

무도장 적용 사출금형의 리브 Sink에 관한 연구

노영수¹ · 임계규¹ · 류호연² · 이희진² · 황시현[†]
(주)신한금형^{1,†} · 한국생산기술연구원²

A Study on rib sink-marks of injection mold for unpainted parts

Young-Soo Ro¹ · Jea-Kui Lim¹ · Ho-yeun Rhu² · Hee-Jin Lee² · Si-Hyon Hwang[†]
Shinhan Mold Co.Ltd.^{1,†}

Korea Institute of Industrial Technology(KITECH)²

(Received December 04, 2015 / Revised February 24, 2016 / Accepted March 02, 2016)

Abstract: Sinks occurring in the rib portion of the testing product for the unpainted are fatal defects at surface quality.

In this study, we carried out moldflow analyses for several factors that affect the sinks. The result tells us large important effective factors on sinks by analyzing sink marks estimate. We expect practical use as reference for performing analysis or manufacturing products with rib designs and injection moldings which minimize sink-marks surrounded ribs.

Key Words: Injection molding, Moldflow analysis, Sink marks, Sink marks estimate

1. 서 론

사출성형은 금형의 캐비티 내에 용융수지를 고온, 고압의 상태로 사출하여 충전시킨 후, 이것을 냉각에 의해 고화시켜 소정의 성형품 형상을 얻을 수 있는 성형 방법으로 복잡한 제품형상을 단시간에 저가격으로 대량생산할 수 있는 플라스틱 성형 방법 중의 하나이다. 이 사출성형의 적용을 확대하기 위해서는 성형품질을 저하시키는 성형불량을 감소시키는 것이 중요한 과제 중의 하나이다.

성형불량 중 싱크마크(sink marks)¹⁾는 표면불량과 관련이 있다. 표면불량의 여러 요인 중에서도 싱크마크는 외관 품질에 큰 영향을 준다. 성형품의 내부온도가 충분히 높아서 높은 수축률이 발생하는 곳에서 싱크마크는 발생한다. 이 경우 성형품의 표면만 고화되고 내부는 아직 고화 전이기 때문에 내부에 발생된 수축에 의해서 고화된 표면이 내측으로 잡아당기게 되어 표면이 꺼지게 되는데, 이러한

현상은 광택재료를 사용하여 성형하거나, 도금을 하고 나면 쉽게 볼 수 있다. 주로 Fig. 1과 같이 제품에 부착된 리브, 보스 등에서 주로 발생한다²⁾.

본 연구는 자동차 부품중 무도장용 제품을 성형 후 표면 문제가 되는 싱크는 각 인자에 따라 어느 정도의 영향을 미치며, 이러한 싱크를 최소화하는데 어떤 인자가 지배적인 영향을 주는 지를 알아보기 위해 사출성형 CAE인 moldflow를 사용하여 해석하고, 그 결과를 고찰하였다.

본 연구의 결과는 무도장용 금형의 설계를 위한 기초자료로 활용될 것이며, 기타 무도장용 사출제품의 설계시와 해석에도 그 활용이 기대된다.

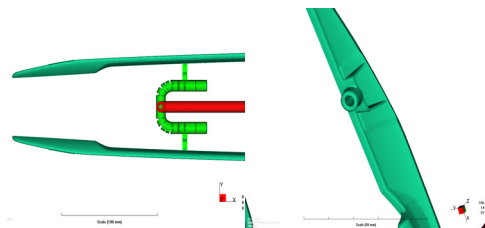


Fig. 1 Product used for CAE analysis

1,† 교신저자 : (주)신한금형
E-mail: sihyon.hwang@shinhanmold.co.kr

2. 사출성형 CAE 해석조건

본 연구에서는 해석프로그램으로 Moldflow(Ver. 2015)을 이용하였으며, 무도장용 성형품에 대해 3D 매쉬(3D)³ 모델을 작성한 후, 유동해석을 위한 주요 성형조건은 Table 1과 같이 정하였으며, 성형품의 대상 수지는 Kumho petrochemical ABS 710으로 해석을 수행하였다.

Table 1 Injection conditions for CAE analysis

Injection condition	Unit	Value
Mold temperature	℃	40
Melt temperature	℃	230
Injection time	sec	4.5
Packing time	sec	8
Cooling time	sec	20

대상성형품의 기본 제품두께는 3t 이며, 이때 리브두께는 0.8t로 일반적인 리브두께 설정인 0.5×제품두께 ~0.8×제품두께⁴⁾ 기준 보다 엄격한 치수로 적용한 제품이다. 유동해석은 Fig. 2와 같이 제품두께 및 리브두께의 변화와 보압 전환시점, 금형온도, 수지온도, 보압 다단계어 등을 적용하였으며, 해석결과 중 싱크마크 추정치(sink marks estimate)을 조사하여, 그중 리브 주위에 발생하는 값을 취하였다.



Fig. 2 Product portion changed to part and rib thickness

3. 조건별 해석 결과

3.1. 리브두께 변화에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 Fig. 2 중에서 리브(rib) 두께를 변경하여 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 3의 리브두께에 따른 그림과 그래프로 나타냈다.

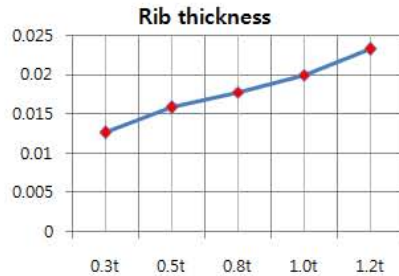
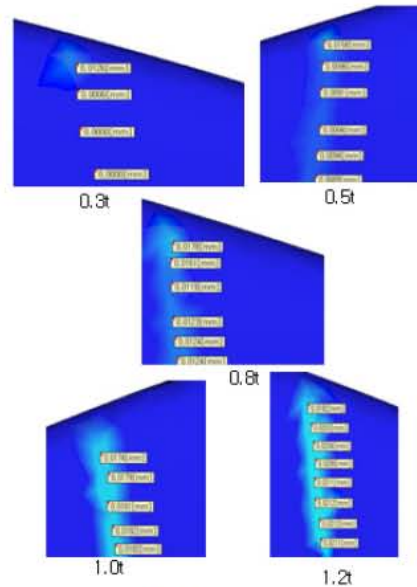


Fig. 3 Sink marks estimate by rib thickness

기본적으로 리브의 두께가 얇을수록 싱크의 결과는 개선되는 결과를 보이지만, 일정두께 이하가 되면 리브자체의 역할을 하지 못하게 된다.

3.2. 제품두께 변화에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 Fig. 2 중에서 제품 두께를 변경하여 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 4의 그래프로 나타냈다.

두께가 너무 두꺼우면 싱크의 값이 증가하는 결과를 보이며, 리브의 두께의 변화에 의한 값과 비교하면 크지 않는 결과를 보여준다.

3.3. 보압 전환위치에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 보압 전환 위치를 수지 충전위치 96~99%에 도착하면 보압 전환하도록 설정하여 싱크마크

추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 5의 그래프로 나타냈다.

보압 전환위치가 늦을수록 사출압력이 증가하는 결과를 보여주는데, 현재의 결과를 보면 싱크의 개선효과는 크지는 않는 결과를 보여주며, 제품두께의 변화의 결과의 편차량과 유사한 결과를 보여준다.

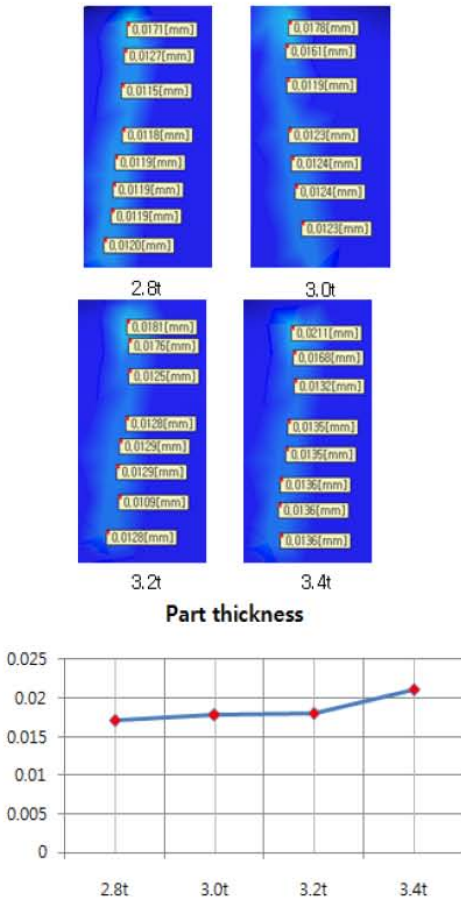


Fig. 4 Sink marks estimate by part thickness

3.4. 수지온도에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 수지온도를 몰드플로우의 수지 데이터에서 권장하는 온도를 대상으로 10℃ 간격으로 해석을 수행하여, 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 6의 그래프로 나타냈다.

수지온도의 변화는 싱크값의 변화가 크지 않으며, 일정온도 이상으로 증가하면, 서서히 싱크의 값이 증가하는 결과를 보여준다.

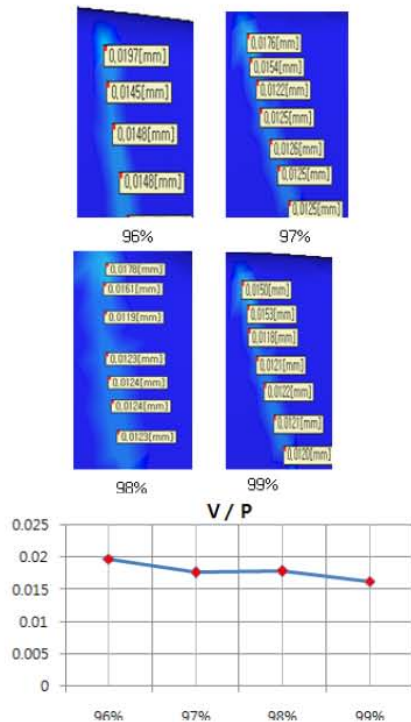


Fig. 5 sink marks estimate by V/P

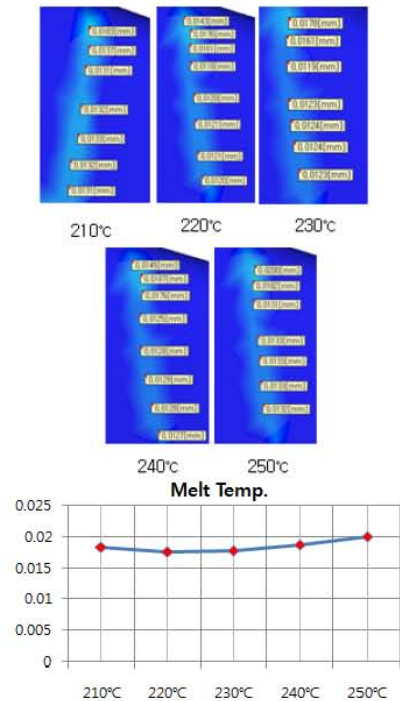


Fig. 6 sink marks estimate by melt temperature

3.5. 금형온도에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 금형온도를 몰드플로우의 수치 데이터에서 권장하는 온도를 대상으로 10 °C 간격으로 해석을 수행하여, 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 7의 그래프로 나타냈다.

금형온도의 변화는 싱크값의 변화가 크지 않으며, 거의 유사한 싱크의 값의 결과를 보여준다.

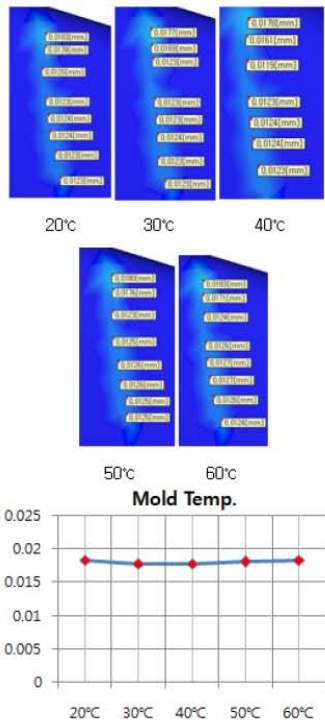


Fig. 7 sink marks estimate by mold temperature

Table 2 Packing pressure of cases

Case	1st pressure (4sec)	2nd pressure (2sec)	3rd pressure (2sec)
1	30 MPa	25 MPa	20 MPa
2	45 MPa	38 MPa	30 MPa
3	50 MPa	40 MPa	35 MPa
4	60 MPa	50 MPa	35 MPa
5	70 MPa	60 MPa	50 MPa
6	75 MPa	65 MPa	55 MPa

3.6. 보압에 의한 결과

유동해석의 기본 조건을 Table 1과 같이 동일한 조건에서 Table 2와 같이 보압 설정부분만 변경하

여 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 대한 결과를 Fig. 8 보압설정 케이스(case)에 따른 그림과 그래프로 나타내었다.

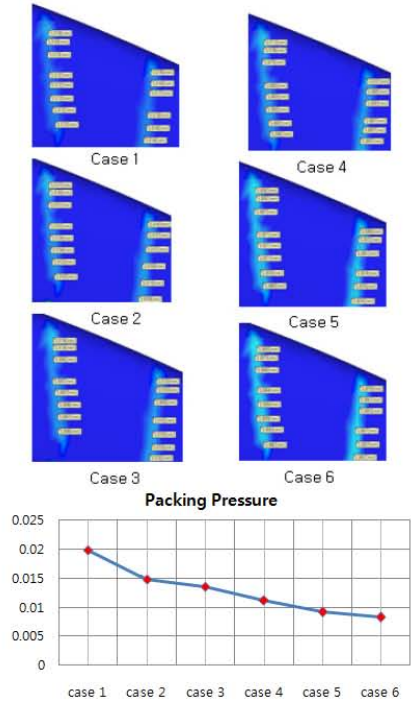


Fig. 8 sink marks estimate by packing pressure

보압의 변화에 따른 싱크의 결과는 리브의 두께에 따른 편차량의 크기가 유사하며, 보압이 증가할수록 싱크값은 개선 결과를 보여준다. 그러나, 실제 사출에서는 무한적으로 보압을 증가시키면, 다른 성형불량을 발생하기에 조심하여 보압을 증가시켜야 한다.

4. 결론

본 연구는 자동차 부품중 무도장용 제품을 성형 후 표면 문제가 되는 싱크(sink marks)에 대한 여러 인자에 따라 유동해석을 수행하였으며, 해석결과 분석한 후 싱크마크에 대한 주요 결과는 다음과 같다.

1) 일반적인 무도장용 제품인 경우 제품 디자인부터 각종 리브 등을 고려한 설계를 하여야 전체 싱크량을 초기에 제어 가능하다. 초기 설계 실패 시 개선하기 곤란하다.

2) 싱크마크 추정치(sink marks estimate)에 가장 영향을 주는 인자는 리브의 두께와 보압의 설정에 의한 영향이 가장 큰 결과를 보여주며, 이는 제품 및 금형 설계 시 리브두께에 대한 고려가 필요하며, 사출시 보압 설정에 유의하여야 더욱 효과적이다.

3) 싱크 개선을 위해 일반적으로 사출압력은 높게 수치 및 금형온도 낮게 설정하는 것이 유리하다고 하였는데, 해석결과와는 유사한 하지만 크게 개선된 결과는 보이지는 않는다.

참고문헌

- 1) John Shoemaker, "Moldflow Design Guide", Hanser, pp. 240~242, 2006.
- 2) 정영득, 구본홍, "사출성형해석에 의한 제품 및 금형설계", 인터뷰전, pp. 410~411, 2005.
- 3) 정영득, "예제로 쉽게 배우는 사출성형 CAE", 도서출판 인터뷰전, p. 15, 2008.
- 4) 권태현, 박성진, 윤경환, 이상봉, 정영득, "사출성형 CAE 설계지침", 문운당, pp. 213~214, 2002.