バフ研磨の基礎と最新動向
—バフ研磨の工具と装置—

安 部 賢 一*

*(株)光陽社(〒969-0307 福島県白河市大信中新城塩沢1)

The Basics of Buffing Process and the Latest Trend
—Tools and Machines for Buffing—

Kenichi ABE*

*Koyo-sha Co., Ltd.(1, Shiozawa, Nakashinjo, Taishin, Shirakawa-shi, Fukushima 969-0307)

Keywords : Buffing Process, Buffing Compounds, Hand Operated Machines, Automatic Machines

1. はじめに

バフ研磨による光沢仕上げ法は、剛性の高い研削砥石による鏡面加工とは異なり、弾性的な接触下において物理的研磨効果と同時に熱的または化学的な要因が複雑に作用して独特の光沢面を生じさせるものである。その研磨方法、研磨工具などは、ここ10年大きな変化は見られていない。研磨加工される製品としては、ステンレス鋼製品が最も多く、研磨仕上げの種類も多くなっている。その他の鉄鋼、アルミニウム合金、銅合金などの材質の製品では、主にめっき、アルマイトまたは塗装の前処理としての研磨が多い。めっき面の前処理、後処理としての研磨においては、従来の光沢化を目的とした研磨は少なくなり、より機能的またはデザイン的な研磨目の加工が要求されている。本稿では、バフ研磨の基礎的事項として、研磨用工具の種類、使用方法および装置などについて解説する。

2. バフ研磨の方法

バフ研磨は、円盤状の布を高速に回転させ、その外周面にバフ研磨剤を塗布することによって研磨を行う方法である。図1にバフの形状(a：バイアス綿バフ、b：ユニットサイザルバフ)を示す。バフの構成材料であるサイザル麻または綿布などに研磨能力はなく、バフ研磨剤を塗布することで初めて研磨作用を生じるものである。各種材質の光沢仕上げを行う方法として最も能率的といえる加工法であり、特有の研磨作用から装飾的な光沢仕上げのみでなく、耐食性または摺動性などの機能を与える平滑化加工法としても行われている。

2. 1 研磨工程の分類

バフ研磨における研磨工程は、一般的に次のような3段階に分類できる(表1参照)。各工程の技術用語は、確定した呼称がないことから、慣用的に使われている呼称を示した。

(1) 粗研磨(磨き, Polishing)

機械加工面、圧延肌または細かな傷取りなどの素地調整を行う工程である。この工程での研磨製品としては、一般機械部品では3 μ mRz以下の仕上げ、鉄鋼材料のめっき加工製

図1 バフの形状

表1 バフ研磨工程のバフ/研磨剤と仕上面(加工物：SUS 304)

研磨工程	研 磨 工 具	表面粗さ Rz μ m	光沢度 Gs 60°
粗研磨 (磨き)	KF ホイール# 400/トリポリ K-1	1.0~3.0	30~40
	サイザルバフ/サイザー 46	0.5~0.8	45~48
中研磨 (磨き仕上げ)	サイザルバフ/プリンスライム	0.3~0.5	48~50
	綿バフ/M-343	0.2~0.4	51~54
仕上げ研磨 (仕上げ)	綿バフ/アロックス	0.05~0.1	56~60
	綿バフ/青棒 K-1	0.08~0.1	54~60

† この解説は、「表面技術」誌、第53巻(2002年)、p. 41-46に掲載した内容をもとに図および写真の追加を含めて、加筆・修正していただいたものです。

品では1～2 μmRz 程度の研磨仕上げが行われる。研磨布紙工具またはエメリーバフなどの細粒度を使用する場合には、トリポリなどの研磨剤で目つぶしを行うのが良い。サイザルバフを使用する場合には、比較的剛性の高い研磨能力のあるバフを使用する。中研磨につなげるには、表面粗さを2 μmRz 以下に研磨仕上げするのが適当である。

(2) 中研磨(磨き仕上げ, Cutting down)

サイザルバフまたは綿バフによって、粗研磨の加工面を整える工程である。バフとしては、中間的な剛性のバフを使用し、表面粗さを0.3～0.6 μmRz の半光沢面に研磨する。一般的に、ステンレス鋼または鉄鋼材料などではサイザルバフで、黄銅またはアルミニウム合金などでは綿バフで研磨する。この工程で、研磨の最終仕上げとする製品は多くあり、一般的なめっき加工製品、ステンレス鋼の仕上げでは# 400 仕上げ(No. 6 仕上げ)製品などがある。

(3) 仕上げ研磨(仕上げ, Coloring)

軟らかな綿バフによって、表面粗さ0.1 μmRz 程度の光沢面を得る工程である。バフ研磨剤は、製品材質または仕上げ品質によって酸化クロム系、アルミナ系または酸化鉄系の研磨剤を選択する。仕上げ面は、表面粗さ0.05～0.2 μmRz の範囲であり、準鏡面または鏡面仕上げなどと呼ばれ、ステンレス鋼の# 600 仕上げ(No. 7 仕上げ)、# 800 仕上げ(No. 8 仕上げ)または貴金属めっき加工製品などである。その表面粗さの範囲は狭いが、光沢(つや)の質感、バフ傷の微妙な差などが評価されるため、バフの材質、研磨剤の種類および研磨条件などのきめ細かな選定が必要である。

2. 2 研磨方法

研磨による仕上げとは、研磨加工によって得られる製品の光沢、つやの色または研磨目の方向性などをパターン化、デザイン化することで製品価値を付加している仕上げ方法である。しかし、この意匠には単にデザイン的な要求だけでなく、つや消し仕上げの防眩性、つや出し仕上げの汚れ防止などの機能的な意味合いも含んでいる。研磨仕上げの種類としては、表2に示すような方法が行われている。

装飾めっきおよび硬質クロムめっきにおける研磨の傾向は次のとおりである。ニッケルめっき、クロムめっきまたは貴金属めっきなどの装飾めっきでは、めっきのレベリング性および光沢化が向上しており、従来の銅めっき後の仕上げのような平滑化または光沢化を目的とした研磨は、ほとんど行われていない。主に行われている研磨は、めっき前の素地調整を目的とした研磨である。

めっき面の研磨としては、銅めっき面またはニッケルめ

き面のヘアーライン仕上げ、サテン仕上げなどがあり、研磨不織布のホイールまたはバフなどで研磨仕上げされている。このようなめっき面では、めっき層が薄いことから軽く押し付けて研磨目を入れる研磨方法である。特に、樹脂めっき製品では、研磨熱によってめっき層のフクレ、剥がれが生じ易いため、低周速度(500 m/min 以下)で柔らかな研磨工具を使用して軽く研磨するのが良い。

硬質クロムめっき面の研磨は、摺動性、耐食性を与える機能性研磨として重要な加工である。一般的な鉄鋼材料よりは、硬さがHv=700～1000 と硬いため、研磨取り代が少なくなると同時に、研磨面粗さも鉄鋼材料の1/2程度となる。めっき前の研磨において、研削砥石または研磨ベルトなどの研磨で研磨目が立っていると、こぶ状めっき、密着性不良などが生じることがある。このため、バフ研磨によって研磨目を滑らかにすることが必要となる。

光沢仕上げ、摺動性を良くし平滑化を目的とするシリンダロッドや機械部品などの研磨では、研磨ベルトまたは研磨不織布ホイールの# 400～# 800、さらにサイザルバフまたは綿バフなどの研磨で表面粗さRz=0.3～0.8 μm 程度に仕上げられる。また高い寸法精度、平滑度を要求される各種ロール類では、ロール研削盤またはバーチカル研磨機で弾性砥石# 400～# 1500 を使用して鏡面加工される。この研磨後に、圧延用または印刷用などの用途によって表面粗さを調整する研磨を行うことがある。この研磨には、研削砥石、研磨ベルト、研磨不織布ホイール、サイザルバフまたは綿バフなどの各種研磨工具が、目的の表面状態に応じて使用される。

3. 研磨工具

3. 1 バフの種類

バフの基材としては、サイザル麻または綿布などが一般的であり、研磨目的に応じて選択される。表3にバフの種類と用途を示す。布の硬さは、糸の打込み本数の多いほど硬くなり、バフの腰が強くなることで研磨能力が高くなる。このため、研磨工程におけるバフ基材の選定としては、打込み本数の多いものは粗研磨または中研磨に使用し、打込み本数の少ないものは仕上げ研磨に使用する。サイザル麻は、その繊維剛性の高さから、綿布を使用したバフでは得られない高い研磨能力があり、研磨工程の省力化には非常に効果的である。図

表3 バフの種類と用途

バフの種類		用 途
バラ綿バフ	M, C	仕上げ用, M の方が腰が強い
渦巻綿バフ	M, C	中・仕上げ用, 腰が硬く器物研磨に向く
バイアス綿バフ	M-0～M-8	中・仕上げ用, 最も汎用的な綿バフ
オープン綿バフ		仕上げ用, バイアス綿より当り柔らかい
バイアスネルバフ		仕上げ用, 合成樹脂および貴金属に適する
グリーツ綿バフ		中・仕上げ用, バフ面平滑で切れ味ある
ジスクサイザルバフ		粗・中研磨用, 器物研磨に向く
オープンサイザルバフ		粗・中研磨用, なじみ大, 広幅研磨に適
ワイドフィンガーサイザルバフ		粗・中研磨用, オープンより腰が強い
ユニットコードサイザルバフ		粗研磨用, 高負荷に向き切れ味がある

表2 研磨仕上げの種類と研磨工具

仕上げの種類		研磨工具
艶消し	サテン仕上げ	研磨ベルト
	ヘアーライン仕上げ	研磨布ホイール
	クロスハッチ仕上げ	不織布ホイール
艶出し	半光沢仕上げ	サイザルバフ 粗磨用バフ研磨剤
	光沢仕上げ	綿バフ 仕上用バフ研磨剤

2 にバイアスパフの糸の方向(織り方向)の例を示す。

(1) バラ綿パフ

円形に打ち抜いた綿布の織り方向を変え、適当枚数を重ね合わせて中心部のみを縫ったパフである。当たりが軟らかく、研磨目の均一性に優れることから各種金属、合成樹脂などの仕上げ研磨用として最も一般的なパフである。仕上げの程度によって、青厚、M生地、C生地、キャラコ、ブロードまたはカナキンなどの基材種類を選択する。

(2) 渦巻綿パフ

円形に打ち抜いた綿布または古布の端切れなどの織り方向を変え、適当枚数を重ね合わせて同心円状または渦巻き状などにミシン掛けを行ったパフである。ミシン縫い目の間隔によってパフの硬さを変えることができ、研磨時のなじみ性、仕上げ程度によって調節する。剛性の高いパフであり、高荷重または狭い幅部分の研磨などに中研磨用、鉄パフ用として使用される。

(3) バイアス綿パフ

バイアスカットされた基材を多数のヒダがつくように絞り込み、基材のたて糸、よこ糸方向がパフ外周面に対して45°になるように中心を金具で固定したパフである。パフ外周面がバイアス状のため、布のほつれが少なく、バラ綿パフに比べて1.5倍以上のパフ寿命があり、研磨特性が安定していることから、手磨き、自動研磨での粗研磨から仕上げ研磨まで広範囲のパフ研磨に適用できる。

ヒダの数が多いほど剛性が高くなり、バラ綿パフ相当の軟らかさから、渦巻き綿パフ相当の硬さまでをM-0、2、4、6、8の5段階に等級化されている。研磨工程での選択としては、粗研磨、中研磨にはM-4からM-8を、仕上げ研磨にはM-0からM-2が使用される。

(4) ディスクサイザルパフ

円形に打ち抜いた綿布とサイザル麻を組み合わせ、渦巻き状にミシン縫いしたパフである。サイザル麻を綿布と組み合わせることによって、サイザル麻のほつれを防ぐと同時に研磨剤の保持能力を高めている。パフの幅が狭く剛性の大きいことから、小物部品、狭い幅部分などの粗研磨、中研磨に適している。

(5) オープンサイザルパフ

バイアスカットされたサイザル麻を綿布の間に挟み込んだ基布を、絞り込んで金具に固定したパフである。パフ表面には、ゆるやかなヒダが付き適度な柔軟性があり、広幅研磨での均一な研磨面と異形面へのなじみ性を持った最も汎用的な

サイザルパフである。

(6) ワイドフィンガーサイザルパフ

バイアスカットされたサイザル麻を綿布の間に挟み込んだ基布を、ゆるやかなプリーツ状に成形し、絞り込んで金具に固定し、適当間隔にミシン縫いしたパフである。パフ表面は、比較的平坦で密に作用し、研磨時の当りの均一性と適度の剛性があり、鉄またはステンレス鋼などの粗研磨から中研磨に適している。

(7) ユニットサイザルパフ

バイアスカットされたサイザル麻を綿布で包み込み、細長く折りたたみミシン掛けを行ったユニットを、保持金具に放射状に固定したパフである。比較的剛性の高いパフであり、鉄鋼または非鉄金属の粗研磨、めっき前の中研磨などに使用される。高い研磨圧力によって、緩やかな3次元曲面へのなじみ性があることから、鉄またはステンレス鋼のプレス成形品などの異形品の粗研磨、中研磨に適している。

サイザル麻コード(撚りひも)をユニットとしたパフは、ユニットコードサイザルパフであり、より剛性の高いパフである。特に、ブラック処理を行ったパフは、剛性が非常に高くなり、研磨剤の保持性能も良好で、非常に高い研磨効果と寿命がある。鉄、ステンレス鋼などの粗研磨に適しており、曲面のある加工物を高い押付荷重で研磨するには最適である。

3. 2 パフの処理

パフ処理は、パフに樹脂または油脂などを含浸処理することによって、研磨時の寿命、なじみ性または研磨剤の保持性能などの研磨特性を加工条件に適するように調整するものである。特に、サイザルパフでは、未処理パフの欠点として繊維のほつれ、脱落が多く生じることから、処理をすることによって耐久性および研磨剤の保持性能の向上が得られる。パフ処理には、以下のような効果がある。

- ①繊維を強化し、織物のほつれを防ぐ
- ②パフの腰の強さを調節する
- ③パフ研磨剤の付着性、保持性能を良くする

3. 3 ブラシ

研磨ブラシは、金属線または非金属線を放射状に固定した、柔軟性のある工具である。研磨ブラシは、高速回転をすると当たりが硬くなるので、適度な回転数で使用するすることによって、複雑形状な製品のぼり取り、R付けまたはクリーニングに効果的な研磨工具である。粗研磨には金属線を、中研磨には研磨材入り化学繊維を、仕上げ研磨には動物の毛または植物繊維を使用するのが一般的である。金属線での粗研磨では、ブラシ線材を樹脂で固めて、剛性を高めることおよび線材の曲がりを防止することで粗研磨の研削効果を高めている。

3. 4 研磨不織布

ナイロン繊維不織布に砥粒を固着させた工具であり、不織布の柔軟性と砥粒が3次的に分布していることに特徴がある。研磨布工具とパフの中間的な研磨特性となる。研磨材は、アルミナ系と炭化ケイ素系が使用されており、その製品の粒度表示は研磨布のような粒度呼称ではなく、細目またはF(Fine)などとする表示が一般的に行われている。

ぼり取り、つや消し、ヘアーライン、めっき処理前後の研磨またはクリーニングなどに使用される。研磨時の条件とし

図2 バイアスパフの糸の方向

ては、基材の耐熱性から研磨布製品より低周速度の 1500 m/min～2000 m/min 程度で使用する。工具形状としては、研磨布工具と同様に次のような各種の構造(図 3)がある。

(1) バフタイプ

研磨不織布をゆるやかなヒダが付くように絞り込んで中心を金具で固定したバフ状のホイールである。軽研磨でのつや消し仕上げに使われる。

(2) PH タイプ

研磨不織布ディスクを複数枚積層し、圧力をかけて押し固めたホイールである。積層密度によって、弾力性のあるホイールから砥石に近い剛性のホイールまで製造でき、研磨不織布ホイールとして最も切れ味のあるホイールである。

(3) KF タイプ

研磨不織布片を、パイプ芯に放射状に固定したフラップホイールである。当たりが柔らかく、なじみ性があり軽研磨でのつや消し仕上げ、ヘアーライン仕上げに使われる。

(4) RA タイプ

研磨不織布を、パイプ芯に強く巻き付け成形したホイールである。剛性の高いホイールで、工具寿命が長く汎用的な研磨仕上げに使用される。特に、グリース含浸ホイールは、寿命が長くなると同時にサイザルバフ研磨に近い仕上げが得られる特徴がある。

3. 5 研磨フィルム

ポリエステルフィルム上に、0.2～16 μ m 程度の研磨材を塗布した研磨布で、ラッピングフィルム、ラッピングテープまたは研磨テープなどとも呼ばれるものである。作業性の良さ、加工物の汚れが少ない、自動化し易いなどの特性から、従来遊離砥粒によるラッピングを行っていた加工に、精密仕上げ用工具として使用されている。研磨布と比較すると、以下のような特徴がある¹⁾。

- ①基材フィルムの厚さが均一であり、均一な仕上げ面が安定して得られる。
- ②基材厚みは 25～100 μ m 程度であるが、厚みで比較すると研磨布より強度は強い。
- ③基本的に砥粒が脱落しないように作られており、単一層の研磨材層で研磨を行う。

使用方法としては、研磨フィルム面に切粉が付着すると研磨傷が生じるため、研磨フィルムを順次低速で送り出すか、または間欠的に送り出して、常に研磨フィルム新生面での加工

工を行うようにする。研磨方法は、研磨布加工と同様なテンション方式(フリーベルト方式)、バックアップ方式(プラテン方式)などがある。

3. 6 バフ研磨剤

バフ研磨剤は、油脂類(動物性、植物性および鉱物性など)と各種研磨材(アルミナ、酸化クロムまたはけい石など)を適度に配合し、かく拌混合した研磨用組成物である。金属用、非鉄金属用、貴金属用および合成樹脂用などがあり、各種材質の粗磨きから仕上げ研磨に対応する製品がある。バフ研磨剤の種類は、固形バフ研磨剤と液状バフ研磨剤に分類されているが、一般的にバフ研磨剤と称すると固形バフ研磨剤を指している。表 4 にバフ研磨剤の種類と用途を示す。

バフ研磨剤では、油脂類と研磨材の混合比率を研磨目的に合わせ油脂類 20～30% 程度としている。この油脂類の性質と配合量は、バフ研磨に大きな影響を与えており、以下のような効果および作用がある。

- ①研磨材をバフ面に付着させ、飛散を防止する。
- ②潤滑作用、焼け防止作用がある。
- ③研磨能力、光沢のバランス作用がある。

(1) 固形バフ研磨剤

脂肪酸、硬化油または松脂などを適当に配合し、研磨材と練り合わせて成形した固形棒状のバフ研磨剤(図 4)である。研磨目的に応じて、研磨特性の微調整ができ、多種類のバフ研磨剤がある。最も広い用途に使用されているのは、焼成アルミナを使用した白棒、ライム系のバフ研磨剤であり、粗研磨から仕上げ研磨までのほとんどの研磨に対応できる。塗布方法は、作業者がバフ研磨剤を手にもってバフ表面に塗りつける手塗りが一般的である。機械的な塗布方法としては、固

表 4 バフ研磨剤の種類と用途

研 磨 剤	研 磨 材	研磨工程	バフ材質	用 途
サイザー	溶融アルミナ 焼成アルミナ	粗研磨	サイザル	炭素鋼 ステンレス鋼
ライム	焼成アルミナ	中研磨 仕上げ研磨	サイザル 綿	炭素鋼、ステンレス鋼 黄銅、アルミニウム
トリポリ	けい石	中研磨	サイザル 綿	黄銅、ダイカスト アルミニウム、樹脂
赤 棒	酸化鉄(微粉)	仕上げ研磨	キャラコ	金、銀、白金
青 棒	三酸化二クロム (酸化クロム)	仕上げ研磨	綿	ステンレス鋼、黄銅 硬質クロムめっき
ダンジー	非晶質シリカ	仕上げ研磨	綿	合成樹脂、塗装面

図 3 研磨不織布の一例

図 4 バフ研磨剤

形アプリケーションと呼ばれる固形バフ研磨剤自動塗布装置がある。

(2) 液状バフ研磨剤

液状バフ研磨剤は、固形バフ研磨剤と同様の研磨材、油脂類を水と混合し、エマルジョン化させた高粘度の液体状バフ研磨剤である。スプレーガンでの噴射塗布が可能なため、主に自動研磨機用バフ研磨剤として使用されている。切れ味または光沢などの研磨能力は、水分を含むことから固形バフ研磨剤よりわずかに低下する傾向がある。塗布方法としては、エアスプレ、エアレススプレまたはスプレーガン内増圧スプレなどでバフ表面に噴射塗布するのが一般的である。塗装板の研磨では、液状バフ研磨剤を水で希釈し、ハケ塗りまたはロールコートなどで加工物に塗布する方法が用いられることがある。

4. 研磨装置

研磨される製品は、機械部品、自動車部品、弱電機器、アクセサリ類、大型タンクなど、形状、大きさなどさまざまである。研磨装置は、製品の形状および研磨する部分から、研磨工具の当て方や製品の動かし方を決め、その動作を実現できるような研磨機の構成を検討する。研磨機の種類としては、第一に加工物の形状や大きさによって加工物を保持して研磨するか、研磨工具を保持して研磨するかを、第二に生産量や仕上げの均一性によって手磨きにするかまたは自動研磨にするかを決める。表 5 に研磨機の種類と用途を示す。

4. 1 手磨き用研磨機

(1) マイクログラインド

小型グラインダを片手で保持して研磨する小型の研磨機であり、軸径 2.34 または 3.0 mm、外径 6 ～30 mm 程度の軸付き研磨工具を取り付けて 10000 ～30000 rpm の高速回転で研磨を行う。用途としては、金型、義歯またはアクセサリ類などの小物部品の仕上げ研磨に使用される。グラインダ先端ヘッドを交換することによって、アングルグラインダとして外径 10 ～40 mm の軸付きパッドを取り付けて研磨することもできる。

(2) ディスクサンダ

ディスクサンダは、ディスク状研磨工具を使用する小型の

ポータブル研磨機で電気式と空気式がある。溶接部の研磨、鋳物の研磨、錆落としまたは傷除去などに使用される。

電気式サンダは、サンダ重量は重いが、トルクが強く作業時の回転低下が少なく強力研磨に向いている。ただし、引火性材料を扱う作業場ではスパークによる引火の危険性がある。空気式サンダは、サンダ重量が軽く片手作業も容易であるが、作業時の回転数低下や空気絞り弁の調節加減などの作業性に慣れが必要である。各サンダに使用する研磨工具の穴径は、一般的には電気式が ϕ 15 mm、空気式が ϕ 16 mm となっている。

(3) ポリッシャ

ポリッシャは、樹脂や塗装面の素地調整または仕上げ研磨に使用されるポータブル研磨機である。研磨工具の駆動軌跡によって、回転運動のみのポリッシャ、前後に振動するストレートサンダ、偏心による細かな円運動をするオービダルサンダおよび偏心によるオービダル円運動とパットの自転による回転運動を組み合わせたデュアルアクションサンダなどがある。

仕上げ研磨では、デュアルサンダまたはポリッシャなどに羊毛ボンネットバフまたはスポンジバフなどを取り付け、バフ研磨剤を塗布して研磨を行う。ポリッシャは、研磨工具の回転運動で研磨するものであるが、ディスクサンダより低速のものが使用される。

(4) フレキシブルサンダ

小型モータの回転をフレキシブルワイヤによってバフ研磨軸に伝え、外径 150 ～250 mm の研磨工具を取り付けて、回転数 2000 ～3000 rpm で回転させて研磨を行う。研磨工具を保持して研磨できるため、大型タンク壁面、看板などの大型部品の研磨に使用される。

(5) バフプレス

モータ直結型バフプレスは、モータ軸シャフトが研磨軸と一体化している構造である。構造、保守が簡単で安価であるが、モータ容量に制限があるので強圧での研磨はできない。卓上研磨機は、モータ直結の単頭または両頭のモータ容量 100 ～300 W 程度の手磨き用小型研磨機である。研磨工具は、外径 100 ～200 mm 程度を使用し、指輪、アクセサリ類または各種小物部品などの研磨に使用される。

モータ内蔵型バフプレスは、モータ軸の回転をプーリと V ベルトによって、研磨軸に伝える構造である。研磨軸の剛性、機械振動にも十分な配慮がされ、モータ容量も用途に応じて使い分けられる、最も一般的な手磨き用研磨機である。最近は、各種材料の研磨に適した回転数が容易に選択できるような、インバータ変速のバフプレスが使われている。

バフプレスで使用する研磨工具は、一般的には外径 350 mm 程度であるが、加工物形状によっては、より小さな外径 (ϕ 30 ～100 mm) の研磨工具を使用することがある。このような場合には、いも芯、三分芯などの替芯をバフプレス研磨軸先端に取り付けることによって、小径の研磨工具での研磨を行う。

4. 2 自動研磨機

加工物の供給脱着装置および自動送り装置を備え、複数の研磨ヘッドによって加工物の研磨工程を自動化した研磨機で

表 5 研磨機の種類と用途

研磨機の種類		用 途
手 磨 研 磨 機	マイクログラインド	金型、指輪
	ディスクサンダ	傷取り、溶接部
	ポータブルサンダ	樹脂板、塗装面
	ポリッシャ	樹脂板、塗装面
	フレキシブルサンダ	タンク、看板
	バフプレス	器物、各種製品
自 動 研 磨 機	ロータリ形	器物、ドアノブ
	ストレート形	パネル、洋食器
	往復形	板、形鋼
	センタレス形	パイプ、シャフト
	研磨ロボット	水栓金具、パンパ

ある。加工物の形状、素地状態および仕上げ面などによって研磨ベルト、KF ホイールまたはバフなどの研磨工具を目的に応じ組み合わせて使用する。研磨機の構成としては、一般的に加工物がインデックステーブル上で回転運動するロータリ形と、加工物が直線送り運動するストレートライン形に大別される。図5に送り方式による研磨機の構成を示す。

(1) 器物研磨機

自動研磨機としては、最も汎用性のある研磨機の形式であり、加工物形状や研磨目的に合わせた送り装置に複数の研磨ヘッドを構成したものである。研磨ヘッドの台数は、研磨工程数(通常2～4工程)と製品形状による加工面分割数によって決定される。

ロータリ形は、設置面積はコンパクトであるが一般的に10ヘッド以下の構成であり、研磨分割数の少ない比較的単純形状の研磨に向いている(図6³⁾)。研磨される製品は、ドアノブ、鍋または魔法瓶などの丸物製品の研磨が主である。ストレートライン形(図7⁴⁾)は、設置面積は大きくなるが多数台の研磨ヘッドを設ける構成が可能で、加工面分割数の多い異形品または角物製品の研磨に向いている。研磨される製品としては、パネル、バンパ、水栓金具または洋食器などがある。

(2) 板研磨機

一定寸法に切断加工された板材を研磨する研磨機で、加工物幅が500～1500mmと広幅の表面を均一に仕上げるバフ研磨機が主である。研磨機の構成は、広幅の研磨ヘッドを1台

設置し、機械的チャックまたは真空チャックなどで加工物を固定した送り装置を往復させて研磨を行うのが一般的である。研磨製品としては、ステンレス鋼板、樹脂板などの建築用パネルや厨房用製品などである。ステンレス鋼2B材定尺板の研磨では、#400仕上げ(サイザルバフ仕上げ)、#600仕上げ(綿バフ仕上げ)などが行われている。

最近の建築用ステンレス鋼鏡面板(#800仕上げ)は、バーチカルタイプの湿式研磨機を使用することで平滑性の高い鏡面板の研磨を行っている。この研磨方法は、ステンレス鋼2B材からの研磨では非常に多くの研磨工程が必要なため、BA材からバフ研磨で鏡面仕上げをする方法も行われている。

(3) コイル研磨機

複数の研磨ヘッドを設置して、長尺のコイル材を素材から仕上げまでを一貫して研磨する研磨機である。一般的に、コイル材送り速度が10m/min以上と高速度であり、研磨効率が低くなることから、5～10ヘッドと多数の研磨ヘッドを必要とする。研磨効果を高めるために、研磨工具の押付荷重を高めるような研磨機剛性および加工物バックアップの方法などの荷重方法が工夫されている。

ヘアーライン仕上げを行う時には、炭化ケイ素系研磨布ロール#120または#150をコイルに押し付けながら、研磨布を間欠的または極低速で送り出し、ヘアーライン目をつけている。

(4) センターレス研磨機

センターレス研磨機は、調整車に適度の角度を付けて加工物を回転させて、加工物に回転と横方向への送り力を与えて研磨する方式である。丸棒の外周面を研磨する方式であり、装飾用ステンレスパイプ、ゴルフシャフトまたはシリンダロッドなどの研磨に広く使用されている。

この研磨機では、パイプ長手方向と直角に研磨工具を押し付けて加工を行う横目研磨が一般的であるが、フラップホイール、バフなどの接触面積の大きな弾性研磨工具を使用することで、パイプ長手方向と平行に研磨工具を押し付けてヘアーライン状研磨目を入れる縦目研磨も行われている。

(5) 研磨ロボット

今後の研磨作業を維持、発展させていくためには、安全性、作業環境の改善または研磨作業者の高齢化などの要因から、研磨作業の省人化、ロボット化は大きなテーマになると思われる。一般的な研磨ロボットは、加工物を把持する方式が多く、この方式は大型部品の研磨には適さないが、小型部品の

図5 送り方式による研磨機の構成²⁾

図6 ロータリ形研磨機³⁾

図7 ストレート形研磨機⁴⁾

図8 ロボット各軸の動作例⁵⁾

研磨においては人手作業の感覚をトレースするには適している。汎用自動研磨機と同様に複数台の研磨工具ヘッドを設置することによって、粗磨きから仕上げ研磨までを1台の研磨ロボットで加工できる。

大型部品の研磨またはばり取りなどの特殊な研磨は、研磨工具把持方式が多く、この方式では基本的に1種類の研磨工具を把持し加工するが、最近ではオートツールチェンジャによって複数の工具を使用することもできるようになっている。適用される主な研磨品としては、水栓金具、ドアハンドルなどの複雑形状部品または自動車バンパ、ドアモールなどの大型部品などの研磨である。

研磨ロボットでの研磨加工において、ロボットの姿勢制御、可搬重量、位置決め精度などの機能として、次のような特性が必要とされている。

自由度：独立に制御可能な軸数を示している。曲面部品を人手作業と同じように全面を研磨するには、6自由度が必要とされている。

可搬重量：手首、関節部などの許容トルクを複合した動作時の最大荷重を示している。研磨時の荷重としては、30～50 N以上の押付荷重が必要であり、これに耐えられる剛性が必要である。通常は、加工物および治具重量と押付荷重を併せて可搬重量300 N以上の研磨ロボットが使われる。

負荷フィードバック：研磨時の押付荷重を一定または任意に制御できる負荷フィードバック系が必要である。研磨部所

による押付荷重の変化または研磨工具の摩耗による押付荷重の変化などを、各種センサによってフィードバックして、設定された押付荷重に制御する方法である。図8にロボット各軸の動作例⁵⁾を示す。

4.3 集塵機

研磨作業工場は、作業環境が汚れる、または騒音などの発生から一般的に良好な作業場とはいえない。最近の工場内では、主に騒音対策から研磨機全体を囲う対策をし、同時に粉塵の飛散を防止することが多い。さらに、作業環境の良好化と同時に防災対策としても、適切な集塵装置を使用することがより重要となってきた。特に、アルミニウム、チタンまたはマグネシウムなどの材質の研磨を行う時には、集塵機として湿式の防爆タイプ仕様を使用するなど、加工製品の材質に応じた十分な配慮が必要である。

5. 終わりに

一般的な仕上げ研磨工具について説明したが、現在の研磨作業においては省力化、省人化と同時に、より良好な作業環境を求める動きが加速している。研磨布工具およびバフなどは、大量生産のスルーウェイ工具として多量に使用されてきた。しかし、最近の環境問題として、使用後の研磨工具の廃棄方法も大きな問題とされ、研磨工具のあり方の、見直しがせまられている。

研磨工具メーカーとして、より広い視野に立った物作りが求められていることを感じている。

文 献

- 1) 研磨布紙加工研究会編；実務のための新しい研磨技術，p. 62（オーム社，1992）.
- 2) 精密工学会編；新版精密工作便覧，p. 368（コロナ社，1992）.
- 3) シケン；総合カタログ，p. 8（1993）.
- 4) 野水機械製作所；ストレートライン型自動研磨機械カタログ，p. 5（1996）.
- 5) 労働省安全課；産業用ロボット安全必携，p. 29（中央労働災害防止協会，1988）.