

液溜まりを低減し、容易な洗浄を可能にした圧縮空気用バルブ（電磁弁）および、EHEDG 適合管継手の開発

坂入 謙治 野村 真*

SMC 株式会社 技術部

要 約

従来、食肉加工や食品生産・食品包装・飲料充填装置において、圧縮空気用バルブ（電磁弁）等の制御機器の多くはアクチュエータ（駆動機器）から遠く、装置の洗浄に接触しない制御盤内に設置されていた。しかし、昨今では欧米を中心に圧縮空気量の削減や圧力降下の低減、応答性の向上のためにバルブをアクチュエータの近くに設置し、衛生管理上、装置をまるごと洗浄するアプリケーションが増えている。このため、保護構造 IP69K を満足する高温・高圧の洗浄が可能な上、外表部品が FDA（Food and Drug Administration アメリカ食品医薬品局）準拠材料である機器の要求がある。それらに対応したマニホールドバルブおよび、欧州 EHEDG（European Hygienic Engineering & Design Group）認証にも対応した EHEDG 適合管継手を開発したので紹介する。

1. 開発の背景

1.1 マニホールドバルブ

十数年前より、防水性のある洗浄可能な機器の要求が主に欧米の食品製造設備ユーザーからあり、特注品として、洗浄可能なマニホールドバルブを開発してきた。要求される形状は凹形状や隙間等の液溜まりがないもので、また、マニホールドは連数が自由に变化できるような1連ごとに分割されているものである。従来品(写真1)は、凹や隙間をなくすために1連ごとの分割面のシールが上部のバルブカバー部も一緒にシールしなければならない構造であったため、マニホールド増減連時を含めた組立性に問題があった。この問題を解決するために、今回紹介する新規開発のマニホールドバルブ(写真2)は一連

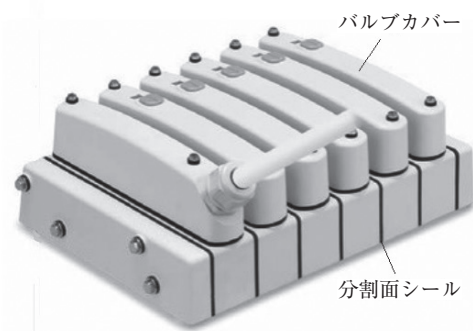


写真2 新規開発品 (JSY5000-H シリーズ)

ごとの分割マニホールド部とバルブカバー部を分けることで組立性を向上させ、それによって生じるバルブカバー間の隙間を大きくとることで、洗浄時の液溜まりがない製品とし、標準化した。

1.2 EHEDG 適合管継手

欧州にて食品加工用機械・装置などシステム全体として衛生設計の要求が高まっており、食品と接触する可能性がある箇所（部品・製品）についても、衛生設計基準を満足する必要が高まっている。衛生設計基準としては、EHEDG のガイドラインが推奨されており、製品個々で EHEDG 認証を取得することが大きな課題となっ



写真1 従来品 (SY5000-X500 シリーズ)

※さかいり けんじ、のむら まこと

●住 所 [〒300-2493] 茨城県つくばみらい市絹の台4-2-2

●電 話 0297-52-6600

ている。今回紹介する管継手（写真3）は、従来形状をハイジェニックデザインに変更し、EHEDG 認証を取得した製品である。



写真3 EHEDG 適合管継手

2. 新規開発

2.1 マニホールドバルブ

2.1.1 クリーンデザイン

凹形状が無く、大きなR形状で凸部には丸みをもたせ、また前述のようにバルブカバー間に隙間をもうけることで液溜まりをなくした洗浄性の良い衛生的な形状（クリーンデザイン）（写真4）とした。



写真4 クリーンデザイン

2.1.2 材料選定

近年では、使用する材料が衛生安全のためにFDA 準拠材料であることを要求されている。また、洗浄液に対する耐久性も必要であるため、使用している樹脂材・ゴム材は欧州の洗浄剤メーカーにて一般的に使用される洗浄剤での浸漬試験によって、適正な材質の選定をおこなった。結果、外表面の樹脂材はFDA 準拠のPA、防水シール部のゴム材はFDA 準拠のEPDM、金属はSUS316とした。

2.1.3 搭載バルブの流量特性

ユーザーから流量が大きくコンパクトな製品を要求されているため、マニホールドに搭載するバルブ（写真5）は従来の同サイズの電磁弁より流量特性が2倍以上あるJSY5000 シリーズを採用した（表1）。

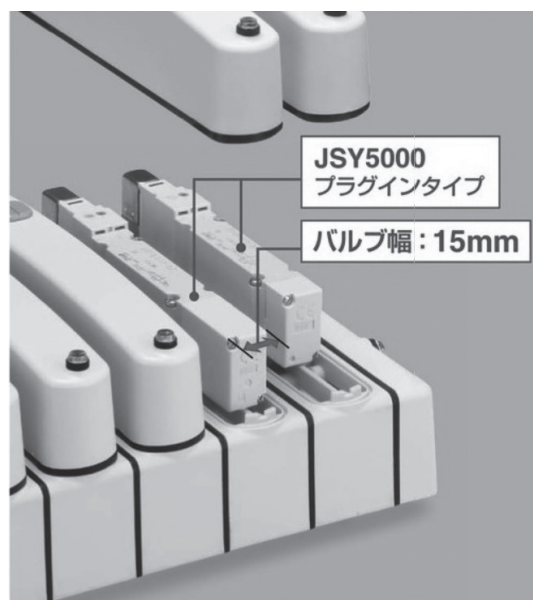


写真5 搭載バルブ

表1 マニホールドバルブ流量特性

C [dm ³ /(s·bar)]	7.64
b	0.23
流量 (L/min) 注)	1600

注) 一次側：0.6MPa、二次側：0.5MPa（20℃）の場合

2.1.4 フィールドバス機器対応

電気入力信号にリード線タイプとフィールドバス機器対応（写真6）を用意し、フィールドバス適用システムは普及が進んでいるIO-Linkとした。

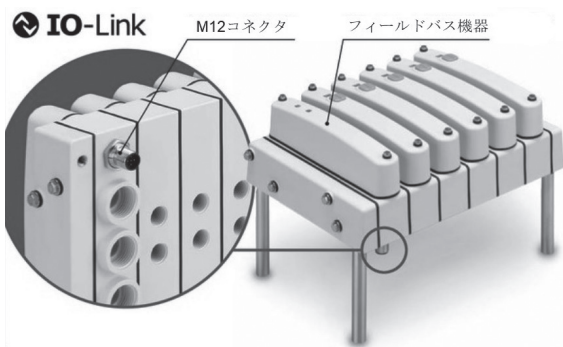


写真6 フィールドバス機器対応

2.1.5 保護構造 IP69K

外部認証機関にて図1に示す試験をおこない、認証試験を合格した。

IP6X: 耐塵

IPX9K: 高圧スチームジェット洗浄

以下の条件で有害な影響を受けない。

回転台に供試品を載せて 5 ± 1 rpmの速さで回転させながら、100~150mmの距離で $80 \pm 5^\circ\text{C}$ の温水を噴射する。噴射ノズルの位置は 0° 、 30° 、 60° 、 90° の4方向とする。流量は 15 ± 1 L/min。圧力は8~10MPa。噴射時間は各ノズル位置ごとに30s。

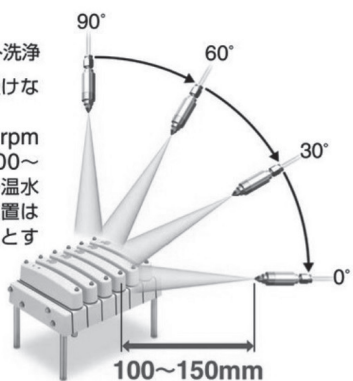


図1 IP69K 試験

2.1.6 防水シール形状

上記2.1.5に示すIP69K試験は過酷な高圧、高温のスチームジェットに耐えなければならず、最適な防水シール形状の設計に試行錯誤を繰り返した。

(1) 開発初期

開発当初は組立性を考慮し、図2のような防水シール形状でスタートした。上記2.1.5のIP69K試験において、洗浄時の大きな水圧がガスケットのはみ出し部に掛かり、引掛け部がない部分からガスケットがめくれ上がり、シール部から水の浸入が生じてしまう結果となった。

(2) 対策

対策として、図3のようにめくれの原因となるガスケットのはみ出し量を低減させ、引掛け部を両側に設けた。また、シール性を向上させるために、局所的にシール力を大きくする形状とした。

結果、上記2.1.5のIP69K試験を合格することができ、製品化を可能とした。

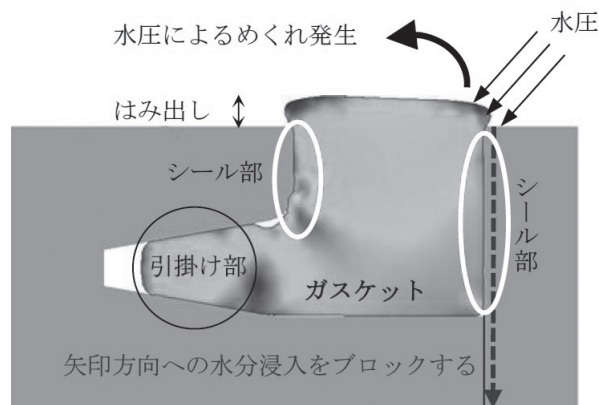


図2 初期防水シール部断面(応力解析による)

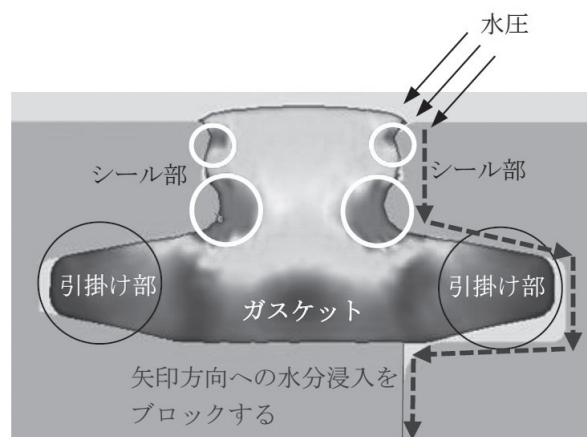


図3 対策防水シール部断面(応力解析による)

2.1.7 その他

本品の単体仕様として、サブプレートタイプ(写真7)も用意している。駆動機器からより近い場所に設置することで、さらなる圧縮空気量削減や圧力降下低減、応答性向上を可能としている。



写真7 単体仕様(サブプレートタイプ)

2.2 EHEDG 適合管継手

2.2.1 EHEDG 認証

主に EHEDG ガイドラインの Doc.8 (衛生的な機械・装置の設計基準) と Doc.16 (衛生的な管継手) を参考とし、ハイジェニックデザインを設計した。

認証取得のために、製品サンプルと図面・書類を審査機関へ提出した。ガイドラインに沿ったつもりでも、見解の相違が多々あったが、試行錯誤を繰り返すことにより、認証取得を実現できた (写真 8)。



写真 8 認証証明書

2.2.2 ハイジェニックデザイン

EHEDG ガイドラインより、下記のような従来と異なる外観形状にすることでハイジェニックデザインとした。

(1) 液溜まりしにくい形状

洗浄を容易に行うため、液だまりしにくい形状にしなければならない (図 4)。したがって、コーナー部は R3 以上もしくは角度 135° とした (図 5)。

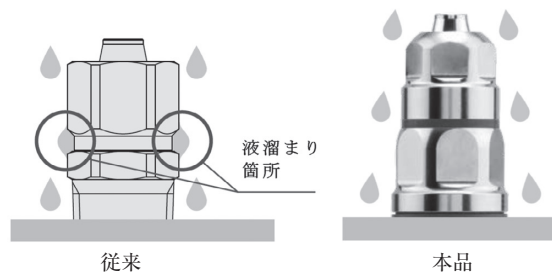


図 4 液体の流れるイメージ

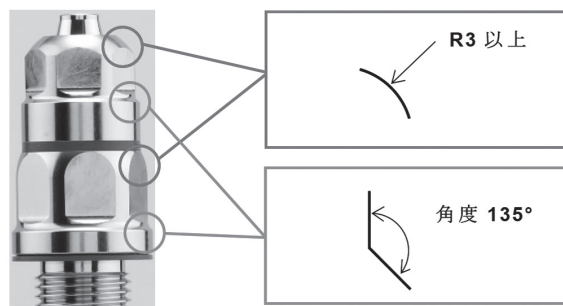


図 5 コーナー部

(2) 金属接触部

金属同士の接触部は、汚れの滞留や微生物の侵入を防ぐことができないため、外部のメタルコンタクト (金属接触) をなくさなければならない。これにより、シール部を外側に設けた (図 6)。内圧を受ける管継手としては、シール部のガスケットがめくれてしまうという懸念点があったが、気密性や耐圧性の試験を実施し、性能を満足することを確認できた。

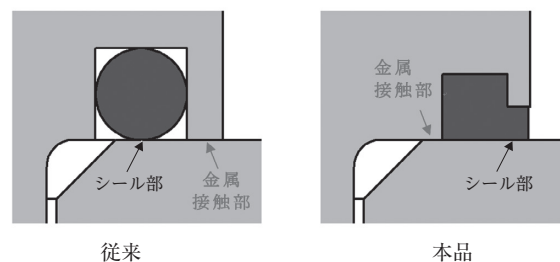


図 6 金属接触部の断面

2.2.3 構成材料

EHEDG ガイドラインより、製品が接触する可能性がある材料は、耐食性、無毒性、表面仕上げの要求を満たさなければならない。本品は、金属とゴムの部品から構成される。

金属は、耐食性に優れたステンレス鋼が推奨されており、SUS316 を選定した。また、表面粗さは、食品が意図的に又は意図的ではなくても (例えば、洗い流しにより) 接触する可能性がある製品接触面は、Ra0.8 μ m 以下とする必要がある。

ゴムは、FDA 適合した材料である必要がある。FDA のポジティブリストに登録されたポリマー・配合薬品のみに使用し、21CFR177.2600 溶出試験に適合した特殊FKMを選定した。

2.2.4 青色ガスケット

実際に使用される洗浄液や洗浄条件について明確な基準がないため、ガスケットの剥離・脱落が必ずしも発生しないといえる状況ではない。仮に発生したとき、食品と接触する可能性のある本品は、異物混入を容易に検出できる必要がある。そこで、一般的に食品で使用されていない青色とすることで視認性の向上を図った。

2.2.5 保護構造 IP69K

2.1.5 同様に試験を合格した。

2.2.6 その他

本品は、EHEDG ガイドラインを満足するため非常に高価である。洗浄性のみであれば、ハイジェニックデザインを一部採用したクリーンデザイン管継手（写真9）がある。また、形状バリエーションの豊富さであれば、FDA 適合管継手（写真10）がある。どちらも食品用グリースとFDA 適合材料を使用しているおり、食品と非接触となる設置場所や用途で選択を可能とした。



写真9 クリーンデザイン管継手



写真10 FDA 適合管継手

3. 最後に

弊社の食品機械工業用の機器は、まだまだバリエーションが少ないと思われる。今後、バリエーションを増やしていき、食品機械業界にもっと貢献できれば幸いである。

参考文献

- 1) EHEDG Doc.8、
衛生的な機械・装置の設計基準、
第2版、2004年4月
- 2) EHEDG Doc.16、衛生的な管継手、
1997年9月

