

# 초고층 거푸집 공사의 시공성 검토를 위한 3D Printing의 활용

## Application of 3D Printing Technology for Formwork Constructability Review in Tall Building Construction

**이 준 혁\***  
Lee, Junehyuck

**이 동 민\*\***  
Lee, Dongmin

**조 훈 희\*\*\***  
Cho, Hunhee

**강 경 인\*\*\*\***  
Kang, Kyung-In

### Abstract

The constructability of formwork has a significantly influence on the duration and cost in tall building construction. However, current installation and dismantling process are conducted with heuristic approaches due to the absence of reasonable constructability review method. This study proposes a new method to review the constructability of formwork by utilizing 3D printing technology. It is expected that the suggested review method could reduce formwork duration and cost with subjective, but rational manner.

키 워 드 : 초고층 건축물, 거푸집 공사, 시공성 검토, 3D 프린팅  
Keywords : tall building, formwork, constructability review , 3D printing

### 1. 서 론

초고층 건축 공사에서 거푸집 공사의 시공성은 골조공사의 공사기간 및 공사비에 큰 영향을 미치는 중요한 요소이다. 이에 따라 자재의 모듈화·시스템화 등 공법적 개선을 통해 거푸집 공사의 시공성을 향상시키는 연구가 지속적으로 이루어져 왔지만, 공사의 시공성을 사전에 계획하고 확인하는 시공성 검토에 관한 연구는 미흡한 실정이다(김대성, 2014). 특히 거푸집과 동바리의 설치 및 해체작업의 경우 현장의 동적 환경을 고려한 시공계획이 수립되어야 함에도 불구하고, 이를 사전에 검토하고 개선하기 위한 수단의 부재로 직관적 판단에 근거한 시공계획이 수립된다. 이에 본 연구에서는 3D Printing 기술을 활용하여 거푸집 공법의 적용에 앞서 기술의 시공성을 검토할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 본 연구의 범위는 시공성 검토의 중요성이 높은 바닥 거푸집 공사로 한정하였으며, 최근 초고층 건축공사에 적용이 활성화되고 있는 테이블폼 공사를 대상으로 하였다.

### 2. 거푸집 공사의 시공성 검토

시공성이란 건축 시설물의 전반적인 요구사항을 만족시키고 시공을 용이하게 하는 건축 설계의 정도를 말하며(오정욱, 2002), 시공단계에서 발생할 수 있는 문제점들을 사전에 배제하고자 설계단계 또는 설계완료 직후에 실시된다. 그러나 현 실무에서 실시되는 시공성 검토는 시공 관리자의 경험으로 축적된 직관적인 판단에 의존하고 있으며, 이로 인해 품질의 저하, 공사비용 증가, 공기지연, 분쟁 및 클레임 등의 문제점이 발생하고 있다. 특히 초고층 거푸집 공사는 투입되는 자재와 인력이 많고, 이에 대한 운영이 복잡하여 타 공사에 비해 시공성 검토가 필수적으로 요구되며, 현장 여건, 자재 운반, 인력 운용 등 시공 계획에 대한 검토 항목이 더욱 다양하다.

본 연구는 초고층 건설기록지 분석을 통해 초고층 바닥 거푸집 공사의 작업 프로세스를 파악하였고, 골조 공사 실무자 및 관리자를 대상으로 총 3회의 전문가 자문을 실시하였다. 전문가 자문내용을 종합한 결과, 초고층 바닥 거푸집 공사에서 시공성 검토가 필요한 항목은 거푸집 유닛의 배치도, 골조 부재 및 타 자재와의 간섭, 자재 운반 용이성, 동바리 높이조절, 적재, 안전성 등으로 도출되었다.

### 3. 3D Printing을 활용한 초고층 바닥 거푸집 공사의 시공성 검토

본 연구는 초고층 바닥 거푸집 공사에서 설계 오류 등의 문제점이 빈번하게 발생하는 테이블 폼과 동바리를 대상으로 시공성을 검토하였다.

\* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

\*\* 고려대학교 건축사회환경공학과 박사수료

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

\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 공학박사

검토에는 최근 기계·제조 분야를 시작으로 건설 분야까지 활용범위가 확대되고 있는 3D Printing 기술을 활용하였다. 3D Printing 기술은 시제품 제작시간과 비용을 절감하고 복잡한 형상을 손쉽게 제작할 수 있어, 바닥 거푸집 자재의 축적된 모형을 출력하여 시공성을 검토하기에 적합한 기술이다.

본 연구에서 제시하는 초고층 거푸집 공사 시공성 검토 프로세스는 다음 그림 1과 같다. 먼저 Auto CAD를 이용하여 공사에 사용되는 테이블 폼과 하단 동바리를 실제 사이즈와 일치하게 3D로 설계한다. 설계한 CAD도면 파일은 3D Print 전용 프로그램인 Cura를 활용하여 G-CODE 파일로 변환해 주며, 이 과정에서 Cura 프로그램의 Scale 기능을 이용하여 자재의 사이즈를 프린터 성능에 맞추어 조정한다. 다음으로 생성된 G-CODE 파일을 3D 프린터에 입력하여 인쇄 작업을 실시한다. 인쇄된 결과물을 활용하여 가상의 시공 시뮬레이션을 실시하고, 이를 통해 실제 시공단계에서 발생할 수 있는 문제점 들을 검토하여 설계 및 시공 계획 수립에 이를 반영한다.

3D Printing 출력물을 통해 초고층 바닥 거푸집 공사의 시공성을 검토해본 결과, 바닥 거푸집 및 동바리의 설치·해체 작업을 사전 모니터링함으로써 설치·해체 작업 중 발생할 수 있는 설계 오류를 확인하고 방지할 수 있었다. 또한 자재의 운반 경로를 시각화하여 인력 또는 장비 간의 간섭을 검토하였으며, 출력된 모형을 응용하여 자재의 효율적인 적재 방안을 구상하였다. 향후 골조공사 기준층을 대상으로 제안 기술을 적용할 경우, 골조공사의 시공성 향상을 통한 생산성 향상이 가능할 것으로 사료된다.

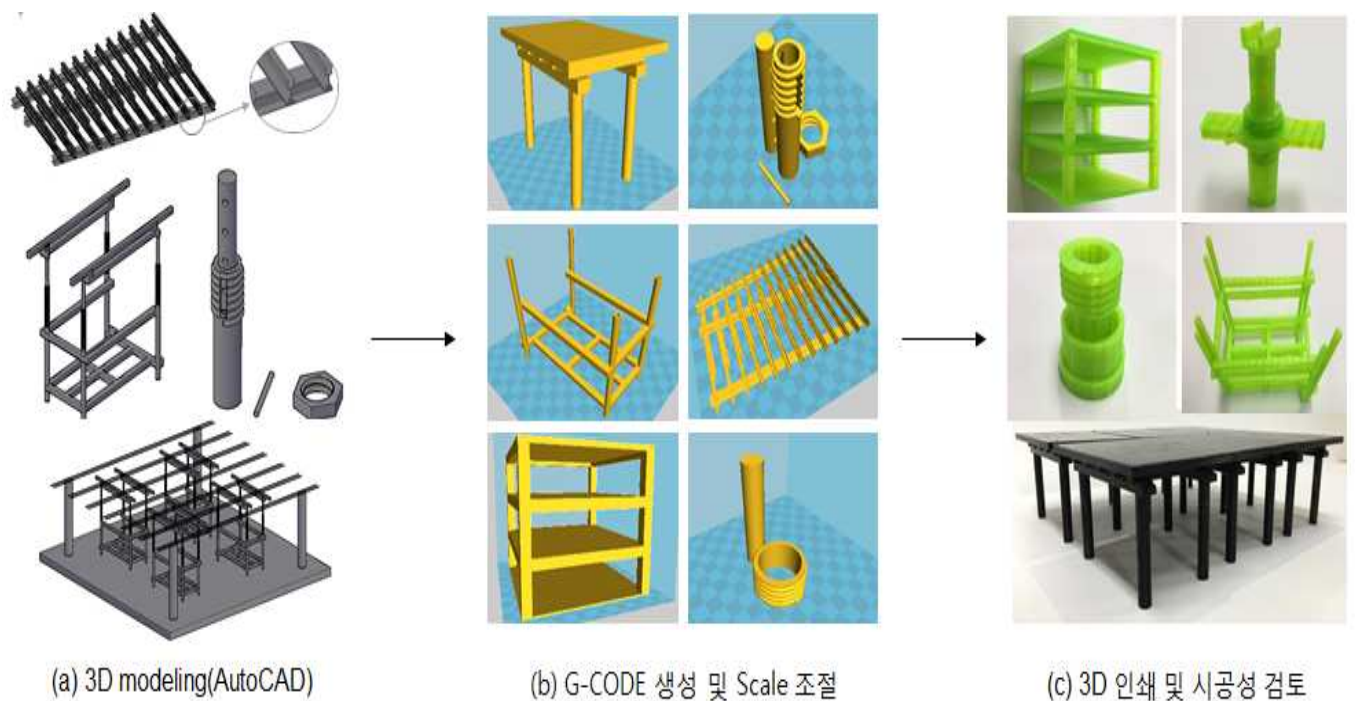


그림 1. 3D Printing을 활용한 시공성 검토 프로세스

#### 4. 결 론

본 연구는 3D Printing 기술을 활용하여 거푸집 공사의 시공성을 검토할 수 있는 방안을 제시하였으며, 이를 통해 시공단계에서 발생할 수 있는 문제점에 대한 전반적인 검토가 가능함을 확인하였다. 본 연구에서 제시한 방안을 통하여 초고층 거푸집 공사의 비용 및 기간 절감과 시공성 향상이 기대되며, 향후에는 적용범위를 확대하여 초고층 골조공사의 시공성 검토를 위한 연구를 지속적으로 수행할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원(16AUDP-B106327-02)에 의해 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 김대성, 최혜미, 김주형, 현장실무자 관점에서의 시공성 검토 지원을 위한 BIM 업무프로세스 제안, 한국건축시공학회 제14권 제6호, 2014.12
2. 오정욱, 송규열, 안용선, 건설사업 제 단계에서 시공성 개념의 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 제18권 제12호, 2002.12