

3次元CADを中核とした設計教育の

デザインステージへの拡張

(ラピッドプロトタイピングの実習)

Extension to the Stage of Design Education Based on 3D CAD (Practice of rapid prototyping)

朝比奈 奎一¹⁾ , 大高 敏男²⁾

Keiichi ASAHINA, Toshio OHTAKA

The Production Systems Engineering Department of Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, established in 1996 after separating from the Department of Engineering, aimed to cultivate mechanical engineers familiar with information by predicting that so-called technical information systems based on 3D CAD would be essential for future production. In accordance with this policy, facilities have been improved and 3D CAD in design and drawing practices has been continued from an early stage.

At present, the use of 3D CAD data is being promoted among manufacturers who develop their own products. In particular, orientation toward the design process at the upstream of mechanical design is attracting attention. We devised the “Practice for the study and evaluation of a model utilizing rapid prototyping technology” as an education system to meet these requirements. This report introduces the contents of this education.

Keywords: 3D-CAD, Rapid prototyping, Design education, Digital manufacturing

1. はじめに

都立工業高専生産システム工学科では、平成8年に機械工学科から分離して創設されるときに、将来のモノづくりは3次元CADをベースにしたいいわゆる技術情報システムが不可欠となることを予測して、情報のわかる機械エンジニアの育成を目標とした。この方針に沿って設備を整備し、設計・製図実習では早い時期から3次元CADによる教育を実践してきた。この範疇に入る設計教育に関してはすでに関連学会において紹介をするとともに[1]～[3]、現在も鋭意教育評価を行いながら改善を試みているところである。

高専という実践技術者を育成するところにおいては、情報が一人歩きしてはならず、これが最終的な生産に有機的にリンクしていることを理解させなければならない。これらに対処するために、本学科では3次元CADデータからFMSによるフレキシブル生産に至る加工実習や型利用の成形加工の実習などを実践している[4][5]。

現在3次元CADデータの利用拡張が自社製品を持つ製造業で進められている。とくに図1に示すような機械設計の上流工程であるデザインプロセス

から一貫した情報化が注目されている。これらに対応する教育システムの準備を現在進めている。具体的には以下の観点での検討を行っている。

- ① 従来設計教育で使ってきたソリッドモデルベースCADとデザインでは多用されているサーフェスベースCADの相違を調べ、有効な利用方法の検討
- ② ラピッドプロトタイピングの技術を利用したモデルの検討・評価の実習教育の実践
- ③ アナログデータからの3次元CADモデル作成に関わるリバースエンジニアリングの実習内容の構築

本稿では以上の②のラピッドプロトタイピングの教育内容について述べる。

2. 教育目標

今日、ほとんどの製造業にとって、「いかに製品の開発開始から出荷までの時間を短縮し、コストを限りなく削減し、消費者のニーズに合った品質の良い製品を、安価に迅速に送り出せるか」が生き残りをかけた大きな命題となっている。この際にRPシステムが試作工程で大きな貢献が期待されることから、この技術が今日注目を集めている。

¹⁾ 都立産技高専

²⁾ 国士舘大学

り、他の光造形機では必要であるモデルを支えるサポートを設置せずに、造形を実現できることが利点であることもわかった。ただし光硬化性樹脂なので、通常、光が当たると、その部分は硬化してしまうので取り扱いには注意が必要である。

4. 実習内容

対象製品は射出成形用金型に決め、それに関わる教育の体系をはじめに構想した。教育と言えども実際の生産プロセスに近いことが望ましい。そこで図5に示すように、成形製品の設計から金型の設計製作までの流れを3次元CADベースで実現するという構想で作業を進めることにした。3次元CADによる射出成形用製品の設計と評価ならびに金型キャビティ部の設計から製造までを本校の設備を利用して実際に実行することで教育システムの開発を試みるということである。

一般的に図5の左側に示す業務は製品メーカーで、右側の部分は金型業者によって実施されることになる。まず製品メーカーでは最終製品の製品設計を行う。詳細に見れば、要求の仕様→概念設計→基本設計の手順で設計プロセスが進むが、最終的には設計された製品の評価が実施される。製品評価について、RP (Rapid Prototyping) 技術が用いられることが多い。製品メーカーではミッドレンジ系3次元CADであるSolid Worksで業務が行われるということにする。

製品設計が終了すると、このデータは金型業者に

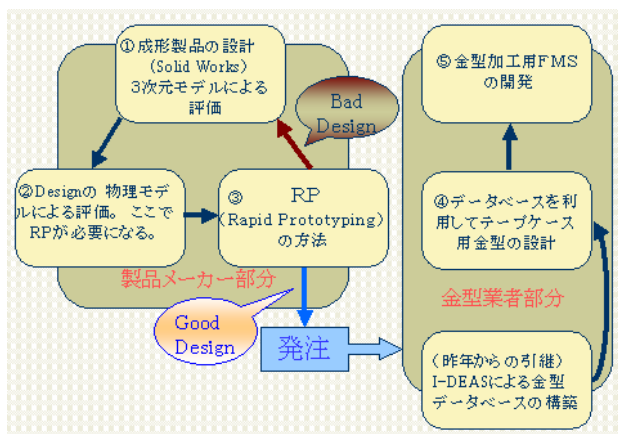


図5 射出成型品の処理工程

渡される。金型メーカーは金型データベースを活用して金型構造部品の設計を行う。その後この中に製品のモデルを組み込み金型の設計が終了する。ここでのCADシステムは、あえて製品メーカーの使用機器と異なるI-DEASで実行されるということにする。

設計データから加工データを出力し、これを金型加工用FMSへ転送し、金型の加工、製造を行うことに

なる。以上が本実習の全体のストーリーである。

(1) 製品設計

製品としてセロハンテープカッターを設計することにした。これを3次元CADのSolid Worksによってモデリングをし、ベースとなる3次元データを作成した。学生は低学年時にPRO/Eで3次元のモデリングを経験していることから、違和感なく作業を行うことができる。作成したモデルを図6に示す。左右2つの部品より構成され、テープの取り付け部分である円筒部分をはめ合わせることで一体化できる構造とした。これがアセンブリモデルである。

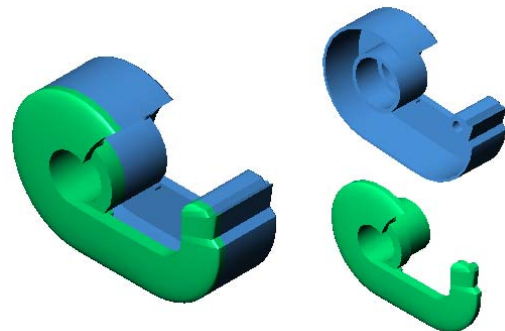


図6 製品の3次元CADモデル

(2) 3次元アセンブリデータによる造形

はじめに、いくつかの部品より構成される製品を一括アセンブリモデルとして造形することにした。全体の形状把握や握り具合などの取り扱い易さの評価を行うためには、この方法が有効であると考えたからである。

CADモデルデータ→STLデータ→レイヤーデータ→造形のプロセスで処理を行う図7がSTLモデルを示し、図8が造形完成品である

(3) 3次元部品データによる造形

セロハンテープカッターを構成する部品毎に造形することで、はめ合い等の機能チェックを行うことにした。このときにはCADの部品モデルデータを使うが、このように、評価目的により適切なモデル分割による造形が必要である。

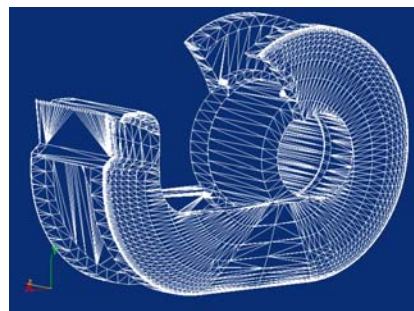


図7 テープカッターのSTLモデル



図8 造形されたテープカッタ



(a) (b)
図9 部品毎の造形と組立

図9 (a)は、左右の部品データを並べて一度に造形した完成モデルである。図9 (b)は、造形した左右の部品を組み合わせたものである。左右の部品を組み合わせた結果、小さい方の穴と軸が完全にはまらないことがわかった。

これは、造形モデルの未硬化樹脂を電気炉で融かす際に、穴の開いた方を上向きにして溶かしたことで、未硬化の液状の樹脂が抜けずに詰まった状態になり、設計した穴径よりも小さい穴になってしまったためである。

従って、電気炉で未硬化樹脂を溶かす際に、樹脂の流動を考えてモデルの姿勢にも注意を払うことが必要であることがわかった。

(4) 切削 RP による造形

同じ CAD モデルデータを使って切削ラピッドプロトタイピングの体験を行うことで、光造形法との相違点を理解させる。

カッターパスを作成するために、CAM ソフトウェアに CAD モデルを渡す。今回は CAM として SURFCAM と KSWAD を用いた。Solid Works の CAD モデルはあくまで製品部分のみのデータであるために、はじめに加工モデルとしての修正を Solid Works で行った後に CAM に渡した。例えば、図10に示すように材料固定を考慮して被削材ブロック形状の決定や、使用する小径エンドミルの刃長を考えての切削深さの決定な

どである。また、テープを切る歯の部分などの細かいものまで切削では表現できないので、形状を部分的に修正した。いわゆる切削 RP では加工のノウハウがある程度必要となる。

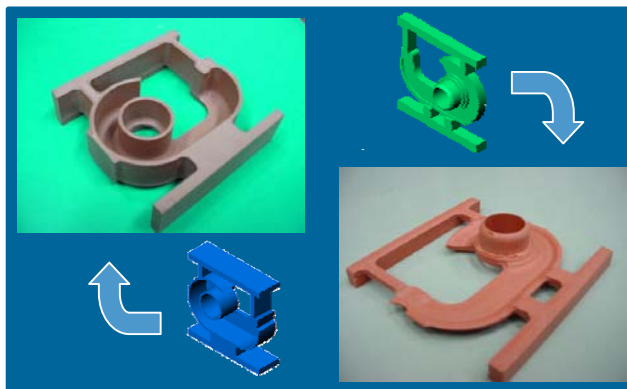


図10 切削 RP 用の CAD モデルと加工部品

カッターパス (CL データ) をポストプロセッサにより NC データに変換した後、これをネットワークを介してモデリングマシンに転送し加工を行った。材料は切削が容易であるケミカルウッドを用いた。

左右の部品を図11のように組み立てる。この際に機械加工による物理モデルは、光造形に比べて精度が高いので容易に組み立てることができる。図12がこの完成品である。



図11 加工部品の組立



図12 完成したテープカッタ

5. おわりに

都立高専生産システム工学科では、創設以来継続的に3次元CADを中核にしたモノづくり教育の充実を図っている。その中心は設計工程以降のいわゆるエンジニアリングの部分のシステム化であったわけであるが、昨今のモノづくりの状況を踏まえて機械系学科であるが、あえてスタイリング・デザインからの情報化教育を考えた。今回はRPを活用した具体的教育内容について実施してみたが、光造形法という新しい手法を学生が体験できること、さらには従来行っていた切削RPとの相違点を実習を通して理解できることなど、効果は大きいと考えている。実習の対象物は手近なものを採用したが、今後光造形法により適した対象を採用することを考えている。

参考文献

- [1]朝比奈：都立工業高専生産システム工学科における設計教育、設計工学、35,12(2000)464
- [2]朝比奈：3次元CADをベースにしたモノづくり教育の実践、日本機械学会2002年度年次大会講演論文集(2002)408
- [3]朝比奈他：ソフトウェア活用による生産のシステム化教育、設計工学、38,5(2003)211
- [4]朝比奈：都立高専が挑む3次元CADを中核としたモノづくり教育、機械設計、44,16(2000)76
- [5]朝比奈：CAD/CAMとしてのCAD活用、精密工学会第298回講習会テキスト、3(2004)9