

공리적 기법에 의한 품질 향상 방안

배진우*(울산대 기계자동차공학부 대학원), 박홍석(울산대 기계자동차공학부)

Product's quality improvement plane of parts for Injection Molding using Axiomatic approach

J. W. Bae (Mech&Automotive Eng. Dept.,graduate school, UOU), H. S. Park (Mech&Automotive Eng. Dept., UOU)

ABSTRACT

This paper proposes an Molding error compensation method that improves accuracy with geometry information of injected parts using three-dimensional measuring instrument. a traditional mold design has been conducted by an experience-based trial and error, whereby generally the mold designer would decide the gate location and processing conditions. as a natural consequence, almost all creates inferior goods. It's just a process of trial and error and caught in a vicious circle. Due to this reason, this paper uses a three-dimensional measuring instrument, a commercial analysis package of injection molding(Moldflow, MPI) to analysis a state of flux. In addition to that axiomatic approach.

Key Words : Axiomatic approach (공리적 접근), three-dimensional measuring instrument (3차원 측정기), Molding error (성형오차), Orientation (배향,방향성), Injection molding (사출성형)

1. 서론

국내 대부분의 사출 제품들이 Fig 1.에 도시되어 있는 프로세스로, 전문가의 오랜 기간 축적된 경험과 지식에 의존하기 때문에 여러 번의 시행착오를 겪어야 하고, 설령 시행착오에 의해 불량 해결을 위한 보편적인 공정조건을 얻는다 할지라도 새로운 소재, 제품 혹은 작업 환경에서는 또 다시 그 조건에 적합한 공정조건을 찾아야 하는 문제점을 갖는다. 이러한 문제 해결 방법은 많은 시간을 소비할뿐더러 지속적인 양품의 생산을 보장해 주지 않는다.

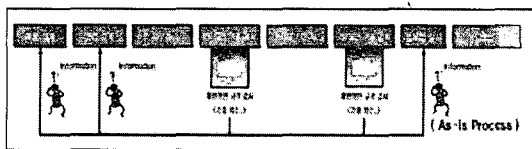


Fig 1 . As-is injection Process

이런 이유로 본 연구에서는 Fig 2.의 프로세스에 의해 1차 성형 T/0 된 제품을 3차원 측정, 수축/휨 정도 뿐 아니라 정성적 평가 항목인 외관품질 또한 정량화 시켰으며, 공리적 접근 방식을 통하여 주요 성형 영향 인자를 설정 CAE 해석에 반영하여 최적의 사출공정 조건을 찾아 낼 수 있도록 하여 제품 품질 향상 및 개발 기간 단축이 가능하게 하였다.

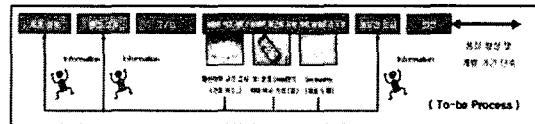


Fig 2 . To-be injection Process

2. 사출 성형 해석 모델 3차원 측정

2.1. 해석 모델

해석 모델은 실제 현장에서 조립불량 및 현저한 웰드라인이 발생한 자동차용 내장재 B Pillar(Two-Cavity)를 대상으로 하였으며 CAE 해석에서는 Mid-Plane Mesh를 통하여 해석을 수행 하였다.

2.2. 조립공차 및 휨 정도 3차원 측정

3차원 CAD DATA 와 1차 성형 T/0된 시제품을 3차원 측정을 통하여 비교 하였다. 제품 설계에서의 허용공차는 일반공차: $\pm 0.25\text{mm}$, 홀 위치공차 $\pm 0.2\text{mm}$ 이다.



Fig 3 . Modeling data & Measured data

√ 설계치수는,

홀(P0), 홀(P1)간 거리 : 472.528mm,
 홀(P0), 홀(P2)간 거리 : 480.958mm,
 홀(P1), 홀(P2)간 거리 : 92.049mm
 √ 시제품치수는,
 홀(P0), 홀(P1)간 거리 : 472.167mm,
 홀(P0), 홀(P2)간 거리 : 479.829mm,
 홀(P1), 홀(P2)간 거리 : 92.192mm 로서
 시제품의 홀(P0), 홀(P1)간 거리는 오차가
 -0.361mm, 홀(P0), 홀(P2)간 거리는 -1.129mm로
 서 허용 오차범위를 벗어나므로 조립 불량을
 유발시키고 있다.



Fig 4. Deflection, all effects

Fig 4. 은 측벽부등의 제품 휨 정도를 확인
 해본 것이다. 수축으로 인한 길이방향 치수 부
 족 및 우측면 2mm, 좌측면 4mm 의 폭 방향 수축
 과 외측 하단부의 Sink 가 발생함을 알 수 있
 다. 끝단부의 수축은 게이트의 위치 조절 혹은
 사출시간의 재설정 등으로 보완이 가능하며,
 전체적인 수축/휘어짐, Sink 역시 게이트의 위
 치와 보압의 재설정에 의하여 예방할 수 있다.

3. 공리적 접근

B Pillar 해석 시, 새로운 DPs 로 최대 사출
 압력에 영향을 주는 요소로 용융수지의 주입시
 간과 잔류응력과 관련이 있는 용융수지의 온도
 를 추가로 삽입시켰다. 그러므로 최종 FRs 와
 DPs는 아래와 같이 구성되었다. (연성설계방지)

$$\begin{Bmatrix} \text{Diff_pressure} \\ \text{Max_stress} \\ \text{Max_pressure} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} x & 0 & 0 \\ x & x & 0 \\ x & x & x \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{Injection time} \\ \text{location of gates} \\ \text{Melt temperature} \end{Bmatrix}$$

Fig 5. Axiomatic approach

4. 유동 해석

4.1. 사출시간의 결정

사출시간에 따른 사출압력은 U커브를 그리
 며, 재료의 열 및 유동특성을 고려하여 가장
 낮은 사출압이 요구될 수 있는 시간으로 결정
 되어야 하며, B Pillar 의 경우 5s가 최적의
 사출시간으로 결정되었다

4.2. Gate 위치결정



Fig 6. Gate position & Weld line

B Pillar인 경우 Gate의 위치는 Fig 6의
 Case2,4가 모두 가능하지만(시제품 양산시
 Case 3적용), 용융수지 유동 끝단부의 치수정
 밀도 측면에서 Case2로 선택, 치수안정성 확보
 가 유리하고, 균일한 충진을 유도 할 수 있는
 Side 팬 Gate를 설정한다.

4.3. 보압유지 시간의 결정

B Pillar의 경우 Gate 고화시간은 12.50sec
 이며 제품에 대한 충진이 5.72sec에서 보압절
 환이 이루어지므로 적정보압 유지시간은
 6.78sec가 될 것이다.

Case	Gate Position	Gate Type	Gate Size	Gate Angle	Gate Location
Case 1	Top	Gate	1.0	0.0	0.0
Case 2	Side	Gate	1.0	45.0	0.0
Case 3	Side	Gate	1.0	0.0	0.0
Case 4	Side	Gate	1.0	45.0	0.0
Case 5	Side	Gate	1.0	0.0	0.0
Case 6	Side	Gate	1.0	45.0	0.0
Case 7	Side	Gate	1.0	0.0	0.0
Case 8	Side	Gate	1.0	45.0	0.0
Case 9	Side	Gate	1.0	0.0	0.0
Case 10	Side	Gate	1.0	45.0	0.0

Table 1. Packing time & Deflection

5. 결론

3차원 측정 결과 및 CAE 해석을 통하여 재
 설정된 조건을 바탕으로 금형 수정, 제품 T/O
 후 3차원 비접촉 측정을 하였다.

√ 설계치수는,

홀(P0), 홀(P1)간 거리 : 472.528mm,
 홀(P0), 홀(P2)간 거리 : 480.958mm,
 홀(P1), 홀(P2)간 거리 : 92.049mm

√ 시제품치수는,

홀(P0), 홀(P1)간 거리 : 472.368mm,
 홀(P0), 홀(P2)간 거리 : 480.773mm,
 홀(P1), 홀(P2)간 거리 : 93.01mm 로서

설계 공차 범위를 만족하였다. 여기에 우측
 면 2mm, 좌측면 4mm 의 수축은 1.1mm 와 2.4mm
 로 개선 되었으며, 외측 하단부 Sink 는 소멸
 되었다. 이를 통하여 기존 양품 생산을 위한
 지속적 금형수정 및 제품 T/O 단계를 3차원 측
 정과 공리적 기반의 CAE 해석을 통하여 효과적
 으로 줄여 개발기간을 단축 시킬 수 있으며,
 제품 품질 향상에도 기여 할 수 있었다.

참고문헌

- (1) Akio Okamoto, 2002, "High technical multi-injection molding by all electric DIEPREST injection machine" *Trans. of the Plastic ages*. Vol. 48, No. 11.
- (2) Akio Okamoto, 2005, "High value added injection instance by all electric DIEPREST injection molding machine" *Trans. of the Plastic ages*.