

## 국내 최초 산업 플랜트 IPD 프로세스 혁신 사례 소개 - 포스코 케미칼 세종 음극재 공장 프로젝트 -

**박시준** 포스코건설 플랜트사업본부 산업플랜트사업실 실장, sjparkmx@poscoenc.com  
**하재완** 포스코건설 플랜트사업본부 산업플랜트사업실 소장, wolf@poscoenc.com  
**김재규** 포스코건설 R&D센터 스마트컨스트럭션 그룹 그룹장, klo@poscoenc.com  
**심진호** 포스코건설 R&D센터 스마트컨스트럭션 그룹 과장, sim1811@poscoenc.com  
**안용한** 한양대학교 부교수, yhahn@hanyang.ac.kr  
**이주성** 한양대학교 연구교수, js4ever@hanyang.ac.kr

### 1. 기고 배경

건설산업은 국가 경기나 부동산 경기에 크게 영향을 받는 구조로, 그 호황과 불황이 매우 불규칙하고 산발적으로 발생하며, 이에 따른 관련 기업의 수익 변동과 전후방산업에 미치는 영향도 매우 크다는 특성을 가진다. 이러한 건설산업의 약점에도 불구하고 원가절감, 건설관련 기술인력의 부족, 프로젝트 관리역량 결핍 현상이 강화되고 있으며 이로 인해 해외 유수의 건설기업에 비교하여 시장경쟁력과 기술경쟁력에 있어서 뒤쳐지고 있다.

최저가 낙찰제, 설계시공 분리발주 등 낙후된 프로젝트 수행제도에 맞추어진 건설업계의 구조는 기술경쟁력 강화나, 기업혁신 등의 중장기적 문제를 뒷전으로 둔 채, 오로지 가격으로만 결정되는 시장환경을 만들어냈다. 국내에서의 이러한 행태는 건설 내수시장의 포화로 해외로 진출하는 건설기업의 경쟁력에 도움이 되지 못하고 있다. 글로벌 건설시장은 많은 곳에서 CM at Risk, IPD 등의 선진화된 발주방식을 채택하고 있으며, 이러한 발주 시스템은 참여자의 엄청난 기술경쟁력, 프로젝트 관리역량 등을 필요로 하지만, 국내의 건설기업은 선진 발주방식에 대한 경험이 없을 뿐 아니라 이러한 새로운 기업혁신에 비용을 지출하기를 꺼려하는 것이 현실이다.

기존의 설계시공 분리발주는 설계단계에서 시공단계의 시공성, 건축물 품질, 비용, 공기 등을 고려하지 않은 채 인허가를 위한 설계가 최종목적이며, 이로 인해 시공단계에서 이들의 다양한 문제점이 발생하게 된다. 이는 설계사의 설계역량 약화, 시공사의 시공 오류 및 재시공으로 인한 손실 발생, 건축물의 품질 하락, 최종적으로 발주처 손실로 이어지게 된다. 여기서 발주처의 손실이란, 건축물의 품질과 사업비 뿐만 아니라, 발주처가 요구하는 건축물이 가지는 가치는 기능, 디자인, 지속가능성, 에너지

등 매우 다양하지만, 기존의 발주방식으로는 해결하지 못하는 한계가 있다.

IPD는 이러한 종래의 발주방식의 문제점을 해결하기 위해 기획, 설계, 시공단계에 이르는 건설 전 프로세스를 통합하는 발주방식이다. 특히, Pre-construction 단계에서 설계사와 시공사, 전문건설업체, BIM 업체 등이 참여하는 Big Room을 가동하여 설계 품질 검토, 시공성 검토, BIM 시뮬레이션, GMP(Guaranteed Maximum Price, 최대공사비 약정) 검토 등 수많은 업무를 완료하여 시공단계에서의 불확실성(Uncertainty)을 제거하게 된다.

이러한 Pre-construction 업무는 설계 초기단계부터 시공단계 참여자들이 대거 참여하고, 발주처 역시도 설계 및 pre-con에 참여함으로써 설계 및 최적화를 달성한다는 점에서 매우 효율적인 방식이지만, 그에 따른 비용, 인력, 자원 등의 노력을 투입해야 하는 부담감이 있어 국내의 건설 기업들이 쉽게 접근하지 못했던 것이 사실이다. 포스코건설의 “포스코 케미칼 세종 음극재 공장 프로젝트”는 이러한 IPD 프로세스가 발주처의 가치 상승, 시공사의 이익 극대화 뿐만 아니라, 장기적으로 기업의 기술경쟁력 및 사업관리 경쟁력을 강화시킬 수 있는 매우 혁신적인 시스템이라는 것을 증명하는 사례이다. 포스코건설은 플랜트 건축공사가 갖는 일반적 리스크인 설계 일정 지연, 설계품질 저하 및 설계변경, 공기 지연, 프로젝트 비용 증가, 프로젝트 품질 저하 등의 문제를 해결하고자 프로세스 혁신을 시도하였으며, 그 방법으로 IPD 발주방식을 적용하여 프로젝트를 수행하였다. 본 기고에서는 이러한 국내 최초 산업 플랜트 IPD 시범사업의 수행경과 및 실적에 대한 소개를 목적으로 한다.

## 2. 세종 음극재 공장 신축공사 프로젝트 개요

### 2.1 프로젝트 개요

포스코 케미칼의 “천연흑연 음극재 2공장 신축공사”는 세종특별자치시 소정면에 위치하였으며, 연면적 1X, XXX평의 규모로, 공장동, 사무동, 변전실, UT동, 자동창고동, 정비동 등으로 구성되어 있다. 2018년 9월부터 12월까지 약 4개월간 실시설계 및 Pre-construction 단계를 거쳤으며, 18년 11월 조기 착공하여 올해 11월 준공을 목전에 두고 있다.

표 1. IPD 시범 프로젝트 개요

구분	상세 내용
발주처	포스코 케미칼
프로젝트명	천연흑연 음극재 2공장 신축공사
부지 위치	세종특별자치시 소정면(세종첨단일반산업단지 내)
공사 규모	- 연면적 : 약 1X, XXX평(1단계 X, XXX평), 부지면적 : 2X,XXX평 - 동 구성 : 공장동, 사무동, 변전실, UT동, 자동창고동, 정비동 등
구조	- 철골조 + 철근콘크리트조
프로젝트 기간	- 1단계 공사기간 : 2018년 11월 ~ 2019년 11월(총 13개월) - Pre-construction 기간 : 2018년 9월 ~ 동년 12월(총 4개월)



그림 1. 천연흑연 음극재 2공장 프로젝트 조감도

### 2.2 프로젝트 IPD 적용전략

발주처인 포스코 케미칼은 본 프로젝트를 수행함에 있어 다양한 요구조건을 제시하였다. 즉, 공장 조기가동을 위한 공기 단축, 생산설비 조기설치를 위한 설계품질 향상 및 시공단계 변경사항 최소화, 최대공사비 약정 등이 있었다. 이러한 다양한 요구조건 충족을 위해 본 프로젝트에서는 Lean construction, Pre-fabrication, BIM 기반 협업체계 구축, EPC 기반 IPD 계약 시스템 등의 4대 전략을 설정하고, 이를 통해 아래와 같은 공기 및 원가 절감과, 2단계 음극재 공장 신축 프로젝트 수주라는 목표를 설정하였다.

표 2. 시범사업 초기설정 목표

분야	상세 목표
공기	사업기간 : 기존 22개월 → 19개월(3개월 단축)
원가	최초 사업비 7% 절감
수주	2단계 음극재 공장 신축 프로젝트 재수주

이러한 다양한 요구조건을 충족시키기 위해서 본 프로젝트는 2장에서 기술한 Level 2 IPD 방식과 EPC 계약방식을 결합한 Hybrid 발주방식을 적용하였다. 이는 기존의 플랜트 프로젝트에서 주로 활용하는 EPC 계약방식에 시공단계의 주요 협력사가 설계단계에 Design Assistant로써 참여하고, 수행성과평가에 따라 시공분계약을 수주하는 방식이었다.

아래의 표는 IPD 적용 전략에 대한 개략적인 내용을 기술한 것이다.

표 3. 시범사업 수행 전략

구분	상세 내용
공사비 지급	Cost Plus Fee with GMP 계약 (Open Book)
이익공유	공사비 절감분(Profit)에 대한 발주처와의 이익 공유(7:3)
Pre-construction	- 설계 및 Pre-construction 단계 Big Room 운영 - Pre-con 참여사 : 포스코 케미칼(발주처), 건축설계사, 프로세스 기계, 전기 설계사, BIM 설계사, 포스코건설 (CM) - 주요 업무 • 실시설계 품질 최적화, 물량 검토 및 확정 • Pull Planning 공정 최적화 • BIM 데이터 구축, 공중간 간섭검토를 통한 설계품질 검토, 4D 공정검토, 주요 물량산출, 시공용도서 작성 지원 등

## 3. 프로젝트 IPD 적용 세부 프로세스

세종시 음극재 공장 신축공사는 포스코건설의 Smart Construction 기초를 적용한 시범사업으로 선정된 프로젝트이다. 이 시범사업을 통해, 포스코건설의 IPD 발주 및 운영 프로세스 정립, Lean Construction 기법 체질화, TVD(Target Value Design) 기반 Pre-construction 수행 절차 학습 등의 성과를 거두고자 하였다. 본 프로젝트의 사업 스케줄은 아래의 그림과 같이 NTP 계약 체결을 시작으로 상세설계 및 Pre-construction 단계를 수행하고, 13개월 간의 시공단계를 수행하는 프로세스로 구성된다. IPD 계약 및 Pre-construction을 수행하기 위해, 계약 단계에서 Pre-GMP 및 Post-GMP 기반 Open Book 계약, 전문건설업체의 Pre-construction단계 조기 참여(Pre-con + 시공단계 본계약 연계), 하도급사의 공사비절감 노력 동기부여 및 달성

### “Smart Construction 기법을 통한 공기 단축 효과 극대화”

BIM를 활용한 설계검토, 가상시공, 공정관리를 통하여 설계품질 향상 및 공기단축  
 GMP & Open Book 계약방식을 통한 최대공사비확정 및 투명한 설계&시공프로세스 검토  
 Target Value Design & Target Cost를 통한 공사비 절감분에 대한 Profit Sharing

#### EPC+IPD 발주방식 활용

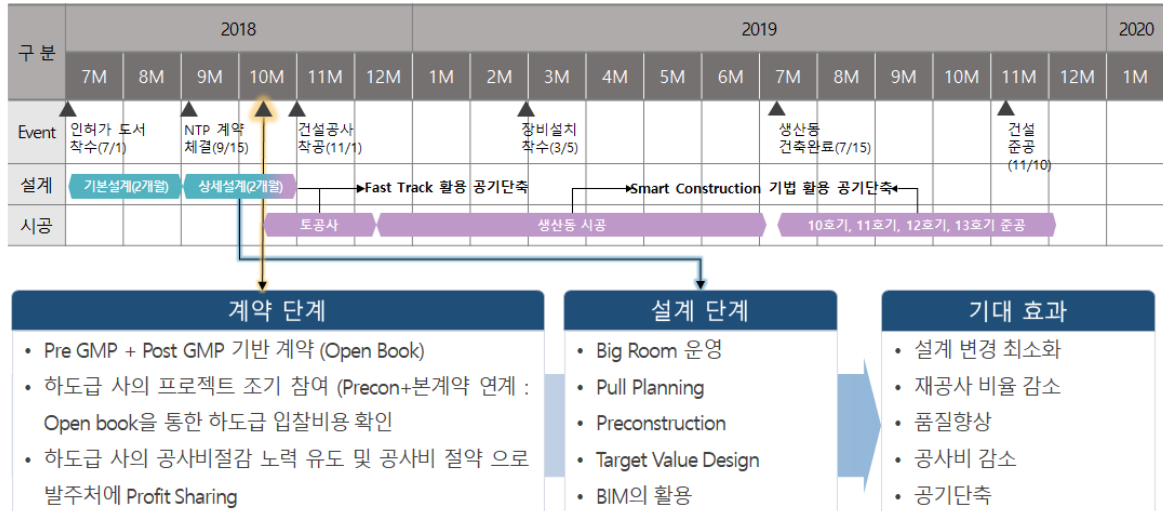


그림 2. 시범사업 스케줄

시 Profit Sharing 등이 가능한 절차를 마련하였다. 설계단계에서는 Pre-construction 운영을 위해 포스코건설 본사 사옥 내에 Big Room을 설치하고, 설계사와 함께 조기참여한 전문건설업체, 발주처 등과의 협업을 통한 TVD 프로세스 수행, Pull Planning 기반 공정 최적화, BIM 데이터 구축 및 설계품질 최적화 및 시공성 검토 등의 업무를 수행하였다. 이러한 다양한 활동을 통해, 설계변경 최소화, 시공오류 감소, 품질 향상, 공사비 및 공기 단축의 목표를 달성하고자 하였다.

#### 3.1 Pre-construction 단계 수행 결과

2018년 8월부터 Smart Construction Team의 주도로 시범사업 Pre-con 운영을 위한 사전준비작업에 착수하였다. 실무자 사전교육, 협력사 및 BIM 업체 선정기준 마련, 발주처 IPD 계약방식 소개 및 협의 등의 활동을 통해 시범사업 시작을 위한 기틀을 마련하였다. 2018년 9월을 기점으로 Big Room 설치가 완료되고, Big Room에 상주할 설계사, 엔지니어링사, 전문시공협력사를 선정하여 투입하였다. 이와 함께 조기 BIM 데이터 구축을 위한 BIM 전문업체 선정이 완료되었다. 이 후 Pre-construction 업무가 수행되며, 11월 중순 착공을 기점으로 세종시 시공현장의 현장 Big Room과의 업무 연계 및 인수인계가 이루어졌다.

Pre-construction 단계 수행을 통해 포스코건설이 달성하고자 한 목표는 설계품질 최적화, 시공성 검토, 물량 최적화, BIM 데이터 구축 등의 시범사업 달성목표와, IPD 프로세스 학습, 관련 내규 및 제도 정립, Pre-construction, Lean Construction, BIM 수행을 위한 기술경쟁력 강화 등의 기업차원 목표 등의 두 가지로 요약할 수 있다. 이러한 목표를 달성하기 위해, 1) Big room 구성, 2) IPD 프로젝트 운영을 위한 구매조달 프로세스 개편(협력사 선정 및 평가 프로세스 수립, BIM 포함) 등의 사전 작업을 수행하였다. Pre-construction의 주요 업무는 설계, 시공, 공정, BIM 등으로 나뉘며, 시범사업의 일환으로 한양대학교가 컨설팅팀으로 참여하여 실무자 교육, 발주처 교육, 협력사 교육 등의 다양한 교육과, 컨설팅, 시범사업 지원 등의 업무를 수행하였다.

#### 1) Target Value Design(TVD) 방식의 Pre-construction 운영

시범사업의 Pre-construction 단계에서의 가장 큰 주안점은 전체 공사비의 확정 및 GMP 계약에 있다. 이 목표를 달성하기 위해, 포스코 케미칼과 포스코건설은 주기적인 협의 및 미팅을 통해 EPC+IPD 계약과 GMP(최대공사비 약정) 방식으로 수행할 것을 합의하였으며, GMP 추정 프로세스를 기반으로 각각의 단계에서 VE를 수행하고 반영하는 TVD 방식을 적용하였다.

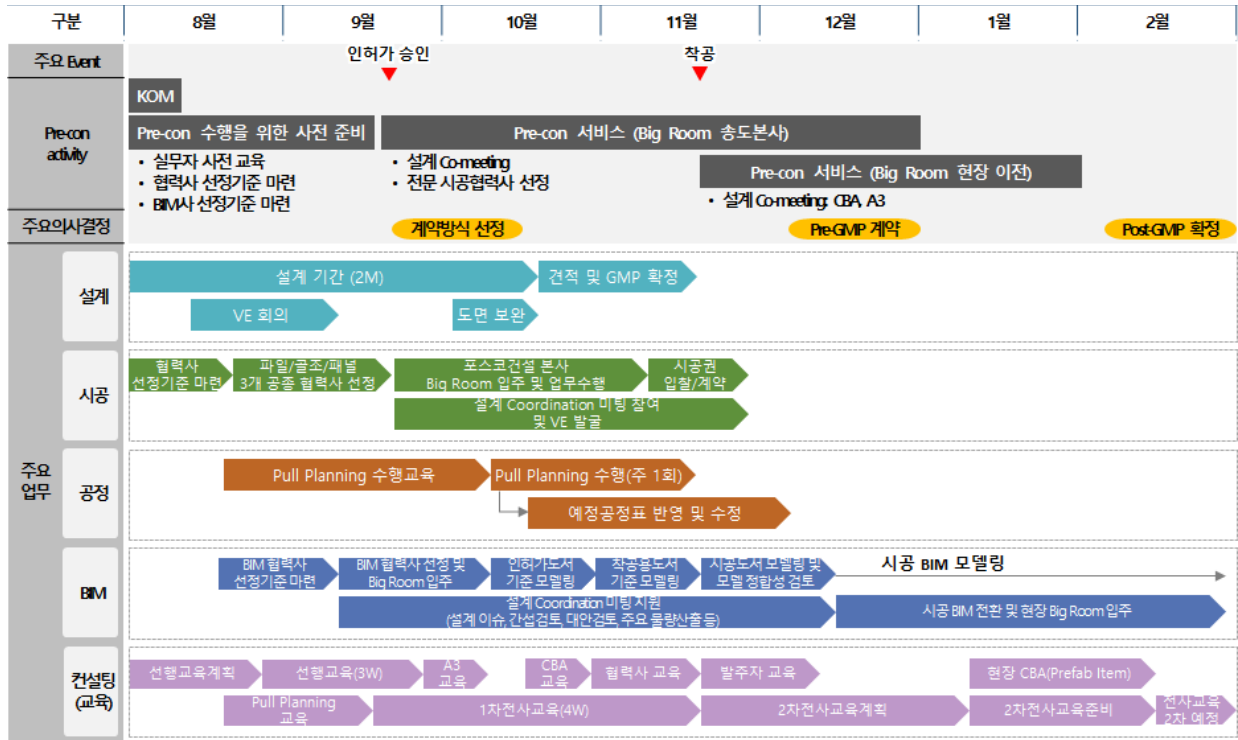


그림 3. 시범사업 Pre-construction 상세 스케줄

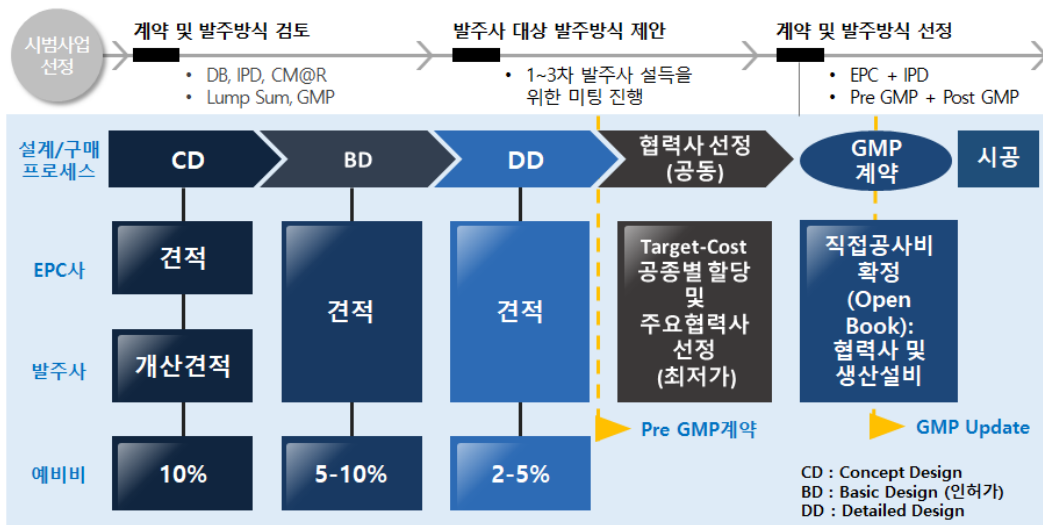


그림 4. 시범사업 GMP 추정 프로세스

이 방식은 설계품질 고도화 작업의 각 단계에서 VE 활동 수행, 설계안 반영, 공사비 산출을 통해 예비비의 variance를 줄여나감으로써 최종 GMP를 확정하는 방식이다. 이를 통해, 발주처의 사업비 보존, 최적의 설계품질 확정, 시공성 사전검토를 통한 시공 낭비요소 제거 등의 다양한 효과를 거둘 수 있었다.

## 2) Big Room 구성 및 운영

Big Room은 기존의 설계합사나, 시공단계의 현장 사무실과 달

리, TVD, BIM, Lean, Pull Planning 등의 Smart Construction 기법이 활용되는 공간이며, 이를 기반으로 참여자간의 다양한 협업 및 미팅이 빈번하게 수행되므로, 이러한 조건을 갖추도록 구성되었다. 크게 보면, 각 참여사별 업무수행 및 협력사 간 잦은 협업을 용이하게 할 업무공간 배치, Pull Planning 및 공정최적화 미팅을 위한 Planning Board, 설계 코디네이션 미팅 및 시공 코디네이션 미팅을 위한 회의공간 등으로 구성되었다. 또한, BIM 데이터 구축 및 BIM 코디네이션 미팅을 위한 서버, 스크린, 전용

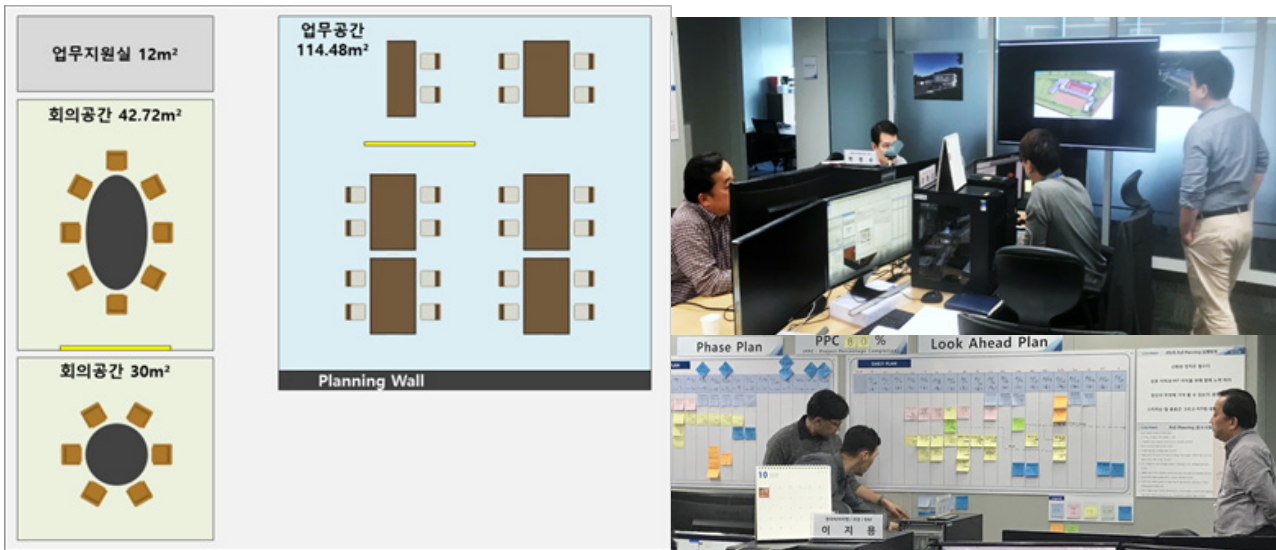


그림 5. Big Room 배치 및 Planning Board 운영 전경

BIM PC 등이 구비되었다. Big Room에는 시공사 9명, 협력사 6명, BIM 3명, 지원인력 4명 등 총 22명이 참여하였다.

Big Room에서 수행하는 Pre-construction 업무는 설계 코디네이션 미팅, BIM 코디네이션 미팅, VE 미팅 등의 3단계 주요 미팅을 중심으로 운영되었다. 설계 코디네이션 미팅의 경우, 설계 진도체크, 설계이슈 보고 및 코디네이션, Pre-fab 이슈 검토 등의 업무를 주 1회로 수행하였으며, BIM 코디네이션 미팅은 주 1회로 수행하여, 주요 안건으로는 BIM 데이터 구축 진도관리, 간섭검토 및 설계품질 검토 및 보고, 주요 부위 물량검토, 주요 이슈사항에 대한 시뮬레이션 및 시공성 검토 등이었다. VE 미팅은 설계사, 전문건설업체, 포스코건설 등이 참여하여 설계 VE 아이템 도출, 설계도서 반영, BIM 간섭검토 및 물량산출, 최종 확정 등의 순으로 이루어졌다.

### 3) Pull Planning 기반 Pre-construction 단계 공정최적화

당 프로젝트는 포스코건설의 IPD 및 스마트 컨스트럭션 시범 사업으로써, Pull Planning에 대한 사전교육 및 참여자들의 학습이 필요하였다. 따라서 시범사업의 Pre-construction 단계에서는 한양대학교 컨설팅 팀의 주도로 참여자 교육 및 Pre-construction 단계 공정 최적화를 위한 Pull Planning이 단계적으로 이루어졌다. 1차 교육, 2차 시범 Pull Planning, 3차 설계사 및 엔지니어링사 참여 전체 Pull Planning, 4차 전체 Pull

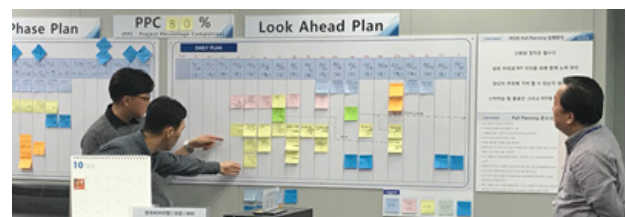


그림 6. Planning Board를 활용한 Pre-construction 단계 Pull Planning 활동

Planning 등 단계별로 수행하여 참여자들의 학습과 Pull Planning에 대한 이해, 참여자별 PPC<sup>1)</sup> 및 RFV<sup>2)</sup> 작성 등의 성과를 거둘 수 있었다.

### 4) Pre-construction BIM 활동

Pre-construction 단계에서의 BIM은 짧은 설계기간과 조기착공, 조기 완공 등의 제약조건으로 인해, 착공도서 품질 검토, 착공 BIM 모델 구축, Big Room에서의 사전 시공성 검토 등을 목표로 설정하고 업무를 수행하였으며, 크게, Design Review, 3D Coordination, Phase Planning, Quantity Take-off, 3D control and Planning, Existing Conditions Modeling 등의 6개로 분야를 나누었다.

이에 따라 BIM 팀의 Big Room 입주단계부터 BIM 수행계획 및 일정을 상호협의 하에 세밀하게 조정한 후, 약 4개월 간의 용역 기간 동안 이를 추적, 갱신하며 최적의 BIM 성과를 거두기 위해 노력하였다. 아래의 그림 7은 BIM 수행일정을 정리한 내용이다.

1) PPC(Project Percent Complete) : 계약완료 비율, 계획 시스템이 얼마나 정상적으로 수행되는지를 나타내는 지표로써, 약속(Promise) 대비 실행된 활동(Activities)의 비율로 측정함  
 2) RFV(Reason For Variance) : 실패 이유, PPC 작성 시, 완료되지 않은 공정에 대한 원인 작성

구분	10월					11월					12월				
	1W	2W	3W	4W	5W	1W	2W	3W	4W	5W	1W	2W	3W	4W	5W
	1~6	7~13	14~20	21~27	28~31	1~3	4~10	11~17	18~24	25~30	1	2~8	9~14	16~22	23~31
주요 일정	BIMTEAM입주(10/04) 승인용 도서 출도(10/24)					시공용 도서 출도(11/09) 시공용 도서 Rev1 출도(12/03) 성과물 제출(12/28)									
BIM	수행계획서제출 및 PT(10/10)					월간보고서제출(11/06)					BIM관리자교육(12/4,10,17,18)				
	설계 주간회의 참석(주간보고서 발표 및 이슈보고서 보고)					승인용도서BIM DATA작성					시공용도서BIM DATA작성				
계획 일정	검토요청사항 BIM DATA작성 및 보고					물량 산출 1차 (시공용도서)					물량 산출 2차 (REV1도서)				
	BIM 기반 가설 시뮬레이션 작성					Process Pipe 3D ISOIST					철근 모델링 및 물량 산출				
실행 일정	주간보고서(매주 월요일) / 월간보고서(10월) / 중간보고서(11월) / 최종보고서 작성(12월)					작공식등영상 제작					Dashboard 개발				
	설계주간회의 참석(주간보고서 발표 및 이슈사항 보고) 매주 화요일					승인용도서BIM DATA작성					시공용도서REV12 BIM DATA작성				
	건축구조시방과 건축물 배치사항 3D요청/MEP PRE RACK 내부 3D 요청 (설계회의)					물량 산출 1차					물량 산출 2차				
	REV 2 철근 BIM DATA 작성					BIM DATA 활용 물량 산출					공정시뮬레이션 및 시퀀스 작업				
	공정시뮬레이션 및 시퀀스 작업					동영상제작					최종보고서 작성				
	Dashboard 개발					Dashboard 개발					Dashboard 개발				

그림 7. Pre-construction 단계 BIM 수행 스케줄(당초 계획 대비 실행)

Pre-con BIM 수행 결과, 공장동, 사무동, 복지동, UT동, PP동, 분석실동 등 패키지별 건축, 구조, MEP 모델이 작성되었으며, 이와 별도로, 파이프랙 모델이 생성되었다. 설계도서 완료시점 별로 갱신되는 BIM 모델을 통해 설계 Coordination Meeting에서의 공간검토, 간섭검토, 디자인 대안 검토 등에 활용되었으며, 전체 동 배치계획(Site Layout)의 이슈 도출 미 해결방안을 마련할 수 있었다. 또한, 공장동 외부의 파이프랙 하단의 트럭 출입가능성 검토, 파이프랙 공장동 인입부위 최적화, 파이프랙 모듈화 가능성 검토(CBA) 등 다양한 분야에 활용되어 성과를 도출하였다.

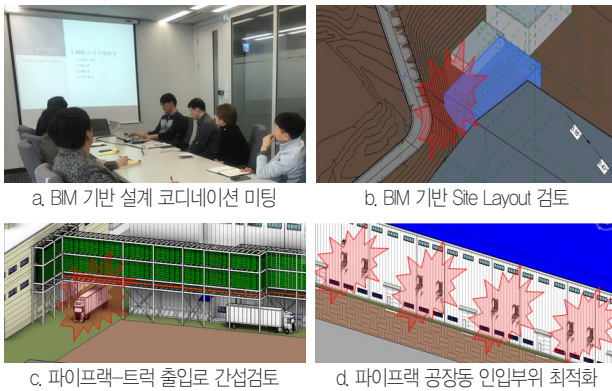


그림 8. Pre-construction 단계 BIM 활동

이와 함께, BIM Dash Board를 운영하여, Pre-construction 단계에서 조정되는 설계이슈 및 간섭들에 대한 추적관리를 수행하였다.

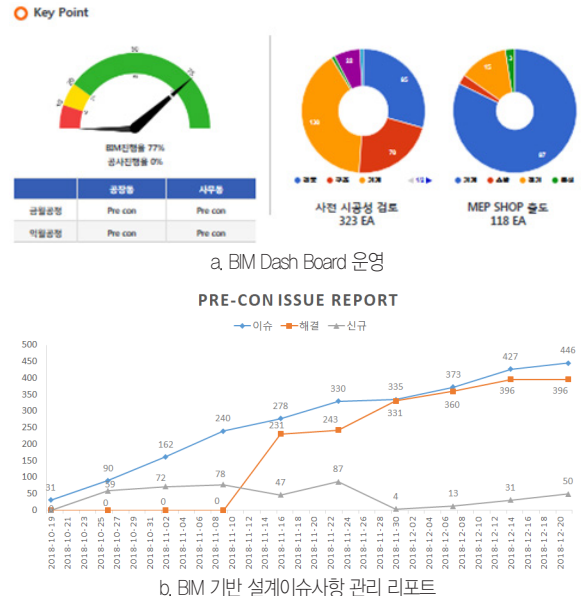


그림 9. BIM Dash Board 기반 설계 이슈관리

5) 기타 Pre-construction 단계 수행활동

앞서 기술한 다양한 활동 이외에도 Pre-construction 단계에서는 설계 코디네이션 미팅, 시공 코디네이션 미팅, VE 활동 등 다양한 활동을 수행하였으며, 이를 지원하기 위한 포스코건설 내 외부의 제도 개선, 인력 교육, 계약방식 전환 등의 수많은 노력이 병행되었다.

이러한 다양한 참여자들의 노력과 협업을 통해 Pre-construction 단계 업무를 완료할 수 있었으며, 축적된 Pre-

construction 성과물들은 성과물 이관미팅을 통해 시공단계 Big Room 및 시공 수행자들에게 이관되었다.

### 3.2 시공단계 수행경과

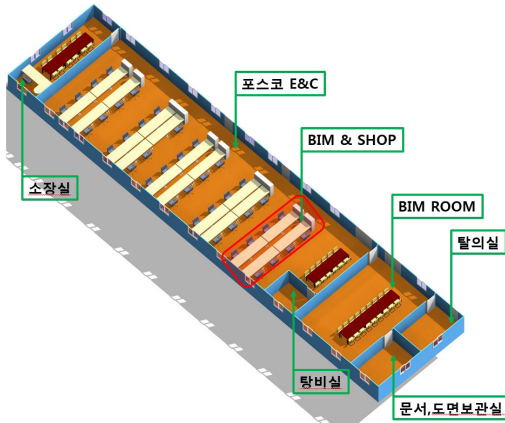


그림 10. 시공단계 Big Room 배치

시공단계는 Pre-construction 단계에 참여한 설계사와 시공협력사가 그대로 참여함으로써, 사업의 연속성을 확보할 수 있었다. Pre-construction 단계에서의 시공참여자들의 사전 시공성 검토를 통해 부지정지 및 항타 공사에서 공기시간을 5일 단축하였으며, 철골 협력사의 제작도 사전 승인으로 철골 조기 납품으로 공기 단축 및 품질 향상이 되었다. 시공 스케줄은 협력사의 의견 반영으로 정밀 공정 수립하였으며, 협력사와의 협업이 용이한 Big room 구성도 하였다.

#### 1) 원가관리 및 설계 코디네이션

- 시공 VE (원가절감 및 추가 이윤 확보)

Cost Plus Fee with GMP는 고정된 Fee(간접비+이윤)을 확보하고, 추가로 발생하는 이윤에 대해 당사와 발주처가 일정비율로 나누어 가지는 계약이다. 추가 이윤 확보를 위한 동기 부여가 있어, POST GMP 계약 이후에도 포스코건설의 현장 직원들은 VE

Choosing By Advantage (CBA) Worksheet									
문제 (Issue):	Pre-fab 아이템 선정			포스코 E&C			포스코인력 음극재 제2공장(세종시)		
진행 (Facilitator):	그라운드		수립격일		한가일 부장		날짜: 2019.1.9 (목)		
평가요소 (Factors)	1만 사무용외벽 패널화	2만 지붕모니터	3만 Pipe Rack	4만 울림타워	5만 지붕화물크 내 Rack	6만 소성로			
요소: 1 Module의 타일 개수(중요)	20개 이상 예상	4개 예상 (합산된 모듈 포함)	3개 예상	1	7개 예상	23개			
기준: 적중수준을 말한다	다량의 모듈을 필요로 함	비교적 간단함	비교적 간단함	17개 이후 간단함	상당히 모듈을 필요로 함	4			
요소: 설계사의 모듈 제작도 작성 역할(중요)	A,B,C 일정/역할 양호 나, 실무진 역할 양호	A,B,C 일정/역할 양호 나, 실무진 역할 양호	종종 설계 상 논쟁 우수	전용업체 역할 우수	종종 설계 상 논쟁 우수	전용업체 역할 우수			
기준: 역할이 많을수록 양호			설계와 제작사 충돌하여 설계-제작 연계 역할 상 대조로 우수함	7	설계와 제작사 충돌하여 설계-제작 연계 역할 상 대조로 우수함	7			
요소: 모듈 제작자의 역할(중요)	반 설계가 리필하기 어려움	반 설계가 리필하기 어려움	종종 설계 상 논쟁 우수	전용업체 역할 우수	종종 설계 상 논쟁 우수	전용업체 역할 우수			
기준: 많을수록 양호			설계와 제작사 충돌하여 설계-제작 연계 역할 상 대조로 우수함	7	설계와 제작사 충돌하여 설계-제작 연계 역할 상 대조로 우수함	7			
요소: Team 빌드 프로세스 적용률의 양호(중요)	3개 업체 필요	4개 업체 필요	3	1	1	1			
기준: 간단할수록 양호	최저한 대비 1개 모듈 적용		최저한 대비 1개 모듈 적용	6	단일 모듈	8			
요소: On site 대비 비용 절감률	비용 절감률 1만 5천 원 (20인력 부분 중순)	비용 절감률 1만 5천 원 (7인력 포함) (비중 내역서)	비용 절감	비용 절감	비용 절감 (노후비)	비용에서 포함에서 편견비 상당 절감			
기준: 절감수준을 말한다		비용 절감률 1만 5천 원	중간절감 비용 절감 예상	5	중간절감 비용 절감 예상	5			
요소: On site 대비 공기 절감률	15일 예상	기준에서 지상조립에서 합성-분차이 없음	공기절감 없음	공기절감 없음	공기절감 없음	공기절감 없음			
기준: 많을수록 양호	상당한 단축 예상	10	1만 원의 단축 예상	5	1만 원의 단축 예상	5			
요소: On site 대비 품질 향상 가능성	여러 품질의 결함 등을 문제 발생 우려	고품질한 작업에 의해 상당한 품질 향상	현장의 품질/결함에 대해 품질향상 우려	전용업체의 사전 투입이 현장에겐 비해 낮은 품질향상	현장의 품질/결함에 대해 품질향상 우려	현장에서 타 품질과 상이하지 않은 면에서 면지나 기타 발해품질향상의 품질저하 우려 제거			
기준: 77			품질 향상 1만 5천 원	3	품질 향상 1만 5천 원	3			
요소: On site 대비 안전사고 발생률	실내작업으로 인한 사고 대비	고소작업으로 인한 사고 대비	문장 실내 작업과 안전교육이 선행될 수 있음, 실내작업으로 인한 사고 대비	실내작업으로 인한 사고 대비	고소작업으로 인한 사고 대비	현장에서 타 품질과 상이하지 않은 면에서 면지나 기타 발해품질향상의 품질저하 우려 제거			
기준: 중순수가 최정밀 수준을 말한다	유리함	1	상당한 안전 강화	7	유리함	1			

그림 11. Pre-fab 아이템 선정을 위한 CBA 문서

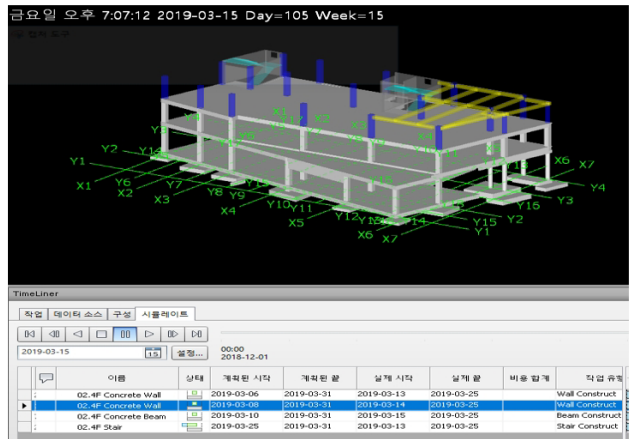
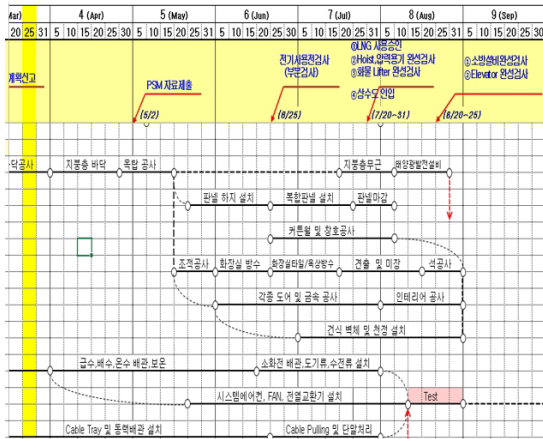


그림 12. BIM Dash Board 기반 설계 이슈관리

활동을 적극적으로 수행하였다. 특히 공사 초기 단계에 각 공종 CE(Construction Engineer)가 현장 및 생산 공정의 특성을 파악하고, 시공 협력사들과 시공성 검토를 수행한 후 VE Item을 발굴하여 시공 VE에 반영할 수 있었다. 예를 들어, 생산설비 및 utility 장비를 고려한 수배전반 재배치 및 부하용량 변경을 통해 전력간선 케이블 사이즈 및 route를 절감할 수 있었다. 이를 포함하여 시공 VE Item을 통 12건 발굴하고, 공사비의 2%를 절감할 수 있었다.

- CBA (Pre-fab Item 선정)

Pre-fab Item을 선정하기 위해 CBA(Choosing By Advantage) 기법을 적용하였다. 현장설치 비용 감소, 품질 향상, 공기 절감, 안전 사고율 감소 등을 주요 Advantage 요소로 선정하고 중요도에 따라 배점을 배분하여, 소성로를 Pre-fab Item으로 선정하였다. 해당 Item은 중국에서 제작하여, 해상 운송을 통해 수입되어, 현장으로 반입되는 것으로, 설계단계부터, 해상 운송 및 내륙운송을 고려한 Container 최대 반입 사이즈로 설계하고, 현장 설치분을 최대한 감소하고, 품질 향상을 위해, 공장 제작량을 증대 시켰다. 그로 인해, 현장 설치비용이 감소하고, 현장 설치 기간이 대폭 감소하였다.

2) Pull planning 및 4D Simulation 기반 공정관리

Pre-construction 단계부터 시행해 온 Pull planning을 현장에서 연속적으로 실시하면서 PPC를 추적해나갔으며, 이와 함께 주요 공종 및 패키지에 대한 4D 시뮬레이션을 작성하였다.

매주별 설계 코디네이션 미팅에서 BIM 데이터 기반 계획 대비 실적 관리를 통해 공종별 진도율 체크를 실시하였다. 이를 통해,

공사 초기단계에서 70.1%에 그쳤던 PPC가 87.4% 까지 향상되었으며, 선 후행 공정간 간섭체크를 하여, 제약사항을 사전에 확인하고 제거할 수 있었다. 기존 공정표는 Excel, MS-Project, Primavera P6 등의 프로그램을 활용하여 Gantt Chart로 표기되어, 각 공종 담당자들만 이해하였던 부분에 대해, 타 공종의 공정 상황을 BIM을 통해 3D 모델링 및 시뮬레이션으로 시각화하여 상호간의 이해도 및 협업 능력이 증진됨을 체감할 수 있었다.

4D Simulation 기반 PPC 관리는 지연된 공정의 RFV 분석 및 Catch-up Plan 수립에도 용이하였고, 시공 코디네이션 미팅에서의 관련 참여자들 간의 협업을 통해 지연 공정에 대한 대책 마련에 효율적으로 활용될 수 있었다.

3.3 IPD 적용 효과 분석

이상으로 소개한 포스코 케미칼 세종 음극재 프로젝트는 최초 사업비 대비 Target Cost로 설정한 7% 비용절감의 성과를 거두었다. 최초 설정된 사업비는 설계 및 인허가, 건축공사비, 프로세스 설비비, 자동화 참고 및 기타 공사비, 간접비 및 영업이익 등의 각 패키지 별로 Pre-construction 단계 TVD 적용, VE 활동, 시공성 최적화 등의 다양한 노력을 통해 순차적으로 절감되었다. 이러한 비용절감의 효과는 내부조직의 적극적인 프로젝트 참여, 외부 협력사 조기 참여 및 협업, 발주처의 적극적 지원, Big Room 기반 Pre-construction 운영, Process Mapping 기반 공정 최적화, 한양대학교 컨설팅 팀의 교육, 시범사업 지원 및 컨설팅 등 다양한 노력을 통해 가능했다.

포스코 케미칼 음극재 공장은 국내의 주요 배터리 관련 소재 생산 플랜트로서, 건축공사의 의미를 넘어, 발주처가 추구하는 가치가 매우 큰 현장이다. 이에 포스코건설과의 긴밀한 협의 및



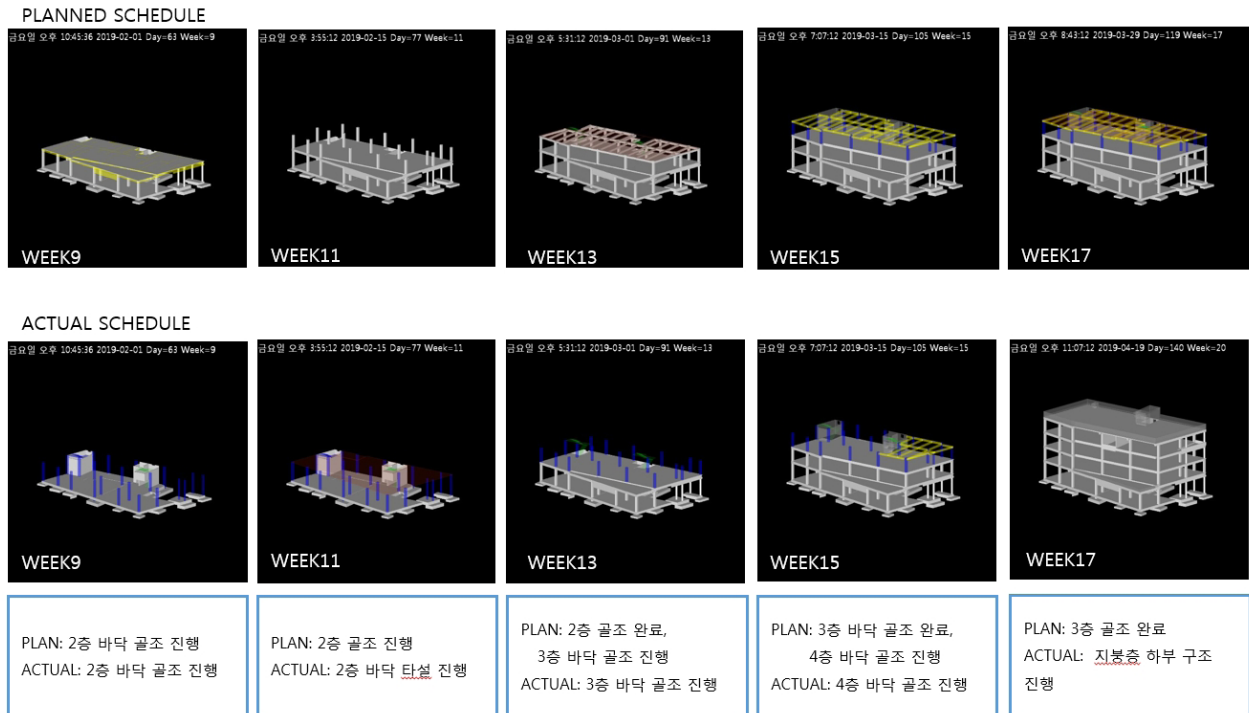


그림 13. PPC 데이터 기반 계획 대비 실행 4D 시뮬레이션

설득 끝에 IPD 발주방식을 채택하고 이를 실현하기 위해 포스코 건설의 Smart Construction 기법을 채택, 프로세스 전반에 걸쳐 적용하였다. 포스코건설은 포스코 케미칼을 설득하기 위한 전략으로 Open Book을 제시하여 발주처의 신뢰를 확보하였으며, GMP 계약을 통해 발주처의 사업비를 보존할 수 있었다. 포스코 건설의 측면에서는 IPD 프로세스가 전사 차원에서의 최초 실행 사례였으므로 이를 실현하기 위한 대내외적인 체질개선 및 프로세스 혁신작업을 동시에 수행하였다. 이를 통해, 구매조달 프로세스 개선, 파트너스 평가제도 개선, 포스코건설 BIM 역량 및 사업관리 역량 강화 등의 효과를 볼 수 있었다.

또한, 시범사업을 통해 조직 문화, 인력, 제도 등의 내부문제를 발견할 수 있었고, IPD 수행을 위한 경쟁력 있는 외부 참여자(발주처, 설계사, 전문건설업체, BIM 등)의 선별, 그들과의 협업의 어려움, 법규 적용의 한계 등의 극복해야 할 이슈들도 발견할 수 있었다.

#### 4. 맺음말

시범사업을 통해 거둔 성과는 단순히 세종 음극재 공장프로젝트의 성공으로 끝난 것이 아니다. 포스코건설의 내부 조직의 IPD, Lean Construction, BIM 등 Smart Construction에 대한 practice를 통해, 내부 인력 관리, 제도 및 내규 개선, 협력사 관리, 발주처 협업 등 전반적인 관점에서의 기업문화 개혁의 시발점이 되었다고 볼 수 있다.

국내 최초의 산업 플랜트 IPD 적용이라는 Challenge는 다양한 한계점과 어려움을 던져주었으나, 이와 더불어 포스코건설이 앞으로 나아가야 할 방향과 비전은 Smart Construction 기반의 IPD 발주 시스템이라는 확신을 얻을 수 있었다. 이를 계기로 포스코건설은 전사 차원의 Smart Construction 그룹을 설치하여 운영하고 있으며, 장기적 관점에서 조직, 인력 양성, 교육, 발주처 다양화 등의 전사적 노력을 기울이는 중이다.