



화학산업용 파일럿 플랜트의 사업관리 방안

이 낙 현 / 두산메카텍(주)
naklee@hanmail.net

1. 서론

국내 석유화학 산업의 경우 제품 시장에서의 경쟁력을 강화를 위해 기존 제품의 성능개선을 목적으로 공정개선을 통한 기술을 개발하고 향후의 제품시장에서 기업의 뉴브랜드로 이윤을 창출할 수 있는 고부가치의 신제품 개발에 주력하고 있고 이러한 대내외적인 제조 산업의 변화로 정부와 기업은 기초기술 및 핵심기술 확보와 산업 기술 개발의 중요성을 느끼게 되고 또한 이를 극복하기 위해 연구개발 프로젝트에 대한 정부 지원과 기업 투자 비율이 증가하는 원인이 되고 있다.

현재의 파일럿 플랜트 설비 규모는 연구개발 투자의 증가로 대형화 추세로 건설기간도 장기화 추세로 파일럿 플랜트 건설이 고가의 연구개발 설비로 중소기업 중심으로 수행되고 있어 건설공사를 위해 체계적인 사업관리가 이루어지고 있지 않고 있으며 특히, 현장공사를 수행하면서 기업의 수익성을 감소시킬 수 있는 요소가 많다는 점을 감안하여 파일럿 플랜트 건설 수행에 따른 중소기업의 수익률을 높이기 위한 관리체계의 확립이 필요할 것이다.

본 고에서는 중소기업이 파일럿 플랜트의 현장공사시 기업의 수익률을 높이기 위해 프로젝트 컨트롤러가 복수의 현장에서 작성되는 새로운 형태의 작업일보를 활용하여 인력, 예산, 일정 중심의 관리를 통해 파일럿 플랜트 건설 공사를 통한 건설 기업의 수익률을 높이고자 한다.

파일럿 플랜트 현장공사시 수익률 증대를 위한 사업관리 방안으로 프로젝트 컨트롤러의 활용, 세부 공사 스케줄 활용, 사업주의 현장 변경요청 사항 관리 강화, 새로운 형태의 작업일보 활용을 제안하여 제안 대책을 실제 파일럿 플랜트 건설 공사에 적용하였을 때 어떠한 효과를 얻을 수 있는지에 대해 수행 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 제안된 대책에 대한 한계성 확인을 통해 후속 연구 과제를 제안하였다.

2. 파일럿 플랜트의 개념 및 투자 현황

2.1 파일럿 플랜트의 개념

파일럿 플랜트의 개념에 대해 언급하기 이전에 상용화 플랜트와 파일럿 플랜트의 개념적 차이에 대해 언급이 필요할 것이다. 일반적인 “플랜트”라 하면 화학공장을 의미하며 노동력, 원재료, 자금 등의 투입으로 목적으로하는 기능을 갖춘 제품(수익성이 있는 제품)을 산출하기 위한 기계 장치 및 기타 관련하는 제반요소가 유기적 체계적으로 이루어진 집합체라고 할 수 있다.

화학공장을 일반적으로 플랜트라 부르며 과학적인 전문기술을 응용하여 설계, 구매, 건설을 함으로써 구조물, 기기 장치들을 단독으로 또는 상호 조합하여 프로세스를 구성하여 플랜트를 완성하고 소기의 조업을 경제적으로 안전하게 수행할 수 있도록 하는 것이다. 또한 어떤 기능을 완수하기 위해 체계적으로 배치되고 또는 동결된 일련의 기



계 장치와 그의 관계요소의 총합체라고도 표현이 가능할 것이다. 플랜트는 어떤 하나의 기능을 갖도록 여러 단위 기구를 유기적으로 종합한 시스템 제품이며 기계장치를 중심으로 하고 어떤 산에 대한 생산적 성격을 갖는다. 이들 플랜트들은 단순히 설비의 제작에 의해서만 이루어지는 것이 아니고 체계적인 조사, 기획으로부터 설계, 기계, 장치 제작, 조합, 시공, 시운전 등의 과정을 거쳐 건설되어지는 특성을 갖는 것을 의미한다.

파일럿 플랜트의 사전적 의미는 “A small-scale industrial plant in problems can be identified and solved before the full-scale plant is built”로 표현되며 “full-scale industrial plant”는 일반적인 “플랜트”로 이해해야 할 것이며 사전적 표현의 파일럿 플랜트는 제품의 상용화 이전 단계에 해당하는 공정으로 발생 가능한 문제점들에 대해 해결하고 규정하기 위한 소규모의 플랜트로 해석해야 할 것이다. “파일럿”이라는 접두어에 의해 플랜트와 파일럿 플랜트의 의미는 큰 의미적 차이를 보이게 된다.

연구개발 단계를 거쳐 파일럿 플랜트를 건설하고 성공을 한다해도 상용화에 따른 공정 안정성 확보, 설비투자에 대한 시장 수요의 예측, 수요에 대응하는 현금예측을 위한 시장분석과 기술적 타당성 분석, 자금조달 계획 등의 경제성 분석을 통해 투자가치가 있다고 판단되면 투자가 이루어지고 상용 플랜트로의 건설이 가능할 수 있지만 대부분의 연구개발 프로젝트의 경우 파일럿 플랜트의 성공을 통해 공정적 안정성을 확보했다 하더라도 투자결정을 위한 단계에서 여러 가지의 문제로 상용화가 이루어지지 못하는 프로젝트들도 대부분이다.

화학산업에서의 신제품을 개발하는 프로젝트의 경우 프로젝트의 성격에 따라 다르지만 통상 실험단계에서 공장의 상용화 단계까지 소요되는 기간을 10년으로 보고 있는데 실험실 2년, 파일럿 플랜트 3년, 공장건설 2년, 유사제품과의 경쟁력

제고 및 파일럿 플랜트단계에서의 보완기간을 3년으로 보고있다.

실험실 단계에서 상용화 공장 건설까지의 기간 중 6년이란 기간은 파일럿 플랜트를 구성하고 계속적인 스케일업 단계와 파일럿 플랜트의 보완을 통해 발생하는 문제점을 해결해 가야하는 시간인 것이다. 단순한 1차 스케일업 단계 이후 준 상용화 수준까지의 여러 단계의 파일럿 플랜트 건설을 통해 상용화 플랜트 건설을 위한 스케일업 인자와 공정 안정성 확보가 이루어질 때 비로서 상용화 플랜트 건설이 가능할 것이다.

2.2 파일럿 플랜트의 특성 및 건설 목적

(1) 파일럿 플랜트의 특성

상용화 플랜트 이전까지의 단계를 거치는 파일럿 플랜트의 특성은 크게 규모 및 설비 구성에 따른 기능적 특성과 활용 목적에 따른 특성으로 구분된다.

① 규모 및 설비 구성 요소에 의한 기능적 특성

파일럿 플랜트는 실험실의 규모의 수준에서 제품의 상용화 이전 단계에 해당하는 설비이기에 설비 투자 측면, 반응기와 같은 주요장치의 용량, 운전을 통한 생산양등 규모적인 측면에서 일반 상용화 설비에 비해 상당히 작은 규모로 구성되어진다. 하지만 설비 구성에 따른 기능적 특성을 살펴보면 동일 제품의 생산을 목적으로 건설되어 졌다면 파일럿 플랜트의 주 프로세스, 주요 설비(반응기, 펌프, 정제타워, 탱크, 드럼 등)구성 요소, 제어 방식등 기능적 측면에서 플랜트와 유사한 기능을 갖게된다.

기존 상용 플랜트를 축소하여 플랜트에서 발생하는 문제점이나 제품 성능 개선, 생산단가 절감 등을 위해 파일럿 플랜트에서 기존 플랜트의 운전방식을 전환하여 운전 데이터를 분석하거나 새로운 장치의 보완과 시운 설비의 설계 디자인 변경등 시스템 구성 요소를 변경하여 여러 형태의 장치 성능 시험을 가능하게 할 수 있다.



② 건설 목적에 의한 특성

파일럿 플랜트와 플랜트의 가장 큰 차이는 건설 목적일 것이고 플랜트가 제품의 생산과 판매를 목적으로 안정된 공정과 설계 기준에 따라 제품을 생산할 수 있는 상용화 설비인데 반해 파일럿 플랜트는 제품의 생산과 판매를 목적으로 하기 보다 기존 제품 보완 및 강화, 공정개선 및 공정기술 개발, 신제품 개발을 목적으로 건설되어지는 경우가 대부분이다. 특히, 파일럿 플랜트의 경우 설비의 개보수의 용이성을 이용한 유사한 프로세스를 갖는 고부가가치의 제품 생산을 소량 시험 생산하거나 공정개발을 위한 다목적형 파일럿 플랜트로 활용이 가능하지만 상용화 플랜트는 단일 제품 생산에 사용하기 위해 건설된 것으로 만일 다목적형 플랜트로 활용을 시도한다면 설비투자에 대한 경제적 리스크와 프로세스 안정성에 대한 리스크, 생산된 제품의 경쟁력 평가등과 같은 많은 문제점을 극복해야할 것이다.

이러한 설비 활용 측면에서 볼 때 다목적 생산물

을 시험 생산하기 위한 용도전환 측면에서는 상용 플랜트보다 파일럿 플랜트의 우월함을 확인할 수 있을 것이며 이 또한 파일럿 플랜트의 장치 규모나 투자 규모가 작기에 가능할 수 있는 것이다.

파일럿 플랜트와 상용 플랜트의 특성을 건설 목적, 규모, 투자형태, 건설기간, 공정의 안정성, 설비 변경 용이성, 제품 수익성 및 생산가치, 경제적 리스크 측면으로 비교한다면 표 1과 같이 정리할 수 있을 것이다.

(2) 파일럿 플랜트의 건설 목적

파일럿 플랜트를 건설하고 운영하는 기업의 파일럿 플랜트의 건설 목적은 대외적인 기업 환경 변화에 따라 제품시장에서의 경쟁력 강화를 위해 기존 제품의 품질 보완 및 품질 향상을 목적으로 추진하는 경우와 고부가가치의 신제품 개발을 목적으로 추진되는 경우, 기존 플랜트의 공정개선과 신공정 개발 연구를 목적으로 파일럿 플랜트 건설이 추진되는 경향이 두드러진다.

<표 1> 파일럿 플랜트와 상용 플랜트의 특성 비교

구분	파일럿 플랜트	상용 플랜트
건설 목적	연구 개발용 공정 개선 신공정기술 개발 신제품 개발	상업용 제품 생산 및 판매
건설 규모	상용 플랜트 규모 대비 소규모	대규모
설비 투자 형태	정부 지원 연구개발 자금 활용 기업 자체 연구 개발비 활용	프로젝트 파이낸싱 (자체투자+외부기관)
건설기간	최소 수개월~최대 1년 이내 (단일 프로젝트기준)	2~3년의 장기간 소요
공정 안정성	불안정 요소 상존 신규 라이센스 개발 기존 공정 모방 필요	공정 안정성 확보 라이센스 패키지 이용
설비 변경 용이성	소규모에 대한 변경 용이 다목적형 플랜트로 활용 가능	설비 변경 용이성 저조 단일 목적 플랜트
제품 수익성 및 생산 가치	미래가치 중심 판매 수익성 확보 불확실 고부가가치 제품 소량 생산 가능	현재가치 중심 판매 수익성 확보 가능 대량의 제품 생산 가능
경제적 측면	실패시 경제적 부담 적음	실패시 경제적 부담 큼



① 기존 제품 품질 보완 및 강화

기존 플랜트에서 생산되는 제품이 판매 시장에서 기존 제품보다 좀 더 나은 품질에 대한 요구를 받는 경우가 발생하고 시장의 요구사항을 만족시키고 제품의 품질을 향상시키기 위해 별도의 원료 물질 첨가나 제품 생산시 필요한 원료 물질의 첨가 비율을 변화시키거나 제품의 반응조건 변화와 같이 기존 생산 플랜트의 일부 개보수만을 통해 제품이 소비 시장에서 요구하는 품질을 확보하기 위한 방안으로 기존 상용 플랜트와 유사한 프로세스를 갖는 파일럿 플랜트 건설을 추진하고 파일럿 플랜트에서의 연구결과를 활용하여 기존 상용 플랜트의 적용을 목적으로 사업이 추진되어진다.

이러한 목적으로 건설된 파일럿 플랜트는 기존 생산용 플랜트의 최소의 보완 및 수정작업만을 통해 제품의 품질과 성능을 향상 시키기 위한 목적의 연구개발용 설비로 활용되어진다.

② 신제품 개발

기술혁신의 성공 여부는 단순한 기술적 성공뿐만 아니라, 경제적 성공을 포함한 개념이다. 즉, 기술혁신의 성공은 아이디어의 창출에서부터 이를 실현하는 기술과 혁신의 결과물을 판매하는 시장에서의 상업적 활용까지도 고려해야한다.

현재의 제조산업의 경우 타경쟁업체의 제품 개발과 모방의 속도가 빨라 자사에서 생산하는 제품의 수명을 과거보다 단축시켜 기업의 경쟁력 약화, 수익성 감소와 같은 현상을 유발하게 된다. 대외적 환경에 변화에 따라 기업의 제품시장에서의 경쟁력 강화 차원의 차세대 제품, 뉴브랜드로서 고부가치의 신제품 개발을 목적으로 파일럿 플랜트를 건설한다.

③ 공정개선 및 신공정기술 개발

공정개선을 목적으로 하는 파일럿 플랜트의 경우 자사가 보유한 플랜트의 공정개선을 통해 생산 원가절감을 추구하고 원가절감을 통한 제품의

가격경쟁력 확보를 위해 추진되어진다. 또한 국내의 독자적인 기술을 통해 건설한 상용화 플랜트와 유사한 규모의 소형 플랜트는 약간 있으나 석유화학단지가 조성된 울산, 여천, 대산 등지에 건설된 대단위의 화학공장 대부분이 외국의 라이선서로부터 라이선스 패키지를 들여와 건설된 것으로 아직 국내 기술로는 건설할 수 없는 부분이 상당한 상태이다.

일반 화학공정의 경우 기본설비의 제작은 상당부분 진척돼 있으나 화학공정 설계기술 및 공정기술 개발은 많이 취약한 상태이다. 특히, 첨단소재 생산에 사용되는 고급 공정기술은 외국의 기술 이전 기피로 국내의 자체적인 공정기술 개발 없이는 경쟁이 어려운 상황에까지 처해있다. 이처럼 국내 화학산업은 외형과 달리 기반 기술이 취약한 문제점을 안고 발전해 온 것이 사실이다. 국내 화학공업의 기술자립과 선진화를 통해 화학, 화학공학, 소재 분야등 기술 자립화를 목적으로 파일럿 플랜트가 추진되어지고 있다.

공정기술 개발을 목적으로 한국생산기술연구원 주체로 추진된 “메탈로센 신촉매와 공정연구를 통한 폴리올레핀 중합기술”과 “합성가스 제조공정 기술 개발”등을 포함해 화학공정기술 개발 사업으로 총300억원(정부: 212억원, 민간: 88억원)의 사업비로 추진되었으며 국내 화학공정개발 기술로 파일럿 플랜트 단계를 거쳐 건설한 화학공장은 1986년 화학연구소와 대림산업이 연구개발에 착수해 합성실험, 벤치스케일 및 파일럿 플랜트 규모의 생산 실험 단계를 거쳐 연산 1만 2000톤 규모의 공장을 완공, 상업가동에 성공한 사례가 대표적인 것이다.

2.3 투자 현황

화학산업용 파일럿 플랜트 건설시 투자의 증가로 건설규모가 대형화되고 있으며 파일럿 플랜트 건설 시장이 성장됨에 따라 파일럿 플랜트 건설 공사를 수행하는 중소기업에서 수익성을 높이고



리스크를 줄이며 수주산업에서의 경쟁력을 확보하여 건설공사를 수행하기 위한 사업관리의 필요성을 확인하고 대부분 연구개발을 목적으로 건설되고 있는 파일럿 플랜트의 투자현황 분석을 위해 국가적인 차원의 연구개발 투자 현황과 연구개발 지원 정책에 대해 확인하고 제조산업인 석유화학산업에서 파일럿 플랜트 설비에 대한 투자를 확인해볼 필요가 있을 것이다.

(1) 화학산업용 파일럿 플랜트 투자 현황

국내 산업의 설비투자는 제조업이 비제조업보다 많은 설비투자가 이루어지고 있으며 설비투자는 중소기업 보다 대기업을 중심으로 한 설비 투자가 집중되고 있어 그것은 국내산업이 대기업 중심의 제조 및 생산, 판매가 이루어지고 있기 때문이라 할 수 있을 것이다. 하지만 연구개발 목적의 설비투자비는 모든 연구개발비를 포함하고 있을 수 있기에 앞에서 언급한 연구개발비중 파일럿 플랜트와 같은 설비에 대한 투자를 위해 사용되는 개발 연구비는 건설비 외에 유틸리티비용, 운전 경비 등 일체의 비용이 포함될 수 있지만 현재는 그에 대한 정확한 구분을 할 수 없는 상태이고 그러한 비용을 무시한다면 개발 연구비는 전체 연구비에 약 58~62%를 차지하고 있어 전체 연구비의 평균 60%정도 적용된다 볼 수 있으며 연구개발 목적의 설비투자비 중 약 60%비용이 파일럿 플랜트와 관련되는 비용임을 예측할 수 있을 것이다.

이것을 비용으로 환산한다면 약 6천억원 정도의 규모가 산출될 수 있고 파일럿 플랜트를 건설공사를 수행하는 업체들은 대략 연간 파일럿 플랜트 건설에 투자되는 비용은 산출된 6천억원의 5~10% 정도인 3~5백억원대로 추정하고 있는 상태이다. 파일럿 플랜트에 대한 정확한 투자비용 예측은 불가능하지만 대략적인 시장의 규모와 투자비율 증가에 따른 성장 가능성은 확인할 수 있을 것이다.

연구개발 목적의 기업별 파일럿 플랜트 건설을

위한 설비투자비의 형태와 유형을 분석하기엔 기업의 신제품 개발 등과 연관된 기업비밀이라는 현실적인 문제로 정확한 분석이 불가능하였지만 앞에서 언급한 화학산업에서의 설비투자 조사내역에 근거한 파일럿 플랜트 건설 시장의 예측은 가능할 수 있을 것이다.

3. 파일럿 플랜트 사업관리 현황

파일럿 플랜트 건설시 적용되고 있는 사업관리 현황을 분석하기 이전에 플랜트 건설이라는 차원의 프로젝트 수행에 대한 특성을 알아볼 필요가 있을 것이다. PMI(Project Management Institute)에서는 프로젝트의 의미를 아래와 같이 정의하고 있으며 이러한 정의를 통해서 프로젝트의 특성을 함축적으로 표현하고 있다.

“A temporary endeavor undertaken to create a unique product or service. Temporary means that every project has a definite end. Unique means that the product or service is different in some distinguishing way from all similar products or services.”

프로젝트의 정의에 따른 특성은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- ㉠ 유일의 성과를 위한 일시적인 행위를 수반한다.
- ㉡ 확실한 착수 및 종료 시점이 존재한다.
- ㉢ 프로젝트란 달성하고자 하는 목적이 명확하고 구체적이다.
- ㉣ 수행과정이 동일한 반복과정이 없으며 높은 불확실성을 갖고 있다.
- ㉤ 하나의 간단한 프로젝트를 기획하고 수행하는데도 수많은 전문가와 조직들이 집합되어 많은 기능들을 통합해야하는 특성이 있다.
- ㉥ 한정된 예산이나 인력 등을 효율적으로 통합하여 관리해야한다.



본 장에서는 파일럿 플랜트 건설에 대한 사업관리 현황에 대해 분석하기 위해 파일럿 플랜트를 발주하는 사업주측 입장에서의 파일럿 플랜트 건설을 위해 수행 현황과 중소기업이 파일럿 플랜트 건설 공사 수행에 따른 사업관리 방안을 모색하기 위해 한 중소기업의 수행한 파일럿 플랜트의 수행 내역을 분석해 보고 파일럿 플랜트 건설 시 프로젝트 매니저 중심의 사업관리와 제한된 공기 내에 계획대로 건설공사 수행이 어려워 일정관리를 위한 일정계획과 조정이 필수라는 점을 감안하여 일정관리 중심의 사업관리 현황을 분석하고자 하였다.

3.1 발주처측의 파일럿 플랜트 사업관리 현황

1990년대 이전의 파일럿 플랜트 수준은 국내 석유화학산업의 발전은 있었지만 국내 석유화학산업의 지속적인 발전과 더불어 대덕 연구단지와 같은 대규모의 연구단지의 조성과 함께 기업 부설 연구소들이 대규모로 조성되고 여수와 울산, 대산 같은 석유화학 공단지역에 위치한 화학회사의 연구소를 보면 대부분이 국내 파일럿 플랜트 업체에서 제작하여 납품한 파일럿 플랜트 보다 외국의 파일럿 플랜트 전문업체로부터 수입해온 파일럿 플랜트들이 주를 이루고 있었다.

현재 국내 연구소 중심으로 이루어지는 신제품 개발 및 공정개선을 위한 파일럿 플랜트의 발주는 대부분이 설계, 구매, 건설을 모두 수행하는 턴키방식의 발주 형태와 파일럿 플랜트의 건설 규모가 대형인 경우 투자 자금이 많이 소요될 것으로 예측되어 기초 설계를 먼저 수행하여 설비 투자비용에 대한 건설시 소요될 비용에 대해 예측만을 위해 구매와 건설을 제외한 엔지니어링 부문만을 별도로 발주하는 경우도 있다. 특히, 신제품 개발을 목적으로 하는 대형 프로젝트의 경우 설계만을 별도 분리하여 발주하는 성향이 두드러진 것으로 보여진다. 파일럿 플랜트 건설을 위해 발주처측의 자금 조달 방식은 현재의 경제적 상

황이 좋지 않다는 경제적 상황으로 추진하고자하는 프로젝트의 아이템이 좋다고 하여도 기업입장에서의 자금 투자라는 현실적인 문제로 사업주의 독자적인 투자에 의한 파일럿 플랜트 건설은 거의 없는 상황이다.

건설시 투자 비용이 적은 실험실 수준의 파일럿 플랜트나 기존 파일럿 플랜트의 개보수 등과 같은 경우 대부분 사업주 자체의 연구자금을 활용하여 파일럿 플랜트 건설을 추진하지만 중대형의 파일럿 플랜트 건설과 같이 투자비용이 최소 몇 억원에서 몇 십억원의 자금 투입이 필요한 경우 기업 자체 연구자금만을 투자하여 파일럿 플랜트 건설을 추진하는 경우보다 정부의 기술지원 자금을 활용한 건설방식을 채택하고 엔지니어링 단계에서 건설에 이르는 업무를 해당 연구인력을 중심으로 관리하고 있으며 공사규모에 따라 많은 차이가 있으나 대형 건설공사를 수행하는 엔지니어링 전문업체에 의뢰하여 수행하기 보다는 대부분의 파일럿 플랜트의 경우 공사규모와 공사에 대한 금전적인 이유로 중소 엔지니어링 전문업체를 활용한 건설공사를 수행하고 있다.

3.2 파일럿 플랜트 건설 수행 기업의 현황

국내 파일럿 플랜트 건설 수행 기업의 분석내용은 일정통계 등의 근거에 의해 서술된 내용이 아닌 10여년의 파일럿 플랜트 건설을 수행한 중소 엔지니어링기업의 수행 내역과 동종 업계 및 파일럿 플랜트 건설을 수행한 경험이 있는 기업의 관련 업무인력의 의견을 중심으로 서술한 내용이다.

국내 화학산업의 파일럿 플랜트와 연구개발 설비를 제작하고 납품하는 업체는 인터넷 검색을 통해서도 쉽게 접할 수 있을 만큼 많은 업체들이 있다. 하지만 대부분의 업체들은 중대형 파일럿 플랜트에 필요한 인력구조와 건설공사에 대한 지식 등 여러 가지의 여건상의 문제로 대부분은 실험실 단계의 소형 파일럿 플랜트 건설을 위주로 수행하는 경우가 대부분이다.



파일럿 플랜트가 연구 개발 목적으로 사업주측의 연구원 중심으로 업무가 추진되어지고 수행되어지는 점을 감안할 때 기초설계시 사업주측의 업무수행 주체인 연구원의 이론적 기준에 따른 업무수행과 엔지니어링사측의 엔지니어는 실제 건설까지를 고려한 설계를 수행하게되어 사업주와의 합의점을 찾지 못하는 등의 원활한 업무진행이 수반되지 않거나 계약시 제시된 인력투입 계획보다 설계업무를 수행하면서 많은 추가 보완사항의 발생으로 초기 계획한 일정계획대로 수행이 이루어지지 않는 경우가 많으며 이로 인해 중견 엔지니어링기업의 기업 관리비등이 포함된 인건비 단가를 적용할 경우 계약 내용을 기준으로 한 인건비 단가와 투입 인력시간을 현실적으로 맞출 수 없는 경우가 대부분이라고 전하고 있다.

기업 수익성이라는 측면에서도 업무초기 계획단계에서 건설공사 수행을 통해 6%정도의 수익률을 예상하였으나 건설공사 완료후 수익률은 불과 2.8% 수준에 불과했으며 업무초기 계획단계에서 예상된 수익률 6%를 비용으로 환산하고 업무종료 후 확인된 수익률 2.8%를 비용으로 비교해 보면 초기 예상했던 공사 수행을 통한 실질적인 이윤은 초기 예상한 이윤보다 약 49%가 감소된 금액임을 확인할 수 있었고 기업이윤을 감소시키는 원인은 주로 추가 항목 및 추가 인력 투입 발생에 따른 공기 지연과 발생 비용에 대한 미정산이 대표적인 수익률 감소의 원인으로 표 2와 같이 정리되었다.

파일럿 플랜트 건설 공사 수행시 계약금액을 기준으로 볼 때 신규 항목의 추가나 수정에 의한 추

가 비용의 발생시 그 비용은 계약금 대비 약 4.3%를 차지하고 추가 내역의 발생은 설계단계와 현장공사에 따른 수정작업등으로 추가내역이 발생하였음을 확인하였다.

중소 엔지니어링 기업을 중심으로 수행되는 파일럿 플랜트 건설 공사의 경우 여러단계에서 기업의 수익률 저하 원인이 발생함을 확인할 수 있으며 특히 수행단계에서의 수익률이 저하가 심각함을 확인할 수 있었다.

3.3 프로젝트 매니저를 통한 사업관리 현황

최근의 모든 파일럿 플랜트 건설 역시 프로젝트화 하여 관리되고 있으며 파일럿 플랜트 건설사업에 필요한 일련의 업무를 수행하기 위해서는 각종 전문기술을 전체 작업을 합리적, 경제적, 종합적으로 최단기간에 완성하도록 계획하고 설계하며 조정하는 활동을 목적으로 운영하는 기술이 필요하게 되고 프로젝트 매니저먼트의 역할과 비중이 높아지고 있다.

프로젝트 매니저를 통한 사업관리는 건설공사 수행 과정 중에서 제기된 문제점을 프로젝트 전체의 목표달성이라는 전제 아래에서 최선의, 또한 최적의 대책 안을 찾아내고 그에 따른 조정과 조치의 결정을 통한 신속한 시행을 위한 강력한 지휘통솔에 의한 체계에서의 사업관리 수행을 의미할 것이다. 플랜트 건설시 사업관리를 수행하는 이유는 프로젝트 수행과정에는 예측치 못한 돌발사태나 사업주 또는 협력업체 등 대외적인 인터페이스가 예상대로 이루어지지 못하여 프로젝트 수

<표 2> 파일럿 플랜트 건설시 수익률 저해요인 분석

구 분	비율	비 고
프로젝트별 추가 비용 비율	4.3%	계약금 대비 추가 항목 발생시 비용 비율
계획외 추가 인력투입 발생율	85%	업무초기 인력투입 예상기준 추가 발생비율
현장작업시 추가 사항 발생율	65%	현장구매 발생 및 현장추가요청 발생비율
추가내역 정산율	60%	추가 공사시 정산 비율
공기 지연 발생율	80%	계약 납기 대비 공사완료일 기준 발생비율



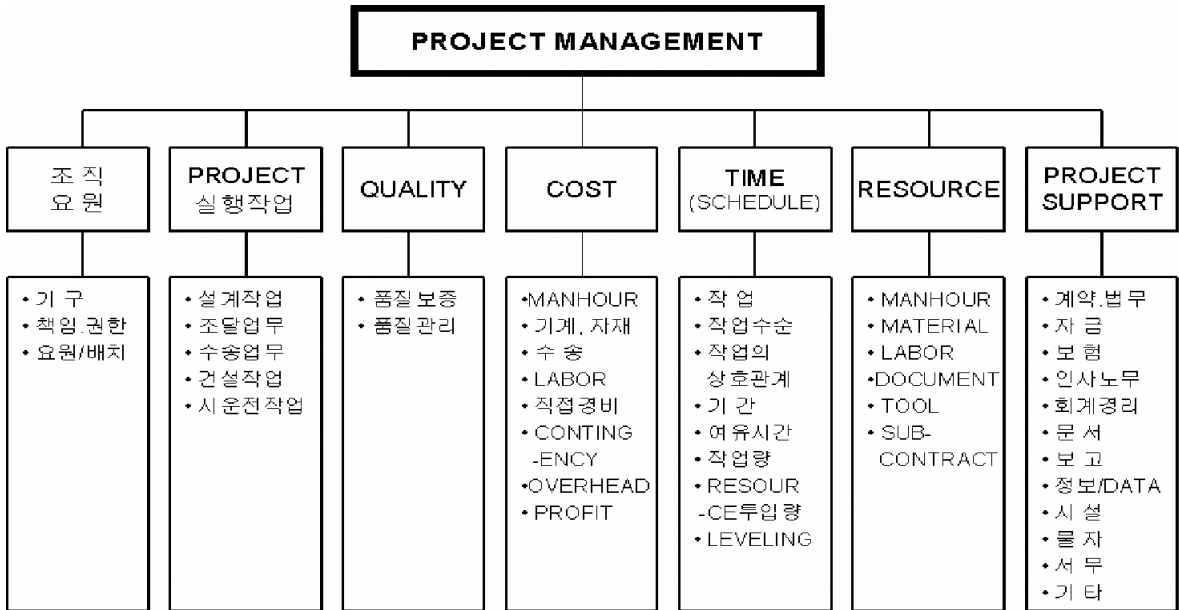
행에 영향을 미치게 되고 프로젝트 수행상황이 계획과 차질을 빚게되는 경우 프로젝트 매니저는 프로젝트 수행 목표달성을 위해 통합화, 최적화, 합리화를 추구하며 각각 맡은 역할과 직무를 원활히 수행할 수 있도록 지휘, 조정 및 지원을 통해 슬기롭게 대처하고 관리하면서 건설 공사 수행에 있어 목표로 하는 비용 절감, 일정 단축, 품질 확보를 위한 것이며 이러한 목표를 달성하기 위한 사업관리를 위해 필요한 업무와 그에 따른 사업관리 기법을 살펴보면 표 3과 같이 정리할 수 있을 것이다. 상용 플랜트 건설시 프로젝트 매니저는 그림 1

에서 보여주듯 모든 업무 영역에서 사업의 초기 단계인 계획단계에서 건설 공사완료 후 사후 관리단계에 이르는 전과정에서 업무를 수행하고 계획, 설계, 기자재 구매·조달, 제작, 설치·건설·시운전, 사후관리 단계 등 단계별 프로젝트 매니저가 수행하는 주요업무에 대해 살펴보면 아래와 같이 정리될 수 있을 것이다.

앞의 파일럿 플랜트 수행 내역을 분석한 결과와 같이 현장공사 단계에서 기업의 수익성을 저하시키는 요소가 많이 발생함에도 불구하고 적절한 조치없이 기존의 수행 방식대로 건설 공사를 수

<표 3> 사업관리시 제반 업무 및 사업관리 기법

목 표	필요 업무 내용	사업관리 기법
비용절감	Basic Engineering Review 강화 Man Hour 관리 Design Engineer의 Cost 관리개념 인식 Procedural 문서작성 외주 확대 I.T 확대 Worldwide Purchasing Cost Forecasting System Logistics Planning	Project Risk Management Phase Control Rolling Wave Concept 성능측정 System Earned Value Concept Change Control System Management by Objective Management by Exception Commitment Base Cost Control Cost & Schedule 예측 및 D/B
일정단축	수행전략계획 수립 철저 Monitoring & Analysis Corrective Action Productivity Check & Revision Change Control Subcontract Control Vendor Control 각 조직원 계획수립 참여 Cross Checking Internal Coordination 강화 Management Review & Supervision Fast Decision Making	Planning & Review Project Management Information System Master Schedule Detailed Control Schedule WBS, Primabella, Artemis, CPM Resource Allocation & Planning Internal Schedule Revision Critical Path 중점관리 각 기능별 작업계획 수립 추진 Vendor Information 관리 Earned Value Method Cost & Schedule Integration
품질확보	계약조건 인식 철저 Basic Engineering Review Hazop Study 강화 System Engineering 개념 접근 B.E & F.E의 전 조직원 교육 성능보증조건 및 달성 계획 수립 Quality Assurance Plan 작성 Quality Control Procedure 작성	Design Criteria Hazop Study Report Q.A Program Q.C Procedure Organization Auditing Feedback



[그림 1] 상용 플랜트 건설시 프로젝트 매니지먼트 대상업무 영역

행하고 있으며 사업관리를 위해 프로젝트 매니저의 기능이 프로젝트에 얼마나 중요한 역할을 담당하는지 예측할 수 있으나 중소기업에서 수행한 파일럿 플랜트 건설시 대부분이 형식적인 의미에서의 프로젝트 매니저의 기능을 수행할 뿐 사업관리측면에서의 프로젝트 매니저의 기능을 제대로 수행하지 못하고 단지 현장공사중 일정 부분의 공사를 담당하는 직능적인 역할만을 중심으로 수행하고 있는 실정이다.

현재 중소기업에서 파일럿 플랜트 건설시 사업관리라는 측면에서 파일럿 플랜트 건설 공사 완료후 기업의 수익성을 높이기 위해 직능적 기능을 수행하는 프로젝트 매니저의 기능을 보완하기 위한 현실적 방안 모색이 필요할 것이다.

3.4 일정관리 중심의 사업관리 현황

일정 및 공정관리는 일정을 계획하고 조정하는 기능으로 이루어지며 모든 작업의 일정계획과 순서를 정해 수행한다 하지만 실제로는 일정을 계

획대로 맞추어 수행하기가 대단히 어려운 현실이다. 또한 수주산업에서 경쟁입찰에 의한 수주라는 차원으로 볼 때 입찰시 제출하는 제안용 프로젝트 스케줄이 사업주측에서 업체를 선정하는 하나의 평가 기준으로 작용되어 입찰에 참여한 업체들은 실제 필요한 프로젝트 수행기간 보다 단축하여 제시하는 경우와 초기 예정공정표 작성이 각종 변수인자를 감안하여 현실적인 공사조건을 고려한 실제 공기가 산정되어 공정표가 작성되어야 함에도 불구하고 현장설명, 입찰, 낙찰, 계약의 과정을 통해 대부분이 착공계와 착공후 15일 이내 초기 공정표를 제출토록 하고 있어 실제 공사를 수행할 담당자가 공종별 실제상황이 고려된 공기를 검토 없이 제출하는 경우가 대부분이며 사업주의 승인을 위한 형식적 업무가 되고 있다.

파일럿 플랜트 건설시 중소기업에서 수행하는 일정관리 중심의 사업관리 현황을 언급하기 이전에 건설 기간이 길고 작업 항목이 많은 상용 플랜트에서 어떻게 일정관리를 하고 있는지를 살펴봄



으로써 파일럿 플랜트 건설 공사시 효율적 일정 관리에 대한 대안 모색의 기초로 삼을 필요가 있을 것이다.

4. 파일럿 플랜트 현장공사 사업관리 대책

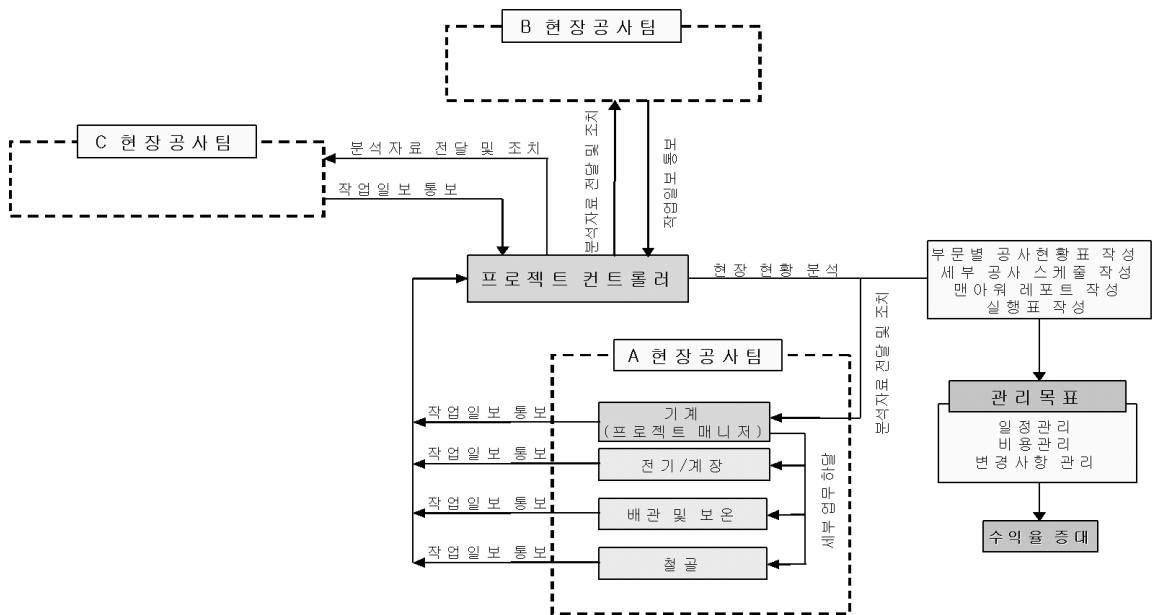
4.1 프로젝트 컨트롤러 활용

파일럿 플랜트의 경우 해당 프로젝트의 프로젝트 매니저가 프로젝트 스케줄을 관리하지만 기타 공사관련한 제반업무로 프로젝트에 대한 일정관리를 원활히 수행하지 못하는 경우가 생기며 정확한 정보의 수집이 이루어지지 않아 공정별 일정을 확인하지 못하는 경우도 생기게 된다. 이러한 문제점을 해결하면서 소수의 인력이 복수의 프로젝트를 동시에 수행해야 하는 점을 감안 할 때 인력의 효율적 운영과 각각의 프로젝트에 대한 일정관리를 위한 본사 관리 차원의 프로젝트 컨트롤러의 활용이 필요할 것이다.

그림 2는 프로젝트 컨트롤러를 중심으로한 커뮤니케이션 구조

니케이션 구도로 복수의 파일럿 플랜트 현장 공사에 적용하기 위해 프로젝트 컨트롤러를 활용하여 투입되는 자원의 관리와 프로젝트 수행에 필요한 전체적인 일정계획 및 일정관리의 업무를 수행이 가능함을 보여주고 있다. 이때의 프로젝트 컨트롤러는 단지 수행중인 모든 파일럿 플랜트 건설에 대한 일정만을 관리하는 것이 아니고 각 파일럿 플랜트 건설 현장별 일정 현황, 자재 투입 현황, 인력 투입 현황, 비용 현황까지도 관리하는 기능과 제반 문서를 기록하고 관리하는 복수의 기능과 역할을 함께 수행해야 한다.

특히, 현장공사시 발생할 수 있는 여러 가지의 문제점에 대한 대응과 해결을 위해 현장의 프로젝트 매니저와 함께 건설현장에 대한 이중 관리체제를 통해 파일럿 플랜트 현장공사시에 기업의 수익률 저해 요인에 대한 대처가 가능할 수 있을 것이고 최소의 인원으로 복수의 프로젝트를 수행하는 중소기업에서 현장에 투입되는 인력의 효율적 배치와 이동을 통해 그에 대한 맨아워 관리도



[그림 2] 프로젝트 컨트롤러를 중심으로한 커뮤니케이션 구조



용이할 수 있을 것이다.

3~4곳의 현장에 대한 현장관리를 위해 프로젝트 컨트롤러는 새로운 인력을 채용하여 활용하기 보다 프로젝트 수행 경험이 많은 프로젝트 매니저를 프로젝트 컨트롤러로 활용하고 현장의 프로젝트 매니저는 부문별 공사담당 엔지니어중 파일럿 플랜트 건설의 공사 비중과 공사 부문별 담당자중 프로젝트 수행 경험이 많은 엔지니어를 프로젝트 매니저로 선임하는 것이 필요할 것이다.

4건의 프로젝트를 동시에 수행할 경우 4건의 프로젝트중 프로젝트의 난이도와 리스크가 적다고 판단되는 한개의 현장공사에 대해 프로젝트 매니저는 프로젝트 엔지니어인 프로젝트 어시스턴트가 프로젝트 매니저의 기능을 수행하고 3건의 프로젝트는 정상적으로 프로젝트 매니저가 관리하는 형태를 적용하는 것이고 이때의 프로젝트 컨트롤러는 프로젝트 수행을 위해 크게 공사계획 단계, 일정계획 단계, 작업진도 파악 단계, 통제조정 단계별로 나누어 업무를 수행해야하고 공사계획 단계에서는 공사전체의 내용을 파악하여 전반적인 공사계획을 수립하여 공시, 기술적인 제약 조건등 각종 공사정보를 분석하고 공사의 요소작업 분할, 물량산출, 공기추정, 수립된 예산 등의 정보를 이용하여 작업간 선.후 관계를 고려한 계획 수립이 필요하다.

일정계획 단계에서는 공사계획 단계에서 수립된 공사수행계획에 의하여 보다 세분화된 작업계획을 수립하고 공사계획, 인원, 장비투입계획 및 자재 조달계획을 검토하여 보다 세분화되고 현실적인 일정계획의 수립이 필요하며 작업진도파악 단계에는 프로젝트 매니저를 비롯한 건설공사에 참여하는 공사 부문별 담당자와의 협의를 통해 작업물량, 자재조달현황, 장비 투입현황 등 관련 실적자료 취합하여 작업의 진도를 파악해야 한다. 현장의 작업 진행사항을 분석하려면 각종 투입 자원 자료를 확보하여 완료한 작업에 대해서 조사하고 본사에서 파견된 엔지니어의 맨아워, 직중

별 노무자 공수, 항목별 장비 사용시간등의 투입된 자원의 데이터와 배관의 설치수량, 기기의 설치 개수, 철골의 톤수 등등 데이터를 미리 정해진 중별로 단위기준에 맞추어 현장 작업이 계획된 일정대로 진행되고 있는지의 현장 공사현황을 프로젝트 부문별 해당 담당자에게 전화, 면담등의 방법을 이용하여 관찰하고 이러한 모니터링과정을 통해 후속 작업에 대한 영향을 미리 예측하는 과정이 함께 수행되어야한다.

마지막으로 통제조정 단계에는 계획과 실적을 비교하여 차이 분석하여 분석한 분석결과를 향후 진행되어야 할 공사계획에 반영하여 필요시 계획을 재조정하고 필요한 대책을 강구하고 해당 프로젝트 매니저에게 보고하여 시행될 수 있도록 유도해야 한다.

현장공사시 각 부문별 공사 담당자는 스스로 어느 정도의 자율적 관리도 이루어지므로 크리티컬 패스에 해당하는 작업에 대해서는 관리가 강화되도록 운영해야하고 크리티컬 패스상의 작업들은 여유도가 전혀 고려되지 않고 있으므로 하루라도 차질이 생기면 그 영향은 전체 공기에 영향을 미칠 수 있어 프로젝트 컨트롤러는 중점관리대상 지역과 크리티컬 패스 액티버티를 파악해두고 지속적인 관찰을 통해 만일 차질이 발견되었을 때는 즉시 대응조치가 이루어져 그 영향이 다음 액티버티에 미치지 않게 해야할 것이다.

프로젝트 컨트롤러가 일정관리에 있어 특히 주의해야 할 점은 크리티컬 패스가 프로젝트의 진행상황에 따라 변한다는 점이며 초기에는 크리티컬 패스가 단순해도 진척도가 지연이 되면 많은 액티버티 패스가 크리티컬 패스로 되어 효율적이고 경제적인 일정관리가 불가능해 진다는 점이며 또한 프로젝트 컨트롤러는 현장의 진도 파악에 따른 조정을 위해 파일럿 플랜트 공사에 가장 많이 쓰이는 마일스톤형태의 스케줄표를 체크하고 스케줄은 진척상황에 따라 업데이트 하면서 스케줄상의 마일스톤은 변하지 않게 해야하며 만일



마일스톤을 지키지 못한다면 전체 프로젝트기간에 영향을 미쳐 초기 계획한 공기내의 공사가 불가능해 질 수 있어 마일스톤의 변경없이 공사를 수행하기 위해 마일스톤의 달성여부를 엄밀히 체크하고 마일스톤 변경시 대책을 수립해야한다.

4.2 세부 공사 스케줄 활용

파일럿 플랜트 건설을 위해선 현장공사와 같은 공사 집행과정이 핵심이 되며 공사수행을 효과적으로 수행하기 위해 공사단계에서의 관리가 중요하고 공사관리의 가장 근간이 되고 기존 파일럿 플랜트 공사내역 분석을 통해 파일럿 플랜트 건설 공사 수행에 가장 큰 문제점이 주로 현장공사 과정에서 발생하고 현장관리의 개선이 이윤을 창출해야하는 기업의 입장에서 가장 시급하게 해결해야 하는 과제라는 점을 감안한다면 공정관리의 중요성을 다시 한번 확인할 수 있을 것이다.

앞에서 분석한 중소기업이 파일럿 플랜트 건설 사례에서 약 80%정도의 프로젝트가 초기 계획한 일정과 다르게 완공되었고 일정지연의 사유는 다르지만 우선적인 이유는 초기 업무시작전 일정계획시 현장조사등 기타의 사유에 의한 체계적인 일정계획이 이루어지지 못한 점과 현장공사시의 추가 및 변경되는 사항에 대한 안일한 대응으로 인한 일정지연과 그로 인한 수익성 역시 초기 계획과의 큰 차이를 보이게 되었다.

현장에서의 일정관리가 단순한 공정관리 차원이 아닌 일정관리를 통한 현장에서의 사업관리 수단이 될 수 있는 스케줄의 작성이 필요할 것이고 기존의 파일럿 플랜트 건설 공사 뿐만아니라 상용 플랜트 건설 공사를 수행하면서 발생한 스케줄 관리에 대한 문제점과 그에 대한 대책의 검토 필요하리라고 판단되고 스케줄 관리에 대한 문제점과 대책은 표 4와 같이 정리될 수 있을 것이다.

표 4의 내용을 정리해 보면 스케줄관리의 문제점은 5가지 정도로 요약될 수 있으며 첫째로는 수주후 계획단계에서 충분한 검토와 현장여건 등

미확인사항 같은 것에 의한 불확정요소가 많다는 것과 둘째로 공사 부문별 담당자가 참여하여 일정계획을 수립하는 것이 아니라 프로젝트 매니저 독단으로 기존의 영업자료를 중심으로 일정계획을 수립하기 때문이다. 셋째로는 대외관련 부문과의 협조차질이 발생할 수 있다는 것이며 넷째로 일정계획시 비용 및 자원 스케줄링을 무시하고 일정이 계획되고 마지막으로 예측하지 못한 상황의 발생으로 스케줄관리에 문제점이 생길수 있다는 것이다.

파일럿 플랜트 건설이 연구개발 목적의 설비로 중소기업이 파일럿 플랜트 건설 과정중 수익률 저해 요소가 많이 발생하는 현장공사시에 사업관리를 위한 일정계획과 관리가 필요할 것이고 소정의 기일까지 완성시키기 위해 작업의 식별, 정의, 작업량, 자원 투입량, 기간의 설정 등을 통해 발생 가능한 문제들을 사전에 파악하고 예측하여 프로젝트 수행에 필요한 자원을 함께 고려한 스케줄을 작성해야만 한다.

프로젝트의 일정계획 수립을 위해 스케줄 기본 방침을 설정하고 작업계획을 수립한 후 스케줄을 작성하는 단계를 거쳐야하지만 기존에 활용한 스케줄은 단순한 형태의 마스터 스케줄만을 작성하고 활용하였지만 세부 공사 일정을 작성하기 이전에 주요 업무를 중심으로 한 요약된 스케줄이 필요하고 작성이후엔 작업량, 작업간 관계설정, 작업에 필요한 자원의 예측하는 과정이 필요하며 이후 자금, 인력, 자재, 장비 등의 재원을 고려한 상세하고 구체적인 작업까지 기재된 관리용 스케줄이 작성되고 관련부문과 필요한 조정을 실시하여 확정해야 한다.

일정관리 목적은 목표로 하는 기한 내에 프로젝트가 완성하도록 일정계획을 수립하여 작성된 스케줄에 의해 계획된 것을 공사 부문별 담당자에게 전달하여 각자의 담당업무에 대한 일정관리를 할 수 있도록 하고 프로젝트 컨트롤러는 수행작업의 진척도를 측정하여 계획된 일정과 실적치와



의 차이를 분석하고 평가 과정을 통해 공기지연 등을 감안한 정확한 예측이 필요하며 계획과의 차이에 따라 필요한 관련 부문과의 조정작업, 각종 스케줄 수정작업을 수행해야 한다.

현장공사시 사업주의 요청에 의한 현장 추가 작업에 대한 대응으로 일일 작업량에 기록을 통한 일정변경 관리차원의 진척도 관리, 투입된 인력 및 장비에 대한 추가 내역관리, 추가 작업으로 인한 직접 비용 및 현장관련 발생 가능한 비용에 대한 관리를 통해 향후 정산자료로 활용할 수 있도록 함으로써 수익률 저감요인에 대한 대응이 필요할 것이다.

프로젝트 컨트롤러는 세부 공사 스케줄 작성을 위해 공사진척 상황을 파악하고, 계획과 대비하여 그 조정과 관리를 수행해야하며 공사의 진척도를 산정함에 있어 당초 계획한 공수에 대하여 실제

로 투입한 공수를 %로 표시하는 방식의 맨아워 투입 진척도 산출방식과 공사를 100으로 하여 공정별로 투입비용 또는 공수를 가미하여 미리 전체에 대한 그 공수가 차지하는 비율을 설정하고 각각의 공사종목의 진척도에 %를 곱한 것을 집계하여 전체진도를 계산하는 물리적 총량에 대한 진척도를 확인해야하고 이 두가지 중 하나의 방법이 진척도를 확인하는데 절대적일 수 없어 이를 동시에 파악하여 수행하는 방안을 적용할 필요가 있을 것이다.

해당 공사분야의 공사담당자는 물론 프로젝트 매니저는 공정관리상 자재, 도면, 장비 등 조달품의 반입/도착까지의 상황을 체크하고 지연 작업에 대하여 조기대책을 수립하여 불확정요소에 대한 대응책을 강구하면서 공사의 변경, 추가 및 생략 등을 정확하게 파악하여 공사에 필요한 기자

<표 4> 스케줄관리의 문제점과 대책

문 제 점	대 책
계획시점에 불확정요소가 많다.	스케줄 업데이트 또는 프로젝트 컨트롤과 세부 공사 스케줄 수립 운영 마일스톤 스케줄등 단기 스케줄 운영 각 부문별 공사 담당자의 스케줄링 참여 스케줄상의 각 작업별 투입 예상물량과 후일 비교 검토 및 업데이트 시행
프로젝트 매니저 독단의 일정계획 수립	각 부문별 공사 담당자의 일정계획 참여 프로젝트 컨트롤러의 활용 수립된 스케줄 내용의 교육과 지시 철저
대외관련 부문과의 협조차질	프로젝트 매니저의 대외업무 창구 기능 강화 및 사업주와의 조정절차 합의 및 이행 철저 협력업체와의 사전준비 철저 및 계약 조건 강화 대외관련 업무 관리 철저
일정계획시 비용 및 자원 스케줄링 경시	일정계획시 시간, 자원, 비용을 고려한 계획 수립 모든 수행 프로젝트 관리를 위한 프로젝트 컨트롤러 활용 공사별 정기적인 스케줄 관리상황에 대한 프로젝트 매니저 및 각 부문별 공사담당자에게 자료제공 철저 프로젝트 매니저의 관리 및 지시업무 철저
예상의 사항 발생	크리티컬 패스 중점 관리 현장 공사팀의 신속한 예외항목 보고 및 대처 프로젝트 컨트롤러 중심의 관리 체제 운영 신속한 결정 필요 공사부문 조직과 현장 프로젝트팀과의 협력체제 강화 예외 항목 발생 대비한 계획 수립 운영



재, 장비, 자금 등의 자원을 공정에 따라 합리적으로 운용하여 예정된 공기 내에 신속하고 경제적으로 수행되도록 관리해야 한다.

파일럿 플랜트 건설 공사를 정해진 시간에 완료될 수 있도록 하기 위해 작업대상에 따르거나 아니면 프로젝트 컨트롤러로 하여금 작업분할체계(WBS : Work Breakdown Structure)를 통해 공정을 세분화하여 주요 활동 및 세부작업을 관리하는 기준을 마련하여 현장 공사시 기계, 배관, 계장/전기, 철골등 부문별 공사 혹은 필요한 작업에 대한 상세한 액티버티로 분해하고 주요 공정을 책정하여 마일스톤을 준수하도록 설정하며, 각 액티버티의 상호관계를 고려하여 스케줄을 작성해야 한다.

이때 작성된 스케줄에 의해 프로젝트의 문제영역의 추출 및 각 액티버티의 계획시작일과 계획완료일이 결정되며 수시로 변화하는 프로젝트의 상황을 정확히 파악하지 않으면 안되므로 네트워크 형식을 이용한 스케줄 작성이 필요하며 액티버티마다의 작업량을 결정하고 액티버티사이의 작업순서와 작업시간을 설정하여 그에 따른 작업시간에 대한 스케줄과 투입되는 자원의 스케줄을 계획하고 현장공사시 수행하는 작업의 액티버티에 대하여 더욱 상세한 분해가 필요한 경우에 액티버티 분할을 통해 구체적인 세부 공사별 스케줄을 바차트 형식으로 작성해야 할 것이다.

현장공사 시작 이후 각 공사별 수행과정에서 업무의 범위와 업무량과 수행방법 등의 각종 정보가 점점 더 상세하고 정확해지며 구체화됨에 따라 작성된 세부 공사별 스케줄은 상세히 작성될 수 있고 작업간 상관관계를 고려한 상세한 액티버티로 분해되어 일정계획에 따른 인력, 장비, 자금 투입등 현장공사 계획이 원활할 수 있어 기존 중소기업에서 수행한 파일럿 플랜트 건설 사례의 경우 단순한 형태의 프로젝트 마스터 스케줄만을 활용하였지만 프로젝트 수행에 좀 더 구체적인 일정계획 및 관리가 이루어 질 수 있을 것이다. 또

한 스케줄의 가장 기본이 될 수 있는 프로젝트 마스터 스케줄의 경우 일정 변경 등이 발생하는 경우에는 계속적인 스케줄 수정이 필요하고 관리역시 함께 병행되어야 할 것이다.

4.3 현장 변경요청 사항 관리 강화

최근의 파일럿 플랜트가 대형화, 복잡화 추세에 있고 파일럿 플랜트 건설공사를 전문으로 수행하는 중소기업이 기존 수행한 건설공사에서 발생한 문제점 중 기업이 수주 후 건설공사를 통해 이윤을 창출 해야하는 조직이라는 특성으로 볼 때 공사 시작전 작성한 예산 및 예상이윤과 프로젝트 종결시 집행한 비용 및 실질적 기업이윤을 비교하여 본다면 상당한 큰 차이를 보이고 있고 소형 파일럿 플랜트보다 공사비용이 크고 공사기간이 긴 중대형 파일럿 플랜트의 경우 더욱 심한 양상을 보이게 된다.

건설기업의 건설 공사완료후 수익률을 높이기 위해 가장 필요한 방법은 현장에서 사업주로부터의 변경요청사항에 대한 효과적인 대응으로 초기 예측한 수익률을 기대할 수 있고 초기 계획한 건설공기 내에 건설공사를 완료할 수 있을 것이다.

하지만 파일럿 플랜트 건설 목적이 주로 신제품 개발이나 기존 공정 개선을 위해 국내외 라이선서로부터 라이선스를 도입하여 검증된 시스템을 통한 건설 공사를 수행하는 것이 아니라 사업주측의 파일럿 플랜트 건설을 위해 기초연구와 응용연구 단계에서의 실험실적 수준의 자료를 기초로 설계단계에서 건설단계까지를 수행해야하는 특성과 일반적인 상용 플랜트에서처럼 확립된 공정을 기초로 건설공사가 수행되기보다는 파일럿 플랜트 건설의 경우 설계단계를 비롯한 모든 단계에서 사업주의 지속적인 추가적인 변경사항이 발생하고 그러한 과정을 통해서 원하는 최종 목적물이 완공되는 경우가 대부분이다.

이러한 일련의 상황으로 파일럿 플랜트 건설 공사수행을 위해 초기 계약금액 기준으로 계획된



예산범위에서 비용적인 측면으로 큰 변화를 가져오는 것은 현장 공사단계와 건설 공사이후 시행되는 시운전 단계에서 변경 및 수정요청(FCR : Field Change Request)을 사업주로부터 받는 경우로 사업주로부터 발주를 받아 수행하는 기업의 프로젝트에 참여하는 엔지니어 뿐 아니라 현장공사를 위한 협력업체를 포함한 현장인력에 대한 맨아위의 추가 투입과 추가 작업에 대한 기자재 구매 대한 비용 발생 부분 때문일 것이다.

앞서 분석한 파일럿 플랜트 건설 공사에서 현장공사로 인한 전체적인 공기의 연장과 건설 공사 완료후 기자재 및 인건비등 정산근거 자료의 미비로 인한 정산이 원활히 이루어지지 않은 점을 감안할 때 현장공사에서 발생하는 추가작업에 대한 근거자료에 대한 기록과 관리가 필요할 것이며 소수의 인력이 파견된 현장에서의 시간적 한계성으로 문서수발이 원활히 이루어지지 않고 있는 현실을 감안한다면 본 논문에서 제안한 프로젝트 컨트롤러를 활용한 문서의 기록과 관리가 가능할 수 있을 것이다.

4.4 신 작업일보의 활용

프로젝트 컨트롤러가 프로젝트 매니저를 대신하여 공사별 현황등을 분석하고 현장에서의 문제발생시 각 공사 부문별 담당자에게 필요한 조치를 지시하고 업무를 관리하기 위한 관리도구가 필요할 것이고 관리 도구로서 본 논문에서는 새로운 형태의 작업일보를 제안하였다.

특히, 공사 진행사항에 따른 진도파악을 위해 진척도 항목과 현장에 투입된 인력과 장비의 현황을 파악하기 위한 현장 인력현황 및 장비현황, 현장구매향목, 현장추가변경 요청항목, 일일 집행된 비용 확인을 위한 경비내역항목, 본사지원항목, 금일 작업내역 및 익일 작업계획내역을 포함할 수 있는 작업일보 형태로 구성하고 현장의 주요 공사 부문을 기준으로 기계, 전기/계장, 배관, 철골 등 해당 공사 부문 담당자는 해당 공사별 작성

한 작업일보를 본사의 프로젝트 컨트롤러에게 전송하고 프로젝트 컨트롤러는 수집된 작업일보를 취합하여 관련 항목별 정보를 통해 각현장별 상황을 분석하고 이에 대한 결과를 해당 프로젝트 매니저에게 통보하여 현재의 현장공사 상황을 확인해주고 발생한 문제점이나 발생 가능한 문제점에 대한 논의를 할 수 있도록 해야할 것이다.

이러한 작업일보의 내용의 구성으로 기존 파일럿 플랜트 건설시 발생했던 문제를 다소 해소할 수 있는 도구로서의 기능을 가질 수 있을 것이며 기업의 입장에서 업무와 관련한 문서의 확보 및 각 현장에 대한 관리가 가능해짐에 따라 필요시 최소 인력을 활용한 인력파견에 있어서도 실효성이 있을 것으로 판단되어진다.

기존의 작업일보에서 현재 제안한 새로운 형태의 작업일보를 통해 항목별 내용 기업으로 본사의 프로젝트 컨트롤러는 관리 성과물을 작성할 수 있으며 현장에서 발생하는 기계공사, 배관공사 등 부문별 세부 공사 뿐 아니라 전체 공사에 대한 관리를 포함한 전체적인 현장관리가 가능할 것이고 관리 성과물을 현장의 프로젝트 매니저에게 전달함으로써 현장공사시 효율적인 사업관리가 더욱 강화될 수 있을 것이다.

5. 결론

국내 화학산업용 파일럿 플랜트 건설 시장은 화학산업 중심의 제조업의 대외 환경변화로 고부가치의 상품을 개발하지 않으면 안되는 현실적인 문제로 이를 극복하기 위해 연구개발 목적의 정부차원의 정책적 지원과 민간기업의 투자가 지속적으로 이루어지고 있고 투자규모의 증가로 국내 화학산업용 파일럿 플랜트 건설 규모와 기간은 대형화, 장기화 추세이다. 하지만 1990년대 이후 국내 화학산업용 파일럿 플랜트 건설을 주도적으로 수행해 왔던 국내 중소기업의 경우 국내 파일럿 플랜트의 건설 시장변화에 맞추어 질적, 양적



발전은 이룩하지 못한 상태로 중소기업이 갖고 있는 고용인력의 한계성과 관리체계의 부재로 파일럿 플랜트 건설시 건설 공사이후 많은 수익률을 확보하지 못하고 있는 현실이며 현장공사시 프로젝트 매니저의 일정관리를 비롯한 체계적인 현장 공사관리가 이루어지지 않아 기업의 수익률은 급격히 감소하고 있는 상황이다.

본 고에서는 중소 엔지니어링 기업을 중심으로 건설공사가 수행되는 화학산업용 파일럿 플랜트 현장 공사시 소수 인원만으로 건설공사가 수행되는 것을 통해 건설 공사를 수행하는 기업의 수익성 증대를 위한 관리방안으로 일정관리를 위한 세부 공사 스케줄 활용, 프로젝트 매니저의 현장 관리 문제점을 보완하기 위한 프로젝트 컨트롤러 활용, 현장 공사시 사업주의 변경 요청 사항에 대한 관리를 제언하고 프로젝트 컨트롤러가 현장에 대한 원활한 관리를 위한 관리도구로서의 새로운 형태의 작업일보를 활용하였다.

기존에 수행한 파일럿 플랜트 건설 공사의 경우 초기 계획된 평균 수익율은 6%였고 건설 공사 완료 후 수익률은 총 공사도급금액의 2.8% 수준에 불과했던 것과 달리 새로운 형태의 작업일보의 적용과 본사의 프로젝트 컨트롤러를 활용한 현장 공사관리를 실시한 결과 건설 공사 완료 후 기업의 수익률은 총 공사도급금액의 4.8%로 확인되었으며 건설 공사 초기 목표로한 6%의 수익률은 달성하지 못했지만 기존 건설 공사를 수행하면서 2.8%의 수익률을 발생시킨 것에 비해 2%의 추가적인 수익률을 높임으로서 기존 수행한 파일럿 플랜트 건설공사와 비교해 볼 때 앞서 언급한 제언 사항을 통해 수익성을 향상시킬 수 있었다. 또한 파일럿 플랜트를 수행하는 기업이 복수의 프로젝트를 최소의 인력으로 현장 공사를 수행하며 관리하기 위한 도구로 작업일보와 프로젝트 컨트롤러의 활용으로 기업의 수익률 확대와 수주 산업에서의 가격 경쟁력 확보를 통한 더 많은 프로젝트에 대한 수주활동이 가능할 수 있을 것이며

파일럿 플랜트 건설 공사 수행에 따른 수익성이라는 금전적 이득과 함께 파일럿 플랜트 건설공사를 수행하는 기업입장에서도 본사의 프로젝트 컨트롤러의 활용으로 현장별 작업현황, 현장별 지원 현황, 인력의 효율적 관리, 예산 관리 및 공정 관리, 향후 정산을 위한 근거 자료 확보 등의 효과가 발생하였고 사업주측에서 파일럿 플랜트 건설 공사와 관련한 다양한 종류의 요청서류에 대한 문서수발이 용이할 수 있다는 효과도 함께 확인되었다.

6. 후속 과제 제언

화학산업용 파일럿 플랜트 건설 공사를 수행하는 중소 엔지니어링 기업이 건설 공사 초기 계획된 기업의 이윤을 확보하기 위해 본 논문의 제언 사항을 통해 2%의 수익률을 향상 시켰지만 업무 초기 계획한 수익률 6%에는 미치지 못하였고 현장에서의 부문별 공사담당자는 세밀한 형태의 작업일보 작성을 위해 하루 평균 1.5맨아워를 소비해야해 많은 맨아워의 손실이 발생되었고 다종의 복수의 파일럿 플랜트 건설 공사가 동시를 수주될 경우 프로젝트 컨트롤러가 모든 파일럿 플랜트 건설 공사를 담당하며 관리한다는 것은 다소 불가능할 것이고 이러한 경우를 대비한 여러 현장을 동시에 함께 관리하는 시스템의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

향후 중대형 SOC사업, 상업용 플랜트 건설을 위해 개발되는 고비용의 사업관리 시스템을 도입하기 보다 중소기업의 입장에서 파일럿 플랜트 건설에 가장 필요한 부분인 최소의 인력을 활용한 여러 지역의 현장을 관리하고 현장에서 발생된 정보를 인터넷을 통한 기업의 네트워크 환경인 인트라넷을 이용하여 수행되고 있는 현장별 정보를 공유하고 관리할 수 있으며 현장 공사에서의 문제해결이 아니라 설계 및 구매단계에 걸친 파일럿 플랜트 건설을 위해 수행하는 모든 단계



에서 발생하는 문제를 관리할 수 있는 통합 시스템의 개발이 필요할 것이다.

사업관리 정보 시스템은 턴키 방식의 파일럿 플랜트를 수주하여 수행하는 중소기업이 최소의 인력을 활용하여 복수의 파일럿 플랜트 건설 공사를 동시에 수행하면서 설계에서 구매, 건설 공사에 걸친 전과정을 효율적으로 관리하고 건설 공사 완료후 공사관리를 위해 작성된 모든 문서와 작성한 자료의 데이터 베이스의 축적을 통해 향후 유사 프로젝트 입찰시 영업자료로의 활용도

가능할 수 있어야하며 또한 향후 개발이 필요한 사업관리 시스템은 중소기업이 파일럿 플랜트 건설 공사를 수행하기 위해 필요한 각종 정보를 수집, 분석, 추적하는 노력과 조직내의 관리의 효율화, 기술 집약적 구조로 이동이 가능할 수 있도록 해야할 것이고 기업의 관리 비용이 다소 증가하는 대신 기업의 고정비를 감소시켜 수주산업에서의 공사비 원가절감 등을 통해 기업 경쟁력 강화 차원의 관리가 가능할 수 있는 시스템이어야 할 것이다. (KIPEC)