

3차원 모델을 이용한 제품개발 사례

곽 서 경

삼성전자 구미사업장 E-CIM 그룹

제 품 개발 환경을 자세히 들여다보면, 고객의 요구 또는 창조된 새로운 제품의 컨셉(Spec)을 사람(개발자)이 도구(설계경험, CAD)를 이용해서 업무수행 절차(업무처리규정, 부서별 역할)에 따라 제품을 정의(모양, 크기, 구조)하는 것을 설계행위로 볼 수 있고, 이러한 활동의 결과로써 도면, Mock-up, 각종 Document가 만들어지고 이러한 매체가 부서간, 업무공정간 의사소통의 수단으로 이용되고 있다. 여기서 CAD를 없어서는 안될 개발의 도구로 인식하고 이용하는데, 일반적으로 경쟁력 있는 제품을 개발하기 위한 노력의 일환으로 3차원 CAD 시스템을 도입하여 적용해 오고 있다.

현재의 3차원 CAD 시스템들은 공통적으로 솔리드(Solid) 근간에, FEATURE 개념을 수용하면서 PARAMETRIC 또는 VARIATIONAL 모델링 기법을 채택하여 설계자들에게 다양한 기능을 제공하고 있다. 그러나 3차원 CAD 시스템을 적용하여 만족할 만한 결과를 얻어내기란 간단한 문제가 아니다. 본고에서는 당 사업장에서 개발한 무선전화기 및 FAX에 3차원 설계를 적용한 사례를 중심으로, 3차원 설계에 대한 허와 실을 살펴보고 3차원 설계가 나아가야 할 방향에 대해 생각해 보고자 한다. 참고로 당 사업장은 디자인, 기구설계, 금형설계까지는 IDEAS, CAM 작업은 CATIA를 이용하고 있다.

1. 프로세스부터 바꾸어야

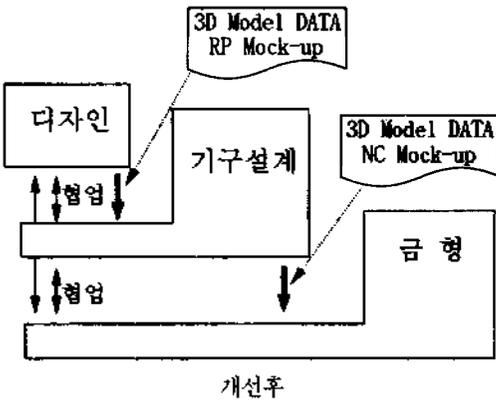
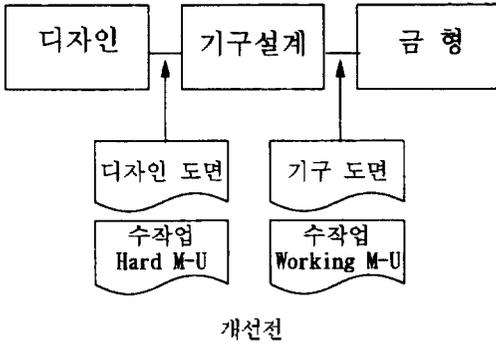
CAD 시스템이 개발의 도구로써 없어서는 안될 존재로 인식되고 있고, 기업들은 보다 나은 시스템 환경을 구축하기 위해 상당한 투자를 해오고 있다. 그러나 그러한 투자들이 크게 실효를 거두고 있지 못하는 듯하다.

SOLID를 표현하기 위한 자료구조, 작업의 성격을 특징짓는 FEATURE들간의 계층(Hierarchy)과 연산(Operation)을 나타내기 위한 자료구조의 복잡성에서 기인한 모델표현의 제약은 차치하고라도, CAD 관련 기술이 발전함에 따라 설계의 개념이 완전히 바뀌었는데도 업무수행 절차는 CAD가 없던 시절이나 지금이나 별로 달라진 것이 없다는 것이 문제이다. 그러므로 단위공정의 개선이나 자동화는 가능할지언정 전체 개발공정 관점에서는 효과가 크게 나타나지 않는다. 즉 시리얼(Serial)한 기존의 개발업무 체제에서 단순히 수작업에 의존하는 일을 빠른 컴퓨터, 좋은 S/W로 대체하는 것만으로 획기적인 변화를 기대하기는 불가능하다.

그러므로 일하는 방법부터 바꾸어야 하는 것이고, 그런 관점에서 다음과 같은 점을 고려하여 개발업무 프로세스를 전면적으로 개편하여 규정화하고, 3차원 설계 실무 가이드'를 제작하여 활용하고 있다.

- 3차원 설계 프로세스 구성원칙
 - 현실적으로 적용가능한 3차원 설계 방법론 정립
 - 제품특성을 고려한 3차원 설계 프로세스 정립
 - 3차원 설계 체제 구현을 위한 INFRA 고려
 - 선행공정에서 작성한 3차원 데이터를 후공정에서 최대한 활용(Reuse)
 - 시스템 진화에 따라 프로세스도 지속적 보완
- 3차원 설계 프로세스 고려요소
 - 부분보다 종합적인 효율 지향
 - 3차원 모델을 중심으로 한 동시병행설계(Concurrent Engineering) 체제 확립
 - 디자인-설계-금형간 데이터 흐름체제 일원화
 - 3차원 모델 데이터를 이용한 개발초기단계부터의 협업 수행

요약한다면 3차원 모델 데이터를 모든 정보의 근원 정보로 이용토록 하고, 디자인부터 금형까지 제품 개발업무를 가급적 병렬화(CE), 선행진행(Front Loading), 데이터 재활용(Reuse)이 가능하도록 설계하였으며 이를 간략히 도식화하면 다음과 같다.

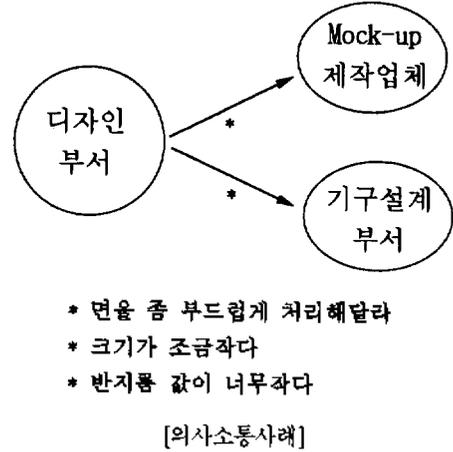


2. 3차원은 디자인부터

이제부터 3차원으로 제품개발을 시작해보자.

상품기획 부서에서 작성한 상품구상안이 디자인에 전달되고, 디자인 부서에서는 제품의 형상, 색상, 크기 등을 결정하는 디자인에 착수하게 된다. 제품이 팔릴 시장의 디자인, 트렌드, 사회적 지리적 환경, 대상연령층 등에 맞추어 디자인 방향을 설정하고, 수작업 또는 CG(Computer Graphics) 틀을 이용하여 다양한 디자인을 구상한 다음 디자인 안의 갯수를 축소시켜 나가면서 궁극적으로 하나의 제품 디자인이 완성되게 된다. 여기서 디자인 단계의 업무 프로세스를 한번 살펴보자. 디자인 업무의 속성상 대개

의 일들이 수작업에 의존되며 아주 추상적으로 의사소통이 되고 있음을 알 수 있다.



또하나의 문제는 2차원 도면의 한계와 수작업에서 기인하는 문제인데 디자이너의 머릿속에 있는 제품의 형상 이미지와 디자인 도면과 그 도면에 의해 만들어진 Mock-up과 금형으로 찍어낸 사출물이 서로 일치하지 않는다는 것이다. 즉 디자이너는 A를 생각하면서 그린 도면은 A'가 되고 A'를 보고 만든 Mock-up은 A''가 되며, 금형에서 사출되어진 실부품은 A'''가 되는 것이다.

이러한 문제의 출발점은, 제품형상은 점점 복잡한 자유곡면화 되고 있는데 2차원 도면이 복잡한 곡면의 제적을 정확하게 나타낼 수 없고, 도면에 의존하여 Mock-up을 제작하는 사람 역시 곡면정보가 부족하니까 감각적으로 처리되는 부분이 있기 마련이고 결국 왜곡된 디자인이 완성되는 것이다.

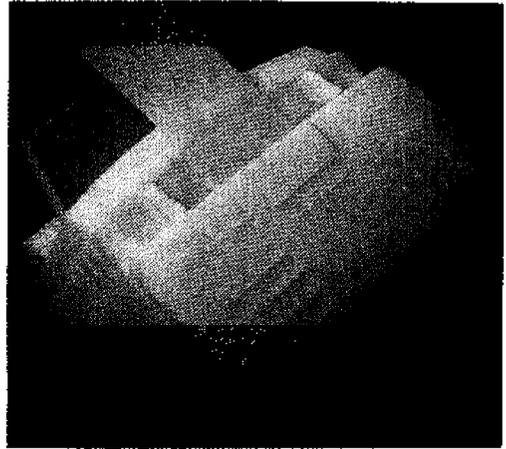
과거의 한 사례를 들면, 금형에서 시사출한 부품을 보고 디자이너가, 내가 디자인한 형상은 이것이 아닌데 금형을 잘못 만들었다고 주장하여 확인한 결과 금형은 도면에 표현된대로 제대로 만들어진 것으로 판명되었고, 디자이너는 자기가 원하는 형상의 칫수를 제공할 수 없어서, 결국은 수작업으로 형상을 조금씩 변경해서 3개의 전극을 만들고 디자이너에게 선택하게 한 일도 있었다.

이 사례가 우리에게 시사하는 바는 첫째, 형상이 잘못된 것이 문제인것은 분명하나 더 큰 문제는 이런 문제가 제품설계의 마지막 공정인 금형단계에 와

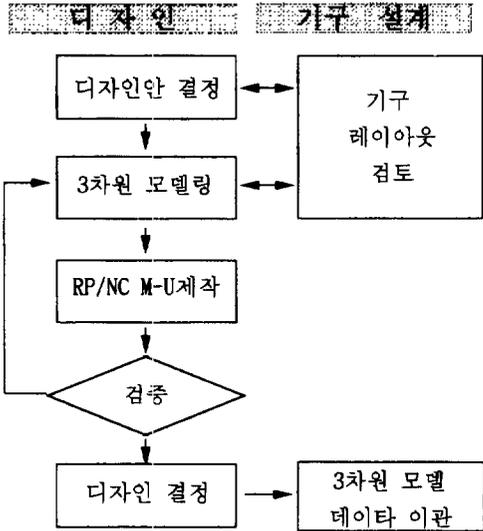
서야 드러나게 되었다는 것이고, 둘째는, 나중에 백업(Back-up) 금형을 팔때 처음 것과 동일한 금형을 만들 수 없다는 것이다.

이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해 디자인 단계부터 3차원 모델링을 적용케 되었고, 3차원 모델링을 적용하는 한 형상에 대해서는 100% 보증이 되는 셈이다. 3차원 모델 데이터를 이용해서 RP(Rapid Prototyping) 또는 NC Mock-up을 만들고, 그 데이터가 금형설계와 CAM까지 연계되니 데이터가 일치할 수 밖에 없는 것은 당연한 이치이다.

디자인 단계의 3차원 설계 적용 프로세스는 대략 다음과 같다.



[Rapid Prototyping Mock-up]



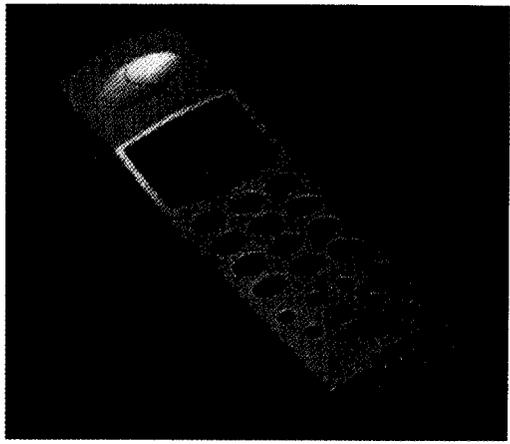
[디자인단계 3차원 업무흐름도]

3차원 CAD 시스템과 RP 기술의 발달이 이러한 일들을 가능케 했는데 국내에도 이미 SLA, SGC (Cubital), SLS, LOM, SolidCenter 등 많은 RP 기술이 보급되어 활발히 적용되어 있고, 급격히 확산되고 있는 추세이다.

3. 설계, 해석 그리고 3차원(3D)

디자인이 제품의 형상을 결정짓는 작업이라면, 기구설계는 그 형상을 유지하면서 원하는 기능을 수행하도록 기구물 구조를 결정하는것이라 볼 수 있다. 예를 들면 제품의 살두께는 2mm로 하고, 회로기판

(PBA)은 4개의 보스(Boss)를 세워서 볼트로 체결하고, 제품의 강도를 유지하기 위해 리브(Rib)는 길이 방향으로 10개를 세운다는것 등을 결정하는 것이다. 즉 디자인 단계에서 모델링된 3차원 데이터를 받아서 그 데이터에 오퍼레이션을 가함으로써 제품의 내부구조를 모델링해 나가는 것이다.



[디자인단계 3차원 모델]

기구물과 조립되는 전기물(모듈라 잭, 스위치, 스피커 등), 내부구조나 조립에 영향을 미치는 방열판 같은 크기가 큰 부품을 3차원 라이브러리로부터 미리 구성해놓고, 조립, 간섭 등 시뮬레이션을 해가면서 내부구조 설계를 진행하는 것이다.

여기에 중요한 문제가 있는데, 3차원 모델을 어떻게



[기구설계단계 3차원 모델]

게 구성하면 후속공정인 금형단계에서 쉽게 활용할 수 있는가하는 문제이다. 즉 모델링 방법론이 중요하다라는 것이다.

첫째, Solid 모델은 FEATURE간의 오퍼레이션에 의해 모델 계층(Hierarchy)을 만들어 나가는 것이므로, 자칫하면 경사이진트리(Skewed Binary Tree)와 유사한 형태의 불균형한 트리(Tree)가 구성되어 노트(Node)의 검색(Search) 및 오퍼레이션 시간이 많이 걸리므로 모델링 성능(Performance)을 떨어뜨리는 결과를 초래하기 때문이고, 둘째, 금형은 Parting면을 기준으로 제품 형상의 상하 반대 형상을 만드는 것이니 제품모델에 영향을 받기 때문이다. 그래서 제품곡면 특성을 고려한 가장 효율적이고, 에러가 적은 모델링 방법론을 표준화하여 '3차원 모델링 기법 가이드'를 만들어서 적용하고 있다.

설계단계에서 빼놓을 수 없는 분야가 또하나 있는데 바로 CAE이다. 요즘은 품질, 코스트, 납기의 세 요소 중에서도 특히 강조되는 것이 납기, 즉 빨리 만드는 것이다. 그러므로 CAE의 중요성이 더욱 커지고 있는 것이다. 휴대폰이나 무선전화기 제품의 경우 경박단소와 아울러 디자인이 제품선택의 중요한 요인중 하나인데 외관품질과 직접적인 연관이 있는 것이 사출성형해석이다. 해석은 물건을 만들어 보지 않고도 설계안에 대한 결과를 예측하여서 설계를 최적화할 수 있고, 후공정에서의 설계변경을 방지할 수 있기 때문에 기존 제품개발체제와 비교해 볼 때, 물건을 만들어 보는 기간에 몇가지 설계대안들을 추가로 검토해 봄으로써 설계의 품질을 높일 수 있기 때문이고, 이런 특성들이 개발기간의 단축

과 직결 될 수 있기 때문이다.

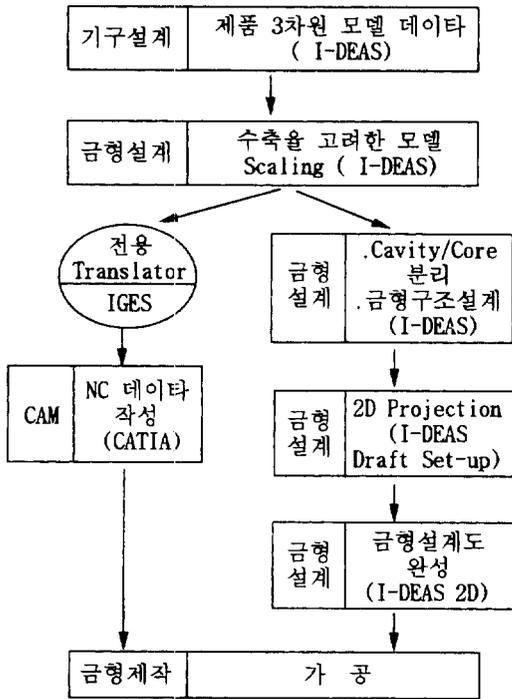
3차원 설계를 적용할 경우에는 해석을 위해 별도의 모델링을 하는 것이 아니라, 제품 3차원 모델을 이용해서 유한요소모델(Finite Element Model)을 만들어 해석을 수행하는 것이다.

해석의 시기나 횟수에 대해서는 가급적 개발의 초기단계에 해석을 수행하고 그 결과를 설계에 반영시켜 설계안을 조기에 결정하여 개발납기를 단축시키고자 노력하고 있다.

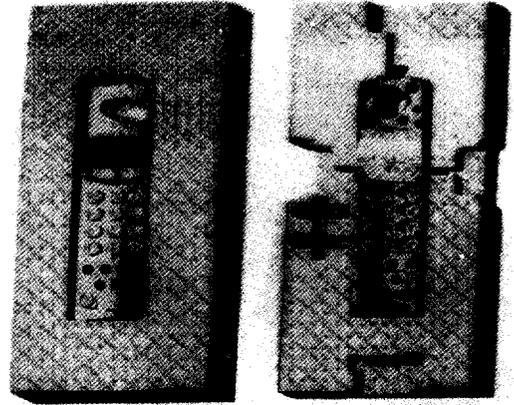
설계가 완료되면 Working Mock-up을 제작하게 되는데 3차원 설계 체제하에서는 NC Mock-up이 제격이다. 요즘은 UnderCut을 제외하고는 보스는 물론 리브까지도 일체형으로 가공해 만든다. 재질은 ABS나 PC, 아크릴도 사용하며 NC Mock-up의 최대 강점은 정밀도와 납기인데 제작납기는 2~3주에서 1주로, Mock-up 칫수 검증은 약 2주에서 3일 이내로 단축되었다.

4. 금형설계도 3차원으로

금형단계에서의 작업을 분류해보면 설계, CAM, 가공 및 조립 등으로 대별해 볼 수 있는데, CAM을 제외한 나머지 작업은 도면에 의해 진행되었다. 3차원 설계의 관점에서 보면 첫째, 기구설계단계의 3차원 모델을 최대한 이용할 수 있어야 한다는 것이고, 둘째, 기존체제보다 작업 효율이 좋아져야 한다는 것이다. 이 두가지 조건을 충족시키기 위해 3차원 데이터와 2차원 데이터의 역할을 분담해서 상호 보완적으로 기능하도록 하였다. 성형부와 코어편 설계는 3차원 데이터를 그대로 이용토록 하고 몰드베이스에 해당하는 밀핀, 보스핀, 냉각수홀(Hole) 등은 2차원으로 작업토록 하였다. 몰드베이스를 3차원 모델로 준비하고 제품 모델 데이터에 수축율을 적용하여 몰드베이스에서 따냄으로 Cavity와 Core면을 설계하고, 이상태에서 I-DEAS의 Draft Set-up 기능을 이용하여 2차원 Projection 데이터를 만들어 후속작업은 2차원으로 진행하였다. 여기서 리브와 보스의 처리가 문제로 대두되었는데, 금형설계자는 Core편가공은 2차원적인 평면 작업이니 리브, 보스의 위치와 크기를 알기위해 도면을 그려 줄 것을 강력히 요구하였으나 현재는 기구설계의 3차원 모델 데이터만으로 금형에서 작업이 가능하게 되었다.



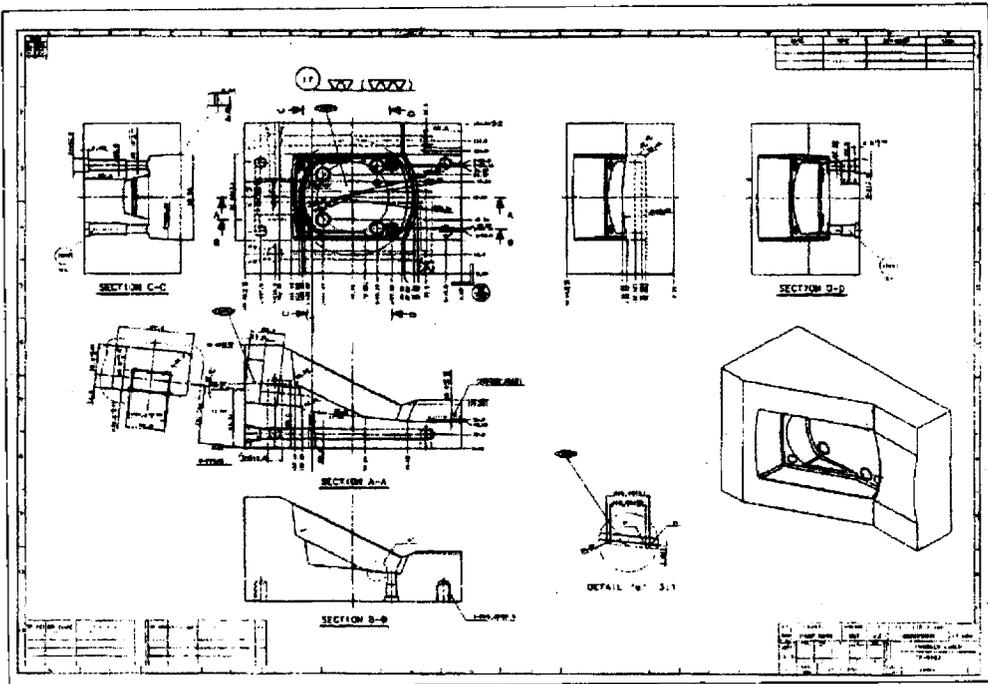
[3차원 금형업무 절차]



[성형부 3차원 설계]

5. 라이브러리 관리

3차원 설계를 도입하려는 큰 이유중 하나는 제품을 만들어 보지 않고도 3차원 모델을 이용해서 설계가 가능하다는 것인데, 이것이 가능하려면 기구물 내부에 실장되는 각 부품들에 대한 라이브러리가 필요하다. 라이브러리는 재활용하기 위해 만드는 것인



[최종 금형설계 도면]

만큼 여러가지로 고려해야 할 요소가 많이 있다.

- 라이브러리화 대상 ITEM 선정 및 분류 기준 (전기물, Rib, Boss 등 구조표준, HandSet 등)
- 라이브러리 명칭 부여 기준
- 라이브러리 모델링 기준(Origin 위치 등)
- 라이브러리 적용범위(제품, 부서, 사업부별)
- 라이브러리 관리(등록, 작성, 수정, 삭제)에 대한 업무 절차
- 라이브러리 데이터베이스의 논리적, 물리적 구조
- 라이브러리 Permission 및 Security 문제
- 라이브러리의 일관성(Consistency)과 무결성(Integrity) 문제
- PDM에서 라이브러리를 수용하는 방안 등

그러므로 이런 유형의 작업에서는 표준화(Standardization)와 규정(Rule)이 중요하다. 라이브러리의 작성이야 주어진 Spec대로 모델링하면 되지만 표준화와 규정의 문제는 부서간 그리고 사람의 문제이기 때문에, 이런 것이 명확하게 정의되어 있지 않다면 그 애매모호함 때문에 나중에 문제가 야기될 수 있는 불씨를 갖고 있는 셈이 되는 것이다. 당 사업장에서는 언급된 내용들에 대한 기준을 정하여 라이브러리 관리를 하고 있다.

6. 3차원 데이터 연계

3차원 설계가 활성화되기 위한 요건중 가장 중요한것중의 하나가 데이터 호환성(Interface)이 아닌가 생각된다. 왜냐하면 금형이 만들어지기까지 많은 공정을 거쳐야 하는데 선행공정에서 만들어진 정보가 후공정에서 활용이 불가능하다면 후공정에서는 필요한 정보를 새로 만들어 내야하니 얼마나 불합리한 일인지 모른다. 3차원 설계가 제대로 정착하느냐 못하느냐 하는 문제가 이 데이터 연계 문제에 달려있다고해도 과언이 아니다. 그러나 알다시피 한가지 CAD 시스템이 디자인, 설계, 해석, 금형, 테스트 등의 모든 기능을 수행하기 어려우니 결국 이기간의 데이터 호환 문제가 대두되는 것이다. 여기서 놓치지 말아야 할 관점은 같은 시스템 환경일지라도 전, 후 공정간에 주고 받는 데이터가 갖추어야 할 자격요건이 있다는 것이다. 몇가지만 예를 들면

- 3차원 모델 데이터의 History는 완전한가
- 3차원 모델 데이터의 기준점 및 기준면은 정의

되었는가

- 디자인시 칫수의 정수화는 결정되었는가
 - Cavity, Core의 분리를 고려해 모델링 했는가
 - 구배의 범위 및 처리는 설정되었는가 등
- 당사업장에서는 상기의 항목들을 확인하기 위해 단계별로 28항목의 Check List를 작성하여 운용하고 있다.

7. 효과 및 개선점

CAD 시스템을 업무에 적용함으로써 얻는 효과를 정량적으로 잘 표현해 낼 수 있을까? 이런 분야에 재주가 있는 일본사람들도 어렵다고들 예기하는 것이 현실이다. 본고에서는 굳이 구분하지 않고 3차원 설계과제를 진행하면서 나타난 효과와 개선이 필요한 부분을 언급하겠다.

우선 효과부분을 살펴 본다면,

- 곡면이 명확하게 정의되므로 2차원에서 야기되는 형상오류 문제는 깨끗이 해결된다
- 디자이너의 의도가 정확하게 표현되어 전달된다 (모델 데이터=Mock-up=사출물)
- 수작업 Mock-up을 NC Mock-up으로 대체함으로써 Engineering 정밀도 향상
- NC Mock-up에 의한 Mock-up 제작기간이 2~3주에서 1주일로 단축
- Mock-up 칫수검증이 2~3주에서 3일이내로 단축
- 외관품질의 향상-사출물 조립시 완전한 결합 및 단차 유지
- 3차원 모델 데이터 재활용으로 작업효율 향상 (FE Model, RP/NC Mock-up 제작, CAM 작업)
- 3차원 모델을 이용한 동시병행설계 실현
- CAE 적용에 의한 설계 최적화 등

3차원 설계 적용시 애로점도 물론 있다. 예를 들면 설계변경이 발생했을 경우 2차원 도면에서는 간단히 선 몇개, 칫수 정보만 수정하면 되지만 3차원 모델을 수정하려면, 모델이 구성된 History를 다시 기억해내야 하고 수정시간도 2차원에 비해 훨씬 많이 걸린다. 현재의 Solid-Based 3차원 CAD시스템의 가장 큰 약점이 S/W별로 차이는 있겠지만, 이 설계변경에 대처하는 능력 즉 모델을 수정하기가 몹시 힘들다는 점이고, 당 사업장에서도 특히 이부분에 많은 관심을 기울이고 있다.

8. 결국은 사람이다

당 사업장의 경우 '95년에 무선전화기 1과제, FAX 1과제해서 2과제에 3차원 설계를 시범적용하기 시작해서, '97년 올해에는 총 12과제에 3차원 설계를 진행해 오고 있다.

초기 도입단계에서 3차원 CAD S/W의 기능적 한계, 설계 패러다임(Paradigm)의 변화에 미처 적용하지 못한 설계자들의 부정적 견해, 3차원 설계에 대한 이해부족, 기술기반의 취약 등이 복합적으로 작용하여 고생도 많이 했다. 그동안 시행착오를 거치면서 많은 문제점을 개선하고, Know-How도 축적하게 되

었다. 3차원 설계가 진정으로 위력을 발휘하기 위해서는 H/W, S/W, N/W 등 시스템적인 인프라(Infrastructure)와 표준화, 업무규정 등 잘 정의된 업무절차(Process)가 있어야 한다.

그러나 더욱 중요한 것은 변화하고자하는 사람의 의식이다. 3차원 설계가 앞으로 나아가야 할 방향이니 힘이 조금 들더라도 한번 해보겠다 하고 시작한 사람과, 하필 왜 내가 개발하는 과제에 3차원을 적용하느냐하고 시작한 사람의 두 사례에 대해 나타난 결과를 보면서, "결국 모든 것은 사람에게 달려있다"는 말씀을 결론삼아 드리면서 글을 맺고자 한다.