

尼崎港第二閘門工事

多田 義雄*

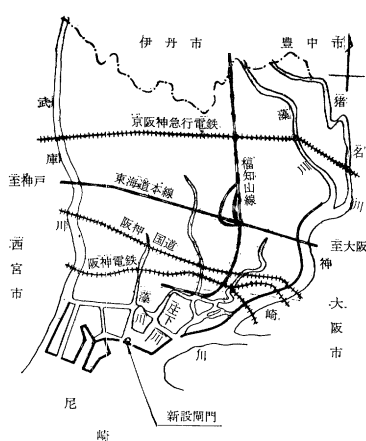
1. はしがき

尼崎港は阪神工業地帯の中央に位置し、その門戸として発達した工業港であって日本経済の伸長とともにますます発展の一途をたどり、その取扱貨物量も900万tを軽く凌駕している。しかしながら、当地区の地盤沈下は日本における代表的なものの一つとしてあげられ、来襲する台風高潮と相まって、その被害は激甚をきわめてきた。このため昭和25年のジェーン台風を契機として、本市全域を一本の防潮堤で防御する延々12kmにわたる閘門式防潮堤の完成をみたが、本港の利用は閘門方式によって一つの制限を受けることとなり、当時よりすでに支障時期の招来することが予想されていた。

この懸念は約10年後の今日、現実となって現われ、背後地における生産活動の急激な伸展にもなつて堤内通航船舶は急増し、またさらには地盤沈下に起因する水門閉鎖時間の延長も加わつて、港湾としての機能がいちじるしく阻害されるに至つた。

近来当地区の海岸高潮対策事業が策定され、このうち37～39年に早急に実施すべき緊急3ヵ年計画の一環として閘門の増設が計画されたが、本閘門の増設工事は兵庫県委託により運輸省第三港湾建設局の施工することとなり、昭和38年8月着工し、昭和40年3月の完成を目前として現在鋭意工事中のものである。

図一 尼崎市街図

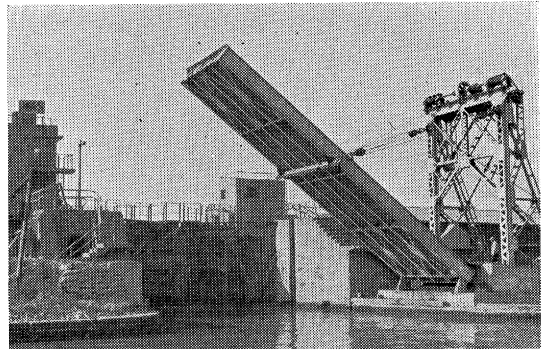


2. 計画の必要性

(1) 当初計画

* 正員 運輸省 尼崎工事事務所長

尼崎閘門全景



ジェーン台風を契機として着工された閘門式防潮堤工法において当初計画された構想は、堤内への船舶通航は閘門2基をもって行ない、別途丸島、蓬川、初島の3地区に排水樋門を設けるというものであった。しかしこれが実施に当たっては工費の節約上、前記の排水樋門3ヵ所をそれぞれ水門とし、開放時には小型船の通航を可能にして閘門の通航量を緩和することによりとりあえず閘門基数を1基に減じ、また将来増設の余地を閘門と蓬川水門の間に残して決定したものである。このため水門の閉鎖時にあつては出入港船舶数の頻度により堤内への船舶通航は制限を受けることも予想された。

閘門の規模を決めるに当たっては、堤内港湾施設の最大が-4.5mであるので対象船型を最大1000G/T級の貨物船とし、また背後地工業生産の伸びとともに、本港取扱貨物量ならびに入港船舶隻数も、近い将来、既往最高の昭和12年当時とまで回復するものとして推算された。すなわち、入港船舶の約6割が堤内荷役を行なうものとし、閘門稼働日数年間300日、1隻当り通航所要時間5分と仮定すれば出入港船舶に対して1日約10時間の閘門操作が必要となってくる。

$$\frac{25600 \times 0.6 \times 2}{300} \times \frac{1}{12} = 10 \text{ 時間}$$

しかも、水門は1日のうち少なくとも9時間船舶航行に対して開放されるので、これが予備的要素として考えられた。なお扉室幅員、闕高、閘室延長は、1000G/T級貨物船を対称としてこれに所要の余裕を考え、それぞ

れ 12 m, O.P. -4.5 m, 80 m としたが、とくに閘室の幅員については本港における貨物輸送の特異性として、はしけの占有率がきわめて高いので、はしけ群の通航を考慮して決定し、曳船が能力いっぱい の 6~7 隻のはしけを曳航して入閘した場合、これを 2 列にならべて一度に収容する能力をもたせた。

また閘門設置位置の決定に当たっては船舶の安全通航、洪水対策などの観点より堤内河川のうち最も利用度の高い庄下川よりの現在位置に築造することにしたものである。

(2) 地盤沈下と堤内水位基準の変更

尼崎市は大阪平野の西端にあり、武庫川および神崎川にはさまれたデルタ地帯に発達した工業都市である。その大半は武庫川によって造成された沖積層でおおわれ、この厚さは南部に向かって漸次深くなっている。一般に工場地帯付近では 30 m 前後で、その下部は洪積層が発達しており、200 m 程度のボーリングでは岩盤に到達しない。

このように宿命的な軟弱地盤構造に加えて今世紀以降の目ざましい工業の発展にともなう大型井戸の掘削が相つぎ、限られた地下水の苛酷な揚水状態は地下帯水層の圧力低下を招き、沖積層を初めとする一連の軟弱な地盤に圧密沈下を招来しているのである。これが沈下の究明については、すでに大阪港湾技術調査会をはじめ学会関係、団体などの調査研究による発表がなされているのでこれらを参照されたい。

沈下の区域を見るとほとんど全市にわたっており、とくに市の中央部を横断している国鉄東海道本線より以南、東部神崎川沿いの地域がはげしくこの地域の年平均沈下量は 10 cm 以上である。昭和 37 年 11 月地理院の水準成果によると阪神電鉄以南の地盤高は O.P. +1.00 m 以下が大部分で、O.P. +2.00 m のそれは全市の約 1/2 をしめている。また、この地域を流下する蓬川、庄下川、大物川などの堤高も昭和 33 年以降 5 年間に約 40~60 cm の沈下をみ、のち二者の一部護岸においては O.P. +2.00 m 前後の数字を示している。

これが堤内水位基準変更の原因である。既設第一閘門

ならびに蓬川水門の築造にあたっては、堤内水位は O.P.+1.50 m と計画したのであるが、これは水門開放時間の延長と豪雨時における堤内水位維持の観点より規定したものである。なおこの場合、実際の堤内水位は水門

閉鎖時間中における河川流出量および都市排水によって平時においても毎時 2 cm 程度の水位の上昇が起こるので、これらをあわせて考慮に入れる必要があった。しかし事実上、水門閉鎖の基準潮位は市内の都市排水上、最も潮位の影響をうける国鉄線以南の庄下川沿岸市街地が 1.70 m 程度の地盤高を保持していたことから、昭和 30 年当時 O.P. +1.68 m と定め、豪雨等に対しては事前のポンプ運転による内水低下によって対処してきた。これにより水門閉鎖は 1 日平均約 3 時間程度の結果となったが、前記地盤沈下の進捗は年々内水位の低下を余儀なくせしめ、最近においては、水位 O.P. +1.40 m (市内 36 ヲ所のポンプによる運河内排水併用)、閉鎖時間 15 時間の長きに達し、いきおい閘門の負担が増大してきたものである。

なお、本市の地盤沈下対策として、工業用水道布設事業を昭和 41 年までの三期事業として鋭意施工中であり、これが完成の際には、その効果が漸次現われてくるものと期待している。また堤内護岸のかき上げも逐次進められているが、上流部については道路、橋梁などのかき上げが付随し、都市計画との関連上、再検討が必要であろう。

(3) 閘門の利用現況と増設の必要性

過去 10 年における本港の発展は目ざましいものがあり、昭和 37 年度取扱貨物量は 26 年のそれに比して 3.2 倍約 940 万 t に達し、堤内通航船舶も当初計画の想定を

図-3 昭和 37 年 11 月現在地盤高現況図

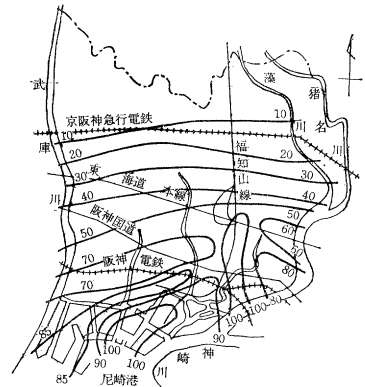


図-2 地盤沈下等量線図

(昭和 26 年~35 年 (10 年間で))

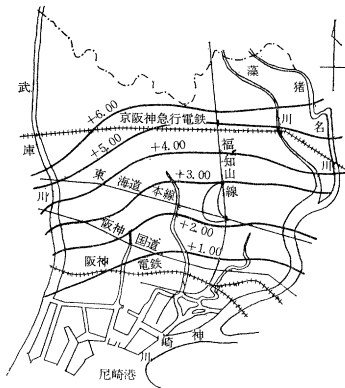


表-1 水門閉鎖時間の推移

年	水門閉鎖時間	一日平均閉鎖時間	閘門回数	摘要
昭和 31 年	1 071.5	3.01	3 934	
32	2 580	7.0	10 138	
33	3 861	10.5	16 218	
34	3 872	10.6	14 738	
35	3 773.3	10.3	14 151	
36	4 676.5	12.8	16 889	
37	5 462.5	14.9	19 901	

表-2 入港船舶隻数の増加

年 度	港湾取扱貨物量	堤内取扱貨物量	入港船舶隻	備 考
昭和 12 年	9 572 000 (t)		約 25 600 隻	当初計画目標 第 1 閘門築造前
昭和 26 年	2 916 000		約 22 000	
昭和 37 年	9 408 000	約 4 900 000	約 56 000	

はるかに上回って 56 000 隻の多数にのぼっている。今後この傾向は続くであろうし、現在においてすら閘門の通航能力の面から、すでにその限界をこえているものと考えなければならない。

そのほか閘門の管理に当たっている兵庫県管理事務所の統計資料によれば、ほぼつぎのことがうかがわれる。

① 月間入港隻数については 9～12 月が多く、1～4 月が少ない。

② 月間の毎日変化の状況からすると、若干月末集中の傾向がみられるが特にいちじるしい特徴はなく、むしろ天候の影響を受けることが多いようである。

③ 船種別には汽船の増加率が最も大きく機帆船がこれにつき、はしけは横ばいの状態を示している。

④ 1 日当り入出港船舶隻数は 150～200 隻が月間の約 4 割強をしめ、最大は 300 隻におよんでいる。

ここで特に注目したいのは閘門通航船の船待ちに関する問題である。このため昭和 36 年 12 月 6 日ならびに 12 日の両日にわたって各船ごとの通閘状況の調査を行った。

待ち時間の長短は、到着船の分布、単位時間当りの到着数、1 サイクルの通航隻数および 1 サイクル時間の分布長さなどに関係し、今回の調査では資料不足のため、これら各要素の解析までには至らなかったが一応その実態はつかみえた。

これによれば

表-3 閘 門 操 作 状 況

月 日	閉鎖時刻	開放時刻	閉鎖時間	備 考
12 月 6 日	3 時 30 分 12—15	18 時 00 分 20—10	6 時間—30 分 7—55	
12 月 12 日	7—50 16—10	14—50 23—00	7—00 6—50	

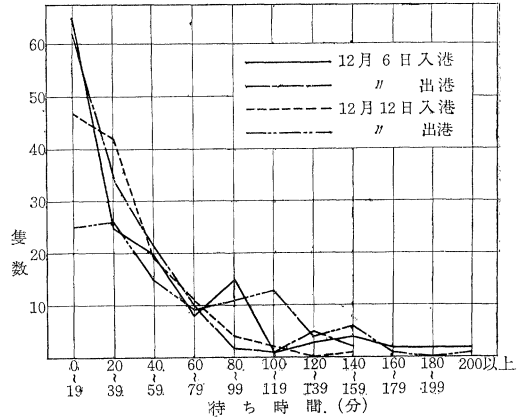
表-4 到着船 1 時間当りの最大隻数

月 日	最大隻数	到着時刻	備 考
12 月 6 日	26 隻 (入港) 27 隻 (出港)	12 時—13 分 11—12	閘 門 開 放 時
12 月 12 日	30 隻 (入港) 23 隻 (出港)	16—17 9—10	

表-5 到着船の船型別隻数

月 日	入 港	出 港	汽 船 (隻)	機 帆 船 (隻)	はしけ (隻)	その他 (隻)	計	備考
12 月 6 日	入	港	8	70	39	85	202	
	出	港	10	85	44	69	208	
12 月 12 日	入	港	16	87	41	57	201	
	出	港	15	78	50	58	201	

図-4 待 ち 時 間 分 布



① 待ち時間の分布は図-4に示すとおりであり、各日の入港船を例にとった場合、平均時間は 45～35 分その標準偏差はそれぞれ 40～25 分となっている。

② 9 時から 15 時までの入港船は大部分 30 分以上待ち合わせる事となり、それらの平均待ち時間は 52 分である。

③ 9 時から 15 時までの間では平均 14 隻の待ち行列を生じ、20～30 隻の状態に達することもあることを示している。

④ 船舶のふくそうがはなはだしくなると、閘室の能力に影響されて船型の大きなものは小さなものに割込まれるので待ち時間が長くなりがちである。

また閘門の通航に関しては

① 閘門の 1 回操作時間の平均は入港船 16 分、出港船 15.9 分となっており、1 回当りの平均入閘隻数はそれぞれ 6.9 隻ならびに 6.0 隻である。

② 一般に入閘隻数は待ち行列が長くなるとできるだけ多く閘室に入ろうとする傾向が強くなり、このためかえって入出閘の操船に時間を多く要している。

③ 閘門両側の到着船が適当な隻数を維持する場合、入港船あるいは出港船の片側についてのサービス時間（ここでサービス時間とは入港船の 1 回操作時間、出港船の 1 回操作時間ならびに入港側の最終の出閘と出港側の第 1 船入閘の間合時間の和と考える）とサービス隻数の平均はそれぞれ 42 分のとき 9 隻、35 分で 7 隻、27 分で 5 隻、18 分で 3 隻となっている。

このようにして、既設閘門による船舶の航行が能力的に限界を示して待ち時間をいちじるしく増大せしめるとともに、海難事故発生危険度を高めている事態に堪がみ、これらの障害を緩和し、今後ますます増加が予想される出入船舶に対処するため、新規に閘門を増設する必要にせまられてきた。目標年次を昭和 43 年にとった場合、本港における入港船舶隻数は約 77 000 隻と見込

まれ、これが目標は昭和 36~37 年の実績よりみて過大なものとは考えられない。今回の閘門増設に当たっては、当初計画の線に沿って、同一規模のものを考えたが、それは現閘門の利用状況より推して機能的にも不十分なものと考えられず、これら新旧両閘門が有機一体となってその効果を発揮することが期待される。

(4) 比較設計案

計画交通量に対して通行能力を確保し、航行の安全をはかるには現在の機能と同じものを増設して出入を区分し一方通行制とすることが最も望ましいことは明らかである。これに対して増設する閘門の規模を縮小する案も一応考えられるので、これらの得失を比較検討してみた。

第1案は、既設閘門と蓬川水門の間に現在の閘門とほぼ同じ機能を有するものを新設する場合。

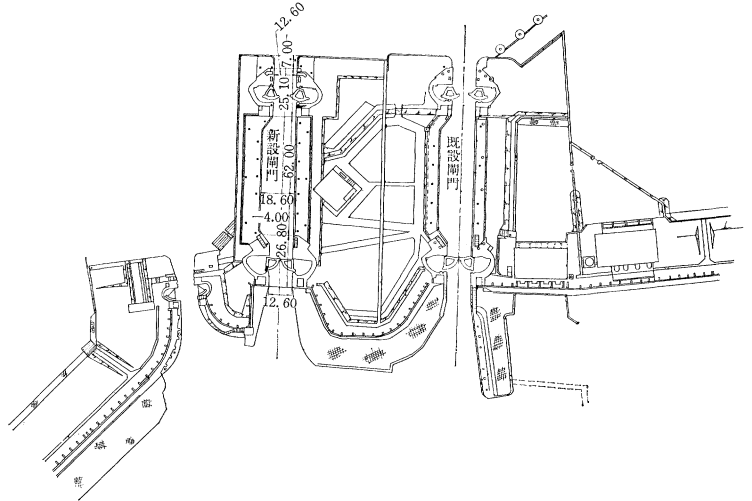
第2案は、蓬川水門を改造して閘門の前扉室として活用し、閘室および後扉室を新設する場合。

第3案は、既設閘門と蓬川水門の間に現在の閘門より小さい閘門を新設する場合。

表-6 各案の機能比較

諸元	第1案	第2案	第3案
通開最大船舶	1000 G/T	200 T	1000~200 T の間
扉室有効幅	12 m	9.5 m	12~9.5 m の間
閘室〃〃	18 m	18 m	18 m
閘室有効長	80 m	80 m	80 m
水深	O.P. -4.0 m	O.P. -3.0 m	O.P. -4.0m~-3.0m
門扉開閉所要時間	1.5分~3分	1.5分~3分	1.5分~3分
通開最大水位差	2 m	2 m	2 m
設計〃	4 m	4 m	4 m

図-5 新設閘門平面図



各案の機能ならびに損失比較は表-6のとおりであり、工費増大の難点を除外すれば通航能力の増加、完全一方通航制の実施ならびに、これによる航行安全性の確保、工事期間中における既設閘門への船舶集中性の回避などの利点があり第1案を採用した。

3. 設計方針

既設第一閘門が十分にその機能を発揮しつつあり、かつ今回の第二閘門においてもその設計条件がほとんど前者と大差ないため、障害物などによる局部的な設計変更ならびに改良を考慮したのみにて全く同一構造を採ることとした。

(1) 閘門土木工事

第二閘門は第一のそれに隣接して計画された。現場はもと硫酸工場の跡で、建物基礎など相当の障害が予想さ

表-7 各案の得失比較

第1案	第2案	第3案
1. 計画交通量に対応する通行能力がある。	1. 通行能力は隻数では1案とあまり変わらないが増設閘門の通航は200t以下に制限される。(入港測の平均待ち時間は1案にくらべて若干長くなる)。	1. 通行能力は1案と3案の間。
2. 既設閘門を入港側に、増設閘門を出港側として一方交通制にできることで航行の安全と海難防止の見地から望ましい。	2. 原則として既設閘門を入港側に、増設閘門を出港側にしても出港船のうち200t以上のものは入港側閘門から出ることで完全な一方交通化ができない。船型の大型化が進むほど交さく通行が多くなり航行の安全上からは好ましくない。	2. 第2案と同様に入港側閘門を完全に一方交通とすることはできないので、航行の安全上からは好ましくない。しかし交さく通行は2案にくらべて少なくなる。
3. 閘門増設工事は現在の開水門と関係なく施工できるので、通航のふくそう度を現在以上増すことはないと思われる。	3. 工事中、船舶は現在の閘門のみを通行するの現状のように水門開放時の一方交通制(完全ではないが)が、できなくなり、待ち行列船の解消が遅れる結果、通航のふくそう度はさらに増すことが予想される。	3. 工事中、現在の通航船にほとんど支障を与えない。
4. 台風時の緊急避難の際の入港あるいは台風後の出港の際に際して閘門が同じ規模であれば船型のいかに問わず入・出港可能である。	4. 台風時の緊急入港、あるいは出港の際船型に分けて交通整理を行なう必要があり、混乱が予想されること。	4. 台風時の緊急入港あるいは出港の際船型に分けて交通整理を行なう必要がある。
5. 堤内水の自然排水能力が約60%増大する。工事中は現状と変わらない。	5. 堤内水の自然排水能力は完成後はほとんど現状と変わらないが、工事中は減少する。	5. 堤内水の自然排水能力は増大する。工事中は現状と変わらない。
6. 閘門の片方を修理する場合あるいは不測の故障時に船型のいかに問わず入出港ができる。	6. 入港側の閘門(現在閘門)が故障あるいは修理の間中、200t以上の船は出入できない。	6. 入港側閘門が修理期間中機能(船型)以上の船舶は出入できない。
7. 工費(本工事費)は6億8000万円を要する。	7. 工費は4億8000万円です1案にくらべて約2億円安い。	7. 工費は1案と2案の間である。

れるとともに、深部には圧縮性の大きな soft clay が厚く堆積しているため、扉室など重量構造物に対して、その基礎をいかにするかということが設計の主眼点となった。設計に先だち第二閘門の中心線に沿って -30~-40m までのボーリング5本を実施した。代表的な柱状図を図-6に示す。それによれば -7~-8m までは、砂層でその下に厚 15m くらいの圧密層があり、-25m くらいから固い砂礫層となっている。

扉室底版下面は、-6.5~-7.0m でちょうど粘度層の上面に当たることになる。土質試験結果によれば、この粘度層は正規圧密を受けている圧密層で、間げき比は 1.3~2.1, 含水比 50~120% で少ししまっている。

不攪乱試料による単純圧縮強度は、図のように、 $q_u = 0.4 \sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ で深いところほど大きくなっている。設計には平均として $q_u = 0.9 \text{ kg/cm}^2$, 粘着力として $c = 0.45 \text{ kg/cm}^2$ を採用している。

また先行荷重以上の荷重に対して圧密係数は、 $c_v = (2 \sim 4) \times 10^{-2} \text{ kg/min}$, 体積圧縮率は $m_v = (3 \times 6) \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{kg}$ である。この結果、扉室構造は不等沈下を避けるため -24~-25m の砂層に達する支持杭基礎とし閘室部は割石ならびに床版コンクリートのみにとどめることとした。なお床版下部から基礎地盤までの粘土は圧縮性が大き

図-6 土質柱状図

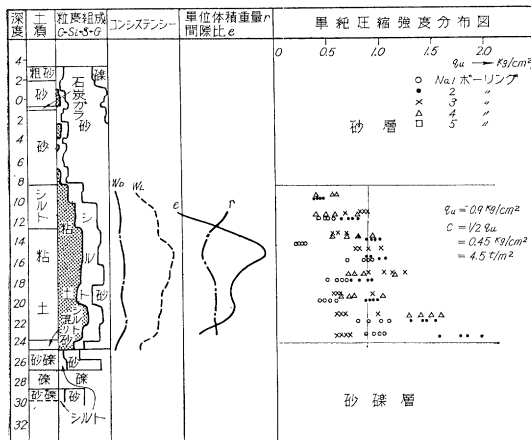
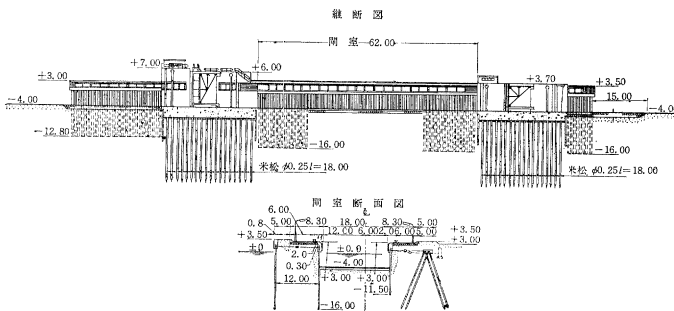


図-7 新設閘門標準断面図



く、その圧密収縮のためにすき間を生じ、ボーリングの原因となる恐れがあったので床版周辺を鋼矢板で囲んで止水ととした。

(2) 門扉

門扉としては第一閘門を踏襲してセクター型を採用した。これが形状、主要寸法については、すでに種々実験のち決定されたものであり、最近における現地観測においても成果が実証されているものである。

その特徴としては

① セクターゲートは水圧を円弧面に受けるので合力は常に中心軸に集中し、水流、水圧が扉の操作におよぼす抵抗は回転軸上の回転摩擦のみで微少であり、したがって開閉は容易である。

② 円弧に作用する外力はすべて中心軸で受けられ、波浪による動的なり返し力、逆水圧に対してまったく同様な機能をもっている。

③ ゲート自身の開閉操作により、在閘船舶に大きな衝撃を与えることなく、給排水を急速に行なうことができ、特別の給排水設備が不要である。

門扉の設計において特に留意すべきは外力の問題である。近年に至って海岸保全に関する調査が進められ、種々の資料が得られているのでこれらを参考として推算した。まず潮位については、気象庁が行なった電子計算機による計算結果¹⁾を、波高については、第三港湾建設局が行なった推算結果によった。

前者は、室戸台風、ジェーン台風および伊勢湾台風が室戸台風コースを通った場合の3ケースについて、その時の気象条件を与え電子計算機により大阪湾内主要地点の潮位偏差を計算したものである。

後者は、このほか第2室戸台風を加え、4ケースについて、風向、風速の実測値、推定値を用い大阪湾内における浅海波の推定を行なったものである。

以上の計算によれば、高潮、波浪とも伊勢湾台風、室戸台風コースという仮想台風の場合が一番被害が大きいことが推察される。

この場合の尼崎の潮位偏差および大阪の波高(尼崎の波浪推算値がないので大阪の値を用いる)の計算結果は、図-8のとおりである。

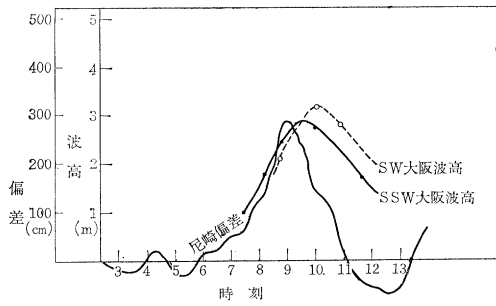
一般に、同一台風については、最高潮位と最大波高は時刻がずれているので、この図より、閘門付近のもっとも危険な方向 SSW, SW の二方向について、波高、潮位の同時刻の値を計算すると、つぎのようである。

a) SSW の場合

① 波高最大をとる場合：大阪における波高最大 9 時 30 分 $H_0 = 2.90 \text{ m}$

その時刻における尼崎の潮位偏差

【図-8】伊勢湾台風室戸台風コースにおける波高ならびに偏差



$\delta = 2.40 \text{ m}$

- ② 潮位偏差最大となる場合：尼崎における潮位偏差最大9時00分 $\delta = 2.99 \text{ m}$ その時刻における大阪の波高 $H_0 = 2.70 \text{ m}$

周期は6秒とすると波長約40m, 防波堤先端より閘門まで約7波長, 回折角約 22° であるが, 余裕 15° をみて 7° とすれば, 回折係数 $K_d \approx 0.3$, $H.W.L. = 2.0 \text{ m}$ であるから

- ① の場合 設計潮位 $2.00 + 2.40 = 4.40 \text{ m}$
 設計波高 $2.90 \times 0.3 = 0.87 \text{ m}$
- ② の場合 設計潮位 $2.00 + 2.99 = 4.99 \text{ m}$
 設計波高 $2.70 \times 0.3 = 0.81 \text{ m}$

b) SW の場合

- ① 波高最大をとる場合：大阪における波高最大10時00分 $H_0 = 3.15 \text{ m}$, その時刻における尼崎の潮位偏差 $\delta = 1.50 \text{ m}$
- ② 潮位偏差最大をとる場合：尼崎における潮位偏差最大9時00分 $\delta = 2.99 \text{ m}$, その時刻における大阪の波高 $H_0 = 2.50 \text{ m}$

SW 方向は, 関西電力の発電所と防波堤の2カ所でしゃへい(ともに回折角 0°)されているから, $K_d = 0.5 \times 0.5 = 0.25$

- ① の場合 設計潮位 $2.00 + 1.50 = 3.50 \text{ m}$
 設計波高 $3.15 \times 0.25 = 0.80 \text{ m}$
- ② の場合 設計潮位 $2.00 + 2.99 = 4.99 \text{ m}$

【図-9】新設閘門前扉標準断面図

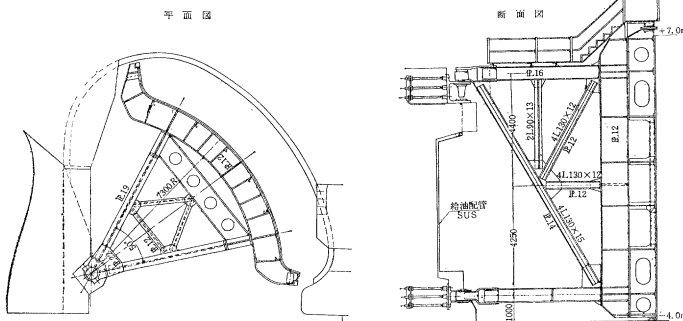


表-8 扉にかかる荷重条件 () : 旧閘門

条件	外水位 (m)	内水位 (m)	波高 (m)	風速 (m/sec)	流速 (m/sec)	扉状態	付加条件
異常高潮時	(5.5) 5.0	(1.5) 1.0	(2.0) 1.0	(35) 35	—	閉鎖	
干潮時	(0) 0	(1.5) 1.8	(1.0) —	(35) 25	—	閉鎖	地震
満潮時	(2.5) 2.5	(1.5) 0.5	(1.5) 1.0	(20) 20	—	運転	機械力及船舶衝撃
満潮時	(2.5) 1.8	(1.5) 1.8	—	—	(1.0) 1.3	運転	機械力及船舶衝撃

設計波高 $2.50 \times 0.25 = 0.62 \text{ m}$

以上の考察から設計高潮位 +5.00m, 設計波高 1.00m とした。

そのほか前扉にかかる荷重条件を第一閘門をふくめて表示すれば表-8のとおりである。

なお, 門扉操作時における閘室内の副振動について若干の懸念が考えられるが, 目測によれば, 別段通航に影響を与えるとも思われず, 詳細については精密な観測結果にまっはかはない。

後扉についてはこれを省略する。

(3) 計画概要

閘門規模はつぎのとおりである。

a) 閘門機能

航行最大船舶	1000 G/T
前後閘室有効幅員	12.0 m
閘室有効幅員	18.0 m
閘室有効延長	80 m
有効水深(閘高)	O.P. -4.0 m
門扉開閉所要時間	前後扉とも約 1.5~2 分
最高水位差	4.0 m
通閘最高水位差	2.0 m

b) 基礎 杭打基礎

前扉室
 松丸太長 18.00 m, 末口径 0.18 m, 545 本
 止水鋼矢板 II 型 9.0 m, 延長 107.6 m (269 枚)

後扉室
 松丸太長 18.00 m, 末口径 0.18 m, 384 本
 止水鋼矢板 II 型 9.0 m, 延長 101.6 m (254 枚)

杭設計許容荷重 24 t/本

c) 門扉

形式：鋼板桁およびトラス構造(溶接および鉚接)セクターゲート

重量：前扉(片側) 65.85 t

後扉(片側) 45.0 t

- ① 前扉：扉高 11.0 m, 扉天端高 O.P. +7.0 m, 扉半径 7.3 m

支承 上部 O.P. +5.65 m

下部 O.P. -3.0 m

- ② 後扉：扉高 7.5 m, 扉天端高 O.P.

+3.5 m, 扉半径 7.3 m
 支承 上部 O.P. +3.1 m
 下部 O.P. -3.0 m

前後扉とも上部支承では垂直および水平反力を, 下部支承では水平反力のみを生ずるとして設計した。

d) 開閉装置

開閉速度: 前扉 0.6~7.2 m/分, 後扉 1.2~7.3 m/分

電動機: 前扉 15 kW(20 P.S) 2台, 後扉 10 kW (13 P.S) 2台

ワイヤロープ: 前扉 24 mm(37×6), 後扉 20 mm(37×6)

排泥ポンプ: 立軸 5.5 kW(7.5 P.S) 4台 (口径100 mm, 揚程 15 m, 容程 1.0 m³/分)

防衝鎖: 30 mm スタッドつき

防衝鎖巻上機: 5.5 kW(7.5 P.S) 4台 (巻上速度 2.75 m/分, 対重錘 8 t 1基, 5 t 3基)

4. 施工上の諸問題

本開門予定位置は既設開門の中心線から西に 90 m へだてて平行に築造されるものであって, 位置的には東西両側をそれぞれ既設開門ならびに蓬川水門により, また前面(南側)には O.P. +6.5 m の既設防潮堤, 背後(北側)は庄下川, 蓬川連絡運河(幅約 250 m) があり, 完全に陸路と連絡をたたれたきわめて狭隘な土地であり, 海上施工が工事の約半ばを占めている。このように特殊な地理的条件のもとに工事を施工するためには, 施工の精度, 防潮堤の撤去時期, ならびに工費用資材の搬入搬出経路, 作業場の確保などの諸問題が考えられる。

まず施工精度についてセクターゲートのようにデリケートな構造ではきわめて高い精度が要求され, このためドライワークで一体のものを現場施工することとし,

堤内部に延長約 260 m にわたり二重の鋼矢板構造による大規模な仮締切を行なうこととした。

ついで既設防潮堤撤去時期の問題であるが, 本防潮堤は尼崎市全市を台風高潮から防御する重要構造物であって, 一歩撤去時期をあやまれば開門工事の手もどりはもとより, 尼崎市の機能に甚大な被害を与えることは明白である。

このため本工事はきわめて限られた期間に施工する必要があり, とりあえず堤内部において開室, 扉室などを完成し, ゲートのすえつけ後において, おおむね 10 月頃より翌年 3 月までの間にアプローチを造成しようとするものである。なお防潮堤前面の仮締切も考えられたが工期的にも, また限られた予算上にも制約があるのでこれを取りやめることとした。

第三点は諸資材の搬入, 搬出体制, 作業場確保などの問題であり, これにとまらぬ仮設準備工的な工種の適切な計画は工事の進捗上はもとより, 工費の面でも重要な要素を占めるものと考えられる。

(1) 諸資材の搬入搬出ならびに作業場の確保

開門建設用主要資材としては鋼矢板, タイロッド, 鉄筋などの鋼材約 2600 t, コンクリート約 9500 m³, そのほか基礎杭としての松丸太, 型わく材料などがあげられる。現地における利用可能な土地は開門敷地および作業通路を除き約 3000 m² と目され, この狭隘地に材料などの置場ならびに作業場の確保を考えた場合, 上記諸材料の同時搬入は当然困難となり, またバックホー, ブルトーザー, P & H 等の建設諸機械もその使用損料の点より, あわせて逐次搬入の体制を採らなければならない。これらを考慮すれば海上輸送はコスト面にもまた効率の面にも難点があり陸路にたよらざるを得ない。

(2) 掘削土砂の処分

掘削土砂の極力利用を考慮した場合, 仮締切流用の陸上掘削土砂 5000 m³, そのほかプリストマンしゅんせつによる旧護岸撤去部および水面地区の表層泥土を除いた約 24000 m³ にのぼる土砂の仮置き箇所が問題となる。すでに述べたとおり現地にこれを求めることは困難であり, またたとえ作業場云々を度外視しても, オーロードのため既設構造物に被害を与えるおそれもあって隣接地に陸路搬入の手段を講ぜねばならない。

なお, 工程計画上, 問題となったのは掘削ならびに仮締切の占めるウェイトが非常に大きいことである。このためとくに 200~300 HP のポンプ船による開削を考えたが, 工期の短縮に比し土砂購入による工費増額が目打ち, また硫酸工場跡の障害物出現も憂りよされてとりやめることとした。

(3) コンクリート打設

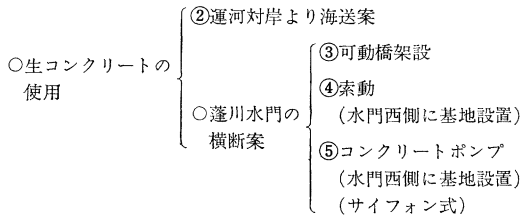
コンクリート総量約 9500 m³ のうち主なるものは前,

図-10 開門築造工事工程計画

工種	37年度	38年度			39年度			備 考
		1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	
1 仮締切工								大規模な仮締切(幅約260m)の施工
2 既設防潮堤撤去								既設防潮堤(幅約250m)の撤去
3 開室工								開室(幅約250m)の施工
4 扉室工								扉室(幅約250m)の施工
5 土留工								土留(幅約250m)の施工
6 基礎工								基礎(幅約250m)の施工
7 型枠工								型枠(幅約250m)の施工
8 前扉基礎工								前扉基礎(幅約250m)の施工
9 扉基礎工								扉基礎(幅約250m)の施工
10 型枠工								型枠(幅約250m)の施工
11 後扉基礎工								後扉基礎(幅約250m)の施工
12 扉基礎工								扉基礎(幅約250m)の施工
13 型枠工								型枠(幅約250m)の施工
14 塩害高潮の対策工								塩害高潮の対策工
15 護岸工								護岸工
16 排水ポンプ工								排水ポンプ工
17 後扉基礎工								後扉基礎(幅約250m)の施工
18 型枠工								型枠(幅約250m)の施工
19 電気設備工								電気設備工
20 電気設備工								電気設備工
21 既設防潮堤撤去								既設防潮堤(幅約250m)の撤去
22 仮締切								仮締切
23 仮締切								仮締切
24 仮締切								仮締切
25 仮締切								仮締切
26 仮締切								仮締切

後扉室および閘室床版工計 4 000 m³ ならびに前、後扉室、躯体工計約 3 000 m³ であって、前者は各区間ごとに連続打設が望まれ、また後者は 8 ヶ月中 10 回にわたって行なわれる予定のものである。このため 1 日最小前後の打設量を考慮せねばならず、これを目標としてつぎの各案につき比較検討した。

①コンクリートプラントの現場設置



これらの問題点を列記すればつぎのとおりである。

- 第 1 案：施設費が高く、広範囲にわたるプラント用地を必要とする。
- 第 2 案：航行船舶の障害となるほか、棧橋仮設等の施設費ならびに船舶損料に多額の経費を必要とする。
- 第 3 案：工程との関連において船舶通航をシャ断することがありうる。
- 第 4 案：施設ならびに運営費が高く、非能率的である。
- 第 5 案：施設費最小なるパイプ閉そくなどの不確実性

およびこれにともなう工程遅延が懸念される。

以上総合的に検討の結果、蓬川水門わきに可動橋を架設して内陸と直結せしめる案が最も有利と判断され、鶴町防潮堤沿いに連絡路を整備し、また土砂仮置場をその北側に設定した。なお、大量にわたるコンクリート打設の場合など同橋の連続使用も考えているが、その期間もきわめて限られたものであり、かつ水門の閉鎖現況ならびに船舶通航の時間的変化などより勘案して、それほど影響をおよぼすものとは考えられない。

5. む す び

本工事を大別すれば扉室、閘室、護岸などの土木構造物の築造と、ゲート、開閉機、排泥ポンプ、防衝装置などの機械電気関係施設製作設置の両部門よりなるものであって、このうち、機械電気関係は昭和 39 年 3 月までに製作を完了し、土木構造物関係工事の進捗と相もなあって 40 年 3 月までに運搬すえつけを完了せんとするものである。土木工事は現在ほぼ工程表の線に沿って着々進んでおり、ここに閘門工事の概要を紹介したが諸氏の参考になれば幸甚である。

参 考 文 献

- 1) 気象庁・第 3 港湾建設局：大阪湾総合調査報告，昭 36.3
- 2) 第 3 港湾建設局：大阪湾沿岸の台風時における波，昭 37.3

(1964.1.9・受付)

特
価
提
供

土木学ハンドブック

土木学会創立50周年記念出版！

土木学会 編

国土建設への羅針盤！

委員長 東京大学名誉教授工学博士 福田武雄
主査幹事 東京大学教授 工学博士 奥村敏恵
日本国有鉄道新幹線局土木部長 長浜正雄
主査38名，幹事39名，執筆委員310名

特價提供延期のお知らせ：ただ今鋭意印刷・製本中ですので、もう暫らくお待ち下さい。発売は5月中旬です。したがって特價〆切を6月末日といたします。

技 報 堂 東京都港区赤坂溜池町5番地 振替東京10番 電話481-8581

特 価 規 定

合 本
A 5 判(縮刷版)・1 編～38編，別冊2830頁
布装 特價7,500円 (定価 8,000円)
皮装 特價9,500円 (定価10,000円)
分 冊 版
上巻：1 編～19編・1580頁
布装 特價4,000円 (定価 4,500円)
下巻：20編～38編・1250頁・別冊
布装 特價4,000円 (定価 4,500円)

上巻発売中！ 合本・下巻5月中旬発売
特價〆切昭和39年6月末日