

# 3D 사출성형해석을 통한 자동차 도어 체커 암 변형 예측

## Prediction of Deflection of the Automotive Door Checker Arm by 3D Injection Molding Simulation

\*#조용<sup>1</sup>, 배원락<sup>1</sup>, 소범식<sup>1</sup>, 송규영<sup>1</sup>, 박상오<sup>2</sup>, 이영춘<sup>2</sup>, 고태조<sup>3</sup>

\*#Y. Cho(ycho@ghi.re.kr)<sup>1</sup>, W. R. Bae<sup>1</sup>, B. S. So<sup>1</sup>, K. Y. Song<sup>1</sup>, S. O. Park<sup>2</sup>, Y. C. Lhee<sup>2</sup>, T. J. Ko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 경북하이브리드부품연구원, <sup>2</sup>(주)일진, <sup>3</sup>영남대학교 기계공학부

Key words : Automotive Door Arm Checker, Deflection, 3D Injection Molding Simulation

### 1. 서론

인서트 사출성형부품은 플라스틱 소재만으로 강성을 유지하기 어려운 부분에 많이 사용되고 있다. 이러한 부품에 대하여 사출성형해석을 통한 연구가 많이 진행되고 있지만, 많은 경우가 금형의 게이트 위치를 선정하는데 이용되고 있다<sup>(1)</sup>.

컴퓨터의 발전과 함께 사출성형해석의 정확도가 향상되어 점차 사출성형품의 변형에 대한 연구도 진행이 되고 있다. 박영준 등<sup>(2)</sup>은 플라스틱과 스틸로 구성된 Hybrid FEM(Front End Module) Carrier에 대하여 사출성형해석을 진행하고 변형해석 및 성형수축률에 대하여 연구하였다. 그 결과 인서트 부품을 모델링하지 않은 경우에는 인서트 부품을 모델링 한 경우와 비교하여 유동 및 성형성 측면에서는 차이가 없으나, 수축 및 변형에 있어서는 다른 결과를 예측함을 확인한 바 있다.

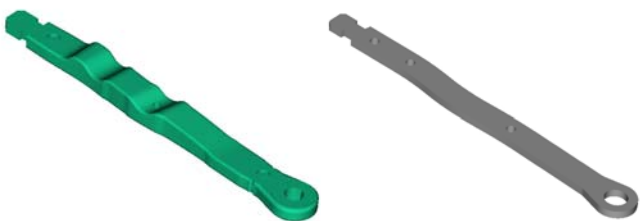
본 연구에서는 비교적 형상이 간단한 자동차 도어 체커 암에 대하여 플라스틱 부분과 인서트 부품에 대하여 모두 3차원 격자를 생성하고, 냉각-충전-보압-변형에 이르는 전산해석을 수행하여 제품 변형량을 예측하고 이를 측정 결과와 비교해 보고자 한다.

### 2. 3차원 사출성형해석

자동차 도어 체커 암은 Fig. 1과 같이 외부의 플라스틱 부분과 스틸 재질의 인서트 부품으로 구성되어 있다.

사출성형해석은 Moldflow MPI 6.2를 사용하여 수행하였으며, 플라스틱 부분과 인서트 부품은 각각 폴리아미드 수지(PA46)와 Carbon Steel을 선정하였다.

플라스틱 부분의 두께가 두꺼운데다가 Fig. 1(a)에서 보듯이 길이에 따라 두께의 변화가 크기 때문에 3차원 사출성형해석을 수행하였다.



(a) Exterior plastic component (b) Inserted steel component  
Fig. 1 Automotive door checker arm

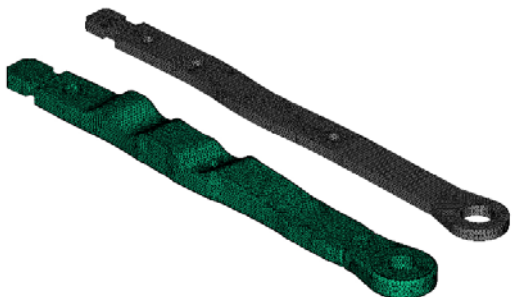


Fig. 2 Three-dimensional volume meshes for the exterior plastics and inserted steel part

Fig. 2는 플라스틱 부분과 인서트 부품의 3차원 해석 격자를 보여주고 있다. 플라스틱 부분과 인서트 부품은 각각 281,737개와 77,411개의 격자로 구성되어 있다.

실제 해석은 Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 2 캐비티에 대한 해석을 진행하였기 때문에 총 718,296개의 tetra 격자가 사용되었으며, 게이트, 러너, 스프루 및 냉각채널에는 202개의 빔 격자가 사용되었다. 한편, 40℃의 물이 흘러가는 냉각채널은 비대칭적인 냉각을 통해 수축률 편차를 발생시키기 위하여 부품 상면으로부터 40 mm, 하면으로부터 50 mm 떨어져 있도록 거리 차를 두었다. 또한, Fig. 3에는 나타내지 않았지만 금형 블록도 함께 모델링이 되었다.

도어 체커 암의 변형을 예측하기 위하여 냉각해석, 충전해석, 보압해석, 변형해석을 순서대로 수행하였으며, 지배방정식(Navier-Stokes Eqs.)의 대류항(convection term)을 무시하지 않아 두꺼운 플라스틱 부분 및 두께의 변화가 큰 부분에서 수치 유동의 관성효과가 고려될 수 있도록 하였다.

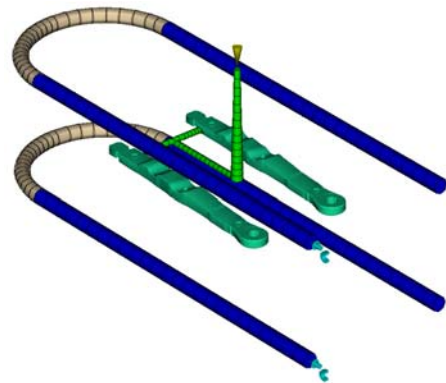


Fig. 3 Runner system and cooling channels for 2 cavities

### 3. 해석 결과 및 고찰

사출성형해석을 통해 체커 암에 수지가 충전되는 과정을 Fig. 4에 나타내었다. 두께 변화가 큰 부분에 있어서는 인서트된 부품의 상하면에서의 수치 충전 패턴이 큰 차이를 나타내고 있고 수치 충전시 관성효과가 고려되었음을 확인할 수 있다. 총 충전시간은 0.54초로 상당히 빠른 시간 내에 충전이 완료되었다.

Fig. 3에 나타낸 냉각채널은 체커 암 상하면과의 거리 차가 있어 비대칭적으로 냉각이 될 것으로 예측되어, 사출 사이클 동안 금형으로부터 열을 빼앗아가는 냉각 채널의 효율성을 Fig. 5에 나타내었다. 이는 냉각 채널 내부의 상대적인 효율성을 나타내는 것으로서, 캐비티와 10mm 더 가까이 위치하는 상측의 냉각 채널이 열을 더 많이 빼앗는 것을 확인할 수 있다. 이렇게 되면 체커 암 상면의 냉각이 빨라 상면의 수축률이 하면에 비해 상대적으로 더 작게 되어 변형에 영향을 주게 된다.

Fig. 6은 냉각 차, 수축 차 그리고 수지의 배향성에 의한 변형량을 모두 예측하여 나타내고 있다. 수지의 두께가 상대적으로 두꺼운 체커 암 상면이 많이 수축되기 때문에 상면의 수축율을 줄이고자 냉각 채널을 하면에 비해 10 mm 근접하게 배치하였으나 여전히 상면의 수축이 심하게 되도록 변형이 뒹을 확인 할 수 있다.

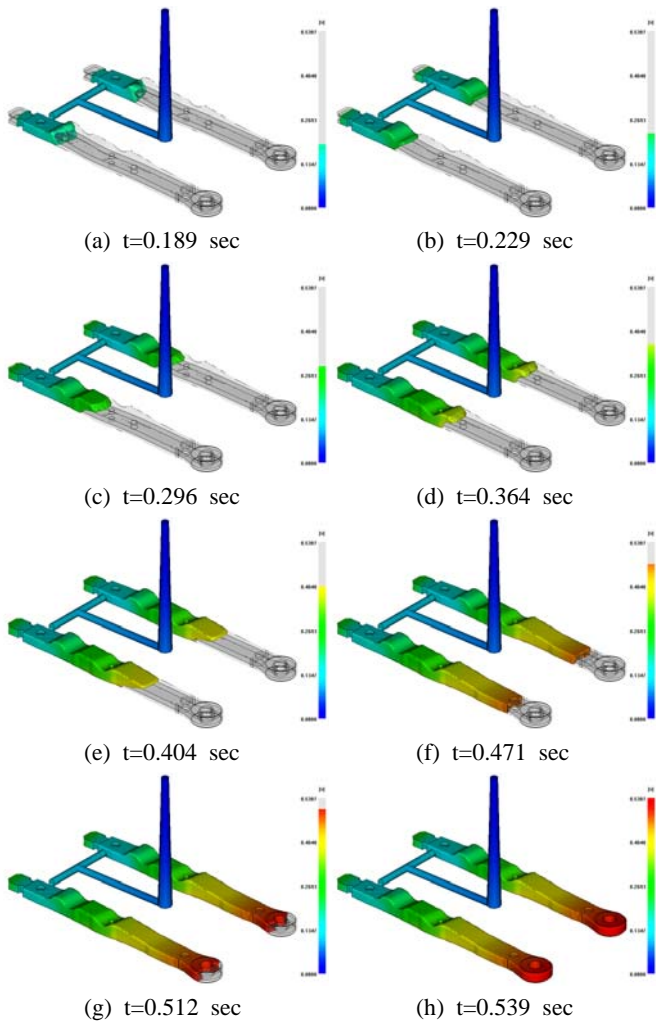


Fig. 4 Filling patterns

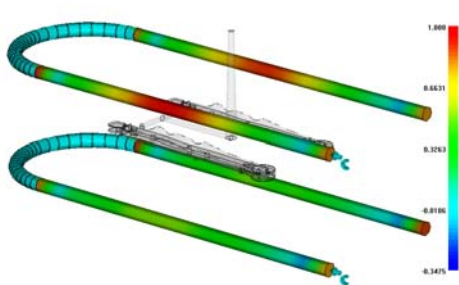


Fig. 5 Circuit heat removal efficiency

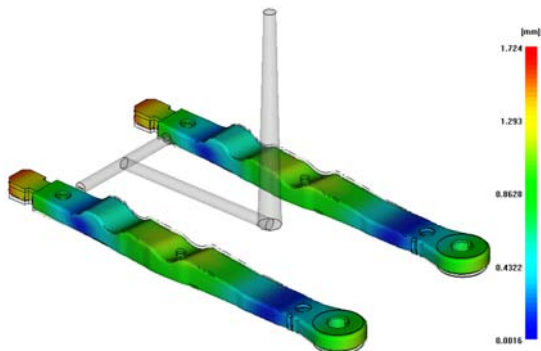


Fig. 6 Total deflection

사출 제품의 변형을 확인하기 위하여 산업용 X-ray 단층촬영기를 통해 촬영한 사진을 Fig. 7에 나타내었다. 해석을 통해 예측한 Fig. 6과 단층촬영 사진을 나타낸 Fig. 7은 모두 눈으로 변형량을 확인하기에는 무리가 있다.



Fig. 7 Tomography image taken by X-ray CT system

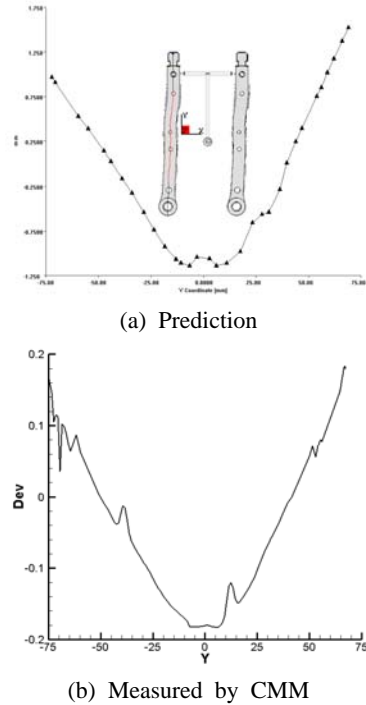


Fig. 8 Comparison of deflection

정량적인 변형량을 비교하기 위하여 Fig. 8(a)에 나타난 바와 같이 체커 암의 하면을 따라 z축 방향의 변형량을 비교하였다. Fig. 8은 성형해석을 통해 예측한 변형량과 시제품에 대하여 3차원 정밀측정기로 측정된 결과를 비교하여 나타내고 있다. 체커 암의 중앙은 오목하게 변형되고 있으며, 양 끝단이 위쪽으로 변형이 되었다. 두 결과의 경향성은 상당히 유사한 반면, 전산해석으로 예측한 값은 측정값에 비해 크게 예측하고 있다. 이는 게이트와 가까운 체커 암 끝단의 미성형을 방지하기 위하여 사출시간을 짧게하여 해석한 것이 한가지 원인으로 파악된다. 한편, 게이트의 위치를 반대쪽 끝단으로 이동하면 이러한 원인을 미연에 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 인서트 부품인 도어 체커 암에 대하여 3차원 사출성형해석을 수행하여 부품의 변형량을 예측해 보고 이를 측정결과와 비교해 보았다. 예측한 결과는 측정값에 비해 크게 예측하고 있으나 상당히 유사한 경향성을 나타내고 있음을 확인하였다.

#### 후기

본 연구는 2008년 지역연계기술개발사업 “1,200 MPa 이상 UHSS 적용 Panel Type 도어 임팩트빔 개발” 과제의 일부 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 안동규, 김대원, “사출성형해석을 통한 자동차 Floor Console 금형 Gate 위치 선정,” 한국정밀공학회 2007년도 춘계학술대회논문집, 445-446, 2007.
2. 박영준, 박천수, 전용, “Symmetry구조를 갖는 Hybrid FEM Carrier의 사출성형해석 방법,” 한국자동차공학회 2004년도 추계학술대회논문집, KSAE04-F0179, 1123-1128, 2004.