

작업성취율 지표를 활용한 공정관리 방안

A Method for Construction Work Process Management
using Task Completion Rate



유정호 Yu, Jung-Ho
정회원, 우리협회 건설관리위원회 부위원장
광운대학교 건축공학과 교수

1. 서론

작업성취율은 계획한 작업 중 수행완료한 작업의 백분율을 의미한다. 미국에서 개발된 LPS(Last Planner System)에서는 주로 주간(weekly) 관리지표로서 사용되며 PPC(Percent of Plan Complete)로 불리고 있고, 매주 초 계획한 작업 중 완료된 작업의 백분율로 PPC를 측정하고 있다.

이러한 작업성취율의 측정 목적은 작업프로세스의 신뢰도를 향상시키기 위하여 주기적으로 작업성취율을 측정하고 작업 완료를 방해한 요소를 찾아내어 그 이유를 추적하여 다음 작업에서 같은 실수가 반복되는 것을 방지하기 위한 것이며, 궁극적으로는 작업프로세스의 신뢰도 향상을 통해 지속적인 작업프로세스의 개선을 달성하기 위한 것이다.

Ballard(1997)는 작업성취율의 증가가 생산성의 향상 및 에

산의 절감에 기여한다는 연구결과를 발표한 바 있으며, IGLC(International Group for Lean Construction)에서 발표된 많은 논문들도 작업성취율 관리의 효과성을 입증하고 있다. 그러나, 국내에서는 이러한 작업성취율의 관리가 철저히 이루어지고 있지 못한 현실이며, 더욱이 문제인 것은 여러 건설현장의 전문가들이 이러한 작업성취율을 이미 관리하고 있다고 생각하고 있는 것이다.

따라서 본고에서는 작업성취율 관련연구 동향을 알아보고 국내 건설현장의 현실을 감안하여 작업성취율 지표의 관리에 적합한 공정관리 절차를 제시하고자 한다. 그리고 이러한 공정관리 절차를 보다 효율적으로 수행하기 위한 공정관리도구 개발 현황을 소개하고자 한다.

본고에 소개된 내용은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2005년도 건설기술기반구축사

업(과제번호: 05 기반구축 D05-01)의 지원으로 수행된 연구결과의 일부이며, 본 연구는 2010년까지 계속될 예정임을 밝혀둔다.

2. 관련연구 동향

가. 작업성취율 관련 국내외 연구동향

라스트 플래너 시스템(Last Planner System; LPS)은 작업흐름의 신뢰도와 생산계획을 향상시키기 위한 도구로서(Ballard 1997), 지금까지 많은 여러 나라에서 LPS 관리 체계를 자국의 건설산업 현장에 적용한 후 측정된 여러 데이터를 토대로 그 효과와 도입을 위해 넘어야 할 장벽들을 제시하였다. 대표적인 LPS 적용의 효과는 프로젝트 진행에 따른 지속적인 작업성취율의 증가(Ballard 1997, Alarcon 2002), 변이(variability)의 감소(Alarcon 2002), 작업성취율 증가에 따른 비용감소(Ballard 1997), 작업계획 실패원인의 감소(Alexandre 1998)이며, 현장 관리 도구로서의 작업성취율 지표 활용의 효과는 프로젝트 진행 동안의 공기의 단축과 원가절감 및 실패원인의 감소였다(Ballard 1994).

국내에서도 최근 지하철 공사를 대상으로 LPS 관리기법을 적용 후 도입 시 고려해야 할 문제점에 관한 연구가 발표된 바 있다(Kim 2005). 하지만, 이는 연구에 앞서 LPS의 관리체계와 국내 공정 관리 체계에 대한 구조적 차이점을 고려하지 않고 이루어졌다는 한계를 지니고 있다. 또한, LPS 국내 도입을 위한 구체적인 방안을 제시하지 못한 채 도입 시 고려해야 할 일반적 사항에 대해 언급하고 있어 국내 건설 회사들에게 아직 LPS를 효율적인 프로젝트 관리 도구로 인식하게 만들기에 부족했다.

나. 작업성취율 지표 활용의 장점

작업성취율을 측정하는 목적은 생산 신뢰도를 제고하기 위함이며 지속적인 작업성취율 평가에 의해서 생산 시스템 개선함은 물론, 건설 생산비용을 절감하여 경쟁력을 높이는 것이 가능하다. 이러한 목적으로 측정되는 작업성취율 활용의 장점은 일일(daily) 작업계획을 토대로 하루 동안 작업할 수 있는 작업량을 수립함으로써 과다 작업계획, 과다인원 및 물량 투입

의 방지, 현장 작업자의 대기시간을 최소화하는 것이다. 또한, 작업성취율은 프로젝트의 계획 신뢰도를 향상시키고 프로젝트 관리자의 공정계획 능력을 향상시킴으로써 후속 공정의 생산성 향상과 자재절감 및 시간 버퍼의 단축이 가능하다.

Ballard(1997)의 논문에 따르면 작업성취율 평균이 50% 이상인 현장의 경우 평균 15%의 예산절감이 가능하였으며 작업성취율 평균이 50% 이하인 현장의 경우 평균 15%이상의 추가 예산이 소요되었다. 또한, SPS(2000)사의 발표 자료에 의하면 작업준비가 완료되지 않은 작업을 사전에 방지함으로써 현장의 안전사고 발생비율을 30%이상 감소된다는 결과가 제시되었다.

3. LPS와 국내 공정관리체계 비교

가. Last Planner System의 관리 체계

Ballard의 LPS 관리체계를 도식화하여 표현하면 다음 그림 1과 같다.

Ballard의 LPS 관리체계는 가장 먼저 Master Schedule 단계와 Phase Schedule 단계를 통하여 Master 공정표와 분기 공정표가

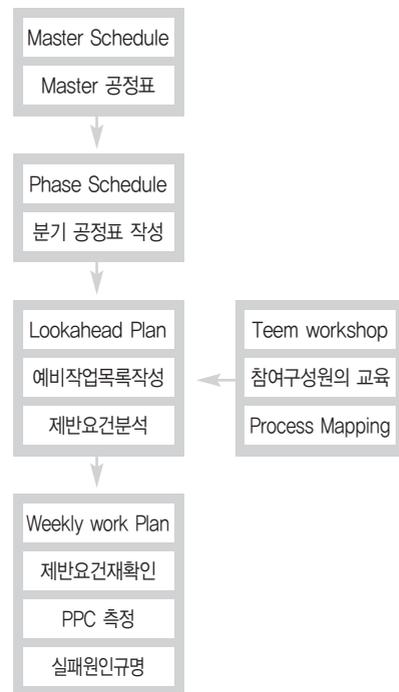


그림 1. LPS의 관리체계

작성된 후 월별 공사내용을 확인한다. 팀 워크샵 단계에서는 프로젝트 진행 동안 지속적인 참여구성원의 교육과 Process mapping 작업을 통하여 각 협력업체의 개별 작업량과 작업소시간을 산출하고 협력업체 간의 선�행관계를 파악하여 프로세스 맵을 완성하게 된다. Lookahead Plan 단계에 앞서 각 협력업체들은 4~6주 후의 예비작업목록을 작성하여 시공사에 제출하게 된다.

시공사의 현장소장, 공정담당자, 현장기사의 협의를 거쳐 제반요건분석이 완료된 후 작업가능목록이 완성되어지고 작업가능목록에서 Weekly Work Plan 단계의 주간 공사내용이 확정되어진다. Weekly Work Plan 단계에서는 협력업체의 개별 작업에 대해 제반요건을 재확인 후 이상이 없는 작업에 대하여 일일작업계획 목록을 작성하고 이를 수행완료 후 작업성취율을 측정하고 실패작업에 대한 원인을 규명하고 원인을 분석하는 절차를 지니고 있다.

나. LPS와 국내 공정관리체계의 비교 분석

작업성취율 활용을 위한 관리체계 분석을 위해 본 연구진은

도급순위 10위권이내의 국내 대표적인 건설회사 5개사의 10여 개 아파트 공사 현장을 대상으로 현장 방문을 통하여 자료를 수집하고, 이를 LPS의 관리체계와 비교하였다. LPS 관련 자료는 IGLC를 통해 발표되어진 영국의 5층 규모의 오피스 건물의 적용사례(Johansen 2004), 에콰도르의 102세대 규모의 아파트 건물의 적용사례(Mario 2004), 덴마크의 아파트 및 오피스, 공장 건물의 적용사례(Thomassen 2004), 칠레의 중소형 규모의 아파트 및 오피스 건물에 적용사례(Alarcon 2004), 미국의 화학공장 리모델링 사례(Ballard 1997)를 활용하였다. 표 1은 위의 자료들을 토대로 작성된 국내 공정관리체계와 LPS의 관리체계의 비교분석 내용이다.

Team Workshop의 단계에서 LPS의 경우는 프로세스 맵핑 작업을 통해 각 협력업체들의 작업량과 작업소요시간을 파악하고 협력업체간의 선�행관계도를 작성하게 된다. 이 작업은 시공사의 공정담당자나 작업성취율 관리 업무만을 담당하는 컨설턴트에 의해 진행되며, 현장소장, 현장기사, 감독관, 협력업체소장 등이 참석하게 된다. 반면, 국내의 경우 월간 공정회의를 통하여 월간 공정표를 수립하기 전 프로젝트 구성원이 함께 회의를 진행하지만 그 진행과정 중에 협력업체의 선�행

표 1. LPS와 국내공정 관리체계와의 비교분석

관리단계	세부항목	비교사항	비교대상	
			LPS	Korea
Team Workshop	Process mapping	작성여부	○	X
		작성자	Process manager or Project manager	-
		참석자	현장소장, 현장기사, 감독관, 협력업체소장	-
Lookahead Plan	예비작업 목록작성	작성여부	○	○
		작성자	Last Planner	협력업체소장
		작성시기	4~6주일 전	1주일 전
		작성절차	○	X
	제반요건분석	작성여부	○	○
		작성자	Process manager or Project manager	현장기사
		분석시기	해당 Assignment 작업시작 4주일 전	규칙적이지 않음
	작성절차	○	X	
Weekly Work Plan	실패원인 분석	작성여부	○	○
		작성자	Process manager or Project manager	현장기사
		작성시기	주기적임	주기적이지 않음
		작성절차	○	X
	PPC or 진도율 측정	측정여부	○	○
		측정지표	PPC	진도율
		측정시기	매일 오후 3시	매일 저녁
	측정절차	○	X	

관계도(프로세스 맵)를 작성하지 않는다.

Lookahead Plan의 단계에서 LPS와 국내의 경우 모두 예비작업목록을 작성하고 있으나 국내의 경우 체계화된 양식을 통한 작성이 아닌 구두에 의한 전달과 메모의 형태를 띠는 경우가 대부분이어서 정형화된 절차는 없는 상황이다. 또한 LPS의 경우 작업 시작 6주 전에 예비작업목록이 작성되어지고 있으나 국내의 경우 짧게는 1일 전부터 길게는 1주일 전까지 예비작업목록의 작성이 이루어져 충분한 제반요건분석이 이루어지기 힘든 상황이다. 제반요건분석의 과정에 있어 LPS의 경우 작업 시작 4주 전에 모든 Assignment에 대한 분석이 이루어지고 있지만 국내의 경우 분석시기가 규칙적이지 않고 제반요건 분석을 위한 절차나 체크리스트가 없는 현상이 상당수 존재하였다.

Weekly Work Plan의 단계에서는 LPS의 경우 작업성취율을 통하여 프로젝트 진행과정의 성능을 평가하고 있고 측정절차가 체계적으로 수립되어 있는 반면, 국내의 경우 주로 공사 진척율과 같은 결과치 위주의 프로젝트 성과를 평가하며 작업성취율과 같은 체계적인 측정절차를 수립하지 못한 실정이었다.

4. 작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리절차

가. 작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리체계

LPS의 공정관리체계와 국내 공정관리체계의 비교분석을 통하여 도출된 추가적인 관리절차를 포함하여 Master Schedule 작성부터 일일공정계획 단계에 걸친 작업성취율지표의 활용을 위한 공정관리체계를 수립하면 다음 그림 3과 같다.

나. 작업성취율 지표의 활용을 위한 세부 공정관리절차

작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리체계 내의 각 단계별 세부 공정관리절차를 IDEF0 _ IDEF0 분석은 SmartABC 2.0에 의해 작성 되었음 _ 기법을 통하여 Input, Output, Control, Mechanism의 4가지 속성으로 분석하여 세부 공정관리절차의 수행내용을 정의하면 다음과 같다.

① 마스터 스케줄 작성

마스터 스케줄의 작성 시 유형별 기준공정표 Library를 통해 기준 공정표를 작성한 후 현장 공정 담당자가 Master 공정표 초안을 작성한다. 그리고 현장 공사팀 공정협의 후 최종 공정표를 확정한다.(그림 4)

② 세부 Activity 작성

세부 Activity의 작성 시 표준 Task DB를 통해 현장 공정 담당자가 세부 Activity를 작성한 후 현장 공사팀 공정협의 후 세부 Activity 추가여부를 확인한 후 최종 세부 Activity를 확정한다.(그림 5)

③ Process Mapping 작업 및 세부 Activity Schedule

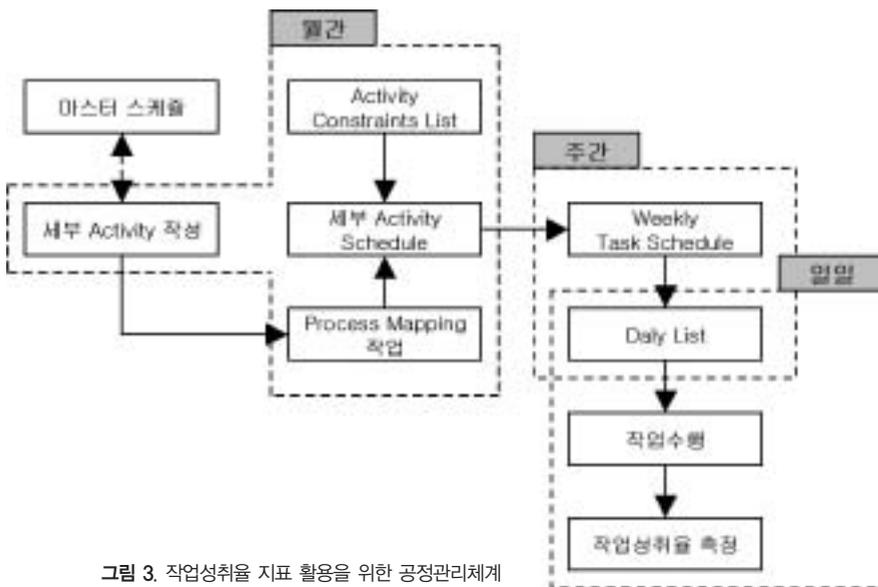


그림 3. 작업성취율 지표 활용을 위한 공정관리체계

작성

세부 Activity 목록이 결정된 후 현장소장, 현장기사, 협력업체소장, 현장 담당자가 모여 Process mapping 작업을 통해 세부 작업별 소요시간 및 작업량을 파악하고 협력업체별 선후행

관계를 결정하고 Process Map을 완성한다. 이를 토대로 세부 Activity Schedule 작성을 완료하고 이를 ADM 형식으로 변환하여 월간 공정표를 작성한다.(그림 6)

④ Activity Constraints 작성

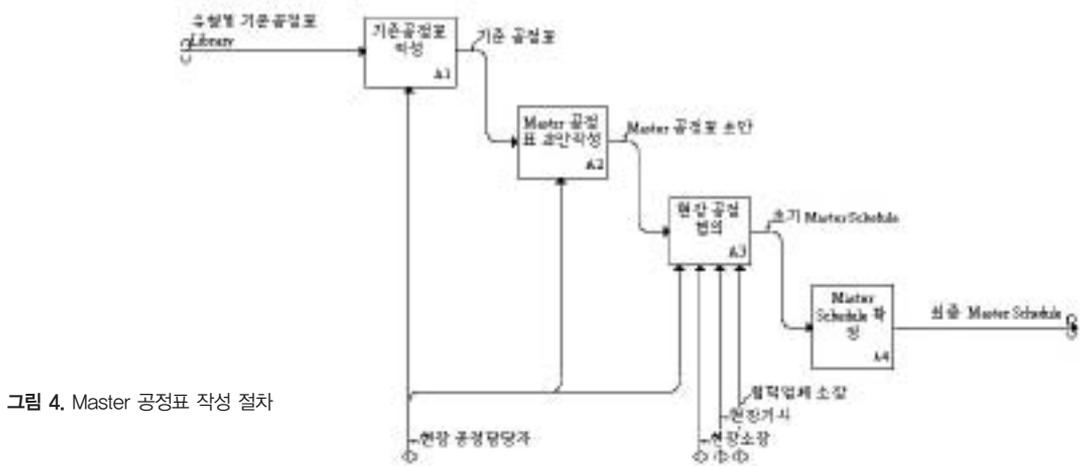


그림 4. Master 공정표 작성 절차



그림 5. 세부 Activity 등록 절차



그림 6. Process mapping 작업 및 세부 Activity Schedule 작성절차

세부 Activity Schedule이 확정 후 작성된 월간 공정표 상의 개별 Task에 대하여 계약, 장비, 인력, 자재, 선후행 관계에 대한 제반요건분석 항목을 설정한다. 제반요건분석 항목을 설정한 후 개별 Task에 대한 작업 시작 전 Check-List를 작성완료하고 완료된 Task에 한하여 Activity Constraint 결과 report를 작성

한다.(그림 7)

⑤ Weekly Task Schedule 작성

세부 Activity List 중 작업시작 1주일 전 Task 목록에 대하여 Activity Constraint Check-List를 채검토한 후 작업가능 Task 목록을 작성한다. 작업가능 Task 목록을 토대로 주간 공정표를

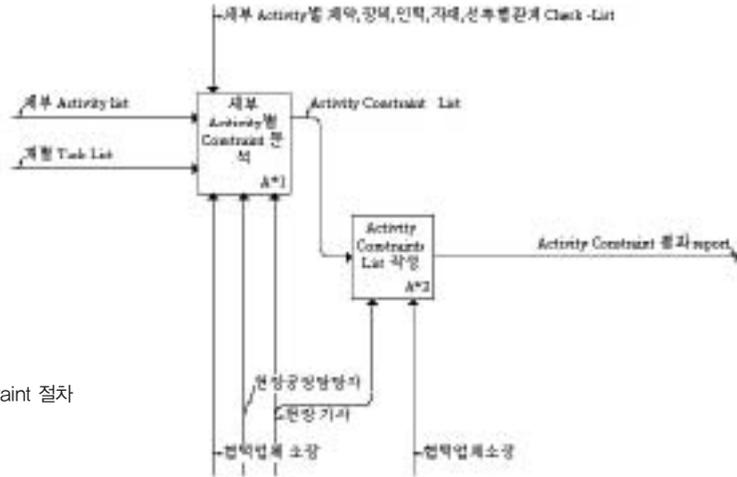


그림 7. Activity Constraint 절차

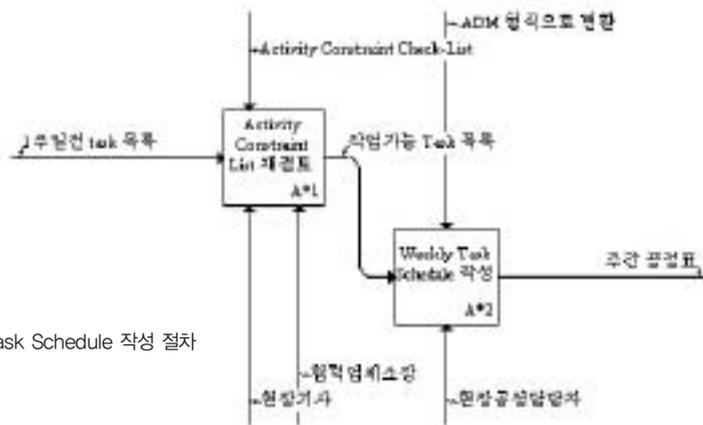


그림 8. Weekly Task Schedule 작성 절차

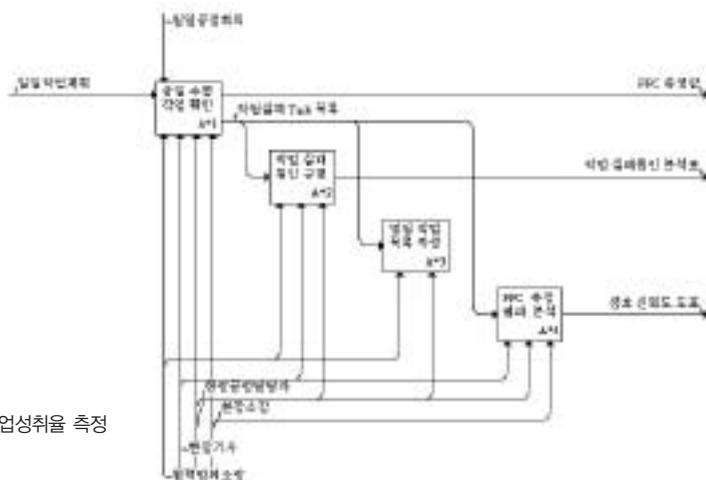


그림 9. Daily List 작성 및 작업성취율 측정

작성한다.(그림 8)

⑥ Daily List 작성 및 작업성취율 측정

일일작업계획의 Task Level은 일 단위로 측정 가능한 작업량을 지니도록 설정하며 주간 공정표에 제시된 일일 작업내용을 토대로 매일 일일공정회의를 통해 제출한다. 일일공정회의 진행 동안 먼저 금일 수행한 작업을 확인하고 실패한 작업에 대한 실패원인을 규명한다. 실패원인은 계약, 자재, 인력, 장비, 선후행 작업, 승인 및 검토의 6가지 항목을 기본으로 설정하고 프로젝트 특성에 맞는 항목을 추가한다. 실패원인 항목 외의 이유가 발생할 경우는 추가적으로 기록한다. 일일공정회의를 마침과 동시에 각 협력업체에 대한 작업성취율 측정 결과를 신뢰도 지표로 작성하여 성공적인 프로젝트 진행을 위한 상호경쟁의식 및 동기화 부여의 수단으로 활용한다.(그림 9)

5. 작업성취율 지표를 활용한 공정관리도구 개발 동향

가. 해외 사례

① SPS(Strategic Project Solution)사의 Production Manager

영국의 SPS사에 의하여 개발되어진 Production Manager는 작업성취율 지표를 활용한 공정관리 도구 중에서 유럽 및 미국에서 현재 가장 활발히 사용되어지는 프로그램이다. Production Manager의 가장 큰 장점은 최하위 공정계획 레벨인 일일 작업계획의 완료/미완료/미착수 여부에 따라 최상위



그림 9. SPS사의 Production Manager의 주요기능

공정계획 레벨인 마스터플랜 계획이 자동적으로 수정됨으로써 실시간 프로젝트 계획의 통제와 측정이 가능하다는 점이다. 또한, 종료된 프로젝트의 공정별/공종별 작업실패원인별 유형 분석을 통하여 유사 프로젝트 진행에 대책수립 데이터로 활용하게 된다.

② DePlan

미국은 LCI(Lean Construction Institute)의 주도하에 작업성취율 지표를 활용한 공정관리도구 개발이 활발히 진행되고 있는 상황이다. 현재까지 상용화되어진 작업성취율 지표의 활용관리도구 중 가장 대표적인 프로그램은 DePlan이다. IGLC에 의하여 소개되어진 DePlan은 주로 설계업무의 작업성취율 관리 및 측정에 초점을 맞추고 있다.

DePlan의 장점은 DSM(Dependency Structure Matrix) 분석을 통하여 협업작업의 연관도를 분석할 수 있으며, Constraint Analysis 기능을 통하여 4주 전 수행하게 될 작업들의 제반요건을 분석함으로써 작업준비가 완료되지 않은 작업은 작업목록에 할당되지 않게 된다. 또한, 레포티 기능에서는 프로젝트 참여자들에게 한주 및 일일 작업내용에 대한 자동 발송이 가능하며, 작업성취율 측정 및 통계가 가능하다.

나. 국내 사례

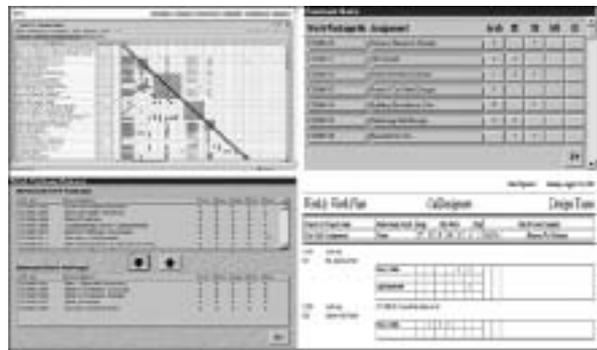


그림 10. DePlan의 주요기능 화면

① TPMS (Total Project Management System)

국내에서도 최근들어 작업성취율 지표를 활용한 관리도구 개발이 진행 중에 있으며 GS건설의 경우 TPMS(Total Project Management System)를 발표하여 일단위 작업관리 시스템을 발표한 바 있다. (박찬정 2004). TPMS의 장점은 일일작업관리를 통해 하루 단위로 관리하며, 개별 Task에 해당 일량만큼의

자재,비용을 연계하여 Task가 완료될 때마다 투입자재와 비용이 시스템에서 계산되어 원가 분석진행이 가능하다. 또한, 공정표의 자동 생성 및 실적분석과 함께 프로젝트에 대한 작업성취율 측정 및 통계가 가능하다.

② WPES (Work Performance Evaluation System)



그림 11. TPMS의 주요기능 화면

WPES는 본 저자가 속해 있는 연구팀이 개발 중인 웹기반의 작업수행성능분석 시스템으로써 작업신뢰성, 작업효용성, 작업생산성 등의 세 가지 과정지표를 활용하여 건설 프로젝트의 성과를 측정하고 분석하는 것이 가능하다.

WPES의 주요 장점은 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측하는 것이 가능하며, 일일작업현황을 분석함으로써 작업이 완료되지 못한 작업에 대한 실패원인분석과 연계가 가능하여 유사 최소단위작업의 작업실패의 재발생을 사전에 방지할 수 있는 대책마련이 가능하게 된다.

WPES가 기존의 작업성취율 지표를 활용한 상용화 프로그램과 비교하여 지니는 차별성은 작업성취율지표의 활용을 통한 세분화된 작업관리를 보다 쉽게 수행할 수 있도록 함과 동시에 실패원인분석 기능을 대폭 강화한 점에서 찾을 수 있다.

해외의 Production Manager와 국내의 TPMS의 경우 프로젝트 전체의 모든 공정을 대상으로 하는 광범위하고 복잡한 시스템 기능으로 구성되어 있는 반면, WPES의 경우 특정 기간이나 특정 공종들을 대상으로 선택적으로 시스템을 적용하여 집중관리할 수 있는 체계가 갖추어져 있다.

간단한 기능모듈로 구성되어진 WPES는 프로젝트 진행에 있어 많은 문제점이 발생하고 있는 특정 공정 및 협력업체들의 작업성취율, 작업효용성, 작업생산성을 측정하고 실패작업원인 분석시스템과의 연계를 통하여 근본적인 작업실패원인



그림 12. WPES의 주요기능 화면

을 규명함으로써, WPES는 단 시일 내의 해당 프로젝트 내의 문제점을 도출하고 이에 대한 대책을 수립하는 것이 가능하다.

또한, 유사 프로젝트의 시작에 앞서 특정 공정 및 협력업체의 기간별, 작업별 작업수행도 예측이 가능하다. WPES는 현재 시스템 프로토타입이 개발 완료되었으며, 현장 적용을 통한 시스템 보완 및 적용성을 검증하고 있다.

6. 결론

“측정되지 않는 것은 관리될 수 없다.” 이 말은 결국 효율적인 관리를 위해서는 그에 적합한 측정 데이터가 있어야 한다는 것을 나타낸다. 공정관리의 목적은 공기의 지연과 공사비의 증가를 사전에 예방하고, 나아가 공기를 줄이고 원가를 절감하는 것이다.

작업성취율 지표는 이러한 공정관리를 수행함에 있어서 관리를 위해 필요한 정량적인 데이터제공할 뿐만 아니라 사후진도관리 및 다른 프로젝트 수행 시에 활용할 수 있는 관리정보의 파악을 용이하게 해준다. 본고에서는 이러한 작업성취율 지표의 효과적인 측정 및 관리를 가능하게 하는 공정관리 절차와 이의 시스템화를 간략히 소개하였다.

이러한 관리지표 및 시스템의 활용은 향후 우리나라 건설산업의 관리기술 향상에 이바지 할 것으로 믿고 있으며, 따라서 향후 작업성취율 측정을 위한 보다 실증적이고 합리적인 도구의 개발 및 폭넓은 데이터의 활용 방안에 대한 연구도 계속될 것이다.

※ 본고에서 다룬 연구내용은 건설교통부가 주관하고 한국

건설기술평가원에서 위탁시행한 2005년도 건설기술기반구축 사업의 일부로서 광운대학교 연구팀에 의해 진행되어지고 있

으며, 이와 관련한 여러 건설전문가들의 많은 조언을 희망하는 바이다. 

1. 김창덕, 건설생산시스템의 새지평, 건축 3월호, 대한건축학회, 2000.
2. 박찬정, 린 건설 사례, 건설관리 기술과 동향(시공), 한국건설관리학회, 2006
3. 유정호 외 2명, 작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리절차, 대한건축학회집 구조계 22권 제 11호, 대한건축학회, 2006
4. Ballard, G. (1997). "Lookahead Planning: the missing link in production control", Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Griffith University, Gold Coast, Australia.
5. Fiallo, C. and Revelo, V. (2002) "Applying the Last Planner Control System to a Construction Project : A Case Study in Quito, Equador", Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Gramado, Brazil
6. Johansen, Porter. (2004). "An Experience of Introduction Last Planner into a UK Construction project", Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for lean Construction, Virginia, USA
7. Kim, C. (2000) "Lean Construction" Korean Journal of Construction Engineering and Management, pp.48-57, 1(3), September 2000.
8. Kim and Jang. (2004). "Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea", Proceedings of the 13th Annual Conference of the International Group for lean Construction, denmark
9. Kim, Y.(2002). "The Implications of a New Production Paradigm for Project Cost Control", Ph.D. Dissertation, Civil & Envir.Eng.,Univ.of California, Berkely, CA.
10. Lim. (2006). "How to Implement PPC in Korea", Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for lean Construction, Santiago.
11. Kim, Y.(2002). "The Implications of a New Production Paradigm for Project Cost Control", Ph.D. Dissertation, Civil & Envir.Eng.,Univ.of California, Berkely, CA.
12. Koskela, Lauri. (1992). "Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report #72. Center for Intergrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering,. Standford University.
13. Thomassen et al. (2003). "Experience and Results from Implementing Lean Construction in a Large Danish Contracting Firm", Proceedings of the 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Virginia, USA

참고문헌