

CAE 를 이용한 자동차용 Band Cable 금형의 급속가열-냉각 특성 분석

Characteristic Analysis for the Rapid Heating and Cooling of Automobile Band-Cable Mold using the injection molding CAE

*박형필¹, #차백순¹, 최영섭², 최현국²

*H. P. Park¹, #B. S. Cha(bscha@kitech.re.kr)¹, Y. S. Choi², H. K. Choi²

¹ 한국생산기술연구원 금형·성형연구부, ² 케이유엠(주)

Key words : Rapid Mold Heating & Cooling, Automobile Band-Cable, Injection Molding CAE, Injection Pressure

1. 서론

자동차용 Band Cable 은 전선을 묶어주는 단순한 기능을 갖는 전자제품용 Band Cable 과는 달리 자동차의 엔진룸 및 도어 등의 자동차 Panel 에 고정되어 Wiring 정렬 및 방향을 제시하고 운행 중 진동에 의한 Wiring 의 흔들림을 방지하는 자동차의 필수 부품으로 자동차 1 대에 약 200 ~ 250 개가 사용되고 있다. Fig. 1 과 같이, Band Cable 은 헤드부가 복잡한 스냅핏 구조를 가지며, 두께 0.7mm 의 케이블이 약 170mm 이상 성형 되어야 하기 때문에 수지 유동 중 냉각으로 인하여 제품의 미성형과 케이블의 충전 말단부에 포집되는 가스로 인한 불량 발생이 발생하는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 사출압력을 높일 경우는 체결부에 버가 발생하여 품질관리에 어려움이 있으며, 금형 수명 단축 및 금형 코어의 파손을 일으키는 주요 원인이 되고 있다.

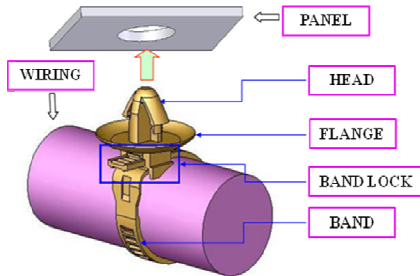


Fig. 1 Case of application of automobile band-cable

일반적으로 박육 제품은 성형 중에 발달되는 고화층에 의한 유동 단면적 감소로 인하여 미성형이 발생되거나, 점도 및 유동저항 증가로 사출압력이 증가되는 문제를 가지고 있다. 최근 박육 제품 성형공법으로 금형 표면 급속가열-냉각 성형기술이 적용되고 있다. 이 공법은 고화층 발생을 억제하기 위하여 금형 표면 온도를 수지의 유리전이 온도 이상으로 급속히 가열한 후 사출-보압 공정을 진행하고, 이후 금형 냉각 채널 내부로 냉각수를 투입하여 제품을 빠르게 냉각하는 공정으로 이뤄져 있다. 금형 표면의 급속가열 방법으로는 고온 증기, 가압 열수, 전열 히터 및 유도 가열을 이용하는 방법을 사용하고 있으며, 산업현장에 널리 이용되고 있다.

본 연구에서는 두께 대비 길이가 긴 자동차용 Band-Cable 의 금형 표면 급속가열-냉각 성형의 적용성을 알아보기 위해서 사출성형해석을 수행하였으며, 일반 사출성형과 비교 분석하도록 하였다.

2. 자동차용 Band-Cable 해석 조건

Fig. 2 에는 해석에 사용된 4 개의 캐비티로 구성된 자동차용 Band-Cable 의 유한요소 모델을 나타내고 있다. 수지는 Rhodia Engineering Plastics 의 Technyl B 230(PA66/6)를 사용하였다. 금형온도의 경우는 일반사출성형은 60 도, 금형 급속가열-냉각 성형은 시간에 따라 변화하는 온도 profile 을 적용하였으며, 그 이외의 성형조건은 일반사출성형과 금형 급속가열-냉각 공정에 동일하게 적용하였다. Table. 1

에 적용된 성형조건과 온도조건을 나타내고 있다.

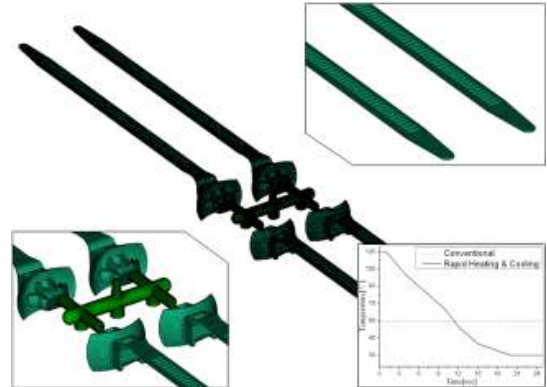


Fig. 2 Finite element model of band cable for injection Molding CAE

Table 1 Process conditions for injection Molding CAE

Melt temp. range (°C)		275
Cooling time (sec)		25
Injection time (sec)		1.0
Packing control method	Time (sec)	5
	Ratio (%)	80%

3. 사출성형해석

상용 사출성형해석 프로그램인 AutoDesk 사의 MPI2010 을 사용하여 일반 사출성형과 금형 표면 급속가열-냉각 성형에 대한 비교 분석을 수행하였다.

3.1 유동패턴 및 온도분포

Fig. 3 에 보듯이, 금형온도를 60 도로 유지하는 일반사출성형과 금형 표면 급속가열-냉각의 유동패턴은 차이가 없었으나, 충전시간에서는 일반사출성형에 비해서 금형 표면 급속가열-냉각이 약 2% 짧아짐을 알 수 있다.

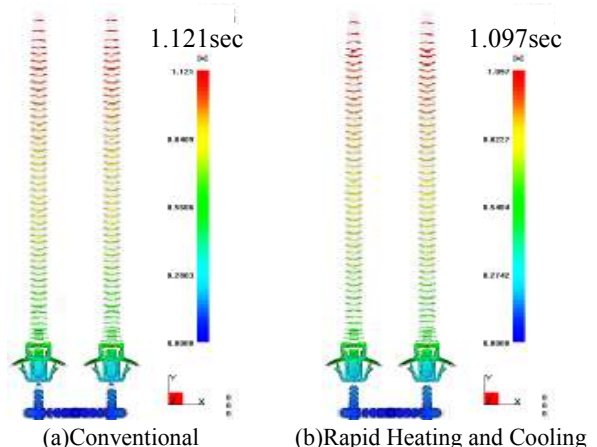


Fig. 3 Comparison of filling patterns

이는 일반사출성형은 낮은 금형온도로 인해 금형 벽면으로 높은 열 손실(점도 증가)이 발생하여 사출시간이 길어지며, 금형 급속가열-냉각을 적용한 경우는 높은 금형온도로 인해 수지의 유동성을 향상시켜 충전시간이 줄어들었음을 알 수 있다.

Fig. 4 에는 충전완료 후의 Band-Cable 의 유동거리에 따른 부위별 온도분포를 나타내고 있다. 일반사출성형의 경우 유동 중에 금형으로의 열손실로 인하여 충전시작부와 말단부에 온도차이가 크게 나타남을 알 수 있으며, 금형 표면 급속가열-냉각의 경우는 높은 금형온도(120 도)의 유지로 인하여 온도차이가 작게 나타남을 알 수 있다.

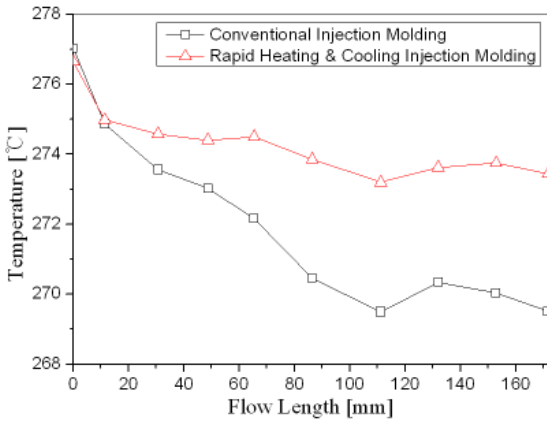


Fig. 4 Comparison of part temperature according to flow length

Fig. 5 에는 동일시간의 Band-Cable 의 두께 방향 온도 분포를 나타내고 있다. Fig. 2(a)의 경우 낮은 금형온도의 영향으로 충전중에 이미 고화층이 발달되고 있음을 확인할 수 있다. 특히 두께가 얇은 부위에서 고화가 빠르게 진행되어, 2.1 초 이후에는 수지의 온도가 Tg 이하로 떨어져 보압의 영향이 충전 말단부까지 전해지지 못함을 알 수 있다. 그러나 Fig. 2(b)의 경우는 높은 금형온도의 영향으로 보압공정이 이뤄지는 동안 두께가 얇은 부위에 고화층의 영향이 작게 나타남을 확인할 수 있다.

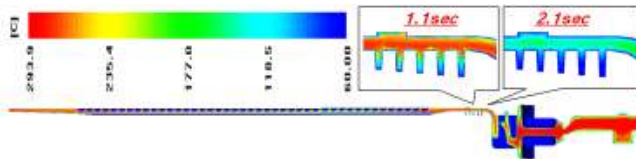


Fig. 5 (a) Results of the frozen layer in conventional injection molding : Max 60°C

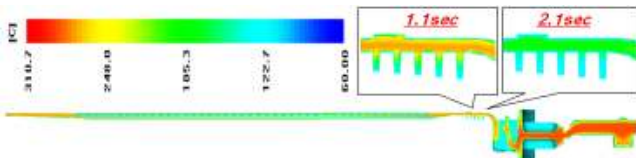


Fig. 5 (b) Results of the frozen layer in mold rapid heating - cooling process: Max 120°C, Min 30°C

3.2 사출압력

일반적으로 금형 급속가열-냉각 공정의 경우 일반사출성형에 비해서 충전 공정 중에 금형온도가 높게 유지되므로, 수지 유동 중에 발생하는 표면 고화층 형성이 억제되기 때문에 유동저항이 낮게 발생하여 상대적으로 낮은 압력분포를 가지게 된다. Band-Cable 부위별 사출압력을 보면, Fig. 6(a)의 일반사출성형은 높은 유동저항으로 인하여 사출압력이 높게 작용하며 보압공정 시 빠르게 생성되는 고화층의 영향으로 유동거리에 따른 압력 강하가 크게 나타남을 알

수 있으며, Fig. 6(b)의 금형 급속 가열-냉각은 높은 금형온도에 의한 고화층 영향 감소로 인하여 상대적으로 낮은 압력 분포를 보이며, 압력강하 역시 낮게 나타남을 알 수 있다. 특히 일반사출성형 대비 사출압력이 약 21.6% 낮아짐을 알 수 있다.

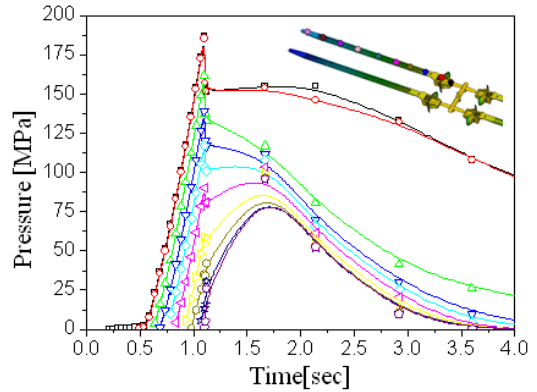


Fig. 6 (a) Results of the pressure profiles in conventional injection molding : Max 60°C

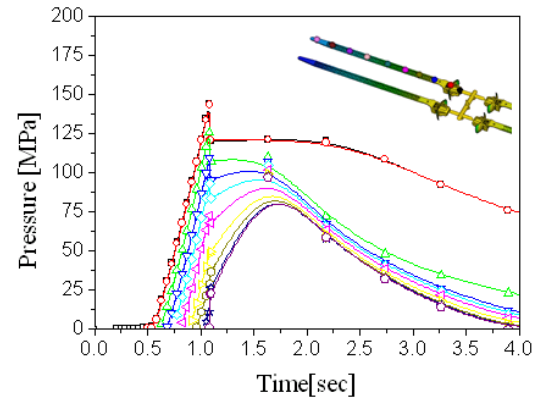


Fig. 6 (b) Results of the pressure profiles in mold rapid heating - cooling process: Max 120°C, Min 30°C

4. 결론

본 연구에서는 두께 대비 길이가 긴 자동차용 Band Cable 의 성형성 개선을 위하여 일반사출성형과 금형 표면 급속가열-냉각에 대한 사출성형해석을 수행하였으며, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

(1) 금형 표면 급속가열-냉각은 일반사출성형에 비해서 유동 중에 발생하는 수지의 열손실(점도 증가)을 줄여주어 충전시간이 짧아지는 결과를 얻을 수 있었으며, 높은 금형온도의 영향에 의한 고화층 영향 역시 성형성을 높이는 데 기여함을 알 수 있었다.

(2) 사출압력의 경우 일반사출성형에 비해서 압력강하가 낮아짐을 알 수 있으며, 최대 사출압력을 약 21.6% 저감시켜 플래쉬 발생 영향도 개선됨을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 중소기업청의 2009년 중소기업기술개발지원사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. H.P. Park, B. S. Cha, B. O. Rhee, 2009, "Development of Rapid Mold Heating /Cooling Technology to Improve the Surface Defects of Injection Molded Parts", Antec 2009, pp. 2149~2153.
2. 박형필, 차백순, 이병욱, "사출성형 CAE 를 이용한 이중사출금형의 플래쉬 발생에 관한 연구", 한국정밀공학회 2009년 추계학술대회, pp. 799~800.