

# 本庄川水門の計画概要～淡路島南部に建設する 兵庫県内初の津波対策水門～

島岡 明生

兵庫県 県土整備部 県土企画局 総務課 (〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

本庄川水門は来たるべき南海トラフ巨大地震による津波の河川への遡上を防止することを目的とした兵庫県内初の津波対策水門（河川）であり、本庄川と塩屋川の合流点下流の河口部に設置するものである。本論文では、河口部に設置するがゆえの漁船等の航行船舶対策や出水期の通水対策といった課題への対応や津波水門としての土木面、機械面、建築面、通信面からの工夫とその結果採用した水門構造について述べる。その後、工事発注まで時間的制約がある中、実施した取組の良かった点など当現場での対応結果を述べるとともに、今後の水門設計への留意事項についてまとめる。

キーワード 津波対策，水門設計，U型構造，サーニットゲート，アルミ鋼上屋，自動閉鎖

## 1. はじめに

淡路島南部に位置する阿万地区は、南海トラフ地震発生後約 40 分で第一波の津波が到達し、津波高も最大で約 5.2m（周辺の朔望平均満潮位 TP+0.75m との差）となる等、甚大な浸水被害が予想される。そのため、兵庫県では「津波防災インフラ整備計画（2014～2023）」の中でも「重点整備地区」として位置づけ、予算を集中投資している。本稿で紹介する本庄川水門を含めた阿万港では、水門と防潮堤、陸閘が一体となって津波被害を軽減することとしており、2023(平成 35)年度までの完成を目指している（図-1）。

本庄川水門は、（一）本庄川と（二）塩屋川の合流する河口部に設置し、河川への津波の遡上を防ぐことを目的としたもので、2015年度から事業着手している。

なお、河口部の既設堤防高は計画高潮に対して概ね高さを確保しているため、本水門は本県初の津波対策専用の河川水門となる。

本論文では、「概ね 100 年に 1 回の津波発生時にしか作動しないが、その際には失敗が絶対許されない」というコンセプトで設計した本庄川水門の計画概要と構造特性を紹介するとともに、その過程で得た設計の留意事項を述べる。



対策	事業量	工 程	
		25-30年度	31-35年度
①本庄川水門の整備	1基		
②防潮堤の整備	0.7km		
③陸閘の新設・自動化	3基		
④防潮堤の越流対策	1.1km		



図-1 位置図、阿万港における津波対策の概要

## 2. 水門計画の概要

本庄川水門の完成イメージを図-2に示す。閉鎖時の水門高さは、発生頻度の高いレベル津波高TP+5.25mに周辺の地殻変動量を考慮してTP+6.0mとした。また、既設の防潮堤と水門の間に取付擁壁を設置することで一連の津波防御ラインを構築することとした(図-5)。

水門構造は、通常の河川堤防上ではなく、河口部の海上に設置することを踏まえ、一般的な構造から不要な部分(胸壁、翼壁、水叩き)を省略した(図-3)。

また、大きな特徴として河川計画断面の倍以上の広さのある海上部であることから水門を1門とした。検討に際しては、水門完成後の断面で河川の計画流量(290m<sup>3</sup>/s:1/50年)をHWL以下で流下できることを確認している。以下に主な配慮事項をまとめる。



図-2 本庄川水門の完成イメージ(通常時)

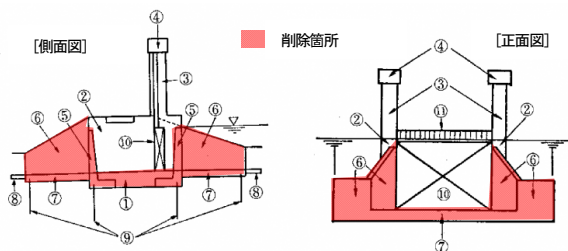


図-3 標準的な水門構造(設計便覧より)

### (1) 通行船舶

計画地では漁船等の通行があるため、漁協関係者の意見を聞きながら設計を進めた。その結果、水門幅は22m(最大漁船長さ14.5mの約1.5倍)、水門高さはHWL+8.1m(最大漁船高さ6.0mに余裕高考慮)を確保した。さらに、航路に関しては現況と大きく変化がないよう、水深のある河川中央部を通行できるよう配慮した(図-4)。

また、工事中も漁船が通行できるよう、仮締切を左右門柱で分割する施工計画を立案した。

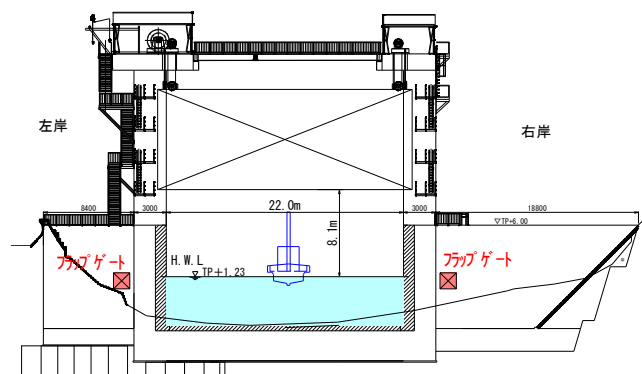


図-4 水門完成後の漁船通行イメージ

### (2) 国立公園

計画地の右岸側は瀬戸内海国立公園第二種特別区域(農林漁業活動について、つとめて調整を図ることが必要な地域)に指定されており、土地の大幅な改変は避ける必要があった。そこで、上屋を含めて高さ約29mにも及ぶ門柱の設置を回避し、取付擁壁のみとした(図-5)。

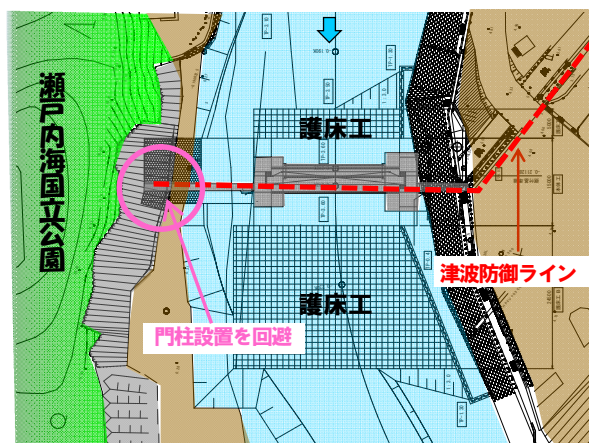


図-5 計画平面図

### (3) 水門閉鎖時の氾濫防止

地震発生から津波来襲の危険が収まるまで、当水門は閉鎖を継続することになるが、その間も上流域から河川水は流下してくる。そのため、河川水排除用にワラゲート(1.5m×1.5m)を設置することとした(図-4)。対象流量は東北の事例を参考に平水流量とし、流木等の漂流物による閉塞も考慮して左右岸に1門ずつ、計画の2倍の流下能力を確保した。

### (4) 工事中の安全対策

水門位置は河川でない海上であるが、工事中は仮設構造物(締切、栈橋)をいわゆる出水期(6~10月)に存置することになるため、水門上流域に影響を与えないよう対策が必要となる。そこで、施工中也計画流量を安全に流下できる通水域を確保することとした。加えて橋脚が流水阻害しないよう仮栈橋の純径間長は22m(西日本最大級)とするなど、安全対策には十分留意する施工計画とした(次頁図-6)。

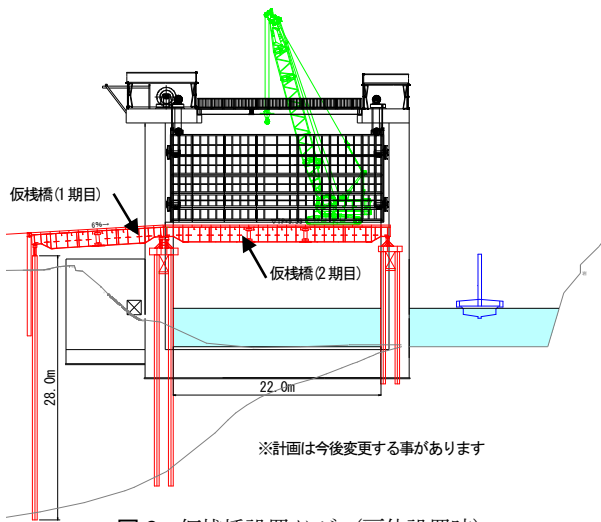


図-6 仮棧橋設置イメージ (扉体設置時)

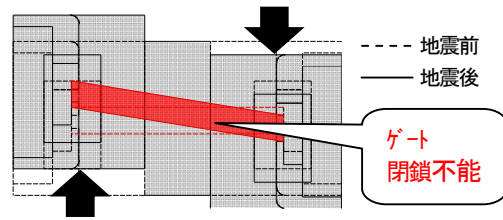


図-8 逆T形水門の変位イメージ

### 3. 津波対策水門としての構造特性

#### (1) 土木面 ～地震時の挙動を一体化～

一般的に水門下部構造は図-7 に示す3タイプに分かれ、小規模な場合は箱形、中間のものはU形、大規模なものは逆T形を採用することが多い(河川砂防技術基準より)。本庄川水門は純径間長が22mであるため、通常であれば逆T形になるが、「地震時の挙動を一体化させる」ことを重視し、U形を採用した。

逆T形では門柱同士が独立した構造となるため、構造計算上問題なくても地震後のずれ(変位)が左右の門柱で異なればゲート閉鎖に問題を生じるおそれがある(図-8)。特に、当現場では事前の土質調査結果より支持層が傾斜していることが判明しており、逆T形を採用した場合、右岸は岩着、左岸は杭基礎となることから、地震動による揺れの固有周期が異なるため、ゲートとの衝突による門柱の損傷も懸念される。これらの不安を解消するため、門柱一体構造となるU形にこだわった。

また、基礎構造も左右岸で構造を変えないよう、全て直接基礎を採用した。具体的には、左岸側に分布する平均N値20程度の砂質土層等を支持層である右岸の軟岩並の強度(300kN/m<sup>2</sup>)に地盤改良(平均改良長約8.0m)することとした。

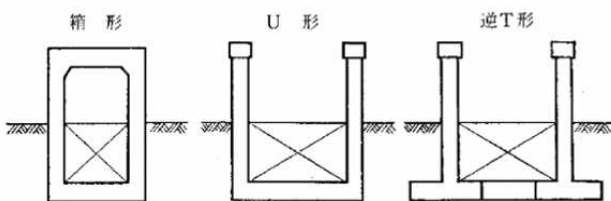


図-7 水門の一般的な本体形式(土木)

#### (2) 機械面 ～巨大なスライドゲートで津波に対応～

ゲート形式は様々なものがあるが、農業用樋門など小規模な場合は水圧を面で支圧するスライドゲートがよく採用される。一方、規模の大きな水門の場合は開閉動作を円滑に行うために、端部は点で受け止めるローゲートの採用が一般的であり、本庄川水門も当初はローゲートの採用を計画していた。

しかし、設計を進めていく中で、津波荷重が甚大でそれに対応しようとするともうが巨大化すること、防潮水門のように内外水位差により何度も開閉作業する必要はなく、閉鎖されれば津波来襲後の安全が確認されるまで開操作は行わない等を考慮し、「サニットゲート」と呼ばれる形式を採用した(図-9)。

サニットゲートとは、内水側と外水側で支圧構造を変える形式であり、巨大な津波荷重が作用する海側はスライドゲートのように面で支え、通常の水圧荷重しか作用しない川側はローゲートとして点で支える。そのため、比較的高価とされるロー関係部材を小型化できる等のメリットがある。

このサニットゲート形式は、津波対策のように片側からのみ大きな力が作用する場合に効果的であるため、東日本大震災後に岩手県などで建設中の津波対策水門で数多く採用されている。

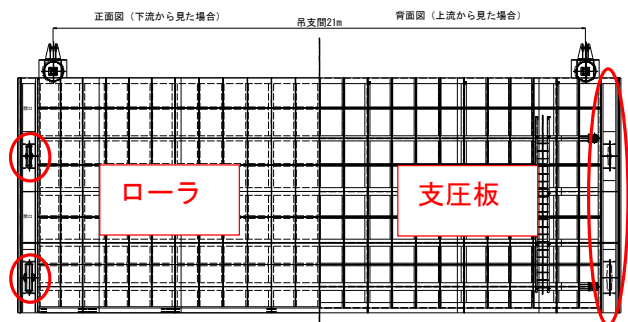
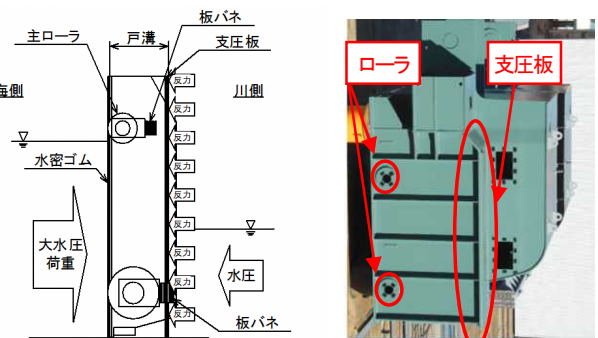


図-9 サニットゲート(正面図、側面イメージ、参考写真)



(3) 建築面 ～電話ボックス形式の上屋で重量軽減～

本庄川水門は、扉高が約9.3mと巨大である事に加え、2(1)で述べたとおり通行漁船とのクリアランスの影響で門柱が約26mと非常に高い。そのため、一般的な鉄筋コンクリート構造、鉄骨構造の上屋を採用すると、トップベアとなり、地震時の門柱端部への負担が大きくなる。

また、維持管理の面で、ゲート巻上機等の修繕時に上屋から搬出入できるよう、大きな扉やクレーンで吊下げするための作業スペースが必要となる。

そこで、新技術であるアルミ鋼構造 (NETIS: TH-090001-VE) を採用した (図-10)。これにより課題であった重量を最大で10分の1程度 (50t→5t) に抑えることができ、下部工の負担を軽減した。

さらに本構造は組立式のため屋根の取外しが可能であることから、上屋から資機材を直接搬出入できるなど維持管理の課題もあわせて解消できた。



図-10 アルミ鋼構造の上屋施工例 (国交省 佐平治排水樋管)

(4) 電気設備面 ～Jアラートで自動閉鎖～

通常の水門操作は、水位や現地の安全を確認したうえで、「人」が現地or遠隔から操作を行う。しかし、休日や夜間などいつ起こるか分からない南海トラフ地震では、通常のやり方では間に合わない。特に東日本大震災で多くの操作者が犠牲になった教訓から「現場操作員の安全の確保を最優先する」ことが国の「津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン」で示されている。

そこで、本庄川水門では津波到達時間が約40分であることを踏まえて「自動閉鎖」を基本とした (図-11)。

具体的には、消防庁のJアラート (津波警報、大津波警報) を閉鎖トリガーとし、水門がJアラート信号を受信すると、直ちにサイレンと回転灯による閉鎖周知 (約5分) を行い、その後水門閉鎖を開始する。閉鎖速度は設計要領に基づき1.0m/分とし、約15分かけて閉鎖を完了させる。

なお、閉鎖中の事故を防止するため漁船等の障害物を検知した場合には一時停止するセンサーを設置するが、停止は1分間1回限りとし、その後は障害物の有無に関わ

らず自動で閉鎖作業を再開する。

また、Jアラートが機能しなかった場合や誤作動を防止するため、バックアップ手段として南あわじ市役所から遠隔操作・監視できるようにした。洲本土木事務所では、操作を市に委託することなどから遠隔監視のみとした。

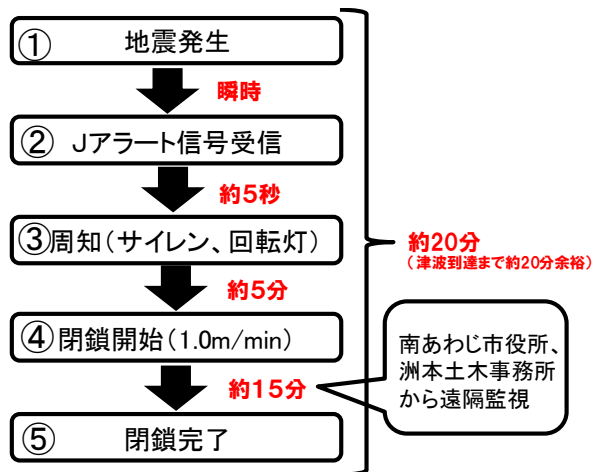


図-11 水門の自動閉鎖フロー

5. 今後の水門設計への留意事項

津波専用の水門設計に対する県の基準がないことに加え、ゲート構造などの機械面は全くの素人であることから、設計課題への対応に苦労した。そこで、洲本土木事務所管内の水門 (排水機場) の点検を委託しているゲートメーカーに対し、設計や施工上の課題について意見交換を行った。

その結果、扉体材料に関して従来アルミの2倍の強度を有する新材料 2 相アルミの採用が主流となりつつあることがわかり、コンサルタントに修正指示を行ったところ、扉体重量を概略で約 30t 軽量化できた。

また、津波対策を進めている岩手県に連絡し、フラップゲートを設置する水門の設計成果や県の技術基準を入手し、本庄川水門の参考とした。気になることは積極的に自分で情報収集することが大切だと痛感した。

6. おわりに

本庄川水門の工事は、2017年度に仮設工である仮栈橋 (1期目) 等を施工し、2018年度より左岸本体内工に着手している。今後、太径鉄筋 (D41) の加工・組立や仮栈橋 (2期目) の施工など難工事が連続するが、安全対策を徹底して工事が無事完成することを願う。

※本論文は、島岡の従前の所属である兵庫県洲本土木事務所における業務に基づくものである。