

社 团 法 人

日本造船研究協会報告

第 35 号

昭 和 37 年 11 月

船用蒸気タービン抽気弁の自動化に関する研究

..... 第 54 研究部会

Experiments on the Automatic Control Equipments for Main
Turbine Bleeder Valve of Turbine Ships.

..... The 54 th Research Committee

The Report
of the
Shipbuilding Research Association
of Japan
Tokyo, JAPAN
No. 35
November 1962

第 54 研究部会 委員名簿

主　　査	石原 荣太郎		
幹　　事	柴田 典雄		
委　　員	池田 貞夫	岩野 満州司	浦木 健次
	太田 文二	菊地 嘉嗣	沢山 武
	設樂 敬治	瀬尾 正雄	橋信義
	長沢 昭三	西陶 正美	浜田 昇
	平井 彰	福村 道夫	船橋 敬三
	松永 隆	村上 豊	吉井 久
	吉原 留次郎		

Membership of the 54th Research Committee

Chairman	Eitarō ISHIHARA		
Secretaries	Norio SHIBATA		
Members	Sadao IKEDA	Masushi IWANO	Kanji URAKI
	Bunji ŌTA	Yoshitsugu KIKUCHI	Takeshi SAWAYAMA
	Keiji SHIDARA	Masao SEO	Nobuyoshi TATHIBANA
	Shiyōzō NAGASAWA	Masayoshi NISHIOKA	Noboru HAMADA
	Akira HIRAI	Michio HUKUMURA	Keizō HUNABASHI
	Takashi MATSUNAGA	Yutaka MURAKAMI	Hisashi YOSHII
	Tomejirō YOSHIHARA		

船用蒸気タービン抽気弁の自動化に関する研究

目 次

第1章 総 説	(1)
第2章 研究目的	(2)
第3章 基礎研究	(3)
第4章 タービンプラント抽気システム自動化案	(5)
第5章 試験装置	(6)
第6章 試験	(11)
第7章 結果	(17)
第8章 考察	(30)

Experiments on the Automatic Control Equipments for Main Turbine Bleeder Valve of Turbine Ships

Introduction

In March 1959, the Minister of Transportation made inquiry on the technical problems and their solutions for the automation of the vessels.

In order to report to this inquiry, several research divisions were organized, and many technical problems were brought up for the automation on the vessels.

As the one of technical problem of solution for the automation on the turbine ships, the automation of bleeding valves was adopted at the 54th Research Committee of the Shipbuilding Research Association of Japan. And the Kobe Shipyard and Engine Works, Mitsubishi Heavy-Industries, Reorganized Ltd. was in charge of the experiments on this automation of bleeding valves.

After several meetings of this committee, the experiments were carried out from March to April, 1962.

Conclusion

The one of bleeding system of the common turbine ship is shown in Fig. 1 and the plan of automation for bleeding valves is shown in Fig. 4.

Detecting the Curtis stage steam pressure, which change in proportion to turbine load, operates a magnet valve by a pressure switch, and the automatic non-return bleeding valves are operated by air piston. And bleeding steam and live steam are exchanged by change valves as the bleeding valve. Opening and closing of these valves are indicated by lamps on a valve position indicate panel.

Fig. 5 shows the diagram of a experiment equipment. The steam pressure are reduced from 40 kg/cm^2 to $0 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$, and to each pipe line through a steam receiver. Each lines are fitted with pressure gauges, thermometer, orifice, detecting head for oscillograph, and valves.

Detail of bleeding valves and change valves are shown Fig. 7, 8, 9.

From results of experiments, following are considerable.

1. The upper limit and lower limit of pressure switch is from 0.2 kg/cm^2 to about 3 kg/cm^2 . So if the pressure of Curtis stage is going down when the turbine bleded all at once, the pressure switch is not occur the hunching.
2. In this experiment the steam flow was not suitable because a test boiler was small capacity.
3. Air piston operating time was not suitable when the bleeding valve is open. But it has no problem for operation of turbine plant and circle.
And if you will intend to improve this, it is better and easy to use two sets of pressure switch.
4. A hand operating equipment for bleeding valve must be improved.
5. It is useful to use the air piston operated change valve for the automation of another systems.

船用蒸気タービン抽気弁の自動化に関する研究

第1章 総 説

本研究は船用蒸気タービン自動化の一端として、「船用蒸気タービン抽気弁の自動化に関する研究」を実施するため昭和36年4月に社団法人日本造船研究協会内に第54研究部会が設立され、新三菱重工業株式会社神戸造船所が幹事会社となり、同社で昭和37年3月から4月にかけて実験された。

抽気弁の自動化は出入港に於ける操作を必要としなくなる点に於て機関部員の労力低減が大きく、タービン船の自動化を大きく進めるものとして研究題目に取上げられた。

第2章 研究目的

2.1 現タービンプラント抽気システム

一般に船用タービンプラントではFig. 1の如く高圧タービンからの第1段抽気は低圧蒸気発生装置又は空気加熱器に導かれている。第2段抽気は脱気給水加熱器又は脱気給水加熱および空気加熱器の加熱に用いられている。更に低圧タービンからの第3段抽気は第1段給水加熱器の加熱および海水蒸溜装置の加熱に使用されている。

以上の各抽気管のタービン出口には通常ねじ締め逆止玉形弁又はねじ締め逆止蝶弁が装備されており、抽気圧力が上がれば手動にてこれらの弁を開いている。又脱気給水加熱器の加熱蒸気は抽気弁のみを開けば自動的に生蒸気と切換る様、空気作動圧力調整弁が脱気給水加熱器の手前に装備されている。

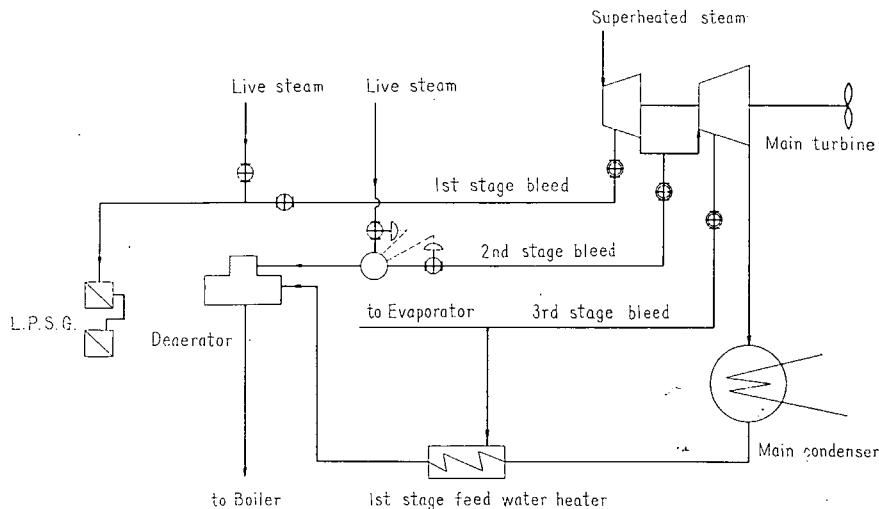


Fig. 1 Resent merchant turbine ship bleeding system

2.2 研究目的

現状では上記の様に主機負荷が上り抽気圧力が上れば、手動にて弁ハンドルを動かしている。しかしながら将来船用プラントでも自動化が大きく取入れられれば、当然手で動かす様なことは止めなければならない。

そこで本研究では主機負荷が或る所へ来れば自動的に開閉し、しかも逆止弁の性質をも具備するものを研究すれば自動化を促進すると同時に正確なるプラントの運転が期待出来熱管理の目的に適するものである。

第3章 基礎研究

3.1 主機負荷変動に対する各抽気点圧力変化

各抽気点の主機負荷に対する圧力変化を調べるため、次の各船について海上試運転の実績を調べ図にした結果は Fig. 2, Fig. 3 の通りである。

Fig. 2 第886番船 主機連続最大出力 19,500 ps

Fig. 3 第914番船 主機連続最大出力 18,500 ps

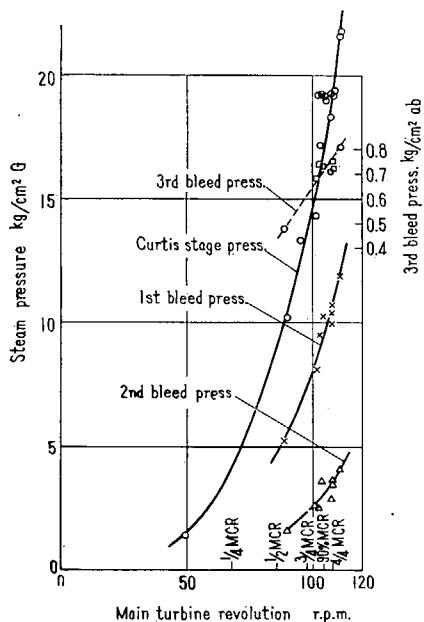


Fig. 2 Trial results of bleeding press.
(# 886)

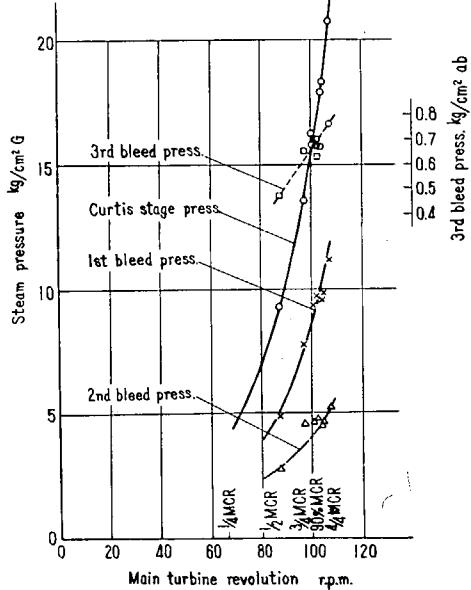


Fig. 3 Trial results of bleeding press.
(# 914)

3.2 弁開閉作動方式の選定

弁開閉作動方式としては電気式、油圧式および空気式の3種が考えられる。

電気式としてはモーター駆動、電磁弁使用の方法と2種類考えられるがいづれにしてにしても直結すれば温度に対する保護を考えねばならず、間接で行うと云うことは結局油圧または空気式となるので電気式は不適当と考えられる。

次に油圧式であるが、これは空気式と大差なく、現在タービン船で用いられている諸調整弁、諸減圧弁、缶用自動燃焼装置が空気作動であることを考慮し、本研究では空気式を採用することとした。

3.3 弁型式の選定

逆止弁の型式としては玉形弁と蝶弁があるが、玉形弁にピストンを付けると豊方向に長いものとなり、弁全体として大きくなる。この点蝶弁であれば比較的コンパクトなものとなる。

また、それ以上に玉形弁は蝶弁に比べて抵抗が大きく、圧力損失を少なくしたい抽気管系では蝶弁の方が有利である。従って本研究では蝶弁を採用することとした。

3.4 主機負荷に対する弁開閉点の決定

主機負荷に比例するものとしてまづ考えられるものは軸回転数であるが、抽気をしない後進時に対する考慮、荒天或いは旋回時に於ける回転低下を考えれば、回転数を負荷の検出点とするのは不適当である。

次に考えられるものは蒸気室圧力であるが、蒸気室圧力はタービンノズルの数によって段階的に変化する。

そこで蒸気室圧力よりもカーチス段落での圧力を検出することにすれば主機負荷に相当比例して変化するので最適と考えられる。

第4章 タービンプラント抽気システム自動化案

主機負荷の上下に比例して変化するカーチス段落の圧力を検出し、圧力リレーにより電磁弁の開閉を行い、各段抽気弁である自動開閉逆止弁のピストンに空気を出入させることにより弁の開閉を行う。

含せて脱気給水加熱器以外の管系も生蒸気との切換えを、抽気弁と同様に高圧タービンカーチス段落の圧力を検出することによって自動的に行なう様にする。

また、これら自動抽気弁および自動切換弁の開閉はグラフィックパネルまたは弁開閉表示板を設けランプの点滅によって表示される様にする。

なお上記システムを Fig. 4 に示す。

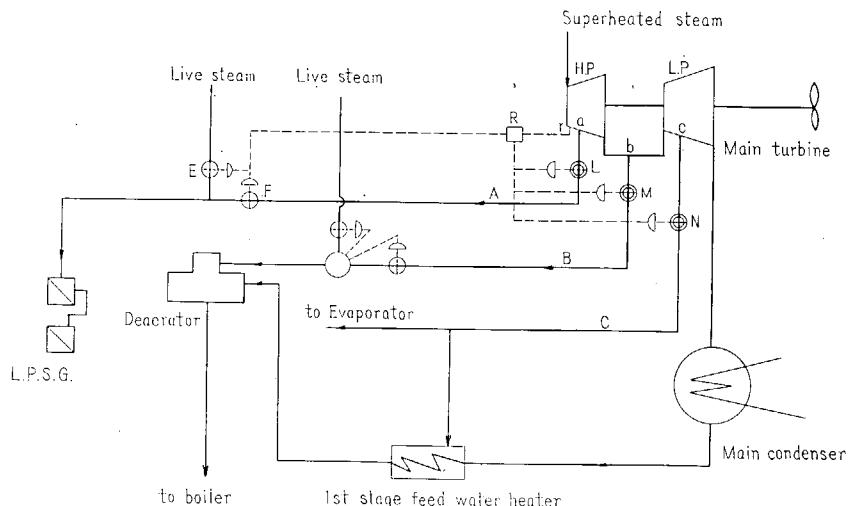


Fig. 4 Bleeding system automatic plan for merchant turbine ship

第5章 試験装置

5・1 工場設備

出来得る限り工場設備を利用するため試験施行場所である第三機械課の運転設備を調べた所、次のものが利用出来ると考えられた。

- | | |
|-------|---|
| a 蒸気源 | 第一機械課より $40 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ 飽和蒸気 |
| b 空気源 | $5 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ |
| c 電 源 | 220 VAC 60㎐ |

5・2 試験装置

Fig. 5 に示す様に工場内蒸気 ($40 \text{ kg/cm}^2\text{G}$) を減圧弁 A で $0 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$ に減圧して蒸気溜 S に入れる。S からは各々高圧、中圧、低圧に相当する $65 \text{ mm}\phi$, $125 \text{ mm}\phi$, $250 \text{ mm}\phi$ の各管系に蒸気を送る。

$125 \text{ mm}\phi$ の管系は最高 6 kg/cm^2 , $250 \text{ mm}\phi$ の管系は 0.5 kg/cm^2 に各々圧力調整弁 B, C で減圧する。又各管系には実験目的である抽気弁 L, M, N を設ける。その他生蒸気としては高圧管系 ($65 \text{ mm}\phi$) に対し、切換弁 E, F を設け、生蒸気としては蒸気溜の手前より取ることとする。

又各管系には実験目的である抽気弁の他に各々オリフィス、圧力計、温度計及び弁を設け、管系の流量を計測および調節出来る様にする。

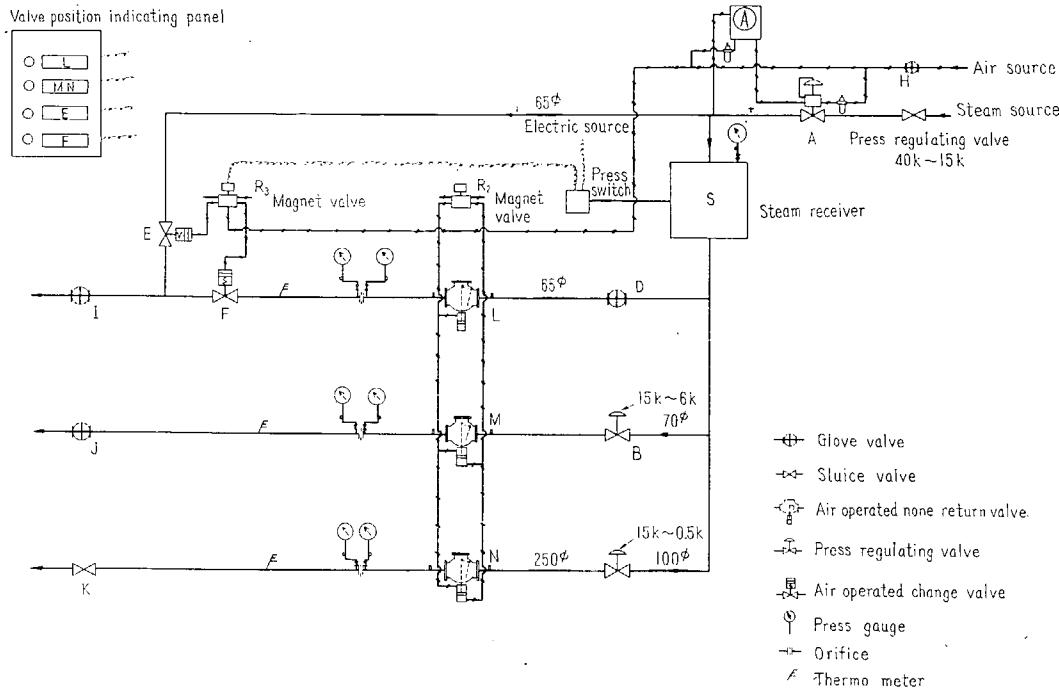


Fig. 5 Test equipment diagram

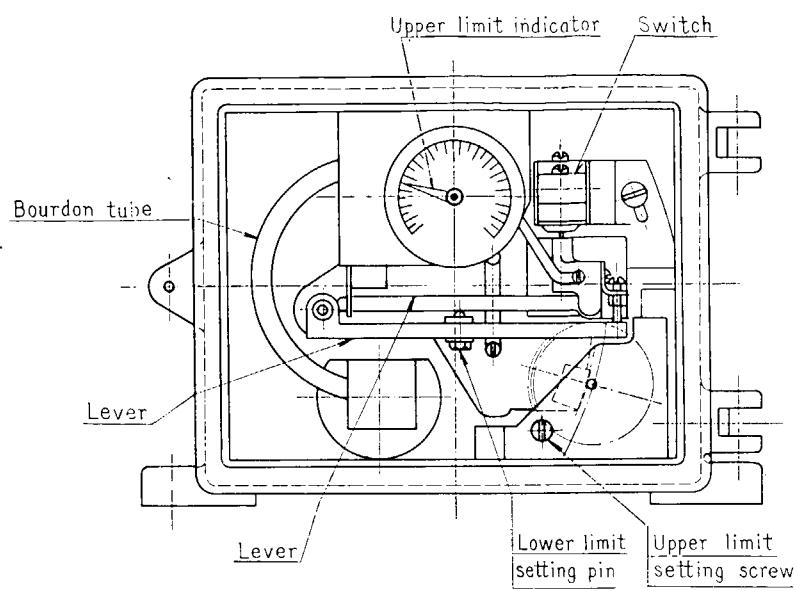


Fig. 6 Pressure switch

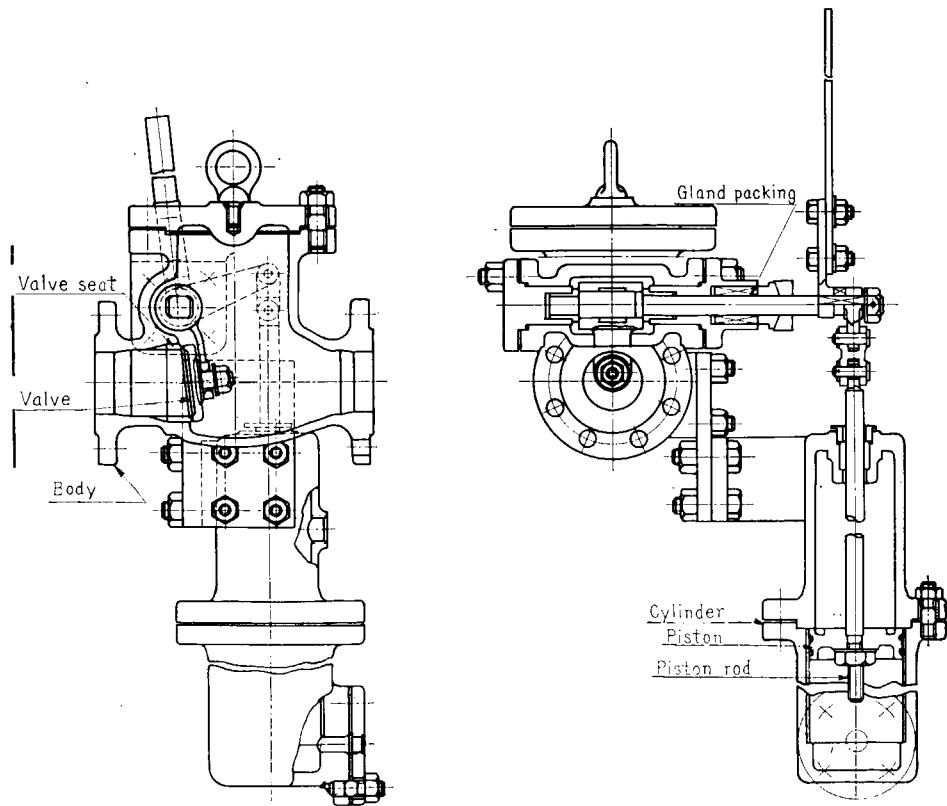


Fig. 7 Automatic control bleeding valve (L)

一方圧力調整弁 A のセットを徐々に変えて蒸気溜 S の圧力を増減させる。此の蒸気溜 S の圧力の増減によって圧力スイッチ R を働かせて、電磁弁 R₂を開閉させることによって抽気弁 L, M, N および切換弁 E, F を開閉する。

又これらの弁の開閉は表示板に図示せしめて抽気の状態を遠隔監視出来る様にする。

5・3 各 装 置

研究装置の管系線図を Fig. 5 に示す。又圧力スイッチの構造図を Fig. 6 に、高圧系抽気弁の組立構造図を Fig. 7 に、中低圧連動抽気弁の組立構造図を Fig. 8 に、切換用ピストン弁を Fig. 9 に示す。

又連動抽気弁の写真を Fig. 10 に、研究装置全体の写真を Fig. 11 に示す。

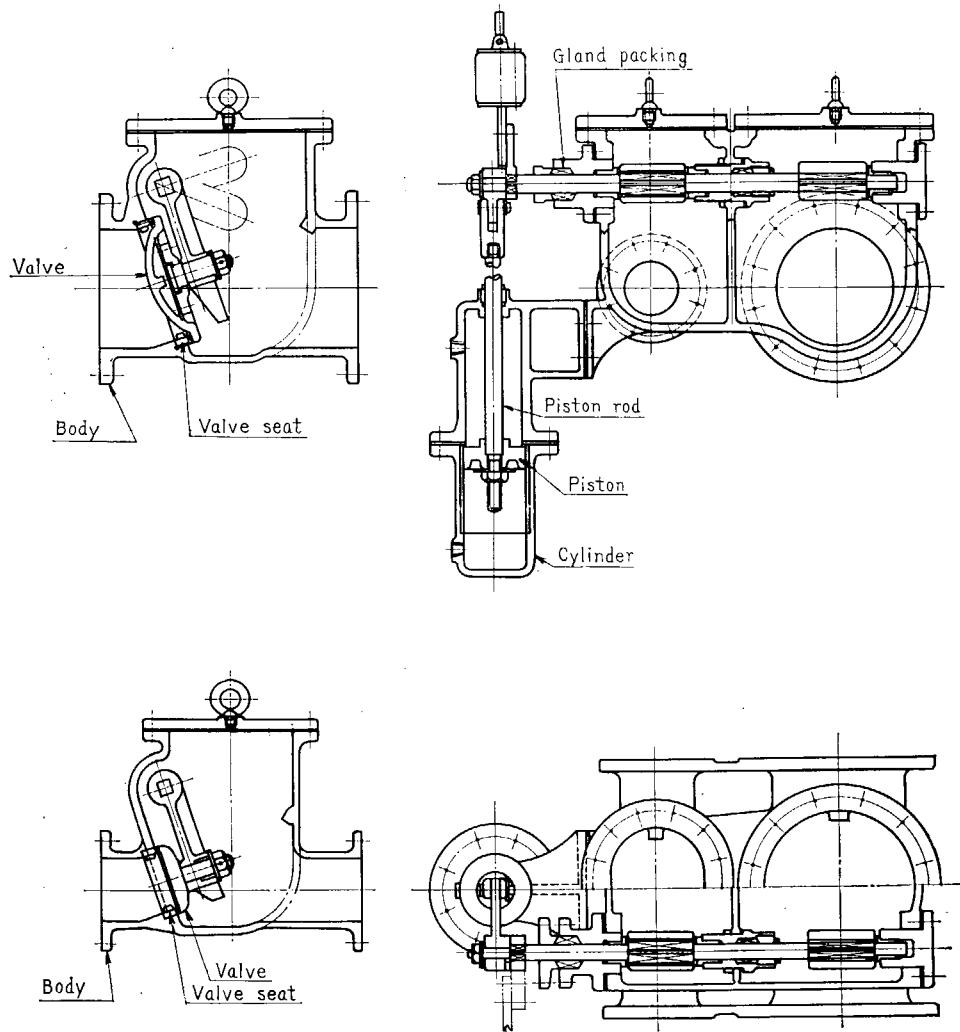


Fig. 8 Automatic control bleeding valve (MN)

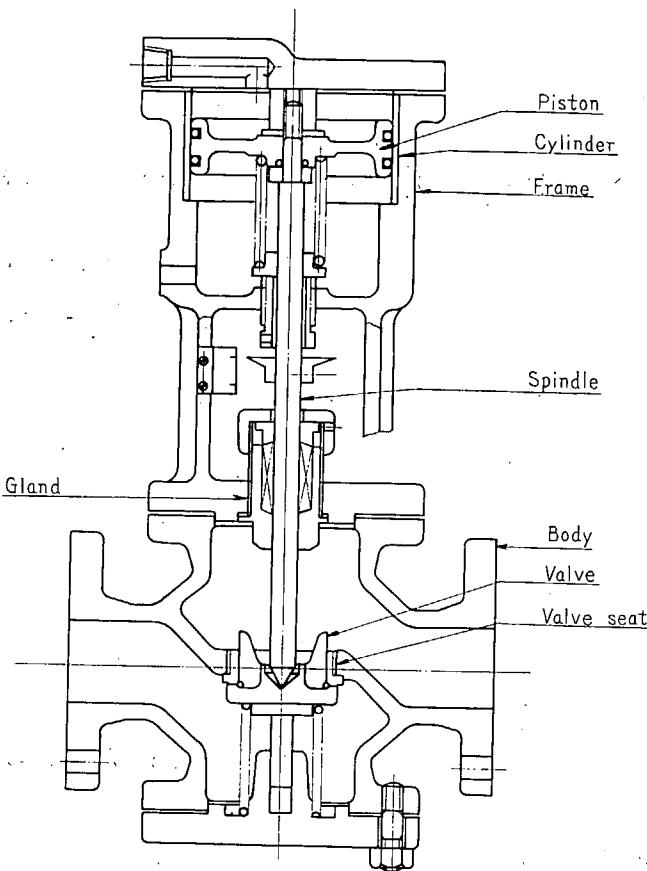


Fig. 9 Change valve

5.4 計測装置

5.4.1 圧力

計測点	計器	数
蒸気溜	フルードン管, オツシログラフ	1 × 2
抽気弁入口	同 上	3 × 2
抽気弁出口	オツシログラフ	3 × 1
オリフィス入口	フルードン管, オツシログラフ	3 × 2
オリフィス出口	同 上	3 × 2

5.4.2 温度

計測点	計器	数
オリフィス後	棒状温度計	3 × 1

5.4.3 開閉位置

オツシログラフにて各抽気弁および切換弁

5.4.4 流量

各管系に次の口径のオリフィスを設ける。

高圧抽気系	37.2 mm
中圧抽気系	50.7 mm
低圧抽気系	72.0 mm

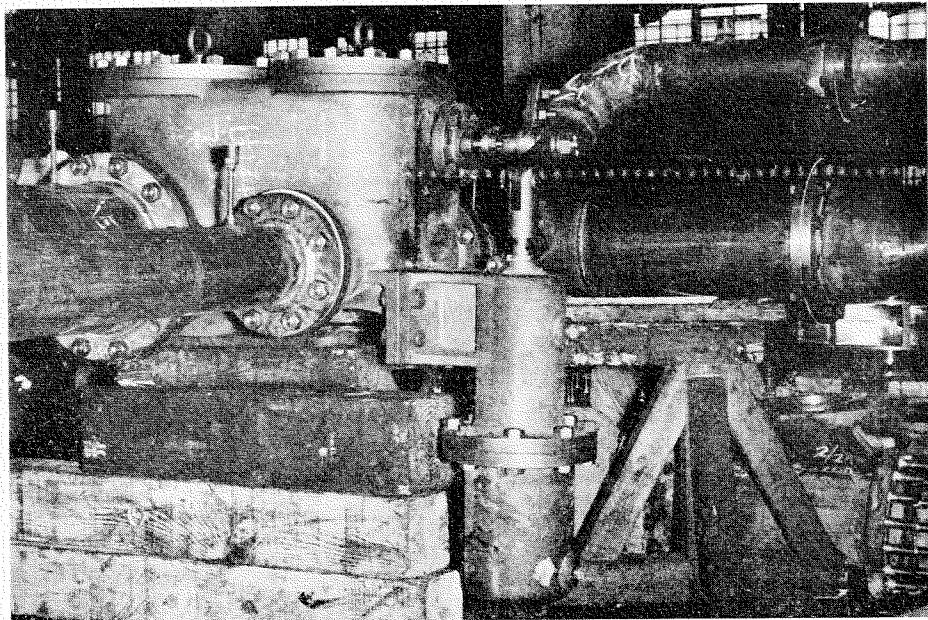


Fig. 10

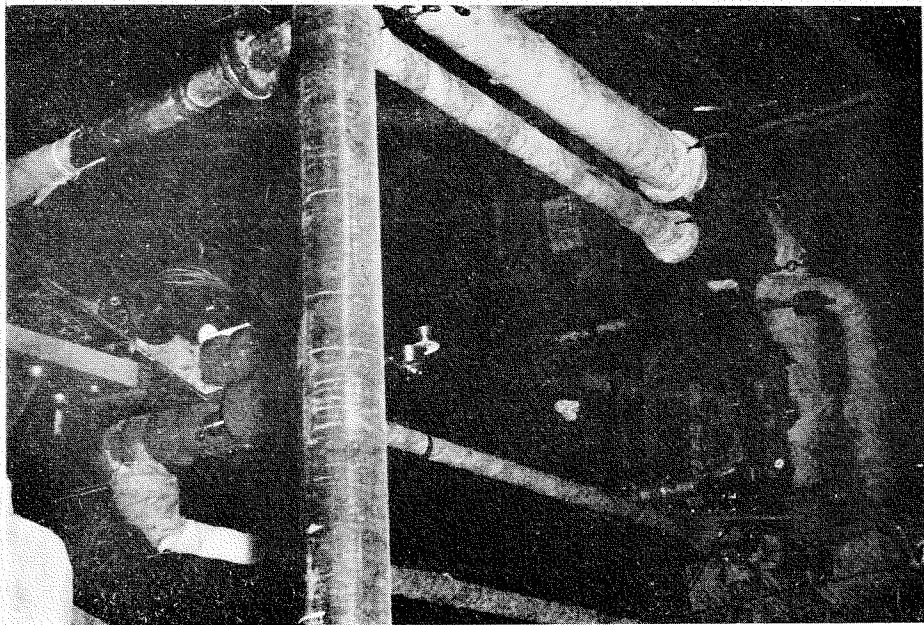


Fig. 11

第6章 試験

6.1 予備試験

6.1.1 作動空気圧力

実験開始時	5.0 kg/cm ²
実験終了時	5.2 kg/cm ²

6.1.2 圧力スイッチ下限設定

圧力スイッチの下限作動圧力は圧力スイッチ内のつまみを動かすことにより上限と下限の範囲を変えることが出来る。

以下の実験では次の点につまみを設定した。

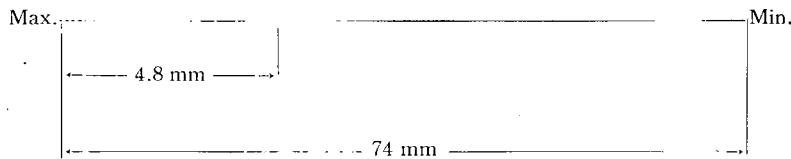


Fig. 12 Press. switch lower limit setting position

6.1.4 抽気弁前圧力0の時の弁開閉

Table 1. High press. line

Measuring number		1	2	3	4	5	6
Press. switch set position	K	2	5	8	10	12	15
Steam receiver press.	(open)	K	—	4.76	7.60	10.75	12.44
	(shut)	K	—	4.5	7.62	10.08	12.20
Valve L (open)	(full)	sec	—	1.25	1.26	1.25	1.27
	(piston)	sec	—	0.70	0.70	0.69	0.70
Valve L (shut)	(full)	sec	—	1.40	1.44	1.45	1.43
	(piston)	sec	—	0.75	0.73	0.76	0.76
Press. of before valve L	K	0	0	0	0	0	0
Change valve (open)	(full)	sec	—	0.11	0.11	0.10	0.12
	(piston)	sec	—	0.11	0.11	0.10	0.12
Change valve E (shut)	(full)	sec	—	0.78	0.76	0.75	0.77
	(piston)	sec	—	0.41	0.38	0.38	0.40
Change valve F (shut)	(full)	sec	—	0.57	0.56	0.55	0.52
	(piston)	sec	—	0.34	0.34	0.35	0.34

Change valve E (open)	(full)	sec	—	0.22	0.25	0.27	0.14	0.26
	(piston)	sec	—	0.22	0.25	0.27	0.14	0.26

但しAの(open)とは抽気弁開き時で圧力スイッチ作動時を示す。

又(shut)は抽気弁閉じ時で圧力スイッチ作動時を示す。

又圧力スイッチ作動時としては電磁弁作動時をとった。

(full) とは弁開き時又は閉じ時に於ける圧力スイッチ作動よりピストン全行程作動終了迄をとった。

(piston) とはピストンが実際に作動した時間をとった。

Table 2. Middle and low press. line

Measuring number			7	8	9	10	11	12
Press. switch set position	K	2	5	8	10	12	15	
Steam receiver press.	(open)	K	1.45	4.15	7.27	9.35	10.95	14.07
	(shut)	K	1.26	3.79	6.89	8.76	10.58	13.68
Valve MN (open)	(full)	sec	1.95	1.90	1.92	1.90	1.90	1.94
	(piston)	sec	1.33	1.28	1.26	1.25	1.27	1.28
Valve MN (shut)	(full)	sec	1.95	1.90	1.80	1.80	1.76	1.75
	(piston)	sec	1.12	1.11	1.12	1.10	1.05	1.04
Press. of before valve M	K	0	0	0	0	0	0	
Press. of before valve N	K	0	0	0	0	0	0	

6.1.4 流量と弁開度の関係

Table 3. High press. line

Measuring number		13	14	15	16	17	18	19	20	21
Steam receiver press.	K	4.9	4.0	3.8	9.0	8.1	8.2	11.9	11.6	11.2
Valve opening	degree	5.2	11.6	12.5	13.6	15.7	18.9	19.5	19.9	24.7
Press. of before orifice	K	4.5	3.5	3.2	8.2	7.3	7.1	11.0	10.4	10.0
Press. of after orifice	K	4.3	3.4	2.9	7.1	5.3	4.4	8.7	6.9	5.0
Steam temp.	°C	153	142	139	170	163	157	178	171	165

Table 4. Middle press. line

Measuring number		22	23	24	25	26	27	28	29	30
Steam receiver press.	K	3.1	2.0	2.0	3.9	3.4	4.0	6.5	6.5	5.1
Valve opening	degree	0	0	0	0	2.2	3.0	3.0	3.0	3.0
Press. of before orifice	K	2.32	1.71	1.62	3.2	2.7	2.6	6.4	6.0	4.2
Press. of after orifice	K	2.28	1.65	1.75	2.95	2.35	2.05	5.85	5.45	3.35
Steam temp.	°C	133	129.5	128	141.5	138	137	155	152	144.5

Table 5. Low press. line

Measuring number		31	32	33	34	35	36
Steam receiver press.	K	0.7	4.2	1.6	3.8	3.9	3.6
Valve opening	degree	0	8.8	8.8	8.8	10.4	11.8
Press. of before orifice	K	0.52	0.32	0.52	1.52	1.72	1.22
Press. of after orifice	K	0.45	0.10	0.05	0.40	0.91	0.10
Steam temp.	°C	106	106	104	109.5	118	123

6.2 本 実 験

6.2.1 作動状態に於ける各弁開閉

Table 6. High press. line

Measuring number		37	38	39
Press. switch set position	K	5	8	10
Steam receiver press.	(open)	K	4.33	6.98
	(shut)	K	3.94	6.62
Valve L (open)	(full)	sec	1.20	1.20
	(piston)	sec	0.72	0.76
Valve L (shut)	(full)	sec	1.44	1.42
	(piston)	sec	0.77	0.80
Change valve F (open)	(full)	sec	0.12	0.11
	(piston)	sec	0.12	0.11
Change valve E (shut)	(full)	sec	0.53	0.53
	(piston)	sec	0.19	0.20

Change valve F (shut)	(full)	sec	0.47	0.38	0.38
	(piston)	sec	0.27	0.22	0.20
Cdange valve E (open)	(full)	sec	0.27	0.28	0.28
	(piston)	sec	0.27	0.28	0.28
Press. of before orifice		K	1.42	1.95	3.65
Press. of after orifice		K	1.33	1.82	3.50
Steam temp.		°C	146	142	162

Table 7. Middle press. line

Measuring number			40	41	42
Press. switch set position		K	5	8	10
Steam receiver press.	(open)	K	3.63	6.54	8.77
	(shut)	K	3.38	6.08	8.42
Valve M (open)	(full)	sec	1.86	1.87	1.85
	(piston)	sec	1.25	1.24	1.27
Valve N (shut)	(full)	sec	1.85	1.85	1.82
	(piston)	sec	1.07	1.08	1.05
Press. of before orifice		K	0.12	0.22	0.30
Press. of after orifice		K	0.04	0.05	0.07
Steam temp.		°C	115	132	143

Table 8. Low press. line

Measuring number			43	44	45
Press. switch set position		K	5	8	10
Steam receiver press.	(open)	K	4.28	7.05	9.25
	(shut)	K	3.86	6.86	8.95
Valve N (open)	(full)	sec	1.87	1.83	1.83
	(piston)	sec	1.27	1.30	1.33
Valve N (shut)	(full)	sec	1.76	1.83	1.86
	(piston)	sec	1.07	1.09	1.11
Press. of before orifice		K	0.10	0.15	0.20
Press. of after orifice		K	0	0	0.05
Steam temp.		°C	100	100	113

6・2・2 全系統の関連

Table 9.

Measuring number		46	47
Press. switch set position	K	5	10
Steam receiver press.	(open)	K	4.22
	(shut)	K	4.01
Valve L (open)	(full)	sec	1.25
	(piston)	sec	0.72
Valve L (shut)	(full)	sec	1.54
	(piston)	sec	0.86
Valve MN (open)	(full)	sec	1.85
	(piston)	sec	1.21
Valve MN (shut)	(full)	sec	1.84
	(piston)	sec	1.07
Change valve F (open)	(full)	sec	0.07
	(piston)	sec	0.07
Change valve E (shut)	(full)	sec	0.74
	(piston)	sec	0.35
Change valve F (shut)	(full)	sec	0.59
	(piston)	sec	0.32
Change valve E (open)	(full)	sec	0.22
	(piston)	sec	0.22

6・2・3 圧力スイッチ作動とピストン弁作動迄の時間おくれ

これ迄の時間は全て最初のピストン弁が作動し始めてからの時間をとったが、実際には圧力スイッチが作動してからピストン弁が作動し始める迄少し時間おくれがあるがここにそのおくれを計測した。

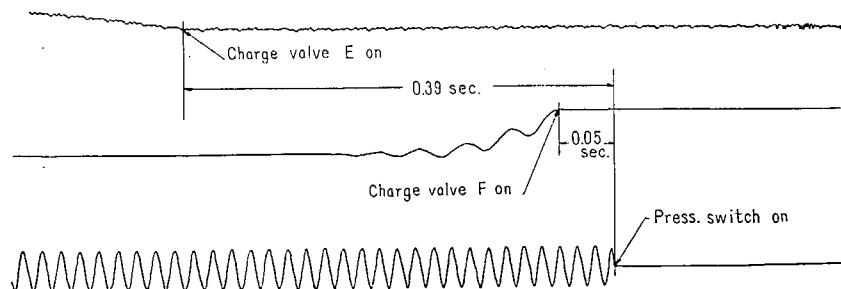


Fig. 13 Time loss of change valve (Opening)

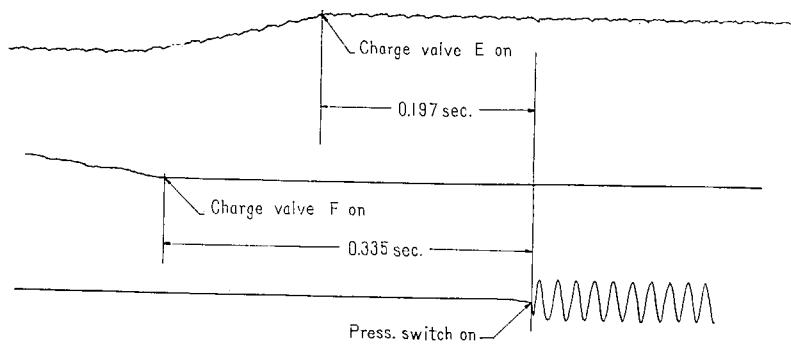


Fig. 14 Time loss of charge valve (Shutting)

第7章 結 果

7.1 圧力スイッチの特性

7.1.1 圧力スイッチの設定圧力は圧力スイッチそのものに圧力計が付いていないため、設定値は蒸気溜圧力に合わせた。

従って設定値と作動圧力の違いは蒸気溜圧力計の誤差の他、圧力スイッチの設定目盛の誤差が入っている。

7.1.2 圧力スイッチの設定値に対する上限作動圧力と下限作動圧力は共にスイッチのつまみを動かすことによって出来るが、その特性を Fig. 15 および Fig. 16 に示す。

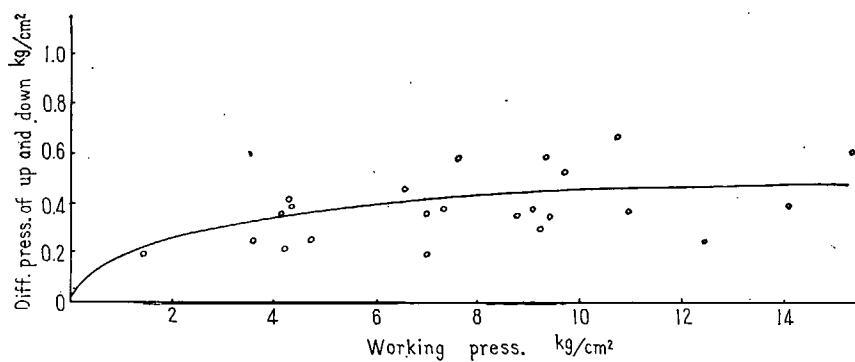


Fig. 15 Pressure switch performance for working pressure

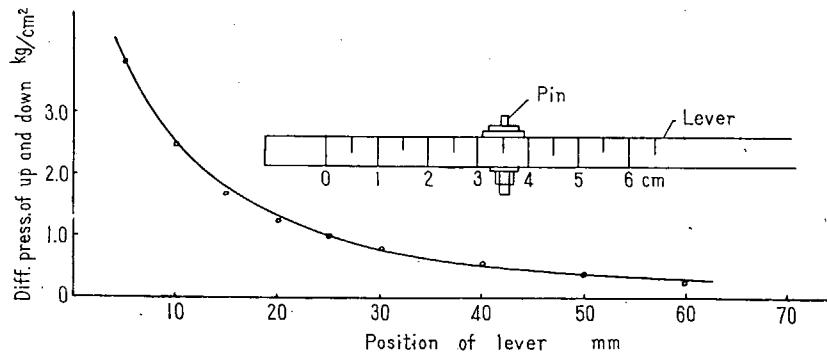


Fig. 16 Pressure switch performance for lower limit set position

7.2 流量と弁開度の関係

7.2.1 流量計算

流量計算式は次の式によって計算を行なった。

$$q = 0.01252 m \alpha D^2 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

但し	$q = \text{流量 } m^3/h$	$\epsilon = \text{膨張係数}$
	$m = \text{しぶり比 } = d^2/D^2$	$\rho = \text{しぶり装置の上流側密度 } kg/m^3$
	$\alpha = \text{流量係数}$	$P_1 - P_2 = \text{上流, 下流の圧力差 } kgw/m^2$
	$D = \text{管路内径 } mm$	(or mmAq)

以下諸係数は「プロセス計測制御便覧」(日刊工業新聞社発行)による。

高圧抽気系流量計算式

$$q = 0.01252 \times 0.3 \times 0.635 \times 1.008 \times 1.014 \times 1.002 \times 67.9^2 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$$

$$= 11.25 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

中圧抽気系流量計算式

$$q = 0.01252 \times 0.15 \times 0.610 \times 1.003 \times 1.010 \times 1.001 \times 130.8^2 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$$

$$= 19.85 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

低圧抽気系流量計算式

$$q = 0.01252 \times 0.08 \times 0.602 \times 1.0 \times 1.005 \times 1.001 \times 254.2^2 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$$

$$= 39.1 \epsilon \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$$

7.2.2 流量計算結果

上の式による計算結果を以下に示す。

Table 10. High press. line

Measuring number	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Press. of before orifice (kg/cm ²)	4.5	3.5	3.2	8.2	7.3	7.1	11.0	10.4	10.0
Press. of after orifice (kg/cm ²)	4.3	3.4	2.9	7.1	5.3	4.4	8.7	6.9	5.0
Steam temp. (°C)	153	142	139	170	163	157	178	171	165
Specific gravity (kg/m ³)	2.87	2.38	2.22	4.66	4.22	4.05	6.00	5.72	5.53
Press. diff. (kg/cm ²)	0.2	0.1	0.3	1.1	2.0	2.7	2.3	3.5	5.0
$(P_1 - P_2)/P_1$	0.05	0.03	0.09	0.13	0.27	0.38	0.21	0.34	0.50
ϵ	0.98	0.98	0.97	0.95	0.90	0.86	0.92	0.88	0.83
$q \text{ m}^3/\text{h}$	292	226	408	520	698	792	642	775	890
$g \text{ kg/h}$	838	536	892	2,425	2,950	3,200	3,850	4,440	4,920

Table 11. Middle press. line

Measuring number	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P_1 kg/cm ²	2.32	1.71	1.82	3.20	2.70	2.60	6.40	6.00	4.20
P_2 "	2.28	1.65	1.75	2.95	2.35	2.05	5.85	5.45	3.35
Steam temp. (°C)	133	129.5	128	141.5	138	137	155	152	144.5
Specific gravity (kg/m ³)	1.79	1.47	1.52	2.22	1.97	1.92	3.80	3.60	2.77
$P_1 - P_2$ kg/cm ²	0.04	0.06	0.07	0.25	0.35	0.55	0.55	0.55	0.85
$(P_1 - P_2)/P_1$	0.01	0.02	0.02	0.06	0.09	0.15	0.07	0.08	0.16
ϵ	1.0	0.95	0.95	0.98	0.965	0.945	0.97	0.97	0.945
q m ³ /h	282	382	405	653	810	1,005	735	755	1,040
g kg/h	505	562	616	1,450	1,600	1,930	2,790	2,720	2,880

Table 12. Low press. line

Measuring number	31	32	33	34	35	36
P_1 kg/cm ²	0.52	0.32	0.52	1.52	1.72	1.22
P_2 "	0.45	0.10	0.05	0.40	0.91	0.10
Steam temp. (°C)	106	106	104	109.5	118	123
Specific gravity (kg/m ³)	0.86	0.75	0.86	1.36	1.47	1.23
$P_1 - P_2$ kg/cm ²	0.07	0.22	0.47	1.12	0.81	1.12
$(P_1 - P_2)/P_1$	0.05	0.17	0.31	0.45	0.30	0.51
ϵ	0.98	0.94	0.90	0.85	0.90	0.84
q m ³ /h	1,095	1,960	2,600	3,020	2,610	3,140
g kg/h	942	1,470	2,240	4,110	3,850	3,860

Table 13. All line

Line	High press.			Middle press.			Low press.		
Measuring number	37	38	39	40	41	42	43	44	45
P_1 kg/cm ²	1.42	1.95	3.65	0.12	0.22	0.30	0.10	0.15	0.20
P_2 "	1.33	1.82	3.50	0.04	0.05	0.07	0	0	0.05
Steam temp. (°C)	146	142	162	115	132	143	100	100	113
Specific gravity (kg/m ³)	1.33	1.60	1.95	0.64	0.70	0.94	0.63	0.66	0.69
$P_1 - P_2$ kg/cm ²	0.09	0.13	0.15	0.08	0.17	0.23	0.10	0.15	0.15
$(P_1 - P_2)/P_1$	0.04	0.04	0.03	0.07	0.14	0.18	0.09	0.13	0.13
ϵ	0.99	0.99	0.99	0.98	0.95	0.94	0.97	0.96	0.96
q m ³ /h	290	318	310	688	932	1,040	1,510	1,790	1,750
g kg/h	386	510	605	440	652	770	953	1,180	1,210

7・2・3 流量と弁開度の関係

上記 Table 10～Table 13 迄を図にすると Fig. 17～Fig. 19 となる。

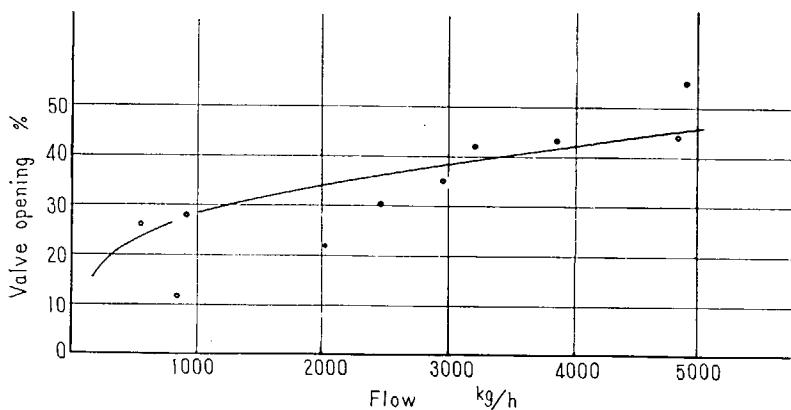


Fig. 17 Steam flow and valve opening
(High pressure bleeding valve)

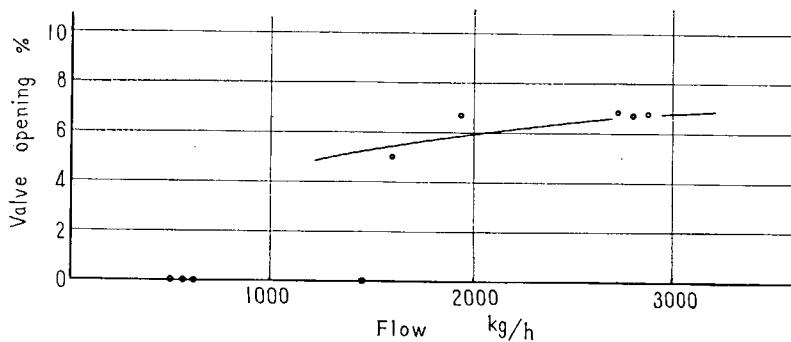


Fig. 18 Steam flow and valve opening
(Middle pressure bleeding valve)

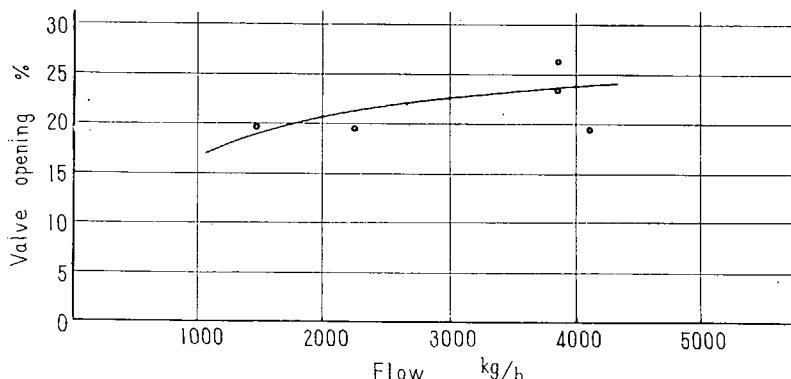


Fig. 19 Steam flow and valve opening
(Low pressure bleeding valve)

7・3 弁開閉時期

7・3・1 圧力スイッチ作動圧力に対する弁開閉時期の影響

弁開閉時期としては抽気弁に対しては弁自体の開閉時期でなく弁を押えているピストンの動作時間をして計測した。この結果を図にあらわしたもののが Fig. 20 および Fig. 21 である。

オツシログラフ採取例を Fig. 25~Fig. 46 に示す。

7・3・2 弁前圧力に対する弁開閉時期の影響

弁前圧力として少々差異はあるが便宜上蒸気溜圧力をとり Fig. 22~Fig. 24 にその結果を示す。

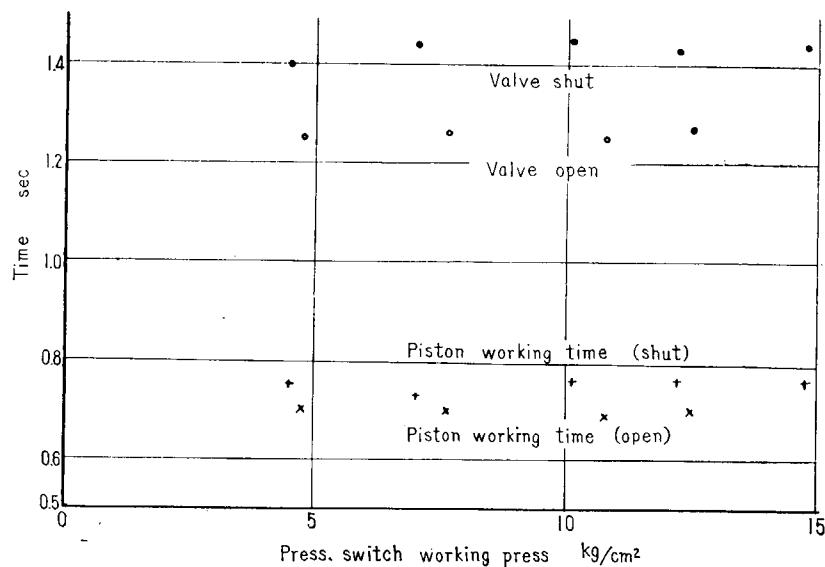


Fig. 20 High pressure bleeding valve (L)

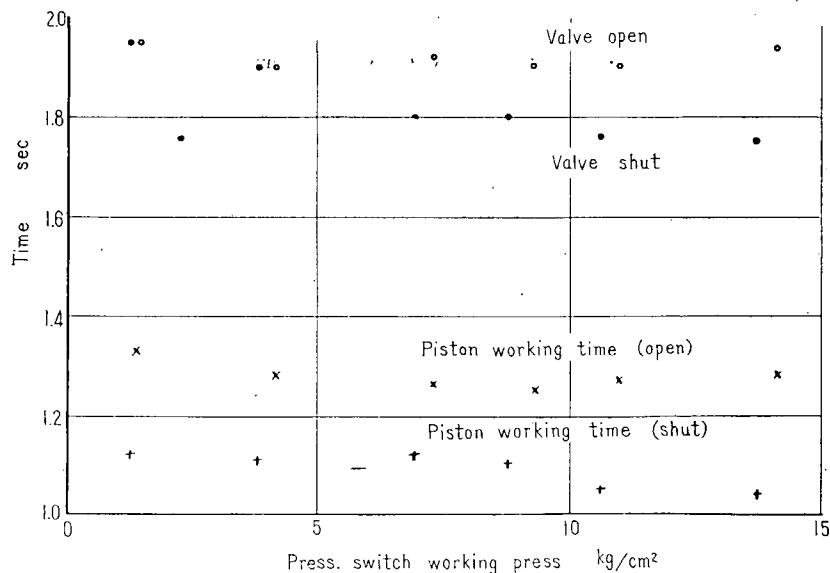


Fig. 21 Middle and low pressure bleeding valve (MN)

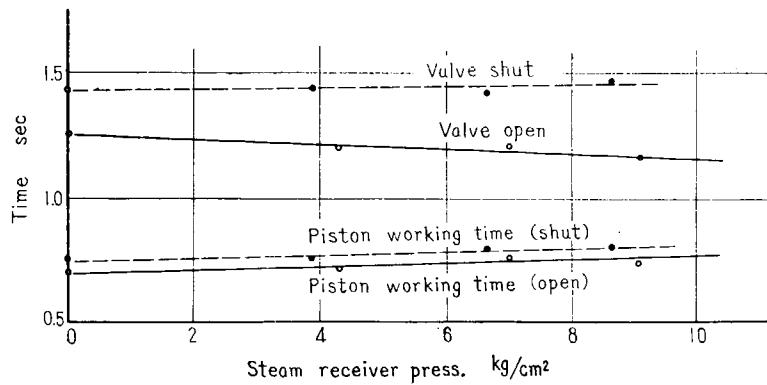


Fig. 22 Influence of steam pressure for opening time (L)

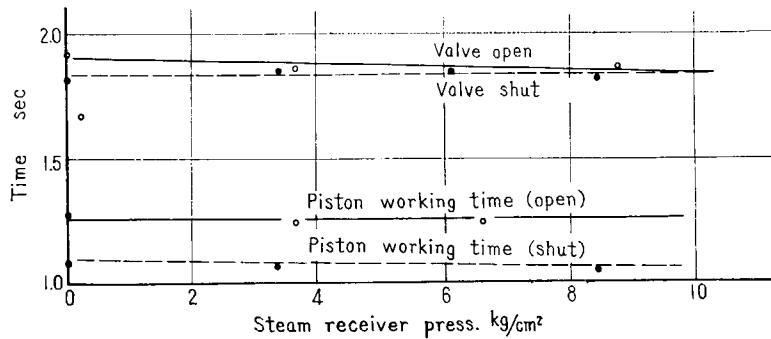


Fig. 23 Influence of steam pressure for opening time (M)

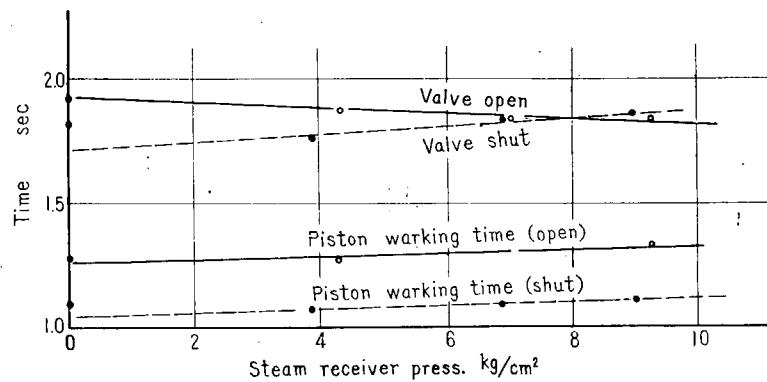


Fig. 24 Influence of steam pressure for opening time (N)

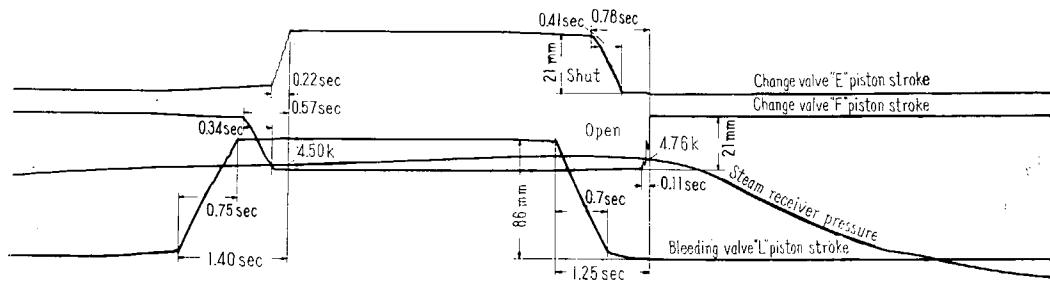


Fig. 25 Measuring No. 2

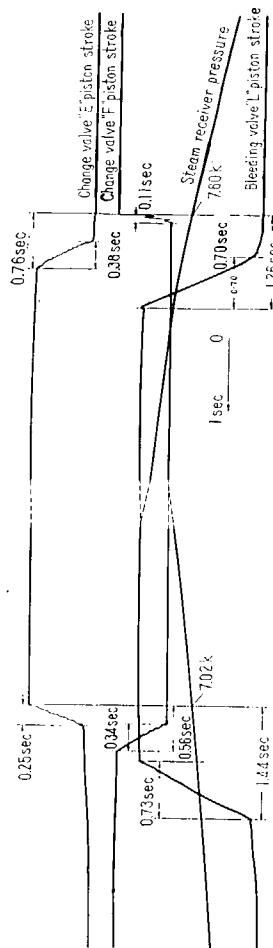


Fig. 26 Measuring No. 3

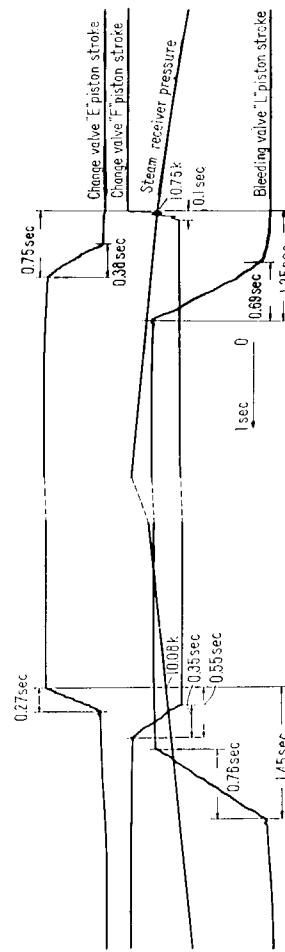


Fig. 27 Measuring No. 4

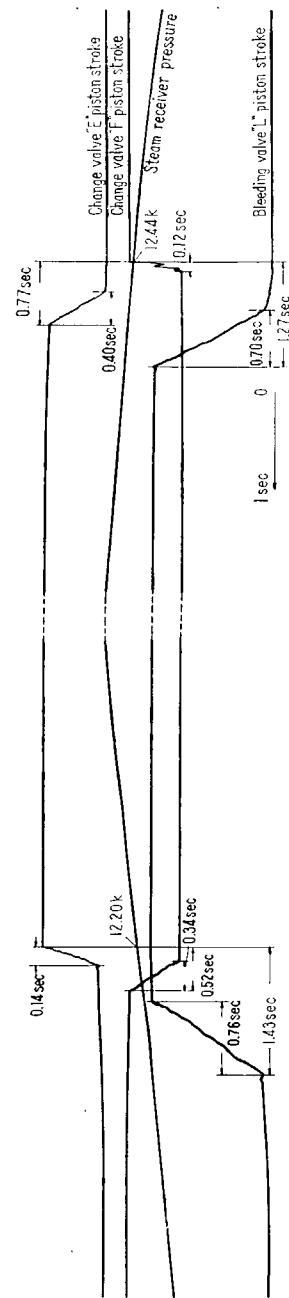


Fig. 28 Measuring No. 5

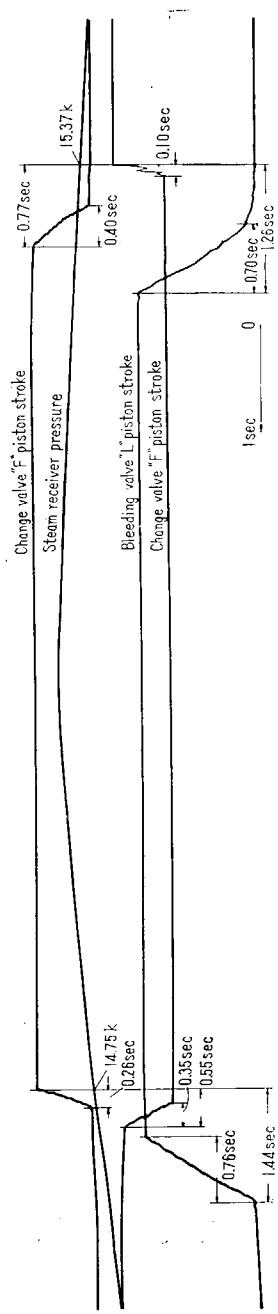


Fig. 29 Measuring No. 6

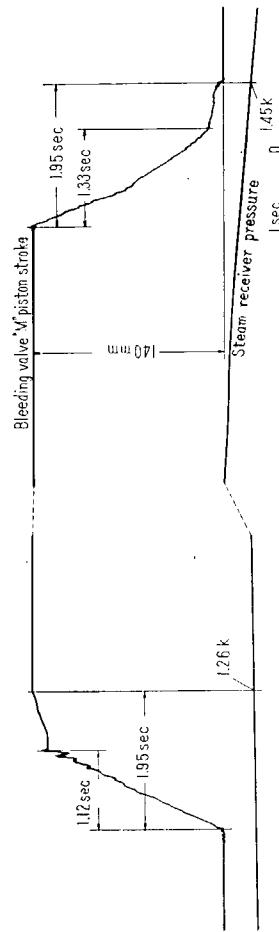


Fig. 30 Measuring No. 7

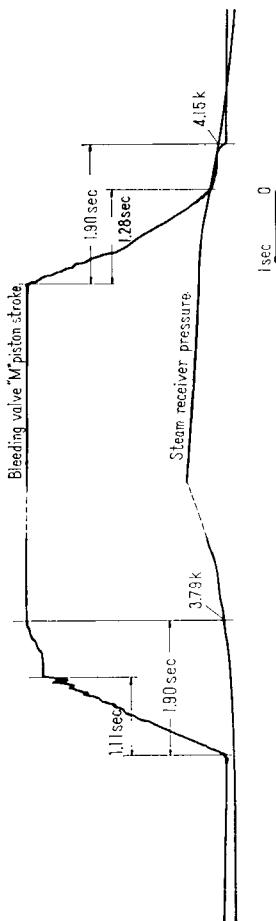


Fig. 31 Measuring No. 8

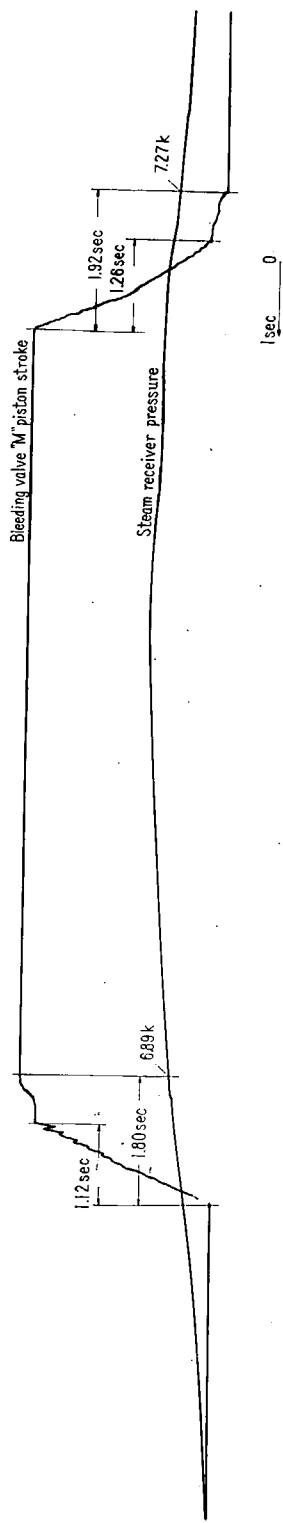


Fig. 32 Measuring No. 9

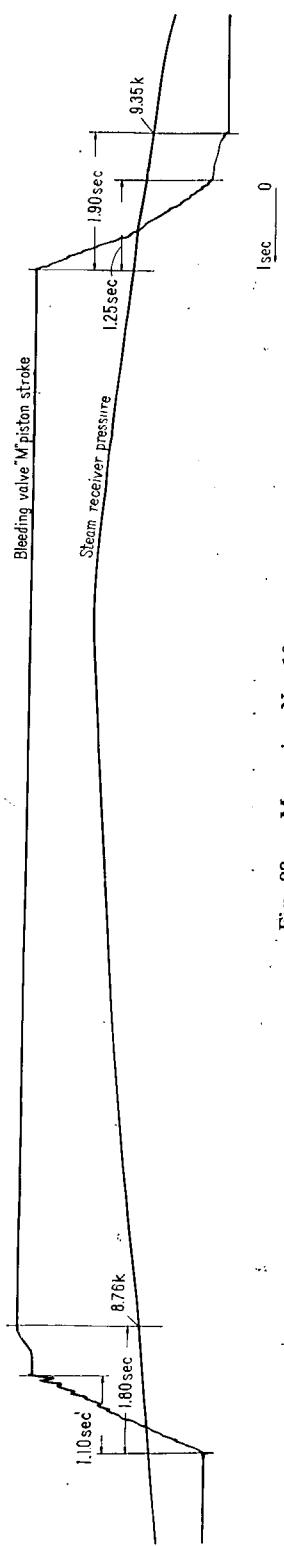


Fig. 33 Measuring No. 10

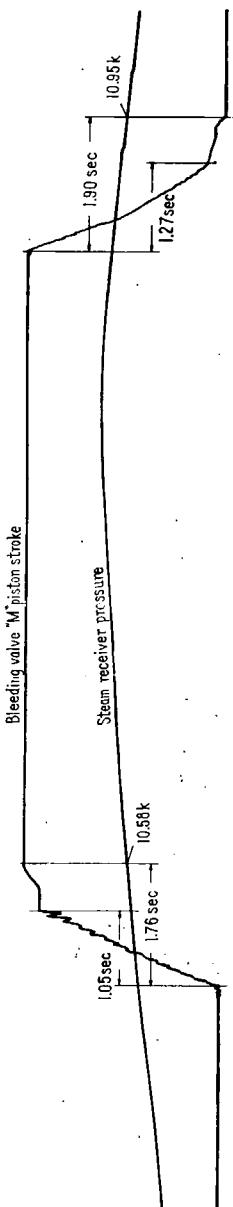


Fig. 34 Measuring No. 11

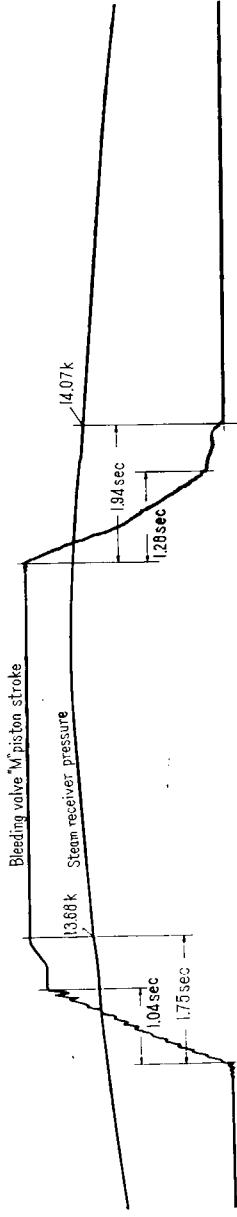


Fig. 35 Measuring No. 12

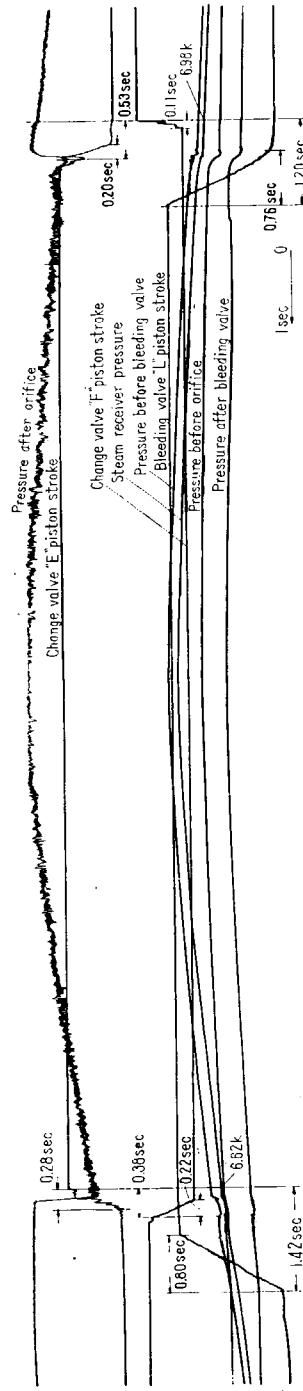


Fig. 36 Measuring No. 37

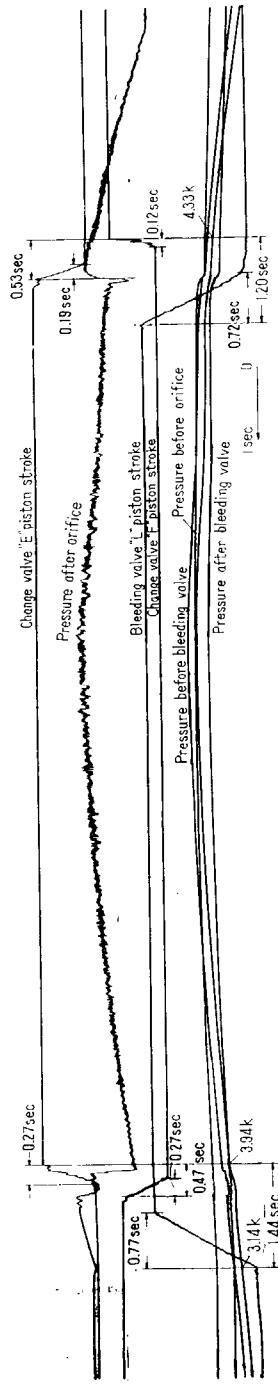


Fig. 37 Measuring No. 38

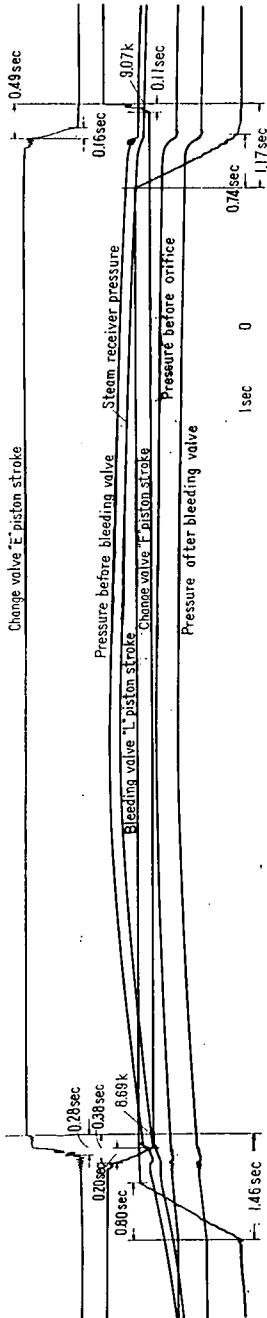


Fig. 38 Measuring No. 39

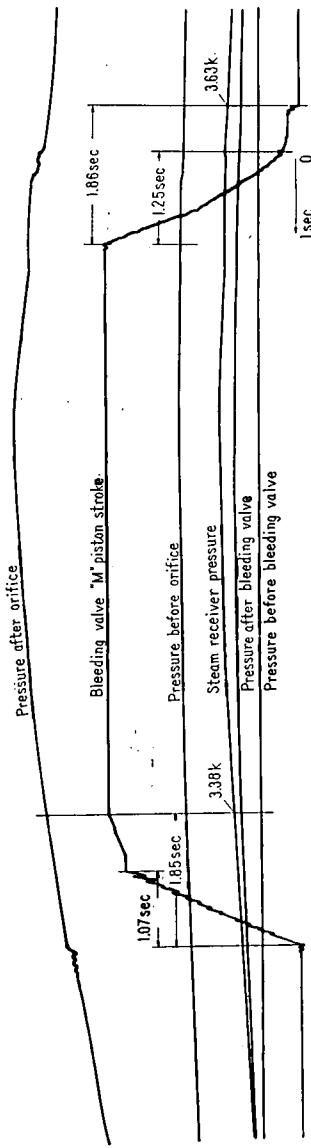


Fig. 39 Measuring No. 40

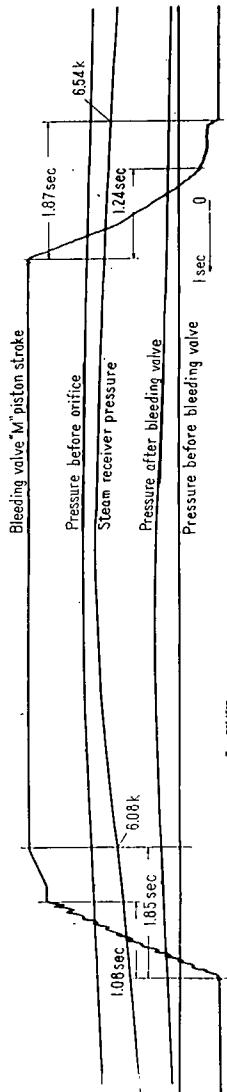


Fig. 40 Measuring No. 41

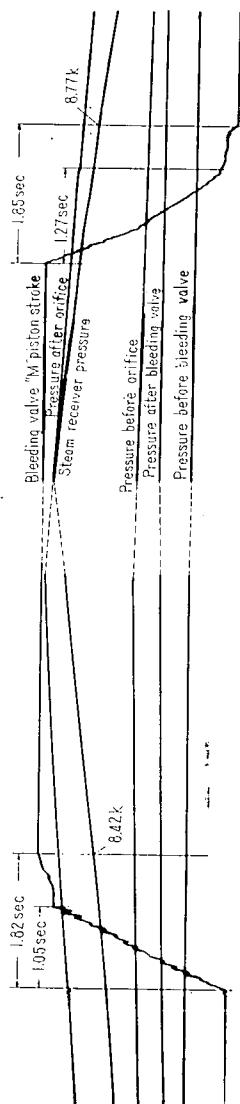


Fig. 41 Measuring No. 42

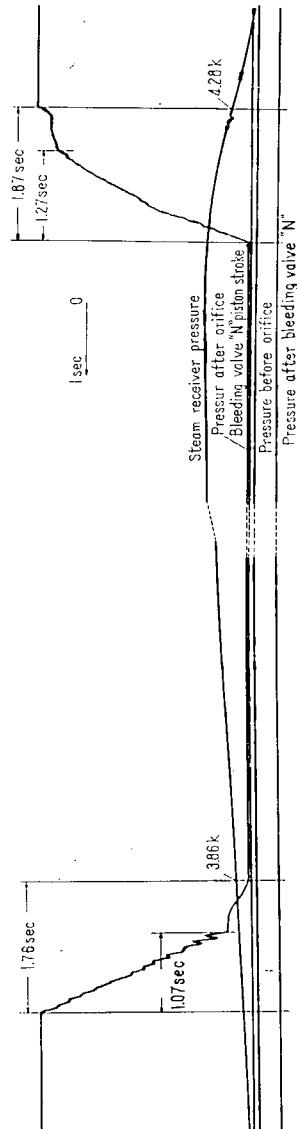


Fig. 42 Measuring No. 43

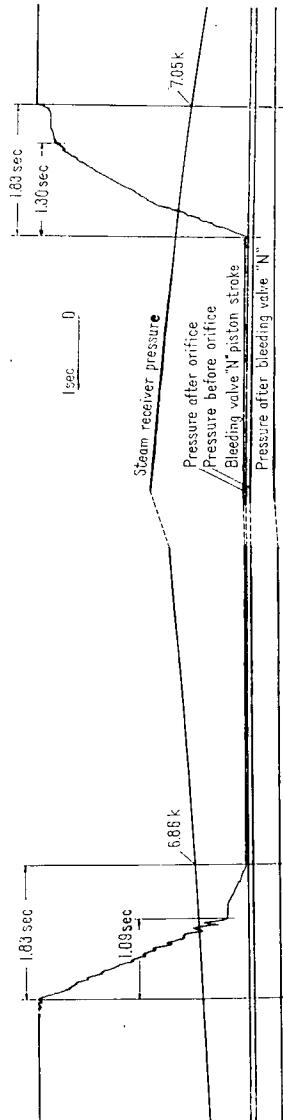


Fig. 43 Measuring No. 44

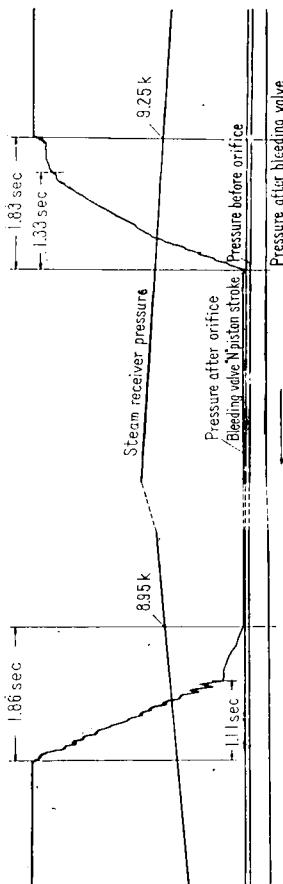


Fig. 44 Measuring No. 45

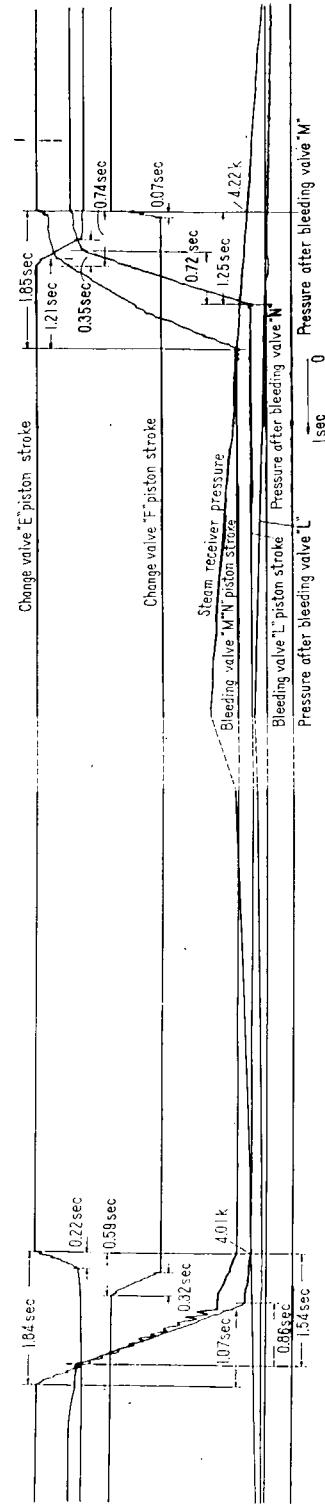


Fig. 45 Measuring No. 46

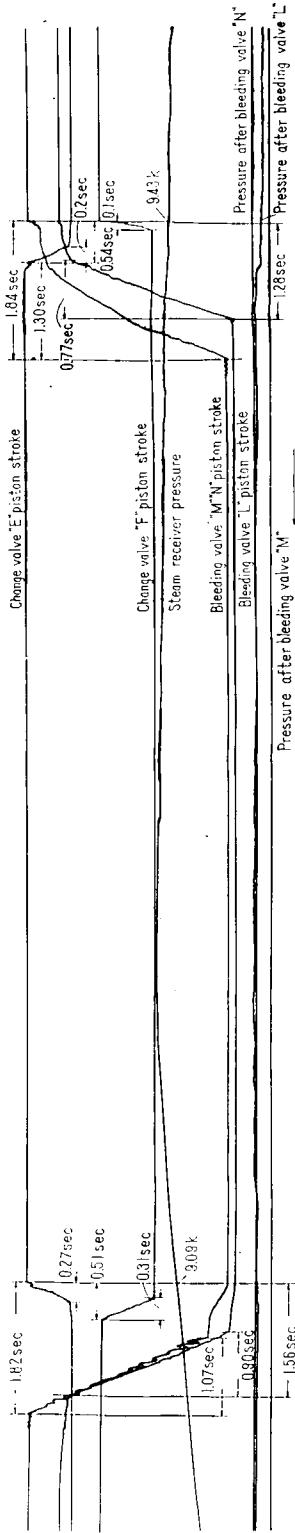


Fig. 46 Measuring No. 47

第8章 考察

8.1 圧力スイッチ

試験で設定した下限の値は上限に対し約 0.4 kg/cm^2 であるが、圧力スイッチとしては $0.2 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ の範囲がある。

従って実船に於て抽氣を一度に行うためカーチス段落の圧力が下がる様なことがあっても、上下限の差を 1 乃至 2 kg/cm^2 位にしておけば問題はない。

ただ現状のままでは圧力差の大きい方が不安定となるので、もう少し圧力差の範囲をゆるくして $0.5 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ 位にすれば最良ではないかと考えられる。

8.2 弁開度と流量の関係

高圧系抽氣弁は口径が小さいためバランスウェイトを持っていないが、その流量に対する弁開度は割に大きい。

これに対し中低圧系抽氣弁は連動弁である上に蒸気をどちらか一方のみにしか通していないので一方の動圧によって他方をも押上げる様になった。その上低圧側はスプリング等を用いているため重量が大きく開きにくくなっている。

又試験設備としての当所ボイラの容量が小さく、充分弁が開くだけの蒸気も流せなかったのは残念である。

8.3 ピストン開閉時期

結果をみると圧力スイッチ設定圧力に対する開閉時期の影響はみられないが弁前圧力の変化に対する影響は予想通りであった。

各弁の開閉時期は開く時には高圧系の切換弁が開き、その後生蒸気系の切換弁が閉まり少ししてから高圧系の抽氣弁が、次に低中圧系の抽氣弁の順で開く。又閉まる場合は生蒸気の切換弁が開き、高圧系の切換弁が閉まり、次に抽氣弁が次に低中圧系の抽氣弁の順で閉く。又閉まる場合は生蒸気の切換弁が開き、高圧系の切換弁が閉まり、次に抽氣弁が順に閉まって行く、したがって閉まる場合には蒸気が切れることがないが開く場合には一時切れることがあるがその時間は短いので問題はない。

しかし、これを改良しようとすれば抽氣弁の動作を早くする方法、切換弁の動作を長くする方法、圧力スイッチをもう一つ付ける方法等があるが、方法としては圧力スイッチを 2 個にするのが一番簡単と考えられる。

次に時間的に一番長く掛るのが低圧抽氣弁であり約 2 秒も掛っている。その内ピストンの動いているのが約 1.5 秒である。

この長く掛る一番の理由は空気の供給管の細いこと($6 \text{ mm}\phi$)、次に電磁弁の容量が小さいこと、空気圧力の小さいこと、等が考えられる。

電磁弁の容量と空気供給管を大きくすることによって相当時間を短縮出来ると思われる。要すれば電磁弁を各ピストンシリンドラー毎に付けても良い。

又船内では空気圧が通常 9 kg/cm^2 であるからもう少し早く、又はエヤシリンダーを小さく出来る。

8.4 抽気弁構造

本実験に使用した抽気弁の構造の内、今後改造或いは考慮を要する部分としてはシャフトの太さをもう少し太くする必要のあること、大きな弁の場合には電磁弁の手動ハンドル以外に手動による開閉の可能な構造にする方が良い。

8.5 その他の

船舶の自動化が叫ばれている今日、本研究に於て開発された自動逆止弁の他、生蒸気の切換に用いたピストン付切換弁もこの抽気以外に対する応用が広く考えられる。例えば蒸気式空気加熱器、海水蒸留器等に応用可能である。

昭和37年11月10日 印刷
昭和37年11月15日 発行

日本造船研究協会報告 第35号

発行人 出 潤 異

発行所 社団法人日本造船研究協会

東京都千代田区九段4の15

電話 (272) 0611-8

内線 (30-34)

印刷所 (有) 啓文堂 松本印刷

東京都新宿区東五軒町26

電話 (301) 2807