

RT 기술을 이용한 사출금형의 3차원 냉각 채널 구현

김종덕*, 홍석관, 이경환, 김미애(한국생산기술연구원), 이대근(한국단자공업㈜)

Implementation of 3-Dimensional Cooling Channel in Injection Mold Using RT Technology

J. D. Kim, S. K. Hong, K. H. Lee, M. A. Kim(KITECH), D. K. Lee (Korea Electric Terminal Co., Ltd.)

ABSTRACT

It will not be an exaggeration to say that one of the most important features of RT (Rapid Tooling) technology is to easily manufacture complex shape of cooling channel in injection mold. That is, RT technology is hardly influenced by complex shape of tool. Therefore, mold designer can optimize the position and shape of cooling channel whatever they want. In this study, we optimized cooling channel through CAE analysis to solve the problem; prototype-connector-mold applied conventional cooling channel, locally warped by internal stress. The effect of three-dimensional cooling channel was supported by simulation result. But it is impossible to produce injection mold applied three-dimensional cooling channel through machining operation. Therefore, we produced the prototype-connector-mold with three-dimensional cooling channel using Direct Metal Laser Sintering (DMLS) process, and get good-quality prototype-connector without warpage.

Key Words : Rapid Tooling(신속 금형제작 기술), Injection Mold(사출 금형), Computer-Aided-Engineering(CAE)

1. 서론

급격히 변화하고 있는 세계 자동차 시장에서 국내 자동차산업이 신속히 대응하고 국가의 핵심적인 주력기간 산업이 되기 위해서는 신속한 자동차 부품 개발이 필수적이며, 그에 따른 자동차 부품용 금형 제작 기간도 필수적으로 단축되어야 한다.

따라서, 자동차부품의 시제품용 금형을 신속히 제작하는 금형제작 기술이 필요할 뿐만 아니라, 시제품의 품질 또한 기능성과 내구성을 요구하기 때문에 금형의 품질이 우수하여야 한다.

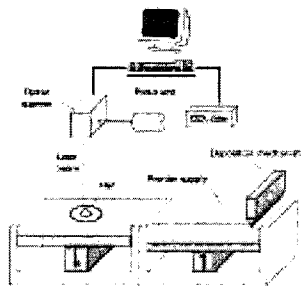


Fig. 1 Schematic of the direct laser sintering apparatus

Direct Metal Laser Sintering (DMLS)기법을 이용한 신속 금형제작 기술(Rapid Tooling) (fig. 1)은 기존 기계 가공에 의한 공법보다 소재의 낭비가 없이 환경친화적인 방법으로 3차원 금속부품이나 금형 형상을 제작할 수 있는 미래형 가공 기술로 주목

받고 있다. 또한, 금속 분말을 이용하여 적층 성형하기 때문에 제품 자체를 기능성 부품으로 사용할 수 있으며 복잡한 형상 구현이 가능하고, 가공의 한계를 극복 가능하고 제작 시간을 절감할 수 있어 신속 금형 제작에 응용하고 있다.

본 연구에서는 사출 성형 후 변형을 방지하기 위하여 사출 금형의 3차원 냉각 채널을 설계하였으며, 이를 구현하기 위해 RT 기술을 적용하였다.

2. 냉각 채널의 성능 개선

본 RT 기술에 적용될 시작품 대상은 자동차 부품의 커넥터로 전기신호를 접속시키기 위한 복잡한 채널을 포함하고 있다. 일반적인 직교 냉각 채널을 적용하였을 때 fig. 2에 보이는 바와 같이 내측으로의 휨 변형이 발생하였다. 이는 수지로부터의 열이 코어로 전달될 때, 코어가 깊어서 중심부의 열이 발산되지 못하여 집중되어 상대적인 냉각 편차로 인해 휨 변형이 발생한 것으로 판단된다.

따라서 사출금형의 하형 코어(core)내부에 냉각 채널을 위치시켜 입구를 통해 유입된 냉각수가 벽면을 따라 순환하고 출구로 배출되는 방식으로 설계를 변경하였다. 변경된 사출 금형의 타당성을 검증하기 위하여 해석 소프트웨어를 사용하여 모의 사출성형 해석을 수행하였다. Fig. 3과 같이 가동측에 냉각라인을 추가하였고, 그 결과로 냉각편차에 의한 변형이 해소되었음을 알 수 있었다. 그러나 기계가공으로 이와 같은 코어의 형상을 가공할 수

없기 때문에 DMLS 공법을 이용하여 제작하였다.

3. 코어 인서트의 DMLS 성형 및 시험

직접레이저소결성형(DMLS)은 전처리 과정에서 정의된 형상과 빔의 경로를 따라 레이저소결공정을 수행하게 된다. 높이 35mm의 building platform을 본체에 체결하고 산화 방지를 위해 챔버 안의 분위기를 질소가스로 채운다. 또한, 작업 온도는 80℃로 유지하게 된다. 본 공정에서는 몰드용 합금강분말(DH20)에 대해 최적화된 공정 변수를 교정 시험을 통해 구하였으며, 이를 적용하여 일회 공정으로 2 set의 코어 인서트를 가공하였다. 또한, 리코팅(recoating) 작업 도중 리코터의 블레이드(blade)와 적층물과의 충격을 최소한으로 줄이기 위하여 가공물을 60° 회전시켜 가공하도록 배치하였다.

최종 DMLS 공정이 완료된 후 가공물의 형상을 fig. 4에 나타내었다. 또한, RT 성형 후 표면의 품질을 향상시키기 위하여 2 단계 shot peening 공정을 수행하였다. 가공이 완료된 인서트코어를 몰드베이스(mold base)와 조립(fig. 5, left side)하였다. 3차원 냉각 채널이 적용된 사출 금형 형상을 fig. 5에 나타내었다. 또한, 제작된 금형을 적용하여 사출 성형을 수행한 결과, 제품 측면의 휨 변형을 제거할 수 있었다.

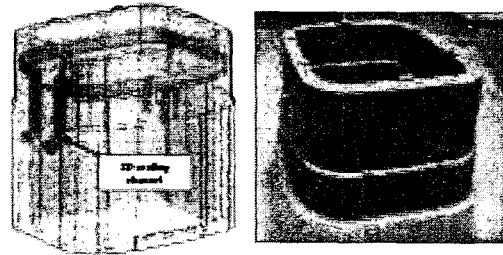


Fig. 4 Three-dimensional cooling channel in core insert & core insert produced by DMLS process

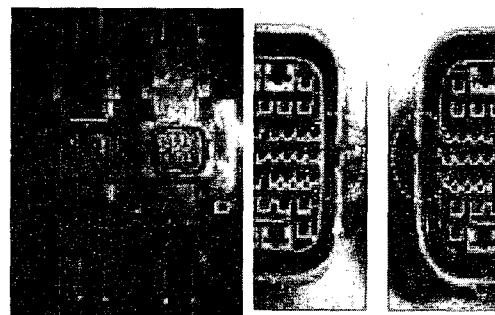


Fig. 5 Injection mold with core insert & molded parts (A: deformed shape of molded parts using conventional cooling channel, B: using three-dimensional cooling channel.)

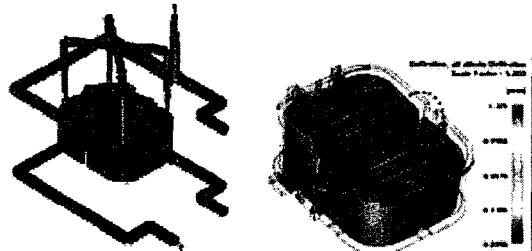


Fig. 2 Conventional cooling channel & simulation result

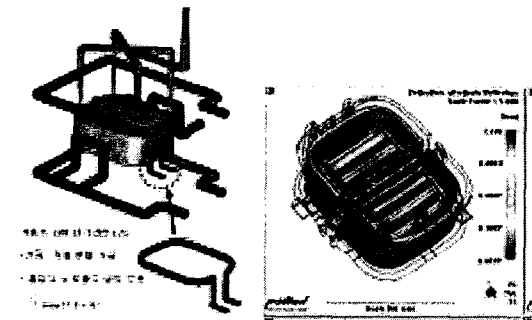


Fig. 3 Three-dimensional cooling channel & simulation result

4. 결론

제품의 휨 변형을 방지하기 위해 3차원 냉각 채널을 설계하였고, 이를 구현하기 위하여 DMLS 공정을 이용하여 코어 인서트를 제작하였다. 또한, 제작된 사출 금형을 통해 성형된 제품의 휨 변형 제거 효과를 얻었다. 그러나, 제작된 코어의 측면 표면 조도가 Ra 3.75 μm로 원하는 Ra 1 μm를 얻기 위하여 후 가공이 추가로 필요하였다.

후기

본 연구는 생산기반기술혁신사업의 신속생산 대응형 자동차금형 제조기술 개발 과제의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

1. A. Simchi, H. Pohl, "Effects of laser sintering processing parameters on the microstructure and densification of iron powder", *Materials and Engineering*, A359, pp. 119-128, 2003.
2. S. Rossi, F. Deflorian, F. Ventrurini, "Improvement of surface finishing and corrosion resistance of prototypes produced by direct metal laser sintering", *JMPT148*, 301-309, 2004., etc