

고객지향 수주생산 환경에서 사양 및 설계 변경에 따른 제품 BOM 관리 방안

신정범* · 김재균* · 장길상**†

*울산대학교 산업정보경영공학부

**울산대학교 경영학부

A Product BOM Management Scheme Due to Specification and Engineering Changes in Customer-Oriented Make-To-Order Manufacturing Environments

Jung-Bum Shin* · Jae-Gyun Kim* · Gil-Sang Jang**†

*Department of Industrial Engineering, University of Ulsan

**College of Business Administration, University of Ulsan

In manufacturing companies, engineering information is a central data which defines a product to be produced. This is changed by various factors such as changes of product configuration, changes of drawings information of a technology's licensor, etc, and these changes essentially accompany the changes of a product BOM (Bill of Materials) structure. Thus, engineering changes gives a heavy burden to information management within enterprise because the changes of product BOM have an influence on each departmental BOM such as a procurement BOM, a manufacturing BOM, a quotation BOM, etc. Especially, these changes of product BOM due to the engineering changes is inevitably and frequently happened by a customer's requirements in a customer-oriented make-to-order manufacturing environments. In these manufacturing environments, information gap among each department from the first contact point of customer to engineering, materials, production, quality, and management is very close, and thus it is very important that the change information of product BOM due to changes of product specification and engineering information are efficiently communicated among each department. This paper describes a procedure of determining product specification and of generating product BOM, and proposes an efficient management scheme for the change process of product BOM information due to changes of product specification and engineering. Also, to show the effectiveness of the proposed product BOM management scheme, a product BOM management system is implemented for the ship engine division of 'H' company, one of customer-oriented make-to-order manufacturing enterprises.

Keywords : Engineering Change, Product BOM, Customer-Oriented Make-To-Order Manufacturing

1. 서 론

제조 기업에서 설계정보는 제조대상물을 정의하여 기

업업무의 중심정보로 사용하는 정보이다. 이러한 설계 정보는 제품 사양의 변화, 기술제휴사의 도면정보 변경 등의 여러 요인에 의해 변경이 발생하고, 발생한 변경

은 제품 BOM에 반영되어 기업 내의 각 부문에 영향을 미치게 되므로 설계변경은 기업 내의 정보 운영에 많은 부담을 준다. 그러나 최근에 들어서 고객지향적 제조환경, 즉 고객이 요구하는 납기 내에 고객의 요구에 부합하는 맞춤형 제품을 제공하는 기업만이 생존하는 환경 [16]의 특성상 고객으로부터의 요구사항 또는 제품 설계의 변경이 빈번하게 발생하고 있으며 이러한 경향은 고객과 제조기업의 의사소통이 원활 할수록, 제품에 대한 기술 개선이 많아질수록 더욱 심화되고 있다[6].

일반적으로 설계정보가 가지는 기저 정보로서의 특성, 즉 제품을 생산하는데 있어서 기초가 되는 정보로서의 특성 때문에 설계변경 업무는 매우 신중해야 하며 변경의 요청에서, 변경처리 및 처리된 변경의 각 부분별 적용까지 설계변경과 BOM 변경에 대한 프로세스 관리가 필요하다. 지금까지 이러한 설계변경 프로세스를 모형화하고 시스템화 하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔으며[11, 13], 설계변경이 제품의 수명주기 전반에 걸쳐 반영되는 과정을 PDM(Product Data Management) 및 PLM(Product Lifecycle Management) 에서의 설계변경 정보와 연계한 연구도 진행되어 왔다[4, 5].

특히 PDM 부문에서 Liu and Xu[15]는 PDM 시스템에 대한 웹 기술의 적용에 대한 장점과 단점을 도출하기 위해 ENOVIA, Windchill, SmartTeam 등과 같은 상업 솔루션에 대한 조사를 수행하였다. PDM 시스템에 웹 기술을 적용하면, 사용자 친숙도, 접근능력, 그리고 적용 가능성 향상, 공급망에서의 효과적인 연결, 그리고 지리학적으로 다양한 조직들 간의 편성을 용이하게 하는 장점이 있다고 연구하였다.

Xu and Liu[20]는 협업설계환경(collaborative design environment)에서 사용 가능한 PDM 시스템의 전체 구조를 제안하였다. 전체 구조는 다양한 운영 환경에서 사용자들이 제품 데이터와 다른 관련 정보를 접근할 수 있도록 하기 위해 개방형 데이터 표준의 용도에 기초하였다. PDM 시스템이 갖춰야 할 기본적인 기능 및 특징을 사용자와 관련된 기능과 유틸리티 기능으로 분류하였다. 또한, 협업 PDM팀의 서로 다른 구성원들에 의해 대화식 3차원 그래픽을 이용함으로써, 제품 시각화를 가능하게 한다. 제안된 구조의 필수 구성요소는 객체지향 데이터베이스와 데이터베이스 관리시스템, CGI 스크립트(common gateway interface script), 그리고 시각화 응용 프로그램들을 포함한다.

기업의 각 부문에서 사용되는 제품정보의 통합에 대한 연구에서 Oh et al.[17]은 STEP의 제품구조 데이터를 이기종의 CAD 시스템과 PDM 시스템 간에 교환되는 방법에 대해 UML Mapping Diagram을 사용하여 설명하였다. UML 기반의 방법론은 도식화된 표기법을

사용하는 객체지향 모델링 언어이기 때문에 사용과 읽기가 편리하다. 하지만, 컴퓨터가 해석하는 것은 아직까지 불가능하기 때문에 사람의 해석이 필요하다.

강금석[1]은 Multiple View를 지원하는 통합 BOM 관리 시스템의 구조를 설계했다. 통합 BOM 관리 시스템의 구조를 External Layer, Conceptual Layer, Logical Layer, Physical Layer로 구분하여 External layer, Conceptual Layer, Logical Layer에 대해 설계하고, 프로토타입(prototype) 시스템을 구현하였다. 그리고 김대환[2]은 BOM에 대한 부문별 관점을 통합하기 위하여 View Integration Scheme에 대한 데이터 모델을 제안하고 프로토타입 시스템을 구현하였다.

김재은[3]은 제조업의 업무 프로세스, 업무 현상 및 기능을 정리하고 시스템 모델링 및 시스템의 모듈을 구성하여 제품정보 통합 관리 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 통하여 수주, 구매, 생산정보가 CAD 시스템의 도면정보와 문서정보가 연계되어 통합 관리 되도록 하였다. 설계 시스템에서 생성되는 정보는 기업의 경영 정보시스템, 자재 조달/구매시스템, 생산관리, 고객관리 시스템에서 사용되는 중요한 정보이기 때문에, 전사적 자원관리(ERP : enterprise resource planning), 생산일정 계획(APS : advanced planning and scheduling), 공급망관리(SCM)와 같은 경영정보시스템과 설계정보의 통합 시스템을 구축하는 연구가 최근 수행되었다[21].

그러나 이러한 기존의 연구에서는 고객지향적인 제조환경에서의 잦은 설계변경과 제품 BOM 변경처리, 즉 고객요구사항에서 설계와 생산, 조달, 원가 등의 하위 부분 간의 연계가 매우 밀접하면서 변화에 민감하고, 그 변경의 발생빈도가 빈번한 경우에 대한 변경처리 문제는 잘 제시하지 못하였다.

본 연구에서는 고객의 요구사항에 대한 변화가 다양하게 발생하는 고객지향 수주생산환경에서의 사양 및 설계 변경 처리에 따른 제품 BOM의 일관적이고 효율적인 변경처리 방안에 대하여 기술하고자 한다. 제품 BOM 정보는 고객사양에 대한 설계정보이면서 동시에 설계 이후 각 하위 부문에 직접적인 영향을 주는 정보이다. 따라서 제품 BOM 정보는 제품모델 정보에서 제품사양 정보, 프로젝트별 부품구조 정보로 구성되며, 이후 각 부문별 BOM과 연동된다. 본 연구에서는 이러한 정보구조를 기반으로 고객사양정보로부터 제품 BOM 구성 및 하위 부문별 BOM 구성에 이르는 전 과정에서 사양 및 설계 변경처리가 어떻게 반영되는지 기술하였다. 제품 사양 및 설계 변경 요인에 따른 BOM 변경 과정을 제시하였고, 또한 프로젝트별 부품구조의 변경 이후에 대한 변경점(change point) 관리방안을 제시하였다. 그리고 제시된 방안의 유효성을 입증하기 위하여, 'H'

사의 엔진사업 부문을 대상으로 제품 BOM 관리 시스템을 모형화 하고 구현하였다.

2. 고객지향 수주생산 환경에서 제품 BOM 관리

2.1 고객지향 수주생산 환경의 특징

수주생산 환경에서 고객은 자신들의 요구사항들을 만족하는 제품을 획득하기 위하여 자신의 주문에 대하여 제조사에 영향을 미치기를 원한다. 이에 부응하여 제조 기업들은 보다 더 고객의 요구에 부합하는 제품을 생산하고 업무프로세스 개선 및 정보시스템 구축을 위해 노력을 기울이고 있다. 제품에 대한 고객의 견해가 무엇보다 중시되는 기업 경쟁 환경에서는 기존의 대량 생산이 아닌 개별 고객의 요구를 충족시키는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 제조 기업들은 고객이 제시하는 사양을 기반으로 설계생산, 수주생산 또는 조립생산 등의 각자의 생산 환경에서 주어진 기간 내에 최대한 고객의 요구사항을 만족시키려고 한다. 이러한 고객지향적인 사상은 시장이 성숙화 되고 경쟁이 치열해질수록 고객의 선택을 받지 못하면 살아남을 수 없는 고객 중심의 시대에서 생겨난 경영이념이다[8, 16, 18].

고객지향 수주생산 환경은 매우 복잡한 제품구조, 극소량의 주문량, 그리고 매우 복잡한 생산 공정을 가지면서, 제품수명주기 전반에 걸쳐 고객의 요구를 제품에 반영해야 하는 생산 환경으로 정의될 수 있다. 이러한 정의를 기반으로 고객지향 수주생산 기업들의 주요 특징을 정리해 보면 다음과 같다[6, 9, 14].

첫째, 고객 주문에 따른 제품사양을 기반으로 한 제품생산체제를 운영한다. 사양 결정 권한을 고객이 가지며, 고객이 요구한 사양으로 제품을 생산한다. 그러나 고객 주문 시점에 제품에 대한 사양이 완전히 결정되지 않는다. 또한, 동일한 고객이라 하더라도 주문마다 사양의 차이가 발생하며, 선택 사양을 사전에 정의할 수 없으며, 선택 사양이 자주 변한다. 둘째, 고객, 기술제휴업체, 그리고 생산 등으로부터의 빈번한 설계변경 발생으로 인한 맞춤형 제품사양관리 방식을 운영한다. 심지어, 제품 조립 완료이후에도 설계변경이 발생하며, 고객의 요구에 따라 표준 수량 이외의 부가 수량을 제공한다. 셋째, 수주생산과 설계생산의 성격을 복합적으로 보유한 생산 형태로 운영된다. 고객지향 수주생산 환경에서는 관리해야 할 선택 사양의 수가 많으며, 선택 사양의 조합에 의해 새로운 사양이 파생된다. 또한, 사양 또는 생산하고자 하는 부품에 대해 확정 정보와 미확정 정보로 구분 관리가 필요하다. 동일 제품이 수

주되었다 하더라도 고객 요구, 기술제휴 업체의 설계변경, 새로운 공법 개발에 의해 빈번한 설계변경이 발생하며, 고객이 선택한 사양에 따라 신규로 설계되는 부품이 존재한다.

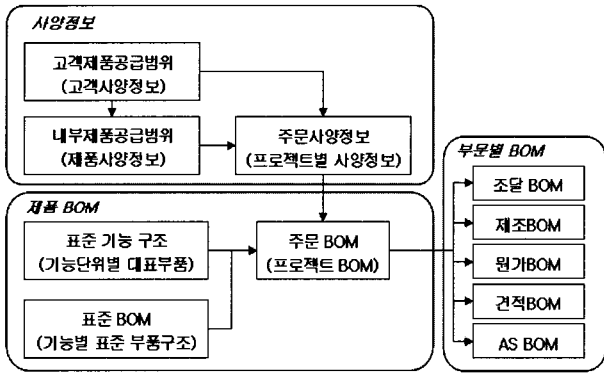
고객지향 수주생산 환경에서는 물리적, 법적 규제 제약 내에서 고객이 직접 제품의 속성과 선택 사양을 자유롭게 조합하여 제품의 변이를 명시할 수 있으며, 이를 관리할 수 있다. 따라서 고객의 요구와 납기를 철저히 준수하면서 높은 품질의 제품을 생산하여야 하는 고객지향 수주생산 환경을 가진 기업들은 제품구성과 제품설계 과정에서 고객의 요구를 통합 관리 하여야 한다.

2.2 고객지향 수주생산 환경에서 제품 BOM

고객지향 수주생산 환경에서는 제품 구성 및 제품 설계과정에서 고객 요구에 대한 관리를 위해 고객의 사양에 대한 관리와 사양으로부터 제품의 구조를 추출하기 용이하도록 효율적인 정보의 관리가 필요하다. 제품의 수명 주기 전반에 걸친 정보의 일관성 및 효율성 유지를 위한 제품의 모델, 제품의 공급범위, 제품사양, 제품구조 등의 정보간에 유기적인 연계가 필요하다.

상세설계업무 수행 과정에서 제품의 기능, 다른 부품들과의 제약관계 등을 고려하여 제품을 실제 생산할 수 있는 제작도면을 작성한 이후에 생성된 부품 리스트를 제품 BOM이라 한다. 제품 BOM은 제품 형상의 기초가 되는 것으로, 설계자나 고객의 입장에서 만들어진 것이며, 제품을 개발하는 입장에서 제품이 목적하는 기능이 달성되도록 하기 위하여 기능적인 측면에서의 특성을 세분화하여 다단계의 계층적 구조로 표현한 것이다. 그러므로 제품 BOM에 정의된 품목들은 물리적인 품목을 의미하는 것이 아니라 품목의 기능을 의미한다[7, 19]. 제품의 사양에서 제품의 구조로 변이되는 과정에서 제품 구조가 최종 결정되는 상태가 BOM의 완성으로 본다면, 제품 BOM은 모든 용도의 BOM 중에서 가장 중심이 되는 BOM으로 표현될 수 있으며, 제품 BOM의 변경은 하위부문 정보의 근간이 변화하는 것으로 볼 수 있다. 제품 BOM은 외부 제품공급범위 및 내부 제품공급범위, 그리고 제품요구사양 결과로 생성되며 이러한 결과는 각 부문에서 사용되는 부문별 BOM 정보와 유기적인 연계를 가진다. 외부 제품공급범위는 고객용 제품공급범위에 대한 정보이며 대표기종그룹, 사양, 표준/옵션구분, 내부 제품공급범위 연계정보, 사양구분, 특이사항 등의 정보를 의미한다. 내부 제품공급범위는 설계자의 경험과 지식을 분류하여 정리한 내부적 제품공급범위 정보이며 상세기종 별로 사양, 표준/옵션구분 등

의 정보를 관리한다. 제품 요구사항정보는 제품공급범위 정보로 각 제품에 대한 표준 사양정보로부터 프로젝트별 사양정보를 생성한 것을 의미한다. 제품 BOM은 제품사양정보를 기반으로 생성되며 제품 BOM의 변경은 제품공급범위, 제품사양 정보와 제품 BOM 이후 프로세스에 영향을 주기 때문에 변경이 발생하는 각각의 경우에 대한 정의가 필요하다.

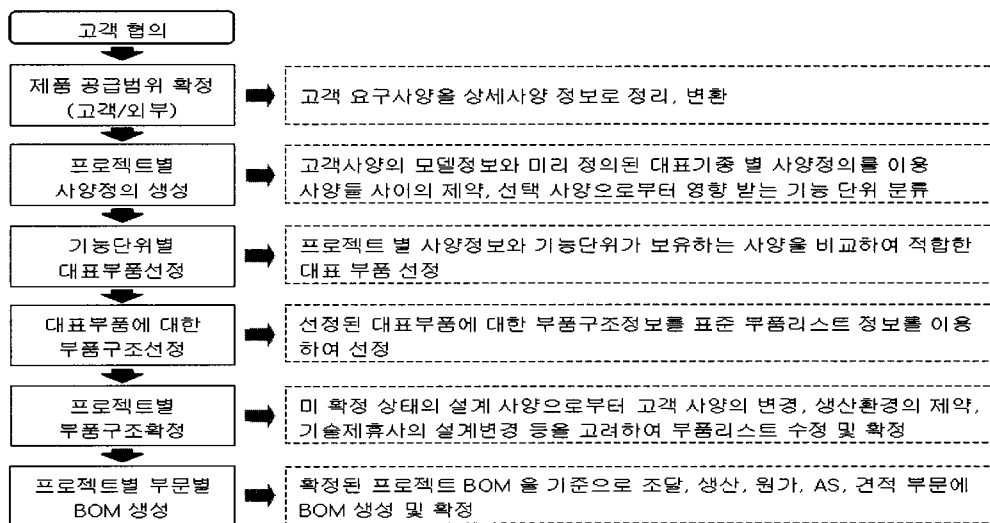


<그림 2-1> 사양정보, 제품BOM, 부분별BOM의 관계

<그림 2-1>은 사양정보, 제품 BOM 및 부분별 BOM의 관계를 도식화 한 것이다. 고객지향 수주생산 환경에서 제품 BOM의 완성은 주문 BOM 즉, 프로젝트BOM의 완성을 의미한다. 프로젝트 BOM은 표준 기능구조정보 및 표준 BOM 정보를 기준으로 생성되는데 프로젝트 사양정보에서 정의된 사항에 따라 표준 BOM 정보를 수정하여 생성된다. 이후 프로젝트 BOM 정보를 기준으로 각 부분별 BOM이 생성된다. 이러한 부분별 BOM은 프로젝트 BOM과는 구조적으로 차이를 보인다.

이렇게 고객지향 수주생산 환경에서 제품 BOM 정보 운영의 특징은 계획정보, 표준정보, 참조정보, 주문정보로 나뉘어 BOM이 운영되는 것이라 할 수 있다. 즉, 제품 BOM 정보는 제품 모델정보 및 사양정보, 표준 BOM, 사양정보와 기능분류체계, 프로젝트별 BOM 등으로 나누어 생성되며 운영된다.

고객지향 수주생산 환경에서는 고객주문이 접수되는 시점에서 제품사양이 완전하게 결정되지 않는다. 또한 고객지향 수주생산 환경의 제조업체는 사전에 정해진 제한된 제품사양에 한하여 고객주문을 접수하며, 고객주문과 무관하게 표준으로 관리하는 대표 제품을 정의하고 있다. 이들 대표 제품에 대한 BOM은 고객주문과 무관하게 표준으로 관리되고 있지만, 특정 고객주문에 대한 사양과 BOM을 명확하게 정의하지 못한다. 고객주문이 발생하면, 고객주문과 유사한 대표 제품의 BOM을 이용하여 해당 고객주문의 BOM을 생성한다[10, 12]. 이 과정에서 일부 품목의 추가와 삭제가 발생하며 이러한 고객에 의한 제품사양의 변화가 BOM 생성 프로세스 전반에 걸쳐 광범위하게 나타난다. 즉, 고객지향 수주생산 환경의 가장 큰 특징은 고객의 요구사항을 접수할 시점에 제품의 사양이 확정되지 않는 상태라는 것이고, 사양이 선택되더라도 그에 대한 설계가 완전하지 않은 점에 있다. 이러한 점에서 고객지향 수주생산 환경 하에서 제품의 사양 및 구조는 계속적으로 변해가는 과정을 거쳐 최종적으로 완전한 제품 구조가 결정될 때까지 반복적으로 사양의 변경 및 설계의 변경이 발생한다. 또한 설계가 확정된 이후 생산이 시작된 후에도 사양 및 설계의 변경이 발생하여 생산, 조달, 원가, AS 등의 후행 부문에 영향을 미친다.



<그림 3-1> 제품 BOM 생성 프로세스

3. 제품 BOM 생성 및 변경 프로세스

3.1 제품 BOM 생성 프로세스

제품 BOM 생성 프로세스는 <그림 3-1>과 같이 제품 기본사양선정 및 제품공급범위 선정, 제품 사양 선정, 제품 사양에 대한 제품의 부품구조를 선정하고 확정해 가는 과정으로 볼 수 있다. 이후 확정된 부품구조를 각 부문에 맞도록 변형하여 부문별 BOM으로 사용한다. 고객으로부터의 정보로 사양을 생성하여 설계 및 각 부문별 BOM을 구성하고 확정해 가는 과정을 제품 BOM 생성 프로세스로 볼 수 있다

모든 변경의 결과는 제품구조의 속성 및 형태 변경으로 귀결되어 관리되어야 하기 때문에 제품 BOM 생성 프로세스 중간 과정에서 변경이 발생한다는 것은 모두 설계변경 사항이다. 설계자는 이러한 변경사항에 대해 그 변경점을 찾아내어 후행 정보 또는 선행정보에 반영하여야 한다.

3.2 사양 및 설계 변경의 요인과 유형

고객지향 수주생산환경의 사양 및 설계 변경이 발생하는 요인은 일반적으로 제품사양의 변화, 기술제휴사의 도면정보 변경, 설계개선 활동, 생산 환경의 변화, 생산방법 개선, 주문사 특별 요청, AS 조건 등으로 나눌 수 있다.

3.2.1 제품 사양(Product Configuration)의 변화

주문사양이 변경되는 경우로 제품 BOM 생성 프로세스 상에서 고객과의 협의 후 사양이 결정되어 초기 제품구조까지 확정된 이후 제품 사양정보가 변화되는 경우를 의미한다. 대부분 수주사의 추가요청(Owner Comment) 사항을 반영하는 경우에 해당하며, 사양을 결정할 당시 미확정 부분을 재확정 하는 경우, 사양에 대한 표준 정의가 변경되는 경우, 제조회사의 정책으로 인해 사양이 제외되는 경우에 발생한다. 주문사양의 변화는 제품 BOM 생성 프로세스에서 볼 수 있듯이 기능구조, 부품 리스트, 부문별 BOM 등에 영향을 주게 되며 BOM 프로세스 진행 과정 중 부품 구조, 도면, 제작구분 등에서 추가적인 변경사항이 발생할 가능성이 매우 높다.

3.2.2 기술제휴사의 도면정보 변경

제품의 설계가 기술제휴사의 도면정보에 의존적인 제조업체의 경우는 기술제휴사의 도면변경이 설계에 큰 영향을 미친다. 이러한 기술제휴사의 도면변경 발생 경우를 살펴보면 제품의 성능개선 및 디자인(Design) 개

선, 제품의 시장 추세 반영 등의 제품정보에 대한 설계 변경사항과 도면정보 내의 관리 정보, 예를 들면 부품 번호 표기 규칙, 도면관리 번호 코드체계, 특정부품의 명명 규칙 등의 정보가 변경되는 경우들이 있다. 기술제휴사의 도면 변경사항은 외부적이고 필수적인 변경사항이면서 동시에 즉각적으로 반영되어야 할 사항이며 변경에 대한 이력을 관리하여 기존 정보와 비교 관리되어야 한다.

3.2.3 설계 개선

제조업체에서의 설계개선은 지속적인 개선활동이다. 설계 개선은 여러 목적이 있을 수 있으나 일반적인 설계개선의 목적은 제작 및 조립의 편의, 생산 환경에 따른 개선, 재질, 성능, 공법의 개선 등을 들 수 있다. 이러한 개선활동은 설계부문 전반에 걸쳐 지속적으로 수행하고 있으며 특히 생산 환경의 변화에 따라 최적의 생산에 적합한 설계를 지향한다.

3.2.4 생산 환경 변화

고객지향의 제조환경일수록 점점 제품의 생명주기는 짧아지고 있으며 이러한 점은 설계와 생산의 보다 긴밀한 연계를 요구한다. 생산을 고려하지 않는 설계활동은 현실적으로 많은 어려움을 내포하게 되며, 기업은 이러한 생산 환경의 문제를 설계에 즉각적으로 반영함으로써 후속 발생 문제에 대해 대처한다. 제조환경의 변화로는 생산 시설 및 장비, 공법의 변화, 자가/외주구분, 공정 및 일정계획, 생산능력, 정책에 따른 변화 등이 있다. 이러한 변화는 제품의 구조적인 측면에서 생산비용절감을 위한 설계변경이나 제조조건을 변경하는 부품제작 속성 등의 변경으로 반영된다.

3.2.5 생산방법의 개선

생산 환경뿐만 아니라 생산에 관한 방법의 개선 등으로 인한 변화도 설계변경에 영향을 준다. 생산 현장으로부터의 개선요청, 크레인장비 사용의 개선, 제작공구 개선, 장비제약 문제, 부품관리체계에 의한 변화, 실제 조립 시 발견되는 실제 오작 및 불량 개선 등의 이유로 설계변경이 발생하며, 이러한 설계변경은 자가/외주 구분, 공정 및 일정계획 변경, 생산능력 변경 등의 문제에 영향을 준다.

3.2.6 주문사 특별요청(Owner Comment)

주문사의 특별 요청사항은 사양의 변화에서부터 특정부품 사용, 재질변경, 특정부분 ITEM 추가, 액세서리 추가 등 여러 가지 형태가 존재할 수 있다. 고객지향 수주생산환경 하에서 주문사 특별 요청사항은 설계변

경요인 중 가장 많은 경우라 할 수 있다. 또한 사양의 변화에서부터, BOM 구조변경, 도면변경, BOM 속성변경 등 제품 BOM 생성 프로세스 전반에 걸쳐 반영되어야 할 사항이다. 그러나 이러한 특별 요청사항도 어느 정도 예측 할 수 있는데, 고객의 주문경향 및 최신 동향의 분석을 통해 가능하다.

3.2.7 AS 조건

AS BOM의 변경은 생산 종료 후 변경 사항이 반영되는 것으로 부품 제작처 변경, 업체도산, 형상변경(개선, 재질변경, 기타 이유)의 이유로 변경되는 경우를 의미한다. AS BOM은 특성상 설계 부품구조와 그 구조가 차이가 있을 수도 있으며 사용 시점이 생산종료 후 일 정시간이 경과한 이후이므로 변경 이력에 대한 관리가

필수적이다.

설계변경은 설계변경 요인에 따라 사양체계, 기능분류체계, 부품구성 체계 등의 BOM 프로세스 전반에 걸쳐 다양한 형태로 발생하며 발생하는 설계변경에 대해 사양정의, 부품구조, 도면, 부품정의 등의 측면에서 실제 변경처리 되는 유형을 정리하면 <표 3-1>과 같다.

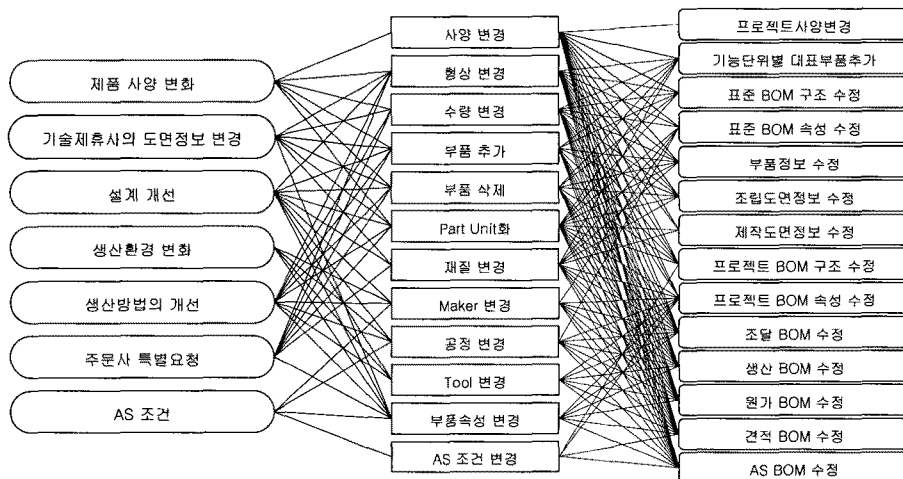
또한 <그림 3-2>는 사양 및 설계 변경 요인과 유형과의 상관관계를 도식화 한 것이다.

3.3 사양 및 설계 변경 유형에 따른 제품 BOM 변경

제품 BOM이 생성 및 구성되는 프로세스와 비교할 때 사양 및 설계 변경에 의해 BOM이 변경되는 과정은 <그

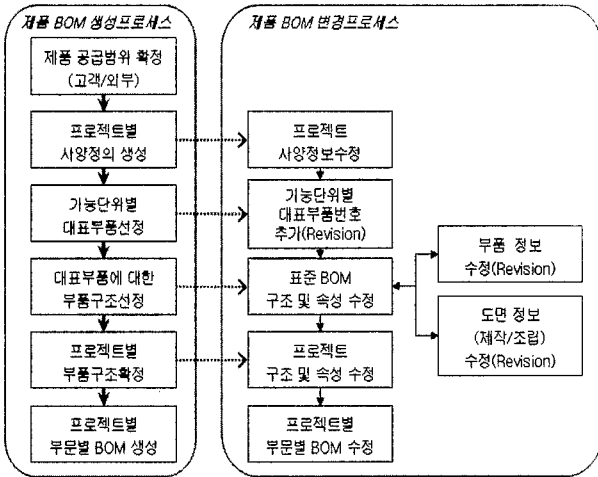
<표 3-1> 설계변경 유형

구분	내용	설명
설계 변경 유형	사양 변경	프로젝트 단위의 제품사양 변화로 기능구조 및 부품구조 재생성 필요
	형상 변경	부품 형상의 변화로 도면 및 상위도면의 Revision이 발생
	수량 변경	해당 부품의 수량변화로 상위 구조 변경 및 연관 부품의 추가, 삭제 및 속성 변경
	부품 추가	부품이 추가되거나 해당 부품의 수량변화로 상위구조 변경
	부품 삭제	해당 부품의 삭제로 상위구조 변경
	Part Unit화	부품을 그룹화 하여 특정 Unit으로 처리
	재질 변경	부품의 재질 변경으로 부품속성 및 생산방법 변경
	Maker 변경	제작처 변경으로 외주구분 및 공정 변경
	공정 변경	공정순서 및 제작방법 변경
	Tool 변경	제작 도구 변경으로 생산방법의 변경
	부품속성 변경	부품의 기타 속성정보의 변경 (중량, 자재번호, 부품관리번호, 사급구분, 품명)
	AS 조건 변경	프로젝트BOM에는 영향을 주지 않으나 견적 BOM 및 AS BOM 변경



<그림 3-2> 사양 및 설계 변경요인 및 유형, 제품 BOM 변경 프로세스의 상관관계

림 3-3>과 같다. BOM 프로세스의 각 단계에서 변경이 발생하면 변경발생 이후의 단계는 모두 변화한다. 표준 BOM의 변경은 표준정보인 부품정보 및 도면정보의 변경을 수반하며 변경된 부품 및 도면정보는 프로젝트별 정보에 참조되어 반영된다. 사양 및 설계 변경유형에 따라 발생하는 BOM 변경은 사양, 표준 BOM 구조및 속성, 도면, 대표부품번호, 프로젝트BOM 구조 및 속성, 부문별 BOM 정보의 변경으로 구분할 수 있다.



<그림 3-3> 제품 BOM 생성 및 변경 프로세스 관계

<표 3-2>는 사양 및 설계 변경유형에 대한 BOM 변경유형을 표로 정리한 것이다. 사양 및 설계변경 담당자는 변경유형에 대한 정확한 정보만 알 수 있다면 설계의 변경유형에 따라 BOM 변경처리 되는 부분을 찾

을 수 있다. 이러한 정보는 제품 BOM 정보 전체에 대해 정확한 변경점에 대한 정보를 제공한다. 예를 들면 부품의 형상 및 수량 또는 부품의 구조가 변경될 경우는 거의 모든 부분에서 변경처리가 발생하나 구조가 변경된다. 그러나 단순히 부품이 추가되거나 삭제되는 경우는 BOM의 속성정보는 변화가 없으며, 재질의 변경의 경우에는 부품의 속성정보만 변화되고 부품 구조 정보는 변화가 없다. 또한 부품의 구조정보의 변경이 아닌 외주구분 및 공정의 변경, 공정 Tool 변경 등의 생산정보의 변경도 부품정보의 속성정보 변경으로 처리되며 이러한 변경의 적용점도 중요한 의미를 가진다.

사양 및 설계 변경유형과 BOM 변경유형 정보의 관계 정의는 동적인 BOM 관리를 가능하게 한다. 동적 BOM 관리 시스템은 다양한 경우의 설계변경 발생에 대해 그에 대한 조치 프로세스를 요구하게 되는데 BOM 변경유형 정보를 기반으로 적절한 BOM 변경점을 찾고 그에 따른 변경프로세스를 도출해 낼 수 있다. 예를 들면 하위부품이 추가되었을 경우 동적 BOM 관리 시스템은 BOM 변경유형이 조립도면 및 표준 부품구조정보, 프로젝트 부품구조 변경이라는 것을 제시한다. 그리고 조립도면, 표준 BOM, 프로젝트 BOM의 변경 후 도면 및 부품번호의 변경이력을 이용하여 변경된 도면 및 부품번호뿐만 아니라 변경적용 부품 상위의 개정(revision)된 모부품 정보를 추적하여 표준 BOM의 변경점을 찾아 낼 수 있다.

표준 BOM상에서 변경 점에 대한 예를 들면 <그림 3-4>와 같이 A19-55555-0.1 대표부품에서 Level 2-1-3 이 삭제되고 Level 2-1-4가 추가되었으며, Level 2-4-2의

<표 3-2> 설계변경 유형에 따른 BOM 변경 프로세스

BOM변경 프로세스 / 설계 변경유형	BOM 변경 프로세스													
	프로젝트 사양변경	기능 단위별 대표부품 번호추가	표준 BOM 구조 수정	표준 BOM 속성 수정	부품 수정	조립 도면 수정	제작 도면 수정	프로젝트 BOM 구조수정	프로젝트 BOM 속성수정	조달 BOM 수정	생산 BOM 수정	원가 BOM 수정	건축 BOM 수정	AS BOM 수정
사양변경	○	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○
형상변경		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수량변경		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
부품추가		○	○		○	○		○		○	○	○	○	○
부품삭제		○	○		○	○		○		○	○	○	○	○
Part Unit화		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
재질변경		○		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
Maker변경				○					○	○	○	○	○	○
공정변경				○					○	○	○	○	○	○
Tool 변경									○	△	○	○	○	○
부품속성 변경									○	△	○	○	○	○
AS조건변경								△	○				△	○

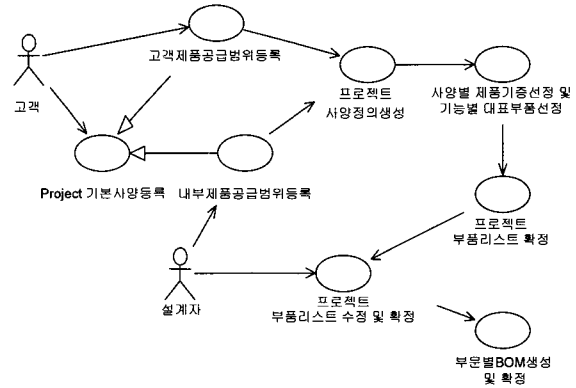
○ : 필수변경 △ : 선택적

BOM 구조속성이 변경되고, Level 1-6이 추가되었다고 할 때, 실제 변경이 발생한 변경점은 부품추가 : 2-1-4, 1-6, 부품삭제 : 2-1-3, 부품속성수정 : 2-4-2, 모자관계 수정 : 2-1, 2-4, 1-1이 된다. 특히 모자관계 수정의 변경은 대상부품의 구조나 속성에는 영향이 없으나 하위부품의 수정으로 인해 모부품이 개정되는 경우를 의미한다.

BOM 변경에서 변경점에 대한 관리는 변경 이전의 부품구조 정보와 변경발생 이후의 부품구조에 대한 이력 관리로 가능하다.

변경 이력은 프로젝트별 사양정보, 프로젝트 기능정보, 표준 부품구조정보, PART 정보, 도면정보, 프로젝트 부품구조 정보 등에 대해 관리된다. 그리고 변경처리의 종류, 즉 실제 변경점인지 연계변경 처리인지 구분하고 변경요인, 변경유형의 정보도 함께 관리한다.

으로 제품에 대한 내부사양을 등록한다. 설계자는 등록된 제품의 사양정보를 이용하여 제품 기능을 결정하고 각 기능에 대한 부품구조를 생성한다. 제품구조 생성 이후 각 부문별 BOM은 프로젝트별 부품구조 정보를 기준으로 가공, 생성된다.



<그림 4-1> 제품 BOM 관리 유즈케이스 다이어그램

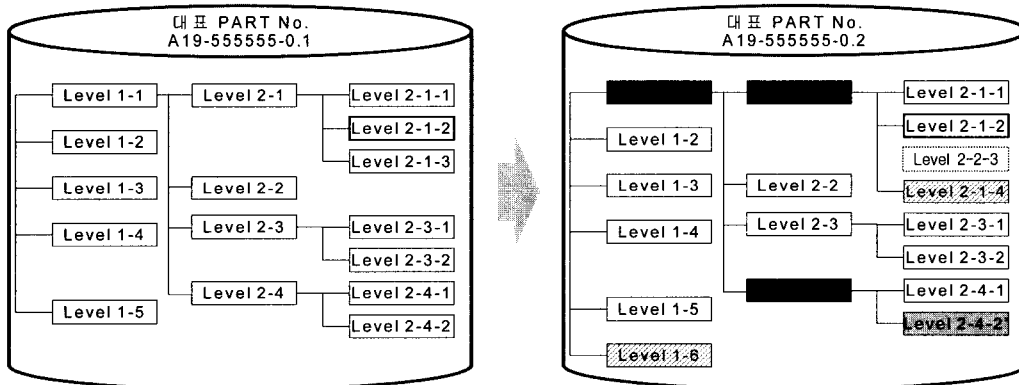
4. 제품 BOM 관리 시스템의 구현 사례

사양변경 및 설계변경에 의한 제품 BOM 관리 시스템의 구현을 'H'사의 선박엔진 제조부문의 사례를 통해 기술하고자 한다. 'H'사는 제품 공급범위에 대한 사양을 고객과 협의 하여 결정하고 기술제휴사의 설계 개념을 참조한다. 또한 구조, 구동, 연소, 의장 등의 다양한 설계부문과 생산, 자재 등의 생산부문 및 기타 부문 간의 정보와 업무가 매우 복잡하고 반복적으로 연계되어 있다.

4.1 제품 BOM 관리 시스템 모형화

<그림 4-1>은 제품 BOM 관리 시스템의 구성을 UML (Unified Modeling Language)의 유즈케이스(Use Case) 모델로 표현한 것이다. 시스템은 고객으로부터 제품 기본 정보 및 사양정보를 등록 받고 등록 받은 정보를 기준

<그림 4-2>는 정의된 유즈케이스 다이어그램과 유즈케이스 기술서 및 기존 레거시 시스템을 기반으로 제품 BOM 관리 정보구조를 클래스 다이어그램(Class Diagram)으로 나타낸 것이다. 클래스의 구조는 모델체계, 사양체계, 기능분류체계, 부품구성체계의 4가지 부분으로 나눌 수 있다. 모델체계는 모든 종류의 제품에 대해 사양의 차이를 효과적이고 체계적으로 분류하여 코드화한 것이다. 사양체계는 제품의 공급범위, 모델체계, 기능분류체계 간의 관계를 종합적으로 관리되는 정보구조이다. 기능분류체계는 사양체계와 부품구성 체계 간의 연계를 위해 부품리스트 작성단위인 기능 단위를 제품의 기능적, 물리적 단위로 분류하여 관리한다. 부품구성 체계는 사양에 따른 기능단위 변이 별로 구성되는 부품리스트를 의미하며, 모부품 단위당 자부품의 관계, 부품



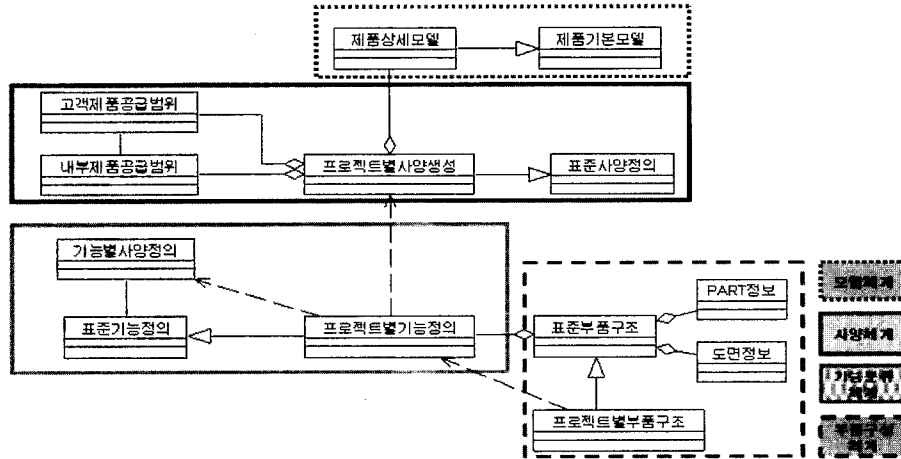
<그림 3-4> BOM의 변경점 추적

중량, 수량, 단가, 제작구분, 부품관리 번호, 공정코드 등의 속성정보를 가진다. 또한 부품구성 체계는 품목 정보 및 도면정보와도 연계되며, 상속의 개념을 사용하여 하위 부문에 대한 부품 리스트를 포함하고 있다.

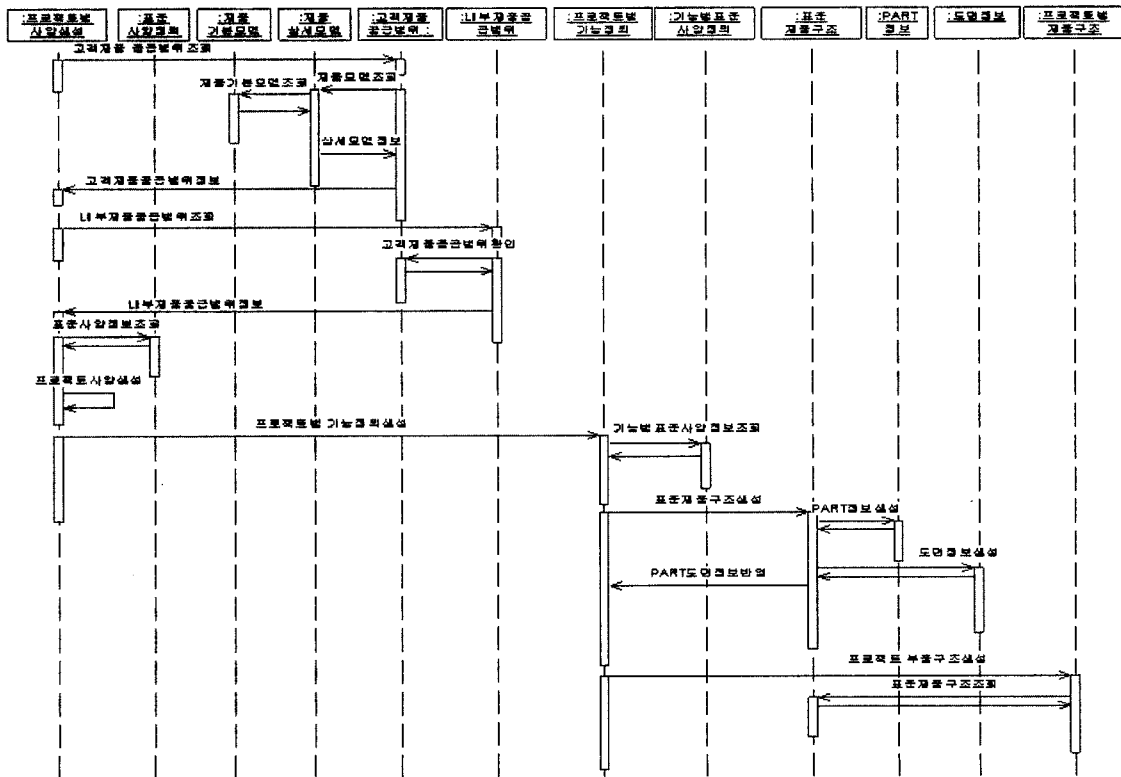
<그림 4-1>의 유즈케이스 다이어그램에서 보여지는 것 같이 사양정보 등록, 제품기능구성, 기능별 제품 구조생성, 하위 부문 BOM 생성 등의 유즈케이스 간에 정보교환을 분석하고, <그림 4-2>의 클래스 다이어그램

의 정보구조의 관계를 분석함으로써 <그림 4-3>의 정보 객체간의 정보연계를 UML의 시퀀스 다이어그램(Sequence Diagram)으로 표현할 수 있다.

제품 BOM 생성은 프로젝트별 사양생성 프로세스를 중심으로 이루어진다. 프로젝트별 사양생성은 이미 등록되어 있는 제품 기본/상세 모델정보, 고객 제품공급범위, 내부 제품공급범위 정보를 기준으로 이루어진다. 제품의 프로젝트별 기능정의는 프로젝트별 사양생성



<그림 4-2> 제품 BOM 정보구조 클래스 다이어그램



<그림 4-3> 사양정의 및 BOM 생성과정 시퀀스 다이어그램

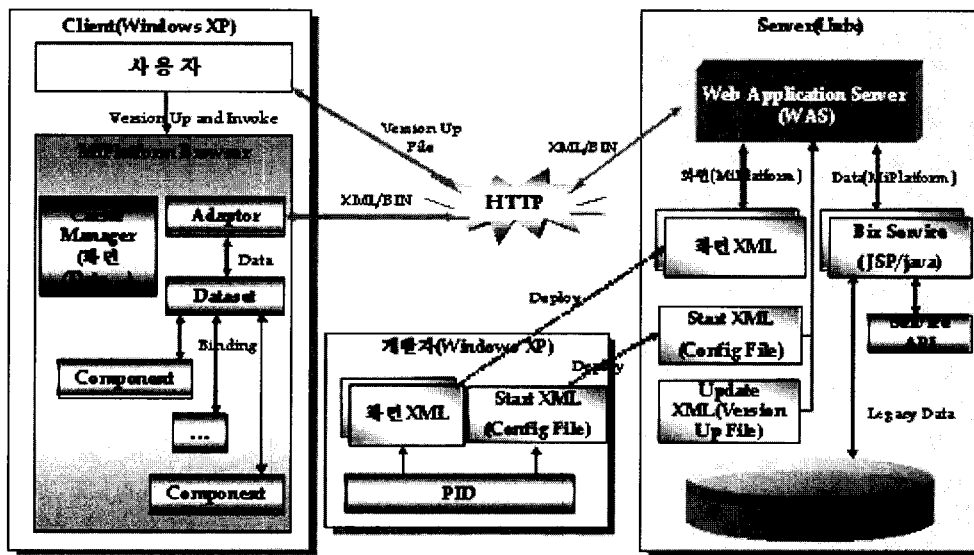
이후에 이루어지며, 표준 사양정보와 표준 제품구조정보를 이용하여 생성된다. 또한 표준 제품구조정보는 표준 PART 정보와 도면정보를 생성함으로 구성된다. 프로젝트별 기능정의에서 선택된 기능에 대해 프로젝트별 제품구조 정보를 생성하고 이후 각 부문별 BOM이 생성된다.

프로젝트 사양정보를 변경하면 변경된 사양정보에 대해 각 기능별 대표부품정보가 변경되고 재선정된 대표부품의 하위부품구조가 재구성된다. 여기서 표준 부품구조의 수정이 발생하면 변경된 부품에 대해 부품정보 및 도면정보가 수정된다. 변경된 표준부품구조를 기반

으로 프로젝트별 부품구조를 재생성하게 되며 이후 수정을 거쳐 하위 BOM 정보가 재구성된다. 부품정보 및 도면정보의 수정 시 변경되는 부품 및 도면과 구조적으로 연계되는 부품 및 도면이 존재하게 되며 이러한 정보는 실제 변경되는 정보와 구분하여 관리된다.

4.2 제품 BOM 관리 시스템 구현

제품 BOM 관리 시스템 구축 및 운영을 위한 시스템 구성은 <그림 4-4>와 같다. 주용 시스템 구성은 Web Application Server로 Web Logic를 채택하였고, 시스템



<그림 4-4> 시스템 구성도

<표 4-1> 어플리케이션 구성도

시스템(Level0)	프로세스(Level1)	어플리케이션(Level2)	화면 기능 구성
제품 BOM 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 프로젝트 사양변경 ◆ 대표부품변경 ◆ 표준 BOM변경 ◆ 프로젝트 BOM 변경 ◆ 부문별 BOM변경 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 프로젝트 사양변경관리 ◇ 대표부품정보변경관리 ◇ 표준 BOM 재생성 ◇ 표준 BOM 정보관리 ◇ 부품정보관리 ◇ 도면정보관리 ◇ 프로젝트BOM 속성변경 ◇ 프로젝트BOM 재생성 ◇ 조달 BOM 변경조회 ◇ 생산 BOM 변경조회 ◇ 원가 BOM 변경조회 ◇ 견적 BOM 변경조회 ◇ AS BOM 변경조회 	<ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트사양 등록/수정/삭제 및 변경 내용 이력 저장 - 추가로 등록된 대표 부품정보 이력 저장 - 신규 등록된 대표 부품정보에 대한 하위 표준 BOM 생성 - 표준 BOM 구조 정보 및 각 BOM 속성정보에 대한 수정관리 - 변경된 표준 BOM에 대한 부품정보 등록/수정 - 변경된 표준 BOM에 대한 도면정보 등록/수정 - 프로젝트 BOM의 속성정보 수정 - 변경된 사양, 대표부품, 표준 BOM 정보를 기준으로 프로젝트 BOM반영을 위해 BOM 재생성 - 프로젝트 BOM 변경으로 인한 조달 BOM 변경 내용 조회 - 프로젝트 BOM 변경으로 인한 생산 BOM 변경 내용 조회 - 프로젝트 BOM 변경으로 인한 원가 BOM 변경 내용 조회 - 프로젝트 BOM 변경으로 인한 견적 BOM 변경 내용 조회 - 프로젝트 BOM 변경으로 인한 AS BOM 변경 내용 조회

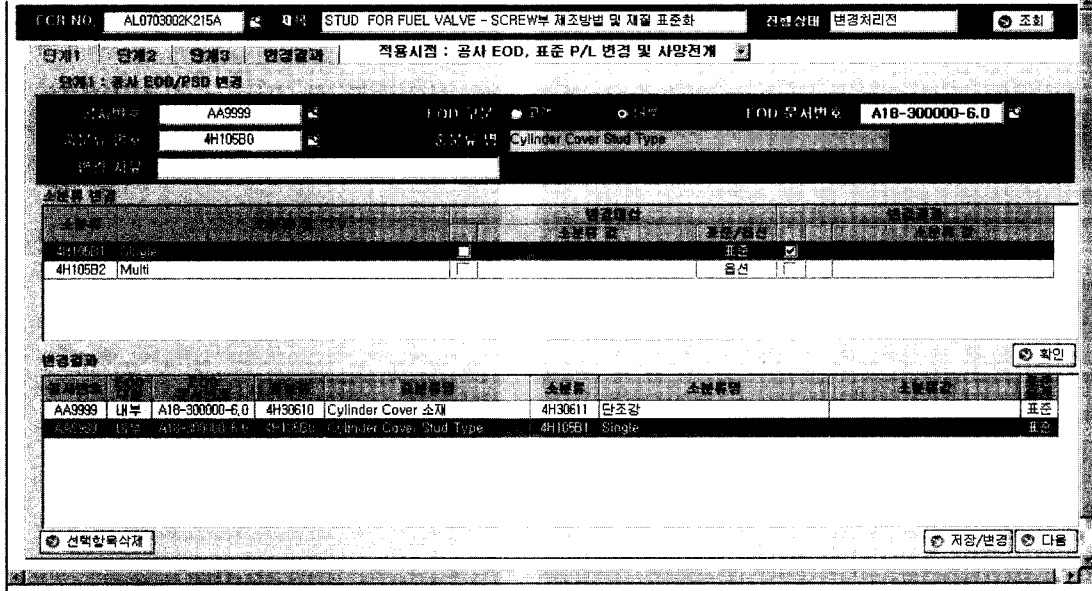
운영 체제로는 UNIX 서버와 클라이언트에 Windows 환경을 기반으로 하였다. 시스템 개발 도구로는 X-Internet 기반의 개발 도구인 MiPlatform과 오라클 데이터베이스를 사용하여 구축하였다.

사양 및 설계 변경에 따른 제품 BOM 변경처리는 <표 4-1>에서와 같이 프로젝트 사양변경, 대표부품변경, 표준 BOM 변경, 프로젝트 BOM 변경, 부문별 BOM 변경 등의 부문으로 관리되며 각 부문별로 화면 및 프

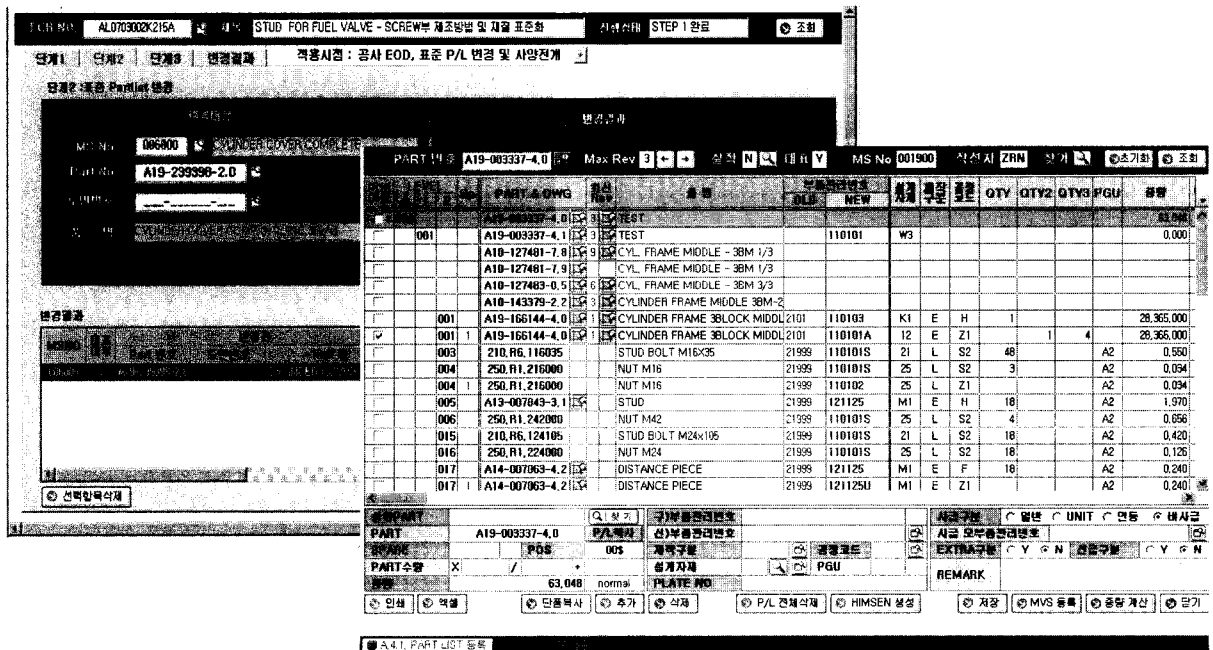
로시저로 구성된다.

<그림 4-5>은 프로젝트 사양변경 관리 화면이다. 사양변경은 표준 사양정보로부터 변경될 사양에 대한 정보를 선택하도록 하고 변경에 관한 이력이 관리된다. 사양변경은 기능별 대표 부품번호의 변경을 수반하며 이후 프로젝트 BOM 정보를 재생성 한다.

<그림 4-6>은 대표부품번호의 변경 및 그에 따른 표준 BOM 변경관리화면들이다. 대표부품번호를 변경한



<그림 4-5> 프로젝트 사양변경 화면



<그림 4-6> 대표부품번호 변경 및 표준 BOM 변경화면

이후 필요에 따라 표준 BOM 정보를 변경하게 되고 표준 BOM이 변경되면 부품정보 및 도면정보의 수정도 병행하여 발생한다.

<그림 4-7>는 프로젝트 BOM를 재생성 하는 화면과 변경결과를 보여주는 화면이다. 프로젝트 사양정보, 대표부품번호, 표준 BOM 등의 변경을 수행한 후 변경된 표준정보를 프로젝트 BOM 정보에 반영하기 위해 BOM 구조를 재생성 한다. 그리고 변경결과 화면에서는 변경이 발생한 이력정보를 종합적으로 보여준다.

5. 결 론

제품에 대한 고객의 요구사항이 보다 적극적이고 구체적인 고객지향 수주생산환경에서의 제품 BOM 변경에 대한 관리능력은 제조기업의 전체 업무가 외부 환경에 얼마나 유연하게 적응하는지 알려준다. 본 연구에서는 고객의 요구에서부터 설계, 생산, AS 등의 기업 업무 간 정보연계의 간격이 극히 짧은 고객지향 수주생산 환경에서의 사양 및 설계 변경이 제품 BOM의 생성 및 변화 과정에 반영되는 과정을 분석하고, 그에 대한 효율적 관리방안에 대해 제시하였다. 제품 BOM을 변화시키는 원인으로 사양 및 설계 변경이 발생하는 요인과 유형을 분류하고, 각각의 변경유형에 대해 제품 BOM 프로세스 상에서 BOM이 변경되는 처리 과정을 정의함으로써 사양 및 설계 변경의 각 경우에 따라 제품 BOM상의 변경점을 추적하여 관리하였다. 이를 통하여 빈번히 발생하는 사양 및 설계 변경에 대해 BOM 변경의 체계를 구축할 수 있으며, 제품사양정보에서 각

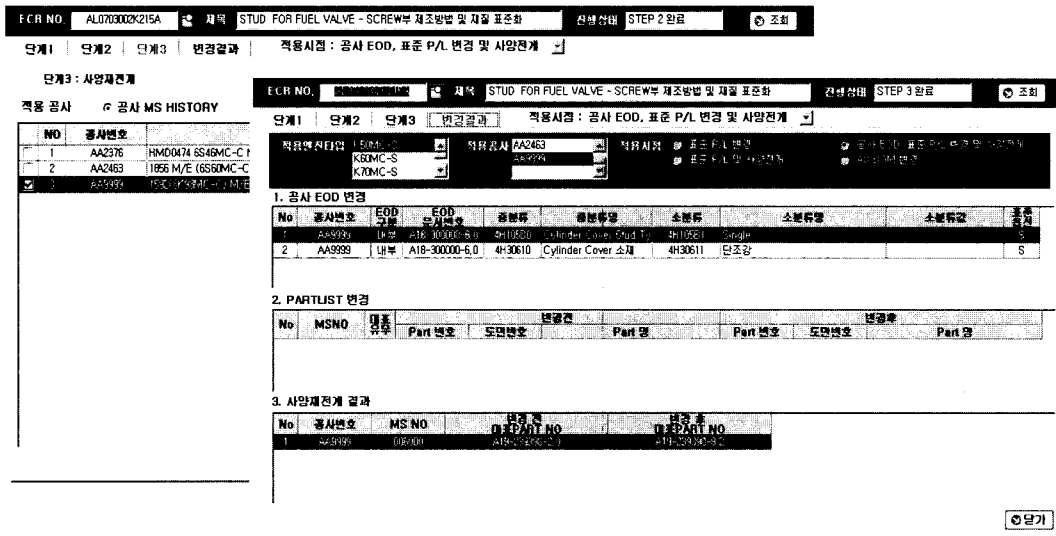
부문별 BOM에 이르는 BOM 정보의 정합성 유지를 가능하게 하였다. 그리고 제시된 방안에 대한 유효성의 입증을 위해 'H사의 BOM 변경처리 시스템 구현하였고 현재 가동 중이다.

본 연구가 기존 연구와 차별되는 점은 첫째, 고객지향 수주생산환경의 특성상 제품정보의 변경에 대해 전사적 관점에서 즉각적인 대응이 가능하도록 정보구조를 구축하였다는 점과 둘째, 기업 내에서 제품 정보가 변경되는 요인들을 추출하여 각각의 변경요인들이 제품정보구조에 반영되는 프로세스를 정리한 점, 셋째, 이러한 제품 BOM 관리 시스템을 웹기반 정보시스템으로 구축하여 웹기반 시스템의 장점을 활용한 점 등을 들 수 있다. 또한 고객 사양 정보와 제품 정보의 연계를 긴밀하게 구축함으로써 고객의 요구에서 설계, 생산 및 전사 부문까지의 정보전달 단계를 최소화하였다.

이러한 연구는 고객지향 수주생산 환경의 특성상 제품의 사양 및 설계에 대한 고객 요구사항의 영향으로 인해 BOM 변경이 빈번하게 발생하는데 따른 문제에 대하여 사양 및 설계 변경의 결과에 대한 BOM 정보의 정합성을 유지하고 변경에 따른 각 부문의 영향을 최소화 할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 강금석; “Multiple View를 지원하는 통합 BOM 관리 시스템의 구조설계”, 석사학위논문, 서울대학교, 1998.
- [2] 김대환; “통합 BOM 관리 시스템 개발”, 석사학위논문, 서울대학교, 1997.



<그림 4-7> 프로젝트 BOM 재생성 및 변경결과 조회화면

- [3] 김재은; “제조업을 위한 제품정보통합관리 시스템 개발”, 석사학위논문, 울산대학교, 2003.
- [4] 오태훈, 이욱신, 이강훈, 김현일, 오동훈; “Web 기반의 제품정보 관리시스템 구축사례”, 대한산업공학회 추계학술대회, : 661-665, 2001.
- [5] 이장현, 김용균, 오대균, 신중계; “조선 PDM 구축을 위한 기능 연구 및 시험사례”, 대한조선학회, 42 (16) : 686-697, 2005.
- [6] 정순일, 김재균, 장길상; “고객지향 수주생산 기업에서 제품정보 통합체계를 위한 제품사양관리 시스템 구축”, 대한산업공학회, 산업공학, 21(1) : 18-32, 2008
- [7] Chang, S. H., Lee, W. L., and Li, R. K.; “Manufacturing Bill-of-Material Planning,” *Production Planning and Control*, 8(5), 437-450, 1997.
- [8] Duray, R., “Mass Customization Origins : Mass or Custom Manufacturing?,” *International Journal of Operations and Production Management*, 22(3) : 314-330, 2002.
- [9] Fohn, S. M., Liau, J. S., Greef, A. R., Young, R. E., and O’Grady, P. J.; “Configuring Computer Systems Through Constraint-Based Modeling and Interactive Constraint Satisfaction,” *Computers in Industry*, 27, 321, 1995.
- [10] Giesberts, Paul M. J. and Tang, Laurens Van Der; “Dynamics of the Customer Order Decoupling Point : Impact on Information Systems for Production Control,” *Production Planning and Control*, 3(3) : 300-313, 1992.
- [11] Huang, G. Q., Yee, W. Y., and Mak, K. L.; “Development of a web-based system for engineering change management,” *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 17 : 255-267, 2001.
- [12] Hoey, J., Kilmartin, B. R., and Leonard, R.; “Designing a Material Requirements Planning System to Meet the Needs of Low-volume, Make to Order Companies (with case study),” *International Journal of Production Research*, 24(2) : 375-386, 1986.
- [13] Wright, I. C., Engineering Design Institute, Loughborough University; “A Review of research into engineering change management : implications for product design,” *Design Studies*, 18(1) : 33-42, 1997.
- [14] Jinsong, Z., Qifu, W., Li, W., and Yifang, Z.; “Configuration-Oriented Product Modeling and Knowledge Management for Made-to-Order Manufacturing Enterprise,” *International Journal of Advanced Technology*, 25 : 41-42, 2005.
- [15] Liu, D. T., Xu, X. W.; “A Review of Web-Based Product Data Management Systems,” *Computers in Industry*, 44 : 251-262, 2001.
- [16] McCutcheon, D. M., Raturi, A. S., Meredith, J. R.; “The Customization-Responsiveness Squeeze,” *Sloan Management Review*, 35(2), 1994.
- [17] Oh, Y., Han, S. H., and Suh, H.; “Mapping product structures between CAD and PDM systems using UML,” *Computer-Aided Design*, 33 : 521-529, 2001.
- [18] Olsen, K. A., Saetre, P.; “Describing Products as Executable Programs : Variant Specification in Customer-Oriented Environment,” *International Journal Production Economics*, : 56-57, 495, 502, 1998.
- [19] Van Veen, E. A.; “Modeling Product Structure by Generic Bills of Materials,” Elsevier, 1992.
- [20] Xu, X. W., Liu, T.; “A Web-Enabled PDM System in a Collaborative Design Environment,” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 19 : 315-328, 2003.
- [21] Yusuf, Y., Gunasekaran, A., and Abthorpe, M. S., “Enterprise Information Systems Project Implementation : A Case Study of ERP in Rolls-Royce,” *International Journal of Production Economics*, 87, 251-266, 2004.