

주문형 설계 조선산업과 주문형 조립산업의 특성에 따른 PLM 기능과 구조 설계

김승현*, 전정익*, 이장현**, 이원준***

Implementation of PLM Functional and Architecture between ETO Shipbuilding and ATO Industries

Seunghyun Kim*, Jungik Jeon*, Janghyun Lee** and Wonjoon Lee***

ABSTRACT

The current challenge with which most shipyards are forced is to reduce the design time and the time-to-delivery because of explosive order of shipbuilding. Collaborative design and product data management have become important to reduce the lead time. Furthermore, enterprise information technologies such as ERP (Enterprise Resource Planning), SCM (Supply Chain management), and APS (Advanced Planning System) requires the collaborative environment. Also, manufacturing environment has been considered as a topic of strategic interest to get shorter product lifecycles in shipyards. Most shipyards have chosen an environment of ETO (Engineering To Order) strategy which designs and produces new products in response to various requirements of customer, rules and regulations. In the ATO (Assemble To Order) environment, most component parts have been designed to be procured or produced on the order requirement. The basic distinction between the ETO and ATO is the timing of the design. Thus in the ATO environment, it is more flexible in reducing the lead time to meet the specified requirements of customers. However, the ETO strategy requires new ship design process and ship product structures that are linked with the implementation of PLM. And, the function and architecture of current PLM solution has been designed based upon ATO environment properly. This paper presents the PLM architecture which effectively reflects the characteristics of shipbuilding. 4-layer architecture model is suggested to implement the PLM system. Also, implemented functions of ship PLM is explained in order to make a practical guidance for ship PLM implementation.

Key words : PLM (Product Lifecycle Management), ETO (Engineering-To-Order), PLM Architecture

1. 서 론

최근에 많은 제조 산업에서는 제품수명주기관리 (PLM) 시스템이 설계 및 생산을 위한 제품 정보의 데이터 허브로서 매우 중요한 역할을 하고 있다^[1]. 특히, PLM 시스템은 설계 정보의 공유, 자재 명세서 (BOM: Bill Of Material)의 저장, 위험 설계, 설계 변경 관리 등의 기능을 제공함으로써 설계 정보의 정

확한 제공과 정보의 재활용을 용이하게 한다^[2,3]. PLM의 기능과 framework에 대한 많은 연구가 수행되고 있을 뿐만 아니라, 상당수의 제조 산업에 활용되고 있다^[4].

조선 산업에 있어서도 효율적이고 정확한 설계를 지원할 수 있는 PLM의 아키텍처와 기능 요구 사항 등에 관한 연구가 수행되고 있다^[5]. 그러나 현재의 PLM 아키텍처와 기능 요구사항이 조선 산업의 특성을 반영하고 있는지에 대한 체계적인 연구는 많지 않다. 조선산업은 재고(MTS: Make To Stock) 산업과 주문조립(ATO) 산업 등과는 설계 절차와 제품 정보, 생산 정보의 특징이 다르기 때문에 PLM도 조선 산업의 특징을 반영하여야 한다. 그러나 조선 산업에 적절한 PLM의 아키텍처와 framework 기능을 체계적으로

*학생회원, 인하대학교 대학원

**교신저자, 종신회원, 인하대학교 조선해양공학과

***위대우조선해양 정보기술 R&D 팀

- 논문투고일: 2010. 05. 24

- 논문수정일: 2010. 09. 13

- 심사완료일: 2010. 10. 26

갖추는 일은 쉽지 않다⁶⁾. 이러한 이유로 조선 산업의 설계 및 제조 전략과 생산 시스템, 제품 구조의 특징을 반영하지 못한 MTS, ATO 전략에 적합한 PLM 모델이 조선 산업에 적용되고 있다.

본 연구에서는 조선 산업과 타 산업의 제조 전략의 특징과 설계 생산 시스템의 특징을 비교하고 조선 산업에 적절한 PLM 특징과 기능 요구사항을 제시하고자 한다. 또한 Business logic, Data object, PLM function modules, 그리고 Enterprise integration layer의 4개의 PLM 계층으로 분류하여 ATO 전략과 조선 산업의 특징을 비교 분석한 후에 ETO 산업에 적합한 조선 PLM의 특성을 제안하였다.

2. PLM Architecture

PLM 시스템은 기업의 경영 정보 시스템의 하나로써 대형 정보 플랫폼에 해당한다. 설계 데이터의 관리, 설계 프로젝트 관리, BOM 정보의 관리, 협업 설계 지원, 그리고 효율적인 제품 개발과 생산이라는 PLM의 목적을 달성할 수 있도록 시스템을 설계하여야 한다. 따라서 PLM 시스템이 다루고 있는 데이터, PLM의 세부 기능, 기업 정보 시스템과 통합, 설계 프로세스를 지원할 수 있는 비즈니스 전략 등이 고려된 아키텍처를 가져야 한다. Shu and Wang⁷⁾은 웹 기반의 PLM을 대상으로 아래와 같이 4-layer를 가진 framework 모델을 제안하였다(Fig. 1).

- User layer
- Application client layer
- Application server layer
- Data layer

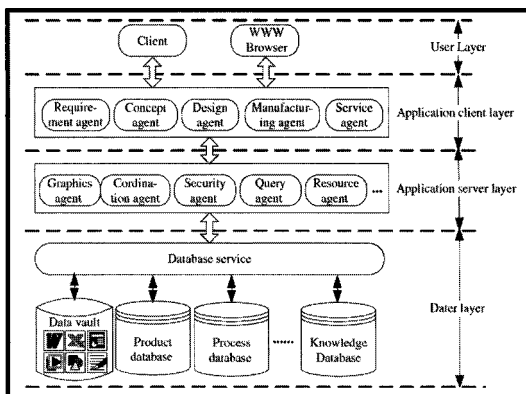


Fig. 1. A Web-based framework of PLM system⁷⁾.

Xu et al.⁸⁾은 PLM 시스템은 유일한 모델이 아니고, 각 산업의 특성에 맞는 적절하게 변형해야 한다고 보고, 다음과 같은 5 Layer Model을 PLM 설계에 적용할 것을 제안하였다.

- Application layer
- Domain solution layer
- Function module layer
- Data object layer
- Business logic layer

Shu and Wang⁷⁾과 Xu et al.⁸⁾이 지적한 것과 같이 실제 PLM을 구축하는 과정에서 발생하는 많은 요구사항을 체계적으로 반영하기 위해서는 각 요구사항을 framework 형태로 분류하는 것이 적절하다고 언급하였다. 이 모델들은 PLM 기능, 제품 데이터와 설계 정보의 구조, 사용자를 포함하는 비즈니스 전략, 그리고 PLM과 정보 시스템의 통합전략 등을 각 계층 별로 아키텍처를 제시한 것으로 볼 수 있다. 이러한 모델은 상이하게 보이지만, 공통적으로 시스템 통합, 기능 특성, 데이터 특성, 활용을 위한 절차 등을 아키텍처로 정의하고 있다. 본 연구에서는 아키텍처를 바탕으로 4 개의 계층(layer)으로 PLM의 특성을 분류하여 기술하고자 한다(Fig. 2). 각각의 계층은 다음과 같이 정의하였다.

Enterprise Integration layer

기업 정보 시스템의 역할과 통합 모델에 필요한 채용모델(deployment model)에 대하여 정의한다. CAD, CAM, PLM, ERP 등 기업 내 정보 시스템의 역할과 특징이 반영된다.

PLM Function Modules layer

PLM 시스템이 가지는 기능을 의미한다. BOM 관리, 문서 관리, 제품 구성 관리, 설계 변경 관리, 기준 부품(Part Master) 관리 등의 기능을 의미한다.

Data object layer

제품 정보는 도면, BOM, 제품 구조, 모델, 설계 변경 정보 등 많은 데이터를 포함하고 있다. 특히, 제품 구조와 BOM은 가장 중요한 데이터라고 할 수 있다.

Business Logic layer

이 layer는 각 산업 특성에 따른 제품 개발 순서와 제조 전략을 반영하는 모델이다.

본 연구는 위 layer 별로 조선 산업에 적절한 PLM의 특징을 제시하고자 한다.

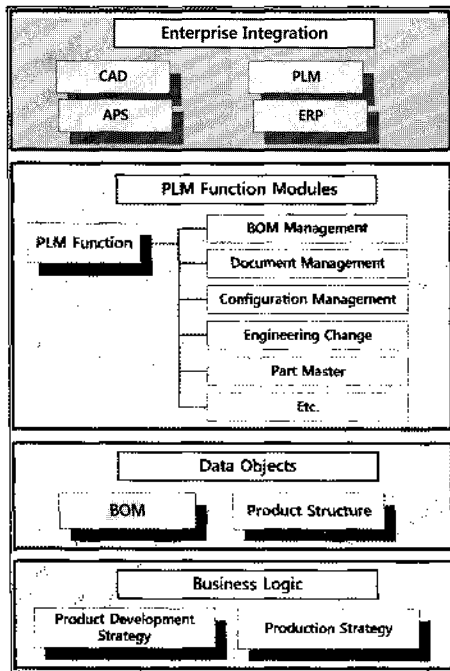


Fig. 2. Four layers for features of shipbuilding PLM.

3. Business logic layer의 특성

3.1 제조 전략의 차이점

제조 전략은 제품 수요에 대응하여 설계, 생산, 공급을 어떻게 할지를 결정하는 방안이다. 이는 생산 전략, 사업 환경, CODP(Customer Order Decoupling Point)에 따라서 결정한다⁹⁾. Fig. 3은 제조 전략에 따른 고객 주문(OPP)을 반영하는 절차를 설명하고 있다. 제조 전략은 크게 4가지로 나눌 수 있다. 조선 산업은 ETO(주문 설계 생산) 전략으로서 제품의 기술 사양에 따라서 설계부터 생산완료까지 수행된다.

제품 설계가 시작되는 시점과 생산되는 시점을 각 제조 전략 별로 Fig. 3에 설명하였다. 각 제조 전략의 설계 시점, 제조 시점, 원형 제작 등의 특징을 비교하면 다음과 같다.

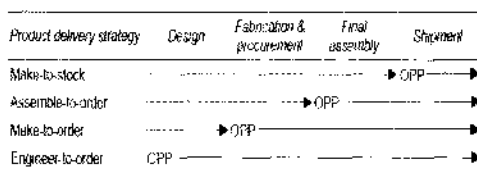


Fig. 3. OPP (Order Penetration Point) according to manufacturing strategy¹⁰⁾.

- ETO (Engineering To Order): 주문 설계 생산 전략으로 조선, 건설, 해양 플랜트 산업이 해당된다. 제품 설계부터 시작하여 생산까지 완료하며, 설계, 자재 및 부품 구매, 생산활동이 동시에 일어난다. 그리고, 시제품이 존재하지 않는 OKP(one of a kind product) 특징을 가지고 있다.
- MTO(Make To Order): 주문 생산 전략으로 항공기, 선박용 엔진 등이다. 설계를 부분 변경한 후 조립 생산을 실시한다. 따라서 주문 시점에 고객의 요구에 따라 부분적인 변경 설계를 실시한다.
- ATO(Assemble To Order, 주문 조립 생산 전략): 자동차 산업 등으로, 주문 전에 모든 설계 도면과 생산 계획이 완료되어 있다. OEM(original equipment manufacturing) 사는 핵심 부품만을 개발하며, 많은 부품 및 하위 시스템을 공급업체와 동시에 개발한다.
- MTS(Make To Stock, 예측 생산 전략): 수요 예측을 근거로 제품을 생산하여 재고로 보유하고 있다. 따라서 수요 예측의 정확성이 가장 중요하다.

다음의 Table 1은 조선산업과 자동차 산업의 중요한 특성을 비교한 것이다. 조선 산업은 프로젝트 관리의 중요성이 부각되며, 자동차 산업은 각 변종(Variant)의 사양(Optional) 변화를 체계적으로 관리하여야 한다. 조선 산업은 제품 개발과 설계가 동시에 이루어지지만, 자동차 산업은 원형(prototype)을 개발한 후에 신규 생산 설비를 건설한다¹¹⁾. 협업 설계의 관점에서 보면 조선소는 설계 부서간 제품 정보 공유가 중요하지만, 자동차 산업은 수백 개에 이르는 협력 업체가 제품 설계에 참여하므로 제품 정보 공유뿐만 아니라 부품의 설계 변경에 따른 변경 적용이 매우 중요한 역할을 하고 있다¹²⁾.

Table 1. Features of shipbuilding and automobile industry

	조선산업	자동차산업
제조전략	ETO	ATO
제품특성	Unique Product	Variant Product
핵심정보	도면, 모델, BOM	옵션, 도면, 모델BOM, 설계 변경
개발전략	설계 개발	Prototype 개발
협업전략	사내의 설계 부서	협력 업체(수백 개)

3.2 PLM 도입 배경의 차이

자동차 산업의 PLM 도입 배경과 조선 산업의 도입 배경은 유사하지만, 다른 측면이 있다. 자동차 산업의

도입 배경은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 지역 분산 설계/생산: 여러 지역에 걸친 설계 조직, 부품 회사, 생산 조직이 동일한 설계 정보를 공유할 수 있는 환경이 매우 중요하다.
- 다양한 CAD 및 PDM: 각 부품의 개발업체마다 다양한 종류의 CAD system 및 PDM(product data management)을 사용하고 있다. 이 때문에 다양한 형식의 설계 데이터 및 PDM 데이터를 통합해 줄 체계가 필요하다. 따라서 meta PDM의 필요성, 설계 데이터의 교환을 위한 형식 표준화가 요구된다.

조선 산업의 PLM 도입 배경은 아래와 같다.

- 지역 분산 설계/생산: 제품 개발 및 설계가 조선소 내에서 수행되기 때문에 지역적 분산 체계를 필요로 하지는 않는다. 또한 동일한 CAD 시스템을 사용하여 제품을 설계 하기 때문에 CAD 데이터의 표준화 및 중립화에 대한 요구가 상대적으로 중요하지는 않다.
- 정보 시스템의 변화: ERP 시스템을 도입한 현대중공업(주), STX조선해양(주), 삼성중공업(주)은 동시에 PLM 구축의 필요성을 인식하게 되었다^[12]. 또한 신규 선박 CAD를 도입하게 됨에 따라서 엄격한 제품 정보의 관리, BOM 중심의 설계, PLM-CAD 통합 체계의 필요성이 제기 되었다^[13].

3.3 제품 개발의 Business logic 차이점

자동차 산업과 조선 산업의 제품 개발 및 BOM 생성 절차를 Fig. 4와 Fig. 5에 각각 설명하였다. 자동차 산업은 초도 BOM을 기점으로 모델 및 도면, BOM을 생성하며, E-BOM(설계 BOM, Engineering BOM)과 M-BOM(제조 BOM, Manufacturing BOM)의 정합성을 증시하고 있다^[10,13]. MPS(Master Production Schedule)이 수립되면, 구매 자재목록(P-BOM)을 생성한다(Fig. 4).

그러나, 조선 산업은 초도 BOM 생성보다는 건조 사양서 (Building Specification)의 요구사항에 따라서 제품의 상세도가 증가되며 각 BOM이 순차적으로 생성된다. 따라서 BOM은 도면과 모델에 의하여 산출되는 정보이며 설계의 기준은 모델과 도면에 두고 있다(Fig. 5). 주요 기자재 목록(MML: Main Machinery List-BOM)과 P-BOM, M-BOM이 각각 산출되며 각 BOM 간의 정합성 보다는 BOM의 자동 생성이 중요한 역할을 한다.

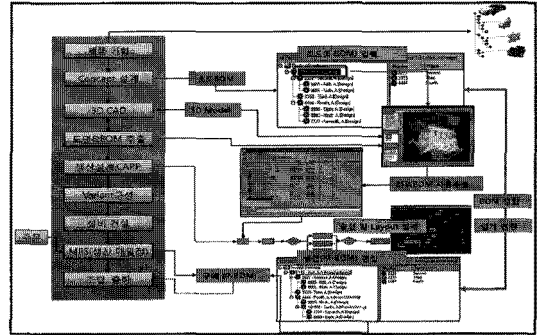


Fig. 4. Design procedure of ATO industry.

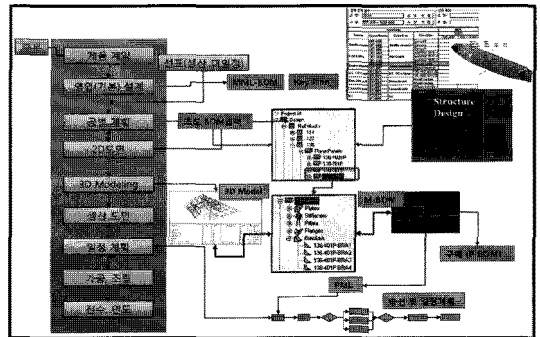


Fig. 5. Design procedure of shipbuilding industry.

4. Data object layer의 특성

본 장에서는 선박과 자동차의 제품 구조와 BOM 정보의 특성을 비교함으로써 PLM의 BOM 설계의 기준을 제시하고자 한다.

4.1 Product tree의 특성

자동차의 경우는 Fig. 6과 같이 Part(단품)와 Assembly(조립품) 구조안으로 이루어져 있다. 따라서 Part와 Assembly의 모자관계로 제품 구조를 구성한다^[14]. 각 부품은 서로 다른 CAD 환경에서 생성될 수 있으므로 변경이력 정보가 명시된다.

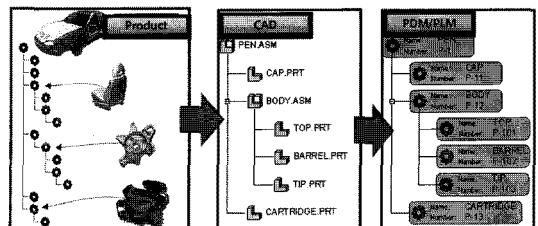


Fig. 6. Example of product tree configuration of automobile.

Whitfield *et al.*^[13]은 선박은 동일한 제품이라도 설계 단계, 생산 설비의 조건 등 다양한 정보를 반영하여 제품 구조를 정의하여야 한다고 언급하였다. 선박은 블록 분할, 영역(Zone) 그리고 시스템으로 구별하여 세 가지 특징을 혼합하여 제품 트리를 구성하여야 한다. Fig. 7는 선박 CAD인 TRIBON의 WBS(Work Breakdown Structure) 및 블록 분할에 의한 제품 구조 예이다. 따라서 선박의 제품 구조는 보자 관계 구조보다는 설계 단계, 블록 분할, 외장 시스템, WBS의 연관 관계를 우선 정의하여야 한다. 따라서 다음과 같은 선박의 제품 구조가 PLM에 반영되어야 한다.

- 블록 분할과 외장 시스템 트리, zone을 동시에 반영하는 제품 구조를 정의하여야 한다.
- 설계 단계 별로 상이한 제품 구조를 반영하여야 한다.

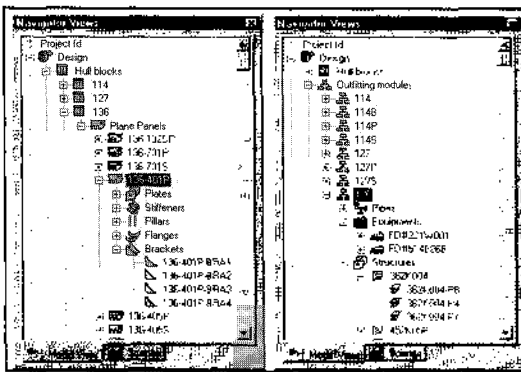


Fig. 7. Product tree of TRIBON^[16].

4.2 BOM의 특성

Fig. 8은 ATO전략 제품이 가지는 BOM의 생성 과정을 설명하였다. 동일한 제품 모델일지라도 유효일(Effectivity)과 사양에 따라서 구성(Configuration)을 정의하고, E-BOM과 M-BOM을 생성한다. 그리고 modular BOM을 정의하는 것이 일반적이다. 따라서 E-BOM과 B-BOM은 공정 계획을 기반으로 다대다의 연관 관계를 가지며 BOM간의 정합성 검증이 중요하다. Fig. 9는 변종(Variant)에 따라서 발생한 유사 제품을 generalized BOM으로 통합한 예이다. Fig. 10은 조립 공정 계획을 반영하여 generalized BOM으로부터 재 구성한 제품 구조를 보인 것이다^[17]. ATO, MTO, MTS 전략에서는 제품의 variant 특성, E-BOM, M-BOM을 통합하기 위하여 generalized BOM, modular BOM이 사용된다고 요약할 수 있다^[18].

이에 반해 선박해양 구조물은 제품의 변종이 발생

하지 않으며 양산 체계를 갖추고 있지 않기 때문에 구성 관리, 변종 관리가 필요하지 않다. 따라서 generalized BOM, modular BOM이 필요하지 않으며, E-BOM과 M-BOM을 각 설계 단계 별로 정의하여야 한다.

Fig. 11에 제시한 것과 같이 설계 단계에 따라서 BOM이 변하며 시스템과 블록 분할이 다대다의 관계를 가지는 구조로 정의하여야 한다. 선박의 사양과 유효일에 대한 정보 관리 보다는 선체, 외장 간의 상호 연계 및 블록 조립 및 외장 공사의 WBS를 고려한 BOM 구조를 정의하여야 한다. 또한 Fig. 12에서 설명한 것과 같이 설계 요구 사항이 영업 설계, 기본설계, 생산 설계까지 추적되어야 하는 형상관리가 중요하다^[19].

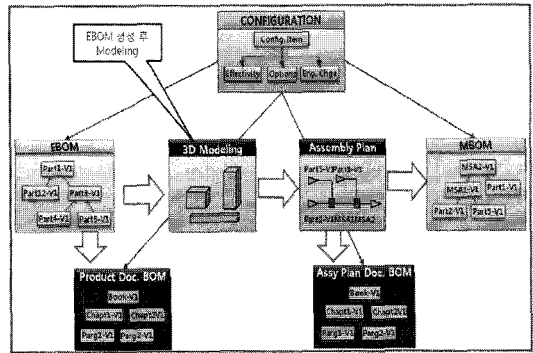


Fig. 8. BOM structure of ATO strategy product.

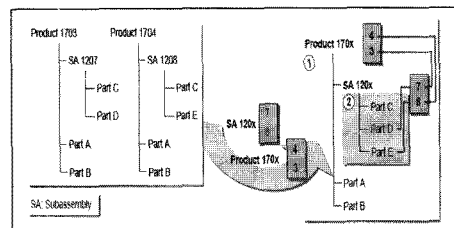


Fig. 9. Example of variant in generalized BOM^[17].

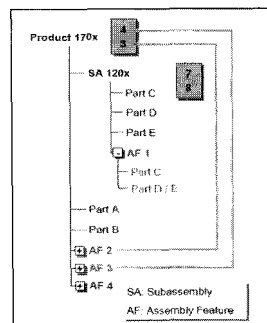


Fig. 10. Assembly 특성을 고려한 제품 모델^[17].

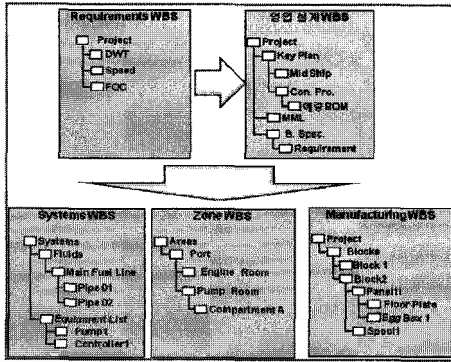


Fig. 11. Evolutional BOM structure of shipbuilding.

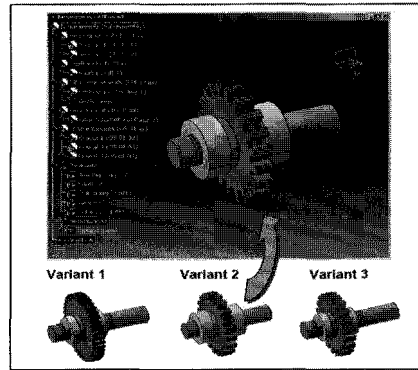


Fig. 13. Example of variants in CAD and model^[17].

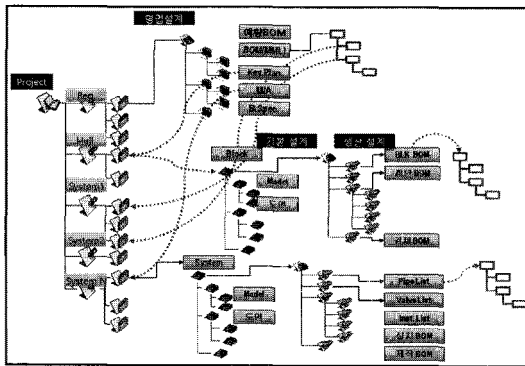


Fig. 12. Product structure of shipbuilding.

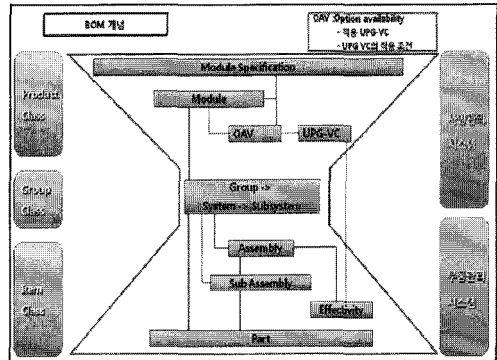


Fig. 14. Example of automobile BOM tier related with configuration^[19].

5. PLM function modules layer의 특성

본 장에서는 선박과 자동차 business logic과 data object의 특성을 반영한 PLM의 기능 특성에 대하여 정의하고자 한다.

5.1 BOM 관리 기능

ATO 산업은 기존 모델의 사양에 따라서 발생하는 변종의 BOM을 생성하는 것이 가장 큰 목적이다. Fig. 13은 variant를 반영한 설계 모델의 예이다.

Fig. 14는 option을 선택하는 과정에서 UPG 별로 BOM을 생성하고, 유효일을 부여한 후 BOM을 생성하는 과정을 보인 것이다. UPG(UNIFORM PARTS GROUPING)는 부품 구성 번호, 자동차의 구성 부품을 차체구조, 생산공정, 기능 등을 고려하여 개개의 부품을 적당한 그룹으로 분류하여 부여한 번호로서 BOM 구성의 기본 단위이다. PEL(Product Equipment List)은 조립 품을 이루는 하위 부품 목록(자재 목록, BOM)을 의미하며, OAV(Option Available)은 각 부품(또는 모듈)의 선택 가능한 옵션 목록을 의미한다.

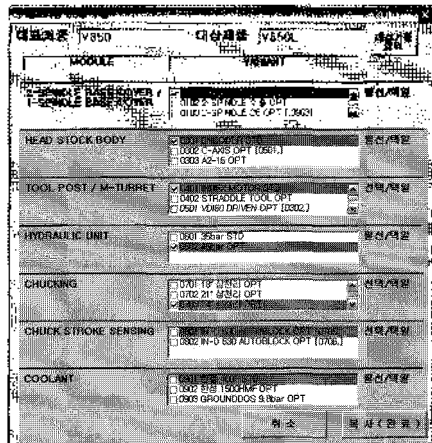


Fig. 15. Example of automobile BOM considering the part option^[19].

Fig. 15는 자동차 부품의 예로서, 각 부품 별로 option을 선택하여 자재 목록을 생성하는 예제이다. Fig. 16은 제품 구조를 정의한 후 BOM 정보 생성,

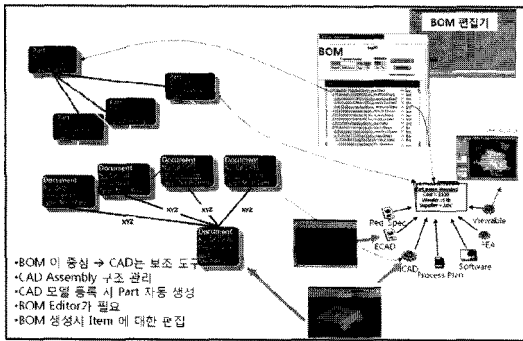


Fig. 16. Relationship of BOM, document, CAD drawing and model.

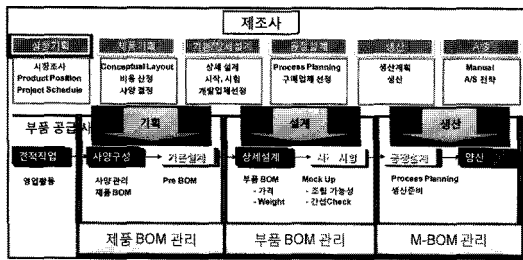


Fig. 17. The procedure of BOM generation in automobile industry.

도면 문서 연결, BOM 수정 절차에 대해 설명하고 있다. Fig. 17은 자동차 BOM 생성 순서를 보인 것이다. 자동차 산업의 BOM 관리 특성은 다음과 같이 요약할 수 있다^[9].

- 구성 관리: 사양, 제품 구조 편집이 가능해야 함.
- Modular BOM 중심의 BOM 구성: E-BOM과 BOM의 정합성 체크가 중요하다.
- 3D CAD의 정보 활용 필요: CAD에서 정의한 제품 Tree를 PLM에 자동 Upload한다.
- BOM 교환을 위한 포맷 필요: BOM에 도면과 모델 정보를 포함하여 협력 업체와 수정/생성 교환 작업을 실시한다.

조선 산업은 설계 초기 단계에서 장납기 기자재의 BOM을 생성한 후에, 설계가 진행되는 과정에서 예량(예측) BOM, 상세 BOM을 생성한다. 그리고 최종적으로 의장과 선체 부품을 대상으로 M-BOM을 생성한다. 블록 건조 및 자재 선 확보의 특징 때문에 설계가 완료되지 않은 상태에서 BOM을 발행하는 현실적인 문제가 있다. 따라서 E-BOM과 M-BOM은 서로 정확하게 일치한다고 볼 수 없으며, BOM이 성장하는 특

징을 가지고 있다.

- ATO의 BOM 생성: 주요 부품의 E-BOM을 정의한다 → CAD 도면, 모델링 작업을 수행한다. → E-BOM을 확정한다. → 생산 공정 계획을 실시하면서 M-BOM을 생성한다. → MRP에 자재 수급 계획을 전달한다.
- 선박의 BOM 생성: 주요 기자재 BOM을 생성한다. → 탑재 공법을 확정한다. → 블록 분할 계획을 수립한다. → 블록 분할에 따라서 블록 별로 도면을 작성한다. → 의장 시스템 별로 계통도와 도면 설계를 수행한다. → 의장 BOM을 생성한다. → 선체의 의장의 모델링 작업을 수행한다. → 생산 계획에 따라 M-BOM을 생성한다. → 자재가 수급된다.

이러한 특징을 요약하면 조선 산업의 BOM 관리는 아래와 같은 특성을 갖고 있다.

- CAD의 BOM 생성 기능이 중요함: CAD에서 직접 BOM을 생성하여 PLM에 저장하는 기능이 필요하다.
- WBS 중심의 BOM 구조: Block 분할, 의장 시스템을 고려한 WBS 형태의 BOM 구조를 구현하여야 한다.
- 3D CAD의 정보 활용: 3D CAD에서 정의한 제품 정보를 추출하고 BOM과 쌍방향 Interface가 필요하다.
- BOM의 구성 변경: 수정, 변경을 설계/생산에 반영할 수 있는 변경 절차가 중요함.

기존 PLM 개발 환경은 ATO, MTO 산업에 직결한 BOM 관리 프로그램을 구성하였으므로, 조선 산업에 맞게 변경하기 위해서는 아래와 같은 기능 요구 사항이 새롭게 구현되어야 한다.

- 각 설계 stage 별로 BOM의 연관 관계 성립
- BOM과 도면, 모델의 link: 도면 또는 BOM 수정 시 자동 변경(CAD 기능 요구 사항)
- E-BOM에서 M-BOM 자동 생성
- M-BOM 집계 시 대체품 지정 기능
- 중복 부품의 탐색 및 BOM의 Child 품목, Parent 품목 집계 기능
- BOM의 개정 번호 부여 및 이력 관리 기능
- 기자재 납품 업체와 BOM 정보 교환을 위한 공용 BOM data 양식 또는 공유 방법

5.2 Product Variant/Option 관리

5.2.1 자동차의 Variant 관리

기준 모델(자동차 모델)을 구성하고 각 부품 별로 Option(변속기, 엔진 배기량, 좌우 핸들 등)을 조합하여 Variant를 구성한다. 따라서 modular BOM, generic BOM을 주로 사용하여 각 모델 별로 사양의 변화를 관리한다^[20]. 이를 configuration 관리라고 한다. 제품 configuration에 따라 자재 수급 정보를 생성하므로 중요한 기능의 하나이다^[18,21]. 자동차의 variant 관리는 PLM이 제공해야 할 가장 중요한 기능 중 하나이다^[22,23].

5.2.2 조선 산업의 Variant 관리

대부분 선박해양 제품은 One-Of-Kind(일품 생산)이므로 변종을 생성하지는 않는다. 다만, 동일한 선형을 가진 각 사의 표준 제품 군(예를 들어 300K VLCC, 12,000 TEU Container)일지라도 각기 다른 선급 규정을 적용할 때 변종이 발생하기는 하지만, 동일 선박을 반복 생산하기 않기 때문에 변종을 관리할 필요는 없다. 수주 견적 단계에서 선주의 요청(예 Arctic Class 적용 여부, 엔진 사양, 보기 사양, 적/하역 속도 및 장비, IMO 적용 규정 종류 등)에 의하여 변화가 많으므로 변동 관리 및 구성관리(Configuration management)는 중요한 의미를 갖지 않는다. 그러나, Fig. 18과 같이 영업 설계 단계에서는 사양 관리가 필요한 하지만, modular BOM 구성의 필요성은 없다.

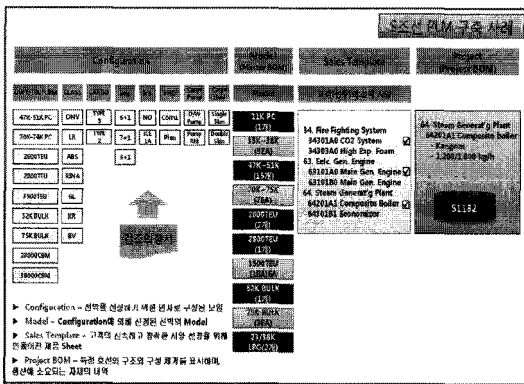


Fig. 18. Option/variant management of shipbuilding using Project BOM.

5.3 설계 변경 관리

5.3.1 자동차의 설계 변경 관리

Wright^[24]는 OEM(Original Equipment Manufacturers) 업체를 대상으로 ATO, MTO, MTS 산업에 설계 변경

관리 특징을 설명하였으며, Eckert et al.^[25]은 MTS, ATO 산업에 적절한 ECM(설계변경관리, Engineering Change Management)를 제시하였으며, 제품의 변경 네트워크와 설계 변경 반영 절차 모델을 제시하였다. Yang and Cheng^[26]은 PDM과 MRP에 BOM 정보 변경 방안을 제시하였다. 자동차 설계에서 설계변경(도면, 모델, 부품, 사양 등)의 변경은 매우 엄격하게 관리되고 있다. 제품 설계 완료 전후에 발생하는 설계 변경은 공정 설계, 설비 계획, 자재 수급 계획, 부품 공급 업체 등에 영향을 미치기 때문이다^[24]. 따라서 제품 구성 관리와 함께 중요한 PLM의 기능 중의 하나이다. 설계 변경 요구(Change Request), 설계 변경 지시(Change Order), 설계 변경 실시(Change Activity), 설계 변경(Model Change), 설계 공지(Notification), 유효성 설정(Effectivity Setting)을 모두 설계 변경 이력으로 제공하여야 한다(Fig. 19).

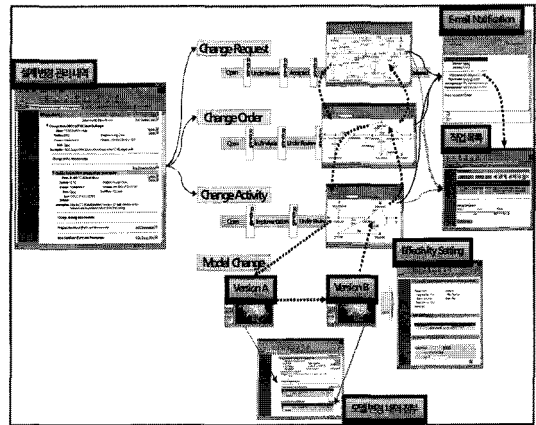


Fig. 19. Engineering change of ATO industry.

5.3.2 조선 산업의 설계 변경 관리

조선 산업에서 설계 변경은 선체 및 의장 설계 사이의 간섭에 의한 오류 등 오류의 수정, 장비 배치의 변화에 따른 수정 등이 많은 비율을 차지한다. 조선소와 기자재 개발사 사이의 양방향 설계 변경은 필요치 않았다. 그러나 설계 변경에 의한 BOM 수정, 자재 수급의 변화, 선체 및 의장 사이의 설계 영향도 반영 등의 작업이 연결되어 있지 않다. 따라서 설계 변경 요청 및 승인 등과 같은 절차에 중심을 두기 보다는 Fig. 20, Fig. 21에 보인 것과 같이 변경 네트워크와 변경 파급 효과에 대한 모델이 선박 PLM에서 설계 변경 관리의 주요기능으로 구현되는 것이 효과적이라고 판단된다.

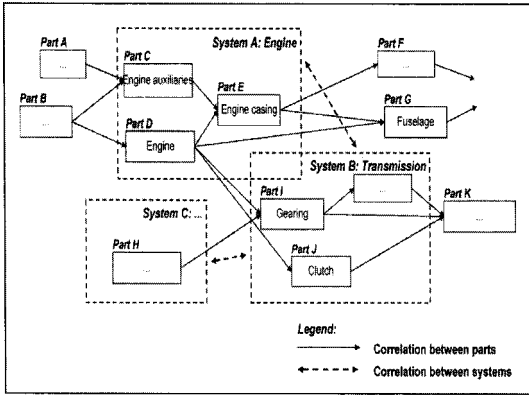


Fig. 20. Change network^[25].

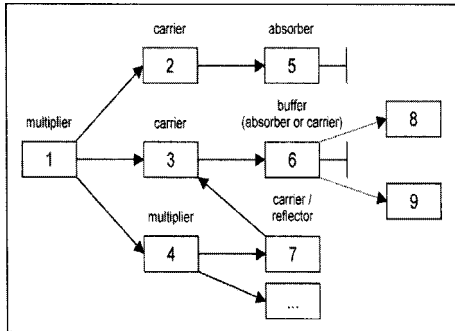


Fig. 21. Change propagation tree^[25].

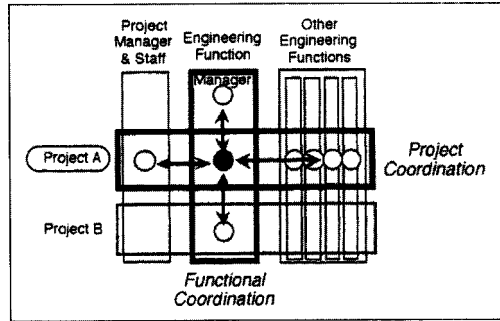


Fig. 22. Example of PLM project management for automobile development^[27].

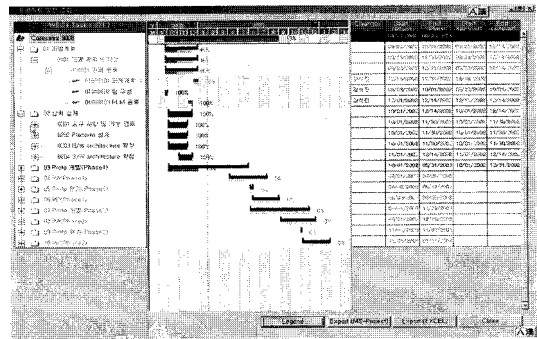


Fig. 23. Example of project management of Gantt chart type for automobile development^[19].

5.4 프로젝트 관리

5.4.1 자동차의 프로젝트 관리

제품 개발 단계, 일정과 조직, 산출물, 협업 이력(게시판, 회의록) 등을 관리하는 기능을 포함한다. PLM의 프로젝트 관리의 기능은 대체로 아래와 같다.

- 프로젝트 참여자 별 역할 관리
- 산출물 기준의 진척 현황 관리
- 참여자 별 업무 일정 관리
- ERP, Artemis 등 프로젝트 관리와 연동
- Life Cycle 및 업무 흐름 자동 연계

그러나, 자동차 개발에 있어서 다중 개발 프로젝트를 어떻게 관리하느냐가 중요하며(Fig. 22), Fig. 23에 보인 것과 같은 일정 계획, 산출물 관리와 같은 PLM 기능이 요구되고 있다.

5.4.2 선박 설계의 프로젝트 관리

선박 설계 일정 계획(DP: Drawing Plan)과 생산 일정 계획을 연계하여 관리할 필요가 있다. PLM의

프로젝트 관리 기능은 ATO 산업의 것과 유사하지만, 생산 일정 계획과 산출물을 연계할 수 있는 기능이 추가적으로 필요하다.

5.5 협업 설계 지원 환경의 특성

자동차의 개발에는 수백여 개의 협력사가 설계와 조립 생산에 참여하므로, 제품 정보 공유에 의한 양방향 협업 설계가 매우 중요하다^[11]. 그러나 조선산업의 협력사는 설계 개발보다는 도면 승인, 블록 조립에 참여하고 있다. 따라서 선박 PLM은 도면 전달 체계로써 협업 설계를 지원하는 전략이 적절하다. Table 2는 협업 설계 환경의 차이에 따른 PLM의 주요 기능 요구사항을 정리하였다. Fig. 24, Fig. 25 그리고 Fig. 26에 보인 것과 같이 자동차 설계는 지역적으로 산개된 조직과 협력 업체, 설계 변경 및 동시 설계를 지원할 수 있는 PLM 기능이 중요하다^[28]. 그러나 Fig. 27와 Fig. 28에 보인 것과 같이 선박 설계는 선급과 도면 승인 절차, 기자재 납품 업체의 제공 도면 입수/전달 기능만으로 협업 설계 환경을 지원하는 것이 적절하다^[29].

Table 2. Difference of collaborative design between shipbuilding and ATO industry

	ATO 산업	조선 산업
협업 대상	약 300~500개의 협력 업체	설계 부서, 선급, 가자재
협업 방법	BOM, 도면/모델, 3D DMU 교환	도면 교환
협력업체의 범위	동시 협업 개발	조립 생산
정보 공유 범위	BOM을 중심으로 쌍방향 공유	도면 공유 체계
협업 시스템	협업 설계가 가능한 Portal Client	도면과 문서승인

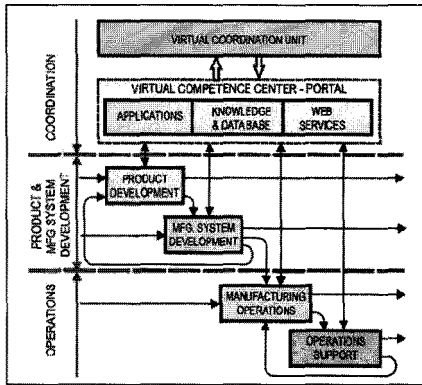


Fig. 24. Collaborative product development and manufacturing model^[30].

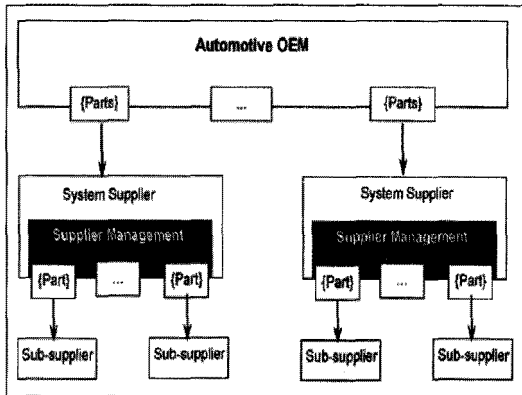


Fig. 25. Multilevel partnership interface between the automotive OEM and suppliers^[33].

5.6 Part master관리 특성

기준부품(Part master)는 Table 3에 보인 것과 같이 자동차 산업은 전사적으로 공유되는 공용 부품으로 설계 변경 및 독립된 설계 모델이 관리되며, CAD 시

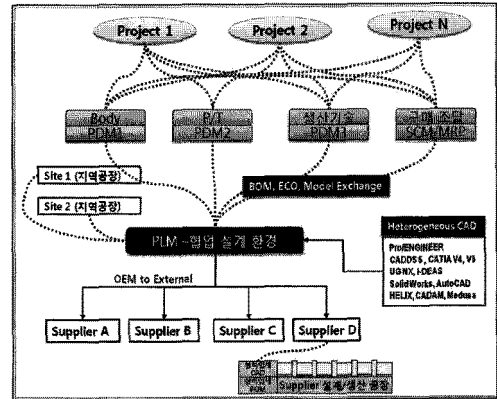


Fig. 26. Collaborative environment of ATO industry.

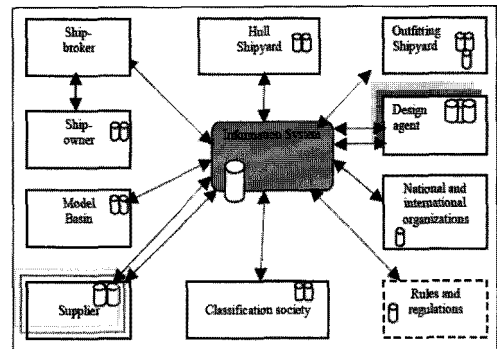


Fig. 27. Collaborative environment of ship^[28].

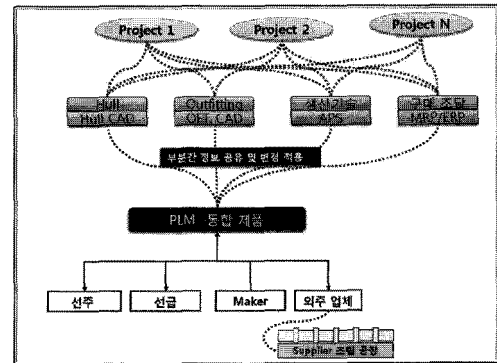


Fig. 28. Collaborative environment of shipbuilding industry.

Table 3. Difference of part master between shipbuilding and ATO industry

	ATO	조선 산업
Part Master	모든 제품에 공용 되는 기준 부품	CAD에서 사용하는 공용 Catalog
보관 방법	CAD와 독립적으로 PLM에서 관리	CAD의 Add-On 모델링 기능
변경 방법	설계 변경 통계 Revision 발생	신규 부품 생성

스택과는 별도로 PLM 시스템에서 관리된다.

그러나, 선박의 기준 부품은 공용 부품의 의미 보다는 자주 사용하는 모델을 자동으로 정의하기 위한 CAD의 사용자 기능에 해당된다. 별도의 모델과 도면으로 PLM에서 관리되는 대신에 선박CAD의 자동 모델링의 의미가 강하므로 PLM의 기능이 아닌 CAD의 기능으로 분류하여야 한다. 따라서 선박의 Part master의 설계 변경은 CAD 이 제공해야 할 기능으로 개발하는 것이 타당하다.

5.7 Document Management의 특성

문서 관리 기능은 각 산업의 특성과는 상관없이 Fig. 29에 보인 것과 같이 제품 구조에 정의된 각 부품의 문서, 도면, 모델, 기술 정보 등을 통합 저장하여야 한다. 따라서 문서 관리 기능은 산업 전력과 상관없는 PLM의 기본 기능으로 볼 수 있다.

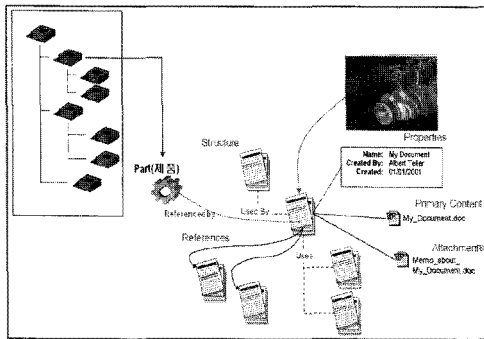


Fig. 29. Document management.

6. Enterprise integration layer의 특성

6.1 CAD-PLM interface

조선 산업의 CAD 시스템과 타 CAD 시스템이 가지는 가장 큰 차이점은 정보의 저장 방법이다. 타 산업의 CAD 데이터는 독립된 파일로 저장되지만, 선박 CAD는 대부분 독자적인 데이터 베이스에 설계 모델과 도면을 저장하고 있다^[29]. 이러한 이유로 선박 CAD와 PLM, ERP 등 정보 시스템과 interface는 데이터베이스간의 동기화 또는 중립 파일을 이용한 정보 교환이 필요하다. Fig. 30은 Tann and Shaw^[29]이 제안한 방법으로서 TRIBON, AutoCAD, PDMS 등의 이기종 CAD 솔루션 간의 정보 교환을 위해서 중립 형식인 XML(eXtended Markup Language)를 제안하였다.

선박 CAD가 아닌 일반적인 CAD 시스템은 파일

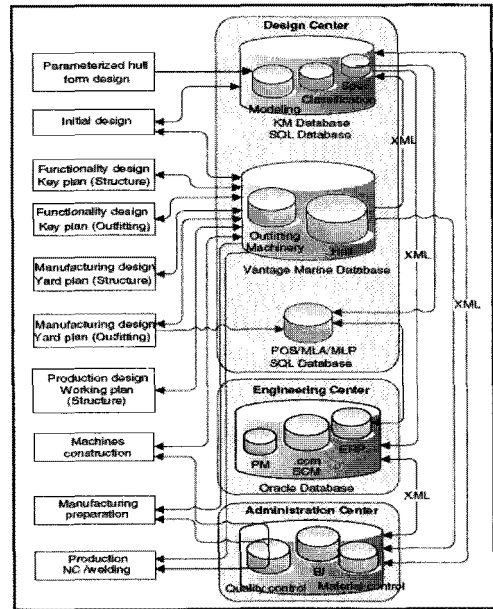


Fig. 30. The data process and collaborative information environment for the going scheme^[29].

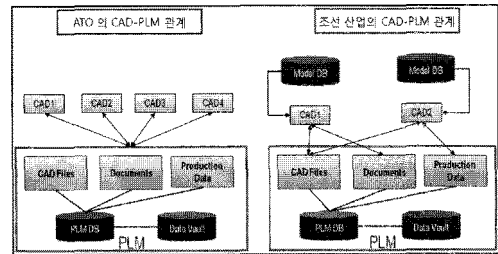


Fig. 31. PLM-CAD interface.

단위의 저장 및 interface가 필요하며 이러한 특징은 PLM-CAD interface 기능을 설계하는 기준이 되어야 한다. Fig. 31에 보인 바와 같이 CAD-PLM interface는 각각 파일 인터페이스, 데이터베이스 간의 인터페이스이므로 차이점을 설명할 수 있다.

따라서 기계 및 자동차 산업의 PLM은 파일 단위의 interface 특성이 강하며, CAD 시스템과 PLM 사이에 API를 이용한 기능이 필요하다(Fig. 32). 따라서 3차원 모델 정보로부터 BOM 추출, CAD 모델과 BOM 정보의 쌍방향 정보 교환이 중요한 기능이다. 그러나 선박 전용 CAD 시스템은 폐쇄된 API를 가지고 있으며, CAD 전용 데이터베이스 구조를 가지고 있기 때문에 CAD-PLM interface는 데이터베이스 간의 인터페이스 또는 중립 파일을 이용한 인터페이스를 구현하여야 한다.

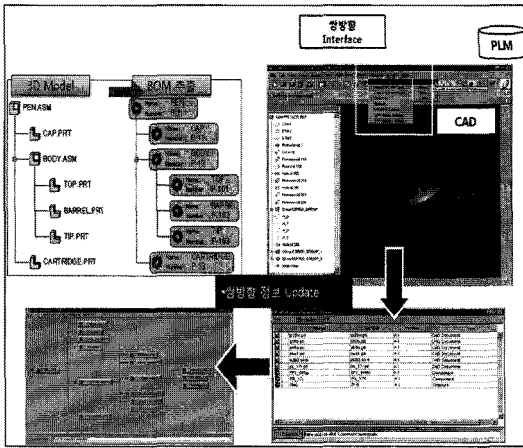


Fig. 32. Example of CAD-PLM interface of ATO industry.

6.1.2 자동차 설계의 CAD와 PLM 인터페이스

자동차 설계는 BOM을 중심으로 점차가 진행된다. 따라서 BOM 관리는 구성 관리, 설계 변경 관리와 함께 PLM이 갖추어야 할 가장 핵심 기능으로 분류될 수 있다. CAD가 생성한 3차원 모델, 노면, BOM 정보추출이 CAD-PLM 인터페이스가 갖추어야 할 기능이며 아래와 같은 상세 기능 요건을 만족해야 한다.

- CAD 파일의 변경과 BOM 변경 관계를 정의해야 한다.
- CAD 파일은 BOM에 연계(Association)시켜야 한다.
- CAD의 정보는 파일 단위로 생성 저장된다.
- PLM은 CAD 인터페이스를 이용하여 정보를 추출한다.
- CAD 정보와 PLM의 객체 정보가 연결되어야 한다.
- 이기종 CAD와 PLM의 인터페이스가 제공되어야 한다.

6.1.3 선박 설계의 CAD와 PLM 인터페이스

TRIBON 또는 SM3D와 같은 선박 CAD 솔루션은 각각 PLM을 개발 중에 있으나, 아직은 완성도가 떨어진다. 이러한 이유로 ATO 산업 등에 적용되어 완성도가 높은 PLM 시스템과 선박 CAD 시스템을 통합하려는 시도가 있으나, CAD-PLM 간의 인터페이스 또는 데이터베이스 사상(Mapping)이 구현되지 않는다면 PLM의 장점을 이용하기는 쉽지 않다.

따라서 선박 CAD와 PLM의 인터페이스는 이기종 CAD의 데이터베이스와 인터페이스 또는 중립 형식

의 파일을 이용한 방식으로 구현되어야 한다. CAD-PLM 인터페이스는 다음과 같은 조건을 갖춰야 한다.

- CAD와 PLM의 데이터베이스 정보를 각각 사상(Mapping) 하기 위한 기능이 필요하다.
- 이기종 CAD의 데이터베이스 간의 동기화 또는 어댑터 기능이 필요하다.
- 중립 파일을 이용한 설계 정보와 PLM의 정보를 일치시키기 위한 기능이 필요하다.

6.2 기업 정보 시스템의 구성

최근의 연구에서는 기업 정보 시스템을 구성하는 요소로 SCM, CRM, PLM, 그리고 ERP 시스템을 들고 있다³¹⁻³³. 그러나, 대부분의 연구에서 조선 산업의 특징을 감안하지 않고, CRM, SCM의 개발 필요성에 대해 언급하고 있다. 따라서, 조선 산업의 제조 및 설계 전략의 특성을 감안하여 정보 시스템을 구성할 필요가 있다³⁴. 조선 산업과 ATO 산업의 특징에 따른 정보 시스템의 차이는 Fig. 33에 보인 것과 같이 정의할 수 있다. 각 정보 시스템의 차이를 요약하면 다음과 같다. 두 산업 전략의 가장 큰 차이는 CRM 시스템으로 볼 수 있다. 조선해양 산업의 정보 시스템에서는 CRM 시스템이 PLM의 일부 기능으로 구현되어야 한다.

- SCM 시스템: ATO 산업은 다수의 공급자로부터 대량의 부품을 수요 예측에 근거하여 공급 받는다. 따라서 MPS를 바탕으로 자재 수급을 위한 SCM이 필요하다.

그러나 선박 생산은 대일정, 중일정, 소일정, 조립장/선행의장/안벽 배치, 탑재 네트워크 그리고 작

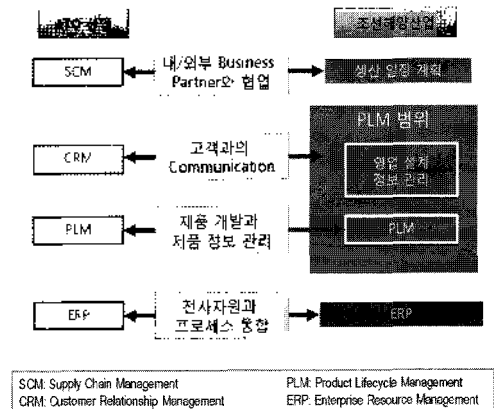


Fig. 33. Difference of enterprise system between shipbuilding and ATO industry.

업계획과 같은 일정 계획 시스템을 자재 및 부품을 선 확보하므로, 일정 계획 시스템이 SCM의 역할을 수행하도록 설계하여야 한다.

- CRM 시스템: ATO 산업은 소비 예측에 근거하여 불특정 다수의 고객을 대상으로 제품을 판매하기 때문에 CRM 시스템이 중요한 역할을 하고 있다. 그러나, 조선 해양의 수주는 기술 영업에 의하여 수행되므로, CRM 시스템이 PLM의 영업 설계 정보 관리 기능으로 구현되어야 한다.
- 가상 생산 시스템: ATO 산업은 신규 제품을 개발한 후에 신규 공장설비를 구비하므로 설비 배치 및 공정 계획을 시뮬레이션 할 필요가 있다. 따라서 가상 생산 기능이 PLM의 일부분으로 필요하다^[2]. 그러나, 조선 산업은 고정된 설비 자원을 활용해야 하므로 가상생산 기술을 PLM의 일부 기능으로 구현하는 것은 비효율적이다. 가상 생산 시스템이 가지는 생산 일정 계획 평가, 물류 개선안 도출, 제약 조건 탐색, 신규 설비의 효과 분석, 디지털 휴먼 등의 기술은 활용할 필요가 있을 것이다.

Fig. 34와 Fig. 35는 각각 ATO 산업과 조선해양산업의 정보 시스템과의 PLM의 역할을 고려하여 구성된 정보 흐름이다. 두 산업의 정보 시스템 중 CRM의 역할, 가상 생산 시스템의 역할이 차이점을 감안하여 PLM 시스템을 설계할 필요가 있다.

7. 결 론

본 연구에서는 ATO 전략을 취하는 자동차 산업의 특성과 ETO 전략을 취하는 조선 산업의 특징을 반영하여 조선 산업에 적합한 PLM의 기능, 데이터 구조, 정보 시스템 통합 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 아래와 같이 4개의 PLM 계층으로 분류하여 ATO전략과 조선 산업의 특징을 비교 분석한 후에 조선 PLM의 특징을 제안하였다.

- Business logic layer
- Data Object layer
- PLM function modules layer
- Enterprise integration layer

연구를 통하여, 조선 산업에 적합한 PLM은 ATO 산업에서 제시한 PLM의 특성 중 제품 구성 관리, 변종 관리, CAD-PLM 인터페이스 기능, 설계 절차 등에 있어서 상이한 점을 가지고 있으며, 선박 PLM 구현과정에서 중점적으로 구현해야 할 분야를 정의하였다.

본 연구의 결과가 선박 PLM의 적절한 기능 모델, 활용 모델을 개발 하는데 필요한 기본 방향을 제시할 수 있기를 기대한다.

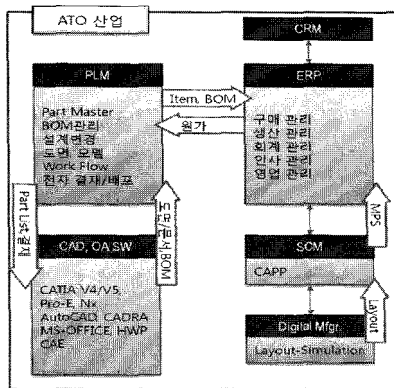


Fig. 34. The configuration of enterprise system in ATO industry.

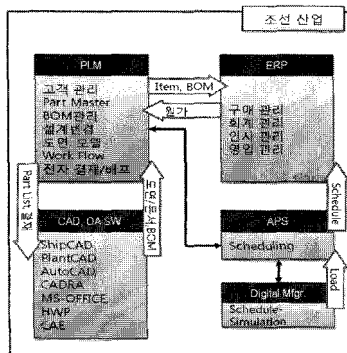


Fig. 35. The configuration of enterprise system in shipbuilding.

감사의 글

본 연구는 대우조선해양(주)(DSME 제품 정보 통합 관리 시스템 기초 연구) 및 과학재단 특정기초연구 (R01-2009-0080880, 지능형 Data Interaction 정보들 가진 확장형 선박 PALM 시스템)의 지원을 받아 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. John Stark, Product Lifecycle Management: 21st century Paradigm for Product Realization, Springer, 2005.
2. Burden, R., PDM: Product Data Management, Resource Publishing, 2003.
3. Crnkovic, I., Asklund, U. and Dahlqvist, A. P., Implic-

- menting and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management, Artech House, Inc., 2003.
4. Rangan, R. M., Rohde, S. M., Peak, R., Chadha, B. and Bliznakov, P., "Streamlining Product Lifecycle Processes: A Survey of Product Lifecycle Management Implementations, Directions, and Challenges", *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol. 5, No. 3, pp. 227-237, 2005.
 5. Lee, J. H., Kim, Y. G., Oh, D. K. and Shin, J. G., "A Functional Review and Prototype for Ship PDM Implementation", *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, Vol. 42, No. 6, pp. 686-697, 2005.
 6. Schuh, G., Rozenfeld, H., Assmus, D. and Zancul, E., "Process Oriented Framework to Support PLM Implementation, Computers in Industry", Vol. 59, No. 2-3, pp. 210-218, 2008.
 7. Shu, Q. and Wang, C., "A Conceptual Framework for Product Lifecycle Modeling", *Enterprise Information Systems*, Vol. 1, No. 3, pp. 353-363, 2007.
 8. Xu, X., Fang, S. and Gu, X., "A Framework for Product Lifecycle Management System", *ICMSE '06 International Conference on Management Science and Engineering*, pp. 526-530, 2006.
 9. Olhager, J., "Strategic Position of the Order Penetration Point", *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 3, pp. 319-329, 2003.
 10. Trappey, A. J. C. and Hsiao, D. W., "Applying Collaborative Design and Modularized Assembly for Automotive ODM Supply Chain Integration", *Computers in Industry*, Vol. 59, No. 2-3, pp. 277-287, 2008.
 11. Tavcar, J. and Duhovnik, J., "Engineering Change Management in Individual and Mass Production", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 21, No. 3, pp. 205-215, 2005.
 12. Kim, S. Y., "Implementation of Intelliship", *Society of CAD/CAM Engineers of Korea - Proceedings of Workshop on the Strategy of Ship CAD Development*, pp. 1-18, 2007.
 13. Tang, D. and Qian, X., "Product Lifecycle Management for Automotive Development Focusing on Supplier Integration", *Computers in Industry*, Vol. 59, No. 2-3, pp. 288-295, 2008.
 14. Brown, D., Leal, D., McMahon, C., Crossland, R. and Devlukia, J., "A Web-enabled Virtual Repository for Supporting Distributed Automotive Component Development", *Advanced Engineering Informatics* Vol. 18, No. 3, pp. 173-190, 2004.
 15. Whitfield, R. I., Duffy, A. H. B., Meehan, J. and Wu, Z., "Ship Product Modeling", *Journal of Ship Production*, Vol. 19, No. 4, pp. 230-245, 2003.
 16. Douglas, B., Westenius, M. and Lee, D., "Tribon Today and Tomorrow", *TRIBON Solutions*, 2001.
 17. Bley, H. and Zenner, C., "Variant-oriented Assembly Planning", *CIRP Annals Manufacturing Technology*, Vol. 55, No. 1, pp. 23-28, 2006.
 18. Jiao, J., Tseng, M. M., Ma, Q. and Zou, Y., "Generic Bill-of-Materials-and-Operations for High-Variety Production Management", *Concurrent Engineering*, Vol. 8, No. 4, pp. 297-321, 2000.
 19. IBM Korea, *Product Lifecycle Management Implementation Strategy*, 2004.
 20. Du, J., Jiao, Y. Y. and Jiao, J., "Integrated BOM and Routing Generator for Variety Synchronization in Assembly-to-order Production", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16, No. 2, pp. 233-243, 2005.
 21. Guoli, J., Daxin, G. and Tsui, F., "Analysis and Implementation of the BOM of a Tree-type Structure in MRPII", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 139, No. 1-3, pp. 535-538, 2003.
 22. Matias, J. C. H., Garcia, H. P., Garcia, J. P. and Idoupe, A. V., "Automatic Generation of a Bill of Materials based on Attribute Patterns with Variant Specifications in a Customer-oriented Environment", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 199, No. 1-3, pp. 431-436, 2008.
 23. Jiao, J. and Tseng, M. M., "An Information Modeling Framework for Product Families to Support Mass Customization", *Manufacturing, CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 48, No. 1, pp. 93-98, 1999.
 24. Wright, I. C., "A review of Research into Engineering Change Management: Implications for Product Design, Design Studies", Vol. 18, No. 1, pp. 33-42, 1997.
 25. Eckert, C., Clarkson P. J. and Zanker, W., "Change and Customisation in Complex Engineering Domains", *Research in Engineering Design*, Vol. 15, No. 1, pp.1-21, 2004.
 26. Yang, C. O. and Cheng, M. C., "Developing a PDM/ MRP Integration Framework to Evaluate the Influence of Engineering Change on Inventory Scrap Cost", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 22, pp. 161-174, 2003.
 27. Nobeoka, K. and Cusumano, M. A., "Multi-Project Management: Strategy and Organization in Automobile Product Development", 1993.
 28. Solesvik, M. Z., "A Collaborative Design in Shipbuilding: Two Case Studies", *Industrial Informatics, 2007 5th IEEE International Conference on*, Vol. 1, pp. 299-304, 2007.
 29. Tann, W. and Shaw, J., "The Collaboration Modelling Framework for Ship Structural Design", *Ocean Engineering*, Vol. 34, No. 5-6, pp. 917-929, 2007.
 30. Sluga, A., Butala, P. and Peklenik, J., "A Conceptual Framework for Collaborative Design and Operations of Manufacturing Work Systems", *CIRP Annals*

- Manufacturing Technology*, Vol. 54, No. 1, pp. 437-440, 2005.
31. Moorthy, A. B. G. and Vivekanand, S., "Integration of PLM with other Concepts for Empowering Business Environments", *Proceedings of the 4th International Conference on Product Lifecycle Management (PLM'07)*, pp. 93-105, 2007.
 32. He, W., Ni, Q. F. and Lee, I. B. H., "Enterprise Business Information Management System based on PDM Framework", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 2, pp. 1475-1480, 2003.
 33. Hendricks, K. B., Singhal, V. R. and Stratman, J. K., "The Impact of Enterprise Systems on Corporate Performance: A Study of ERP, SCM, and CRM System Implementations", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, No. 1, pp. 65-82, 2007.
 34. Zhang, Q. and Yue, W., "Research on the Shipbuilding Agile Supply Chain Management System", *International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, pp. 4938-4941, 2007.
 35. Freedman, S., "An Overview of Fully Integrated Digital Manufacturing Technology", *Winter Simulation Conference Proceedings*, Vol. 1, pp. 281-285, 1999.



김 승 현

2003년~2009년 인하대학교 선박해양 공학과 학사
 2009년~현재 인하대학교 조선해양 공학과 석사과정
 관심분야: PLM/PDM 시스템, CAD/CAM, System Engineering



이 장 현

1988년~1993년 서울대학교 조선해양 공학과 학사
 1993년~1995년 서울대학교 대학원 조선해양공학과 석사
 1995년~1999년 서울대학교 대학원 조선해양공학과 박사
 1999년~2002년 서울대학교 공학연구소 연구원
 2001년~2005년 서울대학교 디지털 선박 신기술 센터 연구원
 2001년~2005년 이지노스 대표이사, PLM 컨설팅 사업본부장
 2005년~현재 인하대학교 공과대학 선박해양공학과 부교수
 관심분야: PLM/PDM 시스템과 e-Manufacturing 시스템, 디지털 선박 생산 시스템(Digital Manufacturing), 선박 가공 역학(Mechanics), 가공 조립 변형 해석, 가상 Modeling & Simulation, 합성 정보 시스템



전 정 익

2003년~2006년 환경대학교 정보제어 공학과 학사
 2009년~현재 인하대학교 조선해양 공학과 석사과정
 관심분야: PLM/PDM 시스템, 선박 생산 자동화, 유머노이드



이 원 준

1987년 서울대학교 조선해양공학과 학사
 2002년 서울대학교 조선해양공학과 석사
 1987년~현재 주대우조선해양 정보기술 R&D 부장
 관심분야: 조선 CIMS, CAD, PLM, STEP