

24

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会 報 告

第 53 号

昭 和 40 年 9 月

油送船のフリー・フロー・システムの開発研究……………第79研究部会

Study on Pipeless System for Oil Tankers

……………The 79 th Research Committee

**The Report
of the
Shipbuilding Research Association
of Japan
Tokyo, Japan
NO. 53
Sept., 1965**

第 79 研究部会委員名簿

部会長	樋口道之助		
委員	赤星光雄	浅野修一	浅野順一
	蘭純義	伊藤哲	岡田正次郎
	笠原讓	笠間義郎	金井一十三
	菊地勝	小池正衛	小林茂夫
	秀島昭幸	篠原弘毅	柴田清
	杉野浩一	鈴木昌	宗田啓一
	土屋輝雄	長尾実三	西村弘道
	橋本秀雄	林森男	宮本新平
	村上幹彌	山口博	山成清
	横田富		

Membership of the 79 th Research Committee

Chairman	Mitinosuke HIGUTI		
Members	Teruo AKABOSI	Syuiti ASANO	Zyuniti ASANO
	Zyungi ARARAGI	Akira ITO	Syōzirō OKADA
	Yuzuru KASAHARA	Yosirō KASAMA	Hitomi KANAI
	Masaru KIKUTI	Syōe KOIKE	Sigeo KOBAYASI
	Teruyuki HIDESIMA	Kōki SINOHARA	Kiyosi SIBATA
	Kōiti SUGINO	Masaru SUZUKI	Keiiti SŌDA
	Teruo TUTIYA	Zituzō NAGAO	Kōdō NISIMURA
	Hideo HASIMOTO	Morio HAYASI	Sinpei MIYAMOTO
	Mikiya MURAKAMI	Hiroshi YAMAGUTI	Kiyosi YAMANARI
	Yutaka YOKOTA		

Study on Pipeless System for Oil Tankers

Summary

In recent years, oil tankers have rapidly become larger in size, the cargo oil piping and the suction bell mouth in the tanks have become very large. On the contrary, pipeless system in which oil flows freely not through pipe lines but through only bulkhead valves are provided, or direct suction method, in which oil is pumped out directly by deep well pump in its own tank, is applied. Cargo handling device of oil tankers is not only becoming enormous but also making rapid progress in automation and rationalization.

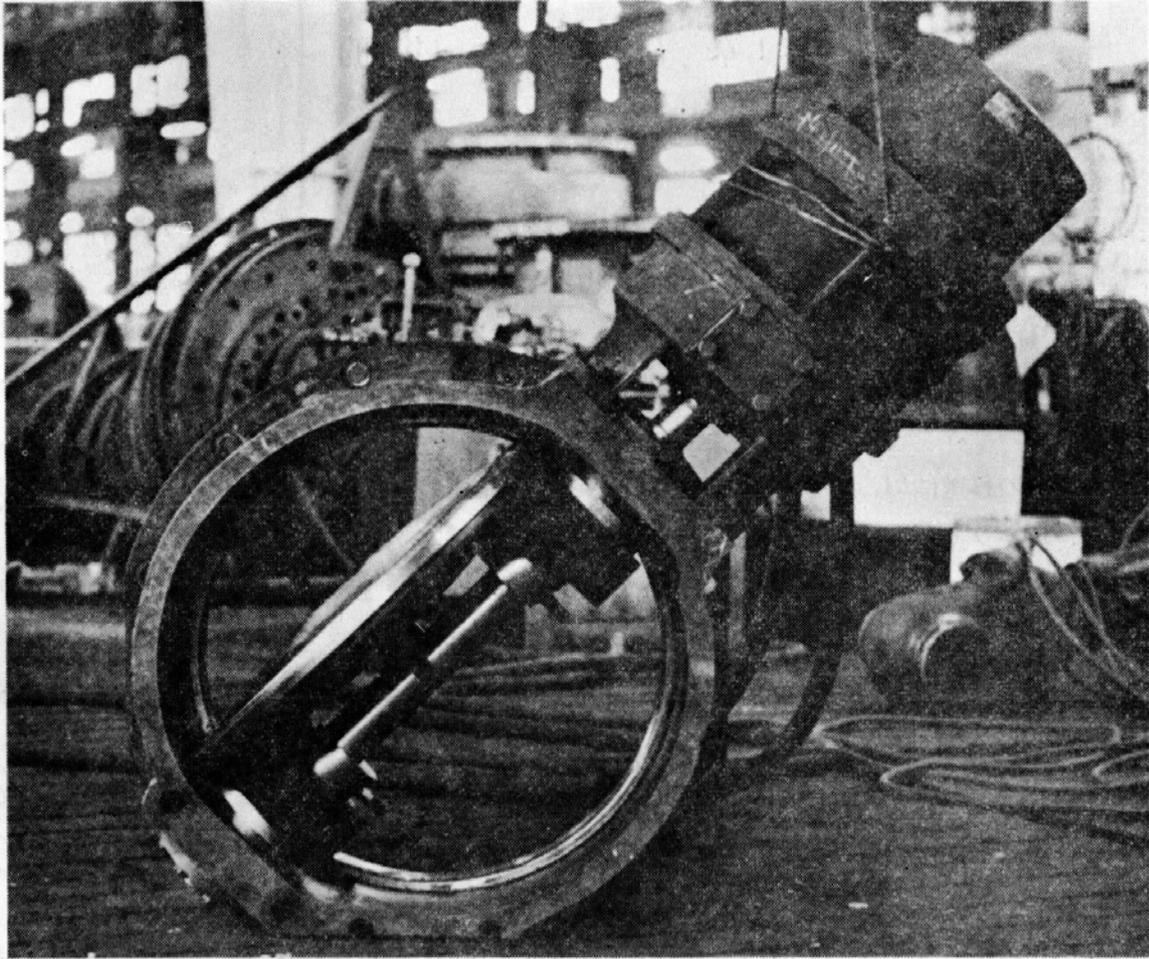
It is clear that the application of pipeless system to oil tankers decreases production cost. Nowadays, some of bulkhead valves for pipeless system are made and sold by some foreign makers, but they are not yet adopted in Japanese tankers by reason of expensive cost. We are obliged to adopt the gate valves for piping, as it is. We have tried to develop the most efficient bulkhead valve of lower cost.

油送船のフリー・フロー・システムの開発研究

目 次

第1章	研究の目的	(2)
第2章	現在までの隔壁付交通弁の開発状況調査	(3)
第3章	隔壁付交通弁システムに関するアンケート	(7)
第4章	試作品の仕様決定	(9)
第5章	隔壁付交通弁試作品の詳細設計	(15)
第6章	隔壁付交通弁試作品の製作	(19)
第7章	隔壁付交通弁試作品の試験要領および試験結果	(21)
第8章	隔壁付交通弁試作品追加試験結果	(26)
第9章	铸鋼製隔壁付交通弁	(30)
第10章	隔壁付交通弁に関する考察	(32)
第11章	結 語	(33)

油送船の隔壁付交通弁試作品完成写真（修正後）



油送船の隔壁付交通弁試作品完成写真（修正後）

油送船のフリー・フロー・システムの開発研究

第1章 研究の目的

近年油送船は次第に大型化するとともに、荷油タンク内の配管も漸次大口径となり吸入口もきわめて大なるものとなってきた。これにともないタンク内の配管を省略して隔壁に交通弁を設けて、自由に流すフリー・フロー・システムやポンプ室を設けず、直接タンクから油を吸引するディープ・ウェル・ポンプ方式等も考えられ、油送船の荷油装置も大型化するとともに、一方では合理化また自動化へと急激に進歩を続けている。

油送船の荷油の移送についてフリー・フロー・システムを採用すれば、建造コストが低減することは明かである。現在フリー・フロー用隔壁付交通弁として、一部の外国メーカーで製造販売しているものもあるが、高価なため採用されず、やむをえず管用の仕切弁をそのまま使用している状態である。そこで安価で効率良好な交通弁およびフリー・フロー・システムを開発しようとするものである。

しからば、普通の管用弁をそのまま隔壁付交通弁として使用してはなぜ悪いのか、その主たる理由は次のとおりである。

- (1) 普通の管用弁は、たとえば JIS の仕切弁を例にとればその管接手はフランジ接手であるので、弁の下縁と船底上面との距離は比較的大きく、このため吸入時残油が多く、実用上きわめて不都合である。
- (2) 普通の管用弁たとえば JIS の仕切弁では弁体と弁座との油密性が確保されているのみならず、弁箱の油密性を確保しているが、隔壁付交通弁としては弁体と弁座との油密性は必要であるが、弁箱の油密性は全く不要である。従って構造ははるかに簡略化されるはずである。
- (3) 普通の管用弁、たとえば JIS の仕切弁では弁箱の強度、弁体の強度は常用 5 kg/cm^2 程度に最底考えられているが、この隔壁付交通弁ではその取付けられるべき隔壁の耐圧強度と同等であればよい。従って大型船でも 3 kg/cm^2 程度あれば十分である。
- (4) 油送船の船底には縦通材が $800 \sim 1,000 \text{ mm}$ の間隔で取付けられ、その深さは $500 \sim 600 \text{ mm}$ ある。この縦通材の間に配置するのは管用弁では困難であり、仮りにそれが取付けられたとしても、以後の修理、手入れが不可能となる。

上記のごとき各種の理由により隔壁付交通弁として、その環境にマッチした最も合理的なものを開発し、併せてそのシステムを研究しようとするのが本研究の目的である。

第2章 現在までの隔壁付交通弁の開発状況調査

2.1 概 要

隔壁付交通弁を使用して流体を流した歴史は古く、非公式には戦前から海軍の艦艇で行なわれていたが、正式に油送船の隔壁付交通弁システムに利用されたのは第2次世界大戦中の日本の戦時標準型油送船である。しかしながらこれらの例では、特別に設計製作された隔壁付交通弁を使用しているのではなく、管用弁をそのまま使用している。

次に現在正式に商品として販売されているものには下記のものがある。

- (1) Cockburns 社 (イギリス) のグラビティー・フロー・バルブ (図 2.2 参照)

形 式	バタフライ型
形	楕 円 型
弁座の材質	ゴ ム

これに付、さらに詳しく当部会として調査を行なった。

- (2) Sigma 社 (フランス) のフリー・フロー・バルブ (図 2.1 参照)

形 式	横 仕 切 型
形	矩 形
弁座の材質	金 属

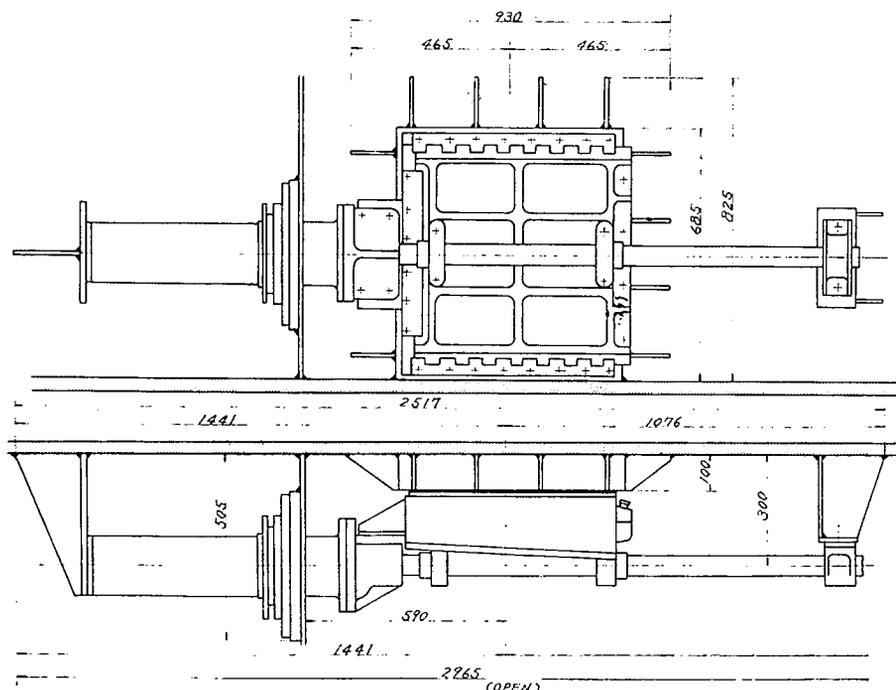


図 2.1 Sigma 社フリー・フロー・バルブ

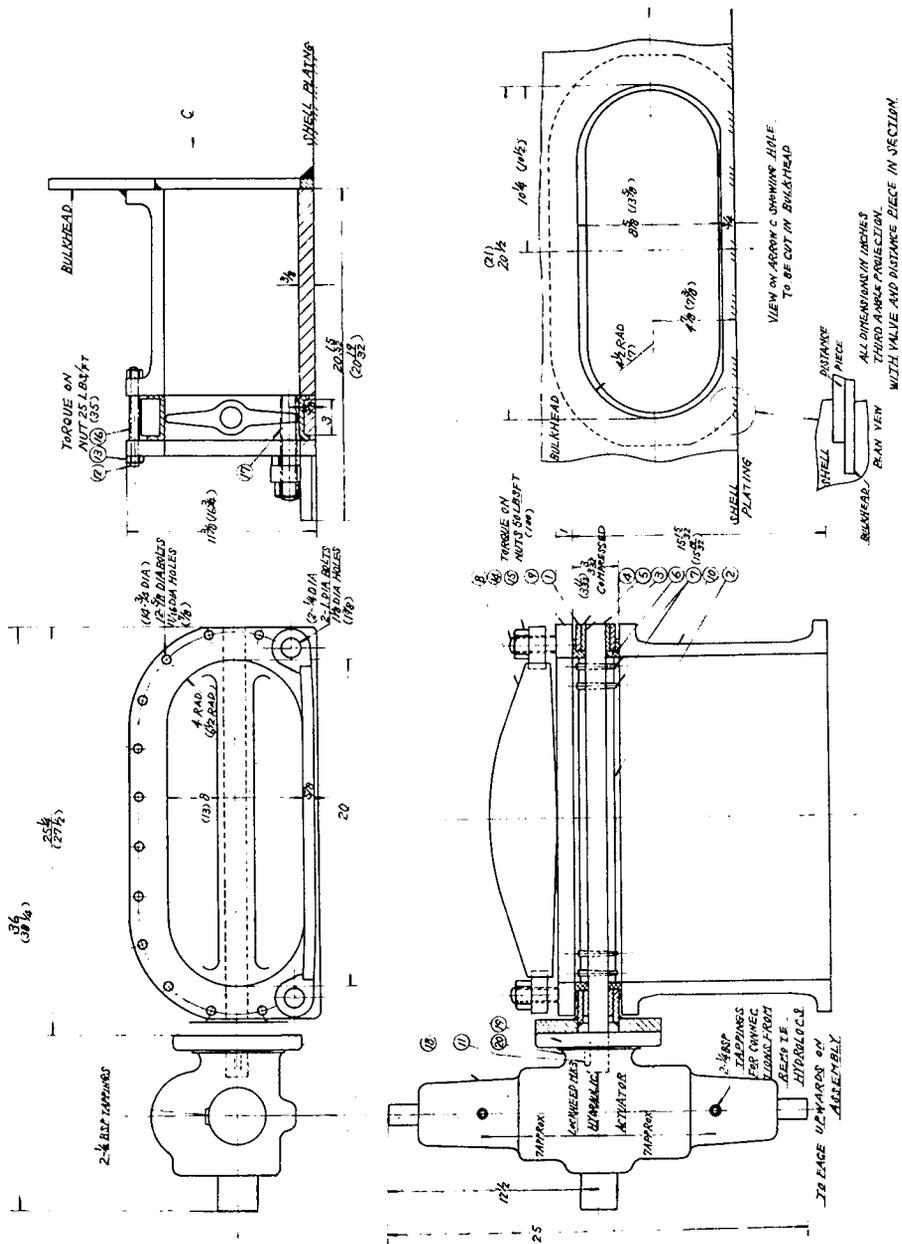
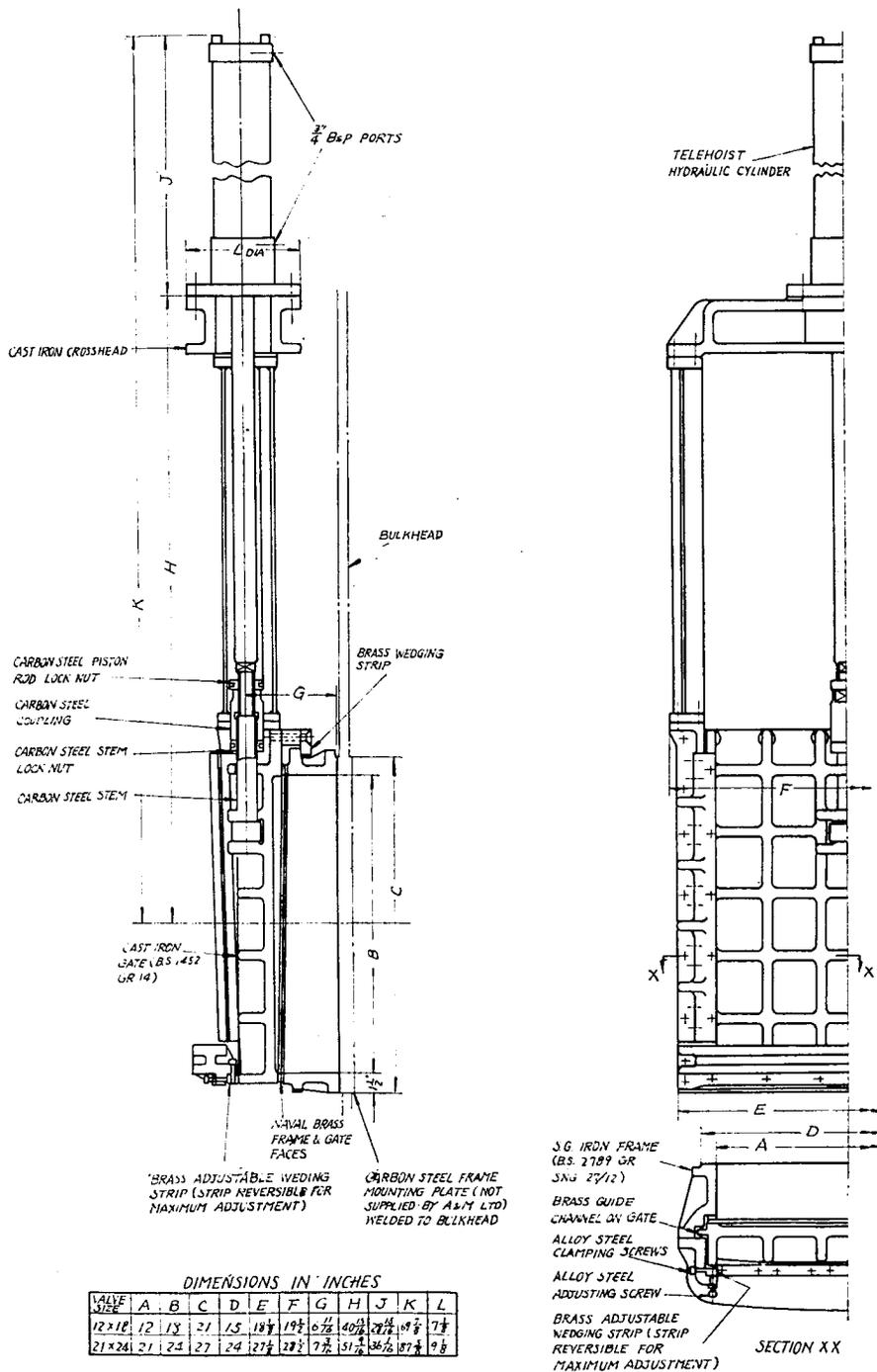


図 2.2 Cockburns 社 フリー・フロー・バルブ

(3) Alley & Maclellan 社のフリー・フロー・バルブ (図 2.3 参照)

形 式	堅 仕 切 型
形	矩 形
弁座の材質	金 属



DIMENSIONS IN INCHES

VALVE SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
12x18	12	18	21	1.5	18 1/2	19 1/2	0.72	40 1/2	28 1/2	18 1/2	7 1/2
21x24	21	24	27	2.4	27 1/2	28 1/2	7 1/2	51 1/2	36 1/2	27 1/2	9 1/2

図 2.3 Alley & Maclellan 社フリー・フロー・バルブ

2.2 Cockburns 社のフリー・フロー・バルブの調査

調査場所：舞鶴重工業(株)舞鶴造船所艀装岸壁

調査年月日：昭和39年12月30日

調査対象：DW 61,000TON, "NORA"

調査員：樋口道之助, 橋本秀雄

本バルブは C. C. M. Cargo Oil Handling System の一部品として使用されたものである。本フリー・フロー・バルブの組立図は図 2.2 に示すとおりであり、かつ NORA 号の荷油タンク内で撮影した写真が図 2.4 である。

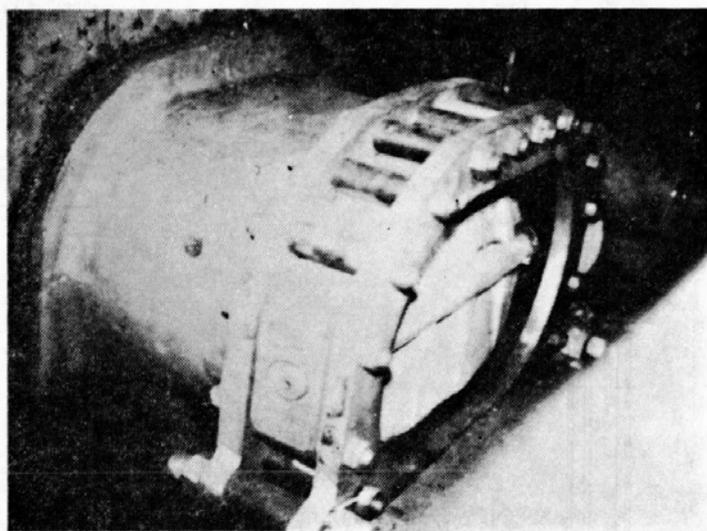


図 2.4

Cockburns 社の図面で不明だった点は次の 2 点であった。

- (1) Distance Piece と隔壁との溶接をいかにやっているか。
- (2) バルブの下縁と Distance Piece との結合手段である圧着用バーの締付ボルトはどうなっているか。

上記、Distance Piece と隔壁との取付けは図 2.5 に示すように A 部を溶接していたことがわかった。

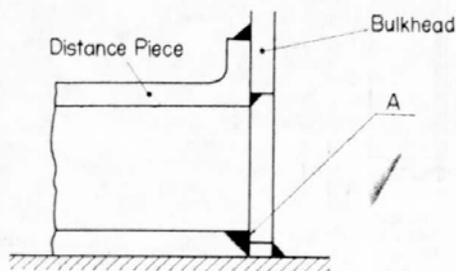


図 2.5

また、バルブの下縁と Distance Piece との結合手段の圧着用バーの締付ボルトは、両頭なしの通しボルトで両ナット止めとなっていた。

第3章 隔壁付交通弁システムに関するアンケート

一方われわれの研究はいかなる点に重点を置いて行なうべきかを知るために、下記のアンケートを船主に配布し、回答を求めた。

- (1) 隔壁交通弁のSill Height がいくら以上ならば、ストリップング・ポンプおよびストリップング・ラインは不用と考えますか。
- (2) 上記 Sill Height はたとえ0であってもストリップング・ポンプおよびストリップング・ラインは別の意味で廃止するのは不可能であると考えますか。
- (3) 全タンクにフリー・フロー・システムを採用した場合でもクリーン・バラスト、ダーティ・バラストの積み分けのためにどうしてもバラスト・ラインは必要と考えますか。
- (4) その他フリー・フロー・システムについてご意見がありましたらお聞かせ下さい。

これに対し回答を寄せられたのは、日本郵船、新和海運、大平洋海運、ジャパンライン、三光汽船、大阪商船三井船舶の各社であった。そのアンケート集計を表3.1に示す。

この結論として特にいえることは、船主としてはフリー・フロー・システムを採用してもストリップング・ポンプならびにストリップング・ラインは残したいということであって、もしそうであれば、Sill Height が絶対0でなければならないという理由はない。もちろん、なるべく0に近いことが望ましいが、同様にバラスト系統はフリー・フローを全面的に行なうことは避けたいという意向が伺える。なおNKとしてはフリー・フローをやってもストリップング・ラインは要求するとのことであった。

表3.1 アンケート回答表

項目 会社回答	(1) 隔壁付交通弁の Sill Height がいくら以上ならばストリップング・ポンプおよびストリップング・ラインは不要と考えますか。	(2) 左記 Sill Height はたとえ0であっても、ストリップング・ポンプおよびストリップング・ラインは別の意味で廃止するのは不可能であると考えますか。	(3) 全タンクにフリー・フロー・システムを採用した場合でもクリーン・バラスト、ダーティ・バラストの積み分けのためにどうしてもバラスト・ラインは必要と考えますか。	(4) その他、フリー・フロー・システムについてご意見がございましたらお聞かせ下さい。
A社	Sill Height が0であってもストリップ・ラインは必要。トリム・ヒール等調整のため。	左に同じ。	クリーン・バラスト・タンクには必要。ダーティ・バラスト・タンクも一番船尾側にあればよいが、配置上船首側のタンクをダーティとして使用する時は別配管が必要となる。	完全にフリー・フロー・システムを実施するのはいろいろな点(左記の様な)で問題があり、わが社では現在、本システムを採用することは考慮していない。

	(1)	(2)	(3)	(4)
B社	従来のタンカでもストリップ・サクシジョンのところで約 50mm 位は残るゆえ Sill Height が 50mm 以下であれば残油は問題ないと思われませんが、メイン・ポンプで吸引する場合はトランスバースが油面から出るようになると、一気に吸引することができなくなり、空気を吸いこみやすくなり危険であるので、メイン・ポンプは使用できなくなり、またバクワース時は底面に水があれば油分がとれない（バクワースの噴射が直接あたらないから）のでつねに底面に水が残らない様に吸引してやる必要があります、Sill Height に関係なくストリップ・ポンプおよびラインは必要と考えます。		必要と考えます。	揚地の水深と喫水との差が非常に少ないのが現状であるのでトリムを考えて3〜4ライン位に分けることが必要と思います。
C社	Sill Height は0に近い方が良く、ストリップ・ポンプラインとは別。	適当量のクリーン・パーマネント・バラスト・タンクの確保、隔壁交通弁の無破損および確実性の確保等の条件が与えられれば不可能ではない。	適当量のクリーン・パーマネント・バラスト・タンクが確保してあればバラスト・ラインは不要。	
D社	従来のストリップ・ラインの Bellmouth 脚長（約20m,m）以下であれば不要と考えて良い。	少なくともストリップ・ポンプは必要と考える。	バラスト・ラインは必要と考える。	
E社	ストリップ・ラインは必要である。	廃止は不可能である。フリー・フローのみではたとえばタンク掃除、ガス・フリー等に困難が予想される。また万一バルブ故障の場合の対策がない。	荷役中の喫水確保および Quick despatech のためある程度のバラスト専用槽は必要であり、そのためのバラストラインも必要である。	独創的なシステムではあるが、異種油の積別けがほとんど不可能である。
F社	ストリップ・ポンプの廃止には(2)の条件が必要ですが、バルクヘッド・バルブの Sill Height としては 25m,m 以下を希望します。	主カーゴ・オイル・ポンプの吸引能力がストリップ・ポンプと同程度に改良されるならば廃止して良い。（ポンプ自体だけではなく適当な吸引装置の考案も含めて）なおストリップ・ラインは現状でも不要である。	バラスト・ラインは必要と思う。 理由： ① 海水汚濁の防止。 ② カーゴ・オイル荷役とバラスト張排水を併行して行なうため。	グループ別にセミ・フロー・システムの採用は配管弁の簡略化上メリットがある。

第4章 試作品の仕様決定

4.1 アンケート集計

隔壁付交通弁試作品の仕様を決定する参考として会員各社にアンケートを出し、回答を求めた。アンケート項目は下記の通りである。

- (1) 型式をいかにすべきか
円形か、楕円形か、仕切弁か、バタフライ弁か、スウィング弁か
- (2) Sill Height は何mm にするか
- (3) 寸法、内径
- (4) 主要部の材質
- (5) 駆動方式
- (6) 圧力
- (7) 船体への取付方法
- (8) その他

これに対する回答を集計したものが表4.1である。

4.2 各仕様の比較検討

4.2.1 形状（円形と楕円形）

- (1) 弁座を楕円形とする場合その圧着力は同じ面積の円形弁座の圧着力よりも小さい。従って油密性を完全にするためには金属弁座では困難である。
- (2) 金属弁座を使用した場合、楕円形では機械加工が非常に困難である。その意味で楕円形の弁座を使用する場合には、弁座にはゴムを使用せざるを得ない。もし強いて金属製楕円形弁座を作るとすると機械加工は一般に不可能なので手作業となり非常に高価なものとなる。またゴム弁座を使用した場合であっても、本体の弁座あたり面を楕円形に加工するのは容易でなく、「ならい加工法」でもとらざるを得ず円形のものに比し著しく割高となる。
- (3) 弁座を楕円形にした場合、もしバタフライ型式のバルブにすると当然軸は長軸方向になるから円形に比し支持間隔が大となり、従って軸が太くなる。しかも楕円形バルブの場合、その長軸方向の軸が太くなるのは有効断面積が著しく減少するゆえに好しくない。
- (4) 楕円形のバルブでは隔壁への取付ピースも楕円形となり、その製作取付はきわめて困難となる。
- (5) 残水の流通性からいえば Sill の長さの大きい楕円または長円形が遙かに円形に優る。

4.2.2 寸法

- (1) リセスの有無

もし隔壁に交通弁取付用リセスの存在を許すならば、弁の寸法形状は思うようになり、なんら制約を加える必要はない。しかしながら、リセスを設けることは非常に金がかかるので、弁の形

表4.1 油送船隔壁付交

会社名		A 社	B 社	C 社
番号	項目			
1	型式	バルクヘッド・バルブはパイプ系統のものとは違って、比較的耐圧性が低くて良いので、バタフライ式で低辺の長いもの。	(イ) バタフライ式。 (ロ) できるだけ低液面まで油を吸引できるような形状。 (ハ) ゴムライニングが船内にて容易に取換可能な構造。 (ニ) Wafer Type (フランジ・タイプでないということ)	55,000 t 級以上のタンカの縦または横隔壁の下端に直接取り付けられるもので、できればバタフライ形。
2	Sill Height	できるだけ低い方が望ましい。	できるだけ低くする。(フランジと船底外板との関係で、そう極端に低くすることはむずかしいと思う)	タンク底面よりの高さ 40m m 以下。
3	価格	できるだけ低コストが望ましいが確実性のあるものを望む。しかし製作が軌道にのった場合には少なくとも現在の油圧式仕切弁より安価であること。	軽量、価格低廉なること。	駆動装置を除き JIS 10 ^k ゲートバルブと同等またはそれ以下であること。
4	寸法	将来の大型船を考えると 400 ~ 600mmφ 相当の開口部面積が必要であろう。	ボトム・ロンジの間隔内に収められる寸法であること。(ただし取付方法を考慮すれば特にこの要求にこだわる必要なしと思われる)	500mmφ 相当以上、ただし試作品そのものは必ずしも現寸であることを要しない。
5	材料	当り面はメタルタッチで油密となること、主要部は SUS 32 以上。	本体 ; FC 20 Disc ; SC 49, 18-8 ステンレス 鋼目盛り Stem ; SUS 22 Rubber Lining ; NBR	耐油、耐海水、耐ヤキツキのものであること。試作品そのものについて特に希望はないが実船試験を考慮して選定のこと。結果的に Body は SC とする方が良い。
6	駆動方式	油圧ロータリ・アクチュエータ式。	(イ) 油圧駆動。 (ロ) 油圧シリンダとリンクレバ機構の組合せによるピストン・アクチュエータまたはロータリ・アクチュエータ。	油圧式 開閉指示はつけるものとして設計すること。開閉速度は全閉 → 全開 30 秒以内。
7	圧力		Pressure Standard ; 2kg/cm ² Seat Pressure ; 3kg/cm ² Water Test Pressure ; 4kg/cm ²	
8	取付方法		隔壁ピースをかいして弁を取付ける。(そのピースは適宜補強することも必要であろうかと思ふ)	タンク深さ 20m として油水のいづれをも積んだ時でもその隣接する空タンク側に洩れないこと。
9	その他			(イ) 船体より受ける力を調査し、弁の剛性を決める必要があると考えられる。 (ロ) できるだけ軽構造のものより出発しそれを補強していくという考え方が考えられる。 (ハ) 絶対洩れないようにするといういき方の他に、洩れがいかなる状況で起るかを調査する。 (ニ) 要するに欠点のないもののように考えずに欠点のあるものを作り、その欠点をつぶしていく考え。

通 弁 仕 様 各 社 比 較 表

D 社	E 社	F 社
<p>横長円 バタフライ。(角型 スルースの場合工作精度の点で高価となり JIS 仕切弁については新しく研究の必要を認めない。従って低液面通過面積を考える)</p>	<p>バタフライ式</p>	<p>バタフライ式 (円形)</p>
<p>できる限り低くする。(最終的にはストリップング・パイプを止められる高さまでということになるがこの高さについては部会として船主側の意向をまとめ一応の線を出して頂きたい)</p>	<p>Cockburns 社のものを目標とする。</p>	<p>25mm</p>
	<p>少なくとも現在の常用弁よりも安くする。</p>	<p>量産制を同一条件として管用弁 (バタフライ) より低廉とする。</p>
<p>Clear 500×300mm 程度 (特にきめ手はないがロンジと間取付けを考えればこの辺が妥当と思われる)</p>	<p>500mmφ 程度</p>	<p>500mmφ, 600mmφ</p>
<p>本 体 : SC Seat : SUS その他駆動部: BK</p>	<p>Body : FC 20 Shaft : SUS 27 Seat : BC</p>	<p>Body : FCD Shaft : SUS Seat : SUS</p>
<p>油圧および手動 (将来は油圧となると思われるが、絶対的条件でないので両者で検討を進めて頂きたい)</p>	<p>油 圧 式</p>	<p>油圧式 (ロータリーアクチュエータ)</p>
<p>設計圧力 3 kg/cm² 弁座もれ試験は 3, 2, 1, 0.5kg/cm²で行なう。</p>	<p>常用 3.0kg/cm² 程度 (Body の耐圧, もれ共)</p>	<p>常用 2.5kg/cm²</p>
<p>バルクヘッドのタワミにより弁油密性が影響されるのを防ぐためバルクヘッドにリセスを設けこれに溶接する。</p>	<p>50,000 D.W.T 以上のタンカのロンジ間に取付けうるものとする。</p>	<p>ピースによる。</p>
<p>(イ) 液位を種々変えた場合の流量測定 (小型模型でも良い) を行なうべきである。将来のフリー・フロー・システムそのものの検討のさい不可欠のデータである。 (ロ) バルクヘッドのタワミによる油密性が最大の問題と思われるので研究に折りこんではしい。 (ハ) 弁座はメタルタッチ、ゴムライニングはバルクヘッド・バルブの性格および耐久性に疑問があるのでメタルタッチを原則としたい。</p>		

表4.1 つづき

番号	会社名 項目	G 社	H 社	I 社
1	型式	バタフライ式, 円型	バタフライ式	スラッジが溜り易いので Self cleaning 式とし, バタフライまたはスライド・バルブとする。
2	Sill Height	75mm	20mm	35~20mm
3	価格		軽 量	使用圧力はせいぜい 3 kg/cm ² 位でむしろ Valve Body に作用する外力を十分に検討の上 Over Scantling を避けること。
4	寸法	450mmφ	500mmφ	
5	材 料	Body : SS Seat : ネオブレ Stem : B ₃ BF	Body : SC Seat : ネオブレン (その他テフロン) Shaft : SUS	Seat は スラッジ 付着を考えるとメタルよりも Elastic Seat が望ましい。
6	駆動方式	油 圧 式	油圧および手動	Reach Rod による手動方式でも良いが大型バルブではその Load が大となる。
7	圧 力	常用 2.5kg/cm ²	常用 2.5kg/cm ²	3 kg/cm ² で十分と考える。
8	取付方法		バルクヘッドに直接溶接	

流量係数の測定

9 その他

J 社	K 社	総 合
バタフライ式, スイング式, スライド式いずれにしても可。	バタフライ, スイング, またはゲート式長円形または矩形	バタフライ式
max. 15mm	max. 20mm	25mm 程度が望ましいが, ストリップラインをとれば無理に低くすることは意味がない。
JIS 仕切弁より低廉なること。		現在常用弁より安くする。
ボトム・ロンジの間隔900~1,100 mm の間に収まることを要す。	400mmφ 程度	400~600mmφ
本体 : SC または FC 弁 : BC ₂ 軸 : SUS	Body : FC または SC Seat : BC または SUS 耐海水, 耐油なること。 Spindle : BC または SUS	FCD
油 圧 式	手動および油圧	油 圧 式
常用 2.5kg/cm ²	2.5kg/cm ²	3 kg/cm ²
船体のボトムに近いスラッジをかむ危険性あり, 従って弁および弁座の摺合せ取換可能なる構造が必要と思う。	ディスタンス・ピースにボルト締。	中間ピースを入れる。

状寸法に少々無理をしてもリセスを設けることは避けるべきものと考えられる。この点から考えると、Sigma社のものはリセスを前提として考えられているので弁自身が高価であるばかりでなく、取付費用も高価となるであろう。

(2) リセス無しの場合、弁の寸法上の限界

前提として大型タンカの船底縦通材の間隔を800mm、船底縦通材の深さを600mmとする。

(i) 円形バルブの場合

口径600mmが限度でこれ以上の寸法では取付はほとんど不可能と見られる。

(ii) 楕円形バルブの場合

弁は一応バタフライ型式とし、油圧駆動のアクチュエータが附属しているものとする。

(a) 弁とアクチュエータを同じロンヂスペースに設けた場合

この場合横軸とすると最大のものは長径と短径が共に250mmの円形バルブとなり楕円形としては成立たない。

(b) 弁とアクチュエータが別のロンヂスペースに設けられている場合

この場合には長径500mm、短径250mmのバルブが可能となる。ただし船底縦通材には径250mmの穴を明ける必要がある。

4.3 試作バルブの基本仕様

以上のごとくアンケート集計結果にもとづき各種仕様を検討した結果は表4.1の総合欄に示すとおりとなり、下記のごとく試作バルブの仕様を決定した。

- (1) 型式、円形バタフライ型式
- (2) Sill Height, 25mm程度が望ましい
- (3) 価格、管用弁より安くする
- (4) 寸法、400~600mm
- (5) 材質、本体 FCD, 弁座 SUS または BC
- (6) 駆動方式、油圧駆動
- (7) 常用圧力、3 kg/cm²
- (8) 取付方法、中間ピースを入れる

4.4 スイング型交通弁

審議途中でスイング型交通弁が提案された。これは Sill Height を低くすることができ、また工作上、取付上も問題はなくすぐれた案であるが、ただ難をいえば構造が複雑になる点が問題である。設計の1例を図4.1に示した。

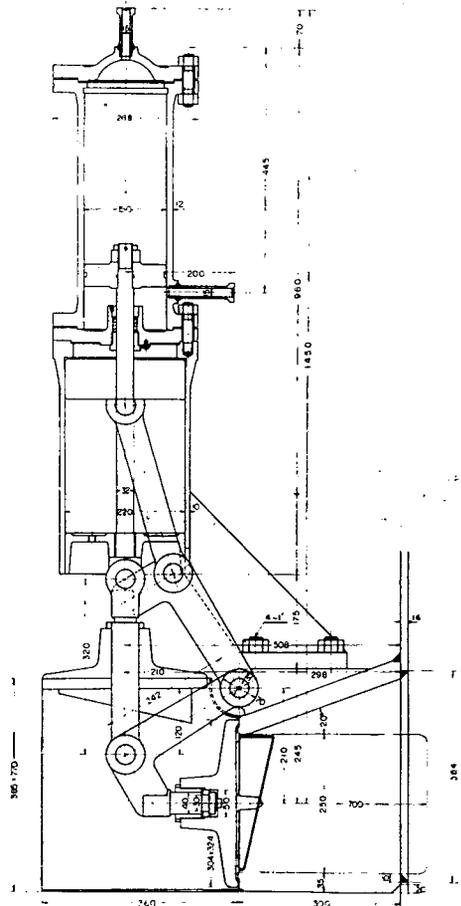


図4.1 スイング型交通弁

第5章 隔壁付交通弁試作品の詳細設計

5.1 形状の問題点

基本仕様に基づいて詳細設計を行なう場合の問題点は次の各項である。

- (1) 船底縦通材の間隔を 800mm (クリヤー)、縦通材の深さを 500mm とすると、円形バルブをこのスペースに収める場合、その姿勢はいかになるか。
- (2) 隔壁に交通弁を取付ける場合直接取付けられるか、取付ピースを介するか。取付ピースを必要とするすれば、その形状、溶接方法をいかにするか。
- (3) Sill Height をできるだけ小さくするとすればバルブの下半部の取付ボルトの配置をいかにするか。

先づ(1)の取付姿勢すなわちバルブを直立とするか真横にするかについては、軸を水平にする場合は 800mm のクリヤー内に収めるとすると、400mm の口径のものではロータリー・アクチュエータが同じクリヤー内に入らないことになる。そこでどうしても水平配置となるが、これには方法が2つある。すなわち1つはアクチュエータを上へあげて弁軸とアクチュエータの軸とを平行に配置し、その間に歯車またはチェーンをかけてトルクを伝える方法で、もう1つはロータリー・アクチュエータだけを隣りのロンヂスペース間に移す方法でこの場合はボトムロンヂに軸穴を明ける必要がある。前者の歯車またはチェーンの使用はタンク内に機械的運動体を入れることになるので好ましくない。またボトム・ロンヂに軸穴を明けることもなるべく避けたい。

次に弁軸を垂直にする方法であるが、これは弁軸の下部軸受の点検、手入、取換えが困難なので好ましくない。そこで考えられるのが弁軸を斜にして弁をボトム・ロンヂ間に配置する方法である。これによると、図 5.1 のごとく支障なく配置することができる。次に(2)の隔壁への取付方法であるが、一般に横隔壁を船底縦通材が貫通する部分にはボトム・ロンヂの上部にブラケットがついているのが普通であって、このブラケットに上記の斜軸についているロータリー・シリンダがあたることになる。従ってピースを入れて隔壁から弁軸までの距離を適当にとる必要がある。またこのような理由がないとしても弁を隔壁に取付けるには座金によるか、あるいはピースによるほかはないが、座金で取付けると取外し工事が困難(いわゆる地獄)になるので、ボルト本数が非常に多い場合には適当でない。座金にした場合には熱歪の問題をどう処理するかが問題となる。

仕上加工した座金を隔壁に溶接すれば必ず歪を生ずるので、再びタッチ面の仕上を行なわねばならない。実際問題としては旋盤加工を行なうわけには行かないので、手仕上げとならざるを得ない。これでは多大の工数を必要とし、その割に精度がよくないこととなる。これら種々の観点から交通弁の隔壁への取付けには是非とも取付ピースが必要であって、この取付ピースの長さは弁軸とブラケットのアタリを逃げ、かつ隔壁との溶接による熱歪を逃げるに十分な長さでなければならない。

次に問題となるのはこの取付ピースと隔壁との溶接はどういうようにやるか、またこの取付ピースと

弁との結合方法はどうかという点である。取付ピースと隔壁との溶接で障害となるのは、ボトム・ロンヂであって、これがあるためピースとの間に狭い場所ができ、溶接が困難となる。この困難を避けるために反対側のタンク内から溶接する方法が考えられる。

次にこのピースと、船底外板との関係が問題となる。Sill Height をできるだけ下げたためピースと船底とのクリアーが少なくなるが、これを0にして広い範囲で船底とピースが密着し、かつ油密ではないとすると油が入ったままで掃除、手入が不可能となり、船体腐蝕の原因となる。従って、クリアーを0にするならば、油密にして絶対油が入らない区域とする必要があり、そうでないならばクリアーをある程度大きくして手入のできるようにする必要がある。

次はピースと弁との結合であるが、これはフランヂ・ボルト結合ということになり、問題は下半部とくに船底に接する部分のボルトの処理であって、船底と弁座にはさまれた狭い部分に、ボルトを配置するとそのナットのために Sill Height はどうしても高くなり、かつそのボルトナットの締付けが非常に困難となる。ところがこの狭い部分避けて弁の中心から遠い部分だけで締付ければ、ボルトナットがこの狭い部分になくなるので Sill Height を小さくすることができる、その代り締付け力が弱くなる。

従ってどの辺で折合うかが問題である。

上記各種の問題を考慮してまとめたものが本設計で図 5.1 に示すとおりである。

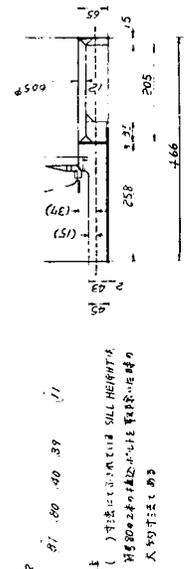
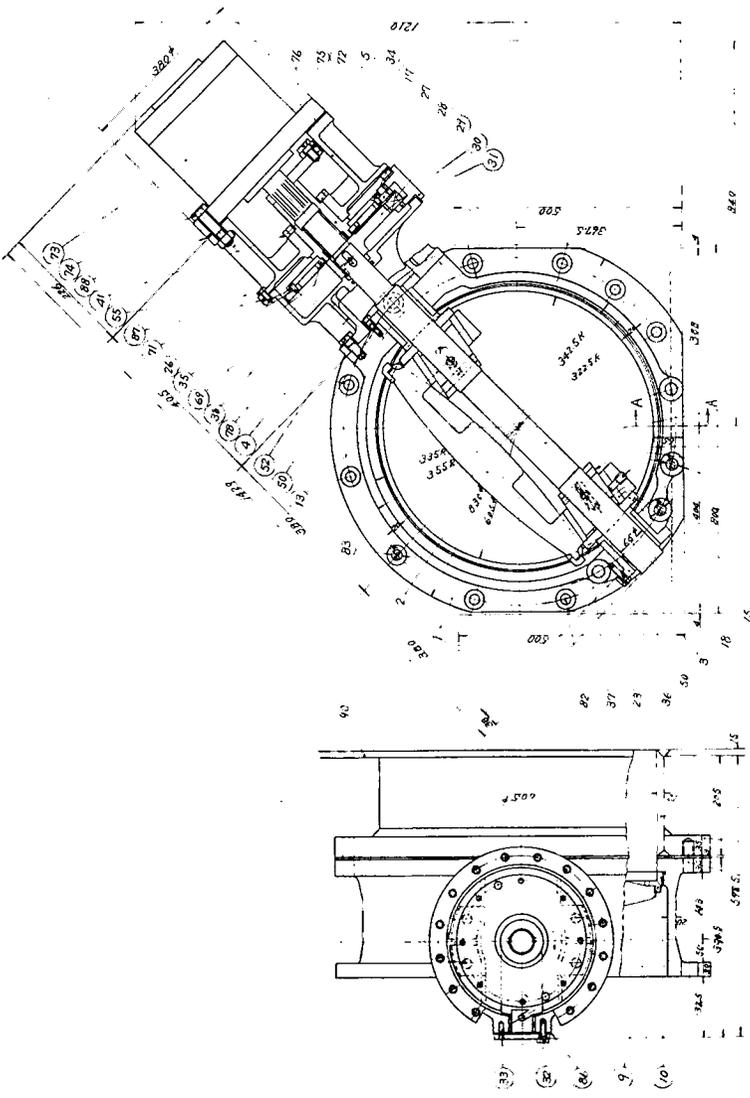
5.2 材 質

材質は JIS の F 部門船用弁のものを準用したが、ただ本体は隔壁付である点を考慮してダクタイル 鋳鉄 FCD 40 と、その他は大体船用弁にならった (表 5.1 参照)。

表 5.1

品 名	材 料
弁 箱	FCD 40
弁 体	FCD 40
弁 棒	SUS 22 (H _B 200)
ウエッジ	SUS 23 (H _B 300)
ラ イ ナ	SUS 23 (H _B 350)
弁 座	弁 箱 SUS 23 (H _B 360)
	弁 体 SUS 22 (H _B 250)
軸 受	ABB 2
スラスト受	SUS 23

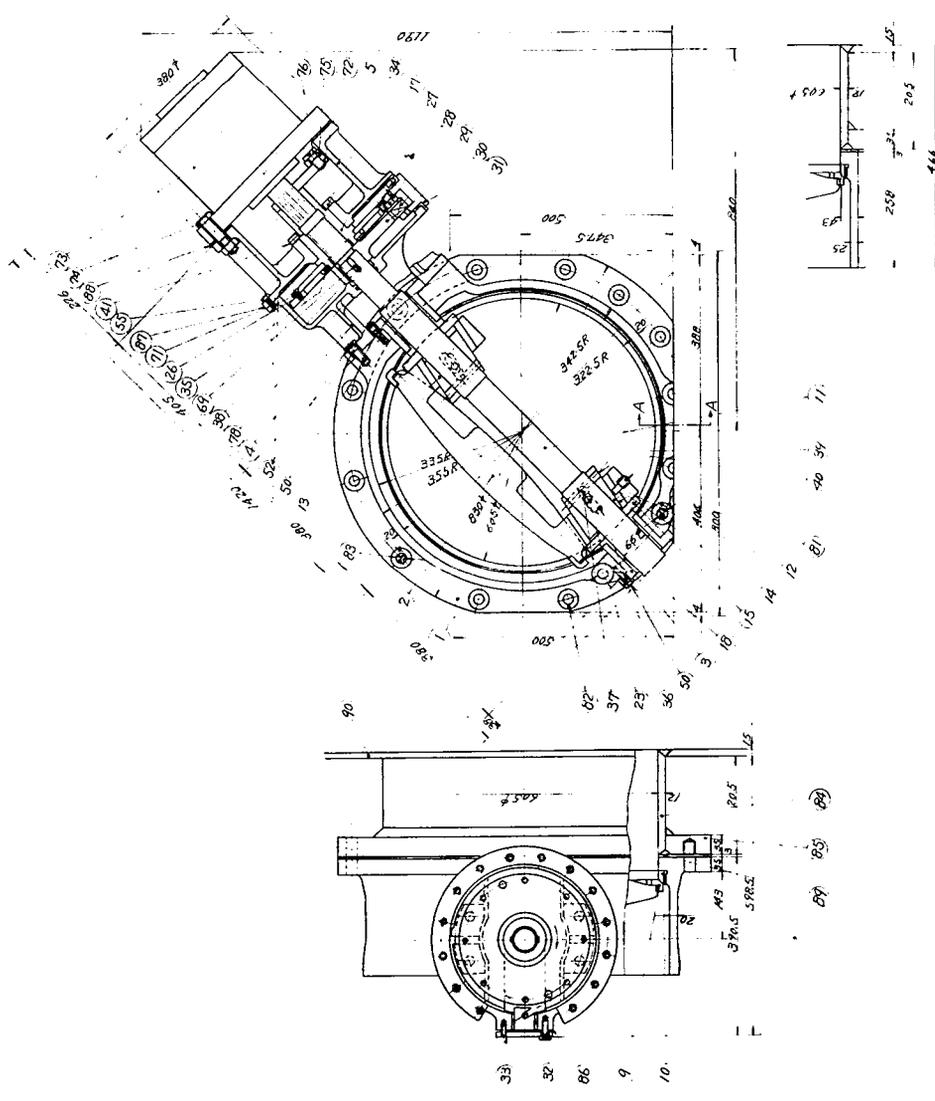
1	153	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



А-А 大視

图5.1 試件隔障付交通弁

注
 () 有法に於ては SILL HEIGHT 及び SILL 之部を現物に於て取除くべき
 大物に於てのみ



△-A矢視。
 圖 5.2 試作隔壁付交通弁(修正後)

50	BARONET	1097	1			
51	BARONET	1097	2			
52	BARONET	1097	1			
53	BARONET	1097	1			
54	BARONET	1097	1			
55	BARONET	1097	1			
56	BARONET	1097	1			
57	BARONET	1097	1			
58	BARONET	1097	1			
59	BARONET	1097	1			
60	BARONET	1097	1			
61	BARONET	1097	1			
62	BARONET	1097	1			
63	BARONET	1097	1			
64	BARONET	1097	1			
65	BARONET	1097	1			
66	BARONET	1097	1			
67	BARONET	1097	1			
68	BARONET	1097	1			
69	BARONET	1097	1			
70	BARONET	1097	1			
71	BARONET	1097	1			
72	BARONET	1097	1			
73	BARONET	1097	1			
74	BARONET	1097	1			
75	BARONET	1097	1			
76	BARONET	1097	1			
77	BARONET	1097	1			
78	BARONET	1097	1			
79	BARONET	1097	1			
80	BARONET	1097	1			
81	BARONET	1097	1			
82	BARONET	1097	1			
83	BARONET	1097	1			
84	BARONET	1097	1			
85	BARONET	1097	1			
86	BARONET	1097	1			
87	BARONET	1097	1			
88	BARONET	1097	1			
89	BARONET	1097	1			
90	BARONET	1097	1			
91	BARONET	1097	1			
92	BARONET	1097	1			
93	BARONET	1097	1			
94	BARONET	1097	1			
95	BARONET	1097	1			
96	BARONET	1097	1			
97	BARONET	1097	1			
98	BARONET	1097	1			
99	BARONET	1097	1			
100	BARONET	1097	1			

第6章 隔壁付交通弁試作品の製作

前項の最終決定図(図5.1)に基づき試作品の製作を行なった。以下はその製作中および完成後の写真である。

6.1 木 型

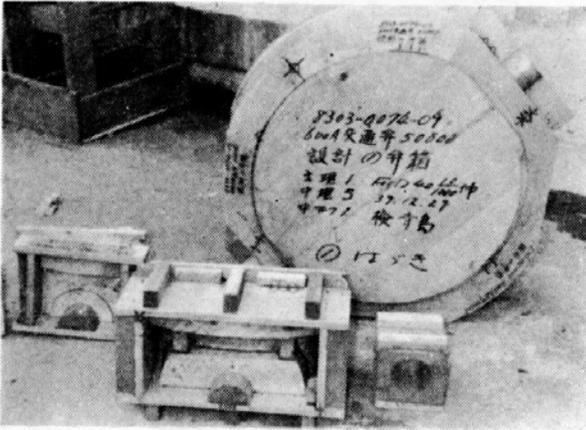


図6.1

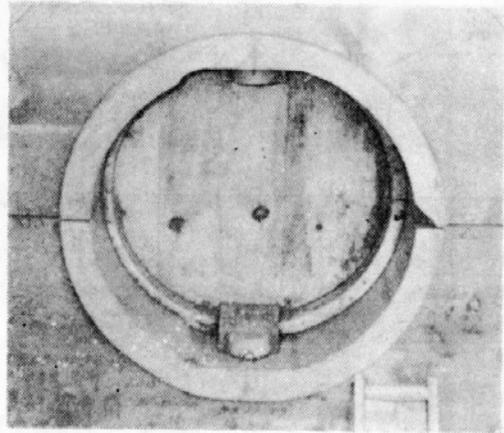


図6.2

6.2 弁 体

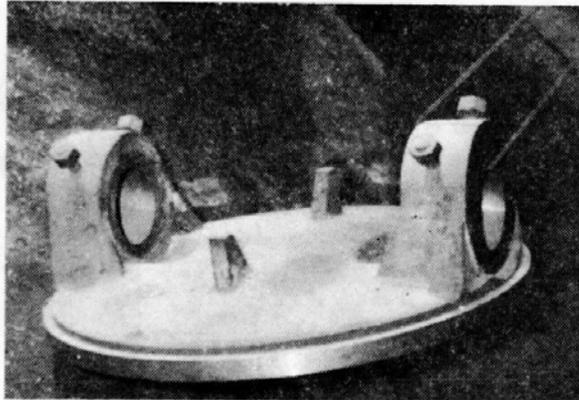


図6.3 弁体外観

6.3 ロータリー・シリンダ

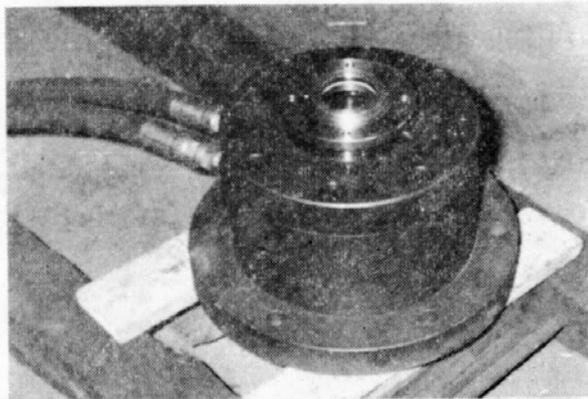


図 6.4

6.4 弁組立完成写真（修正前の状況を示す）

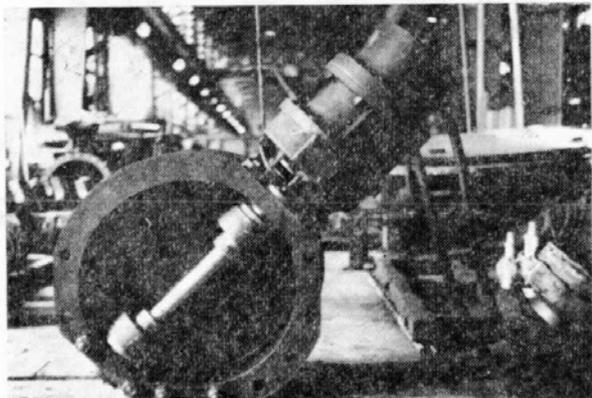


図 6.5 Open Side フランジ側より写す(弁閉鎖状態)

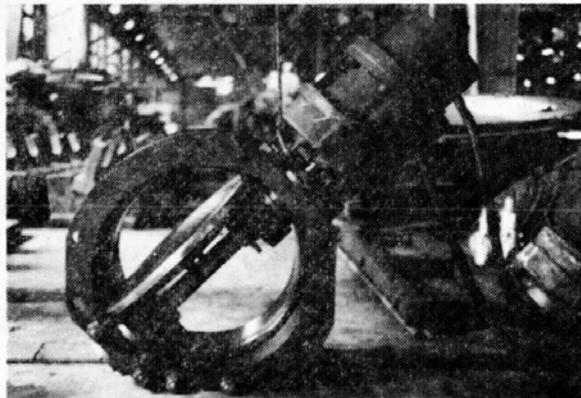


図 6.6 Open Side フランジ側より写す(弁全開状態)

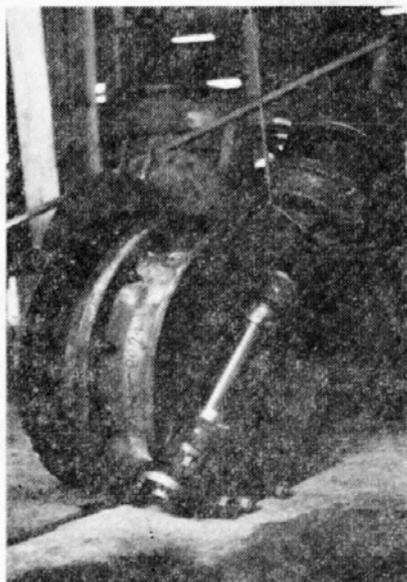


図 6.7 斜側方より写す

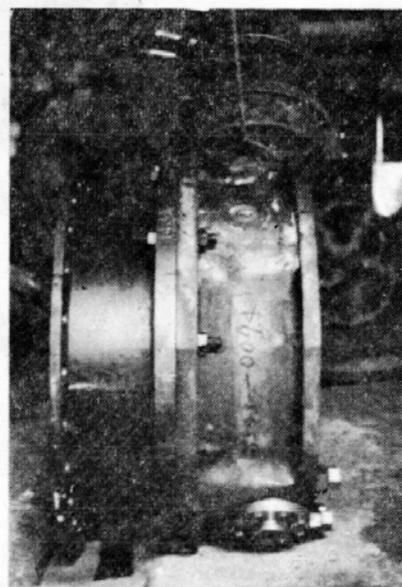


図 6.8 側方より写す

(右側は弁箱, 左側はディスタンス・ピース)

第7章 隔壁付交通弁試作品の試験要領および試験結果

7.1 試験および検査要項

- (1) 弁座面漏洩試験
- (2) 弁開閉駆動試験
- (3) 弁箱—ディスタンスピース・取付用ボルト（植込ボルト、六角穴付ボルト）による両者間締付水密検査ならびに取付作業性
- (4) ディスタンスピースの熔接性
- (5) ギヤケース附随パッキン部水密検査
- (6) 弁摺動部摩耗検査、指定硬度検査、弁棒、弁体、弁箱の撓み測定

7.2 試験方法および目的

7.2.1 弁座面漏洩試験

水圧試験装置概略図（図7.1）に示すように、ロータリー・シリンダ駆動用油圧回路と、弁箱内部圧力供給用水圧回路に、本試作交通弁を取付けた。試験条件として、短時間で1,000回の弁開閉試験を行なわねばならないので、摺動部発熱予防のため、弁開閉試験中は弁箱内には常に水道水を満たしておいた。弁開閉開始より100回ごとに水圧3 kg/cm²を作用させ、弁座面漏洩試験を行なった。この弁座面漏洩試験は、JIS F 7400 (1958)、— 船用弁およびコックの検査通則すなわち、規定した試験圧力を加えて5分間以上持続したのち摺り合せ面、および弁箱内部の水漏れを検査する。ただしこの場合は、内部の空気をあらかじめ完全に排除しておくものとする。—に準拠した。また弁座取付部からの水漏れおよび弁箱試験を行なった。

弁座面漏洩試験は金属接触による弁体弁座と弁箱弁座の耐摩耗状態、すなわち、本試作弁の耐久度

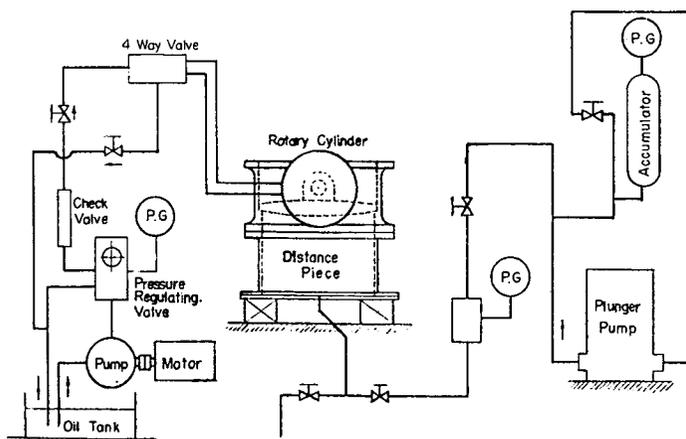


図7.1 水圧試験装置概略図

を調査するのが目的である。実際には耐摩耗性だけで耐久度を考えるのは不合理であるが、原油による耐腐食性を短時間で調査するのは困難であるので、今回の報告は耐摩耗状態の弁座面漏洩試験のみとした。

7.2.2 弁開閉駆動試験

本試作弁に 3 kg/cm^2 の水圧を作用させると、計算上においては弁体回転時に必要とされるトルクは $107 \text{ kg}\cdot\text{m}$ であり、また弁体平行移動時（弁体締込時）に必要とされるトルクは $120 \text{ kg}\cdot\text{m}$ である。実際にかなるトルクで、弁座面の水密性を保持しうるかを調査した。

上記弁座面の水密性は、水圧試験概略図に示した状態の場合を調査した。水圧試験概略図において、弁箱の上下フランジの転換を行なった状態の弁座面の水密性を保持するに必要なトルクは、上下軸受部からの漏れのため測定は行なわなかった。

本試作弁に水圧を作用させない場合の弁体回転最小トルクおよび試作弁の弁開閉最小所要時間を測定した。

7.3 試験結果

7.3.1 弁座面漏洩試験結果

本試作弁に使用されているロータリーシリンダ、RC-5-Ⅳの開度範囲は 270° 、最大トルクは $250 \text{ kg}\cdot\text{m}$ である（図 7.2 参照）。

試験圧力 3 kg/cm^2 作用状態において、計算上のトルク $120 \text{ kg}\cdot\text{m}$ では水漏れ現象を呈した。完全に水密を保持するためには、油圧 35 kg/cm^2 すなわち、トルク $125 \text{ kg}\cdot\text{m}$ を必要とした、このトルクは弁体不平衡モーメント、あるいは弁体回転時最大トルクより大きな値であるので、流体が実際に流れている時にも適用できるトルクと考える。弁開閉駆動試験を開始するにあたり、両弁座面にマシン油をあらかじめ塗布した。

連続弁開閉駆動を行なうにあたり、油圧回路中に使用されているモータでは最大油圧 30 kg/cm^2 であるので、 35 kg/cm^2 の油圧力で連続弁開閉駆動は不可能である。そこでこの連続駆動には、油圧 30 kg/cm^2 すなわちトルク $107 \text{ kg}\cdot\text{m}$ で行ない 100 回ごとの弁座漏洩観察時のみ、油圧 35 kg/cm^2 すなわちトルク $125 \text{ kg}\cdot\text{m}$ を作用させた。弁座面漏洩保持時間は各回一定時間 5 分とした。

弁開閉駆動開始時には、弁箱弁座、弁体弁座にマシン油を塗布し、100 回目から 1,000 回目までは弁箱弁座にマシン油の塗布は行なわなかった。

弁箱弁座、弁体弁座の表面状態については肉眼観察では同一の状態である。すなわち弁座面締付作用により両弁座接触表面部には無数の毛線状の摩擦痕が弁開閉回数の多くなるにつれ増加した。

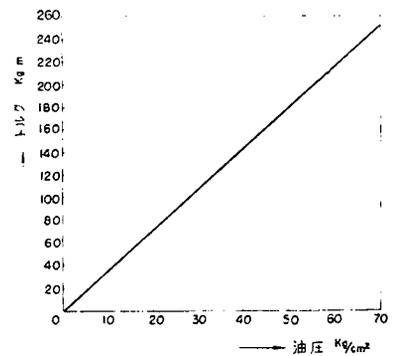


図 7.2 油槽隔壁 600mm 試作交通弁用 RC-5-Ⅳ 型ロータリーシリンダ油圧—トルク図

* 摩耗痕とは、摩擦痕と比較にならぬ程大きな傷を意味する。

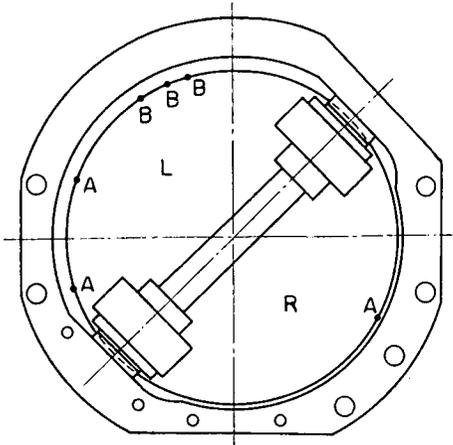


図 7.3 漏洩位置記録図

表 7.1 弁座面漏洩測定表

弁開閉駆動回数	漏洩量(cc/min)	漏洩観察位置
0	0	—
100	0	—
200	0	—
300	1	A (3カ所)
400	2	A
500	8	B
600	6	B
700	0	—
800	0	—
900	0	—
1,000	0	—

時にはその毛線状摩擦痕の中に摩耗痕が現われた。漏洩位置は必ずしも摩耗痕から表われるとは限らないことを確認した。毛線状の摩擦痕より大きな摩耗痕は、附着物による損傷、表面粗さ因子、金属組織内部欠陥、金属組織不均一性、あるいは機械的な原因等によるものと考えられるが、いずれとも判定しがたい。両弁座面接触部の最大接触応力を受ける所が、線接触状態となっているために一段と毛線状摩擦痕が発生し、接触円を形成している。この接触円上には微小な点が弁開閉回数を重ねるに従い増加したが1,000回弁開閉試験中にこのような箇所からは漏洩しなかった。弁座面の漏洩状況の計測結果は表 7.1 のとおりで、弁座取付け部および弁箱の水漏れは認められなかった。

7.3.2 弁開閉駆動試験結果

本試作弁に 3 kg/cm^2 の水圧を作用させると、前項試験結果に示したごとく、弁体締付けに必要な弁棒の最小トルクは実測の結果、ロータリーシリンダ油圧力で 35 kg/cm^2 であった。この値を弁棒トルクに換算すると $125 \text{ kg}\cdot\text{m}$ である。本試作弁に水圧を作用させない場合の弁体回転に必要な弁棒の最小トルクは、実測の結果 $18 \text{ kg}\cdot\text{m}$ 、油圧力は 5 kg/cm^2 であった。この時の所要時間は閉状態から開状態にするには 5 sec 、開状態から閉状態にするには 6 sec であった。

弁座面漏洩試験の弁体開閉所要時間は弁棒トルク $107 \text{ kg}\cdot\text{m}$ 、油圧力 30 kg/cm^2 にて、平均 4 sec で行なった。ただしこの場合、水圧は作用していない。次に100回目ごとの弁棒トルクは $125 \text{ kg}\cdot\text{m}$ 、油圧力 35 kg/cm^2 の場合であるが、最小弁開閉所要時間は 3.5 sec にて行なえる。ただしこの場合も水圧は作用していない。実際に水圧が作用している場合の測定は行なわなかった。もし水圧 3 kg/cm^2 作用下において 3.5 sec 弁開閉を行なえるとしても、弁体の回転運動急停止のための慣性力により衝撃的振動を起すので、バルクヘッドとディスタンスピースの溶接部に悪影響を及ぼす可能性があるが、実際問題としてはこれほど弁開閉所要時間を短縮する必要も考えられないので、所要時間に関しては問題はないと考える。

ロータリーシリンダに油圧 35 kg/cm^2 を作用させた時の弁棒の回転角は100回目においては 120° であったが、300回目にては 213° と変化し、それ以後は 213° で一定となった。本試験においてロータリーシリンダの下に取付けられているカバー内のストップの最終的位置決めは行なっていないため 3° の変動を起したのであって、ストップの位置を決めれば、この回転角を一定に保持することができる。

7.3.3 弁箱—ディスタンスピース取付用ボルト（植込ボルト、六角穴付ボルト）による両者間締付水密検査並びに取付作業性試験結果

本水圧試験に用いた弁箱—ディスタンスピース間の挿入パッキンは石綿シートパッキンで、このガasket係数は2.8位と考えられる。水圧試験装置概略図(図7.1)に示す状態で取付け用ボルトの締込みを行なった。これは実船に取付ける場合より、空間条件が良い場合である。水圧 5 kg/cm^2 作用下において問題とされていた植込ボルト間からの漏洩は認められず、図5.1の組立図中に示した符号80の2本の植込ボルトを取除き水圧 5 kg/cm^2 を作用させた場合にも漏洩は認められなかった。この結果、石綿シートパッキンを用いると符号80の2本の植込ボルトは不要であるとわかった。このことから委員会の席上において論議された Sill Height を少なくする可能性が見出された。なおこの2本の植込ボルトを取除いた場合の最大ボルトピッチサークル距離は385mmである。

符号80の2本の植込ボルトを取除くことが可能となれば図5.1に示す Sill Height、65mmは37mm程度に減少することができる。弁箱取付作業については、最悪条件下について考えなければならない。すなわち新規に本交通弁をバルケットに取付ける場合は、弁箱とディスタンスピースとを取付けた状態においてこれをバルクヘッドに熔接すればよいわけであるが、もし取付けられた状態において故障した場合は、弁箱の取外し、取付けを行なわねばならない。特に弁箱取付け時に弁棒 Bottom Side の2本の植込ボルトを弁箱ボルト穴に合せるのに多少時間を要するであろうが、問題はないように考える。現在は4本の植込ボルトを使用しているが、前記2本の植込ボルトを取除いた場合についてである。4本使用したとしても取付け作業性はさほど困難であるとは考えられない。

7.3.4 ディスタンスピースの溶接性について

この問題は再三論議された問題であるが、図5.1に示したように熔接を行ない製作した。バルクヘッドの撓みについては明確にわからないが、もし微小の変形であると仮定すると弁開閉所要時間を5 sec以上かけて開閉駆動操作を行なうならば弁体の回転運動急停止のための慣性力による衝撃的振動の悪影響はほとんど受けない状態である。図面に記されているように船底と弁箱の距離は2 mmとしたが、実際のバルケットがいか程撓むかわからないので一応仮定寸法として設けた値である。

ディスタンスピースの熔接は、この方法で解決されると考える。

7.3.5 ギヤーケース附随パッキン部水密性検査

本弁開閉駆動試験において、ギヤーケースおよびカバー内部の摩耗状態を観察するために潤滑油をギヤーケース内に供給せずに行なった。本交通弁を実際に使用する場合には、ギヤーケースおよびカバー中にマシン油を入れて使用するので油注入および排出用2カ所にプラグを取付けた。水密性検査であるが、この注入用プラグ穴より 3 kg/cm^2 の空気圧を送り込み、外側に石鹼水を附着させて観察を行なった。水密を気密検査により行なったが、この結果ガイド取付パッキン部、カバー取付パッキン部およびOリングからの漏れはなかった。

7.3.6 弁摺動部摩耗検査、指定硬度検査、弁棒、弁体、弁箱の撓み測定結果

弁摺動部の摩耗ならびに硬度検査を行なった結果、いずれの部品にも弁開閉駆動において問題となるような異常は認められなかった。弁棒および弁体の撓みは図7.1の水圧試験装置により水圧 3 kg/cm^2 を作用させ水圧方向に対し垂直方向の撓みをダイヤルゲージにて測定した。測定位置は

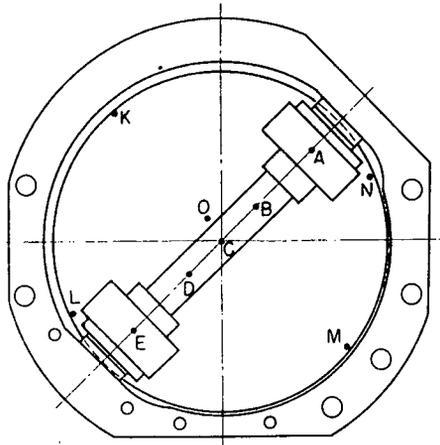


図 7.4 弁棒および弁体撓み測定位置

表 7.2 弁棒撓み測定結果 単位：mm

位置	A	B	C	D	E
測定回数					
第 1 回目	0	0.005	0	0	0
第 2 回目	0	0.005	0.01	0	0
第 3 回目	0	0.005	0.01	0	0

表 7.3 弁体撓み測定結果 単位：mm

位置	K	L	M	N	O
測定回数					
第 1 回目	0	0.01	0	0	0
第 2 回目	0	0.01	0	0	0
第 3 回目	0	0.01	0.005	0	0

図 7.4 に、測定結果は表 7.2 および表 7.3 に示すとおりである。なお弁棒と弁体の撓みは同時に測定したものではない。

弁体の撓み測定位置 K, L, M, N は弁体弁座上であり O は弁中心より 50mm 離れた位置である。A および E は、弁体ボス部の表面にて測定した。

これらの撓み測定結果より、本弁は十分な剛性を有していると考えられる。弁箱の撓みは計測準備が不十分であったので、確実なデータを得ることができなかったが、本弁水密性の結果から弁性能に影響を及ぼすことはないと考え。なお本試作弁はディスタンスピース重量を含め実測重量は 742.5kg であった。

第 8 章 隔壁付交通弁試作品追加試験結果

第 7 章に示した試験の結果 Sill Height を試作弁の場合よりも削減しうる見透しがついたのでこれに関する試験と Open Side フランジ部の削除について追加試験を行なった。試験の結果は次のとおりで、追加試験終了時の弁の形状は巻頭の写真のとおりとなった。

8.1 Sill Height の削除

8.1.1 第 1 試験

試作弁の弁箱の現物肉厚は設計図面寸法より多少厚かったので、グラインダで研削して図面寸法肉厚 20mm に修正し、前回と同様の水圧試験方法（油圧シリンダ； 35kg/cm^2 、トルク $125\text{kg}\cdot\text{m}$ ）により水圧 Max. 5kg/cm^2 をまで上げて、弁座漏洩試験を行なったが漏洩は認められなかった。

i) 弁箱変形測定方法

図 7.1 に示す水圧試験装置において弁箱、ディスタンスピースを定盤にのせ、図 8.1 の要領によりダイヤルゲージで弁箱の変形を測定した。図 8.1、ダイヤルゲージの最小目盛は $1/1,000$ である。弁箱変形は図 8.2 に示すように弁箱取付部フランジ面より 50mm の高さの位置で測定した。

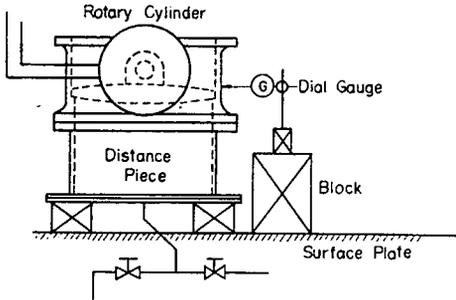


図 8.1 弁箱変形測定

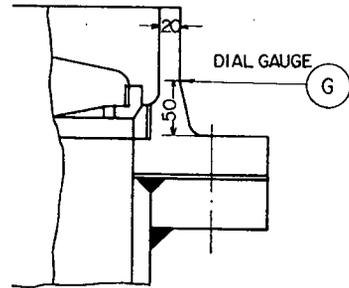


図 8.2 ダイヤル・ゲージ

ii) 弁箱肉厚を 20mm に修正した時の弁箱変形測定結果

試験水圧： 3kg/cm^2

表 8.1 弁箱変形測定結果

状態 位置	ロータリー・シリンダ油圧 35kg/cm^2 作用下における弁閉時の最大弁箱変形量	前状態でさらに水圧 3kg/cm^2 作用させた場合の弁箱変形量
S	-0.005mm	-0.005mm
T	-0.025	-0.035
U	-0.050	-0.070
V	-0.035	-0.025
W	-0.040	-0.075
X	+0.055	+0.065
Y	+0.045	+0.045
Z	+0.020	+0.020

注：+……ふくらみ -……縮み

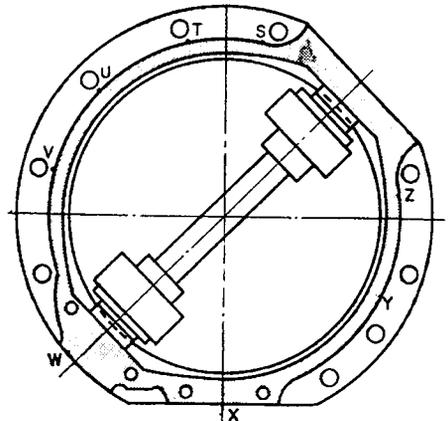


図 8.3 弁箱変形測定位置

8.1.2 第 2 試験

Sill Height を 10mm 削減した場合

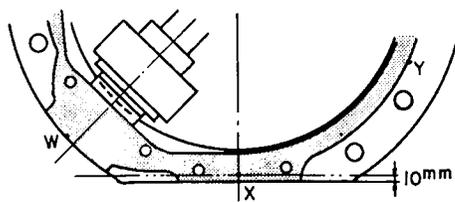


図8.4 Sill Height 削減状況

表 8.2 弁箱変形測定結果

状態 位置	ロータリー・シリンダ油圧 35kg/cm ² 作用下における弁閉時の最大弁箱変形量		前状態でさらに水圧 3 kg/cm ² 作用させた場合の弁箱変形量	
	第 1 回目 mm	第 2 回目 mm	第 1 回目 mm	第 2 回目 mm
S	0	(-0.009)	0	(-0.002)
T	-0.028	(-0.026)	-0.028	(-0.033)
U	-0.052	(-0.060)	-0.052	(-0.060)
V	-0.060	(-0.043)	-0.075	(-0.033)
W	-0.007	(-0.007)	-0.005	(-0.007)
X	+0.005	(+0.050)	+0.070	(+0.070)
Y	+0.045	(+0.035)	+0.050	(+0.038)
Z	+0.023	(+0.020)	+0.023	(+0.020)

第 2 試験は 2 回測定を行なった。いずれの場合も水圧 3 kg/cm² にて漏洩しなかった。

2 回の測定を行なった理由は測定値のバラツキを検討するためである。変形測定位置はグラインダ加工を行なったが、完全な平面状態ではなく、また 2 回の測定は連続して行なったので、第 2 回の計測では残留歪の影響も考えられるが、V 点を除き安定した値を示していた。

8.1.3 第 3 試験

Sill Height をさらに 10mm (最初の状態より 20mm) 削減した場合

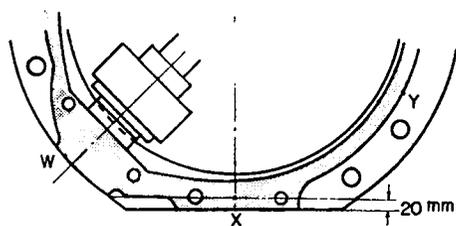


図 8.5 Sill Height 削減状況

表 8.3 弁箱変形測定結果

状態 位置	ロータリー・シリンダ油圧 35kg/cm ² 作用下における弁閉時の最大弁箱変形量	前状態でさらに水圧 3 kg/cm ² 作用させた場合の弁箱変形量
	S	-0.030 mm
T	-0.018	-0.020
U	-0.060	-0.065
V	-0.045	-0.080
W	-0.030	-0.020
X	+0.050	+0.060
Y	+0.060	+0.080
Z	+0.022	+0.022

本第 3 試験においても漏洩は認められなかった。

8.2 OPEN SIDE フランジ部の削除

8.2.1 第 4 試験

OPEN SIDE のフランジをボルト・ピッチサークルまで削除した場合

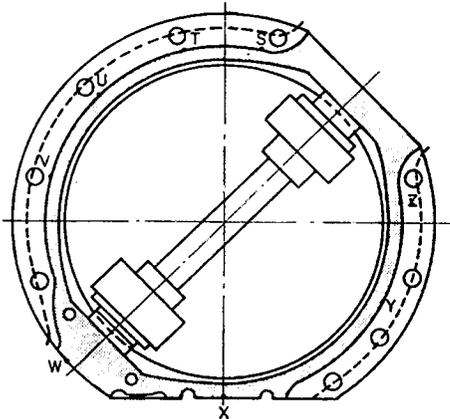


図 8.6 Open Side フランジの削除状況

第 4 試験においては水圧 5 kg/cm^2 を作用させたが、漏洩は認められなかった。
水道圧約 1.8 kg/cm^2 にて、12時間弁閉を保持して、漏洩なし。

8.2.2 第 5 試験

OPEN SIDE フランジをハブ付け根まで削除した場合

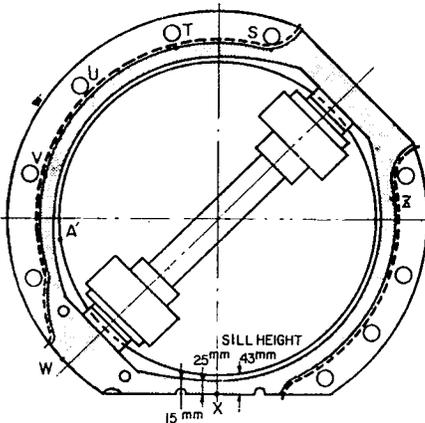


図 8.7 フランジの削除状況(追加試験終了時)

第 5 試験においては、水圧 5 kg/cm^2 にて漏洩せず、水圧 6 kg/cm^2 にて A' よりにじむ程度の漏洩を生じた。

8.3 測定結果についての検討

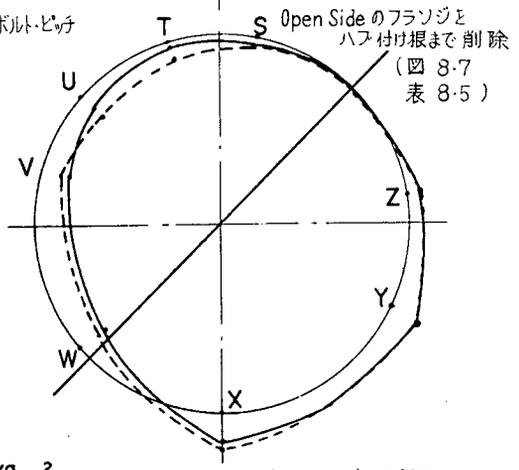
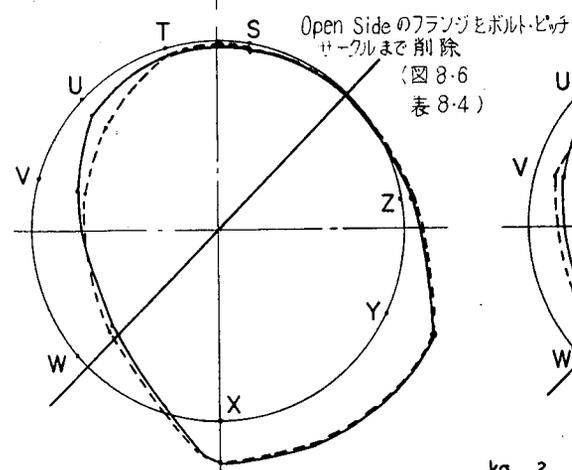
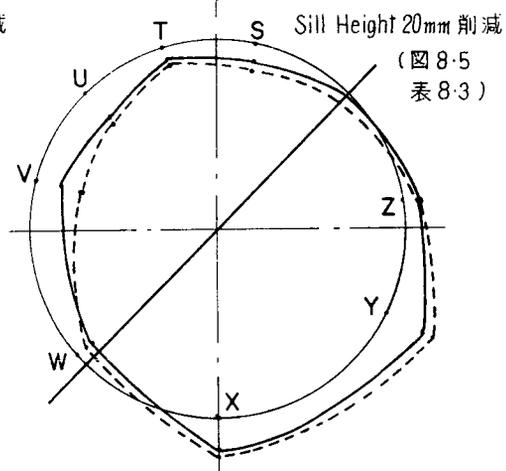
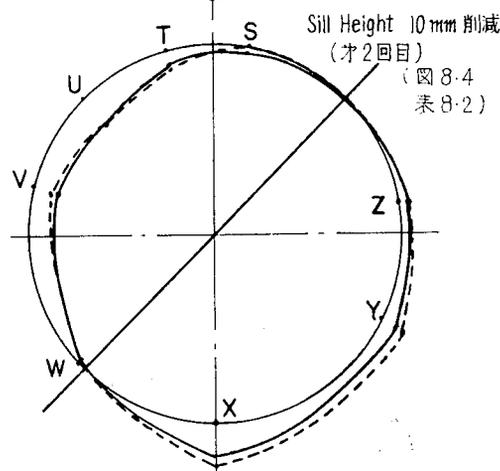
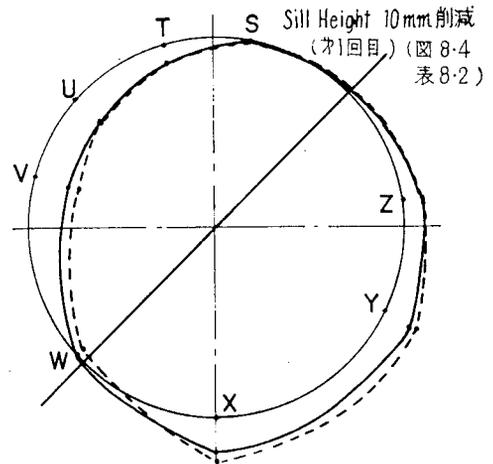
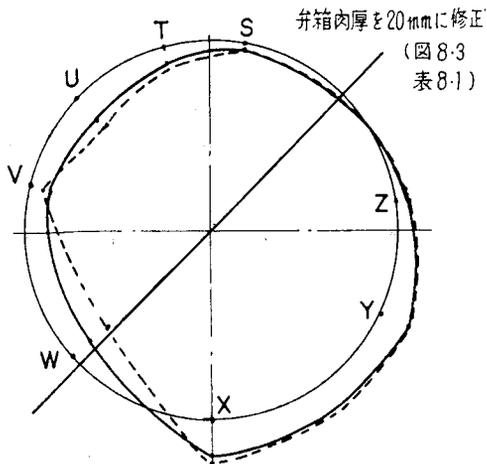
1. 弁棒弁座がネジで取付けられていることが、本弁箱変形試験に大きな影響を及ぼすことが考えられるが、弁体締付力、水圧力が一定であるので、弁箱を図 8.3~8.7 まで加工変形させた場合の相対的弁箱変形状態の測定を試みた。
2. 本弁箱変形試験において、弁箱表面（グラインダ研磨）とダイヤルゲージの接触点の状況および、工場内機械の振動の影響も上記測定結果内に含まれている。
3. これら試験の結果を比較図示したものが図 8.8 である。

表 8.4 弁箱変形測定結果

状態 位置	ロータリー・シリンダ油圧 35 kg/cm^2 作用下における弁閉時の最大弁箱変形量	前状態でさらに水圧 3 kg/cm^2 作用させた場合の弁箱変形量
S	-0.015mm	-0.010mm
T	-0.010	-0.015
U	-0.035	-0.060
V	-0.070	-0.080
W	-0.075	-0.070
X	+0.060	+0.060
Y	+0.080	+0.080
Z	+0.020	+0.020

表 8.5 弁箱変形測定結果

状態 位置	ロータリー・シリンダ油圧 35 kg/cm^2 作用下における弁閉時の最大弁箱変形量	前状態でさらに水圧 3 kg/cm^2 作用させた場合の弁箱変形量
S	-0.020mm	-0.020mm
T	-0.010	-0.040
U	-0.030	-0.050
V	-0.045	-0.040
W	-0.030	-0.040
X	+0.030	+0.035
Y	+0.030	+0.035
Z	+0.020	+0.020



注 1 ——— 油圧 35 kg/cm^2 作用下に於ける弁閉時の最大弁箱変形
2 - - - - 更に水圧 3 kg/cm^2 作用させた場合の弁箱変形

図8.8 弁箱変形状況図

8.4 結 果

1. Sill Height 63mm を 20mm 削減して 43mm とし、OPEN SIDE のフランジのハブ付け根まで削除した状態において、水圧 5 kg/cm² まで作用させても異常は認められなかった。
2. 図 8.7 の状態において、通しボルト穴跡 2 カ所に U ノッチを生じたわけであるが、この部の最小肉厚は 15mm となった。
3. 上記 Sill Height および OPEN SIDE のフランジの削減および削除により、重量 節減は 25kg となった。
4. Sill Height は 37mm までは削除しなかったが、弁箱底部の形状を図 9.1 のごとく変形させると 35mm 位まで減らすことができるのではないかと考える。

第 9 章 鑄鋼製 隔壁付 交通弁

前記試作品では Sill Height は修正前 65mm という予想を上まわる大きい値となったが、その原因を調べてみると、バルブ本体と取付ピースとを結合するボルトのうち最底部の 2 本が障害となっているようである。そこで取付ピースとバルブ本体を一体の鑄鋼製とすれば結合ボルトは一切不用となり、かつフランジが無くなるので、Sill Height を大幅に減少させることができる。ただしこのようなフリー・フロー・バルブは永久に隔壁に固着され壊さない限り取りはずすことは不可能である。従って取りはずし不可能であっても、次のごとき利点を特に重視する場合には鑄鋼製を採用することも考えられる。

- (1) 鑄鋼製の場合は無理をしなくても Sill Height を下げられる。
- (2) 鑄鋼製は鑄鉄製に比し軽くすることができる。
- (3) 鑄鋼製は船体の変形等に際してクラックの入る危険が少ない。

鑄鋼製弁の設計の 1 例を図 9.1 に示す。

第10章 隔壁付交通弁に関する考察

以上隔壁付交通弁に関して鋳鉄製のバルブを試作すると共に各種の仕様について詳しく検討を試みたが、その結論は下記のとおりとなる。

油送船の隔壁付交通弁に課せられる条件を重点的に記してみると次のようになる。

- (1) 船底縦通材間に納まること。
- (2) Sill Height が極力小さいこと。
- (3) 弁最低部における水線の幅ができるだけ大きいこと。
- (4) 長年の繰り返し使用に十分耐え、修理点検、シート入れ替えの不用なること。
- (5) 価格の安いこと。
- (6) 加工のしやすいこと。

上記諸条件を念頭において各種の仕様を今一度吟味してみる。

- (1) 形状は楕円形か、円形か。
- (2) シートはゴムシートか、金属シートか。
- (3) 本体の材質は鋳鉄か、鋳鋼か。
- (4) 型式はバタフライ弁か、仕切弁か。

10.1 形 状

楕円形の場合、同一断面積に対して水平水線の幅が十分とれるという利点はあるが、欠点として(1)の船底縦通材間に納めるのが極めて困難であること、および(6)の本体およびシートの加工が困難である。さらにシートを金属にした場合には楕円形は不可能に近い。

10.2 弁 座

ゴムシートは耐久性、耐熱性に問題があるが、利点としては楕円形シートも製作可能である点、またゴムシートにすれば金属シートより Sill Height を減少させることができる点がすぐれている。

10.3 本体の材質

鋳鉄製にしてボルト結合にするのと、鋳鋼製にして隔壁に溶接する方法とがあるが、いずれも一長一短がある。すなわちボルト結合では取りはづし可能な便はあるが Sill Height が高くなる欠点があり、直接溶接すれば永久に取りはづし不可能の欠点はあるが Sill Height は相当低くなるはずである。しかしながら第8章でも述べたように水密試験の結果最底部2本の結合ボルトをはずして 5 kg/cm² の水压をかけても結合部からの漏れは全く見られなかったため、この2本の結合ボルトはなくてよいこととなり、従って鋳鉄製の場合でも図 5.1 に示す点線の位置まで底部を切り取ることが可能となった。

実際に下記のごとく下部を切取って最終的に完成した試作品では Sill Height は 43mm となっている。(図 5.2 参照)

この寸法は一度完成された試作品に修正を加えて得られた寸法であるが、もし当初から下の 2 本のボルトを考えずさらに下部のスピンドル軸受を若干修正できる場合は 37mm~35mm の線まで減少できるものと考えられる。

10.4 弁の形式

一般に大型油送船の隔壁付交通弁は口径 400mm, 500mm, 600mm という大きなものになる。かかる大口径の弁であることを前提として考えると、仕切弁にした場合は高さ、重量は極めて大きなものとなる。まして油圧駆動の場合のシリンダの大きさ、重量を考え合せると、ロータリーシリンダを使用した場合のバタフライ弁に比して大きさ、重量共に遙かに大きく、高さは 2~3 m, 重量は 1~2 t となる。これに比しバタフライ形式の弁では高さは 1 m 位、重量は 500~600kg である。このような意味で隔壁付交通弁としてはバタフライ形式の方が合理的と考えられる。

なお本試作品の重量ならびに鋳鋼製隔壁付交通弁の予測重量を記すと下記のごとくになる。

(1) 鋳鉄製隔壁付交通弁 (口径 600mm)

バルブ本体	503.5kg
ロータリーシリンダ	102.0kg
隔壁取付ピース	115.0kg
計	720.5kg

(2) 鋳鋼製隔壁付交通弁 (口径 600mm)

バルブ本体	565kg
ロータリーシリンダ	102kg
計	667kg

第11章 結 語

本研究では時間の関係で、フリー・フロー・システムに最適な隔壁付交通弁の開発研究に主力を注いだので、システムについての総合的な研究は十分ではなかった。しかし、本研究の結果はフリー・フロー・システムの開発に大いに役立つものとする。

昭和40年9月27日 印刷

昭和40年9月30日 発行

日本造船研究協会報告 第53号

発行人 菅 四 郎

発行所 社団法人日本造船研究協会

東京都港区芝罘平町35

「船舶振興ビル」8階

電話 (502) 2371~80

内線 (421~426)

印刷所 株式会社 青 光 社

東京都品川区五反田1の249

電話 (441) 0006, 4444, 2020