

고층공사 가설시설물의 동적수직배치 최적화를 위한 기초연구

Preliminary study for Vertical Dynamic Site Layout Planning of High-Rise Building Construction

표기윤* 이동민** 임현수*** 조훈희**** 강경인*****
Pyo, Kiyoun Lee, Dongmin Lim, Hyunsu Cho, Hunhee Kang, Kyung-In

Abstract

The goal of site layout planning(SLP) is to maximize the productivity and efficiency of the construction by reducing the distance and material handling cost and manpower. However, SLPs are static layout schemes, which cannot be reorganized during the construction process to correspond with errors, phase transition, changing working environments on the site. To solve this problem, researches on dynamic site layout planning(DSLP) are emerging. This preliminary study clarifies the characteristics of temporary facility's variables to develop the vertical DSLP algorithm of high-rise building construction.

키워드 : 고층건물, 가설 시설물, 동적배치계획, 최적화, 시공엔지니어링

keywords : high-rise building, temporary facility, dynamic site layout planning, optimization, construction engineering

1. 서론

고층건물 공사에서는 프로젝트의 대형화에 따라 투입인력, 장비 및 자재의 이동규모가 증가하게 된다. 그리고 부지가 협소한 도심지의 대형 프로젝트의 경우 대부분의 가설시설물(temporary facility, TF)들이 일정 공사 단계 이후부터는 건물 내부로 이동하게 되어 시설물의 수평 배치보다 수직 배치가 자재나 인력의 동선에 미치는 영향이 증가하게 된다. 또한 고층건물 시공은 최상층의 골조공사부터 하부 층의 후속공정까지 복합적으로 수행되기 때문에, 공정과 연계된 시설물의 동적배치(Dynamic Facility Layout Planning, DSLP) 최적화는 효율적인 공사 수행의 기초계획으로서 공기 단축 및 공사비 절감에 기여한다.¹⁾ 하지만 대형화, 수직화 되어가는 최근 건축공사 흐름에 비해 이에 대한 수직 동적배치에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 기초연구에서는 고층공사의 수직 DSLP 알고리즘에 들어가야 할 변수 및 그 특성을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 배치 대상 가설시설물의 분류

가설 시설물의 동적 및 정적 특성을 반영하여 다음 표1과 같이 분류하였다. 공사대상 건축물 안으로 들어가는 시설물의 경우, 인력과 관련된 Human-TF(HTF)와 자재와 관련된 Material-TF(MTF)로 분류하였다. HTF의 경우 작업인부와 공사 관리자가 주로 사용하는 가설시설물 및 동선은 차이가 있으므로 해당 가설시설물의 특성에 반영한다.

표 1. 고층공사 가설시설물의 분류

구분	일정 단계 이후 공사대상 건축물 안으로 이동(dynamic layout 적용)	수평배치 상 초기위치 유지(static layout 적용)
HTF	현장사무실, 협력업체 사무실, 안전교육장, 식당, 휴게실	타워크레인, 리프트, 임시 야적장, CPB, 콘크리트 압송관, 실험실, 거푸집야적장, 주차장, 통로 및 주출입구, 세면시설, 울타리
MTF	야적장, 목공소, 철근작업장, 콘크리트 배합장, 철골작업장, 발전시설, 급수시설	

* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학부 박사수료

*** 고려대학교 초대형건설기술연구소 연구교수

**** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

***** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

2.2 가설시설물의 배치 위치

HTF의 경우 작업현장과 인접 시설물까지의 동선이, MTF의 경우 자재관리비용이 최소가 되는 위치에 배치시켜야 한다. 이때, 모든 양중은 리프트 및 엘리베이터에 의해 이뤄지고, 해당 공정이 이뤄지는 층 내에서의 수평이동거리는 공사 초기단계에 설치된 양중장비의 위치에 종속되므로, 동선은 오직 이동대상의 수직거리만 고려한다.

2.3 가설시설물의 이동시기

그림 1과 같이 공정표에 따라 주요 공사 단계가 나뉘어지는 분기점에서 특정 시설물의 이동시기를 결정할 수 있으며, 그림 2의 화살표를 통해 가설시설물의 이동에 따른 자재와 인력의 동선 흐름 변화를 확인할 수 있다.

공정	1년차				2년차				...				n-1년차				n년			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	...	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4			
O ₁	[Bar]				[Bar]				[Bar]				[Bar]							
O ₂	[Bar]				[Bar]				[Bar]				[Bar]							
...	[Bar]				[Bar]				[Bar]				[Bar]							
O _{n-1}	[Bar]				[Bar]				[Bar]				[Bar]							
O _n	[Bar]				[Bar]				[Bar]				[Bar]							
구분	1단계				2단계				...				n단계							
세부	기초공사				골조공사				...				마감공사							
내용	굴토작업, 흙막이벽, pile 타설				지하 및 지상골조, 아웃리거 설치, 콘크리트타설				...				실내외 마감공사, 커튼월 설치							
배치	초기 현장 부지 내 TF 수평배치 적용				건물 내부로 dynamic layout 대상 TF 이동				공사진행단계에 따른 TF의 이동배치				공사 종료							

그림 1. 공사단계 별 가설 시설물의 동적배치 예시

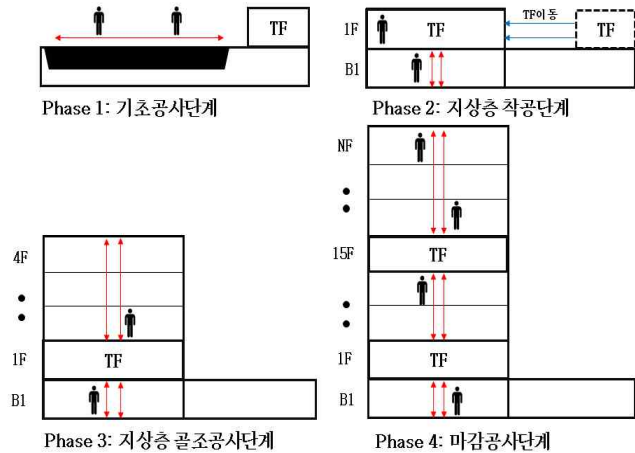


그림 2. 가설 시설물의 동적수직배치 개념도

2.4 동적수직배치 목적함수

수직 DSLP의 목적함수는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다²⁾. 여기서 n은 TF의 수와 위치, x는 TF의 종류, m은 공사단계, t는 해당 TF의 사용시간, s는 해당 부지에 TF가 위치하였는지의 여부(0 혹은 1), f는 해당 TF의 사용빈도, d, u, l, c는 각각 프로젝트가 y 공사단계일 때 i층에서 j층까지의 수직거리, 자재운반비용, 리프트의 양중부하 및 TF이전 비용을 의미한다.

$$Total\ cost = \sum_{y=1}^m \sum_{x=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{x\ iy} f_{ijy} d_{ijy} u_{ijy} l_{ijy} t_y + \sum_{y=1}^m \sum_{x=1}^n \sum_{i=1}^n s_{x\ iy} c_{x\ iy} \quad \text{----- (1)}$$

3. 결 론

본 연구에서는 고층건물 공사 시 가설시설물의 수직 DSLP를 위한 가설시설물 분류와 목적함수를 고안하였다. 향후 연구에서는 최적화 알고리즘 선정 등을 통해 수평레이아웃과 연계된 프로젝트 전체의 DSLP 모델링을 진행하고자 한다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원 (18AUDP-B106327-04)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 안병주, 김재준, 고층건물공사 마감자재의 수직수평이동계획이 통합된 의사결정모델, 한국건설관리학회 논문집, 제2권 제2호, pp47~58, 2001.6
2. Balakrishnan J, Cheng CH, Conway DG, Lau CM, 2003. A hybrid genetic algorithm for the dynamic plant layout problem, Int J Prod Econ, 86:107~120