

3차원 CAD 적용에 따른 카메라 개발 프로세스의 혁신

이근우 · 신동찬 · 이주필 · 김왕도
삼성항공 1공장 정보개발팀

1. 3차원 프로세스 확립의 목적

2차원 설계 프로세스는 2차원 설계를 지원하는 CAD tool의 기능상의 한계로 인해 동시 병행 프로세스를 지원하기에는 한계를 가지고 있으며, 그것이 지니고 있는 데이터 전달의 범위는 단순히 3각법으로 표현된 설계자의 의사 전달을 위한 문서에 지나지 않는다.

이렇게 설계단계에서 생성된 데이터는 연관되는 금형 설계에서 재사용할 수 없을 뿐 아니라 이것을 매체로 하여 전달되는 설계자의 의도는 그것을 전달 받는 후공정의 작업자에 의해 왜곡되어 해석되는 커뮤니케이션 오류가 빈번히 발생되고 있다.

이와는 반대로, 개발 설계 초기 단계에 후공정에서 발생 가능한 문제점이 협의되어 개념 설계 단계에서 이를 반영하여야 하나, 2차원 설계 tool이 가지고 있는 형상 및 정보 전달 능력의 한계로 인하여 개발 설계가 마무리되어 2차원 도면화가 완성되어지는 시점에서야 비로서 design review 과정을 통하여 후공정의 의사가 전달단계에 반영되어 지는 프로세스를 이루고 있다.

위에 기술되어진 내용으로 비추어 이미 제품 개발 전부분에 걸쳐 이미 적용되고 있는 2차원 설계 프로세스로는 더 이상의 프로세스 개선을 위한 한계성을 인식하게 되었고, 이런 한계를 뛰어 넘을 수 있는 개발 설계 프로세스로서 3차원 설계 프로세스를 근간으로 하는 동시 병행 엔지니어링(CE)을 해결책으로 모색하게 되었다.

3차원 설계용 S/W를 이용한 3차원 설계 프로세스에 대한 응용 관점을 분석하여 보면;

제품 디자인 및 개발 설계 단계에서 생성된 3차원 설계 data(3차원 형상 정보)를 후공정에서 그대로 재

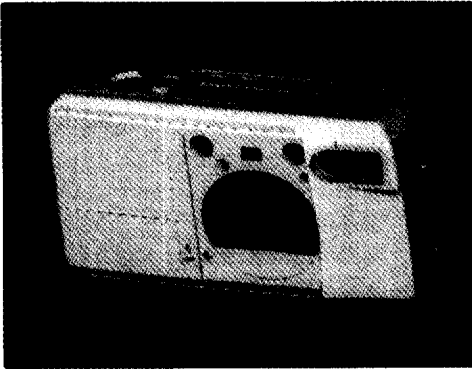
사용할 수 있으며, 이는 데이터 재생성으로 요구되는 중복 작업 공수를 줄일 수 있는 효과를 가져올 뿐 아니라 일관화 된 데이터의 흐름을 유지함으로써 2차원 도면에 의한 정보 전달에서 우려되는 프로세스간 정보 손실의 양을 다량 줄일 수 있으리라 기대하였다.

또한 동시 병행 프로세스를 지원하는 데이터 구조를 갖는 3차원 설계용 S/W는 그것의 특성상 공정과 공정 간의 완벽한 연계를 지원하므로 개발 설계 중, 후반 단계에서 후공정인 금형 설계를 중첩시켜 가져감으로써 동시 병행 설계에 따른 납기 단축의 효과를 가져올 수가 있다.

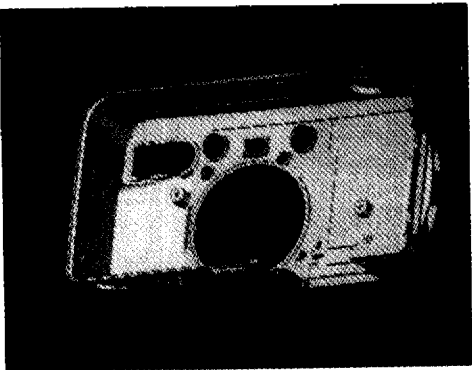
결론적으로, 3차원 설계 TOOL을 활용한 3차원 설계 프로세스의 전 부문 적용으로, 2차원 설계 프로세스의 한계를 극복하여, 종전의 카메라 개발 품질의 향상 및 납기 단축을 위한 획기적 방안을 마련하고자 했다.

3차원 설계 프로세스의 전 부문 적용을 위한 시범 프로젝트의 대상 모델은 신기종 카메라인 APS (Advanced Photo System) 카메라의 front 커버로서 (그림 1), 이미 APS 카메라의 전 부품은 3차원 설계 S/W의 도입 시점에서부터 개발 설계 부문에 3차원 설계 프로세스를 도입하여 모든 기구물들에 대한 3차원 모델링을 진행하는 중이었고, 이들 개발 설계물 중 자유 곡면의 사용으로 인해 후공정으로의 정보 전달시 오류가 가장 많이 발생하고 데이터의 재생성으로 인해 개발 설계 및 금형 설계 후의 NC 프로그래밍 단계에서 과부하 및 재작업에 의한 공수 손실을 발생시키는 대표적인 부품으로서 커버류가 선정되었다.

프로젝트의 진행 과정을 살펴보면(그림 2)과 같으며, 이번 프로젝트는 데이터 일원화의 관점에서 중



Front 커버 외면



Front 커버 내면

그림 1.

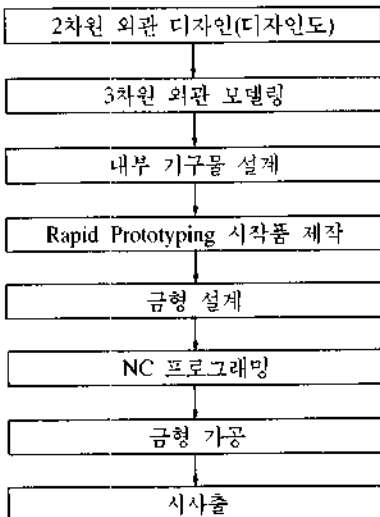


그림 2.

접 추진하였다.

3차원 CAD S/W로서는 PTC사의 Pro/Engineer를 전

부문에 적용하였으며, NC 프로그래밍의 경우는 현재 사용중인 Catia를 병행하여 활용하였다.

Catia와의 데이터 인터페이스는 IGES를 사용하였으며 IGES 변환 과정에서 데이터의 유실 및 변환 오류가 발생한 경우는 3차원 모델 형상을 2, 3개로 분할한 후 변환하는 방법으로 적용하였다.

2. 3차원 설계 프로세스의 진행과정

본 사업장에서는 '95년 5월 부터 3차원 설계용 S/W를 카메라 개발 설계 부문에 도입하여 신기종 카메라인 APS 카메라의 전 부품에 대한 3차원 설계를 진행하였다.

카메라 설계는 이미 top-down 방식의 설계 프로세스를 적용하고 있었으나 새로 도입한 tool에 대한 전반적인 이해의 부족으로 이미 layout 설계가 어느 정도 진척되어 있는 상태에서 3차원 모델링을 시작하였음에도 불구하고 그 이후의 시스템 설계 및 상세 설계 과정에서 많은 시행착오를 거치게 되었다.

또한, 데이터 양이 많은 어셈블리 및 부품의 조작 시 시스템의 속도가 급격히 떨어졌고, 팀 단위 프로젝트의 3차원 설계 데이터의 관리 부문에도 많은 오류를 겪었다. 이는 part 모델링이 선행된 후 assembly 작업에 들어간 bottom-up 작업 방식에 그 근본 원인이 있었으며, 향후 프로젝트는 layout 설계 단계에서부터 설계 의도를 3차원 모델에 적용하여 assembly와 part를 생성시키는 top-down 설계 방식을 적용하여야 할 것이다.

본 프로젝트는 3차원 설계 tool의 일원화에 기반을 둔 데이터 일원화 프로젝트이며, 본 논문에서는 데이터 일원화의 관점에서 기술하였다.

금번 일원화 시범 과제에 대한 진행과정을 전체적으로 정리하여 보면;

1. 2차원 디자인도 작성
2. 커버류 외관 3차원 모델링
3. 내부 기구물 설계(rib, boss)
4. Rapid Prototype(RP) 시작품 제작
5. 제품 2차원 도면화
6. 몰드 베이스 모델링
7. 공차 적용, 수축율 적용
8. Reference 모델 생성
9. Parting line 설정 및 parting surface 생성

10. 상·하측 코아 및 슬라이드 코아 추출
11. 코아부 구배 부여
12. 전극 추출 및 전극 설계
13. NC 프로그래밍
14. 입자부 설계
15. 금형 설계 2차원 도면화
16. 가공 및 제작
17. 시사출

위에 간략히 서술된 프로세스를 중심으로 작업 프로세스에 대해 자세히 알아보면;

◎ 제품 외관 모델링

금번 프로젝트에서는 디자이너가 직접 외관 디자인을 3차원 모델화 할 수 없었기 때문에 2차원 디자인도를 넘겨 받아 개발 설계자가 직접 외관 모델링 작업을 수행하였다. 이 과정에서 3차원 형상 정의가 불가능한 도면 치수 정보가 다수 발견되었고 치수 피이드백과 함께 디자이너와 실제 3차원 형상 정보를 가지고 형상 검토를 병행하였다.

위의 과정을 거쳐 마무리된 외관 모델을 가지고 이를 front, rear, back, battery 커버로 분리하고 각 모델의 표면 surface에 일정하게 offset surface를 생성시켜 이를 이용하여 모델 내측면을 파내는 작업을 하였다. 이 과정에서 offset surface에 의한 작업보다는 일정량 평행 이동된 surface를 생성시킨 후 각각을 merge 시켜 이를 이용해 내면을 생성시키는 방법을 사용하였다. 이는 급격한 곡면의 변화가 적은 모델의 경우 사용 가능한 방법이다.

Offset surface를 사용하는 경우는 평행 이동된 surface에 의한 작업보다 훨씬 많은 에러의 요소를 가지고 있는데 이는 merge 된 surface를 offset 시키는 과정에서 사라지거나 꼬이는 surface가 생기기 때문이다. Offset surface를 이용하여 내면을 파내는 기법이 비교적 범용적이며 이에 발생하는 에러 요소를 줄이기 위해서는 미세한 round 처리는 내면을 파낸 후 하는 등의 외관 모델링 공정에서 후의 공정을 고려한 표준안이 마련 되어져야 한다.

커버 모델링시 또 한가지 주의하여야 할 사항은, front 및 back, rear 커버 모델링시 공차 부여를 감안한 모델링이 되어야 한다는 것이다. 외곽 치수는 커버류 형합성을 위해 front 커버는 (-) 공차를 back 커버 및 rear 커버는 (+) 공차를 주는데, 외곽 형상은

공차 적용에 의한 모델 재생성이 불가능하기 때문이다.

이를 위해 커버류의 모델링시 금형 설계에서 반영시킬 공차의 양만큼 감안한 치수로 커버류의 모델링이 이루어져야 한다.

◎ 내부 기구물 설계

내면 생성이 완료된 후 타 내부 기구물들과의 조립이 이루어지는 내면부 기구물 설계를 하였다. 이때 모델링 치수는 모두 공차가 적용되지 않은 nominal 값으로 모델링하였고, 이렇게 완료된 모델을 이용하여 타 부품과의 조립성 및 간섭 체크를 수행하였다.

편공차를 적용하여야 할 부분은 공차가 적용된 상태에서의 조립성 및 간섭 체크 작업이 바람직하나 기구부 모델링시 공차에 대한 정보가 미처 고려되지 않은 상태에서 진행되었기 때문에 생략하여 진행하였다.

내면부 설계시 rib, boss 등 기구물들에 대한 구배는 모두 생성시키지 않았다. 구배 생성에 의해 기구물에 영향을 미치지 않는다고 판단되어지는 범위 내에서의 구배 생성은 모두 금형 설계시 적용되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 구동부에 관련되어 직각도 및 직진도가 요구되는 경우나 외관부의 정의, 타 부품과의 간섭이 우려되는 부분이 되겠다.

◎ R.P 시작품 제작

3차원 모델링된 카메라 전 부품에 대해 RP 시작품을 제작하였다. RP 시작품은 개발 단계에서, 모니터 상에서의 형상 검증으로는 미처 체크해 보지 못한 간섭 및 조립성 등에 대한 평가를 가능케 하며, 디자인 검증, 금형 설계, NC 프로그램, 조립 기술 부문과의 협의 단계에서도 부문간 완벽한 정보 공유의 매개체 역할을 하였다.

또한, 3차원 설계 S/W에 익숙하지 않은 프로젝트 관리자는 이것을 이용하여 의사 결정에 많은 도움을 얻기도 하였다.

◎ 제품 2차원 도면화

기존의 방식대로 모든 치수 기입을 원칙으로 삼았다. 3차원 설계 프로세스에서는 3차원 형상 모델이 master 모델이므로 커버류의 2차원 도면에는 외곽

치수와 내부 기구물의 치수를 간략화 하여 표기하여 주고 모든 데이터의 근간은 3차원 형상 모델에 준한다. 이렇게 하여 2차원 도면화에 따른 손실공수를 최소화 시켜야 한다.

이를 위해서는 도면화 시키지 않은 치수 데이터의 경우 3차원 형상 데이터를 최대한 활용할 수 있도록 전 부문에 걸친 시스템 개선이 선결되어야 한다.

예를 들어, 가공 부문의 NC 화일의 제고, 측정 부문의 3차원 측정 시스템의 구축 등이 있다.

◎ 몰드 베이스 모델링

금형 설계 품질의 향상을 위해 코아부와 몰드베이스 간의 완벽한 연계가 필요하였기 때문에 몰드베이스류도 모두 3차원 모델링하였다(그림 3).

몰드베이스류는 3차원 모델과 도면을 연계시켜 라이브러리화 하여 활용하면 많은 생산성 향상을 기대할 수 있는 부문이다.

◎ 공차의 부여

3차원 모델에 공차를 적용하는 프로세스에는 두가지 방법이 있다, 하나는 공차가 적용될 형상부의 치수에 단순히 공차를 입력하는 것인데 이 때 모델의 데이터는 공차값이 감안되지 않은 nominal 값을 유지하게 된다. 또 하나는 이렇게 입력된 공차 정보에 기준하여 모델 데이터가 공차가 적용된 치수로 재생성되는 것인데 이때 편측 공차의 경우에 한해서 금형 설계자가 원치수에 공차 적용율(25%, 50%, 75%, 100%)을 부여하면 모델 데이터가 재생성 되어진다.

앞에서 설명된 공차 입력에 대한 행위는 제품 설

계 시에, 공차 적용 후 모델 재생성의 행위는 금형 설계시 수행 되어져야 하는데 제품 설계의 경우 설계자는 제품을 위한 공차 정보를 후공정에 전달하여 줄 의무를 가지고 있으며, 후공정인 금형 설계에서는 이들 정보를 제품에 적용시키기 위해 금형 나름의 공차 배분율을 모델에 적용시켜야 하는 책임을 가지고 있기 때문이다.

편측 공차에 대한 공차 적용율은 front 커비의 경우 대부분은 (+) 편측 공차의 경우 최대치로 (-) 편측 공차의 경우 최소치로 하여 모델에 적용시켰다. 이는 금형 제작후 타 부품과의 현합성을 체크한 후 문제가 발생하였을 때 금형 수정을 용이하게 하도록 하기 위함이다.

Pro-Engineer에서의 치수 기입은 모델의 특징 형상(feature)에 구속 조건을 부여하는 작업이 된다. 공차를 부여하면 이들 구속 조건의 값들이 공차 조건을 참조하여 변하게 되는데 설계자는 이들 구속 조건을 공차가 적용되는 기준면(datum)으로 부터 일관성 있게 부여하여야 한다. 금번 모델링 작업시 이러한 조건들을 고려하지 않아 모델링 상에 누적 공차를 발생 시켰고 이를 해결하기 위해 모델 공차를 임의로 수정하여 적용시켰다.

공차 적용 시의 또 한가지의 문제는 공차 적용으로 인한 모델 데이터의 재생성시 기존의 특징 형상들이 가지고 있던 구속 조건간의 오류가 발생하여 이를 수정하여 주는 작업이 필요하였다. 이를 위해서는 모델 생성에 대한 이력 정보가 필요하므로 직접 모델링을 수행한 제품 설계자가 오류를 수정하여 주는 협조가 필요하게 된다.

◎ 수축율의 부여 및 reference part 생성

금형 설계 tool로서는 Pro/E의 모듈 중 하나인 Pro/Mold Design을 사용하였다. 금형 설계의 첫번째 단계는 reference part를 생성시키는 것으로 reference 모델이란 제품 설계 모델을 parent로 가지고, 그 모델이 가지고 있는 모든 특징 형상들이 1개의 특징 형상으로 merge 된 모델이다. Reference 모델은 공차와 수축율 및 주요 구배가 부여된 금형 설계용 모델이며 이것의 형상이 변경되더라도 원래의 제품 모델에는 영향을 미치지 않으므로 금형 설계만을 위한 특징 형상 추가 시 reference 모델을 이용하면 된다.

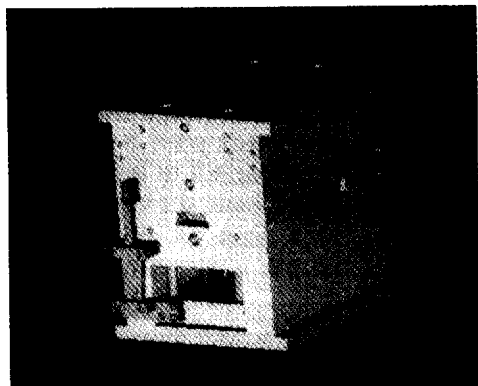


그림 3. 몰드 베이스.

이와는 역 방향으로 parent인 개발 설계 모델의 변경은 금형 설계 모델로 연계되어 반영되는데, 이는 모델링 프로세스 차원에서 개발 설계와 금형 설계 기간을 중첩시킬 수 있고 개발 설계에서의 설계 변경에 후공정이 신속히 대처할 수 있는 중요한 특징이 된다.

이는 single database를 지원하는 S/W를 전부분 통일하여 사용하여야 얻을 수 있는 잇점으로 데이터 일원화 측면에서 가장 바람직한 방향이 된다.

수축율은 reference 모델의 생성 전에 적용되어야 하는데 카메라 커버류에서는 사출 성형 해석이 선행되지 않은 상태에서 기준 좌표를 기준으로 X, Y, Z방향으로 일정한 배율을 적용하였다.

◎ Parting surface의 추출 및 코아 분할

개발 설계와의 금형 Parting Line(P/L)에 대한 협의가 이루어지면 이를 근간으로 3차원 모델에서 Parting Surface(P/S)를 추하고 이를 활용하여 pocket block모델에서 상/하 아 및 슬라이드 코아부를 분리한다(그림 4).

P/S는 reference 모델이 가지고 있는 Surface 정보를 COPY하여 생성시키는데 Pro/E에서는 개발 설계 모델과의 연계성을 고려하여 *seed & boundary*라는 특수한 곡면 추출 기능을 제공하고 있다. 이는 추출될 surface 중 하나를 seed로 선택하고 parting을 이루는 면을 boundary로 선택하면 seed로부터 surface가 merge되면서 확장되어 boundary내부의 모든 surface들을 자동 추출하게 된다.

이때, parent가 되는 개발 설계 모델이 변경되더라도 boundary surface의 정보가 유실되지 않는 한 이

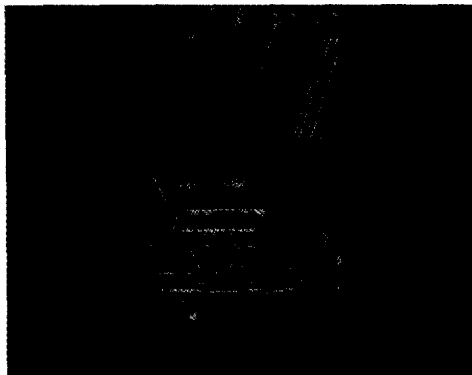


그림 4. 코아부 모델.

러한 특성을 지닌 P/S는 자동적으로 연계하여 변경되어지는데, 오류가 발생하지 않는 자동 연계를 위해서는 boundary surface에 대한 정보가 유지되거나 변경에 따른 이력 관리가 반드시 필요하다.

Seed surface는 모델의 변경이 비교적 적은 부분을 선택하는 것이 유리한데, 카메라 커버의 경우 외면이 내면에 비해 일찍 형상 확정이 이루어지고, 이후 형상 변경도 빈발하지 않으므로 외면을 seed로 선택하는 것이 바람직하다.

형상의 중간 부분에 P/L이 생성되면 대개의 경우 안정된 면적을 위해 한쪽 코아의 면적부 형상을 조금 크게 해주어야 한다. 이는 금형 설계 부분의 특징 형상이므로 reference 모델에서 형상을 생성시키고 이를 이용하여 중간 P/S를 추출한다.

슬라이드 코아부의 parting line은 개발 설계의 모델에서 상측 곡면과 side측이 tangency를 이루며 만나는 곡선으로 정의되어진다. 그러나 이들 곡선은 슬라이드 코아가 동작되는 방향으로 보았을 때 대개의 경우 spline을 형성하게 되며, 이것을 이용하여 모델링한 슬라이드 코아부는 가공 후 가공면에 대한 정확한 측정이 불가능하다. 이들 곡면은 상측 코아와 정확한 면적이 일어나야 하는 중요한 부분이므로 3차원 측정 방법이 활용되기 이전에는 치수 측정이 가능한 형태의 P/S를 형성시킬 수 있는 방법을 모색하여야 한다.

해결 방법으로 측면에서 보았을 때 원호를 이루는 curve를 먼저 형성시킨 후 그것을 이용하여 round 형상을 생성시키는 방법과 P/S 생성시 spline과 근사한 원호를 정의하여 이를 P/L로 사용하는 방법이 있다. 그러나 두번째의 방법은 tangency 하지않은 P/L로 인해 발생되는 형상 오류를 감수해야 한다.

◎ 구배 부여

앞에서 언급한 대로 외관면, 구동면, 기타 제품 설계자가 정의해야 하는 구배를 제외한 모든 구배는 코아 분할이 완료된 후 코아 상에 생성시켰다.

제품 형상의 중간에 P/L이 설정되는 경우는 제품에서 직접 구배를 정의하기 어렵고, 무엇보다도 코아가 동작되는 방향에 준하여 구배가 일관성 있게 형성되어야 하므로 코아 분리후 코아별로 일괄적으로 생성시키는 것이 바람직하다.

구배 부여시 참조 평면이 없는 경우 참조 곡선을

이용하는데 이 경우는 구배가 적용된 면이 자유 곡면으로 변형 되어진다. 이 곡면이 NC 가공 되어지는 부분이 아니라면 일반 가공에서 처리되어질 수 없으므로 근사적인 치수 표기로 도면화시켜 처리하였다.

◎ 전극부 설계

입자를 추출해 내기 이전 전극이 필요한 부분은 코아부를 참조하여 코아에 반대되는 형상을 추출해 냈다. 이 때 전극의 이 경우 boolean cut을 사용하였다(그림 5).

전극부 설계는 대부분 NC 프로그래머와 협의의를 통하여 이루어졌는데, 3차원 설계의 잇점을 가장 많이 살린 부분 중에 하나였다. 기존의 프로세스에서는 금형 설계가 완료되는 시점에서 전극부의 2차원 도면화 및 그것을 이용한 3차원 곡면 모델링의 행위가 이루어 짐으로써 NC 프로그래머는 가공 부분 생산 일정에 쫓기는 부담을 가져야만 했고, 제품 설계 및 금형 설계 과정을 거친 정보는 초기 디자인 의도와는 많은 부분 왜곡되어질 수 밖에 없었다.

그러나 제품 개발 단계에서 이미 디자인 의도가

검증된 3차원 형상 데이터를 그대로 이용하여 생성 시킨 전극부 데이터의 활용으로 위의 문제점들을 대부분 해결할 수 있었다.

◎ 입자부 설계

분리된 코아의 형상 모델에서 입자로 처리할 부분을 분리해 낸다.

‘입자’는 코아부의 형상 중 NC 가공으로 형상 처리가 불가능한 것들, 예를 들면 외곽 형상에서 예리한 edge를 살려야 하는 부분 등을 처리하기 위해 가공을 고려하여 형상 중 일부를 코아에서 분리시킨 코아의 부품을 말하는데, 이를 코아와 다시 조립하여 코아를 완성하게 된다.

입자부는 특성상 가공 조건을 많이 고려해야 하는데, 주로 manual 가공 공정이 활용된다. 이때 고려해야 할 사항은 입자부에 부여된 구배에 의해 곡면부 입자의 형상이 spline과 자유 곡면으로 형성되어지는 것이다.

이를 manual 가공으로 정확한 형상을 가공하기는 불가능하므로 가공 도면에서 이를 표준 도형으로 근사하게 표현해 주는 융통성이 필요하다.

◎ 금형의 2 차원 도면화

3차원 모델링이 완성된 모든 부품을 가공 도면화 했는데, 여기에는 코아부, 입자부, 몰드베이스부, 전극부의 개별 부품도와 조립도가 모두 포함된다.

완벽한 형상 정보를 가지는 3차원 모델은 2차원 도면화 시 누락된 형상 정보 없는 정확한 형상 표현이 가능하고 3차원 모델이 변경되는 경우 연계되어 자동으로 형상 변경이 이루어지게 되며 이로 인해 2차원 도면이 최종적으로 사용되어지는 가공 부문에 까지 제품 설계 데이터와 같은 일관성 있는 데이터를 공유할 수 있게 된다.

기존의 2차원 설계 프로세스에 따른 2차원 도면화 방법을 그대로 적용하였기에 2차원 도면화를 위한 손실 공수가 많이 발생하였다. 기존의 2차원 설계 프로세스에서는 2차원 도면이 master 데이터 이므로 모든 형상 정보를 도면에 나타내야만 하는데 3차원 설계 프로세스에서는 master 데이터인 3차원 형상 정보를 여러 각도에서 활용할 수 있으므로 2차원 도면에 나타내어져야 하는 정보는 줄어들게 된다. 특히 금형 설계에서의 도면은 가공 프로세스와 밀접한

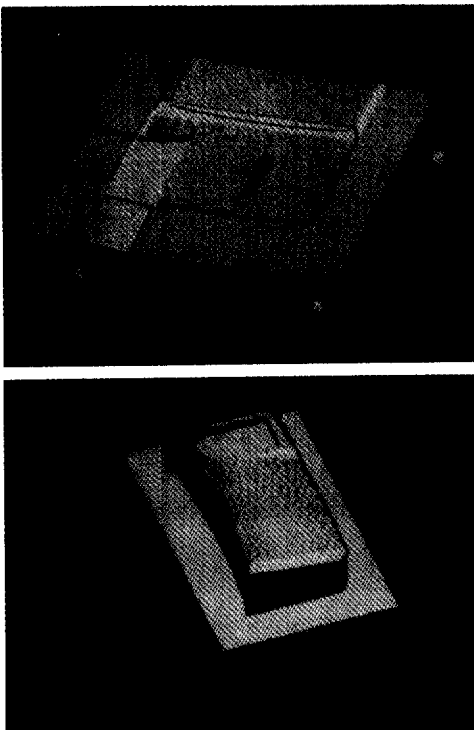


그림 5. 상코아와 전극부.

연관성이 있는데, 2차원 도면화 작업을 줄이기 위해서는 가공 프로세스를 NC화 하여 도면화 작업 없이 3차원 형상 데이터에서 가공 데이터를 직접 추출하여 가공 공정에 활용하는 방법 즉 가공 방법의 'NC화율'을 높여 나가야 한다.

◎ NC 프로그래밍

앞에서도 언급한 바와 같이 2차원 프로세스에서는 이 단계에서 3차원 형상이 만들어지게 되는데 이때 3차원 형상을 생성시키기 위한 master 데이터로는 금형 설계 2차원 도면이 된다. 이것은 이미 여러 프로세스를 거치면서 초기 디자인 의도와는 많은 부분 왜곡된 형상 정보를 포함하게 되고 이를 master 데이터로 사용한 3차원 모델링 또한 왜곡된 정보를 가지게 된다.

특히 금형 설계 부문과의 정보 전달 오류는 곧바로 금형 형상 및 면적 오류 등의 가공 공정상에 나타나는 오류를 야기시키고, 이는 제품 품질에 직접적인 영향을 미치게 되므로 일관화된 형상 정보의 활용은 오류를 줄이는 매우 중요한 요소가 된다.

금번 프로젝트에서는 시범적으로 하코아에 대해서 제품 설계 부분과 동일한 Tool 적용하였고 나머지 부품에 대해서는 현재 사용 중인 Catia를 이용하여 NC 프로그래밍 하였다. Catia로의 데이터 interface는 IGES를 사용하였으나 복잡한 형상의 경우 변환 오류가 다수 발생하였다. 이러한 경우 변환 전에 3차원 모델을 몇 개의 작은 조각으로 분리한 후 interface 시키고 이를 Catia 상에서 다시 merge 시키는 방법으로 해결하였다.

후자의 방법을 통하여 변환된 형상 데이터는 전공정과 데이터 연계성이 끊어지므로 제품 설계 및 금형 설계 단계에서의 형상 데이터 변환시 이것을 반영하기 위해서는 다시 IGES 변환을 시도하거나, 보유하고 있는 형상 데이터를 직접 수정해야 한다. 이때 형상 변경이 많아서 재변환 과정을 거친다면 NC 프로그램은 대부분 재생성되어야 하고 형상 데이터를 직접 수정하면 데이터 일관화 및 신뢰성에 문제가 될 뿐 아니라, 기존의 NC 프로그램 데이터를 신뢰성 있도록 재사용하기에는 많은 문제를 안고 있다.

근본적으로 타 기종 CAD S/W 간의 인터페이스는 데이터의 연계성 측면에서 많은 문제점을 안고 있으

며 동시 병행 작업과 데이터의 일원화를 저해하는 걸림돌이 된다.

이에 반하여 내부적으로 데이터베이스를 공유하는 CAD S/W의 경우 데이터의 완벽한 연계가 보장되므로 같은 S/W 기종으로의 통일된 데이터 일원화의 관점에서 보면 가장 바람직한 방향이 된다.

금번 프로젝트에서도 하코아의 경우 NC 프로그램 작업이 선행된 후 설계 변경으로 인해 제품 모델이 변경된 경우가 있었으나, 3차원 형상 데이터가 그대로 연계되어 각 특징 형상들의 고유 ID가 유지됨으로 인해 사전에 작업 진행하였던 NC 프로그램을 그대로 사용할 수 있었다.

3. 프로젝트 진행상 문제점 분석 및 보완점

- 제품 모델링 데이터가 불안정하여 금형 설계 및 NC 프로그램 공정에서 데이터 활용시 예상치 못한 에러를 발생시켰다.

후공정에서 제품 설계시 생성된 모델링 데이터를 근간으로 모든 작업이 이루어지므로 불안정한 모델은 후공정에 계속적인 오류의 근본 원인을 제공하게 된다. 이를 개선하기 위해서는 선공정에서 안정된 모델 데이터를 생성하도록 설계자의 능력을 향상시키고, 안정된 모델 생성의 기법들이 연구되어야 한다.

- 제품 개발 단계에서 금형 설계 및 가공 공정이 사전에 고려되지 않은 3차원 형상 정의로 후공정에 많은 공수 손실을 야기시켰다.

금형 설계 및 NC 프로그램 단계에서는 제품 설계 모델을 master 데이터로 하기 때문에 제품 모델이 가지고 있는 모든 형상 정보는 후공정에서 임의대로 해석되어 질 수 없다. 이런 이유로 후공정이 고려되지 않은 상태로 생성된 모델은 후공정에서 필요 이상의 가공 공수 손실을 야기시킨다.

특히, 정확한 형상 가공의 중요성이 상대적으로 떨어지는 하코아의 경우 가공성을 고려한 모델링이 필수적이 된다. 이를 위해서 디자인 단계에서부터 금형 설계 및 가공, 조립 담당자들이 한자리에 모여 후공정을 고려한 3차원 형상 정의가 되도록 하는 사전 협업 체계가 필수적이다.

- 개발 설계에서 금형 설계로 넘겨주는 2차원 도면화 작업에 투입된 공수가 과다하고 누락 치수

가 다수 발생하였다.

궁극적으로 3차원 형상 정보를 master 데이터로 하여 활용함으로써 2차원 도면을 원도 개념에서 참고도 개념으로 전환하고, 최소한의 참조 치수만 표기하여 도면화에 투입되는 공수를 최소화 한다. 이를 가능케 하기 위해서는 가공 부문, 측정 부문 등 2차원 도면이 쓰여지는 부문에 3차원 형상 데이터를 직접 활용할 수 있는 시스템, 예를 들면 3차원 측정 시스템을 적극 활용하여 전부문에서 3차원 데이터의 활용도를 높여야만 할 것이다.

- 3차원 형상 모델 상에 공차를 부여하지 않아 금형 설계 단계에서 도면에 준한 공차 부여 후 금형 설계용 데이터로 활용하였다.

개발 설계시 반드시 3차원 모델 데이터에 제품 공차를 부여하여 다음 공정으로 넘겨 주어야 한다.

- 수축을 적용시 X, Y, Z축 방향으로 동일한 양의 수축율을 부여하였다.

향후 CAE 해석 및 노하우 분석을 통하여 형상별 수축율을 부여할 수 있도록 한다.

- 곡면 부위의 구배 적용은 현실적인 가공 조건과 맞지 않는 형상을 생성시켰다.

NC 가공 부위는 형상의 제한을 주어도 가능하나 manual 가공 공정이 요구되는 부품의 경우는 가공 공정을 최우선하여 모델링 작업을 한다.

- 금형 설계 부문에서는 manual 가공 부문에 3차원 데이터의 활용도가 미약하여 도면화 작업으로 모든 형상 정보를 전달 함으로써 도면화 작업에 투입된 공수가 많았다.

manual 가공 공정에서 NC 가공으로의 전환등 3차원 설계 프로세스에 적합한 가공 공정 및 가공 프로세스의 재정의가 필요하다.

- Pro/E에서 생성된 3차원 형상 데이터를 IGES 변환하여 활용하였는데 3차원 형상 데이터의 수정이 일어나는 경우 데이터 재변환 및 NC 프로그램 재생성 시키는 과정에서 공수 손실과 마스타 데이터와의 불일치 등의 오류가 발생하였다.

향후 CAD S/W의 일원화로 interface 차원이 아닌 일원화 된 데이터베이스의 공유로 각 부문에서 수정된 데이터가 서로 공유되어 자동으로 연계될 수 있도록 한다.

- Pro/E를 이용한 작업에서 NC tool path 검증에

서는 예상되지 않았던 오류가 실 가공상에서 이상적으로 발생하는 등의 문제점이 발생하였다.

Post-processor를 현재 보유하고 있는 가공 시스템에 맞도록 customizing하고 가공 검증을 위한 신뢰성 있는 검증 프로세스를 도입한다.

- 현재의 wire cutting 프로세스에서는 자유 곡선의 가공이 불가능하여 원호를 이용한 형상 정의를 해야 하는 등 디자인 감각을 제한하고 도면화 작업을 가중시켰다.

Wire cutting 작업시 3차원 CAD상에서 NC data를 직접 추출하여 연계시킴으로써 자유 곡선의 가공이 가능하도록 개선하고, 기존 manual 가공은 NC화 한다.

- 3차원 데이터를 직접 활용한 측정 시스템의 부재로 신속, 정확한 3차원 데이터 측정이 어렵고, 측정 데이터의 전달 프로세스로서의 2차원 도면화가 필수적인 요소가 되었다.

3차원 설계 data에서 3차원 측정 data를 생성시켜 이를 이용해 3차원 측정을 하고, 이를 다시 3차원 설계 data와 연계시켜 검증해보는 시스템을 구축하여 측정을 위한 2차원 도면화 공정을 없애고 정확하고 효율적인 측정이 되도록 한다.

- 설계 성력과 측면에서의 기반이 전혀 없었기 때문에 단순 반복적인 작업들로 인한 투입 공수가 과다했다.

몰드베이스 자동 설계 모델 개발, 각종 표준화된 부품들의 library화 등 설계 성력화를 위한 기반을 구축한다.

- 실 설계자들이 S/W의 사용에 숙련되지 않아 전체적인 과제 수행 기간이 늘어나게 되었다.

체계적인 교육 및 활용 매뉴얼 작성으로 실 설계자들이 S/W에 숙련될 수 있도록 한다.

- 표준화된 작업 방식의 부재로 많은 혼란을 야기시켰다.

금번 과제 수행을 정리, 보완하여 3차원 설계 process를 정립하고, 이를 manual화 하여 작업 표준으로 삼는다.

- 3차원 설계 data를 각 부문에서 공유할 수 있는 정보관리 시스템이 구성되지 않아 data의 연계가 원활하지 못했다.

관련 부서에서 3차원 설계 data를 공유할 수 있도록

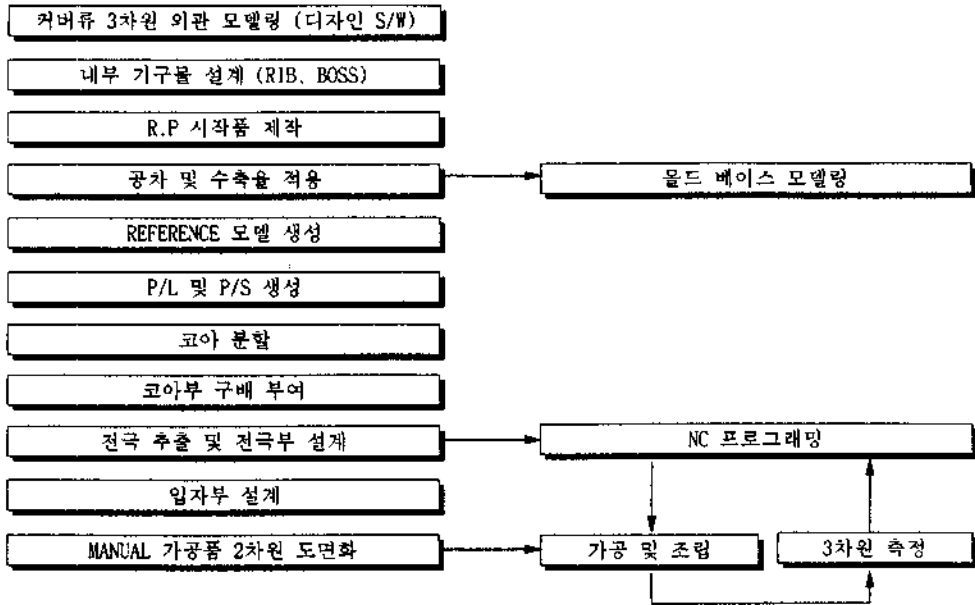


그림 6. 향후 적용 프로세스.

특 project 관리 시스템을 구성한다.

- 2차원 CAD 및 3차원 CAD는 디자이너의 감각을 제한할 수 있는 요소를 가지고 있으므로 디자인 전용 S/W를 사용할 수 있는 기반 구축이 시급하다.

디자인 전용 S/W의 적용성 검토 및 환경 구축을 위해 실제 디자인 S/W를 이용한 data를 3차원 설계 시스템과 연계하는 소규모 프로젝트를 거쳐 일어날 수 있는 문제점들을 전부분에 걸친 폭넓은 시각에서 해결한 후 적용하는 것이 바람직하다.

향후 적용 프로세스를 그림 6에 정리하였다.

4. 3차원 설계 프로세스의 효과

금번 프로젝트를 통하여 제품 개발 설계부터 시제품 사출까지 기존에 5개월이었던 카메라 front 커버의 납기를 3.5개월로 단축하였고 2차 T/O에서 만족할 만한 품질을 얻는 등 품질 측면에서도 많은 성과를 거둘 수 있었다.

납기 단축 측면에서 원인을 분석해 보면 제품 개발 설계와 금형 설계, 금형 설계와 NC 프로그래밍 작업기간을 중첩하여 진행하였고, 3차원 형상 모델 및 RP 시제품을 활용한 협업에 의해 부문간 상호

협이 시간이 감소되었다.

제품 개발 단계에서 생성된 모델 데이터를 일원화 하여 사용함으로써 금형 설계 및 가공 공정상의 오류를 대폭 감소시켰고 이로 인해 시행착오에 의한 공수 손실을 최소화 할 수 있었다.

NC 프로그래밍 단계에서 모델링 재작업에 의한 시간을 절감했다.

품질 개선 측면에서 보면 제품 개발 단계에서 협의에 의해 디자인 의도가 완벽하게 반영되도록 모델링 된 형상 데이터가 전부분 공유, 활용되었기 때문에 최종 사출 제품도 디자인 의도에 완벽히 부합되는 품질을 가질 수가 있었다.

실물 형상을 그대로 활용함으로써 설계 오류를 감소시킬 수 있었고, 궁극적으로 금형 품질 및 제품 품질에 향상에 기여하였다

정성적 효과 측면에서 보면 'CAD tool의 통일에 의한 일원화된 데이터의 제품 개발 전부분 활용'이란 측면에서 3차원 설계 프로세스의 시범적 적용이었으며 이러한 프로세스의 전부분 확산 필요성 및 성공의 가능성을 각 부문에 전파하여 의식을 공유하는 중요한 기회가 되었다.

향후 3차원 설계 프로세스를 통한 동시 병행설계 (CE)체제를 안정적으로 구축하기 위한 전략적 방법

에 대해 기술하여 보면 개발 전부분에 걸친 조기 협업 체제의 구축으로 디자인 단계에서부터 전부분의 담당자가 모여 후공정에서 발생할 수 있는 문제점들을 사전에 협의하여 초기에 반영함으로써 개발 전체의 납기 및 품질을 향상시킨다.

디자인에서부터 측정 부분까지 개발 전부분에 걸쳐 동시에 3차원 설계 프로세스를 적용함으로써 3차원 형상 데이터의 활용도를 극대화 한다. 부문별 독립적인 활용은 오히려 설계 기간을 증가시킬 수 있는 요소를 가지고 있다.

3차원 설계 프로세스에 대한 표준 프로세스를 정립하여 메뉴얼화 하고 이에 준한 시행이 이루어져야 한다. 동시 병행설계 및 협업 체제를 구축하기 위해서는 각 부문별로 정확한 시기에 정확한 행위가 이루어져 전체적인 조화가 이루어져야 하는데 이를 위해서는 표준 프로세스 메뉴얼에 의한 통제가 필수적인 요소가 된다. 표준 메뉴얼로서는 표준 프로세스 메뉴얼, 표준 모델링 프로세스, 협업시 체크 포인트 표준 메뉴얼 등이 있을 것이다.

데이터 연계 관리 및 revision 관리를 위한 시스템을 구축하여 전부분에서 연계된 데이터의 활용이 가능하도록 한다.

설계 효율 향상을 위해 설계 의도를 정형화, 표준화 하여 이를 특징 형상들 간에 관계식으로 구현 시킨 표준 라이브러리를 데이터베이스로 구축하여 활용한다.

3차원 설계 프로세스는 3차원 형상 정보 및 RP 시제품의 활용으로 디자인 및 개발 설계 초기의 단계에서부터 정확한 형상 정보의 공유를 가능하도록 한다. 이는 2차원 설계 시스템 사용시는 거의 불가능했던 사항으로 디자인 및 개발 설계가 마무리되고 확정도가 출도되는 시점에서 만이 각 연계 부문간 협의를 진행시킬 수 있었고 이로 인해 전단계의 공정에서 후공정에서 발생 가능한 문제점을 반영하기 어려운 구조적인 문제를 안고 있었다.

디자인 및 개발 설계의 초기 단계에서 협업을 지원할 수 있다는 것은 매우 중요한 의미를 지닌 것으로 후공정에서 발생할 수 있는 모든 문제점을 초기 단계에 각 부문간의 협업을 통하여 반영하여 해결하고 후공정에 대한 plan을 설계 초기 단계에서 세움으로써 궁극적으로 개발 전 부분의 리드 타임을 감소시키고 품질을 획기적으로 개선할 수 있는 기초가 되는 것이다.

개발 프로세스의 혁신을 위한 동시 병행 설계의

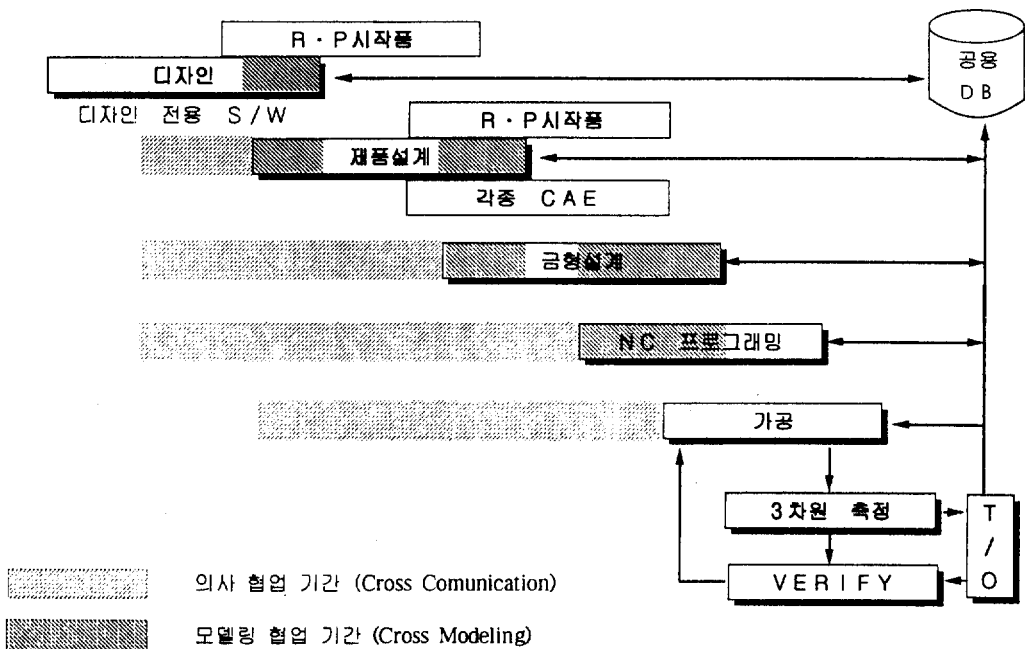


그림 7. 협업에 의한 카메라 개발 혁신 프로세스.

요체는 각 부문간의 '협업'이며, 일원화된 3차원 설계 데이터를 활용한 '부문별 프로세스 개선'과 함께 전 부문간 '동시 협업'의 체계를 구축해야 할 것이다.

끝으로, 이번 프로젝트를 통해 얻은 '협업에 의한 카메라 개발 혁신 방법론'을 그림 7에 나타내었다.