

해외 석탄 화력발전소 건설사업 FEED 업무 구성과 경쟁력 강화 방안

김남준 명지대학교 건축대학 석사
정영수 명지대학교 건축대학 교수
신용승 현대건설 연구개발본부 부장

해외 플랜트 건설 사업과 FEED

우리나라의 해외건설 진출은 50여 년간 세 차례의 급속한 성장을 맞으며 2010년까지 매년 새로운 역사를 쓰고 있을뿐더러 (권혁진 2011), 특히 중동 및 아시아 지역에서 우리나라는 각각 두 번째와 네 번째로 매출이 큰 나라로 성장하였고 2000년대 중반 이후 수주 규모가 크게 증가하기 시작하여 2014년 기준 총 수주금액 약 660억불을 달성하였다. 이러한 해외 건설 시장은 현재 지역적으로 중동 및 아시아에 집중되어 있고, 공종별로는 플랜트가 2000년대 이후 평균 60% 이상 차지하는 등 비중이 가장 높다.

이러한 해외건설 및 플랜트사업의 수주량의 증가와 함께 해외 플랜트 시장 규모는 지속적으로 증가하고 그 중 발전플랜트 분야는 2013년에서 2017년까지 전체 플랜트 시장에서 그 비중이 약 56.4%에 이르고 그 규모는 약 3조 1,300억불에 이를 것이라고 전망하였다 (한국플랜트산업협회 2014). 또한 발전플랜트 중에서도 비OECD 국가들을 중심으로 석탄 화력 발전 설비 수요가 가장 클 것으로 전망하였다 (EIA 2013).

해외 플랜트 건설사업은 소수 공급자 중심의 시장으로 변화하면서 가격경쟁력보다 능력과 실적 위주의 기술경쟁력이 중요한 요소로 고려되고 있다. 그리고 해외 플랜트 사업의 계약방식은 그림 1과 같이 PM (Project Management), FEED (Front End Engineering Design), 그리고 상세설계 이후의 EPC (Engineering, Procurement, Construction)의 개별 패키지로 나누어 계약하는 방식이 주류를 이루고 있다 (민병수 외 2012). 이는 FEED와 EPC를 통합 일괄발주하게 되면 원천기술을 보유한 소수의 업체에 의해 가격담합을 불러올 가능성이 있기 때문에 이를 나누어서 계약하고 있다. 그리고 PM은 대부분의 신규

플랜트 발주자가 프로젝트를 전체적으로 관리하고 운영할 능력을 보유하고 있지 못하고 있기 때문에 별도로 채택하고 있다.

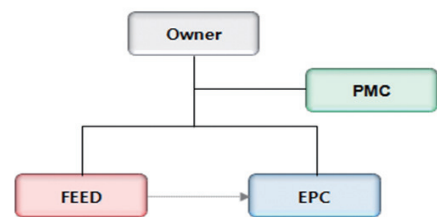


그림 1. 해외플랜트 건설사업의 계약 형태

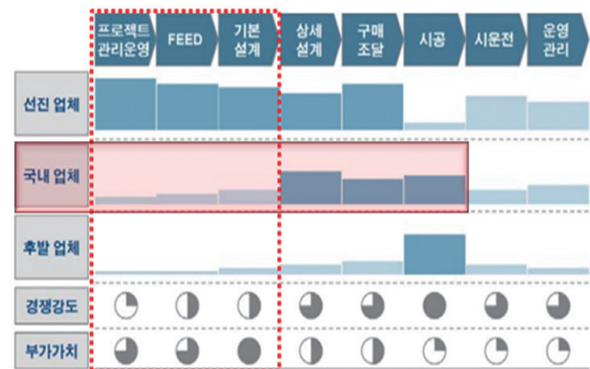


그림 2. 플랜트 생애주기별 경쟁력 및 부가가치 (지식경제부 2012)

해외 플랜트 사업에서 우리 기업의 기술경쟁력은 상세설계 및 시공·관리 역량은 우수하나, 고부가 가치 기술영역인 기획·타당성조사, 프로젝트종합관리, FEED 및 기본설계 역량의 경우 선진국 대비 경쟁력이 미흡하다 (그림 2 참조). 이렇게 선진국과의 플랜트 엔지니어링 분야의 기술수준 차이로 인해, 국내 해외건설 및 플랜트사업의 외형적 수주량과 시장 전망에 비해 현시점의 해외 건설 사업의 수익성 여부에 대해서는 계속적

으로 논란이 야기되고 있다 (손영진 2013). 따라서, PM, FEED 를 포함한 고부가가치 플랜트 엔지니어링 기술경쟁력 확보를 통해 해외 플랜트 사업의 Value-chain의 확대가 필요하다.

여기서 특히 FEED 업무는 사업 초기 단계에서 수행하는 프로젝트의 기획과 더불어 개념 설계 및 기본 설계 업무를 포함한 설계활동 전반부의 종합적 설계 업무로 정의된다. 또한 EPC 사업방식에서 구매 및 시공 수주경쟁력을 좌우할 뿐만 아니라 프로젝트 전체의 부가가치를 결정하고, 특히 설비의 중요 기자재들은 FEED 단계에서 채택 여부가 결정되게 되므로 FEED 업무의 프로젝트 전체에 대한 영향력은 절대적이다.

이렇게 FEED 업무의 중요성에도 불구하고, 관련 선행연구들은 FEED 단계에서 설계업무 중심의 프로세스 및 성과물을 위한 연구가 대부분이고, 비용, 일정, 그리고 품질 등을 고려하

는 관리적 관점에서의 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본고에서는 발전플랜트에서 석탄 화력발전소를 대상으로 프로젝트 전체에 영향을 미치는 사업관리 관점의 FEED 업무 구조 및 항목을 도출하고, 역량 강화를 위한 방안을 살펴보고자 한다.

사업관리 관점의 FEED 업무 구조 및 항목

최근 국내 EPC 기업들이 해외 발주자들에게 시공 능력 및 경험, 그리고 가격경쟁력을 인정받아 중동, 미주 등에서 기존에 소수 해외 선진업체들이 카르텔을 형성하여 진입장벽이 있었던 고부가가치 분야인 FEED 수주가 다소 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 우리 기업들의 FEED 업무에 대한 경험은 극히 제한적이다. 때문에 업무 프로세스 및 범위에 대해 명확한 정의

표 1. 관리적 관점의 FEED 업무 프로세스 구조 및 항목

Level_01 FEED Phase (6)	Level_02 FEED Business (33)	Level_03 FEED Detail Business (155)	평가 항목
FEED Planning	Objective Setting	프로젝트 목표 설정, FEED 업무 목표 설정, FEED팀 조직	●
	Feasibility Study	생애주기 비용 (전력단가), 부지세부조사, 발전설비 기술검토	●
	FEED Execution Plan	일정계획표, 자원투입계획, 프로젝트 정의서	●
Preliminary Study	Project Requirements	발주자 요구사항, 라이선서 정보, 참조 발전소	●
	BEED	기후조건, 유틸리티 정보, 기기 표준 및 규정, 환경 규제, 지역 코드, 안전 규제, 운전 융통성 요구사항, 특정 설계 기준	●
Conceptual Design	Design Basis	발주자 요건, 프로젝트 개괄적 요약, 단위 발전량, 발전원료 사양, 전력생산 사양, 전기 저장 조건, 유틸리티 조건 및 부지정보, 운전 조건	●
	Process Analysis	공정 최적화, 에너지 및 물질 수지, 개략 기기 리스트, 공정 Datasheet	●
	Project Layout	부지배치도, 공정계획, 개략전적	●
Basic Design & Engineering	PFDD	BFD, 시스템 PFD, 유틸리티 PFD	●
	Process Equipment Datasheet	재료 선정, 압력, 온도, 기기 사이즈 기준	●
	Equipment Specification	압력용기, 회전기기, 열교환기, 패키지기기, 전기 및 계장 기기	●
	P&ID	주기기, 시스템, 유틸리티, 공정 시스템, 전기단선도	●
	Equipment Quotation	고부가가치 기기 식별, 벤더 리스트, 구매발주서, 기기 계약 지원, 입찰제안서, 기기벤더선정	●
	Plot Plan	시공성, 운전성, 유지관리성	●
	3D Modeling	인터페이스, 간섭체크, 재료 사양, 구조용 강재 데이터, 전기시스템 연결, 플랜트 전체 공정, 흐름 기준, 시공단계, 운영자 접근성, 안전 요소, 형상 관리, 설계 변경서	●
	Bulk Material Quantification	3D Model (기초, 구조용강재, 파이프), 평면도(전기, 조정 시스템)	●
	Bulk Material Quotation	유사 구매 주문 값, 공급자의 비공식 견적, 공식 경쟁 입찰	●
	Summary	유량, 유틸리티, 환경 평가, 파이프라인 흐름	●
EPC Execution Planning	Design Review	PFDD 검토, 유해성 확인 평가, P&ID 검토, 위험 및 조작성 해석	●
	Major Consideration	계약 조건, 노동 가용성, 현장물류계획, 기술적 복잡성, 주기기 및 자재 구매원, 현장 제작 정도	●
	Execution Method and Schedule	통합 EPCS 스케줄	●
	Engineering and Support Services	설계 일정, 전문기업 하도급, 협업 수행, 구매/조달 계획, 시공 기술 지원	●
	Procurement	재료 및 기기 공급원, 하도급 계획	●
Estimation	Construction	노동력 조사, 구매/조달 계획, 현장 동원 시기, 기능공 레벨, 작업 순서, 하도급 계약 시기, 공사기간	●
	Start-Up	시운전 계획 수립, 개별검사계획, 종합검사계획	●
	Project Code of Accounts	토목, 건축, 기계, 배관, 전기, 계장, 공동가설, 건설 관리, 건설장비, 본사지원비, 화물운송비, 시운전비, 기타 비용	●
	Purchased Costs	관급자재 구매비	●
	Construction Costs	사급자재 구매비, 건설 노무비, 건설 관리비, 건설 장비비, 건설 보험료, 이행보증금, 인허가비	●
	PM Costs for Home Office	사업관리비, 구매/조달 관리비, 계약관리비, 사업통제비용, IT 지원비용, 회계관리비용, 품질 관리비, 자금조달 수수료	●
	CM Costs for Field Office	용수 공급비, 건설관리비, 시운전비, 건설기간 재산세	●
	Miscellaneous Costs	운송비, 수입 관세, 부지비용, 예비비, 개발 비용 상환비, 초기 연료비, 노무자/해양화물/책임보험 비용	●
Contingency	잠재적 리스크 비용	●	
Capital Costs	EPC 비용, 발주자 비용, 자금 조달 비용, 이자비용, 물가상승률	●	

■ 현재 역량 우수 (중요도 비교적 낮음) ■ 향후 역량 강화 필요 (중요도 비교적 높음)

가 되어 있지 않고, 관련 선행 연구는 설계 성과물 및 프로세스 위주로 수행되었다. 앞서 언급했듯이, FEED 업무는 프로젝트 전체의 부가가치를 결정하기 때문에 그 사업 전체에 대한 영향력이 절대적이다. 이는 FEED 업무 단계에서 설계 성과물뿐만 아니라 비용, 일정 등을 고려하는 관리적 관점에서의 접근 또한 굉장히 중요하다는 것을 나타낸다.

이러한 배경에서 본고에서는 비용, 일정 등을 포함한 사업관리 관점에서의 FEED 업무 전체 프로세스별로 실무 적용성이 높은 구체적 업무 구조 및 항목을 정의하였다. 이 구조 및 항목을 정의하기 위하여 먼저 관련 연구 문헌 고찰을 실시하였다. 그러나 현재 관리적 관점에서의 FEED 업무 항목을 제시한 연구 문헌은 미흡한 실정이다. 이를 보완하기 위하여 해외 선진 기업들이 기업 브로셔와 업무실적보고서 등에서 제시한 FEED 업무들을 함께 조사를 실시하였다. 이렇게 관련 선행 연구들과 해외 선진 기업에서 제시된 FEED 업무를 분석 및 종합하고 재구성하여 구조화된 FEED 관리 업무 프로세스 구조 및 항목을 도출하였다. 도출된 업무 프로세스는 전문가 3인의 검증을 실시하여 수정 및 보완하였고, 그 적용 타당성을 검증하였다.

표 1은 본 연구에서 제안한 사업관리 관점의 FEED 업무 프로세스 구조 및 항목을 종합한 표이다. 제안한 FEED 관리 업무는 총 3단계의 계층구조를 형성하고 있으며, 첫 번째 레벨은 6 단계로 이루어진 FEED 업무 단계, 두 번째 레벨은 33개 항목으로 이루어진 단계별 FEED 관리 업무, 그리고 세 번째 레벨은 총 155개 항목으로 이루어진 FEED 세부 업무 항목으로 정의하였다.

향후 제안한 구조 및 항목은 향후 해외 화력발전소 건설 사업에서 FEED 업무를 효율적으로 수행하기 위해서 반드시 필요한 가이드라인이 될 것이라 기대한다.

FEED 업무 지표별 평가

현재 FEED 분야의 국내 기술력에 대한 평가는 산업기술수준 조사 보고서 (KEEI)에서 실시하고 있다. 이 평가에서 'FEED Package and Design Tools'라는 항목으로 선진국 기술력을 100점이라고 하면 국내 기술력의 점수 격차에 대해 정량적으로 평가한다. 2013년 기준 FEED 업무의 선진국 대비 국내 기술력은 75.4점으로 선진국과의 기술격차가 2년 이상 벌어져 있는 것으로 나타났다. 그러나 이는 FEED 분야의 국내 기술력에 대한 포괄적인 평가일 뿐, 업무 항목별로 체계적인 정량적 평가는 부족한 실정이다.

따라서 본고에서는 국내 EPC 기업에서의 해외 화력발전소 건설 사업 수행 현황과 향후 FEED 업무 수행의 전략적인 발전 방향을 고찰하기 위하여, 앞서 제안한 FEED 관리 업무 구조 및 항목에 대한 평가를 실시하였다.

이를 위해 해외 발전 플랜트 FEED 업무를 수행한 경험이 있는 기업의 전문가 6인을 대상으로 인터뷰를 실시하였으며, 평가 항목은 Level_02에 해당하는 FEED 관리 업무 33개 항목 중 문헌 고찰 및 전문가 검증을 통하여 FEED 업무 수행의 현황과 특성을 파악하고, 다른 항목을 포괄하여 분석할 수 있는 대표적인 19개 항목으로 그룹화하여 평가를 실시하였다 (표 1 참조). 평가 지표는 '업무 중요도', '업무 역량'을 중심으로 분석하였다. 이를 통해 중요한 업무에 대한 보유하고 있는 역량 대한 비교 분석으로 FEED 업무 수행에 대한 현황 파악이 가능하다. 평가방법은 전문가 6인의 주관적 의견을 가능한 정량화하기 위하여, 1점에서 5점까지 점수를 상대적인 값으로 표기하는 5점 척도를 사용하여 평가하였다. 그리고 5점 척도의 점수를 정규화하여 100점 척도로 환산하여 분석하였다. 여기서 100점의 의미는 정확한 중간 값임과 동시에 평균값을 의미하며, 각 평가항목간의 상대적 중요성을 비교평가 할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 업무 중요도의 값이 100보다 클수록 해당 업무를 상대적으로 우선적으로 고려해서 업무 수행해야 함을, 100보다 작을수록 상대적으로 덜 고려해서 업무 수행함을 의미한다.

평가 결과, 먼저 FEED 관리 업무 중 주로 설계 중심의 기술적 관점의 업무들과 시공에 대한 EPC 수행 계획의 역량은 높은 것으로 나타난다 (표 1과 그림 3의 Plot Plan, P&ID, Construction 업무 참조 - 빨간색 표기).

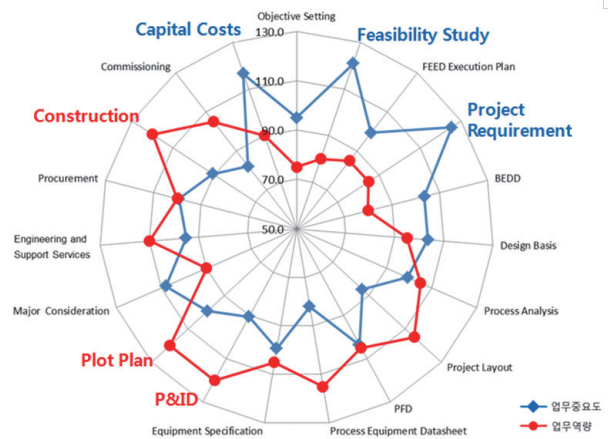


그림 3. 업무 중요도와 업무 역량 평가 결과 비교

반면에, 중요도 측면에서는 설계 중심의 업무들 외에 발주자의 요구사항 및 타당성 검토, 비용적인 측면을 고려하는 관리적 관점의 업무들이 중요도가 높게 나타남에도 불구하고, 업무 역량은 현재 비교적 부족한 것으로 나타났다.(표 1과 그림 3의 Feasibility Study, Project Requirement, Capital Costs 업무 참조 - 파란색 표기)

이는 발전플랜트 사업에서 FEED 분야는 설계 성과물 위주 기술적 관점의 업무뿐만이 아니라, 기획, 비용, 일정 그리고 발주자 요건 및 타당성 검토 등의 관리적 관점의 업무 역량 강화가 필요하다는 것을 나타낸다.

FEED 업무 역량 강화 방안

앞선 FEED 업무 지표별 평가 결과를 토대로 본고에서는 EPC 기업 차원에서의 실무 역량 강화 방안을 고찰하였다. 이를 위해서 현재 발전플랜트 FEED 업무를 수행 경험이 있는 기업의 전문가와 심층 인터뷰를 실시하였고, 현재 우리나라 기업의 실무 역량 강화를 위해 실시하고 있는 실제 사례 및 경험을 기반으로 도출하였다.

첫째, **‘기업 자체 내부 역량 강화’**하는 방안이다. 기업 자체적으로 내부 인력 역량을 단기간 내에 강화하는데 어려움이 있으므로 선진 기술을 갖춘 해외 전문가 영입을 통하여 강화하는 것이다. 예로서, 현재 A기업에서는 화력발전소 FEED 업무를 수행하는데 있어 역량이 검증된 전문가 영입을 실시하였다. 이후 영입된 전문가와 경험이 부족한 내부 인력과 함께 즉각적으로 실무에 투입되어 업무를 수행하고 있다. 이를 통해 업무 수행과 동시에 선진 기술을 습득하여 내부 역량을 강화하고자 하고 있다.

둘째, **‘해외 선진 기업 및 원천 기술 보유 기업과의 M&A’**를 통한 자체 기술을 보유하는 방안이다. 선진 기업들 대부분이 원천 기술 보유 기업의 인수 및 전략적 제휴 등을 통해 자체적으로 빠르게 원천 기술을 보유하고 동시에 시장 확대 및 사업 다각화를 통한 해외 경쟁력을 보유하게 되었다. 국내 기자재 선두 B기업은 M&A를 실시하여 미분탄 보일러와 유동층 보일러에 대한 각각의 자체 기술을 확보하여 기자재 제작 경쟁력 및 가격 경쟁력을 보유하고 있다. 이를 통해 다수의 사업실적 보유와 해당 설비 제작 기술을 바탕으로 해외 발전 시장에서 사업 범위의 확대를 추진하고 있다.

마지막으로 셋째, **‘해외 선진 기업 파견 및 해외 지사 설립을 통한 현지화 전략’**이다. 이는 현지 법인의 설립으로 선진 업체

와의 협력체계를 구축하여 기업 경쟁력을 제고하는 방안이다. 국내 대형 EPC 기업인 C기업은 2010년 이후 현재 선진 기술을 보유한 미국 지역에 지사 설립을 통해 현지 고급 인력 고용과 내부 인력을 파견하고 있고, 그 인력은 계속적으로 늘어날 것으로 예상된다. 이를 통해 국내 인력의 선진 기술 교육을 습득하여 내부 역량을 강화하고 기술 경쟁력을 확보할 뿐만 아니라, 엔지니어링 기술에 치중해 있는 미국 현지 기업 대비 보유하고 있는 EPC 역량 및 개발 역량을 통합하여 Value-Chain을 확대하고자 하고 있다.

위와 같이 FEED 업무 역량 강화와 나아가 해외 플랜트 사업에서 고부가가치를 창출하고 기술경쟁력을 확보하기 위해서는 해외 선진 기술의 벤치마킹 및 원천기술 보유 기업과의 직간접적인 협조체계가 요구된다. 또한, EPC 기업마다 각각 차별화된 기술력을 가지고 있으므로 기업의 특성에 맞는 기술경쟁력 확보에 가장 적합한 발전 전략을 수립하는 것이 필요하다.

참고문헌

1. 권혁진 (2011), “해외건설 5대강국을 위한 우리정부의 해외건설 인력양성 전략”, 건설관리, 한국건설관리학회, 2011년 6월호, 제 12권 3호, pp.6-9.
2. 기획재정부(2013), “해외 건설 플랜트 수주 선진화 방안 - 맞춤형 금융지원을 중심으로-”, 대외경제장관회의의결안건, 2012년 8월.
3. 민병수, 박희대, 유현우, 한승헌 (2012), “LNG 플랜트 사업의 FEED 단계 진출을 위한 기초연구”, 대한토목학회 2012년도 정기 학술대회 논문집, pp.1954-1957.
4. 손영진 (2013), “해외건설 진출확대를 위한 건설업계의 패러다임 변화”, 건설관리, 한국건설관리학회, 2013년 4월호, 제14권 제 2호, pp.5-10.
5. 한국플랜트산업협회 (2014), “한국 플랜트산업 현황 및 지원 사업 방향”, 2014 대한기계학회 플랜트부문 춘계 학술강연회 발표자료.
6. DOE/EIA, International Energy Outlook, 2013