

TV MASK FRONT 무도장 성형에 관한 연구

조재성, 김종갑, 박상덕, 장재언*

A Study on Paintless Injection Molding in TV Mask Front

Chae-Sung Cho, Jong-Kab Kim, Sang-Duck Park, Jae-Eon Chang

Key Words: paintless, injection molding, weld line, sink mark, FR HIPS.

Abstract

Injection molded plastic parts have many appearance imperfections: weld line, sink mark, flow mark, gloss, shading, scratching, etc. Because these appearance faults have not accepted esthetically, so plastic parts are produced through painting or texturing. The purpose of this paper is to develop a paintless molded part of TV Mask Front, using numerical simulations and experiments. In order to minimize problems of injection, this study carried out computer aided injection mold filling simulations using MF/FLOW. Based on these numerical results, we developed FR(Flame Retardant) HIPS and established guidelines of part design, mold design, and processing conditions. We took effects of cost savings, improvement of productivity, and utilization of recycling by eliminated painting process.

1. 서 론

사출 성형품의 표면상 외관불량으로는 웰드라인(weld line), 표면수축(sink mark), 플로우마크(flow mark) 등의 표면전사 불량과 색얼룩(shading) 및 광택얼룩 등을 들 수 있다.⁽¹⁻²⁾

종래 외관의 품위가 요구되는 제품은 표면에 소지의 보호 및 외관의 장식, 표면 성질의 기능적 개선을 위해 도장(Painting)을 사용하였다.⁽³⁾

그러나 최근 기업마다 살아남기위해 생산성 향상과 원가절감, 환경문제 대응의 일환으로 무도장 성형(Paintless Injection Molding)의 개발에 대한 관심히 고조되고 있다.

현재 TV Mask Front의 성형시 발생하는 외관불량 개선을 위해 도장을 사용하고 있으며, 도장공정

삭제를 위해 SONY, SHARP 등의 외국 업체에서 무도장 성형을 적용하고 있다.

그러나 대부분 ABS 수지를 적용 무도장 성형을 하고 있으며, HIPS 수지 적용은 부분적 도장을 실시하고 있어 완전한 무도장 성형을 실현하기 위해서는 이에 대한 연구가 절실히 요구된다.

일반적으로 무도장 성형법은 유동조정(flow control)법과 단열금형법을 들 수 있다.

유동조정법은 CAE 기법을 이용하여 웰드라인 발생하는 위치, 길이 등을 예측하여 게이트(gate), 런너(runner) 등의 조정으로 웰드라인을 눈에 보이지 않는 부위에 위치하거나 부분적 두께 변화로 만나는 흐름 각도를 변화시켜 웰드라인 길이를 최소로 조정하는 방법이다.⁽⁴⁾

단열금형법은 수지 단열층 위에 금속층을 형성시켜 성형시 금속층을 급속가열함으로써 고화층의 발달을 늦추어 플로우마크, 웰드라인, 표면수축 등의 전사불량을 개선하는 방법이다.⁽²⁾

본 연구에서는 투자비 및 유지보수 등을 고려하

* 대우전자 TV 연구소

** MOLDFLOW KOREA

여 유동조정법을 적용하였다.

본 연구에서는 소형 TV Mask Front에 대해 사출성형해석 및 실험을 통해 무도장 성형의 실현을 위한 제품 및 금형설계, 성형, 수지에 관한 가이드 라인을 제시하고, 향후 대형(25인치 이상) TV Mask Front 무도장 제품을 실현하는 추가 연구의 중요한 기초자료로 삼고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 실험에서 사용한 실험장치는 다음과 같다.

2.1.1 사출성형기

일본 도시바(사)의 800톤으로써 유압에 의한 직압식 수평 성형기이며, 모델은 IS-800CNII이다.

2.1.2 온도조절기

Hanse(사)의 NTC-100 모델로 펌프 용량은 1hp, 히터용량은 12kw이다.

2.1.3 온도측정기

독일 Testoterm(사)의 접촉식 온도 측정기로 모델은 testo 920을 사용하였다.

2.1.4 표면조도계(surface roughness tester)

일본 Mitutoyo(사)의 surfest 301 모델을 사용하였다.

2.1.5 금형

그림 1은 제품형상 및 게이트 위치를 나타낸 것으로 제품크기는 366mm×338mm×131mm, 기본두께는 2.3mm이며, 콜드런너(cold runner)의 커버터널게이트(curved tunnel gates) 방식을 채택하였다.

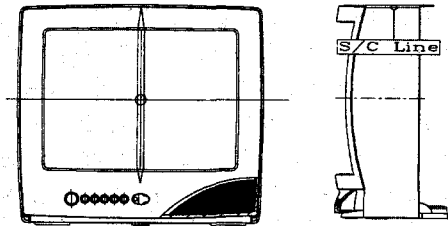


Fig. 1 Part configuration.

2.2 실험방법

성형불량을 최소화 하기 위해서 Moldflow(사)의 MF/FLOW⁽⁹⁾로 사출성형해석을 실행하여 유동패턴에 따른 게이트 방식, 런너 및 게이트 크기, 게이

트 위치 등을 설정 반영하여 금형을 제작 실험을 수행하였다.

본 실험에서는 먼저 수지충전패턴을 분석한 후, 공정변수를 조절하면서 실험을 수행하여 해석결과와 비교 분석하였으며, 무도장 성형의 실현을 위해 성형상 주요 문제점인 웰드라인, 수축, 플로마크 등의 표면전사불량과 광택 및 색얼룩, 스크래칭(scratching) 등의 유무를 분석하였다.

3. 게이트(Gate), 런너 선정

게이트 및 홀(hole)을 통과한 수지간 흐름의 선단이 합류될 때 생기는 웰드라인이 가장 큰 외관 불량요소이므로⁽⁶⁾ 웰드라인 개수를 최대한 억제하기 위해 게이트 개수를 최소화하고, 성형상 발생하는 게이트 마크를 줄이기 위해 그림 2와 같이 게이트를 상측은 제품코너에, 하측은 제품명(brand name)이 인쇄되는 부위에 설정하였다.

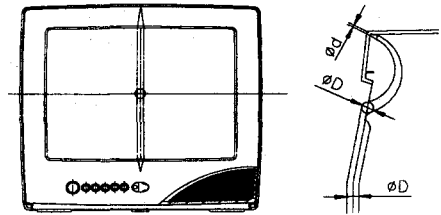


Fig. 2 Gate position.

그림 3과 같이 사출성형해석에 의한 게이트와 런너의 위치 및 크기를 조정하여 웰드라인을 그림 4에서 보는 바와같이 하측 좌우 코너부위로 유도하였다.

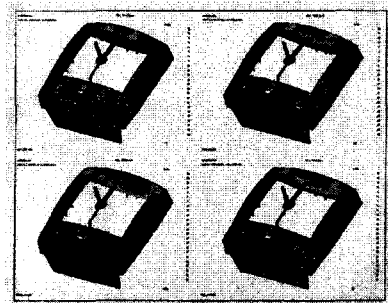


Fig. 3 Flow pattern for melt history.

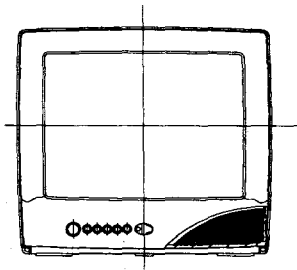


Fig. 4 Position of weld line.

또한, 그림 5와 같이 부분적 두께변화를 주어 수지 흐름각을 조절함으로써 웰드라인 크기를 최소화 하였다. 웰드라인은 두 흐름선단사이의 합류각과 관련이 있으며, 일반적으로 HIPS의 경우 합류각도가 120°C-150°C에 도달할 때 웰드라인이 사라지는 경향을 나타낸다.^{(4),(7)}

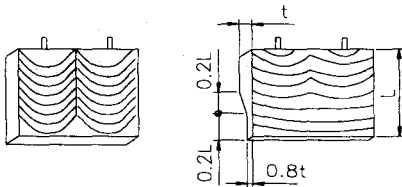


Fig. 5 Flow control method.

4. 무도장용 난연 HIPS 개발

일반적으로 HIPS 수지는 기계적 강도를 향상 시키기 위해 연성이 큰 고무입자를 첨가하는데 이로 인해 유동성이 저하되어 웰드라인이 심해지며, 외관상으로 광택이 없고 경도가 낮아 표면손상이 쉽고, 얼룩 등이 발생한다.⁽⁹⁾

본 연구에서는 웰드라인을 최소화하기 위해 유동성을 향상시키고, 기존 HIPS와 동등한 기계적강도를 가지며, 열안정성이 우수하고 가스발생율을 최소화 및 내스크래치성을 향상시키는데 주안점을 두고 개발하였다.

웰드라인 측면에서 외관에 미치는 영향을 분석한 결과 함유고무입자는 큰 입자의 단일고무를 사용하는 것보다 소입자 고무입자를 혼합사용한 것이 양호 하였으며, 착색 방법은 마스터 배치(master batch)에 의한 방법 보다 조색 수지 (colored pellet) 법에 의한 사용이 양호하며, 색상은 옅은색이 양호

하게 나타났다.

또한 이형성과 광택 및 스크래치성을 개선하기 위해 오일계통을 첨가하였고, 가스발생을 억제하기 위해 열안정제를 증량하였다.

표 2는 기존 및 무도장용 FR(Flame Retardant) HIPS 물성을 비교하였다.

Table 2. Physical properties of conventional vs paintless FR HIPS.

NO	Item	Unit	Conventional HIPS	Paintless HIPS
1	Tensile strength	kg/cm ²	228	230
2	Tensile elongation	%	60	60
3	Flexural strength	kg/cm ²	320	330
4	Impact strength	kg cm/cm	9	8
6	HDT	°C	76	76
7	Melt index flow	g/10min	11	14

5. 금형온도설정

무도장에 성공하려면 양산품질을 확보할 수 있는 최적의 금형온도설정이 중요하다.

따라서 웰드라인부의 온도분포를 균일하게 유지할 수 있도록 별도의 온도분포를 설정하여 온도조절기를 사용하여 온도를 관리하였다.

CRT 형합 보스부는 냉각 및 표면수축을 고려하여 열전도가 높은 재질인 HR-750을 사용하였다.

6. 에어벤트 및 부식

웰드라인은 금형내의 잔류공기나 수지로부터 발생하는 가스에 의해서도 영향을 받는다.⁽¹⁻³⁾ 따라서 본 연구에서는 금형내의 공기나 가스를 제거하는 구조를 취하였다.

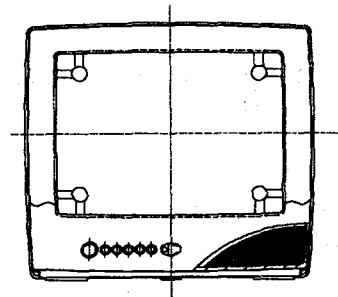


Fig. 6 Air venting hole in weld line area.

4면 슬라이드 코어(slide core) 구조와 하측 코너 부 4개소와 파팅면측 상측형합면에 에어벤트홀(air ventinting hole)을 설치하였다.

웰드라인 및 광택을 억제하기 위해서 금형상측에 부식처리(texturing)를 하였다.

또한 광택차를 줄이기 위해 부식 부위를 등글게(beading) 처리하였으며, 스크래칭을 개선하기 위해 유광처리도 병행하였다.

7. 표면수축 및 색차관리

일반적으로 소형 TV Mask Front의 경우 4개 이상의 게이트 구조로 설정되어 있으나 본 금형에서는 무도장성형을 실현하기 위해 2개로 최소화 하였다.

이로 인해 성형시 게이트로 부터 거리가 먼 곳의 형합 보스 및 리브로는 보압 전달이 어렵고, 제품두께에 비해 게이트의 크기가 상대적으로 적으므로 수축이 발생하기 쉽다.

이러한 수축을 없애고자 하여 보압을 높게 설정하면 게이트 자국 등 이형시에 불량 발생한다. 또한, 형합 리브부는 리브 존재 유무에 따른 밀도 차에 의해 색차가 발생한다.

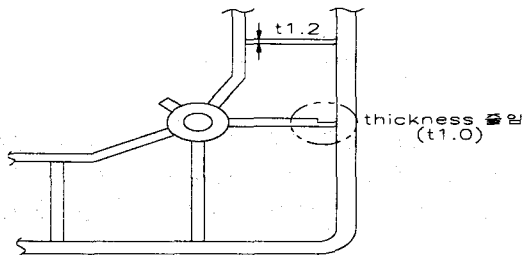


Fig. 7 Rib type for the prevention of sink mark and color difference

따라서 표면수축과 색차관리를 위해 요구되는 강도에 부합되는 범위에서 형합보스 및 리브두께를 최소화하는 제품구조로 설정하였으며, 제품 전면부의 온도를 균일하게 높여 수지의 흐름을 향상시켜 제품의 색차를 줄였다.

8. 결 론

TV Mask Front 금형에 사출성형해석 및 실험을 수행하여 분석하여 무도장 성형을 실현하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 게이트 개수의 최소화와 병행하여 부분적 제품두께 변경, 게이트, 러너 등의 유동조절에 의한 수지 흐름각 및 위치 조정으로 웰드라인을 최소화 하였다.

(2) 유동성 향상, 소입자 고무입자 혼합, 조색수지 사용, 오일계통 첨가, 열안정제 증량 등을 통하여 난연 HIPS 무도장용 수지를 개발하였다.

(3) 금형온도는 최적의 온수관을 설정하여 온도 조절기로 관리하였다.

(4) 표면수축 및 색차는 형합리브 및 보스두께를 최소화 하고, 금형 상측온도를 높게 균일하게 유지하여 관리하였다.

(5) 금형내의 공기나 가스를 제거를 위해 4면 슬라이드 구조와 에어벤트홀을 설치하였다.

(6) 웰드라인 및 광택을 억제하기 위해서 금형상측에 부식처리를 하였다.

참고문헌

- (1) Toshio Takagi, 1996, Plastic science, March, pp.137-142.
- (2) 1997, 월간프레스&형기술, September, pp.19-31.
- (3) Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding, 1994, Hanser.
- (4) Yokoi Hidetoshi, Murata Yasuhiko, and Watanabe Hiromi, 1997, Seikei-Kakou, pp. 290-298.(4)
- (5) MF/FLOW Training Manual, 1999, Moldflow Korea.
- (6) Selden R, 1997, Polymer Engineering and Science, Vol. 37, No. 1, pp. 205-218.
- (7) Brent A, Salamon and Robert J, Donald, 1997, J. of Injection Molding Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 36-43.