

조선해양 산업에서 PLM의 최근 기술 동향 - Capital PLM과 PLM 비교

(Capital PLM and general PLM for Shipbuilding and Offshore Industries)

발췌인 _ 이장현 _ 인하대학교 기계공학과 _ jh_lee@inha.ac.kr

선박 및 해양 구조물의 설계, 생산에는 거대한 자본이 투입됨과 동시에 많은 시간이 소요된다. 제품이 완성된 후에도 끊임 없이 유지 보수가 필요한 거대한 자산으로서 성격이 강하다. 따라서 조선해양 산업의 PLM은 일반적인 PLM의 성격과 더불어 Capital PLM의 성격을 동시에 가지고 있다. 본 기사는 이러한 조선해양 PLM의 기술적 추세에 대하여 소개하고자 한다.

본 기사는 2009년 Intergraph 사의 PLM White paper 및 발췌인이 2008년 Intergraph User Conference에서 발표한 내용을 기반으로 작성되었다.

1. cPLM vs PLM (capital Project vs Product)

"Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking" (McGraw-Hill, 2006)의 저자인 Michael Grieves은 cPLM 또는 PLM 전략의 2가지 근본적인 구성요소가 있다고 설명하였다. "PLM은 설계에서 생산에 이르기까지 제품 생애의 모든 측면에 대하여 사람, 공장, 기술을 포함하는 정보 주도적인 접근으로 통합된 전략 및 관리이다. 이것은 서비스와 최종 매각으로부터 제품 폐기까지 연결시키는 과정을 말한다. 전체 조적과 공급망에 걸친 폐기시기, 에

너지 그리고 자재에 대한 제품정보에 의해, PLM은 Lean Thinking의 다음 세대로 진전하는 것이다".

그러나 이 두 가지 접근 방법에 대해 간략하게 표현한다면, 다음과 같은 의미로 설명될 수 있을 것이다.

PLM - Product Lifecycle Management : 설계단계에서는 어떠한 생산과 구매 시작 이전에 생산에 대한 모든 BOM 정보를 얻고 이를 실행시킨다. 설계 BOM은 생산 계획을 위한 제조 BOM으로 구분된다. 생산은 많은 동일한 제품을 생산하거나 미리 결정된 변동(Variation)을 생성한다.

cPLM - capital Project Lifecycle Management : 설계와 구매는 동시에 일어난다. 제조 BOM은 초기 BOM으로부터 진화하며, 구매 BOM은 설계 진행 과정 동안 지속적으로 진화한다.

이러한 두 가지 접근에 방법은 PLM을 대하는 상상이 서로 다른 시각이다.

2. 자본계획과 생산관리의 차이

제조 기업의 운영 전략은 "주문생산(Engineer To Order, ETO)"과 "예측생산(Engineer To Stock, ETS)"으로 크게 구분할 수 있다. ETO 기업들은 전형적으로 하나의 Project 단위로 제품을 계획 생산하지만 ETO 기



업들은 보통 특정고객 대해 염두 해 두지 않고 제품을 생산한다. 그 차이의 핵심은 아래의 표와 같다.

Engincer To Order - capital project	Engincer To Stock - discrete manufacturing
소수 제품	수천 개의 제품
소수 고객	많은 고객
제한된 생산 능력	다양한 생산 능력
소수 구성	수천 개의 구성
높은 비용/자본 집중 (product & mfg)	매우 다양한 편차 (design/build anywhere)
수백만 개의 개체와 관계	수천 개의 개체와 관계
설계 완료이전에 주문	판매 및 공급망을 최적화한 설계
제품이 설계되면 건조	제품의 대부분을 미리 준비
BOM정보의 다양한 변화 및 진화	완성된 BOM정보에 의해 생산
엄격한 규제, 안전성, 위험한 자재	생산 라인의 자동화
제품 서비스 추가-20년	제품 서비스 추가-10년

두 제조 전략에 의한 제품의 생산 공정은 명백히 다를 것이다. 왼쪽 편(capital project)에서의 제품은 보통 플랜트, 선박, 인도되는 설비 류이고, 오른쪽 편(Discrete manufacturing)에서의 제품은 궁극적으로 최종 고객에게 전달되는 제품이나 서비스이다.

2.1 소수의 제품

조선소는 본질적으로 고객이 요구하는 가격, 시간, 그리고 제품 성능을 만족하도록 생산기술을 판매한다. 조선소는 비슷한 크기나 비슷한 종류의 선박 제품에 대해 전문화 되어있다(유럽 조선소는 크루즈선, 일본은 살물선, 한국은 LNG나 FPSO, 컨테이너선 등에 전문화). 즉, 다시 말하면 조선소 야드는 이론적으로 일반 시장에서 파는 예측생산 제품에 어울리지 않다. 반면에, 자동차 제조업체는 다양한 옵션과 일반 시장에 대해 예측 생산된 유사함을 지닌 다양한 범위의 자동

차들을 조립하고 판매하고 있다. 그러므로 cPLM은 제품 출시 기획에 직면하는 것에 중점을 두고 있는 PLM과 반대되는 개념으로 공기 준수를 만족하는 프로젝트 수행에 초점이 맞춰져 있다.

2.2 제한된 생산 능력

조선소의 생산량, 선박을 진수하고 인도하는데 따르는 제조 능력은 조선소 발전에 중요하다. 결론적으로 조선산업은 동시공학적 제조업이다. 적시 설계(Just In Time Design) 및 적시 생산(Just In Time Fabrication), 그리고 최적화된 생산 계획은 조선 산업이 제한된 생산 계획을 이용하여 다수 프로젝트를 동시에 진행하는 특성을 가진 것을 만증한다.

2.3 소규모의 제품 구성(Configuration)

조선산업에서 숙련된 설계는 이전에 건조된 실적 선박으로부터 새로운 선박의 설계를 이끌어 내는 과정이다. 이전의 성공적인 건조 결과물과 직무에 대한 정보를 이용하여 신속하게 고객에게 제품 설계로 전달된다. 이러한 실적 선박의 제품 구성 정보는 다양한 변형, 옵션 및 대안들을 관리하는 것보다는 기존 설계 정보의 재사용과 더욱 밀접한 관계가 있다. 따라서 PLM이 다양한 시장이나 고객에 대해 다양한 변형(variants), 옵션(option) 및 대안(alternative)들에 중점을 둔 반면에 cPLM은 실적 선박 정보를 재활용하기 위한 설계 변경과 밀접한 관련이 있다.

2.4 높은 비용/자본 집약

조선소는 새로운 생산 설비의 추가는 쉽지 않다. 그러므로 합리적이고 최적화된 설비활용, 생산일정, 자재활용은 최적화된 선박 건조에 매우 크게 기여한다. 그러므로 순수한 생산능력과 대량 생산 체계를 대상으로 하는 일반 PLM과는 달리 조선 산업의 cPLM은 비용관리와 일정에 대한 개선에 중점을 두고 있다.

2.5 수백만의 개체들과 관계

조선산업에서의 Data의 크기는 매우 거대하다. 일례로 FPSO는 수 백만 가지의 부분과 그 들의 관계로 이루어진다. 동시 공학적 설계 환경에서 다양한 설계 분야들 사이에서의 올바른 정보 공유는 매우 중요하다. 그러므로 cPLM은 정확성, 적성성, 완성도, 품질, 적시성, 영향과 관리의 변화에 중점을 두고 있다.

2.6 설계완료 전에 부품을 사전 구매한다.

대다수의 선박 해양 구조물의 부품은 즉시 구매할 수는 없으며, 생산 기점을 기준으로 미리 구매를 시행하여야 한다. 이러한 이유로 자재목록정보(BOM)은 '무엇을 주문'하고 '무엇을 할지'를 구분하는 필요성뿐만 아니라 수요에 맞춰서 조신소로 납품이 일어나도록 하기 위해 반드시 필요하다. 물론 과거에 주문되었으면 cPLM의 설계 변경 관리 능력은 주문된 제품에 영향을 미치는 변화의 파급을 방지하여야 한다. 그러므로 cPLM은 계획된 적시 제조와는 반대로 적시 제작에 중점을 두고 있다.

2.7 제품이 설계되면서 생산된다.

조선소는 제한된 생산 능력을 활용하여 더 많은 선박을 건조/인도할 수 밖에 없기 때문에 설계와 생산을 동시에 진행하여야 한다. 생산 공장은 미완성된 설계에 대해 기다려 줄 수 없고 뿐만 아니라 제조가 시작되었을 때 모든 자재나 패키지 난위에 대해서 기다려 줄 수가 없다. 그러므로 cPLM은 상호 의사소통/협업의 혼란이 용이하고 설계, 구매, 생산으로부터 변화의 영향에 대해 미리 대책을 강구 하도록 필요로 한다. 그러므로 cPLM은 계획되지 않은 예측 가능성에 중점을 두고 있다.

2.8 전진적, 활동적이고 다양한 BOM

설계가 진행되고 설계 변경이 적용됨에 따라서 조선 설계의 BOM은 지속적으로 변화한다. 자재 창고의

부품은 매일 서로 다른 것들로 채워지며, 이는 BOM이 생산에 앞서 확정되어 고정되는 Discrete 생산(ETS)의 BOM과는 전혀 다르다. 그러므로 cPLM은 고정된 최종 BOM이 아니고, 전진적, 활동적 그리고 변화하는 BOM에 중점을 두고 있다.

3. 기술적 차이

설계와 생산의 특성 스펙트럼이 다르듯이, cPLM과 PLM 역시 매우 다르다. 그러나, PLM 소프트웨어 회사는 이를 구별하지 않은 채 아래와 같은 기본 기능만을 PLM의 특징으로 나열하는 경향이 있다.

- * 제품 정보 관리
- * 문서 관리
- * 생산 관리
- * 설계 변경 관리
- * 제품과 공정 정의
- * 협업 공유
- * 시각화/시청/검토
- * 정보 교환과 통합
- * 프로그램 관리
- * 이종 CAD에 대한 Interface
- * 기타 - 규제의 일치, 보증 및 서비스 절약, 소비 및 재활용, 카타로그 관리, 요구사항 관리 및 추적, MRO

위의 목록은 cPLM과 PLM이 서로 다르다는 것을 설명하지는 못하다. 이는 단순하게 기능적인 측면만을 강조한 것이다. 다음과 같이 cPLM과 PLM을 구별 지어서 설명하는 것이 타당한 것이다.

3.1 Data-centric vs. File/Part centric

기존의 CAD/CAM 시스템은 Software는 파일로 데이터가 저장된다. 기계CAD시스템에서 이것은 변함없이 파일이 한 부품을 대신하는 것을 의미하고, 디지털 모형 Software는 어떻게 각 부품이 함께 조립되는지를 표현한다. 이러한 방법은 대량 생산 회사에서 사용

cPLM(capital project)	vs. PLM(discrete manufacturing)
Data 중심	File/Part 중심
Data 분배	Data 교환
관리된 불일치	강제적인 일치
기하학적 위상을 고려한 네트워크	계층적 집합
통합된 제품 설계	Digital 모형을 이용한 설계
실적 제품의 수정 설계에 대한 형상관리	여러 가지에 변종에 대한 형상관리

되며, 다양한 설계 도구들 - CAD, FEM/FEA, CNC-가 동일한 파일 형식을 이용하여야 한다는 점과 관련이 있다.

그러나, 조선 해양산업에 사용하는 CAD는 같은 뿌리에서 시작되었지만 접근 방식에 있어서 타 산업의 CAD와 몇 가지 근본적인 한계를 드러내었다. 하나의 파일로는 전체 선박을 표현할 수 없을 뿐만 아니라, 다양한 유저가 설계 작업을 할 수 있게 하지 못한다. 따라서 선박은 아래의 그림과 같이 선박의 블록을 대신할 수 있는 각각의 많은 파일로 나뉘진다 그러나 배관, 기계, 전기 시스템 등과 같은 의장 시스템은 아래의 그림과 같이 여러 개의 블록과 교차 관계를 가진 파일을 필요로 한다.

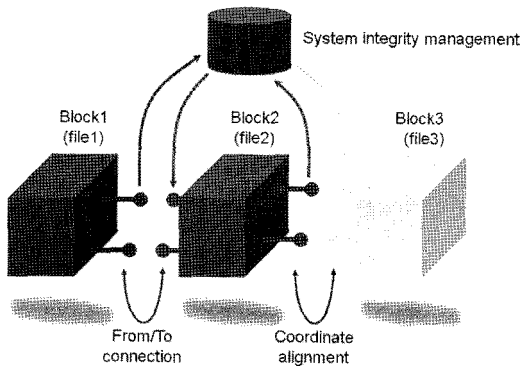


그림 1 CAD 파일 인터페이스 관리

대다수의 CAD 소프트웨어는 그대로 유지된 채, 별도의 PDM (Product Data Management) 소프트웨어의 데이터베이스를 이용하여 여러 개의 파일 사이의 관계를 논리적 또는 물리적인 방법으로 통합하여 준다. 그러나 선박 설계에 있어서 의장 시스템과 선체 블록 간의 관계를 일관성 있게 유지하여야 한다. DMU (Digital Mock-Up)이 이러한 선박 설계의 특징을 일부 해결하여 줄 수 있을 것으로 생각될 수는 있으나, 그 또한 'Line List', 'Bill of Quantity', 'Center of Gravity' 등의 정보를 각각의 파일로부터 추출할 필요가 있다. 따라서 "파일이나 데이터베이스에 존재하는 설계 정보가 과연 올바른 것이냐?"는 질문에 봉착할 수 밖에 없다.

각각의 다른 파일형식을 가진 서로 다른 CAD Software는 Data 상호운용과 접근 문제를 악화시킨다. 이러한 문제점은 CAD Data 교환을 위한 파일 형식을 표준화 하기 위한 동기를 부여한다 (예, JTOpen or STeP).

제품 개발 과정에서 중요한 정보는 파일보다 데이터인 경우가 많다. 그러므로 설계 도구는 data 교환을 저해하는 파일이 아닌 데이터 베이스와 통합되는 것이 좋다. 따라서 조선해양 산업에 있어서 설계 정보는 파일이 아닌 데이터베이스에 저장되는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

3.2 Data 공유 vs. Data 교환

파일 기반이 아닌 데이터 베이스 기반의 설계 정보는 모든 사용자에게 정보를 동시 다발적으로 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다.

데이터 베이스에서 데이터는 자유롭게 흐르고 다중적인 요소로 이용이 가능하다.

파일 기반 시스템의 데이터는 성(Castle)처럼 많은 부분이 내부적으로 잠긴다. Data로의 접근은 요소로의 열쇠(Key)를 요구한다. 요소 내부에 무엇이 있는지는 밖에서 눈으로 확인할 수 없다.

3.3 관리된 불일치 vs. 강요된 일치

공학 설계는 가장 적절하고 계산된 근거들을 기반으로 결정한 판단이 특징한 지점으로 반복적 협의와 이르는 일련의 과정이다. 이러한 과정은 제품 수명 주기 동안 끊임 없는 설계 변경을 의미하며 진화하는 설계의 한 특성이다.

이러한 여러 가지의 설계 변경은 동시에 조화롭게 반영되기란 쉽지 않다. 따라서 전사적인 과정에서 제품 설계 데이터들은 사실상 불일치 한다. 이것은 결코 나쁘다고만 볼 수는 없다. 다만 실제 프로젝트 과정에서 만날 수 있는 지극히 평범한 사항이다.

설계자들은 실제 변경 결과를 반영하기 위하여 끊임없이 정보를 공유하고자 노력하고 있다.

이 설계 변경의 관리에 전통적으로 Version/Revision/Issue/Release 등을 이용하여 수행된다. 다시 말하면 각 분야 별 설계 결과를 다른 설계 분야에서 이용할 수 있가 전까지는 독립적으로 설계 결과를 격리할 필요가 있다(그림 2).

따라서 cPLM은 설계 데이터가 일관성 있도록 하기 위해 관찰하고 보고하고 파급되도록 하여야 한다. 그림 3과 같이 PFD 설계부터 시작되는 일련의 설계 변

경 과정이 정리될 필요가 있는 것이다.

Property	Exist/Value	DDC	PID
Cylinder height	3 in	3 in	
Face 1 to centerline dimension	4.5 in	4.5 in	
Face to face dimension	9 in	9 in	
Heat tracing requirement			
Instrument dimensional group	Valve_Rack & Pins	Valve_Rack & Pins	
Instrument function modifier	BV	BV	BV
Instrument location	Field	Field	
Instrument loop suffix			
Instrument process function	Control Valve	Control Valve	Control Valve
Instrument subtype	Control valve	Control valve	Control valve
Instrument tag prefix			Tag/ID
Instrument tag sequence number	12827	12827	12827
Instrument tag suffix			
Instrument type	CV	CV	CV
Measured variable	A	A	A
Name	ABV-12827	ABV-12827	ABV-12827
Nominal diameter	4 in	3 in	4 in
Object Configuration			
Operation height	3 in	3 in	
The Representation of this item is a letter	False		False
Unique key			

그림 3 cPLM의 설계 변경 이력

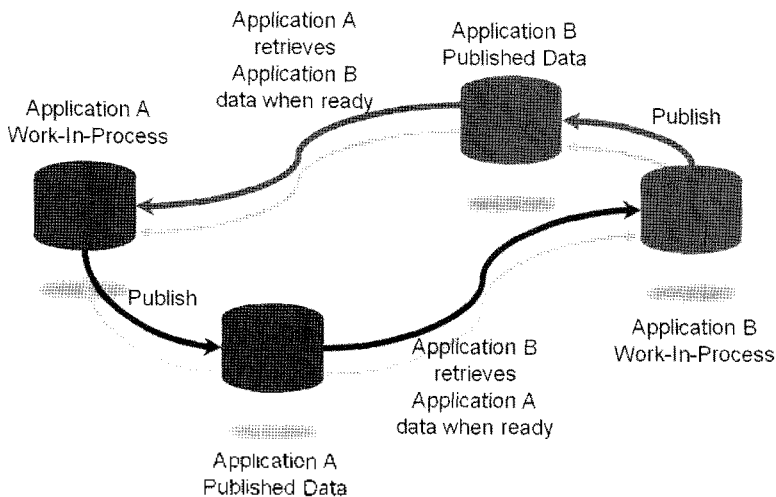


그림 2 진행 중인 설계 결과와 완료된 결과를 위한 분리

3.4 위상적 네트워크 vs. 계층적 조립

대량 생산 체계의 PLM은 PDM 기술로부터 발전되어 왔다. 이러한 PLM은 CAD/CAM/FEA 에 의해 생성된 정보를 관리하기 위하여 설계 되었다. 따라서, meta-data 관리뿐만 아니라 이러한 정보간의 계층 관계를 저장한다. 계층 관계의 예로는 assembly, bill-of-quantity, as-designed, as-manufactured 등이 있을 것이다. 각 설계 데이터 파일로부터 속성 정보를 근간으로 특정한 목표의 정보를 추출할 수 있을 것이다.

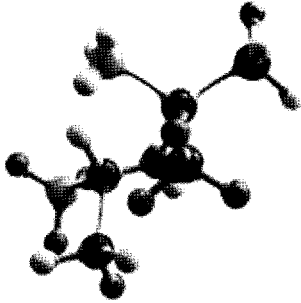


그림 4 위상 시스템을 고려한 제품 정보의 형식

그러나, 빈번한 설계 정보의 교환, 자료 추출, 그리고 정보의 변화 때문에 BOM의 정확성이 유지되는 것은 쉽지 않다. Piping, Instrumentation, Electrical, HVAC 등은 이러한 단순한 2차원 계층 구조로 표현하기는 어렵다. 따라서 네트워크 및 위상 모델이 더 적절할 수 있을 것이다.

이러한 네트워크 및 위상 시스템을 고려한 표현 방법은 'BOM의 설계 단계 별 진화', '설계 변경 결과의 반영과 추적' 등과 같은 중요한 정보를 고려할 수 있을 것이다.

4. 결론

최근 조선 산업의 PLM은 기존의 것과는 다른 cPLM 개념을 변화하고 있다. 데이터 중심의 정보 구조, 네트워크 기반의 정보 구조 등이 그 변화된 개념의 일부로 생각될 수 있을 것이다.

본 기사에서는 예측생산과 주문 생산의 차이에 따라 달라지는 PLM과 CPLM의 특성을 비교 설명하였다.

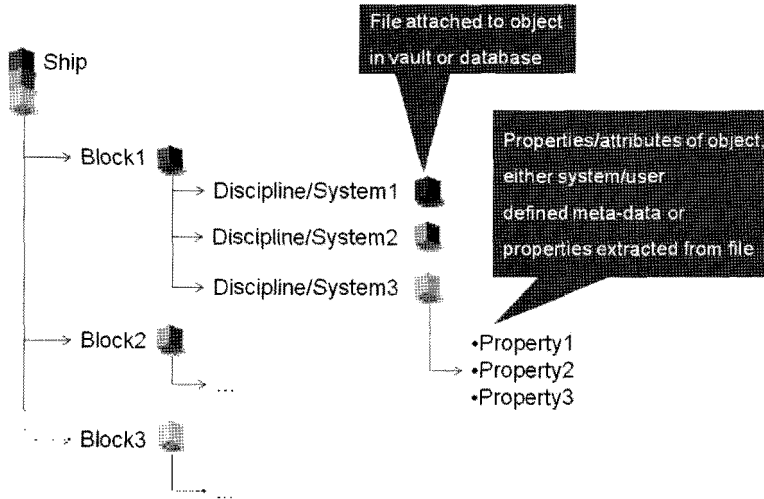


그림 5 계층적 구조에 의한 제품 정보의 표현