

초고층 건축공사의 바닥거푸집 최적배치 모델 구축 프로세스 연구

The Process for Development of the Optimum Layout Model in Slab Formwork of High-rise Building Construction

차 민 수* 김 태 훈** 조 훈 희*** 강 경 인****
 Cha, Minsoo Kim, Taehoon Cho, Hunhee Kang, Kyung-In

Abstract

Formwork accounts for a large proportion of the framework in high-rise construction projects in terms of the duration and cost. Especially, slab formwork has a significant influence on these factors. However, the current selection of formwork method in general contractors depends on the decisions of few experienced engineers, and layout planning of the formwork in specialty contractors requires lots of time by different floor types. As a preliminary study for developing an optimum layout model in slab formwork of high-rise building construction, this study proposes the process of the optimum layout model and determines a fitness function for use of the genetic algorithm aimed at table formwork.

키 워 드 : 초고층 건물, 바닥거푸집, 최적배치, 유전자 알고리즘, 적합도 함수
 Keywords : High-rise Building, Slab Form, Optimum Layout, Genetic Algorithm, Fitness Function

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

철근콘크리트조의 초고층 건축공사에 적용되는 거푸집 공법은 골조공사뿐 아니라 전체 프로젝트의 공기단축에 큰 영향을 미치며, 사업성패를 좌우하는 중요한 요소이다. 특히 바닥 거푸집 공법은 적용되는 공법에 따라 작업효율 및 공사비에 많은 차이를 가져올 수 있으므로, 계획단계에서부터 사전에 경제적인 거푸집 적용이 검토되는 것이 바람직하다¹⁾.

하지만, 현재 원도급업체의 거푸집 공법 선정은 몇몇 전문건설업체로부터의 공법 제안 및 배치계획을 토대로 일부 경험 있는 엔지니어의 판단에 의해 결정됨으로써 합리적인 공법 선정에 어려움을 가진다. 또한 전문건설업체는 현장마다의 평면형태가 상이함에 따라 배치계획 시 많은 시간과 노력을 필요로 하고, 설계변경 등의 현장요인을 즉각적으로 반영하는데 어려움이 있다.

이에 본 연구는 초고층 건축공사에 있어 효율적이고 경제적인 바닥 거푸집 최적배치 모델 개발을 위한 기초 연구로써, 모델 구

축을 위한 프로세스 수립 및 적합도 함수를 산정하고자 한다. 이를 통해 원도급업체의 합리적인 바닥 거푸집 공법 선정과 전문건설업체의 효율적 배치계획 수립에 기여하고자 한다.¹⁾

1.2 연구의 방법 및 범위

초고층 바닥 거푸집 공사에 적용되는 공법은 크게 알루미늄폼과 같은 인력 중심 공법과 테이블폼과 같은 장비 중심 공법으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 거푸집의 대형화로 인해 최적배치 모델의 활용도가 가장 높을 것으로 판단되는 테이블폼을 대상으로 거푸집 전문업체 실무자 면담을 실시하였다. 이를 바탕으로 최적배치 모델 구축을 위한 프로세스를 수립하고 적합도 함수를 산정하였다.

2. 최적배치와 유전자 알고리즘

거푸집의 최적배치는 작업 기준층 평면에서 배치가능 공간을 구별해 낸 후 각 거푸집의 배치를 할당하는 순서를 따르게 된다. 이때 거푸집의 공간 할당에는 거푸집의 크기 및 규모에 따라 수많은 조합이 존재하며, 이러한 조합 중 효율적이고 경제적인 최적배치계획이 요구된다.

* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정
 ** 고려대학교 건축사회환경공학부 박사과정
 *** 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수
 **** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 교신저자 (kikang@korea.ac.kr)

본 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2009년도 첨단도시개발사업[과제번호: 09 첨단도시 A01]의 지원으로 이루어졌습니다.

1) 김광희 외 1인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집 공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제19권 제8호, pp.181~188, 2003.8

유전자 알고리즘은 본 연구와 같이 다수의 대안이 존재하는 경우 경험적 방법과 수학적 모델링 기법보다 빠르게 적용하여 효과적으로 최적해를 얻을 수 있다²⁾. 이에 최적해 탐색방법인 유전자 알고리즘을 활용하여 초기화, 변이, 교배, 재생산 단계를 통해 해의 적합도를 평가함으로써 최적배치를 하고자 하며, 본 연구에서는 첫 단계로서 적합도 함수를 도출하였다.

3. 바닥거푸집 최적배치 모델 구축 프로세스

3.1 기존 바닥거푸집 배치계획 조사

국내 거푸집 전문건설업체 2곳 및 외국계 업체 1곳의 전문가 면담을 수행한 결과, 국내 업체는 CAD를 통해 적용 가능한 다수의 대안을 작성한 후, 실무자 회의를 거쳐 최종 배치안을 선정하는 방식으로 진행되고 있었다. 이 같은 방법은 대안작성에 위해 많은 시간과 노력이 소요되며, 설계변경으로 인한 작업 기준층 평면변화 등과 같은 현장요소를 즉각 반영하는데 어려움이 있다. 또한, 외국계 업체인 경우, 자체 개발한 프로그램을 활용하여 배치계획을 수립하고 있으나, 이는 거푸집 공사의 경제성을 최대화하는 최적배치 프로그램이 아닌 단순배치용 프로그램이다. 또한, 자사 거푸집을 사용해야만 이의 활용이 가능하므로 기타 거푸집 사용의 경우, 활용이 불가능하다는 문제가 있다.

3.2 최적배치 모델 구축 프로세스 수립

테이블폼 최적배치 모델 구축을 위한 프로세스는 그림 1과 같다. 첫째, 작업 기준층 평면도 입력 후 개구부, 기둥부 등을 제외한 거푸집 배치가능 공간을 모델링한다. 둘째, 테이블폼 규격과 테이블폼 유닛당 서포트 및 필터의 필요수량을 입력한다. 셋째, 단변/장변방향 혹은 외부에서 코어부 방향 등의 현장 시공성을 고려한 거푸집 배치의 방향성을 설정한다. 넷째, 유전자 알고리즘 활용의 기반이 되는 적합도 함수를 산정하고, 조절 매개변수 및 정지조건을 설정한다. 마지막으로 유전자 알고리즘 실행을 통한 테이블폼 최적배치안을 도출하고 이의 사례검토를 수행하여 모델의 유효성을 검증한다.

3.3 적합도 함수(Fitness function) 산정

최적배치모델은 시공성과 경제성이 모두 고려되어야 한다. 테이블폼 배치방향 등의 시공성은 실무자가 현장특성을 고려하여 사전에 프로그램의 입력데이터로 활용하므로 최적배치를 위한 적합도 함수는 자재비와 노무비 및 인양비 등의 경제성을 고려한 최소공사비로 표현된다.

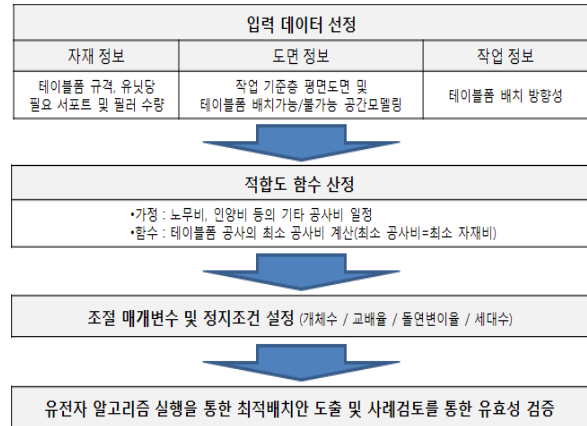


그림 1. 테이블폼 최적배치 모델 구축 프로세스

또한, 작업 기준층 면적은 동일하므로 콘크리트 물량은 공사비 요소로 고려하지 않으며, 비교적 일정할 것이라고 판단되는 노무비, 테이블폼 인양비 등의 부가적인 요인은 고려대상에서 제외하였다. 즉, 최소공사비는 테이블폼과 테이블폼 유닛당 서포트 및 필터 수량에 따른 자재비에 대한 수식으로 표현되며, 이는 본 연구의 적합도 함수가 된다.

$$Min(C_f) = Min(C_m) = Min \sum_1^n (P_n \cdot N_{pn} + S_n \cdot N_{sn} + F_n \cdot N_{fn})$$

C_f : 테이블폼 공사비 C_m : 자재비 P : 테이블폼 단가
 N_p : 테이블폼 수량 S : 서포트 단가 N_s : 유닛당 서포트 수량
 F : 필터 단가 N_f : 유닛당 필터 수량
 n : 규격별 테이블폼 적용개수

4. 결 론

본 연구는 기존 거푸집 배치계획 분석을 통한 초고층 테이블폼 최적배치 모델 프로세스 수립 및 유전자 알고리즘 활용의 핵심인 적합도 함수를 산정하였다. 본 연구는 테이블폼 최적배치 모델개발을 위한 선행연구로써, 향후 최적배치모델의 일반화 및 적용범위 확대를 위한 지속적인 연구를 수행할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김광희 외 1인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집 공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제19권 제8호, pp.181~188, 2003,8
2. Hegazy, T., Optimization of Construction Time-cost Trade-off Analysis using Genetic Algorithms, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.26 No.6, pp.685~697, 1999

2) Hegazy, T., Optimization of Construction Time-cost Trade-off Analysis using Genetic Algorithms, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.26 No.6, pp.685~697, 1999