

牛臥水門設備の工事報告

井出 久志¹⁾ 森田 武志²⁾

牛臥水門は「沼津牛臥海岸高潮対策事業」の一環として、静岡県沼津市の塚田川河口に設置された津波対策用の水門であり、地震発生時に地震計の作動と連動して水門扉が自動的に降下、閉塞する制御システムを採用している。本文はその工事の概要を報告するものである。

まえがき

牛臥水門は、予想される東海大地震による津波の被害から、沼津市のうち塚田川周辺の人命と財産を守ることを目的とし、調査設計から6年の歳月と総工費9億円をかけ建設されたものである。

当社は、平成2年2月に上部工、平成3年12月に電気設備工事を受注し平成4年11月に完成させた。

この設備の特徴は、3台の地震計のうち複数が震度6(烈震)を感知すると、水門が自動的に閉塞して津波の襲来に備える機構とNTT専用回線/無線回線を使用して、沼津土木事務所で遠隔操作と監視ができるように遠隔監視制御設備を設置していることである。

水門の操作室は、牛臥海岸が旧御用邸に隣接する海岸景勝地であり周辺環境との調和を考慮し、浦賀燈明堂(沼津市指定史跡)をモデルに建設されたものである。

1. 概 要

水門扉は、静水圧荷重(315tf)と波圧荷重(387tf)が同時に作用した場合の設計荷重に対して、プレートガーダ構造に比べてねじり剛性の大きいシェル構造を採用したローラゲート形式で、水門閉塞後の内水排除対策として最大1.0m³/secの河川水を海側に排出可能なフラップゲート2門を扉体に内蔵している。

2. 設 計

(1) 設計仕様

形 式	鋼製ローラゲート (フラップゲート内蔵)
構 造	シェル構造
数 量	1 門
純 径 間	21.000 m
有 効 高	2.600 m

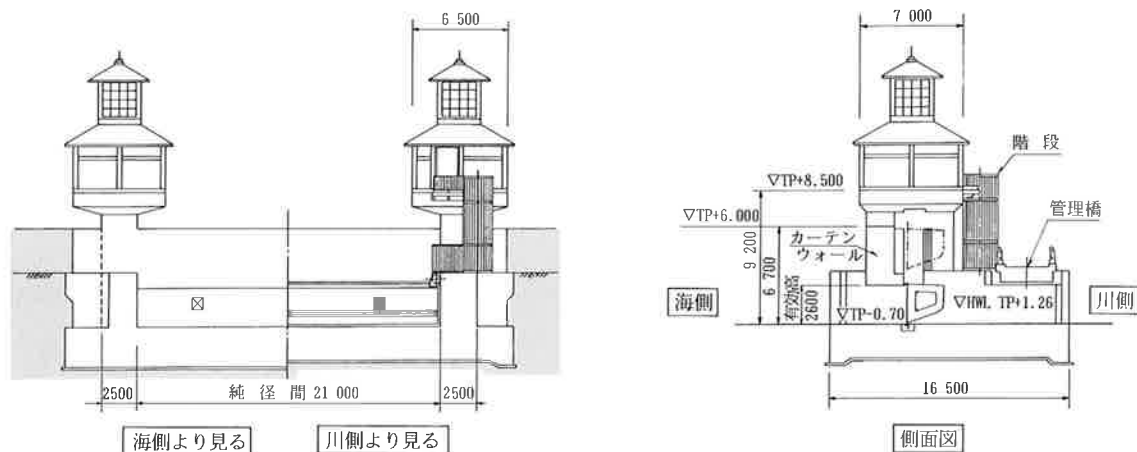


図-1 全体配置図

1) 大阪工場水門部技術課副課長 2) 大阪工場水門部技術課係長

設計水位

静水圧 海側 TP+6.0m
川側 TP-0.7m

波圧 $P=0.1 \cdot V^2 \cdot w$
 w : 海水の単位体積重量
 $1.03\text{tf}/\text{m}^3$
 $V = \sqrt{g \cdot H}$
 g : 重力の加速度
 $9.8\text{m}/\text{s}^2$
 H : 設計水深
 6.7m

水密方式 前面4方ゴム水密
 開閉方式 電動ワイヤロープウインチ式
 (1M・1D)
 開閉速度 電動時 0.3m/min
 自重降下時 2.0m/min
 エンジン時 0.1m/min
 操作方式 機側・遠隔操作並びに遠隔監視
 制御と自動閉塞
 使用条件 常時：全開
 津波時：閉塞

設計基準

「河川用ゲート設計指針(案)」および
 「水門鉄管技術基準」に準拠

許容応力度の割増

地震時荷重に対して1.5倍
 波圧考慮時の荷重に対して1.0倍

設計震度

水平震度 $K_H : 0.24$

鋼材の余裕代

扉体各部材とも接水面各1.0mm

扉体のたわみ度

水平・鉛直方向とも支点間の1/800以下

3. 主要部の構造

(1) ゲート形式

津波対策を目的とした水門で同等規模の場合、作用荷重が大きくなるので扉体の高さ方向全体で支持する「スライドゲート形式」が多く採用されている(図-2)。

その場合は、川側からの操作荷重に対してはゲート開閉操作力を軽減する目的で、フロントローラで支持する構造としている。しかし、本ゲートは波圧荷重を考慮せず「ローラゲート形式」で計画され、下部工は施工済みであった。受注後他

の同規模、同目的の設備との条件統一のため、荷重条件が変更され荷重増となった。ゲート形式を含めて種々検討の上、発注者と協議の結果ローラゲート形式を選定した。ローラ外径は扉体高さ内に配置できる最大寸法とした(図-2, 5)。

(2) 支承部

1個のローラ作用荷重は約190tfで、取り付け可能なローラ外径寸法のφ1200mmでは若干強度不足となったので、ローラ踏面の硬度を上げ、扉体のたわみ角に支障のない範囲で曲率半径を大きくすることで、接触応力度を許容値以下とした。

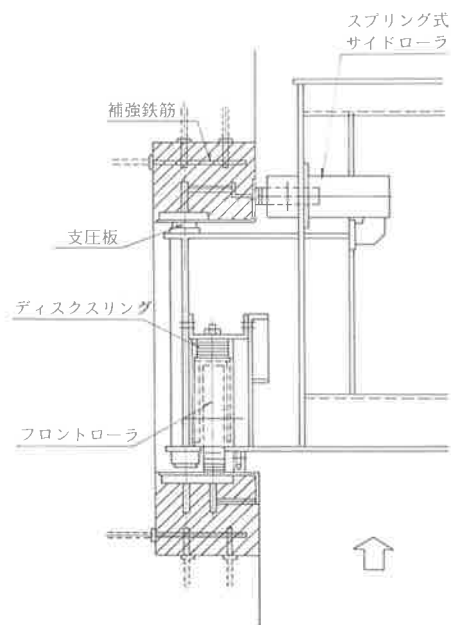


図-2 スライドゲート形式

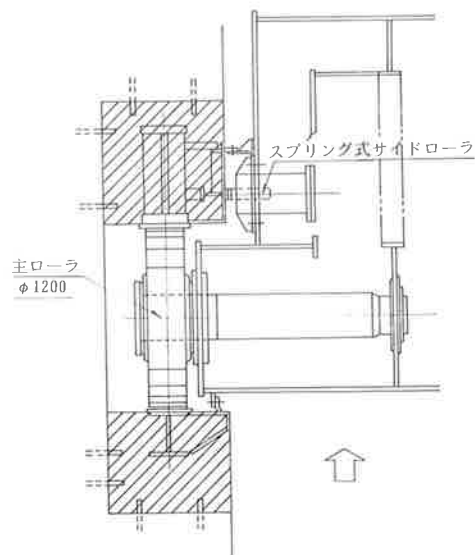


図-3 ローラゲート形式

主ローラ軸は設置スペースと大きさの関係で、SUS304-N2を使用した片持ち支持構造とした。

サイドローラは、自重降下時の横揺れ防止を考慮し、スプリング方式とした。押し付け力は操作力の増加を配慮し1.0tfとした。

(3) 扉体断面形状

スキンプレート側に発生する圧縮応力度は、シェルの曲げ応力度+スキンプレートとしての曲げ応力度+水平桁フランジとしての曲げ応力度を加算したものとなる。引張り側の応力度が許容される限界まで扉体重心位置をスキンプレート寄りにすることで、発生応力度のバランスとSMA 490A材の使用により扉体自重の軽減を図った(図-4)。

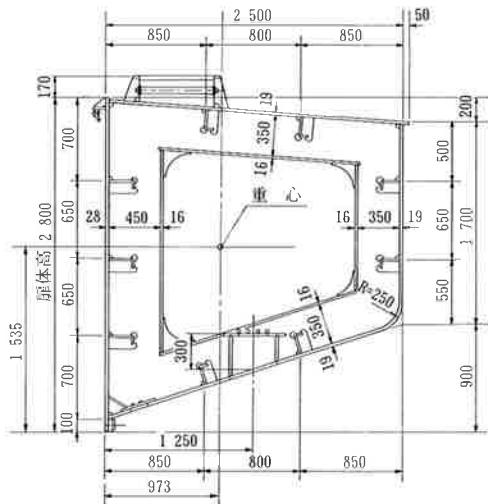


図-4 扉体標準断面図

(4) 戸当り

戸当りのローラレールは、上下ローラが接近した配置となるため、隣接ローラの影響が大きく、コンクリートに作用する最大支圧応力度を求め、断面形状を決定した(図-5)。

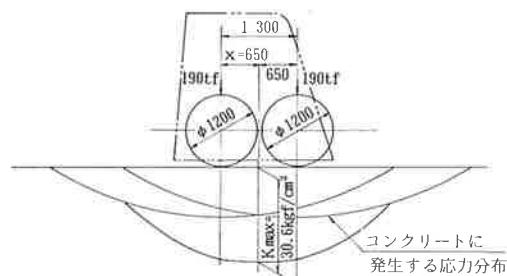


図-5 隣接ローラの影響線

(5) 開閉装置

開閉装置は、自重降下が必要なため1モータ・1ドラム方式を採用した。動力源は商用電源のバックアップとして無停電電源装置と自家発電装置の他に予備エンジンを装備した。また、自重降下時の制動装置は機構がシンプルな、ファンブレーキを選定し直結使用とした。

4. 水門の操作

(1) 遠方監視および操作

水門の操作は、機側操作盤の他に沼津土木事務所遠方監視と制御ができるように、ITVテレビ(静止画)、表示ランプ、プリンタおよび操作ボタンが装備された遠方監視制御装置を設置している。また、牛臥水門と土木事務所の間は、NTT専用回線と無線回線により接続して、NTT回線が故障した場合には自動的に無線回線に切り換える機構を採用した。したがって、商用電源が停電した時にも直流電源装置により、土木事務所でゲート操作が可能である(図-7)。

(2) 地震発生時の自動操作

操作室内に設置した3基の地震計のうち2基が250ガル(震度6…烈震)以上を検知した場合には、水門扉が自動的に降下し、津波の襲来に備えるものとした(図-6)。



写真-1 遠方監視制御装置

(3) 機側操作

水門の機械室（水門操作室）内で、商用電源または自家発電装置を動力源として、機側操作盤により水門の開閉操作ができるものとした。

(4) 自重降下操作

緊急時に水門を閉塞する場合は、商用電源の有無に関係なく土木事務所からの遠隔操作または現地での機側操作により、無動力で「自重降下」操作ができるものとした。

あとがき

以上牛臥水門の概要を述べた。近年は水門設備の本来の機能の他に、機械室についても景観設計を求められる機会が多くなる傾向にある。

最後に本設備の施工に際して、ご指導を頂いた沼津土木事務所の関係各位に感謝の意を表します。

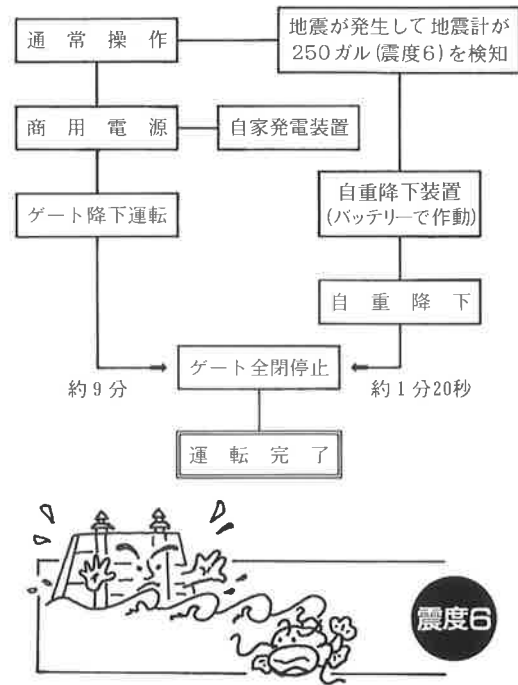


図-6 運転フローチャート

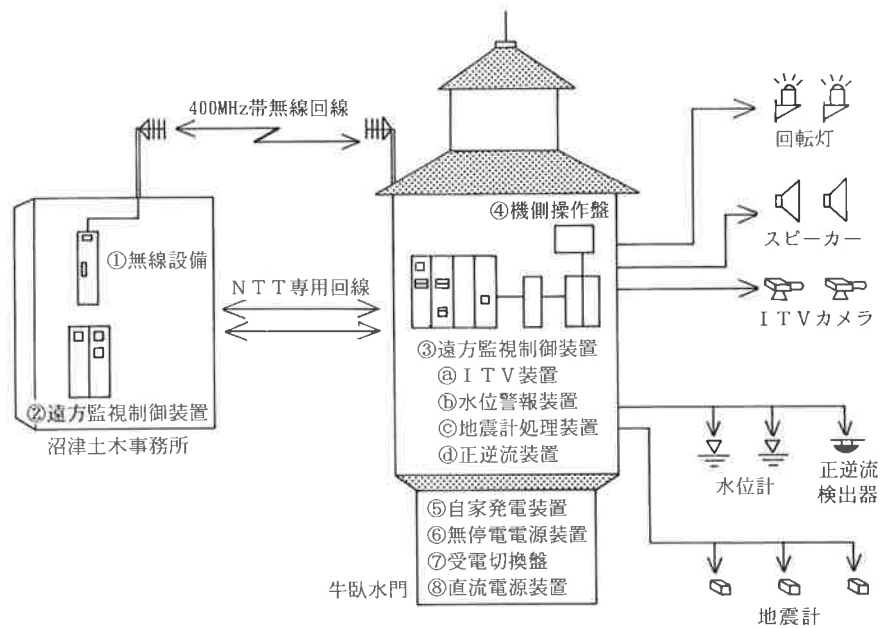


図-7 牛臥水門制御システム