

린 건설 구현을 위한 웹기반 수행성능평가시스템



김창덕 광운대학교 건축공학과 교수
유정호 광운대학교 건축공학과 교수

1. 서론

건설산업은 국가의 기간산업으로서 생산성 및 효율성에 대한 많은 관심과 연구가 진행되고 있으나 상기 산업 구조적 제반 문제점들은 아직 풀지 못한 숙제로 남아있는 것이 현실이다. 높은 노동의존성으로 인한 저생산성 구조를 근본적으로 가지고 있는 건설산업은 기술과 경험의 축적을 어렵게 하고, 프로젝트의 성공여부가 개인의 능력에 크게 좌우되는 등의 문제점을 안고 있으며, 이는 건설정보의 호환성과 신뢰성 있는 도구의 부재에 의한 문제라 할 수 있다.

기존 값싼 노동력을 바탕으로 세계시장에서 두각을 나타냈던 한국의 건설산업은 임금의 상승, 선진국 대비 70%의 기술수준 등의 이유로 점차 국제경쟁력을 잃어가고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하고 한국건설산업의 국제경쟁력을 확보하기 위해 시스템적 사고의 기초위에 건설생산 프로세스의 개선을 지향하고, 건설정보의 신뢰성 향상이 요구된다. 이러한 요구사항은 건설생산성의 혁신적 향상을 지향하는 린 건설(Lean Construction)의 궁극적인 목표와도 일치하며, 린건설 기반의 개선에 대한 노력은 국내외에서 점차 확산되어 가고 있는 추세이다.

이에 본고에서는 린 건설 구현을 위해 개발되어진 웹 기반 건설정보 관리시스템을 소개하고자 한다.

2. 린 건설(Lean Construction)

1) 린 건설의 개념

린 건설은 린(lean)과 건설(construction)의 합성어로서 1993년 구미의 학계·산업계·연구계의 전문가로 구성된

IGLC(International Group for Lean Construction)에서 자동차 산업분야의 현업에 적용하여 그 효과가 입증된 LPS(Lean Production System)를 린 제조시스템이라 부르게 연유하여「낭비를 최소화하는 가장 효율적인 건설생산시스템」이라는 의미로 붙여진 이름이다. 영국 건설교통부(DETR)는 LPS를 건설산업에 적용하는 것을 근간으로 하여 공사원가 및 공기의 10% 절감, 건설하자(defect)의 20% 감축을 목표로 제시하였다.

2) 린 건설의 배경

린(lean)이란 ‘기름기 또는 군살이 없는’이라는 형용사로서 린 건설의 뿌리는 위에서와 같이 린 제조시스템(Lean Production System :이하 LPS)이라 할 수 있다. LPS란 용어는 John Krafcik이 “대량생산에 비하여 무엇이든지 조금 사용하는 생산이다”라는 의미로 린 제조(Lean Production)란 용어를 처음 사용한 것이 유리되었고 이후 1991년 James Womack 등이 자동차 산업분야에서 가장 혁신적인 생산성 향상을 보여준 일본의 토요타 생산시스템(TPS : Toyota Production System)을 성공모델로 제시하면서 이러한 모델을 개념적으로 분류하여 소개한 개념이다. LPS란 수공생산(craft production)과 대량생산(mass production)의 장점만을 발췌하여 포드 생산 개념인 흐름생산(flow production) 모델을 모체로 한 새로운 개념의 시스템을 의미한다.

3) 린 건설 연구동향

린 건설에 대한 연구는 1993년 IGLC가 발의되어 현재까지 미국·유럽·남미·아시아 등 전 세계적으로 활발한 연

구가 진행되고 있으며, IGLC의 학술발표대회를 통해 기획, 설계, 생산, 운영 등 건설 라이프사이클 전반에 걸친 논문이 외에도 린 건설의 '생산철학' '허와 실' 등 개념적인 논문까지 다양한 논문이 발표되었다.

국내에서도 업계, 학계와 상관없이 국내 건설업의 국제경쟁력확보 및 낭비요소 제거, 생산성 향상 등의 해답으로서 린 건설에 대한 관심이 매우 높으며, 건설교통부의 지원을 받아 린 건설연구단을 창설, "웹기반 분산형 린 건설 정보시스템 개발"이라는 이름으로 5년간 연구의 마무리 단계에 와있다. 업계에서 또한 00건설 TPMS와 같이 린 건설의 개념을 도입한 시스템을 개발·사용하는 등 많은 관심을 보이고 있다.

3. 시스템 개요

수행성능평가 시스템은 국내 건설사들에게 현재 진행 중인 개별 프로젝트의 성공여부를 판단하기 위한 일종의 진단도구라 말할 수 있다. 본 시스템은 작업수행성분석 시스템, 실패원인분석 시스템, 자원공급수행성분석 시스템 등의 세 가지 세부 시스템으로 구성되어 있으며, 각각의 모듈별 기능이 상호 연계되어 성공적인 프로젝트를 도모하는 웹기반 통합관리 시스템이다.



그림 1. 수행성능평가 시스템의 개발 목표

1) 시스템 개발의 필요성

"측정할 수 없는 것은 관리할 수 없다"라는 말처럼, 효율적인 건설사업 수행을 위해서는 건설사업의 현재 상태를 파악하고 성과개선 여부를 정량화하고 측정하는 능력이 필요

하다. 이러한 성과측정의 중요성 때문에 대부분의 국내 건설사들도 프로젝트의 성과를 측정을 하기 위한 지표 및 성과측정시스템의 개발에 많은 노력을 기울여 왔으나, 지금까지 건설프로젝트의 성과를 측정하기 위해 활용된 지표들은 기업차원의 프로젝트 성공여부를 판단하기 위한 공기(Time)와 원가(Cost)에 편중되어 있었던 것이 사실이다.

반면, 해외의 경우 공기와 원가 이외의 프로젝트 과정성능 위주의 프로젝트 성과지표 개발 및 과정지표를 활용한 성과측정시스템의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 과정성능지표를 활용한 프로젝트 성과측정이 지니는 가장 큰 장점은 프로젝트 진행 중 프로젝트를 구성하는 최소작업관리단위까지의 과정성능을 평가하는 방법으로 프로젝트의 성과측정이 이루어지기 때문에 공기 및 원가를 통한 성과측정에 비하여 프로젝트 수행과정 중에 발생하는 문제점 해결을 위한 피드백이 신속하며 용이하다는 점이다. 또한, 최소작업관리단위와 연계된 자원공급 현황을 실시간으로 모니터링 함으로써 주요 자재에 대한 싸이클 타임, 리드타임, 재고량을 효율적으로 관리하는 것이 가능하다.

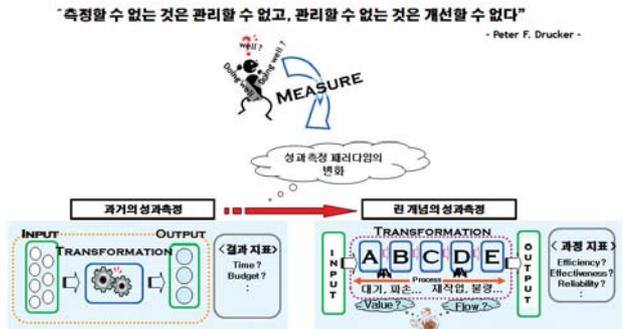


그림 2. 성과측정의 필요성

2) 시스템의 이론적 배경

건설생산시스템은 프로젝트 현장 내에서 이루어지는 건설작업시스템과 현장 내에서 이루어지는 개별 작업에 필요한 자재를 적시에 조달하는 자원공급시스템으로 크게 구분되어진다. 건설 산업의 생산과정이 효율적으로 진행되기 위해서는 이 두 가지 시스템이 유기적으로 상호연계 되어야 하며, 각각의 시스템 생산 흐름이 원활히 진행될 수 있도록 관리하는 프로세스가 필수적이다.

본 시스템은 건설작업시스템 및 자원공급시스템의 생산 흐름을 측정하기 위하여 아래 그림 3과 같은 지표를 제시했다.

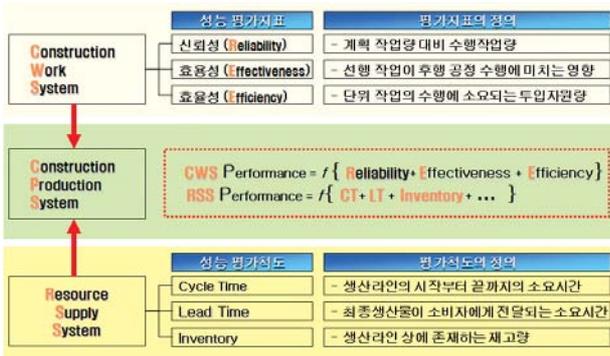


그림 3. 수행성능평가 시스템의 평가척도

4. 시스템의 주요기능 및 목적

수행성능평가시스템은 작업수행성능분석시스템, 실패원인분석시스템, 자원공급수행성능분석시스템, 세 가지 세부 시스템으로 구성되어 있다.

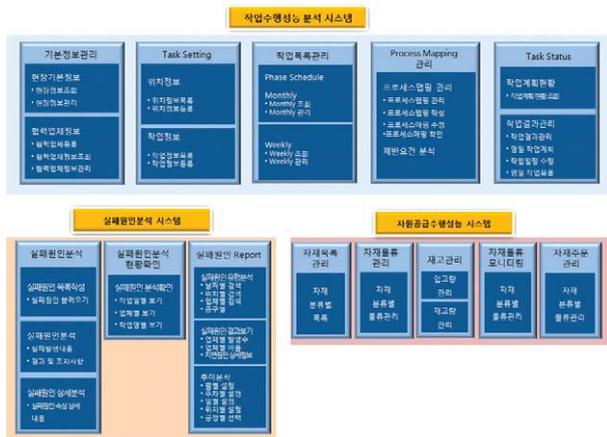


그림 4. 수행성능평가 시스템의 기능 구성도

1) 작업수행성능분석시스템

작업수행성능분석 시스템은 프로젝트 내에서 진행되는 작업들의 작업신뢰성, 작업효율성, 작업생산성을 측정함으로써 작업계획의 정확성과 신뢰성을 향상시키는 것을 최종목표로 한다. 현장 내의 작업계획의 정확성과 신뢰성의 향상을 위해서는 불필요한 작업계획 및 무리한 작업계획을 사전에 방지하는 것이 필요하며 이를 통하여 현장내의 작업자 및 자원의 불필요한 이동 및 대기 시간을 최소화할 수 있다. 그림 5는 기본정보화면으로서 프로젝트 전반에 대한 자료들을 시스템에 등록하게 되며 주요 등록정보에는 현장정보의 경우 공사명, 공사기간, 규모, 총세대수, 조감도 이미지, 배치도 이미지 등을 등록/수정할 수 있다.



그림 5. 수행성능분석시스템 메인화면

그림 6은 수행성능분석시스템의 Task Status 모듈로서 해당기간 동안 작업에 참여한 협력업체에 대한 작업신뢰성, 효율성, 생산성에 대한 분석 내용을 확인 할 수 있다. 또한, 수집된 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측할 수 있게 된다.

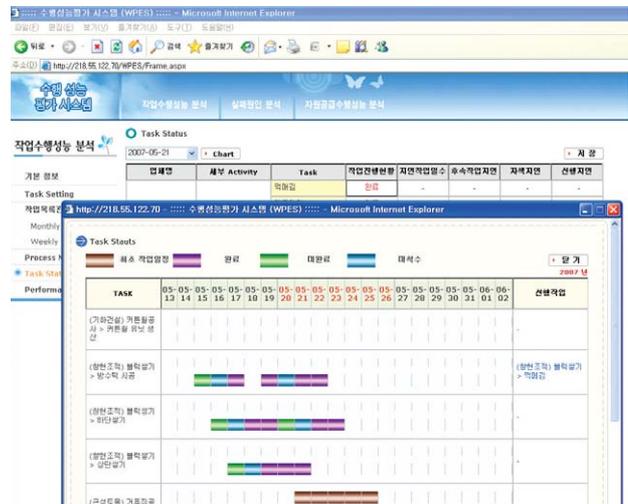


그림 6. Task Status 모듈 화면예시

2) 실패원인분석시스템

실패원인분석 시스템은 현장에서 진행되는 작업이 미완료 또는 미착수되었을 경우 이에 대한 작업실패원인을 규명하고 이에 대한 대책을 수립하는 것을 최종목표로 한다. 실패원인분석 시스템을 통하여 산출된 작업실패원인 및 개별 지연원인에 대한 대책은 자동적으로 시스템 내에 DB화되어 저장되며 유사 작업수행에 앞서 리스크 요인을 확인하고 제거하는 제반요건분석 프로세스에 활용된다. 또한, 프로젝트

진행 중에 공정별/공종별/협력업체별/작업조별 작업실패 유형을 분석할 수 있으며 유사 타 프로젝트에 리스크 요인 DB로 제공되어질 수 있다.

그림 7은 실패원인분석시스템의 화면예시로서 작업수행성능분석을 통해 측정된 작업 중 신뢰도가 낮은 작업들의 목록을 표시한 화면이며, 그림 8은 실패원인 유형분석 화면으로 실패원인분석을 통해 D/B에 저장된 결과를 사용자 관점에서 생성한 예이다. 해당 기간의 실패원인 분석 작업을 조회하면 각 업체의 실패 인자별 발생건수가 표로 나타나고 표에서 각 인자를 클릭 시 인자의 업체별 발생건수가 그래프로 표현된다. 또한 업체별 차트보기를 클릭하면 해당 업체에서 발생한 실패작업의 작업일, 실패원인, 공종별 실패건수에 대한 상세 검색이 가능하며 업체별 지연발생건수 및 지연원인의 상호 비교도 가능하다.



그림 7. 실패원인분석시스템 화면예시

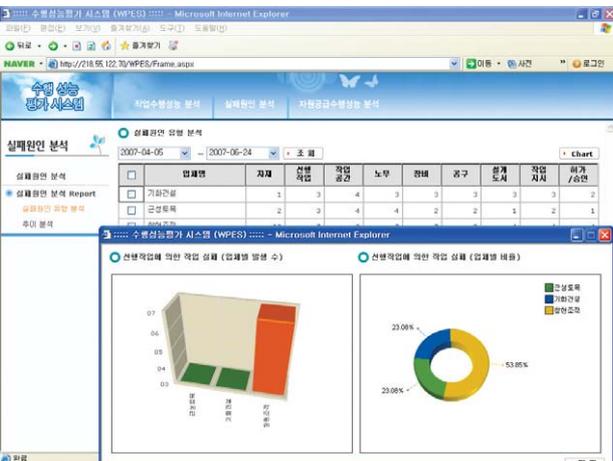


그림 8. 실패원인 유형분석 화면예시

3) 자원공급수행성능분석시스템

자원공급수행성능분석시스템은 현장 내의 진행 중인 개별 작업에 필요한 자재수급 현황을 실시간으로 모니터링하는 것을 최종목표로 한다.

그림 9는 자원공급수행성능분석시스템의 화면예시로서 운송의 전 단계를 In Fabrication Land, On the Ocean, In Site Land, Land Transportation, Site로 구분되어 관리되며, PO DB에서부터 각 Material 별 Vendor로 부터의 출고일 부터 현장 반입일이 위의 표에 표시된다. 각 Material No. 을 클릭하면 현재 상태가 나타나며, 운송을 맡은 Vendor 또는 담당 관리자가 현재 상황을 알려주면 입력을 하게 된다.



그림 9. 자원공급수행성능분석시스템 화면예시

5. 시스템 현장적용 사례

본 시스템은 2008년 11월~2009년 2월까지 국내 대표적인 건설업체인 [K건설사의 00뉴타운 APT 신축공사 현장]과 [H 건설사의 0000재건축 현장]에 Pilot 현장적용을 실시하였으며, 동시에 사용성 평가 또한 진행하였다. Pilot 현장적용은 기존의 시스템 개발자 입장이 아닌 시스템 사용자 측면에서 진행하였으며, ① 마감공사외의 공중에 적용하여 건설공사 모든 공중으로의 확대 가능성을 살펴보고 ② 시스템의 개선 사항을 도출하고 최종적으로 시스템의 사용성 및 상용화 가능성을 검토하는 것을 그 목적으로 실시하였다. 적용결과 작업료율이 평균 29% 증가하였으며(그림 10), 작업지연 발생 빈도 또한 평균 54% 감소한 것으로 측정되었다(그림 11).

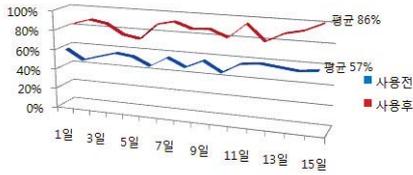


그림 10. 시스템 사용 전·후 작업성취율

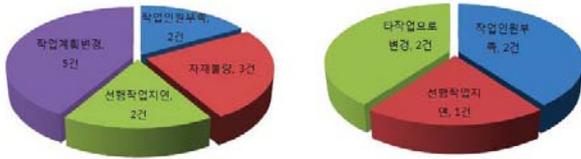


그림 11. 시스템 사용 전·후 지연원인발생 건수

현장 소장, 공사과장, 공무과장, 담당 기사 등을 대상으로 사용성과 유용성 평가를 실시하였으며 사용성의 경우 10점 만점에 최소 8.1~최대 9.0점을 받아 대체적으로 사용하기 편리한 것으로 평가되었으며, 유용성의 경우도 최소 7.6에서 최대 8.9사이로 높은 점수를 획득하였다.

표 1. 설문조사 결과

항목		K건설(골조공사)				H건설(마감공사)				평균
		현장	공무	공사	담당	현장	공무	공사	담당	
		소장	과장	과장	기사	소장	과장	과장	기사	
사용성	01월 01일	9	8	8	8	8	9	8	9	8.4
	01월 02일	8	8	8	8	8	9	8	8	8.1
	01월 03일	8	8	9	8	9	8	8	8	8.3
	01월 04일	8	9	9	8	9	9	8	9	8.6
	01월 05일	9	8	9	8	9	8	9	9	8.6
	01월 06일	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	합계	51	50	52	49	52	52	50	52	51
유용성	02월 01일	9	9	8	9	9	9	9	9	8.9
	02월 02일	8	8	9	8	9	8	9	9	8.5
	02월 03일	8	8	8	8	9	9	9	8	8.4
	02월 04일	8	7	8	7	8	7	8	8	7.6
		합계	33	32	33	32	35	33	35	34

6. 결론

자원의 흐름을 최적화 하고 낭비요소를 제거함으로써 생산성을 높이는 린 건설의 개념은 침체되어있는 국내 건설시장의 많은 문제점들을 해결해 줄 좋은 열쇠가 될 것이다.

한국 건설업의 국제경쟁력을 강화하고 종래의 낮은 생산성을 향상시키기 위하여 국내 건설시장에서의 린 건설의 도입과 발전은 필수적일 것이라고 판단된다.

소개한 수행성능평가시스템은 예산(Budget)과 공기(Time)에 초점을 맞췄던 기존 성과측정 방식에서 벗어나 작

업과 자원공급의 원활한 흐름정도를 측정함으로써 프로젝트에 악영향을 미치는 요소들을 지속적으로 제거하고 대책을 수립할 수 있게 하는 새로운 개념의 프로세스를 제시하였다.

본 시스템과 같은 린 건설의 개념을 도입한 많은 시스템들이 학계와 업계에 의해 지속적으로 개발·발전되어지고 시스템들에 대한 기업의 관심 또한 높아져 적절히 활용되어져야 할 때이다.

- 김창덕 e-mail : stpkim@kw.ac.kr
- 유정호 e-mail : myazure@kw.ac.kr