조선 CIM과 CALS

이 종 갑 〈KRISO 부장〉, 장 석 〈KRISO 책임연구원〉

1. 개 요

해양대국을 지향하는 우리나라의 조선산업은 21세기에도 지속적으로 유지발전시켜야 할 국가적인 산업으로서 기술력의 안정과 생산성의 향상은 물론 정보화를 통한 미래산업으로의 체질개선이 불가피하다. 이를 위하여 국내의 조선업계는 10여년 전부터 CAD/CAM 시스템을 중심으로 설계 및 생산시스템의 전산화/자동화를 꾸준히 추진해 왔으며 최근에는 컴퓨터통합생산시스템, 즉 CIM (Computer Integrated Manufacturing)을 목표로 한 투자와 연구개발 노력이 집중되고 있다.

최근 많은 문헌과 세미나 등을 통해 CALS의 개념과 관련기술, 그리고 추진사례들이 소개되고 있다. 적용범위와 내용이 워낙 광범위하고 개념과 관련 기술 또한 짧은 기간 동안에 급격히 발전해 온 까닭에 이해의 형태도 다양하지만 다소막연하게, 또는 이상적으로 생각해 왔던 미래형 산업정보시스템의 이미지를 제시하고 있음에는 틀림없다. 아울러 CALS는 조선산업의 정보화와 미래화를 위한 수단으로 추진하고 있는 '조선CIM' 의 구축 및 운영을 위한 구체적인 방향과 목표, 그리고 환경과 도구를 제공할수 있을 것으로 기대된다.

이 글에서는 CALS에 대한 개념과 내용, 그리고 관련기술에 관한 보다 구체적인 이해를 위하여 CALS의 여러 사례 중에서 조선산업과 관련이 있는 미해군의 추진사례(NAVSEA CALS)를 중심으로 소개하고, 현재 추진하고 있는 조선CIM과의 관계에 대하여 정리하였다.

2. CALS 란

CALS는 원래 미국방성이 군수지원과정에 소요되는 시간과 비용을 절감하는 방편으로 개발되었다. 미 공군의 ICAM(Integrated Computer Aided Manufacturing), 미 항공업체의 공동프로젝트인 IPAD 가 근간이 되어 1985년부터 본격적으로 추진된 CALS는 서류를 기본으로 운용되던 군수관련 조달체계를 전자통신 수단에 의거하여 고도로 통합된 지원체계로 전환하는 것이었다.

CALS의 의미와 개념이 지난 10년간 변화를 거듭한 것은 그만큼 그 기반이 되는 컴퓨터기술, 정보기술및 통신기술이 획기적으로 발달하였을 뿐만 아니라, 응용의 폭도 광범위하게 확산되고 있음을 말해주고 있다.

이 글에서는 선박제품의 설계와 생산을 중심으로 동시공학(Concurrent Engineering)의 실현을 위한 기술적인 환경과 수단의 측면에서 CALS를 이해하였다. 즉, CALS란 '통합화된 제품데이타의 생성, 관리, 활용을 위한 표준 및 표준화된 방법론[1]' 이며 CAD/CAM, CAE 및 CIM을 구현하기 위한 프레임웍(framework)[2]' 으로 정의할 수 있다.

3. 미해군의 CALS(NAVSEA CALS)

◆ 추진전략

디지털화된 데이타의 교환, 공유 및 중복의 최소화를 가능케하고 정부, 산업계, 그리고 그들 간에 존재하는 자동화의 섬(Island of Automation)을 통합하기 위한 프레임웍(framework)의 구축과, 이를 통하여 제품의 획득(acquisition)

및 전 수명주기의 지원(life-cycle support) 과정에서의 생산성향상, 경비절감 및 품질향상을 위한 수단의 확보를 목적으로 하는 미 해군의 CALS(NAVSEA CALS)는 DoN(Department of Navy)의 전략, 즉 OPNAV Instruction 4120.5(92.7) 및 NAVSEA Instruction 4120.7 (93.7)을 기초로 하고있다.

주로 자동화의 확대와 확인된 컴퓨터기술들의 단계적인 적용을 주요 내용으로하는 NAVSEA CALS의 추진은 다음과 같이 3단계로 구분된 계획에 의해 추진되고 있다.

제1단계(FY92-FY95)에서는 새로이 발생되는 기술자료 및 계속적인 활용가치가 있는 문서, 마이크로필름어패춰 카드(aperture card) 등 기존의 자료(legacy data)들을 디지털화하고, 이를 운용하기 위한 기존시스템의 보완/확장, 수작업과정(manual process)의 자동화/일관화, 데이타 공유를 위한 데이타베이스시스템의 통합, 디지털 데이타의 전송/교환을 향상시키기 위한 네트웍의 설계 및 설치등을 중점적으로 추진하고 있다.

제2단계(FY96-FY99)에서는 디지털화된 데이타 활용의 효율화를 위한 각종 번역기의(translator)의 개발, 시스템 간의 인터페이스 및 통합범위를 확대하고 있다.

제3단계(FY2000-FY2010)에서는 산업계와 연계한 완전히 통합화된 분산형 데이타베이스 시스템 환경(혹은 Integrated Weapon Systems Data Base; IWSDB)의 구축 및 운영을 계획하고 있다.

◆ 주요 추진사례들

NAVSEA CALS의 구현을 위해 많은 과제들이 진행중에 있다. 이들 과제들은 주로 디지털 데이타의 저장시스템(storage system), 검색시스템(indexing and locating system), 기술데이타의 표현처리시스템(presentation system), 산업공정(industrial process)의 개선, CAD 및 CAE 도구들, 데이타통신망, 군수지원시스템(logistics support system), 데이타의 통합환경 등과 관련되어 있으며 대표적인 과제(initiatives) 및 추진사례들은 다음과 같다.

◦ JEDMICS(Joint Engineering Data Management Information and Control System)

표준화된 디지털데이타 형식(format)의 엔지니어링 도면 및 관련 데이타의 저장, 검색, 재생산 및 분배를 위한 시스템을 제공하기 위한 과제로 무기체계획득, 운용, 성능개량, 정비 및 보급분야의 생산성 및 품질향상을 목적으로 하고 있다.

◦ ATIS(Advanced Technical Information Support)

디지털화된 기술데이타, 즉, 도면, 메뉴얼, PMS(Planned Maintenance System) 데이타, EOSS(Engineering Operational Sequencing System)데이타 등의 효율적인 디스플레이를 위한 미해군의 표준 사용자 프레젠테이션시스템의 개발을 목적으로 하고 있으며, 이미 ATIS시스템을 DDG51 클래스 전함, SSN688클래스 잠수함에 적용하여 기술자료의 중량감소, 도면의 재생산 및 분배비용 절감, 검색시간의 단축 등에 있어 엄청난 효과를 가져오고 있다.

◦ ETM(Electronic Technical Manuals)

ETM은 전자적으로 통합화된 기술정보의 대화형 처리(display) 기능으로 고장정비, 훈련등을 위한 여러가지 형태의 ETM이 적용되고 있으며 그 중에서 IETM(Interactive Electronic Technical Manual)이 가장 일반화되어 있다. IETM을 적용한 훈련시스템의 경우 훈련기간의 30%이상, 그리고 이지스함의 경우 년간 백만불 이상의 교육훈련비용을 절감하고 있다.

◦ BAIM(Baseline Advanced Industrial Management

미 해군조선소의 함정건조를 위한 계획, 예측(estimating), 일정계획, 데이타관리, 데이타공유 및 통합, 표준화되고 단순화된 작업문서 등을 포함한 공정(functional processes)을 개선하기 위한 프로그램이다.

◦ FCIM/RAMP(Flexible Computer Integrated Manufacturing/Rapid Acquisition of Manufactured Parts)

FCIM은 새로운 제조기술의 적용을 통한 산업체의 작업공정(activity process)개선을 위해 다양

C A L S

하게 추진되고 있는 프로그램이다. 해군과 관련한 대표적인 사례인 RAMP는 수리부속품의 생산소요기간 및 획득비용의 절감을 목표로 하고 있으며 디지털화된 제품데이타를 토대로 주문, 확인, 예산관리, 자원배분 및 일정계획, 재고관리, 품질관리 등을 위한 페이퍼리스(paperless) 체계를 구축함으로써 부품제작비용의 절감(50%이상)은 물론 조달 및 제작행정 소요시간(약 1년에서 1개월 이내로), 실제작시간의 단축(2개월에서 1주일로)이 가능하게 되었다.

◦ CAD(Computer Aided Design) 3D Product Model

선박, 시스템, 장비의 설계, 수리, 유지보수, 개조, 전수명주기에 걸친 부품조달등을 지원하기 위해 사용될 3차원 CAD 제품모델 및 관리시스템 개발을 위해 추진하고 있는 프로젝트로, 개발선박에 대한 동시공학적 수단의 확보와 기존 선박의 운용효율화를 주요목적으로 하고 있다. 파일럿 프로젝트(MCM1 및 MCM3)의 결과 40% 이상이었던 선상 설치시의 간섭문제를 10%이내로, 500시간 이상소요되었던 Mockup 제작시간을 200시간의 CAD 제품모델로 대체가 가능하였음은 물론 본 과제에 3년동안 투자되었던 개발비를 불과 5년동안 2배이상 회수했다고 보고되고 있다. 현재 미해군의 주력선종인 DDG51클래스와 SEAWOLF 잠수함에 대한 3차원 CAD제품모델링이 진행중이며 무엇보다 중요한 것은 JEDMICS, FCIM/RAMP, BAIM, ATIS, NEWNET 등 NAVSEA CALS의 제반요소들이 3차원 CAD제품모델에 연결되어 모든 기술정보의 통합관리자(Integrator)의 역할을 할 것이라는 점이다. Fig. 1은 3차원 CAD제품모델을 중심으로 계획중인 NAVSEA CALS의통합화된 데이타환경을 보여주고 있다.

◦ NEWNET(NAVSEA Enterprise Wide area NETwork)

NEWNET는 수백의 해군내의 기능조직 간, 그리고 국무성, 기타 정부기관, 산업체 등 외부기관과의 커뮤니케이션을 위한 네트웍체계이다. 대표적인 노력으로는 USS Carl Vinson(CVN 70) 전단의 예를 들 수 있으며 선박내부의 LAN(Local Area Network) 시스템, ATIS, ATE(Automatic Test Equipment), 자동화된 예방정비스케쥴러(Preventive Maintenance System scheduler), IETM 및 컴퓨터 기반의 교육훈련 시스템 등을 주요 내용으로 하고 있다. 아울러 선박과 선박, 그리고 육상시스템과의 디지털 정보/자료 교환을 가능케 하는 획기적인 통신기능을 포함하고 있다.

◆ 3차원 제품모델과 CALS

3차원 제품모델은 기존의 3차원 모델링 기술의 확장으로서 3차원 기하형상(geometry) 뿐 만 아니라 형상요소 간의 관계정보(associative and parametric relationships), 그리고 그 밖의 비기하학적(non-geometric)정보를 포함한 제품정보의 집합체이다. Fig. 1에서 보는 바와같이 3차원 CAD 제품모델은 선박의 설계 및 생산정보의 집합체로서 뿐만아니라 군수지원, 기타 운용에 관련한 데이타의 통합자(integrator)의 역할을 하며 동시공학의 적용을 가능하게 하는 NAVSEA CALS의 핵심요소이다.

1980년대 후반까지 NAVSEA 내에는 여러가지 CAD시스템들이 사용되고 있었다. 그러나 이들 CAD시스템들은 관련기술(technology)이나 기능(capability)의 측면에서 생산 및 제품의 전수명주기를 지원하기 위해 절대적으로 요구되는 3차원 제품모델을 개발하고 활용하는 데에는 한계가 있었다.

1991년 4월 미 해군은 인터그라프(Intergraph)사와 CAD/CAM시스템 기술의 공급에 관한 NAVSEA CAD-2 프로그램을 계약하고 3차원 제품모델 중심의 통합화된 데이타환경의 구축에 착수하였다. 이 계약에는 현재의 CAD, CAE 및 CAM용 하드웨어, 소프트웨어, 그리고 선박 및 기기/부품에 관한 CAD로부터 자동화된 공작기계에 까지의 통합화을 위한 기술의 지원을 포함하고 있다.

1992년 5월 이들 CAD2장비들을 이용하여 몇몇 운용중인 함정에 관한 3차원 제품모델의 개발 프로젝트(NAVSEA Drawing Procurement Program; NDPP)를 착수하였으며 제품모델 자체의 기능향상, 제품모델로부터 직접, 자동으로 도면을 생성하기 위한 소프트웨어 프로그램 개발 등을 진행하

고 있다.

◆ PDES/STEP

CALS의 주요 개념중의 하나는 디지털 형식으로 한번 제작된 정보는 중복 생성없이 다른 사용자들과 공유하는 것이다. 이러한 의미에서 선박제품모델정보의 전달(transfer)은 NAVSEA CALS의 구현을 위해 해결해야 할 가장 큰 숙제중의 하나이다. 함정의 설계에서부터 운용에 이르기 까지에는 많은 기관들이 참여하게 되고 이들 기관들 사이에 제품모델 데이타가 전달되어야 한다. 그러나 현실적으로 해군 함정의 설계 및 건조에 참여하는 조선소들이 각기 다른 CAD 시스템들을 사용하고 있으며, 각 CAD시스템 간에 제품모델의 표현형식이나 기능이 서로 상이하여 설계 및 생산의 진행과정에서 정보의 중복생성이나 전달과정에서의 정보의 손실이 불가피 하게된다.

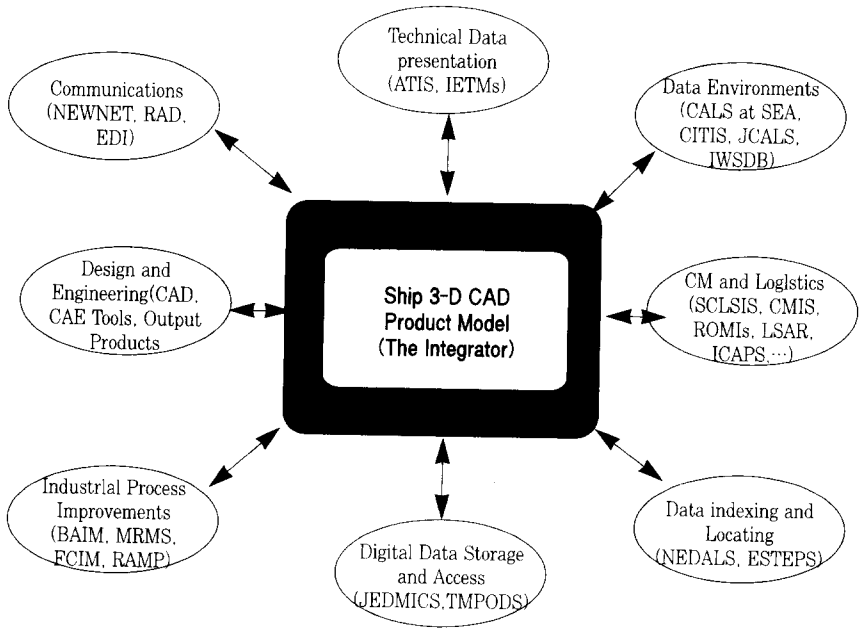

Fig.. 1 Integrated Ship Product Model Data Environment

이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위한 노력이 제품모델정보의 교환을 위한 표준의 제정이다.

CAD 데이타의 교환 수단으로서 1979년 이후 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)가 사용되어 왔으나, 기하정보이외의 3차원 CAD 제품모델이 포함하고 있는 지식정보의 교환 수단은 되지 못한다. 현재 제품정보의 표현 및 교환을 위한, 공식적으로 국제표준화기구(ISO) 표준 10303으로 알려진 STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)이 국제 표준으로 개발되고 있으며 , 미국에서는 PDES(Product Data Exchange Specification)조직이 STEP의 추진을 지원하고 있다.

한편 미 해군과 조선업계가 함께 참여하는 NIDDESC(Navy/Industry Digital Data Exchange Standards Committee)가 1986년 8월 결성되어 STEP표준에 반영할 선박제품모델데이타의 교환을 위한 요구사양(Application Protocols; APs)을 개발하고 있으며, 지금까지 개발된 내용은 NSRP(National Shipbuilding Research Program) 문서로 정리되어 있다.

4. 조선CIM과 CALS

지금까지 미 해군의 사례를 중심으로 CLAS에 대해 살펴보았다. 그 결과 조선산업의 정보화/미래화를 위한 환경과 수단의 구축을 목표로 현재 국내 조선업계에서 추진하고 있는 CAD/CAM 혹은 조선CIM과 비교하여 그 목표와 기술적인 내용이 CALS의 그것과 큰 차이가 없다고 판단된다. 그러나 전략적인 측면과 대상 정보의 범위에 있어서는 다소의 차이가 있다. 우선은 선박의 설계 및 생산을 위한 조선소 내부의 활동만을 대상으로 해왔던 지금까지의 전산화/자동화업무가 초고속 통신망과 표준화된 디지털형식의 정보전달체계를 바탕으로 한 글로벌(global) 환경에 적응할 수 있도록 전환되어야 한다. 물론 현재 추진중인

CAD/CAM과 CIM은 디지털 정보의 생성과 이들 데이타의 활용에 관계하는 제반 절차들을 통합하는 수단으로서 CALS의 실현을 위한 핵심요소이면서 선행되어야 할 과제이다. 따라서 이들 노력이 궁극적으로 조선산업의 CALS화의 선행과정임을 감안할때 다음의 몇가지 요소가 고려되어야 할 것이다.

◆ 조선공정의 재설계(Process Reengineering)

CALS는 컴퓨터와 초고속네트웍을 이용하는 디지털정보베이스를 전제로 하고 있다. 따라서 CALS환경에서의 설계 및 생산공정의 재설계, 즉 Process Reengineering이 선행되어야 할 것이다. 이는 현재 추진중인 CAD/CAM 및 CIM을 위해서도 필요한 과제이다.

◆ 정보시스템 기반(Infrastructure)의 구축/보완

기업 내부의 각 부서, 공장 간은 물론이고 국내외 기자재 및 부품업체, 하청 및 용역업체, 선급 및 관련기관간에 디지털정보베이스의 업무처리를 위한 기반으로서 고속통신망(Network)의 구축 및 정비가 필요하다.

◆ 자료의 표준화 및 디지털화

표준은 CALS를 위한 KEY이다. 설계 및 생산을 위한 미비한 표준의 정비는 물론 도면을 포함한 각종 자료를 CALS표준 format으로 디지털화해야 할 것이다. 특히 CALS의 기초가 되는 제품모델의 표현과 교환을 위한 표준인 STEP의 제정과 활용기술의 개발에 적극적인 참여가 필요하다.

◆ 조선업계 공동의 협력체제 구축

CALS는 데이타의 공유와 관련 기업간의 협력체제가 기본이되는 세계화시대의 전략이며 조선산업 또한 예외일 수는 없다. 따라서 지금까지 개별기업 단독, 혹은 기존의 계열기업간의 협력체를 중심으로 추진되어온 CAD/CAM, 혹은 CIM의 추진과는 달리 업계 공동의 노력을 통하여 정보시스템 기반 구축과 표준화된 디지털 데이타의 공유체제, 그리고 디지털화된 정보의 생성, 저장, 관리를 위한 기술의 개발을 적극적으로 추진해야할 것이다.

참 고 문 헌

[1] "An Introduction to the CALS/CE Initiave and Intergraph's CALS Approach(I/CALS)", Intergraph Co., 1995.

[2] Weistein, S. and G-lines, B., 'CALS and Ship 3-D Product Modeling', 1994.

[3] Brake, B., 'CALS in Shipbuilding', Proceedings of CALS Korea'95, 1995.

[4] Baum, S.J. and Ramakrishnan, R., 'Applying 3D Product Modeling Technology to Shipbuilding' 1995.

이 종 갑

- 1954년 9월 10일생
- 충남대학교 산업공학과(석사)
- KRISO 조선시스템 연구부장
- 관심분야: CIM, STEP, CALS

장 석

- 1942년 6월 17일생
- 충남대학교 경영대학원(석사)
- KRISO 책임연구원
- 관심분야: CIM, CALS