

CATIA에 의한 Transmission Case 목형 제작

이 병 희
대영시스템

1. 서 론

승용차 산업과 같이 정밀 부품이 요구되는 산업에 있어서 가장 기초가 되고도 중요한 것은 시작금형에 해당하는 정밀 목형 제작이라고 할 수 있다.

부품의 개발은 일반적으로 설계 과정, 도면화 과정, 시제품 개발 과정, 시제품 성능시험 과정, 양산체제 구축 과정 등의 순서를 밟는다. 이 과정 중에서 시제품 개발 과정은 설계에 의해서 만들어진 제품이 실제 설계자의 의도와 일치하는지를 확인하는 과정이다. 이 과정에서 부품 간의 간섭, 치수나 형상의 확인, 기능 혹은 성능상의 문제점 등을 검토하여 양산체제시에 발생할 수 있는 문제점 등을 최대한 제거하여야 한다.

그런데 시제품 제작에 걸리는 기간이 개발 과정 중에서도 비교적 큰 부분을 차지하고 있어 이의 단축이 시급한 실정이다. 현재 시제품 제작업체들 중에서 프레스 금형을 위한 판넬 수지가공에는 3D CAD/CAM을 많이 적용하고 있지만, 주물 소재용 목형제작은 대부분 숙련된 기술자의 수작업에 의존하고 있다. 따라서 개발기간 단축과 비용절감이라는 완성차 업계의 요구와는 거리가 있는 실정이다.

당사는 이미 실린더 헤드, 매너홀더, 트랜스미션 케이스, 헤드커버, 실린드블럭 등 자동차 엔진의 핵심부품들의 목형을 3D CAD/CAM을 이용하여 생산하고 있기 때문에 이중 트랜스미션 케이스(transmission case)의 목형제작 과정을 소개하고자 한다.

2. 트랜스미션 케이스의 CAD/CAM 과정

◎ 사용시스템

현재 당사의 CAD/CAM 시스템은 CNC 밀링 1대

와 CATIA를 장착한 IBM사의 RS6000 워크스테이션 4대로 구성되어 있다.

◎ CAD적용시에 고려되어야 할 점

그림 1과 같이 트랜스미션 케이스는 내외부 모두 복잡한 형상으로 이루어져 있으며 이의 원래 도면은 2D이었다. 2D 도면을 3D를 위해서는 고도의 도면해독 능력을 필요로 한다. 따라서 당사에서는 도면해독 능력이 곧 CAD 수준과 직결된다는 판단아래 다년간 현장에서 수작업경험이 있는 인원을 교육하여 CAD요원으로 활용하고 있다.

주물용 목형을 위한 CAD작업은 단순히 도면에 정의되어 있는 형상대로만 그리는 것이 아니라 CNC가 공과 몰드(mold)조립 상의 문제점 등을 고려하여 그려야 된다. 따라서 CAD에 대한 지식 외에도 다음과 같은 목형 제작에 대한 노하우가 필요하다.

첫째로 CAD모델링중 모든 형상에 대하여 적절한 구배각을 넣어야 한다. 주물형을 만들기 위해서는 어떤 재료와 형태를 이용하던 목업(mock-up)이 필요하고 이 목업을 만들기 위한 형틀이 필요하다. 그 형틀은 NC로 가공되므로 가공 가능하기 위하여, 또 목업의 원활한 탈착을 위하여 적절한 구배를 주어야 한다. 구배가 없다면 목형에서 몰드를 빼낼때 분해되지 않거나 파손되고 가공하기도 어렵다. 트랜스미션의 경우는 여러 방향에서 가공하여야 되는데, 그 방향에 따라 적절한 구배각이 들어가야 한다. 또, 몰드 분할에 따라 특정부위의 형상은 여러 방향에서 가공이 필요한 경우가 있고, 이 경우는 가공방향의 수 만큼의 구배에 의한 연결부위를 적절히 처리해 줘야 한다.

둘째로 기계가공을 위한 가공 여유를 고려하여야 한다. 주물형은 표면이 비교적 거칠기 때문에 조립

될 부분은 기계가공이 필요하다. 이를 위하여 적절한 가공여유를 CAD상에 첨가시켜야 한다. 보통의 경우는 2D도면상에 표시되어 나오지만 표기되어 있지 않는 경우도 많이 있기 때문에 모델링전에 점검하고 도면상에 표시해 두어야만 한다.

셋째로 보스(boss)와 같이 수축정도에 따라 치수상 문제가 될 수 있는 부분은 미리 정치수보다 적절히 크게 나타내어 주어야한다.

넷째로 시작품용 설계도면은 최종 양산 도면과 달리 오류가 있을 가능성이 많다는 것을 고려하여야 된다. 예를 들어 치수 기입이 잘못되어 있는 경우 또는 형상이 잘못되어 있는 경우가 간혹 있기 때문에 이러한 부분은 설계자와 상의하여 계속 수정해 나가야된다. 실제로 도면오류 때문에 CAD 작업이 지연된 경우도 많다.

◎ CAD과정

▶ 형상 모델링과정

그림 1은 트랜스미션의 형상을 모델링한 것인데 대체로 다음의 순서에 따른다.

- ① 도면검토후 몰드 분할(parting)에 따른 가상 분할면을 정하고 그에 따라 여러부분으로 작업영역을 나눈다.
- ② 각 부분별로 형상을 하나씩 만들어 나간다. 형상은 서페이스(surface)와 솔리드(solid)을 혼합하여 만들지만 구배형상과 fillet 또는 rounding처리 때문에 주로 서페이스 모델링 기법을 많이 이용한다. 개략적으로 분할이 이루어지는 부분을 가정하고 모델링하기 때문에 대부분의 형상은 빼기구배와 가공여유를 감안하여 만든다.

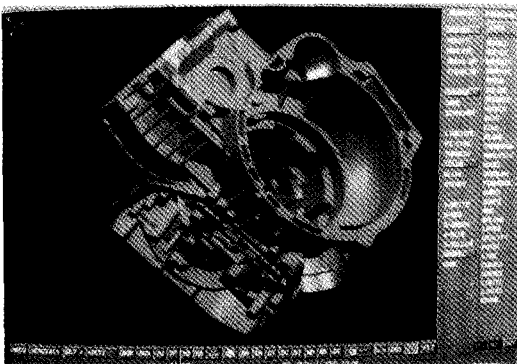


그림 1. CATIA를 이용해 모델링한 트랜스미션 케이스.

다. 형상은 기본 골격이 되는 부분부터 만들고 보스나 리브(rib)와 같은 기타형상은 기본골격 형상에 덧붙여 완성해 나간다.

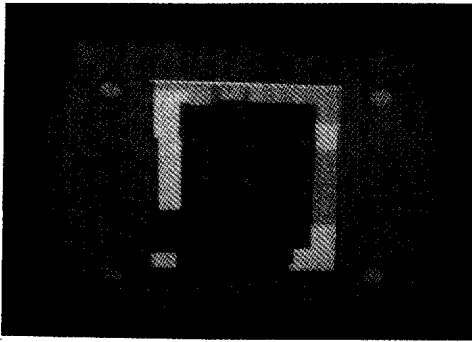
- ③ 몰드분할에 따라 가공이 불가능한 부분은 사이드코어(sidecore)를 만들거나 볼드의 탈착을 위하여 덧살 처리한다.
- ④ 코어(core)는 먼저 외형에서 정해진 살두께 만큼 면을 offset시켜서 코어의 외곽면을 만들고 기타형상을 만든다. 그러나 경우에 따라서 코어를 먼저 만들고 외형을 만드는 경우도 있다.
- ⑤ 각각의 모델링한 형상들의 인접면을 정리하여 깨끗하게 마무리 하고 형상치수 및 구배와 가공여유가 제대로 기입되었는지 확인한다.
- ⑥ 분할면을 만들기 위해 각각 부분적으로 모델링한 형상들을 하나로 조합한다.

▶ 몰드분할을 위한 분할면 정의

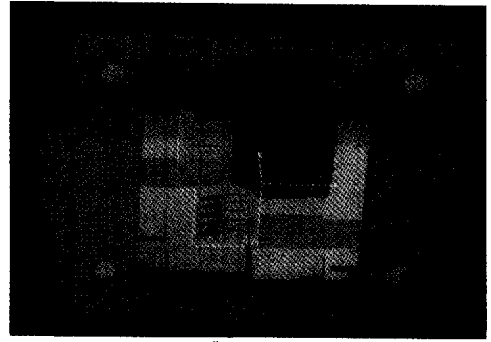
일반적으로 주물형은 여러개의 몰드가 결합되어 만들어진다. 형상이 단순한 부품들은 2-3개 정도의 몰드로써 주물형이 가능하지만 트랜스미션 케이스의 경우는 8개, 실린더 헤드의 경우는 11개의 몰드가 필요하는 등 일반적으로 많은 수의 몰드가 필요하다. 분할면 정의를 잘못하게 되면 몰드 내부에 주물이 제대로 들어가지 않아 제품이 불량이나든가 몰드간 접합부분의 형상에 문제가 생길 수 있고 불필요한 덧살이 많이 생길 수도 있다. 그러므로 완벽한 제품을 만들기 위해서는 최적의 분할면을 정의 해야 한다. 형상과 더불어 모델링의 한 부분으로 CAD상에 표시하고 원래의 형상과 일체화된 형태로 만든다. 가공과 몰드의 결합 조건에 따라 가공부분이 여러부분으로 나누어지게 되는데 각각의 가공부분이 몰드를 결합시켰을 때 흔들리거나 미끄러져 빠져나오는 것 없이 일체화가 되도록 분할면을 만들어야 한다. 또 몰드와 몰드 사이에 간격(gap)이 없으면 결합이 안되거나 어렵기 때문에 미리 CAD상에서 몰드의 크기와 형태에 따라서 적당한 간격을 주어 모델링한다. 코어가 있는 경우 외형과 결합되는 부위가 필요한데 이 경우 코어가 외형내부에서 움직이지 않도록 체결부위를 잘 만들어주어야 한다.

다음의 그림 2는 트랜스미션 케이스의 경우 분할면을 정의한 예를 나타낸다.

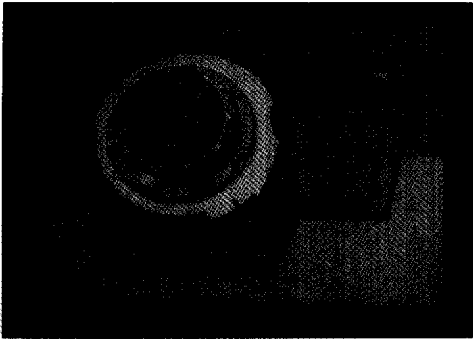
각각의 그림은 몰드를 만들기 위해 필요한 형틀이 되는 것으로써 (a)는 상형, (b)는 하형, (c)는 트랩스



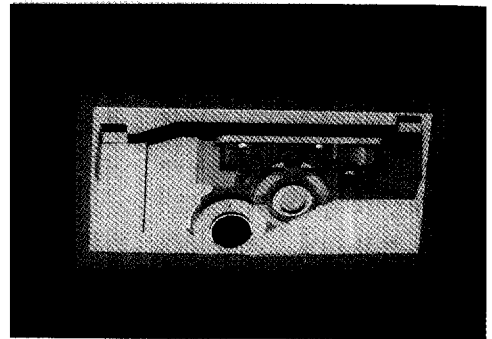
(a)



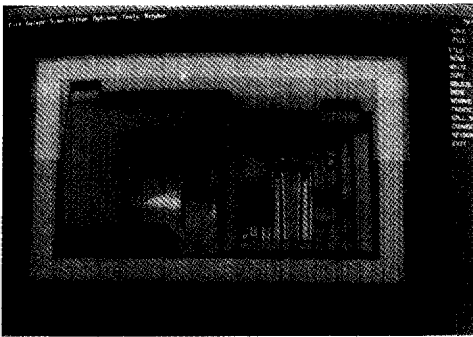
(b)



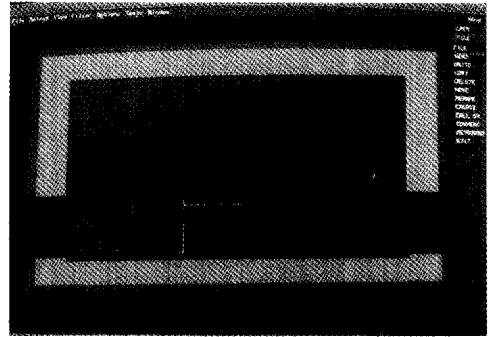
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 2. 트랜스밋션 케이스에 대한 몰드분할면을 정의한 예.

밋선 중심부를 이루는 코어, 그리고 (d)-(f)는 측면의 각 부분을 나타낸다.

▶ 주물방안 요소 첨가

Gate, sprue, rise 및 pin hole 등은 몰드 내에서 주물의 흐름을 유도하기 위해 필요한 요소이다. 매니홀더나 캡사프트 등과 같은 간단한 제품의 경우는 CAD 상에서 바로 만들어 주고 트랜스밋션 등과 같이 복잡한 형상을 가진 제품은 수작업으로 별도로 만들어 준

다. 이는 복잡한 형상인 경우 gate, sprue, rise 등의 설치가 잘못되었을 경우에 수정이 가능하도록 하기 위해서이다.

◎ Tooling 및 NC 가공

그림 3은 황삭가공의 한 예를 보인 것이다.

트랜스밋션 케이스-코어의 경우는 가공해야 할 높이가 350 mm 이상되고, 옆면 부분도 200 mm 이상

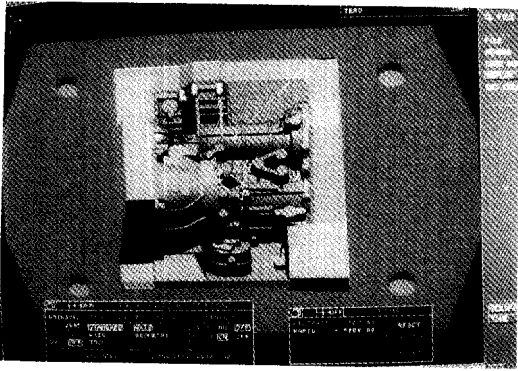


그림 3. 트랜스미션 케이스 - 상형 황삭 가공 Toolpath.

되기 때문에 한 번에 가공하는 것은 매우 어렵다. 또 대부분의 구석반경은 3 mm로 처리되어 있고 일부는 3 mm 이하도 있기 때문에 공구의 떨림이 생기지 않는 한도 내에서 여러단계로 나누어 가공을 해야 한다. 목형은 기본적으로 수지형 가공을 하기 때문에 황삭할때 50 mm 이상의 가공이 가능하다. 하지만 가공 깊이가 70-80 mm정도이면서도 가공면이 공구 직경보다 작아 황삭이 되지 않는 부분도 있는데 그때에는 보다 작은 공구로 부분적인 황삭가공을 다시 해주어야 한다. 그 이유는 작은 공구로 너무 깊이가 공할 경우에 발생할 수 있는 공구떨림으로 인한 치수 오차를 방지 하기 위해서이다.

정삭의 경우 당사에서는 보통 직경 10 mm, 공구 끝이 6 mm인 1.5도 경사진 톨을 많이 사용한다. 목형제품은 대체로 구석반경이 3 mm로 많이 처리되어 있고, 또 심한 굴곡과 복잡한 형상 때문에 이와 같은 특별히 주문 제작한 공구들을 많이 사용하여 가공한다.

3. 목형제작에서 CAD/CAM 사용상의 이점

현재 당사에서 트랜스미션 케이스의 목형을 제작하는데 소요되는 시간은 CAD 모델링에 30일(1인), CNC 가공에 240시간 정도가 소요된다. CAD/CAM을 사용함으로써 컴퓨터상에서 충분한 사전 검토로 오류를 대폭 줄일 수 있고, 또 제작 후 치수 정확도를 높일 수 있다는 것이 큰 장점이다. 시제품의 경우 잦은 설계 변경에 의한 반복 수정작업이 불가피한

데 이러한 경우 간단히 CAD 파일을 수정하여 재작업이 가능하므로 이에 따른 시간적 손실을 상당히 줄일 수 있다.

현재 시제품과 양산제품에 대한 생산이 이원화되어 있는 관계로 제품의 성능이 간혹 동일하지 않는 경우가 있다. 2D도면만으로 제품을 생산할 경우 몰드분할 방법이라든지 또는 가공방법이 조금씩 다르기 때문에 시제품단계에서 만들어지고 성능시험된 것과 양산업체에서 만든 제품과는 완전히 일치하지는 않는다. 그런데 3D CAD/CAM을 이용하면 시제품 제작에 사용되었던 CAD 파일을 그대로 양산업체에서 이용함으로써 이러한 문제점을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 양산 업체에서의 공정기간을 대폭 줄일 수 있다.

4. 결 론

당사에서는 94년도 10월에 처음 CATIA 시스템을 도입한 이래 현재 대부분의 작업에 CAD/CAM을 이용하고 있으며 과거 수작업 의존했던 것에 비교하면 공기단축과 품질면에서 많은 발전을 이루었다. 그리고 대부분의 중소기업에서 격고있는 기술인력부족이라는 측면에서도 당사는 CATIA를 적극 활용함으로써 부족한 기술인력에 대처를 하고 있다. 현재 업무특성상 약간의 공정이 수작업에 의존하고 있으나 지속적인 기술 개발로 향후 모든작업공정에 CAD/CAM을 이용하여 생산할 예정이며 공기는 CAD의 숙련도와 NC가공 기술에 따른 것이기 때문에 업무의 효율화와 기술 개발에 의하여 앞으로도 대폭적 단축이 가능하다고 판단된다. 더욱이 최근에 선진외국에서는 3D scanning system과 rapid protyp system에 대하여 활발히 연구되고 있어, 당사도 곧 그에 따른 기기를 도입예정이고 이러한 장비들과 3D CAD를 활용하여 제품을 생산할 계획에 있다. 이러한 시스템들을 적극 활용한다면 지금보다 훨씬 작업공정을 줄임으로써 대폭적으로 공기를 단축시킬 수 있을 것 같고 기술인력난에 대한 해소방안으로도 기대하고 있다.