

図 2・12 空気供給配管系統図

検定風洞と軸受実験装置間のキーロック

V-14, V-15

通常 V-1 を開け調整タンクを通して空気を供給し、この場合には自動的に圧力制御ができるが、V-2 を通して供給する場合は手動操作による圧力制御しかできない。(堀 守雄)

3. 圧力制御系

3.1 中圧空気源制御系

中圧空気源を使用する高速内部流体実験においては、制御風量の範囲がきわめて広いため、No. 1, No. 2, No. 4 および No. 5 の4個の調圧弁を設けてある。このうち No. 1 あるいは No. 2 の調圧弁を使用する系を大流量制御系、また No. 4 あるいは No. 5 調圧弁を使用する系を小流量制御系という。図 3・1 に中圧空気源系統圧力制御装置構成図を、図 3・2 に各調圧弁の流量制御範囲の目安を示す。

3.1.1 大流量制御系

(1) 概要

大流量の場合の圧力制御は、超音速風洞圧力制御系統をほぼそのまま利用して、高速内部流体実験室への直径 400mm 導管内圧力を一定に保ち、各実験室において定常な高速気流を得ようとするものであるが、超音速風洞の場合と比較すると次の諸点が異っている。

1. 風量がかなり小さい
2. したがって、通風開始後所定の圧力に整定するまでの時間は比較的長くて良く、実験上もその方が好ましい。
3. 調圧点と各実験室整流筒間の管路が長くかつ複雑なので、その間かなりの圧力差を生ずる。したがって、整定圧力のオフセットをなくするよう努力することは、実用上あまり意味がない。
4. No. 1 調圧弁を使用しなければならないような調圧条件は非常に少ない。

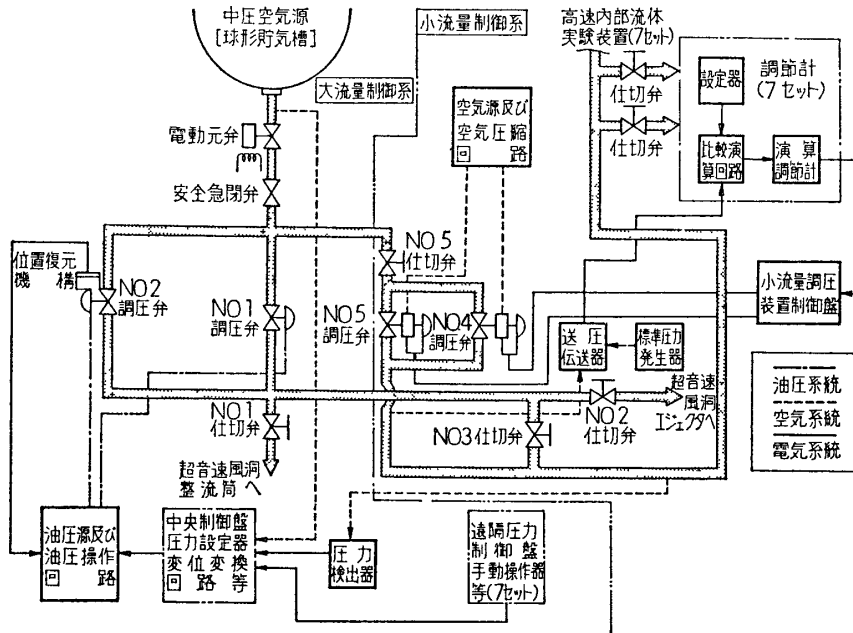


図 3・1 中圧空気源系統圧力制御装置構成図

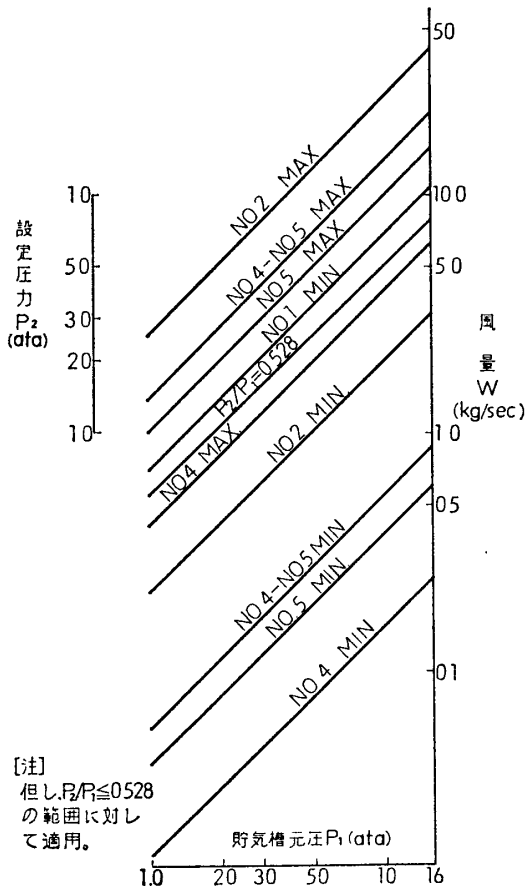


図 3・2 調圧弁の風量制御範囲

このため、超音速風洞における調圧条件に最適なように構成された制御系では、満足な制御が得られないので、No. 2 調圧弁の作動に定位性を持たせて各実験装置のすべての調圧条件への適合および調圧性能の安定化を図った。

(2) 制御機構および制御要素

本システムでは No. 2 調圧弁を用いて、自動および手動の両制御が行なわれる。この場合の圧力制御装置には、超音速風洞用一式が、調圧弁に位置の復元機構を設けて作動に定位性を持たせた状態で使用され、その構成および制御要素に関してはすでに超音速気流総合実験室建設報告 [1] の 4・2 圧力制御系の項において述べた通りである。

(3) 運転結果

自動調圧の状況の 1 例を図 3・3 に示す。調圧開始後、導管内圧力が整定するまでの時間は、各種風洞およびいろいろな条件で 20~30 秒である。引き続き、圧力は貯気槽圧力が

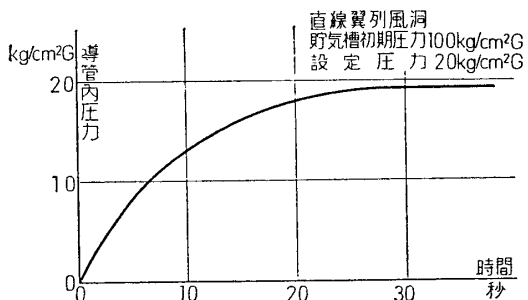


図 3・3 大流量制御系自動調圧状況例

設定圧+1.5kg/cm²程度に低下するまで整定圧に対して±1.5%以内に保たれる。

3・1・2 小流量制御系

(1) 概要

小流量制御系統は高速内部流体実験装置において、3kg/sec程度以下の低風量域における実験を長時間にわたって行なうために新たに設けられたもので、大流量制御系統とはま

ったく別個の制御系を構成している(図3・1装置構成図参照)すなわち、本系統は超音速風洞圧力制御系および前述の大流量制御系が完成後、別途計画されたこと、およびそれらと比較して、調圧弁駆動時の負荷が小さく、かつ、速応性があまり要求されないことなどを考慮して、電気-空気式制御方式とした。これによって、調圧条件の変化に対する制御系の特性補償も電氣的に行なうことができ、保守管理上からも油圧式に比較して簡便であり、装置全体をコンパクトにまとめることができた。

(2) 制御機構

本制御系は、圧力が設定値近くに達するまでは手動操作で昇圧し、その後、自動運転に切り換えられる半自動式となっている。制御系の信号伝達の機構は次の通りである。すなわち導管内空気圧力(調圧弁の約2m下流にて検出)と標準圧力発生器の油圧との圧力差は、差圧伝送器において、10~50mA DCの電気信号に変換され、調節計内の圧力設定信号である同範囲の定常出力電流と比較される。この偏差信号は、演算調節部(比例+積分)を経て

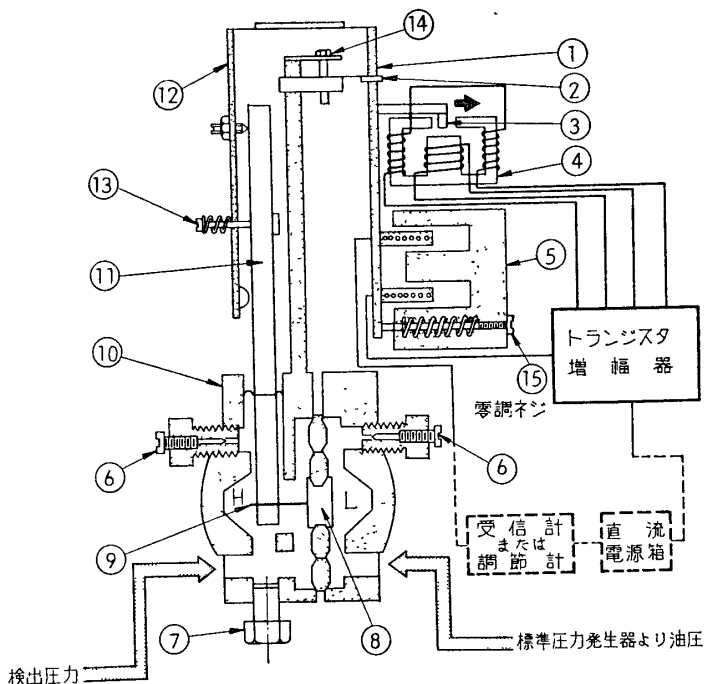
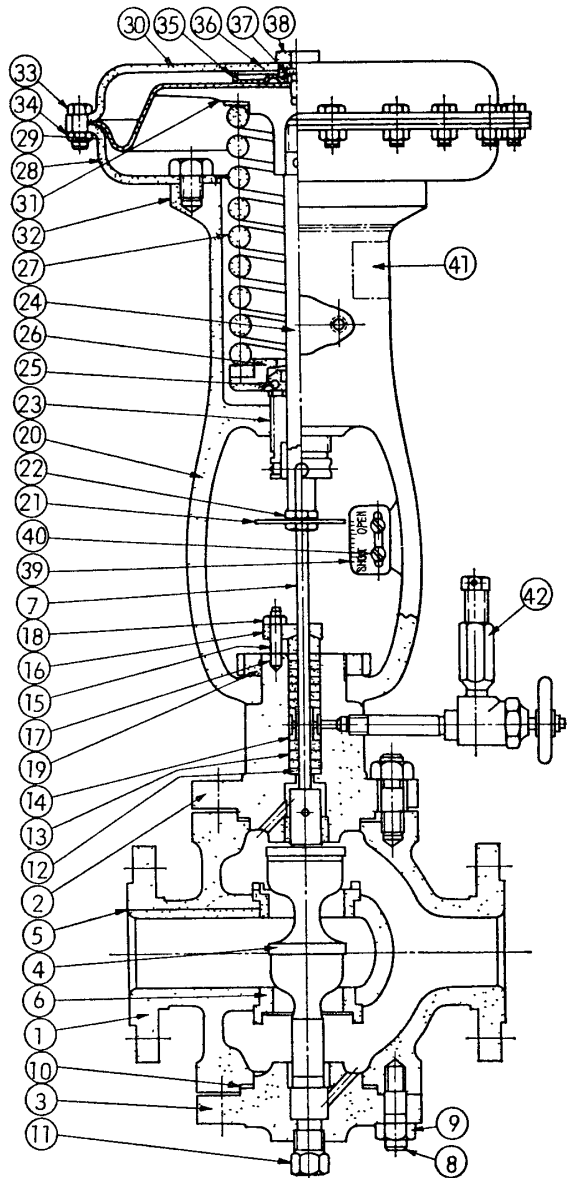


図 3・4 差圧伝送器動作原理図

符号	部品名称
1	レンジロッド
2	レンジロッド支点
3	可動鉄心
4	差動トランス式検出器
5	フィードバックモーター
6	ガス抜きネジ
7	ドレンプラグ
8	ダイアフラム
9	「C」フレクシャ
10	エルジロイダイアフラム
11	ホースパー
12	フレクシャ
13	オーバーレンジ調整ネジ
14	スパン調整ネジ



符号	部 品 名 称
1	ボ テ ー
2	ボ ン ネ ッ ト
3	ボトムカバー
4	インナーハルブ
5	シートリング
6	シートリング
7	バルブシステム
8	スタットボルト
a	ナ ッ ト
10	シートパッキング
11	トレンブラク
12	パッキングリング
13	グラントパッキング
14	ランタンリング
15	グラントブッシュ
16	グラントフランジ
17	グラントボルト
18	ナ ッ ト
19	ヨークナット
20	ヨ ー ク
21	ポ イ ン タ ー
22	ロック・ナット
23	アジャストスクリュー
24	ダイヤフラムシステム
25	球面スラストボールベアリング
26	スプリングシート
27	ス プ リ ン グ
28	ダイヤフラムケース
29	ダイヤフラム
30	ダイヤフラムカバー
31	ダイヤフラムプレート
32	ボ ル ト
33	ボ ル ト
34	ナ ッ ト
35	ス ト ッ パ ー
36	ワ ッ シ ャ ー
37	ボ ル ト
38	ソ ケ ッ ト
39	ストロークスケール
40	セットスクリュー
41	ネームプレート
42	プレッシャーリユースリケーター

図 3.5 調圧弁機構概略図

調圧上適正な出力電流 (10~50mA DC) となり、 $1.4\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ の一定の供給空気を受けている電-空ポジションナに加えられる。この電気信号は、ポジションナ内のトルクモータ、ノズルフラップ機構によって、 $0.2\sim 1.0\text{kg/cm}^2$ の操作空気圧に変換される。調圧弁は、この空気圧がダイヤフラムに作用することによって開閉される。

(3) 制御要素

1. 標準圧力発生器および差圧伝送器

本制御系では圧力検出器として、標準圧力発生器および差圧伝送器の組み合わせを採用した。差圧伝送器の変換精度は入力スパンによって決まるものであるから、圧力変換器のレンジを分割する一般の方式に比べて経済的かつ高精度で圧力検出を行ない得る特徴を有する。

差圧伝送器は力平衡方式差圧変換器で入力スパンは 0.5 kg/cm^2 、精度は全スパンの $\pm 0.5\%$ 以内、出力は $10 \sim 50 \text{ mA DC}$ である。

標準圧力発生器は基準分銅式標準圧力計で、最小 $0.1 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ より 0.25 kg/cm^2 ごとに最大 $10.0 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ までの正確な圧力発生が可能である。両者を組み合わせた圧力検出器としての動作原理を図 3・4 に示す。

2. 調 節 計

近年電子技術の急速な発展にともない電子式調節計が実用化されるようになった。本電子式調節計の特徴は次の諸点である。

- イ. 機械的要素を含まず電子回路のみからなり、出力は直流電流である。
- ロ. ソリッドステートの部品を多く使用しており信頼性が高い。
- ハ. 設定部、手動調整部および制御演算回路がきわめてコンパクトにまとまっているので調整、保守および管理上便利である。
- ニ. 計装工事が比較的容易である。

本調節計の入出力信号はともに $10 \sim 50 \text{ mA DC}$ で不感帯は入力信号の 0.1% 以下である。本制御系では特にオフセットをも生じないように制御系に積分性を考慮した。このため、オープンループ中の位相遅れならびにゲインの低下が助長されるので、演算調節部で P+I (注 1) の演算を行なわせて調圧時の特性を良くする方法をとった。本調節計の比例帯は $2 \sim 300\%$ 、積分時間は $0.1 \sim 25$ 分の間で連続的に変えることができ、各風洞および調圧条件に応じて最適な定数が決定される。

3. 調 圧 弁

空気導管の途中には、並列に No. 4 および No. 5 の大小 2 個の調圧弁を設け、十分な流量範囲の調圧に適するようおのおの単独または、両者併用の 3 通りの使い方を考慮した。調圧弁はいずれも制御された空気圧によって駆動される。

調圧弁の要目は表 3・1 の通りで、概要を図 3・5 に示す。

表 3・1 調圧弁要目表

	No. 4 調圧弁	No. 5 調圧弁
内 弁		
シ ー ト	ダ ブ ル	ダ ブ ル
ポ ー ト	%パラボリック	%パラボリック
C_v 値	100	250
流 量 特 性	イーコールパーセンテージ	イーコールパーセンテージ
使 用 温 度	常 温	常 温
レンジアビリティ	2%	2%
駆 動	空気圧 ($0.4 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$)	空気圧 ($0.4 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$)
作 動	逆 作 動	逆 作 動
耐 圧	$22.5 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$	$22.5 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$
フ ラ ン ジ 径	3 吋	5 吋

(注 1) P: 比例動作, I: 積分動作.

4. 電-空ポジションナ

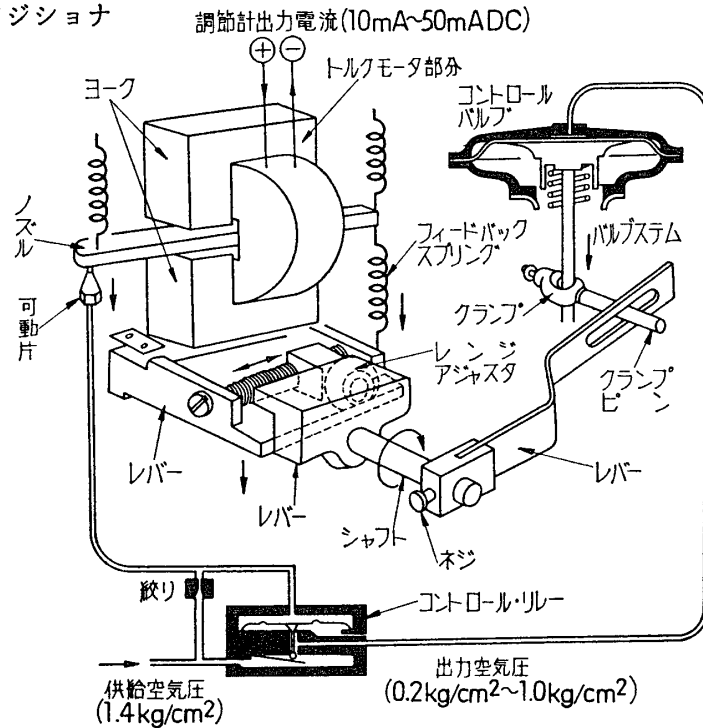


図 3・6 電気-空気式ポジションナ動作原理図

ポジションナは、トルクモータ、ノズルフラップ機構、バルブステム位置をフィードバックするリンク機構およびコントロールリラーよりなっていて、力平衡方式によって作動し、調節計出力電流を弁駆動空気圧に変換する。その動作原理を図 3・6 に示す。

5. 空気系統

電-空ポジションナに常に一定の圧力 (1.4 kg/cm²・G) で清浄な乾燥空気を送るために、圧縮機、フィルタ、減圧弁ならびに空気配管よりなる空気系統一式を備えている。

圧縮器の要目は次の通りである。

型 式	圧力開閉器式
電動機出力	0.75 kW
圧 縮 器	
ピストン押しのけ量	160 l/min
回 転 数	1,200 rpm
気 筒 数	2
最高使用圧力	10 kg/cm ² ・G

この圧縮機からの空気は、40ミクロンのエアフィルタならびに、特に油や水分を除去するためのデルティックエアフィルタを通った後、減圧弁によって、ほぼ 1.4 kg/cm²・G に減圧され、電-空ポジションナに送られる。

(4) 運転結果

高速内部流体実験装置ごとに、各種の条件において通風運転を行なった結果、いずれも ±1% 以内の精度で長時間安定した調圧を行なうことができた。図 3・7 に一例として空気

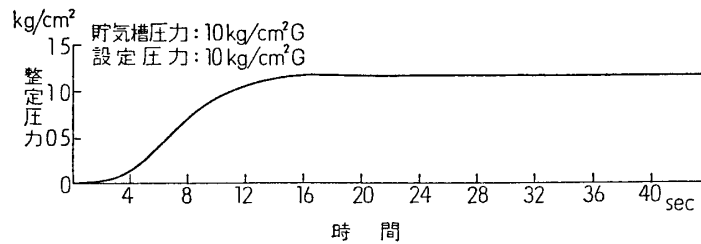


図 3・7 小流量制御系調圧状況例

タービンの運転結果を示す。

(三菱重工：能瀬春夫)

3・2 低圧空気源制御系

低圧空気源からの供給空気圧力の制御は空気圧縮機より吐出される空気の一部を脱湿器上流よりバイパスさせ、このバイパス空気量を調圧弁で調節することによって行なう。調圧弁は空気圧作動式で、圧力指示調節計からの信号で作動し自動的に供給圧力を設定値に保つことができる。

3・2・1 調 圧 弁

調圧弁としては2個の空気圧作動式ダイヤフラム制御弁を使用している。これらの弁は吐出空気バイパス回路中に並列に接続されており、スプリット作動を行なう。要目は次の通りである。

弁	CV-1	CV-2
呼 び 径	1 $\frac{1}{2}$ " \times 1 $\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{4}$ " \times 1 $\frac{1}{2}$ "
弁 作 動	正作動型	正作動型
ストローク	19mm	13mm
インナーバルブ型式	Vポート	ピストンプラグ
耐 圧	10kg/cm 2 ・G	10kg/cm 2 ・G

二つの弁ともバルブポジション付で、これにより作動精度を上げている。またこれらの自動弁が故障で使用できなくなった場合には手動操作によって調圧を行なえるよう、バイパス回路には4"および1"の2個の手動弁が並列に接続されている。

3・2・2 圧力制御回路

圧力制御回路の系統図を図3・8に示す。空気圧縮機より吐出された空気は脱湿器、整圧タンクを通り実験装置に供給されるが、バイパス空気は脱湿器上流から仕切弁V-5を経て、制御弁CV-1、CV-2を通して消音塔へ排気される。今ある希望する供給圧力値を圧力指示調節計に設定すると、整圧タンク内の圧力がこの設定値となるように信号がCV-1、CV-2に送られ、これらの弁の開度が決定される。CV-1、CV-2は前に述べたように口径の異なる弁であり、したがってこれら二つの弁をスプリット作動させることによって広い流量および圧力範囲にわたって精度の良い調圧が可能である。スプリット作動の作動特性を図3・9に示す。図中の弁作動圧は圧力指示調節計の操作盤上で読んだ値である。圧力制御回路の作動用空気は燃焼実験室都市ガス圧縮機室内に置かれた小型空気圧縮機から減圧弁を経て供給されている。小型空気圧縮機の要目は次の通りである。