

日本船舶振興会昭和49年度補助事業  
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料 No. 219

## 第137研究部会

### 舶用ディーゼル機関用排気弁の吹抜け防止 および燃料弁の長期無開放化に関する研究

#### 報 告 書

昭和50年3月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

## は　し　が　き

本報告書は日本船舶振興会の昭和49年度補助事業「船舶の構造・性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会が第137研究部会においてとりまとめたものである。

### 第137研究部会委員名簿（敬称略、五十音順）

部会長	藤田秀雄（明治大学）	塩出敬二郎（船舶技術研究所）
幹事	遠藤巖（日本海事協会）	津田公一（東京大学）
	武本善之（石川島播磨重工業）	本岡隆雄（三菱重工業）
	永井将（日立造船）	飯島和男（昭和海運）
委員	綾部久文（三菱重工業）	奥村克二（名村造船所）
	今井次郎（三菱重工業）	孝橋謙一（阪神内燃機工業）
	小野賢一（ジャパンライン）	北島弘紀（大阪商船三井船舶）
	小山陽一（住友重機械工業）	佐藤義一（函館ドック）
	阪本襄（白杵鉄工所）	野村寛（日立造船）
	中野英明（川崎重工業）	原野二郎（三井造船）
	原三郎（日本舶用機器開発協会）	平子善夫（大阪府立大学）
	東園安憲（大阪造船所）	村上和夫（日本钢管）
	弘田孝輔（日本郵船）	森下輝夫（船舶技術研究所）
	木吉英一（ヤンマーディーゼル）	

# 目 次

1. 排気弁の吹抜け防止の研究 .....	1
1. 1 試験研究の目的 .....	1
1. 2 水冷却弁座システムの概要 .....	1
1. 3 研究項目 .....	6
1. 3. 1 水冷却弁座の効果確認試験 .....	6
1. 3. 2 大形水冷却弁座の実用化試験 .....	6
1. 3. 3 中形水冷却弁座の実用化試験 .....	6
1. 4 試験結果 .....	6
1. 4. 1 水冷却弁座の効果確認試験 .....	6
1. 4. 2 大形水冷却弁座の実用化試験 .....	20
1. 4. 3 中形水冷却弁座の実用化試験 .....	20
1. 5 研究の成果 .....	25
1. 6 おわりに .....	25
2. 水冷式燃料弁の長期無開放化の研究 .....	26
2. 1 緒言 .....	26
2. 2 試験方法 .....	26
2. 2. 1 供試燃料弁の種類と対策内容 .....	26
2. 2. 2 実船試験 .....	27
2. 2. 3 陸上調査 .....	28
2. 3 試験結果 .....	28
2. 3. 1 試験の経過 .....	28
2. 3. 2 実船試験結果 .....	29
2. 3. 3 解析調査結果 .....	29
2. 4 まとめ .....	32
2. 4. 1 研究の成果 .....	32
2. 4. 2 長期の無開放化に備えて .....	57

# 1. 排気弁の吹抜け防止の研究

## 1.1 試験研究の目的

最近の高  $P_{m}$  ディーゼル機関における燃焼室周り部材の熱負荷的境界条件はより一層苛酷なものとなって行く状勢にある中で、排気弁の耐久時間の問題が機関の信頼性向上に関し最も重要である。

さらにM.O.船主機としても将来の高出力、高性能機関の開発に際しても排気弁耐久性向上策が必須の課題として取組まれ、総合的な研究が続けられてきた。

本研究もその一環として S R 122において昭和 45 年度に排気弁焼損対策研究用の N D T 19/30 C 形単筒実験機関を製作後、昭和 46 年度から具体的な研究を開始し、更に昭和 47 年度から始まった S R 137 での 3 カ年研究に引継がれてい る。この間の研究実施内容は以下の通りである。

昭和 45 年度 : N D T 19/30 C 形実験機関の製作及び予備試験

昭和 46 年度 : 焼損と燃料油、シリンダ油及び弁座冷却の関係

昭和 47 年度 : 焼損と弁棒、弁座のシート面形状、寸法の関係

昭和 48 年度 : 焼損と弁棒、弁座盛金材及び弁強制回転との関係

本年度は S R 137 研究の締めくくりとして、これまでの研究成果を基に最も実用価値の高い水冷却弁座の実用化を中心 に諸試験を進め、長期間にわたった本研究を有意義なものとすることを目的とする。

## 1.2 水冷却弁座システムの概要

水冷却弁座システムは、従来の無冷却形に比べ一段と冷却効果の高い強制清水冷却室を有する弁座でその概略図を図

### 1.2.1 に示す。

水冷却弁座の構造は、シート部の冷却効果を有效地に動かせるため、弁座内水室を充分下位に設けている。この水室構成のため、弁座を 2 分割し、それを溶接により一体形に仕上げなければならない。従ってこの溶接箇所の取り方により種々考察される。今回の試験では、Ⅱ案方式を採用したがその特徴は(1)機械加工が容易である。(2)溶接による残留応力が少ない。(3)運転時応力の低い個所に溶接部がくる、等である。

更に図 1.2.2 に導水管取付方式とシーリング方式について示すが、大きく導水管有り無しに分類され、導水管式では、水密には有利だが必要な冷却水通路面積の確保には不利である。逆に導水管無しでは、通路面積は確保できるが水密上メタルパッキンか O リングのみでシーリングしなければならない。今回の試験では、E 案方式を採用したがその特徴は(1)冷却水通路面積が大きく取れる。(2)弁箱、弁座の組立、開放が容易な簡単な構造である。(3)メタルパッキンより耐熱 O リングが信頼性が高い、等である。

なお、水室形状は図 1.2.3 に示すような冷却面積の異なる A、B 形を比較のため選定した。図 1.2.4 には、従来の無冷却形排気弁と比較して、今回の水冷却弁座通水方式を示すが、冷却水の流れは弁箱ジャケット（入口側）より全量が導水孔を通り弁座へ入り左右に分岐、外周を回り合流する。合流した後、更に導水孔を昇り弁箱ジャケット（出口側）に入り出口管へと導かれる。

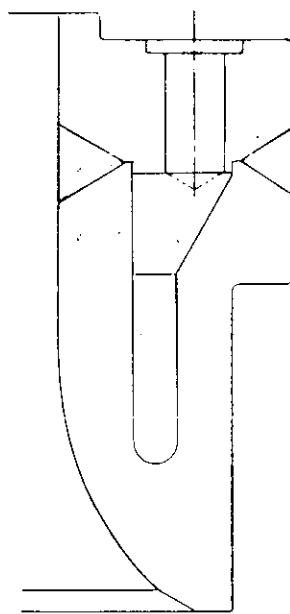
従って、通水方式は完全なシリーズ方式で、弁箱ジャケットは中央の隔壁で分割されている構造となっている。

弁箱と弁座の通水方式は、前述の通り完全シリーズを採用しているが、各排気弁単体間には、3弁パラレルに取るか、3弁シリーズに継ぐかの 2 通りが考えられる。また、機関全体としてみるとシリンダジャケット冷却水系統に入れるか、ピストン冷却水系統に入れるか、あるいは独立系統にするか 3 通りが考えられる。

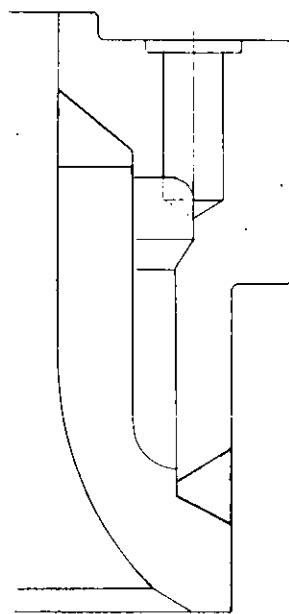
その比較を図 1.2.5 にモデルチャートで簡単に示す。

今回の試験では、2種類の供試弁の温度計測を同一条件で行う必要があるため、独立条件との 3弁シリーズ方式を選定

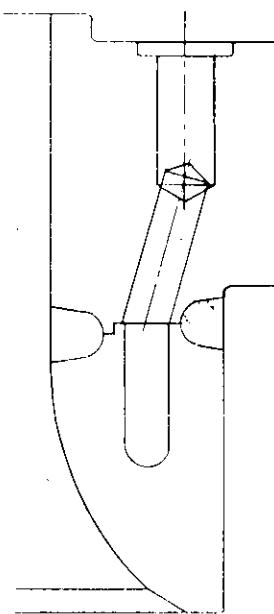
した。



I 案



II 案



III 案

図 2.1 水冷却弁座分割方式の比較

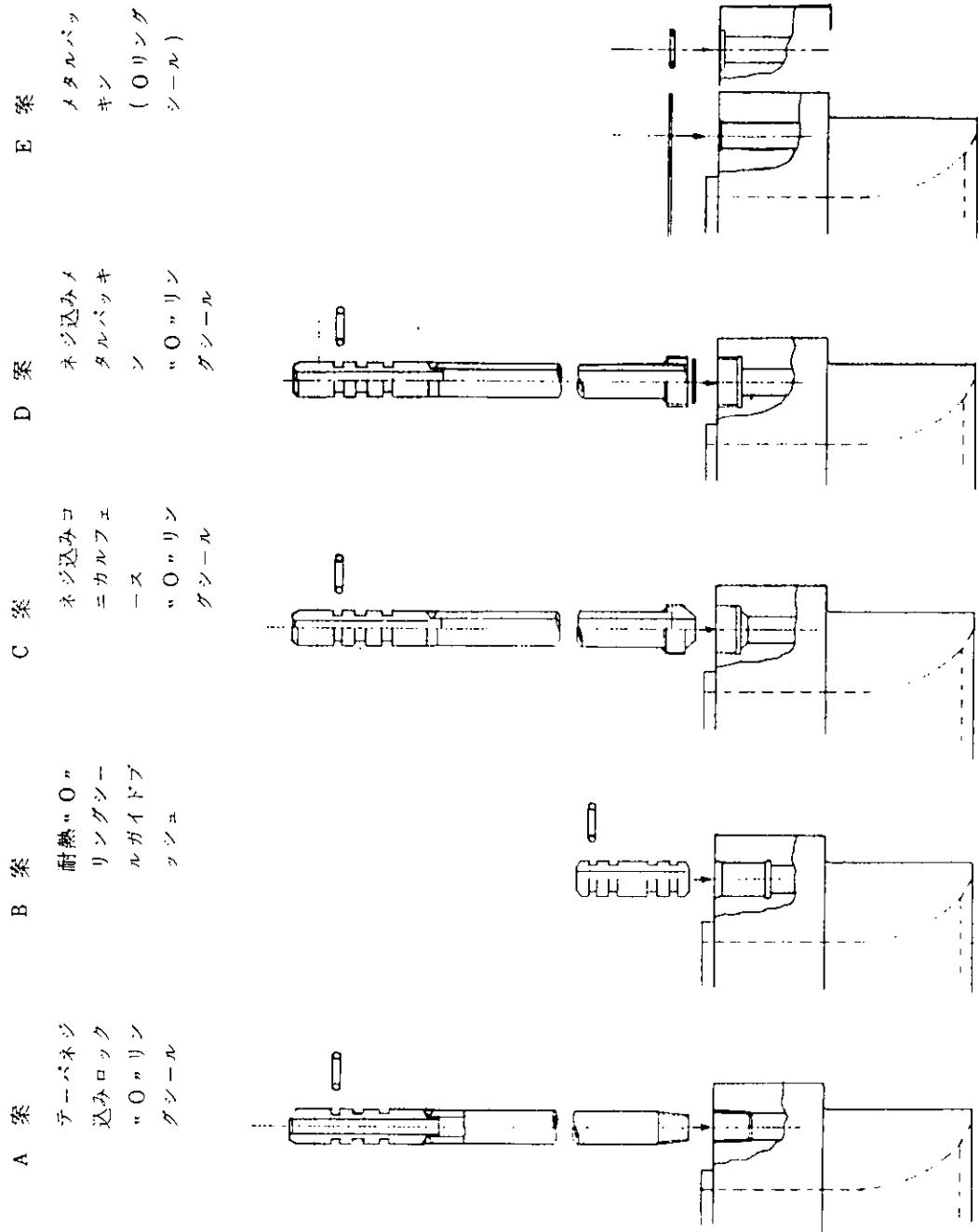


図 1.2.2 冷却水導通管取付方式及びシーリング方式の比較

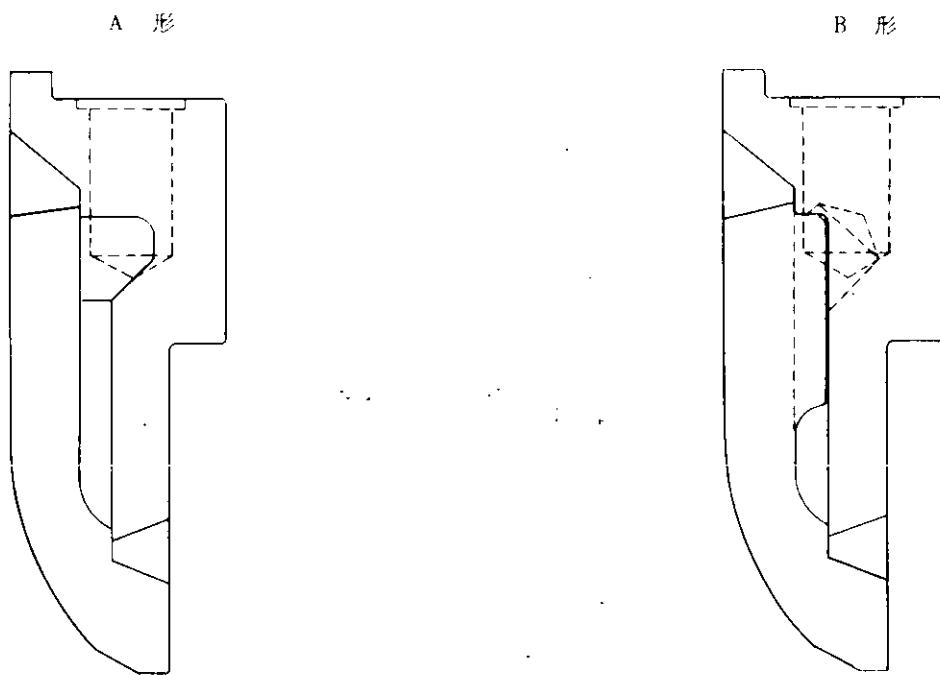


図 1.2.3 水冷却弁座の水室形状

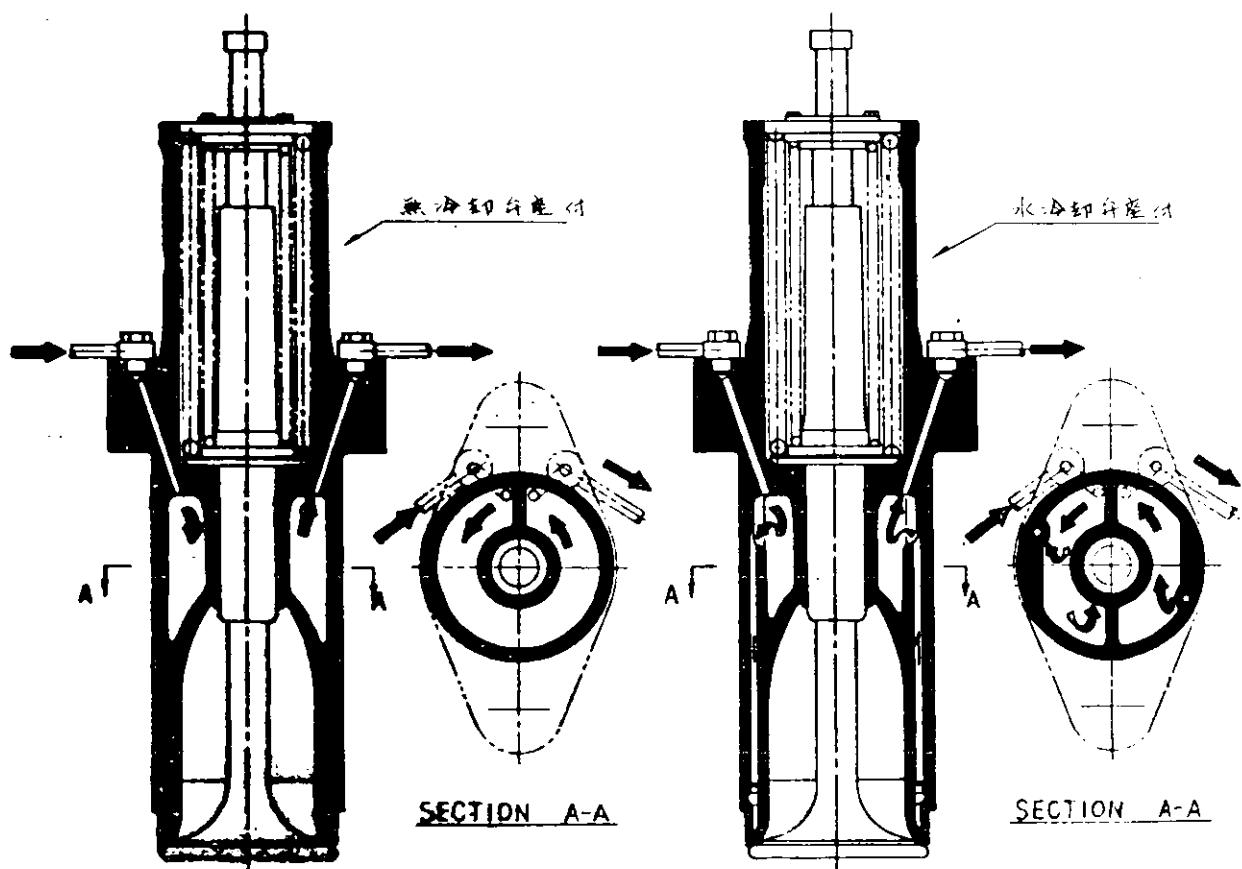
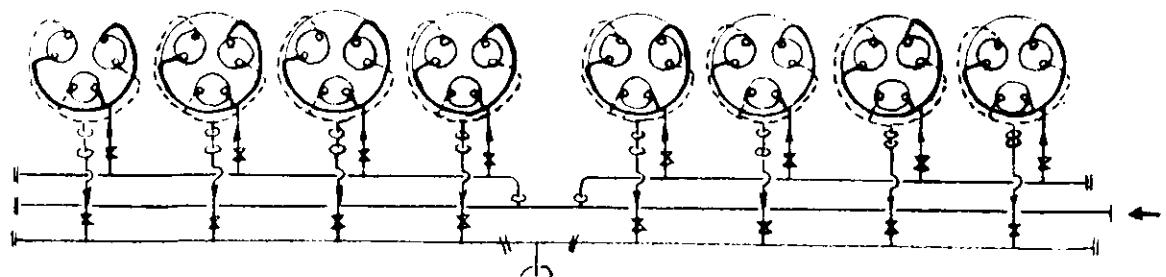
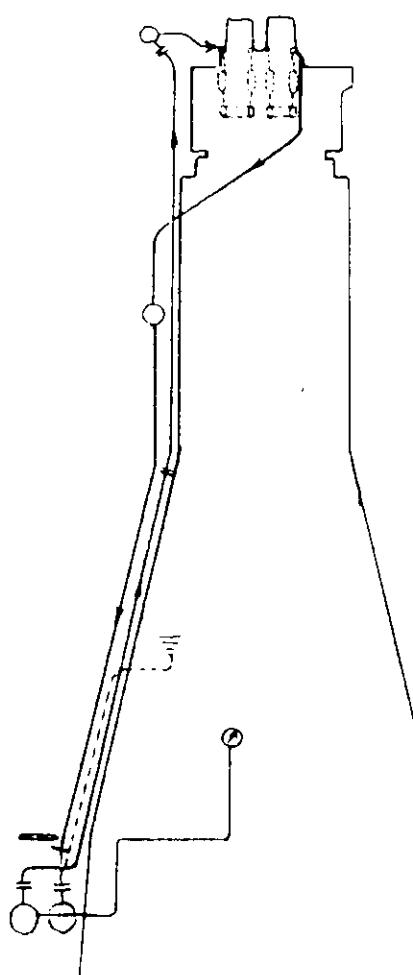


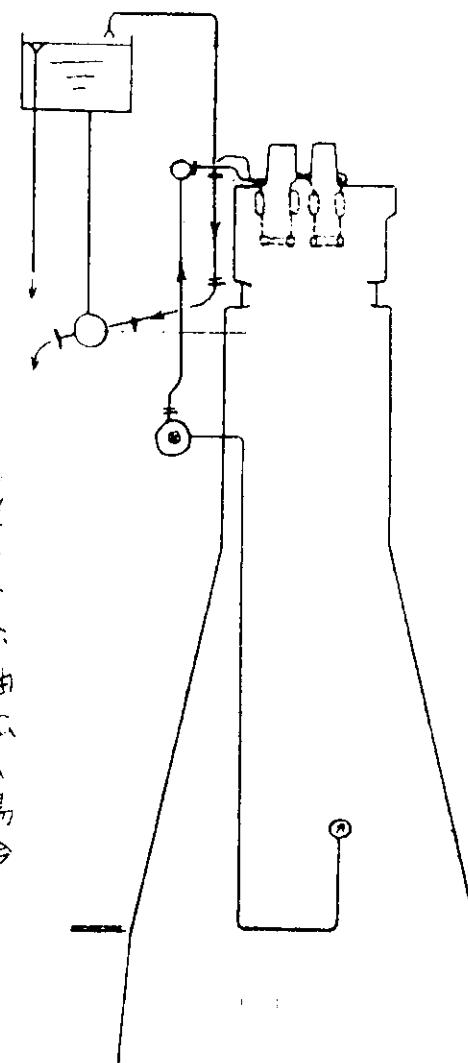
図 1.2.4 排気弁構造の比較



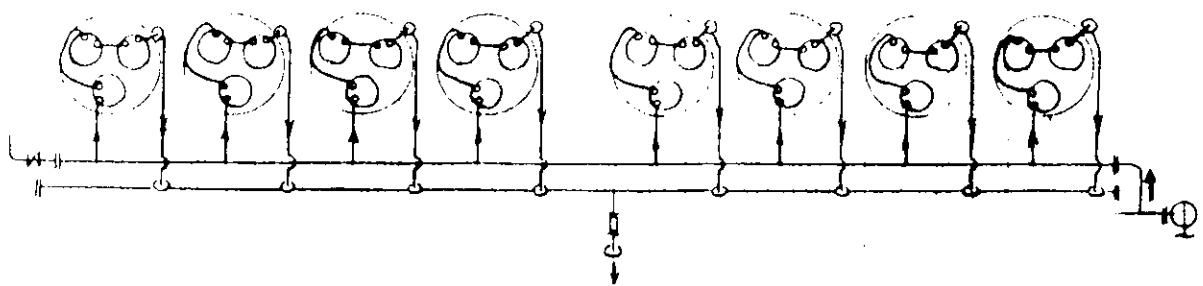
3 缸パラレル方式



クーラント系抽出・場合(または独立系)



クーラント系抽出・場合



3 缸シリーズ方式

図 1.2.5 排気弁冷却水系統線図

### 1.3 研究項目

本研究における実施項目の概要は以下の通りである。

#### 1.3.1 水冷却弁座の効果確認試験

三菱 9 UEC85 / 180 D 形機関を供試機関とし次の諸試験を実施し水冷却弁座の温度特性を把握する。

##### (1) 弁座水室形状と冷却効果の確認試験

A形弁座とB形弁座の水室形状の相違による温度分布比較と負荷特性等を確認する。

##### (2) 弁棒、弁座の周方向温度分布の確認試験

円周方向の温度分布確認のため円周方向に4点のサーモカップルを配置し温度分布と負荷特性等を確認する。

##### (3) 冷却水流量変化と温度変化の確認試験

冷却水流量変化により水室内流速を変化させ、その時の弁座各部温度変化を確認する。

#### 1.3.2 大形水冷却弁座の実用化試験

宇部鉄工所機製の 9 UEC65 / 135 C 形機関搭載船にて 3 Cyl. 分供試弁を装着して次の試験を行う。

##### (1) 水冷却弁座の耐久性確認試験

従来の無冷却形弁座に比べてそれを冷却した方式の場合の耐久性向上度を確認する。また、同じ冷却方式でも水室の相違による耐久性の比較もチェックする。

##### (2) シート・フェース盛金材質の比較試験

弁座シートの盛金硬度を1段アップした場合の当り面耐久性の比較を行う。

供試弁：次表の 3 Cyl. 分 ( 9 セット )

No	弁棒 盛 金	弁座 盛 金	弁座 水 室	供 試 品 数
I	ステライト # 12	ステライト # 6	A形	3 セット
II	↑	ステライト # 12	↑	↑
III	↑	ステライト # 6	B形	↑

注) シート角度はすべて 30° である。

#### 1.3.3 中形水冷却弁座の実用化試験

神戸発動機機製の 6 UET45 / 80 D 形機関にて性能変化を確認の上、就航船に搭載し次の試験を行う。

##### (1) 水冷却弁座の耐久性確認試験

水冷却弁座の耐久性向上度を低速機関の場合と比較確認する。

##### (2) シート角度の相違による耐久性比較試験

従来のシート角度 30° 弁に比べてそれを 45° にした場合の耐久性の比較を行う。

供試弁：次表の 3 Cyl. 分 ( 9 セット )

No	弁棒 盛 金	弁座 盛 金	シート 角 度	供 試 品 数
I	ステライト # 12	ステライト # 12	45°	6 セット
II	↑	↑	30°	3 セット

注) 弁座水室形状はすべて A 形に相当するものである。

### 1.4 試験結果

#### 1.4.1 水冷却弁座の効果確認試験

図 1.4.1 に示すサーモカップルを設けた弁棒を図 1.4.2 の A 形弁座と組合せ、船尾側弁箱に装着するとともに図 1.4.3

に示すB形弁座を船首側弁箱に組込んだ。なお冷却水通路状況及びFOV噴孔方向を図1.4.4に示す。

### (1) 弁座の水冷却による温度低下

従来の無冷却弁座使用時と今回の水冷却形弁座の場合との温度分布の比較を図1.4.5に示す。

本図での代表点について冷却効果を概略比較すると次表の通りである。

単位(℃)

項目		無冷却形	水冷却形	温度低下
弁	A点	63.5	58.5	-5.0
棒	B点	56.3	50.5	-5.8
弁	C点	36.0	18.5	-17.5
座	D点	25.3	13.6	-11.7

(at  $P_{me} = 10.7 \text{ kg/cm}^2$ )

上表のように水冷却形弁座を採用したことにより、弁棒にて5.0～6.0℃、弁座にて120～180℃低下することが確認された。なお、この比較は、弁棒、弁座の平均的な分布での値であり、円周方向で分布を考慮するとかなりバラツキがあることに留意しなければならない。本件については後述する。

### (2) 弁座水室形状と冷却効果の確認試験

A形弁座とB形弁座とは、図1.2.3でわかるように水室形状が異っており、各々の弁座を組込んだ弁箱の流量特性は図1.4.6に示す通り同一圧力差で約24%位、B形の方がA形に比べ絞られている。なお、ヒートバランス配分を比較してみると次表の通り若干B形弁座の方が除去熱量が大きいようである。

9.0% LOAD 冷却水流量:  $1.53 \text{ m}^3/\text{h}$  入口温度: 6.2℃

項目	E側(A形)	A側(A形)	F側(B形)
弁箱出口温度	7.3	8.2	9.3
冷却水温度差	1.1	9	1.1
除去熱量	$16.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}\cdot\text{v}$	$13.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}\cdot\text{v}$	$16.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}\cdot\text{v}$
水室内流速	$\text{m}/\text{s}$	0.52	←
			1.87

(備考)各弁箱出入口の冷却水温度は図1.4.7に示す。

図1.4.8には、弁棒温度の $P_{me}$ ベースの温度特性を示すが、本図からわかる通り触火面側では、シリンダ外周側に比べて中心側が7.0～8.0℃高くなっている。これは燃焼火炎の影響が出ているためからと推測される。しかし、フェース近傍温度は弁座の冷却効果もあって、シリンダ中心、外周側とも同一温度特性を示している。

図1.4.9には、A形弁座温度の $P_{me}$ ベースの温度特性を示すが本図からわかる通り、シート近傍温度はシリンダ外周側(低温域)と冷却水入口とが合致したため、そこで最も低く、シリンダ中心側(高温域)と冷却水出口が合致した所で最も高い温度を示しており、その差は8.0℃位ある。なお、 $P_{me}$ 特性をみてもシリンダ中心側の勾配が立っているのに對しシリンダ外周側の傾向はフラットである。

図1.4.10、1.4.11にはB形弁座の $P_{me}$ ベースの温度特性をA形と比較して示すが、本図からわかる通りシート近傍温度はA形の場合と異り冷却水入口がシリンダ中心よりに合致していることと、水室内流速が約3.5倍もあることによって高温域のシリンダ中心側で4.5～5.0℃、低温域のシリンダ外周側でも1.0～2.0℃低下している。なお、 $P_{me}$ 特性をみてもシリンダ中心側と外周側ともに傾向はフラットであり、かつ中心側と外周側の温度差は5.0℃に納っている。

以上の結果を基にA形弁座とB形弁座の冷却効果を比較すると熱流の最も大きいシート部に近接して流速の大きい水室を配置したB形弁座の方が有利であると言える。しかし、シリンダ中心側と外周側の温度差は少なくなっているとは言え5.0℃位はB形弁座でも存在する。

これは、燃焼期間中の燃焼ガス流及び開弁期間中の排気ガス流れによる影響が効いているためと考えられる。

なお、A形弁座とB形弁座の温度分布比較を図1.4.1-2に示すが以上の影響が本図からもうかがえる。

#### (3) 弁棒、弁座の周方向温度分布の確認試験

A形水冷却弁座を使用時の弁棒、弁座のシリンダ中心側及びシリンダ外周側温度分布を図1.4.1-3に示すが、前項で触れたように弁棒、弁座ともシリンダ中心側が外周側より高温になっている。これを詳細に見ると図1.4.1-4に示すように周方向でかなり偏差が認められる。

弁棒のフェース近傍の温度差をみると約8.0°C位の差が認められ最高温度部はシリンダ中心側から排気通路と反対側に分布している。これは、弁棒温度が開弁期間中の排気ガス流れの影響とともに燃焼ガス流の影響を強く受けるためと推測される。このことはFOV噴孔方向及びスワールを変化させると弁棒温度分布が変ることを無冷却弁座使用時の弁棒温度計測でも経験されていることからも言えるようである。

A形弁座のシート近傍温度はシリンダ中心側の排気通路寄りで最も高く、シリンダ外周側と冷却水入口の合致した所で最も低くなっている。その偏差は約8.0°C位となっている。

B形弁座のシート近傍温度はシリンダ中心側と排気通路の中間で最も高く、シリンダ外周側との偏差は約7.0°C位認められる。

なお、図1.4.1-5、1.4.1-6にA形とB形の弁座パッキン部温度分布を示すが、A形弁座では約1.0°C位の幅で全周に均一化しているが、B形弁座では、該部に水室が無いため、特にシリンダ中心側と排気通路との中間で最も温度が高く低温部の冷却水入口孔部に比べその偏差は約4.5°Cにもなる。

従って、弁座パッキン部温度の均一化は弁座とシリンダカバー間の気密保持にとって重要であることから見ると、B形よりもA形弁座の方が好ましいようである。

#### (4) 冷却水流量変化と温度変化の確認試験

冷却水流量が弁棒、弁座の温度に及ぼす影響度を比較して図1.4.1-7に示す。本図は、冷却水流量が約1.5m<sup>3</sup>/hの時を100%として流量を絞った場合の温度変化を示してある。

弁棒について見ると、冷却水流量を絞ることにより弁座温度が上昇しそれが弁棒フェースを通して影響を及ぼすのであるが約5.0%位絞って、フェース近傍の温度が全周にわたり、約1.0~1.5°C上昇する程度である。

A形弁座では、冷却水流量を絞ることにより、最も影響を受けるのは、冷却水出入口孔部の温度でその中間部ではあまりその差は認められない。約5.0%位流量を絞ってシート近傍温度が出入口孔部で約4.5~5.0°C、中間部で約1.5°Cしか上昇しない。

B形弁座でも、冷却水出入口孔の影響が最も顕著であることはA形と同様であるが、水室内流速はA形の約3.5倍もあるため、冷却水出入口孔部の流速に比べると約2.0%位遅いだけであり、そのため約5.0%流量を絞ってもシート近傍の温度が出入口孔部で約2.5~3.5°C程度、中間部で約1.0°Cしか上昇しない。

なお、この時の平均ヒートバランスを流量変化と併せてチェックすると次表の通り、流量を絞るとともに除去熱量が減少している。

9.0% LOAD一定、冷却水入口温度5.5~6.0°C

項目	0%	24%	46%	56%
冷却水流量 m <sup>3</sup> /h	1.53	1.17	0.83	0.67
冷却水温度差 °C	31	36	43	51
除去熱量 kcal/h-v	15.8 × 10 <sup>3</sup>	14.1 × 10 <sup>3</sup>	11.9 × 10 <sup>3</sup>	11.4 × 10 <sup>3</sup>
変化率 %	100	89	75	72

以上のことから水冷却弁座は、異常沸騰しない範囲で冷却水条件が確保されておれば、冷却効果に大差が認められないようである。

本試験運転に用いた温度計測用テスト弁の状況を写真1.4.1, 1.4.2に、運転後の弁棒、弁座当り面の状況を写真1.4.3  
1.4.4, 1.4.5に示すが水冷却弁座のシート面はカーボンの附着もなく金属面がきれいに認められた。

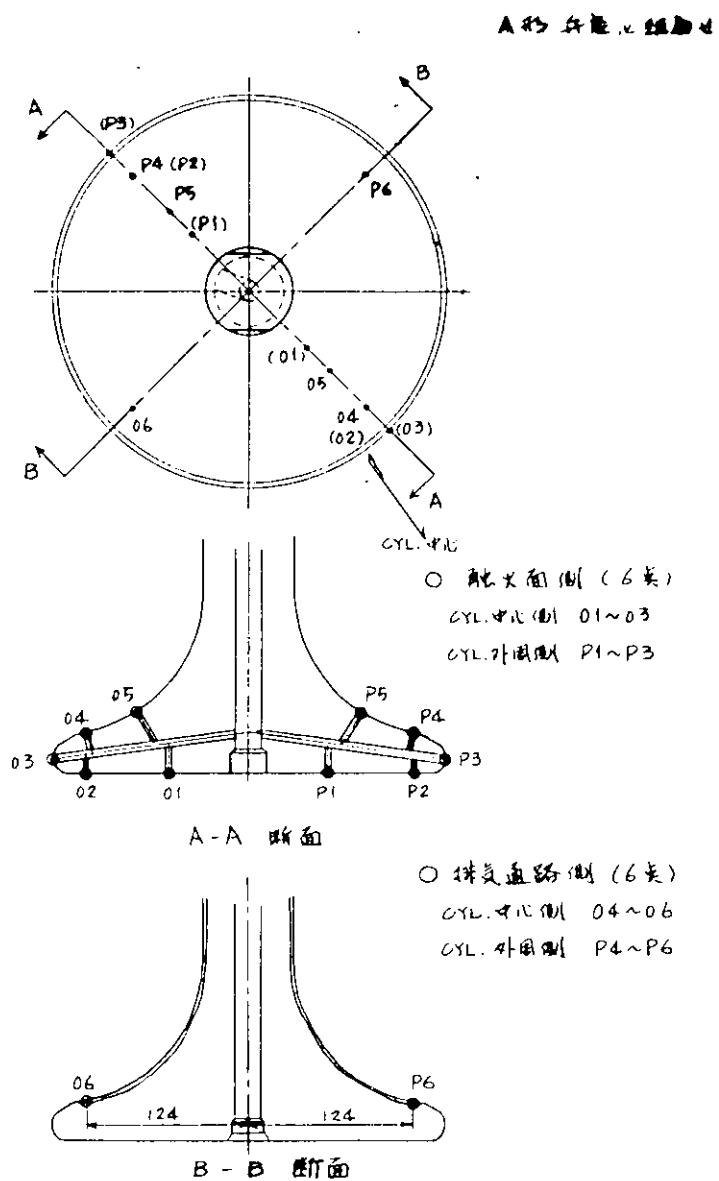
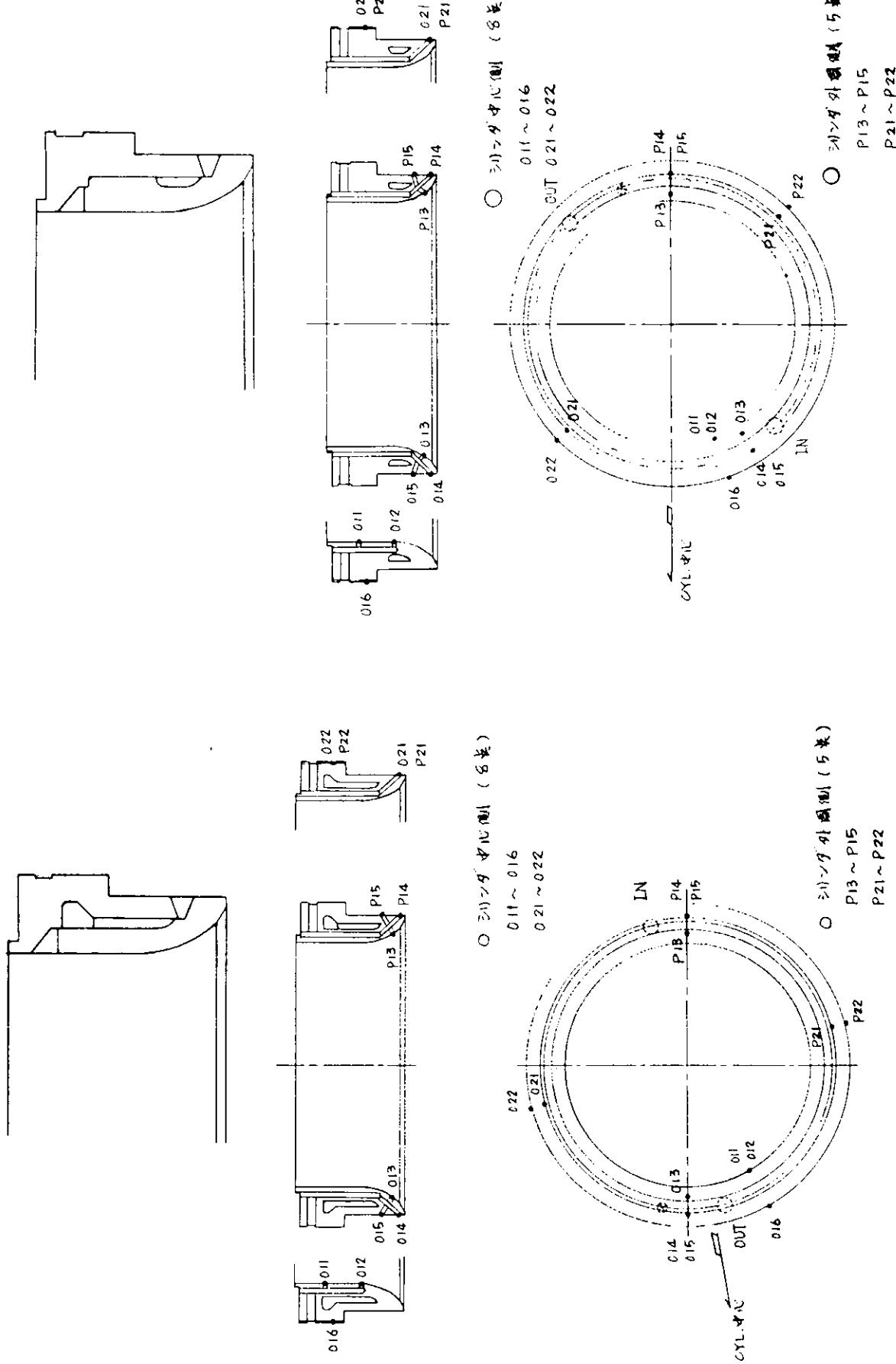


図1.4.1 弁棒温度計測点(サーモカップル)配置図



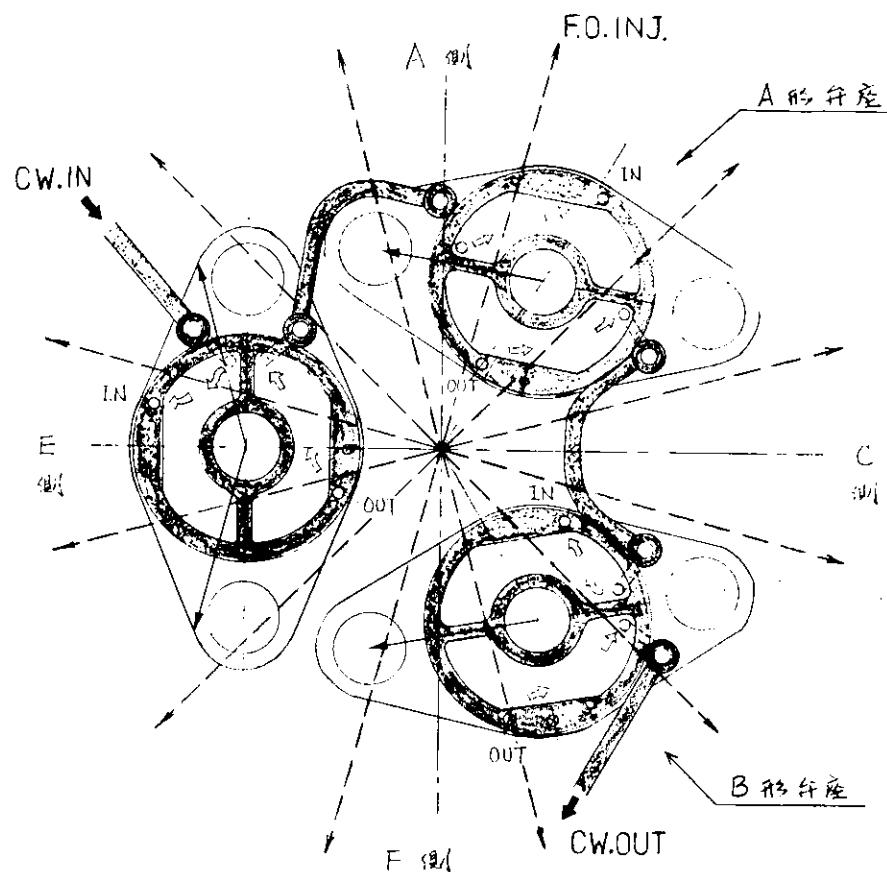


図 1.4.4 冷却水通路状況及びF O V噴孔方向

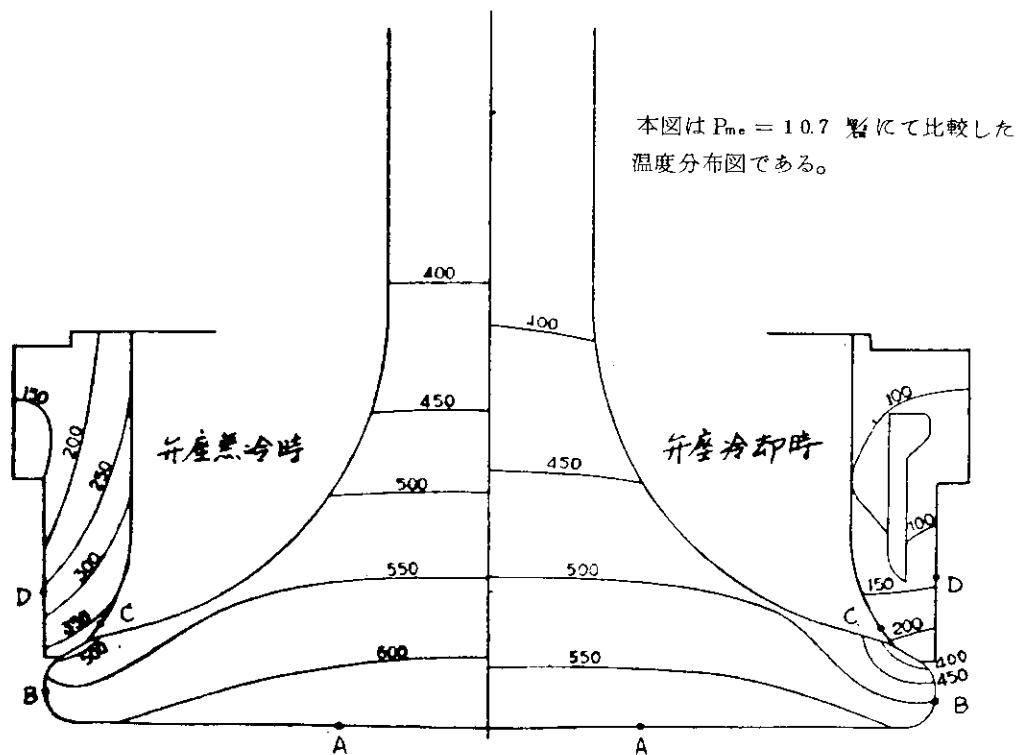


図 1.4.5 弁座冷却による影響

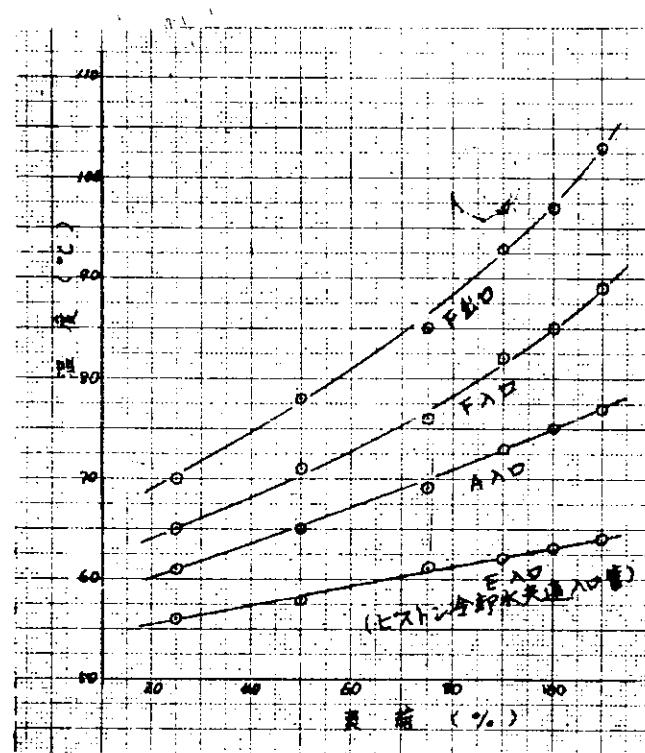
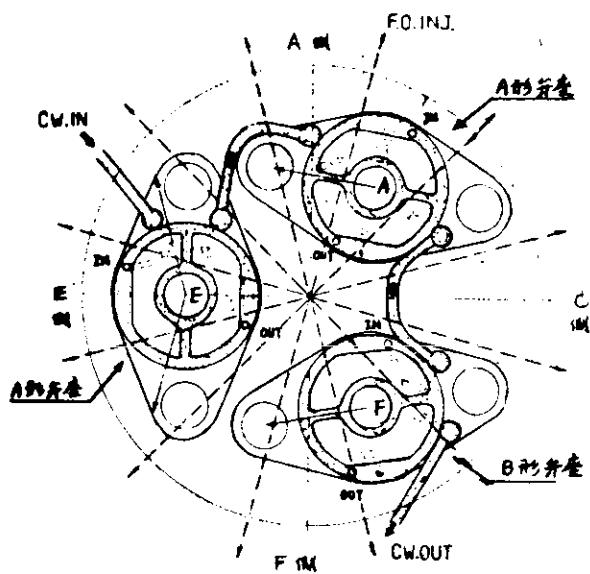


図 1.4.7 各弁箱出入口の冷却水温度

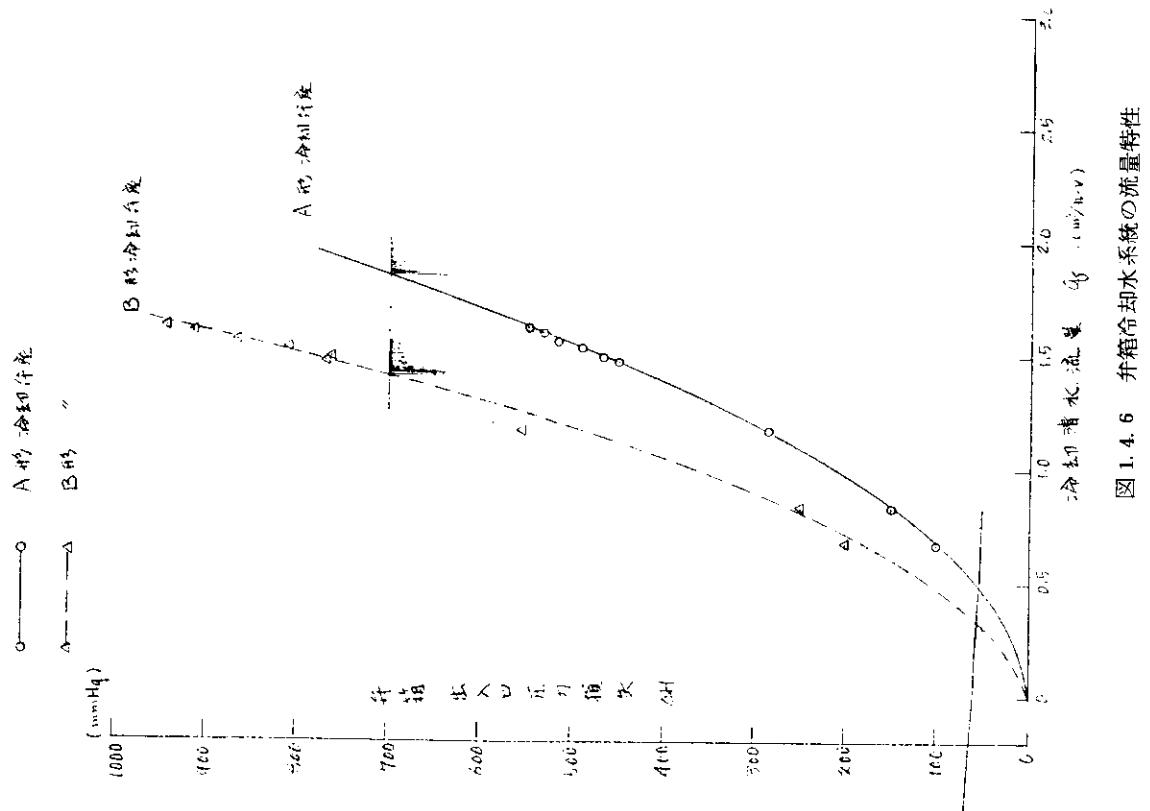


図 1.4.6 弁箱冷却水系統の流量特性

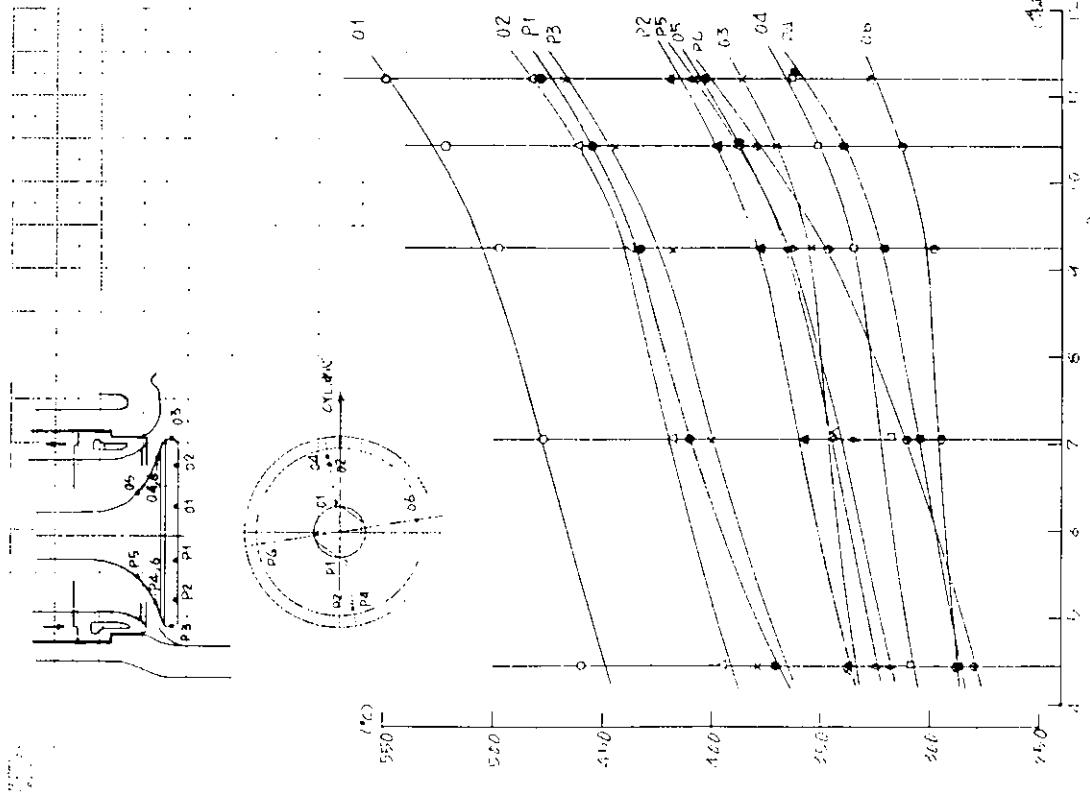


圖 1.4.8 排氣升華（試作 A 形冷卻塔）負荷～溫度特性

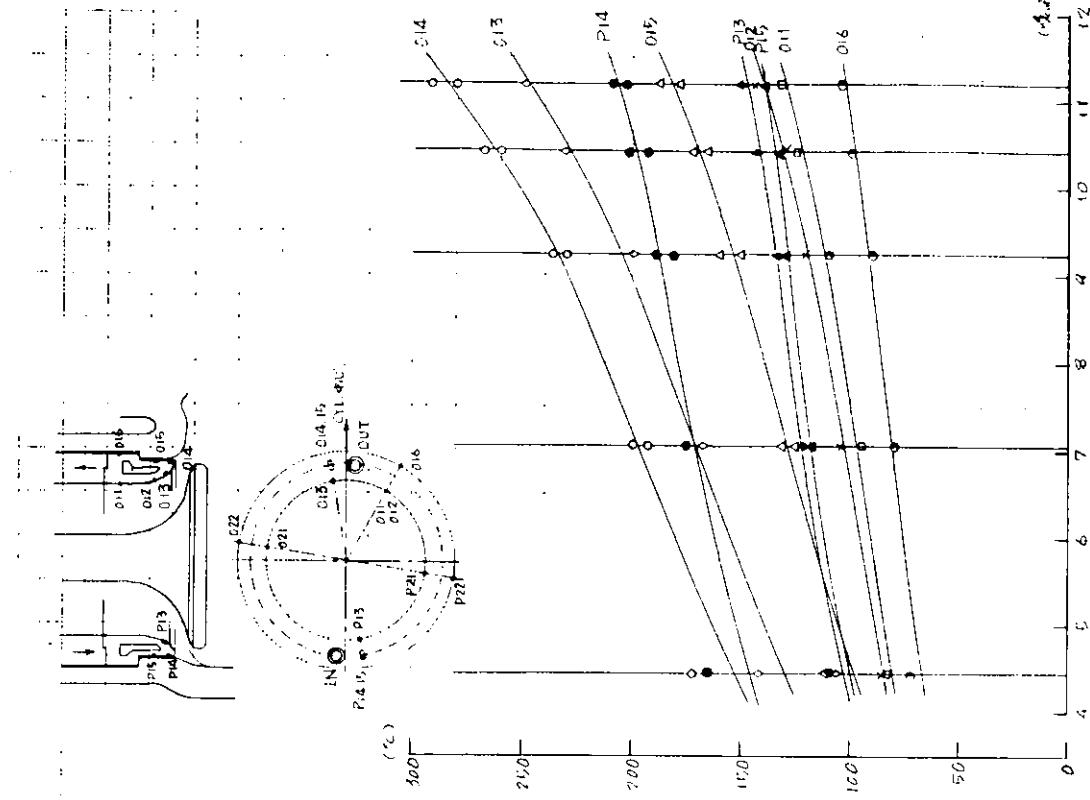


圖 1.4.9 試作 A 形水冷排氣塔負荷～溫度特性

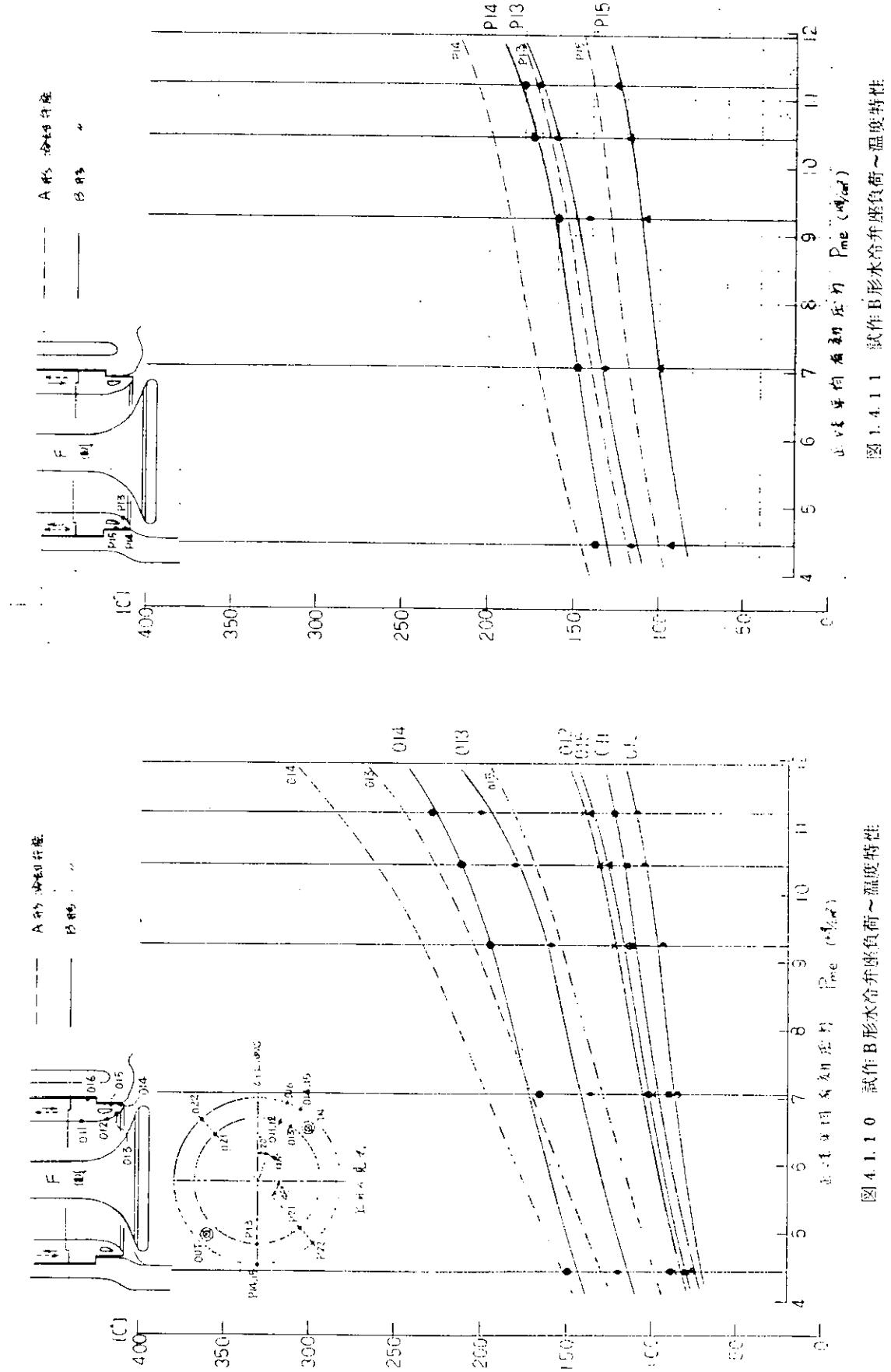


圖 4.1.10 試作 B 形水冷介座負荷～溫度特性

圖 1.4.1-1 測作 B 形水冷升壓負荷～溫度特性

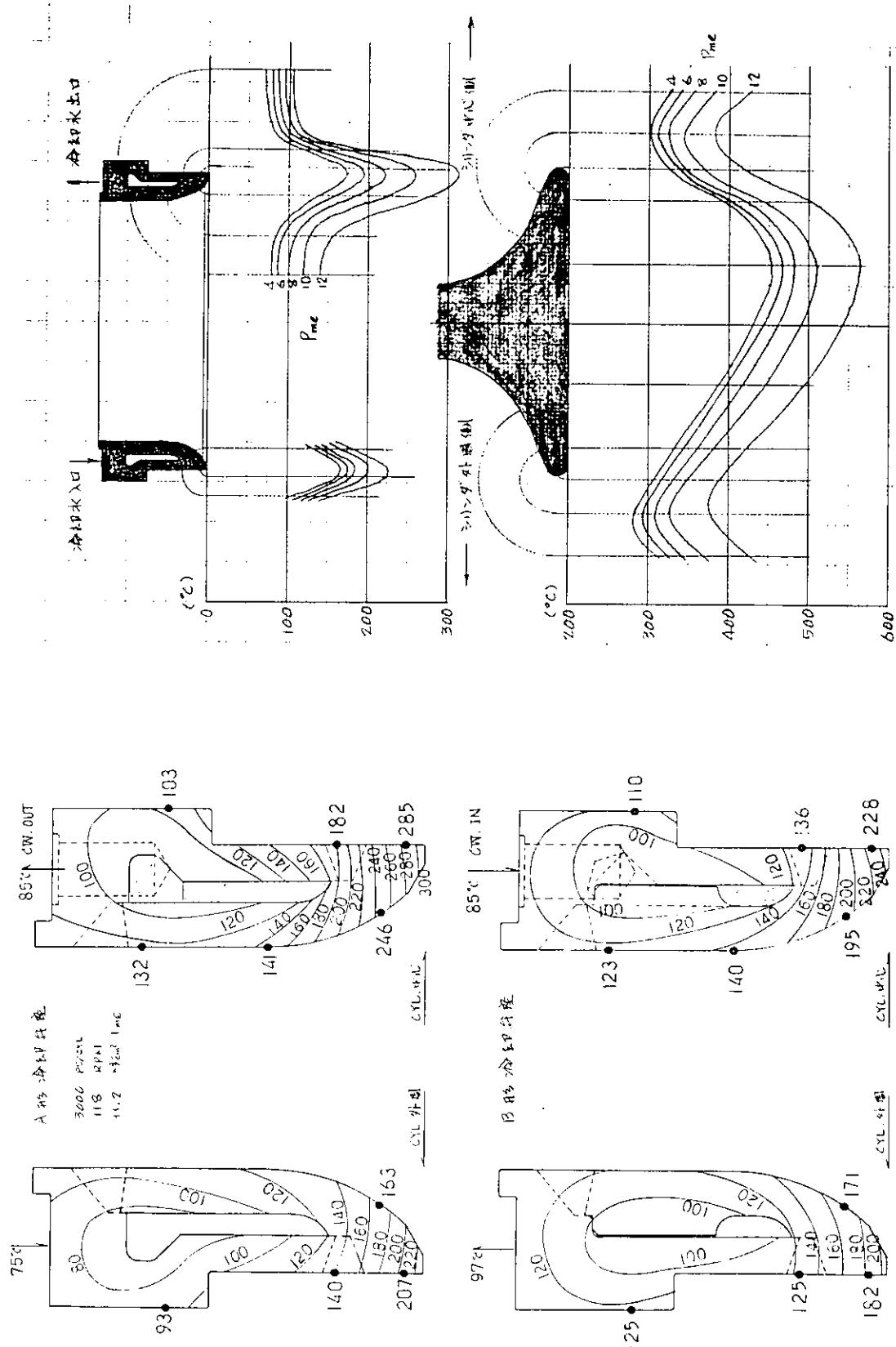
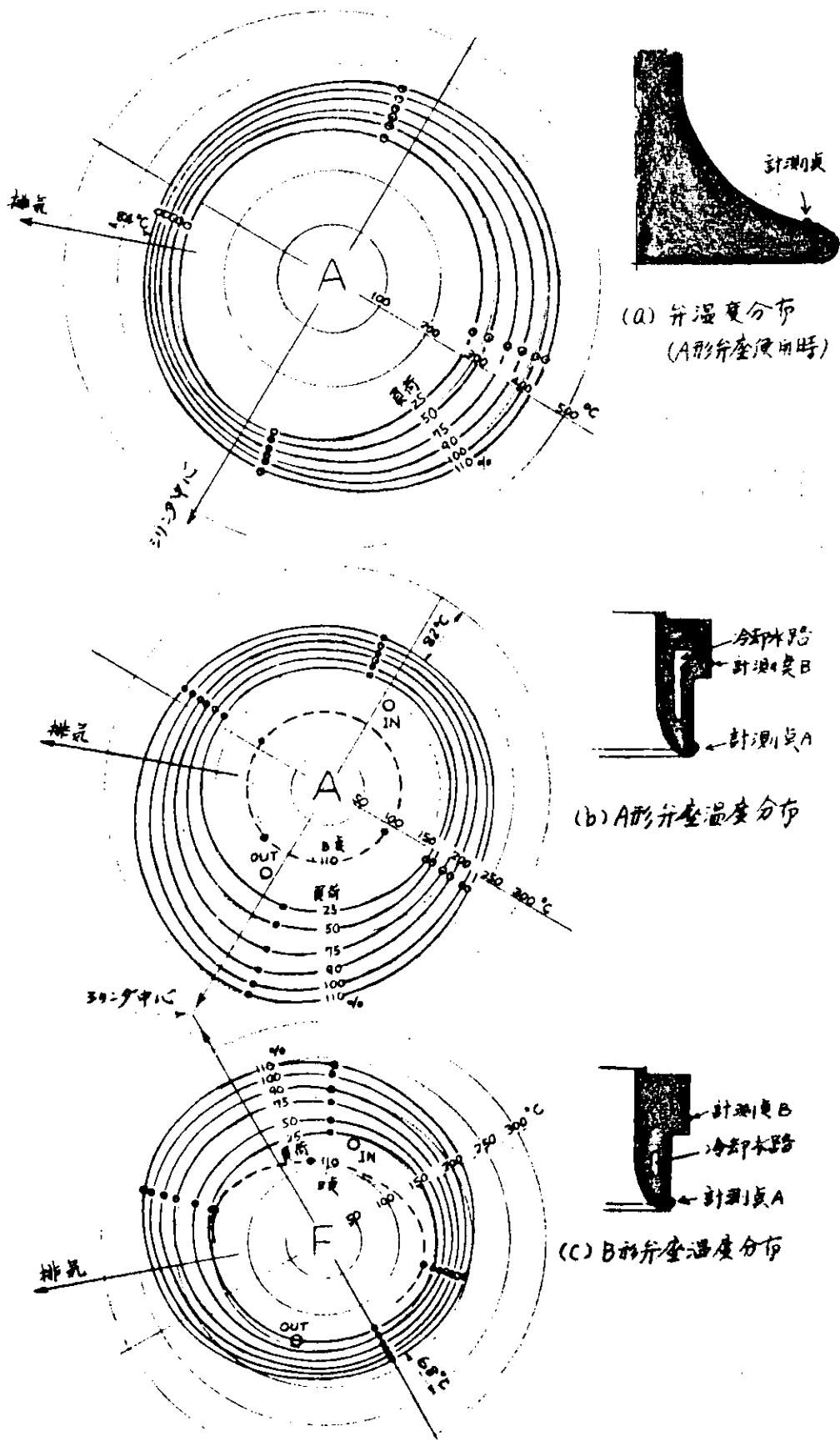


図 1.4.1.2 冷却弁座の温度分布比較（A形とB形）

図 1.4.1.3 弁棒、弁座のシリンドラ中心外周方向温度分布



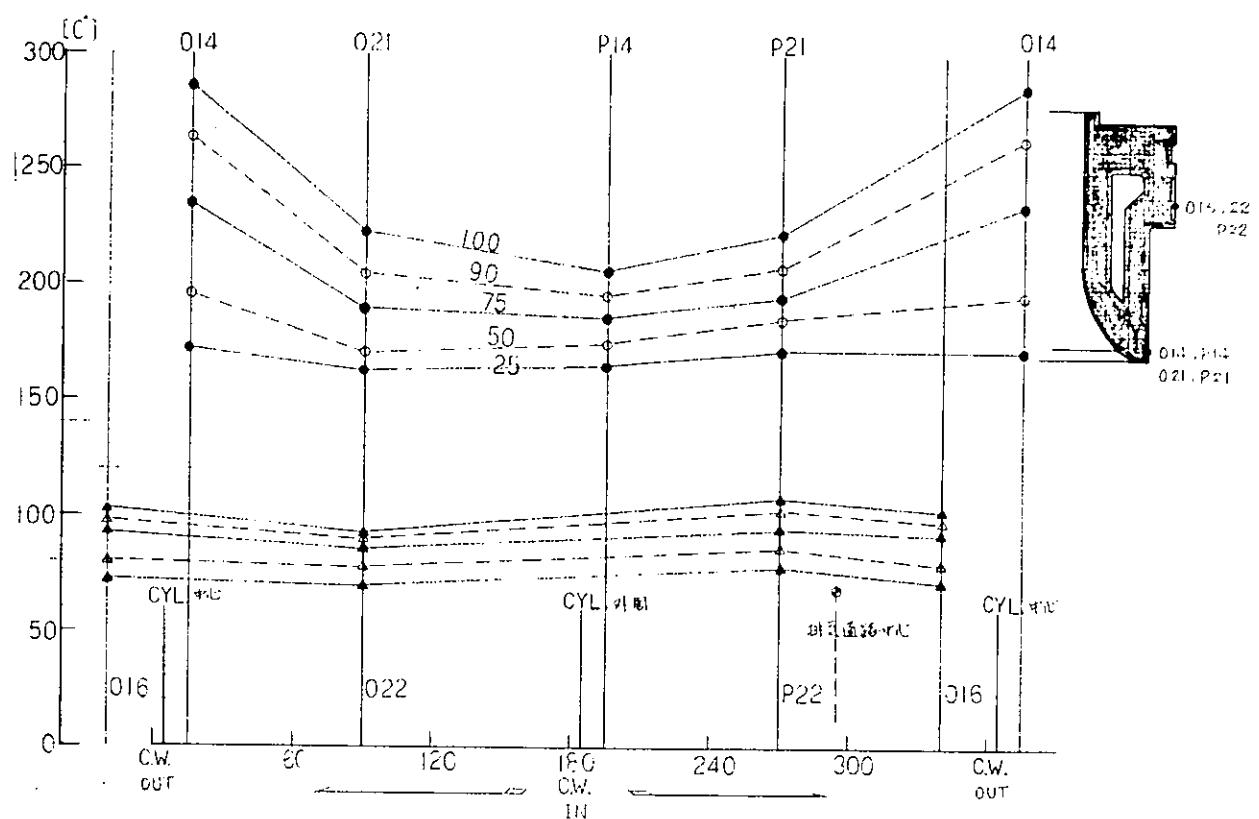


図 1.4.1.5 A形弁座の円周方向温度分布

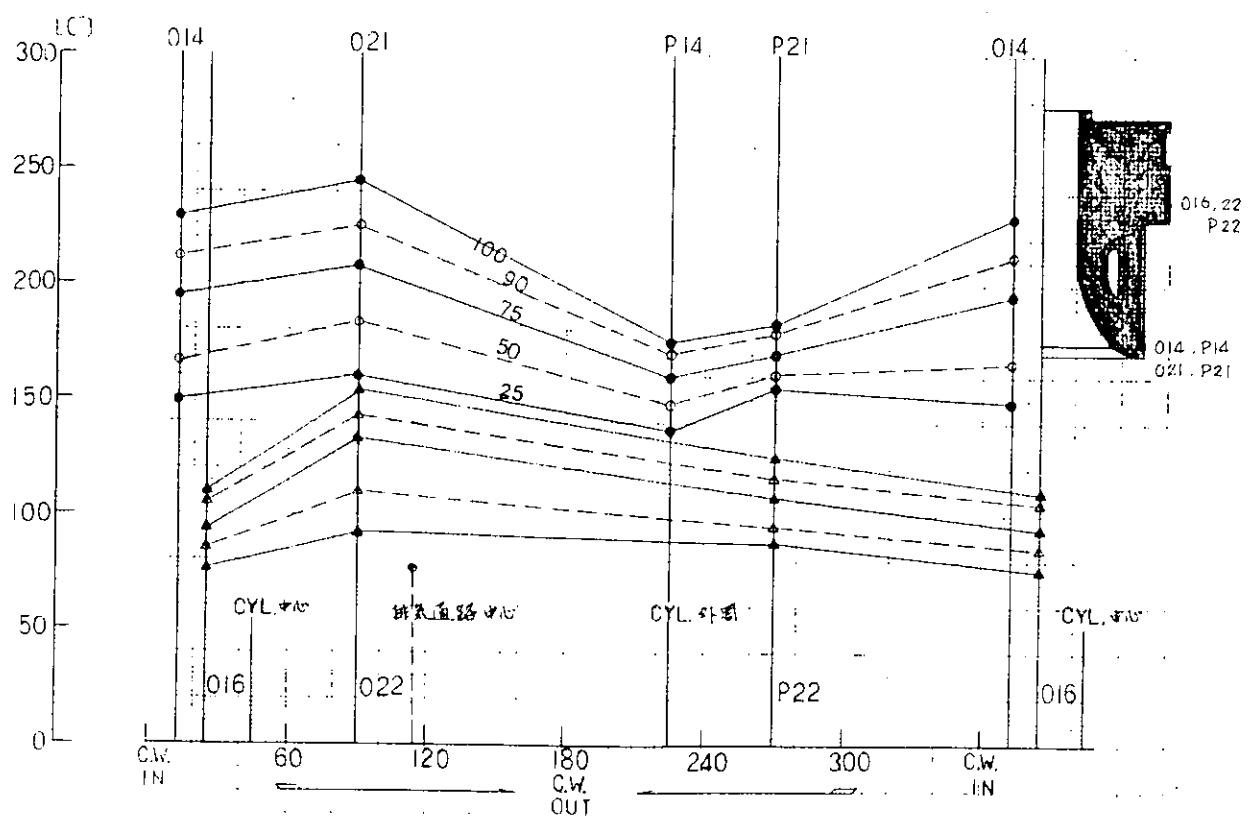


図 1.4.1.6 B形弁座の円周方向温度分布

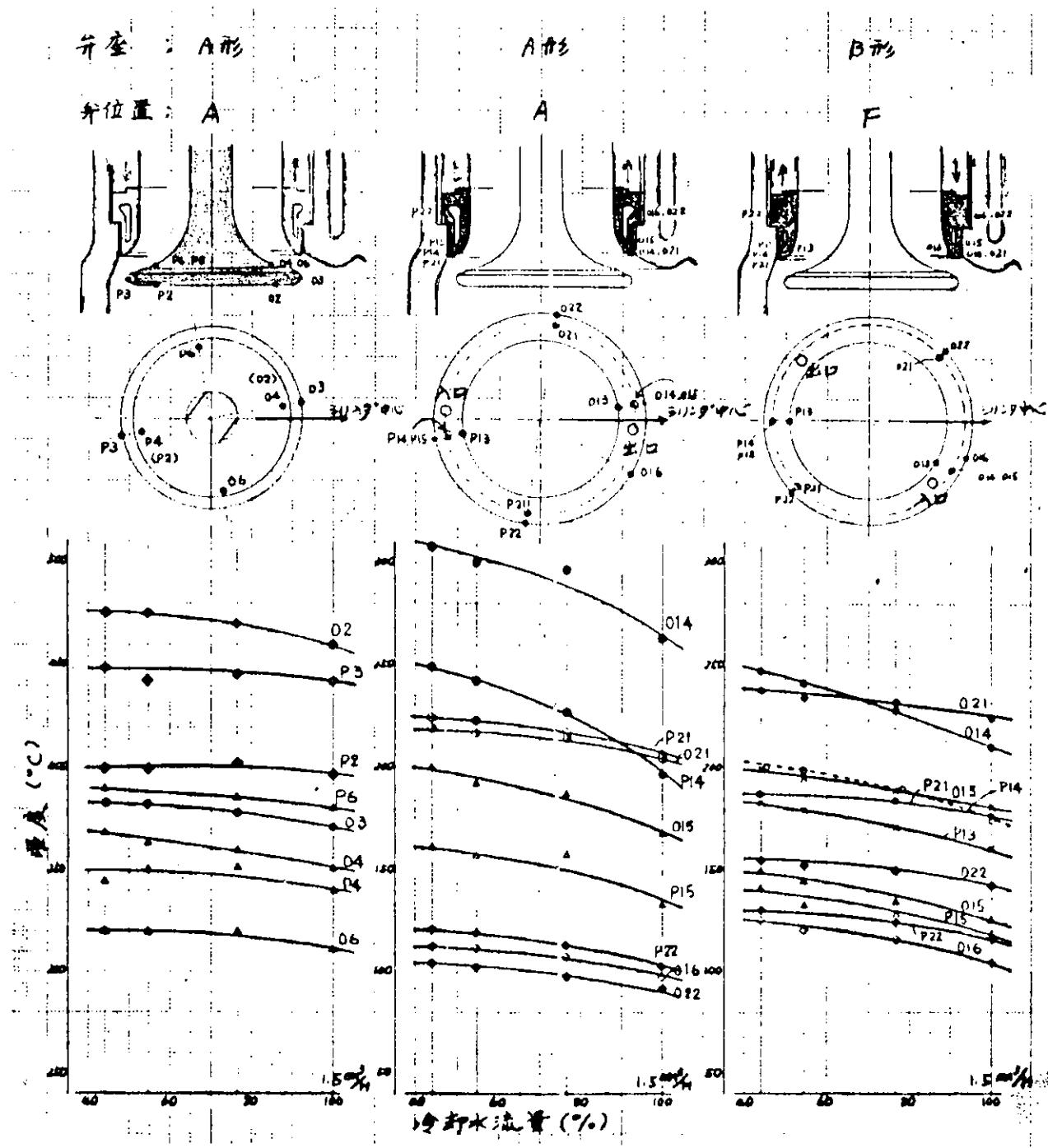


図 1.4.1.7 井・井座温度に及ぼす井座冷却水量の影響

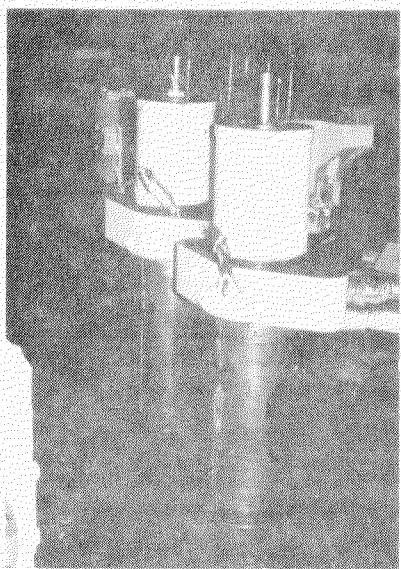


写真 1.4.1 溫度計測テスト弁  
(A形及びB形)

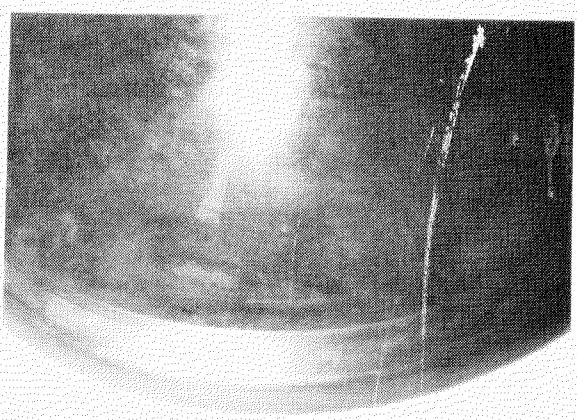


写真 1.4.3 弁棒フェース状況

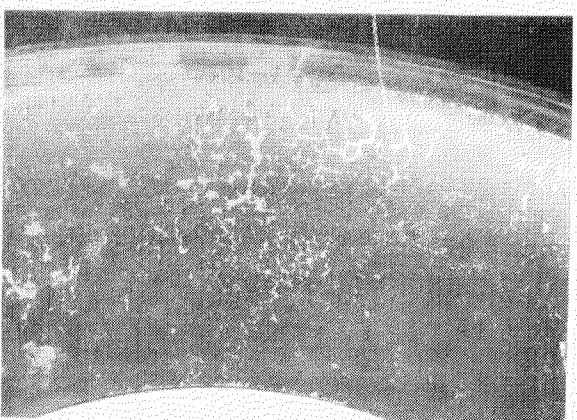


写真 1.4.4 従来の無冷却形弁座シート状況



写真 1.4.2 A形冷却弁座

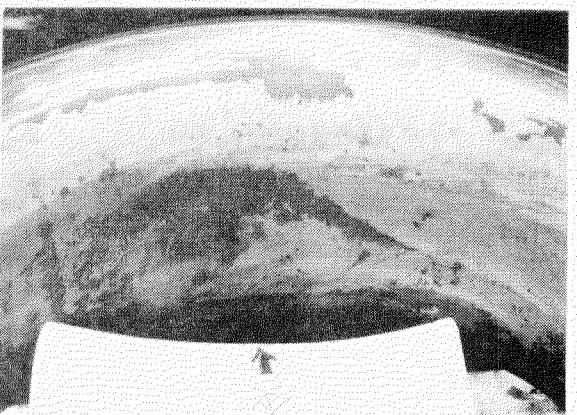


写真 1.4.5 今回の水冷却形弁座シート状況

#### 1.4.2 大形水冷却弁座の実用化試験

宇部鉄工所製の 9 U E C 65 / 135 C 形機関搭載船 N 丸に供試品を次表の通り 3 Cyl. 分 ( 9 セット ) 製作し準備した。これを図 1.4.18 に示すように装着し、各シリンダは許される範囲で燃焼条件をそろえた。なお、冷却水側条件は、入口圧力  $P_{G1N} = 3 \text{ K}$ 、入口温度  $T_{IN} = 43^\circ\text{C}$  のピストン冷却水系統と同一系である。

No	弁 棒 盛 金	弁 座 盛 金	弁 座 水 室	充 当 番 号	セ ット
I	ステライト # 12	ステライト # 6	A 形	MX-1	
				" 4	3
				" 7	
II	↑	ステライト # 12	↑	MX-2	
				" 5	3
				" 8	
III	↑	ステライト # 6	B 形	MX-3	
				" 6	3
				" 9	

なお、シート角度はすべて  $30^\circ$  一定でベタ当りとする。

さらに、図 1.4.19 には、供試弁の取替作業性の能率向上を計るため試作した油圧要具を示す。

##### (1) 水冷却弁座の耐久性確認試験

写真 1.4.6 ~ 1.4.8 に抜取り検査をしたシート面の状況を示すが、すべて全面ベタ当りの良好なものであった。

本品を用いて現装備の無冷却弁座に比べての冷却弁座の耐久性向上度並びに同じ冷却弁座でも水室形状による耐久性の比較を現在テスト中である。

なお、次回調査予定は 5.0.2 中旬 ( 約 1000 Hrs. 経過 ) を考えている。

##### (2) シート、フェース盛金材質の比較試験

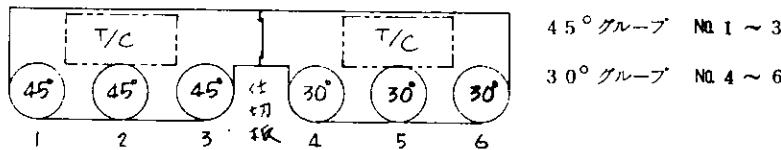
本試験も(1)と同様である。

#### 1.4.3 中形水冷却弁座の実用化試験

神戸発動機株製の実用機 6 U E T 45 / 80 D 形機関を供試機関として、これの No. 1 ~ 3 シリンダへ  $45^\circ$  弁を No. 4 ~ 6 シリンダへは、従来の  $30^\circ$  弁を組込み、

掃気室を仕切り、性能比較試験を行った。

$45^\circ$  弁グループと  $30^\circ$  弁グループの性能比較結果を図 1.4.20 にオリジナル  $30^\circ$  弁のみ性能曲線を図 1.4.21 に示す。



本図からわかるように  $45^\circ$  弁グループはわずか性能の低下が認められるが実船では掃気室の仕切りも無いので実用には差がないと考えられる。なお、陸上運転後の  $30^\circ$  弁と  $45^\circ$  弁の比較では外観上ほとんど差はないが、しいて言えば  $45^\circ$  弁の方がやや外当り気味の傾向が認められた。( 写真 1.4.9, 1.4.10 )

##### (1) 水冷却弁座の耐久性確認試験

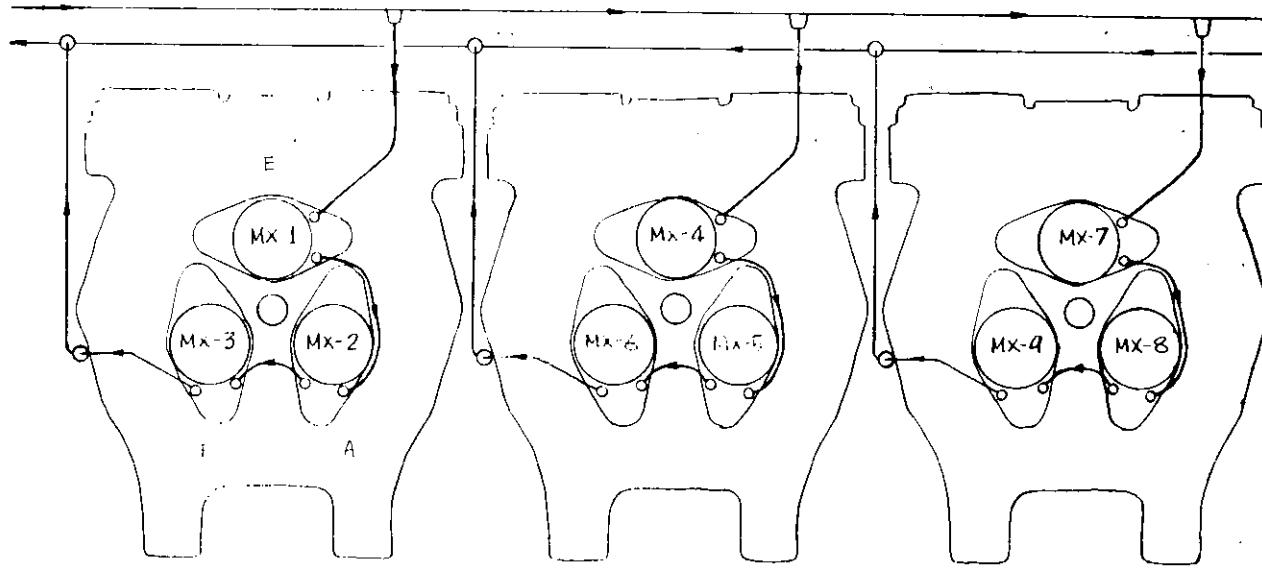
##### (2) シート角度の相違による耐久性比較試験

$45^\circ$  水冷却弁座 2 Cyl. 分及び  $30^\circ$  水冷却弁座 1 Cyl. 分を神戸発動機株製の 8 U E T 45 / 80 D 形機関搭載船 H 丸の No. 3, 4, 5 Cyl. に組込み、各々の耐久性比較を現在テスト中である。

なお、次回調査予定は 5.0.3 月下旬 ( 約 2000 Hrs. 経過 ) 国内寄港時を考えている。ただし、本船次回ドック都合

VCより予定が後にズレる場合も予想される。従って陸上運転で使用した45°水冷弁座の内、残り1Cyl. 分を6UE T45/80D形機関搭載船S丸のNo 1 Cyl. に組込み563 Hrs. 経過後第1回の点検を行った。

この結果弁座のシート面は、ほとんど新品と同様であり燃焼残渣等によるかみ込みきず等は皆無であった。現在、引き続き1年間無開放（本船の場合約4000Hrs）を目指して試験継続中である。（写真1.4.1-1, 1.4.1-2参照）



No. 7 CYL.

No. 8 CYL.

No. 9 CYL.

注) 充當番号は、冷却水入口から出口に向か順次取った。

なお、符番はNo. 1 Cyl. から鰐側へ続いている。

図 1.4.1.8 供試品 排気弁装着状況

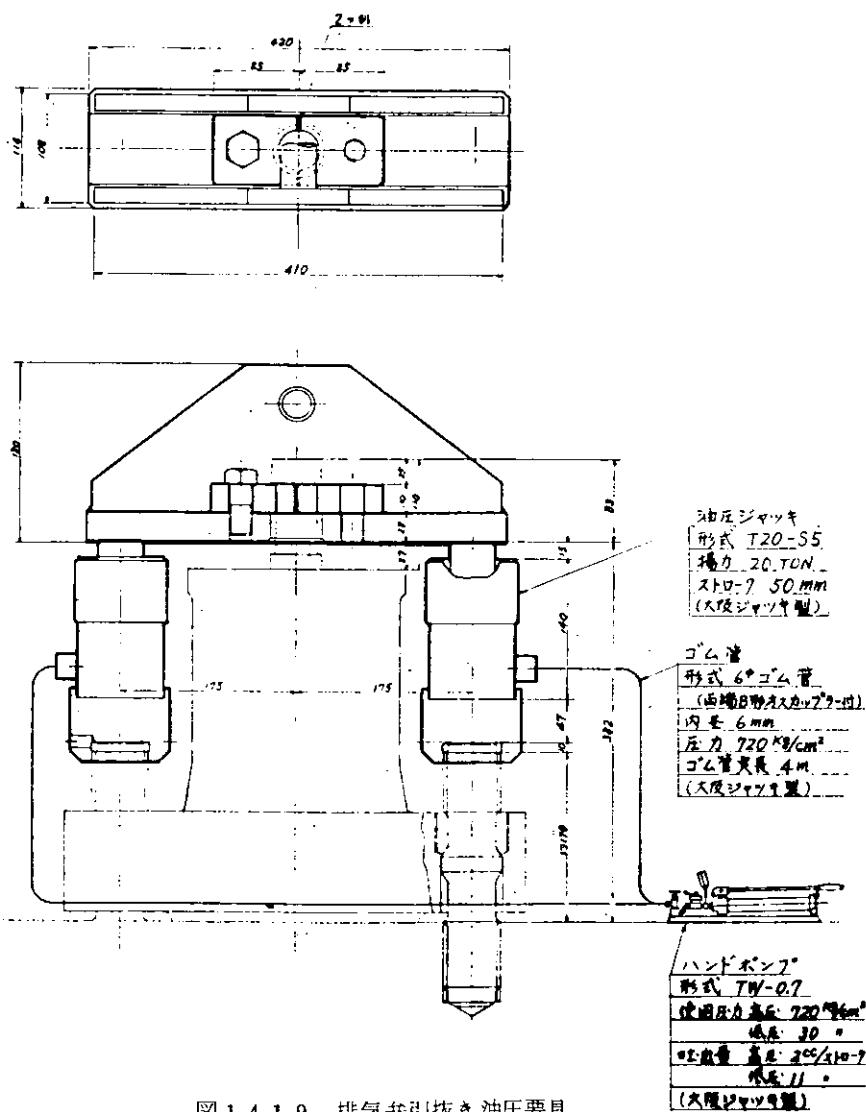


図 1.4.1.9 排気弁引抜き油圧要具



写真 1.4.6 MX-1 供試弁座の当り面状況

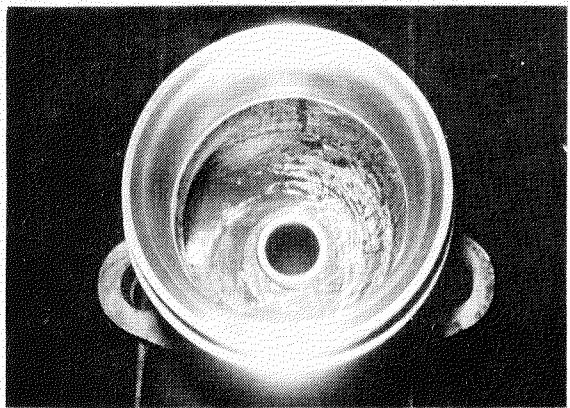


写真 1.4.7 MX-2 供試弁座の当り面状況

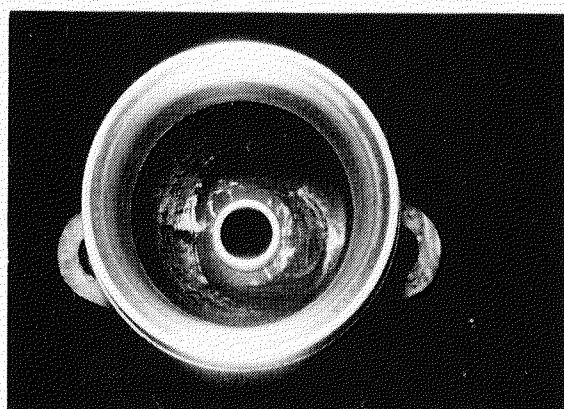


写真 1.4.8 MX-3 供試弁座の当り面状況  
(すべて当り面状況は全面ベタ当りの良好なもの)  
である。

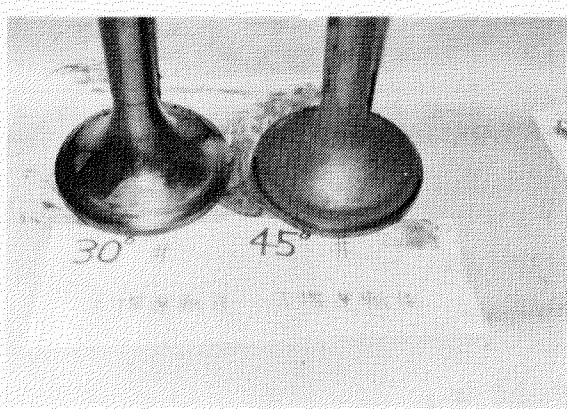


写真 1.4.9 陸上運転後の 30°, 45° 弁棒フェース

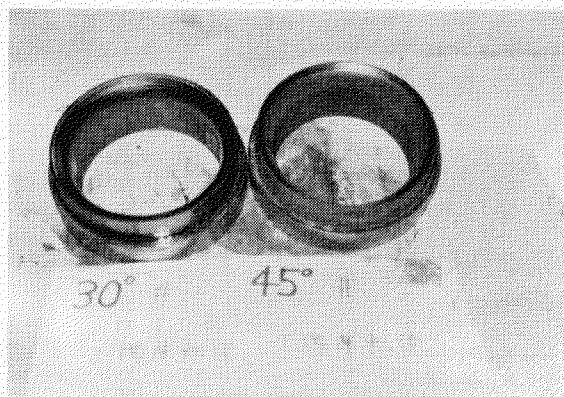


写真 1.4.10 陸上運転後の 30°, 45° 弁座シート  
陸上運転後の 30° 弁と 45° 弁の比較では外観上  
ほとんど差がないが、しいて言えば 45° 弁の方が  
やや外当り傾向が認められた。

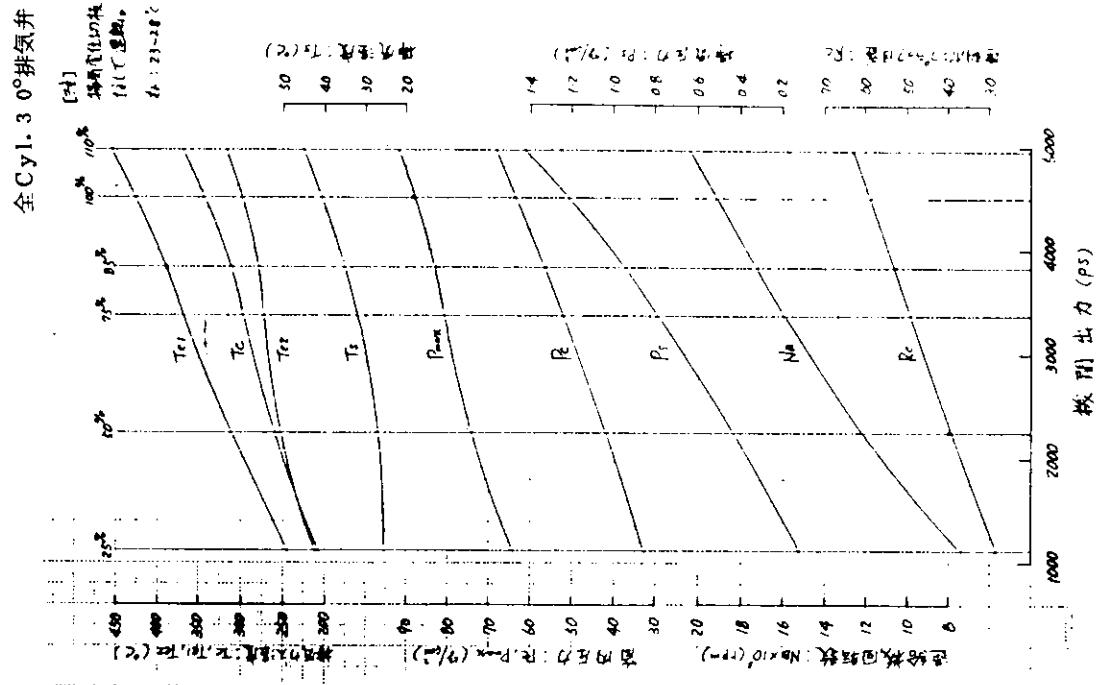


図 1.4.21 6--UE T45/80D #46 性能曲線  
(陸上公試時)

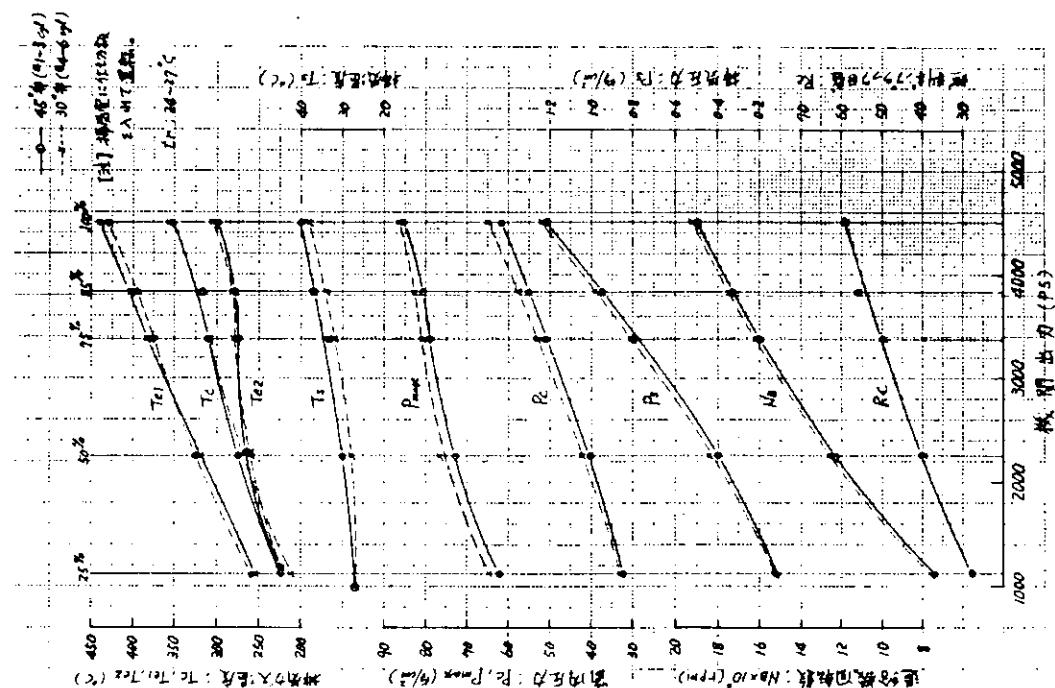


図 1.4.20 6--UE T45/80D #46 性能曲線 (SR 137, 45°  
排気弁使用)

## 1.5 研究の成果

本試験研究を通じて水冷却弁座の優位性を確認するとともに排気弁の焼損対策として、有効な水冷却弁座の実用化の目途を得ることができたが、成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 弁座を水冷却することによって、フェース近傍温度が 6.0 ~ 8.0 °C 程度シート近傍温度は 150 ~ 200 °C 程度低下し、この冷却効果の大きいことが確認された。
- (2) 弁棒温度は、燃焼期間中の燃焼ガス流及び開弁期間中の排気ガス流れの内、特に前者の影響を強く受け、シリンダ外周側に比べて中心側が 7.0 ~ 8.0 °C 高くなることが確認された。
- (3) A 形および B 形弁座ともに前項と同様、燃焼ガス流並びに排気ガス流れによる影響を受けるが、加えて冷却水出入口孔位置の影響も受け、シート近傍温度が A 形で 7.0 ~ 8.0 °C、B 形で 4.0 ~ 5.0 °C の偏差となっていることが確認された。
- (4) A 形弁座と B 形弁座を冷却効果と円周方向温度の均一化という見地から比較すると熱流の最も大きいシート部に近接して、流速の高い水室を配置した B 形弁座の方が有利である。
- (5) 弁座パッキン部温度の均一化は弁座とシリンダカバー間の気密保持にとって重要であるが、この点からは B 形よりも A 形弁座の方が好ましいようである。
- (6) 冷却水流量の変化は約 50 % 級っても弁棒、弁座のシート近傍温度で約 1.0 ~ 2.0 °C 位しか効かないようである。従って水冷却弁座では、異常沸騰しない範囲で冷却水条件が確保されれば、流量変化による冷却効果に大差が認められないようである。
- (7) シート角度 3.0 ° と 4.5 ° では性能的にはほとんど差がないが、シートの状態は 4.5 ° 弁の方がやや外当たりの傾向を示し、ガスタイルの面で有利と考えられる。
- (8) 大形機関用水冷弁座は N 丸に組込まれ長期間無開放を目標に試験中である。
- (9) 中形機関用水冷弁座は H 丸、S 丸に組込まれ長期間無開放を目標に試験中であるがこの内 S 丸の 4.5 ° 弁を 563 Hrs 経過後に点検した結果では、ほとんど新品同様であり 1 年間以上の無開放が望める。



写真 1.4.1.1 弁座シート面状況  
45°供試弁

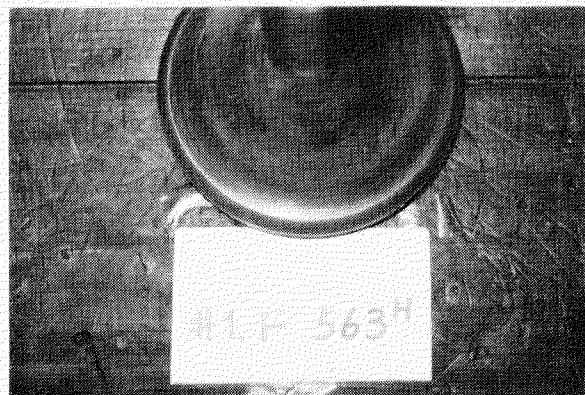


写真 1.4.1.2 弁棒シート面状況 45°供試弁

## 1.6. おわりに

本研究により水冷却弁座の採用が排気弁の焼損対策として有効であることが解明され、排気弁の耐久性向上に向け一歩前進する基盤を確立することが出来た。なお、本研究の成果を実船にても確認するべく現在船主はじめ関係各位のご協力により更に長期間のテスト続行中であるが、今後の就航実績に期待しつつ本報告を取まとめた。

## 2. 水冷式燃料弁の長期無開放化の研究

### 2.1 緒 言

最近の船舶はそのほとんどが高度集中制御方式の採用によって著しく自動化され、乗組員の大幅な削減と就労体制の近代化によりM.O運航を実施するものが多くなっており、そのためディーゼル機関の無開放運転に対する要請も保守整備の軽減問題と関連して一層強められている。

このような状勢から、機関部品の耐久性、信頼性の向上による開放・点検整備間隔の延長が重要かつ急務になっているが、燃料弁の損傷に伴う具体的改善策の確立に関する問題もその一つとして総合的な研究・改善が続けられてきた。

燃料弁はその性格から定期的な開放・点検または取替えが必要であるが、現状での整備間隔は1,000時間前後が一般的で、トータル寿命でも3,000～5,000時間とディーゼル部品の中では最も短かい部類に属する。この原因として、とくに水冷式の燃料弁では、通常問題となるシート部の油密保持困難や噴孔部の異常に伴う噴霧不良のほかにノズルジャケットの腐食やガスもれが顕著に発生し、その影響を大きく受けるためである。

こうした背景をもとに、具体的改善策を樹立して長期無開放化を実現するため、昭和47年度以降3年計画で研究を進めてきたが、大略の経過は次のとおりである。

昭和47年度：弁・シート形状の適正組合せ及びノズルジャケットの適正耐食材を見出すための基礎的実験と調査、

供試弁の設計・製作と陸上実機による性能確認試験を、またガスもれ防止のための一体構造とした溶接及びボア・クーリング形供試弁の設計・製作までを実施した。

昭和48年度：実船で上記各種供試弁による比較試験を実施しS.R-N3（またはN2）形を組合せたもの（ボア・クーリング方式で60°角弁）によって改善が図れるとの見通しを得た。

本年度は本研究の最終年度として、これまでの研究の成果を集約したボア・クーリング方式のS.R-G2N2形とS.R-G2N3形供試弁を製作し、無開放時間の延長を前提として実船試験を行った。その結果、期待通りの成績を収めることができ、適用した対策の有効性が確認された。以下に試験の内容と結果について報告する。

### 2.2 試 験 方 法

#### 2.2.1 供試燃料弁の種類と対策内容

図2.1に本研究の対象となる水冷式燃料弁の従来形の組立断面図と代表的な損傷及び供試弁の特徴を対比して示すが、改良の要点は次の通りである。

##### (1) 弁・シートの耐久性の向上に対して

弁・シートの耐久性を支配する因子は複雑かつ多く、これまでにも製作上・取扱上の種々の対策が実施されてきたが十分なものとなっていない。このため、設計的に再検討することとなり、該部の形状とくにその組合せについての適正化を図るため、60°および90°角弁の浮き形・沈み形など代表的な組合せ数種類について実船で比較試験を行った結果、相互の比較において可成り良否がはっきりし、60°角弁の優位性が認められたので、その浮き形と沈み形（ともに角度差=1°）を一応の適正組合せとして選定した。

##### (2) ノズルジャケットの腐食並びにガスもれ防止に対して

ノズルジャケットの腐食は水冷弁でとくに顕著に発生し、ノズルの寿命を大きく短縮する原因となっており、耐食性の優れた材料の選定を行うため、各種耐食材による比較試験を実施してCHRONIC6を選定したが、ガスもれ防止対策として試験したボア・クーリング方式のS.R-G2形が耐ガスもれはもちろん耐腐食に対しても抜群の成績を収めたので、両対策を兼ねてS.R-G2形を採用した。

上記(1), (2)の両改良点を具備した燃料弁をS.R-G2N2形（弁沈み形）、S.R-G2N3形（弁浮き形）とそれぞ

れ称呼し、本研究の供試弁とした。

なお、供試弁ではノズル本体の材料を従来の窒化鋼(SACM1)から浸炭鋼(SNCM25)に変更し、W-Niメッキを施している点がさらに異なっている。

## 2.2.2 実船試験

### (1) 供試船

供試船は毎航国内に帰港することが確実で、安定した就航実績を有し、かつ限定された期間内でできるだけ早く試験結果の集約が可能なよう、ある程度早期噴霧不良やノズルシャケットの腐食経験があること、更に、本研究に理解と協力が得られることを条件として、既に昭和48年度の研究で実績のあるB船(7RND76)とD船(6RND68)の2隻を引き続き選定した。

供試船の主要目を表2.1に示すが、両船ともM0船で乗組員は機関部総勢8名と少ない。

表2.1 供試船主要目及び供試弁組込状態

要 目	昭和49年度			昭和48年度 からの継続
	B 船	D 船	E 船	
船 种	チップ船	木材船	バラ積み船	
載貨重量トン	57600	24500	32967	
航 路	オーストラリア	北 米	オーストラリア	
主 な 帰 港 地	清水	千 港	横 浜	
航 海 ピッヂ(約)	40日	50日	35日	
主 機 関 供 試 弁	形式	7RND 76	6RND 68	7RND 68
シリンドラ径(mm)	760	680	680	
ストローク(mm)	1550	1250	1250	
シリンドラ数	7	6	7	
出 力(P.S.)	14000	9900	10500	
回 転 数(rpm)	122	150	137	
平均有効圧力(kgf)	10.50	10.90	10.85	
NQ.1 シリンドラ	SR-G2N2	SR-G2N2	SR-G2	
NQ.2 "	"	"	"	
NQ.3 "	"	"	"	
NQ.4 "	SR-G2N3	SR-G2N3	"	
NQ.5 "	"	"	"	
NQ.6 "	"	"	"	
NQ.7 "	"	"	—	
実船試験開始日	49.5.28	49.6.10	48.6.5	

### (2) 試験要領

試験は当面の目標として、無開放時間を2000~3000時間に延長することとし、次の要領で実施した。

- 供試船2隻に対し、供試弁を表2.1のように組込み、万一のトラブルに備えて同数の予備を積込む。
- 試験中は、燃料弁の不良に起因して生ずる燃焼圧力の低下、排気温度の上昇など、とくに機関性能に異常がない限り、できるだけ無開放を続けるが、供試弁の開弁圧力、噴霧状態など弁機能を確認するため機関より抜出して点検・調査することは差支えないものとする。ただし、その場合はノズル外周部のカーボンを掃除するのみにとどめ再組込みする。

- (c) 上記(b)の開放点検時、異常が確認された場合は、必要に応じ分解しその原因を調査する。噴射不良に対して簡単な手入れ（掃除・軽い油撒き）で回復が見込まれるのは所要の処置を施し、正常に回復したものは再使用し、回復不能のものは予備と交換して試験を継続する。
- (d) 開放・点検スケジュールは供試船の機関保守計画に合わせて決定し、本船の自主的調査のほか、定期的に訪船して所要の調査を行う。
- (e) 供試弁の開放時または分解時の状態は所定の報告用紙に記録し、または写真撮影して解析資料に供する。
- (f) 試験条件の変化とその影響の有無について調査し、解析時の参考資料とするため、運航性能の状況についても調査する。
- (g) 実船試験が終了した時点で所要の供試弁を陸揚げし、解析調査試料に供する。

### 2.2.3 陸上調査

#### (1) 噴射調査

陸揚げした供試弁は噴射試験により弁機能を再確認する。

#### (2) 外観調査

ノズル外周部の腐食、噴孔部の焼損・摩耗並びに弁・シート部の状態を巨視的に観察し、外観上の変化あるいは異常の有無を調査して耐久性との関連、とくに不良の場合はその原因の追求資料とする。

#### (3) 切開調査

外観調査で得たデータを補足し、更に確実なものとするため問題部分を切開して詳細調査する。また、弁・シート部に対しては硬度分布を求め従来形との比較を行う。

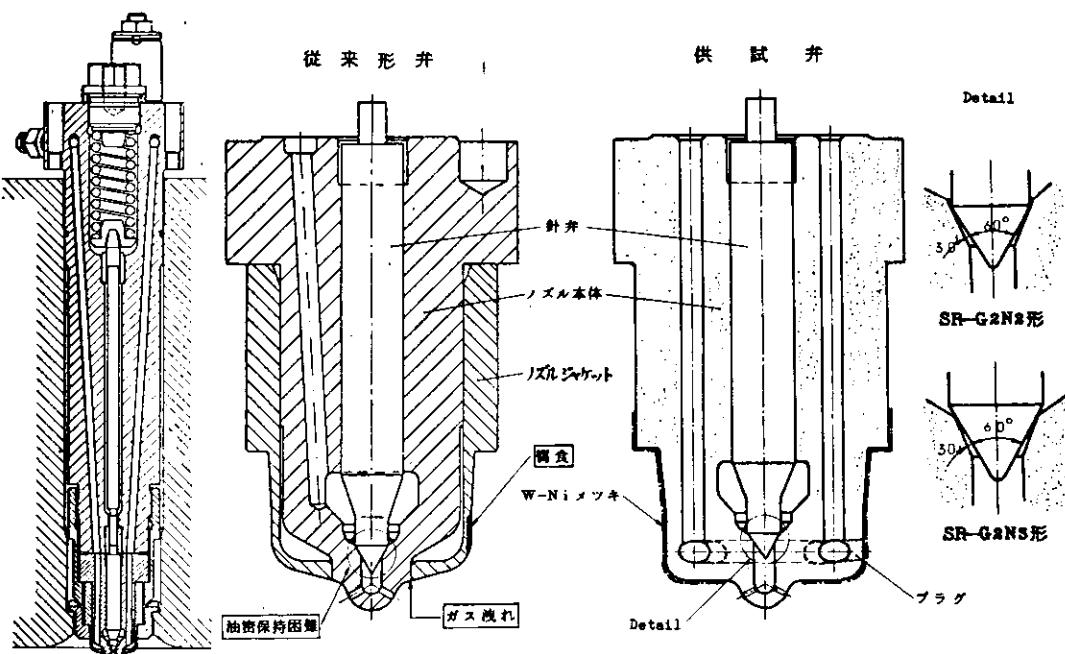


図 2.1 供試弁の特徴

## 2.3 試験結果

### 2.3.1 試験の経過

供試弁は予定の納期で入荷し、幸い供試船の国内帰港時期と合致したので、直ちに組込みを行い、6月初旬より実船試験を開始することが出来た。

その後、入渠期間を除いて試験に支障を来たすようなトラブルもなく順調に進歩し、図 2.2 に示す通り試験時間は B 船

が3,364時間に、また、D船は2,358時間にそれぞれ達した。この間、当初の計画にもとづき定期的に訪船し、供試弁の開放・点検、運航性能などの追跡調査のほか陸揚品による解析調査を行った。

これとは別にボア・クーリング方式のSR-G2形（弁・シートの組合せのみ異なる=N1相当）を採用した前年度研究のE船がその後も継続して自動的に試験を実施中であったので、あわせて調査し参考とした。

なお、E船での最長使用時間は5,365時間であった。

### 2.3.2 実船試験結果

#### (1) B船(7RND76)の試験結果

試験結果の概要とその詳細を表2.2と表2.2(1/5)～(5/5)に示す。

3,364時間に達するまで、7シリンダ中6シリンダを点検のため各1回宛開放したが、残り1シリング(No.7)については未開放のままである。はじめて開放するまでの平均時間みると2,150時間になり、これは丁度本船の3航海分に相当する。

この間、機関性能はもちろん、各開放時の点検でも噴霧不良、ノズル外周部の腐食、ガスもれなどの点で不具合となるものは全くなく、敢て指摘するならば、SR-G2N2形(No.3)において開弁圧力が、2,060時間後に許容値(270±10%)一杯の260%に低下していたのみできわめて良好であった。従って、これについても分解の必要ひ認めず、このため弁・シートの状態は未加認であるが、弁機能の正常さから問題はないものと判断された。

#### (2) D船(6RND68)の試験結果

B船同様、試験結果の概要とその詳細を表2.3と表2.3(1/5)～(5/5)にそれぞれ示す。

本船は一時予備と交換された時期があり、B船に較べて開放頻度が高くなっているが、これは乗組員の交替が激しく引継時の一部手違いなどにより生じた結果である。従って、当初の供試弁の試験時間は、2,358時間から予備使用時の398時間を差引いて1,960時間となる。

試験開始後短時間の使用(364時間と620時間)で噴霧にやや不良と認められたものがSR-G2N2形に各1個発生し分解されたが、調査の結果、致命的な欠陥は見当らず簡単な手入れ(掃除軽い油摺り)のみで回復し、その後も正常を維持している。

しかし、たまたま手違いで使用した予備のうち、SR-G2N3形1個(No.6)に噴霧不良が認められ分解したところ、弁・シートの当り面に異常な拡大が見られたので原因調査のため陸揚げした。

以上のはかは噴霧、ガスもれ、開弁圧力などに特別問題になるものはなかったが、ノズル外周部の腐食が他船に較べてやや著しいこと、及び先述の油摺りの経験があることなどから、該当する供試弁(SR-G2N2形=No.3, SR-G2N3形=No.5)を陸揚げし、実態を詳細調査することとした。

#### (3) E船(7RND68)の試験結果

試験結果を表2.4に示す。このうち、※印を附したものはすでに前年度に報告済みであるが、ここで注目すべきは本年度に継続して実施された9個の供試弁が弁・シートの組合せがSR-N1形相当(60°角弁沈み形、角度差=30')であるにもかかわらず、また使用時間が約5,000時間に達しているにもかかわらず不良弁の発生が全くなく、安定した弁機能を發揮し、腐食、ガスもれ、焼損等外観上の不具合もなく良好であるという点である。

そこで、これらの状態を正確に把握するため調査試料として最も使用時間の長い5,365時間のものを陸揚げした。

### 2.3.3 解析調査結果

以上の実船試験並びに陸揚げした供試弁の調査をもとに試験結果を解析して次に述べる。

#### (1) ノズルシャケットの腐食防止対策とその改良効果

従来形弁における腐食は、ノズルシャケットの先端側に近い薄肉部分に掃気の流れに對面してP側からF及びA側へかけて吹き抜けたように発生し、かつ、浸食速度が非常に速く(深さ=0.3~0.6mm/1000Hrs)ノズルの寿命に及ぼす影響はきわめて大きいものがあった。

これに対してボア・クーリング方式の供試弁では、機関取付部の弁座に開まれた内奥部に軽微な腐食が認められるものの、従来形で問題になった先端部の腐食は僅かに痕跡が認められるだけで、ほとんど完全に防止でき、改良の効果がはっきりとあらわれている。

この状況を図2.3及び図2.4に示すが、この効果は該当分を厚肉にしたことにより、ガス側の表面温度が硫酸の露点温度以上に上昇し、凝縮作用が抑制された結果と考える。一方、弁座内奥部の腐食が完全に防止できなかった点については、その発生位置がFA側（冷却水の入口・出口孔位置）に限定していることから、やはり局部的に過冷却になっていることが考えられ、これは構造上の理由すなわち、従来形に較べて冷却水の流速が高められたこと、及び一体形になって断熱作用がなくなったことが原因と考えられる。

従って、冷却水の温度が腐食の大小にも影響するとみられ、図2.5に示すように低温域（D船・50～60°C）使用のものほど顕著で、70°C前後で使用されたB船及びE船では腐食が軽微である。

更に、冷却水の温度が50～70°Cの範囲であればその高低にもあるいは使用時間の長短にもほとんど関係しないことが図2.3から判る。

これらの事実から、冷却水は約70°Cに調整されるのが望ましいが、例え50～60°Cの温度であっても実用上大きく支障を来たすことではない。図2.4の下段左側に低温使用して最も腐食の著しいD船のものを切開して、その深さを調査した結果0.2mm/2000Hrsが記録されたが、上述のとおり冷却水を約70°Cに調整すれば腐食はこの半分にまで減少することが可能とみられ、もはや腐食がノルズの寿命をおびやかすことなくなると予想される。

## (2) ノズルジャケットのガスもれ防止対策とその改良効果

従来形弁でときどき発生するノズルジャケットの焼嵌部からのガスもれは、対策として実施したボア・クーリング化によって完全に防止できた。

冷却水室を形成するために、穿孔したドリル孔は開孔部をプラグで封鎖しているが、そのプラグの弛みもなく、塗布したロックタイト（アドヒーシブ306）のほか、防食を兼ねて実施したノズル外周部のW-Niメッキによって一層安全なものとなっており、少なくともガスもれが再び問題にされることはなくなったと断言できる。

## (3) 噴霧不良防止対策とその改良効果

これまでに弁機能上何らかの不良が認められたのは、SR-G2N2形が1個、SR-G2N3形が2個、いずれもD船に発生し、開放時の噴射試験で前もれのあることより発見しているが、前者は分解掃除のみで、また後者のうち1個はごく軽い油摺りでそれぞれ正常に回復し、その状態も良好である。とくに、油摺りしたものはその後陸揚げして詳細に調査したが、シート面の当り幅も0.7mm/2000時間と正常であり、他の状態からも異状を裏付けるものは何も発見できなかった。更に、後者の残り1個については後述するように弁・シートの当り幅が短時間で異常拡大したものであるが、明らかに製作不良であり、設計上の問題とは切り離して考えなければならない。

従って、SR-G2N2形とSR-G2N3形の間には設計上の理由による決定的な優劣の差はあらわれておらず、いずれが耐久部品として適正かは断言できない。これは前年度の試験結果と同様で、両者は同等の耐久性を有すると解釈されるべきである。

以上のように、両形式弁に明確な優劣の差が認められないが、むしろ本研究課題に対する重要な意義は、両形式弁が特別の理由のあるのを除いて2,000～3,000時間の無開放を不安なく達成していることである。

そこでこの良好な結果をもたらしている改良点並びに一部不良弁の原因を解析・検討し、次の段階に進む際の検討資料とする。

### (a) 硬度分布

従来形弁と供試弁の針弁及びシート部の硬度分布を比較して図2.5に示す。

針弁の材料は両者とも同一（SKH2）のため、硬度分布に多少のバラツキはあるものの大差はない。

一方ノズルの材質は従来の窒化鋼（SACM1）に代り、浸炭鋼（SNCM25）を用いているため、シート部の硬度

分布にも可成りの差が認められ、それぞれの特徴は図2.6にてもはっきりあらわれている。

すなわち、窒化鋼は確かに表面硬度は高い（図面指示=H<sub>v</sub>1100）が、内部へかけての硬度低下が急勾配で、硬化層が浅いため、摺合わせないしは摩耗によって表面硬度が大きく低下する恐れがある分布になっている。これに対して、没炭鋼は表面硬度自体は窒化鋼よりも低いが、0.5～0.6mm深さまでは表面と同一の硬度（H<sub>v</sub>800～900）が維持され、内部へかけてのゆるやかな分布状態は窒化鋼とは対称的で硬化層が非常に厚くなっている。

従って、シートの摺合わせに対しても表面硬度の低下を招くことなく、硬化層が厚いことにより全体の強度が高められ、とくにシート部の変形（ヘタリ）防止にも有効に作用し、これが総合して耐久性が向上されたと考える。

なお、シートの表面硬度が従来のそれに較べて可成り低く、従来形弁の経験からこの硬度だけをもって考えれば問題になる値であるが、供試弁のシートの摩耗状況をみてもこれに起因するとみられる不具合は一切なく、このことからみてSKH2+SNCM25の組合せのもとでは俗にいう相性が良いことも考えられ、H<sub>v</sub>800～900は供試弁にとって適正硬度と判断する。

#### (b) 弁・シート当り面の状況

図2.7にE船で最も長時間（5365時間）使用されたSR-G2形の状況を示す。

SR-G2N2形（角度差=1°C）に較べて当り幅の拡大しやすい形状のものであるが、それでも当り幅は1.2mm／5,365時間と少なく、しかも当りは全周均一で良好な状態にある。

SR-G2N2形及びSR-G2N3形についてはB船が正常な噴霧を維持して未分解のため、D船の状況によるが、製作不良に起因して異常拡大したもの1個を除けば当り幅は概して0.6～0.7mm／2,000時間（新品では0.3～0.4mm）で予想通りであり、また、従来窒化鋼でときどき発生したシートショルダの割れや欠損の心配もなくなっており、期待通りの好成績が得られている。

なお、D船でSR-G2N3形に発生したシート当り幅の異常拡大は図2.8に示すとおり、短時間（398時間）の使用にもかかわらず、3.75mmに達しており、原因調査の結果、針弁とシートの角度差が計画の1°に対して7'しかなく、更にシート側の硬度が大きく不足して正常品のH<sub>v</sub>800～900に対してH<sub>v</sub>600しかなかった。結局、これが異常拡大の原因であることは間違いない、製作不良に起因して発生した不具合であることが判明した。

#### (c) 開弁圧力の変化

供試弁について、これまでのB、D船の実績をみると、点検数28個（延べ個数）のうち、圧力低下していたものは3個のみで、しかも圧力再調整を要したもの（10%低下）は1個に過ぎなかった。

開弁圧力の低下は噴射の時期だけでなく、噴霧の形態とも関連して好ましくない結果を招くため、これが変化に対して許容値（±10%）を設けて、出来るだけ設定値（270%）を維持することに努めているが、原因が弁作動部の摩耗によって生じるため、これを完全に回避することは構造上不可能である。

しかし、上記の実績からすれば、2,000時間以上の無開放でも圧力低下の傾向は必ずしも認められず2,000～3,000時間の無開放に対して懸念されるものは何もない、これは弁・シートの耐摩耗性が向上した証拠でもある。

#### (d) 噴孔部の状態

噴孔部の状態は、すでに図2.3にも示したとおり、カーボンの附着がきわめて少ないとから冷却には問題なく、噴霧への影響もないことがうかがえたが、巨視的に観察した図2.9及び図2.10からさらに焼損・噴孔角部の摩滅、焼削れなども全くないことが確認出来る。もちろん、噴孔径の拡大についても問題ない。

噴孔はその異常によって燃焼性能に即影響するだけに、シート部の油密保持と並んで弁機能上最も重要な部分であるが、上述の通り供試弁は従来形弁に劣らない完全無欠な状態にあって耐久性の点で懸念されるものは何もない。

#### (e) その他

##### (f) 機関性能との関連について

B船とD船について供試機関の性能曲線を陸上時のそれと対比して図2.11及び図2.12にまた性能諸元を図2.

13 及び図2.1.4にそれぞれ示す。

図2.1.1と図2.1.2の性能曲線において、排気温度が他の性能に較べて高くなっているが、これは吸人空気温度及び排気管路の抵抗が陸上試験時と実船では異なるためで異常現象ではなく、両機関とも性能上の異常はとくにみられない。

ここでは、B船の性能が陸上時のそれより低く、D船は同等である点が異なるが、これはプロペラマージンとの関係により生じた結果で、どちらかといえばD船の方が使用条件は酷であるといえる。しかし、これが耐久性との関連については一部不良弁の発生、開放頻度の違いなど試験の状況に相違する点があるものの、これらははっきりした別の理由があり、判然としない。

更に、供試弁の形式の異なることによる性能の差についても、昭和47年度の研究で実施した陸上実機での性能確認試験の結果と同様で大差が認められない。図2.1.3においてB船の $P_{max}$ に可成りの差が生じているが、これはポンプセッティングの都合によるもので供試弁の形式差により生じた結果ではない。また、排気温度に5~10℃のバラツキがあるが、これはむしろライナポートの掃除による影響の方が大きく、ピストン下部室の汚れに差のないことからも明らかである。

#### (d) 弁リフト及び針弁挿入孔の遊隙変化

これらはD船から陸揚げした3個の供試弁の計測結果によるものであるが、弁リフトはシート当り面が異常拡大したものに0.01mmの増大が認められたほかは全く変化がなかった。これは弁及びシート面の摩耗が少ないことを裏付けるものである。

一方、針弁挿入孔の遊隙は、従来は使用時間にあり関係せず±0.02mmの範囲で変化するのが多く、とくに遊隙がマイナス側に変化したときは針弁をスチックさせる原因になることもあったが、調査した供試弁ではその傾向はなく0~0.002mmの範囲で変化し正常状態であった。

従って、従来よくみられた局部的な強当たりも全くみられない。この状況は図2.7からもうかがえるが、これら改良の効果は明確ではないが、ここでもノズルの材料を窒化鋼から炭素鋼に変更したことが効果していると考えられる。

#### (e) メインテナンス上の相違について

メインテナンス上の問題として最も重要なシート部の摺合わせについてその難易を検討する必要がある。これについては試験の進め方として船内では原則として分解・摺合わせはしないとの方針をとったため、実情を調査することができなかつたが、針弁とシートの當て方及びノズルメーカーの意向から判断すると、SR-G2N2形(弁沈み方)はシート棒も1種類でよく、摺合わせ自体それほど難かしくないが、SR-G2N3(弁浮き形)ではシート面とショルダ上面の摺合わせが必要で、針弁側も矯正するとならば特殊工具を必要とし技術的に難しくなる。従って、船内事情を考慮すればSR-G2N2形の方がメインテナンス上好ましいと考えられる。

更に、メインテナンスの問題に関連し、ボア・クーリング方式ではノズルの外部形状が従来形に較べ多少先端側に突きでているため抜出し困難が懸念されたが、無開放時間の長短に関係なく困難をきわめたものは全然発生しなかつた。

## 2.4まとめ

本研究で実施した各種試験並びに調査の結果をもとに、その成果を要約し、長期の無開放化に対してさらに改善すべき事項について検討を加え本研究のまとめとする。

### 2.4.1 研究の成果

#### (1) ボア・クーリング方式による腐食、ガスもれの防止

ボア・クーリング方式の採用によって、多年にわたり懸案であったノズルジャケットの腐食を大幅に軽減し、ガスも

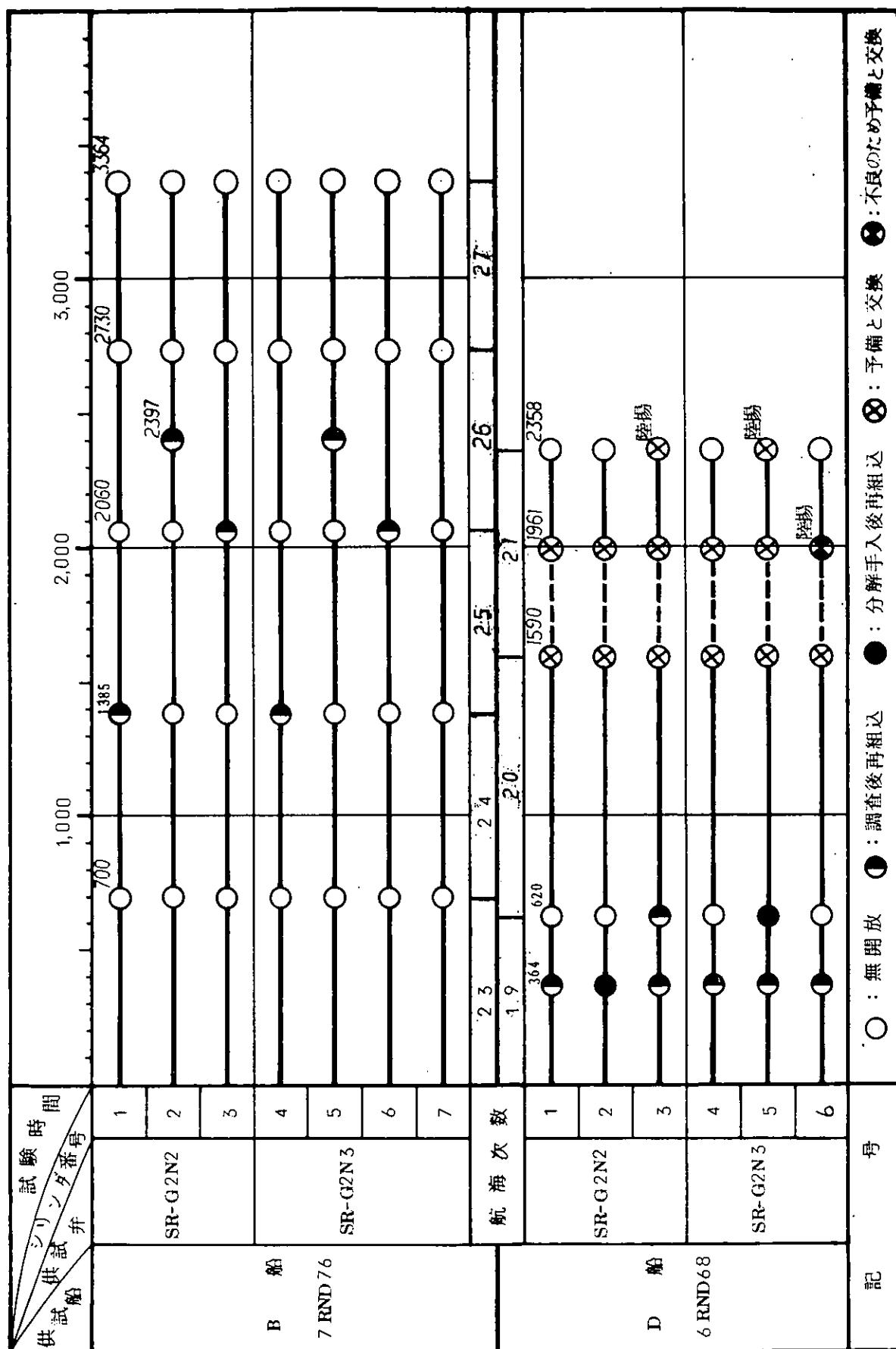


図 2.2 燃料弁(ボア・クリング形)実船試験進歩状況

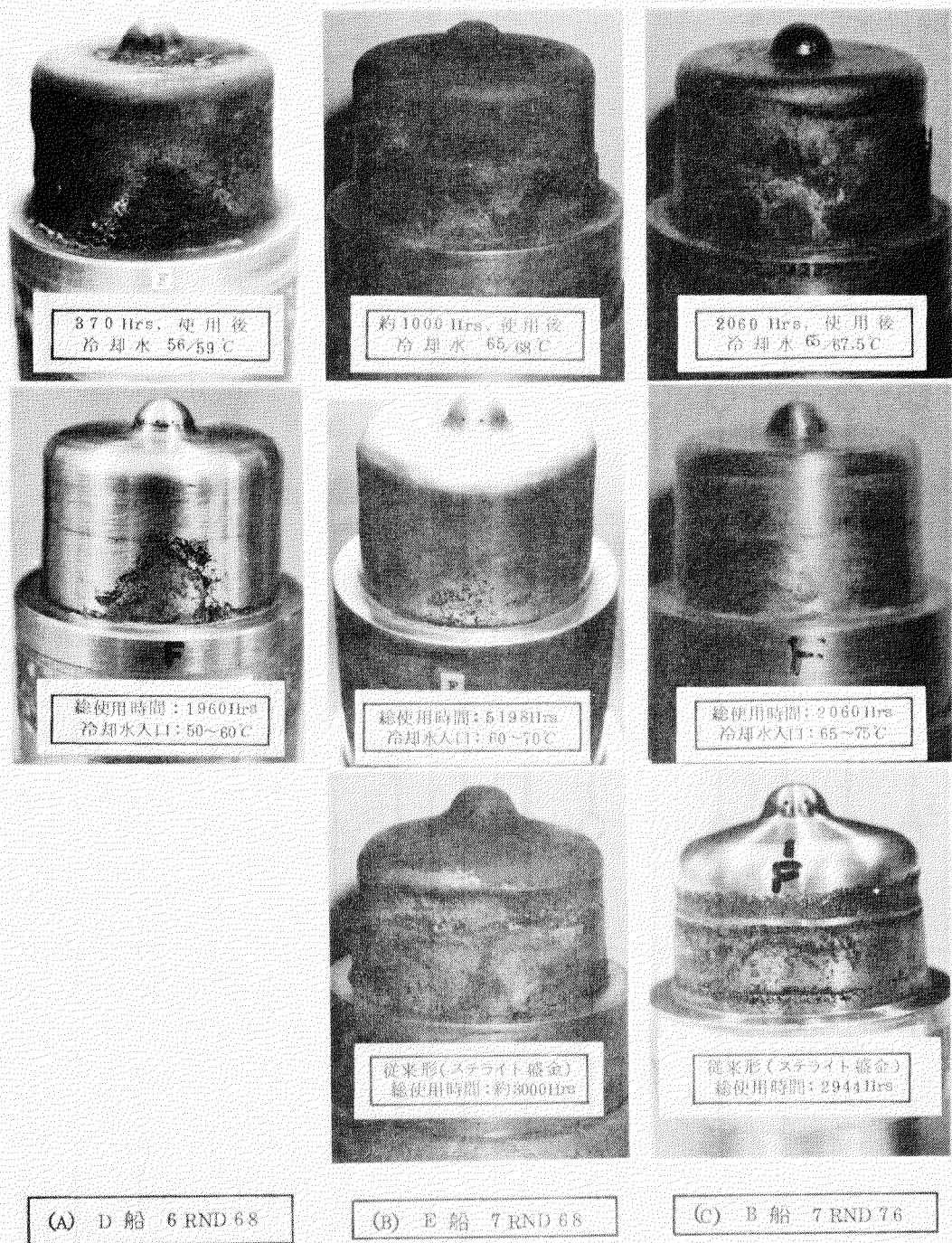


図 2.3 チップのカーボン附着状況と外周部の腐食発生状況

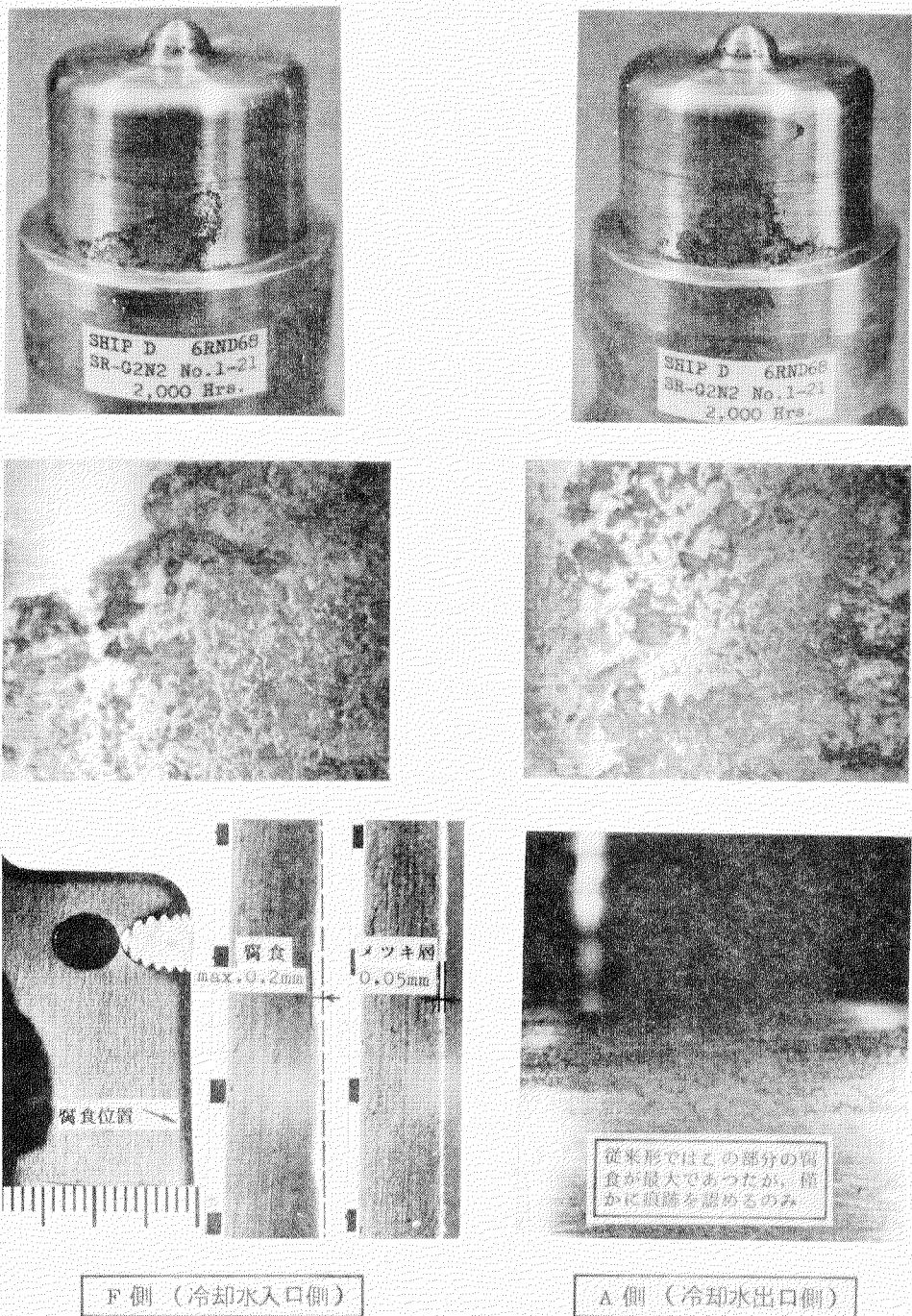


図 2.4 D 船 6 R N D 6 8 S R - G 2 N 2 形の外周部腐食詳細

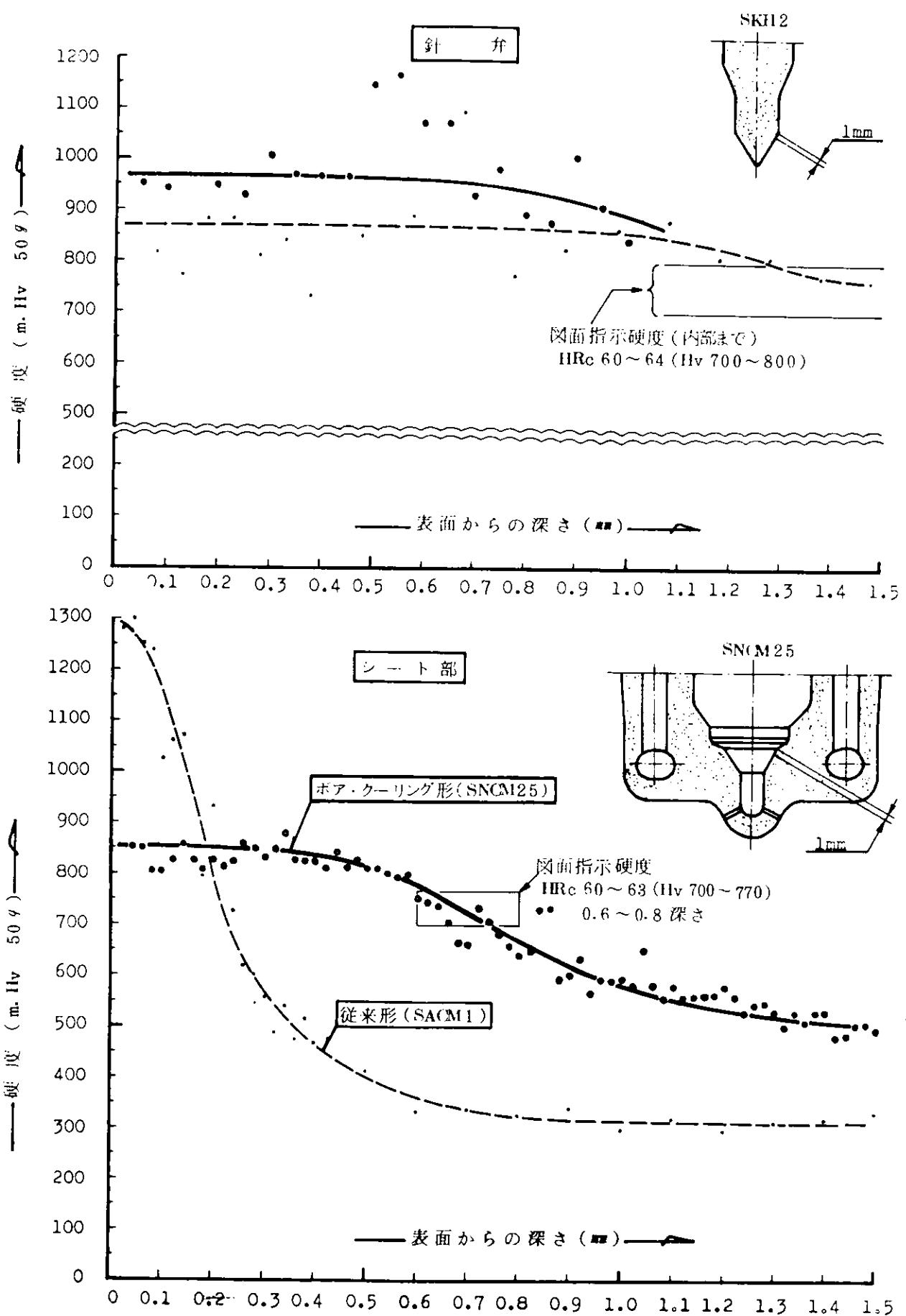


図 2.5 針弁およびシート部の硬度分布

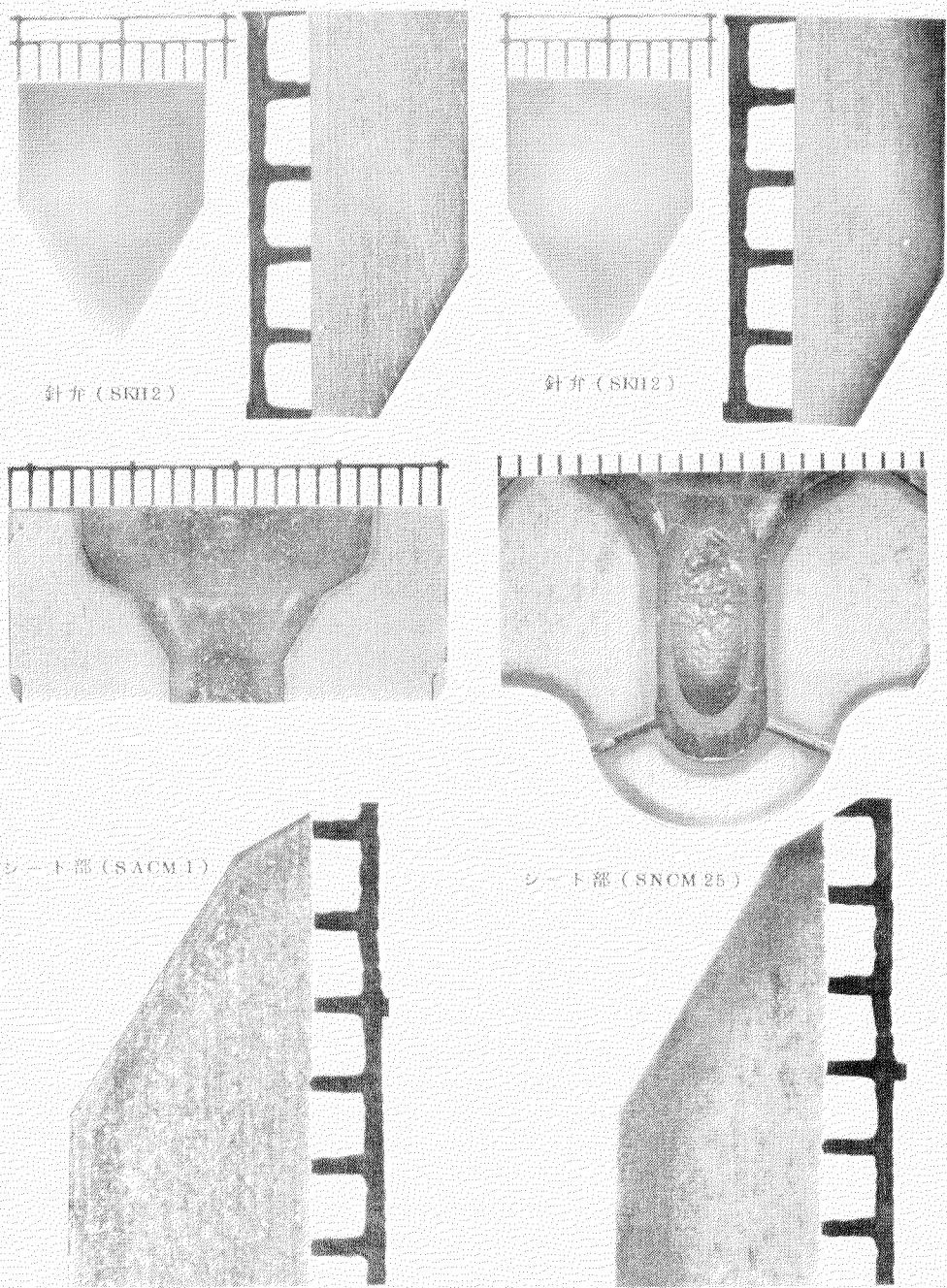


図2.6 硬化鋼(SPCM1)と浸炭鋼(SNM25)のシート部硬化層の比較

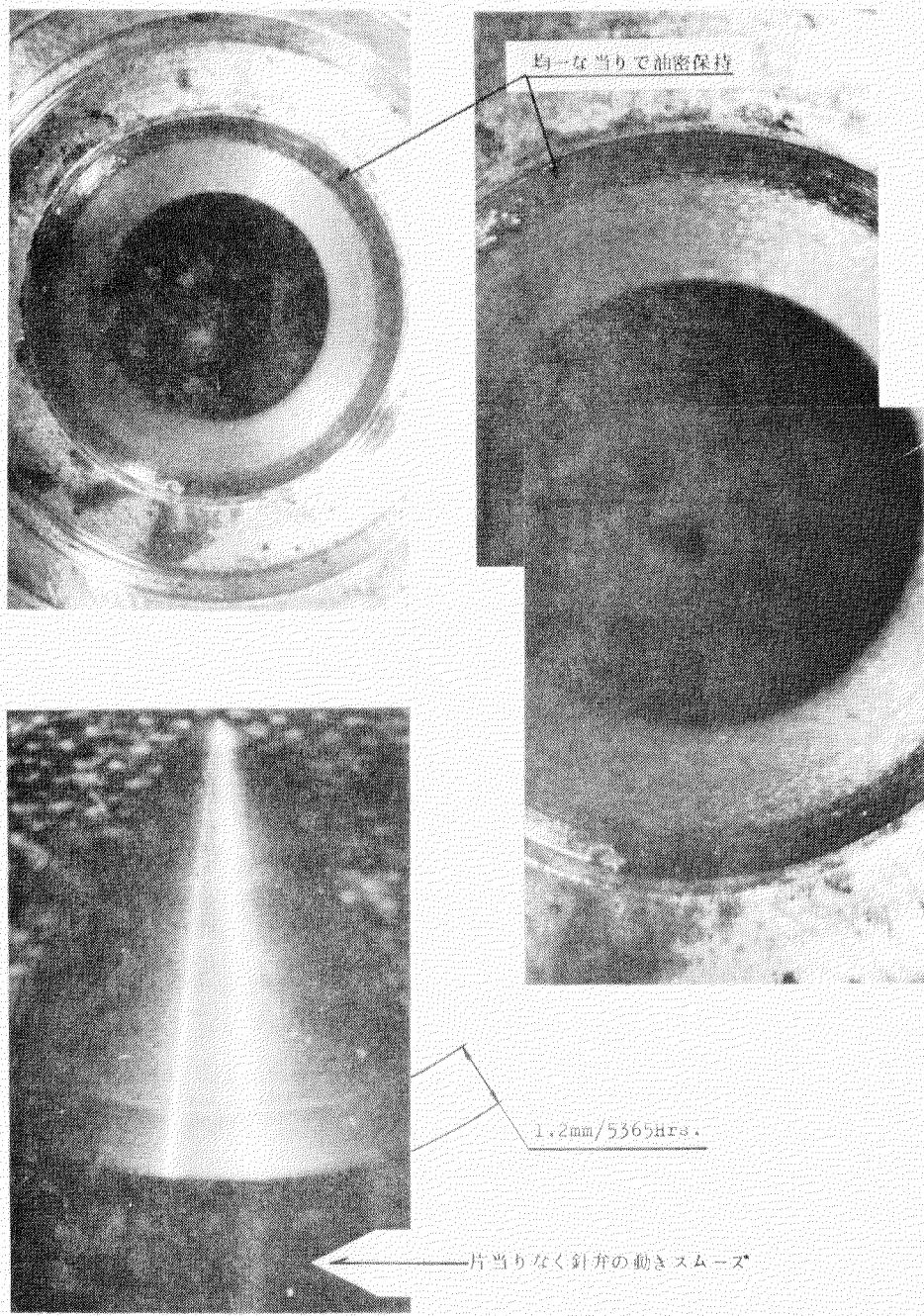


図2.7 E船 7 RND 6.8 SR-G2形(5365Hrs.)の弁・シート

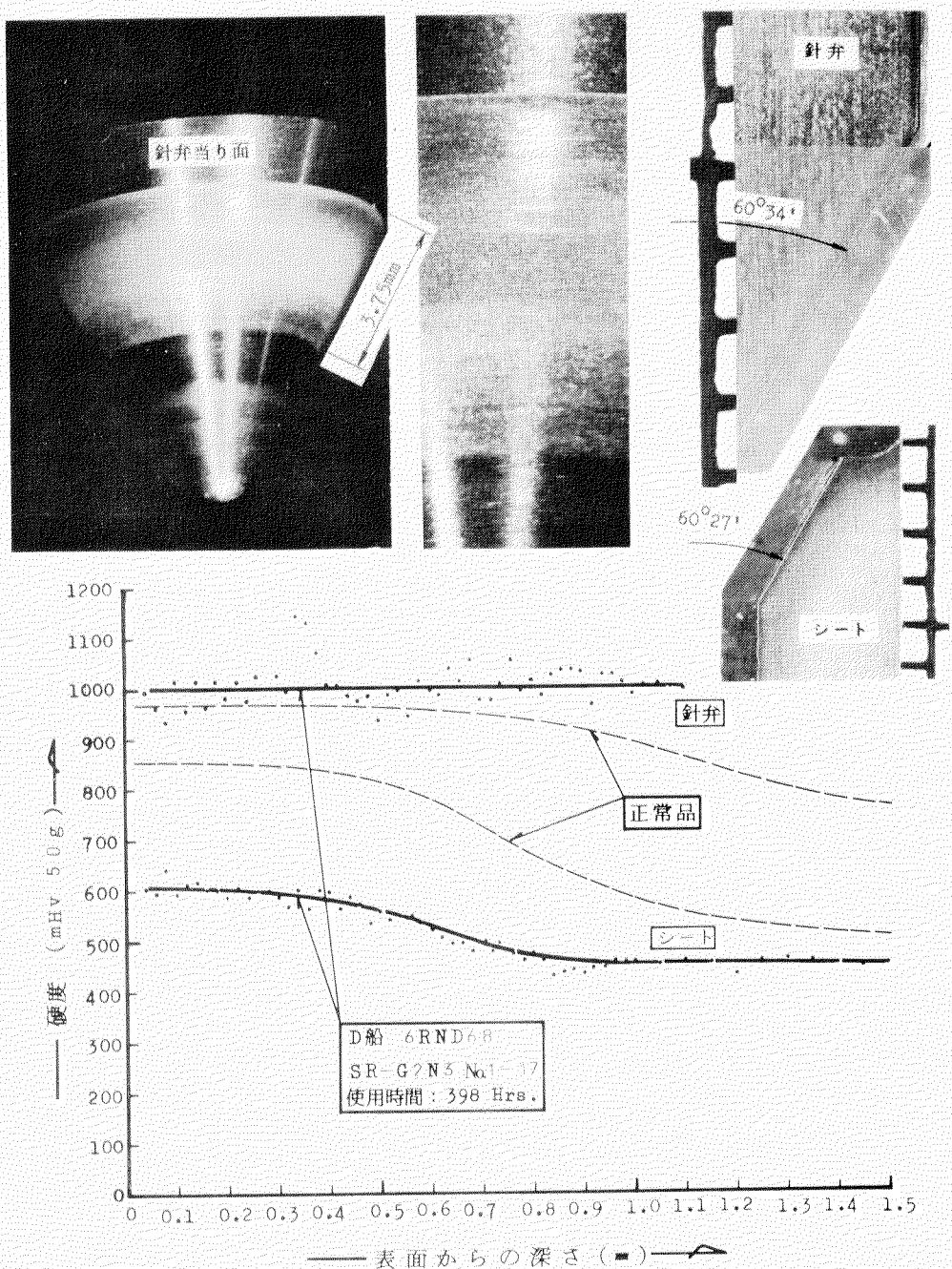
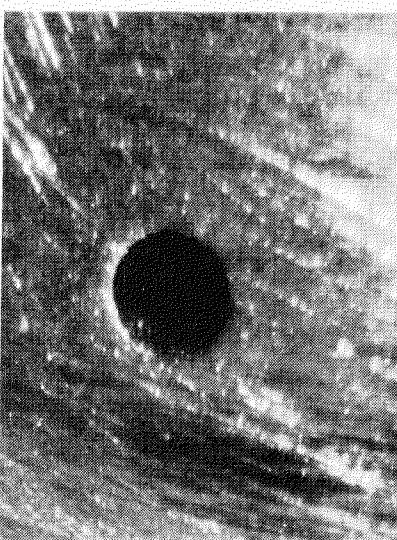
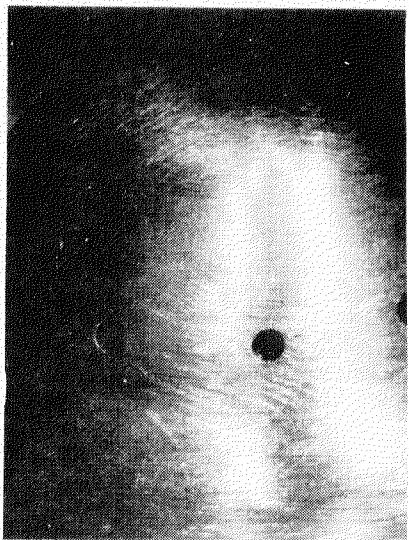
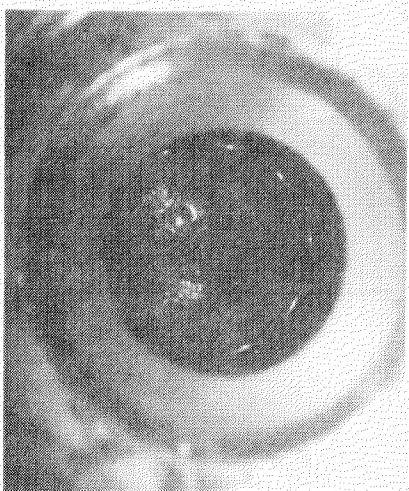


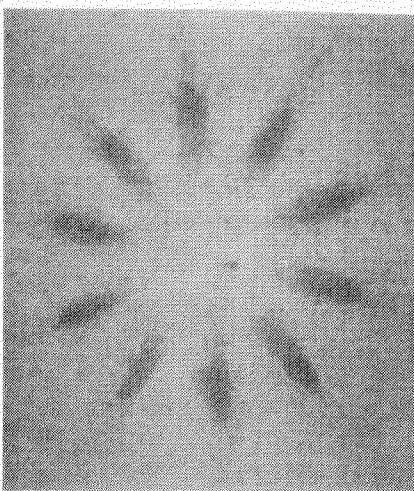
図2.8 D船 6 RND 6 8 SR-G? N3形のシート当り面の拡大状況



チップの焼損および噴孔角部の摩滅もなく良好



噴孔内部



正常な噴霧

図 2.9 E 船 7 R N D 6.8 S R - G 2 形 ( 5365 Hrs ) の噴孔・噴霧

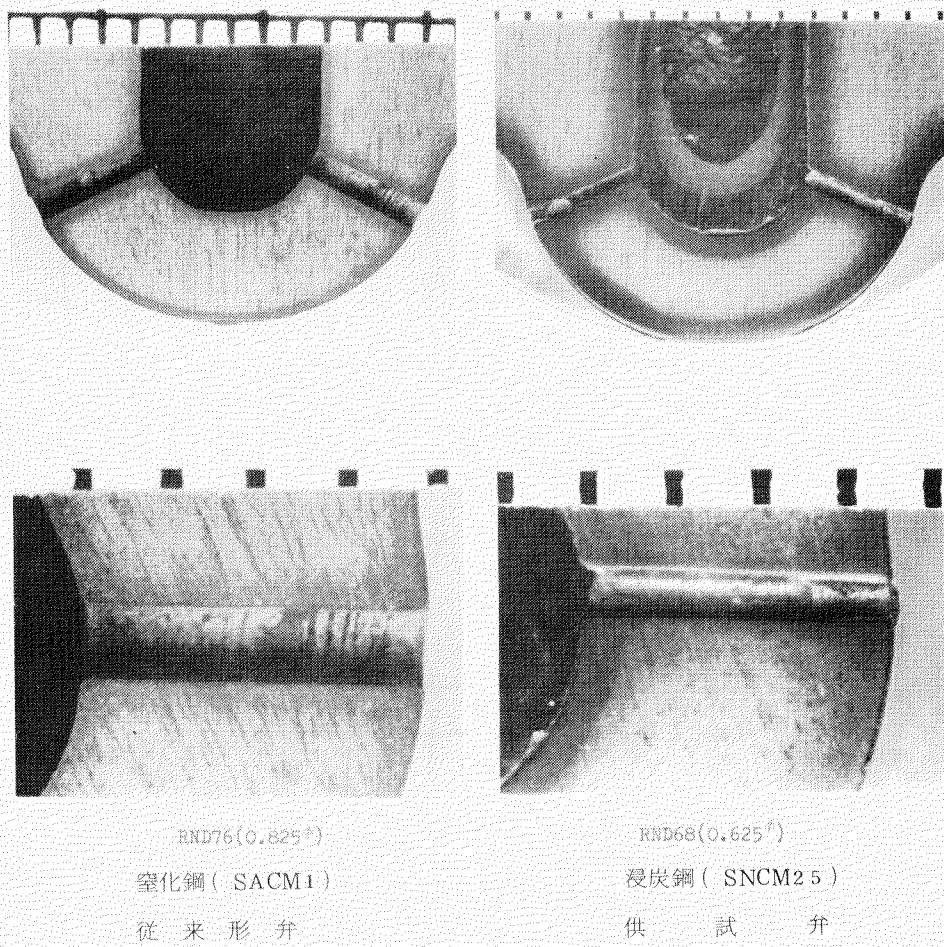


図 2.1.0 窒化鋼 (SACM1) と 浸炭鋼 (SNCM25) の噴孔部硬化層の比較

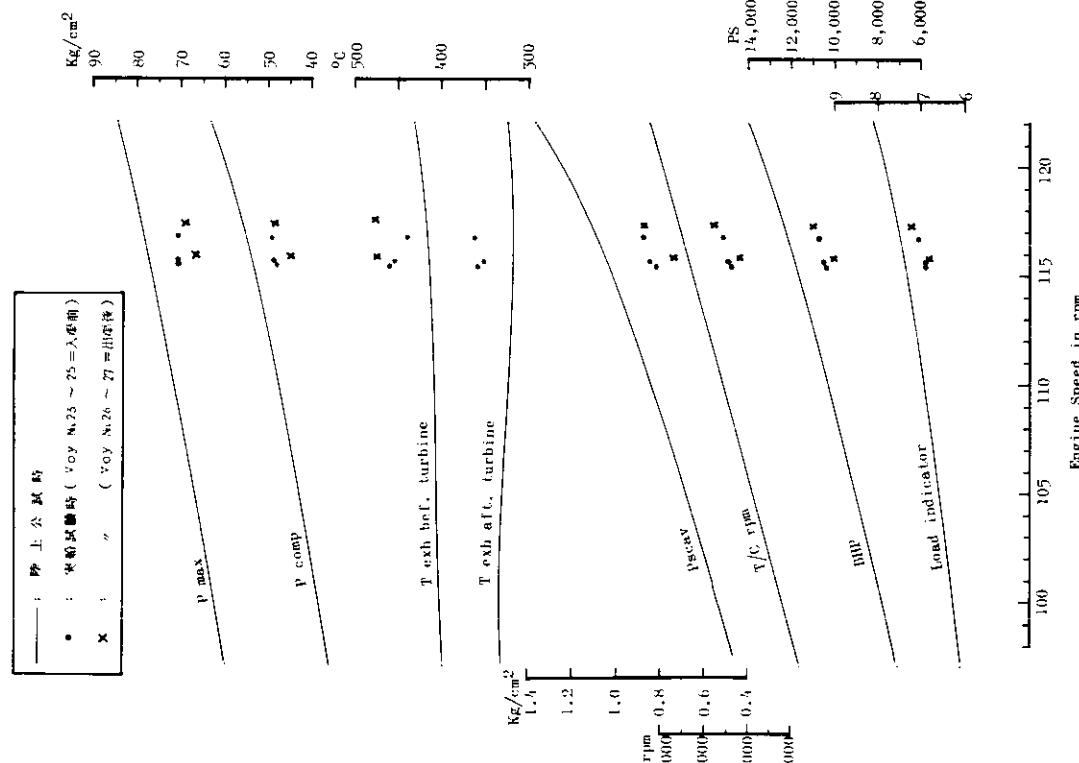


図 2.1-1 B 船 7 RND 7/6 機関の性能曲線

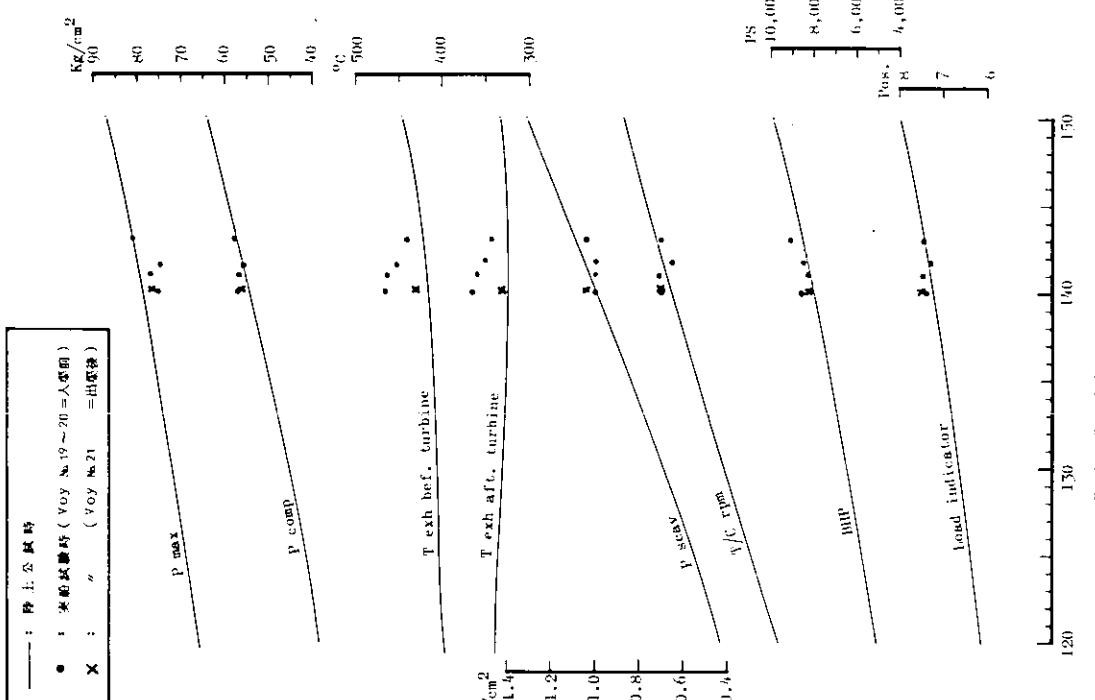


図 2.1-2 D 船 6 RND 6/8 機関の性能曲線

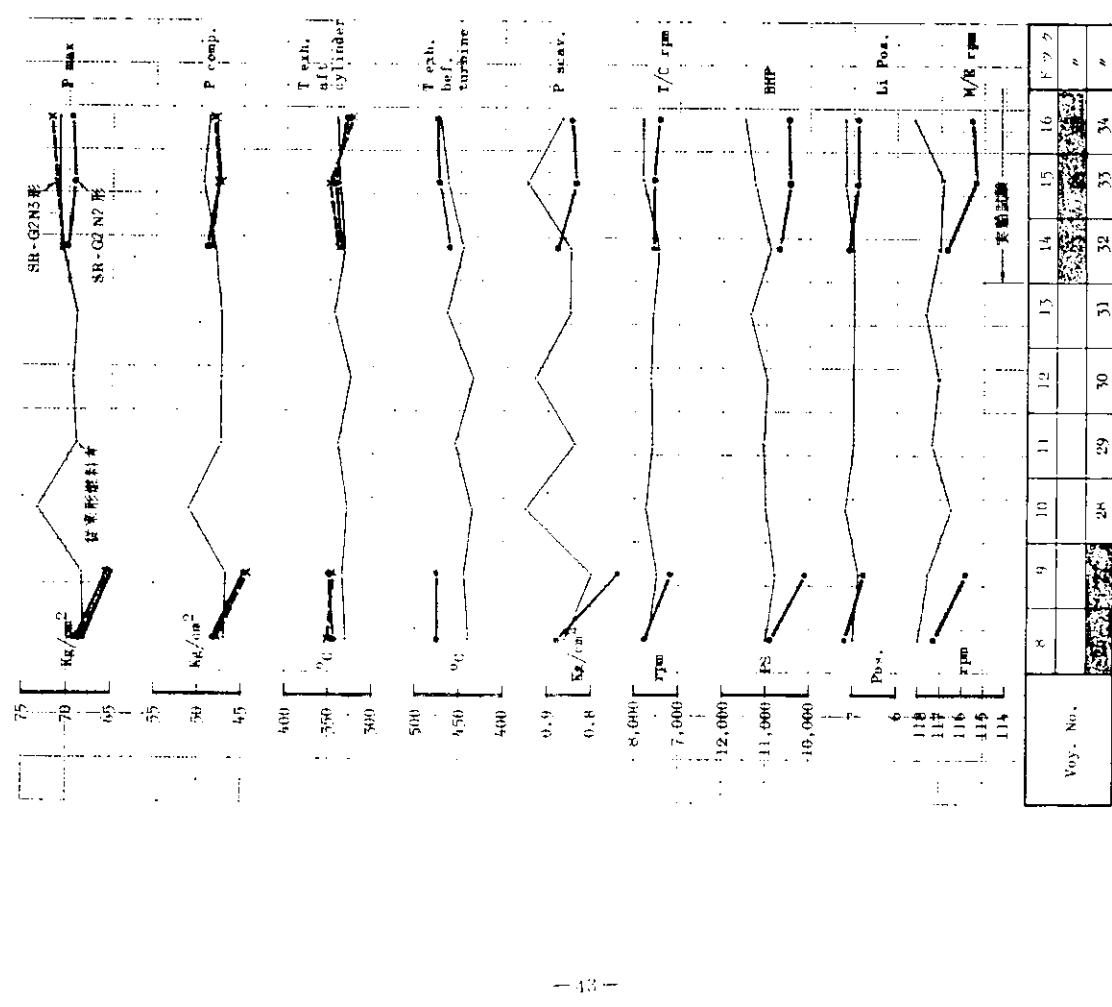


图 2.1.3 B型 7 RND 7 6 摩托性能諸元

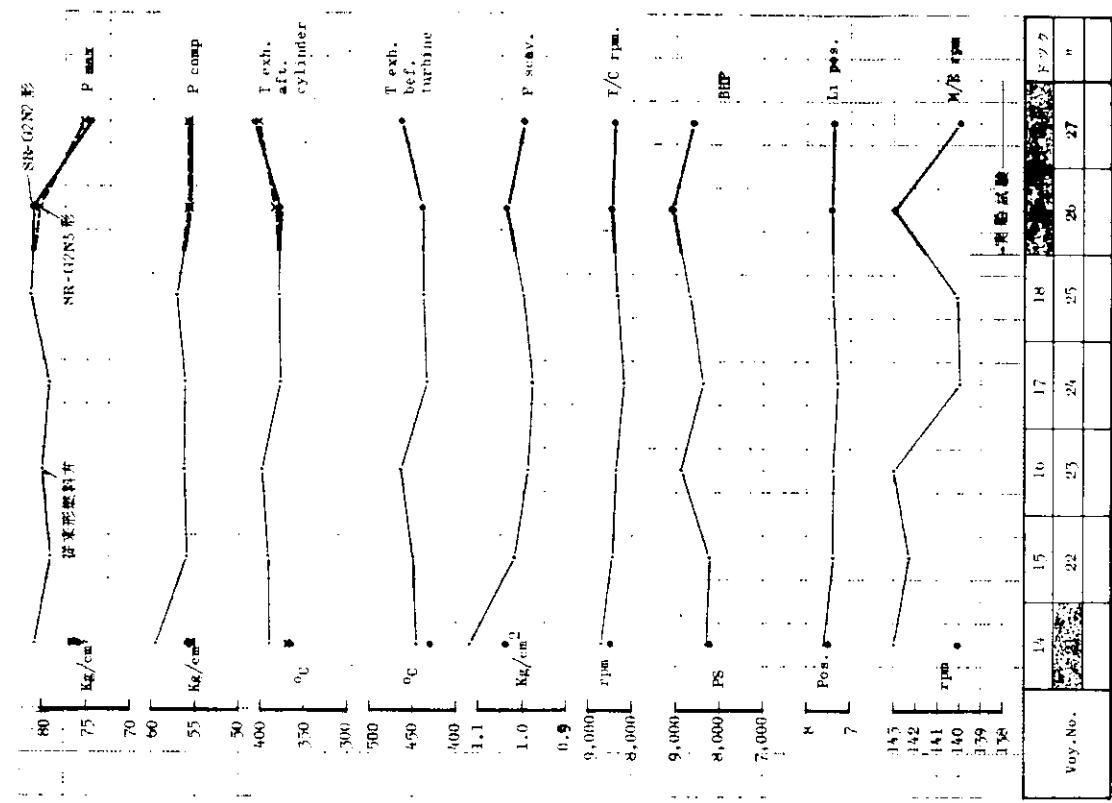


图 2.1.4 D型 6 RND 6 8 摩托性能諸元

表 2.2 B船(供試機関=7RND76)燃料弁試験状況摘要表

シリ ン ダ 番 号	供 試 航 海 開 始 次 後 の 数	供 試 弁 番 号	試験時間		開放・分解の有無	外観調査			噴射試験		分解調査		陸揚修理の要否	燃焼性能異常の有無	記 事
			前回抜出後の使用時間	試験開始後の総使用時間		カーボン付着	焼損・腐食	塞栓部ガスもれ	開弁圧力	霧化	前もれ・後だれ	針弁	シート		
1	SR-G2N2	1	1-26	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		3	"	676	2060	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		4	"	1345	2730	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	1979	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
2	SR-G2N2	1	1-27	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		4(O)	"	2397	2397	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		4(H)	"	333	2730	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
3	SR-G2N2	1	1-28	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	開放	○	○	○	△	○	-	-	"	"
		4	"	670	2730	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	1304	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
4	SR-G2N2	1	1-1	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		3	"	676	2060	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		4	"	1345	2730	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	1979	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
5	SR-G2N2	1	1-2	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		4(O)	"	2397	2397	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		4(H)	"	333	2730	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
6	SR-G2N2	1	1-3	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		4	"	670	2730	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	1304	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
6	SR-G2N2	1	1-3	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	開放	○	○	○	○	○	-	-	"	"
		4	"	670	2730	無開放	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	1304	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
7	SR-G2N2	1	1-4	-	699-48	無開放	-	-	-	-	-	-	-	否	無
		2	"	1384-27	1384-27	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		3	"	2060	2060	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		4	"	2370	2370	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"
		5	"	3364-06	3364-06	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"

良否判定区分： ○ = 良好状態 △ = やや不良状態 ● = 不良状態

表 2.2 ( 1 / 5 ) B 船 ( 7 RND 76 ) 燃料弁調査報告 ( 第 1 回 )

報告作成年月日 49.7.9

試験項目		VOY. No. 1(23-8)	航路 発着日	SHINIZU 5/28 発	EDEN 94 着 / 発	SHINIZU 79n / 発		
シリンドラ番号	1	2	3	4	5	6	7	
供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3	G2N3	
供試弁番号	1-26	1-27	1-28	1-1	1-2	1-3	1-4	
前回抜き出してからの使用時間	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	
試験開始後の延べ使用時間	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	699-48	
今回供試弁の処置	注記(1)参照	A	A	A	A	A	A	
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップ カーボンの付着	多い、普通 少ない						
	チップ 焼損の有無	有、無						
	触火面の 最大腐食位置	F. A. P. S						
	触火面の 最大腐蝕量	=深さ						
	塞栓部からのガス 水もれの有無	有、無						
噴射試験結果	噴孔閉塞の有無	有、無						
	弁开启圧力	%						
	針弁固着の有無	有、無						
	シユナール音 の良否	やや 良好、不良						
	噴霧の良否	注記(2)参照						
供試弁を分解したときの状態	前もれの有無	注記(3)参照						
	後ダレまでの 噴射回数	強噴射 弱噴射	/	/	/	/	/	
	針弁の動き	固着やや付 普通やや付、						
	シート部疵の有無	有、無						
	シート部 接触巾の拡大	顕著な場合 のみ =巾						
シート部 接觸不良の当り	シート部段付摩耗 (SR-G2N3形のみ)	顕著な場合 のみ =深さ						
	ガイド部 滑動面の当り	均一、不均一						
	焼割れの有無	有、無						
	疵発生の有無	有、無						
	接触不良の有無	有、無						
陸揚げ修理の要・否								
機 能 性 能 他	排気温度 ( シリンダ出口 ) °C	342	340	329	343	345	338	366
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	69 / 49	70.5 / 49	71 / 49	74 / 51	68 / 49	70.5 / 46	69 / 49
	機関回転数 - 116.7 RPM, Li Pos - 7.05, T°C RPM ( N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 7600 / 7600 RPM, Pscav - 0.88 %							
	タービン入口排気温度 ( N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 462 / 465 °C, 燃料消費量 - 44.9 kT/Day, 燃料油粘度 -							秒 RW1 100°F
	燃料油硫黄分 - WT%, 燃料弁冷却水温度 ( 入口 / 出口 ) - 69 / 71 °C, BHP = 10700							
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。								
注記(1) [ ① - 抜き出さず ② - 抜き出し調査のみ再組込 ③ - 抜き出し分解手入れ再組込み ④ - 分解手入れのため予備と交換 ]								
注記(2) [ ① - 良好 ② - やや不良 ( 弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する ) ③ - 不良 ( 棒状噴射 ) ]								
注記(3) [ ① - 無し ② - 200% 以上で有り ③ - 200% 以下で有り ]								
お願い : 供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。								

表 2.2 ( 2 / 5 ) B 船 ( 7 R N D 7 6 ) 燃料弁調査報告 ( 第 2 回 )

報告作成年月日 49. 8. 23

試験項目		VOY. No 2(24-H)	航路 発着日	SHIMIZU 7/22発	EDEN 8/1着/発	SHIMIZU 8/19着/発		
シリンドラ番号		1	2	3	4	5	6	7
供試弁形式		SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3	G2N3
供試弁番号		1-26	1-27	1-28	1-1	1-2	1-3	1-4
前回抜き出してからの使用時間		1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27
試験開始後の延べ使用時間		1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27	1384-27
今回供試弁の処置		(注記①)参照	B	A	A	B	A	A
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップカーボンの付着	多い、普通少ない	少ない			少ない		
	チップ焼損の有無	有、無	無			無		
	燃火面の最大溶食位置	F. A. P. S	A			A		
	燃火面の最大溶食量	■深さ	0.05			0.05		
	空栓記からガス水もれの有無	有、無	無			無		
噴射試験結果	噴孔閉塞の有無	有、無	無			無		
	弁啓開圧力	■	270			265		
	針弁固着の有無	有、無	無			無		
	シュナール音の良否	やや不良、不良	良			良		
	噴霧の良否	(注記②)参照	A			A		
供試弁を分解したときの状態	前もれの有無	(注記③)参照	A			A		
	後グレまでの噴射回数	強噴射 10/20	/	/	10/20	/	/	/
	針弁の動き	困難や不都合 普通やそれ						
	シート部底の有無	有、無						
	シート部 塗錆の拡大	显著な場合のみ ■由						
シート	シート部取付端耗 (SR-G2N3改修)	显著な場合のみ ■深さ						
	ガイド部 滑動面の当り	均一、不均一						
	焼割れの有無	有、無						
	疣発生の有無	有、無						
	接触不良の有無	有、無						
旋掲げ修理の要・否								
機関性能他	排気温度 (シリンドラ出口) °C	353	342	332	336	367	345	355
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	67.5 / 46.5	70 / 48	69 / 48	77 / 49	71 / 47	70 / 46.5	67.5 / 47
	機関回転数 - 115.4 RPM, Li Pos - 6.9 , T/C RPM (N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 7550 / 550 RPM, Psav - 0.84 %							
	タービン入口排気温度 (N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 480 / 475°C, 燃料消費量 - 42.7 KLDay, 燃料油粘度 -							
	燃料油硫黄分 - WT%, 燃料弁冷却水温度 (入口/出口) - 69 / 71 °C, BHP = 10400							
注記①～⑤は次のものから該当するものを選んで表示してください。								
注記① [ ④ - 抜き出さず ③ - 抜き出し調査のみ再組込 ② - 抜き出し分解手入れ再組込 ① - 分解手入れのため予備と交換 ]								
注記② [ ④ - 良好 ③ - やや不良 (弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ② - 不良 (棒状噴射) ]								
注記③ [ ④ - 無し ③ - 200%以上で有り ② - 200%以下で有り ]								
お願い： 供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。								

表2.2(3/5) B船(7RND76)燃料弁調査報告(第3回)

報告作成年月日 49.10.3

試験項目	VOL. No. 3(25-音)	航路 8/25光 発着日	SHIMIZU →	EDEN →	SHIMIZU →	KURE 10/3光
シリンドラ番号	1	2	3	4	5	6
供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3
供試弁番号	1-26	1-27	1-28	1-1	1-2	1-3
前回抜き出してからの使用時間	abt. 676	2060	2060	676	2060	2060
試験開始後の延べ使用時間	2060	2060	2060	2060	2060	2060
今回供試弁の処置	(注記①)参照	A	A	B	A	B
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップ カーボンの付着 有無	多い、普通 少ない		少ない		少ない
	チップ 焼損の有無	有、無		無		無
	船火面の 最大開度位置	F, A, P, S		F, A		F, A
	船火面の 最大開度量	■深さ		0.05		0.05
	定位部からのガス 漏れの有無	有、無		無		無
噴射試験結果	噴孔閉塞の有無	有、無		無		無
	弁啓閉圧力	範囲		260 ← 壓力調整 後再組込		270
	針弁固着の有無	有、無		無		無
	シュー音の良否	やや不良		良		良
	噴霧の良否	(注記②)参照		A		A
	前もれの有無	(注記③)参照		A		A
	後タレまでの噴射回数	強噴射 弱噴射	/ /	13/20	/ /	7/14
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き	正常で無い 普通で無い				
	シート部焼け有無	有、無				
	シート部 接触面の焼け (SR-G2N2形み)	強著な場合 のみ・中 程度な場合 のみ・深さ				
	ガイド部 滑動面の当り	均一、不均一				
	焼割れの有無	有、無				
	疵発生の有無	有、無				
	接觸不良の有無	有、無				
機関性能他	脱掛け修理の要否				dit port 0.7mm	
	排気温度(シリンドラ出口)℃	328	335	328	314	315
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	69/48	70/49	70/48	77/50	71.5/48
	機関回転数 - 115.6 RPM, L1 Pos - 6.9 , T/C RPM(N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 7450 / 7450 RPM, Pscav - 0.85					
	ターピン入口排気温度 (N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 462 / 445 ℃, 燃料消費量 - 42.7 KT/Day, 燃料油粘度 -					秒 RWI 100°F
	燃料油硫黄分 - 0.1% , 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 65 / 67.5 ℃ , BHP = 10500					

(注記①)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。

注記①(④)-抜き出さず (⑤)-抜き出し誤音のみ再組込 (⑥)-抜き出し分離手入れ再組込 (⑦)-分解手入れのため予備と交換)

注記②(④)-良好 (⑤)-やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) (⑥)-不良(棒状噴射)

注記③(④)-無し (⑤)-2.0kg以上で有り (⑥)-2.0kg以下で有り)

お願い：供試弁を抜き出さなかつた場合は使用時間、機関消費量だけでも結構です。但しのマークを送付ください。

表2.2(4/5) B船(7RND76)燃料弁調査報告(第4回)

報告作成年月日 49.10.22

試験項目	VOY. No 4(26-H)	航路	KURE	EDEN	SHIMIZU	
		発着日	10/8発	10/21 <sup>19</sup> 午	10/25午	/午
シリンド番号	1	2	3	4	5	6
供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3
供試弁番号	1-26	1-27	1-28	1-1	1-2	1-3
前回抜き出してからの使用時間	1345 <sup>333</sup>	(2397) <sup>333</sup>	670	1345 <sup>333</sup>	(2397) <sup>333</sup>	670
試験開始後の延べ使用時間	2730	2730	2730	2730	2730	2730
今回供試弁の処置	注記(1)参照	A	B	A	B	A
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップカーボンの付着	多い、普通少ない	少ない		少ない	
	チップ焼損の有無	有、無	無		無	
	触火面の最大腐食位置	F, A, P, S	F, A		F, A	
	触火面の最大腐蝕量	■深さ	0.1		0.1	
	座栓部からのガス水もれの有無	有、無	無		無	
噴射試験結果	噴孔閉塞の有無	有、無	無		無	
	弁啓開圧力	4	270		270	
	針弁固着の有無	有、無	無		無	
	シユナール音の良否	やや不良、不良	良		良	
	噴霧の良否	注記(2)参照	A		A	
供試弁を分解したときの状態	前もれの有無	注記(3)参照	A		A	
	後ダレまでの噴射回数	強噴射/ 弱噴射	5/	/	2/	/
	針弁の動き	困難や不安、普通ややれ、				
	シート部疵の有無	有、無				
	シート部接觸面の过大	顕著な場合のみ、巾				
シート部接觸面の过大(SR-G2N2形のみ)	シート部接觸面疵	顕著な場合のみ、深さ				
	ガイド筋	均一、不均一				
	焼割れの有無	有、無				
	疵発生の有無	有、無				
	接觸不良の有無	有、無				
機関性能他	陸揚げ修理の要・否		aft. piston	overhauling		
	排気温度(シリンド出口)℃	338	352	340	337	365
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	68/48	68/49	68/48	76/48.5	67/46
	機関回転数 - 117.3 RPM. Li Pos - 7.2 . T/C RPM(N <sub>1</sub> /N <sub>2</sub> ) - 7800 / 7750 RPM. Psav - 0.88 %					
	ターピン入口排気温度(N <sub>1</sub> /N <sub>2</sub> ) - 482 472 ℃, 燃料消費量 - 42.2 kT/Day, 燃料油粘度 - 660 秒 RW 1 100°F					
燃料油硫黄分 - 3.01WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 73 / 71 ℃, BHP = 10900PS						
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。						
注記(1) [④] - 抜き出さず ⑤ - 抜き出し調査のみ再組込 ⑥ - 抜き出し分解手入れ再組込み ⑦ - 分解手入れのため予備と交換 ]						
注記(2) [④] - 良好 ⑤ - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ⑥ - 不良(棒状噴射)]						
注記(3) [④] - 無し ⑤ - 200%以上で有り ⑥ - 200%以下で有り )						
お願い：供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。						

表2.2(5/5) B船(7RND76)燃料弁調査報告(第5回)

報告作成年月日 49.12.19

試験項目		VOY. No 5(27-0) H	航路	SHIMIZU → EDEN	EDEN → SHIMIZU		
		発着日	11/13発	12/26発	12/26発	12/26発	/着
シリンドラ番号	1	2	3	4	5	6	7
供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3	G2N3
供試弁番号	1-26	1-27	1-28	1-1	1-2	1-3	1-4
前回抜き出してからの使用時間	1979	967	1304	1979	967	1304	3364-06
試験開始後の延べ使用時間	3364-06	3364-06	3364-06	3364-06	3364-06	3364-06	3364-06
今回供試弁の処置	注記(1)参照	A	A	A	A	A	A
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップ カーボンの付着	多い、普通 少ない					
	チップ 焼損の有無	有、無					
	触火面の 最大腐食位置	F, A, P, S					
	触火面の 最大腐蝕量	■深さ					
	基盤部からのカ ス水もれの有無	有、無					
	噴孔閉塞の有無	有、無					
噴射試験結果	弁啓開圧力	■					
	針弁固着の有無	有、無					
	シユナール音 の良否	やや 良 不良 不良					
	噴霧の良否	注記(2)参照					
	前もれの有無	注記(2)参照					
	後ダレまでの 噴射回数	強噴射 半強噴射	✓ /	✓ /	✓ /	✓ /	✓ /
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き	困難やせず、 普通ややれ、					
	シート部の有無	有、無					
	シート部 接触巾の拡大	顕著な場合 のみ ■巾					
	シート部取扱耗 (SR-G2N3形のみ)	顕著な場合 のみ ■深さ					
	ガイド部 滑動面の当り	均一、不均一					
	焼割れの有無	有、無					
シート	疵発生の有無	有、無					
	接触不良の有無	有、無					
	隙間修理の要否						
機関性能他	排気温度(シリンドラ出口)℃	370	350	332	340	342	345
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	64 / 44.5	66 / 46	65 / 44	72 / 46	62 / 44	66.5 / 43.5
	機関回転数 - 115.8 RPM, Li Pos - 6.8 , T/C RPM(N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 7200 / 200 RPM, Pscav - 0.74 %						
	クーピン入口排気温度(N <sub>1</sub> / N <sub>2</sub> ) - 482 / 471 ℃, 燃料消費量 - 40.2 kT/Day, 燃料油粘度 - 448 cSt RW1 500°C						
	燃料油硫黄分 - 3.01 wt%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 78 / 75 ℃, BHP = 10100PS						
	注記(1)~(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。						
注記(1) [④ - 抜き出さず ⑤ - 抜き出し調査のみ再組込 ⑥ - 抜き出し分解手入れ再組込み ⑦ - 分解手入れのため予備と交換]							
注記(2) [⑧ - 良好 ⑨ - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ⑩ - 不良(棒状噴射)]							
注記(3) [⑪ - 無し ⑫ - 20.0%以上で有り ⑬ - 2.0.0%以下で有り]							
お願い: 供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関回転等だけでも結構です。専用のデータを送付ください。							

表2.3 D船(供試機関=6RND68)燃料弁試験状況摘要表

シリ ン ダ 番 号	供 試 弁 形 式	試 航 海 開 始 次 後 の 数	供 試 弁 番 号	試 験 時 間		開 放 ・ 分 解 の 有 無	外 観 調 査			噴 射 試 験			分解調査		陸 揚 修 理 の 要 否	燃 焼 性 能 異 常 の 有 無	記 事		
				前回抜 出後 の 使 用 時 間	試 験 開 始 後 の 総 使 用 時 間		カ リ ボ ン 付 着	焼 損 ・ 腐 食	塞 栓 部 ガ ス も れ	開 弁 圧 力	霧 化	前 も れ ・ 後 だ れ	針 弁	シ ト					
1	SR-G2N2	1(O)	1-19	-	363-42	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	否	無	記 事	
		1(H)	"	255-30	619-12	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
		2	"	1226-39	1590-21	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		3(O)	1-22	397-36	397-36	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
		3(H)	1-19	370-00	1960-21	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
2	SR-G2N2	1(O)	1-20	-	363-42	分解	○	○	○	○	△	△	○	○	○	否	無	掃除	
		1(H)	"	255-30	619-12	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
		2	"	1226-39	1590-21	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		3(O)	1-23	397-36	397-36	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
		3(H)	1-20	370-00	1960-21	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
3	SR-G2N2	1(O)	1-21	-	363-42	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	否	無	陸揚	
		1(H)	"	255-30	619-12	"	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		2	"	971-39	1590-21	"	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		3(O)	1-24	397-36	397-36	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
		3(H)	1-21	370-00	1960-21	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
4	SR-G2N2	1(O)	1-10	-	363-42	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	否	無	記 事	
		1(H)	"	255-30	619-12	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
		2	"	1226-39	1590-21	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		3(O)	1-14	397-36	397-36	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
		3(H)	1-10	370-00	1960-21	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
5	SR-G2N2	1(O)	1-12	-	363-42	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	否	無	油潤	
		1(H)	"	255-30	619-12	分解	○	○	○	○	△	△	○	△	△	"	"		
		2	"	971-39	1590-21	開放	○	○	○	○	○	○	○	-	-	"	"		
		3(O)	1-16	397-36	397-36	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
		3(H)	1-12	370-00	1960-21	"	○	○	○	○	○	○	○	○	○	"	"		
6	SR-G2N2	1(O)	1-13	-	363-42	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	否	無	陸揚	
		1(H)	"	255-30	619-12	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"		
		2	"	1226-39	1590-21	開放	○	○	○	○	○	○	-	-	-	"	"		
		3(O)	1-17	397-36	397-36	"	○	○	○	○	●	○	●	●	●	要	"		
		3(H)	1-13	370-00	1960-21	無開放	-	-	-	-	-	-	-	-	-	否	"		
(注) 1) 供試弁番号1-17は不良と判定され陸揚されたが、陸揚後の噴射試験では異常を認めなかつた。ただし、シート部の当り巾が大きく拡大している。																			
良否判定区分:				○ = 良好状態				△ = やや不良状態				● = 不良状態							

表2.3 (1/5) D船(6RND68)燃料弁調査報告(第1回)

報告作成年月日 49. 7.21

試験項目	VOY. No 1(19-0)	航路 発着日 GAMAGORI 6/14発	HIRAO		SHIMIZU		ABADEEN 7/19着
			6/15 6/22発	6/24着 7/5発	6/24着 7/5発	6/24着 7/5発	
シリンドラ番号	1	2	3	4	5	6	
供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3	
供試弁番号	1-19	1-20	1-21	1-10	1-12	1-13	
前回抜き出してからの使用時間	363-42	363-42	363-42	363-42	363-42	363-42	
試験開始後の延べ使用時間	363-42	363-42	363-42	363-42	363-42	363-42	
今回供試弁の処置	注記(1)参照	B	C	B	B	B	
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップ カーボンの付着 多い、普通 少ない	普通	同左	同左	同左	同左	
	チップ 焼損の有無 有、無	無	"	"	"	"	
	触火面の 最大燃焼位置 F. A. P. S.	無	"	"	"	"	
	触火面の 最大燃焼量 一深さ	一	"	"	"	"	
	塞栓部からのガス 水もれの有無 有、無	無	"	"	"	"	
噴射試験結果	噴孔閉塞の有無 有、無	無	"	"	"	"	
	弁開閉圧力 270	270	270	270	270	270	
	針弁固着の有無 有、無	無	同左	同左	同左	同左	
	シナール音の良否 やや不良、不良	良	不良	良	"	"	
	噴霧の良否 注記(2)参照	A	B	A	A	A	
	前もれの有無 注記(3)参照	A	B	A	A	A	
	後ダレまでの噴射回数 強噴射/弱噴射	10/17	9/15	20/18	14/24	18/23	10/15
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き 歯着や付着、 普通や付着		普通				
	シート部の有無 有、無		無				
	シート部 接触巾の过大 のスル巾		一				
	シート部改修耗 (SR-G2N3形のみ)		一				
	ガイド部 燃動面の当り 均一、不均一		均一				
	焼割れの有無 有、無		無				
	疵発生の有無 有、無		"				
シート接触不良の有無 接觸不良の有無	有、無		"				
	陸揚げ修理の要否		否			aft.port cleaning	
機関性能他	排気温度(シリンドラ出口)℃ 383	398	395	397	393	350	
	P <sub>max</sub> /P <sub>comp</sub> % 79/58	78/57	78/58	81/56	77/58	78/57	
	機関回転数 - 142.6 RPM, LI Pos - 7.45 , T/C RPM (No.1/No.2) - 8550/ RPM, Pacav - 1.03						
ターピン入口排気温度 (No.1/No.2) 燃料消費量 - 32.8 ET/Day, 燃料油粘度 - 600 センチ秒 RW1 100°F	445 / ℃						
	燃料油硫黄分 - 2.41 WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 52 / 55 ℃ BHP = 9,100 PS						
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。							
注記(1) [④ - 抜き出さず ⑤ - 抜き出し調査のみ再組込 ⑥ - 抜き出し分解手入れ再組込み ⑦ - 分解手入れのため予備と交換]							
注記(2) [⑧ - 良好 ⑨ - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ⑩ - 不良(棒状噴射)]							
注記(3) [⑪ - 供し ⑫ - 200%以上で有り ⑬ - 200%以下で有り]							
お願い：供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。							

表2.3(2/5) D船(6RND68)燃料弁調査報告(第2回)

報告作成年月日 49. 8. 6

試験項目		Voy. No. 1(19-H)	航路 発着日	AVADEEN 7/23発	TOKYO 85 箱/発			
					/ 箱 / 発			
シリンドラ番号	1 2 3 4 5 6							
供試弁形式	SP G2N2 G2N2 G2N3 G2N3 G2N3							
供試弁番号	1-19 1-20 1-21 1-10 1-12 1-13							
前回抜き出してからの使用時間	255-30 255-30 255-30 255-30 255-30 255-30							
試験開始後の延べ使用時間	619-12 619-12 619-12 619-12 619-12 619-12							
今回供試弁の処置	注記(1)参照 A A B A C A							
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップ カーボンの付着 多い、普通 少ない			普通		普通		
	チップ 焼損の有無 有、無			無		無		
	触火面の 最大腐食位置 F. A. P. S			F, A		F, A		
	触火面の 最大腐蝕量 ■深さ			少		少		
	塞栓部からのカ ス水ものの有無 有、無			無		無		
	噴孔閉塞の有無 有、無			〃		〃		
噴射試験結果	弁開閉圧力 %			270		270		
	針弁固着の有無 有、無			無		無		
	シユナール音 の良否 良好、不良			やや不良		不良		
	噴霧の良否 注記(2)参照			A		B		
	前もれの有無 注記(3)参照			A		B		
	後ダレまでの 噴射回数 強噴射/弱噴射	/ /	20/15	/	15/0	/ /		
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き 困難ややゆれ 普通ややゆれ				普通			
	シート部疵の有無 有、無				無			
	シート部 接触巾の拡大 のみ・巾				〃			
	シート部消耗 (SR-G2N3形のみ) のみ・深さ				—			
	ガイド部 密着面の当り 均一、不均一				均一			
	シート 焼割れの有無 有、無				無			
シート	疵発生の有無 有、無				無			
	接触不良の有無 有、無				有			
陸揚げ修理の要・否					否			
機関性能他	排気温度(シリンドラ出口) °C 380 383 380 388 379 388							
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> % 79/60 80/59 78/59 82/59 78/59 78/59							
	機関回転数 - 143.0 RPM, Li Pos - 7.45 , T°C RPM(No.1/No.2) - 8600 / RPM, Facav - 1.09 %							
	タービン入口排気温度 (No.1/No.2) - 446 / °C, 燃料消費量 - 33.4 kT/Day, 燃料油粘度 - 600 秒 RW1 100°F							
	燃料油硫黄分 - 2.41 WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 50 / 53.5°C BHP=8,900 PS							
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。								
注記(1) [① - 抜き出さず ② - 抜き出し調査のみ再組込 ③ - 抜き出し分解手入れ再組込み ④ - 分解手入れのため予備と交換] 注記(2) [① - 良好 ② - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば液化する) ③ - 不良(棒状噴射)] 注記(3) [① - 無し ② - 200%以上で有り ③ - 200%以下で有り]								
お願い：供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。								

表2.3(3/5) D船(6RND68)燃料弁調査報告(第3回)

報告作成年月日 49.10.10

試験項目	VOL. % 2(20-H)	航路 SAKAIDE	TACOMA	HAKATA	TSUNEISHI
	発着日 8/9発	/着/発	19/着/発	10/着	
シリンドラ番号	1 2 3	4	5	6	
供試弁形式	SR-G2N2 G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3
供試弁番号	1-19 1-20	1-21	1-10	1-12	1-13
前回抜き出してからの使用時間	720-06 720-06	720-06	720-06	720-06	720-06
試験開始後の延べ使用時間	1590-21 1590-21	1590-21	1590-21	1590-21	1590-21
今回供試弁の処置 注記(1)参照	(D) (D) (D) (D) (D) (D)	分解せず 予備と交換			
機関より供試弁を抜出したときの状態	チップカーボンの付着 多い、普通少ない	少ない	同左	同左	同左
	チップ焼損の有無 有、無	無	" "	" "	" "
	触火面の最大真食位置 P. A. P. S	F. A	" "	" "	" "
	触火面の最大駆動量 一深さ	0.1	" "	" "	" "
	塞栓部からのガス水蒸の有無 有、無	無	" "	" "	" "
	噴孔閉塞の有無 有、無	無	" "	" "	" "
噴射試験結果	弁啓開圧力 %	270 270	270	270 270	270
	針弁固着の有無 有、無	無	同左	同左	同左
	シュナール音の良否 良好、不良	良	" "	" "	" "
	噴霧の良否 注記(2)参照	A A A A A A			
	前もれの有無 注記(3)参照	A A A A A A			
	後ダレまでの噴射回数 強噴射 弱噴射	20/20 20/17	20/37	20/18 20/27	20/60
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き 固着せず、 普通ややゆれ				
	シート部紙の有無 有、無				
	シート部接触巾の拡大 のみ、印				
	シート部段付摩耗 (SR-G2N3形み)				
	ガイド部滑動面の当り 均一、不均一				
	シト燃割れの有無 有、無				
ト	疵発生の有無 有、無				
	接触不良の有無 有、無				
陸揚げ修理の要否					
機関性能他	排気温度(シリンドラ出口) °C 407 414 406 404 397 414				
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> % 74/56 76/56 74/56 76/54 75/56 75/56				
	機関回転数 - 140.0 RPM, Li Pos - 7.4 , T/C RPM(Na1/Na2) - 8550 / RPM, Pacav - 1.0				
	タービン入口排気温度(Na1/Na2) - 465 / °C, 燃料消費量 - 32.2 ET/Day, 燃料油粘度 - 1000 秒 RW1 100°F				
燃料油硫黄分 - 2.54 WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 58 / 61 °C BEP = 8600 PS					
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。					
注記(1) [① - 抜き出さず ② - 抜き出し調査のみ再組込 ③ - 抜き出し分解手入れ再組込み ④ - 分解手入れのため予備と交換]					
注記(2) [④ - 良好 ⑤ - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ⑥ - 不良(棒状噴射)]					
注記(3) [④ - 無し ⑤ - 200%以上で有り ⑥ - 200%以下で有り]					
お願い：供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。					

表2.3(4/5) D船(6RND68)燃料弁調査報告(第4回)

報告作成年月日

試験項目		VOY. No 3(21-0)	航路	TSUNEISHI	TACOMA			
機関より供試弁を拔出したときの状態	発着日	11/4発	11/7着	/発	/着	/発	/着	
	シリンド番号	1	2	3	4	5	6	
	供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3	G2N3	
	供試弁番号	1-22	1-23	1-24	1-14	1-16	1-17	
	前回抜き出してからの使用時間	397-36	397-36	397-36	397-36	397-36	397-36	
	試験開始後の延べ使用時間	397-36	397-36	397-36	397-36	397-36	397-36	
	今回供試弁の処置	注記(1)参照	D	D	D	D	D	
	チップカーボンの付着	多い、普通少ない	少ない	同左	同左	同左	同左	
	チップ焼損の有無	有、無	無	"	"	"	"	
噴射試験結果	触火面の最大開度位置	F. A. P. S	—	—	—	—	—	
	触火面の最大開度値	■深さ	—	—	—	—	—	
	塞栓部からのカス水の有無	有、無	無	同左	同左	同左	同左	
	噴孔閉塞の有無	有、無	無	"	"	"	"	
	弁啓開圧力	%	270	270	270	270	270	265
	針弁凹着の有無	有、無	無	同左	同左	同左	同左	
	シユナール音の良否	やや不良、不良	良	良	良	良	良	
	噴霧の良否	注記(2)参照	A	A	A	A	C(A)	( )は陸揚掃除後のデータを示す
	前もれの有無	注記(3)参照	A	A	A	A	C(A)	
供試弁を分解したときの状態	後ダレまでの噴射回数	強噴射時	20/20	20/20	20/20	20/20	30/30	- (15) - (23)
	針弁の動き	固着や詰まり、普通やられ	普通	同左	同左	同左	同左	やや甘い
	シート部疵の有無	有、無	無	"	"	"	"	無
	シート部接触巾の拡大	顯著な場合のみ ■巾						abt.4
	シート部段付焼耗(SR-G2N3形のみ)	顯著な場合のみ ■深さ						
	ガイド部運動面の当たり	均一、不均一	均一	同左	同左	同左	同左	同左
	焼割れの有無	有、無	無	"	"	"	"	"
	疵発生の有無	有、無	無	"	"	"	"	"
	接触不良の有無	有、無	無	"	"	"	"	"
機関性能他	陸揚げ修理の要・否	否	"	"	"	"	"	要
	排気温度(シリンド出口)℃	370	365	360	370	365	360	
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	76/55	76/56	74/56	78/54	75/56	76/55	/
	機関回転数 - 139.3 RPM, Li Pos - 7.5	• T/C RPM(No.1/No.2) - 8250/	RPM, Pscav = 1.0					
	ターピン入口排気温度(No.1/No.2) - 425/	℃, 燃料消費量 - 31.2 KT/Day, 燃料油粘度 - 600 cSt RW1 50°C						
	燃料油硫黄分 - 3.0 WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) -	56 / 59 ℃, BHP = 8302PS						
	注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。							
	注記(1) [①] - 抜き出さず [②] - 抜き出し調査のみ再組込 [③] - 抜き出し分解手入れ再組込み [④] - 分解手入れのため予備と交換 ]							
	注記(2) [①] - 良好 [②] - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) [③] - 不良(棒状噴射)							
	注記(3) [①] - 無し [②] - 200%以上で有り [③] - 200%以下で有り							
お願い：供試弁を抜き出さなかった場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。								

表2.3(5/5) D船(6RND68)燃料弁調査報告(第5回)

試験項目		VOY. No 3(21-H)	航路	LONGVIEW	CHIBA				報告作成年月日
機関より供試弁を抜出したときの状態	シリンドラ番号	1	2	3	4	5	6		
	供試弁形式	SR-G2N2	G2N2	G2N2	G2N3	G2N3	G2N3		
	供試弁番号	1-19	1-20	1-21	1-10	1-12	1-13		
	前回抜き出してからの使用時間	370-00	370-00	370-00	370-00	370-00	370-00		
	試験開始後の延べ使用時間	1960-21	1960-21	1960-21	1960-21	1960-21	1960-21		
	今回供試弁の処置	注記(1)参照	A	A	(D)	A	(D)	A	(D)は調査試料として陸揚す
	チップカーボンの付着	多い、普通 少ない			少ない		少ない		
	チップ焼損の有無	有、無			無		無		
	触火面の最大腐食位置	F, A, P, S			F, A		F, A		
噴射試験結果	触火面の最大腐蝕量	■深さ			0.2		0.2		
	塞栓部からのカス水もれの有無	有、無			無		無		
	噴孔閉塞の有無	有、無			〃		〃		
	弁啓開圧力	%			—		—		
	針弁固定の有無	有、無			無		無		
	シユナール音の良否	やや不良、不良			良		良		
	噴霧の良否	注記(2)参照			A		A		
	前もれの有無	注記(3)参照			A		A		
	後ダレまでの噴射回数	強噴射 弱噴射	/	/	13/10	/	22/30	/	/
供試弁を分解したときの状態	針弁の動き	固着やれり 普通やれり			普通		普通		
	シート部の有無	有、無			無		無		
	シート部接触面の拡大	頭著な場合 のみ ■印							
	シート部吸出耗耗 (SR-G2N2形のみ)	頭著な場合 のみ ■深さ							
	ガイド部滑動面の当り	均一、不均一			均一		均一		
	焼割れの有無	有、無			無		無		
	疵発生の有無	有、無			〃		〃		
	接触不良の有無	有、無			〃		〃		
	陸揚げ修理の要否				否		否		
機関性能	排気温度(シリンドラ出口)℃	375	355	365	375	362	368		
	P <sub>max</sub> / P <sub>comp</sub> %	76/56	77/56	75/56	77/55	76/56	77/56		
	機関回転数 - 140.0 RPM, Li Pos - 7.5 , T/C RPM(Na1/Na2) - 8500 / RPM, Pscav - 1.04 %								
	タービン入口排気温度(Na1/Na2) - 430 / ℃, 燃料消費量 - 31.91 kT/Day, 燃料油粘度 - 600 cSt RW1 500°C								
	燃料油硫黄分 - 3.0 WT%, 燃料弁冷却水温度(入口/出口) - 56 / 59 ℃, BHP = 8253PS								
注記(1)～(3)は次のものから該当するものを選んで表示してください。									
注記(1) [④ - 抜き出さず ⑤ - 抜き出し調査のみ再組込 ⑥ - 抜き出し分解手入れ再組込み ⑦ - 分解手入れのため予備と交換 ]									
注記(2) [④ - 良好 ⑤ - やや不良(弱噴射では棒状であるが強噴射すれば霧化する) ⑥ - 不良(棒状噴射)]									
注記(3) [④ - 無し ⑤ - 2.0%以上で有り ⑥ - 2.0%以下で有り]									
お願い：供試弁を抜き出さなかつた場合は使用時間、機関性能等だけでも結構です。毎航のデータを送付ください。									

表2.4 E船(供試機関=7 RND 6 8)燃料弁試験チェックリスト

良否判定区分：○=良好状態 △=やや不良状態 ●=不良状態

れを完全に防止してこれらを一挙に改善できることは本研究の最大の成果である。

燃料弁のこれらの損傷に対して、耐食材の採用、高温冷却の適用あるいは、焼嵌代の変更などこれまでにも種々の対策が講じられてきたが、抜本的対策とならなかつたのはオリジナルの設計をあまりにも固守しそぎたきらいがあり、とくに技術提携機関では互換性の問題も絡んでこの考えが強く、新しい発想のもとで改善することがしにくい環境にあつたことも事実で、これが改善を遅らせた原因の一つと考えられる。その点でボア・クーリング方式の採用はその成果に大きな意義があるといえる。

ノズル外周部の腐食は弁座内奥部に僅かに残存するもの従来のように短時間の使用で腐食、破孔するといった問題はもはや完全になくなり、冷却水の温度を約70°Cに保持すれば10,000時間以上の使用にも耐え得る状態にまで改善できた。

一方、ガスもれ防止に関しては、プラグの弛みも全くなく、防食を目的として施行したW-Niメッキの効果もあって予期以上の成果を得ることができた。

その他、カーボンの付着状態、開放時の抜出しにも異常と思えるものは一切なく、ボア・クーリング化したことにより新たに不具合を伴なつて発生した問題は全然ない。

#### (2) ノズルの材料変更による効果

ボア・クーリング化と同時に実施したノズル本体の窒化鋼から浸炭鋼への材料変更は当初は主として防食メッキの剥離防止に狙いがおかれ、その他についてはそれほど多くが期待されなかった。

しかし、結果においては予期しなかつた効果もあらわれ、とくに針弁挿入孔の遊隙変化、弁リフトの変化などから優れた耐摩耗・耐変形のあることが確認され、ノズルの耐久性を向上する上で大きな収穫であった。

#### (3) 60°角弁の耐久性

弁・シートの組合わせはメインテナンスも考慮して一応S R-G 2 N 2形の60°角弁枕み形(角度差=1°)を適正組合わせとしたが、浮き形の場合でも上記(2)のとおり、ノズルの材料変更の効果と相まってシート当り幅の拡大は少なく、針弁及びシートショルダの割れや欠損もなくて正常な霧化が維持されている事実から、60°角弁の優れた耐久性が確認された。

#### (4) 目標達成

燃料弁の無開放化を進める上で大きな障害となっていた早期噴霧不良、ノズルシャケットの腐食及びガスもれは以上の成果を得て、著しく改善されることが明らかになり、当面の目標として掲げていた2,000~3,000時間ごとの整備間隔の延長は、それほど困難を伴わずに実現できるとの見通しを得た。これは現状の約1,000時間ごとからすれば可成りの進歩であり、しかもこれを可能にした改善策が燃料弁のイニシアルコストとメインテナンスコストの低減を同時に達成したことは本研究の成果を一層意義深いものとした。

### 2.4.2 長期の無開放化に備えて

S R-G 2 N 2形によって2,000~3,000時間の無開放が可能になってきたが、本形式弁はすでに実用の段階に入っているが、やがてそれらの使用実績が出揃うにつれて新たな事実も判明してくるが、現時点で更に長期にわたる無開放化に備えて設計上・製作上考慮されるべきと思われる点は次の通りである。

#### (1) ノズル外周部の完全腐食防止

ノズル外周部に残存する腐食は冷却水の適正な温度管理によって決して他に悪影響を及ぼすものではないが、冷却水の加熱装置を持たない船もあり、寒冷地航海時には所定の温度を保持出来なくなるので5,000時間以上の使用では、その腐食発生位置からみて機関取付部の弁座面に進展することも考えられる。そのため、該部の過冷却にならないよう冷却水の出入口孔に断熱塗料を塗布するか、薄内のブッシュを打込むなどの対策が完全を期す上で望ましい。

#### (2) 品質の向上

針弁・シート角の誤作及び焼入れ不良によりシート当り面の異常拡大が発生したが品質管理体制並びに検査基準

の確立など製作上の改善もあわせて行う必要がある。