家具におけるCAD/CAM技術*

高田秀樹**

Technique of CAD/CAM for Furniture / Hideki TAKADA

Key words : CAD, CAM, CG, NC, texture, furniture, wood

1. はじめに

今日の家具業界は、住宅着工数が高い水準を保つなか、また堅調な個人消費に支えられ依然好調さを持続している。しかし、消費者ニーズの多様化、製品ライフサイクルの短命化、さらにはアジア NIES はもとより、デザイン、機能面で優れたヨーロッパ家具輸入の増加に伴う市場の国際化などの業界のかかえる問題はますます厳しさを増している。

そこで、家具業界として、これらの問題に対処するため、多種少量生産への対応や、リードタイムの短縮、省力化、自動化の推進および高付加価値製品の創出などの対応を余儀なくされている。

ここでは、これらの課題を解決するために利用され、または開発されつつある家具用の CAD/CAM 技術について解説する。なお家具は、食器棚やタンス等のいわゆる「箱物」とテーブルや椅子等の「脚物」との2つの製品群に大別され、設計あるいは製造面で、両者大きな相違点があり、それぞれ分けて紹介する。

2. 箱物家具の CAD/CAM システム

箱物家具は、そのほとんどが2次元の矩形板部材で構成ができているため、他の工業製品で用いられている2次元の CAD/CAM 技術の応用が可能である。

また、箱物家具の場合は、設置する住宅空間に寸法的に納まるか否かの判断基準で購入される場合が多く、デザインの要素は二の次となる傾向にある。

従って、個々の部材を設計、デザインするのではなく箱物家具全体の形状、寸法を定義し、その後で扉や

引出し前板等のパターンをはめ込むといった具合に製品展開が行われる。

図1に(株)平安鉄工所で開発された F² CAD/CAM システムの画面コントロール機能を示す。

このシステムは前述のような製品展開の後、各部材パターンから切削、穴あけ等の加工データを生成し、各加工ステーションのマイコン搭載機や NC 加工機に光ファイバによって直接データを転送するいわゆる群管理数値制御方式がとられている(図2)。

また同時に部材データ、品目パターンごとに材料原価、加工原価計算も可能となっている。

従って、こうした FA・FMS 工場からは、サイズ自在の箱物家具が、効率よく生産され、多品種少量生産においても、生産をダウンすることなしに、いずれの間口・奥行・高さにもフィットしたオリジナルな家具づくりが展開されつつある。

3. 脚物家具の CAD/CAM システム

脚物家具の CAD/CAM 技術は図3の製品例のように、構成される部材が、前述の箱物家具のように単純でなく、ほとんどが複雑な曲面を有するため、2次元の CAD では設計作業に対応ができず、また加工工程も複雑であることから、データ化が困難であり、CAD/CAM 技術はまだできていないのが現状である。また箱物家具が矩形板部材の組合せに重点がおかれているのに対し、脚物家具は美的な意匠面に重点が注がれ、意匠設計に CG を利用するといった段階にある。

脚物家具のデザインプロセスは、デザインコンセプトに基づいてアイデアスケッチを行い、試作のための設計図の作成後、実物大の寸法で図面に合わせながら部材を加工し、組み立てていく方式が普通であり、部

* 原稿受付 平成元年 7 月 20 日

** 岐阜県工芸試験場(高山市山田町 1554)

図1 F² CAD システムの画面コントロール機能

図2 箱物家具製造用 F² CAD システムのフロー

材の曲率寸法などは表示していない場合が多く、感覚的な要素で企画設計がなされている。

従って、こうした製品のデザインプロセスにおいて CAD 技術を導入したいという要望は強く、当試験場で、CG によるデザインシミュレーションの研究に取り組んでいる。図4に、設置したシステムのハードウェア構成を示す。ホストコンピュータに Sun Microsystems, Inc. の EWS・Sun-3 を、グラフィックワークステーションに(株)グラフィカの M1008 (解像度 1024×1024 ドット)を使用し、この間を VME インタフェースで結んでいる。また木材や座面の布等の質

感を表現するため、周辺機器として、木目等の画像入力のためのビデオカメラ (解像度 512×480 ドット) を使用し、画像出力にはフィルムレコーダを設置した。

ソフトウェアには(株)グラフィカの ARTS (Accelerated Ray Tracing System) を使用した。このソフトは、レイ・トレーシング処理における光線と物体との交点計算を高速化するため、空間分割法という補助データベースにより、あらかじめ光線と交わることのない物体をチェックからはずすことで、交点検索時間を改善していることが特徴としてあげられる。

図3 現在製造されている脚物家具の例

図5にこのシステムを用いてシミュレートした椅子の例を示す。なお物体の形状データとしてCGS法(Constructive Solid Geometry)を用いて、前脚、後脚台輪、笠木、背板等の部材形状をつくり、これら部材の組合せによって製品をシミュレートしたものである。また木製の椅子の質感は、木目が天然材料であり一定の法則性がないため、計算式によるシミュレートではなく、テクスチャマッピング法を用いて処理した。この方法によって色彩ばかりでなく、ブナ、ミズナラ、カラマツ等の樹種の違いからくる製品イメージもシミュレートできるようになった。このようにCG技術によって、デザイナーがいままで紙上で描いていたものが、かなりリアルな形状、質感としてモニタ上で表現が可能になった。

しかし、シミュレート後の設計、加工については、

データを共有することが現段階では困難であり、CGとCADシステムを結合する環境が必須となる。

次に、DUCTと呼ばれるCAD/CAMソフトを用いて椅子の肘の部分を表した例を図6に示す。

DUCTの基本となる曲線は、Bézier曲線を用いており、3次元自由曲面の生成には断面形状(Section)を定義し、基準線(Spine)に沿って自動的に配置し、DUCT形状を生成する。生成されたDUCT形状は他の形状と自動的に結合するため、椅子の部品のような自由曲面形状には、非常に有効なソフトと考えられる。さらに、加工データが生成でき、CAMへつなぐことも可能である。

しかし、脚物家具とくに椅子のCAD/CAMについての課題はCAM技術にある。例えば図6に示した肘の部材を加工するには、丸のこ→帯のこ→コッビングレース→はぞ取り盤→面取り機→ボール盤→サンダと多種の木工専用加工機で加工され、現状ではこのよう

図5 シミュレートした椅子の例

図4 デザインシミュレーションに使用したハードウェア構成

図6 DUCTによる椅子の肘部材の生成手順(抜粋)

な機械のNC化はできていない。この部品のような自由曲面を加工するには、倣いモデルをトレースする方法が用いられコッピングとよばれる木工旋盤で加工される。なぜNC化が難しいかは、形状が複雑であることやDUCTシステムでNCデータが出力されても、現状の多軸NCルータで加工すると、相当な時間を要する(現在コッピングで図6の部品は約4分の加工時間)、加工される木材が天然材料であり、しかも異方性があり、加工経路、切削条件など材料によって見分けなければならないこと、部材の形状(曲げ木を含む)、寸法が多彩であることなどの障害が多々あり、現段階ではNC化が図られていない。

従って脚物家具の場合は、CG技術の適応には、関数式を駆使した形状の表現が多く、比較的簡単なプログラムで済むが、CAD/CAM技術となると、複雑な3次元曲面まで扱うことに加え、刃物等の加工軌跡の割出しが必須であり、曲面パッチという詳細なデータ構造が要求されるため、現在、当試験場で前者のCGデータとの結合について研究をすすめている。

4. お わ り に

以上、家具産業におけるCAD/CAM技術の現状に

ついて述べたが、箱物家具は部材の構成上CAD/CAM技術が実用化のレベルにあり、一方脚物家具については、意匠設計にCGの技術が利用できるものの加工設計との結合ができておらず、またNCデータが出力されても、現状の専用機を駆使した加工方法と比較して、NC加工機は生産性において劣ることなどCAD/CAM技術導入には解決すべき課題が多い。

最後に本稿を執筆するにあたり、脚物家具へのCAD/CAM技術導入にむけて、ご指導賜っている豊橋技術科学大学の山崎和雄先生をはじめ、(株)平安鉄工所鈴木伸吉氏、伊藤忠テクノサイエンス(株)および関係家具業界各位に深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 山崎和雄：木工におけるCAD/CAMシステム，精密工学会中国支部講演会資料(1989)。
- 2) 小河廣茂：家具意匠設計におけるデザイン・シミュレーション，PIXEL，79，4(1989)。
- 3) (株)平安鉄工所：平安FCAD/CAMによる家具工場の未来像，(1987)。