

# RP 관련 신기술 및 업계 동향

## 1. New Equipment

### ◎ Sanders Prototype introduces Model-Maker II

Sanders Prototype 사에서는 96년 11월 12일부터 14일까지 Michigan 주의 Detroit에서 열리는 AU-TOFACT에서 Model-Maker II라 명명된 차세대 데스크탑 RP 기계를 선보일 계획이라고 발표했다. Sanders사의 판매부 부사장 Dan McIntyre에 따르면 Model-Maker II는 자사의 MM-6PRO에 비하여 세 배 정도 큰 부품까지 성형할 수가 있으며 성형속도도 세 배가 빨라졌다고 한다. 또한 이외에 신뢰도가 크게 향상되었고 컴퓨터 네트워크에 직접 접속하여 사용할 수 있다고 한다. MM-6PRO와 마찬가지로 이 Model-Maker II는 dual ink-jet 시스템을 채택하고 있는데, 하나의 jet로는 열가소성재료를 작은 방울로 분출하여 부품을 성형하고, 다른 하나로는 왁스를 분출하여 지지대를 만든다. 또한 각 층의 테두리는 벡터 스캔으로, 그리고 래스터스캔으로 테두리의 안을 성형한다. 부품 성형이 완료되면 왁스 지지대는 용해조에 담가서 녹여낸다. Model-Maker II는 한 층의 성형 두께를 0.0005 인치까지 얇게 할 수 있고 각 층을 성형할 때 마다 밀링 공정이 있어서 여타 상업용 RP 기계에 비하여 정밀도가 높고 성형후 지지대를 녹여 낼 수 있으므로 성형후 수작업이 적다. 그러나 MM-6PRO와 마찬가지로 Model-Maker II도 정밀도가 높은 대신 여타 RP 기계에 비해 성형속도가 느리다. 하지만 Model-Maker II에서는 공기조화 시스템을 도입하여 열가소성재료의 냉각과 경화를 빨리 함으로써 성형 속도를 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 사용자가 표준 configuration 파일을 조절하여 분사 액체의 크기와 성형 두께를 조절할 수 있는 등의 기술적 향상이 있었다고 한다. Sanders사에서는 컨셉트모델은 분사액체의 크기를 0.005 인치로하고 성형 두께를 두껍게 하여 빠른 속도로 성형하되, 최종 모델이나 주물 형상은 분사 액체의 크기를 0.0005

인치로 하고 성형 두께를 얇게 하여 성형할 것을 권하고 있다. 위에 기술한 공기조화 시스템이나 configuration 파일 조절 등으로 작은 부품을 성형하는데는 시간이 그리 오래 걸리지는 않으나 Model-Maker II의 전체 성형 공간인 650 입방인치를 채울 정도로 큰 부품을 성형하는데는 그리 추천할 바가 못된다. 성형 시간외에 Model-Maker II가 향상된 점은 재료 저장고가 MM-6PRO에 비해 커서 재료의 재충전없이 120시간동안 가동시킬 수 있으며 재료 저장고내의 압력이 균일하게 유지되므로 재료의 유동이 균일해지고 작업이 중단되는 일이 줄어든다고 한다. Model-Maker II의 가격은 선택 사양인 공기조화 시스템을 합쳐서 \$65,000에 판매된다. MM-6PRO와 \$15,000에 교환판매도 가능하다고 한다.

## 2. Reader Survey Results

매년 Rapid Prototyping Report에서는 RP 산업계의 현황을 조사하기 위해 RP 사용자들에게 RP에 관련된 사항들에 대해 설문조사를 실시하고 있다. 여기에 금년에 두번째로 실시한 설문조사의 결과를 정리하여 실는다.

### ◎ Most Pressing Problems

독자들에게 RP 산업이 직면하고 있는 가장 큰 문제에 대해 설문조사를 하였다. 작년에는 RP 기계에서 사용하는 재료의 물리적 특성이 나쁘다는 대답이 전체 대답의 51%를 차지하여 수위를 기록하였고, 장비의 가격이 높다는 의견이 40%로 2위, 그 다음으로 금속부품을 만들 수 없다는 의견이 29%로 3위를 차지하였다. 올해의 조사결과에서는 전체 조사 결과의 40%의 응답자가 장비의 가격이 높다는 응답을 하였고, 그 다음으로 재료의 물리적 특성이 나쁘다는 응답(37%), RP 성형부품의 면의 특성이 떨어진다는 응답(28%)의 순으로 나타났다. 이번 설문조사에서는

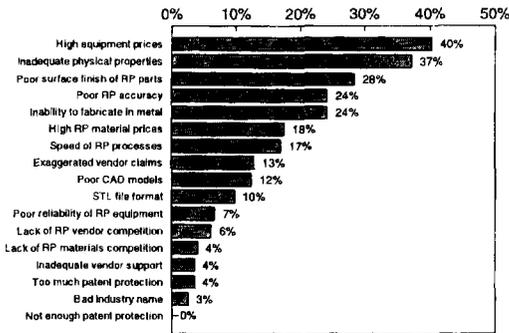


Fig. 1. The most pressing problems facing the rapid prototyping industry, according to the *Rapid Prototyping Report* reader survey.

응답자의 18%만이 RP 장비로 금속부품을 만들 수 없다는 응답을 하였다. CAD 모델이 형편없다는 대답은 작년의 18%에서 올해는 12%로 떨어졌다. 반면에 RP 기계의 신뢰도에 대하여 우려하는 응답이 작년의 2%에서 올해는 7%로 늘어났다(Fig. 1 참고).

### ◎ Rapid Prototyping use

올해에는 195명의 구독자가 독자설문조사에 응하였는데 이는 작년에 비하여 거의 10% 가량이 증가한 수치이다. 응답자의 82%가 이미 그들의 회사에서 RP 기계를 사용하고 있다고 응답하였고 응답자의 53%는 이미 회사에 자체 RP 기계를 보유하고 있다고 하였다. 이는 작년의 설문조사 내용과 거의 비슷한 대답이다. 그러나 구독자에게 어느 기종을 보유하고 있는가에 대한 물음에서는 3D System사의 장비가 차지하고 있는 비율이 작년의 54%에서 59%로 높아졌다. 또한 DTM사의 장비는 7.8%에서 10.7%로, EOS사의 장비는 7.8%에서 9.6%로 각각 높아졌다. 이에 비하여 기타 회사의 장비점유율은 작년수준을 유지하거나 떨어졌다. 점유율이 가장 큰 폭으로 떨어진 장비는 Helisys사의 것으로써 작년의 10.3%에서 올해는 5.5%로 낮아졌다(Fig. 2 참고).

### ◎ Which Systems wil you evaluate?

올해의 설문조사 응답자중 전체의 36%가 그들 회사에서 12개월 이내에 RP 장비를 구입할 계획이라고 답했다. 이는 작년의 설문조사에 비해 겨우 1%가 증가한 것이다. 어느 장비를 구매할 것인가에 대한 물음에서는 65%가 3D Systems사의 SLA 장비를 고

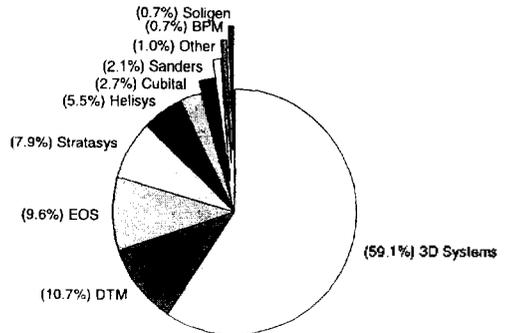


Fig. 2. Rapid prototyping systems owned by companies responding to the Rapid Prototyping Report reader survey.

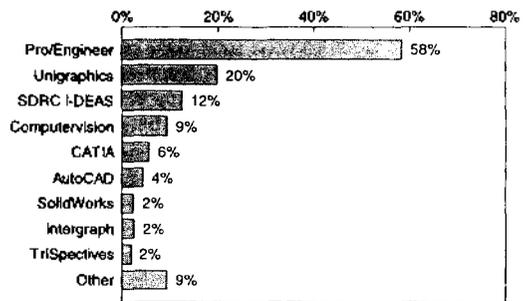


Fig. 3. CAD systems used for rapid prototyping.

려하고 있다고 대답하였는데 이는 작년의 83%에 비해 줄어든 수치이다. 그러나 응답자의 29%가 3D사의 신제품인 Actua에 대해 관심을 표했다. 마찬가지로 Stratasys사의 FDM 장비를 구입하겠다는 의사를 밝힌 비율은 작년의 36%에서 13%로 줄어들었으나 응답자의 30%가 Stratasys사의 Genesys에 관심을 표했다.

### ◎ CAD use

올해의 설문조사에서도 솔리드 모델링사용이 확산되는 추세가 계속되었다. Pro-Engineer, Unigraphics, 그리고 I-DEAS 등이 RP 분야에 사용되는 CAD 시스템들 중 선두를 차지하고 있다. 작년에 비하여 CATIA는 11%에서 6%로 AUTOCAD는 10%에서 4%로 각각 점유율이 떨어졌다. SolidWorks나 TriSpectives 같은 PC용 솔리드 모델러는 모두 지난 12개월 이내에 선보인 것으로써 설문조사 인원의 2%가 이들을 사용하고 있다(Fig. 3 참고).

### 3. Software News-STL Viewing

#### ◎ SolidView 2.0

Solid Concepts사는 STL 파일 뷰잉 프로그램인 SolidView의 2.0 버전을 시판한다고 발표했다. 버전 2.0은 표시(markup), 출판능력(publishing capabilities), 측정(measurement) 능력 및 STL 파일과 관련된 유틸리티 등이 향상되었다. 또한 SolidView 버전 2.0에서는 자사의 지지대 생성프로그램인 Bridgeworks와 함께 사용하는 것이 가능하다고 한다. Solid Concepts사는 SolidView 2.0으로 PC에서 3차원 CAD 데이터를 전달하거나 시각화하는 의사 전달수단(communications tool)으로 유용하리라 생각하고 있다. 이를 위하여 Solid Concepts사는 STL 모델에 관심있는 부분에 동그라미 표시를 하거나, 모델의 크기를 재거나, 마우스의 버튼을 누르면 나타나는 팝업노트를 넣을 수 있게 하는 등 표시(markup)와 관련된 기능을 추가하였다. 위에 설명한 표시기능들은 슬라이드처럼 저장 가능하므로 연속적으로 볼 수가 있으며, SFX라는 자사 고유의 파일형식으로 변환하여 출판도 가능하다. SolidView의 SFX 파일은 SolidView 내에 포함된 Solid Player라는 무료 뷰잉프로그램으로 볼 수 있다. Solid Player는 외관과 작동방식이 SolidView와 같으나 SolidView에서 만들어진 SFX 파일만을 볼 수 있으며 STL이나 IGES 파일 등은 볼 수가 없다. SolidView는 CPU는 486, 램은 8M 이상의 PC에서 잘 작동하며 설치하기도 쉽다. 사용자 인터페이스 기능도 우수하여 오른쪽 마우스 버튼을 누른 상태로 움직이면 실시간에 쉐이딩된 이미지를 쉽게 회전시킬 수 있다. 또한 측정도구들도 사용하기가 매우 용이하였다. SolidView는 STL 파일에서 호(arc)나 면들을 발견하거나 반지름, 지름, 점들 간의 거리 등을 측정할 수 있다. 이들 정보를 이용하여 자사의 지지대생성 프로그램 Bridgeworks로 부품생성시 만들어지는 지지대를 생성하며 SolidView 자체에서 지지대들을 볼 수가 있다. RP 관련 종사자들에게 있어서 SolidView는 상당히 우수한 프로그램으로 보여진다. 하지만 현재 STL 파일이 널리 쓰이기는해도 사용자간에 불만이 많기 때문에 의사 전달수단으로까지 이용될지는 두고 봐야 할 것이다. 왜냐하면 모든 CAD 시스템이 STL 파일을 제대로 지원하는 것은 아니며 STL 파일 형식과 마찬가지로 면을 이용하여 형상을 표현하는

인터넷의 VRML(virtual reality markup language)도 3차원 데이터를 뷰잉하는 도구의 표준이 될 잠재력을 지니고 있기 때문이다. OrCAD 사용자들은 IGES, STEP, ACIS 등과 같이 좀더 정교한 표현수단을 선호하는 지도 모른다. Solid Concepts사는 사용자의 요구가 있다면 SolidView의 다음 버전에 VRML을 지원하는 기능을 추가할 것이라고 한다.

SolidView의 기본패키지 값은 \$495이며, STL 파일을 수정하고 단면을 폐곡선으로 만드는 등의 기능이 있는 SolidView/RP 패키지는 \$1,995, STL 파일을 복구, Z축방향의 높이 등을 수정하는 기능이 있는 SolidView/RP Master 패키지는 \$3,995이다. IGES 파일 형식을 입력이 가능하게 하는 패키지는 \$495, 지지대 생성프로그램인 Bridgeworks는 \$1,995이다.

#### ◎ Magics View

벨기에의 Materilise Software에서는 Windows 95와 Windows NT에서 작동되는 STL 뷰잉 프로그램을 소개하였다. Magics View라 명명된 이 프로그램은 면을 쉐이딩하는 기능, 와이어프레임 등의 여러가지 뷰링관련 기능들을 갖고 있다. SolidView와 마찬가지로 STL 파일의 호, 점, 선들 간의 거리를 측정하고 STL 형상을 프린트 할 수가 있다. Magics View는 설치 및 사용하기가 편리하였으며 Pentium 100, 32M 램을 갖춘 컴퓨터에서 잘 작동함을 알 수 있었으나 SolidView 만은 못하였다. 형상을 회전시키려면 형상의 범위를 나타내는 박스를 회전시킨후 형상을 다시 쉐이딩하여야 한다. Magics View는 STL 파일의 상반된 삼각형만을 찾아내거나 그 이외의 결점을 찾아내는 것이 가능하지만 이를 수정할 수는 없다. 30일간의 데모버전을 인터넷상에서 무료로 다운로드 받을 수 있다.

-----  
«RP Report Vol. 6, No. 10, October 1996»

### 4. Stereolithography Utilities

#### ◎ Build-Time estimator

현재의 RP 장비 사용자들이 대하게 되는 문제 중 하나는 성형을 시작하기 전에 고가의 RP 장비를 얼마나 오랫동안 사용해야 하는가를 예측하고자 하는 것이다. 성형시간을 예측하는 것은 쉬운일인 듯 하

나 RP 부품성형 대행 업체나 그 이외의 사용자에게 따르면 간단하지가 않다고 한다. 성형시간을 예측하기 위해서 고려해야 하는 것의 예로써 성형 부품의 크기, STL 파일내의 면의 갯수, 부품 성형 층 수 등을 들 수가 있다. 이 이외에 RP 장비의 특성도 성형 시간에 영향을 줄 수 있는데 예로써 SLA 장비를 들면 수지의 점도 및 광학적인 특성, 레이저의 세기 및 스캐닝 속도, 리코팅(recoating)시간, 수지가 평평해지는 데 걸리는 시간과 그 이외에 여러가지 요인들이 있다. 따라서 RP 장비의 성형시간을 정확히 예측하는 것은 어려운 일이다. 하지만 정확히 이를 예측해 내지 못하면 RP 성형 업체에서는 기계를 효율적으로 운영하기가 어려워진다.

최근 Georgia Tech.의 RP 실험실의 Joel McClurkin이라는 연구원이 3D Systems사의 SLA-250의 성형시간을 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. Joel McClurkin 본인이 실험한 결과에 따르면 오차가 3% 이내라고 한다. 현재 Joel McClurkin은 이 프로그램을 Georgia Tech.의 웹 페이지에 올려 놓아 다른 사용자들이 이 프로그램을 사용하고 나서 다른 SLA-250에서도 제대로 성형시간을 예측하고 있는지를 알고 싶어한다. McClurkin의 이 프로그램은 웹상에서도 실행이 가능하다. 성형시간을 예측하고자하면 자신의 컴퓨터에서 3D사의 프로그램을 사용하여 STL 파일을 slice한 다음 웹(Web)을 통하여 SLA "v" (vector) 파일

과 SLA "r" (recoat parameter) 파일을 보낸다. 그러면 McClurkin의 프로그램이 e-mail을 통하여 계산시간을 알려줄 것이다. McClurkin에 의하면 50에서 60Mbyte의 벡터파일의 성형시간을 예측하는데는 약 5분이 걸린다고 한다. 이번 달 초에 McClurkin이 프로그램을 공개하고 이에 대한 응답을 기다린 이후로 많은 SLA-250 사용자들이 응답해 왔다. 응답자들이 보내온 바에 따르면 성형시간이 3시간에서 33시간까지이고 오차는 1%에서 9%사이였다. 관심있는 독자는 다음 주소로 접속해 보기 바람. <http://rpm1.marc.gatech.edu>

## 5. Industry Forecast

### ◎ Potential for growth

앞으로 RP 산업이 얼마나 발전할 것인가는 3차원 CAD의 발전과 연관짓는 것이 당연한 듯하다. Dataquest에 따르면 현재 설치된 3차원 모델링이 가능한 CAD 시스템의 총 수는 약 47,000에 가깝다고 한다. 또한 1990년 이후로 3차원 CAD의 설치가 매년 평균 42%씩 증가했으며 2000년까지 매년 평균 35%씩 증가할 것으로 내다 보았다(Fig. 4 참고).

이들 3차원 CAD 시스템 중의 얼마를 RP의 잠재적인 고객으로 생각할 수 있을까에 대해 South Coast Capital Corporation의 Brent Clukey는 RP 장비를 필요로 하는 시스템을 전체 3차원 CAD 시스템의 절반 정도로 추산하고 있다. 만일 RP 장비의 구입을

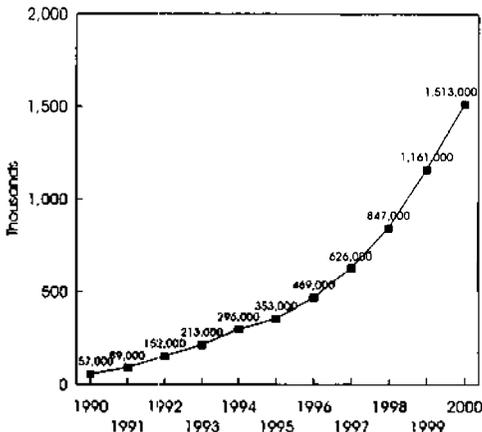


Fig. 4. The number of three-dimensional CAD seats grew at a rate of about 40 percent from 1990 through 1996. Dataquest projects similar growth through the year 2000.

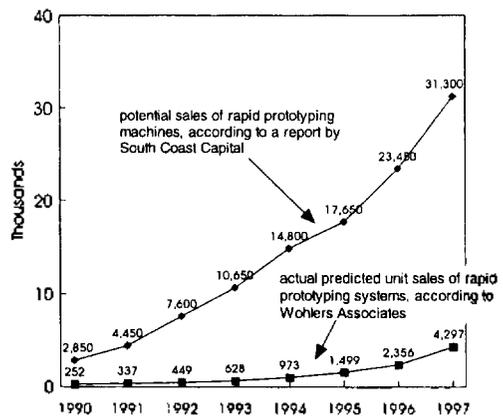


Fig. 5. If only half of the three-dimensional CAD seats are potential customers for rapid prototyping, could vendors expect to sell one machine for every ten seats?

희망하는 회사의 매 10대의 CAD 시스템마다 하나의 RP 장비를 필요로 한다고 가정하여 계산하면 1996년의 잠재적인 수요는 23,450대 였으나 Terry Wohlers에 의하면 1996년에 판매된 RP 장비는 약 2300대였다고 한다(Fig. 5 참고). 위에 기술한 내용에서 알 수 있듯이 Clurky의 추측은 지나친 감이 있다. 만일 전체 3차원 CAD 시스템의 25%가 RP를 필요로 하고 이들 CAD 시스템 중 매 20대 마다 한대의 RP 장비를 필요로 한다고 가정하여 계산하면 약 6000대가 1996년의 잠재적인 수요는 6000대가 된다.

## 6. Software Utilities

### ◎ StlView 7.0

지난 달에 Solid Concepts사의 SolidView와 Materilise사의 Magic View라는 두가지의 프로그램을 소개하였다. STL 파일을 볼 수 있는 또 다른 프로그램이 소프트웨어 엔지니어인 Igor Tebelev에 의해 만들어졌다. 가격이 \$495인 StlView는 SolidView와 마찬가지로 Windows 3.1, Windows 95, Windows NT 등에서 작동하며 STL 파일 뷰잉 및 STL 파일 수정, 지지대 생성, 측정, 파일변환 등의 작업을 할 수 있다. StlView는 셰어웨어로 무료로 다운로드 받아서 사용할 수 있으며 배포하는 것도 가능하지만 2주가 지나서도 계속 사용하고자 하면 Tebelev에게 등록요금을 보내면 된다. 여러 웹사이트에서 Tebelev의 프로그램을 다운로드 받을 수 있는데, 28.8 bps 모뎀으로 다운로드 받는데 약 5분정도가 소요된다. 일단 다운로드하고 나서는 PKZIP을 사용하여 압축된 파일을 풀고 파일들을 2개의 플로피 디스크에 복사한다. 그런 다음 플로피 디스크 상에서 프로그램을 설치한다. 프로그램 설치에 대한 설명이 충분치 않아 본지에서 프로그램을 설치할 때 두번만에 설치를 할 수 있었다. StlView의 인터페이스는 솔직히 SolidView에 비하여 떨어진다. 형상을 회전시킬 때 형상주위를 마우스로 누르고 실시간에 회전시키는 것이 아니라 메뉴버튼을 눌러 형상을 회전시킨다. 하지만 이 프로그램은 가격에 비해 기능이 괜찮은 편이다. STL 파일 수정 프로그램은 STL 파일에서 이미 알고 있는 여러가지 오류들을 발견, 수정해 주었고 수정된 사항은 화면에 표시해 주었다. StlView에서는 계란판(egg crate)과 같은 지지대 구조를 택하였다. Sol-

id Concepts사의 Bridgeworks와 같은 프로그램들은 형상의 특성을 찾아내어 지지대를 생성하는 세련된 방법을 사용하지만 StlView에서는 전체 STL 형상을 일종의 지지대 배수에 자리잡게 한다는 지지대를 생성한다. 이러한 방법을 사용하면 시간이 더 걸리게 된다. StlView의 가장 훌륭한 면은 Microsoft의 OLE(object linking and embedding) 규약을 잘 반영한 점이다. 따라서 일단 StlView를 컴퓨터에 설치하고 나면 Microsoft Word나 Excel과 같은 응용프로그램에서 STL 파일을 잘라내거나(cut) 붙일 수가(paste) 있다. 또한 응용프로그램내에서 STL 파일의 이미지를 클릭하면 STLView의 메뉴가 나타나서 이미지 확대, 오류 수정 등의 StlView와 관련된 기능을 수행할 수가 있다. StlView를 소유하고 있는 사용자에게 StlView에서 생성한 그림이 들어있는 문서를 넘겼을 경우에도 STL 파일 이미지와 관련된 작업이 가능하다. StlView를 갖고있지 않은 사용자에게 위의 문서를 넘기는 경우에는 이미지를 STL 파일의 비트맵으로 이미지는 볼 수 있으나 STL과 관련된 작업은 할 수가 없다. 문서가 차지하는 저장용량을 작게하려면 STL 파일 이미지를 문서에 직접 삽입하는 대신에 STL 파일을 링크하여 문서화하면 된다.

Tebelev는 StlView의 플러그인 버전도 만들었는데 이를 사용하면 자신의 컴퓨터나 인터넷상에서 STL 파일을 볼 수 있게 한다. 자신의 컴퓨터에서 STL 파일을 보려면 넷스케이프를 띄운후 브라우저내에 STL 파일을 열면 된다. 다른 방법은 웹 페이지나 FTP 사이트에 접속하여 목록에 나와있는 STL 파일 중 아무거나 선택하면 된다. 형상의 회전, 확대 등의 기능을 수행하려면 마우스의 오른쪽 버튼을 눌러 팝업 메뉴를 띄우면 된다. Tebelev에 의하면 플러그인 버전을 사용하면 STL 파일을 HTML(hypertext markup language) 문서에 삽입할 수 있다고 한다. 만일 플러그인 버전을 이용하여 작성된 문서를 보고있는 사용자가 StlView를 갖고 있다면 문서내의 STL 파일을 조작할 수가 있게 된다. StlView의 가격은 \$495이며 지지대생성 프로그램을 제외하면 \$240이다. 플러그인 버전은 \$100인데 StlView의 면허를 무료로 얻을 수 있다. Tebelev에 의하면 현재 약 200명의 RP 관련업종의 종사자들이 StlView를 사용하고 있다고 한다.

«RP Report Vol. 6, No. 11, November 1996»

## 7. New Technology

캘리포니아주 산호세에 있는 Formus사는 일반 RP장비로 제작하기 어려운 큰 크기의 제품을 제작할 수 있는 신공정을 개발하였다고 발표하였다. Topographic shell fabrication(TSF)이라 불리는 이 공정에서는 모래를 일정한 두께만큼 플랫폼에 도포한 후 파라핀 왁스틀 노즐을 통해 분사시켜 원하는 단면을 형성시키며, 완성된 제품의 표면 조도는 약 #36 샌드페이퍼와 비교할 수 있다. TSF 공정의 특징은 슬리드한 제품대신 셀을 제작하는 것이며, 작업온도가 80도 이하일 경우 섬유유리, 수지, 폴리스티렌 등을 사출성형할 수 있는 몰드용으로 사용할 수 있다. 현재 Formus사의 장비를 사용하여 제작할 수 있는 제품의 크기는 가로 335 cm, 세로 180 cm, 높이 120 cm이며, 현재까지 입력이 가능한 파일 포맷은 IGES이다. Formus사의 Mike Berkstresser와 Mats Jansson에 의하면 TSF 공정을 사용하여 섬유유리 선체, 1:1 스케일 차 모델, 건축 mock-up의 금형을 제작할 경우 30~50% 정도의 생산비용 및 80%의 시간을 절약할 수 있다.

## 8. Conference Notes - Autofact '96

작년까지 Autofact 전시회는 CAD/CAM에 관련된 회사에서 새로 개발한 제품들은 처음 소개하는 자리였으며, 특히 RP 장비가 상용화 되고난 후부터는 새로 나온 RP 장비 및 이에 관련한 기술을 일반인들에게 처음으로 공개하는 행사이었다. 그러나 이번 전시회에서는 그런 전성기가 지나간 느낌이 들도록 Parametric Technology, Hewlett-Packard, Autodesk, 그밖에 많은 CAD 업체들이 불참하였으며, 전시회 동안 열렸던 발표회에서도 특별히 새로운 내용들이 발표되지 않았다. 그럼에도 불구하고 행사 중 여러 RP 업체들을 한 번에 접할 수 있는 좋은 기회가 되었으며, 각 RP 업체들이 전시회중 발표한 내용은 다음과 같다.

Helisys사는 새로 개선된 LOM-2030H를 전시하였고 이 장비를 96년 12월부터 시판할 계획이라고 발표하였다. Helisys사 대표인 Michael Feygin에 의하면 LOM-2030H에서 개선된 사항을 97년 새로 나오는 LOM-1015에도 반영시킬 예정이다.

3D Systems사는 작년 첫선을 보인 Actua 2100 장비를 한정된 수 만큼 공급하기 시작하였으며 프린트 헤드 문제가 해결된 후부터 양산생산이라고 발표하였다.

Cubital사의 Solider 4600와 Solider 5600 장비의 새로운 개선사항은 self-cleaning ion 캐트리지, 마스크 생성하는 unit를 밀링시 발생하는 칩으로부터 보호하는 칩 stopper, 새로운 전기공급장치나 냉각장치 등이다. 특히 self-cleaning ion 캐트리지를 사용할 경우 토너로 막힐 위험이 있는 ion generator를 주기적으로 진공청소할 필요가 없게 된다. 장비 개선외에 새로운 왁스 소재 WZ-5771와 왁스를 제거하는 Swift 2000 시스템이 발표되었다. 새 왁스는 모델링된 부분으로 균일하게 흐르며 예전 왁스보다 7도나 낮은 용융점을 갖고 왁스를 제거하는 시간이 두배 이상 단축된다. 완전 자동으로 작동되는 Swift 2000 시스템은 약 4만불정도이며 97년 초반부터 판매될 예정이다.

Sanders Prototype사는 이미 95년 10월에 발표된 ModelMakerII를 전시하였으며, 이 장비의 가격은 \$64,999이다. 제작이 가능한 제품의 크기는 가로 305 mm, 세로 150 mm, 높이 290 mm이다.

BPM사는 개선된 personal modeler를 97년 1월부터 시판할 예정이라고 발표하였다. 전문가들의 의견에 의하면 5축으로 작동되는 프린트헤드가 장착되어 있는 이 장비는 아직 가공속도가 낮으며, 장비의 신뢰도가 떨어진다.

Aaroflex Solid Imaging Systems사는 Dupont으로부터 기술을 도입하여 1997년에 첫 stereolithography 장비를 시판할 예정이라고 발표하였다. 이 장비는 가로 550 mm, 세로 550 mm, 높이 690 mm 사이즈의 제품을 제작할 수 있으며, 레이저 소스로 argon-ion이나 solid state 레이저를 사용한다. 예정된 가격은 \$465,000이다.

의료용 소프트웨어를 전문으로 개발하는 벨기에의 Materialise사에서는 Rapid Prototyping Web Watch라고 불리는 제품을 개발중이다. RPWW는 작업자가 장비 옆에 있지 않고도 현재 작업상태를 카메라를 통해서 관찰할 수 있으며 작업 제에이터를 일정한 시간마다 인트라네트나 인터넷을 통하여 받아볼 수 있는 일종의 원격감시 시스템이다. 작업이 완료 되면 RPWW는 작업자에게 전화나 페이지를 통하여

작업완료 연락을 취하는 기능을 가지고 있다.

«RP Report Vol. 6, No. 12, December 1996»

### 9. Rapid Prototyping Equipment Roundup

1987년 첫 RP 장비가 시판했을 때 아무도 이 기술이 제품의 설계와 디자인 방법을 오늘과 같이 혁신시킬 수 있을 것이라고는 예상하지 않았다. 그 후로 많은 업체들이 각 공정의 장단점을 살려 응용분야를 개척하여 왔으나 현재 RP는 디자인 검증부터 금형까지 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 첫 RP 장비의 데뷔 후 10년이 지난 현재 8개의 장비업체들이 18가지 종류의 RP 장비들을 시판하고 있다. 표

표 1. 현재 미국시장에서 시판 중인 RP 장비의 특성 및 가격

회 사	장 비	첫 시판일자	공 정	제품크기	소 재	가격(천US\$)
3D Systems	SLA-190	1990	stereolithography	190×190×250	광경화성 수지	100
	SLA-250	1988		250		180-250
	SLA-350	1996		350×350×400		380
	SLA-500	1989		500×500×585		400-540
	ACTUA 2100	Nov. 1996	multi-jet modeling	250×200×200	고분자	60
Aaroflex	Solid Imager (solid state laser)	1997, 1/4분기 (예정)	stereolithography	400×400×400	광경화성 수지	429
	Solid Imager (argon-ion laser)			550×550×685		465
BPM technology	Personal Modeler	1997, 1/4분기 (예정)	ballistic particle manufacturing	250×200×150	고분자	34.9
Cubital	Solider 4600	1994	solid ground curing	350×350×350	광경화성 수지	275
	Solider 5600	1991		500×350×500		470
DTM	Sinterstation 2000	1992	selective laser sintering	diam.300×380	polycarbonate, glass-filled nylon, Zr-silicate sand, polymer-coated steel powder	320
	Sinterstation 2500	1996		380×330×430		399
Helisys	LOM-1015	1992	laminated object manufacturing	380×250×350	종이, 플라스틱, 세라믹, 금속 테이프	100
	LOM-2030H	1996		815×550×500		220-265
Sanders Prototype	MM-6B	1994	ink-jet	150×150×150	고분자	50
	Model-Maker II	1997, 1/4분기		300×150×230		64.9
Stratasys	FDM-1650	1993	fused deposition modelings	240×240×250	ABS, 주조 왁스	110
	Genisys	1996		200×200×200		55.5

1에는 현재까지 미국시장에서 판매되고 있는 RP 장비의 특성과 가격이 나열되어 있으며, 첫 시판 된 연도도 함께 나타나 있다.

### 10. Rapid Tooling 응용사례

#### ◎ DTM사의 RapidTool

Rubbermaid Office Products사에는 96년 7월부터 9월까지 가로 150 mm, 세로 75 mm, 높이 50 mm 크기의 document holder를 DTM사의 RapidTool을 사용하여 개발한 사례를 발표하였다. PRO/E로 설계한 모델의 파일을 Pro/Mold에서 제공하는 소프트웨어를 사용하여 코어와 캐비티인서트 파일로 변환시킨 후, 하루만에 인서트의 green part를 SLS 공정을 통

해 제작하고, 기계적 강도를 높이기 위하여 추가적으로 폴리머를 사용하여 하루정도 infiltration을 시킨 후 이틀에 걸쳐 오븐에서 폴리머를 증발시키고 구리로 infiltration을 하여 60% 탄소강과 40% 구리로 구성된 사출성형 인서트를 제작하였다. 그후 4일동안 후가공 처리를 하여 사출성형에 적합한 표면조도를 얻었으며, 사출성형몰드에 일정한 texture를 입힌 다음 만개의 제품을 사출성형할 수 있었다. 이 과정을 수행하기 위해 디자인부터 사출성형까지 걸린 시간은 총 10주였으며 그중 몰드를 제작하기위해 소요된 시간은 1주일이었다. 이에 비해 일반 NC 가공은 2주정도 더 오래 걸렸으며 형상에 따른 가공문제들이 발생하였다. 이와 같이 Rubbermaid Office Products 사에는 RapidTool 방법을 도입하여 총 개발 비용을 약 30~40% 절약하였으며 개발 시간 단축을 통해 시장도입기간을 앞당겨 얻는 이익은 남졌다.

### ◎ 3D Systems사의 ACES

3D Systems사에서 개발중인 ACES injection molding(AIM)기술은 사출성형에 필요한 코어와 캐비티를 SLA로 제작하여 20개에서 200개까지의 사출성형 제품을 ABS나 polystyrene으로 사출성형할 수 있는 tooling 방법이다. 에폭시 소재를 사용하여 몰드를 제작하기 때문에 열전달속도가 일반 사출금형에 쓰이는 tool steel보다 300배나 낮아, 일반 사출성형에서는 5~15초 정도의 사이클 타임이 필요한 반면에 AIM 몰드를 사용할 경우 약 4~5분 정도 소요된다. 그러나 3D Systems사의 연구소장 Paul Jacobs씨에 의하면 몰드를 슬리드하게 제작하지 않고 Shell 방식으로 제작하고 알류미늄으로 채운 에폭시와 냉각용 구리철사를 사용하여 쉘을 보강하면 사이클을 반으로 줄일 수

있으며, 몰드 설계시 제품분리에 필요한 각도를 고려하여주고 사출성형시 몰드에 매번 release agent를 발라 주면 수월하게 사출성형을 할 수 있다. AIM 기술을 사용하면 몰드를 제작하는 시간이 하루정도이며 다음날 표면처리와 에폭시와 구리로 강화를 시키면 몰드의 제작은 끝난다. 그러나 아직까지 압력과 온도에 따른 에폭시 수지 몰드의 강도문제가 남아 있으며, 해결방법으로 AIM 금형의 표면을 구리나 니켈로 도금하는 방법이 연구되고 있다.

## 11. RP에 관련된 행사

- 3월 2~ 5일: Daratech's CAD/CAM, CAE and EDM/PDM strategy workshop '97, Boston, Massachusetts
- 3월 10~13일: National Design Engineering Show and Conference, Chicago, Illinois
- 3월 24~27일: WESTEC '97, Los Angeles, California
- 3월 31일~4월 3일: The 7th International Conference on RP, San Francisco, California
- 4월 21~24일: Rapid Prototyping and Manufacturing '97, Dearborn, Michigan

-----  
 <<RP Report Vol. 7, No. 1, January 1997>>  
 .....

본 기사는 금오공과대학교의 박종천 편집위원, KIST 송용익 편집위원이 "Rapid Prototyping Report"에서 발췌하였으며 출판사인 CAD/CAM Publishing Inc.의 연락처는 다음과 같다.

- Fax: 1-619-488-6052
- E-mail: Cadcirc@aol.com