

## AF 型 Zero 作動弁

(有)みなみ技研

### 1. はじめに

Zero 作動弁は、冬期氷点下を記録する地域や時に氷点下となる地域の給水管や給水使用機器等において、これまでのように管内の水を抜いたり、加熱保温をするなどの作業を必要とせず。常に給水を止めることなく、管や機器内に滞留する凍結寸前の水を自動的に管外に排水させ、凍結による閉塞や破損事故を未然に防ぐ事を目的とした凍結防止用自動弁です。

図-1 AF03 型写真

図-2 AF10 型写真

ここに紹介する AF 型 Zero 作動弁(図-1&2)は、動作室内の水の自然現象による水から氷への(潜熱域)体積変化を直接、弁の開閉動作に利用した独自の作動方式を有し。

従来品のように僅かな温度範囲(1~4の顕熱域)で微妙に温度調整された感熱体工レメントを一切使用していないため、開弁時の凍結温度に達していない水の放出を抑え、常に気象変化(外気温度)に適した排水量を約束する自力式省エネ・省力化製品です。



### 2. 凍結防止対策の現状と問題点

国内で冬期氷点下を記録する地域は主に北日本ですが、西日本においても幾度かは異常な温度降下を経験するものです。特に北海道や、東北地方では3~5ヶ月間も連続して氷点下を記録することが多く、給水管や給水使用機器の凍結による閉塞や破損事故により産業や生活に支障をきたすことがあります。凍結は氷点下において水が動かずに管や機器内に滞留した時に発生します。

現状の凍結防止対策を「水を止められる箇所」と「水を止められない箇所」に分けて考えると。

#### 1)水を止められる箇所(家庭の配管等)

多くは、止水後「管や機器内の水を抜く」方法で対処されています、管内に残留水がなければ凍結することはありませんが。配管が逆勾配であったり、吸気弁が正常に作動しなくて水と空気の置換が不完全であったり、水抜き操作を忘れてたり、すると凍結事故につながります。

また水抜き状態のため復帰操作をしない限り水は使えません。

#### 2)水を止められない箇所(消火設備、給水タンク、公園や高速道路の公衆トイレ、工場の生産設備等)

水を止めないで「常に一定量の水を出しっぱなし」にしたり、「電熱帯による加熱保温」方法で対処される場合、急激な気象変化が起こらない限り凍結することはありませんが。許容範囲を越えるような急激な気象変化があると外気温度に追従しなくなって凍結が起こります。

前者においては 水圧変化を考慮した水量調整が難しく、安全をみて多量に放出させる必要があり、後者においても 安全をみて余分なワット数を設定する必要があります、そのため水道や電気料金が高くなります、 停電やコンセントの操作を忘れてりすると凍結事故につながります。また 漏電や感電の危険性があります。

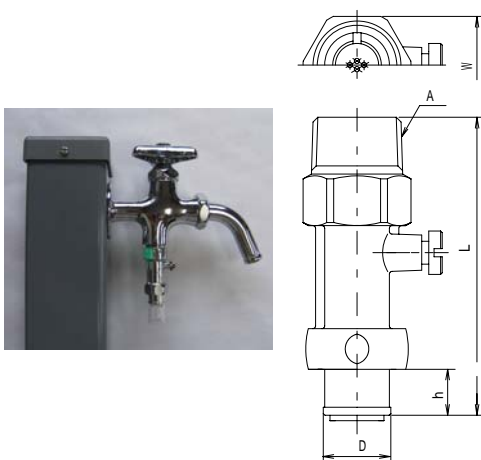
#### 3)保温施工

保温施工だけの場合は、単に放熱量を少なくして時間を稼げるだけであり抜本的な凍結対策にはなりません。保温厚さにもよって異なりますが裸管に較べて約5倍以上の時間は稼げますが、高い施工費用がかかり、凍結した場合は逆に解凍時間が長くなり長時間水が使えなくなります。但し、保温施工は上述の凍結防止策と併用使用すれば水道や電気料金が下がり効果が得られます。

### 3.仕様

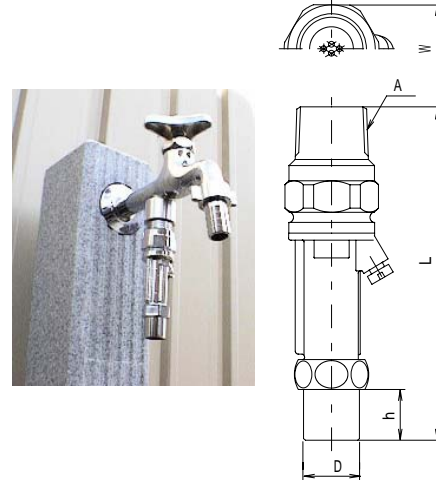
- |          |   |
|----------|---|
| 1)作動方式   | ・開弁(排水)：外気温度感知<br>・閉弁(止水)：排水温度感知            |
| 2)動作室    | ・開閉弁温度は0（水から氷への体積変化を利用）<br>(感熱体エレメントは使用しない) |
| 3)弁構造    | ・内接弁方式(水圧力で閉弁)                              |
| 4)本体材質   | ・DR(耐蝕鍛造用黄銅)                                |
| 5)最高使用圧力 | ・1 MPa                                      |
| 6)最高使用温度 | ・90（給湯配管にも使用出来ます）                           |
| 7)取付け箇所  | ・配管途中及び管末の継手及び座付きカラン（図-3&4 写真参照）            |
| 8)要部寸法   | ・図-3&4 参照                                   |

図-3 AF03 型



A	L	W	D	h	重量
R3/8	55	18	12.5	8.5	0.05 kg

図-4 AF10 型



A	L	W	D	h	重量
R1/2	95	25	16	14.5	0.14 kg

- 9)最大排水能力
- ・図-5&6 参照  
(通常は作動原理上、給水管内のやや温かい水が作動弁内部を通過すれば直ちに閉弁する。排水量は外気温度に適応し、概ね 30cm<sup>3</sup>/min 程度の排水量となる)

図-5 AF03 型

排水能力

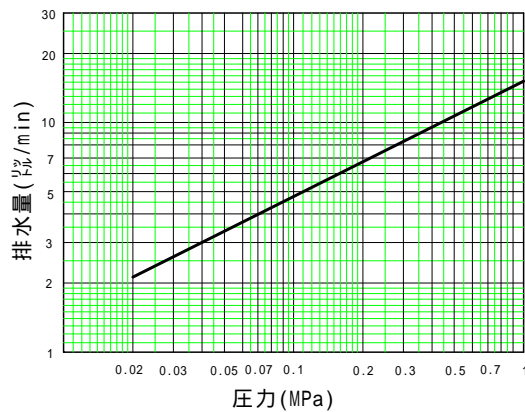
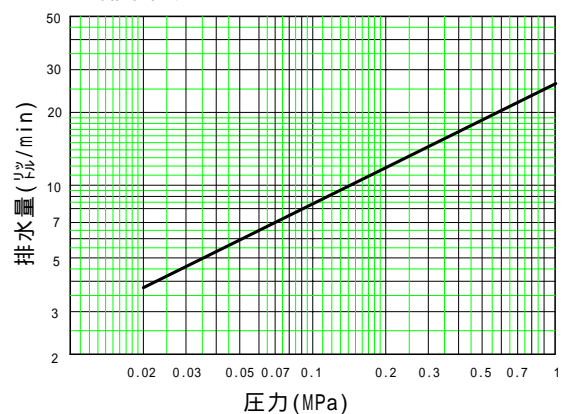


図-6 AF10 型

排水能力



#### 4. 弁の開閉に氷の体積変化を利用

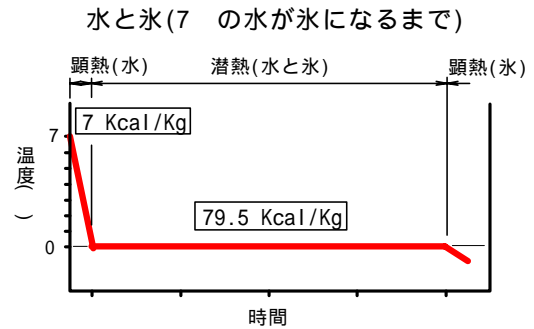
氷点下において、仮に7℃の水1Kgが凍るまでの熱量を考えると、水が0℃になるまでに7Kcalが、さらに0℃の氷になるには79.5Kcal（凝固熱）に相当する熱の移動が必要になります。図-7に示すように水が凍るまでに水の顕熱に比べて約11倍の時間を必要とする、この潜熱域での安定した温度と確実な体積変化は、この上ない温度調整不要のエレメントを提供してくれます。

従来品の感熱体エレメントを使用した低温作動弁は外気温度が1～3℃の僅かな範囲内で開弁し、4℃以下で閉弁する微妙な開閉弁温度調整を必要としますが。

Zero作動弁は、この潜熱域の長い時間帯を利用して常に0℃の体積変化で開閉弁作動させることが出来（安全上、給水管においては潜熱域の水の1/4が氷結した時点を凍結点としさらにZero作動弁の温度降下時間を給水管よりも

約4倍以上速くさせることで、あらゆる気象条に対応した排水を約束します）しかも温度調整は一切不要となります。

図-7



#### 5. 作動原理(AF03型で説明)

##### 弁の基本開閉動作

動作	過程	現象
開弁 (排水)	外気温度の低下	動作室内の水から氷への体積変化(凝固)を利用
閉弁 (止水)	排水の通過	動作室内の水から氷への体積変化(融解)と水圧力を利用

1) Zero作動弁の動作室に流入通路を介して給水管より水を充滿させる、この時弁は水圧力及びリターンズプリング力により閉弁している。(図-8)

2) 外気温度が降下し氷点下になると、給水管よりも速く動作室の水が氷結を始め（その降下速度比は約4倍）、水から氷への体積変化力で閉弁力に打ち勝って開弁(排水)を始める。

3) 排水過程で埋設給水管内のやや温かい水がZero作動弁の内部を通過すると、その通過熱量で動作室の氷を溶かし、水圧力及びリターンズプリング力で閉弁(止水)させる。

この時、通過水の多くが凍結寸前の温度であったり、急激に外気温度が下がった場合は排水量が増加し、逆の場合は僅かな排水量になる。(図-9)

常に気象条件に適応した排水を持続させる。

4) 以後、1)～3)の動作を繰り返す。

図-8

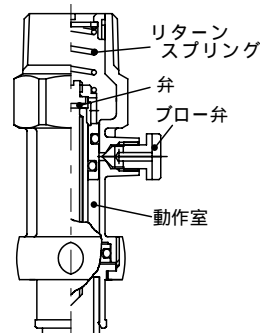
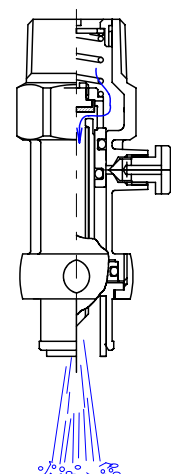


図-9



## 6. 特長

- 1) 外気温度感知で開弁し、排水の通過で閉弁するため、無駄な水の放出が無く水の節約が出来る。
- 2) 外気温度が氷点下であっても、給水管内温度が凍結温度に達していなければ閉弁(止水)を継続し、無駄な水の放出が無く水の節約ができる。
- 3) 動作部に水の自然現象による物性変化を利用しているため。(感熱体エレメントを使用していないため)  
動作室の開閉弁温度は常に0 であり、微妙な温度調整の必要が無く、水圧変化やエレメント固有のヒステリシスによ開閉弁温度のバラツキが無い。  
開弁力が極めて大きいため、開閉弁動作に水圧変化の悪影響を受けない。  
給水、給湯配管を問わず高温(90 )域までの使用できる。  
ワックスや揮発性物質を使用しないため、エレメント破損時のトラブルや、液洩れによる給水への混入が無く衛生的である。
- 4) 気象状況に適応した排水をするため、排水を制御するオリフィスや定流量弁の内装が不要。
- 5) 独自の機構によりシンプルな構造で耐久性に優れている。
- 6) 内接弁方式の弁構造により水圧力で確実に閉弁させる、また弁孔や排水孔が大きくとれるためゴミ、スケール等による閉塞が無い。
- 7) ブロー弁の操作により点検が容易に出来る。
- 8) 作動は全て自力式であり、電力等の外部エネルギーは不要。
- 9) 取付けや点検が容易にできる。

## 7. 経済性比較

### 1) 排水量の一例

(テスト条件：外気温度 -10 給水圧力 0.3MPa 風速 1m/s 管径 13mm 裸管 3m)

型番	実測値	14 時間/日で 120 日間使用	110 円/m <sup>3</sup>
AF03 型	1.0 ㍉/h	0.001x14x120=1.7m <sup>3</sup>	187 円
他社製品	30.0	0.030x14x120=50.4	5,544
一定量放出	24.0	0.024x24x120=69.1	7,601

・一定量放出の場合は 24 時間/日として算出

### 2) 電気代の一例

(気象条件：外気温度 -10 風速 1m/s 管径 13mm 裸管 3m)

電熱帯(消費電力)	14 時間/日で 120 日間使用	25 円/Kwh
45W/mx3m=135W	0.135x14x120=226.8KW	5,670 円

・保温工事費は含まれていません

## 8. 熱計算(温度降下時間の算定)

AF03 型 zero 作動弁と給水管の静止流体における温度降下時間の算定比較

「計算式」

$$1) T = -A R \ln \left( \frac{o - r}{o - r} \right) + B / (o - r)$$

T : zero 作動弁の場合は開弁

配管の場合は凍結に至る時間 ( h )

A : 熱容量係数 ( kcal / m )

R : 熱抵抗 ( h / kcal )

o : 凍結水温度 ( )

o : 初期水温 ( )

r : 外気温度 ( )

B : 水の凝固係数 ( h )

$$2) A = C1 \times W1 + C2 \times W2 + C3 \times W3 \dots\dots\dots + CN \times h \times WN$$

A : 熱容量係数 (kcal/m )

C : 比熱 (kcal/kg )

W : 重量 (kg)

(添え字 1 2 3 ……は各構成部品を示す但し N は保温材を示しており、この場合 h の値を算出する)

$$h = 2Di+Do / 3(Di+Do)$$

Di : 保温内径 (m)

Do : 保温外径 (m)

$$3) R = 1/(2 L) \times (2/do + 1/ \times \ln(do/di)$$

R : 熱抵抗 (h /kcal )

L : 長さ (m)

: 表面熱伝達率 (kcal/m<sup>2</sup>h )

do : 外径 (m)

di : 内径 (m)

: 熱伝導率 (kcal/mh )

$$4) 2 = ( o - r ) \times e^{(-T/AR)} + r$$

2 : T 時間経過後の水温 ( )

## 9 . 熱計算

### 「計算条件」

- 1)初期水温(埋設管内水温) ( o ) 7
- 2)外気温度 ( r ) -7
- 3)風速 1 m/s
- 4)給水管サイズ 13 mm(SGP)
- 5)保温材の厚み 10 mm(フォーム® リソソ保温筒)

給水管内の静止水の 1/4 が氷結した時点を凍結とみなし計算上安全を考慮する。

### 「計算結果」

- 1)AF03 型 zero 作動弁が開弁に至る時間

$$A = 0.091 \text{ kcal/m}$$

$$R = 2.16 \text{ mh /kcal}$$

$$T = 0.14 + 0.15 = 0.29 \text{ 時間}$$

7 の水が 0 になるまで 0.14 時間(8 分 24 秒)かかり、さらに氷結するのに 0.15 時間(9 分 00 秒)、よって 0.29 時間(17 分 24 秒)後に zero 作動弁が開弁し管内の水を水させる。

- 2)裸管の温度降下と凍結に至る時間

$$A = 0.348 \text{ kcal/m}$$

$$R = 1.28 \text{ mh /kcal}$$

$$T = 0.31 + 0.74 = 1.05 \text{ 時間}$$

$$2 = 0.3$$

7 の水が 0 になるまで 0.31 時間(18 分 36 秒)かかり、さらに管内の 1/4 の水が凍結するのに 0.74 時間(44 分 24 秒)、よって 1.05 時間(1 時間 3 分 00 秒)後に管の水が凍結する。

また zero 作動弁が開弁した時の管内水温は 0.3 となる。

### 3)保温管の温度降下と凍結に至る時間

$$A = 0.351 \text{ kcal/m}$$

$$R = 4.43 \text{ mh /kcal}$$

$$T = 1.08 + 2.58 = 3.66 \text{ 時間}$$

$$2 = 4.6$$

7 の水が 0 になるまで 1.08 時間(1 時間 4 分 48 秒)かかり、さらに管内の 1/4 の水が凍結するのに 2.58 時間(2 時間 34 分 48 秒) よって 3.66 時間(3 時間 39 分 36 秒後に管内の水が凍結する。また、zero 作動弁が開弁した時の管内水温は 4.6 となる。

#### 「計算結果のまとめ」

AF03 型 zero 作動弁の開弁時間	0.29 時間
裸管の凍結時間(1/4 の水の凍結) 0.29 時間経過後の管内水温	1.05 時間 0.3
保温管の凍結時間(1/4 の水の凍結) 0.29 時間経過後の管内水温	3.66 時間 4.6

となり外気温が氷点下になれば、いち早く zero 作動弁が作動し、管内の冷たくなった水を排水させます。また 0 を越える排水温度で zero 作動弁内作動室の氷が溶けることにより、直ちに閉弁止水します。

これら一連の動作を繰り返すことにより、管内の閉塞や破損を未然に防ぎます。

## 10 . 用途

- 1) 上水道、工業用水道、農業用水道、灌がい用水等のあらゆる配管。
- 2) 温水ボイラ、湯沸器、太陽熱温水器等の高温水使用機器及び配管。
- 3) 給水タンク、クーリングタワー、給水ポンプ、消火栓、スプリンクラー等の機器及び配管。
- 4) 水道メータ、道路、鉄道、公衆トイレ等の施設機器及び配管。

## 11 . 取扱上の注意事項

- 1) 給水・給湯配管の途中や末端の最低温部に取付けて下さい。
- 2) 取付前に配管内や管端のゴミ・スケールを取り除いて下さい。
- 3) zero 作動弁の取付け姿勢は排水側を下向きにして垂直に取付けて下さい。
- 4) zero 作動弁は保温施工しないで下さい。(配管部は節水上、出来るだけ保温施工して下さい)
- 5) 特に風当たりの強い、厳しい気象条件下で使用する場合は排水側付近に適当な保温施工や風防等を設けて下さい。(尚、下流側の水は圧送されませんからご注意下さい)
- 6) **取付け完了後ブロー弁を操作し、zero 作動弁内部の空気を水と共に放出させて下さい。**  
(ブロー弁をドライバーで左に半回転し、そのまま 5 秒間位水を放出させ、その後ブロー弁を元通り締付けて、水の放出を確実に止めて下さい)
- 7) 排水場所に注意して下さい。(スリップ事故が起こらない箇所に排水して下さい)

## 12 . おわりに

zero 作動弁の寒冷地使用はもちろんですが、冬期、時に氷点下となる地域等に於ては凍結防止対策が不十分なケースが多く、事故発生時の被害が大きくなりがちです。特に水を抜けない配管については「加熱保温をする」か、「凍結寸前の水を自動的に排水させる」かの二通りになります。

安全性や経済性を考慮した場合、後者の方法によるのが現状に於いて最善の方法と考えます。

従来の低温作動弁の作動原理と異なり自然現象による水から氷への確実な体積変化と、安定した開弁温度を約束する AF 型 zero 作動弁の使用をお勧め致します。