

TACT 공정관리 시스템 개발 및 적용 사례

Development and Application of TACT Management System

서 상 욱* · 김 재 호** · 김 선 국*** · 김 창 덕**** · 이 현 수*****

Suh, Sang-Wook · Kim, Jae-Ho · Kim, Sun-Kuk · Kim, Chang-Duk · Lee, Hyun-Soo

요 약

건설산업의 환경변화와 정보기술의 발달에 따라 건설사업 효율성 향상의 필요성이 커지고 있다. 그러나 건설사업의 효율성 제고를 위한 관리시스템의 필수요건이 되는 성과측정 도구는 여전히 부족한 실정이다. 한편, 공정관리의 경우, 공사수행 결과로 나타나는 시간, 비용, 진도율 등의 실적위주로 관리되고 있으며, 진행단계에서의 전체 작업간의 연속적 흐름에 대한 관리는 제대로 이루어지지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 건축공사의 계획단계에서부터 진행단계, 최종 평가에 이르는 프로세스의 시스템화를 시도하였고, 특히 택트 공정관리의 시스템화를 통하여 공사수행 과정 중의 마감공사 수행 정도를 측정할 수 있는 지표를 개발하고 이를 활용하는 방안을 제시하였다.

키워드 : TACT공정관리, 성과지표, S-SMART 시스템, 작업일보

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

정보기술의 발달과 건설 외적 환경의 기술적, 사회적 변화에 따라 건설업에도 변화의 요구가 일고 있으며 이를 위하여 현장의 인력, 작업, 정보 관리의 시스템화가 필요한 상황이고 이에 따라 다방면에서 많은 노력을 하고 있다.

그러나 건설업의 효율성 제고를 위한 시스템화의 시행여부를 관리하고 그 성과를 측정할 도구가 부족하여 그저 구호에 그치고 말았던 사례가 대부분이며, 그 원인은 현장의 성패가 결과위주의 공기준수, 손익계산 위주로 되다 보니 과정상의 문제점들의 측정 및 관리가 이루어지지 못했다는 것과 그것을 측정할 수 있는 여건과 인식도 미비한 건설업의 현실 때문이라 하겠다.

기존의 공정관리는 결과로 보여지는 시간, 비용, 진척율 등과 같은 실적을 위주로 관리하고 있으며 실제 작업을 진행하는 협력사는 후속작업을 고려하지 않고 자신의 작업만을 자신이 필요한 시기 내지는 편리한 시기에 진행함으로써 자신의 작업의 흐름만을 중시하여 전체 작업간의 흐름이 연속적으로 이루어지지 못하는 한계를 가지고 있어 작업의 흐름에 불필요한 여유시간이 존재하게 된다. 따라서 개별 작업은 연속적으로 되도록, 자원의 투입도 일정하게 되도록 계획되어지지만 타 작업과 연관될 경우 이공종간 불필요한 작업간 대기 시간이 발생하게 되고 이로 인한 공기 지연 및 공사비 상승을 초래할 가능성이 있었다.

이러한 불균형을 해소하고 협력사간 협업체계를 구축하기 위해서 시범현장에 다공구(多工區) 동기화(同期化)를 기본개념으로 각각의 공정의 사이클을 같은 시간으로 맞추어 선후행작업이 연속적으로 진행될 수 있도록 하는 TACT 공정관리를 적용하였으며 TACT 공정관리의 시스템화와 효율성 증대를 위해 자원의 활용도, 인력의 활용도, 작업의 대기율 등과 같은 독립변수를 측정할 수 있는 지표들을 개발하고, 이러한 TACT 공정관리의 건설 현장 적용시 효율성을 증진시킬 수 있는 전산시스템의 개발 및 활용이 필요하였다.

* 종신회원, 경원대학교 건축학과 교수, 공학박사
 ** 일반회원, 삼성물산 건설부문 건축기술팀 부장
 *** 종신회원, 경희대학교 토목건축공학부 교수, 공학박사
 **** 종신회원, 광운대학교 건축학부 교수, 공학박사
 ***** 종신회원, 서울대학교 건축학과 교수, 공학박사

그림 1은 TACT 공정표의 사례이다.

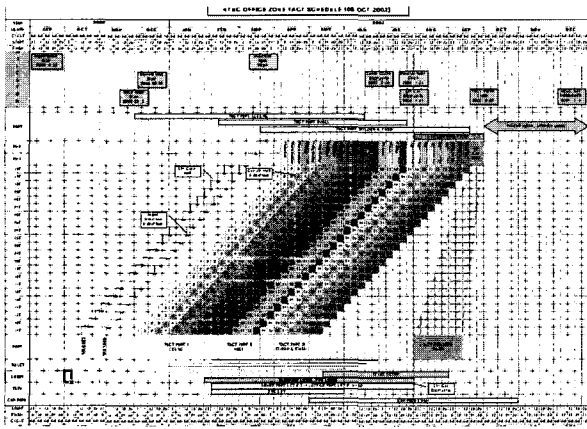


그림 1. TACT 공정표

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현장 작업정보 관리에 초점을 두었고, 가장 기본적인 작업정보인 일일작업사항과 작업진척도 외에도 기초 데이터를 분석하여 보여주는 공정관리에 필요한 새로운 관리 지표를 개발하여 공사관리에 활용하고 이러한 인원 및 작업 데이터를 실시간 공유할 수 있는 웹 기반 인텔리전트 작업일보 시스템(이하 S-SMART 시스템) 개발을 연구 범위로 하였다.

개발된 시스템의 현장 적용을 통하여 마감공종의 출역인원 분석 및 관리, 공정의 반복지수를 증대시키기 위한 실천사항을 제안하고자 하였다.

2. 정보관리의 필요성 및 사례

2.1 정보관리의 필요성

“최근의 정보기술과 통신기술의 발전은 정보의 형태와 관리 방법을 크게 바꾸어 놓았으며, 종이 매체에 기록된 텍스트 위주의 정보가 전자매체를 활용한 멀티미디어 정보로 급속히 변해가고 있으며, 시간과 장소의 제약을 넘어 엄청난 양의 정보를 쏟아놓고 있다. 이러한 정보관리의 문제는 정보의 부족이 아니라, 무분별하게 공급되는 정보더미 속에서 적절한 정보를 추출하고 체계적으로 관리하여 효율적으로 활용하는 것이냐는 것이다.”

건설업에서의 정보는 일정기간 존재하는 현장에서 생성된 정보가 일시적으로 관리 되다가 사라지는 특성을 가지고 있으며, 이러한 현장의 정보들이 점차 집중 관리됨으로써, 정보의 공유와 재활용이 더욱 가능해지며, 그 필요성 또한 증대되고 있다.

1) 박상문, “건설업체의 기술정보 관리 현황,” 건설연구정보센터 심포지움, 1998.6 의 내용을 수정/정리하였음.

2.2 사례분석

1) 작업일보 분석

기존 작업일보의 기능을 분석하고, 작업일보에서 발생하는 정보의 현황 및 흐름을 분석하기 위해 총 3개사 6개 현장에서 사용 중인 작업일보를 양식종류, 정보의 입력 주체, INPUT 정보, OUTPUT 정보로 구분하여 조사/분석 하였다.

① 조사대상

- 3개사 6개 현장 작업일보

② 조사방법

- 기존에 사용중인 작업일보를 수집/분석하고 현장실무자의 의견을 통하여 현재의 문제점 및 개선사항을 조사하고, 작업일보와 연계되고 있는 공사관리 시스템을 조사하였다.

표 1. 현장별 작업일보의 입/출력 정보 분석

구분	작업일보종류	입력주체	INPUT정보		OUTPUT정보		사용용도	비고	
			입력정보	입력방법	출력정보	출력방법			
A사	S 현장	업무일지 작업일보 출력일지	협력업체 작업반장	작업내용 (공일/명일) 인원투입현황 자재반입사항 공종별계획/ 실적대비(%)	양식지 워드/전산 프로그램	출역인원 액터비터널 공정물	공정계획표 진도율(%) 지속적인업 데이트 다른 공정프로그램에 입력	보고용 클레임근거 자료	프로젝트 공정물 판별용 입력체계 시스템 단순화
	H 현장	작업일지	협력업체 작업반장	작업내용 (공일/명일) 인원투입현황 특기사항	작업별 코드표/번 호에 의한 작업내용 입력	작업전체 현황비교	양식에의한 수치현황표	보고용 전체 /각종별 지 연정도 파악 투입현황계 확대비율투 입현황비교	작성양식 간소화필 요공종작 업코드표 확용 코드 번호 작업 내용입력
B사	S 현장	공사작업일보	현장담당기사	공종별 작업내용 인원/자재/ 장비투입현황 전일주요작업 (공정명, 시공량, 진행률)	업체별 양식에 의한 입력	공사진행현황 전일투입자원 주요작업의 공사진행률	시스템에정 보입력/출력	보고용	
C사	S 현장	공사작업일보	협력업체 작업반장	작업내용 (공일/명일)	업체별 양식에 의한 입력	공사지행현황 전일투입자원 주요작업의 공사진행률	시스템에정 보입력/출력	보고용	인력관리 별도의 시 스템사용
	D 현장	공사안전일지	현장담당기사	공종별 작업내용 인원/자재/장비 투입현황 전일주 요작업 (공정명, 시공량, 진행률)	업체별 양식에 의한 입력	공사진행현황 전일투입자원 주요작업의 공사진행률	시스템에정 보입력/출력	보고용	인력관리 별도의 시 스템사용
	N 현장	공사일지	현장담당기사	작업내용/정/실 공정물 인원/장 비투입현황 금일-누계현황 관리자 근무사항	노무자 정보시스 템 비크드 리더	출역인원에정 대비 실행공 정물 관리직 근무사항	양식에의한 수치현황표	보고용	인력관리 별도의 시 스템사용
		작업일보	협력업체 작업반장	작업내용 인원투 입현황위험 Point내책 작업 지시 품질안전관 리사항	업체별양 식에 의한 입력 현장 제출	금/명일작업 위험요소 피악	양식에의한 수치현황표	보고용	

③ 분석결과

- 현재 사용중인 작업일보 양식에서 공통적으로 작성되는 내용은 공종별 투입인원과, 금일/명 일 작업내용이고 부가적으로 주요작업에 투입되는 자재와 장비 현황에 대해 기술하고 있었다.

표 1과 같이 현장에서 활용되는 작업일보는 현장정보를 취합한 뒤 서류양식에 의해 작성되어 대관/대내 보고용으로, 공사정보 축적용으로 사용되고 있었다. 각 현장마다 공통적인 문제점은 이러한 공사정보를 축적하는데 별도의 관리 시스템을 사용하거나 단순한 전산프로그램을 활용하고 있어, 작업일보 상에서 발생하는 정보를 정확하게 수집하지 못하고 있었으며, 작성단계별/업체별로 각기 다른 작업일보 양식을 사용하고 있어 정보를 취합하는데 어려움이 있고, 정보의 재입력 문제점을 내포하고 있었다. 작업일보에 기록된 정보는 보고 보관용으로만 사용되고 있고, 공정관리나 출역인원을 관리하는 용도로는 사용되지 못하고 있었다.

표2는 작업일보의 문제점을 정리한 것이다.

표 2. 작업일보의 문제점 및 한계

문 제 점	한 계
기능의 한계	보고, 보관용으로만 사용 Output정보의 활용도 미흡
입력정보의 신뢰성저하	경험에 의한 작업실적 판단 및 수작업 기록
업체별 출역인원만 파악가능	작업별, 작업조별 투입인원 파악 및 개인별 데이터의 분석한계
정보관리의 표준화부재	현장별도의 자체 작업일보 프로그램 사용
수치에 의한 산출 및 보고	시각적인 작업현황 파악불가 상호 신속한 의사소통 불가
현장별 자체 작업일보 프로그램 사용	정보관리의 표준화 부재

2) 타 시스템 비교분석

최근의 연구흐름을 보면, 객체 지향형 데이터베이스를 이용하여 건설정보를 통합하는 방안에 대한 연구를 비롯하여, 현장관

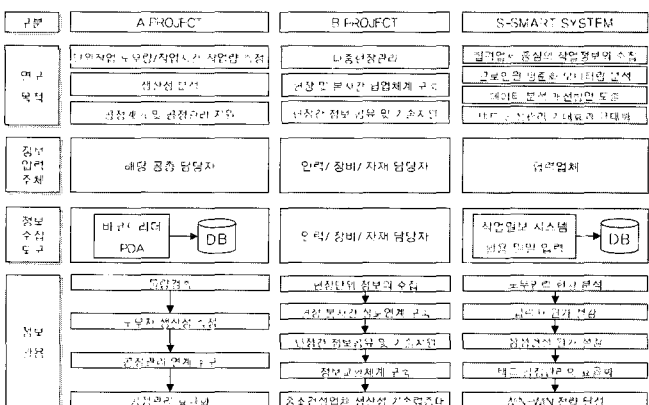


그림 2. 기타 시스템 비교분석

리 업무의 프로세스 모델을 구축하고, 이를 분석함으로써, 관리 업무의 효율성을 지향하고, 개선방향을 제시할 수 있는 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 건설공사 정보관리의 시스템화에 관련된 현 연구동향을 분석하고, 본 연구의 독창성 및 차별성을 구분하기 위해 타 연구기관에서 수행중인 타 시스템을 비교분석을 수행하였다. 그림 2는 본 연구과제가 수행한 S-SMART 시스템과 현재 진행중인 타 시스템을 비교, 분석한 그림이다.

A 시스템의 경우 단위작업에서 발생하는 작업정보를 통해 생산성을 분석하고, 공정계획 공정관리를 지원할 수 있는 시스템의 개발을 목적으로 하였다. 작업자의 작업실적을 실시간 수집하여 작업자의 생산성을 분석하는데 초점을 두고 있어, 본 연구의 근로 인력 평균화를 위한 노무인력 현황분석과는 다소 차이를 보였다.

B 시스템의 경우 현장 간, 현장과 본사간의 정보공유 시스템을 통하여 현장단위로 발생하는 정보를 수집하여 현장 간 정보 교환체계를 구축함으로써 현장 간 정보공유 및 기술지원을 목적으로 하였다. 현장에서 발생하는 단위 작업정보에 대한 관리보다는 수집된 현장단위 정보를 본사와 현장이 공유 하는데 초점을 두고 있어, 본 시스템에서 관리하고자 하는 작업자 개인의 작업정보를 관리하는 것과는 차이가 있었다.

3. 지표 개발

3.1 성과지표개발

1) 지표개발방법론

S-SMART 시스템에 반영된 성과지표는 "목표설정→관점설정→성공요인도출→지표도출"의 절차에 따라 개발하였다.

이 방법론은 프로젝트 수행에 있어서의 공동목표 설정과 그 목표 달성을 위해 프로젝트 참여주체 각각의 관점에서 성공요인을 도출하고 이를 정량적으로 평가함으로써, 모든 참여주체에 목표달성을 위한 동기부여와 성과평가를 가능하게 한다. 또한, 이렇게 도출된 성과지표는 각 참여주체 간의 의사소통을 위한 도구로 활용될 수 있다. 이러한 방법론의 개념적 도식은 다음 그림 3과 같다.

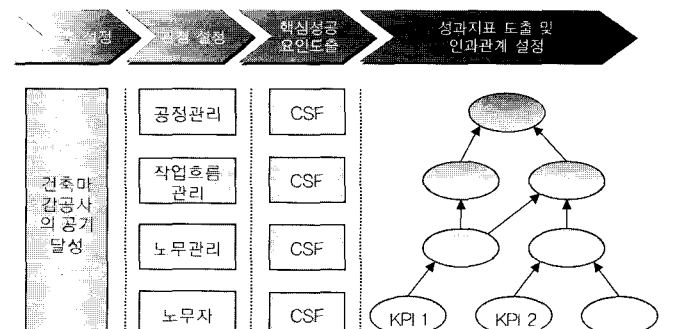


그림 3. 성과지표 개발방법론 개념적 도식

2) 목표설정

S-SMART시스템에서 활용할 성과지표의 개발 목표는 반복 공정으로 수행되는 건축마감공사의 공기달성을 위해 정량화하여 통제 가능한 요소를 도출하기 위한 것이다. 따라서, 택트공정 관리에 의한 건축마감공사의 '공기달성'을 목표로 설정하였다.

3) 관점설정

건축마감공사의 공기달성이라는 목표를 바라보는 관점을 설정한다. S-SMART시스템 개발에서는 프로젝트의 관점에서 '공정관리관점', '작업흐름관리관점', '노무관리관점', 그리고 '근로자관점'의 네 가지 관점을 설정하였다.

• 성공요인(CSF; Critical Success Factor) 도출

각 관점별로 목표달성을 위해 필요한 성공요인을 도출한다. 본 시스템의 개발에서는, 근로자관점에서는 '근로자충실도 유지', 노무관리 관점에서는 '노무평준화 달성', 작업흐름관리 관점에서는 '작업연속성 확보', 그리고 공정관리 관점에서는 '계획공기 달성'이라는 성공요인을 각각 설정하였다.

• 지표(KPI; Key Performance Indicator) 도출

각 성공요인을 정량적으로 측정할 수 있는 지표를 도출한다. 이러한 지표는 인과모형을 바탕으로 설정하였으며, 이 모형의 내용은 그림 4와 같다.

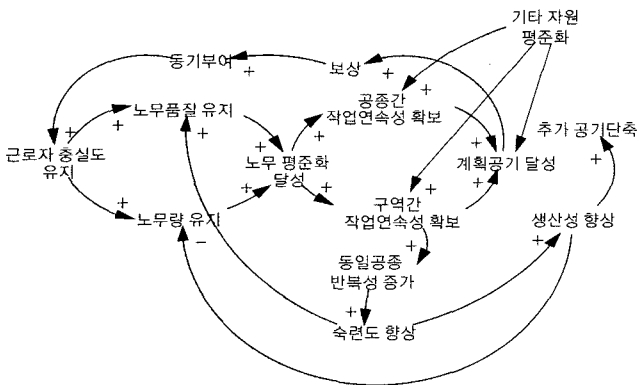


그림 4. 성과지표 도출을 위한 인과모형

4) 개념 및 가정

성과 지표 개발을 위한 개념과 이에 따른 가정들은 다음과 같다. 첫째, 계획공기만족은 택트공정표의 준수를 의미한다. 이는 기존의 공정관리 방법에 비해 보다 체계적인 성과지표 관리를 통해 택트공정표를 준수하고자 하는 것이다. 따라서, 택트관련 성과지표 관리의 기본목표는 택트계획공기만족이 되며, 마감공기 단축은 부가적인 효과가 된다. 이러한 공기단축은 택트공기 만족의 부가효과로서의 의미를 가진다.

둘째, 본 연구에서의 단위작업은 공종과 공간에 관한 정보의 조합에 의해 결정되는 하나의 택트단위작업을 의미한다. 택트공정관리와 관련하여 여러 공종은 다음과 같이 분류할 수 있다. 여

기서 대표택트공종은 시간적 또는 공간적으로 연속된 단위작업들의 집합을 의미하며, 보조택트공종은 시간적 또는 공간적으로 연속되지 않은 단위작업들의 집합을 의미한다. 본 연구에서의 작업연속성의 개념은 대표택트공종에 한하여 적용된다.

$$\begin{aligned} \text{(공종)} &= \text{(택트공종)} \cup \text{(비택트공종)}, \\ \text{(택트공종)} &= \text{(대표택트공종)} \cup \text{(보조택트공종)}, \\ \text{(대표택트공종)} &= \{\text{단위작업}_1, \dots, \text{단위작업}_n\} \end{aligned}$$

셋째, 전체 택트공종에 대해서 노무자원 이외의 다른 모든 자원의 적시적소 공급이 가능하다는 조건 하에, 즉 시공사의 관리역량이 이 조건을 만족시킬 수 있다는 전제하에, 대표택트공종의 단위작업간(공종간, 작업구역간) lag time은 "0"으로 가정한다.

넷째, 성과지표는 대표택트공종에 대해서 측정되고 관리되는 것으로 전제한다. 일반적으로 하나의 택트공종은 하나의 협력업체와 연결되며, 따라서 택트공종별 관리는 모든 택트공종관련 협력업체의 관리를 의미하게 된다. 하나의 택트공종을 두 개 이상의 협력업체에 나누어 발주한 경우는 향후 검토하도록 하였다.

다섯째, 작업자의 개인적 작업능력은 차이가 없는 것으로 가정한다. 또한, 작업 조 구성원간의 팀웍에 따른 작업능력 차이도 없는 것으로 가정한다.

이와 같은 과정을 통하여 논의된 평가 지표명과 의미 그리고 그 산정식을 정리하면 다음 표 3과 같다.

표 3. 평가지표 개발 예

관점	한글 지표명	의미	지표 산정식
공정 관리 관점	작업착수일차	계획상의 작업착수일과 실적 작업착수일 차	$AS_{TAij} - SS_{TAij} - NWD_i$
	공기달성률	관심기간 동안의 개별 택트공종의 실적작업물량과 계획작업물량의 비	$\frac{\sum AN_{Tij}}{\sum PN_{Tij}} \cdot 100$
	누적공기 달성률	개별 택트공종의 실적작업물량 누계치와 계획작업 누계치의 비	$\frac{\sum AN_{Tij}}{\sum PN_{Tij}} \cdot 100$
작업 흐름 관리 관점	공종간 대기일수	특정 작업공간에서의 전체 택트공종에 대해, 선행 택트공종과 후행 택트공종 사이에 발생한 작업대기일수	$\sum (AS_{TA_{i+1}} - AF_{TA_i}) - NWD_i$
	구역간 대기일수	특정 택트공종에 대해, 선행작업공간에서의작업종료와 후행작업공간에서의 작업착수사이에 발생한 작업대기일수	$\sum (AS_{TA_{i+1}} - AF_{TA_i}) - NWD_i$
노무 관리 관점	노무량 변동율	전일대비 출역노무량 변동치와 전일 출역노무량의 비	$\frac{ AM_{j,t} - AM_{j,t-1} }{AM_{j,t-1}}$
	인원 교체자수	전일대비 교체작업자수와 총출역자수의 비	$\frac{\sum CH_{j,t}}{\sum AM_{j,t}}$
	숙련공비	숙련공의 수와 총작업자 수의 비	$\frac{S}{N}$
근로자 관점	근로자 충실지수	특정작업자의 실제 작업일수와 해당기간 동안의 실제 작업 가능일의 비	$\frac{\sum AM_{j,t}}{(y-x+1) \cdot NWD_i} \cdot 1.25$

3.2 코드(Code)화

S-SMART 시스템은 사용 자에 의해 작업일보자료를 수집하기 위한 도구로서 기존의 로컬시스템의 한계를 극복하고 보다 효과적인 작업일보자료 수집을 위하여 인터넷을 기반으로 하는

시스템으로 개발되었다. 그림 5는 S-SMART 시스템이 인터넷을 기반으로 하는 웹 브라우저를 통하여 인텔리전트 작업일보를 입력할 수 있도록 건설정보 분류체계에 의한 작업부위를 코드화하여 작업부위 DB에 저장하는 과정을 나타내며, 그림 6은 텍스트 공정관리에 의한 마감작업에 사용되어지는 작업들도 코드화되어 작업정보 DB에 저장되는 것을 나타낸다.

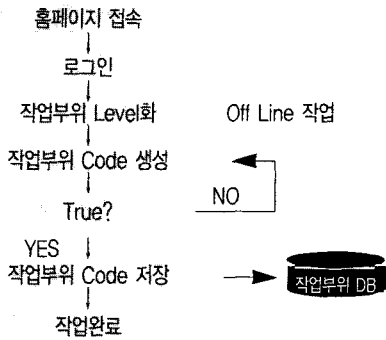


그림 5. 작업부위 코드 생성 흐름도

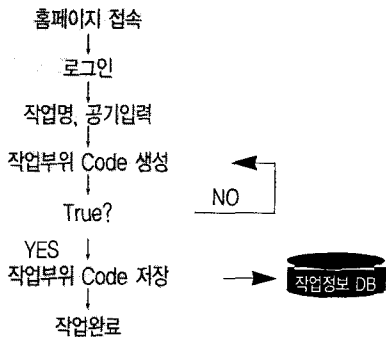


그림 6. 작업명 코드 생성 흐름도

4. 작업일보 시스템 개발

4.1 시스템 개요 및 개념

S-SMART 시스템은 공사수행에 따른 각 협력사의 작업일보를 웹 기반 시스템에 입력 하는 것으로 시작된다. 입력된 작업일보는 근로자이력관리시스템(Workers Information System: WIS)과 연계되어 통합 데이터베이스(Integrated DataBase: IDB)에 저장된다. 저장된 DB는 각 현장의 작업일보를 보고용, 보관용, 금일작업인원 파악용으로 이용되고, 작업인원정보를 가공, 재생산하여 공사진행의 양부를 판별할 수 있으며 달력형식으로 화면에 주요일정을 표시하여 주요 마일스톤을 관리하고, 온라인(On-Line) 현황판 형태의 실적위주의 공기관리 및 공사 진행 현황의 실시간 피드백에 의한 인력관리를 위한 정보의 형태로 제공하며, 그 개념도는 아래 그림 7과 같다



그림 7. S-SMART 시스템 개요도

S-SMART 시스템은 각 현장의 협력사 및 근로자의 정보를 WIS에 입력하고 WIS시스템 관리자에게 인증된 정보는 가공, 재생산되어 본 시스템과 연동하게 된다. WIS에서 가공, 재생산된 정보는 S-SMART 시스템에서 협력업체 작업실적 입력 및 확인과 시스템 관리자에 의한 작업정보 입력 및 작업진도 체크에 의해서 각 현장의 공사 진행의 양부를 판별할 수 있으며, 출력인원 분석기능, 생산성 분석 및 대내외 보고 기능을 가지고 있다.

4.2 시스템 요구사항 분석

S-SMART 시스템의 개발을 위해서 WIS, 작업일보 등의 기존 작업인원관리 시스템과 실무자들과 관련전문가를 대상으로 현장조사를 실시하여 시스템에 필요한 제반 요구사항과 시스템에 대한 요구사항을 표4와 같이 분석, 정리하였다.

표 4. 시스템 요구사항 분석

구분	요구사항
입력	· 작업현황의 작성은 개인별 작업조, 위치, 작업명으로 구분하여 입력 · 작업조, 위치, 작업명 등의 입력정보는 수정할 수 있어야 한다.
제약조건	· 작업위치, 작업명은 코드화하여 입력 · 작업종료와 재작업을 구분할 수 있어야 한다. · WIS와 연동할 수 있어야 한다. · 온라인 현황판 형태의 공정관리를 할 수 있어야 한다.
해법	· 인터넷을 통하여 출력 및 작업현황을 입력할 수 있어야 한다. · 출력 및 작업현황 입력 등에 관련한 업무에 대하여 질문과 답변을 할 수 있는 게시판이 필요하다. · 주요작업의 일정관리를 위한 도구로 이용할 수 있어야 한다.
출력	· 입력된 출력 및 작업현황은 수정 및 삭제가 가능하여야 한다. · 작업일보를 발주처 보고용으로 출력해야 한다. · 각종 작업과 인력에 대한 지표를 분석하여 결과를 회의 및 의사결정의 자료로 활용할 수 있어야 한다. (그래픽으로 화면에 출력)

4.3 시스템 개발

본 시스템은 크게 입력구조, 출력구조 및 응용구조로 나눌 수 있고, 입력구조 및 출력구조의 알고리즘을 각각 개발해야 한다. 그림 8은 본 연구의 최종목표인 S-SMART 시스템의 흐름을 나타내고 있다.

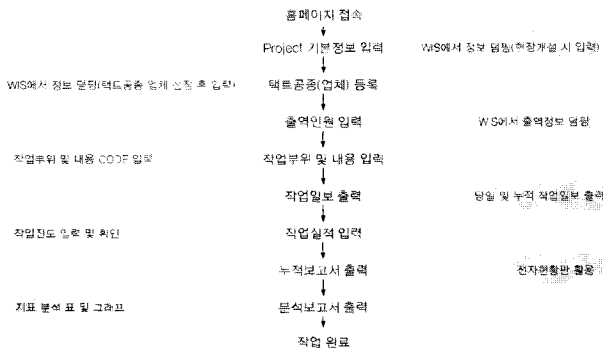


그림 8. S-SMART 시스템 MASTER FLOW

현장 개설 시 웹에 의해 프로젝트 기본정보를 입력한 후에 택트공중업체를 선정 후 WIS에서 택트공중(업체)을 등록하게 된다. 택트공중 업체는 작업 당일 WIS에서 출역 인원과 작업부위 및 내용을 입력을 통해 해당 DB에 축적된다. 이렇게 구축된 DB에 의해서 작업당일의 작업일부를 출력할 수 있으며, 해당 정보를 검색하여 작업프로세스 각 단계의 업무에 적용할 수 있도록 하였다.

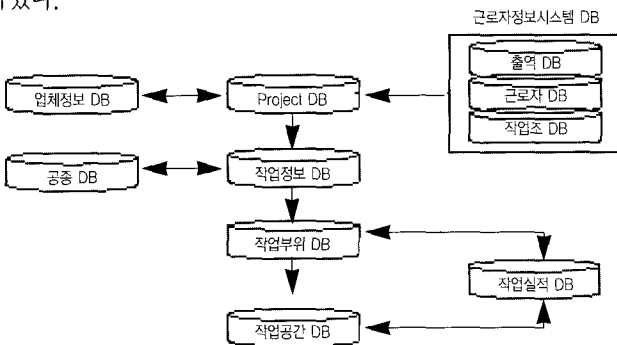


그림 9. 데이터 베이스 구성도

인텔리전트 작업일보 시스템 개발을 위한 데이터베이스의 개념적 모델은 각 항목별 데이터베이스의 필요관계에 의한 연관관계를 표기한 것을 의미한다. 전체적인 데이터베이스의 연관관계는 그림 9에서와 같이 PDB(Project DB)를 중심으로 작업정보, 작업부위, 작업공간 및 작업실적 DB의 하위단계로 내려가며 업체정보 DB 및 WIS DB로 연관되어있다. WIS DB 안에는 출역 DB, 근로자 DB 및 작업조 DB가 포함된다. 작업정보 DB는 공중 DB와 연계하고, 작업실적 DB는 작업부위, 작업공간 DB와 상호 연관관계로 이루어져 있다.

데이터베이스는 시스템의 운영을 위한 데이터를 통합하여 저장하였다가 필요 시 사용할 수 있도록 한 것으로, 컴퓨터를 중심으로 관련 데이터가 체계 적으로 저장되고, 통합적으로 관리되어야 한다. 데이터베이스에 저장된 값들은 실제 처리를 위해 물리적인 저장 장치에 저장되어야 하는데 시스템적 측면에서는 물리적으로 기술되고 사용자의 측면에서는 논리적으로 표현 될 수 있다. 인텔리전트 작업일보 자료들을 데이터베이스로 구축하기 위

해서는 데이터 구조를 결정하는데 필요한 개체들의 모형화와 자료의 물리적 형태에 대한 지정을 필요로 한다. 또한 데이터베이스는 현실 세계와 의미를 표현할 수 있는 개념적이고 논리적인 구조로 사용자에게 제시되어야 한다. 이를 위해 작업일보자료의 구성요소들을 명확히 하고 이들 항목 간 연관관계에 대하여 규정할 필요가 있다. 본 시스템에서 사용하고자 하는 자료는 공중, 작업부위 및 WIS에 의한 출역인원에 의한 작업정보이다. 이는 작업일보양식에 의하여 작성되어지며, 이를 가공 및 활용하기 위해서 그림 10과 같은 데이터베이스 구조 형식을 취하였다.

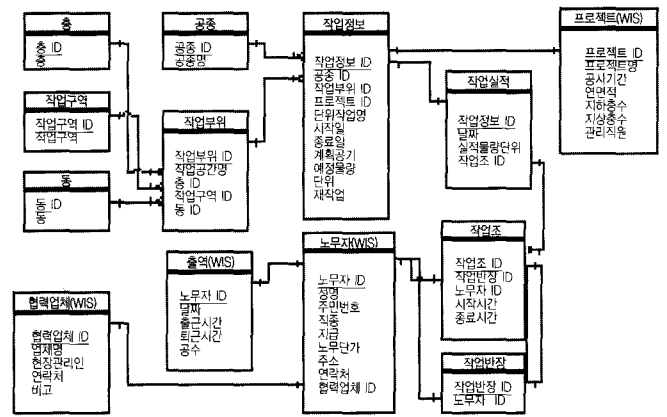


그림 10. 데이터 베이스 모델

위와 같은 과정을 통하여 시스템 개발을 완료하였으며, 그림 11은 S-SMART 시스템 홈페이지의 화면이다.

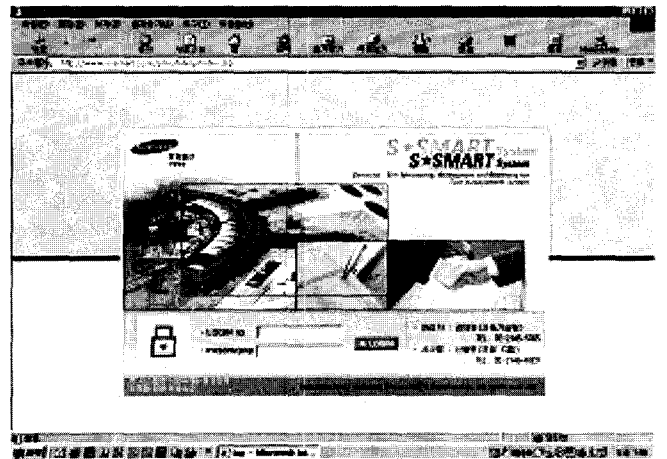


그림 11. S-SMART 시스템 홈페이지

4.4 시스템 구성

본 시스템은 협력사 모드와 종합건설사 모드로 나누어져 있으며 현장의 주요 사항을 공유하는 게시판과 일일작업사항 및 작업진도를 입력하는 보고기능, 일일작업사항 및 작업진도를 공유하는 공유기능, 지표를 통해 각종 정보를 조회하는 분석기능, 아 이디 발급 및 작업코드를 생성하는 시스템 관리 기능이 있다.

1) 게시판

S-SMART 시스템에 로그인 하면 볼 수 있는 화면으로서 현장의 주요 일정을 공유하고 요구사항을 전달, 상호 공유할 수 있는 도구로 활용된다. 공지시간을 설정하여 게시시간을 조절할 수 있고 과거 공지사항 조회가 가능하여 현장 히스토리 정리에 유용하게 사용되어 질 수 있다.

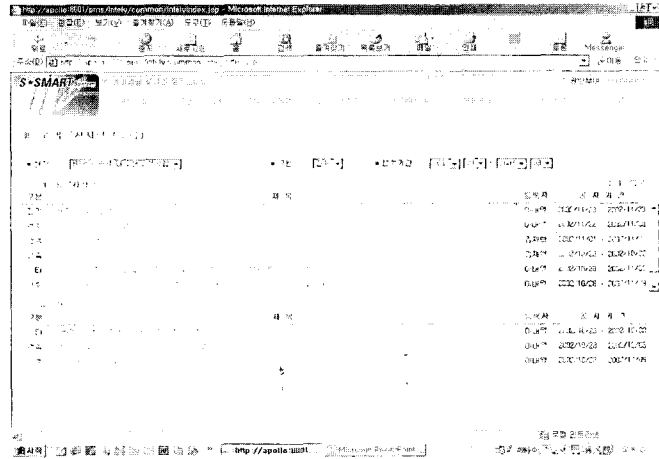


그림 12. S-SMART 시스템 게시판

2) 입력기능

모든 사항을 코드화 하여 타이핑 없이 마우스의 클릭으로 일일작업사항 및 작업진도보고를 할 수 있도록 하여 용어의 통일을 기해 데이터로 정리될 수 있도록 하였다.

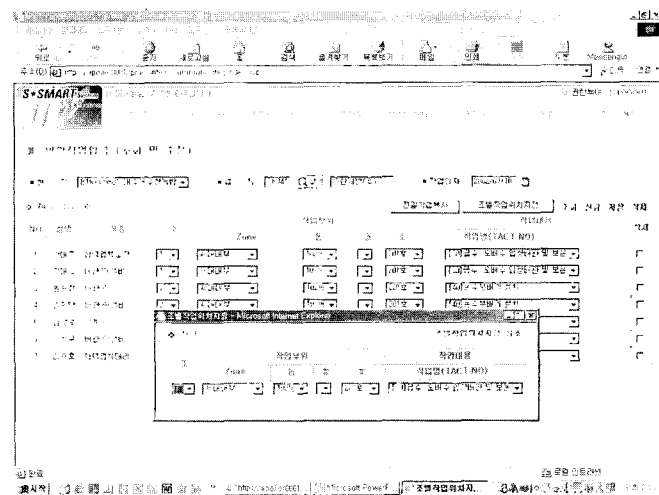


그림 13. 코드화된 일일작업입력

3) 조회 및 공유기능

작업이 완료된 부분과 재작업인 부분, 문제가 있는 부분이 각각 다른 색상으로 표시되게 되어 선후행 작업의 진행사항을 한눈에 알아볼 수 있게 하였으며 코드화된 정보를 시스템이 분석하여 다양한 지표를 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다.

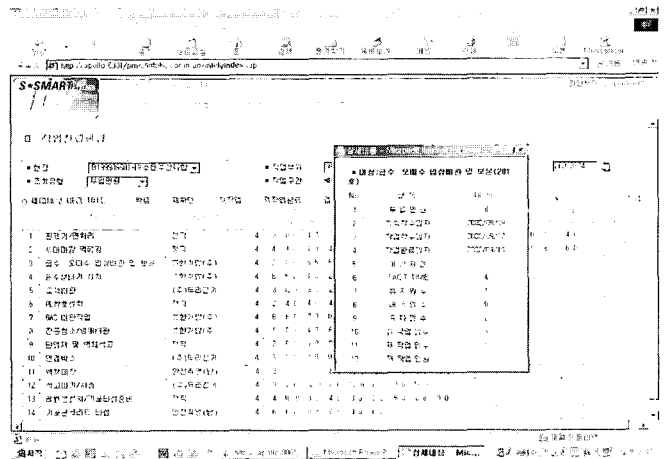


그림 14. 작업진도 및 각종 지표 조회

4) 코드 생성 및 시스템 구성

현장에서 원하는 수준만큼 관리할 수 있도록 자율적으로 시스템을 구성할 수 있도록 하였으며 협력사와의 협의를 통해 정해진 작업구역, 작업위치, 작업명 코드를 생성하고 테이블을 원하는 대로 구성하는 기능이 있다.

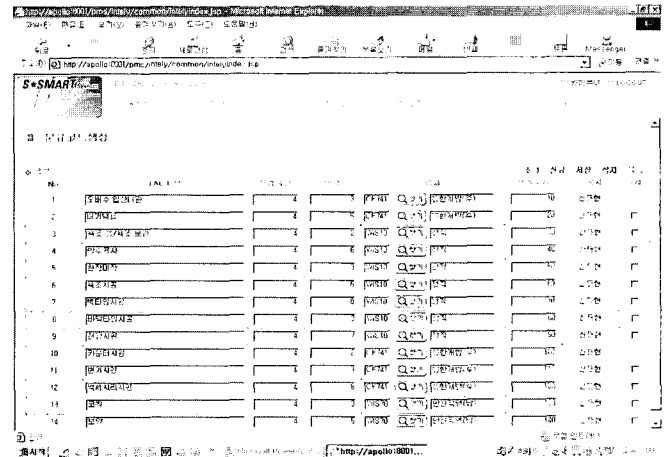


그림 15. 작업코드 생성 화면

5. 현장 적용

5.1 시스템 적용

1) 현장 개요

사래 현장에서는 협력사와의 협의를 통하여 시스템에 적용할 텍스트공정표를 작성하였다. 또한 개발된 S-SMART 시스템을 협력사에 소개하고, 협력사의 의견을 반영하여 사래현장에 적용하였으며, 텍스트공정표와 S-SMART 시스템을 연계하여 현장인력투입현황 및 작업진도율을 측정하였다.

시스템 적용 사래현장은 주상복합 현장으로서 현장 개요는 표 5와 같다.

표 5. 시스템 적용 현장 개요

항 목	내 용
시 공 자	삼성물산㈜ 건설부문, 보성건설 (공동이행방식)
발주형태	TK프로젝트
공사관리	마감 택트공정관리 시행
연 면 적	41,111㎡ (12,436 평)
층 수	지하4층, 지상16층 3개동, 지상최대높이 48.37m
구 조	철근콘크리트 벽식구조(아파트), 라멘 구조(업무시설 등)
주 용 도	공동주택, 근린생활시설, 업무시설, 주차

사례현장은 전형적인 주상복합 현장으로서 시스템 적용범위는 마감공기단축을 위한 자원관리중 작업인원관리 부분 이었으며, 적용대상 공종은 마감공종중 전기, 설비, 인테리어 부분 이었다.

2) 시스템 적용 업무 프로우

사례현장 시스템 적용은 다음과 같은 업무내용을 수행하였으며, 그 업무 프로우는 그림 12와 같다.

(1) 현장 출역인원 관리

- 현장출입문의 작업자 체크로 업체별 출역인원을 파악한다.
- 출역인원을 대상으로 안전조회 및 작업지시를 시행한다.
- 협력사는 시공사 제출용 출역일보를 작성한다.
- 협력사에서 제출 한 출역일보는 현장 현황판에 기재되며, 발주처에 보고한 후 노무담당자가 보관한다.

(2) 미등록인원 관리

- 미등록인원의 발생시 인적사항 체크 후 신규 입장자 교육을 시행하고, 현장출입증을 교부한다.

(3) 시스템 운영을 위한사전 구축 DB

- 협력사 출역일보와 WIS 등록을 확인하여 업체별 출역인원을 파악 하고, 시스템 상에서 미등록인원을 등록한다.
- 공사 /안전관리자가 작업내용을 시스템 상에 Text로 입력 한다.
- 시스템 운영을 위한 DB가 완료된다.

(4) 시스템 운영

- 협력사는 일별로 작업 전 개인별 작업부위 및 작업내용을 입력하고, 일일작업 후 택트작업 진척도를 입력한다.
- 시공사는 일반작업(TACT 외의 작업) 협력사의 인원 및 작업 내용을 입력하고 일일작업종료 후 택트작업 진척도와 작업완료 여부를 확인한다.

(5) 작업정보 분석

- 시스템 적용 후 수집 된 정보의 평가 지표별 분석을 통한 실적 데이터를 추적 한다.

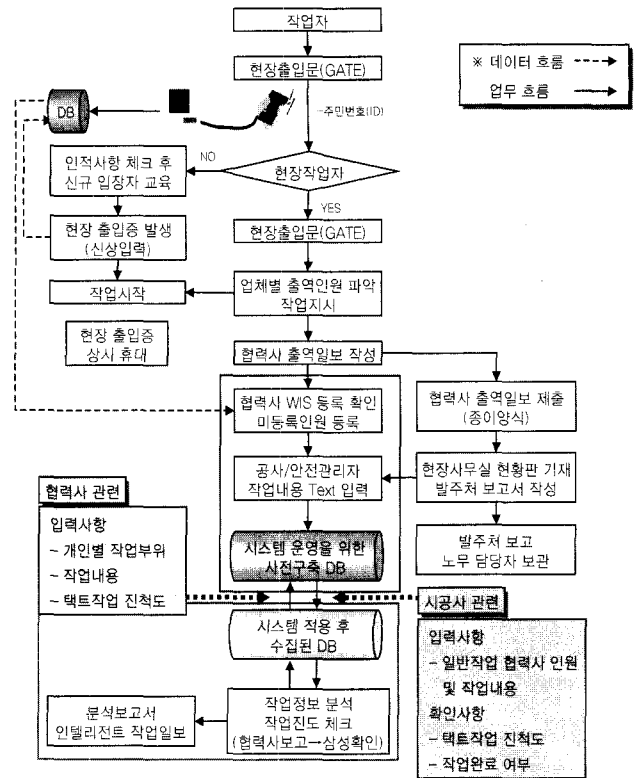


그림 16. 시스템 적용 업무 프로우

5.2 시스템 적용결과

1) 데이터 입력상의 문제점

시스템을 통해 정확한 노무량과 작업일자가 노출될 것을 우려하는 협력사의 투명성 거부 문화가 본 시스템을 활용하는데 있어 가장 큰 걸림돌이 되었으며 이는 기본계획 작성시에도 협력사의 적극적인 참여를 이끌어 내는데 많은 지장을 가져왔다.

부족한 협력사의 인프라와 시스템에 대한 거부감 해소 또한 해결해야 할 과제이다.

2) 준비 및 운용시의 문제점

수시로 변하는 현장계획에 따른 시스템의 변경 유연성이 부족 하였으며 최초계획시 수평작업인 건축작업과 수직작업인 기전 작업의 조화를 이루는 것이 가장 어려운 점이었다. S-SMART 시스템과 택트공정관리에 대한 완전한 이해를 요하는 프로젝트 였으나 협력사의 관리자 교체로 인한 재교육 시간 및 여건 부족으로 인한 시스템의 사용미흡 또한 예기치 못한 문제점이었다.

표 6은 본 시스템의 현장적용 결과를 나타내고 있다. 계획단계에서의 상호 공정 이해 및 목표공유를 통한 사전준비 효과가 긍정적으로 평가되었으며 데이터 축적미비, TACT 공정계획의 변경 등 실행이 계획처럼 완전하게 되지 못함으로 인한 실행단계에서의 문제점 파악이 구체적으로 되지 못했음은 본 연구의 보완점이다.

표 6. 시스템 적용 현장 결과

시행 항목	결 과		
공정 계획	상호 공정이해 및 목표공유에 효과		
시스템 운용	당사자가 아닌 아르바이트생을 통한 운용		
작업정보 입력 및 분석	세대내부	화장실	엘리베이터홀
	호별관리	호별관리	층별관리
	실적 추적	실적 추적 실패	실적 추적 실패
작업진도 파악	인터넷을 통한 실시간 공정 현황 파악		
다양한 정보 조회	각 TACT 작업에 대한 상세정보 조회 가능		
시스템 이해	초기 교육 및 시험운영기간 필요		
TACT 공정표	설계 의사결정 지연으로 인한 초기계획 변경 발생 협력사 교체(누가 이렇게 했지?)		

6. 결론

기존의 공사는 개개의 협력사에 의해서 자기중심적으로 관리됨으로써 개별 협력사 입장에서는 일정한 자원의 투입 및 활용이 가능하나 공정진행상 각 작업간 흐름은 연속적으로 이루어지지 못하여 결국 각 협력사는 작업간 대기 시간이 발생하게 되며, 이에 따라 공기 지연 및 공사비 상승이 초래된다. 이러한 불균형을 해소하기 위해서는 프로젝트에 소요되는 자원을 직접 관리할 수 있는 관리기법이 필요하다. 즉 자원의 활용도, 인력의 활용도, 작업의 대기율 등과 같은 독립변수를 측정할 수 있는 지표들을 개발하여 지표들을 추적·분석 관리 할 수 있는 도구의 개발 및 활용이 필요하였다.

(1) 작업 정보관리 시스템과 변수측정 지표 개발

이에 따라 본 연구는 S-SMART 시스템의 개발과 동시에 이 시스템에 적용될 성과지표를 공정관리 관점, 작업흐름관리 관점, 노무관리 관점 및 노무자 관점의 4개 관점과 16개의 기존 지표를 개발·적용하였다.

이렇게 개발된 지표는 공사의 계획단계부터 최종 평가에 이르는 프로세스의 시스템에 시도 되었으며, 특히 택트공정관리의 시스템화를 위하여 공사수행 중 협력사의 공사 수행정도를 측정·분석하여 출역인원을 관리하고 수행한 작업의 현황을 실시간으로 분석하여 프로젝트 이해 당사간의 커뮤니케이션 활성화와 공사 수행 실적데이터의 다양한 분석 및 활용이 될 수 있도록 하였다.

(2) TACT 공정관리의 시스템화를 위한 프로세스 개선

택트공정관리의 시스템화를 위하여 현장의 계획단계에서부터 공정진행상의 정보공유, 평가, 피드백에 의한 개선단계에 이르기까지 프로세스를 개선하여 협력사와의 정보공유 체계를 확립

하였으며, 이에 자원의 평가 및 현장수행 평가 지표를 적용하여 출역인원을 관리·분석할 수 있는 기준을 제시하여 공사 진행의 실시간 분석 및 대처가 가능하도록 하였으며 현장작업정보가 다방면으로 활용될 수 있게 하였다. 또한 작업일보의 텍스트 형식의 취합에 의한 정보의 변형 및 축약을 방지하기 위하여 입력정보를 코드화, 디지털화하여 데이터베이스에 저장함으로써 정보의 왜곡을 방지하고 보고업무와 정보수집 및 분석을 시스템화 하였다.

S-SMART시스템의 개발에 의해서 협력업체와의 협의를 통한 평준화된 작업인원 투입 및 효율적인 관리를 통한 작업인원 및 작업부위의 연계로 현장인원 투입현황 및 작업 진도율의 지속적인 관리 및 모니터링이 가능하게 되었다.

(3) 정보화를 통한 커뮤니케이션 활성화 및 PMIS 기반제공

S-SMART 시스템의 확대적용에 의한 작업일보 정보화체계가 구축이 되면 건설기술정보화에 의한 경쟁력이 창출되며 PMIS의 기반을 제공하게 된다. 시공사는 택트작업의 실시간 관리, 작업일보 작성의 전산화, 작업내용의 정보화, 실시간 작업현황 파악, 신속한 기성산출 및 각종 지표를 이용한 과학적인 관리에 의하여 택트 공정관리의 효율화와 협력사와 시공사간 WIN-WIN 전략을 달성 할 수 있게 되며, 공종별 생산성 분석 및 향상, 공사기성의 적정성 평가, 노무량 투입의 적정성 평가, 신속한 기성 산출, 각종 지표를 이용한 과학적 관리 및 출력일보의 전산화를 구축할 수 있게 되어 건설업의 발전에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김예상, 건설 생산성에 영향을 미치는 요인 분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 10권 10호, p.p. 267~273, 1994
2. 한국건설관리학회, 사무소 건축의 마감공기 단축을 위한 영향요인 분석 및 관리기법에 관한 연구 2004
3. 삼성물산 건설부분, 마감공기 30% 단축과제 시범현장 적용 결과 보고서, 2002
4. 조훈희 외, 공사실적정보 축적을 위한 작업일보 기반의 현장관리 시스템 개발, 대한건축학회 논문집 17권 11호, p.p. 123~130, 2001
5. 유정호 외, 건설 프로젝트의 생산성 관리 시스템, 대한건축학회 논문집 18권 7호, p.p. 103~113, 2002
6. 김은배 외, 과제번호 2000-1, 대형건설업체의 통합관리 시스템 구축현황
7. 대림산업, 현장정보수집용 관리 시스템 개발에 관한 연구, 1998

8. 진상운 외, 정보화 기술을 이용한 멀티미디어 건설현장 정보관리 시스템 개발, 대한건축학회 논문집 15권 4호, p.p. 113~140, 1999
9. 송상훈 외, 건설현장 공사관리 프로세스 개선방안, 대한건축학회 논문집 19권 2호, p.p. 149~158, 2003
10. 김우진 외, 건설프로젝트의 성공적 수행을 위한 협력업체 경쟁력 향상 방안에 관한 연구, 대한건축학회학술발표대회 논문집 19권 2호, p.p. 732~737, 1999
11. 김용수 외, 국내 건축공사현장의 공정관리 현황 및 문제점 분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 12권 12호, 1996
12. 김철환 외 시스템엔지니어링, 문원출판, 2000
13. Ellis Jr, R.D Identifying and monitoring key indicators of project, Lean Construction, A.A.Barkema, Rotterdam, 1993
14. Sage, A.P. and Armstrong Jr, J.E., Introduction to Systems Engineering, Wiley Interscience, 2000
15. Lantelme, E. and Formoso, C.T., "Improving Performance Through Measurement: The Application of Lean Production and Organizational Learning Principles", International Group for Lean Construction 8th Annual Conference, 2000
16. 건설교통부, 프로세스 및 데이터 모델링을 통한 온라인 방식의 건설 프로젝트 관리체계 개발, 2000
17. 이형수 외, 가차흐름분석을 통한 건설공사 공정개선 방안, 제3회 건설관리학회학술발표대회 논문집, 2000
18. 홍두승, 사회조사분석, 다산출판사, 2000
19. 건설교통부, EXPERT SYSTEM에 의한 공사실적정보관리시스템 개발 연구보고서, 2001
20. 김선국 외, 공동주택의 공사실적정보 응용 시스템, 대한건축학회 논문집 18권 4호, p.p. 161~168, 2002
21. 김영재 외, 건축공사 마감공기 단축을 위한 택트공정관리 프로세스모델, 대한건축학회 논문집 19권 1호, p.p. 253~261, 2003
22. Z.M.Deng 외, An application of the Internet-based project management system, AUTOMATION IN CONSTRUCTION, p.p. 239~246, 2001

Abstract

The change in environment of construction industry and the advancement of information technology require the improvement of construction project efficiency. However, construction industry still lacks performance-measuring tools that are the requirements of efficient project management system. In case of the schedule management system, schedule is usually being managed by result-oriented measurements such as completion time, spent cost, and progress rate, which are not good enough to control the overall continuity of work-flow.

This research aimed to systemize the overall construction process and to develop the indicators for measuring performance of TACT activities during finishing work period that can contribute to the systemization of TACT management.

Keywords : TACT management, Performance Index, S-SMART system, Site Report