

# 小型で環境に配慮したフィルタ付き減圧弁の開発

## アズビル株式会社\*

\*アドバンスオートメーションカンパニー IAP 開発部 神奈川県藤沢市川名 1-12-2  
 \*Advanced Automation Company, Azbil Corporation, 1-12-2 Kawana, Fujisawa, Kanagawa, Japan  
 \*URL: <https://www.azbil.com/jp/>

キーワード: 小型軽量 (Compact and Lightweight), 圧力制御安定性 (Pressure Control Stability), 空気消費量削減 (Reduced Air Consumption), 環境配慮設計 (Environmentally Friendly Design), 減圧弁 (Pressure Regulator).  
 JL 0007/23/6207-0441 ©2023 SICE

### 1. はじめに

アズビルのアドバンスオートメーション事業は、石油化学・電力・ガスをはじめさまざまな工場やプラント市場向けに計測、制御機器を提供している。それらの機器のうち、コントロールバルブ、ポジショナ、調節計など一部製品では空気圧を駆動源とする。減圧弁は、空気源から供給される高圧空気を個々の機器の定格圧力まで減圧し、圧力を安定的に制御し供給する役割を担う。

アズビルの現行製品である形 KZ03 減圧弁は販売開始から 40 年のロングラン製品であるが、組み合わせ製品の多様化が進む中、圧力制御の安定性向上が望まれていた。そのような要望に応じて資源削減・環境配慮設計、小型軽量化を考慮したフィルタ付き減圧弁形 RA1B を新規に開発した。

### 2. 形 RA1B の詳細

図 1 に各減圧弁の外観を示す。図の減圧弁にはどちらも直径約 40 mm の圧力ゲージが取り付けられており、形 RA1B のほうが小型であることがわかる。

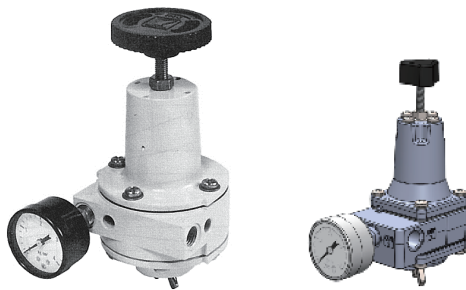


図 1 減圧弁 (左: 形 KZ03 右: 形 RA1B)

図 2 は減圧弁の構造図である。減圧弁はバルブなどの部品の摩耗や位置ずれがあると気密不足などにより圧力を安定的に制御できない状態が発生し、運転中のトラブルの原因となる。

形 KZ03 はバルブの位置ずれ防止などの機構の一部が簡略化された形状であったが、形 RA1B 減圧弁では形 KZ03 と比較して圧力制御の安定性をより向上するよう構造を見直した。

形 KZ03 および形 RA1B は空気圧で駆動するので、供

給空気の消費量が環境指標の 1 つとして挙げられ、無駄な空気消費を抑える必要がある。

いずれの減圧弁も 2 次圧変化に対する応答性向上のためバルブを完全には締め切らないブリードタイプと呼ばれる構造であり、空気消費量はゼロにはならないものの、形 RA1B では形 KZ03 と比較して空気消費を約半分抑制する構造とした。

また、近年は減圧弁を組み込む先の機器も小型化が進んでいるため、形 RA1B 減圧弁は体積で形 KZ03 比 70% 以下を目標とした。流量特性と圧力特性はダイヤフラム有効面積の大きいほうが有利であるが、形 RA1B 減圧弁では空気回路の工夫などを盛り込み、諸特性との兼ね合いを考慮しつつ慎重に小型化の目標を達成した。

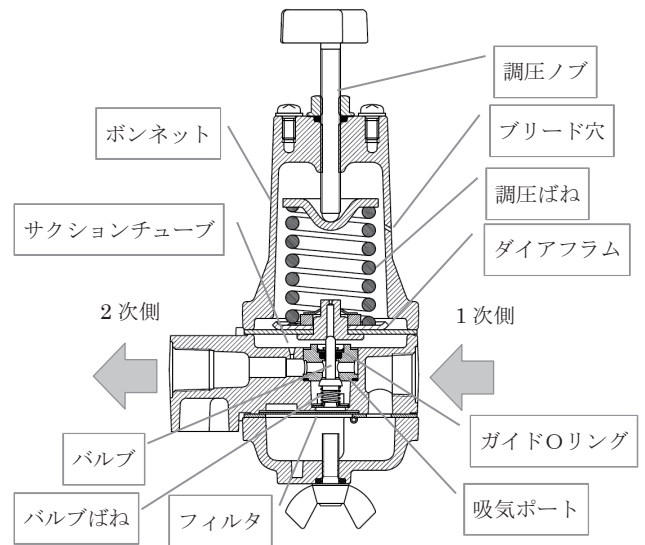


図 2 減圧弁の構造

形 RA1B の開発にあたり、上述のとおり圧力制御の安定性向上や空気消費量低減、製品の小型化を踏まえてバルブをはじめ各部の仕様や設計を見直した。

### 3. 形 RA1B の技術

形 RA1B の開発にあたり、上述のとおり圧力制御の安定性向上や空気消費量低減、製品の小型化を踏まえてバルブをはじめ各部の仕様や設計を見直した。

### 3.1 ガイドOリング

形 KZ03 ではバルブのガイド穴はバルブに非接触だったが、形 RA1B では余分な空気消費を抑制する方法として、バルブが位置ずれすることなく確実に閉じるよう Oリングによる接触式のガイドを設けた。

バルブの上下動によって Oリングは摺動摩擦を受けるため、材料の摩耗が懸念される。一般的には耐摩耗性を向上したゴムを使用することが多いが、低温では硬化してバルブの動きに支障をきたすおそれがある。したがって形 RA1B では摩擦抵抗が小さく低温においても弾性を保持し摺動を阻害しにくいゴムを採用した。

その結果、設計寿命を大幅に上回る摺動においても Oリングの摩耗は見られず、長期信頼性の高い構造を実現できた。

### 3.2 バルブの加工

減圧弁のバルブは 1 本の棒状の部品で、本製品では先端は半球状で胴に肩状の膨らみをもつ。バルブの先端部と肩部でそれぞれ空気回路に蓋をして不必要な空気の流れを遮断し密閉する。そのため、表面が平滑でないと気密が不十分となり空気消費量が増大し、漏れ量が極端に多い場合には調圧不能となってしまう。

一般的に、金属表面の平滑化のためには電解研磨が効果的である。電解研磨とはつぎのような表面処理加工である。金属をバルブの形状に切削加工すると表面には切削溝の細かい凹凸ができるが、この部品を薬液に漬けて部品自身が電極となるよう電圧をかけると金属がイオン化して溶け出していく。このとき、突起部から優先的に溶けるため表面が滑らかになる。

電解研磨は鏡面仕上げ加工のためによく用いられる手法だが、廃液処理など環境負荷の観点から形 RA1B では電解研磨によらない方法を模索した。

まずは旋盤の切削加工のみで動作確認したところ、気密性以前の問題としてガイド Oリングがバルブ表面の切削溝に食い込んでバルブが固定されてしまい空気回路が開閉しないという現象が発生した。そこで切削後にバニッシング加工を導入した。

バニッシング加工とは部品の表面にローラー工具を押し当てて凹凸を潰して平滑にする加工方法である。切削のみではバルブ表面の算術平均粗さが Ra0.8 程度だったが、バニッシング加工の追加によって Ra0.2 程度を実現でき、鏡面仕上げと呼べる平滑さとなった。

本工法により電解研磨不要となったため、環境に負荷をかける薬液の使用を回避できた。また、バルブのような棒材部品は切削からバニッシングまで旋盤加工の 1 工程で完結できるため、コストや部品の仕上がり品質の面においても利点大きい。

写真 1 はバニッシング加工前後の拡大である。バニッシング加工前は切削溝（縦方向の線）がめいりようだが、加工後は平坦になっており切削溝が目立たず、ライトの反射が滑らかである。

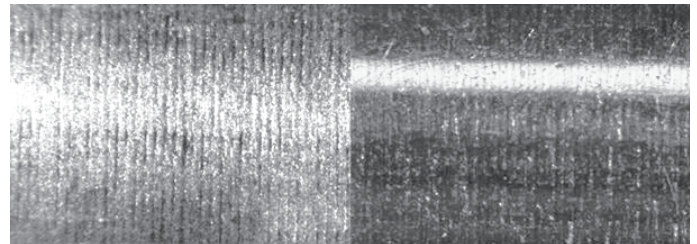


写真 1 バニッシング加工（左：加工前 右：加工後）

### 3.3 空気回路

減圧弁はダイアフラムを下側から 2 次圧が押し上げ、調圧ばねの押し下げる力と平衡する。形 KZ03 ではダイアフラムの下側の広い空間と出力口が一体となっており、そのため 2 次側の流量変動をダイアフラムが直接受ける形となり出力の安定性が悪化すると考えられた。

形 RA1B ではダイアフラム室と出力の空気回路を隔てる構造として両者の間をサクシオンチューブという細い孔で接続することで、流れの影響を受けにくくし特性の低減を抑制した。

## 4. おわりに

形 KZ03 減圧弁の後継として開発されたフィルタ付減圧弁形 RA1B 減圧弁は、圧力制御の安定性を向上しつつ小型化・環境に配慮した設計という目標を達成した。

減圧弁を組み付ける製品について、近年の現場機器に求められる小型化、高効率化および長期信頼性の向上に形 RA1B が寄与できることを願う。

(2023 年 3 月 14 日受付)

#### 参考文献

- 1) 小松雅弘：小型で環境に配慮したフィルタ付き減圧弁の開発, *azbil Technical Review*, 41/44 (2022)