

## 船台拡張工事, 特にセミ・ドライ ドック用ゲートについて

伊 藤 敏 一\*  
甲 斐 敬 二\*\*

### 1. はしがき

最近の新造船は遂次大型化しており, 45 000 t タンカーはすでに常識となつている。このために, 在来の船台では間にあわなくなり, いわゆる輸出船ブームにとまなう船台工事が各所で行われるようになった。新三菱重工業 KK 神戸造船所でも, 在来の第一船台 (建造船の最大記録は丸善石油のつばめ丸で, 総屯数 20 300 t, D.W. 33 500 t, 昭和 31 年 5 月 31 日進水) を拡張して, 新しい状況に対応する方針をとつた。

この場合, 隣の川崎重工業 KK の拡張工事と違つて, 旧船台および両側のタワー クレーン基礎を延長し, 先端にゲートを設けることとした。第 1 船台の拡張部および新設されたゲートを写真一に示す。

写真一 拡張した船台の全景



船台の延長工事は, 川崎重工業 KK の場合と大差がないので, 細部は省略し, ゲートの設計をくわしく述べたいと思う。

ゲートは鋼構造物として, 土木技術者が設計している

が, あまり報告されていないようである。ここに報告しようとするゲートは, ドライ ドックに一般に用いられるフローティング ゲート と異なり, 若干特殊な構造となつているので, ここにその概略を報告したいと思う。この報告がゲート類の設計の参考になれば, 筆者の望外の喜びである。

### 2. 船台延長工事の概要

本工事は, 大型船 2 隻の建造および進水に支障のないよう, 各種工事の細部にわたり, 慎重に計画したが, 工期が限定されていたので, 突貫工事となつた。また, 現場施工も大半が水中作業に制限され, 種々の困難な問題につきあたつたが, 初期の計画完遂のために, 昼夜兼行の作業を続行して, 予定工程を 2 カ月短縮することができた。渠壁 (船台両側タワー クレーン基礎) の基礎となるケーソンおよびニューマチック ケーソン 3 基は, 当所の No. 4 ドック内で製作 (製作高 9.20×6.40 m) し, 海上を浮揚曳行して現場にすえ付け, コンクリートをつぎたして (継足高 1.00~3.80 m), 掘付沈設させた。なお, 掘付地盤が軟弱であるため, 米松の基礎杭打を施工した。

ケーソンの沈設が完了したのち, 仮締切鋼矢板 (二重) 打ちに着工し, 昭和 30 年 11 月 15 日までに両袖部を実施し, その間にゴールデン・イーグル号 (D. W. 32 000 t タンカー) を進水させ, 昭和 30 年 12 月末までに締切工事を完了した。

昭和 31 年 1 月始めに渠内の揚水を開始し, 渠底工事に着工した。予期以上の湧水量および地盤軟弱による両側ケーソンの移動を認めたので, その対策として渠内に止水矢板および水中コンクリート (渠底総コンクリート

表一

工 事 名 称	構 造	幅 (m)	長さ (m)	面積または高さ	摘 要	
1. 渠底工事	a) 改 造 部	ブレン コンクリート	34.70	55 430	1 923.4 m <sup>2</sup>	中央耐圧部 (幅 15.0m) 松丸大杭打 同 上
	b) 延 長 部	同 上	"	20 021	504.0 m <sup>2</sup>	
2. 渠壁工事	a) 東 側 タワー クレーン基礎	ケ ー ソ ン	7.00	9 000	10.20 m	2 基 基礎杭打コンクリート打ち 1 基 基礎杭打ち
	b) 西 側 "	ケ ー ソ ン	7.30	17 000	10.20 m	
3. 仮締切工事	a) ラルゼン III 型 日鉄 I または II 型	鋼 矢 板 二 重 締 切	8.50	76 800	内側 23.00 m 外側 15.00 m 9.00 m	締切土砂 7 500 m <sup>3</sup>
	b) "	内 側 止 水 矢 板				

\* 正員 新三菱重工業 KK 神戸造船所, 鉄構設計課, 橋梁係長  
\*\* " " " " 商船設計課長

量約 6 400 m<sup>3</sup> のうち水中コンクリート量約 5 000 m<sup>3</sup>) を施工し, 遂次渠底コンクリートを打設し, 昭和 31 年 3

月 31 日渠底の仕上げを終えた。なお、渠底耐圧部（中央部幅 15.00m）には米松基礎杭を施工した。また、両側方塊護岸渠底などには、プレキャスト コンクリート工法を実施した。

主要構造別はその構造および数量を示すと、表-1 のとおりである。

なお、付帯設備として、次の工事を施工した。

- (1) ポンプ室（鉄筋コンクリート造平家）  
幅 3.15 m 長 10.00 m（ケーソン内地下ポンプ室を含む）
- (2) 取付護岸工事  
長 5.15 m（コンクリート方塊積）
- (3) 地下管延長工事  
長 18.40 m（ゼニスパイプ 600φ）
- (4) 電源回路工事  
長 79.00 m（金剛パイプ 4"φ 4 孔管）

### 3. Semi-dry Dock 用ゲート設計の方針および一般計画

#### (1) ゲート計画の方針

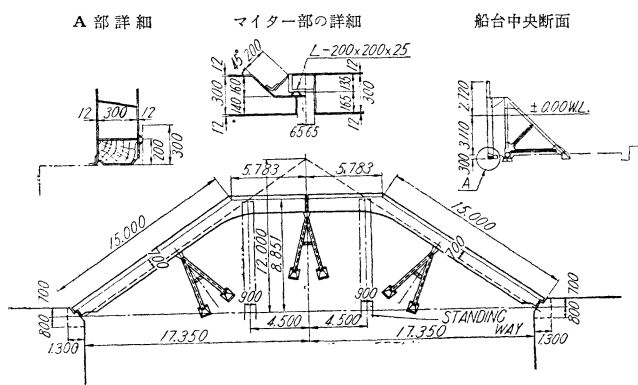
- 1) 船台の有効長をできるだけ長くする形状とする。
- 2) 河川の開門用ゲートおよび通常のドックゲートと異なり、あまり頻繁に開閉しない。
- 3) 構造はできるだけ、簡単なものとする。特に水中部は修理が困難であるから、特別な機構のものはいけなない。
- 4) 船台横のタワー クレーンで吊りうる重量であること、すなわち 1 ブロック 35t 以下とする。

上記のような方針のもとに計画を立てたため、一般のドライ ドックのゲートとは全然趣きの 変つたものとなつた。従来のものはフローチングゲートあるいはマイターゲートであるため、形状は一直線もしくは三角形であり、両端以外には支持点なく、その機構は複雑である。

#### (2) 主要要目

船台幅（渠壁間）	34.70 m
ゲートの高さ	6.13 m
±O.W.L. までの吃水	3.41 m

図-1



#### (3) 一般計画

最初は三角形の形状に張り出す予定であつたが、進水時の船首沈下を考慮して、梯形に変更した。

ゲートの支持方法として、底部および側部の sill に水圧で密着支持され、上部は水平ガーダーで支持される方法を採用し、かつ、この水平ガーダーは両側および3コのトラスで支えられる構造とした。重量の関係より、二つ割2枚とし、1枚約 32t となつた。使用法は次のとおりである。まず、トラスを所定の位置に立て、ゲートを1枚ずつ、クレーンで大体の位置に設置する。ついで、ポンプでドック内の水を排水し、内外の水頭差がつけば、ゲートは水圧によつて、自然に sill に引きよせられ、所定の位置におさまることとなる。

このゲートの動きをなめらかにするため、若干の工夫をした。まず、ゲートを大体の位置においたときすでにある程度の水密を保たせるよう、ゲートの外面にL型のネオプレンのパッキングをつけた。また、この梯形のゲートのおおのの角が sill の角と完全に一致するよう、この角の部分のゲートの底に 200×200×25 の山形材を凹形に溶接し、船台側では凸形に埋めこみ、案内としてある。また、水圧でゲートが sill に引きよせられるときの摩擦を少なくするため、ゲートの底部に鋼板の shoe をはかせた。ケヤキの角材を適当な間隔をあけてとりつけ、ゲートはこれらの角材で支えられるようにした。なお、船台側の接着面には平鋼を埋めこみ、鋼と鋼との接触としてある。sealing はこのようなゲートの一番の問題点であつて、漏洩によるポンプの浪費も長い年月では相当の損失となる。このゲートでは、上に述べた二様式のパッキングを使い、double seal にして完全な水密を期すようにした。

ドック満水用バイパス管の補助として、ゲートの両端に、300φ の船用鑄鉄製仕切弁（JIS 記号 FS 5300）をおおのの1コずつ備えた。この弁の操作はゲートの水平ガーダーの上で行うようにした。ゲートの水平ガーダーには、取りはずし式手すりをつけ、また、両端に踏段をつけて、常時は通路として使用する。

ゲート側部にはゲートを設置するときの衝撃を考慮して米松材のフェンダーがつけられている。sill は御影石を埋めこんだ高さ 300mm のステップである。

暴風雨その他非常事態に備えて、ゲートの安全のために、ターンバックルでゲートと船台とを締めつけ（これは水をほしてから行う）、丸太の支柱8本でゲートを支えるようにしてある。またトラスの修理の場合、ゲートは丸太のみで支えられる。

ゲートは十分塗装してあるが、さらに完全な防食を期して、Zn-anode 使用の cathodic

protection (三菱金属 CPZ 6 F 15 コ および電気亜鉛三種 3 コ, 合計 18 コ 使用) を施してある。

#### 4. ゲートの構造

ゲートは単板に防撓材を縦に配置した構造で、ちょうど、船の隔壁構造とよくにている。この防撓材は水平ガーダー (上端より全高の約 22% の所にある) と、下端の sill で支えられる。水平ガーダーの位置は、防撓材にかかるモーメント、および満潮時ゲートの取りつけ、取りはずし作業用のプラットフォームと通路としての用途などを考慮して、決定した。

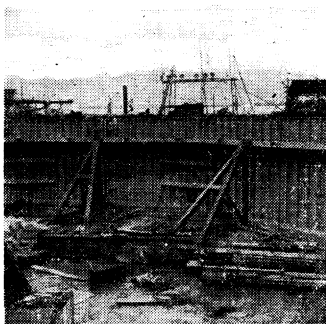
防撓材の取付面を海側にするか陸側にするかについては、いろいろの考え方があつた。このゲートのように片側は常に乾燥状態、片側は常に浸水状態のものでは、a) 腐食に対する保守の点から、また、b) 水平ガーダーが波によつて突き上げられるおそれのあることから、さらに、c) 陸側に水平ガーダーをつけても、この程度の高さでは船台に乗る船の形状から考えて、邪魔にならないことから、また、d) sealing line が sill とゲートとの界面となつて、ゲート底部に少し浮力が働くが、これは別に大して問題とならない点などから考えて、防撓材

およびガーダーは陸側に付けることにした (写真-2 参照)。水平ガーダーを支えるトラスは山形材で構成され。中央および両側に 1 コずつ合計 3 コとし、進水台の位置をさけて、トラスにかかる力が、大体同じにな

るように配置してある。またゲートおよびトラスは、重量軽減のため、全溶接構造を採用した。

強度計算はゲートの頂部まで水があるものとして行つた。水平ガーダーは三点支持の静定バリとなるから、図解法により最大曲げモーメントを求めた。許容応力は防撓材に対しては  $10 \text{ kg/mm}^2$ 、水平ガーダーに対しては  $11 \text{ kg/mm}^2$  としてある。トラスはガーダーの支点の反力より、片持トラスとして計算し、安全率約 3 とおさえた。防撓材とガーダーのタワミについては、いずれもタワミとスパンの比が、 $1/1000$  以下となつて問題は生じない。

写真-2 陸側からみたゲートの構造



#### 5. パッキング

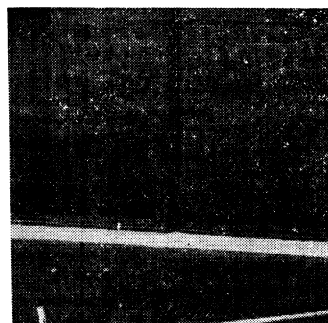
パッキングはすでに述べたように、L型と梯形の 2 種のものを使用した。inner seal の梯形のパッキングは相当の大きな荷重を受けるので、ネオ プレン を使用した。これについては、当所研究部材料研究課において、実験を行い、ネオプレンの安全圧縮応力が  $70 \text{ kg/cm}^2$  であることを確かめた。計算上の最大圧縮応力は約  $25.9 \text{ kg/cm}^2$  である。

2 枚のゲートの合せ目のマイター下部は sealing line がうまく連続しないが、ゲートを設置したのち、ネオプレンの四角板を、ゲートの頂部よりターンバックルで引き上げて、その不連続部を機械的にふさぐようにした (写真-3 参照)。

パッキングとして使用したネオプレンの試験成績は、下記のとおりである。

硬度 (ショアー)	62
弾性率	40%
抗張力	$170 \text{ kg/cm}^2$
伸び	600%
弾性限界	$70 \text{ kg/cm}^2$
圧縮破壊荷重	$180 \text{ kg/cm}^2$ 以上
安全圧縮荷重	$70 \text{ kg/cm}^2$
$20 \text{ kg/cm}^2$ 圧縮荷重時の変形量	{ 見掛け変形量 $7.2 \text{ m/m}$ 永久変形 $0.3 \text{ m/m}$

写真-3 海側からみたマイター部



#### 6. 使用成績

つばめ丸が 5 月 31 日進水したのち、第 1 回のゲート設置が 6 月 5 日に行われた。初めてのことで、トラス設置にやや手間どつたが、ゲート本体の設置は予想以上にうまく行つた。outer seal は初期の水止めにも効果があり、内外の水位の差がつけば、ゲートは軽く sill に密着させられることも確認できた。

これより、この船台は幅  $33.65 \text{ m}$ 、長さ  $229.40 \text{ m}$  となつて、巨大船の建造に役立ちつつある。

× × × ×