

올바른 신속시작 프로세스 선택

박혜인 _ 박형준 _ 조선대학교 산업공학과 _ hzpark@chosun.ac.kr

본 글에서는 신속시작(Rapid Prototyping)을 시도하기로 결정하였을 경우, 최상의 결과를 제공하는 신속시작기술을 어떻게 선택할 것인지에 대해 살펴보고자 한다. 이를 위해 물어봐야 할 가장 중요한 질문은 시작품의 용도가 무엇인지에 대한 것이다. 이에 대한 답은 어떤 기술들이 작동하고, 어떤 기술들이 작동하지 않는지를 결정하는 데 도움을 줄 것이다. 또한, 요구되는 정확도는 얼마인지, 그리고 요구되는 시작품의 견고성은 어느 정도인지 등과 같은 질문들은 선택의 폭을 좁히는데 도움을 준다.

설계 검토

신속시작의 가장 일반적인 응용 중의 하나가 개념 검증(concept verification)과 설계검토(design review)를 위해 모델을 만드는 일이다. 제품 디자이너들은 동의되고, 편집되고, 궁극적으로 새로운 버전을 위해 버려질 저자의 미완성 책의 초안과 같은 개념모델을 고려한다고 흔히 말한다. 설계검토용 모델은 특별히 정확하거나 견고할 필요가 없다. 그것은 전형적으로 설계검토 회의에서 활용되면 된다.

거의 모든 신속시작 기술이 설계검토용 모델을 생성할 수 있지만, 저해상의 파트(parts)를 생성하기 위

해 고해상의 입체조형 또는 SL(stereo lithography) 시스템, 소결(sintering) 장비, 또는 direct-metal 제조기를 사용하는 것은 비싼 자원의 낭비이다. 대신 빠르고 저렴하지만, 원하는 섬세함을 제공하는 프로세스를 선택하는 것이 바람직하다. 그림 1은 설계검토용 RP 모델을 보여준다.

Stratasys사의 Dimension systems, Z Corporation사의 three-dimensional printers, 3D Systems사의 새로운 Invision Si2 hot-melt printers, 그리고 Objet사의 Eden ink-jet systems 등이 설계검토용 모델 생성에 좋다. Z

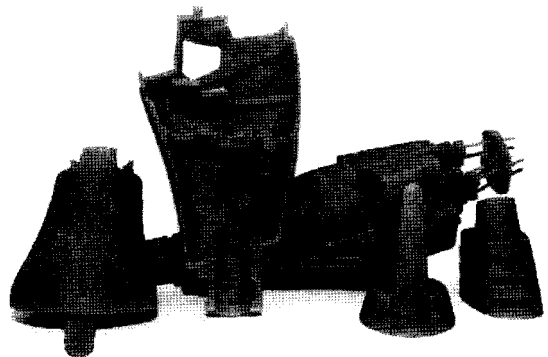


그림 1. 설계검토용 RP 모델

Corporation사의 장비는 가장 빠르고 가장 값싼 재료(plaster 또는 starch)를 사용한다. 그러나 이 장비에 의해 생성된 파트들은 Dimension systems에 의해 생성된 것들보다 견고하지 않으며, Invision Si2 장비나 Eden 장비에 의해 생성된 파트들보다 섬세하지 않다. 신속시작장비에 대한 전반적인 내용을 위해 CAD/CAMNet 2003년 10월호 "US Rapid Prototyping Equipment Roundup 2003"을 참고하기 바란다.

틀링 보조(tooling aids)

많은 회사들이 일상적으로 틀 제작업체에 견적을 요청하거나 시출성형용 금형을 주문할 때 도면과 함께 신속시작품을 보낸다. 삼차원 틀링 보조모델로서의 신속시작품은 2차원 도면으로 이해하기 어려운 파트의 여러 측면들을 부각시킬 수 있고, 틀 제작업체가 비싼 재작업(rework)을 요하는 실수들을 일으킬 기회를 줄여 줄 수 있다. 위험부담의 감소는 모두가 바라는 바이며, 생산할 제품의 신속시작품을 함께 보낼 때 틀(tools)에 대한 비용을 절감시킬 수 있다.

설계검토용 모델과 마찬가지로, 틀링 보조에 이용되는 파트들은 특별히 정확하거나 견고할 필요가 없다. 그러나, 배송하는 동안 충격에 견딜 수 있을 만큼 단단해야 하며, 틀링 공장 작업자에 의해 취급되는 과정에서도 잘 견딜 수 있어야 한다. 조각난 채로 도착한 틀링 보조품은 쓸모가 없다. 3D Systems사의 Thermojet에 의해 만들어진 것들과 같은 왁스 파트들은 부서지기 쉽다. 저가의 왁스로 침윤시킨 Z Corporation사의 starch-based 파트들은 얇은 벽 구조나 섬세한 부위들이 있는 경우 배송이나 거친 취급 과정에서 부서지기 쉽다. Stratasys사의 Dimension 또는 Vantage 시스템에 의해 생성된 ABS 파트들이 가장 견고한데, 특히 얇은 벽 구조나 특징 부위들이 있는 경우에 좋다.

맞춤 및 조립(fit and assembly)

개념 모델링과 설계검토를 위해 이용되는 파트들이

고해상도를 요구하지 않은 반면, 맞춤 및 조립을 위해 사용되는 시작품들은 충분히 정확해야 하고, 조임기구(fasteners)나 접착제(adhesives)와 함께 조립될 만큼 강건해야 한다. 스냅핏(snap-fits)이 함께 이용되는 분야에서는 유연해야 하고, 탄력이 있는 시작품이 요구된다.

Z Corporation사의 파트들은 맞춤 및 조립 검사에 효과적으로 사용하기에는 너무 약하다. 이러한 파트들은 드릴링과 태핑 또는 볼트 작업 시 종종 갈라진다. 게다가, Z Corporation사 장비로 만들어진 파트들의 표면이 매우 거칠어서 꼭 맞춰진 파트들 간에 서로 잘 미끄러져지지 않는다. 그림 2는 맞춤 및 조립 검사용 RP 모델을 보여준다.

상세함(detail)과 고해상도가 재질 특성보다 중요시될 때, 입체조형(stereo lithography)이 조립성 검사를 위해 선택될 신속시작 기술일 것이다. 3D Systems나

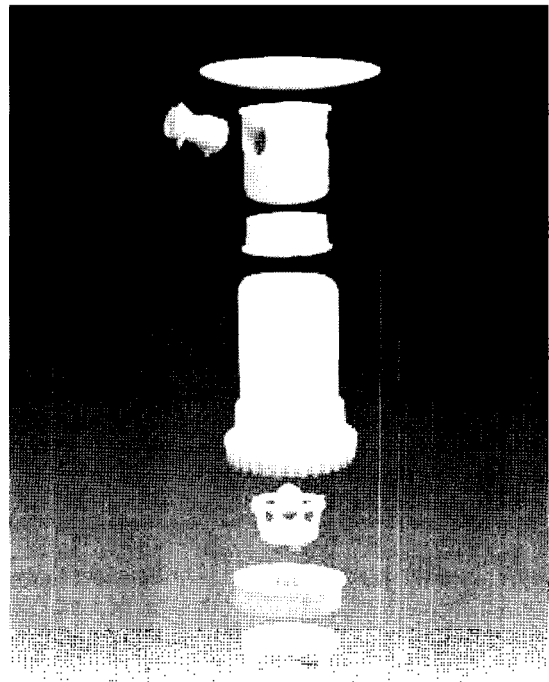


그림 2. 맞춤 및 조립 검사용 RP 모델



Sony 모두 고해상의 매우 상세한 파트들을 생성할 수 있는 stereo lithography 시스템들을 제공한다. 그러나, 어떤 stereo lithography 수지가 사용될 지를 서비스 제공자(service provider)와 상의하고, 해당 수지가 응용 분야에 충분히 강건한지를 검증하는 것이 필요하다. Huntsman, 3D Systems, 그리고 DSM Somos사들의 수지들은 강도, 유연성, 그리고 견고성에서의 다양한 조합을 제공한다. 더욱 단단하고, 탄력 있는 재질을 요구하는 응용 분야를 위해서는 Stratasys사의 Vantage와 Titan 시스템에 의해 생성되는 ABS 파트들이나 3D Systems나 EOS사의 laser-sintering 시스템에서 생성되는 나일론 파트들을 이용할 수 있다. 신속시작용 재료에 대한 전반적인 내용을 위해 CAD/CAMNet 2004년 1월호 "Rapid Prototyping Materials Roundup 2004"를 참고하기 바란다.

발표용 모델(presentation models)

만약 여러분이 마케팅이나 발표용 모델로서 신속시작품을 사용하기를 원한다면, 표면 마무리(surface finish)와 상세도의 뚜렷함(crispness of detail)이 매우 중요하다. 3D Systems 그리고 Sony사의 stereo lithography 장비들에 의해 생성된 파트들은 매우 매끄러운 정

도까지 사포질, 페인트칠, 또는 윤내기 작업을 할 수 있다. 특정 stereo lithography 수지들은 렌즈 시제품 그리고 다른 투과성 곡면들에 사용될 수 있는 광학적으로 깨끗한 파트들을 생성한다. 또한, Object사의 Eden 333 inkjet 시스템은 매우 훌륭한 표면 마무리와 뚜렷함을 갖는 파트들을 생성한다. 그림 3은 발표용 RP 모델을 보여준다.

Stratasys사의 FDM(Fused-Deposition-Modeling) 공정에 의해 만들어진 소결(sintered) 파트들은 초기에는 stereo lithography 공정에 의한 파트들보다 거친 표면을 갖는다. 결과적으로, 발표용 모델로 사용하기 위해 사포질과 페인트칠 작업이 추가로 요구되어 시제품의 가격을 상승시킨다. 그러나, FDM과 소결 파트들로부터 지지물(supports)을 제거하는 일은 stereo lithography 공정으로 만들어진 파트들로부터 지지물을 제거하는 일보다 쉬워서 상승된 비용을 상쇄시킨다.

복제 원형(duplication masters)

에폭시 몰딩(epoxy molding)과 같이 2차적인 복제를 위한 마스터(master)로서 사용되는 신속시작품들은 너무 많은 요구사항들을 갖는다. 원형(pattern)은 적층 생성공정에 의한 계단식 층을 제거하기 위한 사포질 작업, 틸트 이음매칠 작업, 그리고 에벌침(primer)이 동반된 페인트칠 작업 등이 요구된다. 3D Systems사의 stereo lithography와 레이저 소결(laser-sintering) 시스템, Stratasys사의 FDM 장비, 그리고 Objet사의 inkjet 장비들에 의해 생성된 파트들 모두 복제 원형으로서 적합하다.

만약 신속시작품을 구조용 원형으로 사용하기를 원한다면, 시작품들이 연소과정(burnout) 동안 팽창하여 주형에 균열을 발생시키지 않아야 함을 명심해야 한다. 파트가 작으면, SolidScape사의 was-printing 시스템이 좋은 선택이다. 보다 큰 구조용 원형을 위해서는 3D Systems사의 wax-based ThermoJet 또는 Z Corporation사의 three-dimensional printing 시스템을 선택

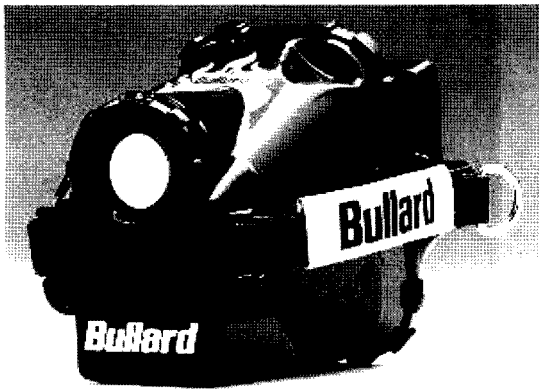


그림 3. 발표용 RP 모델

할 수 있다. 또한 Stratasys사도 자사 장비를 위해 인베스트먼트(investment) 주조용 왁스를 제공한다. 또한, 2003년에 3D Systems사는 Accura Amethyst 라는 stereo lithography 수지를 소개하였는데, 이는 보석산업에서 주로 사용될 주조용 원형 제작을 위해 설계되었다. 3D Systems사의 stereo lithography 장비를 위한 Quickcast building style은 주조 셀 밖으로 연소되는 보다 큰 원형에 유용하다. EOS사와 3D Systems사 모두 자사 소결(sintering) 시스템을 이용한 주조용 원형 제작을 위한 폴리스티렌 파우더(polystyrene powder)를 제공한다.

기능 검사(functional testing)

기능 검사용 신속시작품은 정확도와 함께 요구되는 재질 특성들을 동시에 갖추어야 한다. 고온에 노출되지 않을 고해상도 파트들의 경우, Huntsman사의 Renshape 7580, DSM Somos사의 10120, 또는 3D Systems사의 Accura 40 등과 같은 수지를 사용하는 stereo lithography 시스템들은 폴리프로피렌(polypropylene), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리에틸렌(polyethylene), 그리고 ABS 등과 유사한 물리적 특성을 갖는 파트들을

생성할 수 있다. 보다 고온의 응용분야의 경우, Vantico사의 Renshape SL5530과 DSM사의 ProtoTool과 ProtoTherm 등과 같은 수지들은 stereo lithography 사용자들로 하여금 섭씨 100도 정도 온도에 견딜 수 있는 파트들을 생성하게 한다. 그림 4는 기능검사용 RP 모델을 보여준다.

높은 강도, 보다 큰 내화성(heat-resistance), 그리고 부식성 화학물에 대한 내성을 요구하는 응용분야의 경우, 나일론 또는 유리 함유 나일론 파우더를 사용하는 EOS 또는 3D Systems사의 레이저 소결(laser-sintering) 시스템들을 사용하거나, ABS 폴리카보나이트(polycarbonate), 또는 폴리페닐설폰(polyphenylsulfone) 필라멘트를 사용하는 Stratasys 장비를 사용할 수 있다.

또한, 만약 기능 검사용 금속 파트를 생성하기를 원한다면, EOS사의 EOSINTM sintering 시스템은 다양한 재질특성을 수반하는 많은 금속기반 파우더를 처리할 수 있다. 또한, 3D Systems사는 자사의 Vanguard sintering 시스템에서 사용하는 많은 금속기반 파우더를 제공한다.

신속생산(rapid production)

생산용 파트를 위한 신속시작품의 사용에 대한 결정은 그리 쉽지 않다. 심지어 ABS, 나일론, 그리고 폴리카보나이트와 같은 재료를 사용하는 신속시작 시스템들조차 사출성형이나 밀링가공에 의해 만들어진 파트들 만큼 정확하거나 또는 동일한 물리적 특성을 갖는 파트들을 만들 수 없다. 그러나, 만약 소량의 파트들만 필요하다면, 금형 도구를 만드는 비용보다 신속시작품을 만드는 비용이 더 적게 소요될 수 있다. 그리고, 레이저 소결(laser-sintering) 시스템, stereo lithography 장비, 또는 FDM(Fused-Deposition Modeling) 장비들로 생성된 파트들의 정확도와 내구성은 충분히 좋을 수 있다. 그림 5는 소결에 의해 만들어진 사출성형용 금형을 보여준다.

EOS사와 3D Systems사의 소결(sintering) 시스템으

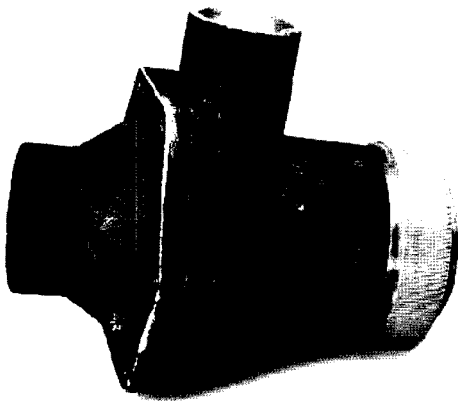


그림 4. 기능검사용 RP 모델

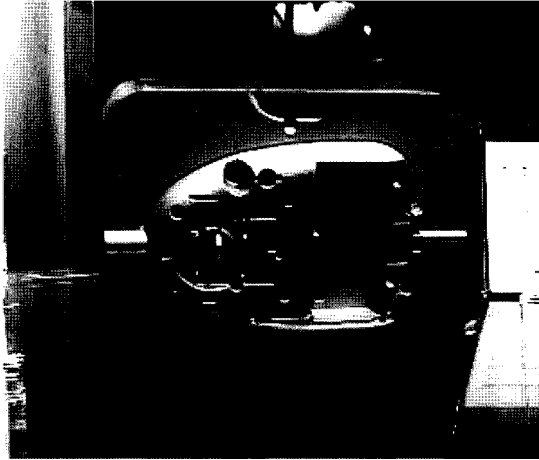


그림 5. 소결에 의해 만들어진 사출성형용 금형

로 만들어진 사출 성형용 금형들은 전통적인 방식에 의해 만들어진 금형들 만큼 정확하거나 오래 지속되지도 않지만, 수천 개의 공학용 플라스틱 파트들을 생산하기 위한 경제적인 방법이 될 수 있다. 신속시작

공정이 요구되는 정확도를 수반할 수 있을 지에 대한 평가를 할 때, 신속시작 공정에서는 크기가 문제가 된다는 점을 명심해야 한다. 대부분의 장비 제조사들은 파트의 인치 당 정확도 허용치(accuracy tolerance)를 인용한다. 이는 파트가 크면 클수록 잠재적 치수 오차(dimensional error)가 더욱 커진다는 것을 의미한다.

지금까지 올바른 신속시작기술의 선택을 위해 응용 분야별로 적용 가능한 신속시작기술에 대해 살펴보았다. 신속시작 기술 도입 및 적용을 고려하는 다양한 분야의 사용자에게 도움이 되기를 바라면서 본 글을 맺는다.



본 기사는 조선대학교 박형준 편집위원이 CAD/CAMNet 2004년 3월호에서 발췌하였으며, CAD/CAMNet의 출판사인 CAD/CAM Publishing, Inc의 연락처는 다음과 같다.

Tel : 858-488-0533

Fax : 858-488-6052

E-mail : circulation@cadcamnet.com

Website : <http://www.cadcamnet.com>