

자동차 조향장치 기어모듈 하우징의 변형최소화를 위한 냉각시스템 설계에 관한 연구

A study on the cooling system design in order to minimize the deformation of the automobile steering gear module housing

*박정연¹, #윤길상¹, 이정원¹

*Park Jeongyeon¹, #Yoon Gil Sang(seviaygs@kitech.re.kr)¹, Lee Jeong Won¹

¹한국생산기술연구원 금형기술연구그룹

Key words : Injection Molding Analysis, Cooling System, Mold Temperature, Gear Housing

1. 서론

자동차 조향장치 감속기 하우징(Housing)을 생산하는데 있어서 기존 금속 소재에서 유리섬유강화플라스틱(Glass Fiber Reinforced Plastics)으로 대체하면 가벼우면서도 진동·소음발생이 감소되며 금속 재료 수준의 기계적 강도를 확보할 수 있다. 그러나 사출성형 제품은 성형 직후 또는 성형 후에 휨, 수축, 비틀림 등의 변형이 발생하며 변형의 원인으로서는 불균일한 금형온도, 첨가제(유리섬유 등) 유무 및 배향성, 공정조건, 캐비티 형상의 비대칭성 및 두께차이 등이 있다¹. 감속기 하우징도 마찬가지로 사출성형 후 립기어가 안으로 들어가는 원형 홈 부분에 약간의 변형(Deformation)이 발생되면 이후 하우징과 립기어 등의 다른 조향장치 부품과 조립·작동 시 기어와 하우징의 접촉에 의한 소음·진동이 발생하게 된다. 본 연구에서는 하우징에 대하여 기어를 둘러싸는 부분인 원형 홈의 변형을 최소화하기 위한 냉각시스템 구조를 제안하고 이를 금형 가공의 용이성을 강조한 기존 냉각시스템과 금형온도분포, 원형 홈 부분의 변형량 등을 해석적으로 비교하였다.

2. 해석 모델

본 연구의 대상금형인 하우징 제작용 사출금형은 Fig. 1과 같이 단일 캐비티로서 콜드 런너를 적용하였고, 하우징 중 두꺼운 부위인 6개 리브(Rib) 위에 모두 핀 포인트 게이트(Pin point gate)로 설계하였다.

3. 냉각시스템 설계

냉각시스템 설계 시 가장 중요한 것은 균일한

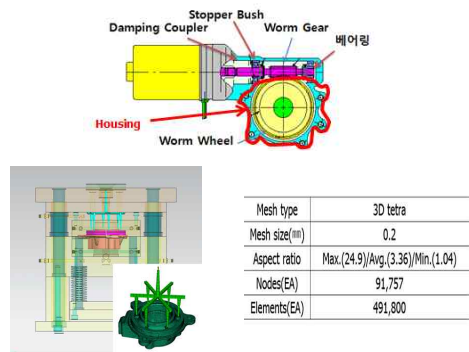


Fig. 1 Housing 3D model and mesh information

금형온도 분포를 달성함으로써 캐비티 안팎의 수축차이를 최소화하는 것이다. 따라서 직경이 큰 1개의 냉각채널보다는 직경이 작은 여러 개의 냉각채널을 구성하고, 균일한 냉각이 가능한 수준으로 최대한 채널을 캐비티 표면에 접근시키는 것이 바람직하다². 본 연구대상인 하우징의 경우, 기존 냉각시스템을 이용하여 하우징을 제작하면 원형 홈 안팎의 금형온도 차이로 인하여 홈 안쪽으로 휨(Warpage) 등의 변형이 발생되었다. 이와 같은 문제점을 해소하기 위하여 새로운 냉각시스템 구조를 제안하고(Fig 2. 참조) 이를 기존 냉각시스템과 동일한 공정조건상에서 사출성형해석을 수행했을 때 홈 안팎의 금형온도분포 및 원형 홈 부분의 반지름 변화량 등을 비교하였다(Fig. 3참조). 기존 냉각시스템(Model(A))은 상·하 코어에 직경 8mm의 사각형 채널이 캐비티 외곽을 따라 1개씩 배치되어 있고, 상 코어 측 원형 홈 안쪽에 냉각채널이 전혀 배치되지 않았으며 하 코어 측 원형 홈 안쪽에 직경 20mm의 베플(Baffle)을 적용하였다. 반면 제안된 냉각시스템(Model(B))은 원형 홈 안쪽의 냉각효

율을 향상시키고 홀 안쪽에 균일한 금형온도를 구현하고자 하 코어 측의 베플을 없앤 대신 상·하 코어 측 모두 원형 홀 안쪽에 홀의 표면과 z축 방향으로 평행한 5mm의 직선채널 12개가 원형으로 배치되도록 설계하였으며, 하우징 상단은 원형상이기 때문에 기존 냉각시스템에 적용된 상 코어 측 하우징 외곽의 사각형 채널 대신 직경 10mm의 원형 채널로 변경하였다.

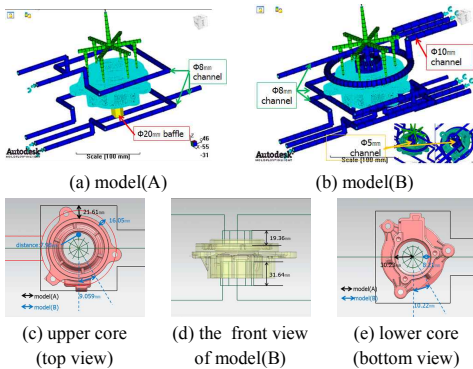


Fig. 2 The designs of model(A) and model(B)

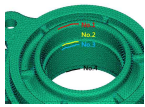


Fig. 3 The points to observe the radius variation and the analysis condition

Analysis Condition	
Injection machine	Default
polymer	PAGE+PAGE+GF50%
Injection time (sec)	6
V/P switch-over	99% Volume Filled
Packing Pressure	1.0e+00% of Max. Injection Pressure
Cooling time (sec)	auto
Melt temp. (°C)	290
Coolant temp. (°C)	90

3. 결과 및 고찰

기존 냉각시스템 적용 시, 하우징의 중간 지점에서의 원형 홀 안팎의 금형온도차가 크기 때문에 (94~105°C) 본래 설계된 하우징 원형 홀의 반지름보다 평균 0.15mm 감소한 수준의 변형이 발생한 것으로 나타났다(Fig. 4, 5 참조). 반면 제안된 냉각 시스템을 적용한 경우, 냉각채널 출수부가 원형 홀 측면에 위치하고 있기 때문에 기존 냉각시스템의 금형 온도 분포 결과처럼 원형 홀 내부의 금형온도 등고선이 동심원 형태로 나타나지는 않지만 금형온도 차이가 상대적으로 작기 때문에(96~100°C) 본래 설계된 하우징 원형 홀의 반지름 감소량은 평균 0.1mm정도로 기존 냉각시스템보다 반지름 변형이 33%정도 개선됨을 확인하였다. 한편 사이클 시간 비교 결과 기존 냉각시스템을 적용했을 때는 249초, 제안된 냉각시스템을 적용했을 때는

128초로 나타났다. 이는 원형 홀 내부의 채널 추가로 인해 캐비티의 온도가 취출 가능온도(203°C) 이하로 하강하는데 상대적으로 짧은 시간이 소요된 것으로 보인다.

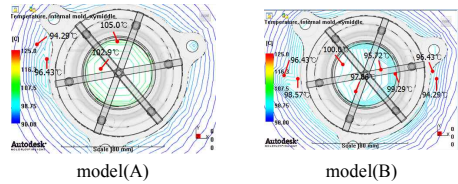


Fig. 4 The mold temperature distribution of the mid-point of the cavity between two cooling systems

	No.1	No.2	No.3	No.4
원래 반지름	28.59mm	25.7mm	25.7mm	30.94mm
Cooling system (A) 적용 시 평균반지름	28.47mm	25.58mm	25.57mm	30.73mm
Cooling system (B) 적용 시 평균반지름	28.51mm	25.61mm	25.61mm	30.77mm
변형량 비교	0.12~-0.08	0.12~-0.09	0.13~-0.09	0.21~-0.17

Fig. 5 The deformation results of circular hole radius when the two cooling systems are applied

4. 결론

감속기 하우징의 원형 홀 안팎의 균일한 금형온도를 구현을 통한 원형 홀의 변형을 최소화하기 위해 새로운 냉각시스템을 제시하고 이를 기존 냉각시스템과 해석적으로 비교하였다. 원형 홀 내부에 냉각채널이 추가·수정 설계된 냉각시스템이 기존 냉각시스템보다 불균일한 금형온도 분포로 인한 변형 발생이 33%정도 개선됨을 확인하였다.

후기

이 연구는 (주)현대포리텍 단기용역과제(중·대형 차량용 MDPS 감속기 부품 3중 사출성형해석)로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. E. Bosiaga, T. Jaruga, K. Lubczynska, and A. Gnatowski, "Warping of Injection Moulding Parts as the Result of Mould Temperature Difference", Archives of Materials Science and Engineering, **44**, 28-34, 2010
2. 조용무, "금형설계를 위한 사출성형이론," 일진사, 158-162