

함정설계 지원 시스템 기술동향

이 종 갑, 양 승 일 <한국기계(연) 선박·해양공학연구센터>

1. 개 요

함정설계지원시스템이란 함정 설계의 목표를 효율적으로 달성하기 위한 제반 기술적인 수단과 이들의 운용체제로, 함정고유의 설계기술과 결합한 컴퓨터이용기술의 집합체로 정의할 수 있다.

함정설계 및 건조에 있어서 컴퓨터기술의 이용은 아나로그 컴퓨터가 실용화되면서부터 활발하게 추진되기 시작하였다. 초기에는 주로 진동해석 및 제어시스템과 같은 여러가지 동적인 문제의 해결에 초점이 맞추어져 왔다. 1960년대 초 컴퓨터 기술이 설계 분야에 이용되면서 선박의 설계 및 건조의 전과정에 적용될 범용컴퓨터 프로그램을 개발하기 위한 노력이 본격화 되었으며, CAD tool이 상용화되기 전까지는 간단한 도형처리기능을 포함한 특정 공학해석을 신속하게 수행하기 위한 프로그램들이 개발, 사용되어 왔다. 컴퓨터 관련기술이 발전함에 따라 함정설계지원시스템도 종래의 부분적인 설계업무의 자동화에서 함정의 획득(acquisition) 및 전 수명주기의 지원(life-cycle support) 과정에서의 생산성 향상, 품질향상 및 예산절감을 위한 수단으로 확대 발전되어 왔으며 최근에는 CALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support)라는 새로운 체계로 정착되고 있다.

본 고에서는 21세기 대양해군을 지향하는 우리나라 해군력의 기본이 되는 함정의 설계, 건조 및 운용 지원분야의 획기적인 발전을 위해, 그 핵심적인 수단이 될 함정설계지원시스템의 개발동향에 대해 이 분야의 기술을 주도하고 있는 미 해군의 사례를 중

심으로 살펴보고 현 단계에서 우리해군이 추진가능한 몇가지 과제에 대해 제안하였다.

2. 함정설계지원시스템의 개발동향

새로운 함정의 개발과 컴퓨터 관련 기술의 발전과 함께 함정설계지원시스템도 꾸준히 발전해 왔으며 이러한 발전은 미국 해군이 주도해오고 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 이 장에서는 컴퓨터기술의 발전과 함께 미 해군에서 추진해 온 사례를 중심으로 함정설계지원시스템의 발전과정과 관련기술의 개발동향을 살펴보고자 한다.

CAD1

CAD기술의 발전과 함께 미해군의 NAVSEA는 1983년 소위 CAD1 이라는 프로젝트를 본격적으로 추진한다. 컴퓨터비전(Computervision) CAD 시스템을 표준으로 한 이 프로젝트를 통하여, 기존의 전통적인 방법과 비교하여 설계 정보의 생성 및 가시화, 그리고 정보 처리 및 교환기능을 통한 선박설계에서의 요구에 대한 상당한 가능성을 제시하였다. 선, 곡면 및 일부 솔리드 요소를 이용한 3차원 공간에서의 CAD모델링이 선박제품모델의 초기개념을 지원하는 실제적인 기능이였다. 그러나 CAD1시스템에서는 도형정보와 비도형 속성정보의 연계(associativity)에는 한계가 있었다.

CSD(Computer Supported Design)

80년대 중반, NAVSEA CSD(Computer Sup-

ported Design) 프로젝트가 착수되었다. 이 프로젝트의 주된 목표는 선박의 초기설계에서 계약설계단계 까지를 지원하기 위한 Common Database를 통한 통합화된 CAD tool의 개발과 함께 함정의 설계, 건조, 유지보수 지원에 관련한 여러가지 기능 간의 데이터 전달을 용이하게 하는 것이었다. Fig.은 CSD시스템의 구성도로서 설계의 과정을 통해 선박의 3차원 제품모델링을 지원하는 데 필요한 시스템 차원의 Work Flow를 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같이 조선공학적인 지식을 토대로 이미 개발되어 활용되고 있는 선형 및 일반배치모델은 초기 데이터로 이용되고, 3차원 CAD제품모델링은 상용 모델러를 이용함으로써 모델링시스템의 개발 및 유지보수에 따르는 부담을 배제하고 있다. 그리고 각종 해석프로그램들은 3차원 CAD모델 및 해석용 데이터베이스를 공유하게 된다.

1990년 4월 NAVSEA CAE Division에서는

CSD프로젝트의 일환으로 MAPS(NAVSEA Model Analysis Protocols) 프로젝트에 착수하였다. MAPS는 정보요소의 제약조건(Constraints)과 그들 간의 관계(Relationship)를 정의하고 엔지니어, 관리자 및 프로그램 개발자들 간의 커뮤니케이션을 용이하게 하기 위하여 NIAM(Nijssen Information Analysis Methodology) 기법을 채택하였으며, 또한 CSD시스템과 1991년 4월 착수되는 CAD2시스템과의 인터페이스를 정의하였다.

CAD-2

2003년까지 계획되고 있는 CAD2 프로젝트에서는 새로운 선박의 설계를 위한 타당성조사, 공학 해석(engineering analysis), 그리고 초기설계(preliminary design)를 지원하기 위한 3차원 CAD제품모델이 개발되고 있다. 또한 제품모델 데이터가 교환되고 서로다른 사용자에 의해 공유될 수 있도록

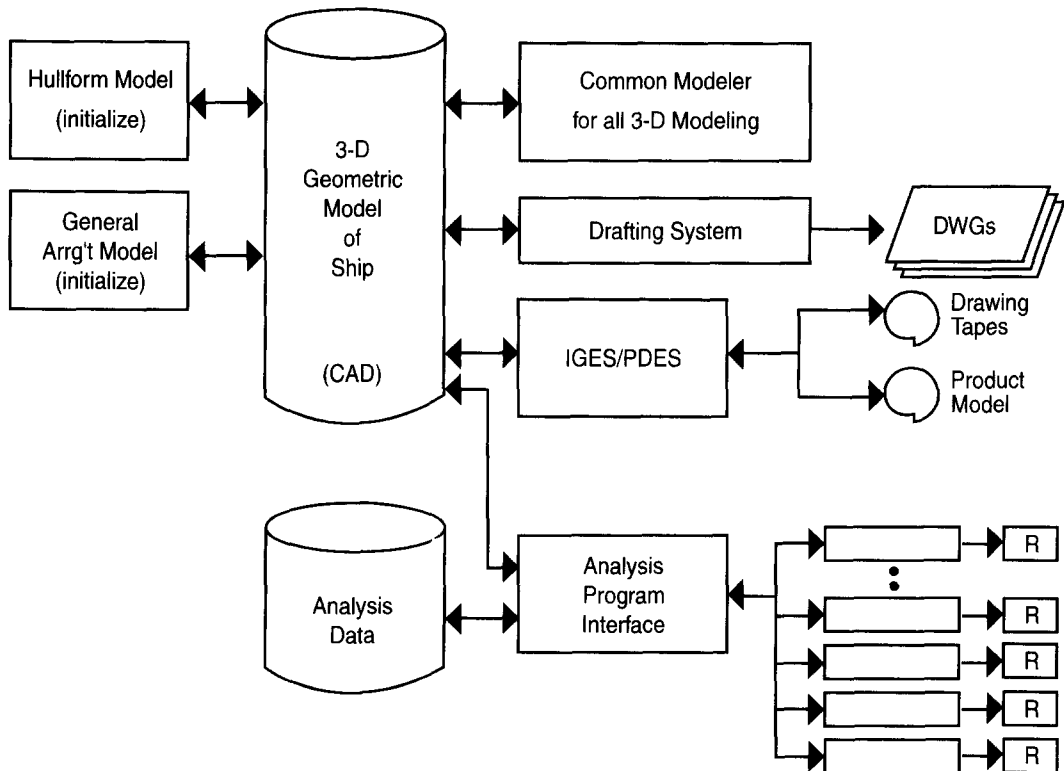


Fig. 1 CSD system architecture and system level interface [8]

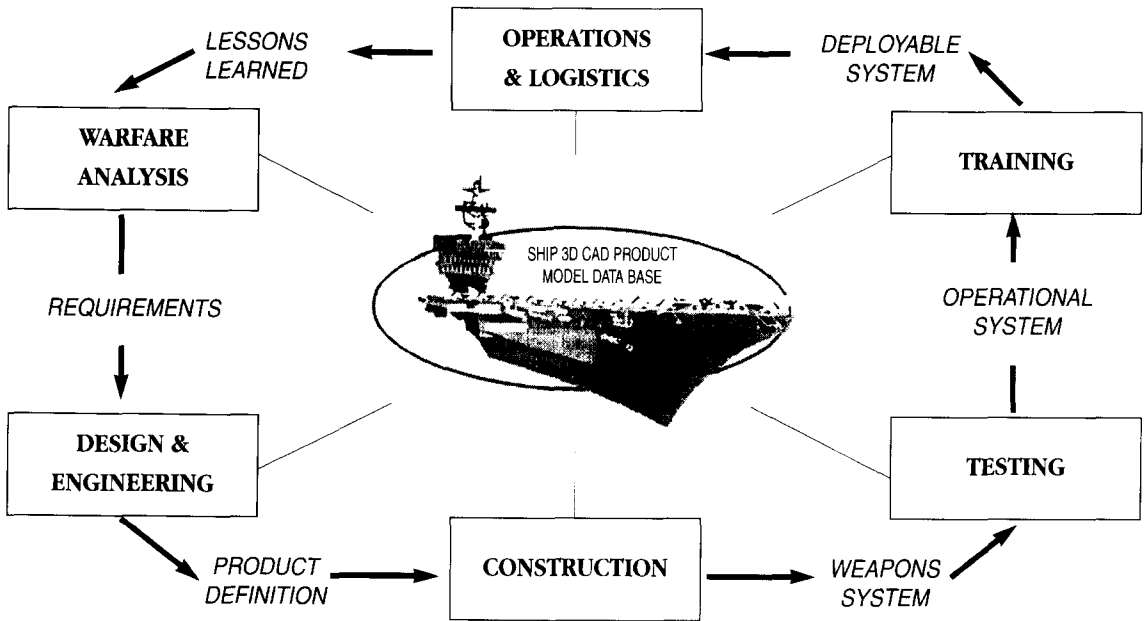


Fig. 2 Life-cycle ship product model [10]

하기 위한 데이터 전달체계(data transfer mechanism)의 정의 및 구현이 추진되고 있다. CAD2 프로젝트에는 상용 CAD시스템(Intergraph)과 기존의 CAE 프로그램들이 이용되고 있다.

CAD2의 일환으로 1992년 현재 운용되고 있는 몇몇 함정에 대해 3차원 CAD제품모델을 개발하기 위한 NDPP(NAVSEA Drawing Procurement Program)을 착수하였다. 이 프로젝트는 선정된 함정들(CVN-68, SHD-1, MCM-1, AOE-6, PC-1, LCAC, LSD-49, SSN-688, SSBN-726)에 대한 조선소들의 보수, 정비, 그리고 개조를 지원하기 위한 3차원 CAD제품모델의 개발을 목적으로 하고 있으며, 아울러 (1) 특정 해군조선소들(Navy Planning Yards)에 모델링에 필요한 하드웨어, 소프트웨어 및 교육의 제공, (2) 선정된 함정들에 대한 기초 모델(baseline model)의 개발, (3) CAD2 사용자가 공유할 기기장비에 대한 표준라이버러리(master library)의 구축, (4) 시스템 체계(configuration) 및 병참(logistics)데이터와 모델과의 연결, (5) 3차원 제품모델링을 위한 표준과 절차의 정립, (6) 모델로부터 도면을 포함한 2차원 정보를 자

동추출을 위한 소프트웨어의 개발, (7) 모델데이터의 전달체계의 지원, (8) 기타 3차원 제품모델의 활용방안의 개발을 포함하고 있다. Fig. 2는 3차원 CAD 제품모델을 중심으로 선박의 전 수명주기에 걸쳐 필요한 정보를 생성하고 활용하는 개념도이다. 1994년 1월에 수행된 NDDP 프로젝트의 투자효과 분석 결과, 3년 간의 37백만달러의 투자로 단 5년만에 73백만달러의 경비절감이 가능하다고 밝히고 있다.

SBD(Simulation Based Design)

SBD란 제품모델을 토대로 가상프로토타입(Virtual Prototyping)과 시뮬레이션기술을 결합하여 선박의 설계, 건조, 유지보수의 전 단계에 걸친 제반자원들을 통합하고 실시간 지원하기 위한 차세대 시스템기술이다. CAD/CAM, CAE시스템기술들이 기존의 프로세스들을 자동화하고 따라서 설계작업의 속도와 품질의 향상에 기여해 오고 있지만, 종래의 설계과정(Design Process)을 효율적으로 개선시키지는 못하고 있으며, 또한 여러가지 설계대안들을 평가하고 기술적인 발전을 수용하는 데 있어 유연성과 효율성에 한계가 있다. 이러한 한계들

을 극복하기 위한 방법론으로 CE(Concurrent Engineering), TQM(Total Quality Management), IPPD(Integrated Product and Process Development)등의 방법론들이 대두되고 있으며, SBD는 이러한 새로운 방법론들을 실현하기 위한 구체적인 수단이다.

2단계로 구분하여 추진되고 있는 이 프로젝트의 제1단계('93.4 ~ '94.12)는 SBD개발을 위한 타당성 조사연구로서 핵심기술, 하드웨어, 설계도구 및 통합방법론, 그리고 SBD기술을 통해 제공할 수 있는 여러가지 가능성을 제시하기 위한 프로토타입들을 개발하였다. Fig. 3은 SBD시스템을 구현하기 위하여 ARPA에서 정의한 SBD시스템 프레임워크이다. 그림에서 보는 바와같이 SBD시스템은 제품모델(Product Model), 기능모델(Function Model), 건조모델(Construction Model)을 토대로 이들을 결합한 Virtual Prototype들과 관련 Virtual System들, 그리고 이들이 구현되는 가상환경(Virtual Environment)으로 구성된다.

1996년부터 2001년까지 5년간 추진될 2단계 계

획에는 타당성조사단계에서 도출된 핵심기술들을 본격적으로 개발하고 프로토타입시스템에 통합하는 것을 목표로 하고 있으며, ARPA뿐만아니라 CAD-2 프로젝트를 추진하고 있는 NAVSEA(Naval Sea System Command), ONR(Office of Naval Research) 및 관련 산업체들이 공동으로 참여하고 있다.

CALS

함정설계지원시스템의 고도화를 위한 미 해군의 연구개발 노력들은 소위 'CALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support)' 체계의 구축으로 집약된다.

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

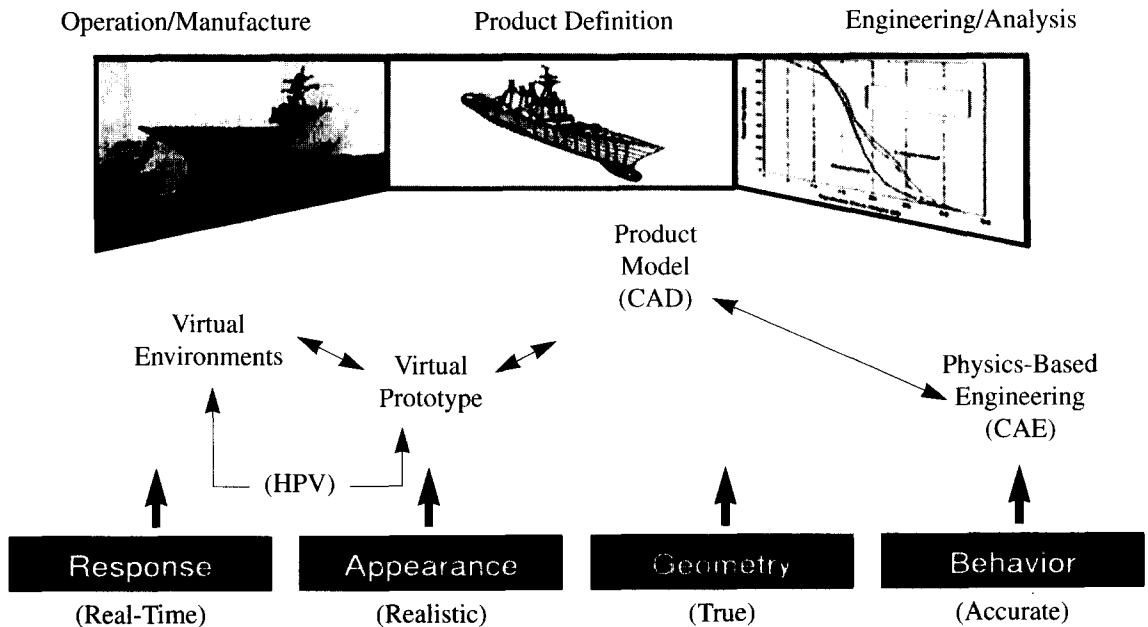


Fig. 3 Elements of simulation based design system[11]

지원체제로 전환하는 것이었다. 디지털화된 데이터의 교환, 공유 및 중복의 최소화를 가능케하고 정부, 산업계, 그리고 그들 간에 존재하는 자동화의 섬(Island of Automation)을 통합하기 위한 프레임워크(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 다음과 같이 3단계로 구분된 계획에 의해 추진되고 있다.

제1단계(FY92-FY95)에서는 새로이 발생하는 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, 데이터 공유를 위한 데이터베이스시스템의 통합, 디지털 데이터의 전송/교환을 향상시키기 위한 네트워크의 설계 및 설치 등을 중점적으로 추진하고 있다. 제2단계(FY96-FY99)에서는 디지털화된 데이터 활용의 효율화를 위한 각종 번역기의(translator)의 개발, 시스템 간의 인터페이스 및 통합 범위를 확대하며, 제3단계(FY2000-FY2010)에서는 산업계와 연계한 완전히 통합화된 분산형 데이터베이스 시스템 환경(혹은 Integrated Weapon Systems Data Base: IWSDB)의 구축 및 운영을 계획하고 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 데이터가 전달되어야 한다. 또한 함정의 전 수명주기에 걸쳐 지속적으로 사용가능하여야 한다. 현실적으로 해군 함정의 설계 및 건조에 참여하는 조선소들이 각기 다른 CAD시스템들을 사용하고 있으며,

각 CAD시스템 간에 제품모델의 표현 형식이나 기능이 서로 상이하여 설계 및 생산의 진행과정에서 정보의 중복생성이나 전달과정에서의 정보의 손실이 불가피할 뿐만 아니라 30년 이상 사용할 수 있는 CAD시스템도 존재하지 않는다.

이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위한 노력이 제품모델정보의 교환과 연속성 유지를 위한 표준이다. CAD 데이터의 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.

국내 동향

함정설계지원시스템 개발에 관한 국내의 연구개발활동은 극히 미약하다. 현재 일부 조선소에서 성능해석이나 설계도면작성에 컴퓨터시스템을 이용하고 있지만 대부분 상선설계에서 사용되고 있는 프로그램이거나 범용CAD시스템의 활용에 국한되어 있다.

반면에, 상선분야에서는 1988년 부터 국내 대형 조선소와 관련 대학 및 연구소가 공동으로 선박설계·생산전산시스템(CSDP)의 개발이 추진되었으며[5], 이 과정에서 선박 유체 및 구조성능해석 프로그램, 기본설계를 중심으로 한 설계일관시스템을 개발하고 형상모델링 기술, 데이터베이스 기술, 그래픽사용자인터페이스 기술, 전문가시스템 응용기술 등 관련되는 컴퓨터시스템 기술을 확보하였다. 또한 최근에는 CALS 개념을 기초로 한 소위 차세대 조선시스템의 구축을 위한 연구개발[6]이 착수되는 등 컴퓨터 및 정보기술을 이용한 조선산업의 정보화/미래화를 위한 노력이 활발히 진행되고 있다. 함정의 설계, 건조 및 운용체계가 상선과는 다소의 차이가

있지만 지원시스템의 개발에 필요한 도구나 방법론에 있어서는 큰 차이가 없으며, 따라서 상선분야에서의 이러한 연구개발 경험과 결과들은 함정설계지원시스템의 개발에도 충분히 활용할 수 있을 것이다.

3. 우리 해군의 추진방향에 관한 제안

이상에서 살펴본 바와같이 함정설계지원시스템 및 관련기술은 고성능 함정의 설계, 건조 및 운용지원체계의 현대화/미래화를 위한 필수적인 수단이다. 아울러 21세기 대양해군을 지향하는 우리해군에서도 조속히 추진하여야 할 과제임에 틀림이 없다. 그러나 고도의 기반기술과 막대한 예산이 요구되는 이 분야의 기술개발과 지원시스템 구축에는 경험과 기술, 인력과 예산 확보에 있어 제약이 많다.

이러한 사항들을 전제로 우리 해군에서 추진해야 할, 혹은 현 단계에서 추진가능한 다음과 같은 몇가지 과제들을 제안하고자 한다.

① 함정설계/건조/운용지원체계의 보완과 중장기 계획의 수립

CALS는 컴퓨터와 초고속네트워크를 이용하는 디지털정보베이스를 전제로 하고 있다. 즉, CALS화란 기존 업무의 부분적인 전산화나 자동화의 단순한 확대를 의미하는 것이 아니다. 따라서 기존의 수작업을 전제로 한 함정의 설계 및 건조, 그리고 운용 및 정비지원을 위한 업무처리절차와 관련 조직을 CALS의 체계로 조정하고, 각 기능조직 간의 역할분담과 협조체제를 보완하는 소위 프로세스 리엔지니어링(Process Reengineering)이 선행되어야 할 것이다. 그리고 보완된 설계, 건조 및 운용지원체제를 토대로 우리 해군 고유의 CALS체제를 구축하기 위한 중장기계획을 수립하고 이를 추진하는 데 필요한 전문인력, 장비를 확보하기 위한 대책이 수립되어야 할 것이다.

② 기술정보/자료의 표준화/디지털화

표준은 CALS를 위한 필수조건이다. 따라서 함정설계지원시스템의 구축을 위해서는 설계 및 생산을 위한 미비한 표준을 정비하고, 도면을 포함한 각종

기술자료를 CALS표준 format으로 디지털화해야 할 것이다. 미 해군의 경우 1995년 말 까지 재사용할 필요가 있는 각종 도면, 기술교범, 문서등을 전량 CALS 표준 format으로 디지털화 하고 이들을 효율적으로 활용할 수 있는 프로그램들의 개발을 완료하였다. 따라서 향후 생산되는 모든 기술자료들은 디지털포맷으로만 제공된다.

③ 기존 함정의 3차원 CAD 제품모델의 개발

3차원 CAD제품모델은 함정의 설계 및 생산정보의 집합체로서 뿐만아니라 군수지원, 기타 운용에 관련된 데이터의 통합자(integrator)의 역할을 하며 동시공학을 가능하게 하는 CALS의 핵심요소이다. 미 해군의 경우 현재 운용되고 있는 함정들에 대한 운용지원, 보수정비, 개조 등의 목적으로 3차원 제품모델의 개발을 완료하였으며 CAD모델링에 필요한 기기장비의 Master Library를 구축하여 공동활용하고 있다. 표준화된 기기장비의 Library 구축과 현재 운용중인 함정을 대상으로 한 3차원 CAD 제품모델의 개발은 현재의 기술로도 충분히 착수 가능한 과제로 판단된다.

④ 기존 상선용 프로그램의 보완, 활용

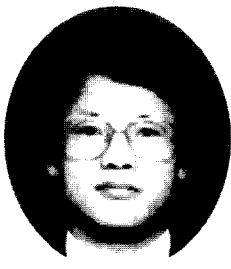
현재 국내 각 조선소에서는 선박의 초기설계 및 각종 성능해석/평가를 위한 프로그램들이 사용되고 있다. 특히 CSDP 제 1단계 사업을 통하여 데이터베이스를 중심으로 이들 프로그램들을 통합한 초기설계일관시스템과 그 동안 연구소 및 대학에서 개발, 보유하고 있는 유체 및 구조분야의 성능해석 프로그램들은예산이나 인력의 큰 투자없이도 함정설계지원시스템의 한 부분으로 보완하여 쉽게 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 장 석 외, "함정설계, 건조 및 관리지원시스템 개발을 위한 조사연구", 한국기계연구원 보고서, 1994. 12.
- [2] 이종갑 외, "차세대 조선CAD/CAM기술에 관한 조사연구", 한국기계연구원 보고서, 1994. 2.
- [3] 권영중, "군함설계의 특성(I, II)", 대한조선



- 학회지 제30권 1호, 2호, 1993.
- [4] 김정환, '군용선의 특징에 관한 연구', 기술현대, 1988.
 - [5] "선박설계·생산전산시스템 개발 보고서(I - VI)", 한국기계연구원 선박해양공학연구센터, 1989, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995.
 - [6] "차세대 조선생산시스템 기술개발 계획서", 한국조선기술연구조합, 1995.
 - [7] Leahy III, J.F. and Ryan, J.C., 'CAD/CAM Directions for the Navy', Journal of Ship Production, Feb. 1987.
 - [8] Billingsley, D.W. and Ryan, J.C., 'A Computer System Architecture for Naval Ship Design, Construction and Service Life Support', SNAME Trans. 1986.
 - [9] Stephenson, R., 'CALSD/DDMS - A Growing Requirement for Defence Contracts', SHIPSHAPE 2000, 1993.
 - [10] Weistein, S. and Glines, B., 'CALSD and Ship 3-D Product Modeling', 1994.
 - [11] Otto, P.Jons, 'Virtual Environments in the Development of Ships', Proceeding of ICCAS'94, 1994.



이종갑

- 1954년 9월 10일생
- 1994년 충남대 산업공학석사
- 1989년~현재 KRISO 조선시스템 연구부장
- 관심분야 : CIM, CALS/STEP, SBD



양승일

- 1945년 6월 20일생
- 1985년 서울대 조선공학 박사
- 1993. 4~1996. 4 선박해양공학연구센터 소장
- 관심분야 : 선박유체역학