

디지털 디자인 및 패브리케이션 통합 스튜디오 교육 사례 소개 -조지아텍 디지털빌딩랩에서의 인테리어패널 제작

[글] 이진국¹, 이현수²
¹한양대학교 실내건축디자인학과
 designit@hanyang.ac.kr
²한양대학교 실내건축디자인학과
 hyunsoolee120@gmail.com

1. 서 론

건축분야에서 “디지털”의 개념이 적용된 것은 건물의 설계에 대해 입면, 단면, 평면도 등으로 불리는 2차원의 전통적인 건축도면을 캐드소프트웨어를 사용하여 작성하고 출력하던 3~40여년 전 무렵부터라고 여겨진다. 110여년 전 건축가 루이스설리번이 소개한 “Form follows function”이라는 기치하에 모더니즘 건축이 부흥을 이루었고, 오늘날 우리가 생활하고 있는 대부분의 건축공간은 가장 경제적인 형태이기도 한 심플한 사각 큐브 형태를 가지게 되었다. 이러한 건물들은 소위 입.단.평면도만으로 충분히 그 형태와 기하학적 구성을 어렵지 않게 표현할 수 있었다. 그러나 최근 개장한 자하하디드 설계의 동대문디자인플라자(DDP)의 경우처럼, 그러한 도면만으로는 제대로 표현하거나 이해하기 어려운 형태의 건물들이 많이 등장하고 있다.

전문 설계자의 수작업에 의존하던 기하학적 형상 정보를 주로 표현하던 도면작업을 컴퓨터작업으로 대체하는 것이 기존의 캐드였다면, 건물정보모델링(BIM)은 형상정보 이외의 무수히 많은 부가적인 정보를 DB화하여 연동함으로써, 도면이라는 정지된 화상을 넘어 그 이전과 이후 프로세스를 함께 아우르는 여러 긍정적인 효과를 누릴 수 있도록 하는 가장 “스마트”한 형태의 캐드라 할 수 있다. 이때 비 건축영역에서는 보다 일찍 적용되어오던 파라메트릭 모

델링이나 파트(Part)기반 어셈블리(Assembly)모델링 등의 기법이 자연스럽게 된다. 건축분야에서는 특히 기존에 나뉘어 존재하던 “설계”와 “시공 또는 제작”의 과정을 컴퓨터를 사용하여 보다 통합적으로 접근하는 것이 광의의 BIM의 핵심 중 하나라고 볼 수 있다. 기원전시대의 비트루비우스(Vitruvius)의 “건축십서” 이래로 설계와 시공 및 제작은 직업적으로 통합되어있었으나, 르네상스시대의 알베르티(Leon Battista Alberti)에 의해서 건축설계 영역이 보다 전문적이고 독립적인 영역으로 분리되었다고 보는 견해가 있다. 아이러니하게 건축영역에서 가장 진보된 형태의 광의의 캐드라 볼 수 있는 BIM에 의해 그러한 구획의 경계가 다시 통합의 방향으로 향하고 있다고 볼 수도 있다.

동대문디자인플라자의 경우나 프랭크게리의 디즈니콘서트홀 등과 같은 자유곡면이 무수히 사용된 복잡한 형태의 건물일수록 그러한 시공가능성이나 제작가능성이 설계단계에서부터 중요하며, 이는 건축분야에서 시공 및 제작가능성을 고려한 통합적인 설계접근방법의 중요성에 대한 이유 있는 근거를 제시한다. 건축설계분야에서 BIM에 대한 여러 교육과 관련한 성공적인 사례들이 보고되는 가운데, 본 글에서는 디지털 디자인과 디지털 패브리케이션의 통합적인 교육 사례를 소개하고, 해당 결과물과 교훈 등을 간략히 사례와 함께 소개하고자 한다.

2. 인테리어패널 제작을 위한 디지털 디자인 및 디지털 패브리케이션

2.1 스튜디오 교육 사례 개요

조지아텍의 건축대학 소속의 디지털빌딩랩 내 디지털패브리케이션랩을 학생들과 함께 방문하여 본 수업이 진행되었다. 참가한 19명의 학생들은 대부분 학부 2-3학년으로서, 기본적인 캐드나 3차원 그래픽에 대한 지식은 갖추었으나, 실 제작이라던가 BIM과 파라메트릭 디자인 등에 대한 경험은 거의 없는 학생들로 구성되어, 설계-제작 통합 스튜디오를 통해 학생들의 교육효과의 향상에 대한 전반적인 과정을 관찰할 수 있도록 하였다. 2주간의 기본교육과 2주의 실제 스튜디오 수업으로 구성되었으며, 이론과 실습으로 양분하여 60시간의 밀도 높은 수업으로 이루어졌고, 척이스트만교수 및 러셀켄트리 등의 조지아텍 디지털빌딩랩 소속의 교수들이 강의와 지도를 수행하였다.

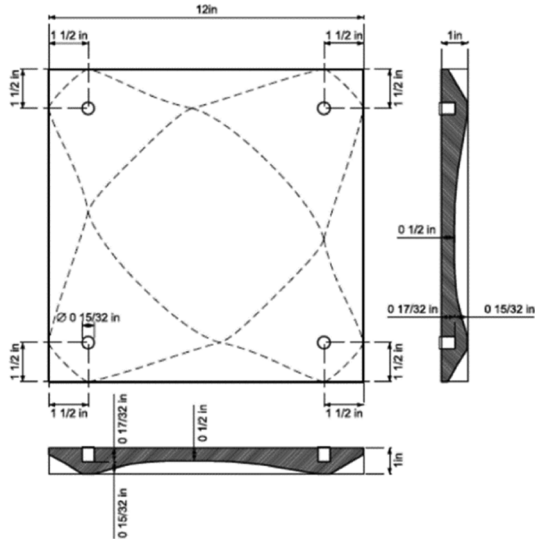


그림 1. 디지털 디자인 및 패브리케이션 대상 MDF 패널 예시 (12*12*1 인치)

2.2 디지털 디자인 과정

디지털 디자인 및 패브리케이션 통합 스튜디오에서 목표로 설정된 기본 인테리어패널은 그림1과 같으며, 다양한 디지털 디자인 및 패브리케이션 작업의 최종 결과물이 해당 형태의 패널이 가진 여러 형상적, 재료적 특성을 고려하여 제작될 수 있도록 필요한 작업이 진행되었다. 가령 가로, 세로 각 12인치(약 31 cm)에 높이는 1 또는 2인치인 기본 패널은 기본적으로 MDF(Medium Density Fiber) 재질임을 감안하여 디자인 작업이 수행되었다. CNC 기기를 사용하여 높이 1인치의 패널을 절삭할 때, 디지털 디자인의 형상이 해당 패널 모델에 어떤 방식으로 적용될지 입면 디자인의 곡면 방향과 절삭기의 진행 방향, 사용될 절삭기(원형 드릴 등)의 지름 등을 고려해야 하는 등의 사항에 대해 미리 숙지시키고, 시뮬레이션을 수행하여 제작가능성에 대한 충분한 고찰과 함께 디자인작업이 수행되었다.

본 디지털 디자인 과정에서는 주로 Rhino, Grasshopper 등의 소프트웨어를 이용하여 각 디자인에 패러메트릭 모델링 기법으로 작업을 진행 하였다.

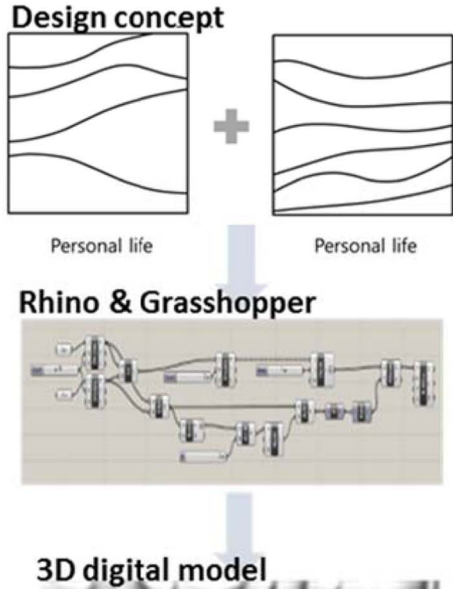


그림 2. 컨셉 디자인 및 패러메트릭 디자인 모델 생성 과정 예시

디자인 알고리즘의 수립과 변형, 적용 변수를 제어함으로써 다양한 디자인 안들이 나올 수 있으며, 제작가능성을 고려하여 수정사항이 생길 시에 간단한 변수 수정을 통해 전체적인 디자인 재작업이 용이하도록 하였다. 해당 작업의 예시는 그림2와 같다. 인테리어패널 제작을 위한 특정한 디자인 컨셉과 그에 적절한 모델링을 위하여 알고리즘을 작성하였으며, 다양한 시도와 반복작업의 결과로 최종적인 디자인 모델이 생성되는 과정의 예시이다.

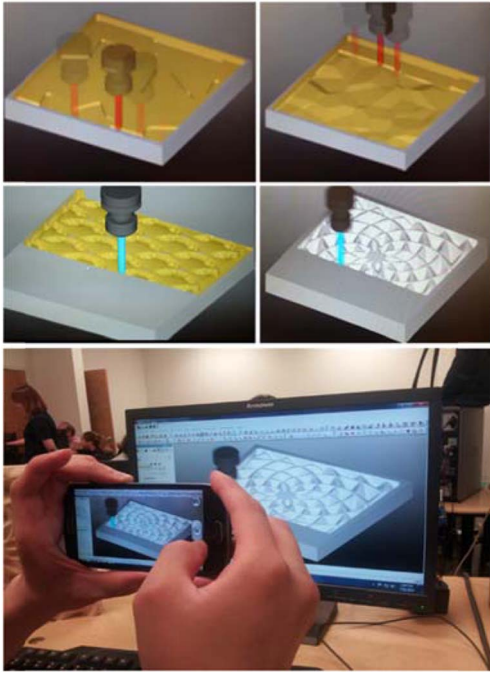


그림 3. 알파캠(Alphacam)을 이용한 사전 CNC작동에 대한 시뮬레이션 및 예상 결과물

2.3 제작가능성을 높이기 위한 디자인 모델 시뮬레이션 과정

디지털 디자인 모델의 생성 이후 디지털 패브리케이션 작업 전 단계에서는 해당 모델이 실제 제작 과

정에 어떠한 문제점이 있을 수 있는지 미리 파악할 필요가 있으며, 이는 제작가능성을 높이는 핵심이다. 건축디자인에서의 해당 재료들은 대부분 부피가 크고 수량은 많이 필요하므로 경제성 등의 이유로 값싸게 시험제작 해보거나 동일한 크기로 3D 프린팅 하기가 현재로서는 용이하지 않다. 또한 복잡하고 자유곡면이 사용된 인테리어패널일수록 그러한 문제가 크다. 뿐만 아니라, 적용할 패브리케이션 기기의 종류와 사용될 재료의 종류에 따라 결과물이 의도한 디자인과 상이해지는 문제를 야기할 수 있기 때문에 제작기별, 재료별 사전 제작 시뮬레이션을 수행하여 이러한 문제를 방지할 필요가 있다. 특히 CNC 기기의 경우에는 단순 커팅이 아닌 3차원의 형상을 재현하는 특징이 있으며 사용되는 드릴의 종류, 이동 경로나 방향 등에 따라 디지털 모델과 실제 제작된 모델간의 형태적 차이점이 발생할 수 있다. 이러한 오류를 방지하기 위해 본 수행 과정에서는 알파캠(Alphacam)을 이용하여 CNC 가상 시뮬레이션을 진행하였다. 해당 예시는 그림 3과 같으며, 학생들에게 각자의 디자인에 대해 이러한 시뮬레이션과 제작 가능성 예측에 보다 많은 시간을 할애할 수 있도록 함으로써 설계-제작 통합적 접근의 중요성을 체득할 수 있도록 하였다.

참고로 본 작업을 위한 기술적 과정을 요약하자면 다음과 같다. 1) Rhino에서 작업한 디지털 모델 파

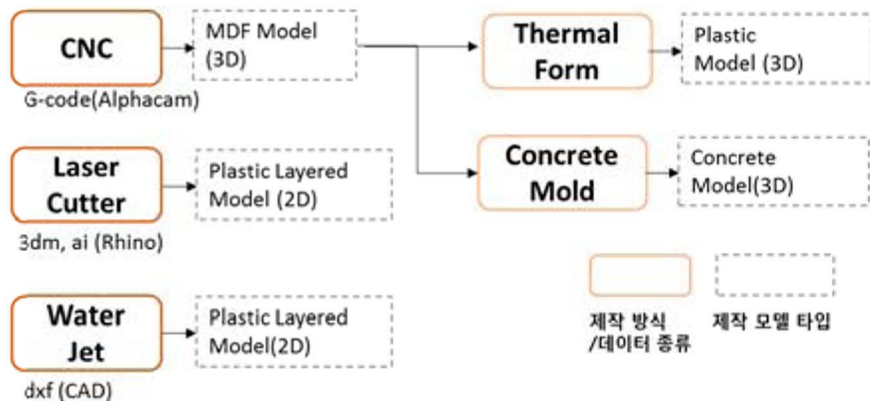


그림 4. 디지털 패브리케이션 구현 방식과 제작 모델의 타입



그림 5. 워터젯(Water jet) 기기 제어 및 디자인 모델 최종 점검 작업(위) CNC 기기 제어 및 실시간 모니터링(아래)

일을 솔리드 IEGS 포맷으로 내보내어 Alphacam에서 불러들인다. 2) Alphacam 환경설정에서 CNC 기기가 실제 사용할 드릴 타입을 설정하고, 기본패널을 정의하며, 수행 작업 방향 및 순서 등을 설정한다. 3) Alphacam 가상 시뮬레이션을 수행하여 결과물을 확인 및 필요시 시뮬레이션 환경을 수정하여 최적의 결과물을 얻는다. 4) CNC 기기에서 시뮬레이션과 동일한 작업이 수행될 수 있도록 호환이 가능한 형태 및 G-code로 변환한다. 이러한 시뮬레이션 및 데이터 호환성검사 프로세스를 거친 후 실제 패브리케이션 과정으로 이행함으로써 오류를 최소화하여 제작이 가능할 수 있었다.

2.4 디지털 패브리케이션 수행

본 사례에서 사용된 디지털 패브리케이션 제작 방법 및 기기의 종류와 그에 따른 필요 데이터 타입은 다음 그림4와 같이 요약될 수 있다.

기본적으로 각 팀의 모든 디지털 디자인 모델들은 1차적으로 CNC 기기를 이용하여 패브리케이션 제작을 진행하였다. CNC 기기로 제작된 MDF 패널 모

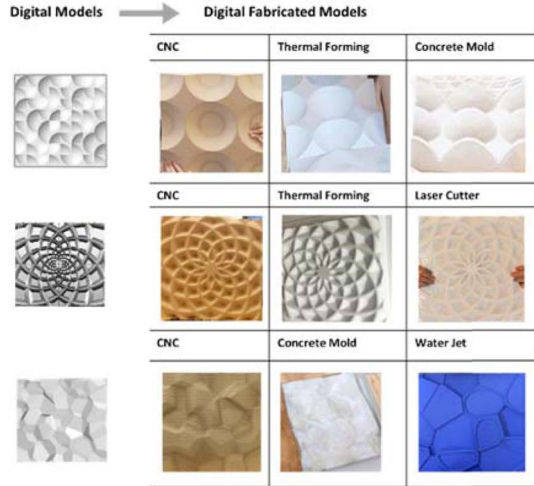


그림 6. 디지털 디자인 모델 이미지(좌)와 디지털 패브리케이션 기법으로 제작된 인테리어패널 결과를 예시(우)

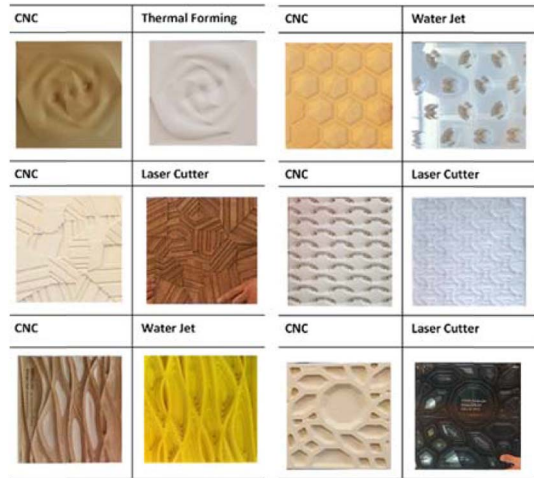


그림 7. 동일한 디자인에 대해 서로 다른 디지털 패브리케이션 기법을 적용하여 제작된 인테리어패널 결과를 예시

델을 이용하여 열처리를 통한 플라스틱 변형 기법 (Thermo-forming)과 몰드를 이용한 콘크리트 제작 기법을 활용할 수 있었으며, 기타 제작기법을 사용한 추가적인 패브리케이션 또한 수행될 수 있었다. 각 팀의 패널 디자인 특성에 따라 3차원 모델을 Rhino에서 입면 섹션 분리를 통해 약 6개 레이어 평



그림 8. 디지털 패브리케이션 스튜디오 수업 후 최종 전시 및 크리틱 모습, 조지아텍 건축대학, 2014년 8월

면을 레이저커팅(Laser cutter)이나 워터젯(Water Jet) 등으로 절삭하여 레이어 구조화 시켜 또 다른 형태의 3차원으로 제작 할 수 있다. Laser cutter와 Water jet은 2차원 평면 형상을 디자인된 곡선대로 정교하게 커팅할 수 있다는 특징을 가지며, 특히 Water jet은 일반적인 Laser cutter로 절삭하기 어려운 철판, 알루미늄 판 등 강도 높은 재료를 다룰 수 있다는 차별성을 가지고 있다. 이와 같이 총 5가지의 패브리케이션 과정을 각 팀의 디자인의 특성에 맞도록 인테리어패널 디자인을 구현할 수 있었다.

3. 인테리어패널 디자인 구현 결과물

디지털 디자인 작업, 제작 전 시뮬레이션 및 수정 작업을 거쳐 최종 디지털 패브리케이션 단계에서 실제 제작된 인테리어패널들은 그림 6과 그림 7과 같다. 그림 6의 좌측 이미지는 디지털 디자인 과정에서 생성된 3차원 모델이며, 우측은 디지털 모델을

기반으로 패브리케이션 기법에 따라 생성된 실제 패널 모델이다. 작업한 디지털 디자인의 형상에 따라 적합한 디지털 패브리케이션 기기 및 재료를 선택하여 작업을 진행하였다. 또한 동일한 디자인에 대해 상이한 제작방법을 최대 4가지씩 적용하여 결과물을 비교할 수 있도록 함으로써 각 제작방식에 대한 이해를 실물 제작 결과물을 놓고 비교분석 할 수 있도록 함으로써 통합적 접근방법의 효과를 극대화 할 수 있었다.

본 과정을 통해 학습하게 된 디지털 모델과 제작 모델의 형상적인 차이가 발생하는 이유에 대하여 다음과 같이 요약할 수 있다. 1) 디자인 모델의 곡률이나 크기 자체가 지나치게 크거나 작은 부분의 경우 제작기기의 방식과 특성에 따라 처리되지 않는 경우가 발생하는데, CNC 기기 등의 드릴 크기 등이 이에 해당한다. 2) 직선적이며 직각코너 형상 요소가 들어있는 디자인의 경우 CNC 기기가 모델의 직각코너 부분을 표현 하는데 한계가 발생한다. 3) 레이저 커팅을 이용한 레이어드 제작 방식은 플라스틱의 두께에 의해 본래의 디지털 모델의 형상만큼 정교하게 표현되지 못하는 등의 한계점을 도출할 수 있었다.

그러나 이러한 한계점에도 불구하고 각 방법들에 대해 고유의 특성 자체를 디자인요소로 살릴 수 있다는 가능성도 체득하였다. 가령 원목의 CNC가공의 경우 드릴의 크기에 따른 거친 표면이 오히려 디자인적으로 표면의 질감을 더욱 돋보이도록 표현하였으며, 레이어로 적층된 레이저커팅이나 워터젯은 나름대로의 인테리어패널 디자인의 효과를 극대화 하였다.

4. 요약

본 글을 통해 학생들과 함께 수행한 다양한 디지털 디자인 모델을 기반으로 5가지의 디지털 패브리케이션 방식을 적용하여 여러 실제 인테리어패널의 제작 과정 및 그 결과물들을 요약적으로 소개하였다. 해당 과정은 기존의 분리된 설계와 제작 및 시공이 아닌, 설계-제작 통합적인 접근방법을 활용함으로써 학생들로 하여금 디지털 디자인과 패브리케이션의

효과를 극대화 할 수 있음을 체득하도록 하였다. 패브리케이션 기기 및 재료 등의 차이점에 따라 실제 구현된 모델과 원래의 디지털 모델과의 형상적인 차이점은 아직까지 한계점으로 남을 수 있지만, 비정형적으로 생성된 디지털 디자인의 형상이 직접적으로 실현이 가능하다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 또한 파라메트릭 모델링 기법이나 실제 제작 경험이 거의 없는 학생들을 대상으로 개별적인 교육이 아닌 설계-제작 통합적인 교육을 실시함으로써 각 요소들이 어떻게 유기적으로 관련되어 디지털 디자인 과정이나 패브리케이션과정에서 상호 보완적으로 중요한지 직접 체득할 수 있도록 하였다는데 의의가 있다.

본 글에서 소개한 재료를 깎는 등의 방식인 “마이너스”의 방식이 아닌 3D프린팅과 같이 재료를 이용해 만들어가는 “플러스”적인 방식 또한 해당 사례에서 수행되었으며 마찬가지로 다양한 특성을 지니고

있으나, 본 글에서는 전자의 방식에 대해 주로 논하였다. 본 글에서 다룬 제작기법뿐만 아니라 3D프린팅 기술의 발전과 보급에 따라 디지털 패브리케이션 역시 다양하게 진보하고 있으며, 팹랩 등을 통한 학교에서의 건축설계 교육도 다양하게 진화하고 있다. 본 사례 및 기타 실험적인 교육과 선도적인 여러 시도를 통해서, 디지털 디자인과 패브리케이션 영역을 확장시켜나가고 해당 기술의 발전에 적극적으로 보조할 수 있는 교육과정을 수립하고 이행하는데 일조할 수 있기를 희망한다.

사 사

본 글의 교육 사례는 한양대학교의 지원 및 BK21+의 사업비 일부를 지원 받아 수행되었으며, 논문집 등에 제출된 내용 일부를 인용하였습니다.