

중소형 플랜트의 표준화된 플랜트 엔지니어링 활동 모델 개발: 상세설계를 중심으로

신중욱* 염충섭
고등기술연구원

Development of Standard Activity Model for Small and Medium sized Plant: Focused on Detailed Design Phase

Jung Uk Shin*, Choong Sub Yeom
Institute for Advanced Engineering

Abstract : Plant Engineering is a series of activities going through following life cycle phases: planning, basic design, detailed design, procurement and construction, commissioning, operation and maintenance, to produce a target product. From among these phases of plant engineering life cycle, a detailed design phase is an important phase producing final design deliveries. Luckily, through technical co-operation and experiences of constructing plants, large Korean engineering companies have accumulated know-hows of efficient detailed designs. However, smaller engineering companies have less experience of performing detailed designs so there is always a risk of causing design errors in the detailed design phase. To mitigate the risk of design errors in the detailed design phase, it is necessary to systematize a concrete activity model of a detailed design phase. In this paper, we have developed a prototype of a detailed design activity model through a widely used function modeling methodology called IDEF0.

Key Words : Detailed design, Activity model, IDEF0, Plant engineering, Small and medium sized plant

Received: November 27, 2017 / **Revised:** December 18, 2017 / **Accepted:** December 29, 2017

* 교신저자 : Jung Uk Shin, paulshin@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

플랜트 엔지니어링은 제품생산 프로세스를 갖는 설비 및 시설에 대하여 계획, 기본설계, 상세설계, 조달 및 건설, 시운전, 유지보수의 단계를 통해 최종적으로 원하는 제품이 생산되도록 하는 활동 과정이다 [1]. 플랜트 엔지니어링의 여러 단계 중 상세설계는 기본설계를 기반으로 최종 설계 성과품을 산출하는 단계이며, 플랜트의 조달, 건설에서의 성공여부가 결정되는 매우 중요한 단계이다. 국내 엔지니어링사의 경우 대형 플랜트 엔지니어링사는 다수의 국내·외 플랜트 건설 경험 및 해외 플랜트 엔지니어링사와의 기술 제휴를 통하여 효율적인 상세설계 노하우를 보유하고 있다[2]. 하지만, 소규모 플랜트를 주로 설계, 시공하는 중소형 플랜트 엔지니어링사는 상대적으로 설계경험 및 지식부족, 실수 등 여러 요인들로 인하여 상세설계 단계에서 많은 설계오류가 발생할 문제점을 안고 있다[3]. 이러한 문제점을 해결하고 중소형 플랜트의 엔지니어링 상세설계 역량을 확보를 위해서는 설계단계에서의 구체적인 활동 모델을 정립하여 체계화할 필요가 있다. 본 논문은 중소형 플랜트 엔지니어링 단계 중 상세설계에서의 활동모델을 체계화하기 위한 방법으로 IDEF0(Integration Definition for Function Modeling)를 통하여 표준화된 모델을 개발하고자 한다. 이에 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 중소형 플랜트를 정의하고 활동 모델 개발 범위를 정의한다. 3장에서는 중소형 플랜트 엔지니어링 활동모델 개발 결과로 활동 모델 개발 방법 및 세부 정보요소 정의와 이를 기반으로 하는 상세설계 단계에서의 표준화된 활동을 정의한다. 그리고 최종적으로 IDEF0를 이용한 통합 활동 모델을 제시한다. 마지막으로 4장에서는 연구내용을 요약하고 추후 연구계획으로 마무리 하였다.

2. 중소형 플랜트 상세설계 활동모델 개발 방법

2.1 중소형 플랜트의 정의

플랜트는 산업체에서 필요한 중간재 및 완제품

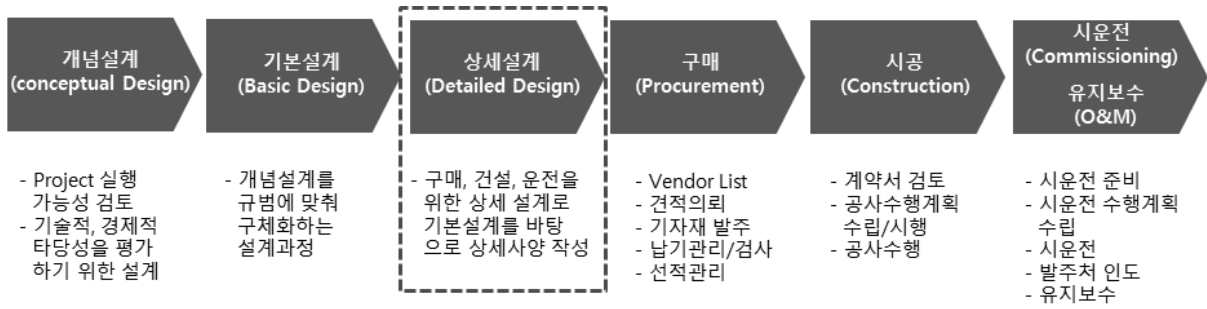


[Figure 1] Sort of Plant

또는 의식주에 사용되는 일상용품 등을 생산하기 위하여 원자재 또는 반자재를 투입하고 이들 투입물이 물리·화학적 공정을 거쳐 목적물인 제품을 생산하는 생산설비 일체로 목적에 따라 Figure 1과 같이 오일/가스 플랜트, 정유 플랜트, 석유화학 플랜트, 발전 플랜트, 해수 담수화 플랜트, 환경 플랜트 등으로 분류할 수 있다. 중소형 플랜트는 일반적으로 프로젝트 금액이 대형 플랜트 보다 작은 것을 의미하며 1000만불 미만의 플랜트를 중소형 플랜트라고 정의하고 있다[4].

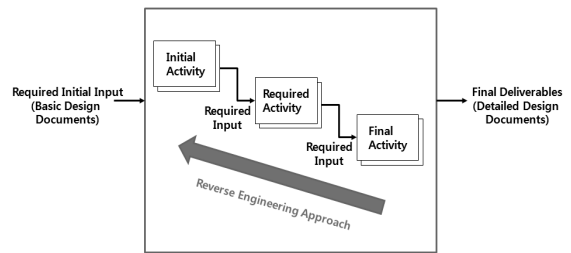
2.2 플랜트 엔지니어링 활동모델 개발 범위

플랜트 엔지니어링은 제품 생산 프로세스를 갖는 설비 및 시설에 대하여 기획단계에서 타당성을 조사하고 기본설계를 실시하며 수행단계에서 상세설계, 기자재 조달 및 건설을 수행한 후 시운전을 거쳐 소기의 성능을 보장한 후, 원하는 제품이 생산되도록 하는 일련의 활동 과정이다. Figure 2는 플랜트 엔지니어링 전체 프로세스를 나타낸 것으로 먼저 프로젝트 실행 가능성 검토 및 기술적 경제적 타당성을 평가하는 개념설계(Conceptual Design) 단계와 개념설계를 구체화하는 기본설계(Basic Design) 단계, 기본설계를 바탕으로 상세사양을 결정하는 상세설계(Detail Design) 단계, 견적의뢰 및 발주하는 구매(Procurement) 단계, 공사를 수행하는 시공(Construction) 단계, 시운전(Commissioning) 단계와 유지보수(Operation & Maintenance) 단계로 이루어진다[1]. 이중 상세설계 결과는 구매 및 건설 결과에 직접적인 영향을주어 플랜트의 생산성과 성능/품질에 직접적인 영향을 미친다[5]. 본 논문에서



[Figure 2] Plant Engineering Process

는 각 엔지니어링 프로세스 중 상세설계 단계로 한정하여 이에 대한 활동모델을 개발하였으며 개발 대상 중 소형 플랜트의 종류를 특정하지 않음으로 중 소형 플랜트에서 포괄적으로 적용될 수 있는 표준화된 활동모델로 개발하였다.

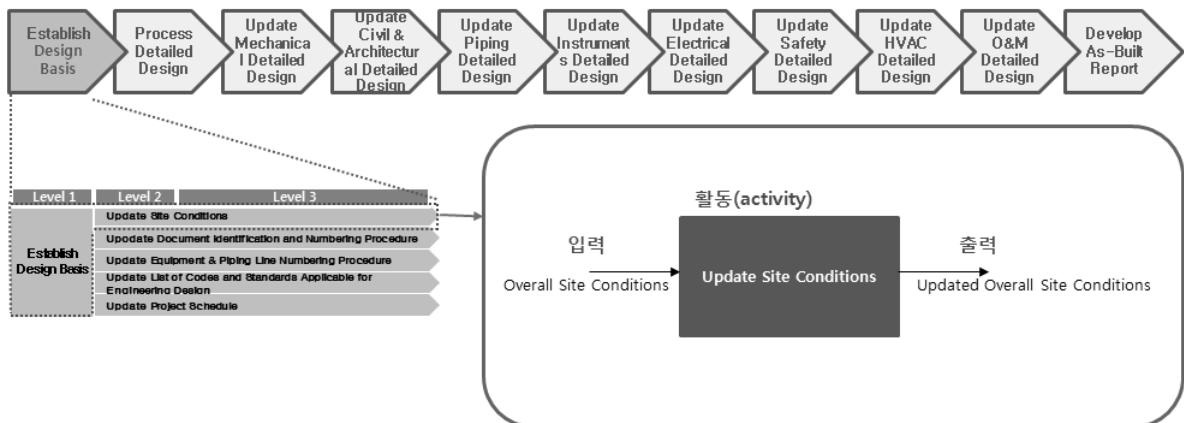


[Figure 3] Reverse Engineering Diagram for Activity Model

2.3 중 소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 활동모델 개발 방법

본 논문은 일반적인 중 소형 플랜트 엔지니어링의 상세설계 단계에서의 활동 모델을 개발하기 위하여 시스템엔지니어링 접근방법 중 RE(Reverse Engineering) 방법론을 적용하였다[6]. Figure 3은 상세설계 활동모델 개발을 위한 RE 방법을 나타낸 것으로 설계 결과인 세부 정보요소(산출물)들을 기반으로 세부 정보요소 생성에 필요한 각 활동들을 역

으로 정의함으로써 활동 모델을 개발하였다. 이렇게 정의된 활동들과 세부 정보 요소를 최종적으로 통합하여 Figure 4와 같이 IDEF0 모델링 방법을 활용하여 나타내었다. 개발된 IDEF0 활동 모델은 상세설계 단계에서 수행되는 활동과 입력물, 출력물을 포함하는 모델로 변형하여 사용하였다.



[Figure 4] Activity Definition for Detail Design Phase

3. 중소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 활동모델 개발

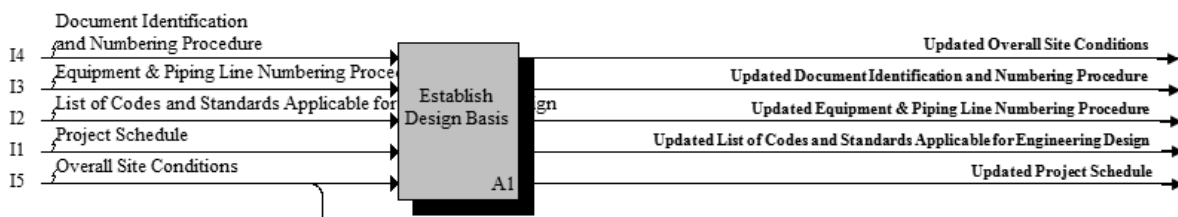
3.1 중소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 세부 정보 요소 정의

중소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 활동 모델 개발을 위한 첫 번째 단계로 세부 정보요소를 정의하였다. 세부 정보요소는 국내 엔지니어링사의 기본 및 상세설계 산출물들을 수집하여 실증 및 상용 플랜트에 대한 설계, 운전 경험이 있는 전문가들과 함께 분류하였다. 분류기준은 입력물의 경우 기본설계 결과물과 상세설계 단계에서 새로 요구되는 세부정보들로 정의하고 출력물은 상세설계 활동결과로 산출되는 세부 정보요소들로 정의하여 분류하였다. 정의한 입력물 및 출력물의 세부 정보요소 주요 항목은 다음과 같다.

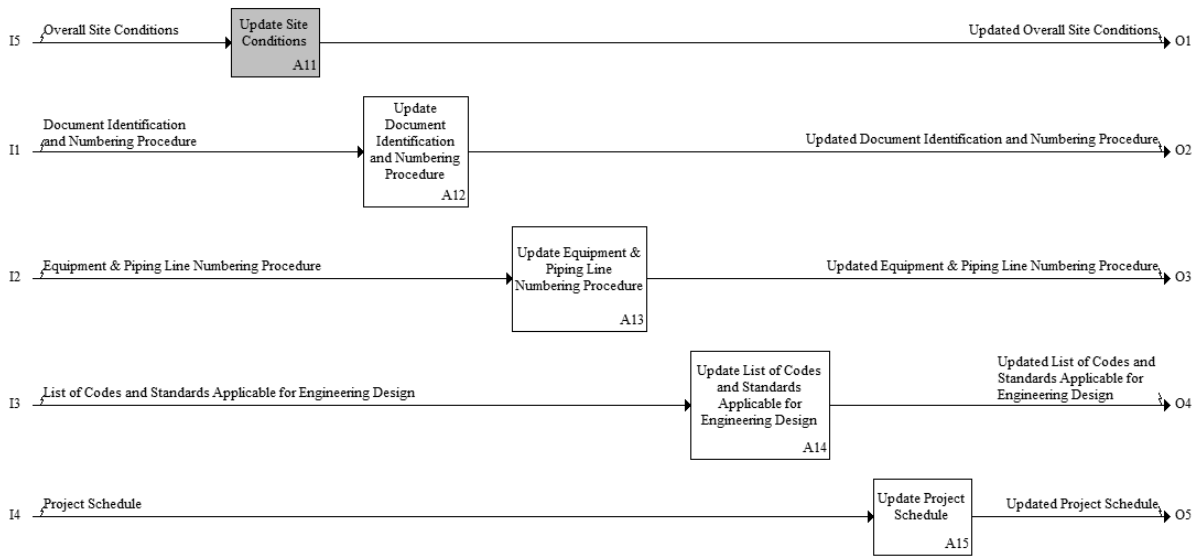
- 입력물 : 기본설계 기준, 공정흐름도(PFD), 기본설계 열물질수지(H&MB), 기본설계 재료선정도(MSD), 기본설계 배치도(Plot Plan), 기본설계 설비리스트, 기본설계 공정배관 계장도(P&ID) 등
- 산출물 : 상세설계 기준, 상세설계 공정흐름도(PFD), 상세설계 열물질수지(H&MB), 상세설계 재료선정도(MSD), 상세설계 배치도(Plot Plan), 상세설계 설비리스트, 상세설계 공정배관 계장도(P&ID) 등

3.2 중소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 활동 정의 정의된 세부 정보요소를 기반으로 중소형 플랜트

엔지니어링 상세설계 활동을 정의하였다. 상세설계에서 수행되는 활동들은 모두 253 단계의 세부 활동으로 구성되며 최상위 활동은 Level 1으로 정의하고 Level 1 활동에 대한 하위 활동은 Level 2와 Level 3로 세분화하여 정의하였다. Level 1은 상세설계 수행을 위해 필요한 주요 활동으로 활동 모델에서 큰 흐름을 보여주는 것으로 1. Establish Design Basis, 2. Process Detailed Design, 3. Update Mechanical Detailed Design, 4. Update Civil & Architectural Detailed Design, 5. Update Piping Detailed Design, 6. Update Instruments Detailed Design, 7. Update Electrical Detailed Design, 8. Update Safety Detailed Design, 9. Update HVAC Detailed Design, 10. Update O&M Detailed Design, 11. Develop As-Built Report 로 총 11 단계로 구성되어 있다. 이중 Level 1 첫 활동인 Establish Design Basis는 하위 활동 Level 2로 5개의 세부 활동을 포함하는데 정의된 세부 활동을 살펴보면 해당 플랜트 사이트 조건을 상세설계에 맞도록 갱신하는 1.1 Update Site Conditions, 문서 식별 및 번호를 갱신하는 1.2 Update Document Identification and Numbering Procedure, 장치 및 파이프라인 번호를 갱신하는 1.3 Update Equipment & Piping Line Numbering Procedure, 엔지니어링 코드 및 기준을 갱신하는 1.4 Update List of Codes and Standards Applicable for Engineering Design, 프로젝트 스케줄을 상세설계에 맞도록 갱신하는 1.5 Update Project Schedule 로 구성되어 있음을 알 수 있다.



[Figure 5] Level 1 Model - '1. Establish Design Basis'



[Figure 6] Level 2 Model - '1. Establish Design Basis'

3.3 중소형 플랜트 엔지니어링 상세설계 활동 모델 개발

마지막으로 정의된 세부 정보요소와 단위 활동들을 통합하여 표준화된 상세설계 활동모델을 활동 모델은 IDEF0 모델링 기법을 적용하여 최종 도출하였으며 모델링을 위하여 AIOWIN을 사용하였다. 표준화된 상세설계 활동모델을 위하여 사용한 앞서 정의한 최상위 활동 1. Establish Design Basis 를 예로 들면, Figure 6과 같이 하위 활동 Level 2 에 해당 하는 1.1 Update Site Conditions, 1.2 Update Document Identification and Numbering Procedure, 1.3 Update Equipment & Piping Line Numbering Procedure, 1.4 Update List of Codes and 1.5 Update Project Schedule 등의 5개 활동을 포함 하고 모델로 나타내며 각 활동에 필요한 세부 정보 요소인 입력물과 출력물이 표시 된다. 예를 들어 하위 활동 1.1 Update Site Conditions의 경우 세부 정보요소를 통합하여 입력물 Overall Site Condition, 출력물은 Update Overall Site Condition 으로 나타내게 된다.

4. 결론

플랜트 엔지니어링 단계 중 상세설계는 기본설계를 기반으로 최종 설계 성과품을 산출하는 단계로 플랜트의 조달, 건설에서의 성공여부가 결정되는 매우 중요한 단계이다. 하지만, 소규모 엔지니어링사에서 주로 설계, 시공하는 중소형 플랜트의 경우 경험 및 지식부족, 실수 등 여러 요인들로 인해 상세설계 단계에서 많은 설계오류가 발생할 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하고 중소형 플랜트 엔지니어링사의 설계 역량 확보를 위해 상세설계 단계의 표준화된 활동 모델을 개발하였다.

이를 위하여 시스템엔지니어링 접근방법 중 RE (Reverse Engineering) 방법론을 적용하여 입,출력 세부 정보요소들을 정의하고 이를 기반으로 상세설계 단계에서의 활동을 정의하였다. 그리고 정의된 세부 정보요소와 활동을 IDEF0 모델링 기법을 적용하여 통합한 표준화된 활동 모델을 개발하였다. 표준화된 상세설계 활동 모델은 풍부한 설계 및 건설 경험을 보유한 대형 플랜트 엔지니어링사와 경쟁해야 하는 중소 플랜트 엔지니어링사에서 플랜트

엔지니어링 상세설계 단계에서의 오류를 감소시키고 엔지니어의 실무 습득 시간을 단축시켜 업무효율 향상에 도움이 될 것이다. 향후 본 연구결과는 기본설계 단계 모델을 통합하여 활동 모델의 완성도를 높이고 중소형 플랜트 형상관리 정보 모델 개발에 기초자료로 사용할 계획이다.

Acknowledgements

이 연구는 2016년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(10072058).

References

1. Joon-Young, K., Deaguen, H., Suk-Hwan, S., Hwal-Won, S., A Systems Engineering Approach to the Design of Steam Reforming H₂ Generation System based on Natural Gas: Case of Iron and Steel making Plant, Journal of the Korean Society of Systems Engineering, 11(1), p81-93, 2015.
2. Wanwook, K., Junpil, K., Deaguen, H., Suk-Hwan, S., A Study on Application of Systems Engineering Technical Process to FEED in Plant construction Industry - focused on a case of Environmental Plant, Journal of the Korean Society of Systems Engineering, 9(2), p37-53, 2013.
3. Kwangsun, P., Plant orders and forecasts for the plant equipment industry, Korea Institute for Industrial Economics & Trade 2010.
4. Strengthening competitiveness of plant industry, Korea Plant Industries Association, 2004.
5. Sungyoung, K., Jae-Min, C., Junpil, K., Suk-Hwan, S., Hwal-Won, S., A Systems Engineering Approach to FEED Work Process Development for Refinery Plant, Journal of the Korean Society of Systems Engineering, 10(1), p1-15, 2014.
6. Injun, L., Development of SE-based FEED process for thermal power plants, Master Dissertation, POSTECH, 2014.