



TOSHI-BENDER-Generic物語

“世界最高の自動曲機”への挑戦 前篇

株式会社エル・シー・シー
代表取締役社長 占部聡長氏

ジェネリックとは英語でGenericと表記し、「一般的な」「ブランドに囚われない」という意味の言葉である。厚生労働省では、特許が切れた医薬品「ジェネリック医薬品」の使用促進を推進しているが、効能が確立され価格が安いのが大きな魅力である。最近では家電でも「アイリスオオヤマ」「山善」などの「ジェネリック家電」というものが登場している。

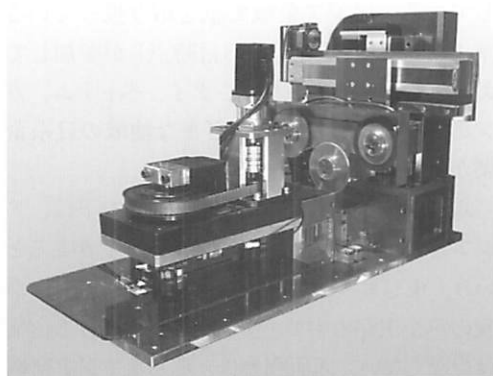
「TOSHI-BENDER-Generic」は、世界最強・自動曲機のジェネリック版である。優れた自動曲機の満了特許をフルに利用し世界最高機能の商品になった。価格は日本・香港・ドイツの数分の一を実現している。

仕様

世界の自動曲機の設計者が最高と思う仕様を持ち、世界標準の機能を持った設計思想により高精度・コンパクト・廉価を実現した。電卓・液晶テレビ・携帯電話と同様に、自動曲機もコモディティ (commodity) 化したようだ。すなわち、小型化・大量生産・標準化したことにより多機能で安く、正確になった。メーカーにとっては辛い時代になった。

- a. 曲げは韓国機の「上下同期駆動」により、垂直度が正確に曲がり、また100°までの深曲げが可能。
- b. 価格はブローチング装置付きで世界最低価格。

部品は、オリエンタルモーター、ミスミ、SMCなど世界最高の部品メーカーのものを使



用している。また、機構部材の加工は日本の経験豊かな金型メーカーに依頼した。保守は基本的に必要ないが、万一、故障しても自分で修理が可能。ユニットごとに設計しているため、自動車のタイヤ交換ができる人ならユニット交換は難しくない。

機能は「ブリッジ」「隅切り」「ニック」「ブローチング」「ミシン刃」「リード罫」が可能。バリのない、ミシン刃・リード罫の加工も可能なので購入の必要はなくなる。不規則ピッチの曲げたミシン刃・リード罫が加工可能である。

設計思想

世界の抜型業界のために自動曲機の歴史を考えると、誰かが「自動曲機・発明物語」を集大成しなければならないと思う。特に自動曲機は日本発の技術である。そこで私は原稿執筆のため特許公報を集め分析することにした。私自身が自動曲機の開発に従事する利害関係

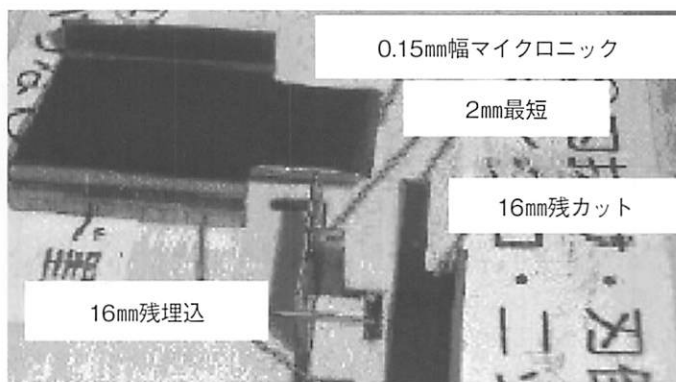
者だったので、公正を期すために特許公報に基づき執筆することが大事だと考えた。特許公報を整理するうち、“世界最高の自動曲機”は存在しないということに気づいた。そこで自動曲機の過去の歴史を分析するだけでなく、20年先の将来に向けた自動曲機の“世界標準機”を設計しようと思いついた。

現在、市販の自動曲機は各発明者の設計哲学とプライドにより一長一短がある。「良いところ取り」をしていない。また、価格的に安価に提供できない。それは既存の自分の機械に追加設計にするからで、制御軸数が増え、追加コストがかかる。“最高の自動曲機”を設計するには販売価格を決めて、「ゼロからの設計・世界最高の満了特許技術要素の集大成」が必要と考えた。

自動曲機に要求される機能は「ブローチング機能」が最後で、これ以降新しい技術の要求は抜型業界からはない。

また、20～30年前に売られた自動曲機の寿命が来て、代替需要が見込める時代背景があった。この20年で「安価・精密・高機能」を可能にするコンピュータを含めた部品の環境が整った。しかし、現在の自動曲機の方角性は「高価・複雑」と顧客ニーズに逆行しているようにも思える。イデオンが世界で初めて開発した自動曲機「BBS-101」は一人で持ち上げられるほどの大きさだったのに、現在は小型自動車並みの重量になっている。「TOSHI-BENDER-Generic」はできるだけ強化アルミ構造にし、重量は130kgと2人で搬入できるようにした。

2015年1月と6月に自動曲機の基礎技術の二つの重要な特許が満了した。一つは自動曲機の「長さ精度」を維持する重要特許(特開平8-192399/USP5771725、イデオン)で、早速、韓国、ドイツ、香港、イタリアのメーカーと私がこの技術を導入した。かつてこの技術



は、私が受注し埼玉の抜型メーカーに納品した実績がある。しかし金型を上下する方式にしたためブリッジ・カスが「ジャミング」の原因になり、1台で販売中止した。

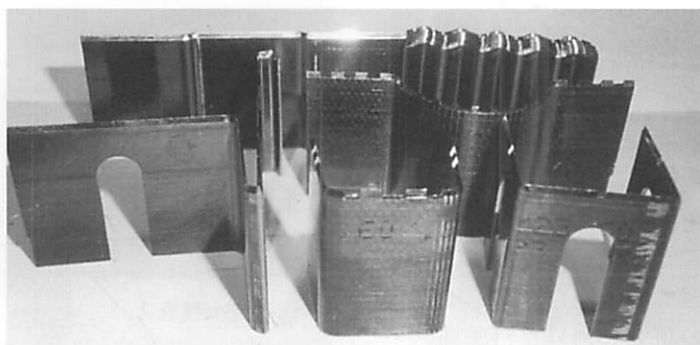
この技術は曲げピースの最後の切り離し技術である。韓国メーカーが採用している「切断して、曲げる」場合は前進しかできないので、寸法精度が悪くなる。「曲げて切断」する場合は最後の切り離しの切り口が汚く、切断できない場合もある。そこで、「切断して曲げる」「曲げて切断」の両方の良い部分を採用した特許である。最後の切り離し部分の底を5mm残して切断し、曲げた後その5mmを切り離すというアイデアである。長さ精度を維持するのに必要な技術で世界の自動曲機メーカーが導入した。

この特許の金型をどのように設計するかも重要である。Easy Cutter (USP5749276、2012年12月に満了)の金型は、切断線にバリが発生しない。「TOSHI-BENDER-Generic」もそのようにした。打ち抜く時、「刃先」「刃底」「枕/刃の傾斜」を金型内部で完全にシールドしないとバリが発生する。刃の進行方向に対して、金型が上下に移動すると金型の中で刃が踊り、バリが出る。

二つ目の重要な満了特許は韓国のEASY BENDERの基本特許 (USP5787750、2015年6月に満了) である。「曲げツール」を上下の同期軸を通して曲げの精度が上がった。

設計には「機械設計(機械工学)」「モーター・電気配線設計(電子工学)」「コンピュータ・プログラム設計(ソフトウェア工学)」の各専門家3

者の総合・共同設計が必要となる。一人の人間がこれら3つの才能を持っていない問題は、そのようなことは不可能だ。この3者を社内に持っていないと大変なことになり、それぞれ一部を外注にしなければならない。当社も過去それで失敗した。特に、「モーター・



電気配線設計」は外注する機会が多い。これによるコストアップ、意思疎通・改良への問題（再度開発費の出費）などが発生する。しかし世界の自動曲機メーカーでこの3者の人材を社内に持っている会社はほとんどないと思われる。これに対して当社はその三つの分野が設計可能な私と桜井がいる。それにより、機能向上の設計変更などの場合は3つの設計の修正で対応することができた。

なお私はコピーだけでなく、特許4460922号（水河氏との共同）を持っている。これにより、「ブローチング」「ミシン刃・リード罫」「ニック」が可能になった。3次元砥石により、究極の品質の刃を提供できる。上の四つの加工を3次元砥石で統一したことにより、価格の低減化が可能になった。それによりTOSHI-BENDER-Genericは世界一の機能の自動曲機になったと自負している。

【TOSHI-BENDER-Genericの主な特長】

- 先切りシステム（後端は底5mmを残して最後に切断）により正確な長さ精度。
- エンコーダにより0.02mmの長さおよび位置精度を確保。
- 刃の先端、後端さらにブリッジ加工を1ユニット化で小型軽量化。
- 曲げ部では上下同期軸駆動により曲げムラなし、曲げ爪の歪み減りを減少。
- 刃先加工機「GTR」の機能を搭載し、複雑なミシン刃、リード罫、ブローチ加工も対応。
- 独自の曲げ爪設計により105°までの深曲げ可能。自動曲機が苦手とする1.5Rも加工可能。

- 各ユニットのモジュラー化により、削りユニット、送り装置、カットダイ、コントロール箱は取り外し交換で対応可能。
- 曲げ爪とシャフトはリバーシブル設計で、1セットで2セット分使える。

【参考】自動曲機の発明の歴史

以下、過去の自動曲機の基本技術に貢献した偉大な発明者（特許公報より／発明順）のリストを示す、マネされることに価値がある。

1) 英特許8206356 英国BSM社ArcherとRoss (1982-3-4出願)

世界最初の自動曲機発明者（靴用の自動曲機／試作したが商品化せず）。この発明は公報にしか公表されていないので、その後の自動曲機の発明者、メーカー、抜型業者も知らなかった。

2) 特開昭63-309328 (1987-6-10出願) / イデオン:「BBS101」水河末弘

この特許は世界初の発売された自動曲機の基本特許。ただし、無効審判で無効になった。

3) USP5749276 韓国SDS / Byung-June Song:「イーザーカッター」(1991-12-11出願)

これは自動曲機の特許ではないが、それに先立ち「イーザーカッター／自動切断機」としての出願。自動曲機にそのまま金型の構造に採用された。この金型構造が素晴らしいので、日本以外の現在の主要自動曲機に採用されて

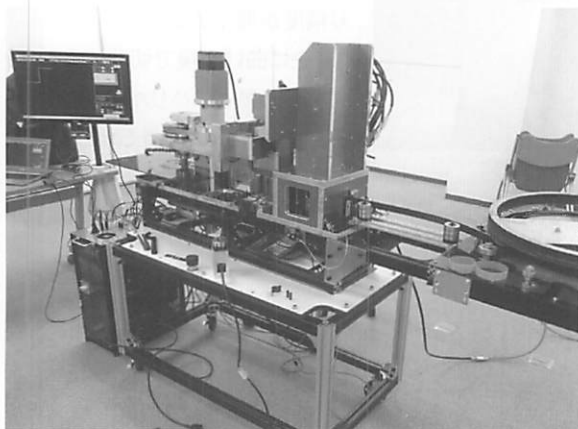
新型機見学会を東大阪で開催 自動刃曲機の“ジェネリック”

株式会社エル・シー・シー

エル・シー・シー（東京都足立区、☎03-3840-9461）は3月26～27日、大阪府東大阪市のクリエイション・コア東大阪で、抜型用自動刃曲機「TOSHI-BENDER-Generic」見学会を開催した。

同機は、ジェネリック（後発）医薬品のように、過去の優れた自動刃曲機の満了特許を使用。占部聡長社長は「一長一短ある各機械を“良いとこ取り”して世界最高性能を実現した。業界標準機をコンセプトに、価格は高価な欧州製の約1/5、日本の他社製と比べても半分程度に抑えられた」と胸を張る。

正確な長さ精度を維持するため、切断して曲げる先切りシステムを採用。ただし、後端の底5mmは残して最後に切断する。エンコーダ計測（フィードバック→誤差検出→修正）により、刃材の送り精度は0.02mm以内となった。曲げ部は上下同期軸駆動で、曲げムラがなく、曲げ爪のいびつな減りも抑えられる。刃の先端、後端およびブリッジ加工を1ユニットにまとめ、小型軽量化も実現した。



公開・実演された「TOSHI-BENDER-Generic」

隅切りやブリッジのほか、砥石方式によって複雑なミシン刃、リード野、ニック、ブローチングを行い、0.13mm幅のマイクロニックにも対応する。独自の曲げ爪設計で105°まで深く曲げられ、1.5Rも加工できる。曲げ爪とシャフトは、リバーシブル設計となっている。

各ユニットはモジュール化され、取り外して交換が可能に。プログラムの設定ファイルをクラウド上で管理することで、稼働状況の把握とデータバックアップ、メンテナンスなども容易になった。

オプションとしては、丸刃にニックを付ける装置を用意。口径2mmから50mmまでの丸刃、スプリング丸刃に対し、ストレート（2カ所）、十字（4カ所）、3点付けのニックを正確に加工できる。丸刃の底部に、回り止めの切り込み（溝）も入れられる。

2016年11月の発売以来、10台以上の納入実績がある同機。今年も、中小企業庁の「ものづくり補助金」活用などにより順調な受注を見込む。販売価格は800万円、丸刃ニック装置はオプションで100万円。占部社長は「小規模を含めて全国100社程度の抜型メーカーが20～30年前の自動刃曲機を使っている。しかし、昔の機械のコンピュータ基板は既に製造中止となり、故障や機械寿命を迎えれば買い替えざるを得ない。それが『TOSHI-BENDER-Generic』の潜在需要である」と述べている。

●主要スペック

寸法	1000×300×700mm(本体)
重量	115kg
動力	100V AC(別途、コンプレッサ0.7Mpa)



TOSHI-BENDER-Generic物語

“世界最高の自動曲機”への挑戦 後篇

株式会社エル・シー・シー
代表取締役社長 占部聡長氏

最高の設計のための考察

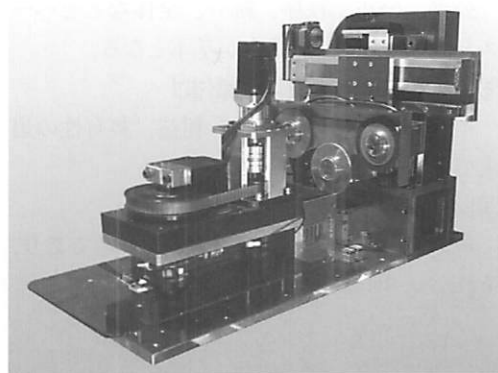
1) ユニット方式

「送り」「ニック・ミシン・ブローチ」「ブローチ・ブリッジ・マイター・ストレート」のそれぞれの加工部門を各1個のユニットになるように設計した。これにより、故障した時に「ユニット」ごとに取り替え、誰でも交換できるようにした。修理にエンジニアが訪問して、機械の下に潜り込み故障箇所を探し、その部品を交換修理するのではなく、故障ユニットをメーカーに送りユーザーがユニットごと交換すれば、修理費が安くなる。

2) 送り

刃を送るのには「ローラー方式」と「刃を啣(くわ)えたボールスクリューで送る方式」の二つがある。単純な比較では「刃を啣えたボールスクリューで送る方法」の方が精度は出る。「ローラー方式」の欠点は「刃の厚み」の精度が「送り量の精度」に直接関係する。刃の厚みが部分的に厚くなればその部分の送りが短くなる。また、曲げたときに刃が送りローラーの中で前方に滑る。

一方、「ボールスクリューで刃を啣えて送る方法」の欠点は装置が大きくなることである。ボールスクリューと刃を啣えている位置が同じでないため、曲げた時の圧力でボールスクリューが持ち上がる。それを防ぐためには、「啣

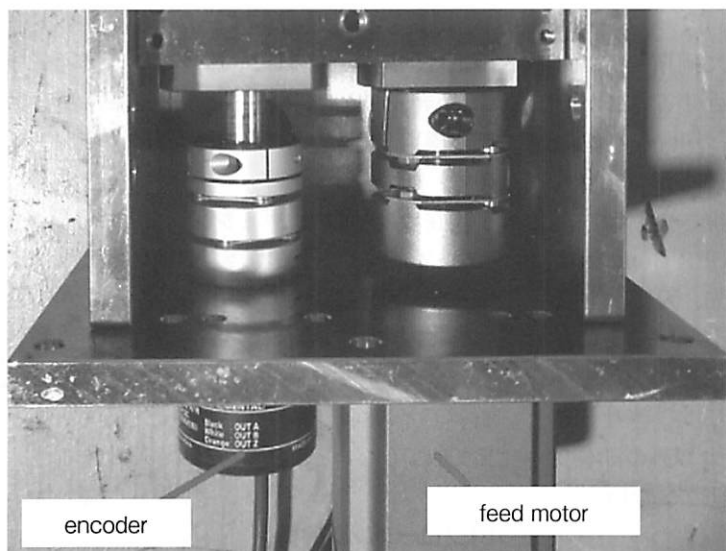


え装置」を機械台の上でフロート(船構造)にしなければならない。これはサンテクス、レザックが採用している。特開平2000-107812(1998-10-1出願)。

送り精度を向上させるため、特開平2000-107812の技術の考え方をヒントに考えたのが、「ABS302FA」(イデオン)に採用したスプリング内蔵ローラーである(特開2001-239339)。

自動曲機のユーザーの中には、ローラー方式はボールスクリューより送り精度が悪いと思いついて入っている人がいるが、一概にそうとは言えない。

なお最近の韓国製マシンは「エンコーダー方式」と「刃を啣えてボールスクリュー送る方法」の両方を採用している。ただし、上記特許を避けるために啣え部分で滑るようにしているようである。これでは「ボールスクリュー」を採用するメリットがない。



省スペース化のための「ローラー方式」と精度維持のための「Wエンコーダー方式」を採用

TOSHI-BENDER-Genericは省スペースのため「ローラー方式」にした。精度を維持するためには「Wエンコーダー方式」を採用した。これは古くから多くのCNCマシンで採用している「クローズループ制御 (Close-loop control)」方式である。刃が「送りローラー」の間で滑っても、別の「エンコーダー」が「滑り量」を計測し、次の送り量からマイナス分だけ送ればよいのである。この方式を最初に採用したのはイデオンであったが、当時のエンコーダーの応答速度が遅かったので成功しなかった。最初に成功したのが、韓国I-Bendである。

「クローズループ制御」方式は工業高校の数値制御の教科書に最初に出てくる古典的な、また最新の機械にも採用されている原理である。特に最近では計測技術が進歩したので、あらゆる精密機械の自動化に採用されている。たとえば、打抜刃の製作で高さ23.6mmを1/100mm以内の精度で仕上げるには、レーザー光線で高さを計測し、それを研磨する砥石の押し当てモーターに「フィードバック」して、砥石の磨耗と刃の高さを調整する。これが「クローズループ制御」である。

「ボールスクリュー」は計測を省略した「オープンループ制御 (Open-loop control)」方式が一般的である。曲圧力により、引っ張られ、

滑る量に何か工夫しないと、長さが狂う。計測エンコーダーを採用すれば、「ボールスクリュー」は無意味になる。ほら吹きが私が理論的にいくら「ローラー式・クローズループ制御」でも「ボールスクリュー」に負けないと説明しても信用してくれないかも知れない。「ドイツの機械がローラー式・クローズループ制御であるから問題ない」と言えば信用してくれるだろうか。しかし、送りモーターにエン

コーダーを直接当てているのが心配だ。

3) ニッパー機構: 刃の両サイドの切断

SDSの「イージーカッター」(USP5749276)とイデオンの特開平8-192399を採用。「イージーベンダー」の金型の良いところは「両端切断ニッパー装置」を小型化(不要化)できることである。しかし、「先切り・後曲げ」で送り精度が悪くなるのが欠点である。後方の刃で先に切断した刃をプッシュしながら送るので精度が出ないのである。

また「IR・クランク曲げ」が困難なのは、送り装置と切断された刃の縁が切れているからである。バックできない。この欠点を補完したのがイデオンの「後ニッパーカット」で「底を残して」切断する。曲げた後に刃の後端の底の部分を最終的に切断する。これにより、送り精度が維持できる。このアイデアはすでにドイツエルシド、韓国I-Bend、香港のA-Benderで採用されている(2015年1月に特許満了)。

4) 曲げ機構

曲げ工具には大きく分けて2種類ある。「左右の爪」が上下するイージーベンダー方式とイデオンなどの固定式である。上下方式は反対側の爪が邪魔にならないので深曲げができる。

しかし、機構が複雑・巨大になる。

その他、「左右の爪」を上下で同期させて回転させる方法と下だけで回転させる方法がある。上下を同期させると「左右の爪」を小型化でき、刃の胴体を正確に曲げることが可能である。下だけの回転だと、刃先が開きやすくなる。韓国メーカーとTOSHI-BENDER-Genericはこの方式を採用したので、刃先、刃底が垂直に正確に曲げられる。同期回転させることにより、95度まで正確に曲げることができた。シャフトと爪の耐久性、曲げ精度が良い。当社と韓国のメーカーは採用したが、それ以外の日本のメーカー、香港、ドイツは採用していない。

5) ニック・ミシン刃・リード罫機構

ニック・ミシン刃には「砥石」「ハイス回転歯」「プレス」方式がある。「砥石方式」はスピードが遅いが、正確に多様なニック、特殊ミシン刃、リード罫も作れる。特に0.2mm以下の幅の「マイクロニック」は砥石方式でないと不可能である。本格的な「ミシン・リード罫」を作ろうとすれば「砥石方式」以外には考えられない。最近「不規則ピッチ」の「ミシン刃・リード罫」が要求されている。私が開発した技術(特許4460922号)を採用している。

最近特殊なミシン刃・リード罫の要望が多い。特に個装の「不正防止(Pilfer proof)」の「開封口」の要求仕様は実に厳しい。ミシン刃の「位置精度」「幅精度」「ピッチ精度」を0.2mm以下におさめろ。「バリ」はダメ。「リード罫」は箔押しを傷つけないように「傾斜」をつけろ……など、到底手動のグラインダーでは不可能である。もちろん既成の「ミシン刃・リード罫」は使用できない。

ある大手の抜型メーカーは「ミシン刃・リード罫」は100%自作している。「既成・ミシン刃・

リード罫」も一切購入していないので、作業台の下には錆びた在庫は一本もない。最近当社CCが発売したGTR(ミシン刃・リード罫自動製作機)は世界最高の品質のものを提供できたので、自信をつけた。

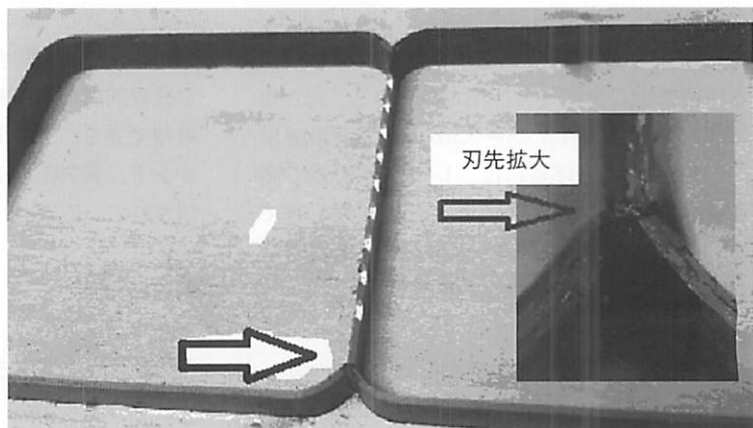
現在の自動曲機で「ミシン刃・リード罫」を「プレス方式」で作る場合、金型の中で刃物が踊って、刃先に「バリ」が出ている機械がある。「プレス方式」の場合は刃底、刃先、刃の傾斜を完全にシールドしないとバリが発生する。「砥石」「ハイス回転歯」でも刃物をしっかりと押さえて加工しないとぶれて、バリが発生する。

6) ブローチング機構

刃の胴体を削る場合、本来の「ブローチング」とは「ブローチング刃」を油圧で押さえ、「掻き落とす」作業である。エルシドが採用している。しかし、本来の「ブローチング機構」は巨大な設備になってしまう。そこで、コンパクトな設備として、二つの方法が採用されている。ニック同様「砥石」「ハイス回転歯」による加工である。TOSHI-BENDER-Genericは「砥石」方式を採用した。

砥石方式のブローチングは高精度なので写真のような「角丸」の円弧も「載せ」でなく、一本の刃で曲げられる。他の方式では不可能である。

3個の高速モーターを2次元に駆動できるようにした。3個の砥石が刃先、胴体を正確に切



さまざまなメリットが得られる砥石方式

削できるのである。これにより、価格を下げ、機能を上げることに成功した。「ダイヤモンド砥石」は「ブローチング」「リード罫」が可能になり、「砂砥石」は「ニック」「ミシン刃」を可能にした。

世界の主要自動曲機は既存の機構に追加したため、いろいろな加工技術が混在している。たとえばニック、ミシンを製作するのに、プレスと砥石が混在したものもある。これにより、制御軸数が増え高価になる。10年以上先の将来、イデオン・LCCの共有特許が満了すれば世界の自動曲機は「ミシン刃・ニック・リード罫・ブローチング」はすべてTOSHI-BENDER Genericのように「砥石方式」に統一されるだろう。

7) ソフトウェア

自動曲機のプログラムはどの会社の機械も基本的な違いはない。テスト曲げデータとモーターの回転数を「一覧表」に登録しておき、曲げる刃の与えられたデータに該当する円弧、角度を「一覧表」の中から探しだし、機械の曲げ加工モーターに「パルス」を送る命令をするというプログラムである。これがなければ、世界のすべての自動曲機は動かない。世界で最初に市販されたBBS101も当然使用していた。しかし特許を出願していなかった。

基本、ソフトウェアというものは「お客様本位」であるべきである。機械要素に比べてソフトウェアは変更(改善)しやすく、限られた機械部品をプログラムにより、最高の機能を発揮し、ユーザーの要望に合わせやすいからである。

TOSHI-BENDER-Genericでは、前作のTOSHI-BENDER62のプログラムをそのまま載せてもよかったが、凝り性のスタッフが承知しないので、全面的に作り変えて、世界一使いやすく、「お客さまの文句」に耐えるようにがんばっている。「このプログラムは世界一だ。文句言わずに使え」などとは決して言わない。

「終わり」の「始め」

自動曲機の発明物語は、このレポートが「終

わりの始め」である。いずれは、抜型業界に自動曲機の発明で貢献した人、成功した人、失敗した人などを詳細に描いてみたい。自動曲機の発明物語を書くのに最適の人間は誰か——。それは私以外にいないと自負している。長く自動曲機の開発、製造、販売にかかわり、自動曲機をいち早く海外に紹介した。2002年にイデオンから1台の曲機を借り、8年間、全米を中古車で行商して失敗した。特許係争で訴えられたこともある。もし、成功していれば、「発明物語」が単なる「自慢話」になってしまったかもしれない。

私は多くの失敗を重ね、「起死回生の一発逆転」を狙ってTOSHI-BENDER-Genericという「コピー機」で自動曲機に革命を起こしたいという「不純な動機」を持っている。そのような人間が「発明物語」を書くのにふさわしいのではないかと思っている。

良い発明をした人が大成功するとは限らない。資金、タイミング、そして、組織する能力、特に販売の才能が成功に一番大事であることと、最近の私はひしひしと感じている。

良い発明かどうかは、時間による評価、多くの機種を使用した顧客の評価で判断される。ノーベル賞の審査基準は「オリジナリティの最初の論文、引用される回数が多い論文」だという。これを自動曲機に当てはめると、出願特許明細書、市販に採用(コピー)されている技術の数になると思う。科学論文と異なり、自動曲機の発明・販売をしている場合、権利の存続期間中はコピーできない。また、各メーカーはプライドが高いので自分の発明にこだわる。したがって、将来の自動曲機にコピーされる頻度の高い可能性のある技術が良い発明と言えると思う。その1号機がTOSHI-BENDER-Genericであることは自信を持って言える。

私と同世代の自動曲機の発明者はどんどん引退している。この報告書はできるだけ客観的に特許文献を引用して真実を書いたつもりだが、不満、怒りを持つ方もいると思う。その場合はぜひ私宛に資料とともに「抗議文」をいただきたい。謝罪が必要であれば謝罪したい。☞