

3D 프린팅-건축물 시공에는 어떻게 활용되나

김 성 진 | 위드웍스 대표(건축사)

cielmikim@gmail.com

건축 시공의 진화와 3D 프린팅

최 근 디지털 산업 기술의 발전과 더불어 건축 분야는 Digital Fabrication이라는 새로운 유형의 건축이 도입되고 있다. 건축 디자인이 정형에서 탈피하여 자유 곡선을 이용한 비정형화된 디자인들이 증가함에 따라 기존 시공 방법으로는 제한된 공기 내에 시공 품질 확보가 어려워지고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위해 기존의 재래식 현장 시공 방법에서 벗어나 공장 제작에 의한 Pre Fabrication 방식의 건설 시스템으로 변화하고 있는 것이다.

3D Printing, 3D Laser Scanning, CNC Machine들은 자동차나 항공 산업의 제조를 위해 사용되고 있는 Digital Fabrication 방식이지만 최근 건축 디자인의 변화와 더불어 Pre Fabrication에 의한 건축 시공을 위해서는 반드시 필요한 디지털 산업 기술들이다.

그 중에서 3D Printing은 최근 관련 특허가 만료되

어 미국을 비롯한 선진국에서는 미래를 이끌 핵심 기술로 규정하고 각 분야별 기술 개발에 몰두하고 있다. 아직까지 3D Printing을 활용한 건축 적용 사례들은 많지 않지만 꾸준히 적용 방법을 연구하고 있으며, 최근 중국에서는 단순한 형태이기는 하지만 언론을 통하여 실제 구현된 사례가 알려지기도 했다(〈그림 1〉 참조).

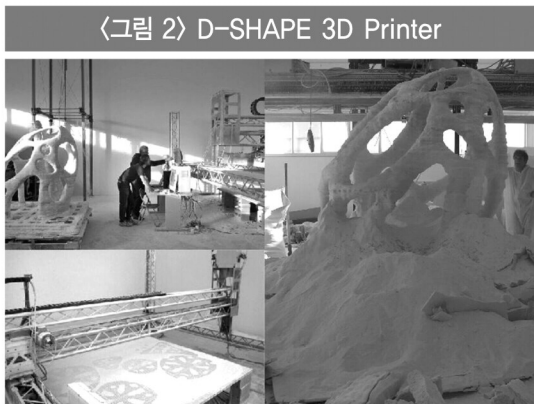
〈그림 1〉 3D Printed House(중국 상하이)



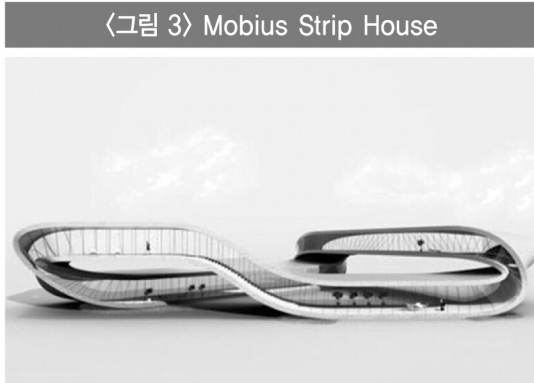
국내에서는 UHPC(Ultra High Performance Concrete)를 활용한 비정형 콘크리트 구현에 대한 연구 과제에 위드웍스가 공동으로 참여하여 3D Printing의 활용 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

해외 건축 - 3D 프린터 활용 사례

Enrico Dini가 건축용으로 개발한 D-SHAPE Printer는 제작 가능한 크기가 제한적이지만 분절하여 제작 조립할 경우 크기와 상관없이 복잡한 형상을 몰드나 거푸집 없이 바로 제작이 가능하며, 품질에 대한 보완만 된다면 활용도가 높을 것으로 생각된다(〈그림 2〉).



〈그림 2〉 D-SHAPE 3D Printer



〈그림 3〉 Mobius Strip House

네덜란드 건축가 Janjaap Ruijsenaars가 설계한 Mobius Strip House는 D-SHAPE을 활용하여 3D Printing 방법으로 건축될 예정이며(〈그림 3〉), 3D Printer의 크기가 제한적이기 때문에 최대 6×9m 이 내로 구조체를 분할하고, 그 속에 유리섬유와 콘크리트를 채워 넣어 Pre Fabrication화시킨 후 각 컴포넌트를 조립하여 시공할 것이라고 한다.

아직 크기와 재료의 적용이 제한적이고 제작 품질이 우수하지는 않지만 간단한 형태는 충분히 제작할 수 있을 정도로 3D Printing 기술이 개발되어 있다. 다만, 경제성이 확보되지 않을 경우 일반화되지 않기 때문에 비정형 등 복잡한 형태의 건축물에 적용하기 위한 프로젝트들이 해외에서 진행 중에 있다.

UHPC를 활용한 비정형 외장 패널 및 3D 솔라 셰이딩 파사드 적용 연구

국내에서 3D Printer를 활용하여 건축 시공에 적용한 사례는 아직 없지만 3D Printer를 활용하기 위한 연구들은 진행 중이다. 그 중에서 2013년부터 서울대

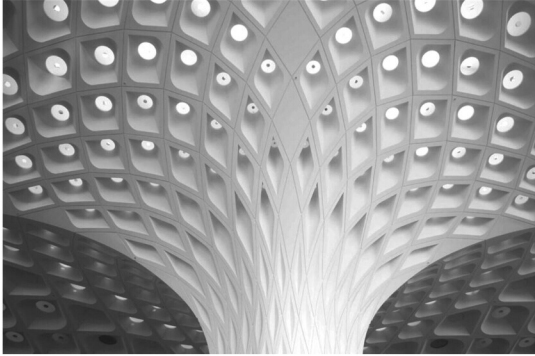
〈그림 4〉 UHPC를 활용한 로고 패널 제작



사진 출처 : 서울대 건축공학과 연구실

특집 3D 프린팅과 건설산업

〈그림 5〉 인도 뭄바이국제공항 제2터미널



학교 건축공학과에서 진행 중인 UHPC를 활용한 비정형 건축물의 외장재 적용을 위한 응용 기술 개발에 공동 연구 기업으로 위드웍스가 참여하고 있다.

UHPC는 토목이나 고층 건축물의 구조적 성능을 증가시키기 위하여 강섬유 등을 혼입하여 만든 특수 콘크리트인데, 해외에서는 비정형 건축 분야에 상용화한 기술이지만 국내에는 이제 연구를 시작하는 단계이다. 1년차에는 정형 부분에 대한 UHPC의 건축 활용 방법이 연구되었으며(〈그림 4〉), 올해 2년차부터는 비정형 부분에 적용하기 위한 연구가 진행된다.

UHPC는 구조적 성능이 우수하여 두께를 최소화하고 경량화할 수 있기 때문에 3D 비정형 외장 패널이나 솔라 셰이딩 파사드 등 파라메트릭한 외장재로 사용할 경우 기존 석재나 PC를 활용하는 것보다 가공이 용이하여 복잡한 형상을 쉽게 구현할 수 있다(〈그림 5〉, 〈그림 6〉 참조).

UHPC의 재료적인 성질을 이용하여 3D 형상을 가공하기 위해서는 몰드를 3D Printing하여 가공하는 방법과 몰드 없이 직접 3D Printing으로 형상을 제작하는 방법이 있다. 두 가지 가공 방법에 대한 경제성, 구조 성능 및 한계들을 검토하여 가장 최적화되는 조

〈그림 6〉 3D Solar Shading Facade Image

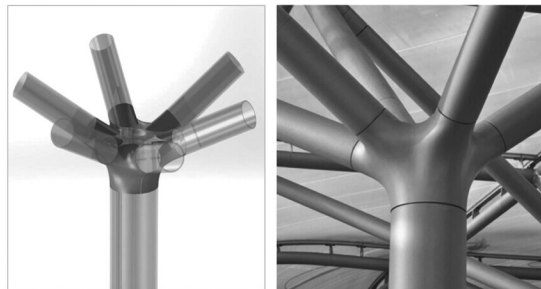


건들과 적용 방법을 연구하게 된다. 아직 국내에 건축용 3D Printer가 없기 때문에 7-Axis Robots를 활용하는 방법도 검토 중이다.

3D 프린터를 활용한 디테일 개발

해외에서는 3D Printer를 활용하여 철골 접합부 제작이 시도되었다(〈그림 7〉). 특히, 다양한 노출 철골의 접합부를 기존의 주물 방식으로 제작할 경우 몰드 제작에 들어가는 비용이 높고, 1회 사용 후 재사용이 어렵지만 3D Printing을 활용할 경우 몰드 제작 없이 다양한 접합 부재들을 경제적으로 제작할 수 있다는 장점이 있다. 3D 프린팅을 활용하여 건축 구성 요소들을 제작하는 것이 아직 실험적인 단계이지만, 일반

〈그림 7〉 3D Printing 철골 접합 부재



〈그림 8〉 비정형 건축물

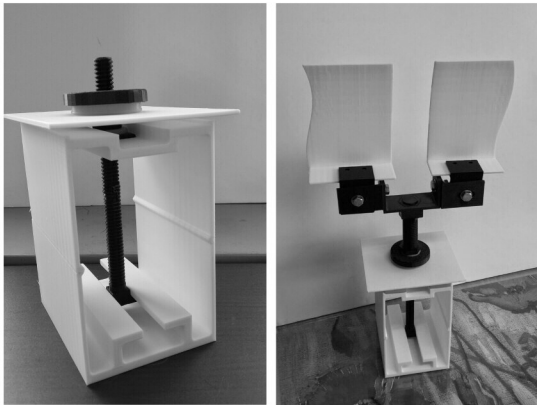


MBC 신사옥 판매시설.



세종시정부종합청사 3-1구역.

〈그림 9〉 3D Printer를 활용한 디테일 개발



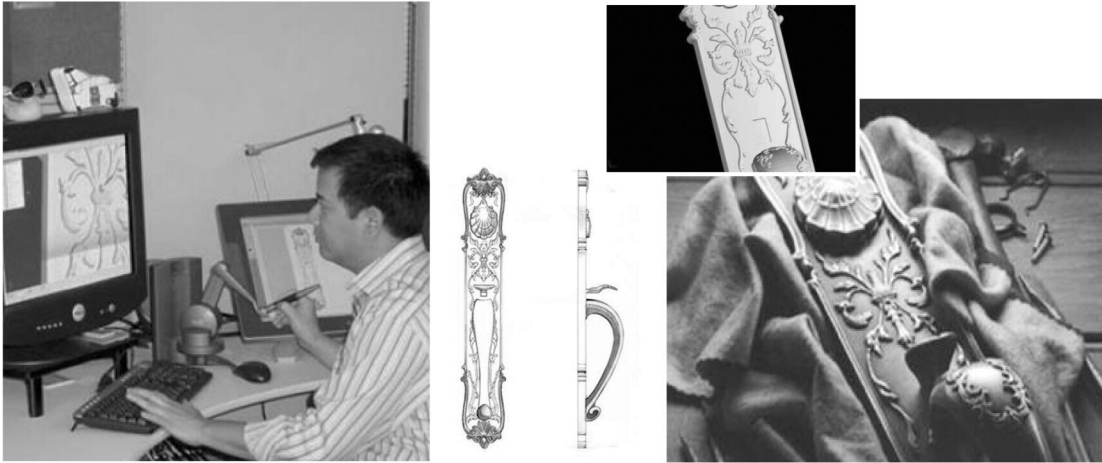
건축 공법으로 제작하기 어렵고 비용이 많이 들어가는 비정형 건축물의 접합부 등에는 경제적이기 때문에 활용도가 높을 것으로 생각한다.

국내 건축 프로젝트에서는 아직 3D Printing으로 제품을 생산해서 시공한 사례는 없으며, 현재 건축에 사용하고 있는 콘크리트, 스틸, 알루미늄 석재, 목재 등의 재료들이 기존 현장 제작 방식이나 대량 생산 방식에 의한 시공에 최적화되어 있다. 따라서 기존의 틀을 벗어날 경우 시공비 상승이나 시공 품질에 대한 문제가 발생하고 있다.

최근 위드웍스에서 참여하고 있는 비정형 건축물의 설계 및 시공 엔지니어링 프로젝트들은 정형 건축물에 적용하는 일반적인 공법으로는 시공성과 품질 확보에 어려움이 있어 3D Printer를 활용하여 3D 접합부 디테일을 엔지니어링하는 방법으로 설계를 진행하였다(〈그림 8〉, 〈그림 9〉). 그리고 전문 가공업체가 참여하여 3D Printing한 제품의 가공성, 경제성, 시공성 등을 검토한 후 시공에 적용할 최종 디테

특집 3D 프린팅과 건설산업

<그림 10> 디지털 기술의 활용(Black & Decker)



일을 확정하였다. 일반적인 엔지니어링 방식에서는 설계 단계에서 디지털 목업으로 검토를 끝내고 나머지는 시공 단계에서 검토하게 된다. 만약 설계 디테일에 문제가 있을 경우 설계변경을 진행하여 완성하기 때문에 추가 비용이 발생할 수 있다. 결국 3D Printer의 도입으로 엔지니어와 Fabricator 간의 직접적인 커뮤니케이션을 이끌어낼 수 있었으며, 간접적인 방식으로 3D Printing을 건축 시공에 활용할 수 있었다.

디지털 기술의 미래

3D Printer 제조사인 미국의 3DSYSTEMS는 개인용에서 산업용까지 다양한 3D Printer를 생산하고 있으며, 또한 3D Scanner와 역설계용 3D 솔루션까지 제공하여 디지털 설계에서 제작에 이르는 전 과정을 하나의 프로세스로 진행할 수 있도록 하고 있다. 3D Printer 기술이 하나의 독립적인 분야로 성장하는 것보다 3D Scanner와 3D 디자인 영역들이 서로 복합화되어 발전할 경우 응용 범위가 넓어

지기 때문에 그 파급 효과는 몇 배로 커질 수 있다.

미국의 Black & Decker라는 회사는 도어록 제조업체로 3D 프로그램만으로는 예전 장인들이 만들었던 도어록이나 손잡이들의 아름다운 디자인을 구현하는 것이 불가능하다고 판단하고 디지털 기술들을 활용하기 시작하였다고 한다(<그림 10>). 먼저, 3D Scanner를 통해서 원형을 받은 후 3D 프로그램에서 그 데이터를 활용하여 디자인을 변형하고 추가하여 장인이 만들어낸 제품 이상의 고급화된 제품을 만들 수 있게 되었다. 3D Printer 기술이 보급화될 경우 멀지 않은 미래에는 3D Printing으로 더 다양한 제품 생산까지도 가능할 것으로 생각한다.

현재 우리나라도 문화재의 자료 정리와 보전을 위하여 3D Scanner 기술이 도입되어 활용되고 있다. 앞으로 이런 자료들을 바탕으로 3D Design 및 3D Printing 기술들이 같이 연결될 수 있다면 전통을 자연스럽게 계승하면서도 고급화시킬 수 있는 창의적인 형태의 제조업으로 발전할 수 있을 것으로 기대한다. CERIK