

산업체에서의 MDA 활용 및 동향

李 承 求

大宇重工業(株) 中央研究所

I. 서 론

오늘날 기업이 처해있는 환경은 무역개방, 수요자의 다양한 요구, 시장 경쟁 체제의 심화 및 점차 가혹해지는 정부 규제 등으로 인하여 결코 순탄하지가 않다. 그러므로 기업은 유연하게 시장 요구에 대응할 수 있는 신제품 개발에 총력을 기울여야 하며 우수한 성능, 짧은 개발기간, 낮은 가격 등의 시장 경쟁력을 갖춘 제품개발이 요구된다. 따라서 향후 기업의 생존 및 우위 확보를 위해서는 기업 고유의 제품 개발과 이것을 지원하는 설계자동화 시스템 구축이 필요하다.

모든 산업 분야에 걸쳐 제품은 점차 메카트로닉스(mechatronics)화 하므로 전자제품의 외형설계 및 내부 기구부의 설계를 포함하는 전자 및 기계의 복합 제품의 설계기술이 필요하게 되었다. 특히 전자제품은 외형 스타일을 강조하고 경량 박형화 하는 경향에서 패키징 설계등을 중시하여 기구설계 자동화(MDA, mechanical design automation)시스템의 지원이 필요로 한다. 최근의 컴퓨터와 각종 응용 소프트웨어의 눈부신 발전은 이런 제품설계 환경에서 필요로 하는 도구를 지원하고 우수한 제품의 개발을 가능하게 하고 있다. 특히 고도의 그래픽 기능과 혁신적인 연산 능력이 탑재된 엔지니어링 워크스테이션(engineering workstation) 및 발전된 네트워킹 기술의 보급으로 컴퓨터를 이용한 설계, 제도, 해석, 시험 및 생산(CDD/CAE/CAT/CAM)의 모든 개별 단계를 통합 데이터베이스 환경하에서의 MDA (mechanical design automation)시스템의 구축이 가능해졌다.

본고에서는 MDA 시스템의 개념을 기술하고 당사에서 추진하고 있는 MDA 시스템 구축 사례를 들어 하드웨어 네트워크 시스템 구성과 각종 응용 소프트웨어의 상호 인터페이스에 의한 통합 과정을 설명하며, 당사에서 개발 생산하고 있는 대표적인 제품에 적용된 사례들을 들어 MDA의 활용을 소개하고자 한다.

II. MDA시스템의 개념 및 도입

1. MDA 시스템의 정의

MDA 시스템이라 함은 앞에서 언급한 대로 모든 컴퓨터 하드웨어의 완벽한 네트워크 시스템을 기반으로 기존에 개별적으로 운영되어 오던 CAD (computer aided design & drafting), CAE (computer aided engineering), CAT (computer aided testing) 및 CAM (computer aided manufacturing)의 각 단위 공정들을 통합한 것이다.

그림 1 과 같이 구성되는 MDA시스템은 개발 초기에 작성된 설계 데이터가 설계 평가를 위한 해석 및 시험 데이터로 활용되어 평가를 거친 후, 재설계 및 NC 시뮬레이션 (numerical control simulation) 등의 공정을 거쳐 제도 및 NC 가공에 사용되는 일련의 제품 개발 과정을 나타낸다. 각 단계에서 작성된 엔지니어링 데이터는 공통 데이터베이스로 입력되고 연관 단계에 바로 활용되므로 각 단계마다 입력 데이터 작성을 위한 반복적인 모델링 작업 등을 피할 수 있다. 따라서 효과적인 개발기간 단축을 기대할 수 있고 NC 시뮬레이션 등을 통해 시험과 시제품 제작 횟

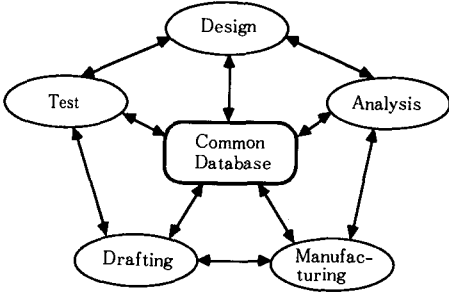


그림 1. MDA 시스템의 개념도

수를 최소화할 수 있어 대폭적인 비용 절감이 가능하다. 또한 신제품 개발 및 기존 제품 개선 기간을 단축하여 경쟁력 높은 첨단 제품을 적기에 공급 가능하게 한다.

2. MDA시스템 도입을 위한 설계 생산 공정의 분석

이와 같은 MDA시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는 구축 대상분야를 충분히 이해하고 적절한 기대 효과의 파악과 아울러 기술적인 타당성도 고려되어야 한다.

제품의 개발 공정은 설계, 시제품 제작, 시험 및 양산 준비 단계로 이루어지고 이중에서 설계공정은 사양 검토, 개념설계, 상세설계 및 설계 해석의 미세 공정으로 이루어져 있다. 그러므로 성공적인 MDA 시스템의 구축은 단순히 CAD/CAM 소프트웨어의 선정 뿐만 아니라 도입 대상인 설계 또는 생산공정에서 각 단위 및 전체 공정의 면밀한 분석에 따른 MDA 시스템의 구축방법 및 운용 계획의 수립이 중요하다. 만약 건설중장비를 생산하는 회사의 MDA 시스템을 자동차회사의 MDA 시스템과 비교하면 생산 제품의 형태가 기계 제품이라는 면에서 유사하나, 소비자 측면에서 제품의 사용 목적과 사용 조건이 다르고 제조업자 측면에서는 설계 및 생산 공정 등의 조건에 현저한 차이가 있으므로 MDA시스템의 획일화된 도입은 지양해야 한다.

기존의 공정에 MDA 시스템을 적용하는 것도 어느 정도 효과를 기대할 수 있으나 투자 효과를 극대화하기 위해서는 기존의 설계 및 생산 공정 자체를 변경하고 MDA 시스템에 적응성을 갖도록 해야 한다. 최근들어 기업에서 CAD/CAM의 효용성을 인식하고 도입하는 기업들이 늘고 있으나 개념 설계 단계부터

3차원 모델러가 사용되지 않거나 기존의 제도판에서 하던 단순 도면작업만을 CAD/CAM 시스템으로 대체시킴으로써 투자의 효과가 미미한 경우가 많은데, 이 경우 설계의 미세 공정을 개선하고 단순화된 표준 공정을 기반으로한 MDA 시스템을 도입한다면 투자효과를 극대화할 수 있다.

그림 2는 자동차용 엔진의 실린더헤드의 흡배기구(吸排氣口)의 형상을 나타낸 그림이고 그림 3은 흡배기구 개발 과정을 MDA화 하기 위한 흐름을 보여주고 있다. 실린더헤드는 엔진이 동력을 낼 수 있도록 공기 및 연료를 연소실내로 공급, 배출하는 경로이 외에 엔진을 냉각시키는 냉각수 및 냉각유의 순환경로를 제공하고 있다. 공기의 흡배기 역할을 하는 흡배기구의 설계는 엔진의 전체 성능에 큰 영향을 주며 이것의 설계 변경 및 시제품 제작은 빈번하게 이루어진다. 따라서 흡배기구 개발 공정의 분석과 개선은 성능 좋은 엔진을 제작하기 위해 그 필요성이 크게 대두된다.

실린더 헤드 흡배기구의 형상은 3차원의 자유 곡면으로 이루어져 있으며 실린더헤드 내부의 여유 공간에 배치되는 공간적인 제약 조건으로 그 개발 및 시제품 제작이 용이하지 않으며 설계의 검토는 주로 시제품이 제작된 후 실험적인 방법에 의해서 가능했다. 그림3(a)에서 보는 바와 같이 기존의 개발 방법은 기존 제품의 2차원 도면으로부터 주어진 사양을 만족할 수 있는 형상을 설계자의 감각으로 재구성하여 흡배기구의 마스터 모델(master model)을 만든 후, 금형을 사용하여 실린더헤드 시제품을 얻고, 와류

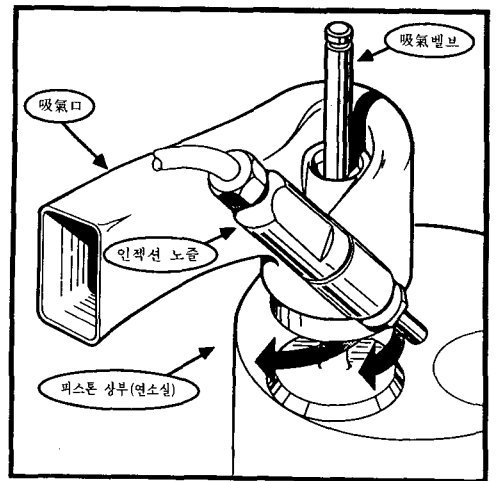


그림 2. 디젤엔진 흡기계 구성도

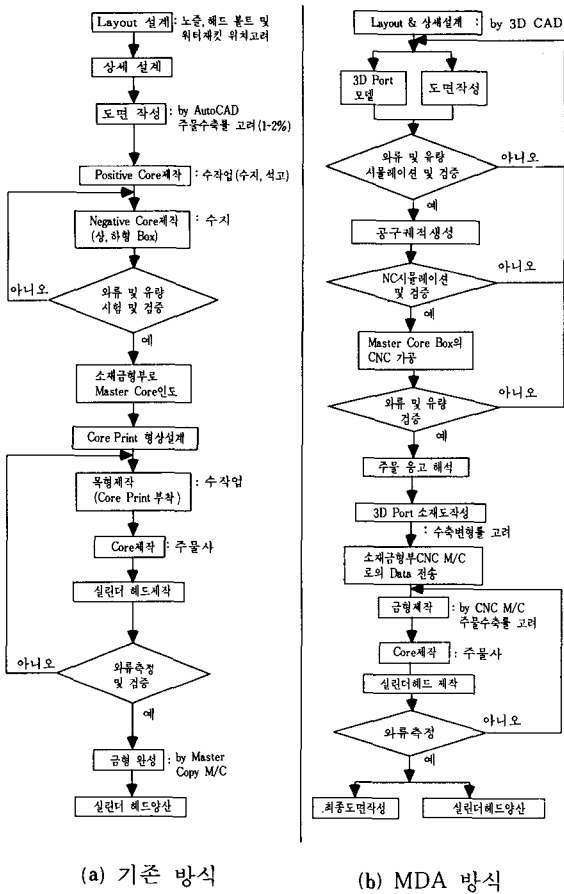


그림 3. 실린더헤드 흡배기구 개발 흐름도

(渦流) 및 유량시험, 엔진 시운전을 거쳐 마스터 모델의 형상을 수정 보완한 흡배기구의 최종 형상을 개발한다. 최종 형상을 개발하기까지 수차례의 반복 실험을 하게 되므로 실험 횟수 및 시제품의 제작 횟수를 저감하는 것은 개발 비용의 절감 및 기간 단축을 가능하게 한다.

위와 같은 개선 목표를 달성하기 위하여 그림3(b)와 같이 그 공정을 재배치하고 MDA 시스템을 도입한다. 개선된 공정에서는 도면 형태의 정보 전달 방법을 지양하고 3차원 그래픽스를 이용하여 그 형상을 컴퓨터에 입력시키고 금형 제작을 위한 NC code 자동 창생 및 흡배기구내 유동 해석을 위한 유체 해석 모델을 작성하며, 주물품 제작시 주물의 응고 해석 및 수축률 계산에 컴퓨터를 도입함으로써 흡배기구 개발을 자동화할 수 있다.

3. 설계 자동화의 환경 요건

엔진 실린더헤드 흡배기구의 개발 공정을 분석하면 개선된 개발 공정에서는 개념 설계, 상세 설계, 설계해석, 시제품 가공 및 성능 평가의 단위 공정으로 구성되어 있고, 각 세부 공정은 개념 설계 단계에서 작성된 흡배기구의 기하학적 형상 데이터 및 기타 기술 자료들을 각각의 공정에서 필요한 용도에 응용하는 공정들의 연속으로 이루어져 있다. 분석된 결과로부터 흡배기구의 개발 공정을 자동화하기 위한 몇 가지의 착안점을 도출할 수 있는데 그것은 각 단위 공정마다 설계 자료를 연속적으로 송수신할 수 있게 하는 네트워킹, 각 단위 공정의 공통 설계 데이터의 데이터베이스화 및 각 단위 공정의 용도에 적합한 소프트웨어를 구축하고 데이터베이스의 설계자료를 일관성 있게 사용하는 것이다.

1) 네트워킹

네트워킹의 목적은 이기종 컴퓨터간의 설계자원(engineering resource)을 공유하여 투자의 효율을 높이고, 사용자로 하여금 원활하게 CAD/CAM 도구를 선택 및 운용할 수 있게 한다. 또한 각 공정간에 순차적으로 통신하게 하여 공정의 흐름을 자동화 한다. 통신방법에는 주로 사용되는 ethernet 및 token-ring 방식이외에 컴퓨터 회사가 제공하는 고유의 방식이 있으며 통신 protocol에는 UNIX 계열의 TCP/IP 및 DECNET 방식이 있다.

2) 데이터베이스

설계 공정의 각 단계마다 각 단계에서 컴퓨터를 이용하여 수많은 정보가 파일의 형태로 발생한다. 과거의 문서나 도면을 승인하는 결재 절차는 on-line화 해야 하는 업무 형태의 변화를 거쳐야 한다. 각 그룹간, 부서간 또는 상위 조직내에서의 설계정보, 자료 및 문서는 전자기적 형태의 정보로 관리할 수 있는 도구로서 데이터베이스가 개발되어야 한다. 데이터베이스는 생산, 영업정보 시스템과도 연결되어 제품의 도면, 설계자료, 부수적 기술 자료를 상호 교환하고 생산 관리 및 자재관리를 위한 MRP(material resource planing) 시스템과 MDA 시스템의 중간위치에서 MRP에 생산 BOM(bill of material)을 제공하는 역할을 한다.

3) CAD/CAM 시스템

CAD 시스템은 기계 구조물의 형상을 컴퓨터 이미지로 변화하는 그래픽스 기능이외에 설계 업무에 필요한 보조기능을 가지고 있다. CAD시스템은 초기의 설계 보조 도구에서 탈피하여 최근에는 MDA 시스템의 핵심 역할을 하고 있으며 앞으로는 단위 설계 공정의 자동화의

도구이외에 각 공정을 논리적으로 통합하는 역할을 맡게 될 것이다.

CAD 시스템은 모델링 기법 측면에서(wireframe, surface 및 solid 모델링으로 대별되는 그래픽스 기법에 기초하고 있다. 이와 같은 3가지의 형상 표현 방법은 나름대로의 특징과 장단점을 갖고 있으며(표1) 투시도, 단면도 등 도면 작성과 질량, 무게 중심 등 물리적 특성계산 및 수치 제어를 위한 공구 경로의 작성 등의 제품 개발 과정에서 요구되는 설계 해석을 지원한다. 또한 구조해석, 유체해석의 도구로 쓰이는 유한요소의 자동생성(automatic mesh generation)기능을 갖는다. 모델링 기법중 솔리드 모델링 기법이 가장 실제 형상에 근사한 컴퓨터 모델을 표현하고 다양한 적용성이 있음에도 데이터 구조의 복잡성으로 고도의 컴퓨터 처리 능력이 요구되었다. 그러나 EWS의 발전으로 솔리드 모델링 기법이 형상 정의의를 위한 모델링 수단으로 보편화되고 점차 CAD 시스템의 중추적인 역할을 하고 있다.

통합 CAD시스템은 기존 개념의 CAD 기능 이외에 설계해석을 위한 CAE 소프트웨어를 포함하고 있다. 앞서 실린더헤드 흡배기구 개발 공정도에서 볼 수 있듯이 흡배기구내 공기의 유동해석, 금형의 응력해석, 주물품의 응고 및 변형해석 및 금형가공을 위한 공구경로 해석 등의 CAE 기술이 필요하며 전자제품의 설계에서도 마찬가지로 적용된다. 표 2는 전자 제품 설계해석에 필요한 CAE 요소기술을 보여주고 있다.

4. MDA를 위한 차세대 모델러




솔리드 모델링은 그 표현 방법에 따라 CSG(con-

표 2. CAE 요소 기술

분 야	용 도	상업적 소프트웨어
기구해석	• Video Head 구동계의 기구해석 • 컴퓨터 플라피 디스크 드라이버의 운동계 해석	ADAMS, MADYMO, DYMES 등
구조해석	• Video Deck의 동특성 해석 • 세탁기의 진동, 소음 해석 • 요소부품의 응력해석	NASTRAN, I-DEAS, ABAQUS, ANSYS, NISA/DISPLAY 등
유동해석	• 컴퓨터의 냉각시스템 설계 • 냉장고용 압축기내의 유동해석	PHEONICS, FIDAP, FLUENT, FLOW3D 등
사출성형 해석	• 부품의 플라스틱 사출성형 해석	CAPLAS, Mold Flow 등

structive solid geometry) 방식과 B-rep(boundary representative) 방식으로 구분된다. CSG 방식의 솔리드 모델링은 몇개의 기본 도형(primitive)과 그 집합 연산(Boolean operation)으로 정의되며 데이터 구조는 tree형 구조를 취하며 결합순서가 결정된 상태이다. B-rep 방식은 다면체 모델을 확장하여 3차원 곡면들로 이루어진 다면체의 loop를 정의하는 3차원 형상 정의 방식이다. 이 두 방식의 차이점은 표 3과 같으며 초기에는 두 방식 중 1개의 방식을 사용하여 개발되었으나 최근에는 대부분의 모델러들이 CSG 방식과 B-rep 방식을 병용한 hybrid 방식으로 발전돼 가고 있다.

표 1. 모델링의 종류 및 특징

구 분	Wireframe 모델	Surface 모델	Solid 모델
모델링 방법	꼭지점들을 연결하는 능선(Wire)으로 형상표현 	Wireframe들로 둘러싸인 면(Surface)을 추가로 정의 	곡면으로 둘러싸인 실제 형상을 표현 
데이터 구조	단 순	중 간	복 잡
형상표현	• 구조가 간단한 형태의 표현이 용이 • 3면도, 투시도 및 도면 제작 용이 • 은선제거 곤란	복잡한 곡면의 형상정의에 적합	물체 내부의 질량감 표현 용이
형질표현	질량, 부피, 무게중심 등의 계산 불가능	물리적 성질의 표현 곤란	• 실제 형상 표현 가능 • 물리적 형질 표현 가능
용 도	일반 2차원 도면제작	NC를 위한 공구경로 작성	각 분야에 높은 적용성

이상과 같은 서로 다른 모델링 방식을 채택한 산업용 솔리드 모델러들로부터 미래 지향적인 상품을 선정하는 기준은 무엇일까? 서로 다른 개념의 모델링 이론을 채택한 것은 그렇게 문제가 크지 않을 수 있으나 미래 지향적인 모델러는 사용자와 친숙하고, 인간의 사고에 근접해서 형상을 완성하는 도구를 제공하는지 여부가 중요하다. 최근에 이 문제에 대한 논의되고 있는 주제중 몇가지를 열거하면 parametric design, feature-based design, 표준 사용자 인터페이스 및 모델러의 개방 구조(open architecture) 개념 등이다.

Parametric design 기술은 솔리드 모델링시 기존의 Boolean operation을 지양하고 치수 중심 방식을 채택하여 형상 생성 능력을 증대시킨다. 이 방법은 도면작업에 익숙한 설계자들의 관습에 근접하여 solid 형상을 제작하게 하며, 여러개의 부품으로 이루어진 구조물의 상호 연관 변수를 정의하여 조립성 검토를 용이하게 한다.

Feature based design 개념은 볼트, 너트, 기어 등의 표준 부품들을 솔리드 데이터를 이용하여 표준형상으로 정의하는 개념이다. 이 방법의 솔리드 모델링은 설계 생산성을 증진시키며 생산 및 공정 설계를 위한 형상 정보, 즉 기계가공시 빈번하게 일어나는 드릴링, 모따기, rounding, filleting 등의 가공작

업을 위한 형상 추출을 용이하게 한다.

개방 구조는 모델러의 내부 데이터베이스 알고리즘을 공개하고 제공된 서브루틴을 이용한 프로그램이 가능토록 하여 다른 응용 프로그램과의 연계성을 강화시킬 수 있다.

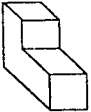
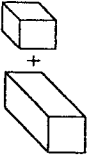
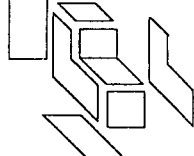
이외에 타 모델러의 데이터 호환성을 유지하기 위하여 직선, parabolic, Bezier곡선, 스플라인 등의 개별적 곡선 정의 방법을 NURBS(non-uniform rational B-spline)라는 통합된 곡선 표현 방식을 많은 개발자들이 채택하는 경우가 많이 있다. 컴퓨터 메이커 역시 소프트웨어 개발자의 이와같은 동향을 컴퓨터 업계의 산업표준으로써 지원하기 위해 NURBS를 EWS의 표준 그래픽 기능으로 지원하는 경향은 차세대 모델러들이 점차 산업 표준을 존중하고 시스템간에 가능한 통합을 시도하고 범용성을 중시한다는 것을 암시한다.

III. 기계공업체의 설계자동화 시스템

1. MDA 시스템을 위한 엔지니어링 네트워크 시스템

1982년 대우중공업에 CAD/CAM 시스템이 도입된 이래 업무 내용에 따른 이기종 컴퓨터의 사용이 증가

표 3. 솔리드 모델링의 CSG 방식과 B-Rep 방식의 특성 비교

구 분	CSG 방 식	B-Rep 방 식
데이터 작성방법	용이: 기본도형 직접입력	곤란
기억용량	소용량: 구조간단	대용량: 복잡한 Topology
데이터 수정	용이	약간 곤란
3면도, 투시도 작성	곤란	용이
곡면의 작성	용이	비교적 용이
전개도의 작성	곤란	용이
중량계산	용이: Monte Carlo 방법	약간 곤란: 적분계산
표면적 계산	곤란	용이
유한요소 데이터작성	솔리드(용이), 표면(곤란)	솔리드(곤란), 표면(용이)
상용 모델러	Unisolid, Auto-Trol, PADL 등	GEOMOD(I-DEAS) CADD5X, PATRAN 등
		

함에 따라 각 기종간의 데이터 공유 및 교환에 대한 요구가 증대되었다. 또한 PC를 기본으로한 2차원 전용 CAD 시스템인 AutoCAD 사용이 급증하는 등 연구 환경의 변화로 중앙연구소 보유 모든 컴퓨터 및 주변기기들을 공유하는 새로운 네트워킹 환경이 필요하게 되었다.

통합 네트워크 환경은 연구공간에서는 광케이블을 이용하여 신뢰성 및 전송 속도를 보완하고, 건물내에서는 thick/thin ethernet 케이블을 사용하여 구성되었다. 부서마다 file server를 두어 부서 특성에 맞는 네트워크 환경을 구축케 하였으며, protocol은 TCP/IP, DECNET, IPX 등을 사용하였다. 이러한 네트워크 환경하에서 각 사용자는 기종에 관계없이 연구소내의 모든 컴퓨터 및 주변기기들을 원하는 OS (operating system) 환경에서 사용할 수 있으며 PC 용 CAD 시스템에서 관리가 곤란한 데이터의 중앙관리 및 공유도 가능하게 되었다.

MDA 시스템 내에서는 각 응용 분야별 컴퓨터의 계산 능력 향상 및 각 기종간 화일 전송속도 개선을 위하여 중앙집중 방식과 분산 방식을 혼합하여 네트워크의 기능을 향상시켰다. 즉, 소형 및 단순 구조물의 해석을 위한 모델링 및 계산 작업은 엔지니어링 워크스테이션에서 수행하고, 대형, 고난이도의 복잡 구조물의 해석은 슈퍼컴퓨터를 이용하게 하였다. 각 부서내에서는 file server와 computing server를 설치하여 부서간 시스템 구성에 유연성을 부여하고 각 컴퓨터의 부하를 분배하였다(그림4).

2. EDMS (engineering database management system) 구축

컴퓨터를 이용한 설계업무가 증가하게 되면 파일 형태의 설계데이터 폭증을 수반하여 체계적인 관리 기법이 필요하며, 데이터의 재활용이 가능하도록 부가 가치를 높여야 한다. EDMS는 도면 데이터 (CAD data)를 근간으로 각종 엔지니어링 데이터를 체계적으로 관리 유지하기 위한 통합 데이터베이스 관리 시스템이다.

1) 도면 관리 시스템

기존에 각 설계 부서에서 별도의 관리 체계로 운영해 오던 도면 관리 시스템을 전사적인 EDMS로 통합하고 전산화함으로써 설계, 제도, 시험, 구매, 양산 및 품질 관리 등의 전 개발공정을 위한 데이터베이스로 활용 가능토록 하여 개발 기간 단축 및 원가절감 등의 제품개발의 부가 가치를 극대화할 수 있다. 도면 관리시스템은 설계 개발 공정내에서 발생

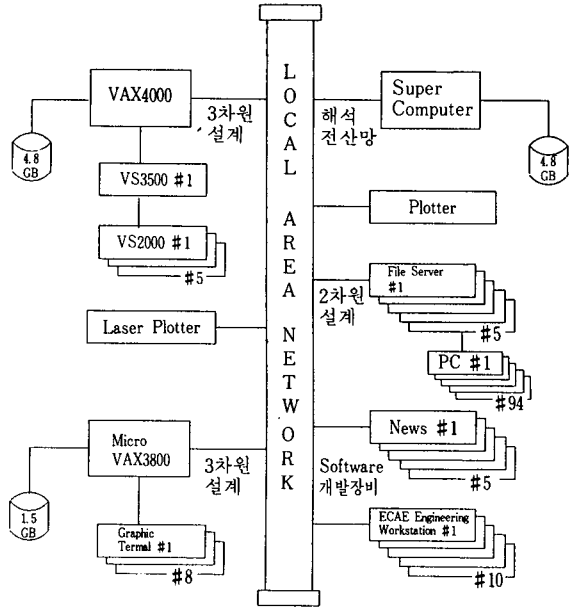


그림 4. 대우중공업 전산 네트워크 시스템

하는 모든 단위 업무를 포함하고 있으며 중요 기능을 요약하면 다음과 같다.

- ① 도면관리 : CAD도면, 수작업 도면의 이력관리
- ② CAD화일관리 : 도면 관리의 연장으로 CAD화일 도면의 생성, 설계변경, 출도 등의 관리
- ③ 승인 및 결재 : 도면의 전자 결재 시스템
- ④ BOM (bill of material) 관리 : CAD 데이터로 부터 BOM의 자동 생성 및 관리
- ⑤ 양산관리 : 양산과 연결된 각종 정보의 관리 및 생산 현장과의 인터페이스 지원

2) AUI (AutoCAD user interface)

AUI는 개발 제품을 형상화하고 도면화하는 도구인 CAD 시스템의 설계 및 제도 작업 능력을 증대시키고 EDMS와의 유기적인 통합으로 전체 개발공정의 생산성 향상을 목적으로 개발된 유틸리티 (utility) 소프트웨어이다.

이 AUI 소프트웨어는 AutoCAD가 제공하는 LISP 언어를 사용하여 개발된 사용자 인터페이스 시스템으로 CAD/CAM 작업에서 주로 쓰이는 명령어와 기능들이 아이콘 메뉴 (icon menu)로 정의되고 도면작업의 환경을 통일하였다. 당사의 중요 데이터베이스인 표준 부품 라이브러리와 인터페이스를 통해 메뉴상에서 손쉽게 선택할 수 있는 기능을 첨가하여

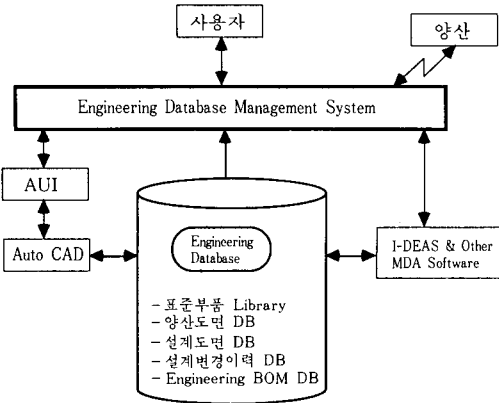


그림 5. 대우중공업 EDMS 개념도

그림 5와 같은 여타 MDA 소프트웨어와의 인터페이스 유틸리티를 포함하게 된다.

3. 엔지니어링 소프트웨어 인터페이스

당사 MDA 시스템은 3.1절에서 언급한 하드웨어 네트워크 시스템이 제공하는 전산 환경과 공통 데이터베이스 상에서 각 단계별로 작업들을 연속적, 자동적으로 수행하도록 소프트웨어 인터페이스 작업을 추진해 왔다. 즉, SDRC사의 IDEAS 시스템을 중심시스템으로 채택하고 각종 응용 소프트웨어들을 I-DEAS의 product database에 연결하는 방식이다.

I-DEAS의 기본 모델러는 과거 GEOMOD로부터 발전된 솔리드 모델러를 기본으로 하고 wire frame 모델 및 표면 형상 데이터는 솔리드 데이터의 부가 데이터로 제공된다. I-DEAS의 pearl database는 솔리드 데이터를 공통 데이터베이스로 채택하고 각 모듈간의 화일 전송이 직접적으로 가능하기 때문에 I-DEAS의 타 모듈간의 추가적인 접속 프로그램은 필요없다. 그러나 당사내 부분적으로 Schlumberger사의 BRAVO3 시스템으로 작성된 것과 1989년부터 제도용으로 사용된 AutoCAD 데이터와의 호환이 필요하고 공정별 업무분야에 따라 그 분야의 전문 소프트웨어를 사용해야할 경우가 있으므로 효과적인 MDA 시스템을 구축하기 위해서 소프트웨어간의 인터페이스 기술이 필수적이다. 이런 목적을 위하여 당사 MDA 시스템내의 전송 데이터 표준을 정하고 I-DEAS, Bravo 3 및 AutoCAD로부터 나온 설계 데이터를 I-DEAS와 상호 인터페이스가 가능한 Universal,

IGES, DXF 파일로 변화함으로써 데이터베이스화하고 다른 목적에 재활용하도록 하였다.

CAE용 전문 소프트웨어와의 인터페이스 방법에는 소프트웨어 회사가 제공하는 data loader 소프트웨어를 이용하는 방법과 당사 개발의 인터페이스 소프트웨어를 이용하는 방법 등이 있다. 당사에서는 CAE 분야를 보강하기 위하여 I-DEAS 시스템에서 제공하는 data loader 소프트웨어를 이용하여 구조해석 전문 소프트웨어인 NASTRAN과 ABAQUS를 I-DEAS와 인터페이스 시켰고, 충돌해석 및 비선형 해석 등의 전문 소프트웨어인 NIKE3D, DYNA3D와 연소해석용인 KIVAII 등 비상업적 소프트웨어와는 I-DEAS의 pearl database 및 중립 파일 (neutral file) 을 이용한 인터페이스 프로그램을 개발하였다.

IV. 제품 개발시 적용 사례

1. 디젤엔진 Power Train의 진동 소음 해석

디젤 엔진 고유 모델의 개발 과정에서 유한 요소법 (finite element method, FEM) 이용한 진동, 소음의 개선은 필수적이다. 시스템의 모델링은 Bravo 3로 작성된 디젤 엔진 부분과 AutoCAD로 작성된 트랜스미션 부분의 CAD 화일을 IGES format으로 I-DEAS 시스템으로 전송시켜 그림 7과 같은 유한요소 해석모델을 완성하고 CONVEX상에서 모드 해석등을 수행하는 과정을 밟고 있다.

그림 6은 I-DEAS에서 완성된 유한 요소모델은 NASTRAN 데이터 화일로 전환시켜 NASTRAN에서 진동 모드 해석을 수행한 후, 그 결과 화일을 다시 data loader를 걸쳐 I-DEAS에서 post processing을 수행하는 과정이다(그림6). 이것은 네트워크

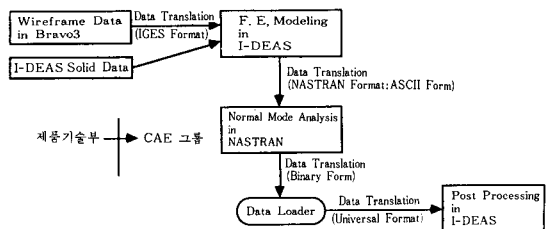


그림 6. 디젤엔진 진동 모드 해석 흐름도

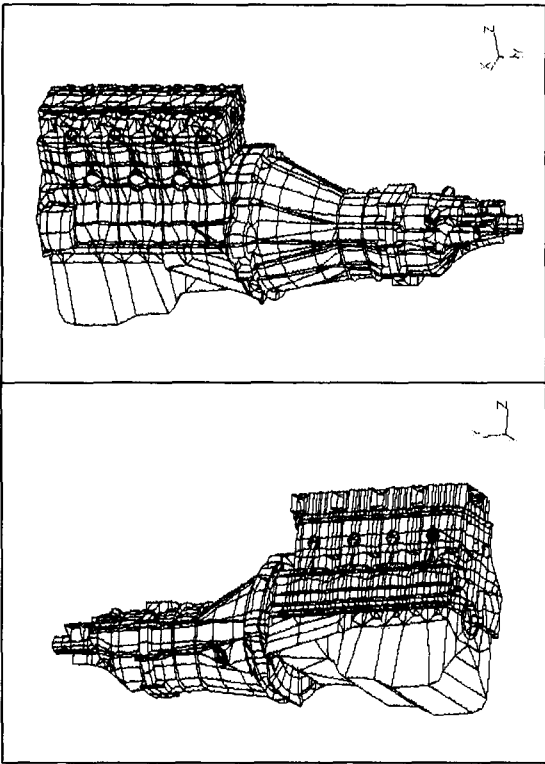


그림 7. 디젤엔진 power train의 유한 요소모델

기 설계 단계에서 3차원 형상 정의가 어렵고 목형제작에 많은 시간이 소요되며 형상 변경이 용이하지 않았다. 또한 완성된 목형으로부터 정확한 중량 및 무게 중심의 계산과 도면화가 어려운 실정이었다.

이상의 문제점을 개선하기 위해 설계자가 처음부터 솔리드 모델링 기법을 이용하여 카운터 웨이트의 설계를 시도하였다. 산업디자인팀에서는 완성된 3차원 설계 데이터를 네트워크를 통해 전송받아 목표 중량 및 무게 중심을 유지하며 미적인 효과를 고려한 외관 설계(styling)를 수행한 후, 그 결과를 다시 설계팀에 반영한 후 최종 도면을 완성한다.

결론적으로 설계팀과 산업디자인팀에서 3차원 솔리드 데이터를 공유하며 카운터 웨이트를 설계함으로써 3차원 형상 파악을 위한 목형 제작 공정을 삭제시킬 수 있으며 형상 변경 및 도면 제작이 손쉽게 이루어질 수 있다. 이에 따라 개발 기간 단축 및 원가 절감을 효과적으로 이룩할 수가 있다.

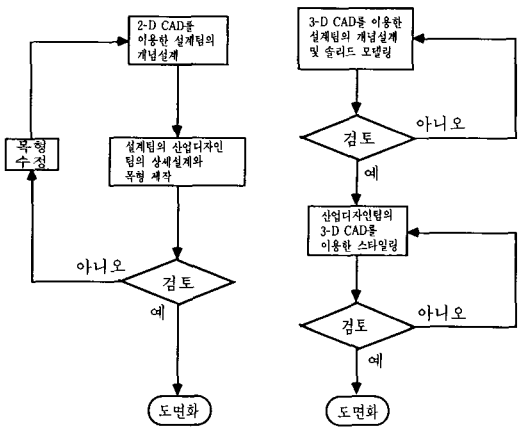
그림 8은 카운터 웨이트 설계를 위한 기존의 목형 방식과 솔리드 모델링 방식으로 개선된 개발 공정도이며 그림 9는 설계된 카운터 웨이트의 솔리드 모델이다.

전산 환경하에서 I-DEAS로부터 생성된 모델데이터를 공동데이터베이스화하고 여타 시스템에서 공유한 MDA 업무의 한 사례라고 하겠다.

2.3차원 솔리드 모델링 기법을 이용한 지게차 카운터 웨이트 설계 해석

지게차 개발시, 카운터 웨이트는 지게차 fork가 받는 작업 하중을 지지하는 역할을 하는 주조품으로 설계시 정확한 중량과 무게 중심을 계산하여 목표 중량에 도달할 때까지 수차례의 형상 변경이 필요했다. 과거에는 카운터 웨이트가 미학적인 고려없이 설계되어 수작업에 의해 비교적 간단히 계산되었으나 최근에는 소비자 기호에 부응하는 외관 스타일이 복잡해 지면서 목형의 제작을 수반하게 되었다.

이와 같이 반복적인 설계 변경이 요구되는 카운터 웨이트의 설계를 위한 기존의 방식은 설계자가 2차원 개념 설계를 하고 이것을 근거로 산업디자인팀에서 목형을 제작하여 설계팀과 같이 3차원 형상을 재정의해 나가면서 목표 중량을 만족시키는 최종 도면을 완성하는 것이었다. 그러나 이 방식은 설계자가 초



(a) 기존방식

(b) 개선된 방식

그림 8. 지게차 카운터 웨이트 개발 흐름도

3.관절형 로봇의 메카니즘 해석

6축 관절형 로봇(Nova-16VX 모델)의 주축에 사용하고 있는 감속기와 모터의 선정을 위하여 로봇 구조의 3차원 모델링과 아울러 운동체의 동역학

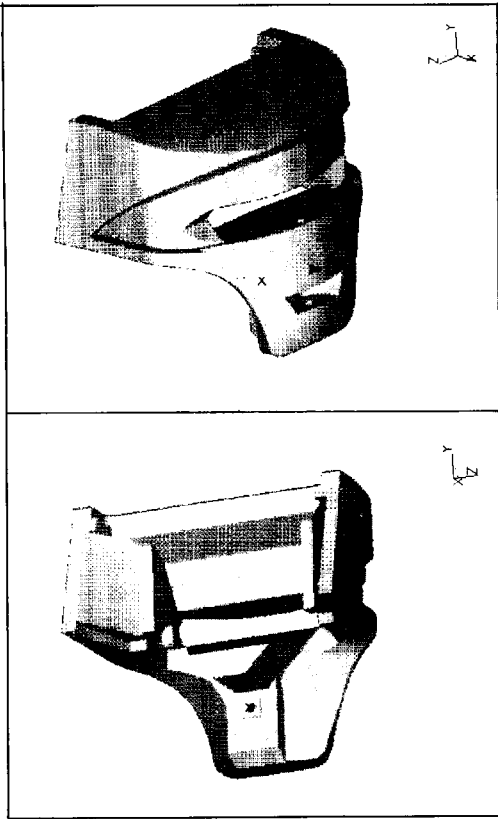


그림 9. 카운터 웨이트 솔리드 모델

적 해석을 수행하였다.

로봇의 설계시 고려되어야 할 문제중의 하나는 각각의 관절을 구동시키는 최적의 모터를 선정하는 것이다. 우선 로봇의 구조를 3차원 솔리드 모델러를 이용하여 형상정의를 하고, 로봇의 구조를 이루는 각 단위 부품의 중량, 무게 중심 등의 물성치를 구한다. 그리고 기구해석 프로그램을 이용하여 로봇을 주어진 운동 사이클로 구동시켜 이 과정에서의 동역학적 특성을 계산하고 연속 정격 토크 관점에서 모터에 과부하가 발생하는가를 검증한다.

해석 프로그램은 ADAMS이며 임의의 기계 구조물에 대한 정역학적, 기구학적, 동역학적 해석을 수행하고 운동상태, 반력 및 변위, 속도, 가속도 등의 운동 변수를 계산하여 기계구조의 설계시 일어날 수 있는 상황을 제품을 제작하기 전 확인한다. 로봇의 해석에서는 모터가 위치한 관절에서 계산된 모멘트 및 반력들을 설계변수로 하여 안전율을 고려한 최

적의 모터 용량을 결정한다. 그림 10은 로봇 해석 작업의 흐름도이고 그림 11은 로봇의 솔리드 모델이며, 그림 12는 솔리드 모델로부터 형성된 기구해석용 모델로서 계획된 작업사이클 내에서 운동 상태를 보여주고 있다.

각 모터 결정시 연속 stall 토크, 순시 최대 토크, 정격 토크등이 고려되어야 하는데 trajectory plan상의 등속구간에서 S축 모터에 부하가 걸리지 않는 것으로 해석되었다. 그러나 실제 로봇 시운전시 모터는 부하를 받고 있으므로 ADAMS를 이용한 해석 과정에서 마찰에 의한 영향을 고려할 필요가 있다. 결론적

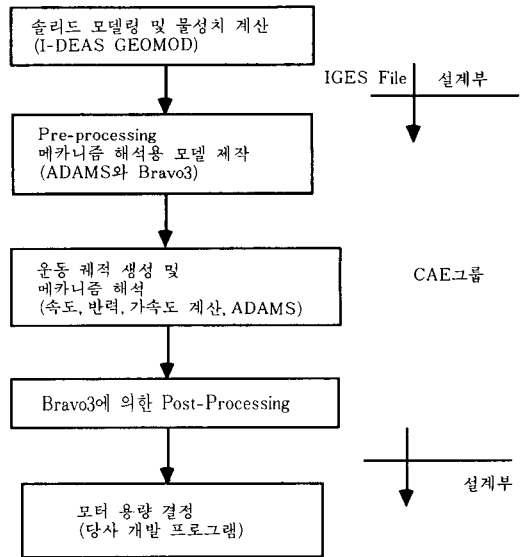


그림10. 로봇 해석 작업 흐름도

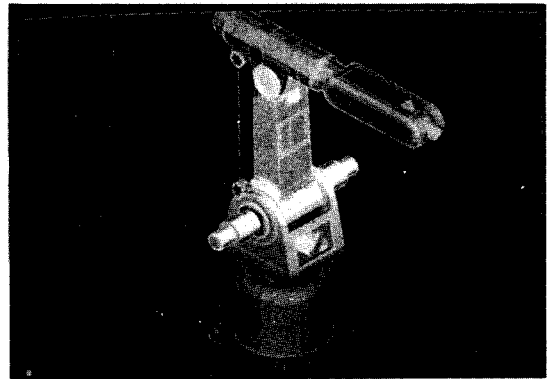


그림11. 로봇 솔리드 모델

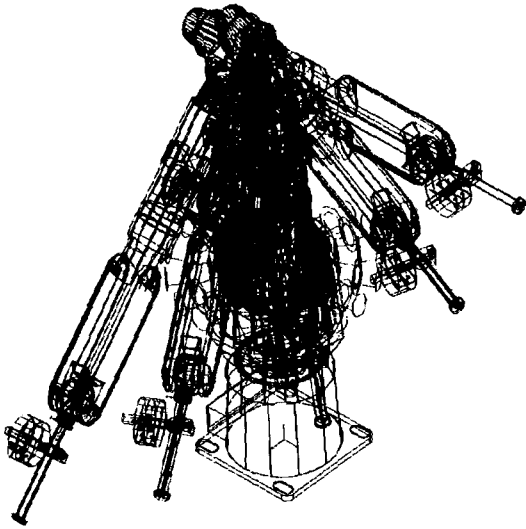


그림 12. 기구해석을 이용한 로봇 운동 케적도

으로 로봇의 응용분야인 용접작업 및 운반작업의 두가지 경우에 대해서 해석한 결과 운반작업의 조건에 따라 모터의 사양이 결정되는 것으로 검토되었다.

V. 결 론

제품 개발의 생산성을 극대화하여 경쟁력 있는 제품을 단기간에 개발할 필요가 있으며 이것을 지원하는 종합적인 MDA 시스템이 필요하다. MDA 시스템은 공통 엔지니어링 데이터베이스 하에서 CAD, CAE, CAT, CAM 등 개발과정의 통합이며 각 단위공정 내에서의 업무를 가능케 하는 기술의 축적을 의미한다.

MDA 시스템을 효과적으로 구축하기 위해서는 분명한 목표를 수립하고 그 목표를 달성하기 위한 수행 방법을 결정하며 장기간에 걸친 시행, 점검, 수정의 반복된 과정을 거치게 된다. 기존 설계 시스템으로부터 설계, 해석, 시험, 시제품 제작의 전체 공정 및 단위 공정의 분석은 필수적이며 각 담당부서가 모여 현재의 공점이 안고 있는 현상을 분석하고 문제점에 대한 대책을 세우며, 개선 방향을 제시한다. 데이터 통합 작업에서는 각 부서가 가지고 있는 설계 및 기술자료의 내용을 전개하고 가능한 많은 부분에서 공통 데이터베이스화 할 항목을 찾는다. 공

통 데이터베이스화 할 자료가 수집되면 GT(group technology) 개념의 분류작업을 하며 재사용이 가능하도록 전산화 한다.


공정의 분석, 공통 데이터베이스의 구축과 함께 수행되는 작업은 각 공정에서 수행하는 엔지니어링 업무의 자동화이며 필요한 요소기술의 확보다. 제품의 형상 정의를 위한 CAD 시스템의 기반이 있어야 하며 MDA 시스템 하에서 엔지니어링 업무는 제품의 형상정의 데이터 (product definition data)로 부터 시작되어야 한다. 솔리드 모델러에 의한 3차원 형상 데이터는 필요한 목적에 따라 변화되기가 용이하므로 제품개발의 전 공정에서 용도에 따라 활용범위가 넓다. 따라서 최근의 경향은 솔리드 모델러에 의한 3차원 설계를 선호하고 이것에 기초한 구조해석, 유체해석, 기구해석 등 설계해석 및 NC 시뮬레이션등 응용업무로의 확대를 지향한다.

MDA 시스템은 일시에 완성될 수 없으며 계속적인 시스템 운영 기술축적과 연구 개발을 통해 이루어 진다. 제품 개발에 고도의 신뢰성을 부가하기 위해 설계기술을 보강해야 하며 각 분야별 전문 소프트웨어들을 개발하여 응용분야를 확장하고 CAD 시스템과 접속 시킴으로써 각사의 고유 특성을 만족시키는 최적 MDA 시스템의 완성에 목표를 두어야 한다.

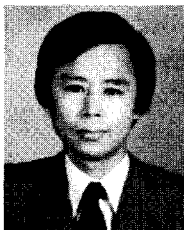
参 考 文 献

- [1] SDRC, I-DEAS Core Utilities User's Guide, Structural Dynamics Research Co., 1990.
- [2] SDRC, I-DEAS Pearl User's Guide, Structural Dynamics Research Co., 1990.
- [3] AutoDesk, AutoLISP Release 11 Programmer's Reference, AutoDesk Inc., 1990.
- [4] Schlumberger CAD/CAM Division, BRAVO3 User's Guide, Schlumberger Technology Co., 1990.
- [5] MSC, MSC/NASTRAN User's Manual, The Macneal-Schwendler Co., vol. I & II, Version 66A, 1989.
- [6] J. Encarnacao, R. Schuster, E. Voge, *Product Data Interfaces in CAD/CAM Applications*, Springer Verlag, Berlin, 1986.
- [7] S. Lee, N. Kikuchi, "An Integrated Computer Aided Engineering Approach for Engine Cylinder Block Analysis using Hexa8 Finite Elements," ASME ICE Proc., Dearborn, MI, 1989.

[8] 이주호, 최형우, 이승구, “3차원 Solid Modeling 기법을 이용한 디젤엔진 부품의 유한요소 해석” 대우기보, vol. 10, no.3, pp.64-69, 1991년 9월.

[9] 신순현, 김성훈, “Network 하에서의 CAD 도면 관리,” 대우기보, vol. 10, no. 3, pp. 33-36, 1991년 9월. 

筆者紹介



李承求

1953年 7月 23日生

1977年 3月 서울대학교 공과대학 기계공학과 (학사)

1979年 3月 한국과학원 기계공학 (석사)

1989年 5月 미국 미시간 대학교 기계공학 (박사)

1979年 3月~1980年 3月 대우전기(電機) (주)

1980年 3月~1981年 3月 스위스 Brown Boveri사

1981年 3月~현재 대우중공업(주)

주관심분야 : 유한요소해석 (Finite Element Method) 에 의한 구조해석, CAD/CAM, 설계자동화