

琉球ガラスにおける金型について

本報告は、琉球ガラスの製造工程と、その中で利用されているガラス金型の種類、用途と、実際の利用状況について述べ、今回取り組んだ型の紹介と金型製作のための機械加工の基本パターンを紹介する。

機械金属室 比嘉 眞嗣

國吉 和男

1. はじめに

沖縄県における機械金属製造業の将来を展望するために、県内企業約100社を対象に技術実態調査を行った。これにより金型製品の需要がかなり顕在することが解り、機械工作分野の振興のために金型加工技術の育成強化、技術集積の必要性を指摘した¹⁾。

従って、それをうけて、平成元年度より機械加工業の指導強化、金型加工技術集積を促すため、先端的な工作機械であるマシニングセンターおよび型彫り放電加工機を導入設置し、機械加工部門の整備拡充を行ってきた。

県内で最も多い金型は、アルミ型材の3次加工用としてのアルミサッシの打ち抜きプレス金型であり、次に、その元であるアルミ型材成形用押し出し金型である。残りは、一般の薄板の絞り、曲げ及び打ち抜きプレス金型等各種の金型が確認される。

また、視点を機械金属に限定しないで、県内の各産業の業種に目を向けると、瓦製品等、窯業関連製品のための押し出し金型、プレス金型があり、発泡スチロール製品用成形金型、また、食品製造用、主として菓子類製造におけるプレス金型等各種活用されている。更に、復帰を境に観光ブームに乗って急速に販売を伸ばしてきた琉球ガラス製造業がある。琉球ガラスは、産業工芸品の部類に分けられ大部分は手作りの範中であるが、実用的商品であるセット物は一定の規格サイズに合わせるため簡単な金型を利用して製作している。従って、その金型は製品の大きさ、形等により幾多の種類が使用され、今後益々増える事が予想される。

しかし、ガラスの製品自体が立体形状であることより、これまでの金型の種類を見る限り、単純な旋盤加工レベルの割型のみで、複雑な加飾を施した形状は見られない。

今後の県内における技術集積の方向から捉えるとガラス金型はきわめて好都合の対象金型である。金型加工技術として、他の機械金属製造に於ける3次元ソリッドモデルにすぐ応用がきき、新製品開発にきわめて都合がよく、当面、ガラス金型を中心に技術集積を図って行くこととした。

基本的には、金型加工業は全産業に影響する、基盤である製造機械の装置部品製造業であり、金型加工業を育成強化することは、今後の、県内機械金属製造業の底上げ、機械加工業の技術レベル向上に大いに貢献するのではないかと考える。

今回の、報告は、ガラス金型の調査として、琉球ガラスの製造工程とその中で利用されているガラス金型の種類、用途と、実際の利用状況について述べ、今回取り組んだ型の紹介と金型製作のための機械加工の基本パターンを紹介する。

2. 琉球ガラス製造業の概要および現状

琉球ガラスは沖縄の工芸産業の一分野で産業工芸品（琉球ガラス、さんご）の一品目であり、復帰後の沖縄観光の進展と共に大きく成長している産業である。現在製造業者としては5社、従業員数として140人規模の産業である。生産額としては720百万円で全工芸品生産額の約1割弱の規模であるが、従業員一人当りの生産額は高く、また、生産額の伸び率も20%台で急速な成長をしている。

琉球ガラスの変遷は、おおよそ次のとおりである。

沖縄でガラスが作られたのは、今からおよそ100年ほど前の明治頃とされている。昭和の初期には、那覇市内に2、3の業者があって、ランプのほや、油壺、投薬瓶等を製作していたようである。

戦後は、昭和27年頃に戦前からのガラス職人によって2工房が操業を開始しランプのほや等ごく一部の生活必需品を製作していた。30年代後半になると、米国人向けの装飾品や土産品としての需要が高まり、3事業所が新たに参入し民芸調の製品が作られるようになった。

復帰時までの琉球ガラス製品の需要層は8割強が米軍人及びその家族で占められ、色彩やデザインも米国人好みの製品が主流をなし、事業所の立地も、浦添、宜野湾が中心であった。ところが、復帰後は需要層が米国人から観光客に変わり、事業所も北部、南部の観光ルート沿いに集積するようになり、企業間の統廃合、協業組合等の設立で現在5社の状況で推移している。²⁾

琉球ガラスは化学成分から見ればソーダ石灰ガラスに属し、主に瓶、板硝子等の用途に使用されている種類のガラスである。4、5年前までは主原料として廃瓶を利用していた関係で琉球ガラスの特徴として、次の点があげられている。³⁾

- 1) 空き瓶ガラスを原料としている。
- 2) 気孔（泡）が多い。
- 3) 厚くて重い。
- 4) 形状寸法が一定でなく、変化に富んでいる。
- 5) 製造技術の歴史が浅く、かつて外国人好みのガラスであった。
- 6) 色彩が原色に近い。

しかしながら、1)について現在のところ空き瓶原料の減少から硅砂を利用するのにならなくなってきている、また、3)の特長は基本的には工芸品の特長であり4)も同様である。

5)6)に関しては琉球ガラスの歴史を象徴するもので復帰前は米国人向け商品として栄えた経緯を持つ故である、しかし、復帰を境に観光客向け商品の展開となり徐々に商品の質、柄、デザイン等に変化の必要性が考えられてきている。

3. 琉球ガラスの製造工程

琉球ガラスの製造工程は概ね図1の通りであり⁴⁾、要約すると、「ガラス原料の溶融、溶融ガラスの成形仕上げ、成形品の歪除去応力除去、仕上げ加工」の四つの工程を経た製品製造と言える。具体的に成形方法の面から捉えると図2のように以下の手順で製作されている⁵⁾。

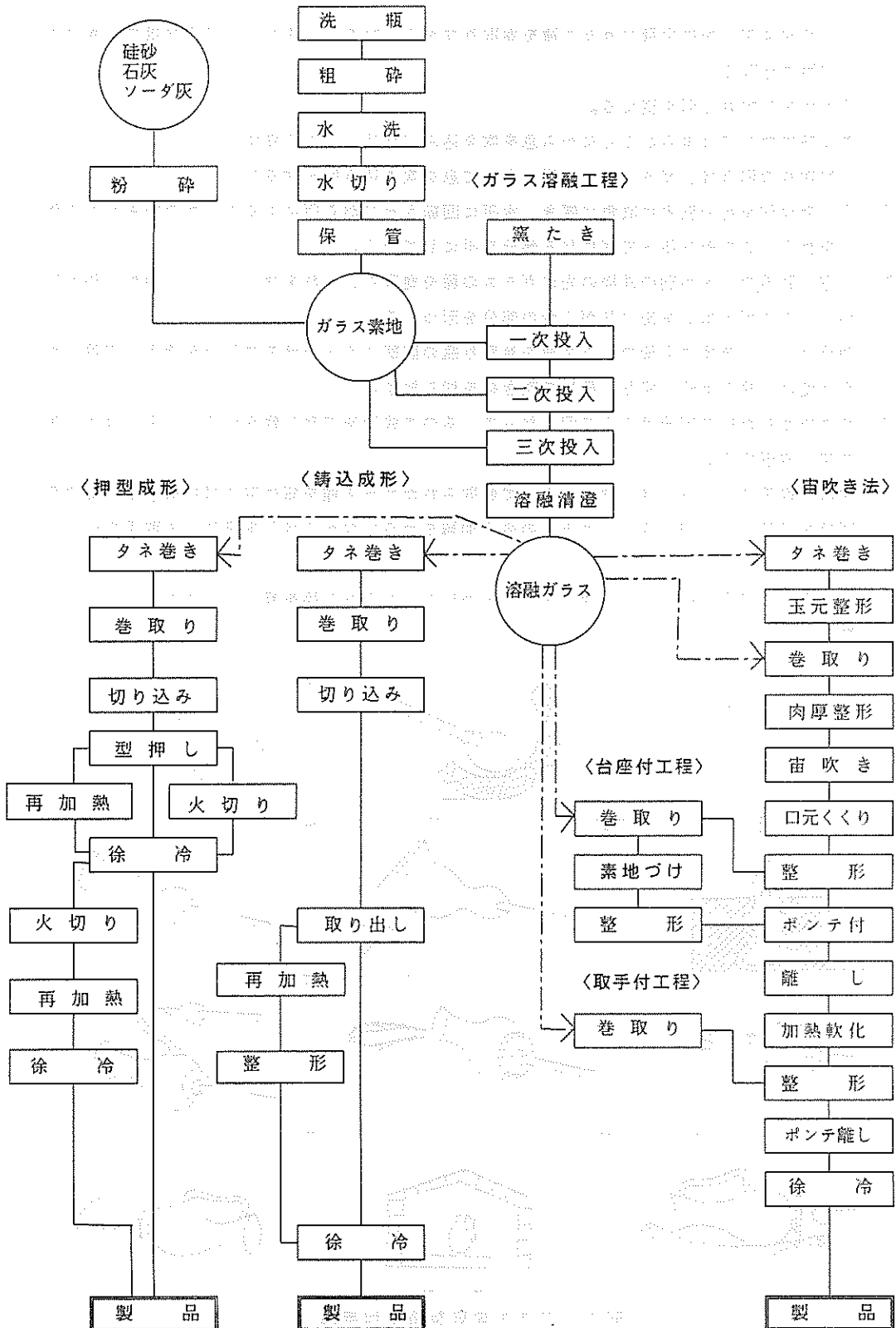


図 1 琉球ガラスの製造工程

- ①、はじめ吹き竿の先に少量のガラス種を巻取りながら、瓶をつくるために必要な量の大ききまで次第に巻取る。
- ②、輪かけをして丸く形を整える。
- ③、次に釜で熱しては柔らかくしながら息を吹き込んで球状にふくらませます。
(型吹きの場合は、ガラス種を金型に入れて息を吹き込み型を作る)
- ④、吹き竿は作業台の腕木に直角に置き、水平に回転させながら瓶にするガラスの内まわりや外形を整え、こて板を使って底になる部分を平にしていく。
- ⑤、一方、助手の一人が別の鉄棒の先にガラスの種を巻取り、それを瓶の底につけ適当な長さに切り、こて板とはしを使いながら台の部分を形つくる。
- ⑥、助手は、ボンテ棒に少量のガラス種を巻取り瓶の底部にくっつけその部分が冷えて溶着したら今度は、瓶の上部、即ち、最初の吹き棒を切り放す。
- ⑦、切り放された口の部分は冷えて固くなっているので成形釜で熱し軟らかくした上ではさみ等を使い成形する。
- ⑧、次に、取手をつくるのは、助手によって巻取られたガラス種を瓶に取り付け取手としての所要量を見計らって切り放し、ガラスの冷え加減をねらいながらはしを操作して取手を仕上げる。
- ⑨、以上、全ての成形が終わったら瓶の底でくっついていたボンテ棒を軽い衝撃でもって叩き、製品と切り放す。

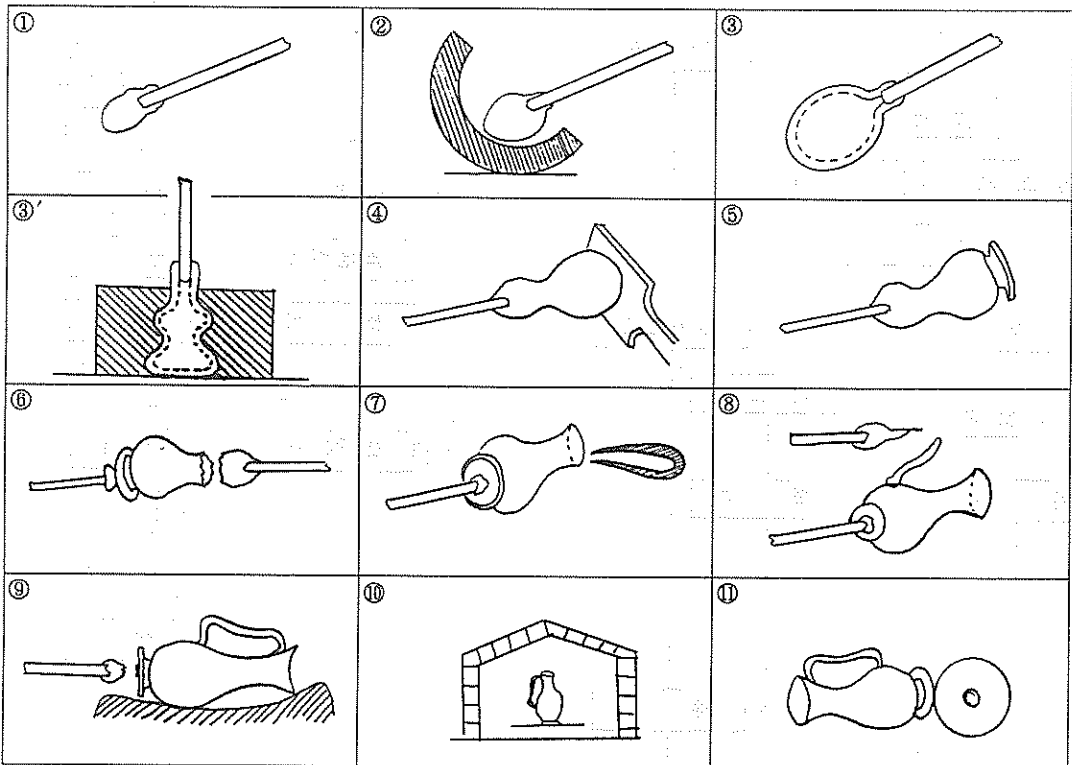


図 2 ガラス容器製造工程手順

⑩、ガラス製品はそのままだと熱歪を生じており、破損し易いためその除去作業のため徐冷釜に入れる。

徐冷釜の火を消し温度が充分に下がったら製品を取り出す。

⑪、底部の切り口部分を砥石、グラインダー等で研磨して仕上げる。

水洗、検査後出荷する。

ガラスの成形方法として、現在、琉球ガラスで取られている方法は、吹き棒の端から息を吹き入れ種ガラスを膨らまし、手で回しながら宙づりで形を整える「宙吹法」と、膨らませた種ガラスを種々の型の型枠に入れて形を整える「型吹法」の2つの方法があり、その他の技巧として、長いモールド瓶の様な鶴首部分にひねりを入れたり、ストレートに伸ばす、特殊な技術を要する「モールド法」また、成形途中、製品を高熱状態で水に急冷し、ガラス表面に、ひび入れを施す「ひび入れ法」等でもって製作している。

4. 現在利用されているガラス金型の種類、用途、使用材質について

琉球ガラスの金型は宙吹法においては、半球状の成形用金型が必ず必要である。宙吹き法は、例えばガラスを風船と考えてよいわけでガラスの垂れ防止及び、きれいな球面製作の点からも工芸ガラスには必需品である。現在その材質は鋳物製品が主で金属とガラスとの付着防止のためすずをコーティングして且つ型の冷却のために時折、水差して冷却して使用している。

型枠用の金型としてはコップ類に関しては全体的に円筒形の半割の金型を利用している。材質としては、特に考慮しておらず一般鋼材であったり鋳物であったりである。従って、金型製作も円筒形は旋盤加工が主であり、四角の箱型は溶接仕上げの加工精度で製作されている。また、岩肌状の表面を狙いとしたコップ類では金型の耐用度は考慮せずモデルをセメントで型取った簡単な割型の型も利用している。

また、鶴首用のモールド法の為に鉄棒をロート状に林立させた型模様作成用の金型も使われている。また、金型ではなく加工工具として、へらや挟み類等、熟練技能に応じた独自の小道具を使用している。


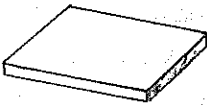
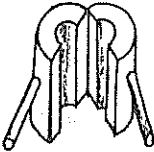
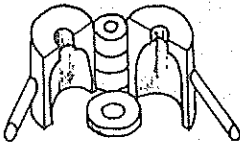
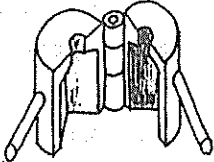
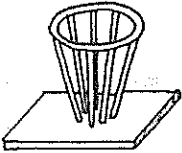

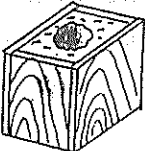
今回、これら現在利用されている金型を機能の面、形状の面から分類して整理することを試みたのが表1である。

5. 今後の金型への要求、期待について

金型の分類からみると、現在使用されている金型は主に単純な切削加工精度での製品であり、複雑な例えば倣い加工のような製品形状は皆無である。従って、ガラス製品にネーミングや模様入れ等の作業は行われていないのが現状である。

またこれまで使用されている割型の金型は、仕上げ精度が低く寸法精度を要求される物は、対応できない。従って、割型を重ね合わせ機械加工した後、更に、放電加工機等を活用し高精度に仕上げ加工する必要があるだろう。

表1 琉球ガラス製造における金型の種類

金型の種類		材質	機能・用途・他
鉄 輪		FC（鋳物）	半球状の鉄製の道具で、その中でまき取ったガラスの種を整すのに使用する
整 し 台		一般鋼材	巻き取ったガラス種を整すのに使用 通常、取手用及び、ポンテ用として使用
金型 （円筒形）		・ 鋳物 ・ 一般鋼材	容器（コップ）等定形の場合に型にガラスを入れ吹いて作る 取り出しの為、一般に割り形とする
金型 （ボトル形）		〃	瓶（ボトル）用にデザインした型に入れて吹くときに利用 丸形なので吹きながらガラスを回転させることができる
金型 （角形）		〃	角型ボトルを作成するときに利用 角形なのでガラス種は固定となる 型冷却が重要
金型 （縞模様）		一般鋼材	モール瓶等の外側に波模様を作成するために型の中に入れて吹き 縞模様、波模様を形づくる
金型 （押し型）		〃	ガラス種を型に入れて上から押してその模様をガラスに転写させる
セ メ ン ト 型		セメント 木材	簡易的な型でガラス容器（コップ）をモデルとして、セメントで型をとったもの。寿命は短い。

また、型押し成形用の金型でも、デザインの転写等、放電加工機を利用した加工が必要になるのではないと思われる。

琉球ガラスの今後の販路拡大においても工芸品と日常製品とを分けて製品製作をしなければ成らないであろうし、また、昨今の人手不足の折り技能者、技術者の養成もままならない状況では、金型を利用し、それでいて、工芸品調を失わない製品開発が必要となってくるだろう。そのためにも、金型に、ある特徴的な模様等のデザイン付加が必要になるのではないかと考える。

また、簡易金型として、簡単に製作でき金型寿命としてさほど考慮されない方法として溶射技術を利用した金型の検討も充分可能ではないかと思える、溶射においては、製品モデルとして材質はそれほど問わないため、製作し易い、例えば、粘土等でもよく、工芸ガラスでは充分検討の余地はあるのではないかと考える。

6. これまでの取り組み状況

ガラス金型製作の取り組みとして、当场において次の2つの面から検討してきた。

まず1つ目は、一般の工作機械では製作不可能な形状の加工として放電加工機を活用したガラス金型の製作であり、2つ目は、導入機器であるNC制御のマシニングセンターを利用した金型の製作である。

放電加工機の電極には黒鉛電極が使用可能であり、黒鉛電極は簡単な工具等で手軽に手彫り加工ができることより、きわめて工芸調の製品製作が可能である。

即ち、機械加工では金属と比べて非常に高速で切削ができ、手彫りでも手軽に各種模様創出が可能である。最終的には、その電極を利用し金型に製作するが、仕上げ面粗さも放電条件で色々変化させる事ができ、かなり利用度は高く「押し型」の雌型の作成には極めて都合がよい。

これまでのところ、大型の押し型の金型までには進んでいないが、小物の押し型や、ガラス製作者のネームを黒鉛に彫り、それを放電加工機でステンレスに転写加工しネームスタンプ等を試作した(写真1)。写真1の右側が放電加工の電極である黒鉛である、その電極で加工したのが左側のスタンプである。

また、瓶底の押し型として旋盤加工では少々難しいある曲率を有す底盤の型の試作を行った(写真2)。

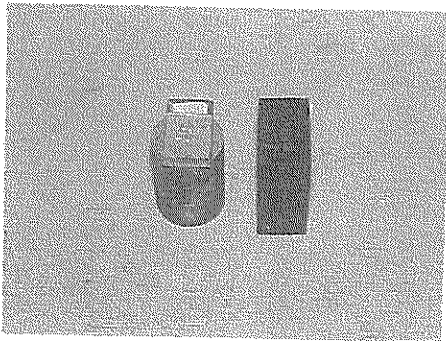


写真1 ネームスタンプ

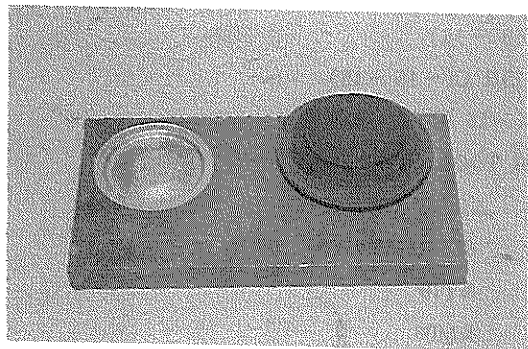
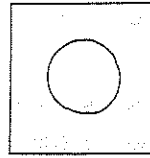


写真2 押し型

マシニングセンターからの取り組みは、コップ類の底と上部の上下異形状の割形金型の製作を試みている。従来の割形では上下形状は四角なら四角、丸なら丸と同一形状で無ければ加工が難しかったが、自動プロを活用すると上下形状を変えても容易にNCデータの創出が可能である。現在上部円形、底部が六角形の形状を試作している。

ところで、マシニングセンターの切削パターンは基本的には図3の4つに分解できる、即ち、単純な輪郭切削の掘り下げ、掘り込みとそれに各々断面形状を考慮した切削の4通りである。従って、後はこの切削パターンを応用し活用すれば2 $\frac{1}{2}$ 次元のNCデータが作成されるわけである。以下に具体的なプログラムをSTD3を例に紹介する。



① STD 1
標準切削=輪郭切削



② STD 2
標準切削=区域切削



③ STD 3
断面切削=輪郭切削



④ STD 4
断面切削=区域切削

図3 切削パターン

(プログラム例)

```

;+++++
; 断面切削=輪郭切削 STD3, TAM
; 鋼種:アルミニウム 1991,1,27,MON. M.H
;+++++
; MARUSR
10 XX
11 LEFT-15R C(0 0)
12 LEFT X
; DEKO
20 (0 -15)
21 15R C(-15 -15)
22 (-15 0)
1000 TOOL (0 0) Z=100
    ALLOW=0.01
    &G91G28Z0Y0
    &T10
    &M06

```


&G90G00G54X0Y0
&G43Z100. H10
&G91
&S1250M03
SET #10 Z=15
DOWN=10 F=500
RGOIN=5
1010 CALL#(2000 2002) OFF(30 -10 11) ; 20 END MILL RUFF
RGOOUT=5
BACK
SET #10 Z=15
DOWN=10 F=500
RGOIN=5
1020 CALL#(2004 2006) OFF(30 -10 11) ; 20 END MILL RUFF
RGOOUT=5
BACK
&G91G28Z0Y0
&T11
&M06
&G90G00G54X0Y0
&G43Z100. H11
&G91
&S1250M03
SET #10 Z=15
DOWN=10 F=500
RGOIN=5
1030 CALL#(2010 2012) OFF(30 -11 10) ; 20 END MILL FINE
RGOOUT=5
BACK
1040 TOOL(0,0) Z=100 R(11,0) ON ; 20 END MILL RUF
&G91G28Z0Y0
&T10
&M06
&G90G00G54X0Y0
&G43Z100. H10
&G91
&S1250M03

```
SET #10 Z=15
DOWN=10 F=500
RGOIN=5
1050 CALL#(2020 2022) %(99 -10 2)
RGOOUT=5
BACK
1060 TOOL(0,0) Z=100 5R ON ; 10 BALL END MILL RUFÉ
ZLMT=-10
&G91G28Z0Y0
&T12
&M06
&G43Z95. H12
&G91
&S2500M03
SET #10 Z=15
DOWN=10 F=500
RGOIN=5
CALL#(2030 2032) %(99 -4 0)
RGOOUT=5
BACK
&G91G28Z0Y0
&T00M06
&M30
END
;-----KAKOU PATTERN
2000 GO#(11 11) Z=-7
2002 TO #12
2004 GO#(11 11) Z=-14.5
2006 TO #12
2010 GO #(11 11) Z=-15
2012 TO #12
;-----
2020 GO#(11 11) %#(20 22)
2022 TO #12
2030 GO#(11 11) %#(20 22)
2032 TO #12
```

7. まとめ

県内の、機械金属製造業の振興のため、県内機械金属製造業の技術調査を行ってきた。それを受けて、金型産業の育成強化が重要であることが認識され、平成元年より、先端の機械加工装置等を導入設置し、金型加工をスムーズに展開するために、手始めに、ガラス金型の加工を行ってきた。先端機器である、マシニングセンター、および、型彫り放電加工機で従来それほど検討されなかった金型について認識を高めることができた。且つ、ガラスにおける金型の利用に目途付けがなされた。今後、部分的な金型ではなく、実用機の試作が必要と考えている。

金型製作を通してわかったことは、金型製作は言うならば、一つの製造装置製作であり、そこには、機械加工の全てが網羅されている状況になり、一個の加工機ではまだまだ完全には製品を製作するには不十分であることである。

今後、導入機器として、放電加工機の電極である黒鉛の加工機である、グラファイト加工機、および、放電加工機の一つである、ワイヤーカット放電加工機を導入予定している。現在の既設の機器と組合せ、より性能の良い金型製作が可能になるのではないかと考えている。

参考文献

- 1) 國吉 和男、比嘉 眞嗣、石原 金盛 「機械金属製造業の技術実態調査報告」沖縄県工業試験場業務報告 Vol 12 (1984) P 145
- 2) 伊敷、桑江 「琉球ガラス製造業の現況」地域経済ノート 沖縄振興開発金融公庫調査部 No 27 '91 / 3
- 3) 照屋 善義、宜野座 俊夫 外4人 「県内ガラス原料による琉球ガラスの開発」沖縄県工業試験場業務報告 Vol 14 (1986) P 115
- 4) 琉球ガラス協業組合編 「新製品の開発について」昭和60年度活路開拓ビジョン調査事業報告書
- 5) 岡田 諒 (ガラスの伝統と技法) 「日本の工芸」淡交新社 P 162

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。