

陶磁器デザイン室

CAD/CAM技術を陶磁器用型製作に応用するため、積層造形システムを導入し、原型を製作するための一連のプロセスを確立した。また、一連の技術を普及させるため、ソフトウェア利用技術についての講習会を行った。

1. はじめに

陶磁器量産のためには石膏による型が不可欠であるが、多くの企業は、型製作を専門の型製造業者に外注している。石膏型の製作はほとんどが手作業で行われているが、型製作は熟練が要求される技術である。型製作は石膏を扱うため、石膏の粉塵が舞う中での作業であり、衛生上好ましいものではない。また大型の型は重量もかさむため、取り扱いも重労働であるし、危険も伴う。更に昨今の不況もあり、敬遠されがちな職種であるため、技術者が高齢化していく反面、後継者はなかなか育っていない。

また熟練した技術者であっても、手作業では精度にばらつきが出やすく、例えば左右対称の形状を手作業で正確に仕上げることは非常に困難である。

他の工業分野でも型については同様の問題を抱えていたが、コンピュータ制御による型製作が一般化するようになった。背景には設計がCAD化・3次元データ化され、より短時間で完結する設計プロセスが求められることが挙げられる。肥前地区の陶磁器業界はこの面で大きく立ち後れているのが現状である。

消費が低迷している現在、陶磁器業界でも、より短時間で小回りが利く設計プロセスが求められている。

陶磁器業界にCAD/CAM技術を導入することにより、以下のような効果が期待される。

- ・熟練を要しない型製作が可能で、後継者を解決する手段の一つとなりうる。
- ・企業のデザインプロセスが短期間化、効率化される
- ・企業の商品企画開発能力の向上
- ・製品の工作精度向上による歩留まり向上・品質向上が期待される
- ・データや積層造形モデルによる原型で、保管スペースを激減させることができる

本研究では、以上のような背景から、手作業に頼る型製作プロセスのCAD/CAM化を図るものである。

2. 陶磁器におけるCAD/CAM応用技術の研究

C.G.とCAD/CAM一連のデータ変換技術、積層造形による原型モデル製作技術、NC切削による型製作技術について研究を行った。

2-1. データ変換

形状データのフォーマット(形式)には様々なものがあり、CAD/CAMシステムではIGESと呼ばれるフォーマットが一般的である。

NC切削では、形状データをIGESデータに変換してCAD/CAMシステムに取り込み、切削のために必要



図1 CAD/CAMシステム Space-E



図2 積層造形システム PLT-A3

なパスデータを作成して切削を行う。

積層造形システムでは、形状データをIGESデータに変換したのち、更にSTLフォーマットへ変換する必要がある。このプロセスでは、Magicsを使用する。

データ変換の中心となるIGESデータには、ソフトウェアごとに様々なバリエーションが存在し、ソフトウェア間でデータ交換を試みた場合、データの欠落などの問題が発生する可能性がある。

まず、モデリングから造型までのプロセスで使用している、

- ・Shade (エクス・ツールズ製 : C.G.ソフトウェア)
- ・RhinoCeros (Robert McNeel & Associates製 : モデリングソフトウェア)

- ・STUDIO TOOLS (Alias/Wavefront 製 : モデリング・C.G.ソフトウェア)
- ・Space-E (日立造船情報システム製 : CAD/CAMソフトウェア)
- ・Magics RP (Materialise製 : STLデータ編集ソフトウェア)

この5ソフトウェアについて、データ変換を試みた。このうち、Magics RPはIGESデータの編集・STLデータへの変換を行うソフトウェアであるが、残る4つのモデリングで使用するソフトウェアから問題なくIGESデータの取り込みを行うことができた。

モデリングで使用している4つのソフトウェアでも、検証を重ねた結果、ほぼ問題なくデータ交換が可能になった。

ただし、ShadeはX,Y,Z軸の設定が違うため、他のソフトウェアではX軸を中心に90度回転した状態で読み込まれる。また、IGESデータの読み込みは行うことができない。また、Space-Eについては、回転面の読み込み時に不具合が発生する可能性がある。

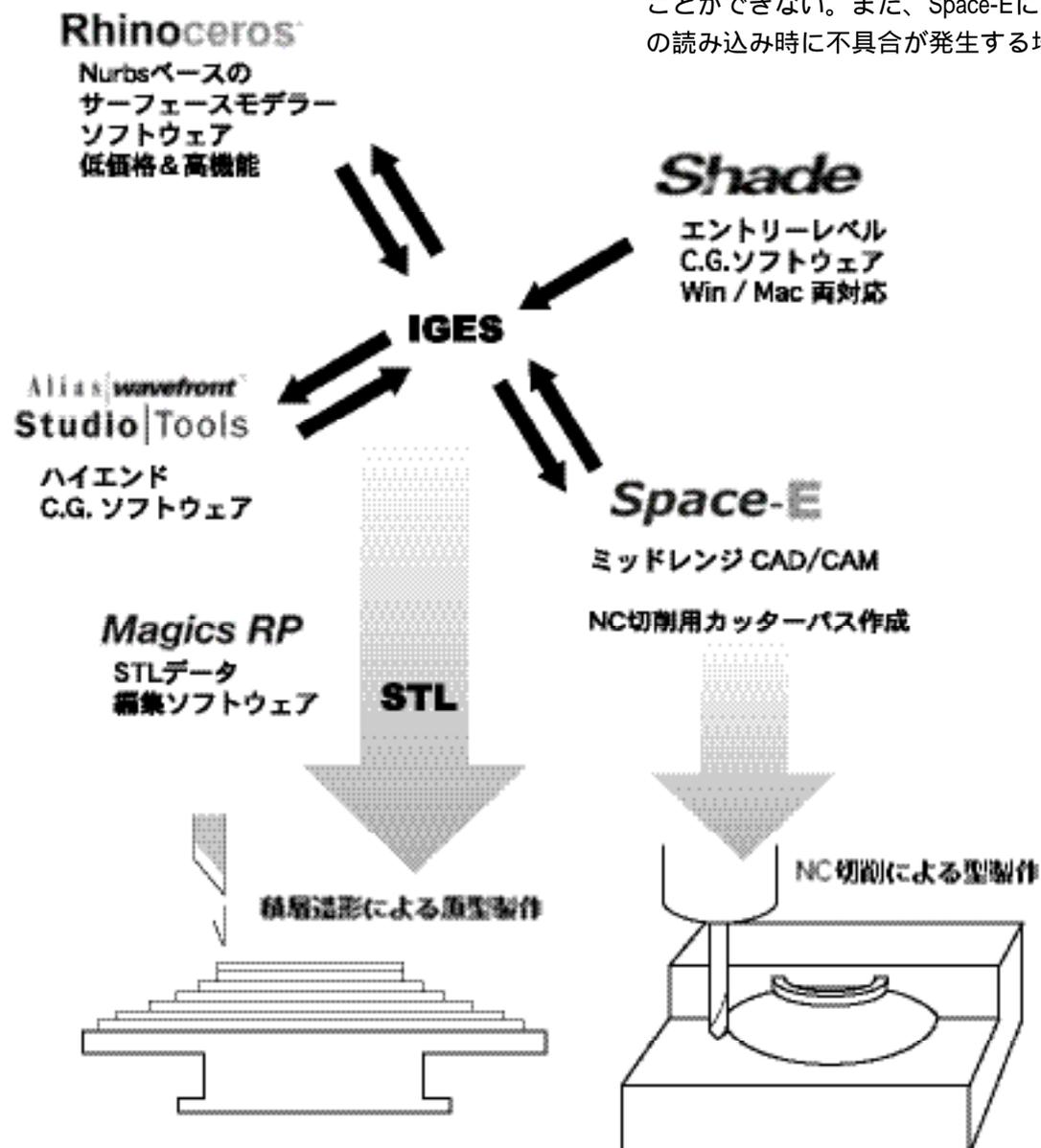


図3 使用しているソフトウェアとデータ変換

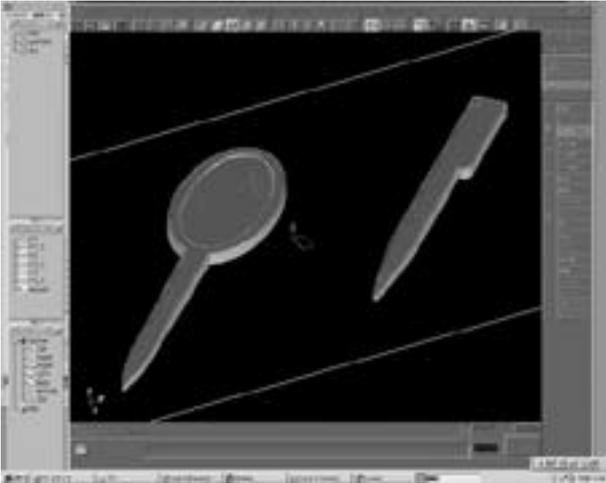


図4 サンプル形状データ
(space-E)

2-2.NC 切削時のデータ変換・型製作

導入した日立造船情報システム製：Space-Eシステムは、比較的安価なPCワークステーション上で動作するソフトウェアであるが、従来の高価なUNIXワークステーション上で動作するシステムと同等の高機能を備え、モデリング機能、IGESデータ取り込み機能、カッターパス作成機能等を備えている。

Space-E上でデザインした形状や、他ソフトウェアでモデリングした形状を基にカッターパスを作成し、NC切削による型製作を行うことができる。

(図4～6)

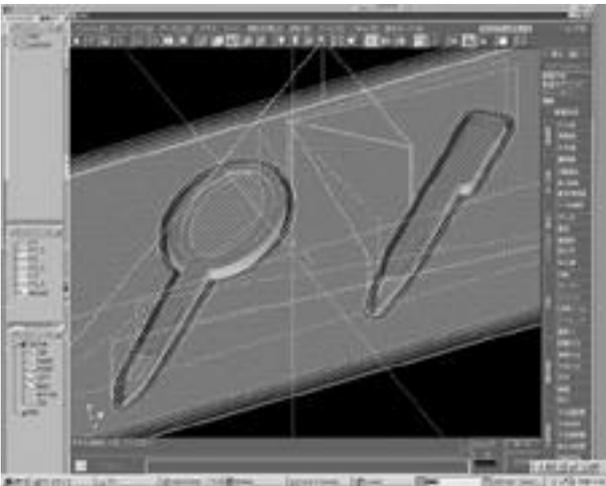


図5 カッターパスの作成
(space-E)

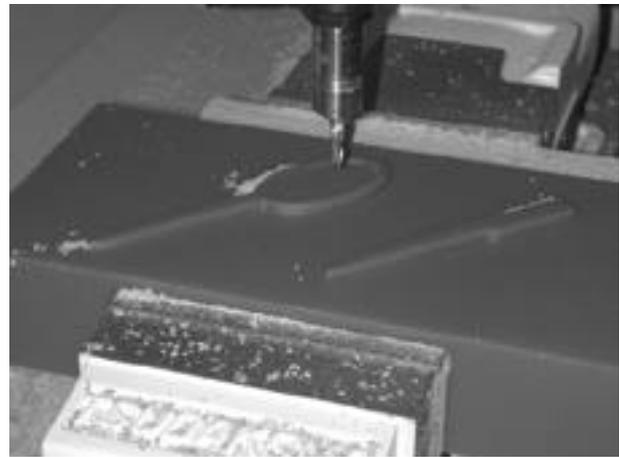


図6 NC切削の様子

2-3. 積層造型による原型制作

積層造型には様々な方式があるが、当センターで導入した積層造形システム(キラ・コーポレーション製：PLT-A3)は、紙積層方式によるものである。裏面に接着剤が塗布された厚さ0.08mmの専用ロール紙をテーブル上に重ね、必要な輪郭線をカッターにより切り出し、次々に積み重ねて原型を完成させるものである。他の方式に比べ、造形エリアが30cm×40cm×30cmと比較的大きく、造形精度が優れている。

素材が紙であるため、取扱い時は湿気に注意する必要がある。

造形物のデータはMagics RPに取り込み、面の修正を行い、テーブルの大きさに合わせて配置する。造形エリアに収まる限り、複数個配置したり、違う造形物を配置することができる。用紙は高さに応じて消化されるため、コストを相対的に下げることができる。(図8)

造形装置をコントロールするコンピュータに造形

物のSTLデータを取り込み、パーティングライン(造形物を取り出しやすいように分割する線)を配置し、造形を開始する。造形作業そのものはコンピュータ制御により自動運転されるため、人手を必要としない。夜間に造形することも可能である。

造形物は積層された紙のブロック状となっている。この中から、不要な部分を取り去る剥離作業が必要である。全体のプロセス中、この剥離作業が最も手間の掛かる作業である。ヒートガンで熱を当てることで、紙裏面の接着剤が剥がれやすくなり、剥離作業を早めることができるが、熱を加えすぎると変形を起こすことがあるため、加熱に注意する。(図9・10)

また、必要な部分と不要な部分との境界付近では、慎重に作業を行う必要がある。

剥離が終了した造形物は、湿気の影響を受けやすく、また変形しやすいため、瞬間接着剤を含浸させて硬化させる。硬化後、サンドペーパー等で研磨し、さ



図7 モデリングが終了したデータ
(Rhino)



図8 形状データを取り込み、
造型テーブルに合わせて配置した状態
(Magics RP)



図9 剥離作業の様子
上方はヒートガンノズル



図10 剥離が終了した造形物
一度に造型したもの



図11 瞬間接着剤を含浸させて硬化



図12 研磨の様子

らにサーフェーサーによるコーティングを行うことで、型どりのための原型とすることができる。

(図11・12)
以上のプロセスは、最短24時間程度で可能である。

3. 企業への技術普及啓蒙活動

一連の技術を陶磁器業界に普及させるため、4企業に対して技術者を養成するための技術講習会を行った。最終的に、参加者が製作したデータを基に積層造形装置により原型を製作した。

期間 平成12年12月12日～平成13年3月29日
(延べ11回)

場所 当センターC.G.室

内容 ソフトウェア利用技術、
データ変換技術、積層造型実習



図13 講習会の様子

最終回：積層造型セミナー（平成13年3月29日）

4. おわりに

積層造型技術はまだ発展途上の技術であるが、陶磁器用原型製作において、正確さや完成までの時間など、様々なメリットを生かすことができる。

今後、当センターの試作品に積極的に活用するほか、講習会等を継続して行い、さらに普及を図ってきたい。

陶磁器デザイン室

CAD/CAM技術を陶磁器用型製作に応用するため、積層造形システムを導入し、原型を製作するための一連のプロセスを確立した。また、一連の技術を普及させるため、ソフトウェア利用技術についての講習会を行った。

1. はじめに

陶磁器量産のためには石膏による型が不可欠であるが、多くの企業は、型製作を専門の型製造業者に外注している。石膏型の製作はほとんどが手作業で行われているが、型製作は熟練が要求される技術である。型製作は石膏を扱うため、石膏の粉塵が舞う中での作業であり、衛生上好ましいものではない。また大型の型は重量もかさむため、取り扱いも重労働であるし、危険も伴う。更に昨今の不況もあり、敬遠されがちな職種であるため、技術者が高齢化していく反面、後継者はなかなか育っていない。

また熟練した技術者であっても、手作業では精度にばらつきが出やすく、例えば左右対称の形状を手作業で正確に仕上げることは非常に困難である。

他の工業分野でも型については同様の問題を抱えていたが、コンピュータ制御による型製作が一般化するようになった。背景には設計がCAD化・3次元データ化され、より短時間で完結する設計プロセスが求められることが挙げられる。肥前地区の陶磁器業界はこの面で大きく立ち後れているのが現状である。

消費が低迷している現在、陶磁器業界でも、より短時間で小回りが利く設計プロセスが求められている。

陶磁器業界にCAD/CAM 技術を導入することにより、以下のような効果が期待される。

- ・熟練を要しない型製作が可能で、後継者を解決する手段の一つとなりうる。
- ・企業のデザインプロセスが短期間化、効率化される
- ・企業の商品企画開発能力の向上
- ・製品の工作精度向上による歩留まり向上・品質向上が期待される
- ・データや積層造形モデルによる原型で、保管スペースを激減させることができる

本研究では、以上のような背景から、手作業に頼る型製作プロセスのCAD/CAM化を図るものである。

2. 陶磁器におけるCAD/CAM応用技術の研究

C.G.とCAD/CAM一連のデータ変換技術、積層造形による原型モデル製作技術、NC切削による型製作技術について研究を行った。

2-1. データ変換

形状データのフォーマット(形式)には様々なものがあり、CAD/CAM システムではIGES と呼ばれるフォーマットが一般的である。

NC 切削では、形状データをIGES データに変換してCAD/CAMシステムに取り込み、切削のために必要



図1 CAD/CAMシステム Space-E



図2 積層造形システム PLT-A3

なパスデータを作成して切削を行う。

積層造形システムでは、形状データをIGESデータに変換したのち、更にSTLフォーマットへ変換する必要がある。このプロセスでは、Magicsを使用する。

データ変換の中心となるIGESデータには、ソフトウェアごとに様々なバリエーションが存在し、ソフトウェア間でデータ交換を試みた場合、データの欠落などの問題が発生する可能性がある。

まず、モデリングから造型までのプロセスで使用している、

- ・Shade (エクス・ツールズ製 : C.G.ソフトウェア)
- ・RhinoCeros (Robert McNeel & Associates製 : モデリングソフトウェア)

- ・STUDIO TOOLS (Alias/Wavefront 製 : モデリング・C.G.ソフトウェア)
- ・Space-E (日立造船情報システム製 : CAD/CAMソフトウェア)
- ・Magics RP (Materialise製 : STLデータ編集ソフトウェア)

この5ソフトウェアについて、データ変換を試みた。このうち、Magics RPはIGESデータの編集・STLデータへの変換を行うソフトウェアであるが、残る4つのモデリングで使用するソフトウェアから問題なくIGESデータの取り込みを行うことができた。

モデリングで使用している4つのソフトウェアでも、検証を重ねた結果、ほぼ問題なくデータ交換が可能になった。

ただし、ShadeはX,Y,Z軸の設定が違うため、他のソフトウェアではX軸を中心に90度回転した状態で読み込まれる。また、IGESデータの読み込みは行うことができない。また、Space-Eについては、回転面の読み込み時に不具合が発生する可能性がある。

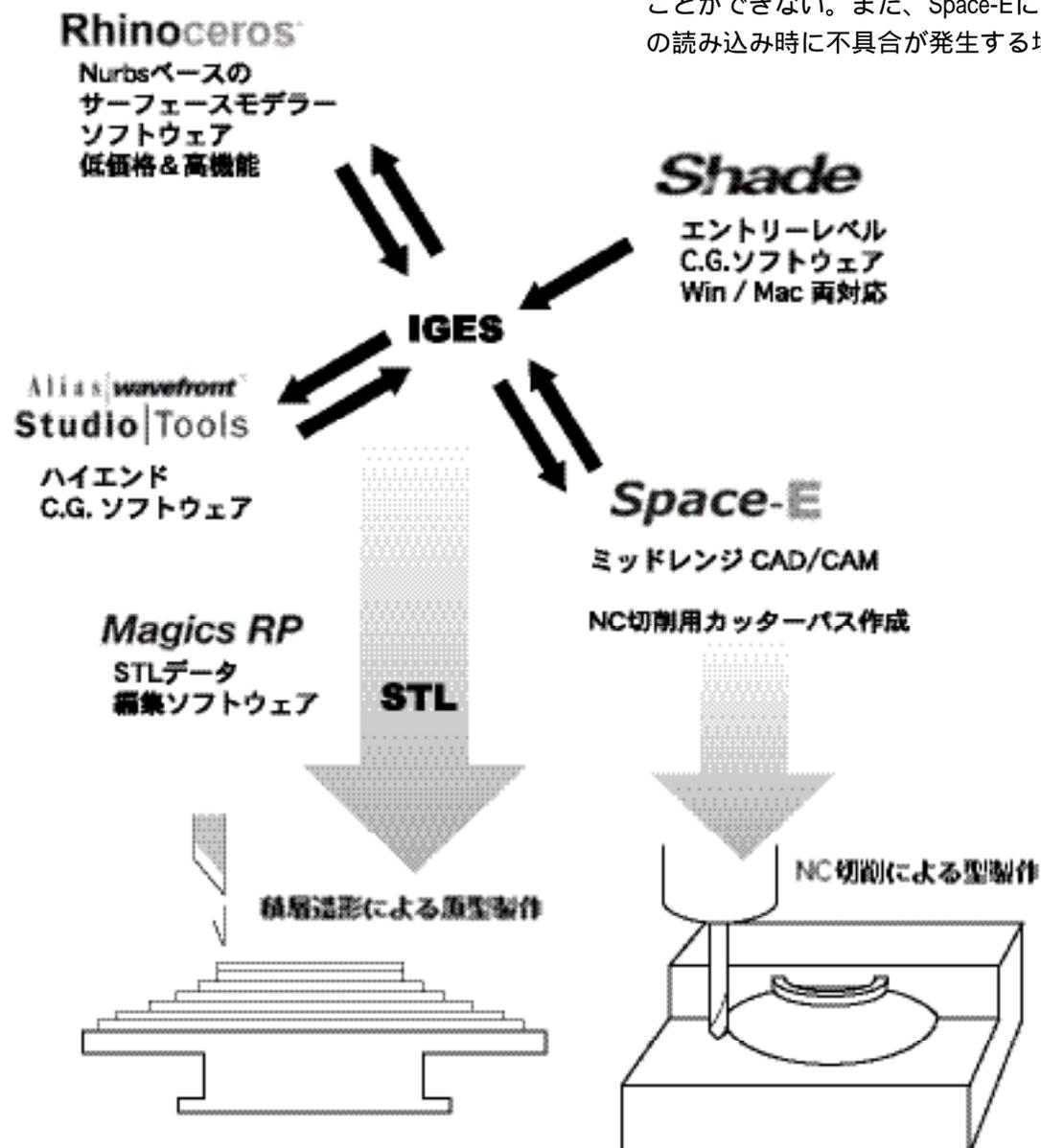


図3 使用しているソフトウェアとデータ変換

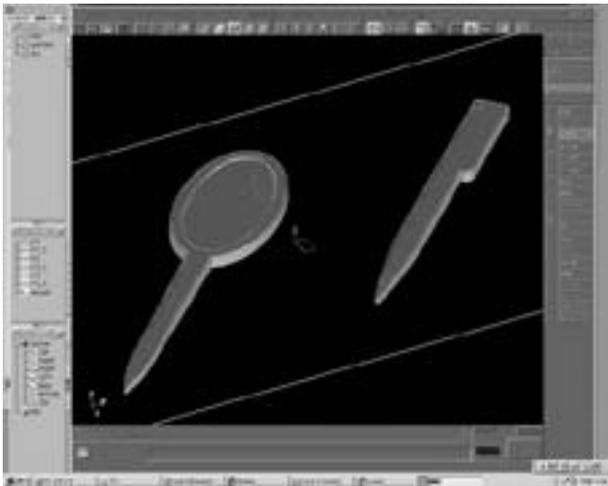


図4 サンプル形状データ
(space-E)

2-2.NC 切削時のデータ変換・型製作

導入した日立造船情報システム製：Space-Eシステムは、比較的安価なPCワークステーション上で動作するソフトウェアであるが、従来の高価なUNIXワークステーション上で動作するシステムと同等の高機能を備え、モデリング機能、IGESデータ取り込み機能、カッターパス作成機能等を備えている。

Space-E上でデザインした形状や、他ソフトウェアでモデリングした形状を基にカッターパスを作成し、NC切削による型製作を行うことができる。

(図4～6)

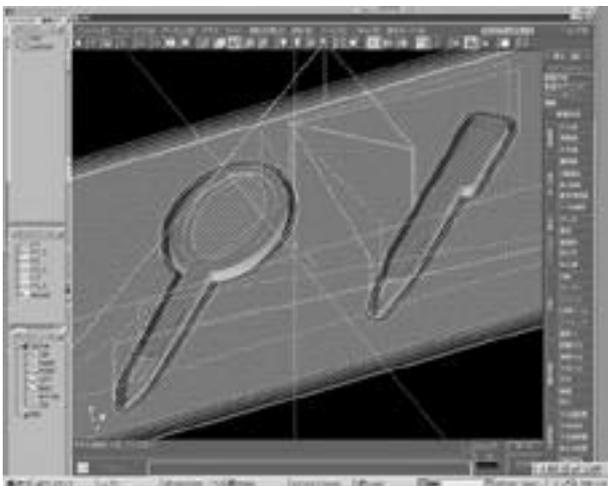


図5 カッターパスの作成
(space-E)

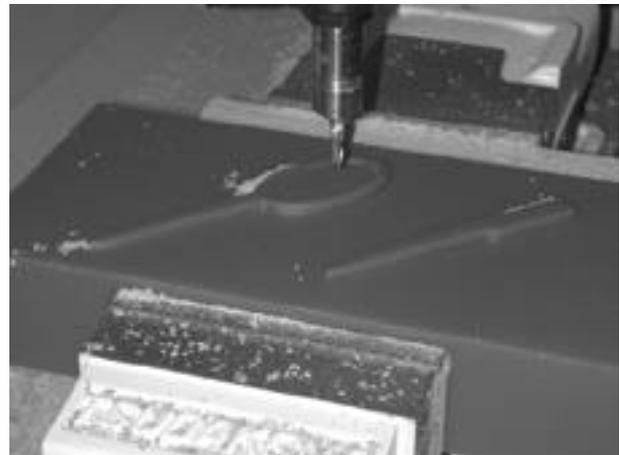


図6 NC切削の様子

2-3. 積層造型による原型制作

積層造型には様々な方式があるが、当センターで導入した積層造形システム(キラ・コーポレーション製：PLT-A3)は、紙積層方式によるものである。裏面に接着剤が塗布された厚さ0.08mmの専用ロール紙をテーブル上に重ね、必要な輪郭線をカッターにより切り出し、次々に積み重ねて原型を完成させるものである。他の方式に比べ、造形エリアが30cm×40cm×30cmと比較的大きく、造形精度が優れている。

素材が紙であるため、取扱い時は湿気に注意する必要がある。

造形物のデータはMagics RPに取り込み、面の修正を行い、テーブルの大きさに合わせて配置する。造形エリアに収まる限り、複数個配置したり、違う造形物を配置することができる。用紙は高さに応じて消化されるため、コストを相対的に下げることができる。(図8)

造形装置をコントロールするコンピュータに造形

物のSTLデータを取り込み、パーティングライン(造形物を取り出しやすいように分割する線)を配置し、造形を開始する。造形作業そのものはコンピュータ制御により自動運転されるため、人手を必要としない。夜間に造形することも可能である。

造形物は積層された紙のブロック状となっている。この中から、不要な部分を取り去る剥離作業が必要である。全体のプロセス中、この剥離作業が最も手間の掛かる作業である。ヒートガンで熱を当てることで、紙裏面の接着剤が剥がれやすくなり、剥離作業を早めることができるが、熱を加えすぎると変形を起こすことがあるため、加熱に注意する。(図9・10)

また、必要な部分と不要な部分との境界付近では、慎重に作業を行う必要がある。

剥離が終了した造形物は、湿気の影響を受けやすく、また変形しやすいため、瞬間接着剤を含浸させて硬化させる。硬化後、サンドペーパー等で研磨し、さ



図7 モデリングが終了したデータ
(Rhino)



図8 形状データを取り込み、
造型テーブルに合わせて配置した状態
(Magics RP)



図9 剥離作業の様子
上方はヒートガンノズル



図10 剥離が終了した造形物
一度に造型したもの



図11 瞬間接着剤を含浸させて硬化



図12 研磨の様子

らにサーフェーサーによるコーティングを行うことで、型どりのための原型とすることができる。

(図11・12)
以上のプロセスは、最短24時間程度で可能である。

3. 企業への技術普及啓蒙活動

一連の技術を陶磁器業界に普及させるため、4企業に対して技術者を養成するための技術講習会を行った。最終的に、参加者が製作したデータを基に積層造形装置により原型を製作した。

期間 平成12年12月12日～平成13年3月29日
(延べ11回)

場所 当センターC.G.室

内容 ソフトウェア利用技術、
データ変換技術、積層造型実習



図13 講習会の様子

最終回：積層造型セミナー（平成13年3月29日）

4. おわりに

積層造型技術はまだ発展途上の技術であるが、陶磁器用原型製作において、正確さや完成までの時間など、様々なメリットを生かすことができる。

今後、当センターの試作品に積極的に活用するほか、講習会等を継続して行い、さらに普及を図ってきたい。