

건설현장 생산성 측정의 효율적 방안 제시

Efficient Productivity Evaluation System in Construction Site

장효원* 김수용** 김대영***
Jang Hyo-Won*, Kim, Soo-Yong**, Kim, Daeyoung***

요 약

건설 공사에 있어서 생산성은 중요한 의미를 가지고 있다. 하지만 국내 건설현장에서의 생산성에 대한 인식은 상당히 낮은 것으로 보이며, 건설현장에서의 생산성에 대한 인식변화 및 활성화를 위한 토대를 마련하는 연구는 드물었다고 판단된다. 기존의 생산성 측정에는 많은 방법들이 사용되어지고 있으며, 이러한 측정 기법들은 생산성 측정에 있어서 결과만을 모니터링하고 보다 나은 결과물을 획득하는데 그 목적이 있어왔다. 하지만, 해외의 경우 건설 생산성의 초기투입단계에서의 관리와 노력을 통해 생산성을 향상시키고자 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 린 건설에 관련하여 기존의 생산성 측정보다 쉽게 생산성을 측정할 수 있고 빠른 피드백을 얻을 수 있는 percent plan complete(PPC)의 기법을 적용한 새로운 생산성 관리가 어떠한 프로세스로 이루어지고 있는지 분석하고 국내 건설 현장의 새로운 생산성 관리 시스템 구축의 기반을 마련코자 한다. PPC는 계획되어진 작업계획의 신뢰성과 생산성을 측정 가능토록 해주며, 린 시스템의 적용이 필수적으로 수반되어야 한다. PPC 측정 후 작업이 실패되었을 경우 그 이유를 파악하고 원인 분석이 이루어져야 한다. 그렇게 된다면 어떤 공정에 대한 결과를 평가할 수 있고 그 과정에서 미래에 발생할 수 있는 작업 실패를 예방할 수 있다.

키워드 : 건설 생산성, 생산성 향상, 생산성 측정 모델, 린 건설, PPC

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 공사에 있어서 생산성은 중요한 의미를 가지고 있다. 하지만 국내 건설현장에서의 생산성에 대한 인식은 상당히 낮은 것으로 보인다. 기존에 발표된 논문은 생산성 이론에 기초로 한 생산성의 요인 분석이 그 주를 이루어 왔을 뿐 건설 현장에서의 생산성에 대한 인식변화 및 활성화를 위한 연구는 부족했다고 판단된다.

국내에서의 생산성이라는 분야는 자료의 수집에 있어서 그 한계가 드러난다. 국내 건설 공사의 대부분이 금액과 시간에 의하여 그 성공여부가 판단되어진다고 해도 과언이 아닐 것이다. 하지만 건설 생산성의 향상은 해당 공사의 금액과 공기에 결정적인 중요한 요인일 수 있다는 사실을 간과하고 있는 것이다.

기존의 생산성 측정에는 많은 방법들이 사용되어지고 있다. 하지만 기존의 생산성 측정 기법들은 생산성 측정에 있어

서 결과만을 모니터링하고 보다 나은 결과물을 획득하는데 그 목적이 있어왔다.

그림 1은 기존의 생산성 측정과 새로운 개념의 생산성 측정 관심 분야를 나타내고 있다.

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Outcome : 기존 생산성 향상 관심분야}}{\text{Input : 새로운 생산성 향상 관심분야}}$$

그림 1. 생산성 정의

생산성 관리와 향상을 위해서는 공사관리에 있어서 유기적인 워크패키지(Work Package)화가 이루어져야 한다고 판단된다. 따라서 이 연구에서는 린 건설에 관련하여 기존의 생산성 측정보다 쉽게 생산성을 측정할 수 있고 빠른 피드백을 얻을 수 있는 percent plan complete(PPC)의 기법을 적용한 새로운 생산성 관리가 어떠한 프로세스로 이루어지고 있는지 파악하고 국내현장에 적합한 prototype의 생산성 측정 모델을 제시하고 이의 도입 가능성을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현재까지 발표된 린 건설의 새롭고 간단한 생

* 일반회원,부경대학교 건설공학부 일반대학교 석사과정, qorrhf2003@hanmail.net

**중신회원,부경대학교 건설공학부 교수,공학박사,kims@pknu.ac.kr

***일반회원, 경남대학교 건축학부 전임강사, 공학박사 cm가요@kyungnam.ac.kr

산성 측정기법을 문헌조사를 통해 정리·소개하고 PPC의 기법을 분석하고 국내 건설에 있어서 린 건설은 그 초기 단계에 있으며 현재까지 린 건설이 적용된 사례는 드물어서 국내 건설현장들 중 3곳에서의 데이터를 분석하여 새로운 생산성 관리의 국내 건설업 적용 가능성을 검토하고자 한다.

2. 생산성 측정 기법

2.1 기존의 생산성 측정 기법

다음 그림 2는 생산성 분석을 위한 프로세스를 보여주고 있다.

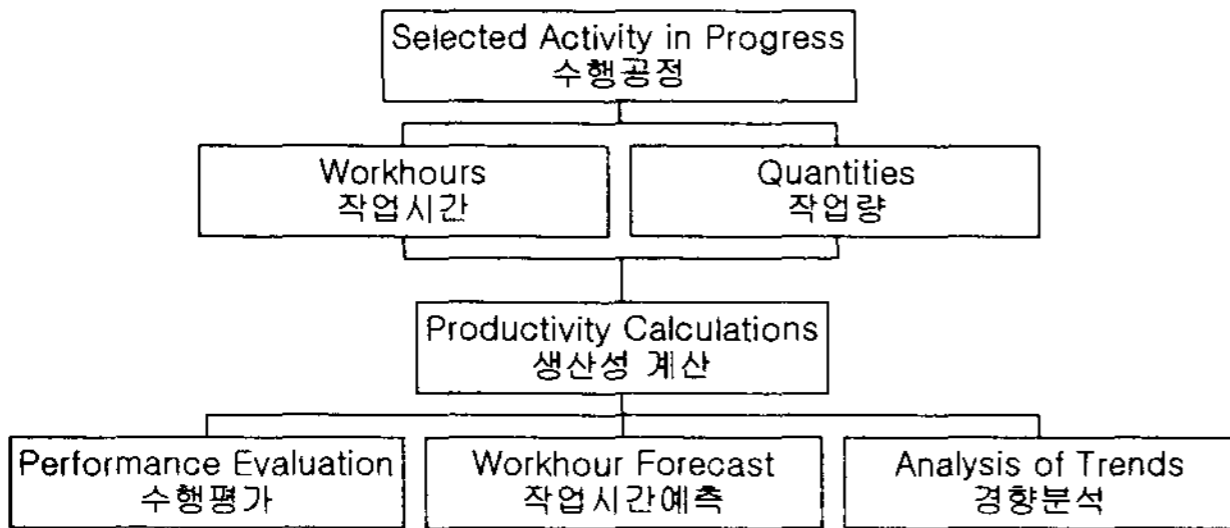


그림 2. Productivity Analysis

먼저 수행공정에 대한 작업시간과 작업량에 대한 데이터를 수집하고, 여러 기법을 이용하여 생산성을 계산한다. 이후 수행요인, 예측, Earned Value 등을 통하여 수행평가, 예측, 그리고 경향분석 등이 이루어진다.

기존의 모든 생산성은 하나의 공정에 대한 작업량 또는 작업시간으로 산출되어진다는 것을 알 수 있다. 하지만 기존 생산성 측정 방법의 가장 큰 문제점은 측정을 위한 데이터 수집에 있어서 많은 어려움을 겪고 있다는 것이다. 그리고 측정을 위한 데이터들도 작업일지나 기성에 의하여 일정기간 후 수집되어지고 계산되어지기 때문에 많은 오류와 그 신뢰성 부족을 피할 수가 없다. 또한 생산성에 문제가 발생할 경우 즉각적인 피드백과 대응책을 마련하는데 어려움이 있다는 단점이 있다.

2.2 린 건설의 생산성 측정 기법

린 건설에서 제시하는 생산성 측정 기법은 기존의 생산성 기법과는 많은 차이가 있다. 기존의 생산성은 공정수행을 통해 얻어지는 데이터를 수집하여 수행 후 그 생산성을 측정하는 반면 린 건설의 생산성은 공사 수행과 더불어 즉각적인 측정과 생산성에 있어서의 원인분석을 도출해냄으로써 기존체계보다 더욱 정확하고 신뢰성 있는 쉽고 빠른 피드백이 가능한 체계를 제공한다. 이와 더불어 미래 유사한 반복 작업에 있어서의 문제 재발을 사전에 방지할 수 있는 장점을 가지고 있다.

2.2.1 Percent Plan Complete(PPC)

PPC는 주어진 주간에 계획되어진 작업의 총 개수를 그

주간에 실제로 완료되어진 작업의 개수로 나눔으로써 얻을 수 있는 린의 생산성 측정 방법(그림 3)이다.

$$PPC = \frac{\text{계획된 작업 중 완료된 작업의 수}}{\text{일주간 계획된 총 작업의 수}}$$

그림 3. PPC 측정 방법

이때 미달성된 작업에 문제점이 있었는지에 대한 원인 분석이 수반되어야 한다.

PPC는 라스트플래너(Last Planner)라는 최종계획입안자가 계획상에서 “수행예정; Will”으로 평가되어진 작업이 “수행완료Did”와 일치해 되었는지를 측정한다. PPC는 planning system의 신뢰성을 반영하는 것이다.

기존의 계획프로세스에서는 “아마도 할 수 있을 것 같다; Should”라는 계획 단계에서 바로 “수행완료: Did”의 단계로 넘어가게 되어짐으로써 계획의 신뢰성에 대한 확률이 저하되어지지만, 라스트플래너를 추가함으로써 “Should”의 단계에서 “할 수 있다; Can”의 단계, 그리고 “할 것이다; Will”라는 단계를 거치게 됨으로써 앞에서 말한 보다 신뢰성 있는 계획을 확보할 수 있게 된다. 이러한 단계를 거쳐서 계획되어진 작업계획의 신뢰성과 생산성을 측정하게 되는 것이 바로 PPC이다.

“완료 혹은 미완료”는 PPC의 질문이다. 작업이 완료되었는지 아닌지를 YES 혹은 NO 형식으로 답을 요구한다. 최종 계획입안자는 사실상 확실히 완료되어진 작업들만을 표시한다.

어떤 부분이 미완료된 상태로 남겨져 있다며, “no clean handoff”가 발생할 수 있다. 한 작업자에서부터 다음 작업자에게로의 신뢰성 있는 흐름을 만들기 위해서 주말까지의 작업완료에 대한 책임있는 행동이 반드시 뒤따라야만 한다.

PPC가 측정되어진 후에는 반드시 공사참여자들에 의해 계획된 작업이 완료되지 못한 데에 따른 작업실패원인이 규명되어야 하며, 이 작업실패원인에 대한 지속적이고 일관성 있는 분석과 대처방안이 제시되어져 미래에 이와 마찬가지로 반복적인 일에 대한 실패요인을 방지할 수 있어야 한다.

3. 린 공정계획 프로세스

3.1. PPC 측정 프로세스

린 공정계획 프로세스는 크게 Master Schedule, Phase Schedule, Lookahead Plan, Weekly Work Plan으로 4단계로 나누어진다. 그림 4은 Master Schedule과 Phase Schedule 단계를 나타낸 것이며 일반적으로 기존의 주공정(CPM) 계획이 Master Schedule에 포함되어진다고 보편될 것이다. Master Schedule을 기본으로 하여 Phase Schedule이 만들어지며 이 스케줄은 월별로 그리고 공정별로 실무 작업팀에 의하여 작성되어지며, 가장 실질적이고 가능성 있는 계획이 작성되어야 하며, 작업완료일로부터

역순으로 계획을 작성함으로써 작업수행 가능한 시간을 예측할 수 있게 되며 또한 이 시간들을 어떻게 활용해야 하는지에 대한 계획을 세울 수 있도록 도와준다. 그림 4에서의 Phase Schedule은 12개월로 분할되어져 있다고 가정하여 표시한 것이다.

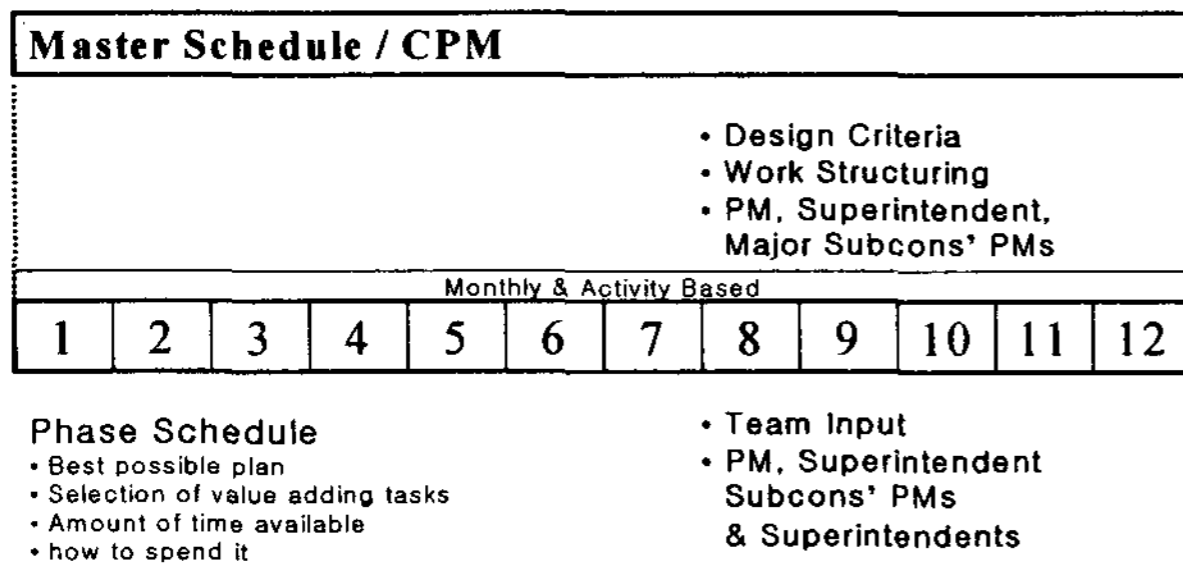


그림 4. Master & Phase Schedule

다음의 그림 5은 12개월로 분할된 Phase Schedule을 근거로 하여 6주 단위의 Lookahead Plan을 도출하게 됨을 나타낸다. 매주 작업이 완료되어지는 과정에 따라 1주씩 추가되어 Lookahead Plan이 작성되어지는 것이 바람직하다. 이 계획단계에서는 작업을 고르고, 작업순서를 정하며 작업의 양을 결정한다. 이때 작업은 수행할 수 있을 것이라 생각(think)되어지는 작업을 의미한다.

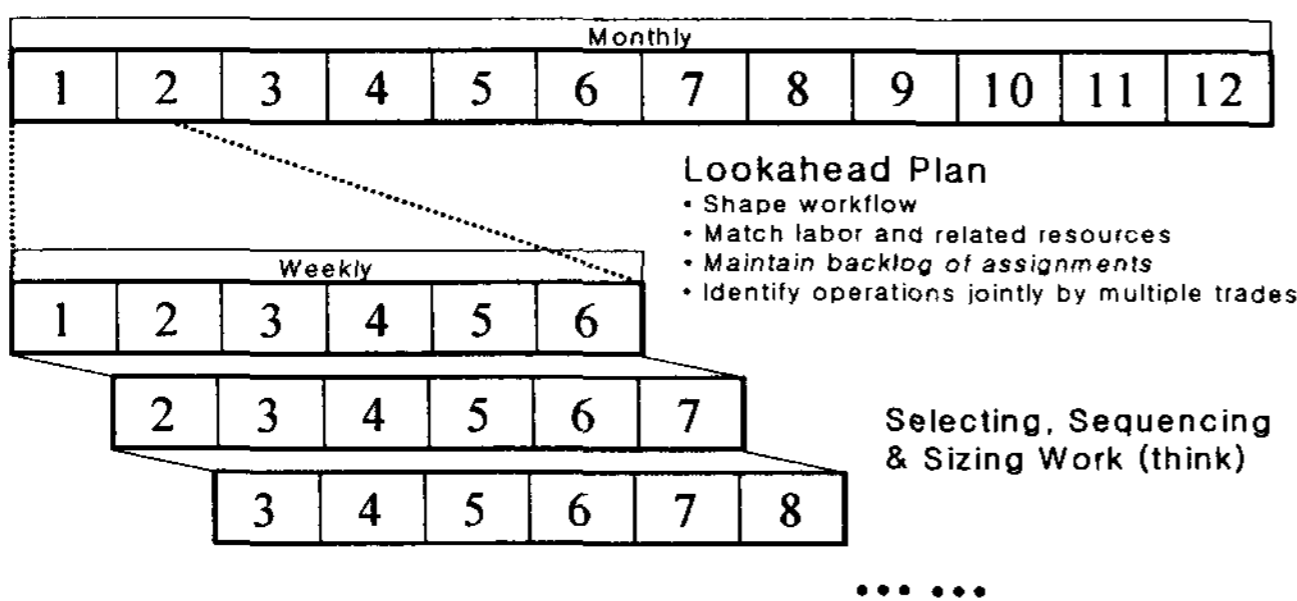


그림 5. Lookahead Plan

Lookahead Plan에서 다음의 작업들이 매주 계획되어져 있다고 가정한다면 이러한 작업들은 사전작업예비목록표(Workable Backlog)를 만들기 위하여 일단 공사작업계획서(Construction Planner)에서 여러 가지 제반요소들이 충족되어졌는지를 검토하는 단계(그림 6)를 거치게 된다. 이때 검토되어야 할 제반요소들은 계약완료 여부, 설계변경 여부, 설계 완성도 여부, 제출서류 완료 여부, 공사질문답변서(RFIs) 여부, 자재 확보 여부, 작업인원 확보 여부, 장비 준비 여부, 선행 작업의 완료 여부, 그리고 작업공간의 확보 여부 등이 될 것이다. 공사작업계획서의 답변은 "Yes"와 "No"로 주어지며 어느 한 가지의 제반요소에서라도 No로 답변되어지면 그 작업은 작업과제로 주어지지 못하게 되는 것이다.

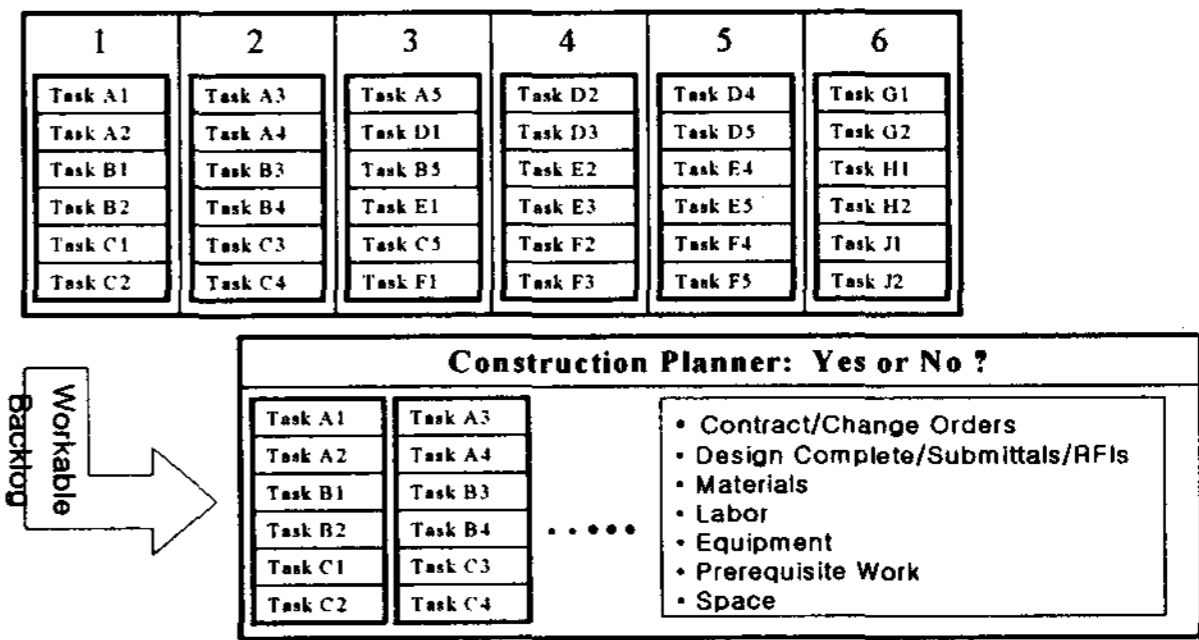


그림 6. 사전작업예비목록표

공사작업계획서에서 모든 제반조건을 충족시킬 수 있다면 이 작업은 주간작업계획(Weekly Work Plan) 단계로 넘어간다. 다음의 그림 7는 공사작업계획서에 의한 주간작업계획 작성 및 PPC 측정 프로세스를 도식화한 것이다. 여기에서의 작업은 Lookahead Plan 단계에서와 같이 작업을 정하고 순서를 정하고 작업량을 정하게 되지만 할 수 있을 것이라고 생각되는 단계에서 할 수 있다고 인지(know)하는 단계로 넘어간다는 점이 다르다고 할 수 있다. 그만큼 작업의 신뢰성이 확보되어져 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

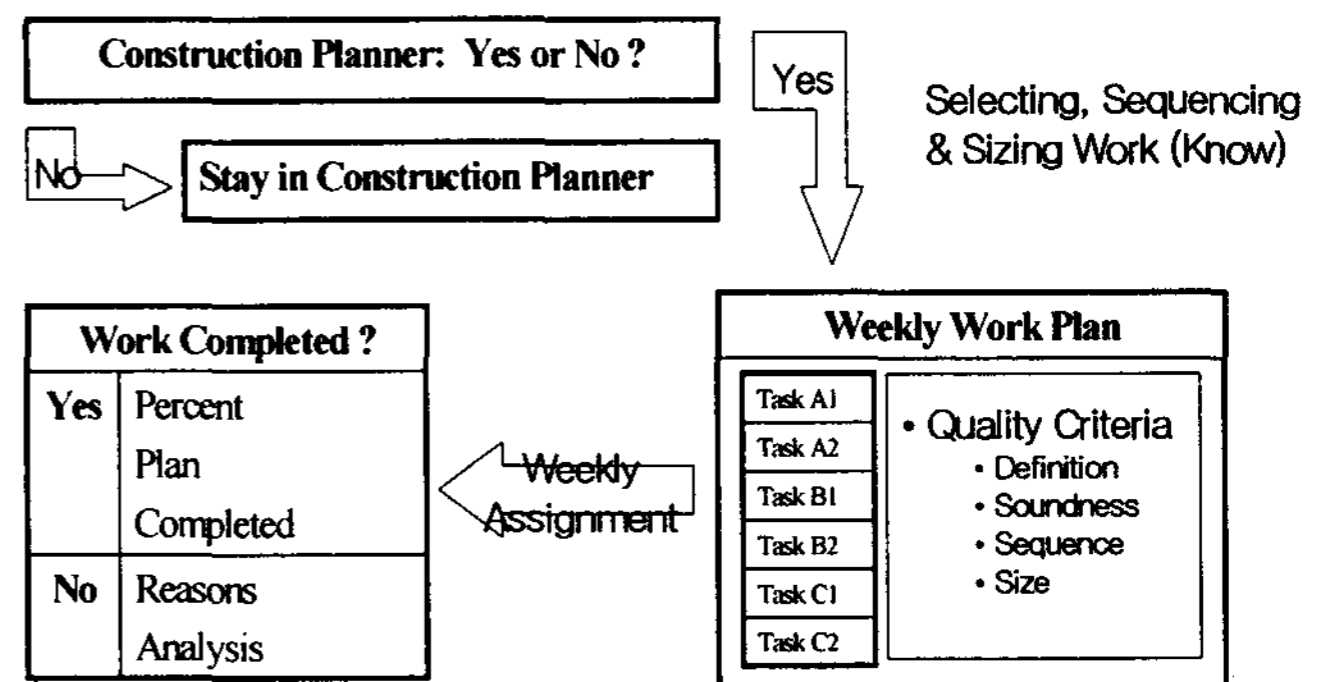


그림 7. 주간작업계획 및 PPC측정

주간작업계획에서의 작업들은 다시 한번 Quality Criteria를 근거로 하여 검토를 받게 되고 검증된 작업들은 주간과제로 관련된 전문하도업체에 지시되어진다.

마지막으로 계획된 주의 마지막 미팅에서 주어진 과제의 완료 여부에 따라 PPC가 측정되어지고 미 완료된 작업에 대한 작업실패원인 분석이 되어진다.

3.2 국내 현장 사례 분석

다음 그림 8은 우리나라의 현장 중 3가지 공사현장을 PPC 및 2일 기준 작업신뢰도(PAT:Percent Anticipated Task)로 조사한 것이다.

여기서 PAT란 PPC를 보완해주기 위한 지수로서 X일 전에 계획한 작업을 현재 얼마나 수행, 완수하였는지를 나타내는 지수이다.

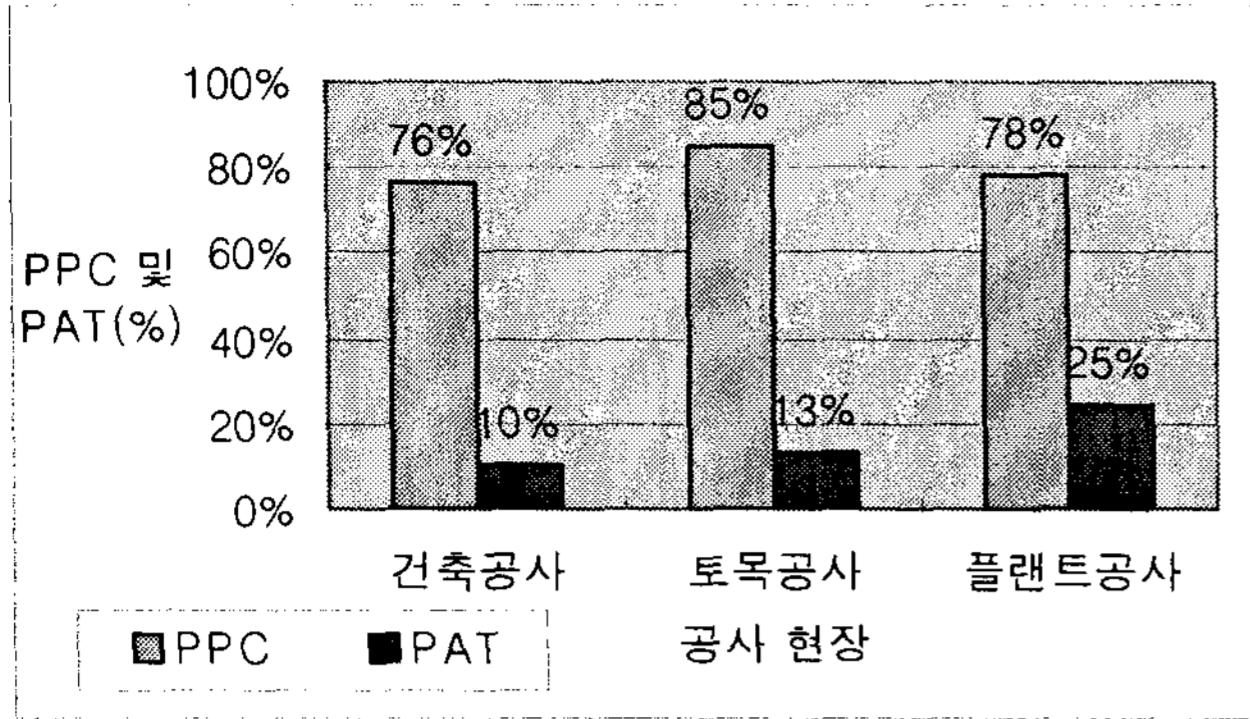


그림 8. 국내 공사현장의 PPC 및 PAT

건축 공사의 경우, PPC는 76%, 2일 기준 PAT는 10%가 나왔고 토목공사의 경우, PPC는 85%, 2일 기준 PAT는 13%가 나왔고 플랜트 공사의 경우, PPC는 78%, 2일 기준 PAT는 25%가 나왔고 3개 현장의 평균은 PPC는 79%, 2일 기준 PAT는 16%이다.(2007. 구분상)

이 결과를 분석해 보면 PPC는 비교적 높게 나왔지만 2일 기준 작업신뢰도는 다른 선진국과 비교해 볼 때 상당히 낮게 나왔다. 이는 단기간의 계획 수립과 실행 능력이 부족하다는 점을 나타내는 것이다.

작업수행도가 낮은 주된 이유는 “계획변경” 및 “준비작업”인 것으로 조사 되었다. 여러 가지 복합적인 원인에서 기인되어 진 것이지만 가장 큰 원인은 계획 수립하는 능력이 부족하다는 것과 계획대로 작업을 수행하려고 하는 의식이 부족하다는 것이다.

4. 결론

PPC 측정 후 작업이 실패되었을 경우 그 이유를 파악하고 원인 분석이 이루어져야 한다. 그렇게 된다면 어떤 공정에 대한 결과를 평가할 수 있고 그 과정에서 미래에 발생할 수 있는 작업 실패를 예방할 수 있다.

만약 작업수행자가 작업 프로세스를 위해 필수적으로 필요로 하는 것들을 가지고 있지 않다면,

- 작업수행자는 필수적으로 필요한 것들을 요구하였는가?
- 작업수행자의 요구는 자세하고 완벽한 것이었는가?
- 작업수행자는 필수조건(사항)을 계약하였는가? 그러나 계약자(공급자)가 배달(공급)하지 않았는가?
- 당신은 필수조건(사항)의 계약자(공급자)와 합의에 도달하지 못했었는가?

각 질문들은 실패의 원인을 밝혀내기 위한 더 많은 의문점들을 이끌어낼 것이며, 작업 실패 원인의 재 발생을 막을 수 있을 것이다. 하지만 효율적인 생산성 측정기법의 정착을 위해서는 작업수행자들의 단기 계획 수립 능력이 떨어지고 실패 원인 분석의 중요성에 대한 인식이 부족하다는 것이 문제가 될 것이다. 그래서 공사 참여자들이 실행 가능한 계획을 수립할 수 있는 교육과 의식변화가 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김예상, "Organizational Assessment for Construction Productivity Improvement", PhD Dissertation, University of Texas, Austin, USA, 1993.8
2. 김창덕. 린 건설, 한국건설관리학회, 2000.9
3. 김찬현. 린 생산 원리를 적용한 건설 생산 공정 개선 모델에 관한 연구, 광운대학교 석사학위논문, 2001. 4
4. 서창용, 김창덕. 가치흐름분석을 통한 건설자재의 공장화 생산 타당성 검토, 한국건설관리학회, 2002. 11
5. 이형수, 서상욱 외 2명. 가치흐름분석을 통한 건설공사의 공정개선방안, 한국건설관리학회, 2002. 11
6. 구분상, 린 건설에 기초한 국내 건설공사의 시공 계획 신뢰도 평가, 한국건설산업연구원, 2007. 5
7. Ballard, G. 1994. The Last Planner, Northern California Construction Institute, Monterey, California.
8. Ballard, G. 2000. "Lean Project Delivery System." White Paper No. 8, Lean Construction Institute, California.
9. Coffey, M. 1999. "Developing and Maintaining Employee Commitment and Involvement in Lean Construction." Proceeding, 8th Conference of the International Group for Lean Construction, Brighton, U.K.
10. Howell, G. 2000. "A Guide to the Last Planner for Construction Foremen and Supervisors." Restricted White Paper, Lean Construction Institute, California.
11. Howell, G., and Ballard, G. 1998. "Implementing Lean Construction: Understanding and Action." Proceeding, 6th Conference of the International Group of Lean Construction, Guarujá, Sao Paulo, Brazil.
12. Junior, A., Scola, A. and Conte, A. 1998. "Last Planner as a Site Operations Tool." Proceeding, 6th Conference of the International Group of Lean Construction, Guarujá, Sao Paulo, Brazil.
13. Lean Construction Institute Seminar. 2002. Notes from Introduction to Lean Construction, Dallas, Texas
14. Linbeck Construction Company. 2002. Notes from Lean Job Site Handbook: Weekly Job Site Meeting Guide, California.
15. Pappas, M. 1999. "Evaluating Innovative Construction Management Methods through the Assessment of Intermediate Impacts." Master thesis, University of Texas, Austin.