

# 디지털 패브리케이션을 활용한 비정형 건축물의 시공공법 고찰

## Review of Freeform Buildings using the Digital Fabrication

김 성 진\*  
Kim, Sung-Jin

박 영 미\*\*  
Park, Young-Mi

박 성 진\*\*\*  
Park, Sung-Jin

박 기 흥\*\*\*\*  
Park, Ki-Hong

### Abstract

Starting from Guggenheim Bilbao Museum in 1997, it has been increased steadily that complex geometry buildings using digital designs and construction process. Since 2010, the domestic Freeform design has been widely used for buildings such as Dongdaemun Design Plaza, Seoul City Hall, Tri-Bowl, and etc. But there are many defects such as the increased cost and period of construction, and the declined quality of construction because of the lack of optimized method and engineering experiences. Therefore, this study has an effort to review case study of the recent freeform buildings and construction methods using digital fabrications. And this study proposed the improve method for the construction quality for freeform buildings.

키 워 드 : 비정형 건축물, 디지털 패브리케이션, 곡면 외장재  
Keywords : freeform building, digital fabrication, curved facade

## 1. 서 론

1997년 완공된 스페인 빌바오 구겐하임 박물관을 시작으로 하여, 디지털 기반의 건축설계 및 시공 프로세스를 적용하여 완성된 비정형 건축물들이 전 세계적으로 지속적인 증가를 보이고 있다. 국내에서도 2010년 이후 동대문디자인플라자, 서울시청사, 트라이 볼 등의 비정형 건축물들이 구현되었으며 점점 그 적용 범위가 넓어지고 있다. 그러나 아직까지 비정형 건축물의 구현하기 위한 최적화된 공법의 부재, 그리고 시공 엔지니어링의 경험부족으로 인한 공사비 및 공기 증가, 시공품질 저하 등의 문제점들이 발생하고 있다. 따라서 본 연구는 자동차, 선박 등 정밀 제조업에 사용하는 디지털 패브리케이션을 활용하여 완성된 최근 국내 건축사례와 그 시공 방법을 고찰하여 비정형 건축물의 시공품질을 높일 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 이를 위하여 최근 완공된 '세종정부종합청사 3단계1구역' 과 '서울대학교 원형공연장' 에 적용된 디지털 패브리케이션 공법을 활용한 시공방법들을 분석하였다.

## 2. 비정형 건축물의 디지털 패브리케이션 공법 적용사례

### 2.1 비정형 입체 유닛 오픈 조인트 공법

세종 정부종합청사 3단계 1구역(설계: 토문건축, 시공: 일성건설)의 곡면 파사드는 4mm 알루미늄 복합패널을 이용하여 비정형 입체유닛 오픈 조인트 공법으로 시공되었다.

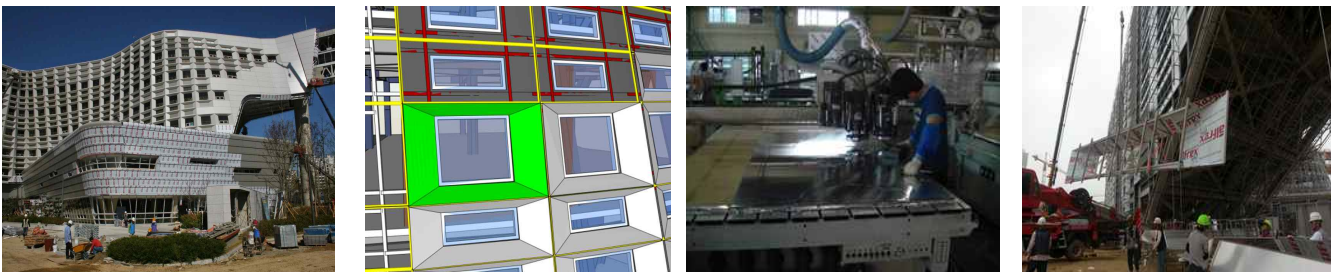


그림 1. 세종 정부종합청사 3단계 1구역의 전경 및 시공 프로세스

\* 디지털 건축연구소 워드웍스 소장  
\*\* 두산건설 기술연구소 차장, 교신저자(youngmi.park@doosan.com)  
\*\*\* 일성건설 이사  
\*\*\*\* 두산건설 기술연구소 부장

비정형 곡면의 패널(패널 면적 : 약 3,486 m<sup>2</sup>) 시공은 디지털 패브리케이션을 제작 및 시공 프로세스에 적용한 결과 2주 내에 정밀하게 완료될 수 있었다. 비정형 입체 유닛의 각 패널들은 3D 레이저 스캐닝 및 역설계를 통해 정확한 현장 시공 값을 측정하고 이를 반영한 CNC 가공 및 제작을 통해 완성되었다. 이 때 3D 레이저 스캐닝은 작업영역에 누락이 없도록 10%이상 중첩하고, 1cm 간격으로 조절하여 정밀하게 스캐닝이 되도록 진행되었다. 패널 가공 시 사용된 CNC(computer numerical control) 라우터의 가공 공차는 ± 0.5mm 이었으며, 곡면 파사드는 공장에서 1차 가공한 후 현장에서 입체 유닛을 조립하여 완성되었다.

## 2.2 CNC T-BAR 형상제어 시스템

서울대학교 원형공연장(설계: 보이아이티텍, 시공: 서희건설)의 비정형 금속 외장재는 비정형 오픈 조인트 패널을 고정하기 위하여 CNC T-BAR를 이용한 정밀 좌표제어 공법으로 시공되었다. 비정형 곡면의 단면은 여러 곡물들이 모여서 하나의 비정형곡면 형상을 이루고 있기 때문에 기존에 사용하는 1방향 밴딩 가공 방법을 사용하는 경우 많은 제작 및 시공 오차가 발생하게 된다. 그러나 CNC T-BAR공법은 플랜지와 웨브를 전개하여 단면형상을 이루는 웨브를 CNC 레이저로 절단하기 때문에 1방향 곡면, 2방향 곡면, 비정형 곡면들을 정확하게 구현할 수 있다. 또한 CNC T-BAR 가공은 외장패널의 고정을 위한 위치 제어 점을 생성할 수 있으므로 곡면 형상 제어뿐만 아니라 비정형 외장패널 고정을 위한 좌표제어용으로 활용할 수 있다. CNC T-BAR는 3D 설계 데이터에 의해 정밀하게 조립되기 때문에 별도의 현장측량 없이 비정형 외장패널을 제작할 수 있으므로 공기단축 및 비정형 외장패널의 품질확보가 용이하다.



그림 2. 서울대학교 원형공연장

## 3. 결 론

최근 비정형 건축물의 외부 디자인이 곡면 형태에서 벗어나 파라메트릭 입체 패턴 형태로 다양하고 복잡화되어 가고 있다. 그러나 기존 정형 건축물 시공에 사용하는 현장제작 위주의 1차원적인 공법을 비정형 건축물에 적용할 경우, 건축물의 시공품질 관리가 어렵고 많은 시공하자가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 비정형 건축물의 시공품질을 확보할 수 있는 방법을 제시하고자 '세종정부종합청사 3단계 1구역', '서울대학교 원형공연장'의 사례와 같이 형상이 복잡한 비정형 건축물의 외장재 제작 및 시공법을 분석하였다. 그 결과, 선박, 항공, 자동차 산업에 사용하고 있는 디지털 패브리케이션 기반의 제작 방법을 비정형 건축물의 외장재 구현을 위한 공법으로 적용할 경우 우수한 품질 구현이 가능하였다.

### 참 고 문 헌

1. 김성진, 박성진, 최영재, 류한국, 3D SCANNING을 활용한 비정형 외장재의 시공 공법 검토, 한국건축시공학회, 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제14권 제2호(통권 제27호), pp.100~101, 2014, 11