

CKD

Technical Manual

M X B C-1 0 ~ 2 5-0 / E-3

比例制御モータバルブ

2ポート弁

取扱説明書

- 製品をお使いになる前に、この取扱説明書を必ずお読みください。
特に安全に関する記述は、注意深くお読みください。
- この取扱説明書は必要な時にすぐに取り出して読めるように大切に保管しておいてください。

CKD株式会社

はじめに

このたびは、CKDの比例制御モータバルブ「M X B C形」をご採用いただきまして、ありがとうございます。

1. 使用目的

一般産業機械・設備に使用するモータ駆動式比例制御ボール弁。

2. 使用用途

空調設備などの暖房、除湿制御や発熱体の冷却制御の流体制御用バルブとして最適です。

3. 全般的な注意事項

- この取扱説明書は開梱・施工・使用・保守にいたる製品の取り扱いに関する基本事項が記述されています。
- この取扱説明書の施工に関する内容は機械及び電気の専門技術者を対象にして記述してあります。
設計・施工前によく読み機械・設備の安全の確保及び本製品の適切な取り扱いに配慮してください。

4. 安全上の注意

- 人身事故及び火災などの財産上の拡大被害を回避するために、適所に警告文が記載してあります。
絶対に遵守してください。
- 警告表示はリスク査定により『危険』『警告』『注意』とすべきではありますが、本製品は機械・設備に使用する構成部品であるため、すべて『注意』で記述してあります。

表示例



注意：警告文章

【 目次 】

1. <u>開梱</u>	5
2. <u>基本的なこと</u>	5
2.1 何ができるか	
2.2 必要構成部品	
2.3 実際の使用例	
3. <u>使用する前に</u>	6
3.1 <u>比例制御モータバルブ 選定上の注意</u>	6
3.1.1 口径選定について	
3.1.2 使用流体	
3.1.3 使用装置	
3.2 <u>使用前の必要検討事項</u>	6
3.2.1 内部漏れ	
3.2.2 寿命	
3.2.3 製品間のばらつき	
3.2.4 再現性（繰り返し性）	
3.2.5 制御信号のノイズ、電源ラインのノイズ	
3.2.6 発生するノイズ	
3.2.7 電圧降下	
3.2.8 シーケンサ等の電源の利用	
3.3 <u>実際の制御を行う前に</u>	7
3.3.1 作動頻度	
3.3.2 安定性	
3.3.3 精度	
3.4 <u>実際の制御について</u>	8
3.4.1 過去の制御例	
3.4.2 向く制御、向かない制御	
3.4.3 流量制御、圧力制御、温度制御	
3.4.4 応答性について	
3.4.5 制御機器（温調計、調節計）	
3.4.6 パソコンからの制御及びマイコンボードの使用	
3.4.7 センサの種類、選定	
4. <u>配線上の注意</u>	9
4.1 電源について	
4.2 配線方法について	
4.3 実際の配線例	
5. <u>取付、配管、設置上の注意</u>	11
5.1 取付け	
5.2 配管	
5.3 設置	
5.4 センサについて	

6. <u>制御時の注意及び確認事項</u>	13
6.1 制御初期について	
7. <u>使用上の注意</u>	13
7.1 手動操作について	
7.2 電源の ON/OFF	
7.3 ブレーカの容量	
7.4 サーマルプロテクタの働き	
7.5 その他	
8. <u>保守、メンテナンス上の注意</u>	14
8.1 保守、点検	
8.2 保守部品	
9. <u>分解、組立</u>	14
9.1 アクチュエータの取り替え	
9.2 ボール弁の取り替え	
10. <u>比例制御モータバルブの基礎知識</u>	15
10.1 <u>比例制御について</u>	15
10.1.1 電流入力信号	
10.1.2 P I D制御について	
10.1.3 入力信号と流量の関係について	
10.1.4 分解能	
10.2 <u>こんな制御はできないか？</u>	16
10.2.1 蒸気使用の温度制御	
10.2.2 禁油処理	
10.2.3 大口径（50 Aクラスまで）	
10.2.4 気体の流量制御	
10.2.5 ボール弁の開度のみモニタ表示。	
10.2.6 ゼロ位置、スパン位置の変更	
10.3 <u>電気の基礎</u>	17
10.3.1 消費電流	
10.3.2 電流入力信号	
10.3.3 入力インピーダンス	
11. <u>トラブル時の対処方法</u>	18
12. <u>内部構造</u>	19
13. <u>製品仕様</u>	20
13.1 形番表示	
13.2 主な仕様	

1. 開梱

- ご注文の製品形番と製品銘板の形番が同一であることを、確認してください。
- 定格電圧が合致していることを確認してください。
- 外観に損傷を受けてないことを確認してください。
- 保管時は弁の内部に異物が入らないように、シール栓をつけて保管してください。そして配管時にシール栓を除去してください。

2. 基本的なこと

2.1 何ができるか

比例制御モータバルブは、ボール弁の開度を外部からの入力信号で変化させることができるバルブです。

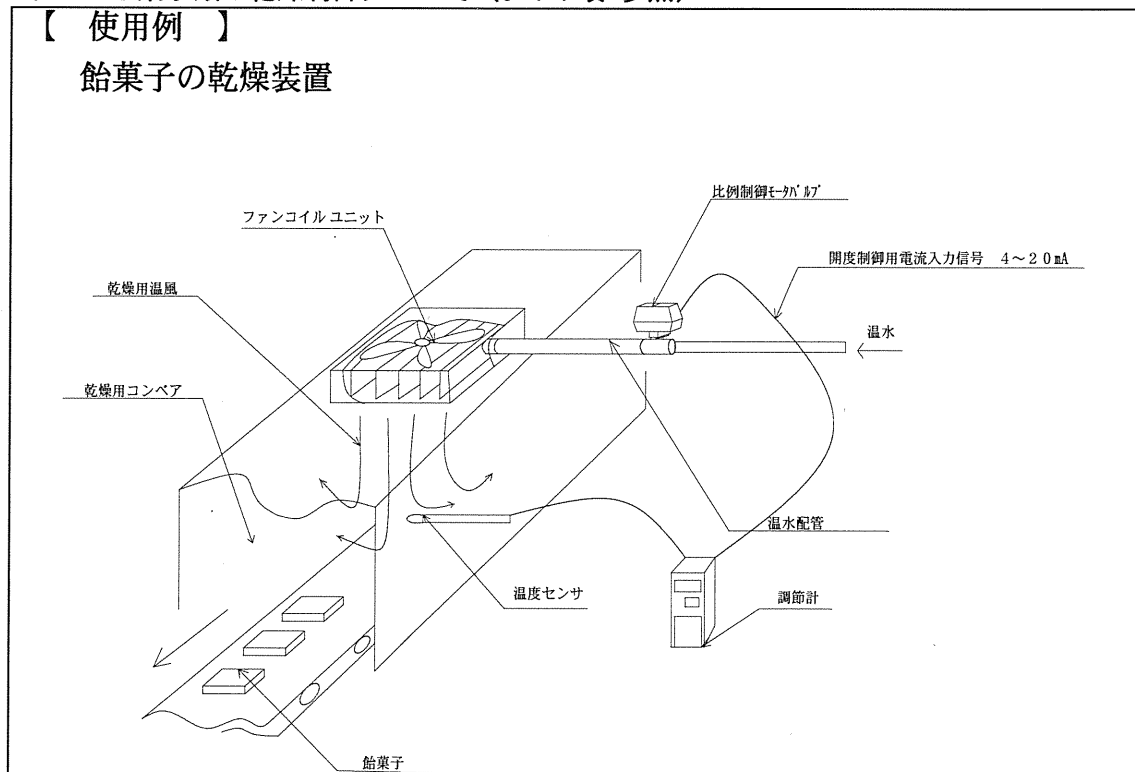
2.2 必要構成部品 (図 2.1 参照)

実際の使用時は

- ① 比例制御モータバルブ
 - ② 制御部 (調節部) ———例) 温調計、調節計、パソコン
 - ③ 検出部 (センサー) ———例) 測温抵抗体、熱電対、流量計
- の3種類の部品が必要となります。

2.3 実際の使用例

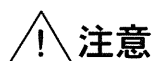
温水による菓子類の乾燥制御について (3. 4. 1 項 参照)



(図 2.1 使用例)

3. 使用する前に

3.1 比例制御モータバルブ 選定上の注意



注意

- 緊急遮断弁などには使用できません。
本バルブは緊急遮断弁などの安全確保用バルブとしては設計されておりません。
そのようなシステムの場合は別の確実に安全確保できる手段を講じた上でご使用ください。
- 防爆雰囲気では使用できません。
防爆雰囲気で使用される場合は防爆用電磁弁シリーズの中からご選定ください。
- 使用流体について
仕様にある流体以外は流さないでください。
- 流体温度
仕様にある流体温度範囲にて使用してください。
- 周囲環境について
腐食性ガス及び構成材料を侵すような雰囲気では使用しないでください。
発熱体の近くまたは輻射熱を受ける場所では使用しないでください。
使用周囲温度範囲内でご使用ください。
寒冷地使用の場合、適切な凍結防止対策を行ってください。
- 作動圧力範囲内でご使用ください。

3.1.1 口径選定について

口径を選定する際は、必要とする流量にあった口径のものを選定してください。

3.1.2 使用流体

使用できる流体は冷却制御用などの水道水、加熱制御用の温水となります。温度は 0 から 80℃までですが高温にて使用する際は周囲雰囲気が 50℃以上にならないように、通風などに注意してください。
また、流体の粘度は 500 mm²/s まで使用できますが、流体の種類により特性が違いますので、ご注意ください。

3.1.3 使用装置

装置全体を設計する際、制御方法は ON/OFF 制御ではなく PID 制御等作動の無駄のない制御を行うようにしてください。

ON/OFF 制御ではこきざみな動きの制御となりアクチュエータ部の寿命を短くすることとなりますし、モータの発熱など、別の不具合の原因ともなります。

3.2 使用前の必要検討事項

3.2.1 内部漏れ

初期は水圧にて 0 mm³/min ですが使用期間と共に増えてきます。その量は使用している角度範囲、頻度、圧力などで大きく違うため規定できませんが、漏れのない閉止機能が必要な場合は配管に別途、流体を止めるためのバルブを設置してください。

3.2.2 寿命

製品の寿命は使用条件により、大きく異なるため規定することは困難となります。

ただし、最も摩耗の早いアクチュエータ内のギヤ寿命は定格条件下にて連続 500 時間となります。この時間は連続使用時間での値ですので、無駄時間のない PID 制御などで実際の作動（通電）時間を短くし通電頻度を下げることにより、製品の寿命期間を長くすることができます。

また、口径を小さくしたり流体圧力を下げたりすることもアクチュエータへの負荷を軽くすることとなりますので、これらの点に注意して装置設計を行ってください。

3.2.3 製品間のばらつき

同一の形番、口径の製品を数台購入頂いて同じ制御信号で設定を行っても製品間のばらつきがあるため、同じ流量は得られませんので注意してください。

3.2.4 再現性（繰り返し性）

製品間のばらつきは上記のように発生しますが、同一製品であれば信号値に対する開度量のばらつきはなく、再現性があります。ただし開方向作動、閉方向作動での差は発生しますが同一方向に対しては繰り返し作動での誤差は発生しません。

3.2.5 制御信号のノイズ、電源ラインのノイズ

制御信号のノイズ、電源ラインのノイズは極力無いようにしてください。（具体的対策は 5 項を参照してください。）

電流入力の制御信号に乗ってくるノイズはそのまま開度信号と解釈され開度を変化せようとし、通電頻度を極端にあげることとなります。通電頻度が極端にあがりますと、バルブの寿命を短くすると同時に発熱によりサーマルプロテクタ(7.4 項参照)が作動し、モータへの通電を止めることとなります。また、電源にノイズが乗ってきた場合も同様です。

3.2.6 発生するノイズ

ステッピングモータを使用し、ボールバルブを回転させていますので約 1 A 近くの電流が流れます。電源ラインは電圧降下やノイズの発生源となることがありますので、パソコンなど極端にノイズに弱い機器はノイズフィルタなどのノイズ対策を施してください。

3.2.7 電圧降下

電源電圧が変動したり降下したりしますとその変化量はそのまま開度制御量の変化として現れます。電源電圧は変化のないよう容量に十分余裕を持ったものを使用してください。
(市販のスイッチングパワーサプライで 50 W クラスのものを使用してください。)

3.2.8 シーケンサ等の電源の利用

一般的にシーケンサ等についている電源は容量が小さいため使用できません。

3.3 実際の制御を行う前に



注意：試験確認の必要性について

- 実際に装置として設備に取付ける前に以下の点について試験的に動作確認を行ってください。制御方法によっては意図した性能が得られない場合もあります。全体の設備装置を稼働してからでは変更が大変な場合がありますので必ず事前に試験確認を行ってください。

3.3.1 通電頻度

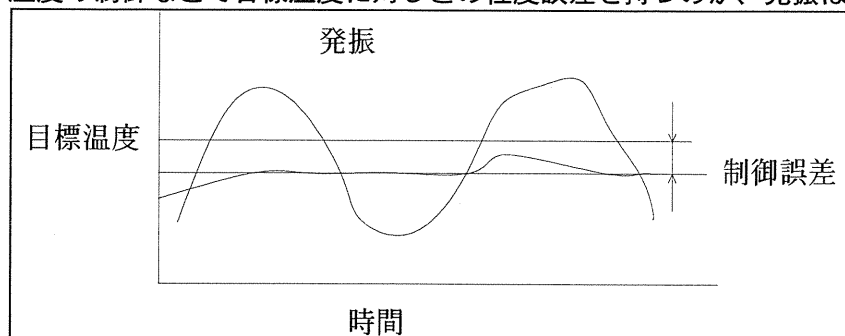
作動頻度は装置全体の寿命や安定性等に影響しますので必ず確認してください。実際に制御を行い、作動頻度を開閉表示穴の動き等で確認してください。注意点としては、表 3.1 となります。尚、最大通電頻度は、3 秒作動／5 秒停止です。これを厳守して下さい。特に、ボールバルブがロックした場合は連続通電状態になりますので、直ちに稼働を停止し、問題を取り除いて下さい。

表 3.1

現象	判断	対策
10 秒間に 1～2 秒以下で作動する。	◎	理想的な作動です。 (ただし対象によっては誤差が多いかもしれません。)
連続的に開閉を行っている。	×	制御そのものは誤差もなく安定していてもモータバルブに対しては高頻度作動のため悪影響を与えますので、調節計の P I D 定数などの見直しなどを行ってください。

3.3.2 安定性

温度の制御などで目標温度に対しどの程度誤差を持つのか、発振はあるかを確認してください。



(図 3.1 制御状態)

- 図 3.1 のように目標温度に対し、実際の制御が安定せず発振するときは調節計の P I D 定数の見直し等も必要ですが、温水などの流量（操作量）が多い場合、最小分解度での量が大きすぎて適度な流量が得られていない場合がありますので、使用する流体の流量や温度についても検討してください。
- 制御誤差が出るときは、与える熱量に対して奪う熱量（放熱、吸熱）のバランスがとれていない場合ですので、同様に使用する流体の流量や温度について検討してください。

3.3.3 精度

目標温度に対し制御の状態がどの程度の変動をもつのが誤差となります。

制御方法にもよりますが、理想的な制御状態でも実力として $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 程度が限界となる場合が多いです。精度を上げることはどうしても作動頻度をあげることとなりますので（発熱によるサーマルプロテクタの作動及び寿命の加速等悪影響を与えますので）、支障のないところでできるだけ誤差範囲を広く設定してください。

3.4 実際の制御について

3.4.1 過去の制御例

実際に比例制御モータバルブでご使用頂いた例を示しますと、先にも表示しました飴菓子などの乾燥ラインでの使用例があります（2.3 項 図 2.1 参照）。これはコンベアに流れてくる飴菓子の乾燥装置で、ファンコイルへ流れ込む温水の流量を調整することにより、乾燥用コンベア内の温度を制御し飴菓子の乾燥を最も良い温度条件で行います。

食品に関しては、乾燥温度などは食感に影響しますので、比例制御モータバルブは絶大な効果を発揮します。

3.4.2 向く制御、向かない制御

●向く制御

加熱、冷却などの温度制御で目標温度に対し、供給する熱量と周囲温度などの奪われる熱量のバランスがとれていると制御が安定します。

●向かない制御

開度分割の細かい流量制御、圧力制御など位置精度を必要とする場合は、制御が安定せず頻繁に通電、作動することとなり易いので注意してください。

3.4.3 流量制御、圧力制御、温度制御

●流量制御

分解能が 2.5%（約 40 分割）ですので圧力が高い場合は 1 段階作動しただけで極端に流量が変化することなどが考えられますので、微少な流量制御は困難となります。

●圧力制御

流量制御同様 1 段階作動しただけで極端に圧力が変化することなどが考えられますので、微少な圧力制御は困難となります。

●温度制御

実際に制御しているものは流量ですが熱交換器を介しているため、応答が鈍く分解能の影響が出にくい
ため最も効果的な制御といえます。

表 3.2

制御対象	効果	注意点
流量制御	△	0.1MPa 以下なら制御可能
圧力制御	△	0.1MPa 以下なら制御可能
温度制御	◎	温調計との組み合わせで効果大

3.4.4 応答性について

ギヤードモータの使用により回転トルクを発生していますので、作動速度は全閉から全開までの作動
時間として7~9 秒は必要となります。流量制御のように高応答性を求められる場合は注意が必要で
すが、温度制御のように制御の対象の応答が鈍い場合は問題になりません。

3.4.5 制御機器（温調計、調節計）

制御機器は市販の温調計や調節計を使用することにより、コスト面、機能面にメリットがあります。
市販の温調計は、多くの機能を持った上制御上の無駄をなくすPID制御のためのオートチューニン
グ機能などが入っていますので、最小のシステムで装置設計を行うのに効果的です。

3.4.6 パソコンからの制御及びマイコンボードの使用

パソコンやワンボードマイコンで制御する際は、目標値に対するON/OFF制御とならないように
してください。高頻度の連続通電となり、寿命等に悪影響を与えます。

3.4.7 センサの種類、選定

制御システムを設計する際は、センサについてよく検討してください。温度制御時は特に問題はない
と考えられますが、流量制御の時は流量センサの性質に大きく影響されます。

バルスタイプのものは信号値に波が発生し制御が不安定になりますので、使用しないでください。

4. 配線上の注意



注意：電源配線については誤配線を行いますと短絡事故などの原因となりますので確実に
配線してください。

4.1 電源について

電源については以下の点に注意してください。

- 電源を選定される場合は十分に余裕をもって選定してください（50 Wクラス推奨）。また、全波整流
回路はリップルや 0 電圧等の影響がありますので使用を避け、安定化電源を使用してください。
- 電源の変動は最終的にボール弁の開度に影響しますので、DC 24 V ±10%範囲としてください。
- 消費する電流が大きいこと、ステッピングモータを使用していること等から突入電流や作動電流ノイ
ズはどうしても発生します。同じ電源線にパソコン等ノイズの影響を受けそうな機器がある場合は、
ノイズフィルタの設置を行ってください。

4.2 配線方法について

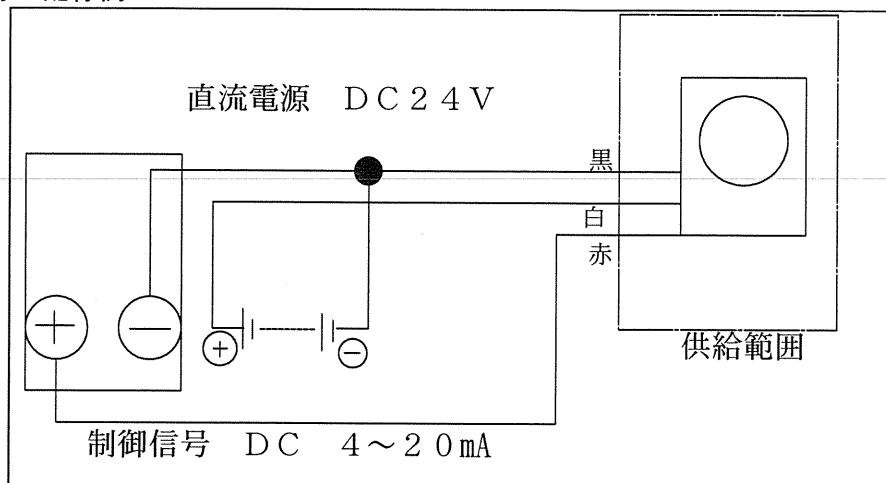
- 電気設備の保安のためにヒューズ等の遮断機を使用してください。
- 配線用電線は目安として 0.5 mm²程度を使用してください。
- 配線方法によっては周辺機器のノイズの影響を受けることもありますので、以下の点に注意して配線
作業を行ってください。
 - ①電源線と信号線は分離する。極力離して配線してください。
 - ②一つのダクト内に集中して配線しない。
 - ③高周波機器の近くに設置および配線を通過させない。

<ノイズについて>

ノイズの影響は思わぬ不具合の原因になったりします。

誤作動、寿命の加速等、全体の制御系に影響することが考えられますので、本取扱説明書の各所に書かれてありますノイズ対策の処置を必ず守ってください。

4.3 実際の配線例



(図 4.1 配線図)

図 4.1 のように配線しますが簡単にまとめますと以下の表 4.1 のようになります。

表 4.1 配線内容

モータバルブの キャプタイヤコード色	使用方法 (内容)
白	電源のプラス側 +24 V を接続してください
黒	電源マイナス側 0 V (GND) 及び 制御信号の 0 V (GND) も ここへ接続してください。
赤	制御信号の 4 (0) ~20 mA のプラス側を接続してください。

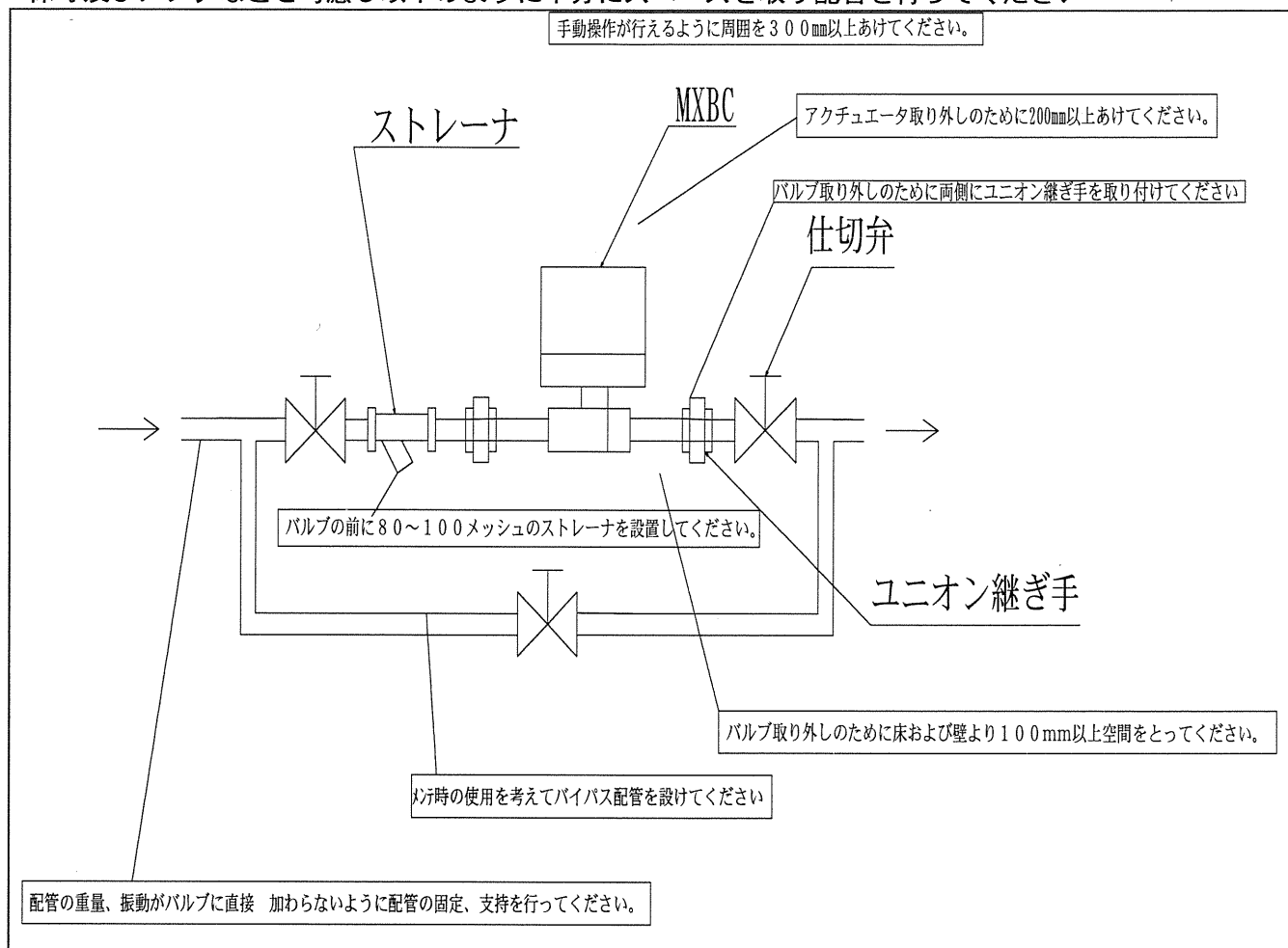
また配線の際はリード線がひっぱられた状態にならないように、ワイヤーバンド等で固定してください。

接続部については確実に接続、絶縁処理を行い、接触不良、絶縁不良等のないよう確実に作業を行ってください。

5. 取付、配管、設置上の注意

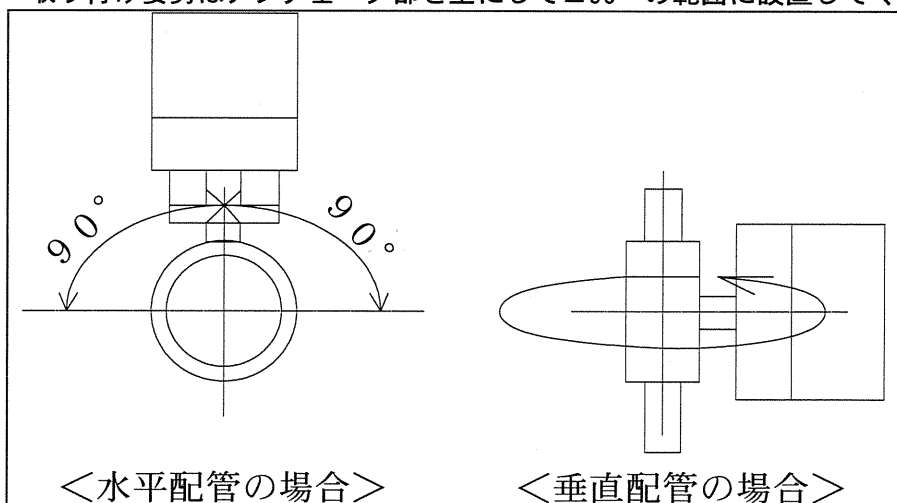
5.1 取付け

保守及びメンテなどを考慮し以下のように十分にスペースを取り配管を行ってください



(図 5.1 配管例)

取り付け姿勢はアクチュエータ部を上にして $\pm 90^\circ$ の範囲に設置してください。



(図 5.2 取り付け姿勢)

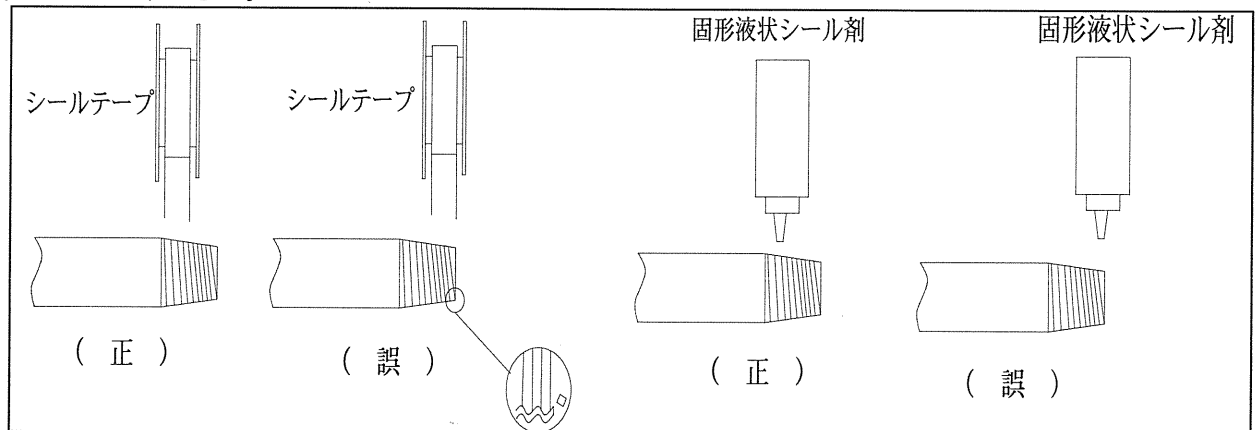
5.2 配管

- 本製品に配管を接続する場合、弁の流れ方向の指定はありません。
- 配管時にはアクチュエータ部には力を加えないでください。
- キャップ側の配管はキャップを、ボディ側を配管するときはボディをスパナ等で固定して、ねじ込んでください。
- 配管時の締め付けトルクは以下の表 5. 1 を参照してください。

表 5. 1 配管締め付けトルクの推奨値

配管の呼び径	配管の締め付けトルク (推奨値)
Rc3/8	31~33 N・m
Rc1/2	41~43 N・m
Rc3/4	62~65 N・m
Rc1	83~86 N・m

- 配管材には異物、切り粉、バリの付着がないことを確認してから配管してください。
- 配管のねじ長さは有効ねじを守ってください。またねじ部先端より半ピッチ程度は面取り仕上げしてください。
- 清掃方法は 0.3 MPa 以上の空気圧を吹き付けて配管内の異物、切り粉、バリを除去してください。
シール剤の使用については配管内に入り込まないように十分注意すると共に外部漏れのないようにしてください。
- ねじ部のシールテープを巻くときは、ねじの先端を 2~3 山残して巻きつけてください。液状シール剤を使用するときも先端を 2~3 山残して多すぎないように塗布してください。バルブのめねじ側には塗布しないでください。



(図 5. 3 シール材について)

5.3 設置

- 設置場所は保護構造が許せる範囲なら屋外の設置も可能ですが、直射日光を避け雷害などを避けるためにも樹脂配管等の処置を行ってください。
- 振動 5 G 以上の場所では使用しないでください。
- 寒冷地の場合は適切な凍結防止対策を行ってください。

5.4 センサについて

センサの設置位置は十分に検討してください。

特に温度センサの設置場所は、温度の偏り等により全体の制御が誤差を持ち間違っ制御となりやすいので、十分に攪拌し、温度にむらが生じないようにした上で、最も平均的な温度が検出できる場所に設置してください。

6. 制御時の注意及び確認事項

6.1 制御初期について

(1) 単体作動について

- 実際の設備配管が終わった後では、もし誤配線があった場合修正が大変ですので電気配線が終わった段階で一度通電作動確認を必ず行い、制御で開閉が行えることを確認してください。

(2) 漏れについて

- 流体を加圧状態にして接続部の漏れを確認してください。

漏れの確認は、圧縮空気 (0.3MPa~0.5MPa) を供給して石鹼水を塗布し、気泡発生の有無で確認することをお奨めします。

(3) 初期作動について

- もし可能なら、シンクロスコープなどで電源ラインおよび信号ラインにノイズが乗っていないか確認してください。また作動中に許容電圧範囲以下に電圧降下するようなことがないか確認してください。

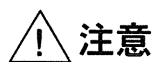
- 制御中のモータバルブの作動 (通電) 頻度を調べてください。

ほとんど連続通電になるような場合は製品寿命や作動に悪影響が発生しますので表 6.1 のような対策例を参考に変更を行ってください

表 6.1

調節計、温調計を使用 の場合	オートチューニング機能付きのものを使用し実負荷のある状態でオートチューニングを行い、作動頻度の低い (無駄時間の少ない) 効率的な制御を行ってください。
パソコン、マイコンボ ードの場合	目標値と検出値の比較演算のプログラム上に、P I D制御などのソフトを組み込んでください。(詳細は文献でご調査願います。)

7. 使用上の注意



注意

- 使用中はモータが発熱しますので、ボンネットに触らないでください。
またボンネットを分解しないでください。感電や火傷の恐れがあります。
- 通電時は電気配線接続部 (裸充電部) に手や体を触れないでください。感電の恐れがあります。

7.1 手動操作について

停電等の緊急時以外は使用しないでください。また手動操作時は以下の手順にて行ってください。

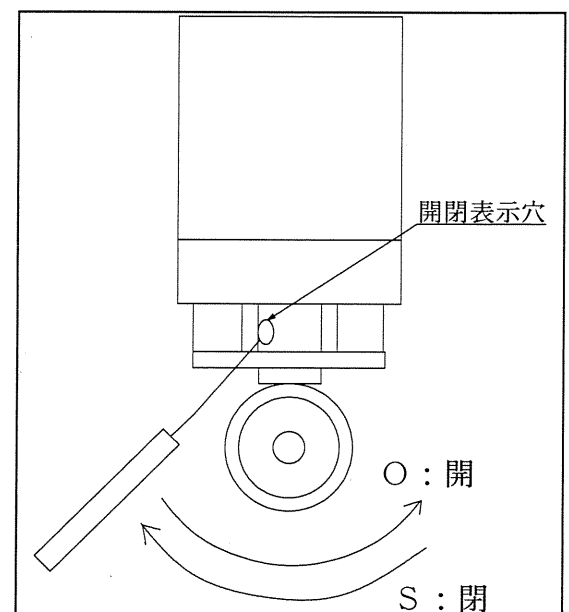
- ① 電源を必ず切ってください。
- ② 中間ブッシュの開閉表示穴に十字ねじ回し (H 2 形、2 番) を差し込み徐々に力を加えていき、ゆっくり回してください。S ~ O、O ~ S 間を約 20 秒程度で回してください。(図 7.1 参照)

7.2 電源の ON / OFF

電源から通電の ON / OFF を行う場合、作動電流が大きいためリレーなどの接点は容量の大きなものを使用してください。(DC 24 V 以上で 3 A 以上は必要です。)

7.3 ブレーカの容量

ヒューズやブレーカを設置する場合、容量は 5 A 程度のものとしてください。



(図 7.1 手動操作)

7.4 サーマルプロテクタの働き

アクチュエータ内にはモータの焼損防止の対策として、サーマルプロテクタが入っています。これは何らかのトラブルや高頻度通電されてモータが過熱したとき、一時的に電力を遮断し、冷却を待ち、再度作動が行えるようにします。

サーマルが作動しているときは何らかの不具合があると考えられますので、制御方法やボール弁内の異物の噛み込み等がないか点検し、改善してください。

7.5 その他

- 使用中は足場にしたりしないでください。
- 長期間使用しない場合は内部に残留している水を完全に除去してください。水が残留していると錆が発生し作動不良、漏れ不良の原因となります。
- ボールバルブをロックさせないでください。機械的な寿命に影響しますので、直ちに問題を取り除いて下さい。

8. 保守、メンテナンス上の注意

8.1 保守、点検

本製品を最適状態でご使用頂くために定期点検は半年に一度は行ってください。点検方法は、以下の内容に従って行ってください。

●作動について

正常に作動しつづけていても摩耗部品の劣化は発生していますので、以下の確認を行ってください。

表 8.1

音	初期に比べて作動時の音が大きくないか、ムラがないか。
熱	アクチュエータの表面が 60℃以上に発熱していないか。

上記の問題が確認され、作動に影響が発生しはじめましたらアクチュエータの交換を行ってください。

●内部漏れについて

比例制御の場合、ボール弁のシートの摩耗が偏り、内部漏れが早く発生し易くなります。摩耗がすすみますと作動にも影響を与えますので、定期的に全閉信号入力時の漏れを確認してください。

数 10 cm³/min 以上漏れている場合はボール弁の交換を行ってください。

●ストレーナの目詰まりに注意してください。

8.2 保守部品

保守部品としてはアクチュエータとボール弁となります。

異常が発見された場合は9項に従い交換作業を行ってください。

9. 分解、組立



注意：電源を切り流体を止めてから作業を開始してください。

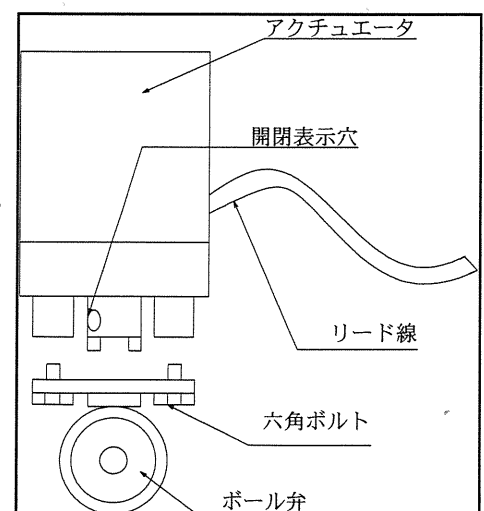
9.1 アクチュエータの取り替え

●分解手順

- ①結線ははずしてください。
- ②六角ボルトをスパナで緩めてください。
- ③アクチュエータを上にもちあげるとボール弁と分離します。

●組立手順

- ①ボール弁の開閉の位置を新しいアクチュエータの開閉表示穴と合わせてください。
- ②六角ボルトを 5～7.5 N・m にて締め付けてください。
- ③結線を行ってください。
- ④電源を入れ通電を行い作動の確認を行ってください。



(図 9.1)

9.2 ボール弁の取り替え

●分解手順

- ①六角ボルトをスパナでゆるめ、アクチュエータを分離してください。
ただしリード線が引っ張られた状態にならないようにしてください。
- ②ボール弁の配管をゆるめボール弁をはずしてください。

●組立手順

- ①新しいボール弁を配管してください。キャップ側配管時はキャップをボディ側配管時はボディをスパナで固定して配管してください。
- ②アクチュエータをボール弁にのせ、六角ボルトにて締付トルク 5~7.5 N・mで締め付けてください。
- ③流体圧力を加え流体が外部へ漏れないことを確認してください。
- ④電源を入れ通電を行い作動の確認を行ってください。

10. 比例制御モータバルブの基礎知識

10.1 比例制御について

10.1.1 電流入力信号

開度制御のための電流入力信号は“4~20 mA”と表現され、実際に 4 mA 付近でボール弁が開き始めますが製品間のばらつきにより正確な数値ではありませんので、入力信号と開度の関係は以下のように考えてください。

表 10.1

入力信号	開度
0 mA	全閉位置
20 mA	全開位置

また内部インピーダンスは 240 Ω ですので $240 \times 0.02 = 4.8$ V 程度は制御電圧が必要となります。

10.1.2 P I D 制御について

市販の調節計にはほとんど“P I D”制御が行えるような“オートチューニング”機能を持っています。これは制御するものに合った専用の最良通電タイミングを持たせるための機能です。

ボール弁がどんなに高頻度で動いても、制御するもの（対象）によっては無駄な動きになってしまいます。その無駄な制御量をみつめることがオートチューニングといわれ、無駄な通電を減らして作動頻度をさげることができます。

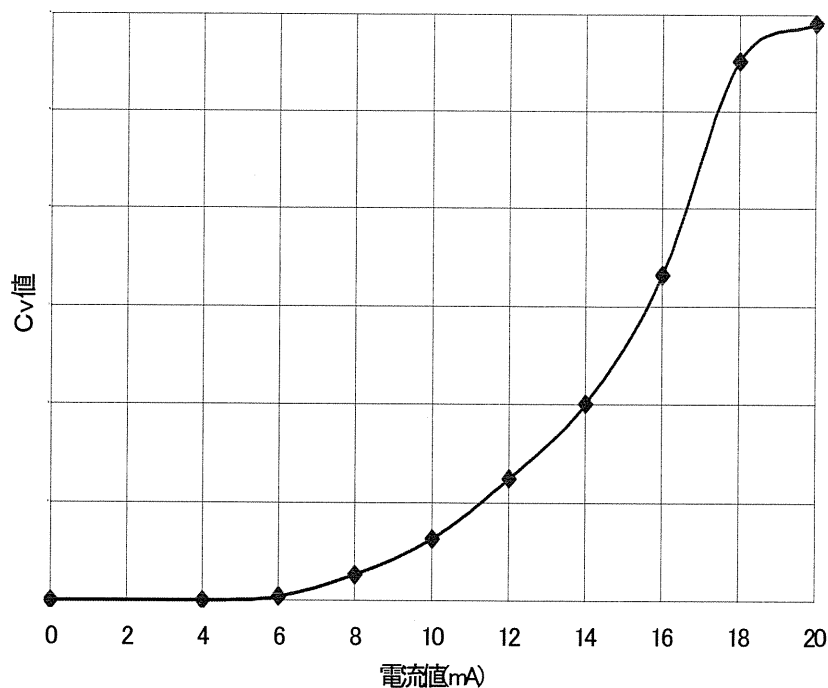
これは製品の寿命を長くするためにも必要な制御ですので、必ず P I D 付の調節計を使用してください。

10.1.3 入力信号と流量の関係について

制御用入力信号とボール弁の流量特性（C v 値）の関係は、右の図 10.1 のようになります。

ただしこの特性も製品間によりばらつきを持つため、目安程度となります。

またボール弁の特性上全閉付近と全開付近は 1 ステップ（最小変化幅）での流量変化が大きいため実使用に向きません。また最大 C v 値の 1/2 程度の流量付近で制御が行えるよう口径を設定することにより安定した制御が得られます。

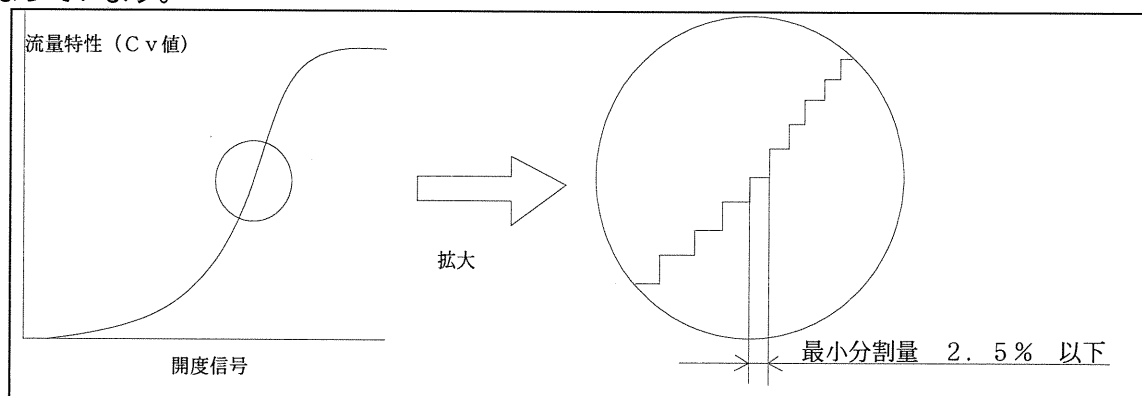


(図 10.1 流量特性)

10. 1. 4 分解能

分解能はボール弁の作動角度 (90°) に対する分割数といえます。

入力信号にたいして無段階的に開度変化が行えることが理想ですが構造上の問題で細かく階段状になっています。



(図 10.2 分解能)

その一段幅が最小分割量となり分解能といえます。

従って、“2.5%”とは実際には 90° を“40分割”ということで、角度として 2.25° となります。

10. 2 こんな制御はできないか？

10. 2. 1 蒸気使用の温度制御

モータバルブシリーズの中で、温度制御に仕様を限定したMHB Pシリーズが適しております。

10. 2. 2 禁油処理

構造上シャフト回転部にはグリス塗布が必要です。

完全な禁油処理は不可ですが、ボールシート部のみの簡易禁油は可能です。

10. 2. 3 大口径 (50 Aクラスまで)

50 Aクラスの配管でも実際の比例制御範囲は全閉～全開ではなく、一部の流量範囲であることが多いので、標準の大口径モータバルブと比例制御モータバルブの組み合わせのご使用をご検討ください。

10.2.4 気体の流量制御

ボールバルブの場合、流路断面積の変化が大きいため精度幅を小さく要求される気体などの場合は、ほとんど使用に適しません。

10.2.5 ボール弁の開度のみモニター表示。

簡易制御タイプ（M X B C-N）を使用してください。ただし、ボールバルブの場合部品の連結部にガタツキがあり、開度の誤差が含まれますので目安程度に使用するようにしてください。

10.2.6 ゼロ位置、スパン位置の変更

ゼロ位置（全閉位置）、スパン位置（全開位置）は工場出荷時に調整してあります。ただし、流量範囲の変更を行いたい場合、制御基板上のトリマー（半固定抵抗）にて変更することは可能ですが、一度変更しますと初期状態に戻すことが困難ですので、できるだけ制御信号側で制御範囲の変更を行ってください。（変更が必要な場合はご相談ください。）

10.3 電気の基礎

10.3.1 消費電流

本製品に置いて、消費電流のほとんどがステッピングモータへ流れ込む電流です。

モータはコイルと同様インダクタンスをもっていますので、電流は電圧に対し位相がずれます。そのため、消費電流は単純なオームの法則には従いませんので、ピーク値と平均値という形で表しています。平均値は 750 ± 100 mA としておりますが、瞬間にはピークで 1.2 A 程度流れますので、安定化電源としては 50 W クラスの使用をおすすめします。

10.3.2 電流入力信号

一般的には 4 mA から 20 mA で開度量を制御します。

電流制御のメリットは電圧ノイズに強い点や電送距離の影響を受け難い点などにあります。

但し、ボールバルブの場合、開き始めの位置と入力信号の整合性が取り難いため、全閉位置を 0 mA という形にしております。

10.3.3 入力インピーダンス

モータバルブ側は、上記のように制御信号は電流で受けますが内部回路は電圧に変換して比較演算処理を行います。

その際の電圧変換に用いる抵抗値を入力（内部）インピーダンスといいます。

本製品の場合は 240Ω となっておりますので実際の内部回路では、入力電流 $4 \sim 20$ mA $\times$ （内部）インピーダンス $240 \Omega = 0.96 \text{ V} \sim 4.8 \text{ V}$ にて制御しています。

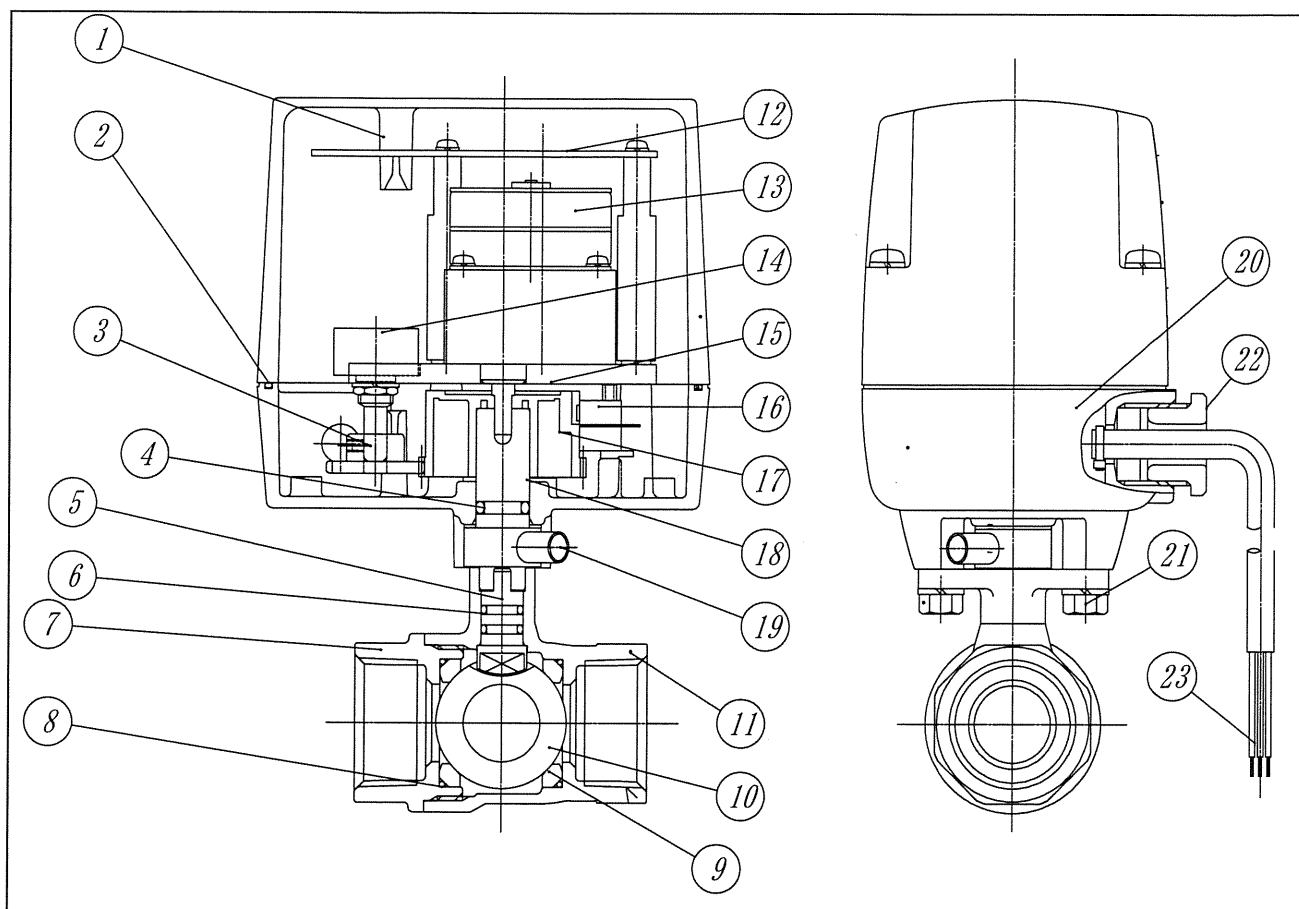
11. トラブル時の対処方法

モータバルブが使用目的どおり作動しない場合は、下表に従い点検してください。

表 11.1

故障の状態	原因	初期/ 使用中	処置
作動しない	全波整流回路になっている	初	安定化電源（50 W）に変更してください。
	誤配線	初	配線図に従いモータバルブ側、制御側ともに確認してください。
	電力不足、電圧降下	初／中	電源容量に十分余裕を持たせてください。
	ボール弁内部に異物の噛み込み、弁シートの固着（ロック状態）	初／中	ボール弁を交換してください。
	雷害、誤電圧の印加、誤配線	中	アクチュエータ部を交換してください。
	ブレーカなど遮断機の作動	初／中	漏電など、ブレーカ作動の原因解明処理の上、再通電してください。
	サーマルプロテクトの作動	中	高頻度使用が原因ですので制御方法を検討してください。 ボール弁のロックの有無を確認してください。
	無理な手動操作による、ギヤの破壊	中	アクチュエータ部の交換してください。
	ゼロ、スパン調整後開度がおかしい。	中	再調整してください。 （手順をお問い合わせください）
制御できない 漏れる	ボール弁内部に異物の噛み込み	初／中	ボール弁を交換してください。
	弁シートの摩耗	初／中	ボール弁を交換してください。
	ゼロ、スパン調整後開度がおかしい。	中	再調整してください。 （手順をお問い合わせください）
	無理な手動操作にてギヤの破壊	中	アクチュエータ部を交換してください。
	サーマルプロテクトの作動	初／中	高頻度使用が原因ですので制御方法を検討してください。
	下限付近で繰り返し作動を行った為弁シートが偏摩耗	中	ボール弁を交換してください。
安定しない	調節計の P I D 定数が合っていない。	初／中	オートチューニング等で制御対象にあった定数を設定する。
	制御信号及び電源ラインのノイズ、バルブより発生するノイズ	初／中	ノイズフィルタを設置してください。
	流量が多すぎる	初／中	流量を絞るか、口径を小さくしてください。
誤差が大きい	放熱、吸熱が悪い	初／中	流量や温度を見直してください。

12. 内部構造図



(図 12.1 構造図)

表 12.1 部品表

品番	部品名	材質	品番	部品名	材質
1	ボンネット	ADC12	12	制御基板	
2	ガスケット	NBR	13	モータ	
3	平歯車	C3604	14	ポテンショメータ	
4	Oリング	FKM	15	取付板	A2017
5	シャフト	SUS303 (SUS304)	16	マイクロスイッチ	
6	Oリング	FKM, NBR	17	カム	POM
7	キャップ	CAC408 (SCS13)	18	中間ブッシュ	SUS303
8	Oリング	FKM	19	ストッパ	C2700T
9	バルブボール	C3771+クロムメッキ (SUS304)	20	アダプタ	ZDC2
10	ボールシート	PTFE	21	六角ボルト	SWCH
11	ボディ	CAC408 (SCS13)	22	ブッシング	PF
			23	コード	

()内はステンレスボディ：E

13. 製品仕様

13.1 形番表示

M X B C - 1 0 - 0 - 3

ハ	電圧
ロ	ボディシート材質
イ	口径

イ：接続口径	
10	Rc 3/8
15	Rc 1/2
20	Rc 3/4
25	Rc 1

ロ：ボディ シート材質	
0	青銅、PTFE
E	ステンレス、PTFE

ハ：電圧	
3	DC 24 V

13.2 主な仕様

機種 項目	2ポート弁			
	M X B C - 1 0	M X B C - 1 5	M X B C - 2 0	M X B C - 2 5
耐圧 MPa	2 (水压)			
使用流体	水、温水			
使用圧力 MPa	0~1			
流体温度 °C	0~80 (但し凍結なきこと)			
周囲温度 °C	-10~50			
定格電圧	DC 24 V			
周囲湿度 %	95 以下			
消費電流 mA	750±100			
入力信号	DC 4 (0) mA~20 mA 内部インピーダンス 240Ω			
分解能	2.5%以下			
最大通電頻度	3秒作動/5秒停止			
接続口径	Rc 3/8	Rc 1/2	Rc 3/4	Rc 1
オリフィス径mm	10	10	15	20
Cv値 (前開時)	10	6	16	29
質量 kg	2.0	2.0	2.2	2.3