

試錐孔間水理試験装置の製作

(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1994年5月

大成建設株式会社

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意してください。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒509-51 岐阜県土岐市泉町定林寺園戸959-31

動力炉・核燃料開発事業団

中部事業所

技術開発課

試錐孔間水理試験装置の製作

(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

下茂道人*、青木智幸*

井尻裕二*、杉原豊**

要 旨

試錐孔間水理試験装置は、坑道周辺の岩盤内に存在する単一割れ目の透水係数、比貯留係数、水理学的な連続性、異方性等や間隙水圧を、複数のボーリング孔を利用して測定するための透水試験装置であり、坑道周辺に分布する岩盤の水理特性を明らかにするための調査技術および機器開発の一環として現在開発を進めている。注水方法としては、バックグラウンドの地下水圧のノイズに大きく影響を受けずに試験が行えるシヌソイダル法を採用している。

本業務では、昨年度実施した設計をもとに、細部を再度見直し、注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作を行った。注水制御装置には、コンピュータ制御による油圧サーボ方式のダブルブースターポンプを用いた。パッカーには、高止水性、高剛性の両面を満足させるために、二重被覆のゴムを採用した。また、孔内に設置する圧力変換器には、高精度、高分解能を有する水晶発振型圧力変換器を用いた。

完成した装置を用いて室内性能試験を行い、所定の性能を有することを確認した。

本報告書は、大成建設（株）が、動力炉・核燃料事業団の依頼により実施した研究の成果である。

契約番号：051M0115

事業団担当部課室および担当者：中部事業所技術開発課、坪田浩二

*：大成建設（株）技術研究所、 **：大成建設（株）エネルギー部土木計画室

Development of the Crosshole Injection Test Apparatus

- Construction of the Injection Control Unit and Downhole Injection Equipment -

Michito Shimo*, Tomoyuki Aoki*

Yuji Ijiri*, Yutaka Sugihara**

Abstract

As a part of works on the development of exploration equipment to obtain the hydraulic properties around the drift, the crosshole injection test apparatus, which will be used to measure the hydraulic conductivity, storage coefficient, pore pressure, hydraulic connectivity and anisotropy associated with a single fracture existing near the drift, is under development.

This apparatus is capable for conducting a sinusoidal injection test which has the advantage that the test results are not significantly affected by the natural ground water perturbation.

Based on the design which was completed last year, the injection control unit and the downhole injection equipment have been constructed in this fiscal year.

Detail design was reexamined during the construction stage to satisfy the given specification. The servo controlled double booster pump was used to realize precise pressure and flow rate control. The packer system uses the reinforced rubber with high sealing capability and high stiffness. The downhole equipment also includes the quartz pressure transducer with high precision and high resolution.

The overall capability was confirmed through the laboratory performance test.

Work performed by Taisei Corporation under contract with power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

PNC Liaison :Koji Tsubota, Technology Development Section, Chube Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Corporation

* : Technology Research Center, Taisei Corporation ** : Engineering Department, Taisei Corporation

目 次

1. はじめに	1
2. 概要	3
2. 1 装置の基本構成	3
2. 2 装置の基本仕様	5
2. 3 装置製作にあたっての主な検討内容	6
2. 3. 1 全体構造	6
2. 3. 2 注水制御装置の検討	7
2. 3. 3 孔内装置の注水区間	8
2. 4 装置構造の概要	10
3 注水制御装置	13
3. 1 装置構成	13
3. 2 ポンプユニット	20
3. 2. 1 ブースターポンプ	20
3. 2. 2 定流量ポンプ	37
3. 3 バルブユニット	44
3. 4 制御盤ユニット	48
3. 4. 1 制御盤	48
3. 4. 2 制御ソフト	53
3. 5 配管管径の検討	59
3. 6 移動用ラック	61
4. 孔内注水装置	66
4. 1 装置構成	66
4. 2 注水区間およびパッカー	67
4. 3 ロッド	74
4. 4 孔内用圧力センサー	76
4. 5 差圧センサー	79
5. 性能試験	80
5. 1 性能試験の目的	80
5. 2 試験項目	80
5. 2. 1 注水制御装置の性能試験	80
5. 2. 2 孔内注水装置の性能試験	82

5. 3 試験結果	85
5. 3. 1 注水制御装置の性能試験結果	85
5. 3. 2 孔内注水装置の性能試験結果	91
5. 4 まとめ	98
6. おわりに	99

打ち合せ議事録

巻末資料

 添付図面

 添付カタログ

図 目 次

2 章

図 2. 1. 1	試錐孔間水理試験装置の概念図	3
図 2. 4. 1	全体構成図	11
図 2. 4. 2	全体構成図	12

3 章

図 3. 1. 1	注水制御装置の構成	14
図 3. 2. 1	圧力制御装置配管図	21
図 3. 2. 2	ブースタ切り換えのアルゴリズム	22
図 3. 2. 3	ブースターポンプ組み立て図	24
図 3. 2. 4	ブースターポンプ油圧回路図	26
図 3. 2. 5	油圧源	27
図 3. 2. 6	変位検出型流量計	29
図 3. 2. 7	油圧サーボ制御の流れ	32
	(油研工業 (株) サーボ弁カタログより引用)	
図 3. 2. 8	サーボ弁 (225F-30L-30-201、東京精密測器 (株) 製)	33
図 3. 2. 9	サーボアンプ	35
図 3. 2. 10	水サーボ弁	38
図 3. 2. 11	サーボアンプ (流量制御用)	39
図 3. 2. 12	定流量注水制御回路構成図	42
図 3. 3. 1	2 方バルブ	45
図 3. 3. 2	3 方バルブ	45
図 3. 3. 3	エアーアクチュエータ	46
図 3. 3. 4	小型コンプレッサー (IWATA製DSP-02P)	46
図 3. 4. 1	制御用パネルコンピュータ	51
図 3. 4. 2	制御ソフトウェア (基本画面)	54
図 3. 4. 3	制御ソフトウェア (電磁弁切換画面)	54
図 3. 4. 4	制御ソフトウェア (正弦波水圧制御設定画面)	56
図 3. 4. 5	制御ソフトウェア (正弦波水圧制御中画面)	56
図 3. 4. 6	制御ソフトウェア (階段状水圧制御設定画面)	57
図 3. 4. 7	制御ソフトウェア (手動水圧制御画面)	57

4 章

図 4. 1. 1	孔内注水装置構成	66
図 4. 2. 1	孔内注水区間組立図	69
図 4. 2. 2	注水区間の接続方法	71
図 4. 2. 3	パッカー組立図	73
図 4. 3. 1	ロッド組立図	75
図 4. 4. 1	孔内用圧力センサー	77
	(ParoScientific社製、水晶発振式絶対圧センサー、Model : 9002K)	
図 4. 5. 1	差圧センサー (DRUCK社、PTX2110)	

5 章

図 5. 3. 1	定水圧注水試験の結果	86
図 5. 3. 2	正弦波水圧注水試験の結果	87
図 5. 3. 3	大流量レンジにおける流量制御試験結果	88
図 5. 3. 4	小流量レンジにおける流量制御試験結果	90
図 5. 3. 5	パッカーの圧と膨張径の関係	91
図 5. 3. 6	パッカー止水性能試験結果	93
図 5. 3. 7	パッカー圧と注水区間からの排水量の経時変化	96
図 5. 3. 8	圧力センサー性能試験結果	97

表 目 次

3 章

表 3. 1. 1	注水制御装置の仕様と主要使用機器	15
表 3. 2. 1	変位検出型流量計の仕様	30
表 3. 2. 2	サーボ弁の仕様	33
	(225F-30L-30-201、東京精密測器 (株) 製)	
表 3. 2. 3	サーボアンプの仕様	36
表 3. 2. 4	水サーボ弁の仕様	38
表 3. 2. 5	サーボアンプ (流量制御用) の仕様	39
表 3. 2. 6	定流量ポンプの仕様	43
表 3. 4. 1	制御盤各主要部品の主な仕様	52
表 3. 5. 1	配管管径と圧力損失の関係 (管路長100m)	59

4 章

表 4. 2. 1	パッカーゴムの仕様	68
-----------	-----------------	----

5 章

表 5. 3. 1	パッカー膨張性試験結果	96
-----------	-------------------	----

写真目次

3章

写真3. 2. 1	ブースターポンプの外観	25
写真3. 2. 2	油圧源	28
写真3. 2. 3	サーボアンプ	36
写真3. 2. 4	水サーボ弁	40
写真3. 2. 5	水ポンプ	40
写真3. 2. 6	定流量ポンプ	43
写真3. 3. 1	バルブユニット	47
写真3. 4. 1	制御盤ユニット	49
写真3. 4. 2	制御用パネルコンピュータ	51
写真3. 6. 1	ポンプユニット	62
写真3. 6. 2	バルブユニット	63
写真3. 6. 3	制御盤ユニット	64
写真3. 6. 4	注水制御試験装置全景	65

4章

写真4. 2. 1	孔内注水装置写真	70
写真4. 2. 2	注水区間の接続状況	72
写真4. 3. 1	ロッド (写真中央)	74
写真4. 4. 1	孔内用圧力センサー	77
写真4. 4. 2	孔内用圧力センサーを注水区間に組込んだ状態	78
写真4. 4. 3	演算チップ	78
写真4. 5. 1	差圧センサー (DRUCK社製、PTX2110)	79

5章

写真5. 2. 1	パッカー膨張性能試験状況	84
写真5. 2. 2	パッカー止水性能試験状況	84

1. はじめに

岩盤内の地下水の流れは、主たる流動経路となる割れ目の空間的な分布や水理特性（透水係数、貯留係数など）に大きく依存する。また、単一割れ目内においても、不均一な開口幅の分布により、非常に偏った流れが生じていることが、ストリパ鉱山における原位置試験などでも報告されている。

岩盤の水理特性を把握するための試験としては、J F T、ルジオン試験に代表されるような、単一のボーリング孔を用いた透水試験が、これまで一般的に行われてきた。しかし、これらの試験法では、注水孔近傍の岩盤の透水性の評価が可能であるものの、上記のような、単一割れ目内での流動特性（水理学的な連続性、透水係数、比貯留係数）やその異方性についての情報を得ることは困難である。

このため、最近では、複数のボーリング孔を用いた孔間透水試験が、国内外で試みられるようになった。この試験法によると、注水孔における流量または圧力変動に起因する圧力変化を注水孔から離れたところに設けた観測孔で測定し、得られたデータを解析することにより、割れ目の水理学的な連続性や透水性を詳細に評価することができる。なかでも、注水圧または流量を周期的に変化させるシヌソイダル透水試験は、地下水圧のバックグラウンドノイズに大きく影響を受けずに試験を行える利点を有しており、将来の発展が期待されている。

そこで、昨年度、孔間透水試験に関する既往の研究成果（基礎理論、装置、試験実績）、さらにセンサー、パッカー等の調査を実施し、その結果を踏まえて、単一割れ目を対象とした孔間透水試験および間隙水圧測定が可能な試験装置の設計を行った。

孔間透水試験では、信頼性の高いデータを取得するために、注水圧の高精度な制御、観測孔における微小な水圧変化の測定、孔内測定区間の止水性の確保など、装置の製作にあたって留意すべき点が少なくない。そこで、設計にあたっては、①試験機全体の剛性、②パッカーの剛性と止水性、③流量、水圧の測定精度、の3つに特に留意した。また、坑道内での使用を念頭に置き、①小型・軽量化、②自動化、にも配慮した。

本年度は、試験機製作の第1ステップとして、注水制御装置および孔内装置の注水区間の製作を行った。製作に当たっては、当初設計を尊重しつつ、動燃殿担当者と細部にわたる討議を重ね、いくつかの改良を行った。

また、装置完成後において、試験装置が、所定の仕様を満足することを確認するために、室内において一連の性能確認試験を実施した。

本報告書では、はじめに試験装置の概要および製作の過程で行った主な検討点を簡

単にまとめたのち、注水制御装置および孔内注水装置の詳細な構造につき記述し、最後に、室内性能試験結果を示す。

なお、試験機各部の組み立て図、部品図、数量表、カタログ等は巻末に添付する。

2. 概要

2. 1 装置の基本構成

本装置は、仕様書に示されたように、「結晶質岩盤（亀裂性岩盤）に掘削された坑道周辺の単一割れ目を対象に比貯留係数、透水係数、透水異方性、間隙水圧を把握する試験装置であり、注入装置部と圧力測定装置部を別々の試錐孔に設置して、注入装置で発信された圧力が岩盤内を伝播し、圧力測定装置で受信できる」機能を有することが求められている。

装置は、図2. 1. 1に示すように、坑道内に設置する注水制御装置、計測システム、およびボーリング孔内に設置する孔内装置（注水孔内装置および観測孔内装置）から構成される。

注水制御装置は、制御された圧力または流量条件下での注水に必要な、ポンプ、配管、バルブ、制御装置（サーボ弁、サーボアンプ、コンピュータ、制御ソフト）、油圧源、圧力変換器、流量計等から構成される。

計測システム・測定装置は、注水圧力、注水流量および観測孔内で測定された圧力を連続測定し、ディスプレイ上に表示するとともに記録媒体にデジタルデータとして

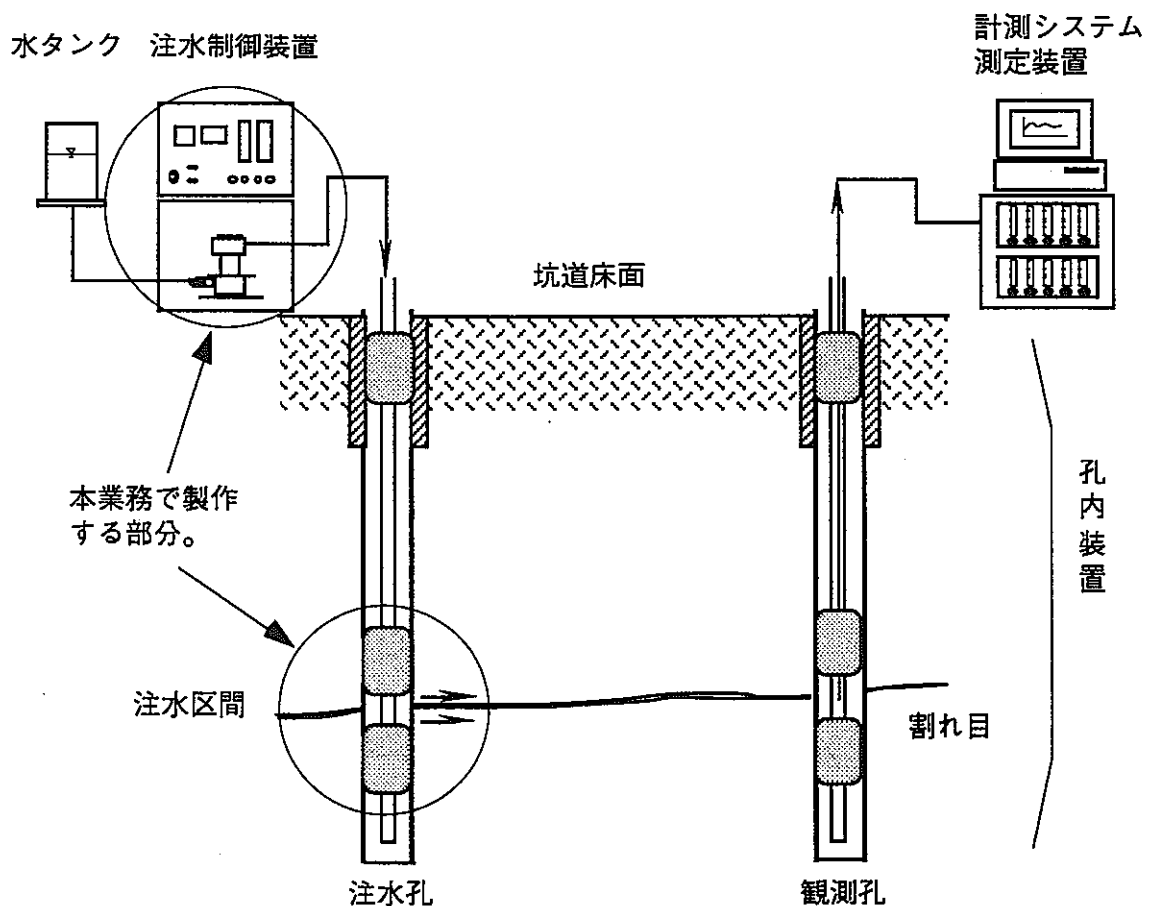


図2. 1. 1 試錐孔間水理試験装置の概念図

保存するための装置であり、圧力センサー（差圧）、各種センサー用アンプ、A/D・D/A変換器、コンピュータ、計測ソフト、外部記憶装置、インジケータ、スイッチ等から構成される。

孔内装置は、注水孔および観測孔内に設置される。注水孔および観測孔内ともに、注水および観測区間を限定するために、単一亀裂を挟むようにダブルパッカーを設置する。また、孔口付近にもパッカーを設置し、①孔口パッカーと試験区間上部パッカーで挟まれた区間、②試験区間、および③試験区間下部パッカーと孔底で挟まれた区間、の合計3区間の圧力を測定する。このうち、試験区間の圧力は、水理パラメータの決定に、試験区間上下の圧力は、試験中の注水区間からの漏水の有無の確認に用いる。各区間の圧力測定は、データの信頼性を向上させるために、絶対圧センサー（孔内の各測定区間に設置）および差圧センサー（孔外に設置）の両方で測定する。

本業務では、このうち、図2. 1において○で囲んだ部分、すなわち、注水制御装置および孔内装置のうち注水区間（パッカー2本、注水区間、圧力センサー、ロッド4本、配管）を製作するとともに、性能を確認するための室内試験を実施する。

なお、計測システムに組み込まれる差圧センサーを一個購入し、これについてもあわせて性能試験を実施する。

この他、試験機が具備すべき性能として、下記の項目が仕様書に明記されている。

- ①注水方法として、正弦波・定水圧・定流量注水が行える装置とする。
- ②注水区間、観測区間の井戸内貯留による、発信および応答水圧の減衰・遅延を最小限にするために、配管・パッカー・ロッドの構造に留意し、装置全体の剛性を高める。
- ③パッカーは高い剛性と止水性の両者を満足し、注水・観測区間を確実に隔離できるものとする。
- ④孔間水理試験では、水圧測定の精度が試験結果の信頼性に大きく影響するため、圧力センサーは高精度のものを使用する。
- ⑤注水圧力・注水流量の制御を正確に行うとともに、長時間注水に対応できる装置とする。
- ⑥孔内装置は、試験区間の上下と試験孔口元付近の3ヶ所にパッカーを設置し、試験区間上下でも圧力を測定し、パッカーからの漏水や対象となる割れ目以外の割れ目の存在による、試験区間上下への漏水を調べることができるようにする。
- ⑦坑道内での使用を念頭におき、装置を小型化・軽量化・自動化・低騒音化する。

2. 2装置の基本仕様

今回製作する注水制御装置および孔内装置の注水区間の基本仕様を以下に示す。

(1) 注水制御装置

- ・注水量は、0.02～200 ℓ/hとする。
- ・注水圧力は、0.1～50kgf/cm²とする。
- ・注水制御は、油圧サーボ機構により行う。
- ・正弦波注水試験および定圧注水試験の圧力制御には、2段式ダブルブースターポンプを使用する。
- ・定流量注水試験の流量制御にはモノポンプまたは同等品を使用する。
- ・2段式ダブルブースターポンプの制御には、任意の波形を容易に作りだすことのできるサーボコントローラーを用いる。
- ・正弦波発生は、パソコンから制御信号をサーボコントローラーに送る方式とする。
- ・油圧源は、振動や温度上昇が懸念されるため、注水装置と別容器とする。

(2) 孔内装置の注水区間

- ・孔内装置の外径は、90mm以下とする。
- ・パッカーのゴム部は、剛性の高いゴムの上に薄く軟らかいゴムを被覆した二重構造とする。
- ・ロッドは、試錐孔内の水の体積を少なくするために、大孔径のものを採用する。
- ・孔内用圧力センサーには、水晶振動型センサーを使用する。
- ・孔内に設置する圧力センサーは、確実に防水処置を施す。
- ・パッカーは、拡張圧を孔外に逃がす構造とする。

2. 3 装置製作にあたっての主な検討内容

昨年度は、正弦波注水試験に関する理論的背景、既往の装置、さらに新しいセンサーや制御技術等に関する幅広い調査結果を基に、仕様を満足するような試験孔間水理試験装置の設計を行った。

本試験機は、現場しかも狭い坑道内での使用を前提としたものであり、信頼性の高いデータの取得と使い易さは共に重要なファクターとなる。そこで、今回注水制御装置および孔内装置の注水区間の製作にあたり、設計内容を見直し、装置の細部の構造や使用機器について再度検討を行った。詳細は、次章以降に述べるが、ここでは、主要な検討事項および検討結果を概説する。

2. 3. 1 全体構造

(1) 装置形状および構成

・運搬・移動・設置の面からみた検討

装置を収める容器（特に、注水制御装置）の大きさをなるべく小さくし、各容器内において効率的な機器配置となるよう心掛けた。また、メンテナンスの容易さについても配慮した。

・移動用ラックの調査

耐久性、防錆面、経済性を考慮しつつ、なるべく市販の筐体を利用するよう心掛けた。

・騒音、振動

高騒音のモーターポンプ類の使用を極力避けた。油圧源のように、振動や熱を発生する恐れのあるものについては、制御・計測系に影響を及ぼさないように、注水ポンプや流量計、圧力センサーの入った容器内には収めないこととした。

(2) 配管系

・配管系全体の見直し

注水制御装置から孔内装置までの配管について、効率的な配置となるよう、バルブの取り付け位置、バルブのタイプ（自動・手動、2方・3方）およびバルブの機種について検討した。

・バルブの選定

バルブは、高圧下においても動作の信頼性が高く、かつ開閉時の体積変化の少ない機種を選定した。また、開閉操作を頻繁に行うバルブについては、制御盤から集中的に管理できるように、遠隔操作の可能な自動バルブを用いることとした。

さらに、配管内のエア抜きのためのドレーンバルブの配置等についても検討した。

・配管管径の検討

本試験機で対応すべき注水量は、0.02～200 l/hrの広いレンジにまたがっており、管路の口径の選択は重要な問題である。大きな流量を、少ない圧力損失のもとで流すためには、大口径の配管が必要となる。一方、管径が増すと、配管内の水の体積が増え、配管系全体の剛性が低くなる。そこで、流量、配管管径および圧力損失の関係を計算により求め、適切な配管管径を選定した。また、注水用配管には流量のレンジに応じて、差圧測定用の配管と適宜切り替えられるようにし、2種類の管径を使い分けられるようにした。配管材料としては、剛性を再優先に考え、ステンレス管を用いた。

2. 3. 2 注水制御装置の検討

(1) ブースターポンプ

・変位検出型流量計の設置

本装置で使用する流量計は、いずれも高精度なものを予定しているが、現場での振動や計器内への気泡の混入等、種々の要因により、所定の性能が得られない場合も懸念される。万一、このような流量計の異常が生じた場合には、長時間の試験で得た貴重な計測データ全体の信頼性を損ねることになりかねない。そこで、注水ブースターにエンコーダーを取り付け、シリンダーの変位を連続計測し、変位速度からも注水流量をモニターできるように設置する。

・サーボ制御機器

本試験装置では、5 オーダーにわたる広い流量範囲 (0.02 l/h～200 l/h) に対して、0.1～50kg/cm²の圧力を高精度に制御する必要がある。したがって、適切なサーボ弁およびサーボアンプを選定することが重要である。

そこで、設計段階で選定した油研工業 (株) のサーボ弁SVD-F11およびサーボアンプSK1056の組合せと、東京精密測器 (株) のサーボ弁403FおよびサーボアンプSA-21の2種類のシステムを使って、実際に注水運転を行った。その結果、本装置については、403FおよびサーボアンプSA-21のほうが、より安定した制御性能が得られることが分かった。この結果を基に、サーボ弁とサーボアンプは、東京精密測器 (株) 製を採用することとした。

(2) 定流量ポンプ

・水サーボ方式の採用

定流量ポンプは、モノポンプ12NE型を採用することを基本方針とした。しかし、モノポンプは、長さが2m近くになり、運搬や狭い現場での使用に支障を来すことが懸念される。そこで、よりコンパクトな装置で定流量注水を実現する方法について再調査した。調査の過程で、最近普及しつつある水用流量サーボ弁が有力候補として挙げられた。この方式は、流量制御に水サーボ弁を用いるもので、概念的には油圧サーボによる圧力制御方式と同じであるが、①直接注水配管中にサーボ弁を設置する、②フィードバックには、流量計からの信号を用いる、という点で異なる。そこで、水サーボ弁、サーボアンプ、水ポンプの組合せによる定流量ポンプを作成し性能試験を行ったところ、所定の仕様を満足することが確認された。この形式のポンプは、モノポンプ（全長約2m）に比べてコンパクト（全長約40cm）であり現場試験により適している。

(3) 制御システム

・制御盤

制御盤は、制御コンピュータ、各種計測器用アンプおよびサーボアンプ類をまとめて一つのラックに納めた。

制御コンピュータは、当初の予定通りタッチパネル式とし、注水条件の設定、配管内のバルブの開閉を画面上から入力できるようにする。ポンプの制御の出力信号、配管内圧力等の入力信号は、増設のAD/DA変換ボードにより行う。

・制御ソフト

制御ソフトは、注水圧力の制御、自動バルブの開閉および実験状況のモニターの3つの機能を有し、タッチパネルにより種々の条件設定変更が出来るようにした。また、初心者がマニュアル無しでも操作できるように、グラフィックインターフェース方式を採用した。

2. 3. 3孔内装置の注水区間

(1) 注水区間の構造

注水区間長が、正確に1000mmとなるよう、細部の構造を見直した。また、過大な配管内水圧損失を避けるために、前述のように、注水流量の大小に応じて、注水用配管（内径12mm）と差圧計測用配管（内径4mm）を選択できるようにした。

(2) パッカー

パッカーは、膨張時の注水区間長の変化を最小にするために、両端固定構造を採用した。また、耐久性および剛性を上げるためにナイロン繊維で補強したパッカーゴムを用いた。また、止水性を向上するために、表面には硬度が小さく、孔壁との密着性の高い天然ゴム（厚さ1mm）で被覆した。

(3) ロッド

ロッドは、仕様書に示されたように、試錐孔内の水の体積をなるべく小さくするために大口径のものを採用した。ただし、重量が過大となり、移動運搬の支障とならないように、薄肉厚のパイプを使用した。

(4) 孔内用圧力センサー

圧力センサーには、パロサイエンティフィック社製の、水晶振動型センサーを用いる。ただし、製作の段階で、小型の演算ボードが開発されたので、これを小型容器内に収めたセンサーを特注した。このセンサーの採用により、RS232Cケーブルで、センサーからの信号を直接パソコンに取り込めるとともに、一本のケーブルで多数のセンサーを直列につなげるようになり、将来の多区間観測への拡張が容易になった。

(5) 差圧センサー

差圧センサーは、製作期間中に発売されたDRUCK社製のPTX2100（4～20mA出力）を用いた。これは、同社製のPDCR2100を改造し、長期安定性を改善したものである。精度は、特注仕様の0.06%のものを用了。

2. 4 装置構造の概要

図2. 4. 1に、前節に述べたような検討内容を踏まえて作成した装置の全体構成図を示す。

次章以降においては、本年度製作した注水制御装置および孔内装置の注水区間の詳細および性能試験結果について述べる。

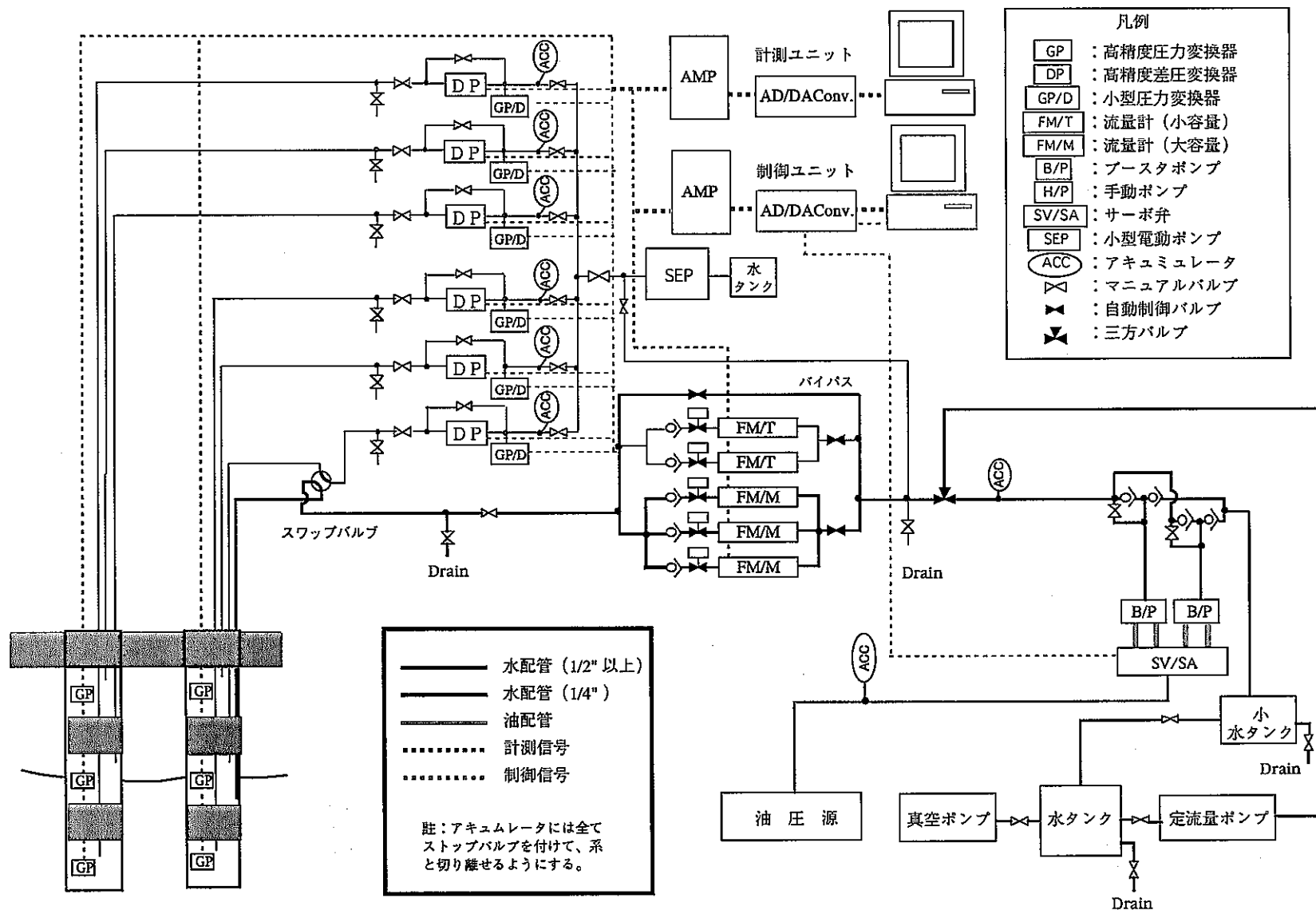


図 2. 4. 1 全体構成図

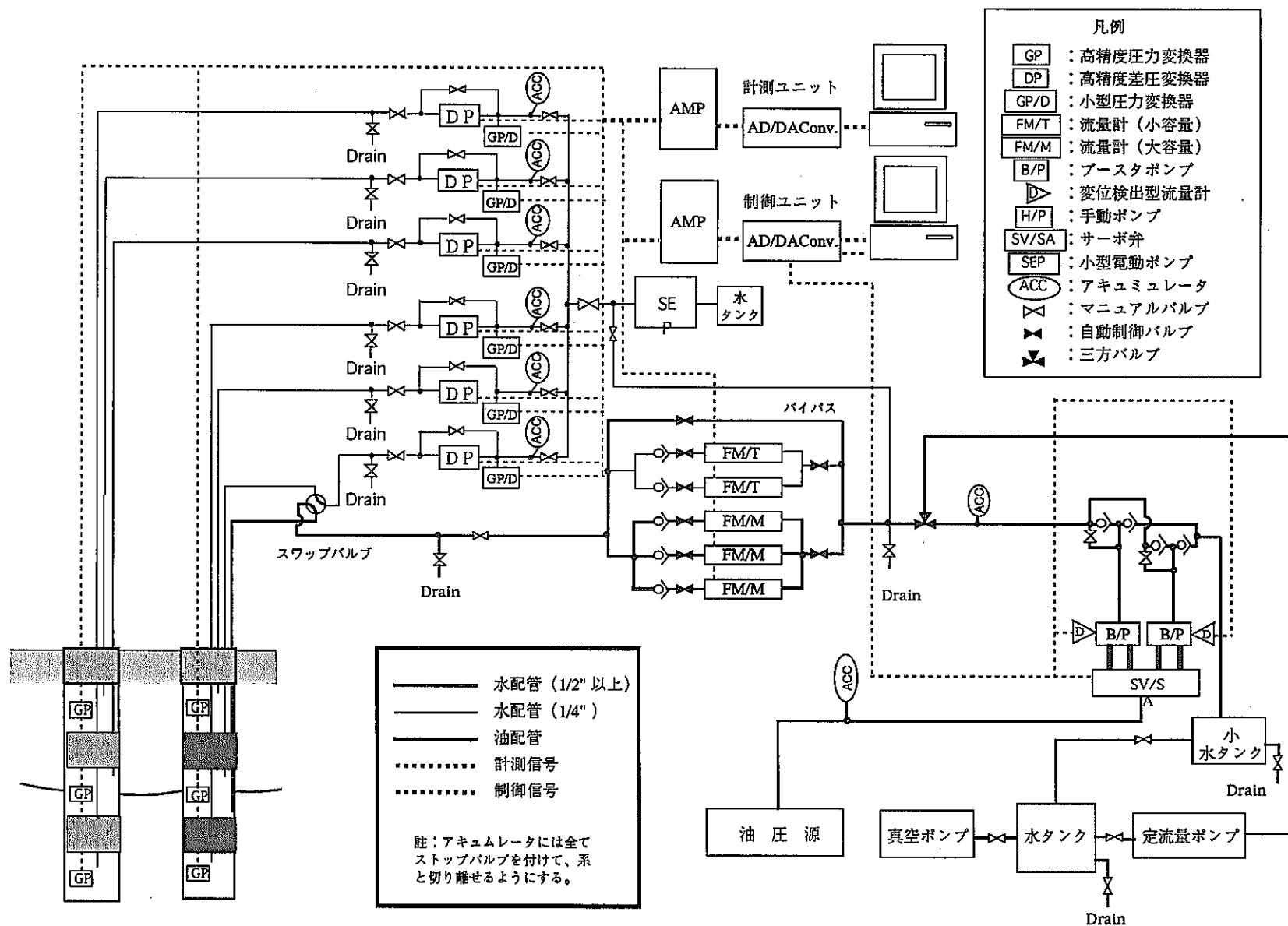


図 2. 4. 2 全体構成図

3. 注水制御装置

3. 1 装置構成

注水制御装置は、孔内の注水区間への注水をおこなうための装置であり、図 3. 1. 1 に示すように、ポンプユニット、制御盤、バルブユニットからなる。本注水制御装置は、定圧制御、正弦波圧力制御および定流量制御の各条件下での注水が可能である。注水制御装置の主な機器構成および仕様を表 3. 1. 1 に示す。

ポンプユニットには、定圧注水および正弦波圧力制御注水用のブースターポンプ、変位検出型流量計、定流量ポンプおよびサーボ弁、アキュムレータ、配管、バルブ類が収められている。

制御盤は、注水圧力または流量を制御しモニターするための装置、すなわち、制御・モニター用コンピュータ、A/D変換ボード、D/A変換ボード、圧力変換器等のアンプ類およびサーボアンプ等が収められている。

バルブユニットは、遠隔操作で切り替えられる電磁弁および空圧制御バルブからなる。

この他、コンプレッサー、油圧源及び水ポンプは、上記とは別途に運搬・設置する。次節以降に、各ユニットの機器構成および装置構造について述べる。

なお、主要機器の図面、カタログ類は巻末にまとめて添付する。

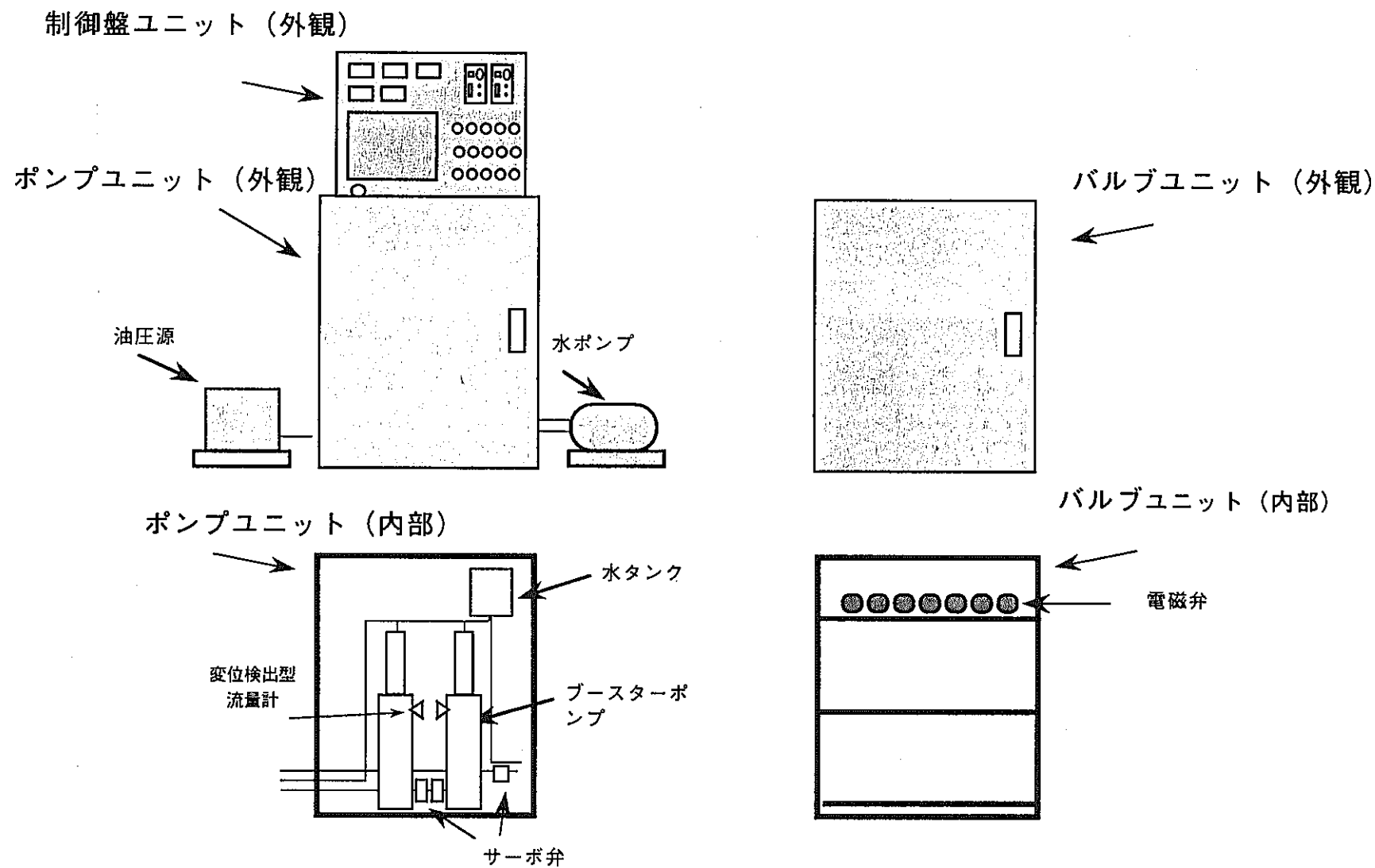


図 3. 1. 1 注水制御装置の構成

表3. 1. 1 注水制御装置の仕様と主要使用機器

(仕様)	
注水量	: 0.02~200 ℓ /hour
注水圧力	: 0.1~50kgf/cm ² 任意設定
注水パターン	: 正弦波圧力 定圧、定流量
(主要使用機器)	
1) 油圧ユニットポンプ	
型式	: 特別注文製作品
製造	: 昭和機器工業 (株)
最高使用圧力	: 150 kgf/cm ²
最大流量	: 約 7 ℓ /min. × 2
電動機	: 2.2kw × 2
タンク容量	: 50 ℓ
冷却方式	: 空冷ファン式ラジエータ
数量	: 1 台
2) ブースターポンプ (2 段切り換え)	
型式	: インテリジェント油圧シリンダー ENE-1F-B63-B140-N180-ABD-2M-LA
製造	: 堀内機械
材質	: S45C
型式	: 水シリンダー
製造	: 昭和機器工業 (株)
材質	: SUS316
ストローク	: 180mm
シリンダー内径	: 63mm (1 次側)、100mm (2 次側)
数量	: 2 台
3) 変位検出型流量計	
以下の部品より構成	: パルスエンコーダー (堀内機械 (株)) (インテリジェント油圧シリンダーに内蔵) 2 台
	: カウンター (敦賀電機 (株)) 2 台
	型式: MODEL3927-32
	: アナログ出力器 (敦賀電機 (株)) 2 台
	型式: MODEL3821
分解能	: 0.1 mm (0.785 mℓ)
ストローク	: 200 mm
アナログ出力	: 4~20 mA

表3. 1. 1 注水制御装置の仕様と主要使用機器（つづき1）

4) 油圧サーボ弁

型式	: 225F-30L-30-201
製造	: 東京精密測器（株）
定格圧力	: 210 kgf/cm ²
定格流量	: 30 ℓ /min.
定格電流	: 30 mA
使用温度範囲	: -10～80℃
数量	: 2 台

5) 油圧サーボ弁用サーボアンプ

型式	: 特別注文制作品
製造	: 日工産業（株）
最大ゲイン	: 30mA、480mV
適合サーボコイル仕様	: 30mA、400Ω
制御サーボ弁	: 2 台
電源	: AC100V、50/60Hz、300VA
数量	: 1 台

6) 水サーボ弁（定流量注水用）

型式	: MODEL 65 A-TYPE
製造	: インターナショナルサーボデータ
流量範囲	: 7.56 ℓ /min
使用圧力	: 1～210kgf/cm ²
入力電流	: 200mA (28Ω)
数量	: 1 台

7) 水サーボ弁用サーボアンプ

型式	: SERVO AMP400D （特注改造品）
製造	: インターナショナルサーボデータ
最大ゲイン	: 0～1000倍
外部入力インピーダンス	: 100kΩ
入力電圧	: ±10VMAX
適合サーボ弁仕様	: 出力±300mA、20Ω
電源	: AC100V、50/60Hz、50VA
数量	: 3 台

表3. 1. 1 注水制御装置の仕様と主要使用機器 (つづき 2)

8) 高圧ボールバルブ類

ボールバルブ (2 方弁)	: SS-45F8	6 個
ボールバルブ (3 方弁)	: SS45YF8	1 個
	以上、使用限度圧力175kgf/cm ²	
ボールバルブ (2 方弁)	: SS-43F4	3 個
	以上、使用限度圧力210kgf/cm ²	
空気作動用オペレーター	: MS-133-DA	6 個
空気作動用オペレーター	: MS-131-DA	3 個
空気作動用オペレーター	: MS-153-DA	1 個
オペレーター用ブラケット	: MS-MB-75	6 個
オペレーター用ブラケット	: MS-MB-43	3 個
	以上すべてホワイティ製	
逆止弁	: SS-CHS4-5	2 個
逆止弁	: SS-CHS4-10	2 個
逆止弁フィルター	: SS-8F-60	3 個
逆止弁フィルター	: SS-CHS8-5	2 個
	以上すべてニュープロ製	
電磁弁	: SMC製VZ314-1LZ	1 6 個
同マニフォールド	: SMC製VV3Z3-40-161-01	1 個

9) プースタ切り替え用電磁弁

型式	: 6000-GJ
製造	: 甲南電機 (株)
最大使用圧力	: 105kgf/cm ²
口径	: 1/4"、Cv値1.4
液体温度	: -215～230℃
入力電圧	: AC100V
数量	: 2 台

10) 定流量ポンプ

型式	: HPLC 572P
製造	: GLサイエンス (株)
ポンプ方式	: ダブルプランジャー往復ポンプ
送液方式	: 定流量送液、(定圧力送液)
流量設定範囲	: 0.1～40cc/min (0.006～2.4 l/hour)
最大吐出圧力	: 350kgf/cm ²
重量	: 約21kg
電源	: AC100V、5A、180VA

表 3. 1. 1 注水制御装置の仕様と主要使用機器 (つづき 3)

11) 圧力検出器

水圧制御用及び流量制御用

型式	: TP-CR50K
製造	: ティアック電子計測 (株)
最大圧力	: 50 kgf/cm ²
定格出力	: 3 mV/V (6000 μ)
許容印加電圧	: 10V
非直線性	: ± 0.15 % R.O.
ヒステリシス	: ± 0.1 % R.O.
繰返し性	: 0.05 % R.O.
温度保証範囲	: -10 $\sim$ +60 $^{\circ}$ C
数量	: 2 台

ブースタ待機水圧制御用制御用

型式	: PG-50KU
製造	: 共和電業 (株)
最大圧力	: 50 kgf/cm ²
定格出力	: 2 mV/V (4000 μ)
許容印加電圧	: 15V
非直線性	: ± 0.2 % R.O.
ヒステリシス	: ± 0.2 % R.O.
繰返し性	: 0.1 % R.O.
温度保証範囲	: -10 $\sim$ +60 $^{\circ}$ C
数量	: 2 台

表3. 1. 1 注水制御装置の仕様と主要使用機器（つづき4）

12) 配管材料

バルブユニット

水用配管	: ϕ 12.7 (内径10.7mm)、SUS316 ϕ 6.35 (内径4.35mm)、SUS316 ϕ 15 (内径10mm)、SUSフレキシブル
圧気用配管	: ϕ 6 (内径4mm)、ナイロン

ポンプユニット

水用配管	: ϕ 12.7 (内径10.7mm)、SUS316 1/4"耐圧ゴムホース (内径3.3mm)
油用配管	: ϕ 12 (内径10mm)、Steel 3/8"耐圧ゴムホース (内径9.5mm)

油圧源

油用配管	: ϕ 12 (内径10mm)、Steel ϕ 6 (内径4mm)、Steel 3/8"耐圧ゴムホース (内径9.5mm)
------	---

孔内装置

水用配管	: ϕ 17.3 (内径12mm)、SUS316 ϕ 6 (内径4mm)、SUS316 ϕ 6.35 (内径4.35mm)、SUS316
------	---

1 2) その他

アクリル製水タンク	: 8t×316×266×216H 15 ℓ	1 個
小型コンプレッサー	: IWATA製 DSP-02P	1 台

注) 制御盤関連機器については、別途3. 5節に示す。

3. 2 ポンプユニット

ポンプユニットには、定圧注水および正弦波圧力制御注水用ブースターポンプ、定流量制御サーボ弁、アキュムレータ、配管、バルブ類などが収められている。

3. 2. 1 ブースターポンプ

(1) 装置概要

ブースターポンプは、油圧でシリンダー駆動させて水を押し出す方式のポンプである。ブースターポンプは、油圧サーボ方式で制御される。この方式は、圧力制御に適しており、定圧注水および正弦波圧力注水に用いる。シリンダー1ストローク分の注水流量が限られていることから、本装置では、ダブルブースターポンプ方式を採用する。ダブルブースターポンプは、二つのシリンダーを有し、片方の水室中の水を注水し終る寸前に自動的にバルブを切り替え、もう片方の水室からの注水を行い、これを繰り返すことにより、長期的な連続注水が可能である。

しかし、バルブ切り替え時に異常な圧力が発生し、試験結果に悪影響を及ぼすことが懸念される。この圧力変動を回避する方法としては、ポンプと注水配管との間に、アキュムレータ等の圧力変動吸収機構を組み込むことも考えられるが、注水系全体の剛性を低下させることにつながり、今回、目指している「剛性の高い試験機」という基本性能を満足できない恐れがある。そこで、サーボアンプと油圧シリンダーの組み合わせにより、このようなアキュムレータをできるだけ用いないで（用いるとしても、小容量のアキュムレータで）、スムーズな連続注水を行う方法について調査し、予備試験を行った。試行錯誤の結果、特別に設計・制作した1台のサーボアンプで2台のブースターポンプを同時に制御しながらブースタの切り換えを行うことにより、圧力変動を最少に押さえる方法を採用した。

ブースターポンプは、図3. 2. 1に示すように、ブースター、サーボ弁、アキュムレータ、水タンク、油圧源、電磁弁、圧力検出器などから構成されている。圧力制御のフィードバックに用いる圧力には、2台のブースタを連結した後の一つの圧力計の出力を用いている。図に示したように各ブースタにはそれぞれ2つずつのリミッタスイッチ、LM1及びLM2が付いている。このリミッタスイッチは、ブースタの油圧側のシリンダヘッドがその位置を通過する際にONになるものである。これを使用して、2台のブースタの切り換え制御を行う。

図-3. 2. 2にブースタ切り替えのアルゴリズムを示す。まず、ブースタBがス

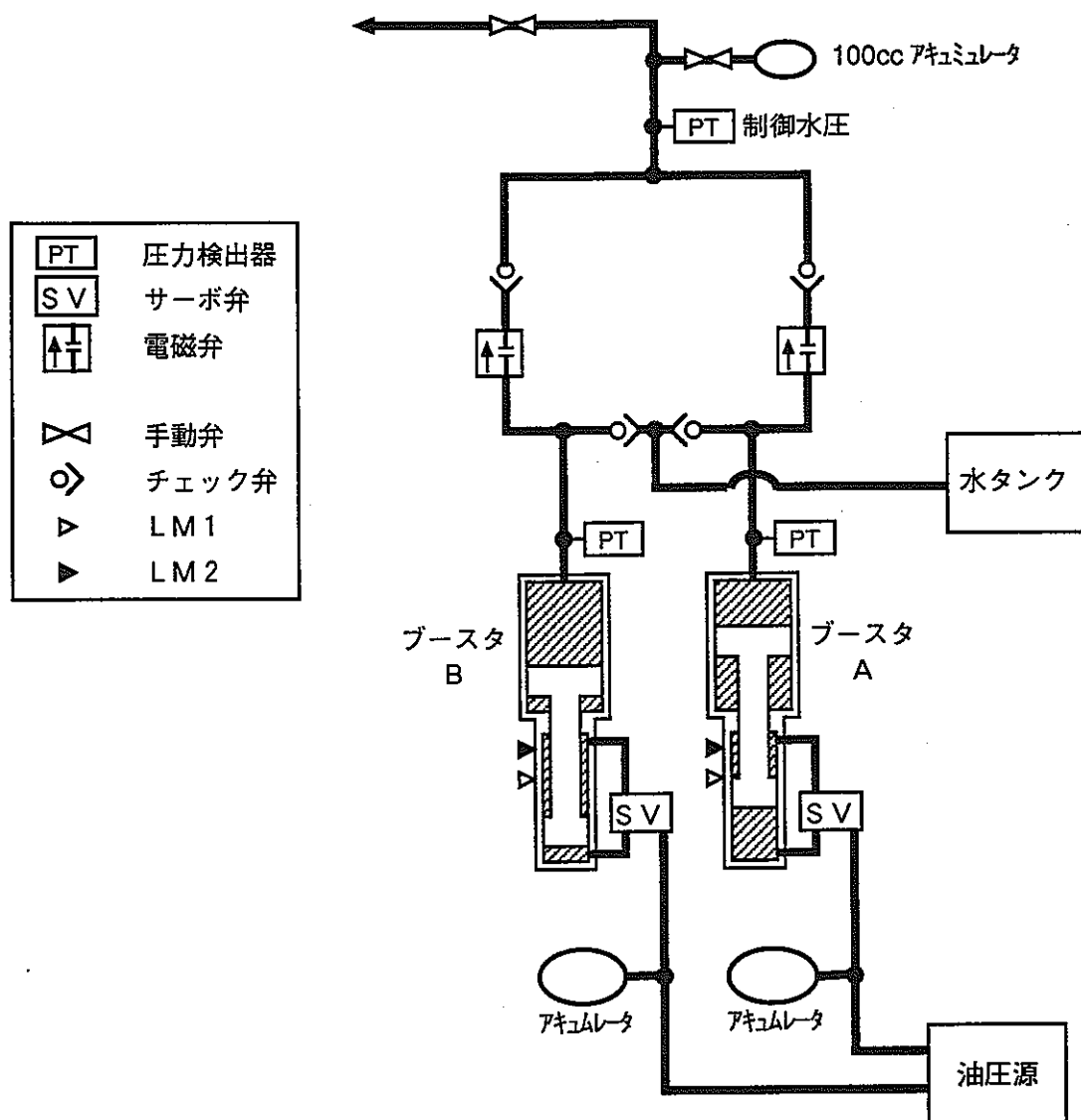


図 3. 2. 1 圧力制御装置配管図

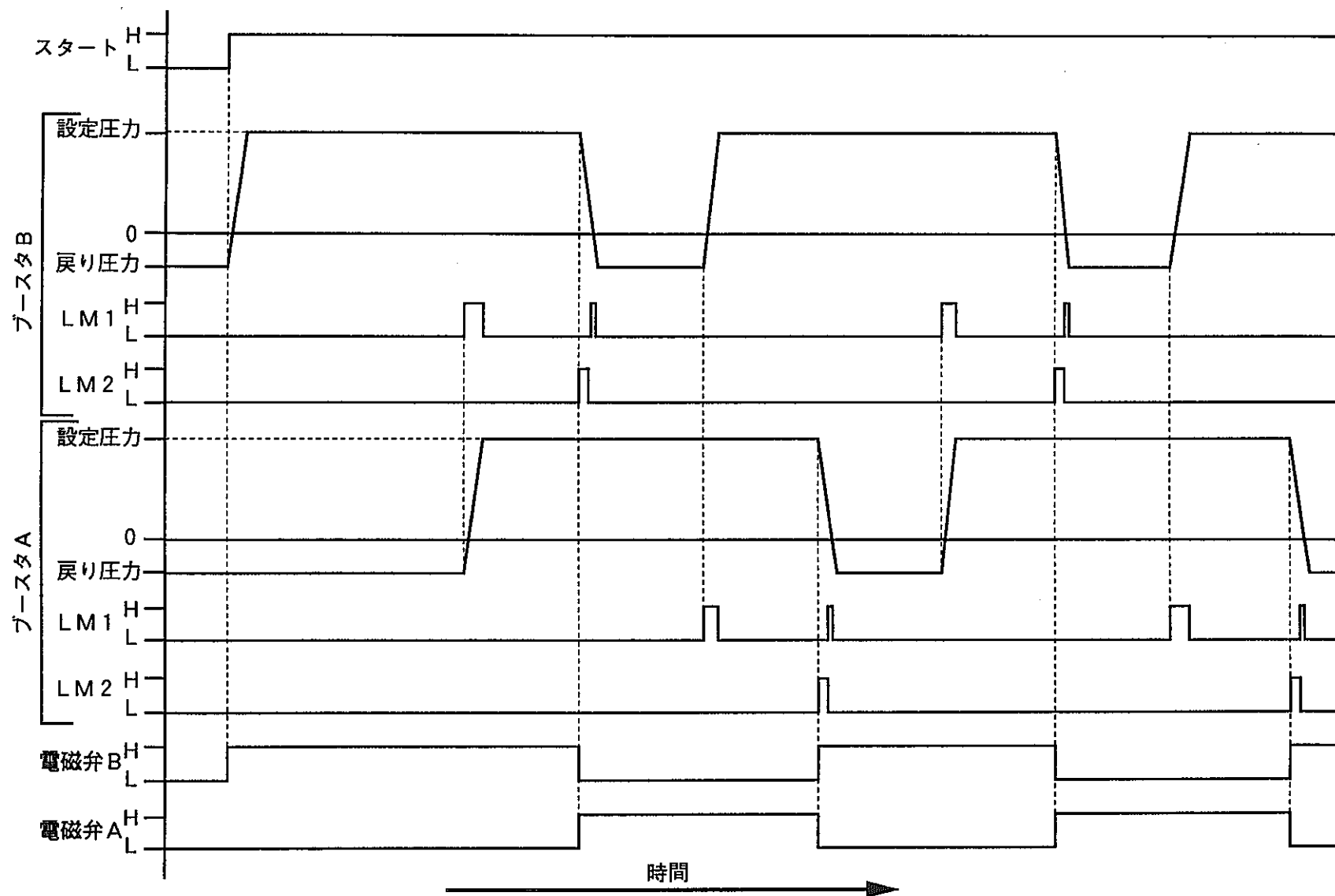


図3. 2. 2 ブースタ切り換えのアルゴリズム

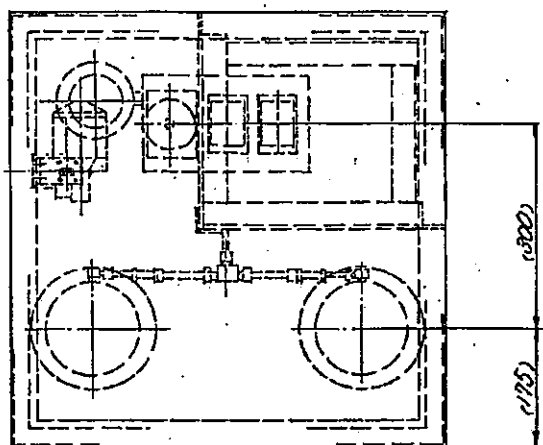
タートと共に動き始め、油圧サーボ制御により二次側（水圧側）が所定の圧力になるよう注水を開始する。ブースタBのシリンダがLM1に達したとき、待機しているブースタAのシリンダが動き、ブースタA内の圧力を所定の水圧に高めて待機する。このとき、待機している水圧は各々のブースタに個々に接続してある圧力計の出力を用いて制御している。ブースタBのシリンダがLM2に達したとき、左右のブースタは応答性の速いソレノイド式電磁弁（甲南電機製、6000-GJ）によって瞬時に切り替えられる。この際にパルス状に発生する水圧変動は、100 ccの小容量のアクュムレータにより吸収すると共に、応答性の高いサーボ弁とサーボアンプにより瞬時に制御される。注水水圧は、引き続きブースタAによって制御される。ブースタBは、水タンクより水を補給しながら、一杯に下まで引いて待機する。これを繰り返すことにより連続した一定の注水圧力を発生する。以上のブースタ切り替え制御機能は、今回特別に設計・制作したサーボアンプ（日工産業（株）設計・製作）に組み入れられている。この詳細については以下の（3）で述べる。

今回採用したダブルブースタ方式の機構では、ブースタの動きによっては左右のブースタのサーボ弁に供給される油圧源の圧力が圧力損失により干渉して制御に悪影響を及ぼすことがある。そこで、2台の独立した油圧ポンプを有する油圧源を設計制作した。これにより、各々のブースタに独立した油圧を供給してブースタ間の干渉を防止している。

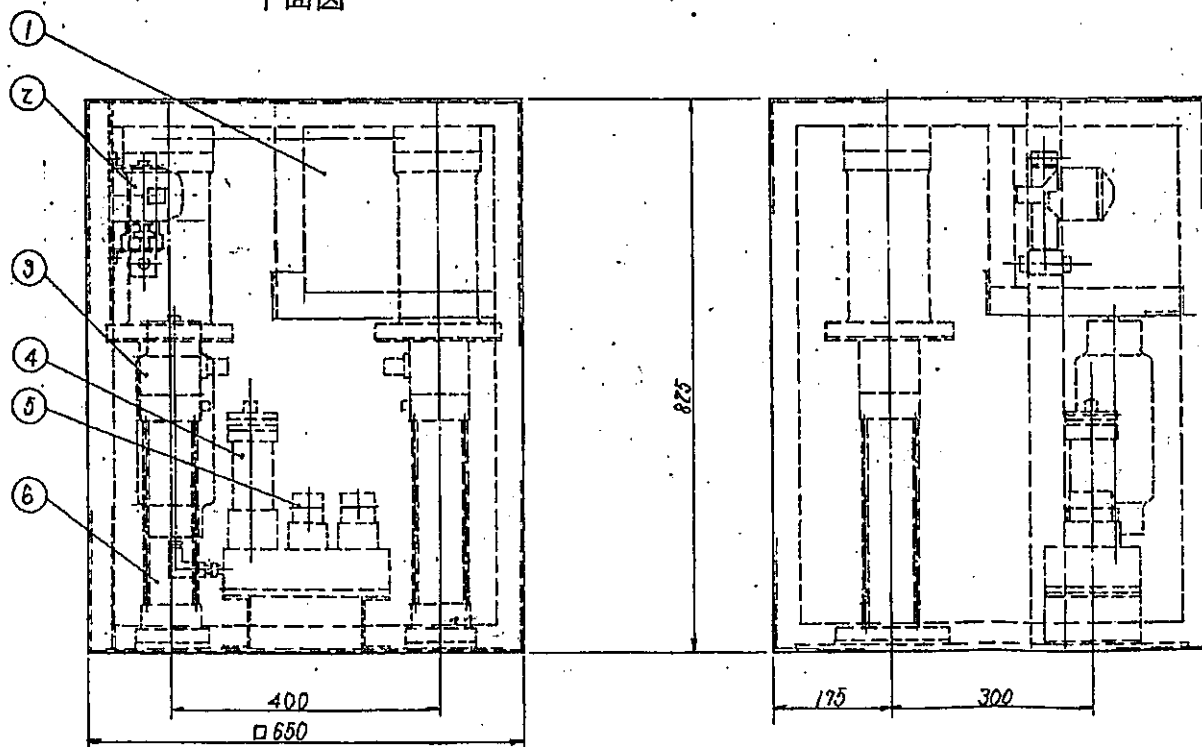
図3. 2. 3および写真3. 2. 1にブースターポンプの外観を、図3. 2. 4に、油圧回路図を示す。また、図3. 2. 5および写真3. 2. 2に油圧源の外観を示す。

（2）変位検出型流量計

ブースターポンプでは、シリンダーの移動量に比例した体積の水が吐出される。そこで、ポンプの流量は、シリンダーの変位を連続的に検出することにより測定することが出来る。ブースタポンプ用のシリンダーには、図3. 2. 6に示す堀内機械製のインテリジェントシリンダーENEシリーズを選定した。同シリンダーには、シリンダーの位置を分解能0.1mmで検出できるパルスエンコーダーが設置されており、カウンター及びアナログ出力器と組み合わせることにより、シリンダーの変位計測ができる。シリンダーの直径は100 mmであるので、この断面積とシリンダー変位の関係より流量が求められる。すなわち、シリンダー変位1 mm当たり0.785ccである。表3. 2. 1に変位検出型流量計の仕様を示す。



平面図



正面図

側面図

6	シリンダー	Z	ENE-IFB3B40N180-ABD7H1		
5	セイル	Z	耐摩密 42W-30-L-30		
4	スリター	/	GH04Z-3H1		
3	リキュームレーター	/	477L-117 N-210-1		
2	エクスパンションタンク	/	WHITEY MODEL 153DA		
1	アクリル製水タンク	アクリル	/		
番号	部品名称	材質	仕様	備考	
名称				二角試	尺度
構造名				設計	検図
図番					承認

図 3. 2. 3 ブースターポンプ組み立て図

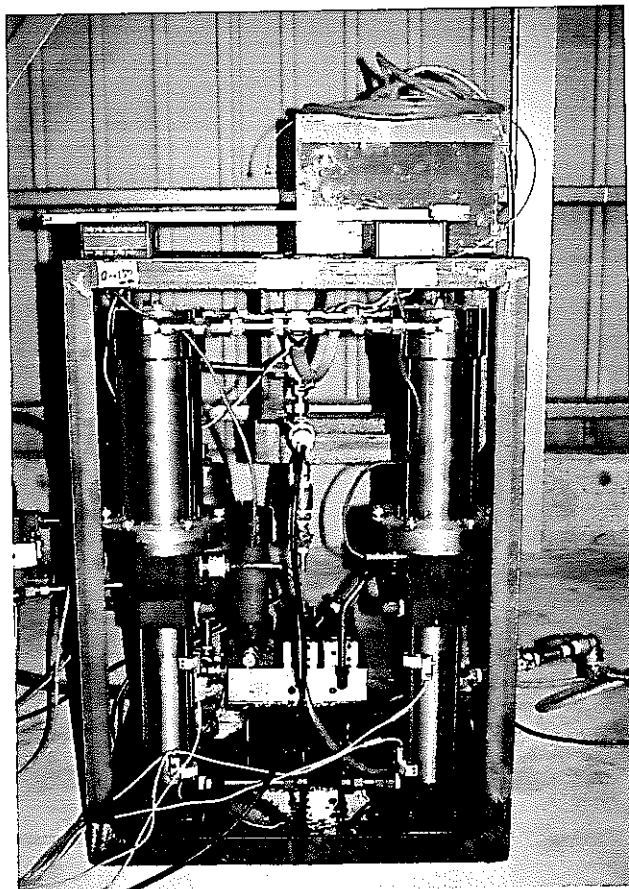


写真3. 2. 1 ブースターポンプの外観

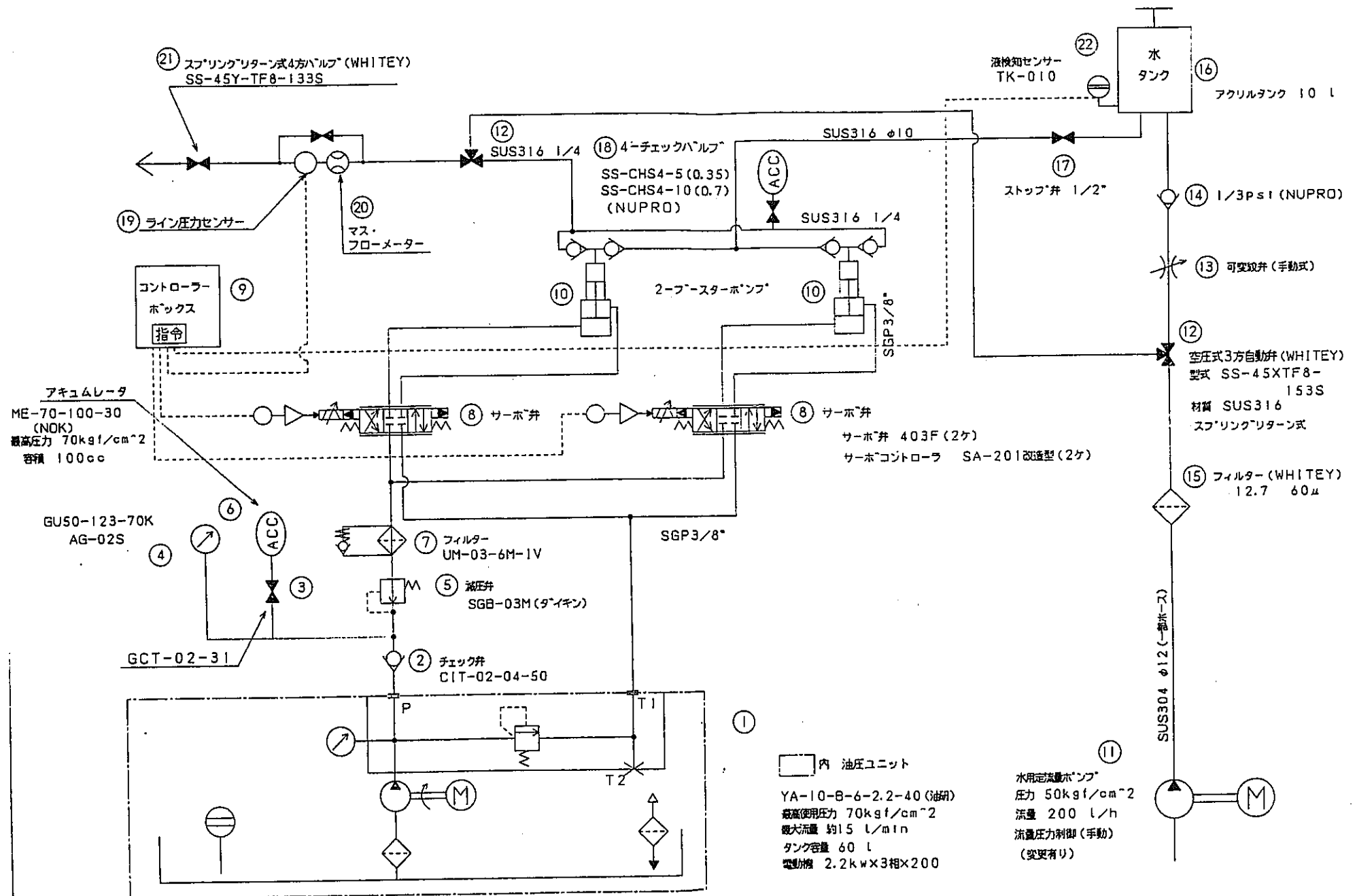


図3. 2. 4 ブースターポンプ油圧回路図

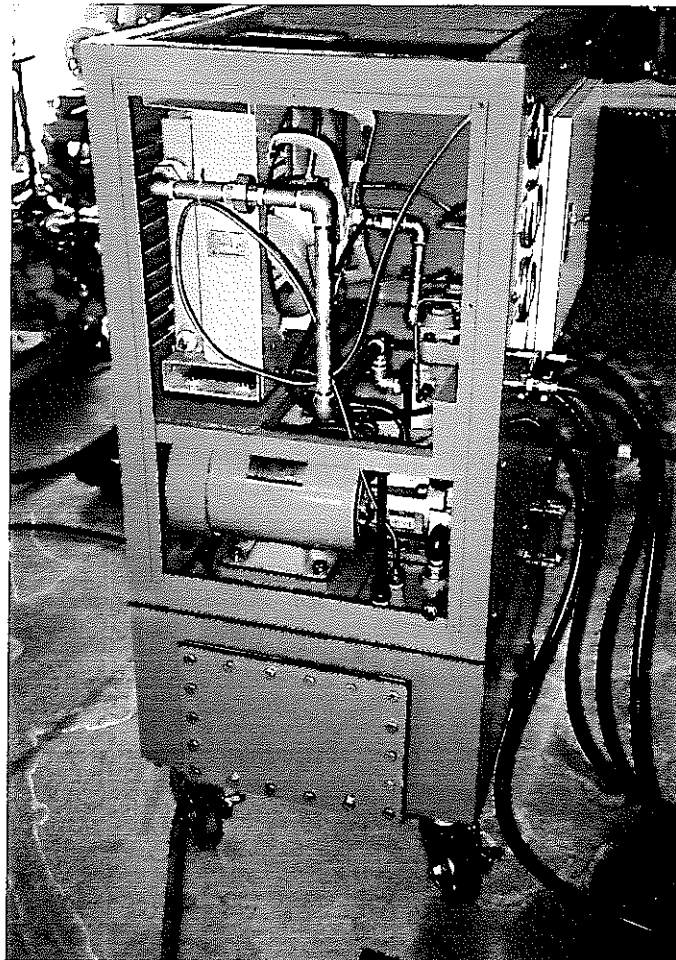


写真3. 2. 2 油圧源

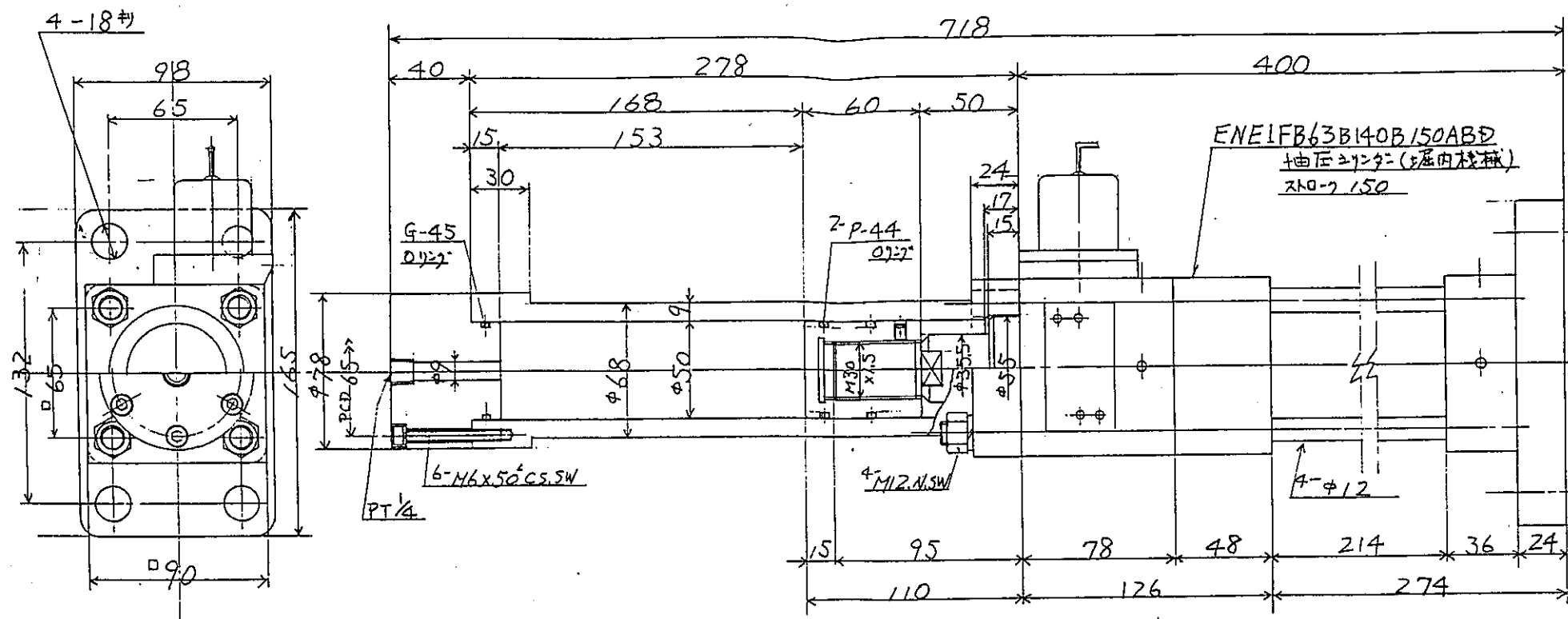


図 3. 2. 6 変位検出型流量計

表 3. 2. 1 変位検出型流量計の仕様

以下の部品より構成	：パルスエンコーダー（堀内機械（株）） （インテリジェント油圧シリンダーに内蔵）	2 台
	：カウンター（敦賀電機（株）） 型式：MODEL3927-32	2 台
	：アナログ出力器（敦賀電機（株）） 型式：MODEL3821	2 台
分解能	：0.1 mm（0.785 ml）	
ストローク	：200 mm	
アナログ出力	：4～20 mA	

(3) サーボ弁およびサーボアンプ

ブースターポンプからの吐出圧力の制御は、油圧サーボ制御方式によって行われる。

サーボ制御の仕組みを簡単に述べると、以下のとおりである（図3. 2. 7参照）。まず、指令信号設定器（コンピュータまたはサーボコントローラ等）により設定された指令は、サーボアンプにより電流に変換されサーボ弁に伝えられる。サーボ弁は、油圧ユニットから吐出される高圧作動油の流れを制御してシリンダーを駆動する。サーボコントローラは、検出器により得られた信号をフィードバックし、指令信号との電圧差がゼロになるように、再度サーボ弁に制御電圧を伝える。この閉ループ系によるフィードバック制御方式により、負荷に対して任意の周波数、任意の波形の荷重を加える事ができる。

本試験装置では、5オーダーにわたる広い流量範囲（0.02 l/h～200 l/h）に対して、0.1～50kg/cm²の圧力を高精度に制御する必要がある。したがって、これに対応できる高性能のサーボ弁およびサーボアンプを選定することが重要である。

そこで、設計段階で選定した油研工業（株）のサーボ弁SVD-F11およびサーボアンプSK1056の組合せと、東京精密測器（株）のサーボ弁403FおよびサーボアンプSA-201の2種類のシステムを使って、実際に注水運転を行った。両者は、構造的に大差はないが、前者が、一般産業機械向けに作られた低価格なサーボ弁であるのに対して、後者は、工業用ロボット、マニピュレータ等、高安定性、高繰り返し位置決め性能、高耐久性能を満足するように、ノイズ、ドリフト、不安定性を非常に少なくした製品である。

両者を用いた試験の結果、本装置については、403Fのほうが、より安定した制御性能が得られることが分かったが、一定水圧に1台で制御するときは良いが、ブースタ切り替え時の水圧変動に対する応答性が若干悪かった。そこで、同じ高性能タイプで周波数応答の高いタイプ（東京精密測器、225F-30L-30-201）を採用することになった（図3. 2. 8、表3. 2. 2参照）。

サーボアンプは、今回の仕様の広い流量範囲（0.02 l/h～200 l/h）に対して、市販のものではゲインの調整範囲が対応しきれないことが分かった。また、前述したように、ブースタの切り替え用の回路も作成する必要があったため、以上の仕様に対応するようサーボアンプを特別に設計・製作した（日工産業（株）設計、昭和機器工業（株）製作）。

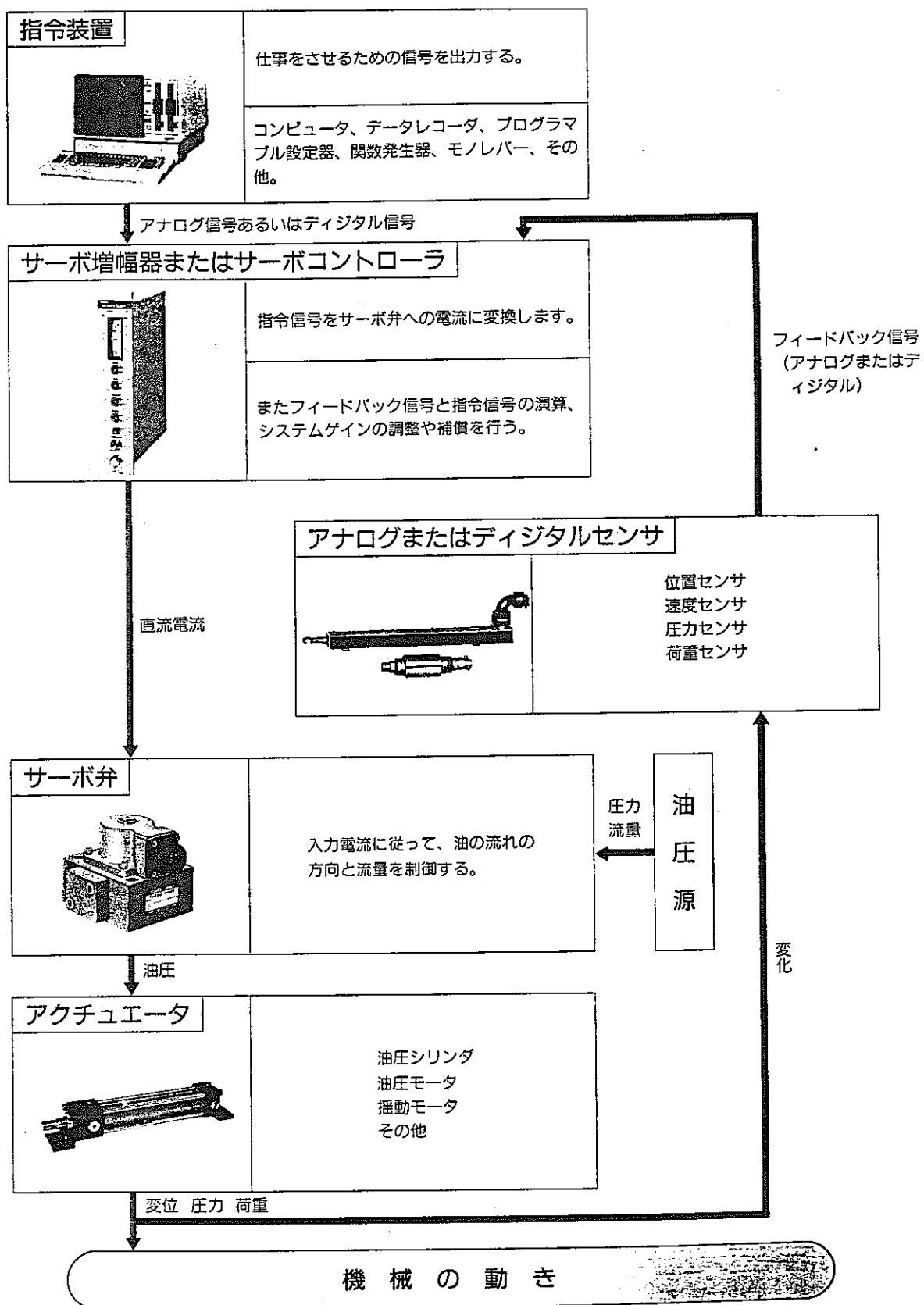


図 3. 2. 7 油圧サーボ制御の流れ (油研工業 (株) サーボ弁カタログより引用)

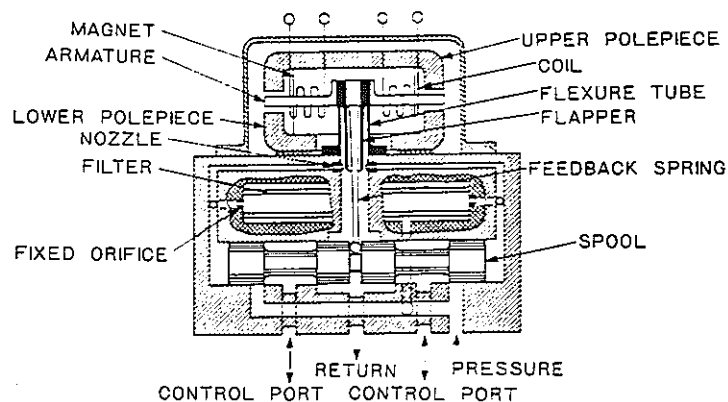
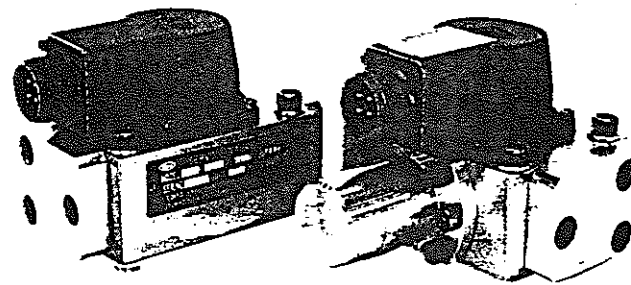


図 3. 2. 8 サーボ弁 (225F-30L-30-201、東京精密測器 (株) 製)

表 3. 2. 2 サーボ弁の仕様 (225F-30L-30-201、東京精密測器 (株) 製)

標準仕様 STANDARD SPECIFICATIONS

定 格 流 量 (Pv=140 kg/cm ²) Rated flow	ℓ/min	5	7.5	15	30	45	60	80
定格電流及びコイル抵抗 Rated Current & Coil Resistance		30mA (200Ω); 100mA (20Ω), 40mA (100Ω)						
定 格 圧 力 Rated pressure	kg/cm ²	210 (280)						
供給側、負荷側耐圧 Proof pressure at supply and return port	kg/cm ²	1.5×定格圧力 Rated pressure						
戻り側耐圧 Proof pressure at return port	kg/cm ²	定格圧力 Rated pressure						
使用温度範囲 Operating temperature range	℃	-10~80						
使用粘度範囲 Operating viscosity range	cSt	10~400						
内 部 リ ー ク (Pv=140 kg/cm ²) Internal leakage flow	ℓ/min	0.9	1.0	1.4	2.1	2.9		
ヒステリシス Hysteresis	%	< 2						
スレシールド Threshold	%	< 0.5						
中立点変動 Null shift	%	< 2						
・供給圧力±20%変化 Supply pressure ±20% var.								
・油温30℃変化 Fluid temperature 30℃ var.								
・加速度1G変化 Acceleration 1G change		< 0.5						
中立点圧力ゲイン Pressure gain	%Ps, %/s	> 30						
重 量 Weight	kg	1.0						

図3. 2. 9及び写真3. 2. 3に今回制作したサーボアンプの外観を示す。また、サーボアンプの性能仕様を表3. 2. 3に示す。

定圧注水制御を行うときは、サーボアンプの前面パネルのつまみにて圧力を設定するほか、制御盤に組み込んだ制御用コンピュータの制御ソフトウェアを使用して圧力を設定することもできる。正弦波圧力制御は、この制御用ソフトウェアにより制御用コンピュータから正弦波状の制御電圧を発生させることにより行う。

サーボアンプは、使用する水圧及び流量に応じて最適な制御を行うようゲイン調整を行う必要がある。ゲインは、できるだけ大きく設定した方が制御性能が良いが、大きすぎると発振するのでそのわずかに小さめに設定する。この最適なゲインの設定は使用する水圧及び流量によって異なる。本試験装置は水圧及び流量の範囲が広いので、使用する水圧と流量の組み合わせによってそれぞれ最適なゲインを逐次設定することが不可欠である。この調整作業は、実際には非常に煩雑な作業で、野外試験の現場で行うことは非常に効率が悪い。そこで、今回制作したサーボアンプは、水圧、流量についてそれぞれ大・中・小の3段階のレンジを設け、レンジの組み合わせ合計9種についてそれぞれゲイン調節つまみを設けた。すなわち、圧力・流量それぞれについて切り換えスイッチにより大・中・小のレンジを選択すると、対応するゲイン調節ダイヤル自動的に選択されランプにより指示される。この調節ダイヤルはロック付きのバーニヤダイヤルなので、微調整が容易でかつロックすることにより設定値を確実に保持することができる。一度調節した後は、水圧、流量についてそれぞれ大・中・小の3段階のレンジを選択するだけで、確実に最適な制御が行われる。

左右のブースタの出力水圧は、1つの圧力センサーをフィードバックに用いているものの、ブースタシリンダやサーボ弁の微妙な特性の違いにより全く同じにはならない。サーボアンプのゲインは2台のブースタそれぞれについて最適な制御を行うように調整しなければならない。さらに、全く同じにならないときには、NULLダイヤルにより水圧の微差をシフトして同一になるよう調節することによって平滑で一定な水圧制御を行うことができる。

以上のように、適切なブースターポンプ、サーボアンプおよびサーボアンプの組合せにより、仕様を満足する圧力制御装置を製作した。

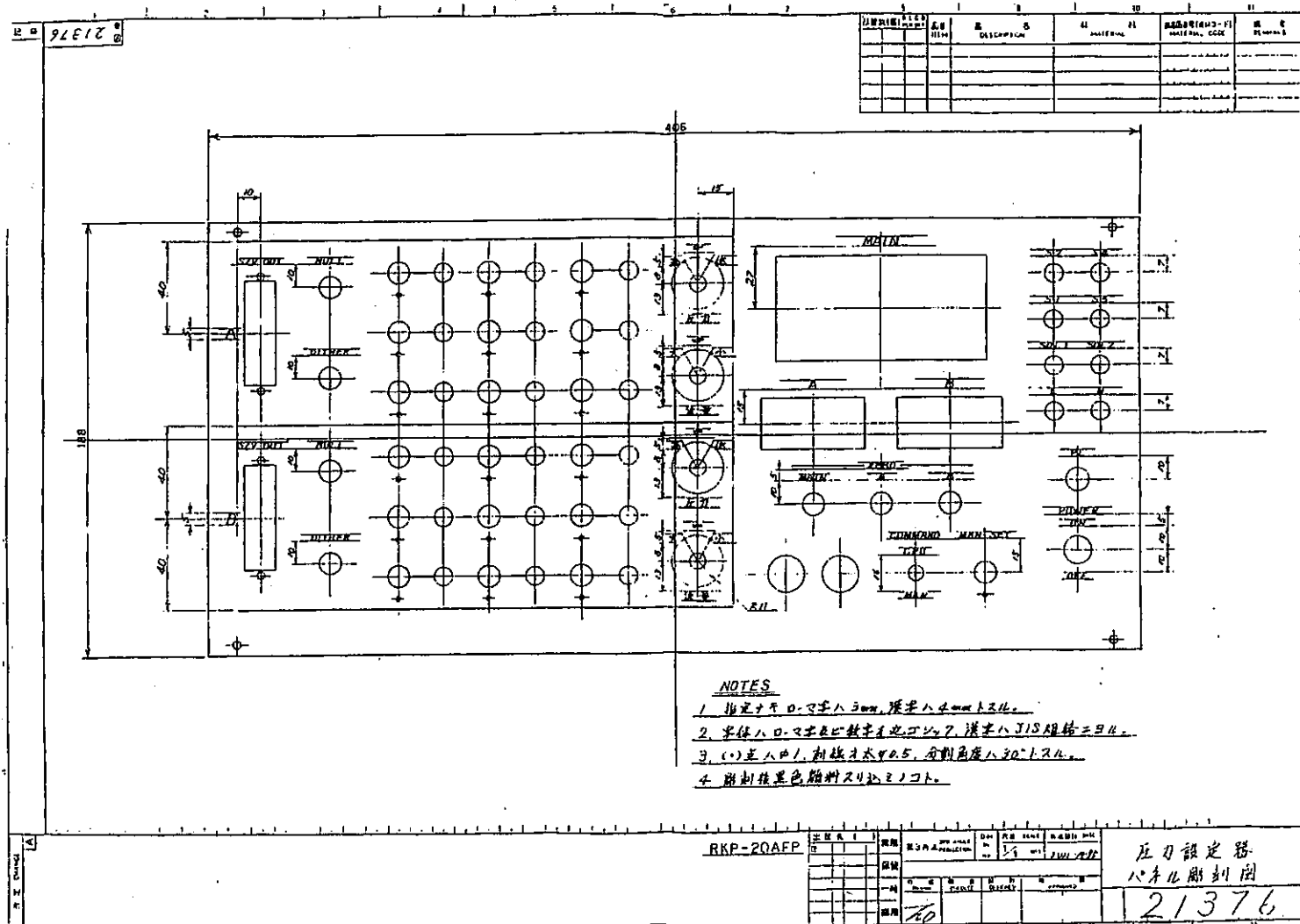


図 3. 2. 9 サーボアンプ

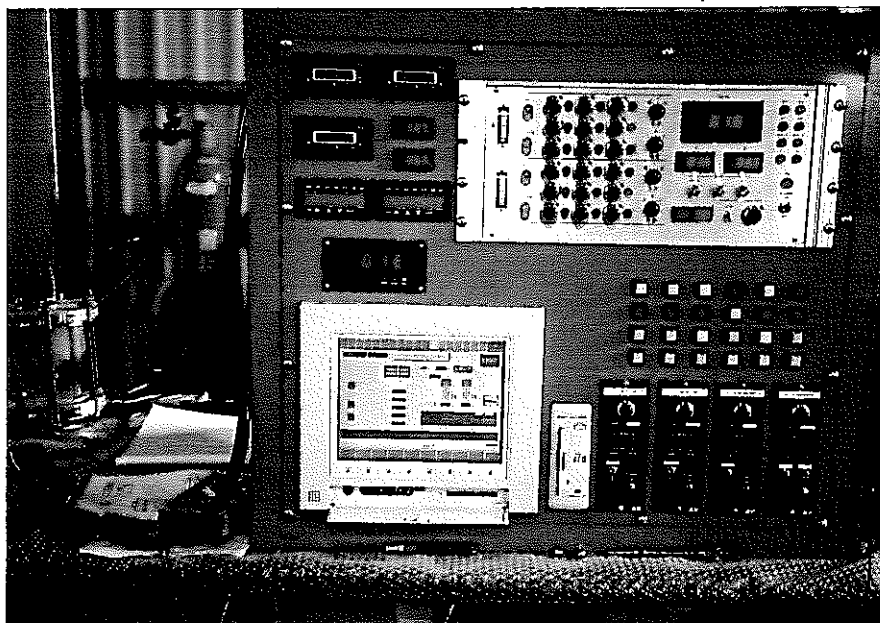


写真 3. 2. 3 サーボアンプ

表 3. 2. 3 サーボアンプの仕様

型式	: 特別注文制作品
製造	: 日工産業 (株)
最大ゲイン	: 30mA、480mV
適合サーボコイル仕様	: 30mA、400Ω
制御サーボ弁	: 2 台
電源	: AC100V、50/60Hz、300VA

3. 2. 2 定流量ポンプ

定流量ポンプは、モノポンプ12NE型を採用することを基本的な方針としていたが、モノポンプは、長さが2m近くになり、運搬や狭い現場での使用に支障を来すことが懸念される。そこで、よりコンパクトな装置で定流量注水を実現する方法について再調査した。調査の過程で、最近普及しつつある水用流量サーボ弁が有力候補として挙げられた。この方式は、流量制御に水サーボ弁を用いるもので、概念的には油圧サーボによる圧力制御方式と同じであるが、①直接注水配管中にサーボ弁を設置する、②フィードバックには、流量計からの信号を用いる、という点で異なる。

そこで、水サーボ方式を用いた定流量ポンプを作成し性能試験を行い、5章で述べるように、良好な結果を得た。

水サーボ方式の定流量ポンプの構成は下記の通りである。

水サーボ弁	：MODEL 70 C-TYPE (ISD社製、図3. 2. 10、表3. 2. 4)	1台
サーボアンプ	：SERVO AMP400D (ISD社製、図3. 2. 11、表3. 2. 5)	4台
水ポンプ	：MW240 (MARUYAMA製、最大圧105kg/cm ² 、最大流量13.2ℓ/min、 巻末資料参照)	1台

今回の流量制御の仕様では、各流量(0.02ℓ/h～200ℓ/h)での圧力の範囲が0～50kg/cm²と非常に広く、予備性能試験により流量制御中の圧力の値によって最適なゲインの設定が異なることが分かった。すなわち、流量が一定でも、圧力が大きくなるほどゲインを大きくする必要がある。また、流量範囲によってゲインの調節範囲が大きく異なることが分かった。そこで、使用する流量範囲によって切り換えて、3台のサーボアンプを用いて1～200ℓ/hourの流量をカバーすることにした。すなわち、1～10、10～20、および20～200ℓ/hourである。さらに、圧力に応じてゲインがリニアに変化する回路を市販のアンプを改造して組み込んだ(SERVO AMP400D、ISD社製)。この圧力用にサーボアンプを1台使用し、流量制御用のサーボアンプのゲイン調整に使用するゲイン勾配を調節する。流量制御のフィードバックに使用する流量計には前述の変位検出型流量計を使用した。

写真3. 2. 4に水サーボ弁の外観を、写真3. 2. 5に水ポンプの外観を示す。

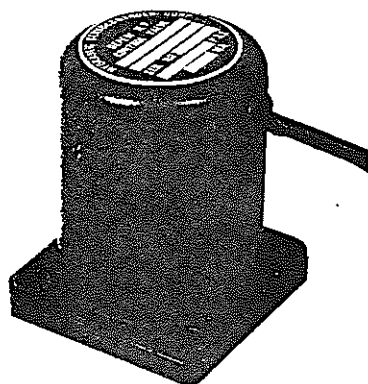


図 3. 2. 10 水サーボ弁

表 3. 2. 4 水サーボ弁の仕様

流 体	空 気・ガ ス			油・(水)		
型 式	MODEL 58	MODEL 65	MODEL 70	MODEL 58	MODEL 65	MODEL 70
使用 圧 力	バキューム～100kg/cm ²			1～210kg/cm ²		
制 御 圧 力	2 方弁A タイプ			0～100%供給圧		
	3 方弁B タイプ			1.4/cm ² ～100%供給圧		
	3 方弁C タイプ			0～100%供給圧		
	4 方弁D タイプ			差圧 ±80%供給圧		
流 量	50 ℓ/min	150 ℓ/min	300 ℓ/min	1.5 ℓ/min (1)	7.56 ℓ/min (5)	13.23 ℓ/min (9)
	7 kg/cm ² 圧力降下			70kg/cm ² 圧力降下 (10kg/cm ²)		
入 力 電 流	100mA(75Ω)	200mA(28Ω)	300mA(20Ω)	100mA(75Ω)	200mA(28Ω)	300mA(20Ω)
ヒステリシス	4 %以下					
温 度	-40℃～150℃					
フ ィ ル タ ー	10 μ					

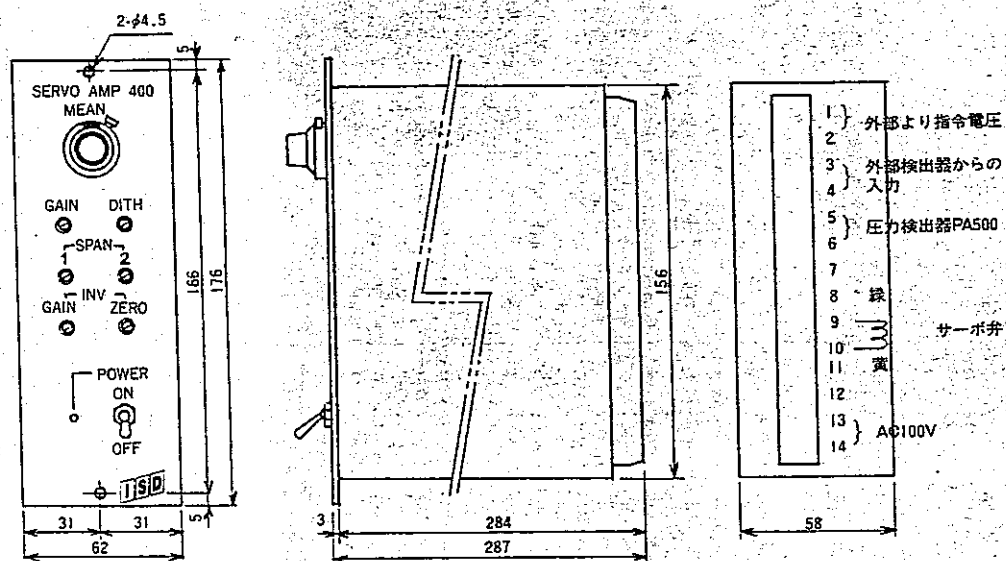


図3. 2. 11 サーボアンプ (流量制御用)

表3. 2. 5 サーボアンプ (流量制御用) の仕様

型 式	SERVO AMP400	E-P SERVO PET100
適 用 サ ー ボ 弁	MODEL	50、58、65、70
適 用 タ イ プ	A・B・C・D	
外部入力インピーダンス	100k Ω	
入 力 電 圧	$\pm 10\text{VMAX}$	
増 巾 度	0～100倍連続可変	
出 力	電流帰還、各バルブに適合、電流リミッタ付	
表 示 器	なし	圧力・電流
外 部 電 源	検出器用に安定化電源 $\pm 15\text{V(DC)}$ 50mA	
デ ィ ザ	有	
使 用 温 度 範 囲	0～50℃	
使 用 電 源	AC100V 50 60 電源変動 $\pm 10\%$ 以内	

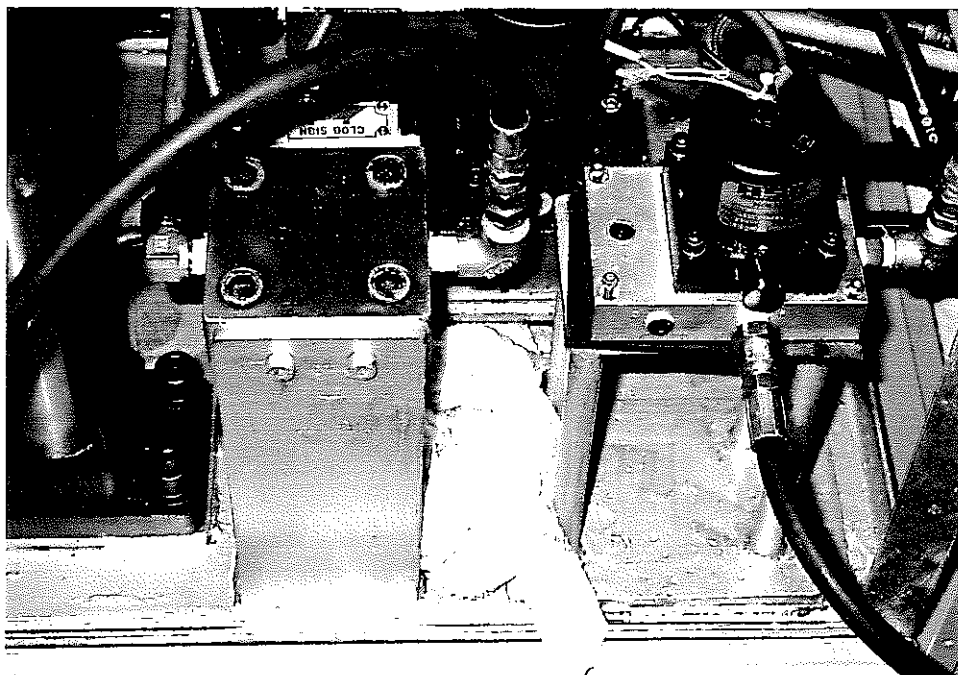


写真3. 2. 4 水サーボ弁

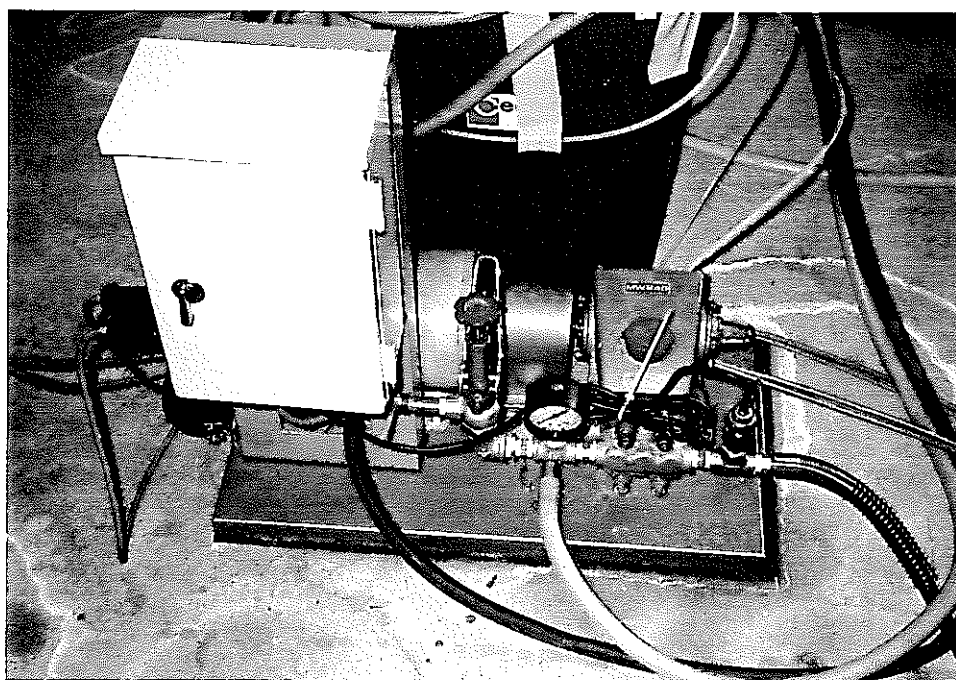


写真3. 2. 5 水ポンプ

図 3. 2. 12に制御回路の構成図を示す。サーボ弁には、水ポンプより容量 2 ℓ のアキュムレータを用いて脈動を吸収した一定の水圧を供給している。サーボ弁は、3 方タイプのもので、一時側の流量を二次側とドレイン側に振り分ける。ドレイン側に入った水は、一時側に戻すことにより再使用できるが、水タンクの水溫上昇を生じるために今回の設計では排出するようになっている。

流量の小さい領域では、以上に述べた方式は不向きなので、小型の定流量ポンプを採用して 0.006～2.4 ℓ/hour の流量範囲をカバーした。写真 3. 2. 6 に定流量ポンプの外観を示す。また、表 3. 2. 6 に定流量ポンプの性能仕様を示す。

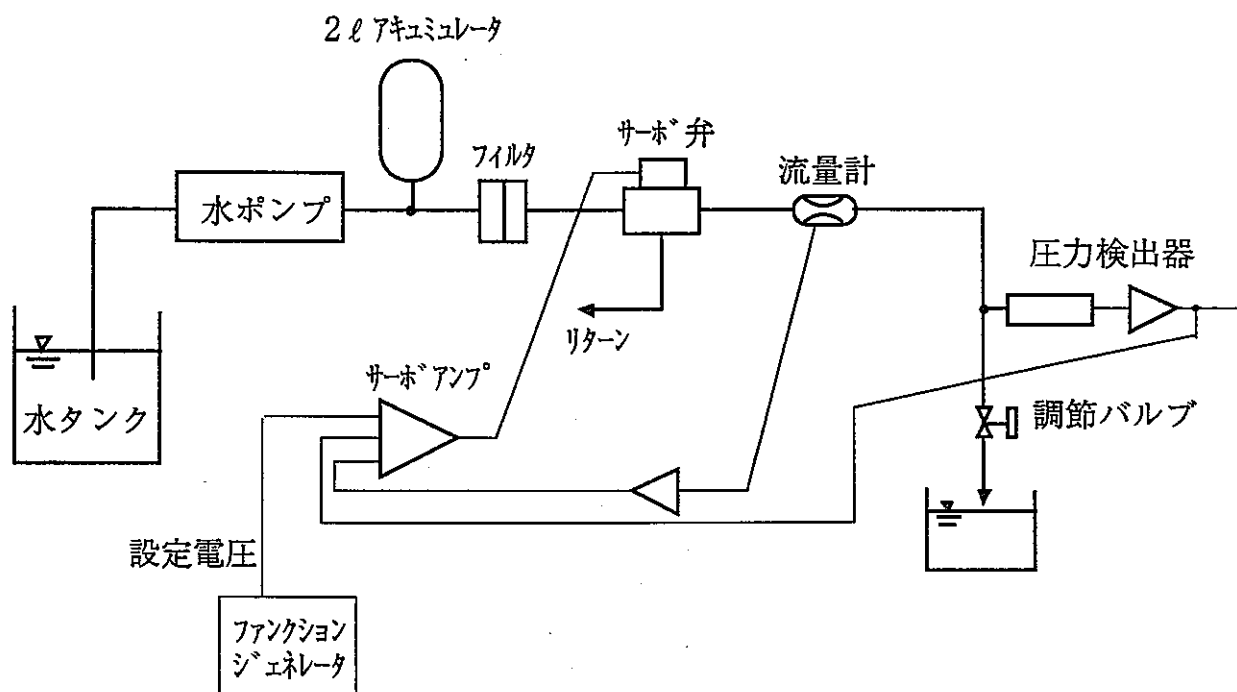


図 3. 2. 12 定流量注水制御回路構成図

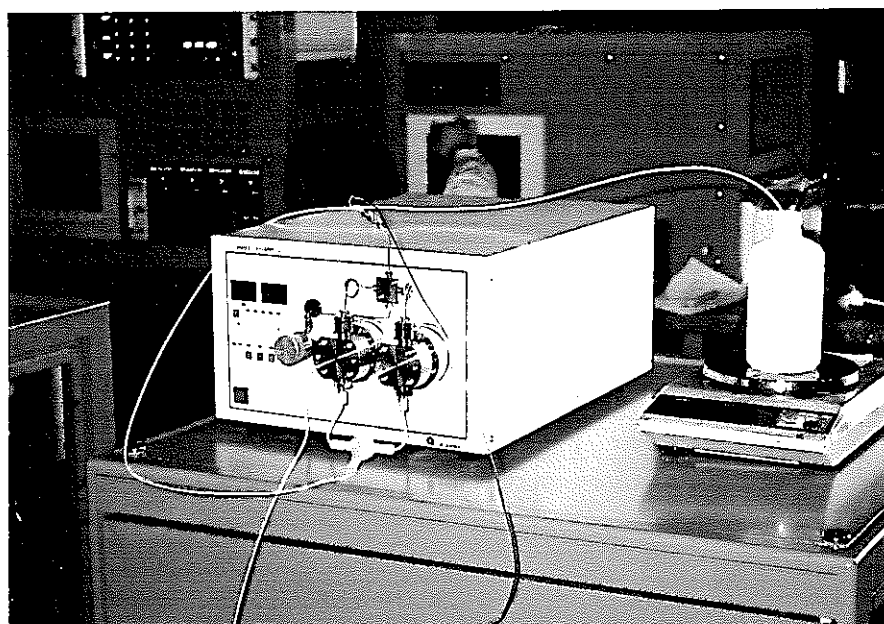


写真 3. 2. 6 定流量ポンプ

表 3. 2. 6 定流量ポンプの仕様

仕 様		流量プログラム
ポンプ型式	: ダブルプランジャー往復ポンプ	STEP数 : 10 STEP
送液方式	: 定流量送液, 定圧力送液	時 間 : 0~500 min
定流量送液		入出力 : 外部ON/OFF
流量設定範囲	: 0.1mL/min~40mL/min	RS232C 制御
最大吐出圧力	: 350 kgf/cm ²	アラーム出力
定圧力送液		外形寸法 : 330(W) × 450(D) ×
圧力設定範囲	: 10~350 kgf/cm ²	220(H) mm
圧カリミット設定		重 量 : 約21 kg
上 限	: 0~350 kgf/cm ²	電 源 : AC 100 V ± 10 %, 5A, 50/60Hz
下 限	: 0~350 kgf/cm ²	消費電力 : 180VA
圧力指示範囲	: 0~350 kgf/cm ²	
接液部材質	: SUS316・ルビー・サファイア・ カーボン入PTFE	

3. 3 バルブユニット

実験に際しては、初期間隙水圧測定、注水試験開始、注水試験終了の各段階において、配管上のいくつかのバルブを操作し、管路の開閉を行う必要がある。本試験装置では、操作性特に誤操作を防ぐ目的で、制御盤からバルブの開閉状態をモニターしながら、遠隔操作により任意のバルブの開閉ができるようにした。

バルブの開閉は、電磁弁とエアークチュエータバルブを用いて、空圧駆動により行う。バルブ形式としては、バルブ開閉時の体積変化による人為的な圧力変化の少ないボールバルブを採用した。また、配管径の大小に応じて、オリフィス径の異なるバルブを用いた。

図3. 3. 1および図3. 3. 2に、今回採用したホワイティー社製のボールバルブを示す。図3. 3. 3は、これらのバルブを空圧駆動で操作するためのエアークチュエータである。空圧源としては、小型コンプレッサーを用いた（IWATA製DSP-02P、図3. 3. 4）。

バルブの開閉操作は、後述するように、制御盤上の手動ボタンで行うかパネルコンピュータの画面上のタッチパネルスイッチで設定する。

これらのバルブ類は、写真3. 3. 1に示すようにラック（800×700×1000）の中に収納した。

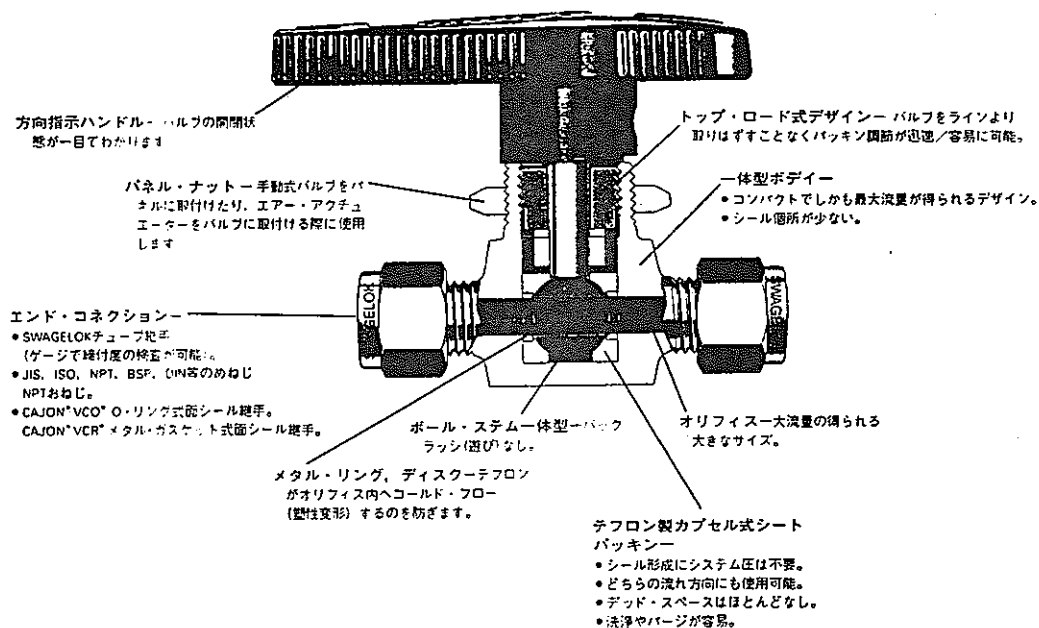


図 3. 3. 1 2方バルブ

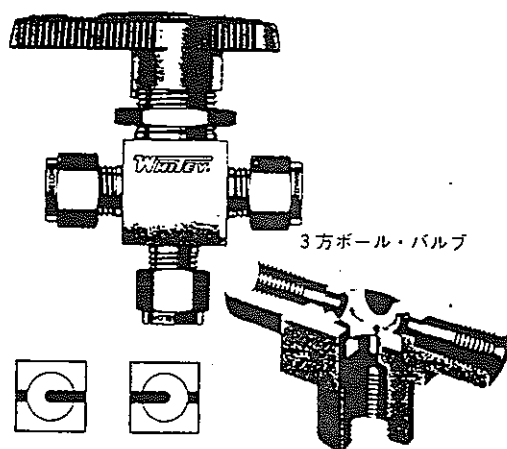
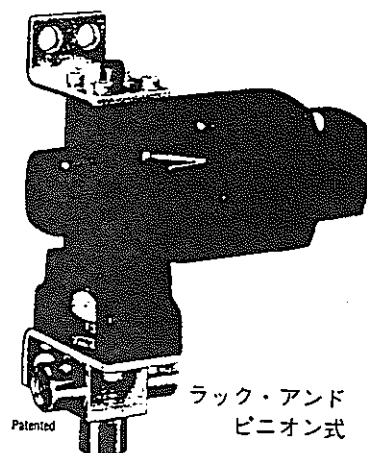


図 3. 3. 2 3方バルブ



ラック・アンド
ピニオン式

図 3. 3. 3 エアーアクチュエータ

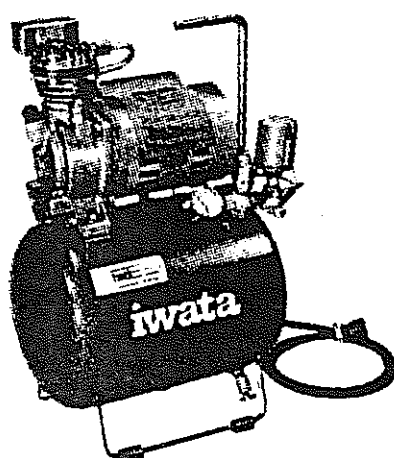


図 3. 3. 4 小型コンプレッサー (IWATA製DSP-02P)

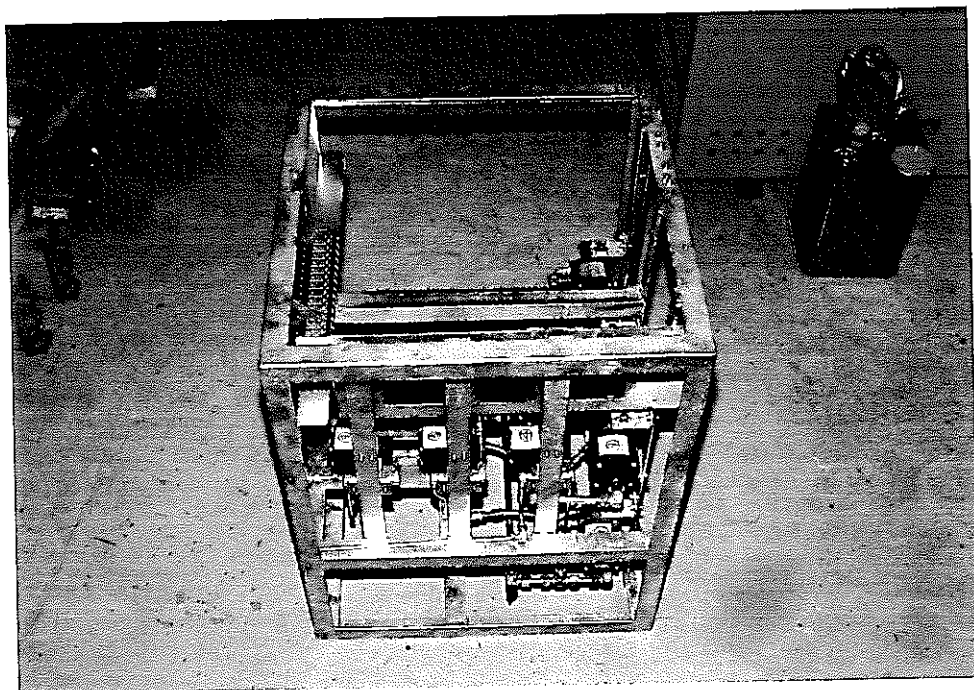


写真3. 3. 1バルブユニット

3. 4 制御盤ユニット

3. 4. 1 制御盤

制御盤は、注水水圧や流量を制御するための電気関係の主要部品をまとめて防滴仕様の筐体に収納したもので、前面は制御に関する操作パネルとなっている。収納される主要部品を以下に示す。

①前面パネルに配置されるもの

・ 圧力計出力デジタル表示器	1 台
(他に、サーボアンプ内に 3 台分表示)	
・ 変位検出型流量計変位表示器	2 台
・ 操作切り換えスイッチ	12 台
・ 電磁弁マニュアル切替スイッチ	12 台
・ サーボアンプ (ブースタポンプ用)	1 台
・ 制御用パネルコンピュータ	1 台
・ フロッピーディスクユニット	1 台

②筐体内部に収納されるもの

・ 電磁弁コントローラ	2 台
・ A/D 変換器	1 台
・ D/A 変換器	1 台
・ I/O ボード	1 台

③背面に配置されるもの

・ 電源スイッチ (漏電ブレーカー)	1 台
・ 非常停止スイッチ	1 台
・ 電源ケーブルコネクタ	1 個
・ 接続ケーブルコネクタ	1 式

写真 3. 4. 1 に制御盤ユニットを示す。

試験ごとの配管の切換や水圧・流量の設定、制御感度の調整などは、全て前面パネルからできるようになっている。配管の切換は前面パネルのスイッチを押すことにより電磁弁を操作してマニュアルで行うことができるほか、制御ソフトからも行うこ

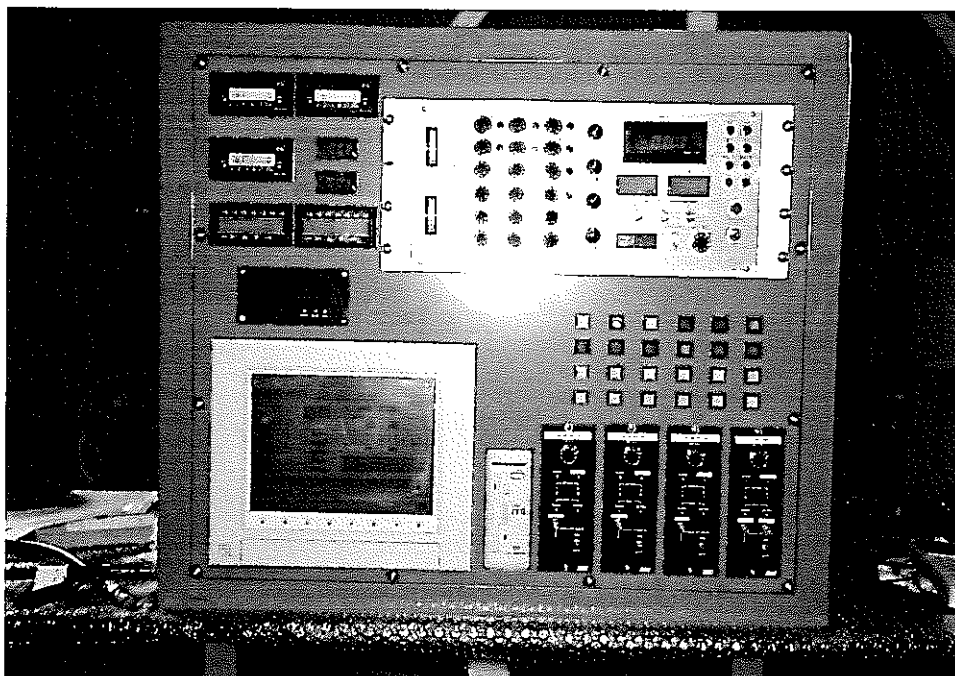


写真 3. 4. 1 制御盤ユニット

とができる。制御水圧および流量計（次年度）の出力は、前面パネルのデジタル表示器に常に表示される。

制御用コンピュータは、過酷な使用環境を考慮しF A用パネルコンピュータを採用し、防滴使用のユニット筐体の前面パネルに配置した。図3. 4. 1及び写真3. 4. 2にパネルコンピュータ外観を示す。メンテナンス以外の通常の操作は、全て液晶カラーディスプレイ上のタッチパネルスイッチを押すことにより行うことができる。これにより、表示と操作キーが一致し誤操作防止に役立つ。プログラムは、コンピュータ本体のフラッシュメモリ（書換可能ROM）に格納され、動作速度および耐震性能を向上している。プログラムの外部保存メディアとしては、湿気・粉塵には弱いものの汎用性を優先して1.2 MBタイプの3.5インチフロッピーディスクを用いているが、ディスクドライブには防水・防塵カバーを施し万全の対策を行っている。コンピュータのOS（基本ソフト）は汎用性の高いMS-DOSを用いており、EPROM（フラッシュメモリ）にインストールされているため過酷な環境に強い。

圧力計などの出力はA/D変換器によりコンピュータに取り込まれる。コンピュータからの制御信号は、D/A変換器により電圧に変換されサーボンプに送られる。電磁弁の切換信号は、I/Oボードを介して電磁弁コントローラに送られる。これにより圧縮空気の電磁弁を操作し、圧気式アクチュエータによりバルブを開閉操作する。これらのA/D変換器、D/A変換器およびI/Oボードはパネルコンピュータ背面のスロットに装着される。以上の各主要部品の主な仕様を、表3. 4. 1に示す。

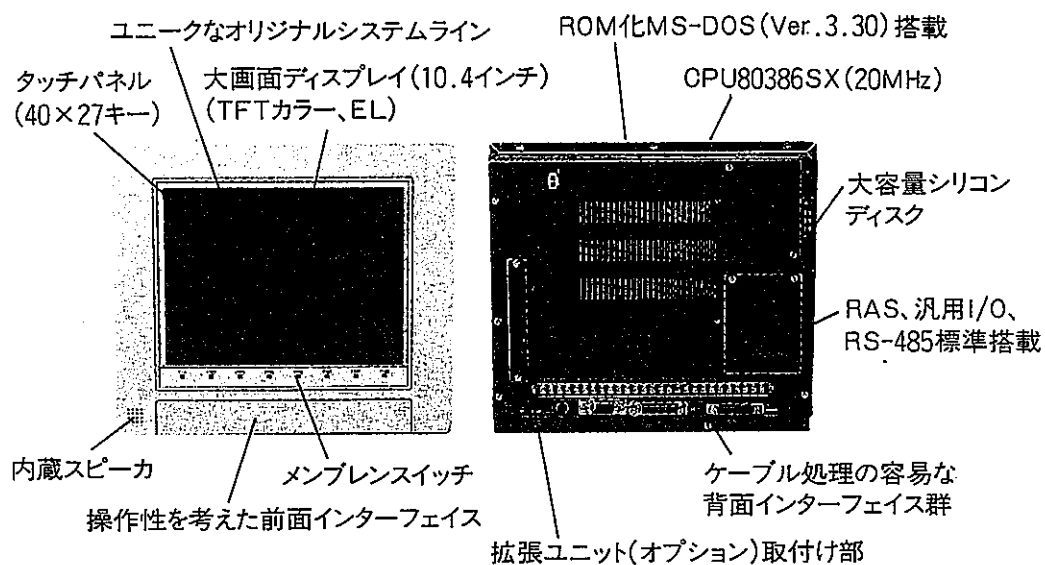


図 3. 4. 1 制御用パネルコンピュータ

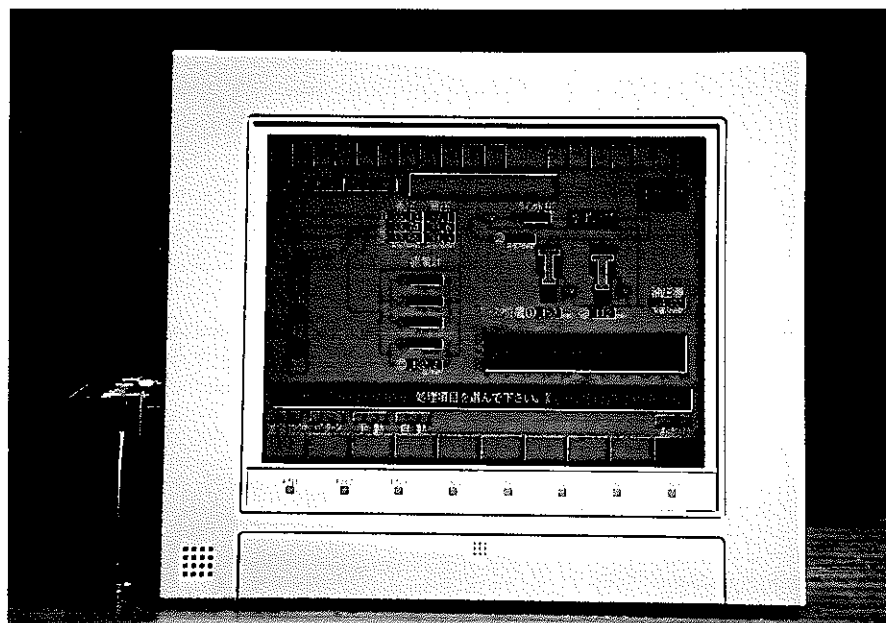


写真 3. 4. 2 制御用パネルコンピュータ

表 3. 4. 1 制御盤各主要部品の主な仕様

・サーボアンプ（定圧制御用）	
型式	: 特別注文制作品
製造	: 日工産業（株）
最大ゲイン	: 30mA、480mV
適合サーボコイル仕様	: 30mA、400Ω
制御サーボ弁	: 2 台
電源	: AC100V、50/60Hz、300VA
数量	: 1 台
・パネルコンピュータ	
型式	: IPC-PT / M30 (98) （本体） IPC-PAC(98)-4AF （4 スロット拡張ボードユニット）
製造	: 株式会社コンテック
CPU	: 80386SX(20MHz)
メモリ	: RAM 640 KB
フラッシュメモリ	: 512 KB
表示	: 10.4 インチTFT液晶カラー(16色)
OS	: MS-DOS ver.3.3 (ROMに搭載)
入力	: ディスプレイ上のタッチパネル又は外付けキーボード
寸法	: 313(W) x 105(D) x 273(H)
重量	: 5 kg
数量	: 1 台
・A/D変換器	
型式	: AD12-16T(98)H
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 16
分解能	: 12ビット
変換速度	: 約13μsec/チャンネル
・D/A変換器	
型式	: DA12-2T(98)
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 2
分解能	: 12ビット
変換速度	: 5μsec/チャンネル
・I/Oボード	
型式	: PIO-32/32(98)E
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 4グループ 32点

3. 4. 2 制御ソフト

制御用ソフトウェアは、制御用パネルコンピュータのフラッシュメモリ（書換可能ROM）上にインストールされ、コンピュータの電源スイッチを入れると自動的に高速で立ち上がる。制御用ソフトウェアは、以下の機能を持つ。

- ・注水制御系の配管のバルブ切換制御および接続状況のモニタ
- ・注水制御系の水圧・流量・ブースタ位置などの計測値のモニタ
- ・定水圧制御および正弦波水圧制御

操作・設定は、画面に貼り付けられたタッチパネルにより、画面上のボタンを直接指で押すことにより行うことができる。メンテナンスの際には、別途標準キーボードを取り付けることができる。プログラム自体や制御用基本データの変更は、まずフロッピーディスク上のプログラムやデータを変更し、専用ユーティリティを用いてフラッシュメモリをフロッピーディスクの内容で書き換えることにより行う。この作業を手軽に行うためのバッチファイルが用意されている。

制御ソフトでは、上記の機能の安定な提供に専念するため、計測データの保管の機能は持たせていない。この機能は、次年度に別途製作する計測ユニットにて受け持つ。

以下、制御ソフトの主要画面およびその機能について説明する。

（1）基本画面

パネルコンピュータのスイッチを入れると自動的にソフトウェアが立上り、初期画面になる（図3. 4. 2）。この画面は、配管図モニタ、水圧・流量などのデジタル出力モニタおよび水圧グラフモニタよりなる。これらが、一つの画面上に配置されている。

配管図モニタは配管の接続状況を示す。水圧制御用のブースタのシリンダは、エンコーダ式変位計の出力に従って画面上を上下し、ピストン位置をモニタすることができる。デジタル出力モニタは、水圧・流量などのデジタル値を画面上の配管図の対応する位置に表示する。これらは、電磁弁により選択された管路に接続されているものが自動的に選択されて表示するようになっている。水圧グラフモニタは、制御水圧出力と実際に計測された水圧との経時変化を常にグラフに表示する。時間軸（横軸）は

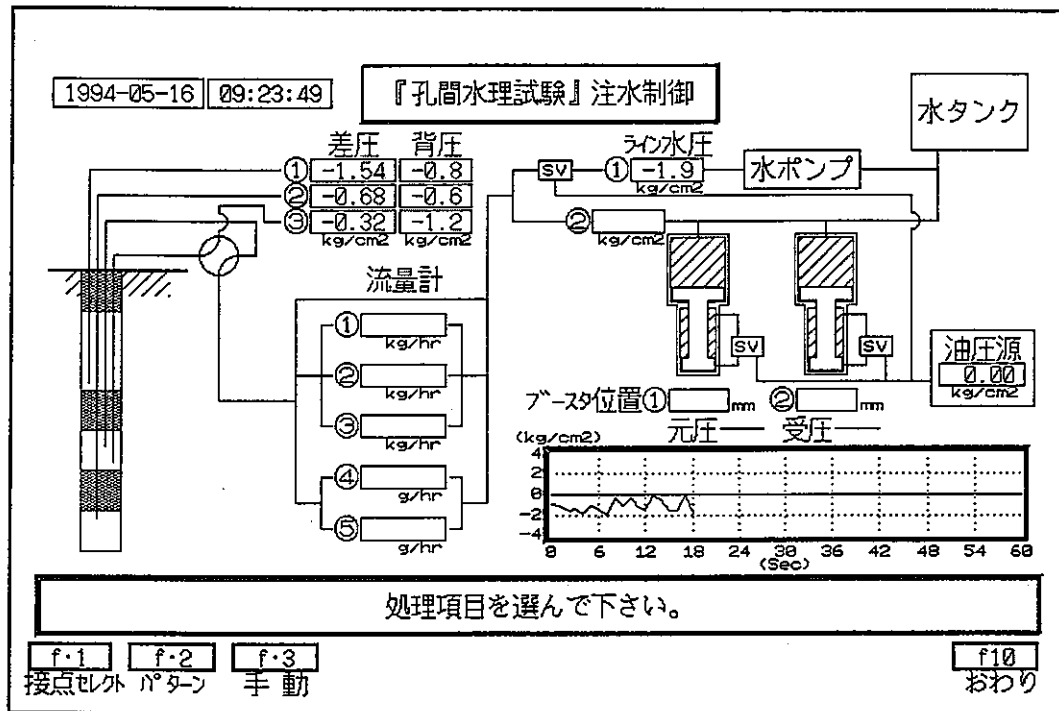


図 3. 4. 2 制御ソフトウェア〔基本画面〕

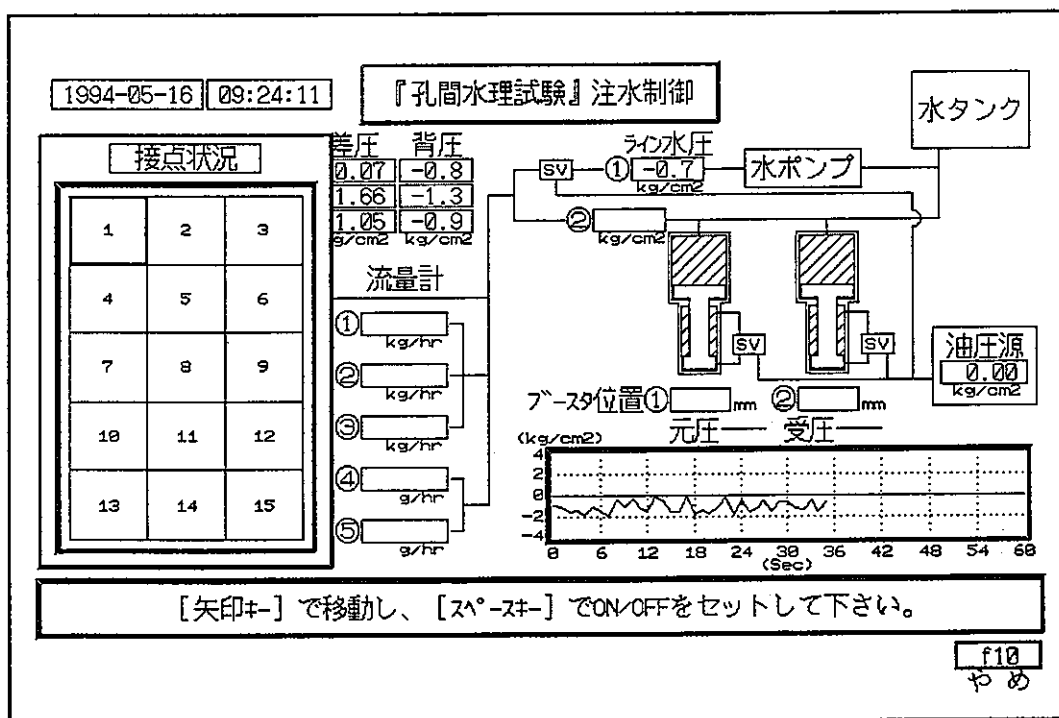


図 3. 4. 3 制御ソフトウェア（電磁弁切換画面）

オートスケーリング機能により自動的に書き換えられるようになっている。

この画面より、次の機能を画面下部の選択キーを直接指で押すことにより選択する。

- ・ 電磁弁切り換え
- ・ 制御パターン選択
- ・ 手動水圧制御

（２）電磁弁切り換え

電磁弁切り換えを選択すると、電磁弁切り換えスイッチウィンドウが開く（図 3. 4. 3）。電磁弁は、画面上の各番号のスイッチ位置を直接指で押すことにより電磁弁を開閉・切換操作する。弁の現在の開閉状況は、スイッチの自体の色変化により表示する。また、この画面の操作終了後、配管図画面上の水圧計・流量計は、以上の弁の切り換えに応じて自動的に選択して表示される。

（３）制御パターン選択

制御パターン選択キーを押すと、さらに正弦波水圧制御と階段上水圧制御とを選択するキーが現れる。以下それぞれの機能について説明する。

①正弦波水圧制御

図 3. 4. 4 に、正弦波水圧制御の設定画面を示す。この制御モードでは、初期水圧を基準として、水圧を正負に正弦波状に決められた振幅・周期で変化させる制御を行う。まず、加圧パターンを設定する。ここでは、初期水圧、振幅、周期、および制御サイクル数を入力する。パターン設定後、自動制御ボタンにより制御を開始する。水圧の制御状況は、グラフに表示される（図 3. 4. 5）。制御終了サイクル数は、制御開始後にも、状況に応じて変更することができる。

②階段状水圧制御

図 3. 4. 6 に、階段状水圧制御の設定画面を示す。この制御モードでは、水圧を直線状に指定した速度で上昇させ、指定した水圧で保持する。これを多段階に行い、また同様に水圧を下降することができる。まず、加圧パターンを設定する。ここでは、初期水圧、水圧上昇・保持時間、水圧ステップ、最大水圧などを入力する。

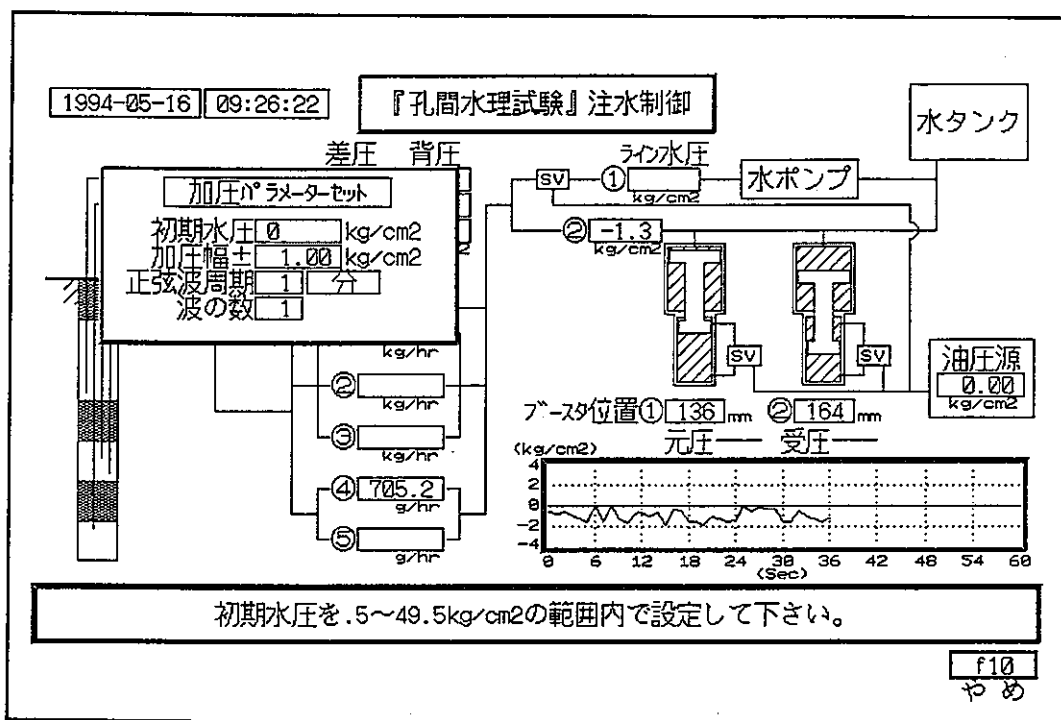


図 3. 4. 4 制御ソフトウェア〔正弦波水圧制御設定画面〕

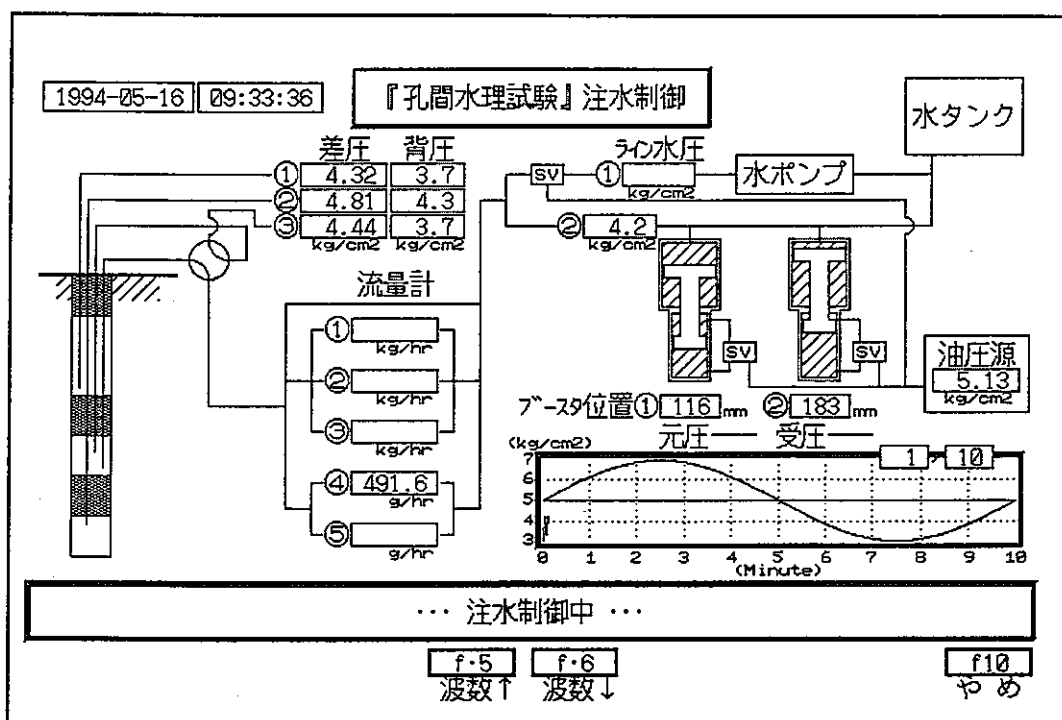


図 3. 4. 5 制御ソフトウェア〔正弦波水圧制御中画面〕

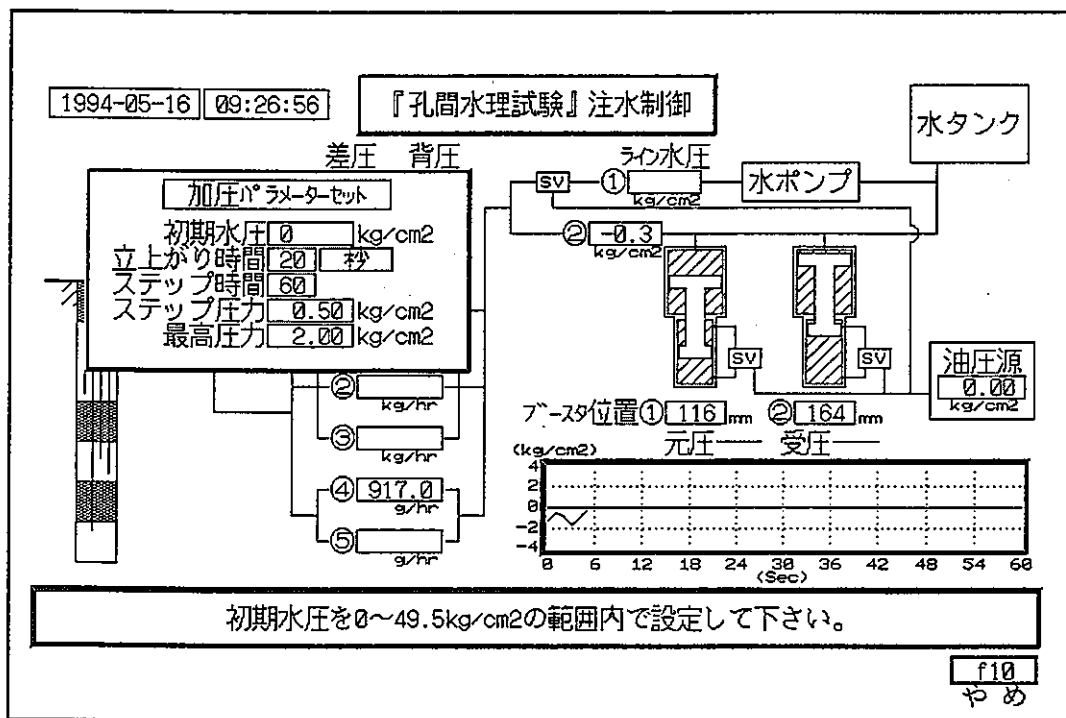


図 3. 4. 6 制御ソフトウェア〔階段状水圧制御設定画面〕

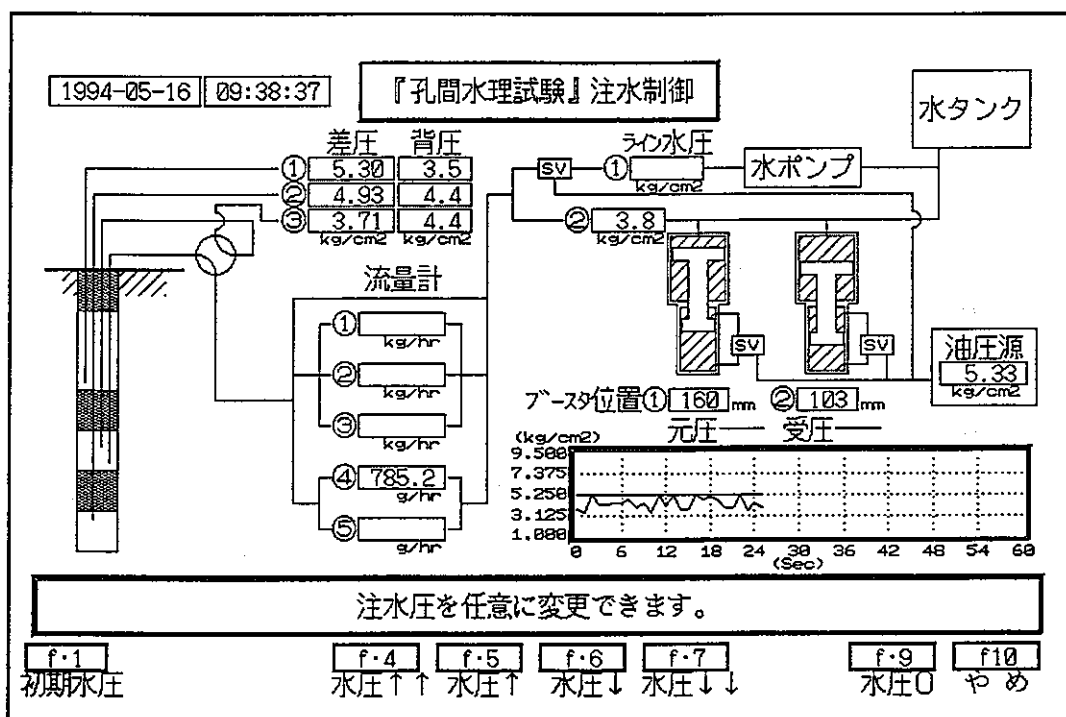


図 3. 4. 7 制御ソフトウェア〔手動水圧制御画面〕

パターン設定後、自動制御ボタンにより制御を開始する。水圧の制御状況は、グラフに表示される。

（４）手動水圧制御

オプション機能として、手動による水圧制御機能を付加した（図 3. 4. 7）。これは、水圧の上昇・下降キーにより、コンピュータ上で現在の水圧を変化させる機能である。制御水圧は、グラフモニタ上にリアルタイムに表示される。

3. 5 配管管径の検討

本試験機で対応すべき注水量は、0.2～200 ℓ/hrの広いレンジにまたがっており、管路の口径の選択は重要な問題である。管路の摩擦損失を少なくするには、管径を大きくする必要があるが、逆に管路内での貯留効果を少なくするためには、小さな管径の方が望ましい。特に、正弦波試験等においては、ポンプによる注水制御が、管路の摩擦損失または管路内での貯留効果により圧力減衰または時間遅れが生じ、正確に注水区間に伝達されないことも懸念される。

そこで、いくつかの管路径について圧力損失を算定し、適正な管径について検討した。ただし、圧力損失の大部分は摩擦損失により生じると仮定して（すなわちバルブ等の損失は無視して）、次式を用いて算定した。

$$\Delta H = f \frac{\ell v^2}{D 2g} \quad (3. 5. 1)$$

$$f = 124.5 \frac{n^2}{D^{4/3}} \quad (3. 5. 2)$$

ただし、 ΔH ：圧力損失（kg/cm²）、 v ：管内流速（=Q/A）、 D ：管径（m）、 ℓ ：全管路長（長さ数十mのボーリング孔を想定し、100mと設定した）、 Q ：流量（ℓ/h）、 A ：断面積（m²）、 f ：摩擦損失係数、 n ：粗度係数（滑らかな表面を有するステンレス管を想定し、0.01とした）である。

結果を表3. 5. 1に示す。

表3. 5. 1 配管管径と圧力損失の関係（管路長100m）

内径 (mm)	圧力損失 (kg/cm ²)				
	流量0.1 ℓ/h	流量1 ℓ/h	流量10 ℓ/h	流量100 ℓ/h	流量200 ℓ/h
4	0.49×10 ⁻⁴	0.49×10 ⁻²	0.49	48.8	195.5
8	0.12×10 ⁻⁵	0.12×10 ⁻³	0.12×10 ⁻¹	1.21	4.85
10	0.36×10 ⁻⁶	0.36×10 ⁻⁴	0.36×10 ⁻²	0.36	1.48
12	0.14×10 ⁻⁶	0.14×10 ⁻⁴	0.14×10 ⁻²	0.14	0.56

表3. 5. 1より、例えば内径8mmの管路を用いると、流量が10 l/hr以下の場合には、管路長100mに対して微少な圧力損失しか生じないことが分かる。ただし、流量が、100 l/hrのオーダーになると、内径12mmの管路でも有意な圧力損失が生じることは避けられない。しかし、限られた孔内スペースの中では、これ以上の配管を用いるのは非現実的であると思われる。

以上の検討結果を基に、注水配管には内径12mmの管路を採用し、流れの生じない（圧力損失の無い）差圧計測用配管には内径4mmの管路を採用することとした。ただし、注水流量が小さい場合には、12mmの管路内径は過大であるので、地上配管の途中にスワップバルブを設け、注水配管と差圧用配管を入れ換えられるようにした。このような工夫により、注水流量に応じた配管配管を選択し、注水に用いない方の管路を差圧測定用管路として使用するようにした。また、ポンプユニットやバルブユニットの配管についても、管路長は注水配管に比べて短いものの圧力損失をなるべく小さくするよう内径10mmの配管を用いた。

なお、配管材料としては、取り扱いの容易さからすると、高圧用ナイロン配管の利用も考えられるが、剛性の確保を最優先し、注水・差圧配管ともステンレス管を用いた。

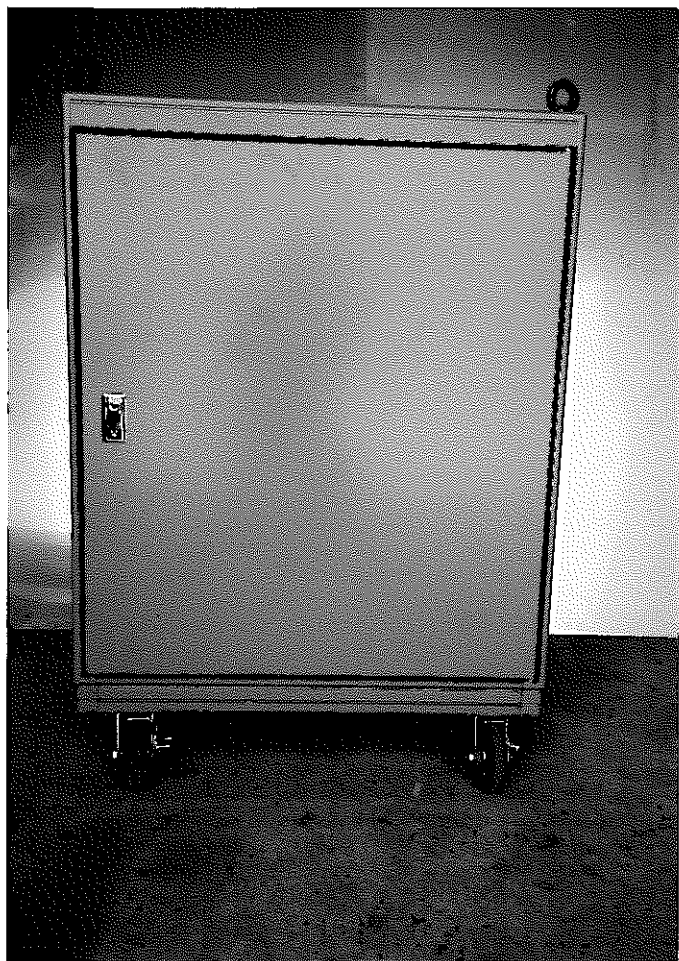
3. 6 移動用ラック

移動用ラックについては、耐久性、防錆面、経済性を考慮しつつ、なるべく市販の筐体を利用するよう心掛けた。

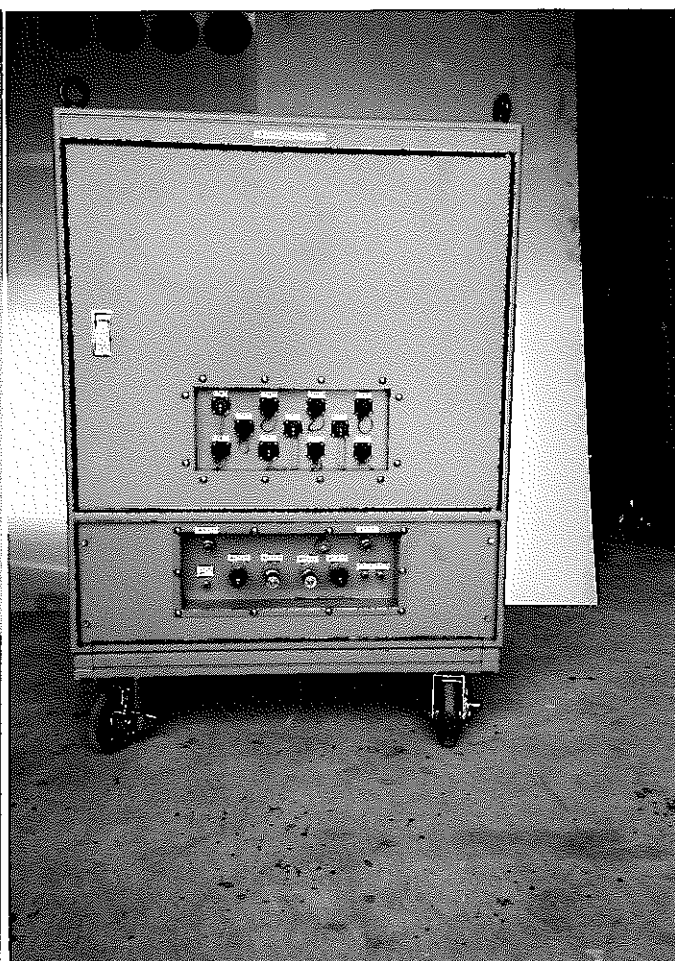
この結果、ポンプユニットおよびバルブユニットには、摂津金属製の匡体spFDC-1250-750-800Wを用いた。これは、フレーム部がアルミ製で軽量化を図り、パネル部は鉄製で丈夫になっている。一方、制御盤ユニットは、前面にパネルコンピュータや多くの指示器、アンプ、スイッチ類が並び細かな加工が必要であり、既存のラックの利用が難しいため、専用ラックを作成した。これは、鉄製のフレームにアルミ製のパネルを用いている。

全てのラックの内部には、ラック補強のための鉄製の枠および棚を組み、個々の装置を固定した。全ての鉄部には亜鉛メッキなどの防錆処理を施した。また、全ての塗装には丈夫な焼き付け塗装を用いた。

図3. 6. 1～4にラックにおさめられた各ユニットの外観を示す。

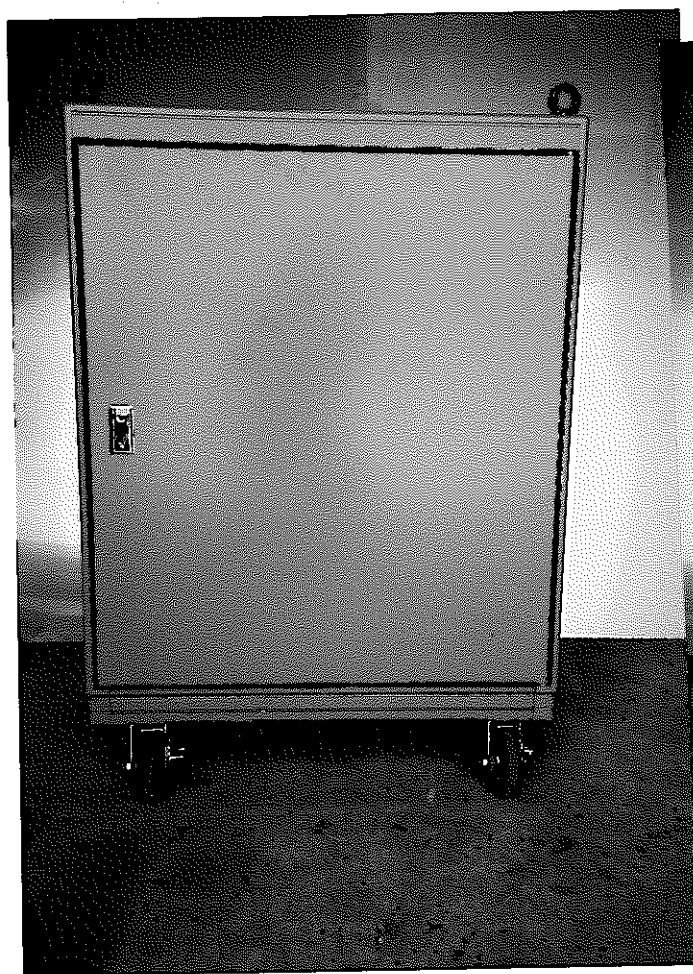


正面



背面

写真 3. 6. 1 ポンプユニット

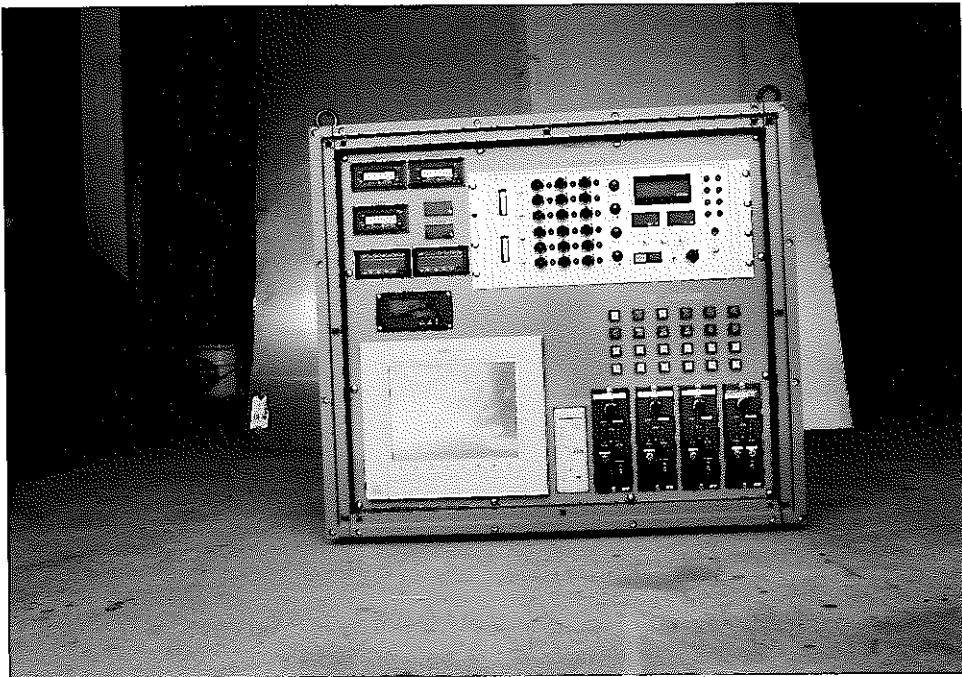


正面

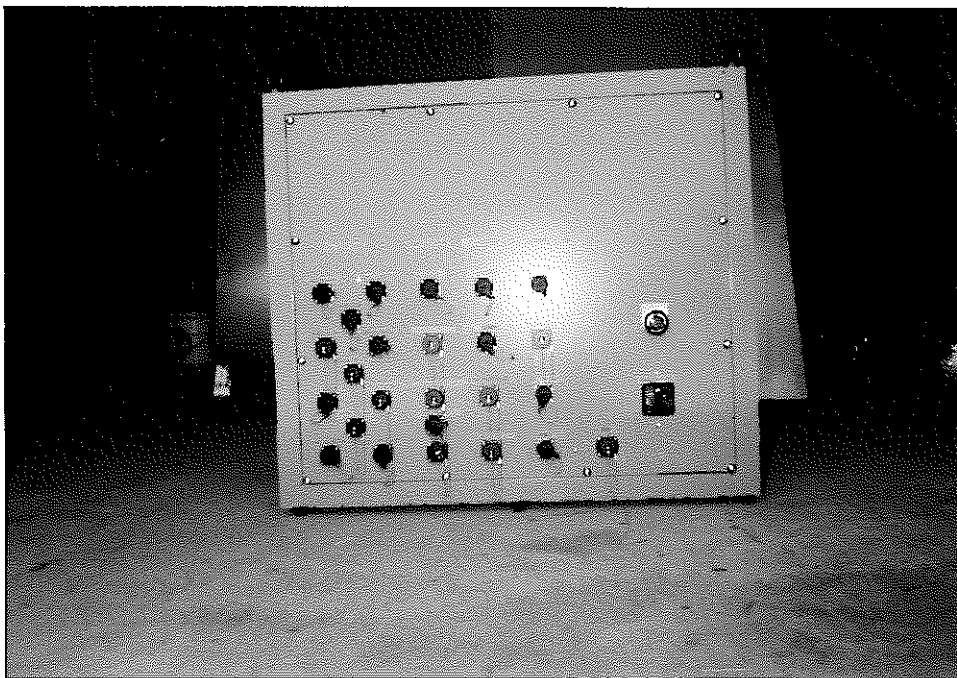


背面

写真3. 6. 2 バルブユニット



正面



背面

写真 3. 6. 3 制御盤ユニット



写真 3. 6. 4 注水制御試験装置全景

4. 孔内装置の注水区間

4. 1 装置構成

孔内試験装置の構成を、図4. 1. 1に示す。今年度製作する部分は、同図中に○で囲んだ部分であり、注水区間部、パッカー（2本）、ロッド（4本）、孔内用圧力センサー（1個）、配管から構成される。このほか、実機を模した室内試験を行うための、地上に設置する差圧センサー（1個）が含まれる。

注水区間は上下に配置されたパッカーにより上下の区間と止水される。注水区間ブロープ部には、孔内用圧力センサーが内装され、注水口および差圧計測口を持つ。上下のパッカーは、注水区間に接続されるので、接続部の止水性および操作性に留意した。孔内注水装置の主要部分について以下の節で説明する。

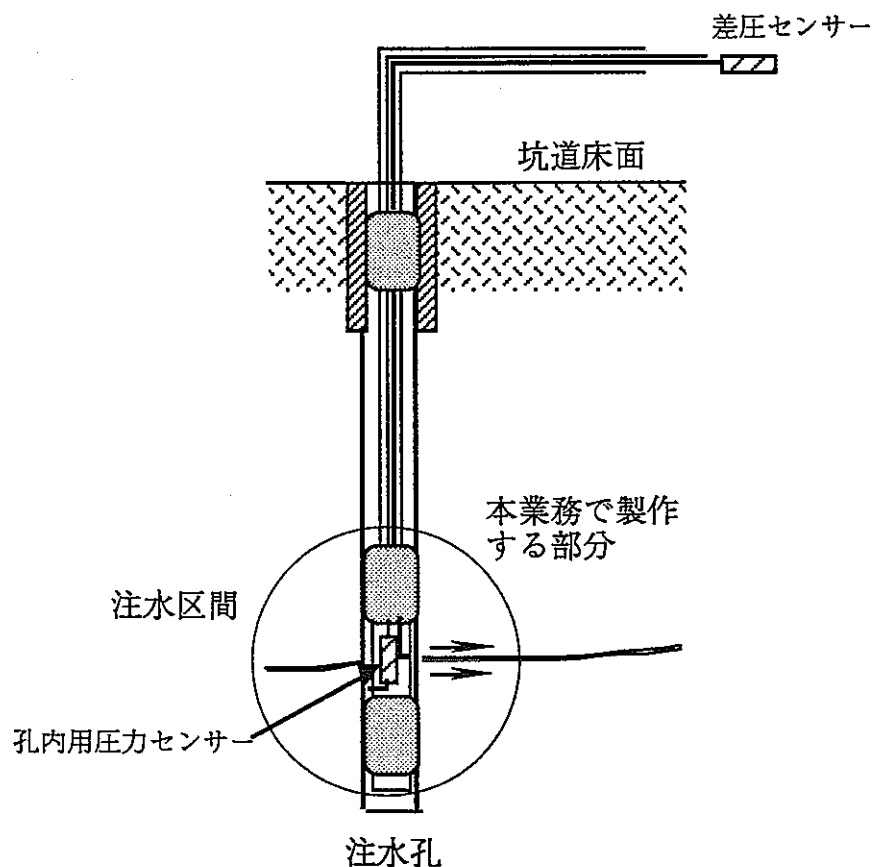


図4. 1. 1 孔内注水装置構成

4. 2 注水区間およびパッカー

図4. 2. 1に本年度製作分の孔内注水区間の組立図を示す。また、写真4. 2. 1に装置の組立状況を示す。本装置のゴム部以外の主要金属部分は、防錆、強度および噛合せを考慮して、ステンレス鋼（SUS 303、SUS 304 およびALBC）により製作されている。

注水区間の有効長は、図4. 2. 1に示したように、1000 mmである。この区間には、孔内用圧力センサーが内装される。注水区間の外径は、パッカーガイド径と同じ $\phi 86$ mmとなっており、井戸内貯留量の低減を図っている。注水区間には、その上部に注水口が、下部に差圧計測口が配置されている。注水用配管は200 l/hrという大流量に対応して圧力損失を可能な限り抑える為、内径は $\phi 12$ mmのものをを用いた。差圧計測用の配管は管内の貯留水体積を低減するために、内径 $\phi 6$ mmのものをを用いている。注水流量の小さいときは、注水側の配管の口径が大きいと逆に配管内の貯留効果が問題となるため、注水配管と差圧計測用配管とをスワップバルブにより交換できるようになっている（図2. 4. 1参照）。

注水区間は、上・下パッカー部の接続部となっており、止水性と接続操作性を両立させることが必要である。しかし、1000mmの注水区間の中には、パッカー金具、ロッド接続金具、注水ポート、差圧ポート等の多くの部品があるため、孔内用圧力センサーの装着、配管接続に必要なスペースを十分確保するのは難しい。そこで、注水区間内のロッドの一部をスライド方式にし、孔内用圧力センサーの装着および配管の接続時のスペースを確保する方式を採用することにした。この方式では、注水区間の接続は、下記のステップに沿って行う。

ステップ1：スライド管の移動

ステップ2：孔内用圧力センサーの装着

ステップ3：配管（差圧用、パッカー用）の接続

ステップ4：ロッドとパッカー固定治具の取り付け

ステップ5：スライド管の移動、パッカー接続部へのねじ込み固定

ステップ6：スライド管固定治具の取り付け

図4. 2. 2に注水区間の接続方法を図示する。（a）は、スライド管を下方に移動し、接続区間を開いた状況を示している。また、写真4. 2. 2（a）に接続区間

の開放状況を示す。この状態にて孔内用圧力センサーを装着し、下部パッカー用配管および差圧用配管の接続を行う。これらは、下部パッカーを試錐孔の口元で治具により固定し、上部パッカー部を上から釣り下げた状態で行う。接続完了後、固定金具を取り付け、図4. 2. 2 (b)のようにスライド管を上方に移動し上部パッカー接続部にねじ込んで固定する。このとき、止水はOリングにより完全に行われる。最後にスライド管固定金具を取り付けて接続が完了する。写真4. 2. 2 (b)に接続の完了した状況を示す。

図4. 2. 3にパッカーラバー部の組立図を示す。パッカーは、注水区間上部・下部ともに、有効止水区間長は1500mmである。パッカーの構造は、動燃殿の指定により（第2回打ち合わせ議事録参照）、両端固定タイプとした。内管の内径 $\phi 49.5$ mm、内管の外径 $\phi 59$ mm、収縮時のパッカーの内径 $\phi 66$ mm、パッカーの外径86 mmとなっている。パッカーへの配管は、剛性の確保を考慮してステンレスチューブ（内径 $\phi 6$ mm、外径 $\phi 4$ mm）を使用している。

パッカーが両端固定構造であるため、当初計画していたワイヤー補強型のパッカーゴムでは、パッカー膨張許容径を十分に大きく取れない懸念があった。そこで、膨張許容径を大きく取れ耐圧にも実績のある、ナイロンワイヤー補強型とした。パッカーの主ゴム（内ゴム）は、硬質ゴムとし（厚さ9 mm）、外側に厚さ1 mmの軟質ゴムを巻くことにより、高剛性と止水性を両立させている。パッカーのゴムの仕様を表4. 2. 1に示す。

表4. 2. 1 パッカーゴムの仕様

	パッカー内ゴム	パッカー外ゴム
材質	天然ゴム	天然ゴム
硬度	60~70°	45°
厚さ	9 mm	1 mm

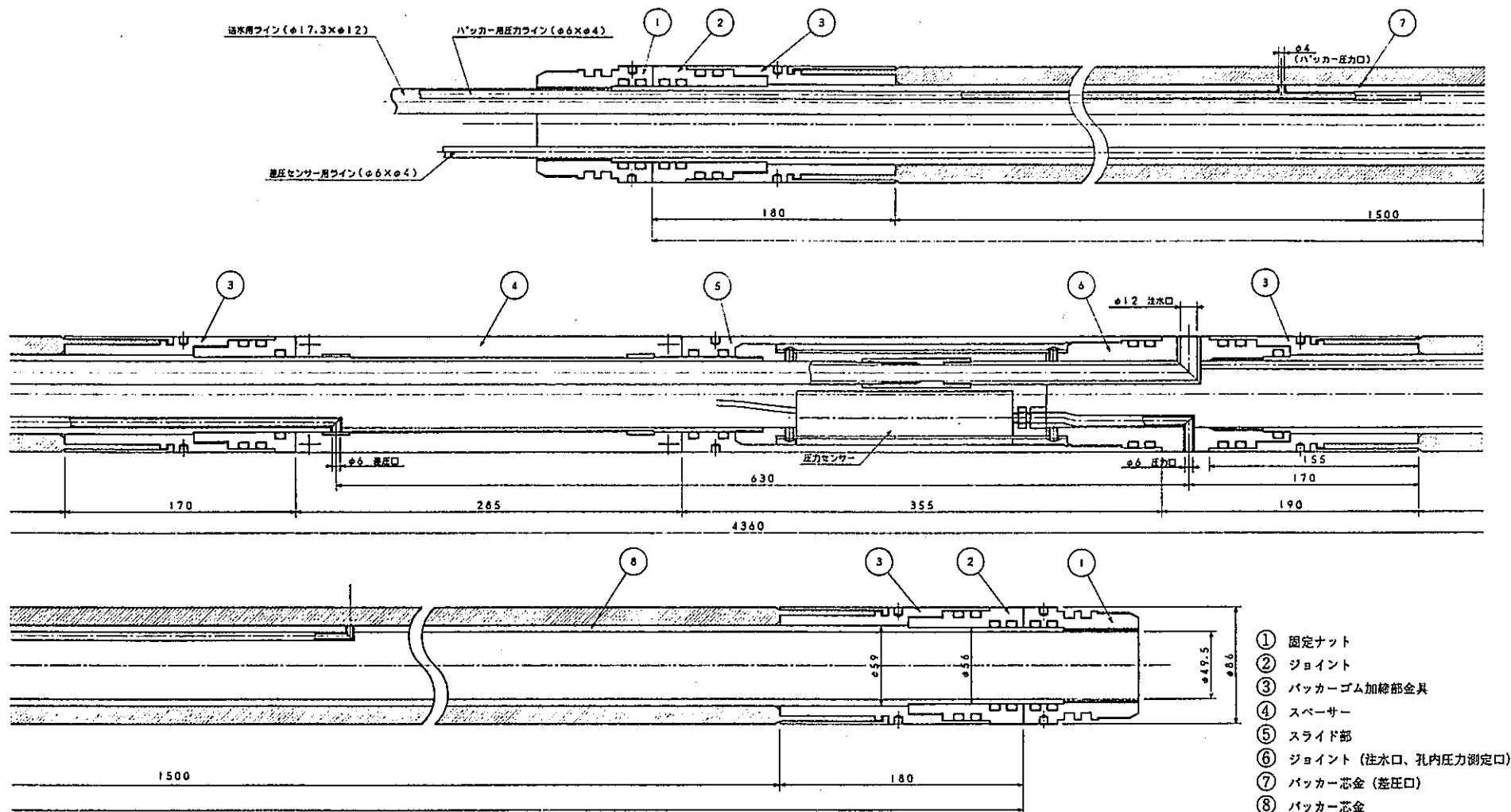


図 4. 2. 1 孔内注水区間組立図

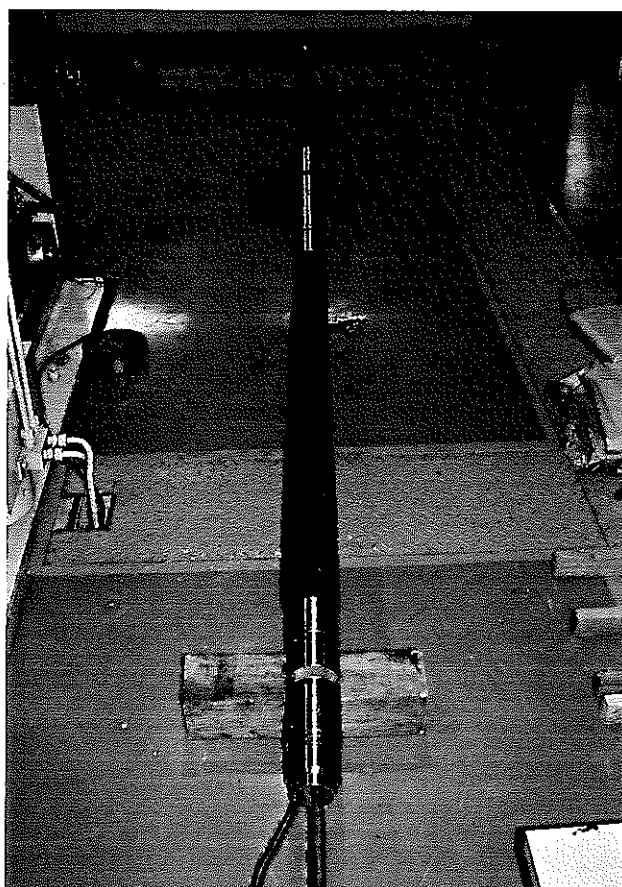
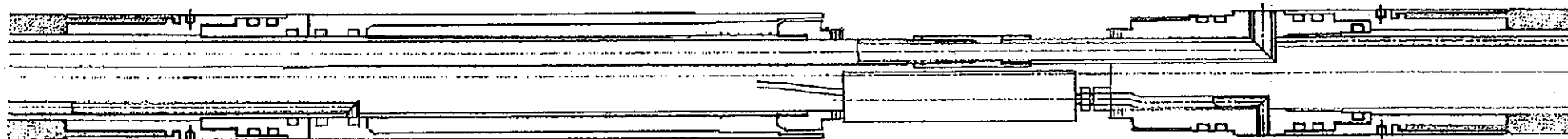
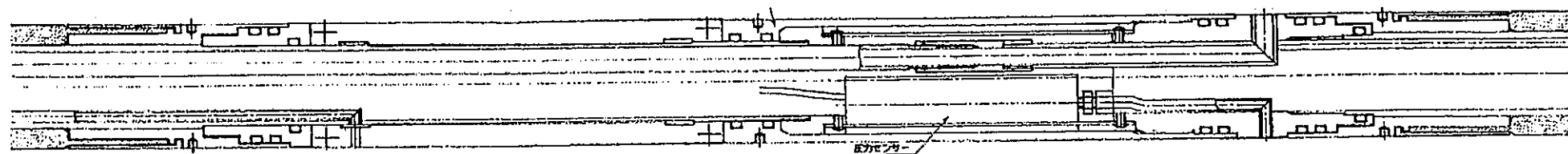


写真4. 2. 1 孔内注水装置

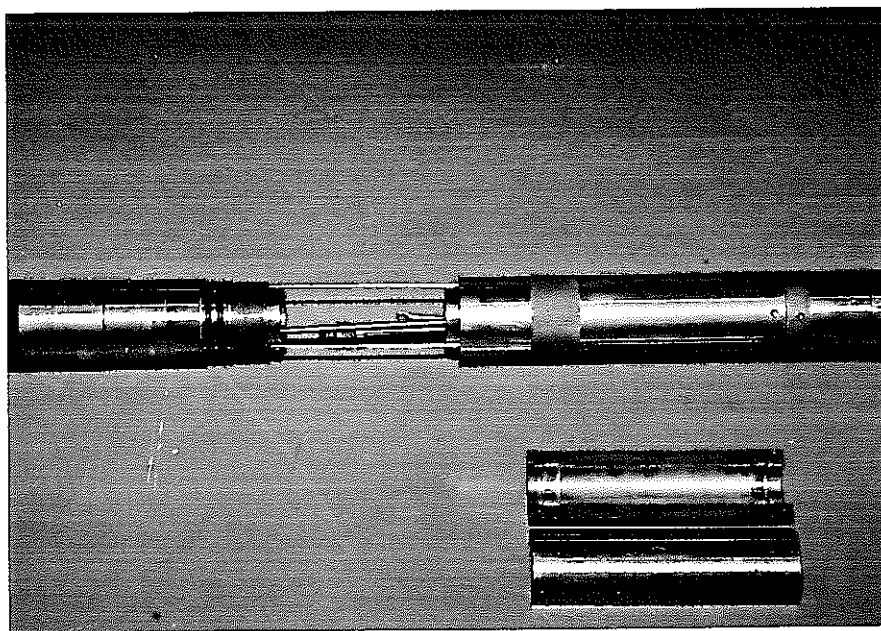


(a) 接続部を開口した状況

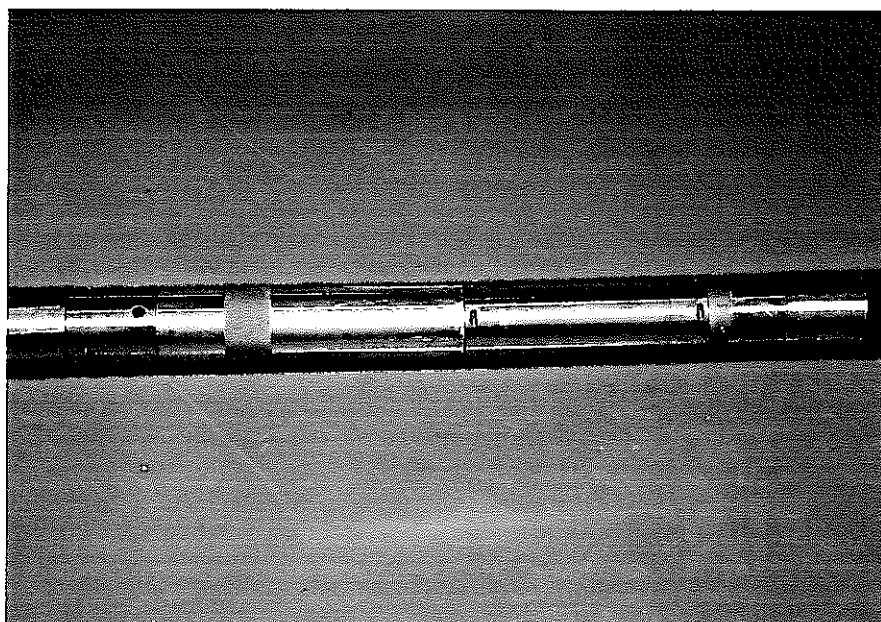


(b) 接続部を連結した状況

図4. 2. 2 注水区間の接続方法



(a) 接続部を開口した状況



(b) 接続部を連結した状況

写真4. 2. 2 注水区間の接続状況

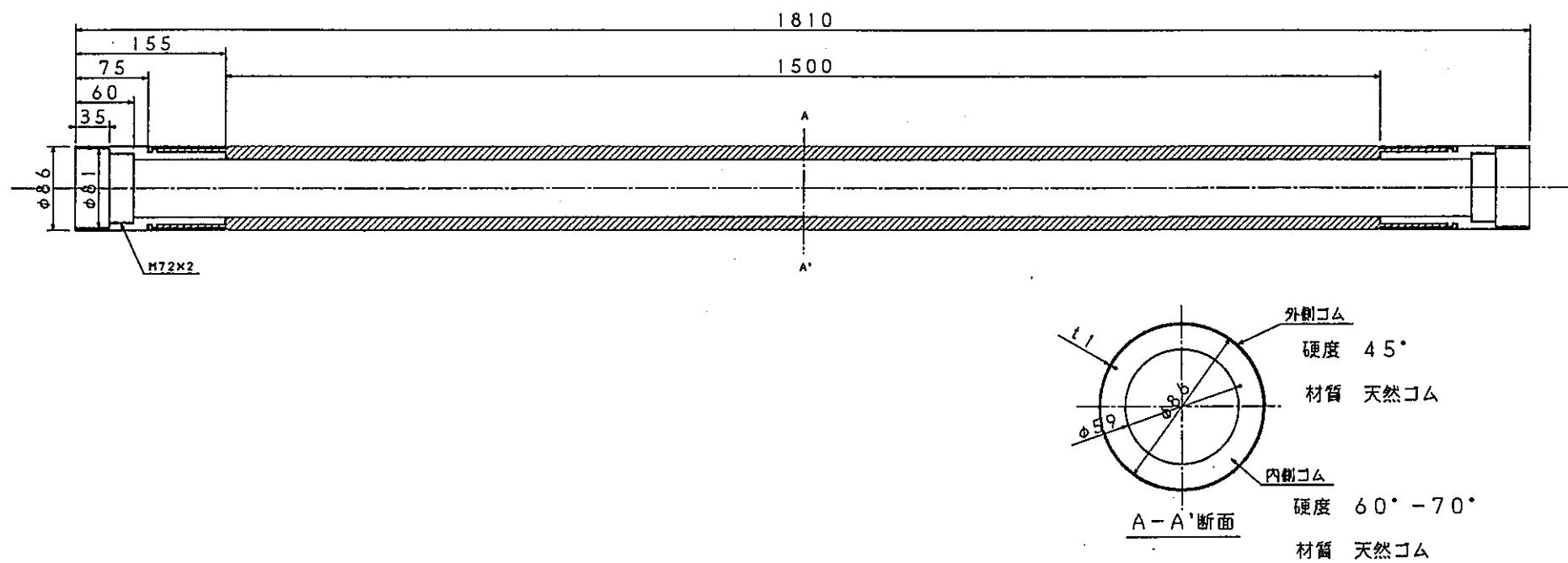


図4.2.3 パッカー組立図

4. 3 ロッド

ロッドは、試錐孔内の水の体積を少なくして井戸内貯留を小さくするために、なるべく大口径のものを採用し、かつ、作業性の面から薄肉で軽量であることが望ましい。ただし、ロッド接続部に関しては、Oリングでシールするためある程度の肉厚が必要となる。そこで、ロッド本体には、外径 $\phi 82.6\text{mm}$ 、肉厚 3.2mm の既製のステンレスパイプ（重量 6.27kg/m ）を使用し、ロッド接続部は別途作成して溶接することとした。今回は、遮水性等の室内試験を行うために、1 mものと2 mものを各2本を製作した。写真4. 3. 1にロッドを、図4. 3. 1にロッド組立図を示す。

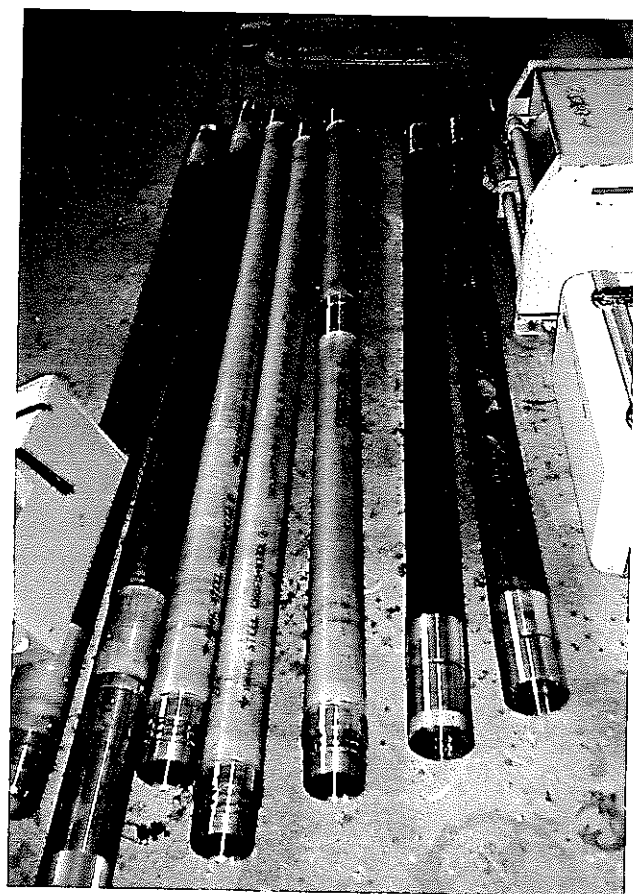


写真4. 3. 1 ロッド（写真中央）

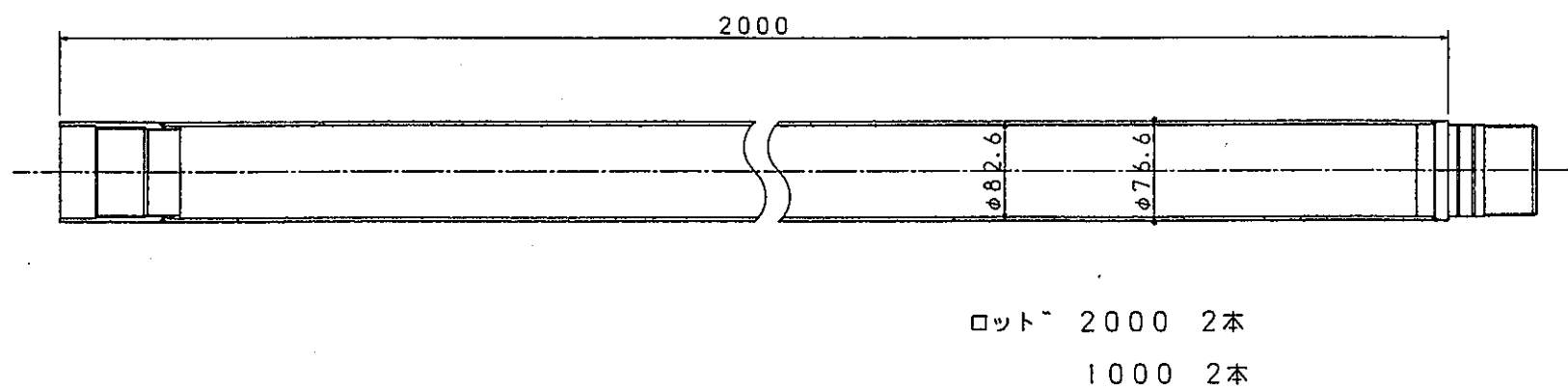


図4. 3. 1 ロッド組立図

4. 4 孔内用圧力センサー

孔内の水圧測定には、設計段階の調査結果を基に、精度および分解能ともに優れた、水晶発振式絶対圧センサーを用いる。このセンサーは、以下のような特徴を有している。

- ①センサーとチップ状の演算器が一体化されており、RS232Cケーブルでデータを直接パソコンに取り込める。
- ②小型化（外径 ϕ 38.1mm、長さ189mm）されており、ロッド内に装着できる。
- ③複数のセンサーを直列につなげられる。

同センサーは、小型で、さらに1本のケーブルで複数のセンサーを設置できるため、孔内装置内において配管用の空間を広く取ることが可能となった。

センサーの構造を図4. 4. 1に示す。また、本体を写真4. 4. 1に、注水区間に組込んだ状態を写真4. 4. 2に示す。写真4. 4. 3は、新しく開発された演算チップ（今回のセンサーには、円形でなく長方形の基板が使われている）であり、このチップにより、従来のように一個のセンサー毎に、地上のアンプをケーブルでつなぐ必要が無くなった。ただし、本センサーは、大きな衝撃に弱いので、取り扱いには注意が必要であるとともに、配管との隙間に何等かの衝撃吸収材料を挟在させることも検討する必要がある。

同センサーの仕様は、下記のとおりである。

モデル	: 9002K
圧力レンジ	: 0~1000psi (70kg/cm ²)
分解能	: 0.01ppmFS
再現性	: $\pm 0.01\%$ FS
ヒステリシス	: $\pm 0.01\%$ FS
許容過負荷	: 1.2 $\times$ FS
温度補償範囲	: 0℃~50℃
許容温度範囲	: -10℃~55℃
温度ドリフト	: $\pm 0.008\%$ FS/℃
電源圧ドリフト	: $\pm 0.001\%$ FS/V
出力インターフェース	: RS232C

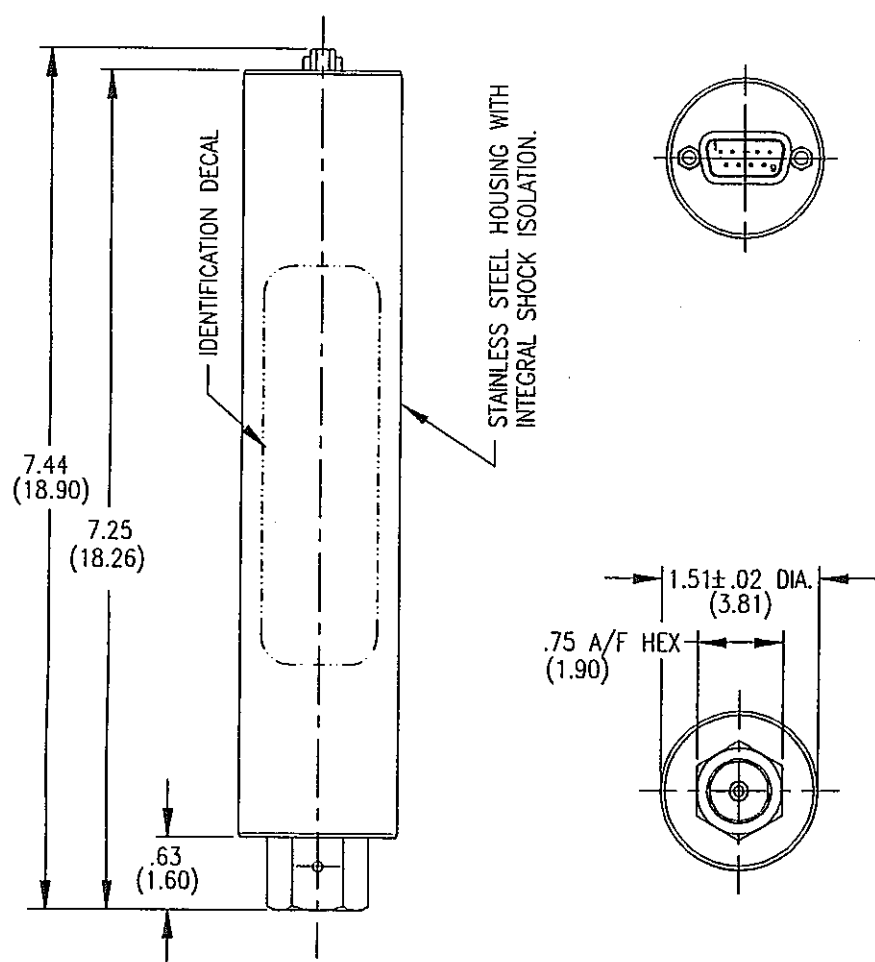


図 4. 4. 1 孔内用圧力センサー

(ParoScientific社製、水晶発振式絶対圧センサー、Model: 9002K)



写真 4. 4. 1 孔内用圧力センサー

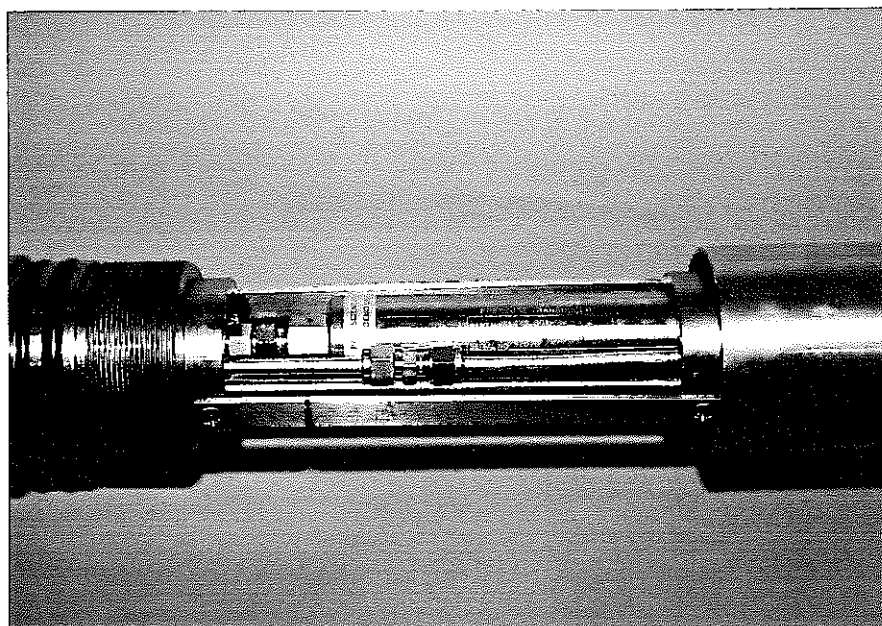


写真4. 4. 2 孔内用圧力センサーを注水区間に組込んだ状態

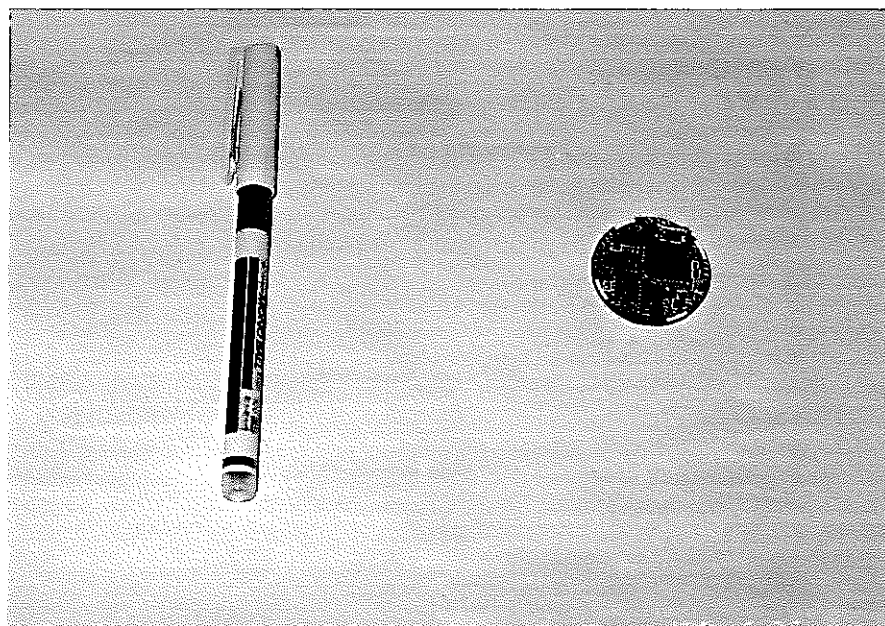


写真4. 4. 3 演算チップ

4. 5 差圧センサー

差圧センサーは、注水区間から孔外まで接続される配管に取り付けられ、注水圧の変動を高精度に測定するためのセンサーである。今回は、実機と同じ配管で孔内装置の室内試験を行うために設置した。また、将来、同センサーは注水区間の上下および観測孔内の各測定区間内の差圧測定にも用いられる。

同センサー本体を写真4. 5. 1に示し、その仕様は下記のとおりである。精度は、特注仕様の $\pm 0.06\%FS$ のものを用いた。

モデル	: PTX2100
差圧レンジ	: $0 \sim 2\text{kg/cm}^2$
ライン圧	: 最大 75kg/cm^2
精度	: $\pm 0.06\%FS$ (特別仕様)
出力	: $4 \sim 20\text{mA DC}$

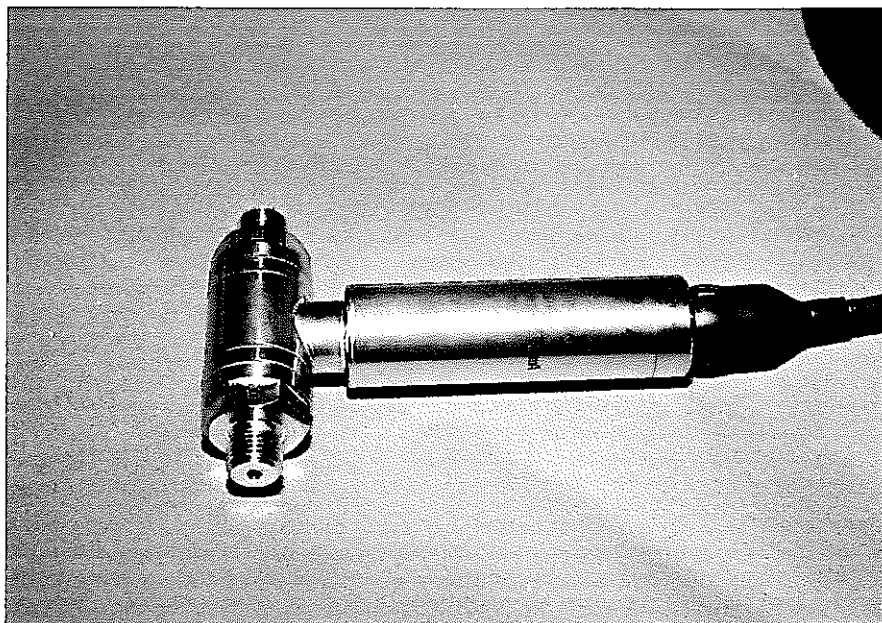


写真4. 5. 1 差圧センサー (DRUCK社製、PTX2110)

5. 性能試験

5. 1 性能試験の目的

性能試験は、本装置が2. 2の仕様を満たし、透水試験装置として所定の能力を有しているかを判定するために室内において実施する。ただし、本年度は、計測システムが完備していないため、注水制御装置および孔内意注水区間の基本的な性能の確認に留め、計測システムおよび流量計測装置が完備する次年度に、再度詳細な性能確認を実施する。

5. 2 試験項目

5. 2. 1 注水制御装置の性能試験

(1) 定水圧注水装置の制御性能試験

定水圧注水試験装置は、2連のプースタポンプをサーボコントロールすることにより一定水圧で注水する装置である。指定された仕様の0.02 ~200 ℓ/hr の範囲の流量で、水圧を十分一定に保って注水する性能を有することを確認するために、以下の各流量レンジにおいて定水圧注水試験を行った。

水圧： 30 kgf/cm² (一定)

流量： 約 0.05, 150 ℓ/hr

試験に当たっては、まずサーボアンプを所定の水圧に設定し、メータリングバルブにより所定の流量レンジが得られるよう流量を調節した。圧力計及び変位検出型流量計により、水圧及び流量の経時変化を測定した。

(2) 正弦波水圧注水装置の制御性能試験

正弦波水圧注水制御は、上記と同じ2連プースタシステムとパネルコンピュータを用いて行う。パネルコンピュータ上の制御プログラムにて正弦波の振幅、周期を設定し、コンピュータよりサーボアンプに指令を出すことにより正弦波を発生させる。指定された仕様の0.02 ~200 ℓ/hr の範囲の流量で、水圧を正弦波状に変化させる注水制御性能を有することを確認するために、以下の各流量レンジにおいて試験を行った。

注水圧： 30 kgf/cm² (一定)

振幅： ±2 kgf/cm²

周期： 2 min.

流量： 約 0.05, 150 ℓ/hr

試験に当たっては、まず所定の注水圧において所定の流量レンジにて定圧注水を行い、

次にパネルコンピュータから指令を出して正弦波水圧制御を開始させた。計測項目は、上記の定水圧注水制御試験と同様である。

(3) 定流量注水装置の性能試験

定流量注水試験は、指定された仕様の0.02 ～200 ℓ/hr の流量の範囲で、注水流量を一定に保って注水する試験である。試験に当たっては、水サーボ流量コントロール装置を用いて設定した流量による注水を開始した後、放水口に設けたメータリングバルブを絞ることにより注水経路に負荷を与えて注水水圧を変化させ、メスシリンダーにより注水流量を測定した。以下に試験条件を示す。

- ・大流量レンジでの流量制御

流量： 175 ℓ/hr

水圧： 0 ～ 50 kgf/cm²

- ・小流量レンジでの流量制御

流量： 0.045 ℓ/hr

水圧： 0 ～ 50 kgf/cm²

5. 2. 2 孔内注水装置の性能試験

孔内注水装置（2本のパッカーと注水区間）の性能を確認するための試験は、以下の5項目である。

- (1) ロッド接続部の止水性能試験
- (2) パッカー膨張性能試験
- (3) パッカー止水性能試験
- (4) パッカーゴム剛性試験
- (5) センサーの機能を確認するための性能試験

(1) ロッド接続部の止水性能試験

ロッド接続部の止水性能を把握するための試験で、ロッドを2本つないで1端を閉塞し、もう一方の端より最大50.0kg/cm²まで注水加圧して漏水のないことを確認した。また、(3)のパッカー止水性能試験時において、注水区間からロッド内へ漏水が無いことを確認した。

(2) パッカー膨張性能試験

パッカーの膨張性能を把握するための試験で、対象孔径（ $\phi 98\text{mm}$ ）以上になるまでパッカーを無拘束で注水加圧し、その時のパッカーの径を測定した。

試験状況を写真5. 2. 1に示す。

(3) パッカー止水性能試験

パッカーの止水性能を確認するための試験で、孔内注水装置を鋼管（内径 $\phi 102\text{mm}$ ）内に挿入し、パッカーの各圧力段階（4段階：20.0、40.0、60.0、80.0kg/cm²）において、限界注水圧力（シール圧力）を測定した。

測定項目は、パッカー圧と注水区間圧であり、漏水の有無は目視により確認した。具体的な試験手順を以下に示す。

- ① パッカーに注水し、パッカー圧を20.0kg/cm²に設定する。
- ② 注水区間に定流量注水（30.0cc/min）して、注水区間圧を上昇させる。
- ③ パッカー圧と注水区間圧を計測しながら、パッカーと鋼管の間からの漏水を観察する。
- ④ 漏水が確認されたら注水を中止し、パッカー圧が80.0kg/cm²になるまで、

20.0kg/cm²づつパッカー圧を上昇させながら、①～③を繰り返す。

なお、パッカー配管のバルブを閉じた状態では、注水区間の圧力上昇に伴いパッカー圧も上昇するため、パッカー圧は空圧ブースターにより制御しなるべく一定となるようにした。試験状況を写真5. 2. 2に示す。

(4) パッカーゴム剛性試験

パッカーゴムの剛性を把握するための試験で、孔内注水装置を鋼管内に挿入し、注水区間をブースター（内径φ55mm）により一定圧（5.0kg/cm²）に保った状態で、パッカーの各圧力段階（4段階：20.0、40.0、60.0、80.0kg/cm²）において、パッカー圧が安定するのに要する時間を求めた。同時に、パッカー圧上昇に伴うパッカーの膨張度合を把握するために、注水区間から排出される流量を測定した。具体的な試験手順を以下に示す。

- ① 注水区間をブースターにより一定圧（5.0kg/cm²）に制御する。
- ② パッカーに注水し、パッカー圧を20.0kg/cm²に設定する。
- ③ パッカー口元のバルブを閉じて、圧力が安定するまでパッカー圧を計測する。
- ④ パッカー圧の安定を確認後、バルブを開けて再び定流量注水（30.0cc/min）し、注水区間からの排出量をブースターの変位により測定しながら、パッカー圧を40.0kg/cm²にまで上昇させる。
- ⑤ パッカー圧が80.0kg/cm²になるまで、20.0kg/cm²づつパッカー圧を上昇させながら、②～④を繰返し実施する。

(5) センサーの機能を確認するための性能試験

今回購入したパロサイエンス社の水晶発振型センサーおよびDRUCK社の差圧センサーは、出荷時点で、試験設備の整った工場において正確なキャリブレーションが行われている。したがって、個々のセンサーについては、それ以上の精度での性能確認は困難である。そこで、センサーの性能確認試験として、両センサーおよび注水制御用の圧力センサー（ティアック、TP-CR50K）どうしを配管でつなぎ、絶対圧については10kg/cm²から50kg/cm²（パロサイエンス社のセンサーを基準にする）まで、差圧については0.25kg/cm²から2kg/cm²（DRUCK社のセンサーを基準にする）まで圧力を段階的に変化させながら基本動作確認（直線性、安定性等）を行った。

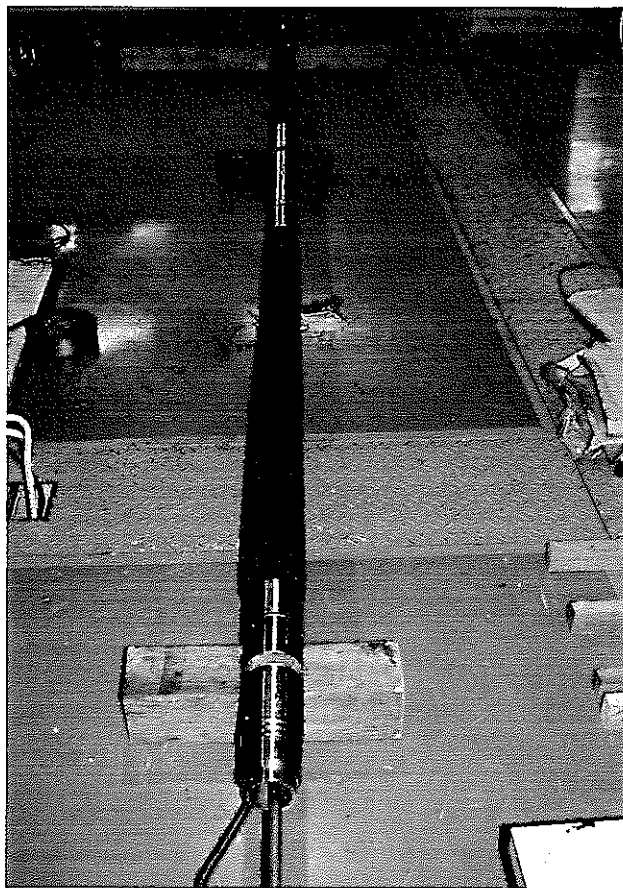


写真 5. 2. 1 パッカー膨張性能試験状況

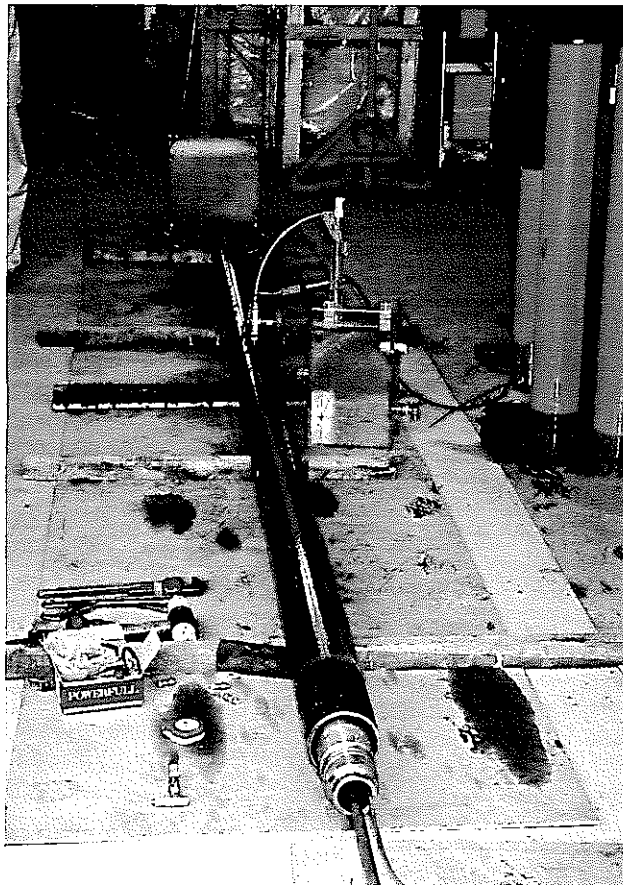


写真 5. 2. 2 パッカー止水性能試験状況
(鋼管の赤線部はパッカーの位置を示す)

5. 3 試験結果

5. 3. 1 注水制御装置の性能試験結果

(1) 定水圧注水試験結果

図5. 3. 1に試験結果を示す。この結果より、流量によらず、注水圧は一定に保たれることが確認された。なお、本試験では、流量をメータリングバルブにより所定のレンジに入るよう流量を始めに調節しているが、注水流量は経時的に減少している。この原因は、注水時にメータリングバルブの開口度が変化したものと思われる。しかし、そのような流量変化は注水水圧に影響を与えず、注水圧は計測精度の範囲で一定に制御されていることが分かる。以上により、所定の流量・水圧範囲について良好な定水圧制御が行われていることが確認された。

(2) 正弦波注水試験結果

図5. 3. 2に試験結果を示す。この試験でも、注水水圧は計測精度の範囲で安定した正弦波制御が行われていることが分かる。このことは、流量が大きい場合にも小さい場合にも成り立っている。

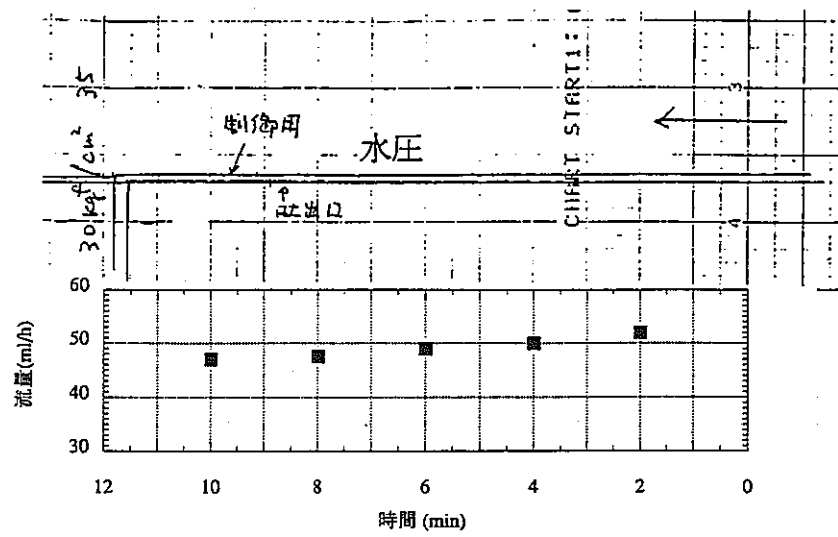
以上により、所定の流量・水圧範囲について良好な正弦波水圧制御が行われていることが確認された。

(3) 定流量注水試験結果

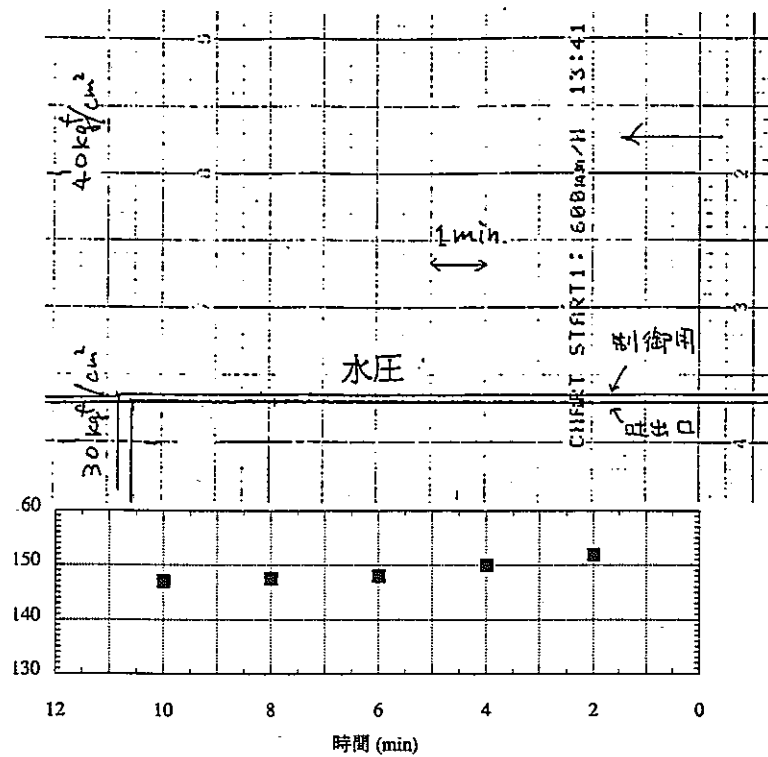
①大流量レンジにおける流量制御

図5. 3. 3に、水サーボ制御による定流量注水試験結果を示す。本試験では、注水負荷を変化させながら流量を計測したが、流量変化は、計測精度内ではほとんどみられない。以上により、良好な流量制御が行われていることが示された。

なお、注水圧力変動時の流量動等についての詳細な確認のための性能試験を、次年度実施する必要があると思われる。

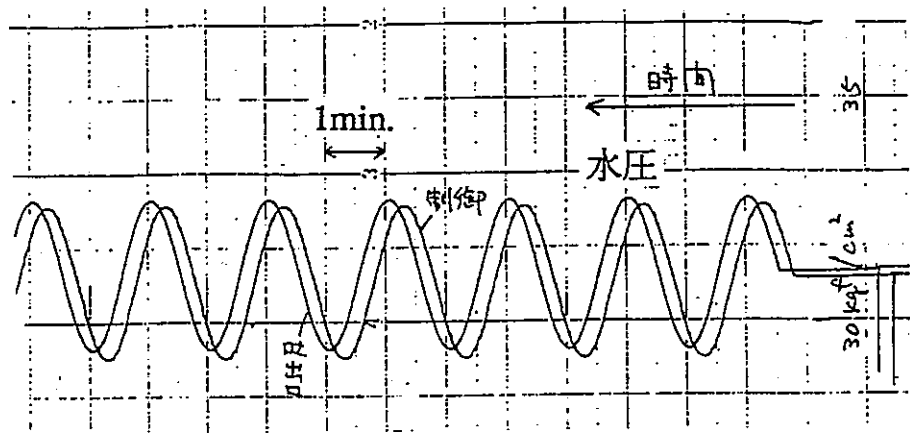


(a) 流量0.05 ℓ /hrレンジ

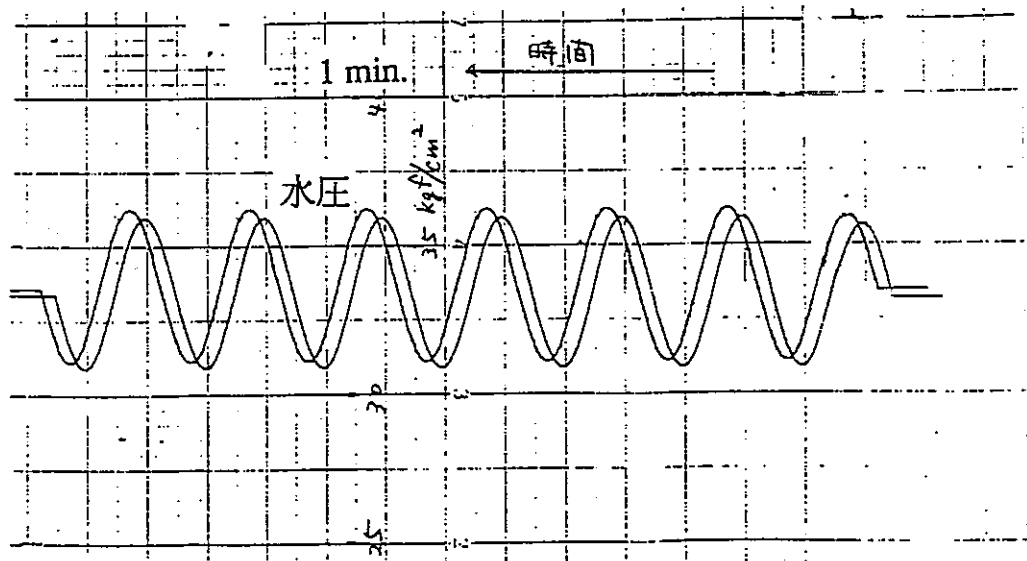


(b) 流量150 ℓ /hrレンジ

図 5. 3. 1 定水圧注水試験の結果



(a) 流量0.05 l/hrレンジ



(b) 流量150 l/hrレンジ

図5.3.2 正弦波水圧注水試験の結果

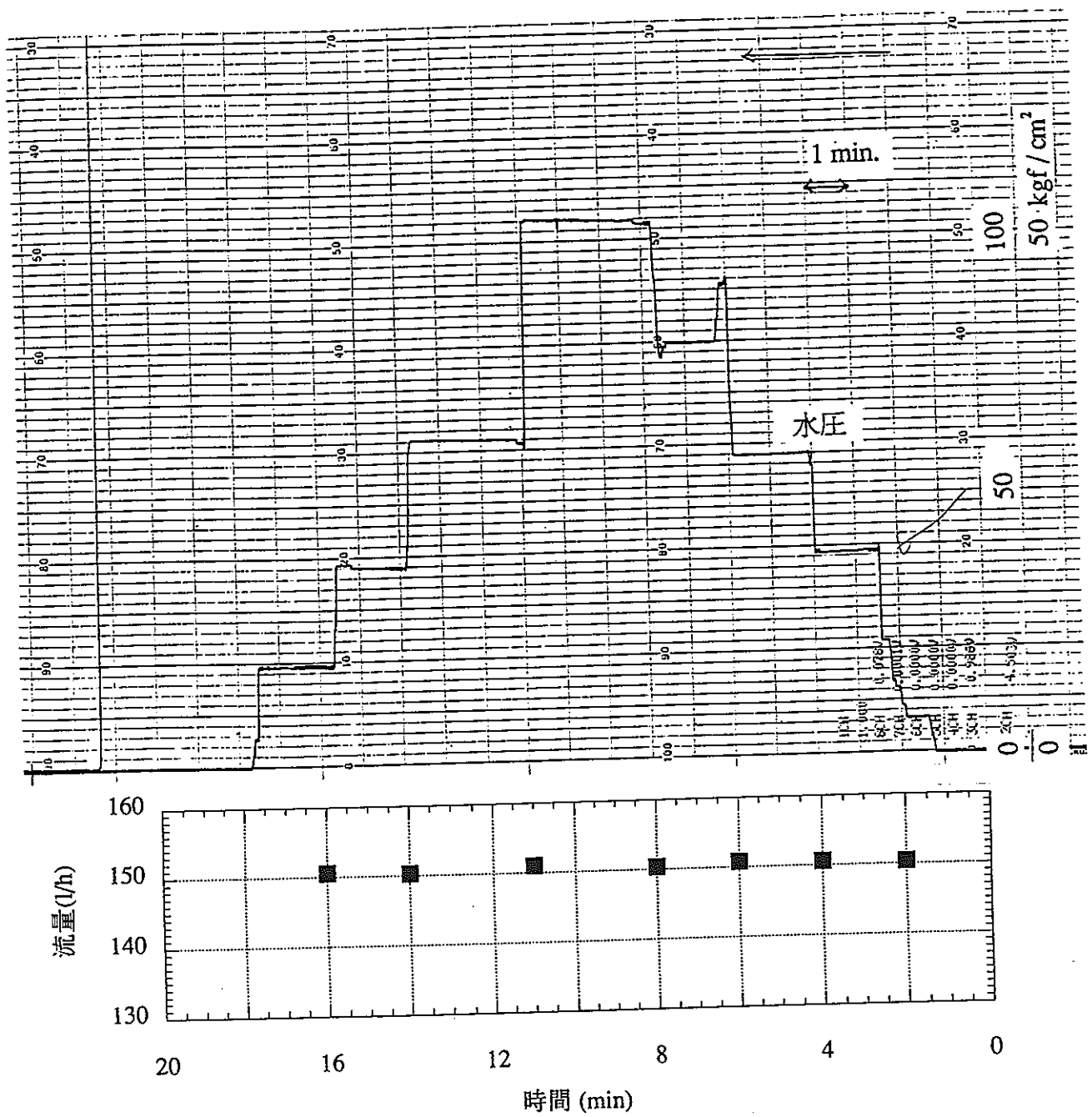


図 5. 3. 3大流量レンジにおける流量制御試験結果

②小流量レンジにおける流量制御

図5. 3. 4に、小流量レンジにおける流量制御試験結果を示す。本試験においても、水圧が0～50 kgf/cm²まで変化しても、ほぼ一定の流量が注水されたことが分かる。

以上の試験結果より、所定の流量・水圧範囲について良好な定流量注水制御が行われていることが確認された。

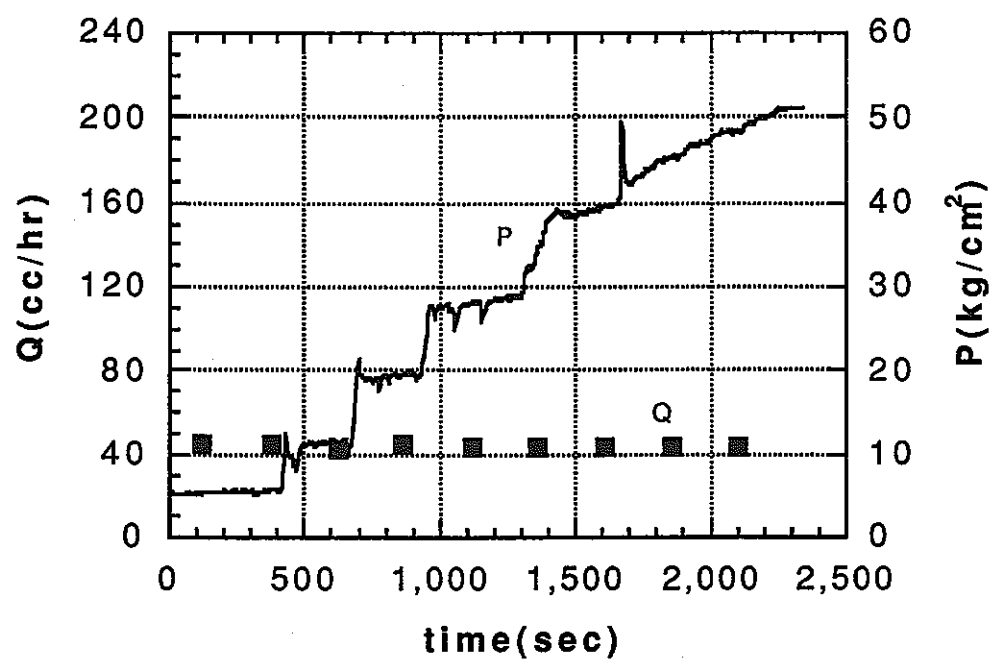


図 5. 3. 4 小流量レンジにおける流量制御試験結果

5. 3. 2 孔内注水装置の性能試験結果

(1) ロッド接続部の止水性能試験結果

試験の結果、注水圧が 50.0kgf/cm^2 の場合においてもロッド接続部からの漏水は全く見られなかった。また、下記のパッカー止水性能試験において、注水区間からロッド内への漏水は全く見られなかった。

(2) パッカー膨張性能試験

試験結果を図5. 3. 5に示す。上部および下部のパッカー径は、パッカー中央部の水平方向および鉛直方向の径の平均値を示す。この結果より、本パッカーは、本試験機の対象孔径である $\phi 98\text{mm}$ に対して十分な膨張性能を有していることを確認した。

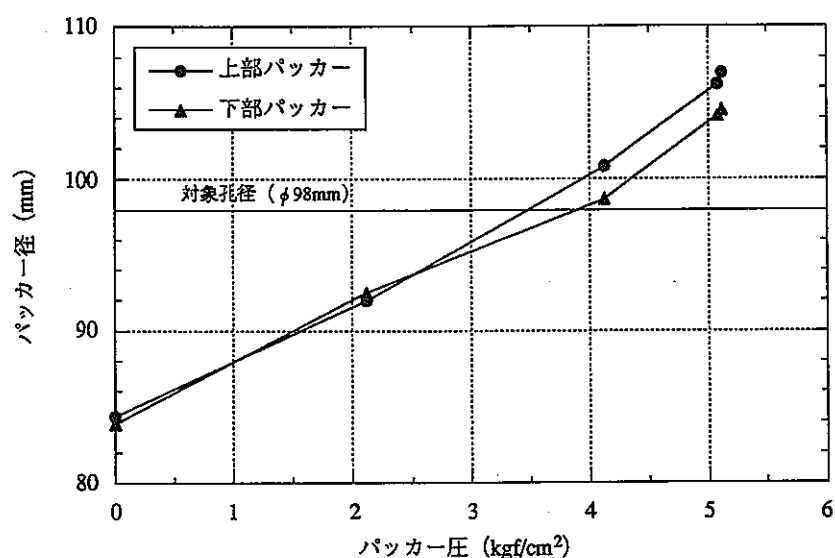


図5. 3. 5 パッカー圧と膨張径の関係

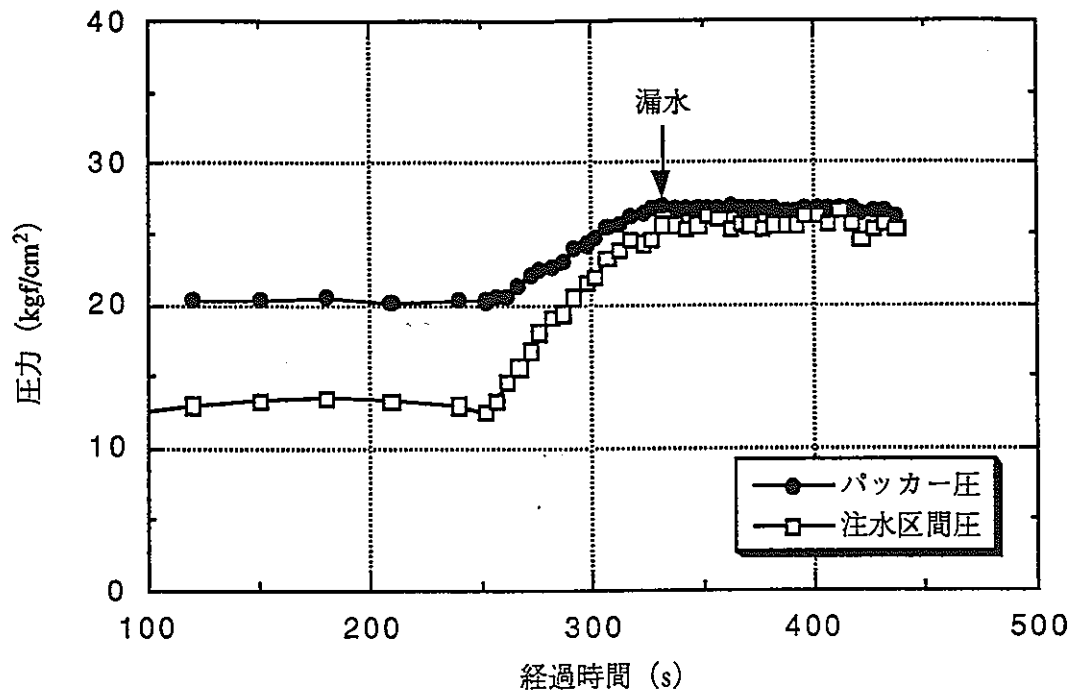
(3) パッカー止水性能試験

各圧力段階における試験結果を図5. 3. 6 (a) ~ (d) に示す。ここで、パッカー圧を空圧ブースターにより制御したにもかかわらず、注水区間の圧力上昇に伴ってパッカー圧の上昇が見られるのは、注水速度にブースターの制御が間に合わなかったためである。

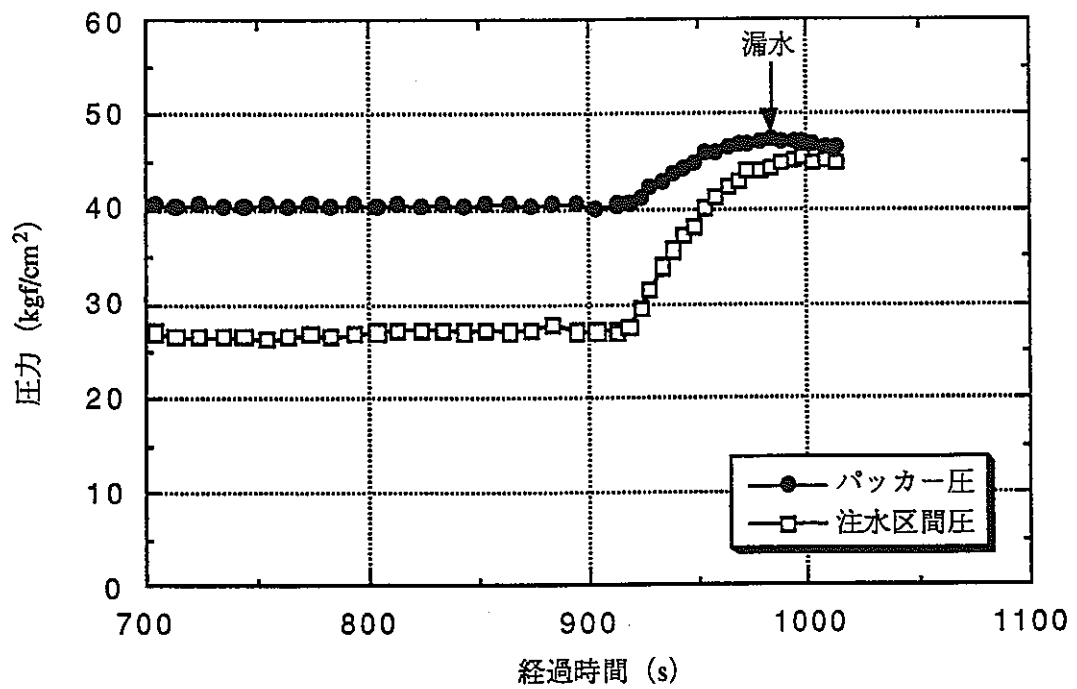
本試験結果によると、注水区間圧が上昇しパッカー圧とほぼ等しくなった状態でパッカーと鋼管の間から漏水し、注水区間圧の上昇が停止した。漏水時のパッカー圧と注水区間圧がほぼ等しいことから、パッカーの止水性能は非常に高いことがわかる。これは、パッカーに軟質ゴムを被覆したため、鋼管内壁との密着性が良いためと考えられる。

なお、軟質ゴムを被覆していないパッカーを用いて行った予備性能試験結果によると、パッカー圧 20.0kgf/cm^2 ではパッカーと注水区間の差圧が約 10.0kgf/cm^2 、パッカー圧 40.0kgf/cm^2 以上では差圧が約 15.0kgf/cm^2 でパッカーと鋼管の間に水が進入し始め、各圧力段階ともに差圧約 7.0kgf/cm^2 でパッカーと鋼管の間からの漏水が見られた。

したがって、実際に原位置岩盤で使用する際には、パッカーと岩盤との密着性は鋼管を用いた場合ほどは期待できないため、パッカーの止水性を確保するためには、パッカー圧は注水区間圧より少なくとも 15.0kgf/cm^2 以上に設定することが望ましいと考えられる。

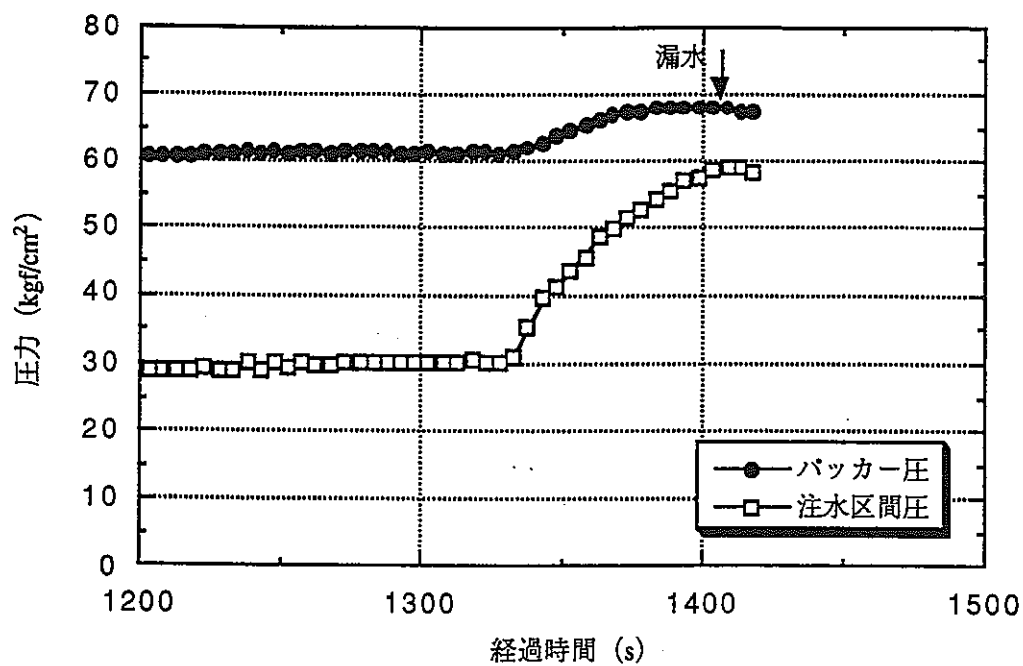


(a) パッカー圧 20.0kgf/cm²

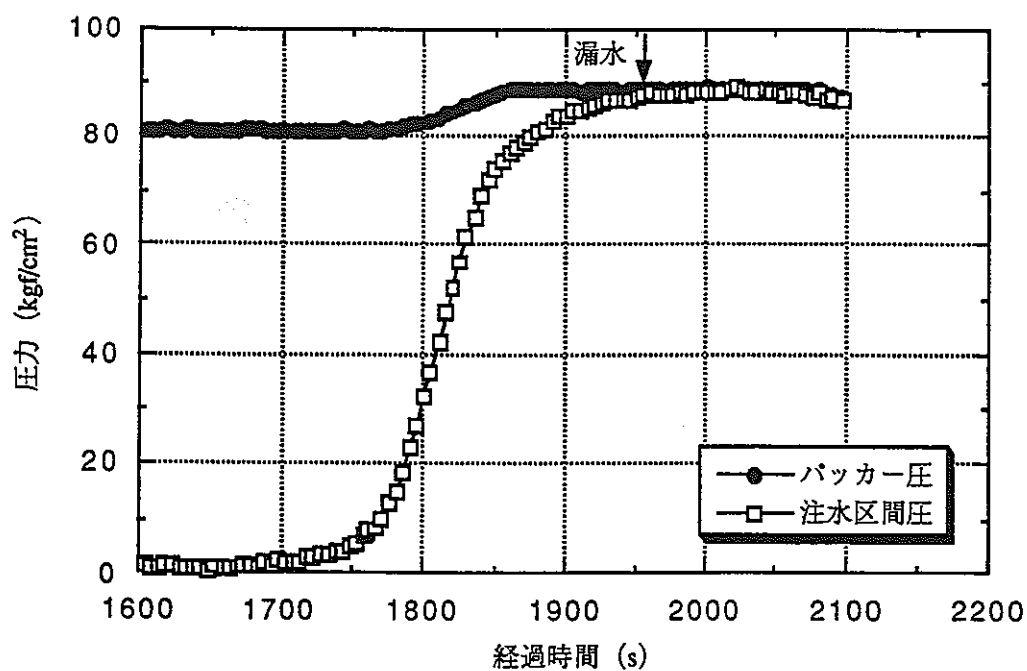


(b) パッカー圧 40.0kgf/cm²

図 5. 3. 6 パッカー止水性能試験結果



(c) パッカー圧 60.0kgf/cm²



(d) パッカー圧 80.0kgf/cm²

図 5. 3. 6 パッカー止水性能試験結果 (続き)

(4) パッカーゴム剛性試験結果

注水区間圧が 5.0kgf/cm^2 の場合のパッカーの各圧力段階における試験結果を図5. 3. 7に示す。圧力が高くなるに従いパッカー圧が安定するまでの時間が長くなる傾向が見られたが、いずれのパッカー圧に対しても、バルブを閉じた後、5分前後で圧力の安定が見られた。また、圧力レベルにかかわらず、その圧力低下は最大約 3kgf/cm^2 であった。時間とともにパッカー圧が低下する要因として以下の項目が考えられる。

- ・パッカー圧を口元で計測しているため、パッカー内で圧力がバランスするのに時間を要する。
- ・パッカーが時間とともに徐々に膨張し、圧力が低下する。
- ・パッカー内に残存している空気が時間とともに水に溶解し、体積の減少により圧力が低下する。

パッカー膨張に伴う注水区間からの排出量（パッカーの体積変化）を、表5. 3. 1に示す。表より、パッカー圧と注水区間圧との差圧が変化すると、パッカーが膨張・収縮して注水区間の貯留量が変わることがわかる。また、 20.0kgf/cm^2 のパッカー圧力変化に伴う注水区間の体積変化は数ccであり、パッカーの絶対圧が大きくなるほど減少する傾向が見られる。

実際の原位置での定圧注水試験や定流量試験においては、パッカー圧と注水区間圧との差圧が大きく、注水量が非常に小さい場合には、注水区間の体積変化により試験結果に多少の誤差を生じる可能性がある。正弦波注水試験においては、圧力の振幅が数 kgf/cm^2 程度の範囲では、パッカーの膨張・収縮に伴う注水区間の体積変化の影響は非常に小さいことが予想される。

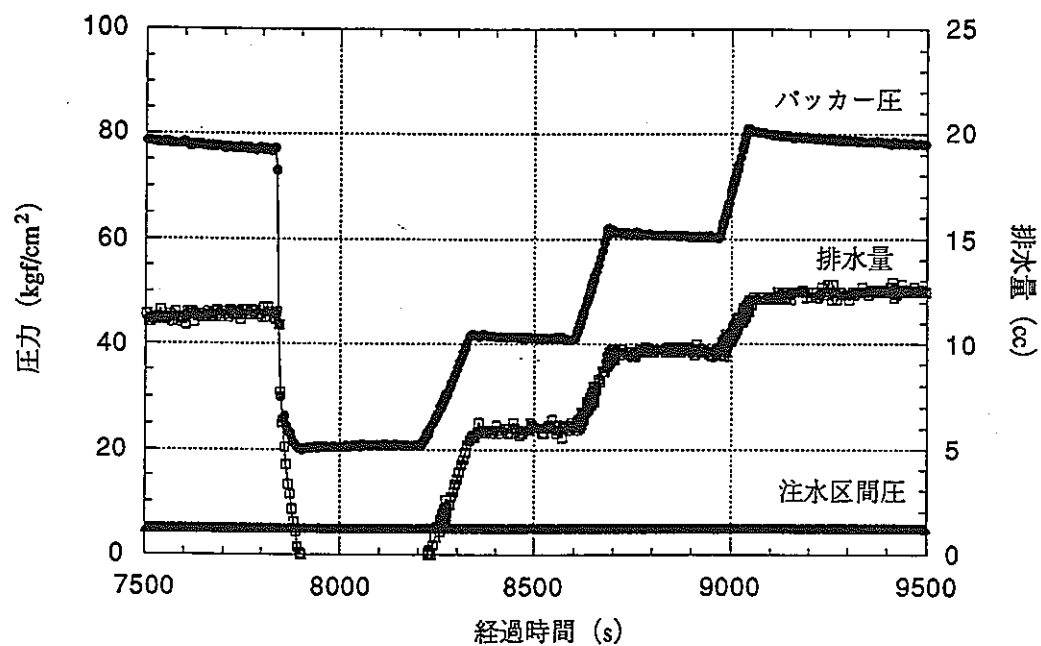


図 5. 3. 7 パッカー圧と注水区間からの排水量の経時変化

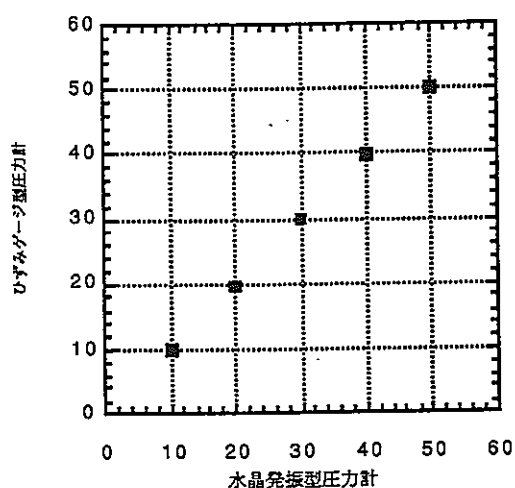
表 5. 3. 1 パッカー膨張性試験結果

パッカー圧変化 (kgf/cm ²)	注水区間からの排出量 (cc)
20.0～40.0	6.0
40.0～60.0	3.7
60.0～80.0	2.7

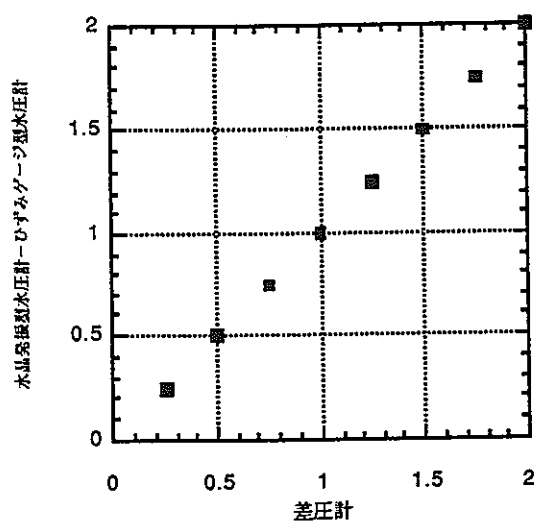
(5) センサーの性能試験結果

図5. 3. 8に、水晶発振型圧力センサーおよび差圧センサーの性能試験結果を示す。いずれのセンサーも所定の性能を有することが確認された。

なお、将来、すべての数量のセンサーが揃った段階で、相互のキャリブレーションを再度実施する。



(a) 水晶発振型センサーの性能確認



(b) 差圧計の性能確認

図5. 3. 8 圧力センサー性能試験結果

5. 4 まとめ

注水制御装置に関しては、性能試験結果より、定水圧注水試験、正弦波注水試験、定流量注水試験（水サーボ制御、定流量ポンプ制御）ともに、所定の流量・水圧範囲について良好な制御が行われていることが確認された。

孔内注水装置に関しては、性能試験結果より、ロッド接続部の止水性能、パッカーの止水性能、膨張性能、圧力の安定性および圧力センサーの精度等所定の能力を有することを確認した。

また、パッカー圧は、注水区間の圧力よりも少なくとも 15.0kg/cm^2 以上確保する必要があることがわかった。

6 おわりに

本業務では、昨年度設計した孔間水理試験装置のうち、注水制御部と孔内装置の注水区間の製作を行った。

装置の製作にあたっては、設計段階で念頭においた試験機の性能および現場試験機としての使いやすさに十分配慮した。

また、装置製作後行った性能試験により、仕様を満足することを確認した。

今後、残された装置の製作を行い、信頼性の高いデータの取得が可能な孔間水理装置を完成させる所存である。

最後に、本試験装置の製作にあたり、岡山大学工学部土木工学科西垣誠助教授には、貴重な御助言を頂きました。ここに、謹んで謝意を表します。

－ 打ち合せ議事録 －

目次

外部専門家との打ち合せ

第1回中間報告会 平成6年 2月25日

第2回中間報告会 平成6年 5月10日

動燃担当者との打ち合せ

第1回打ち合せ 平成6年 1月12日

第2回打ち合せ 平成6年 2月23日

第3回打ち合せ 平成6年 3月10日

第4回打ち合せ 平成6年 4月28日

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

第1回 中間報告会議事録

日 時： 平成6年 2月25日 11:00～13:00

場 所： 岡山大学工学部 土木工学科会議室

出席者： 岡山大学 西垣助教授

動燃事業団 柳澤、仙波

大成建設(株) 下茂

議 題： 「試錐孔間水理試験装置の製作(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)」本年度の目標と進捗状況

配布資料：

動燃事業団：試錐孔間水理試験装置の製作(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)仕様書

内容：

①動燃殿より：

- ・試錐孔間水理試験装置製作の目的、本年度の計画について説明。

②大成より：

- ・装置の概要、基本仕様、装置構成、配管について説明。

③岡山大学西垣教授：

- ・全体的な構成に特に問題は無い。
- ・既往の装置を参考にすることも重要である。

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)
第2回 中間報告会議事録

日 時： 平成6年5月10日 13:00～15:00

場 所： 岡山大学工学部 土木工学科会議室

出席者： 岡山大学 西垣助教授

動燃事業団 柳澤、仙波

大成建設(株) 下茂

議 題： 試錐孔間水理試験装置の製作(注水制御装置と孔内装置の
注水区間の製作)進捗状況の報告

配布資料：

大成建設(株)：「装置性能試験結果」

内容：

①動燃殿より：

・装置製作の進捗状況について説明。

②大成より：

・性能試験結果についての説明

③岡山大学西垣先生

・装置の性能試験内容を了承。

・圧力・流量制御精度の安定性向上を目指すようにとのコメント。

・次年度は、計測装置を含めた全体的な性能試験を実施する必要がある。

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

第1回 打ち合せ議事録

日 時： 平成6年1月12日 13:30～16:30
場 所： 動力炉・核燃料開発事業団中部事業所 第2会議室
出席者： 動燃事業団 中野、後藤、仙波
大成建設(株) 下茂、青木

議 題： 本年度の作業内容について

配布資料：

大成建設：「孔間水理試験装置の製作（注水制御装置と孔内装置の
注水区間の製作）平成5年度第1回 打ち合せ資料」

内容：

- 1) 仕様書内容の確認
 - ・仕様書の内容について確認した。
- 2) 本年度は、注水制御装置と孔内装置の内注水区間のみを製作し、室内での性能確認試験を行う。これは、本装置の中枢部の製作ということである。
- 3) 装置の仕様について：
 - ・圧力センサーは、絶対圧用に水晶振動型、差圧用にひずみゲージ型とし、装置全体でそれぞれ6個ずつ使用する（本年度は、各センサー1ヶずつ購入する）。
 - ・絶対圧センサーは孔内に設置し、差圧センサーは孔外に設置する。孔内に設置するセンサーについてはしっかり防水すること。
 - ・孔内装置の外径は、 $\phi 90$ mm以下とする。
- 4) 報告書には、各装置の性能試験を盛り込む。
 - ・注水制御システム性能試験
 - ・ロッド、パッカーの性能試験
 - ・その他、項目の詳細については、近日中に指定する。
- 5) 試錐孔径はH Q、適用深度は50 mとする。

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

第2回 打ち合せ議事録

日 時： 平成6年2月23日 13:30～16:30
場 所： 動力炉・核燃料開発事業団中部事業所 第2会議室
出席者： 動燃事業団 坪田、山崎、柳沢、中野、後藤、仙波、梅田
大成建設（株） 下茂、青木

議 題： 作業進行状況の報告、他

配布資料：

大成建設：「孔間水理試験装置の製作（注水制御装置と孔内装置の
注水区間の製作）打ち合せ資料」

内容：

- 1) 前回（1月）の打ち合せ内容の確認
- 2) 装置製作に関する作業の現状報告

配布された上記資料に基づき、大成建設より作業進行状況が報告された。討議の内容は以下の通り。

- ・ 進行状況の内容が基本的に了承された。
- ・ パッカーの構造については、スライドパッカーを用いない。
- ・ 孔内装置の機構、配管構成等の詳細については、動燃事業団で検討し、近日中にコメントを送る。

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)
第3回 打ち合せ議事録

日 時： 平成6年3月10日 13:30～17:30
場 所： 大成建設（株）技術研究所 会議室
出席者： 動燃事業団 後藤、仙波
大成建設（株） 下茂

議 題： 作業進行状況の報告、他

配布資料：

大成建設：「孔間水理試験装置の製作（注水制御装置と孔内装置の
注水区間の製作）打ち合せ資料」平成6年3月10日

内容：

- 1) 前回（平成6年2月）の打ち合せ内容の確認
- 2) 装置製作に関する作業の現状報告

配布された上記資料、第2章に基づき、大成建設より作業進行状況が報告された。討議の内容は以下の通り。

- ・注水制御装置は、ブースター、アンプ類、サーボ弁等の主要機器を購入し、仮組立を行っている。
- ・変位検出型流量計をブースターポンプに取り付ける。
- ・定流量ポンプについては、モノポンプの使用を考慮しているが、長さが2 m程度の大型であるので、引続き代替機器の調査を行っている。
- ・制御盤は、タッチパネルコンピュータ、A/Dボード、入出力モジュールを購入し、制御プログラムを作成中である。なお、制御用のA/Dボードは、12ビットのものをを用いる（計測用には、16ビットのものをを用いる予定）。
- ・流量計は、当初4台（サーマルマスフロー型2台、マイクロモーション型2台）で、0.02 l/h～200 l/hの流量範囲をカバーする予定であ

ったが、計測精度向上のため1～20ℓ/hの範囲は、あらかじめ流量範囲を分けて校正した2台のマイクロモーション流量計を用いることが大成より提案された。この場合には、5台の流量計を用いることになる。流量計については、次年度予定分であるので今後の動燃殿との協議で決定する。

- ・移動用ラックの大きさを決めるために、ポンプ、配管、バルブ、アンプ等を仮枠組上に配置して検討している。

- ・パッカーは、性能試験用に2セット作成済みである。

- ・圧力センサーは、開発工程の遅れにより未着であるが、4月下旬に到着予定である。

3) 動燃殿よりの指摘事項

- ・数量の変更等については、性能試験の結果を見て判断する。

- ・バルブ開閉スイッチは、ON/OFF兼用のものを用いる。

- ・注水区間長は、正確に1000mmとなるように再度構造を検討する。

- ・試験機各部の組図を、製作認可用図面とする。

4) 今後の予定について

4月中旬をめどに、性能試験を実施する。

試錐孔間水理試験装置の製作
(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)

第4回 打ち合せ議事録

日 時： 平成6年4月28日 13:30～17:30

場 所： 昭和機器工業(株)

出席者： 動燃事業団 後藤、仙波
大成建設(株) 下茂、青木、井尻

議 題： 性能試験と作業進行状況の報告、他

配布資料：

- ・大成建設：「孔間水理試験装置の製作(注水制御装置と孔内装置の注水区間の製作)打ち合せ資料」平成6年4月28日
- ・性能試験実施計画

内容：

1) 注水制御装置の性能試験

① ブースタによる圧力制御

- ・定圧注水試験を流量を変えて実施した。
- ・正弦波注水試験を流量を変えて実施した。全て、振幅は $\pm 2 \text{ kg/cm}^2$ 、周期は2分である。

② 水サーボによる流量制御

- ・流量計の出力をフィードバックにとって、水サーボ弁により定流量制御試験を実施した。

③ 対策についての打ち合せ

- ・ブースタのサーボアンプについては、感度調整試験をさらに行い、切替時の水圧変動が小さくなるよう試みる。
- ・サーボアンプの切替時の加速特性を積分型とするような制御回路を設計・試作してさらに滑らかなブースタの切替を試みる。
- ・水ポンプは10l/min.のもの(3連シリンダ式)が製作可能である。

- ・制御ソフトは、制御性能を満たし、画面も分かりやすい。若干の修正、及び、配管図画面の製作を依頼した。
- ・ブースタのエンコーダの取り付けが完了。動作も良好である。

2) 孔内注水装置の性能試験

パッカー圧の安定性、止水性を確認するための性能試験を実施した。

・動燃殿より指摘事項

注水区間を1 mにするために配管接続部が短くなったので、配管接続部を少しでも長くして作業性を高めるために以下のような指摘を受けた。

- ・曲げに対する抵抗が必要なのである程度の長さを確保する必要があるが、ネジ部の長さを検討する余地はある。
- ・加締部と本体を接続する部分の長さを短くすることを検討する。
- ・Oリングを設置するためにある程度の肉厚が必要であるが、管の肉厚を薄くすれば配管・配線に余裕ができる。

巻末資料

添付図面

(注水制御装置関連)

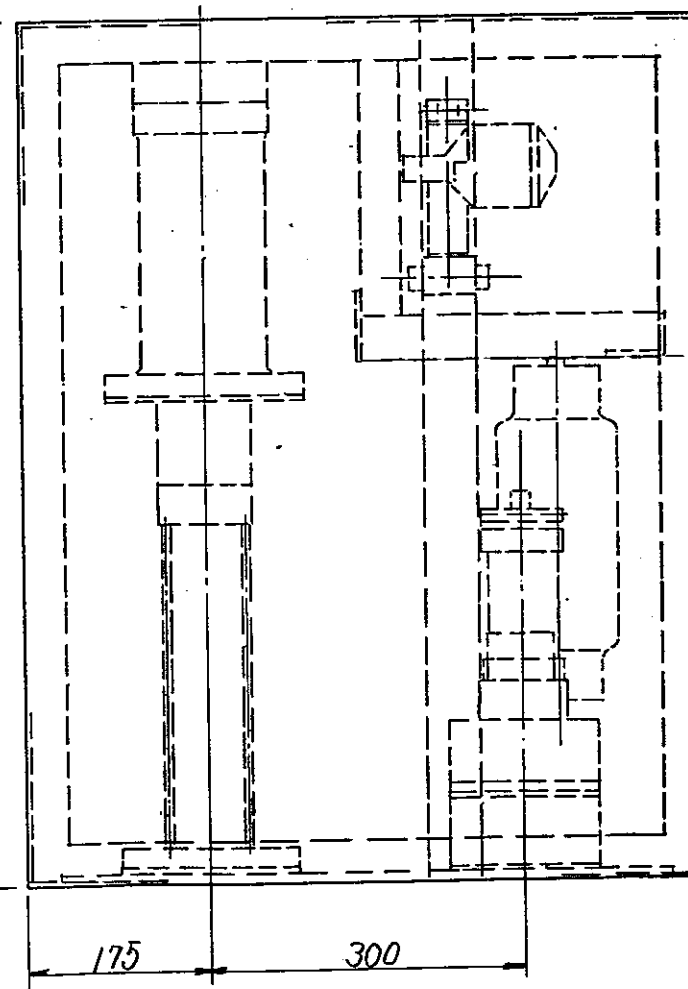
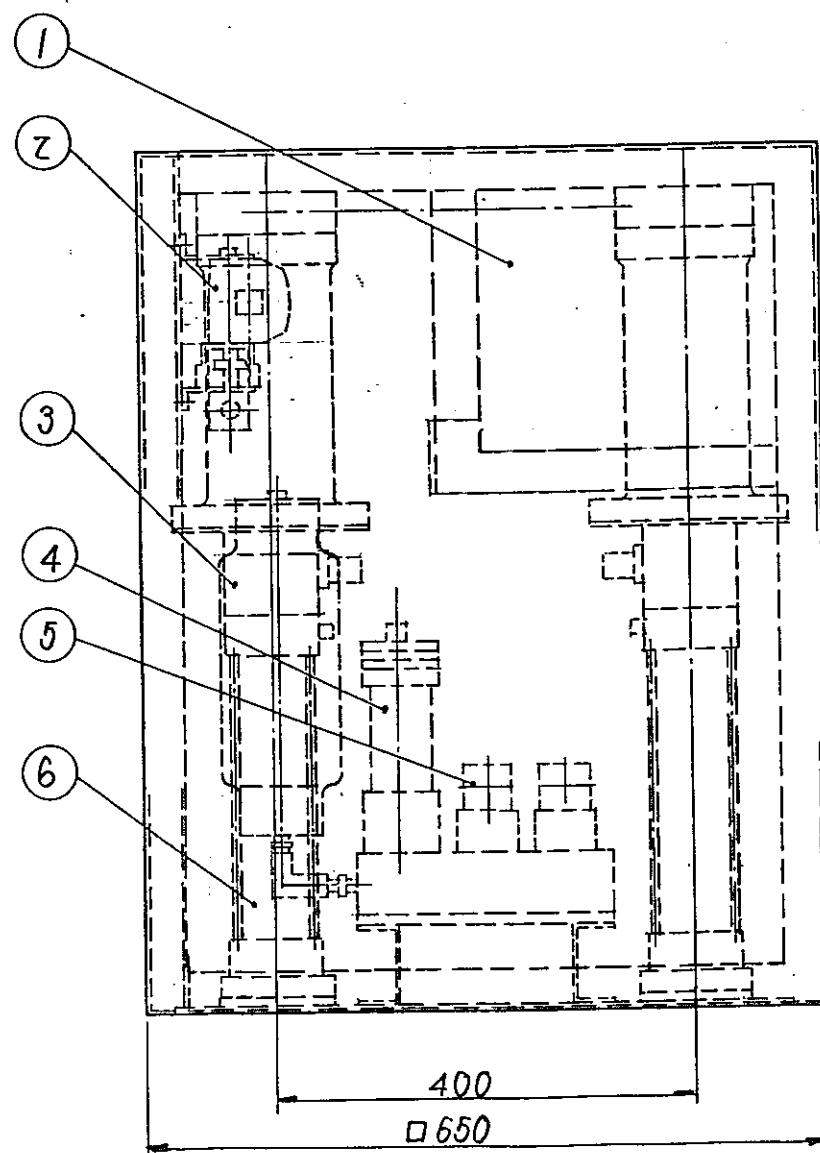
- ・ ポンプユニット組み立て図
- ・ バルブユニット組み立て図
- ・ 制御回路概略図
- ・ 圧力制御装置回路図
- ・ ブースターポンプ組み立て図

(孔内注水装置関連)

- ・ 孔内装置組み立て図
- ・ パッカー組み立て図
- ・ パッカー部品図 (6 枚)
- ・ ロッド組み立て図

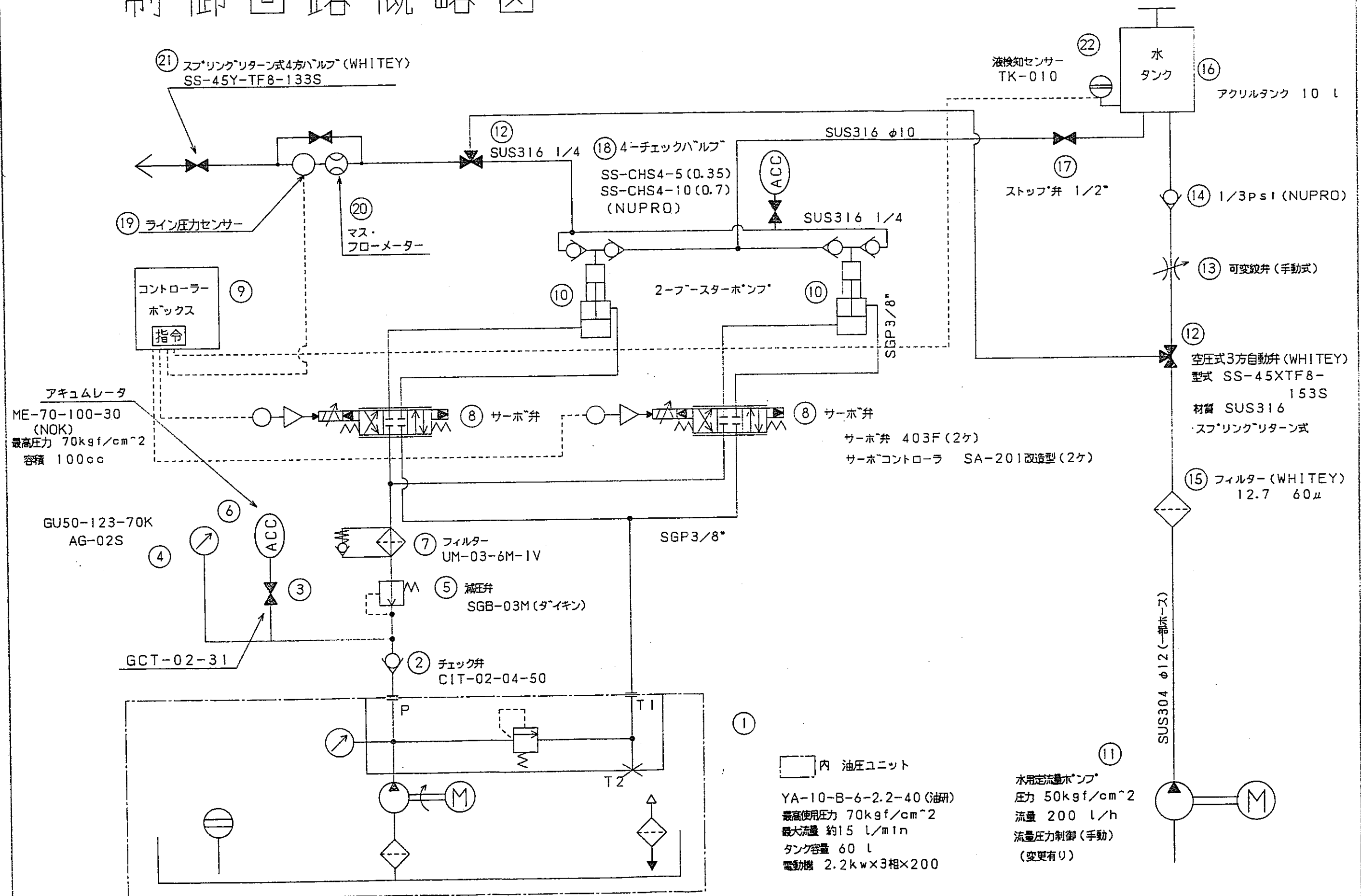
添付カタログ

- ・ ブースターポンプ
- ・ 油圧サーボ弁
- ・ 水サーボ弁、サーボアンプ
- ・ 水ポンプ
- ・ 高圧ボールバルブ、エアーアクチュエータ、小型コンプレッサー
- ・ パネルコンピュータ
- ・ A/D変換器、D/A変換器、I/Oボード
- ・ 制御用ソフトウェア
- ・ 孔内用圧力センサー
- ・ 移動用ラック

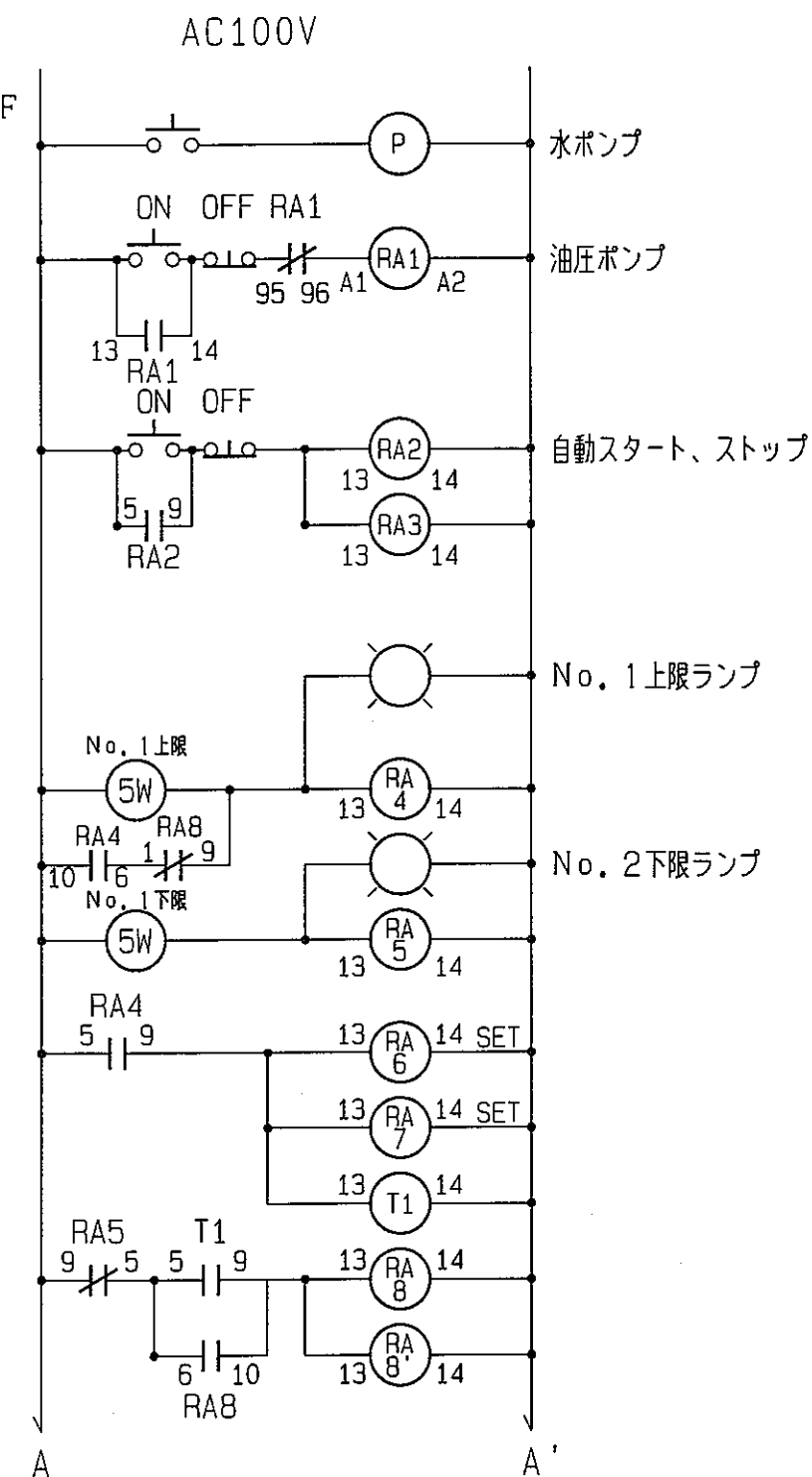
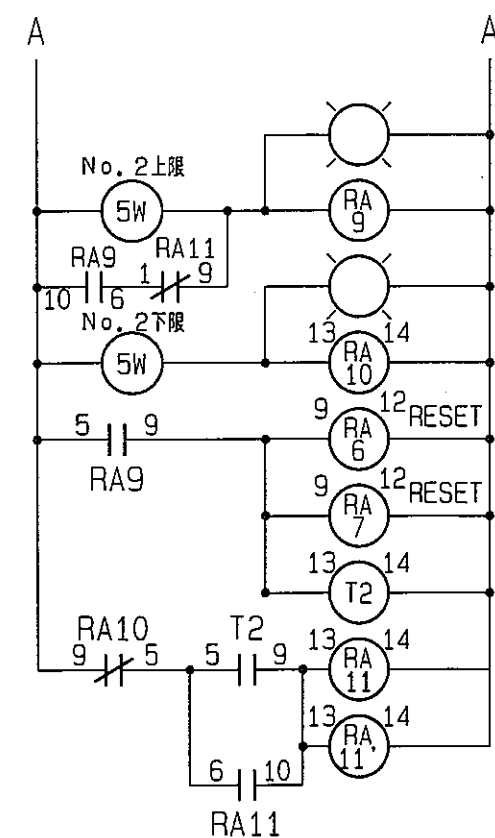
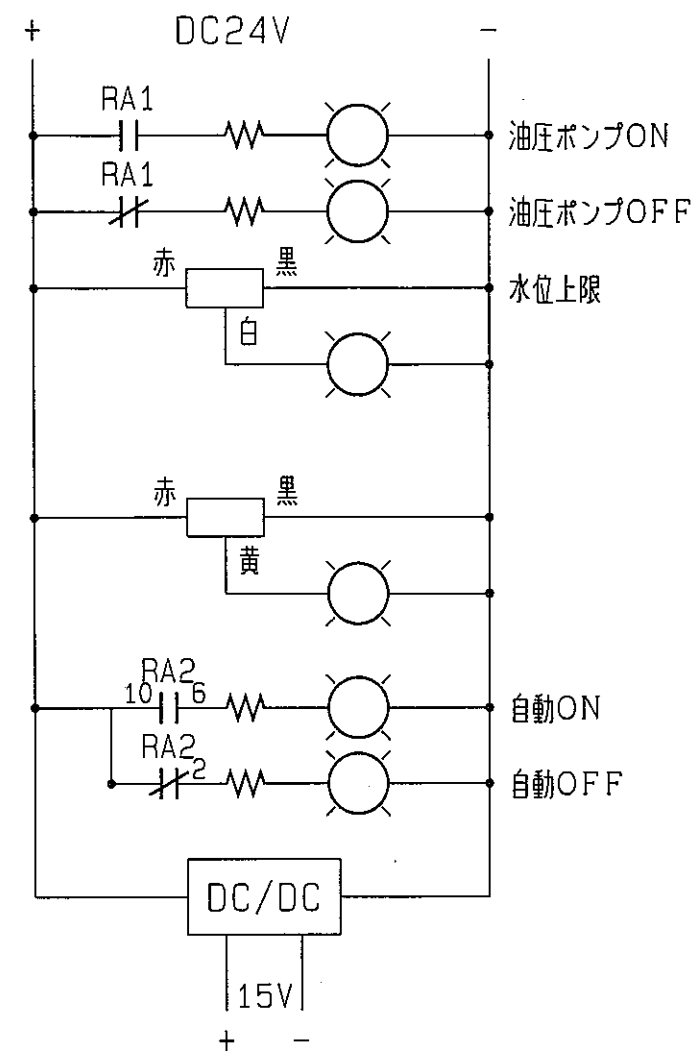
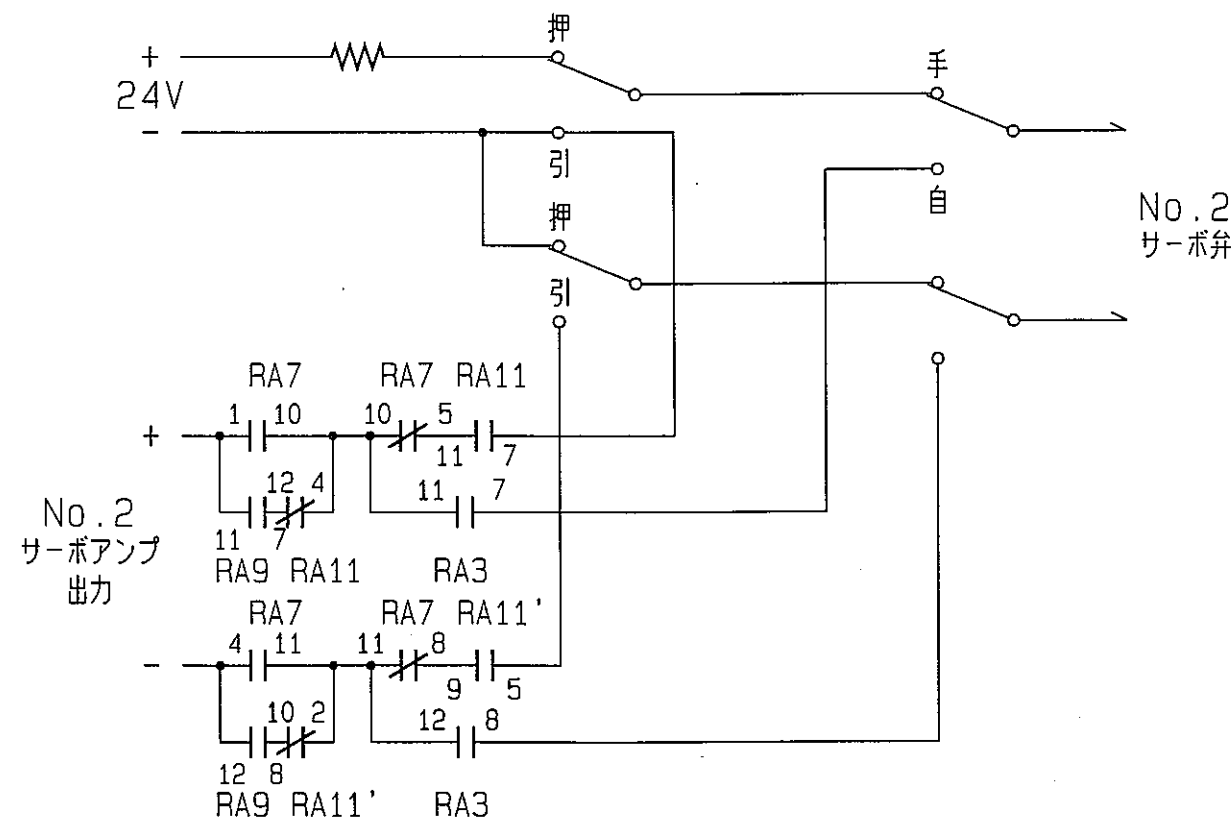
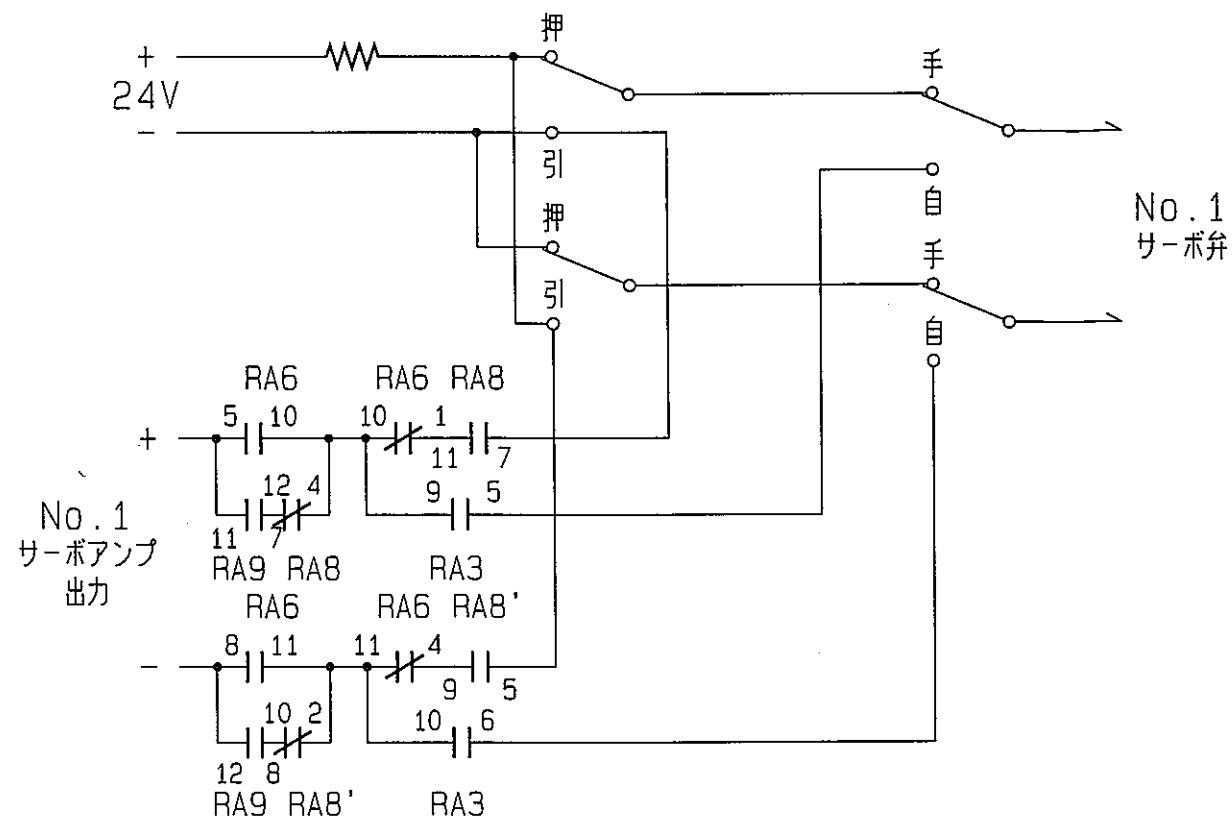


6	シンター		Z	ENE-IFB63BM40N180-ABD7H-1A
5	サーボ弁		Z	精精密 430F-30-L-30
4	スルター		I	GM04Z-3MIV
3	アキュムレータ		I	時計用 N-Z10-1
2	エレクトロニクス弁		I	WHITEY MODEL 153DA
1	アクリル製水タンク	アクリル	I	
番号	部品名称	材質	数量	備考
名称				三角法 尺度
機器名				設計 検図 承認
図番				

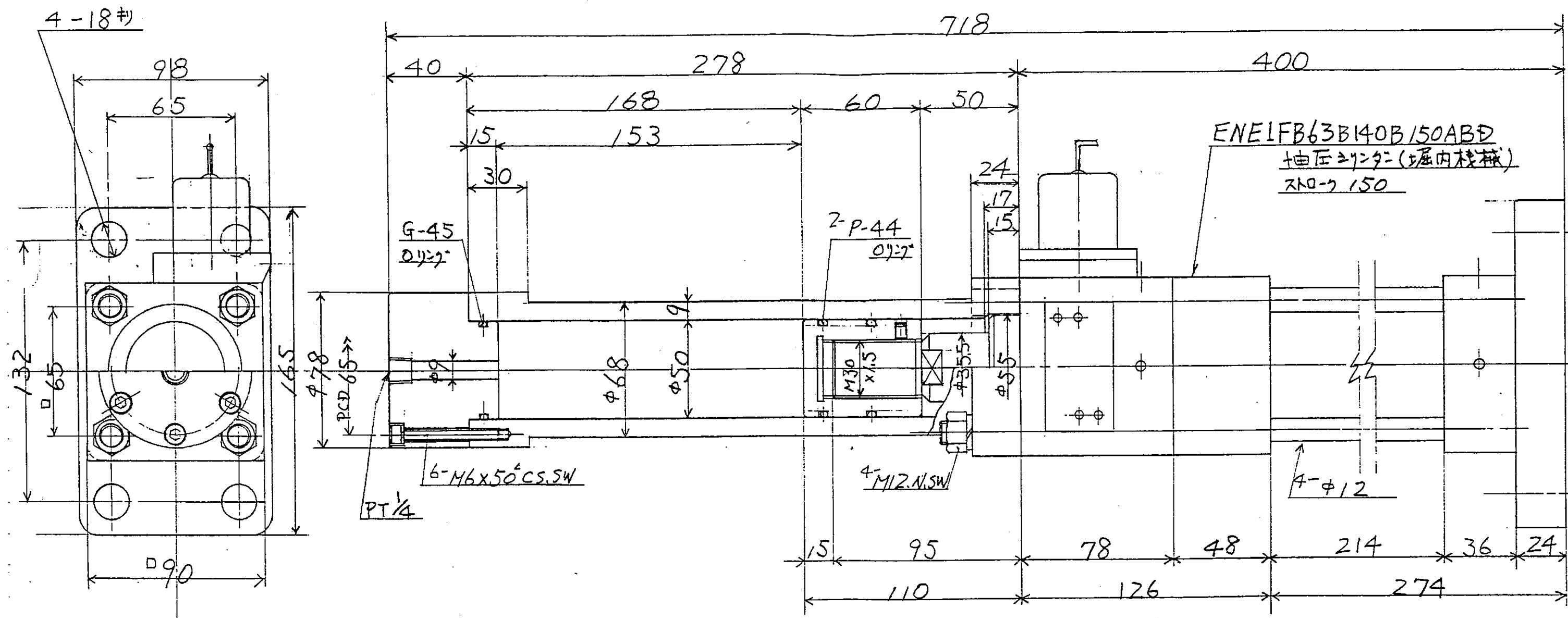
制御回路概略図



制御回路概略図



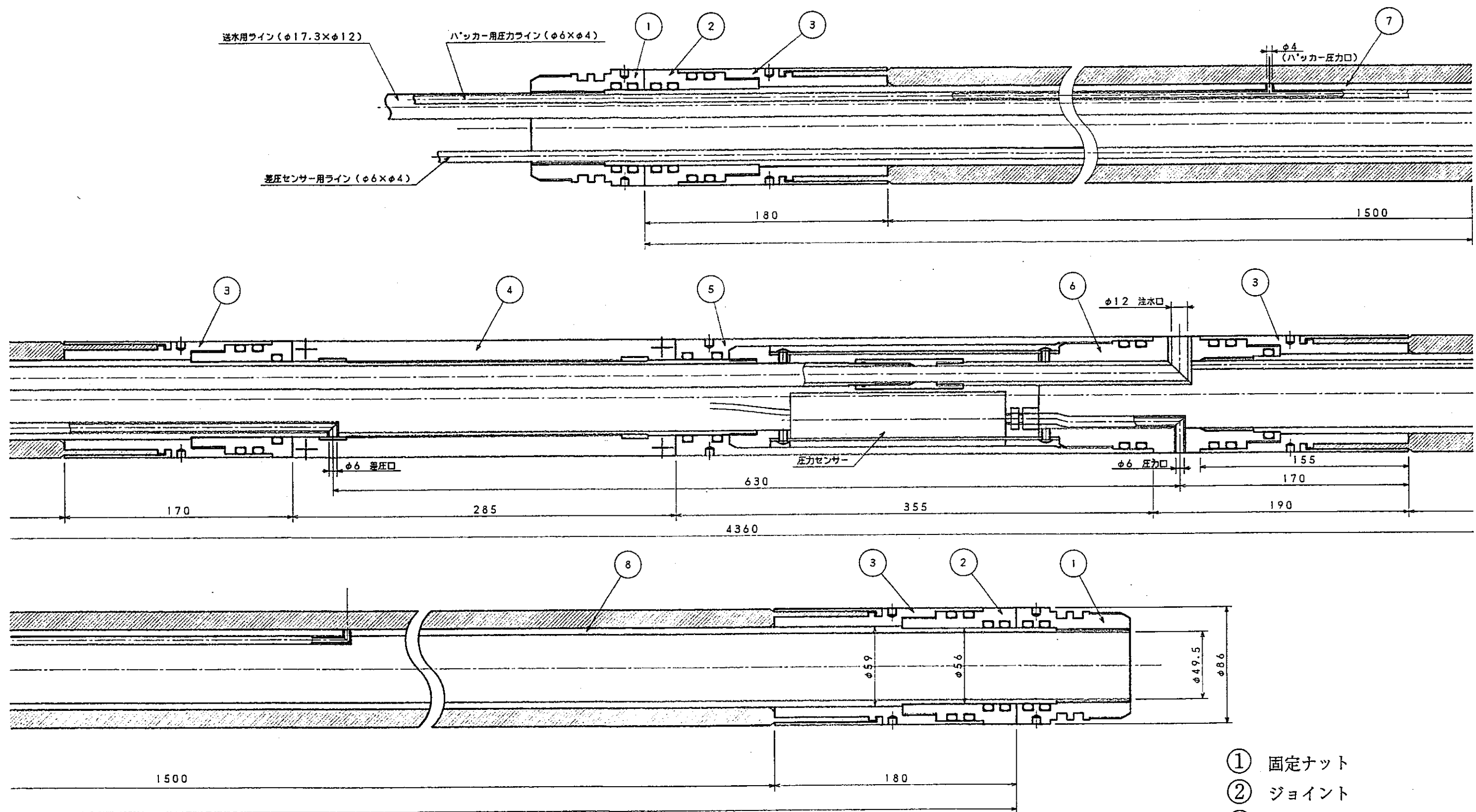
	承認	設計	担当		縮尺	製品名称 圧力制御装置	図面番号 No.
					設計年月日	図面名称 回路図	



ブースターポンプ組み立て図

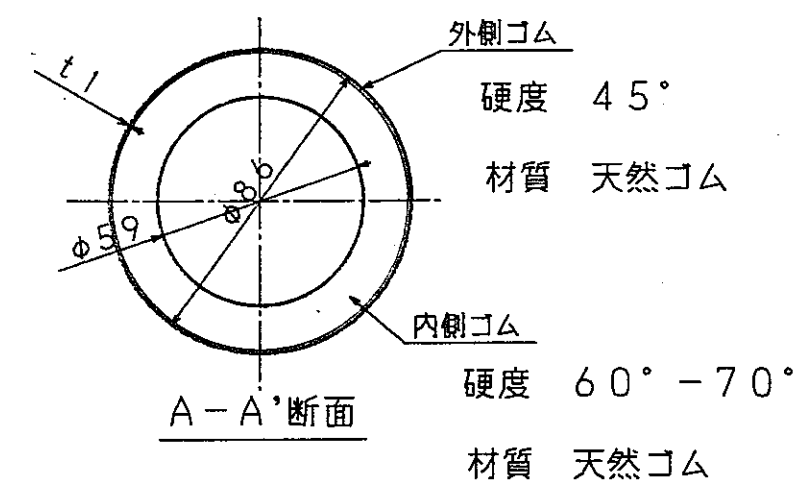
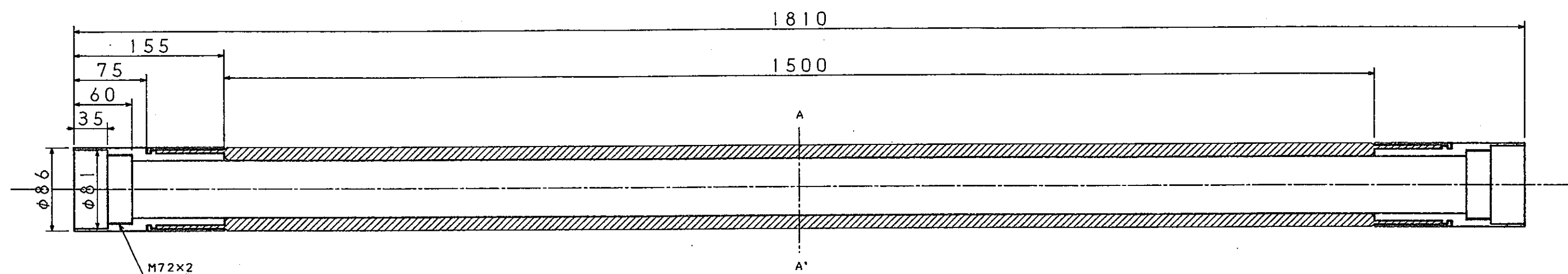
△1		..	
記号	変更記事	年月日	担当

			2	
番号	部品名称	材質	個数	備考
名称				第三角法 尺度 1/2
機器名	ブースターポンプ			設計 検図 承認
図番	—			

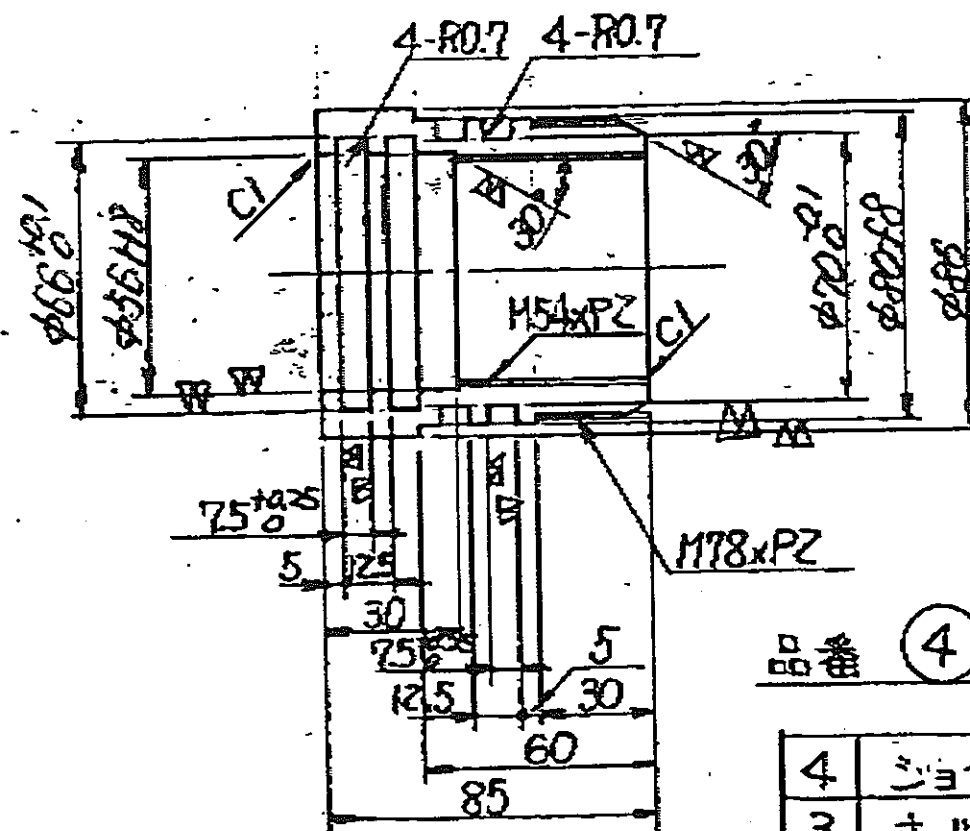
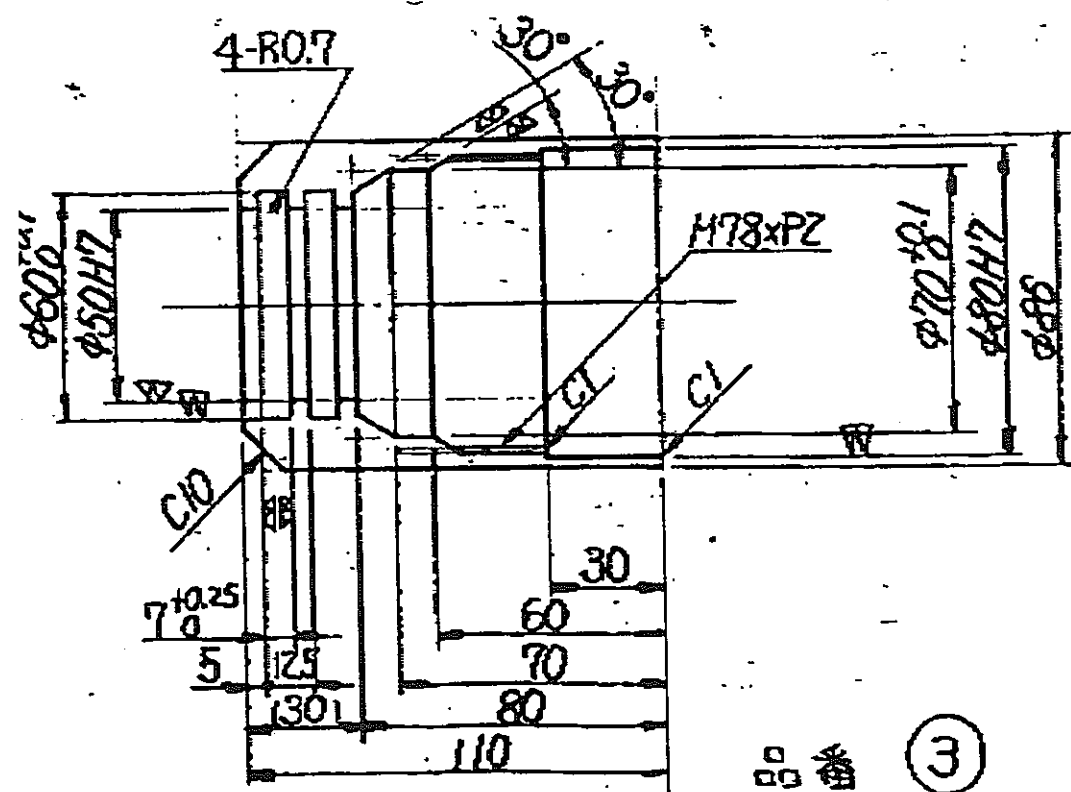
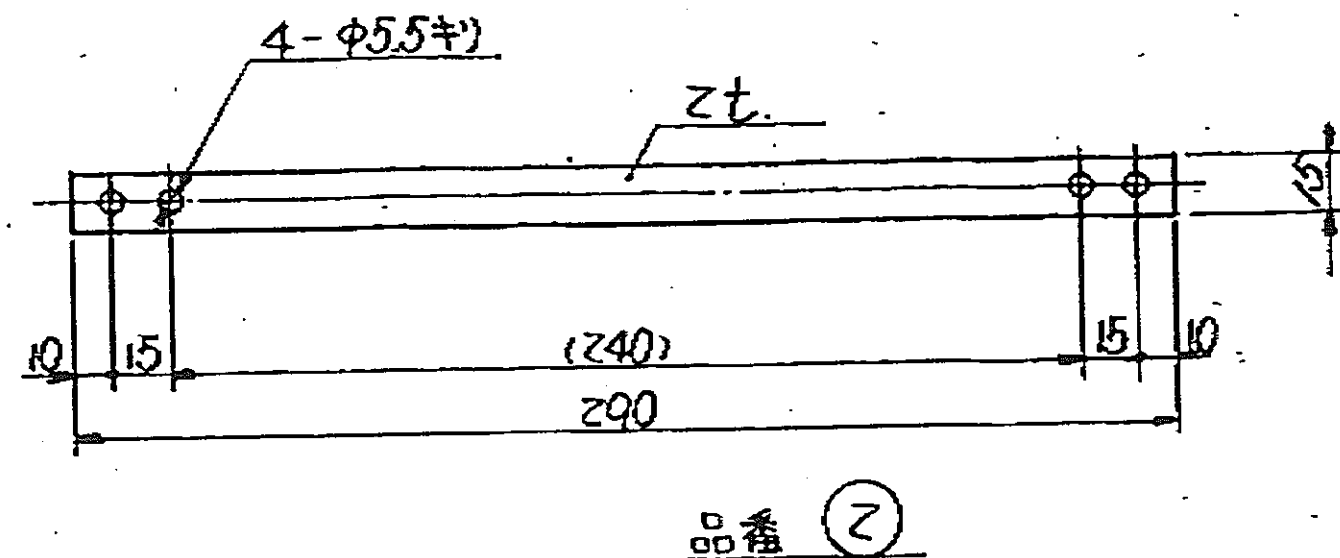
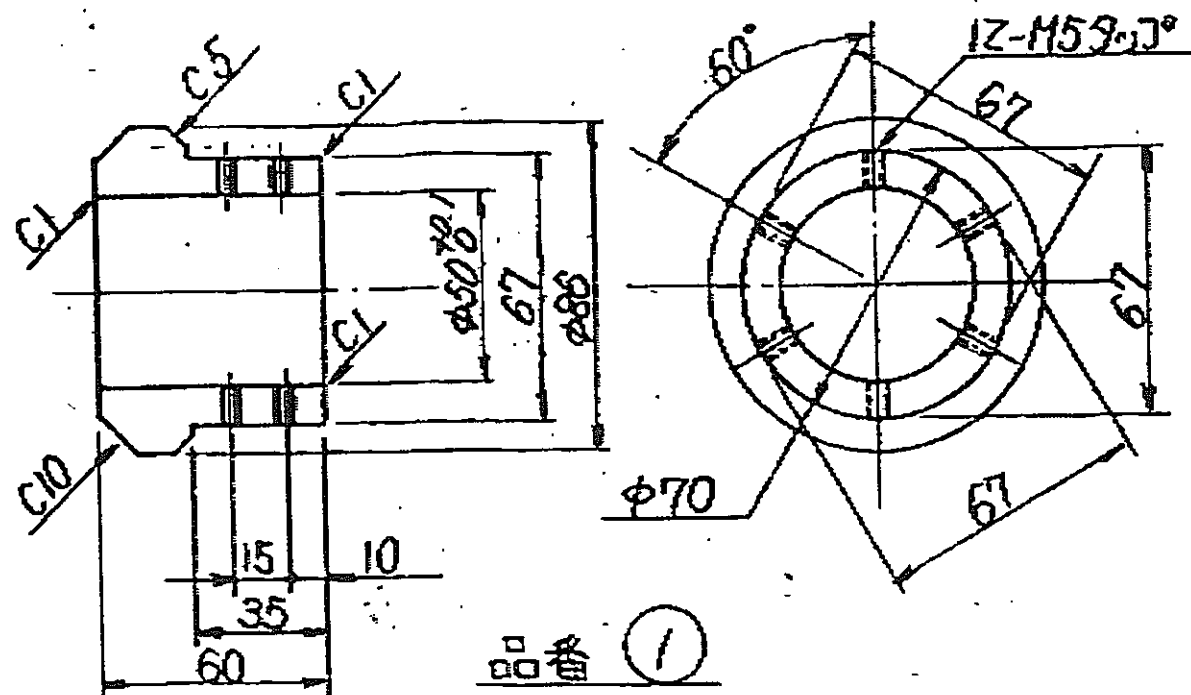


孔内注水装置組み立て図

- ① 固定ナット
- ② ジョイント
- ③ パッカーゴム加締部金具
- ④ スペーサー
- ⑤ スライド部
- ⑥ ジョイント (注水口、孔内圧力測定口)
- ⑦ パッカー芯金 (差圧口)
- ⑧ パッカー芯金



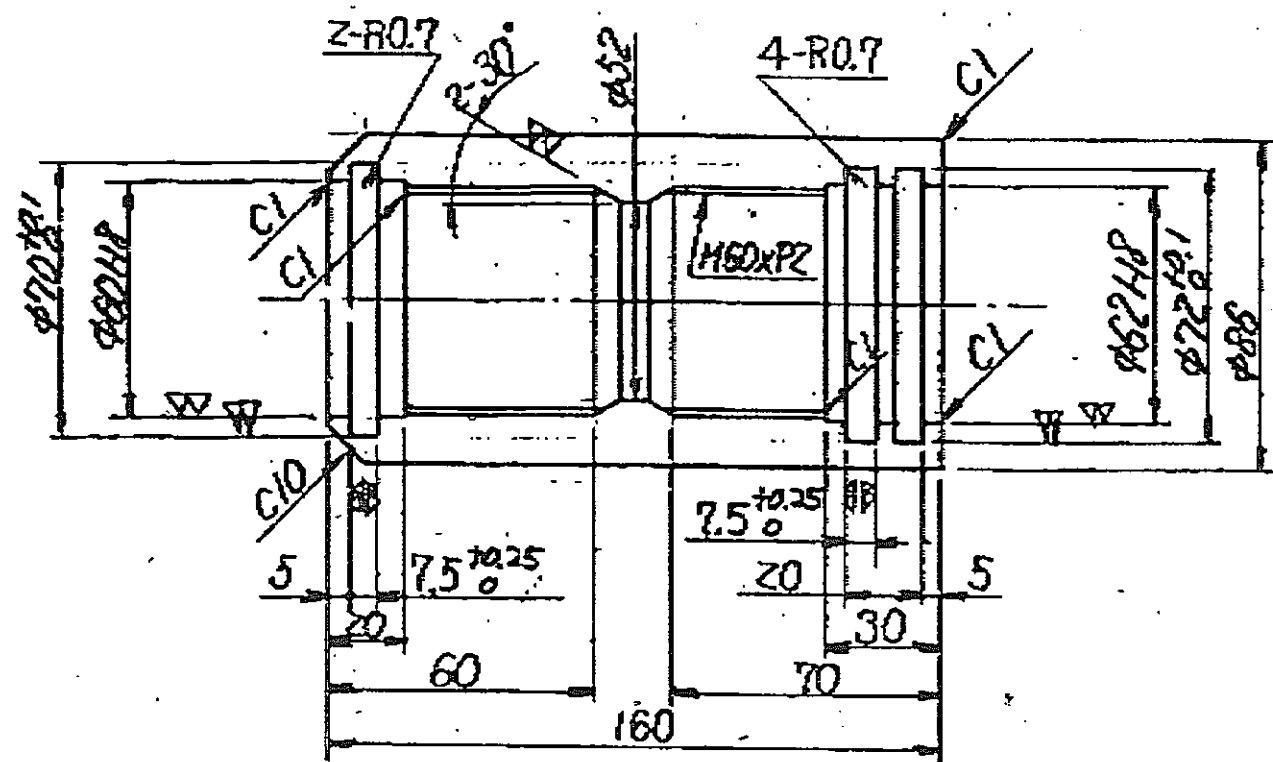
パッカー組み立て図



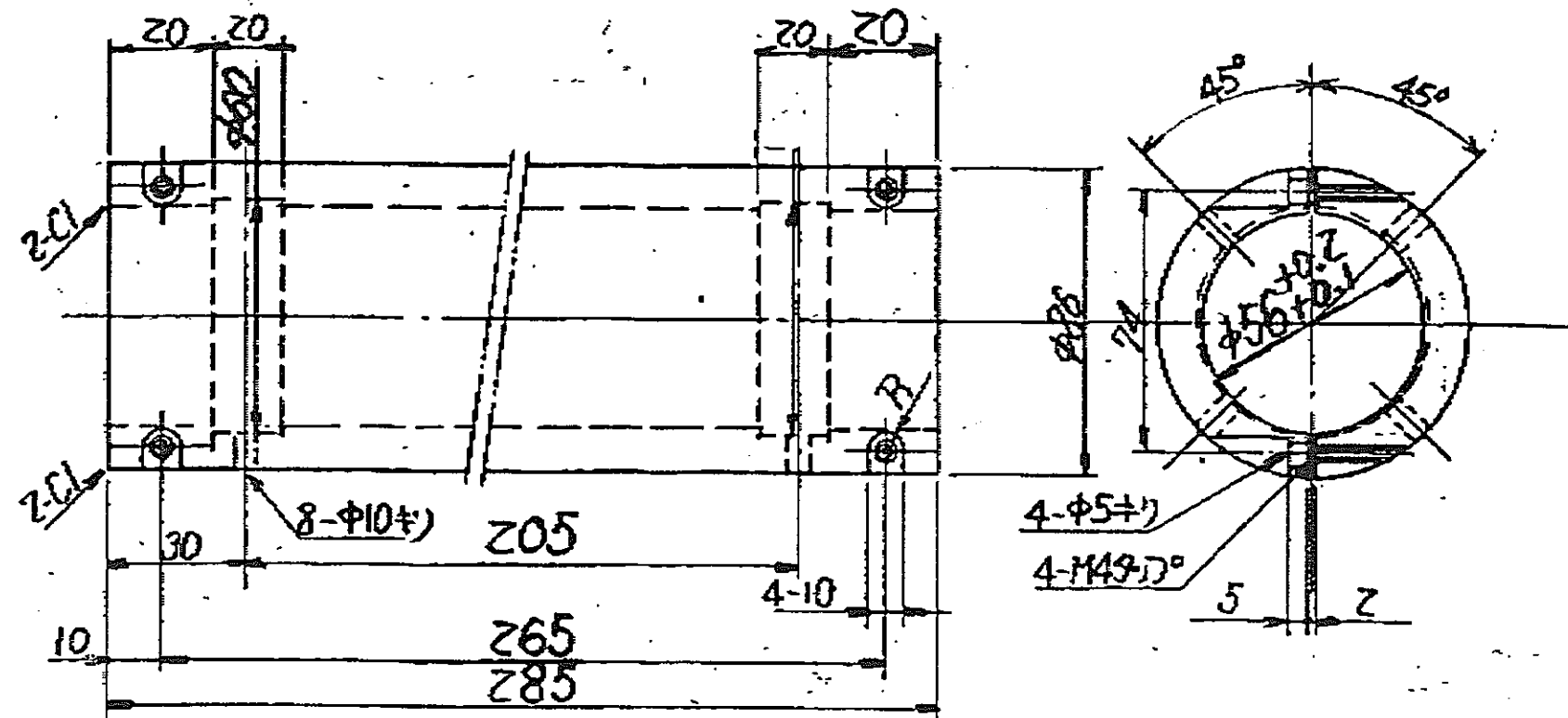
NOTE

1.指示なき角部は赤面取の如く

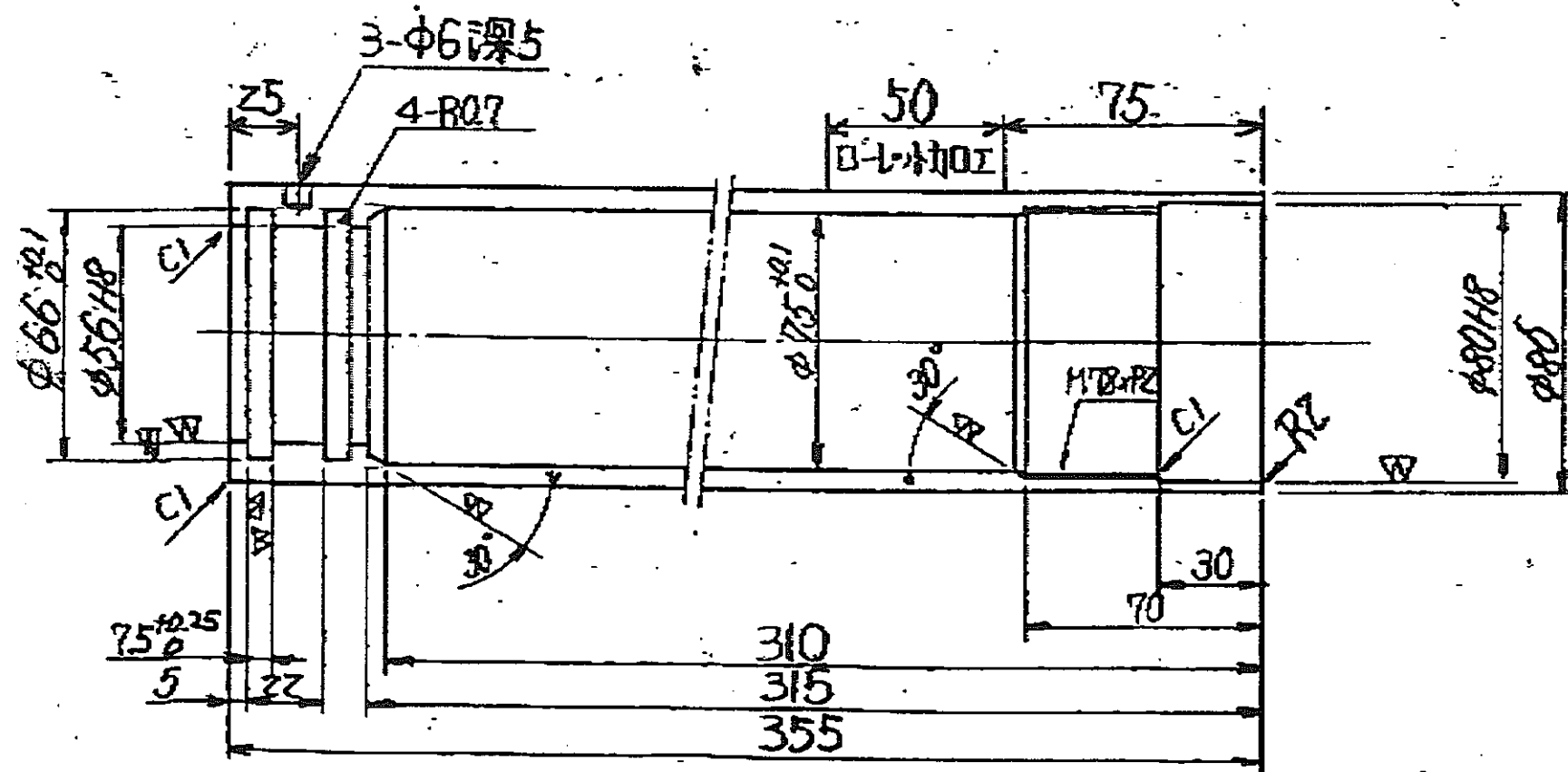
4	シヨウト (3)	SUS304	1		(2)
3	ホリドナ	"	1		(16)
2	板バネ	"	6	1枚鋼	(2)
1	固定ナット	SUS304	2		(20)
番号	部品名称	材質	枚数	備考	
名称	部品図 (山)			三角法	尺度 1/2
機器名	孔間水理試験装置			設計 松沢	検証 承認
図番	TS-001-00			93.10.30	



品番 ①



品番 ②

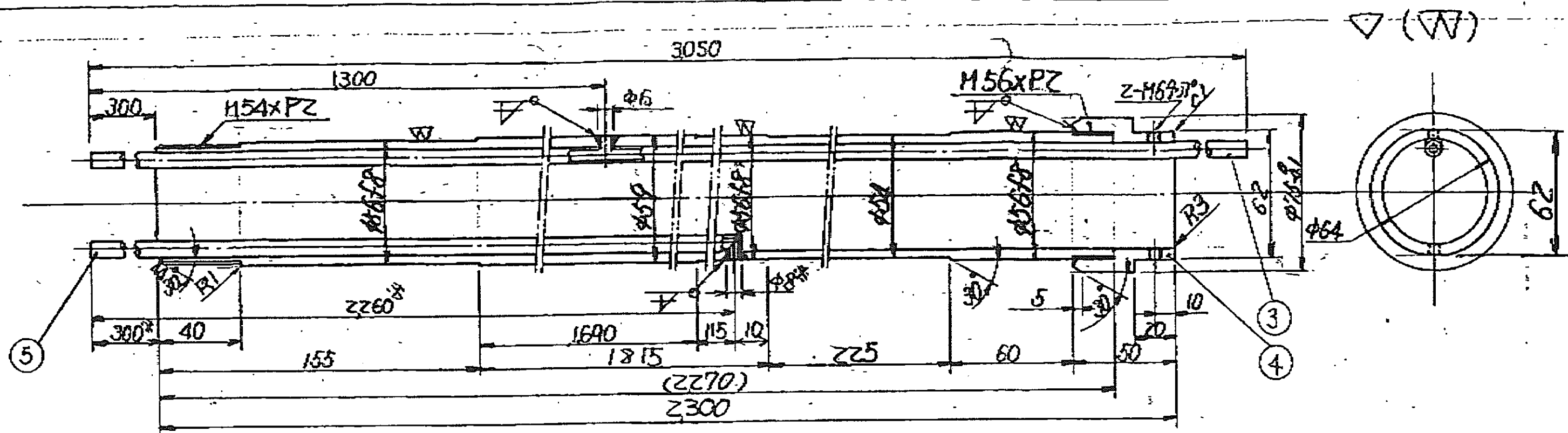


品番 ③

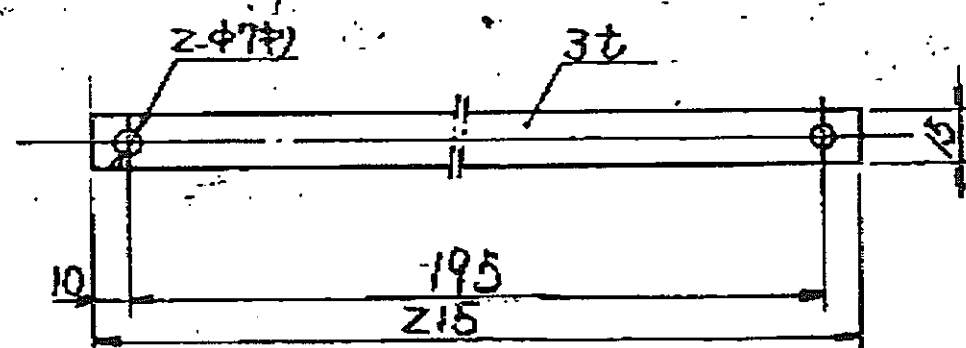
NOTE.

1. 指示なき角部は糸面取りのこと。

番号	部品名称	材質	数量	備考
3	ホールドケース	SUS304	1	
2	スペーサー (d)	"	1	
1	ジョイント (d)	SUS304	1	
部品図 (3)				
名称	部品図 (3)	三角法	尺度	1/2
機器名	孔間水理試験装置	設計	検図	承認
図番	TS-003-00	松沢		
		93.12.1		



品番 ① ⑥

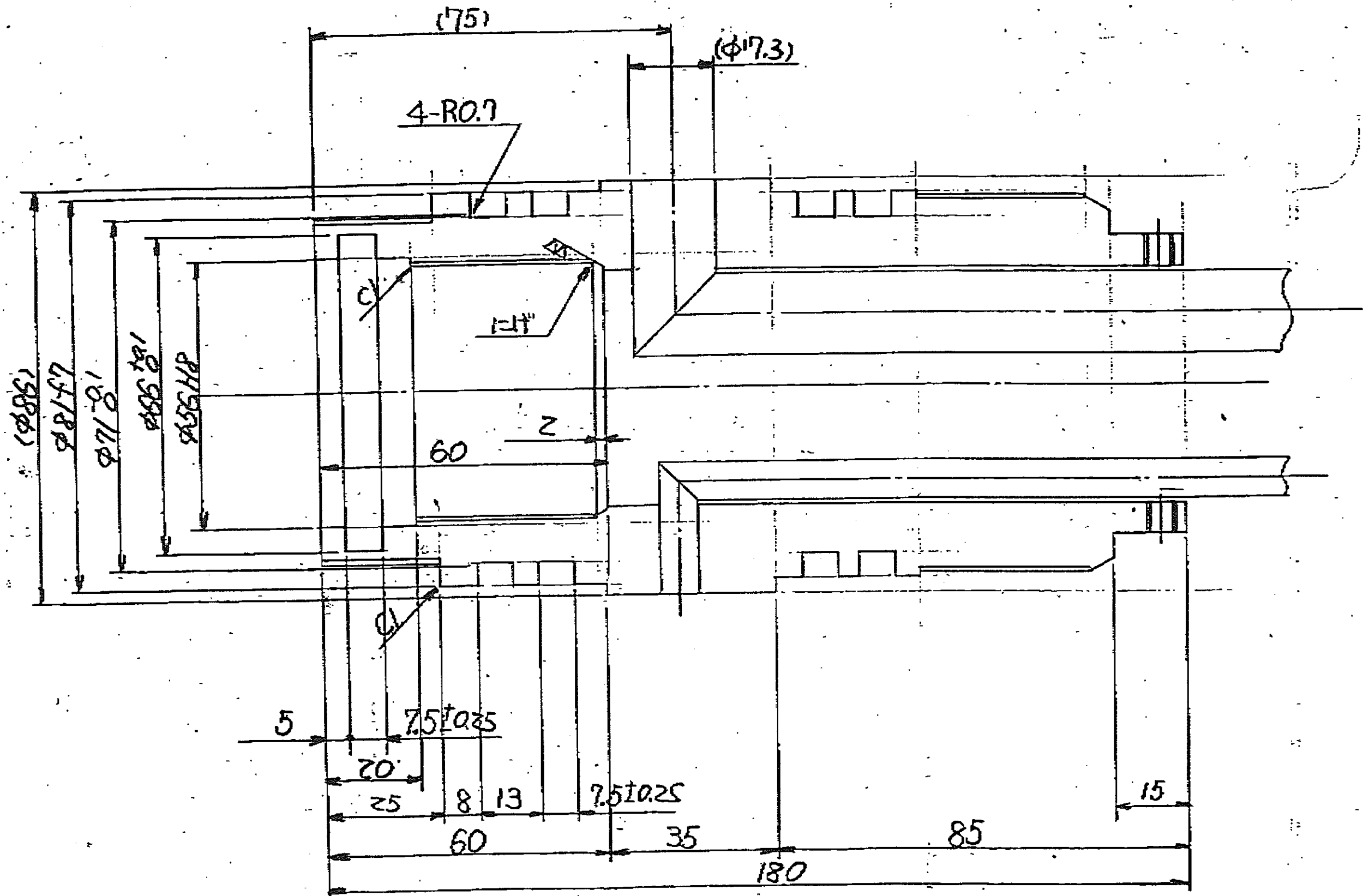


品番 ②

NOTE

- ※寸法部Bは⑤の物を組み込んだ物は品番⑥
パッカー芯金(2)の物とする。
- 指示なき角部は糸面取りのこと。

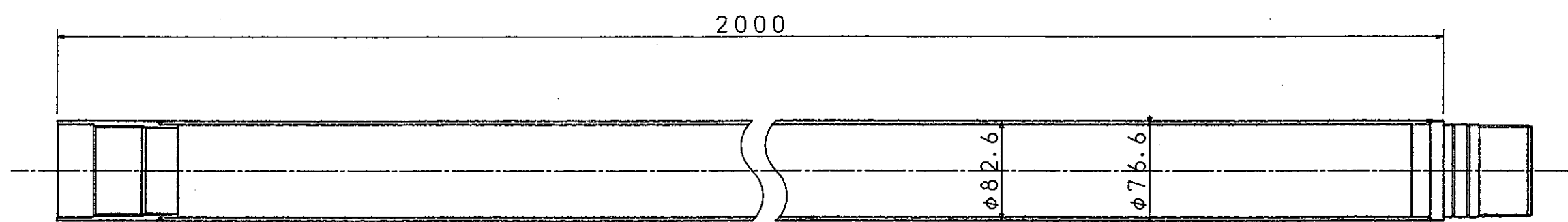
6	パッカー芯金 (2)	SUS304	1		⑭
5	パイプ	SUS304	1	φ8xφ6x2260L	
4	ジョイント金	SUS304	1		
3	パイプ	SUS304	1	φ8xφ6x3050L	
2	ジョイントプレート	SUS304	4		⑧
1	パッカー芯金 (1)	SUS304	1		⑬
番号	部品名称	材質	数量	備考	
名称	部品図 4)	三角区	尺度	1/2	
機器名	孔間水理試験装置	設計	検図	承認	
図番	TS-004-00	松沢	93.12.1		



全体組図番号 ㊦㉓

部品図(2) → 品番㊦㉓の変更図です

孔内注水装置部品図 (6/6)



ロット 2000 2本
1000 2本

ロッド組み立て図

ブースターポンプ関連資料

(仕様)

型式	：インテリジェント油圧シリンダー ENE1FB63B140B150ABD パルスエンコーダー内蔵 カウンター MODEL3927-32 1 台 指示器 MODEL3821 1 台		
製造	：堀内機械		
材質	：水シリンダーSUS316、油シリンダーS45C		
ストローク	：150mm		
シリンダー内径（1次側）	：63mm		
シリンダー内径（2次側）	：50mm		
数量	：2 台		

EN シリーズ

■7・14MPa

特 長

1. 3,950ポイントの大容量プログラミング。

79ch×50st. 合計3,950ポイント、任意位置での位置決めが可能です。FMSなど、多チャンネル・多ステップでのプログラミング容量を必要とするFA化に、あるいは汎用形の油圧式位置決めシリンダシステムとして多用途に活躍。

2. パルスエンコーダの搭載で、±0.2mmの位置決め精度(ENEシリーズは±0.5mm)

位置検出に、高精度パルスエンコーダを採用。コントローラによるプリセット制御で、位置決め精度±0.2mm(ENVシリーズ)/±0.5mm(ENEシリーズ)。

*位置決め精度・学習機能設定時の繰り返し停止精度

3. バルブの“低速モード”設定可能。

コントローラによる“低速モード”設定により、ENVシリーズでは、電磁式比例方向流量制御バルブの低速/高速切換え、ENEシリーズでは、高速用バルブと低速用バルブの切換えができます。

*ENEシリーズの電磁切換バルブは、お客様手配となります。

4. ショックレス機能完備(ENVシリーズ)。

ENVシリーズは、電磁式比例方向流量制御バルブを搭載。バルブの調整機能により、スロースタート・スローストップなどショックレス機能を働かせることができます。

5. 学習機能で、外乱変化に対応。

学習機能がついているので、例えば作動油の油温の変化など、ゆるやかな外乱変化にも的確に対応。

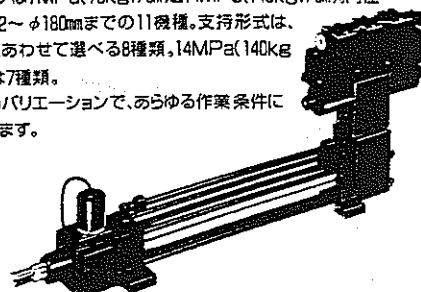
6. 簡単入力。

位置決めは、テンキーのほか、機能設定キーが独立していることで操作も簡単。NG範囲出力により停止位置の確認も容易。ティーチングプレイバック操作による入力も可能です。

7. 幅広いシリンダバリエーション。

シリンダは7MPa(70kgf/cm²)と14MPa(140kgf/cm²)、内径は、φ32～φ180mmまでの11機種。支持形式は、用途にあわせて選べる8種類、14MPa(140kgf/cm²)は7種類。

幅広いバリエーションで、あらゆる作業条件に対応します。



NI シリーズ

■7・14MPa

特 長

1. プログラム構成は19ステップ×40プログラムの大メモリー容量。(モニター操作で)

●プログラムは従来のNC言語ではなく、テーブル方式を採用していますので取り付けたその時点から目標位置、速度、変速パターン選択、M信号、ドウェル信号の設定が可能。また、ゲインの設定にはポテンショメータを使用しないため、次からはその値を入力するだけで済み量産時の調整工数が削減できます。その他、制御パラメータも設定変更可能。求める位置に対して精度を改良できます。

●16ビットCPUを使用した高速デジタル制御を実現。

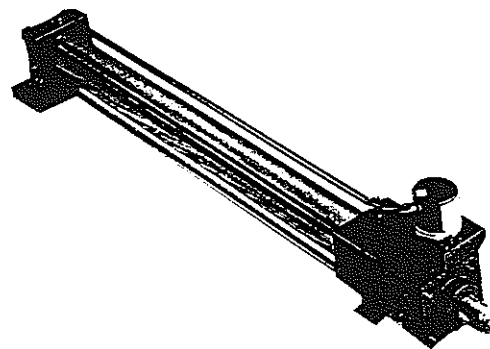
●同時2軸制御にも対応。

2. ダイレクトタイプなのでコンタミ特性に強い。

3. 幅広いシリンダバリエーション。

シリンダは7MPa(70kgf/cm²)と14MPa(140kgf/cm²)、内径はφ32～φ180mmまでの11機種。支持形式は、用途にあわせて選べる8種類、14MPa(140kgf/cm²)は7種類。

幅広いバリエーションで、あらゆる作業条件に対応します。



SV シリーズ

■14MPa

特 長

1. 位置決め精度±0.05mm。

油圧シリンダ本体に、位置センサとして高精度アブソリュート式・磁歪形センサを内蔵。ソフトウェアサーボシステムによるフィードバック制御(閉ループ制御)で、これまで油圧制御では困難とされていた位置決め精度(繰り返し停止精度)±0.05mmを実現。

*磁歪形センサは、検出トランスデューサに沿って、ロッドと共に非接触に移動するリング磁石の位置でトランスデューサ内の磁歪線に発生する歪み振動の伝わる時間を測定。シリンダロッドの位置(リング磁石の位置)を絶対値で出力します。

2. 確実なゼロ点復帰。

磁歪形センサが、ゼロ点からの絶対値位置を検出(アブソリュート式)。そのため電源OFFからの復帰(再スタート)も正確。作動の確実性を実現しています。

3. 任意の速度設定が可能。

電油式サーボバルブを搭載。各ステップごとに、任意の速度設定が可能。あらゆる作業条件に幅広く対応できます。

4. パラメータ設定も充実。

Kp(比例)、Ki(積分)設定など各種パラメータ(補助データ)設定が可能。作動の高安定性等を実現しています。

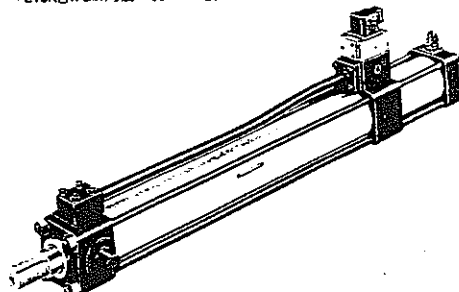
5. 簡単入力。

位置決めは、50ch×20stの計1,000ポイント。テンキーにより、必要値を順次にセットするだけの簡単入力。手動ティーチングによる設定も可能。

6. 多用途シリンダバリエーション。

シリンダは、定評のホリウチ・JIS形油圧シリンダ14MPa(140kgf/cm²)、内径φ50～φ125mmまでの5機種、支持形式8種の計5機種40種類。幅広いバリエーションで、各種用途に対応します。

*210kgf/cm²、内径φ50～φ125mmはオプション。



HO シリーズ

■21MPa(max)

特 長

1. ±0.01mmの位置決め精度を実現。

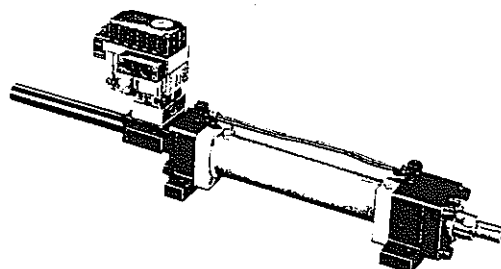
電気的補償回路不用のメカニカルサーボバルブの採用で、誤差±0.01mmを達成。精度の高い位置決めを可能にしました。

2. 作動油のコンタミネーション等級は、NAS10級。

サーボバルブにもかかわらず、一般工業作動油が使用でき、優れた耐久性を誇ります。

3. 0.2%FSの高い同調精度。

シリンダ同調精度は0.2%FS。極めて正確な同期制御が行えます。



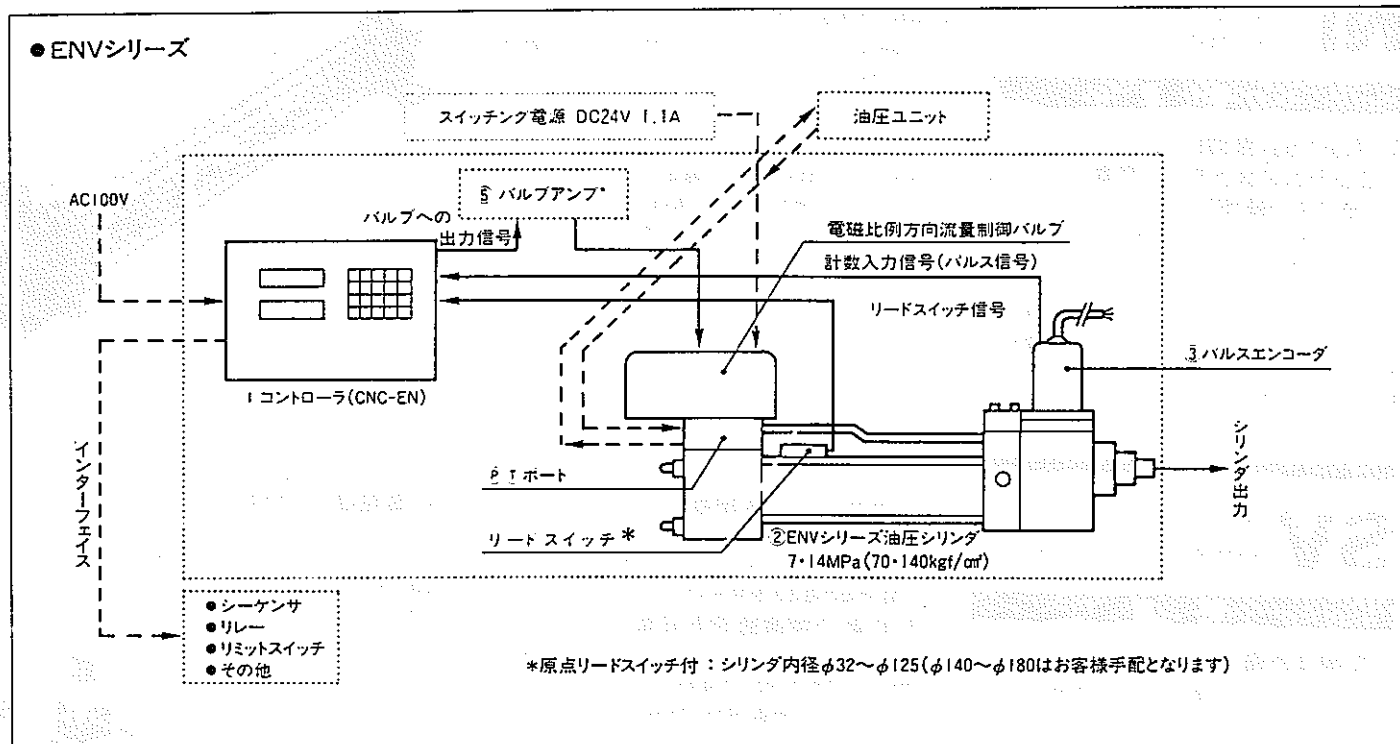
ENシリーズ ■7・14MPa(φ32~φ180)

優れた性能、優れた応用、ENシリーズ。

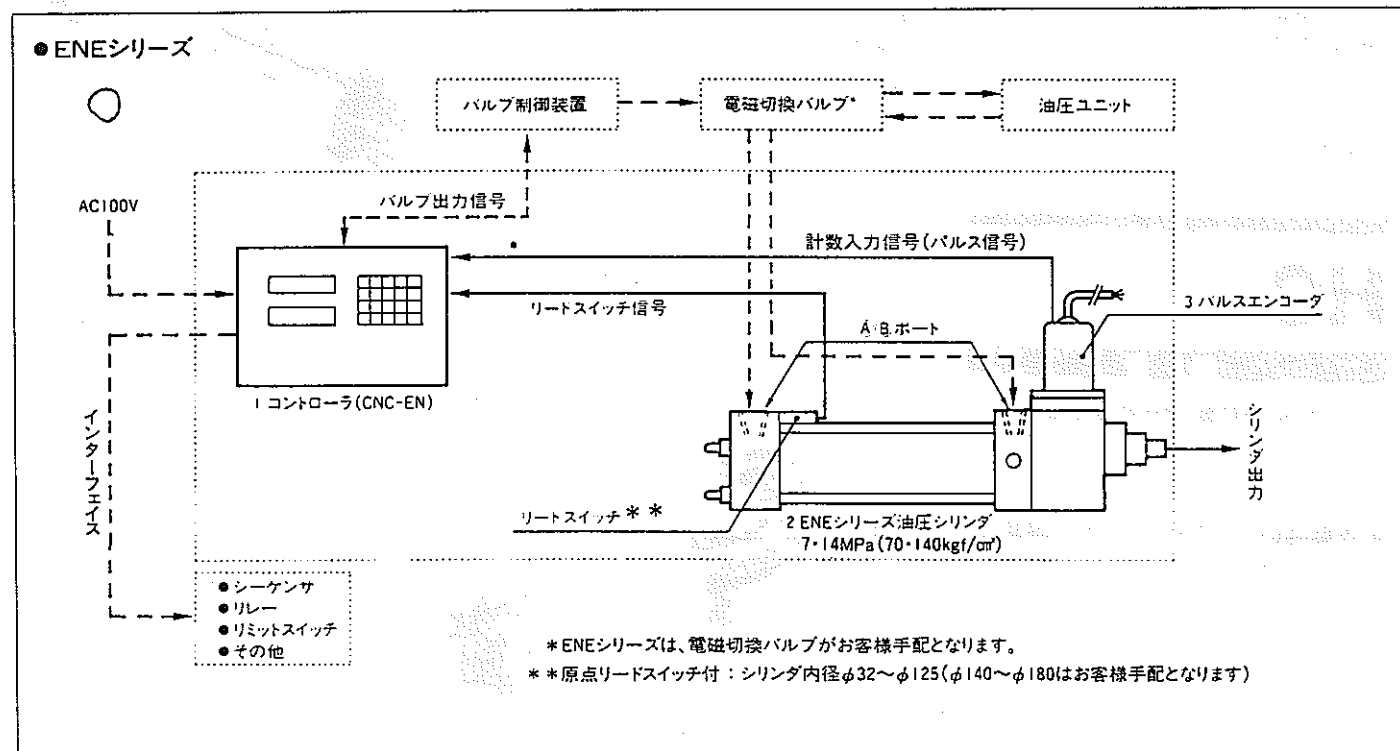
■システム構成

インテリジェントシリンダ・ENV/ENEシリーズは、専用コントローラ(下図①)と油圧シリンダユニット[下図①②③④⑤(ENVシリーズ)①②③(ENEシリーズ)]とで構成されます。

●ENVシリーズ



●ENEシリーズ



EN シリーズ ■ 7・14MPa(φ32~φ180)

■ シリンダ仕様及び内径別設定ガイド

内径(mm)	φ32	φ40	φ50	φ63	φ80	φ100	φ125	φ140	φ150	φ160	φ180
ENEタイプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ENVタイプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
適用規格	JIS B 8354(1985)										
最高使用圧力	7・14MPa(70・140kgf/cm ²)										
最低作動圧力	0.3MPa(3.0kgf/cm ²)以下										
耐圧力	10.5MPa(10.5kgf/cm ²)・21MPa(210kgf/cm ²)										
使用速度範囲	8~400mm/sec					8~300mm/sec			8~200mm/sec		
使用温度範囲	-10℃~+60℃								-10℃~+80℃		
注3) 最大ストローク(mm)	1200	1500	1600		2000						
ロッド 先端ネジ	JIS 6g/6H(JIS2級相当)										
支持形式	S・LA・FA・CA・TA	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	LB(7MPa(70kgf/cm ²)のみ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	FB(ENEタイプのみ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	TC	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○
カバー固定方式:タイロッド	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
標準パッキン材質	ニトリルゴム	○	△	△	△	△	△	○	○	○	○
	ウレタンゴム	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-
リードスイッチ	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-

注1) 〇印は標準品、△品は標準品、-印は製作不可です。注2) コントローラ付の場合のリードスイッチ形式は、CS48が標準です。注3) 標準品としての製作可能な寸法です。ロッドの底層は別途考慮して下さい。

■ ストローク許容差:A級

単位:mm

ストローク	100以下	101~250	251~630	631~1000	1001~1600	1601~2000
許容差	+0.8 0	+1.0 0	+1.25 0	+1.4 0	+1.6 0	+1.8 0

■ パッキン材質

パッキン材質	1	2	3
作動油種類	ニトリルゴム	ウレタンゴム	ぶっ素ゴム
一般鉱物性作動油	○	○	○
W / O 作動油	○	×	○
O / W 作動油	○	×	○
水+グライコール系作動油	○	×	×
リン酸エステル系作動油	×	×	○
脂肪酸エステル系作動油	○	×	○

- 印は使用可能、×印は使用不可能です。
- φ32Cロッド用のぶっ素ゴム仕様は製作出来ません。
- 一般鉱物性作動油以外の作動油をご使用の場合は必ず作動油の銘柄をご連絡ください。

■ クッション

● クッション取付区分

記号	B	R	H	N
取付区分	両側クッション	ロッド側クッション	ヘッド側クッション	クッションなし

注1) クッションストロークでの位置決めはできません。

■ 摺動部の処理

- ピストンロッド:硬質クロームメッキ処理(2/100mm以上)

■ 塗装色

- φ32~φ125:ステンレス地(スイッチ形)
- φ140~φ180: マンセル8.97Y 6.12/0.66(堀内グレー): 焼付け
- 各種塗装に関してはご相談くださいますようお願い致します。

■ ポート・バルブ位置

各支持形式の寸法図の①②③④は基準位置を①とし、ロッド側から見て右回りに②③④と記入してあります。

- 1) ポート、クッションバルブ、エア抜き、チェックバルブが①②③④の各面に加工してあります。

標準位置は①…ポート、②…クッションバルブ
③…チェックバルブ、④…エア抜き

- 2) 標準位置と違うご指定の場合は①、②、③、④でご指示下さい。
- 3) クッションなしの場合の標準位置は①②③④となります。
- 4) TA形の支持形式の場合のR側の標準位置は①②③④又は①②③④となります。

■ その他(注意事項)

その他、下記のご指定があれば、準標準として製作いたします。(納期と価格が変わります。)

- ポート径を小さくする場合(ブッシングを接続します)。
- ジャバラ(防塵カバー)付きの場合(35ページ参照)。
- ロッド先端形状特殊、ネジ部の長さ特殊、特殊ネジ径等の場合
- パッキン材質の変更の場合はご相談下さい。
- クッションストローク部では位置決め不使用しないで下さい。
- シリンダロッド先端は固定してご使用下さい。
- ENシリーズは全て油圧シリンダと方向制御バルブの間にパイロットチェック弁を取り付けてください。(落下防止対策と位置決め精度確保のため)
- 動作プログラムには10往復に1回程度原点リセットを行うようにしてください。
- 試運転時には必ず暖気運転を行なってください。
- 他の詳細は取扱説明書をご参照下さい。

2.パルスエンコーダ

■特長

- 高精度エンコーダの採用。

高精度パルスエンコーダ(インクルメンタル式)の採用により、現在値を連続して確認できます。

- 分離能0.1mm

0.1mmごとに移動距離を読み取り、外部に信号(A・B90 位相差信号)を出力します。

●パルスエンコーダ仕様

タ イ プ	M(S)タイプ	MC(S)タイプ	MHC(S)タイプ
使 用 電 源	+4.5V～+13.2V DC		+10.8V～+26.4VDC
出 力 信 号	90 位相差・2信号とM信号		
出 力 形 態	プルアップ抵抗付き	オープンコレクタ	
応 答 周 波 数	50KHz		
インピーダンス	2KΩ	—	
消 費 電 流	60mA	40mA	

3.電磁比例方向流量制御バルブ(ENVシリーズ)・電磁切換バルブ(ENEシリーズ)

■特長

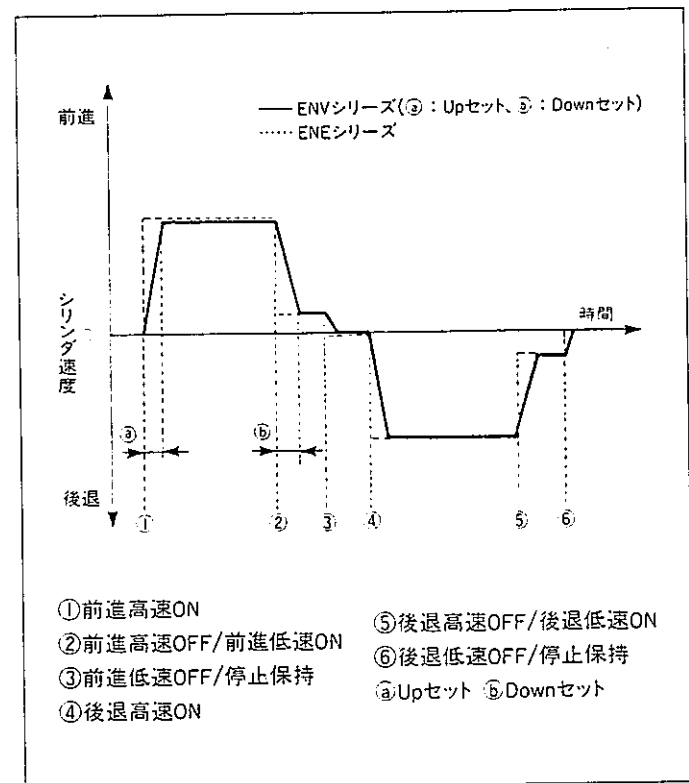
- ショックレス化を実現(ENVシリーズ)

ENVシリーズは、電磁比例方向流量制御バルブを搭載、バルブの調整機能(Upセット/Downセット)により油の流量をゆるやかに制御。スムーズなショックレス化を実現しています。

- 自由な対応(ENEシリーズ)

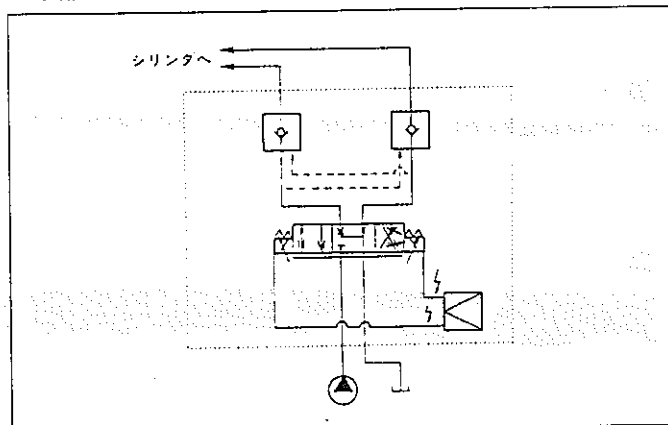
ENEシリーズは汎用タイプ。電磁バルブを自由に取り付けることができます(お客様手配)。シリンダの大きさや移動距離など現状に合わせ、幅広い対応が可能です。

■シリンダ動作チャート

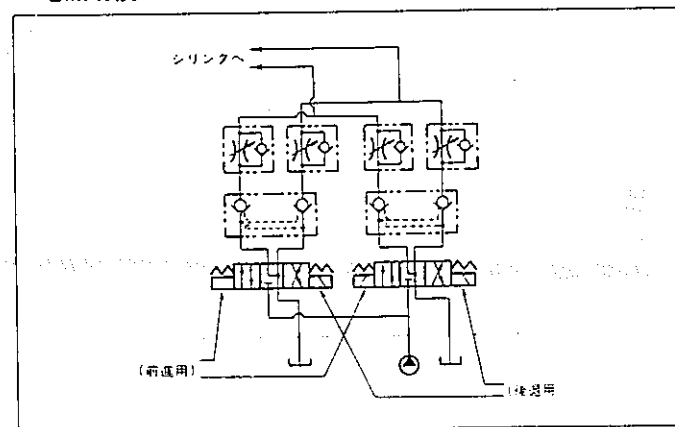


■バルブ機構図

- 小形アンプ搭載・電磁方向流量制御バルブ(ENVシリーズ)



- 電磁切換バルブ使用例(ENEシリーズ)



■主な仕様

分 類	モデル形式	ENVシリーズ	ENEシリーズ
方 式		電磁比例方向流量制御バルブ	電磁切換バルブ(お客様手配)
適合作動油		一般作動油、水グリコール系作動油、リン酸エステル系作動油	
電 圧		DC24V	—

(注)リン酸エステル系作動油を使用する場合、納期面について、お問い合わせ下さい。

油圧サーボ弁関連資料

(油圧サーボ弁仕様)

型式	: 225F
製造	: 東京精密測器 (株)
定格圧力	: 210kgf/cm ²
最高使用圧力	: 定格圧力の1.5倍まで
定格流量	: 30 ℓ /min.
定格電流	: 30 mA (200Ω)
使用温度範囲	: -10～80℃
数量	: 2 台

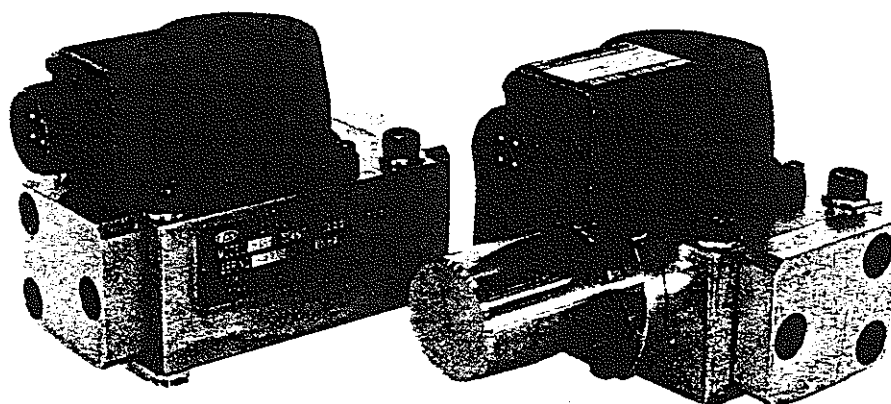


225F SERIES ELECTROHYDRAULIC SERVOVALVE

225Fシリーズサーボ弁は、試験機用あるいは一般産業用として開発された電気油圧サーボ弁で定格流量 5 ℓ/min ~ 80 ℓ/min まで 7 機種を標準としております。高速高性能の試験機用サーボ弁である 200F タイプを基本ベースにし、中立点調整機構を付加して汎用型としたものであり、豊富なバリエーションを持つローコスト高性能サーボ弁です。

The 225F series servovalve is a high performance two-stage design that covers the range of rated flow from 5 to 80 ℓ/min at 140kg/cm² pressure drop across the valve.

They are based on high grade, high performance 200F type servovalve and have dry torque motor, rugged aluminium alloy null adjuster and many variation.



STANDARD TYPE

FIELD REPLACEABLE FILTER TYPE

東京精密測器株式会社
TOKYO PRECISION INSTRUMENTS CO., LTD.

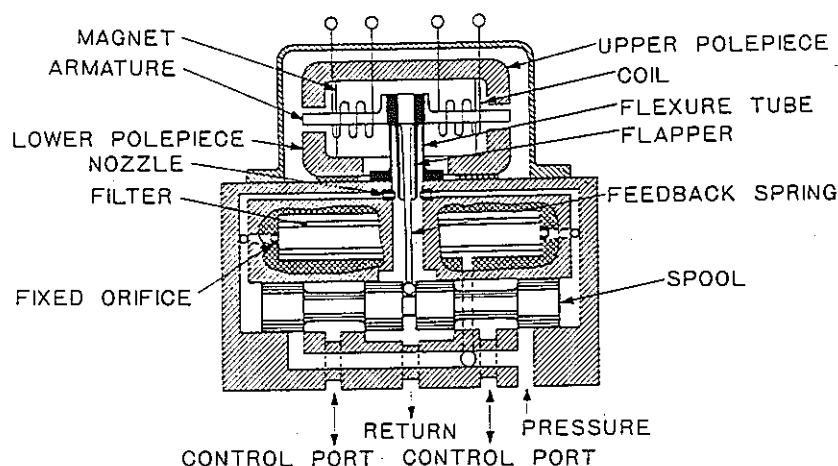
225F SERIES SERVOVALVE

構造

225Fシリーズサーボ弁は、ドライトルクモータ、ノズルフラップ、4方案弁、フィードバックばねを有したカフィードバック方式2段型サーボ弁です。

STRUCTURE

The 225F series has a dry torque motor, double nozzle and flapper and a 4-way sliding spool that is controlled by a high gain null balance force feedback servo system.



型 式 MODEL NUMBER

225F - 30L - 30 - 201 (注)

デザイン番号
Design number

定格流量 Rated flow	ℓ/min
5 L	5
7.5L	7.5
15 L	15
30 L	30
45 L	45
60 L	60
80 L	80

定格電流 Rated current	mA
30	30
40	40
100	100

(注) デザイン番号は仕様により変わります。

フィールドレプレイサブルフィルター

特殊仕様として内蔵フィルタエレメントを保護するためのフィールドレプレイサブルフィルター (FRF) 設置型225Fも用意されています。

Field Replaceable Filter

Special type with field replaceable filter (FRF) is provided.

特殊作動油

水グリコール系作動油、難燃性作動油、その他特殊流体を使用できます。御使用の場合は事前に御相談下さい。

Special Hydraulic Fluids

When you would like to use special hydraulic fluids such as water polymer solution, fire resistant hydraulic fluid or etc., please consult us previously.

225Fシリーズ防爆形サーボ弁

労働省産業安全研究所認定による本質安全防爆形 (i3aG4) サーボ弁も用意されております。ただしツェナーバリヤが必要となります。

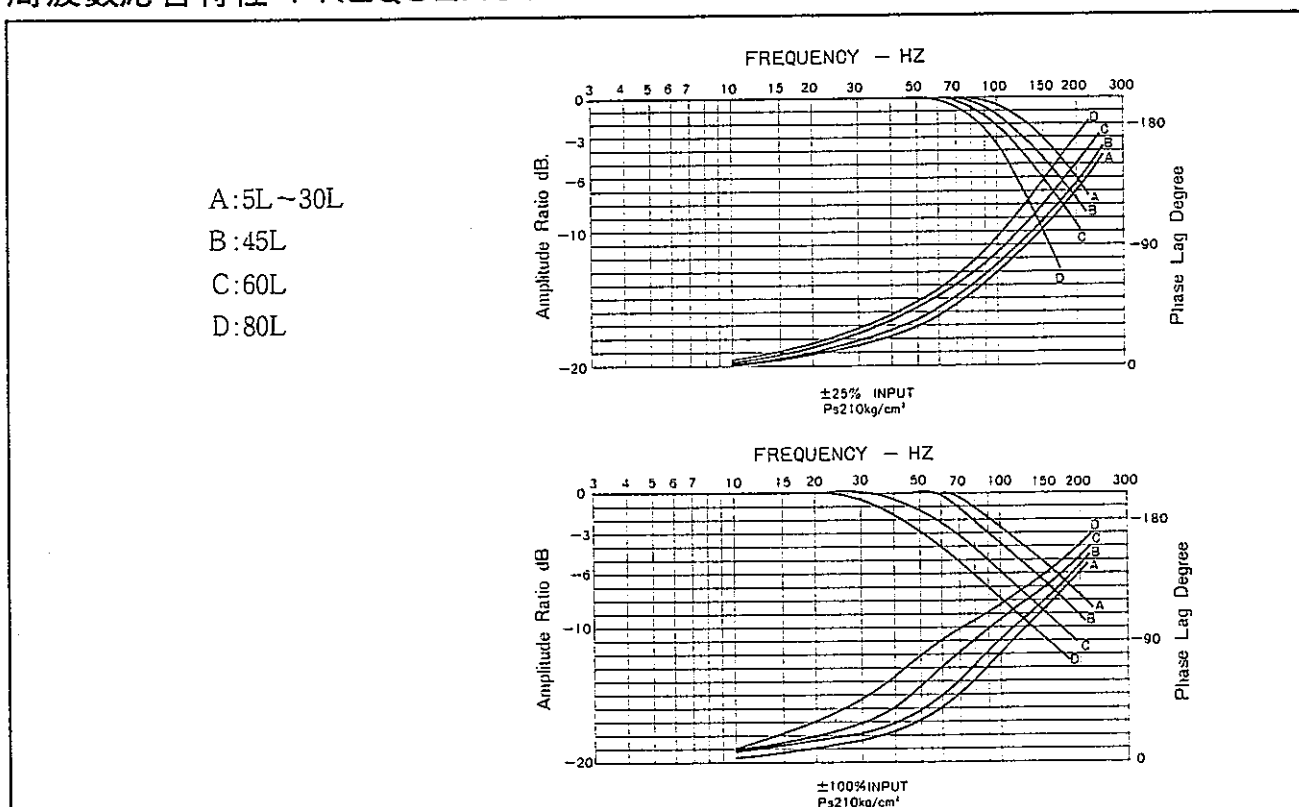
225F Series Intrinsical Safe Explosion Protect Type Servovalve.

The 225F series servovalve also has Intrinsical Safe Explosion Protect Type (i3aG4), which is approved by the Research Institute of Industrial Safety of Ministry of Labour, Japan. It needs the Zener Barrier for electrical connection.

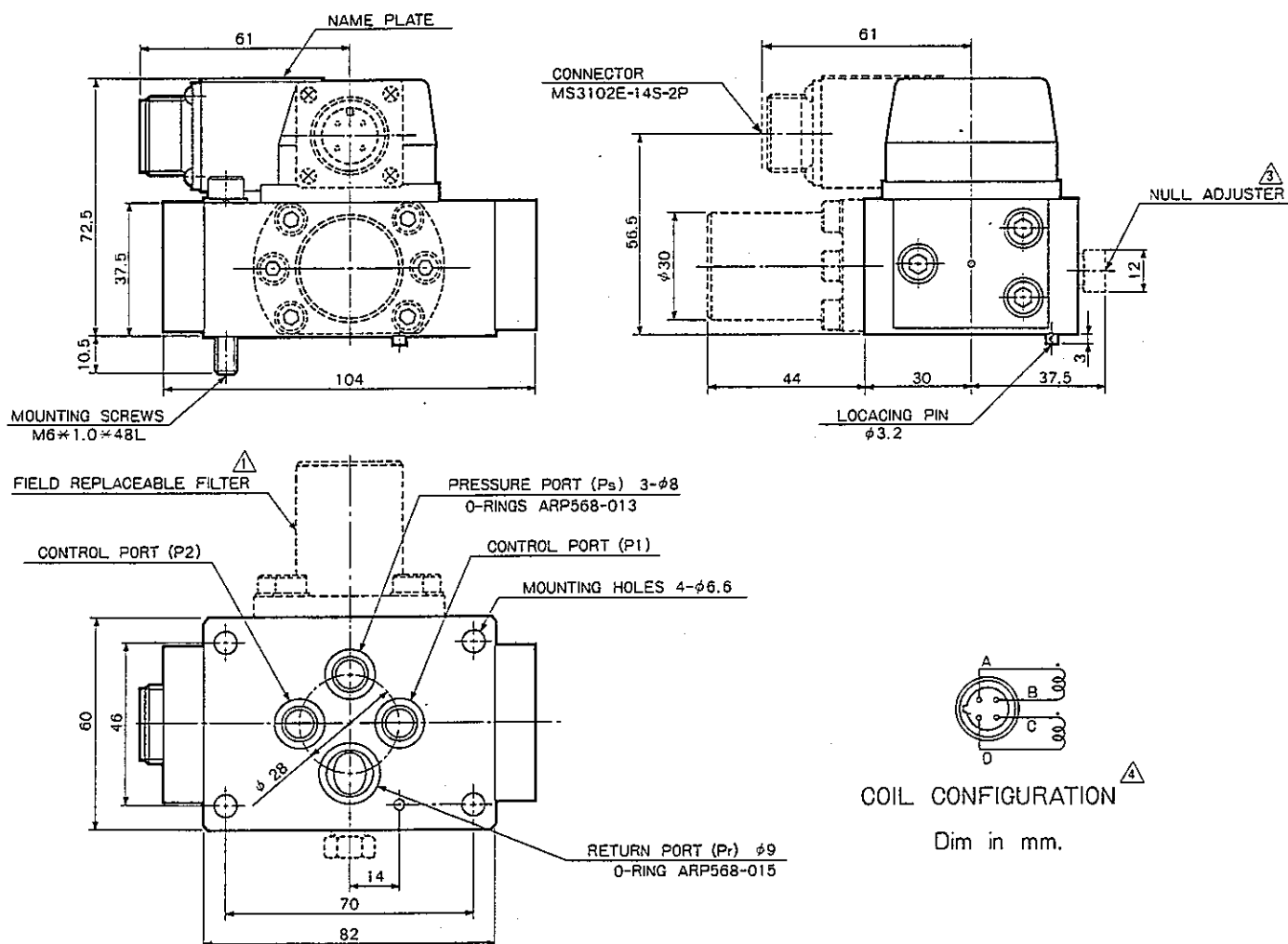
標準仕様 STANDARD SPECIFICATIONS

定 格 流 量 (Pv=140 kg/cm ²) Rated flow	ℓ/min	5	7.5	15	30	45	60	80
定格電流及びコイル抵抗 Rated Current & Coil Resistance		30mA (200Ω) ; 100mA (20Ω) , 40mA (100Ω)						
定 格 圧 力 Rated pressure	kg/cm ²	210 (280)						
供給側、負荷側耐圧 Proof pressure at supply and control port	kg/cm ²	1.5×定格圧力 Rated pressure						
戻 り 側 耐 圧 Proof pressure at return port	kg/cm ²	定格圧力 Rated pressure						
使用温度範囲 Operating temperature range	℃	-10~80						
使用粘度範囲 Operating viscosity range	cSt.	10~400						
内 部 リ ー ク (Pv=140 kg/cm ²) Internal leakage flow	ℓ/min	0.9	1.0	1.4	2.1	2.9		
ヒステリシス Hysteresis	%	< 2						
スレシヨルド Threshold	%	<0.5						
中 立 点 変 動 Null shift	%	< 2						
・供給圧力±20%変化 Supply pressure ±20% var.		< 2						
・油温30℃変化 Fluid temperature 30℃ var.		< 2						
・加速度1G変化 Acceleration 1G change		<0.5						
中立点圧力ゲイン Pressure gain	%Ps/% i _R	> 30						
重 量 Weight	kg	1.0						

周波数応答特性 FREQUENCY RESPONSE



外形寸法図 INSTALLATION DETAILS



△ F. R. filter : field replaceable 20 μ m nominal filter. (Optional)

△ Mounting surface requires 3-S finish and flat within 0.02.

△ Null adjust within $\pm 20\%$ is available by rotating null adjust screw.

△ Flow out of control port 1 will results when A(+), B(-) or C(+), D(-) (standard).

高圧(350 kg/cm²)、特殊定格電流等カタログ記載以外の仕様については御相談下さい。

このカタログの内容は改良のためおことわりなく変更することがあります。

東京精密測器株式会社

TOKYO PRECISION INSTRUMENTS CO.,LTD.

(TOKYO SEIMITSU SOKKI K.K.)

本社・東京営業所

〒213 川崎市高津区宇奈根 7 5 9 ☎044-833-0231

ファックス 044-833-0238

名古屋営業所

〒470-02 愛知県西加茂郡三好町油田24 ☎05613-2-2101

ファックス 05613-2-2183

Head Office

759 Unane Takatsu-ku, Kawasaki-shi, 213 Japan

Telex: 3842-649 TPITSS J

Phone: 044-833-0231

FAX: 044-833-0238

Nagoya Office

24 Aburada, Miyoshi-machi, Nishikamo-gun,

Aichi-ken, 470-02 Japan

Phone: 05613-2-2101

FAX: 05613-2-2183

水サーボ弁、サーボアンプ関連資料

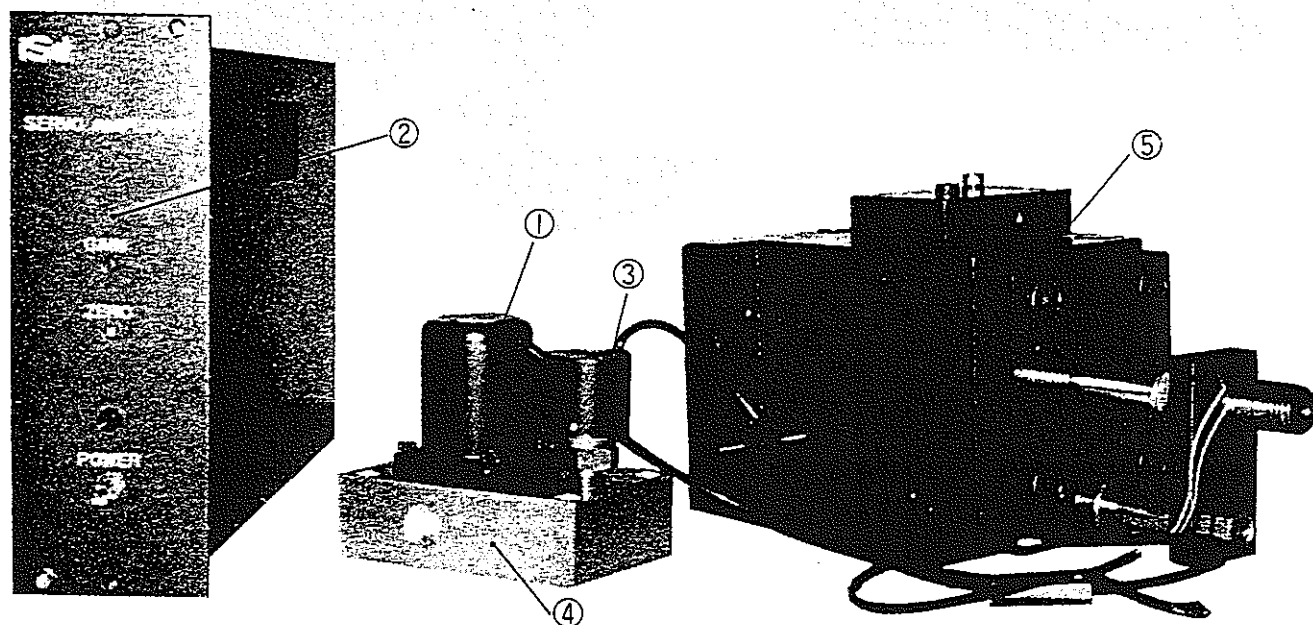
(水サーボ弁仕様)

型式	: MODEL 65 A-TYPE
製造	: I S D
流量範囲	: 7.56 ℓ /min
使用圧力	: 1~210kgf/cm ²
入力電流	: 200mA (28Ω)
数量	: 1 台

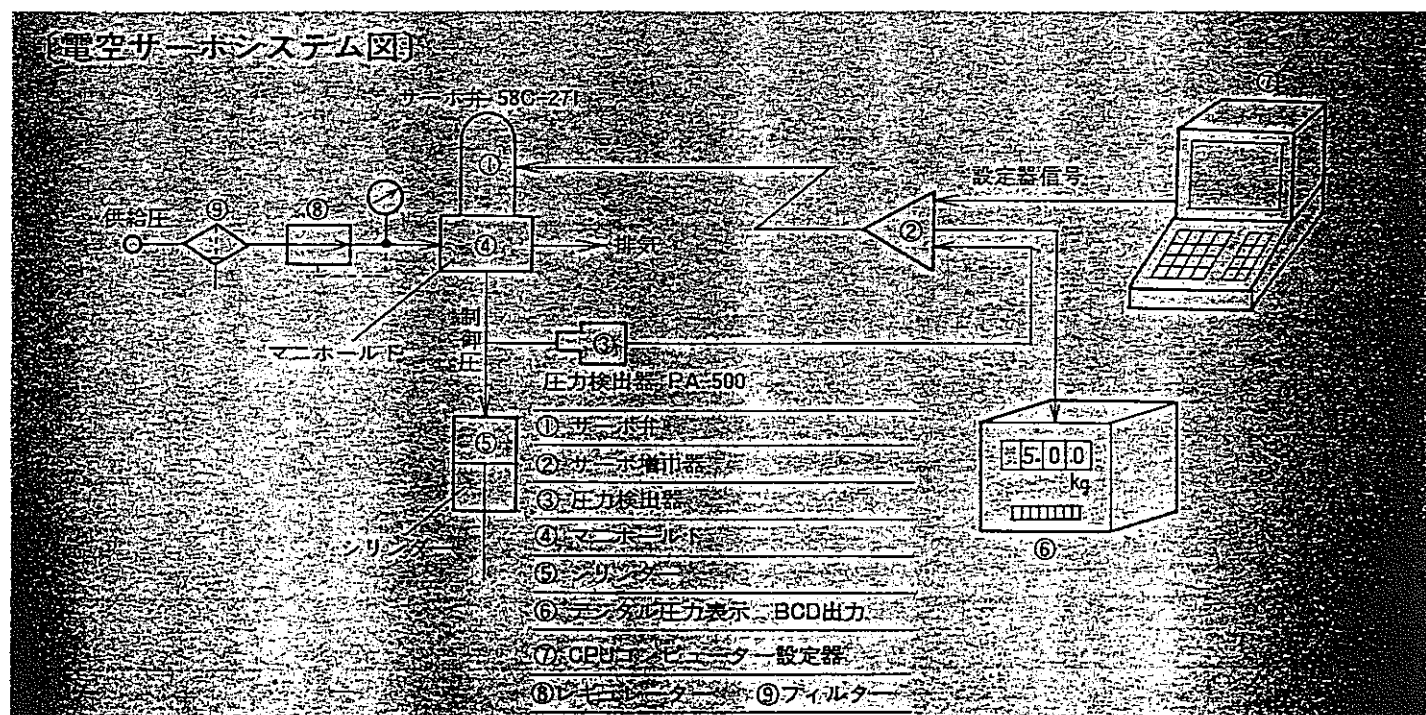
(サーボアンプ仕様)

型式	: SERVO AMP400 D (改造品、改造点については本文参照)
製造	: I S D
外部入力インピーダンス	: 100kΩ
入力電圧	: ±10VMAX
電源	: AC100V、50/60Hz
数量	: 4 台

電空サーボシステム



〔電空サーボシステム図〕



日本総代理店／インターナショナルビジネスグループ
株式会社 **インターナショナル・サーボデータ**

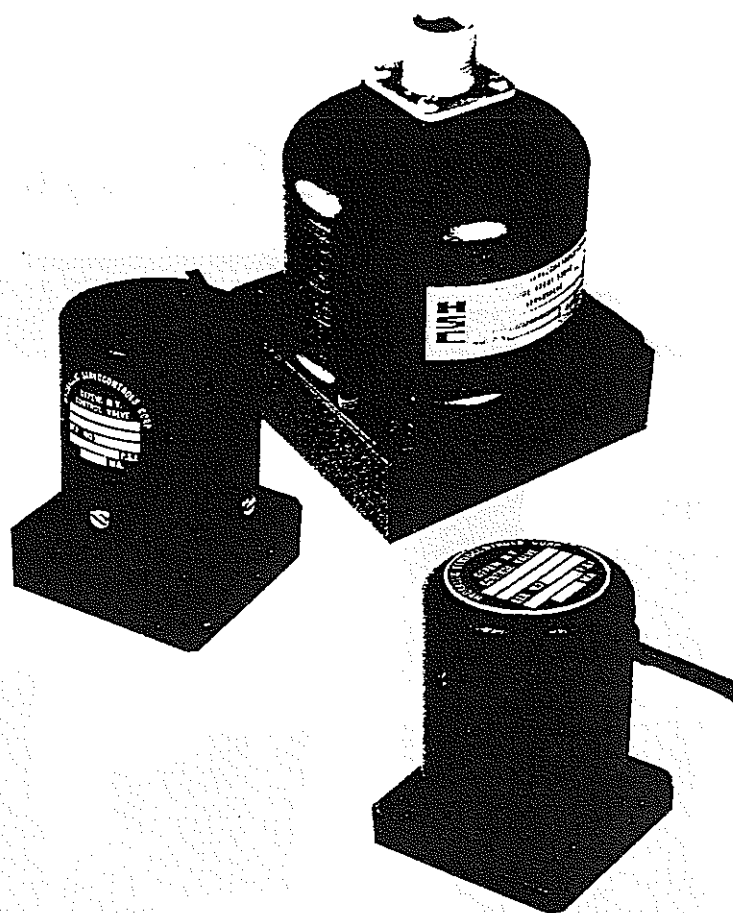
HSC ミニサーボ バルブ

圧力制御弁・流量制御弁
(シングルステージサーボバルブ)

遠隔電気信号に対し任意に流量、圧力を高応答、高精度に制御出来るサーボ弁です。

■用途

半導体製作、ロボット計装制御、ME 機器、試験機等、空気、ガス、作動油、水を使用しているあらゆる分野に利用出来ます。



電気入力による作動…………… ノズル、フラッパータイプ
HSC サーボバルブは、電気入力記号により、空気、燃料、作動油、水を比例制御する弁で、DC 入力記号と、制御しようとするシステムの圧力あるいは流量が比例するように設計されています。

HSC サーボバルブは、2 方弁、3 方弁(片ノズルタイプ)、3 方弁(両ノズルタイプ)、4 方弁と、4 つの種類があります。それぞれの構成は、トルクモーター、フラッパー、ノズル、の 3 つから成っています。

〔仕様〕

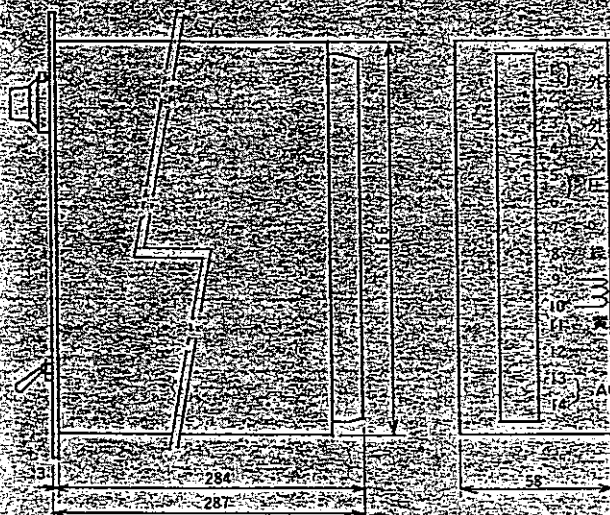
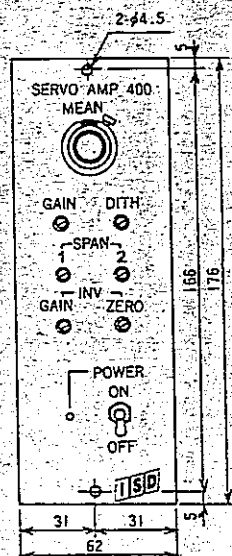
流 体	空 気・ガ ス			油・(水)		
型 式	MODEL 58	MODEL 65	MODEL 70	MODEL 58	MODEL 65	MODEL 70
使用 圧 力	バキューム～100kg/cm ²			1～210kg/cm ²		
制 御 圧 力	2 方弁A タイプ			0～100%供給圧		
	3 方弁B タイプ			1.4/cm ² ～100%供給圧		
	3 方弁C タイプ			0～100%供給圧		
	4 方弁D タイプ			差圧 ±80%供給圧		
流 量	50 ℓ/min	150 ℓ/min	300 ℓ/min	1.5 ℓ/min (1)	7.56 ℓ/min (5)	13.23 ℓ/min (9)
	7 kg/cm ² 圧力降下			70kg/cm ² 圧力降下 (10kg/cm ²)		
入 力 電 流	100mA (75 Ω)	200mA (28 Ω)	300mA (20 Ω)	100mA (75 Ω)	200mA (28 Ω)	300mA (20 Ω)
ヒステリシス	4 %以下					
温 度	-40℃～150℃					
フ ィ ル タ ー	10 μ					

サーボ増巾器 (コントローラ)

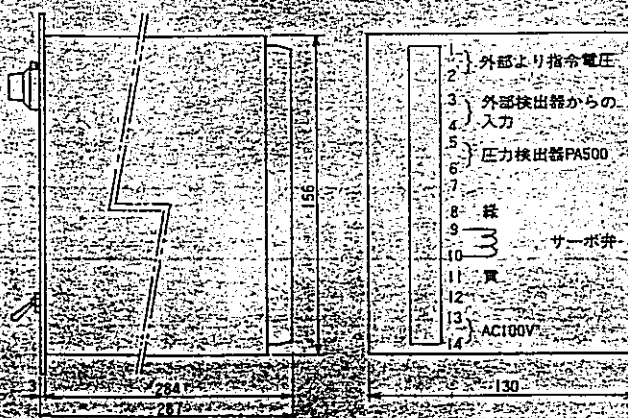
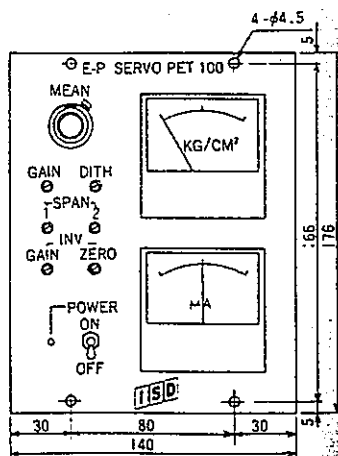
外部設定器の指令信号あるいは、表面パネル「MEAN」により電気-空気圧サーボ弁を作動させ、圧力変化を起こし、圧力変換器あるいは、他の変換器からの信号をこのアンプに戻し、指令信号とバランスする点で出力をホールドします。

型 式	SERVO AMP400	E-P SERVO PET100
適 用 サ ー ボ 弁	MODEL 50、58、65、70	
適 用 タ イ プ	A・B・C・D	
外部入力インピーダンス	100k Ω	
入 力 電 圧	$\pm 10V_{MAX}$	
増 巾 度	0～100倍連続可変	
出 力	電流帰還、各バルブに適合、電流リミッタ付	
表 示 器	なし	圧力・電流
外 部 電 源	検出器用に安定化電源 $\pm 15V(DC)50mA$	
デ ィ ザ	有	
使 用 温 度 範 囲	0～50 $^{\circ}C$	
使 用 電 源	AC100V(50/60)電源変動 $\pm 10\%$ 以内	

SERVO AMP400



E-P SERVO PET 100

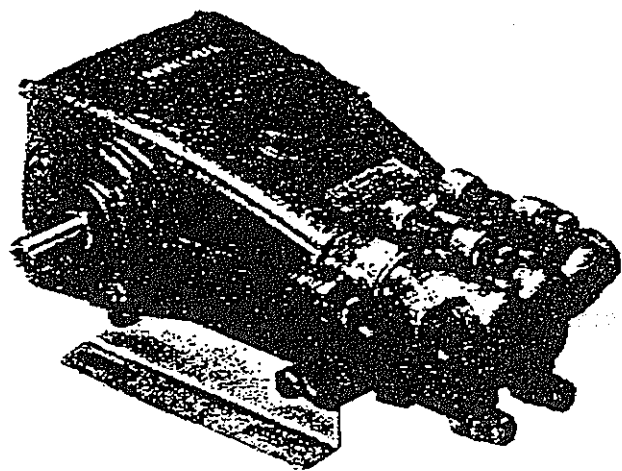


水ポンプ関連資料

(仕様)

型式	: MW 240
製造	: MARUYAMA
最大圧力	: 70 kgf/cm ²
最大吐出量	: 13.2 l/min
重量	: 6.4 kg (乾燥)
寸法	: 136 x 223 x 262 mm

フランジャータイプ **MW 240**



MW 240 仕様

最大吐出量	13.2ℓ/min
最高吐出圧力	105kgf/cm ²
許容吸入側圧力	0～4kgf/cm ²
最高回転数	1,725RPM
フランジャー径	18mm
ストローク	11mm
クランクケース潤滑油	0.3ℓ
最高使用温度	71℃
吸入口径(2)	1/2"NPT
吐出口径(2)	3/8"NPT
シャフト径(キー)	16.5mm(5×5mm)
乾燥重量	6.4kg
寸法(H×W×L)	136×223×262mm

所要動力の概算

吸水量 ℓ/min	所要動力 (PS)			モーター側プーリサイズ (モーター回転数1725RPM)	
	圧 力			回転数 RPM	プーリサイズ
	70kgf/cm ²	95kgf/cm ²	105kgf/cm ²		
13.2	2.4	2.9	3.6	1,725	—
10.9	2.0	2.4	3.0	1,420	4.1
8.5	1.5	1.9	2.3	1,115	3.2
$\text{ポンプ回転数の算出} = \frac{\text{ポンプ吸水量}}{\text{その時の回転数}} = \frac{\text{所要吸水量}}{\text{求める回転数}}$					
$\text{所用馬力の算出} = \frac{\text{吸水量} \times \text{圧力}}{380}$					
$\text{プーリサイズの算出} = \frac{\text{モーター側プーリ}}{\text{ポンプ回転数}} = \frac{\text{ポンプ側プーリ}}{\text{モーター回転数}}$					

※ガソリン・ディーゼルエンジンを使用する場合は御
問合せ下さい。

SIZES OF PUMPER TYPE

図1

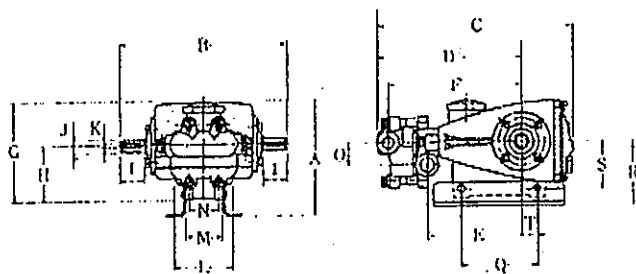


図2

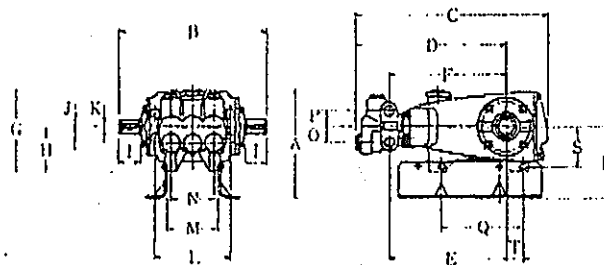


図3

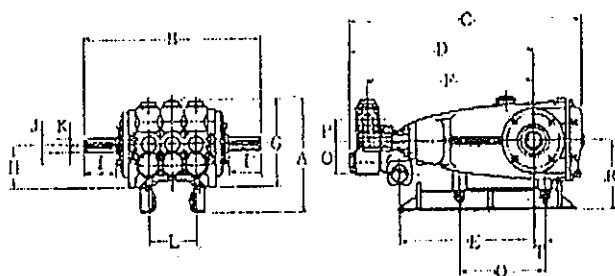
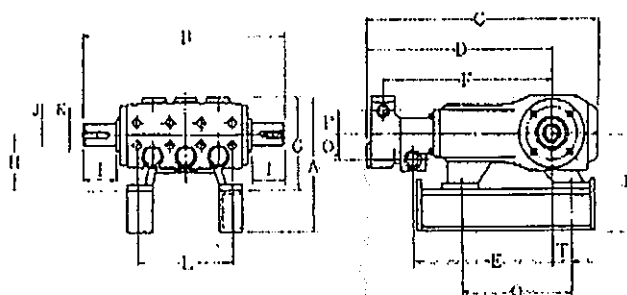


図4



機種 寸法	MW 230 MW 240 MW 270	MW 310 MW 340 MW 350	MW 530 MW 540 MW 550 MW 560	MW 650 MW 654 MW 1050	MW 2540 MW 2570	MW 3507 MW 3517 MW 3527 MW 3537	MW 6540	MW 6760
図巻	図1	図2	図2	図2	図1	図3	図4	図2
A	151	174	185	220	250	290	431	466
B	223	244(254)	244	330	382	460	610	610
C	262	299	345	414	508	611(605)	765	801
D	193	230	256	320	400	486(474)	609	646
E	125	170	185	244	279	341	438	432
F	179	198	213	245	376	434	537	537
G	136	135	150	165	198	237	306	340
H	75	70	80	90	110	125	150	150
I	33	37	34	58	60	80	100	100
J	16.5	20	24	30	30	35	45	45
K	5	6	8	8	7	10	14	14
L	80	130	130	154	175	140	180	180
M	50	96	96	106	125			
N	40	80	80	88	100			
O	30	28	30	33	60	82	106	113
P		28	30	31		53(56)	78	78
Q	100	125	125	170	200	220	270	320
R	90	111	117	146	160	172	275	275
S	63	62	72	80	95			
T	20	31	26	50	25	30	50	50
備考		()寸法はMW310				()寸法はMW3527 MW3537		

高圧ボールバルブ、エアーアクチュエータ、小型コンプレッサー関連資料

(高圧ボールバルブ、エアーアクチュエータ型式)

ボールバルブ (2 方弁) : SS-45F8 6 個

ボールバルブ (3 方弁) : SS45YF8 1 個

以上、使用限度圧力175kgf/cm²

ボールバルブ (2 方弁) : SS-43F4 3 個

以上、使用限度圧力210kgf/cm²

空気作動用オペレーター : MS-133-DA 6 個

空気作動用オペレーター : MS-131-DA 3 個

空気作動用オペレーター : MS-153-DA 1 個

オペレーター用ブラケット : MS-MB-75 6 個

オペレーター用ブラケット : MS-MB-43 3 個

以上すべてホワイティ製

逆止弁 : SS-CHS4-5 2 個

逆止弁 : SS-CHS4-10 2 個

逆止弁フィルター : SS-8F-60 3 個

逆止弁フィルター : SS-CHS8-5 2 個

以上すべてニュプロ製

電磁弁 : SMC製VZ314-1LZ 1 6 個

同マニフォールド : SMC製VV3Z3-40-161-01 1 個

(小型コンプレッサー仕様)

型式 : DSP-02P

製造 : IWATA

吐出し空気量 : 20 ℓ /min

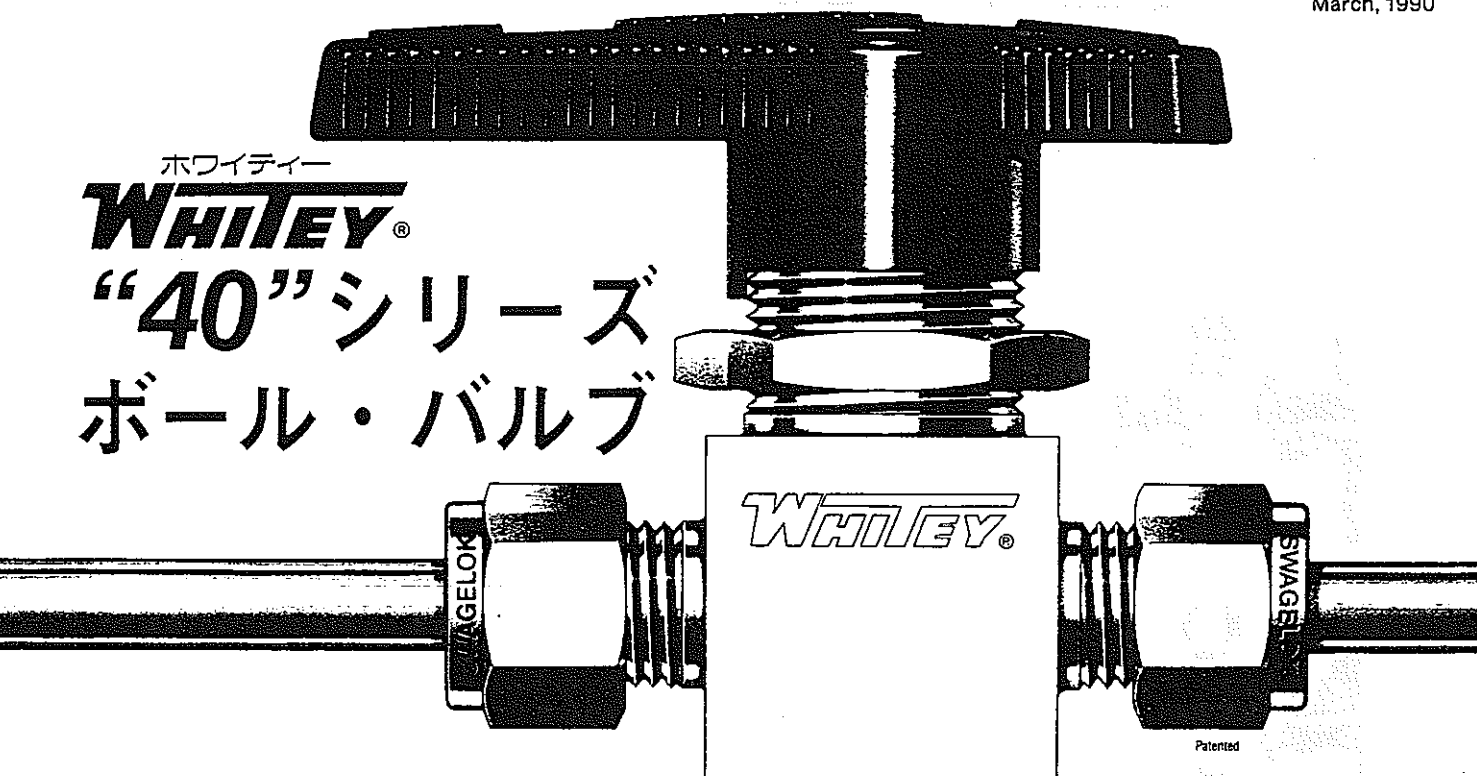
圧力 : 5.0～7.0 kg/cm²

重量 (含原動機) : 20 kg

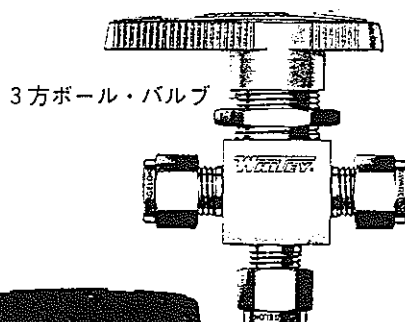
寸法 : W360×D270×H545mm

ホワイトイー
WHITEY®

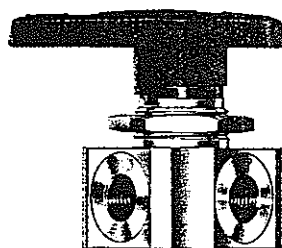
“40”シリーズ ボール・バルブ



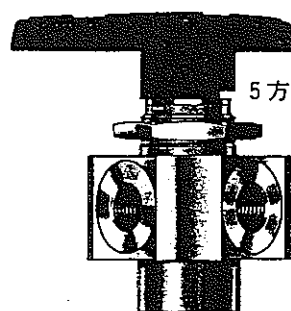
2 方ボール・バルブ



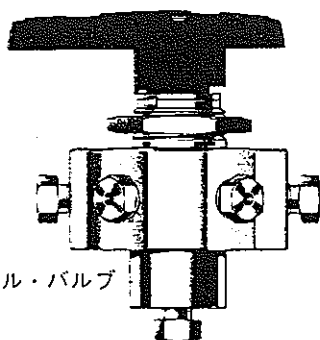
3 方ボール・バルブ



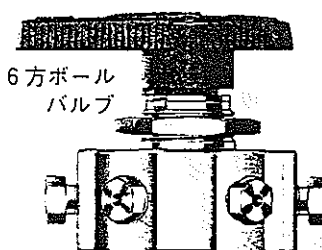
4 方ボール・バルブ



5 方ボール・バルブ



7 方ボール・バルブ



6 方ボール
バルブ

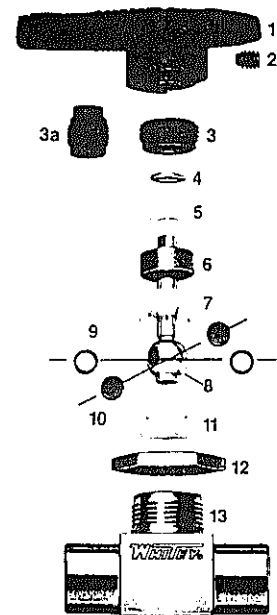
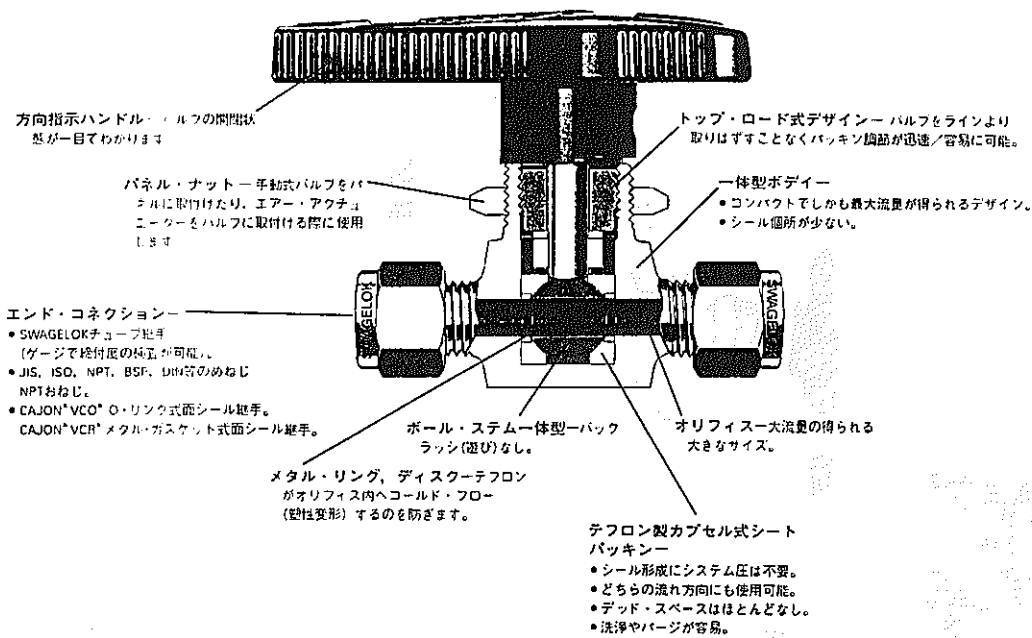
WHITEY計装用ボール・バルブはコンパクトでしかも最大流量が得られるようデザインされています。サイズは1/8インチから3/4インチまでです。



A SWAGELOK COMPANY

WHITEY Co.
318 Bishop Road
Highland Heights, OH 44143

THE WHITEY "40" シリーズのデザイン



テスト

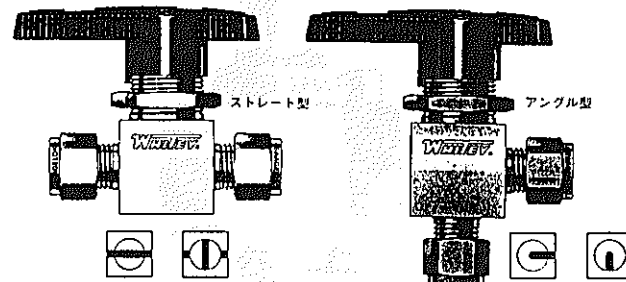
標準製品テストー 全製品100%、70kg/cm²の空圧にてシート、およびシール部のリークテストを行っています。テストにおける最大許容リーク・レートは0.1scc/minです。ご要望により、他のテストもオプションで行います。指定販売・サービス会社にお問い合わせ下さい。

構成部品/材質

構成部品	バルブ・ボディ材質		
	316ステンレス鋼	真ちゅう	合金400(モネル400)
	グレード/ASTM規格		
1ハンドル	黒色ナイロン(青銅製インサート付)		
2止めネジ	17-4PHステンレス鋼/A564		
3パッキン・ボルト (43シリーズ)	ステンレス鋼	真ちゅう	ステンレス鋼
3aパッキン・ボルト (41, 42, 44, 45シリーズ)			
4上座グラント	ステンレス鋼		合金400
5プッシング	テフロン/D1710*		
6下座グラント	ステンレス鋼	真ちゅう	合金400
7上部パッキン	テフロン/D1710*		
8ステム	316ステンレス鋼/A276	真ちゅう/B16	合金400/B164
9サイド・リング	ステンレス鋼	真ちゅう	合金400
10サイド・ディスク			
11下部パッキン	テフロン/D1710*		
12パネル・ナット	ステンレス鋼	真ちゅう/B16	ステンレス鋼
13ボディ	316ステンレス鋼/A479		合金400/B164

*オプションでUHMWポリエチレン/D4020も供給できます。
接合・接合部は部品番号を赤色で表示しています。使用潤滑剤: シリコン・ベースの潤滑剤

開閉用 2 方ボール・バルブ



技術資料

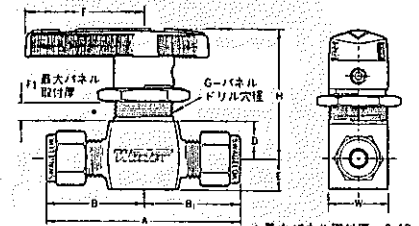
下記の使用限度圧力および温度範囲はテフロン製あるいはUHMWポリエチレン製シート・パッキン使用の標準バルブに対するものです。

バルブ・シリーズ	使用限度圧力*	温度範囲
41, 42 41A, 42A, 43A	175kg/cm ²	10℃ から 65℃
43	210kg/cm ²	
44, 45	175kg/cm ²	
44A, 45A	105kg/cm ²	

*標準のWHITEY"40"シリーズ・ボール・バルブはすべて工場出荷時にご使用圧力70kg/cm²(21℃にて)にパッキン調整されています。これより高い圧力でご使用になる場合は、パッキン調整が必要となります。

流量表		最大流量					
		空気 #/min. (21℃にて)			水 #/min. (21℃にて)		
口径 (mm)	Cv値	1	5	10	1	5	10
3.2 (0.125)	0.2	98	330	620	2.8	6.4	9.0
4.8 (0.187)	0.5	246	830	1,500	7.1	16.0	23.0
	0.6	295	1,000	1,900	8.6	19.0	27.0
	0.9	443	1,500	2,600	13.0	29.0	41.0
	1.2	590	2,000	3,700	17.0	38.0	54.0
	1.5	738	2,500	4,600	21.0	48.0	68.0
7.1 (0.281)	1.6	787	2,700	4,900	23.0	51.0	72.0
	2.4	1,181	4,000	7,400	34.0	77.0	108.0
	2.6	1,279	4,300	8,000	37.0	83.0	117.0
	3.0	1,476	5,000	9,300	43.0	96.0	135.0
	6.0	2,952	10,000	18,500	86.0	191.0	271.0
10.3 (0.406)	6.3	3,089	10,500	19,400	90.0	201.0	284.0
	6.4	3,149	10,700	19,700	91.0	204.0	291.0
	12.0	5,904	20,000	37,600	171.0	383.0	542.0

注) アングル型バルブの流量およびB1寸法は右図3カパナルと同等です。それぞれ4ページと5ページ(右図)を参照下さい。
バルブの流量を上記の流量表で調べる場合は、寸法表に記載のオリフィス・サイズ、Cv値と流量表の中の寸法の値を照合して下さい。



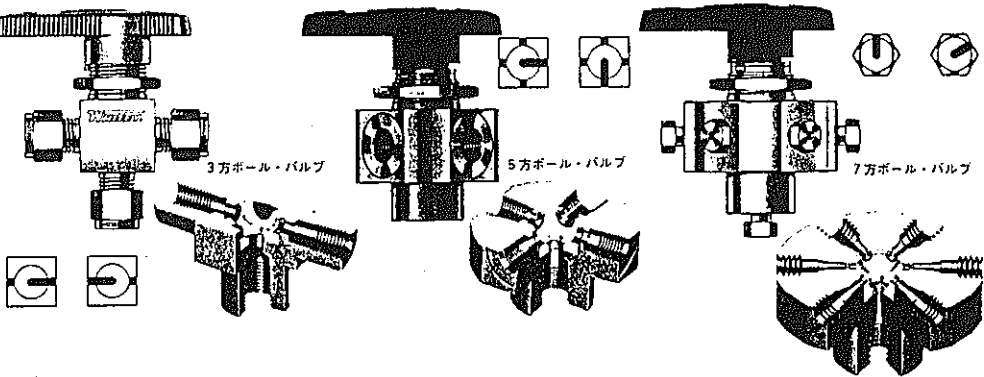
*最小パナル取付厚-3.17mm

寸法表

カタログ 番号	オリフィス		Cv値	コネクション・サイズ			寸 法 (mm)												
	mm	インチ		入口	出口	A	B	B1	D	E	F	F1	G	H	W				
-41S3MM	2.4	0.093	0.2	3mm SWAGELOK		50.8	25.4	25.4	8.7	7.1	28.6	6.4	15.1	34.1	15.1				
-41S2			0.2	1/8 SWAGELOK															
-42F2			0.5	1/8 NPTめねじ		41.3	20.6	20.6											
-42S6MM	3.2	0.125	0.6	6mm SWAGELOK		55.6	27.8	27.8	8.7	7.1	28.6	6.4	15.1	34.1	15.1				
-42S4			0.6	1/4 SWAGELOK															
-42VCO4			0.6	1/4 オス VCO		44.5	22.2	22.2											
-42VCR4			0.6	1/4 オス VCR		54.0	27.0	27.0								11.1	9.5	4.8	19.8
-43F2			1.2	1/8 NPTめねじ		50.8	25.4	25.4											
-43F4	4.8	0.187	0.9	1/4 NPTめねじ		52.4	26.2	26.2	11.1	9.5	38.9	4.8	19.8	39.7	19.8				
-43F4RT			0.9	1/4 ISOテーパめねじ		52.4	26.2	26.2											
-43M4			1.2	1/4 NPTめねじ		50.8	25.4	25.4											
-43M4-S4			1.6	1/4 NPTめねじ 1/4 SWAGELOK		55.6	25.4	30.2											
-43S6MM			2.4	6mm SWAGELOK		60.3	30.2	30.2											
-43S4			2.4	1/4 SWAGELOK		60.3	30.2	30.2											
-43S8MM			1.5	8mm SWAGELOK		61.9	31.0	31.0											
-43S6			1.5	3/8 SWAGELOK		65.1	32.5	32.5											
-43VCO4			2.4	1/4 オス VCO		47.6	23.8	23.8											
-43VCR4			2.4	1/4 オス VCR		54.0	27.0	27.0											
-44F4	7.1	0.281	3.0	1/4 NPTめねじ		63.5	31.8	31.8	14.3	14.3	50.8	9.5	28.6	52.4	28.6				
-44F6			2.6	3/8 NPTめねじ															
-44F6RT			2.6	3/8 ISOテーパめねじ															
-44S6			6.0	3/8 SWAGELOK															
-44S10MM			6.0	10mm SWAGELOK															
-45F8			6.3	1/2 NPTめねじ															
-45F8RT	10.3	0.406	6.3	1/2 ISOテーパめねじ		70.4	39.7	39.7	17.5	17.5	76.2	9.5	38.1	61.9	38.1				
-45S12MM			12.0	12mm SWAGELOK															
-45S8			12.0	1/2 SWAGELOK															
-45S12			8.4	3/4 SWAGELOK															
-45VCR8			12.0	1/2 オス VCR															

※上記の寸法中、SWAGELOKの寸法はF1寸法に準拠した寸法です。
F1はF1と表示され、F1と表示することはありません。

切替用3方,5方,7方バルブ



特 徴

- ユニークなトップ・ロード式カプセル型テフロン・パッキンにより最もコンパクトで、信頼性の高い切替が可能。
- 「単一入口—複数出口」あるいは「複数入口—単一出口」用の切替バルブ。
- 3方デザインの場合は「センター・オフ」位置があり、ハンドルを中間位置に置くことにより3ポートとも「閉」状態にすることが可能。
- 5方および7方デザインの場合はポートを正しい位置に止めるスプリング付き止め金付。
- 特殊用途にオプションでその他のボール・ポートを備えたバルブも供給可能(技術資料No.25をご覧ください)。

技術資料

下記の使用限度圧力および温度範囲はテフロン製あるいはUHMWポリエチレン製シート・パッキン使用の標準バルブに対するものです。

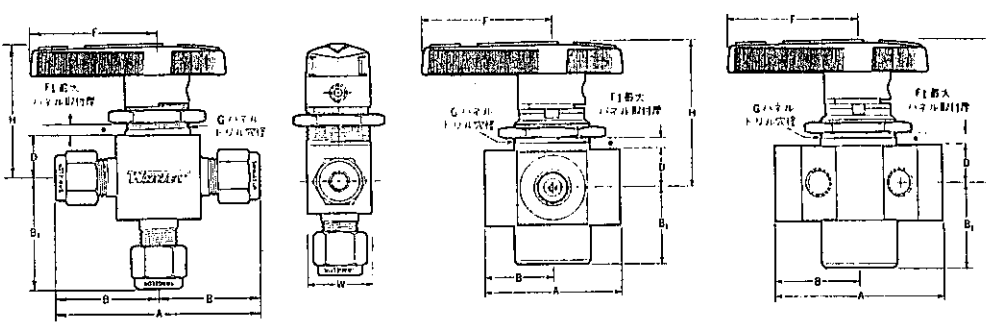
バルブ・シリーズ	デザイン	使用限度圧力*	温度範囲
41X, 42X 43X	3方	175kg/cm ²	10℃～65℃
44X, 45X		105kg/cm ²	
432	5方	175kg/cm ²	
4326	7方	35kg/cm ²	

●標準のWHITEV[®]40[®]シリーズ・ボール・バルブはすべて工場出荷時にご使用圧力70kg/cm²(21℃にて)にパッキン調整されています。これより高い圧力でご使用になる場合は、パッキン調整が必要となります。

流量表

流 量 表		最 大 流 量								
		大気圧に対する差圧(Δp)kg/cm ²								
		空気 l/min. (21℃にて)			水 l/min. (21℃にて)					
バルブサイズ mm(1/16in)	Cv値	1	5	10	1	5	10			
3方デザイン										
2 (0.093)	0.15	74	250	460	2.1	4.8	6.8			
3.2 (0.125)	0.30	150	500	930	4.3	9.6	14.0			
	0.35	170	580	1,100	5.0	11.0	16.0			
4.8 (0.187)	0.75	370	1,200	2,300	11.0	24.0	34.0			
	0.80	390	1,300	2,500	12.0	26.0	36.0			
	0.90	440	1,500	2,800	13.0	29.0	41.0			
	1.5	740	2,500	4,600	21.0	48.0	68.0			
7.1 (0.281)	1.7	840	2,800	5,200	24.0	54.0	77.0			
	2.0	980	3,300	6,200	29.0	64.0	90.0			
10.3 (0.406)	3.5	1,700	5,800	11,000	50.0	110.0	160.0			
	3.8	1,900	6,300	12,000	54.0	120.0	170.0			
	4.6	2,300	7,700	14,000	66.0	150.0	210.0			
5方デザイン										
1.6 (0.062)	0.07	34	120	220	1.0	2.2	3.2			
7方デザイン										
1.3 (0.052)	0.05	25	80	150	0.71	1.6	2.3			
1.6 (0.062)	0.07	34	120	220	1.0	2.2	3.2			

バルブの流量を上記流量表で調べる場合は、寸法表に記載のオリフィス・サイズ、Cv値と流量表の中のその数値を照合して下さい。



寸 法 表

●最小パナール取付厚—3,176

カタログ番号	オリフィス		Cv値	コネクション・サイズ		寸 法 (mm)											
	mm	インチ		サイド・ポート	ボトム・ポート	A	B	B1	D	F	F1	G	H	W			
-41XS3MM	2.4	0.093	0.15	3mm SWAGELOK		50.8	25.4	24.6	8.7	26.6	6.4	15.1	34.1	15.1			
-41XS2			0.15	1/8 SWAGELOK													
-42XF2	3.2	0.125	0.30	1/8 NPTめねじ		41.3	20.6	20.8	8.7	28.6	6.4	15.1	34.1	15.1			
-42XS6MM			0.35	6mm SWAGELOK		55.6	27.8	27.0									
-42XS4			0.35	1/4 SWAGELOK													
-42XVCR4			0.35	1/4 オス VCR		54.0	27.0	27.8							11.1		4.8
-43XF4	4.8	0.187	0.75	1/4 NPTめねじ		52.4	26.2	26.2	11.1	38.9	4.8	19.8	39.7	19.8			
-43XF4RT			0.75	1/4 ISOテーパードめねじ													
-43XS6MM			0.90	6mm SWAGELOK				29.4									
-43XS4			0.90	1/4 SWAGELOK		60.3	30.2								26.2		
-43XS4-S4-M4			0.80	1/4 SWAGELOK	1/4 NPTめねじ												
-43XS8MM			0.80	8mm SWAGELOK		61.9	31.0	30.2									
-43XVCR4			0.90	1/4 オス VCR		54.0	27.0	27.8									
-44XF4			7.1	0.281	1.7	1/4 NPTめねじ		63.5							31.8	31.8	14.3
-44XF6	1.5	3/8 NPTめねじ															
-44XF6RT	1.5	3/8 ISOテーパードめねじ															
-44XS6	2.0	3/8 SWAGELOK			73.0	36.5	35.7										
-44XS10MM	2.0	10mm SWAGELOK															
-45XF8	3.5	1/2 NPTめねじ			79.4	39.7	39.7										
-45XF8RT	10.3	0.406	3.5	1/2 ISOテーパードめねじ					17.5	76.2	9.5	38.1	61.9	38.1			
-45XS12MM			4.6	12mm SWAGELOK				44.5									
-45XS8			4.6	1/2 SWAGELOK		88.9	44.5	44.5									
-45XS12			3.8	3/4 SWAGELOK													
-43ZF2	1.6*	0.062*	0.07	1/8 NPTめねじ		39.7	19.8	22.2	11.1	38.9	4.0	23.0	42.9	—			
-43ZFS2			0.07	1/8めす SWAGELOK		49.2	24.6	24.6									
-43ZFS1	1.3*	0.052*	0.05	1/16めす SWAGELOK		49.2	24.6	24.6	11.1	38.9	4.0	23.0		—			
-43ZFS2	1.6*	0.062*	0.07	1/8めす SWAGELOK													

★このオリフィスのバルブは一般用途用にデザインされており、切替時にクロス・ポート間に多少の漏れが発生します。切替時のクロス・ポート間の漏れが許されない用途において1.2mm(0.049インチ)ホール・オリフィスのバルブをご指定下さい。例: SS-43XF2-00049
表記の寸法中、SWAGELOKの場合は、ポートを指し示した数値の寸法です。寸法は必要に応じて変更することもあります。

ご注文の仕方

材質:

この文の標記、316ステンレス鋼にはSS、真ちゅうにはB、合金400(ニッケル400)にはMのバルブ材質を示すコードをカタログ番号の初頭に付けて下さい。
例: SS-43XS4

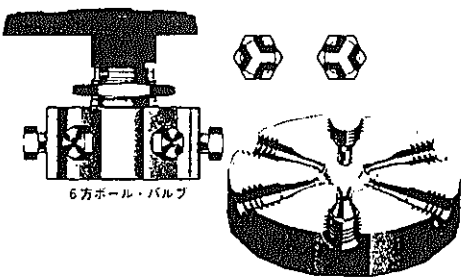
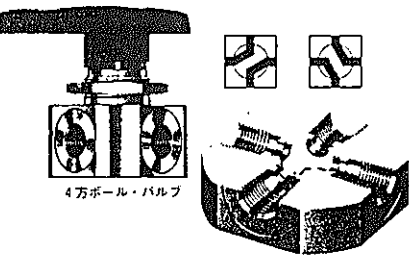
ダウンストリーム・ベント(下流圧逃しポート):

バルブ・ボディのサイド・ポートから二次側圧力(下流圧)を大気中に解放することが出来ます。
このベント付(オプション)バルブの場合は、使用限度圧力が35kg/cm²に低下します。
ご注文の際は、バルブ・シリーズの後にVを付けて下さい。
例: SS-44XVF6

シート・パッキン:

オプションのUHMWポリエチレン製シート・パッキンをアセンブルしたバルブをこの注文の際は部品番号の末尾に-Pを付けて下さい。
例: SS-45XF8-P

クロスオーバー用4方,6方バルブ



特 徴

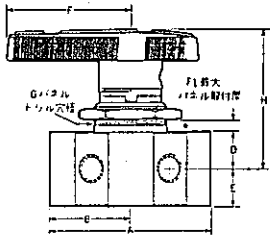
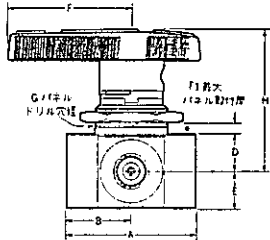
- カプセル式テフロン・パッキンにより、コンパクトなデザイン。同時に2、3系統の流れの切替が可能。
- 機械加工されたストップバーにより、確実に正しいポート位置が得られます。

技術資料

下記の使用限度圧力および温度範囲はテフロン製あるいはUHMWポリエチレン製シート・パッキン使用の標準バルブに対するものです。

バルブ シリーズ	デザイン	使用限度圧力*	温度範囲
43Y	4方	175 kg/cm ²	10℃～65℃
45Y		105 kg/cm ²	
43Y6	6方	35 kg/cm ²	

*標準のWHITEY®40"シリーズ・ボール・バルブはすべて工場出荷時にご使用圧力70kg/cm²(21℃にて)にパッキン調整されています。これより高い圧力でご使用になる場合は、パッキン調整が必要となります。



寸 法 表

カタログ番号	オリフィス		Cv値	コネクション・サイズ		寸 法 (mm)								
	mm	インチ		入 口	出 口	A	B	D	E	F	F1	G	H	
-43YF2	1.6	0.062"	0.08	1/8 NPTめねじ		39.7	19.8							
-43YFS1	1.3	0.052"	0.06	1/16めすSWAGelok				11.1	11.1	38.9	4.0	23.0	42.9	
-43YFS2	1.6	0.062"	0.08	1/8めすSWAGelok		49.2	24.6							
-45YF8	7.1	0.281"	1.6	1/2 NPTめねじ		79.4	39.7	17.5	17.5	76.2	9.5	38.1	61.9	
-43Y6FS1	1.3	0.052	0.06	1/16めすSWAGelok				11.1	11.1	38.9	4.0	23.0	42.9	
-43Y6FS2	1.6	0.062	0.08	1/8めすSWAGelok		49.2	24.6	11.1	11.1	38.9	4.0	23.0	42.9	

*このオリフィス・サイズは一般用途用にデザインされており、切替時にクロス・ポート間に多少の洩れが発生します。切替時のクロス・ポート間の洩れが許されない用途においては1.2mm(0.049インチ)のオリフィス・サイズのバルブをご指定下さい。
例: SS-43YF2-00049
また、最大流量が得られるようデザインされたバルブも販売します。このバルブについては1.2mm(0.125インチ)のオリフィス・サイズのバルブをご指定下さい。
例: SS-43YF2-00125

ご注文の仕方

材質:

4方, 6方ボール・バルブご注文の際は、316ステンレス鋼にはSS、真鍮にはBのバルブ材質を示すコードをカタログ番号の初頭に付けて下さい。
例: SS-43YF2

流 量 表

流 量 表		最 大 流 量							
		大気圧に対する差圧(Δp)kg/cm ²							
		空気 l/min. (21℃にて)				水 l/min. (21℃にて)			
		オリフィス 数(インチ)	Cv値	1	5	10	1	5	10
4方デザイン									
1.3 (0.052)	0.06	29	100	190	0.86	1.9	2.7		
1.6 (0.062)	0.08	39	130	250	1.1	2.6	3.6		
7.1 (0.281)	1.6	790	2,700	4,900	23.0	51.0	72.0		
6方デザイン									
1.3 (0.052)	0.06	29	100	190	0.86	1.9	2.7		
1.6 (0.062)	0.08	39	130	250	1.1	2.6	3.6		

バルブの流量を上記の流量表で調べる場合は、寸法表に記載のオリフィス・サイズ、Cv値と流量表の中のその数値を照合して下さい。

*最小バルブ取付厚-3.17mm

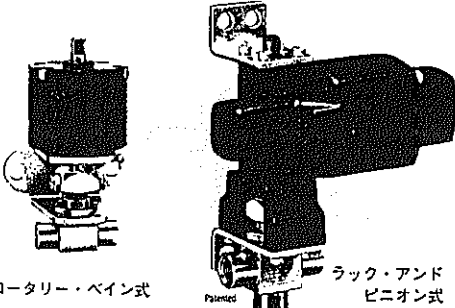
*このサイズのオリフィス・サイズは最大流量が得られるようデザインされており、切替時にクロス・ポート間に洩れが発生します。切替時のクロス・ポート間の洩れが許されない用途においては1.2mm(0.049インチ)のオリフィス・サイズのバルブをご指定下さい。
例: SS-43YF2-00093

シート・パッキン:

オプションのUHMWポリエチレン製シート・パッキンをアセンブルしたバルブご注文の際は、カタログ番号の末尾に-Pを付けて下さい。
例: SS-43YF2-P

エア・アクチュエーター

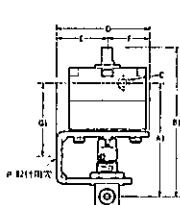
WHITEY®40"シリーズ・ボール・バルブには移動型あるいはスプリング・リターン型のいずれかのエア・アクチュエーターを取付けることができます。エア・アクチュエーターにはラック・アンド・ピニオン式("130"と"150"シリーズ)とロータリー・ベイン式("121"シリーズ)の2種類のデザインがあります。これらのエア・アクチュエーターは、一般の工場内供給エア、あるいは一般のボンベ充填ガスで作動します。エア・アクチュエーターについて、詳しくはWHITEYエア・アクチュエーター技術資料No.37をご参照下さい。



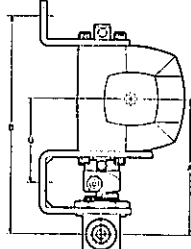
アクチュエーター最小操作圧力 (kg/cm²)
(バルブの最高使用限度圧力時に必要な最小操作圧)

エア・ アクチュエーター 型式	コード	バルブ シリーズ	作 動 型 式			
			機 動 型 (D)	スプリング・リターン型 (S)		
				シングル	デュアル	デュアル
-121(90°)	-21	41,41A,42,42A	3.5	—	—	—
		43,43A	6.6	—	—	—
-131(90°)	-31	41,41A,42,42A	1.4	2.4	4.2	4.9
		43,43A,43Y	2.8	4.9	4.9	5.6
-151(180°)	-51	41X,42X	1.4	2.5	4.2	4.9
		43X	2.8	4.9	4.9	NR
-133(90°)	-33	44,44A	1.8	3.5	4.9	5.6
		45,45A,45Y	4.2	7.0	5.6	7.0
-153(180°)	-53	44X	1.8	3.5	4.9	5.6
		45X	4.2	7.0	5.6	NR

NR-ご指定できません。



"121"型エア・アクチュエーター



寸 法 表

エア・ アクチュエーター 型 式	バルブ シリーズ	寸 法 (mm)															
		A	A1	B	B1	C	D	E	F	G	H	J	K	L	(S)	N (D)	O (S)
90° 180°	41, 42, 43	41.42	—	74.6	—	97.6	10-32 UNF (2ポート)	60.3	33.3	27.0	—	—	—	—	—	—	8.7*
		43	—	77.0	—	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-131	-151	41, 42	71.4	—	—	—	1/8 NPT	44.5	77.0	43.7	33.3	15.1	13.5	7.9	37.3	31.8	104.0
		43	73.8	—	8.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-133	-153	44	104.8	—	—	—	1/8 NPT	58.7	103.2	58.7	44.5	19.1	20.6	11.1	54.8	38.7	149.2
		45	108.0	—	11.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*取付用穴間は50.8mmです。寸法はご参考まで。変更することもあります。(D)-機動型 (S)-スプリング・リターン型

ご注文の仕方

バルブ・シリーズ	エア・アクチュエーター 型 式	取付用キット
41, 41A, 42, 42A	-121*	MS-MB-41
43, 43A	-121*	MS-MB-43
41, 41A, 42, 42A	-131	MS-MB-41
41X, 42X	-151	
43, 43A	-131	MS-MB-43
43X	-151	
43Y	-131	MS-MB-43Y
44, 44A	-133	
44X	-153	MS-MB-44
45, 45A	-133	
45X	-153	MS-MB-45
45Y	-133	

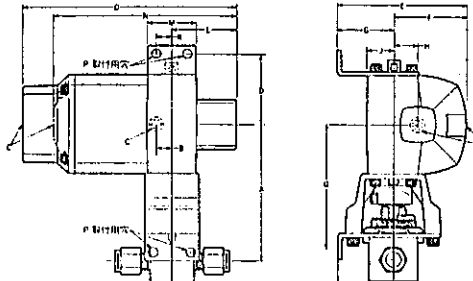
*機動型のみ。

アクチュエーターだけを単品でご注文の場合

1. ご使用になるバルブ・シリーズのエア・アクチュエーターの型式を上の中から選んで下さい。例: -131 ("43"シリーズ・バルブ用)
2. 以下の要領でエア・アクチュエーターの部品番号を完成して下さい。
a. エア・アクチュエーター型式番号の初頭にMSを付けて下さい。
b. 機動型には-D, スプリング・リターン型には-SRの作動型式コードをエア・アクチュエーター型式番号の後に付けて下さい。例: MS-131-S ("43"シリーズ用スプリング・リターン型エア・アクチュエーター)
3. ご使用になるバルブ・シリーズの取付用キットを上表の中から選んで下さい。例: MS-MB-43 ("43"シリーズ用取付用キット)

(注) "42"シリーズのCAJON® VCO®, あるいはVCR®エンド付きバルブについてはMS-MB-43(取付用キット)とSS-742-1(リベラル・ナット)をご注文して下さい。エア・アクチュエーターを工場で作成したバルブご注文の場合

1. バルブの部品番号を決めて下さい。例: SS-43F4
2. ご使用になるバルブ・シリーズ用のエア・アクチュエーター型式を上の中から選び、そのコードをバルブ部品番号の末尾に付けて下さい。例: SS-43F4-31
3. 次に挙げる作動形式の中から、ご要望の型式を選び、そのコードをバルブ部品番号の末尾に付けて下さい。
D-機動型 C-通常 "簡"型 O-通常 "簡"型
S-スプリング・リターン式(3方, 4方用) 例: SS-43F4-31D
4. デュアル取付(1個のエア・アクチュエーターに2個のバルブ取付)の場合はバルブ部品番号の末尾にDMを付けて下さい。例: SS-43F4-31DDM



"130"型 および "150"型エア・アクチュエーター

WHITEY

"130" & "150" Series Ball Valve Air Actuators

WHITEY Ball Valve Air Actuators are designed to actuate WHITEY "40," "60" and "83" Series Ball Valves. The compact actuators are lightweight, easily mounted and can be actuated with a standard shop air supply. For temporary or field applications, bottled gas can be used for actuation.

Features

- Rack and pinion design provides maximum power, reliable service and long cycle life
- Dual valve actuation allows for two valves mounted onto one air actuator
- Manual override
- 90° actuation available for straight, angle pattern and 4-way valves
- 180° actuation available for 3-way selector ball valves
- Easy installation — can be mounted either parallel to or at right angles to axis of valve
- High strength housing has corrosion resistant urethane finish
- Air actuators are 100% factory tested

Technical Data

for standard actuators

Maximum Actuator Pressure: 200 PSI (1350 kPa)

Actuator Temperature Range: -40°F to 200°F (-40°C to 93°C). This rating may be limited by the valve used with the actuator.

Air Displacement, Actual Volume:

MODEL:	-131	— 2.6 cu. in.
	-151	— 4.2 cu. in.
	-133	— 4.3 cu. in.
	-153	— 9.9 cu. in.
	-135	— 14.8 cu. in.

Approximate Weight - Actuator and Mounting Kit (without valve)

-131DA & 151DA	— 1-1/3 lbs. (0.6 kg.)
-131SR & 151SR	— 1-1/2 lbs. (0.7 kg.)
-133DA & 153DA	— 2-1/2 lbs. (1.1 kg.)
-133SR & 153SR	— 3-3/4 lbs. (1.7 kg.)
-135DA	— 9-3/4 lbs. (4.4 kg.)
-135SR	— 12-1/2 lbs. (5.6 kg.)

Optional Air Actuators: Available for low temperature, high temperature and fluorocarbon-free applications. Consult your Authorized Sales & Service Representative for additional information.

Materials

Body†, Cap, Piston† — Cast aluminum alloy. Body and cap with baked-on black urethane paint finish.

Rack, Gear† — Hardened steel.

Internal Screws, Keys, Snap Rings — Steel.

Bushings — Bronze.

Output Shaft — Hardened 416 stainless steel.

Thrust Washers — TFE (filled).

Valve Adapter Plate, External Screws, Snap Rings, Coupling, Support Bracket — Steel, cadmium plated.

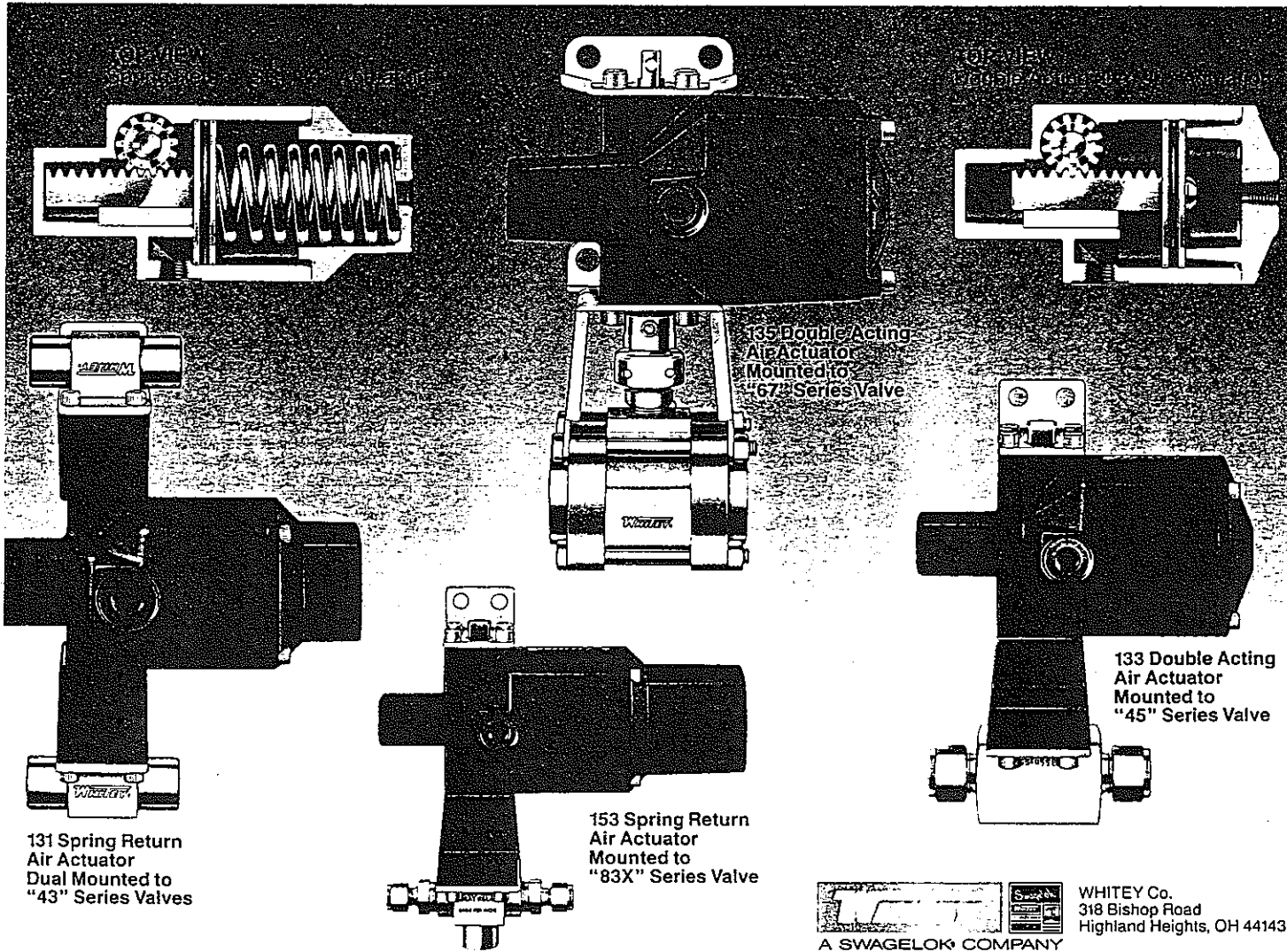
Springs — Alloy steel.

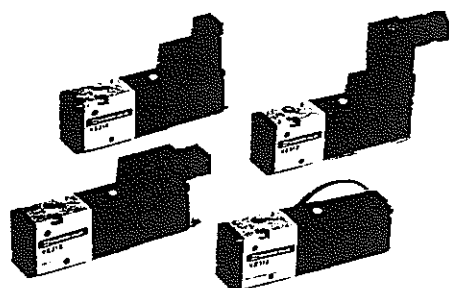
O-Rings — Buna-N standard. Viton available for higher temperatures. Buna C available for lower temperatures.

Valve Mounting Brackets — For "40" and "83" Series Ball Valves — Aluminum, painted black. For "60" Series Ball Valves — Steel, cadmium plated.

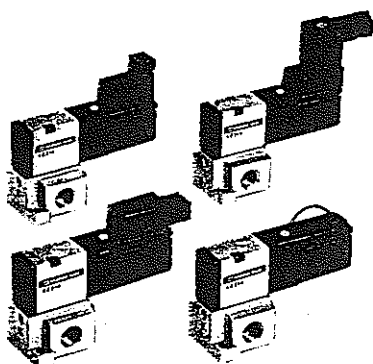
† Lubricant used: Multi-purpose hydrocarbon lubricant standard. Fluorinated lubricant for higher temperatures. Silicone lubricant for lower temperatures.

© 1987 Swagelok Co., all rights reserved





VZ300シリーズ/直接配管形



VZ300シリーズ/ベース配管形

仕様

使用流体	空気	
使用圧力範囲 kgf/cm ² {kPa}	内部パイロット形	1.5~7{150~700}
周囲温度及び使用流体温度℃	最高50	
応答時間 ms (5kgf/cm ² 時)	20以下	
最大作動頻度 Hz	10	
有効断面積	下表参照願います	
手動操作	ノンロックプッシュ式 ロック式ドライバ操作形、ロック式手操作形	
パイロット排気方法	パイロット弁個別排気形、主弁・パイロット弁集合排気形	
給油	不要	
取付姿勢	自由	
耐衝撃/耐振動	30/5 (8.3~2000Hz)	
保護構造	防塵	

ソレイド仕様

※準標準

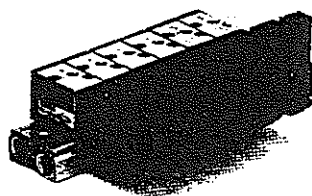
リード線取出し方法	グロメット(G)・(H)、L形プラグコネクタ(L)、 M形プラグコネクタ(M)、DIN形ターミナル(D)	
コイル定格電圧 V	AC%Hz	100、200、※24、※48、※110、※220
	DC	24、※6、※12、※48
許容電圧変動 %	定格電圧の-15~+10	
消費電力 W [電流値mA]	DC	1.8(ランプ付2.1) [DC24V:75(ランプ付87.5)]
皮相電力 VA [電流値mA]	AC	起動 4.5/50Hz、4.2/60Hz [AC100V:45/50Hz、42/60Hz AC200V:22.5/50Hz、21/60Hz]
		励磁 3.5/50Hz、3/60Hz [AC100V:35/50Hz、30/60Hz AC200V:17.5/50Hz、15/60Hz]
サージ電圧保護回路	DC:ダイオード、AC:ZNR	
インジケータランプ	DC:LED(赤)、AC:ネオン球	

有効断面積および重量

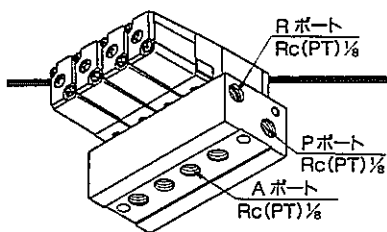
バルブ型式	弁の切 換方式	管接続 口径	有効断面積 mm ² (Cv値)	重量 gf
直接配管形	VZ312 N.C	M5×0.8	3.6(0.2)	75
	VZ322 N.O			
ベース配管形 (サブプレート付)	VZ314 N.C	Rc(PT) 1/8	4.5(0.25)	105 (サブプレートなし 75)
	VZ324 N.O			

オプション

品名	品番	備考
フート形ブラケット	DXT170-34-1B	ビス付、VZ3□2用



マニホールドでご利用の場合は○P15~27を
ご参照ください



40形マニホールド:裏配管

内部パイロット形用

グロメット(G) (H)

型式表示方法

VV3Z3-40-05 2-01

マニホールド連数

02	2連
...	...
20	20連

Aポート管接続口径

01	Rc(PT) 1/8
----	------------

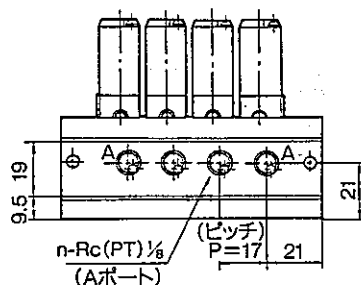
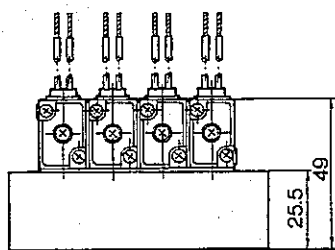
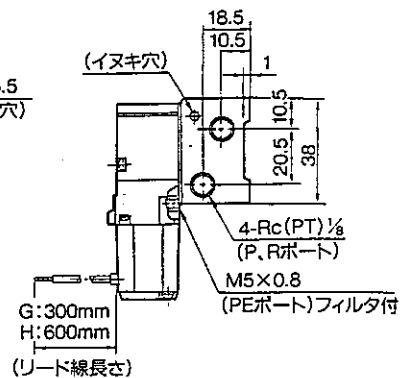
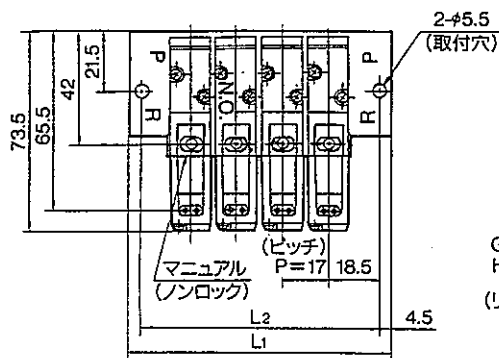
注) 9連以上の場合にはPポート両側から加圧し、両側のRポートより排気してください。

適用電磁弁

VZ314-□□□□
VZ314M-□□□□
VZ324-□□□□
VZ324M-□□□□

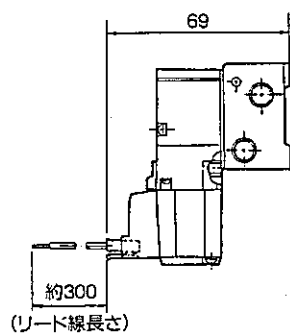
適用ブランキングプレートAss'y

DXT200-8-1A

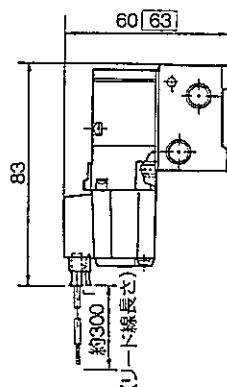


連数	2連	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20連
L ₁	63	80	97	114	131	148	165	182	199	216	233	250	267	284	301	318	335	352	369
L ₂	54	71	88	105	122	139	156	173	190	207	224	241	258	275	292	309	326	343	360

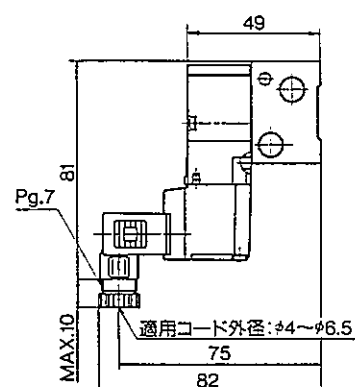
L形プラグコネクタ(L)



M形プラグコネクタ(M)



DIN形ターミナル(D)



□内数字はランプ・サージ電圧保護回路付の場合



小形コンプレッサー

圧力開閉器式

●用途

断続的に使用される需要家に適します。

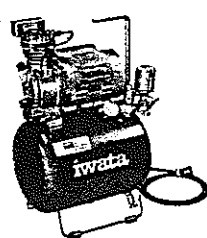
●特長

●作業の段取り等で圧縮空気を使用しない場合は10kgf/cm²圧力に達すると自動的に停止する省エネタイプです。

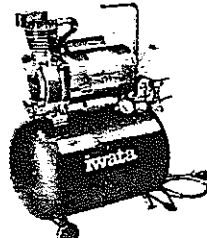
●運転中の再起動時は必ず無負荷起動する安全設計です。

●200、400Wはモートル直結タイプのコンパクト設計です。

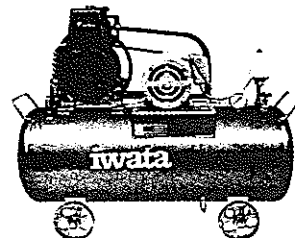
●エアートランスホーム付(形式末尾R付)もあります。詳細は28ページをご参照ください。



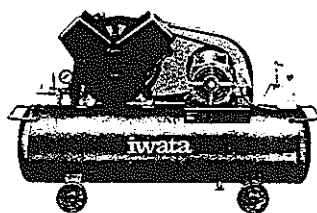
DSP-02P



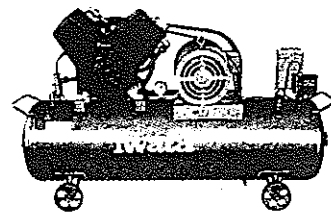
DSP-04P



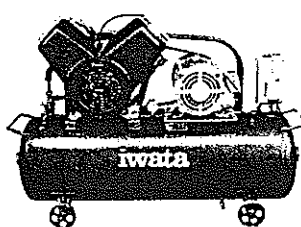
SP-07PB



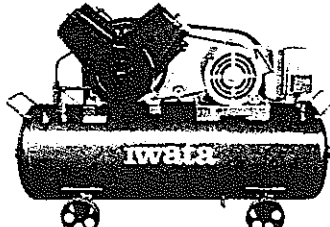
SP-22PB



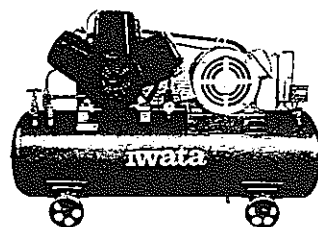
SP-37PB



SP-55PB



SP-75CPB



SP-110PB

圧力開閉器式(断続作業用)一段圧縮

形 式	原 定 動 格 機 出 力 力 kW (PS)	圧 縮 機 本 体 形 式	復 作 帰 動 圧 圧 力 力 kgf/cm ²	回 転 数 rpm	吐 空 出 気 し 量 l/min	空 容 タ 積 気 ク l	吐 出 空 気 管 径	外 形 寸 法			重 量 (全 原 動 機) kg	騒 音 値 (正面1.5m A) dB
								全 幅 mm	奥 行 mm	全 高 mm		
DSP-02P	0.2 (1/4)	DCS-02P	5.0~7.0	1430/1720	20/24	15	PF1/4	360	270	545	20	65/66
DSP-02PT		DCS-02PT		1410/1700							19	67/70
DSP-04P	0.4 (1/2)	DCS-041P	8.0~9.5	1430/1720	34/39	25		460	290	610	29.5	66/67
DSP-04PT		DCS-041PT									27.5	67/69
SP-07CPB	0.75 (1)	CS-150P	8.0~10	1150	78	36	1/4×1	765	302	627	47.4 相43	72
SP-07PB						60	1/4×1	940	361	695	57.4 相53	73
SP-15CPB	1.5 (2)	CS-165P	8.0~10	1150	175	60	1/4×1	932	361	731	66	73
SP-15PB						80	1/4×1	1211	373	751	74	74
SP-22CPB	2.2 (3)	CS-175PB	8.0~10	1020	245	80	1/4×2 3/4ソケット×1	1215	400	817	89	75
SP-22PB		CS-265P		780	245		1/4×2 3/4ソケット×1	1215	407	760	90	71
SP-37PB	3.7(5)	CS-275PB	8.0~10	1050	430	120	3/4ストップバルブ×1 1/4バルブ×1	1351	412	832	128	78
SP-55PB	5.5(7.5)	CS-290PB	8.0~10	850	610	160	3/4ストップバルブ×1 1/4バルブ×1	1370	495	950	189	75
SP-75CPB	7.5 (10)	CS-2100PB	8.0~10	980	870	220	3/4ストップバルブ×1 1/4バルブ×1	1525	520	1030	221	80
SP-75PB		CS-390PB		760	880			1525	600	1070	249	78
SP-110PB	11(15)	CS-3100PB	8.0~10	850	1160	260	3/4ストップバルブ×1 1/4バルブ×1	1710	600	1080	305	81

*1. 吐出し空気量は、作動圧力範囲内の中間圧力時に吐出す空気量を吸込状態(大気圧)に換算した平均値です。

*2. 騒音値は全負荷時、準無音室での測定値です。

*3. 形式末尾のT記号は三相200V仕様です。

パネルコンピュータ関連資料

(仕様)

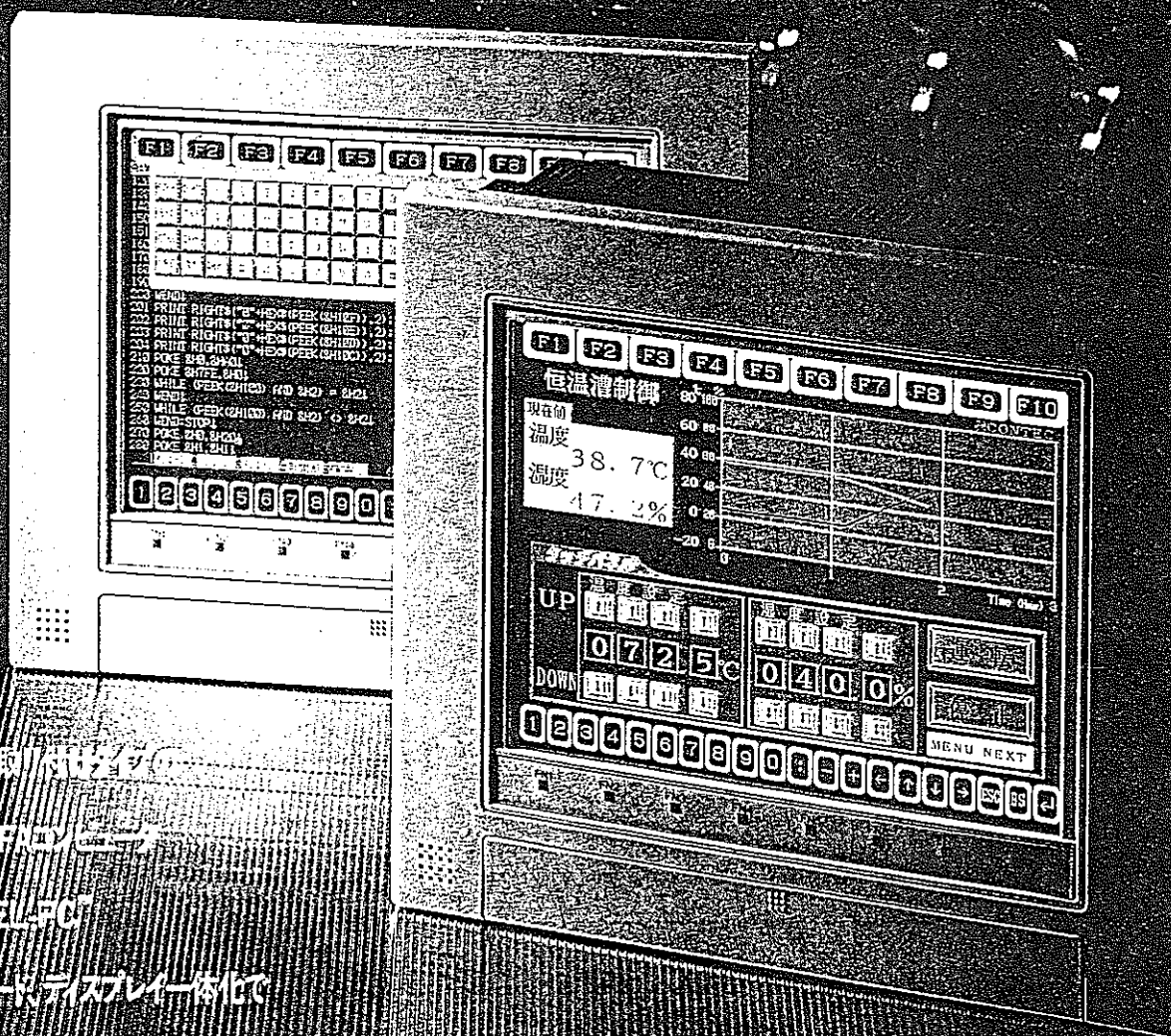
型式	: IPC-PT / M30 (98) (本体) IPC-PAC(98)-4AF (4 スロット拡張ボードユニット)
製造	: 株式会社コンテック
CPU	: 80386SX(20MHz)
メモリ	: RAM 640 KB
フラッシュメモリ	: 512 KB
表示	: 10.4 インチTFT液晶カラー(16色)
OS	: MS-DOS ver.3.3 (ROMに搭載)
入力	: ディスプレイ上のタッチパネル 又は外付けキーボード
寸法	: 313(W) x 105(D) x 273(H)
重量	: 5 kg

パネルコンピュータ

PANEL-PC

IPC
INDUSTRIAL PERSONAL COMPUTER

豊富なハード&ソフトを生かし
FAに不可欠な機能を標準搭載
IPCシリーズ



パネル型PCサイズ

多目的FA用コンピュータ

"PANEL-PC"

キーボード・ディスプレイ一体化で

コンパクトに新登場。

- TFTカラー表示タイプ：IPC-PTシリーズ
- ELモノクロ表示タイプ：IPC-PEシリーズ

"パソコンの手軽さをFAに"を提唱してきたCONTECより、FA用途に必要な機能、信頼性とパソコンの使い易さを兼ね備えたIPCシリーズ"PANEL-PC"が、登場しました。

コンパクト

本体、表示器、キーボードを一体として、コンパクトになりました。

ワイドバリエーション

表示器タイプ(TFTカラー、EL)の取り揃え、メモ리카ード、FDインターフェイス等、用途に合わせて6種類よりセクションできます。

MS-DOS搭載

米国マイクロソフト社とのライセンス契約による、MS-DOS(Ver.3.30)をROMで搭載しました。電源ONですばやく立ち上がります。

優れたソフトウェア環境

MS-DOSと98バス互換の組合せによって、パソコンで開発したアプリケーションプログラム等が、そのまま利用できます。

高信頼性

FA用途を考えた、ウォッチドックタイマ、汎用入出力、RS-485内蔵タイプです。

拡張性

コンテック製PC-MODULEをはじめとしたハードウェア資産が利用できます。拡張ユニット(オプション)等をご利用下さい。

アプリケーション用フラッシュメモリ

使い勝手は、FD、HDの便利さをもち、信頼度は、ROM同等のフラッシュメモリを標準内蔵しています。
実装部はソケットになっており、SRAM(バックアップ付)、EPROMも用途に合わせ、使用できます。

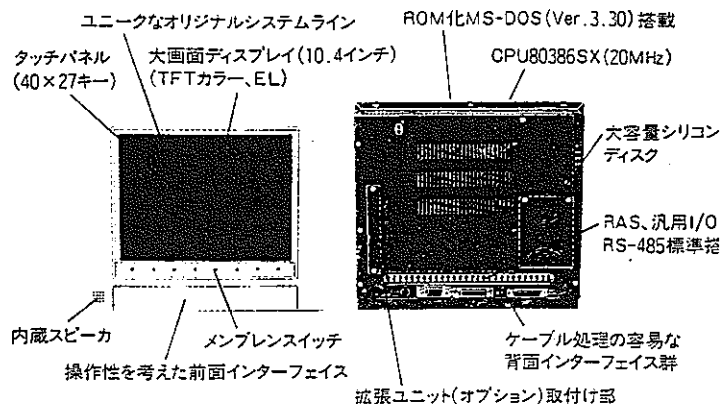
ユーティリティ、ドライバソフト(標準添付)

- タッチパネルドライバ
- フルキーボードエミュレータ
- テンキーボードエミュレータ
- システムラインキーボードエミュレータ
- シーケンサ接続ドライバ(OMRON、三菱)
- タッチキー割付けユーティリティ
- システムラインユーティリティ
- 内蔵シリコンディスク書き込みユーティリティ
- メモ리카ードドライバ
- メモ리카ードフォーマットユーティリティ
- 自己診断ユーティリティ

オプション

- 拡張ユニット IPC-PAC(98)-2AF(2スロット) IPC-PAC(98)-4AF(4スロット) IPC-BUF(9N)
- 保護シート IPC-CV(10枚組)

機能



仕様

	IPC-PE/ M10(98)	IPC-PE/ M20(98)	IPC-PE/ M30(98)	IPC-PT/ M10(98)	IPC-PT/ M20(98)	IPC-PT/ M30(98)
C P U	80386SX (20MHz)					
メモリ	R O M	MS-DOS、BIOS 256KB				
	R A M	ユーザメモリ 640KB				
	EEPROM	1Mビットフラッシュメモリ×4 512KB搭載				
	V R A M	テキスト 12KB グラフィック 256KB				
表 示	表 示 器	10.4インチ 640×480ドット				
	表 示 色	64色中16色(TFTカラー)、16階調(EL)				
	E L	○	○	○		
	TFTカラー			○	○	○
キーボード I/F	PC-9800シリーズキーボードI/F準拠					
F D I/F	-	-	1MB FD バス準拠	-	-	1MB FD バス準拠
マウス I/F	PC-9800シリーズ バスマウスI/F準拠					
プリンタ I/F	セントロニクス社仕様準拠					
シリアル I/F	RS-232C(1ch)、RS-485(1ch)					
拡張バス I/F	PC-9800シリーズ 拡張バスI/F準拠					
メモ리카ード I/F	-	○	-	-	○	-
カレンダー時計	電池によるバックアップ					
スピーカ	内蔵、外部出力端子あり					
タッチパネル	分解能 40×27					
メンブレンスイッチ	-	8点	8点	-	8点	8点
R A S 機能	ウォッチドックタイマ、外部アラーム出力					
汎用 I/O	入力8点/出力8点(絶縁型)					
リモートリセット	I/F標準実装					
数値データプロセッサ	専用ソケット搭載					
外形寸法(mm)	313(W)×105(D)×273(H) パネルカット 292(W)×252(H)					
電源・重量	AC85~132V、50/60Hz、35VA 5kg					

IPCシリーズの技術的なお問合わせ・資料請求は...

フリーダイヤル ☎ 0120-25-9800 FAX 06-477-6279

- ここに記載した製品名は各社の商標または登録商標です。
- 仕様については予告なしに変更することがあります。(1993年8月現在)



東京営業所 〒105 東京都港区芝2-12-10
TEL(03)3769-1051 FAX(03)3769-1060

大阪営業所 〒555 大阪市西淀川区蛸里3-9-31
TEL(06) 472-0265 FAX(06) 478-1031

名古屋営業所 〒450 名古屋市中区名駅2丁目30-2 オークビル9F
TEL(052)564-7821 FAX(052)564-7826

■お求め、ご相談は使用とサービスの行き届いた当店へ

A／D変換器、D／A変換器、I／Oボード関連資料

(A／D変換器仕様)

型式	: AD12-16T(98)H
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 16
分解能	: 12ビット
変換速度	: 約13 μ sec／チャンネル

(D／A変換器仕様)

型式	: DA12-2T(98)
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 2
分解能	: 12ビット
変換速度	: 5 μ sec／チャンネル

(I／Oボード仕様)

型式	: PIO-32/32(98)E
製造	: 株式会社コンテック
チャンネル	: 4グループ 32点

高速汎用型A/D変換モジュール

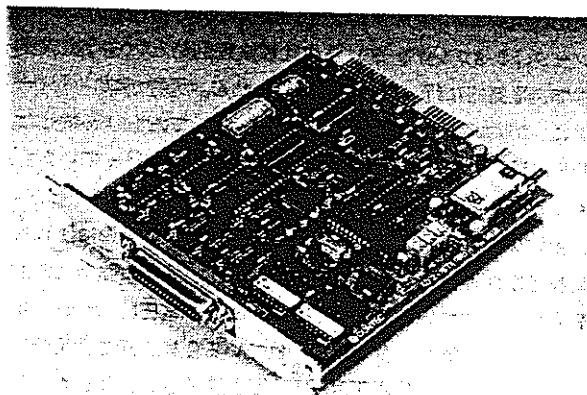
AD12-8T(98)H

AD12-16T(98)H

AD12-16TA(98)H

AD12-8T(98)H	¥72,000
AD12-16T(98)H	¥89,000
AD12-16TA(98)H	¥98,000

2



AD12-16T(98)Hシリーズに入力できるアナログ信号は

- ・8T(98)Hの場合、シングルエンド入力で8チャンネル
- ・16T(98)Hの場合、シングルエンド入力で16チャンネル
- ・16TA(98)Hの場合、シングルエンド入力で16チャンネル、差動入力で8チャンネルです。

プログラマブルタイマを使って周期的な測定を容易に行うことができます。また、外部トリガ信号を使用することもできます。

※AD12-16T(98)Hシリーズは弊社従来品AD12-16T(98)シリーズの改良品であり、下記の点が改善されております。

- ・変換速度のアップ
- ・消費電流の削減

これら以外については、AD12-16T(98)シリーズと同等に扱うことができます。

特 長

- ・高速(13 μ sec/チャンネル)でA/D変換を行い、変換されたデータは次のA/D変換が終了するまで保持。
- ・広い電圧範囲のユニポーラおよびバイポーラ入力に対応。
- ・A/D変換終了信号を出力。
- ・トリガタイミングは、内蔵プログラマブルタイマ出力または外部トリガ信号のいずれか選択可能。
- ・I/Oアドレスは、16ビットフルデコード。

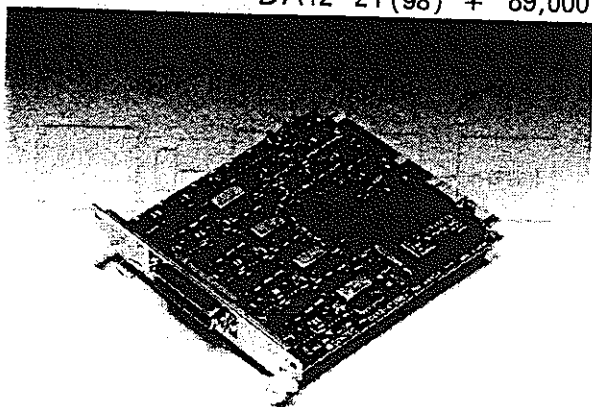
仕 様

- ・入力仕様 : 非絶縁入力
バイポーラ $\pm 10V$ 、 $\pm 5V$
ユニポーラ $0 \sim +10V$
- ・入力信号の点数 : ・AD12-8T(98)Hの場合
8 (シングルエンド入力)
・AD12-16T(98)Hの場合
16 (シングルエンド入力)
・AD12-16TA(98)Hの場合
16 (シングルエンド入力)
8 (差動入力)
- ・分解能 : 12ビット
- ・変換方式 : 逐次比較型(AD774BK相当品)
- ・変換速度 : 約13 μ sec/チャンネル
- ・スループットレート : 50KHz
- ・変換精度 : リニアリティエラー $\pm 2LSB$ 以内
- ・内部タイマ : 2 μ sec $\sim 7 \times 10^7$ sec
- ・入力インピーダンス : 1M Ω 以上
- ・外部トリガ : TTLレベル1点
- ・割込み : 外部トリガ、プログラマブルタイマを割込み入力可
INT0 ~ 6 のいずれか
- ・I/Oアドレス : 8ビット $\times 16$ ポート占有
- ・消費電流 : ・8T(98)H、16T(98)Hの場合
DC5V、620mA(アナログ電源内蔵)
・16TA(98)Hの場合
DC5V、650mA(アナログ電源内蔵)
- ・使用条件 : 0 $\sim 50^\circ C$ 20 $\sim 90\% RH$ 結露なし

機 能

AD12-16T(98)Hシリーズは、本ボードを装着したコンピュータから変換スタート指令とチャンネルデータを受信すると、指定されたチャンネルのアナログ入力信号をA/D変換します。A/D変換の終了は、変換終了フラグによってコンピュータに通知され、コンピュータは変換データをI/Oポートから読み込むことができます。外部トリガ信号入力またはプログラマブルタイマのタイムアップを、フラグまたは指定レベルの割込みで通知することができ、コンピュータのソフトウェアでこれを受けて、A/D変換のタイミングをとることもできます。コンピュータからの本ボードに対するアクセスは、任意に設定できる16のI/Oポートを介して行います。コンピュータからこれらの出力ポートにデータを書込むことによって、チャンネル選択、変換開始、割込みレベル選択、トリガ選択、プログラマブルタイマによるサンプリングタイム設定等を行うことができます。また、これらの入力ポートを読み出すことによ

高速汎用D/A変換モジュール

DA12-4T(98)
DA12-2T(98)DA12-4T(98) ￥119,000
DA12-2T(98) ￥89,000

DA12-4T(98)およびDA12-2T(98)は、12ビット精度のD/A変換を行います。

DA12-4T(98)は4チャンネル、DA12-2T(98)は2チャンネルを装備しております。

それぞれのチャンネルは独立したD/Aコンバータ回路を持っていますので、受信したD/A変換データをリアルタイムに変換します。

本ボードは、ジャンパによる出力レンジ設定や割込みレベル設定、半固定抵抗による出力電圧の微調整をソフトウェアで実行できます。また、電圧出力段のリレーを装備し、各チャンネル個別にコントロールできます。プログラマブルタイマおよび外部トリガ入力を備えており、タイマによる周期的な出力および外部トリガに同期した出力が可能です。

特 長

- ・ユニポーラおよびバイポーラ出力に対応
(ソフトウェア切り替え、各チャンネル個別に選択可能)
- ・出力電圧レンジはソフトウェアにより各チャンネル個別に設定可能
- ・電圧出力をコントロールするリレーを装備しており各チャンネル個別に設定可能
- ・出力電圧の微調整はソフトウェアにより設定可能
- ・各チャンネルに独立したD/Aコンバータ内蔵
- ・TTLレベルの外部トリガ入力を装備
- ・割込みレベルをソフトウェアにより選択可能
割込み要因は、プログラマブルタイマのタイムアップおよび外部トリガ入力の立ち下がりをいずれかを選択

- ・リセットコマンドによる本ボードの初期化可能

仕 様

- ・出力仕様 : 非絶縁出力
バイポーラ... $\pm 10V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 2.5V$
ユニポーラ... $0 \sim 10V$ 、 $0 \sim 5V$
出力電流 MAX $\pm 5mA$
- ・出力信号の点数 : シングルエンド出力
4(DA12-4T(98))、2(DA12-2T(98))
- ・分解能 : 12ビット
- ・変換速度 : セトリングタイム $5\mu sec/chan$
- ・変換精度 : リニアリティエラー $\pm 1LSB$
- ・タイマ : $2\mu sec \sim 約 7.0 \times 10^{-7} sec$
- ・出力インピーダンス : 1Ω 以下
- ・使用素子 : AD767KN相当品
- ・外部トリガ入力 : TTLレベル1点(立ち下がりエッジ)
- ・割込み : INT 0～6のいずれか
外部トリガ、タイマのカウンタアップにより割込み発生
- ・I/Oアドレス : 8ビット $\times$ 16ポート
- ・消費電流 : DC5V 1600mA(DA12-4T(98))
DC5V 1200mA(DA12-2T(98))
アナログ電源内蔵
- ・使用条件 : $0 \sim 50^\circ C$ 20～90%RH 結露なし

機 能

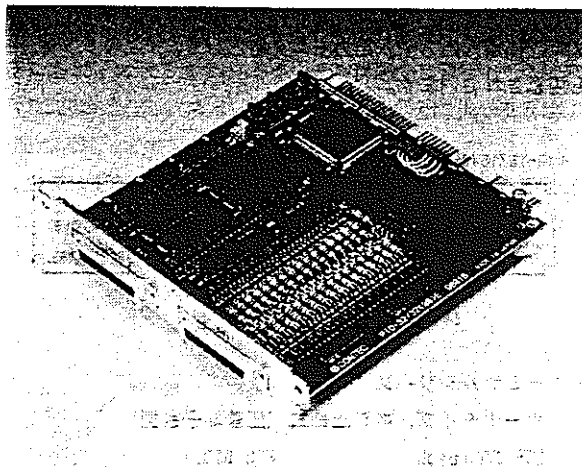
DA12-4T(98)およびDA12-2T(98)は、本ボードを装着したコンピュータから、12ビットD/A変換用データを受信し、出力選択データで指定されたチャンネルのD/A変換回路に送ります。D/A変換用データは高速でD/A変換された後、アナログ出力チャンネルから出力されます。コンピュータからの本ボードに対するアクセスは、任意に設定できる16のI/Oポートを介して行います。コンピュータからこれらの出力ポート(12出力ポートのみ使用)にコマンドを書き込むことによって、D/A変換データ設定、チャンネル選択の設定等を行うことができます。また、入力ポート(3入力ポートのみ使用)を送出することによって、各種ステータス、タイマの内容等を得ることができます。

デジタル入出力

絶縁型パラレル入出力モジュール

PIO-32/32(98)E

¥39,000



PIO-32/32(98)Eに接続できるデジタル信号は、入力信号32点、出力信号32点、それぞれ4つのグループに分かれています。1つのグループは8点単位で構成され、それぞれ入力ポートまたは出力ポートに対応しています。このボードを装着したコンピュータのIN命令またはOUT命令実行で8点単位の入力または出力が容易に行えます。入力信号32点のうち4点は、割込み入力として使用することができます。また、このボードの入出力は、全点フォトカブラにより絶縁されていますので、耐ノイズ性を要求される用途にご使用いただけます。

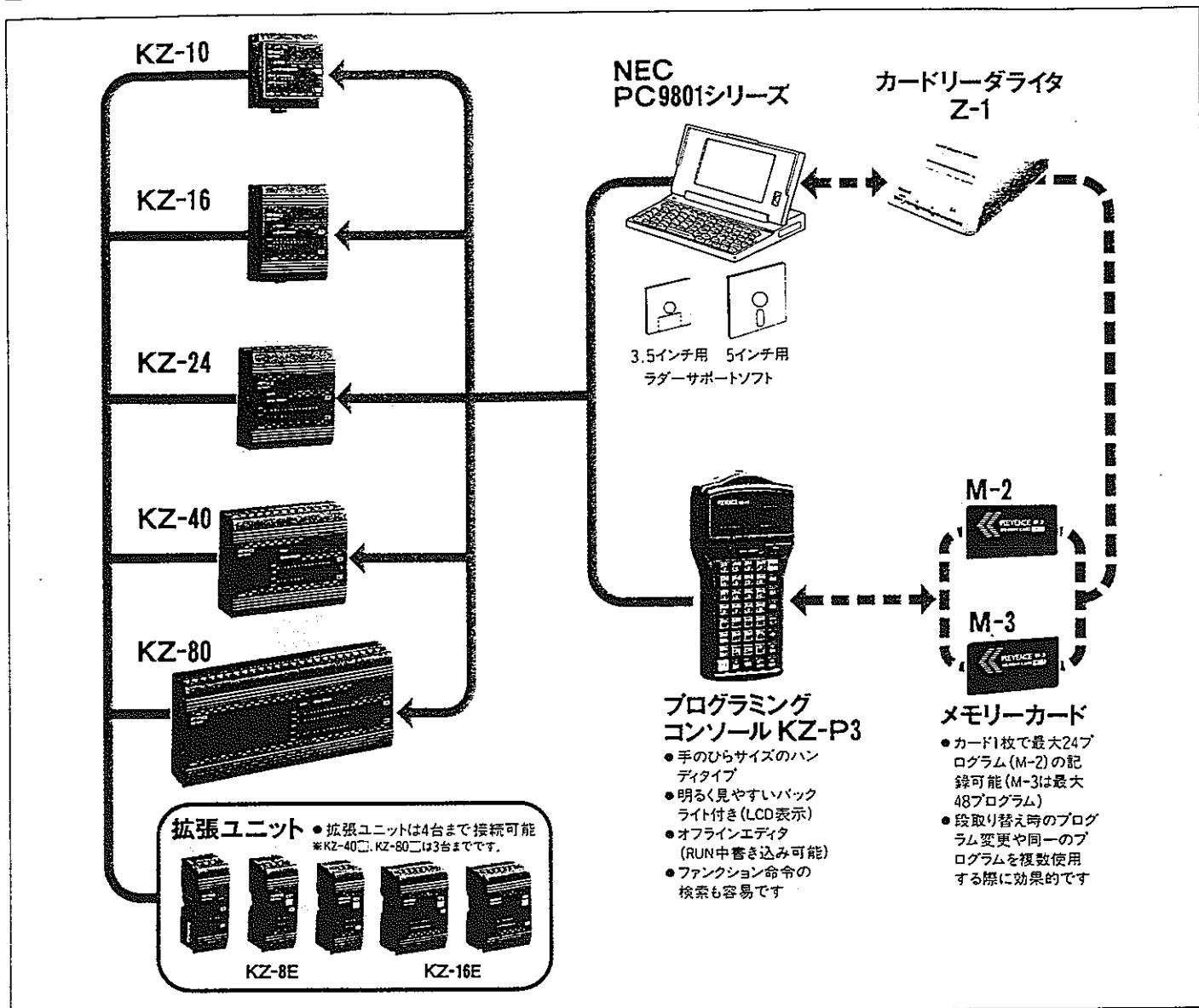
特 長

- フォトカブラによる絶縁入出力で耐ノイズ性が向上しています。
- 8点を1グループとして合計4グループ、32点のデジタル信号が入力できます。
- 8点を1グループとして合計4グループ、32点のオープンコレクタ方式によるデジタル信号が出力できます。
- 入力信号32点のうち4点を、割込み入力として最大4レベルの同時割り当てができます。
- 出力定格は1点あたり最大DC35V 200mA（ただし、1コモンあたり最大1A）の大容量に設計されています。
- 汎用の入出力機能のほかに、オプション機能を用意しています。

仕 様

- 入力部
 - ・ 入力形式 : フォトカブラ絶縁による電流駆動入力（負論理）
 - ・ 入力抵抗 : 3K Ω
 - ・ 入力ON電流 : 4mA～8mA
 - ・ 入力OFF電流 : 0.16mA以下
 - ・ 入力信号の点数 : 32点（4点は割込みに使用可能）
（8点単位で1コモン）
 - ・ 入力表示 : なし
 - ・ 割込み : INTO～6のうちいずれか
（最大で同時4点まで）
割込みを発生させるためには1msec以上のパルス幅が必要です。
＜汎用入出力機能使用時＞
HIGH→LOWのエッジで割込み発生
＜オプション機能使用時＞
HIGH→LOWまたはLOW→HIGHのエッジ（ソフトウェアで設定）で割込み発生
 - ・ 入力保護回路 : なし
 - ・ 応答時間 : 1msec以内
 - ・ 外部回路電源（注） : DC12V～24V（±15%）
（1点あたり4mA/12V～8mA/24V必要）
- 出力部
 - ・ 出力形式 : フォトカブラ絶縁によるオープンコレクタ出力（負論理）
 - ・ 定格（出力耐圧） : 最大DC35V
 - ・ 定格（出力電流） : 最大200mA（1点あたり）
（ただし、1コモンあたり最大1A）
 - ・ 出力信号の点数 : 32点（8点単位で1コモン）
 - ・ 出力表示 : なし
 - ・ 出力保護回路 : なし
 - ・ 応答時間 : 1msec以内
- 共通部
 - ・ I/Oアドレス : ＜汎用入出力機能使用時＞
8ビット×4ポート占有
（入力部／出力部共通）
＜オプション機能使用時＞
8ビット×16ポート占有
（入力部／出力部共通）
 - ・ 外部回路電源（注） : DC12V～24V（±15%）
 - ・ 消費電流 : DC5V 100mA MAX
 - ・ 使用条件 : 0～50℃ 20～90%RH 結露なし

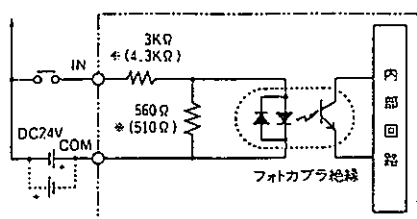
■システム構成図



■入出力回路構成

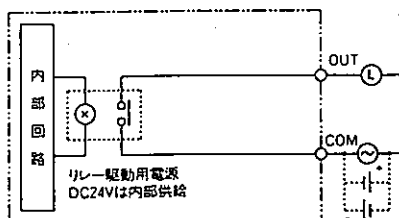
リレー接点出力、トランジスタ出力、そしてMOS-FET出力の3タイプの出力を用意。自由に使い分けることができます。

●入力回路



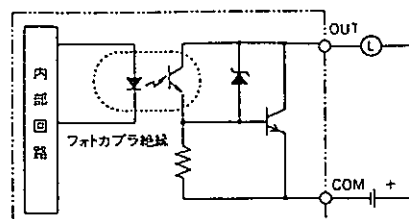
- ※は0000～0005以外の入力端子。
- NPN入力(⊕コモン)、PNP入力(⊖コモン)のどちらにも使用可能です。

●出力回路(リレー接点出力)



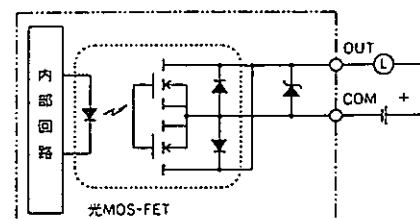
- KZ-80R、KZ-40R、KZ-24R、KZ-16R、KZ-10R、KZ-8ER、KZ-8EYR、KZ-16EYRの出力のみ。
- 負荷用電源は別途ご用意下さい。

●出力回路(トランジスタ出力)



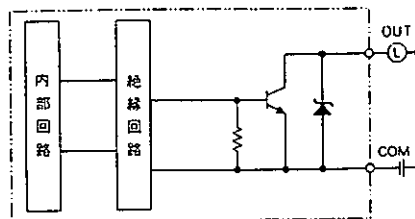
- KZ-80T(0500以外) KZ-10T、KZ-8ET、KZ-8EYT、KZ-16EYTの出力のみ。
- 負荷用電源は別途ご用意下さい。

●出力回路(MOS-FET出力)



- KZ-40T、KZ-24T、KZ-16Tの出力のみ。
- 負荷用電源は別途ご用意下さい。

●出力回路(KZ-80T 0500のみ)



- 負荷用電源は別途ご用意下さい。

仕様

型 式		KZ-10□	KZ-16□	KZ-24□	KZ-40□	KZ-80□
プログラム言語		ラダーチャート方式+拡張ラダーチャート方式				
命令の種類		基本命令:16種 応用命令:34種 演算命令:26種 割り込み命令:4種				
実行速度(基本接点命令)		最小1.0μs 平均1.92μs		最小1.4μs 平均3.12μs		
プログラム容量		500ステップ		3000ステップ		
入出力	入力(最大拡張時)	6点(70点)	10点(74点)	16点(80点)	24点(72点)	48点(80点)
	出力(")	4点(68点)	6点(70点)	8点(72点)	16点(64点)	32点(80点)
内部補助リレー(保持可)		160点		800点		
特殊補助リレー		160点				
データメモリ(16ビット)		1000ワード		2000ワード		
一時メモリ(16ビット)		32ワード				
タイマ / カウンタ		合計点数64点 内アナログタイマ1点		合計点数120点 内アナログタイマ2点		
		タイマ:1ms、10ms、100ms カウンタ:加算、アップダウン				
高速カウンタ		2点 オートリセット加算カウンタ(入力応答最大10kHz)				
高速カウンタコンパレート		4点				
ダイレクトクロックパルス		2点 2kHz以下(出力0500)、1.5kHz以下(出力0501)				2点20kHz以下(出力0500) 1.5kHz以下(出力0501)
停電保持機能		プログラムメモリ:EEPROM 10年以上 5万回以上書き替え可能				
		データメモリ:大容量コンデンサにより2ヶ月以上(25℃)				
電 源 電 圧		DC24V ^{+10%} _{-20%}				
消 費 電 流		KZ-10R: 75mA以下 KZ-10T: 65mA以下	KZ-16R:105mA以下 KZ-16T: 70mA以下	KZ-24R:130mA以下 KZ-24T: 75mA以下	KZ-40R:220mA以下 KZ-40T:115mA以下	KZ-80R:400mA以下 KZ-80T:300mA以下
使用周囲温度		0～50℃(氷結しないこと)				
使用周囲湿度		35～85%RH(結露しないこと)				
耐 電 圧		AC1500V 1分間(電源端子と入出力端子間および外部端子一括とケース間)				
耐 ノ イ ズ 性		1000Vp-p以上 パルス幅1μs、50ns(ノイズシミュレータによる)				
耐 振 動		10～55Hz 複振幅1.5mm以下 X、Y、Z各方向2時間				
重 量		KZ-10R:約130g KZ-10T:約120g	KZ-16R:約200g KZ-16T:約180g	KZ-24R:約250g KZ-24T:約220g	KZ-40R:約340g KZ-40T:約270g	KZ-80R:約600g KZ-80T:約500g

※最大拡張時のI/O合計の点数は、KZ-10→74点、KZ-16→80点、KZ-24→88点、KZ-40→88点、KZ-80→128点となります。

入出力仕様

種 類	基本ユニット					拡張ユニット				
型 式	□KZ-10	□KZ-16	□KZ-24	□KZ-40	□KZ-80	KZ-8ER(T)	KZ-8EX	□KZ-8EY	KZ-16EX	□KZ-16EY
入 力 点 数	6点	10点	16点	24点	48点	4点	8点	—	16点	—
入 力 コモン	1点						2点	—	4点	—
入 力 定 格	DC24V 消費電流7mA※入力000～005(その他は5mA)									
出 力 点 数	4点	6点	8点	16点	32点	4点	—	8点	—	16点
出 力 コモン	1点	2点	4点	6点	14点	1点	—	2点	—	4点
出 力 形 態	● リレー………KZ-10R、KZ-16R、KZ-24R、KZ-40R、KZ-80R、KZ-8ER、KZ8EYR、KZ-16EYR トランジスタ…KZ-10T、KZ-80T、KZ-8ET、KZ-8EYT、KZ-16EYT MOS-FET…KZ-16T、KZ-24T、KZ-40T									
定 格 負 荷	リレー：AC250V/DC30V 2A ピーク負荷電流5A トランジスタ：DC30V 0.3A MOS-FET：DC30V 0.6A(出力0500)、DC30V 0.5A(その他) ピーク負荷電流1A									

電源ユニット

型 式	KZ-U2
方 式	スイッチング方式
電源電圧	AC85~264V 50/60HZ
出力電圧	DC24V $\pm$ 10%(リップル240mVp-p以下)
出力容量	800mA
重 量	約170g(取付金具を除く)

制御用ソフトウェア取扱説明書

孔間水理試験
注水制御プログラム
取扱説明書

目 次

1. 操作上の注意	1
2. 起動	2
3. 接点切り替え	3
4. 注水パターンセット	4
5. 注水圧手動操作	7
6. 注水パターンによる自動制御	9

1 . 操 作 上 の 注 意

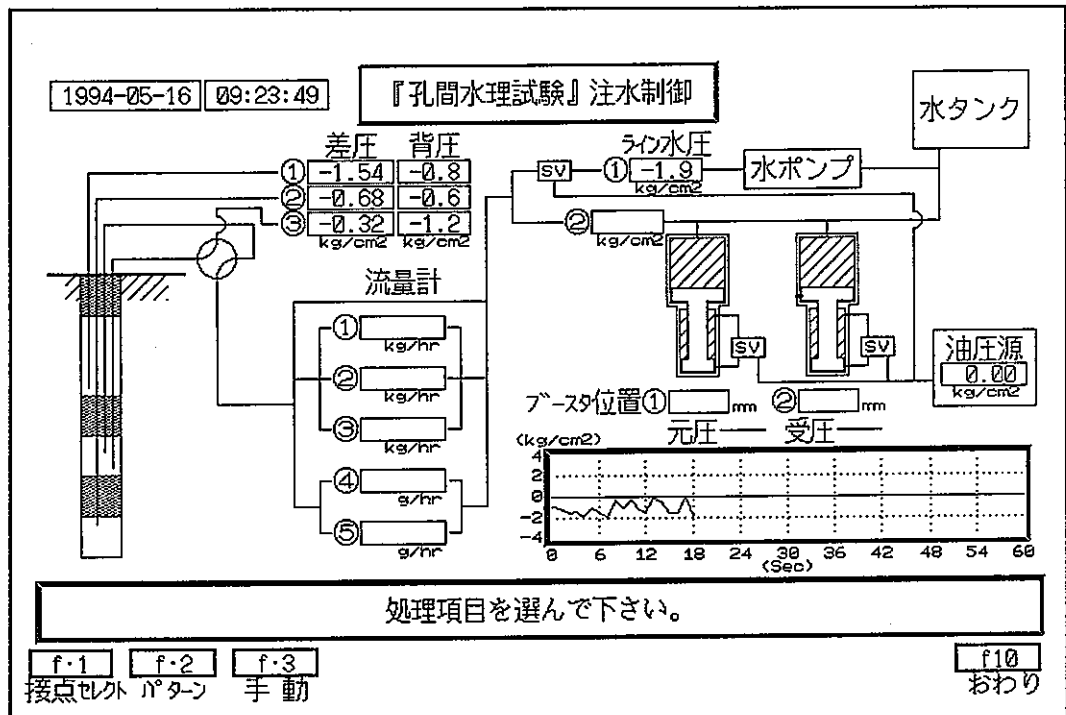
ファンクションキーで処理項目を選択する場合、ファンクションキー番号に相当する番号を入力しても結構です。

操作中、[f 1 0] (やめ) キーを押すと一つ前の画面に戻ります。

2. 起動

各装置の電源をONにします。

しばらくして、注水制御待機画面が表示されます。



注水制御待機画面

図 2-1

現在モニター中の項目は黄色で表示されています。モニター項目は一部接点切り替えと連動しています。

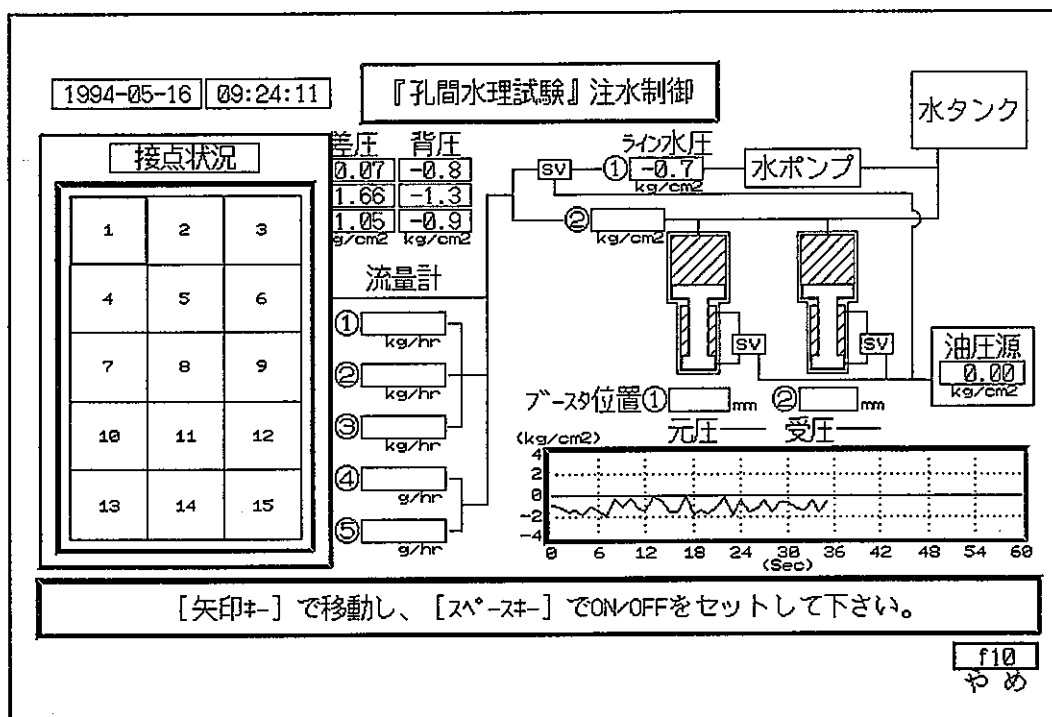
このプログラムでは注水圧とライン圧を常時モニターしていて、画面右下にグラフ表示を行っています。横軸は1分フルスケールで、1分毎にグラフを書き直しています。また、その時に縦軸の圧力スケールは自動調整されます。

3. 接点切り替え

注水制御待機画面（図2-1）で接点切り替え処理を選択します。

[f 1] （接点セレクト）

画面左側に現在の接点状況が表示されます。



接点状況画面

図 3-1

[矢印←] で任意の接点番号に移動し、[ス°-ス°] で接点のON/OFFを切り替えて下さい。それに連動して該当するモニター項目が切り替わります。

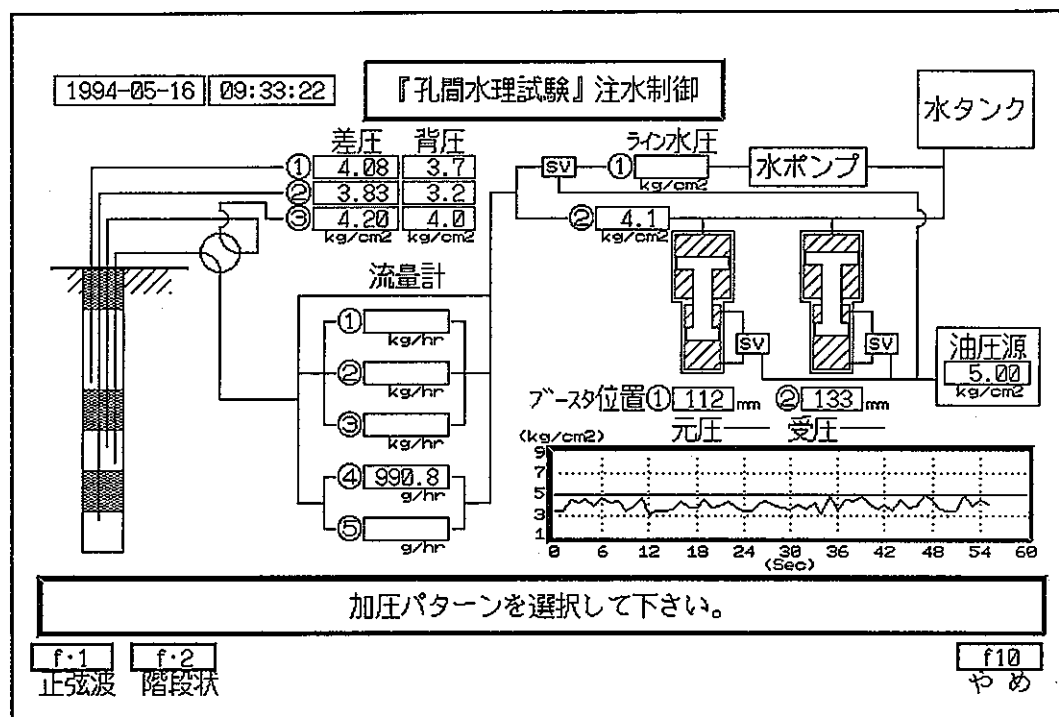
[f 10] （やめ）を押すと待機画面に戻ります。

4 . 注水パターンセット

注水制御待機画面（図2-1）で注水パターンセット処理を選択します。

[f 2] (ハターソ)

つづいて、加圧するパターンを選びます。



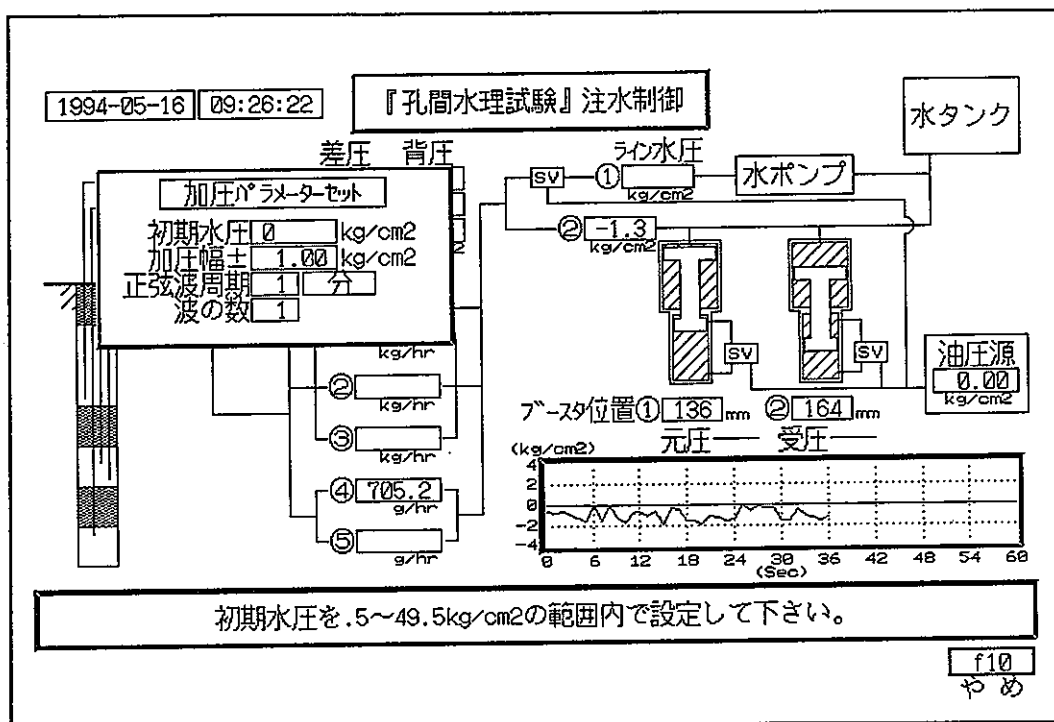
加圧パターン選択画面

図 4-1

[f 1] (正弦波)

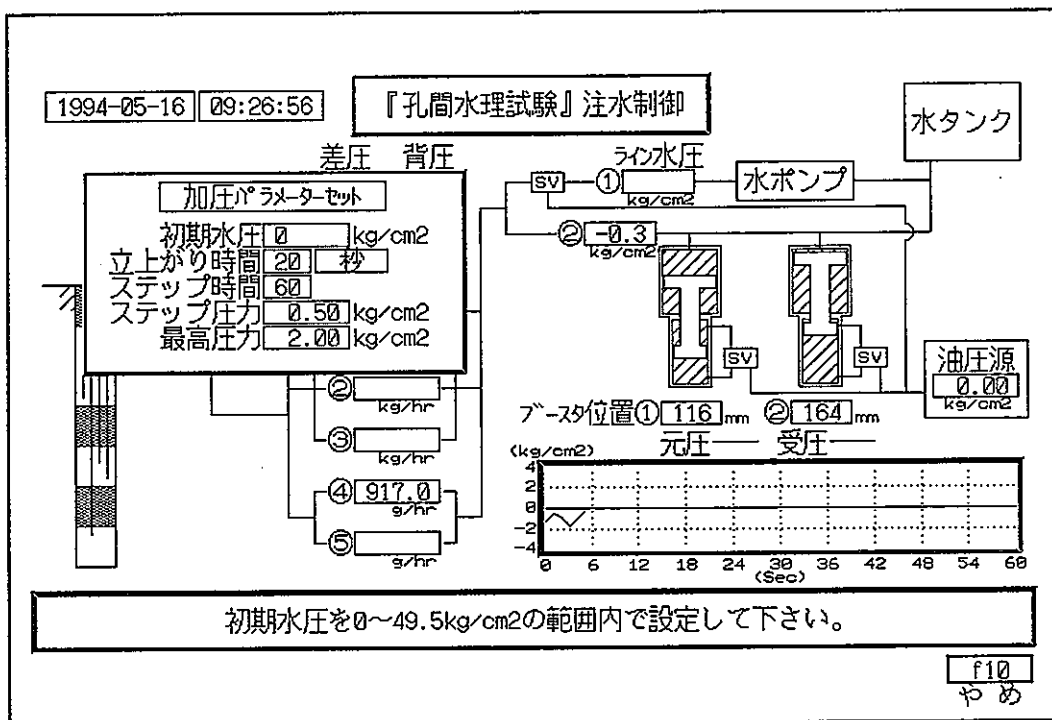
[f 2] (階段状)

画面に従ってそれぞれのパラメーターを入力します。



正弦波パターンパラメーター入力画面

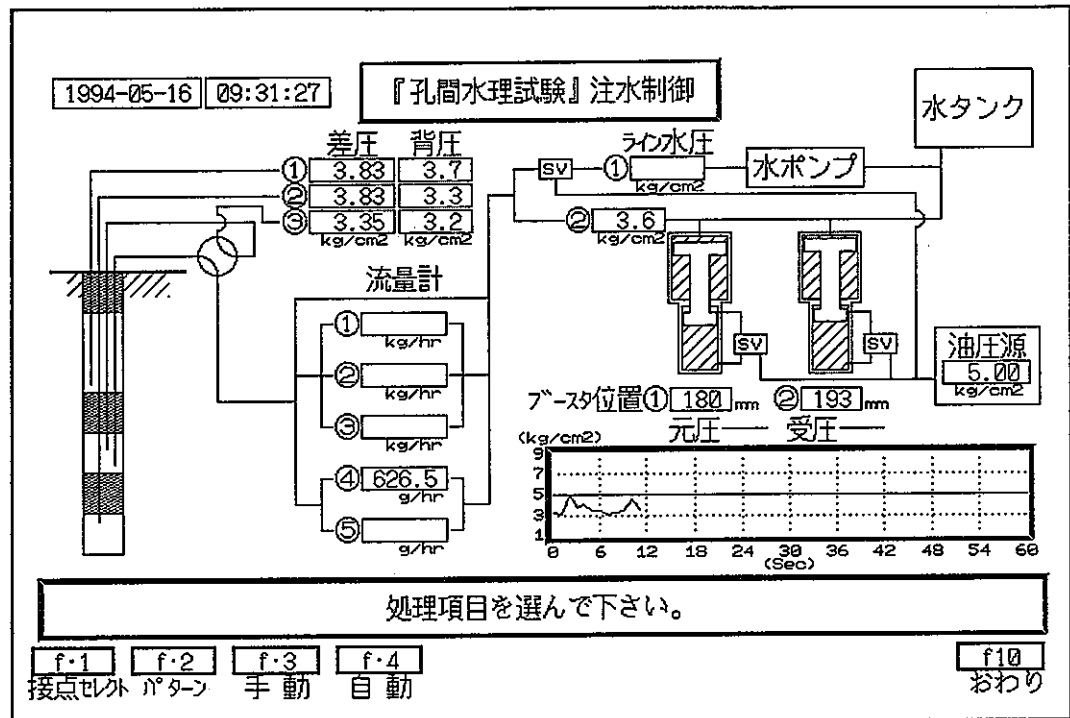
図 4-2



階段状パターンパラメーター入力画面

図 4-3

注水パターンが決定すると、待機画面に [f 4] （自動）が表示されます。



注水パターン決定後の待機画面

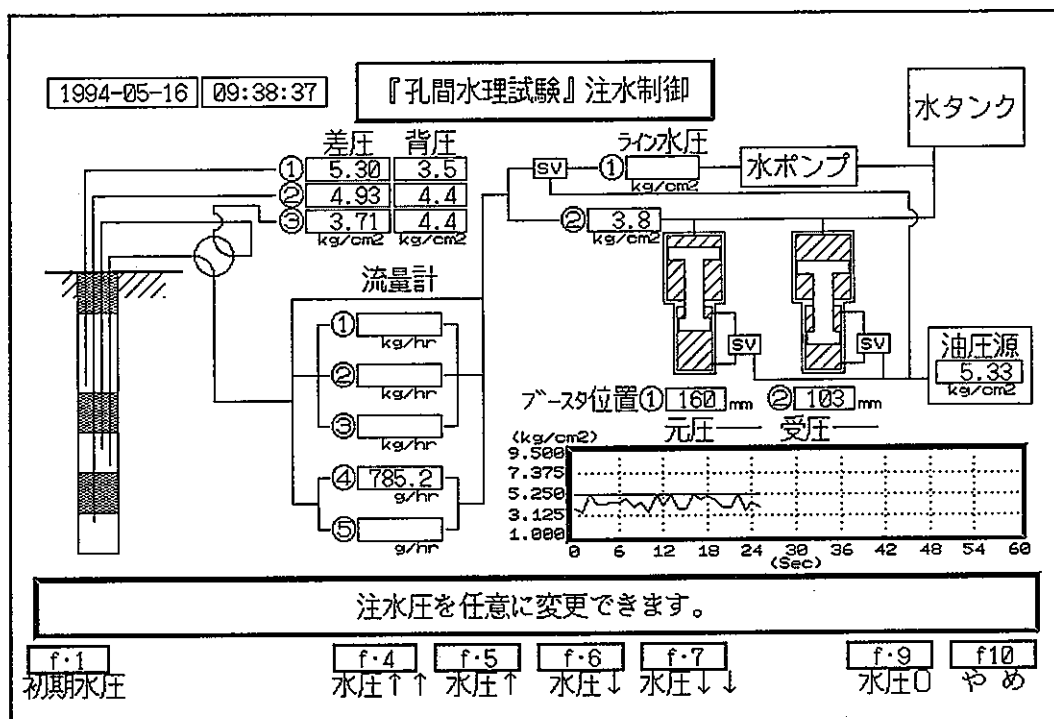
図 4-4

5. 注水圧手動操作

注水制御待機画面（図2-1）で注水圧手動操作処理を選択します。

[f 3] （手動）

現在の注水圧によって表示されるファンクションキーが異なります。



注水圧手動操作画面（全操作キー表示）

図 5-1

[f 1] （初期水圧）

注水パターン決定済みで、かつ現在の注水圧が設定された初期水圧と異なる場合表示されます。キーが押されると初期水圧に戻ります。

[f 4] （水圧↑↑）

このキーが押される度に水圧が 0.5 kg/cm² ずつ上昇します。出力可能上限水圧に近づくと、画面から消去され無効になります。

[f 5] （水圧↑）

このキーが押される度に水圧が 0.01 kg/cm² ずつ上昇します。出力可能上限水圧に近づくと、画面から消去され無効になります。

[f 6] (水圧↓)

このキーが押される度に水圧が0.01 kg/cm²ずつ下降します。出力可能下限水圧に近づくと、画面から消去され無効になります。

[f 7] (水圧↓↓)

このキーが押される度に水圧が0.5 kg/cm²ずつ下降します。出力可能下限水圧に近づくと、画面から消去され無効になります。

[f 9] (水圧0)

水圧が0 kg/cm²より高い時に表示されます。キーが押されると水圧は0 kg/cm²になります。

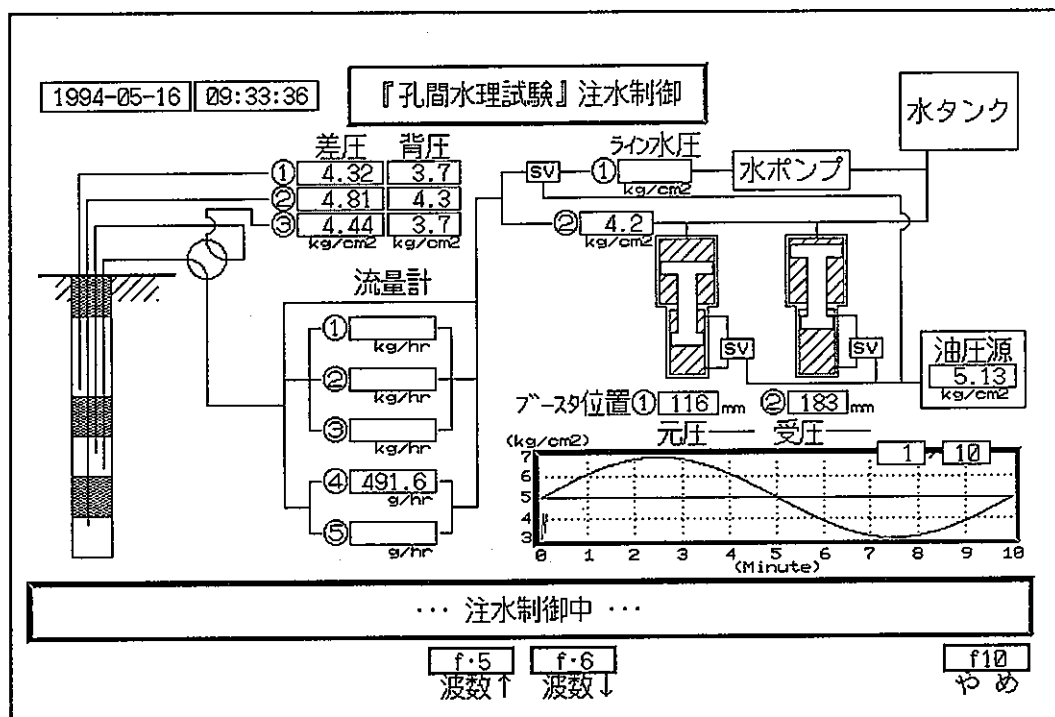
[f 10] (やめ)を押すと待機画面に戻ります。

6. 注水パターンによる自動制御

注水制御待機画面（図4-4）で注水自動制御処理を選択します。

[f 4] （自動）

セットされたパターンで加圧が開始されます。



自動注水制御画面

図 6-1

正弦波パターンのときは出力波数を増減させることができます。

[f 5] （波数↑）

このキーが押される度に波数が1波ずつ増加します。出力予定波数が99波になると[F5キ-]が画面から消去され無効になります。

[f 6] （波数↓）

このキーが押される度に波数が1波ずつ減少します。出力予定波数が現在の波カウント値になると[F6キ-]が画面から消去され無効になります。

[f 10] （やめ）を押すと待機画面に戻ります。

孔内用圧力センサー関連資料

(仕様)

名称	: DIGIQUARTZ (水晶発振式絶対圧センサー) Intelligent Transducer RS232 9000 Series
型式	: 9002K
製造	: PAROSCIENTIFIC Inc.
圧力範囲	: 0~1000psi (70kg/cm ²)
分解能	: 0.01ppmFS
再現性	: ±0.01%FS
ヒステリシス	: ±0.01%FS
許容過負荷	: 1.2×FS
温度補償範囲	: 0℃~50℃
許容温度範囲	: -10℃~55℃
温度ドリフト	: ±0.008%FS/℃
電源圧ドリフト	: ±0.001%FS/V
出力インターフェース	: RS232C
寸法	: φ 38.1×189.0 mm

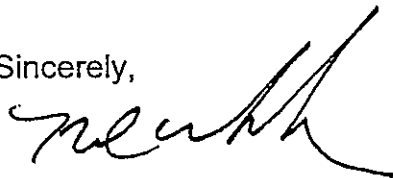
Please find enclosed a demonstration sensor per our discussions. I appologize for the extensive delay in delivery. This sensor represents a new configuration and production delays proved to delay our project.

Note that the full scale range of this sensor is 2000 psia. It has been calibrated and screened to perform from 0 to 1000 psia with 0.01% of full scale accuracy per your request. The extra range provides over range protection.

The operations manual and accompanying software should outline setup and configuration. Feel free to adjust the sensor per your needs or contact me with any questions.

I hope that the sensor meets your requirements. Please contact me with any questions. Please accept my best regards.

Sincerely,



Neal Meldrum

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

CUSTOMER: TAISEI CORPORATION

PURCHASE ORDER: DEMONSTRATION EQUIPMENT

TRANSDUCER MODEL: 9002K-101

SERIAL NUMBER: 52878

PAROSCIENTIFIC INCORPORATED certifies that the part(s) identified above complies with the requirements of the above order and has been manufactured in accordance with engineering drawings, material and process specifications, testing procedures, and applicable specification drawing of Paroscientific Incorporated. The transducer(s) identified has been calibrated and tested over the specified pressure and temperature range and meets the requirements of the applicable specification drawing. Primary pressure standards and transfer standards used at Paroscientific Incorporated for calibration and testing have traceability to the National Institute of Standards and Technology and are regularly checked and calibrated according to Paroscientific QA Procedure Q8521, Inspection Test and Measurement Equipment, in accordance with the requirements of ISO 9001.

M. Miller ¹
PARO
CAL

AUTHORIZED SIGNATURE

DATE

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRANSDUCER MODEL: 9002K

SERIAL NUMBER: 52878.

The Paroscientific transducer(s) identified above has been calibrated and tested with one or more of the following primary pressure standards. All have traceability to the National Institute of Standards and Technology.

Bell and Howell Primary Pressure Standard

Pneumatic Absolute Or Gauge Dead Weight Tester

Part Number: 6-201-0001, S/N 4034 and S/N 1014

— Piston/Cylinder: 6-001-0002, P2-919/C2-1523

Weight Set 1: 6-002-0002

Range: 1.5 to 50 psi

Accuracy: 0.010 percent of reading

— Piston/Cylinder: 6-001-0002, P2-652/C2-1378

Weight Set 2: 6-002-0002

Range: 1.5 to 50 psi

Accuracy: 0.010 percent of reading

— Piston/Cylinder: 6-001-0001, P1-231/C1-384

Weight Set 2: 6-002-0002

Range: 0.3 to 5 psi

Accuracy: 0.015 percent of reading

DH Primary Pressure Standard

Pneumatic Gauge Dead Weight Tester, Model 5203, S/N 5557

— Piston/Cylinder: S/N 4845

Mass Sets: S/N 2032, S/N 3293

Range: 20 to 1,600 psi

Accuracy: 0.005 percent of reading

DH Primary Pressure Standard

Oil Operated Gauge Dead Weight Tester, Model 5306, S/N 3505

✓ Piston/Cylinder: S/N 3375

Mass Set: S/N 2032

Range: 40 to 20,000 psi

Accuracy: 0.01 percent of reading above 200 psi
or 0.02 psi at lower pressure

— Piston/Cylinder: S/N 3511

Mass Set: S/N 2032

Range: 145 to 72,500 psi

Accuracy: 0.02 percent of reading above 725 psi
or 0.145 psi at lower pressureTested By: W. ChanPARO
TEST
12

Date: _____

Document No. 8145-001, Rev. D 3/12/93

PAROSCIENTIFIC, INC.
4500 148th Ave. N.E.
Redmond, WA 98052
Tel: (206) 883-8700
Fax: (206) 867-5407

Customer: PAROSCIENTIFIC, INC.
4500 148TH AVE. N.E.
REDMOND, WA 98052

Sales Order: 8292

STATUS REPORT OF INTELLIGENT TRANSMITTER

Serial Number: 52878
Model: 9002K
Pressure Range: 0 to 2000 psia
Port: oil filled

Configuration

VR: S2.01
SN: 52878
ID: 01
BR: 1200
PT: N
BL: 0
DP: 6
DD: 0
MD: 0
MC: Y

UN: 1
UF: 1.000000
PR: 00238
TR: 00952

OP: 2100.000
ZS: 0
ZV: .0000000
ZL: 0
LL: .0000000
LH: 2000.000
IM: 0

Calibration Coefficients

PA: .0000000
PM: 1.000000
TC: .6781972

U0: 5.818524
Y1: -3983.485
Y2: -14206.84
Y3: -142267.6

C1: -8977.982
C2: -137.9441
C3: 19316.66

D1: .0551431
D2: .0000000

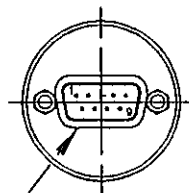
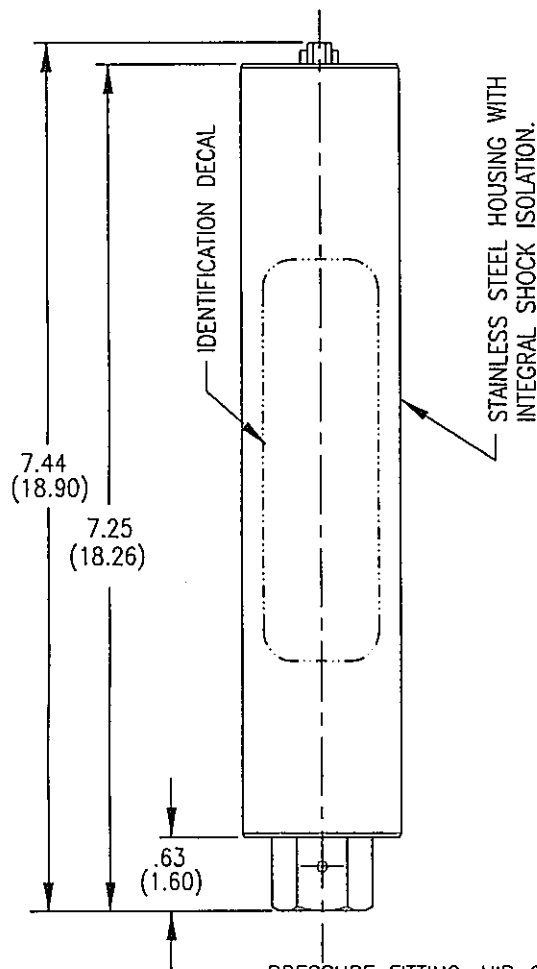
T1: 30.43775
T2: .8479112
T3: 47.05115
T4: -13.19009
T5: 1784.812

Prepared by: T.C.

PARO
TEST
12

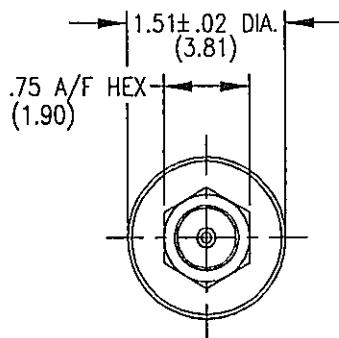
SPECIFICATION CONTROL DRAWING

DOC. NO. 7500-001



DE-9P CONNECTOR

- PIN 1: CHASSIS GROUND
- PIN 2: RS232 TO COMPUTER
- PIN 3: RS232 FROM COMPUTER
- PIN 4: NOT USED
- PIN 5: POWER & SIGNAL GROUND
- PIN 6: DISPLAY CLOCK
- PIN 7: TARE
- PIN 8: DISPLAY DATA
- PIN 9: POWER



PRESSURE FITTING, HIP 60-21HF4

MATES WITH HIP CLAND: 60-21HM4
COLLAR: 60-2H4
NIPPLE: HM4

PRELIMINARY

MODEL NO. PART NO. PRESSURE RANGE

9002K-101	1278-001-0	0 TO 2000 PSIA (13.79 MPa)
9003K-101	1277-001-0	0 TO 3000 PSIA (20.68 MPa)
9006K-101	1278-001-0	0 TO 6000 PSIA (41.36 MPa)
9010K-101	1279-001-0	0 TO 10,000 PSIA (68.94 MPa)
9011K-101	1324-001-0	0 TO 11,000 PSIA (76.6 MPa)
9015K-101	1325-001-0	0 TO 15,000 PSIA (103 MPa)
9020K-101	1326-001-0	0 TO 20,000 PSIA (138 MPa)
9030K-101	1327-001-0	0 TO 30,000 PSIA (207 MPa)
9040K-101	1328-001-0	0 TO 40,000 PSIA (276 MPa)

ADD -0 IF OIL FILLED

PERFORMANCE

REPEATABILITY	≤ ±0.01% FULL SCALE
HYSTERESIS	≤ ±0.01% FULL SCALE
ACCELERATION SENSITIVITY	≤ ±0.008% FULL SCALE/g
(THREE AXIS AVERAGE)	
MAXIMUM RESIDUAL TEMPERATURE SENSITIVITY	0.008% FULL SCALE/°C
USING COMPENSATION EQUATION PROVIDED	
SUPPLY VOLTAGE SENSITIVITY	LESS THAN 0.001% FULL SCALE/V

CHARACTERISTICS

WEIGHT	T.B.D.
OPERATES FROM	+6 Vdc MIN TO +16 Vdc
RECOMMENDED INPUT VOLTAGE IS	+6 Vdc
TYPICAL CURRENT CONSUMPTION AT +6 Vdc	10 mA QUIESCENT, 25 mA MAX
LOGIC LEVELS OF RS-232 SIGNALS ARE	±4 Vdc NOMINAL

ENVIRONMENTAL

OVERPRESSURE	1.2 X FULL SCALE
	(20K ONLY) 1.0 X FULL SCALE
OPERATING TEMPERATURE RANGE	0 DEG C TO +50 DEG C
	(32 DEG F TO +122 DEG F)
STORAGE TEMPERATURE RANGE	-10 DEG C TO +55 DEG C
	(+14 DEG F TO +131 DEG F)

THE TRANSDUCER BOURDON ELEMENT AND BUFFER TUBE ARE NORMALLY OIL FILLED UNDER VACUUM WITH DOW-CORNING FS 1265 FLUID. (SPECIFIC GRAVITY AT 25 DEG C = 1.25) (VISCOSITY AT 25 DEG C = 300 CENTISTOKES)

CAUTION: DO NOT APPLY VACUUM TO PRESSURE PORT. OIL COULD BE WITHDRAWN, PERMITTING PRESSURE MEDIUM TO COME INTO CONTACT WITH THE SENSING ELEMENTS.

NOTES

1. MAXIMUM TORQUE ON PRESSURE FITTINGS TO BE 25 FOOT-POUNDS (3.46 Kg-METERS).
2. DIMENSIONS ARE IN INCHES. (PARENTHEZIZED DIMENSIONS ARE IN CM)
3. IF NOT OIL FILLED, PRESSURE MEDIUM MAY COME IN CONTACT WITH STAINLESS STEEL AND INCONEL.

DWN	DATE	ENG	DATE	REV/DATE	DWN	ML 6/94	ENG	PAROSCIENTIFIC, INC.	TITLE: DIGIQUARTZ®	FILE:
CHK	DATE	MFG	DATE	A	CHK		MFG	4500 148th AVE NE	INTELLIGENT TRANSDUCER	SCD\7500-1.DWG
QA	DATE	APPV	DATE	EO 4268	QA		APP	REDMOND, WA 98052	RS232 9000 SERIES	SH.1 OF 1
								206-883-8700 FAX: 206-867-5407		

移動用ラック関連資料

納入仕様書

品 名 FDCカスタマーズシステム

型 式 spFDC-1000-750-800W

大成建設株式会社 殿

出図日 94.04.08

IDEAL

設 計
番 号 9530

摂津金属工業株式会社

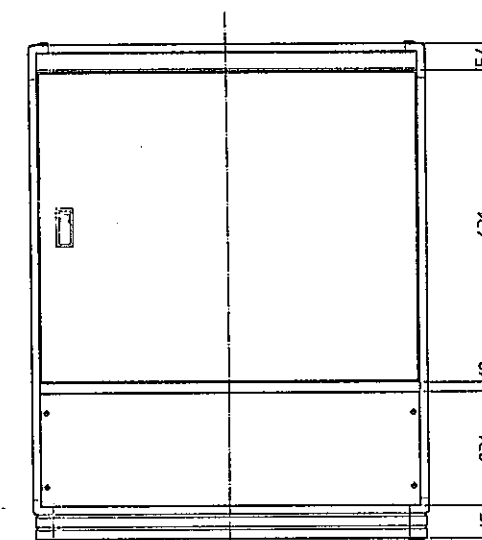
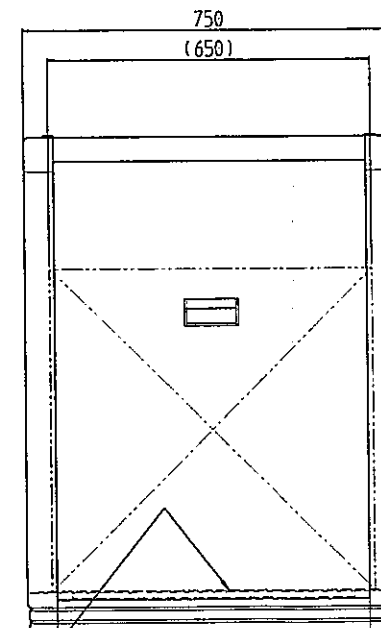
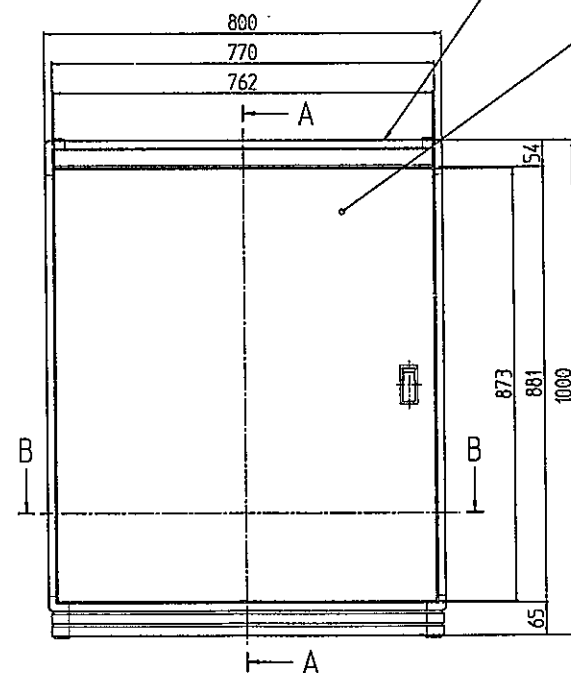
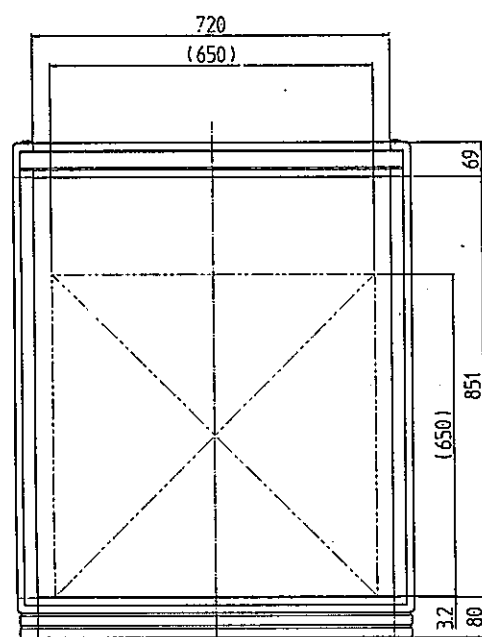
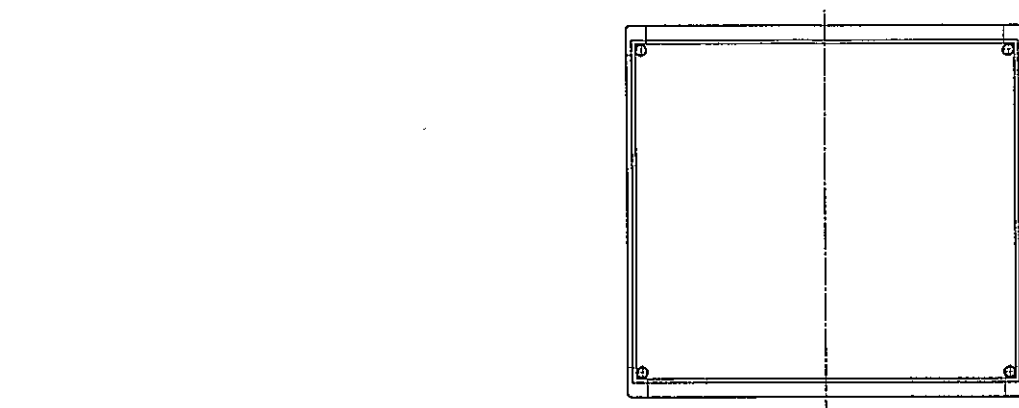
担当者名 埼玉(営) 荒井

- 1 御社のご要望につとめて沿えるよう設計をいたしておりますが、御検図の際には よく御照査いただきますようお願い申し上げます。
- 2 提出いたしました本納入仕様書におきまして、変更、訂正、追加等が生じた場合は、朱記にて ご記入願います。
- 3 納入仕様書は3部（特例を除いて）提出させていただいております。うち1部は弊社宛返却用といたしております。お手数ながら御検図いただきました御担当の方々の御捺印をお願い申し上げます。

受領印欄

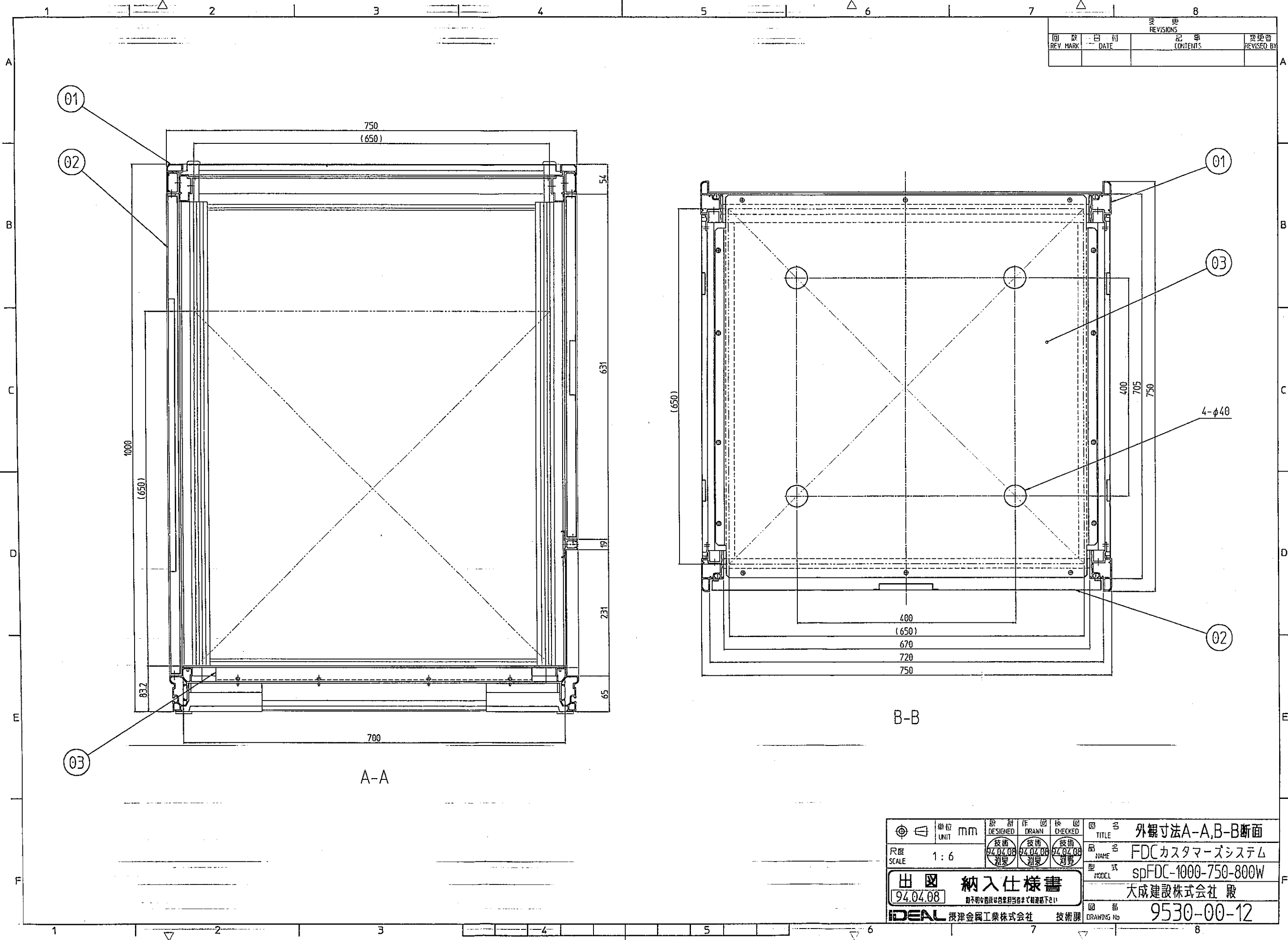
特記事項

変 更 REVISIONS			
回 数 REV MARK	日 付 DATE	記 事 CONTENTS	変更者 REVISED BY



注1.A-A,B-B断面は外観寸法A-A,B-B断面(図番9530-00-12)参照。
2.「パネルマウントフレーム」、「ガイドマウントフレーム」は不要。

単位 UNIT	mm	設 計 DESIGNED	作 図 DRAWN	検 査 CHECKED	図 名 TITLE	外観寸法
R 径 SCALE	1 : 15	94.04.08 淵泉	94.04.08 淵泉	94.04.08 淵泉	品 名 NAME	FDCカスタムシステム
出 図 納入仕様書 94.04.08 図不明は図番を参照しお客様まで御連絡下さい					型 式 MODEL	spFDC-1000-750-800W
IDEAL 摂津金属工業株式会社 技術課					図 番 DRAWING No	9530-00-11



変更 REVISIONS			
回数 REV. MARK	日付 DATE	内容 CONTENTS	変更者 REVISED BY

単位 UNIT	mm	図名 TITLE	外観寸法A-A,B-B断面
尺度 SCALE	1:6	品名 NAME	FDCカスタマーズシステム
出図 DRAWING No	94.04.08	型式 MODEL	spFDC-1000-750-800W
納入仕様書	94.04.08	図番 DRAWING No	9530-00-12
IDEAL 摂津金属工業株式会社 技術課			