

RP관련 신기술 및 업계 동향

오늘날 거의 모든 제조업 분야는 국내외 시장에서 치열한 경쟁으로 인해 다양한 신제품들을 신속하게 소비자들에게 제공하는 일이 더욱 중요해졌다. 이러한 요구에 부응하기 위해서는 제품의 개발기간과 시작기간의 단축을 통한보다 저렴한 가격의 고품질 제품을 만들 수 있는 새로운 생산기술이 필요하게 되었다. 이러한 혁신적 생산기술의 개발은 최근에 소개된 쾌속 3차원 조형(Rapid Prototyping, RP)기술을 활용함으로써 성공적으로 이루어지고 있다. 여기서 RP라 함은 주형이나 금형이 사용되지 않고 궁극적으로는 사람이 개입되지 않으며 CAD 데이터로부터 직접 3차원 형상의 모델을 자동으로 제작하는 기술을 말한다. 이러한 RP를 구현하기 위한 기계장치들은 공통적으로 다음 두 단계를 거쳐 모델을 생성하는 특징이 있다. 첫째, 3차원 CAD 모델을 부품의 단면에 해당하는 두께가 얇은 층(layer)들로 자른다. 둘째, RP 장치가 한 층씩 쌓아 부품 모델을 재구성한다. 이때 각 층은 각각의 RP 장비의 제조방법에 따라 바로 이전 층 위에 생성된다.

이러한 RP 기술은 1986년에 3차원 인쇄술(stereolithography)로 불리워지는 공정이 발표된 이래로 다양한 방법들이 개발되어 왔다. RP 시스템 중 가장 성공적으로 상품화되어 활용되고 있는 대표적인 것들을 간단히 소개하면 다음과 같다.

◎ Stereolithography(SLA)

자외선 레이저 광선이 용기에 들어 있는 액상의 광경화성(photo-sensitive) 수지 표면을 선택적으로 주사하여 광선이 닿는 부분의 수지를 고화시킨다. 부품은 수지 용기내에 있는 받침대(platform) 위에서 제작된다. 한 층의 단면 형상이 생성되면 액상 수지의 표면 밑에 가도록 받침대를 한 층 두께만큼 용기 속으로 내리고 다시 레이저 광선을 주사하여 다음 층을 만든다(3D Systems사).

◎ Fused Deposition Modeling(FDM)

가는 실(filament) 형태의 열가소성(thermoplastic) 소재를 용융점 바로 위 온도까지 가열하여 노즐(nozzle)을 통해서 분사한다. 분사한 층이 고화되면 그 위로 노즐을 이동시키고 소재를 다시 분사하여 다음 층을 만든다. 이 공정은 왁스, 나일론, 플라스틱 등의 소재를 사용할 수 있다(Stratasys사).

◎ Selective Laser Sintering(SLS)

부품의 층을 연속적으로 생성하기 위해 CO₂ 레이저 광선을 분말 형태의 소재의 표면에 주사하여 소재를 융합시키거나 소결시켜 결합시킨다. 한 층이 완성되면 제작 받침대가 내려가고 새로운 분말층을 로울러를 사용하여 균일하게 도포한다. 이 공정은 분말 형태의 왁스, 나일론, 메탈, 폴리탄산에스테르 등을 사용할 수 있다(DTM사).

◎ Solid Ground Curing(SGC)

액상 수지를 자외선으로 경화시킨다는 점은 SLA와 유사하나 이 공정은 한 층씩 한꺼번에 레이저 광선을 주사하는 방법을 사용한다. 부품의 한 층을 나타내는 건식인쇄음화(xerographic negative)가 덮혀 있는 유리판을 액상 수지면 바로 위에 놓고 그 위로 고강도의 자외선을 주사하여 단면 한 층을 만든다. 이때 경화되지 않은 수지는 받침대에서 제거하고 받침대 위에 한 층의 액상 왁스를 도포하여 경화시킨다. 이 왁스는 제거된 수지 부분을 메워서 다음 액상 수지층이 균일하게 도포되도록 할 뿐만 아니라 부품을 지지하는 역할도 하게 된다. 제작이 끝나면 온수 또는 구연산 등으로 부품으로부터 왁스를 제거한다(Cubital사).

◎ Laminated Object Manufacturing(LOM)

한쪽 면에 접착제가 입혀진 종이를 가열된 로울러를 사용하여 이전 종이 층 위에 눌러 붙인 다음, 부

품 단면 층의 외곽선을 따라 레이저 광선을 주사한다. 각 층에서 부품 단면이 아닌 곳은 제작 후 쉽게 떼내기 위해서 적당한 크기의 격자 형태로 레이저를 주사한다. 완성된 최종 부품은 목형처럼 사포질을 하거나 니스를 칠 할 수 있다(Helisis사).

이상에서 소개한 이 RP 기술은 최근 들어 자동차, 가전, 항공, 전자, 중공업, 완구 등 거의 모든 제조업과 의료분야에서 제품의 설계와 생산을 연결하여 제품의 개발기간과 노력을 줄이고자 하는 동시공학(concurrent engineering)의 필수 도구로 인식되어 널리 이용되고 있다. 특히 이 RP 기술을 이용하여 절삭가공에 의존한 전통적 금형제작을 혁신적으로 대체하고자 하는 쾌속 금형제작(rapid tooling)연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 이와 같은 관점에서 볼 때 이 RP 기술은 기존의 CAD/CAM 기술과 결합하여 향후 통합생산시스템(CIM)의 중요한 요소로 작용할 것으로 생각된다.

따라서 본 난에서는 앞으로 RP 기술에 관한 최신 기술정보를 수집하여 독자들에게 제공하고자 한다. 이를 위해 미국 CAD/CAM Publishing사가 매달 간행하는 소식지인 *Rapid Prototyping Report*의 최근 게재 내용중 참고할 만한 주요 내용을 호별로 발췌하여 실기로 한다.

1. New Technology

◎ 새로운 RP장비 - Personal Modeler의 개발

BPM Technology사는 Personal Modeler라 명명한 새로운 RP 장비를 개발하여 시장에 내놓았다. 이 장비는 미세 입자를 분사하여 형상을 만드는 BPM(ballistic particle manufacturing)공법을 사용한다. 이 공법의 원리를 간단히 살펴보면 먼저 용융된 열가소성 소재의 입자 방울을 압전발생기에 의해 제어되는 분사노즐을 통해 초당 12,000의 분사율, 0.003" 직경으로 분사시킨다. 분사된 입자방울은 형상화된 부품과 접촉하여 고화된다. 이어서 또다른 분사노즐을 통해 매우 부드러운 입자 방울을 분사하여 단면 층을 편평하게 고르고 곡면질을 좋게 한다. 이 과정을 전체 단면층에 대해 반복 수행하여 부품을 완성한다.

Personal Modeler의 특징은 FDM과 같이 레이저 광을 사용하지 않기 때문에 기계장치가 일체형으로 간

단하여 사무실 작업환경에서 마치 3차원 레이저 프린터와 같은 개념으로 편리하게 사용할 수 있는 잇점과 함께 장비의 가격이 기존의 다른 RP 장비에 비해 대폭 저렴하다는데 있다. 금년 7월에 출시될 Personal Modeler의 경우 크기가 24"×20"×50"에 불과하고 특별한 통풍이나 냉각장치가 필요없으며 가격은 \$29,000-\$35,000 정도이다. 또한 이 장비내에 탑재된 BPM 소프트웨어는 STL 파일을 수정하고 필요한 지지대를 생성할 수 있으며 그 과정을 장비내의 스크린을 통해 확인할 수 있다. 특히 BPM 소프트웨어는 작업 후 본체로부터 지지대를 쉽게 제거하기 위해 지지대를 생성할 때 본체와 접촉하는 지지대의 부분에 구멍을 자동으로 생성하는 기능도 갖추고 있다.

2. New Software

◎ STL 파일 뷰잉 소프트웨어 - SolidView 발표

지지대 생성 프로그램으로 유명한 Bridgeworks의 개발자인 Solid Concepts사가 마이크로소프트사의 Window 3.1과 Windows NT 환경에서 작동하는 pc 용 STL 파일의 뷰잉용 프로그램인 SolidView를 발표하였다. 주된 기능을 살펴보면 (1) 여러개의 STL 파일들을 한꺼번에 편집할 수 있고, (2) STL 파일이 담고 있는 부품형상에 대한 여러 정보를 계산하여 화면에 표시할 수 있으며, (3) 곡면의 법선벡터들을 표시하여 사용자가 STL 파일의 결합을 찾아낼 수 있도록 하고, (4) STL 파일을 각 단면 층에 해당하는 파일별로 잘라 저장할 수 있다. 그러나 이번에 발표된 SolidView 버전은 지지대를 자동 생성하거나 STL 파일의 결합을 자동 수정할 수 있는 기능은 없다. Solid Concepts사는 이 문제를 해결하기 위해 조만간 SolidView를 Bridgeworks와 결합한 신 제품을 내놓을 계획을 갖고 있다. 개인용 SolidView의 판매 가격은 \$1,995이다.

«RP Report Vol. 5, No. 4, April 1995»

3. Conference Highlights SME *Rapid Prototyping and Manufacturing '95*

SME(Society of Manufacturing Engineers) 주최 Rapid Prototyping and Manufacturing '95 Conference

와 전시회가 금년 5월 2-4일 Michigan에서 성대히 열렸다. 이번 대회에서는 RP 모델을 산업에 응용한 사례와 특히 RP 벤더들의 신 정보가 많이 발표되었는데 그 중 몇 가지를 소개한다.

Helisys는 LOM 장비에 사용될 새로운 고성능 종이인 LPH042를 발표하였는데 이는 저융점 접착제로 코팅되어 있어서 기존의 LOM 제조시간을 30~50% 단축시킬 수 있으며, 또한 이 접착제가 각종 사이에서 더욱 견고한 결속력을 유지시켜주어 부품의 뒤틀림을 상당히 감소시킬 수 있다.

Cubital도 자사의 SGC RP 장비인 Solider에서 사용할 새로운 수지인 Solimer X7501을 개발, 발표하였는데 이 소재는 기계적인 성질을 잘 전달할 수 있을 뿐만 아니라 소재의 수축정도를 줄일 수 있어 부품의 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또한 Cubital은 더 예리한 단면 경계를 생성하기 위해 기존의 마스크 제작기의 성능을 개선시켰다. 이외에 Cubital은 이중 재질로 된 부품을 제작할 수 있는 신제품을 개발 중에 있다.

독일의 EOS(Electro Optical Systems)는 CO₂ 레이저 광선을 사용하여 금속분말을 소결하는 방식의 EOSINT-M 장비를 발표하였다. 이 장비에 사용되는 합금은 접합이나 예열이 필요치 않고, 부품 제조중 수축이 일어나지 않는다. 제작된 다공성 부품은 주석, 동 또는 다른 물질을 침투시켜 결정 사이의 공간을 채우게 된다. 또한 EOS는 고체 상태의 Nd:YAG 레이저를 사용하는 STEREOS MAX 600이라는 새로운 SLA 장비를 발표하였다. 이 장비는 수냉 장치가 필요없고 동일 출력의 가스레이저에 비해 약 2%의 전기 에너지만이 소모된다. 따라서 고출력 레이저로 부품을 빠르게 제작할 수 있다.

Sanders Prototype은 잉크젯 방식의 RP 장비 Model Maker를 발표하였다. STL-Manager 소프트웨어의 제작자인 POGO International에서 설계한 Model-Win이라는 인터페이스를 사용할 경우 HPGL, STL, DXF, Alias OBJ 데이터 화일로부터 부품들을 제작할 수 있다. 가격은 Model-Win을 포함하여 \$55,000이다.

DTM은 Sinterstation 2000으로 금속 형부품을 생산하는 RapidTool 시스템을 개발 중이며 금년 9월경에 상업화가 가능할 것으로 발표하였다.

3D Systems는 CAD 기술자들을 위해 concept modeler격인 사무실용 새로운 RP 장비가 올해중에 발표되고 내년에 생산을 시작할 것이다. 이 장비는

액상 수지를 사용하지 않으며 장비의 운용교육이 거의 필요없을 정도로 조작이 쉬울 것으로 알려졌다.

4. Casting Notes

◎ SoliCast의 개발

독일의 Schneider Prototyping, GmbH사는 자사의 Cubital Solider 5600 RP시스템으로 제작한 부품을 비철금속 인베스트먼트 주조의 목적으로 사용할 수 있는 기술을 개발하였다. SoliCast라 불리는 이 공정은 0.04"만큼 얇은 두께를 갖는 주조품에서부터 3리터 체적의 주조품까지 제조할 수 있으며 다른 RP 시스템에 비해 목형을 훨씬 저렴하고 빠르게 제작할 수 있다. 그러나 SoliCast는 인베스트먼트 주조중에서도 플라스틱 공법에 기초하고 있어서 3D Systems가 개발한 QuickCast의 셀 공법에 비해 제작할 수 있는 부품의 크기에는 제한이 있다.

5. Rapid Prototyping and Manufacturing Resource Guide의 출간

미국의 Denton & Company사는 RP 전반에 관한 유용한 정보를 담은 1995년도판 가이드를 출간하였다. 이 가이드는 RP 장비 및 소프트웨어의 제작자, RP 용역 업체, 수지 제조업체, 연구시설, 자문 기술자, RP와 관련된 협회와 간행물에 대한 600여개의 주소, 전화 및 팩스 번호, 보유하고 있는 RP 장비와 CAD 시스템에 대한 정보를 실고 있는 전자 목록이다. 또한 여기에 수록된 literature guide에는 1988년도부터 현재까지 간행된 RP 관련 책, 잡지, 단편 기사, 기술논문 등 800개 이상의 서적류에 대한 목록과 함께 이것들을 참고하거나 전체 내용을 입수하는데 필요한 각종 정보가 들어 있다. 이 전자 목록은 마이크로소프트사의 Windows 3.1 환경에서 작동하며, 최소 6 MB의 램(권장 메모리는 8 MB), 8 MB의 디스크 여유공간, VGA 그래픽 카드가 필요하다. 1995년도판 Rapid Prototyping and Manufacturing Resource Guide의 가격은 \$295이며, 매년 1월과 6월에 개정판이 나올 예정이며 개정판의 추가구입 비용은 \$50이다(첫 개정판은 무료).

«RP Report Vol. 5, No. 5, May 1995»

6. Conference Highlights

The Sixth International Dayton Conference on Rapid Prototyping

미국 Dayton대학교가 매년 주관하는 RP conference로서 제 6회 Daton Rapid Prototyping conference가 금년 6월에 열렸다. 그러나 이번 대회는 한 때 세계적으로 저명한 RP conference였으나 다른 RP conference events에게 밀려 상당히 빛바랜 대회가 되고 말았다. 특히 전시회에는 20개 팀만이 참가하는데 그쳐 RP 산업의 전반적인 상황을 보여 주지 못했다. 그 중에서 주목되는 몇가지 내용을 요약하여 소개한다.

◎ 의료 및 치과 시술에 RP모델의 적용

오스트레일리아의 Queensland 대학에서는 CT (Computer Tomography)와 MRI(Magnetic Resonance Imaging) 데이터로부터 RP 모델을 생성하여 이를 두개골과 얼굴 수술에 사용한 사례를 발표하였다. 이 보고에서 외과 의사들은 복잡한 뼈의 절개 또는 접합 수술 중에 기존에 유일한 인체구조의 해독 도구였던 X-ray보다는 오히려 RP 모델을 실제적인 참고용으로 사용할 수 있었다. 그 결과 두 명의 외과 의사가 복잡한 기술을 요하는 수술에서 이전에 비해 극적인 시간단축을 가져왔으며, 또한 너무 작아서 들여다 볼 수 없는 절개 부분과 같은 형상에 대해 RP 모델을 이용하여 수술 도구의 위치를 쉽게 선정할 수 있었다. 한편, 치과 시술에서도 RP 모델은 치아 상태의 진단과 치료 과정에서 기존 방법에 비해 크게 효과가 있음이 알려졌다. 일례로 구강 뼈종양이 진단된 경우 수술에 앞서 뼈종양을 3차원 형상화함으로써 종양제거 수술계획을 효과적으로 세울 수 있다. 외과 의사와 치과 의사는 향후 의사 자신이 사전에 정확한 수술의 계획을 세우기 위해 또한 수술 후 환자의 재활 과정을 가시화하기 위해 RP 모델에 크게 의존할 것으로 예견하였다.

◎ 교육용 RP장비의 개발 사례

Utah 대학에서는 새로운 교육용 저가 RP 시스템인 Shapemaker I을 개발하였다. Shapemaker I은 sign-making 플로터를 사용하여 뒷면에 접착제로 코팅되고 그 위로 딱지가 붙여진 종이를 자른 다음, 어

셈블리 보드의 인덱스 편 위로 위치시킨다. 일단 종이 수동으로 보드 위로 옮겨지면 종이 뒷면의 딱지를 떼내어 접착제가 노출되면 그 위로 다음 종이를 차례대로 위치시켜 붙여 나감으로써 전체 부품을 완성한다. 이 공법은 지지대가 필요없으며 부품의 전체 단면 층을 부분층돌(sub-stacks)로 나누어 여러 층을 동시에 쌓을 수 있어 제작시간을 줄일 수 있다. 또한 이 대학에서는 대형 부품을 제작하기 위한 Shapemaker II 시스템을 개발하고 상품화를 계획하고 있다. 이 Shapemaker II는 한 층의 두께가 1인치인 종이도 가공할 수 있는데 이때 두꺼운 종이를 수직절단할 경우 흔히 문제가 될 수 있는 계단형상의 거친 면 발생을 해결하기 위해 새로운 개념을 도입하였다. 즉 Shapemaker II는 상, 하면 두개의 플로터 헤드를 갖고 있고 두 헤드 사이에 연결된 와이어로 종이를 자른다. 이때 상면헤드는 단면 층의 상면의 윤곽선을, 하면헤드는 하면의 윤곽선을 따라 가공하게 되는데 두 헤드 사이의 상대위치, 즉 와이어의 각도가 각 단면의 모서리 윤곽형을 결정하게 된다. Shapemaker II를 사용하여 시험제작한 결과 길이가 15피트, 비틀림각이 42°인 테이퍼진 터어빈 날개를 제작하는데 총 9시간, 소재비 \$110가 소요되었으며 형상의 정확도는 CAD 모델에 비해 오차범위가 0.08-0.6%였다.

◎ 새로운 RP 소재의 개발

Helisys는 이 회사의 LOM 장비를 위해 사용할 수 있는 새로운 플라스틱 소재를 개발해 향후 6개월 이내에 상용화할 예정이다. 이 새로운 소재는 기존의 종이 소재보다 상당히 강하고, 종이처럼 습기를 흡수하거나 팽창되는 것을 피할 수 있다. 이 플라스틱 소재는 특히 물에 장시간 노출되어야 하는 부품을 LOM 공법에 의해 제작하고자 할 때 사용될 수 있을 것이다.

7. Rapid Prototyping on the World-Wide Web

Rapid Prototyping에 관한 정보를 담고 있는 몇 개의 웹사이트(web site)를 소개한다. 이 웹사이트에 접근하기 위해서는 인터넷과 하이퍼 텍스트를 읽을 수 있는 브라우저(browser)를 이용해야 한다.

◎ 시작하기에 좋은 웹사이트

- (<http://www.dtm-corp.com/~nelson>)
- (<http://www.eng.clemson.edu/dmg/iderp/iderp1.html>)
- (http://www.cranfield.ac.uk/aero/rapid/rapid_prot.html)

◎ 기타 웹사이트(광호안은 관리기관)

- (<http://www.iquest.net/cubital/index.html> (Cubital))
- (<http://www.dtm-corp.com/home.html> (DTM))
- (<http://sffoffice.me.utexas.edu> (Univ. of Texas at Austin))
- (<http://www.asel.udel.edu/~jayanthi/fff.html> (Univ. of Delaware))
- (<http://web.mit.edu/afs/athena/org/t/tdp/www/home.html> (MIT))
- (<http://www.udri.udayton.edu> (Univ. of Dayton))
- (http://atlas.edrc.cmu.edu:8888/acorn/acorn_prototyping.html (Carnegie Mellon Univ.))
- (<http://www.arc.ab.ca/> (Albert Research Council))
- (<http://www.cs.hut.fi/~ado/rp/rp.html> (Helsinki Univ. of Tech.))
- (<http://www.cadcam.kth.se/public/computer/fff/RP.html> (Sweden's Royal Inst. of Tech.))
- (<http://aza-www.iwb.mw.tu-muenchen.de/>)
- (Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften Anwenderzentrum, Germany)

«RP Report Vol. 5, No. 6, June 1995»

8. Reader Survey Results

RP Report에서는 매년 RP Report 구독자들에게 RP에 관련한 몇가지 설문조사를 실시하고 있다. 이러한 설문조사를 통해 알고자하는 것은 현재 누가 RP를 이용하고 있으며, RP를 이용한 단기 계획은 무엇이며, 가까운 장래에 도입하려 하는 RP 장비는 어떤 것인가 등이다. 설문조사 내용중 흥미로운 것 몇가지를 다음에 요약 소개한다.

◎ 가장 시급한 문제점

RP 업계가 당면하고 있는 가장 큰 문제점으로 응답자의 51%가 RP용 소재의 열악한 물리적 성질을 지적하였고, 그 다음으로는 고가의 장비 가격, 금속 부품을 RP로 직접 제작할 수 없다는 점, RP 제품의 표면 거칠기, 정밀도 순이었다. 그 밖에 이 분야의 당면과제로는 좋은 CAD 시스템이 없다는 것, 현재의 RP 속도의 향상 문제, 고가의 RP 소재 및 RP 공급자의 과장된 선전 등이 지적되었다.

흥미로운 것은 단지 3%만이 "rapid prototyping"이라는 이름의 부정적성을 지적하였다. 그러나 제품의 신뢰도 및 공급자의 기술지원 문제에 대한 불만은 전체의 2%만이 지적하여 큰 문제가 되지 않음을 보였다(그림 1. 참조).

◎ 장치 도입을 검토하고 있는 RP 장비

대략 40%의 응답자가 향후 1년내에 RP 장비를 구입할 계획을 갖고 있다고 하였다. 이는 작년 대비 35% 증가한 수치이다. 어떤 장비의 도입을 검토하고 있는가에 대해서는 83%가 3D Systems사 제품을 꼽았고, 그 뒤를 이어 Helisys(47%), Stratasys(36%), DTM(35%), Sanders Prototype(23%), IBM(15%), Cubital(8%)이 차지하였다(그림 2. 참조).

◎ 용역 업체를 통한 RP작업

응답자 중 67%가 용역 업체를 통한 RP 작업을 하고 있는 것으로 조사되었다. 용역 업체에서 사용하

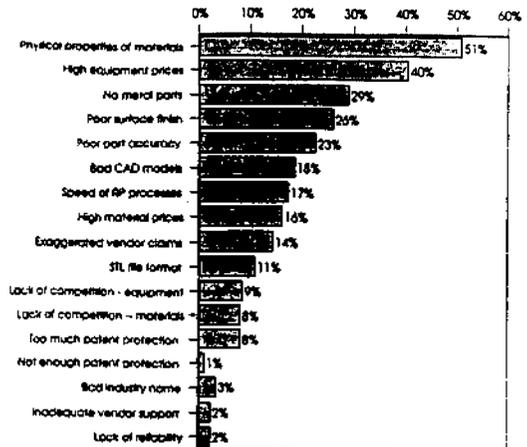


그림 1. RP Report 구독자 설문조사 결과 RP 업계가 당면하고 있는 가장 중요한 문제점들.

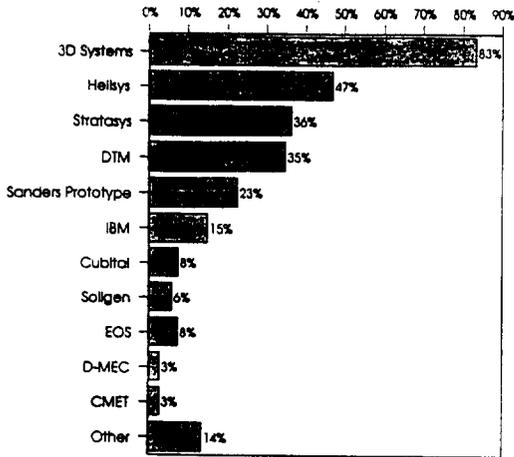


그림 2. 향후 1년 이내 구매를 계획하는 RP 장비들.

는 RP 장비로는 85%가 3D Systems사 제품이었고, DTM(40%), Cubital(31%), Helisys(28%), Stratasys(8%)가 그 뒤를 이었다.

◎ CAD 시스템

응답자의 93%가 RP 모델 제작을 위해 Solid 모델링 시스템을 사용하고 있다고 한다. 이 중 58%가 Parametric Technology사의 Pro/Engineer를 사용하고 있으며, 이는 Pro/Engineer의 인기는 93년도(38%), 94년도(46%)에서 볼 수 있듯이 지속적으로 상승하는 것으로 나타났다. 두번째로 인기있는 것은 12%의 Unigraphics이고 그 다음으로 CATIA, AutoCAD, I-DEAS 등이 대략 10%정도의 점유율을 보였다.

9. RP World Market

다음 기사는 SME 주체 Rapid Prototyping & Manufacturing Conference(Dearborn, Michigan, May 2-5, 1995)에서 Colorado 소재 Wohlers Associates의 Terry Wohlers가 발표한 RP 업계의 시장 동향과 예측 내용 중 일부를 발췌한 것이다.

Wohlers에 의하면 RP 산업은 1989년부터 1992년까지 매년 평균 25%씩 꾸준히 성장해 왔다고 한다. 그에 의하면 RP 장비, RP 관련 서비스, RP 소재 등 RP 산업 전반에 있어 총 250%의 급격한 신장이 1993년에 이루어져 총 매출이 \$100백만에 육박하는 것으로 보고 있다. 이러한 신장세는 1994년도에도

지속되어 대략 매출 총액이 2배에 달하게 되었다고 한다. 이러한 매출액에는 RP 관련 2차 산업부문 즉, silicon rubber molding 및 part duplication 부분의 매출은 고려되지 않은 것이라 한다.

Wohlers에 의하면 RP업계의 단기 전망은 매우 밝은 편이다. 최근 성장세에 근거하여, 그는 1995년도 매출 총액이 대략 \$318백만을 넘을 것으로 보며 1996년도에는 대략 \$475백만에 달할 것으로 예측하고 있다. 또한 그는 올해 대략 540대의 RP장비가 보급되어 1995년말까지는 전세계적으로 총 1500대 정도가 보급될 것으로 전망하고 있다.

«RP Report Vol. 5, No. 7, July 1995»

10. Inventor's Corner

◎ Reverse Engineering을 위한 새로운 방법

Reverse engineering에 대한 논의는 여러 면에서 활발히 진행되어 왔다. 만약 실물로부터 형상 정보를 추출하여 이를 CAD시스템 내에서 이용해야 할 필요가 있을 때는 여러가지 방법이 동원 가능하나 대다수의 방법에서는 여러 문제점들이 나타나고 있다. Laser digitizer나 touch-probe들을 사용할 경우에는 단지 물체의 표면 정보만을 추출할 수 있고 내부의 관통 구멍이나 동공 등에 대한 정보 추출은 불가능하다. 만약 이러한 내부 정보가 필요하다면 상용 X-ray 시스템을 사용해야 하지만 이 장비는 매우 고가이고, 물체 내부를 투사하는 깊이에는 한계가 있어서 투사 대상 형상의 크기에 제한이 따른다.

Crump Group사(CGI)의 설립자인 Craig Crump는 철제 제품 뿐만 아니라 임의의 물질의 복잡한 형상도 digitize 할 수 있는 새로운 장비를 개발하였다고 한다. 물체 외부 표면의 구체적 형상 정보만을 추출할 수 있는 laser 주사를 기반으로 하는 일반적인 장비와는 달리, 이 Crump 장비는 물체의 외부 뿐만 아니라 내부 정보도 동시에 추출할 수 있다고 한다.

우선 대상 물체를 에폭시 수지가 담겨있는 용기에 넣어 물체 내부에 에폭시 수지가 골고루 충전되도록 하여 고형화시킨다. 그 다음, 산업용 절단기를 사용하여 고형 처리된 대상 물체를 두께 0.001"-0.1" 정도로 얇게 자른다. 이때 물체 내부에 충전되어 고형화된 에폭시 수지는 얇게 잘려진 물체가 부

서지거나 변형되는 것을 방지하는 역할을 한다. 또한 이 수지는 물체의 각 단면 경계와 시각적으로 명료한 대비를 보이는 역할도 한다. 이처럼 물체를 모두 얇은 조각으로 자른 후 Crump 장비에선 상용 스캐너를 이용하여 각 단면을 200-1200DPI 정도의 분해능으로 스캐닝한다. 이렇게 입력된 단면 정보는 Imageware사의 Surface 소프트웨어를 이용하여 IGES, DXF, STL 혹은 그 밖의 다른 형식의 파일로 변환되어 궁극적으로는 CAD 시스템에서 사용될 수 있게 한다.

Crump에 의하면 새로 개발된 장비는 상용 X-ray장비보다 가격이 매우 저렴하고, 대상물의 크기에 거의 구애 받지 않는다고 한다. 그에 의하면 3.5" x 3.5" x 3.5" 크기의 물체의 내, 외부 표면 정보를 추출하는데 있어서, 만약 상용 X-ray장비를 이용하면 대략 \$5,000의 비용이 들 것으로 보고 있는데 비해 CGI장비를 이용할 경우는 대략 \$800의 비용으로 1시간 정도의 작업시간이 소요된다고 한다.

CGI 장비의 주요 단점은 대상 물체의 형상정보를 비파괴적으로 추출할 수 없다는 점이다. 그러나, Crump는 대다수의 reverse engineering업체에서는 이러한 점은 큰 문제가 되지 않는다고 생각한다.

현재 CGI 장비에서 측정 가능한 형상은 5" x 4" x 3" 정도이나 1995년 4/4분기에는 12" x 12" x 8" 정도 까지 처리할 수 있는 장비가 대략 \$100,000 정도의 가격으로 공급될 수 있을 것이라 한다. 참고로, 상용 X-ray 장비는 최소 \$400,000 정도가 될 것으로 보고 있다.

11. New Resource

◎ Rapid Prototyping Technology Abstracts지 창간

"Journal of Rapid Prototyping Technology Abstracts"란 이름의 새로운 RP 전문 잡지가 1년에 두 번씩 Paratino Press사에 의해 출간되기 시작하였다. 이 잡지는 20개 이상의 RP관련 저널 및 Proceedings와 미연방 특허국, 상표국의 RP관련 특허 사항에 대한 공고 사항 등을 재조망할 계획이다. 이 잡지의 편집인인 Jerome Johnson은 캘리포니아 소재 J-TECH의 사장으로서 비충격식 인쇄(non-impact printing) 및 RP기술 등에 대한 전문역을 맡고 있다. 이 잡지

의 연간 구독료는 미국내에선 \$295, 그 밖의 지역에선 \$325이다.

 «RP Report Vol. 5, No. 8, August 1995»

12. Research Notes

- *International and European Conference on Rapid Prototyping held June 1995, in Dayton, Ohio and in Belgirate, Italy*
- *The Solid Freeform Fabrication Symposium in Austin, Texas in August 1995*

다음 기사는 위의 1995년도 RP 관련 학술대회 및 심포지움에서 발표된 내용 중 주요 의제로 부각된 세라믹 소재를 이용한 RP 공정에 대한 내용을 발췌하여 간단히 소개한 것이다.

◎ Spotlight on Ceramics

세라믹은 강하고, 열적 및 화학적으로 안정적인 성질을 갖고 있다. 또한 어떤 경우에는 압전현상과 초전도현상을 일으키는 특별한 성질을 보이기도 한다. 그러나 세라믹의 가장 큰 단점은 충격에 약하다는 것이다. 이 때문에 기계 가공성도 매우 나쁘다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 방안으로, 원하는 형상을 세라믹과 타 물질의 혼합체로 정교하게 만든 뒤 - 이렇게 제작된 중간 형상물을 "green body"라 한다 - 이를 충분한 강도를 갖도록 불에 구워 소결시킨다. 이때 타 혼합물질은 제작 공정 중 세라믹의 쉽게 부서지는 성질을 완화내지는 보완하는 역할을 한다. 이 물질은 뒤에 소결과정 중 제거된다. 한 예로서, 세라믹 분말가루를 일반 플라스틱 분말과 잘 혼합하여 물체를 만든 후 이를 소결하여 플라스틱 성분을 제거하고 세라믹 분말가루는 녹여 고밀도 형상을 완성하는 방법이 있다. Michigan대학의 한 연구팀은 "세라믹-SLA"라는 것을 발표하였는데, 이는 보통의 SLA장치에서 세라믹 분말을 수지 용기에 골고루 섞어 사용하는 것인데 레이저가 수지를 경화시켜 구조물을 만들어 가면 수지 속의 세라믹 분말이 자동적으로 그 구조물 속에 혼입되어 수지와 함께 경화되어 구조물을 이루게 된다. 이때 세라믹 분말과 수지의 혼합비 등이 SLA 작동 성능의 주요 인자가 된다.

비슷한 유형의 또 다른 연구로는 Rutgers 대학과 Allied Signal사가 수행하고 있는 FDC(fused deposition of veramics) 프로젝트가 있다. 이들은 Stratasys사의 FDM 장비를 통해 연속적으로 공급될 수 있는 세라믹이 부과된 필라멘트를 개발 중에 있다. FDC 프로젝트에서는 용융물질에 세라믹 분말을 혼합하여 최종적으로 형성되는 응고물 속에 세라믹이 혼입되게 하고자 하는 연구로서 결과가 매우 기대되는 프로젝트이다.

13. Process Enhancements

◎ DTM's RapidTool

DTM사는 RP장비를 사용한 금속 사출 형제작을 지원하는 자사의 RapidTool의 현장 테스트를 시작했다고 발표했다. 올 11월경 시판에 들어갈 이 장비는 현재 Louisville 대학과 Xerox사의 두 곳에서 테스트 중에 있다고 한다. Sinterstation을 이용하는 RapidTool에서는 접착제가 피복된 탄소강 입자를 녹여 물체를 만든다.

DTM의 소재 및 공정 개발 책임자인 K. McAlea에 따르면 Laserite LM-6000이라는 새로운 소재는 열분해 접착 플라스틱이 피복된 약 50 μ 정도 직경의 저탄소강 입자들로 구성되어 있다. 중량비로는 99%가 탄소강이고 1% 정도가 접착제이다. 이 공정은 다음과 같이 요약된다. 즉, Sinterstation을 이용하여 접착제 피복 탄소강 입자들로 1차적으로 중간 형상(green body)을 만든 후에 이를 도가니 속에 설치하고 그 주위를 구리 조각들로 둘러싼다. 질소 70%, 수소 30% 정도의 대기압 하에서 섭씨 300-400도로 유지되는 노 속에서 이 도가니를 대략 5시간 정도 계속 가열

하면 접착제 성분은 모두 녹아 제거된다. 이 노의 온도를 다시 섭씨 1080도로 상승시켜 도가니 속의 구리를 녹이면 green body의 접착제가 제거되면서 형성된 탄소강 입자사이의 빈 공간을 용융된 구리가 보세관 작용으로 흘러 들어가 채우게 된다. 이상의 접착제 제거 및 용융 구리의 되채움 과정은 대략 2일이 소요된다고 한다. McAlea에 의하면, 이렇게 처리된 제품은 무다공성(non-porous)으로 대략 저탄소강 60%, 구리 40%의 조성비를 갖게 되어 결과적으로 알루미늄 7075와 비슷한 물성치를 보여 사출몰드의 시작품으로는 안정미준인 특성을 보인다고 한다. DTM에 따르면, 최종 결과물은 크기에 따라 +/- 0.005" - 0.01"의 정밀도를 유지한다. 다만, 표면에 계단 무늬나 그 밖의 불규칙한 무늬가 나타나기 때문에 최종적으로 표면처리나 연마가 필요할 것이라 한다.

RapidTool MSM(material startup module)의 가격은 소프트웨어, 하드웨어 및 Sinterstation 2000을 약간 수정하는 작업을 포함하여 대략 \$20,000로 보고 있다. 이 장치에서 사용될 소재 Laserite LM-6000은 파운드당 가격이 \$32로써, 44파운드 포장으로 공급될 것이라 한다.

 <<RP Report Vol. 5, No. 9, September 1995>>

본기사는 금오공과대학교의 박종천 편집위원, 제주대학교의 조경호 편집위원, 서울산업대학교의 맹희영 편집위원이 "Rapid Prototype Report"에서 발췌하였으며 출판사인 CAD/CAM Publishing Inc.의 연락처는 다음과 같다.

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