

3D 스캔을 이용한 콘센트 커버의 역설계 및 금형 개발

김동욱¹ · 최영락¹ · 신상은¹ · 김세환¹ · 최계광¹ · 한성렬[†]

공주대학교 금형설계공학과^{1,†}

Reverse engineering of concentric plug cover by 3D scanning and development of injection mold

Dong-Wook Kim¹ · Young-Rock Choi¹ · Sang-Eun Shin¹

Sei-Hwan Kim¹ · Kyu-Kwang Choi¹ · Seong-Ryeol Han[†]

Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju National University^{1,†}

(Accepted February 26, 2015)

Abstract : Mold making and product manufacturing process was made by a die through a number of stages. Thereby, it takes a long period of time from the manufacture of mold until passed the products to consumers. However, it is not possible to meet the diverse desires purchasing of consumer. We made a 3D CAD Model aligned with product scan data using reverse engineering. Utilizing thereafter flow analysis to derive the optimal mold conditions, by applying the condition, and devised a mold fabrication process that is much shorter than the conventional process for fabricating a mold. In this study, the outlet cover to the product, it describes a process, as a result, it was confirmed that the number of steps can be shortened much more than the conventional process.

Key Words : Mold, Process, Reverse engineering, Flow analysis, 3D CAD

1. 서 론

기존의 금형제작 및 제품생산 프로세스는 제품설계, 성형해석 및 금형설계, NC 데이터 생성, 금형가공, 금형조립 및 사상, 사출 및 금형 수정 등의 여러 가지 프로세스를 거쳐 금형으로 제작된다. 따라서 최종 제품이 소비자에게 전달되기 위해서는 많은 기간이 소요된다. 그리고 현재 소비자의 다양한 구매욕구의 빠른 변화는 위의 금형제작부터 생산에 이르기까지의 프로세스의 획기적인 단축을 필요로 하고 있다. 이를 위하여 기존 제품의 디자인과 다른 제품의 장점을 복합적으로 조합하여 다른 형태의 제품으로 디자인하기 위해서는 새로운 개념의 제품

디자인 설계 프로세스가 필요하다. 이를 위하여 최근 3D 스캔을 통한 빠른 3D CAD 모델을 생산하는 방식이 활발히 진행되고 있다.

일반적으로 3D 스캔 작업은 어떠한 물체를 3차원적으로 실제 형상을 시각적으로 바로 판단하는데 유용하게 사용되고 있다. 그러나 사출성형에서는 한 단계 발전하여 3D 스캔한 모델을 바탕으로 기존 모델의 개선과 다른 제품의 장점을 복합하여 새로운 제품을 빠르게 설계할 수 있는 방향으로 발전하고 있다. 이러한 개념을 역설계 (Reverse engineering)라고 일컫고 있다¹⁾.

현재, 역설계에 관한 연구는 신발해석, 성형물 검사, 역설계를 이용한 시제품 제작, 등이 활발하게 진행되고 있으며, 이러한 연구들의 많은 부분이 새로운 제품 개발에 초점이 맞춰져 진행되고 있다^{2,3)}.

본 연구에서는 전기 콘센트 커버의 3D 스캔을 통

1. 공주대학교 금형설계공학과
† 교신저자 : 공주대학교 금형설계공학과
E-mail : srhan@kongju.ac.kr

하여 3D CAD 모델로 변환하고, 다른 제품의 장점을 복합적으로 추가하여 새로운 제품을 개발하였다. 그리고 새롭게 개발된 제품의 성형을 위한 금형의 개발 프로세스를 소개하였다. 특히, 금형 설계를 위하여 사전에 유동해석을 실시하였으며 그 결과를 적용하여 금형설계를 실시하였다. 이러한 일련의 프로세스는 향후 3D 스캔을 통한 제품의 역설계 및 금형설계가 주류를 이룰 것으로 생각된다⁴⁾.

2. 3D 스캐닝

3D 스캔 작업에 사용된 스캐너는 독일의 Breuckmann사의 SmartSCAN^{3D}를 사용하였다. Table. 1은 스캐너의 사양이다.

Table. 1 Scanner Specification

Condition	Value
Accuracy	$\pm 4\mu m$
x,y Resolution	$50\mu m$
x,y Measuring area	100×95mm
Measuring area depth	60mm
Optical measurements	LED Green light

Fig. 1은 3D 스캔된 전기 콘센트 커버의 일부를 나타낸 것으로 이것은 3D 형상으로 보이나 실제로 점들의 군집으로 구성되어 있어서 3D CAD 작업을 진행하기 불가능 하다.

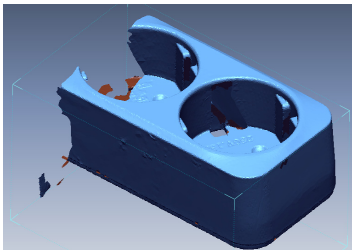


Fig. 1 Scanned model data

스캐닝을 통해 획득한 점군 데이터의 3D CAD 모델링 화를 위하여 3D Systems사의 XOR 프로그램의 Optimize Mesh와 Region Group 기능을 이용하여 점군 데이터를 면과 선으로 정리하였다. Fig. 2는 스캔 데이터의 면 정리를 위한 표면 처리과정을 나타낸 것이다. (a)는 스캔된 면의 메쉬를 이용한 최적

화, (b)는 최적화된 메쉬를 이용한 면 추출작업 결과이다.

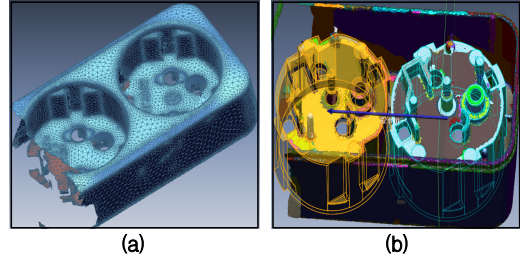


Fig. 2 Treatment and abstraction of scanned surface

면의 최적화 작업 후 Scan Data에 대하여 곡선, 곡면, 솔리드와 같은 CAD 데이터를 생성한다. Fig. 3의 (a)는 모든 작업이 끝난 후의 콘센트 내부 형상을 솔리드 모델링으로 변환한 것이며, (b)는 외면 형상을 솔리드 모델링으로 변환한 것이다.

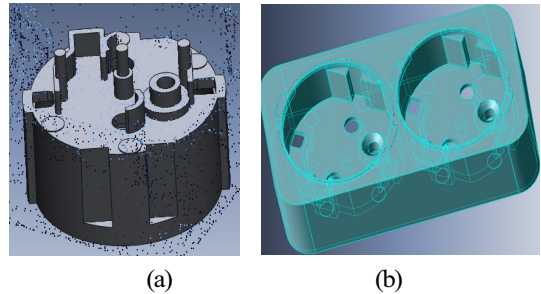


Fig. 3 Solidified model : (a) socket inner part, (b) cover part

만들어진 3D CAD 모델을 이용하여 가공하기 적합한 곡면으로 이루어져있는지 여부와 솔리드 모델의 표면 품질, 곡면 간 연속성 등을 검사하는 과정을 통하여 3D CAD 모델과 원본 스캔 데이터 간의 편차검사를 실시하였으며, 그 결과 새롭게 솔리드 모델링 된 데이터는 최초 스캔된 데이터와 허용 범위 내에 있음을 알 수 있었다.

3. 3D 모델링 응용

3D 스캔 후 면의 최적화를 통하여 만들어진 모델을 3D CAD 모델로 변환하여 금형설계에 적용할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 Unigraphics社의 NX7.0를 이용하여 3D 금형 설계를 실시하였다. Fig. 4는 금형설계를 위한 3D CAD 모델이다.

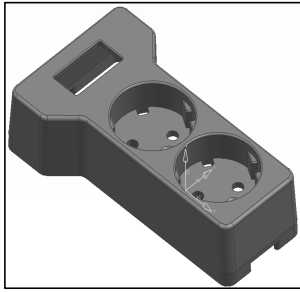


Fig. 4 3D CAD model for mold design

본 연구는 기존의 형상에 대기전력 차단 디스플레이 창을 더한 형태로, 이는 최근 소비자들이 중요하게 고려하고 있는 대기전력 차단 장치기능을 본 제품에 적용할 수 있도록 기존의 제품에 적용한 것이다. 또한 디스플레이 창을 만들어 넣음으로써, 사용자가 차단 시스템의 작동 여부를 쉽게 알 수 있게 하였다.

또한 제품의 형상에 고리를 추가하여 콘센트의 위치를 바닥뿐만 아니라, 벽에도 고정시키는 기능을 추가하였다. 이는, 평면인 디스플레이 창을 적용할 때, 위치를 바닥에만 고정하면 사용자가 수시로 디스플레이 창을 확인함에 있어 불편할 수 있는 단점을 보완한 것이다.

5. 성형 해석

최적 금형설계를 위하여 금형설계 이전에 사출성형 해석을 실시하였다. 제품에 사용된 수지는 금호석유화학의 ABS 650로 정하였다. 성형해석 프로그램은 Autodesk사의 Moldflow를 사용하였으며, 설계된 사출금형은 2 캐비티로 구성되어 있다. Mesh의 수는 캐비티 당 약 12654개의 요소를 생성하였다. Table. 2는 성형해석 조건을 나타낸 것이다^{5,6)}.

Table. 2 Injection molding condition for analysis

Condition	Unit	Value
Melt temperature	°C	235
Fill time	s	2.0
Packing time	s	10
Injection pressure	MPa	70
Coolant temperature	°C	30
Mold temperature	°C	70

앞서 제작한 3D CAD 데이터를 기반으로 하여 금형에서 많이 사용되는 대표적인 게이트 2가지의 유동, 냉각, 변형해석을 수행하였다. 성형해석에 적용된 게이트 종류는 핀 포인트 게이트, 사이드 게이트를 선정하였다. Fig. 6은 게이트별 사출압을 비교한 결과로 핀 포인트 게이트는 85MPa, 사이드 게이트는 73MPa로 나타났다.

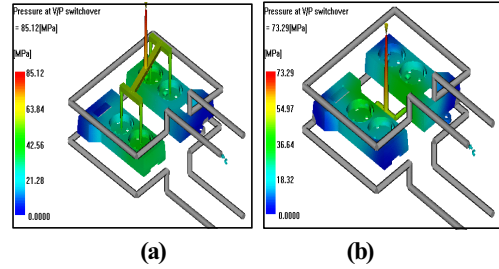


Fig. 6 Result of injection Pressure

Fig. 7은 싱크마크(Sink mark)의 결과로 싱크마크가 게이트 반대편의 측벽부분에 집중적으로 발생하는 것을 확인하였다. 최대 수축률은 핀 포인트 게이트의 경우 3.43%, 사이드 게이트의 경우 3.29%의 수축이 발생하였다.

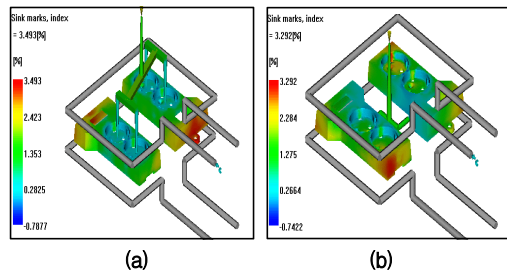


Fig. 7 Result of sink Mark

Fig. 8은 변형해석 결과를 나타낸 것이다. 사이드 게이트의 경우 핀 포인트 게이트보다 변형량이 0.1mm 적음을 확인하였다.

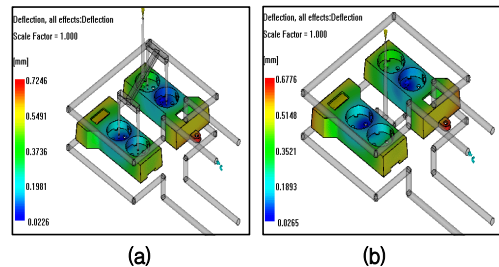


Fig. 8 Result of warpage

Fig. 9는 Air trap을 해석을 통해 파악한 결과로 제품의 플러그 연결부에서 공기가 배출되지 못함을 확인하였다. 이 중 연결부 벽면에서 특히 심하며, 가스빼기 장치의 설치가 필요함을 인식하였고, 이에 대한 대책으로 캐비티 내에 0.02mm 정도의 공차를 가진 인서트 방식의 장치를 설치하였다. Fig. 10은 이에 따른 인서트 방식을 적용한 캐비티를 설계한 것이다.

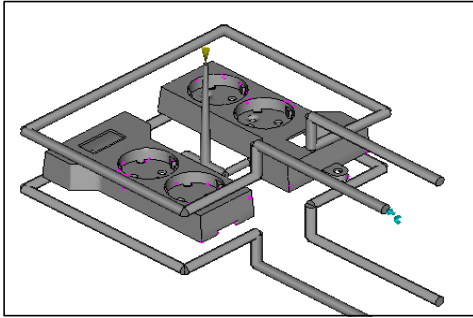


Fig. 9 Result of air Traps

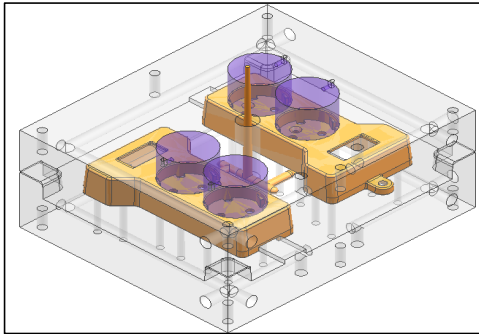


Fig. 10 Cavity applied insert core

위의 결과를 종합하여 사이드 게이트가 적합하다는 사실을 도출하였다.

6. 3D 금형설계

해석 결과를 기반으로 런너 시스템은 사이드 게이트, 직경 6mm의 런너로 선정하였으며, 앞서 제시하였듯이 게이트 유형과 금형의 효율을 고려하여 2단 금형으로 설계하였다.

Fig. 11과 12는 설계된 금형의 평면도 및 정면도이다. 형판 크기는 330 × 350mm를 사용하였다. 금형의 냉각은 상하형판에 직선 채널로 구성하였다.

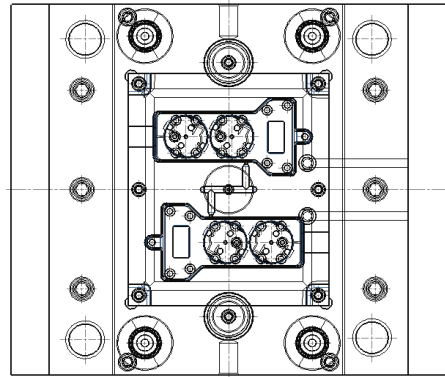


Fig. 11 Top view of mold

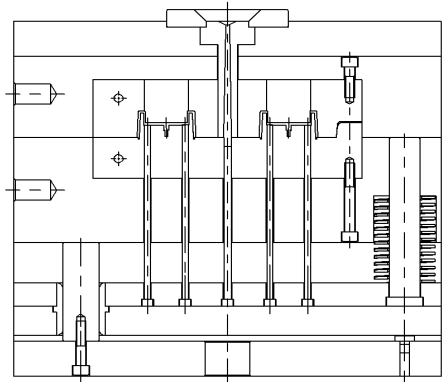


Fig. 12 Front view of mold

7. 결론

사출성형에 의한 콘센트 커버의 개발 연구를 진행하면서 아래와 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기존 콘센트를 3D 스캔을 이용하여 3D CAD 모델로 변환하는 작업을 수행하고, 3D CAD 모델을 수정하였다.
- 2) 3D CAD 모델을 기준으로 사출성형 해석을 통하여 최적의 사출금형을 설계하였다.
- 3) 사출성형 해석에서 핀 포인트 게이트 적용 시 보다 사이드 게이트 적용이 효과적임을 알 수 있었다.
- 4) 기존 제품의 3D 스캔을 통하여 제품을 개선하고, 개선 모델에 대한 사출성형 해석을 실시하여 최적의 금형을 설계하는 일련의 프로세스를 정립하였다.

후기

“이 논문은 공주대학교 신입교수 정착연구비에 의하여 연구되었음.”

참고문헌

- 1) Lee, H.K., Kim, H.C. and Yang, G.E. A study on digital process of injection mold in reverse engineering, Journal of Korean Society of Precision Engineering, Vol. 19, No. 6, pp. 160-165, 2002.
- 2) Lee, B.W. Kwon, H.J. Kim, C.D. and Park, S.J. A study on the construction of the product shoes analysis and fabrication by rapid prototyping technique, Proceeding of KSMT 2002 Winter Annual Meeting, pp. 1-5, 2002.
- 3) 박준협, “역설계를 이용한 자동차부품의 사출성형해석의 관한연구,” 동명대학교, 석사학위논문, 2009.
- 4) 임원길, 김영일, 설권, “사출성형의 게이트 위치 최적화,” 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 787-791, 1996.
- 5) 안동규, 김대원, “인서트 변형을 고려한 배터리 케이스 사출 성형 해석,” 대한기계학회 추계학술대회, pp. 1107-1112, 2008.
- 6) Kim, J.M. Moon, H.J. Sim, K.B. Lee, S.K. and Cho, C.D. A study on reducing deformation of a wide-thin product manufactured by injection molding, Proceeding of KSME 2008 Autumn Annual Meeting, pp. 186-191, 2008.