

3D CAD 기술 현장 Report

1. 서 론

현대의 복잡한 기계설계는 많은 경우에 3D CAD system 없이는 거의 생각할 수 없다. 이 시스템은 최근에 설계와 생산을 도울 수 있는 강력한 도구로 발전되었다. 그것들은 오늘날에 세계적인 경쟁력을 유지하기 위한 중요한 도구가 되었다. Solid 모델은 미래 제품의 사실적인 표현뿐만 아니라, Simulation과 해석에서도 유용하다. 오늘날 설계, 생산뿐만 아니라 건축 등 여러 분야에 실용적인 CAD system이 제시되고 있다. 또한 Rapid prototype이 3D geometry data를 기본으로 실질적인 제품모형을 개발하는데 시간을 단축시키고 효과적인 방법을 찾도록 기여하고 있다. 이 글은 철도차량에서 오랜 기간의 현장 경험을 바탕으로 3D CAD의 작업 수행, 경영 및 응용에 대해 쓴 현장 report이다.

2. 3D CAD 도입 시 유의 사항

3D CAD 도입 시 경영 측면에서 다음 사항들이 고려되어야 한다.

- 경제성을 우선 조건으로 내세우지 않는다.
- 많은 경우에 3D system이 생산에 완전히 반영되기 위해서는 많은 시간이 걸린다. 그것은 시스템의 복잡성과 작업자의 motivation에 따르는데 보통 12내지 18달이 걸린다
- 새로운 시스템은 그 동안의 작업방법을 바꾼다.
- 새로운 시스템은 많은 자본 투자 등의 risk를 수반한다.
- 3D CAD에 대한 자본 투자 수익률은 계산하기 어렵다.

새로운 기술의 도입을 위하여 다음의 준비가 필요하다.

2.1 도입팀의 구성

3D CAD 도입이 결정되면 3D 프로젝트 팀이

구성되어야 한다. 그들의 임무는 3D CAD 시스템의 도입과 실행을 위한 준비이다. 이 준비는 CAD S/W와 H/W의 선택, 교육, 이용관리, 새로운 시스템의 설계방법에 대한 Report 작성, 경제성에 대한 실험 등을 포함한다. 철도차량에서 3D 프로젝트 팀은 다음 점에 대한 선지식이 요청된다.

- 일반 기계조립과 철도차량
- 생산물의 구조와 기능
- 3D CAD/CAM system에 대한 경험
- 전산 기술
- 수요 예측

프로젝트 팀의 인원은 적을수록 좋다. 3D CAD 경험자는 일반적으로 사외에서 충원이 이루어지고, 생산제품에 대한 지식을 위해서는 사내 인원이 좋다. 3D system이 도입되는 라인의 작업에는 3D Project 팀의 직접 지원이 필요하다. 작업 지원 시, 작업은 실제 작업자의 책임임을 주지시켜야 한다. 그래야만 프로젝트 팀 활동기간 중에 활동기간 후를 대비한 중요한 Know-How가 생성된다. 그 외에도 작업자에게 새로운 기술의 도입이 회사의 기본 방향임을 주지시킨다.

2.2 상태 분석과 달성목표 수립

프로젝트 팀의 첫 번째 숙제는 달성목표 수립이다. 다음의 사항들이 1차 분석 혹은 달성목표 수립에서 고려되어야 한다.

- CAD S/W와 H/W 성능
- H/W와 S/W, 교육 기술상담에 필요한 경비
- 전체 생산 프로세스의 변화
- 기존 프로그램
- FEM 같은 다른 프로그램과의 호환성
- Top-down 설계같은 시스템 작업기술
- 전산 기술

그외에도 많은 data 처리용량의 network 하부구

조가 설치되어 있는 지도 점검해야 한다. network 성능이 맞지 않으면 3D CAD의 이용은 곤란하다.

2.3 CAD H/W와 S/W의 선택

달성 목표의 수립 후에 CAD H/W와 S/W의 선택작업을 시작한다. 시작은 Benchmark Test 부터 인데, Benchmark Test란 선발된 CAD system 사이의 비교이다. 이 테스트에 선발되는 업체는 오랜 기간 intensive 한 공동작업이 필요함을 전제로 하여 선택한다. 테스트는 '어떤 CAD system이 회사의 달성 목표에 적합하고 얼마나 경비가 소요되는냐'에 대한 평가이다. Benchmark Test의 흐름은 다음과 같다.

- 한 전형적인 object를 선택한다. 이 object는 회사의 생산 현장에서 보통 사용되는 모든 설계형상을 가져야 한다.
- CAD dealer에게 이 object를 주고 모델링하도록 한다. 3D 프로젝트 팀은 동참해서 결과를 평가하고 소비시간 등을 세밀하게 기록한다.
- 모델링 기록 외에 시스템 모듈들, 즉 Rapid Prototyping의 Layout 설계관계, FEM 계산, object의 변화 등을 검사한다.
- 생산이나 다른 부분에 대한 기능을 검사한다.

2.4 Pilot 프로젝트 및 Test

시스템을 하나의 pilot에 오랫동안 test 하기 위해 Test team이 구성된다. 테스트의 목표는 도입되는 시스템을 정확히 평가하는 것이다.

2.4.1 Test team

Test team은 시스템이 도입되는 라인의 작업자들 내에서 구성되어야 한다. 팀원은 능동적이고 호기심을 가진 작업자 중에서 선택되어야 한다. 호기심이 없는 작업자는 팀아르바이트에 지장을 주거나 나쁜 작업 결과를 초래한다.

2.4.2 Pilot 프로젝트

Pilot 프로젝트는 테스트 팀이 새로운 시스템으로 끝내야 하는 실질적인 작업들을 말한다. 이 작업들은 여러 라인 작업에서 추출되는데, 가능하면 진행 중인 프로젝트에서 추출한다.

2.4.3 교육과 상담

교육은 CAD system 제작자 또는 외부 상담자와의 공동작업의 개념으로 교육 내용의 범위를 확정한다. 최근의 3D CAD system은 다음 교육 내용을 포함한다.

- 부분 또는 곡면모델링
- 부속품 설계
- 도면 작성

교육은 여러 단계로 수행되는데 실습이나 응용 등을 고려하여 2~4주가 소요된다.

2.5 테스트 분석 및 결정

테스트 후에 정확한 분석과 평가가 필요하다. 결정을 위하여 소요경비, H/W 나 S/W 성능, 이용자의 친숙도, 제작자의 기술적인 상담성 등이 중요하다. 결정이 이루어지면 어떻게 system을 현장에 도입할 것인지의 plan이 세워져야 한다.

3. DUEWAG의 CAD S/W and H/W configuration

다음은 한 경찰도차량 생산업체인 DUEWAG의 뒤셀도르프 공장에서의 경험을 예로 든다.

3.1 3D CAD software

DUEWAG은 많은 Benchmark Test 후에 Parametric Technology Corporation의 CAD/CAM system Pro/ENGINEER를 선택하였다. Pro/ENGINEER는 복잡한 기구의 개발과 설계에서 3D CAD의 응용을 위한 새로운 방법을 선보였다. 여기에서 3D 모델의 구현방법은 매우 중요한데, Pro/ENGINEER는 이를 위하여 TOP-down 설계방법을 사용하였다. Pro/ENGINEER는 기계 설계용 CAD/CAM system으로 설계에서 생산까지 많은 기능 함수를 가지고 있고, 각각의 모듈은 하나의 data structure 형태로 전체적으로 연결되어 있다. 기본 모듈은 메뉴 방식으로 기본 element, 기본 그룹 및 복잡한 곡면을 파라메트릭으로 생성할 수 있다.

3.2 Hardware 및 O/S

▷70개의 HP-workstation : 모델 715/80, 715/100,

725/100 및 J200
 ▷CPU 메모리 : 256~640 MB
 ▷OS : HP UX 또는 HP VUE

4. 3D CAD의 응용

4.1 일반

3D 기술의 성공적인 도입 여부는 이 기술이 현장에서 어떻게 이용되느냐에 달려있는데, 다음은 경험을 기본으로 얻은 결론이다.

- 지금까지 보유중인 저렴한 CAD Workstation의 성능은 매우 복잡한 철도 차량의 표현에 부적당하다.
- 화면에 전체도면을 나타낼 수 있을 때, 각각의 설계단계에서 전체적인 흐름 윤곽을 갖고 작업할 수 있었다.
- 초기 설계에서의 error는 나중 변경에 큰 비용을 초래하였다. 설계 error를 피하기 위해 조립 검사와 부딪침 검사가 가능한 초기에 실시되어야 한다.
- 비용을 줄이기 위해 모듈화 방법을 사용하였다. 모듈화 방법이란 기 정의되고 검사된 제품끼리 조립해서 다음 단계의 조립품을 생산하는 방식이다.
- Engineering Data Management system(EDM)의 사용은 생산 data 특히 3D data의 편리한 이용을 도우므로 설계업무의 병렬 작업수행을 위하여 꼭 필요하다.

4.2 Structure field

Structure field는 Top down 설계방식의 가장 위이다. 요구되는 기능과 설계 요구조건 등으로부터 대체적 계략형상을 만든다. 중간 조립품의 구조나 설계 해석의 simulation, 계산 등을 행한다. 이 단계에서 조립과 기능 면에서의 Product structure를 확정한다. 전철에서는 기어의 수, 문의 수, 전기선 등이 결정된다.

4.3 중간조립품

생산기술이나 흐름도 측면에서 조립그룹, 조립공간, 흐름도를 확정하는데, 중간조립품은 두 번째 단

계이다.

4.4 기본 element

Top down 방식의 3번째 단계는 기본 element인데, 조립그룹의 각 element 들은 조합 구조, 조합부분 및 기능을 고려한다.

5. 3D CAD의 경제성

3D CAD system의 경제성은 가져온 효과를 투자된 비용으로 나누어 정의한다. 여기에서는 3D CAD의 세세한 비용 효율 해석을 하지 않고 이 기술의 설계와 생산 측면의 현장이용에 대해서만 고려한다. 3D CAD는 설계기간을 단축시키고 설계와 생산의 error를 줄인다. 3D CAD의 도입으로 생산성의 증가가 기대는 데, 그러기 위해서는 이용자는 3D CAD system에 intensive 하게 훈련하여 실제적으로 작업이 가능한 숙련공이 되어야 하는데 대체적으로 12~18개월이 소요된다.

5.1 3D CAD와 설계비용

설계에서 직접 비용은 순수한 설계만을 위한 비용이다. 이 비용에는 순수 설계기간, 참여 연구원의 수 및 그들의 연봉 등이 고려된다. 연구원의 설계 기간은 순수 설계업무를 위하여 쓰여진 시간이다. 연구원의 전체 업무 시간에 비한 설계업무 시간의 비율은 DUEWAG 뒤셀도르프 공장에서는 다음과 같았다.

- 프로젝트 팀장 약 20%
- 설계기사 약 60%
- 세부 설계기사 약 80%
- 제도원 약 90%

순수 설계 비용(reinen Konstruktionskosten : RKK)는 다음과 같이 계산한다.

$$\triangleright RKK = RKK_{PL} + RKK_K + RKK_{DK} + RKK_Z$$

여기에서

RKK_{PL} : 프로젝트 팀장의 순수 설계비용

RKK_K : 설계기사의 순수 설계비용

RKK_{DK} : 세부 설계기사의 순수 설계비용

RKK_Z : 제도 인원의 순수 설계비용

5.2 3D CAD system의 이용률

설계업무에서 3D CAD system 이용률은 (실제 이용기간/가능이용기간)으로 나타난다. 이 방법을 세세한 수치화보다는 0%, 50%, 100% 등의 대략적인 수치화로 충분하다. 다음은 한 예이다.

- 설계업무에 투입된 3D system 수 : 23
- 19 system에 걸린 load : 100%
- 2 system에 걸린 load : 50%
- 1 system은 실제로는 load가 걸리지 않았음.
- 1 system은 관리용
- ※이용률 = 20/23 : 87%

5.3 3D 설계수행률

3D 설계수행률은 (3D CAD 작업 인원/전체 설계 인원)으로 계산된다.

6. 결 론

이 보고서는 철도 차량에서 3D CAD system

도입에서 일어나는 제반문제에 대한 현장 Report이다. 달성 목표의 수립, Benchmarking test, Pilot test 등의 중요점을 서술하였고, 철도 차량의 3D CAD 기본의 Top-down 설계방식에 대해서 서술하였다. 덧붙여 3D CAD system의 경제성을 논의하였다. 전체적인 서술 방향은 설계와 생산에서 3D CAD의 직접이용에 두었다. 세부적으로는 설계기간의 단축, 설계와 생산에서 error의 감축 등이다.

《Konstruktion Vol. 52, No. 1, January 2000》

본 기사는 울산대학교 박홍석 편집위원과 목포대학교 정형배 편집위원이 “Konstruktion”에서 발췌하였으며 출판사인 Springer-VDI-Verlag의 연락처는 다음과 같다.

- Fax : +49-211-6103-414
- E-mail : vertrieb@technikwissen.de

--- 학술진흥재단 등재후보학술지로 선정 ---

학술진흥재단(<http://www.krf.or.kr/act/academic/list.html>)의 등재후보학술지는 현재 1차에서 58 (98. 12. 28), 2차에서 79 (99. 9. 8), 3차에서 122 (99. 12. 7)개의 학술지가 선정되었습니다. CAD/CAM 학회는 2차에서 등재후보학술지로 선정되었습니다.

등재후보학술지는 선정된 후 2년간 계속 평가를 받게 되며 계속 평가 후 최종 등재학술지로 선정됩니다. 따라서 현 시점에서는 등재학술지가 전혀 없습니다. 첫번째 등재학술지는 금년 말에 1차로 선정될 것으로 예상되며, CAD/CAM 학회는 내년 9월 즈음으로 기대하고 있습니다. 참고로 지금까지 등재후보학술지 평가에 응모한 학술지는 약 400여개로 알려져 있고, 이중 259개가 등재후보학술지로 선정되었습니다.