

シリーズ 工場見学 Vol.30

バフ研磨の専門メーカー

株式会社明和工業 本社工場（静岡県浜松市）

アルミ部品の光沢と艶を生むのは ヒトの創意工夫と努力だけだった

素材、形状、技術、そしてコストという要素を考えるからこそ、機械化できない作業があるんですね。超アナログの名人芸ってやつです、つまりヒト手による完全な手作業。ちょっとでもやってみれば分かりますが、モノを磨くという作業は頭にくるぐらい難しい。それを売り物にしようとするれば、もうこれは大変なことです。おおよそ名人の域に達した作業員の皆さんは、武者のような静ひつな気迫を放っています。

文●朝倉哲也 写真●澤田和久／明和工業

だいたい、バフ研磨とは どういうことなのか？

モノを磨くというと、紙ヤスリ、リユーターなどを用いた作業が真っ先に思い浮かぶことだろう。これらは、結果的には剛体を用いた研削作業であり、ワーク（対象物）の表面を段階的に細かく削る“鏡面加工”に分類される。バフ研磨はこれとは少々異なる作業だ。

簡単に言うと、研磨剤の付いたバフ（羽布とも書く）を高速で回転させてワークを磨くのだが、これは弾性接触下における研磨であると同時に、場合によっては摩擦で生じる熱的な作用なども影響する“光沢仕上げ”ということになる。ちなみに、研磨作用はバフ自体ではなく、そこに塗布される研磨剤によって生じるものである。

バフ研磨は主に、美的外観の確保、あるいはクロムメッキなどの表面処理の前段階で用いられる。対象となるのは鉄、ステンレス、アルミニウム、銅などの製品が大半で、最近ではチタン製品も増えている——今回の明和工業では、エンジンカバー類やステアリングヘッドまわり、ステータタンデムバーなど、アルミ合金製の鋳造パーツがメインだ。

肝心のバフは、サイザル（竜舌蘭科の植物から取れる麻に似た繊維）や綿で出来た布を、同心円状に何十枚も重ねてきつく縫い合わせ、膠を用いて研磨剤を固着させたものや、（3M製であることから）俗にスコッチと呼ばれる化学繊維などの不織布を固着させたものであるが、用途に応じて実に様々な形式・タイプがある。

例えば同じ素材を使用しても、縫い方（ワ



▲バフ研磨によって仕上げられたシートレール（クラブバー）。



▲圧倒的な光沢を実現した、ヤマハSR400スペシャルエディションのケースカバー。

ークに接触する繊維の長さ）、糸の打ち込み本数、繊維の重ね方（ラジアルとバイアス）などで、その硬さ（＝研磨の度合い）を変えることができる。「繊維の縫い方や、波打ちのさせ方で、バフの性能をコントロールするのです」と製造現場の担当は語る。

つまり、極端に言えば、既製品をそのまま使っているようでは、お話にならないわけである。バフは、長年のノウハウを反映したオーダーメイドだ。素材や形状が変わった新しい部品が入ってくれば、それに合わせてバフも変わる可能性が高い。その際の仕様選定は、長年の経験と勘に基づくものとなる。

今回取材した明和工業では、チタンヘッドのゴルフクラブの研磨を仕上げた経験もあるという。ご存じのようにチタンは非常に硬い素材なので、既製品のペーパー（粗仕上げの

研削に使用する）やバフでは思うように仕上がらず、このため独自の研磨レシビを考える必要があった。

加えて、ゴルフクラブという製品の性格上、重量や寸法の管理もそれまでにないシビアなものだったという。それを基本的には手仕上げでクリアしたというのだから驚くが、とにかくその作業で得たノウハウは同社の技術的蓄積の拡大に大きく貢献している。

さて、粗仕上げのバリ取り（粗研磨）、表面をならす中研磨、そして仕上げという3段階だけでも、パーツの種類だけ、バフの種類もあると考えたほうがいい。おまけにパーツや磨き方によってバフの回転数だって変える必要があるということをご存じただろうか。この時点で、数値化しづらい、マニュアル化が困難な超アナログの世界なのだが、ここはまだ入口に過ぎない。

人間の手で磨くことが 最高・最善である理由

現在バフ研磨に求められるものは3つある。

- ①成形技術が確立され、どんどん複雑になっていくパーツのデザイン——研磨の工数が増え、その保持や部分の特定が複雑になる。
- ②アルミ鋳造部品の肉厚や組織の不均一性の問題やピンホール——イレギュラーな研磨面の厚み調整などに瞬時的に対応しなければならない。
- ③切り詰められ続ける作業時間とコスト——最も合理的な加工手段の選択が必須となる。

このような条件を求められるバフ研磨の作業を機械化することは、まったく不可能なわけではないだろう。

軟らかい部品を傷付けない羽毛のようなチ



▲高速回転するバフにワークを押し当てて磨き込むという、典型的なバフ研磨の作業風景。ワークを持つ手が左右に揺れているが、作業員の頭がほとんどブレていないことに注目。



1 バフ研磨ライン全景。1個の部品はおおよそ30秒から1分以内に仕上げられる。2 最も汎用的な手磨き用研磨機。モータ内蔵で両軸式、外径300mmまでのバフを2500～3000rpmで回す。このほかにもインバーター式の変速研磨機も使用する。3 バフ研磨は粗いバフから始まり、順次細かいバフを使用して、前工程のバフ目を消していく。4 ささまざまな仕様のバフ。黄色いものは綿バフ。厚さ5～10mm程度の同心円状に、ミシン縫いした綿布を重ねて接着剤で張り合わせたもの。ワークのサイズを考慮し、バフの厚みはおおよそ40mm程度で統一されている。5 研磨時にバフに塗り付ける研磨材。ケイ素やアルミナの粉を油脂で固めたもの。色などによって仕上げ方が違う。

ャッキング。複雑に何度も角度を変えることのできる治具。何種類ものサイズと仕様のバフを可動させるマシニングセンター（あるいはロボットアーム）。寸法を測定するLEDセンサー多数と、超音波やX線を使った探傷装置、そこからのデータを瞬時に研磨作業にシンクロさせるホストコンピュータ。

どんなに高速化しても、作業時間が1分を切ることはないだろう。何千万円、あるいは億単位の設備投資。扱うパーツによって、このラインを改造したり新設する必要も出てくる。モデルごとにデザインの変わるモーターサイクル。その外装パーツの実態を考えれば、これはまさに夢の話だ。さらに決定的な事実を聞かされて、筆者は驚嘆し感心した。

「機械で磨いた場合、光沢の風合いがまったく違ってきます。まず基本的に一方方向に磨いただけでは光沢は出ません。そこで何方向かで磨くと、機械で行った場合は光沢が出ると同時にヘアラインも残ってしまうのです。今のところ人間による作業に勝るものはないのです」

おそらくは人間の動きが持つ、微妙な揺らぎや、連続していながらも振幅のある力加減などが、鮮やかな光沢を生むのだろう。P129の表を見ていただきたい。非常に複雑な作業を要するクラブバーを1個仕上げるのに、同社トップレベルの作業員は45秒だ。比較的緩やかな形状のクランクケースカバーあたりだと30秒くらいで仕上げってしまう。



1 段階的に仕上げられ、光沢を与えられるトップブリッジ。中間の工程では、ヘアライン仕上げになっている。2 平面に開いた穴の周囲などにはバフが強く当たりやすいため、周囲のエッジや平面を損なわないよう力加減に注意しながら磨く必要がある。3 4 新人研修用の工夫。立ち位置を指定するマットや、バフに対する角度のテンプレートを工夫している。5 は名人による実演風景。6 社内では定期的に技術コンテストを開催。楽しみながら技能上達への意欲向上を図っている。7 国家資格取得者は現在約20名。取得が難しいとされる単一等級技能士も金属研磨分野では3名在籍。

バフ研磨に機械の立ち入るスキはない。人間でなければダメなのだ——これらに関して、端的な内容であるので、以下に同社から頂いた資料の文章を引用する（なお、カッコ内は筆者の注釈）。

『現在の製造現場では高齢化とともに、(若手の)熟練不足で多くの仕事を処理できなくなったこともあり、より高精度の仕上げを要求されている工場では生き残りをかけて機械化が進んでいる。しかし、複雑な形状を持つ二輪部品(のバフ研磨)では、機械化ではなく、人作業が主流である。

それは素材をひと削りするとわかるが、素材には鑄巣・クラック等のバラつきが見られる。そのため(バフ研磨には)カン・コツ・経験がものを言う。30年前を振り返ってみると、基本的な道具や方法は変わっていない。しかし、(部品の)形状を比較すると年々複雑になっており、品質を比べても明らかに要求品質が高く、ユーザーの見る目も向上している。

そこで、明和工業では特に次世代に向けた技能伝承に重点を置き、磨きの技術や新工法に力を注いでいる。そして、国家資格である単一等級技能士(金属研磨)にも挑戦し合格者を輩出している』

久びさに出ました、技能伝承。その仕事の

出来を左右するのが手作業の職人芸とくれば、ベテランの熟達の技をいかに若手に習得させるかが大きな課題となる。ここまで物づくりを取り巻く社会が変化し、スピードと精度が求められる環境では、大昔の徒弟制度のように“ワザは横から見て盗め”なんて悠長なことは言っていない。

以前にこの連載で紹介した、外装パーツ塗装を行っている丸八塗装(08年12月号)と同じように、明和工業ではベテラン作業員の技能の解析を行い、それを可能なかぎりマニュアル化する努力を続けている。いわゆるTPM(Total Productive Maintenance=全員参加の生産保全)活動の積極的な推進、つまり“新人バフ掛けマンの短期育成”である。

実際のところ、これらのプログラムによって、筆者のような素人でもバフ研磨のセオリーやそのシステムが明確に理解できるわけで(できないと意味がないのだが)、“バフ研磨が職人芸なのは分かった。早くその秘密を説明しろ”と、ここまで読み進んだ読者貴兄の要望にもおこたえできるというものである。

守るべきお約束と努力…。それしかないんですけどね

ベテランと新人の動きを同一アングルでビデオ撮影し、その動きを比較した結果、右バ

ージ上の図や表にあるような違いが明確になった。最も基本的な部分の違いは、体を支える立ち位置とスタンス、ワークを当てる角度(バフに向かう体勢と言ってもいい)にある。“なんだよ、そんなことかよ”とお思いの貴兄もおいでだろうが、そんなことからして、素人は分からないのだ。

「作業は手、目、そして耳を使ってワークの状態を確かめながら行います。最後は、ワークから伝わってくる音や振動で、表面の仕上がりが具合が分かってくるようになります」というほどだから、基本になる体勢や立ち位置が極めて重要になる。

結局、人間の体の動きというのは、立ち位置とか、重心をどこに置くとかで決まるものだ。バフ研磨の作業におけるノウハウも、そこにある。作業における適切な動きは、足首から手首まで左右合計13カ所(指を入れれば+30)ある関節をどうシンクロさせるかで生まれてくると筆者は思う。

以前紹介した塗装のときもそうだったが、ワーク表面を平滑化させようとする連続したひとつの動きは、体全体から生まれてくるものだ。最初から、その基本になる姿勢を教えてしまえば、分析から分かった合理的で適正な動き方、力加減や角度など研磨の具体的なノウハウも身に付きやすくなる。何事も基本

■熟練度の違いによる持ち替え回数の差と作業手順の違い (明和工業のマニュアルより)

名人：持ち替え9回

部位	A	B	C	D	E	F	G	H
手順	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧

未熟練者：持ち替え12回

部位	A	B	C	D	E	F	G	H	D		
手順	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

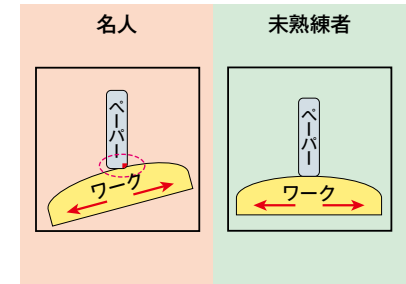
項目	名人	未熟練者
①持ち替え作業	9回	12回
②作業手順	一定	不規則
③送りスピード	早い	遅い
④作業姿勢	よい	悪い
⑤苦手部位	なし	あり

部位	名人	未熟練者	改善後
A	5秒	13秒	7秒
B	5秒	14秒	8秒
C	3秒	12秒	5秒
D	5秒	24秒	11秒
E	7秒	15秒	7秒
F	3秒	12秒	5秒
G	5秒	25秒	12秒
H	7秒	15秒	8秒
検査	5秒	50秒	25秒
計	45秒	180秒	88秒

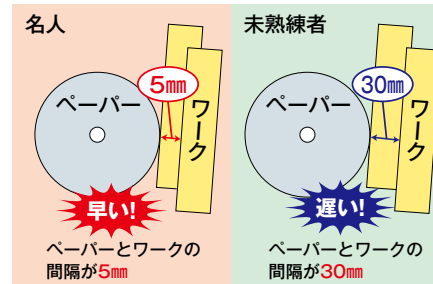


1 こちらは研磨前の切削加工。マリン用品ではプロペラ(スクリュー)の切削加工も行われている。2 バフ研磨を終えて仕上がったケースカバー。

■仕上げ時のワークの動かし方の違い



■バフとワークの距離の違い



姿勢が大事だということだ。

もしもそれを教えないければ、それに気づき、習得できるまで、長い時間を要するはずだ。失敗を繰り返して初めて人間は気づくものである——結果的に、以前は平均レベルになるまで2~3年かかった育成が、現在では数ヶ月に短縮されているというから、この効果は絶大であると言っていいだろう。

平均年齢50~60歳代になろうかというほど、高齢化が進んでいるバフ研磨業界。その中であって、明和工業の平均年齢は30歳代後半であり、本社工場で13人いるバフ研磨の作業員も平均年齢は27歳あたりであるというから、この点でも驚く。

ちなみにP127の写真に登場している人は、同社の中でもトップレベルの技術を持つ作業員だ。彼はどう見ても30歳前後という若さながら、落ち着き払ったシャープな動きで正確無比な研磨を行う。静の中に動がある。その姿はさながら技を極めた武道家のようなのが正直な印象だ。

実際、バフ研磨による光沢仕上げは、ある意味で求道である。写真で紹介しているヤマハSR400スペシャルエディションのケースなどは、もうコストよりも輝きの追求といった世界である。同社ではその仕上がりに相当な自信を持っているようで、「ここまでやった

部品はほかにない」と胸を張る。

このクラッチ側のエンジンカバーを見てほしい。入り組んだ形状には、もちろんそれなりに手間がかかる。しかし最も難しいのは、ちょうどクラッチの外側になるフラットな円形部分なのだ。

「真っ平らな部分の面積が増えるほど、研磨のウネリが生じやすく、それを抑えるのが非常に難しいのです。しかもメーカーロゴが凸状になっていますが、ここがまた難しい。角がぼんやりと眠くならないようできるかぎりエッジを残さなくてはならないのです」

要するに二律背反の条件を抱えながら研磨しないとならないというわけである。何度も部品を持ち直し、バフも変えての作業は、通常の20倍の時間(30~40分)もかかっているという。

ここで白状しておく、実は筆者はバイクのケースやタンデムバーなどの外装部品の仕上げは、すべて機械加工だと思っていた。まったくもって無知であることを、またしても思い知らされた次第である。

のこのことバカ面を下げて行ってみれば、それはとんでもない話で、若いのにめちゃくちゃやる気のあるスタッフの皆さんが真剣に磨いているわけで、その気迫や誇りある業務姿勢に少々圧倒されたのも事実だ。まさに“恐

れ入りました”の世界である。

この連載では、ことあるごとに“日本の物づくり”と持ち上げ、偉そうな講釈をたれている筆者であるが、まだまだ知らないことだらけである。あなたの愛車のクランクケースなんかも、そうやって光っているわけで、どこかの骨董屋ではないが、傷が付かないよう“大事にしてください”と思うのである。なにしろ、その輝きの中にも日本の伝統的工業技術が間違いなく存在しているのですから。

株式会社明和工業

- 設立 1985年
- 資本金 1100万円
- 事業内容 2輪、船外機、ATVのアルミ部品のバフ研磨、バリ仕上げ、ショットブラスト、切削等の一貫加工
- 生産拠点 国内3カ所、海外1カ所
- 従業員数 177名
- www.meiwakogyo.co.jp