

자동차용 Band Cable 급형/성형 기술 개발 Mold and plastic operation technology development of Automobile Band Cable

*최영섭¹, 최현국¹, 박형필², 차백순²

*Y. S. Choi¹, H. K. Choi¹, H. P. Park², #B. S. Cha(bscha@kitech.re.kr)²

¹ 케이유엠 주식회사, ²한국생산기술연구원,

Key words : Rapid Mold Heating & Cooling, Automobile Band-Cable, Vaccum system, Hot Runner

1. 서론

자동차용 Band-Cable은 전선을 묶어주는 단순한 기능을 갖는 전자제품용 Band Cable과는 달리 자동차의 엔진룸 및 도어 등의 자동차 Panel에 고정되어 Wiring 정렬 및 방향을 제시하고 운행 중 진동에 의한 Wiring의 흔들림을 방지하는 기능성 부품이다. 열악한 환경(주행/온도변화)에서도 내구성을 가져야 하는 자동차의 필수 부품이며, Fig. 1과 같이 Head부, Flange부, Lance부, Band부로 구성되어있다.

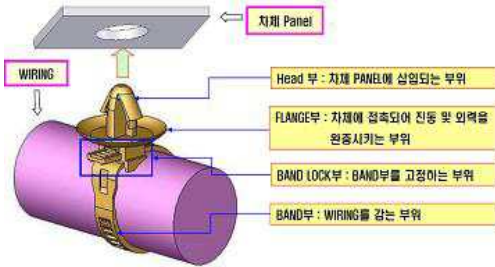


Fig. 1 Composition of Automobile Band-Cable

일반 Band-Cable과는 다르게 Band-Cable의 헤드가 스냅 끼우 구조를 가지는 복잡한 형상이며, 자동차의 진동으로 인한 케이블의 탈락 방지를 위한 플랜지 형상(0.4mm)의 얇은 텐션 유지부가 있어 성형에 어려움이 있기 때문에 미성형, Weld Line, 결정화 부족 등의 성형품질 불량이 자주 발생되고 있다. 이것은 Band-Cable의 강도특성을 약화시켜 전선의 진동을 증가시키는 원인으로 작용하고, 결국 전선을 연결하는 커넥터 내부단자의 전기적 아크발생을 촉발시켜 자동차에 치명적인 영향을 끼칠 수 있는 문제점을 안고 있다.

따라서 본 연구에서는 Band-Cable의 성형성 향상을 위해서 급형표면 급속가열-냉각시스템, 진공시스템, 고주파 유도가열 Hot Runner System등을 적용하여 각각 요소기술이 제품성형에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

2. 급형표면의 급속가열 및 냉각

성형성을 비교하기 위해서 기존보다 Cavity수가 2배가 많은 16 Cavity Band-Cable급형을 설계하였다. Fig. 2와 같이 히터 카트리지가 4개당 1개의 온도센서와 2개의 U턴형 냉각회로를 총4개의 ZONE에 동일하게 설치하였으며, 각각의 ZONE은 개별 온도제어가 가능하게 설계하였다. 또한, 각각의 U턴형 냉각관들은 하나의 분배기로 집결하여 입수 및 출수 하도록 하여 냉각배관의 혼잡함을 피하도록 하였으며 코어에 직접적으로 설치된 냉각회로 이외에 MOLD BASE 및 BACKING PLATE냉각을 위해 별도의 급형온도 조절기를 연결하여 가동할 수 있도록 하였다.

급형 급속가열-냉각 성형 공정은 초기 히터를 이용하여 급형 표면온도를 목표온도까지 가열하고, 가열 완료 후 사출공정이 진행되는데, 이때 급형은 냉각 공정을 위해서 냉각수가 급형 내부로 투입되고, 냉각이 완료된 후 다음 공정을 위해서 급형 내부에 잔류하고 있는 냉각수 제거를 위하여 공기가 투입되어 잔류 냉각수를 제거하는 공정 순으로 진행된다.

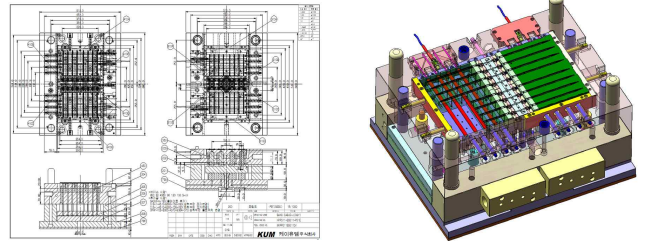


Fig. 2 Mold Design of Rapid Heating & Cooling

사출시간과 냉각시간을 단축시키기 위해서는 수지가 사출될 때 높은 온도를 발생시키고 냉각될 때는 급속하게 온도를 내려주어야 한다. 그러나 실제로 TEST를 해 본 결과 Table 1과 같이 온도를 승온 시키고 하강시키는데 소요되는 시간이 예상보다 너무 느리게 나타나고 있음을 알 수 있다. 그 원인을 분석해 본 결과 고열전도성 재료의 열전도가 너무 빨라서 성형조건인 냉각 전환 시 지정된 온도 보다 10~15도 이상 더 내려가며, 승온 시에도 하나의 카트리지가 지정온도에 도달하면 다른 카트리지가 지정온도에 도달하기를 기다리면서 다시 급속하게 냉각되고 또다시 다른 카트리지가 지정온도에 도달되어도 어느 하나의 카트리지는 다시 냉각되어지는 현상을 반복하고 있는 것을 알 수 있었다. 이과정을 보면 냉각과 승온 속도는 빠르나 그 온도를 유지하고 컨트롤 할 수 없으면 오히려 역효과를 나타낸다는 것을 알 수 있었으며, 결국 이것은 수지의 유동성 향상에 도움이 되지만 사이클타임 단축에는 좋지 않은 영향을 주게 된다는 것을 알 수 있다.

Table 1 Duration of Heating & Cooling

		[단위 : Sec]										
온도	구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균값
70℃	승온 시간	118.0	109.9	111.7	110.2	112.3	111.4	115.2	114.3	115.6	111.7	113.0
	냉각 시간	14.1	14.7	14.7	14.4	14.3	14.1	14.2	14.5	14.3	14.5	14.4
	가동속	90 ↔ 85℃										
		[단위 : Sec]										
온도	구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균값
110℃	승온 시간	206.3	207.2	203.6	204.1	207.2	206.5	203.8	206.5	206.1	202.9	206.5
	냉각 시간	21.5	20.1	20.8	21.7	22.5	23.0	21.2	22.4	20.8	21.5	21.5
	가동속	110 ↔ 80℃										

3. 진공시스템 적용 및 성형결과

수지의 유동 구간 중 가장 가스가 많이 모이는 곳은 수지충진 말단부이며, 제품부를 형성하기 전에 가스를 최대한 제거 할 수 있는 곳은 런너이므로, 이 두 곳에 가스배출구를 설치하여 진공설비를 연결 하였다. 급형구조상 PACKING을 실시 할 수 없기 때문에 별도의 고무 Sealing은 하지 않았으며, 급형부품의 표면조도를 좋게 하여 Sealing의 효과를 얻을 수 있도록 하였다.

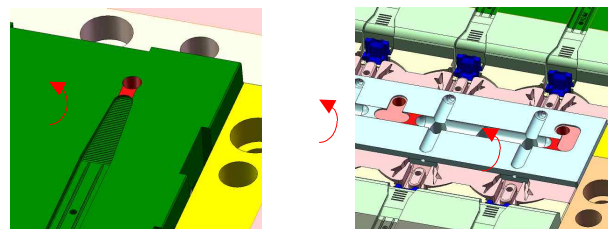


Fig. 3 Gas Hole position of band cable metal mold 동일한 성형조건하에서 진공가스빼기를 실시했을 때와 하지

않았을 때의 수지유동거리 차이를 측정하였는데, Table 2와 같이 제품충진 구간별로 진공을 사용한 것과 사용하지 않은 것에 대하여 960개(16cavity×5shot×12종류) 제품에 대한 유동거리 데이터를 측정하여 비교하였다.

Table 2 Comparison of flow distance



Table 2를 보면 MOLDMAX재료를 사용했을 때와 SKD-11재료를 사용하여 TEST한 결과가 동일하게 나오는 것을 알 수 있으며, 각각의 구간별로 진공설비를 사용했을 때와 진공을 사용하지 않을 때에 비해 유동거리가 조금씩 더 긴 것을 알 수 있다. 이것은 진공설비가 가스 몰림 현상에 의해서 생길 수 있는 압력을 미리 제거해 주는 기능을 겸하기 때문이라고 볼 수 있다. 결론적으로 진공설비가 수지유동성에 영향을 주고 있으며 미적용 시 보다 적용했을 때 유동성이 더욱 향상된다는 것을 알 수 있었다. 또한 제품의 관에 대한 검토에 있어서도 진공설비를 사용했을 때가 사용하지 않았을 때에 비하여 훨씬 깨끗한 면을 유지하고 있는 것을 확인 할 수 있었는데, 한 가지 특이했던 점은 하기 도표와 같이 A단계의 SKD-11을 사용하여 사출한 미성형품 DATA를 보면 진공을 사용하지 않았을 때가 진공을 사용했을 때 보다 유동거리가 더 길게 나왔다는 점이다. 여러 가지 원인이 될 만한 요소를 검토해 본 결과 특이한 사항은 발견하지 못했으며 단지 핫 러너 매니폴더 안에 체류해 있던 응고성 수지가 일정 shot동안 배출되었을 경우 수지유동에 불안정한 영향을 끼쳤을 것으로 예상해 볼 수 있었다. 실제로 Test시 1~3번 shot까지 불안정하던 유동거리가 4번 shot에서 안정화되고 5번 shot에서는 정상적으로 진공을 사용한 제품이 사용하지 않은 제품보다 유동거리가 다시 길게 나온 것을 볼 수 있었다.

4. 유도가열 Hot Runner System의 적용

캐비티 간의 충전 불균형은 주로 유동선단부의 냉각속도 차이에 의해 발생하게 되므로 냉각을 최대한 감소시키는 것이 충전 불균형을 감소시키는 최선의 방법이라고 판단하였으며 이를 위해서 핫러너 설비를 급형에 적용하기로 결정하였다. 핫러너는 총 4개ZONE에 설치하였는데 16캐비티 모두에 핫러너 노즐을 설치하기에는 비용적인 측면과 공간의 제약, 그리고 과다한 열 발생이 우려되어 한ZONE당 4개의 SUB RUNNER를 설치하여 그 수를 1/4로 감소시켰다. 일반 핫러너의 경우 노즐에 열선을 감아서 노즐을 가열한 후 그 열로 인해 수지를 용융상태로 유지하는 방식이므로 수지를 가열하는데 걸리는 승온 시간이 느린 단점이 있으며 노즐 전체를 가열함에 있어서도 각 부분의 온도편차가 발생하여 국부적이 수지의 탄화현상이 발생하기도 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 노즐 전체를 가열하지 않고 노즐 Tip 부분만을 가열하여 용융상태로 정밀하게 온도제어를 할 수 있는 고주파 가열식 핫러너를 적용하였다.

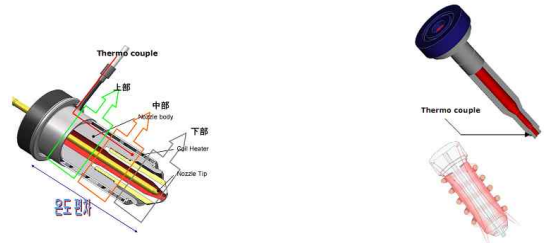


Fig. 4 General-purpose and high frequency type nozzle

5. 고열전도성 재료의 수지 유동성에 미치는 영향

강제가열 및 강제냉각을 사용하지 않은 상태에서 SKD-11과 MOLDMAX-HH를 동일한 성형조건에서 사출하여 유동 거리를 비교하였다. 유동거리의 비교는 제품을 3 구역으로 나누어 위치별 유동거리 비교를 수행하였다.

Table 3 Comparison of flow distance by the material

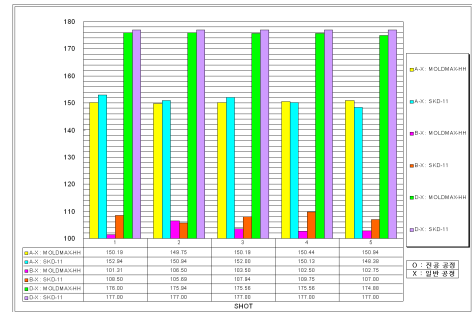


Table 3을 보면 예상과 달리 MOLDMAX재료를 사용하여 사출한 제품의 유동거리가 SKD-11에 비해 짧다는 것을 알 수 있었으며, 이것은 고열전도성 재료가 온도상승보다는 냉각에 더 빠른 응답을 보이고 있으며 이것으로 인해 수지의 유동 선단부 냉각을 가속화 시키는 결과를 가져온 것으로 판단된다.

6. 결론

본 연구에서는 급형표면 급속가열-냉각시스템, 진공시스템, 유도가열 Hot Runner System등을 실제 급형에 접목시킨 후 수지의 유동 및 제품성형성에 미치는 영향을 분석하였다. 결과적으로 핫러너 및 진공시스템은 수지의 유동성 향상, 사출압력 감소 및 외관불량 감소에 좋은 효과를 나타내었지만 고열전도성 재료를 이용한 급속가열-냉각시스템의 경우 수지의 유동성 향상 보다는 성형품의 빠른 냉각에 더 효과적이었다고 판단되었다. 또한 온도에 대한 너무 빠른 반응으로 인하여 승온 및 냉각의 온도범위 설정 및 제어가 상당히 어렵기 때문에 성형 사이클 타임이 짧은 제품보다는 긴 제품에 적용하는 것이 유리하다는 것을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 중소기업청의 2009년 중소기업기술개발지원사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 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.
- 박형필, 차백순, 이병욱, "사출성형 CAE를 이용한 이중사출급형의 플래쉬 발생에 관한 연구", 한국정밀공학회 2009년 춘계 학술대회, pp. 799~800.