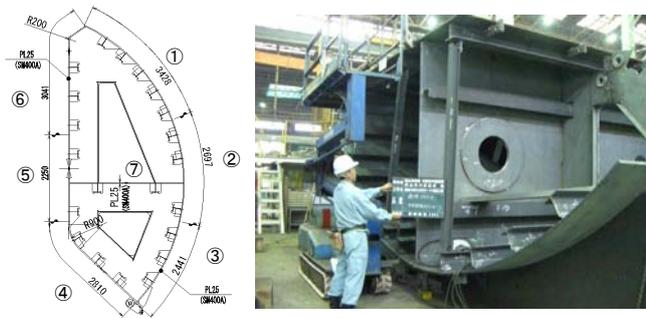


図-14 扉体シェル部の板割り図と組立状況

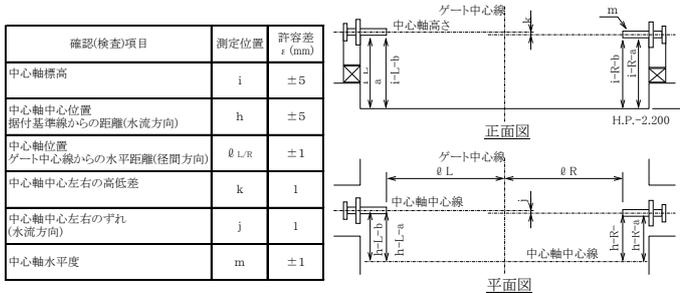


図-15 中心軸の据付寸法確認 (検査)

(2) 現場溶接の技術と品質管理について

本ゲートは長径間の水門であり、また、開閉装置が片側のみで駆動するため、回転時に扉体のねじれが発生する。このため、溶接部にも強度的に部材と同等の品質が求められる。当工事においては、扉体の現場突き合わせ溶接部に対して安定した溶接品質の確保及び品質管理のため以下について実施した。

①デジタル式CO₂半自動溶接の使用 (図-16)

電源電圧の変化等、外的要因の影響を受けやすい現場溶接において溶接品質を向上させるため、デジタル制御にて品質を安定させることとした。

②扉体現場溶接部の全線検査 (図-17, 18)

扉体現場突合せ溶接部について、対象全線の非破壊検査を以下のとおり実施した。超音波探傷検査において全線確認した結果、接線長(235m)に対して発生した欠陥は1箇所(0.1m)のみであった。

- ・シェル外板部・中間板
放射線透過検査： 5%
超音波探傷検査： 100%
- ・補助桁部
超音波探傷検査： 100%



図-16 デジタル式CO₂半自動溶接と溶接状況



図-17 超音波探傷検査の実施状況



図-18 放射線透過検査の実施状況

6. まとめ

本工事は、国内最大級のライジングセクタゲートの施工 (図-19) であり、ゲートの長径間化及びゲート形式に対する課題が、設計時及び現場施工時に対応策として求められた。このため、特に本編で紹介した据付の精度管理及び溶接部の品質管理が当ゲートのポイントであり、その成果が維持管理上の長寿命化や信頼性に寄与するものとする。

このため、当工事で得た施工技術や施工管理が今後の水門事業の技術力向上につながれば幸いである。



図-19 百間川河口水門ゲート増設工事完成写真 (平成 23 年 6 月現在)