

# 작업계획달성률 향상을 위한 작업제반요건 분류에 관한 연구

## Study on Constraints Analysis Classification for PPC Improvement

한 정 훈\*<sup>○</sup>      김 대 영\*\*      이 학 기\*\*\*  
Han, Jung-Hun      Kim, Dea-Young      Lee, Hak-Ki

### 요 약

건설공사 관리의 목표는 계획된 품질을 적정 비용과 공기로 완성하기 위한 것이며, 이러한 건설공사의 목표를 실현하기 위해서는 효과적인 공정관리가 필요하다. 그러나 현재의 공정관리 방식은 마일스톤에 의한 결과위주의 관리방식으로 작업간의 상호연관성과 변이발생을 충분히 고려하지 못하는 등 여러 한계점이 있다. 이와 같은 공정관리 방식의 한계점을 극복하기 위해 재고 최소화, 낭비 최소화, 관리 능률 향상, 변이 관리 능력 향상 등의 효과를 나타낼 수 있는 린 건설 도입을 제안하고 있다. 따라서 본 연구에서는 린 건설 관리 기법 중 하나인 라스트 플래너 시스템에 관한 연구를 진행하였으며, 특히 라스트 플래너 시스템에서 핵심 단계인 주단위예상작업계획에서 이루어지는 작업제반요건 분석에 관한 연구를 진행하였다. 그 결과 공정 계획 수립 시 사전에 건설공사의 저해요소를 제어하여 작업의 신뢰도 향상 및 작업계획달성률을 높일 수 있는 작업제반요건을 식별 및 분류하여 중요도 분석을 실시하였다.

키워드: 린 건설, 라스트 플래너 시스템, 주단위예상작업계획, 작업제반요건 분류

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사 관리의 목표는 계획된 품질을 적정 비용과 공기로 완성하는 것이다. 이러한 관리 목표를 실현하기 위해서는 생산성 증대, 품질향상 및 공기 지연요소 감소 등을 실현할 수 있는 효과적인 공정관리가 필요하다.

그러나 현재의 공정관리 방식은 마일스톤에 의한 결과위주의 관리방식으로 작업간의 보다 구체적인 상호연관성과 변이발생을 사전에 고려하지 못하고 있다. 또한 상호 의사소통 부족 및 연계된 업무절차의 미비 등으로 인해 낭비요소들이 내재되어 있으며, 작업자의 개별성과를 위주로 측정하기 때문에 선·후행 작업간의 연속된 흐름을 지원하지 못한다는 한계점이 있다.

이와 같은 공정관리 상에서의 한계점을 극복하기 위하여 많은 연구자들은 린 건설 도입을 제안하고 있다. 린 건설은 재고 최소화, 낭비 최소화, 관리 능률 향상, 변이 관리 능력 향상 등의 효과를 나타낼 수 있는 건설공사 관리방식 중의 하나이다.

현재 린 건설은 해외 건설공사를 중심으로 활발히 적용되고 있으며, 가장 많이 사용되고 있는 기법 중 하나가 라스트 플래너 시스템(Last Planner System: 이하 LPS)이다. 특히 LPS에서도 작업제반요건분석(constraints analysis)을 통해 예비작업준비목록(workable backlog)이 작성되는 주단위예상작업계획(lookahead) 단계가 중요한 것으로 연구되고 있다. 그러나 현재까지 LPS의 핵심 단계인 주단위예상작업계획에서 작업제반요건분석을 실행하기 위한 체계적인 분류가 제시 되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 린 건설을 도입하여 건설공사에서 발생하는 요인을 공정계획 및 공사수행 시 사전에 제어하여 작업의 신뢰도 및 작업계획달성률(Percent Plan Complete; 이하 PPC)을 높일 수 있는 작업제반요건을 식별·분류하여 중요도 분석을 실시하는 것을 연구의 목적으로 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 체계적인 작업제반요건 분류를 위해 린 건설의 주요 기법인 LPS와 LPS에서 작업제반요건분석이 이루어지는 주단위예상작업계획을 연구의 범위로 한정한다. 본 연구의 수행 방법은 다음과 같다.

(1) 기존 공정관리 방식의 한계점을 보완하기 위한 방안으로 린 건설의 관리 기법 중 하나인 LPS 도입의 필요성을 제시한다.

(2) LPS에서 변이관리 및 세부공정계획을 위한 주단위예상작업계획 및 작업제반요건분석에 대한 이론적 고찰을

\* 학생회원, 동아대학교 건축공학과 대학원, 석사과정 tassan99@hanmail.net  
\*\* 일반회원, 경남대학교 건축학부 조교수, 공학박사 cmrkyd@kyungnam.ac.kr  
\*\*\* 종신회원, 동아대학교 건축학부 교수, 공학박사 hglee@dau.ac.kr

실시한다.

(3) 작업제한요건분석의 현장 적용 현황 및 필요성에 대한 실무자 면담 및 설문을 실시한 뒤 관련문헌 고찰과 전문가 면담을 통하여 작업제한요건을 식별 및 분류한다.

(4) 설문조사를 통해 재구성된 작업제한요건의 적용 현황 및 중요도 분석을 실시하여 작업제한요건 분류를 제시한다.

## 2. 작업제한요건의 개념 및 적용 현황 조사

### 2.1 작업제한요건분석 개념

LPS는 작업흐름의 관리와 보다 효율적인 공정 및 계획 관리를 위해 최종계획관리시스템으로 개발되어 현재 해외 공사를 중심으로 활발히 적용되고 있다. 특히, 주단위예상작업계획 단계는 작업제한요건분석을 통해 작업간 변이를 관리하고 각 작업에 맞는 세부공정계획수립을 가능하게 한다.

작업제한요건분석은 비가치작업요소를 제거하거나 작업의 변이를 막아주기 위한 체크리스트 역할을 하고, LPS 단계에서 가장 중요한 단계 중 하나인 예비작업준비목록<sup>1)</sup>을 작성하기 위해 실행한다.

건설공사의 작업 준비를 위한 기존의 공정계획 방식을 살펴보면 작업제한요건분석과 유사한 작업 준비 및 작업 검토 항목이 존재하지만 검토 내용이 자원 및 작업의 결과에 대한 대책에 국한되어 있다. 실제 작업은 그 유형에 따라 자원뿐만 아니라 사전작업, 품질기준 등의 여러 제한요건과 관련 있기 때문에 충분한 작업 준비를 위해서는 이에 대한 고려가 중요하다. 그러나 아직 체계적인 작업제한요건 도출 및 분류가 제시 되지 않고 있는 실정이다.

따라서 작업제한요건분석이 이루어지기 위해 보다 구체적이고, 체계적인 분류에 관한 연구가 선행되어야 할 것이다.

### 2.2 조사개요

국내 건설공사에서 작업제한요건분석 적용 현황을 알아보기 위한 면담 및 설문조사를 실시하였다. 조사개요는 표 1과 같다.

표 1. 조사개요

조사 내용	· 응답자 일반사항 · 작업제한요건분석 적용 현황 · 작업제한요건 중요도
조사 대상	· 경력 5년 이상 및 직위 대리 이상(75인) · 소장(1인), 공무(34인), 공사 관리자(38인)
조사 기간	· 08년 07월 01일 ~ 08년 09월 07일
조사 방법	· 면담 및 설문조사(방문, E-mail)
중요도 측정	· Likert 5점 척도
분석 방법	· 통계 패키지 SPSS 14.0

1) 주단위예상작업계획으로부터 주간작업계획을 수립하는 예비 세부작업

### 2.3 조사결과 및 분석

적용 현황 조사결과 표 2와 같이 68.0%가 작업제한요건 분석과 유사한 절차가 존재함을 확인 할 수 있다. 하지만 면담 및 설문을 통해 작업자간 경험 및 구두, 기존의 공정 표에서 확인하는 것이 대부분이기 때문에 중요사항 누락 등으로 인한 신뢰도 높은 작업제한요건분석이 어려울 수 있다. 또한 68.0%가 체계적인 양식이 없다고 답변하였다.

표 2. 작업제한요건분석 일반사항

작업제한요건분석 절차 유무		작업제한요건분석 양식 및 체크리스트 존재 유무	
항 목	응답 수	항 목	응답 수
없 음	24(32.0%)	없 음	51(68.0%)
월 간	5(6.7%)	있 음	24(32.0%)
주 간	4(5.3%)	-	-
월간 및 주간	42(56.0%)	-	-
합 계	75(100%)	합 계	75(100%)

체계적인 작업제한요건분석을 위해서는 정형화된 절차 및 양식의 필요함을 판단할 수 있다. 이를 위해서는 작업제한요건분석을 위한 요인체계 구성이 선행되어야 한다. 따라서 이와 관련된 선행연구를 통하여 요인을 도출하고 기존 문헌 고찰과 실무자·전문가 면담 등을 통하여 작업제한요건을 분류 및 재구성 하였다.

## 3. 작업제한요건의 분류

### 3.1 작업제한요건 식별

린 건설 연구자들은 작업제한요건분석을 계약, 설계 등 프로젝트 전반에 발생할 수 있는 사항에 대한 관리를 통해 작업계획의 신뢰도 향상 및 작업의 낭비를 최소화하고, 작업공정의 진척 및 흐름을 원활히 하여 성공적인 프로젝트 수행이 가능하다고 표 3과 같이 제시하고 있다.

표 3. 작업제한요건

저자(년도)	작업제한요건
Ballard (2000)	계약, 설계, 제출서류, 자재, 장비, 노무, 허가, 선행작업 완료여부, 작업공간활용, 검사, 승인
Shen Li Jun 외 2명 (2000)	자재, 노무, 장비, 도구, 계약, 도면, 승인, 대책
Yong-Woo Kim 외 1명 (2006)	계약, 설계, 제출서류, 자재, 장비, 계획, 노무, 선행작업 완료여부, 허가, 검사, 승인, 날씨, 작업공간활용, 하도업자

하지만 많은 변이가 발생하는 건축공사에서 표 3에서 제시한 요인만으로는 작업제한요건분석을 실행하기에는 적용성이 미비하다. 또한, 국내에 적합한 작업제한요건분석을 위한 구체적이고 체계적인 요인분류가 제시되지 않고 있어 이에 대한 연구가 필요하다.

작업제한요건도출을 위해 본 연구와 유사한 국내 연구 중 공사 진행의 효율성과 문제점을 신속히 파악하기 위한 생산성관련연구와 예기치 못한 환경으로 인해 전체 프로젝트 일부분의 기간이 증가하거나 혹은 실행되지 않은 기간을 제어하기 위한 공기지연관련연구를 조사·분석 하였다. 그리고 공사계획, 작업지시 등 준비된 상황을 지시하여 실제 공사를 시행하는 관리자 및 노무자에 대한 관리를 통하여 작업계획의 신뢰도와 달성률을 높여 생산성을 향상시키기 위한 인력관련연구를 조사 및 분석하여 작업제한요건을 도출하였다.

린 건설의 작업제한요건분석 관련 연구에서는 Ballard (2000), 생산성 저하요인과 관련된 연구에서는 손창백(2002), 공기 및 작업지연요인과 관련된 연구에서는 지근창(2006), 인력관리 요인에서는 박주현(2003)의 연구를 바탕으로 작업제한요건을 도출하였다.

이와 같이 조사 및 분석된 선행 연구를 바탕으로 체계적인 작업제한요건분석 실행을 위해 문헌 고찰 및 면담조사를 통하여 작업제한요건선정 및 분류하였다.

### 3.2 작업제한요건 분류

기존 문헌 고찰을 통해 도출한 요인 외 건설현장에서 사용되고 있는 작업계획서 및 공정보고서, 표준품셈 그리고 실무자 면담 등을 통하여 추가 요인을 도출하였다. 도출한 작업제한요건을 바탕으로 표 1과 같이 전문가와 공정·공사관리자 면담을 통하여 각 요인 중 시공단계에서 관리가 불가능한 요인, 구체적이지 못한 요인, 중복된 요인을 수정 및 삭제하였다.

이와 같은 절차를 바탕으로 본 연구에서는 작업제한요건 분류를 시공단계에서의 관리 사항으로 린의 TFV 개념인 흐름생산 방식을 지원하기 위한 작업흐름관리요인, 작업참여자 및 관리자들의 역량과 태도 등을 나타내는 인력관리요인, 시공능력이나 공사관리 능력에 무관하게 공사진행에 영향을 주는 공사외적요인 등 크게 3가지로 표 4와 같이 설문 항목을 구성하였으며, 이를 바탕으로 설문 및 중요도 조사를 실시하였다.

### 3.3 작업제한요건 분류항목의 중요도 분석

작업제한요건 중요도에 대한 설문조사 결과는 다음 표 4와 같다.

중요도 분석 결과 모든 항목(3.520~4.667)이 높게 나타나 본 연구에서 도출한 작업제한요건의 유효성을 검증하였다.

대분류 항목을 살펴보면 인력관리요인(4.357) 중요도가 다른 항목에 비해 높게 나타났다. 이는 공사 수행 시 작업을 위한 제반사항 보다 공사를 직접 수행하고 관리하는 인적자원의 중요성을 반영한 것으로 판단된다. 특히 숙련도·기능도(4.493)의 중요도가 높게 나타났는데 이 같은 결과는 협력업체의 시공능력 및 기능공의 작업수행 능력에 따라서 시공품질이 좌우되는 경우가 빈번하기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

중분류 항목을 살펴보면 타항목에 비해 설계(4.449)의 중

요도가 높게 나타났으며 특히, 설계도서 제공시점 지연(4.575)과 설계도서 결함 및 누락(4.507)이 중요한 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 설계도서의 제공 시점이 지연되고 설계도서의 품질 확보의 여부에 따라 공기 지연과 비용 손실을 초래하는 결과가 발생할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

표 4. 작업제한요건 분류항목의 중요도 분석

대분류	중분류	세부항목	중요도		
			평균	표준편차	
작업 흐름 관리 요인 (4.081)	자재 (4.141)	반입 시기	4.613	0.590	
		반입량	4.333	0.741	
		투입 위치	3.627	0.941	
		품질상태(KS여부 등)	4.387	0.884	
		재고현황 및 위치	3.747	0.856	
	장비 (4.396)	투입 시기	4.507	0.645	
		투입 대수	4.040	0.829	
		투입위치	3.680	0.888	
		기기성능	3.840	0.987	
		가용시간	3.733	0.811	
	작업 간 관계 (4.194)	선행작업 완료여부	4.667	0.555	
		선행작업 불량여부	4.147	0.753	
		작업계획 변경여부	4.095	0.830	
		작업 간 간섭·방해여부	4.338	0.799	
	설계 (4.449)	상반된 요구사항	3.861	0.893	
		설계도서 제공시점 지연	4.575	0.644	
		설계도서 결함 및 누락	4.507	0.724	
		설계 변경	4.400	0.753	
		Shop-drawing 작성 및 승인여부	4.360	0.782	
		작업 공간 활용 (3.840)	자재 적재 공간	3.773	0.798
			장비 설치 공간	3.933	0.794
	작업 Zoning 계획		3.960	0.813	
	작업 공간 협소 및 불량		3.693	0.853	
	작업 특성 (3.897)	작업우선순위	4.520	0.760	
		작업량 대소	3.520	0.860	
		작업 목표	3.947	0.914	
		작업난이도	3.600	0.885	
	작업 지시 및 계획 (4.063)	작업지시 오류 및 누락	4.347	0.797	
작업지시 시점 지연		4.253	0.755		
작업일정 계획 오류		4.093	0.738		
작업조 편성		3.560	0.809		
인력 관리 요인 (4.357)	숙련도·기능도	4.493	0.665		
	작업인지도	4.400	0.658		
	책임감	4.293	0.712		
	작업준비부족	4.240	0.786		
공사 외적 관리 요인 (4.058)	계약	4.560	0.758		
	승인/허가	4.627	0.653		
	민원	4.333	0.664		
	기후조건(천재지변 등)	4.000	0.637		
	현장의 불리한 입지조건	3.787	0.793		
	현장배치	3.867	0.741		
	안전사고 대비작업	4.400	0.771		
	자나친 품질관리	3.694	0.816		
	RFIs	3.743	0.777		
	추위·더위 등 기후조건에 대한 대비작업	3.690	0.810		

세부항목을 살펴보면, 자재의 반입시기(4.613)와 장비의

투입시기(4.506)의 중요도가 높게 나타났는데, 이는 원활한 공사 수행을 위해서 필요한 자원의 투입 시기의 중요성을 반영한 결과로 판단된다. 따라서 JIT 등과 같은 관리기법을 도입하여 적시적소에 필요한 자원을 조화있게 할당하고 운용하는 노력이 필요하다. 그리고 선행작업 완료여부(4.667), 작업우선순위(4.520)의 중요도가 높게 나타난 것은 작업의 순서 및 관계에 따라 공기지연을 사전에 방지하여 불필요한 비용을 줄일 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 끝으로, 계약(4.560)과 승인/허가(4.627)의 중요도가 높게 나타났는데, 이는 작업을 위한 인력 및 자원이 준비가 되어 있어도 관 및 발주처, 거래처 등과의 준비사항에 따라 공사에 미치는 영향이 크기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과, 본 연구에서 도출한 작업제반요건이 유효한 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 LPS의 주단위예상작업계획 단계에서 작업제반요건분석을 대상으로 국내에 적합한 요인을 도출 및 재구성하여 중요도 분석을 통해 체계적인 작업제반요건 분류를 제시하였다.

연구 결과는 다음과 같다.

(1) 국내 건설 현장에서의 작업제반요건분석 적용 현황 분석 결과, 정형화된 절차 및 체계적인 양식이 미비한 것으로 나타나 이에 대한 보완이 필요한 것으로 나타났다.

(2) 문헌 고찰 및 현장 실무자와 전문가 면담을 통하여 국내에 적합한 작업제반요건을 도출하여 설문조사를 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 작업제반요건 분류 제시를 위한 중요도 분석을 하였다.

(3) 모든 항목의 중요도가 높게 나타나 본 연구에서 도출한 작업제반요건의 유효성을 검증하였다. 특히, 대분류 항목에서는 인력관리, 중분류에서는 설계, 이외 세부항목에서는 자재의 반입시기, 선행작업 완료여부, 작업우선순위, 계약 및 승인/허가 등이 높게 나타나 작업제반요건분석 시 우선 고려해야 할 항목으로 분석되었다.

시공단계에서 공정관리를 위한 과정의 하나로써 본 연구에서 제시하는 작업제반요건 분류는 작업 계획 시 보다 높은 신뢰도와 작업계획달성률을 높이기 위한 항목을 제공하는데 의의가 있다고 할 수 있다.

향후 본 연구 결과를 바탕으로 원활한 작업흐름 지원을 위한 체크리스트 개발 연구가 필요할 것이다.

#### 참고문헌

1. 박주현·김대영·이학기, “린 건설과 연계한 생산성 저하 요인과 Waste 요인과의 상호 관련성 연구”, 한국건설관리학회 논문집, 제4권 제4호, 2003, pp. 164~172
2. 손창백·이덕찬 “건축 공사의 생산성 저하 요인 분석”, 대한건축학회 논문집(구조계), 제18권 제12호, 2002, pp. 125~132
3. 지근창·유정호·김창덕, “건축공사의 투입요소에 의한 작업지연 원인분류 체계”, 대한건축학회 논문집(구조계), 제22권 제11호, 2006, pp. 181~188
4. Glenn Ballard, “The Last Planner System of Production Control”, Unpublished Ph.D Thesis, School of civil Engineering, The University of Birmingham, 2000
5. Shen Li Jun, David K.H. Chua, and BOK Shung Hwee, “Distributed Scheduling with Integrated Production Scheduler”, Proceedings of the 9th Annual conference of the International Group for Lean Construction, 2000
6. Yong-Woo Kim and Jin-Woo Jang, “Applying Organizational Hierarchical Constraint Analysis to Production Planning”, Proceedings of the 14th Annual conference of the International Group for Lean Construction. Santiago de Chile, 2006, pp. 371~382

#### Abstract

The purpose of construction project management is to achieve planned quality by adequate cost and schedule of the project, thus the effective time management is a critical factor to actualize the object. But the traditional time management by using milestone has several limitations which are not sufficiently considered mutual relation and varied from the task. On this wise, applying the concept and principles of lean construction to the project will be the best way not only reduce waste and variation, but also improve the productivity and ability to overcome limitation as mentioned above. Thus the study, Last Planner System, specially focuses on constraint analysis which is used in lookahead planning system. The results of this research will provide the constraints classification that is able to improve work reliable and percent plan complete when time planning by controlling constraints of project.

**Keywords** : Lean Construction, Last Planner System, Lookahead, Constraints Classification