

자동차용 램프 Real Mock-Up 개발의 최적화

한 홍 진

(대우자동차(주) 기술연구소 시작2실)

1. 서 론

자동차 개발에 있어서 성능의 향상과 승객의 안전을 위해서 Plastic Parts의 채용이 지속적으로 확대되고 있다.

Plastic Parts를 개발하는 과정은 기존의 양산제품을 변형시키는 Modify 방법, Mock-up 제품의 채용, Carry over, Proto Tooling 등의 세 가지 유형이 주로 적용된다. 여기에서 중요한 것은 개발기간과 품질 그리고 비용이다.

과거의 제품 개발유형은 2차원 도면과 숙련된 기능공의 손끝에서 살아 나오는 뼈어난 솜씨에 따라 결정되었다. 이때의 문제점은 인적자원의 의존도가 높아서 개발기간의 병목현상이 발생하고, 설계상의 실수를 작업자의 능력으로 Cover 함으로서 문제점이 은폐되다가 양산 Tooling시에 도출되어, 설계변경에 따른 제품출하시기의 지연과 막대한 추가 비용이 소요되었다. 따라서 초기설계 단계에서부터 모든 문제점이 양산에 Feed Back되는 합리화된 개발 Proedure의 확립, 개발기간의 최단기화, 소요비용의 최소화가 요구된다. 이러한 희망사항을 충족시키기 위해서 CAD/CAM의 적용 및 3차원 캐속조형법(이하 Rapid Prototyping의 약어 RP로 표기함)을 응용한 Lamp Real Mock-Up을 제작하고자 한다.

2. Lamp Real Mock-Up 제작

2.1 개요

자동차의 Plastic Parts는 종류도 많고 제작공법도 다양하다. 그 중에서 Lamp류는 소비자의 시선을 가장 많이 받는 부분으로서, 구매욕구를 유발하

는 동기 형성에 중요한 변수를 갖는다. 따라서 매년 차량의 년식이 바뀔 때마다 디자인변경을 실시하며, 개발기간의 단축은 중요한 관리 Point가 되고 있다. 이러한 Lamp 개발과정을 살펴보면 크게 3단계로 구분할 수 있다.

첫째, Mock-Up 단계

둘째, Proto Type(ZAS형) 단계

셋째, 양산형 단계가 있다.

Soft Tool에 의해 설계사양과 같은 치수와 물성을 가진 제품을 제작한다는 것은 사실상 불가능하다. 그러므로 Mock-Up 단계를 설계사양과 동일한 Spec에 근접하도록 얼마나 어느 정도 구현할 수 있는가? 이에 따라서 뒤에 오는 공정의 난이도가 결정되며, 특히 개발기간이 좌우된다. 이러한 관점에서 Mock-Up 단계의 품질수준을 최대한 향상시킬 수 있는 방안을 갖고자 하며, Mock-Up을 품질수준을 따라 구분하면 다음과 같다.

- ① Real Mock-Up : 양산품과 동일한 품질 (NC가공, RP가공, 진공주형, Housing 진공주작)
- ② Mock-Up A : 외관치수 및 품질 양산품 수준, Optic은 모양과 치수 비슷(진공주형)
- ③ Mock-Up B : 외관동일, Acryl 성형가공.

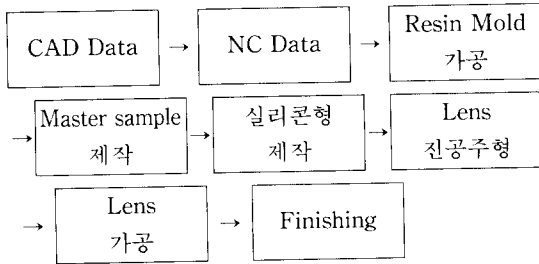
초기 제품개발에 있어서 상기의 ②, ③번과 같은 Mock-Up 수준의 품질을 가지고 설계검토를 했을 때, Optic, Knurling과 Housing의 체결되는 접합부형상 등이 다르고 점등이 불가능하여 전체적인 느낌이 양산 시와 연계되지 않으므로 Proto 단계 및 양산단계에서의 문제점을 파악하는 데는 어느 한계점에 봉착할 수밖에 없었다. 따라서 한 단계 높은 수준인 ①번의 Real Mock-Up 제작 필요성이 있었으나, 지금까지는 첫째, CAD/CAM 가공의

한계(예를 들면 3축가공의 한계점), 둘째, RP (Rapid Prototyping) 운용기술 미비, 셋째, 진공 증착에 대한 이해부족, 넷째, Lens 가공기술 부족 등으로 불가능했었다. 그러나 첨단장비의 도입과 함께 여러가지 방법의 반복된 실험으로 Real Mock-Up 제작이 가능해졌다. Lamp Real Mock-Up 제작에 대해 상술한다.

2.2 제작방법

2.2.1 Lens 제작

1) Process



2) CAD Data Processing

- ① Surface Filtering
- ② Optic Design
- ③ Knurling Design

3) NC Data Processing

- ① 진공주형방안 설정
- ② Mold Dieface 전개
- ③ NC Data Processing

4) Resin Mold 가공

- ① Base를 합판을 이용하여 제작한다.
- ② Resin Plate를 Mold Size의 가공여유를 감안하여 적당한 크기로 재단한다.
- ③ Resin Plate을 접착제를 이용하여 접착하고 틈이 생기지 않도록 무거운 금속블록으로 눌러둔다.
- ④ Mold 상하형을 NC로 가공한다.
 - 황삭가공 : $\phi 30$
 - 중삭가공 : $\phi 15$
 - 중정삭가공 : $\phi 3$
 - 정삭가공 : $\phi 0.5-1$
- ⑤ NC 가공이 완료되면 Mold의 표면을 사상 가공 한다.
- ⑥ Mold 표면의 잔공을 수지로 메꾼다.
- ⑦ 경도가 높고 주형수지와 반응이 일어나지 않는 아크릴릭 페인트로 도장한다.

⑧ Mold를 진공주형작업을 위한 주입구, Over Flow, Air Hole 등을 만들어 준다.

⑨ Mold를 Finish 및 조립성 확인한다.

5) Master Sample 제작

① Mold를 진공주형하기 적당한 온도(60°C ~80°C)까지 기온한다.

② Mold를 진공챔버에 넣고 수지주입용 호스와 연결시킨다.

③ 진공주형용 Pu 수지를 비이커에 배합비율에 따라 적당량 계량한 뒤 탈포시킨다.

④ 탈포가 완료된 수지를 충분히 교반한 뒤 주입한다.

⑤ 진공주입이 완료되고 가사시간이 경과되면 진공챔버에서 꺼내어 Oven에 넣고 후 경화처리를 한다.

⑥ 열처리가 끝나면 Mold에서 Master Sample을 탈형한다.

⑦ Gate와 Air Hole 등 필요없는 부분을 가공한다.

⑧ Sand Blaster와 Sand Paper를 이용하여 표면을 유리처럼 매끄럽게 가공한다.

⑨ RR(Reflector)는 양산제품 Copy해서 사용한다.

6) Silicone Rubber Mold 제작

① Master Sample에 주입구, Over Flow, Air Hole, 등을 만들어 준다.

② Acryl을 이용하여 Mold 제작용 Box를 제작한다.

③ Mold의 변형을 막기 위해 네귀에 붐을 Insert 한다.

④ Mold Box 내에 Master sample의 Over Flow 부분이 아래로 향해게 하여 고정한다.

(Silicone Rubber의 두께는 40mm 정도를 유지한다.)

⑤ 주입한 Silicone Rubber는 실온에서 16-20시간, 60-80°C에서 6-8시간, 반응촉진제 사용 시는 약 2시간 경화시킨다.

⑥ 형합 경계면에 가스뽑기 Hole, Over Flow가 설치되도록 한다.

⑦ 경화완료된 Silicone Rubber를 수술용 칼을 이용해 절개한다.

⑧ 절개면은 물결모양으로 하여 형합시 어긋나지 않고 조립이 잘 되도록 한다.

⑨ Master Sample을 Mold로 부터 탈형한다.

7) Lens 진공주형

- ① Mold를 이형처리한 후 합형한다.
- ② Oven에서 60℃ 까지 기온한다.
- ③ 수동진공주형기의 진공주형조에 Mold를 Setting하고 비닐호스로 주입구와 연결 시킨다.
- ④ 우레탄 투명수지를 Lamp의 Color에 따라 조색한다.

(착색제를 주체에 먼저 섞어 확인한 뒤 사용한다.)

- ⑤ 투명수지 혹은 조색된 Color 투명수지를 적당량 비이커에 계량한다.
- ⑥ 진공으로 투명수지의 기포를 제거한다.
- ⑦ 탈포된 수지를 주입한다.
- ⑧ 진공주입작업이 완료되면 가사시간이 경과한 뒤 Mod를 진공조에서 꺼내어 Oven에 넣고 약 60~80℃로 후경화 시킨다.
- ⑨ 탈형 및 Trim가공한다.

8) Lens 가공

- ① Head Lamp의 경우는 Lens 광택가공을 한다.
- ② Rear Combi Lamp, 기타 종류의 Lamp는 조립해야 할 각각의 Color 혹은 Parts의 Lens 조각을 가공한다.
- ③ Lens 조각의 끝면을 경사면으로 면취한다.
- ④ Lesn 조각과 Lens 조각의 이음면 하단부에 셀룰로우스 필름을 대고 스카치 Tpaе로 고정한다.
- ⑤ 중합접착제를 이음면 사이에 주입한다.
- ⑥ 경화반응을 촉진시키기 위해 자외선 Lamp로 조사한다.
- ⑦ 약 4시간이 경과하면 필름지를 떼어내고 표면에 튀어나온 돌기부분을 제거한다.
- ⑧ 사상작업을 한 뒤 광택작업을 한다.

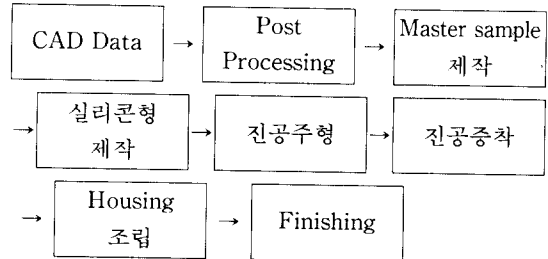
9) Lens 공택작업

- ① Lens Optic 부분은 Sand Blaster를 이용해 표면을 사상가공하며, 이때 이형제가 Lens Optic 안쪽으로 침투해 투명도가 떨어지므로 약 2μ을 Sandblast 가공한다.
- ② Lens 표면은 Sand Blaster와 Sand Paper #1500까지 물사포 한다.
- ③ 광택제를 이용하여 Lens 표면을 활성광택을 낸다.
- ④ Optic 부분은 투명수지를 1/10 비율로 신너를 이용해 희석시킨 다음 얇고, 골고루 퍼지도록

Spray Coating한다.

2.2.2 반사경 및 Housing 제작

1) Process



2) CAD Data

- ① CAD Data 입수
 - ② Data Filtering
- 3) Post Processing
- ① STL Formationg
 - ② SLA Working Table 배치
- 4) Master sample 제작
- ① SLA 조형
 - ② After Cureing
 - ③ 표면사상작업
- 5) 실리콘형 제작
- 수량이 적을 때는 SLA 제품을 직접 사용한다.
 - 실리콘형 제작방법은 Lens Mold 제작시의 방법과 동일하다.
- 6) 반사경 및 Housing 진공주형
- ① Mold를 60~80℃로 가온한다.
 - ② Mold를 수동진공주형조에 넣고 Leveling한다. (Housing은 형상이 복잡하여 Mold의 기울기 조정을 잘하면 성형성이 좋아진다.)
 - ③ Mold를 수동진공주형조에 넣고 수지주입용 호스로 연결한다.
 - ④ Pu 진공주형수지를 탈포한다.
 - ⑤ 탈포가 완료된 진공주형수지를 교반후 주입한다.
 - ⑥ 진공주입이 완료되면 진공조에서 꺼내어 Oven에서 후경화 시킨다.
 - ⑦ 경화가 완료되면 Mold에서 제품을 탈형한다.
 - ⑧ 필요없는 덧살을 제거하고 사상가공 한다.
 - ⑨ 이형제를 용제로 닦아낸다.
 - ⑩ Painting 한다.

7) 진공증착

- ① 표면에 묻어있는 이형제, 유류 등을 용제로 깨끗이 닦아낸다.
- ② 제품의 표면을 Sand Blastin 한다.
- ③ 물사포 작업으로 #1500까지 표면을 Finish 한다.
- ④ 진공증착 (Al, Cr) 한다.
- ⑤ 반사경의 뒷면을 Black Painiting 한다.
- ⑥ Housing을 Black Painting 한다.

8) Housing조립

- ① 반사경을 조립한다.
- ② Housing의 각종 연결부품과 작동부품을 조립한다.
- ③ 반사경과 Housing을 체결한다.

- Under Cut 가공
- Parting Line 설정
- 가공방향 (Positive, Negative) 설정
- Optic, Knurling 가공

② SLA

- Build 방향 설정
- 표면가공

③ 진공주형

- 착색작업
- 기포발생 억제
- Mold 온도관리
- 수축율 관리

④ 진공증착

- 증착시 가온으로 인한 변형방지

3. Lamp 조립

- (1) Lens와 Housing의 조립성을 확인한다.
- (2) Lens와 Housing을 체결한다.
- (3) 각종 부속부품을 조립한다.
- (4) Lens와 Housing의 빛의 반사, 통과부분과 Lens 표면은 손이 닿지 않도록 장갑을 끼고 작업한다.
- (5) 점등 확인한다.

4. 제작 결과

- (1) 제작결과 : 약 4-8주
- (2) 치수정도 : ±0.3
- (3) 사용장비 : 5축 NC, SLA500, 수동진공주형기
- (4) 사용재료 : Epoxy Resin Plate, Epoxy Resin, Pu Resin. etc.
- (5) 주요관리공정
 - ① NC

5. 결 론

Real Mock-Up을 간이 시작공법을 이용하여 설계 사양대로 제작한 것과 외관형상만 같은 Mock-Up단계로서 Seem 위주의 형상만 표현한 것은 커다란 차이가 존재한다.

Real Mock-Up을 제작함으로써

- (1) 정확한 설계가 가능해지며
- (2) 설계의 문제점이 가능한 한 빨리 발견되어 Feed Back 되고
- (3) 형상에 대한 설계변경이 Proto단계에서 최소화되었다.

이와 같이 Real Mock-Up에서 설계에 대한 검토가 충분히 검증되므로, Proto에서는

- (1) 각종 Test 실시
- (2) 양산메커니즘, 양산단가조정, 조립시 문제점 Check
- (3) 완성차 조립시 간접 Check가 가능하며 양산에서는 성형성 Check만 필요로 하여, 결론적으로 양산시점을 앞당기며 개발비용이 절감된다.