

3 차원 CAD/CAM 기반 초단납기 금형제작기술 개발

안종호*, 박근, 김천기, 박병철, 최상련 (삼성전기(주) 금형개발실)

Development of Rapid Tooling Processes Based on Three-Dimensional CAD/CAM

J. H. Ahn, K. Park, C. K. Kim, B. C. Park and S. R. Choi (Samsung Electro-Mechanics Co.)

ABSTRACT

The present work concerns rapid tooling technology based on three-dimensional CAD/CAM. Two types of tooling processes have been introduced: the quick delivery molding (QDM) process and the rapid tooling (RT) process using a rapid prototyping system. Both processes are based on three-dimensional CAD/CAM technology and realize a paperless manufacturing system with a high efficiency. The proposed approach has been applied to the product development for various electrical parts, and the final delivery has been reduced as compared with the traditional approach

Key Words Rapid prototyping (쾌속조형), Rapid tooling (쾌속 금형제작), Quick delivery molding procedure (초단납기 금형제작 공정), Paperless manufacturing system(무도면 제작시스템)

1. 서 론

최근 다양한 시장의 요구에 따라 제품의 모델이 다양화되고 제품의 형상이 복잡해지고 있다 또한 급변하는 시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 시장의 선점이 중요하며, 이를 위해서는 제품 개발 기간의 단축이 필수적이다 이러한 영향으로 제품의 개발과정에서 요구되는 시작품(Prototyp)의 제작에도 초단납기를 요구하고 있다.

종래에 주로 사용되고 있는 시작 방법은 전문 기술자의 축적된 경험에 의존한 수작업으로 제작하고 있기 때문에 많은 시간이 소요되는 것이 사실이다. 이러한 문제점을 해결하고 동시공학(Concurrent engineering)적인 시스템을 구축하는 것이 바람직하며, 이러한 시스템의 일환으로 쾌속조형법(Rapid Prototyping) 및 쾌속 금형제작(Rapid Tooling)의 중요성이 대두되고 있다.

쾌속조형법은 최근 몇 년간 자동차, 가전, 전자, 항공 및 중공업 등 거의 모든 제조 관련분야에 걸쳐서 제품의 설계에서 생산에 이르는 기간과 노력을 절감하는 동시 공학의 필수적인 도구로써 사용되고 있다⁽¹⁾ 쾌속조형법은 3 차원 형상의 제품을 높이에 따른 2차원 단면 데이터로 분할하여 각각의 단면을 레이저 등을 이용하여 제작하고 적층, 결합

하여 원하는 형상의 제품을 생산하는 생산 방식이다. 초기의 쾌속조형법은 형상 검증이나 조립성 평가를 위하여 사용되었으나, 근래에는 쾌속조형법을 사용하여 제작되어진 제품을 직접 기능용 시제품으로 사용하는 등 적용 범위가 확장되고 있으며, 2 차 공정을 위한 마스터 모델로도 사용되어, 그 활용도가 점차적으로 커지고 있다.⁽²⁻⁴⁾

그러나 실제로 제품의 개발과정에서 요구되는 시작품의 역할은 단순히 형상만이 아닌 기능적인 특성이 실제 제품과 동일해야 한다. 예를 들어 플라스틱 부품에 전자기적인 요소들이 첨가되어 하나의 제품을 구성할 경우, 이 제품의 성능테스트를 위해서는 시작품의 기계적, 열적, 전자기적 특성이 종합적으로 고려되어야 하며, 따라서 근본적으로 재료와 공법이 다른 쾌속조형품보다는 가능하면 실제 조건과 동일하게, 즉 해당 수치로 사출성형을 통해 제품을 제작하는 것이 보다 합리적이다. 이를 위해서는 시작금형의 제작이 필요하며, 역시 쾌속 시작을 위해 초단납기 금형제작기술이 요구된다

본 연구에서는 이러한 관점에서 시작금형의 신속한 제작기술에 관해 기술하도록 하겠다. 현재 당사에서 활용중인 3 차원 CAD/CAM 기반 단납기 금형제작기술 및 쾌속조형 장비를 활용한 쾌속 금형 제작 기술에 대해 소개하도록 하겠다.

2. 3차원 CAD/CAM 기반 단납기 금형제작

2.1 QDM(Quick Delivery Molding) 공법

종래의 금형제작을 실패하면 설계자가 도면을 출력하여 제작현장에 투입하면 이를 토대로 가공 및 조립작업이 진행된다 즉 설계자의 의도는 도면이라는 매개체에 저장되고, 가공자는 이를 판독함으로써 설계자의 의도를 파악하게 된다. 이러한 과정에서 완벽하지 못한 도면은 작업자에게 오관독을 야기시킴으로써 작업불량을 유발하는 경우가 많아 설계자는 보다 완벽한 도면을 위하여 상세도 작성, 단면도 작성, 치수 및 공차표기, 검토 및 수정 등의 작업에 많은 시간을 할애해야 한다.

그러나 3차원 CAD/CAM 이 활성화되면서 금형 설계 작업에 있어서도 제품의 3차원 정보를 활용하여 금형의 제작과정에서 설계정보의 도민화 작업이 가능하게 되었다. 또한 제품의 형상정보로부터 가공데이터를 생성시켜 절삭, 방전, 와이어가공 등의 각종 가공과정에 투입함으로써 보다 효율적인 작업이 가능해졌다.

QDM(Quick Delivery Molding) 공법은 이러한 3차원 CAD/CAM 기술에 기초한 초단납기 금형제작 시스템으로, 양산용 금형이 아닌 시작품 제작용 금형개발을 목표로 당사 금형개발실 성형기술센터에서 확립되어 활용되고 있다.^(5,6) 현재 QDM 공법에서는 3차원 CAD 정보를 활용한 완전 무도면 금형

제작 시스템을 구현하였으며, 가공성이 우수한 알루미늄 합금(두랄루민)을 사용하여 성형부(코어 및 케비티)를 가공하고, 나머지 부분은 표준부품을 사용함으로써 금형 제작기간의 획기적인 단축이 가능하다(Fig. 1).

2.2 단납기 금형제작 사례

당사에서는 전술한 QDM 공법을 사용한 단납기 금형제작 기술을 개발하여 제품개발 과정에서 효과적으로 활용하고 있다 일례로 휴대용 MP3 Player의 시작품 제작을 위한 시작금형 개발과정을 소개하겠다. 본 연구에서 개발한 MP3 Player는 총 12개의 플라스틱 부품으로 이루어져 있으며, Fig. 2에 각 부품에 대한 CAD 모델을 도시하였다

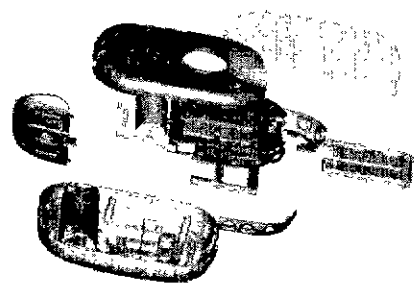


Fig. 2 An example of the quick delivery molding procedure for a MP3 player

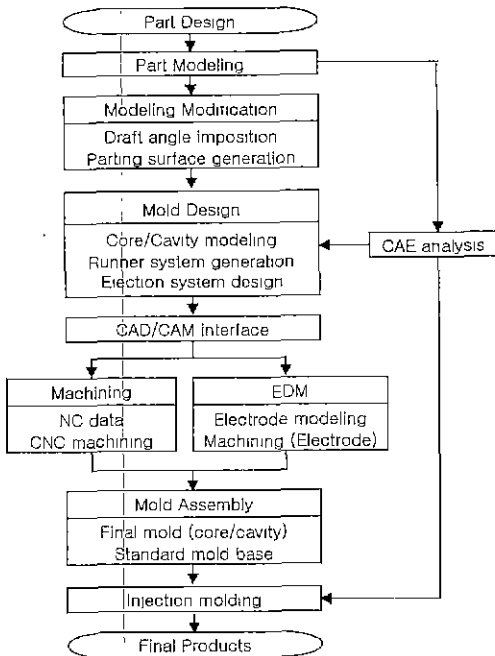


Fig. 1 Quick delivery molding procedure

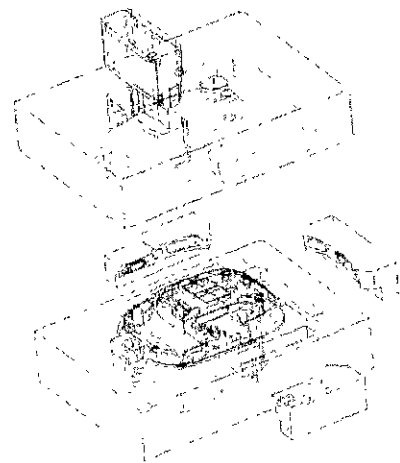


Fig. 3 Three-dimensional CAD model for the mold components (cavity, core, and side cores)

모든 부품에 대해 3차원 CAD 상에서 제품의 형상정보를 사용하여 금형의 형상 및 분할면을 정의하고, 이를 CAM 정보로 변환하여 가공하였다. 이때 제품의 하측 외관품에 대해 생성된 금형의 형상정보는 Fig. 3 과 같다.

이러한 과정을 통해 12 개의 부품에 대해 금형을 제작하고, 이를 사용하여 사출성형을 통해 20 개의 시작품을 성형하여 조립하는데 총 12 일의 기간이 소요되었다. 이는 기존의 금형제작 공법과 비교할 때 획기적인 제작기간의 단축임은 물론이며, 제품의 수량에 제약이 없다는 장점에서 보면 폐속조형 기법보다도 우수한 경쟁력을 갖추고 있는 것으로 사료된다.

3. SLS 를 이용한 폐속 금형제작

3.1 폐속 금형제작 시스템

본 연구에서는 금속분말을 사용한 폐속 금형제작을 위해 DTM社에서 개발된 폐속조형 장비인 Sinterstation® 2500 시스템을 사용하였다. 선택적 레이저 소결법(Selective Laser Sintering, SLS)을 기본 원리로 하고 있으며 구성 요소를 살펴 보면 분말을 소결시키는 레이저장치, 소결이 원활하게 이루어질 수 있도록 분위기를 유지해주는 가열장치 및 배기장치, 분말의 이송 및 소결되어진 부품을 적층할 수 있는 이송 및 엘리베이팅 장치로 구분을 할 수 있다.⁽⁷⁾ Fig. 4 에 본 연구에서 사용한 Sinterstation® 2500 시스템의 구조를 도시하였다.

SLS 시스템은 분말제를 레이저로 소결시킴으로써 원하는 형상의 제품을 제작한다. 특히 금속 시작품의 제작을 위해서는 고분자수지가 코팅된 금속분말을 사용한다. 본 연구에서 사용한 금속분말은 Fe가 주성분으로, Table 1 에 주요 성분을 요약하였다. 금속분말의 직경은 평균 45µm이며, 표면에 고분

자수지가 1µm의 두께로 코팅되어 있다.

Table 1 Composition for metal powder

Material	Composition (%)
Cr	0.10
Cu	2.65
Fe	96.0
Mn	0.80
V	0.03
Ni	0.04
Si	0.22

SLS 시스템을 사용한 폐속 금형제작 과정은 다음과 같이 요약되며, Fig. 5 에 이러한 과정을 거친 모니터용 편향코일(Deflection yoke)의 금형개발 과정을 도식화하였다.

- ① CAD 모델을 STL 파일로 변환하고, 이를 토대로 금속분말을 사용한 제품(Green part)을 제작한다.
- ② 제작된 Green part 에 아크릴 계통의 고분자수지와 경화제를 침투시킨 뒤, 48시간 정도 건조시켜준다.
- ③ 건조된 제품을 구리와 함께 열처리로에 넣고 가열하여 소결시킨다. 이때 고분자 성분의 바인더는 기화되고 그 틈새에 액상의 구리가 침투된다.
- ④ 침투가 끝난 후 필요한 부위에 대한 후가공을 거쳐 최종 제품(금형)을 완성한다.

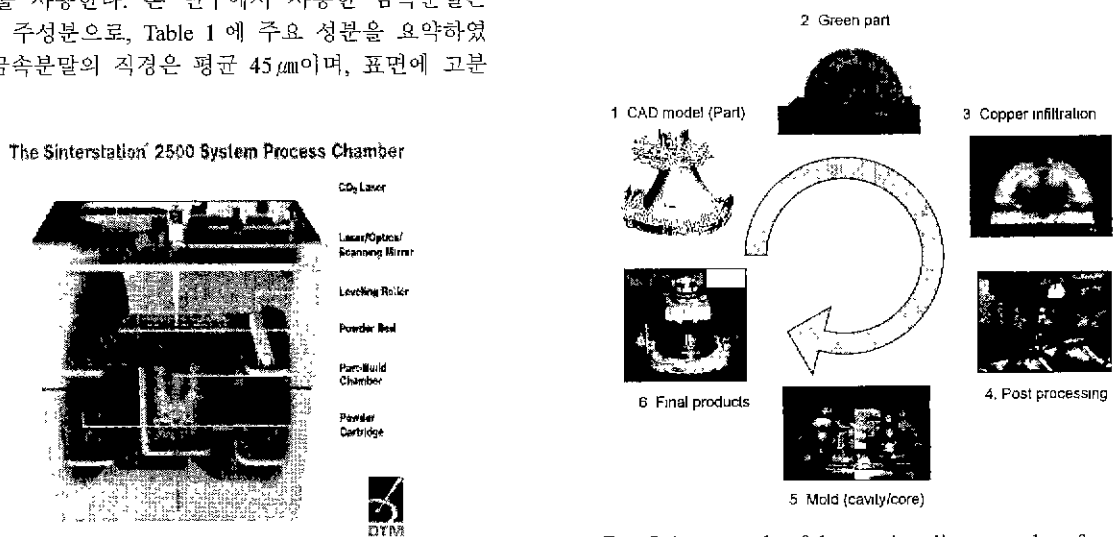


Fig. 4 SLS system (Sinterstation® 2500)⁽⁷⁾

Fig. 5 An example of the rapid tooling procedure for a deflection yoke

Table 2 Comparison of delivery of the proposed approach with the traditional approach

	<i>Product design</i>	<i>Mock-up</i>	<i>Prototype mold</i>	<i>Mold manufacturing</i>	<i>Total</i>
Traditional approach	2D based design (5 days)	Manual machining (21 days)	2D based approach (35 days)	2D based approach (45 days)	106 days
Proposed approach	3D based design (10 days)	Rapid prototyping (2 days)	QDM process (15 days)	Rapid tooling (10 days)	37 days

이러한 패속 금형제작 과정을 거쳐 금형의 코어 및 캐비티 부분을 제작하였으며, 이를 전술한 QDM 공정에서 활용되는 표준 몰드베이스와 조립하여 사출금형을 제작하였다. 이러한 과정을 거쳐 제작된 RT 금형은 QDM 에서 사용한 알루미늄 합금보다 기계적 성질이 우수하여 금형의 수명이 50,000 타 이상이 보장되어 양산금형으로의 사용이 가능하다.⁽⁸⁾ 즉 3 차원 금형설계에 기반하여 QDM 공법을 사용하여 개발금형을 제작하고, 이를 사용하여 시작품을 제작함으로써 제품 개발단계에서 발생하는 시행착오를 감소하고, 이를 기반으로 RT 공법에 의한 양산금형을 제작함으로써 결과적으로 제품개발 및 생산에 소요되는 기간을 획기적으로 감소시킬 수 있었다. Table 2 에 기존 2 차원 도면 기반에서의 금형제작에 의한 제품개발 기간과 본 연구에서 제시한 초단납기 금형제작 기법을 적용하였을 경우의 제품개발 기간을 비교하였다

4. 결 론

이상으로 본 연구에서는 시작금형의 신속한 제작을 위해 3 차원 CAD/CAM 기반 초단납기 금형제작기술 및 패속조형 장비를 활용한 패속 금형제작 기술개발에 관한 연구를 수행하였다. 개발된 연구 결과를 바탕으로 3 차원 CAD 정보를 제품 설계단계에서부터 시작품 및 시작금형 개발, 양산금형 제작 등의 일련의 과정에서 일괄적으로 활용함으로써 데이터의 손실 및 제작납기를 획기적으로 절감할 수 있었다.

또한 제안된 기법을 실제 모니터용 편향코일의 개발과정에 적용하여 기존 106 일이던 개발기간을 37 일로 단축시킴으로써 65%의 절감효과를 얻을 수 있었다. 이러한 일련의 공정은 현재 당사의 제품개발 및 금형개발 과정에서 활발히 적용되고 있으며, 신속한 시작품 제작을 효과적으로 지원함으로써 제품개발 과정에서 발생하는 시행착오를 절감하는데 기여하고 있다.

참고문헌

1. 양동열, “패속 3 차원 조형법의 소개와 패속 금형제작에의 응용”, 제 1 회 패속 3 차원 조형 및 금형기술혁신 심포지움, pp 1-14, 1995
2. 박근, 이상찬, 정준호, 양동열, 윤계륜, “패속 3 차원 조형법을 이용한 시작기술 및 시작금형 제작기술 개발”, 대한기계학회논문집(A), 제 20 권 제 5 호, pp. 1582~1589, 1996.
3. 정해도, “진공주형을 이용한 패속금형제작”, 패속시작기술연구회 춘계학술대회 논문집, pp. 65-73, 1998.
4. 최상린, 김천기, 박근, 오철호, “선택적 레이저 소결법을 이용한 기어박스의 정밀주조기술 개발”, 한국공작기계학회지, 제 9 권 제 1 호, pp. 30 ~ 37, 2000.
5. 안중호, “3D CAD/CAM 시스템을 활용한 무도면 금형제작방법에 관한 연구”, '96 금형기술 연구 논문집, 삼성전기㈜, pp. 1~19, 1996.
6. 윤정호, 전형환, 안상훈, 조명철, “3 차원 설계 /RP/CAE/3 차원 금형설계/제작 정보일원화시스템 개발”, 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제 2 권 제 1 호, pp. 35~43, 1997
7. DTM Corporation, The Sinterstation® System 2500 – User's Guide, 1997
8. 김천기, “SLS Rapid Tooling 을 활용한 DY C/S 금형제작에 관한 연구”, '98 금형기술 연구논문집, 삼성전기㈜, pp. 1~27, 1998.