

철근콘크리트 골조공사의 프로세스 및 공정 공백 산출 시뮬레이션 모형 개발

Development of Computing Model for the Process and Operation Interval of Reinforced Concrete Work using Web-CYCLONE

박 상 민* 손 창 백** 이 등 은***
Park, Sang-Min Son, Chang-Baek Lee, Dong-Eun

Abstract

This study introduces a method for computation of process and operation gap in the specific construction operation(i.e., RC frame construction applying a block-grouping scheme) using CYCLONE-based simulation modeling and analysis technique. Since uncertainty of construction environment exists, a thoughtful production planning is required to effectively deal with a risk resulting in schedule delay in advance. This study presents the concepts of a time delay occurred in a process level and operation level in a operation model, and a method of measuring gap-times in each level while the simulation progresses. It helps a site manager to decide how many segmentation in a construction block is suitable for eliminating unproductive time-delays under the constrained resources (e.g., laborer, equipment). A case study presents a network model representing a three segmented RC frame work, and result obtained from the simulation experiment.

키 워 드 : 공구분할, 공정공백, 프로세스공백, 사이클론.
Keywords : block-grouping, operation gap, Process gap, CYCLONE

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

동일 프로세스가 반복되는 공사는 작업의 연속성을 보장하는 공정계획이 요구되며, 제한된 자원을 효율적으로 활용하기 위해 공구분할이 중요하다[1]. 공동주택의 경우, 하나의 공구를 다수의 동들로 구분하여 공정계획을 수립한다. 이는 인력이나 자재를 각 공구별로 관리함으로써 제한된 자원을 평준화(leveling)하여 원가절감을 달성하게 한다[1]. 그러나 공구분할에 대한 결정은 현장관리자의 경험에 의존하고 있고, 분할된 공구별로 발생하는 공백시간을 측정하고 관리하는 연구가 미흡하다. 따라서 본 연구는 특정 건설 공정(Operation)의 작업공백시간을 효과적으로 측정하고 분석하는 방법론을 제시한다. 프로세스 및 공정 수준에서 비생산적인 공백시간을 측정함으로써, 동일한 자원투

입조건을 유지하면서 공백시간을 최소화하는 공구분할 계획을 수립하여 공기단축과 원가절감에 기여할 것으로 사료된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

RC 구체공사의 기준층시공 절차는 [벽매김-벽철근설치-전기/설비설치-벽거푸집설치-슬라브거푸집설치-슬래브배근-전기/설비설치-검사-콘크리트타설-양생-거푸집해체-이동]의 순서로 반복하며, 목공, 철근공, 타설공, 그리고 전기/설비공 등 4가지 직종이 관여한다[1]. 본 연구는 공구분할 모델링에 초점을 두기 때문에, RC 구체공사의 표준 작업공정은 작업팀(crew)을 중심으로 하는 프로세스(process)로 단순화한다. 즉, 개별 작업팀이 실제로 수행하는 다수의 단위작업들(work tasks)을 하나의 프로세스(process)로 취급하고, 순차적인 4개의 프로세스들로 가정한다. 각 프로세스들은 고유한 작업조들(crew)로 구성되며, 이들 4개의 작업팀들은 하나의 공구에 배치되어 다수의 동들을 순차적으로 이동하면서 작업을 수행한다. 본 연구는 한 공구를 구성하는 개별 동들의 평면은 동일하다고 가정하여 프로세스별 소요시간은 일정한 것으로 간주하고, 작업팀이 다른 동으로 이동하는 시간은 '0'으로 가정한다. 연구방법은 사이클론 모델링 및 분석도구[2]를 사용

* 경북대학교 건축·토목공학부 대학원 석사과정, 정회원
** 세명대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 정회원
*** 경북대학교 건축·토목공학부 부교수, 공학박사, 정회원
이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 중견연구자 지원사업임.
(핵심 공동 : No. 2011-0027641.)

하며, 사이클론의 모델 축조단위(6가지 콤퍼넌트)를 논리적으로 조합하여 공구분할이 반영된 RC 구체공사 모형을 개발해 제시한다.

2. 공구분할에 관한 예비적 고찰

2.1 골조공사의 공구분할

공동주택처럼 공정들이 반복되는 공사를 실시할 때, 적당한 동을 서로 묶어 작업을 하는 공구분할 작업을 실시한다[1]. 공구분할 계획은 주요 자원인 타워크레인 대수, 재사용 가능한 한 세트의 거푸집물량, 작업조 구성 등에 대해, 분할되는 공구단위로 자원관리를 함으로써 원가를 절감하고 자원 효율을 극대화하는 것을 목적으로 한다.

2.2 프로세스공백과 공정공백의 정의

다수의 동을 하나의 공구로 분류하면, 아래 그림 1에 제시된 것처럼 프로세스공백과 공정공백이 일반적으로 발생된다. 프로세스공백(Process gap)이란 상이한 프로세스 소요시간에 의해 후행 프로세스가 개시되는 시점이 지연되는 시간을 뜻한다. 공정공백(Operation gap)이란 표준 공정사이클 상에서 선후관계에 의해 선행공정이 완료될 때까지 대기하는 시간을 의미한다.

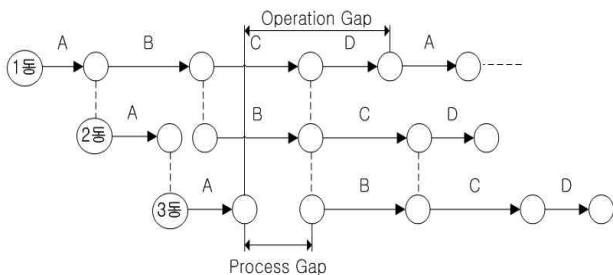


그림 1. 프로세스공백과 공정공백 (정부영(1995) 재구성)

건설 현장에서 특정 공정을 대상으로 프로세스 수준에서 발생하는 대기시간과 공정수준에서 발생하는 대기시간(idle time)을 사이클 단위¹⁾로 정량화할 수 있다면, 그 값을 근거로 어느 지점에서 지연이 발생되고 있으며, 지연정도는 얼마인지, 그리고 공정상의 지연인지 아니면 프로세스상의 지연인지를 보다 객관적으로 분석할 수 있다. 따라서 그 원인에 따라 현장대응이 신속히 수립될 수 있다. 또한, 공백시간을 2가지로 구분하는 접근법은 관리대상을 시간과 노무자원으로 달리한다. 즉, 공기단축을 위해서는 프로세스공백을 중점관리하여 최소화하고, 노무자원의 가동률을 제고하기 위해서는 공정공백을 중점관리해야 한다.

1) 다수의 동으로 구성된 한 공구의 1층 작업분을 완료하는 시간

3. 공구분할 모델링 방법론

3.1 사이클론 네트워크 모델링

이 장은 1,2절에서 제시한 연구범위 및 가정들을 토대로 하여 그림 2와 같이 3개의 동을 한 공구로 하는 사이클론 네트워크 모형을 개발하여 제시하였다. 작업팀들(crews)은 공간상 분할되어 있는 동들(buildings)을 이동하며, 정해진 작업순서에 따라 순차적으로 작업을 수행한다. 이로 인해 작업팀들 사이에 프로세스공백과 공정공백 시간이 불가피하게 발생된다. 따라서 구체공사를 대상으로, 한 공구를 구성하는 동의 수를 주요 변수로 하여 2 종류의 공백시간들을 추정하고 지연요인을 분석하였다. 공백시간의 주요 영향변수로 가정한 동수는 2-4개동까지 변화시키면서 시뮬레이션을 실행하였다. 구체공정은 순차적인 4개의 프로세스가 하나의 사이클로 모델링되는데, 각각 콤비(Combi)노드 7, 10, 13, 16번에 해당한다. 특히, 본 연구는 그림 2에서 보는 바와 같이 기존의 사이클론 모델링 빌딩블럭(Combi, Que)을 논리적으로 조합하여 특정 작업조가 한 동에서 작업을 완료하면 다음 동으로 이동하도록 4개의 논리모듈(즉, B.G 모듈)을 개발하여 네트워크에 통합하였다. 예컨대, A작업조는 1동에서 A프로세스를 종료하면, 즉시 2동으로 이동하여 동일한 A프로세스를 반복한다. 그리고 A작업조가 작업을 완료한 1동에는 후행인 B작업조가 투입되어 B프로세스를 개시한다. 그림 2에 제시된 4개의 BG 모듈들은 4개의 작업조들이 분리된 동을 이동하면서 고유한 작업을 반복적으로 수행할 수 있도록 신호를 조절하였다. 공구분할은 큐1과 큐2에 할당되는 자원수로 조절가능하다. 각 동의 층수는 큐4(재료할당)를 사용하여 정의하였다.

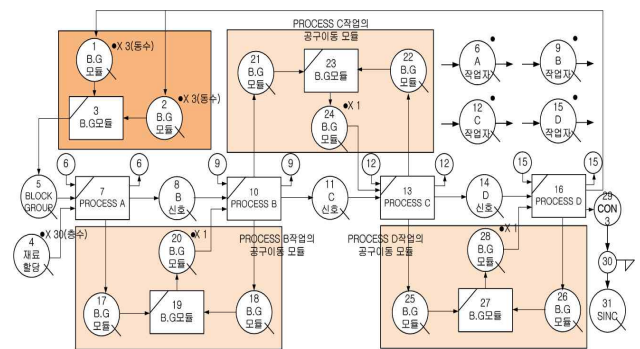


그림 2. 사이클론 네트워크 모델

3.2 시뮬레이션 결과 분석

시뮬레이션 실행 결과는 사이클론이 제공하는 이벤트추적기(Trace run)의 결과데이터를 엑셀로 추출하여 분석하였다. 그림 3은 10층 건물 3동을 하나의 공구로 가정했을 때, 각 공백 시간 값들을 제시한다. A프로세스의 공정공백은 약 708분으로 분석되었다. (지면관계상 상세한 분석은 생략)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	BLOCK GROUPING PROCESS					분할된 공구수는?	3						
2	TRACE INFORMATION					전문의 중수는?	10	그 작업의 평균 Operation 공백은? 708.233333					
3						관심 프로세스 번호는?	7						
4						관심 프로세스 이전 프로세스의 번호는?	18						
5	Sim Time	Process No.	Type	Name	이전 프로세스를 찾는지	그 프로세스의 액티비티의 작업시간은	1등 작업에서 시작하여 마지막작업끝난 시간	작업이 끝난 시간	구속고자 하는 무정량값	그 프로세스 이전 단계의 작업시간	이전 작업 프로세스의 작업순서		
6	0	3	COMBI	B.G	0	0	0	0	0	0	0		
7	0	3	COMBI	B.G	0	0	0	0	0	0	0		
8	0	3	COMBI	B.G	0	0	0	0	0	0	0		
9	13.6	7	COMBI	TASK A	1	13.6	1	0	0	0	0		
10	20.4	10	COMBI	TASK B	0	0	1	0	0	0	0		
11	20.4	19	COMBI	B.G	0	0	1	0	0	0	0		
12	33.7	7	COMBI	TASK A	1	33.7	2	0	0	0	0		
13	37.7	13	COMBI	TASK C	0	0	2	0	0	0	0		

그림 3. 프로세스공백 및 공정공백 분석 결과

4. 결 론

본 연구는 사이클론을 사용하여 다수의 동으로 이루어진 하나의 공구를 모델링하는 방법론을 제시하였다. 또한, 현장관리의 수준을 프로세스와 공정수준으로 구분하여 지연시간을 측정하는 접근법을 제시하였다.

참 고 문 헌

1. 정부영 외. 공동주택 골조공사의 공구분할에 관한 연구, 1995
2. Halpin and Riggs. Planning and analysis of construction operations, John Wiley & Son, Inc, New York, 1992