



# ダイヤル付きスピードコントローラの小型化技術

## Downsizing Technologies of Speed Controller with Adjusting Dial

大石 崇 Takashi Ohishi

製造現場では、ワークの搬送や部品の圧入などを目的にエアシリンダが使用される。

エアシリンダの速度調整用途にスピードコントローラが使用され、従来、調整作業時間は作業者の経験により左右され、再現性もなかった。

この課題に対し、流量特性がリニアでダイヤル目盛によるシリンダスピード設定が可能となる「ダイヤル付きスピードコントローラ」とその小型化に関する取り組みについて紹介する。

なお、小形ダイヤル付きスピードコントローラは、操作性及びデザイン性が認められ、2016年度グッドデザイン賞、そしてiFデザイン賞2018を受賞している。

In manufacturing sites, air cylinders are used for carrying workpieces and press-fitting of parts. For the speed adjustment of air cylinders, speed controllers have been used. However, each worker's experience affected both the operating time for adjustment and the reproducibility of flow rate.

This paper introduces the "Speed Controller with Adjusting Dial" which enables to set the cylinder speed by dial scale and has linear flow characteristic and our efforts on its downsizing.

On a side note, the compact type speed controller with adjusting dial (DSC-C series) was highly evaluated for its operability and design and was awarded the 2016 Good Design Award and the 2018 iF Design Award.

### 1 はじめに

製造現場では、ワークの搬送や部品の圧入などを目的にエアシリンダが多く使用されている。スピードコントローラは内部の可変オリフィスにより圧縮エアの流量を制御する機器であり、エアシリンダの速度調整用途に使用される。

このスピードコントローラの調整作業は、つまみを操作してからエアシリンダを駆動し、実際の速度を確認しながら狙いの速度になるまでつまみを操作することを繰り返して行われ、作業者の感覚や経験により作業時間が左右される。この作業時間を大幅に削減する提案として、ダイヤル付きスピードコントローラの概要と小型化技術について紹介する。

### 2 ダイヤル付きスピードコントローラの概要

ダイヤル付きスピードコントローラ(以下DSC)は、オリフィス面積を可変させるニードルの回転数をダイヤル目盛により数値表示する機能を備えた製品である。同時に、ダイヤル目盛と制御流量を比例させているため、同一装置のリピート生産では配管条件を同一にし、本スピードコントローラのダイヤル目盛を設定すれば、流量の再現が可能となる。比較用として、一般的なスピードコントローラの構造をFig. 1に示し、DSCの構造をFig. 2により説明する。

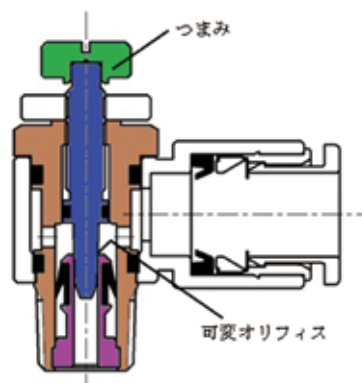


Fig. 1 一般的なスピードコントローラ内部構造

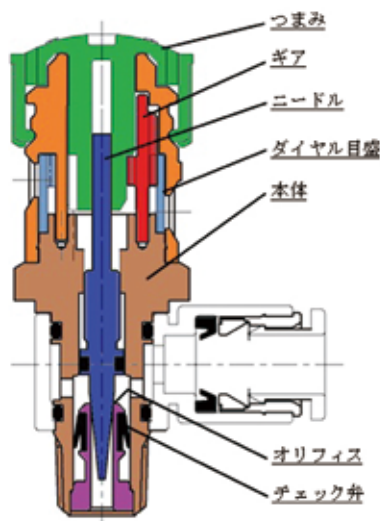


Fig. 2 DSCの内部構造

本体中央部にはねじが切られており、ニードルがねじにより本体に螺合される。ニードル上部には二面幅が形成され、つまみが嵌合している。つまみ下部に接するようにギアが配置され、ギアの外側にダイヤル目盛が構成される。また、ニードルの下部にチェック弁が備わっている。

実際の動作について説明する。

つまみを回転するとニードルが回転し、ねじの作用によりニードルがオリフィスに対して変位するため、オリフィス断面積が可変し、流量が変化する。この時、つまみ(ニードル)の回転に合わせてギアが作動し、ニードルが1回転すると、ギア比によりダイヤル目盛が所定の角度である1目盛分回転する。(Fig. 3)



Fig. 3 目盛外觀

一般的なスピードコントローラは、最大回転時に流量を増やすためにニードルの角度を先端に向かう途中で大きくする二段テーパ形状が一般的になっており、最大回転時にオリフィス断面積の変化が大きくなる構造となっている。一方、DSCではニードルの回転による変位、つまりねじピッチとオリフィス面積が比例するようにテーパ形状を形成している。(Fig. 4)

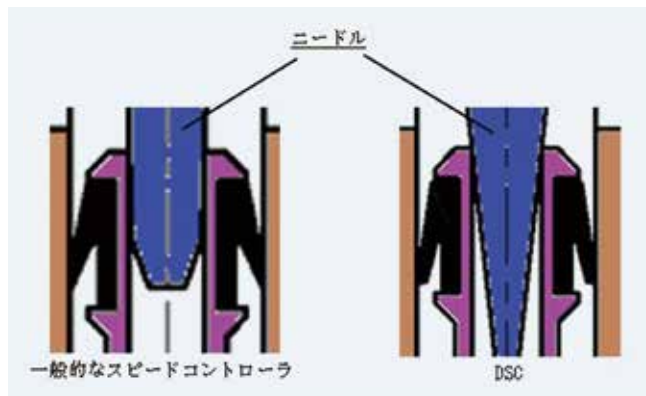


Fig. 4 ニードル形状の違い

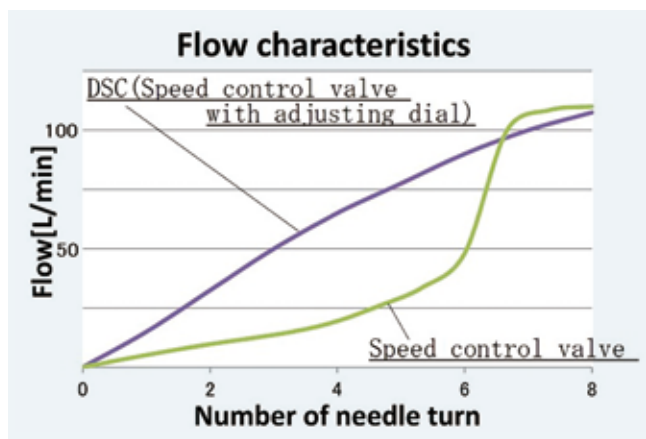


Fig. 5 流量特性比較

この結果、Fig. 5に示すリニアな流量特性がえられ、ニードル回転数(ダイヤル目盛表示)と流量が比例することで、流量のバラツキを抑え、調整作業の効率化に寄与する。

DSCはシリンダ速度調整において、流量のバラツキが少ないためダイヤル表示を合わせるだけで同じ設定が可能であり、一般的なスピードコントローラから格段に作業性を向上した製品である。しかし、これを実現するには構造が複雑となり、目盛と流量調整部が2倍以上の大きさになってしまうため、従来レベル以下にすることが大きな課題であった。次節にて小型化に向けた取り組みを説明する。

### 3 DSCの小型化に関する主な技術

従来のDSCのダイヤル表示機構は、ニードルの外径にギア形状(A)を設け、360°毎で噛み合うギアをさらに外側へ設けているため、そのスペースで外径が大きくなっていた。しかし小形DSCでは、ギアを径方向ではなく縦方向に配置し、外形が大きくなるように小型化した。

従来のDSCのダイヤル表示機構の詳細をFig. 6で説明する。

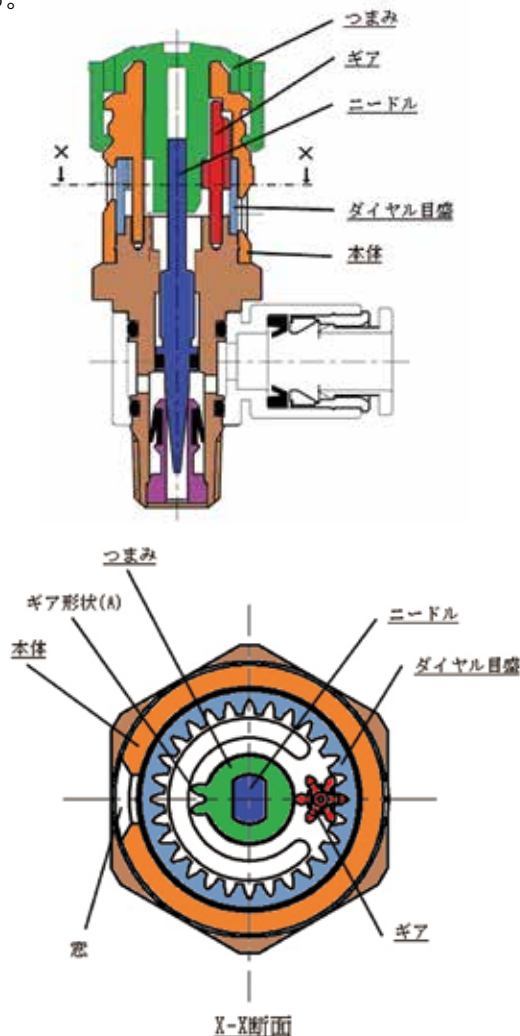


Fig. 6 従来のDSCのダイヤル部断面

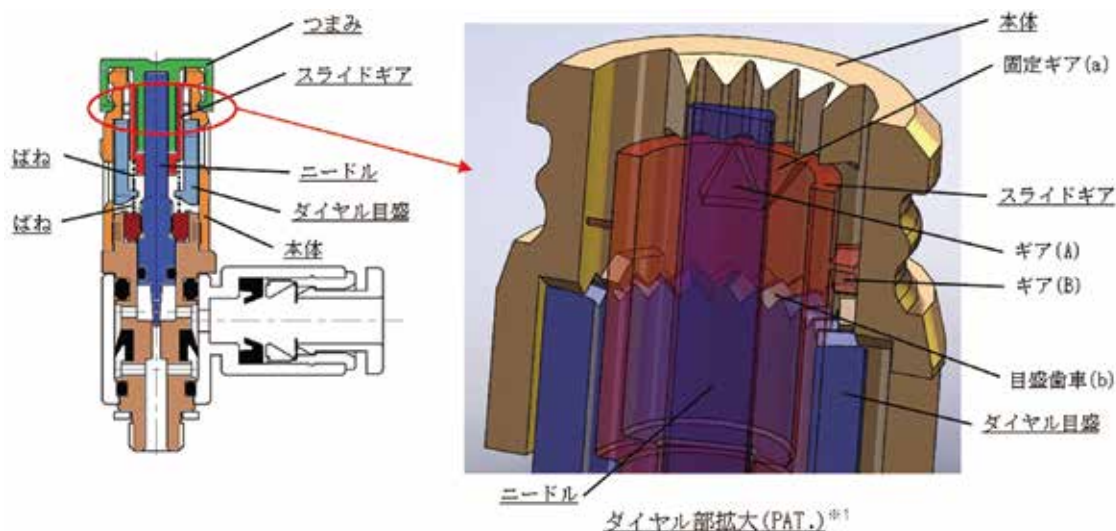


Fig. 7 小形DSCのダイヤル部

中心に二面幅形状のニードルがあり、つまみと嵌合している。つまみには外周上の一部にギア形状(A)が設けてあり、このギア形状(A)の回転軌道上にギアが配置されている。その外側にギアと噛みあった状態でダイヤル目盛が配置され、さらに外側には固定部品である本体があり、本体円周上の一部には窓が設けてある。

動作について説明する。

つまみとニードルは一体に回転する。つまみに設けてあるギア形状(A)が回転軌道上に配置されたギアと噛み合っている間、ギアは回転し、連動してダイヤル目盛も1目盛分(1歯車)回転する。つまりニードルが1回転する毎にダイヤル目盛は1目盛ずつ回転する。

そしてダイヤル目盛の数値(回転数)が本体に設けた窓に表示される。

中心にあるニードルの回転をつまみが外側のギアへ、さらに外側のダイヤル目盛へと平面的に動きを伝える構造であり、結果として外径の大形化を招いている。

これに対し小形DSCのダイヤル表示機構をFig. 7で説明する。

本体に螺合されているニードル上部の二面幅形状にはつまみおよびスライドギアが嵌合している。このスライドギアが前述した縦方向に配置していたギアであり、外周面上にはギア(A)とギア(B)が形成されている。ギア(A)の回転軌道上には固定部品である本体に固定ギア(a)が形成されている。また、スライドギア下部空間にばねが配置され、ばね荷重によりスライドギアは上方向に保持されている。さらにギア(B)の下部、スライドギアの外側にダイヤル目盛が構成されており同じくばねにより上方向に保持されている。またダイヤル目盛の上端面には目盛歯車(b)が形成されておりギア形状(B)とは一定のクリアランスで保たれている。そしてダイヤル目盛の外側に本体が構成され円周上の一部に窓が設けてある。

時系列的な動作について、Fig. 8を用いて説明する。

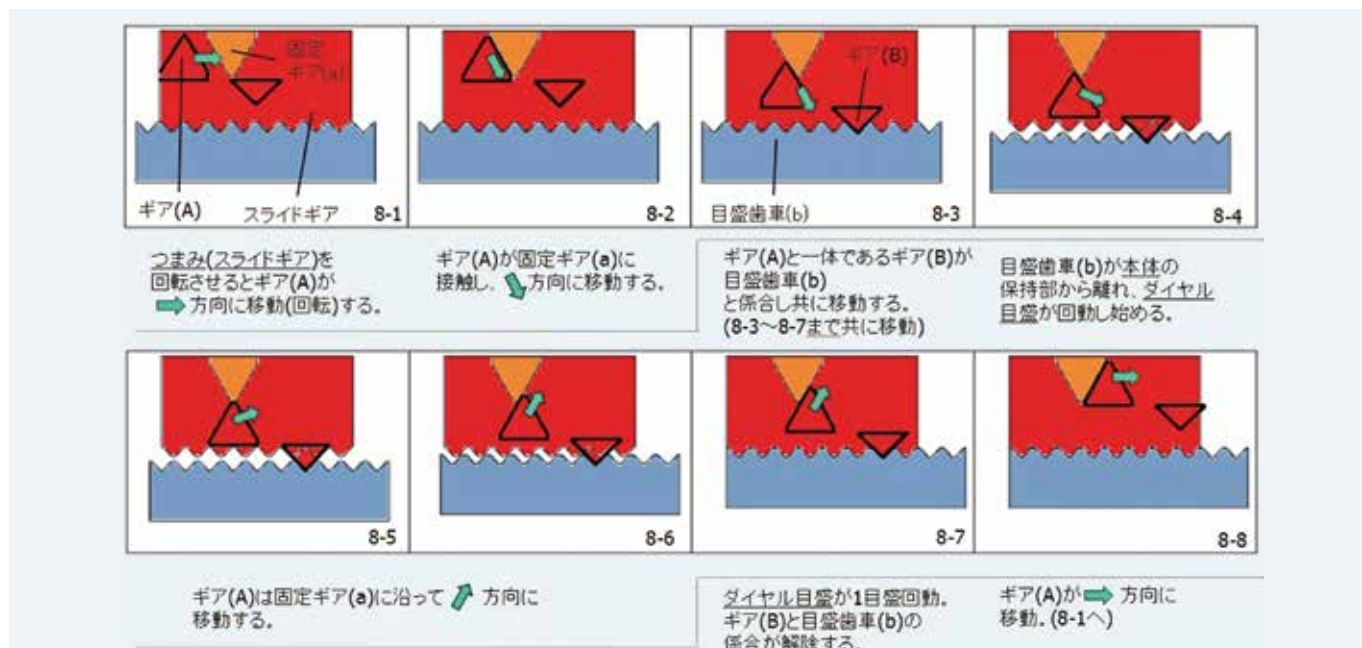


Fig. 8 ダイヤル表示機構展開図

Fig. 8はニードルを回転させたときにスライドギアに形成されているギア(A)とギア(B)の動きにより、ダイヤル目盛が切り替わる動作を展開図として表したものである。

初期の状態は、ばねの力により本体とダイヤル目盛の歯車がかみ合っている。つまみを回転するとニードルおよびスライドギアが一体に回転し、スライドギアのギア(A)が本体の固定ギア(a)と接触する。これにより、スライドギアは本体の固定ギア(a)の逆三角形に沿って、回転と共に上下に移動する。このスライドギアの動きに合わせてギア(B)がダイヤル目盛の目盛歯車(b)とかみ合い、ダイヤル目盛を1目盛分、つまり1歯車分回転する。そしてニードルの回転に合わせて、本体窓に回転数が表示される。

中心(ニードル)の回転と一体となり直接ギアが動き、外側のダイヤル目盛を回転させる構造である。

以上の取組みにより、

【従来比】

外径1/2、高さ2/3、容積1/6

の小形化を達成した。



Fig. 9 DSCと小形DSCの外観

その他の特徴として、数値表示が変化する際に“カチツ”というクリック感を追加し、機器の設置スペースおよび調整スペースが限られた場所で数値表示を見られなくても数値の変化が分かるような機構となっている。

ダイヤル目盛が回転する際、ばね荷重による回転抵抗変化が触感で伝わる。また、スライドギアが上下方向に移動する際、本体と接触する衝突が音で伝わ



Fig. 10 小形DSCクリック感

る。これらがクリック感となり使い手に伝わる。心地良いクリック感とするためばね荷重とギア形状にこだわり、使い手の操作性向上に配慮しており、標準DSCではできない小形独自の特徴である。

#### 4 おわりに

製造装置において、見える化・定量化のニーズはさらに高まって行くと思われる。この市場の流れに対し、業界最小サイズのダイヤル表示機構の技術は有意である。

他のスピードコントローラへの展開だけではなく、他ジャンル製品への応用も考えていく。本小形化技術の展開と合わせ、更なる改善・革新により顧客に満足頂ける商品を開発していく。

※1 公開番号 特開2017-48902

#### 執筆者プロフィール



大石 崇 Takashi Ohishi  
コンポーネント本部  
FAシステムBU 第1技術部  
Engineering Development No.1  
FA System Business Unit  
Components Business Division