

# 조선 산업의 경쟁력 향상을 위한 PLM 핵심 요소들

캐드앤그래픽스 C & G TV 지식방송



주최: PLM 컨소시움

후원: (주)미래웍스, 와이즈파트너(주)

2009.10.14 13:00-14:00

신 종 계

서울대 조선해양공학과 교수

## 우리 조선산업의 위상

- 세계 1위의 조선강국
  - ◆ 선박 건조 세계 1위 (상선부분)
    - 건조량, 수주량, 수주잔량에서 세계 1위 유지 (점유율 약 40%)
    - 첨단 선박(LNG선, Drill Ship 등)은 독점적 수주 (점유율 70~100%)
    - 세계 7대 조선소와 다수의 중형급 조선소 보유
  - ◆ 고품질의 선박 건조
    - 우량 선주들의 주문
    - 매년 최우수선박 선정
  - ◆ 해양플랜트 건조량도 점진적 증가
- 주요 제품
  - ◆ 고부가 상선: 대형 탱커, 컨테이너선박, LNG선
  - ◆ 해양플랜트: 부유식 가스/오일 생산 플랜트
  - ◆ 함정: 이지스급 함정, 잠수함 등
  - ◆ 차세대 신기술 선박: 극지항행선, 전기추진선 등
  - ◆ 크루저와 요트



- 신제품 설계기술
  - ◆ 주문형 설계적응 기술
  - ◆ 신형식 첨단 제품 설계
- 고품질 생산기술
  - ◆ 용접, 가공, 도장 기술
- 다품종 동시생산을 구현하는 생산관리기술
  - ◆ 프로세스 기반의 생산관리시스템 활용
  - ◆ 일정 및 공정 계획 기술
- 엔진, 프로펠러 등 기자재 기술
- 뛰어난 R&D 및 인력

- 세계적으로 설비 증설, 수주량 감소 대비 전략
  - ◆ 유럽, 중국, 일본 등은 유리한 국가금융지원 정책
- 환경 규제 강화 기술
  - ◆ 친환경, 에너지 절감, 저탄소 배출 선박 개발 필요
- 새로운 선박 설계 기술
  - ◆ 엔지니어링 기반의 차세대 선박 개발
- 지속적 생산성 향상 기술
  - ◆ 노동력 고령화, 임금 상승, 복지 향상 추구에 따른 생산 기술 업그레이드
  - ◆ 품질, 원가, 인력 관리를 포함하는 생산계획 및 실행시스템
  - ◆ 제품-프로세스-설비-작업자의 통합 관리시스템 필수

→ 제품, 프로세스, 설비의 지속적 개발/개선

- 조선 산업의 특성
  - ◆ 선박 수주에서 인도까지 장기간, 다양한 프로세스
  - ◆ 수만~수십만 부품을 구매 또는 제작
  - ◆ 영업설계에서 생산설계까지 다른 설계자와 정보, 산출물
  - ◆ 강제 적치, 절단, 가공, 조립, 탑재, 시운전에 이르는 생산 프로세스
    - Jobshop과 Flowshop의 혼합형 생산시스템
  - ◆ 다품종 동시생산
    - 유사한 interim product 존재 (보강판, 블록)
  - ◆ 복합 혼류 제품, 장기간의 다양한 공정의 생산 프로세스, 사람과 기계가 공존하는 공장, 착수와 인도 기간이 다른 일정
    - PLM은 물론 ERP, SCM, APS 등 소프트 시스템 활용
- 조선산업의 경쟁력 향상을 위해 PLM은 필수임
- PLM은 조선산업 특성에 가장 잘 맞으나, 구현하기는 가장 어려움

- SWBS : Ship Work Breakdown Structure
  - ◆ 선박(함정) 제품과 프로세스를 구분한 규정 (1973년, MIL-STD-881)
  - ◆ 설계와 생산의 정보와 프로세스 포함
  - ◆ 함정 개발의 기반이 되는 분류
  - ◆ Expanded SWBS로 개선
- SWBS의 group들
  - ◆ Group 100~700
    - 선체, 추진장치, 전기 등
  - ◆ Group 800 : Integration/Engineering
    - 생산설계, 엔지니어링
  - ◆ Group 900 : Ship Assembly and Support Services (생산, 운용)
    - 생산 공정, 일정 계획, 탑재, 시운전 등
- 일반 상선의 경우, 분류 규정이 없음

● PLM의 이전 기술 : IPPD

◆ IPPD (Integrated Product and Process Development)

- 설계개념부터 생산에 이르는 라이프 사이클에서 수행되는 모든 과정을 일관/통합 관리

◆ IPDE (Integrated Product Data Environment)

- IPPD를 구현할 수 있는 데이터베이스

◆ 미국해군 LPD-17에 첫 적용

- IPT (Integrated Product Team) 구성하여 추진

- 구현을 지원하는 tool 선정

» Intergraph의 VDS, SDRC의 Metaphase, Deneb의 IGRIP, QUEST 등 tool 사용

» 획기적인 설계 품질 개선,비용 절감

» 이기종 전산시스템과 소프트웨어로 많은 어려움

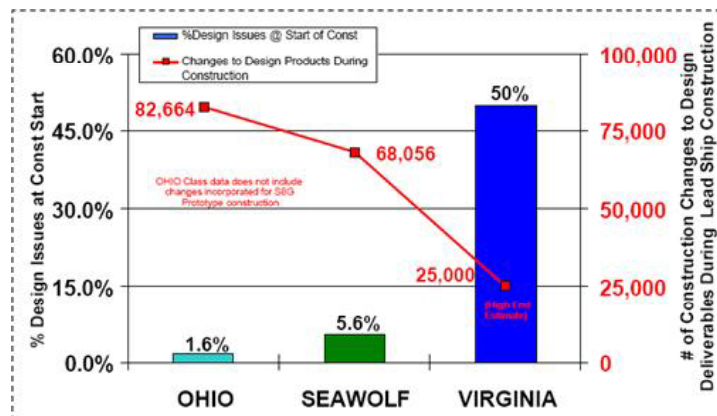
● PLM의 탄생

◆ IPPD의 효율적 구현을 위한 모델, 시뮬레이션, 정보의 통합화

◆ 전산SW 기술과 tool의 진화가 병행

◆ CAD, PDM에 생산, 운용을 접목하기 위함

● 버지니아 클래스 잠수함의 IPDE 도입 효과



- **PLM : Product Lifecycle Management**
  - ◆ Lifecycle : design-production-operation
  - ◆ Management : data, process와 관련된 모든 activity(생성, 저장, 활용)
  - ◆ 즉, 사용자를 고려한 제품의 설계와 생산의 효율을 높이는 기술
- **기존의 이슈들**
  - ◆ 설계, 생산, 운용의 데이터 단절
  - ◆ 데이터의 생성이 반복되고, 저장되지 않으며, 활용되지 않음
  - ◆ 속성과 프로세스는 저장/관리에 어려움
  - ◆ 정교한 기술보다는 여전히 경험과 직관에 상당히 의존
- **PLM : 사용자 환경을 고려한 설계, 엔지니어링, 생산의 모든 액티비티에 관련된 디지털화된 정보를 사용한 기술**
  - ◆ 설계정보를 엔지니어링과 생산, 운용에 활용이 필수
  - ◆ 제품 라이프사이클의 모든 데이터, 속성, 프로세스를 디지털포맷으로 관리
  - ◆ PLM은 PDM이 아님
    - PDM : Product Data Management

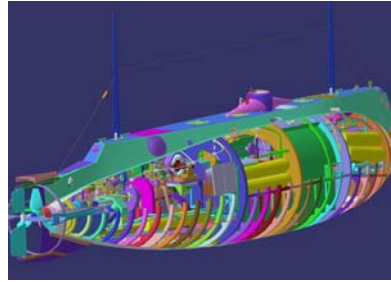
- **PLM 기술을 구현하는 tool**
  - ◆ CAD, CAM, PDM, CAE 등 포함 및 연동
  - ◆ 주요 개발자들
    - Dassault Systemes
    - 지멘스
    - 인터그래프
    - PTC
    - Aveva
- **적정 Tool 선정도 PLM적용 성공에 주요 요소**
  - ◆ 선박 라이프사이클 특성에 적용이 용이해야
    - 설계데이터뿐 아니라 엔지니어링과 생산이 연동되어야 함
  - ◆ 타 선박 관련 소프트웨어, ERP등과 연동이 가능해야
  - ◆ 사용자 편의성, 서비스, 기술 업그레이드, 가격 등 고려해야

- **Holland Project**

- ◆ 미국 Electric Boat사의 초기 잠수함 모델에 PLM적용 사례
- ◆ 향후 건조 예정인 새로운 잠수함 사업에 적용 가능성



(1889년)

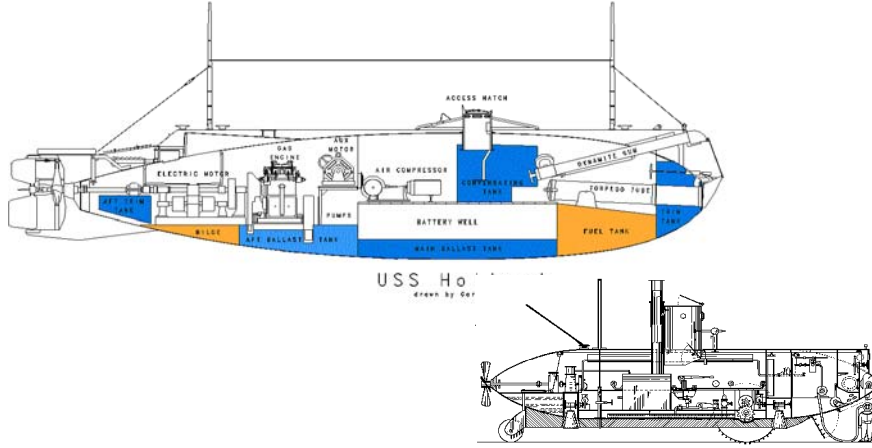


(2002년)

- **제품(Holland 잠수함)의 라이프 사이클에 대해**

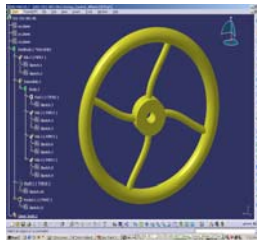
- ◆ 3차원 형상 모델링 및 데이터 베이스 구축
- ◆ 엔지니어링 설계
- ◆ 설계 오류 검증
- ◆ 상세 설계
- ◆ 생산 공정 시뮬레이션
  - 일정 관리
  - 조립/건조 시뮬레이션
- ◆ 사용자 환경을 위한 시험/운용 시뮬레이션
- ◆ 유지 보수
- ◆ 교육 및 훈련

## 대상 잠수함: USS Holland (Holland VI)

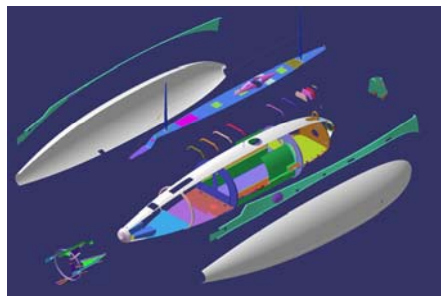
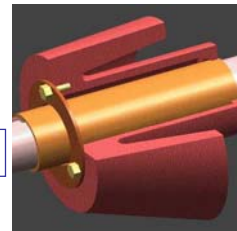


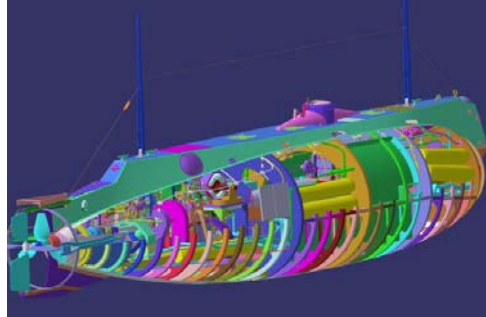
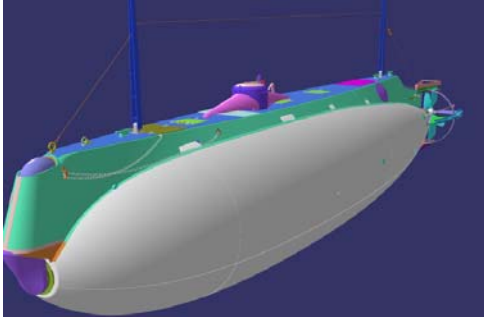
- 배수량 74톤, 길이 53ft, 폭 10.25ft, 속력 6kts, 잠항속력 5kts

## 3D 형상 DB 구축 (1/2)



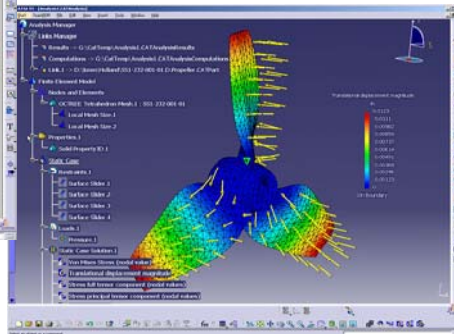
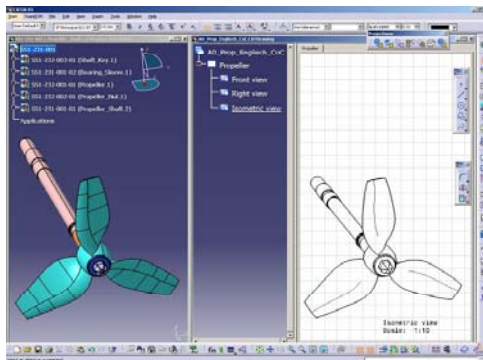
2,200개의 파트





- 자료의 디지털화로 영구 보존 가능
- 공학적 설계 및 검증과 응용의 기반 구축
- 동시공학적 설계 기반 구축

- 프로펠러 주위 유동해석, 구조해석





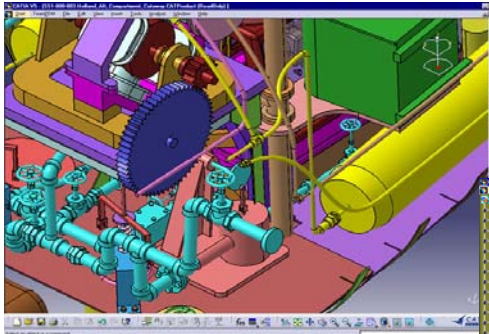


- 조작/작동 시뮬레이션



- 조작/작동 시뮬레이션



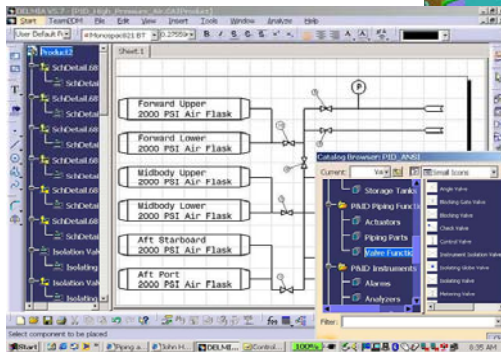
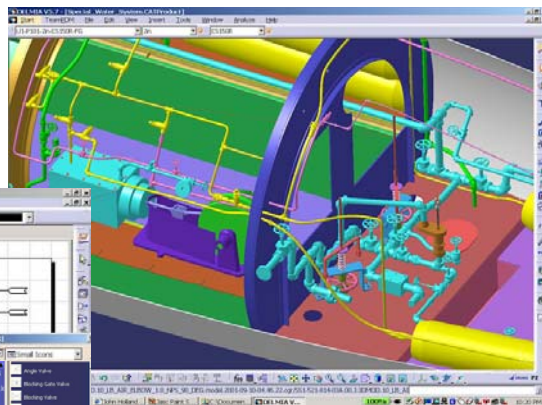


- 설치 시뮬레이션

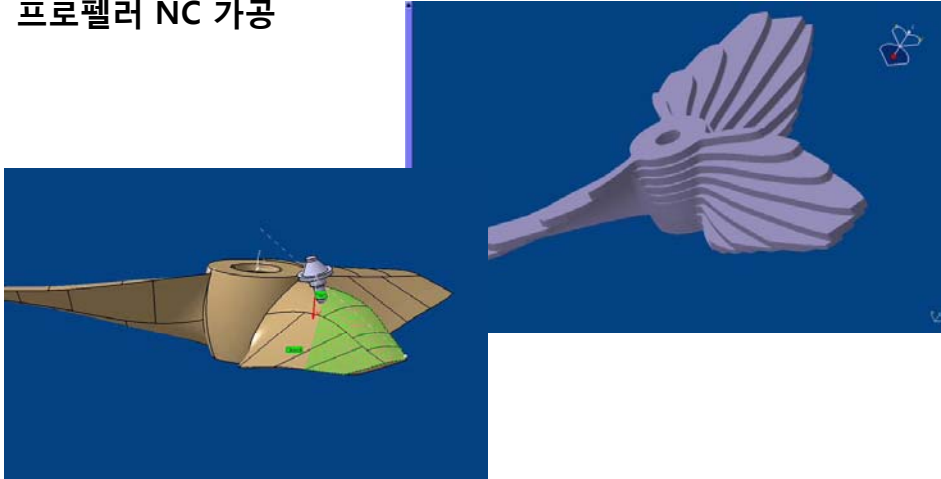


- 작동 시뮬레이션

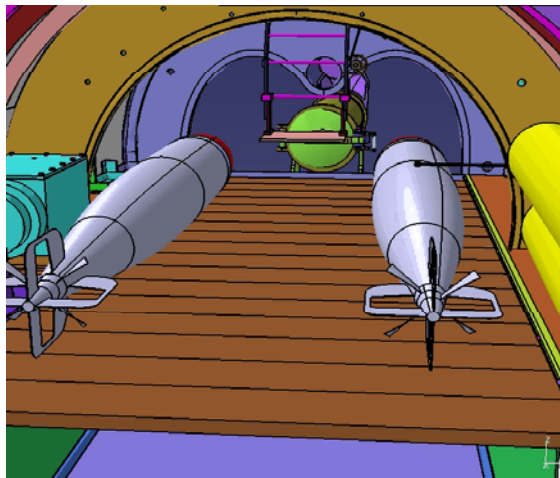
- 파이프 계통 설계



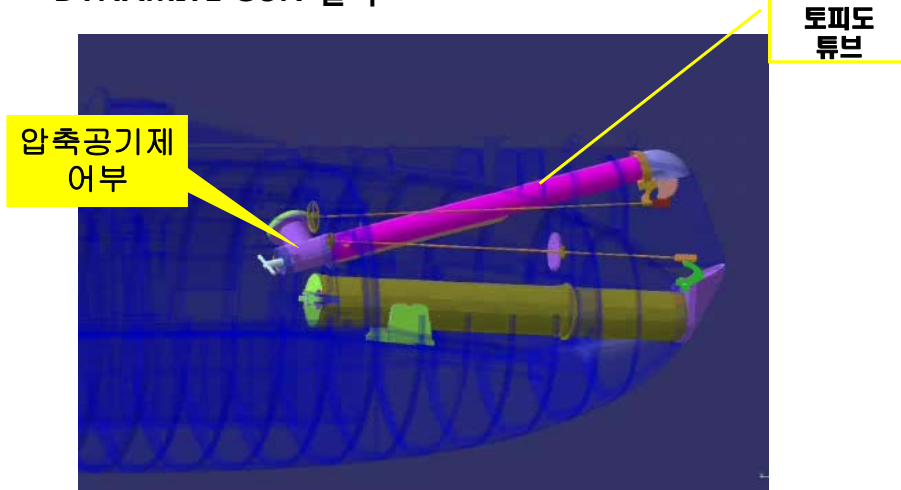
- 프로펠러 NC 가공



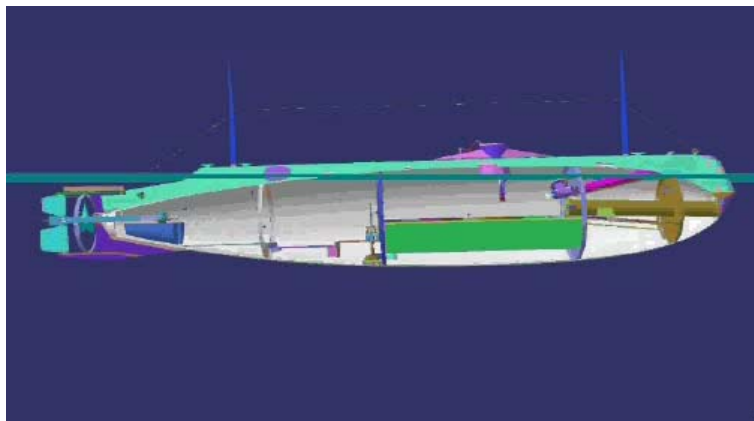
- 어뢰 재장전



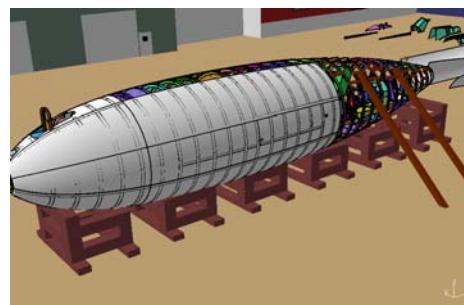
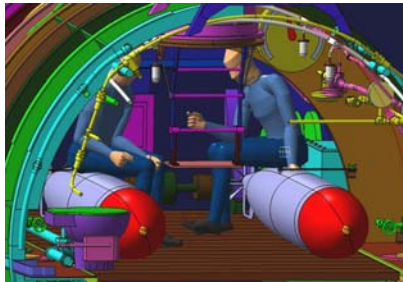
- DYNAMITE GUN 발사



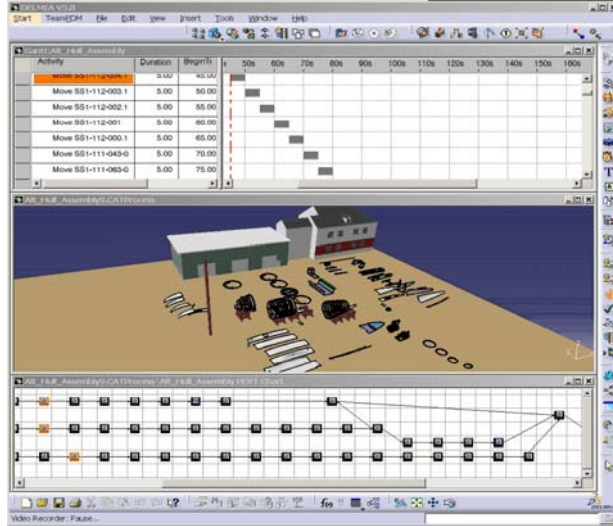
- 함 자세제어 - Ballasting



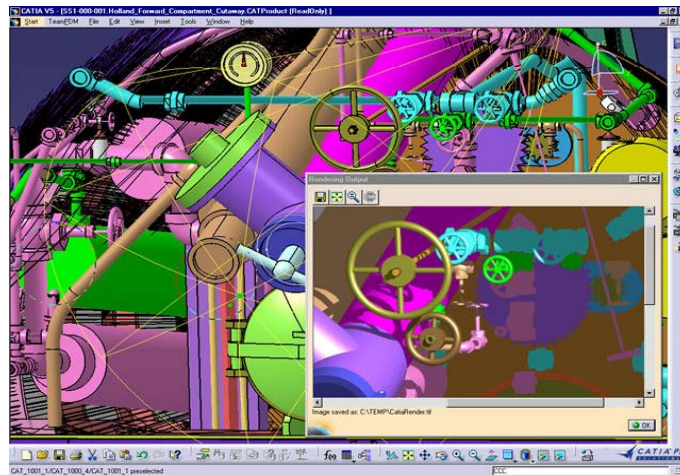
- 체계 구성 오류 검증
  - ◆ Bilge Pump
  - ◆ 어뢰 고정 장치



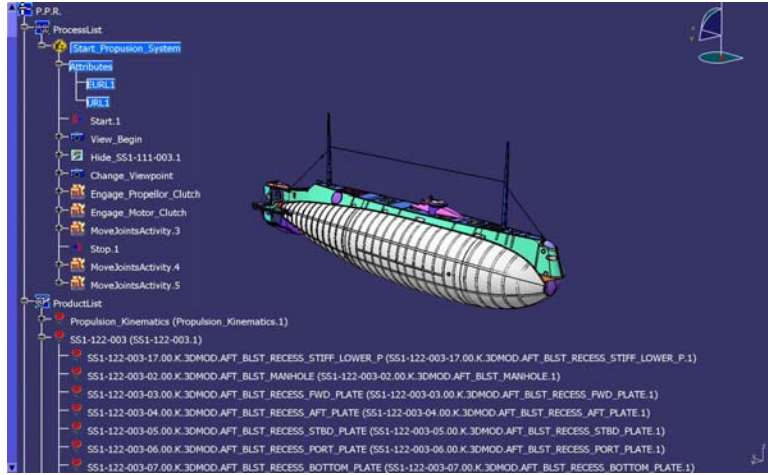




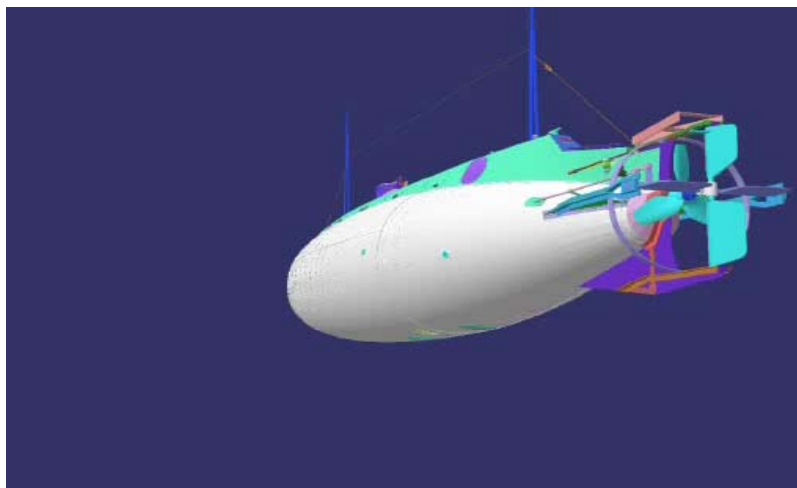
## ● 손상/고장 부위 실시간 데이터 추출



● PDM - 형상 + 속성 정보



● 함정 소개



- 미국 버지니아 클래스 잠수함 사례
  - ◆ 미국 최신예 잠수함
  - ◆ GD Electric Boat 와 NG Newport News 조선소 공동 설계 및 제작
  - ◆ IPPD개념을 적용한 IPDE구축
  - ◆ 3차원 제품 모델 구축
  - ◆ 시뮬레이션 기술 적용

- 3차원 CAD tool을 적용한 선박제품 모델의 정의 및 데이터 관리
  - ◆ 해군/방위사업청 조함정보체계 구축 사업
- 조선 생산공정 Modeling & Simulation
  - ◆ Digital Shipbuilding System
    - 설비 동작 시뮬레이션
    - 생산 물류, 리드타임, 병목 구간 예측
    - 생산계획 검증 및 작성
  - ◆ 작업자 시뮬레이션
- 지금까지 Holland 사례와 같은 full PLM적용 예는 없음
  - ◆ 일반 상선/해양플랜트의 제품 구조 정의가 없음
  - ◆ 엔지니어링은 독립적으로 진행
  - ◆ 여러 부서의 협조와 IPT같은 통합추진부서가 필요



- 해군/방위사업청 조함정보체계 구축 사업
  - ◆ 기존 함정의 3차원 제품 모델 구축
    - SWBS기반 모델
  - ◆ 기본 설계가 완료된 신조 함정의 3차원 제품 모델링 규정
  - ◆ 건조된 선박의 3차원데이터 관리 시스템(PDM) 구축
  - ◆ 엔지니어링 설계, 건조 과정은 포함되지 않음



SWBS 기반의 한국 함정 모델 사례

## ● SWBS 기반 함정 모델링



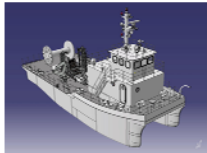
KDX-I



YUB-P



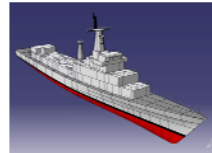
YTL



OS



YPK-B



FF



PKM



LST



AOE



MLS

## 합정모델 PDM 기반 개념설계 지원

## 국내 조선산업 사례-I

### ● Digital Shipbuilding 구축 사업

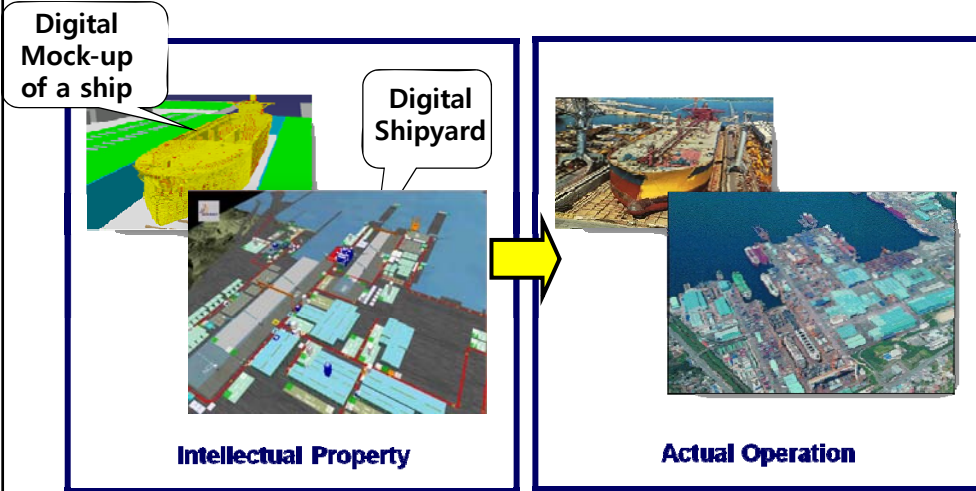
- ◆ 선박 건조 공정의 3차원 설비 모델 구축
- ◆ 제품-설비-프로세스-생산 계획이 연동된 건조 공정 시뮬레이션
- ◆ 작업 환경을 고려한 작업자의 건강과 안전 시뮬레이션
- ◆ 새로운 조선소 건설을 위한 최적의 공장 배치 및 건조량 시뮬레이션



실제 조선소

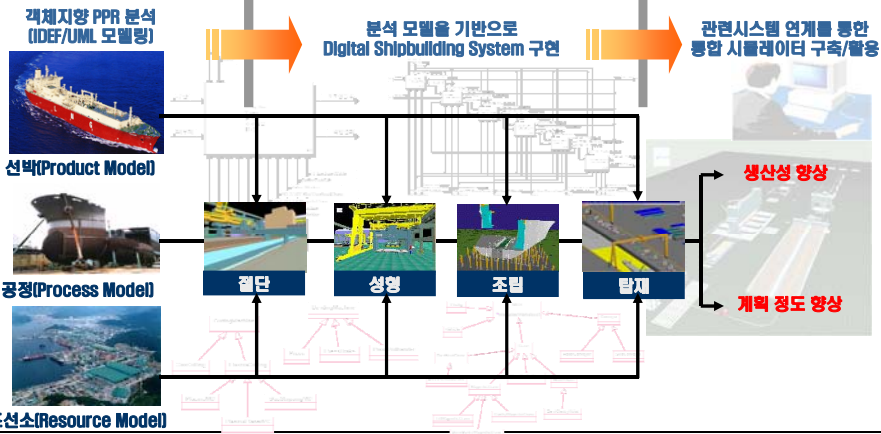
디지털 가상조선소

● Digital Mock Up과 Digital Shipyard



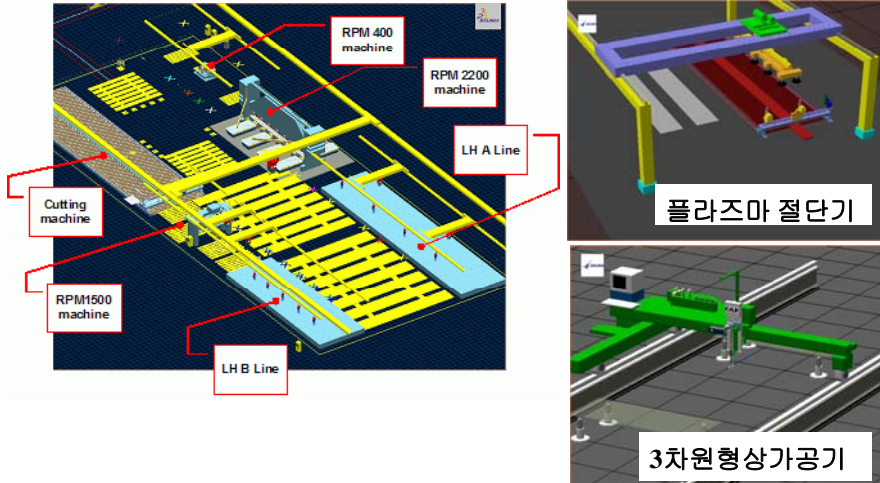
● 조선공정에 적용한 PLM

조선소의 제품, 설비, 공정, 공법 등을 디지털화(모델링)하여 컴퓨터 내에서 미리 선박 건조 과정을 시뮬레이션 해 봄으로써 최소의 비용과 시간으로 최적의 대안을 찾는 시스템 개발 및 구축



● 3차원 성형공장

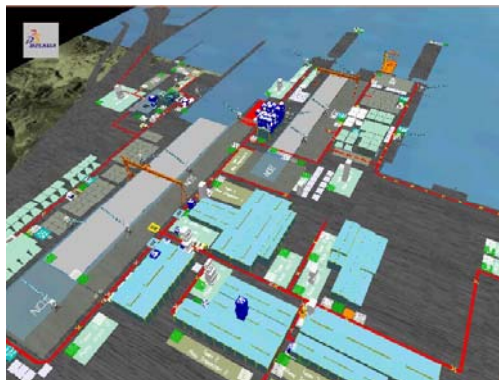
◆ 설비작동을 이용한 실시간 물류 시뮬레이션



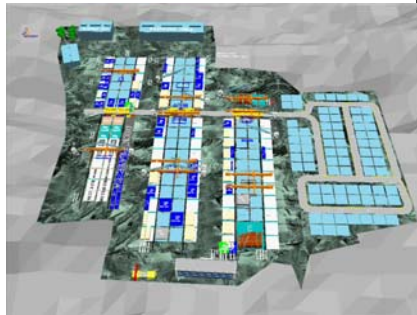
● 조선소 옥외 공정

◆ 조선소 작업장-대기장-운반장비-도로-설비 용량이 주문된 생산량에 적합 여부

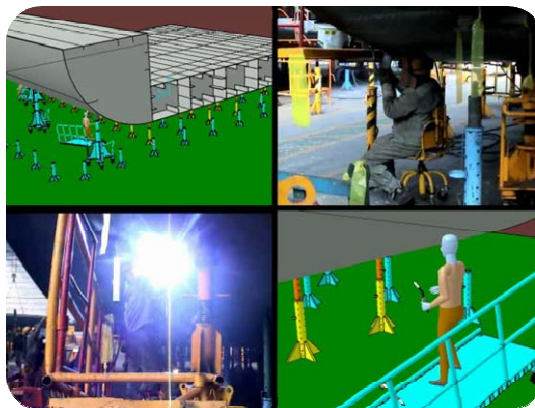
- ◆ 최대 생산성을 위한
  - 작업장 레이아웃 변경
  - 최소 설비 증설
  - 생산계획조정



- 새로운 조선소 설계
  - ◆ 조선소 작업장 레이아웃 설계
  - ◆ 최적 설비 배치
  - ◆ 최대 생산계획



- 조선 작업자 환경 개선
  - ◆ 건강과 안전을 증진하는 환경 개선
  - ◆ 작업 환경, 설비, 순서 계획



- 조선산업에 PLM기술이 성공적으로 정착하기 위한 핵심 요소들
  - ◆ 선박의 라이프 사이클 이해 및 정립
    - 기본 설계, 상세 설계, 생산 설계 프로세스와 정보 정립
  - ◆ 선박 제품의 3차원 모델 구축
    - SWBS 기반 선박 제품 정의
    - 3차원 Solid 모델이 적용된 CAD tool 필요
      - » 실용적 차원에서 Surface 모델링도 가능
  - ◆ 선박 엔지니어링 기술의 이해
    - 선박 기본 성능 계산(naval architecture calculations)
    - 특수성능 계산(CFD, 비선형 정적/동적 구조응답, 소음진동 등)
    - 선박 e-BOM을 통한 설계 정보와 엔지니어링의 mapping
  - ◆ 선박 건조 기술의 이해
    - 선박 m-BOM을 통한 설계 정보와 건조 공정의 mapping
    - 설계 정보와 생산계획 및 관리 시스템과의 mapping
  - ◆ PPR-S(Product, Process, Resource, and Scheduling) 정보 체계의 정립

- 조선 PLM기술 적용을 위한 관련 기술들
  - ◆ Systems Engineering
    - 제품의 라이프 사이클 정의
    - ICOE (Input, Control, Output, Enabler) 체계도 구성
  - ◆ Modeling & Simulation
    - 이기종 HW/SW 연동을 위한 interoperability
    - 모델의 재활용/저장 기술
  - ◆ ERP/SCM 등 타 시스템과 연동
  - ◆ 선박 제품모델 정의
    - SWBS의 한계를 극복할 수 있는 새로운 3차원 제품 모델
    - 가볍고 빠른 데이터 관리기술
  - ◆ 선박 건조 설비와 관리 시스템 모델링

- 선박 라이프사이클과 PLM에 대한 정확한 이해를 바탕으로
  - ◆ 선박제품구조를 바탕으로 엔지니어링과 생산을 병합
- 타 산업에 적용한 PLM 효과보다 클 것임
- 현재 정량적인 효과 분석은 의미가 없음
- 예상되는 기대 효과는
  - ◆ 선주에 대한 신뢰감 증진으로 고부가 선박 수주 확대
  - ◆ 설계 기간 단축 및 설계 품질 증진
  - ◆ 생산 계획의 정밀화로 건조량 증대, 원가 절감
  - ◆ 생산 공정 단축 및 생산 품질 향상
  - ◆ 작업자 건강 및 안전 증진
  - ◆ 합리적인 공장 증설 및 설비 조정
- 향후, 요트, 크루저, 상선에 적용 확대 기대

