

# 거푸집 자동화 설계를 위한 3차원 기반 소프트웨어 개발에 관한 연구

## A Study on the Development of 3D Software for Automated Formwork Design

이 보 경\*      이 태 훈\*\*      김 진 성\*\*      이 동 은\*\*\*      최 형 길\*\*\*\*  
 Lee, Bo-Kyeong      Lee, Tae-Hoon      Kim, Jin-Sung      Lee, Dong-Eun      Choi, Hyeong-Gil

### Abstract

In this study, development of 3D software for automated formwork design was conducted to achieve optimization and reduction of labor for temporary work. Through the literature review, the current technical level was identified and the required functions of 3D software for automated formwork design were derived. The 3D software should be developed with the aim of automating 3D design, improving construction quality and utilizing the Internet of Things. As a preliminary step to develop 3D software, the prototype demo version was developed to implement 3D design automation function, which confirm the possibility of 3D software development.

키 워 드 : 거푸집 자동화 설계, 3차원 기반 소프트웨어, 가설구조물, 알루미늄폼  
 Keywords : automated formwork design, 3D software, temporary structures, aluminum form

### 1. 서 론

거푸집과 같은 가설구조물은 그 계획에 따라 전체 프로젝트의 안정성, 수익성, 속도 및 품질 등 건설생산성에 큰 영향을 미치게 된다<sup>1)</sup>. 일반적으로 거푸집과 같은 가설구조물 설계는 수작업으로 이루어지거나, BIM 기반 프로그램을 활용하고 있다. 그러나 이러한 방법은 극도로 노동집약적이며, 자재 수량 산출 및 도면 작성에 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 거푸집 자동화 설계를 위한 3차원 기반 소프트웨어 개발에 관한 연구를 수행하였으며, 이를 통해 가설공사 최적화 및 생력화를 도모하고자 하였다.

### 2. 기술 수준 검토 및 소프트웨어 개발의 방향

거푸집 설계는 2차원 도면을 그리드로 나누어 수작업으로 설계하고 수량을 산출하는 방식과 BIM 기반의 프로그램을 활용하는 방식이 주로 이용되고 있다. 그러나 이러한 방법은 각 설계자가 설계한 계획의 객관성 및 효율성 검증이 곤란하며, 작업 숙련도에 따라 결과가 상이한 문제가 발생하고, 거푸집 제작 시 2차원 도면 해석의 오류로 제작 불량에 다수 발생하게 되는 문제점이 있다. 또한, BIM 기반의 프로그램은 반 자동 형태의 프로그램이기 때문에 설계자가 직접 점검을 지정해야 하는 등의 번거로움이 발생하게 된다. 거푸집 설계 회사에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 3차원 기반 거푸집 자동화 소프트웨어 개발 연구를 진행하고 있지만, 아직까지는 연구단계에 머물러 있는 실정이다. 한편, 거푸집에 무선센서를 도입하여 콘크리트의 특성을 파악할 수 있는 센싱 기술에 관한 연구<sup>2)</sup>가 진행되고 있으며, 이를 통해 콘크리트의 품질을 향상시키고 효율적으로 건설관리 업무를 수행하는 등 거푸집 본연의 기능뿐만 아니라 건설생산성 향상을 위한 다양한 기능들이 거푸집 설계 시 요구되고 있다. 이러한 점들을 종합하여 본 연구에서 개발하고자 하는 거푸집 자동화 설계를 위한 3차원 기반 소프트웨어 요구기능을 표 1에 나타내었다.

표 1. 3차원 기반 소프트웨어 요구기능

기능	세부 내용
3차원 설계 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>2, 3차원 도면을 소프트웨어에 대입하여 자동배치.</li> <li>규격 및 비규격 알루미늄폼 라이브러리 구축.</li> <li>치수를 직접 입력하여 소프트웨어가 학습.</li> <li>규격화 모듈을 우선 배치, 비규격화 부분 별도 표시.</li> <li>개구부의 자동식별이 가능.</li> </ul>
시공 품질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>2차원을 3차원으로 설계하여 시공품질 향상.</li> <li>지역적 특색을 고려한 경제적인 물류확보 가능.</li> <li>오류 발생 시 시각화하여 보다 나은 시공성 확보.</li> <li>콘크리트 성질(종류 및 축압)을 고려한 거푸집의 안전성 및 부속 자재의 필요성을 시각화</li> </ul>
사물 인터넷 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>부재에 RFID코드 생성 및 사물인터넷 센서 연동.</li> <li>현장작업 시 사물인터넷 센서와 연동하여 보수가 필요한 부분이 소프트웨어상에 표시.</li> <li>거푸집 회수 시 RFID를 통한 정확한 물량 체크.</li> <li>어플리케이션 연동을 통한 거푸집 관리 및 조정.</li> </ul>

\* 경북대학교 지능형건설자동화연구센터 연구초빙교수, 공학박사  
 \*\* 경북대학교 건설환경에너지공학부, 석사과정  
 \*\*\* 경북대학교 건축학부 교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 경북대학교 건축학부 조교수, 공학박사, 교신저자(hgchoi@knu.ac.kr)

### 3. 소프트웨어 개발

#### 3.1 소프트웨어 프로토타입 데모버전

그림 1은 거푸집 자동화 설계를 위한 소프트웨어 프로토타입 데모버전 개발 현황을 나타낸 것이다. 거푸집은 유로폼을 대상으로 하여 간단한 형태의 라이브러리로 구축하였으며, 건축 골조의 각 면에 대한 모서리 위치 정보를 획득하고, 개구부 유무를 판단하도록 해당 알고리즘을 구현하였다.

또한, 각 면의 너비와 높이에 따른 거푸집 모델 사이즈 연산을 수행하여 사이즈가 큰 거푸집부터 3차원 선 배치하고, 배치된 거푸집의 통계 정보를 산출하도록 알고리즘을 구현하였다. 골조 모델 선택 및 로딩 기능을 추가하여 다양한 형태의 골조 모델에 거푸집이 배치되도록 구성하였다.

이러한 소프트웨어 프로토타입 데모버전 개발을 통해 본 연구에서 수행하고자 하는 거푸집 자동화 설계를 위한 소프트웨어의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

#### 3.2 소프트웨어 개발을 위한 향후 계획

거푸집 자동화 설계를 위한 3차원 기반 소프트웨어를 개발하기 위한 대상 거푸집은 공동주택 건설 시 사용하는 알루미늄폼으로 설정하였다. 알루미늄폼은 표 2에 나타난 바와 같이 다양한 부재로 구성되어 있으며, 이를 부재에 대한 객체 라이브러리를 먼저 구축해야 할 필요가 있고, 각 부재가 연결되는 배치방법 및 시공규칙에 관한 정보도 알고리즘으로 구현되어야 한다. 또한, 소프트웨어 프로토타입 데모버전과 같이 개구부를 인식하여 알루미늄폼 및 부속자재가 자동 배치될 수 있도록 알고리즘을 구현할 예정이다. 또한, 자동 배치가 불가능한 부분은 라이브러리 수정을 통해 제안할 수 있도록 소프트웨어가 구성되어야 할 것으로 판단된다. 한편, 알루미늄폼 제작을 위해 소프트웨어 상에서 자동 배치된 알루미늄폼에 대한 모든 라이브러리를 도면화 할 수 있는 기능이 구현되도록 해야 할 것으로 사료된다.

이와 같은 방향으로 먼저 3차원 설계 자동화 기능을 구현할 수 있는 거푸집 자동화 설계를 위한 소프트웨어 프로토타입 개발을 추진하고 있으며, 이 후 시공품질 향상과 사물인터넷 활용의 요구기능을 추가하여 소프트웨어 개발을 추진하고 시스템 최적화 및 검증을 거친다면, 가설공사 최적화 및 생력화를 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 가설공사 최적화 및 생력화를 도모하기 위해 거푸집 자동화설계를 위한 3차원 기반 소프트웨어 개발에 관한 연구를 수행하였다. 선행 연구로써, 프로토타입 데모버전을 개발하여 3차원 설계 자동화 기능 구현의 가능성을 확인하였다. 이를 통해, 알루미늄폼을 대상으로 한 자동화 설계 3차원 기반 소프트웨어를 개발 중에 있으며, 향후 시공품질 향상, 사물인터넷 활용의 기능을 추가한 소프트웨어 개발을 통해 건설생산성 향상을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

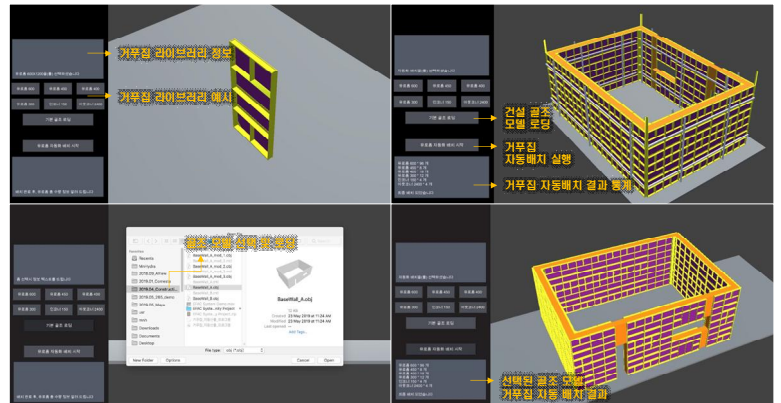


그림 1. 소프트웨어 프로토타입 데모버전 개발 현황

표 2. 알루미늄폼 및 부속자재 종류

구분		종류
알루미늄 폼	Wall & Deck 관련 부재	Wall Panel, Deck Panel, Incorner, Wall End Panel, Rocker, Beam Panel, Wall End Panel-CAP
	연결 부재	Soffit Length, Beam Soffit Length, Slab Incorner, Slab Outcorner
	지지 부재	End Beam, Prop Head, Middle Beam, Joint Bar, Support
부속자재		Steel Wedge, Stub Pin, Beam Pin, Tie

### Acknowledgement

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2018 R1A5A1025137)

### 참 고 문 헌

- Kim, K., Cho, Y., & Zhang, S. (2016). Integrating work sequences and temporary structures into safety planning: Automated scaffolding-related safety hazard identification and prevention in BIM. *Automation in Construction*, 70, pp.128~142.
- 이성복, & 박성식. (2012). 콘크리트 온도 측정을 위한 거푸집 일체형 무선센서네트워크 장치 개발. *한국구조물진단유지관리공학회 논문집*, 제16권 제5호, pp.129~136.