

함정 수명주기관리시스템(PLM) 구축을 위한 통합 자료환경(IPDE) 구현 방안

정연환*, 유재문†**

해군조함단*
충남대학교 선박해양공학과**

IPDE(Integrated Product Data Environment) Implementation Method
for the Application of Naval Ship PLM(Product Lifecycle Management)

Yeon-Hwan Jeong* and Jae-Moon Lew†**

NAVSEA*

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, CNU**

Abstract

This research analyzes the design work and construction work, which might be arising out of or during the procurement process of naval ships of the Korean Navy. This research also suggests the applicable information methodology driven out by utilizing PLM/PDM tool, which could be one of practical solutions to the problems arising from the outcome of this analysis. As to the procedure and methodology of information technology of design and construction work of the ship, IPPD was adopted. Before its actual application, main contents of the IPPD were introduced in this research. And it's real application and subsequent concrete surroundings of IPDE were defined. In addition, several detailed and necessary works to be fulfilled were defined, mainly focused on the application of IPDD for the design and construction stages of the ships suitable for the Korean Navy. And also, this analysis defines the main functions to be secured by adopting the PLM/PDM tool and obtained the relevant functions partially herewith.

※Keywords: PLM(수명주기관리시스템), PDM(수명주기자료시스템), IPPD(통합자료 및 공정개발), IPDE(통합자료환경), Naval ship information system(조합정보체계)

1. 서언

접수일: 2005년 6월 27일, 승인일: 2005년 9월 22일

† 주저자, E-mail: jmlew@cnu.ac.kr

Tel: 042-821-6628

전 세계적으로 “무기체계의 첨단화”와 “임무의 IT화”는 주어진 환경을 극복하기 위한 하나의 수단으로써, 현재의 고비용 저효율 임무 구조를 저

비용 고효율의 구조로 개선하고자 하는 도구로 활용되고 있다. 보다 발전된 기술을 적용하기 위해서는 기존에 이루어진 작업들에 대한 재작업이 불가피하게 발생할 수도 있다. 그러나 가능한 재작업 소요는 줄여야 한다.

본 연구에서는 한국 해군의 함정 획득 업무 중 설계 및 건조 업무 중심으로 PLM(Product Life-cycle Management) Tool을 활용한 IT화 방안을 제시하였고, 재작업 등으로 인한 비용과 인력의 손실에 대한 문제점들을 해결하기 위해 어떠한 절차와 과정을 통해 업무가 진행되어야 하는지와 그러한 업무들을 IT화한 시스템의 구현 방안을 제시하였고, 그 중 일부를 구현하였다.

2. 함정 획득 업무

2.1 함정의 특성

함정은 다수의 무기체계 및 장비들이 탑재되는 통합 무기체계이다. 따라서 수백 개에 달하는 개별 장비 및 무기체계들을 함정 플랫폼에 어떻게 통합시킬 것인가가 함정 설계 및 건조에 중요한 요소이다. 따라서 정보시스템을 구현함에 있어서 신속한 의사결정을 보조할 수 있는, 대표적으로 문제점들에 대한 최적화 기능을 보유토록 시스템을 구성하는 것이 필요하다. 또한, 함정은 전차나 전투기와 달리 수백 명의 승조원들이 365일 24시간 함정에 거주하며 작전, 정비, 훈련 및 행정업무를 수행하는 단위 부대이다. 함정은 특수한 목적을 갖는 거대한 기업과도 같으며, 기업이 효율적인 경영을 위해 정보시스템을 구축하는 것과 마찬가지로 함정의 수명주기 동안 필요한 정보와 자료의 관리를 위한 기능들을 보유토록 하는 시스템이 필요하다.

다음으로, 함정은 다종 소량을 건조한다. 따라서 정보시스템 개발이나 활용이 어렵고, 시스템 개발이후 직관적으로 그 효과를 확인하기가 어렵다. 미국의 경우 LPD 17급 함정이 12척이나 건조되므로(Fireman 1998) 대량 생산의 의미를 찾을 수 있으며, 그 함정에만 적용하는 정보시스템 구축으로도 충분한 효과를 발휘할 수 있으나, 한국 해군의 경우는 전략이나 국가 재정 등에 상이한

부분이 있어 차이가 있다.

그리고, 함정은 장기간에 걸쳐 주문 생산되는 형태이다. 따라서 탑재장비 및 무기체계의 기술발전 및 신기술 적용 등에 대한 해군의 요구로 인해 설계변경 요소가 다수 발생하므로 변경사항에 대해 일관성 있는 형상관리 및 위험관리가 필수적으로 수행되어야 한다. 한편, 사용자의 요구조건은 가능한 건조 착수 이전단계에 도출되어 검토, 반영되어야 손쉽게 받아들일 수 있으며, 비용을 최소화할 수 있다.

이러한 일련의 과정을 용이하게 하는 방법론 중의 하나가 동시공학이다. 통상적인 함정 설계 및 건조 절차는 기본설계 단계를 지나 함 건조 단계에서 체계통합의 과정을 거치게 되지만, 체계통합을 완료한 상태에서 건조를 착수하는 형태가 되어야 하며(한국국방연구원 2003) 구축하는 정보시스템은 이것을 지원할 수 있는 기능이 필요하다.

2.2 함정 획득 절차

대부분의 주력 함정들은 국내건조 정부관리 업체주도 형태로 획득업무가 추진되고 있으며, 이러한 형태로 추진되는 일련의 함정 획득 단계(국방부 2003) 및 개략 소요 기간은 Fig. 2와 같다.

2.3 문제점 분석

첫째, 2D기반의 수작업 중심의 업무로 인해 활용 및 관리 가능한 정보가 상당히 제한적이며, 이로 인해 업무 효율성이 저하되고 있다.

둘째, 과다한 재작업(rework) 소요이다. 단일 조직 내부에서의 자체적인 재작업 소요는 별개로 하더라도 함정 전체적인 관점에서 볼 때 동일한 도면에 대해 건조업체마다 다시 작업해야 하고,

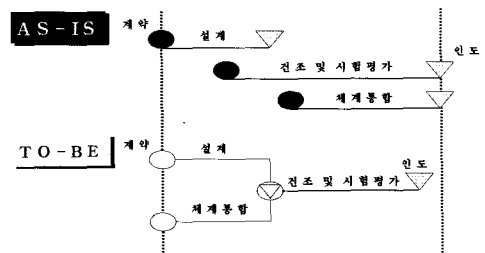


Fig. 2 Concurrent engineering

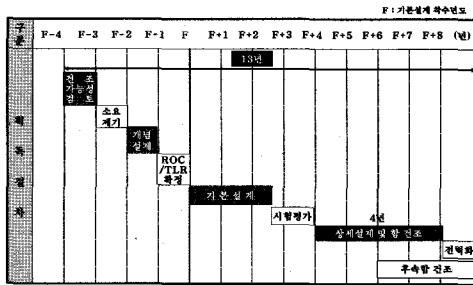


Fig. 3 Naval ship acquisition phase

또한 설계 작업과 별개로 진행되는 RCS, IR, EMI/EMC 등의 기술용역 수행시 함정에 대한 3D 모델링을 또다시 해야 한다.

셋째, 연속성의 부재이다. 즉, 후속단계 업무를 수행 하는 업체나 후속함 건조업체에 정확한 자료를 넘겨줄 수 없다. 이는 함정의 도면에 대한 표준 포맷 적용이 여의치 않아서이기도 하지만, 근본적인 문제로 시스템의 부재를 들 수 있다. 그리고 모든 자료관리의 주체인 해군이 예산상의 문제나 인력 여건상 모든 조선업체의 시스템을 구비할 수 없는 상황이기 때문이기도 하다.

넷째, 자료 검색, 관리에 과다한 인원과 시간이 소요된다는 것이다. 이미 건조된 함정에 대한 자료들이 수 백평에 달하는 3개의 자료실에 분산 관리되고 있으며, 수십만 건에 달하는 자료에 대해 원하는 자료를 정확히 검색 하는데 많은 시간이 소요된다.

이와 같은 문제점을 개선하기 위한 방안으로 업무의 IT화를 제안하며, 본 연구에서 PLM Tool을 이용한 IT화를 제안하였다.

3. PLM 구축

3.1 IPPD

IPPD(Integrated Product and Process Development)는 설계, 제조, 사업관리 및 지원 절차들을 최적화하기 위해 각각의 전문가들로 팀을 구성하여 모든 필수적인 획득 활동을 동시에 통합하는 관리 기술이다(U.S. DoD 1996). 이것은 기관간의 장벽 극복을 의미하는 것이며, 많은 기업

과 정부 조직에서 채택하고 있는 방법론이다.

IPPD는 미국에서 처음도입된 것으로 1980년대 초 산업 경쟁력을 개선하기 위하여 통합설계 개념을 도입하면서부터였다. 국방부에서 구체적인 개념이 정립되고 본격화되기 시작한 것은 1995년 국방장관인 Perry의 지시에 의해서 였다.

IPPD 구현의 핵심 요소는 Integrated Product Teams(IPTs)을 구성하는 것이다. IPT는 정부, 계약상대자, 주요 하청업자 및 제작사 등 모든 이해 당사자들로 구성되며, 의사결정을 위한 권한이 부여된다. 미국 국방부의 조사결과, IPT를 통한 IPPD가 효과적으로 구현된 경우 획득 시간은 단축되었고 이와 더불어 수명주기 비용도 감소된 것으로 나타났다.

IPPD의 고유 특성은 다음과 같다(U.S. DoD 1998).

- 고객중심
- 동시개발
- 초기 수명주기 계획
- 융통성
- 일정계획
- 팀워크
- 권한부여
- 관리도구
- 위험관리

3.2 IPDE

IPDE(Integrated Product Data Environment)는 IPPD를 구현하기 위한 통합 product 자료 환경이자, 정보화 측면에서 IT 기술을 이용해 구현한 IPPD의 최종 결과물이라 하겠다. 즉, 함정의 경우 함정의 소요제기부터 퇴역시까지 모든 관련된 전자화된 자료를 생산하고 통합적으로 관리, 활용하기 위한 시스템이다.

이것은 개방형 구조를 갖는 정보시스템을 의미하며, 획득, engineering, 종합군수지원 기능들이 통합된 product를 지원하기 위한 수단이며, 프로그램/프로젝트 관리 및 협업공학(Collaborative Engineering)의 수단이다. 또한, 획득 단계별로 중앙 집중식 제품 모델 데이터베이스의 통합, 도면, 기술교범, 훈련 교보재와 같은 관련된 자료 생산 그

리고 정부와 계약자의 자료 요구조건을 만족시키기 위한 계획, 일정, 절차와 같은 프로그램 집행 정보 등을 구현하는 정보 시스템 능력을 의미한다.

IPDE는 함정의 수명주기 동안 생성되는 모든 자료들에 대한 무결성, 효율성, 형상통제를 확보하기 위해 전자화된 양식으로 동시 개발, 획득 그리고 재사용토록 하는 것으로 특징지을 수 있다. 그 실례로서, 미 해군의 LPD 17 함정의 경우 IPDE는 “요람에서 무덤까지” 서비스와 지원을 의미했고, 함정 설계와 생산에서 동시공학적 협업을 수행하는 중요한 역할을 수행했다(Fireman 1998).

IPDE 구현 방법은 사용 PDM/PLM tool을 도입하여 업무 특성 및 절차에 따라 customizing 하고 이것을 3차원 CAD system과 interface 시킨 후 web 환경에서 운용 가능토록 하는 것이다.

3.3 PLM/PDM

IPDE를 구현하는 도구중의 하나가 PLM/PDM tool이다.

PDM이란 용어는 PLM이란 용어 이전에 생겨난 것으로 어떤 product의 수명주기 동안에 product data를 관리하는 것으로, 단순히 소프트웨어 패키지를 의미하는 것이 아니라 전문 분야로 정의된다.

PLM은 공동의 지적 자산을 효과적으로 관리하고 사용하기 위한 전략적인 사업 접근법이다. 공동의 지적 자산이란 의미는 무엇을 관리하고, 조직이 무엇을 인도하는가가 중요하다는 것이다.

4. 한국 해군 적용 방안

4.1 IPPD 적용

IPPD를 적용하기 위한 절차는 6단계로 정의하였다.

첫 번째 단계는 활동 및 관련자 식별이다.

해군의 함정 획득 절차에 따라, 개념설계단계에 IPPD 적용을 위한 개략적인 내용이 정립되어 개념설계보고서 상에 언급되어야 한다. 이는 기본설계단계에 실제 활동을 가능하게 하는 근거를 마련하는 것으로써, 함정 획득과 관련된 모든 활동과 관련자가 개략적으로 식별되어야 한다.

IPPD 적용을 위한 실질적인 활동은 기본설계 단계에 이루어지며, 최초 기본설계 착수단계에 이

루어 저야 한다. 기본설계 업체와 상세설계 및 항건조 업체가 변경될 경우에는 각각에 대해 구분되어 수행되어야 하며, 기본설계 업체가 선도함의 건조업무를 수행한다고 전제된다면 가장 이상적인 형태가 될 수 있다. 이 단계에는 구체적인 활동과 관련자가 식별되어야 한다. 예를 들어, IPT 구성을 위한 작업으로 상세 관련 조직과 담당자가 결정되어야 하고 그들의 활동들이 정의되어야 한다.

조직은 해군과 조선업체로 구분할 수 있으며, 해군은 조함단, 기획관리참모부, 시험평가부서, 장비관련부서, 장비정비부서, 교육부서, 실제 함정과 장비를 운용하는 승조원 등이 포함되어야 하며, 조선업체는 조선업체 자체의 분야별 담당자 즉, 기본, 선체, 기장, 의장, 무장 등의 담당자와 정보화를 위한 기술용역 수행업체가 포함되어야 하고, 해군과 조선업체 공히 정보화를 위한 담당자가 반드시 포함되어야 한다. 조직이 수행해야 하는 활동은 규정을 토대로 하여 가능한 세부적으로 정의되어야 하며, 담당자가 인식할 수 있는 수준이어야 한다.

두 번째 단계는 프로그램 및 팀 구조 정의 단계로서, 식별된 모든 관련된 이해당사자들에 대해 적절한 조직체계가 규정되어야 한다. 아울러 개략적인 형태의 WBS(Work Breakdown Structure)가 작성되어야 하며, 이 WBS는 업무 진행에 따라 지속적으로 수정 보완되어야 한다.

세 번째 단계는 팀 목표, 책임 및 관계를 정의하는 단계로서, IPT가 추구하는 궁극적인 목표가 무엇인지가 정의되어야 하며, IPT 내부의 세부 팀들에 대해서도 각각의 목표가 구체적으로 제시되어야 한다. 이러한 목표들에 대해서 목표의 달성정도를 측정할 수 있는 명확한 기준도 함께 제시되어야 한다. 또한, 팀에 대한 책임과 권한이 분명히 제시되어야 하고, 해군과 계약상대자간의 관계도 명확히 제시되어야 한다. IPT의 가장 이상적인 형태는 모든 고객이 포함된 형태이나 현실적으로 불가능할 경우 통합이 아닌 분리되는 형태로 부분적인 구성도 고려할 수 있다. 예를 들어, 해군과 조선업체와의 구성이 어려운 경우 조선업체 자체의 기본, 선체, 의장, 전장, 기장 등의 세부 팀을 별도로 구성하고 해군과 대표성을 갖는 연결을 고려할 수 있다.

네번째 단계는 팀 교육 단계로서, IPPD에 대한 명확한 이해를 위해 IPT 를 구성하는 모든 구성원에게 IPPD에 대한 명확한 교육 프로그램이 제공되어야 한다. 교육은 형식적인 업무 인계 인수 수준이 아니라 사실적이고 구체적이며 강제적이어야 한다.

다섯번째 단계는 장소 배치와 통합 요구조건 정의 단계로서, 조선업체의 사무실 일부에 IPT 를 배치시켜 전체 인원을 상주시키고, 모든 설비를 동일한 것으로 조선업체에서 제공하는 것이 가장 이상적이라 하겠으나, 비용을 고려하여 최소한 인터넷을 활용한 실시간 통신에 제한을 받지 않는 수준이면 적합하다 하겠다.

마지막 단계는, 의사소통 방법 제공단계로서 팀 구성원간의 의사소통 방법이 명확히 제시되어야 하며, 최소한 동일한 DB를 공유하여 실시간으로 가장 최신의 정보를 공유할 수 있어야 한다. 이러한 요구조건 반영을 위해 통합시스템 구성을 필요로 하며 조항정보체계가 하나의 예가 될 수 있다.

4.2 IPDE

한국 해군에 IPDE를 적용하는 절차는 미 해군의 LPD 17의 사례 조사를 토대로 구성하였다. 획득 단계와 각 활동들의 특성을 고려하여 기본설계 단계와 상세설계 및 함 건조 단계로 분리하여 적용하였으며, 각의 단계별로 Fig. 3과 같이 도식화 하였다.

4.2.1 제품 요구조건 정의

제품 요구조건 정의 단계에서 이루어져야 하는 활동을 다음과 같이 정의하였다.

- 전체 획득비용 감소 목표 정의
- IPDE 제품 구조 정의
- 세분화된 통합 일정계획 작성
- 제품 구조 내에서의 활동된 요구조건 정의

항정의 전체 비용을 함정의 획득 단계별로 비목별로 구분하고 정의한 후 지속적으로 관리 통제하며, 설계 진행시 설계담당자와 장비담당자들은 항상 운영 유지 차원에서 비용 요소를 검토하여 이를 TOC에 반드시 반영하여야 한다.

IPDE 제품구조는 LEVEL I, II, III 로 구분하고, 각각의 LEVEL 별로 구성요소를 정의하였다.

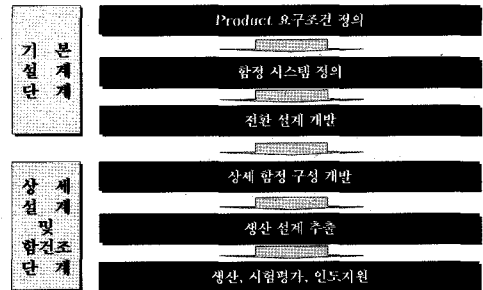


Fig. 4 IPDE Implementation process

LEVEL I 은 3D product model로서 함정에 대한 3D model을 의미하며, 보다 효과적인 구현을 위해서는 함정에 대한 3D BOM(Bill of Material)을 정의하여야 한다. 이를 구현한 시스템에서는 3D BOM의 초기 형태로서 SWBS (Shipboard Work Breakdown Systems)를 활용하였다. 최종적인 시스템에서 사용할 BOM은 설계 착수 이전에 명확히 정의되어야 한다. 또한, product model은 3차원 형상 정보가 추가된 속성 정보를 갖고 있으며, 따라서 속성정보에 대한 식별, 기준 정립이 필요하며, 이러한 기준은 장비에 대한 구매요구 사양서에 명시된 수준이 적절할 것이다.

LEVEL II 는 3D product model과 이것과 관련된 전자화된 자료 즉, 도면, 기술보고서, 카탈로그, 훈련 교보재 등과의 인터페이스이다. 인터페이스 기능 자체는 PLM tool에서 제공하며, 해당 자료의 식별과 해당 자료의 전자화 작업들이 선행되어야 한다.

LEVEL III 는 process data의 통합으로 모든 data가 응용시스템을 통해 통합되는 것이다. 응용시스템은 업무 분석을 통해 설계/검증 지원체계, 자료/지식관리체계, 사업관리체계로 구성하였으며 전체 시스템의 관문이라 할 수 있는 web 기반의 포탈체계도 고려하였다.

일반적으로 기본설계와 함 건조 단계 초기에 전체 공정계획을 작성한다. 작성의 주체는 조선업체이고 해군이 승인하는 형태이다. 그러나 전체 공정계획을 조선업체가 작성함으로 인해 진행 사업 자체에 대한 공정계획에 국한되어 있고, 해군의 내부적인 사업 수행 절차는 거의 반영되어 있지

않아, 전체적인 사업관리에 애로점이 발생한다. 따라서 공정계획 작성시 사업 자체의 일정계획과 더불어 내부적인 업무 절차 그리고 환경이 인도되는 시점까지의 모든 절차를 포함하는 WBS가 작성되고, 각각의 활동들은 세부적으로 정의되어야 하며, 해군에 의해 지속적으로 관리될 수 있어야 한다.

기 정의된 제품구조의 각 LEVEL에 대해 사용자 요구조건을 mapping하여야 한다. 사용자의 요구조건은 계약서의 일부인 계약 일반 조건 및 계약 특수 조건과 설계 사양서 및 건조사양서를 기본으로 구성하며, 설계 및 건조 기간 중 감독관과 승조원을 포함한 사용자들로부터 도출한다. 이러한 요구 조건들이 실질적으로 어떻게 관리되어야 하는가가 명확히 정의되어야 하고, 전체적으로 반영되었는가의 여부를 확인할 수 있는 '요구조건 목록관리서'와 같은 별도의 문건을 작성하거나, 응용시스템에서 관리할 수 있는 기능을 제공하여야 한다. 요구조건 목록 관리서의 작성형태는 계약서의 몇 조, 몇 항 또는 사양서의 몇 장, 몇 절의 내용이 설계 보고서 또는 도면의 어떤 부분에 명시되었다고 확인할 수 있는 형태이어야 하며, 최종적으로 시험평가 및 전력화 평가 결과를 확인할 수 있어야 한다.

4.2.2 함정체계 정의

이 단계에 이루어져야 할 활동은 실질적인 설계 활동을 포함하여 다음과 같이 정의하였다.

- 요구조건들의 재검토 및 충돌 제거
- 공학적 해석 및 검토
- 전자화된 자료의 초기 통합 방안 정의
- 획득 방법 정의
- 시험평가 계획

초기에 도출된 요구조건은 요구조건 목록관리서를 통해 지속적으로 처리과정 및 진행상황이 확인되어야 하며, 각각의 요구조건들은 실제적인 설계 과정 내에서 지속적으로 재검토 되어져야 한다. 이러한 과정을 통해 상호 충돌하는 요구조건들을 식별하고, 충돌 요구조건들의 이해 당사자 즉, 승조원, 감독관, 설계자가 상호 협의를 통해 최적의 방안을 도출할 수 있다. 아울러, 이렇게 검토된 요구조건들은 전체사업의 위험관리 차원에서 문서화

하여 별도로 관리하여야 한다.

설계 초기단계에서 계약서에 의해 도출된 요구조건은 반드시 최종적으로 반영해야 하는 확정된 요구조건이 된다. 또한 설계 진행 단계에서 감독관이나 사용자에서 제시하는 요구조건은 조선업체를 포함한 이해당사자간의 협의를 통해 가능한 범위에서 확정된 요구조건으로 반영된다. 이처럼 요구조건으로 확정되어 실제 반영되는 과정에서는 반드시 공학적 해석 및 검토 과정을 거쳐야 한다.

각각의 전자화된 자료들을 전체 응용시스템 및 database에 어떻게 통합할 것인가를 정의해야 한다. 이것은 실제 설계 진행 중인 자료를 관리하는 시스템과 모든 설계 결과 자료를 관리하는 자료관리 시스템간에 동일한 자료를 어느 시스템에서 관리해야 하는가 하는 문제로, 시스템 효율 및 사용자 편의 측면에서 매우 중요한 요소이다.

전자화된 형태로 요구되는 모든 자료에 대한 획득방법을 정의하여야 한다. 여기에는 문서의 생성주체, 작성 양식, 인도 시기 및 방법 등이 포함되어야 한다. 문서의 생성주체는 기초자료 작성자, 문서 작성자, 검토자, 승인자 등을 의미하며, 작성 양식은 문서 작성시 준수해야 할 작성 규칙은 물론 사용하는 워드프로세스의 종류 등을 의미한다. 인도 시기는 계약상대자가 자료를 제공할 정확한 제공 시점이며 인도 방법은 CD/DVD 또는 실시간 등의 전자 매체의 종류 등에 대한 정의를 뜻한다.

시험평가 계획에는 함정의 설계 및 건조에 대한 시험평가 계획과 더불어 이와 관련된 모든 IT화에 대한 시험평가가 포함되어야 한다. 생성된 자료들이 향후 유지 보수 등의 목적에 적절히 활용될 수 있다는 것을 보증하기 위한 시험계획을 작성하여야 하고, 이것을 확인/통제 할 수 있는 절차가 마련되어야 하며, 시험결과를 피드백 시켜야 한다.

4.2.3 전환 설계 개발

이 단계는 이전에 완성된 개별 시스템 기반 설계결과를 product data model 내부로의 공간기반 설계로 전환시킨다. 아울러, 기본설계 단계에서 상세설계 단계로 넘어가는데 필요한 일련의 준비작업들이 이루어져야 한다. 이 단계에서 이루어지는 활동을 아래와 같이 정의하였다.

- 개별적인 시스템들의 설계를 함정 플랫폼으로 통합하여 함정 배치 형상 개발
- 최종 건조될 함정에 대한 일관된 3D 제품모델 구현을 위해, BOM에 따른 3D 제품모델 초기 개체군 형성(Initial 3D product model)
 - 하부시스템 설계
 - 향후 유지보수를 고려한 종합 군수지원 분야의 범위를 결정하고 이에 따른 기능들을 고려하는 지원능력 해석 (perform supportability analysis)
 - 초기 작성된 TOC 감소목표에 대한 달성여부를 확인하고, 미진한 분야에 대한 만회대책을 함께 강구 TOC 감소목표에 대한 성취도 평가

4.2.4 상세 함정 구성 개발

이 단계의 최종 목적은 상세설계 및 함 건조를 위한 상세설계의 최종화이다. 상세설계 및 함 건조는 경쟁 및 확정계약을 원칙으로 하는 현재의 획득규정상 기본설계를 수행하지 않은 업체가 수행할 수도 있게 된다. 따라서 이전 단계에서 수행된 일반적인 검토가 다시 수행되어야 하고, 또한 이전의 3단계에 대해 지속적인 피드백을 수행하여야 한다. 그리고 변경관리에 의해 이전에 작성된 문서들을 업그레이드 시켜야 한다.

이 단계에 수행해야 할 주요 활동들을 다음과 같이 정의하였다.

- 3D product model의 지속적인 개발
- 전자화 구현 및 상세 계획
- 3D product model의 인터페이스 확인
- 속성을 포함한 BOM 개발
- 시험절차 작성
- Product 계획 최종 승인
- 상세설계 검증
- 군수지원 product data 및 수명주기 자료 생성
- 자료 추출을 위한 속성정보 개발
- TOC 감소목표에 대한 성취도 평가

4.2.5 생산 설계 추출

이 단계의 주요 업무는 함정 전체의 3D product model로부터 생산도면이나 공작도면 등 함정의 건조에 필요한 문서를 추출하고, 군수지원 및 함정 인도에 필요한 제반 문서들을 추출하는

것이다.

4.2.6 함 인도물 작성, 시험 및 지원

이 단계는 최종단계로서 실질적인 함정 인도를 지원하는 단계이다.

이 단계의 주요 업무는 모든 인도물들과 건조된 상태와의 동일성 여부, 운영유지 및 군수지원 자료의 일치성 확인, 취역 전 승조원이 수행해야 하는 제반 절차, 훈련 지원 및 전체 함정의 시험평가 프로그램 지원 등이다. 또한, 설계 및 건조 기간 중 발생된 모든 문제점에 대해 문서화를 포함하여야 한다.

4.3 PLM 시스템(조항정보체계)

함정 설계 및 건조 업무를 지원하기 위한 PLM 시스템인 조항정보체계는 업무 분석을 통해 설계/검증지원 체계, 자료관리 체계, 사업관리 체계의 3가지 하부체계로 구성하였다(이종갑 등 2001, 이종갑 2001, 서울대 해양시스템공학연구소 2003, 신중계 등 2004). 본 연구에서는 이 3가지 시스템에 대해 PLM tool을 근간으로 몇가지 중요 기능들을 식별하여 구현해 봄으로써, 함정 설계 및 건조 업무를 효율적으로 지원 관리할 수 있는 전체 시스템에 대한 효용성을 확인 하였다.

설계/검증 지원 체계는 기존의 2D 설계 업무를 3D 기반의 설계 업무로 한단계 업그레이드하여 설계 업무와 설계결과를 검증 업무를 지원하는 체계로 정의하였으며, 주요한 기능들을 다음과 같이 분류하였다.

- 해군이 자체적으로 수행하는 함정/잠수함 가능성검토, 개념설계, 보조선박 기본설계업무 지원
 - 조선업체가 수행하는 기본설계, 상세설계 결과 검증 확인
 - 조선업체가 수행하는 기본설계 및 함 건조 기간 중 연구소 등에 외부 기술 용역으로 수행하는 결과 확인
 - 함정 설계 고도화를 위해 해군이 연구소, 대학 등과 계약을 통한 용역사업으로 수행하는 결과 확인
- 자료관리체계는 함정 획득을 위한 최초 계획 단계에서부터 퇴역할 때까지 전 수명주기 동안에 생성되는 자료를 포함하여 관련된 모든 자료들의 관

리 및 활용할 수 있도록 하는 기능을 지원하는 체계로 정의하였으며, 중요한 기능들을 다음과 같이 분류하였다.

- 기 보유중인 전자화된 보고서, 도면, 기술문서 등의 관리 및 활용
- 함정 및 장비의 3차원 형상 자료 관리 및 활용
- 함정의 수명주기 동안 생성되는 모든 자료에 대한 DB화 관리 및 활용

사업관리체계는 함정 설계 및 건조 절차 즉, 건조가능성검토, 개념설계, 기본설계, 상세설계 및 함 건조에 따른 전체 획득 프로그램의 관리 및 단계에 따른 개별 프로젝트 관리 업무를 지원하는 체계로 정의하였으며 중요한 기능을 다음과 같이 분류하였다.

- 사업관리 및 의사결정 지원
- 인터넷을 이용한 산·학·연·군간 조함기술 정보 공유
- 조선업체와 해군간의 인터넷 기반의 화상회의 이상에서 검토한 조함정보체계의 전체 시스템에 대한 효용성 확인을 위해 체계의 일부분을 시범적으로 구현하였다. 본 연구에서는 PLM Tool인 SMARTTEAM, CAD Tool인 CATIA를 주요 개발도구로 사용하였으며 최신 구축할 설계 자료 중 일부를 활용하였다.

4.3.1 설계/검증 지원체계

설계/검증 지원체계의 주요 기능 중 하나는 3차원 도면 작성 즉, 3D CAD System을 이용한 함형상의 3차원 가시화이다. 설계단계에서 최종 건조 함정의 형상 확인이나 배치 확인을 확인할 수 있다는 것은 신속한 의사결정을 보조할 수 있는 중요한 수단이 된다. 또한, 3차원 설계는 설계 업무의 완성도 향상과 설계 오류를 최소화 하고, 설계에 소요되는 시간을 줄이는 등의 설계 업무 고도화를 가져다 줄 수 있다.

완전한 시스템이 갖추어 지는 최종 구현 단계에서는 DB에 라이브러리 형태로 저장되어 있는 함정의 선형, 구조물, 탑재 무기체계 및 장비들을 형상을 불러들임으로써 쉽게 함정의 3차원 형상 가시화가 가능하나, 라이브러리 구축을 위한 작업들을 선행하여야 한다.

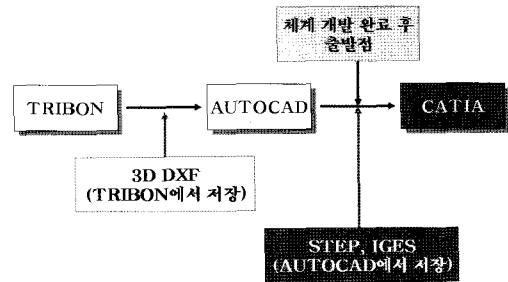


Fig. 5 3D Modeling process

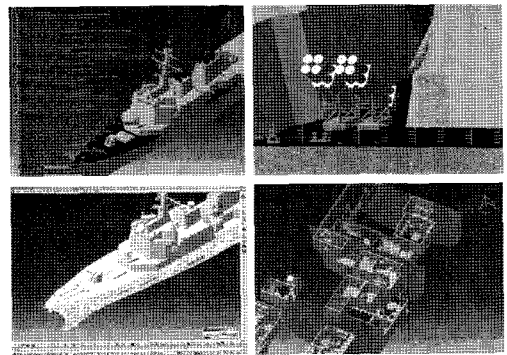


Fig. 6 3D Digital mockup

최초 단계의 일환으로 3차원 도면 작성 및 시스템에서 요구하는 라이브러리 구축을 위한 작업을 다음과 같은 절차에 따라 수행하였다. 향후, TRIBON을 통한 변환작업은 불필요한 작업이 된다.

이러한 3차원 도면의 작성은 2차원 도면(Lines, G/A) 작성과 그에 따른 설계기법에 따른 설계 업무 효율성 저하를 개선하기 위한 가장 기본적인 작업이다.

Fig. 5는 구현한 결과로서 3차원 Digital Mockup의 예이다.

설계/검증 지원체계의 다른 주요기능 중 하나는 2D 도면의 자동생성이다. 데이터베이스에 저장되어 있는 함정의 3차원 CAD 모델로부터 보고서 작성 또는 승인용 2차원 도면을 출력하도록 하는 것으로 해당 함정의 선도, 일반배치도 등 각종 2차원 도면을 자동 생성하는 기능이다. 자동생성을 위한 도면작성지침(Template)은 사전에 입력되어 코딩되어야 한다.

이것은 함정의 설계 및 설계 변경 업무를 수행함

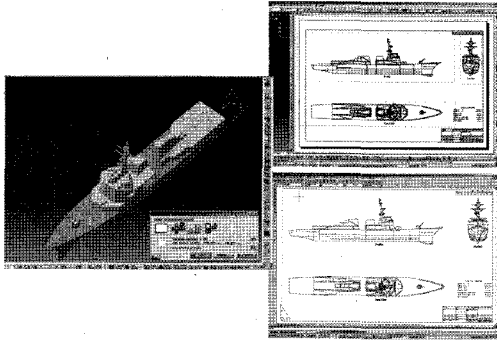


Fig. 7 2D Drawing

에 있어 반복적인 2차원 도면의 수정작업 시간을 단축할 수 있으며 연관된 도면간의 오류를 최소화하여 도면의 정확도를 향상시킬 수 있으며, 보고서화를 위한 도면 작성에 소요되는 시간이 거의 없다.

Fig. 6은 구현한 2D 도면 생성의 예로써, 최초에 작성한 3D CAD 모델을 활용하여 개략배치도를 생성하기 위한 Template을 코딩하여 2D 도면을 생성하도록 하였으며, 그 결과를 출력함으로써 보고서화가 가능하다.

4.3.2 자료관리체계

자료관리체계는 PLM 체계의 근간을 이루는 것으로 주요 기능은 3D 제품모델을 통한 정보/자료의 검색과 관리, 활용이다. 이것은 함정에 대한 3차원 CAD 제품모델을 BOM 기반으로 생성하고 이를 함정과 관련된 각종 문서(도면, 보고서, 기술교범 등)들을 분류체계에 따라 데이터베이스화하고 3D 제품모델과 연계시키는 것이다. 이러한 PLM 기반 함정 정보 관리체계는 3차원 모델과 연계한 제품정보 통합관리 체계로서, 관련 정보/자료의 무결성 유지와 정보/자료의 수명주기 관리를 가능하게 한다.

Fig. 7은 구현한 자료관리 체계의 예로써 제품속성정보 관리 기능이다. 이 작업은 초기 작성된 3D CAD 모델과 관련 문서 자료들을 인터페이스시킨 것으로 함포에 대한 3차원 형상을 클릭하면 링크된 모든 정보를 확인할 수 있도록 구현하였다. 지금까지는 모든 자료나 정보들이 종이 문서로서 제공되어 보관, 관리 및 확인이 어려웠으나

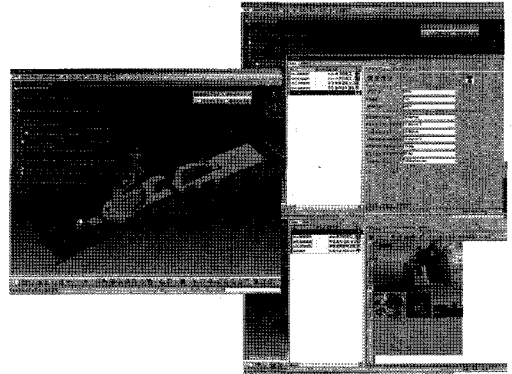


Fig. 8 Management of product attribution

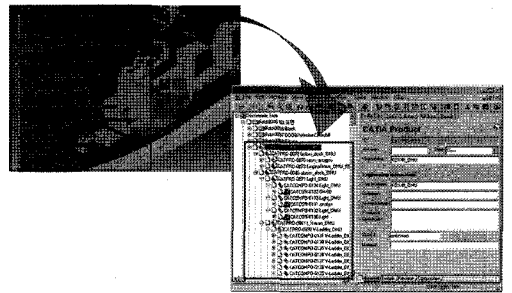


Fig. 9 Creation of BOM

IT화를 통한 시스템 구축으로 함정의 수명주기 동안의 모든 정보를 체계적으로 관리할 수 있게 되는 것이다.

Fig. 8은 함정의 BOM(Bill Of Material)을 자동으로 생성하는 예를 보이고 있다. 등록된 BOM은 다른 프로젝트에 디폴트로 활용할 수 있으며 관련된 정보들을 쉽게 얻을 수 있는 장점이 있다.

4.3.3 사업관리체계

사업관리체계는 의사결정을 지원하는 것으로, 프로그램 및 프로젝트 관리, 화상회의가 주요한 기능이며 이러한 기능들은 Web 기반의 포털체계를 통해 통합된다.

화상회의는 프로젝트 관리를 위해 해군의 사업관리부서와 조선업체 또는 건조 현장의 감독관과의 업무 효율 향상을 위한 것으로 전체 지휘계통을 통한 보고중심의 회의보다 실무자의 기술검토 업무를 보조하기 위한 수단이다. 전체적인 운용개념을 다음과 같이 정리하였다.

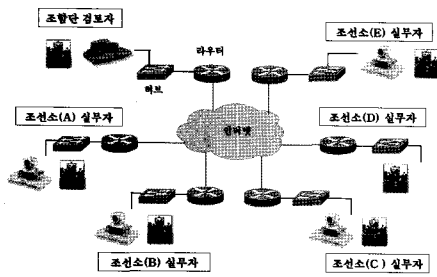


Fig. 10 Video conference system

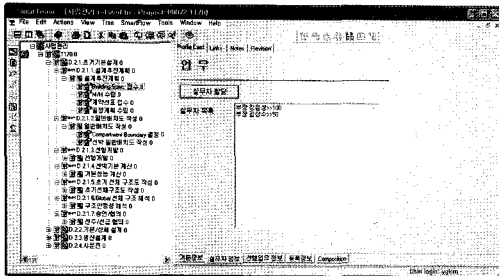


Fig. 11 Work assignment

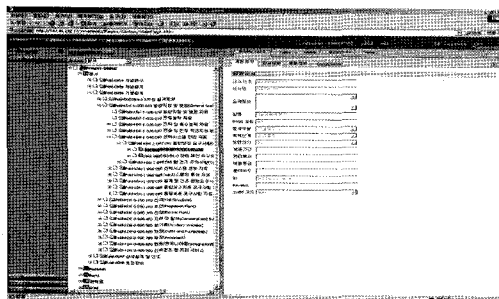


Fig. 12 Web portal

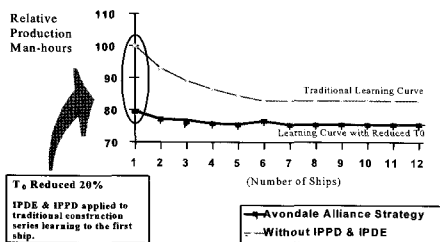


Fig. 13 IPDE impact on LPD 17

Fig. 10은 식별된 업무를 토대로 담당자에게 업무를 할당하는 기능을 구현한 결과이다. 제반 업무

들은 규정에 따라 내용과 절차를 식별하였으며, 그 결과는 WBS 형태가 되고 이것은 또한 표준 업무 절차서가 되므로, 보직 이동이 잦은 군 특성상 업무 공백을 최소화 시킬 수 있는 수단이 된다.

Fig. 11은 시스템을 web으로 구현한 결과이다. WEB으로의 구현은 산·학·연·군이 인터넷을 통해 정보를 공유할 수 있는 수단이 되며, 해군 내부의 전자결재 포탈체계와 연동할 수 있는 수단이 된다. 또한, 단일인증방식(Single Sign On)을 통한 연동은 사용자의 불편을 최소화시킬 수 있다.

4.4 종합

현재까지 조함정보체계와 동일한 체계는 존재하는 않는 것으로 확인하였다. 다만, IPPD 및 IPDE 방법론을 적용한 미국의 수상함 LPD 17(Fireman 1998) 및 잠수함 SSN 23(Robert and Larry 2003) 사례를 확인하였다.

미 해군은 LPD 17을 통해 함정에 대한 IPPD 및 IPDE 개념을 처음으로 적용하였다. 그것은 함정을 건조하는 단계에서 함정의 수명주기를 위해 모든 자료를 디지털 형태로 개발하여, 유지 활용토록 하는 것이다. LPD 17함정에 대한 IPPD/IPDE 적용을 통한 가장 큰 효과중의 하나는 투입인력의 절감이며, 40년 수명주기 동안 12척의 함정에 대해 기존의 초기투입 인력 대비 20%를 절감할 수 있었으며, 이를 통해 4억불 정도의 비용절감을 가져올 수 있었다(Fireman 1998).

SSN 23 잠수함의 경우에도 IPPD 적용을 통해 동급의 타 함정에 비해 더 큰 규모임에도 더 적은 인원이 투입되는 결과를 가져다주었다(Robert and Larry 2003).

또한, 건조기간의 단축을 가져왔으며 전체 설계기간을 기존 대비 50% 수준으로 줄일 수 있었다(Robert and Larry 2003).

Fig. 13과 같이, 미 해군의 경우 전체적인 사업이 IPPD 절차에 따라 진행되었고, 이러한 절차를 준수함으로 인해 현저한 비용절감을 가져올 수 있었다.

본 연구에서는 한국 해군의 경우에 실제 적용된 사례가 없어 직접적인 비용절감 효과나 미 해군과의 비교분석을 수행할 수 없었다.

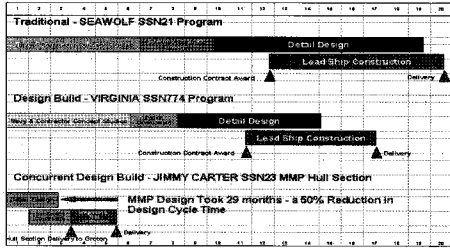


Fig. 14 Revolutionary changes to submarine design and build

Table 1 Comparisons of system

구분		한국해군	LPD 17	SSN23
I P D E	I	3D Product Data	3D Product Data	-
	II	도면, 보고서 구매요구사항서, TM(IETM)	Vendor Drawing, Manual	-
	III	조함정보체계	MRWS, IMP, C/SCS	-
T O O L	CAD	CATIA	ISDP	CATIA
	PDM	SMARTTEAM	METAPASE(TO)	-
	기타	KONOODS Paramarin/ Flag ship, 화상회의	-	IGRP, 화상회의

그러나, Table 1에 보인 바와 같이 한국 해군과 미국 해군 시스템간의 차이가 크지 않으며, IPPD 절차에 따른 IPDE 구현으로 인해 최소한 미 해군과 동일한 수준의 비용 절감을 가져다 줄 수 있으리라 기대하고 있다. 또한, 업무 효율 향상이라는 보이지 않는 비용 절감 부분은 시스템 구현과 시스템 사용을 통해 충분히 달성할 수 있는 부분이라 생각된다.

Table 1은 한국해군의 시범체계를 기준으로 비교한 내용이며 최종 구현될 조함정보체계는 시스템의 운용환경 등의 변경으로 인해 CAD 및 PLM(PDM) Tool이 변경될 수도 있다.

5. 결 언

한국 해군의 함정 획득 절차 중 설계 및 건조 업무에 대해 IT 관점에서 중점적으로 검토 분석

하여 문제점들을 도출하였고 해결방안으로 PLM Tool을 활용한 관련 업무의 IT화를 제안하였다.

전체적인 응용시스템 구현을 위해 IPPD 방법론을 제시하였으며, IPPD 방법론에 따라 제반 절차들을 한국 해군의 실정에 맞도록 함정 설계 및 건조 단계와 접목하여 구체적인 내용을 제시하였다. 모든 수행된 결과가 IPDE로 구현되며, 전체 시스템 중 일부를 구현하였다. IPDE의 최종적인 구현은 응용시스템인 조함정보체계를 통해 완성된다.

IPDE 구현에 있어서 응용시스템에 대한 단일 함종 적용 개념인 외국의 경우와 달리 한국 해군의 규모와 예산상의 이유로 모든 함정에 적용할 수 있도록 데이터 포맷이 통일된 시스템을 구현토록 하였으며, 함정 계약 제도에 따라 동일 및 동종의 함정에 대해 업체가 변경됨으로 인해 재작업 수요가 과도하게 발생하므로 재작업 감소에 주안점을 두었다. 따라서, 비용과 효율적인 측면에서 미국 이상의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

향후, 개발될 체계 기반의 교육훈련체계와 함정 자체의 플랫폼과 전투체계가 연동되는 SHIPBOARD PLM 구현으로의 확장이 요구된다.

후 기

본 논문은 제 1저자의 충남대학교 대학원 졸업 논문인 공학석사 학위논문내용을 발췌하였으며, 한국과학재단의 우수연구센터 지원과제(R11-2002-104-08003-0) 연구비로 수행되었음을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- 국방부, 2003, 국방획득관리 규정, 국방부 훈령 제 733호
- 서울대학교 해양시스템공학연구소, 2003, 조함정보 시범체계
- 신중계, 이장현, 박철성, 이종갑, 김형만, 2004, “3차원 제품모델 기반의 함정 PDM 구축 연구,” 대한조선학회 춘계학술대회 논문집(1), pp. 231-237.

- 이종갑, 2001, “조선시스템을 위한 정보기술구조,” 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, 제 19권, 제 20호, pp. 25-29.
- 이종갑, 이경호, 이순섭, 2001, “조선산업에서의 지식관리시스템,” 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 63 - 66.
- 한국국방연구원(KIDA), 2003, 해군조항정보체계 운용개념기술서/체계규격서
- Fireman, H, 1998, "LPD 17 on Shipbuilding Frontier: Integrated Product & Process Development," Association of Scientists and Engineers 35th Annual Technical Symposium.
- U.S. DoD, 1996, DoD Guide to Integrated Product and Process Development (Version 1.0), Office of the Under Secretary of Defense (Acquisition and Technology) Department of Defense, U.S.
- U.S. DoD, 1998, DoD Integrated Product and Process Development Handbook, Office of the Under Secretary of Defense(Acquisition and Technology), Department of Defense, U.S.
- Robert I.W. and Larry D.G., 2003, Integrated Product/Process Development in Upgrade and Mod Programs, Secretary of Defense, U.S.



< 정 연 환 > < 유 재 문 >