

국소 냉각 성능 개선에 따른 차량용 POM소재 밸브하우징의 공정개선 Improve performance by local cooling of the housing valve POM Process Improvement

*장경천¹, #이동길¹, 김명호¹, 정민관², 유재온³

*K. C. Jang¹, #D. G. Lee(opentest@kitech.re.kr)¹, M. H. Kim¹, M. G. Jung², J. O. Yu³

¹ 한국생산기술연구원, ² 전남대학교 대학원 기계공학과, ³ 지엠테크

Key words : Roll-Over-Valve(ROV), POM, Improvement Process, Mold, Cooling

1. 서론

내연기관자동차가 탄생한지 100년이 넘는 지금 자동차는 수많은 기능적 향상과 안전성의 확보 등이 이루어 졌고, 지금도 진행 중이다. 안전성 확보에 대한 측면은 그 무엇보다 우선시 되어 기술 향상이 이루어지고 있고 중요한 자동차 기술의 한 분야이다. 자동차는 내연기관을 사용하는 구조상 유체상태의 화석연료를 현재 거의 모든 차량에서 사용하고 있다.

유체상태의 연료를 사용하기 위해서는 차량의 일정공간에 밀폐된 공간인 연료탱크를 두어 보관하게 된다. 또한 이 연료탱크는 정상적인 상태에서 연료를 빼내어 사용할 수 있으며 연료에서 자연 발생되는 유 증기를 배출할 수 있는 배출구를 갖고 있다.

이렇게 밀폐된 공간상에 연료를 보관하고 있으나, 사고 등의 요인에 의해 차량이 전복 되었을 때 연료탱크의 상부에 위치한 배출구에 의해 연료가 누유될 수 있는 상황에 놓인다. 이 연료가 차단되지 않는다면 2차 폭발사고 또는 환경오염이 발생할 수 있으므로 전복상황에서 연료차단에 대해 민감한 관리를 실시하고 있다.

현재 사용되는 기술 중의 하나는 플로트를 사용하여 전복상황에서 플로트가 밸브구조중간에서 차단을 하도록 하고 있으며 이를 Roll-Over-Valve(이하 ROV)라고 한다.

본 연구에서 완성하고자 하는 대상부품이 ROV조립체의 하우징 겸 플로트의 가이드 역할을 수행하는 주요 부품이다.

2. 문제점

ROV의 하우징은 사출성형에 의해서 제조가 된다. 이 하우징부품의 내부는 중요하게 관리되는 치수들이 많이 존재한다. 이 내부 형상들은 원형의 형태를 유지함으로써 밸브역할을 하는 플로트와의 조립이 완벽하게 이루어져 유체(연료)의 역류가 불가능하여야 한다. 또한 치수적 안정성을 보장함으로써 동일한 중력 하중에 의한 폐쇄상태를 유지할 수 있다.

Fig. 1.은 ROV하우징부품의 단면을 나타내고 있다.

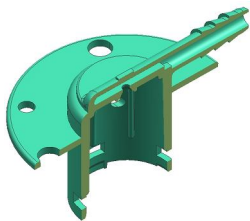


Fig. 1 Section view of ROV Housing

그러나 현재 제작되어 생산되고 있는 제품들의 치수적 정밀도가 양호하지 못하여 누유를 막아주어야 하는 제 기능을 발휘하지 못하고 있는 상황이다. 하우징 센터 홀은 $\phi 23$; 0.15의 요구치수이지만 현재 $\phi 2.1 \sim \phi 2.15$ 의 치수분포를 갖고 있으며 원형의 형상정밀도를 갖지 못하고 진원도(\odot)가 약 0.23정도 나타나고 있으며 원형의 출구에 미세한 플래시가 발생하여 플로트의 조립성에 영향을 주고 있다. 또한 사출 성형시 사이클 타임이 62.4초가 소요되어 제품의 구조상 1쇼트에 2제품이 생산되는 상황에서 납기일내에 납품수량을 생산하기에는 70%도 달성하지 못하는 상황이 발생된다.

이러한 문제에 기인하여 개폐특성이 좋지 않게 된다. 이러한 증상은 본 ROV조립품의 품질시험을 실시하는 과정에서 계량특

성과 폐쇄특성을 시험할 때 불량요인이 된다.

해당 조립품의 시험은 완성차의 요구특성 매뉴얼에 준하여 실험을 실시한다. 시험 항목은 개방특성, 폐쇄특성, 복귀성능, 부력 폐쇄특성, 전복성능의 기능적 성능시험을 실시하고 추가로 내연료성, 내진성, 내후성, 내오존성, 내식성, 연결튜브강도, 내충격성의 항목에 대해 시험을 실시한다.

Table 1 Comparison of measured roughness data

Resin	Acetal(POM) KEPITAL F20-03
Inj. Machine	170ton, Hydraulic (Arburg. De.)
Inj. time	3s
Cool'g time	42s
Cycle time	62.4s
Inj. speed(%)	68/30
Pack'g pressure(%)	5/0
Temp.	205/205/195/185/180

Table 1.에서는 사출 성형시 조건을 나타내고 있다. 또한 현재 금형의 구조도를 Fig 2.에 나타내고 있다.

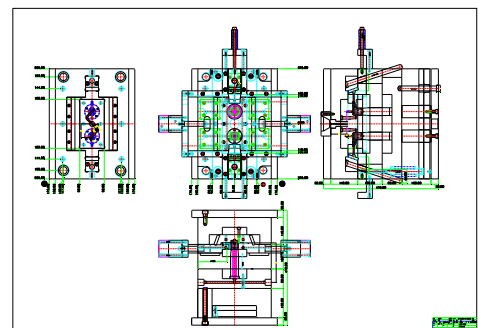


Fig. 2 Mold Drawing of ROV Housing

금형구조는 4면 슬라이드 구조가 요구되는 난해성으로 인해 2캐비티의 제품 배치도 겨우 가능하였다.

이상의 문제점분석을 통해 사출성형해석에 의한 냉각 조건 및 사출조건 수립에 의한 금형 수정 및 공정보완을 실시할 계획이다. 또한 제품 내측 중앙부의 개폐특성이 요구되는 주요부품의 제작을 정밀가공으로 재구현하여 금형품질을 향상시키도록 하는 작업을 병행하도록 하였다.

3. 문제의 개선

기존금형구조의 분석을 위한 방법으로 사출성형해석을 실시하였다. 그 결과로 금형구조의 냉각채널의 설계가 보완이 요구됨을 알 수 있었다. 제품의 측면 부를 냉각하는 역할을 수행하는 슬라이드 코어부의 냉각채널설계가 $\phi 8.0$ 크기의 입수포트 1개소로 들어와서 동일한 크기의 관로로 분기하여 냉각기능이 완료된 후 다시 합쳐져서 출수되는 구조로 설계, 제작되어 있다.

이는 유체의 유량공급이 달리게 되어 냉각성능이 저하되는 원인이라 할 수 있다. 금형을 보완할 시에 입수부 ~ 분기 시점전까지의 관로를 유체의 단면적기준으로 키워주도록 하였다. 따라

서 기존 $\phi 8.0$ 크기의 입수 및 출수포트를 $\phi 12.0$ 로 키우도록 하였다.

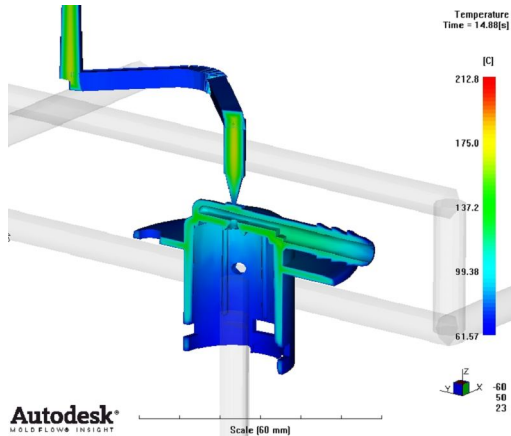


Fig. 3 Result the Cooling Simulation of Before Improvement

또한 내측의 계폐특성을 요구하는 부분의 냉각이 원활하지 못함을 발견하게 되었다. 제품의 특성상 중앙부에 열성분이 갇히게 되어 사출 후 온도가 가장 높은 상태가 된다. 더욱이 이곳은 공간의 제약으로 인해 냉각을 위한 냉각채널의 배치가 쉽지 않은 곳이다.

기존 내측코어의 냉각은 배플 냉각을 설계하였으며 그 외경이 $\phi 8.0$ 에 불과하여 냉각효과를 발휘하기에는 부족함이 없지 않았다. 따라서 이곳의 냉각채널치수도 한계점으로 볼 수 있는 $\phi 13.0$ 까지 확대하기로 결정하였다.

또한, 계폐특성을 결정짓는 중요부위인 제품 센터부의 원형코어를 기존의 선반가공, 방전가공에 의한 공정을 상향시키어 선반가공 후 연삭가공과 초정밀 고속가공을 실시하여 코어의 치수정밀도를 $4\mu\text{m}$ 오차 내에 완성시켰으며 형상정밀도는 $6\mu\text{m}$ 이내에 제작을 하였다. 이 두 가지를 반영하여 기존 내측코어를 폐기하고 신규로 제작을 하였다. 수정 보완된 코어는 Fig. 4와 같다.

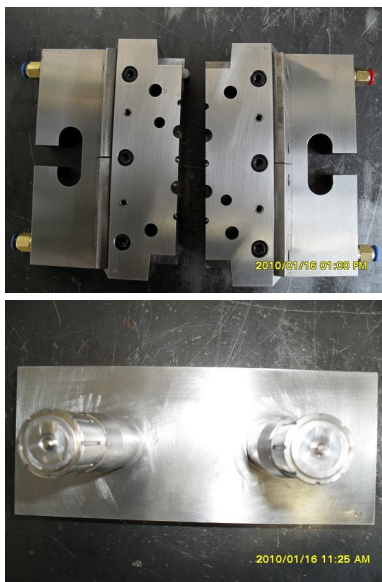


Fig. 4 Mold core part of After Improvement

이러한 냉각채널의 수정에 의해 사출성형해석을 실시한 결과 온도의 개선효과가 사출공정시간에 맞추어 비교할때 많은 개선의 효과가 나타났다 특히 기존42초에 달하던 냉각시간에 의해 사이클 타임이 62초에 달하였으나 개선 후에는 냉각시간이 30초로 줄어들어 총 사이클 타임이 35초로 개선되었다.

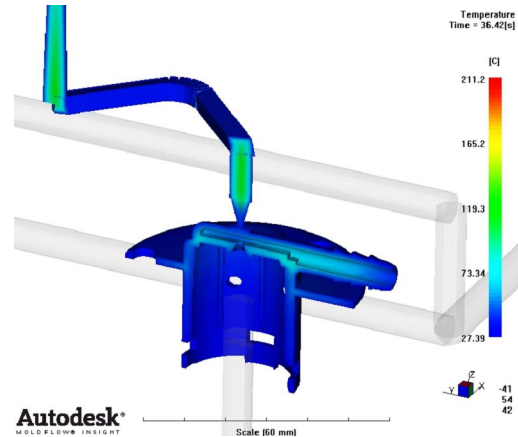


Fig. 5 Result the Cooling Simulation of After Improvement

4. 결론

금형 설계시 종종 가장 중요한 냉각을 소홀히 생각하여 진행되는 경우가 많다. 본 연구의 대상역시 냉각설계를 소홀히 하여 금형이 제작된 결과 무려 62초에 달하는 사출공정상의 사이클 타임이 발생하여 약 4개월간의 생산 기간 동안 4,000여만 원에 달하는 납품지연에 다른 직접적 손해를 보고 있는 상태였다. 사소한 냉각채널의 차이로 보일수도 있지만 제품의 형태와 치수적 민감도에 따라 그 결과를 무시하기엔 적지 않은 비용지출이 발생한 결과로 보인다. 이러한 냉각성능의 개선에 대한 분석을 더 실시하여 생산비용의 절감을 유도하여 생산력 향상에 큰 효과를 거둘 수 있기를 바란다.

참고문헌

1. Hamdy Hassan, Nicolas Regnier, C edric Le Bot and Guy Defaye, "3D study of cooling system effect on the heat transfer during polymer injection molding", International Journal of Thermal Sciences, 49, 161-169, 2010
2. A.G. Smith, L.C. Wrobel, B.A. McCalla, P.S. Allan and P.R. Hornsby, "A computational model for the cooling phase of injection moulding", journal of materials processing technology, 195, 305-313, 2008
3. C.L. Li, "A feature-based approach to injection mould cooling system design", Computer-Aided Design, 33, Pages 1073-1090, 2001