

# 선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 시스템 개발

## I. 서론

선박 및 해양플랜트의 경우 조선소의 생산 단계에서의 설계 및 건조 비용보다 인도 이후 해운사의 운영단계에서 필요한 비용이 대부분을 차지하고 있고, 특히FPSO (Floating Production Storage and Offloading), FSRU(Floating Storage Regasification Units)등을 포함하는 해양플랜트의 경우 운용·유지보수 및 검사 비용이 전체 비용의 대부분을 차지하고 있다. 이에 따라 최근 중대형 조선소를 중심으로 선박 및 해양플랜트의 영업, 설계 및 건조, 유지보수에 이르는 전 과정에 대하여 관리하고, 각종 도면 및 제품개발 정보를 협력회사, 기자재업체 등과 공유할 수 있도록 지원하는 PLM(Product Lifecycle Managemtn)

시스템의 도입이 활발히 추진되고 있다<sup>1-4)</sup>.

한편 선박 및 해양플랜트의 운영단계에서의 유지보수 관리 시스템은 대부분 대형 선사를 중심으로 구축·운영되고 있으며, 일부 선박관리 시스템을 갖춘 중소형 선사에서는 단위업무를 수행하는 소프트웨어 모듈을 부분적으로 운영하고 있으나, 대부분 전문적인 관리 시스템 없이 스프레드 시트와 같은 문서도구를 통하여 관리하고 있는 것이 현실이다.

“선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 기술”의 특징은 선박 및 해양플랜트의 설계·건조단계에서 생성된 정보와 이를 기반으

“선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 기술”은 설계·건조단계에서 생성된 정보와 이를 기반으로한 운영단계에서의 유지보수 관리 정보를 선박해양 통합 플랫폼으로 일원화하여 관리하고, 이를 기반으로 맞춤형 시스템을 구성하도록 한다.



길우성  
한국선급 IT융합연구팀



이정렬  
한국선급 IT융합연구팀



박진영  
한국선급 IT융합연구팀



〈그림 1〉 선박 및 해양플랜트 생애주기 관리 개념도

로 운영되는 유지보수 관리 정보를 선박해양 통합 플랫폼으로 일원화하여 관리하고, 이를 기반으로 맞춤형 가능한 운영 시스템 구성과 관리가 용이하다는 점에 있다. 선박해양 통합 데이터 플랫폼 기반 운영 시스템은 육상업무 전반을 담당하는 육상용 정보 시스템, 선박 및 해양플랜트 본선에서의 운영을 담당하는 본선용 운영 시스템으로 나뉘어지며, 두 시스템은 선속간 통신 시스템으로 연동된다.

각 시스템은 선사의 규모에 맞게 모듈화 하여 대형선사 뿐 아니라, 중소형 선사에서도 맞춤형하여 제공할 수 있도록 요소 기능을 패키지화 하였다. II장에서는 전체 시스템의 개요 및 구성에 대하여 설명 한 후 III장에서 결론을 맺는다.

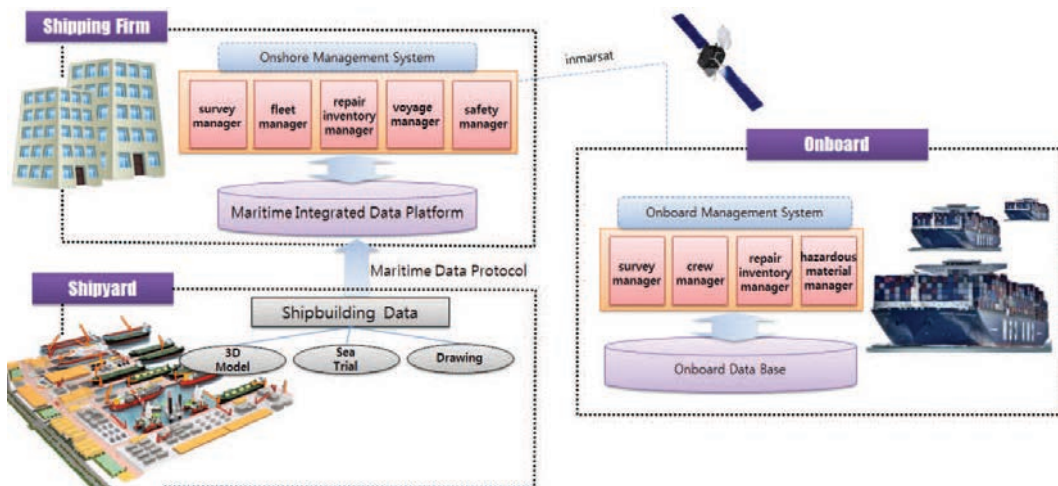
## II. 시스템 개요 및 구성

### 1. 시스템 개요

선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 시스템의 전체적인 운영 개념은 〈그림 2〉와 같다. 조선소에서 설계 및 건조과정을 통해 생성된 3D모델, 시운전 정보, 도면, 사양 등의 건조정보들은 육상의 선박 운영사에서 운영하는 선박 관리 시스템에서 이용하게 되는데, 이들 운영단계의 관리 데이터는 선박해양 데이터 통합플랫폼에서 일괄적으로 처리된다.

선박해양 데이터 통합 플랫폼은 전체 시스템의 데이터 기반 플랫폼으로써 대용량 정보를 저장하는 데이터베이스 및 필요한 정보를 추출하고 저장하기 위한 기능을 제공한다.

한편 선박 및 해양 구조물은 전 수명주기 동안 각기 다른 기관에 의하여 운영되기 때문에 각 조선소 및 해운업체에서 사용되는 정보들은 서로 다른 각 시스템 규격 및 형식에 따라 작성되어 정보의 공유 및 재활용 시 많은 시간적, 비용적 문제를 발생하게 된다. 이를 위하여 선박 및 해양구조물의 운영단계에서 기술문서의 개발 및 교환을 위한 표준화가 진행되고 있으며, 국내에서 연구중인 KRS-DEX(KRS-Data Exchange)프로토콜을 사용하여 선박 건조 및 기자재 설계 시 발생하는 메타데이터를 선박 해양데이터 통합 플랫폼과 연계



〈그림 2〉 선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 시스템 운영 개념



활용하였다. KRS-DEX는 선박 및 해양구조물의 유지보수와 운영단계에서 활용될 데이터의 종류를 구분하고 각 활용 목적에 따라 구조화·문서화 하도록 지원하는 프로토콜로서 선박해양 데이터 플랫폼의 KRS-DEX과서를 통해 해당 정보를 가져올 수 있도록 구현되었다.

육상에서의 선박관리 시스템은 운항중인 다수의 선박을 관리하는 선대관리, 자재 및 수리관리, 안전관리 업무와 선급에서 주기적으로 수행하는 선박 검사관리 업무를 수행한다.

선박 검사 관리는 선박 건조단계에서 생성된 3차원 선박 CAD 모델을 활용하여 3차원 위치기반으로 검사 내역과 현황을 가시화하는 한편 검사 예정일 등을 3차원 그래픽 기반으로 표시 해 줌으로써 기존의 텍스트기반 관리 방식보다 직관적인 그래픽 환경으로 운영할 수 있다. 육상 운영 선박 관리 시스템은 선박 해양 데이터 통합 플랫폼과 연계하여 각 관리 모듈에서 생성되는 관리 정보 및 문서, 도면, 미디어를 저장하고 가져오도록 구현되었다.

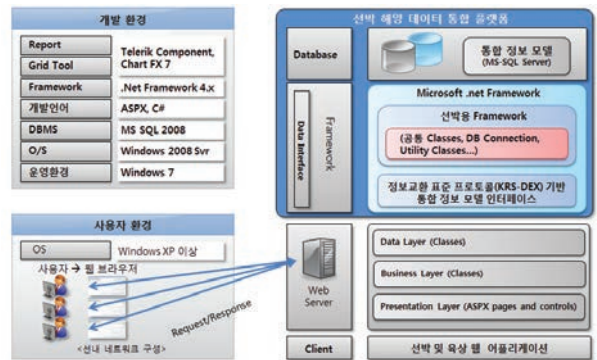
해상에서 운항중인 각 선박은 운항 중 차기 선급 검사 일정 과 선내 기자재·기부속에 대한 점검 현황 및 일정, 재고상태 등을 항상 숙지해야 하고, 선원의 승하선 및 근무 상태를 관리해야 한다. 이를 위하여 선박 본선용 관리 시스템은 육상용 선박 관리 시스템에 적용된 3D모델기반 선박 검사관리, 선원관리, 정비·수리관리, 유해물질 관리등의 기능을 제공한다.

본선에서 운영되는 관리 시스템의 각 모듈 중 육상과 연계하여 운영되는 기능들은 위성을 이용하여 통신한다. 현재 선박의 위치, 선박 보고서 등은 본선에서 생성되어 주기적으로 육상 운영 관리 시스템에 전송되어야 하며 전송 데이터는 Inmarsat 위성 및 FBB(Fleet Broadband)를 통한 전자문서교환(EDI:Electronic Data Interface) 인터페이스로 통신한다.

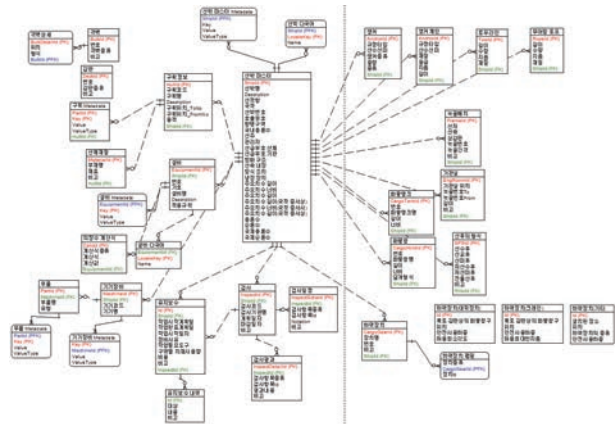
## 2. 시스템 구성

### 2.1. 선박해양 데이터 통합 플랫폼

선박해양 데이터 통합 플랫폼은 육상 운영시스템의

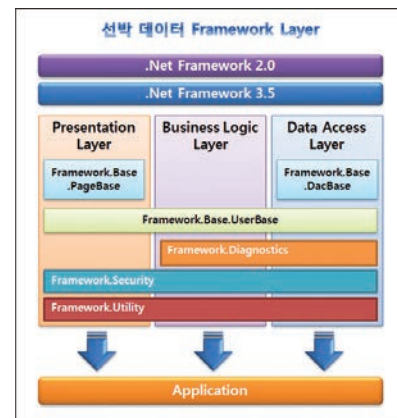


〈그림 3〉 선박해양 데이터 통합 플랫폼



〈그림 4〉 통합 정보모델 엔티티 관계도

기반 플랫폼으로써 응용 시스템에서의 데이터 요청과 운영 시 생성된 유지보수 데이터를 저장하는 일련의 작업을 수행한다. 선박의 운영에 관여하는 각종 유지보수 데이터는 〈그림 4〉와 같은 통합 정보모델로써 관계형 데이터베이스에 탑재되며, 데이터베이스 연결 및 데이



〈그림 5〉 선박 데이터 프레임워크

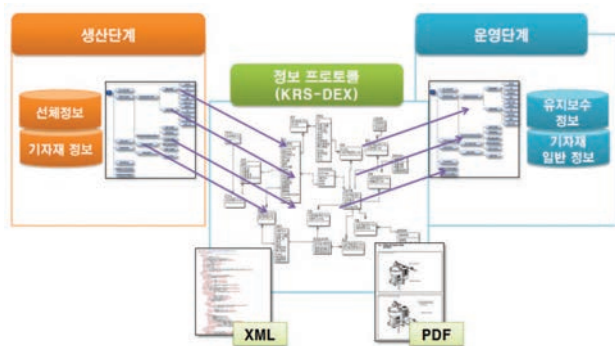


터 접근, 통합로그, 파일 처리를 담당하는 선박 데이터 프레임워크를 통하여 통합 정보모델과 상호 연계된다.

선박 데이터 프레임워크는 마이크로소프트 닷넷 프레임워크 기반으로 <그림 5>와같이 구성된다. 화면을 통한 입력 처리 및 정보 가시화를 위한 Presentation Layer, 자료 입력을 기준으로 주어진 로직에 따라 각종 내부 처리를 수행하는 Business Layer, 데이터를 영구적으로 저장하거나 사용자 요청에 의하여 선박해양 통합 정보모델로부터 데이터를 가져오는 역할 및 통신처리를 담당하는 Data Layer, 응용 시스템과의 인터페이스인 Application Framework 레이어로 나뉘어져 있으며, 각 레이어는 확장이 용이한 개방형 구조로 설계된다.

## 2.2. 선박해양 정보 프로토콜(KRS-DEX)

조선소 및 해운업체에서 사용되는 정보들은 서로 다른 각각의 기간 시스템 규격 및 형식에 따라 작성되어 정보의 공유 및 재활용 시 많은 문제를 발생시키고 있으며, 이에따라 ISO에서는 10303 STEP(Standard the exchange of product model data) 국제 표준을 개발하여 선박 및 해양구조물의 설계, 생산, 유지보수 및 폐기에 대한 데이터의 표현과 교환으로 제안/운영하고 있다<sup>[5-6]</sup>. 또한 조선 기자재 업체를 중심으로



<그림 6> KRS-DEX 프로토콜의 적용

Shipdex Protocol을 개발하여 해운산업에서 선박 및 해양구조물의 운영단계의 기술문서들의 개발 및 교환을 표준화 하려는 노력을 하고 있다. KRS-DEX(KRS-Data Exchange) 정보 프로토콜은 선박 및 해양플랜트의

**KRS-DEX(KRS-Data Exchange) 정보 프로토콜은 건조 및 기자재 설계 시 발생하는 메타 데이터를 운영단계시스템에 효율적으로 전달 해 주기위한 정보교환 프로토콜로써, XML 기반으로 구성되어 다양한 종류의 영상미디어 및 문서, 3D형상정보등을 쉽게 다룰 수 있어 생산단계에서의 정보를 선박해양 데이터 플랫폼으로 전달하기위한 프로토콜로 사용된다.**

의 효율적 자산관리를 목적으로 건조 및 기자재 설계 시 발생하는 메타 데이터를 운영단계시스템에 효율적으로 전달 해 주기위한 정보교환 프로토콜로써, XML 기반으로 구성되어 요소별 저장, 검색, 재활용이 가능하며, 다양한 종류의 영상미디어 및 문서, 3D PDF등과 같은 3D형상정보도 쉽게 다룰 수 있어 생산단계에서의 정보를 선박해양 데이터 플랫폼으로 전달하기위한 프로토콜로

사용하고 있다.

KRS-DEX의 기술문서 구조는 문서 생성정보를 담은 docTitle과 DataSets의 종류에 따른 기술정보가 포함된 documentSection으로 크게 2개의 카테고리로 구성되어 있다. docTitle은 문서 생성자, 문서 제목, 문서 분류, 출판자, 문서생성일자 등의 정보를 포함한 문서 생성에 대한 메타데이터를 포함하고 있고, documentSection은 문서의 목적에 따라 구조를 아래와 같이 정의하고 있다.

- 일반정보(선체) : PartName, DesignDate, Spec\_Measure, Coating\_Description, thicknessLimit, etc.
- 일반정보(기관) : PartName, DesignDate, Spec, ModelName, Performance, etc.
- 설명서/분해정보 : EquipmentName, DesignDate, Management-Method, Production Division, Drawingpath, Maintenance, cause, plan, disassembly-Method, etc.
- PMS(Planned Maintenance Schedule) : EquipmentName, DesignDate, management-Method, etc.



```

<docManualDisassembly>
<!--
<title>설명서 운영방법</title>
-->
<docTitle>
<creator>작성자</creator>
<title>문서제목</title>
<subject>주제</subject>
<publisher>작성자</publisher>
<contributor>작성 기여자</contributor>
<date>2008-08-01</date>
<type>text</type>
<format>text/xml</format>
<identifier>S1000DBI KE-AAA-DA1-00-00-00AA-341A-A_006-00</identifier>
<language>en-US</language>
</docTitle>
<documentSection>
<title>PMS</title>
<equipmentName>기기명칭</equipmentName>
<designDate>설계 일자</designDate>
<managementMethod>
<methods>
<method subject="1" interval="23" note="23" />
<method subject="2" interval="23" note="23" />
<method subject="3" interval="23" note="23" />
</methods>
</managementMethod>
</documentSection>
</docManualDisassembly>
    
```

〈그림 7〉 Example of KRS-DEX (계획정비)

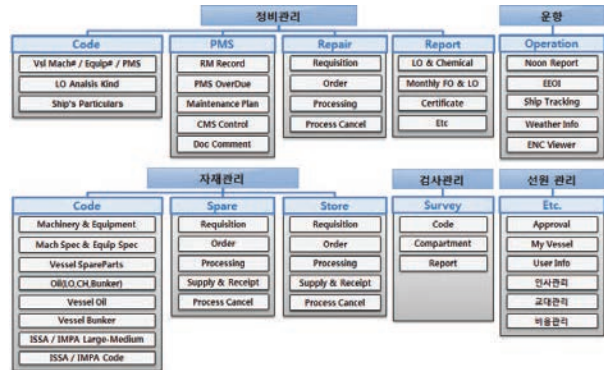
### 2.3. 육상 및 본선의 선박 관리 시스템

자사에서 운용중인 다수의 선박을 관리하기 위하여 각 해운선사에서는 자체적인 업무 절차가 있으며, 이러한 일련의 선박 관리 업무를 각 선사에서 수행하기 위한 정보 시스템은 일반적으로 〈그림 8〉과 같은 기능 요소를 갖는다.

각각의 기능 항목은 〈그림 9〉와 같이 육상과 본선에서 동일하지만, 시스템 운용자의 권한 및 업무 역할에 따라 구분이 되며, 본선용 선박 관리 시스템이 해당 선박만을 관리하기 위한 목적에 반하여 육상용 선박 관리 시스템은 자사의 여러 선박을 관리하기 위한 기능을 중심으로 구성된다.

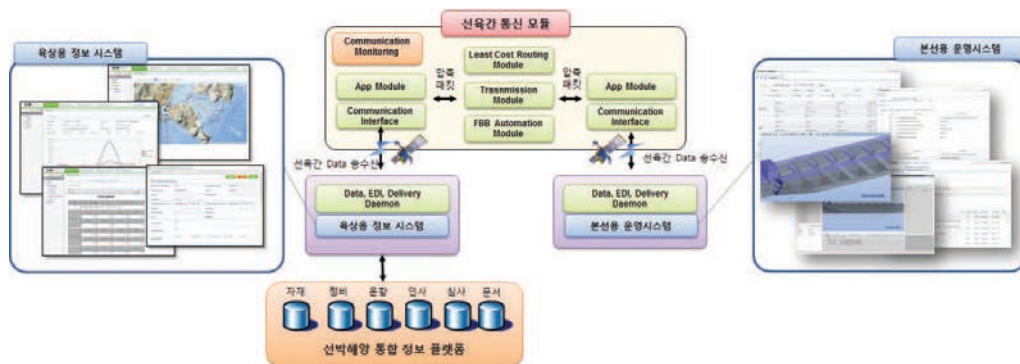
본선에서는 선원의 승하선 기록 및 인사정보, 자격증 관리 등의 선원 관리와 선박의 수리, 예방 정비 및 기

주요항목	기능 요소
정비자재관리	수리 및 발주, 발송등과 관련된 업체 관리
	선박별 기자재 입고출고 및 자재 관리
	정비현황, 이력, 예산관리
	정비관련 내·외부 심사 및 증서 관리
운항관리	선박, 선주별 정비 현황 및 분석 관리
	선박 정오보고, 입출항 보고 등의 운항 관리
	선박 위치 추적
선원관리	에너지 효율 운항 지표 관리
	선원 인사 기록정보 관리
검사관리	승하선 기록 관리
	자격 관리
	선체 및 기관 검사 현황 및 이력 관리
	검사 보고서 관리

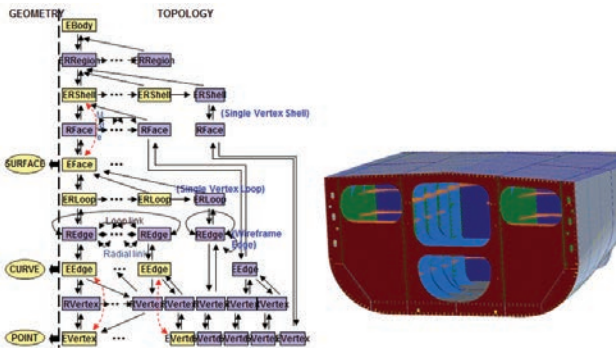


〈그림 8〉 선박 관리 시스템 기능 구성 항목

부속 재고 관리 등을 수행한다. 선박의 선체 및 기관의 점검 일자가 도래하거나 손상, 사고로 인한 수리소요 발생 시, 관리자는 재고 확인 및 수리작업을 수행하고, 점검·수리 내역 입력과 결제 요청 등의 작업을 수행한다. 또한 입출항과 매일의 정오에 입출항 리포트 및 정오리포트를 육상 시스템으로 전송한다. 육상 및 본선용



〈그림 9〉 육상 및 본선에서의 선박 관리 운영 방법



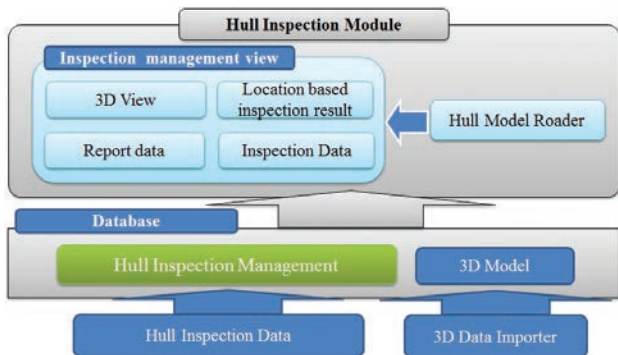
〈그림 10〉 3D 선박 형상정보 데이터 구조

시스템은 웹 기반으로 운영된다.

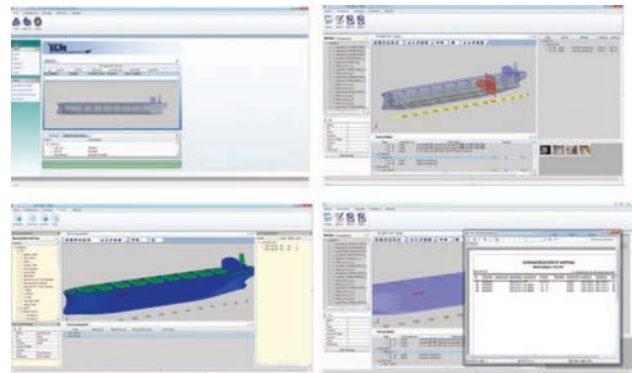
한편 선체 검사원 및 관리 감독은 선체 및 도장 상태에 대하여 지속적으로 검사를 수행하게 되는데 검사 관련 정보는 탱크 및 화물칸 등에서 감지된 결함을 촬영한 영상 및 텍스트 형태의 검사 기록이 대부분으로, 선박 수명주기 동안의 선체 검사관리를 보다 효율적으로 수행하기 위하여 국내외 선급을 중심으로 설계 및 건조 단계에서 생성된 3차원 선체 3D모델정보 기반의 선체 검사관리 시스템이 연구중에 있다<sup>[7-9]</sup>.

본 시스템에서는 오픈소스 3D 커널기반의 선체 검사관리 모듈을 제공하고 있으며<sup>[10]</sup>, 3D 선박 모델을 〈그림 10〉과 같이 내부형상 구조로 변환 후 해당 모델 엔티티에 검사 정보를 연결하여 관리를 수행한다. 선체 검사 결과 및 보고서 등은 〈그림 12〉와 같이 3D 모델

선체관리는 기존의 보고서 위주의 텍스트 및 첨부사진 형태의 자료 관리에서 3D 선박 모델을 활용한 구조·안전·운영 통합 관리 형태로 발전하고 있다.



〈그림 11〉 3D 모델기반 선체검사 관리 모듈 구조



〈그림 12〉 3D 모델기반 선체검사관리 모듈 (좌상: 3D모델기반 선체관리 모듈 실행화면, 우상 : 선체관리 현황보기, 좌하 : 두께 계측 현황 보기, 우하 : 보고서 출력)

과 연동되어 가시화 됨으로써 사용자 하여금 해당 위치 파악이 용이하며 직관적으로 상태파악이 가능케 한다.

### III. 결론

선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리 기술은 조선소와 해운사간의 유기적인 연계 방안을 적용한 시스템으로, 조선소의 생산단계의 정보를 활용하여 선박 및 해양플랜트의 운영 효율을 높일 수 있는 본 생애주기 관리 시스템을 적용 할 경우 국내 조선소 및 해운사의 생산성 향상과 경쟁력을 확보 할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 체계적인 선박관리 기반이 취약한 국내의 중소형 조선소 및 해운사가 본 시스템을 적용 할 경우 기존의 문서기반의 전담인력 운영 방식 대비 운영 원가절감으로 이어져 경쟁력 향상을 도모 할 수 있으리라 기대된다.

### 참고 문헌

- [1] Kim, S, Lee, J.H., Lee, K. and Suh, H., 2011, Framework of Ship PLM System Based Upon Four-Tier Model, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 15(5), pp. 363-374.
- [2] Jun, H.B., Kiritsis, D. and Xiouchakis, P., 2007.



- Research issues on closed-loop PLM, Computers in Industry, 58(8-9), pp. 855-868.
- [3] Kiritsis, D., 2011, Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things, Computer-Aided Design, 43(5), pp. 479-501.
- [4] Takata, S., Kimura, F., Van Houten, F.J.A.M., Westkamper, E., Shpitalni, M., Ceglarek, D. and Lee, J., 2004, Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 53(2), pp.643-655.
- [5] Rachuri, S. Subrahmanian, E. Bouras, A. Fenves, S.J. Fofou, S. and Sriram, R.D., 2008, Information sharing and exchange in the context of product lifecycle management: Role of standards, Computer-Aided Design, 40(7), pp.789-800.
- [6] Kim, B., Mun, D., An, K. and Han, S., 2008, Standardization of an Integrated Application Resource of STEP for the Exchange of Procedurally Represented 2D CAD Models, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 13(2), pp. 109-120.
- [7] CABOS, C., GRAFE, W., LANGBECKER, U. (2009), Supporting Ship Lifecycle Management With Simplified Cad Data, Int. Conf. on Computer Applications in Shipbuilding (ICCAS), Shanghai
- [8] CABOS, C., JARAMILLO, D., STADIE-FROHBOS, G., RENARD, P., VENTURA, M., DUMAS, B. (2008), Condition Assessment Scheme for Ship Hull Maintenance, 7th Int. Conf. Computer and IT Applic. in Mar. Industries (COMPIT), Liege
- [9] JARAMILLO, D., CABOS, C., RENARD, P. (2006), Efficient Data Management for Hull Condition Assessment, Int. J. CAD/CAM 6, pp.7-15.
- [10] <http://www.opencascade.org>



길우성

- 2004년 2월 배재대학교 정보통신공학부 학사
- 2006년 2월 배재대학교 정보통신공학과 석사
- 2006년 3월~2009년 9월 에이알비전(주) 대리
- 2009년 9월~2011년 5월 대한항공(주) 연구원
- 2011년 5월~현재 (사)한국선급 책임연구원

〈관심분야〉

PLM, CAD/CAM, 영상처리 및 컴퓨터 비전



이정렬

- 1985년 2월 서울대학교 조선공학과 학사
- 2000년 2월 충남대학교 선박해양공학과 석사
- 2006년 2월 충남대학교 선박해양공학과 박사
- 1985년 1월~1990년 6월 대우조선공업(주) 대리
- 1990년 6월~현재 (사)한국선급 선임수석 연구원

〈관심분야〉

PLM, 구조해석, CAX



박진영

- 1996년 3월 인하대학교 선박해양공학과 학사
- 2004년 3월 인하대학교 선박해양공학과 석사
- 2004년 3월~2009년 2월 MTS Korea
- 2009년 3월~현재 (사)한국선급 책임 연구원

〈관심분야〉

PLM, 구조해석