

IT 기술 기반의 건설 생산성 정보 및 영향요인의 수집 및 활용

Collection and Utilization of the Construction Productivity Data and the Influence Factors Using Information Technology

이 현 정[○] 오 세 옥^{**} 김 영 석^{***} 김 예 상^{****} 김 상 범^{*****}
Lee, Hyun-Jung · Oh, Se-Wook · Kim, Young-Suk · Kim, Yae-Sang · Kim Sang-Bun

요 약

건설 프로젝트에 있어서 생산성은 프로젝트의 성과측정 및 향후 공사계획 수립 등 매우 중요한 공사관리의 기능을 지니고 있다. 건설 현장의 특성상 작업에 영향을 미치는 요인들이 많이 존재하며, 이러한 요인들에 의해 건설 공사에는 변화가 많이 발생하고 따라서 건설 생산성을 정확히 분석하고 예측하는 것은 매우 어려운 실정이다. 국내 대부분의 현장에서는 생산성 데이터와 관련된 정보의 수집 및 분석 방법이 체계화되어 있지 못하여 건설 생산성 관리와 관련된 사항을 대부분 현장관리자의 경험과 직관에 의존하고 있는 상황이다. 이는 건설 공사 관리의 신뢰성을 저하시키는 요인이 될 수 있으며 공사 일정에 차질이 발생할 경우 무리한 공사로 인한 부실시공이나 일정 지연 등의 결과를 초래하여 큰 손실을 야기할 수 있다. 따라서 건설 프로젝트에서 발생하는 생산성 데이터와 생산성 영향요인들을 체계적으로 수집하여 공사관리에 활용하기 위한 관리체계의 개발이 요구된다. 본 연구에서는 공동주택 구체공사의 단위작업을 중심으로 발생하는 생산성 데이터와 생산성 영향요인을 정의하고, 정보기술을 활용하여 정보의 수집 및 가공을 통한 생산성 분석의 활용 방안을 제시하고자 한다.

키워드: PDA, RFID, 생산성 데이터, 생산성 영향요인, 생산성 분석 및 예측

1. 서 론¹⁾

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 프로젝트에 있어 작업단위에서 발생하는 생산성 정보는 공사진행의 효율성 파악, 잔여 작업의 시공 방법 및 작업조 구성 결정, 작업 여건 및 투입자원의 성능이 전체 공정에 미치는 영향 정도, 프로젝트별 성과 측정 및 잔여 작업의 예측, 향후 공사 계획 수립을 위한 기초자료의 활용 등 주요 공사관리의 주요 지표로 활용된다. 이러한 생산성 정보를 유용하게 활용하기 위해서는 단위작업을 중심으로 발생하는 노무자의 작업정보(투입시간 대비 실적물량)와 이에 영향을 준 여러 영향요인들의 수집 및 체계적 분석이 필수적으로 수반된다.

그러나 국내의 경우, 생산성 정보의 중요성과 그 광범위한 활용성에도 불구하고 생산성 데이터와 관련된 정보의 수집 및 분석 방법이 체계화되어 있지 못하고 결과적으로

데이터의 효율적 가공을 통한 활용도가 매우 미흡한 실정이다. 이로 인해 건설 생산성 관리와 관련된 사항을 대부분 현장관리자의 경험과 직관에 의존하고 있으며 생산성 데이터를 데이터베이스화하여 공사계획 및 관리에 적극 활용하지 못하고 있는 상황이다.

오늘날 급속도로 발전하고 있는 인터넷 기반의 정보기술을 통해 생산성 데이터 및 생산성 영향요인을 효율적으로 수집하고 이를 다양한 건설정보로 가공할 수 있는 방법론을 개발하여 활용할 경우, 사용자의 편의성이 고려된 보다 효율적이고도 다차원적인 건설 생산성 데이터의 수집 및 축적, 분석 및 예측이 가능케 되어 건설 생산성 영향요인의 발굴, 효율적인 공기 및 원가 산정, 건설 사업의 합리적인 성과측정, 생산성 비교 분석을 통한 벤치마킹 등에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 의미에서 본 연구에서는 건설 프로젝트의 단위작업 기반에서 발생하는 생산성 데이터 및 생산성 영향요인을 정의하고 이를 체계적으로 수집 및 축적할 수 있는 방법론과 정보의 가공을 통한 생산성 분석의 활용방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 건설 생산성 데이터 및 생산성 영향요인을 정의하고 공동주택 구체공사를 대상으로 하는 건설 생산성 정보 수집 방법 및 가공을 통한 분석 및 예측의 활

* 일반회원, 인하대학교 건축학부, 석사과정, hi_witch@hotmail.com
** 일반회원, 인하대학교 건축학부, 강의전담 전임강사, 공학박사, swoh@inha.ac.kr
*** 종신회원, 인하대학교 건축학부 부교수, 공학박사 youngsuk@inha.ac.kr
**** 종신회원, 성균관대학교 건축학과 교수, 공학박사 yskim@skku.ac.kr
***** 종신회원, 동국대학교 사회 환경시스템 공학과 조교수, 공학박사 kay95@dongguk.edu

본 연구는 한국과학재단 연구비 지원에 의한 연구의 일부임. 과제번호 R01-2005-000-10999-0

용 방안을 제시하는 것으로 연구 수행 방법은 다음과 같다.

먼저, 공동주택 건설현장의 현장관리자 설문 및 인터뷰를 통하여 건축공사의 생산성 관리체계를 분석하고, 생산성의 활용현황 및 문제점, 개선사항을 도출한다. 또한 건설 생산성에 영향을 주는 주요 요인들을 프로젝트 관점, 작업 관점, 관리적 관점으로 분류하여 영향요인 후보군을 도출한다. 또한 최근 정보기술의 건설프로젝트에 적용방안을 토대로 건설 생산성 데이터 및 영향요인을 수집 방법론을 구축하고 생산성 정보의 가공을 통한 생산성 분석의 활용 방안을 제시하고자 한다.

2. 생산성 데이터와 생산성 영향요인

2.1 건설 생산성 데이터의 정의 및 필요성

생산성은 일반적으로 생산 활동에 투입되는 자원(input)과 산출물(output)의 비로써 정의되며 본 연구에서는 공동주택 구체공사를 시공하는 12개의 종합건설업체 및 전문건설업체의 관리자들을 대상으로 인터뷰를 실시한 결과 다음 그림 1과 같이 공사 관리에 필요한 건설 생산성의 개념을 정의하였다.

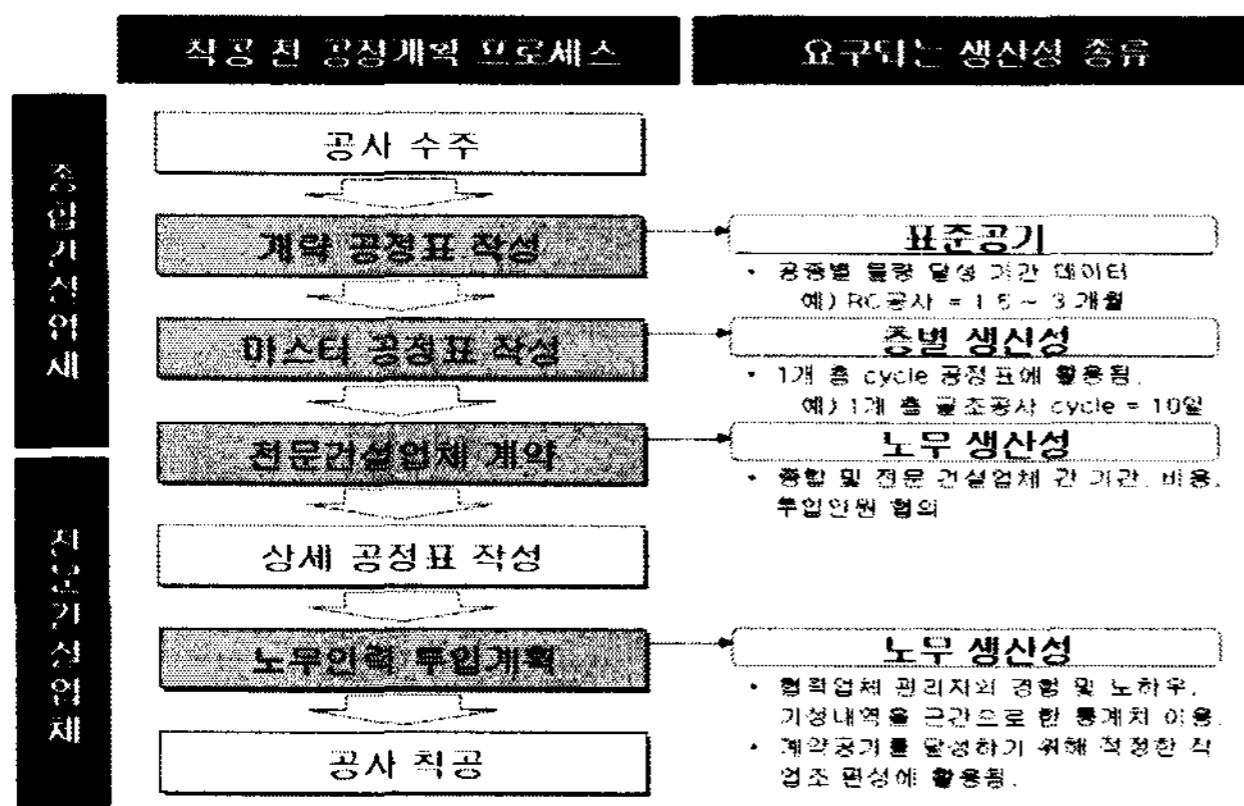


그림 1. 공사관리 프로세스 및 생산성의 종류

그림 1을 토대로 종합건설업체에서 필요로 하는 생산성 데이터는 총 공사 물량을 수행하는 데 필요한 전체적인 공사기간 산출, 각 층별 소요되는 공기 산출, 전문건설업체와 계약시 요구되는 기간 및 비용 산출 등에 활용되는 것으로 나타났다. 또한 전문건설업체의 경우에는 종합건설업체와 계약시 제시되는 기간 및 비용 산출, 상세 공정표 작성시의 작업조 구성 및 투입 시기 등에 활용하는 것으로 나타났다. 이와 같이 종합건설업체 및 전문건설업체에서 필요로 하는 생산성 데이터의 활용 목적은 다소 차이가 있으나 단위작업을 중심으로 발생하는 노무자의 인당 생산성이 기반이 됨을 파악할 수 있다. 즉, 인당 생산성을 취합하여 층별 생산성을 설정하고, 층별 생산성을 취합하여 시설물의 생산성을 설정할 수 있어 총 공사기간을 산정할 수 있게 된다. 여기서, 인당 생산성이란 노무자 1인이 1시간 작업(Man·Hour)하는데 수행될 수 있는 물량 또는 1단위 물량 당 소요되는 노무자 1인의 작업시간으로 규정할 수 있다. 따라서 본 연구에서 의미하는 건설 생산성 데이터란 단위작업을 기반으로 투입된 노무자의 작업시간 대비 진행된 실적물량

을 의미하며 단위로는 인당 생산성을 사용하였다.

그러나, 현재 공동주택 공사에 있어 공사 관리에 활용되는 대부분의 생산성 데이터들은 현장관리자의 경험 및 직관에 의존한 주관적 수치를 반영하고 있어 정보의 정확성 및 객관성, 신뢰성 부분에 있어 많은 문제점이 있는 것으로 분석되었으며 이로 인해 합리적인 성과분석이 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 생산성 데이터의 신뢰성을 높일 수 있도록 생산성 데이터와 관련 영향요인을 체계적으로 축적한 후 다차원적인 생산성 데이터 분석이 이루어질 수 있도록 하는 방법론이 필요할 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 작업조 중심의 단위작업 체계를 설정하고 단위작업에서 발생된 데이터와 다양한 영향요인을 PDA 및 RFID, 웹기반 PC를 통해 수집하고자 하며 이를 통해 데이터 저장 및 가공을 통한 활용 방안을 제시하고자 한다.

2.2 건설 생산성 영향요인

건설 생산성 영향요인은 생산성 데이터에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 인자들로서 기후조건, 날씨조건, 작업환경, 작업조 구성, 시설물의 특성 등 무수히 존재한다. 본 연구의 목적은 공동주택 구체공사를 대상으로 생산성 데이터와 영향요인을 정의하고 생산성 데이터 수집 방법론 및 활용 방안을 제안하는데 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존의 여러 생산성 영향요인의 문헌 및 연구사례, 현장 조사를 토대로 공동주택 구체공사의 생산성 데이터 수집에 적절히 활용될 수 있는 객관적이며 실증적인 생산성 영향요인을 도출하고자 하였다. 먼저 문헌 및 연구사례를 통해 건설 생산성에 영향을 미치는 요인의 후보군을 도출하였고 현장조사를 토대로 도출된 후보군을 다음과 같이 크게 프로젝트 관점, 작업 관점, 관리적 관점으로 구분하였으며 각 관점별 세부 영향요인 항목을 나열하면 다음 표 1과 같다.

- 프로젝트 관점의 생산성 영향요인 : 해당 프로젝트의 특성이 반영된 영향요인들로 공기 초기단계에 설정함으로써 수집 가능한 객관적이고 정량화된 영향요인
- 작업 관점의 생산성 영향요인 : 단위작업의 특성이 고려된 영향요인들로 해당 작업의 진행되기 직전에 설정함으로써 수집 가능한 객관적이고 정량화된 영향요인
- 관리적 관점의 생산성 영향요인 : 공사 수행 도중 생산성에 직·간접적으로 영향을 주는 정성적 요인으로써 주어진 상황에 따라 관리자의 판단에 의해 평가되는 항목

문헌분석을 통해 도출한 3가지 관점에 대한 생산성 영향요인의 세부항목을 바탕으로 현장 관리자 설문 조사와 인터뷰를 통해 표 1과 같은 건설 생산성 영향요인 후보군을 최종결정 하였다.

2.3 국내·외 정보기술 도구 기술동향 분석

최철호(2004)는 RFID 시스템을 바코드 시스템과 비교·분석하고 두 시스템간의 특성을 토대로 장단점을 파악하였으며 RFID 시스템을 적용한 출역 인원관리, 노무·안전관리, 레미콘 물류관리 시스템을 제시하였다. 또한 RFID 기

표 1. 공동주택 구체공사의 건설 생산성 영향요인

영향요인(대분류)		영향요인(중분류)	영향요인(소분류)
프로젝트 관점의 영향요인	전체 프로젝트 측면	공사기간	골조공사 기간
		계절	장마, 동절기
		주변환경	접근로, 도심여부, 지형형태
		지역	권역별 분류
	단위작업 측면	현장관리자 수	연면적÷현장관리자 수
		평형	Raw data(30평형, 40평형, ...)
		층고	층고(1층, 기준층, 지붕층 ...)
		층수	Raw data(1층, 2층, 3층, ...)
		동별세대수	Raw data(2세대, 3세대, ...)
		구조형태	일자형, Y자형, Y자형 등(그림으로 표현)
작업 관점의 영향요인	작업조 구성	기공, 조공 조합별	
	장비용량	타워크레인 용량, 펌프카 용량	
	자재종류	철근 종류, 거푸집 종류, 콘크리트 강도	
관리적 관점 영향요인	안전제해	사망/중상/경상제해	
	초과작업	초과작업시간	
	작업지연	파업발생, 민원발생, 하도급부도	
	실제변경	실제변경발생유무	
	제작업	시정조치요구서, 부적합보고서 발생	

술을 철골 구조물의 4D-CAD 사례에 접목시켜 진도관리 측면에서의 성과 분석 모델을 제시하였다. 오세욱(2004)은 공동주택 구체공사를 대상으로 출역시간, 단위작업에서 발생된 노무자의 작업시간, 실적물량 등을 PDA 및 바코드 기술을 적용하여 수집하고 이를 가공하여 노무, 생산성, 공정관리를 지원할 수 있는 시스템을 제시하였다. Navon(2002)은 구체 공사를 대상으로 노무자의 안전모에 RFID 태그를 부착하여 GPS시스템을 통해 노무자의 위치 정보를 파악하였다. 파악된 노무자의 위치정보는 작업 진행 시간과 함께 노무관리에 활용하고자 하였으며 이를 바탕으로 향후 공사에 노무 생산성 관리에 반영하고자 하였다. 미국에서 개발된 mJobTime은 현장관리자가 휴대용 PC를 이용하여 장비, 노무, 협력업체의 작업정보 등을 무선랜 방식으로 실시간 서버에 전송 및 가공하여 노무비용, 장비비용 산정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 영국의 Calibre2000은 현장관리자가 휴대용 컴퓨터 및 디지털 카메라로 단위작업에 대한 노무자의 작업정보를 수집하여 노무자의 성과 측정 결과를 확인하고 관리자간 브레인스토밍을 실시하여 잔여 공사 관리에 반영하고자 하였다. 이와 같이 건설 프로젝트에 접목한 정보기술 도구의 사례를 요약하면 다음 표 2와 같다.

이와 같이 건설 프로젝트에 정보기술 도구의 접목 방안을 살펴본 결과, 옥외에서 발생하는 정보를 수집하기 위해서는 대부분 휴대가 간편하고 정보를 쉽게 수집할 수 있어야 하며 정보의 전송이 가능한 도구를 활용하고 있다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서도 단위작업 기반에서 발생하는 노무자의 작업정보 및 실적물량, 이와 관련된 생산성 영향요인을 수집하기 위한 도구로 PDA, RFID 카드 및 리더기를 활용한 수집 방법론을 구축하고자 한다.

2.4 생산성데이터 수집 단위의 분류체계 제안

공동주택 구체공사의 생산성 데이터를 수집 및 축적하기 위해서는 단위작업 분류체계(Work Breakdown Structure,

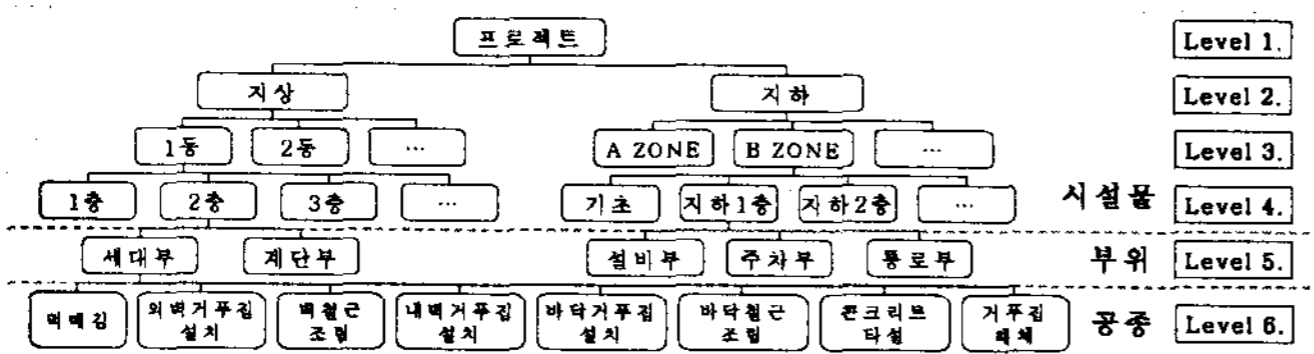
표 2. 건설 프로젝트에 접목한 정보기술 도구의 사례 현황

제목	출처	정보수집	수집 도구	관리 요소
건설분야에서의 RFID 시스템 활용 사례 및 발전 방향	최천호 (2004)	출역정보, 물류관리 정보, 노무자 안전 정보	RFID 리더기 및 태그, 무선 정보 시스템	출역관리, 노무 안전관리, 레미콘관리, 진도관리
PDA 및 바코드 기술을 이용한 건설노무정보 수집 및 활용	오세욱 외 3인 (2004)	출역정보, 노무자의 작업 시간 정보, 실적 물량 정보	PDA 및 바코드, 무선 정보 시스템, 웹	노무관리, 생산성관리, 공정관리
Monitoring labor input: automated-data-collection model and enabling technologies	Navon 외 1인 (2002)	노무자 작업 정보 및 위치 정보	RFID 리더기 및 태그, GPS	노무관리, 생산성관리, 공정관리
mJobTime 2005	미국 (2005)	노무자의 작업시간 정보 및 실적물량 정보	PDA 및 무선랜	노무관리, 원가관리, 공정관리
Calibre2000	BRE (2000)	노무자의 작업시간 및 실적물량 정보 모니터링	휴대용 컴퓨터, 디지털 카메라, 무선랜	노무관리, 생산성관리

이하, WBS를 구성하여야 한다. 본 연구에서의 WBS 구성 기준은 다음과 같다.

- 생산성 관리 및 예측 시스템 구축의 효율성 확보: 시스템 구조와 유사성, 데이터 흐름 및 분석의 효율성
- 현장 데이터 수집의 용이성 향상: 현장 체계와의 유사성과 데이터 수집의 용이성
- 시스템의 범용성: 다양한 현장의 특성을 반영할 수 있는 범용성 있는 시스템 구성을 위한 유연한 WBS 구조 위의 선정 기준들을 더불어 본 연구의 주요 목표인 생산성 데이터 관리의 효율성에 근거한 두 가지의 연구가설을 동시에 고려하였는데, 이는 다음과 같다.
- 가설 1. WBS의 최하위 레벨에 존재하는 동일한 작업을 수행하는 독립적인 작업조가 존재한다.
- 가설 2. WBS의 최하위 레벨에 존재하는 작업에서 수집되는 생산성 데이터의 단위와 실적물량의 단위는 같다.

즉, 본 연구의 주요 관점인 생산성 데이터는 작업조의 노동시간에 따른 물량을 확인하는 것, 다시 말해 주어진 물량을 달성하는 데 필요한 인적 자원 투입량 (M·H)을 확인하는데 있으므로, 본 연구의 WBS는 작업 정보 수집을 위한 작업 범위를 기반으로 하여야 하며, 이를 위해서는 현장 여건 반영이 필수적이라고 할 것이다. 따라서, 현장에서 실제로 운영되고 있는 작업조의 구성과 WBS에서 제시되는 최하위 레벨의 단위작업과의 유사성이 절실하게 요구된다. 이를 위하여 12개의 현장을 방문하여 각각의 현장에서 사용되고 있는 WBS에 대한 분석을 수행하였으며, 그 결과 조사된 대부분의 현장에서는 작업관리의 목적으로 시설물을 분할하고 시설물의 최하위 단위를 중심으로 작업조를 연계하고 있는 것이 일반적인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 작업조를 중심으로 한 시설물→부위→공종 중심의 단위작업으로의 접근방법을 선택하였고 현장 조사결과를 기반으로 8개의 최하 단위작업(벽매김, 외벽거푸집 설치 등)을 기본으로 설정하여 그림 2와 같은 형식의 단위작업분류체계를 구축하였다.



프로젝트	지상/지하 구분	동 구분	층 구분	부위	작업 구분
LVL 1	LVL 2	LVL 3	LVL 4	LVL 5	LVL 6
프로젝트	지상	1동	1층	세대부	벽배경
		2동	2층	계단부	외벽거푸집 설치
프로젝트	지하	부대시설	3층	계단부	벽철근 조립
		1구역	기초부	설비부	내벽거푸집 설치
프로젝트	지하	2구역	지하1층	주차부	바닥거푸집 설치
			지하2층	통로부	바닥철근 조립
					콘크리트 타설
					거푸집 해체
					공중

그림 2. 단위작업분류 체계

3. 정보 수집 방법론 구축

3.1 건설 생산성 정보 수집을 위한 정보기술도구 선정

건설 생산성 정보는 단위작업을 중심으로 발생하는 노무자의 작업정보(작업시간, 실적물량)를 수집함으로써 산정할 수 있으며 생산성 영향요인 중 관리적 관점의 영향요인들은 작업 진행 상태에 따라 개별로 수집되는 정보이기 때문에 해당 단위작업장에서 정보를 수집하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 이동성 및 정보수집의 신뢰성을 고려하여 PDA 및 RFID를 수집 도구로 선정하였다. PDA는 휴대가 간편하고 손으로 작업한 정보를 입력하거나 컴퓨터 또는 서버와 정보 전송이 무선 상으로 송출될 수 있는 소형 컴퓨터를 의미하며 RFID는 마이크로 칩을 내장한 태그, 라벨, 카드 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 리더기와 송수신하는 기능을 발휘하는 자동 인식 분야의 신기술을 의미한다. 이는 기존 바코드의 사용상 단점을 제거하고 사용의 편리성, 생산 방식의 변화, 산업 기술의 진보에 따라 활용 범위가 비약적으로 증가되고 있는 차세대 핵심기술로 정의할 수 있다.

3.2 건설 생산성 정보 수집 방법론

건설 생산성 데이터와 영향요인 정보를 수집 및 관리하기 위한 구체적인 방법론은 그림 3과 같다.

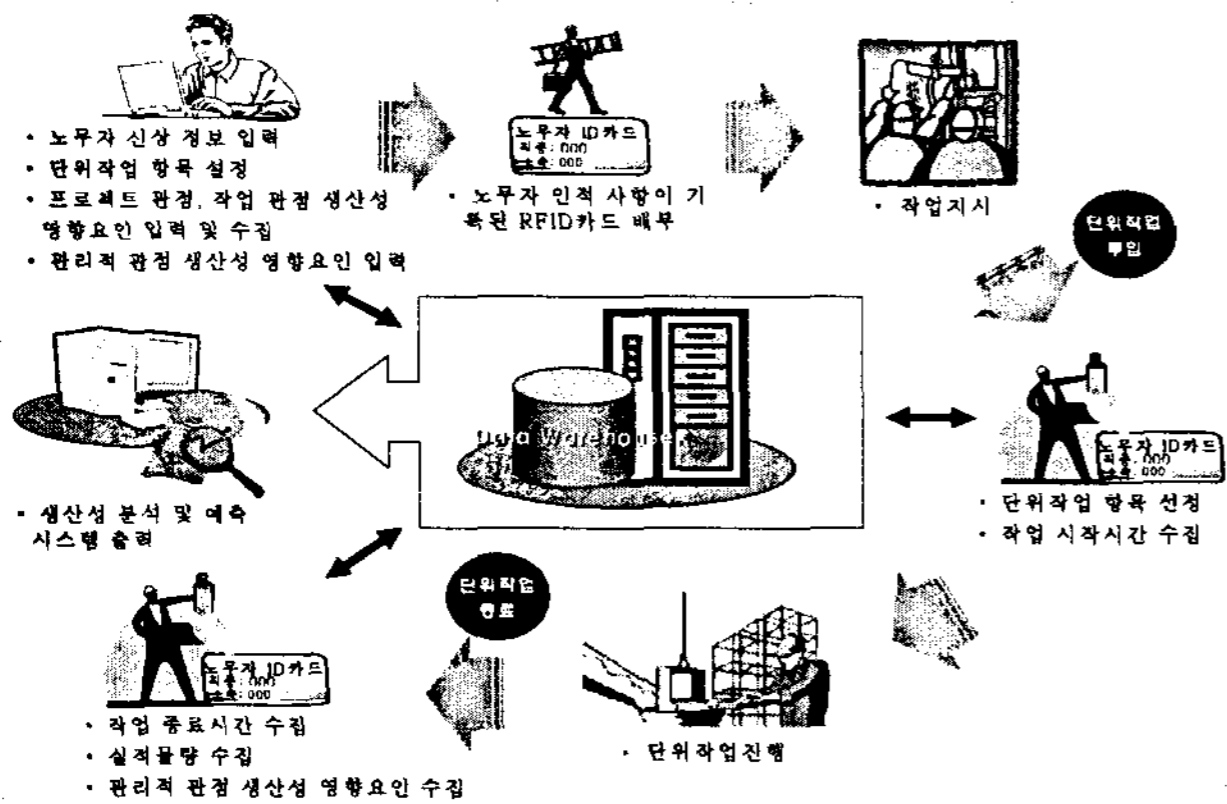


그림 3. 정보 수집 방법론

그림 3과 같이 현장 관리자는 노무자의 신상정보를 PC에 입력하고 노무자에게 RFID 카드를 배부하게 되며 단위작업 항목의 설정과 함께 현장 개설시 수집되는 영향요인 정보를 입력한다. 현장 개설시 수집 가능한 영향요인 정보를 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 현장 개설 시의 수집 정보

수집 정보	수집방법	예시	
노무자 신상정보	Web(1회)	성명, 소속, 직종, 기조공 여부 등	
단위작업 정보	Web(1회)	작업조 중심의 작업분류체계	
전체 프로젝트 측면	공사기간	Web(1회) 10개월	
	주변 환경	접근로	Web(1회) 1차로/2차로 이상
		도심여부	Web(1회) 도심지/비도심지
		지형형태	Web(1회) 평지/완경사지/급경사지
	지역	Web(1회) 수도권/강원도/경상도	
	현장 관리자 수	연면적	Web(1회) 30,000
현장관리자수		Web(1회) 20	
연면적/ 현장 관리자수		Web(1회) 1,500	
단위 작업 측면	평형	Web(1회) 30평형, 40평형	
	층구분	Web(1회) 1층/기준층/지붕층	
	층수	Web(1회) 1층/2층/3층...	
	동별 세대수	Web(1회) 2세대/3세대/4세대...	
구조형태	Web(1회) -자형/7자형 ...		

이후 공사가 진행되면 노무자는 배부된 RFID 카드를 소지하고 현장에 출근하게 되고 작업지시와 함께 해당 단위작업에 투입된다. 이때 현장관리자는 해당 단위작업 항목 선정과 함께 노무자가 소지한 RFID 카드를 PDA에 부착된 리더기를 통하여 노무자의 작업시작 시간을 입력한다. 이후 노무자는 단위작업을 진행하게 되고 단위작업이 종료되는 시점에서 현장관리자는 노무자의 작업 종료시간과 함께 그날의 실적 물량 데이터를 수집한다. 또한 현장 관리자는 실적 물량 수집 시 해당 단위작업에 있어 관리적 관점의 생산성 영향요인의 발생 여부에 대한 정보를 입력할 수 있다. 다음 표 4는 PDA 및 일별로 수집하는 영향요인들을 정리한 것이다.

표 4. 일일 단위작업별 수집 정보

수집 정보	수집방법	예시		
노무자 작업시간 정보	RFID(일일)	Man · Hour		
실적 물량 정보	RFID(일일)	각 공종별 일일 수행 물량을 %로 입력		
		계절	DB링크	봄/여름/가을/겨울
	날씨	DB링크	날씨/최고기온/최저기온	
	작업조 구성	기공	RFID(일일)	4
		조공	RFID(일일)	2
		조합	RFID(일일)	4+2 (자동생성)
장비용량	타워크레인	Web(일일)	12	
	펌프카	Web(일일)	40	
자재종류	철근	Web(일일)	D10@200	
	거푸집	Web(일일)	Gang form	
	콘크리트	Web(일일)	25-180-15	
관리적 관점 영향요인	안전제해	PDA(일일)	사망/중상/경상제해	
	초과작업	PDA(일일)	초과작업시간	
	작업지연	PDA(일일)	파업발생, 민원발생, 하도급 부도	
	설계변경	Web(일일)	설계변경발생유무→건수	
	제작업	Web(일일)	시정조치요구서, 부적합보고서 발생유무→건수	

이와 같이 각각의 시점 및 정보기술 도구에 의해 수집된 정보들은 서버에 있는 데이터베이스에 실시간 전송 및 축적된다.

표 5. 생산성 정보의 수집 예시

날짜	현장	작업	프로젝트별 영향요인											작업별 영향요인											관리적 영향요인															
			생산성(Q/M·Hr)				공사 기간	주변환경			지역		현장관리		공법		노동력		구조		계절		날씨		최저		최고		작업조건		장비		지체			안전	초과	작업	설계	제작
			Q	단위	M·Hr	Q/M·Hr		단위	근로율	도심	지형	면적	면적/면적	면적/면적	공법	층수	노동	구조	계절	날씨	최저	최고	작업	조건	장비	장비	장비	장비	장비	장비	장비	장비	장비	장비						
05.04.09	A	101동 9층 세대부 벽철근 조립	18	ton	35	0.51	ton/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	38평형	기준층	15층	4세대	일지형	불	맑음	12	18	4	2	4*2	12	-	D10*D13@200	-	-	x	x	x	x	x			
	A	102동 10층 세대부 콘크리트 타설	350	m3	44	7.95	m3/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	44평형	지붕층	10층	2세대	일지형	불	맑음	12	18	4	2	4*2	-	41	-	-	25-180-15	x	x	x	x	○			
	A	104동 6층 세대부 외벽거푸집 설치	310	m2	32	9.69	m2/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	36평형	기준층	20층	4세대	일지형	불	맑음	12	18	2	2	2*2	12	-	-	-	경물	-	x	x	x	x	x		
	A	109동 12층 세대부 비딴철근 조립	19	ton	28	0.68	ton/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	28평형	기준층	18층	6세대	기지형	불	맑음	12	18	2	4	2*4	18	-	D10*D13@200	-	-	x	x	x	x	x			
	B	3동 1층 세대부 내벽거푸집 설치	1450	m2	36	40.28	m2/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	27평형	1층	15층	4세대	기지형	불	맑음	11	16	4	0	4*0	18	-	-	-	유로폼	-	x	x	x	x	x	
	B	6동 3층 세대부 콘크리트 타설	295	m3	40	7.38	m3/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	38평형	기준층	18층	4세대	일지형	불	맑음	11	16	3	2	3*2	-	37	-	-	25-180-18	x	x	x	x	x		
	B	8동 2층 세대부 벽철근 조립	19	ton	42	0.45	ton/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	56평형	기준층	15층	3세대	Y지형	불	맑음	11	16	3	3	3*3	18	-	D10*D13@200	-	-	x	2	x	x	x		
	A	101동 9층 세대부 벽철근 조립	21	ton	24	0.88	ton/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	38평형	기준층	15층	4세대	일지형	불	맑음	12	18	4	0	4*0	12	-	D10*D13@200	-	-	x	x	x	x	x			
	A	104동 6층 세대부 벽철근 조립	21	ton	48	0.44	ton/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	36평형	기준층	20층	4세대	일지형	불	맑음	12	18	4	2	4*2	12	-	D10*D13@200	-	-	x	x	x	x	x			
	A	109동 12층 세대부 콘크리트 타설	341	m3	36	9.47	m3/M·Hr	20개월	대도2	○	광지	수도권	37200	39	953.85	28평형	기준층	18층	6세대	기지형	불	맑음	12	18	4	2	4*2	-	41	-	-	25-180-15	x	x	x	x	x			
05.04.10	B	3동 1층 세대부 외벽거푸집 설치	750	m2	30	25.00	m2/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	27평형	1층	15층	4세대	기지형	불	비	11	16	2	2	2*2	12	-	-	-	합판	-	x	x	x	x	x	
	B	5동 3층 세대부 외벽거푸집 설치	354	m2	36	9.83	m2/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	32평형	기준층	18층	6세대	기지형	불	비	11	16	4	0	4*0	18	-	-	-	경물	-	x	1	x	x	x	
	B	8동 2층 세대부 내벽거푸집 설치	1615	m2	42	38.45	m2/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	56평형	기준층	15층	3세대	Y지형	불	비	11	16	3	3	3*3	12	-	-	-	유로폼	-	x	x	x	x	x	
	B	9동 2층 세대부 콘크리트 타설	323	m3	36	8.97	m3/M·Hr	36개월	대도1	○	환경	시지	충청도	72000	55	1309.09	42평형	기준층	20층	4세대	일지형	불	비	11	16	2	4	2*4	-	37	-	-	25-180-18	x	x	x	x	x		

4. 생산성 정보의 축적 및 활용

본 연구에서 제시한 정보수집 방법론을 토대로 해당 현장의 단위작업 단위에서 발생하는 생산성 데이터 및 관련 영향요인들을 표 5와 같이 일별로 수집할 수 있다. 실례로 2005년 4월 10일 A현장에서는 4개의 단위작업이 진행되었으며 각각의 단위작업마다 진행된 실적물량과 투입된 노무자 작업시간의 합, 이로 인한 생산성 데이터, 단위작업에 영향을 준 관련 영향요인들이 연계되어 있는 것을 파악할 수 있다.

생산성 데이터는 다음과 같은 과정을 거쳐 관련 영향요인들과 함께 데이터웨어하우스 또는 데이터베이스 상에 축적될 수 있다. (그림 4 참조)

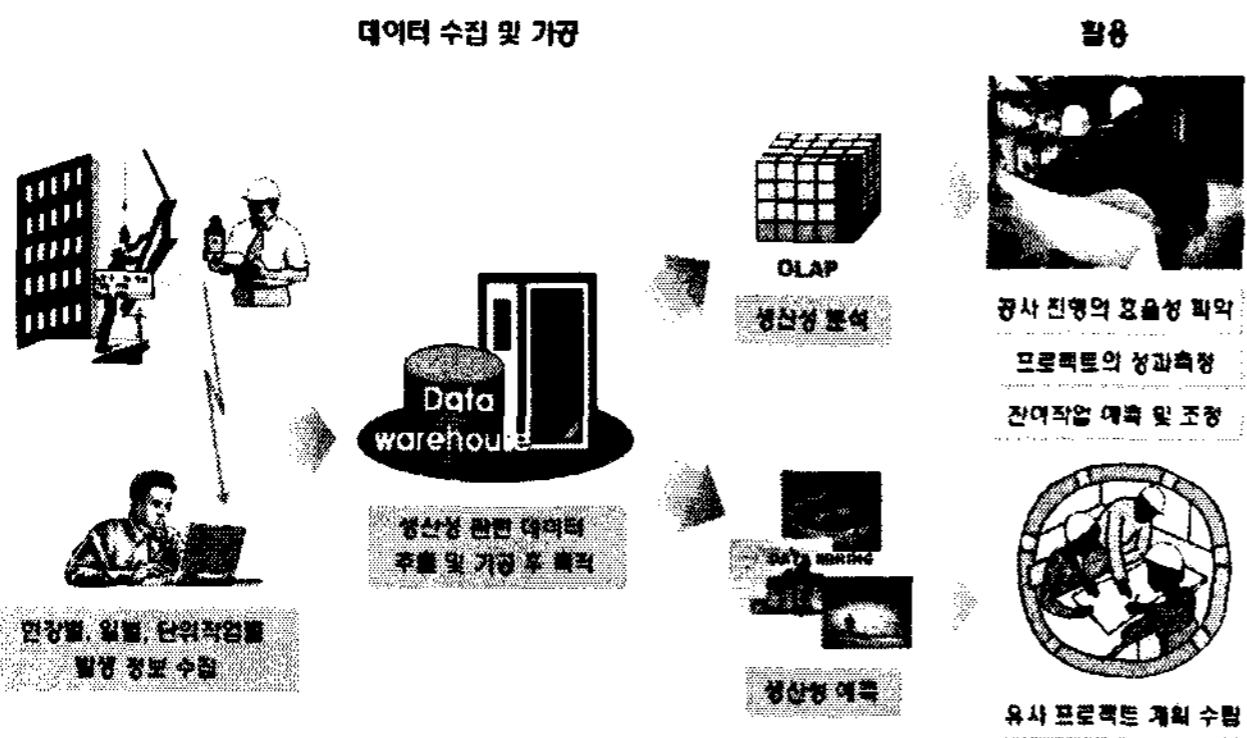


그림 4. 데이터 수집 및 가공을 통한 활용 방법론

이후 사용자는 OLAP기술을 적용하여 공사 진행 중 해당 현장에서의 다차원적 생산성 분석을 수행하여 자체 현장내에서 생산성 데이터와 영향요인간의 상관관계를 규명할 수 있다. 그림 5는 OLAP 방식의 다차원 분석 방법을 통해 사용자가 원하는 관점에서 다양한 형태의 생산성 영향요인들에 근거한 생산성 데이터 값을 표현하는 예시를 보여주고 있다. 이러한 방법을 통해 생산성 데이터와 선별된 생산성 영향요인간의 상관관계를 규명함으로써 공사 진행의 효율성 파악, 프로젝트의 성과측정, 최적의 작업조 구성 선정, 잔여 작업 예측 및 조정 등 다양한 공사관리 목적

의 결과 값으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 여러 현장에서 축적된 건설 생산성 값과 영향요인들은 회귀분석, 신경망 등과 같은 데이터마이닝 기법을 적용하여 유사 프로젝트의 공사계획 수립을 위한 유용한 자료로 활용될 수 있다.

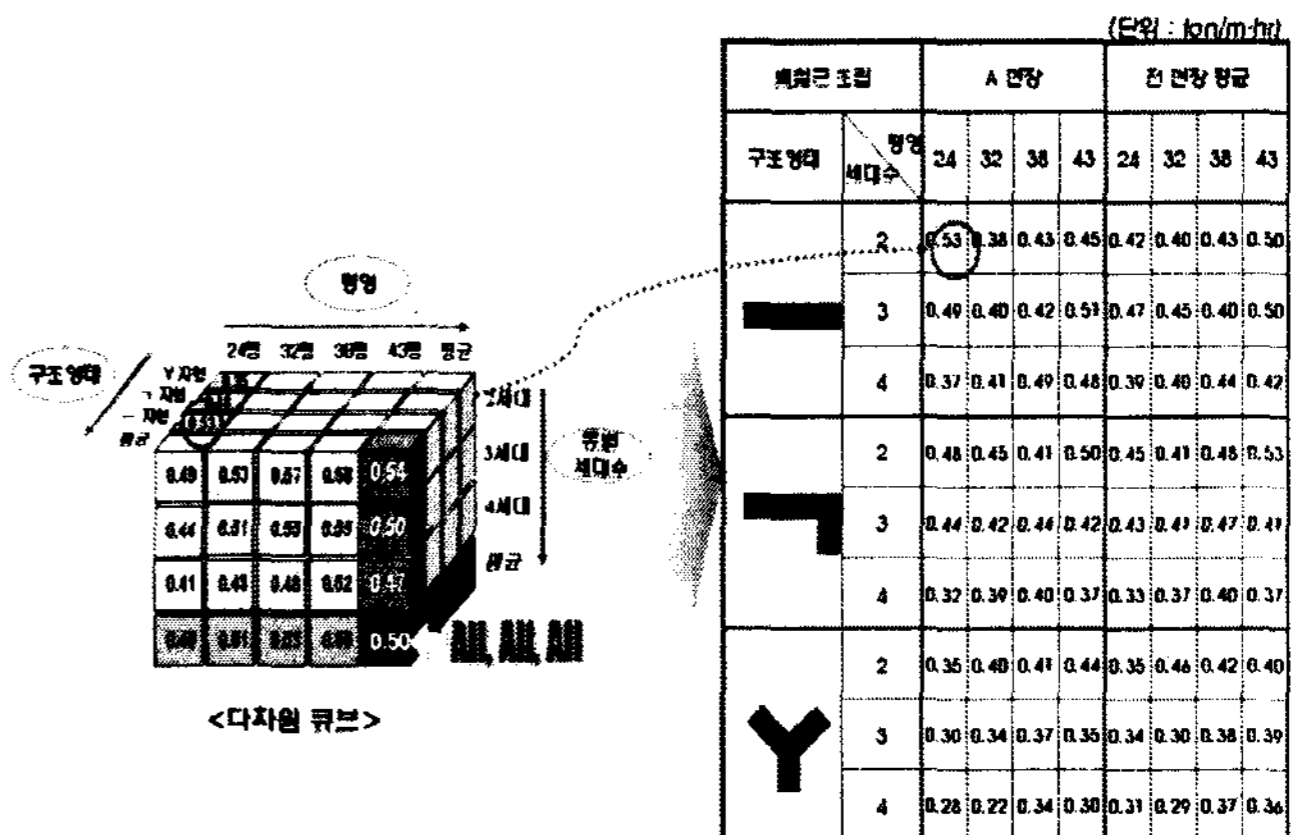


그림 5. 사용자 관점의 건설 생산성 분석 예

5. 결론

본 연구는 건설 생산성 관리를 통한 체계적인 공사관리 및 합리적인 공사계획 수립을 위해 건설 생산성 데이터와 영향요인들을 정의하고 PDA, RFID, 웹 기반 정보전송과 같은 정보기술 도구를 활용하여 수집하는 방법론, 정보의 축적을 통한 활용방안을 제시하였다.

본 연구를 통해 도출한 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 공동주택 구체공사를 진행 중에 있는 12개의 종합 건설업체 및 전문 건설업체 관리자들을 대상으로 공사관리에 있어 생산성 활용현황 및 문제점들을 도출한 결과, 현재 대부분의 현장에서는 현장관리자의 경험 및 직관에 의해 생산성을 관리하고 있었으며, 이로 인해 정보의 정확성 및 객관성, 신뢰성 부분에 많은 문제점이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 인당 생산성(Q/M·H, M·H/Q)의 체계적인 수집 및 활용을 통해 공사관리의 신뢰성을 높일 필요가 있

는 것으로 나타났다.

둘째, 건설 생산성 데이터에 직·간접적으로 영향을 미치는 인자들을 파악하기 위해 국내·외 연구동향을 분석하고 프로젝트 관점, 작업 관점, 관리적 관점으로 분류된 영향요인 항목을 토대로 현장조사를 실시함으로써 건설 생산성과 관련된 최종 영향요인 후보군 항목을 도출하였다. 그 결과 프로젝트 관점의 영향요인으로는 공사기간, 주변 환경, 평형, 동별 세대수, 구조형태 등의 요인이 포함되었고, 작업 관점의 영향요인으로는 작업조 구성, 장비용량, 자재종류가, 그리고 관리적 관점 영향요인으로는 안전재해, 재작업, 초과작업, 작업지연 발생 등의 요인이 포함되었다.

셋째, 생산성 데이터와 생산성 영향요인을 수집하기 위한 공동주택 구체공사의 단위작업 분류체계를 시설물/부위/공종의 위계에 의해 프로젝트-지상/지하-동/Zone-층-부위-공종의 6단계로 설정하였다.

넷째, 생산성 데이터 및 영향요인의 수집에 적합한 정보 기술 도구로서 휴대성 및 이동성, 정보입력의 용이성 등을 고려하여 PDA 및 RFID로 선정하였고, 이러한 정보기술 도구와 생산성 데이터 및 생산성 영향요인의 수집 시기를 고려한 정보수집방법론을 설정하였다.

다섯째, 정보 수집 방법론을 통해 수집되는 생산성 데이터와 생산성 영향요인들을 축적하는 방법과 활용할 수 있는 방법론을 OLAP 및 데이터마이닝 기술을 통해 제안하였다.

마지막으로, 본 연구에서 제시한 정보수집 방법론을 통해 수집·축적되는 신뢰성 높은 생산성 정보는 향후 생산성 정보의 분석시 활용되어 분석 결과에 대한 신뢰성을 높여줌으로써 진행중인 프로젝트의 생산성 분석이나 유사 프로젝트의 공사 계획시 유용한 정보로 활용될 수 있을 것으로 기대되며 이를 위해 현재 시스템 개발을 수행 중에 있다.

참고문헌

1. 김명호, "데이터 웨어하우스를 이용한 건설 생산성 관리 시스템의 개발", 인하대학교 석사학위논문, 2005.
2. 오세욱·김영석·이준복·김한수, "PDA 및 바코드 기술을 이용한 건설 노무정보의 수집 및 활용", 한국건설관리학회논문집, 제5권 제5호, p.65~75, 2004.
3. 최철호, "건설분야에서의 RFID 시스템 활용사례 및 발전방향", 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 제5회, p.145~152, 2004.
4. BRE, "Calibre 2000", CD Rom for Presentation, 2000.
5. Ronie Navon·Eytan Goldschmidt, "Monitoring Labor Inputs : Automated-data-collection Model and Enabling Technologies", Automation in Construction, Vol 12, p.185~199, 2002.
6. <http://www.olapforum.com>
7. <http://www.mJobTime.com>

Abstract

Activity-based productivity data can be used as an significant reference in many areas of project management such as performance evaluation and project planning. However, the existence of various factors influencing construction productivity makes it difficult to collect and analyze the productivity data. In the most of the domestic construction sites, there is no systematic method to collect and analyze the productivity data along with information on influencing factors; it is common to heavily rely on experience and intuition of field managers when dealing with construction productivity data. Therefore it is necessary to develop a management system for collecting and utilizing the productivity data as well as the factors influencing construction productivity. The main objective of this research is to define the construction productivity and its influencing factors at the activity level. In addition, methodologies on how to analyze the productivity data and to estimate productivity of future projects are proposed.

Keywords : PDA, RFID, productivity, factors influencing construction productivity, productivity analysis
