

효과적인 린 건설 수행을 위한 린 시스템 운용 방안 제시

Deployment of Lean System for Effective Lean Construction Implementation

김 대 영*

Kim, Dae-Young*

요 약

린 건설은 건설 관리의 새로운 방향을 제시해준다. 제조업체로부터 시작된 린 건설은 제조업의 생산활동과는 판이하게 다를 수 있는 건설업의 생산 업무를 효율적으로 조정해 주는데 역점을 두고 있다. 미국 LCI협회는 작업 흐름의 관리와 보다 효율적인 공정 및 계획 관리를 위해 최종 계획 관리 시스템을 개발하여 건설업체에 보급, 린 건설의 활성화를 유도하고 있는데, 이것이 바로 라스트 플래너 시스템(Last Planner System: LPS)이다. 국내에서도 린 건설에 대한 관심이 증가되고 있는 가운데 여러 번에 걸쳐 이 LPS의 소개가 이루어 졌으나 공사현장 참여자들의 비교적 상세한 지침서는 아직 제시된 바 없는 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 국내 건설현장에서 린 시스템의 보다 효율적인 적용과 수행을 가능케 하기 위한 토대 마련을 제공하고자 하였다. 따라서, 본 연구에서는 문헌조사, 현장 방문을 통한 인터뷰 및 설문조사, 그리고 현장의 린 건설 수행 실태 분석 등을 통하여 린 건설 수행 시 공사 참여자들의 역할과 의무를 정리하였고 린 시스템 중 가장 일반적으로 현장에 적용되어지고 있는 라스트플래너(Last Planner)의 운용 가이드를 제시하였다. 이와 더불어 린 시스템 적용 관리 모델을 제시하여 공사참여자들의 린 건설의 원활한 수행을 유도하는데 도움이 되고자 한다.

키워드 : Last Planner, Lean Weekly Plan Meeting, Lean System Control Checklist Model, Lean Deployment Guide

1. 서 론

1.1 연구의 목적

린 건설은 건설 관리의 새로운 방향을 제시해준다. 제조업체로부터 시작된 린 건설은 제조업의 생산 활동과는 판이하게 다를 수 있는 건설업의 생산 업무를 효율적으로 조정해 주는데 역점을 두고 있다. 이를 위해 미국 린 협회(LCI)는 작업 흐름의 관리와 보다 효율적인 공정 및 계획 관리를 위해 최종 계획 관리 시스템을 개발하여 건설업체에 보급, 린 건설의 활성화를 유도하고 있는데, 이것이 바로 라스트 플래너 시스템(Last Planner System: 이하 LPS)이다. 미국 린 협회는 시범적 사례연구(Pilot Study)와 린 협회 멤버회사들의 참여 속에 이 시스템의 효과성과 효율성을 실험하고 있는 상태(김대영 2002)이며, 이미 몇몇 현장에서는 이 시스템의 사용이 공사 관리에 있어서 효과적이라는 평가도 나오고 있는 상태이다. 국내에서도 린 건설에 대한 관

심이 증가되고 있는 가운데 여러 번에 걸쳐 이 LPS의 소개가 이루어 졌으나 공사현장 참여자들의 비교적 상세한 지침서는 아직 제시된 바 없는 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 국내 건설 현장에서 린 시스템의 보다 효율적인 적용과 수행을 가능케 하기 위한 토대 마련을 제공하고자 하며, 이를 위하여 미국 건설 현장의 데이터를 근거로 한 린 건설 공사 참여자들을 위한 린 시스템 운용 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 현재까지 발표되었던 린 건설 수행에 관한 이론적인 논문의 틀을 탈피하여, 미국 사례 현장에서 실질적으로 사용되어지고 있는 공사 참여자들의 각 프로세스별 업무 분장 및 의무를 현장 방문을 통한 인터뷰 및 설문조사, 그리고 현장의 린 건설 수행 실태 분석 등을 통하여 조사·분석·정리함으로써 실무적인 린 건설 수행의 업무지침서를 겸한 운용 가이드를 제시하고자 하였다. 이와 더불어 린 시스템 적용 관리 체크리스트 모델을 제시하여 공사참여자들의 린 건설의 원활한 수행이 이루어지고 있는지 점검해 볼 수 있도록 기본적인 틀을 구축해 보았다

* 일반회원, 경남대학교 건축학부 전임강사, 공학박사, (교신저자), cmrkdy@kyungnam.ac.kr

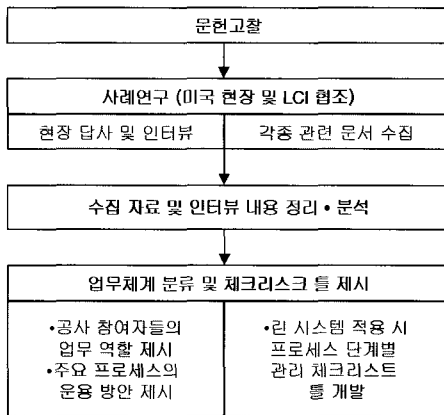


그림 1. 연구 흐름도

1.2.1 개념적 린 시스템 운용 방안

이와 관련하여 현재까지 발표되어져 있는 린 건설의 문헌조사와 더불어 다음 표 1(a), (b)에서 보여주는 미국 내 총 10개 공사현장을 방문하여 원도급자와 하도급자를 포함하여 총 47명을 대상으로 인터뷰와 설문 조사를 실시하였다. 그 구성원은 원도급업체 26명 (현장소장 14명, 현장기사 9명, 현장관리자 3명)과 하도급업체 21명 (현장소장 1명, 현장관리자 1명, 십장 19명)으로 이루어졌다.

표 1(a). 사례 현장 개요

	현장 A	현장 B	현장 C	현장 D	현장 E
공사개요	화학실험실	병원 신축 재건축	화학실험실/ 사무실 신축	사무실 재건축	병원 신축
공사금액	\$ 28.9M	\$ 55M	\$ 5.5M	\$ 1.1M	\$ 8M
공기	12개월	18개월	6개월	8 1/2개월	13개월
적용 린 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 단계별공정 스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 단계별공정 스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC

표 1(b). 사례 현장 개요

	현장 F	현장 G	현장 H	현장 I	현장 J
공사개요	병원 신축	치과대학 신축	사무실 신축	교도소 신축	병원 신축
공사금액	\$ 20M	\$ 20M	\$ 3M	\$ 17M	\$ 125M
공기	12개월	18개월	6개월	8 1/2개월	13개월
적용 린 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 단계별공정 스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 • PPC 	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 단계별공정 스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 전공정스케줄 • 사전작업 공정계획 • 주간작업 계획

또한, 각 현장에서 실시되고 있는 각종 업무 회의에 참여하여 정보를 수집하고, 각 회사가 보유하고 있는 린 시스템 관련 문서들을 수집하여 린 시스템 운용 시 공사 참여자들의 업무 분담 및 역할을 분류하고 주요 업무의 운용 방안을 제시하였다.

1.2.2 린 시스템 적용 관리 체크리스트

린 시스템 적용 관리 체크리스트 모델은 미국 미시간주에 위치한 Walbridge Aldinger Construction Inc.의 협조를 통해 사내 린 건설 교육 프로그램 및 린 적용 현장에 참여한 경험이 있는 사내 직원 64명의 설문조사를 통해 작성되어졌으며, 관련 문헌조사를 통해 총 50 문항으로 최초 작성되어 그 중요도 및 필요성을 조사하고 그 중요도에 따라 최종적으로 24개의 문항으로 린 시스템 적용 관리 체크리스트 prototype의 모델을 제시하였다.

2. 관련문헌 고찰

2.1 4단계 라스트플래너 시스템(LPS)

LCI의 LPS는 다음 그림 2 에서 보여주는 것처럼 크게 4단계로 나뉘어 지는데, 이는 전 공정스케줄(Master Schedule), 단계별공정스케줄(Phase Schedule), 사전작업공정계획(Lookahead Plan), 그리고 주간작업계획(Weekly Work Plan: 이하 WWP)이다. 이 중 미국 내 현장에서는 사전작업공정계획과 WWP가 가장 많이 적용되어지고 있으며 나머지 초기 두 단계는 최근에서야 도입이 추진되어지고 있는 실정이며 아직까지는 전 공정스케줄과 단계별공정스케줄을 대신하여 기존의 주 공정계획이 더 보편적으로 사용되어지고 있는 실정이다. 다음은 Howell(2000)에 의해 정의되어진 4단계 LPS를 요약 정리한 것이다.

전 공정스케줄은 전체 주 공정을 보여주는 단계로, 고객의 공사 목적을 보완해주는 설계 기준을 중심으로 만들어지며, 공사를 공정별로 나누어 각 공정의 관계를 규정지어 주는 역할을 한다. 이때 전 공정스케줄은 주요 작업들(key milestones)만을 나타내며 이것을 기준으로 하여 나중에 보다 구체적인 단계별공정스케줄이 계획되어진다.

전 공정스케줄이 어느 정도의 틀이 만들어지면 되면 보다 구체적인 계획을 필요로 하게 되는데 이 단계에서는 각 공정에 직접 참여하는 인원들이 계획에 참여하게 된다. 이 단계별공정스케줄은 적어도 6주전에 작성되어야하며 구체적인 공사 방법까지도 설명되어져야 한다. 단계별공정스케줄의 목적은 모든 공사 인원들이 계획단계에 참여하여 각 공정에 필요한 시간과 주어진 시간의 효과적 사용 방법, 그리고 모든 인원이 무엇을 어떻게 해야 하

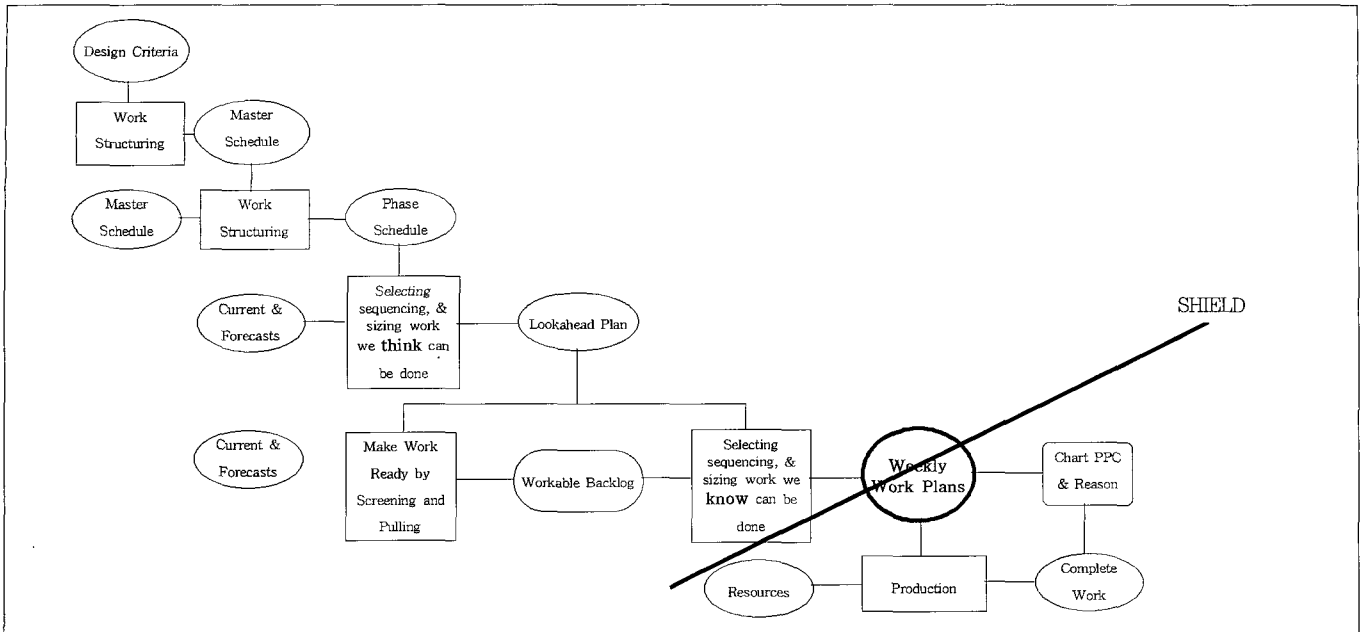


그림 2. 4단계 LPDS (Ballard 2000)

는지를 논의함으로써 가장 최적의 계획을 설립하는데 있다.

다음 단계인 사전작업공정계획은 지금까지 계획한 공정을 가장 효과적이고 효율적인 순서로 조합하고 그 작업에 가장 적합한 인원계획 및 그에 관련된 모든 물적 자원을 편성하는 단계이다. 이 단계에서 예비작업준비목록(workable backlog) 및 작업제한 요건 분석(constraint analysis)이 이루어지는데 이 두 과정은 공사 전반에 걸쳐서 뿐만이 아니라 공사 성공여부를 좌우할 정도로 중요하다.

사전작업공정계획을 통해서 넘어온 업무들은 주간작업계획에서 최종적으로 그 주간의 실행업무를 결정하게 된다. 기존의 주간 업무 계획과는 다르게 이 단계에서 현장에 투입된 하도업체의 실무진들과 현장 스태프들이 다같이 모여 구체적인 업무 계획을 논의하게 되는데, 이 과정에서 상호간의 업무 실행 시 문제점과 협의 사항들을 해결함으로써 서로간의 불이익과 업무 지체를 사전에 방지한다.

이 주간작업계획에서 각 공정별 하도업체들에게 그 주간에 해야 할 일들이 주어지는데 이를 작업과제라고 한다.

이 작업과제는 네 가지의 기본 품질기준(Quality Criteria)을 충족시켜 주어야만 실무진에게 양도되어 작업을 시작할 수 있게 되는데, 그 네 가지 요소들은 다음과 같다.

- i. 정의(Definition): 계획된 작업이 충분히 정의되어 있고 시작되어질 준비가 되어있는가.
- ii. 합리성(Soundness): 작업이 시작되기 전 그에 필요한 모든 것들이 준비되어있는가. 예를 들자면, 작업에 필요한 제한 정보, 자재, 인력, 도구 및 중장비가 준비되어져 있는가.
- iii. 순서(Sequence): 작업 공정이 체계적으로, 그리고 합리적

으로 잘 계획되어져 있는가. 이 공정 계획이 반복성이나 재작업을 줄일 수 있고, 상호 긴밀한 연결을 가진 작업들이 잘 조합되어 계획되어져 있는가를 봐야한다. 그리고 이런 과정을 통해 작업장소에서의 작업인원 과잉때문에 생길 수 있는 업무 혼란을 막고 쾌적한 작업 환경을 유도해 낼 수 있게 되는 것이다.

- iv. 규모(Size): 작업 분량이 작업에 투입된 인력의 능력에 적합하게 정해졌는가. 투입 인력이 주어진 시간 내에 계획된 작업을 완료할 수 있는가.

주간작업계획을 논의하기 위해서는 매주 주간린생산계획회의(Weekly Lean Production Meeting)가 실시되어야하고 이미 계획되어져 있던 작업들의 완료여부를 확인하기 위한 린의 새로운 생산성 평가인 피피시(Percent Plan Complete: 이하·PPC)가 산출되어야 한다. PPC는 주어진 주간에 계획되어진 작업의 총 개수를 그 주간에 실제로 완료되어진 작업의 개수로 나눔으로써 얻을 수 있는 린의 생산성 측정 방법이다.

주간린생산계획회의는 공사에 참여하는 모든 관련자들 간의 원활한 대화를 유도해냄으로써 사전에 야기될 수 있는 문제점들을 제거하고 그들의 건설 수행 능력을 향상시켜줄 수 있다는 점에서 아주 중요한 역할을 한다. 일반적으로 공사 관련자들은 주 2회 정도의 회의를 기본으로 하여 상호간의 정보를 교환한다.

첫 번째 회의에서는 전 주의 PPC를 계산하고 만약에 완료하지 못한 작업이 있다면 그 이유를 알아내어 다음 작업에서 같은 실수가 반복되는 것을 방지하고 다음 주의 주간작업계획을 상호

간 조율하게 된다. 두 번째 회의에서는 그 주간에 계획된 업무의 진척 상태를 확인하고 다음 주의 업무 계획을 다시 한번 조율하게 된다.

2.2 라스트플래너 (Last Planner)

린 건설에서 말하는 라스트플래너(Ballard 1994)는 2 가지의 의미로 사용되어진다. 그 첫 번째 의미는 분산적 협동 (decentralized collaborative)체계에 의거한 생산계획과 관리 프로세스 그 자체를 말하며, 또 다른 의미의 라스트플래너란 생산에 직접적으로 관련된 인원들을 지칭한다. 즉, 최종작업계획 입안자를 의미한다. 라스트플래너는 현장감독, 현장기사, 공사과장 또는 현장관리자(superintendents), 십장(foreman), 건축가, 그리고 일반기술자 누구나 될 수 있다. 린 건설의 주간생산 계획프로세스는 가능한 한 이 모든 이들의 참여와 정보교환이 필요한데, 만일 이 과정에 참여할 수 없는 최종작업계획입안자들은 이메일이나 팩스를 통하여 정보를 즉시 교환할 수 있도록 하여야 한다.

3. 개념적 린 시스템 운용 방안 제시

린 시스템을 운용하는데 있어서 가장 일반적이면서도 중요하게 관리되어야 하는 단계가 주간린생산계획회의(Weekly Lean Production Meeting)라고 볼 수 있다. 이 회의에서 앞서 말한 모든 린 시스템의 공정계획들이 준비되어져 논의되어야 하며 또한, 공사참여자들이 공사 전반에 걸친 사항들을 토론하고 조율하게 되어지기 때문이다. 따라서, 린 시스템 운용 방안을 제시하는데 있어서 기본적으로 주간린생산계획회의에 있어서 공사참여자들의 업무 분장 및 역할을 분류·정의하여 주는 것은 필수적인 것이다.

3.1. 주간린생산계획회의

3.1.1. 원도급업체의 역할

주간린생산계획회의는 일반적으로 다음의 2명의 담당자에 의해 진행되어진다.

a. 생산책임관리자(Production Manager)는 이 회의를 주관하여야 하며 회의에 앞서 6주 사전작업공정계획과 주간작업계획이 각각의 라스트플래너가 제출한 초안양식에 수정·보완되어져 있는지 확인을 하여야 한다. 생산책임관리자는 회의 진행 중 공사팀들 사이의 원활한 토론이 이루어지도록 하여야하며 사전작업공정계획상의 작업저해요인의 인식과 분석을 유도해 내어야 한다. 생산책임관리자로 현

장감독, 공사과장, 현장관리자, 또는 현장기사가 맡게 되는데 일반적으로 현장경험이 풍부한 공사과장이나 현장관리자가 그 역할을 담당하기도 한다.

b. 프로세스관리자(Process Facilitator)는 주간정보를 수집하고 이를 라스트플래너 전용데이터에 지속적으로 수정·보완하는 일을 맡게 된다. 프로세스관리자는 생산계획회의에 참석하여 컴퓨터를 이용해 회의 중 실시간으로 린 프로세스의 수정·보완, 그리고 상호관련성 있는 생산계획의 연결 및 백업 등의 기술적인 서비스를 제공한다. 이는 현장 실무진들이 회의를 마친 후 서류작성 및 린 프로세스 수정·보완에 따른 행정적인 시간을 줄이는데 그 목적이 있으며 실시간으로 컴퓨터 작업을 함으로써 정보의 누락을 막는데 도움이 된다.

생산책임관리자와 프로세스관리자의 주요 직무는 다음과 같다.

- 공사의 각 공정단계에 적합한 기술적 문제 해결
- 분산 관리의 기회 가능성 검토
- 주간회의 전 하도업체의 현장 작업상황 검토
- 매주 전 공정스케줄의 검토
- 프로세스 작업 수행능력, 대처능력 등의 측정

3.1.2. 전문하도업체의 역할

주간린생산계획회의는 전문하도업체의 참여가 필수이며, 일반적으로 하도업체의 현장관리자, 현장실무책임자 등이 참여한다. 이들은 자신들의 계획을 작성하여 제출하여야 하며 작업종료 시까지의 전문적인 책임과 권한이 주어진다.

- a. 전문하도업체는 주간린생산계획회의에 참여하여야 한다. 전문하도업체는 그들의 전문분야에 대한 생산계획을 위한 전문적인 정보제공이 이루어져야 하며, 이들의 주요 직무는 다음과 같다.
- 전 공정스케줄과 사전작업공정계획상에 자신들의 작업과 작업범위를 계획하여야 한다.
 - 매주의 작업저해요인 상태를 파악하여야 한다.
 - 사전작업공정계획상의 작업들에 대한 주간과제들에 대한 품질기준을 적용하여 작업수행가능성여부를 파악한다.
 - 작업저해요인들을 제거함으로써 작업수행이 가능토록 유지한다.
 - 현재와 미래의 예비작업준비목록을 관리한다.
 - 작업량과 작업수행능력을 조절한다.

라스트플래너들은 전주의 주간작업계획에 대한 실질적인 PPC 데이터를 가지고 회의에 참여해야 하는데 이때 전주에 끝

내지 못한 과제에 대한 원인을 파악 분석하여야 한다. 이 주간린 회의는 모든 라스트플래너들이 그들의 계획이 실패한 기본적인 원인이 무엇인지, 또한 장애 또다시 발생할 수도 있는 원인을 사전에 어떻게 방지할 것인지를 토론하고 배운다. 방지책은 때로는 다른 공종의 생산 주체자들에 의해서 고려되어지고 대처방안을 제시되어지기도 한다. 따라서 회의는 향상된 시스템의 수행을 유도하기 위한 공정성을 유지하기 위해 원인발생의 주체를 명확히 할 필요가 있으며 누구에게 어떠한 일들이 발생하였으며 그 영향은 누구에게 연결되어지는지를 알아야 한다.

기존의 주간작업계획과 작업정보는 어떻게 공사가 진행되어지며 다른 생산주체들이 작업계획의 변화를 숙지할 수 있고 또한 다른 이들에게 작업조율을 요청할 수 있도록 해 주어야 한다.

앞의 과정을 거쳐 각각의 라스트플래너는 다음 주 주간계획을 작성한다. 이때 작업정보변화는 라스트플래너들간의 협상에 의해 이루어지며 이는 작업정보의 공유로 이루어진 대안들을 결정하는데 도움을 준다.

3.1.3. 공사참여자들의 준비사항

전문하도업체는 주간린생산계획회의에 다음과 같은 자료를 첨부하여야 한다.

- 전주 주간작업계획서: PPC와 인지되어진 계획실패 요인 포함
- 금주의 주간작업계획서: 작업상태에 따른 정보 포함
- 다음주 작업계획서와 예비작업준비목록
- 작업주체의 사전작업공정계획서

생산책임관리자와 프로세스관리자의 첨부자료는 다음과 같다.

- 공사의 전 공정스케줄과 사전작업공정계획서
- 전주와 금주의 통합 주간작업계획서: 라스트플래너에 의해 작성되어진 작업과제에 관련된 참고 사항 요약
- 작업정보: 발주자, 법률가, 디자이너, 자재공급자, 현장감독관, 생산주체자등의 공사에 관련된 주 체들의 정보

더불어 모든 라스트플래너들은 다음주 작업과제를 위해 작업 시작 준비 완료된 작업을 체크하여야한다. 때로는 다음 주까지 반드시 완료해야만 하는 과제가 남아 있을 수 있으며 따라서 시간적 추이가 필요하기도 하다. 만약 이 일이 주어진 시간 내에 끝내지지 않는다면 다른 연관된 과제마저도 실패할 가능성이 크기 때문에 주의가 요구되어진다. 때문에 그 생산 주체자들은 항상 예비작업준비목록에 여러 가지 대안과제를 준비해 놓을 필요가 있다.

3.1.4. 라스트플래너의 결정사항

주간작업계획에서 라스트플래너가 결정하여야 할 사항들은 다음과 같다.

- 어떤 작업과제가 계획된 날 늦게라도 완료되어 질 수 있어서 PPC를 향상시킬 수 있는가?
- 어떤 작업과제가 계획된 날이 지나도 미완료된 상태로 남아 있을 수 있는가?
- 미완료된 작업과제가 계획된 마지막 날이나 주 말의 잔업 시간을 통해서라도 완료되어질 수 있는가? 아니면 다음 주 과제로 미루는 것이 바람직한가?
- 만약 작업과제로 선정된 과제가 여러 가지 이유로 시작되어 지지 못한다면, 작업계획에 어떠한 영향을 미칠 수 있는가?
- 예비작업준비목록에 이것을 보완할 만한 대안 과제가 있는가?

3.2 주간작업계획 주기

주간작업계획은 일반적으로 작업을 수행하기 전 간략하게 행해져야 한다. 예를 들어, 계획되어진 주의 작업시작요일이 월요일이고 주 5일 근무를 가정한다면 작업계획은 목요일이나 금요일 생산계획회의에서 서류화되어져야 한다. 생산계획회의에는 공사현장 내에서 수행되어질 공정의 선행 작업, 공유될 수 있는 작업제반요소들, 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 잠재된 작업저해요소들과 관련되어진 모든 라스트플래너가 참석하여야 한다. 이 회의의 목적은 다음 5가지로 요약되어진다.

- a. 회의 전 주의 PPC 평가 및 분석, 대처방안
- b. 다음 6주 사전작업공정계획의 작성 및 수정·보완
- c. 작업저해요소 인지 및 존재하는 작업저해요소의 분석
- d. 다음 주 작업계획의 수립
- e. 해당 주의 남은 작업의 완료를 위해 필요한 제반요인 결정

이 주간작업계획서는 공사전반에 걸쳐서 생명력 있는 문서라고 보면 될 것이다. 목요일이나 금요일의 생산계획회의가 끝나면 여기에서 결정된 계획들은 작업수행의 생산과 조정에서 야기되는 다양성을 관리하기위한 매일의 참고문서로 사용되어질 수 있다. 전문하도업체의 정보의 입력과 수정·보완은 회의 당일뿐만 아니라 작업이 수행되어지는 그 주 동안 언제든지 가능하다. 회의 전 생산관리자나 프로세스관리자에게 전해지는 어떠한 정보라도 생산계획프로세스를 촉진시키는데 도움을 줄 수 있는 것이다.

3.3 주간린생산계획회의의 기본적인 회의 룰

주간린생산계획회의는 작업의 신뢰성 있는 생산을 계획하고 관리하는데 그 목적이 있으며 그 프로세스는 다음과 같다.

- 진척도를 측정하고 계획이 어떻게 향상되어졌는지를 배운다.
- 작업간의 상호연관성을 이해함으로써 작업흐름을 파악한다.
- 작업저해요소를 인식한다.
- 다음 주 작업계획을 수립한다.

이 주간린생산계획회의의 기본적인 회의 룰은 여러 가지가 있으나 다음의 사항에 기준 한다.

- a. 회의 시간의 준수
- b. 필수 준비 상태
 - 지난 주 작업 수행계획을 완료할 수 있는가?
 - 다음 6주내에 수행하여야 할 작업들은 무엇인가?
 - 작업수행에 있어서의 작업저해요인들은 무엇인가?
- c. 작업간의 상호연관성을 이해하고 작업저해요인들을 인식한다. 작업저해요인들을 해결하기 위한 계획이 되어서는 안 된다.
- d. 계획되어진 작업은 반드시 수행 완료되어야 하며, 불확실한 완료 가능성을 언급해서는 안 된다.
- e. 만약 계획되어진 작업을 완료할 수 없을 때는 솔직히 할 수 없음을 말하고 그 원인을 이야기 하여야 한다.
- f. 상식적인 예의를 갖출 것. 특히 회의 중 대화나 토론 시 상대방을 존중하며 책임을 추궁하는 것이 아니라 문제를 풀어 나갈 수 있도록 할 것.
- g. 모든 작업자들이 관련되어지지 않는 주제에 관하여는 “기타 주제계시판” 등의 여러 가지 의견 교환 기법을 활용하여 그 주제에 관련된 이들이 별도의 대화를 할 수 있도록 유도.
- h. 회의 종료 시 한달에 적어도 한번쯤은 회의에 대한 평가를 실시할 것.

4. 린 시스템 적용 관리 체크리스트 개발

4.1 시스템의 목적

린 시스템을 운용하는데 있어서 발생될 수 있는 불확실성으로부터 생산 프로세스를 보호하기 위하여, 그리고 공기단축과 공사비용을 최소화하기 위해 변동과 불확실성의 원인들에 밝혀내고 그에 대응하는 조치를 행하는데 도움을 줄 수 있다. 다시 말해서, 작업자들이 무엇을 할 수 있을지(SHOULD)를 말해줄 수 있으며, 작업자들이 작업 정보 및 그 제반사항을 알 수 있고 지속적으로 작업을 원활히 유지할 수 있게 해줄 수 있다.

4.2 시스템의 구성요소 및 특성

4.2.1 사전작업공정 프로세스(SHOULD 조절)

- a. 작업 수행 여부에 대한 검증을 통해 충분히 신뢰성 있는 잠재적 작업과제들을 식별하고 있는가?
- b. 예비작업준비목록상의 작업들 중 작업 불가능하다고 인지되어지는 것들도 포함되어 있는가?
- c. 잠재적 작업과제들은 계획 시스템의 레벨에서 CAN의 제한 범위 내에서 스케줄과 예산 요구들에 맞춰 작업량과 작업순서가 정해지고 있는가?

4.2.2 작업준비 프로세스

- a. 잠재적 작업과제들은 예비작업준비목록에 포함시키기에 앞서 모든 작업저해요소들에 대한 검토가 이루어졌는가?
- b. 검토에 대한 책임과 과정이 각 요구사항에 따라 명확해지고 문서화되어 있는가?
- c. 충분히 검토되어진 작업들만이 1-2주 계획안에 포함되도록 규정되어 있는가?

4.2.3 WILL단계를 위한 선택 프로세스

- a. 주별 할당작업들은 각 감독자와 작업자들을 위하여 만들어졌고 그들에게 문서로서 지급되는가?
- b. 주간작업계획에서의 작업량은 작업자의 생산능력에 맞추어 충분히 고려되어졌는가?
- c. 주간작업계획에 있어서 주별 작업인원투입에 대한 바 차트를 포함하고 있는가?
- d. 주간작업계획은 선행 작업과 후행 작업 사이에서 상이한 점이 있는가?
- e. 모든 주간작업과제는 예비작업준비목록으로부터 도출되어졌는가?
- f. 주간작업과제는 계획 품질 기준을 충족시켜졌는지 조사되어졌는가? 작업은 올바른 순서와 적당한 양으로 선택되어졌는가?

4.2.4 Learning 프로세스(계획 시스템 수행 개선)

- a. 주별로 작성된 차트는 SHOULD(어떤 작업이 스케줄에 있는가)와 조절되어진 SHOULD(어떤 작업이 사전작업공정 계획상에 나타나 있는가)사이에서의 부합성을 지속적으로 관리하고 있는가?
- b. SHOULD와 조절된 SHOULD 사이의 부합성을 증가시키기 위한 조치가 취해지고 있는가?
- c. 주별로 작성된 차트는 조절된 SHOULD(어떤 작업이 사전작업공정계획상에 나타나 있는가)와 WILL(어떤 작업이 그 주에 할당되어져 있었나)사이에서의 부합성을 지속적으로 관리하고 있는가?

- d. 조절된 SHOULD와 WILL사이의 부합성을 증가시키기 위한 조치들이 취해지고 있는가?
- e. 주별로 작성된 차트는 PPC와 작업실패원인을 지속적으로 관리하고 있는가?
- f. PPC를 향상시키기 위한 조치가 취해지고 있는가?

4.2.5 작업흐름에 따른 작업인력 투입

- a. 어떤 작업들에서 직접공사, 자재 및 정보 조달, 그리고 선행 작업의 완료에 있어서의 변경이 예측되어지는가?
- b. 작업흐름 상 잔업이 야기되어지는가?
- c. 조직은 작업흐름상의 불확실성을 조절하기 위해 작업인력 요구가 예상되어지는가?
- d. 실제 작업인력 배치는 SHOULD 또는 CAN에 맞도록 되어져 있는가?
- e. 예비작업준비목록의 대안들이 현장직원들의 요구들에 맞춰 설명되어져야 하는가?

4.2.6 기타 사항들

- a. 작업자들과 관리자들에 의한 계획 참여도는 어느 정도인가?
- b. 예산과 계획 등에 관한 사항이 어느 정도 공유되어지고 있는가?
- c. 누가 문제 인식과 해결에 참여하고 있는가?

4.3 린 시스템 적용 관리 체크리스트 모델

린 시스템을 적용하는데 있어서 지속적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 이에 린 시스템 운용에 있어서 올바른 적용이 이루어지고 있는지 지속적으로 평가할 수 있는 체크리스트가 필요하다.

이 체크리스트의 목적은 어떠한 눈에 보이는 문제점과 결과를 찾아내는 것이 아니라 린 적용에 있어서의 올바른 프로세스가 이루어지고 있는지를 중간 점검하여 보는 것에 그 의미가 있다고 볼 수 있다. 예를 들어, 이번 주에 이 체크리스트를 사용해본 결과 22번에서 "No"라는 답이 나왔다면 그 이유가 무엇인지 간략히 원인을 적은 문서를 첨부하여 보관하게 되고, 이 22번의 사항에 대해 더욱 관심을 가질 수 있도록 공사참여자들을 유도한다.

결국 이 체크리스트가 한번 사용되어질 때마다 린 시스템 적용 시 수반되어지는 요소들 중 소홀히 지나칠 수 있었던 사항들을 다시 한번 점검해 볼 수 있는 기회를 제공하게 된다. 또한 문서화된 체크리스트를 통해 체계적인 업무 수행 지침서를 제공할 수 있으리라 생각된다.

아쉬운 점은 아직까지 이 린 적용 관리 체크리스트는 작성되어진 후 어떠한 효과를 가져 올 수 있을지에 대한 사례 검증이

표 10. 세부 항목의 가중치

질문	답변
1. 얼마나 자주 전공정스케줄(Master Schedule)을 update 하시니까? (전혀 하지 않는다, 공정별로 한다, 월마다 한다, 더 자주 한다.)	
2. 전공정스케줄은 공정별로 나누어져 있습니까?	Yes / No
3. 공정스케줄들은 하도급자들도 포함된 팀 작업에서 개선되어 집니까?	Yes / No
4. 공정스케줄들은 주마다 update되고 필요하면 변경되기도 합니까? 5. 사전작업공정계획(Look-ahead Plan)은 추가 지나도 유지되어 집니까	Yes / No
6. 사전작업공정계획은 몇 주를 포함하고 있습니까	
7. 하도급자들은 프로젝트 사전작업공정계획에 포함된 작업들 속의 작업저해요소들에 관한 정보를 제공받기위해 매주 마다 질문을 받습니까	Yes / No
8. 작업준비조치(Make-ready actions)는 매주 할당됩니까?	Yes / No
9. 누구에게 작업준비조치가 할당됩니까? - 시공자 직원(예 혹은 아니요) - 하도급업자들(예 혹은 아니요) - 고객 대표들(예 혹은 아니요) - 설계팀(예 혹은 아니요)	Yes / No Yes / No Yes / No Yes / No
10. 작업준비조치가 할당될 때 구두로서 이루어집니까 또는 문서로서 이루어집니까?	구두/문서
11. 사전작업공정계획서 상의 작업 내용들의 서류는 각 하도급 프로젝트 관리자에게 매주 작업 저해 요소 상태들을 update하기위한 질문과 함께 보내어 집니까?	Yes / No
12. 가) 계획자가 작업들이 제 시간에 완성될 수 있다고 확신할 경우 작업들은 그것들의 작업 날짜들을 지킬 수 있다는 규칙을 따르려고 노력하십니까 나) 당신은 이 규칙에 예외를 허락하십니까 (질문 나에 대한 질문은 아래에)	Yes / No
13. 당신의 PPC는 증가 또는 감소합니까?	증가/감소
14. 당신은 다음의 규칙을 따릅니까? - 주간작업계획이 시작되기 전에 제거 되어야 하는 공사저해요소들이 완전히 저해 되어야만 작업이 진행되도록 허락하십니까	Yes / No
15. 공사 전에 제거되어야 할 작업 저해 요소들이 아직 제거되어져 있지 않은 작업계획의 작업들을 당신은 언제 진행되도록 허락하십니까 만약 허락하신다면 아래에 설명하여 주십시오. 설명 :	허락함/ 허락하지 않음
16. 주간 작업 계획 양식은 매주 작성되어 집니까?	Yes / No
17. 주간 작업 계획은 조정되어진 필요 요구들을 포함하고 있습니까?	Yes / No
18. 주간 작업 계획들은 예비작업준비목록(Workable Backlog)을 포함하고 있습니까	Yes / No
19. 주간 작업 계획의 작업들은 충분히 정의되어져 있습니까 예를 들면 한주동안 완성할 수 있는 일들로 구성되어져 있습니까?	Yes / No
20. 주간 작업 계획은 현장에서 사용되어 집니까? 예를 들면, 모든 관리자들은 그것을 숙지하고 있습니까	
21. 프로젝트는 주간린생산계획회의를 개최합니까?	Yes / No
22. 주간 작업 계획들은 주간린생산계획회의(PPC 측정, 작업실패원인분석)에서 검토되어 집니까?	Yes / No
23. 잘못된 부분을 수정하기 위한 질문 혹은 작업과 근본적인 문제들의 원인들의 분석이 항상 혹은 주기적으로 행하여지고 있습니까	Yes / No
24. 주간 작업 계획의 작업 완성을 저해시키는 이유는 무엇입니까? 이유 :	

이루어지지 못했다는 것이다. 차후 건설교통부 과제인 "혁신적인 건설생산관리 프로세스개발"의 세부과제인 린 건설 성과측정시스템을 통해 이 체크리스트가 수정 보완되어 그 사용 가능성이 검토되어질 수 있길 바란다.

5. 결론

미국 내 사례연구를 통하여 본다면 린 건설의 건설공사현장 초기 적용 단계에서 가장 일반적인 접근은 라스트플래너의 도입이라 할 수 있다. 라스트플래너의 도입으로 인한 현장 내 주간린 생산계획회의의 활성화, 예비작업준비목록의 작성, 주간작업계획의 공동 작업화, 측정이 쉽고 빠른 피드백을 구할 수 있는 PPC를 통한 생산성 측정 및 작업실패원인 분석 등을 통해 작업 흐름 및 생산계획을 포함한 공사 신뢰성 구축 및 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 지금껏 이론적으로 제시되어지고 연구되어진 린 개념과 기법들이 실무 현장에서는 실질적으로 어떻게 적용되어지고 있는지 알아보고 이들의 공사현장 적용이 용이하도록 지원하기 위해 아직까지 체계적으로 제시되어지지 못한 실무현장에 적합한 린 시스템의 라스트플래너의 운영 방안(지침서)과 린 적용 관리 체크리스트의 모델을 제시하였다.

앞서 제시된 이러한 운영 방안과 체크리스트는 미국 현장 사례를 들어 제시되어졌기 때문에 향후 이를 바탕으로 보다 국내 현실에 맞는 운영 방안과 린 건설 수행 측정 및 평가가 가능한 기법들에 대한 연구가 진행되어져야 할 것으로 사료된다.

특히 본 연구는 국내에 린 건설이 도입 적용되어진다는 가정하에 운영 방안과 체크리스트를 제시한 것으로서 무엇보다도 먼저 국내 건설 프로세스 현황 파악 및 린 건설과 같은 새로운 관리 프로세스의 제시가 우선되어져야 한다. 이를 위해 이러한 해

외 현장 운용 사례들을 통해 린 건설의 국내 건설에의 적용 가능성을 검토하는데 있어 작은 토대를 제공할 수 있길 바란다.

감사의 글

이 연구결과물은 2005학년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

참고문헌

1. 김대영 2002. Exploratory Study of Lean Construction, PhD Dissertation, University of Texas, Austin.
2. Ballard, G. 1994. The Last Planner, Northern California Construction Institute, Monterey, California.
3. Ballard, G. 2000. "Lean Project Delivery System." White Paper No. 8, Lean Construction Institute, California.
4. Howell, G. 1999. "What is Lean Construction-1999." Proceeding, 7th Conference of the International Group for Lean Construction, University of California at Berkeley, California.
5. Howell, G. 2000. "A Guide to the Last Planner for Construction Foremen and Supervisors." Restricted White Paper, Lean Construction Institute, California.
6. Lean Construction Institute. <http://www.leanconstruction.org>

논문제출일: 2005.03.15

심사완료일: 2005.11.16

Abstract

Since Lean Construction has been introduced as a new management approach to improve productivity in the construction industry, much research is in progress to develop lean concepts and principles for better implementation and to get results of the successful adaptation of lean ideas from manufacturing for application in the construction industry. Currently, Lean Construction Institute developed Last Planner System to achieve better workflow and effective planning management. Domestic construction companies are also getting interested in the Lean Construction. However, there are no detailed guidelines how to implement lean system. Thus, this study will provide a guideline for deployment of last planner system, a prototype lean implementation control checklist, and all project participants roles based on the case studies in USA. This study should provide a framework to apply lean construction to domestic construction sites.

Keywords :Last Planner, Lean Weekly Plan Meeting, Lean System Control Checklist Model, Lean Deployment Guide