

# 복합화력 발전플랜트에서 업무재설계기법을 이용한 3차원설계의 개선방안

최홍렬, 문승재\*<sup>†</sup>

한양대학교 공학대학원 플랜트엔지니어링 전공, \*한양대학교 기계공학과

## Improvement of 3D Design Process in the Combined Cycle Power Plant Using Business Process Reengineering

Hong-Yeol Choi, Seung-Jae Moon\*<sup>†</sup>

Course of Plant Engineering, Graduate School of Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

\*School of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received Jun 25, 2012; revision received Aug 20, 2012)

**초 록 :** 복합화력 발전플랜트의 주기기 특성을 고려한 설계품질 향상과 원가절감을 위해 3차원설계의 업무절차를 대상으로 업무재설계기법을 이용한 개선된 업무절차를 제시하였다. 업무 구현을 위해 3차원설계 프로그램을 중심으로 통합된 설계운영시스템을 구축하였으며 개발 모듈로는 주기기 제작사에서 제공한 3차원 모델정보를 사내 표준코드와 비교하여 변환시켜주는 3차원 모델정보 변환시스템을 통하여 3차원 통합시스템의 연계성을 강화하였다. 또한 3차원설계의 수행사례를 분석하여 개선된 효과를 정량적으로 산출하였으며 분석결과 적정평가금액 대비 설계분야별 평균 20.4%의 설계비용 절감효과를 나타냈다. 업무개선 사항은 각 공종 및 협력사와 주기기 제작사에서 제공되는 설계정보의 통합화로 후행 부서의 중복 작업감소 및 반복적인 설계변경에 대한 일관성을 향상시켰다.

**ABSTRACT :** This study aims to suggest the improved business process by analyzing the current design process on work flow of the 3D design of power plant, drawing a problems and setting the improving direction through the integration method of the business process reengineering(BPR). In order to realize the improved business process, the integrated design performance system focused on the 3D design was established and accordingly the study analyzed cases of project performances through the integration system and drew the improved effects quantitatively. In the result of the project performance applied with the 3D design integration system, it showed 20.4% design cost saving effect for appropriate rated cost and the integration of design information from each design parts, sub contractors and vendors reduced overlapped works and improved the consistency of repeated design alteration.

**Key words :** combined cycle power plant(복합화력 발전설비), 3D design(3차원설계), integration system(통합시스템), business process reengineering(업무재설계)

### 1. 서 론

발전플랜트 세계시장은 산업구조의 발달과 경제규모의 확산에 따른 전력수요의 급증으로 해외발주량이 크게 증가하고 있는 추세이다. 작년 국내 EPC회사들이 수주한 해외 발전플랜트는 화공, 정유플랜트와 동일한 규모로서 향후 수주경쟁이 가속화될 전망이다. 따라서 국내 EPC회사들의 경쟁력 제고와 설계품질 향상이 절실히 요구되고 있

<sup>†</sup> Corresponding author  
Tel. +82-2-2220-0450; Fax +82-2-2220-2299  
E-mail address: smoon@hanyang.ac.kr

으며 복잡화, 다양화, 기술 집약화되고 있는 발전플랜트의 설계경향과 까다로운 발주자의 요구에 유연하게 대응하고 세계플랜트시장에서 경쟁력을 확보하기 위한 수단의 필요성이 대두되고 있다. 이런 관점에서 3차원설계는 설계기간을 줄이고 제품의 품질을 향상시키며 합리적인 의사결정을 지원하여 고객의 요구에 기준한 플랜트 건설을 목표로 한다. 그러나 선행연구에서<sup>[2]</sup> 제시한 3차원설계의 문제점은 설계수행에 있어서 많은 개선점을 필요로 한다. 복합화력 발전플랜트의 경우 주기기 제작사의 역할에 따른 업무 세분화로 인하여 각 설계분야와 협력사 등으로 설계업무의 수행 구조가 복잡하다. 그리고 설계운영에 대한 문제는 3차원설계의 효율적인 운영을 어렵게 하는 요인이 된다. 관련된 연구사례로 정보시스템 구축을 위한 통합방법론을 제시한 최발근<sup>[4]</sup>의 연구는 기존 업무재설계 수행방법론과 정보시스템 구축 방법론에서 효과적인 업무통합의 적용전략을 제안하였다. 또한 양영태, 김재균<sup>[1]</sup>의 통합 데이터 모델링에 관한 연구는 해양플랜트의 3차원 구조물설계를 중심으로 업무재설계를 통한 설계 프로세스를 개선하였고 3차원 스펙을 자동 생성할 수 있는 응용프로그램과 2차원, 3차원 감시시스템 개발을 통한 업무의 생산성 향상을 제안하였다.

본 연구에서는 복합화력 발전플랜트에 대한 3차원설계를

대상으로 문제점을 정의하고 선행연구에서 제시한 업무재설계기법에 의한 통합방법론을 도구로 현행 3차원설계의 업무절차를 대상으로 개선된 절차를 제시하고자 한다. 그리고 3차원설계의 개선에 관한 정량적 효과를 산출하기 위해 통합설계를 기반으로 수행했던 복합화력 발전플랜트 설계수행사례를 분석하여 개선효과에 대한 결과를 도출하고 현행 3차원설계를 업무재설계기법에 의한 개선된 설계운영과 3차원통합시스템을 구현을 통한 정량적 효과를 산출하는 것이 연구의 목적이다.

## 2. 연구범위 및 방법

본 연구는 복합화력 발전플랜트에 대해 3차원설계 과정에서 발생하는 문제점을 중심으로 설계절차를 개선하기 위하여 각 설계공종과 수행단계별로 업무재설계를 수행하였다. 그리고 복합화력 발전플랜트의 특성에 따른 설계절차 현안분석 및 개선안을 도출하여 적용사례에 대한 개선효과를 제시하는 순서로 연구범위를 선정하였다.

플랜트 3차원설계의 개선을 위하여 정보화시스템의 통합으로 사용되어 온 업무재설계기법을 방법론적 도구로 선정하였다. Fig. 1은 업무재설계를 바탕으로 본 연구의 실행절차를 나타낸 것이다. 첫째, 3차원설계 절차에 내재된 문제를 분석하고 둘째, 설계절차를 개선하며 셋째, 통합방법을 설정한다. 그리고 넷째, 실제 적용사례를 분석하여 기대효과를 제시하고 마지막으로 다섯째는 개선된 모델을 제안하는 단계로 진행하였다.

## 3. 3차원설계 통합에 관한 고찰

### 3.1 3차원설계 통합의 개념

발전플랜트는 각 분야별 설계단계에서 이루어지는 정보는 방대하고 복잡하며 각 분야별 업무조율에 많은 시간이 소요된다. 따라서 설계업무의 효율적인 범위설정과 원활한 업무흐름을 제공하기 위한 통합을 필요로 하며 각각의 업무의 통합을 시스템 통합이라는 근본적 개념으로 접근할 수 있다.

시스템 통합은 개개의 독립적인 시스템을 연계시켜 단위 기능의 효율성보다는 전체 시스템 차원에서의 데이터의 효율성 증대를 목표로 하고 생산 및 기술정보를 활용, 관

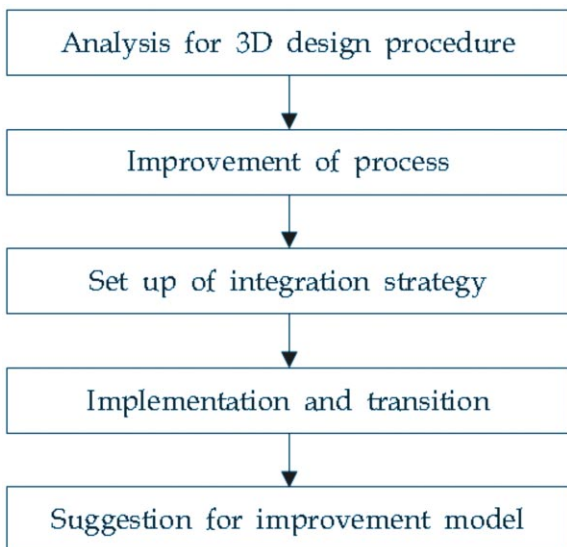


Fig. 1 Execution procedure of BPR

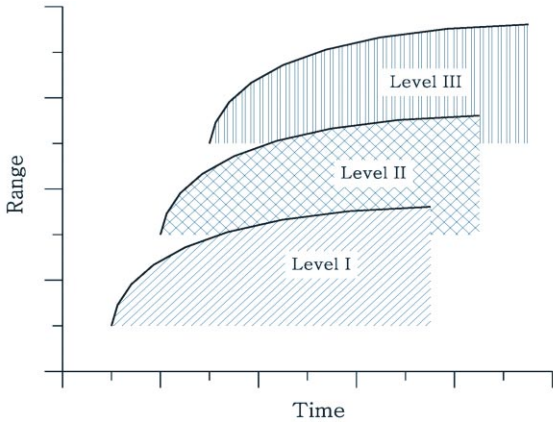


Fig. 2 Level of integration system

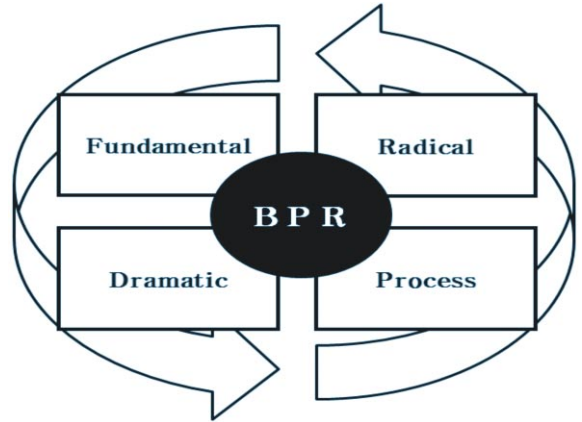


Fig. 3 Definition for BPR

련된 기능간의 정보를 공유하여 효율적인 관리를 목표로 한다. Fig. 2는 통합시스템의 수준으로써 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 범위를 나타내며 각각 다른 시간적 적용범위를 나타내고 있다. 수준I은 물리적 통합을 나타내는 것으로 데이터 처리시스템의 상호 연결에 관한 통합을 의미하며, 수준II는 응용프로그램 통합으로 데이터처리의 입장에서 응용프로그램의 제어와 데이터에 관한 통합이다. 그리고 수준III는 프로세스 통합을 의미하며 업무관리, 제어, 감시에 관한 통합이다. 또 프로세스모델링, 프로세스들 간의 관계 그리고, 의사결정과 업무지원을 위한 것으로서 시스템 통합에 있어서 가장 중요한 수준이라 할 수 있다. 수준I은 빠른 시간에 통합을 이룰 수 있으나 범위를 높이지 못하고 수준II, 수준III로 진행할수록 범위를 높일 수 있으나 시간적으로 빠른 적용이 어렵다.

### 3.2 업무재설계기법의 역할과 효과

업무재설계(Business Process Reengineering; BPR)는 경쟁우위 확보를 위해 기업의 핵심부분에서 비용, 품질, 서비스, 스피드와 같은 요인의 획기적인 향상을 이룰 수 있도록 프로세스를 근간으로 업무 시스템을 근본적으로 재설계하여 극적인 개선을 추구하는 것을 의미한다.<sup>[5]</sup> 업무재설계기법의 개념적 정의를 Fig. 3에 나타내었다. 업무재설계기법은 한 부분이나 소수, 혹은 전체의 조직 프로세스를 대상으로 도입될 수 있다. 조직의 재구성, 비즈니스 프로세스, 조직 구조, 정보시스템, 조직의 가치 등을 모두

새롭게 다시 설계하는 것을 의미한다. 발전플랜트에서의 3차원설계에 대한 구조와 조직은 분야별 업무중심으로 구성되어 있으며 이로 인해 조직이 너무 세분화, 분산화 되었다. 그래서 의사소통의 부재, 책임소재의 명확성 결여, 통제와 관리 직무계층 증가 등 부정적 증상이 나타났다. 따라서 업무재설계기법의 기능에서 존재하는 프로세스 중심의 재편성이라는 관점으로 접근해야 한다.

업무재설계기법의 핵심요소는 업무과정을 새롭게 압축하여 담당자, 팀에게 과업이 맡겨지도록 하며 이것으로 인해 책임소재를 분명히 할 수 있고 업무범위를 확대하여 스스로 결정을 신속히 내릴 수 있게 한다. 그리고 권한을 합하여 고객의 요구에 탄력적으로 대응할 수 있으며, 모든 분야가 서로 업무협력이 용이하도록 동시에 업무수행을 통한 상호 정보전달이 가능하도록 하는 역할을 한다.

해머가 업무재설계를 처음 주창한 이후 업무재설계에 대한 방법론들은 프로세스와 업무수행 조직 및 정보기술을 개선의 대상으로 삼아왔으며, 특히 정보기술과의 유기적인 결합에 의해 통합적인 시너지 효과를 거둘 수 있다는 방향으로 발전해 왔다.<sup>[4]</sup> 그래서 기업 활동의 성과를 높이며, 여러 산업과 업무분야에 계속 적용되어 업무의 효율적 개선과 비용감소를 통한 이익창출의 효과를 가져왔다.<sup>[6]</sup>

### 3.3 업무재설계기법과 설계통합의 관계

시스템 통합의 방법에는 통합 데이터베이스를 이용하는 데이터에 의한 통합방법과 시스템 내의 업무 구조 합리화

를 통한 프로세스에 의한 통합방법이 있다. 프로세스의 통합의 도구로는 업무재설계기법이 자주 사용되는데 과거에 업무 분업화의 결과 인위적으로 작은 단위로 분할된 프로세스를 고객의 입장에서 전체 프로세스를 대상으로 프로세스간의 상호 연관성, 정보기술 등을 고려하여 프로세스를 통합화하는 효율적인 도구로 적용되었다.

3차원설계의 통합을 위하여 업무재설계와 통합시스템 사이의 관계를 살펴보면, 업무재설계가 기업의 환경을 고려하여 기존의 프로세스 정보기술을 활용, 전사적인 입장에서 재설계 또는 개선시키는 것이라면, 통합시스템은 개선된 프로세스를 통합이라는 기초 하에 여러 가지 방법과 개념을 사용하여 구현한 총체적인 시스템이다. 즉, 업무재설계를 시스템 통합을 위한 방법론적 도구라 할 수 있으며 3차원설계 통합을 위한 근원적 기법으로 적용할 수 있다. 플랜트의 3차원설계가 공종별로 세분화되고 분업화되어 나타나는 구조적 문제는 업무재설계를 통한 설계절차 재정립의 필요성이 있으며 3차원 모델을 통한 설계의 일원화

된 통합시스템으로서 설계절차 구현이 필요하다.

#### 4. 복합화력 발전플랜트의 3차원설계

##### 4.1 복합화력 발전플랜트의 3차원설계 절차

3차원설계에서 복합화력 발전플랜트의 배관설계를 중심으로 설계흐름을 Fig. 4와 같이 나타내었다. 3차원설계는 업무절차에 따라 본사와 협력사로 구분되어 설계를 진행하는 것이 일반적이며 별도의 3차원설계 담당자를 두고 있다. 본사는 입찰 시 발주처로부터 접수된 설계자료를 바탕으로 기본설계에 대한 계획과 개략적인 설계기준을 작성한다. 그리고 주기기 업체에서 제공받은 설계자료로 공정도 배치도를 작성하게 된다. 이때 3차원설계 담당자는 협력사에서 3차원 모델링을 수행할 수 있도록 프로젝트 셋업을 시작으로 설계기준에 의해 작성된 속성데이터와 형상데이터를 3차원설계 시스템에 입력한다. 본사에서 작성된 배치도는 협력사로 제공되며 상세설계를 2차원설계로 수행하면서 동시에 3차원 모델을 수행하게 되는데, 2차원설계로 수행한 성과물은 타 공종과의 설계자료를 제공 또는 접수하여 반영하기 위한 것으로써 3차원설계 이원화의 원인이 된다. 각 분야별로 3차원설계된 모델은 간섭을 검토하기 위해 주기기 제작사에서 제공된 모델과 함께 한 모델로 합쳐져서 3차원 모델리뷰를 시행하게 되며 수정사항 발생 시 분야별로 다시 모델을 작성하여 하나로 합친 뒤 다시 모델리뷰를 시행하는 순서로 진행된다. 이때 주기기 제작사에서 수정 변경된 모델을 접수할 경우 다시 모델리뷰를 반복하는 재작업을 하게 되므로 시간적 소모가 많이 발생하고 분야별 따로 설계변경을 시행하여야 하므로 오류발생의 원인이 된다.

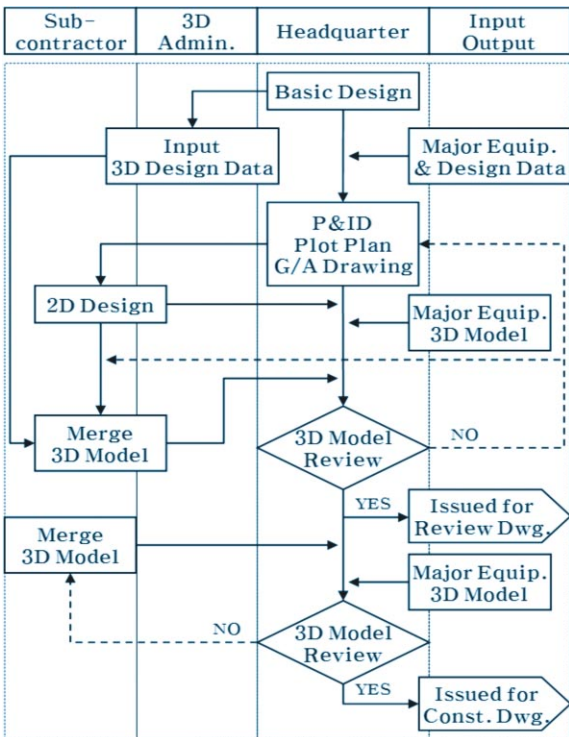


Fig. 4 Existing procedure for 3D design

##### 4.2 문제정의 및 분석

복합화력 발전플랜트의 3차원설계 업무절차에 대해 프로젝트 수행사례 관점에서 문제점을 정의하면 다음과 같다.

첫째, 협력사에서 3차원 모델링을 하기 위해서는 먼저 기본설계를 바탕으로 2차원설계를 수행한 뒤 그 정보를 가지고 3차원설계 시스템에 입력하게 된다.<sup>[2]</sup> 결국 2차원설계는 공사용 도면이 제출되기 전까지 수행하고 공사용 도면은 3차원 모델에서 추출하게 되는 이원화 방식으로 운영된

## 복합화력 발전플랜트에서 업무재설계기법을 이용한 3차원설계의 개선방안

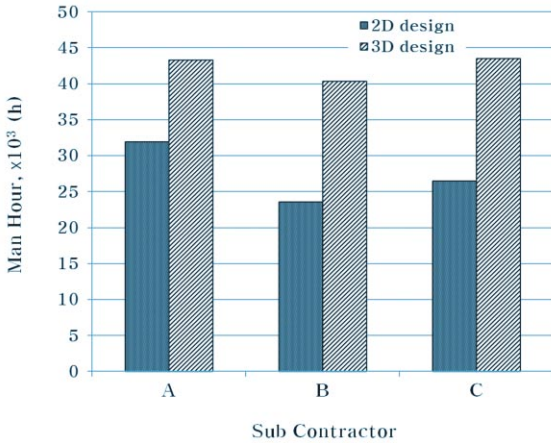


Fig. 5 Comparison for manhour

다. 모든 설계과정에서 발생하는 정보는 2차원설계에서 먼저 작성된 뒤 후행공정으로 제공하며 그 과정에서 일부는 3차원 모델에 미반영 되기도 한다. 이러한 설계 이원화는 설계절차의 혼란을 통해 오류를 증가시키고 각 설계공종과 일관성 있는 협업을 어렵게 하며 변경된 설계정보를 적용하기 위해 많은 시간이 소요되는 문제가 있다.

둘째, 3차원설계는 경제적인 관점에서 비용증가의 요인을 상당히 많이 가지고 있다. Fig. 5는 3차원설계 비용을 나타낸 그래프로써 세로축은 인시(manhour)를 나타내며 가로축은 설계전직을 제출한 협력사이다. 협력사별 3차원설계의 인시는 2차원설계보다 평균 35.6% 높은 것으로 나타났으며 3차원설계를 위한 프로그램과 하드웨어를 포함하면 이 수치를 상회할 것으로 예상된다. 설계관리자의 관점에서 보면 협력사의 설계단가 상승으로 인한 비용적인 부담이 설계품질 향상에 기여할 것이라는 기대감을 높이지만 3차원설계에 대한 체계적인 운영과 경험적 관리가 이루어지지 않는다면 추가적인 비용증가요인을 발생시킬 수 있다.

셋째, 회사 내부의 업무수행 조직을 보면, 3차원 운영자와 설계 담당자 그리고 협력사를 포함한 다수의 조직으로 업무가 구분되어 있다. 다양한 조직을 통한 업무분장은 책임과 역할을 분명히 하고 대량의 업무처리능률을 높이지만 플랜트 설계의 특성상 빈번하게 발생하는 설계변경이나 프로젝트의 환경변화에 신속하게 대응하지 못하고 업무영역과 책임소재에 따른 소통부재로 인하여 잦은 오류와 반복 작업을 초래하는 문제가 있다.

Table 1 Methodology of BPR

Stage	Description
Phase 1	Voice of the customer and mission
Phase 2	Assessment and definition
Phase 3	Process analysis
Phase 4	Process reengineering
Phase 5	Implementation and transition

넷째, 발전플랜트 특성상 주기가 최고의 효율을 발휘하기 위한 최적의 설비구성이 목적이기 때문에 일방적인 설계에 의존해야 하며 3차원설계에 대한 상호협업이 어렵다. 특히, 복합화력 발전플랜트는 가스터빈, 증기터빈 그리고 배열회수보일러 등의 주기가 시스템전체를 좌우하기 때문에 주기에 대한 설계자료가 상당히 중요하다. 일반적으로 주기기 제작사는 자체적인 설계절차와 규정만을 따르기 때문에 3차원설계에 대한 효율적인 협업이 어렵고, 2차원설계만을 수행하는 주기기 제작사도 있기 때문에 3차원 모델데이터를 공급받을 수 없는 경우도 발생한다. 주기기의 자료를 적기에 확보하지 못하면 설계가 지연되고, 이로 인해 공기가 지연되는 문제가 발생된다.

### 4.3 3차원설계 절차의 개선

본 연구에서 설계절차의 개선을 위해 접근하는 방법론은 업무재설계기법의 일반적인 방법론<sup>[5]</sup>을 사용하였으며, Table 1에 나타낸 바와 같이 다섯 단계로 진행된다. 표에서 제시한 단계1의 요구사항과 목표는 고객이나 사용자들에 의한 문제정의를 말하는 것으로써 본문 서론에서 개선의 필요성을 제기하였으므로 주어진 것으로 가정하였다. 단계2의 프로세스 정의 및 설정에서부터 단계3의 프로세스 분석 및 이해, 단계4의 프로세스 재설계 그리고 마지막 단계5의 재설계된 프로세스 구현 및 실행까지를 본 연구의 적용대상으로 하였다.

현행 설계 프로세스의 문제점을 4.2절에서 설명한 바와 같이 현업에서 수행하는 업무를 개선하기 위하여 절차를 분석하고 업무재설계기법을 이용하여 상호 연관된 업무를 통합하였다. 또 업무표준화 방법을 사용하여 중복되고 불필요한 업무를 제거함으로써 Fig. 6과 같은 3차원설계 프로세스를 도출하였다. 개선된 프로세스와 Fig. 6의 기존

프로세스를 비교해보면 3차원 통합시스템을 중심으로 공종 간 분리되었던 설계업무를 3차원 모델 통합설계라는 방법으로 일원화한 것이다. 즉, 3차원 통합시스템은 각 공종에서 별도로 수행했던 3차원설계를 네트워크를 통한 실시간 설계수행을 바탕으로 설계를 단일화한 것이다.

각 분야의 설계자는 설계수행을 위해 선행공종의 자료를 필요로 하며 그 자료는 후행공종에 이르기까지 많은 변경과 수정을 거쳐 제공되게 되는데 통합시스템의 역할은 설계자를 통하여 설계수행 시 선행공종과 후행공종의 협업진도율을 실시간으로 파악하고 제공할 수 있게 해준다. 또 기본설계에서 제공된 설계자료와 데이터뿐만 아니라 주기 제작사에서 제공하는 3차원 모델까지 설계시스템에 통합하여 시스템 내에서 설계검토를 할 수 있게 해주는 역할을 한다. 이는 기존의 2차원과 3차원설계를 동시에 수행하면서 분리된 이원화된 설계방법을 하나의 설계수행 절차로 통합하여 일원화시킨 것이다. 또 기존 설계절차에서 각 공종별로 분리되어 협력사에 의해 작성된 3차원설계 모델

을 설계변경이 이루어질 때마다 결합하였던 절차를 제거하였으며 모델검토 시마다 각 분야의 설계의견이 빠른 시간에 3차원 모델에 반영되고 반영된 최신 설계정보를 확인할 수 있도록 개선하였다. 또한, 설계 이원화의 원인으로 나타난 2차원설계는 최초 기본설계 정보를 반영한 도면까지만 수행하도록 최소화하였고 기존에 후행공종에게 제공되는 2차원설계에서 수행되었던 설계관련 자료는 모두 3차원 모델을 통해서 작성되도록 하였다. 이것을 구현하기 위해서는 도면작성 프로그램을 다양한 분야에서 적용할 수 있는 도구의 개발이 선행되어야 한다.

업무중심으로 분할된 역할을 최소화하기 위해 3차원설계 담당자의 업무와 협력사에서 수행하는 3차원설계 업무를 축소하고 본사의 역할을 확장하였다. 이는 통합시스템에 의한 설계기법을 적용하기 위한 절차로서 설계수행 중 지속적인 변화에 유동적으로 대응하고 일률적인 설계조율이 가능하도록 개선한 것이다.

### 5. 3차원설계 통합시스템

#### 5.1 시스템 개요

3차원설계 통합시스템은 각각의 설계 프로그램들을 업무 재설계의 통합관리기법을 통하여 재설계된 3차원설계 프로세스에 따라 설계통합에 요구되는 각 공종의 설계시스템을 선정하여 구축하였다. 이는 기존에 각 분야별 설계수행을 통해 업무를 협의하고 그에 따른 결과를 설계에 또다시 반영하면서 생기는 설계오류와 상호 설계정보의 지속적인 변경으로 인한 반복 작업을 줄이는 역할을 하며 분야별 설계는 네트워크 접속을 통하여 플랜트 3차원설계 프로그램에서 이루어진다.

#### 5.2 시스템 구성

설계운영시스템은 복합화력 발전플랜트 3차원설계를 대상으로 Fig. 7과 같이 구성하였다. 첫째, 주기기를 비롯하여 각 설계공종에서 사용하는 모델링 프로그램과 설계해석 프로그램을 연결하여 설계정보를 주고받을 수 있도록 하는 프로그램 연계시스템이 있으며, 구축된 연계시스템을 기반으로 3차원 캐드시스템의 형상인식 및 치수정보, 설계데이터를 생성하고 실시간 설계진행을 할 수 있도록

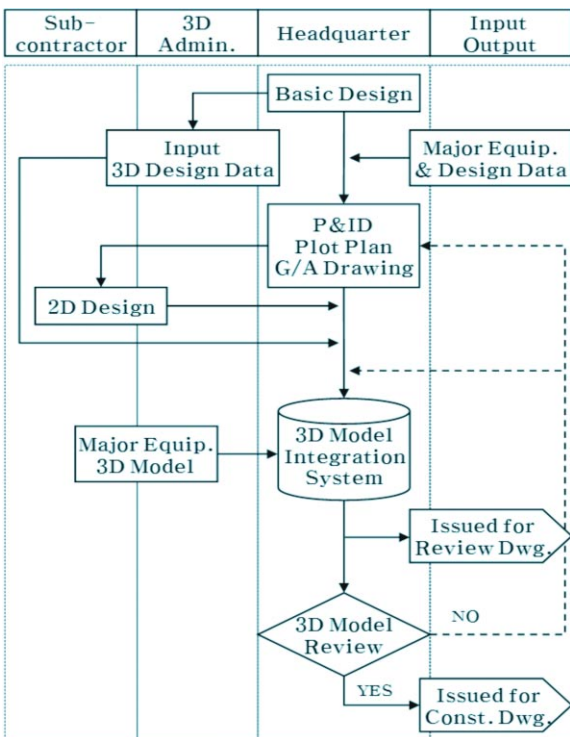


Fig. 6 Improved procedure for 3D design.

## 복합화력 발전플랜트에서 업무재설계기법을 이용한 3차원설계의 개선방안

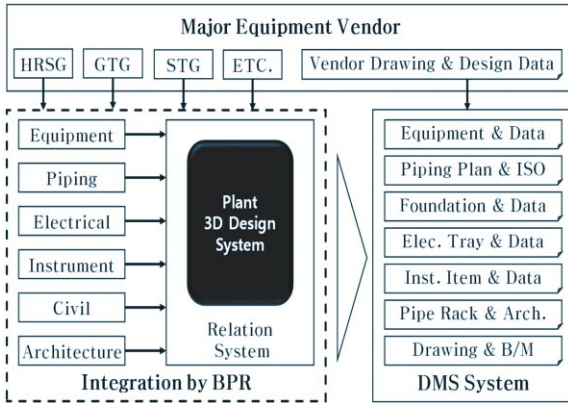


Fig. 7 Composition for 3D design system

다중접속 네트워크를 제공하는 플랜트 3차원 설계시스템이 있다. 둘째, 설계과정에서 생성되는 도면, 데이터 시트, 자재 수량, 제작사 제공자료 등을 관리하는 문서관리 시스템 등이 있다. 셋째, 다수의 주기기 제작사에서 제공하는 방대한 설계자료를 관리하고 접수된 최신의 설계정보를 3차원설계 시스템과 연계시켜 신속히 설계에 반영되도록 하는 벤더자료시스템으로 구성된다. 복합화력 발전플랜트에서 주기기는 가스터빈, 증기터빈 그리고 배열회수보일러 등이 있으며 각 공급사에서 3차원설계의 모델데이터를 공급받게 된다. 그리고 상세설계 시 주기기의 변경에 따른 개정된 모델데이터를 계속적으로 제공하기 때문에 별도의 설계데이터를 수집하여 관리하는 시스템이 필요하며 자료시스템이 그 역할을 한다. 주기기 제작사에서 제공한 3차원 모델 형상데이터는 보유한 설계시스템과 연동을 위해 기준 형식을 갖춘 데이터로 가공을 한 뒤 플랜트 설계시스템으로 통합이 된다. 3차원설계의 일원화된 운영관점에서는 설계 프로그램과 연결되어 설계정보를 입력, 제공할 수 있는 프로그램 연계시스템과 실시간 설계 네트워크를 제공하는 플랜트 3차원 설계시스템이 주요 구성요소이다.

### 5.3 3차원 모델정보 변환시스템

복합화력 발전플랜트는 특성상 주기기의 3차원통합설계 적용에 있어서 설계데이터가 호환되지 않아 상호 인식을 할 수 없는 문제가 발생한다. 또 과거에는 주기기 제작사로부터 3차원 모델데이터를 제공받지 않고 직접 기계형상

을 작성하였기 때문에 많은 인사가 투입되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 주기기 제작사를 비롯한 3차원 모델데이터를 공급하는 기기제작업체의 모델정보를 사내 코드표준에 맞게 변환하여 통합설계를 수행하는 역할을 하는 3차원 모델정보 변환시스템을 구축하였다. 3차원 모델 상에 존재하는 심벌화된 데이터와 자체코드는 임의로 추출이 가능하며 추출된 데이터를 설계표준에서 발췌한 데이터와 비교, 검증하고 상이한 부분은 동일하게 갱신하여 새로운 코드를 모델에 입력하여 변환한다. 본 시스템은 3차원 모델을 통합과정에서 발생하는 오류와 사내 설계과정에서 반영하지 못한 주기기 상세정보를 사전에 비교 검증하여 잘못된 도면제작으로 인한 시간적 손실을 방지할 수 있다.

### 5.4 적용사례 및 기대효과

업무재설계기법을 통한 개선된 설계 프로세스는 업무통합에 의한 시너지효과 창출을 목적으로 3차원설계 통합시스템을 구축하였다. 제3장 3절에서 설명한 바와 같이 설계통합에 의한 설계 일원화는 업무효율을 증진시키고 시간단축을 기대할 수 있다. 통합시스템에 대한 효과를 확인하기 위해 최근 B사에서 수행한 3차원 통합설계 프로젝트를 적용사례로 선정하였으며 본 적용사례는 대상 프로젝트 수행결과를 근거로 과거 3차원 설계방법과 비교하여 개선된 효과를 분석하였다.

#### 5.4.1 적용사례

엔지니어링의 기술력과 품질에 대한 대외경쟁력 제고를 목표로 B사는 3차원설계의 통합시스템을 단계별로 구축하고 프로젝트 수행결과에 따라 실행목표를 설정하는 방법으로 추진계획을 세워 2단계 프로젝트를 완료하였다. 적용한 시스템은 플랜트 3차원 설계프로그램인 PDMS(plant design management system)를 선정하였으며 그밖에 각 분야별 설계프로그램을 선정하였다.

수행대상은 3차원 통합시스템을 적용한 국내 발전 프로젝트로서 800 MW급 복합화력 발전소와 지역난방시설이다. 각 분야별 통합설계수행은 일원화된 설계 프로세스에 따라 모든 설계공종이 네트워크를 통한 설계를 수행하였고 정보제공 및 간섭 검토와 수정이 실시간으로 3차원 모델 상에서 이루어지도록 하였다. 3차원 모델 정보는 프로젝트 서버에 저장되며 주기적으로 정보갱신을 통한 연계

Table 2 Execution plan of 3D design

Part	Contents	Tool
Mech.	Arrangement for equipment & vessel	PDMS
Piping	Arrangement for piping & supp. bill of material	PDMS
Elec.	Electrical panel, manhole, duct & cable tray	PDMS
Inst.	Instrument item, panel, duct & cable tray	PDMS
Civil	Civil foundation, manhole & road	PDMS
Struc.	Pipe rack, platform, support bill of material	STAD -Pro

작업을 시스템 담당자가 수행하게 된다. 이는 설계자의 최신 설계정보 검색 및 상호 연결된 데이터 정보교환에 어려움을 제거하고 신속하고 정확한 설계진행을 돕는 역할을 한다.

프로젝트 수행을 위해서 설계분야별 3차원설계 수행내용과 사용가능 프로그램을 선정하여 Table 2에 나타내었다. 3차원설계 모델링에 의한 각 분야의 업무범위의 선정은 설계수행 흐름과 계획을 예측하는 기준이 된다.

3차원설계 수행에 대한 분야별 성과물은 Table 3과 같이 성과물의 수준을 정하고 설계방법을 선정하여 수행 후 설계 담당자의 의견을 수집하여 통합 설계에 대한 기대효과를 분석하였다.

본 프로젝트의 수행사례는 3차원설계에 있어서 기존의

Table 3 Output of 3D design

Part	Output	Extraction
Mech.	Plot plan, general arrangement drawing	3D Model
Piping	Piping arrangement, isometric drawing piping support detail	3D Model
Elec.	Electrical cable routing plan	3D Model
Inst.	Instrument cable routing plan	3D Model
Civil	Civil foundation location plan	3D Model
Struc.	Pipe rack plan & section drawing	3D Model

Table 4 Estimation of manhour for 3D design

Activity	Sub contractor manhour(h)			Average manhour (h)
	A	B	C	
Equipment	700	600	650	650
Piping & support	6100	7800	5200	6367
Electrical cable tray	310	240	210	253
Instrument cable tray	220	240	200	220
Civil foundation	450	700	300	483
Steel structure	650	800	500	650
Total sum	8,430	10,380	7,060	8,623

설계방식과 업무재설계를 통하여 개선된 프로세스에 의한 설계 수행사례를 비교 분석하여 개선에 대한 정량적 효과를 산출하여 객관적으로 판별하는데 목적이 있다. 따라서 대상 프로젝트에 대한 적정한 설계비를 산출해서 그 기준을 바탕으로 개선된 프로세스에 의한 설계비와 비교하여 개선된 효과에 대한 결과값을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4는 프로젝트 수행사례로 선정된 800 MW급 복합화력 발전소를 대상으로 국내 설계 협력사 3곳으로부터 3차원설계에 대한 설계견적을 받아 그 견적가격의 평균비용을 적정평가 금액으로 산정하였다. 이 적정평가 금액은 사례연구에서 얻은 결과를 비교하는 자료로 사용되며 정량적인 절감비용을 산출하는 기준이 된다.

#### 5.4.2 기대효과

기존에 수행해 왔던 3차원설계와 업무재설계기법에 의해 개선된 통합설계의 사례연구를 통하여 개선효과에 대한 결과를 Table 5와 같이 나타냈다. 설계업체의 견적을 통해 결정한 적정평가금액을 바탕으로 통합 3차원설계에 의한 인시를 산출하여 비교 분석한 결과 규모 800 MW급 복합화력 발전소의 3차원설계는 평균 20.4%의 인시 절감효과가 나타났다. 이는 기존의 2차원과 3차원의 설계를 수행하는 이원화된 설계절차에서 3차원통합설계 절차로 일원화된 업무수행 시 설계시간의 단축과 설계오류의 감소효과 등을 나타내는 것이며, 주요원인으로는 3차원설계의 실시



## 복합화력 발전플랜트에서 업무재설계기법을 이용한 3차원설계의 개선방안

Table 5 Comparison for 3D design manhour

Part	Based man-hour(h)	Improvement manhour(h)			Saving ratio
		Phase 1	Phase 2	Sum	
Mech.	650	320	300	620	4.6%
Piping	6367	2730	2080	4810	24.5%
Elec.	253	90	110	200	22.5%
Inst.	220	90	110	200	9.1%
Civil	483	270	160	430	11.0%
Struc.	650	110	210	320	50.8%
Average					20.4%

간 네트워크에 의한 분야별 협업강화와 설계자료 제공의 신속성과 3차원 모델의 설계변경 단순화 등으로 판단된다.

발전플랜트의 3차원설계에는 많은 종류의 설계 데이터가 투입되며, 상세설계 진행 중 설계변경도 지속적으로 일어난다. 또한 많은 분야에서 설계를 수행하기 때문에 대부분 업무 중심으로 범위를 나누어 공중 간 소통단절이 발생하기도 한다. 그러나 통합 시스템에 의한 설계를 수행하면서 프로세스 중심으로 인식의 변화가 생겨 업무의 연속성과 업무처리의 신속성이 향상되었고 3차원설계의 일원화된 방식에 따른 필요한 설계기준데이터 입력과 설계분야간의 연계 및 정보 활용의 필요성을 인식하였다.

설계를 수행하는 과정에 있어서 기존에 해왔던 업무수행 체계만을 고수해 왔으나 업무통합 이후에는 이전에 하지 않았던 프로세스의 고유 목표를 재정립함으로써 누락되어 왔던 업무를 처리하게 되어 궁극적인 설계효율성 확대가 나타났다. 그리고 2차원과 3차원의 설계정보가 상이함에 따른 반복 수정작업에 의한 설계오류가 초기에 발견되므로 각 공종과의 설계업무의 연계성이 강화되고 설계업무의 질적 향상 및 대외 경쟁력 강화에 크게 기여할 것으로 보인다.

### 6. 결론

복합화력 발전플랜트는 주기기의 특성과 조합에 따라 전체의 시스템이 결정되기 때문에 주기기 제작사에서 제공되는 설계정보를 체계적으로 관리하고 최신의 정보를 반영한 설계관리가 필요하다. 따라서 업무재설계기법을 통한 3차원설계의 통합시스템을 구축하여 분리된 설계분야

들을 통합하고 효율적인 설계개선방안을 제시하고 통합시스템을 통한 3차원 모델의 상호 연계성을 강화하기 위하여 3차원 모델정보 변환시스템을 구축하였다. 또한 수행사례를 통한 개선된 효과를 정량적으로 산출하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

개선된 통합시스템은 프로젝트 수행의 적정 평가인시 대비 평균 20.4%의 절감효과가 나타났으며, 특히 구조설계는 50.8%의 절감효과가 나타나 후행분야로 설계가 진행될 수록 더 높은 절감비율을 보였다. 이는 설계수행에 참여한 각 공종 및 협력사, 주기기 제작사에서 제공되는 설계정보의 통합화로 중복작업 감소 및 반복적인 설계변경의 일관성을 향상시키는 것으로 판단된다. 그리고 3차원설계의 네트워크를 통한 일원화된 설계수행에 대한 효과는 상호 정보제공의 신속성이 향상되고 향후 사내문서관리시스템과 연동을 통한 3차원설계의 업무확장을 기대할 수 있다고 판단되었다.

### 참고문헌

1. 양영태, 김재균, 1997, 관계형 데이터베이스를 이용한 PDS/PDMS의 통합 데이터 모델링에 관한 연구, 한국해양공학회지 제11권 3호, pp. 200-211.
2. Hyton, K.J.E., Anttila, J.R., Rousu, P.P., Tanskanen, J.P., 2006, 3D plant design-true benefits, problems and prospective improvement, Appita Journal, pp. 268-273.
3. 이상민, 김종춘, 최재봉, 김영진, 김학진, 신안식, 이기홍, 2002, 플랜트엔지니어링 산업을 위한 Web 기반 정보시스템 구축, 대한기계학회 제1회 재료 및 파괴부문 학술대회 논문집, pp. 256-262.
4. 최발근, 1999, BPR과 정보시스템 구축을 위한 통합 방법론 및 Modeling에 관한 연구, 한국과학기술원 석사논문.
5. 나기주, 2008, 지속적인 업무 프로세스 개선을 위한 비즈니스 프로세스 관리의 구현, 서울시립대학교 경영대학원 석사논문.
6. 박범수, 2008, 중소기업 ERP 활용도 향상을 위한 BPR 사례, 아주대학교 산업대학원 석사논문.
7. 장수진, 2003, 웹기반 e-BPR을 위한 비즈니스 프로세스 모델링 및 분석 방법론, 한남대학교 대학원 박사논문.