

## 모니터 커버 설계를 위한 최적의 사출 위치 선정에 관한 연구

### A Study for Selecting Optimum Injection Point of the Monitor Cover

이태홍\*, 이성수\*\*

\* 건국대학교 대학원 기계설계학과

\*\* 건국대학교 기계설계학과

#### ABSTRACT

The object is design an optimal injection position on the Monitor Cover. In this paper, the defined injection position are three types, which simulate in melting temperature, molding temperature and weld line in variation. We obtained a result from simulation and descried the result related injection pressure with injection position.

#### 1. 서론

최근 기계 부품산업에서는 소비자의 요구가 복잡하고 다양해짐에 따라, 이에 대처하기 위해서 설계 및 복잡한 가공공정의 획기적인 개선이 요구되어진다<sup>[1][3]</sup>.

사출금형 설계 및 성형 해석에 대한 연구는 국내외에서 많은 연구자들에 의해 지속적으로 이루어지고 있는데, 주로 사출성형 조건에 따른 유동, 냉각 및 변형 해석을 통하여 얻어진 결과를 금형 설계에 이용하고 있다<sup>[1][3][5][6]</sup>.

성형 해석을 하는 이유는 제품을 구성하는 외관 제품들의 불량 제거 및 사이클 타임 감소를 목적으로 하고 있다. 그러나 기존의 경험에 의한 방식

으로 이와 같은 문제를 효율적으로 대응하기에는 양산 단계에서의 많은 금형 수정으로 인한 개발기간 증가와 비용의 증가로 인해 소비자의 욕구를 충족시키지 못한다.

사출성형에 있어서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 최적 재료의 선정 및 양산단계에서의 문제점을 사전에 컴퓨터를 이용해서 검증하고, 최적의 설계 변수선정 및 성형 불량과 성형 시간의 단축을 해결 하고자 한다<sup>[1][3]</sup>.

따라서 본 논문에서는 게이트의 최적화 및 성형 불량에 대한 원인해석을 통하여 최적의 성형이 이루어지도록 한다.

#### 2. 본론

본 논문에서는 모니터 커버에 있어서 최적의 사출 제품이 될 수 있도록 게이트 위치 선정 및 재료를 선정하고, 금형 설계에서 발생하는 문제점을 컴퓨터를 통하여 해결하여, 최적의 설계변수와 성형 불량을 진단 및 해결을 하려고 한다.

한편, 사출성형에서 금형의 온도와 사출 재료의 온도가 높으면 생산성이 저하되나, 제품의 웰드 라인 감소 및 미성형 등의 불량을 감소시킬 수 있다. 대표적인 불량에 대한 대책 및 원인은 Table 1과 같다<sup>[6]</sup>.

Table 1 사출성형의 불량 및 원인

불량	원인	대책	비고
웰드라인	두 개이상의 유동이 만날 때.	금형 온도 조절 (+) 수지 온도 조절 (+) 게이트 위치 조정	
성형품량	사출 압력 저하. 사출량 부족. 낮은 사출 속도	사출 압력 조절 (+) 금형 온도 조절 (+)	
싱크마크	금형 내에 유동저항이 크다. 냉각 시간의 부위별 차이	금형 온도 조절 (+) 수지 온도 조절 (+) 사출 속도 조절 (+)	

위의 표에서 보여주는 것 같이 온도를 높여 줌으로써 불량을 감소시킬 수 있다. 그러나 너무 높은 온도가 되면, 또 다른 불량이 발생원인이 되므로, 모델링 후 컴퓨터 해석을 통하여 최적의 금형 온도, 수지 온도 및 게이트의 위치를 결정하여야 한다.

## 2.1 Gate의 역할 및 위치

### 2.1.1 Gate의 역할

게이트의 위치, 형상은 성형품의 외관이나 성형효과 및 치수 정밀도에 큰 영향을 준다. 게이트의 위치는 성형품의 형상으로 결정되지 않고 케비티내의 용융 수지의 유동방향, 웰드라인(Well Line)의 발생 등을 고려하여 결정되어 진다. 즉, 게이트의 위치 선정은 사용 수지, 성형품의 형상, 제품의 요구사항 등으로 제약을 받는다<sup>3)[4][5][6]</sup>.

### 2.1.2 Gate의 위치

게이트의 위치를 선정 할 때 다음과 같은 사항을 고려하였다<sup>[4][5][6]</sup>.

- (1) 외관 제품의 경우 사용자의 눈에 띄지 않는 위치 선정.
- (2) 성형품의 가장 두꺼운 부분에 설치를 원칙으로 한다.
- (3) 각 면의 끝 부분에 설치하였을 경우 진원도 및 면 처리에 있어서 좋은 결과를 얻을 수 있다.

(4) 공기, 또는 가스가 정체되기 쉬운 방향은 피한다.

(5) Jetting이 발생하지 않도록 한다.

## 2.2 모델링 및 성형 해석 문제

본 연구에서 제품 모델링에 이용한 소프트웨어는 Pro/Engineer이다. 그리고 해석에 필요한 Format으로 만들기 위해서 STL File Format으로 변환했다.

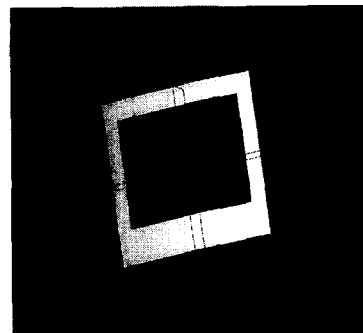


Fig.1 Monitor cover Front

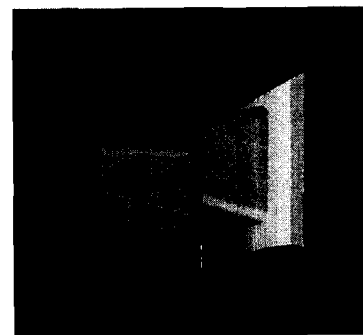


Fig.2 Monitor cover Rear

Fig.1에서는 모니터 커버의 앞부분을 보여주고 있다. Fig.1과 Fig.2에서 보는 것과 모니터 커버는 2부분으로 나누며, Fig.1은 모니터 커버의 앞부분을 나타낸다. 두께는 1.5mm 이고 크기는 480 × 420 × 80 이다. 이 제품은 외관이 뚜렷이 나타나는 제품이므로 외관 제품의 요구사항인 웰드 라인과 싱크마크를 최소화하여야 한다. 다시 말해서 성형이 가능한 수지의 선택, 게이트의 위치 및 개수가 필요하며, 이것을 적절히 선택하여 불량을 감소

시킨다. 따라서 사출금형설계이전에 웰드 라인의 위치와 게이트의 위치를 최적화 하기 위해서 성형 해석을 진행하여 이에 따른 최적 안을 제시하였다.

### 2.3 제품 사출 위치

제품의 두께가 얇은 제품이므로 ABS수지를 선정하였다. ABS는 AN의 내화학약품성과 내열성을 Styrene으로부터의 강성(Rigidity), 강도(Hardness), 성형성(Processability)을 Butadiene으로부터 충격 강도를 흡수하여 만들어진 수지이며, 경질 성형 품으로 많이 사용된다. 단점으로는 내후성이 약하다<sup>[3]</sup>.

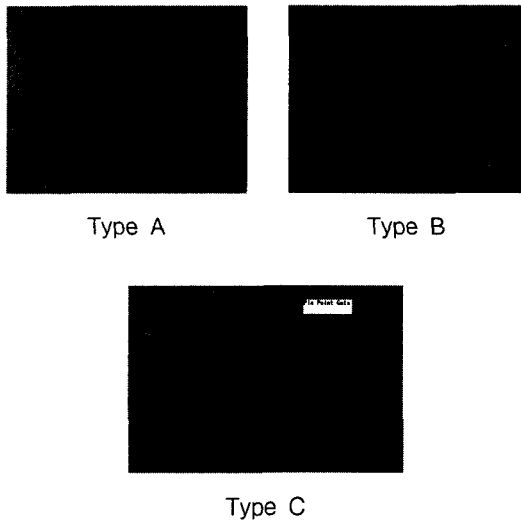


Fig. 3 Injection Positions Using These Examples

Fig.1에서 보는 것같이 외관 제품이므로 게이트의 위치가 사람 눈에 안 보이는 위치에 있어야 한다. 또한 Fig.3의 Type A는 각 모서리의 정점에 8개의 다(多)점 게이트를 설치하였고, Type B는 각 면의 끝 가운데 1개씩 설치했으며, Type C에서는 각 면의 끝 부분에 12개의 다 점 게이트를 설치하였다. 위와 같이 크게 3가지로 설정하며, 금형 온도와 수지 온도를 조절하면서 시뮬레이션(Simulation)하였다<sup>[5]</sup>.

### 2.4 사출성형 해석

성형 조건에서 성형품에 미치는 영향은, 재질 또는 금형의 온도가 높으면 성형성이 향상, 잔류 응력이 감소한다. 그러나 수축률이 커지는 단점이 있다. 또한 사출 압력이 높아지면 미성형이 방지되나, 잔류응력이 높아지는 단점이 있다. 본 논문에서의 성형 해석에는 ABS 수지를 이용하여, 수지 용융 온도(Melting Temperature), 금형 온도(Mold Temperature)를 각기 온도를 변화시키면서, 사출 압력(Injection Pressure), 충전 시간(Filling Time) 및 냉각 시간(Cooling Time)을 살펴보았다.

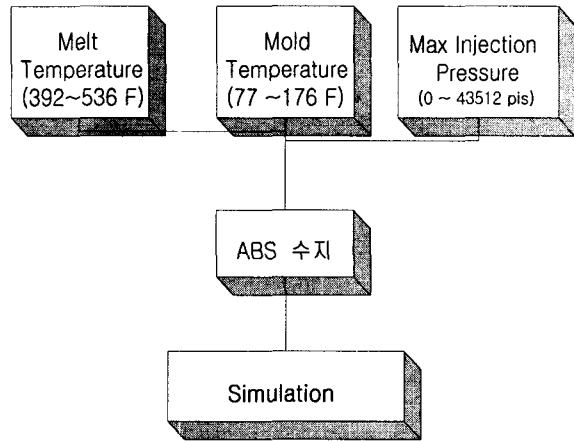


Fig. 4 Temperature for Simulation

### 2.5 해석 결과

#### 2.5.1 미성형 문제

사출성형 조건은 적은 사출 압력과 금형 온도로 빨리 충전 되어지고, Cooling Time도 빨라야 한다. 그 이유는 큰 고압과 높은 온도가 발생하면 금형의 노후화가 빨리 진행되기 때문이다. 그래서 본 논문에서 수지에 대하여 용융 온도와 금형 온도를 변경하면서 시뮬레이션 하였고, 그 결과로 최적의 사출 압력과 금형 온도를 결정하여 미성형 방지와 웰드 라인의 감소 및 위치를 알아내었다.

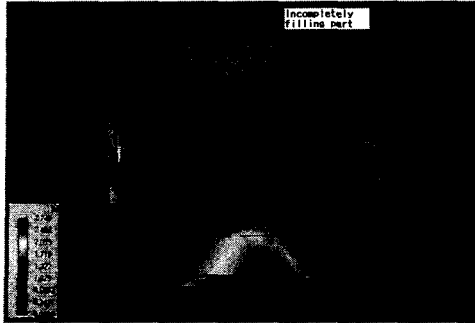


Fig. 5 Simulation for Incompletely Filled Parts on A type

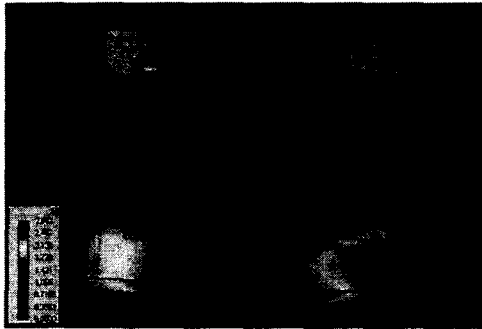


Fig. 6 Simulation for Incompletely Filled Parts on B type

Table 2 Simulation을 위한 최초 온도 설정

Picture	Melt Temperature	Mold Temperature	Max Injection Pressure
Fig. 5, 6	392.00 F	77.00 F	26107.20 ps

Fig.5와 Fig.6은 Table 2에서와 같이 수지의 온도와 사출 압력이 낮음으로 해서 치명적인 미성형이 발생하였다. 그 이유는 수지 경로의 고화가 빠르고, 최대 사출 압력이 충분하지 못하여 발생하였다. 이것을 방지하기 위해서는 최대 사출압력과 수지 용융 온도를 높인다.

Fig.7의 결과를 보면 B Type보다 A Type에서 사출 압력이 높으며, 압력 상승이 가파르다. 충전 시간은 거의 같음을 알 수 있다. 그러나 둘 다 사출 온도가 낮아 미성형이 발생하였다.

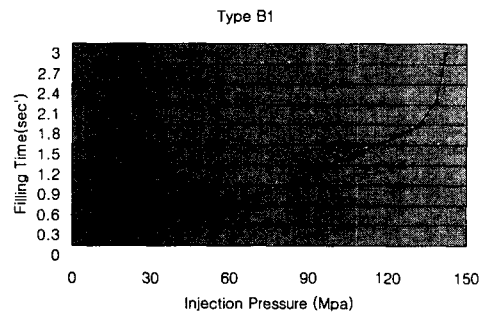
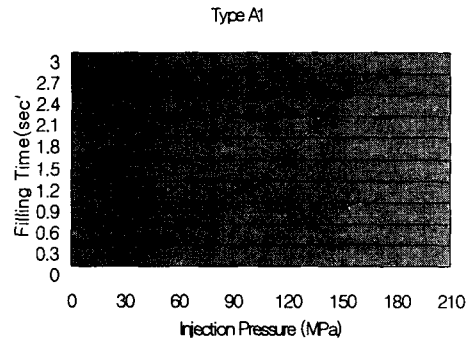


Fig.7 Graph on the Type A , B (Incompletely Filled)

### 2.5.1 성형 해석

Type A1~A5와 Type B1~B5까지는 Table 3과 같이 온도를 높이면서 성형 결과를 보여주었다. 특히 용융 온도를 20 °F 이하의 온도로 증가하게 하였을 경우 성형성에는 커다란 변화가 없어 20 °F 간격으로 온도 변화를 주었으며, 금형 온도가 너무 낮으면, 제품 수축 형상과 수축 편차가 크기 때문에 참조 문헌을 참고하였다<sup>[3][6]</sup>.

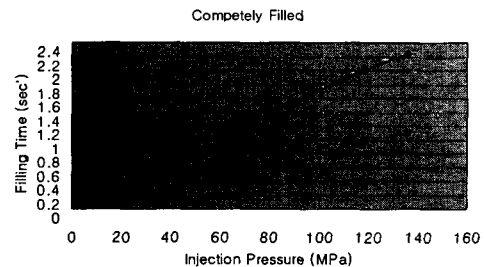


Fig.8 Resulted graph on the Type B4

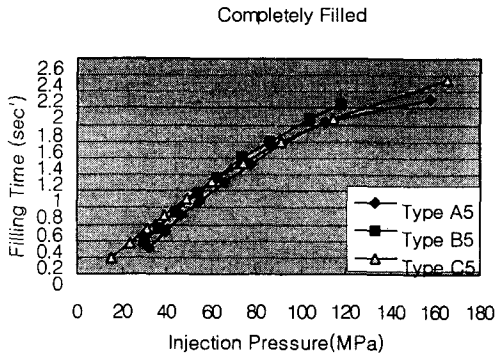


Fig.9 Resulted graph on the Type A5, B5, C5

Type B4일 때 수지 용융 온도가 낮은 상태에서 성형이 되나 Fig.9에서 보는 바와 같이 사출 압력이 높음을 알 수 있다.

Type A5 보다는 Type B5에서 사출 압력 및 충전 시간이 작다는 것을 알 수 있다. Weld Line 현상에 있어서는 Type B 보다는 Type A에서 현저히 감소되어 진다. 즉, Type B의 성형성은 Type A 보다 좋으나 Weld Line의 위치 및 방향은 바람직하지가 않다.

성형성 및 Weld Line의 위치 및 방향은 Type C가 가장 좋으나 사출 압력과 충전 시간이 높다.

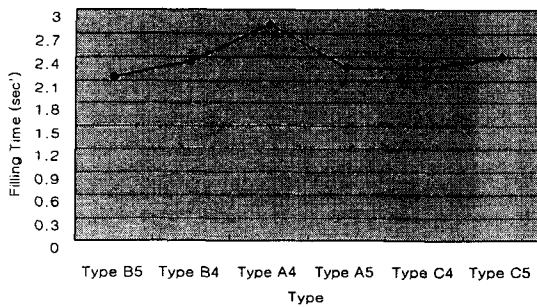


Fig.10 Comparison of Filling Time

Table 3 초기 설정 온도

Type	Melt Temperature	Mold Temperature	결과
A2	412 (F)	100 (F)	incompletely
A3	432	100	"
A4	452	110	"
A5	472	110	completely
B2	412	100	incompletely
B3	432	100	"
B4	452	110	completely
B5	472	110	"
C2	412	100	incompletely
C3	432	100	"
C4	452	110	"
C5	472	110	completely

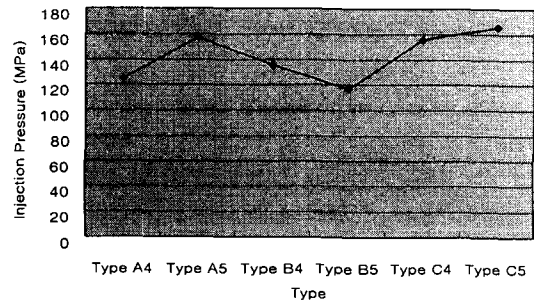


Fig.11 Comparison of Injection Pressure

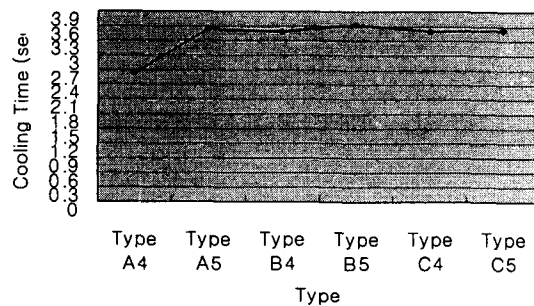


Fig.12 Comparison of Injection Cooling

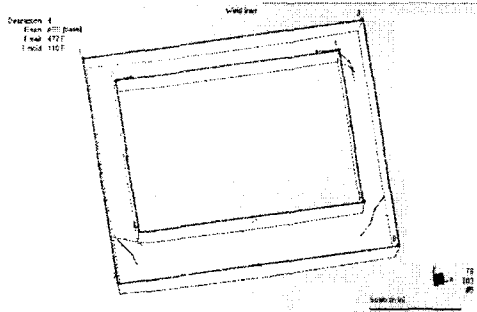


Fig.13 Simulation for Weld Line on Type A5

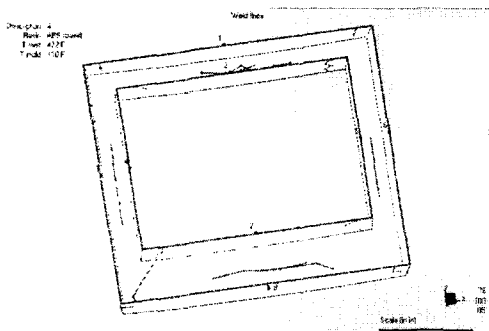


Fig. 14 Simulation for Weld Line on Type B5

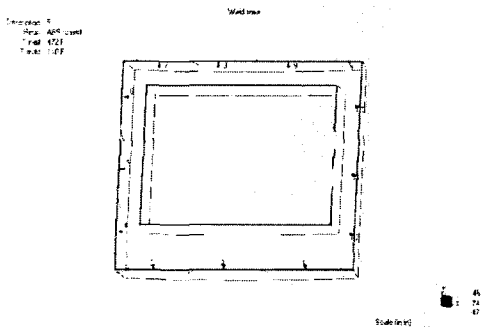


Fig.15 Simulation for Weld Line on Type C5

### 3. 결론

사출위치에 대한 사출 압력, 충전 시간과 웰드라인 위치의 결과 Type B의 성형성은 낮은 사출 온도(452 °F)에서 Type A 보다 좋으나 Weld Line의 위치 및 방향은 바람직하지가 않다. Type A는 Weld Line 현상이 줄어들긴 했으나, Type B보다

사출 온도 및 충전 시간이 길다.

C Type은 Type A, B에 비해 충전 시간 및 사출 압력이 조금 높지만 Weld Line 현상이 현저히 줄어들며, 그 위치가 안 보이는 곳으로 이동하였음을 알 수 있었다.

### 3.1 향후 과제

제품의 두께(평균1.5mm)를 다루었기 때문에 두께가 다른 제품에 대해서는 새로운 검토가 필요하며, 또한 설계자의 입장에서 시뮬레이션을 했기 때문에 이것이 직접 생산현장에서 어떻게 성형결과가 나온 지 알아야 된다.

### 참고문헌

1. “한국 금형 공업 총람”, 한국금형공업협동조합, 1998.
2. 조용무, K, K. Wang, “캐드환경에서 플라스틱 사출금형 설계 시스템의 개발“, 한국정밀공학회지, Vol.15 , No.2, pp 68~74 , 1999.
3. 김병관 “Fog Lamp Cover의 사출 위치 선정에 관한 연구” 건국대 기계설계학과 석사과정 학위논문, 2000.
4. “사출성형 금형 설계” 기전연구소, 1991.
5. (주)브이엠테크, “노트북 Top Housing 사출성형 CAE 적용”, 2000.
6. (주)한국산업정보센터, “월간 금형저널”, 1998.
7. 이태홍, 이성수, “AUTO CAD를 이용한 플라스틱 사출금형 자동설계의 개발에 관한 연구” 한국공작 기계학회 춘계학술대회, 2000.