

三軒家水門について

——高潮対策事業——

大阪府土木部港湾課 那 智 俊 雄

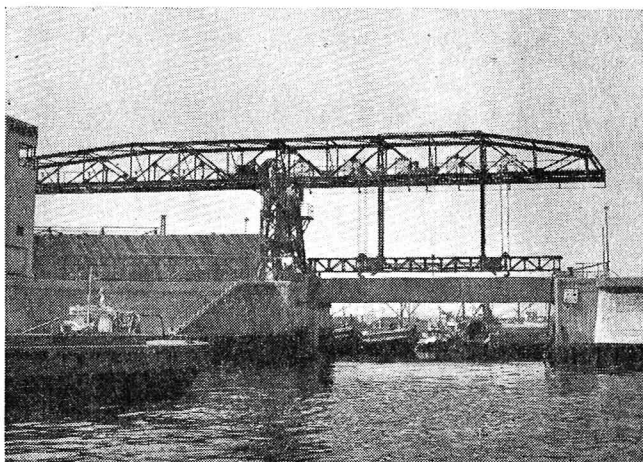
1. ま え が き

淀川、大和川などの三角州に発達してきた大阪市は大阪湾の最奥部に位置するため、古くから台風による高潮に見舞われてきた。特に近代商工業の発達にともない昭和初期から西大阪一帯の地盤が異常に沈下を始めて高潮被害に拍車をかけることになり、昭和 25 年 9 月のジェーン台風では史上まれに見る大被害をうけたのである。

このジェーン台風の被害を契機として西大阪一帯を高潮から完全を守るため総合高潮対策が樹立された。この総合計画のうち防潮堤工事の主体をなす大阪市内河川高潮対策事業（建設省防災課所管）に昭和 25 年から昭和 34 年までの 9 年の歳月と 107 億円の巨費をもって総延長 84.5 km の防潮堤を建設した事業である。

当三軒家水門工事はこの大阪市内河川高潮対策事業の一環として計画施工したもので、以下工事の概略を報告する。

写真-1 三軒家水門



2. 計 画

1. 水門の設置

三軒家水門は高潮対策事業の一環として難波島地区を高潮の被害から守るために計画したものである。難波島一帯は造船業並びに舟運を利用した倉庫業が盛んで防潮堤で囲むのが困難であるため、三軒家川下流部に水門を設置することにした。

2. 水門の規模

当水門上流の造船所の規模に合わせて最大船巾 12.0 m (2 000 t) までの舟航にも支障のないよう、水門の有効巾員は左右岸に 1.0 m の余裕をとって 14.0 m とした。また水門の敷高は三軒家川の将来掘下げ計画高 OP-3.0 m に合わせた。当地区の防潮堤の計画高は OP+5.0 m であるが水門の取付堤が本川の本津川に向って開いているから、台風時には相当波が高くなるうえに、将来沈下した場合にかさ上げが困難であるため水門の天端高は 1.0 m の余裕をとって OP+6.0 m とした（図-2）。

3. 付帯設備

三軒家川は上流端が締め切られているので水流がないうにゲートが角落し型式であるため、戸当り部に堆積した土砂を水流で角落しの底部に「噴流装置」を設けて水ジェットにより除却する。また水門閉き時に本津川筋にけい留してある船が吹き寄せられてゲートに衝突するおそれがある。これを防ぐために水門前面にチェーンを張るよう「緩衝装置」を設けた。一方水門は台風時に操作するのであるから、ゲートやこれら付帯設備の動力はすべて自家発電にした。これらの諸施設を管理するために三階建の事務所を作り、一階を発電機室、二階を事務所、三階を操作室とした。

なお常時の大型船舶の航行に対して、両岸に綱引き道と、13 個のけい船柱を設けて安全を期した。

図-1 難波島地区平面図

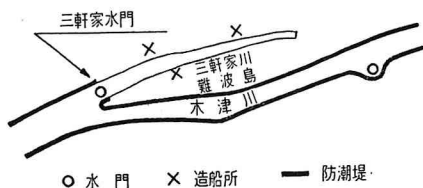
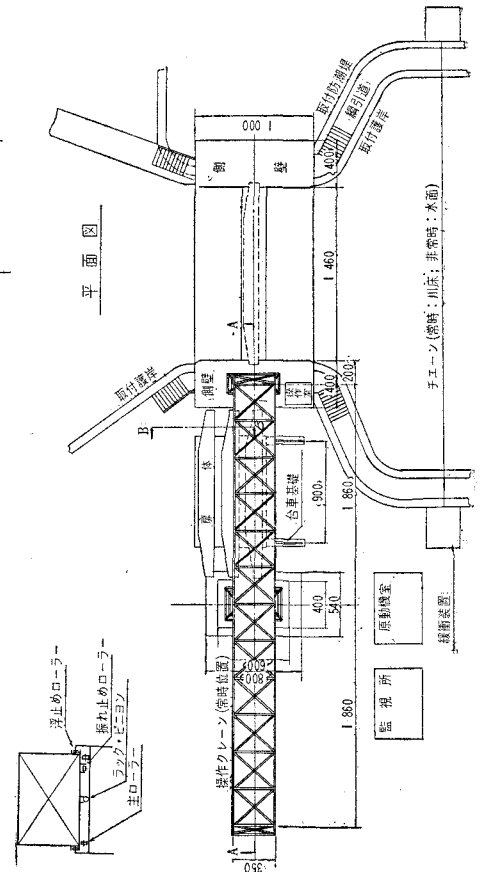
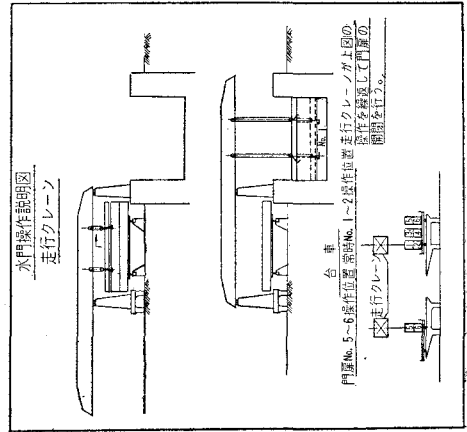
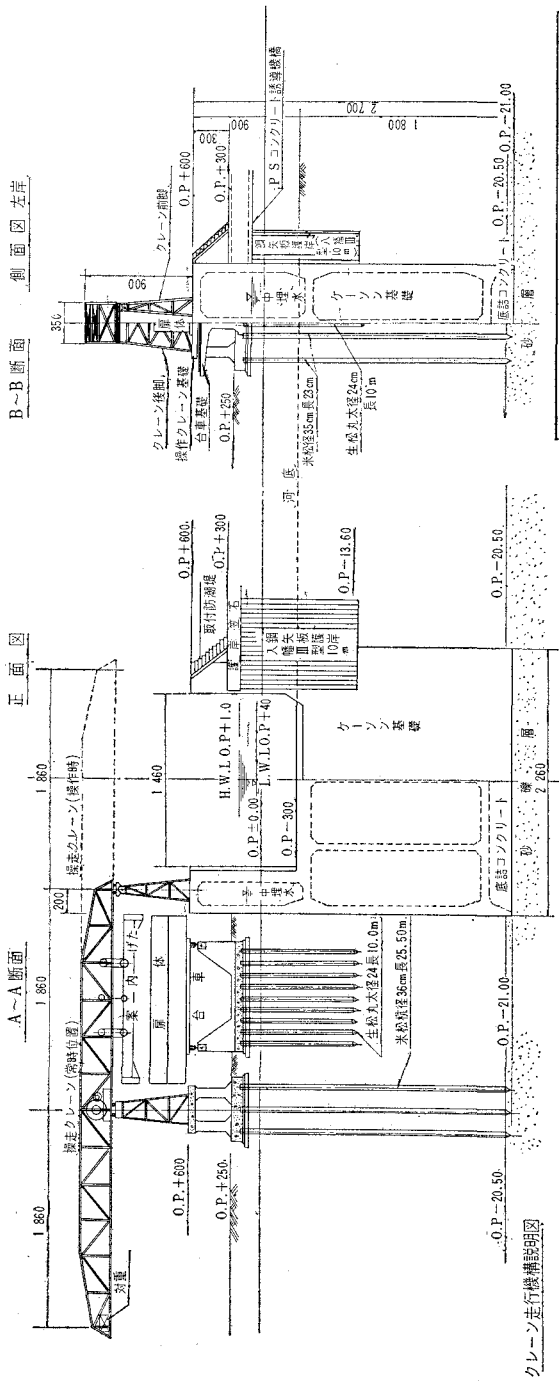


図-2 三軒家水門一般図

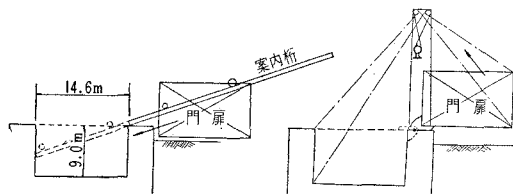


3. 設 計

1. 上 部 工

当水門上部工の設計に際し次の諸点を考慮した。a) 水門の上部空間には船の航行に支障のないよう構造物を作らないこと、b) 腐食を避けるためゲートは常時水面上に保管すること、c) 舟航の激しい所であるから台風期における水門の閉さは切迫した時期に行われる、したがって開閉操作が確実簡単に短時間にできること、この結果、鋼製角落しを走行クレーンによって操作する型式を採用した(図-2)。なおこのとき比較考案したものに次の型式がある。左図の型式は操作が簡単迅速であるが、浮遊物により案内桁やローラーが損傷するおそれがある。これは本水門の使命に対して致命的な欠点で採用できない。右図の型式は構造、操作ともに簡単であるが、ヒンジに無理が生じ製作困難である。また角落し型式としては操作クレーンを前脚上で旋回させる方法も検討したが、操作時間が長くなり、かつ風荷重に対して不安定であるから好ましくない。そこで走行クレーン型式を採用し操作時間短縮のため、各動作を連続自動的に行える自動操作方式とした。次に各部分の概略を述べる。

図-3 上部工の諸型式



1) 角落し 角落しの各ブロックの形状寸法は同一である。角落しのつり上げ、落し入れは操作クレーンに案内桁を設けて簡便確実なものとし、戸当り上部は三方ラップ状に開いて落し入れを容易にした。水密は前面水密とし、側部はPゴム、底部は凹ゴムを使用して完璧を期した。

2) 操作クレーン 走行桁はワーレン トラス型式とし、下弦材の下部に主ローラー レールを取りつけ、脚部に均等荷重がかかるようロッカー式の主ローラーを1脚につき4個設置した。なお浮き止めおよび振れ止め用の補助ローラーを用いて桁の転倒およびだ行を防いだ。走行桁はトラス中央部に設けた rack と後脚の pinion により走行し、定位置が自動的に停止する。停止位置を確保するため、起動時と停止時に電動機の pole-change による定速度の1/3の低速度走行域を設けた。万一自動停止装置が作用せずに定位置を越えた場合にも、後脚に設けた緩衝器により衝撃なしに停止する。

3) 巻上げ装置 当装置は走行桁上にセットされた巻上機とそれにワイヤー ロープでつられた案内桁とよりなる。案内桁は角落しのつり上げ下げに当って巻上機によって操作され、水中でもまたいかなる高さにおいてもゲートに達すると自動的に停止する。すなわち、いかなる場合でもワイヤー ロープがたるまないようにたるみ止めが装置されているので、案内桁が角落しに達してワイヤー ロープのたるみが生ずると、自動的に電動機を停止させるのである。案内桁の停止とともにワイヤー ロープのくり出しくり込みを行い、桁に設けられたフックを開閉して角落しの拾捨を行う。フックの先端にゲートがかかっても、フックは inter-lock されていて絶対にはずれない機構になっている。なお案内桁の縦横の振れを止めるため振れ止め桁を設けた。

4) 台車 台車は常時角落しを格納しておき、クレーン操作に応じて所定の移動をなすものである。台車上の角落しは2門ずつ重ねて3列に並べてあり、2門操作(走行桁の2往復)ごとに台車は走行して定位置に正確に自動停止する。また風圧により車輪が滑らないよう、rack-gear が装置してある。

2. 下 部 工

当水門基礎の設計に当り、a) 高潮時のゲートにかかる外力を戸当り部で支え得て、しかも全体として安定であること、b) 基礎定面の貫孔作用を防ぎうるクリープを有すること、c) 走行クレーンの前脚基礎をかねられること、d) この地区をおおっている厚さ約20mの粘土層の圧密沈下が構造物に直接影響を与えないこと、などを考慮した。これに適合するものとしては、支持杭、并筒および空気ケーソンなどの各型式があり、さらにあとの二者については単体構造と数ブロックに分ける構造、浮函工法と築島工法などが考えられる。上の各型式を、工期、工費、安全度などから比較検討した結果単体の空気ケーソンを浮函工法で施工するようにした。応力計算および安定計算は省略するが二、三の点について略述する。

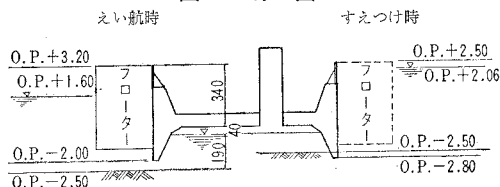
1) 根入り長さ 地質調査の結果 OP-21.0mに相当厚の砂礫層があった。そこで根入りをこの層までとし、底面の許容支持力および高潮時の転倒に対する安定を検討して十分安全と思われたので OP-21.0mと決定した。なおこの場合は相当のクリープがあり、かつ底面に透水層があるので、貫孔作用に対しては安全である。

2) ケーソンの中埋め 掘削沈下完了後ケーソン内の空間処理方法として、a) 水を満たして圧密沈下を少なくする方法、b) 土砂を満たして転倒に対して安全を期する方法、の二つが考えられるが、転倒に対しては水だ

け満たした場合でも十分安全だから、前者を採用して沈下を少なくするように努めた。なお将来無理な水圧が生じないよう内部の各室は相互に流通させ MWL, OP+1.10 m まで水を入れた。

3) 浮函工 浮函の下部には浮力として働かない作業室があり、しかも作業室上の高さを増して浮力を大きくするのはえい航航路が浅くて困難である。そこで浮函の重量をできるだけ軽くするため作業室床版上の隔壁はすえつけ後現地で施工し、側壁は床版上 1.5 m にとどめてその上 1.2 m は山型鋼で補強した止水鋼板を取りつけた。この浮函の重量は 800 t になり、次に述べるえい航時のきっ水 3.6 m に対して得られる浮力は 540 t であるからなお 260 t の浮力が不足する。このうち 200 t はフロートで、残りの 60 t は作業室に空気を密封して受け持たせる。

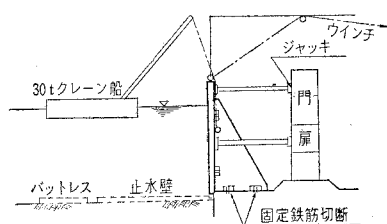
図-4 浮 函



えい航航路は木津川上流のすえつけ現場付近が最も浅い(OP-2.5m)ため、上げ潮時にえい航して満潮時にすえつける必要がある。いますえつけに要する時間(6時間)の余裕があるのは(昭和33年6月3日においては)OP+1.6mの上げ潮時となり、河床までの余裕50cmを考えれば浮函のきっ水は3.6mである。またすえつけ箇所は置きかえ砂をするとともに、板を敷いて沈下を防ぐが、刃口が30cmめり込んでも天端はOP+2.50mで、OP+2.06mの満潮に対しても十分余裕がある。

4) 仮止水壁工 戸当り金物の取り付けには少しの違いも許されないから、下部工の沈下完了後に取りつけるためと、水門完成時に行うゲートの止水試験を容易にするために仮止水壁を設ける。止水壁は扶壁型式とし、水門完成後は上下流に倒して水たたきとして利用できるよう簡単に取り除ける構造とした。

図-5 仮止水壁の解体



3. 走行クレーン後脚基礎、台車基礎

走行クレーンの傾斜は好ましくないから、後脚基礎も水門側壁を利用した前脚基礎と同じくケーソンの類にすべきだが工費がかさむ。そこでOP-21.0mの砂礫層での支持杭基礎とし、アンカーボルトの露出部を長くして万一の場合にかさ上げできる構造にした。この場合根入りは前後脚とも同じだが、杭基礎の方が上層粘土の negative friction の影響が大きく、約8cmの不等沈下をする。これはクレーンの走行能力より算出した許容不等沈下量45cmよりも小さい。

台車基礎は均等な沈下に対しては巻上げ装置のワイヤーロープを調整して簡単に対処できるが、不等沈下とくに台車走行方向の不等沈下は、台車の走行や安定に支障をきたす。そこで長さ12.1mの摩擦杭基礎とし、常時位置におけるゲート、台車、台車基礎の総重心を基礎杭の重心に一致させ不等沈下を防いだ(図-2)。

4. 付 帯 工

緩衝装置は1.5m/secの速度を有する1000tの船を対象にした。これは台風時に押し寄せる多数の小舟を1000tの船1隻で代表させ、その吹き寄せられる速度と吹き寄せられた船に作用する風圧等をふくめて速度を1.5m/secと仮定したのである。その結果ゲートの前に張るチェーンには30tの対重によって15tの張力を持たせるようにした。噴流装置は回転数1750rpm、馬力数30HPのポンプを使用し、間隔50cm、径8mmのノズルから噴射する速度21.2m/secのジェットを利用する。なお自家発電は120HP、90kVAである。

4. 施 工

本工事に使用した特殊工法を中心にして二、三の点について説明する。

(1) ケーソン浮函工

浮函は大阪市港湾局のケーソンヤードを借用して製作した。浮函は掘削時に作業室となるので、高度の気密を必要とするから、簡易自動計量器を用いて上質のコンクリートを作り、下床版までの240m³を昼夜連続一回で入念に施工した。ケーソンヤードと水門設置現場とは6km離れており、えい航に約6時間を要した。えい航時の浮力関係は設計どおりであるが、えい航を安全にし、すえつけを簡単にするために、150t起重機船を用いた。なおフロートは3.0×4.5×9.0mの内部三室型全有効浮力100tのものを4個使用して200tの浮力を利用した。

(2) ケーソン躯体工

図-6に工程を示すにとどめるが、仮止水壁の解体に際しては扶壁の固定鉄筋を切断し、ゲートと止水壁の間

深度に比例し、最終時に 2.8 t/m^2 (640 t) だったから、表面摩擦による抵抗は 1650 t (1.35 t/m^2) で小さい値であった。

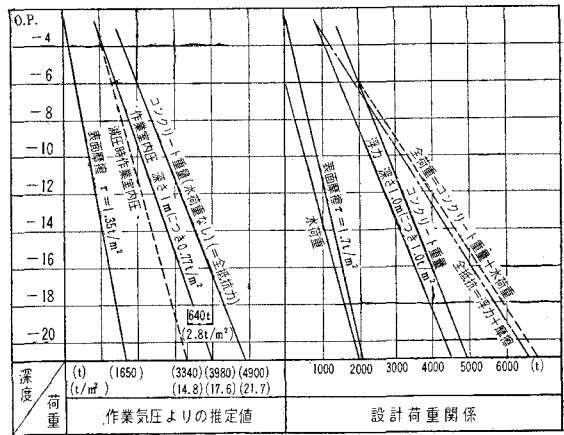
沈下完了後地耐力試験を行い許容支持力 230 t/m^2 を得たが、所要強度は 30 t で問題外である。設計荷重の良否、高潮時の内外水圧差に対する安定機構などを検討するために4個のカールソン型土圧計を埋設したが、この測定検討は今後の問題である。またテストハンマーを用いてコンクリートの現場打上がり強度を測定して、打設方法や型わく取りのぞきの時期を検討しながら工事を進めた。

5. あとがき

三軒家水門は西大阪のいわゆる地盤沈下地帯に軟弱地盤を克服し、この地域の有機的な活動を阻害させることのないよう留意して設計施工し、西大阪の防潮対策に資したものである。

なおこの水門工事の計画ならびに設計については京都大学石原、小西、村山、岡田の各教授、後藤助教授ならびに大阪大学の田中、大田の各教授に御指導を賜わったことおよび、施工については日立造船KK（上部工）、KK大林組（下部工）の献身的な御協力を得たことに対して深甚なる謝意を表するものである。

図-7 掘削沈下時の荷重



営 業 種 目

- ◎ ウエルポイント・バイプロフローティション
サンドパイル・グラウト他・特殊基礎工事
- ◎ 一般土木及建築工事

三信建設工業株式会社

代表取締役 市 瀬 良 男

本 社 東京都千代田区麴町4丁目1番地

電 話 (33) 2622・0830

支店及出張所 名古屋・新潟・佐賀・神戸