

인공지능과의 협업을 통한
창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선

제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용

 AUTODESK



GENERATIVE DESIGN

for PRODUCT DESIGN





INDEX

05

01. 제너레이티브 디자인 개요

09

02. 제너레이티브 디자인 사례

13

03. 제너레이티브 디자인 의자만들기

인공지능과의 협업을 통한 창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선

제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용

01

Fusion360 Generative Design

제너레이티브 디자인 개요

01 제너레이티브 디자인 개요

Fusion360 Generative Design

A. 제너레이티브 디자인의 개념

제너레이티브 디자인은 컴퓨터 프로그램을 사용하여 디자인 목적을 수행하는 컴퓨테이셔널 디자인의 한 영역으로 디자이너가 제품 개발의 목표 달성을 위해 필요한 조건과 한계를 소프트웨어에 입력하여 알고리즘을 통해 조건에 맞는 다양한 디자인 형상을 만들어 내는 것입니다.

제품 개발 단계에서 요구되는 재료, 크기, 중량, 강도, 제조 방법 및 비용 등의 설계 파라미터를 제너레이티브 디자인 소프트웨어에 입력하고 소프트웨어에서는 가능한 모든 조합을 탐색하여 다양한 설계 옵션의 솔루션을 생성하고 디자이너 또는 설계자 자신의 요구를 가장 잘 충족시킬 수 있는 결과물을 필터링할 수 있는 것이 특징입니다.

현재의 위상최적화 시스템보다 방대한 디자인 제약조건에서 알고리즘에 의해 결과를 도출한다는 점에서 차이를 보여주고 있으며, 설계자나 디자이너에 의해 설계옵션과 시작 형상을 통해 기획이나 컨셉에 따라 좀 더 복잡하거나 특별한 디자인을 생성할 수 있습니다.

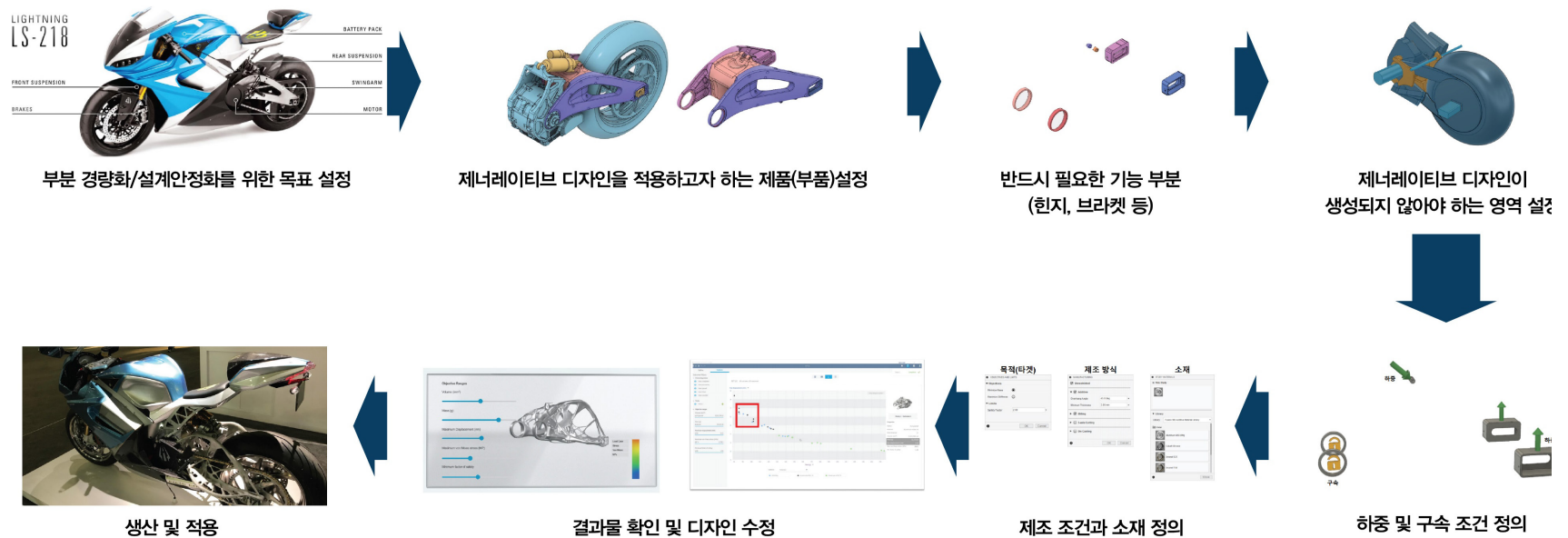


출처 : 오토데스크

B. 제너레이티브 디자인의 프로세스

제너레이티브 디자인으로 결과물을 생성하기 위해서는 설계목표 수립 후 제너레이티브 디자인을 적용하고자 하는 제품이나 부품을 CAD 기반의 데이터로 생성합니다. 여기서 반드시 필요한 기능부분을 유지 형상으로 지정하고 장애물 형상으로 제너레이티브 디자인이 생성되지 않아야 하는 영역을 지정해줍니다. 필요에 따라서 시작 형상(제너레이티브 디자인이 시작되는 영역)을 지정해줄 수 있으며, 별도의 시작 형상을 지정하지 않아도 제너레이티브 디자인의 결과물을 생성할 수 있습니다. 그리고 설계목표에서 요구되는 하중과 구속조건을 정의하고 제조에 활용하고자 하는 소재와 가공방식을 지정하면 해당 옵션에 부합하는 다양한 결과물을 얻어낼 수 있습니다.

생성된 결과물 중 마음에 드는 시안은 내보내기를 통해 데이터로 변환 할 수 있으며, Fusion 360의 프리폼 모델링으로 즉시 편집하여 디자인을 완성시킬 수 있습니다.



출처 : 오토데스크

C. 제품디자인과 제너레이티브 디자인

제너레이티브 디자인은 공학분야에서 제품 또는 특정 부품의 경량화나 설계안정화를 위해 많이 사용되고있습니다. 기존의 위상최적화와는 달리 요구사항을 충족하는 광범위한 디자인 대안을 생성할 수 있으며 디자인을 생성하기 위한 초기형상 없이도 결과물을 생성할 수 있다는 점에서 차이를 보이고 있습니다.

가장 주목할 수 있는 점은 생성되는 디자인 결과물은 인간이 상상하지 못하는 유기적이고 독특한 조형을 알고리즘에 의해 생성한다는 점입니다.

이러한 특징을 통해 부품 설계 과정에서 제너레이티브 디자인을 이용해서 설계목표 달성 뿐 아니라 창의적인 조형을 접목시키고자 하는 사례가 늘어가고있으며, 공학분야 뿐만 아니라 유니크한 조형의 결과물을 개발하고자 하는 디자인 분야에서의 활용가능성을 보여주면서 인공지능, 제너레이티브 디자인과 협업을 통해 디자인 및 제품 개발을 진행하고자 노력하고 있습니다.

Fusion 360의 제너레이티브 디자인은 제품디자인의 기능영역과 하중·구속조건, 소재, 가공방식을 다양하게 활용함으로써 창의적이고 독특한 조형을 생성시켜줄 수 있으며, 디자이너는 제품디자인의 아이디어로 이를 활용하여 새로운 디자인으로 제안할 수 있습니다.



Generative Design Hammer (출처 : [instagram.com/hanbeom_na](https://www.instagram.com/hanbeom_na))

02

Fusion360 Generative Design

제너레이티브 디자인 사례

02 Fusion360 Generative Design 제너레이티브 디자인 사례

A. AI Chair (Kartell)



2019년 밀라노 디자인 위크(Milan Design Week)서는 산업 디자이너 필립 스타크(Philippe Starck), 가구 브랜드 '카르텔(Kartell)' 이 공동 제작한 AI 의자를 공개하였습니다.

디자이너의 필립스타크의 창의적인 디자인에 제너레이티브 디자인 기술을 이용하여 의자의 무게, 재료 등 특정 변수를 입력하고 주어진 변수 안에서 AI를 통해 다양한 옵션을 제공받아 최적의 형상을 도출할 수 있게 되었습니다.

또한 단순히 유기적인 라인으로 이루어진 제너레이티브 폼 (Generative form)을 구현하는데 그치지 않고 사출 성형(injection molding)을 제작 방식으로 수정과정을 거쳐 대량생산을 목적으로 개발 된 사례로 볼 수 있습니다. (관련 영상 : <https://youtu.be/yJ29QLMwNG8>)

AI Chair (출처 : https://kartellkorea.co.kr/shop/item.php?it_id=1593063884)

B. Model C (WHILL)

Model C (출처 : <https://redshift.autodesk.co.jp/personal-mobility-whill>)

일본의 Vehicle Development Group WHILL의 히라타(Hirata)는 평범한 사람이 자동차 트렁크에 큰 무리가 가지 않도록 실을 수 있는 무게인 15~20kg (33~44lb,(파운드))를 구현하기 위해 분리가 가능한 전동 휠체어를 개발하였습니다.

Model C는 전륜 및 시트 부분 모듈의 무게가 각각 14.5kg, 배터리와 모터 등 드라이브 매커니즘이 적용된 후륜 본체는 20kg으로 전형적인 세단의 트렁크에 실고 내릴 수 있도록 하였습니다. 하지만 WHILL은 좀 더 가벼운 바디 디자인 구현을 위하여 Generative Design을 활용하여 기존 프레임 대비 30%이상 무게가 줄어든 프레임의 최적화 형상을 구현하였습니다. (관련 링크 : <https://www.autodesk.com/customer-stories/whill-generative-design>)

C. Type20 (Volkswagen)

Type 20 (출처 : <https://adsknews.autodesk.com/news/autodesk-volkswagen-generative-design-electric-showcase-vehicle>)

글로벌 모빌리티 기업인 폭스바겐은 마이크로 버스 타입2를 기반으로 한 새로운 컨셉 전기 버스인 Type20을 공개하였습니다.

Type20은 전기로 구동하는 차로 개발 초기부터 무게를 줄이기 위한 노력을 하였으며, 그 결과 사이드 미러 지지대, 휠, 스티어링 휠, 시트 등에 Generative Design을 활용하여 무게를 줄이도록 설계되었고 그 결과, 타이어 휠의 무게를 18% 가볍게 하고, 타이어 회전 저항을 줄일 수 있었으며, 또 설계에서 제조까지 평균 제작 기간이 1년 반 정도 걸리지만, 제너레이티브 디자인을 통해 3-4개월 수준으로 단축 할 수 있었습니다.(관련 영상 : <https://youtu.be/oWNcoJdnxnl>)

D. Elevate (Hyundai)

실리콘밸리에 기반을 둔 뉴 호라이즌스 스튜디오는 로봇과 전기차 기술을 기반으로 제작한 엘리베이트 콘셉트카를 선보였습니다.

엘리베이트 콘셉트카는 4개의 바퀴를 탑재한 로봇 다리를 활용해 기존 자동차로는 접근이 어려운 지역 및 상황에서 활용하도록 설계되었습니다. 운전과 보행을 동시에 수행해야 하기 때문에 복잡한 설계과정과 더욱 강한 내구성 및 경량화된 부품개발을 필요로 했습니다.

이러한 요구사항을 충족하기 위해 Fusion360의Generative Design을 활용하였으며, 보행과 바퀴 이동에 무리가 없도록 강성을 높이면서도 가벼운 무게의 설계목표를 달성할 수 있었습니다. (관련 영상 : <https://youtu.be/uj-A1HbnT84>)



Elevate (출처 : <https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand/technology-with-a-human-heart>)

03

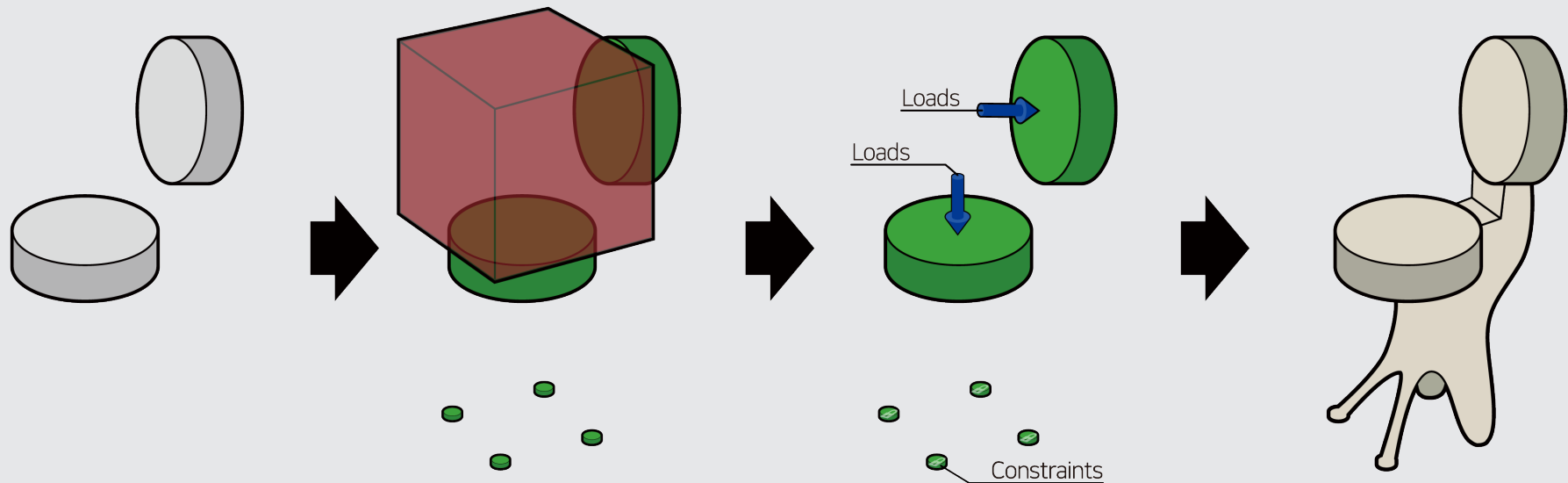
Fusion360 Generative Design

제너레이티브 디자인 의자만들기

A. 기본 도형을 이용한 의자만들기 이해

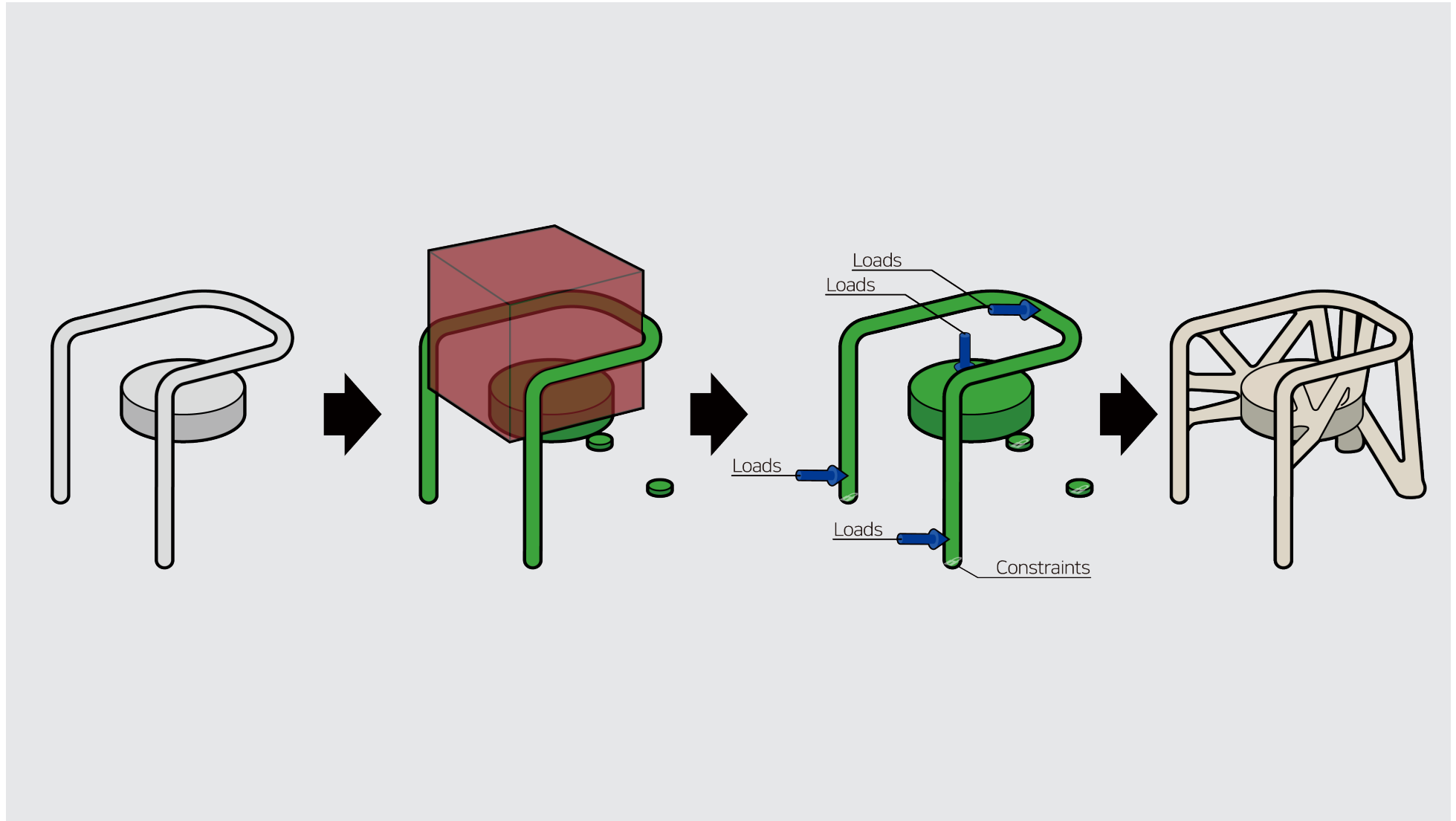
1 Cylinder + Cylinder

방향이 다른 두개의 원기둥과 다리받침을 할 개체로 이루어진 의자를 만들어 볼 수 있습니다.



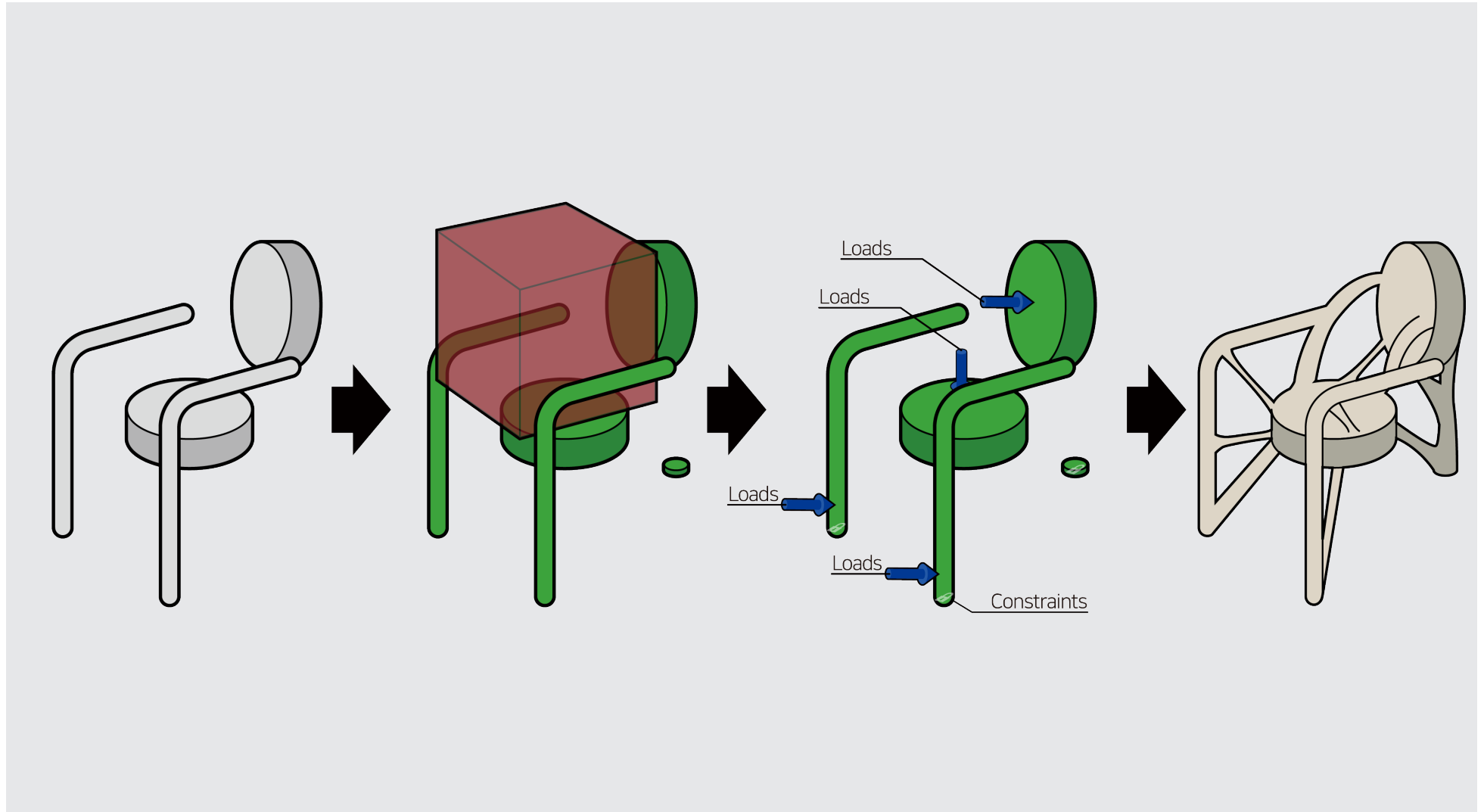
2 Cylinder + Pipe

원기둥과 파이프를 기능영역으로 응용하여 의자를 만들어 볼 수 있습니다.



3 Cylinder + Cylinder + Pipe

방향이 다른 두개의 원기둥과 두개의 파이프를 기능영역으로 하여 의자를 만들어 볼 수 있습니다.



B. 제너레이티브 디자인을 활용하여 Arm Chair 만들기

디자이너 또는 디자인을 전공한 학생이라면 이미지 리서치를 진행하면서 한번쯤 보았을 'Arm Chair'입니다.

'Arm Chair'는 네덜란드의 디자이너이자 작가인 요리스라만(jorislaarman)의 대표작으로 요리스 라만은 컴퓨터알고리즘을 기반으로 의자뿐 아니라 테이블, 조명, 건축물에 이르는 다양한 분야에서 작품활동을 하고있습니다.

2006년에 발표된 'Arm Chair'는 Bone Series의 두번째 작품으로 뼈의 성장을 모방하여 알고리즘을 적용한 작품으로 성장하면서 힘을 받을 필요가 없는 부분을 비워내는 뼈의 성장원리를 이용해 힘을 지탱하는데 필요한 최소한의 요소만 남기고 불필요한 부분은 제거해나가면서 최종 디자인을 완성하였습니다.

본 가이드라인에서는 컴퓨터알고리즘을 기반으로 한다는 점에서 제너레이티브 디자인과 맥락을 같이 하고있는 요리스라만의 'Arm Chair'를 첫번째 테마로하여 오토데스크의 Fusion360을 통해 제작해보고자합니다.



Bone Series의 Arm Chair (출처 : www.jorislaarman.com)

미리보기

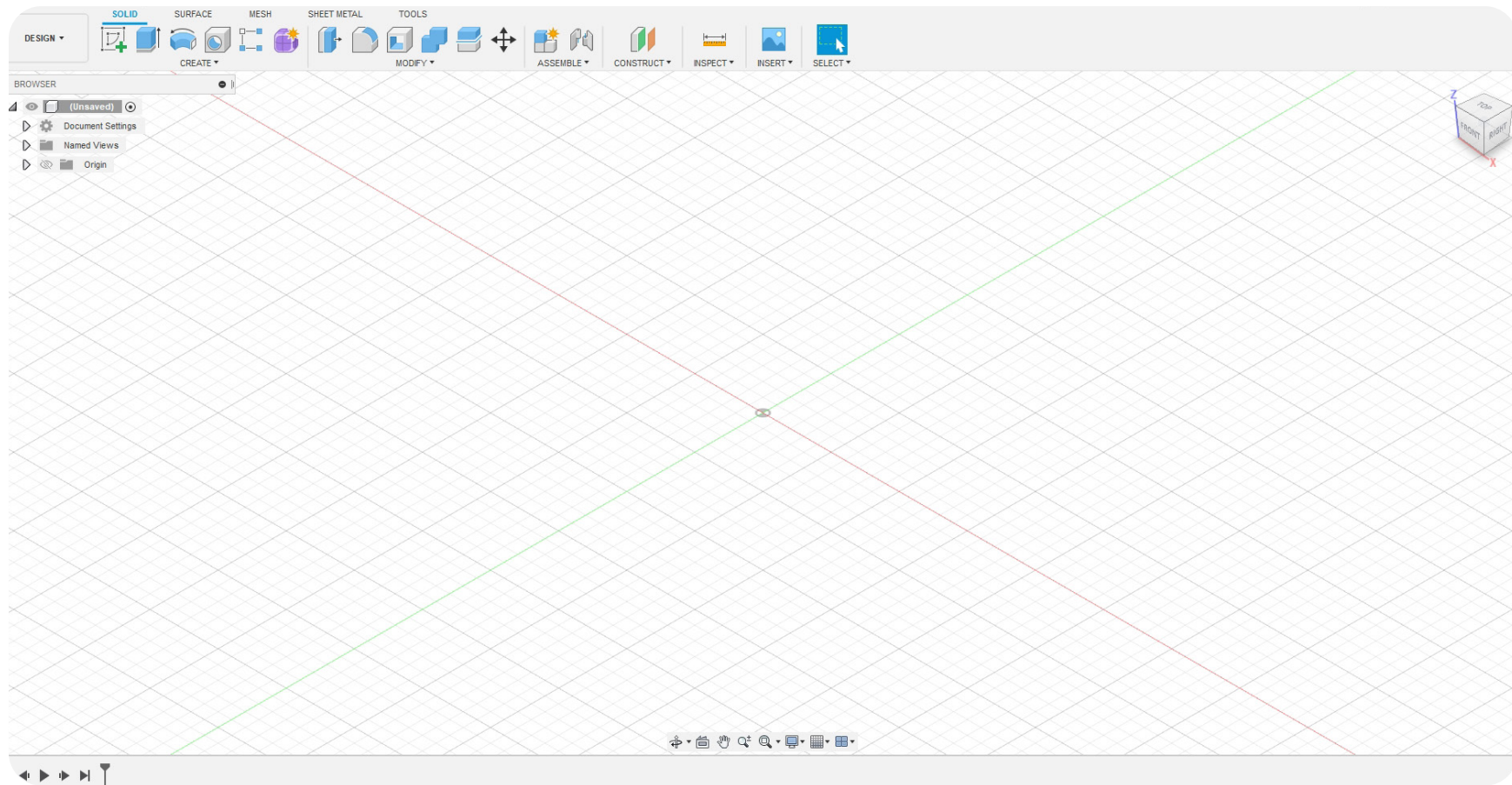
본 예제를 통해 제작해보게 될 제너레이티브 디자인을 이용한 'Arm Chair'입니다.

제너레이티브 디자인을 활용하면 별도의 복잡한 알고리즘을 구축할 필요 없이 초기 기능영역에 대한 모델링과 설계 옵션만으로 손쉽게 만들어 낼 수 있습니다.



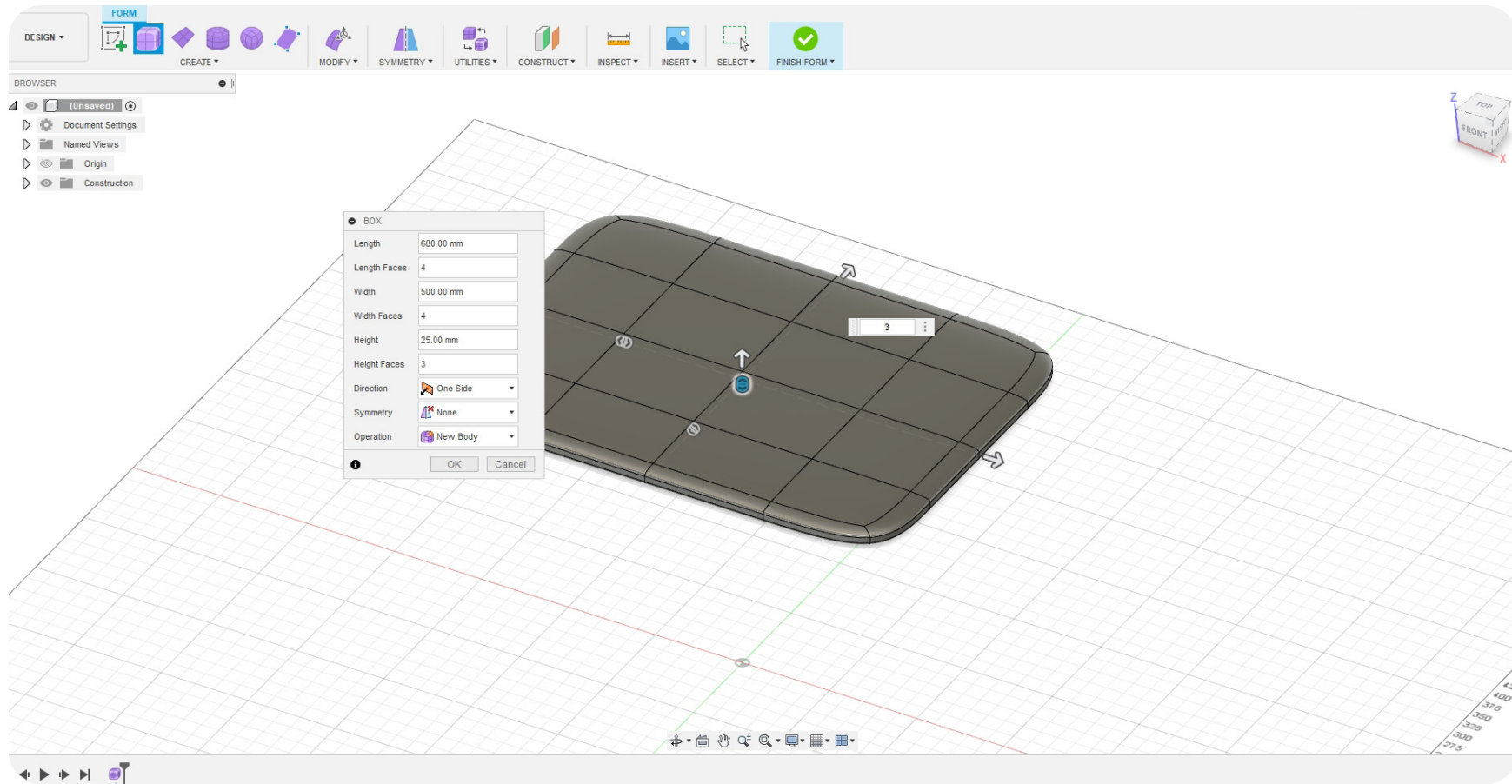
1 Fusion360 실행

본 가이드라인 예제는 Fusion360의 프리폼 모델링과 제너레이티브 디자인 기능을 사용합니다.
먼저, Fusion360을 실행시키신 후 프리폼 모델링으로 전환합니다.



2 좌판 형상 제작

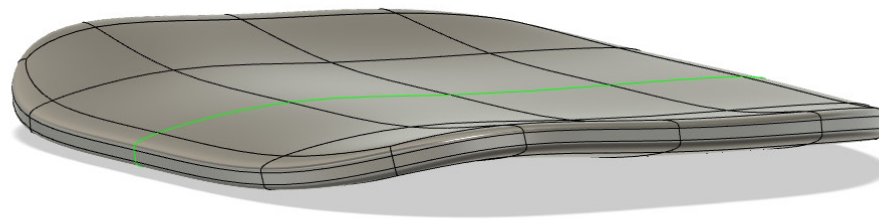
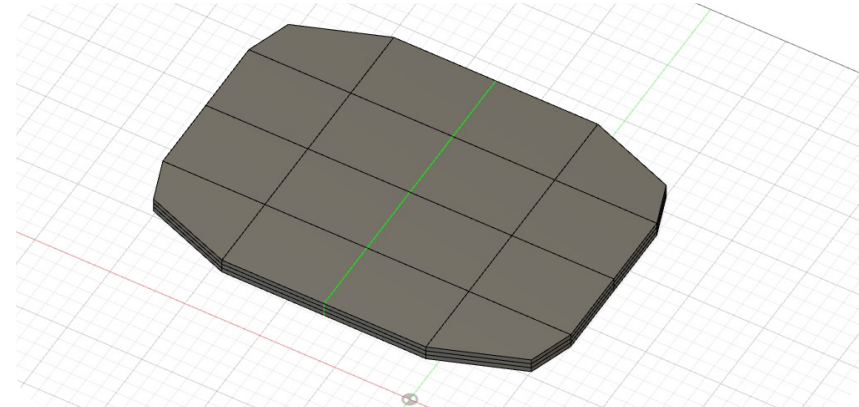
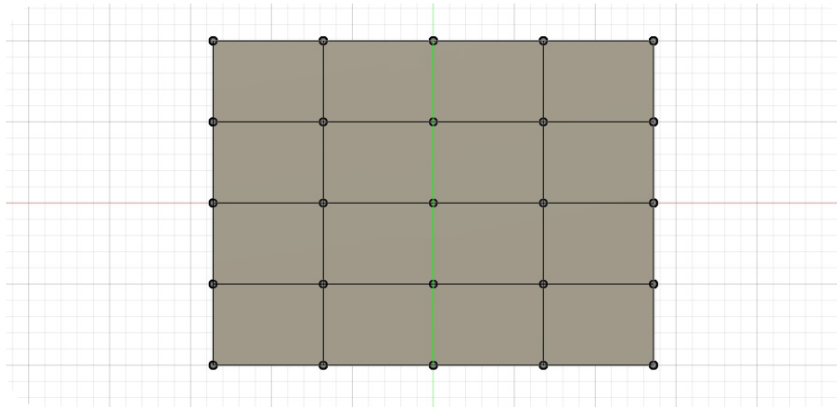
의자의 기능역할(유지 형상)을 하게될 좌판을 생성해줍니다. 모델링에 익숙하신 분들이라면 자유롭게 디자인하시면서 모델링 할 수있습니다. 예제에서는 길이 680mm, 너비500mm, 높이25mm의 BOX를 바닥에서부터 약420mm 올려서 생성해주었습니다.



3 좌판 형상 편집

좌판 형상을 Edit Form 기능으로 편집합니다.

좌판의 형상은 디자이너가 의도하는 컨셉으로 자유롭게 디자인할 수 있습니다. 예제에서는 디스플레이모드를 Box Type으로 변경한 뒤 좌판의 형상을 편집하였습니다.

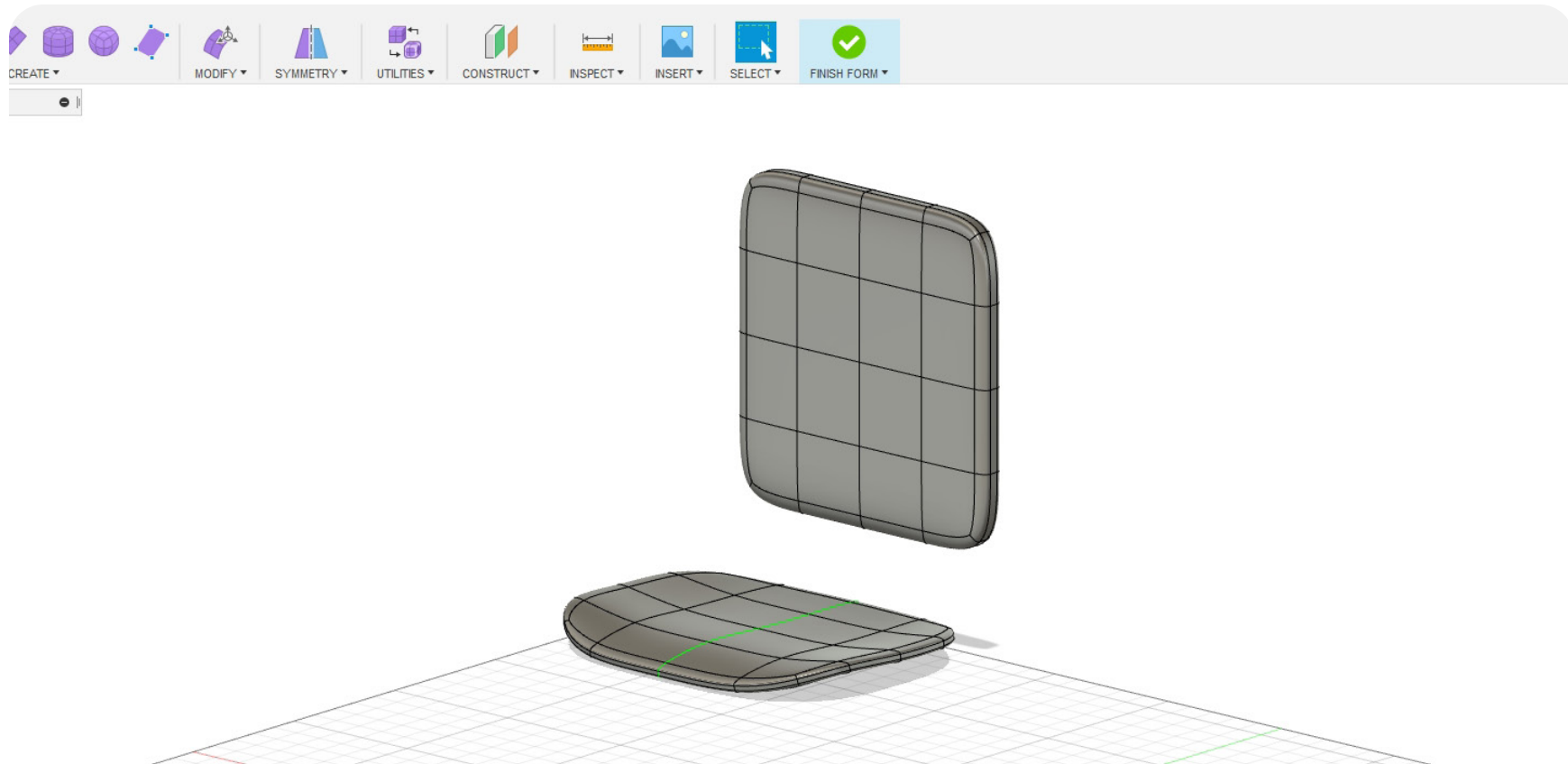


4 등받이 형상 제작

좌판과 같은 방법으로 등받이 형상을 제작합니다.

좌판의 높이가 비교적 낮기 때문에 등받이는 길게 제작하여 등을 안정적으로 기대 수 있도록 하였습니다.

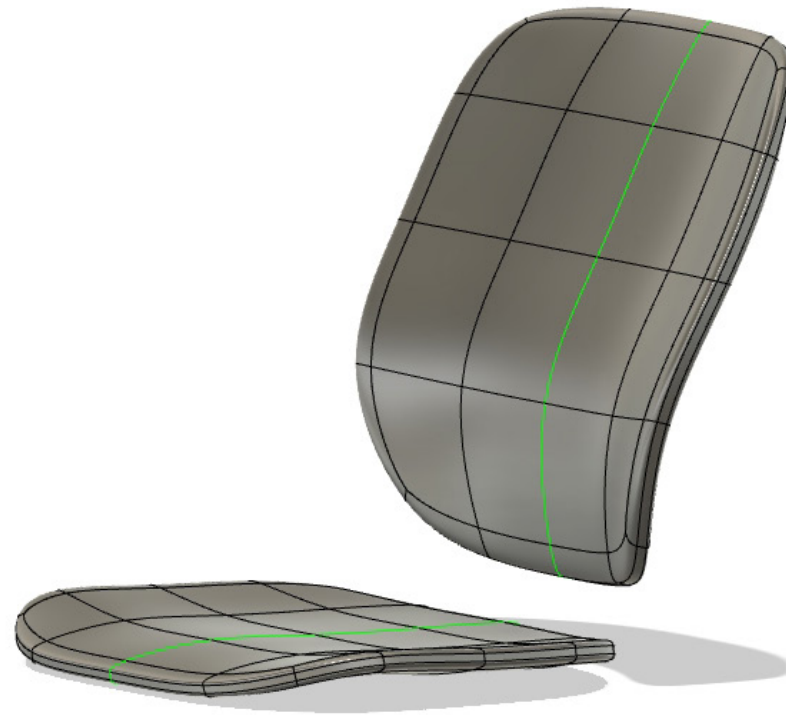
좌판보다는 조금 높은 약 500mm 높이에 600X550X25의 박스를 생성하였습니다.



5 등받이 형상 편집

등받이 형상을 Edit Form 기능으로 편집합니다.

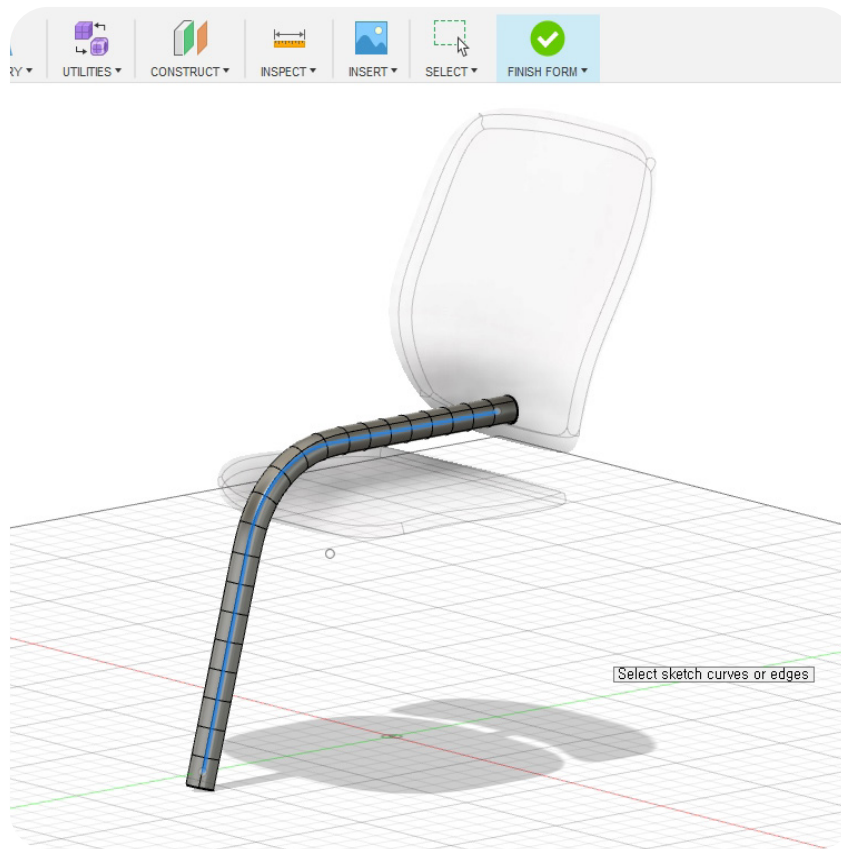
좌판과 마찬가지로 디자이너가 의도하는 컨셉으로 자유롭게 디자인할 수 있습니다. 예제에서는 편안한 좌착감을 위해 좌판과 등받이의 양 끝을 몸을 감싸줄 수 있도록 편집하였습니다.



6 팔걸이 및 다리 형상 제작

예제에서는 Arm Chair의 제작방식과 유사하게 팔걸이와 다리형상을 제작하였습니다.

좌판이나 등받이 형상과 같은 방법으로 Box를 늘리고 구부리는 편집 과정을 거치거나 Sketch로 Profile을 생성 후 Pipe나 Sweep 기능으로 디테일하게 형상을 생성하실 수도 있습니다. 예제에서는 Box를 편집하여 간단하게 팔걸이와 다리 형상을 생성하였습니다.



7 다리받침 형상 제작

편의상 다리받침이라 불리우는 형상을 제작합니다.

Arm Chair를 자세히 보시면 의자 뒤쪽으로는 다리를 지지하는 구조가 한쪽으로 모여있는 것을 볼 수 있습니다.

예제에서도 이와 같은 구조를 생성하기 위해 뒤쪽으로는 하나의 다리받침 형상을 제작하였습니다.



안정적인 구조를 위해 다리 받침은 좌판보다 뒤쪽으로 배치하였습니다.

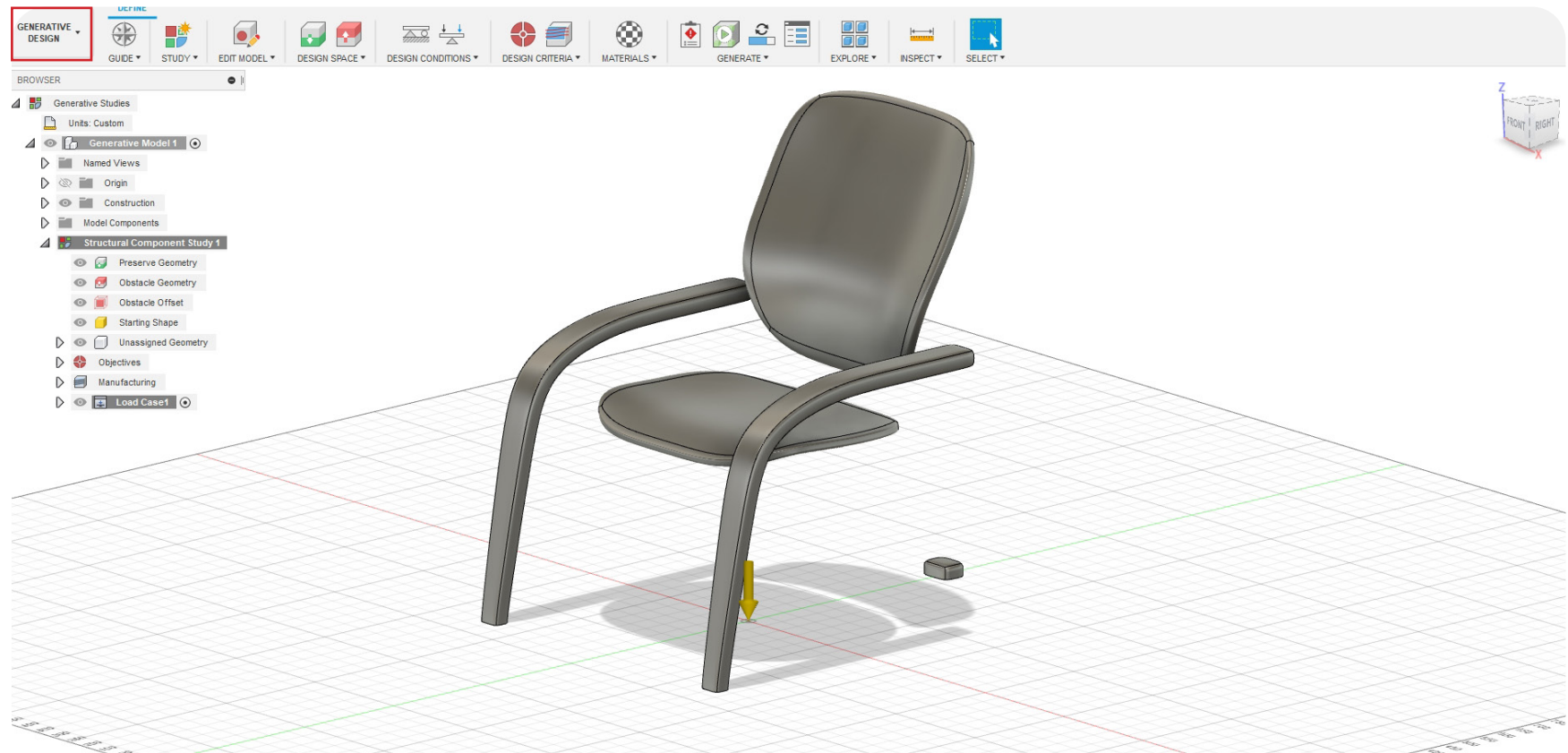
기본 기능영역이 설계적으로 불안하게 위치하고 있으면 제너레이티브 디자인 생성이 과도하게 되거나 무게중심을 맞추기 위해 하부쪽으로 덩어리져 생성될 수 있습니다.



8 제너레이티브 디자인 모드 전환

Fusion360 메뉴 좌측 상단에 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

기본적으로 Study1부터 자동적용되어 Generative Design Study를 진행할 수있습니다



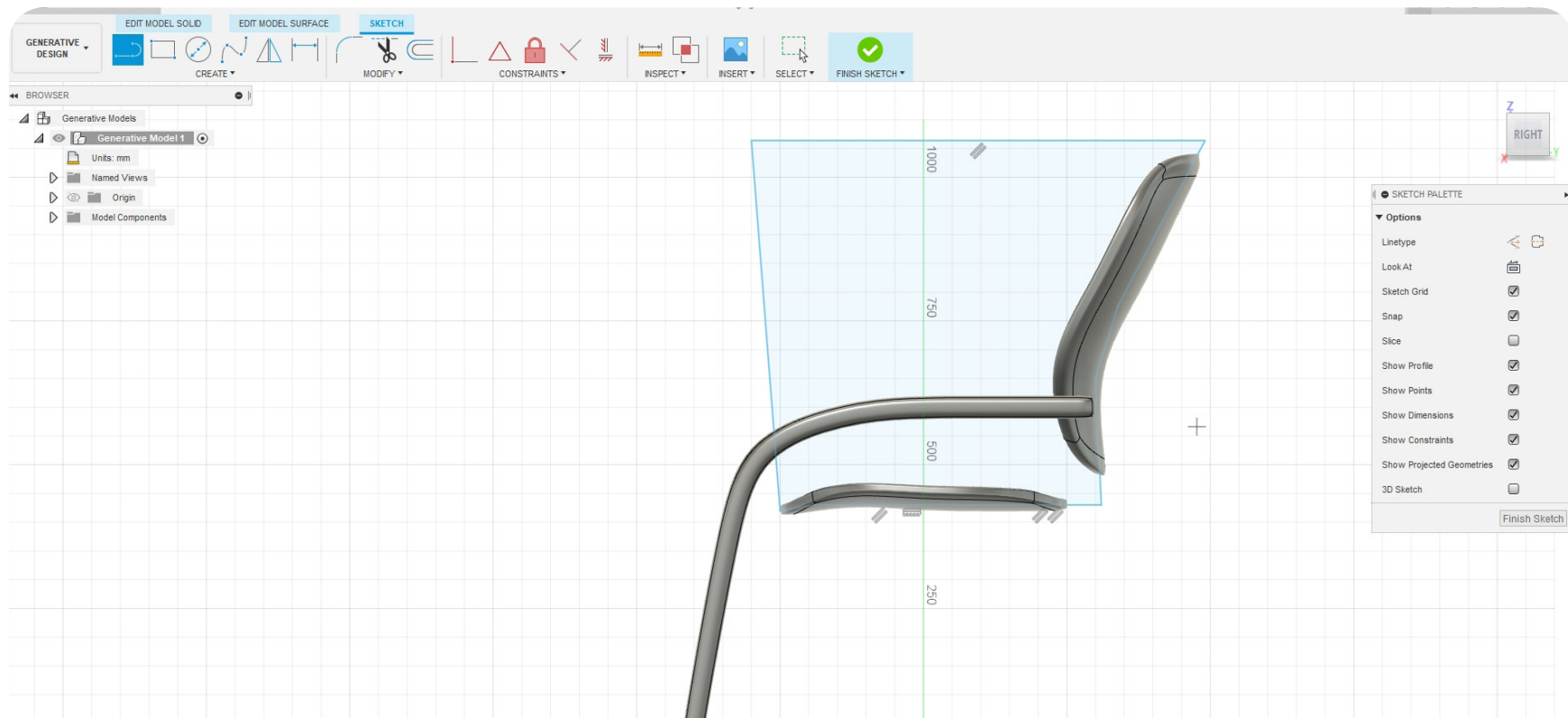
9 장애물 형상 제작

먼저 개체를 추가로 생성하여 장애물 형상으로 제작하고자 합니다.

장애물 형상은 제한영역으로 지정하여 제너레이티브 디자인이 생성되지 못하도록 합니다.

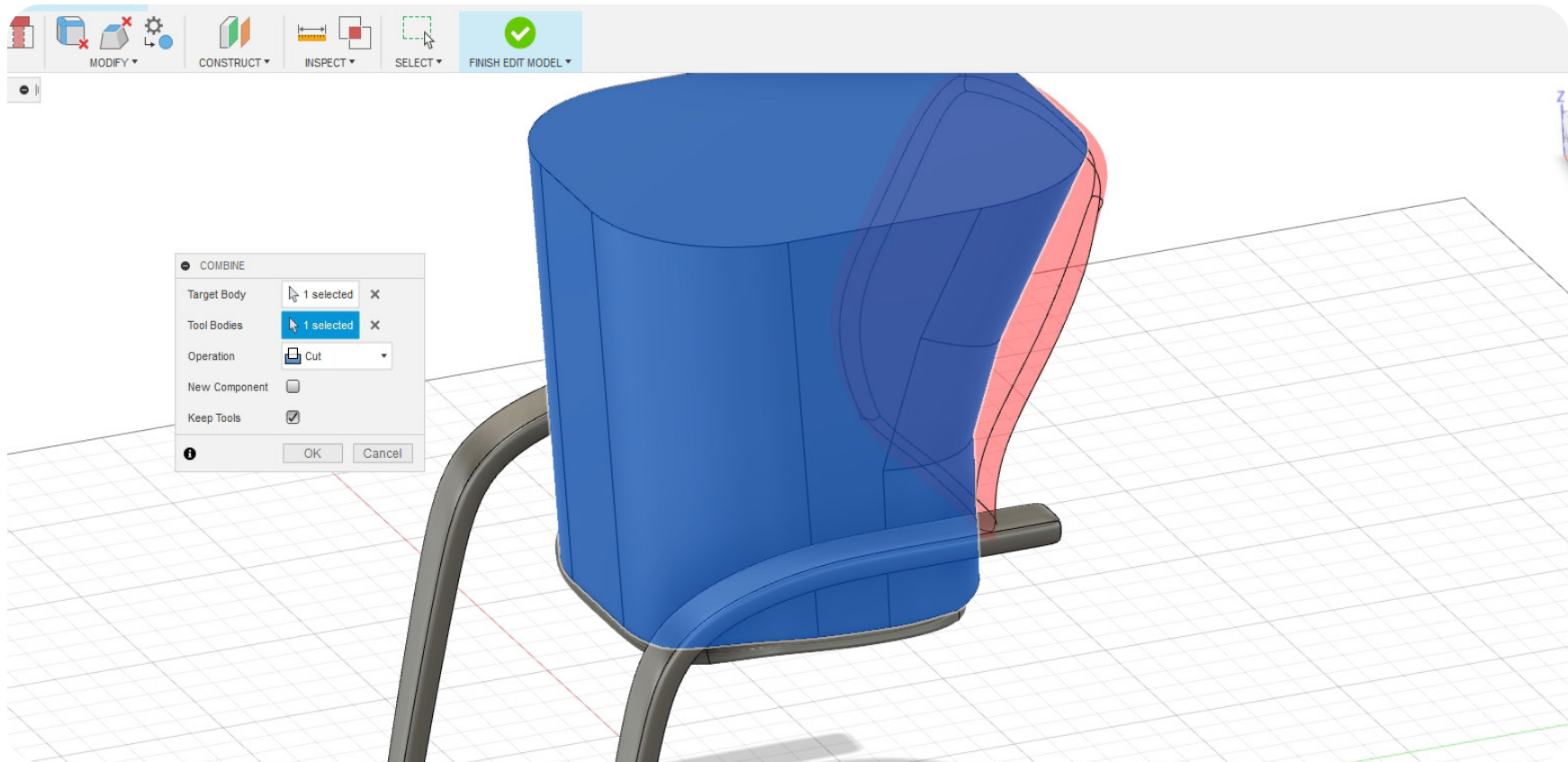
Edit Model 기능을 사용하면 Generative Design 모드에서도 추가로 개체를 생성/편집할 수 있습니다.

예제의 장애물 형상은 사람이 앉을 수 있는 공간을 확보하기위해서 좌판과 등받이 사이의 공간을 제한영역으로 장애물 형상을 제작하였습니다.



10 장애물 형상 편집

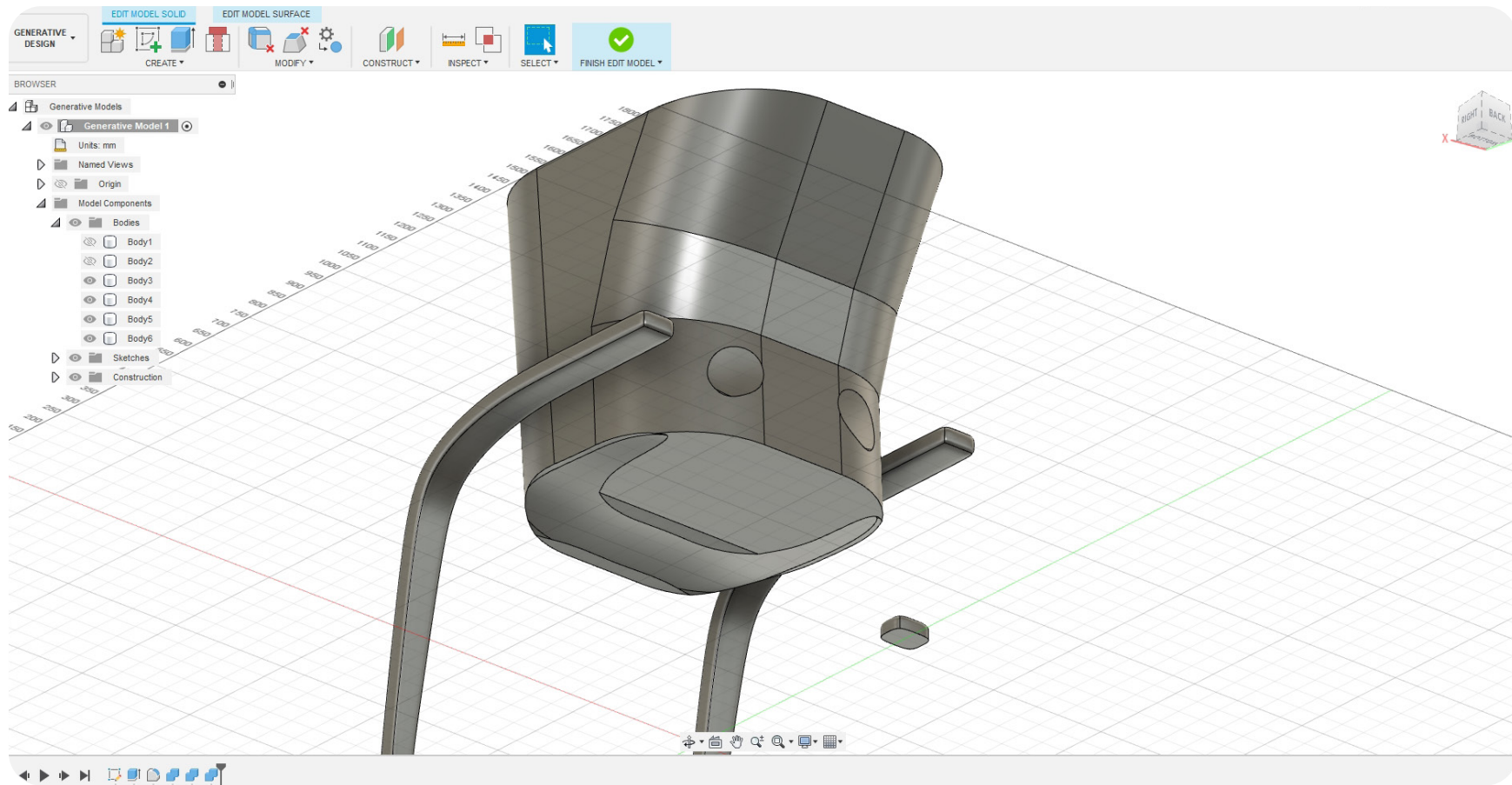
장애물 형상을 편집합니다. 만약 장애물 형상이 유지 형상 개체(좌판, 등받이, 팔걸이 등)와 겹쳐있다면 제너레이티브 디자인이 생성되면서 유지 형상이 장애물 형상의 영향을 받아 어색하게 생성이 될 수도 있습니다. 예제에서는 Combine의 Cut 기능으로 유지 형상에 겹쳐져 있는 장애물 형상을 제거하였습니다



11 형상 검토

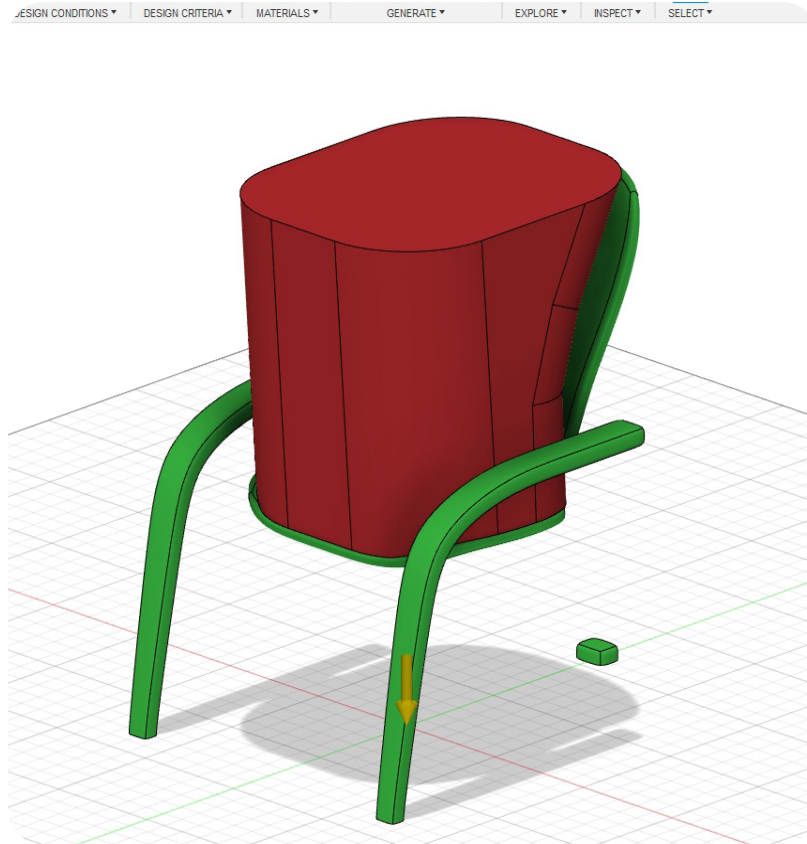
유지 형상, 장애물 형상 등 개체에 문제가 없는지 검토합니다.

팔걸이와 등받이 좌판 형상에 영향이 가지 않도록 겹쳐진 영역이 제거된 장애물 형상을 보실 수 있습니다.



12 유지, 장애물, 시작 형상 지정

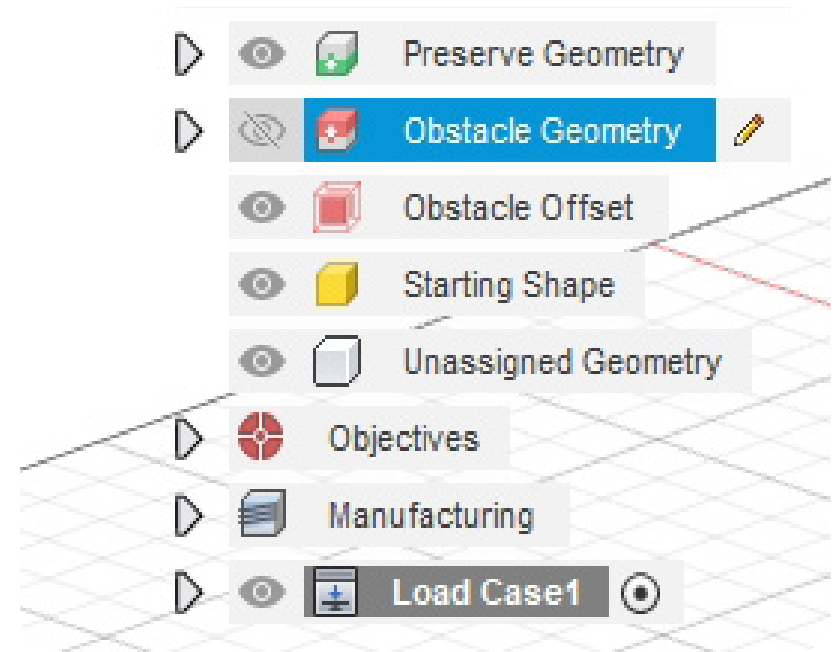
디자인 생성에 꼭 필요한 기능영역(유지 형상)과 제한영역(장애물 형상)을 지정합니다. 본 예제에는 적용하지 않았지만 Starting Shape을 통해 제너레이티브 디자인이 시작되는 영역을 지정할 수 있습니다.



Tip 유지, 장애물, 시작 형상 숨기기

좌측에 Structural Component Study에는 지정해준 유지 형상, 장애물 형상, 시작 형상을 선택하여 편집하거나 화면에서 보이지 않게 숨길 수 있는 기능이 있습니다.

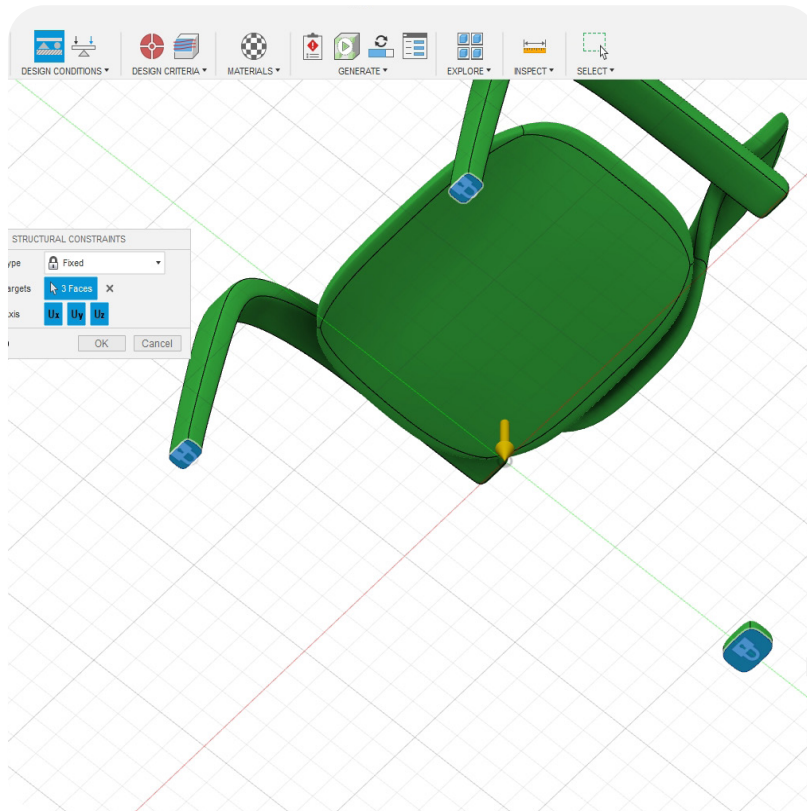
각 형상 옆에 눈모양으로 생긴 아이콘을 클릭하시면 화면에서 숨기거나 보이게 설정 할 수 있습니다. 파트 수가 많거나 형상이 복잡할 경우 숨김기능을 통해서 쉽게 설계 옵션을 적용할 수 있습니다.



13 구속조건 적용

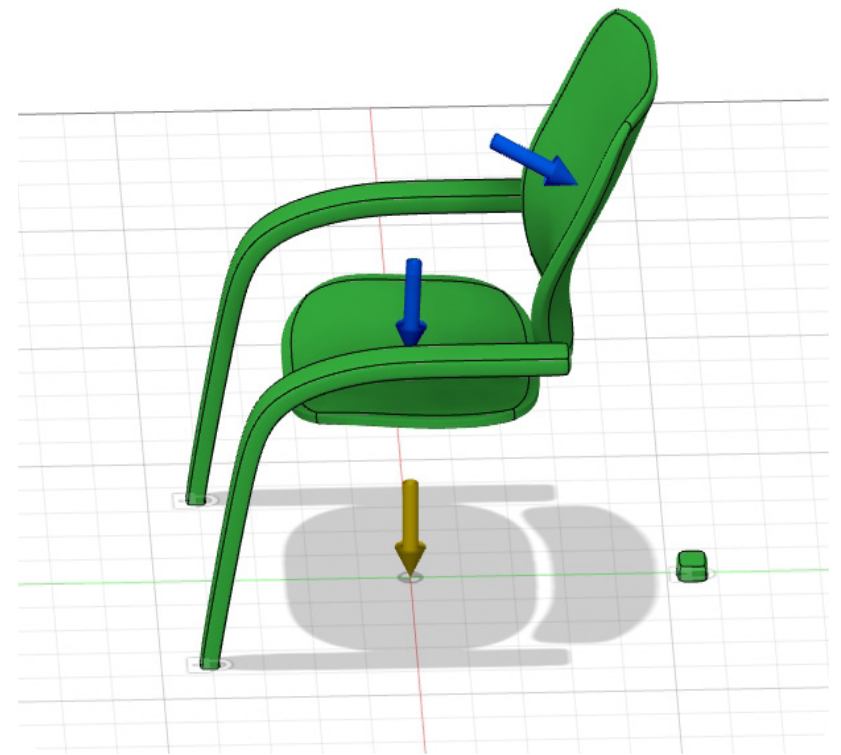
Structural Constraints 기능으로 유지 형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.

기본적으로 의자는 바닥에 놓이므로 다리기능을 하는 개체의 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



14 하중조건 적용

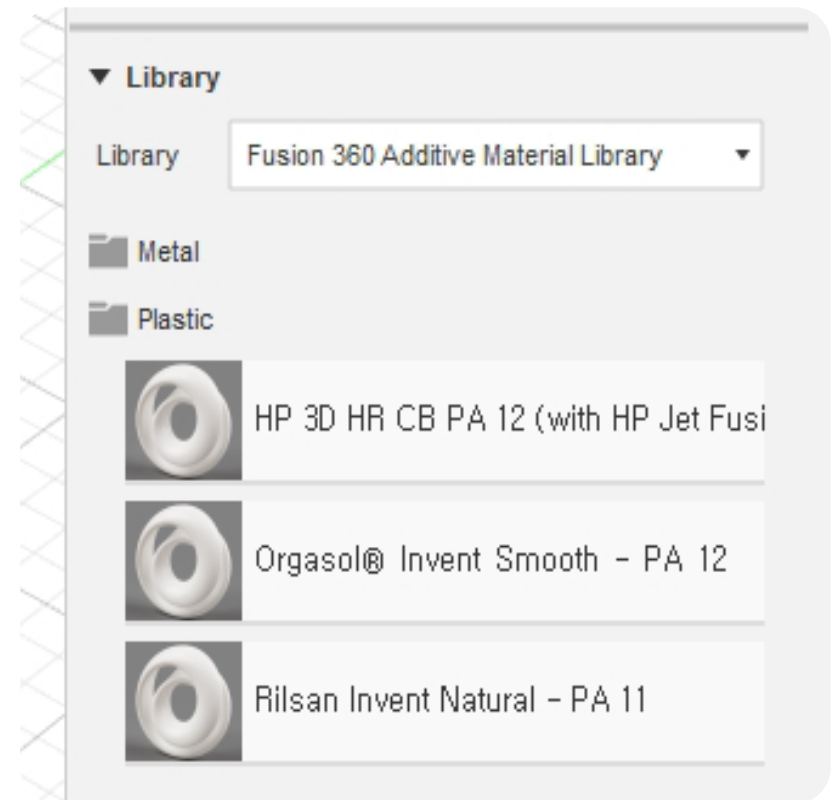
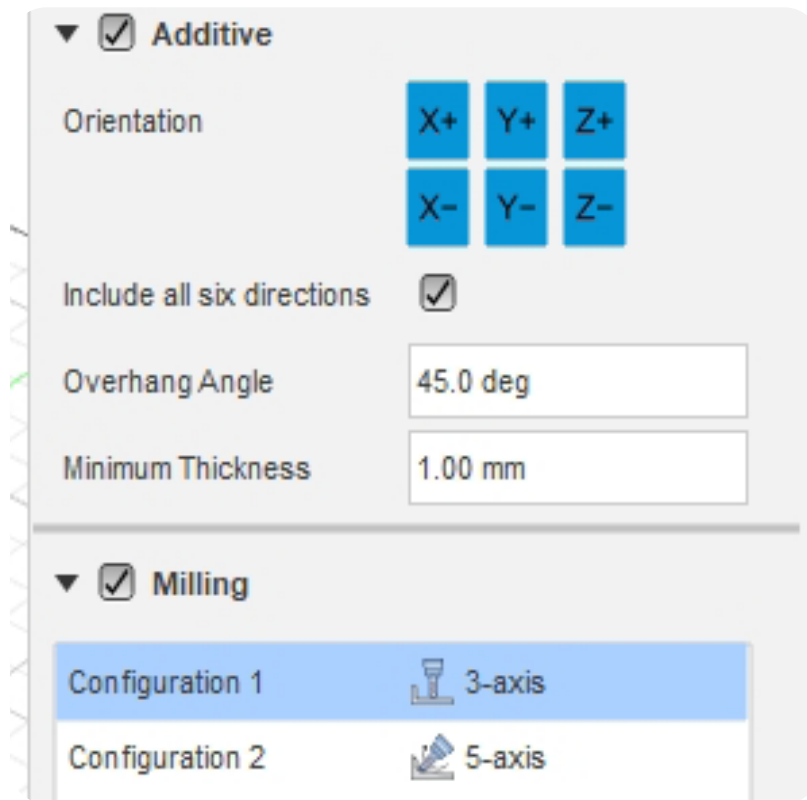
힘이 작용하는 지점에 하중조건을 적용합니다. 예제에서는 앉았을 때의 무게 150kg, 등받이로 미는 힘은 100kg을 적용하였습니다. (100kg = 약 1000N)



15 소재, 가공방식 설정

제품에 적용하고자 하는 소재와 가공방식을 선택합니다. 예제에서는 적층 및 3축, 5축의 밀링을 선택하였습니다. 소재는 Fusion360에서제공하는 플라스틱 계열의 적층 소재를 선택하였습니다.

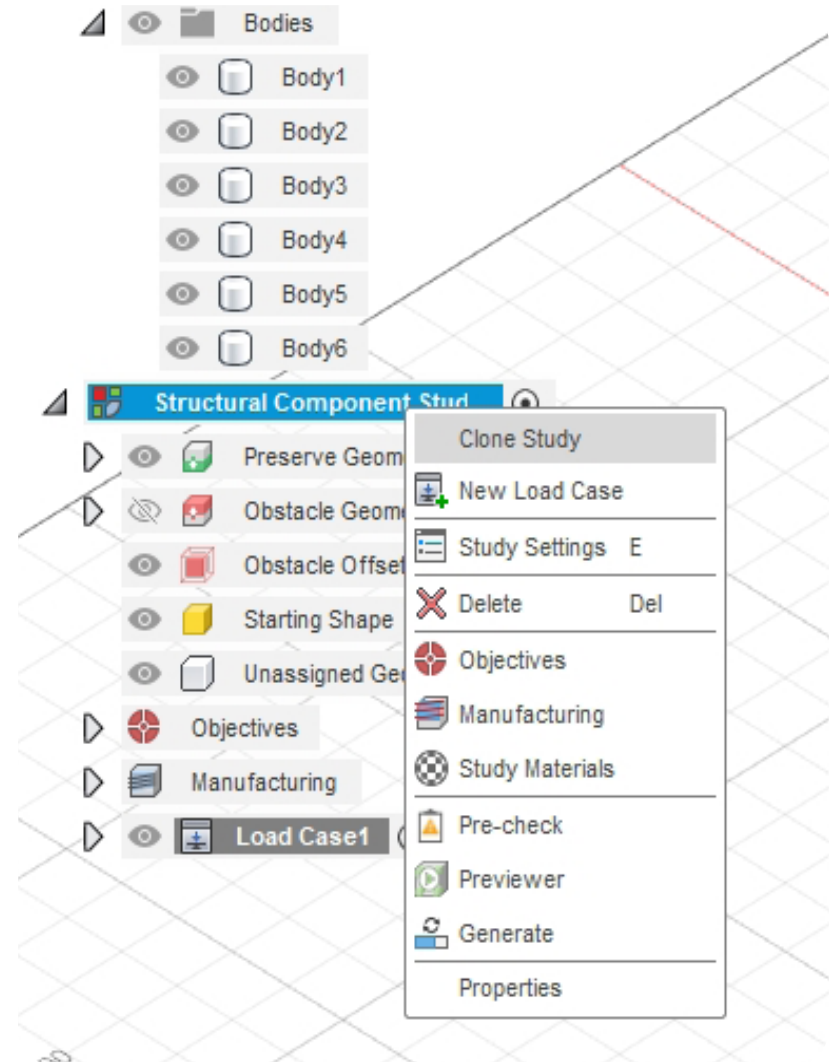
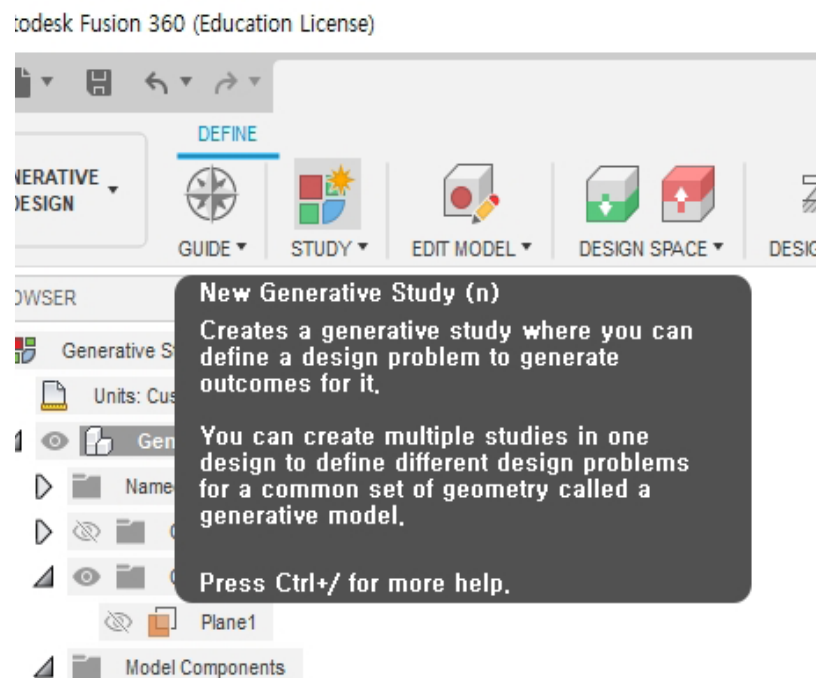
예제는 조형 생성을 우선 목표로 하였기 때문에 해당 소재와 가공방식을 적용하였으나 실제 설계 목표와 요구사항이 있다면 해당하는 가공방식과 소재를 선택 하시면 됩니다.



16 Clone Study로 설계옵션 확장

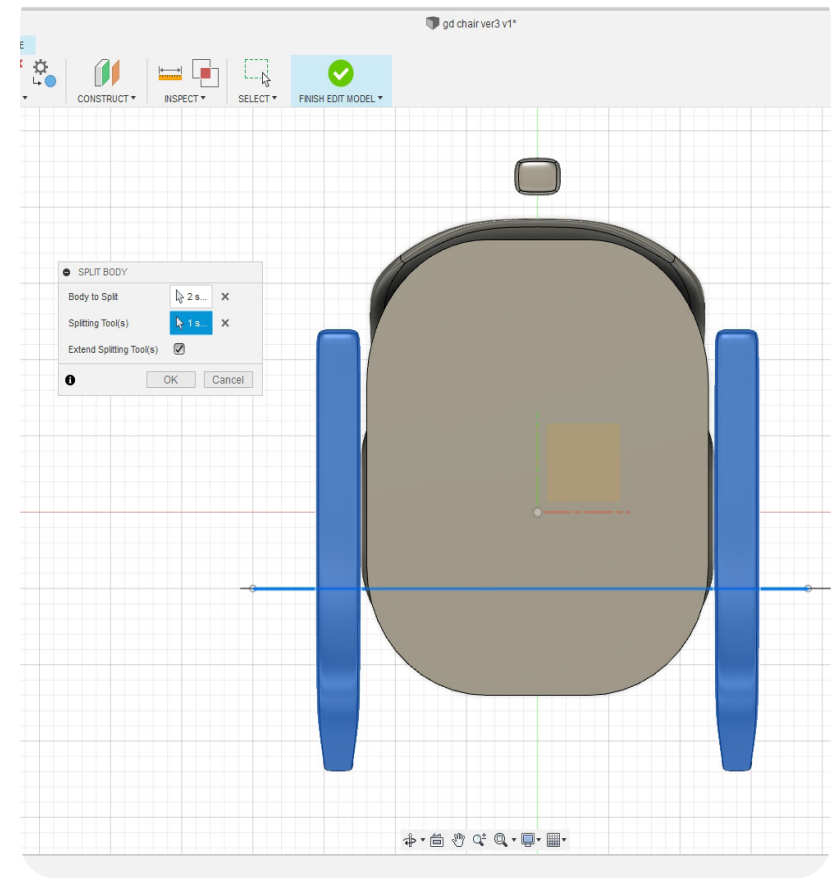
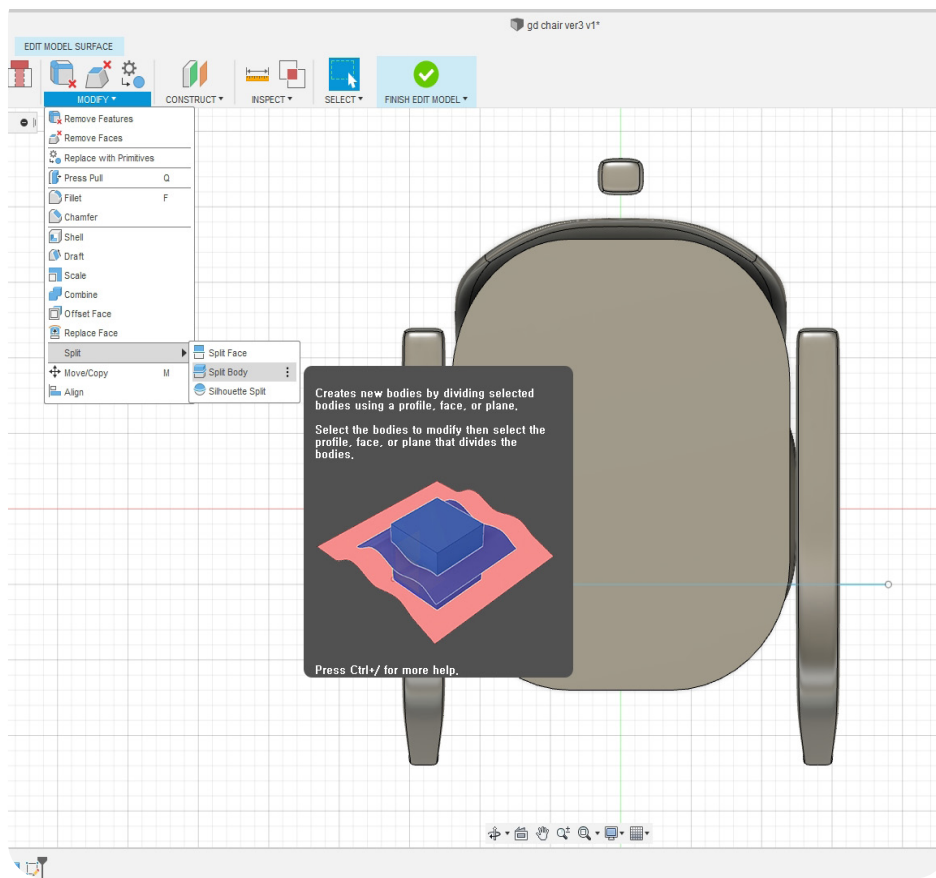
Fusion360 Generative Design의 장점은 Study를 추가 or 복제하여 다른 설계 옵션을 적용하고 각각의 Study를 동시에 Generate 하여 결과물을 생성할 수 있다는 것입니다.

예제에서는 Study를 복제하여 이전 Study의 설정을 그대로 가져와 기능영역에 하중조건을 추가하였습니다.



17 기능영역 편집

복제한 2번 째 Study에는 기능영역을 분할하여 다른 방향에서 하중이 적용되도록 하였습니다.
Edit Model에서 선을 그린 뒤 팔걸이와 다리 역할의 개체를 분할시켜주었습니다.

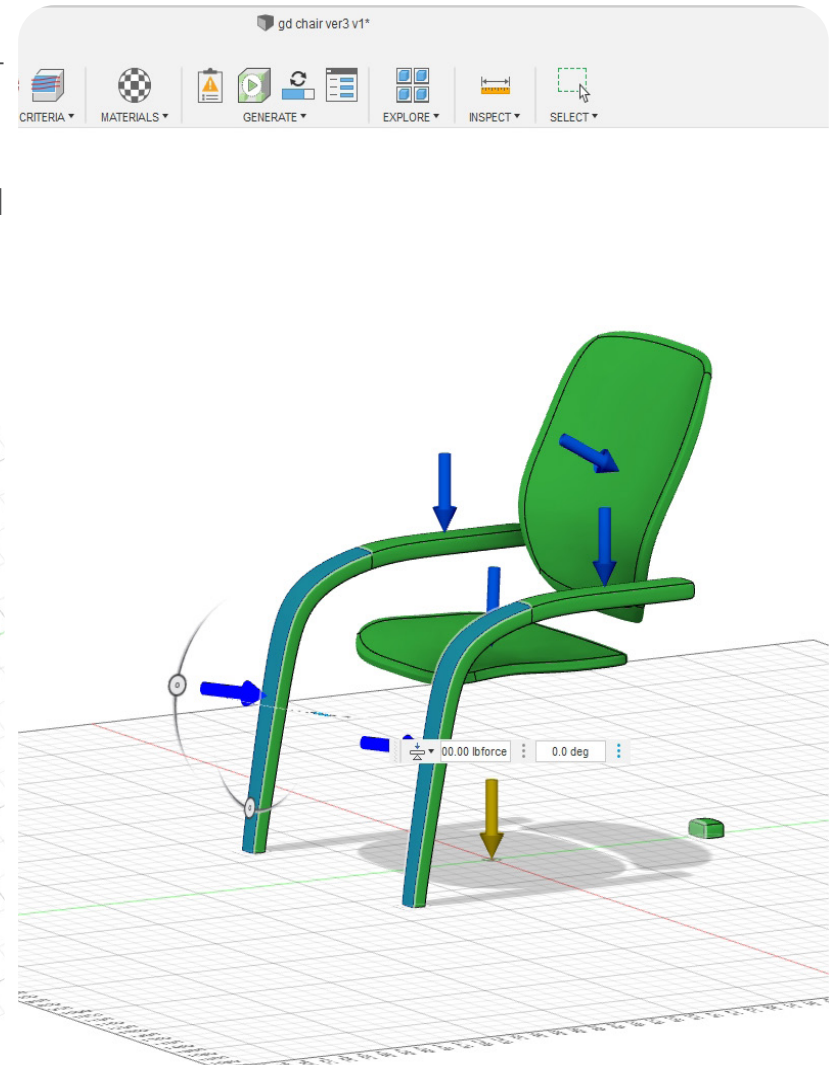


18 하중조건 추가

팔걸이와 다리 역할을 하던 개체는 하나의 개체였지만 분할한 뒤 서로 다른 개체가 되었습니다.

분할된 개체에 기능영역이 해제되어 있으므로 해제된 개체에 다시 기능영역(유지형상)을 설정하고 추가로 하중조건을 적용합니다.

예제에선 분할된 팔걸이와 다리에 추가로 하중조건을 적용하였습니다.

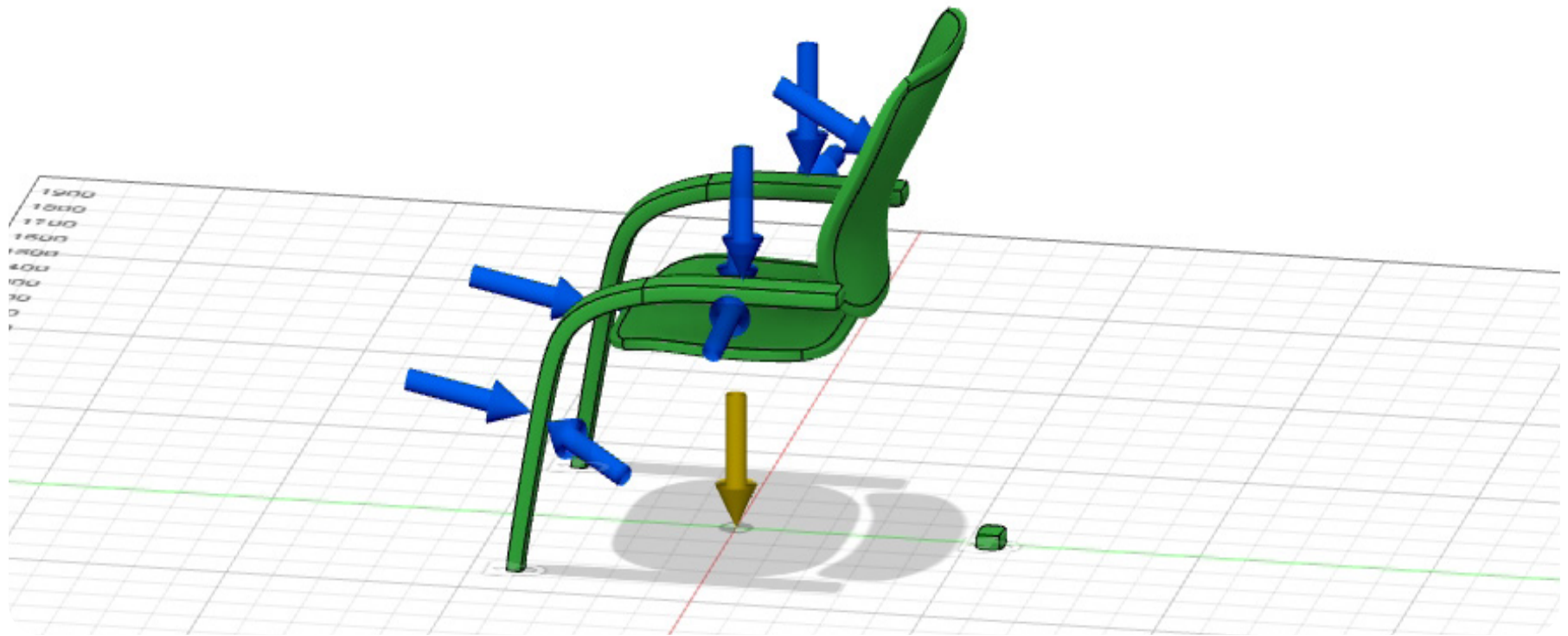


19 Study 복제 및 설계옵션 적용 반복

다양한 결과물을 얻어내고자 하면 이전의 방법과 같이 기능영역을 추가하거나 편집하고 힘의 작용과 방향을 다양하게 적용해볼 수 있습니다.

Generative Design으로 조형의 아이디어를 얻고자 한다면 하중 조건뿐 아니라 소재나 가공방식 등 필수 설계조건 외에 설계조건을 다양하게 함으로써 더욱 더 광범위한 결과물을 생성할 수 있습니다.

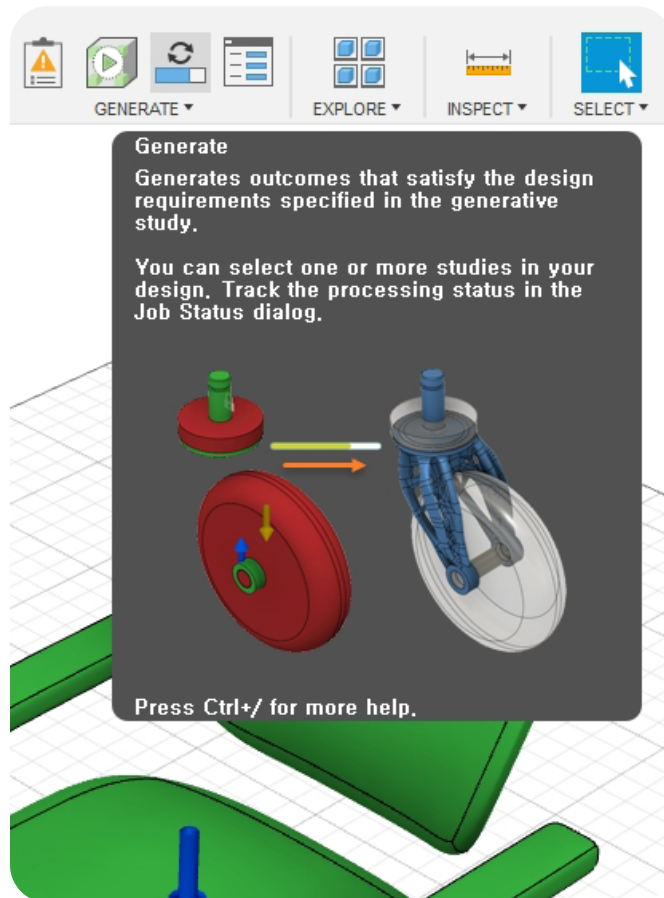
예제는 총 3개의 Study로 진행하였습니다.



20

Generative Design 실행

모든 Study 설정이 완료되었다면, 상단의 Generate 명령으로 Generative Design을 실행시킵니다.



ate

X

THE ACTIVE DOCUMENT

View Options

	Status	Cloud Credits
ative Model 1 - Structural Component Study 1 iral Component	Warning • Repair	33
ative Model 1 - Structural Component Study 3 iral Component	Warning • Repair	33
ative Model 1 - Structural Component Study 4 iral Component	Warning • Repair	33

Account Education
d credits

Required

-

Available

Will Remain

unlimited

-

The document is modified. A new version will be created before generating.

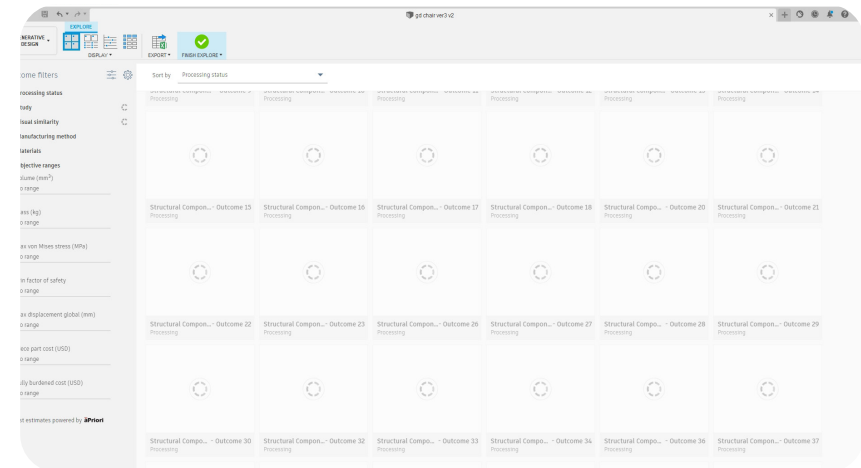
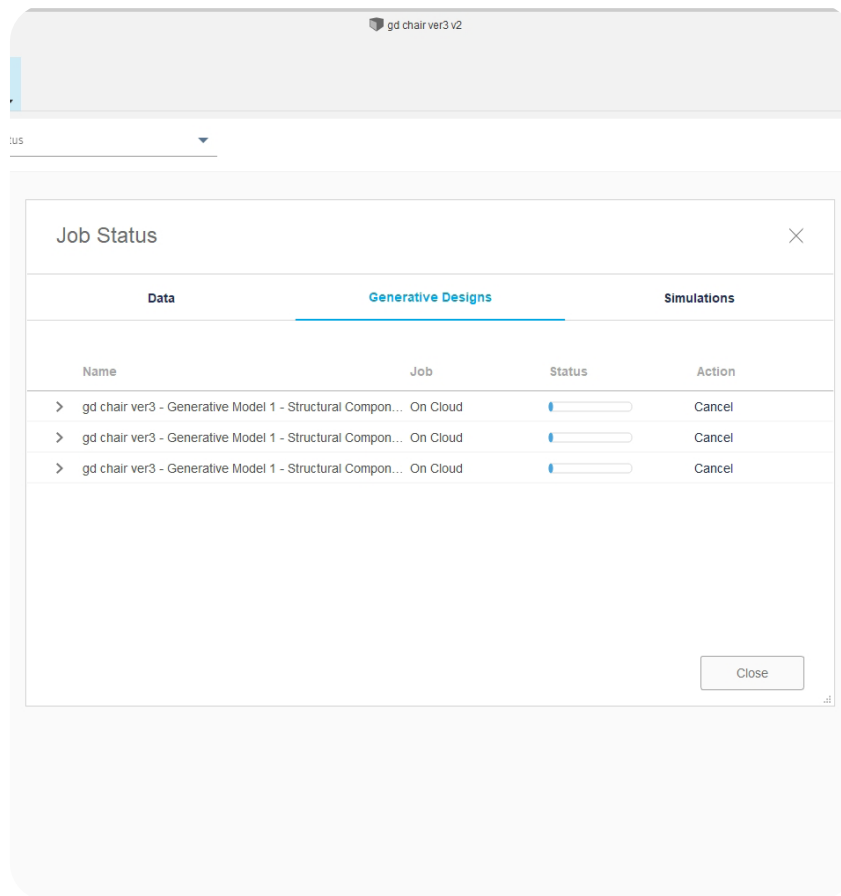
Generate 3 Studies

Close

21 기다림

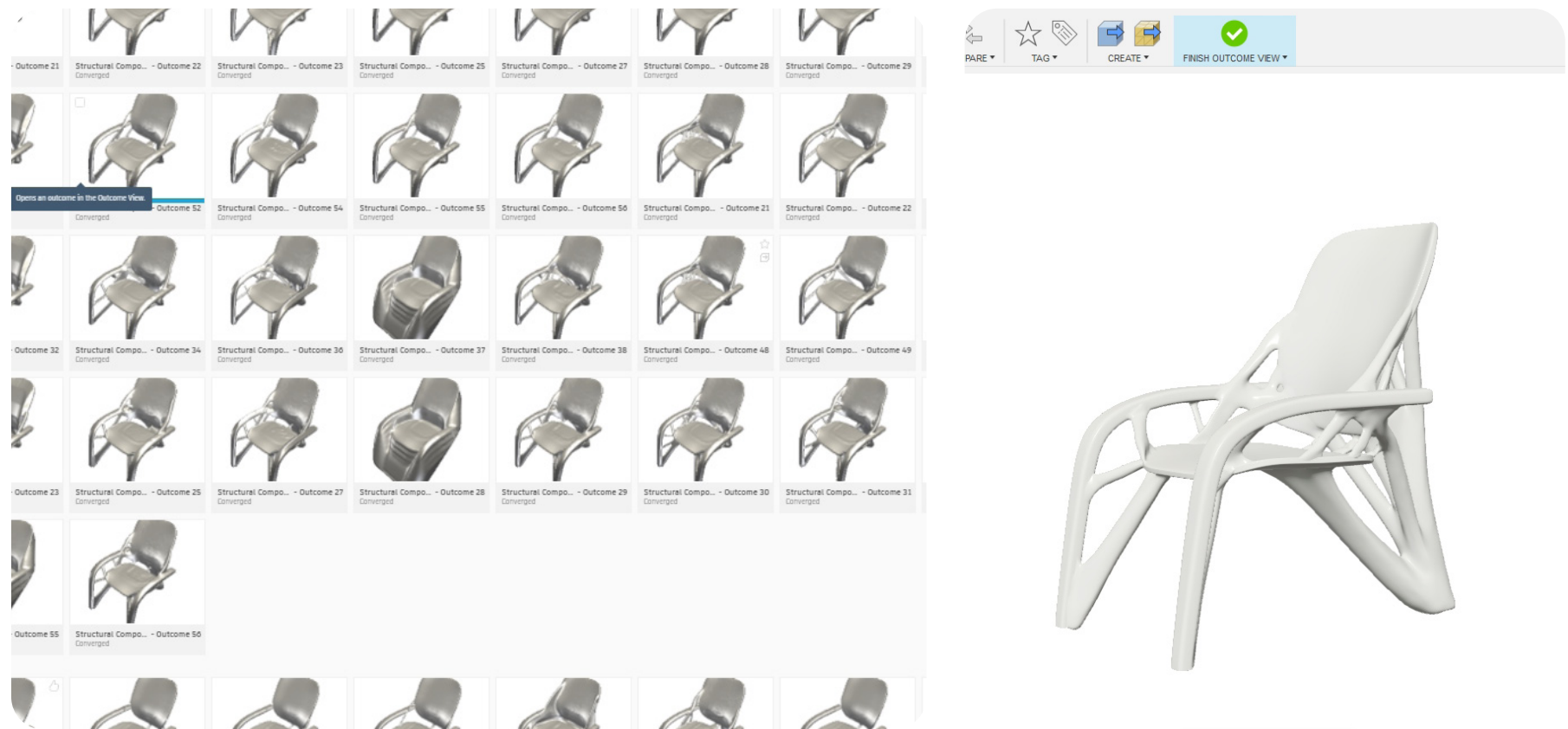
결과물이 생성되는 시간은 Study 나 형상, 옵션에 따라 길어질 수도 있습니다.

Fusion360은 Cloud를 기반으로 하여 작업을 수행하기 때문에 기다리는 동안 다른 작업을 수행하셔도 연산에는 큰 영향을 받지 않습니다.



22 결과물 생성 그리고 선택

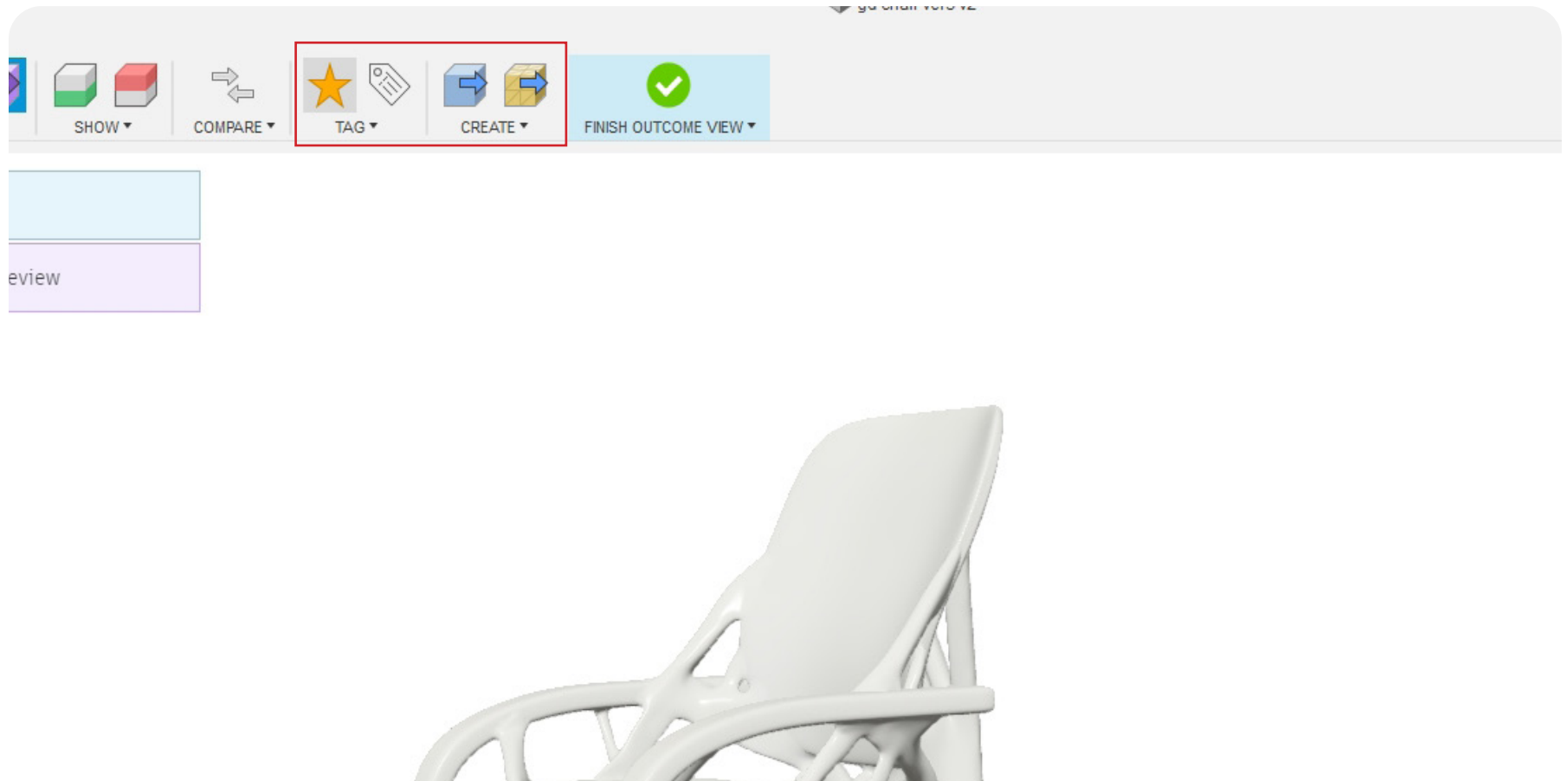
결과물의 생성과정은 미리보기를 통해 확인하실 수 있습니다. 기다림의 시간이 지나 결과물 생성이 완료되면 디자이너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다. 여러 시안 중 미리보기를 통해 마음에 드는 시안이 있으면 클릭하셔서 큰 화면으로 보실 수 있습니다. 그리고 마우스를 이용하여 회전하면서 모델링을 검토할 수 있습니다.



23 결과물 내보내기

미리보기를 통해 원하는 시안을 선택하면 Free Form 이나 Mesh 타입으로 내보낼 수 있습니다.

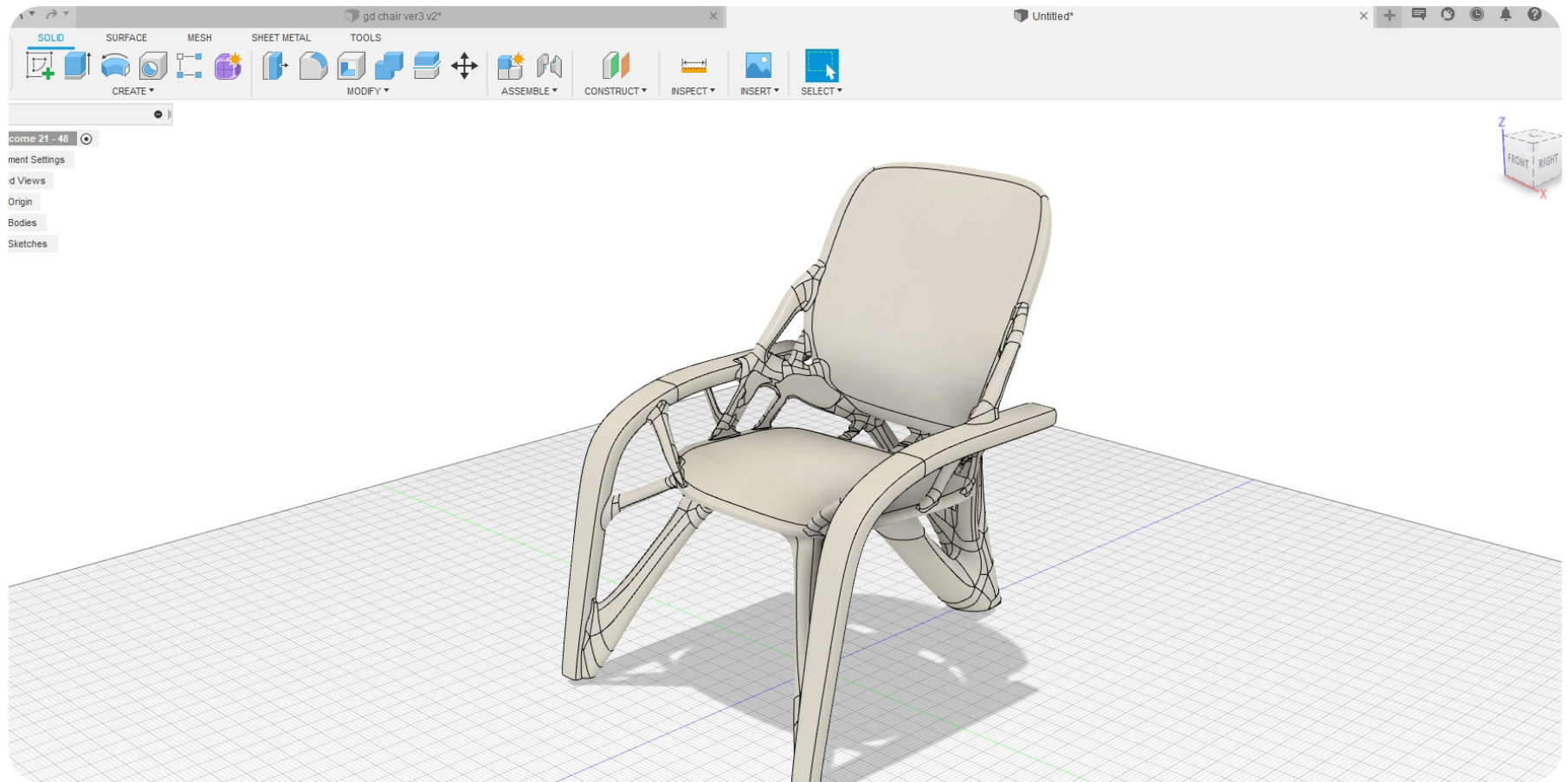
여러 결과물을 내보내거나 원하는 시안을 찾기 쉽게하기 위해 즐겨찾기로 추가하여 쉽게 찾아보실 수 있습니다.



24

디자인 검토 및 편집

내보내기 한 결과물은 조형 검토 후 디자이너의 의도에 따라 편집을 진행할 수 있습니다.
Fusion360내에서 Free Form을 이용하여 결과물을 바로 편집할 수 있습니다.



완성된 디자인의 제너레이티브 디자인 'Arm Chair' 입니다.

제너레이티브 디자인을 활용하여 설계 요구조건에 부합하는 객관적 데이터를 기반으로 생성된 결과물은 디자이너의 아이디어발상에 도움을 줄 수 있을 것이며, 사용자의 감각이나 감성에 따라 얼마든지 자신만의 디자인으로 확장시킬 수 있습니다.



인공지능과의 협업을 통한 창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선
제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용

