

## 구매엔지니어링 관리지원시스템 상세 설계 사례 연구

김진일\* 염충섭 신중욱 Shelly Salim

고등기술연구원 플랜트엔지니어링 센터

### Design of the Procurement Engineering Support System : A Case Study

Jinil Kim\*, Choongsub Yeom, Joonguk Shin, Shelly Salim

*Institute of Advanced Engineering (IAE)*

**Abstract** : This paper is based on the interim result of ongoing research and development project to develop a software system which support procurement activities, namely PeMSS (Procurement Engineering Management Support System). PeMSS is a system that enables development requirements for each equipment and help designing equipment meeting the purchase requirements. Procurement at EPC (Engineering Procurement and Construction) and operational stage of a plant is an important area that determines the integrity and profitability of the plant. Procurement of unsuitable equipment due to selection of suppliers that do not meet or omit critical requirements in purchase specification can result in enormous cost increase due to such as delay in EPC project, unsatisfactory performance and reduced plant operation time. In spite of the importance of the procurement engineering, there is a lack of support system for systematic preparation of purchase specification, so development of the procurement specification is basically relying on the experience of the engineers in charge. Accordingly, it is needed to develop the PeMSS to help procurement engineers develop procurement specification based on systems engineering approach. This paper introduces the design of the PeMSS.

**Key Words** : Procurement Engineering, Plant EPC, Procurement Specification, Requirements Engineering, SE Tool

**Received:** October 31, 2018 / **Revised:** December 7, 2018 / **Accepted:** January 7, 2019

\* 교신저자 : Jinil Kim, [jkim@iae.re.kr](mailto:jkim@iae.re.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 1. 서론

구매엔지니어링이 널리 알려지지 않는 것은 IAEA의 관련 자료에 따르는 정의는 다음과 같다[1].

“The main functions of procurement engineering are to identify item technical, quality and commercial requirements, and to perform item equivalency evaluation and commercial grade dedication in a timely manner”

본 논문에서 설계 사례 대상인 PeMSS(Procurement Engineering Management System)은 위의 정의 중에서 구매요구사항을 작성하고, 공급자 사용과의 일치성을 확인하는 기능에 초점을 맞추고 있다. 또한 PeMSS의 운용 개념에 대해서는 Shelly Salim[2]이 소개한바 있다.

플랜트의 EPC(Engineering Procurement Construction) 및 운영단계에서 기기의 구매 업무는 매우 중요하다. 잘못된 기기의 구매는 EPC 사업의 일정 지연, 성능 불만족 등의 영향을 미칠 수 있고, 플랜트의 운영단계에서 낮은 가동률로 이어질 수 있기 때문이다.

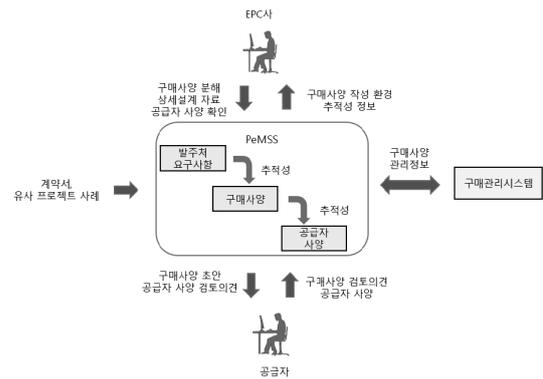
구매엔지니어링과 관련된 현재 상황 및 문제점은 다음과 같다.

- 구매사양서 작성이 담당자의 경험에 의존하며 조직차원의 체계적 작성을 위한 지원 시스템이 부재
- 초기 계약상의 요구사항이나 설계자료와 구매 사양, 공급자 데이터간의 정합성을 관리하기 위한 시스템 부재로 요구사항 누락 및 불만족에 대한 위험 상존
- 구매엔지니어링 관련 지식의 체계적인 축적을 위한 시스템 부재

본 논문에서는 이러한 현실적인 문제를 해결하기 위한 PeMSS의 주요 기능들을 시스템엔지니어링의 요구사항 관리 기법을 이용하여 어떻게 설계했는지에 대해 기술하고자 한다.

### 2. 운용 개념 및 주요 기능

PeMSS는 발주처와 체결한 계약서(기술사양 포함)에 제시된 기술적인 내용을 기반으로 구매사양서를 작성하고, 공급자가 제공한 사양과의 추적성을 확인할 수 있도록 지원하는 시스템이다. Figure 1은 이러한 운용개념을 보여주고 있다.



[Figure 1] Operational concept and external interfaces of PeMSS

PeMSS의 사용자는 EPC사의 엔지니어, 공급자이며 기존에 구매와 관련된 행정처리를 수행하는 구매관리시스템과 구매관련 정보를 주고 받는다.

Salim Shelly [2]는 PeMSS에서 고려한 구매관련 활동들을 정의하였고, 본 논문은 이를 기반으로 PeMSS의 기능을 Table 1과 같이 정의하였다.

<Table 1> Comparison of PeMSS function and tasks in operational concept

No	PeMMS task [2]	PeMSS의 기능
1	Analyze the requirements of the contract	발주처 요구사항 분해 및 분류
2	Create and publish Request for Proposal (RFP)	구매사양 초안 작성 공급자 제안 수렴
3	Evaluate incoming proposals	제외
4	Select a vendor	제외
5	Create and publish Purchase Order (PO)	제외
6	Review vendor prints (VP)	공급자데이터 검토
7	Receive equipment status	일반기능
8	Manage design changes (Communication support)	일반기능

Shelly Salim[2]이 PeMSS의 운용개념에서 고려했던 구매관련 업무 중 공급자 제안 평가(Evaluate incoming proposals)와 공급자선정(Select a vendor) 업무는 소프트웨어로 자동화하기에는 업무가 정형화하기 어렵고 사용 효과성이 떨어진다는 EPC사 전문가들의 의견에 따라 PeMSS의 기능에서 제외하였다. 또한 구매요구서(PO Procurement Order) 생성 활동은 구매엔지니어링이라기보다는 구매관리 업무의 성격이 강하여 PeMSS의 기능에서 제외하였다. 기기 개발 현황(Review equipment status)과 설계변경관리(Manage design change)는 PeMSS의 핵심기능이라기보다는 일반적인 기능이고 기존 소프트웨어에서 많이 구현된 내용으로 본 논문에서 소개할 기능에서는 제외하였다. 또한 공급자 데이터 검토(Review vendor print)는 본 논문의 핵심인 시스템엔지니어링 기반 구매엔지니어링과는 거리가 있는 도면의 검토관리 기능으로 소프트웨어 기술적인 내용이므로 본 논문에서 소개할 주요 기능에서 제외하였다.

PeMSS 개발에서 이렇게 제외한 기능들은 불필요해서라기 보다는 소프트웨어로 자동화하는 것보다 기존에 수행하는 방식이 더 편리하기 때문이다. 이러한 업무 결과는 PeMSS에 입력할 수 있도록 함으로써 업무의 연속성은 지속될 수 있도록 하였다. 본 논문에서 소개할 PeMSS의 핵심 기능은 다음과 같다.

- 발주처 요구사항 분해 및 분류
- 구매사양 초안 작성
- 공급자 제안 수렴
- 요구사항 추적성 관리

이 외에도 각 데이터아이템에 대한 변경관리기능, 각 아이টে에 대한 편집과 관련된 세부 기능, 추적성 시각화 기능 등이 있다. 또한 구매사양서의 내부 결재나 공급자데이터에 대한 관리 등의 기능도 포함된다. 그러나 본 논문에서는 EPC사의 구매엔지니어링 업무 측면에서 의미를 갖는 핵심기능에 대해서 설명하고자 한다. PeMSS에서 작성하는 구매요

구사양은 기술적인 내용만 포함하므로 사업관련된 내용이 추가적으로 작성된 내용이 공급자에게 제공된다.

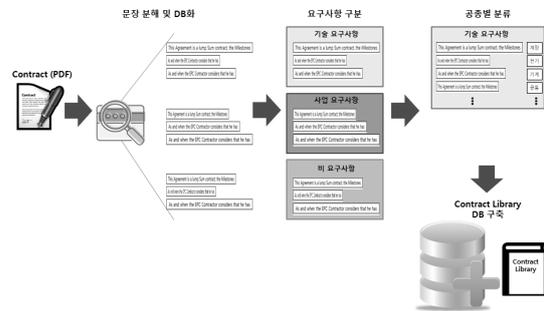
### 3. 각 기능별 상세 설계

#### 3.1 발주처 요구사항 분해 및 분류

플랜트의 EPC사업은 발주처와 체결한 계약서를 기반으로 수행된다. 이 계약서에는 계약자가 만족해야 할 요구사항이 기술되어 있으며, 이러한 요구사항은 기기의 구매사양에 포함되어야 한다. 이렇게 발주처의 계약 요구사항을 구매사양에 포함시키기 위해서는 다음과 같은 기능이 필요하다.

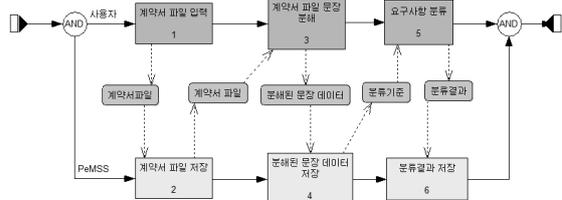
- 계약서 파일 저장
- 문장 분해한 문장 데이터 저장
- 분류 결과 저장

이러한 기능 수행을 위한 개념도는 Figure 2에 나타나 있다.



[Figure 2] Contract Document Parsing and Classification concept

PeMSS를 이용한 발주처 요구사항 분해 및 분류는 Figure 3과 같은 프로세스를 통해 수행된다.



[Figure 3] Contract Document Parsing and Classification functional flow

### 3.1.1 계약서 파일 저장

발주처와 계약 시 계약 문서에 첨부되는 EPC 사업 이전의 설계 내용은 대부분 PDF 파일 형태로 제공된다. 사용자는 우선 계약서 파일을 PeMSS에 입력하여 데이터베이스화하고 이 파일을 입력하여 계약서의 내용을 분해하게 된다. 계약서에는 단순한 계약적 내용뿐 아니라 EPC 사업 이전에 수행한 설계 결과가 포함된다. 사용자가 이러한 계약서 파일을 저장할 수 있도록 PeMSS가 지원한다.

### 3.1.2 분해한 문장 데이터 저장

구매사양 문장을 작성하고 추적성을 관리하기 위해서는 이렇게 계약서 내에 존재하는 각 요구사항을 분해해야 한다. 요구사항의 분해는 단문형태의 문장이나 복문형태의 문장등으로 자유롭게 분해할 수 있도록 하는 것이 좋다. 이는 요구사항이 아닌 내용이 불필요하게 단문화되어 데이터베이스화될 경우 업무 효율의 저하를 가져올 수 있기 때문이다. 그러나 요구사항에 해당하는 문장은 단문 형태로 분해하는 것이 추적성 관리를 위해서는 효율적이다. 문장 분해에서는 PDF 파일의 텍스트, 그림, 표 등을 추출하여 데이터베이스화한다. 이렇게 요구사항을 분해하여 데이터 베이스화하면 각 요구사항 단위로 관리 및 분석이 가능하다. PeMSS는 사용자가 계약서 파일의 문장을 분해하고 그 결과를 저장할 수 있도록 지원한다.

### 3.1.3 분류 결과 저장

분해된 계약서의 내용이 모두 요구사항은 아니므로 구분이 필요하다. 발주처 계약서 내용은 다음과 같이 세 가지 범주로 구분할 수 있다.

- 사업관리 관련 요구사항
- 기술적인 요구사항
- 비 요구사항

사업관리 요구사항은 일정, 비용 지급 등 기술적인 내용과는 거리가 있는 요구사항으로 볼 수 있다. 비 요구사항은 단순히 문서를 작성하는 과정에서 부수적으로 존재하는 내용으로 관리의 대상이 아니

다. 기술적인 요구사항은 구매사양에 반영될 내용을 포함하는 문장이다. 이러한 구분을 통해 구매엔지니어링에서 관리해야 할 요구사항이 정해진다.

이렇게 구분된 기술 요구사항은 조직 구조에 따라 각 공종별로 다시 분류한다. 각 공종이라함은 기계, 전기, 계측제어, 공통 등을 말한다. 특히 모든 자기에 해당되는 요구사항은 공통으로 분류하여 향후 모든 구매사양서에서 재사용할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 공통 요구사항은 일반적으로 EM(Engineering Manager)가 담당하고, 기계, 전기, 계측제어 같은 각 공종에 할당된 요구사항은 해당 분야의 LE(Lead Engineer)가 담당한다. 여기에서 담당한다는 말은 향후 구매사양서 작성에 활용한다는 의미이다. 이러한 요구사항은 다음 절에서 설명되는 구매사양 작성에 사용된다. PeMSS는 이렇게 사용자가 요구사항 문장을 분류하고 그 결과를 저장할 수 있도록 지원한다.

## 3.2 구매사양 초안 작성

구매사양은 기기가 만족해야 할 요구사항을 문서화한 것이다. 초안이라는 단어는 검토 및 승인 단계를 거치지 않았음을 의미한다.

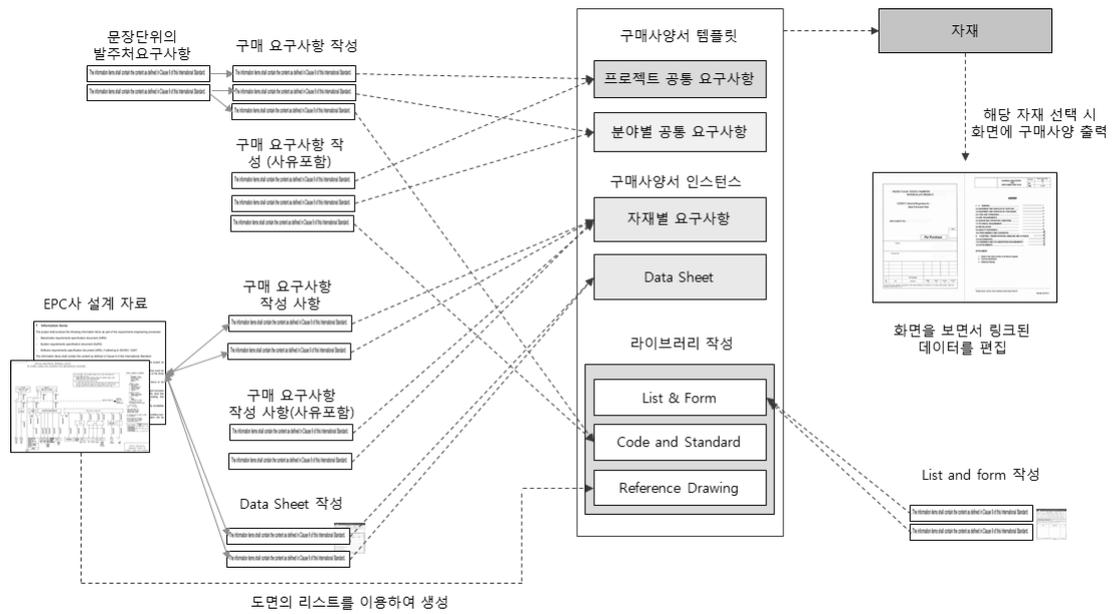
Figure 4는 구매요구사항을 작성하고 구매사양서 템플릿에 할당하는 개념도를 보여주고 있다.

또한 Figure 5는 이를 수행하기 위한 순서와 사용자 및 PeMSS의 기능을 보여주고 있다.

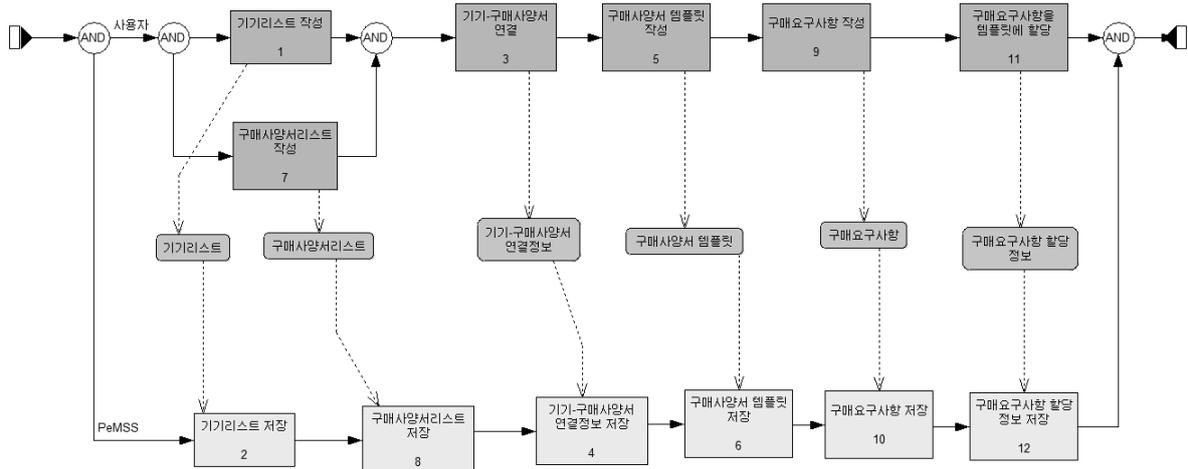
PeMSS에서 구매사양 초안작성은 구매사양 템플릿에 작성한 구매 요구사항을 할당하는 방식으로 수행된다. 초안이라고 칭한 것은 내부 결재를 득하기 이전의 문서를 이르기 위한 것이다.

구매사양 초안작성을 위한 시스템의 기능은 다음과 같다.

- 기기리스트 저장
- 구매사양서 리스트 저장
- 기기-구매사양서 연결정보 저장
- 구매사양서 템플릿 저장
- 구매 요구사항 저장
- 구매 요구사항 할당 정보 저장



[Figure 4] Overall Process of Development of Procurement Specification



[Figure 5] Functional Flow of Development of Procurement Specification

각 기능에 대한 세부 내용은 아래와 같다.

### 3.2.1 기기리스트 저장

기기리스트는 작성은 구매사양 작성 대상이 되는 기기들을 목록화하는 것이다. 본 과제에서는 기계, 전기, 계측제어 분야의 태그(tag)성 기기를 대상으로 하였고 벌크(bulk)성 자재는 제외하였다. 이는 벌크성 자재는 주문보다는 상용제품을 많이 사용하고 태그성 기기 같이 복잡한 구매 요구사항을 적용

하지 않기 때문이다. 기기 리스트에는 태그번호, 명칭, 수량 등이 포함된다. PeMSS는 사용자가 기기 리스트를 작성하고 이를 저장할 수 있도록 지원한다.

### 3.2.2 구매사양서리스트 저장

구매사양서 리스트 작성은 해당 사업에서 작성할 구매사양서를 목록화하는 것이다. 일반적으로 구매사양서에는 여러개의 기기가 포함된다. 이는 동일한 업체 또는 유사한 제품을 함께 발주함으로써 가격

을 낮추기 위한 것이다. PeMSS는 사용자가 작성한 구매사양서 리스트를 저장할 수 있도록 지원한다.

### 3.2.3 기기-구매사양서 연결 정보 저장

자재리스트와 구매사양서 리스트 작성이 완료 되면 구매사양서에 어떤 자재를 포함시킬지를 결정해야 한다. 이와 같은 작업을 PeMSS에서는 Figure 6과 같이 이들 둘 간에 추적성을 연결할 수 있도록 하였다. PeMSS는 이러한 연결정보를 저장할 수 있도록 지원한다.

No.	자재 ID	자재 명	단위	연결
1	00-1123345	Pump	개	
2	00-1123345	Pump	개	
3	00-1123345	Pump	개	
4	00-1123345	Pump	개	
5	00-1123345	Pump	개	
6	00-1123345	Pump	개	
7	00-1123345	Pump	개	
8	00-1123345	Pump	개	
9	00-1123345	Pump	개	
10	00-1123345	Pump	개	
11	00-1123345	Pump	개	
12	00-1123345	Pump	개	
13	00-1123345	Pump	개	
14	00-1123345	Pump	개	
15	00-1123345	Pump	개	
16	00-1123345	Pump	개	
17	00-1123345	Pump	개	
18	00-1123345	Pump	개	
19	00-1123345	Pump	개	
20	00-1123345	Pump	개	
21	00-1123345	Pump	개	
22	00-1123345	Pump	개	

No.	MR No.	MR 명	단위
1	MR-1123345	Pump and Pump MR	개
2	MR-1123345	Pump	개
3	MR-1123345	Pump	개
4	MR-1123345	Pump	개
5	MR-1123345	Pump	개
6	MR-1123345	Pump	개
7	MR-1123345	Pump	개
8	MR-1123345	Pump	개
9	MR-1123345	Pump	개
10	MR-1123345	Pump	개
11	MR-1123345	Pump	개
12	MR-1123345	Pump	개
13	MR-1123345	Pump	개
14	MR-1123345	Pump	개
15	MR-1123345	Pump	개
16	MR-1123345	Pump	개
17	MR-1123345	Pump	개
18	MR-1123345	Pump	개
19	MR-1123345	Pump	개
20	MR-1123345	Pump	개
21	MR-1123345	Pump	개
22	MR-1123345	Pump	개

[Figure 6] Link between Material List and Material Requisition List

### 3.2.4 구매사양서 템플릿 저장

일반적으로 하나의 사업에서 동일한 분야의 구매 사양서는 동일한 형태로 작성된다. 구매사양서 템플릿은 재사용성을 확대하기 위하여 모든 자재에 대한 공통사항, 각 분야별 공통사항, 자재별 요구사항으로 구분하도록 하였다. EM과 LE의 역할은 조직이나 프로젝트 규모에 따라 달라질 수 있으나 기본적으로 EM은 프로젝트 공통요구사항 부분을, LE는 나머지 부분에 대한 템플릿을 작성하도록 하였다. 또한 사용자 관리 기능을 통해 EM이나 LE의 권한은 변경할 수 있도록 하였다. 템플릿은 구매사양서의 목차에 해당하는 부분이다. 각 자재에서 공통으로 사용하는 사항에 대해서는 라이브러리 형태로 처리하여 필요한 부분만 선택하도록 하였다. 프로젝트 공통 요구사항은 EM이 담당하며, 분야별 요구사항은 LE가 담당하고 기기별 요구사항은 담당 엔지니어가 작성하는 개념이다.

라이브러리 형태로는 List & Form, Code and

Standard 등을 사용하도록 하였다. PeMSS는 이렇게 사용자가 구매사양서 템플릿을 작성하고 저장할 수 있도록 지원한다.



[Figure 7] Material Requisition Template

### 3.2.5 구매 요구사항 저장

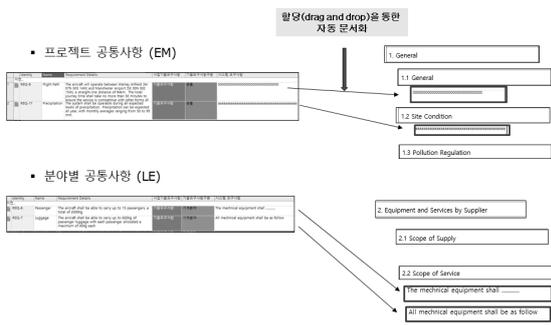
구매요구사항은 구매사양서에 나타날 요구사항 문장이다. 구매요구사항을 별도로 작성하는 이유는 계약서의 내용이나 EPC사의 설계자료에 있는 내용을 구매사양서에 포함시킬 적절한 문장으로 변환하기 위해서이다.

구매요구사항의 출처는 세가지로 구분할 수 있다. 발주처의 계약서, EPC사의 설계자료, 경험 및 과거 자료를 바탕으로한 엔지니어의 판단이다. 이러한 구매요구사항을 문장형태로 작성하여 요구사항 세트를 구성하게 된다. PeMSS는 사용자가 작성한 구매요구사항을 저장할 수 있도록 지원한다.

### 3.2.6 구매 요구사항 할당 정보 저장

PeMSS에서는 구매사양 작성 시 엔지니어가 해당 목차에 입력을 하는 것이 아니고, 3.2.5에서 작성한 요구사항 세트 중에서 적합한 항목을 템플릿에 할당하여 작성하는 방식을 택했다.

Figure 8은 EM과 LE가 템플릿에 구매요구사항을 할당하여 구매사양서를 채워가는 개념을 보여주고 있다. EM이 작성한 프로젝트 공통사항은 모든 기기의 구매사양서에 포함되며, LE가 작성하는 분

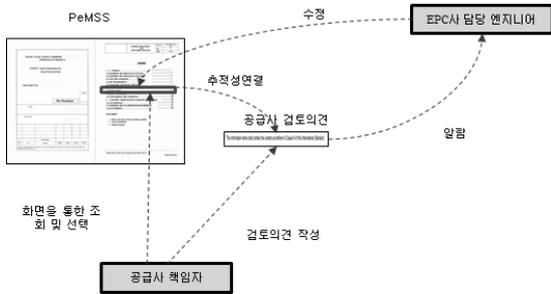


[Figure 8] Allocation of Procurement Requirement to Template

야별 공통사항은 해당 공종분야의 구매사양서에 동일하게 포함되게 된다. 이렇게 함으로써 재사용성을 높이고, 각 구매사양서간의 오류를 원천적으로 방지할 수 있다. PeMSS는 이렇게 사용자가 구매요사항을 템플릿에 할당된 정보를 저장할 수 있도록 지원한다.

### 3.3 공급자 제안 수렴

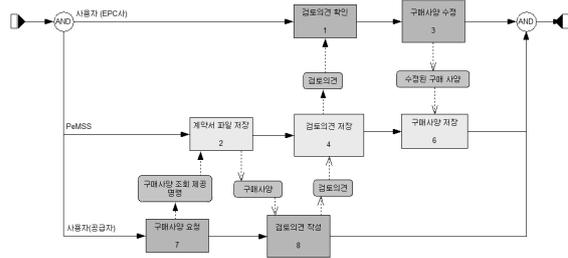
공급자는 시스템엔지니어링 측면에서 이해관계자에 포함된다.



[Figure 9] Vendor Comment Management

특히 플랜트의 기기 공급에 있어서 공급자가 개발 가능한지에 대한 제안 수렴이 필요하다. Figure 9는 이러한 상황에서 PeMSS를 이용하여 공급자의 제안을 수렴하고 이를 반영하기 위한 개념도를 보여주고 있다. 공급사에서는 구매사양서의 해당 항목에 대한 제안을 기록하고, 기록된 내용은 담당엔지니어에게 전달된다. 담당 엔지니어는 이를 기반으로 구매사양서의 내용을 필요시 수정한다. PeMSS에

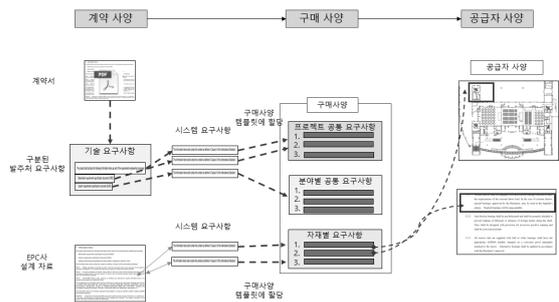
는 이러한 내용이 모두 기록되어 향후 구매사양의 근거로 활용할 수 있도록 한다. 이러한 방식의 공급자 제안 수렴은 EPC사의 보안 정책이 공급자의 접속을 허용할 때 가능하다. 각 기능에 대한 내용은 제목에서 거의 파악할 수 있으므로 세부 내용은 본문에서 생략한다.



[Figure 10] Vendor Comment Management Functional Flow

### 3.4 요구사항 추적성 관리

PeMSS 개발의 목적은 경험에 의한 구매사양 작성성이 아닌 조직차원에서 체계화된 구매사양 작성을 목적으로 하고 있다. 이에 덧붙여 추가적인 목적은 설계 변경에 따른 영향을 잘 파악하여 오류없이 대응할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해서는 요구사항 추적성 관리가 필요하다. Figure 11은 PeMSS의 요구사항 추적성 관리 개념도를 보여주고 있다.



[Figure 11] Traceability of Requirements

계약사항과 구매사양간의 추적성은 구매요사항 작성 단계에서 시스템에 의해 자동적으로 추적성을 갖도록 기능이 설계되어 있다. 따라서 사용자는 추적성이 누락된 항목을 조회하고 이에 대한 조치를

수행하는 것이 중요하다. 그러나 구매사양과 공급자 사양간의 추적성은 사용자가 직접 연결해 주어야 한다. 이러한 추적성을 관리하기 위해서 구매사양의 각 요구사항과 공급자데이터의 해당 문장 또는 영역과 연결하도록 한다. 계약사양과 구매사양간의 추적성은 앞에 기술한 바와 같이 “발주처 요구사항 분해 및 분류”, “구매사양 초안 작성”과정에서 확보되고, 구매사양과 공급자사양간의 추적성만 별도의 과정을 거쳐 수행되므로 요구사항 추적성관리에 대한 기능흐름을 별도로 나타내지 않았다.

#### 4. 결론

플랜트의 기기 구매는 플랜트의 EPC사업과 운영에 지대한 영향을 미친다. 잘못된 기기의 구매는 플랜트의 일정, 성능에 영향을 미치기 때문이다. 그러나 현재 구매사양 작성은 담당자의 경험에 의존하고 있고, 이를 위한 소프트웨어 시스템도 부재한 상황이다. 구매엔지니어링 관리지원시스템(PeMSS)은 이러한 상황에 대처하기 위하여 개발하고 있는 시스템이다. PeMSS는 계약서에 기술된 요구사항을 추출하여 구매 요구사항으로 변환하고, EPC사의 설계자료와 엔지니어의 경험 및 선행 사례등을 기반으로 역시 구매 요구사항을 작성하도록 하였다. 이렇게 작성된 구매요구사항은 구매사양서 템플릿의 해당 부분에 할당하여 구매사양서를 완성하도록 하였다. 구매사양서에서 프로젝트 공통 사항은 EM이 담당하고, 각 공종별 공통사항은 LE가 담당하도록 하였다. 작성된 각 공통사항은 모든 기기의 구매 사양서에 동일하게 나타나도록 하였다. 각 구매사양서와 공급자데이터의 해당 부분간에 추적성을 설정하면 계약-구매-공급자 사양간의 정합성을 관리할 수 있게 된다.

PeMSS는 현재 상세설계 단계이며 차년도에 개발 및 시험평가가 진행된다.

#### 사 사

이 연구는 2018년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(10082566, 시스템엔지니어링 개념의 설계기반 구매엔지니어링 관리지원 시스템 개발).

#### References

1. IAEA, Procurement engineering and supply chain guidelines in support of operation and maintenance of nuclear facilities, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.21. 2016.
2. Shelly Salim 외, Concept of Operations of Procurement Engineering Management Support System, 시스템엔지니어링 학술지 제14권 제1호, Vol 14, 2018.
3. ISO/IEC/IEEE, System and software engineering- System life cycle processes, 2015.
4. 고등기술연구원 외, 해외건설 기자재 DB 구축 및 표준 전자상거래 시스템 개발 연구보고서, 2007. 6.
5. Clearwater, Global supply chain management software market report 2014. 2014, A clear-water international TMP team report.
6. 정달채, 플랜트 엔지니어링업에서의 전략적 구매·공급관리, 한국과학기술원 석사학위 논문, 1999.
7. 나성엽, 플랜트 프로젝트의 구매 조달 단계별 리스크 분석에 관한 연구, 한양대학교 석사학위 논문, 2009.
8. 한충희, 해외 플랜트 프로젝트의 구매조달 프로세스 개선 방안 제시, 한양대학교 석사학위 논문, 2008.