

流量調節弁の容量係数について

(第1報：実験結果およびバルブサイジングの問題点)

濱 邦 彦*

(昭和47年10月28日受理)

1. ま え が き

生産設備の自動制御化の発達に伴ない操作部としての流量調節弁も急速な進歩をとげ、多くの流量調節弁が作られ、また各方面で頻繁に使用されている。しかしバルブサイジングの問題に関する統一した規格化がいまだに見当たらない。すなわち各プロセスに適したものを自由に選ぶことができるように多種多様な流量調節弁が作られるようになってきたが、流量調節弁の選択に際しては、どんな形式のどんな大きさの流量調節弁を選べばよいかの基準となるものが必要である。しかも流量調節弁の使用状況がさまざまであって、どのような状態で使用した場合にもっとも良い性能を発揮するかもはっきりしていないのが現状である。

本実験研究は、このような疑問点および問題点をできる限り詳しく解明するために、その基礎実験として流量調節弁の機能をもっとも良く表わすものと思われる流量調節弁の流量特性を、容量係数に着目して得ようとするものである。本実験研究において採用した容量係数としては I S O¹⁾ (International Standard Organization) が主として使っている A_V 値およびアメリカ F C I (Fluid Controls Institute) を主に考えられている C_V 値²⁾ の2つであって、これにドイツでとくに使われている K_V 値についても考え、弁の開度と容量係数との関係、流量調節弁前後の状態が容量係数におよぼす影響および容量係数 A_V , C_V , K_V の間の関係についても考察することが目的である。

ところで流量調節弁の容量係数として最も良く使われる C_V 値はつぎのように定義されている係数である。すなわち“流量調節弁を全開にした状態において60°F (15°C)の清水を弁前後の差圧を 1 psi に保持して流したときの流量を U. S. gal/min の単位で表わした数値を C_V 値とする”。しかしながら実際に C_V 値を得ようとするとき

- (1) C_V 値の測定において弁前後の圧力取出位置をどこにしたらよいか。
- (2) 弁前後の圧力差をいくらしめて測定したらより正確な C_V 値を算出することができるか。
- (3) その他

等いろいろと問題になる点がある。

ところでアメリカでは前述の F C I において流量調節弁の容量測定に関する標準方式が

* 機械工学教室 助手

発表されており、ドイツにおいても VDI/VDE 規格においてだいたいの規準が定められている。また国際的な規格として ISO が昨年規格化提案を行ない、今年に入って最終的に規格化に踏みきろうとしている。しかしながら日本においては現在のところ規格・基準もなく、メーカにより測定方法がまちまちであるのが現状である。

そこで本実験は測定方法において何らかの規格を見付けるために流量調節弁付近および弁内の圧力分布および流量特性を求め、あわせて弁前後の直管部の長さや容量係数の関係などの特性について考察を試みたものであって、この第 1 報においてはバルブサイジングの問題点をあげ、ある程度解決された部分およびまだまだ未解決な部分を明確にし報告するものである。

この報告は 2 B および $2\frac{1}{2}$ B 単座型グローブ弁を用いて実験を行なった結果である。

2. 流量調節弁のバルブサイジング問題の歴史

本実験研究の本論にはいる前に何故バルブサイジングの問題が重要視されてきたか O. P. Lovett¹⁰⁾ の論文および報告書を参考にして、流量調節弁のバルブサイジングの問題について歴史的に追ってみることが必要と思われる。

History of Control Valve Sizing

- Control valve sizing 問題は control valve が使われるようになって以来の問題である。
- 1915年……Fisher Governor 社の Catalog に Control valve sizing について掲載されている (これは大きな size の Control valve について考えられているものである)。
- 1930年頃……Foxboro によって valve sizing の形式が制定される。
- 1942年半ば頃……valve 係数 C_v (gallons/minute と pounds force/square inch とで示された valve 容量) が Masoneilan の Ralph A. Rockwell によって最初に使われる。
- 1943年 3 月…… C_v 値が一般会社の報告書に用いられるようになる。
- 1944年……Masoneilan Regulator Company の catalog に掲載される。
- 1944~1954年……多くの人が C_v 値を使った式を考えている。
 - Foxboro がはじめて valve sizing slide rule を作る。
 - National Steam Specialtes Club (Fluid Controls Institute) が公式の統一を手がけた。
 - F C I 58-2 で標準実験の方法を明らかにする。
- 1960年……委員会 RP 38 (Control Valve Capacity Coefficient Determination) が発足 (議長 G. H. Job)
- 1961年……委員会 RP 39 (Control Valve Sizing) が発足 (議長 E. J. Herbster)
- 1962年……FCI 62-1 が C_v に関する公式を作る (これが今日一般に使用されている公式である)。
- 1963年 9 月……委員会 RP 38, RP 39 が協同で規格面と実際面とについて報告する。
- 1965年……研究課題が起草される。この間 Fisher 社や Masoneilan 社等が研究を続け

valve sizing の局面に多くの技術的なものを発表する。

- 1967年6月……ISA Final Control Elements Committee (議長 O. P. Lovett) が追加研究の必要性を提唱する。
- 1967年9月……議長 O. P. Lovett のもとで規格面と実際面とが valve sizing 課題として復帰する。
- 1967年11月……委員会 RP 39 が開かれ “Standard” を作ることに決定。
 - ・この委員会の title は “Control Valve Sizing” についてである。
 - ・バルブ容量 (C_v 値) を数学的表現を使って表現すること。
 - ・専門用語を用いること。

RP 39 委員会が採用した guideline はつぎのようである。

- 1) 一般に受け入れられている FCI 62-1 の公式を認める。
- 2) FCI 62-1 の域を越えて公式を定義すること。
- 3) 専門用語を決めること。
- 4) 実験方法を定めること。
- 5) 結果は厳格な工学原理に基礎をおいており、実験によって実証されるべきであること。

委員会は4つの規格化を提唱する。すなわち

S-39.1 Valve Sizing Equations for Incompressible Fluids

S-39.2 Valve Test Determinations for Incompressible Fluids

S-39.3 Valve Sizing Equations for Compressible Fluids

S-39.4 Valve Test Determinations for Compressible Fluids

- 1970年……S-39.1 が発表される。
- 1971年代……S-39.2 が発表されるであろう。
- 1971年3月……日本バルブ工業会のもとに流量実験計画委員会 (委員長 竹中俊夫東京工業大学教授) が設立する。この委員会において Control Valve Sizing 問題について研究討論され、規格面で日本案を作成する準備段階として本実験研究が行なわれることになる。
 - ・S-39.3, S-39.4 (圧縮性流体) の規格化討論はまだ予備的段階である。

上述のように歴史的にみれば valve sizing 問題は valve が使われだして以来の問題として残っており、その後何も目新しいことは起っていないし、ただわずかの人が研究しているにすぎない。

3. 容量係数に影響をおよぼす要因

流量調節弁の流量特性を表わす場合に容量係数に影響をおよぼす要因としてはつぎのようなことが考えられる。

- (1) 流量調節弁の上流側の直管部の長さ
- (2) 流量調節弁の下流側の直管部の長さ
- (3) 流量調節弁の上流側の静圧取出孔の位置

- (4) 流量調節弁の下流側の静圧取出孔の位置
- (5) 流量調節弁前後の圧力差の大きさおよび入口圧力・出口圧力の大きさの取り方
- (6) 圧力取出孔の孔径および形状
- (7) 弁の呼称寸法と弁に接続されるパイプの直径との関係

本実験は、流量調節弁の容量係数に影響を与えると思われる上述の基本的な要因を解明することである。

4. 実験の概要

本実験においては、呼称寸法 2 B および $2\frac{1}{2}$ B の流量調節弁について実験した。それぞれの弁を配管中に装備したが、バルブの呼称寸法に対する配管を弁の寸法と同じ径のパイプで配管した。また流量調節弁の前後の直管部の長さを数種に配管し直し、その都度実験を行ない流量調節弁の容量係数を求めた。

つぎに本実験の実施内容についてまとめるとつぎのようになる。

- (1) 試験弁前後の圧力差および弁開度を変化させた場合の弁を流れる流量を測定し、圧力差と容量係数の関係および弁開度と容量係数の関係を調査した。
- (2) 2種類のプラグ（リニヤー特性・イコール%特性）を使い流量特性を調査した。
- (3) 流量調節弁の前後の直管部の長さを変え、直管部の長さで容量係数の関係を調査した。
- (4) 流量調節弁の上流側および下流側の静圧取出孔の位置を変え、静圧取出孔の位置と容量係数の関係を調査した。
- (5) 流量調節弁前後の圧力差を幾種類にも変えて圧力差と容量係数の関係を調査した。
- (6) 流量調節弁入口圧力および出口圧力を変えて、入口圧力・出口圧力と容量係数の関係を調査した。

5. 試験弁および弁操作装置

5-1 試験弁の仕様

- (i) 山武ハネウエル株式会社製
 - 弁呼称口径：2 B
 - 弁入口口径：50mm
 - 弁リフト：25mm
 - 弁容量 (C_V 値)：44
 - 弁特性：リニヤー特性、イコール%特性
 - シート径：44mm
- (ii) 株式会社本山製作所製
 - 弁呼称口径： $2\frac{1}{2}$ B
 - 弁入口口径：65mm
 - 弁リフト：25mm
 - 弁容量 (C_V 値)：60

弁特性：リニヤ－特性，イコール％特性

5-2 弁操作装置の仕様

弁操作装置は力平衡式ポジション付ダイヤフラム機構として，供給エア－圧力が 0～1.0kgw/cm² となるように減圧弁を併用して弁リフトを設定し，その後弁リフトを機械的に固定した。

6. 使用記号および単位

本報文においてはつぎの記号および単位を用いる。

P_1 : 試験弁の入口圧力 (kgw/cm²g, psig, mmHg, mmAq)

P_2 : 試験弁の出口圧力 (kgw/cm²g, psig, mmHg, mmAq)

ΔP_c : 圧力差 (kgw/cm², psi, mmHg, mmAq)

ΔP_a : 圧力差 (N/m²)

ΔP_k : 圧力差 (kgw/cm²)

ρ : 流体の密度 (kg/m³)

G : 液体の比重

γ_w : 水の比重量 (kgw/m³)

γ_H : 水銀の比重量 (kgw/m³)

γ_a : 空気の比重量 (kgw/m³)

Q_c : 流量 (m³/sec, U. S. gal/min)

Q_a : 流量 (m³/sec)

Q_k : 流量 (m³/H)

A_V : 容量係数 (m²)

C_V : 容量係数 $\left(\frac{\text{U. S. gal}}{\text{min}} \cdot \frac{\text{in}}{\text{lb}^{1/2}} \right)$

K_V : 容量係数

q : 容量係数 (%)

H : 弁リフト (%)

h : マノメータの読みの差 (mm)

m, n : 直線の傾き

q_0 : $H=0$ における q の値 (%)

D : 管径 (mm)

ν : 水の動粘性係数 (cm²/sec)

R_e : 管のレイノルズ数

7. 容量係数 C_V , A_V および K_V の定義

(i) C_V 値の定義

“試験弁が全開の状態において弁内の圧力降下を 1 psi (0.07kgw/cm², 51.7mmHg) としたとき，試験弁を流れる 60° F の水の容積流量 (U. S. gpm) である”。

上述の C_V 値の定義を式で表わすとつぎのように書くことができる。

$$Q_c = C_V \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G}}, \quad (1)$$

ここで

C_V : flow coefficient $\left(\frac{\text{U. S. gal}}{\text{min}} \cdot \frac{\text{in}}{\text{lb}^{1/2}} \right)$

Q_c : flow rate (U. S. gal/min)

ΔP_c : pressure drop (psi)

G : specific gravity (non-dimension)
(for water = 1).

(ii) A_V 値の定義

流量調節弁の任意の開度においてバルブ容量を定めるために使われている一般形を式で表わすとつぎのように書くことができる。

$$Q_a = A_V \sqrt{\frac{\Delta P_a \times 10^5}{\rho}}, \quad (2)$$

ここで

A_V : flow coefficient (m^2)

Q_a : flow rate (m^3/sec)

ΔP_a : pressure drop (bar)

ρ : mass density of flowing liquid (kg/m^3).

またはつぎのように書き換えることもできる。

$$Q_a = A_V \sqrt{\frac{\Delta P_a}{\rho}}, \quad (3)$$

ここで

A_V : flow coefficient (m^2)

Q_a : flow rate (m^3/sec)

ΔP_a : pressure drop (N/m^2)

ρ : mass density of flowing liquid (kg/m^3).

(iii) K_V 値の定義

" K_V は指定されたリフトで $1\text{kp}/\text{cm}^2$ ($1\text{kgw}/\text{cm}^2$) の圧力降下のもとに弁を流れる $5 \sim 30^\circ\text{C}$ の水の 1 時間当りの流量 (m^3/H)" として定義される。

数式で書けばつぎのようになる。

$$Q_k = K_V \sqrt{\frac{1000 \Delta P_k}{\rho}}, \quad (4)$$

ここで

K_V : flow coefficient (non-dimension)

Q_k : flow rate (m^3/H)

ΔP_k : pressure drop (kp/cm^2 , kgw/cm^2)

ρ : mass density of flowing liquid (kg/m^3).

8. C_V 値, K_V 値と A_V 値との間の関係

容量係数 C_V , K_V と A_V との間の関係はつぎのようになる。

$$C_V = \frac{A_V \times 10^6}{24} \quad (5)$$

$$K_V = \frac{A_V \times 10^6}{28}. \quad (6)$$

式(5), (6)より C_V 値と K_V 値との間の関係はつぎのようになる。

$$C_V = 1.166K_V. \quad (7)$$

9. リニヤ－流量特性とイコール%流量特性

(i) Inherent Flow Characteristic (q と H の関係)

Inherent Flow Characteristic は容量係数 q と弁リフト H との間の関係を示すものである。ここで q と H はつぎのように定義される。

$$q = \frac{\text{flow coefficient at } H}{\text{rated flow coefficient}} \quad (8)$$

$$H = \frac{\text{valve travel at } q}{\text{rated valve travel}}. \quad (9)$$

(ii) リニヤ－流量特性

リニヤ－流量特性は理論的には直線で表わされる。すなわち

$$q = q_0 + m \cdot H, \quad (10)$$

ここで q_0 : $H=0$ における q の値

m : 直線の傾き。

(iii) イコール%流量特性

イコール%流量特性は理論的にはつぎのように表わすことができる。

$$q = q_0 \cdot e^{nH}, \quad (11)$$

ここで q_0 : $H=0$ における q の値

n : 直線の傾き。

10. C_V 値を求めるのに必要な換算係数(i) 容積 m^3 と U. S. gal との関係

$$\begin{aligned} 1 \times 10^{-3}(m^3) &= 1 \times 10^3(\ell) \\ &= 0.26417 \text{ (U. S. gal)}. \end{aligned} \quad (12)$$

(ii) 圧力降下測定用マンメータの読みと実際におきている試験弁内の圧力降下との関係

(a) 逆U字管水柱マンメータを使用した場合

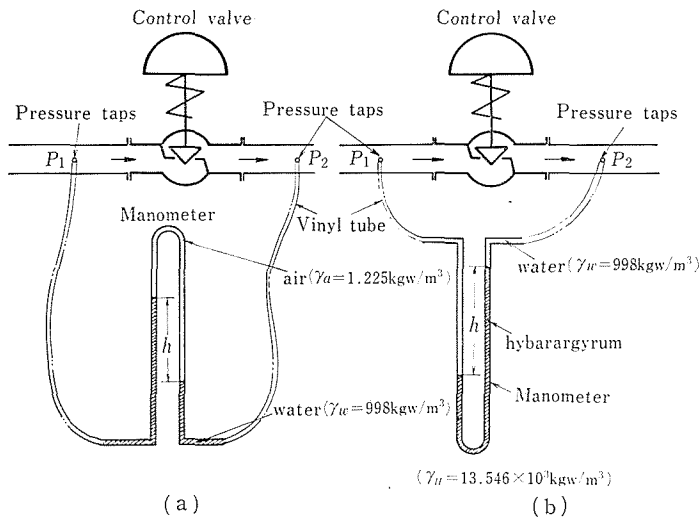


図1 逆U字管水柱マンメータとU字管水銀マンメータ

図1 (a)に示されるような逆U字管水柱マンメータを使用した場合の試験弁内の圧力降下は次式で表わすことができる。

$$\begin{aligned} \Delta P_c = P_1 - P_2 &= (\gamma_w - \gamma_a)h \\ &= (999 - 1.225)h \text{ (kgw/m}^2\text{)}, \end{aligned} \quad (13)$$

ただし h : mAq.

ところで $1\text{kgw/cm}^2 = 14,22334 \text{ psi}$ であるから

$$\Delta P_c = 1.42h \text{ (psi)}. \quad (14)$$

したがって C_V 値に関する式(1)より、差圧 ΔP_c を逆U字管水柱マンメータの読み h で測定することにより式(14)より psi の単位で求めることができるから、この差圧 ΔP_c のときの容積流量を U. S. gal の単位で測定すれば C_V 値を求めることができる。

(b) U字管水銀マンメータを使用した場合

図1 (b)に示されるようなU字管水銀マンメータを使用した場合の試験弁内の圧力

降下は次式で表わすことができる。

$$\begin{aligned}\Delta P_c &= P_1 - P_2 = (\gamma_H - \gamma_w)h \\ &= 12.546 \times 10^3 h \text{ (kgw/m}^2\text{)}\end{aligned}\quad (15)$$

$$= 1.2546h \text{ (kgw/cm}^2\text{)}, \quad (16)$$

ただし h : mHg.

$$\begin{aligned}\text{したがって差圧 } \Delta P_c &= 1.2546h \times 14.22334 \text{ (psi)} \\ &= 17.84h \text{ (psi)},\end{aligned}\quad (17)$$

ただし h : mHg.

以上によりこの場合も式(17)より差圧 ΔP_c をU字管水銀マンオメータの読み h で測定することにより psi の単位で求めることができるから、この差圧 ΔP_c のときの容積流量を U. S. gal の単位で測定すれば試験弁の C_v 値を求めることができる。

11. 実験装置および実験方法

2 B 流量調節弁の容量係数計測用実験装置の全景を図2に示し、各管路の寸法関係は実験装置ダイアグラムとともに図3に示した。図4は2 B 流量調節弁の流量特性を求めるために本実験で用いたバルブ・プラグである。また $2\frac{1}{2}$ B 流量調節弁の容量係数計測用実験装置の全景を図5に、その実験装置ダイアグラムを図6に示したが、この $2\frac{1}{2}$ B 流量調節弁および静圧取出孔の設備の様子を明確にするために図7を付加した。いずれの場合にも試験弁（流量調節弁）内の圧力降下は、 2.0mm^ϕ および 4.0mm^ϕ の静圧測定用圧力取出口より内径 4.0mm^ϕ のビニール・チューブで逆U字管水柱マンオメータまたはU字管水銀マンオメータに接続し、静圧の差として試験弁内を流体が通過する際の圧力降下を測定した。使用したマンオメータの測定範囲は0~1300mmであり、接続用として用いたビニール・チューブの長さは約2mである。

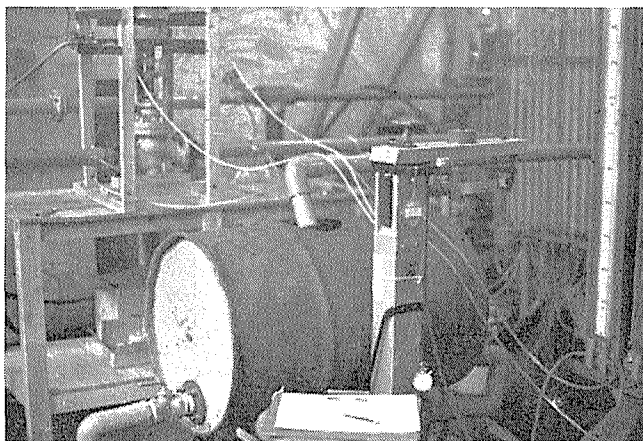


図2 2 B 流量調節弁の容量係数計測用実験装置

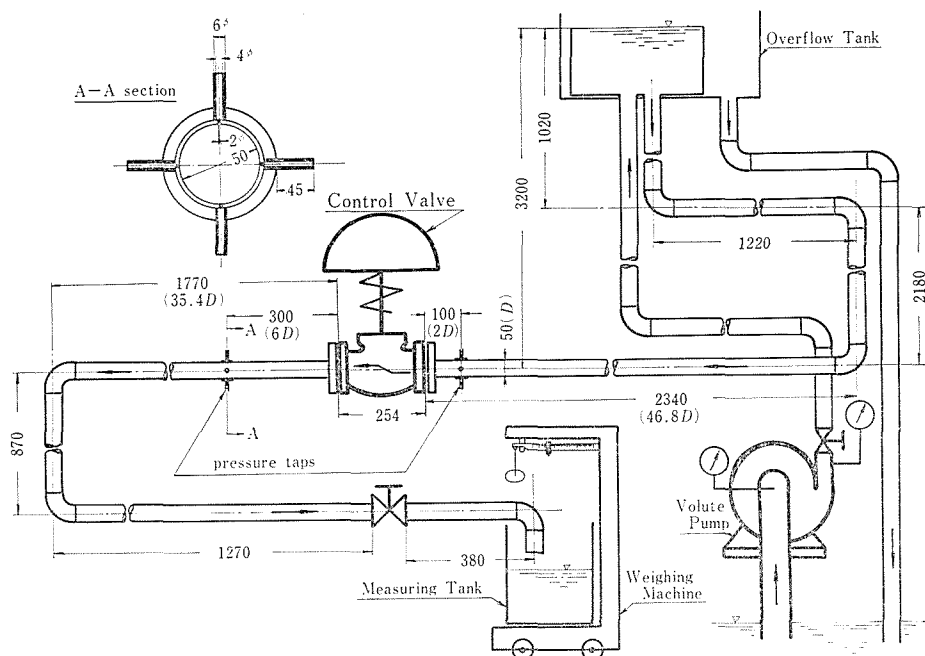


図3 実験装置ダイヤグラム

揚水用ポンプは桂原製作所製のS型片吸込渦巻ポンプで、口径は100mmである。ポンプは50Hz用、1450rpmの回転数、動力7.5kwであり、水量と揚程との関係は29m揚程で水量0.63m³/min、21m揚程で水量1.25m³/minである。

配管はポンプ付近は鉄管で行ない、試験弁付近は塩化ビニール管を使用して配管した。

試験弁内を流れる流量測定は重量法で測定し、これを容積流量 (U. S. gal/min および m³/sec) に換算して C_v 値および A_v 値を求めた。この際流量に関係する水の温度は最小目盛 1°C の棒温度計を用いて測定した。水の温度を一定値に保持することは実験装置の関係上不可能であったが、実験の開始時と終了時における水の温度の差はただか 3°C 程で水の比重量にはほとんど影響をおよぼさないことが確認されている。

試験弁の操作空気圧は 7.0kgw/cm²g 用の圧縮機より圧力調整器 (減圧弁) を通して 0~1.0kgw/cm²g の空気圧範囲で弁開度を変え、目標とする弁リフトにな

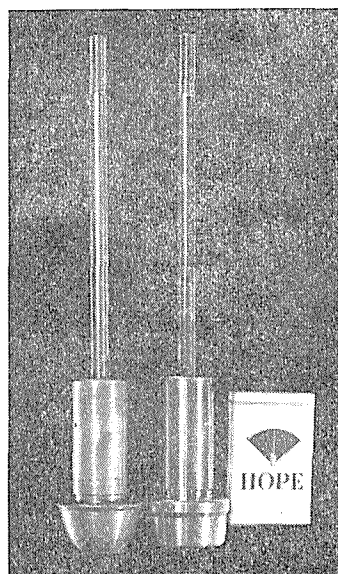


図4 2B流量調節弁の流量特性を求めするために本実験で用いたバルブ・プラグ

(左側: LINEAR 型プラグ
右側: EQUAL PERCENTAGE 型プラグ)

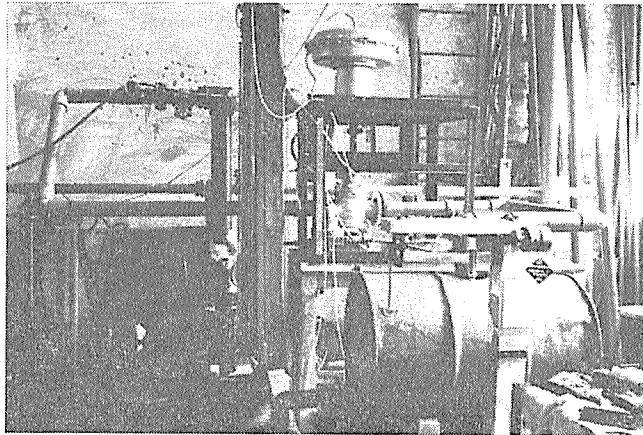


図5 $2\frac{1}{2}B$ 流量調節弁の容量係数計測用実験装置

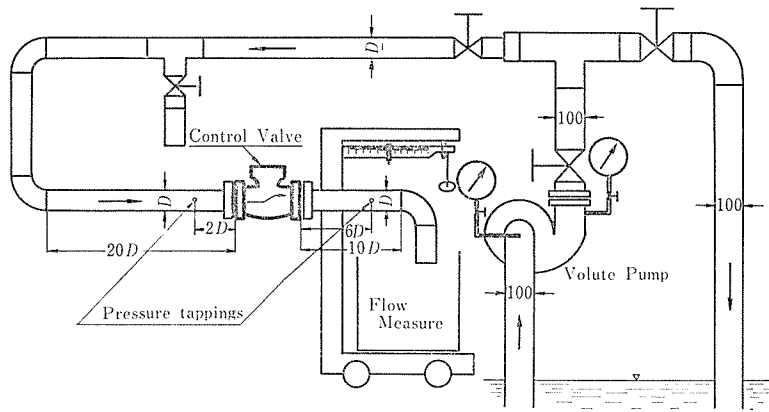


図6 実験装置ダイヤグラム ($D=65\text{mm}$)

ったとき、弁軸を機械的に固定し弁開度を一定にして実験を行なった。弁リフトは全開の状態を100%とし、以下90、75、50、25、10および5%の7段階に変えて実験を行なったが、弁開度はノギスとスケールを並用して測定した。

12. 実験結果および検討

12-1 $2B$ 流量調節弁に対する実験結果および検討

実験装置ダイヤグラム(図3)より明らかなように圧力取出孔の位置は、試験弁の上流側→試験弁の端より $2D$ ($D=50\text{mm}$)、試験弁の下流側→試験弁の端より $6D$ の位置に設けた。この際圧力取出孔は同一断面上、管の上側・下側および側面に1個ずつ設け、これら4個の圧力取出孔を用いて静圧を測定し試験弁内の圧力降下を求めたが、各圧力取出孔から取り出された圧力の間に規定の限界(今回は水柱 2mm とした)以上の誤差がないこ

とをたしかめた上で、側面1箇所の圧力取出孔を使って試験弁内の圧力降下を計測した。

試験弁前後の直管部の長さは、試験弁上流側 45D (D=50mm), 下流側34Dである。このような装置で実験を行なった結果を図にまとめて書き示したのが図8である。この図はリニヤール流量特性 (Linear Flow Characteristic) であり、容量係数 q と弁リフト H との関係を示したものである。実験により求められた実験点は \circ 印で示してあるが、数回における実験結果はすべて実験点に含まれている。

また、この Linear Flow Characteristic は理論的には直線で表わされるが、この関係を図では太い実線で示している。なお特性の傾きの公差を I S O 提案^{1)~7)}により参考までに破線で示してある。この流量特性の公差は特性の傾き m が rated valve travel の 10~90% の範囲内で理想特性の傾きの $\pm 30\%$ 以内になければならないということに基づいて書か

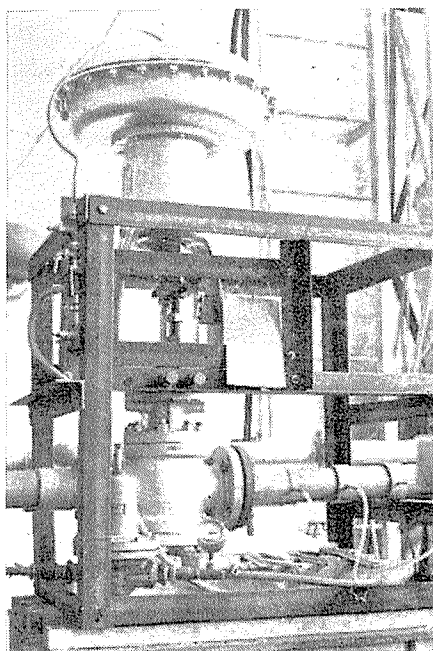


図7 $2\frac{1}{2}$ B 流量調節弁および静圧取出孔の設備図

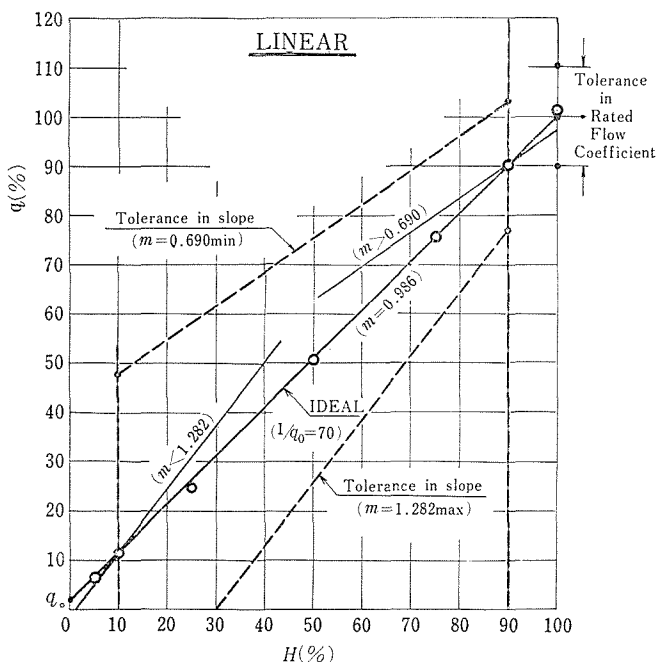


図8 リニヤール流量特性 (\circ : 実験点)

表1 試験弁上流側の直管部の長さおよび容量係数 A_V 値および C_V 値との関係

(Pressure drop が比較的大きい場合)

rated flow coefficient = 44.0

Valve travel H (%)	Pressure drop (mmAq) (psi) (bar)	Av Value (m ²)				Cv Value (USgpm/ $\sqrt{\text{psi}}$)				q = $\frac{\text{flow coefficient at H}}{\text{rated flow coefficient}} \times 100 (\%)$				Note
		upstream straight lengths of pipe of the control valve (D=50mm)												
		20D	15D	10D	5D	20D	15D	10D	5D	20D	15D	10D	5D	
100		$\times 10^{-3}$ 1.07 1.07	$\times 10^{-3}$ 1.08 1.08	$\times 10^{-3}$ 1.09 1.07	$\times 10^{-3}$ 1.10 1.07	44.6 44.5	45.0 44.8	45.2 44.7	45.3 44.5	101.1 101.3	102.3 101.9	102.6 101.6	103.0 101.3	water temp. 23.5~ 25.9°C
90	698~707 (mmAq) 0.993~1.006 (psi)	1.00	1.01	1.00	1.02					94.3	95.0	94.9	96.4	
		1.00	1.00	1.00	0.99					94.8	94.1	94.6	93.8	
75	0.068~0.069 (bar)	0.80	0.79	0.80	0.80					75.7	74.9	75.4	75.6	
		0.80	0.78	0.79	0.80					75.4	73.9	75.0	75.4	
50		0.53	0.53	0.53	0.54					50.5	50.4	50.4	51.0	
		0.53	0.53	0.54	0.54					50.5	50.4	51.1	51.3	
25		0.26	0.26	0.26	0.26					24.7	24.5	24.3	24.8	
		0.26	0.26	0.26	0.27					24.9	24.2	24.4	25.0	
10		0.12	0.12	0.11	0.12					11.0	11.0	10.4	11.5	
		0.11	0.12	0.11	0.12					10.8	11.0	10.7	11.3	
5		0.07	0.07	0.06	0.07					6.3	6.6	5.7	6.2	
		0.07	0.07	0.07	0.07					6.2	6.3	6.4	6.6	
0		0.01	0.01	0.01	0.01					0.6	0.6	0.8	0.8	
		0.01	0.01	0.01	0.01					0.9	0.9	0.9	0.9	

表2 試験弁上流側の直管部の長さ と 容量係数 A_V 値および C_V 値との関係
(Pressure drop が比較的小さい場合)

Valve travel H (%)	Pressure drop (mmAq) (psi) (bar)	A_V 値 (m ²)				$q = \frac{\text{flow coefficient at H}}{\text{rated flow coefficient}} \times 100 (\%)$				備 考
		弁 前 の 直 管 部 の 長 さ D=50mm								
		20D	15D	10D	5D	20D	15D	10D	5D	
100	348~356 (mmAq) 0.495~0.505 (psi) 0.0341~0.0349 (bar)	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	101.3	102.8	102.8	104.3	<ul style="list-style-type: none"> • 上段の数字は直管部とその前の管とを垂直に配置した場合 • 下段の数字は直管部とその前の管とを水平に配置した場合 • 水温 23.5~25.9°C • 弁後の直管部の長さ 34D
		1.070 1.067	1.086 1.073	1.086 1.075	1.101 1.086	101.0	101.6	101.8	102.8	
0.998		0.998	1.002	1.020	94.5	94.5	94.9	96.6		
0.995		0.996	1.004	0.994	94.2	94.3	95.1	94.1		
0.795		0.798	0.799	0.800	75.3	75.6	75.7	75.8		
0.797		0.798	0.794	0.805	75.5	75.6	75.2	76.3		
50		0.531	0.533	0.533	0.540	50.3	50.4	50.5	51.1	
		0.533	0.533	0.540	0.543	50.5	50.5	51.1	51.4	
25		0.260	0.257	0.257	0.261	24.6	24.3	24.3	24.7	
		0.262	0.254	0.259	0.264	24.8	24.1	24.5	25.0	
10	0.116	0.115	0.109	0.121	11.0	10.9	10.3	11.5		
	0.112	0.115	0.113	0.120	10.6	10.9	10.7	11.4		
5	0.066	0.070	0.060	0.066	6.3	6.6	5.7	6.3		
	0.065	0.066	0.067	0.069	6.2	6.3	6.3	6.5		
0	0.005	0.006	0.008	0.008	0.5	0.6	0.8	0.8		
	0.009	0.008	0.008	0.009	0.9	0.8	0.8	0.9		

れたものである。

つぎに試験弁の上流側の直管部の長さを20D, 15D, 10D, 5D (D=50mm) の4種類に変えてそれぞれの場合について弁開度(弁リフト)と流量を測定し、これらの値をもとにして C_v 値および A_v 値を計算により求めた。この際試験弁の下流側の直管部の長さは一定(34D)に保持した。このような装置を用いて実験を行なった結果を表にしてまとめたものが表1および表2である。これらの表は試験弁上流側の直管部の長さ A_v 値および C_v 値との関係である。表中に示した2段の数字のうち、上段の数字は試験弁上流側の直管部とその前の管とが同一垂直面上にある場合の実験結果であり、下段の数字は同一水平面上にある場合の結果である。表1は試験弁前後の圧力差を約1psiにしたときの結果であるが、表2はこの圧力差を半分の約0.5psiに保っておいたときのものである。2つの表より直管部の長さが短くなるにしたがって若干 C_v 値および A_v 値が増加する傾向はあるが顕著ではない。これらの実験結果はすべてバルブプラグがリニヤー型プラグの場合についての結果である。

つぎにリニヤー型プラグを用いたときの実験結果表1および表2をもとにして書かれた流量特性を図9に示し、イコール%型プラグを用いたときの流量特性を図10に示した。2つの流量特性はともに q と H との間の関係を示したものであるが、 q および H は前述の式

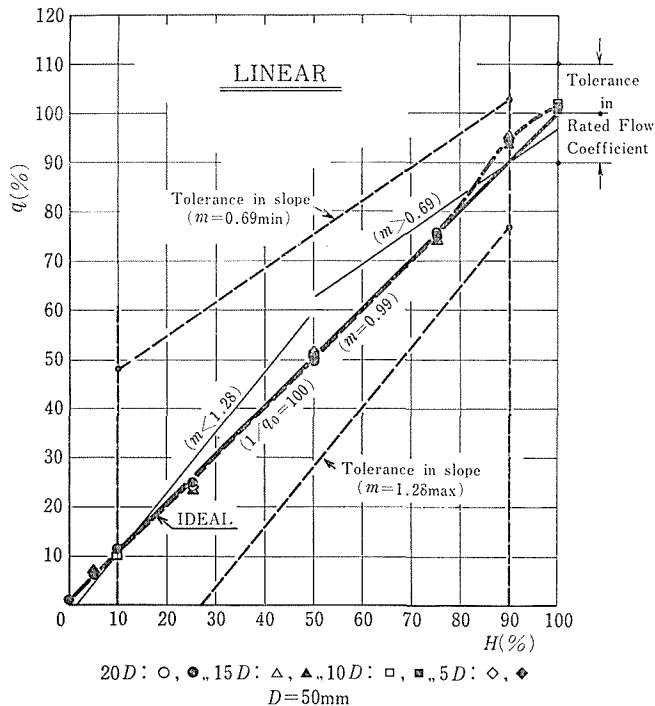


図9 リニヤー流量特性

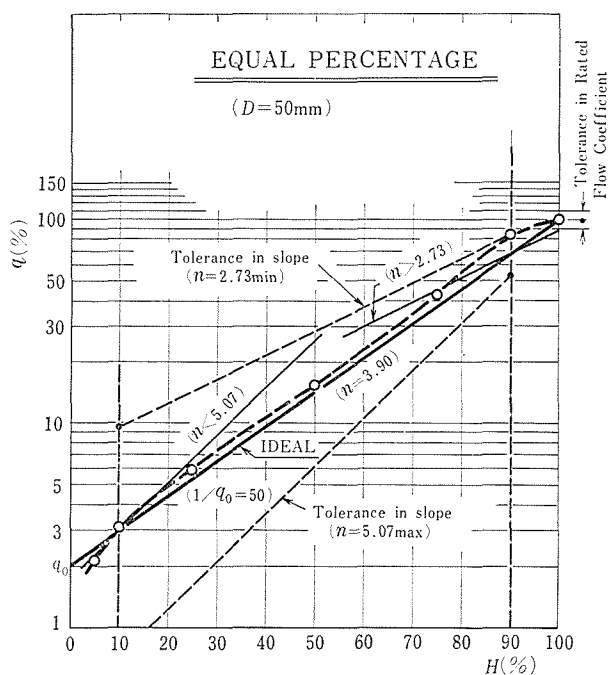


図10 イコール%流量特性 (○:実験点)

(8)および式(9)で定義されている無次元数である。図9に示されている Linear Flow Characteristic は理論的には式(10)で示される直線で表わされるが、この関係を図では太い実線で示してある。図中における○、△、□、◇印は試験弁内の圧力降下を約 1psi に保持したときの実験点であり、●、▲、■、◆印は試験弁内の圧力降下を約 0.5psi に保って得られた実験点である。また図には試験弁前の直管部の長さを4段階に変化させた場合についても載せてあるが、実験結果に余り大きな違いがないために実験点はほとんど重なって現われている。

つぎに図10に示されている Equal Percentage Flow Characteristic は理論的には式(11)で示されるが、この関係が図では太い実線で示されている。図中の○印は実験点であり、実験により求められた特性曲線は太い破線で、特性の傾き公差を I S O 提案により参考までに細い破線で示してある。

12-2 $2\frac{1}{2}B$ 流量調節弁に対する実験結果および検討

この試験弁に対する圧力取出孔の位置は前述の $2B$ 流量調節弁の場合と全く同一で、試験弁の上流側 $2D$ 、下流側 $6D$ の位置に装置した。しかしこの場合の管径は $D = 65\text{mm}$ であるから実際の長さは前の場合とは異なっている。また試験弁前後の直管部の長さは I S O 提案を参考にして試験弁上流側 $20D$ 、下流側 $10D$ ($D = 65\text{mm}$) とした。今回の実験においては試験弁内の圧力降下を直接測定せず、試験弁の入口圧力および出口圧力をゲージ圧力として別々に測定し、これらの値より試験弁前後の圧力差を求めた。この理由は流

表3 容量係数 C_V と A_V

Valve travel H (%)	Static pressure			Flow coefficient			Reynolds number Re	Note
	P_1 (psig)	P_2 (psig)	ΔPC (psi)	C_V $\left(\frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}\right)$	A_V (m ²)	q (%)		
100	2.32	0.46	1.86	55.4	$\times 10^{-3}$ 1.34	92.3	$\times 10^4$ 8.48	
	2.27	0.45	1.82	55.1	1.32	91.8	8.75	
	2.18	0.45	1.73	56.2	1.35	93.7	8.39	
	2.00	0.36	1.64	54.8	1.32	91.3	7.18	
90	3.41	0.70	2.71	(51.7)	1.24	86.2	9.57	
	3.38	0.70	2.68	(52.3)	1.26	87.1	9.69	
	3.38	0.70	2.68	(51.4)	1.23	85.6	9.90	
	3.34	0.68	2.66	(51.5)	1.24	85.9	8.59	
75	4.30	0.61	3.69	(42.6)	1.02	71.0	9.19	
	4.19	0.59	3.60	(41.9)	1.01	69.8	9.37	
	4.12	0.55	3.57	(42.0)	1.01	70.0	8.12	
	4.12	0.59	3.53	(42.9)	1.03	71.5	9.14	
50	7.89	0.57	7.32	(28.9)	0.69	48.2	9.20	
	7.67	0.55	7.12	(29.9)	0.72	49.8	8.15	
	7.65	0.57	7.08	(30.1)	0.72	50.2	9.01	
	7.59	0.59	7.00	(30.8)	0.74	51.4	9.24	
	3.65	0.05	3.60	(28.0)	0.67	46.6	6.25	
	3.73	0.14	3.59	(31.0)	0.74	51.7	6.66	
3.69	0.12	3.57	(30.3)	0.73	50.5	5.86		
25	14.63	0.25	14.38	(16.7)	0.40	27.8	7.45	
	14.38	0.25	14.13	(17.0)	0.41	28.4	6.54	
	14.28	0.29	13.99	(17.7)	0.43	29.6	7.52	
	7.30	0.00	7.30	(17.7)	0.43	29.6	5.43	
	7.19	-0.05	7.24	(16.5)	0.40	27.6	5.24	
	7.00	-0.05	7.05	(17.0)	0.41	28.3	4.60	
10	14.55	0.11	14.44	(8.2)	0.20	13.6	3.66	
	13.78	0.21	13.57	(8.2)	0.20	13.7	3.15	
	7.21	0.05	7.16	(8.2)	0.20	13.7	2.25	
	7.21	0.05	7.16	(8.6)	0.21	14.4	2.61	
	7.11	0.04	7.07	(8.3)	0.20	13.8	2.60	
5	14.40	0.05	14.35	(5.1)	0.12	8.4	2.26	
	13.49	0.05	13.44	(5.5)	0.13	9.2	2.07	
	7.18	0.02	7.16	(4.7)	0.11	7.8	1.48	
	7.14	0.02	7.12	(5.8)	0.14	9.6	1.58	

量調節弁前後の圧力差の大きさのとり方および入口圧力・出口圧力の大きさのとり方の問題を解決するためになされた方法である。

表3および表4は実験により得られた容量係数 C_V と A_V をまとめたものである。表3は試験弁の仕様の通りに試験弁出口圧力 P_2 を大気圧 (0 kgw/cm²g) 付近の比較的低い圧力に設定したときの実験結果であり、表4は試験弁出口圧力 P_2 を比較的高く設定したときの実験結果である。試験弁内の圧力差は表3および表4ともできる限り同じ値になるように心がけた。この試験弁内の圧力差は弁開度が大きくなるときは余り大きくとることができなかったが、これは流量を測定するタンクに制限があるために圧力差のとり方にも制限が

表4 容量係数 C_V および A_V

弁開度 H (%)	静 圧			容 量 係 数			レイノ ルズ数 Re	備 考
	P_1 (psig)	P_2 (psig)	ΔP_C (psi)	C_V $\left(\frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}\right)$	A_V (m ²)	q (%)		
100	14.97	13.19	1.78	54.9	$\times 10^{-3}$ 1.32	91.5	$\times 10^4$ 7.81	
	17.16	15.45	1.71	54.6	1.31	91.1	7.73	
90	19.94	17.33	2.61	(50.9)	1.22	84.9	8.76	
	15.38	12.79	2.59	(51.3)	1.23	85.5	8.92	
75	15.86	12.29	3.57	(41.5)	1.00	69.2	8.48	
	10.99	7.42	3.57	(42.1)	1.01	70.2	8.48	
50	20.52	13.35	7.12	(29.1)	0.70	48.6	8.43	
	14.43	7.33	7.10	(29.6)	0.71	49.3	8.40	
	13.88	10.24	3.64	(28.9)	0.69	48.1	5.95	
	7.05	3.48	3.57	(30.3)	0.73	50.6	6.10	
25	18.84	4.53	14.31	(16.9)	0.41	28.2	6.84	
	28.17	14.04	14.13	(16.8)	0.40	28.1	6.82	
	16.15	9.01	7.14	(16.9)	0.41	28.1	4.80	
	19.73	12.63	7.10	(17.1)	0.41	28.5	4.92	
10	23.84	9.71	14.13	(8.1)	0.19	13.5	3.24	
	24.34	10.39	13.95	(8.2)	0.20	13.7	3.32	
	18.39	11.22	7.17	(8.0)	0.19	13.4	2.29	
	19.43	12.29	7.14	(8.3)	0.20	13.8	2.40	
5	25.96	11.56	14.40	(5.8)	0.14	9.6	2.37	
	25.48	11.17	14.31	(5.8)	0.14	9.6	2.32	
	17.01	9.80	7.21	(5.9)	0.14	9.8	1.67	
	18.64	11.47	7.17	(5.8)	0.14	9.7	1.69	

生れてきたためである。

図11は、表3および表4をもとにして書かれたリニヤー流量特性である。図は縦軸に容量係数 q (%)、横軸に弁リフト H (%) をとり $q-H$ の関係を明示したものである。図中の実線は理論直線であり、一点鎖線は圧力 P_2 が比較的大きな場合 ($P_2 = 3.48 \sim 17.33 \text{ psi}$) の特性であり実験点は●印で示してある。また破線は圧力 P_2 が比較的小さい場合 ($P_2 = 0.05 \sim 0.70 \text{ psi}$) の特性であり、実験点は○印で示した。

つぎに流量調節弁の上流側の直管部の長さが容量係数 C_V にどのような影響を及ぼすかを調査するために、試験弁前の直管部の長さを15D、10D、5D ($D = 65 \text{ mm}$) の3種類に変えて実験を行なった。その実験結果を表5にまとめてある。実験の際の水温は備考欄に書かれているように $11.5 \sim 23.4^\circ \text{C}$ であるが一つの統一した実験においては水温の変化はたかだか 3°C ぐらいであるのでこの水温の変化は無視した。表をみてわかるように容量係数 C_V そのものには直管部の長さを変えても大きな変化はみられない。ただ直管部の

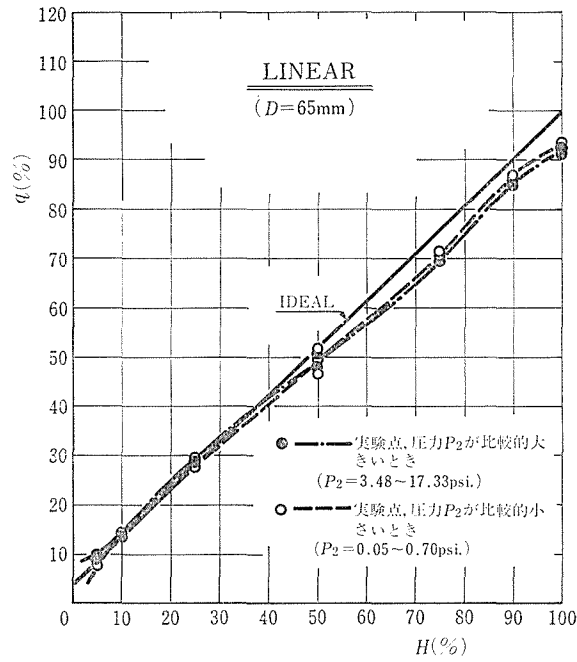


図11 リニヤ-流量特性 (q-H の関係)
[流量調節弁の下流側の圧力を変化させたときの実験結果]

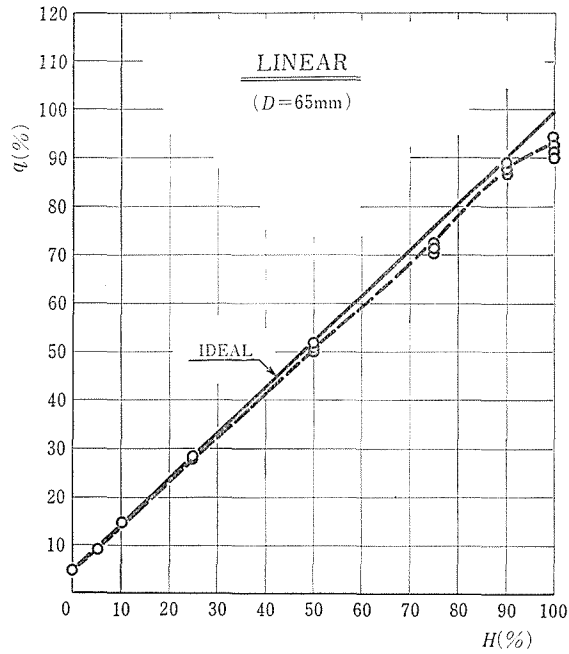


図12 リニヤ-流量特性 (○: 実験点)

表5 試験弁前の直管部の長さ と C_V 値との関係

Val- ve tra- vel H (%)	Pre- ssure drop ΔP_c (psi)	C_V Value $\left(\frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}\right)$										備 考
		試験弁前の直管部の長さ D = 65mm										
		15 D			10 D			5 D				
		実験により 得られた値	Ave- rage		実験により 得られた値	Ave- rage		実験により 得られた値	Ave- rage			
100	2.0	55.2	56.2	55.7	55.4	54.7	55.1	54.5	55.2	54.9	水温 : 11.5~23.4°C $\gamma = 997 \sim 1000 \text{kgw/m}^3$ 14.4psi = 1.01kgw/cm ² = 744.7mmHg 7.2psi = 0.51kgw/cm ² = 372.3mmHg 3.6psi = 0.25kgw/cm ² = 186.2mmHg 2.6psi = 0.18kgw/cm ² = 134.5mmHg 1.8psi = 0.13kgw/cm ² = 93.1mmHg 1.4psi = 0.10kgw/cm ² = 72.4mmHg 0.7psi = 0.05kgw/cm ² = 36.2mmHg	
	1.4	56.5	56.5	56.5	56.1	55.6	55.9	55.3	55.6	55.4		
	0.7	54.6	54.9	54.8	56.3	55.7	56.0	55.9	56.3	56.1		
90	2.6	52.4	52.6	52.5	52.1	51.0	51.6	51.8	51.2	51.5		
	1.4	53.4	53.2	53.3	53.0	52.7	52.9	53.0	52.5	52.8		
	0.7	52.4	52.1	52.3	52.5	51.9	52.2	52.6	52.0	52.3		
75	3.6	42.6	43.0	42.8	42.4	42.2	42.3	42.4	42.0	42.2		
	1.8	43.3	43.0	43.2	42.9	43.0	43.0	42.3	42.7	42.5		
	1.4	42.1	42.6	42.4	42.6	42.1	42.4	42.8	42.3	42.6		
	0.7	43.5	42.3	42.9	43.3	43.1	43.2	43.2	42.4	42.8		
50	7.2	30.2	30.1	30.2	29.9	29.7	29.8	29.6	29.6	29.6		
	3.6	30.6	30.4	30.5	30.1	30.3	30.2	30.0	30.2	30.1		
	1.4	30.7	30.8	30.8	30.4	30.3	30.4	30.3	30.2	30.3		
	0.7	31.1	30.4	30.8	30.1	29.7	29.9	30.1	30.1	30.1		
25	14.4	16.8	16.8	16.8	16.9	16.8	16.9	17.0	16.8	16.9		
	7.2	16.9	16.7	16.8	17.2	17.0	17.1	17.0	16.9	16.9		
	1.4	17.0	17.1	17.1	16.9	16.9	16.9	17.2	16.9	17.1		
	0.7	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	17.1	16.9	17.0		
10	14.4	8.6	8.5	8.6	8.4	8.8	8.6	8.7	8.9	8.8		
	7.2	8.6	8.5	8.6	8.4	8.1	8.3	8.6	8.7	8.7		
	1.4	8.6	8.9	8.8	8.2	8.8	8.5	8.6	8.5	8.6		
	0.7	8.5	9.1	8.8	8.2	8.6	8.4	8.5	8.4	8.5		
5	14.4	5.6	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5		
	7.2	5.6	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.5	5.4	5.5		
	1.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.3	5.4		
	0.7	5.4	5.6	5.5	5.6	5.7	5.7	5.3	5.3	5.3		

長さを小さくすればある開度においては C_V 値が若干大きくなる傾向を読みとることもできるが、この傾向は顕著なものではない。また表には試験弁前後の圧力差を変えた場合の容量係数 C_V も載せてあるが、これについても大きな変化はみられない。

図12は表5のデータをもとにして書かれた Linear Flow Characteristic である。図において太い実線は理論的な流量特性であり、破線は実験による流量特性である。これらの流量特性は今までに述べてきた幾つかの特性と全く同一な傾向を示している。

表6は $\frac{1}{2}B$ 流量調節弁のプラグをイコール%特性の弁に変えたときの実験データであり、この表をもとにして書かれた Equal Percentage Flow Characteristic が図13である。図において実線は理論的な流量特性直線であり、破線は実験により得られた流量特性曲線である。実験点は○印で示した。

表6 実験結果

(弁特性：イコール%特性)

Valve travel H (%)	Pressure drop		Flow coefficient			Reynolds number	備 考
	ΔP_C		C_V	A_V	q	Re	
	(psi)	(kgw/cm ²)	($\frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}$)	(m ²)	(%)		
100	2.08	0.14	51.9	$\times 10^{-3}$ 1.25	86.5	$\times 10^4$ 7.94	<ul style="list-style-type: none"> 試験弁前の直管部の長さ： 15D 試験弁後の直管部の長さ： 10D (D = 65mm) 水温：11.5~20.8°C 水の比重量： $\gamma = 998 \sim 1000 \text{kgw/m}^3$
	2.04	0.14	51.6	1.24	86.0	8.14	
	2.04	0.14	51.3	1.23	85.4	8.18	
	2.02	0.14	51.6	1.24	86.0	7.40	
	1.88	0.13	52.1	1.25	86.8	8.00	
90	1.42	0.10	51.7	1.24	86.1	7.34	
	0.71	0.05	51.6	1.24	86.0	5.19	
	2.78	0.20	43.2	1.04	72.1	8.61	
	2.73	0.19	43.7	1.05	72.8	8.09	
	2.70	0.19	43.9	1.05	73.1	7.96	
	2.69	0.19	43.7	1.05	72.8	8.00	
	2.69	0.19	44.9	1.08	74.9	7.34	
	2.69	0.19	44.0	1.06	73.3	7.68	
	2.63	0.19	44.9	1.08	74.9	7.34	
	1.41	0.10	44.5	1.07	74.2	6.31	
75	0.71	0.05	43.9	1.05	73.2	4.41	
	10.79	0.76	23.4	0.56	39.0	7.74	
	10.77	0.76	22.7	0.54	37.8	8.35	
	10.75	0.76	22.8	0.55	38.1	8.94	
	10.75	0.76	23.2	0.56	38.6	8.14	
	10.75	0.76	22.8	0.55	38.0	8.25	
	10.75	0.76	23.5	0.56	39.1	8.59	
	7.35	0.52	23.5	0.56	39.2	6.42	
	7.31	0.51	23.5	0.56	39.2	6.42	
	7.17	0.50	23.0	0.55	38.3	6.89	
	7.17	0.50	23.2	0.56	38.6	6.64	
	7.15	0.50	23.1	0.55	38.4	7.36	
	7.13	0.50	23.7	0.57	39.5	7.06	
	7.13	0.50	22.8	0.55	38.1	6.73	
	1.42	0.10	23.5	0.56	39.1	3.34	
50	14.60	1.03	10.5	0.25	17.5	4.05	
	14.35	1.01	10.5	0.25	17.5	4.74	
	14.33	1.01	10.8	0.26	17.9	4.55	
	14.31	1.01	10.7	0.26	17.8	4.34	
	14.30	1.01	10.6	0.25	17.7	4.42	
	7.18	0.51	10.6	0.25	17.6	3.12	
	7.17	0.50	10.7	0.26	17.9	3.07	
	7.12	0.50	10.0	0.24	16.7	2.70	
	1.46	0.10	10.7	0.26	17.8	1.53	
	0.71	0.05	10.6	0.25	17.6	1.06	

表6 つづき

Valve travel H (%)	Pressure drop		Flow coefficient			Reynolds number Re	備 考
	ΔP_c		C_V	A_V	q		
	(psi)	(kgw/cm ²)	($\frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}$)	(m ²)	(%)		
25	14.57	1.02	4.5	$\times 10^{-8}$ 0.11	7.6	$\times 10^4$ 1.75	
	14.35	1.01	4.9	0.12	8.2	2.00	
	14.33	1.01	4.9	0.12	8.2	2.07	
	7.17	0.50	4.9	0.12	8.1	1.39	
	7.17	0.50	4.8	0.12	8.1	1.45	
	7.17	0.50	4.9	0.12	8.2	1.44	
	7.14	0.50	4.4	0.11	7.3	1.18	
	1.40	0.10	4.7	0.11	7.9	0.67	
	0.68	0.05	4.7	0.11	7.8	0.46	
	10	14.33	1.01	3.1	0.07	5.1	
14.33		1.01	3.1	0.07	5.2	1.26	
14.33		1.01	3.1	0.07	5.1	1.29	
7.17		0.50	2.9	0.07	4.9	0.87	
7.17		0.50	3.1	0.07	5.2	0.89	
7.17		0.50	3.0	0.07	5.0	0.88	
1.46		0.10	2.9	0.07	4.9	0.42	
5	14.33	1.01	2.8	0.07	4.6	1.16	
	14.33	1.01	2.8	0.07	4.7	1.19	
	14.31	1.01	2.8	0.07	4.7	1.14	
	7.17	0.50	2.7	0.06	4.6	0.79	
	7.17	0.50	2.7	0.06	4.6	0.82	
	7.17	0.50	2.7	0.06	4.5	0.79	
	1.46	0.10	2.5	0.06	4.1	0.36	
	0.79	0.05	2.4	0.06	4.0	0.25	
0.72	0.05	2.8	0.07	4.7	0.28		

13. あ と が き

流量調節弁のバルブサイジングの問題を解明するためにその基礎実験を行ってきた。この際に 実験において主に考えてきたものは流量調節弁の流量特性を表示する容量係数 C_V および A_V である。

実験により得られた事項を整理するとつぎのようにまとめることができる。

(1) 試験弁内の圧力降下を求めるために静圧測定孔を管の同一円周上の上側・下側および側面の4個所にそれぞれ垂直に設けて実験を行なったが、これらの静圧測定孔を用いて得られた実験結果には余り大きな差を認めることができなかつた(水柱2mm以上の誤差を認めることができなかつた)。したがって静圧取出孔は管の側面1箇所よりとれば充分なように思われる。注意しなければならないことは管の上側および下側の静圧測定孔は空

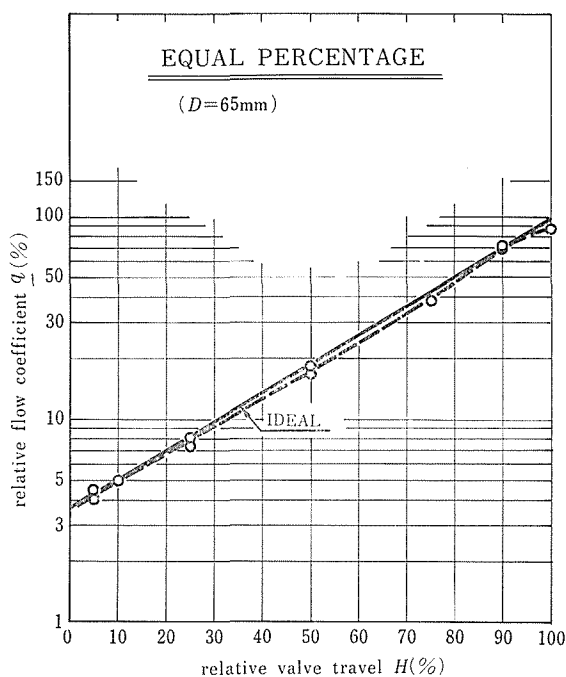


図13 イコール%流量特性 (○:実験点)

気が蓄積したり、ごみ類が堆積する恐れがあるので圧力取出孔としては避けるべきである。

(2) 流量調節弁の上流側の直管部の長さについて

試験弁上流側の直管部の長さを $2B$ および $2\frac{1}{2}B$ バルブとも $20D$, $15D$, $10D$ および $5D$ に変化させて実験を行なってみたが容量係数 C_V および A_V にはほとんど差異を認めることはできなかった。ただ試験弁上流側の直管部の長さが短くなるにつれてマンメータ内の水面の振動が激しくなる現象を観察した。

(3) 流量調節弁の下流側の直管部の長さについて

今回の実験においては下流側の直管部の長さは変化させなかったもので、この影響については何も得ることができなかった。

(4) 流量調節弁の上流側の静圧取出孔の位置について

上流側の静圧取出孔の位置については ISO 提案のままに $2D$ の位置に設けたが、上流側については別に問題点もないように思われたのでとくに考えにいろいろはしなかった。

(5) 流量調節弁の下流側の静圧取出孔の位置について

試験弁の下流側 $2D$, $4D$, $6D$ の位置に静圧測定孔を設けて実験を試みたが、開度の大きな場合にはどの静圧測定孔を用いても圧力差にはほとんど差はみられない。しかし実験結果をみれば開度が小さい場合に著しい差異が確認される。したがって開度の小さい場合における実験をもっと行ない検討し直す必要があるように思われる。

(6) 流量調節弁前後の圧力差の大きさおよび入口圧力・出口圧力の大きさの取り方につ

いて

試験弁の出口圧力 P_2 が比較的大きな場合 ($P_2 = 3.48 \sim 17.33 \text{psi}$) と小さな場合 ($P_2 = 0.05 \sim 0.70 \text{psi}$) について、流量調節弁の容量係数にどのような影響があるか調査するために実験を行なったが、試験弁の出口圧力 P_2 の大きさには全く影響をうけないことが確認された。

また試験弁内の圧力差を幾種類にも変えて実験を行なったが、圧力差と容量係数との間には明確な差異は認められなかった。

(7) 圧力取出孔の孔径と形状について

圧力取出孔の孔径は 2mm^{ϕ} と 4mm^{ϕ} のものを用いた。これは JIS 流量測定法 (JIS Z 8762) に基礎をおいたものであって、その他の孔径についての実験を行なう段階には到っていない。また取出孔の形状は円形の場合のみについて配管軸と取出孔の中心軸とが直交するように設置したが、これが直交していないような場合についても実験を行なう段階にはない。

(8) 流量調節弁の呼び径と弁に接続されるパイプの直径との関係について

今回の実験においては弁の呼び径と弁に接続されるパイプの直径とが同じ場合のみについて行ない、径の異なる場合については触れてはいない。

(9) 本実験において使用したレイノルズ数はパイプに関するレイノルズ数を適用した。すなわち $Re = Dv/\nu$ (ただし D : 管呼び内径 (cm), v : 管呼び内径を用いて算出した計測区間内平均流速 (cm/sec), ν : 流体の動粘性係数 (cm^2/sec))。ここで流体の種類やレイノルズ数の値に関係なく同一の抵抗係数が得られる 4×10^4 以上¹¹⁾¹²⁾ の範囲に収まるように努力したが、弁開度の小さい場合にはこのレイノルズ数の範囲を満足しないときもあったが参考に列記しておいた。

14. 今後の問題点

(1) この実験をとおして再確認の意味で行なった場合が多かった。また実験結果はほとんど前もって予想された結果となり、それ程大きな問題点はおきなかった。しかし実験に使用した試験弁は単座型グローブ弁ただ1つで種類が少なく、試験弁の形式が変わった場合には今回の実験では問題とならなかった多くの疑問点が生じてくるものと思われる。

(2) とくに試験弁の下流側の静圧取出孔の位置については開度の小さい場合にまだ多くの問題点が残っており、この問題点については試験弁下流側の圧力回復の状況を把握して明確にすべき点のように思われる。

(3) 今回の実験においては 2 B および $2\frac{1}{2} \text{ B}$ 流量調節弁について容量係数を中心に考えてきたが、今後はもっと大きな呼び径 (たとえば $3 \text{ B} \sim 6 \text{ B}$ バルブ) の流量調節弁についても実験する必要があるように思われる。

(4) 試験弁の呼び径と異なる径のパイプで配管した場合に、この径の違いが容量係数にどのような影響を与えるか実験により確認する必要があるように思われる。

(5) Reducer による流量調節弁への影響について調査する必要がある。

(6) Bend pipe による流量調節弁への影響についても調査する必要がある。

(7) 各種形式弁 (たとえばスルース弁・アングル弁・玉形弁・バタフライ弁等) における容量係数 C_v 値の変化を調査する必要がある。

(8) Block 弁をつけた時の流量調節弁への影響および実際使用例に近い, 流量調節弁の Block 弁を含めたアセンブリー状態での流量特性の変化を調査する必要がある。

(9) 流量調節弁のノイズについても調査しなければならない。

参 考 文 献

- 1) Addendum to ISO/TC124/WG6 "Baumann" Letter of August 4, 1970 "Valve Sizing Equations for Incompressible Fluid Flow"
- 2) International Organization for Standardization ISO/TC 124/WG6 "Control Valves" February-1971
- 3) International Organization for Standardization ISO/TC 124/WG6 "Control Valves" March-1971
- 4) Yasuhisa Kozu (古津靖久) "Comments on the Secretariat Proposal on Control Valves-Third draft, ISO/TC 124/WG6/Secretariat-9/32 February, 1971
- 5) Yasuhisa Kozu (古津靖久) "Comments on the Draft-Recommendation for CONTROL VALVES, IEC/TC 65/WG9/Secretariat-1/ December, 1971
- 6) ISO/TC 124/WG 6 "Japanese proposal on CONTROL VALVES" Third draft (1971)
- 7) "Recommendation for CONTROL VALVES" ISO/TC 124/WG 6-CONTROL VALVES (1971 December)
- 8) C. M. Johnson & J. M. Fallis, Test Procedures for the Evaluation of Control Valves Flow Performance (1955)
- 9) HANS D. BAUMANN, Effect of Pipe Reducers on Valve Capacity, Instruments and Control Systems-December 1968
- 10) Presented at the Symposium on Flow, Its Measurement and Control in Science and Industry, Pittsburgh, Pennsylvania, May 9-14, 1971 Paper No. 3-1-109
- 11) JIS B 8330-1962 p.15 (Reynolds number の限界値)
- 12) "船舶の管継付属品の流れの抵抗係数に関する研究事業報告" 日本造船関連工業会発行 (昭和35年10月) p.4~p.10, p.39~p.40

Summary

On the Valve Flow Coefficient

(The 1st report : The result of experiment and the problem
of control valve sizing)

Kunihiko HAMA

(Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering)

A control valve consists of a body and a sub-assembly containing internal means to vary the rate of fluid flow passing the body-sub-assembly and one or more actuators capable of positioning the internal means.

Determination of the capacity of control valves has been a problem to every valve manufacturer and user since the industry began almost a century ago.

The present concept for sizing control valves uses the valve flow coefficient C_V as a basic definition. C_V is defined as the number of U. S. gallons per minute of water at 60° F. that flows through a valve with a 1 psi pressure drop under the stated conditions of pressure and percent rated inner valve travel.

The valve-rated C_V is the value of C_V at the rated full-open position.

In this paper many tests on C_V have been made on a 2B-in. and a $2\frac{1}{2}$ B-in. top and bottom-guided, single-seated, glove-type valve.

The paper also specifies nominal diameters and pressure ratings of flanged glove style Control Valves.

The paper also includes the results of flow test on C_V on pressure taps position and magnitude of differential pressure across the valve.