

유한요소해석 기반 TPMS 하우징 사출금형 게이트 위치 선정 Selection of Gate Location of Injection Mould for TPMS Housing based on Finite Element Method

*곽태영¹, #임성한², 박성문¹, 이광주²

*T. Y. Kwak¹, #S. H. Rhim(shrhim@kut.ac.kr)², S. M. Park², G. J. Lee²

¹한국기술교육대학교 대학원 기계공학과, ²한국기술교육대학교 기계정보공학부

Key words : Injection Molding Analysis(사출성형 해석), Sprue(스프루), Gate location(게이트 위치)

1. 서론

플라스틱 재료를 사용한 가공법 중에서 가장 보편화 되어 있는 가공방법은 사출성형법이다. 사출성형공정은 저렴한 비용으로 복잡한 형상의 플라스틱제품을 대량으로 신속, 정확하게 생산할 수 있는 제조공정이다. 반면, 금형의 초기 제작비가 고액일 뿐만 아니라 수정 작업 시 지속적인 추가 비용이 발생하는 문제점이 있다. 따라서 성공적인 제품제작을 위해서 성형조건에 따른 불량요인 최소화하여 경제적, 시간적 손실을 줄일 필요가 있다.

본 논문에서는 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)의 하우징(housing) 시제품 제작에 앞서 게이트 위치에 따른 사출 성형 해석을 수행하여 사출 성형 시 발생하는 손실을 줄이고 성형결과를 예측하여 최적의 게이트(gate) 위치의 도출 하였으며, 생산품에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

2. 사출 성형 해석

본 연구논문에서는 TPMS 하우징 제작에 사용될 사출 금형의 게이트 위치 선정을 위해 사출해석 전용 프로그램인 Moldflow를 이용하여 성형 해석을 수행하였다.

사출성형 해석을 위한 스프루 형상은 Fig. 1과 같이 식(1), (2)을 이용하여 설계 하였다.

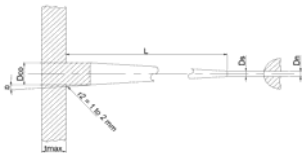


Fig. 1 Shape of sprue

$$D_{co} \geq t_{max} + 1.5mm \quad (1)$$

$$D_s \geq D_n + 1.0mm \quad (2)$$

여기서, D_{co} : 스프루 직경 2, D_s : 스프루 직경 1, t_{max} : 러너 직경, D_n : 노즐 직경

러너의 경우 원형단면을 가지며, 유동저항을 고려하여 설계하였다. 사출 용도를 고려하여 게이트의 크기를 설계하였다. 모델 요소의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Finite element analysis parameters

Element number	Node number	Analysis Sequence	Element Type
15,538	7,756	Gate Location + Fill + Pack + Warp	Dual Domain Mesh

사출성형에 유리한 게이트 위치를 선정하기 위해 Fig. 2와 같이 3가지 설계안을 도출하였다.

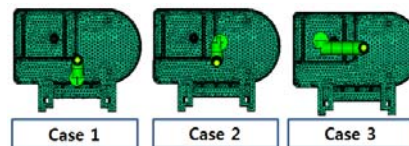


Fig. 2 Alternatives of the gate location

모든 설계안의 해석조건으로는 몰드 표면온도 90℃, 수지용융온도 290℃, 보압 99% 충전 후로 가정하였다.

3. 결과 및 고찰

사출 성형 게이트 위치변화에 따른 해석을 수행한 결과, 3가지 게이트 위치에 대한 충전 시간,

사출압력, 보압 및 사출 성형 시간에 대한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2 Case Pressure & Molding time

	Case 1	Case 2	Case 3
Fill time (sec)	1.098	1.101	1.100
Max. Pressure (MPa)	24.31	31.09	29.96
Pressure at end of fill (MPa)	19.45	20.37	23.96
Total molding time (s)	31.08	31.09	31.09

Fig. 3은 3가지 게이트 위치에 대한 충전 결과를 나타내며, 일부분에서 미충진이 발생하기도 하였다. 미충진 발생 부분 비교 결과 Case 2 부분에서 가장 적게 나타났다.

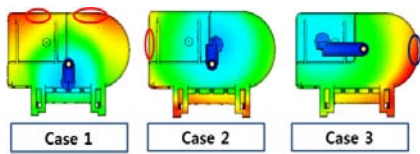


Fig. 3 Analysis result of Filling Pattern

Fig. 4와 Fig. 5는 게이트 위치 변화에 따른 Weld line 과 Air trap 특성을 보여준다. 그 결과 Air trap 과 Weld line은 하우징과 Insert nut 결합부에 많이 형성 된 결과를 볼 수 있다. Case 2에서 가장 적게 형성되었다.

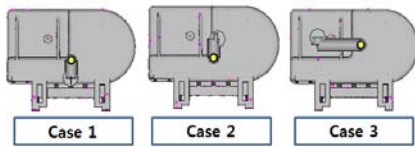


Fig. 4 Analysis result for air traps



Fig. 5 Analysis result for weld lines

Table 3과 Fig. 6은 3가지 게이트 위치 설계안에 대한 수축량(Volumetric shrinkage) 및 처짐(Deflection) 특성 이다. 게이트 위치 설계안에 대해서 거의 유사하게 나타남을 알 수 있었다. 본 논문에서 3가지 게이트 위치 설계안에 대한 사출 성형 해석

결과 압력 및 수축률이 가장 작게 발생할 것으로 예상되는 Case 2의 게이트 위치 설계를 최적의 게이트 위치 설계안으로 도출 하였다.

Table 3 Deflection all effects & Volumetric shrinkage

	Case 1	Case 2	Case 3
Deflection all effects (mm), X	0.6775	0.6653	0.6537
Deflection all effects (mm), Y	0.5577	0.5645	0.6134
Deflection all effects (mm), Z	0.3078	0.3282	0.3293
Max. volumetric shrinkage (%)	12.54	12.14	12.76

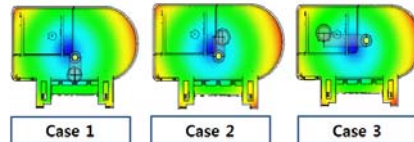


Fig. 6 Analysis result of Deflection all effects

4. 결론

본 논문에서는 사출 성형 해석을 통하여 TPMS 하우징 사출 금형의 게이트 위치변화에 따른 사출 공정 영향에 대하여 연구를 수행 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

TPMS 하우징 사출 성형 시 Case 2안 같이 중앙부분에 게이트가 위치한 경우 사출압력 및 수축률이 최소화되는 최적 설계임을 알 수 있었다. 또한, 본 연구를 통하여 시제품 제작에 앞서 사출성형 공정 시 발생하는 공정 변수를 도출 하였다.

후기

본 연구는 지역혁신인력양성산업으로 수행된 결과임.

참고문헌

1. H. J. Choi, C. W. Park, S. D. Choi, "Analyses on Deformation Patterns Depending on the Injection Process for Rear Lamp Reflectors of Automotive" Journal of Korea Society for Precision Engineering Vol. 9, No. 4, pp. 32-37, 2010
2. D. G. Ahn, D. W. Kim, "Selection of Gate Location of Injection Mould for Automotive Floor Console Using Injection Molding Analysis" Journal of Korea Society for Precision Engineering, 2007