

철골조 데크플레이트 공사의 생산성 분석에 관한 연구

A Study on the Productivity Analysis of Deck Plate Installation Work in Steel Structure Construction

정 세 립* 조 규 만** 현 창 택***

Jeong, Se-Lim Cho, Kyu-Man Hyun, Chang-Taek

Abstract

Deck plates have been widely used for steel framework due to their merits in terms of schedule reduction and work repetition. For this reason, most of the previous studies related to deck plates have focused on the development of form type and their constructability. In this study, through an actual case study and interviews with experts, a simulation model was developed using the CYCLONE method. Based on this model, this study not only analyzed the productivity of the work process of the deck plate in steel framework, but also identified the occurrence of idle time in the work process. In addition, using a sensitivity analysis, productivity and duration could be analyzed according to variation of input resources. Based on the results, this paper suggests a way to improve the productivity of deck plate work in steel frameworks. Using the model, it is expected that project managers would be able to predict the productivity and total duration of the deck plate work in the early project phase, which will enable managers to make an appropriate plan for input resources.

Keywords : construction simulation, productivity, deck plate, steel structure construction

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업은 타 산업분야에 비해 체계화가 되지 못하고 경험에 의한 의사결정이 이루어지는 비과학적 기준이 많다. 그러나 건설 산업의 특성상 불가피한 면도 존재한다. 이를 개선하고 체계화 시킨다면 많은 효과를 기대할 수 있을 것이다.¹⁾

현재 국내에서는 향후 주택수요의 변화와 생산기술이 개선되면 철골조의 수요는 증가할 것으로 예상된다. 또한, 도심지를 중심으로 고층화 및 대형화가 이루어지면서 철골조의 수요는 증가하고 있다.²⁾ 철골조에 적용되고 있는 데크플레이트의 개발 및 기존공법의 개선에 관한 연구는 업계를 중심으로 새로운 형상의 데크플레이트 개발에 치중되어 있고 공법 개선을 통한 생산성 향상에 관한 연구는 거의 진행되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 시뮬레이션 기법을 이용하여, 철골조 데크플레이트 공사의 프로세스를 기반으로 투입자원의 변화에 따른

생산성 분석을 수행하였다. 이러한 분석을 통해 최적의 생산성을 도출하는 데 본 연구의 목적이 있다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 데크플레이트에 관한 선행연구 고찰을 통하여, 데크플레이트의 종류별 특징 및 시공사례등을 살펴보았다. 그리고 데크플레이트가 시공된 사례 분석 및 전문가 면담을 통하여, 데크플레이트의 프로세스와 데이터를 수집하였다. 분석된 프로세스 및 데이터를 기반으로 건설시뮬레이션분야에서 생산성 분석 및 기간 예측에 효율적이라 알려진 CYCLONE기법을 이용하여, 생산성 분석을 실시하였다.

또한 투입자원에 따른 민감도분석을 실시하여, 최적의 생산성을 도출하였다.

* 서울시립대학교 건축공학과 석사과정
** 서울시립대학교 건축학부 연구교수, 교신저자(chokm76@nate.com)
*** 서울시립대학교 건축학부 교수, 공학박사
본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 07첨단도시개발사업(과제번호:07도시재생B03)에 의해 수행되었습니다.

1) 윤대중외, 국내 데크작업의 생산성 증대에 관한연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(구조계), 제23권 제1호, pp.415~418, 2003.4
2) 김태희외, 데크플레이트 바닥판 공법의 시공성 평가, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(구조계), 제20권 제1호, pp.505~508, 2000.4

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구 고찰

지금까지의 데크플레이트의 생산성에 관한 연구들을 살펴보면 표 1.과 같다. 기존의 연구들은 건설 프로세스 등의 연구나 기존 재래식공법과의 비교 분석을 통한 생산성만을 분석하였다. 이에 본 논문에서는 데크플레이트공사의 프로세스를 구축하고, 투입자원의 분석을 기반으로 시뮬레이션 기법을 이용하여, 건설프로세스에 보다 집중된 생산성을 분석하였다.

표 1. 데크플레이트 생산성 연구 동향

구분	연구내용
김태희 2000	워크샘플링기법을 활용하여 기존 데크플레이트의 시공성 분석
나경철 2001	종래 건설프로세스 상의 한계점을 분석한후 개선방안 제시
유진호 2001	기존의 재래식 슬래브 공법과 새로운 슬래브 공법의 생산성 분석비교
윤대중 2003	기존 데크플레이트의 문제점을 개선하고자 시뮬레이션기법을 활용하여 기존데크플레이트의 생산성분석

2.2 데크플레이트의 이론적 고찰

1) 데크플레이트의 분류

데크플레이트는 콘크리트가 경화하기 전까지 액성 상태의 콘크리트 자중과 시공 하중만을 견디는 거푸집용 데크플레이트와 데크플레이트 자체가 철근콘크리트조의 철근과 같이 인장력을 분담하여 상부의 하중을 지지하는 역할까지 하는 구조용 데크플레이트로 나눈다. 구조용 데크플레이트는 데크판과 콘크리트와의 일체화를 돕기 위한 엠보싱이나 도브테일(Dove Tail) 등의 삽입형 단면형상을 가지고 있는 것이 특징이다. 데크플레이트는 크게 폼 데크플레이트와 합성 데크플레이트로 분류 할 수 있고, 그 종류는 다음 표 2.와 같이 분류할 수 있다.

2) 데크플레이트의 유형별 특징

데크플레이트의 장점을 보면 첫째, 설계와 가공시 강재의 특성을 살리므로 중량대비 고강도 실현이 가능하다.

표 2. 데크플레이트 분류

구분	종류
폼 데크플레이트	골형 데크플레이트
	철근 트러스 데크플레이트
	평 데크플레이트
합성 데크플레이트	일반 합성 데크플레이트
	내화구조용 합성 데크플레이트

따라서 운송비, 시공비, 관리비의 절감 및 공기단축이 가능하다. 둘째는 경량이므로 다루기 쉽고 설치가 용이하며, 장 스패의 바닥슬래브 시공을 위한 서포트의 설치가 필요 없어 공사기간이 단축된다. 셋째로는 외부에 노출되도록 사용하는 경우에도 미적인 면에서도 우수하고, 넷째는 지붕시스템의 경우 다른 재료와는 달리 날씨에 관계없이 전천후 시공이 가능하며 기후에 따른 공기지연에 우려가 적다는 것을 들 수 있다. 다섯째는 공장 생산기술로 제작되므로 균질의 품질관리가 가능하며, 마지막으로 규격화된 자재로 공장 생산되고, 지지 서포트가 필요 없으므로 시공현장에서의 폐기물 발생우려가 없으며, 공사현장도 깨끗하게 관리할 수 있다. 데크플레이트의 형상별, 용도별로 각각의 특징에 따라 장·단점을 비교하면 다음 표 3.³⁾과 같다.

표 3. 데크플레이트 분류별 장·단점 비교

구분	장점	단점
골형 데크	· 범용성 좋음	· 철근의 품질확보 어려움 · 엔드크로저 필요
철근 트러스형 데크	· 공사기간이 짧음 · 철근의 품질확보 용이 · 엔드크로저 필요 없음 · 내화피복이 필요 없음	· 강재량의 과다 사용 · 자중이 커짐 · 경제성이 떨어짐
평 데크	· 슬리브(sleeve) 시공 용이 · 층고를 줄일 수 있음 · 엔드크로저 필요 없음	· 철근배근 필요 · 소음이 큼 · 철근 고임재 필요
합성 데크	· 공사기간 짧음 · 구조적 품질확보 용이 · 인서트용 행거 시공 용이	· 엔드크로저 필요 · 철근 고임재 필요
슬림 데크	· 층고를 줄일 수 있음 · 데크의 선택폭이 큼 (세미 슬림 데크)	· 경제성 떨어짐 · 철근 고임재 필요 · 엔드크로저 필요

3) 철골조 데크플레이트의 설치 방법

철골조 데크플레이트 시공공법으로는 크게 일반 데크플레트와 슈퍼 데크플레트로 구분되어 시공되고 있다. 슈퍼 데크플레트는 공기가 단축되는 장점이 있는 반면 부피가 크고, 전기배관시 작업량이 많다는 단점이 있으며, 그 특징은 다음 표 4.⁴⁾와 같이 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 국내에서 가장 많이 시공되고 있으며, 데크플레이트 시공시 비용이 저렴하고, 적은 인원으로 작업이 가능한 일반 데크플레트를 생산성 분석 대상으로 선정하였다.

3) 김태희외, 데크플레이트 바닥판 공법의 생산성 향상방안 제시, 대한건축학회 논문집(구조계), 제16권 제12호, pp.175~182, 2000.12

4) (주)코스틸, <http://www.kosteel.co.kr>

표 4. 일반 데크플레이트와 슈퍼 데크플레이트 비교






구분	일반 데크	슈퍼 데크
공기	· 8.5일 (1000㎡ 5일 8시간 작업기준)	· 5.5일 (1000㎡ 5일 8시간 작업기준)
장점	· 간단한 용접조립 · 설치비용 저렴 · 적은 인원으로 작업 가능 · 후속공정의 연속작업 가능 · 부피가 적음	· 공장생산, 반입 시공 · 현장 작업량이 적음 · 정밀한 시공 가능 · 처짐에 강해 장스팬 시공에 매우 유리
단점	· 철골조에서만 시공 가능 · 연속보 시공에 따른 stud bolt의 시공품질 저하 · 철근작업 시 결속 및 간격 유지가 어려움	· 트러스형으로 부피가 커서 단위당 양중횟수가 많음 · 전기배관 시 작업량 과다

2.3 CYCLONE 시뮬레이션

본 연구에서 사용된 CYCLONE(CYCLic Operations Networks) 시뮬레이션 방법은 반복적인 건설공사의 프로세스를 작업단위로 분할하여 모델링하고 시뮬레이션을 실행하여 생산성을 분석하는 기법이다⁵⁾.

CYCLONE 모델은 작업단위를 노말(NORMAL), 콤비(COMBI), 큐(Q NODE) 등을 이용하여 기호로 표현하며, 본 연구에서 사용된 CYCLONE 모델링의 기본요소⁶⁾는 표 5와 같이 설명될 수 있다.

표 5. CYCLONE 모델링의 기본요소

기호	설명
 NORMAL	work task 시작을 위한 논리적인 제약이 없음
 COMBI	NORMAL과 유사한 반면에, work task 시작을 위한 논리적인 제약이 있음
 Q NODE	유류(queue)상태 resource의 사용을 위하여 표시
 ARROW	노드(NODE) 사이에서 자원의 흐름
 COUNTER	네트워크 모델 내 주요 유닛 흐름에 대한 시간을 계산

5) Hong, T. and Hastak, M., Simulation on construction process of FRP bridge deck panels, Journal of Automation in construction Elsevier Vol.16, No.1, pp.620~631, 2006.10
6) Halpin, Daniel W, Riggs, Leland S, Planning and analysis of construction operations, John Wiley & Sons, Inc., pp.99~101, 1992

3. 시뮬레이션 모델 구축

3.1 철골조 데크플레이트 공사프로세스

앞서 “연구의 방법” 에서 설명한 바와 같이, 철골조 데크플레이트의 공법 및 데이터를 수집하기 위하여, 이 연구에서는 사례분석 및 전문가 면담을 동시에 진행하였다. 수집된 데이터는 1000㎡ 단위기준으로 작업량, 작업시간 및 투입자원 등을 분석하였다. 사용된 장비 및 노무량은 단위면적당 투입량을 분석하였다.

본 연구에서는 철골조 데크플레이트의 프로세스는 그림 1.에서 보는바와 같이, (1) 데크플레이트의 양중, (2) 판개, (3) 접합(데크플레이트간 임시용접, deck보에 용접, stud bolt용접, 개구부 보강 및 기타 accessory설치), (4) 철근배근, (5) 콘크리트 타설 및 양생, (6) 내화피복의 과정으로 작업이 이루어진다.

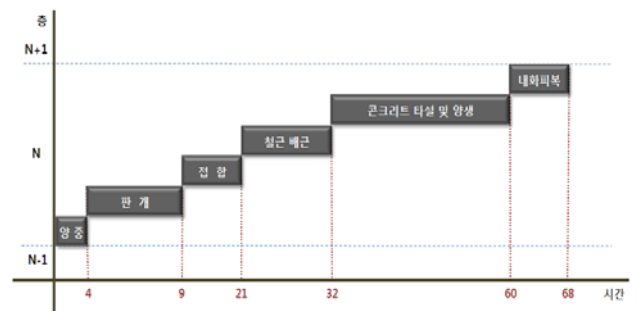


그림 1. 철골조 데크플레이트 분석 모델 프로세스

3.2 시뮬레이션 모델 구축

그림 1.과 같이 분석된 철골조 데크플레이트 공사프로세스를 표 5.에서 설명한 CYCLONE모델링의 요소를 이용하여 그림 2.와 같이 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 구축된 시뮬레이션 모델을 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

1) 양중 및 판개 (그림 2의 노드 1~8)

데크플레이트 공사 계획을 마친 후에, 작업을 위해 반입된 재료를 적재장으로부터 작업장으로 양중 한다. 데크플레이트를 수직으로 이동하는 데 타워 크레인인 사용되며, 양중된 데크플레이트는 2개의 작업조가 겹침부를 맞물리게 판개한다.

2) 가조립 (그림 2의 노드 9~11)

판개한 데크플레이트에 임시용접을 실시한다. 용접품질을 확보하기 위해서 적절한 전류와 전극을 선정해야 한다.

3) 스티드볼트 설치 (그림 2의 노드 12~15)

임시 용접된 데크플레이트에 스티드볼트를 설치한다. 스티드 볼트는 철골조 바닥공사에서 바닥의 하중을 지지하는 역할을 한다.

4) 본조립 (그림 2의 노드 16~17)

스티드 볼트를 설치한 후, 데크플레이트와 플랜지를 밀착시키고 두 개의 틈새 사이를 용접한다. 용접 시에는 전단력을 높이기 위해 아크용접하며 완전히 용착되도록 한다.

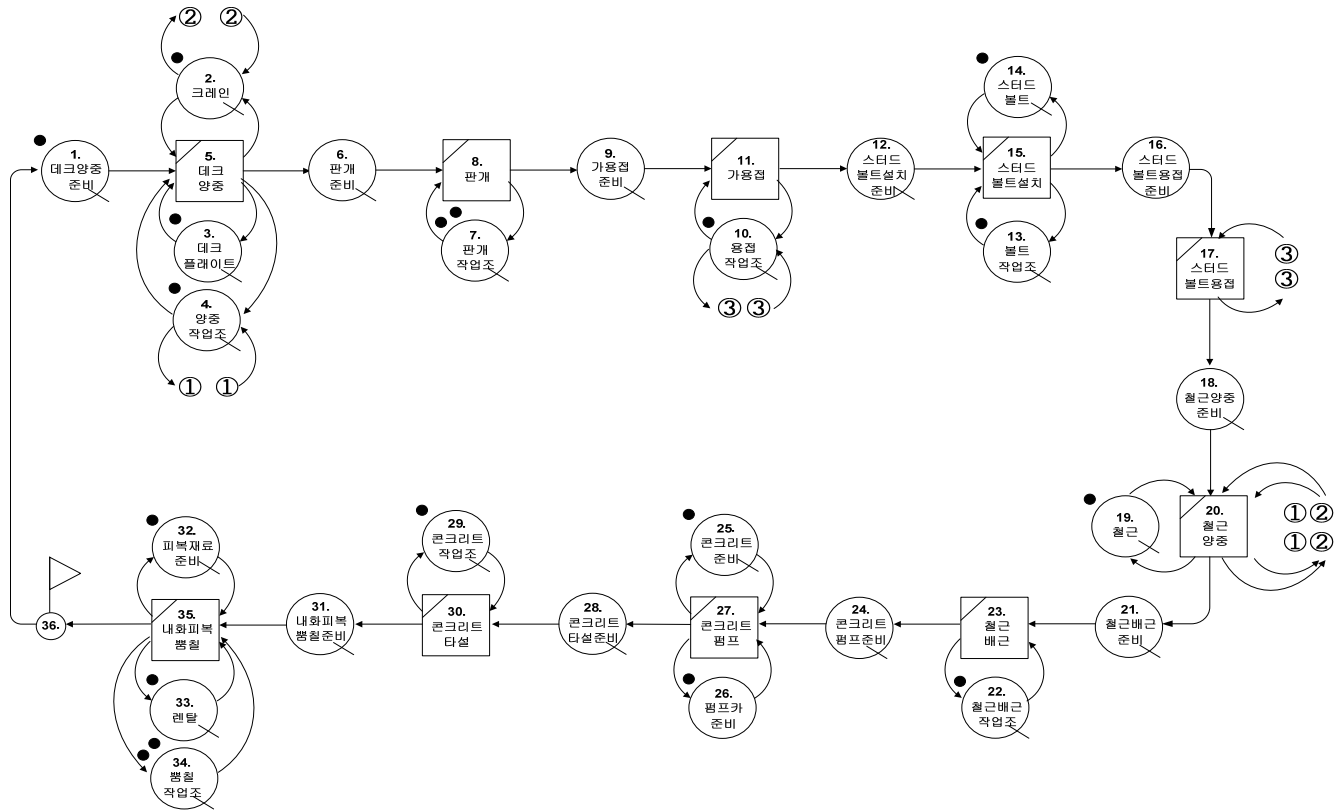


그림 2. 철골조 데크플레이트의 시뮬레이션 모델

5) 철근 양중 및 배근 (그림 2의 노드 18~23)

미리 준비된 철근을 타워 크레인을 통해 작업장으로 양중하고 양중된 철근은 1개의 작업조가 배근한다.

6) 콘크리트 타설 및 양생 (그림 2의 노드 24~30)

데크플레이트의 설치작업이 완료되면 콘크리트를 타설 한 후 양생한다. 콘크리트 타설 시에는 펌프카 1대가 필요하며 1개의 작업조가 투입된다.

7) 내화피복 (그림 2의 노드 31~35)

필요시에 내화피복 뿔칠 또는 페인트 등을 시공한다. 시공 시에는 렌탈 1대를 사용하여 상부부분을 작업한다.

3.3 시뮬레이션을 위한 입력 데이터

그림 2.의 시뮬레이션 모델을 기반으로 건설시뮬레이션을 수행하기 위해서는, 각각의 작업별 시간 데이터와 투입자원의 수량 데이터가 필요하다. 이 연구에서는 앞서 연구의 방법에서 기술한 바와 같이, 철골조 데크플레이트의 전문 시공 및 개발업체인 'C'社의 자문을 통하여, 시뮬레이션을 위한 데이터를 수집하였다. 면담을 수행한 전문가는 3명이었으며, 그들의 평균 경력은 17년이였다.

CYCLONE을 이용한 시뮬레이션을 수행하기 위한 데이터의 입력력은, 결정론적인(deterministic) 방법과 확률론적인 (stochastic) 방법이 사용될 수 있다.⁷⁾ 본 연구에서는 'C'社의 자문 및 데이터

결과를 기준으로 확률론적인 방법의 일종인 삼각분포(triangle distribution)를 사용하여 일정 데이터를 입력하였다. 삼각분포는 데이터의 수에 크게 영향을 받지 않으므로 소수의 데이터로 분석하는 데 가장 적합하다. 각 단위 작업별 소요되는 시간을 간단히 표로 정리하면 다음 표 6.와 같다.

표 6. 시간 입력 데이터

노드	작업	작업시간(hr)		
		최소	평균	최대
5	데크플레이트 양중	3.5	4	4.5
8	데크플레이트 판개	4.5	5	5.5
11	가용접	2.5	3	3.5
15	스터드 볼트 설치	3.5	4	4.5
17	용접	4.5	5	5.5
20	철근 인양	2.5	3	3.5
23	철근 배근	7.5	8	8.5
27	콘크리트 펌프	3.5	4	4.5
30	콘크리트 타설	23.5	24	24.5
35	내화피복	7.5	8	8.5

7) Cho, K., Integrated Schedule and Cost Management Model For Repetitive Construction Process of High-rise Buildings, Ph. D. dissertation, The university of Seoul, pp.118~119, 2009.2

예를 들어, 그림 2.의 노드 5에서 정의된 “데크플레이트 양중” 은 한 개의 작업조(5인)를 중심으로, 평균 4시간이 소요되는 것으로 나타났으며, 최소 3.5 시간, 최대 4.5시간 정도 소요되는 것으로 조사되었다.

또한, 분석된 사례의 투입되는 자원에 대한 데이터는 표 7.과 같다. 표에서 볼 수 있듯이 각각의 작업을 위하여 1~2사이의 작업조가 투입되는 것으로 나타났으며, 장비의 경우, 타워크레인, 펌프카, 그리고 렌탈 장비가 각각 1대가 투입되는 것으로 나타났다. 한편, 작업조(Crew)는 5인의 노무자로 구성되었다.

표 7. 자원 입력 데이터 (작업조, 장비)

자 원	노 드	작 업	투입량
작업조	4	양중	1 개
	7	판개	2 개
	10	용접	1 개
	13	스터드 볼트 설치	1 개
	22	철근 배근	1 개
	29	콘크리트	1 개
	34	내화피복	2 개
장비	2	타워 크레인	1 대
	26	펌프카	1 대
	33	렌탈	1 대

4. 시뮬레이션 결과 분석

4.1 시뮬레이션 분석

1) 생산성 정보

그림 2.와 같은 개발된 시뮬레이션 모델을 기반으로, 표 6.과 7.에서 정의한 작업시간 및 투입자원을 바탕으로 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션을 수행한 결과 (표 8.), 작업 수행에 걸린 총 시간은 673.7 시간으로 나타났으며, 단위유닛 시간당 생산성 (productivity per time unit)은 0.01484 (cycle/hour)로 나타났다. 그리고, 1개 층의 데크플레이트 건설을 위해 소요되는 시간은 67.4 시간으로 나타났다.

표 8. 시뮬레이션 결과_생산성 정보

시뮬레이션 시간	시뮬레이션 횟수	생산성 (/단위시간)	평균 사이클 시간
673.7	10	0.01484	67.4

2) 생산성 분석 결과

개발된 CYCLONE모델의 시뮬레이션을 통하여, 표 9.와 같은

시뮬레이션 통계량을 얻을 수 있다. 표의 결과는 각각의 큐 노드에서 발생하는 유휴시간(idle time)을 시뮬레이션이 수행되는 과정에서 산정한 것이다. 즉, 투입된 자원의 유휴상태를 측정함으로써, 구축된 프로세스의 생산성을 분석할 수 있다.

시뮬레이션 결과를 세부적으로 설명하면, 우선 표 7.에서 설명한 각각의 작업에 투입되는 작업조들의 상태를 분석하였다. 데크플레이트 판개 (노드 7), 용접(노드 10), 스테드볼트 조립 (노드 13), 철근 배근 (노드 22), 콘크리트의 작업조(노드 29)의 유휴상태는 전체 시뮬레이션 시간에 대해 각각 91.16%, 81.28%, 86.37%, 82.84%, 63.27%의 유휴상태를 나타내는 것으로 나타났다. 즉, 철골조 데크플레이트 설치공사의 후반부에 투입되는 작업자들의 유휴시간이 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 각각의 작업조들의 유휴상태(%)가 높은 것은 작업프로세스상의 생산성이 떨어지고 있음을 알 수 있었다.

장비 사용에 있어 타워 크레인, 콘크리트 펌프카와 내화피복 뿔칠에 필요한 렌탈의 유휴상태는 89.8%, 89.38%, 88.22%를 나타내고 있다. 이러한 결과는 투입장비 역시 유휴시간이 매우 높은 것을 알 수 있다.

표 9. 시뮬레이션 통계량

노드	이름	유휴상태(%)	평균 대기 시간
1	데크양중준비	0	0
2	크레인	89.8	27.5
3	데크플레이트	94.16	52.9
4	양중작업조	89.8	27.5
6	판개준비	0	0
7	판개작업조	91.16	92.8
9	가용접준비	0	0
10	용접작업조	81.28	26.1
12	스터드볼트설치준비	0	0
13	볼트작업조	86.37	52.9
14	볼트준비	86.37	52.9
16	스터드볼트용접준비	0	0
18	철근양중준비	0	0
19	철근	89.07	54.6
21	철근배근준비	0	0
22	철근배근작업조	82.84	50.7
24	콘크리트펌프준비	0	0
25	콘크리트준비	89.38	54.7
26	펌프카준비	89.38	54.7
28	콘크리트타설준비	0	0
29	콘크리트작업조	63.27	38.8
31	내화피복준비	0	0
32	피복재료준비	88.22	54
33	렌탈	88.22	54
34	뿔칠작업조	100	99.9

4.2 민감도 분석

시물레이션의 생산성 정보는 실제적인 데이터를 기반으로 도출된 결과물이지만 여기에서 도출된 생산성이 이론적으로 최적이라고 할 수 없다. 그래서 자원의 다양한 변화를 통해 다양한 시나리오 상에서 최적의 생산성을 도출하기 위하여 다음과 같은 민감도 분석을 실시하였다.

1) 장비 변화에 따른 생산성

표 8.에서 설명한 바와 같이, 기존 프로세스 및 투입량에 대한 시물레이션의 결과는 타워크레인 1대, 펌프카 1대와 렌탈 1대일 때의 생산성 0.01484(cycle/hour)로 나타났다. 투입장비의 변화에 따른 생산성의 변화를 살펴보기 위하여, 민감도 분석을 실시하였으며, 결과는 표 10.과 같다. 타워크레인수를 1~2, 펌프카수를 1~2, 렌탈수를 1~2으로 변경하며, 수량변화에 따른 민감도를 분석한 결과 0.0146~0.0150의 생산성의 변화가 나타났다. 결과 중 타워크레인 2대, 펌프카 1대, 그리고 렌탈 2대를 사용하였을 경우, 생산성이 0.0150 (cycle/hour)로 다른 조합에 비해 높게 나타났다. 이때의 평균 작업시간은 66.66667(hours)로 나타났다. 따라서 장비의 투입량을 변경하면, 생산성 및 작업시간 측면이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 한편, 비용 측면을 고려할 때, 장비 투입량의 변화는 비용측면에서 매우 불리하기 때문에, 실제적으로 장비의 투입량을 변경하는 것은 불가능하다.

표 10. 장비 변화에 따른 생산성

자 원			생산성 (Per Unit Time)	작업시간 (hours)
타워크레인	펌프카	렌탈		
1	1	1	0.0149	67.11409
1	1	2	0.0148	67.56757
1	2	1	0.0146	68.49315
1	2	2	0.0147	68.02721
2	1	1	0.0147	68.02721
2	1	2	0.0150	66.66667
2	2	1	0.0149	67.11409
2	2	2	0.0146	68.49315

2) 작업조 변화에 따른 생산성

투입되는 작업조의 변화에 따른 생산성의 변화를 살펴보았다. 큰 영향을 미치지 않을 것이라 판단되는 양중 작업조를 제외한 나머지 6개의 작업조를 대상으로, 판개작업조와 내화피복 뿔직작업조의 변화 범위를 1~3, 용접, 볼트설치, 철근배근과 콘크리트 타설 작업조의 변화 범위 1~2로 하여, 투입자원의 변화에 따른 생산성 및 작업시간을 표 11.과 같이 산정하였다. 총 144개의 결과(3X3X2X2X2X2), 0.0144 부터 0.0150 생산성의 변화를 나타냈다.

분석결과, 판개, 용접, 볼트설치, 철근배근은 1개의 작업팀이,

콘크리트 타설은 2개의 작업팀이, 그리고 내화피복은 3개의 작업팀이 투입될 경우 생산성이 0.0150 (cycle/hour)로 가장 높은 것으로 나타났으며, 그때의 작업시간도 66.66667 hours로 가장 단축되는 것으로 나타났다.

표 11. 작업조 변화에 따른 생산성

순서	자 원						생산성 (Per Unit Time)	작업 시간 (hours)
	판개	용접	볼트 설치	철 근 배 근	콘 크 리 트 타 설	내 화 피 복		
1	1	1	1	1	1	1	0.0149	67.11409
2	1	1	1	1	1	2	0.0148	67.56757
3	1	1	1	1	1	3	0.0146	68.49315
4	1	1	1	1	2	1	0.0147	68.02721
5	1	1	1	1	2	2	0.0147	68.02721
6	1	1	1	1	2	3	0.0150	66.66667
7	1	1	1	2	1	1	0.0149	67.11409
:								
138	3	2	2	1	2	3	0.0146	68.49315
139	3	2	2	2	1	1	0.0148	67.56757
140	3	2	2	2	1	2	0.0150	66.66667
141	3	2	2	2	1	3	0.0146	68.49315
142	3	2	2	2	2	1	0.0149	67.11409
143	3	2	2	2	2	2	0.0145	68.96552
144	3	2	2	2	2	3	0.0148	67.56757

5. 결 론

본 연구는 최근 들어 수요가 증가하고 있는 철골조 데크플레이트 설치공사를 대상으로 생산성 분석을 실시하였다. 철골조 데크플레이트의 건설사례분석과 전문시공업체인 'C'社와의 자문을 통하여, 세부작업별 작업시간과 투입자원에 대한 데이터를 수집하였으며, 이를 바탕으로 시물레이션 모델을 개발하여 생산성 분석을 수행하였다.

시물레이션결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 개발된 모델을 바탕으로 CYCLONE 시물레이션 수행에 따른 결과를 보면, 단위유닛 시간당 생산성 (productivity per time unit)은 0.01484 (cycle/hour)로 그때의 작업시간은 67.4 hour로 나타났다.
- 2) 시물레이션 수행을 통해 통계량을 살펴보면, 각각의 작업조와 투입된 장비에 대하여 유휴상태를 파악할 수 있다. 결과 작업조와 투입장비에서 높은 유휴시간이 나타났으며 이를 바탕으로 현장에 투입할 장비와 인원의 재검토가 필요함을 알 수 가 있었다.
- 3) 개발된 시물레이션 모델을 기반으로, 투입자원의 변화에 따른 민감도 분석을 통하여 데크플레이트 공사에 대한 최적의 조합을 제시할 수 있었으며, 그때의 생산성은 0.0150

(cycle/hour)이었고, 작업시간은 66.66667 hours가 소요 되는 것으로 나타났다.

연구에서 도출된 시뮬레이션 모델 및 분석결과를 이용하면, 철골조 데크플레이트 건설공사를 위한 적절한 투입자원 및 그때의 작업시간을 예측할 수 있기 때문에, 사업초기단계에서 프로젝트 매니저들에게 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 또한 본 연구에서 사용된 개발방법론을 사용하면, 다른 건설공사 프로세스를 대상으로 생산성을 분석하고, 작업 기간을 예측할 수 있다.

한편, 연구의 결과가 시간측면의 생산성만을 고려하였고 비용측면의 요소는 고려하지 않았다. 또한 보다 객관적이며 정확성 있는 연구결과를 위해 다수의 현장을 분석하고, 생산성측면에 영향을 미치는 다양한 조건을 추가로 분석하는 것이 필요하다. 따라서 향후 다양한 현장의 데이터를 기반으로, 투입자원의 비용정보 및 생산성에 영향을 미치는 다양한 조건등을 고려하여 데크플레이트의 생산성 분석에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 김태희외, 데크플레이트 바닥판 공법의 생산성 향상방안 제시, 대한건축학회 논문집(구조계), 제16권 제12호, pp.175~182, 2000.12
2. 김태희외, 데크플레이트 바닥판 공법의 시공성 평가, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(구조계), 제20권 제1호, pp.505~508, 2000.4
3. 윤대중외, 국내데크작업의 생산성 증대에 관한연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(구조계), 제23권 제1호, pp.415~418, 2003.4
4. 임남기외, 슬립폼과 데크플레이트를 채용한 벽식 아파트의 적용성에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집, 제20권 제6호, pp.107~114, 2004.6
5. (주)코스틸, <http://www.kosteel.co.kr>
6. Halpin, Daniel W, Riggs, Leland S, Planning and analysis of construction operations, John Wiley & Sons, Inc., pp.99~101, 1992

7. Cho, K., Integrated Schedule and Cost Management Model For Repetitive Construction Process of High-rise Buildings, Ph. D. dissertation, The University of Seoul, pp.118~119, 2009.2
8. Hong, T. and Hastak, M., Simulation on construction process of FRP bridge deck panels, Journal of Automation in construction Elsevier v.16, n.1, pp.620~631, 2006.10

(접수 2009.10.16, 심사 2009.11.29, 게재확정 2009.12.6)

요 약

철골공사의 데크플레이트 공사는 공사기간이 짧고, 반복적인 작업이 가능하기 때문에, 널리 사용되어져 왔다. 따라서 기존의 데크플레이트와 관련된 연구의 대부분은 데크플레이트의 형태 및 시공성 등에 대한 연구에 초점을 맞추어 진행되어 왔다. 이 연구에서는 실제 사례분석 및 전문가 면담을 통하여, 데크플레이트의 작업 프로세스 및 작업시간 등의 데이터를 수집하고, 이를 바탕으로 CYCLONE 기법을 이용하여 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 이를 통해 개발된 철골조 데크플레이트공사 프로세스의 생산성을 분석하고, 투입되는 자원의 유희시간 등을 분석하였다. 한편, 민감도 분석을 통하여, 투입된 자원의 변화에 따른 생산성 및 작업기간의 변화를 분석할 수 있었으며, 이를 기반으로 철골조 데크플레이트공사의 생산성을 향상시킬수 있는 방안을 제시하였다. 연구에서 개발된 모델을 사용하면, 프로젝트 매니저가 프로젝트의 초기단계에서 해당 건설현장의 데크플레이트 공사에 대한 생산성 및 작업시간을 예측할 수 있으며, 나아가 적절한 자원투입계획을 작성할 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 : 건설시뮬레이션, 생산성, 데크플레이트, 철골조