

# Rapid Prototyping에 관한 소식

## 1. RP 산업의 현황

### 1.1 RP 산업의 과거와 현재

1992년 첫 번째 RP 회의인 SME(Society of Manufacturing Engineers)가 열렸을 때 RP 산업은 아직 초기 단계였다. 그 회의에는 100명도 채 안되는 사람들이 RP가 미래의 제조업에서 어떻게 구체화될지 의논했었다. 자동차, 항공, 초기의 서비스 뷔로의 비중 있는 기업인, 대학의 연구원, 재료학자들로 구성된 그들은 SLA(sterolithography), SLS(selective laser sintering), FDM(fused deposition modeling), LOM(laminated object manufacturing)의 선두주자들이었다. 몇몇은 RP가 사출 성형 생산품을 만드는 가장 정확하고도 가장 빠른 방법이 될 것이라 예견했고, 또 다른 사람들은 RP가 소형 제조 산업으로 곧 변할 것이라 생각하기도 했다.

1992년의 기술은 RP 기계를 가동시킨다 할지라도 낮은 정확도를 가진 깨지기 쉬운 part를 생산할 정도 밖에 안되었다. 그럼에도 불구하고 손으로 원형을 만드는데 요구되는 기술이나 시간에 비교할 때, RP가 상품을 개념화 단계에서 현실화 단계로 이동시킨 방법은 가히 혁명적이었다. 오늘날, 8년이 지난 뒤, 이러한 SLA(sterolithography), SLS(selective laser sintering), FDM(fused deposition modeling) 기술에 의해 만들어진 대부분의 part는 여전히 개념 모델과 시작품으로 사용되어지고 있다.

아주 특별한 경우를 제외하고는 RP 기술은 직접적으로 제조업 제품을 만드는데 사용하기는 어렵다. 1992년의 RP 기계는 비싸고 정확성이 떨어지며 신뢰할 수 없는 수준이었으며 아주 소수의 진보적인 회사들에 의해서만 사용된 반면에, 오늘날의 기계들은 넓고 다양한 재료로 보다 정확한 제품들을 생성할 수 있다. 그러나 여전히 가격은 비싸다. 아직도 초기에 RP에 대해 생각했던 것들이 이루어지기를 기다릴 뿐이지만, RP를 시도하지 않았던 제조업 회사는 매우 드물다.

### 1.2 RP와 Manufacturing 2000

RP 산업이 성장함에 따라, RPA/SME(Association of the Society of Manufacturing Engineers)의 후원을 받는 전시회나 회의는 RP의 가장 중요한 행사 중의 하나가 되었다. 올해 대략 2,200명의 사람들이 RP 행사에 참가하기 위해 시카고 교외의 일리노이에 있는 Rosemont에 모였다. 컨퍼런스나, 튜토리얼, 그리고 설비 견학을 온 사람들 뿐만 아니라, 단지 전시회를 관람 온 사람들까지 포함하여 작년에는 대략 2,000명이 왔던 것에 비해 올해에는 근소하게 총 참가자들의 수가 증가했다. 그러나, 기술 컨퍼런스에 참가한 수는 작년의 495명에 비해 올해에는 467명으로 근소하게 감소했다. RPA/SME 박람회는 산업의 분위기를 느끼기에 매우 좋은 장소이다. 그러나 작년에는 침체가 만연되었다. Terry Wohlers는 그의 연례보고에서 서비스 뷔로와 머신 제작자들은 고전했고 RP 산업이 심각한 침체에 직면했다고 밝혔다.

그러나 Terry Wohlers의 올해의 낙관적인 전망, 3D Systems, DTM, Stratasys의 어느 정도의 이윤 등을 볼 때 올해는 그 침체가 그렇게 만연될 것 같지는 않다. 올해는 예전의 들뜬 분위기와 작년의 침체들 다 보여지지 않기 때문에 올해의 참가자들은 감정적이기보다는 실용적인 것처럼 보였다. 참가자들은 계속 조형 기술이 언젠가는 시대에 뒤진 기술이 될 것이라고 생각하는 사람들보다는 SME의 WESTEC이나 EASTEC을 보는 것을 더욱 좋아했다.

### 1.3 판매 현황

매년 RPA/SME 컨퍼런스는 RP 산업에 대한 전문가인 Terry Wohlers의 평가로 시작된다. Wohlers는 각각의 RP 제조사에 의해 팔려진 수를 조사하고, 매년 RP 시장의 규모를 평가한다. RP 산업에 대한 열정적인 지원자인 Wohlers는 RPA를 성립시키고, SME 내에 RPA를 가입시키는 중개자였다. 작년에 그는 지난 몇 년간의 큰 성장을 거친 RP

산업은 매우 큰 침체를 가질 것이라고 했다.

1996년의 42.6퍼센트의 성장, 1997년의 7.5퍼센트 성장에 비하면, 1998년에는 RP 산업을 위한 주요 시장이 대략 4억7천3백만 달러인 4.5퍼센트만의 성장이 있을 거라고 말했다. 1998년에는 1997년보다도 4퍼센트 적은 990대의 RP 장비가 팔렸다. Wohlers는 Geoffrey Moore의 저서인 "Crossing the Chasm"에 표현된 이론에 근거하여 RP 기술을 초기에 채택한 사람들과 일반적으로 더 큰 시장을 가지고 있는 후에 등장한 실용적인 구매자들 사이에 큰 차이가 있다는 점에서 침체에 대한 원인을 찾았다.

Wohlers는 RP 산업의 침체는 끝에 도달했고, 이제는 대체적으로 경기가 상승할 것이라고 예측했다. 장비 판매는 1999년에 1,150대로 전년도에 비해 22퍼센트가 증가했다(그림 1 참조). 판매된 장비의 약 48퍼센트는 Z Corporation사의 Z402, Stratasys의 Genisys, 3D Systems의 ThermoJet 등으로 낮은 가격의 장비들이었다. 1999년에 3D사에 의해 판매된 303대의 장비들 중 절반인 155대는 ThermoJets였다. RP의 주요 시장은 5억3천9백만 달러로 대략 14퍼센트가 증가했다(그림 2 참조). 주요 시장은 제품과 서비스로 구성되어 있다. RP와 시스템 업그레이드, 재료, 레이저와 같은 부품시장, thirty-party software 등을 포함한 제품 부분은 1998년에 비해 거의 15퍼센트 증가해서, 1999년에는 대략 2억3천7백만 달러가 될 것이라고 추산했다. 모델과 모형을 만드는 서비스 뷔로와 RP 장비 유지 계약, 교육,

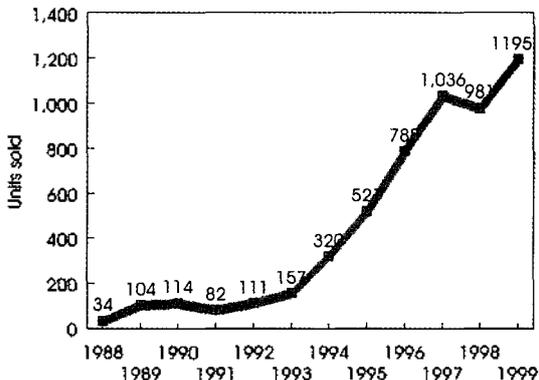


그림 1. 작년의 침체후에, 장비 판매는 다시 증가하고 있다. Terry Wohlers에 의하면, 1999년도 판매된 장비의 절반 가량이 6만5천달러 이하의 제품이다.

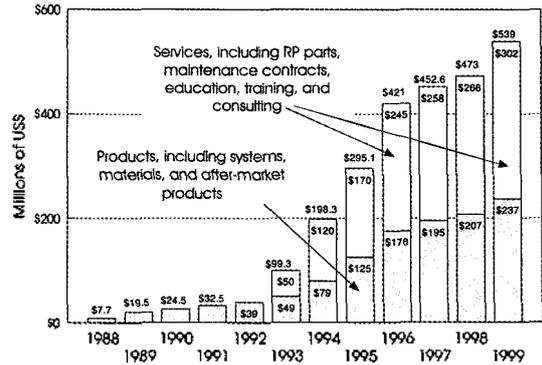


그림 2. RP의 전체적인 시장규모가 1999년에는 5억3천9백만 달러까지 거의 14퍼센트가 증가했다.

세미나, 학술회의, 출판, 광고, 상담 서비스 등에 의해 산출되는 수입을 포함하여, 서비스 분야는 3억2백만 달러로 거의 14퍼센트가 성장했다. 모형으로부터 생산된 주형, 바로 RP 프로세서에 의해 얻어진 금형, 이런 금형으로부터 생산된 주형들과 부품들을 만드는 금형을 포함하여, 부가 시장은 5억7백만 달러로 34.6퍼센트가 증가했다.

Wholers에 관한 정보는 아래의 주소와 사이트에서 얻을 수 있다.

- Wohlers Associates, OakRidge Business Park, 1511 River Oak Drive, Fort Collint, Colorado 80525
- Telephone : (970)225-0086
- FAX : (970) 225-2027
- Web site : <http://www.wohlersassociates.com>

## 2. RP 기술의 응용 사례

### 2.1 주문 제작에 효과적인 RP

1997년 당시 28세인 중권 인수업자 Zia Chisti는 단단한 플라스틱으로 치열을 교정시키기 위해 만들어진 치열 교정기를 잃어버렸다. 치열 교정기가 없는 Chisti의 치아는 원래의 위치로 되돌아가기 시작했고 치열 교정기를 다시 끼워 넣고서야 치아는 제 위치로 돌아갔다.

전통적인 치열 교정기는 각각의 치아를 단단히 굳히기 위한 금속 캡을 필요로 한다. 치아는 이들 금속 캡에 연결된 튼튼하게 죄여진 철사에 의해 움직여진다. 많은 성인들은 치열 교정을 위해서 격주

마다 철사를 죄기 위해 치과를 방문하거나 입안 가득히 금속 캡을 넣고 다니기를 원하지 않기 때문에 치열교정을 하기 싫어한다. Chisti는 치열교정기가 조금씩 치아들을 움직여서 치아를 고르게 교정시키는 거라면 왜 점차적으로 환자의 치아를 적절한 위치에 교정시켜 가는 일련의 맞춤 제거형 치열 교정기가 전통적으로 사용되어지는 치열 교정기를 대신하지 않는 것일까 하는 궁금증을 가졌다.

Chisti는 동기생이던 Kelsey Wirth와 함께 새로운 회사를 시작하기 위해 벤처 자본을 모았다. 초기 자본 170만 달러를 가지고 Chisti의 아이디어를 현실화하기 위해 Align Technology 사를 설립했다. Chisti의 아이디어는 이 회사의 자본을 3900만 달러 이상의 이득을 얻게 하였고 치아를 교정하기 위해 이 새로운 시스템을 사용하도록 1000명 이상의 치열교정 의사들을 교육시켰다.

Align 사의 시스템은 Invisalign이라 한다. 이것은 치열 교정 의사가 환자의 치아 본을 뜨는 것에서 시작한다. X-Ray에 의해 치아의 형을 얻어내고 이것은 치열 교정 의사가 얼마만큼 치아들을 움직여 치아를 교정시킬까 하는 의사의 치료계획과 함께 Align 사에 보내진다. Align 사에서는 치아의 형을 스캔하고 독자적인 소프트웨어를 사용하여 환자의 입 구조를 모델링한다. 이 컴퓨터 모델은 치열 교정을 위한 치아의 이동을 보여 주기 위해 일련의 변화를 통하여 치열 교정 의사의 계획에 따라 조각되어진다. 일단 치아의 움직임을 컴퓨터로 애니메이션화하여 검토하고 치열 교정 의사의 승인을 받는다. Align 사는 환자의 치아 위치를 고정할 단단하고 청결한 플라스틱으로 된 일련의 맞춤 교정기를 제작하게 된다. 각각의 교정기는 아주 조금씩 다른 모양으로 만들어져 점차적으로 처음의 치열 교정기로부터 원하는 치열 교정의 이동 위치에 따라 다음 교정기의 형을 조금씩 변화시켜 만들어 가는 것이다.

San Diego의 한 치열 교정 의사인 Dr. Michael Minnich의 말에 따르면 환자에게 약 2주마다 단계적으로 치열 교정기를 바꾸어 간다고 한다. 각각의 치열 교정기의 적합성은 매우 정확해서 점착성이 없이 치아를 정확한 위치에서 단단하게 고정시켜 나간다. 전통적인 치열 교정기와 비교하여 이점은, 환자가 치열 교정기를 단단히 죄기 위해서 격주마다 병

원에 가는 대신에 6주마다 교정기가 올바르게 작동하는지 검사하기 위해 병원에 잠시 들리기만 하면 된다는 것이다. 이것의 단점은 가격이다. Invisalign 시스템은 전통적인 치열 교정 방법보다 50% 더 많은 비용이 든다는 것이다.

환자는 교정기를 착용하고 있는 동안에도 말하거나 잠을 잘 수 있다. 대부분의 환자들은 그들의 친구들조차 그들이 치열 교정기를 착용하고 있는지 알아채지 못한다고 말한다. 가장 효과적인 치열 교정을 위하여 환자는 하루에 약 20시간 동안 치열 교정기를 착용하고 있어야만 한다. Dr. Michael Minnich는 그의 환자들 대부분이 이를 닦거나 음식을 먹을 때만 치열 교정기를 빼낸다고 한다.

Invisalign 치열 교정 과정은 약 18개월에서 24개월 정도가 소요된다. 이것은 전통적인 치열 교정 방법과 같은 기간이 요구되며 가장 정확한 치열 교정을 위해서는 적절한 기간이다. 이 시스템은 성인을 위한 것이다. 성장하는 아이들의 치아 움직임을 예상하고 그 움직임을 컴퓨터로 애니메이션화 하기에는 너무 어렵기 때문이다. 환자의 치아 움직임을 매우 정확하게 예측할 수 있다는 것은 흥미로운 일이다. Invisalign 소프트웨어를 사용하여 단계적인 치열 교정기 사이의 미세한 움직임을 조절할 수 있다. Dr. Michal Minnich는 전통적인 치열 교정 방법은 좀 더 반복적인 기술 작업이 든다고 한다.

Align 사의 제조 파트 부사장인 Len Hedge는 회사가 어떻게 맞춤 교정기를 생산하는지 정확하게는 말하지 않을 것이다. 최근 Align 사는 3D System사와 앞으로의 18개월에 걸쳐 3D사의 최신식 SLA-7000 10개를 구입하는 대량 구입 동의서에 서명을 했다. SLA-7000은 3D사의 가장 빠르고 가장 정확한 RP 시스템이다. 이것은 0.001 Inch (0.025 mm) - (SLA-5000 최소 적층 두께의 반절)의 얇은 층을 적층하여 형상을 성형하는 것이 가능하다. 이것은 또한 제시가격이 799,000달러로 3D사의 가장 비싼 기계이다. Hedge는 RP가 0.020-0.035 inch의 적층 두께를 가지고 승인된 열가소성 수지(FDA)로 만들어지는 치열 교정기 생산의 중요한 부분을 차지한다고 말한다. Align 사가 SLA-7000을 사용하여 바로 치열 교정기를 만들든지 아니면 치열 교정기를 위한 주형을 만들지 간에 각각의 치열 교정기는 환자의 치아로부터 컴퓨터 스캔



그림 3. 주문형 치아 교정기를 만드는데에 SLA를 사용한다.

데이터를 통하여 RP로 만들어진다. 이것은 주문 고속 생산을 현실화시키는 것이다. American Dental Association 저널은 미국 성인의 2/3 이상이 치열 교정 치료의 이점을 얻을 수 있다고 평가하고 있다. Invisalign 시스템이 널리 퍼지게 된다면 RP를 통한 주문 고속 생산이 수백만 명의 삶을 좀 더 윤택하게 만들 것이다.

### 3. RP 조형 재료에 관한 소식

#### 3.1 3D 사의 성형 part의 성질 튜닝 기술

3D 사는 성형하는 동안 프로세서 파라미터의 조정에 의해 SLA part의 물리적인 성질을 변화시킬 수 있는 기술을 개발했다고 발표했다. 제품 개발 파트의 부사장 Diana Kalisz는 가장 최근의 광조형 수지는 성형하는 동안 사용되는 프로세서 파라미터에 의해 다양한 물리적 특성을 보인다고 발표했다. 예를 들어 작년에 고상레이저(solid-state lasers)를 이용하는 SLA 장비에 사용하기 위해 3D에서 개발한 범용 수지, Cibatool SL-7510은 사용된 SLA의 유형에 따라 물리적인 특성이 두드러지게 달라진다. 예로 SLA-5000으로 성형된 파트는 파단전 인장이 거의 14%에 달하지만, SLA-7000으로 성형된 파트는 단지 4.2%에 불과하다.

수지의 성질을 조절하는 것은 간단한 문제가 아니라고 한다. 레이어의 두께, 레이저의 직경, 드로잉 속도, 선두께(line width), 레이저 파워 그리고 성형 형태 등 많은 인자들이 파트의 물리적 특성에

영향을 줄 수 있다고 한다. Kalisz는 3D 사가 수지의 특성을 고객이 원하는 방향으로 조절할 수 있고, 사용하는 방법을 결정하기 위해 고객들과 함께 작업을 수행할 계획이라고 밝혔다. 이론적으로는 하나의 재료로 만들어진 파트를 부분적으로는 강체(rigid)로 만들고 다른 부분은 유연성(flexible) 있게 만들 수 있고, 또는 한 부분은 매우 질기게(tough) 만들고 다른 한 부분은 매우 강하게(brittle) 만들 수 있다고 말한다.

#### 3.2 SL-5530

1998년 12월 3D 사는 SLA-3500과 SLA-5000에 사용할 열저항 수지인 Cibatool SL-5530을 생산하기 시작했다. 200°C(392°F)가 넘는 온도에서 견딜 수 있는 SL-5530은 자동차 엔진부의 시작품, 직접 분사 주형(direct injection molding), 열저항이 요구되는 시험에의 용용을 주목적으로 하고 있다.

이번달 3D 사는 SLA-7000을 위한 SL-5530을 발표했다. 광고에 의하면 이것은 첫 번째 가변적 광조형 수지이다. 그러나 SL-5530의 가변적 특성은 강도나 유연성이 아닌 열저항이다. 3D 사의 EXACT 성형방법과 두시간 동안 예열과정을 거쳐 SL-5530으로 만들어진 파트는 173°C(343°C)의 열편차를 가진다고 한다. FAST 성형방법(EXACT : 0.0003 inch/layer, FAST : 0.005 inch/layer)으로 성형한 파트는 233°C(451°F)의 열편차를 가진다.

관련 자료는 아래의 연락처나 사이트에서 얻을 수 있다.

- 3D Systems, 26081 Avenue Hall, Valencia, California 91355
- Telephone : (805)295-5600
- FAX : (805)257-1200
- Web site : <http://www.3dsystems.com>

### 4. RP 제품 소개

#### 4.1 Color rapid prototyping

오늘날 RP 장비는 다양한 칼라의 형태로 만드는 능력은 가지고 있지 않다. 대부분의 사람들은 원형 part를 만드는 점에서 이것은 문제가 안되며, 대부분의 생산품들은 단 하나의 재질을 이용해서 만들어졌기 때문에 단 하나의 색상을 지닌다고 한다.

그러나, 어떤 사람들은, 특히 제품 설계자와 예술가들은 수년동안 다중 색상을 가진 제품 모델을 만들 수 있는 기계를 좋아할 거라고 말해오고 있다. 그러한 모델은 페인트칠을 하지 않고서도 잘 손질된 상품으로 보일 것이다.

올해의 RPA/SME 전시회에서 Z Corporation 사는 다중 색상을 지닌 part 들을 만들 수 있는 Z402 프린터의 업그레이드 제품을 선보였다. Z402는 파우더의 층들 위에 액체의 바인더를 분사함으로써 part를 성형한다. 일반적으로 바인더는 제거되지만, 한 가지의 색상을 가진 부품을 만들기 위해서 염료를 가지고 색칠을 할 수가 있다.

지난 수년동안 Z Corporation은 사용자들이 orange, yellow, bright blue 그리고 다양한 종류의 다른 색상을 이용하여 각 파트들을 만들 수 있도록 색상을 지닌 바인더를 제공해 왔다. 한 가지 색상의 바인더를 이용하는 대신에, 새로운 Z402C 기계는 네 개의 다른 색상의 바인더를 이용하여 part를 만들고, 한 part의 다른 부분에 적용하여 다양한 색상을 생성할 수 있도록 하기 위해서 그것들을 혼합한다. 현재까지는 그 혼합이 시작 단계라서 Z402는 단지 8개의 구별되는 색상만을 출력할 수 있다. Z Corporation의 사장인 Tom Clay에 의하면, 칼라 출력은 단일 프린팅의 속도에 비해서 1/3의 속도를 가진다고 말한다.

Z Corporation의 가장 큰 도전은 칼라로 출력할 파일을 만드는 것이다. 표준 RP의 STL 파일은 색상 데이터를 포함하지 않는 서피스 모델이다. Z Corporation은 SolidWorks 나 다른 CAD 시스템

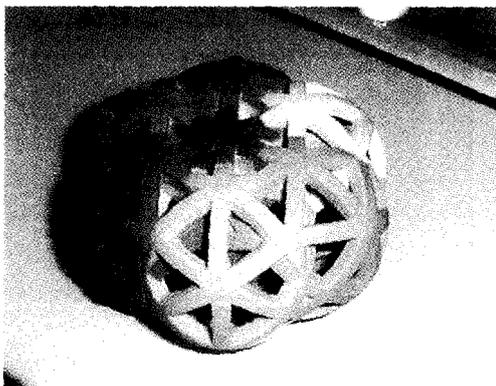


그림 4. 볼의 각각은 다른 색깔을 지닌다.

에 의해서 생성된 VRML 파일로부터 part를 만드는 실험을 하고 있다. VRML은 웹 상에서 3차원 형상을 스크린 위에 표현하도록 개발된 형식이다.

· 참고 : <http://www.zcorp.com>

#### 4.2 Sanders Rapid PatternMaster

Sanders Prototype Inc(SPI)는 RPA/SME 전시회에서 Rapid PatternMaster 라는 새로운 장비를 소개했다. SPI의 ModelMaker2와 유사한 이 PatternMaster는 ModelMaker와 같은 성형 크기(12×6×9 inches) 가지고 0.0005 inches의 해상도를 제공한다. SPI는 PatternMaster가 ModelMaker보다 2배 이상 빠르다고 말하지만, 어떻게 하여 그런 속도 향상을 이루었는지에 대해서는 언급하지 않고 있다.

· 참고 : <http://www.sanders-prototype.com>

#### 4.3 DTM

모든 이들은 금속을 이용한 RP를 원한다. 수년 동안 DTM은 그들의 Sinterstation에서 바로 금속 사출성형을 만드는 RapidSteel 프로세스를 권유해 오고 있다. DTM 마케팅부의 사장인 Kevin McAlea는 곧바로 기능성 금속 part에 최적화된 RapidSteel의 새로운 버전을 개발하고 있는 중이라고 한다.

Rapid Steel은 스테인리스강 분말로 코팅된 소량의 바인더를 분사하여 part를 성형한다. 일단 성형 되면 part는 용융 침동에 침투된다. McAlea는 이 새로운 버전의 RapidSteel이 질소-대기의 용광로에서 침투시키는 단일 과정만 있으면 된다고 한다. 이전버전의 Rapid Steel은 산소 용광로를 필요로 했다.

· 참고 : <http://www.dtm-corp.com>

### 5. RP 장비 총괄

#### 5.1 전 세계의 RP 장비

미국은 RP 이용에 있어 선두주자이지만 전 세계에서 유일한 RP 장비 생산 국가는 아니다. 현재 미국 외의 국가에 존재하는 13개의 제조사에서 34개의 RP 장비를 생산하고 있다.

미국의 제조사들은 세계 각국에 RP 장비를 판매하고 있지만 미국 외의 나라에서 생산된 장비는 아직 미국에서는 판매되지 않고 있다. 여기에는 여러

가지 이유가 있다. 고유의 기술로 언젠가는 미국 시장을 공략할 수 있지만, 미국에서 개발된 것과 비슷한 기술로 개발된 RP 장비는 미 특허법에 제한을 받기 때문이다.

비록 외국에서 만들어진 장비들이 미국에서 이용되지 않고 있지만 미국의 회사들은 타국에 있는 RP 장비 개발을 무시하지는 못한다. 수년 동안 미국은 3차원 솔리드 모델러에서 다른 국가에 뒤처지

표 1. 이스라엘, 독일, 싱가포르, 중국의 RP 장비

Country	Company	Technology	Model Name	Build Volume	Material	Approximate price in US \$ <sup>1</sup>
Israel	Cubital	solid ground curing	Solider 4600	350×350×350 mm (14×14×14 in)	acrylate and epoxy photopolymer resins	\$275,000
			Solider 5600	500×350×500 mm (20×14×20 in)		\$470,000
	Object <sup>2</sup>	inkjet	Quadra	270×320×200 mm (11×12×8 in)	proprietary photopolymer resin	\$39,000
Germany	EOS	laser sintering	EOSINT P360	340×340×620 mm (13×13×24.5 in)	polystyrene, polyamide, and glass-filled polyamide powders	\$300,00 - \$350,000
			EOSINT M250 Xtended	250×250×150 mm (10×10×6 in)	proprietary bronze-based metal and steel powders	\$300,00 - \$350,000
			EOSINT S700	720×380×380 mm (28×15×15 in)	resin-coated sand	\$600,000 - \$650,000
Singapore	Kinergy	paper lamination	Zippy I	380×280×340 mm (15×11×13 in)	paper	\$178,000
			Zippy II	1,180×730×550 mm (47×29×22 in)		\$278,000
			Zippy III	700×500×450 mm (47×29×18 in)		\$238,000
China	Beijing Yinhua <sup>3</sup>	Multifunctional (slicing solid and melted extrusion manufacturing)	M-RPMS-III	600×400×570 mm (24×16×22.5 in)	paper, wax, ABS	\$120,000
		slicing solid manufacturing	SSM-1600	1,600×800×750 mm (63×32×30 in)	paper	\$170,000
			SSM-800	800×600×570 mm (32×24×22.5 in)		\$110,000
		melted extrusion manufacturing	MEM-250-II	250×250×250 mm (10×10×10 in)	wax, ABS	\$32,000
			MEM-600	600×480×500 mm (24×19×20 in)		\$50,000

(source : Wohlers Report 2000, Wohlers Associates, Inc.)

<sup>1</sup>US\$ 2000년 환율 기준 : US\$1 = 2 German Marks; US\$1 = 111 Japanese yen; US\$1 = 8.28 RMB yuan(china)

<sup>2</sup>Object사의 Quadra 장치의 설명은 사작품을 기준으로 했고 변경될 수 있다.

<sup>3</sup>회사의 긴 이름은 Beijing Yinhua Laser Rapid prototypes Mould Making Technology Co.,Ltd.이다. 판매대행사는 China National Machinery Import and Export Corporation이다.

<sup>4</sup>일본 장비에 대한 자세한 사항은 Tokyo Research Center의 Dr.Masato Imamura의 회사에 수집되어 있다.

<sup>5</sup>Denken SLP-4500 사용자는 레이저 스캐닝 대신 램프로 경화시킨다.

고 있기 때문에 RP 장비의 개발은 빠르게 따라잡히고 있다. 3D CAD의 사용 증가는 RP 장비의 사용증가를 가져오기 때문이다.

### 5.2 Wohlers Report 2000

Wohlers Report 2000에서 Wohlers Terry는 미국 외에서 생산되는 RP 기계를 조사했다. 다른 나라에

표 2. 일본의 RP 장비

Country	Company	Technology	Model Name	Buil Volume	Material	Approximate price in US\$
Japan	NTT Data/CMET	stero - lithography	SOUP-250GH	250×250×250 mm (10×10×10 in)	epoxy photopolymer resin	\$288,000
			SOUP-600	600×600×500 mm (24×24×20 in)		\$468,000
			SOUP-1000GS	1,000×800×600 mm (40×32×24 in)		\$586,000
			SOUP-1000GA	1,000×800×600 mm (40×32×24 in)		\$586,000
	Sony/D-MEC	stero - lithography	SCS-300P	300×300×270 mm (12×12×11 in)	urethane acrylate and epoxy photopolymer resins	\$198,000
			SCS-1000HD	300×300×270 mm (12×12×11 in)		\$459,000
			JSC-2000	500×500×500 mm (20×20×20 in)		\$450,000
			JSC-3000	1,000×800×500 mm (40×32×20 in)		\$676,000
	Teijin Seiki	stero - lithography	250A	250×250×250 mm (10×10×10 in)	acrylate photopolymer resin	\$171,000
			250B	250×250×250 mm (10×10×10 in)		\$189,000
			500B	500×500×500 mm (20×20×20 in)		\$350,000
	Denken	stero - lithography	SLP-4000	200×150×150 mm (8×6×6 in)	acrylate photopolymer resin	\$54,000
			SLP-6000	200×200×200 mm (8×8×8 in)		\$144,000
	Meiko	stero - lithography	SLP-45005	200×150×150 mm (8×6×6 in)	acrylate photopolymer resin	\$108,000
			Meiko (LC-315)	160×120×100 mm (6×5×4 in)		\$127,000
	Ushio Inc.	stero - lithography (lamp and fiber optics)	Meiko (LC-510)	100×100×60 mm (4×4×2.4 in)	acrylate and epoxy photopolymer resin	\$70,000
			UniRapid (UR-SP 1501)	150×150×150 mm (6×6×6 in)		\$27,000
	Autostrade	stero - lithography	E-DARTS	200×200×200 mm (8×8×8 in)	acrylate photopolymer resin	\$27,000
Kira	paper lamination	PLT-A3	400×260×300 mm (16×10×12 in)	paper	\$88,000	
		PLT-A4	280×190×200 mm (11×7.5×8 in)		\$61,000	

서 생산되는 장비가 미국에서 수년동안 팔리지 않았으나 Cubital은 판매를 위해 장비를 제공중이다. 신생기업 Object Geometries 사는 미국에서 Quadra printer를 판매할 계획을 가지고 있다.

### 5.2.1 일본 - 미국 다음 2위국

미국 다음으로 일본이 가장 많은 RP 기기를 개발하고 있다. 현재 일본에서는 8개의 제조사에서 20개의 다른 시스템을 판매하고 있다. 그러나 Wohlers에 의하면 일본의 장비 생산 업체들은 많은 장비를 판매하지 못하고 있다고 한다. 그는 일본의 대표적인 장비 제조업체가 연간 14~30대를 판매하고 있다고 하였다.

최근 Sony/D-MEC과 NTT Data/CMET는 아시아 주변에서 3D System의 광조형 기법을 이용한 RP 기기의 판매를 금지하는 3D사와 상호 특허 사용허가 계약을 체결했다. 이들 회사의 아시아 시장에서의 제한된 판매는 미래 개발에 대한 이상적인 투자 수익을 올릴 정도의 판매를 어렵게 할 것이다.

Wohlers는 일본의 회사들은 현재 작은 RP 기기의 판매에 가장 성공하고 있다고 밝혔다. 그는 1999년 신생 업체 Autostrade는 데스크 탑 형식의 E-DARTS를 42대 판매했다고 밝혔다.

### 5.2.2 그외 지역

일본의 제조사들과 더불어 미국 외의 제조사 중 에 두드러진 곳은 독일의 EOS이다. EOS(Electro Optical Systems)는 원래 SLA와 SLS 방식에 기반한 RP 기계를 개발했었다. 그러나 1997년 특허법 소송 이후 3D사는 EOS의 SLA 사업을 인수했다. 현재 EOS는 플라스틱 분말, 또는 금속을 이용하거나, 교결제를 입힌 모래(binder-coated sand)를 소결하여 주형을 만드는 세 가지 다른 방식의 광소결 장치를 공급하고 있다.

### 5.2.3 장비표

다음 표 1과 표 2는 Wohlers Report 2000에서 밝힌 미국 외의 RP 장비 제조사에 대한 목록이다.

이 표에는 최대 성형 크기, RP 기술의 종류, 사용된 재료들을 비교하였다. 가격은 기계가 판매된 지역의 가격을 달러로 환산한 가격이다. 미국 외에서 만들어진 기계들은 독특한 성능이 있음을 주목해야 한다. 어떤 것은 이차 프로세스인 주형과 같은 큰 파트에 적합하고 어떤 제품은 세밀한 파트에 적합하다. 어떤 것은 높은 정밀도와 해상도를 가지는 반면 어떤 것은 빠른 개념 모델에 적합하다. 또한 어떤 장치는 전혀 작동하지 않을 수도 있다.

## 6. 기타 소식

SLS User's Group은 연례 회의를 9월 24-27 까지 Louisiana, New Orleans에서 개최한다. 유저그룹의 대표자 Paramount Industries의 Jim Williams는 장치 제작자, 서비스 제공자, 고객의 특별 발표와 전 세계의 리서치 프로그램이 예정되어 있다고 밝혔다. DTM은 processing, finishing 기법과 재료 세션을 맡을 것이다. 이 행사는 DTM 장치를 가진 회사에 게만 공개된다.

연락처:

- Theresa Woodiel, DTM Corporation, 1611 Headway Circle, Building 2, Austin, Texas 78754
- Telephone : (512)425-2830
- Fax : (512)832-6753
- e-mail : theresa\_woodiel@dtm-corp.com
- Web site : http://www.dtm-corp.com

《RP Report Vol. 10, No. 5 May 2000  
RP Report Vol. 10, No. 6 June 2000》

본 기사는 전북대학교의 채희창 편집위원, 홍익대학교의 지해성 편집위원이 "Rapid Prototyping Report"에서 발췌하였으며 출판사인 CAD/CAM Publishing Inc.의 연락처는 다음과 같다.

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