한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 195~196 KSPE 06S130

신속한 주물 시제품 개발을 위한 전산모사 기술과 산업용 단층촬영기 및 쾌속조형기의 적용

유승목*, 임채호, 조인성, 최정길(한국생산기술연구원 디지털설계센터)

The Application of Computer Simulation, Industrial CT and DLS RP for the rapid development of casting pilot models

S. M. Yoo, C. H. Lim, I. S. Cho, J. K. Choi (KITECH, Center for e-Design)

ABSTRACT

Direct laser sintering (DLS) technology for the resign coated sand is one of attractive technologies to produce molds and cores for the foundry industry rapidly and cost effectively. The objective of this case study is to develop casting pilot models using computer simulation technology, DLS RP machine and industrial computed tomography. The proposed casting design was verified by the Z-Cast software in the fields of fluid flow and solidification during the casting process. Casting parts with aluminum alloy using the post-curing treated sand moulds and cores are accurate to dimension and defect free.

Key Words : Casting (주물), RP (쾌속조형), Direct Laser Sintering (직접 레이저 소결), Computer Simulation (전산모사), 3D-CT (3 차원 단층촬영)

1. 서론

신제품 개발에 있어서 주어지는 개발 기간이 극적으로 짧아지고 있으며 제품의 수명 또한 점차 짧아지고 있는 현실에서, 다양한 형태의 신제품 개발과 잦은 설계변경에 대응하기 위하여 산업현장에서 각 종 쾌속조형 장비가 적극적으로 활용되고 있다. 이는 치열한 경쟁이 벌어지고 있는 국내외의 산업환경에서 기업의 경쟁력 유지 및 향상과 직결되어 있다고 할 수 있다.

현재 국내에는 CAD 데이터에서 쾌속조형(Rapid Prototyping) 장비를 사용하여 시제품을 제작하는 다양한 방법 및 장비가 시장에 소개되어 있으며, 응용되고 있다[1]. 가장 안정화된 쾌속조형 방식의 하나인 SLS (Selective Laser Sintering) 방식의 쾌속조형 시스템에서는 일반적으로 최종적인 시제품 제작이 목적이지만, 현재 한국생산기술연구원 디지털설계센터에 도입되어 운영되고 있는 DLS (Direct Laser Sintering) 방식의 쾌속조형 장비에서는 합성수지가 입혀진 모래(resin coated sand)를 재료로 사용하여 레이저를 조사하여 소결함으로써 주조 공정에 사용할 수 있는 주형 및 중자를 제작할 수 있어 모든 주조용 합금의 시제품 주조에 활용 가능하다.

본 연구에서는 건전한 주물 시제품을 신속하고 정확하게 제작하기 위하여 우선 한국생산기술연구원 디지털설계센터와 ㈜큐빅테크가 공동 개발한 주조공정 해석 프로그램인 Z-Cast Software 를 이용하여 적정 주조 방안을 도출하였다. 이 방안에 기초하여 주형 및 중자 부분의 CAD 데이터를 작성하고 이를 이용해서 DLS 방식의 쾌속조형장비[2]에서 주조용 주형 및 중자를 제작하여 시제품을 완성하였다. 시험 주조된 시제품은 산업용 단층촬영기[3]를 이용하여 제품 내부의 건전성을 확인하였다.

2. 주조방안 설정

주조 공정을 통하여 결함이 없는 건전한 주물을 제조하기 위해서는 탕구, 탕도, 주입구 그리고 압탕과 같은 적절한 주조방안의 설정이 필수적이다.

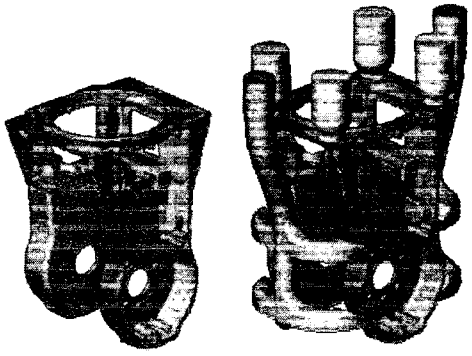

Fig. 1 CAD data and casting design of the pilot model

본 연구에서 사용된 디지털 계측장비용 스탠드 프레임의 CAD 데이터와 주조를 위한 적절한 탕구, 탕도 및 주입구를 Fig. 1 에 나타내었다.

(a) 40% filling (b) 50% filling

Fig 2. Predicted filling sequence of the casting design

주입 공정에서 충전이 40% 및 50% 이루어졌을 때 예측된 충전양상을 Fig. 2 에 나타내었다. 그림에서와 같이 제품의 하단 부분에서부터 점진적으로 충전되는 양상을 확인할 수 있었다.

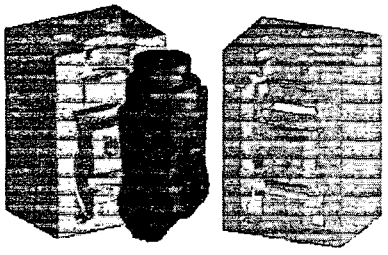

Fig. 3 STL data of the mold and core for casting

앞에서 도출된 주조방안에 따라 주조용 주형 및 중자 형상 데이터를 Fig. 3 과 같이 생성하여 STL 데이터를 추출하고, EOS 사의 EOSINT S750 쾌속조형 장비에서 사용되는 SLI 데이터 형태로 변환하여 제작하였다.

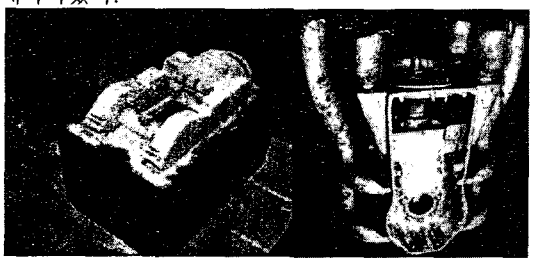

Fig. 4 Direct laser sintered mold and core (left), as-cast part (right)

주조 작업을 위하여 Fig. 4 왼편 사진과 같이 합형 작업을 수행하였다. 주형 재료는 2 차 소결 후에 사진과 같이 짙은 갈색을 띠지만 시제품의 표면을 개선하기 위하여 수용성 지르콘계열의 도형제를 사용한 부분에서는 밝은 부분을 확인할 수 있다. 오른 쪽 사진에는 탈사 직후의 주방 상태의 제품을 나타내었다.

3. 시제품 제작 및 검사

시제품의 내부 건전성을 확인하기 위하여 한국생산기술연구원 디지털설계센터의 산업용 x-선 3 차원 단층촬영 (3D Computed Tomography) 장비를 활용하였다. 특히 주조방안의 정확성을 검증하기 위하여 탕구, 탕도 및 압탕 등을 제거하기 않은 상태에서 촬영을 실시하였다.

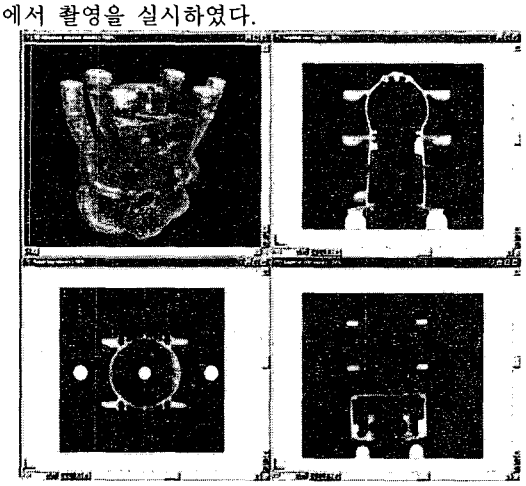

Fig. 5

단층촬영 결과의 일부를 Fig. 5 에 나타내었다. 촬영 자료의 분석 결과, 압탕과 탕구 부분에서만 수축 결함이 존재하였으며 제품의 내부에는 결함이 없는 건전한 제품임을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 주조용 주형 및 중자 제작이 가능한 DLS 방식의 쾌속조형 장비와 전산모사 기술 및 3 차원 다층촬영기를 활용하여 AC4C 알루미늄 합금 주물 시제품을 제작한 사례를 소개하였다. 제작된 시제품의 표면은 일반 쉘주형을 이용할 때와 거의 유사하였고, 각 합금에 따라 적절한 도형제를 적용하여 표면 조도를 개선할 수 있었다.

주물 시제품 제작에 이와 같은 전산모사 해석 기술, 쾌속 조형 기술 그리고 단층촬영을 통한 정확하고 정량적인 품질 평가 기술을 종합적으로 활용하면, 국내 주물업체들이 제품 개발과 다품종 소량 생산 분야의 세계시장에서 보다 경쟁력을 갖추고 효과적으로 대응할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 지해성, "Rapid Prototyping 에 관한 소식", 한국 CAD/CAM 학회지, 제 8 권, 제 3 호, pp.1-13, 2002
2. http://www.eos.info
3. http://www.hwm.com