

## Smart Construction 구현을 통한 건설 시공 관리의 선진화 방안



손창영 Hexagon PPM(인터그래프 코리아) 이사, changyoung.shon@hexagon.com

KICEM

### 1. 서론

맥킨지 보고에 의하면 1995년부터 20년간 건설업 생산성은 평균적인 전체 산업 생산성에 훨씬 못 미치는 년 평균 1%에서 심지어 마이너스 생산성을 기록하고 있는 것으로 보고 되고 있다.



Economist.com

그림 1. 각 산업 생산성 비교(Economist)

이런 경향은 국내 건설업에서의 생산성 변화 추이도 유사한 상황임을 각종 통계를 통해 확인 할 수 있다. 이와 같은 결과에 대한 원인 분석으로는 2017년 8월 Economist 기사에 따르면 금융위기 이후 불확실한 사업환경에 대처하는 각 건설사들의 대응 방향이 각종 장비/설비투자보다는 인력들을 단순 유지하다 불경기 시점에 구조조정을 통해 정리하는 방향으로 비즈니스 상황 변화에 대처하는 모습을 보이고 있는 부분과 건설 고용 인력 중 10,000명 이상의 기업에 종사하는 비율이 5%미만(제조업등은 25% 가량)으로 대부분의 건설인력들이 중소 형태의 기업에 고용됨으로 불황기에 생존하기 어렵고 생산성 혁신을 가

져 올 수 있는 각종 신기술 투자(사업관리 솔루션, 자동화 분야 등)는 거의 이루어지지 않는 부분이 그 주된 원인으로 분석 되고 있다.

국내의 경우 그나마 대기업 중심으로 기술분야에 IT등 어느 정도 투자가 이루어지고 있으나 이런 노력들이 의미 있는 생산성 향상으로 나타나지는 않고 있다. 현장 시공 생산성 향상의 장애 요인으로는 기술 도입의 현장 적용 취약성 및 Lum-Sum 방식의 하도급계약의 높은 의존도와 사업/공사 수행 주체들간의 정보 공유 단절/지연이 주된 이유로 보인다.

건설업은 단일성 프로젝트 기반의 엔지니어링 설계와 제작 및 건설방식 및 시공 외주사의 변동성이 과도한 하도급체계로 인해 경험과 정보의 체계적 누적 및 전달/공유가 어렵다는 문제가 생산성 향상이 미진한 또 다른 중요한 이유 중 하나로 볼 수 있다.

본고에서는 건설산업의 생산성을 향상 시키기 위해 근래 타 산업에서 활성화 되고 있는 Digital Transformation관점에서 건설현장의 생산성을 높일 수 있는 Smart Construction실현을 위해 시공관리/프로젝트관리 관련 몇가지 신규 방법론과 기술들을 소개하고 이를 지원하는 소프트웨어 솔루션 기술과 개념들을 소개하고자 한다.

### 2. AWP(Advanced Work Packaging)방법론을 활용한 시공 생산성 향상 방안

본절에서는 근래 북미 및 유럽의 Oil & Gas와 화학 플랜트 사업주 및 관련 EPC 업체들이 적극 도입하고 있는 AWP 방법론과 본 방법론을 구현하는데 도움을 주는 소프트웨어적인 기술에 대해 소개 하고자 한다.

### 2.1 AWP 태동의 배경

AWP방법론은 대형 건설공사(Canada의 Oil Sands 프로젝트 수행시 생긴 많은 문제점들을 해결하고자 고안)프로젝트에서 비용과 시공 생산성 향상을 위해 COAA((Construction Owners Association of Alberta, 2005)가 정의한 WFP(Work Face Planning)의 실제 현장성의 확보를 위해 CII(Construction Industry Institute)가 2011년 WFP의 확대 개념으로 제창하기 시작한 방법론이다. 시공에 필요한 deliverable들을 필요한 시점에 필요한 사람이 확보하도록 계획 및 통제하는 방법론을 기본 사상으로 한다. AWP는 1990년중반부터 시작된 Lean Construction 개념과 그의 주요한 세부 구현 방법론인 LPS(Last Planner System)와 IPD(Integrated Project Delivery)의 접근법과 상당 부분 겹치는 것으로 이해하는 전문가들도 적지 않다.

### 2.2 AWP의 주요 내용

AWP는 시공 목표 기간 및 예산을 효율적으로 달성하기 위해 초기 엔지니어링 단계부터 시공을 고려하여 SCOPE설정 및 엔지니어링/자재 산출 계획을 수행함으로써 시공현장의 정보/자재/인력/EQUIPMENT들이 유기적으로 연계되어 정보와 실제 작업이 물 흐르듯 흐르도록 관리하는데 주안점을 두고 있다. 또한 각종 변경이나 돌발 상황 발생시 혹은 발생의 전조가 보일시 이를 유관 부서들이 거의 실시간으로 공유하여 적극적인 사전 조치를 취하여 추가 비용과 추가일정 발생을 최소화 되도록 EPC간에 정보와 업무 흐름을 관리하는 시공중심의 정보 흐름 설정 및 업무 흐름 확립이라는 개념으로 이해 할 수 있다.

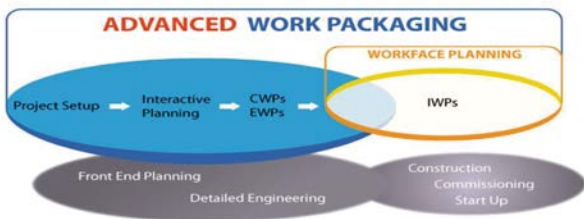


그림 2. AWP와 WFP의 범위(CII, COAA)

프로젝트의 앞 단계(Front End Planning)에서부터 시공성을 고려하여 시공 boundary설정 및 상호간의 순서를 설정하고 이에 근거하여 공종별 CWP(construction work package, Level, 3~4)및 이런 CWP에 기반하여 작업을 수행 할 수 있도록 각종 도면과 SPEC./자재등의 설계와 자재물량관련 정보를 구성하는

EWP (Engineering Work Package)와 실제 시공 현장에서 외주업체에 의해 작업진도를 관리 할 수 있는 CWP의 하위 분할 정보인 IWP(Installation Work Package, Level 4~5)로 나누어 구성 된다. 이러한 방법론은 결국 설계와 자재 및 관련 Resource등의 제약조건(Constraint)들이 시공작업이 시작 되기 전 그 상황이 파악 되지 않아 발생하는 전통적인 정보의 단절 부분들이 최소화 내지는 생기지 않도록 시스템적으로 강제화 하여 시공을 계획하고 진행함으로써 비작업 수행시간(idle time)을 최소화 하고자 하는데 목적이 있다. 결과적으로 재작업 등이 최소화 되고 인원의 최적 활용이 가능하게 되어 프로젝트 기간과 비용에서 상당한 단축 및 절감을 가져 올 수 있게 된다.

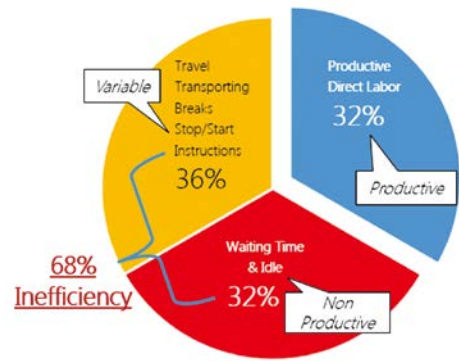


그림 3. 직접 인건비 분석(COAA)

### 2.3 AWP의 적용의 효과

CII를 비롯하여 선도 연구기관에서 AWP를 기반으로 생산성 등을 조사한 결과 아래 표와 같이 초기 도입부터 생산성이 10% 이상 개선 되고 AWP의 내재화 후에는 궁극적으로 25%이상의 생산성 개선을 이룰 수 있음이 보고 되고 있다.(비용절감 효과는 10%)

표 1. AWP 도입 성숙도에 따른 도입 효과(CII)

Performance Dimension	Maturity Stage		
	1 - AWP early Stage	2 - AWP effectiveness	3 - AWP Business Transformation
Productivity	10% up	25% up	25% up
Cost	on budget	10% down	10% down
Safety	0 lost-time accident	0 lost-time accident	0 lost-time accident
Schedule	minor delay	slightly ahead per plan	slightly ahead per plan
Predictability	nor satisfying	Moderately Positive	Completely Positive
Quality	Same to previous	Rework slightly below company average	Reworks & RFI sunstaitally below compnay average

물론 AWP와 같은 방법론의 적용은 기업 조직의 상당부분에 걸친 변화를 수반하여야 하므로 조직변화등 변화관리에 대한 적지 않은 부담도 발생 될 수 있으나 건설 산업 경쟁력 향상이

라는 절박한 목표의 달성을 위해서는 충분히 고려 할 만한 방법론이라고 사료 된다.

## 2.4 AWP 국내 엔지니어링/건설업 적용시 고려 사항

국내 건설업 역시 시공의 계획과 시행에서 엔지니어링 산물의 정보/상태와 자재상황 정보들이 효율적으로 공유되면서 업무가 이루어지기 보다는 경험 의존적인 방식으로 업무가 진행되어 경험이 풍부한 각 개인이 수 많은 현장의 변화에 반응적이고 신속하게 대응하는 탁월한 능력과 효율적인 외주사 관리 능력이 지금까지 국내 건설사의 경쟁력을 유지 할 수 있게 한 강점이었다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 우리의 강점이 근래 한계에 이르렀음을 수주실적등 다양한 결과들이 보여주고 있으며 각 건설사는 생산성향상과 가격 경쟁력 향상 및 적정 이윤확보를 위해 과감하게 새로운 돌파구를 모색하고 있다. 이러한 환경에서 국내 EPC/건설사들은 AWP에 의한 시공 생산성 향상 부분에 대한 가능성에 많은 관심을 보이고 있으나 개별 회사의 자체적인 시공생산성 향상이라는 동인도 있지만 발주사가 사업수행을 AWP방식에 의해 하도록 강제화 해 나가고 있는 근래의 새로운 변화도 AWP에 대한 탐색과 준비를 할 수 밖에 없는 배경이 되고 있다.

또한 AWP는 Sub contract에게 Lum-Sum/Unit Rate방식 등의 계약에 따라 많은 리스크를 하류로 전이하는 계약 관리방식부분에 익숙한 한국업체로서는 특정 sub-con이 얼마의 생산성을 가지고 작업을 하는지 무관심했던 관행에서 벗어나 직접적으로 level 4이하의 구체적인 작업 패키지(Field Installation work packaging)의 일정/자재/scope등 상당 부분을 미리 정해주는 등 지금보다는 더 많은 부분에서 sub\_con관리가 이루어져야 하는 상황을 맞을 수 있다. 이와 함께 진도율관리도 세부 단위에서 모니터링/관리함으로써 작업의 지연등을 신속하게 파악하고 계약시의 예상 작업기간과 인원등 예측치와 실제 작업기간과 집행된 자원의 차이를 파악하여 향후 유사 프로젝트에 활용하고자 하는 노력들이 AWP도입으로 촉진 될 것으로 예상된다.

이외에 근래 한국 건설업체의 AWP도입을 위한 현재상황을 분석한 컨설팅 중간 결과를 보면 자재추적관리등 개별 시스템들은 비교적 잘 구축 되어 있으나 연결성은 부족한 것으로 파악되고 있다.

## 2.5 AWP의 적용과 소프트웨어의 역할

AWP는 초기 도입시 Canada를 중심으로 각종 PACKAGE

컨텐츠 구성 작업을 수작업으로 하는 경우도 많았는데 예상되는 바와 같이 3D CAD모델등 Data중심의 자동화 환경을 사용하지 않고는 실제 작업에 적용하는 것은 거의 불가능하다.

국내에서도 AWP개념의 성공적인 현장적용을 위해 결국 기존보다 훨씬 많은 인력이 투입 되어야하지 않느냐는 우려가 있는데 실상 계획단계에서 추가적인 인력이 요구되지만, 현재 시장에 나와 있는 AWP지원 솔루션들은 각종 CAD 데이터를 이용하여 시공계획 수립을 위한 자동화 기능등의 탑재로 결과적으로 생산성을 향상하면서 시공계획수립 및 시공수행을 할 수 있다는 가능성에 기대를 걸고 있고 먼저 적용한 선진사들도 동일한 Feedback을 주고 있다.

몇몇 솔루션사들은 10여년 전부터 WFP개념의 구현지원 기능 탑재를 시작으로 성숙과정을 거쳐 성공적으로 현장 적용 중이고 그 대표적인 기능들은 아래와 같다.



그림 4. AWP 구현 지원 솔루션 주요 기능

이러한 제품들은 기본적으로 3D모델/일정(P6등) 및 자재정보와 연동 되어 planning 및 정보 조화가 가능하도록 구성된 4D를 기반으로 한 AWP 구현을 지원 하는 시스템들이다.

## 3. Earned Value 기반 사업비 통제 기능의 확대 적용을 통한 통합 사업관리(5D)

### 3.1 EV(Earned Value)기반의 Enterprise Projects Performance 관리

Earned Value기반의 프로젝트관리 개념은 현재 사무자동화에서 일반화 된 스프레드시트등을 통해서도 간단한 구현은 가능하지만 전체 기업의 조직에 걸친 대형 사업의 경우 ERP와의 연계 및 전사 사업관리라는 측면에서의 각종 In-House 시스템과의 연결 및 사업관리 표준화를 달성하기 위해서는 Enterprise급 시스템의 도움이 필요하다. 해외의 경우 2000년대 후반부터 Bechtel/Technip등 많은 업체들이 소위

Enterprise급 사업관리비 통제 시스템을 도입하여 기존의 In-house를 대체하거나 사업비 예측 및 표준적 사업관리 업무 프로세스적용의 용도로 사용하기 시작하여 약 5년~10년이상정도 지난 현시점에는 상당히 성숙된 솔루션으로 사업비 통제/관리의 핵심 시스템으로 자리잡아가고 있다. 주요 기능으로는 아래와 같은 부분을 포함한다.

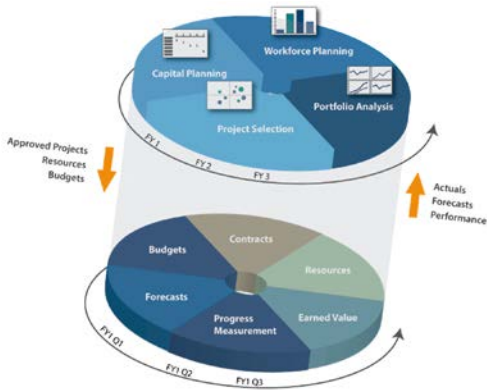


그림 5. EV기반 Enterprise Projects Performance 관리 지원 솔루션: 상위 주요 기능

한편 사업비관리솔루션들은 사업관리시스템(PMIS)의 오랜 숙원인 일정과 사업비의 통합적 관리라는 목표를 가능하게 하는 쪽으로 지속적으로 발전하고 있다.



그림 6. EV기반 Enterprise Projects Performance 관리 지원 솔루션: Performance 평가 화면 예

결국 AEC/EPC분야를 막론하고 5D로 대표되는 3D CAD모델/일정/비용 정보 통합 시스템은 현재의 프로젝트상황을 가시화해주고 문제점 공유를 용이하게 해 줌으로 의사결정의 지원의 효과적인 수단으로 인식되어 그 중요성이 커지고 있다.

### 3.2 AWP와 비용통제시스템과의 연관성 및 5D AEC의 주요 기능적 요구 사항

프로젝트 비용 통제시스템과 앞서의 AWP개념과의 관계를 살펴보면 IWP의 하부인 WORK STEP이 결국 실적 집계계의 최하위 단계가 되고 이는 사업비관리/통제시스템과 직접 연결될 수 있으므로 AWP도입시 사업비용 통제/관리부분도 관리의 상세정도에 상호 영향을 받으므로 두가지를 병행하여 현상황 분석 및 목표시스템 설정하여 개별 업체에 적합한 모델과 실제 시스템 구현이 되어야 효과적일 것으로 판단된다.

EPC에서의 이러한 움직임과 같은 맥락에서 현재 선두 개발 업체들을 통해 선보이고 있는 AEC분야의 5D시스템의 경우도 3D 모델링 정보를 시공 계획 및 시공 현장의 실행 단계에서 적극 활용하도록 그 적용성이 확대 되어 기능들이 구축되고 있으며 프로젝트 관리시 시공현장에서 적지 않은 문제를 야기하는 자재관리시스템 및 일정관리시스템등 타시스템과의 데이터 연계까지도 기능적으로 포함하고 있어 WP개념의 시공현장적용성을 높이고 있다.

변경관리 부분도 해당 설계정보의 변경이 결국 자재 및 시공까지 영향을 미치게 되므로 이러한 변경이 단일 정보공유 환경으로 신속하게 파악되고 필요한 조치를 취할 수 있는 데이터 상호 연계성은 매우 중요한 기능적 요구사항이다. 이외에 일정 정보는 전체 시공흐름을 컨트롤하는 부분으로 빈번한 변경에 대해 효과적으로 일정을 업데이트하면서 전체 시공일정 및 비용에 어떠한 영향력을 미치는지 예측하는 기능도 리스크 파악 및 조치를 위한 업무를 위해 중요한 요구사항이다.



그림 7. AEC분야 5D 구축을 위한 주요 기능 요건 예

### 3.3 5D 시스템의 도입시 문제점 및 예상 효과

프로젝트 비용통제부분은 국내 하도급계약의 주류를 이루는 Lum Sum/Unit Rate 방식으로 진행시 상급 계약당사자가 하급 계약당사자의 각종 공정 진행율에 대해 정확한 정보를 공유하기 어려운 상황이지만 앞서 AWP와 유사한 개념의 적용을 통해 적정 공사금액에 의한 경쟁들을 유도 하고 이에 근거하여 합

리적인 외주사 평가 및 프로젝트 계획/수행정보의 재활용을 위해서라도 좀 더 투명하게 비용정보가 공유/관리 되어야 한다.



그림 8. AEC분야 5D 구현 예(일정/비용/모델 통합)

비용관리측면에서 EV기반의 프로젝트 성과 확인 및 KPI측면에서 흔히 사용되는 SPI/CPI등은 현재상황에서의 PERFORMANCE평가를 좀 더 정확히 하고 나아가 어떤 공정에서 문제가 발생하는 지를 거의 실시간으로 파악하여 조기 문제파악 및 효율적으로 문제해결에 집중 할 수 있는 방안으로 제시되고 있다. 특히 이러한 정보가 일정한 부서에서만 활용 되지 않고 다양한 부서에 동시적으로 확인 가능함으로 전체 프로젝트 관리의 투명성을 제고 할 수 있는 부분은 RISK 관리 측면에서 큰 장점으로 기여 할 수 있다.

#### 4. 결론

건설업 생산성 향상을 위해서는 낭비적인 요소를파악하고 현장에 통용 될 만한 방법론의 파악 및 이를 끈질기게 관철 시킬 수 있는 리더쉽과 시스템의 도움 없이는 불가능하다. AWP와 EV/5D기반의 효과적인 프로젝트 관리방안은 이를 위한 하나의 대안이 될 수 있다. ERP시스템 도입으로 시스템에 의한 업무의 표준화등 업무처리 문화가 긍정적으로 바뀌어 나갔던 것처럼 지금의 위기를 업무혁신 기회로 삼을 수 있다. 한국 건설업이 Digital Transformation의 흐름에 피동적으로 반응하는 주변이 아니라 신개념과 기술로 질적 변화를 이룩하여 성과가 진정한 수주 경쟁력 향상으로 나타날 수 있도록 각 건설사와 솔루션 업체를 포함하여 유관기관들간의 더욱 적극적인 정보 교환과 공동연구 및 협력이 이루어지기를 기대한다.