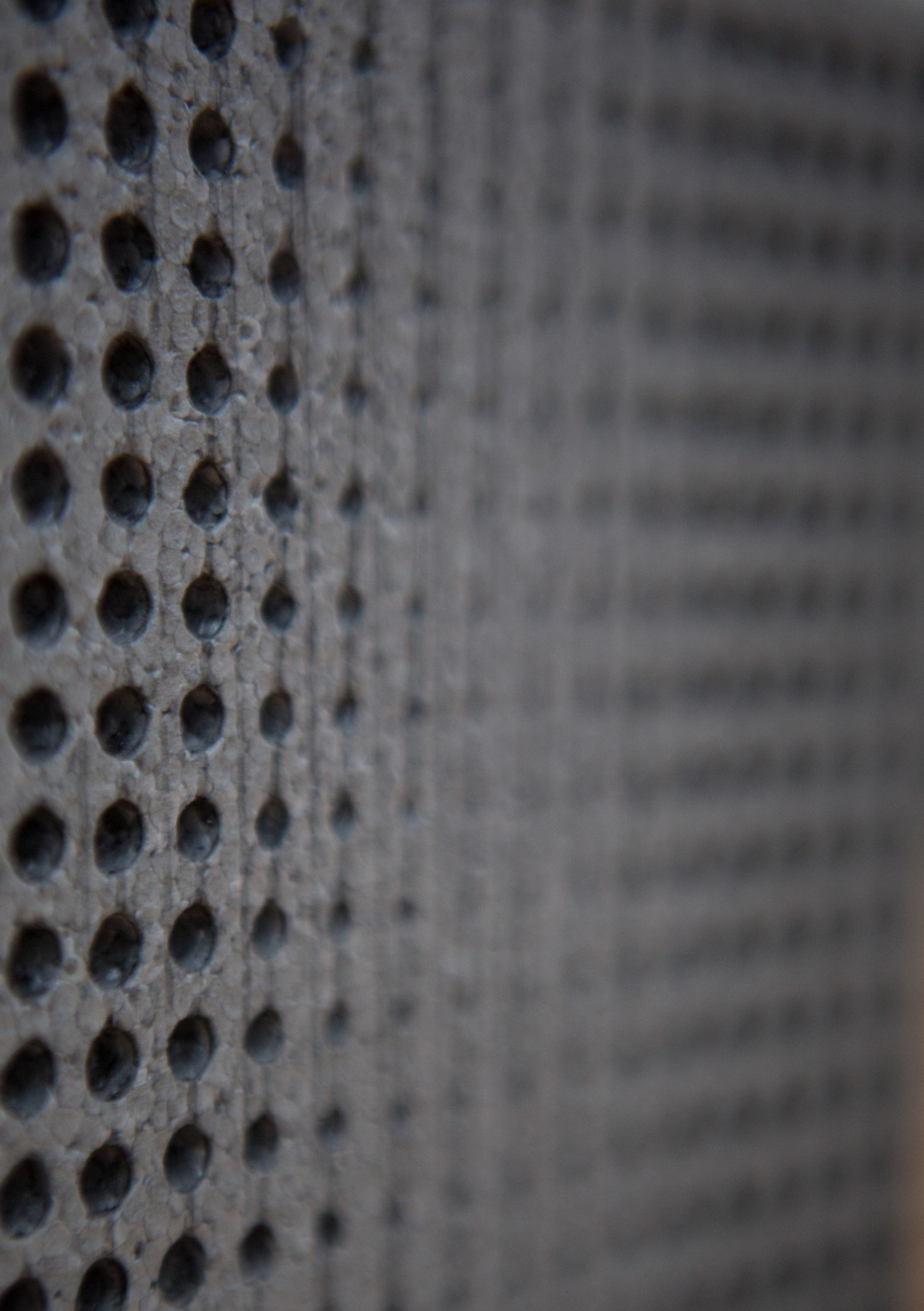




글 · 이택수
Lee Taxu



Introduction

- I. 재료와 도구
materials and tools
- II. 손
Hands of human
- III. 로봇팔
Hands of robot

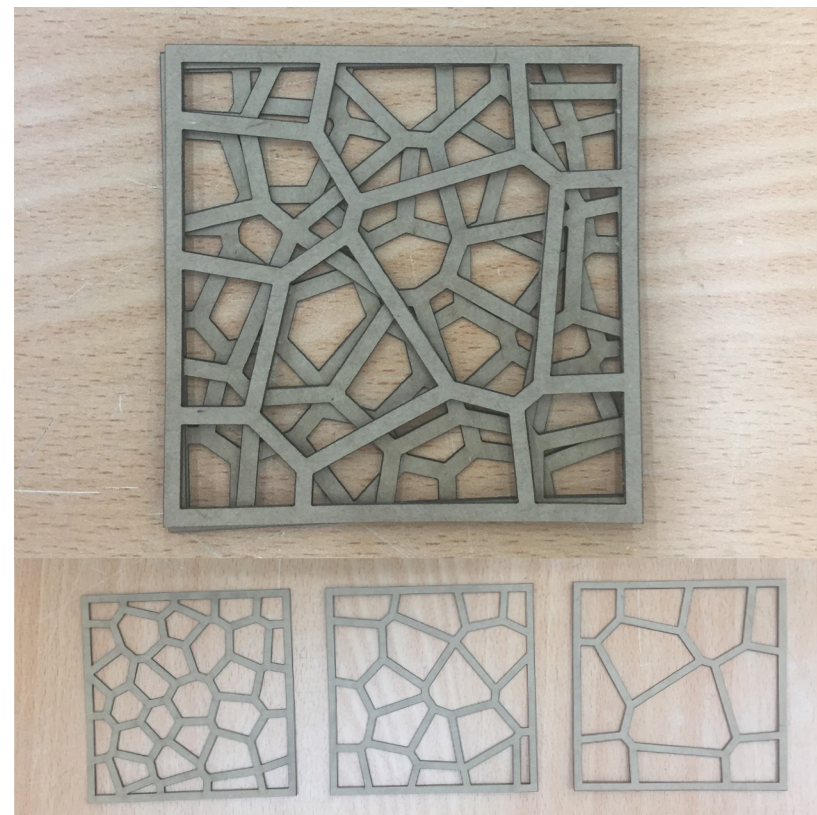
Conclusion

Introduction

재료와 도구를 다루는 데 있어서 디지털 툴을 이용하여 형태를 만들어 내는 것과 손과 도구를 사용하여 만드는 것의 차이는 사람의 경험과 감각에 의해 형태를 만드는 것과 수치화된 값에 의해서 형태를 만들 수 있다는 것이라고 생각하였다. 그러면 디지털 툴로 무엇을 조절하여 어떠한 형태를 만들 것인지에 대해 생각하게 되었다. 그리하여 손으로는 정밀하게 조절 못하는 것에 관심이 생겼고, 어떠한 면 혹은 입체에 파라미터를 조절해 밀도가 다양하게 변하는 형태를 만들고 싶어졌다.

학기 초에 보로노이 형태의 판으로 밀도를 조절하여 만들고자 하였다. 그래스호퍼에서 사각형을 그리고 그 평면 위에 무작위로 포인트를 배치하여 그 점으로부터 형성되는 보로노이 다이어그램을 만들었다. 평면 위에 뿌려진 포인트들이 많을수록 보로노이 다이어그램은 더욱 촘촘하게 생기고, 개구부의 면적은 줄어들고 프레임의 면적은 그만큼 증가하게 되었다. 그리하여 포인트들의 갯수를 바꿔가며 개구부의 갯수와 면적이 다른 종류의 판을 3개 만들었다. 그리고 일정한 파라미터를 가진 것들을 겹쳐놓았을 때 랜덤하게 개구부가 형성되는 것을 볼 수 있었다.

이런 시도들로부터 파라미터로 조절 가능한 디자인과 그



〈그림 1〉 보로노이 다이어그램(Voronoi Diagram)을 이용해 100x100mm의 타공판을 만들었다. 포인트 개수를 조절하여 각각의 밀도를 조절하고 그걸들을 겹쳐 랜덤으로 밀도를 조절할 수 있다. 사진_황동욱

것을 다시 랜덤하게 구성하는 것으로 생각이 이어졌다. 작업은 손으로 작업했던 것들을 모사하여 디지털 도구의 움직임 만들어내어 결과물을 만드는 과정으로 진행하였다. 각 과정에서의 시도를 통해 재료와 도구를 어떻게 이용할지 발전시켜 나갔다.

재료와 도구 materials and tools

재료와 도구를 사용하여 여러 형태를 만드는 과정에서 두가지의 생각이 들었다. 손으로 작업한 내용들이 어떻게 하면 디지털 패브리케이션으로 다시 혹은 더 좋게 나올 수 있을지에 대해 생각하였고, 다른 하나는 디지털 도구를 이용하더라도 디지털 툴로 완벽하게 통제하지 못하는 자연스럽고 우연한 표현방법에 대해 생각하게 되었다.

첫번째 생각은 기존에 밀도를 통제하는 방법과 이어지는 생각이다. 손으로 원하는 이미지의 기본적 형태를 만들고, 이것을 디지털 지오메트리로 가져와서 다시 디지털 도구로 표현하는 방식으로 진행했다. 이때 손으로 했던 것은 대략적인 감각에 의한 파라미터로 표현된 것이라면, 이것을 디지털 지오메트리로 가져오려면 어떻게 형성되고 이것을 조절하는 파라미터는 어떤 것이 될 수 있을지에 대해 생각해보았다.

지점토에 끝이 뾰족한 뿔 형태의 찌르는 도구를 이용해 타공을 하였다. 깊이 찌를수록 구멍의 깊이가 깊어지고 넓어짐에 따라 안에 생기는 그림자의 크기와 깊이가 달라지는 것을 볼 수 있다. 그리고 이때 찌르는 방향과 깊이, 도구의 두께와 모양에 따라 형태가 만들어졌고, 디지털 지오메트리를 만드는데에 이러한 파라미터를 집어넣어 주었다. 이것을 다시 디지털 패브리케이션으로 나왔을 때, 파

라미터를 조절하여 원하는 형태를 만들 수 있을거라 생각하였다.

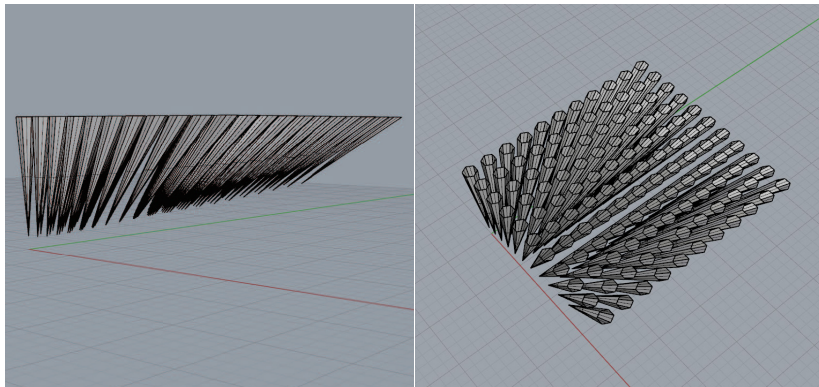
두번째 생각이 이어진 작업은 다음 두개가 있다. 하나는 무언가 분할하고 상태변화를 하여 다시 재결합시켜 패턴을 만드는 것이었고, 다른 하나는 뜨거운 공기(유체)를 분사하여 그것의 흐름으로 형성되는 패턴을 만드는 것이었다.

첫번째 작업에서는 아크릴에 투명테이프를 붙여 그것을 망치로 파쇄한다. 아크릴은 충격에 따라 깨지고 금이가며 패턴이 생겼고, 분할되었지만 테이프가 이것을 고정하고 있다. 그리고 여기에 히트건을 사용하여 열을 가하여 아크릴이 다시 결합하면서 깨진 모양과 금에 따라서 랜덤한 패턴을 이루면서 하나의 판으로 재결합된다. 두번째 작업에서는 아이소골드에 히트건을 사용하여 표면에 열을 가하여 표면이 녹았다가 다시 굳어지면서 만들어지는 패턴을 만들었다. 평평했던 면이 열에 의해 상태변화가 일어나고 다시 굳어져 고체가 되었지만 전과는 다른 형태를 가지게 되었다.

각각의 작업에서 아크릴을 때리는 부분, 횡수, 힘을 달리 조절하였고 열은 골고루 가하여 재결합하였다. 아이소골드 작업에서는 열을 가하는 온도, 머무르는 시간, 표면과의 거리를 조절하였다. 그러나 이러한 파라미터 조절은 기본적인 통제이고 이런 조절을 통해 결과물을 완전히 예측할 수는 없었다.



〈그림 2〉 지점토에 찌르는 도구를 이용해 흔적은 남겼다. 방사형으로 갈수록 퍼지도록 밀도를 조정하였다. 사진_황동욱



〈그림 3〉 라이노에서 그레이스호퍼 플러그인으로 네모난 평면위에 점들을 한점으로 벡터방향이 향하도록 하였다. 그렇하여 일정하게 각도와 밀도가 변하는 흔적이 나도록 표현했다.



〈그림 4〉 아크릴에 투명테이프를 붙이고 잘게 조각낸 후, 히트건(heat gun)을 이용하여 재결합시켜 상태변화를 통한 불규칙적인 패턴을 만들었다. 사진_황동욱



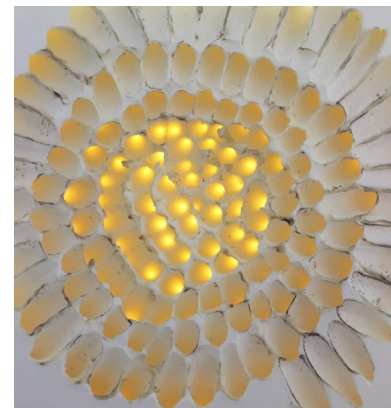
〈그림 5〉 단열재 소재인 아이소골드에 히트건으로 녹여 패턴을 만들었다. 히트건의 움직이는 속도와 재료와의 거리를 통제하며 녹으면서 어떠한 패턴이 생기는지 관찰하였다. 사진_황동욱

손

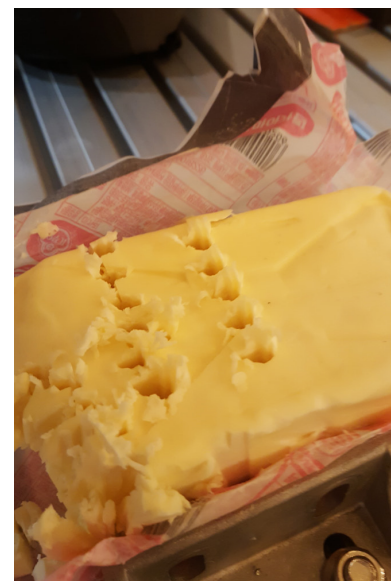
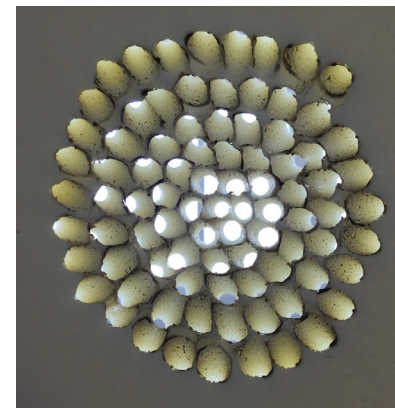
Hands of human

밀도를 조절하는 방법으로 타공하는 깊이와 방향에 따라 다르게 나타나는 구멍을 만드는 데 집중하였다. 이 때 찰흙과 같은 재료는 찌르는 행위로 흔적을 남겼을 경우, 옆으로 흙이 밀려나거나 뭉쳐지게 되었다. 그리하여 흙은 밀도 조절을 위한 적절한 재료와 도구가 아니라고 생각하게 되었다. 흔적을 깔끔하게 내기 위해서는 도구가 재료를 제거하거나 액체로 만들어 흘러보내야 했다.

일단 손으로 작업하는 첫단계 아이소골드에 인두로 작업하는 것이었다. 아이소골드에 인두가 닿으면 기화되거나 일부 액화되어 흘러내렸다가 다시 굳어 적합한 재료라 생각되어 손으로 작업을 진행해보았다. 형태를 만드는 방식은 아래와 같다. 아이소골드 위에 가상의 한점이 있고 그 점을 중심으로 구를 만들고, 그 구표면상에 포인트들을 정렬하고 중심에서 각각의 포인트들로 이어지는 벡터가 존재한다고 생각하였다. 그리고 그 상상 속의 벡터를 따라 인두를 움직이며 방사형의 패턴을 만들었다. 이 결과 점들의 깊이에 따른 밀도조절도 있었지만, 인두에 의한 구멍에서 빛이 들어오는 것이 각각의 벡터방향에 따라 다르게 조절되는 효과가 나타났다.



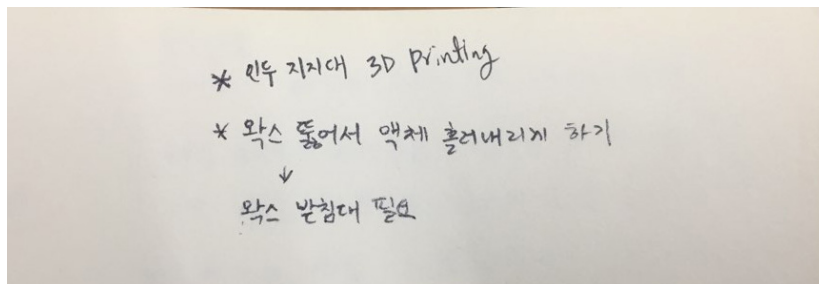
〈그림 6〉 인두를 이용하여 아이소골드에 방사형 패턴만든 모습이다. 인두의 속도와 방향과 깊이를 변화시키면서 형태를 만들었다. 사진_황동욱



〈그림 7〉 밀도가 다른 타공성 패턴과 무언가 그틈에 채워 도구가 움직인 흔적의 형상을 본뜨고 싶었다. 흔적내기와 상태변화가 쉽고 냄새가 유독하지 않은 마가린으로 테스트하였다.



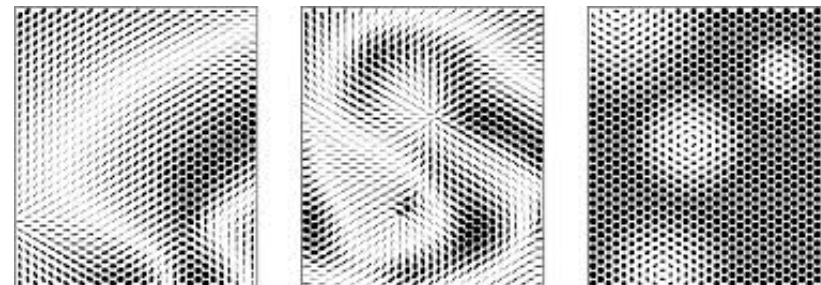
〈그림 8〉 마가린은 잘 녹았지만 굳는데 비교적 오랜 시간이 걸렸고, 굳은 상태도 단단하지 않아 파라핀왁스로 같은 작업을 진행했다.



〈그림 9〉 형태를 만들때 재생성되는 부산물을 이용하기 위한 스터디

그리고 사라져버리지 않고 상태변화하여 이동하면서 우연한 새로운 형태가 나올 수 있는 것들에 대해 생각해 보았다. 열을 가하였을 때 기화되지 않고 액화되는 재료에 대해 생각하였고, 아이소골드와 같이 열을 가하였을 때 안 좋은 물질이 배출되지 않는 재료를 생각하다가 마가린이 떠올랐다. 마가린으로 테스트를 해보았을 때, 인두로 잘 녹았지만 형태가 잘 뭉개지고 부산물 또한 굳는데 시간이 걸렸다. 녹이지 않고 가위로 찢었을 때는 부산물이 일정치 않아 컨트롤하기 어려웠다. 재료를 좀더 딱딱한 파라핀 왁스로 작업하였다. 작업시 마가린보다는 높은 녹는점으로 오랜 시간이 걸렸다. 그리고 흘러내리는 왁스를 어떻게 처리하여 재가공할지에 대해 고민하였다.

인두에 의해 녹아내리는 왁스를 처리하기 위해서는 왁스가 평평한 판에 있는 것이 아니라 받침대가 있어야 했다. 기울어진 면에 고정하여 왁스가 일정한 방향으로 흘러내리게 하여야 했고, 구멍 안에 고인 왁스를 빼내기 위해 몇몇 부분은 필수적으로 타공을 해야하는 요소들이 생겼다.

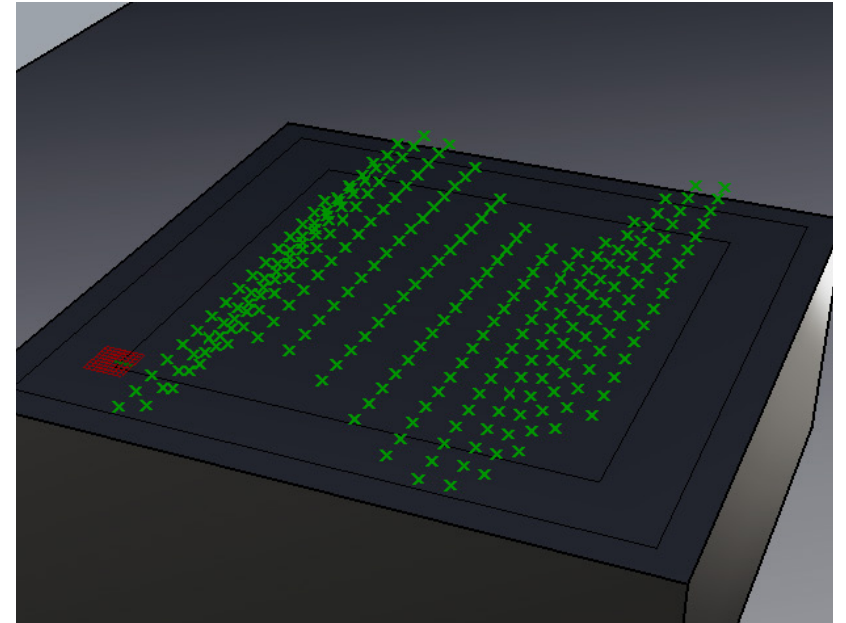
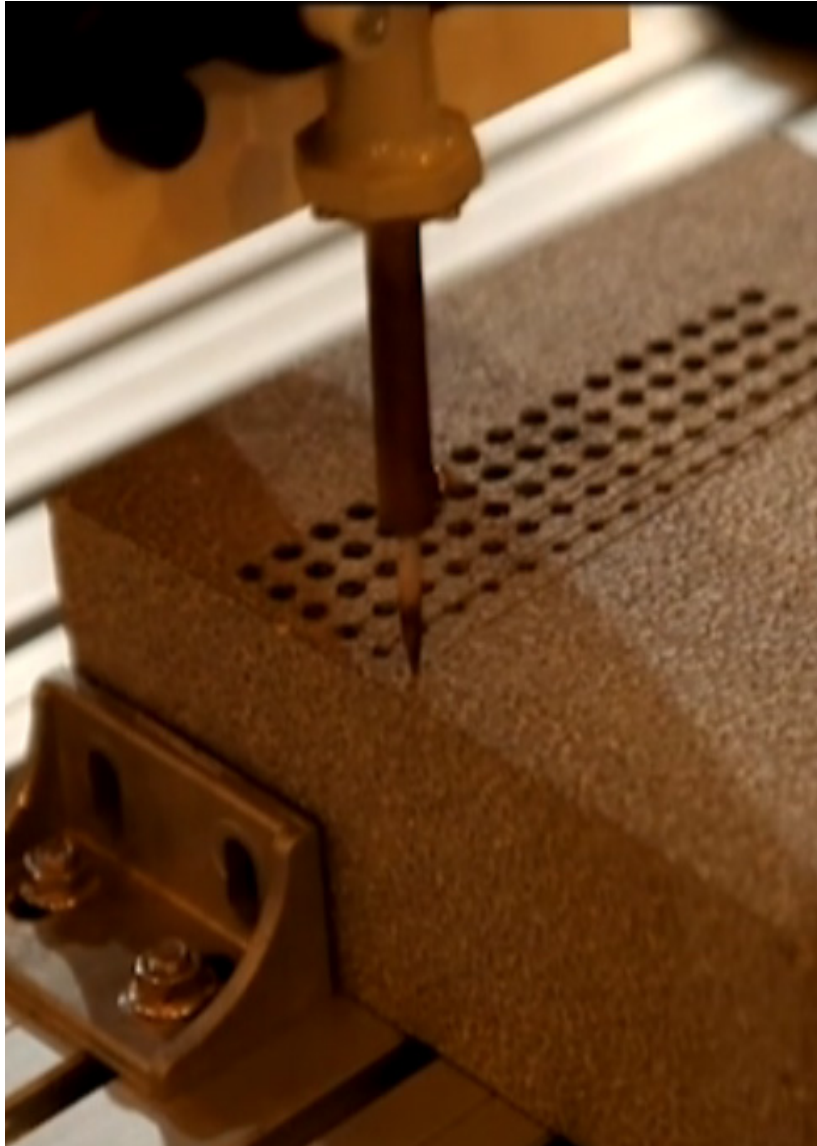


〈그림 10〉 작업시 참고했던 자료, 찌르는 깊이를 조절하여 패턴 조절

이런 요소들을 통제하거나 연구해볼 시간이 충분치 않았고 재료와 형태에 대해 다시 정하기로 했다. 타공을 통한 밀도 조절과 액화된 왁스에 의한 우연한 효과 중에 밀도조절을 이번 작업 목표로 삼고 떨어지는 왁스에 대한 효과는 다음 시도에하기로 결정하였다. 그리고 방사형으로 뻗어 나가는 움직임을 로봇으로 수행할 때, 도구는 수평으로 작용하는 힘을 버티지 못하고 틀어져 버렸다. 로봇팔을 첫단계로서 생각하고 일단은 6축을 이용한 움직임 보다는 앞서 xy평면에서 수직적인 움직임만 조절하여 형태를 만드는 것에 집중하였다.

작업시 부산물이 적은 스트로폼으로 작업을하기로 하였다. 직육면체의 스트로폼에 인두를 이용하여 찢어서 흔적을 내고 그걸을 조절하여 형태를 만들기로 하였다. 그리하여 〈그림10〉과 같이 타공되는 깊이에 따라 생기는 패턴을 띄는 형태를 만들고자 하였다.

로봇팔 Hands of robot

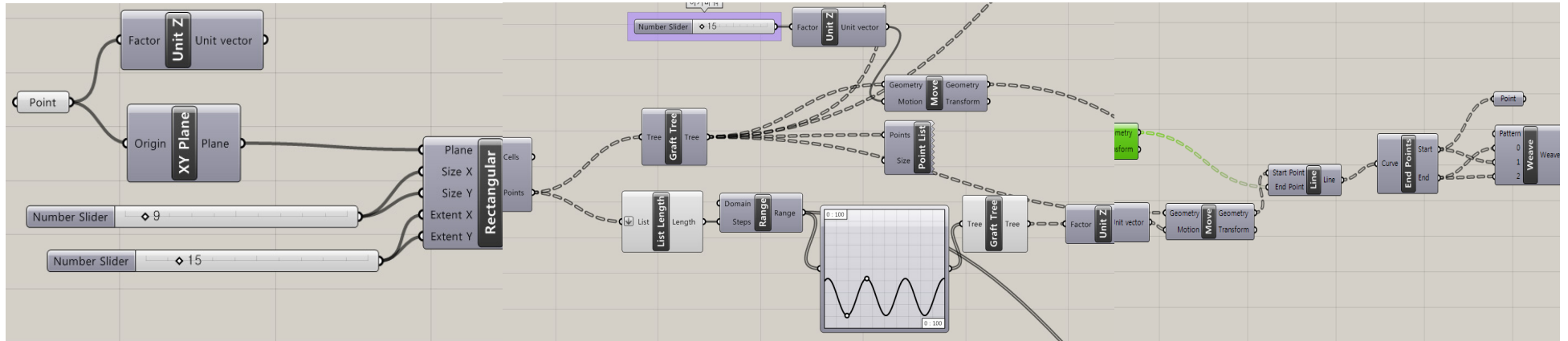


〈그림 11〉 로봇팔을 작동하는 모습

〈그림 12〉 로봇팔이 움직일 포인트를 라이노상에서 시뮬레이션한 장면

이제 손으로 테스트했던 일련의 작업들을 로봇팔로 가져와서 작업을 진행시켜야 했다. 가장 크게 신경써야 할 부분은 우리가 만들고자 했던 것을 만들기 위해서 어떻게 로봇팔의 움직임을 만들지였다. 그리고 세부적으로 스트로폼과 인두와의 관계에서 일어나는 반응에 대해 관찰하며 파라미터를 조절하여 자세한 움직임을 통제했다.

일단 스트로폼에 곡면의 형태가 보이는 패턴을 만들기 위해 라이노상에서 표현해야 했다. 스트로폼과 인두를 대략적으로 모델링하여 미리 모델링 되어있던 로봇팔과 작업대 위에 올려두었다.



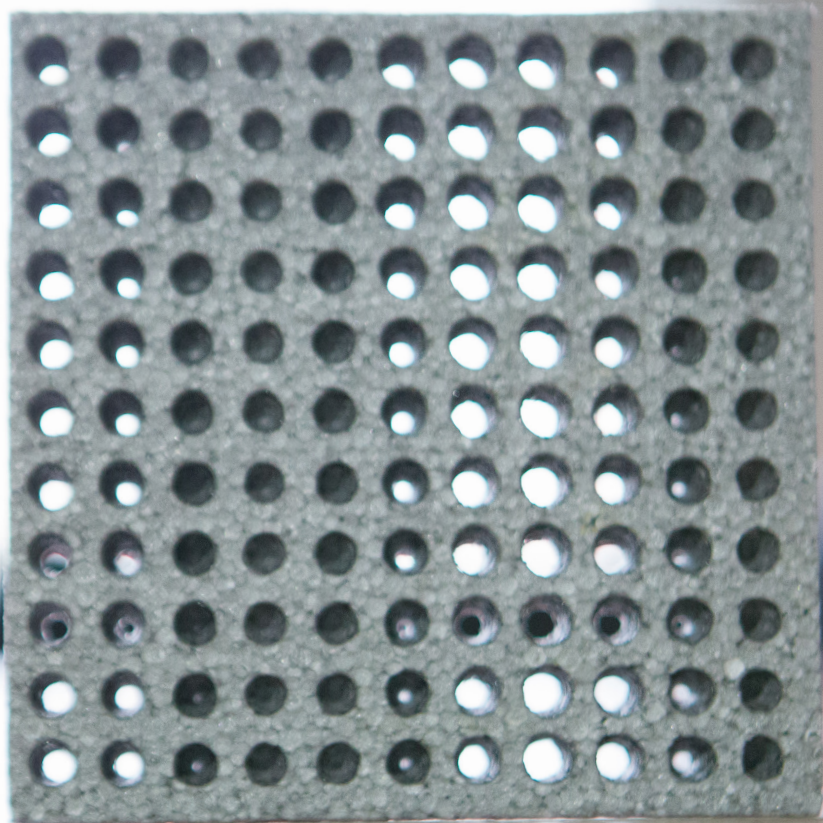
〈그림 13〉 작업 내용의 그래스호퍼 스크린샷

그리고 스트로폼 위에 한 포인트를 잡아주고 그것으로부터 간격과 갯수를 정해 원하는 작업 범위를 설정해준다. 그리고 각각의 포인트로 부터 얼마나 깊이로 인두가 들어갈지 정해줄 포인트를 생성하고 연결해준다. 인두가 들어갈 포인트를 싸인함수로 파라미터를 조정하여 원하는 패턴을 생성한다. 그리고 이때 인두의 끝 길이를 확인하여 어느정도 깊이까지 들어갈 수 있는지 확인하여야 한다. 우리가 사용하는 인두 끝부분의 길이는 30mm 였고, 우리는 25mm를 최대 깊이로 설정하여 작업을 진행하였다.

인두가 들어가기 시작하는 좌표의 포인트를 설정하고 그에 대응해 인두가 들어갈 깊이에 대한 포인트를 설정하였으면 그것을 'weave'로 포인트를 연결하여 작업이 되도록 설정하였다. 각각의 포인트들이 연결되어 로봇팔의 움직임이

임이 설정되었다면, 이제 재료와 도구의 관계에 따라 디테일한 부분을 설정해야 했다. 스트로폼이 녹으려면 인두를 전원을 켜놓고 어느정도 시간이 지나서부터 움직이게 할지 정해야 했다. 그리고 인두가 어느 속도로 움직여야 스트로폼이 부서지지 않고, 너무 과하게 녹아내리지 않을지 확인하여 적절한 속도를 조절했다.

그리고 작업을 시작하기 전에 시뮬레이션을 라이노상에서 돌려보고, 도구없이 로봇의 움직임을 살펴보고 테스트해보고 몇가지 확인해야 했다. 로봇팔 끝에 달린 도구와 라이노상에 있는 모델링되어 도구가 맞게 설정되어 있는지 확인하여야 했다. 확인해 본 결과 방향이 맞지 않아 탄젠트를 조절하고 도구를 잡는 방향을 수정해나가면 시뮬레이션과 실제 움직임을 같게 하였다.



〈그림 14〉 디지털 패브리케이션 최종 결과물. 크기가 다른 빛이 들어오는 양의 둥그라미와 크기가 다른 그림자가 생기는 음의 둥그라미로 패턴을 생성하였다.

로봇을 사용할 셋업이 어느정도 되었고, 재료를 올려두고 로봇팔에 도구를 장착하였다. 그리고 각각의 구멍의 깊이와 패턴과 크기를 그래스호퍼에서 조절하며 결과물을 만들다. 가장 처음에 작업한 것은 크기를 크지 않게 하고 패턴도 싸인함수 주기 하나가 조금 넘는 완전한 곡선을 표현했다. 두번째 작업물은 로봇팔의 움직이는 높이를 낮게 설정하여 의도치 않게 스트로폼에 인두의 움직임이 기록되었다. 원했던 결과는 아니었지만 로봇팔의 흔적은 볼 수있어 좋았다. 세번째 시도는 그리드가 좀더 커지고 곡선 주기가 많아졌고 구멍의 심도는 얇게 하여 작업하였다.

각각의 작업물을 스트로폼 표면과 가장 구멍 깊이의 평균값에서 절단하여 타공된 부분과 흔적만 남은 부분이 한 모듈에서 모두 나타나게 하였다. 첫번째 작업물에서는 빛이 들어오는 구멍과 어둠이 드리우는 구멍이 곡면의 패턴을 보여줬고, 두번째 작업물에서는 비슷한 형태에 로봇의 흔적이 더해졌고, 세번째 작업물에서는 뚫린 부분 없이 동그란 음각이 여러개 있는 패턴의 판으로 보여졌다.

이러한 모듈이 여러개가 모여 건물의 파사드가 되거나 공간을 나누는 칸막이 모듈이 되었을 때, 패턴을 이루는 입면으로서 작용될 수도 있고 개구부를 통해 빛을 조절하는 장치가 될 수도 있고 경계를 부드럽게 하는 역할을 할 수도 있을 것으로 예상된다.

Conclusion

'○●'은 빛이 들어오는 구멍과 그림자가 생기는 구멍의 다양한 조합으로 이루어진 형태를 뜻한다. 또한 작업 과정에서 계속 생각하였던 파라미터를 조절한 형태와 우연히 나타나는 형태의 조합으로 생기는 형태의 대비된 작업 방식의 은유적 표현으로 보여질 수 도 있다.

초기에 파라메트릭 디자인에 대한 생각은 무엇인가 조절하여 디자인할 수 있다는 생각을 하게 해주었다. 그리고 그것이 다시 재료와 도구에 관한 고민을 하면서 조절할 수 있는 부분과 우연히 나타나는 부분에 대해 고민하게 되었다. 이런 생각들은 손으로 작업하며 어떻게 조절하여 다시 디지털 지오메트리에 표현할 지에 대해 생각하였다. 그리고 손으로 작업한 것들을 토대로 디지털 툴을 다뤘을 때, 어떤 부분을 좀더 세심히 조절해야하고 툴과 맞는 도구의 이용방법이 무엇인지 고민하며 결과물을 만들어 내었다.

여러 시도들을 통해 재료와 도구가 만나 일어나는 반응에 대해 관찰할 수 있었다. 그리고 이런 것들을 혼자하는 것이 아니라 팀원 그리고 같이 수업을 듣는 학생들, 로보틱스 워크샵 참여자들이 시도하는 것들을 공유하면서 탐구할 수 있었다. 다양한 시도와 시도했던 것들이 실제로 어떻게 표현되는지를 보고 보완해 나가거나 새로운 가능성을 발견하여 발전시키는 것도 흥미로웠다.

특히 팀작업들로 통해 기본적인 재료와 도구의 각각의 특성과 둘이 만날때 생기는 특성들의 조합에 대해 같이 고민하였고, 이것을 디지털 툴로 어떻게 구현할지에 대해 생각할 수 있었다. 초기에 생각했던 것들이 최종결과물에서 완전히 나타났다고 할 수는 없지만 한가지에 집중하며 디지털 패브리케이션으로의 첫단계를 내딛었다고 생각한다. 다음에는 이번 수업에 고민하였던 내용들 토대로 다음 단계로 발전시킬 수 있을거라 생각한다.

수업에서 모든 것을 배우기엔 부족한 시간이였지만, 디지털 패브리케이션에 대한 기본적인 이해를 하였고 관심을 가질 수 있게해준 수업이였다. 끝으로 같이 고민하며 작업한 유승은, 장혜림 학생들과 옆에서 지도해주신 황동욱 교수님께 감사의 말씀을 드리고 싶다.



글
이택수

로봇작업
유승은
이택수
장혜림

사진
이택수
황동욱

지도
황동욱

2017-2
digital media II

