

日立 ㊦ 印 マレブル 10 kg/cm² 汎用バルブ (HM バルブ) の開発

Hitachi Gourd Brand Malleable Iron 10 kg/cm² “HM” Globe and Gate Valves

松 浦 安 夫*
Yasuo Matsuura

要 旨

日立金属株式会社では、すでにマレブル (FCMB) のバルブ母材としての優秀性を活用して、温度 350℃ までの鑄鋼分野にマレブル 10 kg/cm², 20 kg/cm² の各種呼び圧力のバルブを開発し好評を得ているが、今回新しく、一般低圧配管用バルブとして日立 ㊦ 印マレブル 10 kg/cm² 汎用玉形弁、仕切弁を開発した。このバルブ (略号 HM バルブ) は蒸気用として工場設備から水道、ガス、住宅にいたる広い範囲にわたって、青銅弁の代替品として開発されたものである。
本報告は HM バルブの開発経過および各種実験結果について取りまとめたものである。

1. 緒 言

一般低圧分野におけるバルブは工場配管からガス、水道、住宅用に至るまで、その使用範囲は広く、需要もきわめて多い。一般低圧用バルブとしては径の呼び 2B までの小口径には青銅弁、径の呼び 2B 以上は鑄鉄弁が使用されており、その生産量も全国のバルブ生産量の 5 割近くをしめている。これらは鑄造性および切削性が良いことから、製作が比較的容易であることによっている。しかし高温になると機械的性質が劣化するため、バルブ母材として温度上では青銅で 235℃、鑄鉄で 250℃ に使用制限されている。とくに青銅は材料そのものが高価であるばかりでなく、世界的な材料不足に伴う価格変動が激しく、汎用バルブ母材としては適当でない。

マレブル (FCMB) はこの点では有利で、機械的性質なども本誌にも発表⁽¹⁾⁽²⁾ されているとおり、温度 350℃ まで安定した性質を有するとともに価格も安定しており、中低圧用バルブ母材として好適な材料と言うことができる。

このマレブル材を活用し、性能上青銅弁に代わることができるように、その設計・製作上の技術的問題を解決し、量産方式も確立した。それが以下述べる HM バルブで、主として開発経過と実験結果について取りまとめたものである。

2. 設 計 基 準

2.1 使 用 範 囲

バルブの使用範囲は一般に温度、圧力段階で表わされ、設計の基準となる。HM バルブの使用範囲は JIS の青銅弁、鑄鉄弁の使用範囲を満足するもので表 1, 2 に示すとおりである。

2.2 設 計 の 要 点

設計にあたっては前項の温度圧力段階を満足し、JIS の青銅弁との互換性を考え、つぎのことを要点とした。

(1) 主要寸法は JIS B 2021-1966 青銅 10 kg/cm² ネジ込玉形弁および JIS B 2023-1966 青銅 10 kg/cm² ネジ込仕切弁に準拠し、現行のこれらの市販品との互換性をはかる。

(2) 鑄造部品はバルブ製作上とくに重要であり、鑄造容易な形状および量産しやすい形状とし、品質の安定と鑄造歩留りの向上をはかる。

(3) バルブのもっとも重要な部分 (弁体・弁座・弁棒) にステンレス鋼を用いる。ただし仕切弁の弁座には玉形弁と異なる漏れ止め機構をとって、その性能を保証する関係上当面は BC 材を使用するが、ステンレス鋼の採用についても検討する。

* 日立金属株式会社桑名工場

表 1 10 kg/cm² 玉形弁の温度圧力段階

流体の状態	最 高 使 用 圧 力 (kg/cm ²)		
	JIS B2021-1966 青銅 (10 kg/cm ²) ネジ込玉形弁	JIS B2041 鑄鉄 (10 kg/cm ²) フランジ形玉形弁	マレブル (10 kg/cm ²) 汎 用 ネジ込玉形弁
220℃ 以下の蒸気	(2~3)	10	10
飽 和 蒸 気	10		
120℃ 以下の油および脈動水	10		
120℃ 以下の静流水	14	14	14

表 2 10 kg/cm² 仕切弁の温度圧力段階

流体の状態	最 高 使 用 圧 力 (kg/cm ²)			
	JIS B2023-1966 青銅 (10 kg/cm ²) ネジ込仕切弁	JIS B2043 鑄鉄 (10 kg/cm ²) フランジ形 内ネジ仕切弁	JIS B2031 鑄鉄 (10 kg/cm ²) フランジ形 外ネジ仕切弁	マレブル (10 kg/cm ²) 汎 用 ネジ込仕切弁
飽 和 蒸 気	5	* 2	* 2	5
120℃ 以下の油および脈動水	10	10	10	10
120℃ 以下の静流水	14	14	14	14

* 現在鑄鉄バルブの飽和蒸気に対する最高使用圧力は弁専門委員会にて改訂審議中

- (4) 一般低圧分野では配管上の美しさが要求される。したがって表面処理として日立 ㊦ 印管継手と同一方法の溶融亜鉛メッキを施し、さび止めと美観をもたせる。
- (5) 性能上支障のない範囲まで部品点数を少なくし、加工方法および精度を考慮する。
- (6) 使用材質としては使用範囲を十分満足するとともに、市場性のある材質を選定し、品質の安定をはかる。

2.3 構 造

構造は原則として JIS 青銅 10 kg/cm² ネジ込玉形弁・仕切弁に準じ、使用しやすい構造とした。

2.3.1 弁 箱

圧力容器としての弁箱は ASA B 16.5 Steel pipe Flanges and Flanged Fitting に定められた強度計算式によって肉厚を決め、鑄造しやすい形状にして性能の向上をはかった。

2.3.2 弁箱とふたの接続

弁箱とふたの接続は図 1 に示すネジ込ボンネット形とする。この形式は主として青銅弁などの小口径のものに使用されている。
なお HM バルブの弁箱、ふたの接合部は図 1 (b) に示すテーパ当たりとする。テーパ当たりは図 1 (a) に示すフラット当たり

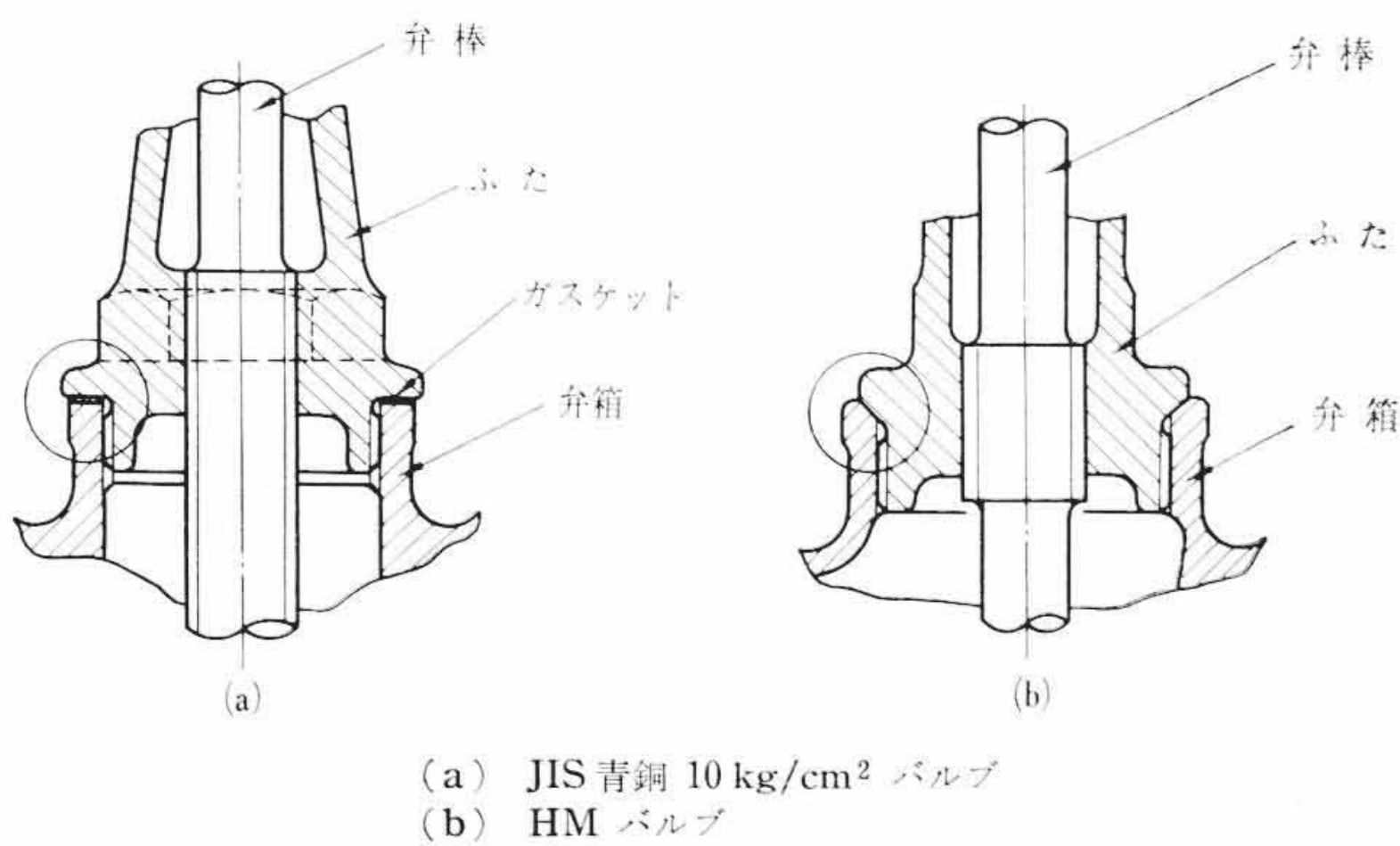


図1 弁箱，ふた 接 続 部

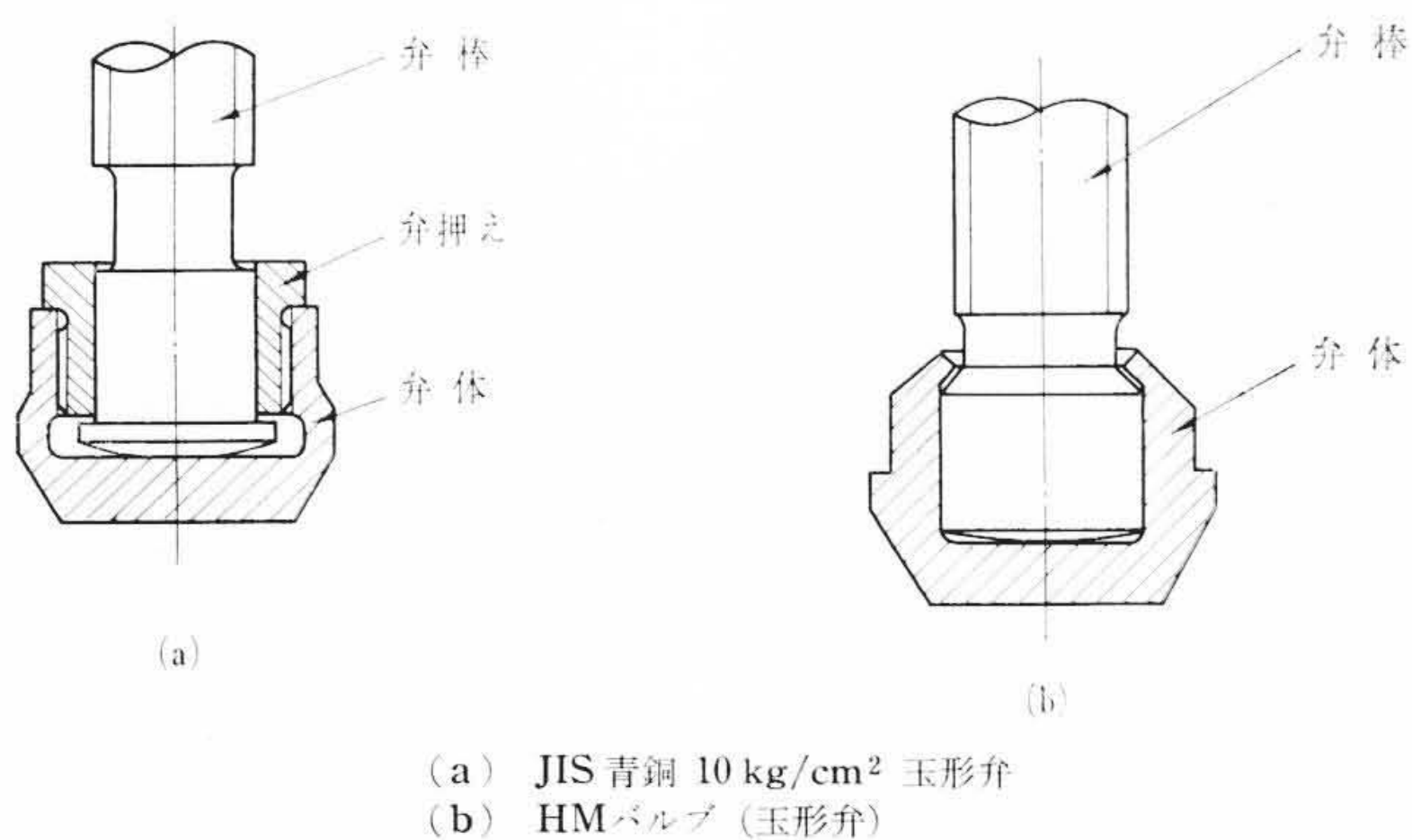


図2 玉形弁の弁体・弁棒接続方法

比べて、受圧面圧の増大によりシール性を良好とし、必要締付け力が小さく漏えい防止のガスケットを不要とする。しかし角度の加工精度を十分にすることがあり、この技術水準は高度のものである。

テーパ受圧部およびネジ部には液状パッキンを塗布して、さび止めとシールを完全に行なう。

2.3.3 弁棒・弁体の接続方法

接続方法としては種々の方法が考えられるが、青銅玉形弁では JIS に弁と弁棒は弁押えにより取り付け、なめらかに回転するような構造とするように規定されている。これは図 2 (a) に示すように弁体と弁棒がなめらかに回転することを主目的とし、弁体、弁棒補修のさい取りはずし交換を容易にすることも目的としているためである。HM 玉形弁は弁体、弁棒にステンレス鋼を用いているので、BC 材に比べて寿命がはるかに長く、したがって分解を要せずに十分目的を達しているの、接続部もきわめて強固で図 2 (b) に示すカシメによる方法を採用している。

仕切弁では T みぞ接続方法を採用し弁体形状をクサビ状一体形とする。

2.3.4 弁座輪取付方法

弁箱の弁座(シート)は青銅弁の場合は、一般に弁箱材質をそのまま使用しているが、鉄系のバルブの場合では切削面をそのままシートとすると、さびの出る場合があり、他のさびない材料を使用しなければならない。一般には使用圧力、温度、用途によって、ネジ込方式、圧入方式、溶接方式などによって、砲金材またはステンレス鋼が用いられている。これらの方法では弁箱の弁座取付部(弁箱障子部)その他の肉厚をあつくる必要がある。その場合、弁箱全体としての肉厚の変化が大きくなり、鋳造性を悪くする傾向がある。したがって、HM バルブでは弁座輪を銀ロウ付けとして固定する方法を採用し、上記の肉厚を小さくすることによって問題を解決した。

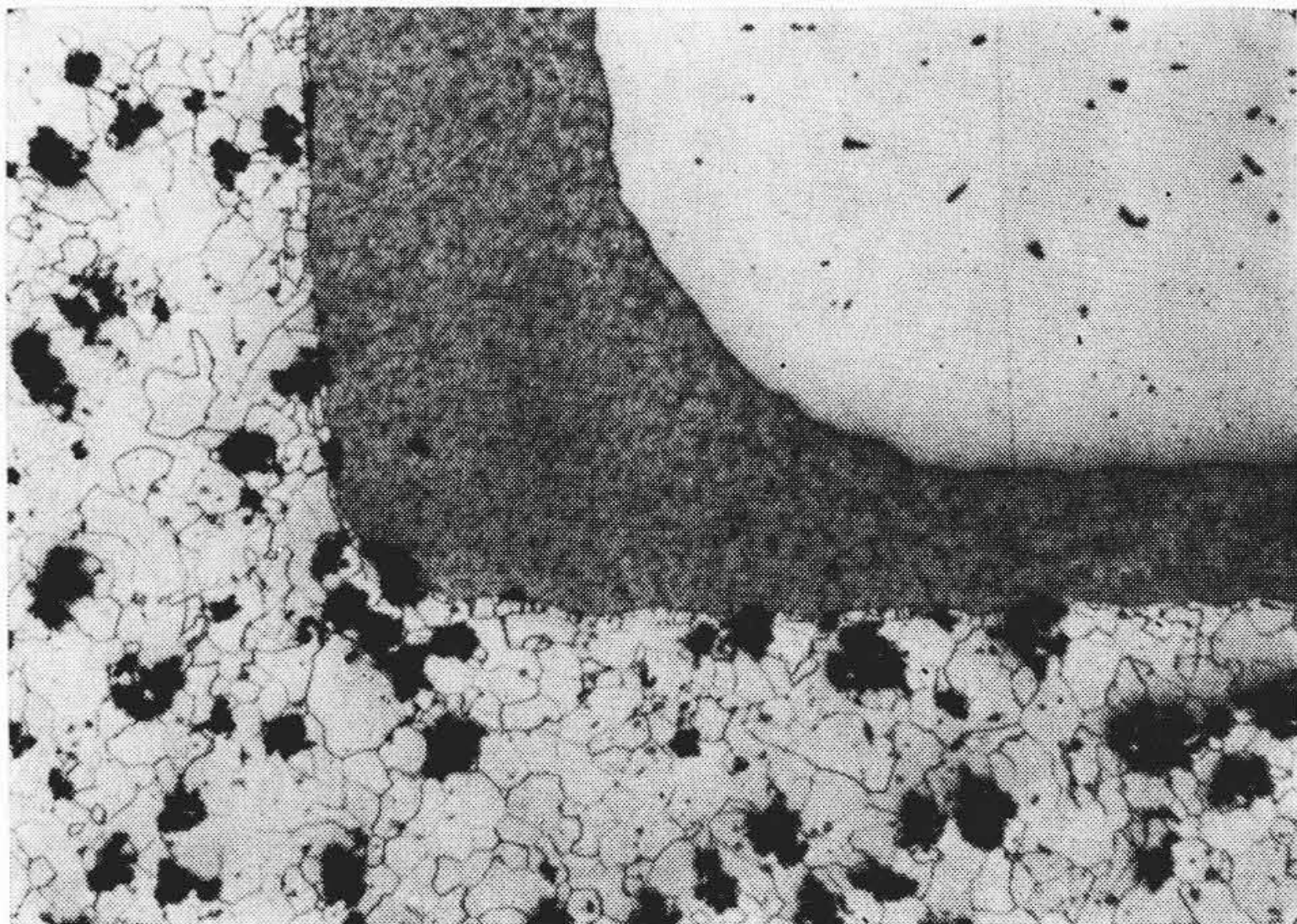


図3 ロウ付け溶着部 (×43)

3. 製作および試験

3.1 製作について

HM バルブについて、とくに必要な項目として、弁座取付方法、弁体と弁棒の接続方法、表面処理、パッキンの選定を取り上げ検討を行なった。

3.1.1 弁座ロウ付け作業

弁座輪の取付けにはロウ付け方法を採用した。弁座輪が弁箱に確実に接着され、漏れやハク離などがなく、使用中における信頼性が十分保たれる必要がある。このためロウ材、開先寸法、仕上げおよび加熱温度、時間などの作業基準について検討し、開先形状および作業手順、管理ポイントなどを決め、それに従って作業し、製品に対しては、漏れ、加熱、冷却の繰返しおよび 100,000 回の打撃を与えた後の脱落、き裂を調べる試験などを行なっていずれにも完全であることを確認した。

図 3 は、マレブルに対するこのロウ付け作業の熱影響を調べた写真である。母材マレブルの組織変化は認められず、ロウ付け方法によるステンレス鋼および砲金材の取り付けにも問題のないことがわかる。

3.1.2 弁体・弁棒の接続方法

前述のとおり弁体・弁棒の接続は、本来なめらかに回転できる接続であること、および十分な接続強度をもっていることがたいせつである。

HM 玉形弁は弁体・弁座輪、弁棒など要部にステンレス鋼を使用することにより要部砲金材の青銅弁に比較して、シートのかみこみによる傷や弁棒の台形ネジの摩耗などが生じにくく寿命が長いので、カシメによる接続を行なっても支障は起こらない。さらに部品数が少ないので量産性も高い。

また図 4 に示すカシメ治具によりサイズ別に加圧荷重を選定した結果、均一で良好な結果を得ることができた。

3.1.3 表面処理

一般にこの分野の配管には鋼管が使用され、管継手には JIS B 2301 の日立凸印をはじめとするマレブル製管継手が用いられている。これに合わせて HM バルブの表面処理は内外面ともに均一なメッキ層を得るよう溶融亜鉛メッキ法が採用されている。なおメッキ作業に当たっては次の点が考慮されている。

(1) 弁箱はロウ付け後に溶融亜鉛メッキを施すので、ロウ付け時のフラックスが残り、かつ加熱により表面に酸化が生じているので、前処理をとくに入念に行なう。

(2) 弁箱の弁座部(障子部)にメッキがつかない空間(エアポケット)が生じないように特に注意する。

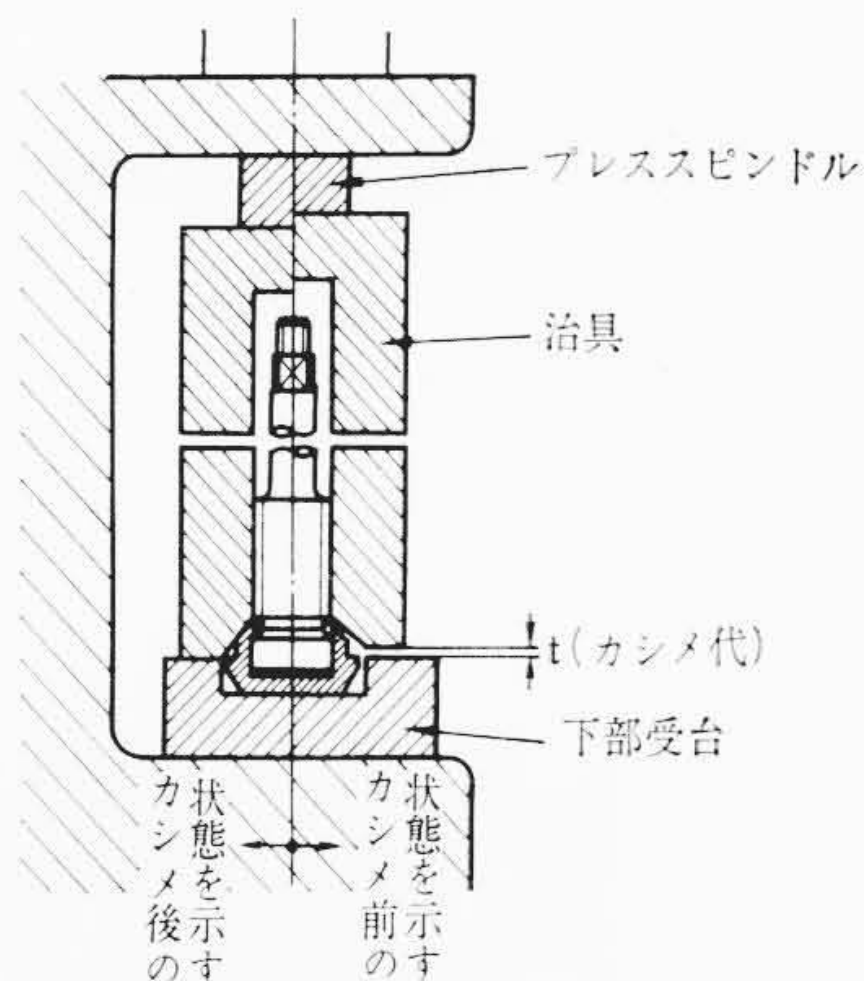


図4 弁棒・弁体カシメ治具

3.1.4 パッキンの選定

パッキン選定の要点は設計上ではパッキン箱（スタフインボックス）の構造、パッキンしゅう動部の仕上げ程度およびその寸法が適切であり、かつ、パッキン材質、形状などが使用流体、温度に対して長期間漏れを生じなくて、ハンドルトルクを大きくしないことが必要である。

また実用パッキンは材質が均一でパッキン装入作業が容易でなければならない。

HMバルブのパッキンとしては上記条件を満足するパッキンを数種類試作し、実用試験の結果によって決定することとした。このため常温および加熱時の漏れ、弁棒回転トルク、パッキンの温度による状態変化などの試験を行ない、石綿繊維、黒鉛、合成ゴムおよびバインダを混合し、リング状に加圧成形した、モールドパッキンを採用した。

3.2 試験結果

JISに規定されている検査および実際の配管について、振動配管、一般配管（工業用水、空気配管）、および繰返し加熱試験などを行ない当初の目標品質を確認した。

なお、長期配管試験としては、蒸気、水、油、空気および海水配管で試験中であるが満2個年を経過した現在もなんら異常は認められていない。

3.2.1 弁座漏れ検査

JIS B 2021 青銅 10 kg/cm² ネジ込玉形弁では「15 kg/cm² の水圧または 6 kg/cm² の空気圧を加えた状態で漏れがあってはならない」と規定しており、水圧および空気圧の両方で行なった結果、

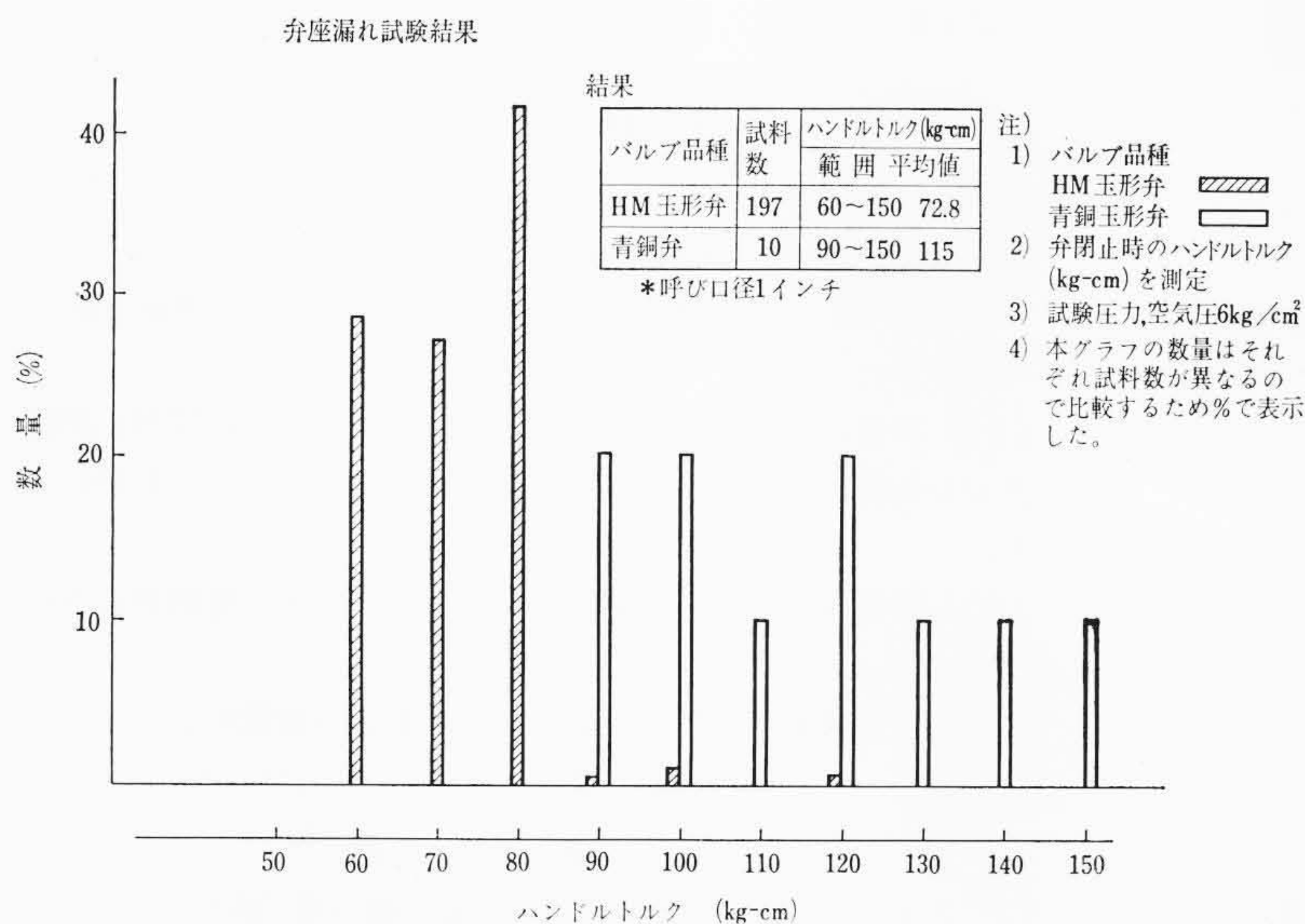


図5 弁座漏れ止めトルク

弁箱ロウ付け部の漏れ、および弁座漏れはない。呼び口径 1B の玉形弁では、締付けトルクは平均 73 kg-cm であるが、漏れのないバルブができた。

図5は一般市販品の青銅 10 kg/cm² ネジ込玉形弁呼び 1B および HM 玉形弁呼び 1B の締付けトルクの比較を示したものである。

要部にステンレス鋼を用いたこのバルブは青銅弁に比べて低い締付けトルクで漏れを止めることができた。この原因としてつぎのことが考えられる。

(a) HMバルブは弁箱とふたとがテーパ接続のため、一般青銅弁のフラット接続に比べて弁箱弁座と弁体弁座の中心が一致しやすく漏れは止まりやすい。

(b) コーンタイプシートではシート面の真円度が問題となる。弁体、弁座が真円となっていなければ漏れを止めることはできない。そのため HMバルブでは真円度を上げて 0.005 mm 以内としたことにより安定した結果を示している。

(c) シート面の仕上げあらさについては要部砲金材の場合は仕上げあらさは比較的荒くてもなじみやすいが、ステンレス鋼においては研削仕上げで 0.5 s 以下とすることにより安定したものが得られる。

(d) 弁体、弁座輪のシートの角度差と漏れの関係は、あまり影響はないと考えられるが長期間その性能を保証するためにはとくに注意する必要がある。

(e) HMバルブはマレブルの鋳造品を使用しており、青銅弁に比べて使用時の各種の外力などによるひずみが小さく、弁座加工部の精度が保証される。

3.2.2 振動試験

振動に対する弁箱、ふた接続部およびロウ付け部の安全性などの確認のため振動試験を行なった。振動は図6の装置で発生させた。

1 個月間の試験後空気圧 6 kg/cm² で漏れ検査、接続部のゆるみおよび分解検査の結果漏れ、接続部の異状は認められなかった。

3.2.3 弁座漏れ試験

弁座漏れ試験として、工業用水および空気圧配管での弁座寿命とさび状態について 1 日 10 回弁の開閉を行ない、3 個月後の漏れおよびさびについて調べた。その結果、耐圧検査および弁座漏れ検査において全数漏れを生じなかった。また弁箱内面は亜鉛メッキによって保護され、さびの発生はほとんど認められなかった。

3.2.4 加熱試験

バルブは一般に温度・圧力段階によって使用区分される。

HMバルブでは最高 220℃ まで使用されるので、熱影響による弁機能の安全性のため加熱試験を行なった。

試験方法として 250℃ の炉中で 30 分間加熱後、水冷し漏れ検査を行ない、これを 20 回反復した。さらに反復加熱後 250℃ で 9 時間の連続加熱を行なった。

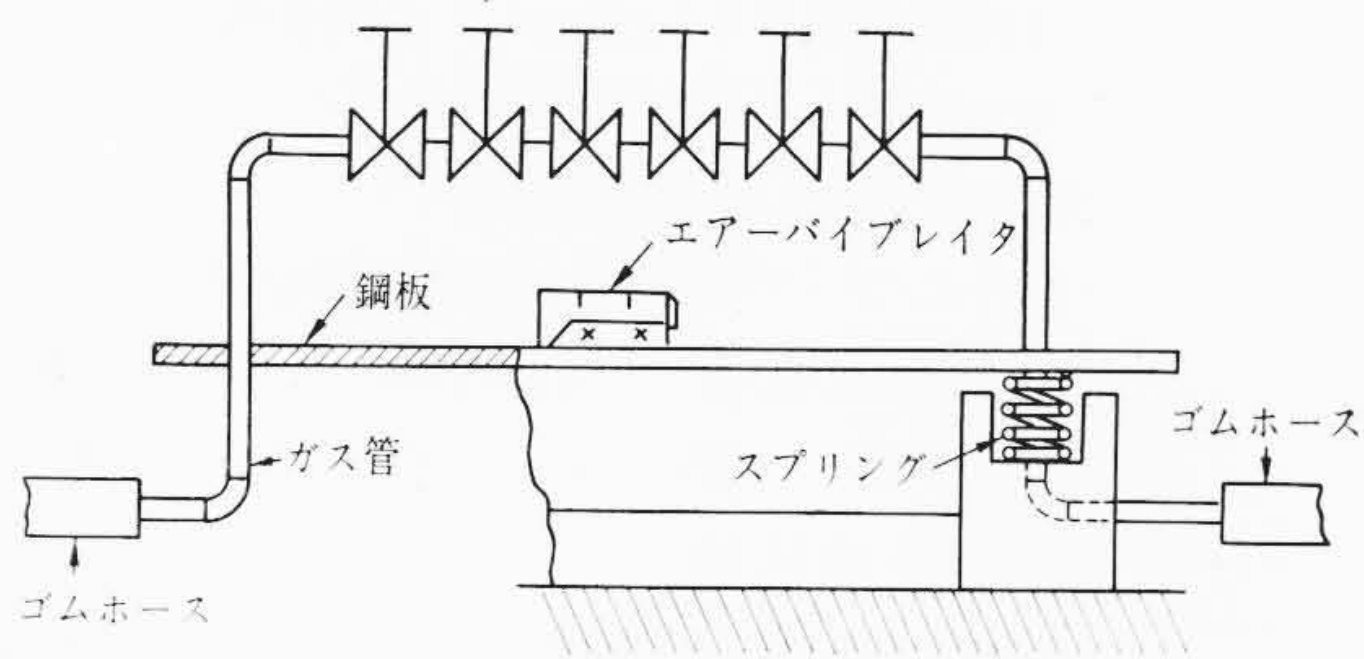


図6 振動試験装置

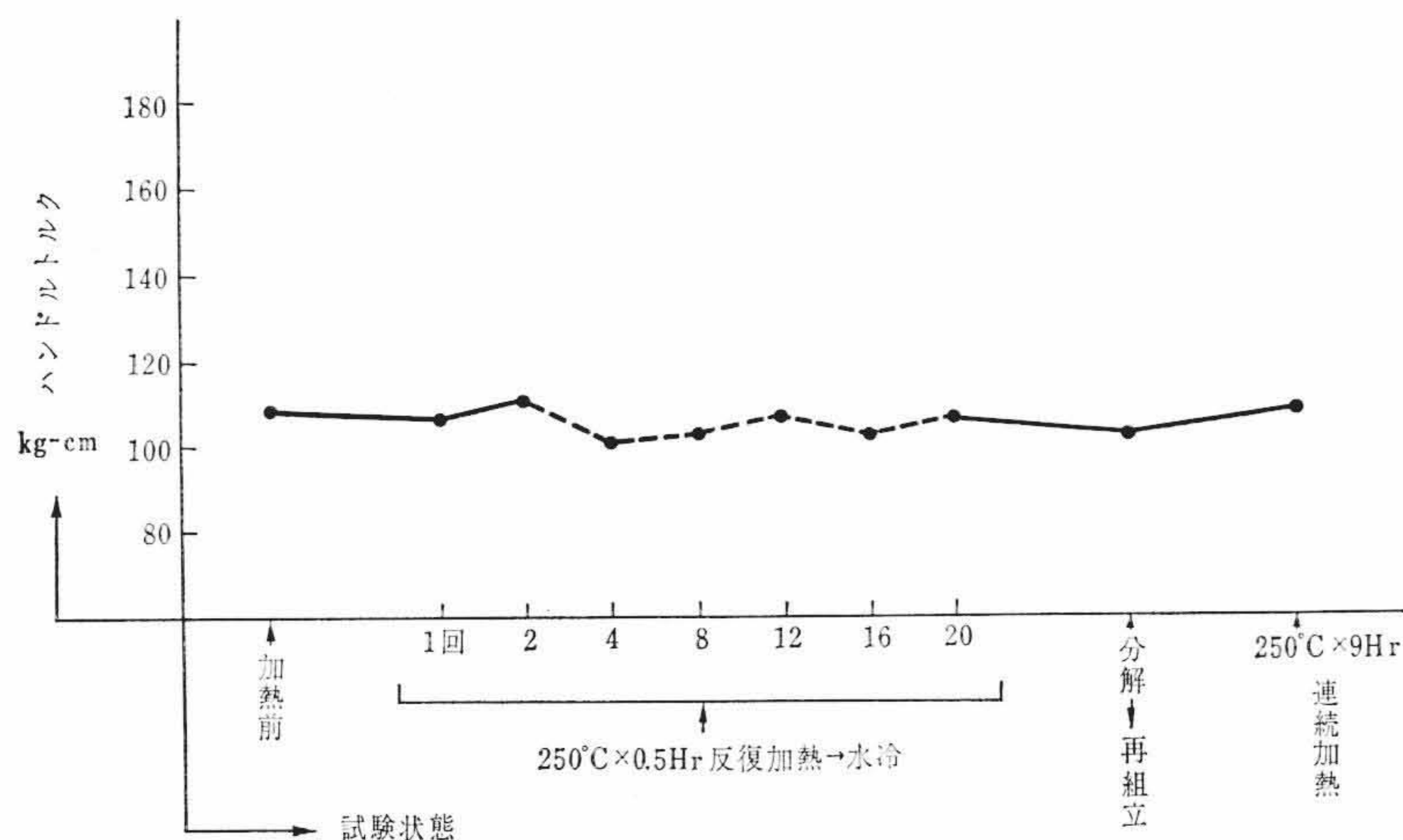


図 7 加熱試験後の弁座漏れ試験結果（空気圧 6 kg/cm²）

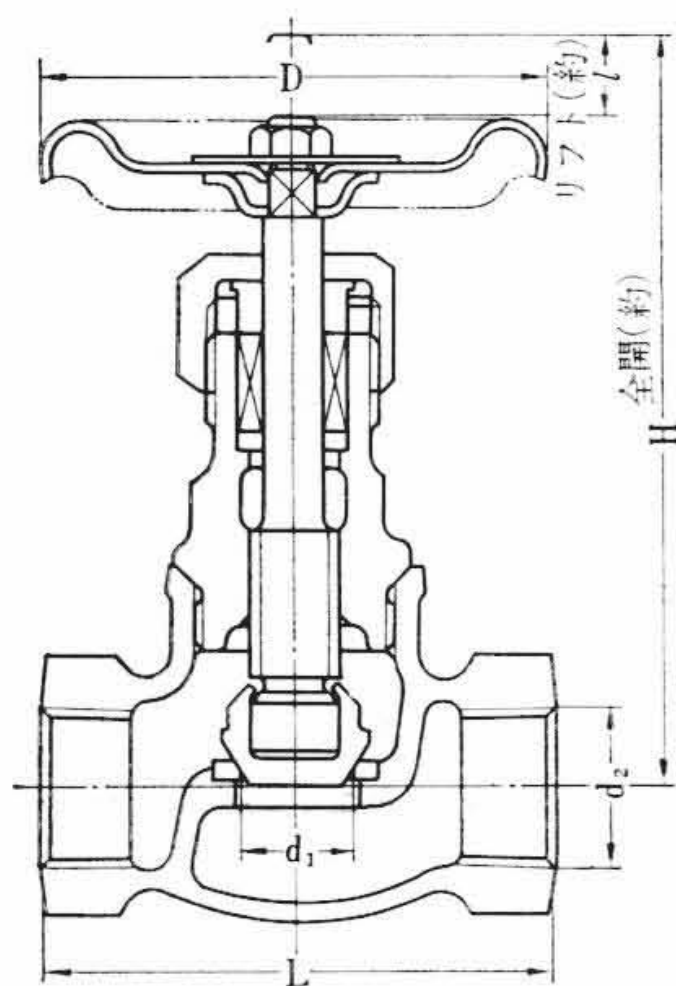


図 9 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込玉形弁

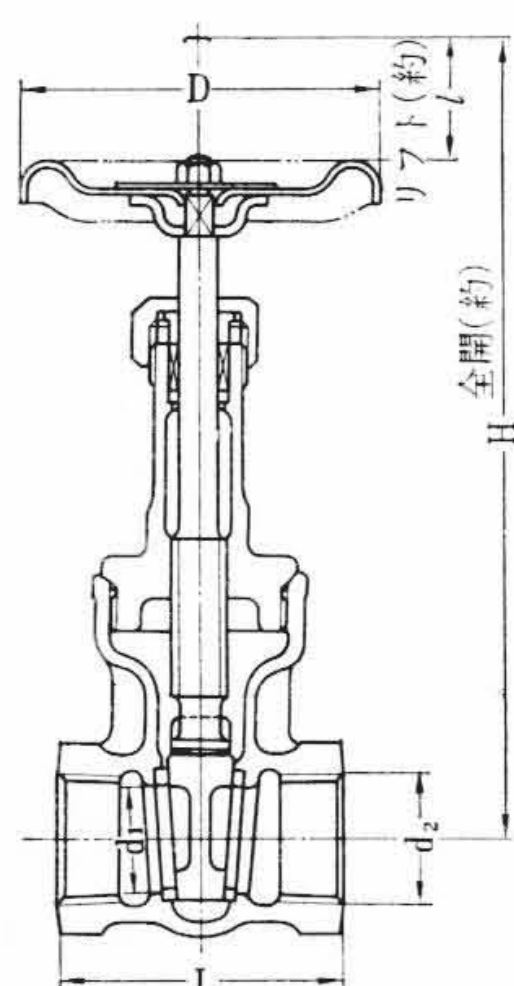


図10 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込仕切弁

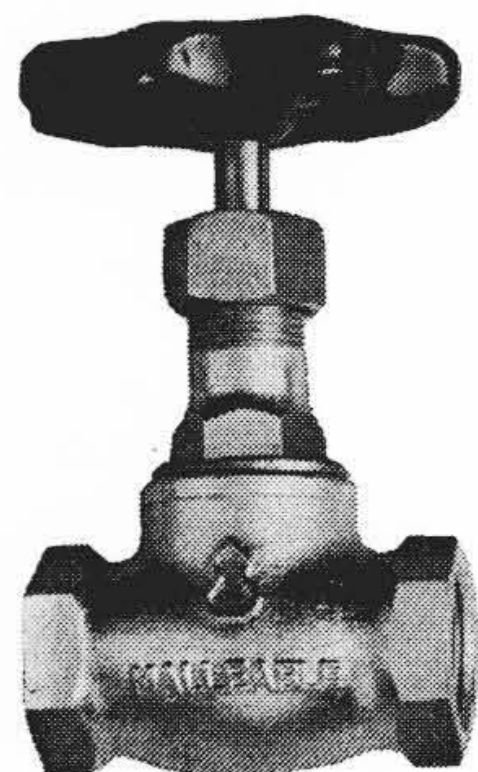


図11 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込玉形弁

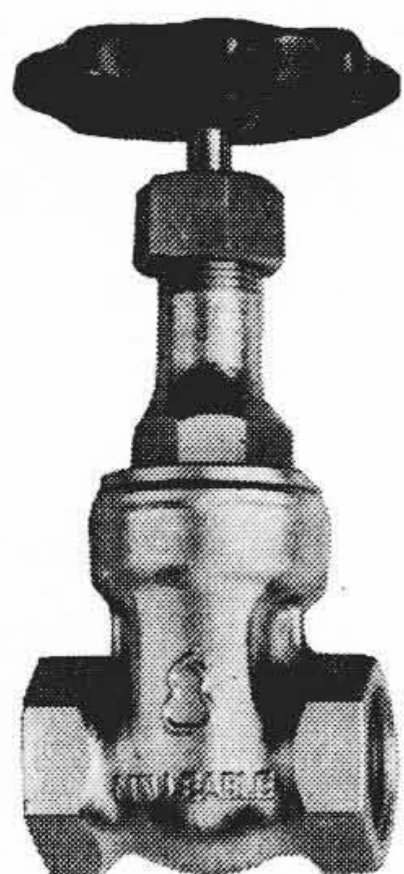


図12 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込仕切弁

(a) 弁箱，ふた接続部漏れ検査結果

加熱冷却後水圧 20 kg/cm² で検査の結果漏れは認められず，弁箱，ふたの接合ネジの固着も認められなかった。

(b) 弁座漏れ検査

加熱冷却後空気圧 6 kg/cm² での検査結果を図 7 に示す。トルクの増加は認められない。

3.2.5 長期配管試験

つぎの流体について長期間の使用試験を実施中である。

- | | |
|------------|-----------|
| (a) 工場用水配管 | (b) 空気圧配管 |
| (c) 油配管 | (d) 蒸気配管 |
| (e) 海水浸漬試験 | |

(a)～(d)について約 2 個年経過後の現在，工場用水配管で 1 個異物の付着により弁座漏れを生じたが他は異状はない。

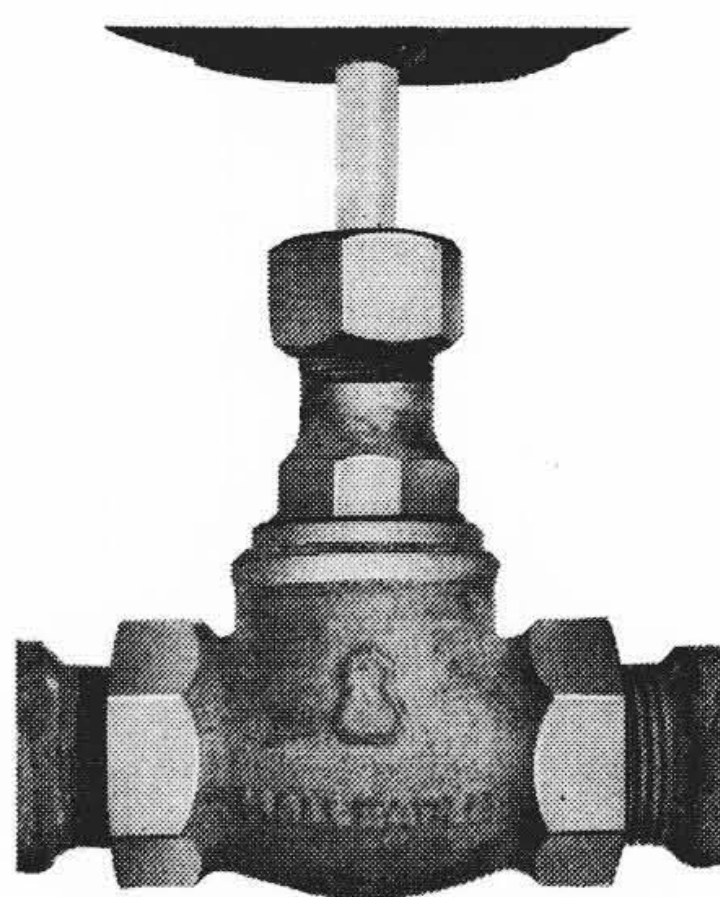


図 8 海水中に 1 年間浸漬した後の状態

表 3 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込玉形弁主要寸法

呼 び	d ₁	L	l	H	D	d ₂ ネ ジ	
						径	山数 25.4 mmにつき
¼ B	10	50	6	90	50	13.157	19
⅜ B	12	55	6	90	50	16.662	19
½ B	15	65	6	97	65	20.955	14
¾ B	20	80	8	118	80	26.441	14
1 B	25	90	10	134	100	33.249	11
1¼ B	32	105	13	157	120	41.910	11
1½ B	40	120	16	170	120	47.803	11
2 B	50	140	20	188	140	59.614	11

d₂ ネジ部は JIS B0203 の管用テーパネジ

表 4 マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込仕切弁主要寸法

呼 び	d ₁	L	l	H	D	d ₂ ネ ジ	
						径	山数 25.4 mmにつき
½ B	15	55	17	140	65	20.955	14
¾ B	20	65	23	162	65	26.441	14
1 B	25	70	29	196	90	33.249	11
1¼ B	32	80	36	240	120	41.910	11
1½ B	40	90	44	270	120	47.803	11
2 B	50	100	54	310	140	59.614	11

d₂ ネジ部は JIS B0203 の管用テーパネジ

海水浸漬試験として循環海水中に 1 年間バルブを浸漬した。図 8 はその状態を示したものである。表面は水酸化亜鉛の被膜におおわれているが弁座漏れ検査では漏れは発生していない。その後現在に至るまで異常は認められない。最後に HM 玉形弁，仕切弁の構造を図 9，10 に，また主要寸法を表 3，4 に示す。図 11，12 は呼び 1 B の玉形弁，仕切弁の外観である。

4. 結 言

(1) マレプル 10 kg/cm² 汎用ネジ込玉形弁・仕切弁を開発して，JIS 10 kg/cm² 青銅玉形弁・仕切弁代替品とした。かつ寸法，形状を同一にして互換性を持たせ，鋼管に合わせた適正な配管を可能にした。

(2) 弁箱の弁座取付方法として，ロウ付け方法の採用と要部ステンレス鋼の使用により，漏れ止めトルクの小さい玉形弁ができた。

(3) さび止めは溶融亜鉛メッキにより，実用上青銅弁に匹敵する。

これより一般低圧分野の青銅弁・鋳鉄弁より性能のよい，かつ量産性の高いバルブの開発ができた。

参 考 文 献

- (1) 近藤，奥本：日立評論 別冊 42，69（昭 36-5）
- (2) 近藤：日立評論 44，2023（昭 37-12）