

서울식물원(마곡중앙공원)의 비정형구조물 시공구현방안 검토사례 연구

A Case Study on Implementation Method of Non-Uniform Structures for Seoul Botanic Park

송 화 준* 박 경 언** 남 정 수***
 Song, Hwa-Jun Park, Kyoung-Yeun Nam, Jeong-Soo

Abstract

While non-uniform shapes are appearing as an apparent building style recently, most architects predominantly think structure and construction technology should support the designed shape of non-uniform structures determined by the architect. Within such a governance structure of architect's perception, the role of an engineer is emphasized for technical support only. Especially, in making a decision on a structural design and plan, if various and objective reviews are not conducted, the design is very likely to be left only as a drawing even if the design is appropriate for criteria and norms. With the recognition of such problems, the present study attempted to propose an equal cooperative relationship between architects and engineers in designing non-uniform structures in the future.

키 워 드 : 비정형 구조물, 높은 층고, 장스팬, 구현가능성, 협동관계, 대안제시
 Keywords : non-uniform, high floor height, long span, implementation feasibility, cooperative relationship, alternative suggestion

1. 연구의 배경 및 목적

최근 건축물에서 나타나는 뚜렷한 변화 중에 하나가 정형 형태에서 비정형 형태로 변화하고 있는 것이다. 컴퓨터를 활용한 시각적 구현기술은 『시각공간과 형태』설계에 있어 시간의 효율과 건축가의 도안을 현실화 시키는데 큰 역할을 해오고 있다. 이와 같이 비정형 구조물에 있어서 건축디자이너의 강한 의도에 의해 형성된 지배적인 구조에서 디자인 된 비정형 구조물이 실제 구조물을 구현하는데에 문제점들을 살펴보고자 한다. 건축가가 제안한 비정형 철근콘크리트 구조물에 대해 구현 가능성을 평가하고, 실제 구현하기 위한 방안을 합리적인 방식으로 모색하며, 구현 방안을 모색하는 과정에서 구조안전성을 증대시킬 수 있도록 구조안전성, 시공성, 경제성, 유지관리성 등의 다양한 검토 평가를 실시하여, 결과적으로 안정된 구조물로 구현되면서 건축가가 원하는 디자인 작품이 탄생할 수 있도록 대안을 제시하는 것을 연구 목표로 하였다. 본 연구는 국내 비정형 건축물 중 서울식물원(마곡중앙공원 식물문화센터) 설계 및 시공 과정 사례를 바탕으로 시공구현방안 검토 및 대안을 제시하였다.

2. 서울식물원(마곡중앙공원) 공사개요

표 1. 공사개요

구 분	내 용	서울식물원(식물문화센터) 전경
공 사 명	마곡 중앙공원 조성공사	
위 치	서울 강서구 마곡동 마곡지구 근린공원1	
용 도	문화 및 집회시설(식물원)	
대지면적	611,257 m ²	
규모(연면적)	지하2층, 지상4층 (26,498 m ²)	
구 조	철근콘크리트구조(사무관리동) 및 철골구조(온실부)	
특이사항	온실부 비정형 외피(ETFE 구조물) 및 외장패널사용	

* 계룡건설산업(주) 건축본부 과장
 ** 계룡건설산업(주) 건축본부 부장
 *** 충남대학교 건축공학과 교수, 교신저자 (j.nam@cnu.ac.kr)

3. 시공 구현방안 검토 및 대안 제시

표 2. 철근콘크리트 구조와 강구조간 비교평가

구현 해결 방안	철근콘크리트 구조 (기존 안)	강 구조 (대안 제시안)
1. 경량화	자중 81,198KN(100%)	41,385KN(51%) 49%의 자중 감소
2. 구조안전성	기동 최대 응력비 89.1% 보 최대 응력비 85.8%	기동 85.4%로 4% 성능 향상 보 82.1%로 4% 성능 향상
3. 비틀림 저항성 증대	스터럽 설치로 비틀림 방지 (D16@150, 100)	격막 설치로 비틀림 방지 (일정한 간격 격막 설치)
4. 온도변형 변형 최소화	온도변형에 의한 균열 및 처짐의 불확실성	최고 온도 +30℃, 23.8mm 변형 최저 온도는 -30℃, 23.8mm 변형 연중 변형 범위는 최대 47.6mm
5. 처짐의 최소화	PG3의 처짐 검토결과, L/758 PG5의 처짐 검토결과, L/593	L/1,277로 처짐성능 1.7배 향상 L/768로 처짐성능 130% 향상
6. 부재 품질 확실성 증대	높은 위치, 긴경간에서 강제거푸집, 가설공사, 철근배근의 복잡성으로 부재 품질 확보 미흡	강구조 재료 특성상 품질 신뢰성 향상, 공장제작 및 현장설치의 단순공정으로 시공성 향상으로 품질 확실성 증대
7. 내구성 확보의 증대	공정의 복잡성, 인력의 과다 투입, 공정 복잡성으로 인한 내구성 확보 미흡	기계화된 제작 및 설치, 시공오차의 최소화로 내구성 확보 가능
8. 조립의 단순화	3차원 형태의 거푸집, 철근가공의 조립공정이 복잡	공장제작 및 현장 설치로 조립의 단순화 가능
9. 거푸집 사용 배제 /최소화	기하학적 3차원 형태의 강제거푸집 설치 필요	강관을 사용함으로 거푸집 사용 없음
10. 시공줄눈 배제, 또는 최소화	29m 높은 위치, 49m의 긴경간의 콘크리트 작업으로 시공줄눈 발생	강구조 부재의 특성상 시공줄눈 없음
11. 가설 단순화	대공간 구조로 방대한 가설공사 필요	기계화시공으로 가설 최소 및 단순화
12. 가설 상호 비간섭화	디자인 형태상 가설공공간 간섭	양중 및 조립의 최소화로 가설공사 비간섭화 가능
13. 경제성	최종 공사비 산정이 어려움 최소 13개월 소요로 제한범위내 불가	70억 소요로 제한범위내 구현 가능 8개월 소요로 제한범위내 구현 가능
14. 유지관리성	온실환경에 따른 철근부식, 균열관리필요	100년 기준, 1.5mm 부식 감안 적용
종합 평가	제한조건인 공사기간 및 공사비내 구현 불가, 구조안전성 확보 미흡, 시공성 복잡하고 비경제적이며, 유지관리 난해	제한조건내 구현 가능, 구조안전성 확보 가능, 시공성 용이, 경제적이면서 유지관리 용이

4. 결 론

건축가가 제안한 철근콘크리트 구조와 대안 제시된 강구조간 구조안전성 및 시공성, 경제성, 유지관리성 측면에서 비교 평가했으며, 그 결과, 강구조는 철근콘크리트 구조에 비해, 자중이 감소하고 구조시스템 부재응력의 성능이 향상되며, 비틀림 저항성 및 처짐 성능 향상, 공정의 단순화로 내구성 및 품질이 신뢰성 확보가 이루어 졌으며, 모든 면에서 충분히 구현이 가능한 것으로 평가되었다. 특히 본 연구대상과 같은 기하학적 비정형의 구조물 일수록 반드시 디자인 초기단계에서부터 구현을 위한 건축가, 엔지니어, 시공자들 3자간의 적극적이고 긴밀한 협력관계가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 이공분야기초연구사업임. (NRF-2020R1C1C1014038)

참 고 문 헌

1. 박정근외 1인, 비정형 건축에 있어서 BIM(Building Information Modeling)의 적용 방안 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2008.10
2. 박홍근, 비정형 건축물에 대한 콘크리트 적용, 대한건축학회지, 제60권 제2호, pp.34~39, 2016