

Rapid Prototyping에 관한 소식

1. RP 기술의 응용사례

◎ Rapid Tooling

Rapid Tooling에 의한 시작금형(試作 金型)의 제작은 현재 여러 공정이 개발중이며, 그중 DTM사의 RapidTool, MIT대의 3D Printing 기술, Sandia Lab의 LENS 등이 널리 알려져 있다. 이밖에 RP로 제작된 시작품을 마스터 패턴으로 사용하여 시작 금형을 제작할 수 있는 3D Systems의 Keltool과 QuickCast, Soligen사의 DSPC는 이미 상품화되어 현재 산업체에서 사용 중이다. 이들 방법들은 꾸준한 기술 발전에도 불구하고 아직까지 표면조도와 정밀도면에서 일반 절삭가공에 비해 뒤떨어지고 있다. 즉 RP기술의 기본 원리인 적층식 제작방식으로 인하여 표면이 거칠며, 바인더를 이용하는 DTM사의 RapidTool이나 3D사의 Keltool같은 경우 바인더를 제거한 후 infiltration을 하는 작업이 뒤따라 시간, 성능 그리고 정밀도면에서 개선이 필요한 실정이다.

Rapid Dynamics사가 새로 개발한 "Powder-Metal Forging"은 위와 같은 문제를 해결하고 양산 생산에도 직접 사용될 수 있을 정도의 품질을 가진 시작 금속 금형의 제작이 가능하다고 알려져 있다. 회사의 설립자인 Paul Vawter에 의하면 새로 개발된 기술은 신속하고, 간단하며 환경친화적이다. 금속 분말 단조 공법에서는 먼저 RP로 마스터 패턴을 제작한 뒤, 이 패턴을 이용하여 실리콘 간이금형을 제작한다. 다음이 실리콘 간이금형에 세라믹 slurry를 부어 세라믹 패턴을 제작한 후 로에서 가열하여 원하는 강도를 얻는다. 이와 다르게 QuickCast 방식으로 몰드를 제작하고 세라믹 slurry를 부어 세라믹 패턴을 몰드와 함께 화로(火爐)에서 가열하여 QuickCast 몰드를 태우고 원하는 강도를 가진 세라믹 패턴을 제작하는 방법도 사용될 수 있다. 완성된 세라믹 패턴은 예열된 프레스에 펀치로 장착되며, 이를 이용하여 다이 안에 채워진 금속 분말을 일정한 압력으로 눌러 금속

금형을 제작한다. 프레스 공정중 금속분말은 용융되지 않기 때문에 원성되는 제품의 정밀도는 아주 높다. 금속이 용융되지 않기 때문에 위상 변화도 전혀 없으며 이로 인하여 내부 응력이 발생하지 않는 장점이 있다. 세라믹 패턴을 로(爐)에서 가열하면 전체 크기는 0.2%, 금속 금형을 프레스한 후 냉각시킬 때는 약 0.3% 정도 변한다. 단조된 제품의 최종 정밀도는 0.025 mm/25 mm 정도이다. 그림 1에는 위에 설명된 금속 분말 단조 공법으로 제작된 금형의 캐비티가 나타나 있다. 그림에 잘 나타난 바와 같이 이 공정을 통하여 별도의 후처리(後處理)작업이 필요없을 정도로 매끈한 표면을 얻을 수 있으며, 섬세한 세부도 제작 가능하다.

위와 같이 제작되는 금형의 물리적 특성은 일반 가공으로 제작된 금형의 그것과 견주어 볼 때 비슷하거나 더 우수하다. 특성분석을 조사해본 결과 분말 단조 공법으로 제작된 금형은 98~100%의 밀도와 섬세한 미세구조를 가지고 있다. 금형의 후처리 작업은 간단하며 약 한시간 정도 걸린다. 인서트 내부면의 후처리는 필요 없으며 인서트 외부 부분만 규격화된 폴드 베이스에 맞추기 위하여 후가공이 필요하다. Vawter씨에 의하면 앞으로 금속 분말내에 세

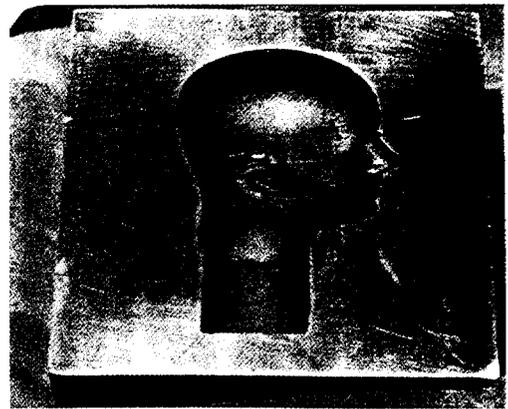


그림 1. 금형의 캐비티(표면처리가 안된 상태임).

라믹 코어를 투입하여 공정시 conformal cooling채널 제작도 실행해 볼 계획이다.

이 기술의 가장 큰 장점은 현재까지 금형을 제작하는데 필요한 작업을 대폭 줄인 것이다. 세라믹 slurry로 세라믹 펀치를 제작하고 금속 부품을 단조하기에는 몇일이 소모되지만 대부분의 작업이 무인으로 진행될 수 있다. 세라믹 패턴 제작부터 시작하여 단조공정에서 작업자가 직접 일하는 시간은 약 10시간 정도이다.

Rapid Dynamics사는 현재 Ford, GM, Kodak과 3M사와 같이 금속 분말 단조 공법을 적용하며 성능을 향상시키고 있으며 향후 계획은 서비스 회사를 설립하여 용역사업을 수행하며 Powder-metal forging 장비를 개발하여 판매하는 것이다.

◎ 고고학 분야에서의 RP 기술응용

프랑스의 탐험가 La Salle가 이끄는 탐사선 Belle 호는 1686년 폭풍우를 만나 Texas 남동쪽 해안에서 1마일도 채 안되는 Maragorda 만에 침몰하였다. 거기서 La Salle를 포함한 생존자들은 난파선으로 부터 남아있는 짐들을 꾸러 지금 Corpus Christi라 불리는 도시 부근에 작은 요새로 돌아올 수밖에 없었다. 그후에 La Salle는 Texas 접경지대에서 국경을 넘는과정에서 결국 그의 대원들에게 피살되고 만다. 그리고 이 이야기는 300여년동안 잊혀져 있었다. 그리고 작년, Texas 역사위원회의 몇몇 고고학자들이 Belle 호의 난파선의 잔해를 드디어 찾아내기에 이르렀다. Texas A&M 대학의 해양고고학 프로그램

의 연구단장인 Donny Hamilton에 따르면 과학자들은 무게가 약 300 Kg 이넘는 대포와 총검, 탄약, 나무총열, 오기그릇, 수천개의 유리구슬은 물론 죽은 쥐의 잔해, 바퀴벌레의 알까지 건져냈다고 한다. 무엇보다도 놀라운 것은 배의 선수부에서 보존상태가 양호한 사람의 유해의 일부를 발견한 것인데 유해는 침니와 진흙에 파묻혀 있었던 때문인지 상당히 양호한 조건으로 보존이 잘되어있어, 골격과 힘줄근육세포는 물론 심지어 두 개골안에서 상당량의 두뇌도 발견되었다고 한다. Belle 호의 발굴을 둘러싼 대중의 관심이 점차 증폭되자 이를 의식한 발굴팀은 법의학자와 고고학자들은 동원하여 발굴된 두개골 유해로부터 실제 얼굴모습을 복원할것을 고려하기 시작하였다. 문자 그대로 이는 발굴에서 얻어진 모든 잔해물에 그 본래의 '얼굴'을 되찾게 하자는 것이었다. 문체는 기존의 복원술이 수지재료의 주물제조용 찰흙주형을 제작하기위해 두개골을 여러개의 부분으로 쪼개야 한다는 데에 있었다. 또한, 기존의 방법은 두개골의 외형만을 모사하는 것에 불과하여 끝내 부나 골조조직내의 동공과 두뇌조직과 같은 부분은 재현해 내지 못한다는 것이 한계점으로 지적되었다.

Texas A&M의 연구팀은 두개골을 그대로 보존하면서도 그로부터 최대한 정보를 얻어낼 수 있는 방법이 무엇인가를 발견하려고 노력하였다. 결국 연구팀은 Texas 주 Richardson 시에 소재한 RP service bureau인 Cyberform International사(<http://www.cyberf.com/cyber1.html>)와 접촉하기에 이른다. 1992년 한 의사에 의하여 설립된 Cyberform은 외과수술전 준비, 연구 및 보철물 설계 등의 목적으로 이미 해부학적이고도 의학적인 SLA 모델들을 주로 제작하여 왔다. Cyberform의 마케팅담당인 Larry Brantley에 의하면 먼저 두개골을 scanning하여 디지털모델을 만들고 이로부터 SLA 모델을 제작한 후에 이를 틀로하여 얼굴모습을 복원하게 된다고 한다. 이 작업은 RP 기술이 의학적인 치료용뿐만 아니라 고고학에서도 쓰일 수 있다는 선례를 널리 선전하기 위해 일체의 수수료없이 무료로 행해졌다고 한다. 이 작업은 Cyberform사에 재직중인 Marc McAllister가 총지휘하여 이루어 졌는데 그는 외과수술담당관리자이자 또한 방사선진단 전문의로서 10년이상 병원에서 종사한 경험을 가지고 있었다고 한다. 또한 두개골의 scanning은 Dallas 시의 Texas Scottish Rites 아

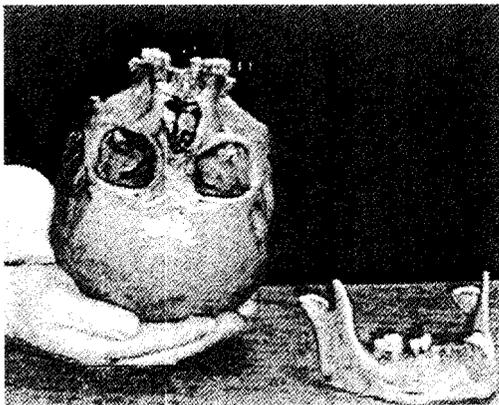


그림 2. 탐사선 Belle 호에서 건져낸 'Bob'의 두개골과 아래턱.

동병원에 설치된 Phillips사의 CT 장비를 무료로 사용하여 이루어 졌다. Hamilton에 따르면 통상 발굴된 두개골은 영구 보존을 위해 오랜동안 바다물에 잠겨있었을때 흡수하였던 소금기를 제거하여야 하는데 이를 위해 두개골을 수일동안 담수에 의해 씻고 그 다음에 보존제로 처리한다고 한다. 이와 같은 작업에도 불구하고 두개골에는 유해에 포함된 유기물질들이 잔류하게되며 이때문에 두개골을 물 50%와 에탄올 50%의 수용성용액이 담긴 플라스틱 용기 안에 저장하였다고 한다. McAllister에 의하면 이렇게 저장된 두개골은 CT 장비가 소재한 Dallas로 공수되어 플라스틱 용기에 담긴채 그대로 CT 기계안에서 scanning 작업을 행하였다고 하는데 이런 상태로 scanning 작업을 하는것이 scan시 해상도를 더욱 증대시킬 수 있기 때문이라는 것이다. 어렵잡아 1mm 층이 약 180개정도 적층되어 CT 이미지를 구성하게 되는데 각각의 2차원 층 데이터는 약 0.5 megabyte로서 전체 이미지 데이터는 80 megabyte가 넘는다고 한다. 이렇게 생성된 CT 데이터는 Materialise사(<http://www.materialise.com/>)의 MIMICS 전산 프로그램을 이용 각각의 층데이터들이 검사되고 이과정에서 STL 모델로 복원될 부분과 그렇지 않고 제거될 부분이 구분되게 되는데 MIMICS가 전체 층 데이터들을 모두 처리하는데는 약 40분정도가 소요되었다고 한다. 일반적으로 CT 데이터들을 STL 모델로 변환하는 작업에서 가장 중요한 부분은 실제 형상분석작업에서는 중요치 않은 근육세포, 조직내용물 그리고 머리카락과 같은 부분이 전체 형상자료에 포함되어 생성된 음영영상부위(noise)를 적절하게 제거해내는 과정에 있다. 물론 이경우에 발굴된 두개골은 안쪽에 붙어있는 두뇌세포조직을 제외한다면 전체적으로 동공상태이므로 보통의 살아있는 인간의 그것보다는 보다 더 명료한 CT 영상을 얻어낼 수 있기는 하다. 흥미로운 것은 McAllister가 CT 영상을 관찰하던중 두개골 안쪽에 작은 금속조각이 박혀 있는 것을 발견하였다. 이는 두개골 바깥쪽에서는 보이지 않았던 부분으로서 두개골을 해부하지 않고도 발견된 것인데 추측하건대는 전투중에 머리에 손상을 입혔던 칼 혹은 도끼의 잔해가 아닌가 생각되고 있다. Hamilton에 의하면 이처럼 두개골 유해의 SLA 모델로 부터 얻어지는 정보는 사실 팔복한 것이라고 한다. 연구진에 의하면 이 두개골 유해로

부터 생전의 이사람의 모습을 어렵잖이나마 짐작할 수 있게 해주는 정보들을 얻을 수 있다는 것이다. 예를 들면 머리 부위에 박힌 금속조각말고도 Bob(연구진은 이 두개골의 주인공에게 'Bob'이라는 이름을 붙였다)은 미처 아물지도 않은 두개골 골절상을 이미 입고 있었고 코뼈는 내려 앉았으며 치아도 여러개 손상된 상태였다. 작업의 결과 유해의 두개골은 3개의 디지털 모델, 즉 두개골 상악과 하악 그리고 두뇌에 해당하는 부분으로 각각 분리되어 재현한후 이들 각각에 대하여 STL 모델을 얻을 수 있고 이를 이용 수십개의 SLA 모델로 제작 동시에 여러사람에게 제공되어 그에대한 연구기회를 제공할 수 있다는 장점을 제공한다. 예를 들어 SLA 모델중 하나는 Michigan 약학대학교수인 Denis Lee에게 전달되어 모델 그자체에 직접 안면부위를 심어서 전체 얼굴형상을 복원하는 연구에 쓰이고 있어 근시일내에 이 'Bob'의 얼굴이 공개될 수 있을 것으로 기대된다. Hamilton에 의하면 RP를 이용한 이러한 첫번째 제반 작업이 그에게 매우 흥미로웠다고 소감을 피력한다.

사실 난파선 'Belle'과 같은경우에 있어서 과학자들은 매우 희귀하면서도 파손되기쉬운 이러한 종류의 유해자료들을 최상의 상태에서 보존하면서 연구를 진행하기를 원한다. 그런 의미에서 CT scanning과 STL 모델을 통하여 생성된 RP 용 디지털 데이터들은 이제 고고학에 있어서 영원성을 지닌 필수적인

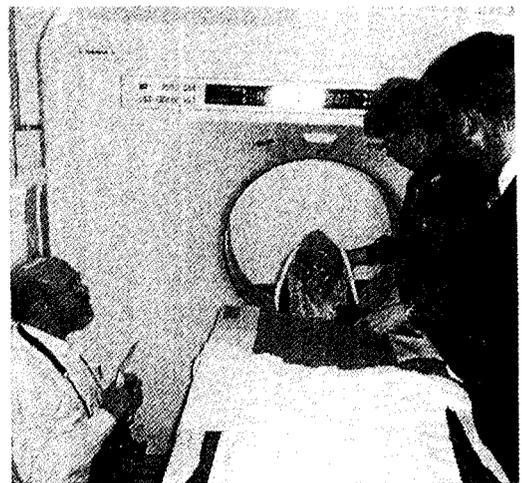


그림 3. 난파선 Belle에서 찾아낸 'Rob'의 두개골로 CT로 촬영하는 모습.

역사기록수단의 한부분으로 막 자리잡기 시작한 것 같다. 이는 언젠가라도 후대에 연구자들이나 학생들이 원하는 고대 유물들을 마음먹은대로 복원하여 그들의 연구자료로 이용할 수 있다는 것을 의미하며, 마지막으로 Hamilton이 제시하는 관점은 우리에게 시사하는 바가 참으로 크다. 지금까지는 고고학 발굴지에서 발견된 유물이나 유해의 소유권문제로 인하여 발굴단과 지역주민들과의 마찰이 필연적으로 발생하였었다. 앞으로는 유해가 발견되는 즉시 곧바로 휴대 CT 장치에 의하여 scanning 작업이 가능한 날이 올 것이다. 그리하여 유해는 그대로 지역주민들에게 인도되면서 지구 다른 한쪽의 고고학연구실에서는 디지털 CT 자료로 전송된 유해의 형상정보를 이용한 SLA 모델이 제작되어 연구작업과 박물관 전시가 가능해 질 수 있을 것이다.

◎ RP를 이용한 의학용 심폐조직 구조물(human Lung)의 제작

다음은 또 하나의 RP의 의학용 응용에 대한 소식이다. 최근 미국 미네소타주의 St. Paul 시에 소재한 3M社は 우리 일상생활에서 흔히 사용되는 접착테이프와 부착용 포스트잇은 물론 자동차용 부품과 신축성 전기 Calde 등 약 50,000 가지가 넘는 제품을 생산한다. 오늘날처럼 시장에서의 제품경쟁이 치열한 때에 3M사는 RP를 이용 그 제품생산성을 제고시키고 있는 회사중의 하나이다. 일례로서 3M社の 생활과학부서에 근무하는 David Velasquez 박사는 그가 의학용 흡입기구의 성능을 검사할 수 있는 새로운 아이디어를 찾고 있던중 3M 회사내에 있는 RP 센터에서 그 해결방법을 찾았다. 즉 인간의 생체 폐구조와 똑같은 SLA 모델을 제작하여 이를 대상으로 복용된 약입자가 어떻게 흘러들어가는지, 그리고 어느 부위까지 약물이 투여되는지를 알아내고자 하는 것이 Velasquez 박사가 알고 싶어하는 것이다. RP가 아닌 기존의 방식으로 폐의 물리적 모형을 만드는 것은 어렵기도 하거니와 제작상의 난이도가 높았다. 이 방법은 우선 시신의 폐속으로 wax를 녹여 주입하여 굳힌후 wax 주변의 인체조직을 제거하여 목형을 얻고 이곳에 silicone rubber를 부어 굳힌후 wax를 녹여 폐구조와 똑같은 실리콘모형을 얻어내는 것인데 Velasquez 박사에 의하면 이방법은 많은 문제가 있거나 손이 많이가는 작업이어서 불편하

다고 한다. 즉 wax 모형이 매우 약하므로 조심스럽게 다루어야 하고 wax 주물을 얻을 때 잔류된 신체조직을 제거하는 작업등이 그것이다. 때때로 신체조직을 제거하기위해 가열방법을 쓰기도하는데 이열로 인하여 내부의 wax 형상을 망치는 경우도 종종 있다. 이 밖에도 복잡한 실리콘 모형으로 부터 wax를 제거하는 것도 완벽하게 이루어 지기는 어렵다.

이제 인간의 생체 폐구조를 완벽하게 SLA 모형으로 복원하는 방법을 살펴보자. 이는 앞서 소개된 고고학자들이 썼던 방법과 마찬가지로 실제 인체에 속한 폐부위를 CT 장비로 scanning 하고 이를 전용 전산 모델러를 이용 3차원 CAD 모델로 구현하는 것이다. 3M의 RP 센터의 선임 연구원인 Marge Hartfel은 Unigraphics사의 전산 소프트웨어를 사용하여 이작업을 수행하였다. 한가지 흥미로운 점은 현재의 RP 장비의 해상도로는 폐구조내의 기관지의 최초 8단계까지분리의 구조, 그러니까 128개(=2의 7제곱)의 기관지 줄기까지만 복원이 가능하며 이들중 가장 작은 기관지 통로크기는 약 2mm의 지름을 갖고 기관벽 두께도 약 2.5mm에 불과하다는 것이다. 이정도 크기라면 현재의 RP 장비의 해상도가 감당할 수 있는 수준의 한계까지 이르렀다는 것을 의미한다. 미세한 기관지들을 안쪽에서 받쳐주기위한 지지대(support structure)들이 모형제작후 제거되기가 쉽지 않다는 것도 또하나의 문제점이다(편집자 주: 지지하다시피 SLA로 구현되는 RP 기술은 재료를 액상 resin을 사용하므로 모형형상자체가 undercut 혹은 overhang 구조로 이루어진 경우에는 이를 가라앉히 않도록 떠받쳐주는 지지대를 필요로 한다). 임시 방편으로는 폐구조 CAD 모델자체를 8개의 단순한 형상으로 분리한후 이를 토대로 역시 8개의 SLA 모형을 RP 기술로 제작후 다시 하나의 완성체로 결합시키는 방법을 들 수 있다. 이들 각각의 단순모형이 그나름대로 문제만 없다면 이들을 하나의 모형으로 결합하는 것은 용이하며 최종형상은 약 30cm 높이와 그와 비슷한 크기의 가로, 세로 크기를 가진 완성품이 된다.

이제 이렇게 얻어진 폐모형은 인체내에서 이루어지는 호흡활동을 완벽히 재현하기 위하여 모델내의 기관형상과 각종 실험기구와의 연결이 이루어진다(말하자면 이 SLA 모형은 실제 호흡작용을 재현한다). SLA 모델안의 작은 기관지 모형조직안에는 실

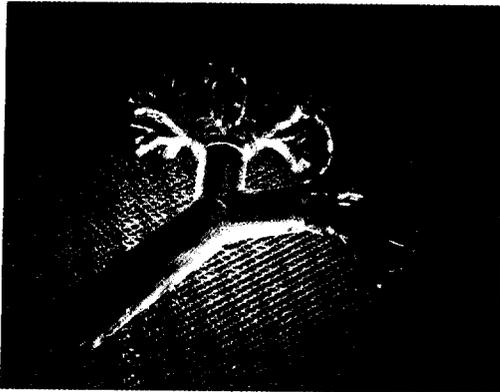


그림 4. 생체 폐의 CT 촬영자료에서 얻어낸 SLA 모형.

재 인체 기관지를 그대로 재현하기 위해 특수한 재료가 입혀져서 기관지 내에서의 가스교환과 같은 미세한 활동도 그대로 이루어 지게 한다. 모형 기관지 내에서의 약물의 확산을 관찰하기 위해서는 방사성을 띤 물질을 섞어놓고 이를 기계장치로 촬영하면서 약물의 움직임을 추적할 수 있다. 인공호흡장치가 가동하는 사이 약물이 투여되고 의사들은 약물이 얼마나 균일하게 그리고 깊숙히 기관지로 퍼져나가는지를 관찰할 수 있게된다. Velasquez 박사에 의하면 SLA 모델을 이용한 폐기관지 흡입약물 투여의 실험은 매우 성공적이라고 한다. 즉 그실험을 통해서 폐로 흡입되는 약물의 성격과 상태에 관하여 많은 정보를 얻을 수 있었으며, 실험이 끝난후에 이를 세제로 세척하여도 SLA 모형이 resin으로 이루어진 관제로 세척액에 함유된 용제에도 잘 견디므로 추후에 같은 실험을 몇번이고 수행할 수 있다. 다만, Velasquez 박사는 현재의 RP 장비의 해상도가 좀더 발전하여 현재 장비로는 재현이 곤란한 2~3단계정도 보다 미세한, 즉 기관의 분리단계가 보다 복잡한 기관지 모형까지도 추후에는 제작할 수 있기를 기대한다고 한다.

2. RP 관련 새로운 상품소개 (Hardware 및 Software)

◎ 3D Systems의 새로운 Stereolithography 장비

미국 3D Systems사는 주시하다시피 1988년 세계 최초의 RP장비인 SLA-1을 상품화하여 RP 산업을 탄생시켰으며, 그후 지속적인 장비 개선을 통하여

1989년에는 SLA-250을, 1990년에는 SLA-500을, 그리고 1996년에는 solid-state 레이저와 개선된 recoating 방식을 사용하는 SLA-350을 상품화 시켰다. 3D Systems사는 곧 이어서 SLA-350에 사용되는 기술을 바탕으로 천단위의 제품번호로 시작하는 새로운 stereolithography 장비인 SLA-5000을 시판할 예정이다. 이 장비는 크기 500 mm×500 mm×585 mm의 제품을 제작할 수 있으며 모듈러 방식으로 구성되어 있어 제작 및 수리가 종전에 비해 매우 용이해졌다. 사용되는 레이저는 solid state 방식인 Nd:YVO4이며 레이저의 수명시간은 5,000 시간이다. 기존의 Argon ion 레이저 대신 solid-state 방식의 레이저를 사용하기 때문에 복잡한 냉각 시스템이 필요하지 않으며 장비의 설치에 필요한 면적도 기존의 SLA-500의 반정도에 불과하다. 아울러 구동에 필요한 전류양도 종전의 SLA-500에 비해 1/6밖에 안되며 이밖에 자동 수지 refill 기능과 leveling 시스템은 사용자가 장비에 수지를 채우는데 편리하도록 하게 해준다.

새로 개선된 Maestro 1.9 소프트웨어는 SLA-500에서 제작할 수 있는 최소 두께의 반밖에 안되는 0.05 mm까지도 사용 가능하게 한다. 이런 기능은 종전의 장비보다 표면상태가 좋은 제품을 제작할 수 있도록 하며 동시에 두배 이상의 해상도를 갖게 한다. Recoating용으로 추가된 Smart Sweep 기능은 recoating시 recoater가 매번 전체 파트를 지나가는 것이 아니라 제작되어야 하는 단면까지만 지나가도록 하여 총 제작시간을 20%정도 줄여준다.

SLA-5000 이외에 3D사는 SLA-3500을 SLA-350 후속 모델로 선보였다. SLA-3500은 SLA-350과 기본 기능은 같지만 추가적으로 위에서 설명된 SLA-5000의 기능을 가지고 있다. 언급된 SLA-5000과 SLA-3500 장비의 시판과 함께 기존의 SLA-250 장비를 개선하여 정밀도를 높인 장비인 SLA-250-HR도 시판되고 있다. 이 장비는 helium-cadmium 레이저를 사용하며, 레이저 빔의 크기가 기존의 0.1 mm 의 1/4밖에 안되는 0.025 mm 이다. 이와 같은 빔의 크기로 작업을 하면 기존보다 훨씬 정밀한 부품을 제작할 수 있지만 동시에 제작 시간은 늘어나게 된다.

시판되는 새 장비들은 가격면에서 볼 때 종전과 큰 차이가 없다. SLA-5000은 기존의 SLA-500과 마찬가지로 49만불이며, SLA-3500은 SLA-350과 같은 38만

물이다. Maestro 1.9 소프트웨어와 SmartSweep는 옵션으로 SLA-500과 SLA-350에 추가시킬 수 있다.

◎ QuickCast 2.0

3D Systems사는 영국 Nottingham 대학과 공동으로 QuickCast 2.0을 개발하였다. QuickCast 2.0은 QuickCast 1.1과 달리 정사각형 방식의 패턴을 사용하지 않고 육각형 구조의 패턴을 사용한다. 각 육각형의 면들은 그림 5에 나타난 바와 같이 3개의 각각 다른 층위에 놓여있으며, 이런 구조로 인하여 육각형 방식의 패턴은 약하여 QuickCast 1.1 방식때보다 더 손쉽게 세라믹 슬로 부터 태워낼 수 있다. 3D Systems사에 의하면 QuickCast 2.0은 QuickCast 1.1보다 50% 적게 수지를 사용하고 수지를 두배나 빨리 패턴으로부터 빼어낼 수 있다고 한다.

◎ Z-Corporation사의 Z-402

지난호 RP 관련 새로운 상품으로서 미국 매사추세츠 주의 서머빌 시(Somerville, Massachusetts)에 있는 Z-Corporation사(이하 Z-Corp)가 MIT 공과대학

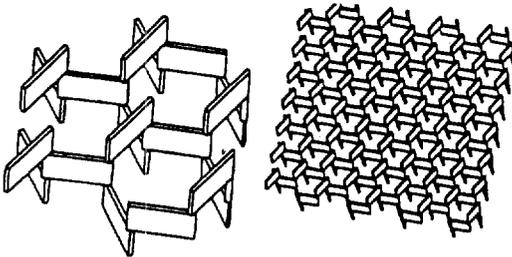


그림 5. QuickCast 2.0의 새로운 패턴 방식.

에서 개발된 3D Printing 기계를 개선한 획기적인 RP 장비 Z402를 개발하였다고 소개한 바 있다. 이번 호에는 이 Z-402에 대한 소식을 추가로 전하고자 한다. 지난호에 소개하였다고피 약 \$50,000 정도의 저가인 Z-402는 이제 본격적으로 양산체제로 돌입하여 경쟁사인 3D Systems사의 Actua나 Stratasys사의 Genisys와 현재 시장 쟁탈전이 치열하다.

첫째, Z-402의 장점이라면 기존의 상업용으로 제작된 RP 장비들보다도 속도면에 있어서 20배정도는 빠르다는 점인데 100 mm×200 mm 정도의 넓이를 가진 제품을 시간당 약 50 mm의 층두께로 쌓을 수 있다고 한다.

둘째, 주재료로 쓰이는 분말의 가격도 11,143 입방 cm 당 약 \$150 정도로 다른 RP 장비보다 20배정도로 저렴하다는 점(1 입방인치당 65 cent).

셋째, 사용하고 남은 분말과 binder 용액을 빠르게 제거할 수 있다는 점등이 될 것이다.

회사사장인 Hatsopoulos에 의하면 최초 주문후 미국내에서는 약 6~8 주후에는 제품이 인도 될것이라고 자신하며, 그러나 현재는 미국밖에서의(예를 들면 한국) 주문은 아직 받지 못하고 있다고 한다. 가격은 MS Windows 95용 운용 소프트웨어가 약 \$3,000, 그리고 후처리장치와 wax를 코팅하는 기계가격 약 \$6,000을 포함하여 총 \$60,000 정도가 든다고 한다. (편집자주: rp_ml에 가입하였던 회원들은 이미 알고 계시리라 믿지만 10월 한달동안 rp mailing list인 rp_ml에서는 바로 이 Z-402를 두고 치열한 사이버 논쟁이 벌어지기도 하였다).

3. RP 업계 동향 및 학회소식

◎ Solid Freeform Fabrication Symposium 1997

RP에 관련한 학회중 그 성격상, 학문적인 주제가 많이 토론되는 SFF Symposium에서 이번에 금속 시제품 제작용으로 개발되는 Sandia Lab의 LENS, Los Alamos National Laboratory의 directed-light fabrication (DLF), Stanford대의 shape-deposition manufacturing (SDM) 방식에 관한 논문이 발표되었다. 이 세가지 방식들이 모두 레이저 빔 초점에 분말을 분사하여 용융 시켜며 적층하는 방법을 채택하고 있다. 텍사스대의 John Priest는 레이저를 사용하지 않고 용융된 droplet 를 사용하여 적층하는 방법인 liquid-metal jetting에 관



그림 6. Z-402에 의해 제작된 모형의 사진.

한 연구내용을 발표하였다. Droplets를 사용하여 제작할 경우 같은 부품내에서 부분적으로 특성이 다른 합금을 제작할 수 있을 것 이라고 한다.

이번 학회에서 발표된 논문 편수를 비교해 볼 때 금속쪽보다 세라믹 분야에서 훨씬 많은 연구가 진행되고 있음을 알 수 있었다. Sandia National Laboratories에서는 micropen을 사용하여 세라믹 slurry를 노즐을 통하여 FDM처럼 적층시키는 방식을 개발중이다. Micropen의 노즐은 직경 0.025 mm으로 정밀하게 세라믹 slurry를 적층할 수 있도록 설계되어있다. Rutgers 대학에서는 상용화된 FDM 장비를 사용하여 Fused Deposition of Ceramics 방식을 개발중이다. 이 방식에서는 고분자 소재 대신에 바인더와 섞인 세라믹(Si_3N_4)을 노즐을 통해 적층시켜 세라믹 부품을 제작한다. 바인더와 혼합된 세라믹을 사용할 경우 바인더를 제거하고 로에서 세라믹을 가열하여야만 원하는 기계적 특성을 얻을 수 있는 번거로움이 뒤따르게 된다.

상용화된 LOM 장비에서 세라믹 테이프를 레이저로 절단한 뒤 시제품을 제작하는 방식이 Ceramic Composites사와 Case Western Reserve 대학에 의해 시도되고 있다. Case Western Reserve 대학에선 세라믹 외에 금속 316L을 사용하여 위와 같은 방식으로 시편을 제작하여 실험한 결과 ASM Handbook에 제시된 단철들의 특성치와 유사한 값들을 얻었다.

◎ Sixth European Conference on Rapid Prototyping and Manufacturing

매년 영국 Nottingham 대학에서 주관하는 유럽 RP회의는 유럽에서 진행되는 RP에 관련한 연구내용이 발표되는 행사이다. 이번 발표된 내용중 독일 Fraunhofer 연구소에서 개발한 adaptive slicing과 Nottingham 대학에서 개발한 용접을 이용한 직접 금속 조형기술이 관심을 끌었다. 용접기술을 이용하여 금속 시제품을 직접 제작하는 이 방식의 새로운 building strategy는 면을 만들 때 기존의 방식처럼 용접 bead를 겹치게 하지 않고 일정한 간격을 두고 제작한 후 두 번째 작업단계에서 이들 bead사이에 있는 공간을 채우는 작업을 실행한다. 이런 방식을 통하여 제작된 면들은 결함이 적으며 높은 물리적 특성을 가진다. 한면이 완성된 후에는 로봇에 달린 밀링공구를 사용하여 면을 매끈하게 하기 위한 pol-

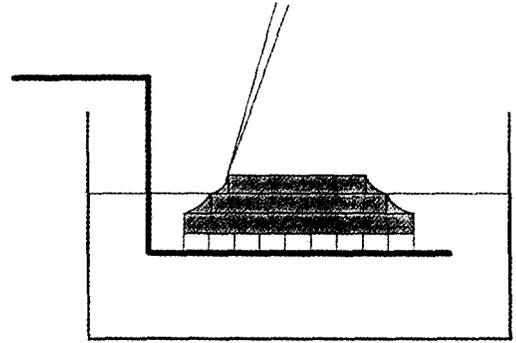


그림 7. 계단식 표면을 제거하는 meniscus smoothing 방법.

ishing 작업을 해준다.

영국 Nottingham 대학에서는 stereolithography로 제품을 제작할 때 적층 방식 때문에 발생하는 계단식 표면을 제거하는 meniscus smoothing 기술을 개발하였다 (그림 7). 이 기술의 기본원리는 한 단면이 완성된 후 완성된 층은 수지 수면위로 올려 층 외각에 표면장력을 통하여 붙어있는 수지를 레이저를 통하여 경화시켜 계단형식의 표면을 매끈하게 채워주는 것이다.

4. RP 계시판

◎ 3D buys EOS Stereo line

미국의 3D Systems사는 유럽의 가장 큰 RP 장비 회사인 EOS사 주식의 75.1%를 매입했다. 매입과 동시에 EOS사는 현재까지 EOS사의 연간 매출액의 40%를 차지하는 STREOS사업(stereolithography장비)을 모두 3D사로 이전한다고 발표하였다. 향후 EOS사는 stereolithography 장비 대신에 SLS장비 사업에 주력을 할 것이라고 한다. EOS사와 3D Systems사 간의 이와 같은 합의로 그동안에 양사간에 진행되던 특허 분쟁도 곧 종료될 예정이다. 3D Systems사는 이번 M&A를 통해서 유럽시장에 진출하기에 유리한 교두보를 얻게 되었으며 EOS사는 3D Systems사와 오랫동안 진행 중이던 특허분쟁을 마무리하고 이제부터 DTM사와의 SLS에 관련한 특허분쟁에만 집중할 수 있게 되었다.

◎ Rapid Prototyping and Manufacturing '98

SME 주관으로 매년 미국 Dearborn에 열리는

RPM 회의는 내년 5월 19일-21일까지 개최된다. 상세한 정보를 얻기 위해서는 다음의 주소로 연락을 취하거나 관련 홈페이지(www.sme.org)를 방문하면 관련자료를 얻을 수 있다.

- Linda Johnson
The Society of Manufacturing Engineers
One SME Drive, P.O. Box 930
Dearborn, Michigan 48121
(Tel) 313-271-1500 ext. 374
(Fax) 313-271-2861

«RP Report Vol. 7, No. 6, June 1997»

«RP Report Vol. 7, No. 7, July 1997»

«RP Report Vol. 7, No. 8, August 1997»

«RP Report Vol. 7, No. 9, September 1997»
.....

본 기사는 KIST의 송용익 편집위원, 홍익대학교 지혜성 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