

시스템 엔지니어링 표준 기반 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발 사례

이태경* 조래혁 Shelly Salim 이중윤
포항공과대학교 엔지니어링 대학원

A Case Study of Steel-making Plant Engineering Standard Development Based On Systems Engineering Standards

TaeKyong Lee*, RaeHyuk Cho, Shelly Salim, JoongYoon Lee
Graduate School of Engineering Mastership (GEM), POSTECH

Abstract : Plant engineering industry is considered as a key industry which will drive the future of Korea. However, Korean plant engineering companies have recently made huge losses in overseas businesses and the lack of engineering capability is pointed out as a main cause of this situation. Unlike Korean plant engineering companies, world leading engineering companies such as Flour and Bechtel have their own systems Engineering Standards/Guides ensuring successful fulfillments of the concept and basic design processes. An engineering standard for an organization is an essential means to shorten the time for engineering design, to maintain the engineering quality and to secure the engineering efficiency in the development of the complex system. Korean plant engineering companies' lack of engineering capability comes from the absence of the engineering standard. In the paper, we have developed a steel-making plant engineering standard based on a systems engineering standard. We chose both ISO/IEC/IEEE 15288 and NASA SE Handbook as main reference standards. First, we have introduced a life-cycle definition and a

Received: November 19, 2015 / **Revised:** December 28, 2015 / **Accepted:** January 11, 2016

* 교신저자 : TaeKyong Lee, TaekyongLee@postech.ac.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.

physical hierarchy of a general steel-making plant. Then we have introduced detailed engineering processes of each life-cycle stage. The full scope of the study was from the feasibility study to the basic design but in the paper, we have only introduced detailed engineering processes and exit criteria for the feasibility study and the concept design.

Key Words : Steel Plant Engineering, Feasibility Study, Concept Design, Engineering Standard, Systems Engineering Standard, Process, Exit Criteria

1. 서론

플랜트 엔지니어링 산업은 에너지 및 발전, 해양, 철강 플랜트 등의 타당성검토, 설계, 감리 등 최종 성과물의 품질, 성능을 좌우하는 고부가가치 지식서비스 사업으로 현재 우리나라의 미래를 이끌어갈 핵심 산업으로 그 중요성이 부각되고 있다(이재완, 2014).

하지만 국내 플랜트 엔지니어링 산업의 발전은 대부분 역 공학(Reverse Engineering)을 통해 해외 선진업체들의 기존 결과물을 모방하는 과정에서 이루어졌으며(생산기술연구원, 2013) 현재 국내 엔지니어링 업체들이 해외 프로젝트에서 겪은 대규모 손실은 이 방식이 한계에 달했다는 것을 시사한다. 대규모 손실을 원인을 따져보자면 크게 저가수주, 프로젝트 매니지먼트 능력 부족 및 개념·기본설계 엔지니어링 능력 부족을 들 수 있다. 이 중 개념·기본설계 엔지니어링 능력 부족은 국내 플랜트 엔지니어링 업체들이 부가가치가 상대적으로 낮고 후발주자와의 경쟁이 치열한 EPC(Engineering, Procurement and Construction)사업에만 집중할 수밖에 없는 원인으로 지목되고 있다(하기주, 2014).

EPC 시장의 치열한 경쟁에서 벗어나기 위해서는 앞 단계 즉 개념·기본설계(FEED)를 수행할 수 있는 능력을 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 개념·기본설계(FEED)를 수행하기 위해서는 정의된 개념설계 업무 프로세스와 정의된 기본설계 업무 프로세스가 있어야 한다. 우리나라의 기업들은 개념·기본설계(FEED) 단계 수행에 대한 정의된 엔지니어링 표준이 없이 기업별 경험과 노하우에 기초한 독

자적인 방식으로 수행하고 있는 데 비해 미국의 플루어(FLOUR), 벡텔(Bechtel) 등 세계 최고 수준의 엔지니어링 업체들은 모두 개념·기본설계(FEED) 단계에 대한 사내 엔지니어링 업무 표준을 정의하고 있다. 이러한 사내 엔지니어링 업무 표준은 설계 업무 소요시간을 크게 단축시키며 설계자에 따른 설계품질의 변동을 방지하여 산출물 품질 균질성 확보에 크게 기여하며 복잡한 시스템 개발 문화에서 효율성과 효과성을 확보하기 위한 필수적 수단이다(생산기술연구원, 2013).

국내 플랜트 엔지니어링 업체가 꼭 갖추어야 할 엔지니어링 업무 표준의 개발에 있어서 시스템 엔지니어링 표준은 훌륭한 접근 방법이 될 수 있다. 시스템 엔지니어링은 국방, 우주항공 산업 등에서 다루는 복잡한 시스템을 개발함에 있어서, 고객의 요구사항을 만족시키는 최적의 시스템 설계를 통해, 고객이 원하는 해결 방안을 도출하고, 이를 검증하기 위한 다분야 학문적 엔지니어링 접근 방법이며, (ISO/IEC 26702, 2007) 시스템 엔지니어링 표준은 이 시스템 엔지니어링을 성공적으로 수행하기 위해 필요한 개념 및 프로세스를 정의한 것이라 할 수 있다. 이러한 시스템 엔지니어링 표준들이 제시하는 개념과 프로세스를 참고하여 국내 엔지니어링 업체들의 성공적 엔지니어링 수행을 위한 사내 엔지니어링 업무 표준을 개발할 수 있다.

본 논문에서는 국내 플랜트 엔지니어링 업체의 엔지니어링 능력 향상을 도모하기 위해 사내, 혹은 특정 조직 대상의 엔지니어링 업무 표준 개발의 예를 제안하였다. 구체적으로는 제철 플랜트를 대상

시스템으로 하여 현존하는 시스템 엔지니어링 표준들을 참고, 타당성 검토 및 개념 설계 단계를 범위로 하는 제철 플랜트 엔지니어링 업무 표준 개발을 진행하였다. 제철 플랜트 또한 많은 주요 설비 개발을 해외 선진 엔지니어링 업체에 의존하는 상황이며(박현진, 2012; 신기영, 2014) 이로 인한 기술의 종속화와 비용 증가로 문제가 되고 있기에(박현진, 2012) 본 엔지니어링 업무 표준은 제철 플랜트 업계에도 하나의 해결방안이 될 수 있을 것이다.

2. 특정 대상시스템 개발을 위한 시스템 엔지니어링 표준 개발 방법론

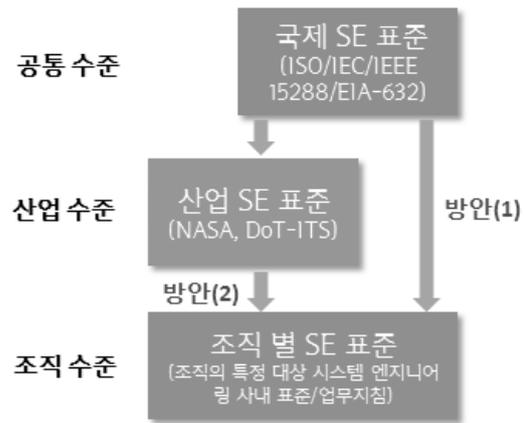
2.1 시스템 엔지니어링 표준

시스템 엔지니어링 표준이란 시스템 개발을 성공적으로 수행하기 위해 필요한 개념, 활동 및 과업으로 이루어진 프로세스 그리고 프로세스의 산출물과 그 산출물의 검증 방안/완료기준을 제시한 문서라 할 수 있다(ISO/IEC/IEEE 15288, 2015). 다양한 기존 시스템 엔지니어링 표준이 있지만 크게 보면 모든 산업에 적용할 수 있는 공통 표준(ISO/IEC/IEEE 15288, EIA-632 등)과 각 산업별 지침서(NASA SE Handbook, SE Guidebook for ITS 등) 두 종류로 나눌 수 있다.

2.2 시스템 엔지니어링 표준 개발 방법론 개론

시스템 엔지니어링 분야의 가장 범용적인 국제 표준인 ISO/IEC/IEEE 15288-Systems and software engineering-System life cycle processes(이하 ISO/IEC/IEEE 15288로 지칭)에서는 조직 수준의 시스템 엔지니어링 표준 개발을 위해 두 가지 방안을 제시하고 있다.

Figure 1에 나타난 것처럼 기존 시스템 엔지니어링 표준 적용 방안 1은 ISO/IEC/IEEE 15288이나 EIA 632 같은 모든 산업의 시스템 개발에 적용 가능한 국제 공통표준을 Tailoring 프로세스를 거쳐 조직의 대상 시스템 개발을 위한 시스템 엔지니어링 표준으로 직접 활용하는 것이다(15288). 예를



시스템 엔지니어링 표준 개발 방법론

[Figure 1] 시스템 엔지니어링 표준 개발 방법론

들어 ISO/IEC/IEEE 15288 표준은 시스템 엔지니어링에 필요한 생명주기 프로세스별로 프로세스 명칭, 목적, 산출물, 활동 및 과업을 제시하고 있으므로 조직에서 적용이 필요한 프로세스를 선정하여 표준에서 제시된 활동 및 과업에 따라 업무를 수행하고, 표준에서 제시된 산출물을 업무의 결과물 판단기준으로 활용 할 수 있다(생산기술연구원, 2013).

방안 2는 시스템 엔지니어링 국제 표준을 기반으로 개발된 NASA SE Handbook(우주항공 산업)이나 SE Guidebook for ITS(교통시스템) 같은 특정 산업에서의 적용에 목적을 둔 시스템 엔지니어링 표준을 기반으로 하여 조직의 대상시스템 개발 업무에 특화된 시스템 엔지니어링 표준을 개발하는 것이다.

2.3 방법론별 문제점 및 극복방안

방안 1을 실행하기 위해서는 ISO/IEC/IEEE 15288 과 같은 국제 시스템 엔지니어링 표준을 필요한 부분만 직접 활용하는 능력이 필요하다. ISO/IEC/IEEE 15288은 특정 산업 및 조직에서의 활용을 염두에 둔 Tailoring 프로세스를 제공하고 있지만 이는 2 페이지 분량의 원론적인 프로세스(15288)이기에 시스템 엔지니어링에 관련된 지식이 없는 조직이 조직의 산업 도메인에 맞는 엔지니어링 업무표준 개발을 효과적으로 수행하기에는 무리가 있다.

방안 1의 문제점을 극복하기 위해서 팀 구성원들은 시스템 엔지니어링 표준의 개념 및 목적을 실현하기 위한 활동을 숙지하고 있어야 하며 관련 활동 및 과업에 필요한 방법과 도구의 활용을 위한 교육·훈련을 받아야 한다(생산기술연구원, 2013).

방안 2는 조직이 속한 산업에 산업 별 시스템 엔지니어링 표준이 존재해야 산업 별 표준을 기반으로 한 조직 수준의 시스템 엔지니어링 표준 개발을 효과적으로 수행할 수 있다.

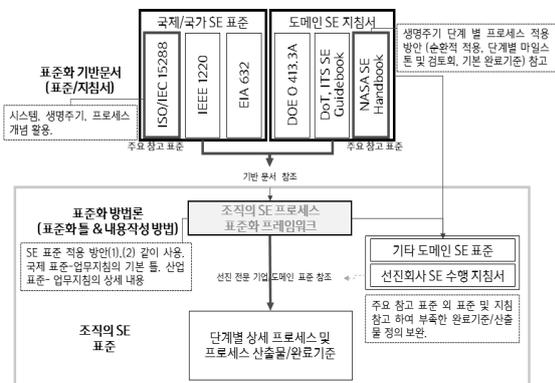
산업별 시스템 엔지니어링 표준이 존재하지 않는다면 조직이 속한 산업 및 조직의 대상시스템과 유사한 특성과 생명주기를 가진 타 산업의 시스템 엔지니어링 표준을 기반으로 조직 수준의 시스템 엔지니어링 표준 개발을 진행할 수 있다.

3. 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발방안

3.1 개발방안 개요

본 논문에서는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발을 위해 방안 1의 국제 시스템 엔지니어링 표준이 제시하는 시스템 엔지니어링의 주요 개념을 본 엔지니어링 업무표준의 프레임워크로 삼고 방안 2의 산업 별 시스템 엔지니어링 표준을 활용하여 본 엔지니어링 표준의 상세 내용을 작성함으로써 방안 1과 방안 2를 동시에 활용하였다.

Figure 2는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발방안



[Figure 2] 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발방안

발방안의 모델을 보여주고 있다. ISO/IEC/IEEE 15288과 NASA SE Handbook을 각각 국제 시스템 엔지니어링 표준과 도메인 시스템 엔지니어링 지침고의 주요 참고 자료로 활용하였으며 ISO/IEC/IEEE 15288이 제시하는 시스템, 생명주기, 프로세스 개념을 본 엔지니어링 업무표준의 프레임워크로 설정하고 NASA SE Handbook이 제시하는 시스템 생명주기 단계별 시스템 엔지니어링 프로세스의 순환적 적용 개념을 본 엔지니어링 업무표준의 생명주기 단계 별 상세 프로세스에 적용하였다. 프로세스의 산출물과 완료기준은 ISO/IEC/IEEE 15288과 NASA SE Handbook 모두 상세한 내용이 부족하기에 Figure 2에 보이는 다른 시스템 엔지니어링 표준/지침서와 기타 선진회사 수행지침서를 참고하여 개발을 수행하였다.

3.2 개발절차

Figure 3의 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발절차에 따라 실제 엔지니어링 업무표준 개발을 수행하였다.

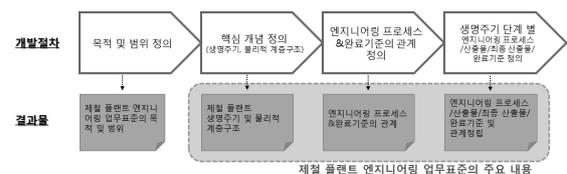
1. 목적 및 범위 정의

개발의 첫 번째 절차로 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 목적과 범위를 정의하였다.

2. 핵심 개념 정의

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 프레임워크로 사용된 핵심 개념을 정의하기 위해 ISO/IEC/IEEE 15288에서 제시하는 생명주기 개념과 시스템 개념에 따라 제철 플랜트의 생명주기와 물리적 계층구조를 정의하였다.

3. 엔지니어링 프로세스&완료기준 관계 정의 앞서 정의된 제철 플랜트 생명주기 단계 별로 정



[Figure 3] 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발절차

의된 프로세스와 각 생명주기 단계 별 프로세스의 산출물을 검증하기 위해 활용될 완료기준 간의 관계를 정의하였다.

4. 생명주기 단계 별 프로세스, 프로세스 산출물, 최종 산출물, 완료기준 정의

앞서 정의된 프로세스와 완료기준 간의 관계에 따라 생명주기 단계 별 프로세스, 프로세스의 산출물, 최종 산출물 그리고 완료기준 개발을 수행하였다.

보다 상세한 수행 내용과 그 결과물은 4절에서 다루어질 것이다.

4. 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발 사례 연구

본 절에서는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발 사례를 논리적 순서에 따라 제시한다.

4.1 엔지니어링 업무표준의 목적 및 범위

본 논문은 현재 진행중인 제철 플랜트 개발 방법론 및 평가방법 개발 프로젝트의 일부분을 다룬 것이며 본 논문이 다루는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 범위는 제철 플랜트의 생명주기와 물리적 계층구조 정의 그리고 모든 엔지니어링의 시작인 타당성검토 단계와 그 다음 단계인 개념설계 단계의 수행 프로세스 및 프로세스의 완료기준을 산출물과 함께 제시하는 것이다.

따라서 본 논문의 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준이란 대상 시스템인 제철 플랜트의 전체 또는 부분적인 설비 개발에 있어서 타당성 검토 단계부터 개념설계 단계까지 꼭 수행되어야할 프로세스와 프로세스 완료 후의 산출물 그리고 산출물 검토를 통해 각 단계에서 다음 단계로 전환을 결정할 수 있는 완료 기준을 담은 지침이라 할 수 있다.

조직 내부적으로 통용되는 개발 단계가 아닌 시스템 엔지니어링 표준에서 제시하는 개발단계-타당성 검토 단계, 개념설계 단계-를 따른 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준은 제철 플랜트 및 설비의 자력 설계 능력 개발을 위한 표준 모델이 될 수 있

다. 조직 내에 확립된 표준 모델은 조직 전체를 아우르며 조직 내부의 원활한 소통 및 효율적인 개발을 가능하게 하는 기준이다.

또한 본 업무표준을 사용함으로써 국제 시스템 엔지니어링 표준에 따라 업무를 수행하는 해외 선진 엔지니어링 업체와의 해외 사업에서도 같은 개념과 프로세스를 기반으로 원활한 사업 진행을 기대할 수 있다.

4.2 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 핵심 정의 사항

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 생명주기 단계 별 프로세스와 완료기준 작성에 앞서 다음의 핵심 개념 정의가 먼저 이루어져야 한다.

4.2.1 대상 시스템 생명주기 정의

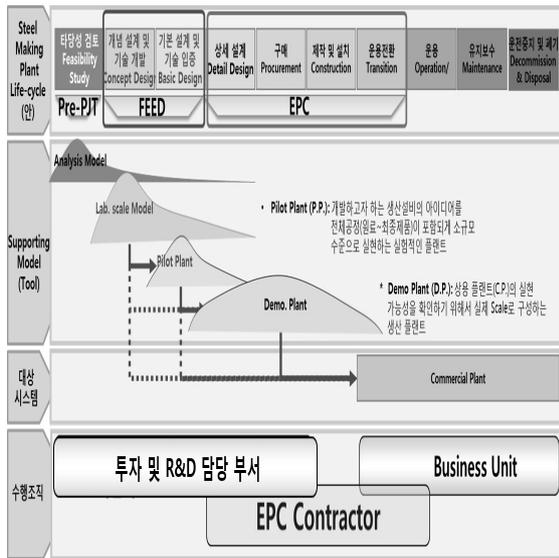
타당성 검토 단계와 개념설계 단계의 수행 프로세스와 이에 따른 단계별 완료기준을 정의한 엔지니어링 업무표준 개발을 수행하기 위해서는 기본적으로 대상 시스템 고유의 생명주기를 정의해야 한다.

대상 시스템의 생명주기란 시스템의 개발부터 폐기에 이르기까지의 전 과정(Life-cycle)을 단계 별로 나눈 것으로 이를 통해 엔지니어링 프로세스 수행 중 발생하는 위험을 분산시키고 단계별로 대처할 수 있으며 한 단계에서 다음 단계로 넘어가기 위한 완료기준을 정의할 수 있다.

제철 플랜트 생명주기는 제철 플랜트의 개발부터 폐기까지의 과정을 단계별로 나눈 것으로 생명주기를 정의함으로써 다음 인원에게 최상부 수준의 가시성과 통제를 위한 “프로젝트 의사결정 프레임워크”를 제공한다.

1. 제철 회사 CEO 및 제철 설비 프로젝트 관리자
2. 제철 설비 시스템 수준 설계자/시스템 통합자
3. 제철 설비 프로젝트 설비 개발 및 공급 계약자

본 논문에서는 제철 플랜트의 생명주기를 Figure 4에 나타난 것처럼 타당성검토 단계부터 운전중지 및 폐기까지 10개의 단계로 구분하여 정의하였으며 각 생명주기 단계 별로 필요한 지원 도구와 수행 조



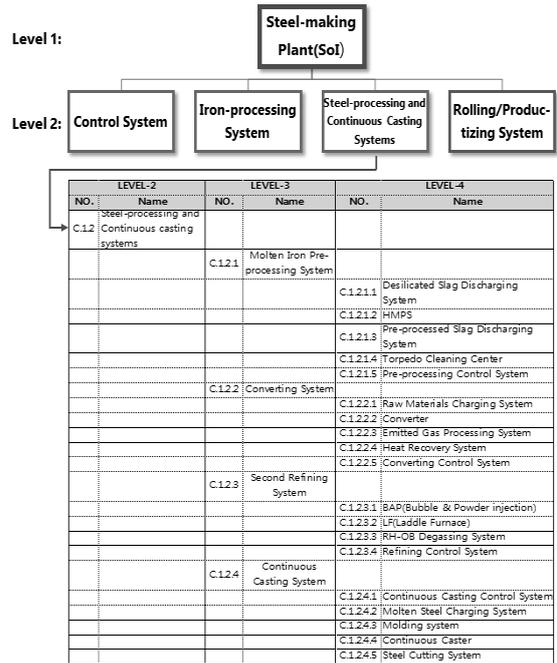
[Figure 4] Steel-making Plant Life-cycle Definition (proposal)

직을 정의하였다.

4.2.2 대상 시스템 물리적 계층구조 정의

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준을 개발하기 위해서는 제철 플랜트의 생명주기 뿐 만 아니라 제철 플랜트 자체의 물리적 계층 구조 또한 정의되어야 한다. 물리적 계층 구조는 시스템을 관리 가능한 보다 작은 개체로 분리하여 이들 간의 관계를 표현해야 하며 복잡한 시스템의 관리를 위해 물리적인 구성요소들의 유기체적 작용 및 물리적 특성을 고려, 논리적이고 가시적으로 표현되어야 한다.

제철 플랜트는 복합공정을 통해 계획된 철강제품을 생산하는 다양한 설비들의 통합체이며, 제철산업은 다양하고 복잡한 장치들의 집합으로 구성되어 있다. 그러므로 제철 플랜트의 체계적인 엔지니어링을 위해서는 우선적으로 제철 산업의 구성원들의 협의 하에 제철 플랜트 계층분류 및 체계화가 선행되어야 한다. 이는 정확하게 정의된 제철 플랜트의 물리적 계층구조가 같은 산업 내의 모든 구성원들의 업무 진행에 있어 공통된 언어로 사용 될 수 있음을 의미한다. Figure 5는 본 논문에서 Level 4까지 분해한 제철 플랜트 물리적 계층구조(안)의 예



[Figure 5] Example of the Steel-making plant physical hierarchy (proposal)

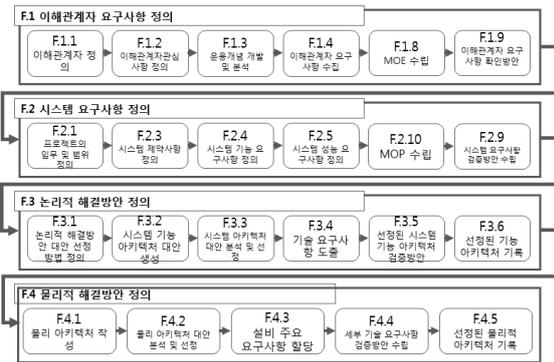
시를 보여주고 있다.

4.3 엔지니어링 업무표준 생명주기 단계 별 프로세스 및 완료기준 정의

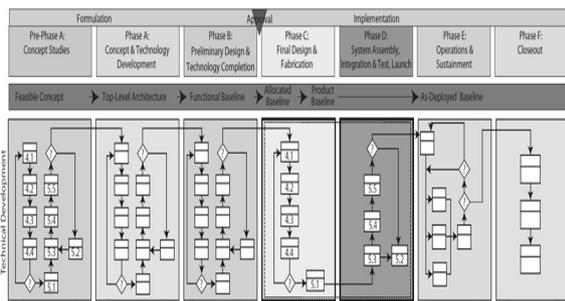
본 절에서는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 주요 내용인 생명주기 단계 별 엔지니어링 프로세스와 프로세스의 산출물 및 산출물의 완료기준을 정의하였다.

4.3.1 생명주기 단계 별 프로세스 정의 기준

본 논문 3.2항의 상세 개발절차에 설명된 바와 같이 ISO/IEC/IEEE 15288에서 제시된 이해관계자 요구사항 정의, 시스템 요구사항 정의, 논리적 해결방안 정의 및 물리적 해결방안 정의로 이루어진 시스템 엔지니어링 공통 프로세스를 NASA SE Handbook에서 제시하는 생명주기 단계 별 시스템 공통 프로세스 순환적 적용 개념에 따라 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 생명주기 단계 별 프로세스를 정의하였다. Figure 6은 시스템 엔지니어링 공통 프로세스의 구조를 간략하게 표현하였으며



[Figure 6] Systems Engineering Generic Process



[Figure 7] Recursive Application of Systems Engineering Generic Process on Each Life-cycle Phase

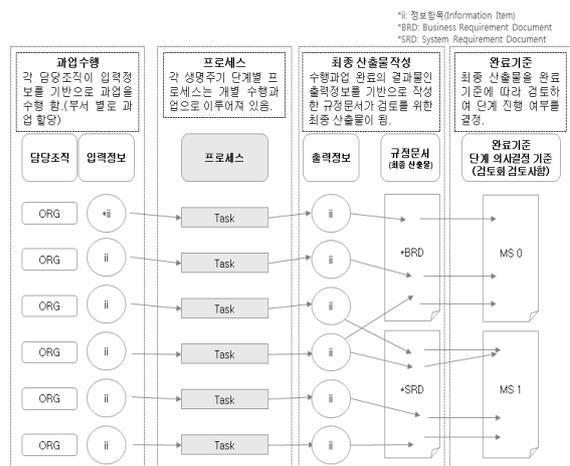
Figure 7(NASA, 2007)은 생명주기 단계 별로 시스템 엔지니어링 공통 프로세스를 순환적으로 적용한다는 개념을 그림으로 표현하고 있다

4.3.1 생명주기 단계 별 완료기준 정의 기준

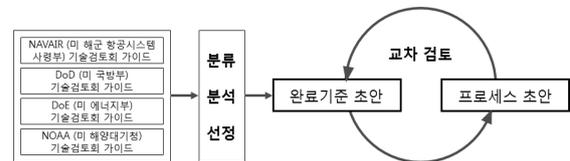
생명주기 단계 별 완료기준은 Figure 8에 제시된 모델과 같이 미 해군 항공시스템 사령부와 같은 시스템 엔지니어링을 활용하는 선진 조직이 제공하는 생명주기 단계 별 검토 가이드들이 제공하는 완료 기준들의 분류, 분석 및 대안 선정을 거쳐 완료기준 초안을 정의하였으며 이를 프로세스 초안과 프로세스 초안의 산출물과의 교차 검토를 통해 거듭 개선하였다

4.3.2 프로세스와 완료기준의 관계

본 논문에서 정의한 생명주기 단계 별 프로세스와 완료기준의 관계는 Figure 9에 설명된 바와 같다. 프로세스는 상세 과업(Task)들로 이루어져 있



[Figure 8] Relationship among Process, Products & Exit Criteria



[Figure 9] Exit Criteria Definition Model

으며 각 과업은 해당 과업이 배정된 담당 조직이 입력 정보항목을 기반으로 과업을 수행한다. 과업 수행을 결과물로 출력 정보항목이 생성되며 각 출력 정보항목은 최종 산출물(규정문서)의 세부 내용을 이룬다. 출력 정보항목들이 모여 만들어진 최종 산출물은 각 생명주기 단계별 검토회에서 완료기준을 기반으로 검토를 거치게 된다. Figure 9에서 보이는 프로세스와 완료기준간의 관계의 흐름에 따라서 프로세스의 각 과업과 완료기준의 각 항목 사이의 추적이 가능하다.

4.3.3 타당성검토 단계

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 타당성검토 단계는 크게 경제적 타당성검토, 사회적 타당성검토 및 기술적 타당성검토의 세 가지 측면으로 나눌 수 있으며, 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준에서 타당성검토 단계의 주목적은 새 제철설비 투자 또는 제철설비 개선 프로젝트에 확실한 운용 필요성이 있음을 설득력 있게 증명하는 것이다. 그 운용 필요성

은 예상 투자비용 및 위험 측면에서 충족 가능한지 검토되어야 하며 새 설비가 조직의 생산능력 발전에 충분한 기여를 할 수 있는지에 대해 답을 내는 과정을 거쳐야 한다.

본 절에서는 제철 플랜트 엔지니어링 타당성검토 단계의 프로세스 및 완료기준의 실제 결과물을 제시한다.

4.3.4.1 타당성검토 단계 상세 프로세스

4.3.1항 생명주기 단계 별 프로세스 정의 기준에 따라 시스템 공통 프로세스를 앞서 설명된 제철설비 프로젝트의 운용 필요성 증명이라는 목적에 맞게 수정하여 제철설비 엔지니어링 업무표준 타당성검토 단계 상세 프로세스를 개발하였다.

Table 1은 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 타당성검토 단계 상세 프로세스의 예시를 보여주고 있다. 프로세스의 세부 과업 별 명칭을 정의하고 필요한 업무에 대하여 상세 설명을 작성하였다. 세부 과업 별 명칭과 필요한 업무에 대한 설명은 현업 중 사자의 의견을 참고하여 시스템 엔지니어링의 용어가 생소한 제철업계의 사람도 이해할 수 있도록 쉽게 작성하는데 중점을 두었다. 또한 각 세부 과업 별 입력정보 항목과 출력 정보항목을 정의하여 각 세부 과업 수행에 필요한 정보과 결과물을 알 수 있게 하였다. 각 세부 과업 별 수행조직은 실제 업무 표준 사용 조직에 따라 달라지기에 추후 결정사항으로 남겨두었다.

타당성검토 단계의 전체 프로세스는 부록 1에 수록되어있다.

4.3.4.2. 타당성검토 단계 최종 산출물

타당성검토 단계 최종 산출물이란 타당성검토 단계 상세 프로세스의 출력 정보항목들이 모여 만들어진 규정 문서로 대상 제철설비 프로젝트의 타당성검토 단계가 잘 수행되었는지 판단하기 위한 기술 검토회(Technical Review)의 검토 문서로 사용된다.

1.사업요구사항서(Business Requirements Document:

BRD)

개발 또는 개선 프로젝트 대상 제철설비의 사업요구사항을 정의하여 설비 개발 필요성에 대한 근거를 명확히 하는데 사용된다.

2.타당성검토 리포트(Feasibility Analysis Report: FAR)

사업요구사항서 기재된 내용을 제외한 타당성검토 단계 상세 프로세스의 결과물을 종합한 보고서이다.

각 최종 산출물의 목차와 각 목차에 연결되는 프로세스의 출력 정보항목은 서로 연결되어 추적성이 확보되어야 한다.

4.3.4.3 타당성검토 단계 완료기준

타당성검토 단계의 완료기준이란 타당성검토 단계의 최종 산출물을 검토하여 다음 단계인 개념설계 단계로의 진행 가부를 결정하는 기술 검토회에서 최종 산출물의 성과를 판단하기 위한 판단 기준이다.

타당성검토 단계 기술 검토회는 사업 타당성 검토회(Business Feasibility Review)라 불리며 사업 필요성을 확인하고 제안된 사업의 목표와 그 목표를 달성하기 위한 개념을 검토하는 회의이다.

본 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준에서는 타당성검토 단계의 완료기준을 크게 사업 목적 및 시스템 요구사항 정의, 시스템 아키텍처 정의, 경제적/일정 타당성, 사회적 타당성, 기술적 타당성의 다섯 가지 범주로 분류하여 각 범주에 해당하는 체크리스트 혹은 스코어 테이블 형식의 검토항목들을 제안하였다.

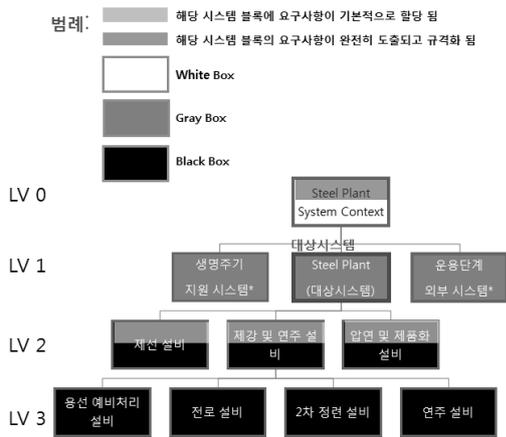
본 논문에서 제안된 타당성검토 단계 완료기준은 부록 2에 일부분이 수록되었다.

4.3.4.4 타당성검토 단계 완료결과

제철 플랜트 물리적 계층구조의 관점에서 제철 플랜트 전체를 프로젝트의 대상 시스템으로 보았을 때 타당성검토 프로세스를 성공적으로 수행하고 완료기준을 충족했을 시 Figure 10과 같이 표현할 수 있다.

<Table 1> Feasibility Study Process part 1

No.	프로세스	프로세스 설명	입력 정보항목	출력 정보항목	수행 조직
F.1	제철설비 개발/개선 프로젝트 관련 사업 필요성 및 핵심 이해관계자 정의	사업 필요성 및 초기 개념을 정의하고 이에 따른 효과성 측정지표도 및 핵심 이해관계자 요구 사항 정의를 완료한다.			TBD
F.1.1	사업 필요성 정의	제철 플랜트 전체 또는 구성 설비 개발/개선 사업 기회 중에서 대상 사업의 필요성을 이해 가능한 수준(시장의 필요, 수급, 판매, 원가, 소재 balance, 생산, 기술수준조사, 품질, 물류, 납기, 투자 능력 등에 대한 평가자의 개괄적 판단)으로 정의한다.	N/A	사업 필요성	
F.1.2	사업 목적 정의	사업 목적 및 주요 달성 목표를 명확히 정의한다. (사업 목적을 문장으로 기술하고 이에 따른 사업 목표를 개조식 등으로 구체화하여 표현함으로써 사업 목적이 모호하지 않고 쉽게 이해될 수 있도록 표현한다.	N/A	사업 목적	
F.1.3	사업 시나리오 정의	사업 시나리오를 명확하게 정의한다. (이 사업 시나리오는 대상 제철 설비 운용 조직이 조직의 필요 충족을 위해 조직을 운영하는 모습을 시나리오로 표현한 것임. 또한, 운용개념(Concept of Operations, ConOps)이라고 함)	사업 필요성, 사업 목적	사업 시나리오	
F.1.4	효과성 측정지표도(MOE) 정의	사업 목적 달성 수준 즉, 사업의 효과 달성 수준을 측정하기에 적합한 효과성 측정지표도(Measure of Effectiveness, MOE)를 명확하게 정의하였다. (예를 들어, 경제 효과성이 중요한 경우에는 MOE가 ROI(Return on Investment)이고 성능 효과성이 중요한 경우는 MOE가 성능 측정임. MOE의 예시는 해당설비 지표 개선, 전후 공정 영향분석, 지원설비 영향분석, 등. 즉, 모든 주요 측정을 MOE로 포함할 수 있음)	사업 시나리오	효과성 측정지표도(MOE)	
F.1.5	핵심 이해관계자 정의	프로젝트 대상 제철설비의 생명주기에 관련된 핵심 이해관계자들을 모두 식별하여 핵심 이해관계자(Core Stakeholders, C-StH) 목록을 작성한다. (타당성 분석 단계의 핵심 이해관계자는 생명주기 이해관계자 전체가 아닌, 투자 의사결정과 직접 관련된 이해관계자를 의미하는 것으로 주로 제철설비 사용자, 획득자, 투자자, 공급자 등을 의미한다.)	사업 필요성, 목적, 시나리오	핵심 이해관계자 목록	
F.1.6	핵심 이해관계자요구사항(C-StR) 정의	핵심 이해관계자들로부터 핵심 이해관계자요구사항(Core Stakeholders Requirements, C-StR)을 추출한다. (추출된 이해관계자요구사항은 해당 이해관계자를 추적한다.)	핵심 이해관계자 목록	핵심 이해관계자 요구사항	
F.1.7	핵심 이해관계자요구사항(C-StR) 확인방안 정의	모든 핵심 이해관계자요구사항(Core Stakeholders Requirements, C-StR)에 대한 확인방안(Validation Methods)을 개발하였다.	핵심 이해관계자 요구사항	핵심 이해관계자 요구사항 확인방안	



[Figure 10] Result of Feasibility Study Phase in a Physical Hierarchy view

4.3.5 개념설계 단계

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 개념설계 단계는 제철설비 개발/개선 프로젝트의 임무(Mission) Baseline을 완전히 개발하고 임무 달성에 요구되는 기술들의 개발에 착수하는 단계라 정의할 수 있다(NASA).

제철 플랜트 엔지니어링 업무표준에서 개념설계의 주목적은 프로젝트 대상 제철설비의 설비(시스템) 수준의 규격을 확정하는 것이다. 이는 대상 제철설비의 전 생명주기에 관련된 이해관계자들의 모든 요구사항을 도출하고 이를 대상 제철설비의 기능/성능 분석에 반영해 기능/성능 요구사항을 확정함으로써 달성할 수 있다.

본 절에서는 제철 플랜트 엔지니어링 개념설계 단계의 실제 결과물을 제시한다.

4.3.5.1 개념설계 단계 상세 프로세스

4.3.1항 생명주기 단계 별 프로세스 정의 기준에 따라 시스템 공통 프로세스를 앞서 설명된 제철설비 프로젝트의 설비(시스템) 수준 규격 확정이라는 목적에 맞게 수정하여 제철설비 엔지니어링 업무표준 개념설계 단계 상세 프로세스를 개발하였다.

Table 2는 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준의 개념설계 단계 상세 프로세스의 예시를 보여주고 있다.

4.3.5.2 개념설계 단계 최종 산출물

개념설계 단계 최종 산출물이란 개념설계 단계 상세 프로세스의 출력 정보항목들이 모여 만들어지는 규정 문서로 대상 제철설비 프로젝트의 개념설계 단계가 잘 수행되었는지 판단하기 위한 기술 검토회(Technical Review)의 검토 문서로 사용된다.

1. 이해관계자 요구사항서(Stakeholder Requirements Document: StRD)

이해관계자 요구사항서의 목적은 개발 또는 개선 프로젝트 대상 제철설비의 다양한 출처로부터 추출되고 개발되는 정보를 바탕으로 추후 설비(시스템) 요구사항의 근거가 되는 이해관계자 요구사항을 도출하여 관리하는데 있다. 도출된 이해관계자 요구사항은 해당 이해관계자 및 기타 정보와의 추적성을 가져 설비(시스템) 요구사항에서 쟁점상황 발생 시 해결방안의 하나로 사용된다.

2. 시스템 요구사항서(System Requirements Document: SyRD)

시스템 요구사항서는 이해관계자 요구사항을 개발/개선 프로젝트 대상 제철설비의 관점으로 변환한 설비(시스템) 요구사항을 정의하는 문서이다. 시스템 요구사항서는 대상 제철설비의 설비(시스템) 수준의 규격을 확정하며 하부 설비 설계규격의 근거로 사용된다.

각 최종 산출물의 목차와 각 목차에 연결되는 프로세스의 출력 정보항목은 서로 연결되어 추적성이 확보되어야 한다.

4.3.5.3 개념설계 단계 완료기준

개념설계 단계의 완료기준이란 개념설계 단계의 최종 산출물을 검토하여 다음 단계인 기본설계 단계로의 진행 가부를 결정하는 기술 검토회에서 최종 산출물의 성과를 판단하기 위한 판단 기준이다.

개념설계 단계 기술 검토회는 시스템 요구사항 검토회(System Requirements Review)라 불리며 프로젝트 대상 제철설비에 대하여 정의된 기능 및 성능 요구사항을 검토하고 검토된 요구사항이 프로젝트의 임무를 만족하는지 확인하는 회의이다.

<Table 2> Example of Concept Design Phase Process and Input&Output Information Items

No.	프로세스	프로세스 설명	입력 정보항목	출력 정보항목	수행 조직
C.1	개념설계 단계 이해관계자 요구사항 정의	모든 이해관계자를 파악하고 관심사항 및 요구사항을 종합하여 이해관계자 요구사항서를 작성한다.			TBD
C.1.1	전체 이해관계자 (핵심, 기타) 정의	타당성검토 단계 F.1.1에서 정의한 이해관계자들을 포함하여 설비 프로젝트 전체 생명주기에 관련된 모든 이해관계자 리스트를 작성한다. 이는 대상 제철설비의 전체 생명주기(개발부터 폐기까지) 직접적으로 연관된 사용자, 획득자, 유지보수자 등의 핵심 이해관계자 및 제철설비 프로젝트와 환경적, 사회경제적, 정치적으로 연관된 기타 이해관계자를 전부 포함한다.	핵심 이해관계자 리스트	전체 이해관계자 리스트	
C.1.2	전체 이해관계자 관심사항 (concern) 도출	C.1.1에서 식별한 모든 이해관계자들의 해당 설비 프로젝트에 관련된 관심사항을 수집 완료하여 문서화한다.	전체 이해관계자 리스트	전체 이해관계자 관심사항	
C.1.3	전체 이해관계자 요구사항 분류 카테고리 정의	핵심 및 기타 이해관계자의 요구사항 및 관심사항을 검토하여 모든 요구사항을 각 특성(예: 기능, 비용, 성능 등)에 맞춰 분류할 수 있는 카테고리를 정의한다.	전체 이해관계자 관심사항	이해관계자 요구사항 카테고리	
C.1.4	완성된 운용계획 수립	제철설비 프로젝트 대상 설비의 완성된 운용개념을 수립한다. 완성된 운용계획이란 타당성 검토 단계에서 작성된 운용개념을 포함하여 해당 제철설비의 모든 상황(예: 정상 운용, 최소 운용, 최대 운용, 유지보수 상황 등)에 대응하는 운용 시나리오가 포함된 계획을 말한다.	CONOPS, 전체 이해관계자 관심사항	종합 운용개념 정의서 (Completed CONOPS & OPSCON)	

본 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준에서는 개념 설계 단계의 완료기준을 크게 입력기준, 검토회 참여인, 계획수립, 시스템 요구사항, 위험관리, 기술개발, 테스트 및 평가, 인원 및 인터페이스, 환경 및 안전의 아홉 가지 범주로 분류하여 각 범주에 해당하는 체크리스트 형식의 검토항목들을 제안하였다.

4.3.5.4 개념설계 단계 완료결과

제철 플랜트 물리적 계층구조의 관점에서 제철 플랜트 전체를 프로젝트의 대상 시스템으로 보았을 때 개념설계 프로세스를 성공적으로 수행하고 완료 기준을 충족했을 시 Figure 11과 같이 표현할 수 있다.

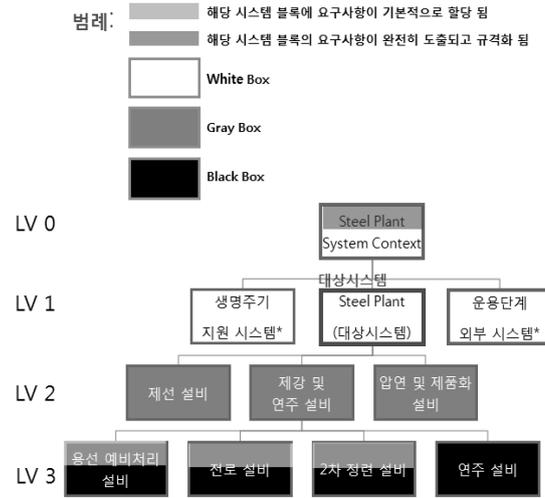
5. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 현재 우리나라의 미래를 이끌어갈 핵심 사업으로 중요성이 부각되는 플랜트 엔지니어

링 산업에서 국내 업체들이 큰 손실을 보는 이유 중 하나가 개념·기본설계(FEED)역량의 부족이라 파악하고 플랜트 시공 위주의 치열한 경쟁에서 벗어나기 위해서는 개념 및 기본설계 능력을 갖추는 것이 중요하다 판단하였다. 개념·기본설계 능력을 갖추기 위해서는 해외 선진 엔지니어링 업체의 경우 처럼 정의된 사내 업무표준이 필요하며 시스템 엔지니어링 표준은 이러한 사내 업무표준 개발에 있어 훌륭한 접근 방법이 될 수 있다 판단하였다.

시스템 엔지니어링 표준을 기반으로 한 엔지니어링 업무표준 개발의 예를 제시하고 이를 활용해 각 플랜트 엔지니어링 업체의 사내 엔지니어링 업무표준 개발에 도움이 되고자 제철 플랜트를 대상 시스템으로 엔지니어링 업무표준의 개발 사례를 설명하였다.

구체적으로는 시스템 엔지니어링 표준의 개발 방법론들을 제시하고 분석하여 두 가지 방안을 동시에 활용하는 시스템 엔지니어링 표준 기반 엔지니어링



[Figure 11] Result of Concept Design Phase in a Physical Hierarchy view

어링 업무표준 개발 방안을 제안하였으며 국제 시스템 엔지니어링 표준인 ISO/IEC/IEEE 15288과 항공우주 산업 시스템 엔지니어링 지침서인 NASA SE Handbook을 주요 참고 표준으로 삼아 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 개발을 수행하였다. 참고 표준을 기반으로 업무표준의 핵심 개념인 제철 플랜트의 생명주기와 물리적 계층구조를 정의하고 나아가 타당성검토 및 개념설계 단계 별 상세 프로세스 및 완료기준을 제시하였다. 이는 현재 산업별 표준이 존재하지 않는 플랜트 산업에 시스템 엔지니어링 표준을 따른 엔지니어링 업무표준 정립의 사례를 제시했다는 점에 의의가 있으며 이를 통해 해외 선진 엔지니어링 업체들의 개념 및 기본설계 역량을 보다 빠르게 따라잡을 수 있는 방향을 제시했다는 점에서 더 큰 의의가 있다.

본 논문 결과의 신뢰성과 활용성을 높이기 위해서는 단기적 및 장기적으로 다음과 같은 보완 방안이 필요하다. 단기적으로는 제철플랜트 엔지니어링 기본설계 단계의 상세 프로세스 및 완료기준을 완성한 후 제철 플랜트 업계의 전문가 인터뷰를 통해 본 업무표준의 프로세스와 완료기준을 개선하고 실무적 활용성을 검증해야 하며 장기적으로는 타당성 검토, 개념설계 및 기본설계 뿐 만 아닌 제철 플랜트의 전체 생명주기 단계별 프로세스 및 완료기준

개발을 수행해 완전한 업무표준을 정립할 필요성이 있다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부 엔지니어링 전문대학원 지원사업(No.H2001-13-1001)의 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Jae wan Lee. 2014. "The Future of Korean engineering industry". *Korean Society of Civil Engineers Magazine*, 62(12): 8-9.
2. Gee-joo Ha. 2014. "Current State & Development Plan for Oversea Expansion of Construction Engineering Industry", *Review of Architecture and Building Science*, 58(11): 35-41.
3. NASA. 2007. *Systems Engineering Handbook, Revision 1*. Washington, DC, USA: National Aeronautics and Space Administration (NASA). NASA/SP-2007-6105.
4. INCOSE. 2012. *Systems Engineering Hand-*

- book: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, version 3.2.2. San Diego, CA, USA: International Council on Systems Engineering (INCOSE), INCOSE-TP-2003-002-03.2.2.
5. ISO/IEC/IEEE. 2015. Systems and Software Engineering – System Life Cycle Processes. Geneva, Switzerland: International Organisation for Standardisation / International Electrotechnical Commissions / Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISO/IEC/IEEE 15288:2015.
 6. Korea Institute of Industrial Technology (KITECH). 2013. A Development Case of a Document Structure[Framework] of a Systems Engineering Standard for Execution of Concept, Basic Design[FEED].
 7. Joong-Yoon Lee. 2013. "POSTECH GEM CSDM Lab. Model Based Systems Engineering Educational Resource"
 8. Hyunjin Park et al. 2012. "A Development Case of a Hot Rolling Equipment". *Symposium on Direct Rolling*, 15-32.
 9. Kee-young Shin et al. 2014. "A Study on Application of Systems Engineering Approach to Designing Continuous Casting System". *Journal of the Korea Society of Systems Engineering*, 10(2): 15-20.
 10. ISO/IEC. 2007. Systems Engineering – Application and Management of the Systems Engineering Process. Geneva, Switzerland: International Organization for Standards (ISO)/ International Electrotechnical Commission (IEC), ISO/IEC 26702:2007.

<부록 1> 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 타당성검토 단계 상세 프로세스

* 공간의 문제로 프로세스 및 완료기준의 예시는 타당성검토 단계의 프로세스 및 완료기준도 단계와 타당성검토 단계와 전체적인 구조는 동일하나 기술적 부분에 좀 더 집중함.

No.	프로세스	프로세스 설명	입력 정보항목	출력 정보항목
F.1	제철설비 개발/개선 프로젝트 관련 사업 필요성 및 핵심 이해관계자 정의	사업 필요성 및 초기 개념을 정의하고 이에 따른 효과성 측정지표도 및 핵심 이해관계자 요구사항 정의를 완료한다.		
F.1.1	사업 필요성 정의	제철 플랜트 전체 또는 구성 설비 개발/개선 사업 기회 중에서 대상 사업의 필요성을 이해 가능한 수준(시정)의 필요, 수급 판매, 원가, 소재 balance, 생산, 기술수준조사, 품질, 물류, 납기, 투자 능력 등에 대한 평가자의 개발적 판단)으로 정의한다.	N/A	사업 필요성
F.1.2	사업 목적 정의	사업 목적 및 주요 달성 목표를 명확히 정의한다. (사업 목적을 문장으로 기술하고 이에 따른 사업 목표를 개조식 등으로 구체화하여 표현함으로써 사업 목적이 모호하지 않고 쉽게 이해될 수 있도록 표현한다.)	N/A	사업 목적
F.1.3	사업 시나리오 정의	사업 시나리오를 명확하게 정의한다. (이 사업시나리오는 대상 제철설비 운용조직이 조직의 필요, 출족을 위해 조차를 운영하는 모습을 시나리오로 표현한 것임. 또한, 운용개념(Concept of Operations, ConOps)이라고 함)	사업 필요성, 사업 목적	사업 시나리오
F.1.4	효과성 측정지표도(MOE) 정의	사업 목적 달성 수준 즉, 사업의 효과, 달성 수준을 측정하기에 적합한 효과성 측정지표도(Measure of Effectiveness, MOE)를 명확하게 정의하였다. (예를 들어, 경제 효과가 중요할 경우에는 MOE가 ROI(Return on Investment)이고 성능 효과가 중요할 경우는 MOE가 성능 측정임 MOE의 예시는 해당설비 지표 개선, 전후 공정 영향분석, 지원설비 영향분석, 등. 즉, 모든 주요 측정용 MOE로 포함할 수 있음)	사업 시나리오	효과성 측정지표도(MOE)
F.1.5	핵심 이해관계자 정의	프로젝트 대상 제철설비의 생명주기에 관련된 핵심 이해관계자들을 모두 식별하여 핵심 이해관계자(Core Stakeholders, C-SIH) 목록을 작성한다. (타당성 분석 단계의 핵심 이해관계자는 생명주기 이해관계자 전체가 아닌, 투자 의사결정과 직접 관련된 이해관계자를 의미하는 것으로 주로 제철설비 사용자, 획득자, 투자자, 공급자 등을 의미한다.)	사업 필요성, 목적, 시나리오	핵심 이해관계자 목록
F.1.6	핵심 이해관계자요구사항(C-SIR) 정의	핵심 이해관계자들로부터 핵심 이해관계자 요구사항(Core Stakeholders Requirements, C-SIR)을 추출한다. (추출된 이해관계자 요구사항은 해당 이해관계자를 추적한다.)	핵심 이해관계자 목록	핵심 이해관계자 요구사항
F.1.7	핵심 이해관계자요구사항(C-SIR) 확인방안 정의	모든 핵심 이해관계자요구사항(Core Stakeholders Requirements, C-SIR)에 대한 확인방안(Validation Methods)을 개발하였다.	핵심 이해관계자 요구사항	MOE(Measure of Effectiveness: 효과성측도)
F.2	타당성검토 단계 설비 요구사항 정의	본 단계에서는 프로젝트 전체의 맥락(Context)를 파악하고 해당 제철설비 수준의 Risk를 식별하는 데 집중한다.		
F.2.1	사업 범위 정의	사업 범위를 명확하게 정의한다. (운용관점의 외부체계와 인터페이스를 고려한 사업범위 표현과, 생명주기 지원체계를 고려한 사업범위를 명확히 표현한다.)	사업 목적, 사업 시나리오, 핵심 이해관계자 요구사항	사업 범위
F.2.2	생명주기 지원 전략 정의	프로젝트 대상 제철설비 생명주기 지원전략을 개념적으로 정의한다. (유지보수 전략, 핵심 허부설비 구매전략 등)	사업 범위	제철설비 생명주기 지원 전략
F.2.3	설비의 주요요구사항(C-SyR) 정의	핵심 이해관계자 요구사항(Core Stakeholders Requirements, C-SIR)을 변환하여 설비의 주요 요구사항(Core System Requirements, C-SyR)을 정의한다. (이는 대상설비에 대해 이해관계자 요구사항으로부터 직접 도출한 최초 설비 요구사항(C-SyR)으로 주로 기능 및 성능 요구사항으로 구성되는 경우가 많다.)	핵심 이해관계자 요구사항, 사업 범위	설비 주요 요구사항
F.2.4	시스템성능 측정지표(MOP) 정의	효과성 측정지표도(MOE)를 기반으로 시스템성능 측정지표(MOP)를 명확하게 정의한다. (사업 목적 -> 효과성 측정지표도(MOE) -> 시스템성능 측정지표(MOP) 들을 합당하게 추적하였다.)	시스템 효과성 측정지표도(MOE)	시스템 성능 측정지표(MOP)

<부록 1> Continued.

No.	프로세스	프로세스 설명	입력 정보항목	출력 정보항목
F.2.5	타당성 분석 결과 기반 예비 주요 제약사항 정의	경제적, 사회적, 기술적 타당성 분석 결과 예비의 주요 제약사항을 도출하였으며, 이를 '설비의 주요 요구사항(Core System Requirements, C-SyR)'에 반영하였다.	핵심 이해관계자 요구사항, 사업 범위, 시스템 성능 측정지표	설비 주요 제약사항
F.2.6	설비의 주요요구사항(C-SyR) 검증 방안 정의	도출된 설비의 주요요구사항(C-SyR)에 대한 검증방안(Verification Methods)을 개발하였다	설비 주요 요구사항	설비 주요 요구사항 검증방안
F.3	시스템 아키텍처 설계	본 단계의 목적은 타당성 검토를 하고자 하는 사업의 기술적 타당성 검증과 기술적 위험 파악 및 대책수립이다.		
F.3.1	대안개념 평가기준 및 선정기준 정의	설비의 주요요구사항(Core System Requirements, C-SyR)을 가장 잘 충족하는 대안개념을 선정하기 위해, 대안개념 평가기준을 수립하고 최적의 대안개념 선정기준을 정의한다.	설비 주요 요구사항	대안개념 평가 및 선정 기준
F.3.2	대안개념 초안 개발	프로젝트 대상 제철설비의 (경제적, 사회적, 기술적 관점에서 합리적인) 대안개념 초안을 프로세스 규모 및 기술적 난이도에 할당할 수 (예: 1개, 2-3개 또는 그 이상)로 개발한다. (대안개념 초안은 대안개념의 명칭 및 간단한 도식에 따른 설명을 포함한다.)	설비 주요 요구사항, 사업 범위, 사업 시나리오	제철설비 대안개념(들)
F.3.3	대안개념별 프로세스 흐름도(Process Flow Diagram(PFD)) 개발	각 대안개념 초안으로부터 프로젝트 대상 제철설비의(기능/성능분석이 가능한 수준으로 개발) 프로세스 흐름도(Process Flow Diagram(PFD))를 개발하고 개발된 프로세스 흐름도의 각 프로세스에 요 구되는 성능을 결정한다.	제철설비 대안개념(들)	제철설비 프로세스 흐름도(들)
F.3.4	대안개념 별 프로세스 흐름도(PFD) 분석	대안개념별 프로세스 흐름도(PFD) (기능/성능)분석을 실행한다. (경제적, 사회적, 기술적 타당성 분석 결과를 이 수준까지 확장하여 대안비교연구)	제철설비 프로세스 흐름도	제철설비 프로세스 흐름도 분석서
F.3.5	최선의 프로세스 흐름도(PFD) 선정	대안개념별 프로세스 흐름도의 분석 결과를 바탕으로 대안개념 선정 기준에 적합한 최선의 프로세스 흐름도(PFD)를 기능/성능을 포함하여 선정한다.	대안개념 평가 및 선정 기준, 제철설비 프로세스 흐름도 분석서	선정된 제철설비 프로세스 흐름도
F.3.6	선정된 프로세스 흐름도(PFD)의 물리적 설계 대안 개발	선정된 프로세스 흐름도(PFD)의 각 프로세스를 수행하는 물리적 설계(Physical Architecture) 대안을 개발한다.	선정된 프로세스 흐름도	물리적 설계 대안
F.3.7	개발된 물리적 설계 대안 분석	개발된 물리적 설계(Physical Architecture) 대안들의 분석을 실행한다.	물리적 설계 대안	물리적 설계 대안 분석서
F.3.8	최선의 물리적 설계 선정	물리적 설계(Physical Architecture) 대안들 중 대안개념 평가기준 및 선정기준에 따라 최선의 물리적 설계를 선정한다.	대안개념 평가 및 선정 기준, 물리적 설계 대안 분석서	선정된 물리적 설계 대안
F.3.9	선정된 물리적 설계에 기능/성능 할당	선정된 프로세스 흐름도(PFD)를 활용하여 선정된 물리적 설계(Physical Architecture)의 구성요소에 해당 기능 및 성능을 할당한다. (수행방법 예: 요구사항 할당표(Requirements Allocation Sheet, RAS)에 기능/성능 부분이 해당 물리적 설계에 할당된 내용을 작성)	선정된 물리적 설계 대안, 설비 주요 요구사항	기능/성능이 할당된 물리적 설계 대안
F.3.10	선정된 프로세스 흐름도(PFD)검증방안	선정된 프로세스 흐름도(PFD)의 검증 방안을 개발한다.	선정된 프로세스 흐름도, 신기능/성능이 할당된 물리적 설계 대안	선정된 프로세스 흐름도 검증 방안
F.4	타당성 보고서 작성			
F.4.1	타당성 보고서 작성	타당성 보고서의 (경제적, 사회적, 기술적) 작성이 완료되었다.	타당성 검토 단계 전체 정보	타당성 보고서

<부록 2> 제철 플랜트 엔지니어링 업무표준 타당성검토 단계 완료기준 (일부분)

구조	No	완료기준 명칭	완료기준 정의	중요도	정보존재여부	달성 수준
A. 비즈니스 목적 및 시스템 요구사항 정의						
B. 시스템 아키텍처 설계						
C. 경제성 및 일정 타당성						
			<p>잠재 고객 및 시장의 종류(Segment) 및 크기 정의</p> <p>5: 잠재 고객을 찾아내기 쉽다 4: 잠재 고객은 지리적으로 가깝다 3: 잠재 고객을 식별하였다 2: 잠재 고객이 많다 1: 누구든 고객이 될 수 있으며 확실한 대상 고객이 없다</p> <p>[참조 정보] 분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용: - 경제 전망: GDP 성장률, 인당 GDP, 물가상승률, 환율 등 (참조: 대외비) - 가격 교섭력: 고객 충성도, 자사제품 수요비중, 구매의존도 등 (참조: 대외비) - 시장 매력도: 시장(수요)의 규모, 수익성, 안정성, 다양성 등 - 시장 성장성: 산업 수명주기, 시장성장률 등 - 타겟 시장의 세분화: 지역별, 제품별, 용도별 고객 구분 - 대체재: 장벽이 유사한 대체재 출현 가능성 및 관련 시장 분석 (참조: 대외비)</p> <p>- 예측치 점검: 복수안 산출, 전문 인력/기관 의견 수렴 여부 - 수급 균형: 수급 현황/전망 및 검증의 객관성 (참조: 대외비)</p>			
	C.1	잠재 고객 및 시장 정보				
	C.2	판매가	<p>판매 및 비용을 분석하고 원가 고려하여 판매가 정의하였다. (최근 3년 평균 및 1.5년 평균 참조)</p> <p>[참조 정보] (분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용: - 제품 수명주기에 따른 가격하락: 제품 수명주기와 가격하락의 연계성 검증 - 판매가 추정의 정확도: 시황악화, 정책변경, 이전가격 등의 변동성 고려 여부 - 대체재 영향: 대체재의 가격 변동에 따른 판매량/가격 하락 영향 - 공급 과잉시 가격하락 폭: 공급과잉 시나리오별 가격하락 폭 - 경쟁사 가격인하 영향: 경쟁사의 공격적 마케팅에 따른 영향 분석 (참조: 대외비)</p>			
	C.3	경쟁사	<p>경쟁사 및 그들의 장단점 식별</p> <p>5: 해당 사업/프로젝트의 경쟁사가 많지 않으며 경쟁사의 장단점이 파악되었다. 4: 해당 사업/프로젝트 경쟁사의 장단점이 파악되었다. 3: 해당 사업/프로젝트의 경쟁사가 파악되었다. 2: 파악된 경쟁사가 없다. 1: 경쟁사가 많이 존재한다.</p>			

<부록 2> Continued.

구조	No	원료기준 명칭	원료기준 정의	중요도	정보존재여부	달성 수준
			<p>[참조 정보]</p> <p>분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경쟁 강도: 경쟁기업의 수 및 업계 문화 (공급/유통, 정계 연관 등) - 잠재적 경쟁 기업: 잠재적 경쟁 업체의 출현 가능성 (참조: 대외비) - 연관 산업 동향: 수요에 영향을 미칠 수 있는 연관 산업의 시장 동향 (참조: 대외비) - 사업관련 영향 평가: 환경영향평가, 교통영향평가, 고도제한 등 (참조: 대외비) <p>유사설비 투자인 경우, 해외 기술 동향 및 경쟁사 제철소 설비시양 (비교하여) 각종 현황을 파악하였다.</p> <p>[참조 정보]</p> <p>분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용:</p> <p>유사 투자 경험: 유사사업 기획 및 운영 경험, 보유중인 산업 기반 (참조: 대외비)</p>			
	C.4	유사설비 투자	<p>사업 개념에 대해 예상고객의 반응 정보</p> <p>5: 예상고객의 반응이 매우 호의적이다</p> <p>4: 예상고객의 반응이 호의적이다</p> <p>3: 예상고객의 반응이 불확실하다</p> <p>2: 예상고객의 반응이 호의적이지 않다</p> <p>1: 예상고객의 반응이 없다</p>			
	C.5	사업 개념에 대한 예상고객의 반응 확인	<p>자금조달(Funding) 규모의 위험성/수용성 판단 결과는 다음과 같다.</p> <p>5: 자금조달 능력에 비하여 적은 자금이 필요하며 조달 가능한 상태이다</p> <p>4: 적당한 자금이 필요하며 조달 가능한 상태이다</p> <p>3: 자금조달 능력 상한선의 많은 자금이 필요하며 조달 가능한 상태이다</p> <p>2: 자금조달이 불확실하다</p> <p>1: 자금조달 능력 이상의 많은 자금이 필요하다 (감수하려는 위험보다 높다)</p>			
	C.6	자금조달 (funding)	<p>[참조 정보]</p> <p>분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 금융 지표: 조달비용, 금리동향, 자금시장 유동성 (참조: 대외비) - 가능 규모 및 방식: 현금 확보 관련 재무분석 검증, 차입 비용/방식 - 투자 자금 확보: 조달기간, 조달조건(이자율, 기간 등)의 타당성 (참조: 대외비) <p>다음 경제성 계산을 실행하였다. 추정순익, 현금 흐름표, IRR (Internal Rate of Return), NPV (Net Present Value), 등</p> <p>예측한 투자비 또는 생명주기비용(Life Cycle Cost, LCC)를 신뢰할 수 있다.</p>			
	C.7	경제성 계산	<p>[참조 정보]</p> <p>(분석이 필요하고 가능한 경우 다음 항목을 적용:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Case별 장단점 비교: 직/간접투자, 합작/M&A투자 등 각각의 장단점 분석 - 투자방식 변경: 사업여건 변화 시 투자방식의 변경 가능 여부 (참조: 대외비) - 투자비 (설비/건축): 유사/기투자 대비 비교, 설비/건축 전문가 검증 여부 (참조: 대외비) 			
	C.8	투자비/생명주기비용 예측				