

高速流動研磨法によるステンレス鋼製オリフィスプレート内壁面の精密加工

富山商船高専 ○山本 桂一郎, 金沢大工 黒部 利次

1. はじめに

差圧式流量計の特徴として、立ち上がり応答速度が速く流体との接触面積が小さいことが挙げられる。最近、コンパクトでかつ低コストである微小流量計への要求が高まってきている。差圧式流量計等の最も重要な部品である絞り機構部分として、ステンレス鋼製のオリフィスプレートが利用されている。しかしながら、薄型のオリフィスプレートを用いて流量を高精度に制御するためには、オリフィス内壁部を精密に研磨加工する必要がある。そこで、高速流動研磨法を用いて、穴径の小さい ($\phi 0.5\text{mm}$ 以下) オリフィスプレート内壁面を精密に研磨することを試みた。本研究では、穿たれている穴の形状が変化しないようにバリを除去し、且つ内壁面の表面粗さを低減させるための方策について実験的検討を行った。

2. 実験方法および実験条件

オリフィスプレート研磨装置の概略図を図1に示す。図2に、オリフィスプレート保持具の概略図を示す。研磨装置は、エアークOMPレッサー、直圧式増圧器、カートリッジなどから構成されている。研磨は、穴の内壁面に砥粒が衝突することによってなされる。ここで、スラリーが管の左端から右端に流動する工程を研磨の素過程 (1パス) と定義する。

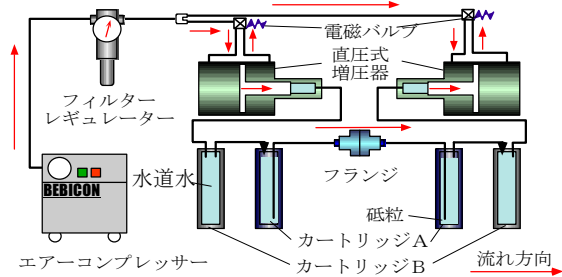


図1 研磨装置概略図

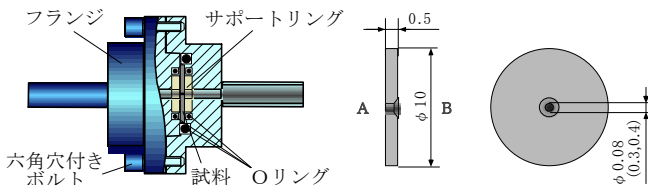


図2 試料保持具

図3 試料概略図

オリフィスプレートは、ステンレス鋼 (SUS304) より作製されている。図3に、オリフィスプレートの形状・寸法を示す。オリフィスプレートは、外径 $\phi 10\text{mm}$ × 厚さ 0.5mm の円盤で、その中央部にベルマウス形状の穴がプレス加工 (打ち抜き) によって穿たれている。実験は、穴径が $\phi 400, 300, 80\mu\text{m}$ の3種類のプレートを用いて行った。研磨は、B面側 (ベルマウス形状) からのみスラリーを強制流入させて行った。砥粒として、アルミナ砥粒 (Al_2O_3) を用いた。実験条件を表1に示す。

表1 実験条件

材質	SUS304
内径	$\phi 80, 300, 400 \mu\text{m}$
厚さ	0.5mm
砥粒	Al_2O_3
平均粒径	$0.3, 0.6 \mu\text{m}$
挿入量	$2.0, 4.0\text{g}$
パス回数	0.1, 3, 6, 10回
注入圧力	$2.0, 5.0\text{MPa}$
流体	水道水

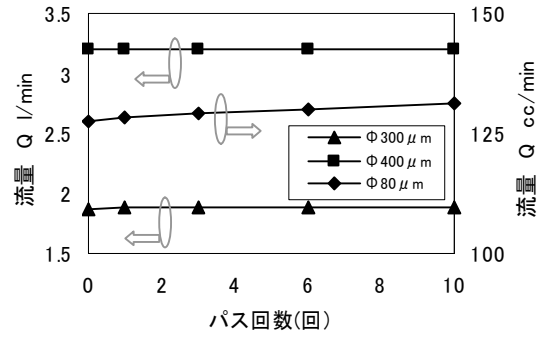


図4 パス回数と最大流量の関係

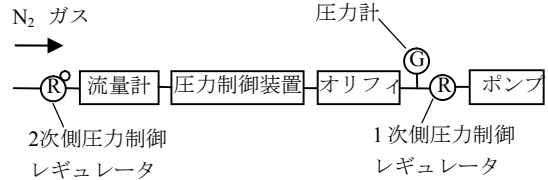


図5 ガス流量測定装置の構成

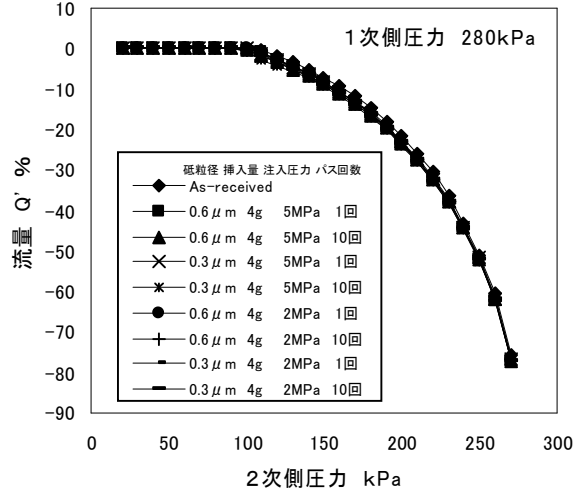


図6 オリフィスプレートの流量特性 ($\phi 300\mu\text{m}$)

3. 実験結果及び考察

図4に、パス回数 N と最大ガス流量 Q の関係を示す。図4に示す実験結果は、図5に示すように測定装置を構成し測定したものである。図4から、内径 $300, 400\mu\text{m}$ のオリフィスの場合、パス回数が増加しても最大流量 Q はほとんど変化しないことがわかる。内径 $80\mu\text{m}$ のオリフィスの場合には、パス回数が増加するに従って、流量が次第に大きくなっている。これは、砥粒の壁面への衝突エネルギーが、他の内径のオリフィスの場合よりも相対的に大きくなる要因していると考えられる。図6に、 $\phi 300\mu\text{m}$ のオリフィスの流量特性を示す。流量の測定は、図5の測定装置を用いて行った。その際、オリフィスの1次側の圧力を一定にして2次側の圧力を変えて行った。ここで、流量 Q は、 $\{(\text{測定ガス流量} - \text{最大ガス流量}) / \text{最大ガス流量}\} \times 100$ で定義している。一般に、オリフィスの流量特性として、流量が一定になる領域 (直線部分) が大きいほど特性が良いとされている。加工により真円度が悪化し、かつ、断面形状がいびつなものとなると、直線領域の幅が狭くなる傾向が見られる。これらの結果より、最大流量の変化が小さく、オリフィスの流量特性が滑らかで特異な曲線形状も示していないことから、研磨が穴の形状を崩さずに表面粗さ (凹凸) のみを除去する形で進行したことが伺われる。

4. まとめ

高速流動研磨法を用いて、内径 0.5mm 以下のステンレス鋼製オリフィスプレート内壁面を精密に研磨することを試みた。ガス流量測定の結果、いずれの研磨条件の場合も流量曲線はほぼ同じ形状を示した。このことから、研磨はいずれの場合も良好に行われたと推察される。今後は研磨面の粗さを実測して、このことを確かめる予定である。