

Rapid Prototyping에 관한 소식

1. RP 기술의 응용 사례

2.1 SLA를 이용한 새로운 화장실 toilet 설계

Johnson Design 이라는 회사에서는 최근 SLA를 이용하여 새로운 개념의 화장실 toilet를 개발하고 있다. 기존의 toilet가 한번 플러싱(flushing)하는 주기당 약 6~7 갤런(약 23~26 리터)의 물을 소비하는데 비하여 새로 설계된 toilet는 1.6 갤런 (약 6리터)의 물을 소비하므로 매우 경제적이라고 하는데 그 원리는 그림 1에서 보듯이 물탱크로부터 toilet 통의 출구쪽으로 가는 파이프를 연결하고 이 파이프로부터 사출되는 젯트분사의 물의 힘으로 플러싱의 시작시기를 늦출 수 있고 그 사이에 toilet의 수면을 높여서 적은양의 물로도 플러싱의 효과를 동일하게 유지할 수 있게 한 것이다. 이와 같은 새로운 원리를 실제로 실험하기 위해서 toilet 내부의 형상만을 모사한 CAD 형상을 생성하고 이를 SLA로 조형하여 성능시험에 이용하였기 때문에 상업용 toilet 소재인 도자기로 만들어진 toilet를 만들지 않고도 개발이 가능하였다. 플러싱파이프자체도 그림 2와 같이 여러개의 다른 모양을 SLA로 조형하여 resin으로 이루어진 파트 그

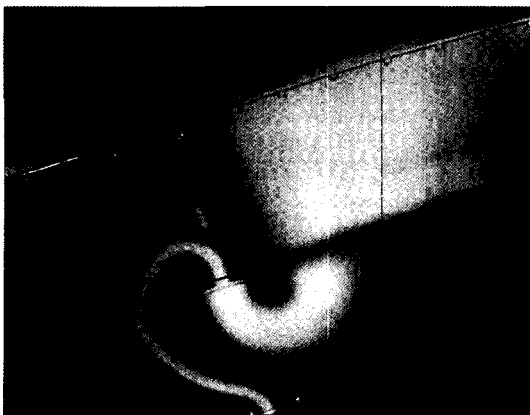


그림 1. Johnson Design 회사가 SLA를 이용하여 개발한 toilet 세트모양

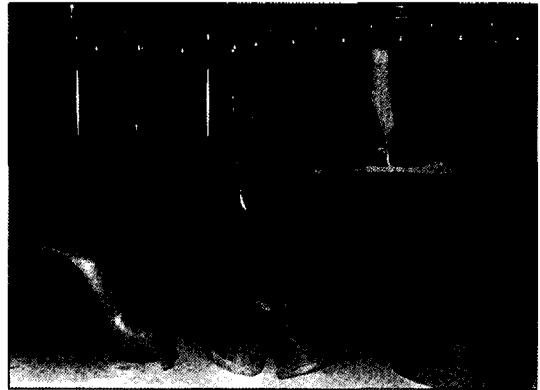


그림 2. Johnson Design 회사의 새로운 toilet 개발을 위해 조형된 파이프 형상파트들

자체를 성능시험용으로 충분히 이용할 수 있었으므로 제품개발시간과 노력을 상당히 단축할 수 있었고 파트자체가 투명한 관계로 플러싱실험과정을 Video 카메라로 촬영하는 것이 가능하여 개발 성능시험을 하는데 매우 적절했었다고 이 회사의 사장인 Dwight Johnson은 만족감을 표시하였다. toilet 형상의 CAD 모델링을 위해서는 Parametric Technology 사의 Pro/E를 사용하였고 RP service는 California 주 Valencia 시 (3D Systems 본사가 여기에 소개하고 있다)에 소재한 Scicon Technologies 사에 의뢰하였다. 이 사례에서 특기할 만한 사항은 CAD 형상을 Service bureau에 보낼 때 STL 파일로 보내지 않았다는 점에 있다. 즉 지난호의 소고에서도 RP service를 의뢰하는 쪽에서 STL 파일을 생성하고 이를 service bureau에서 처리하는 방식의 문제점을 지적한 바 있는데 (본지 98년 12월호) 이번 경우에 있어서 개발팀들은 개발 형상 파트의 조형을 담당했던 service bureau에서도 역시 Pro/E를 사용하고 있다는 점에 착안하여 Pro/E의 내부 생성파일인 PRT 파일을 주고 받기로 했다는 것이다. 이렇게 함으로써 service bureau 측에서 조형작업용으로 선호하는 적절한 수준의 STL 파일을 자체적으로 생성하여 조형작업에 이

용할 수 있게 되어 STL 파일의 resolution과 같은 문제 때문에 service bureau가 외주를 준 고객쪽과 다시 접촉하여 파일을 2-3번 주고 받는 상황을 피할 수 있었다고 한다.

2. 1998년 7th European Conference on Rapid Prototyping & Manufacturing 국제학술대회 소식

유럽에서 개최되는 RP 관련 국제학술대회로서 가장 대표적인 것으로 알려진 European Conference on Rapid Prototyping & Manufacturing이 작년 7월에 독일 Aachen에서 개최되었다. 이 회의의 의의는 European이라는 명칭이 상강하듯 미국밖에서 이루어지는 범국제회의라는 데에서 찾아야 할 것이다. 즉 RP 시장의 아성인 미국밖에서 과연 어떠한 형태로 RP에 관한 연구가 이루어지며 그 향후 연구추진전략의 양상이 어떻게 바뀌어 갈 것인가에 본 회의의 관심이 쏠렸다. 물론 미국쪽에서의 참가자들이 적지 않았지만 영국과 독일에서의 RP 관련연구가 두드러져 보이는 대 회였고 특히 주관사의 하나인 독일의 Fraunhofer Institutes에서 tooling 관련 연구와 연구소 참관제공이 인상적인 대 회였다. 유럽과 미국을 제외한 아시아권에서는 홍콩과 일본에서는 발표자가 있었고 한국에서는 역자인 본인과 광주과학기술원의 이관행교수가 참가하여 각각 논문을 발표하였다. 다음에 소개된 내용은 학회에서 발표되었던 논문중 tooling과 material에 관계된 논문들만을 간략히 정리한 것이다.

2.1 Improved surface finish for stereolithography

CAD 파일의 본래의 정밀도와는 상관없이 적층형식의 RP 조형에서 피할 수 없는 문제는 역시 경사진 파트 표면에 나타나는 계단형 무늬이다. 최근 미국 South Carolina 주의 Clemson 대학의 Engineering Innovation Center for Advanced Manufacturing에 소속된 Jeffrey Wrana는 이와 같은 계단형 무늬를 줄여보려는 시도를 제시하였다. 이와 같은 시도는 SLA-250을 기준으로 이루어 졌는데 그 원리는 그림 3에서 보듯 조형대의 한쪽모서리를 Pivot 축으로 삼고 조형면을 파트경사면에 수직하도록 기울이면서 조형하는 것이다. 이와 같은 원리로 조형된 파트의 조

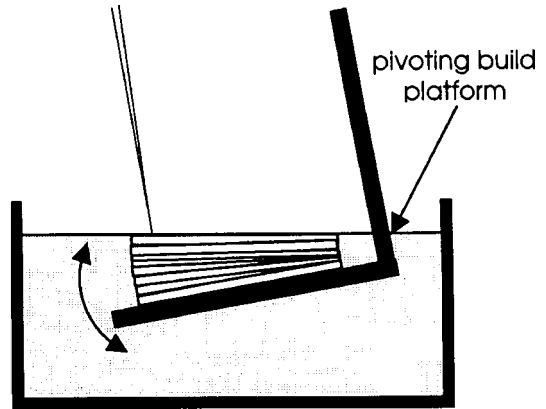


그림 3. 파트표면에 계단형상무늬의 발생을 억제하기 위하여 조형면의 경사도를 변화시킬 수 있는 조형 방식

형면이 훨씬 우수한 표면정도를 가지리라는 것은 쉽게 수긍이 갈 것이다(역자평: 이 방법은 그러나 형상의 복잡도가 매우 낮은 평활한 경사진 면에 대해서 이루어 질 수 있으나 형상의 복잡도가 높아지면 적용되기 어렵고 한쪽면만을 기준으로 조형대를 경사지게 할 경우 반대편에 있는 다른 쪽 조형면도 똑 같은 기울기로 경사져 있으리란 보장이 없기 때문에 일반적인 조형방법으로 받아 들여지지 위해서는 보완책이 요구된다.)

2.2 Microwelding

미국 New Jersey 소재 Princeton 대학의 AeroChem

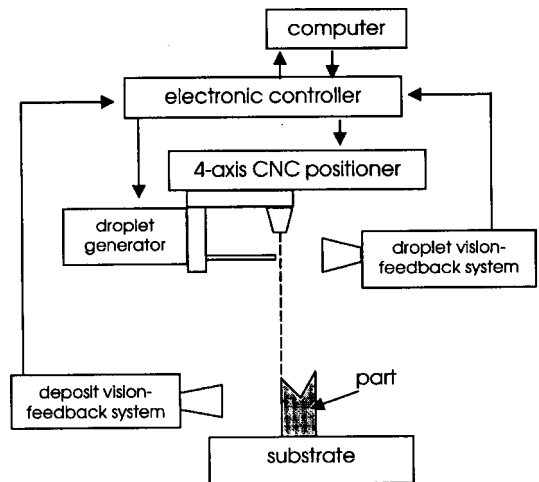


그림 4. AeroChem 연구소의 Microwelding 용 조형장치

Research Laboratory는 Texas 주 Dallas 시의 Southern Methodist 대학과 공동으로 “droplet welding” 이라는 RP 공정을 개발하고 있다. 기존의 BPM 방식과 매우 유사한데 금속을 용융시키고 그 용적금속을 그림 4와 같은 장비를 설치하여 조형면의 원하는 위치로 용적금속소재를 적하, 파트형상을 구성한다.

2.3 Laser - aided powder solidification

독일 Stuttgart 대학의 Strahlwerkzeuge(IFSW) 연구소에서는 laser를 이용하여 소재분말을 결합시키는 조형법을 개발하였다. 이방법은 일견 SLS와 비슷한 방식을 택하고 있으나 SLS와는 달리 분말이 용융점이 하로 용융되는 일종의 용접효과를 갖게 되어 조형파트의 강도는 훨씬 높을 것으로 보여진다. 일단 용접이 되어 한층의 조형이 완료되면 CNC turning center에서 용접면을 평활하게 밀링하여 고르는 작업이 이루어진다. Standford 나 Carnegie Mellon 대학에서도 이와 같이 접착법과 절삭법을 결합한 형태의 hybrid 조형법을 연구개발하고 있다 (역자평: 국내에서는 한국과학기술연구원의 CAD/CAM 연구실의 박세형 박사팀을 비롯하여 대전의 한국기계연구원, 홍익대학교가 공동으로 welding과 machining을 결합한 hybrid 조형법을 현재 연구 개발중이다).

2.4 Metal filament for FDM

호주의 Swinburn 대학에서는 Rapid Tooling 목적으로 금속과 polymer를 복합재료로 결합한 (nylon에 철을 30% 섞어서 만든) filaments를 FDM-1600 장비를 이용하여 조형하는 실험을 현재 진행중이다.

2.5 Laminated tooling

일본 도요타 technological institute에서는 자동차체를 성형하는 새로운 tool을 연구중이다. 이 방법은 바로 Helisys 사의 LOM 공법과 상당히 유사한데 다만 종이대신에 metal sheet을 쓴다는 점이 차이이다. 즉 수십개의 sheet metal을 윤곽선을 따라 자르면서 spot welding 법으로 바로 밀의 sheet metal에 결합시켜 나가는데 파트의 조형이 끝나면 그림 5와 같이 암-수 forming tool이 동시에 만들어 진다. 이 때 두 forming tool이 만나는 면은 밀링작업으로 다듬게 된다. 벨기에의 CRIF Technologie 사에서도 이와 비슷한 조형법을 이용하고 있는 것으로 알려져 있다.

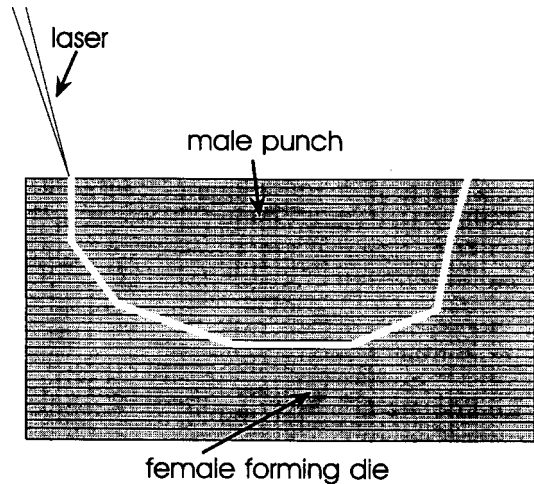


그림 5. 일본 도요타 technological institute에서 자동차체용 제작에 이용할 Laminated tooling 기법

2.6 Direct-tooling comparison

최근에 주목을 받고 있는 Rapid Tooling 목적으로 사용된 이종의 RP 장비들 끼리의 공식적인 성능분석 결과가 발표되었다. 이번 RPM Conference에서 발표된 이 연구결과는 영국 Warwick 대학의 Warwick Manufacturing Group이 Rover Group과 EARP(Europen Engineering Action on Rapid Prototyping) 등의 후원으로 사출금형의 인서트를 여러가지 RP 시스템으로 제작시, 그 성능평가에 대한 프로젝트를 수행한 결과이다. 이 실험에 사용된 RP 장비로는 SLA, LOM, SLS, SGC(solid ground curing)의 4개 장비인데 실험에 이용된 파트형상은 직경이 135 mm이고 높이가 56 mm 인 handwheel 이다. 일단 조형된 파트형상은 aluminum - filled epoxy로 강화시켜 보다 우수한 재료 강도와 열전도성을 지니도록 한후에 금형에 장착시켜 사용되었다. 이와 같이 제작된 금형 인서트를 이용하여 talc - filled polypropylene 재질의 플라스틱 사출성형작업을 수행하였다고 한다. 실험은 유럽내의 8 군데 실험실(Dansih Technical Institute, IVF-Sweden, University of Nottingham, University of Warwick, Sintef-Norway, Fraunhofer IPT, Fraunhofer IPA, Rover Group)에서 행하여 졌는데 여기서 나온 8가지 금형 인서트 셋트를 가지고 분석한 결과 오직 47가지 셋트만이 50번 이상의 사출압력과 온도를 견딜 수 있는 바람직한 성능을 나타내었다고 한다(표 1 참조).

참고로 표에서도 관찰되듯이 가장 정밀하고 내구성

표 1. Warwick Manufacturing Group 에서 행한 direct-toolong comparison

Supplier	RP machine	Technology	Material	Number of components before mold failure
Dansih Technical Institute	3D Systems SLA-250	Stereolithography (SLA)	Zeneca tooling systems resin	50
IVF-Sweden	DTM Sinterstation 2000	Selective Laser Sintering(SLS)	glass-filled nylon	17
Universityof Nottingham	3D Systems SLA-250	Stereolithography (SLA)	Zeneca tooling systems resin	50
University of Warwick	Helisys LOM-2030	Laminated Object Manufacturing (LOM)	LPH 042 paper	1
Sintef-Norway	Cubital Solider	Solid Ground Curing(SGC)	Cubital acrylic resin	50
Fraunhofer IPT	EOS Stereos 600	Stereolithography (SLA)	Dupont SOMOS 3100	12
Fraunhofer IPA	Fockele & Schwarze LMS	Stereolithography (SLA)	Allied Signal Exactomer 8176 resin	36
Rover Group	3D Systems SLA-500	Stereolithography (SLA)	Ciba 5180 epoxy resin	50

이 좋은 금형인서트의 조형파트는 Rover group에서 사용한 3D Systems 사의 SLA-500에 의하여 제작되었고 parting line의 편평도와 플래시(flash)의 생성도에서는 Cubital 사의 SGC가 가장 우수한 것으로 판명되었다.

2.7 RT와 관계된 새로운 조형파트강화재료의 개발

미국 미시간주 Ferndale 시에 소재한 Sibco, Inc. 사에서는 속성시 매우 낮은 온도조건이 요구되는 RT 용 조형파트 강화용 칩투제로 하여금 다공질인 조형파트속으로 보다 완벽히 칩투될 수 있도록 점도와 속성온도를 낮추면서 단일성분으로 구성된 새로운 종류의 epoxy resin을 개발하였다. 이 RT 용 칩투제는 LOM(Helisys 사), SLS(DTM 사), 그리고 3D Printing (Z-Corp. 사) 장비에서 주로 이용될 것이라고 한다.

3. RP 업계 동향 및 학회 소식

3.1 RP 업계 동향

다음은 국내에서 RP 장비 판매 대행업체들에게 요긴한 정보가 될 것 같아 발췌하여 소개하고자 한다. 3D Systems와 Stratasys, 그리고 DTM 사의 지난 수년간의 매출과 이익에 관한 정보이다. 3D Systems 사

는 97년 3월부터 작년 3월까지 매분기 약 2백만불 정도의 매출손실을 입은 것으로 집계되었다. 이후 작년 9월까지의 3/4 분기에 겨우 \$477,000의 매출이익으로 돌려놓기는 하였으나 근본적으로는 회사내부의 구조조정과 맞물려 합병사인 독일의 EOS GmbH 사의 자산 감가상각에 따른 결과로서 우려할 사항은 아니라는 것이 회사측의 설명이다. 96~97 기간동안 Genesis의 성공을 기반으로 큰폭의 시장점유율증가를 보였던 Minnesota 주 Minneapolis 시의 Stratasys 사도 97년 4월 직후 분기에는 가히 역사에 남을만한

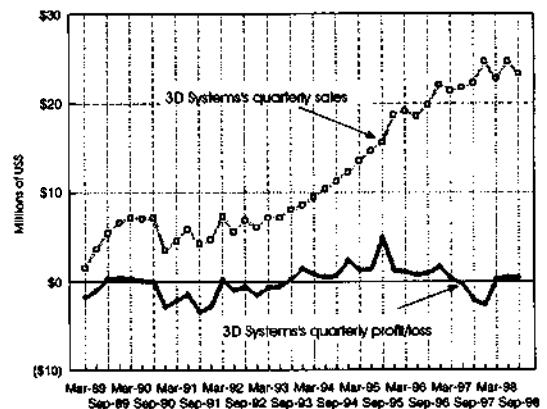


그림 6. 3D Systems 사의 분기별 매출과 손익표

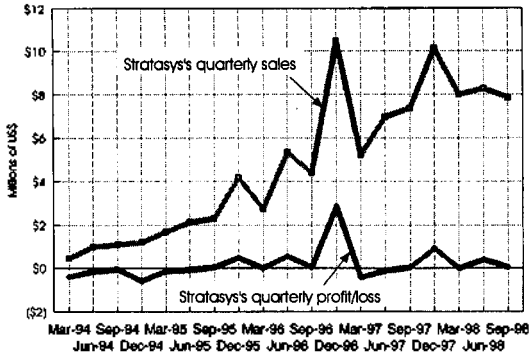


그림 7. Stratasys 사의 분기별 매출과 손익표

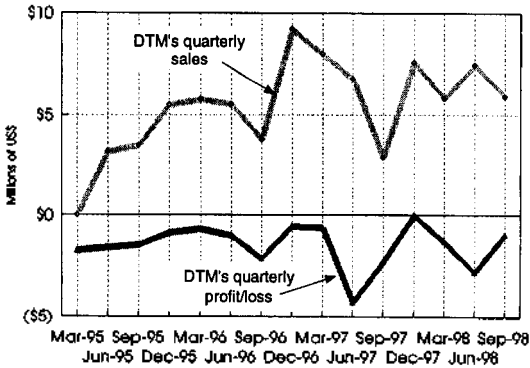


그림 8. DTM 사의 분기별 매출과 손익표

매출 30% 감소를 겪게되고 매출적자도 백만불에 이를 정도였다. 이후 다시 97년 9월에는 흑자로 돌아섰으며 매출액도 이전의 최고수준으로 다시 회복되었으나 경상이익은 98년 8월 현재 \$313,517 수준에 머물고

있다. Texas, Austin의 DTM은 어떠한가? DTM의 매출은 꾸준히 아주 소폭으로 증가하고 있다. 그러나 경상수지는 현재 분기당 \$957,000 정도로 적자상태를 벗어나지 못하고 있다. 참고로 1998년 9월말 현재 3/4 분기 각사의 매출현황은 3D Systems 사가 2천3백3십만불, Stratasys 사가 2천3백십만불, DTM 사가 5백9십만불로 밝혀졌다

3.2 RP 관련 학술대회

1. Rapid Prototyping and Manufacturing '99, Chicago, Illinois, U.S. April 20-22, 1999.
2. The 8th European Conference on Rapid Prototyping & Manufacturing, Nottingham Univ., UK, July 6-8 1999.
3. The 10th Solid Freeform Fabrication Symposium, Univ. of Texas at Austin, U.S. August 9-11, 1999,

《 RP Report, November 1998 》

본 기사는 홍익대학교 지해성 편집위원이 "Rapid Prototyping Report" 에서 발췌하였으며 출판사인 CAD/CAM publishing Inc.의 연락처는 다음과 같다.

- Fax : 1-619-488-0052
- E-mail : cadcric@aol.com