

플랜트 프로젝트에서의 설계시간 관리 기법 개선 방안에 관한 연구

신 지로, 문승재*, 이재현*†
SK건설, *한양대학교 기계공학부

Improved Scheme to Manage Engineering Man-hour in a Plant Project

Ji-Roh Shin, Seung-Jae Moon*, Jae-Heon Lee*†

SK E&C Co., Ltd., Seoul 192-18, Korea

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

(Received November 27, 2008; revised January 16, 2009; accepted February 20, 2009)

ABSTRACT : The global plant construction market has grown dramatically since 2000. As the market grows, domestic EPC contractors are expanding to meet its needs and have made great strides in terms of economic indicators from a decade ago. Larger projects involve a number of risk factors, such as volatile oil prices, however, and thus require quantitative and elaborate project management techniques for the ultimate success of a project's profitability. In addition, many Korean companies face difficulties in predicting potential risks and problems due to a lack of experience in dealing with the global market trend toward projects based on the Cost-re(Cost Reimbursable) contract as opposed to those based on the LSTK(Lumpsum Turnkey) contract. This study will examine methods and types of man-hour management according to plant project contract types. Further, it will explore the man-hour management system for successful completion of projects by satisfying the client's needs and enhancing the convenience in engineers' using the system. Additionally, this study will analyze the current system and identify its problems to address potential problems.

Key words : Project management(프로젝트 매니지먼트), Man-hour management(설계시간 관리), Cost Reimbursable(비용정산방식)

1. 서론

해외건설시장에서 국내 수주의 대부분인 세계 플랜트 시장은 2003년 이후 오일달러 강세, 자원 확보 경쟁 심화의 영향으로 높은 성장세를 시현 중에 있으며 2013년경까지는 높은 성장세가 지속될 것으로 예측되고 있다.^[1] 현재와 같은 세계 플랜트 시장 호황은 제한된 공급자에 의해 시장이 형성되게 되며 결론적으로 가격보다는 질적 역량이 중요한 평가요

소로 나타난다. Exxon Chemical사의 경우에는 각 플랜트 중에서 운영 관련 최상의 업무처리(Best Practice)를 발굴하여 모든 플랜트에 공통적으로 적용하고, 전문가 그룹의 활성화를 통해 지식공유 문화를 확산시킴으로써 생산성을 배가할 수 있었다.^[2] 이는 곧 프로젝트 매니지먼트 능력의 중요성을 나타내는 말이다. 수많은 이질적인 전문 기술과 전문 기능분야와 또한 독립적인 많은 기업들이 참여하게 됨으로써 이들이 각각 맡은 바 역할과 직무를 원활히 수행할 수 있도록 지휘, 조정 및 지원하여 프로젝트 목표 달성을 위한 통합화, 최적화, 합리화를 기하는 것이 프로젝트 매니지먼트이다.^[3]

현재 전 세계 플랜트 시장의 계약방식이 일괄도급

† Corresponding author

Tel.: +82-2-2220-0425; fax: +82-2-2220-4425

E-mail address: jhlee@hanyang.ac.kr

계약방식(Lumpsum Turnkey, LSTK)에서 비용정산 계약방식(Cost-reimbursible, Cost-re)으로 전환되고 있는 추세이다. 프로젝트 비용이 과도하게 높아지지 않고, EPC 기업은 손해를 볼 염려가 없기 때문에 양질의 프로젝트를 기대할 수 있기 때문이다. 해외 플랜트를 건설하는 EPC 기업들의 경우 설계시간 관리 시스템에 대해 각 사의 특성에 맞는 조직 내 프로그램을 사용하고 있다. 기본적인 구조는 각 엔지니어가 하루 근무한 시간에 대해 각 기능별로 일 단위 혹은 주 단위로 설계시간을 입력하고 월 단위로 정산하는 방식이다. 과거 일괄 도급계약방식으로 프로젝트를 수행할 경우 발주처에는 이러한 기능별 설계시간 입력 자료가 큰 의미가 없었다. 일괄 도급방식으로 계약금에 알맞은 적정한 품질의 플랜트 공사가 최종목적이기 때문이다. 하지만 계약방식의 변경은 이러한 프로젝트 수행방식에 큰 변화를 가져오고 있다. 매월 도급회사는 발주처에 투입된 원가에 대해 승인을 받아 비용을 정산 받아야 한다. 이는 매월 발주처에 원가 측면에 대해 모든 것을 공개해야 함으로 그만큼 기성 청구에 대한 보고가 중요하다.

본 연구에서는 계약방식에 따른 플랜트 설계시간 기본 개념 및 관리 기법에 대해 알아보고 현 시스템의 분석을 통하여 일괄도급 계약방식에서 비용정산 계약방식으로 변경 시 발생하는 문제점에 대해 분석하고 그에 대한 해결방안을 제시하고자 한다.

2. 플랜트 설계시간 관리 기법

2.1 설계시간 정의 및 산출 방법

기업체에서는 기업의 종류 및 관리 목적에 따라 사용하는 생산성의 종류가 다양하다. 돈의 흐름이 중요한 업체인 대부업체, 은행, 투자 회사, 무역 회사 등은 자본 회전을, 인당 매출액, 인당 경상이익 등을 주로 사용하고 제조업체 중 장치산업은 설비 생산성을 주로 활용한다. 노동 생산성이란 대당 들인 노동시간으로 총 생산량 대비 총 노동 시간의 비율로 나타낸다. 플랜트 설계의 경우 엔지니어의 생산성을 표현할 때 사용되는 설계시간은 설계 수행 시 투입되는 노동시간을 말한다. 플랜트 설계에서의 생산성은 계획 설계시간 대비 투입 설계시간으로 나타내며, 이는 프로젝트 수행(Execution) 시 작성한 설계 시간 계획 대비 실제 엔지니어가 각 기능별 수행한 일일 설계시간을 비교함으로써 엔지니어의 생산성을

측정한다. 플랜트 설계시간은 단순히 생산성을 측정하는 도구만은 아니다. 설계 수행시간을 통해 프로젝트 예측원가 산출, 투입인력 예측 등 다양한 예측 기법에 기초자료로 사용되고 있다. 프로젝트 수행 시에 투입되는 예상 설계시간을 산출할 때는 아래와 같이 각 엔지니어링 각 공종에 따라 분류한다.

- ① 공정(Process)
- ② 기계장치(Mechanical)
- ③ 배관(Piping)
- ④ 전기(Electrical)
- ⑤ 계측제어(Instrument & Control)
- ⑥ 토목(Civil & Structure)
- ⑦ 건축(Architecture)

엔지니어링 공종분류는 각 회사의 조직특성에 따라 다양하게 분류된다. 위에 열거한 7개의 공종의 설계 시간 산출은 각 프로젝트의 특성에 따라 다르다. 어떤 종류의 플랜트 프로젝트인지 어느 지역인지 공정의 개수, 단위 기기 개수에 따라 설계시간은 달라진다.

공정(Process) 공종(Discipline)의 설계시간은 기능코드(Function code), 기능(Function), 사이즈(Size), 수량(Quantity) 등을 이용하여 계산한다. 설계 시간 산출은 각 공종의 기능별 설계 항목과 이에 따르는 도면 사이즈, 수량으로 나타내고 이에 단위 시간과 협력업체 설계시간을 계산한다. 여기서 중요한 점은 단위 시간 설계는 경험상의 수치로 공정의 특성에 따라 달라질 수 있다. 기능코드에 따르는 설계시간 투입 자료는 설계시간 관리 시스템의 기본 주축이 되는 기본 자료로써 예측기법을 통한 계산 시 가장 중요한 역할을 한다. 협력업체 설계시간의 경우 각 공종 별로 총 산출 설계시간 대비 많은 차이가 있다. 크게 구분을 하면 상위단계(upstream)와 하위단계(downstream)로 나눌 수 있다. 상위단계

Table 1 협력업체 설계시간 비율

공종	협력업체	EPC기업
공정	15%	85%
기계장치	11%	89%
배관	75%	25%
전기	57%	43%
계측제어	46%	54%
토목	63%	37%
건축	62%	38%
총합	58.3%	41.7%

의 경우 공정과 기계장치를 말하며 하위단계의 경우 배관(Piping) 공종 이후 건축(Architecture)까지의 공종을 말한다. 실제 상세설계(Detail) 및 밑그림(Draft) 업무는 하위단계에서 주로 이루어짐으로 협력업체의 설계시간 비율이 매우 높다. Table 1은 EPC 기업이 1년 동안 수행한 입찰 프로젝트에 투입되는 설계시간 자료를 취합하여 나타낸 것이다. 표에서 알 수 있듯이 상위단계의 협력업체 비율이 현저히 낮음을 알 수 있다.

2.2 설계시간 예측 및 분석

설계시간은 다양한 용도로 사용되며 그중 가장 중요한 것이 월별 투입 설계시간 예측이다. 여기서 월별 투입 설계시간이란 실제 프로젝트 수행 시 필요한 인력을 월별로 나타낸 것으로 엔지니어링 경우 설계시간을 월별 투입시간(man-month)으로 환산하여 투입인력을 예측한다.

월별 투입 설계시간 예측을 위해 공종별 설계시간과 함께 필요한 자료는 수행 프로젝트의 상세정보이다. 여기서 상세정보란 설계 플랜트와 종류와 규모, 엔지니어링 착수일자 및 종료 일자 등 과거 수행했던 프로젝트와 비교할 수 있는 기본정보이다. 과거 수행 프로젝트와 유사할 경우는 월별 투입 설계시간 예측의 정확도가 높지만 유사 프로젝트가 존재하지 않을 경우는 그만큼 신뢰도가 낮다는 것을 유념해야 한다.

과거 유사 수행 프로젝트의 실적 자료 중 전체 월별 투입된 설계시간 자료를 전체 공종별 설계시간으로 나누게 되면 월별 설계시간 투입 비율을 얻을 수 있다. 이 비율을 적용하고자 하는 프로젝트의 산출 설계시간에 적용하면 월별 투입 설계시간을 예측할 수 있다. 이 값을 투입인력으로 변환하기 위해서는 환산을 위한 월별 표준설계시간을 설정해 주어야 한다. 여기서 표준설계시간이란 1일 8시간 기준으로

한 달 동안 엔지니어가 근무할 수 있는 기준시간을 의미한다. 이는 월별로 약간의 차이는 있지만 한 달 평균 20일 근무일 수 기준으로 8시간 근무할 경우 160시간을 기준시간으로 정의한다.

초과근무 시간을 감안하여 일일 8시간 기준이 아닌 10시간으로 규정하고 이에 따라 월간 근무시간을 200시간으로 설정하면 월간 투입 인력은 줄어들게 되어 인력의 근무시간에 따라 소요인력의 차이가 발생할 것이다.

이러한 분석에 따라 엔지니어링 공종 조직에서는 각 공종에 투입되는 인력 수급 계획을 수립하게 된다. 또한 인력 수급 계획을 통해서 각 공종별 투입인력에 대해 최대 투입시점을 유추할 수 있다. 이 정보는 각 공종에서 조직을 매트릭스조직으로 운영할 때 유용하게 사용 된다. Table 2는 프로젝트 조직 형태의 비교표이다. 매트릭스 조직의 경우 기능부문별 조직의 장점을 살림으로서 기능 형 조직 및 태스크포스(Task force)형 조직에 비해 유연하게 인력을 유용할 수 있다. 현재 해외 플랜트 건설시장의 호황으로 국내 대부분의 EPC 기업들의 경우 매트릭스 조직형태로 엔지니어링 조직을 운영하고 있다.

3. 프로젝트 계약방식에 따른 설계시간

3.1 일괄도급계약방식

일괄도급계약방식은 설계-구매-제작-설치 혹은 시공-시운전 등 일련의 수행활동을 수주기업이 일괄하여 맡게 되는 계약형태이다. 특히 도급금액이 크고 수행기간이 긴 프로젝트일수록 통제 가능성이 떨어지므로, 발주처는 프로젝트에 잠재된 리스크를 회피하기 위해서 수주기업이 최종결과물에 대해 모든 책임을 지는 방식이다. 일괄도급계약 하에서는 도급 액이 사전에 확정되므로, 시장의 수급상황이나 수주기업의 역량에 따라 높은 이익을 얻을 수도 있

Table 2 프로젝트 조직 형태의 비교표

분류	기능 형 조직	태스크 포스 형 조직	매트릭스 형 조직
조직형태	기업의 조정적인Line 조직을 그대로 활용	각 Line 조직에서 인력을 선발하여 별도의 프로젝트 조직에 파견하여 운영	Line 조직의 인력은 Line 상의 지휘통제도 받으며 담당 프로젝트에 대해서는 PM의 지휘통제를 받음
기본성격	전통적인 기능별 조직으로 복수의 프로젝트를 수행하므로 대량 생산 시스템에 효율성이 좋음	프로젝트를 위하여 적합한 조직을 별도로 구성함으로써 자립성, 독립성, 조정성, 창의성이 우수하다.	인력활용 극대화, 기술력의 보완성, 프로젝트의 독립성 등 장점을 살리기 위한 절충형
조직구조	획일적 적용으로 인한 폐해 발생	대규모 프로젝트의 경우 수백 명의 인력이 되어 인력 관리가 비효율적임	기능부문별 조직의 장점을 최대한 살리기 위하여 프로젝트 조직에 속하는 Coordinator 또는 Lead Engineer 만 두고 그 외 작업 원은 Part time으로 활용

고 반대로 큰 폭의 손실을 입을 수도 있다.

일괄도급계약방식의 수주방식은 사전에 정해진 규격(Specification)대로 수주단계에서 도급금액이 확정된다. 그 뒤에 벌어지는 수행(Execution)과정이 도급액 이하로 이루어지는 경우 그 차액은 수주기업의 이익이 되며, 반면 도급액보다 수행비용이 더 높아짐으로써 발생하는 손실은 모두 수주기업이 부담해야 한다. 따라서 견적 시 수행과정에서 발생할 수 있는 모든 비용을 정확히 예측하는 것은 수주산업 리스크관리의 가장 중요한 요인이다. 비용예측은 크게 물량과 단가의 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 물량 측면에서는 수행에 필요한 항목을 누락하지 않는 것이 리스크 관리의 초점이 되는데, 발주처에서 요구하는 규격을 제대로 해석한 후 양과 질을 고려하여 설계에 반영해야 한다. 이는 수주 비즈니스의 가장 기본적인 역량으로서, 오히려 상대적으로 단순하다고 볼 수 있다. 개별부서의 견적역량을 제고하는 것은 물론이거니와, 부서간의 상호체크나 통합적인 관점에서 전문성을 보유한 부서의 최종확인을 통해 리스크 관리를 해야 한다.

엔지니어링 관리 관점에서 보았을 때 일괄도급계약 방식은 각 공종별 기능별 설계시간에 대한 철저한 자료 축적을 요구한다. 실제 고정된 도급액에서 프로젝트 수행이 이루어지기 때문에 계획되어진 설계시간 대비 실제투입 설계시간 즉 엔지니어의 생산성 통제 및 관리를 위해서는 프로젝트 착수 시점부터 투입된 설계시간이 철저하게 시스템화 되어져야 한다.

다음은 일반적으로 엔지니어가 프로젝트 수행 시 설계시간 입력에서부터 프로젝트 원가로 정산되기 까지 진행되는 일련의 과정을 나타낸 것이다.

- ① 프로젝트팀 구성
- ② 해당 공종 선임엔지니어(Lead Engineer) 및 책임엔지니어(Responsible Engineer) 선임
- ③ 프로젝트 설계수행 (각 엔지니어는 기능에 따른 설계시간 입력)
- ④ 일단위로 입력된 설계시간에 대한 승인 (각 공종의 선임엔지니어)
- ⑤ 승인된 설계시간의 원가 분배

실제로 설계시간을 입력하고 승인 후 원가 분배까지의 업무는 위 목록을 보면 그리 복잡해 보이지는 않지만 설계 기능이 공종별로 매우 다양하므로 시스템 구축 측면에서는 쉬운 일이 아니다. 프로젝트 코드와 그에 따르는 지역과 장치 단위, 필요한 기능 코드, 엔지니어의 이력정보 등 카테고리 별로 연계되어야 하는 데이터베이스들이 매우 복잡하게 얽혀 있

다. 물론 엔지니어들은 단순히 실제 수행한 근무시간만 입력한다. 하지만 이 입력 자료가 최종 프로젝트 원가에 분배되기까지는 복잡한 절차가 존재함을 알아야 한다. 또한 매트릭스 구조 조직에서는 한 명의 엔지니어가 여러 개의 프로젝트를 수행할 수 있기 때문에 그에 따른 입력 필드도 많아진다.

3.2 비용정산방식

비용정산방식은 발주자가 도급자에게 공사실비(actual)와 별도로 규정된 보수(fee)를 지급하는 방식이다. 실비는 직접비(direct cost)와 간접비(indirect cost)로 구성되며 보수는 대개 도급자의 일반관리비와 이윤을 포함한다. 설계도서와 시방서 등이 명확하지 않은 상태에서 계약을 체결하고 프로젝트를 시작하여 조기완료가 필요한 대규모의 프로젝트 또는 설계도서는 명확하지만 프로젝트 비용 총액산출이 곤란한 경우에 채택된다. 실비의 정당성을 확인하기 위해서 발주자가 도급자의 회계장부에 대한 감사를 실시하는 경우도 있으며, 초기에는 비용정산계약 방식으로 시작하여 어느 정도 공사가 진척된 후에는 정액계약으로 전환되는 경우도 있다. 이러한 방식에는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 원가계약 (Cost Contract) : 계약자가 보수를 수령하지 않는 계약으로 연구 및 개발, 특히 비영리 교육단체 또는 기타 비영리 조직 등에 적용될 수 있다.
- ② 비용분담 계약 (Cost Sharing Contract) : 계약자가 보수를 수령하지 않는 비용변제 계약으로 계약자가 상당한 보상혜택이 있을 것이라는 기대 하에 비용의 일부를 부담하는 것에 동의한 경우 사용될 수 있다.
- ③ 실비정산 장려금 보수계약 (Cost Plus Incentive Fee Contract) : 목표비용에 근거한 공식에 의해 협상된 보수(추후 조정 가능)와 정당한 총 비용을 지급하는 계약이다.
- ④ 실비정산 실적보수 계약 (Cost Plus Award Fee Contract) : 이 방식은 다음과 같이 구성되는 보수를 지급하는 계약방식이다. 계약 당시 고정된 기준보수(0도 가능)와 정부의 판단에 의해 결정되는 실적보수로 구성된다.
- ⑤ 실비정산 정액보수 방식 (Cost Plus Fixed Fee Contract) : 계약당시 협의에 의해 결정된 정액의 보수를 지불하는 계약방식이다. 정액보수는 변화하지 않지만, 계약 과정상 공사변경의 결과에 따라 조정될 수도 있다.

이러한 비용정산 방식은 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 설계-시공 시간을 단축할 수 있다.
- ② 설계변경과 관련하여 유연성을 제공한다.
- ③ 입찰을 위한 준비가 최소화 된다.
- ④ 일괄도급계약보다 도급자 위험이 적다.
- ⑤ 품질과 효율성이 향상될 수 있다.
- ⑥ 주요 설계 변경사항에 대하여 도급자의 대응이 빠르다
- ⑦ 발주자가 공사 관리에 참여가 가능하다.

엔지니어링 측면에서 일괄도급계약 방식에서는 발주처에서 수행 설계시간에 대한 통제 즉 프로젝트 완료시까지 엔지니어링 파트에서 얼마나 설계시간을 투입하고 초과근무 시간을 행하는지 크게 고려하지 않는다. 계약금액 자체가 정해져 있으므로 계약 이후의 엔지니어링 성과품에 대한 품질은 도급업체의 몫이기 때문이다. 다만 계약서에 따르는 적절한 품질에 못 미칠 경우에는 발주처에서 계약 불이행에 따른 후속조치를 감행할 것이다.

그러나, 비용정산방식은 상황이 다르다. 도급업체는 매월 기성을 청구해야 하기 때문에 금액청구에 대한 근거를 제출하고 발주처에서는 이를 승인해야 도급업체는 이익을 취할 수 있게 된다. 엔지니어링의 경우 각 공종별 엔지니어가 일별 입력한 설계시간을 최종 발주처에서 승인을 받아야 엔지니어링 원가 배분이 가능하게 된다. 즉, 발주처가 설계시간 입력에 대한 관리 및 통제를 엄격하게 한다는 의미이다. 도급업체의 엔지니어 입장에서는 가능한 설계시간을 많이 입력해야만 이윤이 많이 남지만 발주처에서는 필요이상의 설계시간을 입력하여 청구할 경우 프로젝트 예산을 초과하는 일이 발생할 수 있기 때문이다. 이에 발주처에서는 설계시간의 입력 자료에 대한 철저한 감시와 통제를 위해 다양한 리포트를 원하고 있다. 실례로 발주처에서 정하는 작업분할구성(Work Breakdown Structure, 이하 WBS)에 적합한 엔지니어링 기능을 요구하고 이에 따르는 월간 소요 설계시간의 제출을 원하기도 한다. 물론 도급업체는 발주처에 의견에 대부분 따라야 하지만 프로젝트별 상이한 WBS와 계약방식의 차이점, 원가 배분 구성 등 프로젝트 수행 시 매번 변경되어지는 수많은 업무들을 시스템에 적용시키기에는 비용과 인력이 너무 많이 투입된다.

각 발주처에서 원하는 모든 사항들을 전부 만족시킬 수는 없지만 효율적인 엔지니어링 설계시간 관리를 위해서는 계약방식에 관계없이 실제 실적 설계시간 자료를 발주처의 요구사항에 충족시키도록 관리

할 수 있는 방안을 찾아야 한다.

4. 플랜트 설계시간 관리 기법 개선

4.1 기존 시스템 분석 및 문제점 도출

매트릭스 조직 구조형태로 설계업무를 수행하는 엔지니어들은 하나의 프로젝트가 아닌 여러 프로젝트를 동시에 진행함으로 설계시간을 입력하기 위해서는 각 프로젝트 단위의 별도의 기능 코드를 부여해야 한다. 하지만 엔지니어의 관점에서 실제 진행되는 설계업무는 각 프로젝트별 기능을 따져보면 비효율 적이므로 공통된 기능 코드를 기준으로 입력된 설계시간을 프로젝트 별로 분배 하게 되면 효율적으로 자료를 운영할 수 있다. 대 다수의 설계시간 관리 시스템은 각 회사별로 규정된 기능 코드에 프로젝트 코드를 연결함으로써 그 프로젝트에 투입된 설계시간이 얼마인지를 알 수 있다. 하지만 프로젝트가 대형화되고 정교해 짐에 따라 새로운 기능이 발생되고 또한 필요 없게 될 경우, 이를 유연하게 대처하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 단순히 기능 코드를 주기적으로 업데이트하기에는 많은 시간과 비용이 들어간다. 각 회사별로 존재하는 기능의 표준(norm)을 변경해야 하기 때문이다. 이러한 표준 기능 코드는 각 회사별로 고유의 번호 부여 체계를 가지고 있으며 코드 부여 방식은 각 회사 별로 다양하게 존재한다. 각 공종별 기능을 1년부터 차례로 순번을 매기어 코드를 부여하는 방식, 전체의 공종을 하나의 틀 아래 비슷한 종류의 업무 끼리 같은 코드로 분류하여 매트릭스 형태로 코드를 부여하는 방식 등이 있다. 전자의 경우는 모든 설계 업무에 대해 별도의 필터링 없이 순번을 부여 나열한 것으로 운영에서는 별로 효율적이지 못하다. 하지만 엔지니어가 수행하는 설계업무가 정확히 일치한다면 그 입력 자료는 의심할 여지가 없다.

매트릭스 구조로 되어있는 코드 부여 방식은 자료 관리에 매우 효율적이다. 각 공종별은 물론 기능 코드별 혹은 카테고리별 등 다양한 자료 출력이 가능하여 예측 설계 시간을 산정하는 데에도 유용하게 사용된다. 필자의 논문 주제에 따라 플랜트 설계시간 관리 시스템의 개선을 위해 알아보고자 하는 기존 시스템의 문제점은 매트릭스 구조의 기능 코드를 기초로 하고 있으므로 본 설명에서는 매트릭스 형태의 코드부여방식으로 국한하고자 한다. Table 3은 매트릭스 구조로 되어있는 기능 코드의 실례이다.

Table 3은 설계 파트에서 공정의 기능코드 형태를

Table 3 매트릭스 형태의 기능코드 (공정)

1st Digit \ 2nd Digit		A	B	C	D	E	F
		General	PFD	P&ID	Equipment	Instrument	Chemical & Catalyst
1	PJT General Supervision	Supervision Coordination Project Control	Supervision	Supervision	Supervision	Supervision	Supervision
2	Eng's Work		PFD / UFD Process Description Design Criteria, BEDD Simulation & HMB	P&ID Equipment List Utility Summary Effluent Summary Chem. & Cat. Summary Hydraulic	Data sheet	Data Sheet Control Description C&E Matrix Chart	
3	Detail Design		PFD / UFD U&F Process Description U&F Design Criteria, BEDD U&F Simulation & HMB U&F	P&ID / UDD U&F Line List Equipment List U&F Utility Summary U&F B/L List U&F	H/E Thermal Rating		Procurement Service

매트릭스 구조로 나열한 것이다. 표에 나타나 있는 설계업무는 본 논문작성을 위해 임의로 구분한 것임을 알려준다. 좌측 수직편의 첫 번째 코드 문자 항목은 엔지니어링 수행업무를 단계 별로 구분한 것이다. 즉 1 < 2 < 3 번순으로 업무수행의 단계 레벨이 낮다. 두 번째 코드 문자 항목으로 나타나는 A, B, C는 핵심 설계업무의 대표성을 나타내는 단어로 표현한 것이다. 결과적으로 첫 번째 및 두 번째 코드 문자를 조합하여 코드를 부여함으로써 기능을 표현하는 것이다. 예를 들어 “2B”를 보자. Table 4-1에 따르면 PFD/UFD, Process Description, Design Criteria, BEDD, Simulation and HMB가 2B에 해당하며 이 업무들에 대해 일일 투입한 시간을 엔지니어는 2B 코드로 입력하는 것이다. 이렇듯 일련의 설계업무들을 공통된 분류체계로 코드를 부여하게 되면 관리 측면에서 사용자가 원하는 자료를 쉽게 출력할 수 있다.

그러나 이러한 매트릭스형태의 코드 구조는 다음과 같은 문제점이 있다.

- ① 모든 공종의 설계업무가 동일한 업무흐름을 가져야 함
- ② 상세한 업무분류가 어려움
- ③ 기능 추가 시 현 분류체계의 적용이 어려움
- ④ 공종의 추가나 삭제가 어려움
- ⑤ 발주처에 요구에 따른 기능 분류 불가능

Table 3에서 보았듯이 모든 공종의 같은 형태의 분류가 필요하다. 하지만 각 공종별 설계업무가 다

르므로 기능 코드 별 분류체계가 모두 동일할 수 없다. 즉, 공정 공종은 PFD, P&ID 등을 기준으로 분류가 되지만, 기계 공종의 경우 설계업무가 기계 장비를 중심으로 이루어짐으로 매트릭스 구조로 기능을 분류하기에는 어려움이 있다. 한 장비를 기준으로 업무를 분류하는 방식은 프로세스 공종과 다른 점이 없지만 기계 공종의 경우 수많은 장비를 다루기 때문에 모든 코드를 설계업무에 다루는 장비를 모두 적용하기에는 한계가 있다. Table 4는 기계공종에 대한 기능 분류 체계를 매트릭스로 나타낸 것이다.

Table 3과 4를 분석하여 도출한 기존 시스템의 문제점은 다음과 같다.

첫 번째, 공정에서는 엔지니어링 업무를 단계별로 분류하고 있지만 기계 공종은 기계장치 그룹별로 분류하고 있다. 즉 프로세스 공종의 2B 기능과 기계 공종의 2B 기능은 아무런 연계성을 갖지 못한다. 각 공종별 2B 업무에 대한 설계시간 데이터베이스에 대한 의미가 없으며 매트릭스 코드의 특성을 살리지 못한다. 물론 토목 및 건축(Civil/Structure and Architecture)의 경우는 동일한 분류 체계를 적용시키는 데에 문제가 없을 것이다. 정리하자면 각 공종별 설계업무가 각기 다르므로 동일한 업무 흐름을 기초로 구성되어 지는 매트릭스 형태의 기능코드의 자료관리 및 활용에 한계가 있다.

두 번째, 상세한 업무분류가 불가능하다는 것이다. 기계 공종은 2B 기능이 Tower로만 규정되어 있다. 즉, Tower에 대한 MR(Material Requisition) 작성,

Table 4 매트릭스 형태의 기능코드 (기계장치)

1st Digit \ 2nd Digit		A	B	C	D	E
		1	General	General & Supervision	Painting, Coating & Lining	Insulation & Refractory
2	Tower/Vessel/Reactor Group	General & Supervision	Tower	Reactor	Pressure Vessel	Non-Pressure Vessel
3	Tank & Field Fabrication Equip. Group	General & Supervision	cone Roof Tank	Floating Roof Tanks	Dome Roof Tank	Cryogenic Tank
4	Heat Exchanger Group	General & Supervision	Shell & Tube Type	Plate, Spiral, Panel, Double Pipe Type and Elec. Heater	Air Cooled Heat Exch.	Deaerator

TBE(Technical Bid Evaluation) 작성, Data sheet 작성 등 해당 장비에 대한 모든 설계업무가 2B에 포함되어 있다. 기계엔지니어는 Tower에 대한 설계업무에 대한 투입시간을 별도로 설계업무 분류 없이 총 시간만을 입력하게 됨으로 입력된 설계시간 자료는 향후분석 및 예측자료로 사용하기에는 한계가 있다. 예를 들어, 쿠웨이트에 10억 불 규모의 정유공장을 짓는 프로젝트를 수행한다고 가정하자. 과거실적을 기준으로 모든 장치기기에 대한 MR(Material Requisition) 작성에 투입되어야 하는 기준 설계시간을 산출하고자 할 때 기계공종에서 축적되어 있는 데이터베이스는 원하는 자료를 제공하지 못할 것이다.

세 번째, 기능추가에 대한 의사결정 절차가 필요하다는 것이다. 쉽게 예를 들어 발주처에서 현재 진행되고 있는 설계 중 도급업체의 분류체계로 구분되어 있지 않는 기능에 대한 설계시간을 요구할 때 도급업체는 요청하는 자료를 현 시스템에서는 추출할 수 없으므로 별도의 작업을 통해서 원하는 자료를 만들어 내야할 것이다. 그만큼 시간과 인력이 투입될 것이고, 발주처에 대한 신뢰도 또한 저하될 것이다.

네 번째, 공종의 추가나 삭제가 어렵다. 처음 분류된 공종에 따른 기능 분류 체계에서 기존의 하나의 공종을 분리해보자. 전자의 경우 프로세스 공종에서 소방 설계공종을 분리할 경우 과거자료는 데이터베이스로서의 기능을 상실할 것이다. 현재의 공종 분류는 소방 설계 공종과 프로세스 공종의 어떠한 설계업무에 대해서도 별도의 코드 분류가 되어있지 않으므로 공종을 분리할 경우 과거 데이터와의 연계가 불가능 하다. 물론 언급한 작업들이 불가능하다는 말은 아니다. 그만큼 시간과 인력이 많이 투입되는 어려운 작업이라는 것이다. 프로젝트의 성과는 최소한의 돈으로 계약서에 명시되어 있는 정해진 일정

안에 공사를 완공하는 것이다. 프로젝트 진행 중에 발생할 수 있는 수많은 일들을 모두 예측하여 예산을 편성할 수는 없지만 최대한 정확한 예측을 통하여 원가를 절감할 수 있도록 해야 한다.

다섯 번째는 발주처에 요구에 따른 기능 분류가 불가능하다는 것이다. 도급 업체에서 규정하고 있는 기능코드 분류 체계는 회사 고유의 체계이다. 만약 발주처가 원하는 공종별 기능을 요청할 경우에 Level 5나 6 단계의 공종별 상세 설계 업무가 분류되어 있지 않는 이상은 도급회사는 발주처에 요구에 어려움을 갖게 될 것이다.

4.2 문제점 해결방안

앞에서 기존에 정립되어 있는 매트릭스 구조의 기능 코드 분류 체계의 문제점에 대해 다섯 가지로 정리하였다. 이를 통해 매트릭스 구조의 기능코드는 데이터 관리에 유연하지만, 실제로 발주처에 요구하는 사항들을 모두 충족시키기에는 어렵다는 것을 확인하였다.

실비정산방식의 프로젝트는 발주처가 실제로 투입한 엔지니어의 설계시간을 매월 승인하는 절차를 거쳐야 한다. 기존의 방식에서 가장 큰 변화는 발주처가 요구하는 기능, 즉 엔지니어링의 WBS를 어떻게 도급회사의 고유의 기능 코드 체계에 적용 시키는가이다. 또한 프로젝트마다 WBS는 다르다. 매번 도급회사의 기능 코드 체계를 새로이 정립할 수도 없다. 이를 해결하기 위해서 도급회사의 기능 코드 체계와 발주처에서 요구하는 엔지니어링 WBS를 연계할 수 있는 중간 매개체를 시스템으로 정립하는 것이다. 이러한 중간 매개체를 통해 도급회사의 고유의 기능 체계를 변경하지 않고 또한 프로젝트마다 상이한 WBS로 변환시켜 줄 수 있다.

Table 5는 실제 발주처에서 요구하는 단계별 엔지니어링 WBS를 본 논문의 활용을 위해 일부 수정한 것이다. L0은 Level 0로써 가장 낮은 단계인 프로젝트명을 나타낸다. L1은 프로젝트 유닛의 종류이다. L2는 EPC 단계를 분류하는 것이고 L3는 공종 단계를 나타낸 것이다. L4는 공종별 설계업무를 분류한 것이다. Table 5는 프로세스 공종의 설계업무를 일

부 나타낸 것으로 Table 3과 비교해보면 몇 가지 기능들이 일치하기는 하나 대부분 분류기준이 상이하다. 발주처에서 요구하는 기능 항목인 배관 연결일정 (Tie in schedule)이나 환경설계 (Environmental) 같은 설계업무는 실제 도급업체의 매트릭스 구조에서는 찾아볼 수 없다. 이러한 경우 두개의 테이블(두 종류의 WBS)을 연계할 수 있는 별도의 도구를 만

Table 5 작업분할구성(WBS)의 예

L0 : 프로젝트				
L1 : 단위(Unit)				
L2 : EPC 단계				
L3: 공종(DISCIPLINE)				
L4 : 수행 업무(WORK PACKAGE)				
L0	L1	L2	L3	L4
		설계 (Engineering)		
		공정 (Process engineering)		
				PFD,UFD & Material Balance
				Corrosion & Material
				Process Data Sheet
				P & ID
				Hydraulic Calculation
				Tie in Schedule
				Environmental
				Catalyst & Chemical Summary

Table 6 시스템 연계 테이블

WBS(L4)_공정	기능 코드	업무 기능 명
PFD,UFD & Material Balance	1B	프로젝트 일반
	2B	개념 설계 및 기본 설계
	3B	상세 설계
Process Data Sheet	2D	개념 설계 및 기본 설계
	2E	상세 설계
P & ID	1C	프로젝트 일반
	2C	개념 설계 및 기본 설계
	3C	상세 설계
Hydraulic Calculation	3C	상세 설계
Catalyst & Chemical Summary	1F	프로젝트 일반
	3F	상세 설계
Material Requisition & Vendor Print 검토	3C	상세 설계
Tie in Schedule	추가	정의
Environmental	추가	정의

들어야 한다. 즉, 발주처가 요구하지만 현 기능 체계로는 포함할 수 없는 기능은 임의로 매트릭스 코드를 별도로 부여하던지 아니면 기존에 존재하는 2B와 같은 항목에 업무 기능을 추가하여야 한다. 그러나 기존의 업무 기능에 추가할 경우 실제 설계시간 자료를 관리할 경우 기존에 있던 업무와 구분하여 데이터를 추출할 수는 없다. 이에 따라 새로운 코드를 추가하여 기존의 기능과 연계할 수 있도록 해야 한다. Table 6을 살펴보면 발주처에서 요구하는 WBS의 Level 4의 단계에서의 설계업무에 대한 연결이 이루어진 것을 알 수 있다. 이에 따라 기존 엔지니어들이 입력하던 방식에 변경 없이 데이터를 신뢰할 수 있다. 다만 배관 연결일정이나 환경 설계 같은 업무는 별도로 코드를 부여하고 코드에 따른 기능 명을 정의한다. 이러한 연계 테이블이 정의되면 시스템 개발 담당자는 상기 테이블만 시스템 상에 구현하면 발주처에서 원하는 설계시간의 실적에 대한 리포트와 정산에 따른 제출 자료로 사용되어질 수 있다. 유의할 점은 입력 담당자인 엔지니어가 상기 내용들을 충분히 숙지하고 오류가 발생하지 않도록 충분한 교육이 필요할 것이다. 아무리 좋은 도구와 시스템이 갖추어 졌다하더라도 사용자가 사용하지 못하면 그 시스템은 무용지물이 될 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 플랜트 프로젝트에서의 설계시간 관리기법에 대해 알아보고 계약 방식에 따라 분류되어지는 관리방식과 시스템 구축 시 발생될 수 있는 문제점 및 해결방안에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 설계시간 관리 시스템을 구현하기 위해서는 자원 관리, 계획대비 실적, 예측, 정산과 같은 일련의 프로세스들이 독립적으로 운영되는 것이 아니고

서로 유기적으로 연동해야 한다.

둘째, 플랜트 설계시간의 경우 발주처에서 요구하는 WBS에 연계할 수 있는 자체 상세 기능별 설계업무 분류체계가 필요하다. 발주처에 따라 혹은 프로젝트의 성격에 따라 WBS는 항상 변할 수 있으며 이를 유연하게 대처하기 위해서는 회사 자체에서 표준(norm)으로 보유하고 있는 엔지니어링 업무 분류체계를 변환할 수 있는 연계 테이블이 존재하여야 한다. 정의된 설계업무가 해당 프로젝트의 WBS에 연계되어야 투입된 설계시간 데이터의 신뢰성에 문제가 없기 때문이다.

셋째, 본 시스템 개선연구를 통하여 시스템화 되지 않은 EPC기업들의 경우 엔지니어링 자원관리에 노동 시간 및 비용이 과다하게 투입되어 수익성 악화를 가져오게 되고 이는 회사의 큰 손실 중 하나가 될 수 있음을 알 수 있었다. 또한 개별 시스템으로 운영할 경우 서로간의 인터페이스가 발생하고 축적된 데이터가 향후 프로젝트 수행 시 예측 자료용으로서의 제 기능을 하지 못하여 최고 관리자가 의사결정을 하는 데에 심각한 문제를 초래할 수 있다.

참고문헌

1. 장현승, 이복남, 구분상, 2007, 해외플랜트시장에서 국내 업체의 경쟁력 제고 방안, 한국 건설산업 연구원
2. LG 주간 경제 칼럼, 정철, 1999. 4 25, 지식경영 전략프로세스와 연계되어야
3. 유흥석, 이재현, 2006, 플랜트 엔지니어링과 프로젝트 매니지먼트, 한국플랜트학회
4. 서울 특별시 연구 논문, 2000, 대형공사 입찰방식이 건설공사에 미치는 영향 연구