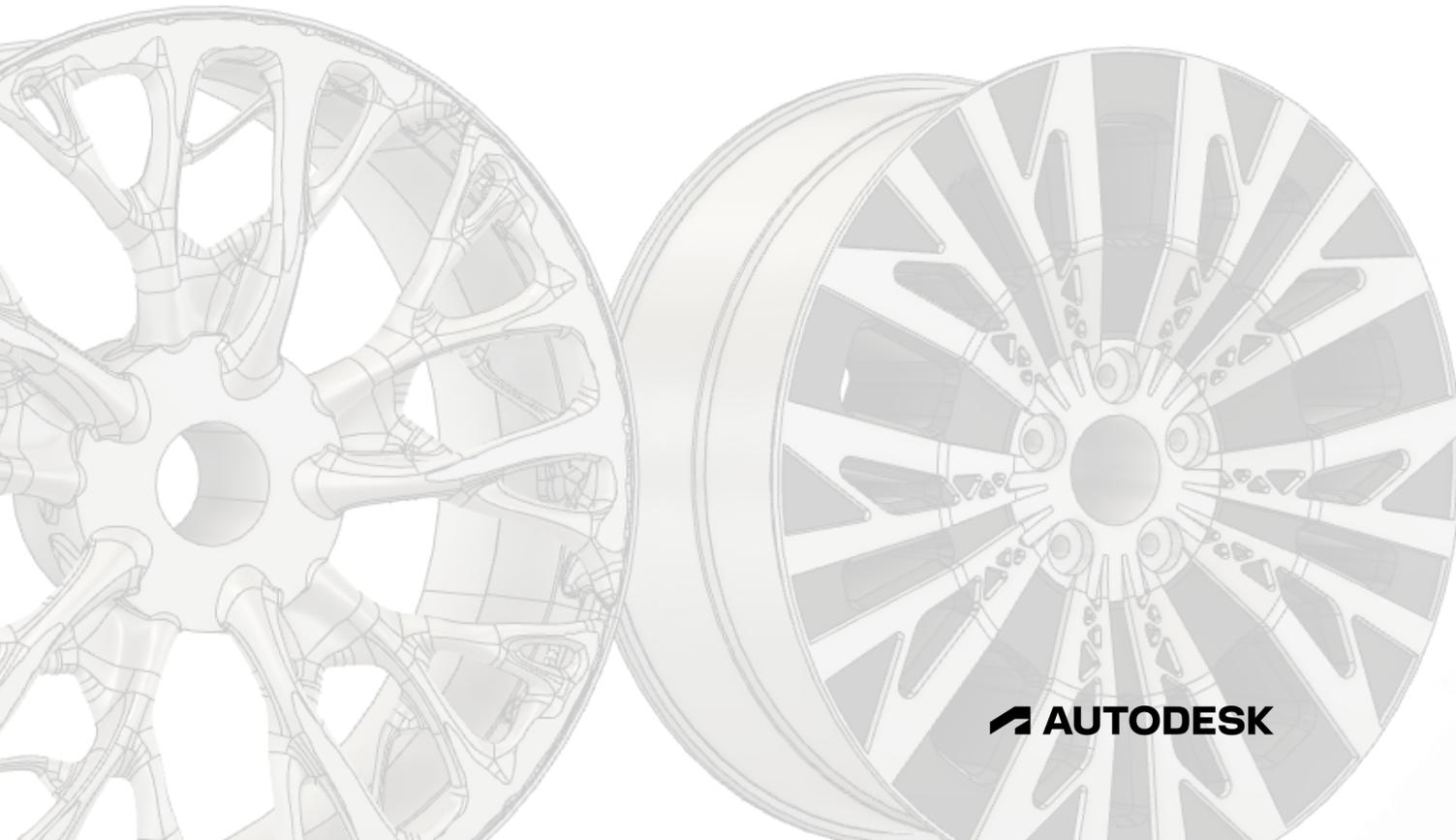


인공지능과의 협업을 통한 창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선

# 제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용

기본도형과 예제로 알아보는 제너레이티브디자인의 이해



 AUTODESK

# 제너레이티브디자인 가이드북 서평

제너레이티브 디자인은 개발자들이 인공지능과 협업을 통해 발상의 한계를 뛰어넘도록 도와주는 차세대 제품 개발 방법이다. 이 책은 제너레이티브 디자인 도구를 사용하여 창의적인 제품 개발을 하고 싶은 디자이너와 엔지니어들에게 제적 접근을 위한 가장 빠르고 쉬운 방법을 제시하고 있다.

**서울과학기술대학교 / 디자인학부 김원섭 교수**

제너레이티브 디자인은 포스트 AI 시대를 위한 설계 프로세스 혁신이 시작되고 있음을 보여주고 있다. 본 책은 제너레이티브 디자인을 빠르게 경험해 볼 수 있는 다양한 예제와 사용자 관점의 핵심 노하우를 담고 있다.

**KAIST / 조천식모빌리티대학원 강남우 교수**

인간의 지식 공간은 인공지능(AI)과 협력을 통해서 스펙트럼이 넓어집니다. 더불어, 공학의 발전과 함께 새로운 직업이 탄생하고 있습니다. 그런 면에서 제너레이티브 디자인은 디자이너(Designer)와 엔지니어(Engineer)의 장점을 함께 갖춘 미래형 인재, 디자이너(Designer)가 가져야 할 지식과 역량을 키우는 좋은 방향을 제시하고 있다고 생각합니다.

**퍼듀대학교 / 산업디자인과 김동진 교수**

제너러티브 디자인은 설계 및 디자인 분야에서 인공지능을 활용하는 대표적인 방법이자 도구로써 최근 다양하게 활용되고 있다. 이 책은 제너러티브 디자인의 기본적인 개념과 활용 프로세스를 상세하게 소개하고 있으며 실제 디자인 사례를 통해서 독자가 직접 제너러티브 디자인을 활용할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 기존의 제너러티브 디자인 활용서가 공학적 관점에서의 경량화 방법에 중점을 둔 것에 비해서 이 책은 산업디자인 분야에서의 이용 가능성을 보여준다는 점에서 차별화된다. 산업디자이너, 가구디자이너, 공예디자이너, 공학설계자, 제품개발자 등 제너러티브 디자인에 관심있는 다양한 분야의 사람들에게 유용한 지침서가 될 것으로 기대한다.

**서울과학기술대학교 / 기계시스템디자인공학과 정성원 교수**

미래의 산업디자인 프로세스는 인간과 인공지능의 절묘한 협업을 통해 이제까지 경험하지 못했던 큰 변화를 맞게 될 것이다. 기존 산업디자인 프로세스와는 상당한 차이를 느낄 수 있는 제너레이티브 디자인의 개념을 다양한 예제를 통해 쉽게 이해할 수 있도록 도와주는 책이다.

**어댑션디자인스튜디오 / 대표 디자이너 정덕희**

제너레이티브 디자인의 잠재력은 우리 생각보다 훨씬 거대하다. 생명체의 진화도 환경이라는 경계 조건하에서 이루어진 제너레이티브 디자인의 결과이다. 새로운 형상 구현 기술인 적층제조(AM)의 등장으로 불가능했던 형상이 현실로 소환되고 있다. 클라우드 컴퓨팅 파워와 인공지능 설계의 활용은 완전히 새로운 관점을 열 수 있는 기술이다.

**한국전자기술연구원 / 3D프린팅사업단장 / 신진국 본부장**



FUSION 360의 제너레이티브 디자인을 활용한 Ai Chair

**You're**

**GENERATIVE**

**DESIGNER**

# GENERATIVE DESIGN

for PRODUCT DESIGN



## INDEX

Intro	8
01. 오토데스크 FUSION 360	12
02. 제너레이티브 디자인 개요	20
03. 제너레이티브 디자인 의자 만들기	30
04. 제너레이티브 디자인 촛대 만들기	62
05. 제너레이티브 디자인 휠 만들기	108
06. 제너레이티브 디자인 핸드폰 거치대 만들기	146
07. 제너레이티브 보틀 디스펜서 만들기	198



# Intro

창의적인 사람이 컴퓨터를 가지고 디자인하는 것은 결국은 창의적인 사람의 상상력과 재능, 지능 범위 내에서는 창의적인 아이디어를 발휘할 수 있을 뿐이다.

아무리 창의적인 디자이너라도 창의력의 한계로 인해 비슷한 결과물을 내놓게 되지만 제너레이티브 디자인은 틀에 박힌 창의력의 울타리를 빠져나올 수 있게 도와줄 수 있는 **인간의 한계를 뛰어넘는 혁신**이다.

산업디자이너 **필립스탁**

필립스탁이 말했듯이  
제너레이티브 디자인은 경량화와 구조개선 뿐 아니라 디자이너의 창의력에  
요구되는 설계 옵션을 더하면서 더욱 극대화된 창의력을 바탕으로 새로운  
디자인을 만들어 낼 수 있다는 가능성을 갖고 있습니다.

제너레이티브 디자인은 제품디자인 개발을 위한 **새로운 융합프로세스의 대안**  
이라고 할 수 있습니다.

제너레이티브 디자인은 기존에 디자이너가 직접 모델링하거나 알고리즘을 구축하여 조형과 구조를 만들었던것과는 달리, 기본적인 모델링 후 설계조건, 옵션, 한계 등을 소프트웨어를 통해 입력하면 컴퓨터 스스로 가능한 모든 조합으로 공학적 데이터 기반의 수많은 결과물을 생성한다는 점에 차이를 두고 있습니다.

그리고 **디자이너는 수많은 결과물을 활용해 제품디자인의 조형과 구조의 아이디어로 활용**할 수 있습니다.

01

FUSION 360 Generative Design

# 오토데스크 FUSION 360

# 01 오토데스크 FUSION 360

FUSION 360 Generative Design

## A. 오토데스크 FUSION 360은?

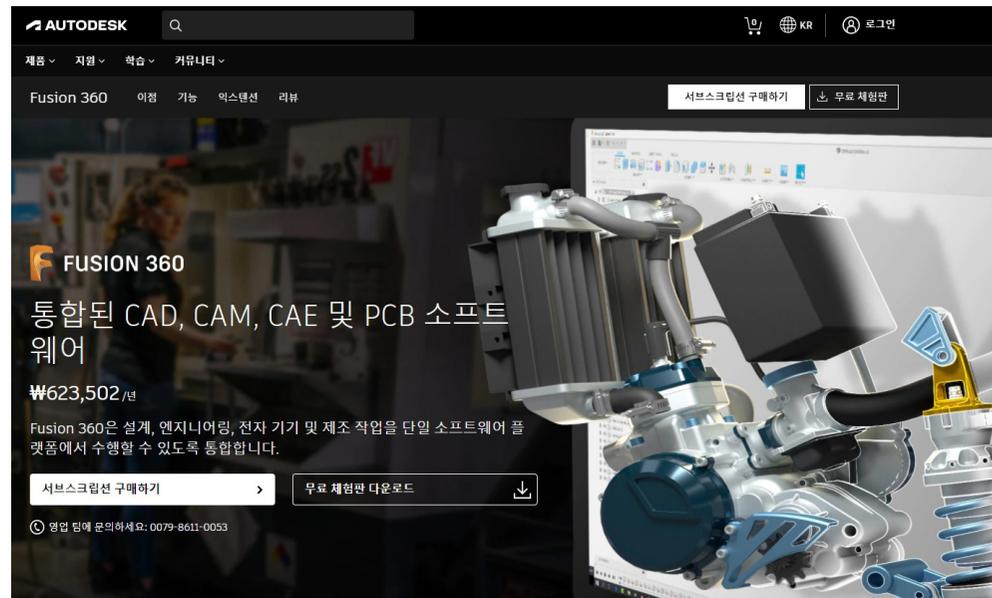
FUSION 360은 단일패키지에 산업 및 기계설계, 공동작업과 가공을 결합한 제품 개발을 위한 클라우드 기반의 3D CAD / CAM 도구입니다. FUSION 360은 통합된 콘셉트에서 생산 플랫폼 디자인 아이디어를 쉽고 빠르게 탐색할 수 있습니다.

FUSION 360은 프로젝트에서 모든 팀원이 협업할 수 있는 단일 공간을 제공하고 있으며, 자동 데이터 관리 기능을 갖추고 있어 모든 모델, 디자인, 정보 등을 자동으로 보관, 수정, 관리하고 관계자들과 공유도 가능합니다.

또한, 클라우드를 기반으로 하고 있어 디자이너와 엔지니어들이 사무실이든 현장이든 언제 어디서나 FUSION 360에 접속할 수 있습니다.



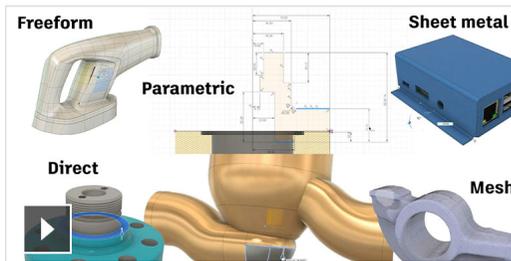
<https://www.autodesk.co.kr/products/FUSION-360>(좌측QR 코드 스캔)에 접속하시면 FUSION 360에 대한 다양한 소개와 해당 소프트웨어를 다운로드 할 수 있습니다.



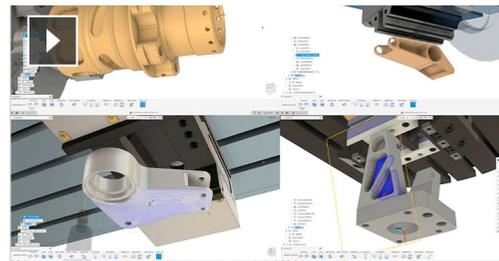
B. FUSION 360의 기능

FUSION 360은 디자인, 렌더링, 시뮬레이션, 제너레이티브 디자인, 애니메이션, 제조, 도면, 회로설계 등 디자인Visualizing 작업 뿐 아니라 설계, 제조/양산에 이르는 제품 개발 전주기에 이르는 다양한 기능을 지원하고 있습니다. 스케치부터 양산까지 하나의 소프트웨어를 사용하며, 클라우드 기반으로 자유롭게 데이터를 공유, 편집, 관리가 가능하다는 점에서 제품 개발프로세스의 업무 효율을 높여주며, 산업계에서 점차 활용 범위가 넓어지고 있습니다.

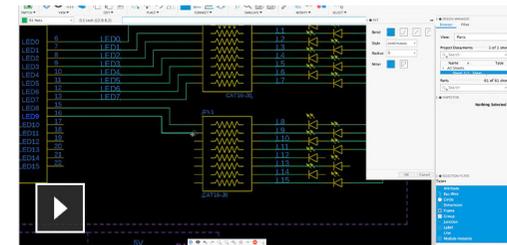
또한, 추가 익스텐션인 인공지능 기반의 제너레이티브 디자인을 활용함으로써 공학 기반의 결과물 생성을 통해 제품 디자인의 아이디어를 더욱 확장시킬 수 있습니다.



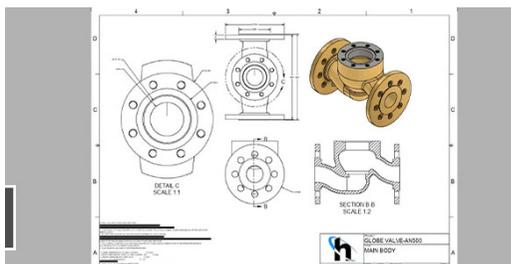
유연한 3D 모델링 및 설계



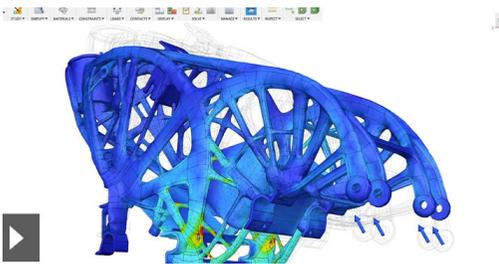
통합 CAD + CAM



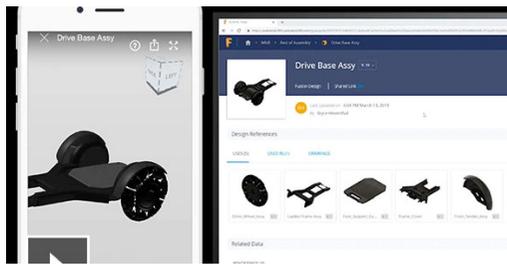
전자 PCB 설계



렌더링 및 문서(도면)화



제너레이티브 디자인



클라우드 작업 및 데이터 관리

C. FUSION 360 익스텐션

FUSION 360의 익스텐션을 통해 기능을 확장하면 혁신을 구현하고 고품질의 제품을 제작, 제조 및 설계프로세스를 제어할 수 있습니다.

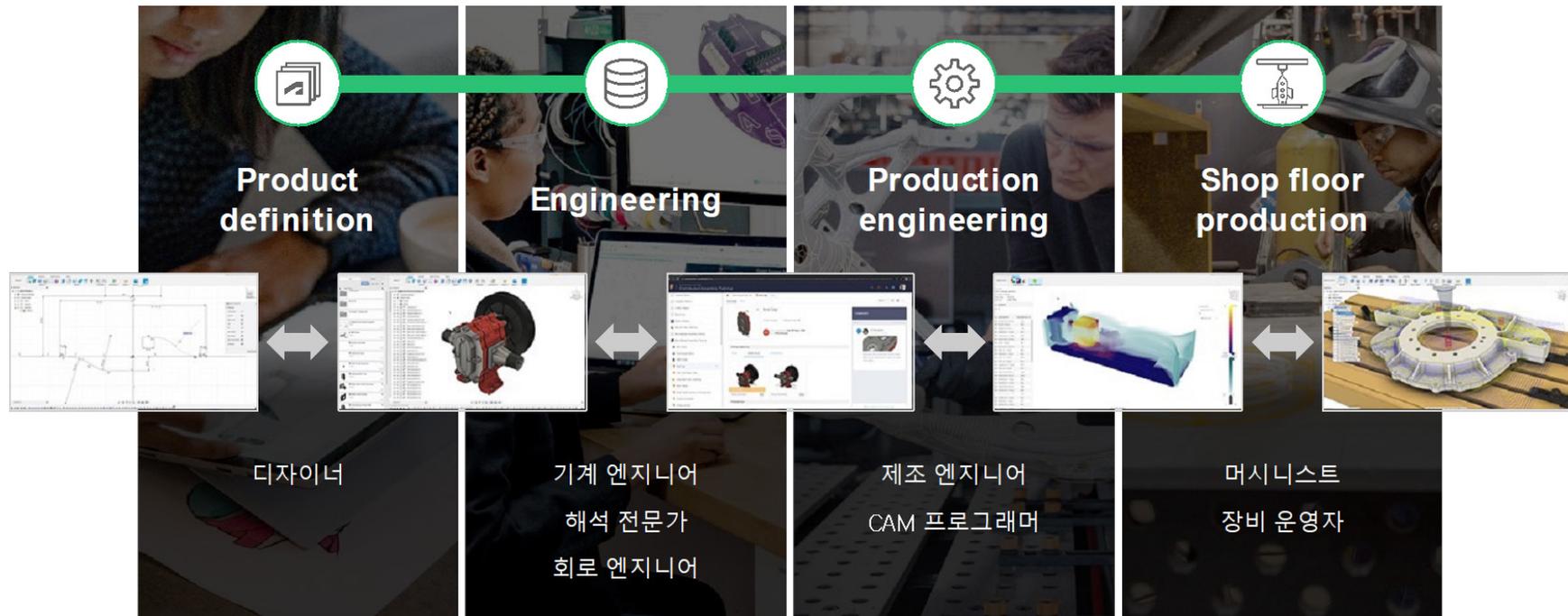
### 고급 기능을 사용하여 맞춤형 계획 수립

익스텐션을 통해 Fusion 360의 기능을 확장하면 혁신을 구현하고 고품질 제품을 제작하고 제조 및 설계 프로세스를 제어할 수 있습니다.

 <p><b>Simulation Extension</b></p> <p>Fusion 360 Simulation Extension은 3D 설계를 제작할 수 있는지 여부 또는 제작에 앞서 실제 조건에서 3D 설계가 어떻게 작동하는지 조사하는 데 도움이 되는 시뮬레이션 학습 유형 세트입니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩2,023,065/년</p> <p>서비스스크립션 구매하기 &gt;</p>	 <p><b>Generative Design Extension</b></p> <p>Fusion 360 Generative Design Extension 선을 통해 고성능 설계 반복을 신속하게 탐색할 수 있습니다. 또한 중량을 줄이고 제품 성능을 개선하며 부품을 통합할 수 있습니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩2,023,065/년</p> <p>서비스스크립션 구매하기 &gt;</p>	 <p><b>Machining Extension</b></p> <p>Fusion 360 Machining Extension은 고급 제조 기능을 제공합니다. 더 많은 3축 및 5축 전략, 가공 경로 최적화 및 프로세스 자동화 기능을 활용할 수 있습니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩2,023,065/년</p> <p>서비스스크립션 구매하기 &gt;</p>	 <p><b>Nesting &amp; Fabrication Extension</b></p> <p>Fusion 360 Nesting &amp; Fabrication Extension 선은 판금 및 비판금 부품에 대해 최적화된 고 연관된 다중 시트 레이아웃을 생성하는 고급 기능을 제공합니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩2,023,065/년</p> <p>서비스스크립션 구매하기 &gt;</p>
 <p><b>Product Design Extension</b></p> <p>Fusion 360 Product Design Extension은 제품 개발 프로세스를 간소화하고 복잡한 제품 설계를 만드는 데 자동화된 접근 방식을 지원하는 고급 3D 설계 및 모델링 도구를 제공합니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩749,529/년</p>	 <p><b>Manage Extension</b></p> <p>Fusion 360 Manage Extension용하면 엔지니어링 변경 지시, 릴리즈 관리, 자동화된 부품 번호 작성 등에 대한 확장된 데이터 관리 기능을 활용할 수 있습니다."</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩623,502/년</p>	 <p><b>Additive Build Extension</b></p> <p>Fusion 360 Additive Build Extension을 사용하면 고가의 금속 부품을 3D 프린팅할 수 있습니다. 부품의 방향을 자동으로 지정하고, 고품질 정삭 작업을 생성하고, 완전 연관된 지지 구조를 생성할 수 있습니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩2,023,065/년</p>	 <p><b>Team Participant</b></p> <p>Fusion 360 Team Participant는 추가 사용자를 위한 데이터 관리 및 공동 작업 소프트웨어입니다. 시간과 장소에 구애받지 않고 모든 디바이스에서 온라인으로 설계 프로젝트를 공유, 검토 및 관리할 수 있습니다.</p> <p>○ 월별 ● 1년</p> <p>₩179,091/년</p>

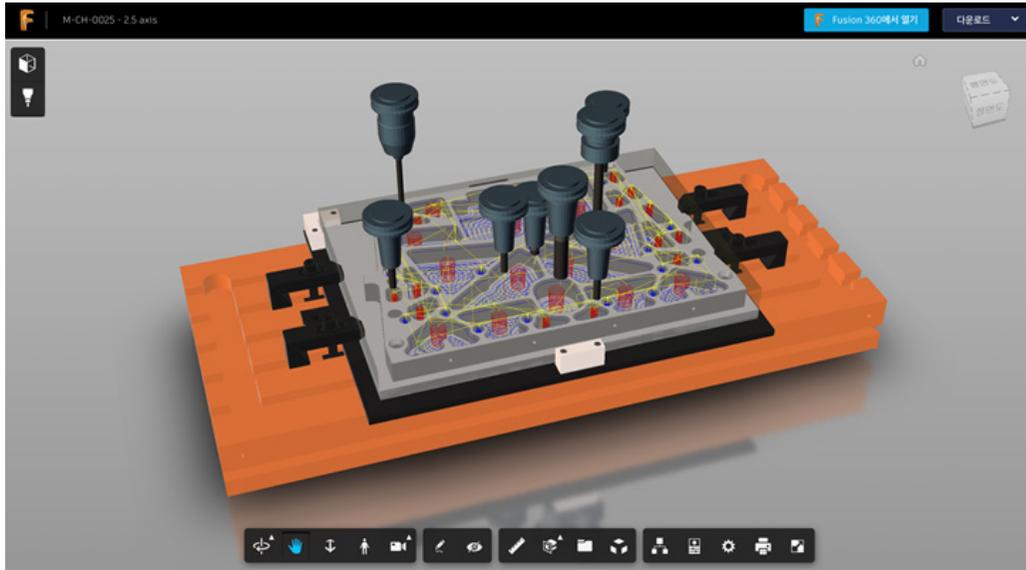
D. FUSION 360 시작하기

Fusion 360은 협업 제품 개발을 위한 클라우드 기반 제품 설계 도구입니다. Fusion 360 도구를 사용하면 제품 개발 팀 내에서 제품 아이디어를 탐색하고 협업을 효율적으로 수행하게 됩니다.



Fusion 360을 사용하면 생산 도구 세트에 통합된 개념으로 설계 아이디어를 빠르고 쉽게 탐색할 수 있습니다. Fusion 360을 사용하면 제품의 형태, 기능 및 제작에 집중할 수 있습니다. 조각 도구를 사용하여 형태를 탐색하고 모델링 도구를 사용하여 마무리 기능을 만듭니다. 이러한 도구를 사용하면 디자인 아이디어를 빠르게 반복할 수 있습니다. 디자인이 결정되면 어셈블리를 만들어 디자인의 적합성과 움직임을 검증하거나 사진처럼 사실적인 렌더링을 만들어 모양을 확인할 수 있습니다. 마지막으로 디자인을 제작해야 합니다. 3D 프린팅 워크플로우를 사용하여 신속한 프로토타입을 만들거나 캠 작업 공간을 사용하여 구성 요소를 가공하기 위한 도구 경로를 만듭니다.

또한 Fusion 360은 협업 제품 개발을 위해 설계 팀을 한데 모으는 데 도움이 됩니다. 모든 설계는 클라우드에 저장되므로 귀하와 귀하의 팀은 항상 최신 데이터에 액세스할 수 있습니다. Fusion 360은 또한 작업하면서 디자인 히스토리를 추적합니다.



오토데스크 클라우드를 사용하여 웹 브라우저에서 각 버전을 확인이 가능합니다. 이전 버전을 현재 버전으로 승격할 수 있습니다. 마지막으로 Fusion 360의 공유 링크를 통해 설계를 공유하고 설계 진행 사항을 추적합니다. 오토데스크 아이디가 없어도 설계 및 톨패스를 웹 브라우저를 통해 확인이 가능합니다.

Fusion 360은 필요한 사항에 따라 클라우드의 힘을 활용하고, 로컬 리소스도 함께 사용하는 하이브리드 환경을 사용합니다. 예를 들어, 디자인 데이터는 클라우드에 저장되며 디자인의 새 버전을 저장할 때마다 이미지를 클라우드로 렌더링합니다. 이것은 컴퓨터에서 로컬로 디자인을 만들고 편집하는 동안 동시에 생성됩니다. 이를 통해 컴퓨터의 성능과 클라우드의 성능을 동시에 활용할 수 있습니다.

퓨전 360은 웹 브라우저를 통해 다운로드가 가능합니다. 무료 체험판이 30일 동안 제공됩니다. 무료 기간 동안 기능을 마음껏 사용해 볼 수 있습니다.

퓨전 360 무료 체험판 설치 : <http://autode.sk/2Nfy79y>

퓨전 360 다운로드 영상 보기 : <https://autode.sk/3qB4noj>

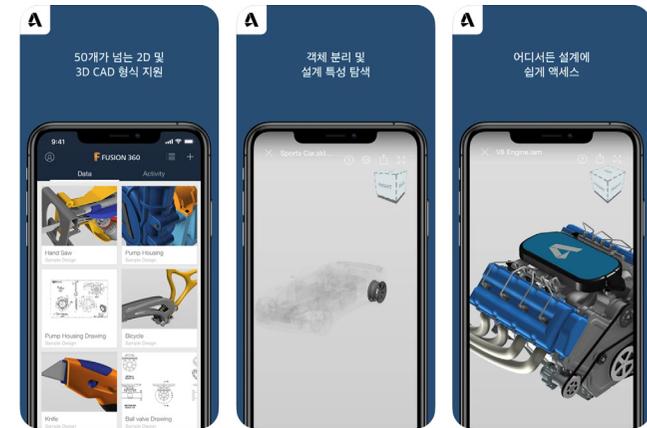
## E. FUSION 360 어플리케이션

퓨전 360 어플리케이션으로 퓨전 360 CAD 모델을 언제 어디서나 보고, 공동작업을 수행할 수 있습니다. 이 앱은 DWG, SLDPRT, IPT, IAM, CATPART, IGES, STEP, STL을 포함하여 100개가 넘는 파일 형식을 지원하고, 이 앱을 사용하여 친구, 파트너, 고객, 팀과 설계를 쉽게 공유할 수 있습니다.

이 무료 앱은 제품 설계 및 개발을 위해 동반 클라우드 기반 데스크탑 제품, Autodesk Fusion 360™, 3D CAD, CAM 및 CAE 도구와 함께 작동합니다.

주요기능

- SLDPRТ, SAT, IGES, STEP, STL, OBJ, DWG, F3D, SMT 및 DFX를 포함한 100개가 넘는 데이터 형식을 업로드 및 보기
- 프로젝트 활동 보기/추적 및 업데이트
- 크고 작은 3D 설계 및 조립품 검토
- 설계 특성 및 전체 부품 리스트에 액세스
- 쉽게 볼 수 있도록 모형의 구성요소를 분리 및 숨기기
- 터치하여 줌, 초점 이동 및 회전으로 탐색
- 주석달기
  - 사진을 업로드하여 정보 공유 또는 프로젝트 상태 보고, 프로젝트 활동에 대한 주석 달기
- 데이터 공유
  - 회사 내부 및 외부 관계자와 공유
  - 표식이 있는 설계 스크린샷을 직접 앱에서 공유



안드로이드 다운로드 : <https://autode.sk/3IDwvNU>  
 iOS 다운로드 : <https://autode.sk/3JDrMNv>

F. FUSION 360 공식카페

# FUSION 360

## 온라인 커뮤니티

---

뉴스 / 프로모션 · 활동 사례 · 워크샵 영상 · 교육 일정

**카페정보** 나의활동

**매니저 다니엘**  
since 2017.12.14.  
카페소개

가장1단계

9,725 명 초대하기

★ 즐겨찾는 멤버 918명

게시판 구독수 73회

우리카페 열 수 17회

주제 컴퓨터/통신 > 소프트웨어

네이버 공식카페인 '퓨전 360 유저모임'에 가입하시면 FUSION 360의 튜토리얼, Tip, 유저 작품 등의 유용한 정보와 업데이트 정보를 빠르게 확인하실 수 있습니다. ([https://cafe.naver.com/autodeskFUSION 360](https://cafe.naver.com/autodeskFUSION360))



퓨전 360 유저모임  
네이버카페 바로가기

02

FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 개요

# 02 제너레이티브 디자인 개요

FUSION 360 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.

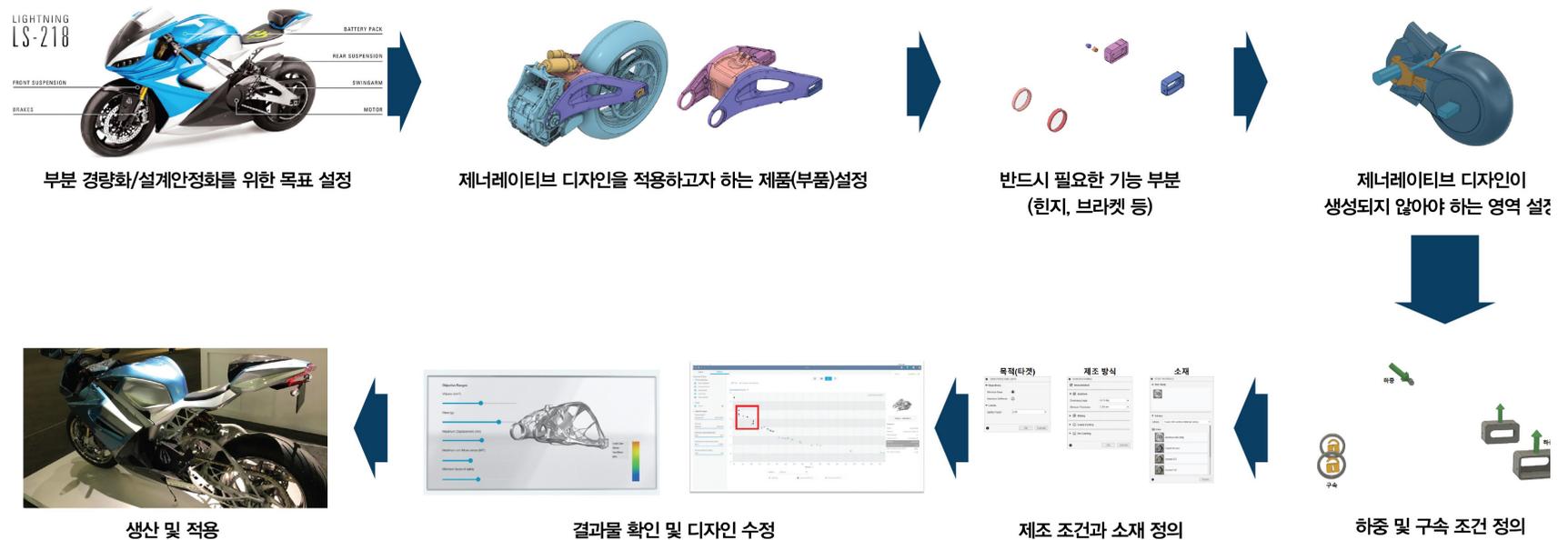


출처 : 오토데스크

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))

D. 제너레이티브 디자인 사례 - 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 개발된 사례로 볼 수 있습니다. (관련 영상 : <https://youtu.be/yJ29QLMwNG8>)

AI Chair (출처 : [https://kartellkorea.co.kr/shop/item.php?it\\_id=1593063884](https://kartellkorea.co.kr/shop/item.php?it_id=1593063884))

### D. 제너레이티브 디자인 사례 - 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 FUSION 360의 Generative 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>)

D. 제너레이티브 디자인 사례 - 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>)

D. 제너레이티브 디자인 사례 - 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.

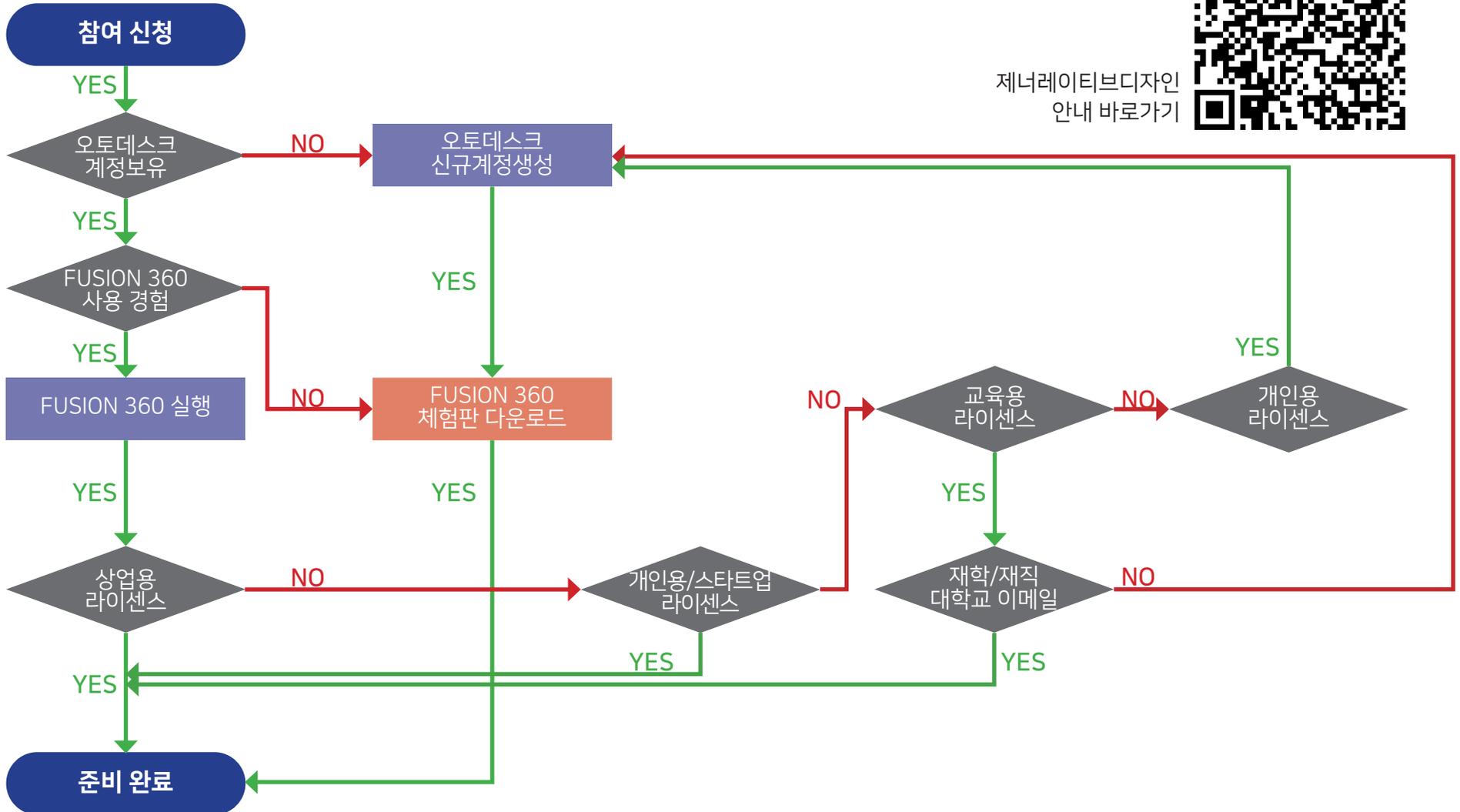
Type20은 전기로 구동하는 차로 개발 초기부터 무게를 줄이기 위한 노력을 하였으며, 그 결과 사이드 미러 지지대, 휠, 스티어링 휠, 시트 등에 Generative Design을 활용하여 무게를 줄이도록 설계되었고 그 결과, 타이어 휠의 무게를 18% 가볍게 하고, 타이어 회전 저항을 줄일 수 있었으며, 또 설계에서 제조까지 평균 제작 기간이 1년 반 정도 걸리지만, 제너레이티브 디자인을 통해 3-4개월 수준으로 단축 할 수 있었습니다.(관련 영상 : <https://youtu.be/oWNcoJdnxnl>)

E. 제너레이티브 디자인 사용하기

FUSION 360의 제너레이티브 디자인을 사용하기 위해 소프트웨어 준비 상태를 확인합니다.



제너레이티브디자인  
안내 바로가기



※ 제너레이티브 디자인 가이드북 예제파일 다운로드

우측 QR코드를 통해 접속하시면 가이드북에서 진행되는 다섯가지의 예제파일을 받아보실 수 있습니다.



예제파일다운로드  
바로가기



03

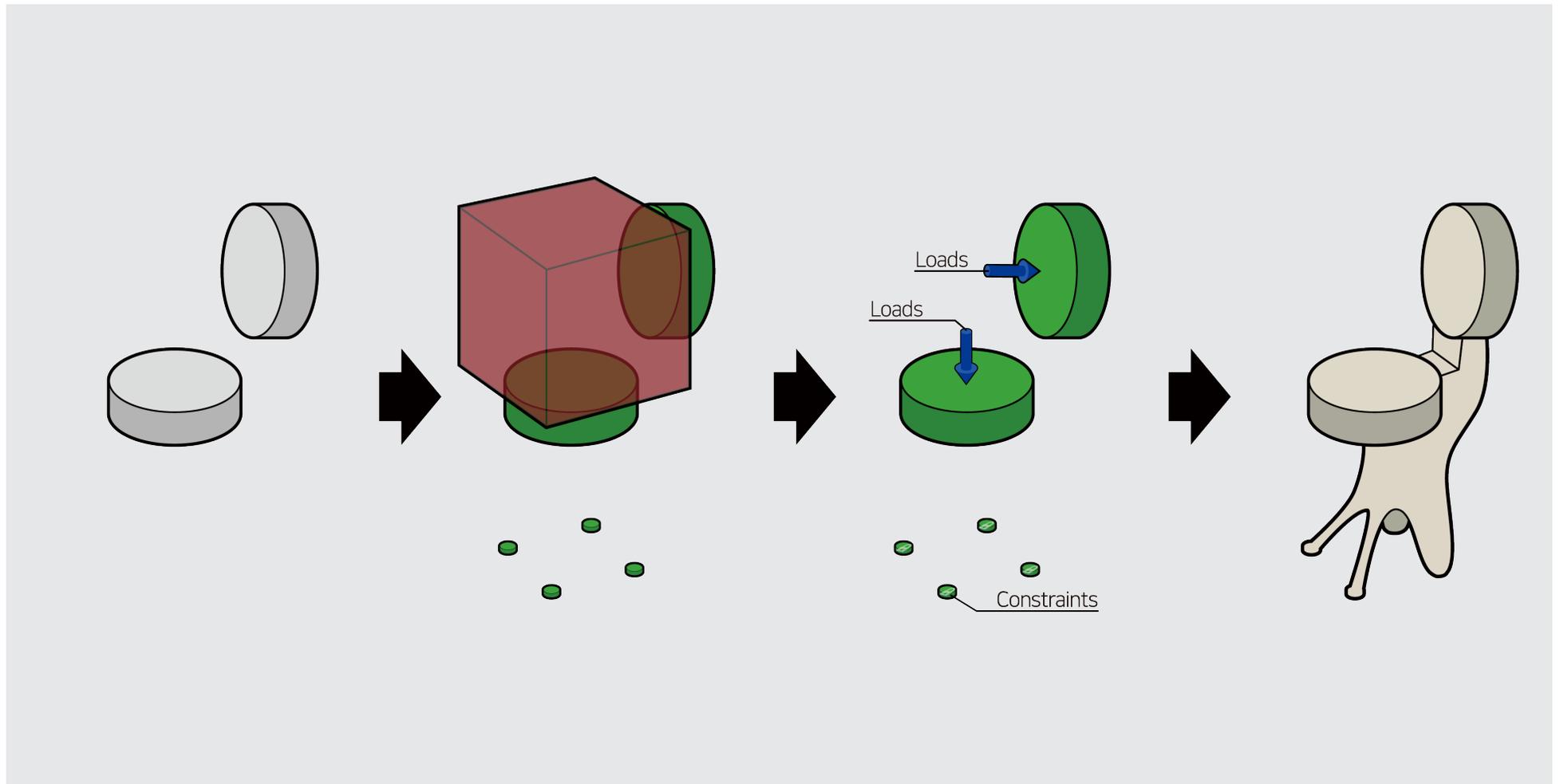
FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 의자 만들기

## A. 기본 도형을 이용한 의자 만들기 이해

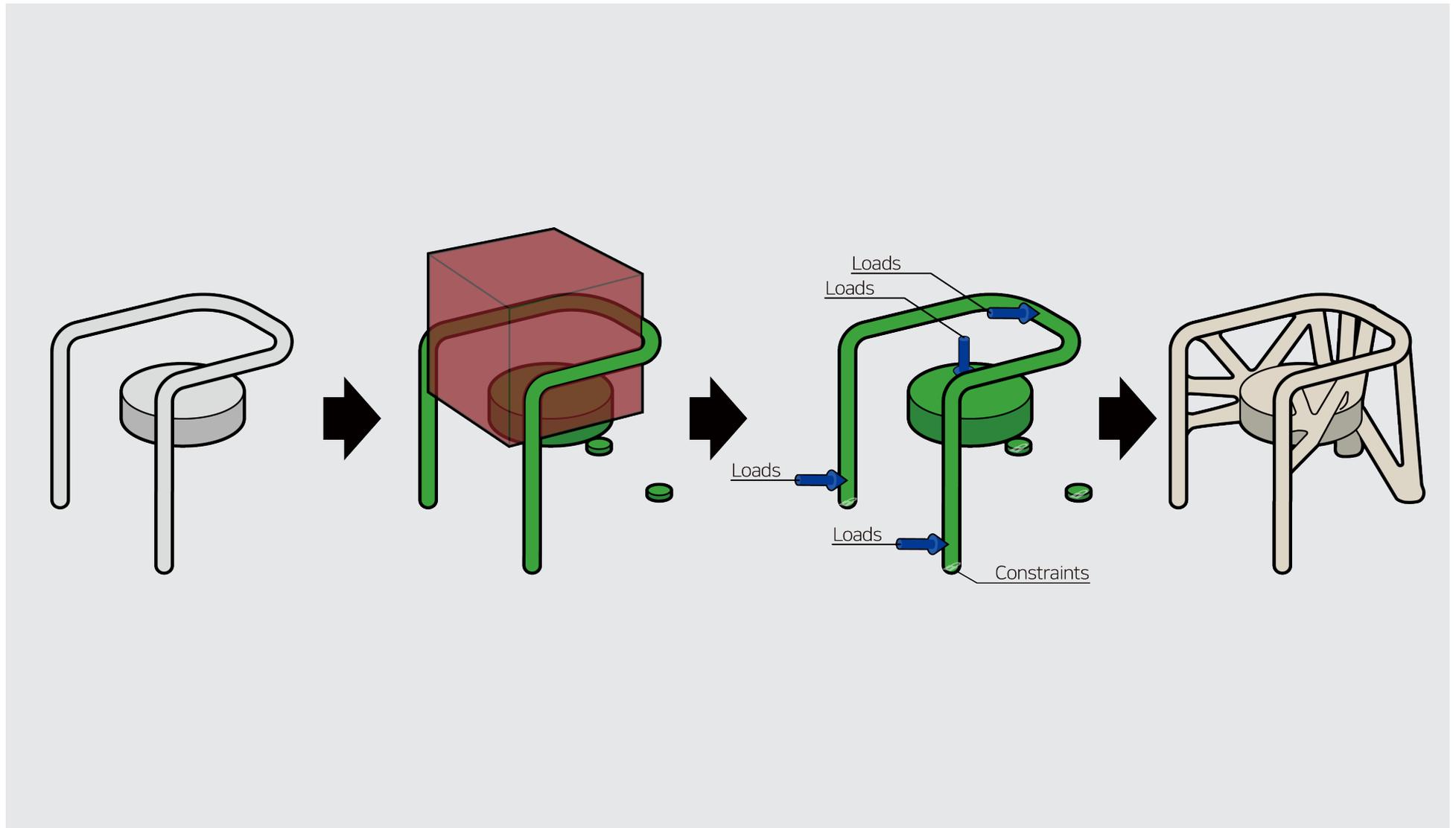
## 1 Cylinder + Cylinder

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



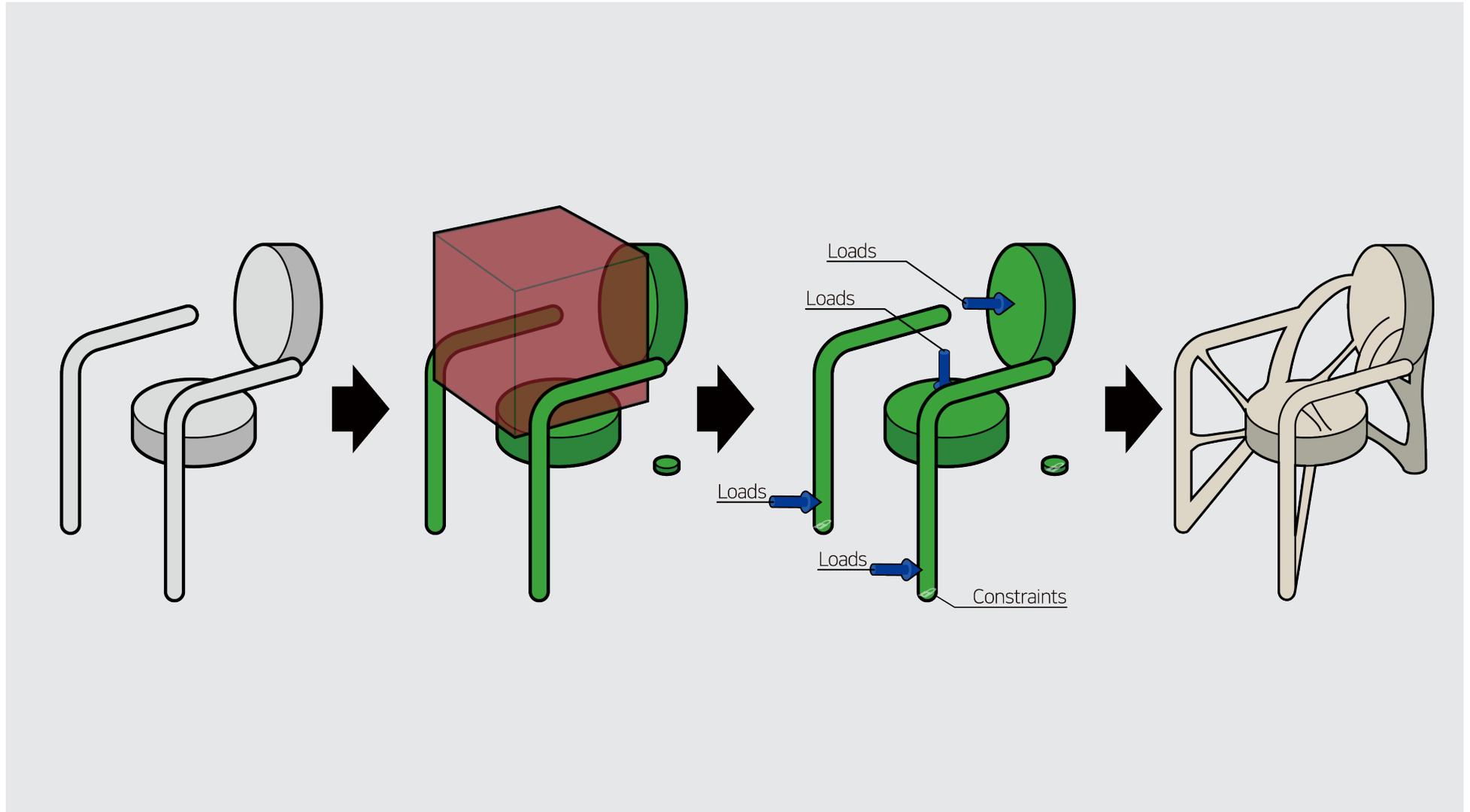
## 2 Cylinder + Pipe

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 FUSION 360을 통해 제작해보고자합니다.



Bone Series의 Arm Chair (출처 : [www.jorislaarman.com](http://www.jorislaarman.com))

# 03

## 제너레이티브 디자인 의자 만들기

### 미리보기

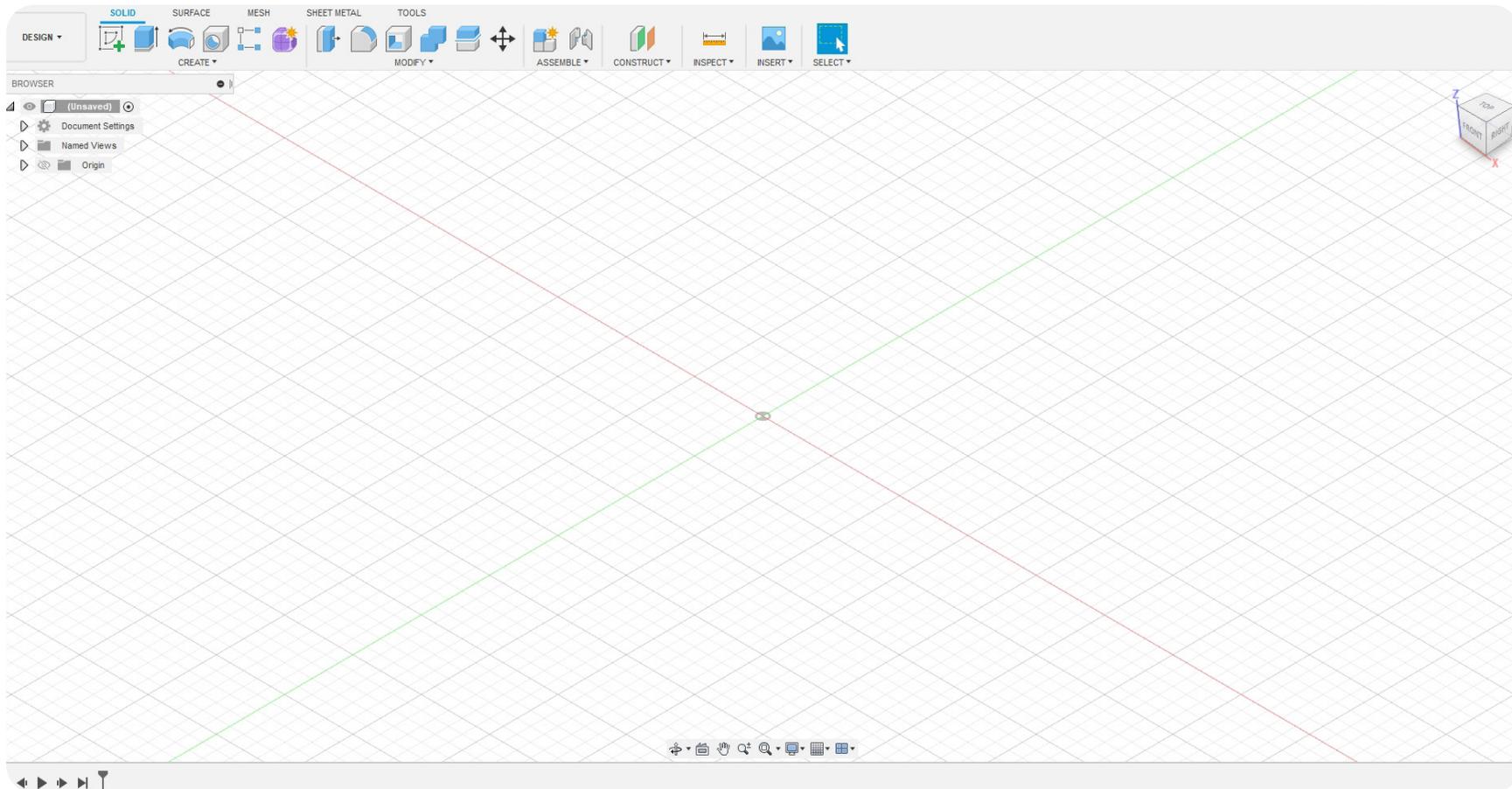
본 예제를 통해 제작해보게 될 제너레이티브 디자인을 이용한 'Arm Chair'입니다.

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



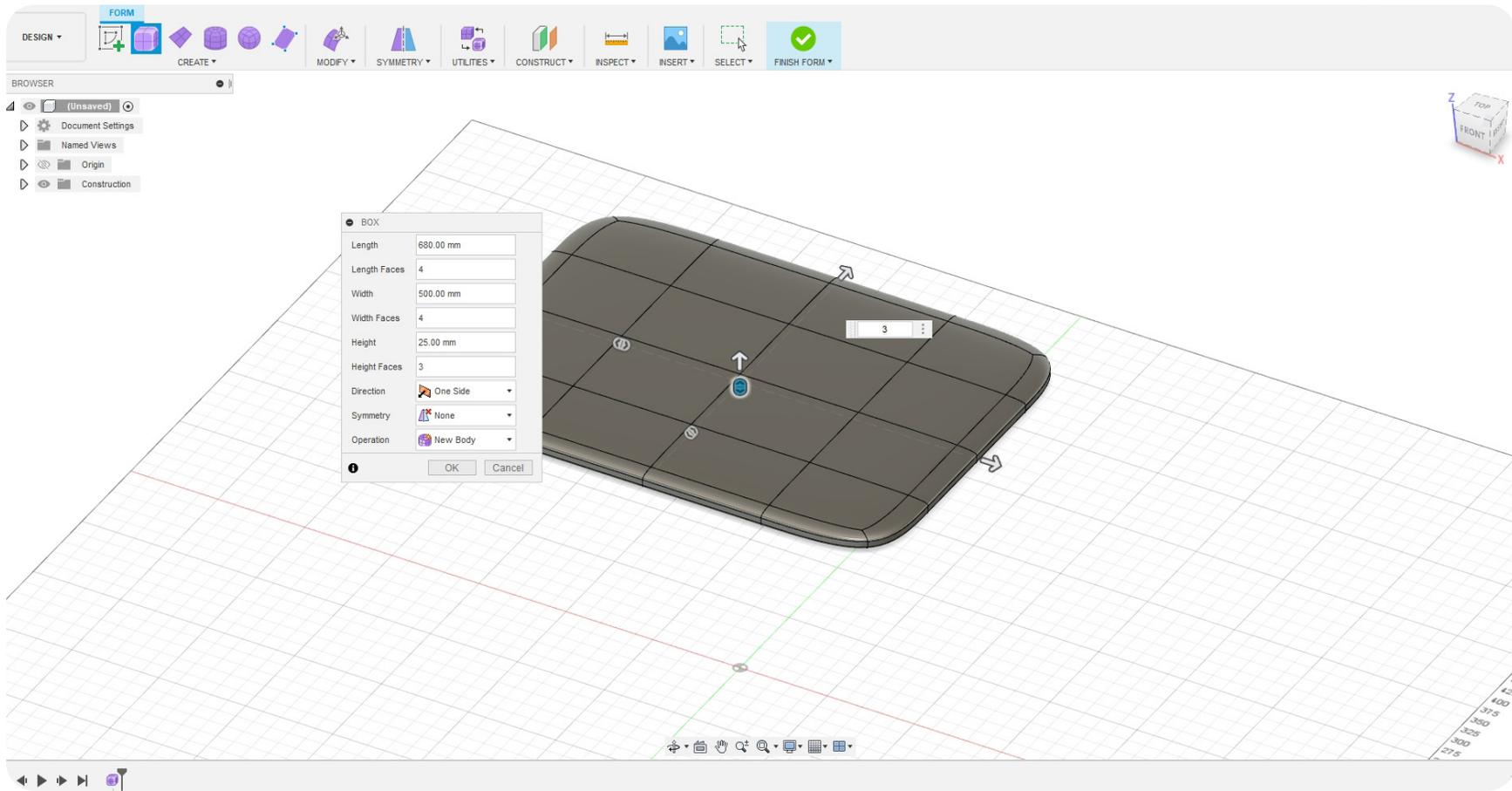
# 1 FUSION 360 실행

본 가이드라인 예제는 FUSION 360의 프리폼 모델링과 제너레이티브 디자인 기능을 사용합니다. 먼저, FUSION 360을 실행시키신 후 프리폼 모델링으로 전환합니다.



## 2 좌판 형상 제작

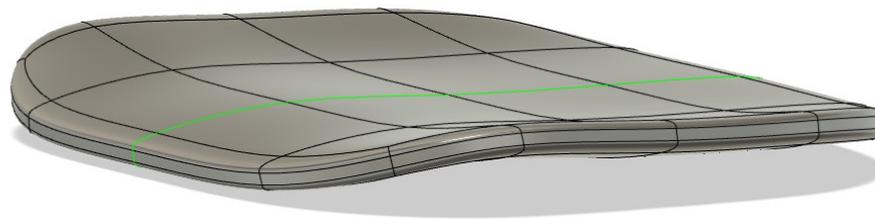
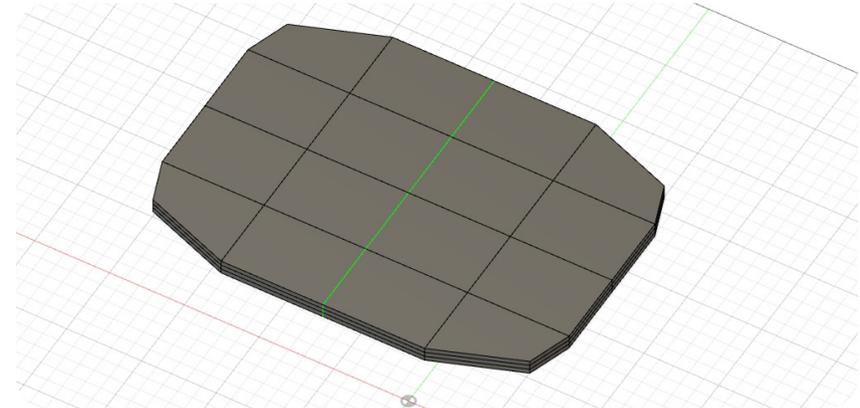
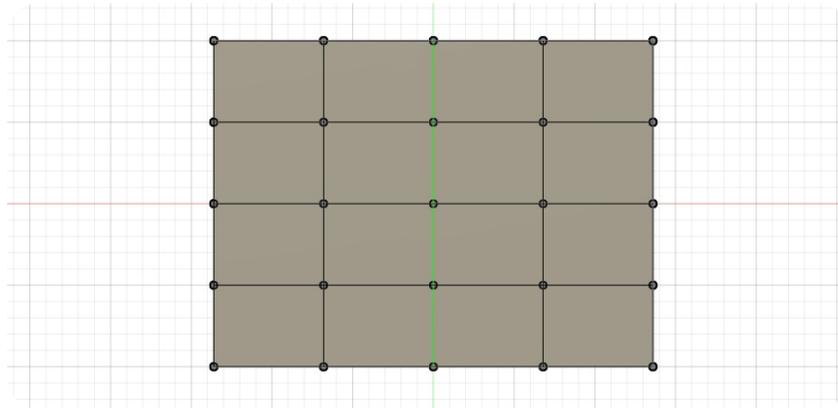
의자의 기능역할(유지 형상)을 하게될 좌판을 생성해줍니다. 모델링에 익숙하신 분들이라면 자유롭게 디자인하시면서 모델링 할 수 있습니다. 예제에서는 길이 680mm, 너비500mm, 높이25mm의 BOX를 바닥에서부터 약420mm 올려서 생성해주었습니다.



### 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.

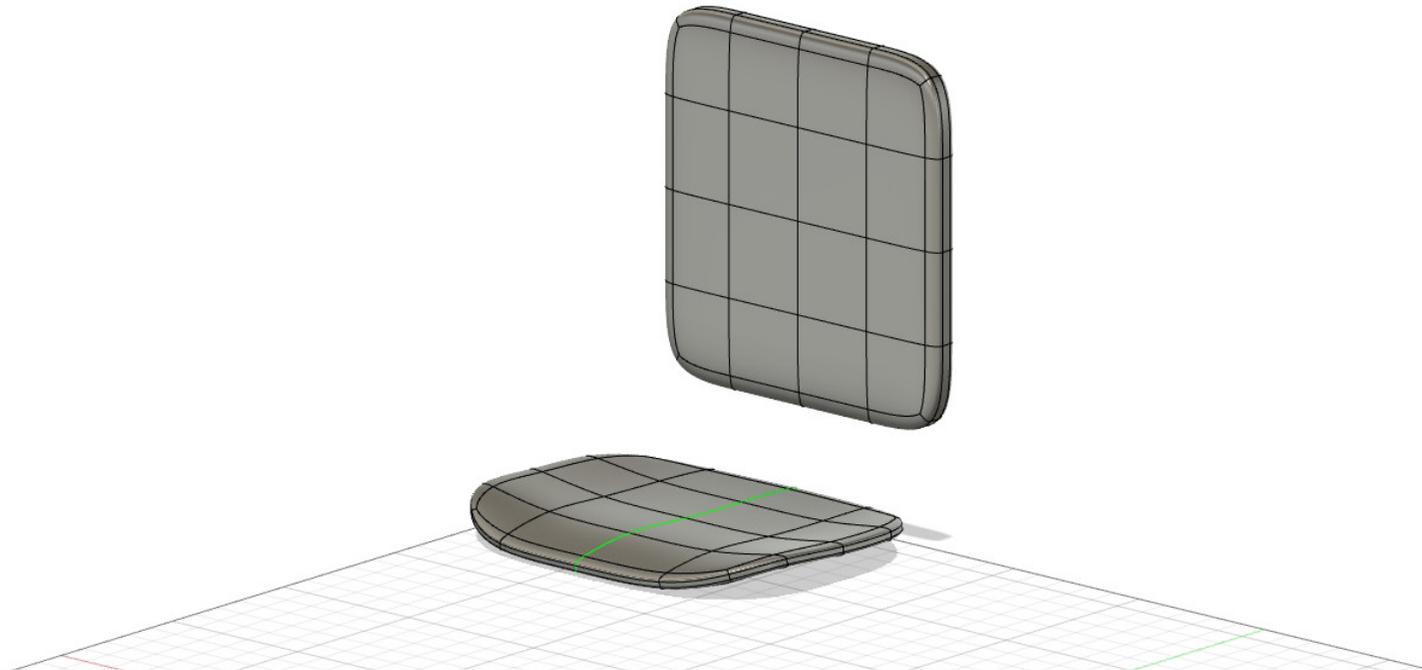
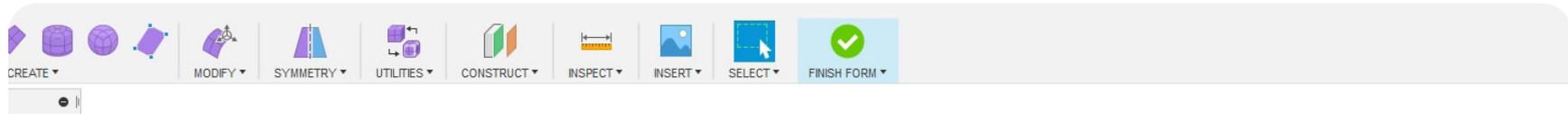


## 4 등받이 형상 제작

좌판과 같은 방법으로 등받이 형상을 제작합니다.

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

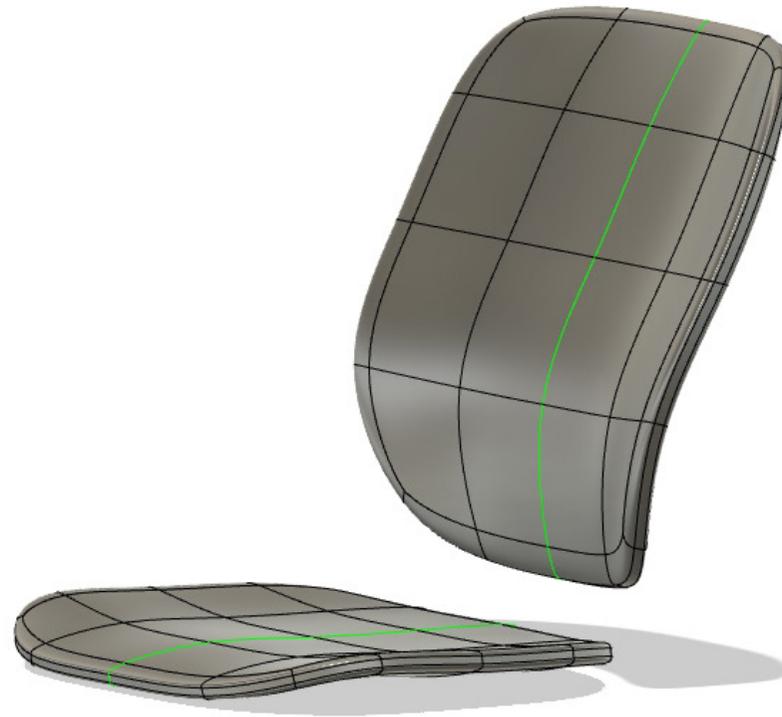
좌판보다는 조금 높은 약 500mm 높이에 600X550X25의 박스를 생성하였습니다.



## 5 등받이 형상 편집

등받이 형상을 Edit Form 기능으로 편집합니다.

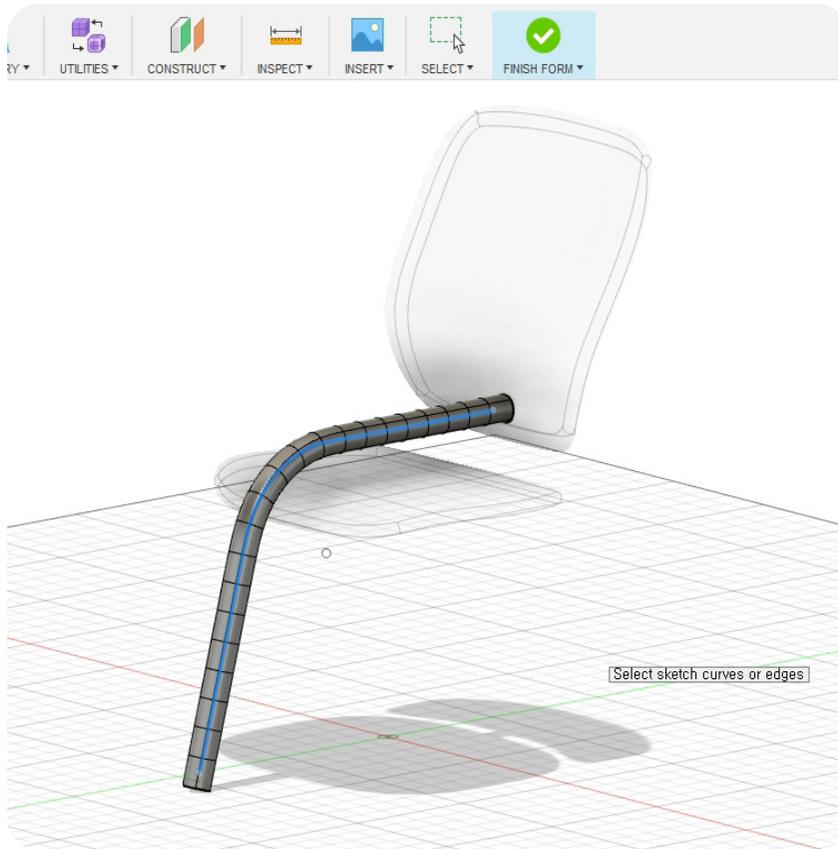
좌판과 마찬가지로 디자이너가 의도하는 컨셉으로 자유롭게 디자인할 수 있습니다. 예제에서는 편안한 좌착감을 위해 좌판과 등받이의 양 끝을 몸을 감싸줄 수 있도록 편집하였습니다.



## 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.

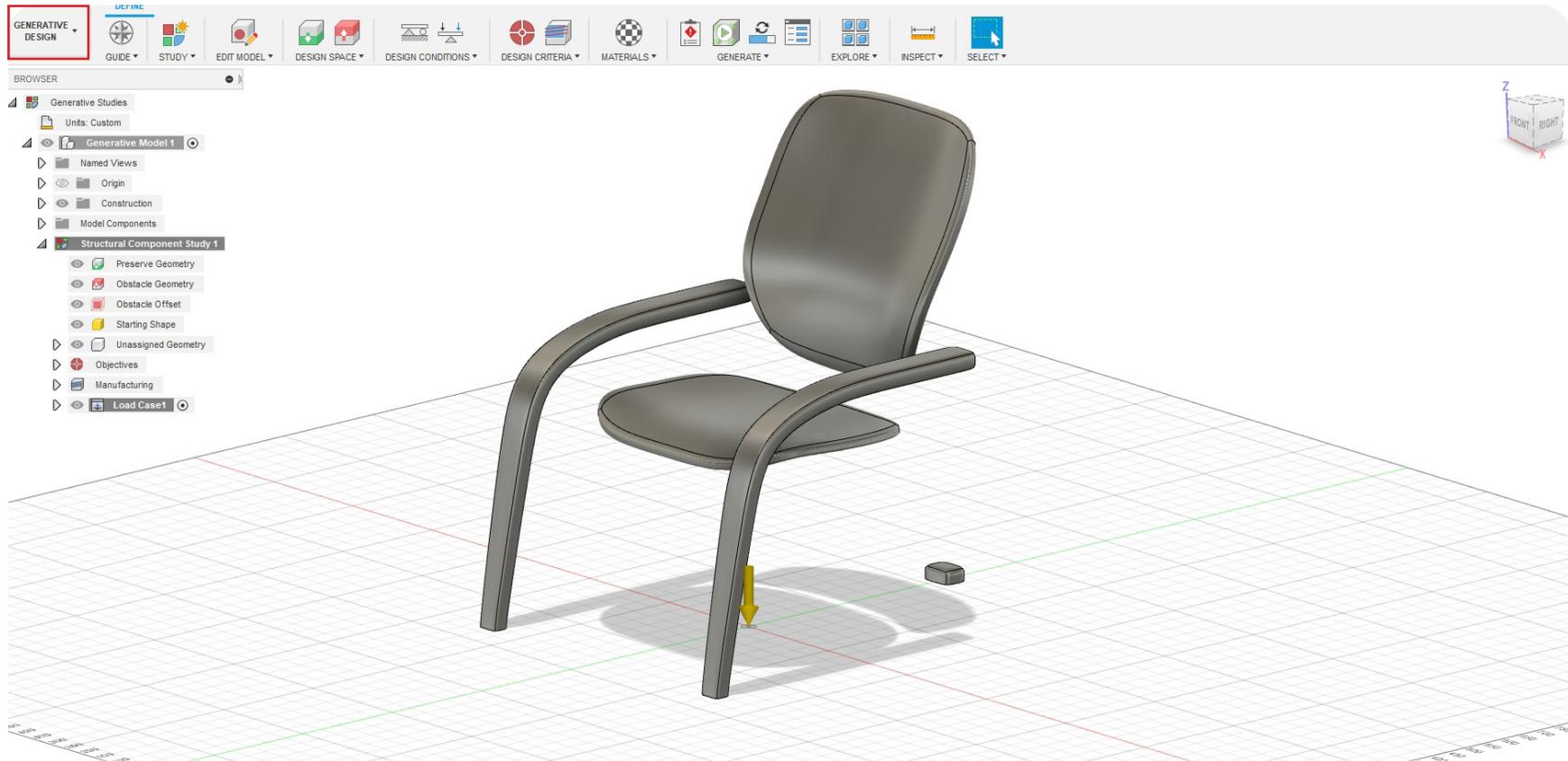
기본 기능영역이 설계적으로 불안하게 위치하고 있으면 제너레이티브 디자인 생성이 과도하게 되거나 무게중심을 맞추기 위해 하부쪽으로 덩어리져 생성될 수 있습니다.



## 8 제너레이티브 디자인 모드 전환

FUSION 360 메뉴 좌측 상단에 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

기본적으로 Study1부터 자동적용되어 Generative Design Study를 진행할 수있습니다



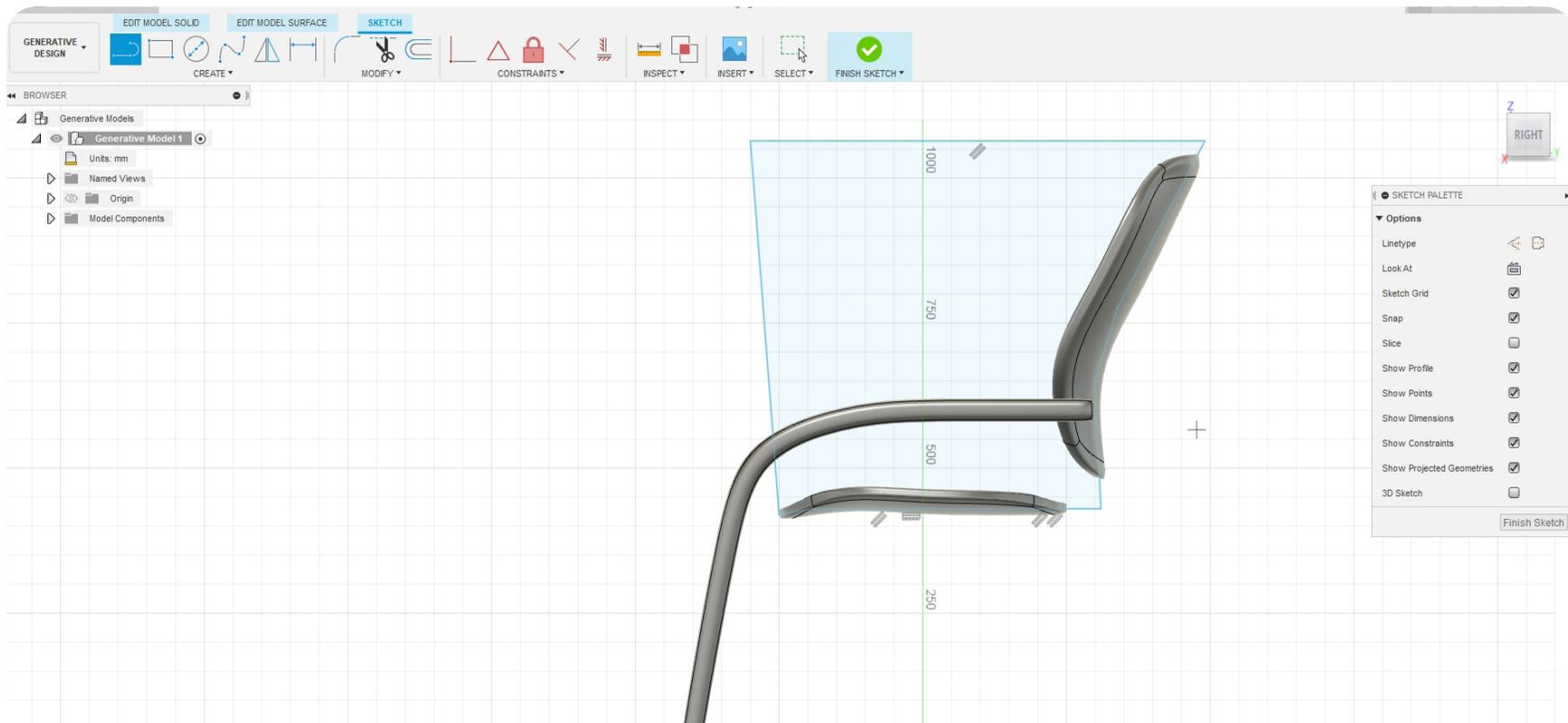
## 9 장애물 형상 제작

먼저 개체를 추가로 생성하여 장애물 형상으로 제작하고자 합니다.

장애물 형상은 제한영역으로 지정하여 제너레이티브 디자인이 생성되지 못하도록 합니다.

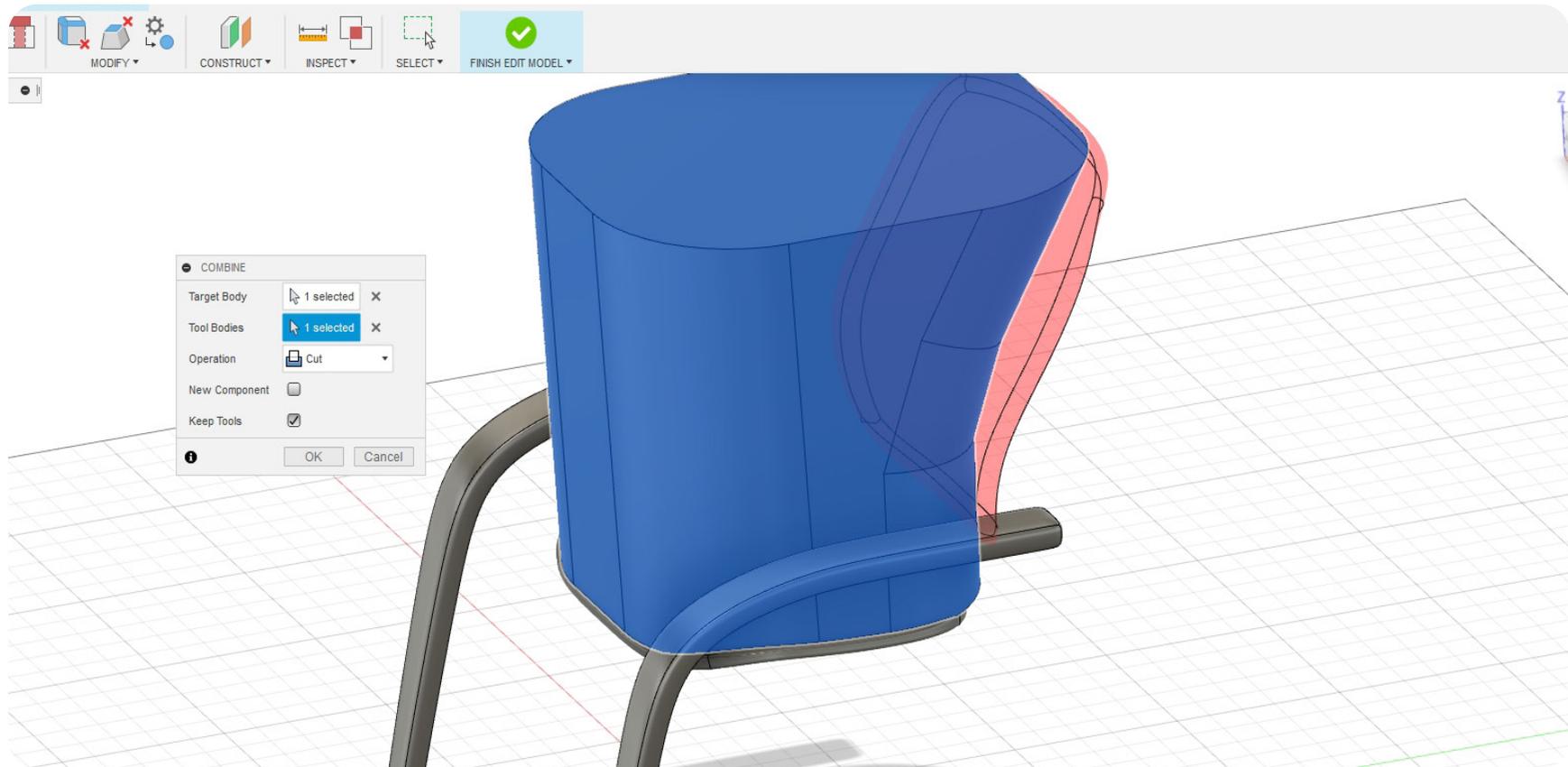
Edit Model 기능을 사용하면 Generative Design 모드에서도 추가로 개체를 생성/편집할 수 있습니다.

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



## 10 장애물 형상 편집

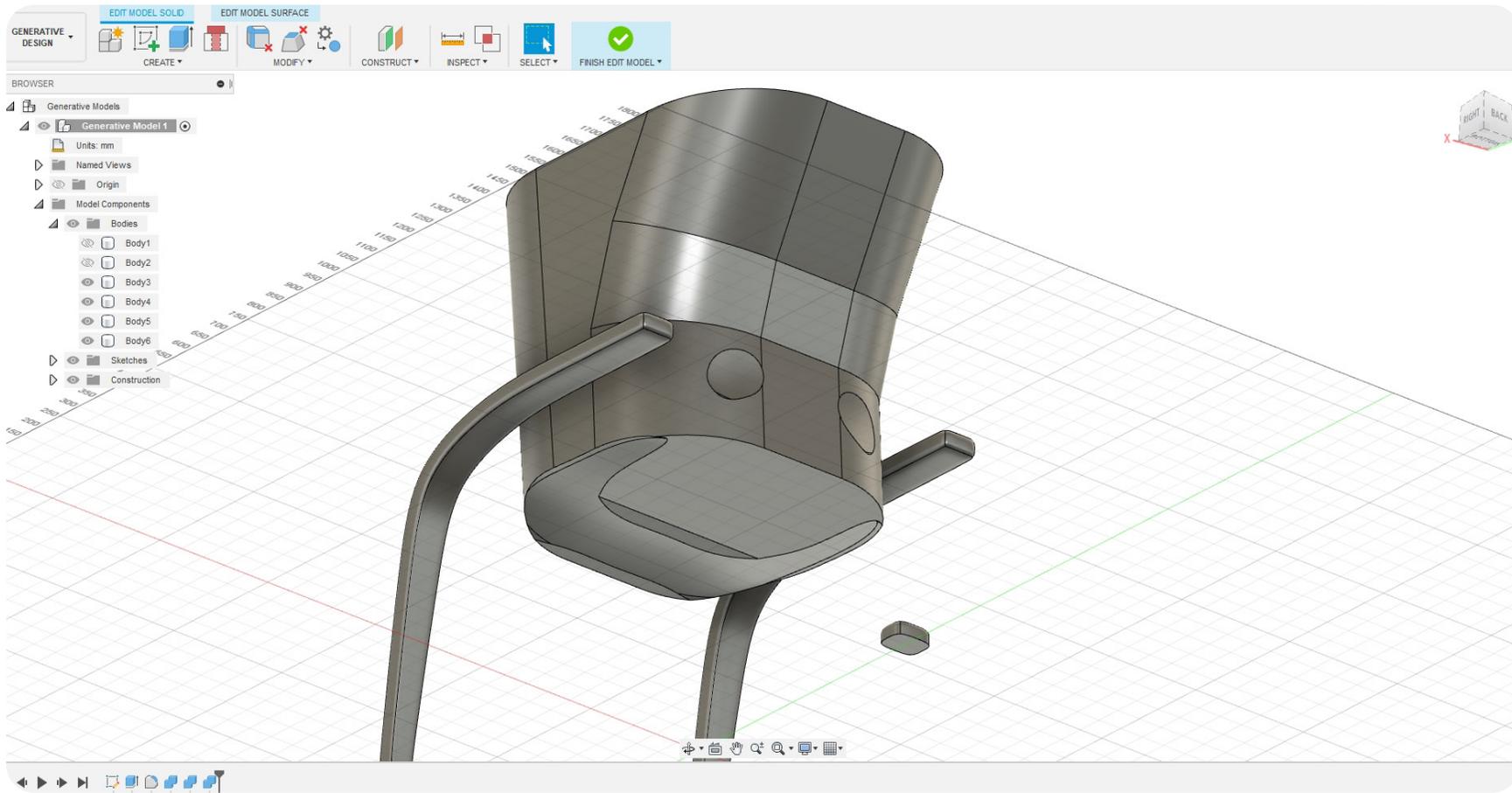
장애물 형상을 편집합니다. 만약 장애물 형상이 유지 형상 개체(좌판, 등받이, 팔걸이 등)와 겹쳐있다면 제너레이티브 디자인이 생성되면서 유지 형상이 장애물 형상의 영향을 받아 어색하게 생성이 될 수도 있습니다. 예제에서는 Combine의 Cut 기능으로 유지 형상에 겹쳐져 있는 장애물 형상을 제거하였습니다



# 11 형상 검토

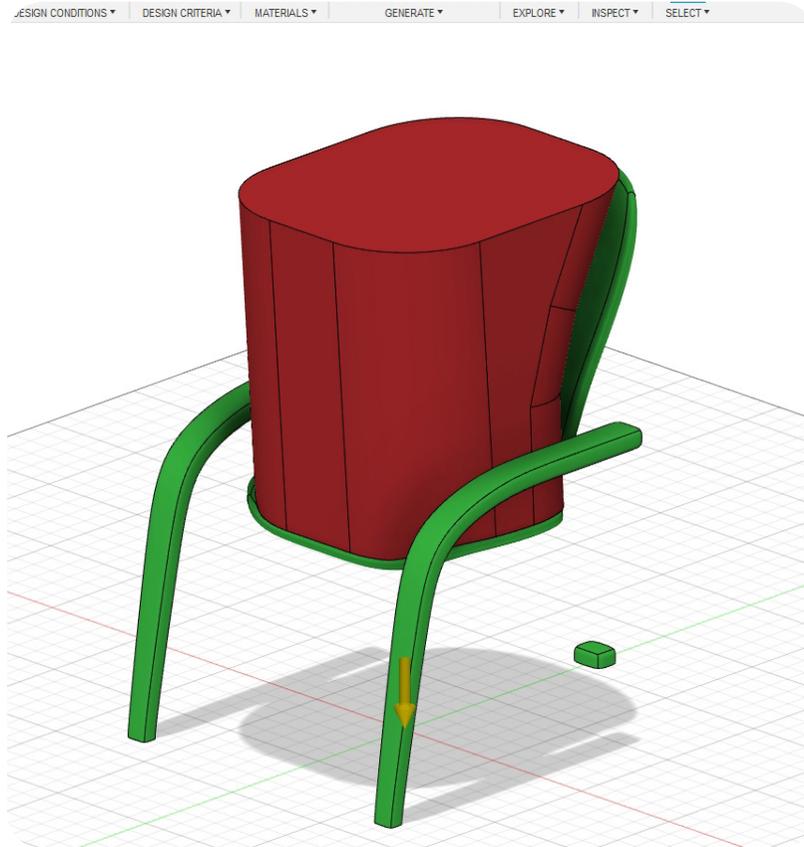
유지 형상, 장애물 형상 등 개체에 문제가 없는지 검토합니다.

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



## 12 유지, 장애물, 시작 형상 지정

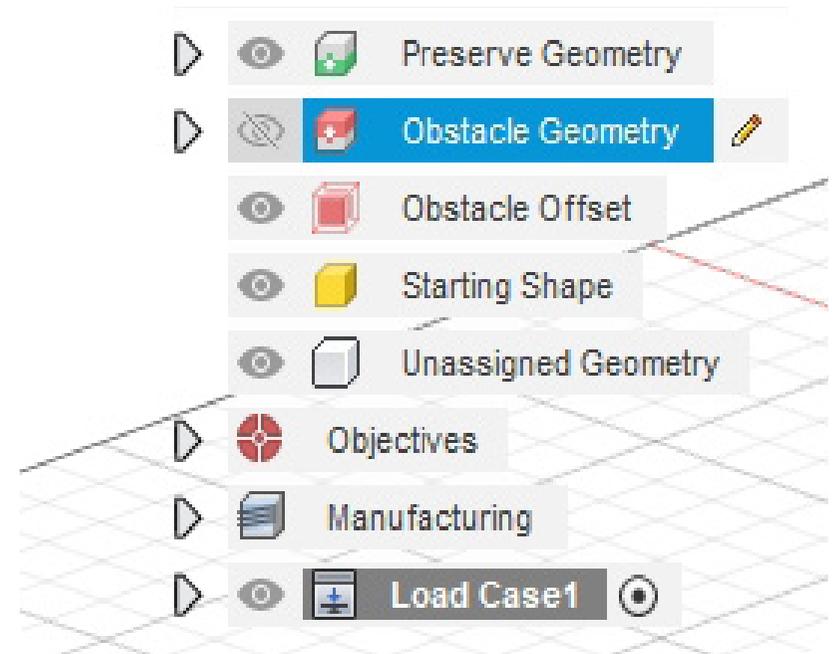
디자인 생성에 꼭 필요한 기능영역(유지 형상)과 제한영역(장애물 형상)을 지정합니다. 본 예제에는 적용하지 않았지만 Starting Shape을 통해 제너레이티브 디자인이 시작되는 영역을 지정할 수 있습니다.



### 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.

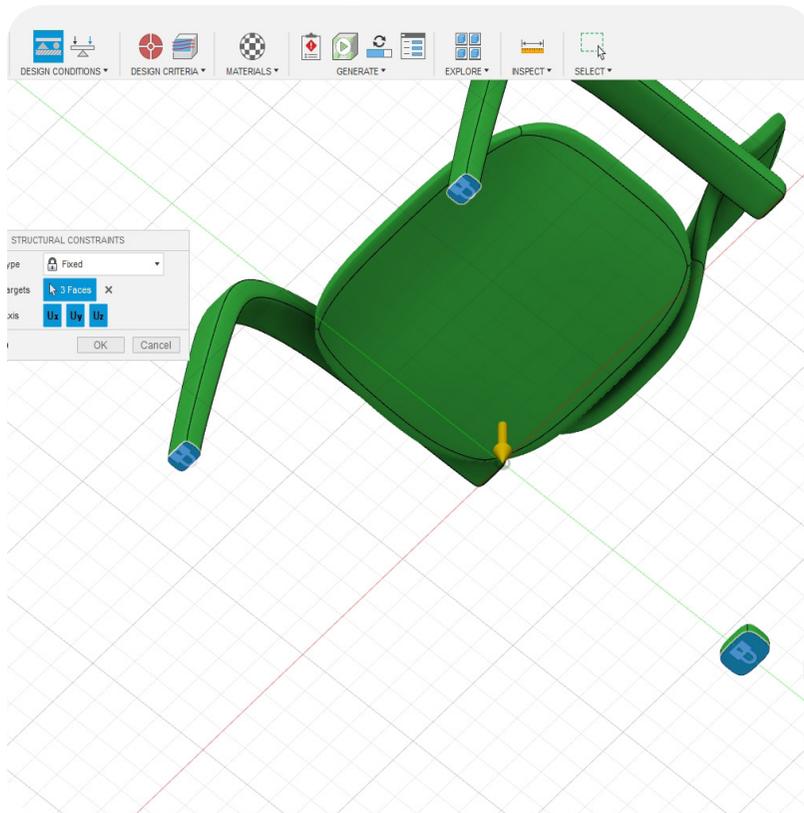
각 형상 옆에 눈모양으로 생긴 아이콘을 클릭하시면 화면에서 숨기거나 보이게 설정 할 수 있습니다. 파트 수가 많거나 형상이 복잡할 경우 숨김기능을 통해서 쉽게 설계 옵션을 적용할 수 있습니다.



### 13 구속조건 적용

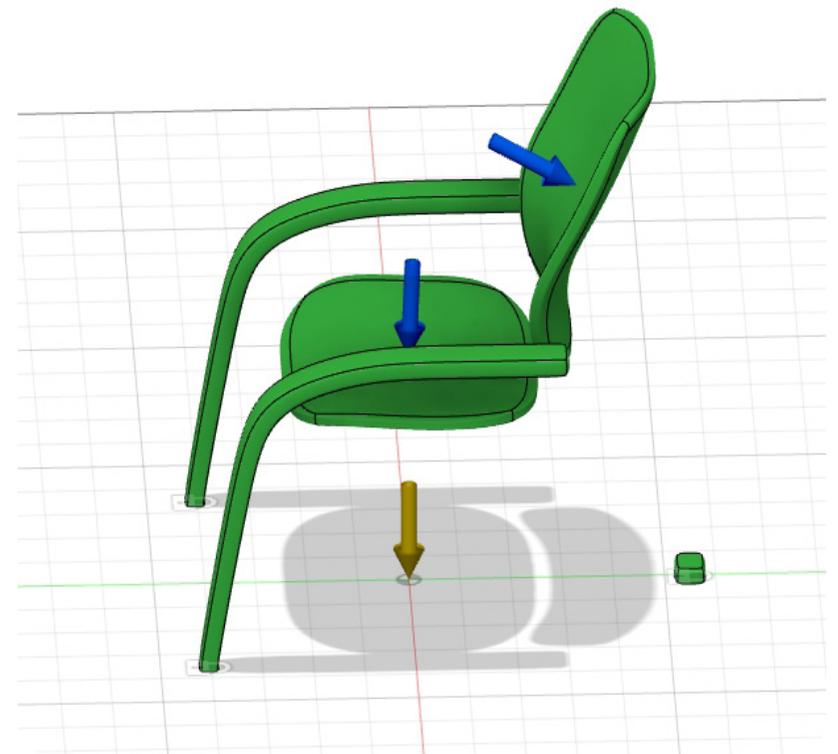
Structural Constraints 기능으로 유지 형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.

기본적으로 의자는 바닥에 놓이므로 다리기능을 하는 개체의 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



### 14 하중조건 적용

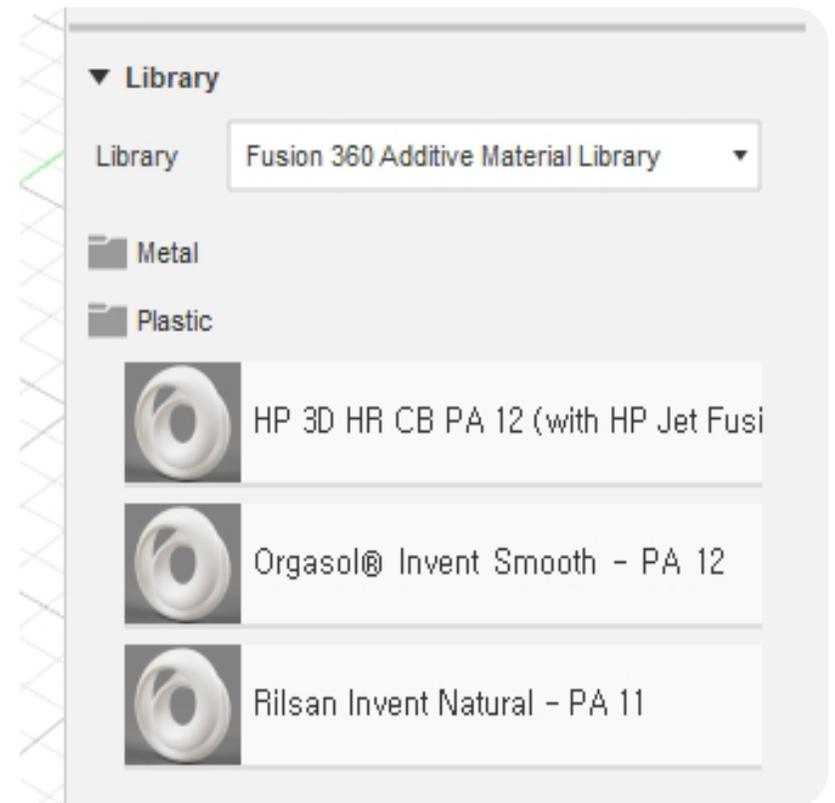
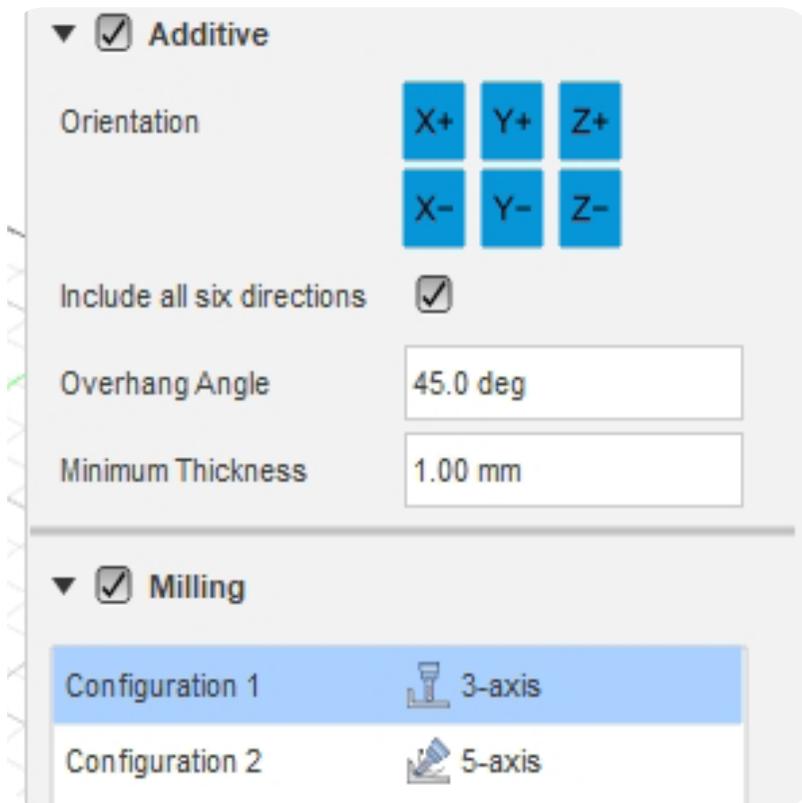
힘이 작용하는 지점에 하중조건을 적용합니다. 예제에서는 앉았을 때의 무게 150kg, 등받이로 미는 힘은 100kg을 적용하였습니다. (100kg = 약 1000N)



## 15 소재, 가공방식 설정

제품에 적용하고자 하는 소재와 가공방식을 선택합니다. 예제에서는 적층 및 3축, 5축의 밀링을 선택하였습니다. 소재는 FUSION 360에서제공하는 플라스틱 계열의 적층 소재를 선택하였습니다.

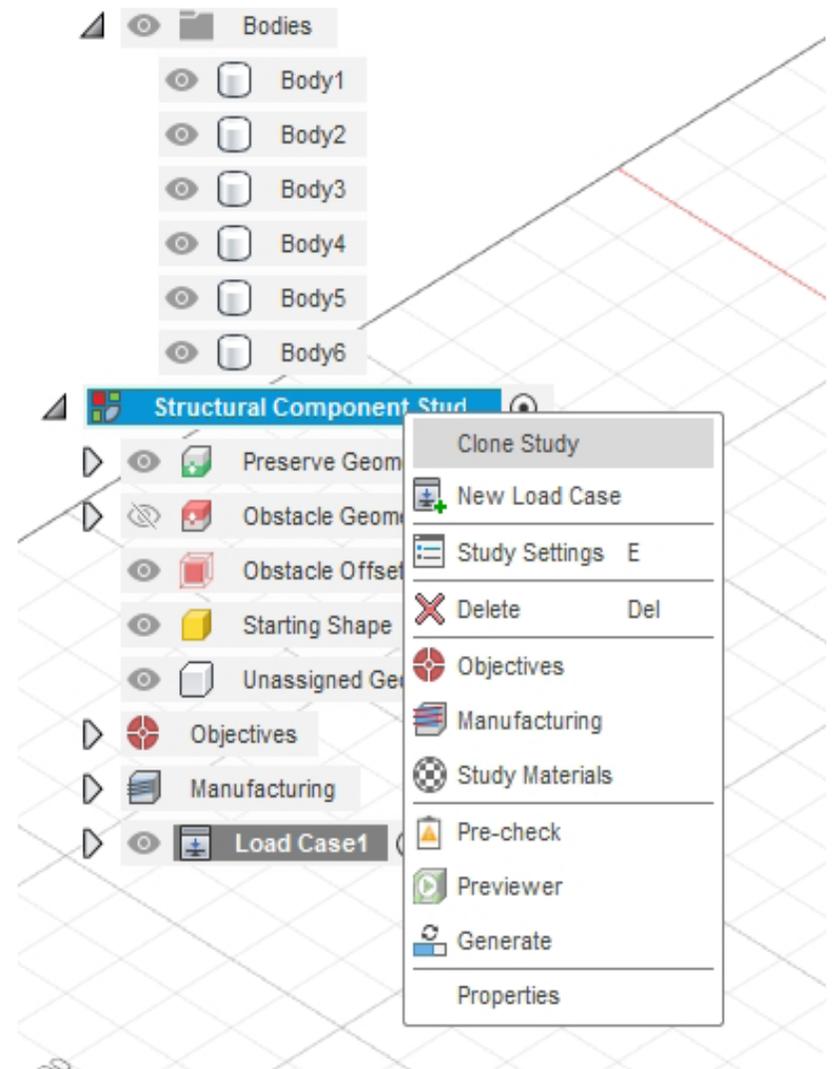
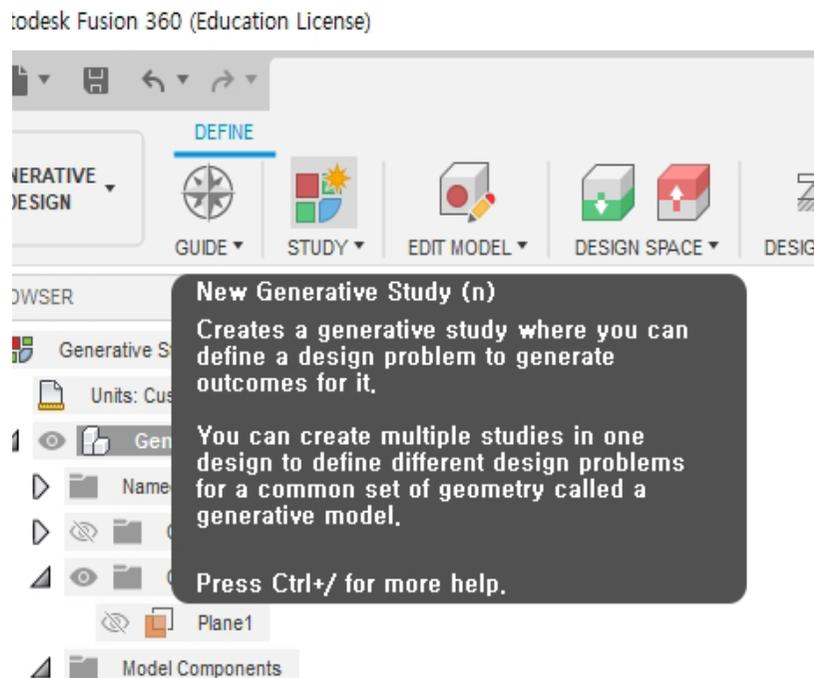
예제는 조형 생성을 우선 목표로 하였기 때문에 해당 소재와 가공방식을 적용하였으나 실제 설계 목표와 요구사항이 있다면 해당하는 가공방식과 소재를 선택하시면 됩니다.



## 16 Clone Study로 설계옵션 확장

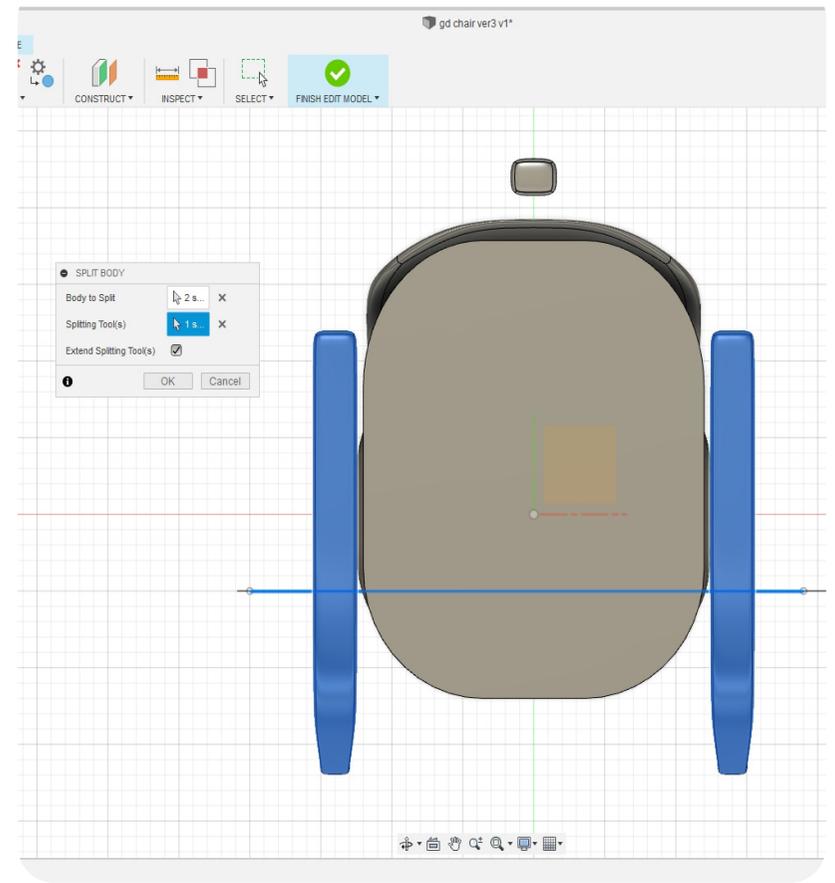
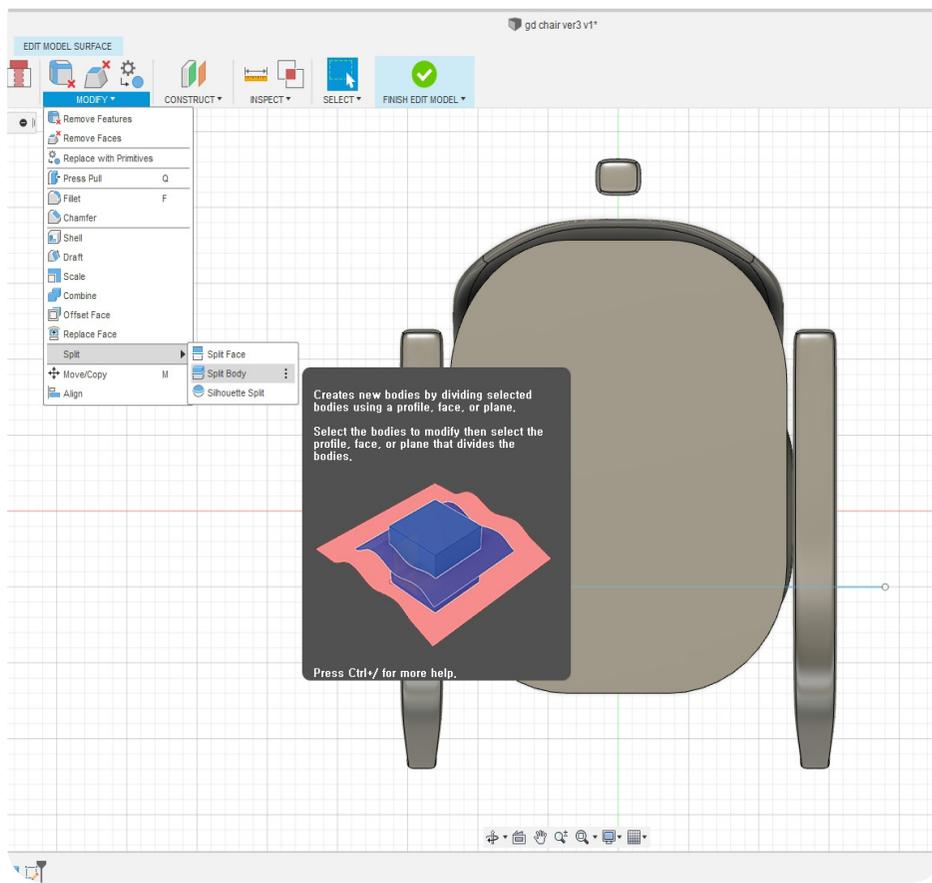
FUSION 360 Generative Design의 장점은 Study를 추가 or 복제하여 다른 설계 옵션을 적용하고 각각의 Study를 동시에 Generate 하여 결과물을 생성할 수 있다는 것입니다.

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.

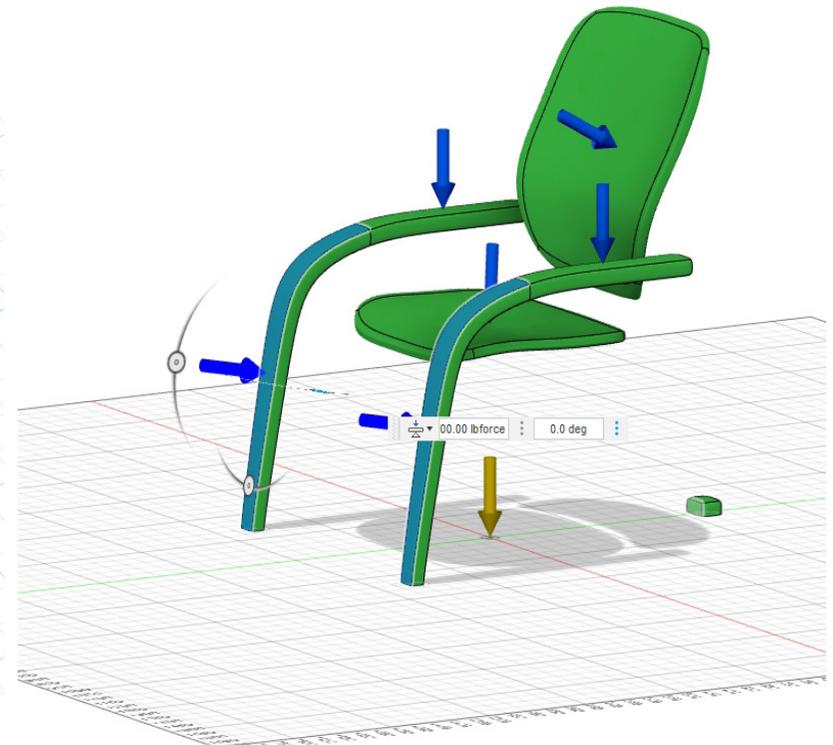
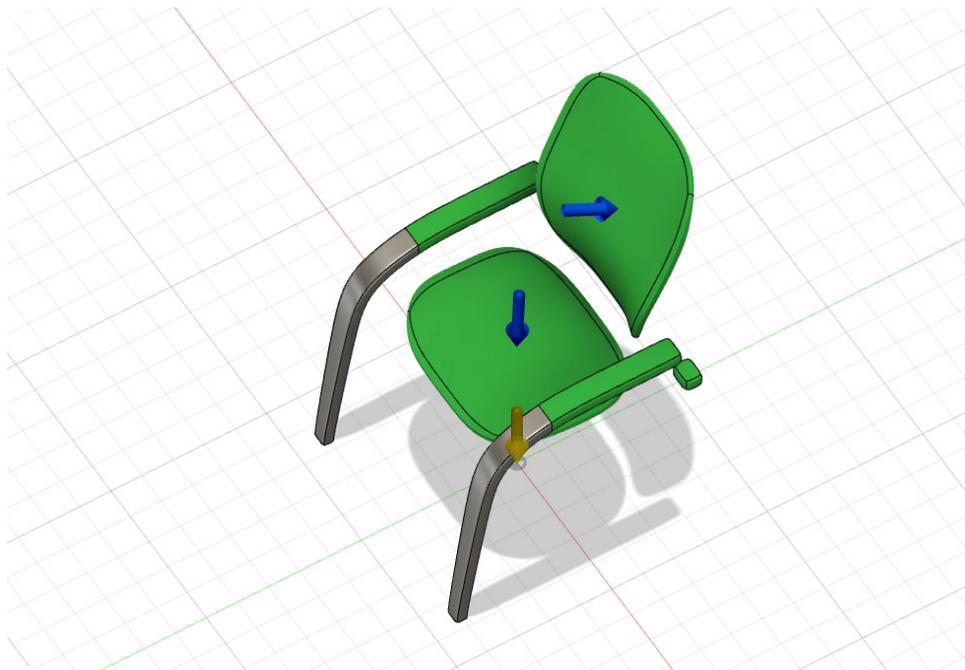


## 18 하중조건 추가

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

분할된 개체에 기능영역이 해제가 되어있으므로 해제된 개체에 다시 기능영역(유지 형상)을 설정하고 추가로 하중조건을 적용합니다.

예제에선 분할된 팔걸이와 다리에 추가로 하중조건을 적용하였습니다.

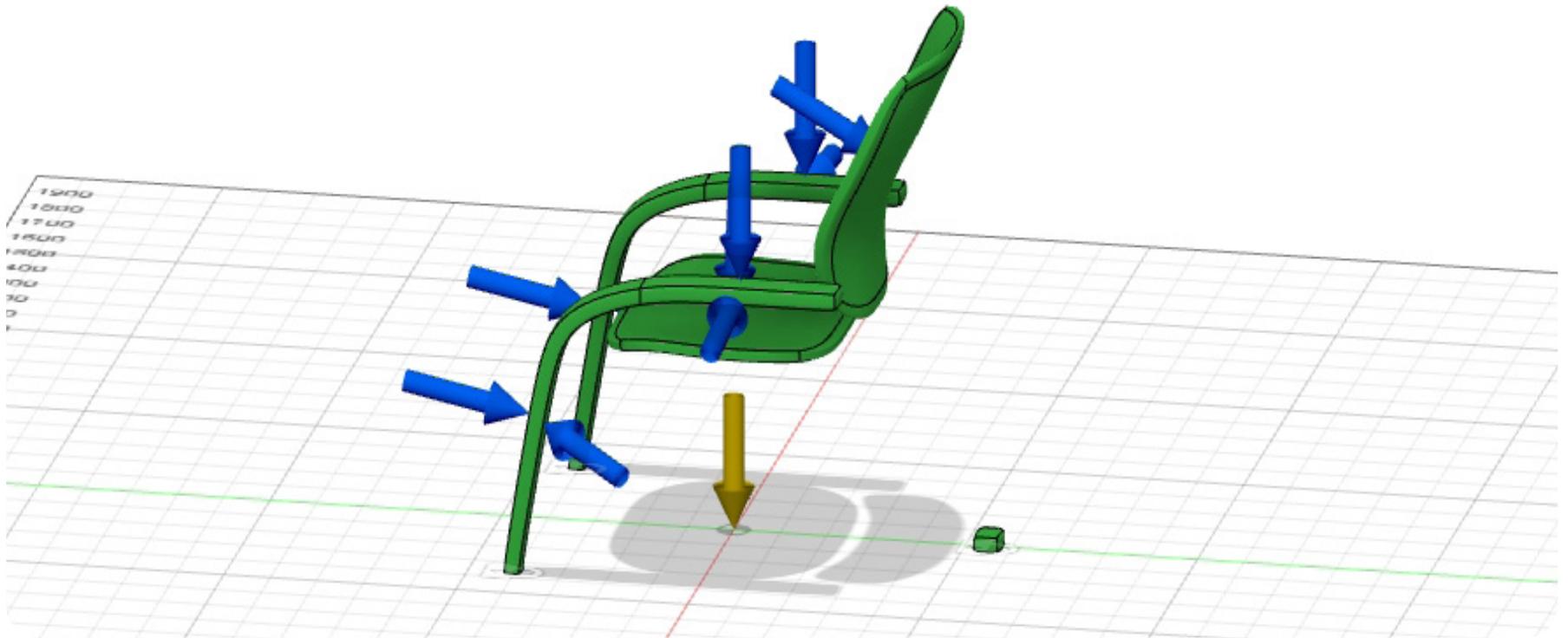


## 19 Study 복제 및 설계옵션 적용 반복

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

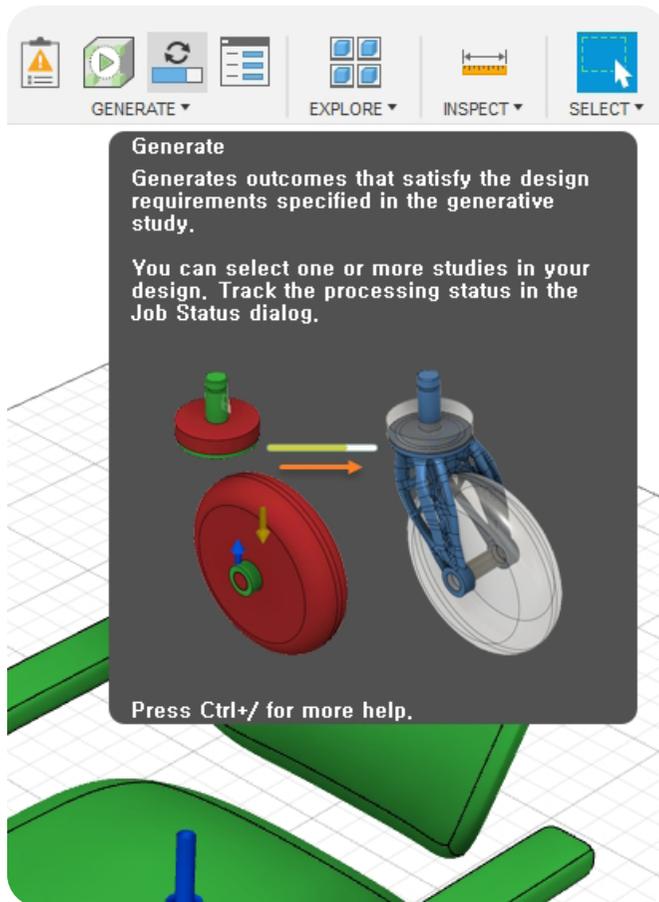
Generative Design으로 조형의 아이디어를 얻고자 한다면 하중 조건뿐 아니라 소재나 가공방식 등 필수 설계조건 외에 설계조건을 다양하게 함으로써 더욱 더 광범위한 결과물을 생성할 수 있습니다.

예제는 총 3개의 Study로 진행하였습니다.



## 20 Generative Design 실행

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



ate

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

unlimited

Will Remain

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

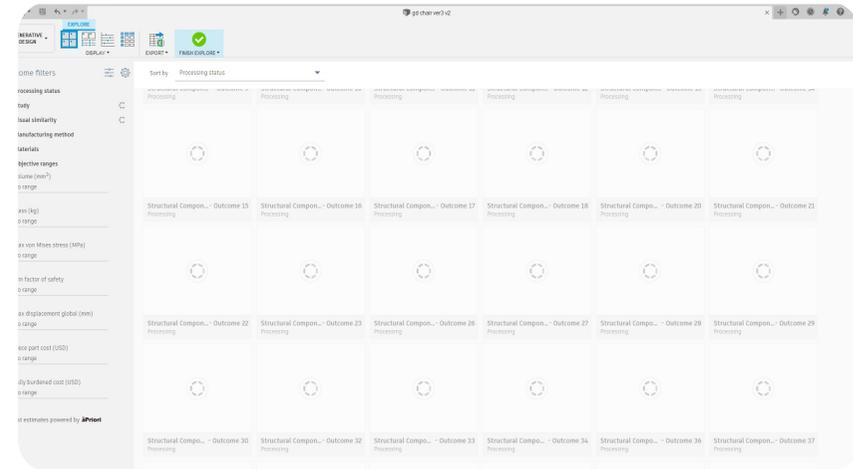
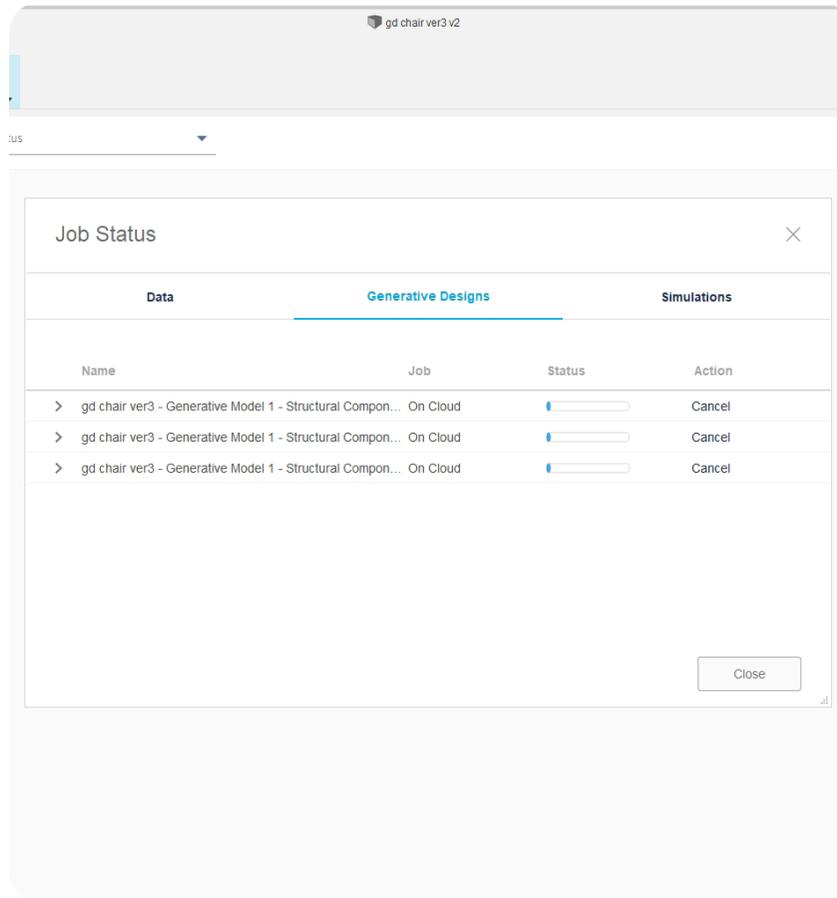
Generate 3 Studies

Close

## 21 기다림

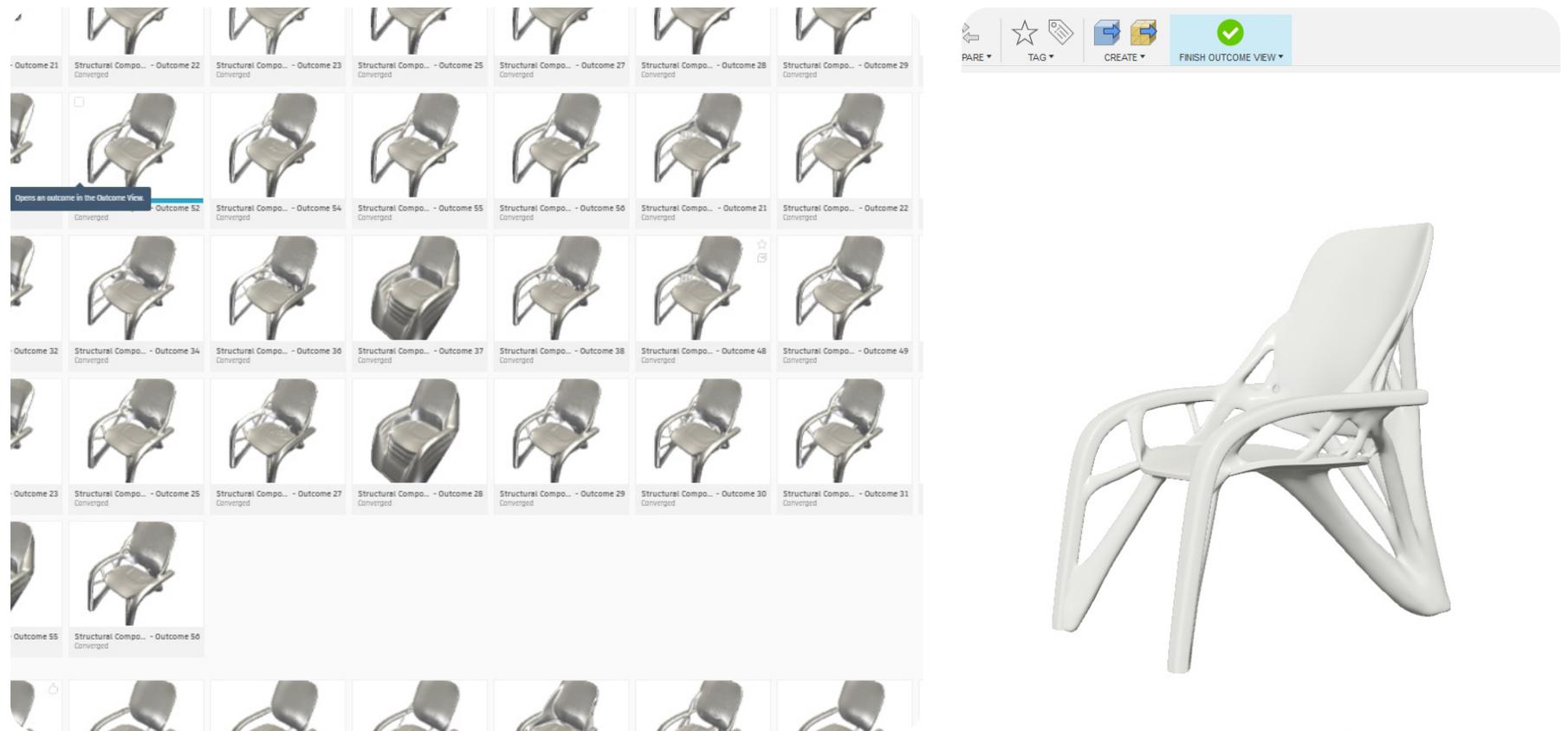
결과물이 생성되는 시간은 Study 나 형상, 옵션에 따라 길어질 수도 있습니다.

FUSION 360은 Cloud를 기반으로 하여 작업을 수행하기 때문에 기다리는 동안 다른 작업을 수행하셔도 연산에는 큰 영향을 받지 않습니다.



## 22 결과물 생성 그리고 선택

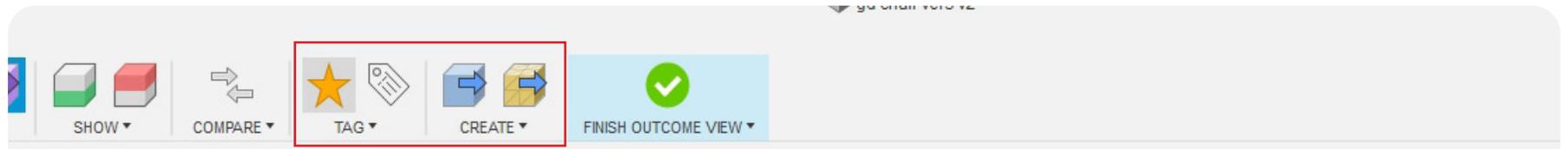
결과물의 생성과정은 미리보기를 통해 확인하실 수 있습니다. 기다림의 시간이 지나 결과물 생성이 완료되면 디자이너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다. 여러 시안 중 미리보기를 통해 마음에 드는 시안이 있으면 클릭하셔서 큰 화면으로 보실 수 있습니다. 그리고 마우스를 이용하여 회전하면서 모델링을 검토할 수 있습니다.



## 23 결과물 내보내기

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

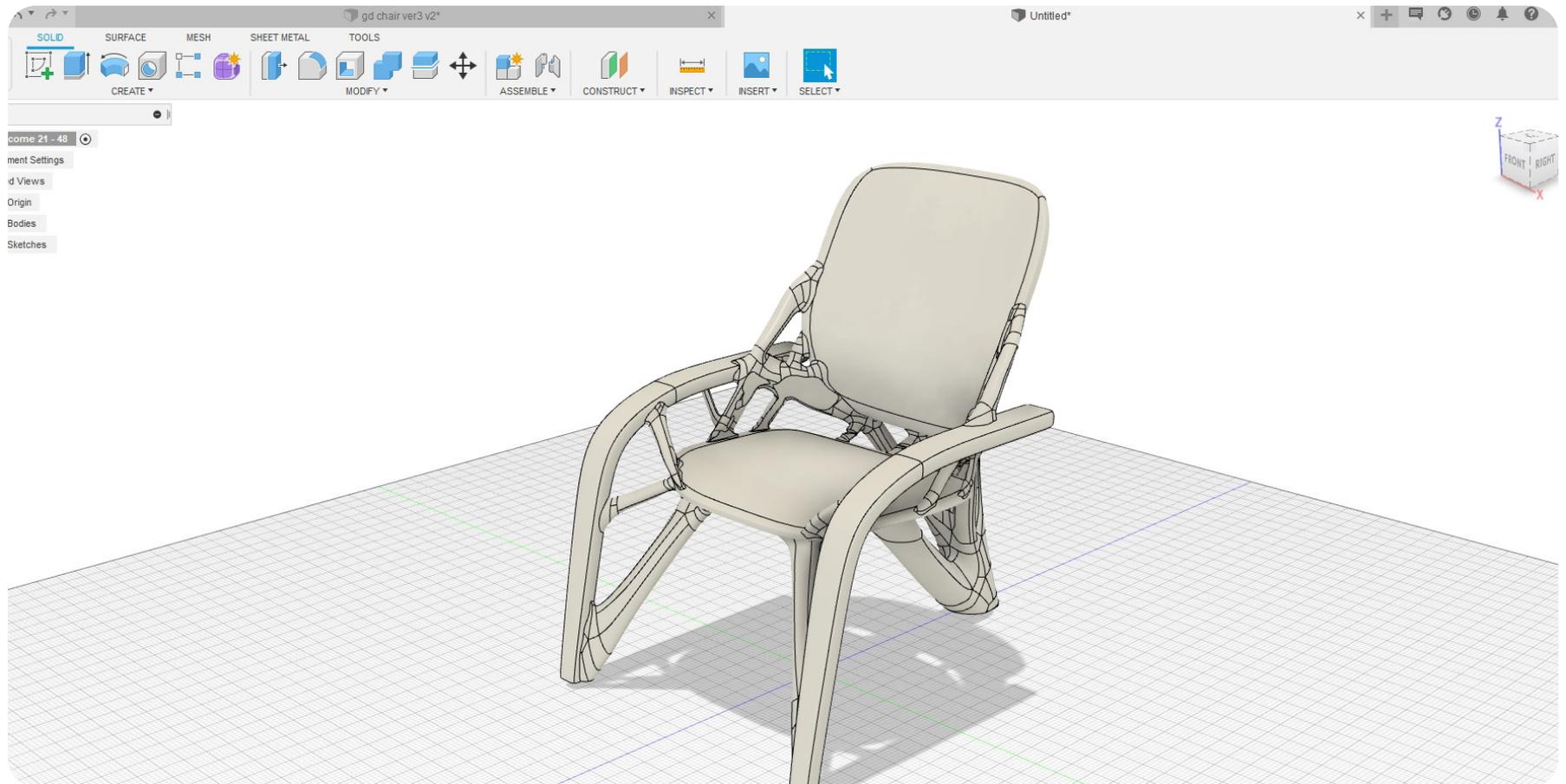
여러 결과물을 내보내거나 원하는 시안을 찾기 쉽게하기 위해 즐겨찾기로 추가하여 쉽게 찾아보실 수 있습니다.



# 24

## 디자인 검토 및 편집

내보내기 한 결과물은 조형 검토 후 디자이너의 의도에 따라 편집을 진행할 수 있습니다. FUSION 360내에서 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.





04

FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 쏫대 만들기

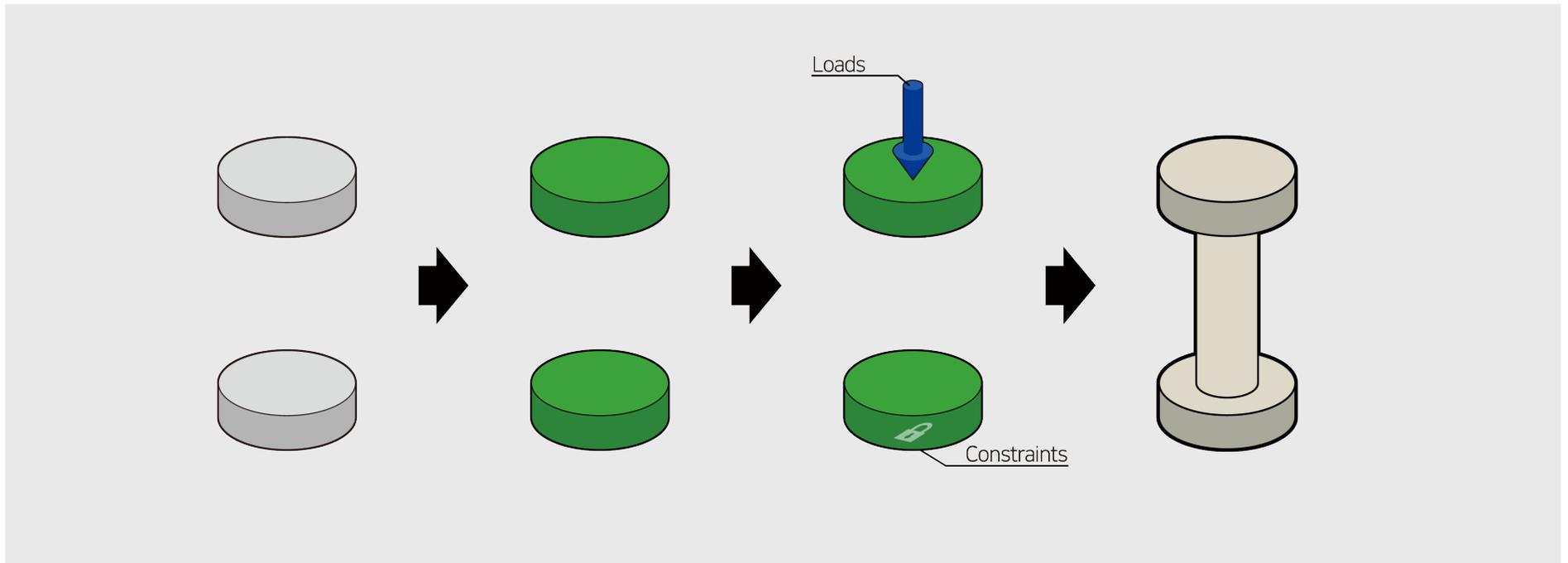
# 04 제너레이티브 디자인 촛대만들기

## A. 기본 도형을 이용한 촛대만들기 이해

### 1 Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

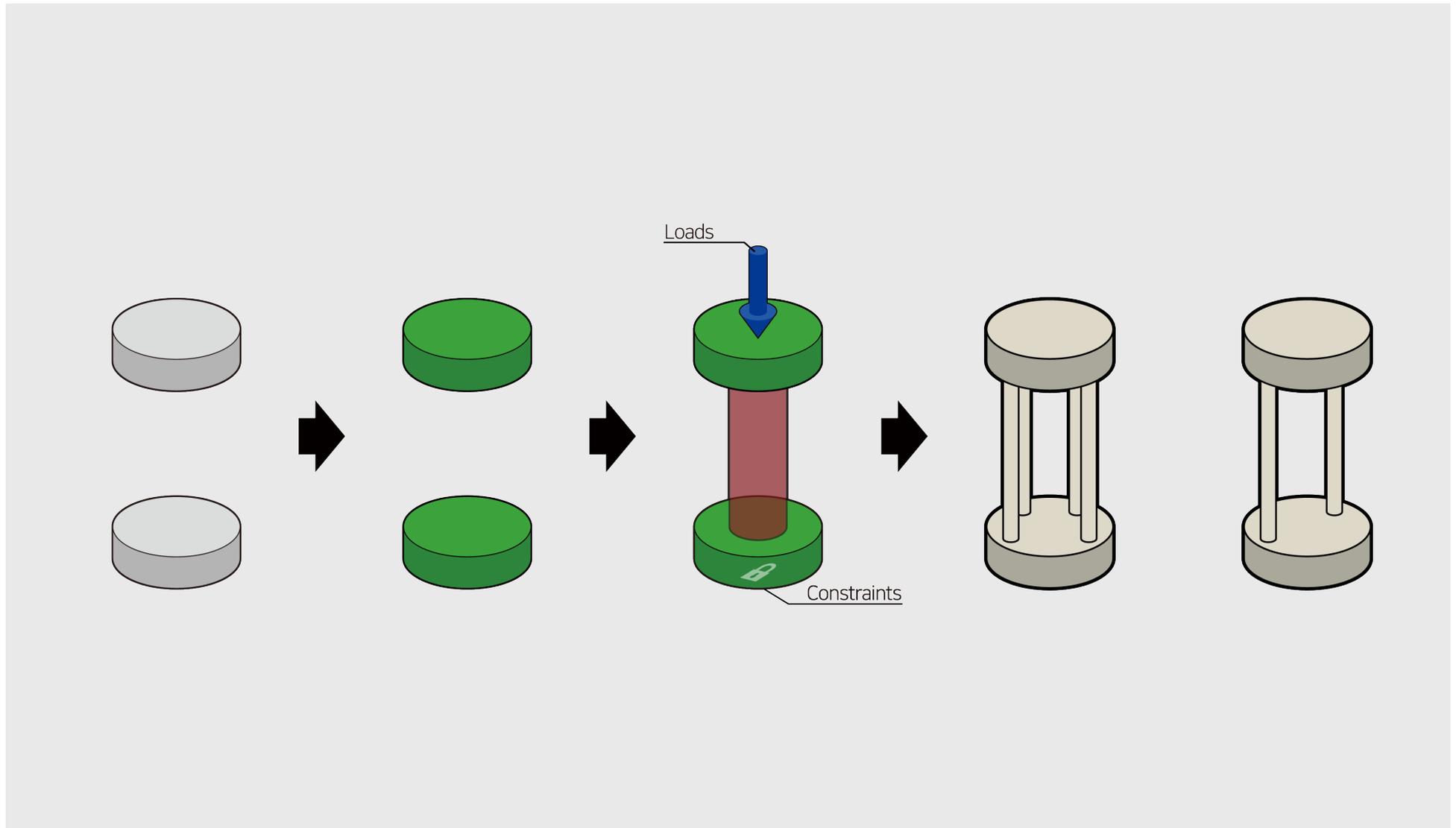
▶ 단일 하중



## 2 Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

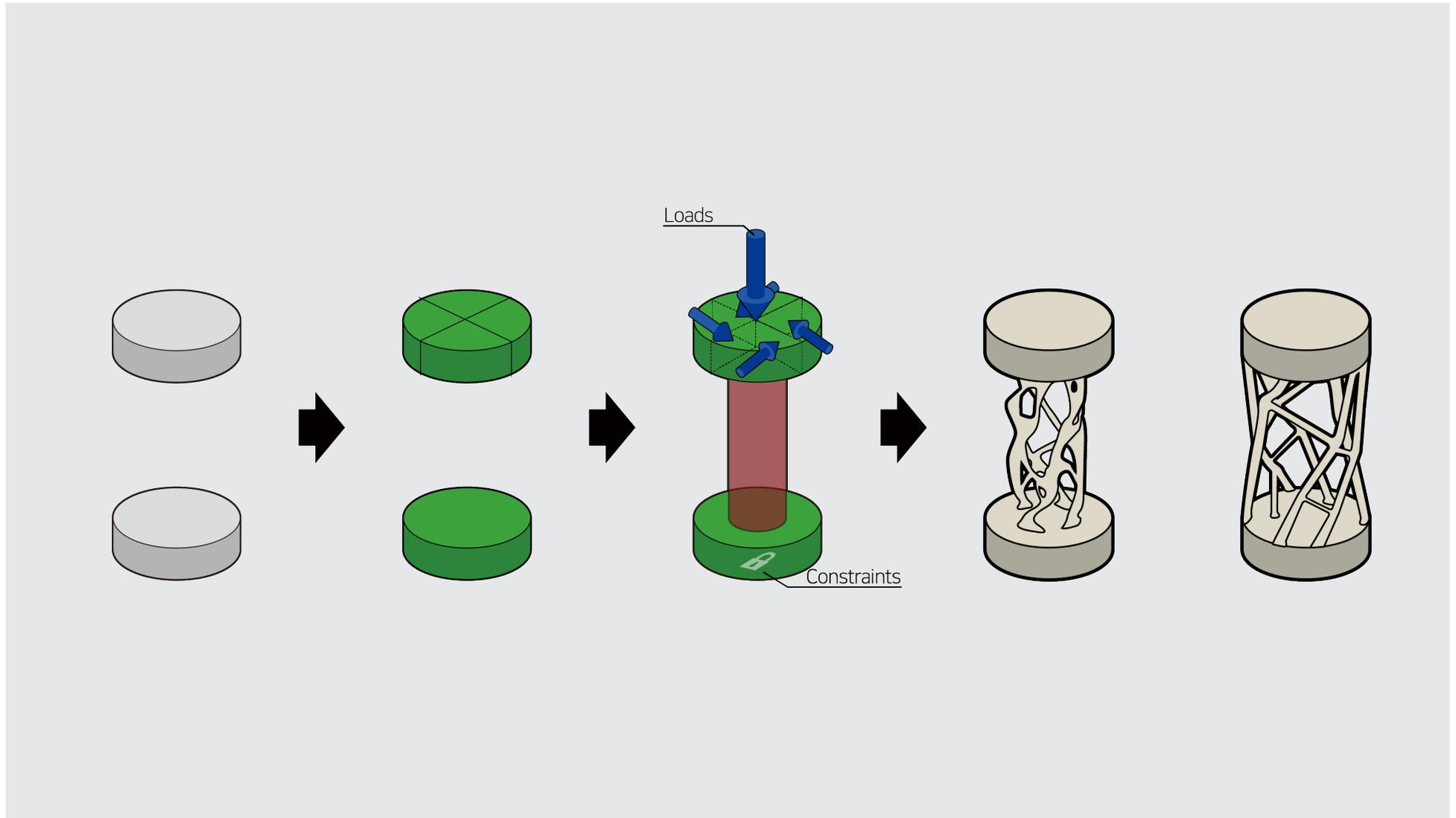
▶ 단일 하중 + 장애물형상



### 3 Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

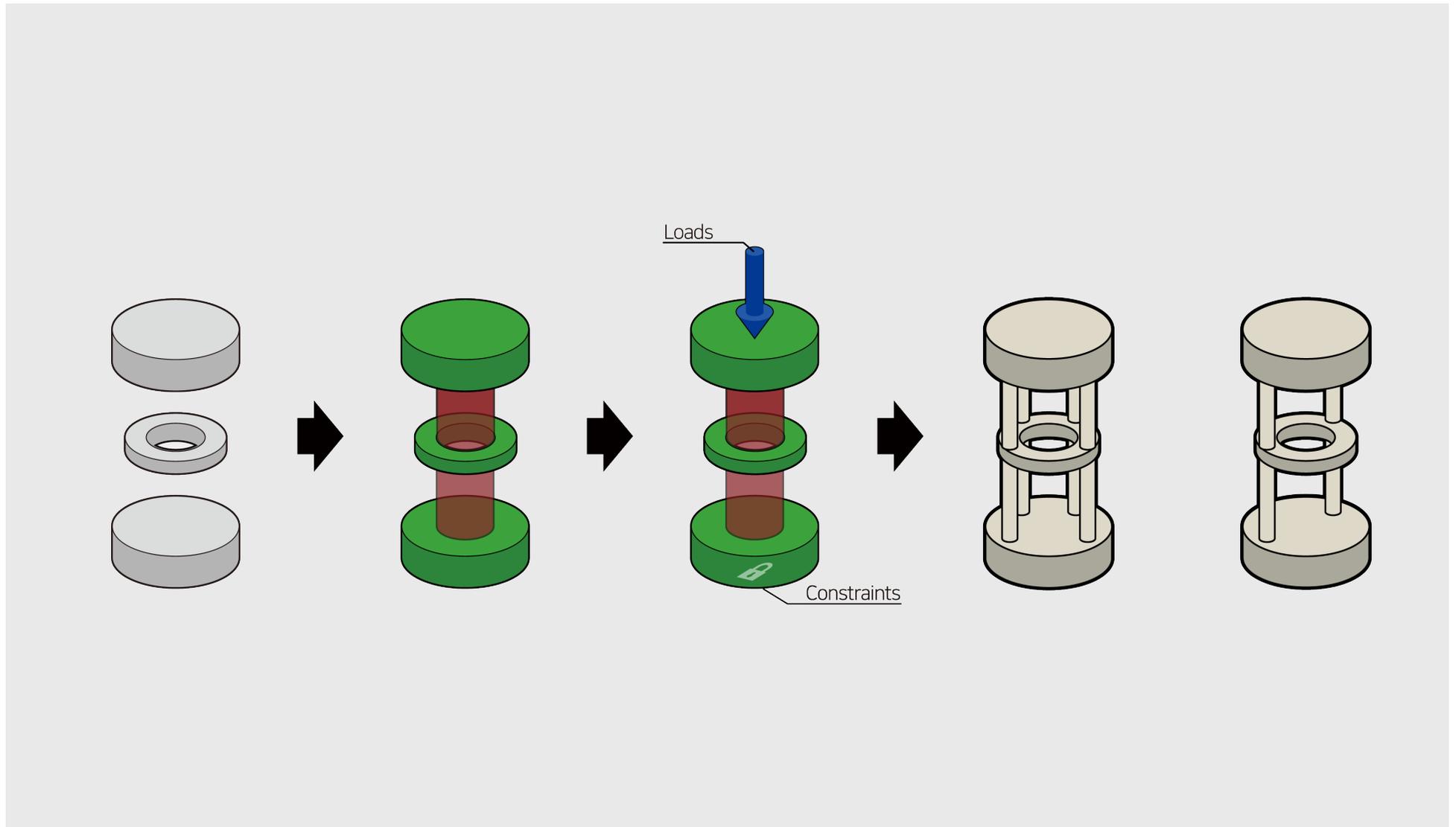
▶ 다중 하중 + 장애물형상



#### 4 Cylinder + Torus

두 개의 평행한 원기둥 사이에 둥근 도넛 형상을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

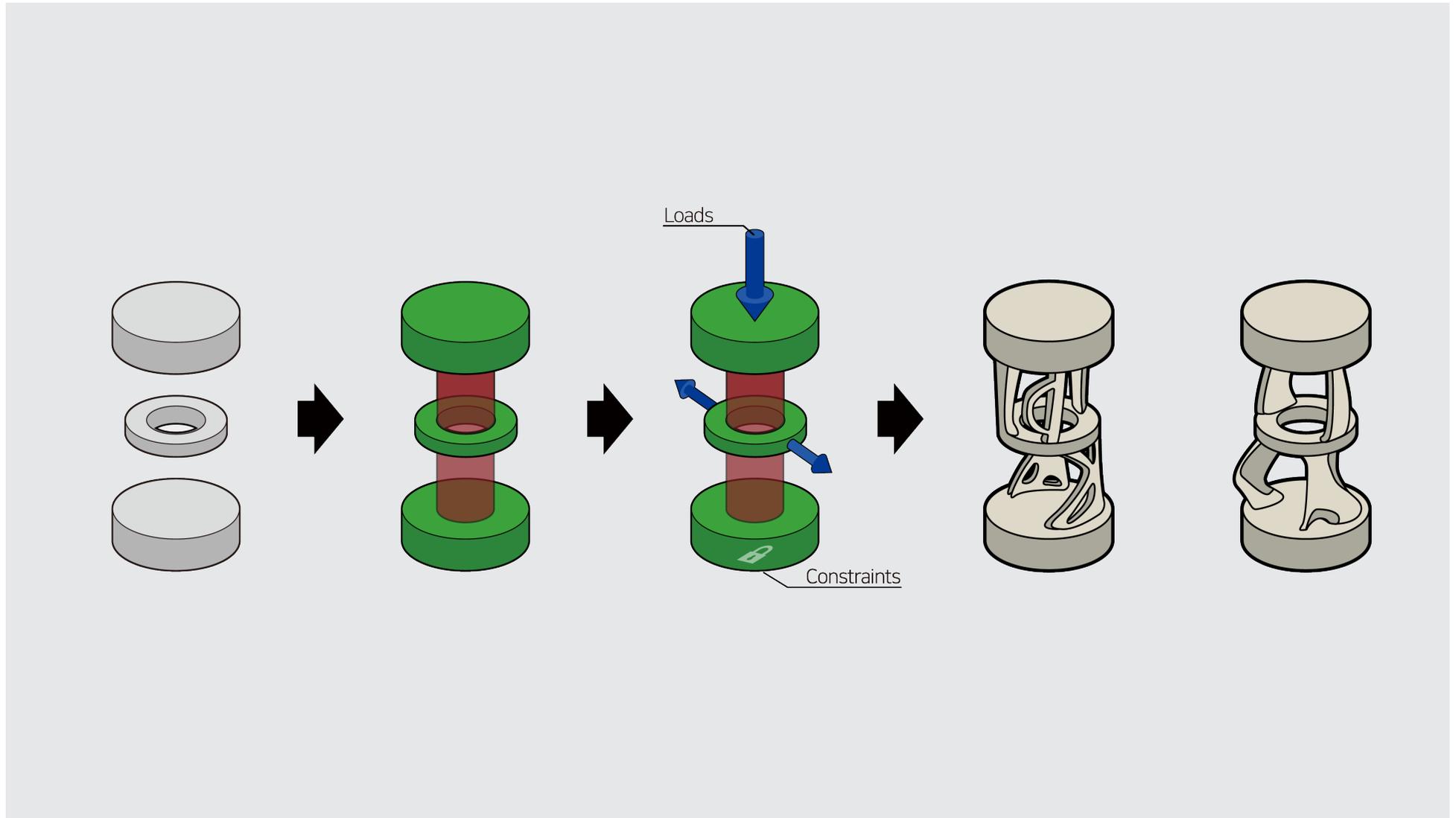
▶ 단일 하중



## 5 Cylinder + Torus

두 개의 평행한 원기둥 사이에 둥근 도넛 형상을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

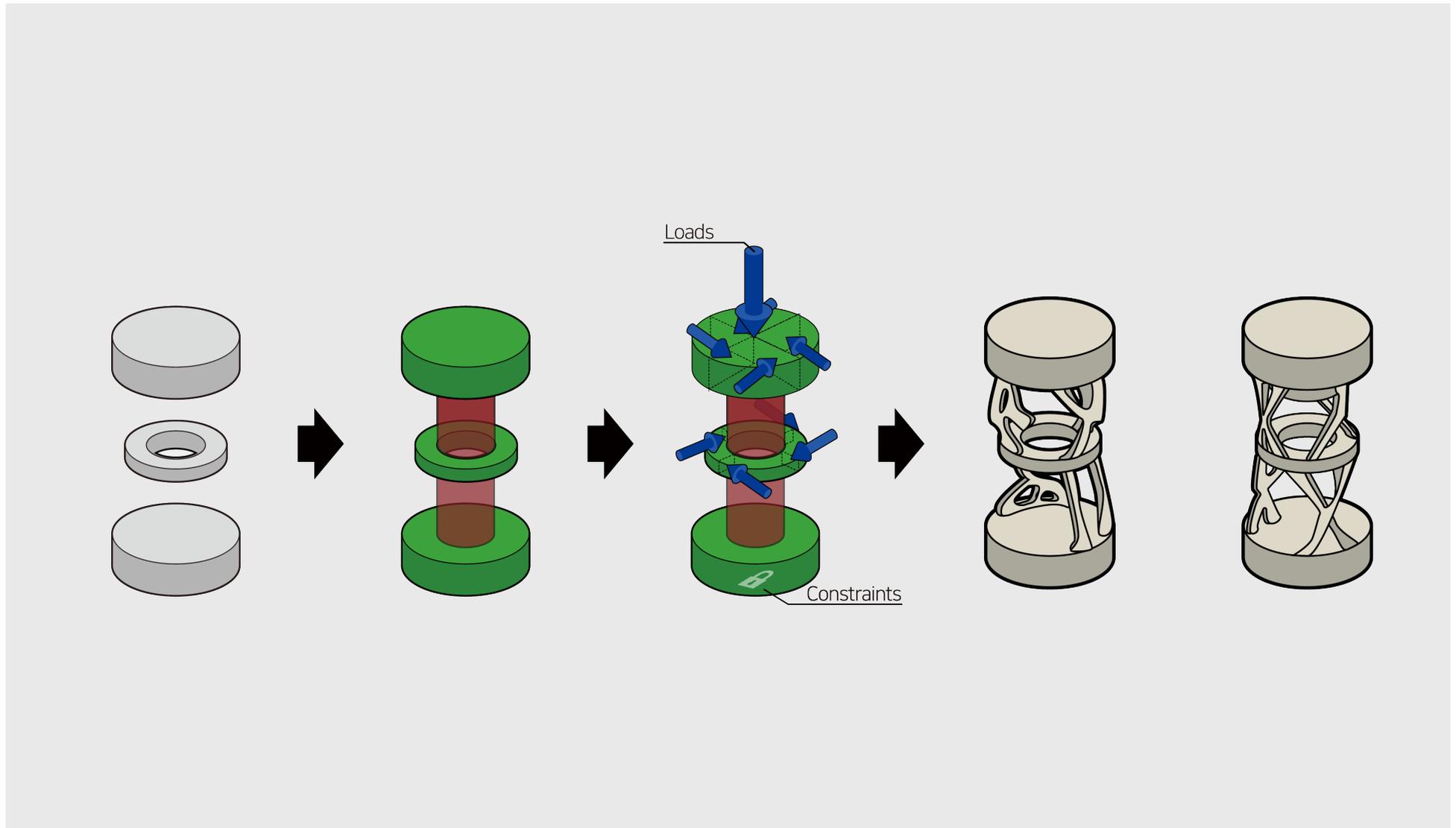
▶ 다중 하중 + 장애물형상



## 6 Cylinder + Torus

두 개의 평행한 원기둥 사이에 둥근 도넛 형상을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

▶ 다중 하중 + 장애물형상



## B. 제너레이티브 디자인을 활용하여 금속 촛대 만들기



단순한 구조로 생성된 제너레이티브 디자인 촛대 예시

제너레이티브 디자인을 사용하면서 가장 기대되었던 것은 설계 목적에 대한 솔루션을 얻는 것 보다 과연 어떤 조형이 나올 것인가에 대한 것이었습니다.

하지만 늘 새롭고 특이하고 유기적인 형상을 가진 결과물만 나온 것은 아니었습니다.

무엇인가 놓이고, 누르고, 당기고, 밀거나 하는 힘이 작용하는 지점이 있다면 그 지점에 하중을 적용하였고 어떤 조형, 어떤 구조가 나올까 기대를 하면서 제너레이티브 디자인을 실행시켰지만 항상 그 기대를 만족시키지는 못했습니다.

그냥 수직 또는 수평 형태의 정말 단순한 구조가 나오는 경우도 있었으며, 가느다란 뼈대로 볼품없는 구조가 나오기도 했습니다.

어떻게 보면 제너레이티브 디자인은 설계 목표에 따라서 가장 효율적이고, 가장 가볍고, 가장 저렴하게 만들어 낼 수 있는 결과물을 제안하기 때문이 아닐까 생각합니다.

시작형상에 따라서 생성되는 결과물이 달라질 수는 있겠지만 좀 더 다양하게 결과물을 생성해 내기 위해 필요 하중 이상의 힘과 방향, 그리고 제너레이티브 디자인의 조형과 구조를 유도할 수 있는 장애물형상과 추가적인 개체 생성으로 여러번의 시도를 해 보았고, 이를 활용하여 서로 같은 방향으로 정렬해 있는 개체를 연결시키는 구조를 만들어 보았습니다.

두 번째 가이드라인에서는 단순하게 생성될 수 있는 구조를 좀 더 복잡하게, 재미있게, 생성할 수 있도록 하중 조건을 다양하게 하고 장애물형상과, 유지형상을 추가로 생성하는 방법으로 금속 촛대를 제너레이티브 디자인으로 생성해보도록 하겠습니다.

### 미리보기

본 예제를 통해 제작해보게 될 제너레이티브 디자인을 이용한 금속 촛대입니다.

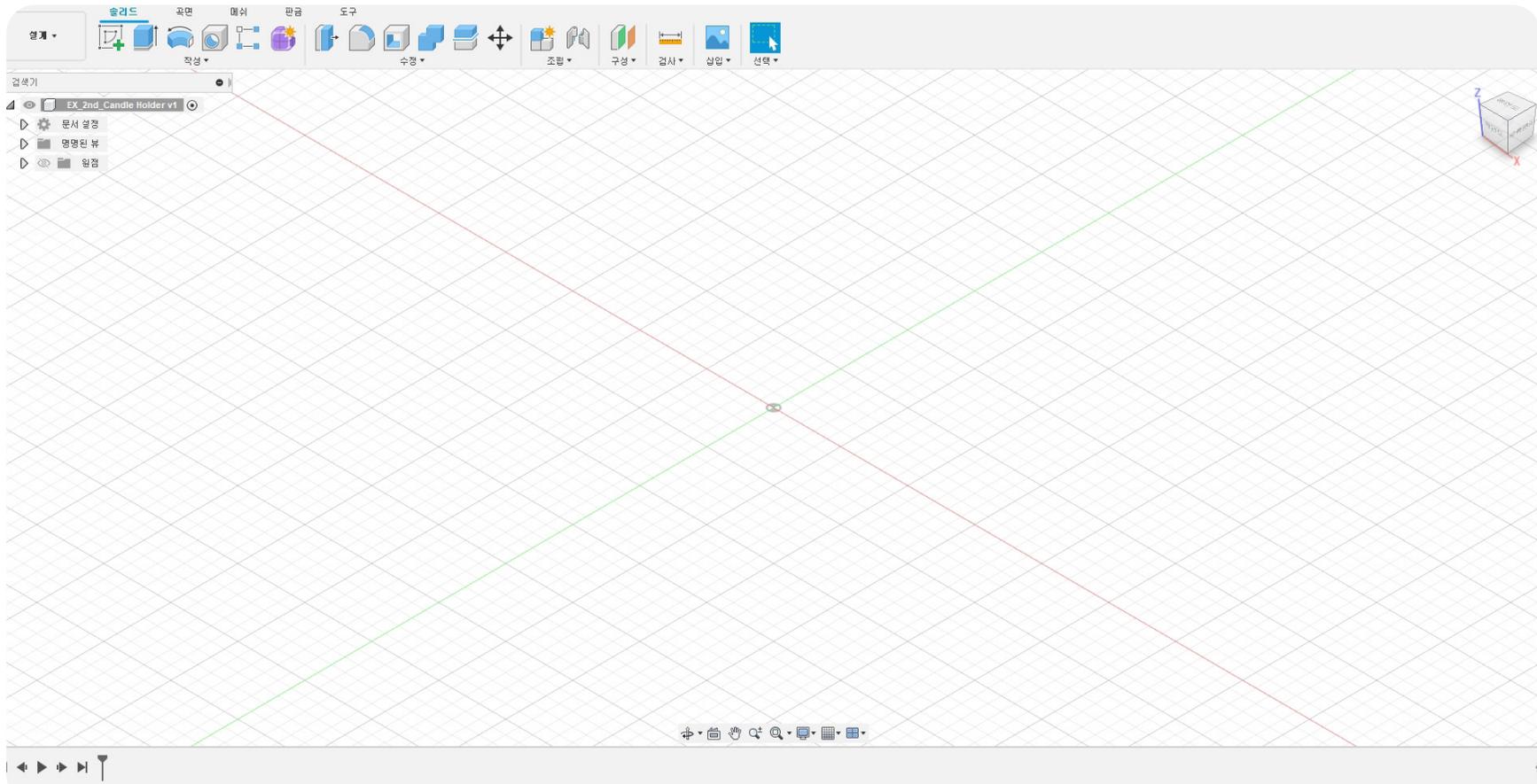
다중 하중 조건과 장애물형상 등을 이용하여 디자이너는 새로운 조형의 결과물을 생성할 수 있습니다.

본 예제의 방법은 같은 방향(수직)으로 정렬되어 있는 개체와 정렬된 방향으로 하중조건이 부여될 수 있는 다른 제품이나 부품분야에도 응용하여 새로운 조형 탐색을 위한 가이드가 될 수 있을 것이라 생각합니다.



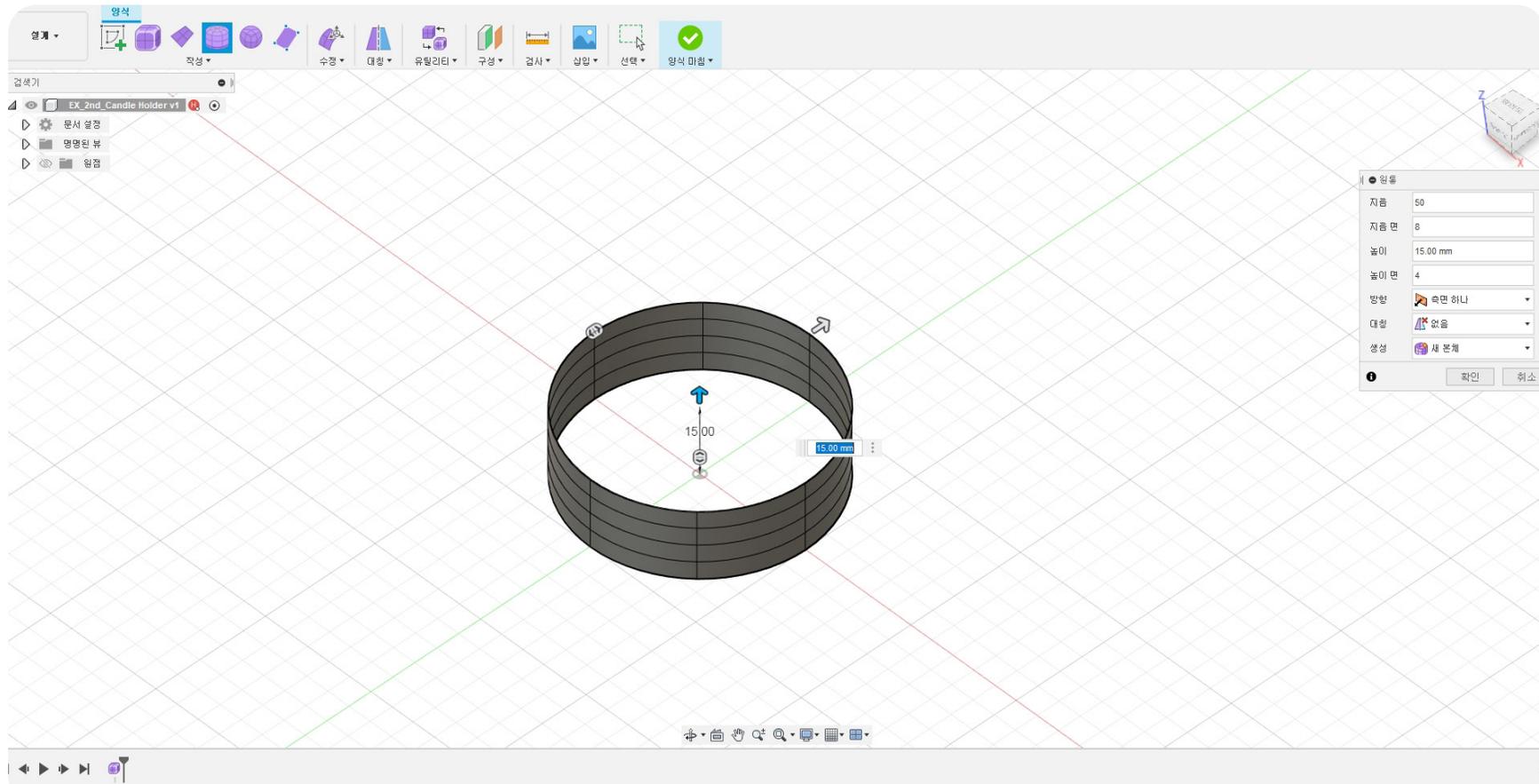
## 1 FUSION 360 실행

금속 촛대 예제의 유지형상 모델링을 위해서 Fusion 360을 실행시킵니다.  
FUSION 360을 실행시키신 후 프리폼 모델링으로 전환합니다.



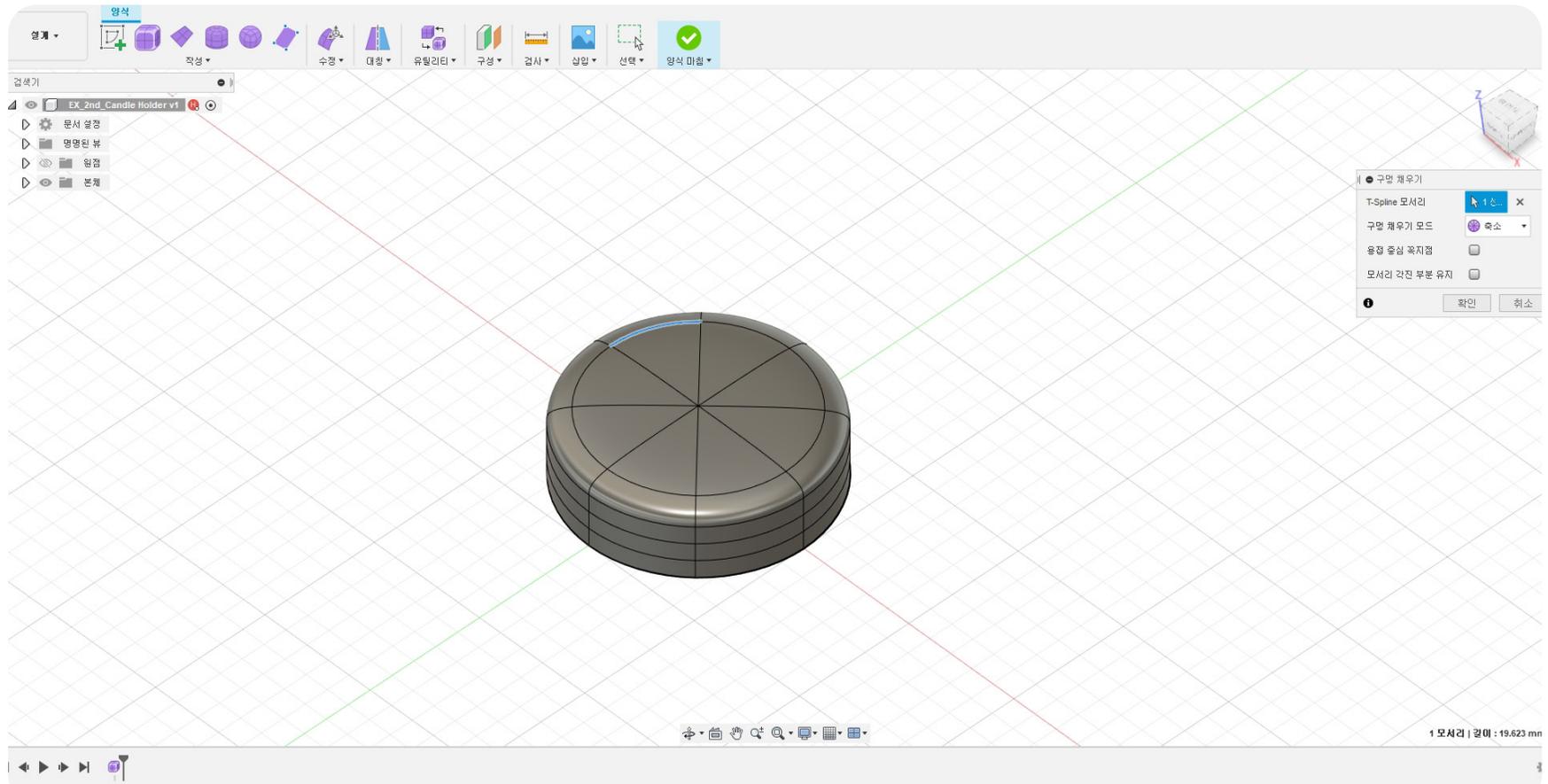
## 2 촛대 받침 형상 제작

촛대의 받침 형상 제작을 위해 프리폼에서 Cylinder를 제작해줍니다.  
예제에서는 지름 50mm에 높이는 약15mm로 제작하였습니다.



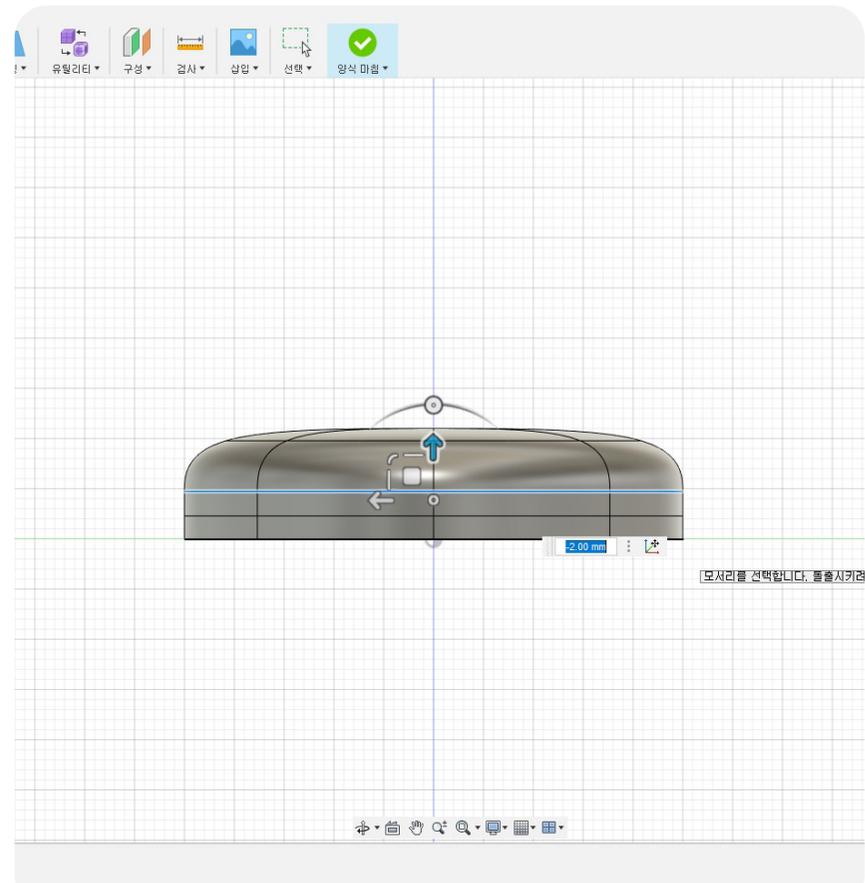
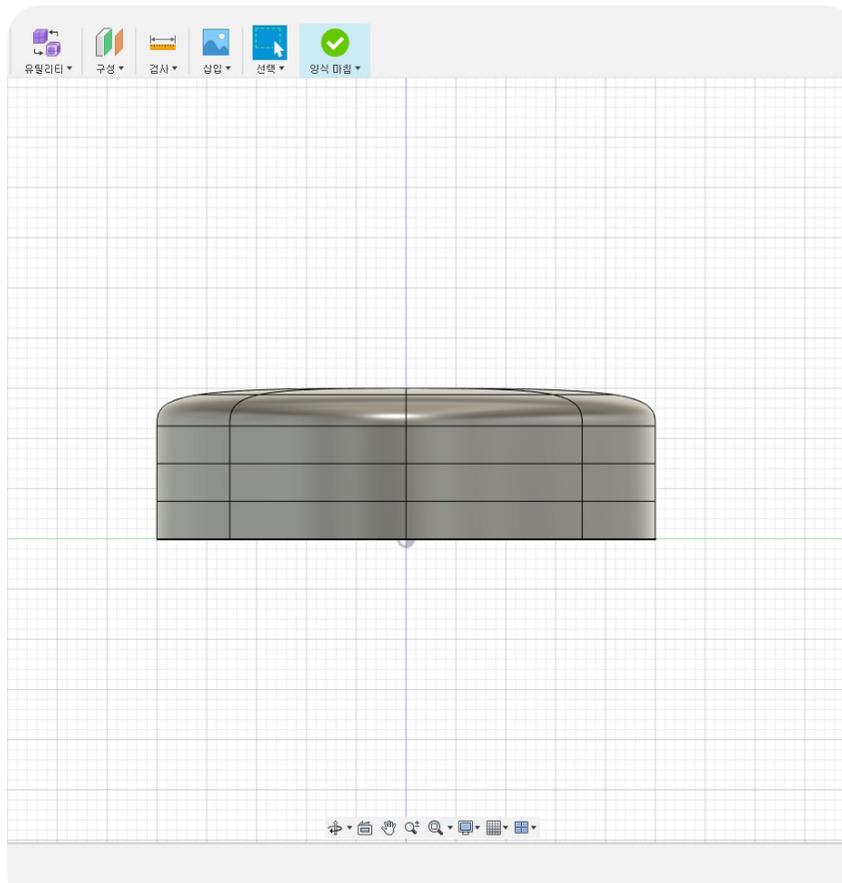
## 3 받침대 형상 편집 하기\_끝막음

MODIFY의 Fill Hole 기능으로 원기둥 개체의 윗 부분을 막아줍니다.



## 4 받침대 형상 편집 하기\_형상 수정

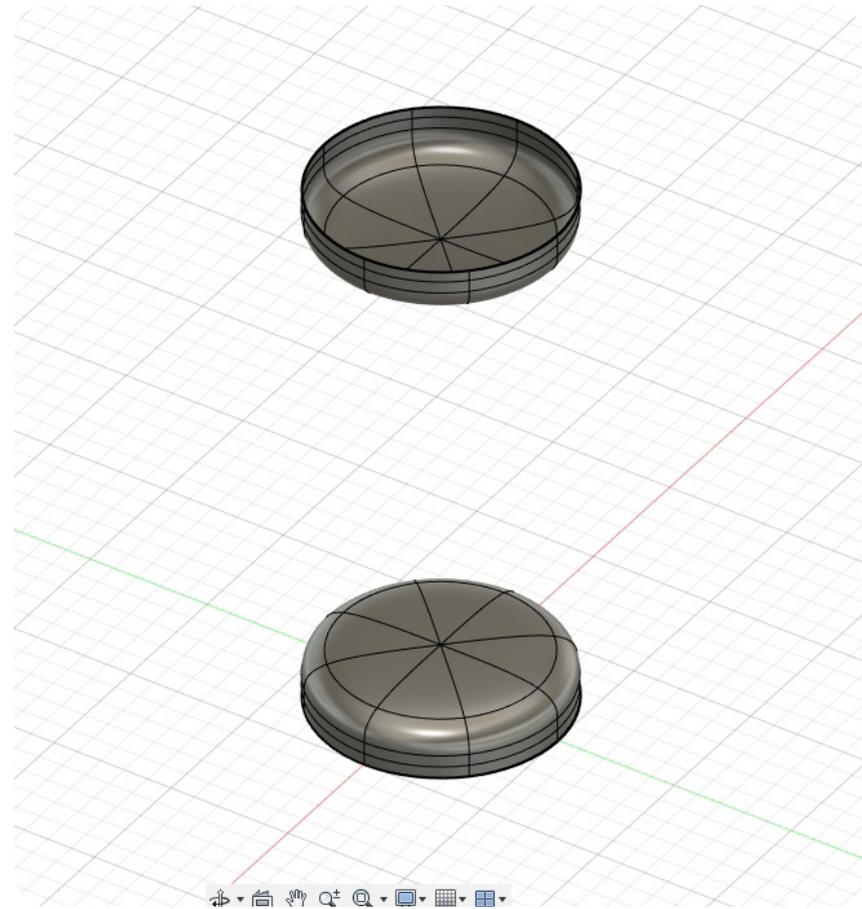
받침대의 측면에 면과 모서리를 이동시켜 뒤집어진 그릇과 같이 만들어 줍니다.  
모양을 만들면서 필요없어 보이는 모서리 한 줄은 삭제해주었습니다.



## 5 받침대 형상 편집 하기\_복사 및 이동

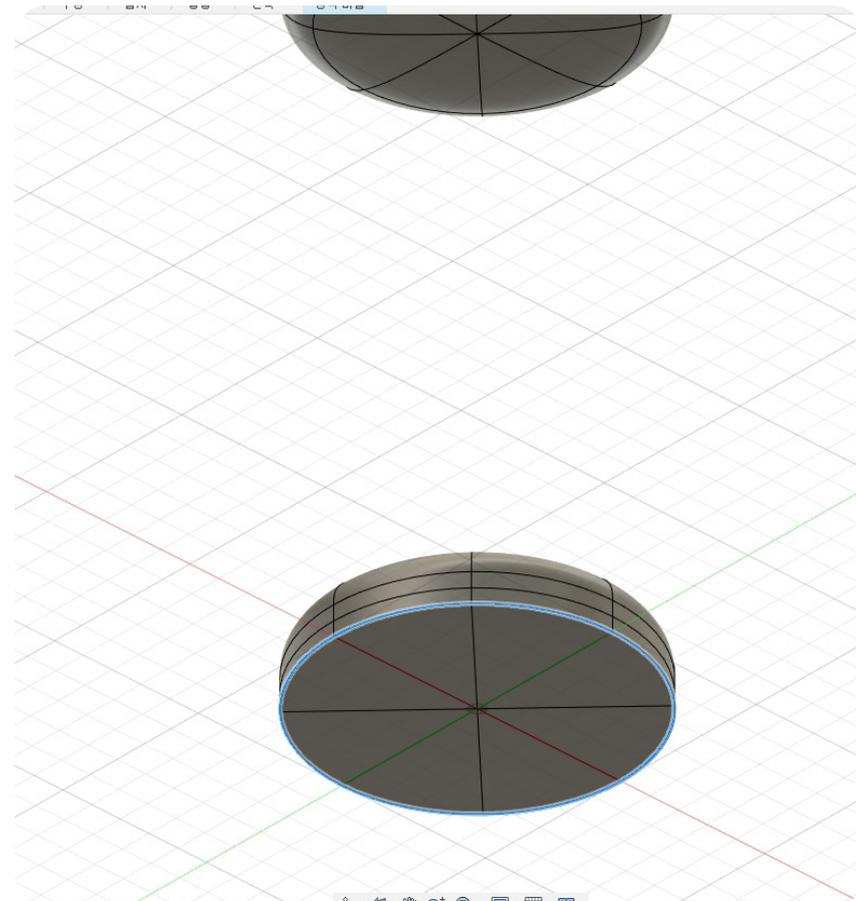
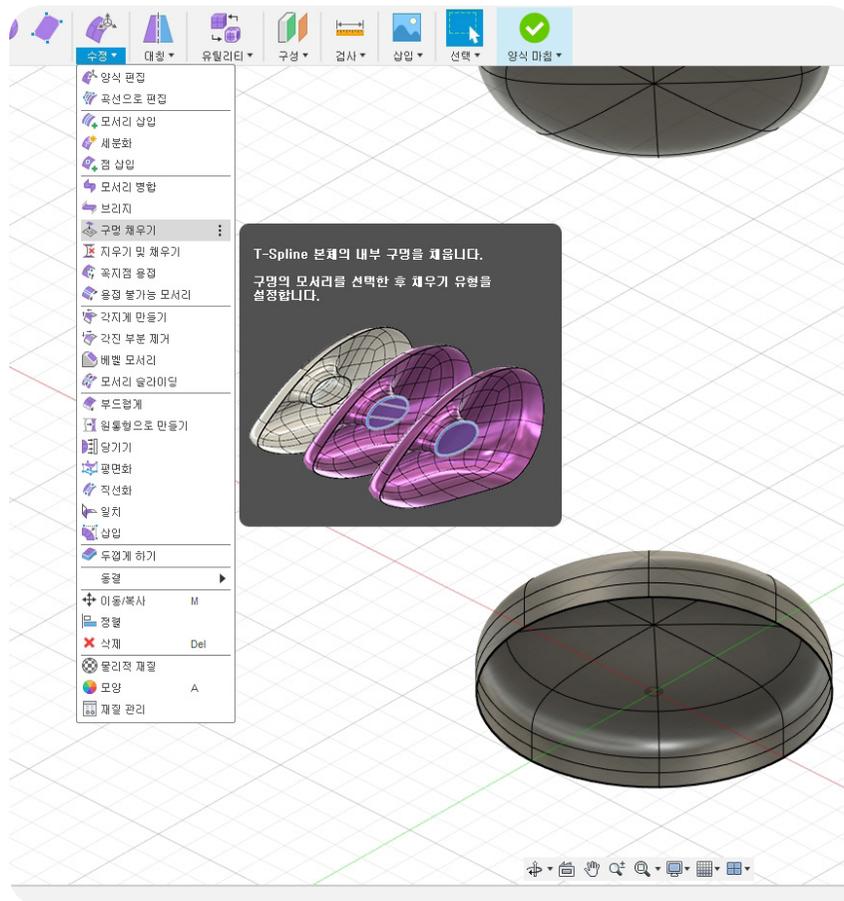
받침대 개체를 선택하고 복사 및 이동시킵니다. 옵션 창의 Create Copy를 체크하여 사본으로 만들어 줍니다.

사본으로 복사된 받침대 개체는 약 100mm 위쪽으로 올려주고 오른쪽 그림과 같이 컵모양 형태로 회전시킵니다.



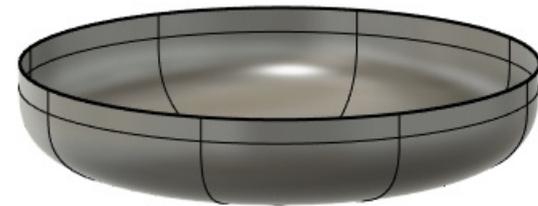
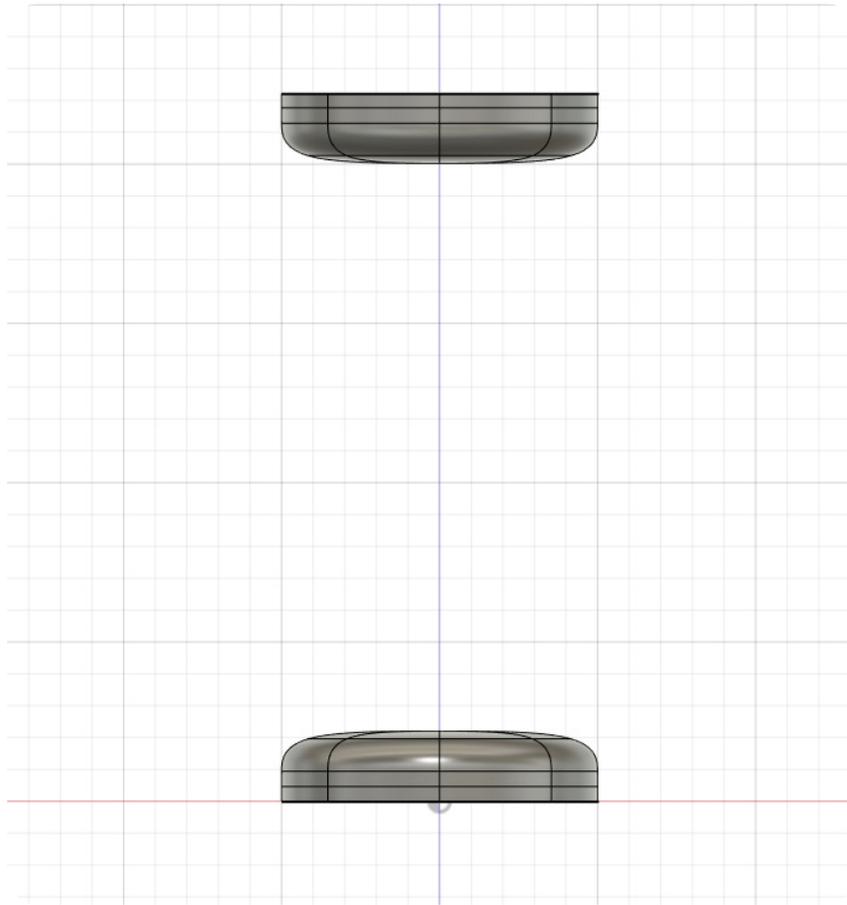
## 6 받침대 형상 편집 하기\_끝막음

받침대 형상을 완성하기 위해 받침대 개체의 아래쪽 면을 Fill Hole로 채워줍니다. 채워진 면은 Crease 명령으로 각지게 만들어 형상 제작을 마무리 지어줍니다.



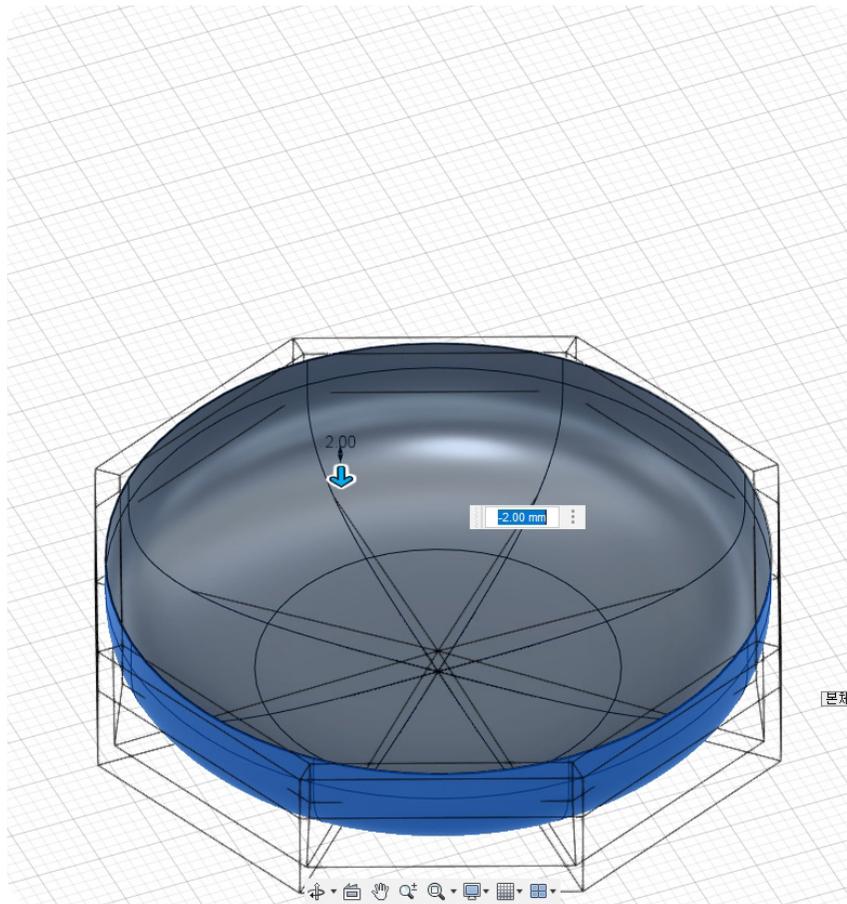
## 7 촛대 형상 확인

촛대의 기능영역인 유지형상을 확인합니다. 양초를 받쳐줄 초 받침대 개체는 하단의 개체와는 Mirror 된 형상으로 되어있습니다. 초 받침대의 현재 상태는 Surface 상태이므로 Solid 형상으로 편집합니다.



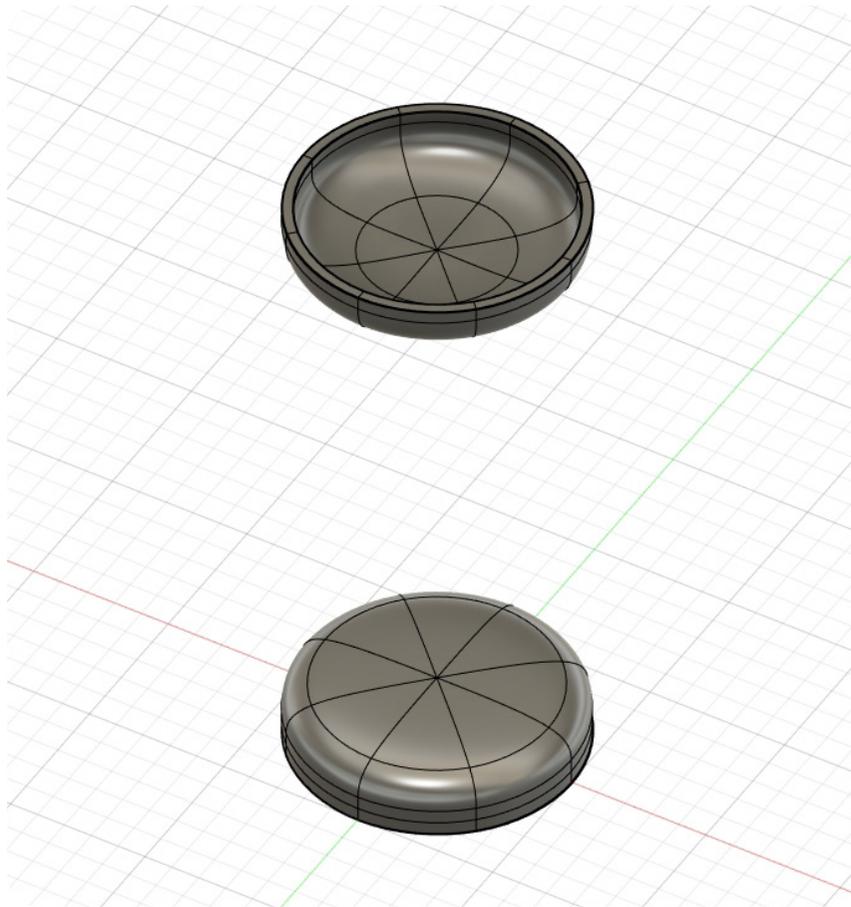
## 8 초 받침대 두껍게 하기

Surface로 되어있는 초 받침대는 MODIFY의 Thicken(두껍게 하기) 기능으로 두께를 적용합니다. 예제는 -2mm를 적용하여 안쪽으로 2mm만큼 두께를 생성하였습니다.



## 9 형상 확인 및 프리폼 종료

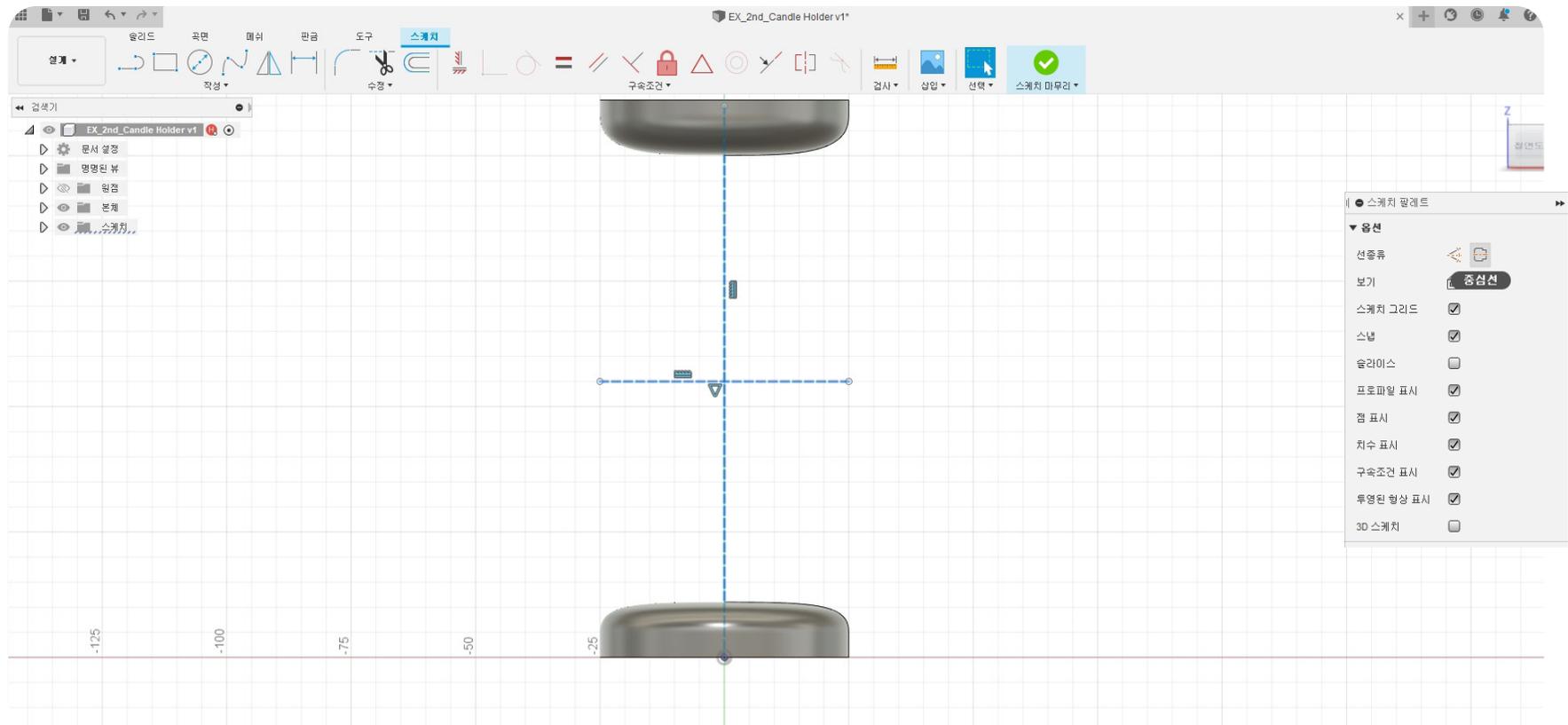
쏘대의 기능영역 모델링이 다되었습니다. 프리폼 모델링을 종료하고 형상을 검토합니다. 형상이 마음에 들지 않는 경우 하단의 히스토리에서 프리폼 모델링을 다시 활성화하여 수정할 수 있습니다.



# 10 장애물형상 제작

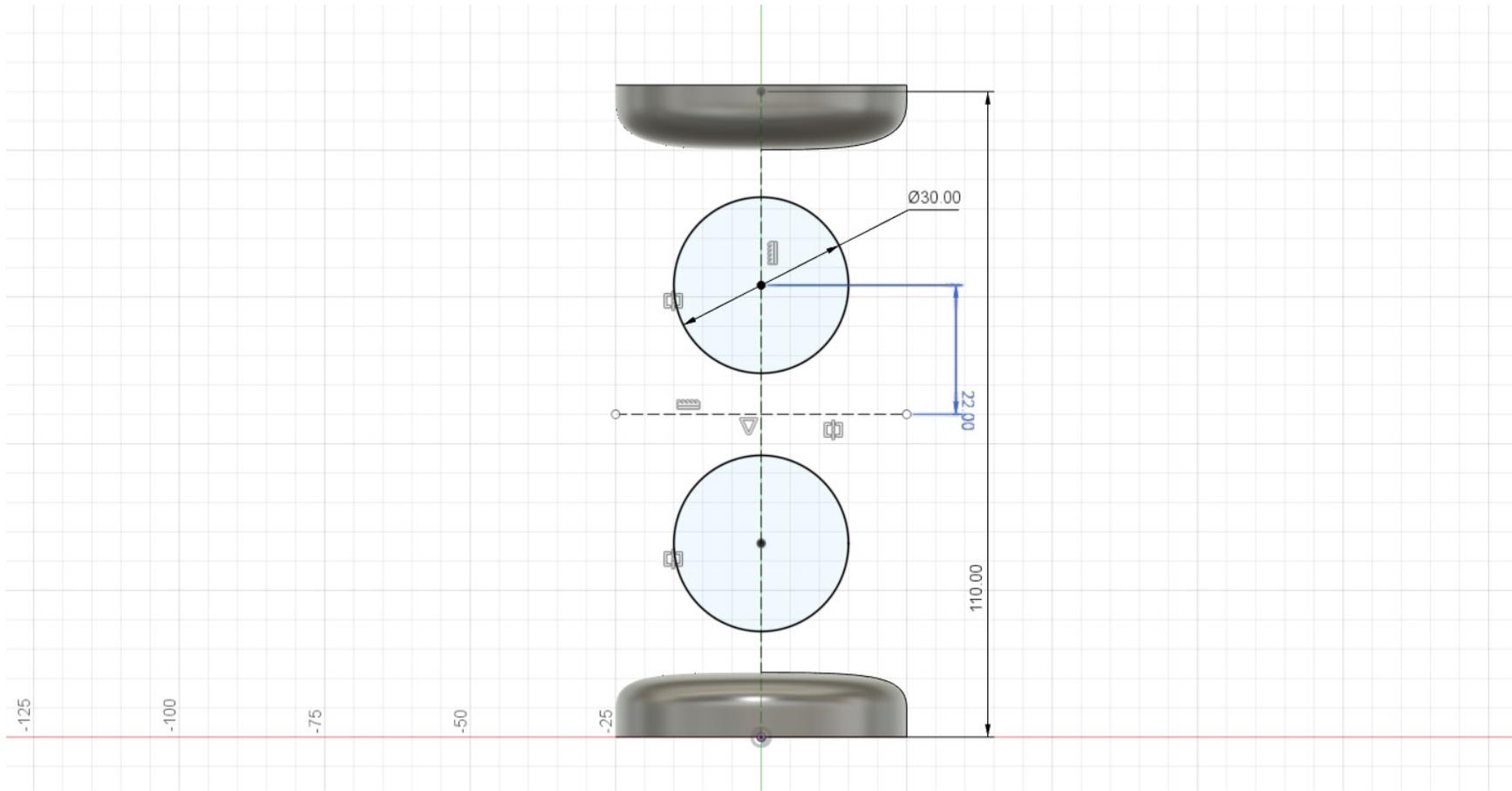
Generative Design의 생성에 방해가 될 수 있는 장애물형상 개체를 만들어 보겠습니다. 정해진 형상에서 부터 Generative Design이 생성되는 시작형상과는 달리 장애물형상은 특정 개체를 피해 결과물이 생성될 수 있도록 유도할 수 있습니다.

먼저 스케치에서 기준선을 그립니다. 예제는 두 받침대를 연결하는 수직선과 수직선의 중간을 가로지르는 직선을 생성하여 Centerline으로 변경하였습니다.



# 11 스케치 하기-1

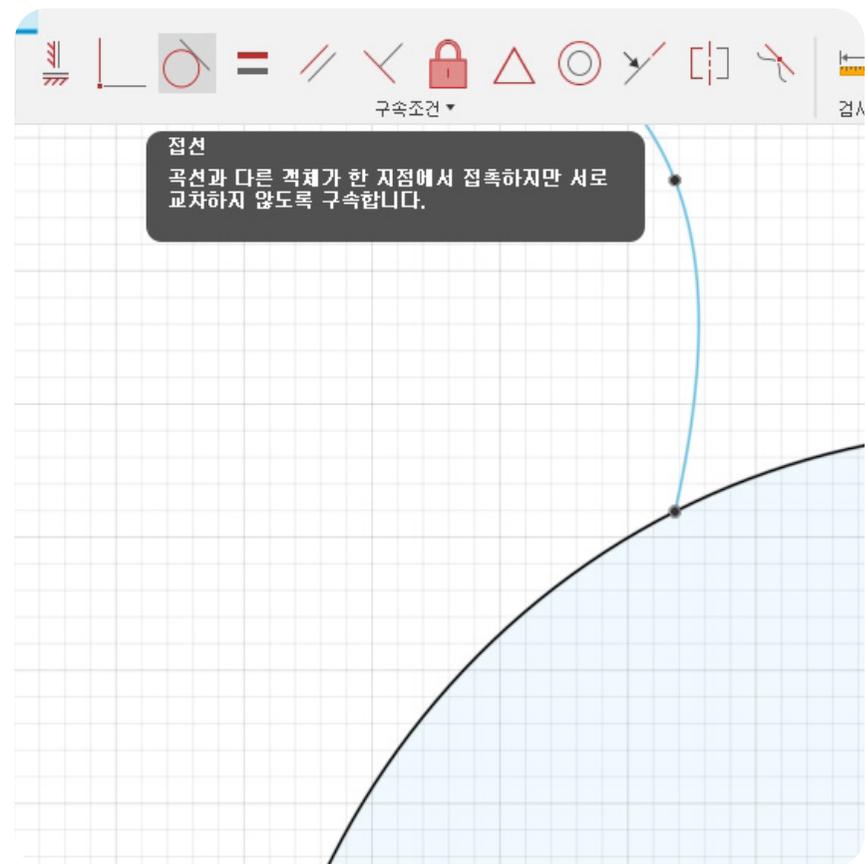
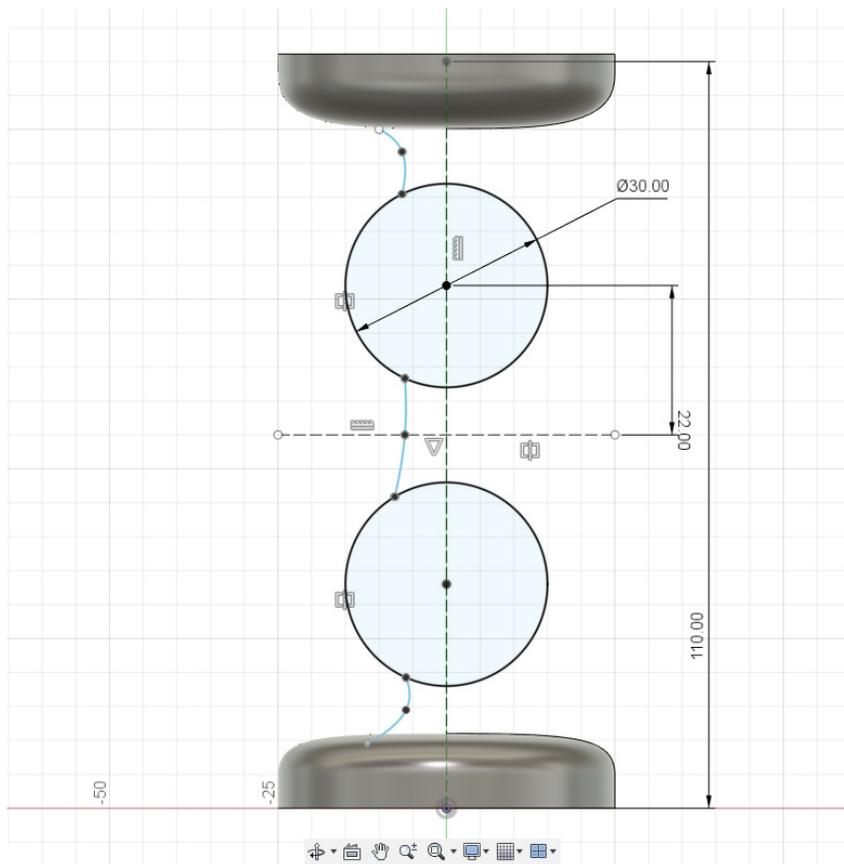
장애물형상을 생성하기 위한 스케치를 합니다.  
수평의 중심선을 기준으로 위, 아래로 원을 그려주었습니다.



## 12 스케치 하기-2

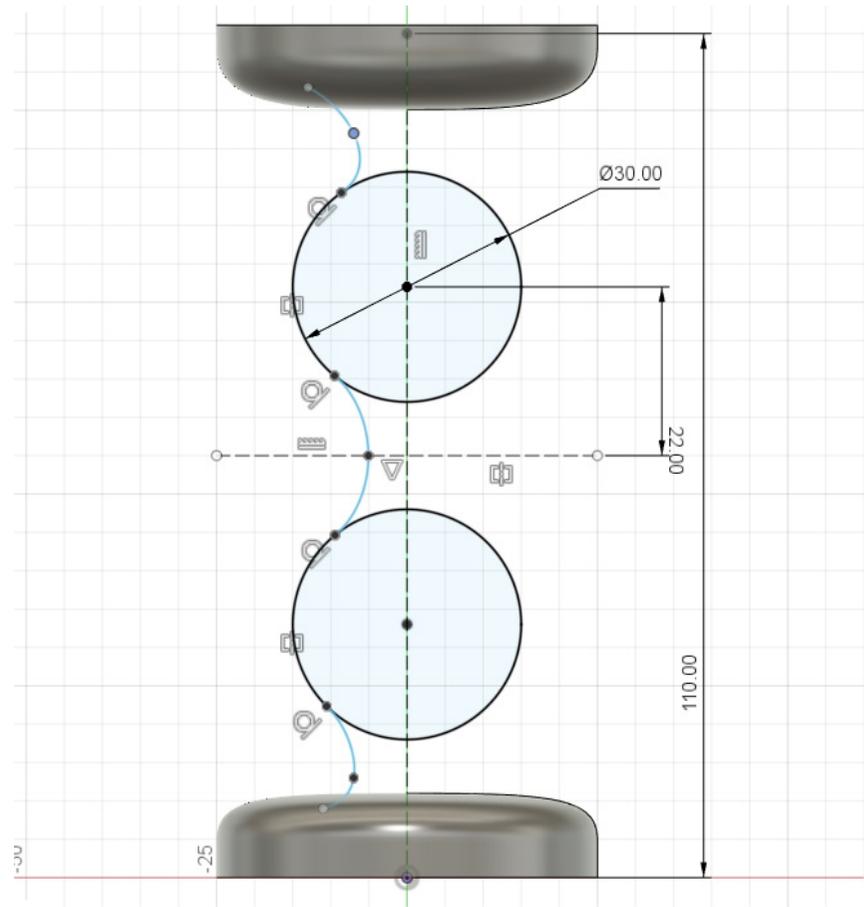
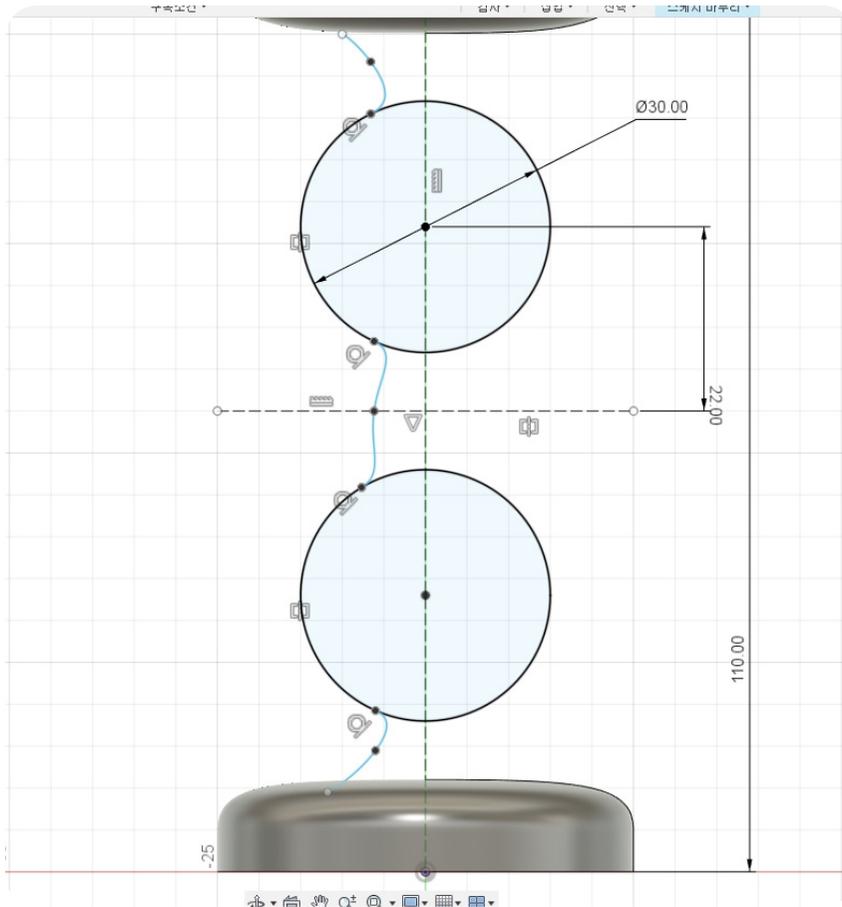
부드럽게 연결되는 볼록한 라인의 형상을 만들어 주고자 합니다. 유지형상 사이에 힘이 전달될 수 없는 과도한 장애물형상은 지양하고 스케치를 생성합니다.

두 원과 받침대의 사이, 원과 원의 사이에 Spline으로 곡선을 임의로 생성합니다. 이후 원과 접점한 부분에 Tangent로 구속을 걸어줍니다.



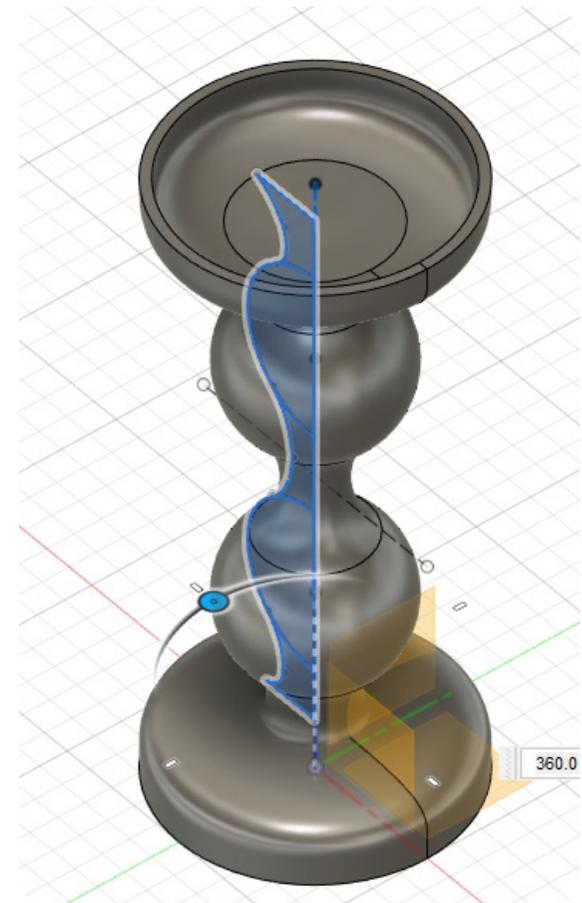
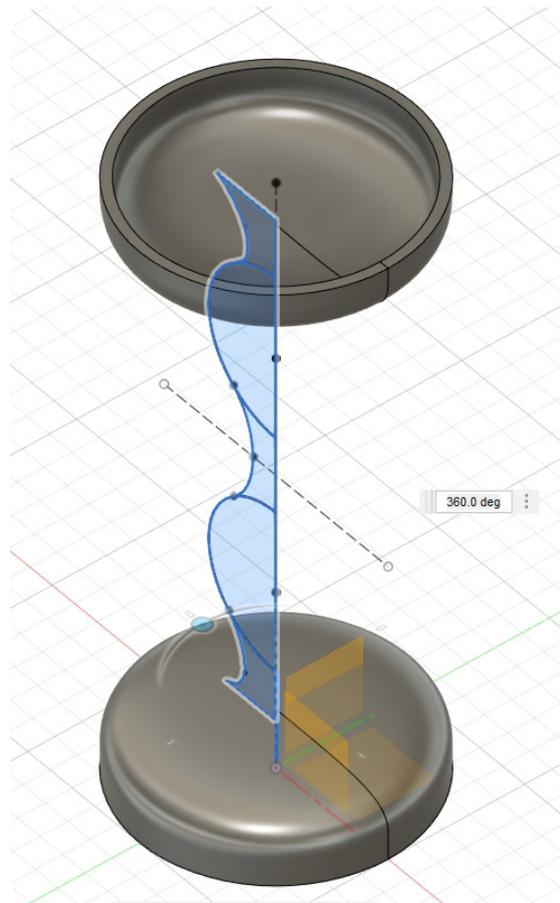
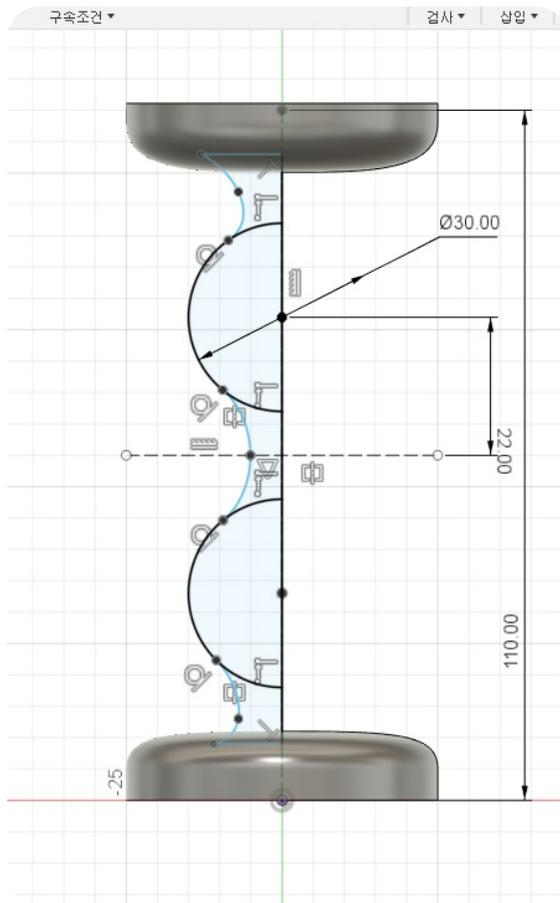
### 13 스케치 하기-3

Tangent로 연결된 선을 정리해줍니다. Tangent로 연결된 접점을 포함한 Spline의 제어점을 이용하여 스케치를 정리합니다. 앞에 말씀드렸던 바와 같이 힘이 전달되지 못하도록 과도한 스케치는 지양하여 각자의 디자인으로 장애물형상의 스케치를 진행합니다.



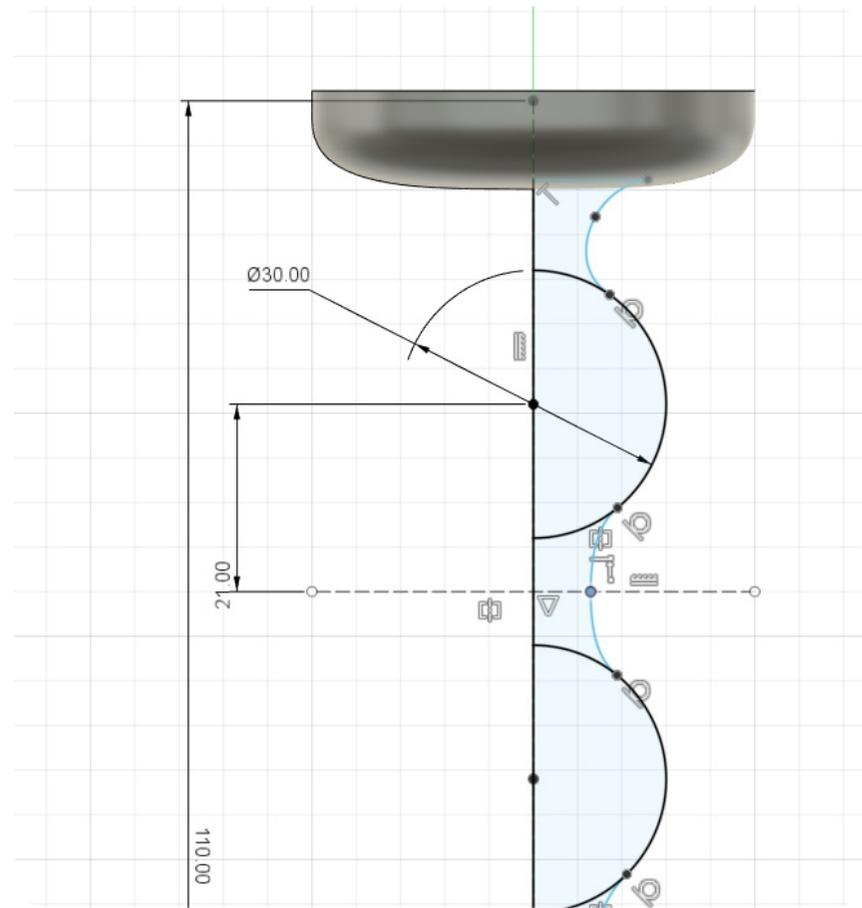
# 14 장애물형상 3D 생성

스케치의 나머지 부분을 연결하여 닫힌 상태로 만들어 줍니다.  
 스케치를 종료한 뒤 중심에서 Revolve로 회전시켜 3D개체로 생성합니다.



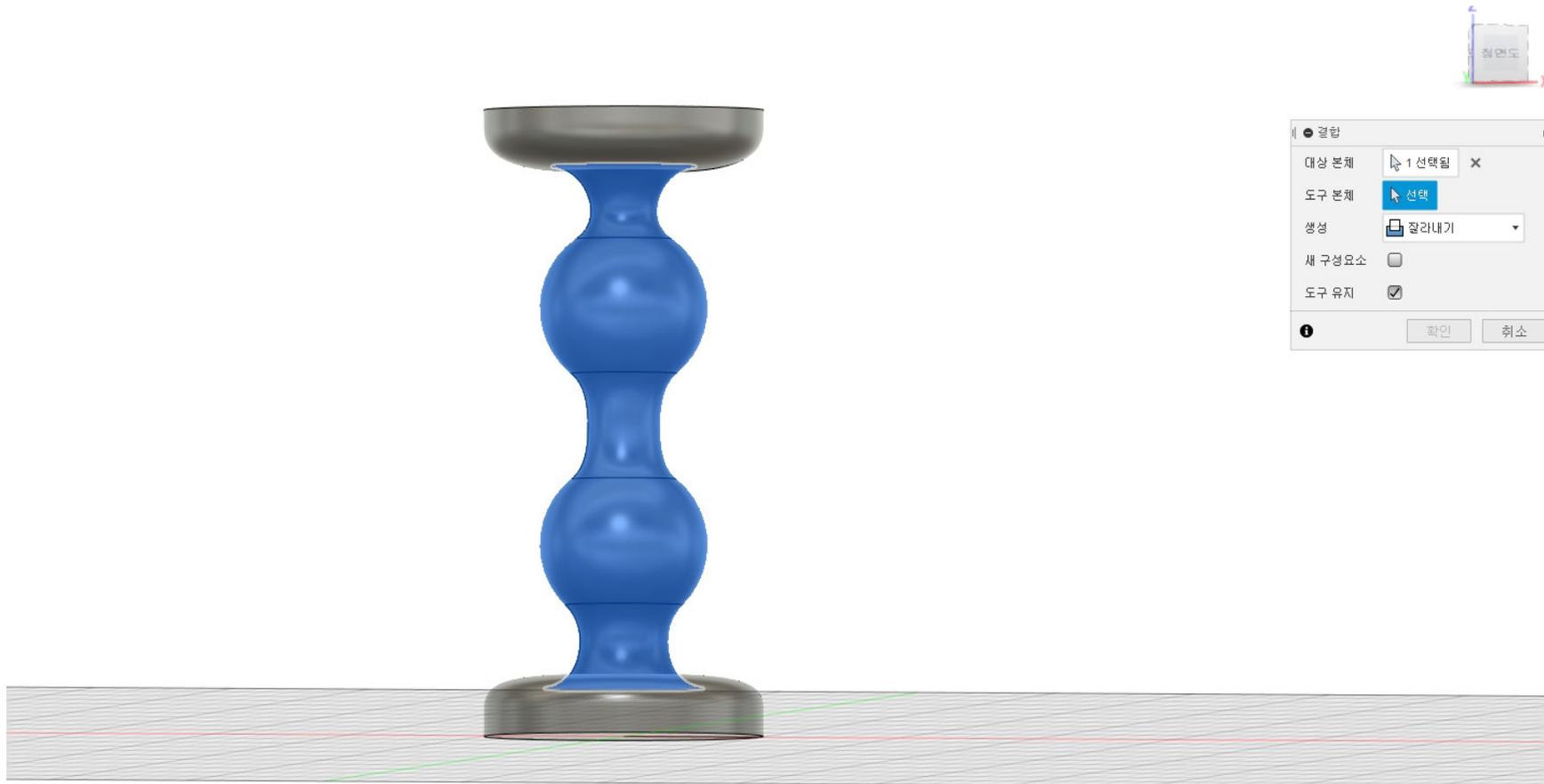
## 15 스케치 수정

생성된 장애물형상이 유지형상을 침범하여 노출된 것을 볼 수 있습니다. 이 경우에는 Generative Design을 탐색하면 장애물 영역은 제외시키고 구멍이 뚫린채 생성될 수 있습니다. 스케치를 수정하여 장애물형상이 유지형상을 침범하지 않도록 수정하여 줍니다.



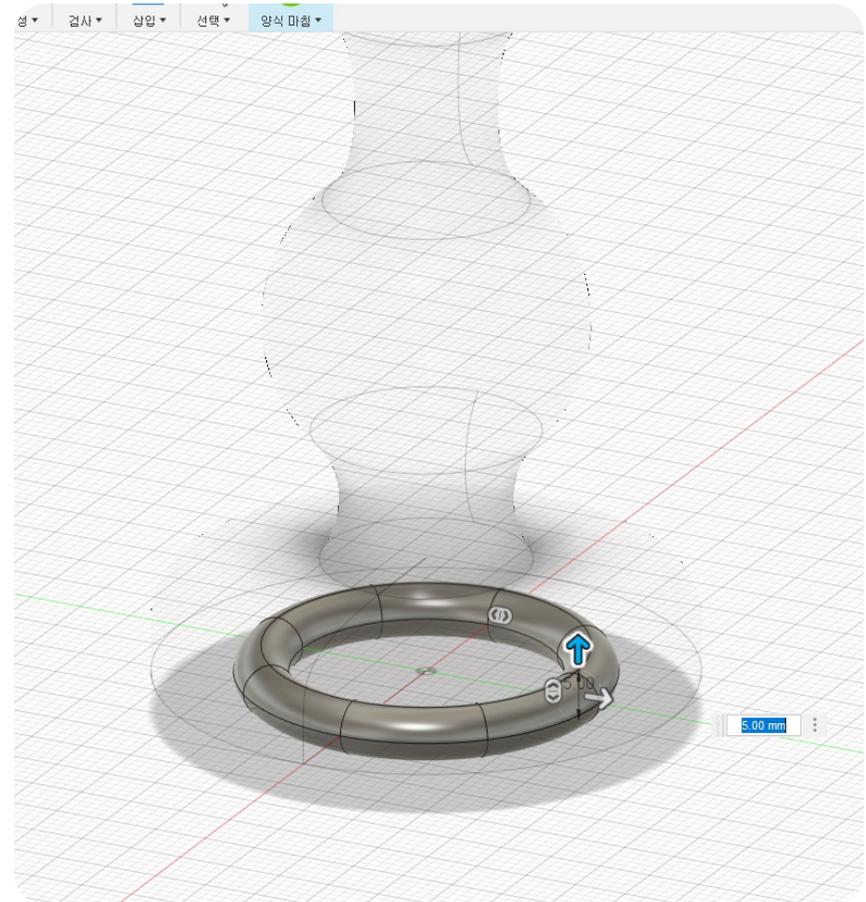
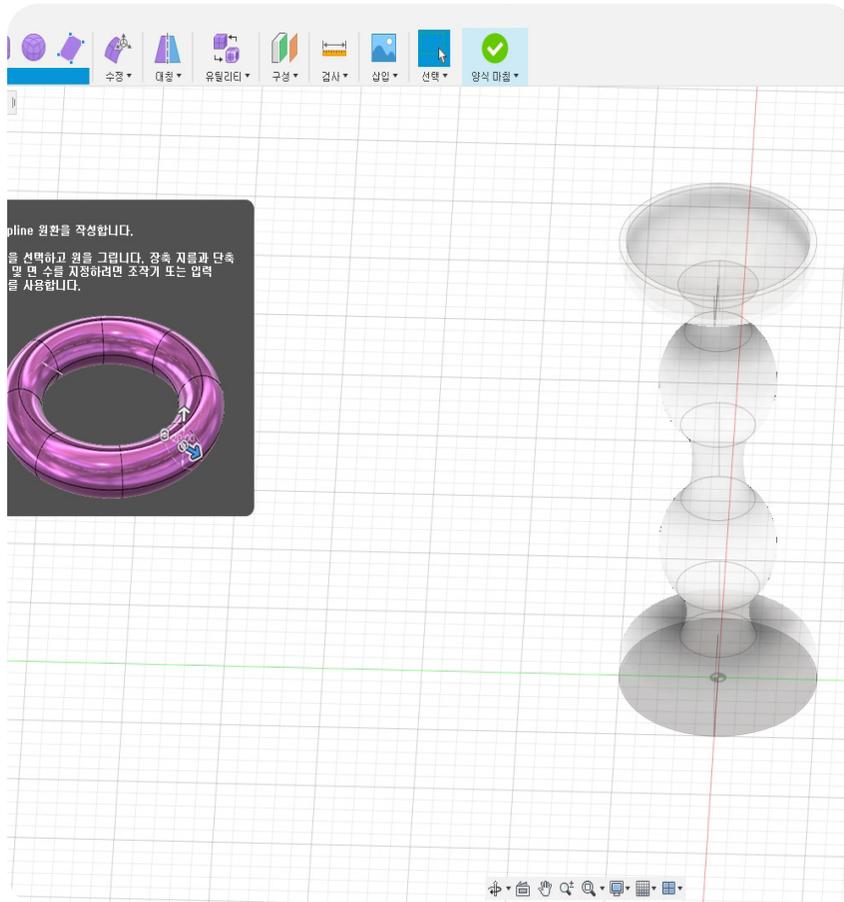
## 16 장애물형상 편집

좀 더 확실하게 장애물형상이 유지형상과 겹치지않게 하기 위해서 Combine의 Cut 기능으로 유지형상에 겹쳐져 있는 장애물형상을 제거하였습니다.



## 17 개체 추가

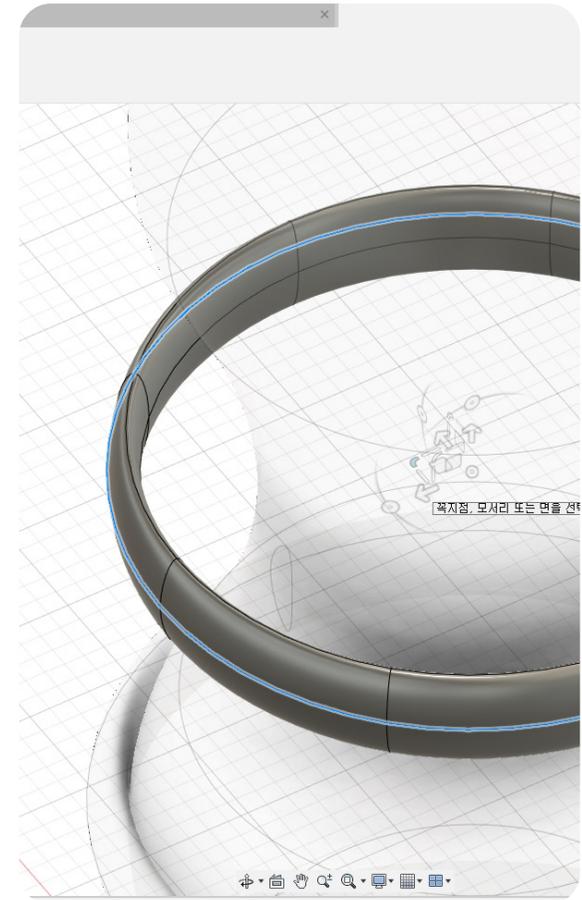
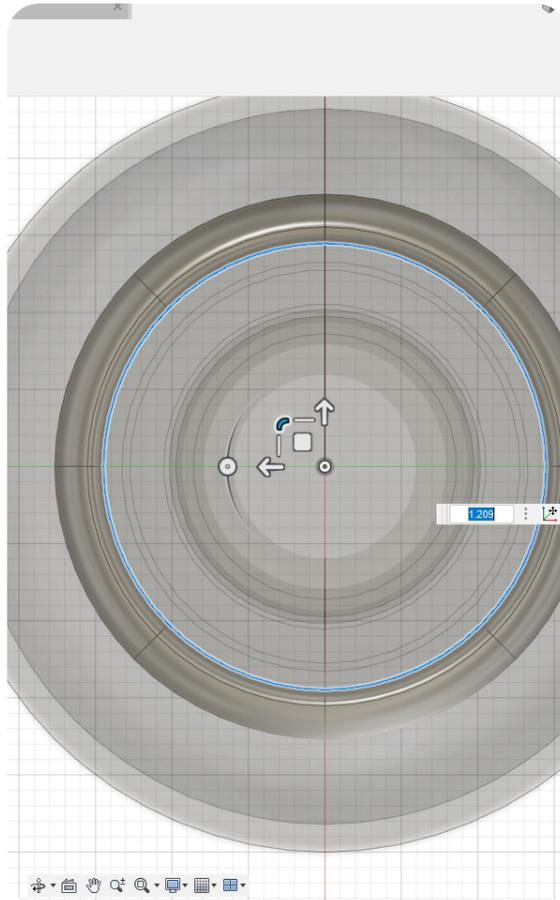
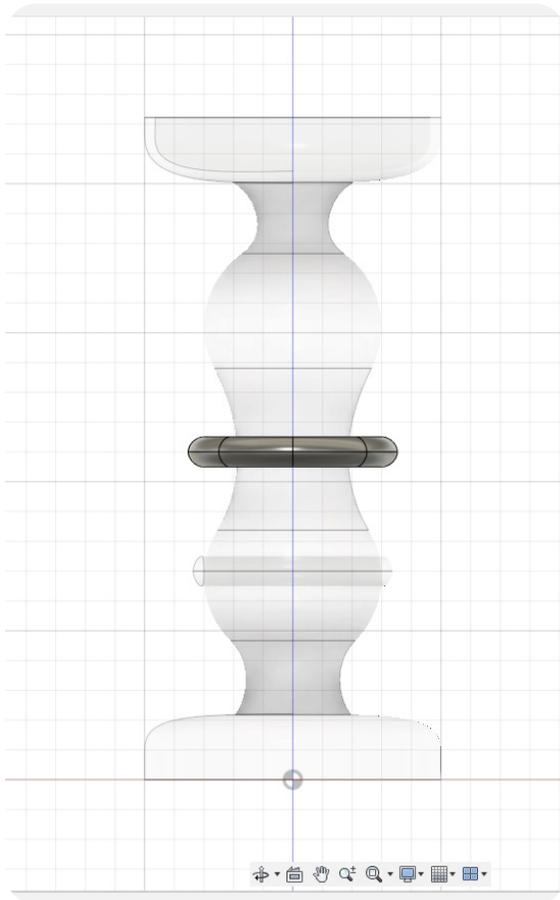
Generative Design 탐색 시 개체 생성에 영향을 줄 수 있는 추가 개체를 생성합니다. 예제에서는 프리폼 모델링을 이용하 도넛 형상인 Torus를 쫓대 형상 중앙에 추가하였습니다.



# 18

## 추가된 유지형상 개체 편집

추가된 개체는 촛대의 중간 정도에 위치시켰으며, 내/외부의 모서리를 스케일 조절로 좀 더 얇게 편집하였습니다.



# 19

## 형상 검토

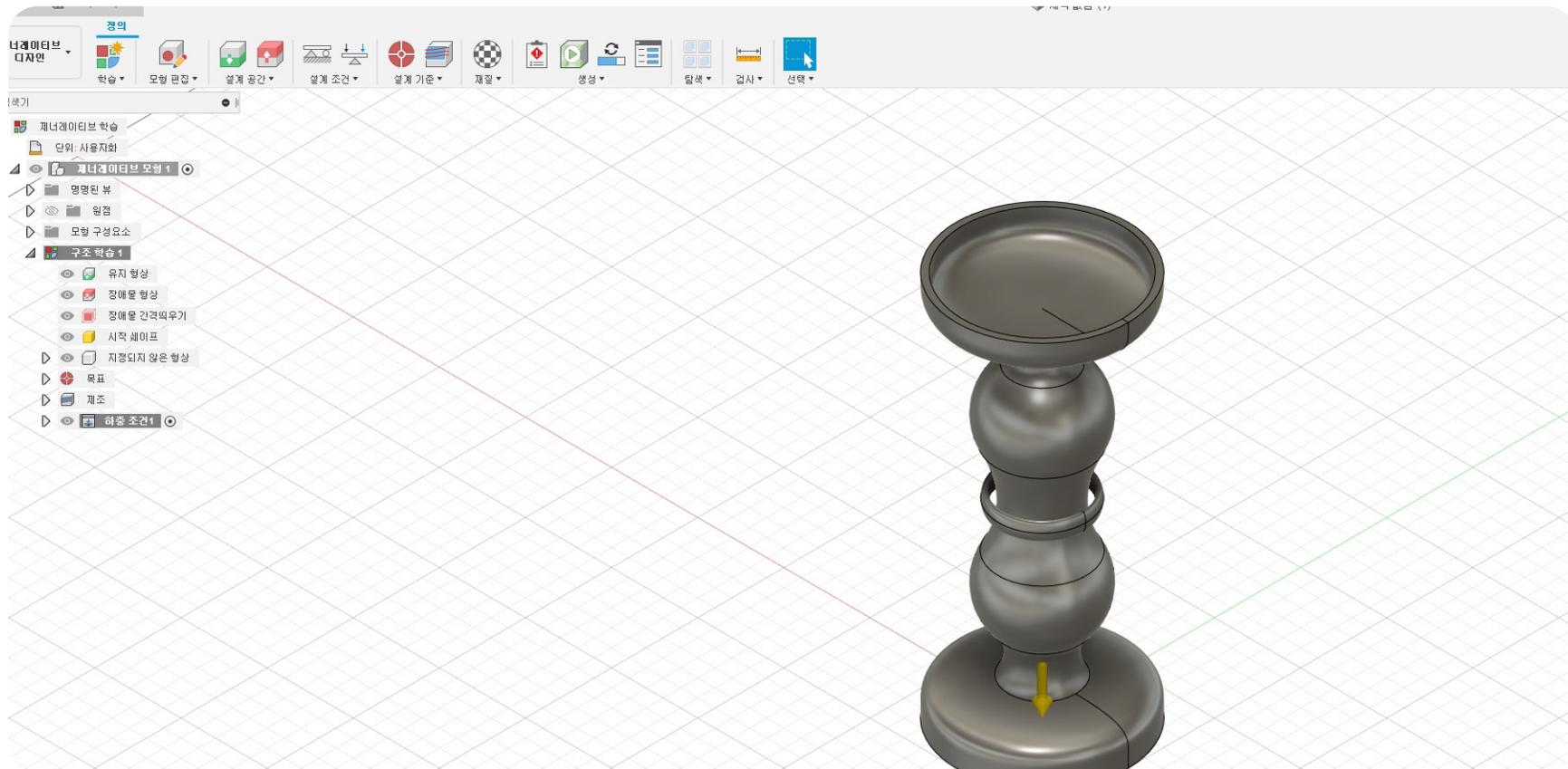
Torus까지 추가/편집이 완료되었다면 프리폼 모델링을 종료하여 전체적인 형상을 검토합니다.



## 20 제너레이티브 디자인 모드 전환

FUSION 360 메뉴 좌측 상단에 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

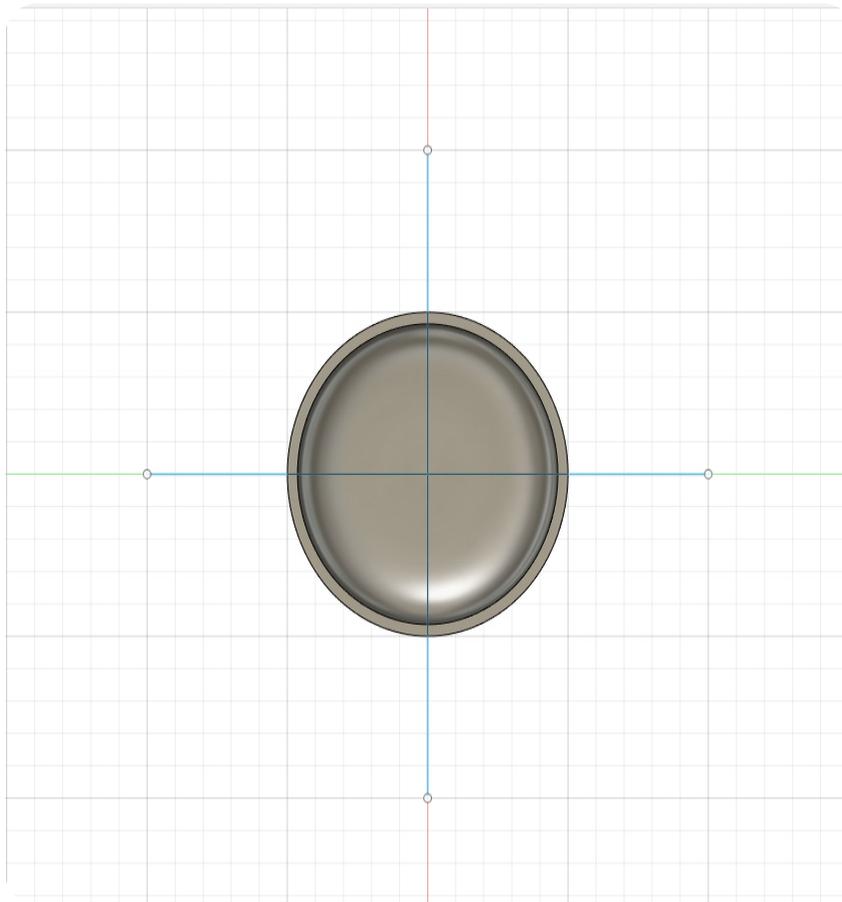
기본적으로 Study1부터 자동 적용되어 Generative Design Study를 진행할 수 있습니다



## 21 기능영역(유지형상) 편집

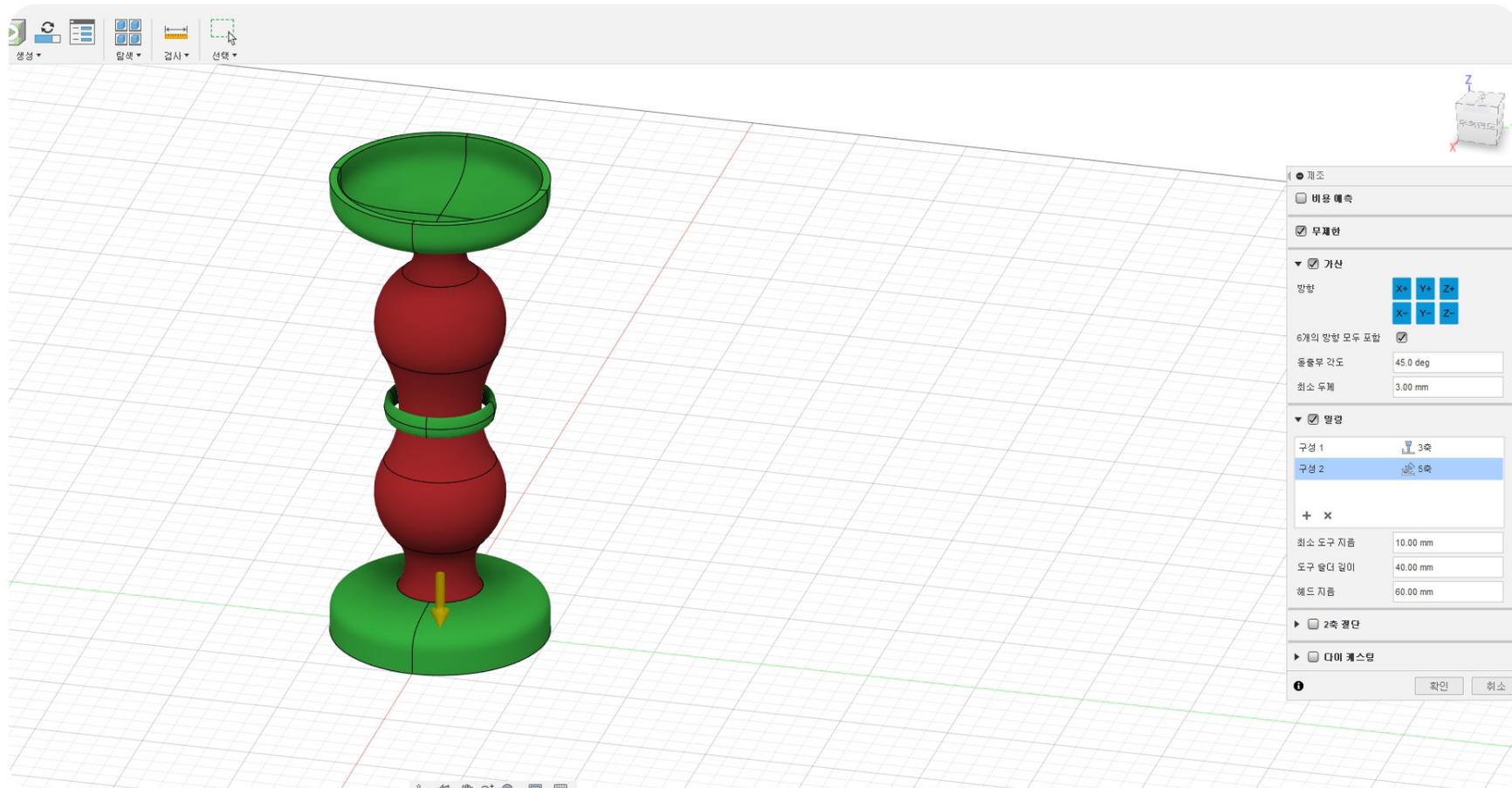
하중 조건을 다양하게 적용하기 위해 유지형상을 편집합니다.

Edit Model에서 촛대의 중심을 가로지르는 선을 그린 뒤 4분할 하였습니다.



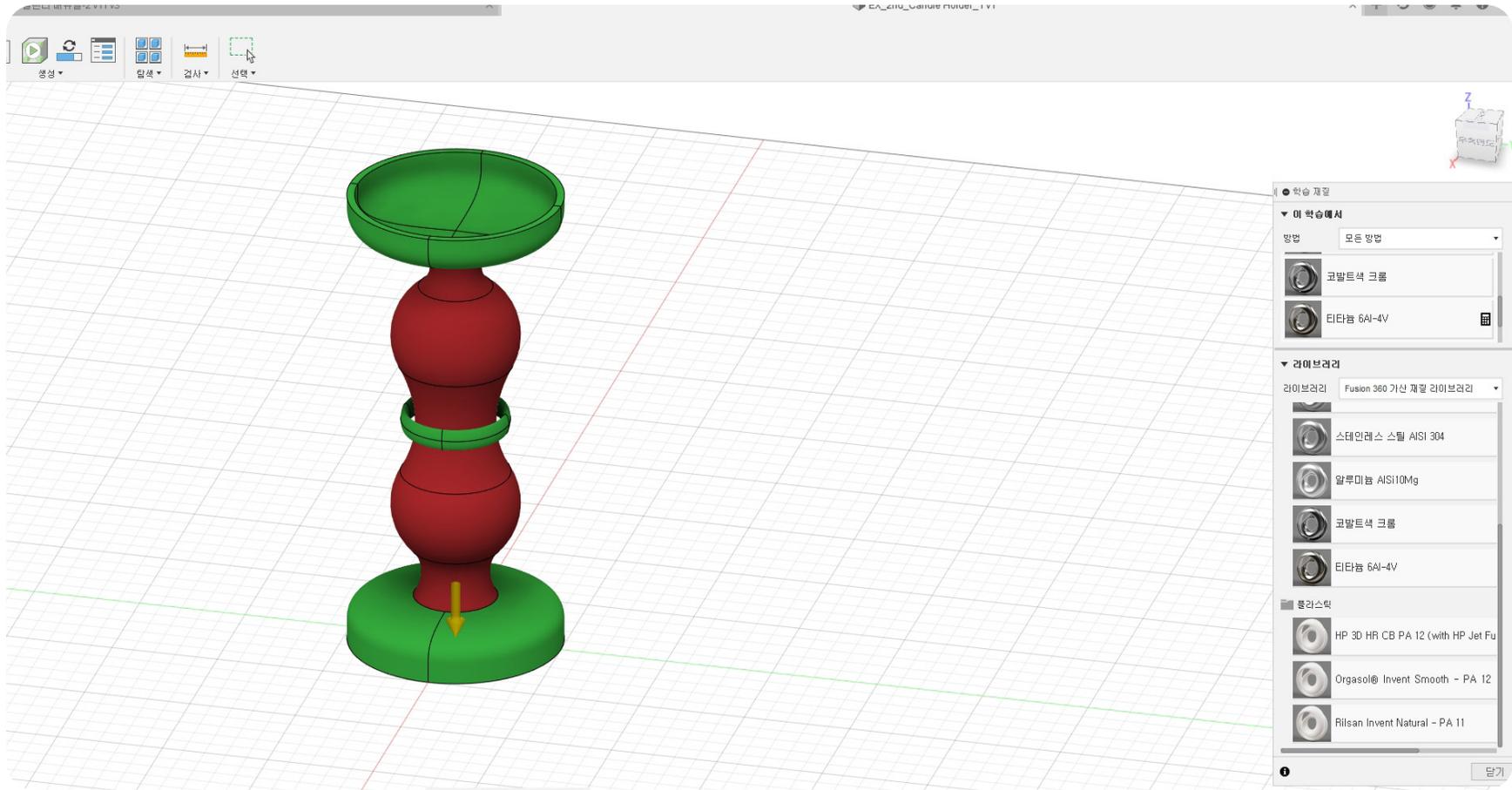
## 22 유지/장애물형상 지정 가공방식 설정

유지형상, 장애물형상을 지정하고 결과물을 생성하는데 사용될 가공방식을 설정합니다.  
예제에서는 적층 및 3축, 5축의 밀링을 선택하였습니다.



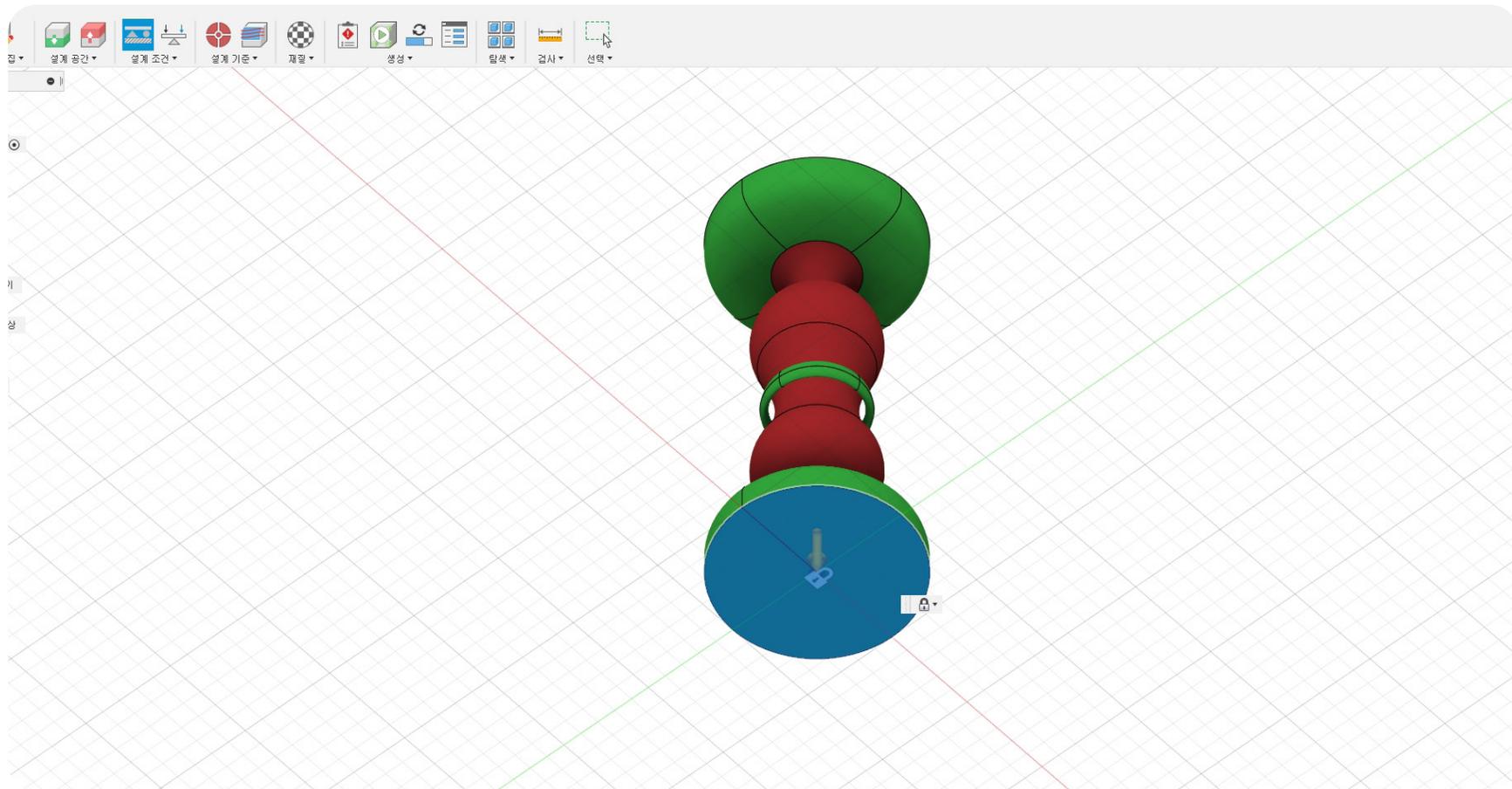
## 23 소재 설정

소재는 FUSION 360에서 제공하는 금속계열의 적층 소재를 선택하였습니다.



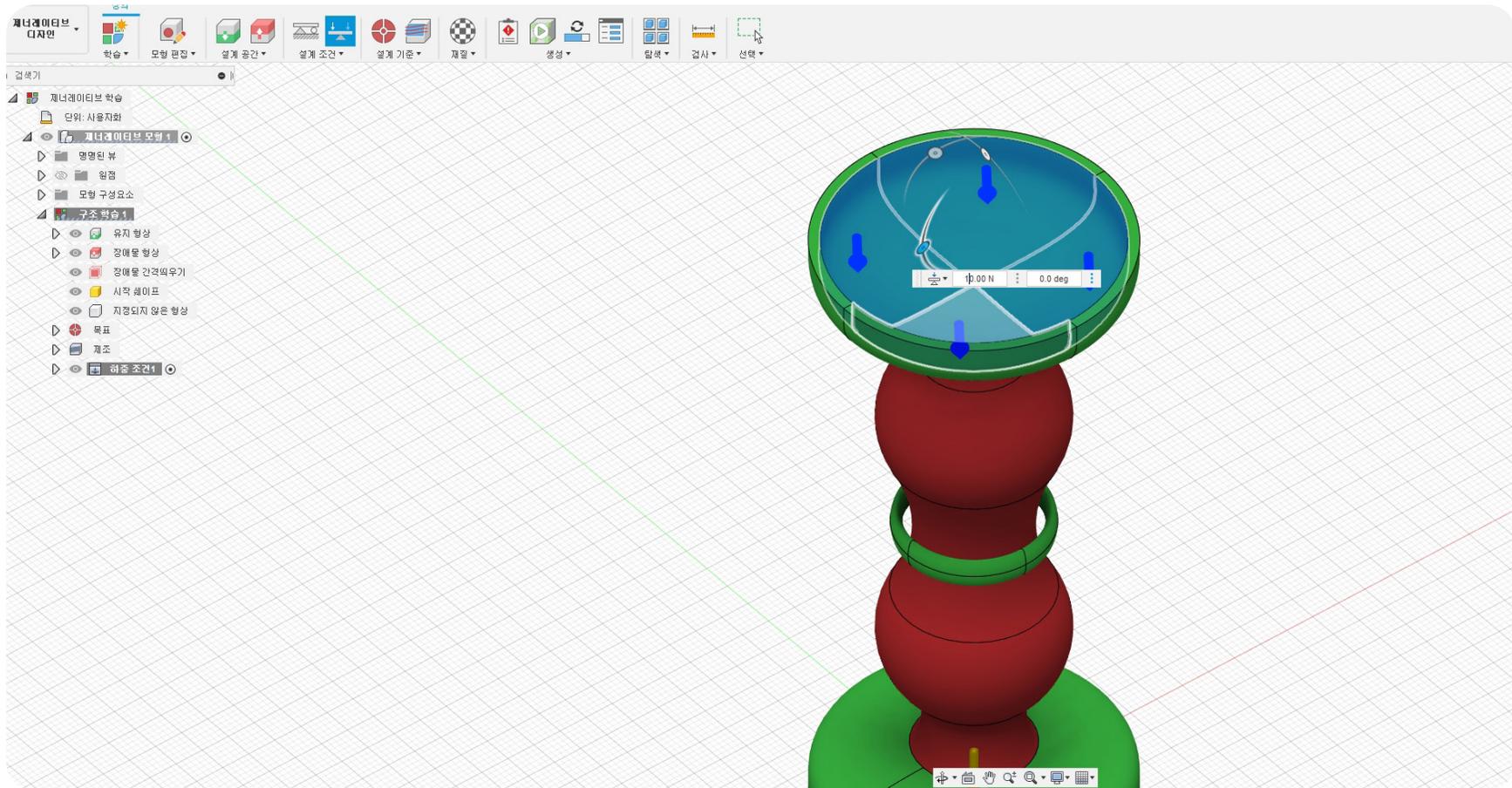
## 24 구속조건 적용

Structural Constraints 기능으로 유지형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.  
 촛대의 받침대 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



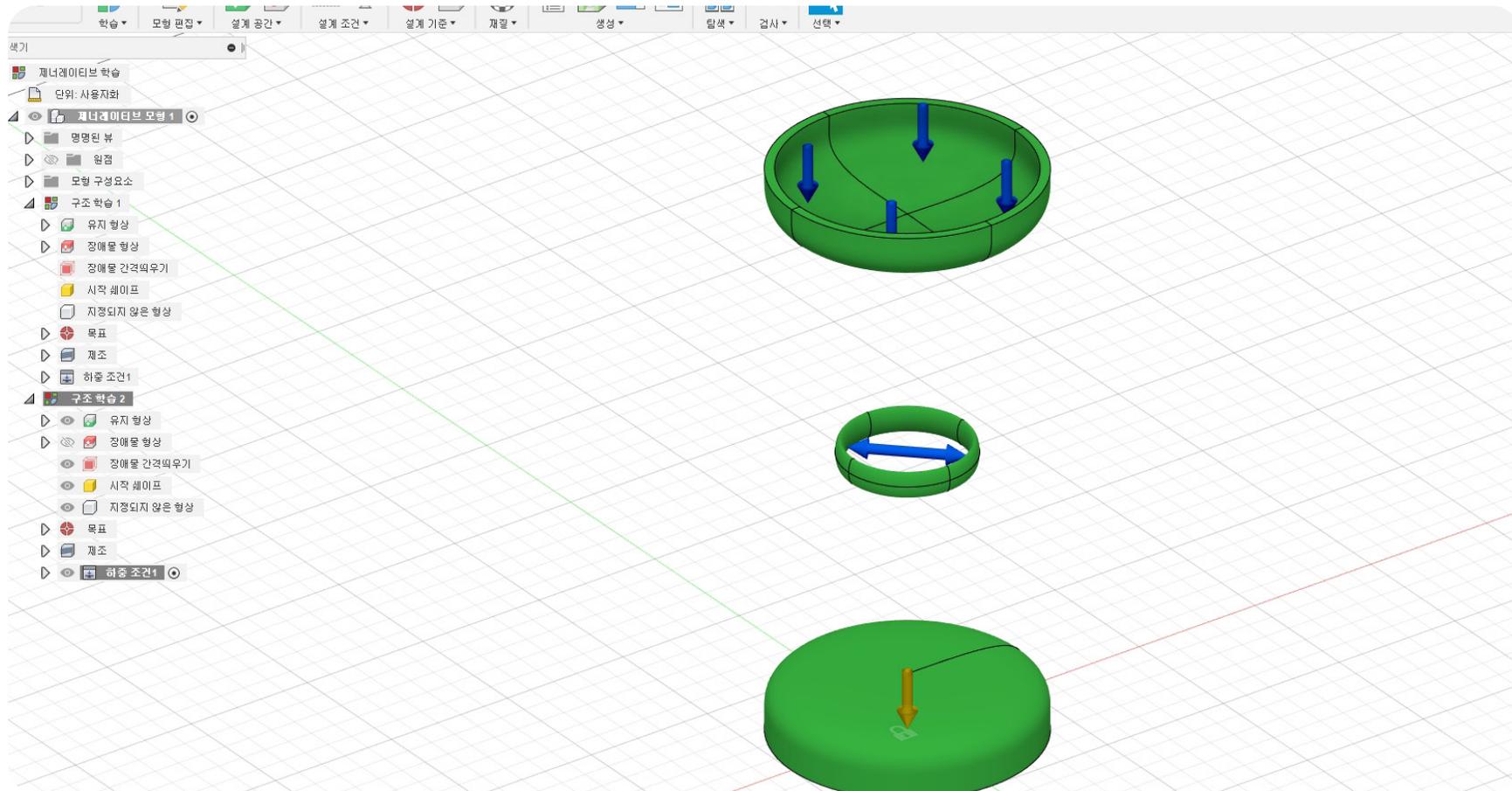
## 25 Study1 하중조건 적용

Study1에서는 상단의 초 받침대에서 누르는 힘을 적용하기위해 분할된 개체에 각각 10N(약1kg)의 하중조건을 적용하였습니다.



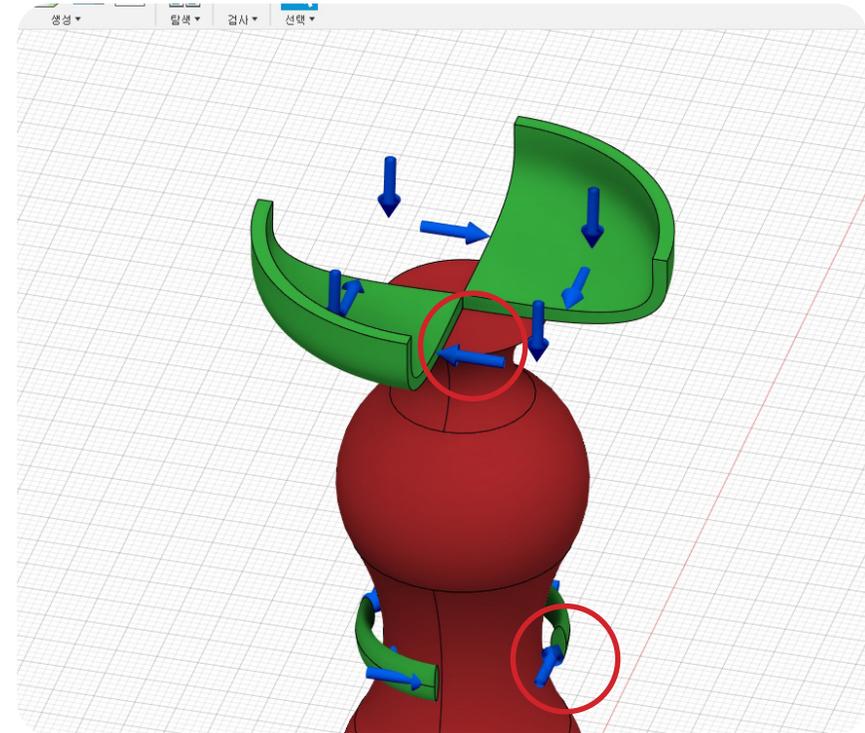
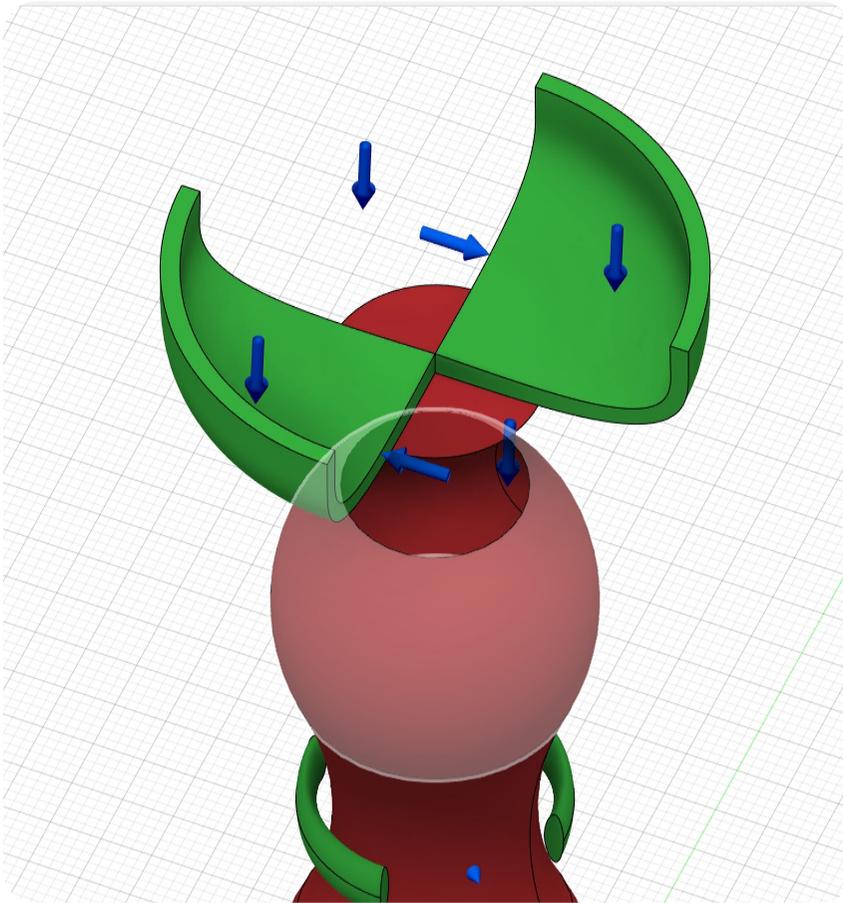
## 26 Study2 하중조건 적용

Study1을 복제하여 Study2를 생성한 뒤, 상단의 초 받침대에 적용된 하중조건 외에 중간에 생성했던 추가 개체에 양 쪽으로 벌어지는 하중조건을 적용하였습니다. 양 쪽으로 벌어지는 하중조건도 각각 10N의 힘을 적용하였습니다.



## 27 Study3 하중조건 적용

Study2를 복제하여 Study3을 생성하였습니다. 상단에서 누르는 힘과 추가 개체에 양쪽으로 벌어지는 힘에다 4분할 시켰던 상단의 초 받침대와 중간 추가 개체의 절단면에 서로 다른 방향으로 하중조건을 적용하였습니다.

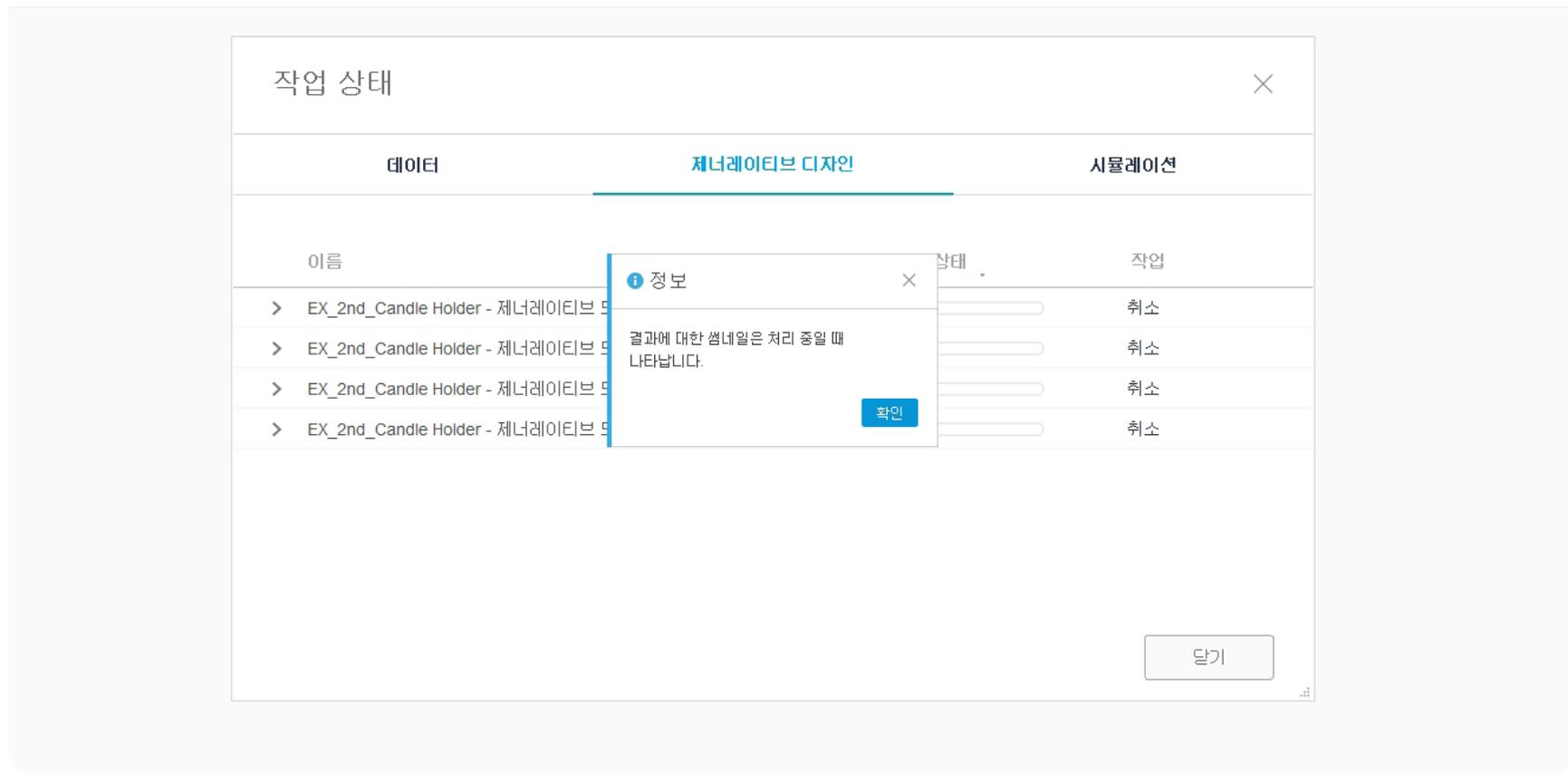


절단면을 선택하기 위해 유지형상의 파트 일부를 숨기기 하여 그림과 같이 서로 엇갈리게 하중을 적용하였습니다. 표시된 파트와 숨긴 파트를 Swap시켜 나머지 파트의 절단면에도 하중을 적용합니다.

## 28 제너레이티브 디자인 실행

모든 Study 설정이 완료되었습니다. 예제와는 별개로 각자 하중조건이나 추가 개체를 생성하여 Study를 진행한다면 좀 더 다양한 결과물을 얻을 수 있습니다. 연산이 되는 동안 잠시 기다리면 결과물이 생성됩니다.

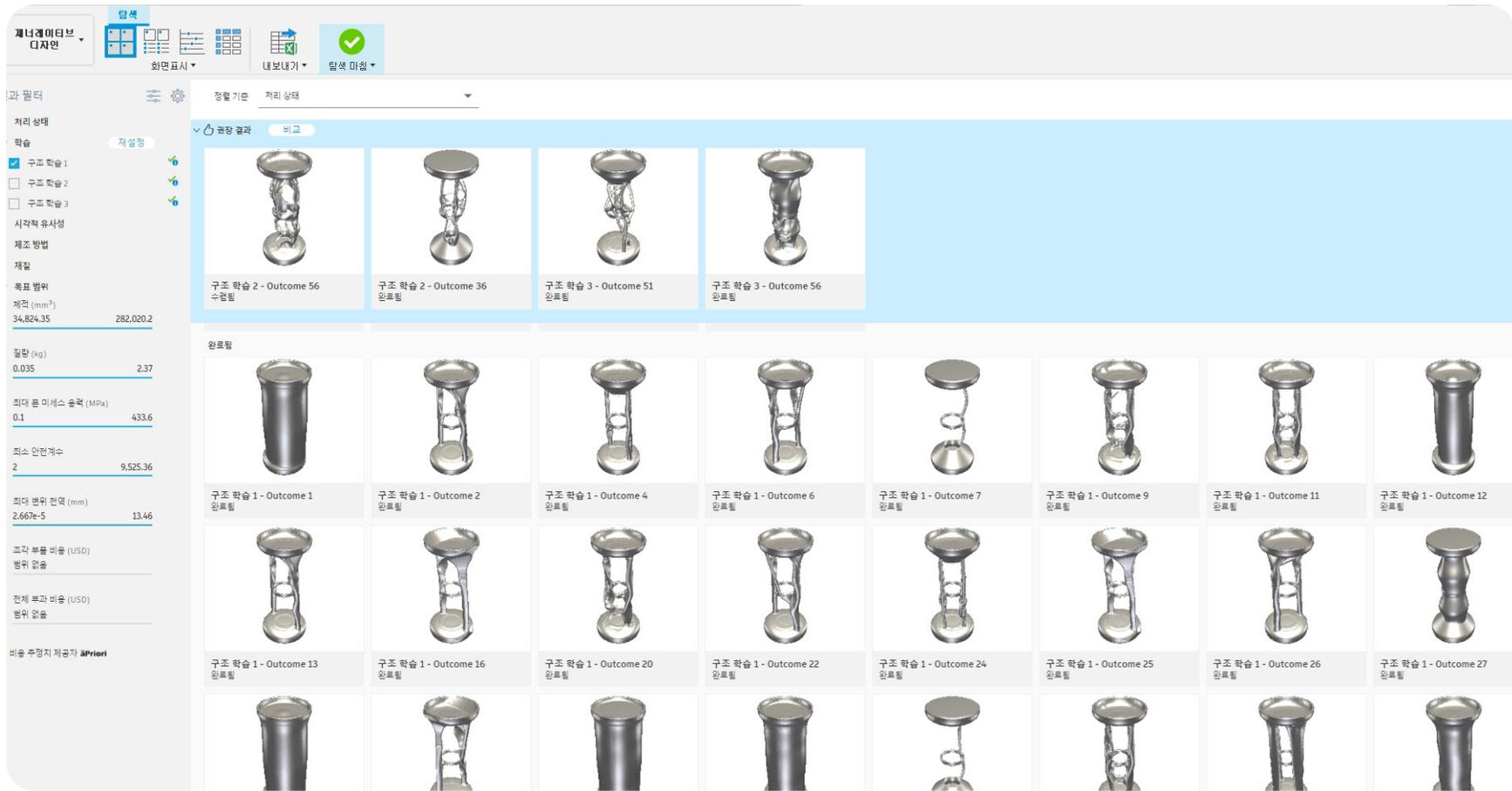
모델 기준 선택 상태



# 29 Study1

초 받침대에서 누르는 하중만 적용하였던 Study1의 탐색 결과물입니다.

하중조건이 위에서 누르는 단일 하중으로만 적용되니 구조 또한 단순하게 생성되는 것을 볼 수 있습니다.



# 30 Study2

초 받침대의 하중과 추가 개체에 양쪽으로 벌어지는 하중을 적용하였던 Study2의 탐색 결과물입니다.

The screenshot shows a generative design software interface. On the left, there is a sidebar with various filters and settings:

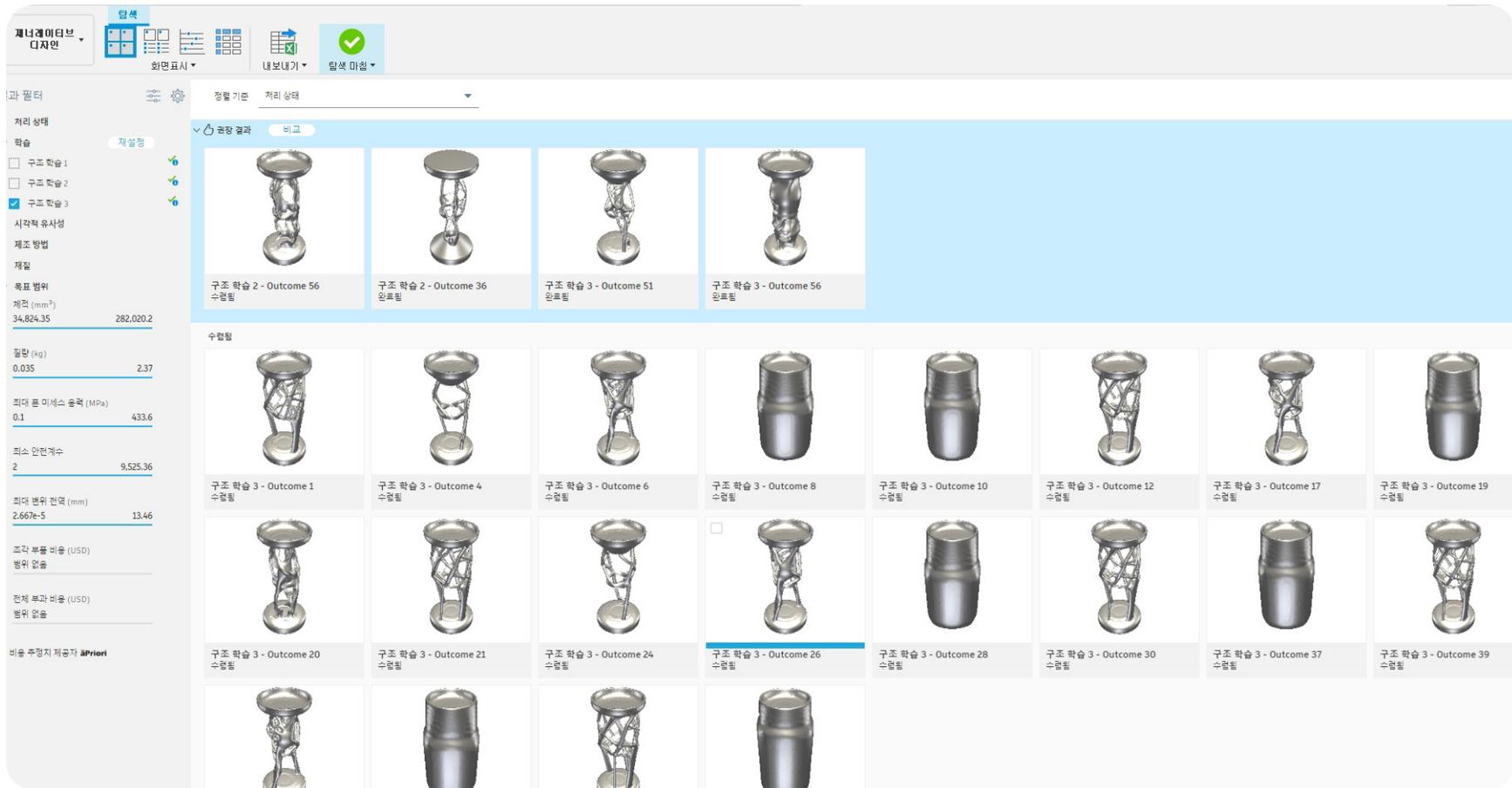
- 서미 영대**
- 학습** (Learning):
  - 구조 학습 1
  - 구조 학습 2
  - 구조 학습 3
- 시각적 유사성** (Visual Similarity)
- 제조 방법** (Manufacturing Method)
- 재질** (Material)
- 목표 범위** (Target Range):
  - 체적 (mm<sup>3</sup>): 34,824.35 to 282,020.2
  - 질량 (kg): 0.035 to 2.37
  - 최대 폰 미세스 응력 (MPa): 0.1 to 433.6
  - 최소 안전계수: 2 to 9,525.36
  - 최대 변위 전역 (mm): 2.667e-5 to 13.46
  - 조각 부품 비용 (USD): 범위 없음 (No range)
  - 전체 부품 비용 (USD): 범위 없음 (No range)
- 비용 추정지 제공자: **APriori**

The main area displays a grid of 30 design outcomes, each with a 3D model and a label:

- 구조 학습 2 - Outcome 56 (수렴됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 36 (완료됨)
- 구조 학습 3 - Outcome 51 (완료됨)
- 구조 학습 3 - Outcome 56 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 2 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 4 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 5 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 6 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 7 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 9 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 14 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 15 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 16 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 17 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 18 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 20 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 25 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 26 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 27 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 29 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 33 (완료됨)
- 구조 학습 2 - Outcome 34 (완료됨)

# 31 Study3

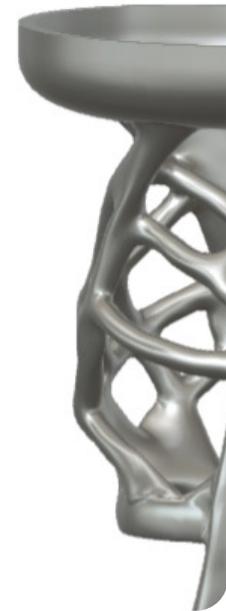
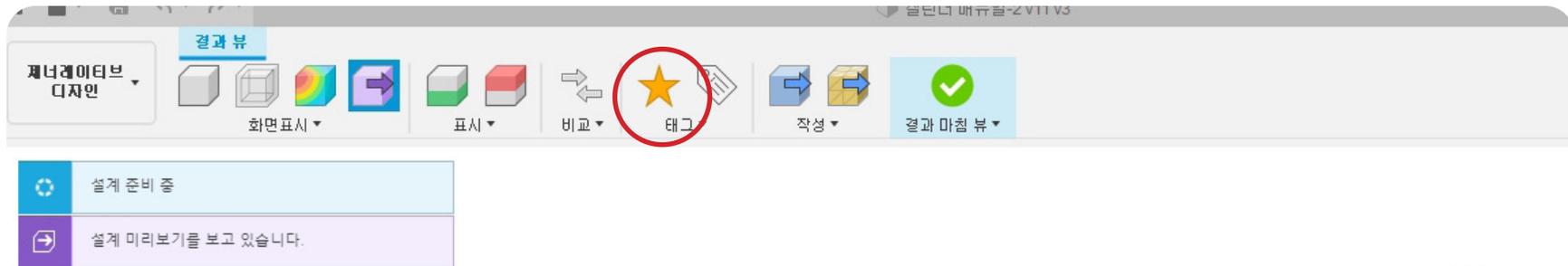
초 받침대와 추가 개체에 서로 다른 방향의 하중을 추가로 적용하였던 Study3의 탐색 결과물입니다.  
 장애물 형상에 영향을 받으며 서로 다른 방향으로 비틀어지게 적용된 하중에 의해 다양한 결과물이 생성되었습니다.



## 32 결과물 내보내기과 즐겨찾기

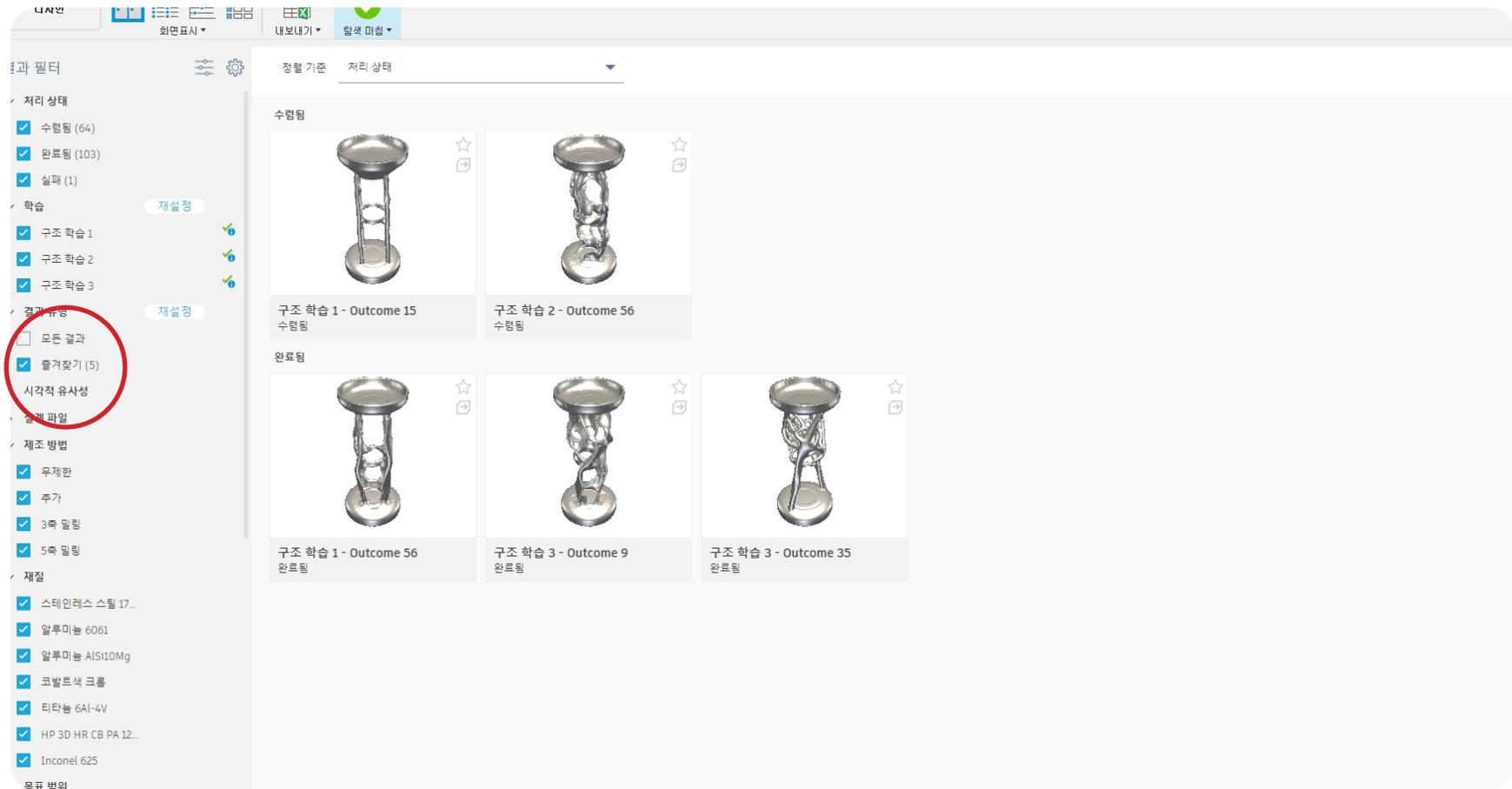
여러 탐색 결과물 중 마음에 드는 결과물을 선택하여 내보내기 합니다.

결과 미리보기 종료 이후에 내보내기 한 시안을 찾기 쉽게 하도록 즐겨찾기에 체크를 해주었습니다.



### 33 즐겨찾기 관리

결과물을 내보내는 데에는 약간의 시간을 필요로 합니다. 마음에 드는 여러 시안을 내보내기를 실행 시킨 뒤, 내보내기 했던 시안을 빠르게 찾기 위해 왼쪽의 결과유형에서 모든 유형에서 체크해제를 한 뒤, 즐겨찾기만 활성화 시켜 체크 해두었던 시안을 바로 확인 할 수 있습니다.



## 34 제너레이티브 디자인 결과물 디자인 검토

내보내기 완료 후 렌더링 작업을 진행한 결과물입니다. 좌측부터 Study1, Study2, Study3, Study3(다른 시안)입니다. 다른 형태의 다양한 결과물은 디자이너나 설계자에 의해 가공되어 최종 디자인으로 제안될 수 있습니다.



Study 1



Study 2



Study 3-1



Study 3-2



완성된 디자인의 제너레이티브 디자인 'Candle Holder' 입니다.

제너레이티브 디자인을 조형탐색, 조형 아이디어 발상의 목적으로 사용한다면, 설계 목표 달성을 위한 요구조건 뿐아니라 다양한 하중조건, 추가(유지형상) 개체, 장애물형상, 시작형상 등을 이용하여 좀 더 다양한 결과물을 얻어 낼 수 있습니다.



05

FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 휠 만들기

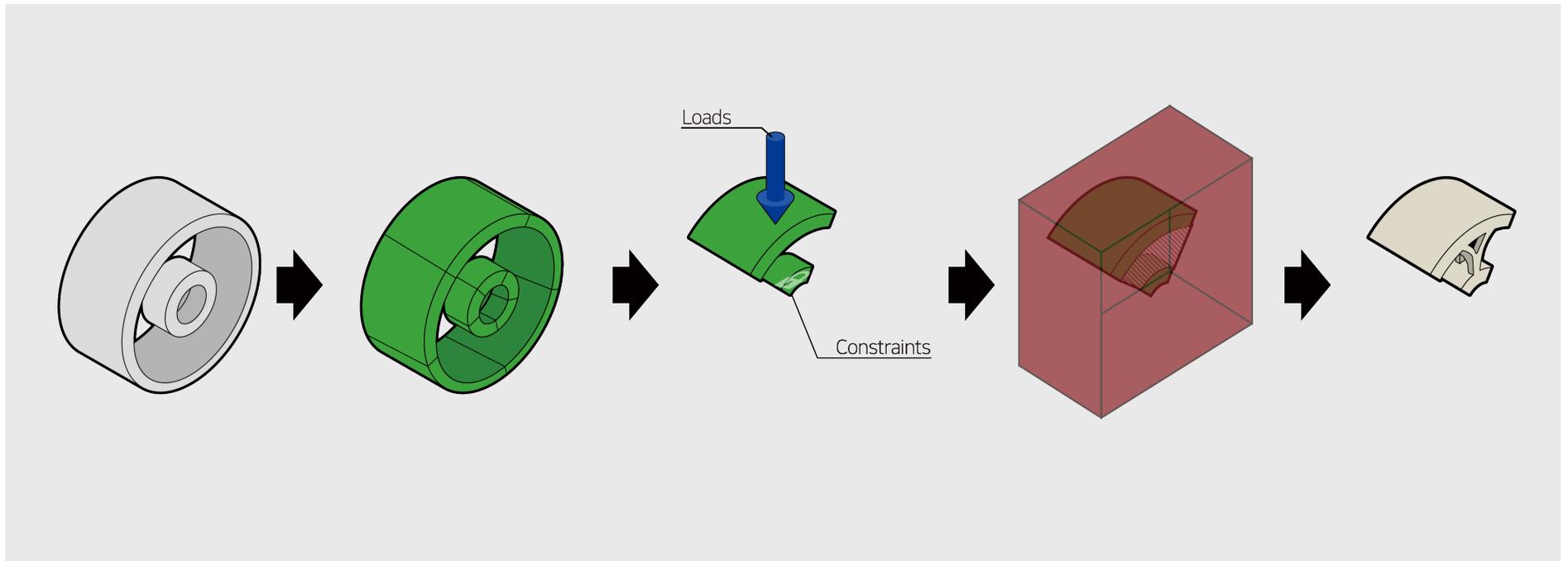
## 제너레이티브 디자인 휠 만들기

## A. 기본 도형을 이용한 휠 만들기 이해

## 1 Tube + Tube

크기가 다른 두 개의 겹친 튜브를 쪼개고 하중을 부여하여 조형을 생성할 수 있습니다.

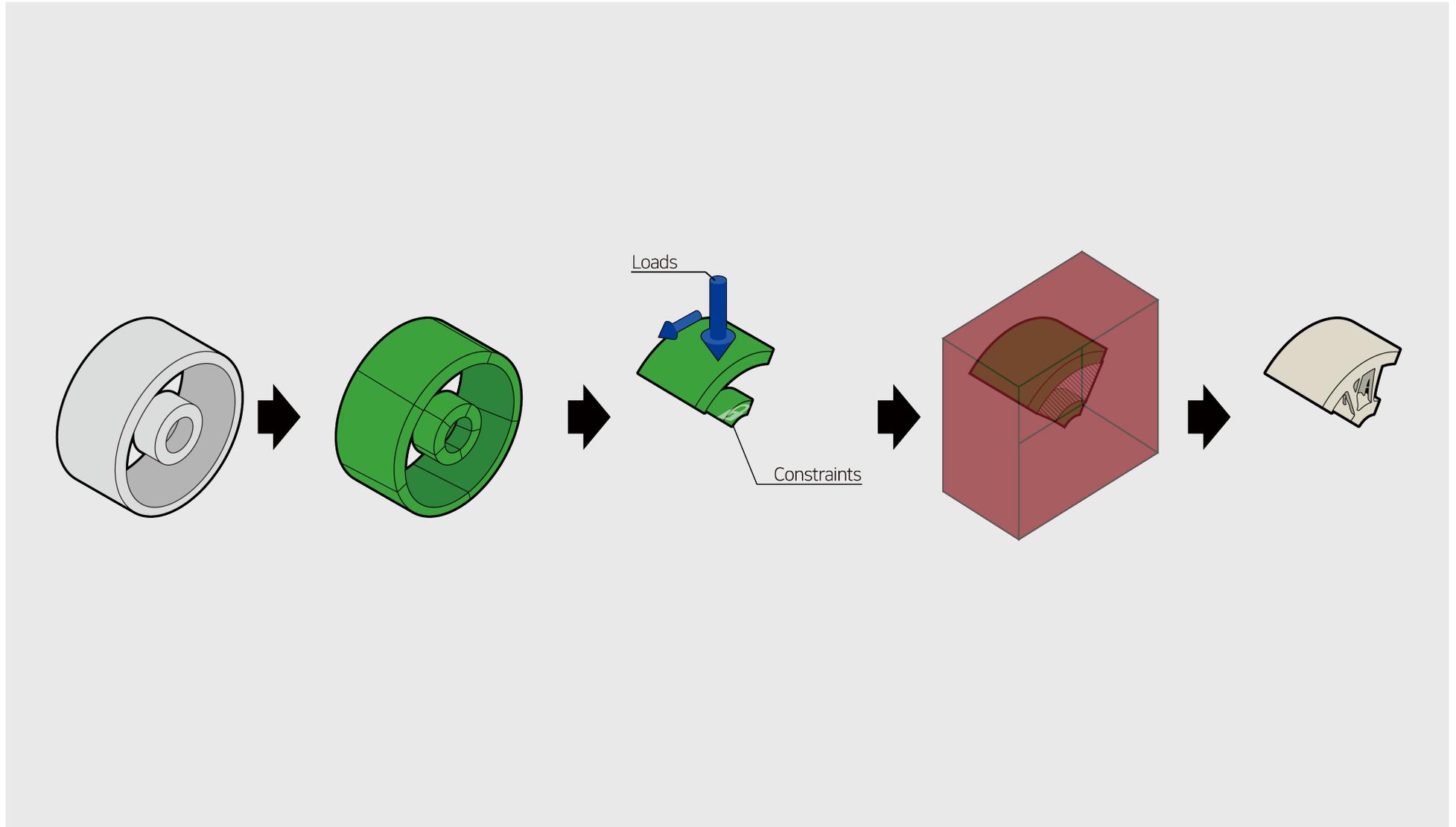
▶ 단일 하중



## 2 Tube + Tube

크기가 다른 두 개의 겹친 튜브를 쪼개고 하중을 부여하여 조형을 생성할 수 있습니다.

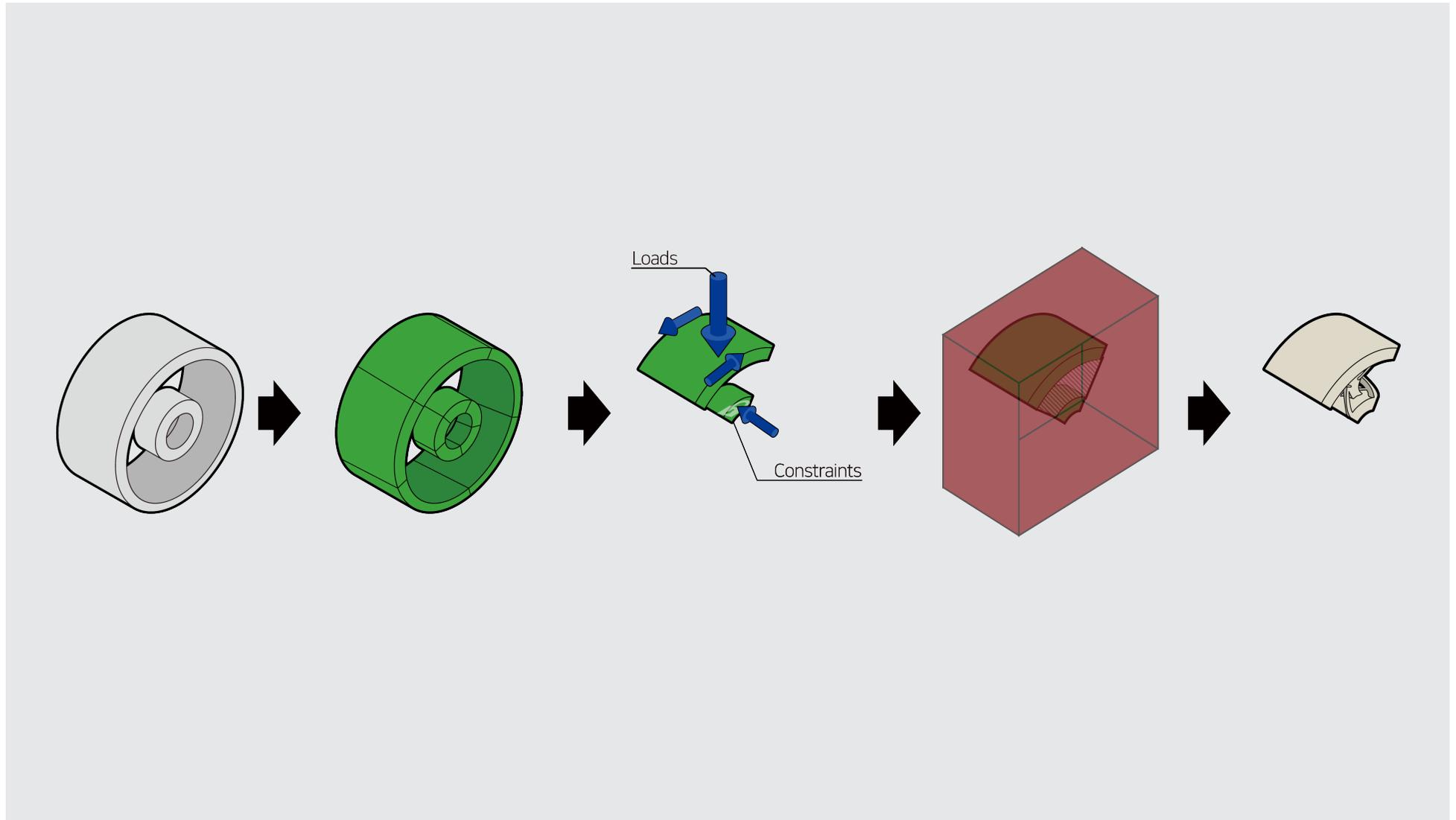
▶ 다중 하중



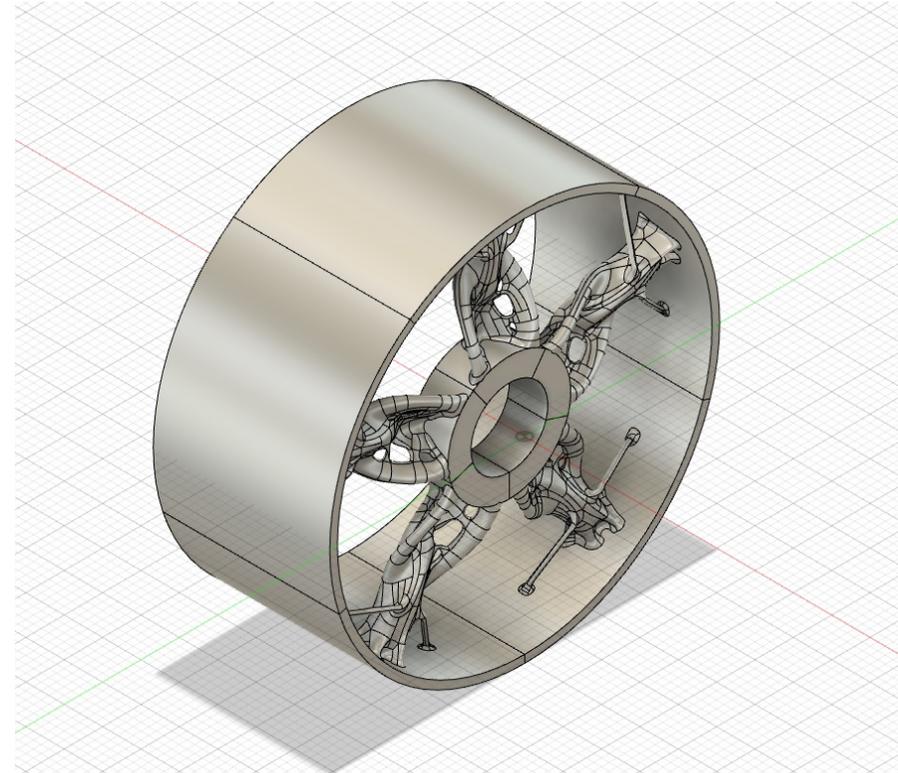
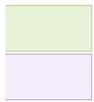
### 3 Tube + Tube

크기가 다른 두 개의 겹친 튜브를 쪼개고 하중을 부여하여 조형을 생성할 수 있습니다.

▶ 다중 하중



B. 제너레이티브 디자인을 활용하여 자동차 휠 만들기



튜브형태의 두 객체를 쪼개서 생성한 제너레이티브 결과물과 결과물의 원형 배열을 통해 만든 휠의 형상

동일한 구속조건 아래 다양한 방향에서의 하중을 고려해야 할 제품이라면.. 또, 그 힘과 조형이 일정한 패턴을 가진 제품이라면 하중을 전체적으로 적용할 필요 없이 패턴을 분석하여 객체를 쪼개서 제너레이티브 디자인을 적용할 수 있습니다.

# 05

## 제너레이티브 디자인 휠 만들기

### 미리보기

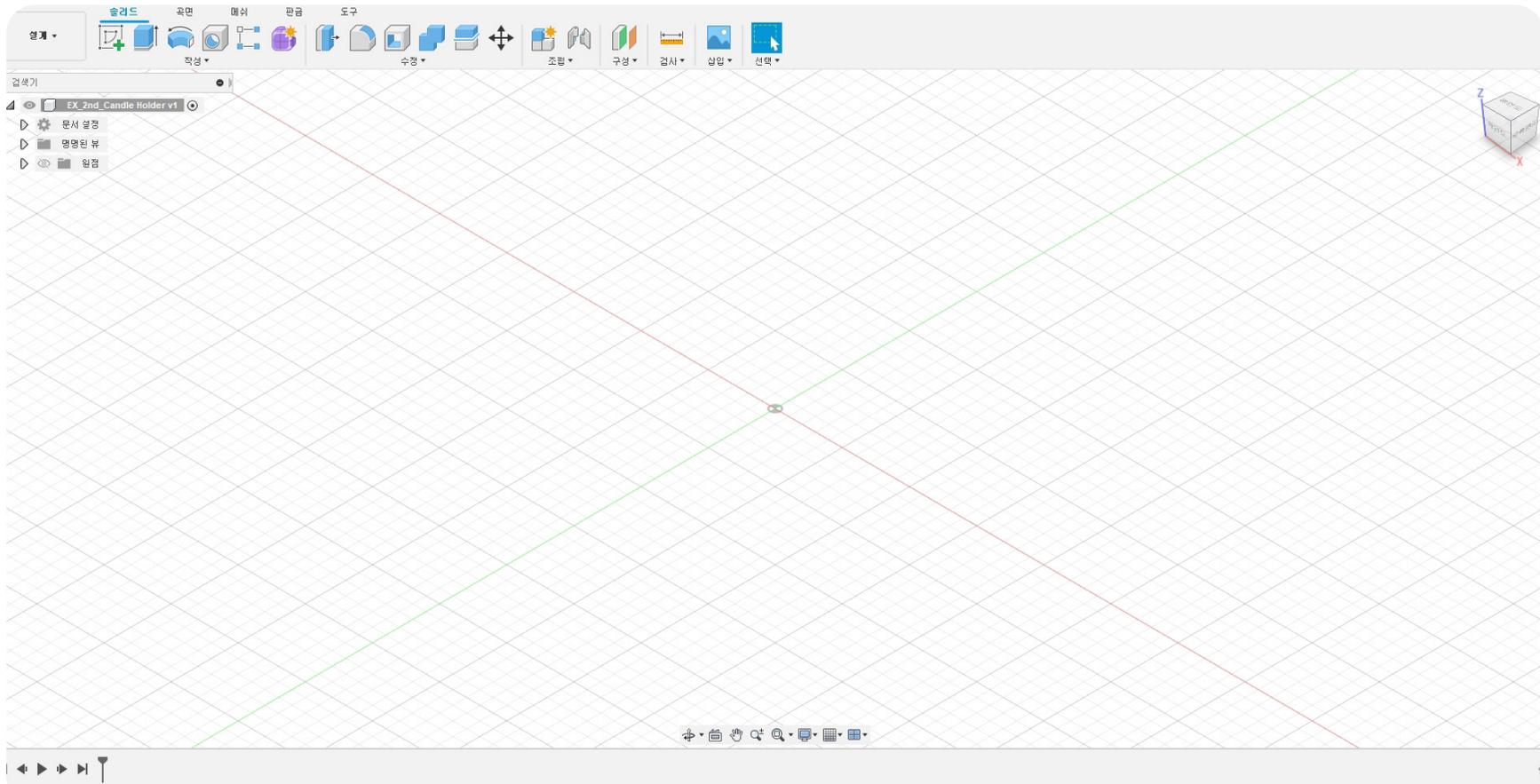
본 예제를 통해서 제작해 볼 제너레이티브 디자인을 이용한 자동차 휠 디자인입니다.

동일 한 위치에 구속조건을 두고 여러 방향에서 하중조건이 적용될 때 조형의 일부를 쪼개서 하중을 적용하고 생성된 결과물을 패턴으로 배열하여 합치면 다시 하나의 조형으로 디자인을 제안 할 수 있습니다.



# 1 FUSION 360 실행

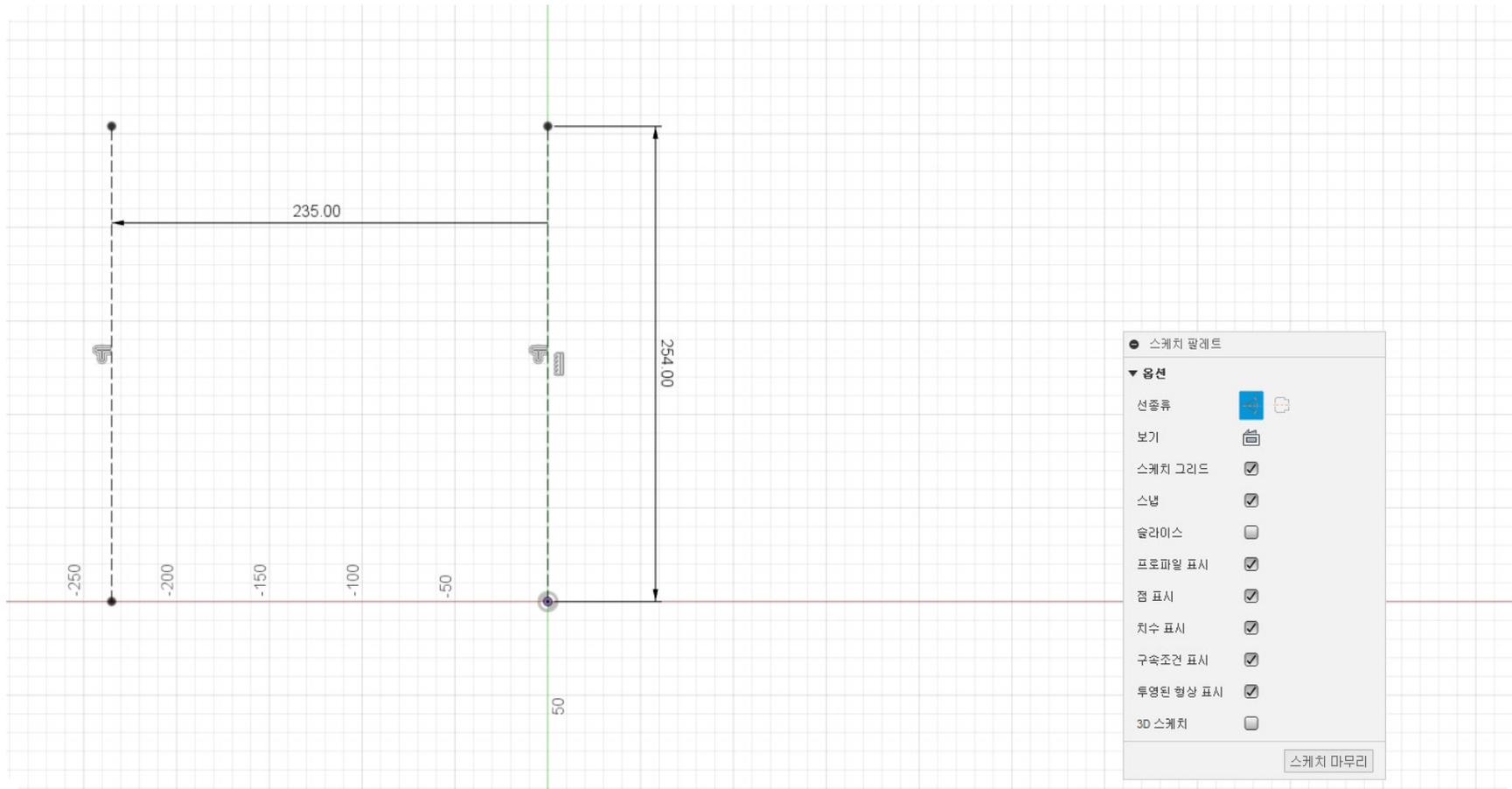
자동차의 휠을 제너레이티브 디자인으로 만들어보겠습니다. 예제의 유지형상 모델링을 위해서 Fusion 360을 실행시킵니다. FUSION 360의 기본 워크스페이스인 설계 모드에서 휠의 기본 형상을 그려봅니다.



## 2 휠 도면을 기준선 그리기

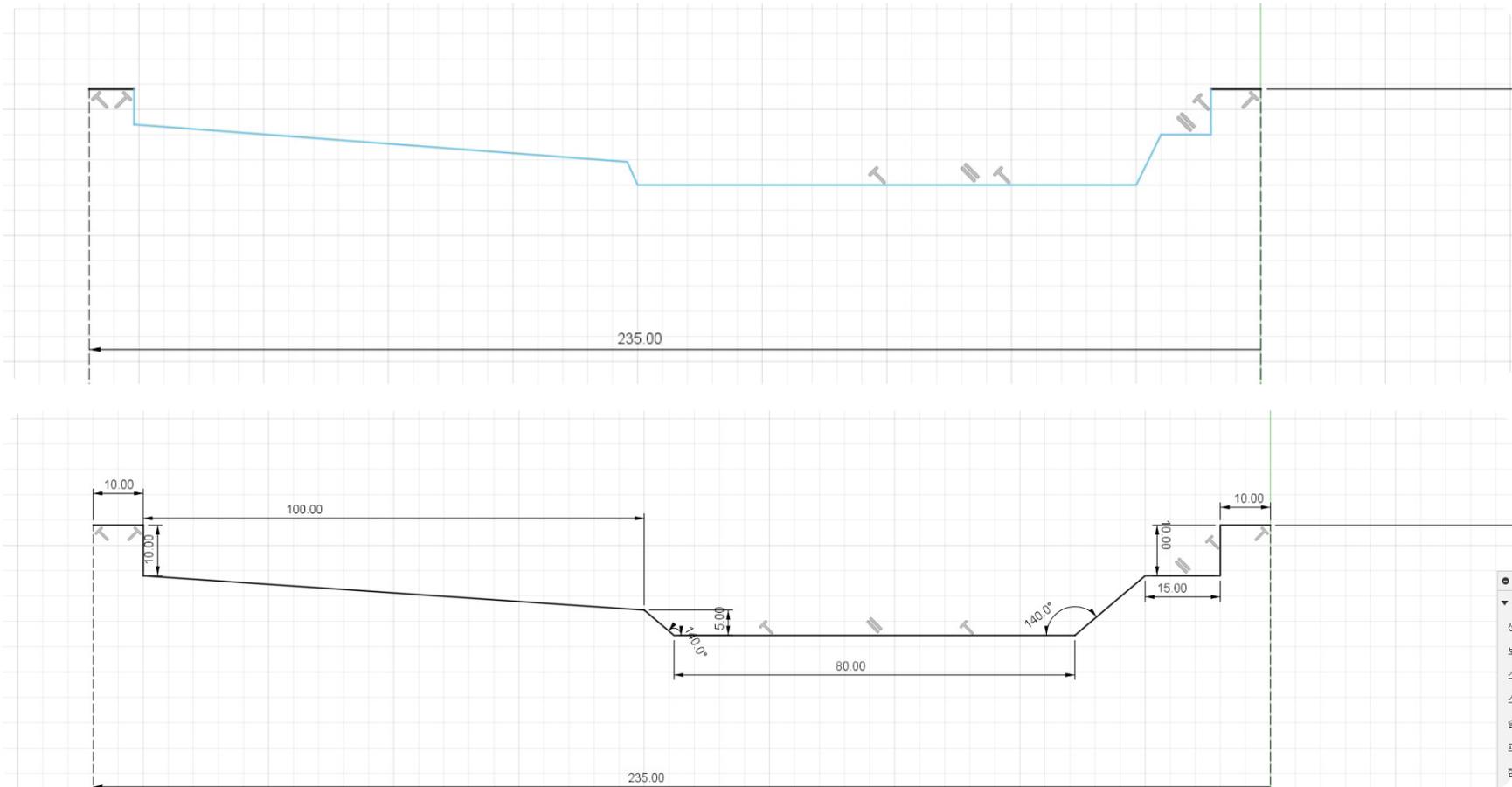
휠의 기본형상을 그리기 위한 도면을 그려보겠습니다.

원점으로 부터 245mm 길이의 수직선과 235mm 거리로 간격을 띄어준 기준선을 그려줍니다.



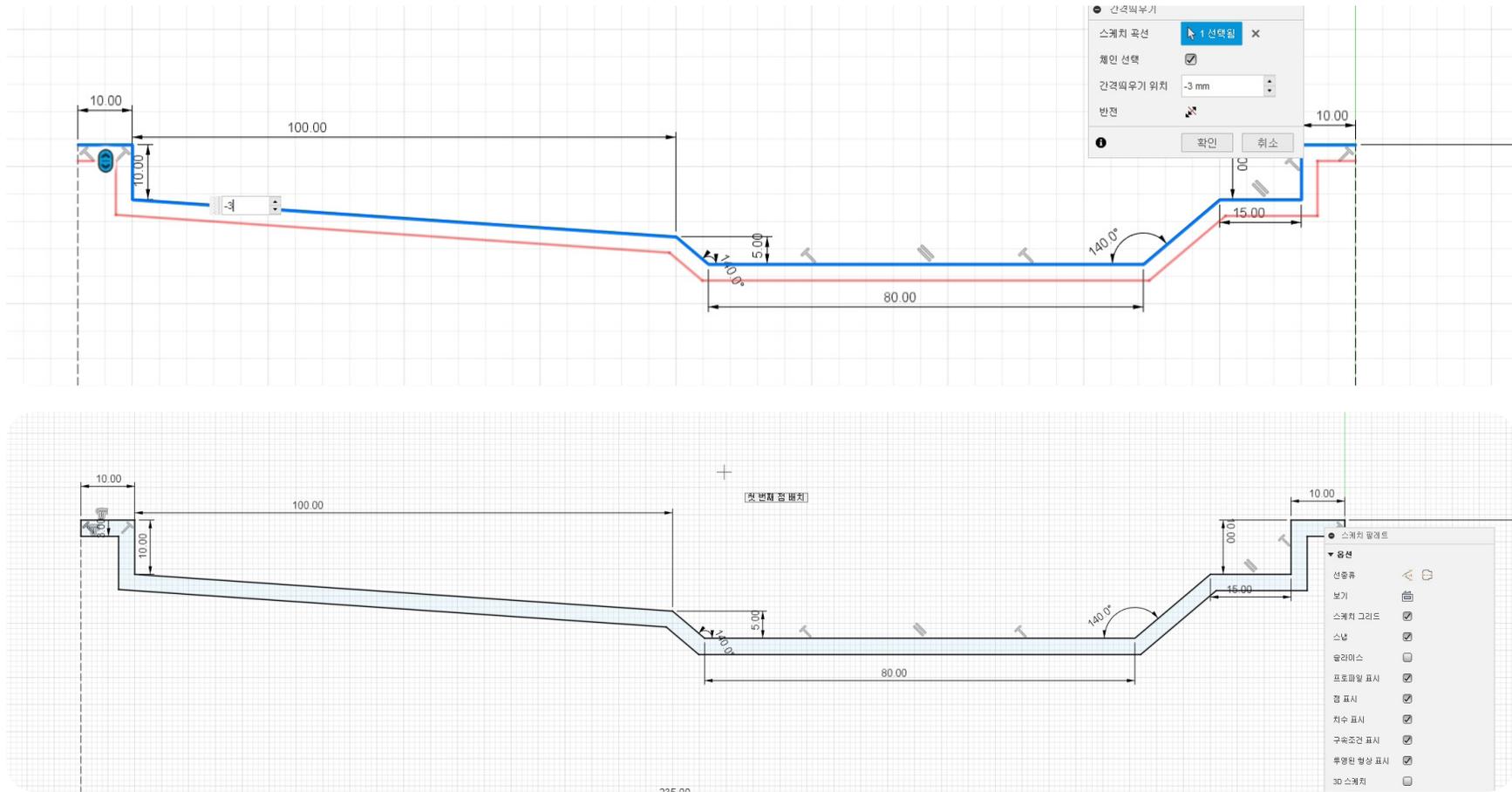
### 3 림 형상 그리기-1

자동차 휠의 림 부분을 도면으로 그려보겠습니다.  
 기준선의 위 쪽 끝점을 중심으로 아래와 같이 림의 형상을 그렸습니다.



#### 4 림 형상 그리기-2

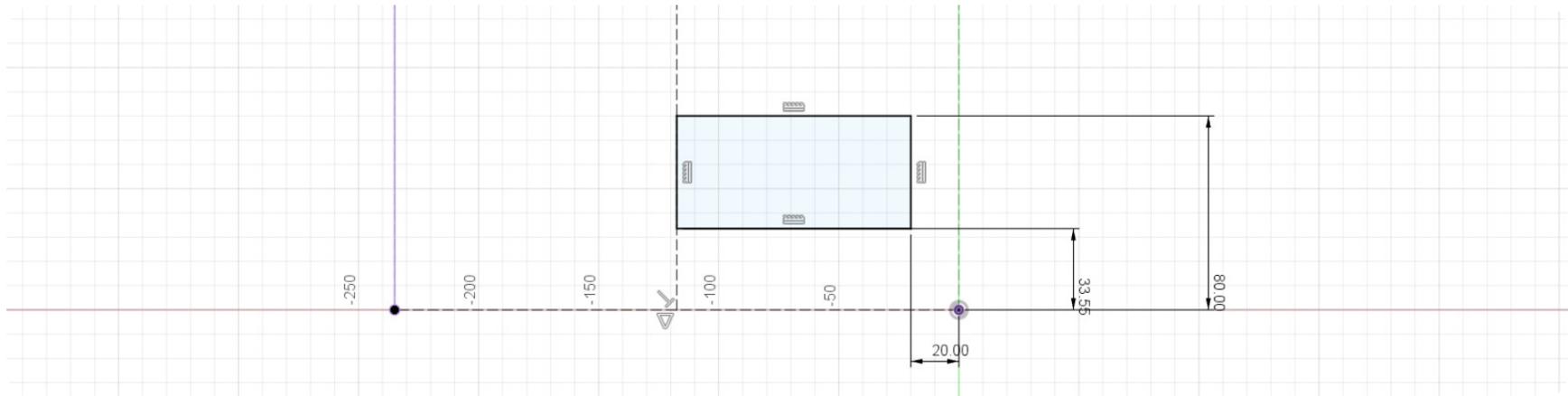
림의 단면 형상을 완성하기 위해서 앞에서 그려준 도면의 간격띄우기를 실행하여 두께를 적용하고, 두 간격띄운 선의 끝점을 연결하여 닫힌 커브로 완성하여 줍니다.



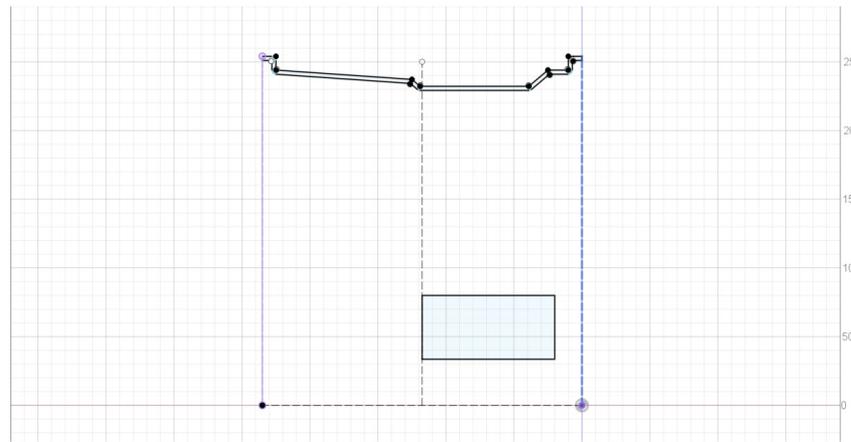


## 6 허브 및 디스크 형상 그리기-2

그림과 같이 디스크의 위치와 크기를 치수를 입력하여 그려줍니다.  
휠의 림과 디스크를 생성하기 위한 도면 준비가 끝났습니다.

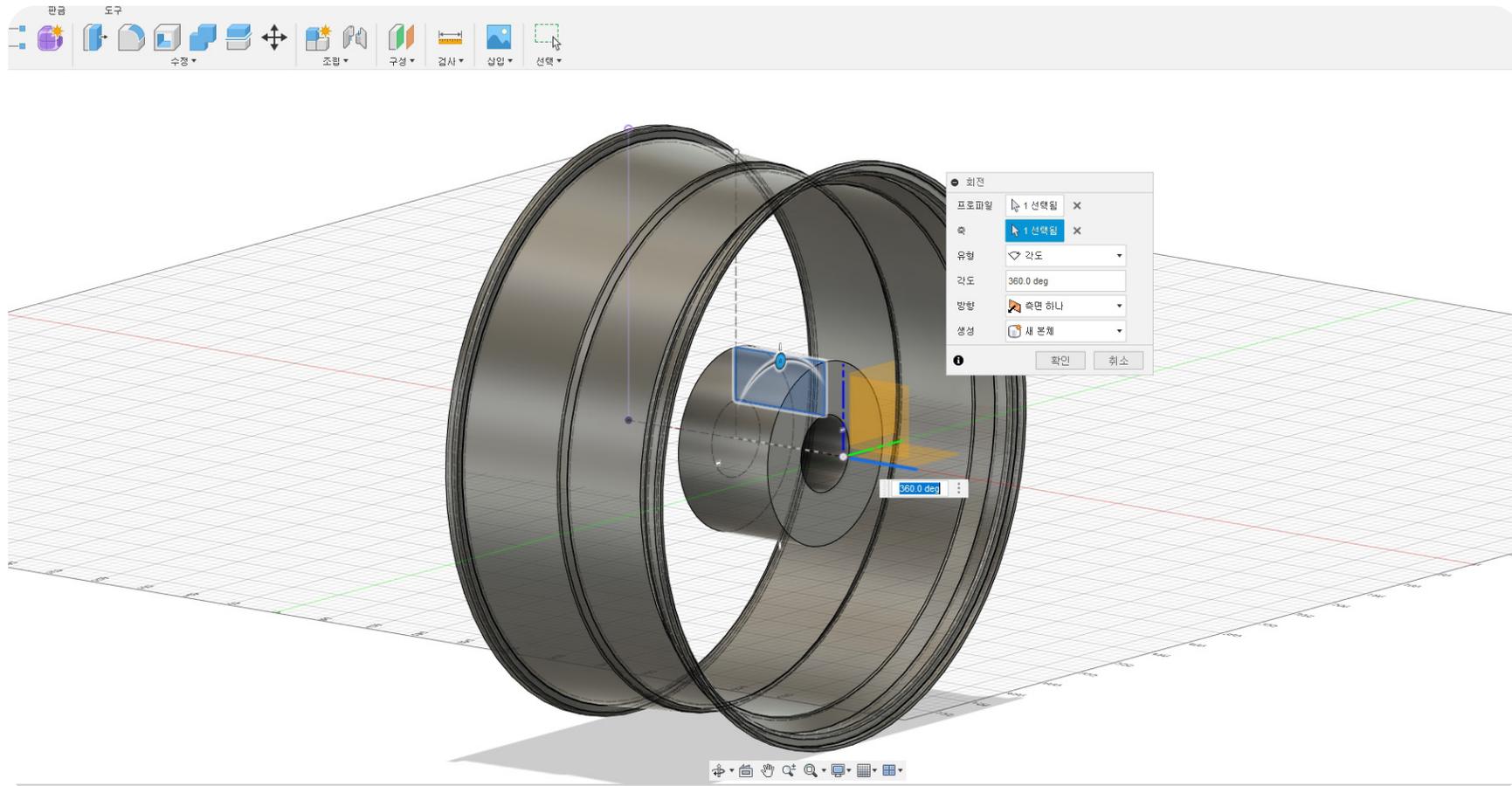


- ▶ 형상 설정
- ▶ 명명된 뷰
- ▶ 필름
- ▶ 스택



## 7 림과 디스크 솔리드 생성

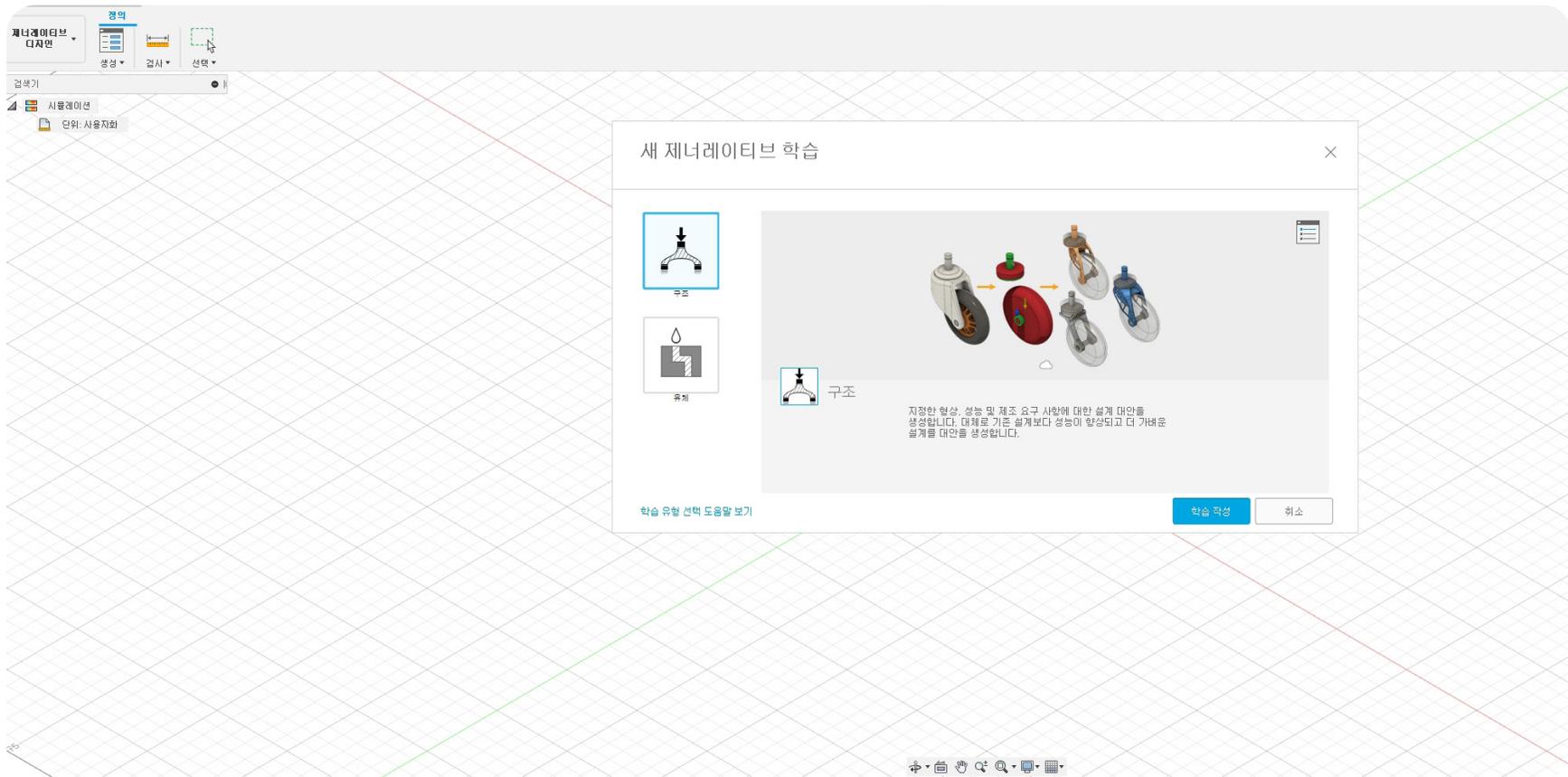
스케치로 그려준 림과 디스크 객체는 원점의 축을 기준으로 360도 회전하여 솔리드 객체로 생성합니다. 생성된 객체는 제너레이티브 휠을 만들기 위한 유지형상으로 사용됩니다.



## 8 제너레이티브 디자인 모드 전환

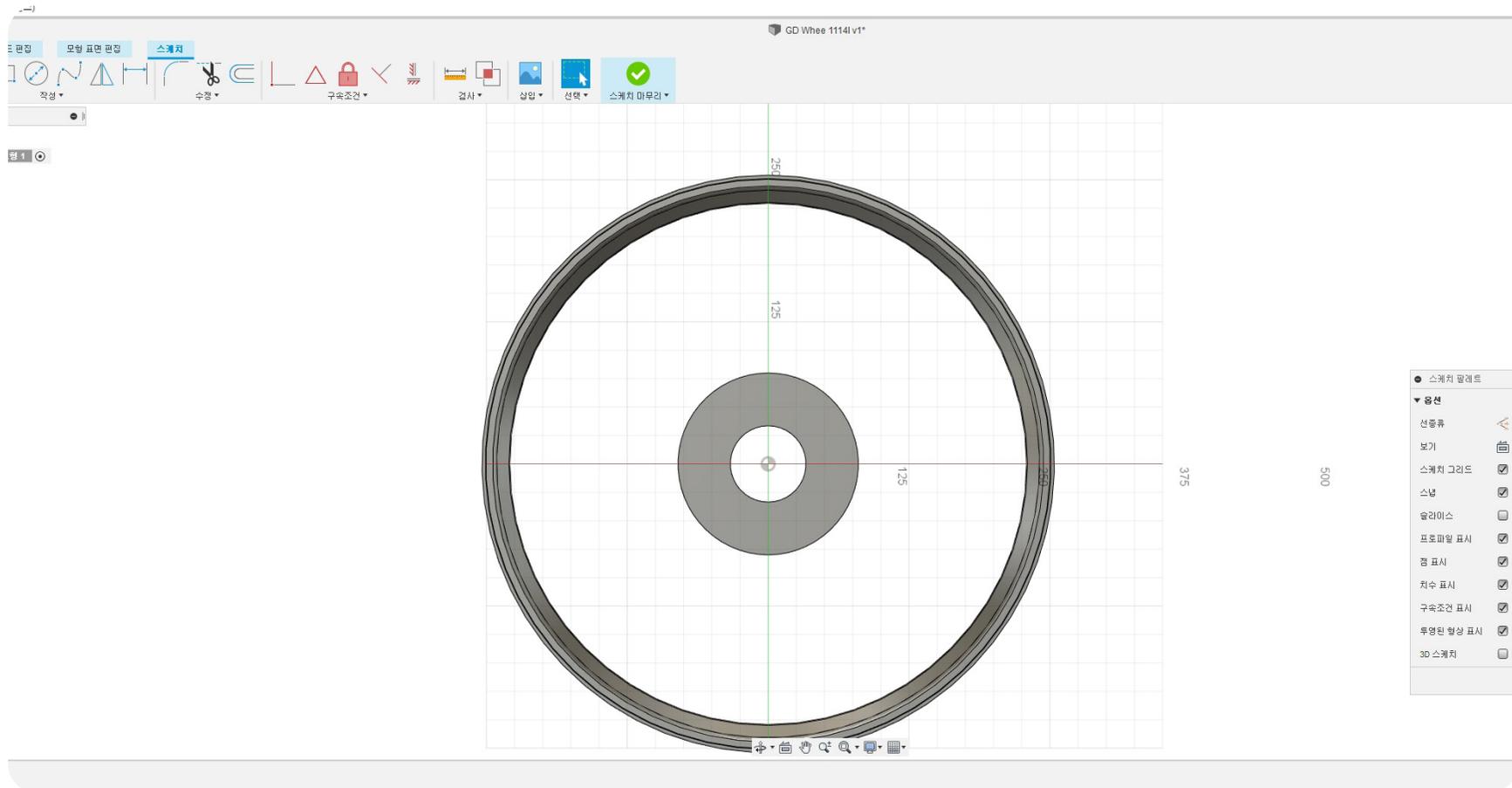
FUSION 360 메뉴 좌측 상단에 워크 스페이스 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

기본적으로 Study1부터 자동적용되어 Generative Design Study를 진행할 수있습니다



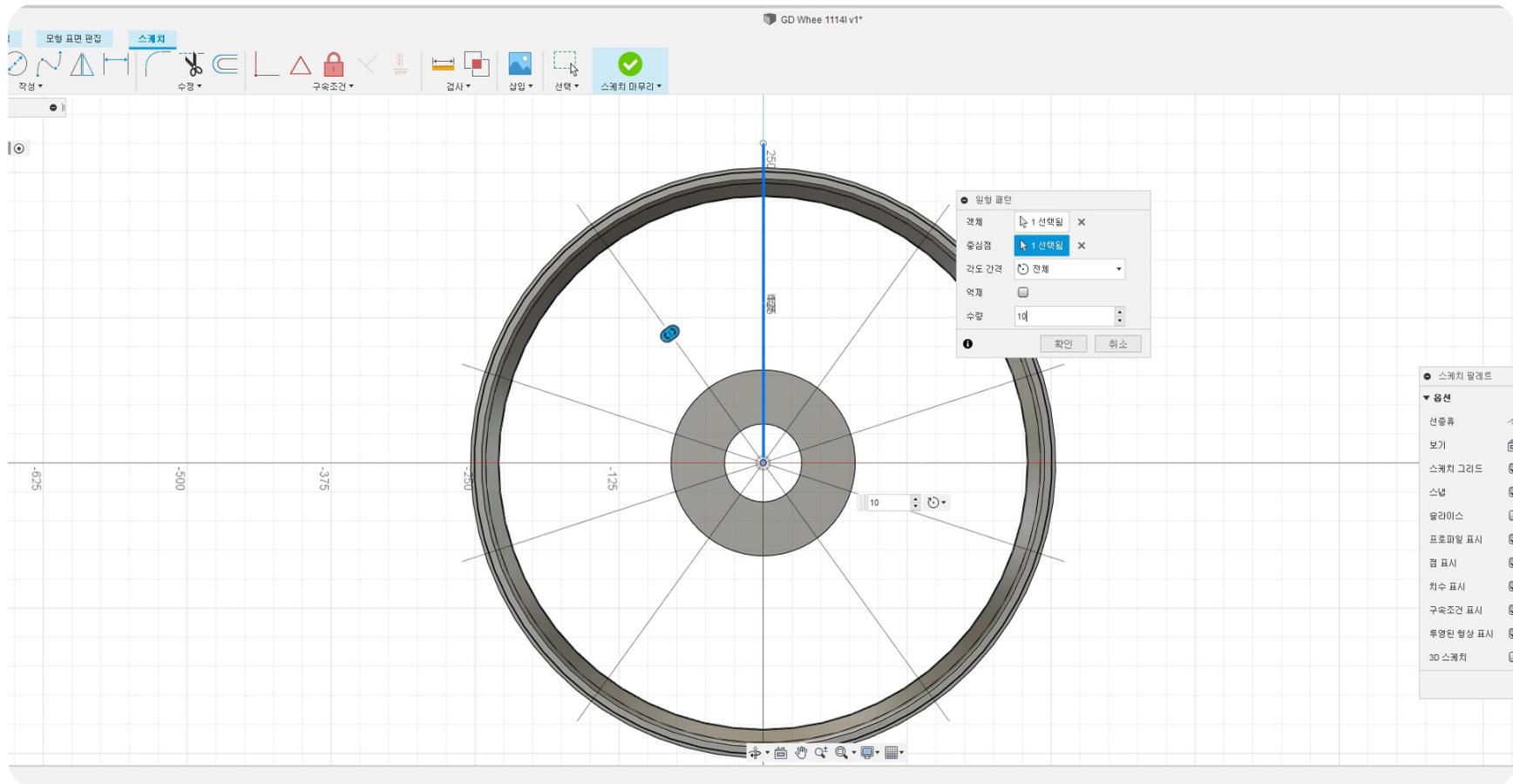
## 9 림과 디스크 분할-1

림과 디스크를 쪼개기 위한 작업을 진행합니다.  
제너레이티브 디자인의 모형편집 기능을 실행합니다.



## 10 림과 디스크 분할-2

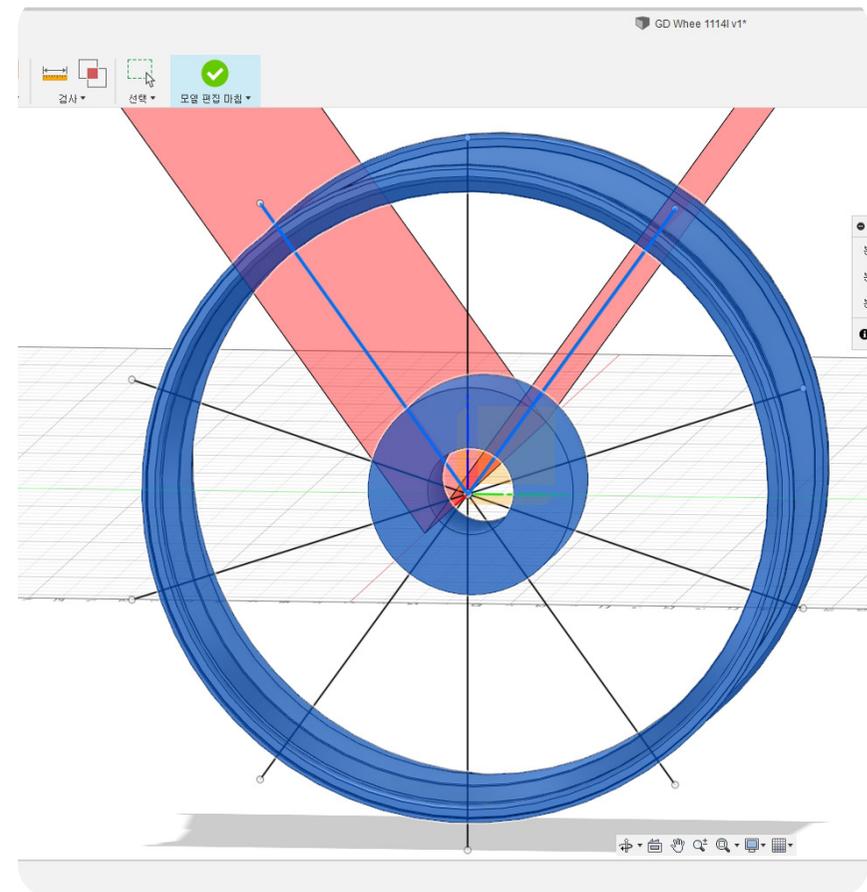
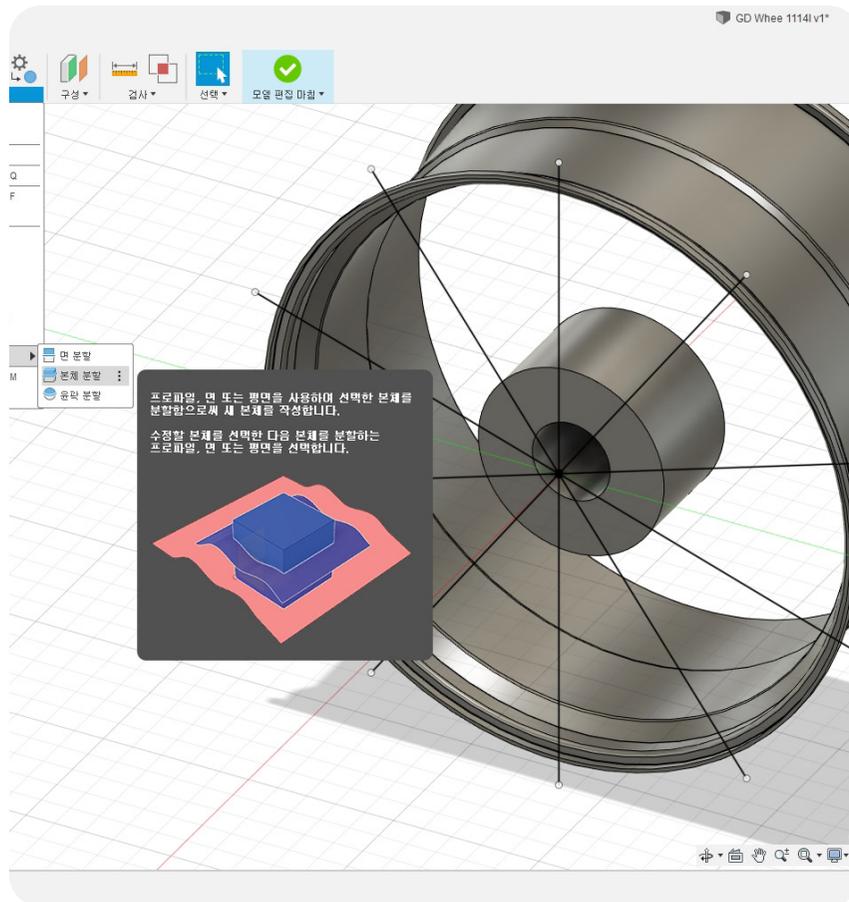
일반적으로 자동차 휠에는 5개의 볼트 홀이 있습니다. 볼트 홀 갯수에 맞춰 림과 디스크를 5조각으로 나누고자 합니다. 원점에서 부터 수직선을 그려준 뒤 중심에서부터 10개의 직선을 패턴의 원형 배열로 배치합니다.



# 11 림과 디스크 분할-3

원형 배열한 직선은 림과 디스크를 분할하기 위한 분할도구로 사용됩니다.

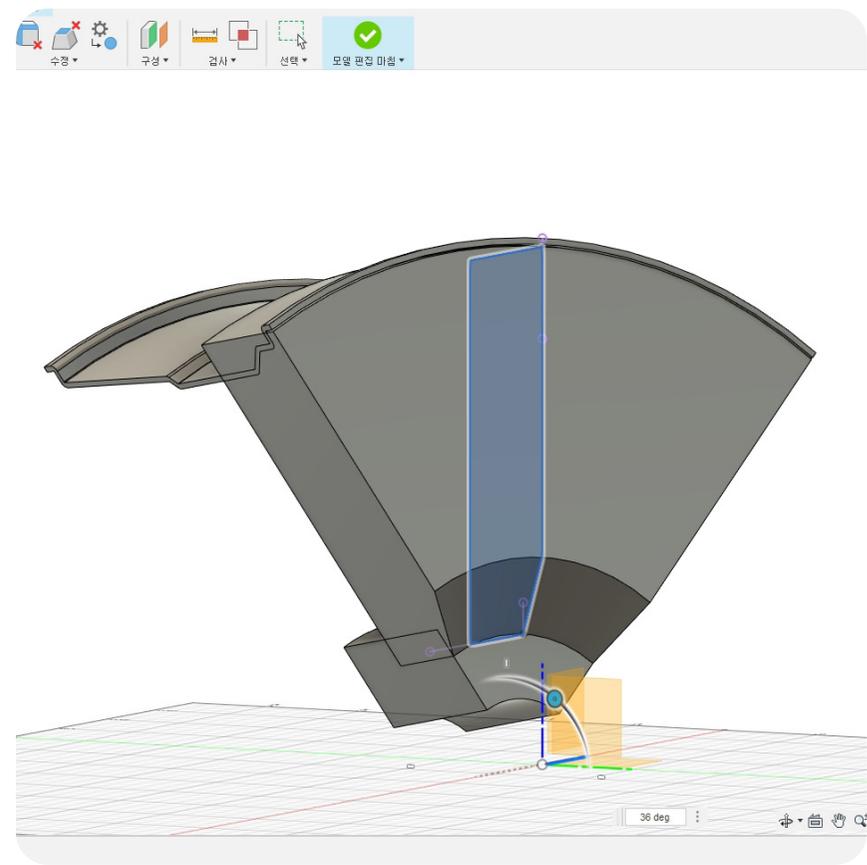
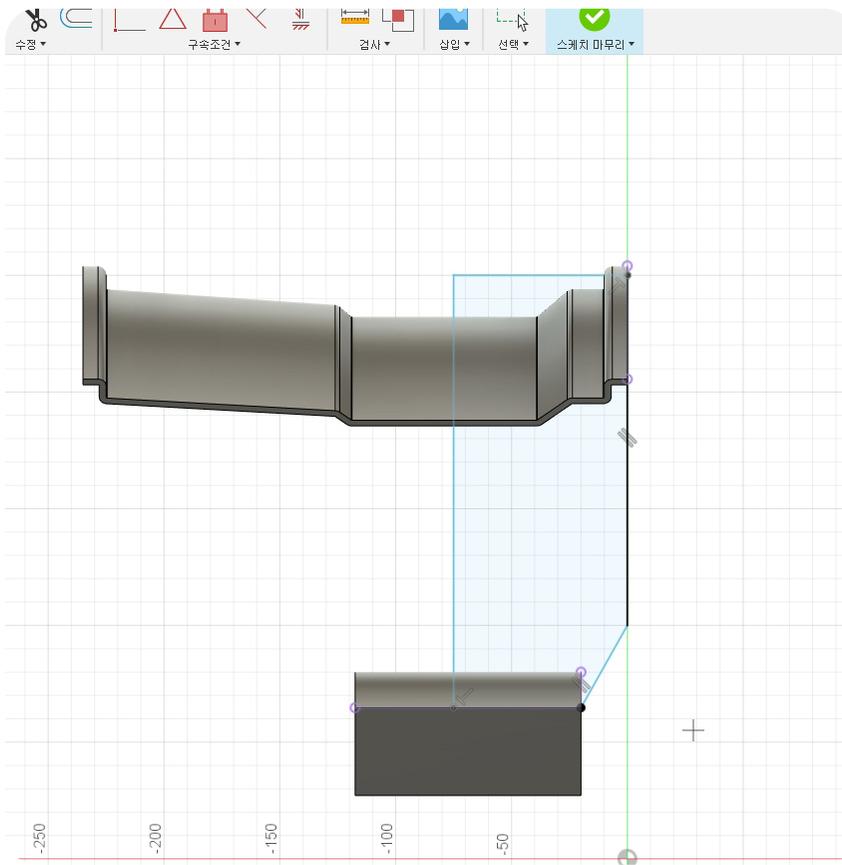
본체분할 기능으로 그림과 같이 중심선에서 양옆으로 배치된 직선을 분할 도구로하여 림과 디스크를 분할시킵니다.



## 12 제너레이티브 디자인 생성 영역-1

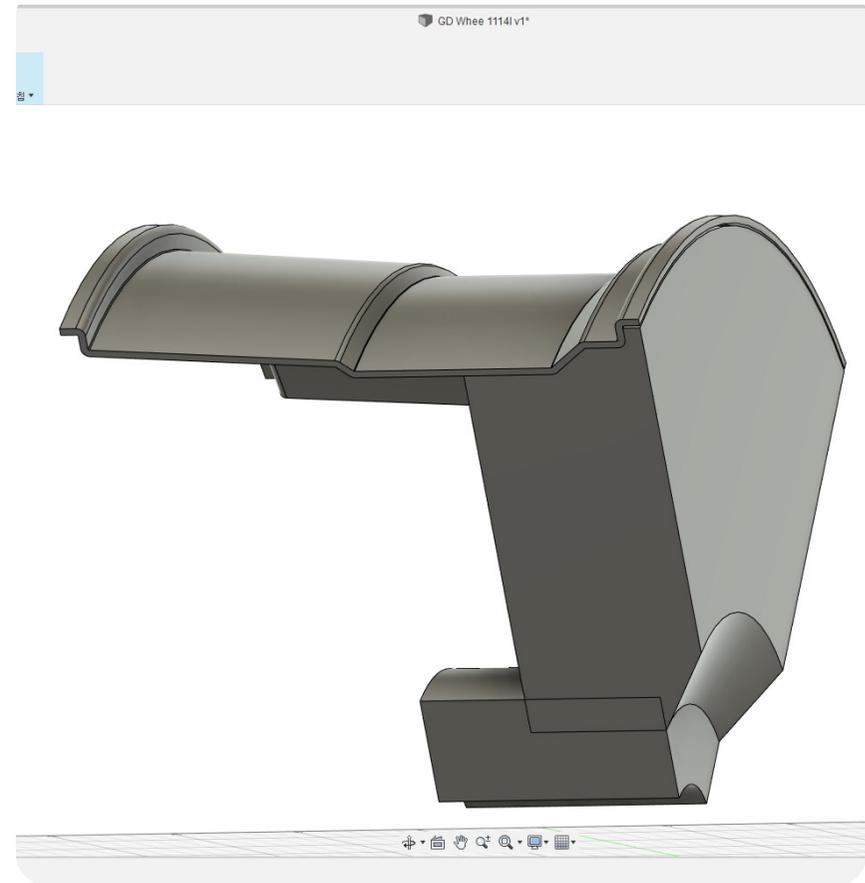
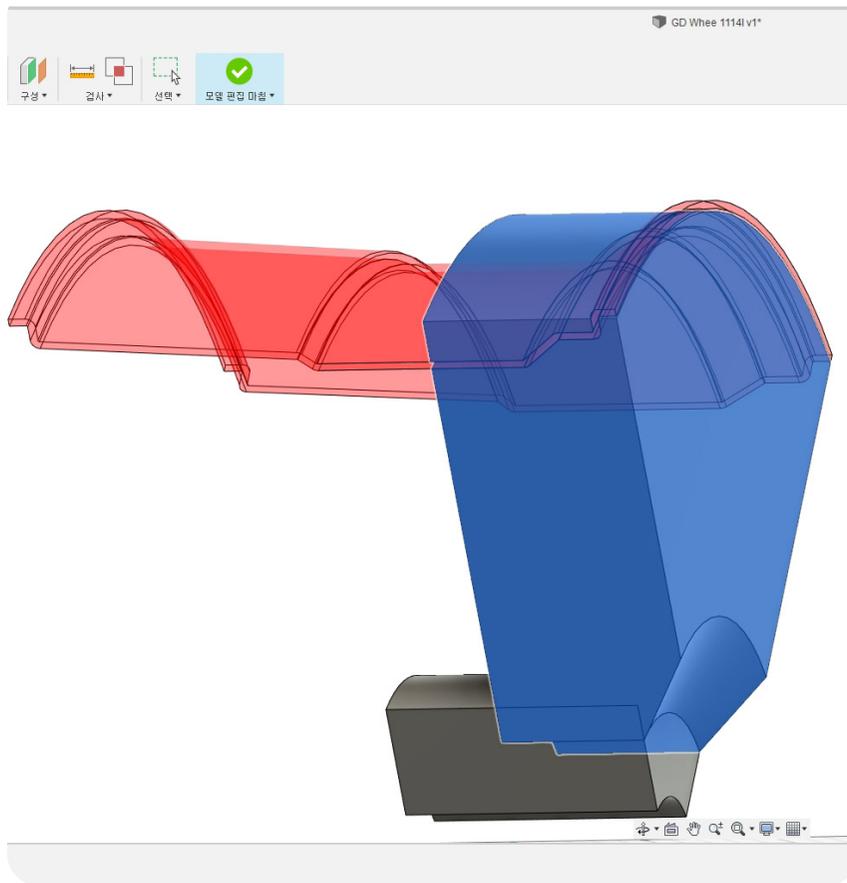
림과 디스크 파트를 연결할 수 있도록 나머지 디스크가 생성될 수 있는 영역을 만들어줍니다.

휠의 측면 뷰에서 제너레이티브 디자인이 생성 될 수 있도록 스케치로 대략적인 형상을 그려줍니다. 림과 디스크 영역에 교차할 수 있도록 그려준 스케치는 스케치 종료 후 그림과 같이 쪼개진 림과 같은 각도로 회전시켜주었습니다.



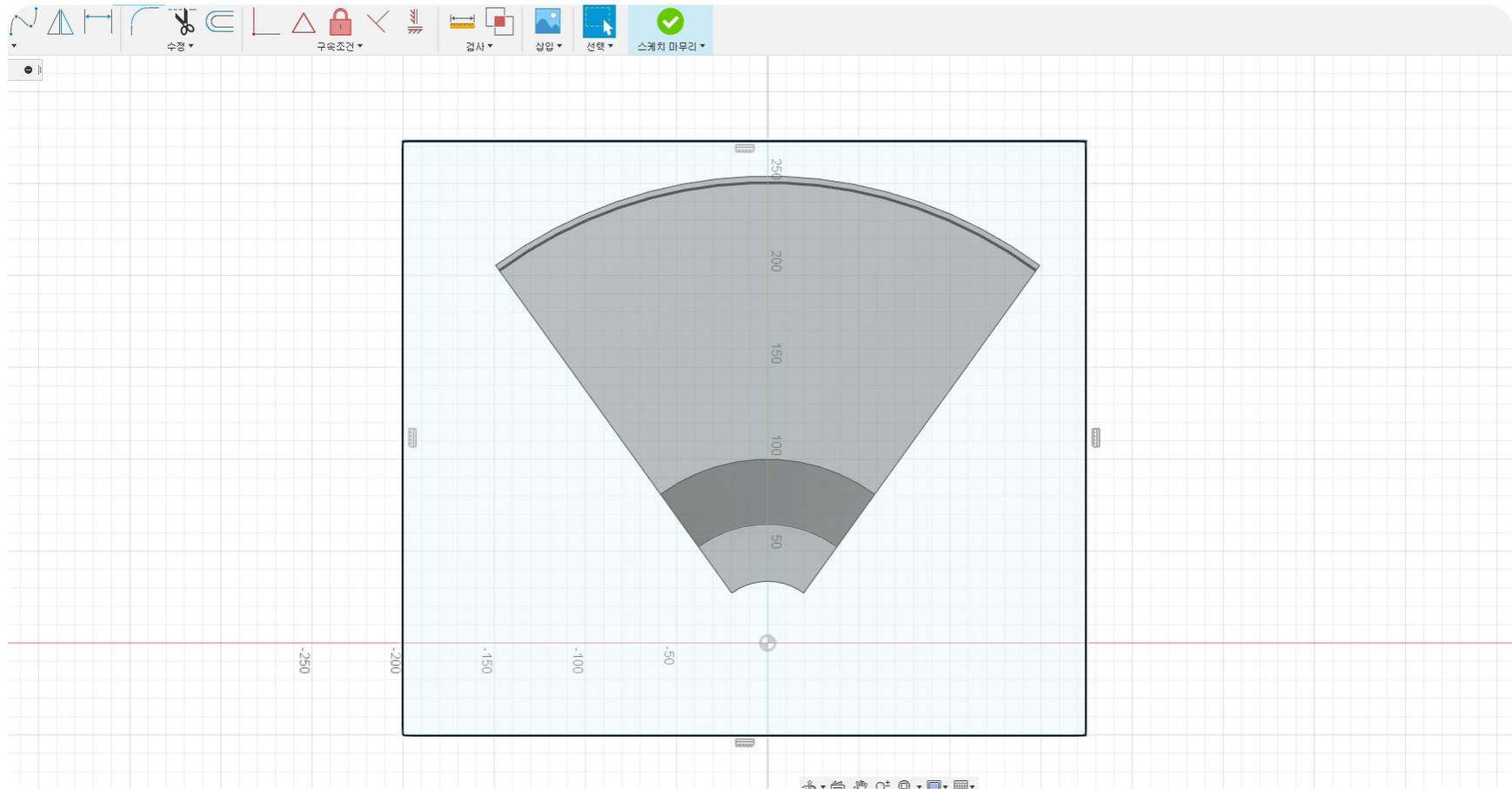
# 13 제너레이티브 디자인 생성 영역 -2

불필요한 영역에 제너레이티브 디자인이 생성되지 않도록 객체의 일부를 분할 시킵니다.  
 앞서 만들어준 제너레이티브 생성 영역은 림을 분할도구로 하여 본체 분할 시킵니다.



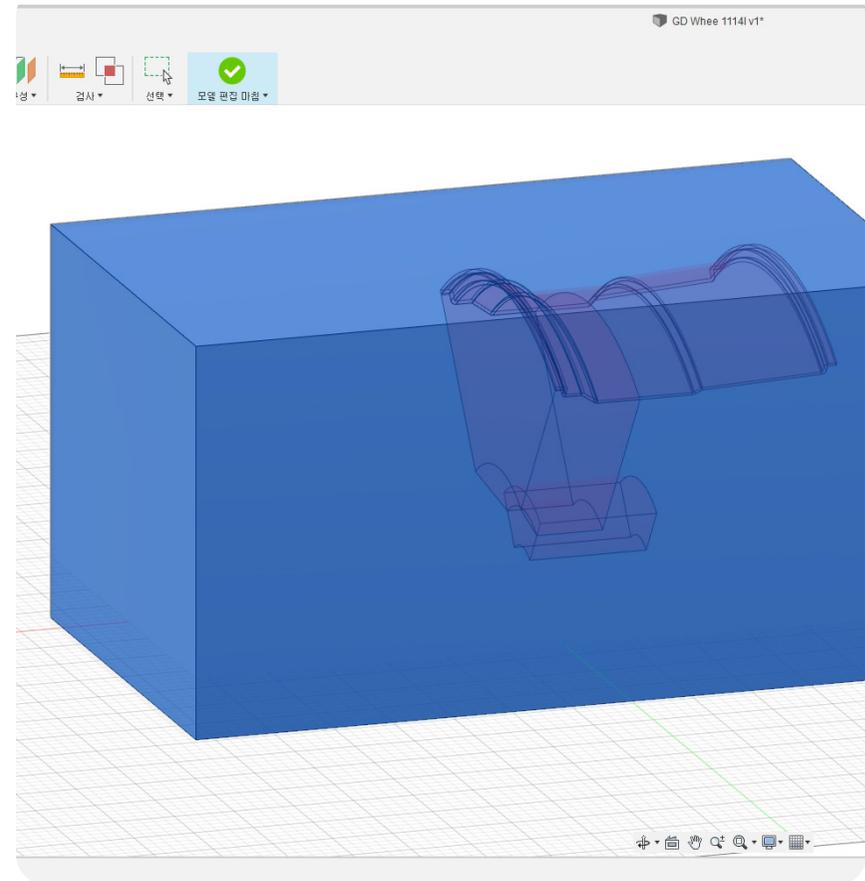
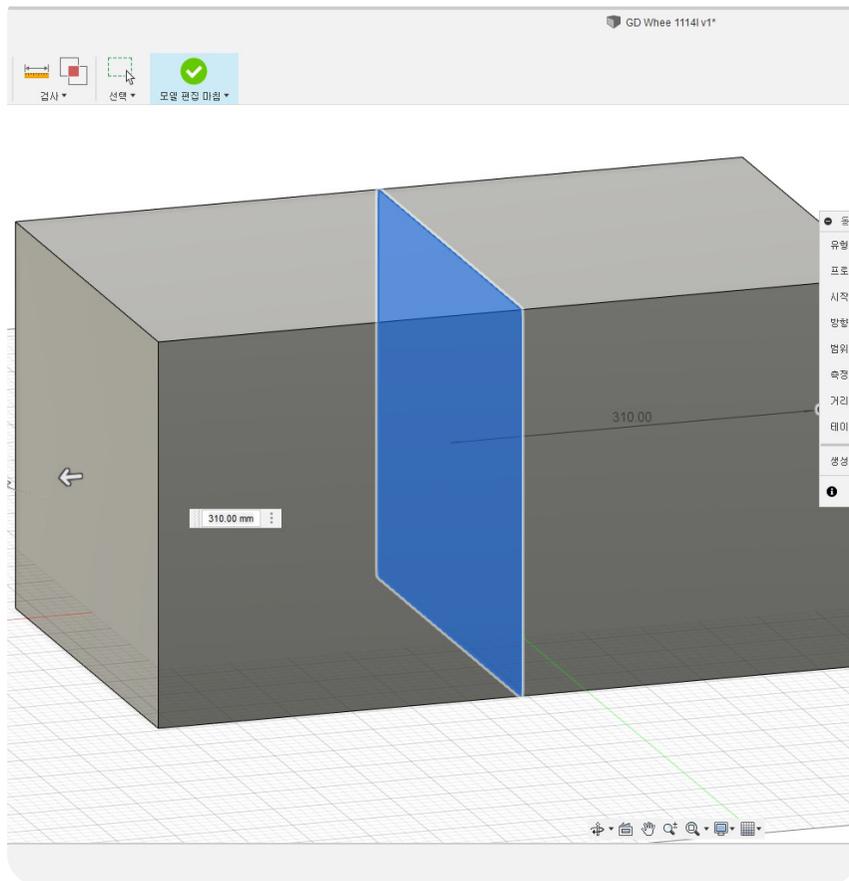
# 14 장애물 영역-1

제너레이티브 디자인이 생성될 수 없도록 장애물 영역을 만들어 줍니다.  
휠의 조각을 모두 덮을 수 있는 사각형의 스케치를 그려줍니다.



# 15 장애물 영역 -2

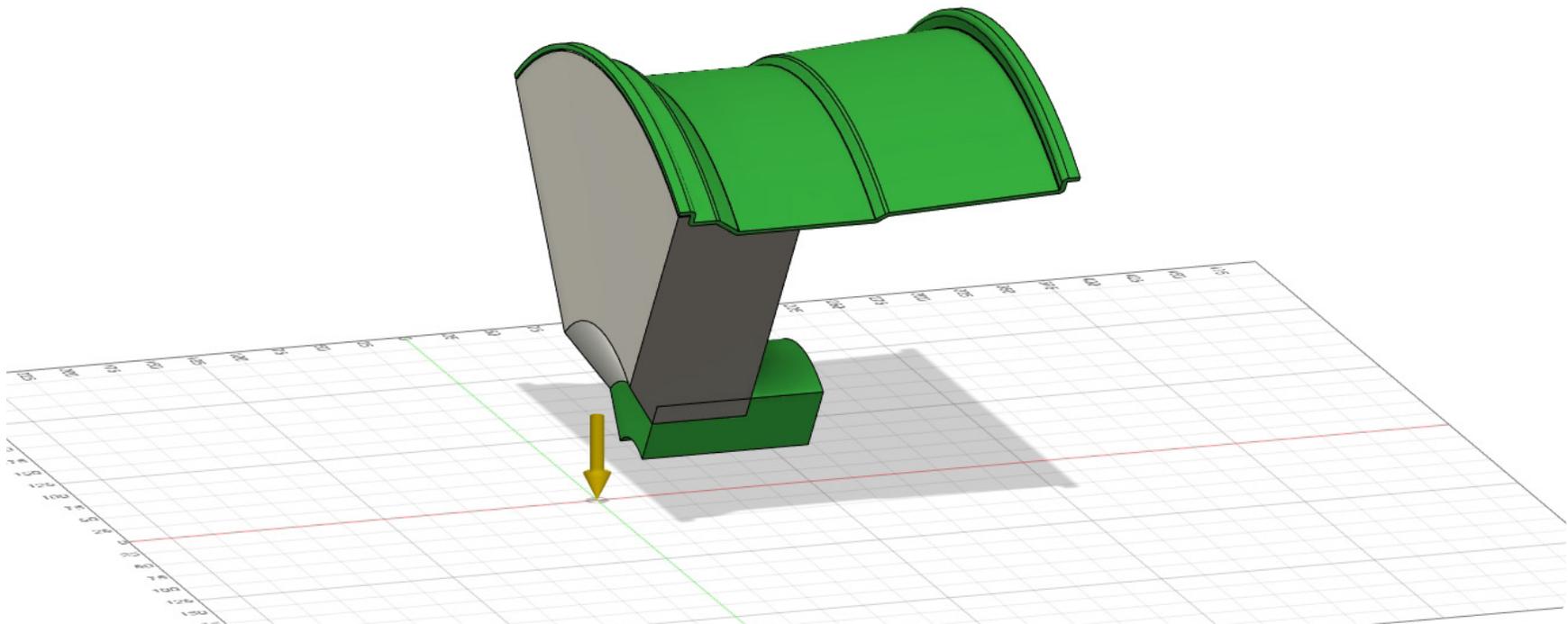
휠의 유지형상과 제너레이티브 디자인 생성영역을 위한 객체를 모두 교차 시킬 수 있도록 앞에서 그린 사각형을 돌출 시킵니다.  
 돌출 시킨 객체에서 림과 디스크, 제너레이티브 디자인 생성 영역 객체를 잘라내기 합니다.



## 16 장애물 영역 -3

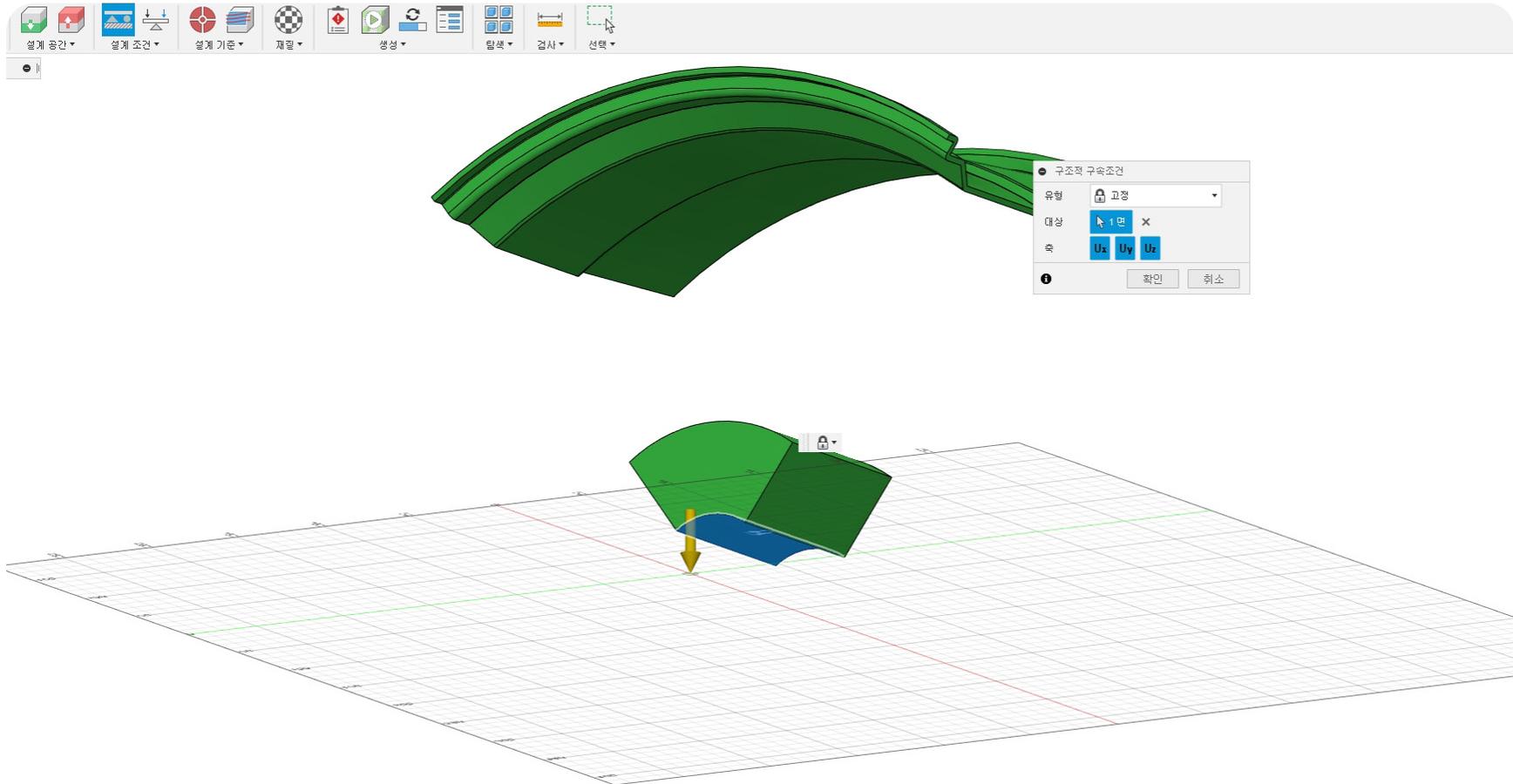
제너레이티브 디자인 생성 영역 객체는 디자인 영역으로 지정 할 수 있지만 더 자유로운 디자인 생성을 위해 장애물 영역에서 잘라내기 하기 위한 도구로만 사용하였습니다.

장애물 영역은 아래 이미지의 객체들로 잘라내기 하여 객체의 모양으로 빈 공간이 만들어졌습니다. 때문에 제너레이티브 디자인이 생성될 수 있는 공간이 확보되었습니다. 도구로 쓰인 제너레이티브 디자인 생성 영역 객체는 숨김처리 하였습니다.

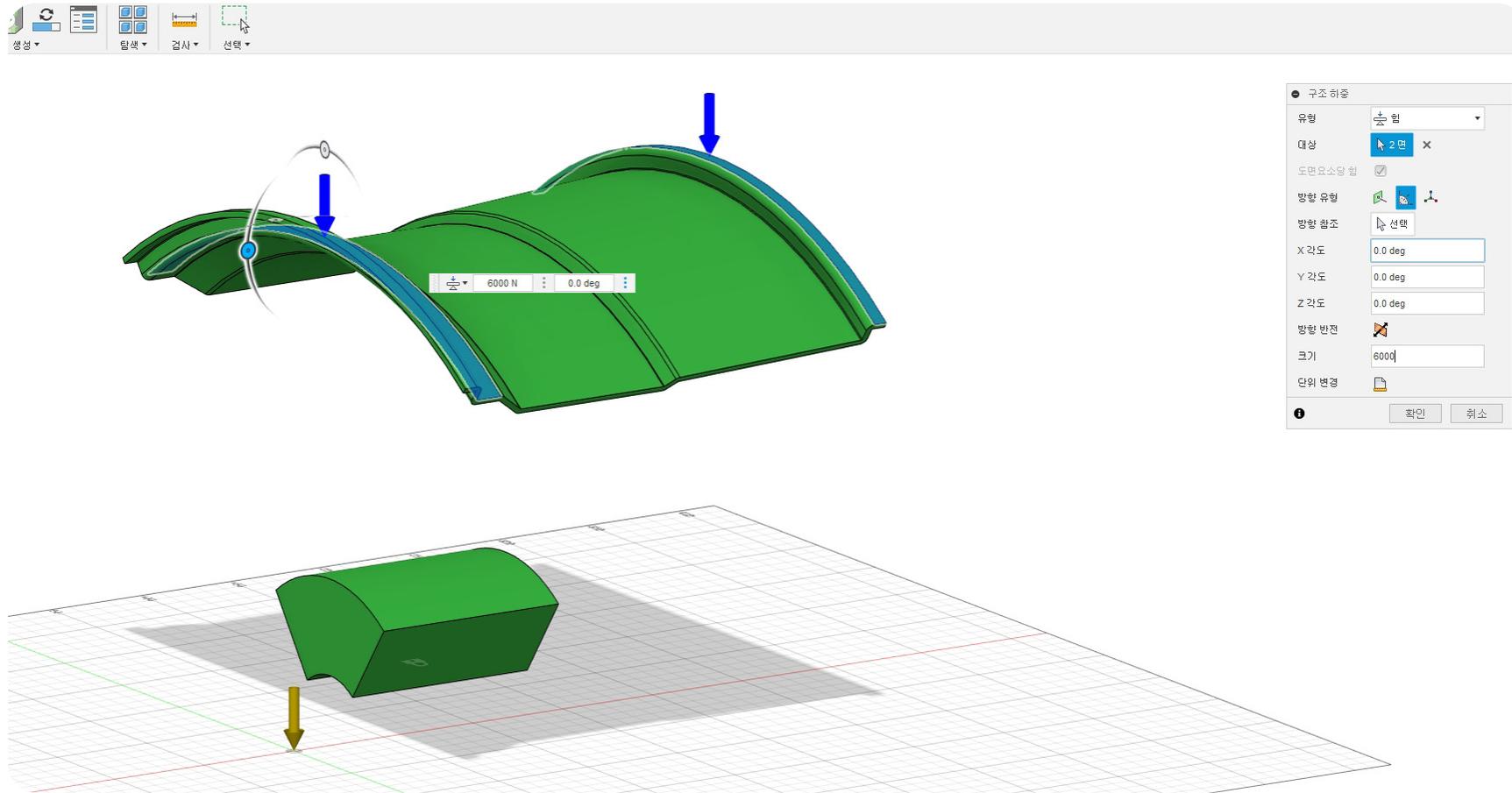


# 17 구속조건 적용

Structural Constraints 기능으로 유지형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.  
 휠의 디스크 안쪽 허브 지점의 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



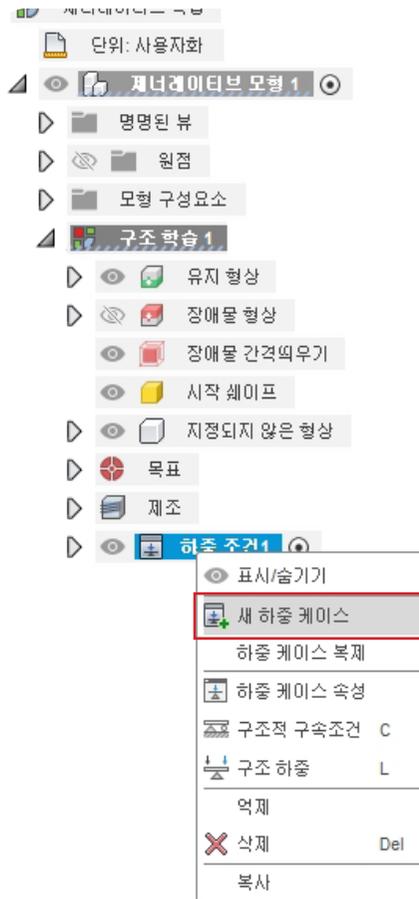
## 18 하중 조건1 적용 림 상단 전/후면에 약 6000N(600kg)의 하중을 적용하였습니다.



# 19 하중 케이스 추가

동일 스테디에서 다중 하중을 적용하기 위해 하중 케이스를 추가합니다.

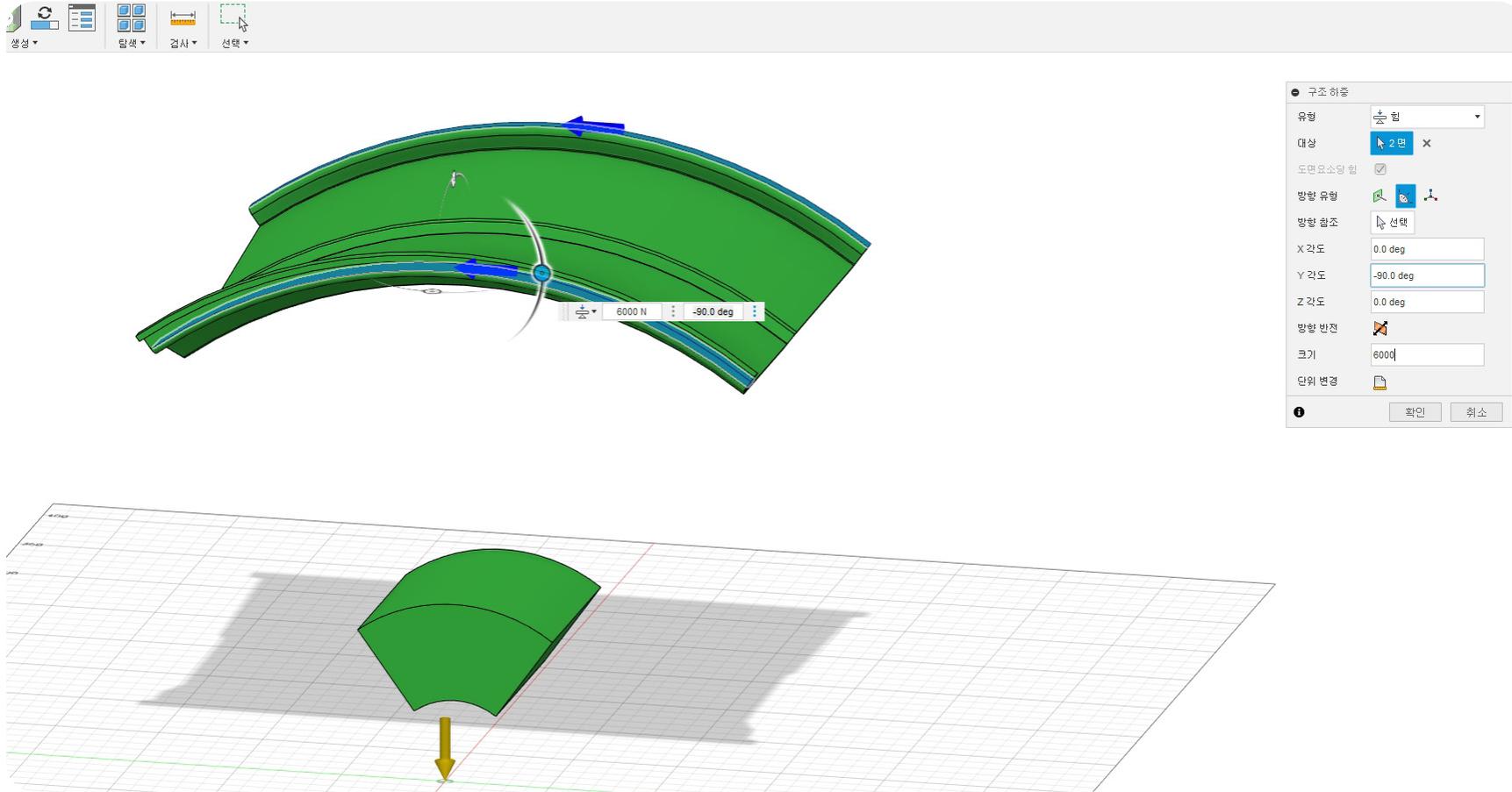
좌측 브라우저의 하중 조건을 우클릭하여 새 하중조건을 선택하여 새로운 하중 조건을 추가할 수 있습니다.



## 20 하중 조건2 적용

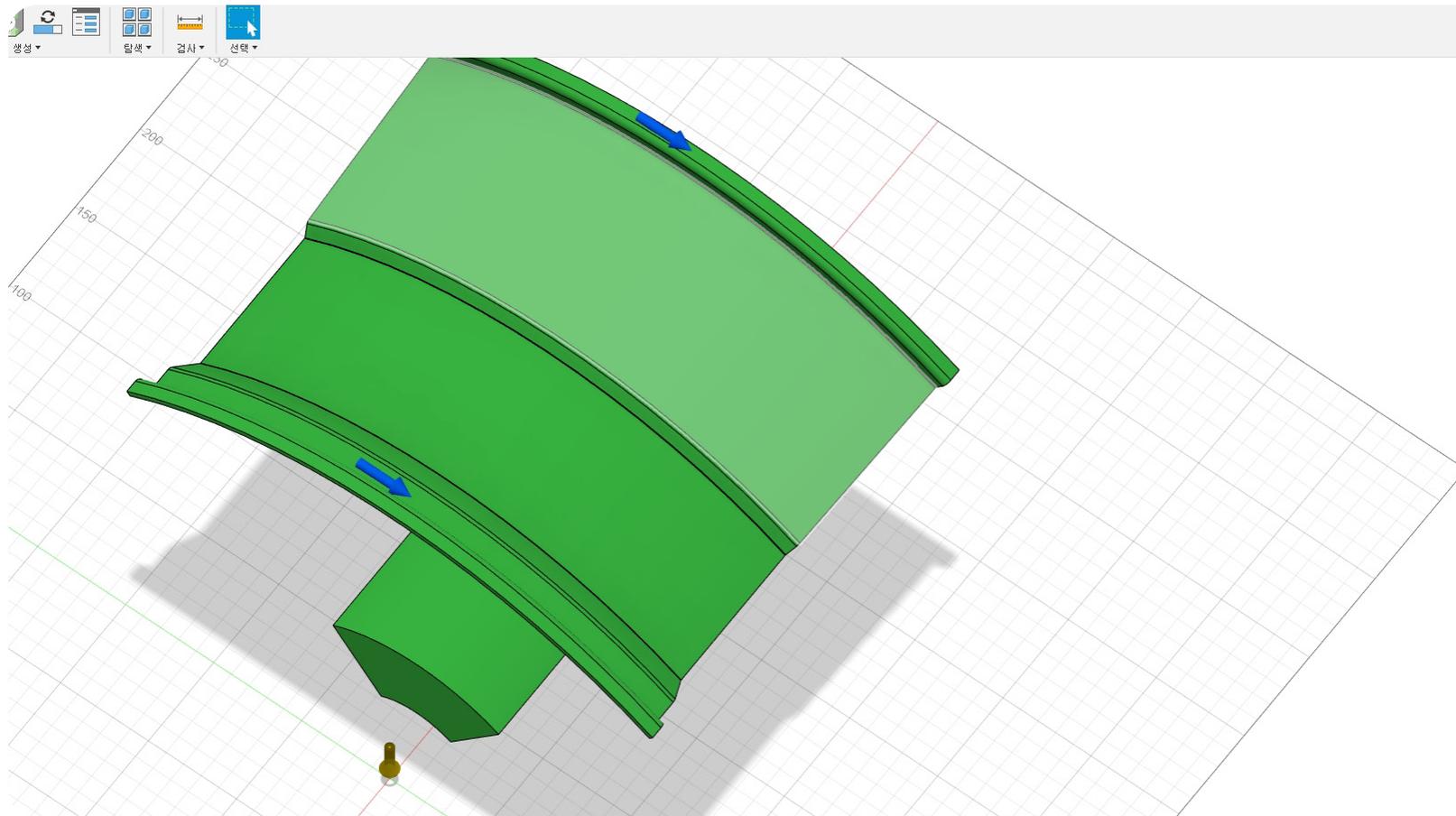
새롭게 추가된 하중 조건2는 앞에서 적용한 하중을 그대로 이용하실 수 있습니다.

하중 조건2는 위에서 누르는 힘이었던 하중 조건1의 하중을 방향만 좌측으로 90도만큼 회전시켜 적용합니다.



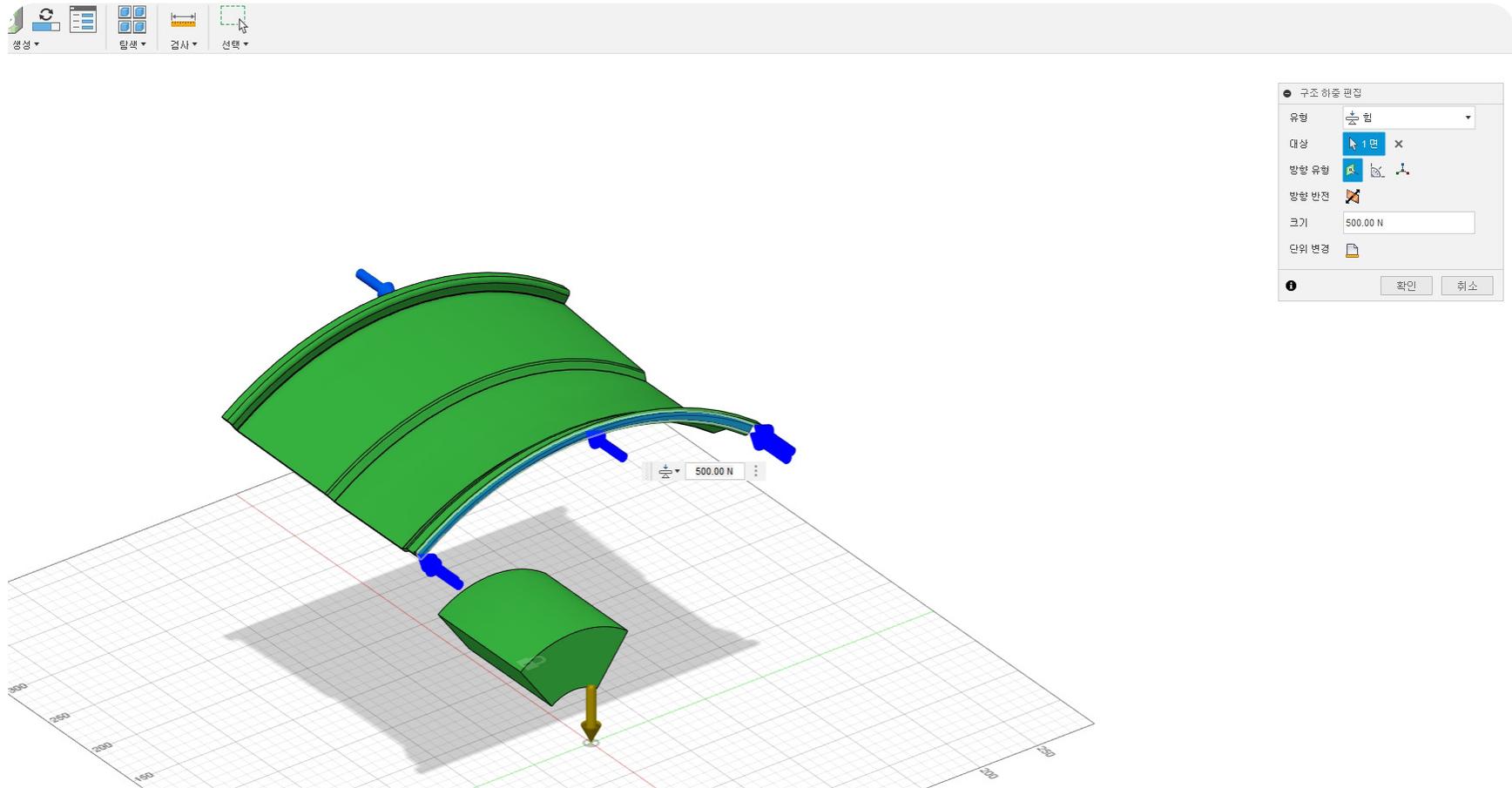
## 21 하중 조건3 적용

동일한 방법으로 하중케이스를 추가하여 하중 조건3을 추가하였습니다.  
 하중 조건3은 하중 조건2의 방향과 반대되는 방향으로 새롭게 하중을 적용하였습니다.



## 22 하중 조건4 적용

앞의 조건으로도 하중 조건 적용을 끝낼 수 있지만 하중 조건을 하나 더 추가해 보고자 합니다.  
하중 조건을 새롭게 추가하고 림의 전후면에서 안쪽으로 미는 힘 약 500N(50kg)을 적용해보았습니다.

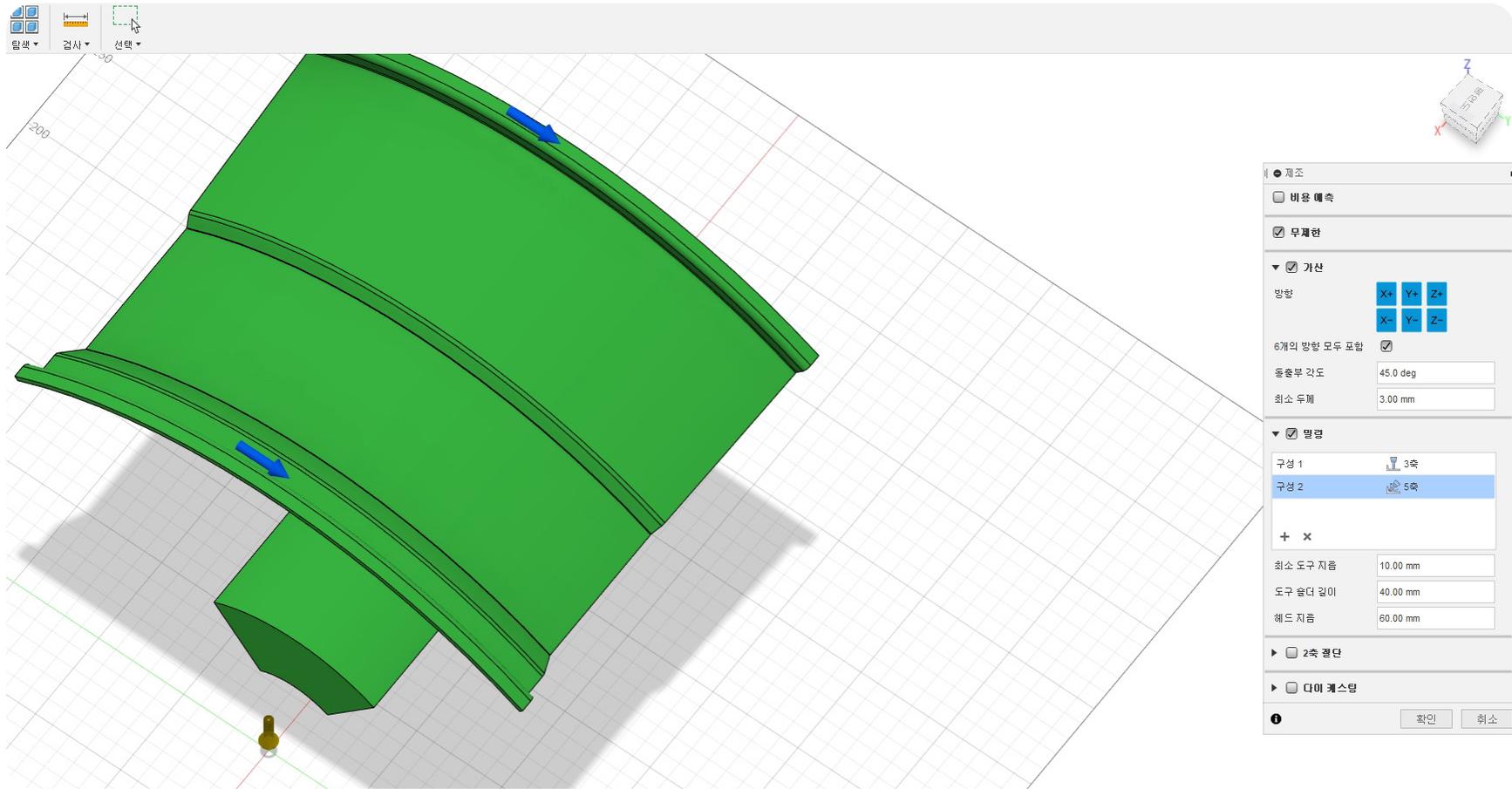


# 23

## 제조 방식 설정

결과물을 생성하는데 사용될 제조방식을 설정합니다.

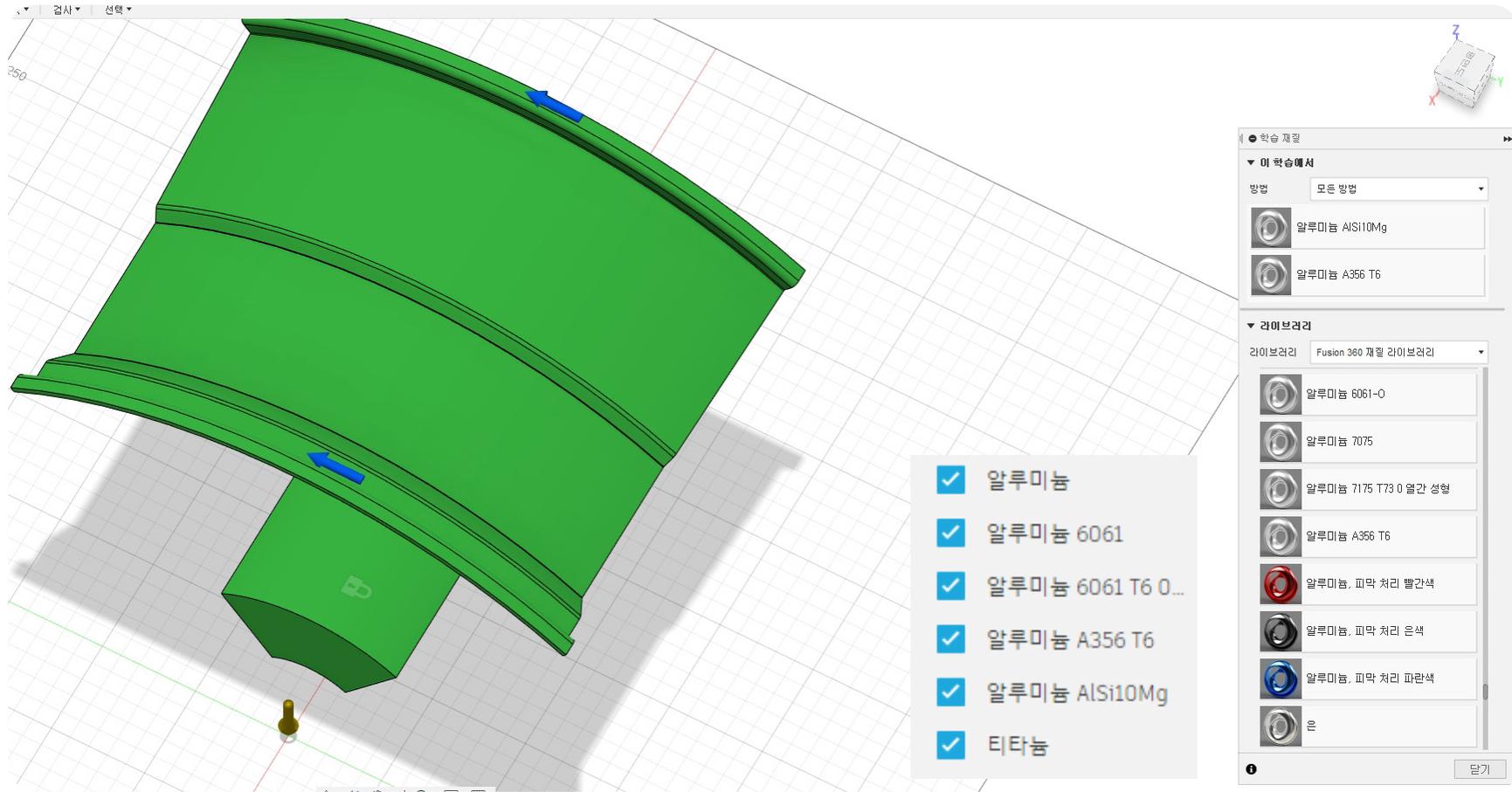
예제에서는 적층 및 3축, 5축의 밀링, 다이캐스팅을 선택하였습니다.



## 24

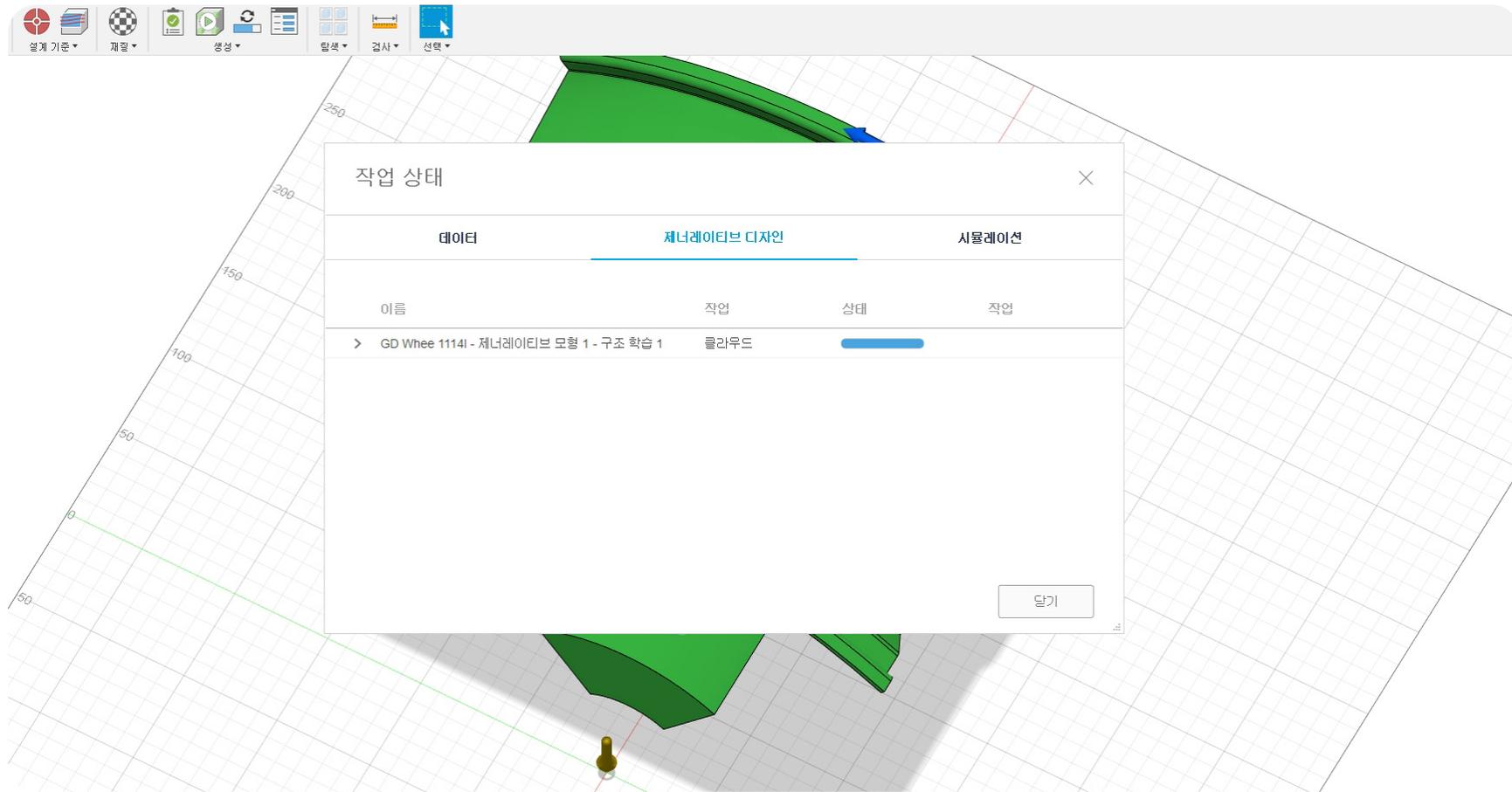
### 소재 적용

소재는 FUSION 360에서 제공하는 금속 소재 중 알루미늄 계열의 소재와 티타늄 소재를 선택하였습니다.



## 25 제너레이티브 디자인 실행

모든 Study 설정이 완료되었습니다. 예제와는 별개로 다양한 하중 조건으로 Study를 진행한다면 좀 더 다양한 결과물을 얻을 수 있습니다. 연산이 되는 동안 잠시 기다리면 결과물이 생성됩니다.



## 26 결과물 확인

결과물이 생성되었습니다. 다양한 결과물 중 디자이너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다. 여러 결과물 중 조형에 의미가 있다고 생각되는 몇 가지 시안을 선택할 수 있었습니다.



## 27 결과물 내보내기

원하는 디자인을 내보내기 하였습니다.

내보내기된 결과물은 다시 패턴의 원형배열로 배치하고 하나의 객체로 합쳐주어 휠의 형상을 만들었습니다.



## 28

## 디자인 수정

최종 내보내기 한 결과물은 디자인 수정과 디테일 요소를 추가할 수 있습니다.

예제의 결과물에는 간단한 면 정리와 타이어, 휠 캡을 만들어 적용하여보았습니다.



## 29 제너레이티브 디자인 검토

디자인 수정 후 렌더링 작업을 진행한 결과물입니다.

제너레이티브 디자인 만의 독특한 구조를 가진 결과물이 생성되었습니다. 디자이너는 결과물을 그대로 사용하여도 되고, 해당 결과물의 구조를 참고 하여 새로운 디자인으로 제안할 수도 있습니다.



자동차 모델링에 적용해 본 제너레이티브 디자인의 'Car Wheel' 입니다.

다양한 방향에서 적용되는 하중 조건이 일정한 패턴 안에서 고르게 적용되는 조건이라면 객체 전체에 하중을 적용할 필요가 없습니다.

디자인하고자 객체를 쪼개서 해당 조각에만 필요 하중을 적용하고, 생성된 결과물은 다시 패턴을 통해 배치함으로써 새로운 디자인을 만들어 낼 수 있습니다.





06

FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 핸드폰 거치대 만들기

## 06

FUSION 360 Generative Design

## 제너레이티브 디자인 핸드폰 거치대 만들기

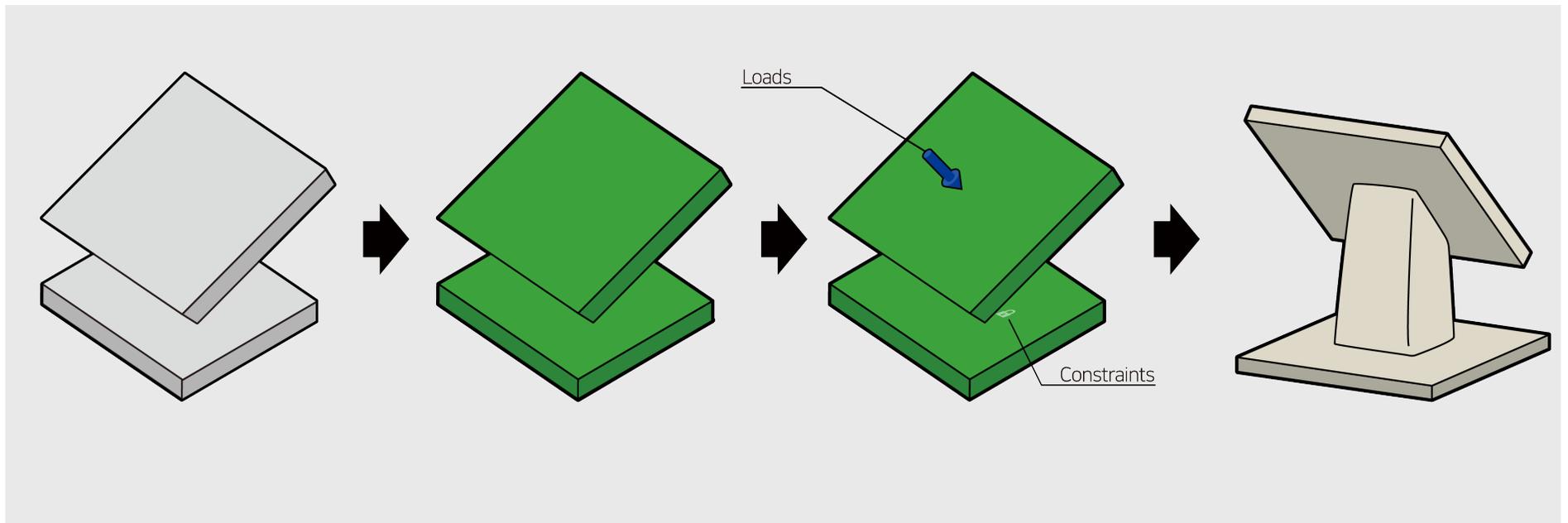
## A. 기본 도형을 이용한 핸드폰 거치대 만들기 이해

## 1 Box + Box

방향이 다른 두 개의 박스를 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

▶ 단일 하중

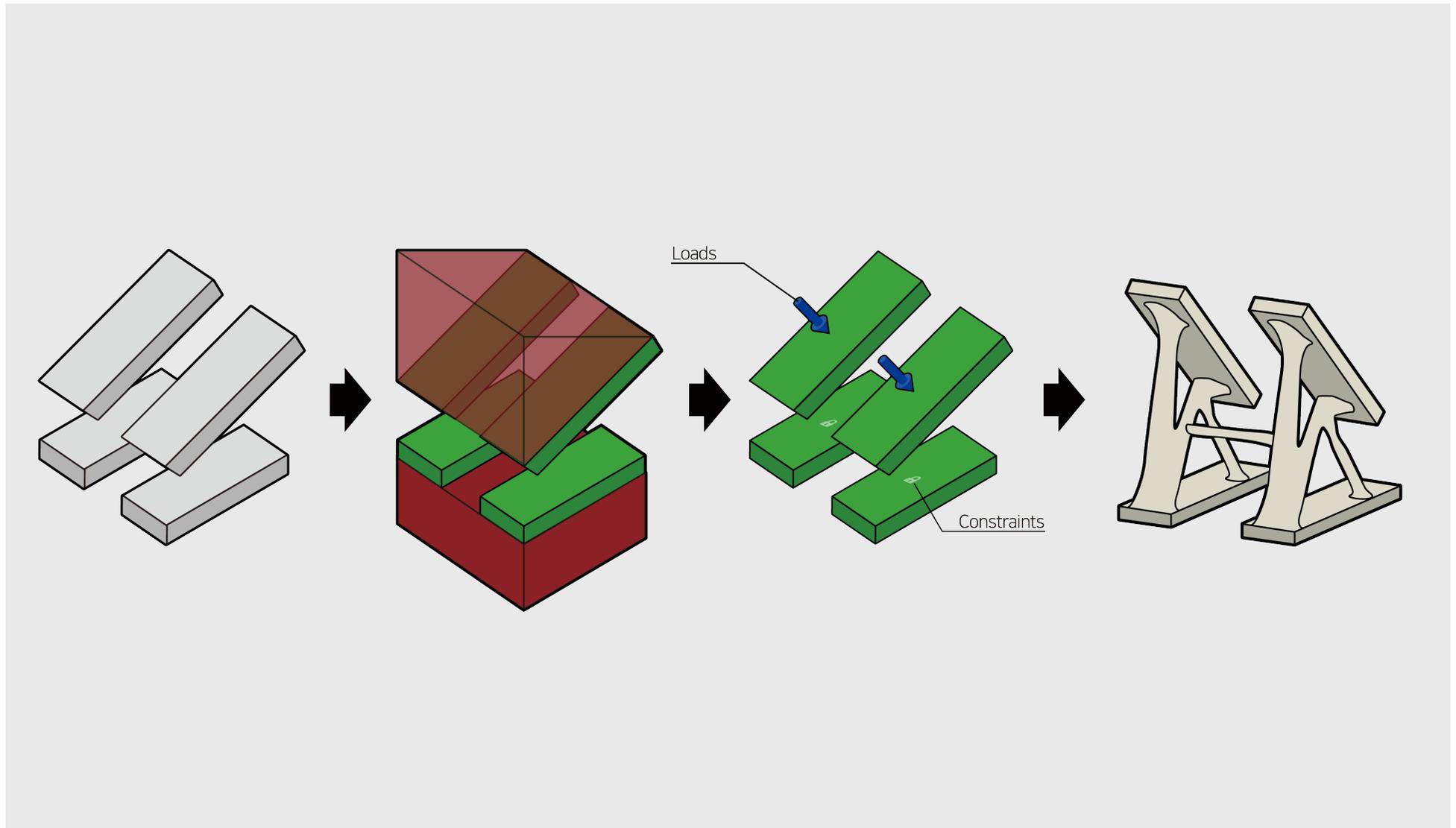
※ 추가 하중조건과 장애물 형상을 활용 하면 두 개의 박스를 연결하는 다양한 구조를 얻을 수 있습니다.(캔들 홀더 참조)



## 2 Box / Box + Box / Box

두 개씩 그룹지어진 서로 다른 방향의 박스를 연결하는 구조로 조형을 생성합니다.

▶ (객체 당)단일 하중 + 장애물형상

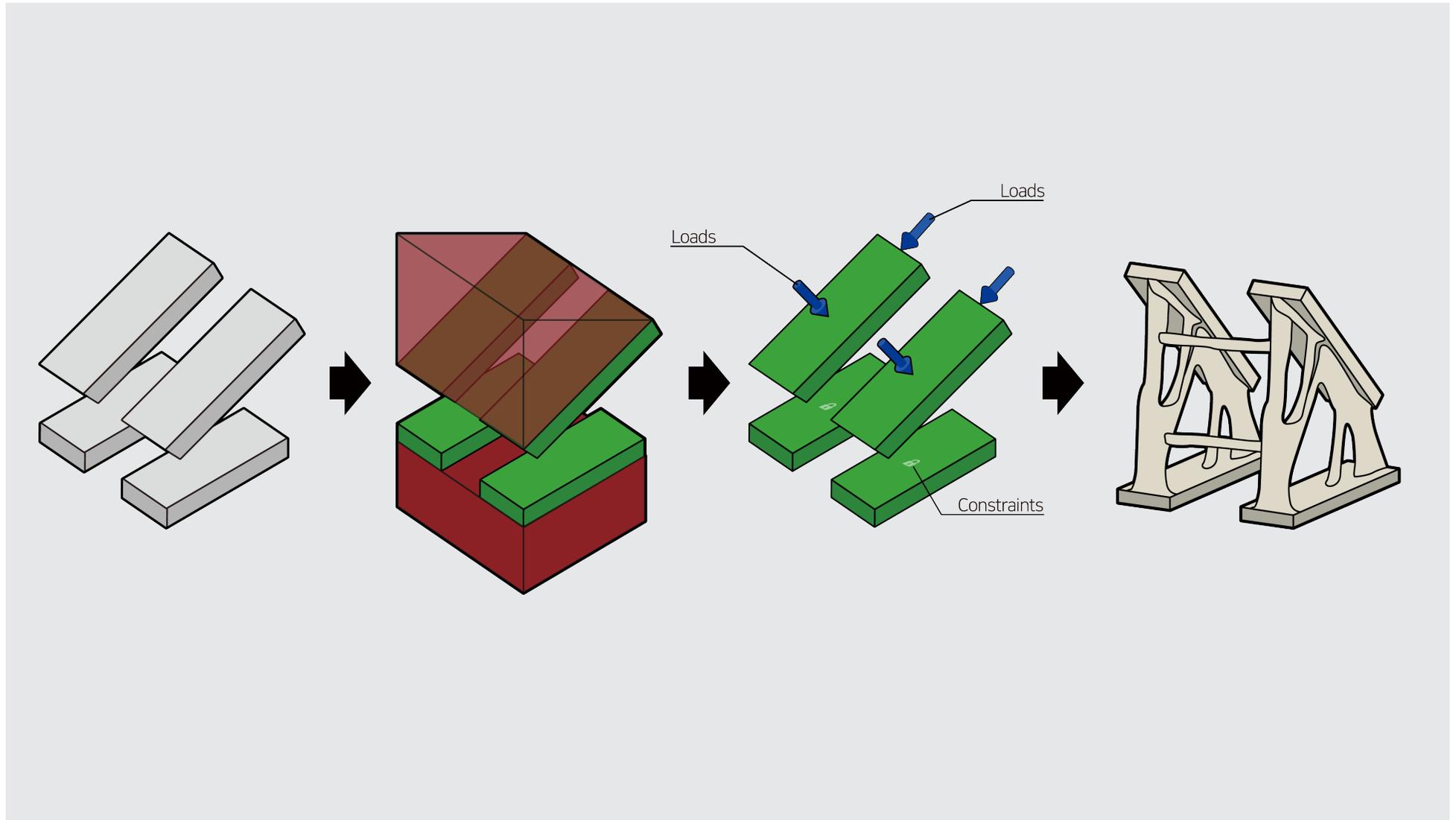


## 3

## Box / Box + Box / Box

두 개씩 그룹지어진 서로 다른 방향의 박스를 연결하는 구조로 조형을 생성합니다.

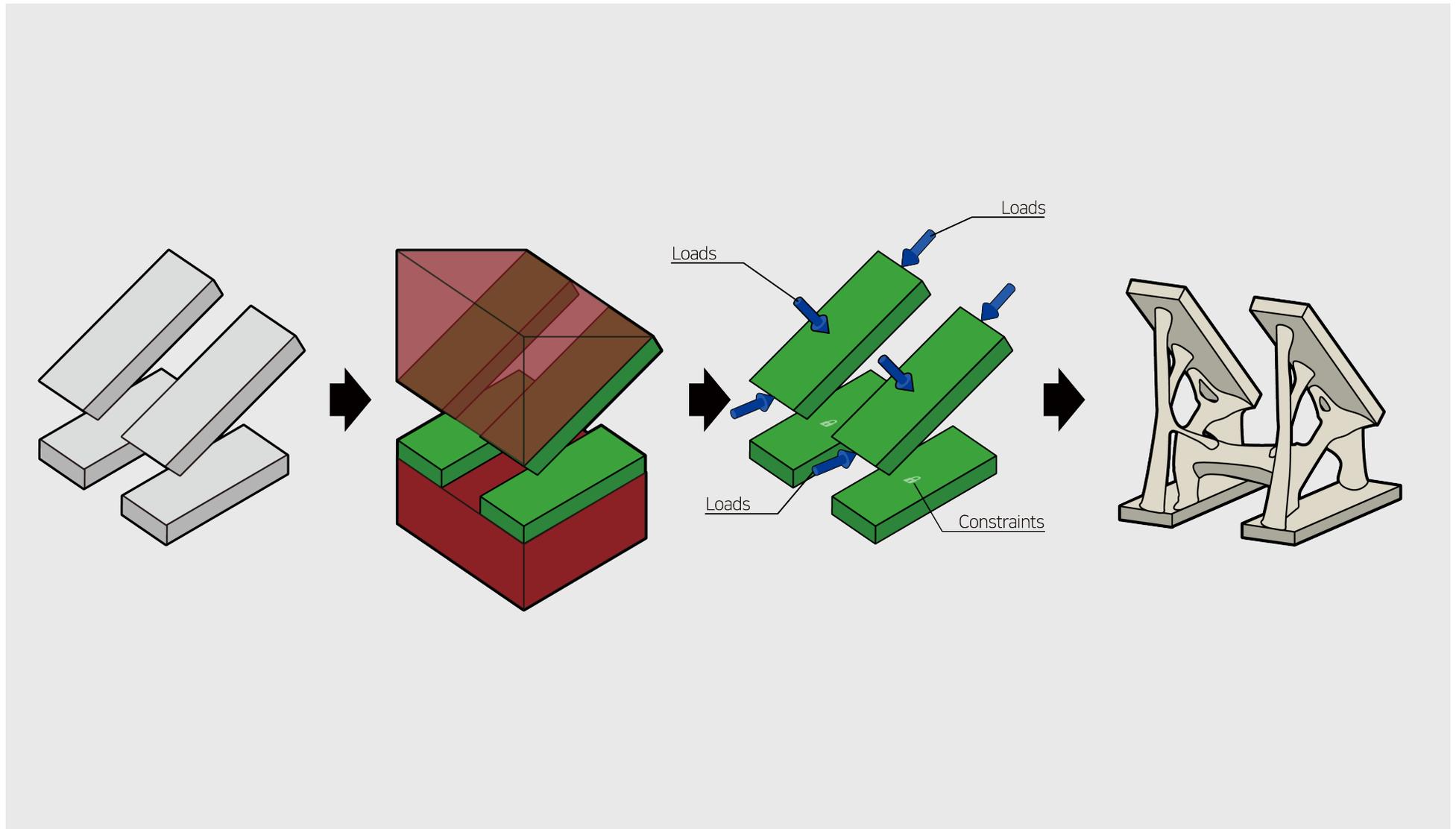
▶ (객체 당)다중 하중 + 장애물형상



**4** Box / Box + Box / Box

두 개씩 그룹지어진 서로 다른 방향의 박스를 연결하는 구조로 조형을 생성합니다.

▶ (객체 당)다중 하중 + 장애물형상

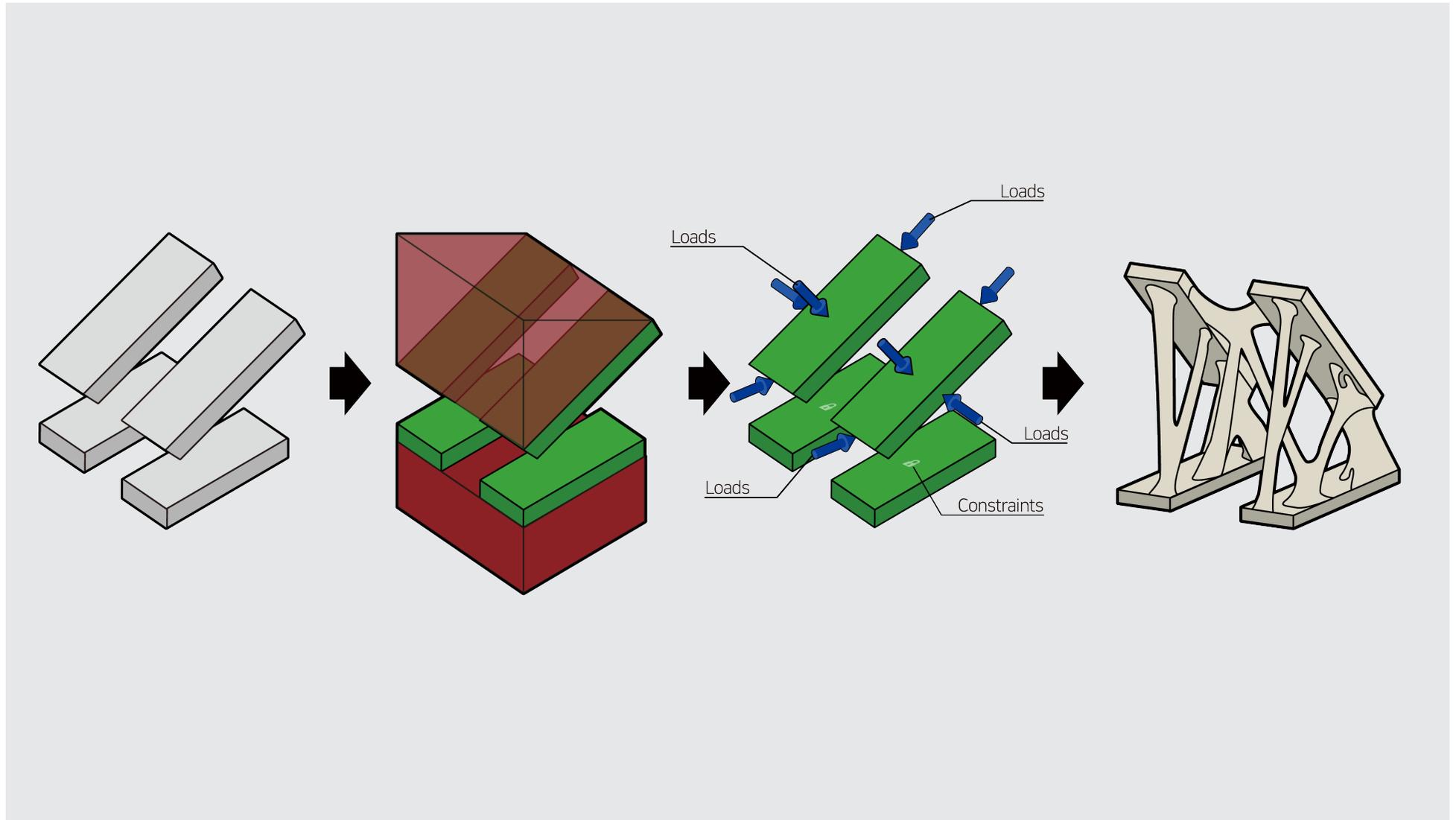


## 5

## Box / Box + Box / Box

두 개씩 그룹지어진 서로 다른 방향의 박스를 연결하는 구조로 조형을 생성합니다.

▶ (객체 당)다중 하중 + 장애물형상



## B. 제너레이티브 디자인을 활용하여 핸드폰 거치대 만들기



## 하중조건에 따라 달라지는 구조와 복잡도

제너레이티브 디자인에서 하중조건은 조형 생성에 큰 영향을 끼치고있습니다.

동일한 유지형상과 장애물 형상, 소재, 가공방식이라 하더라도 하중의 방향에 따라 결과물은 다르게 생성될 수 있습니다.

서로 떨어진 객체를 단순하게 연결하는 구조부터 객체와 객체를 더욱 안정적으로 고정시킬 수 있는 복합적인 구조까지 제품의 용도와 의도에 따라 사용자는 하중조건을 이용하여 제너레이티브 디자인의 결과물을 생성할 수 있습니다.

### 미리보기

본 예제를 통해 제작해보게 될 제너레이티브 디자인을 이용한 핸드폰 거치대입니다.

서로 떨어진 여러 객체는 하중조건에 의해 서로 연결되며 구조를 생성하게 됩니다.

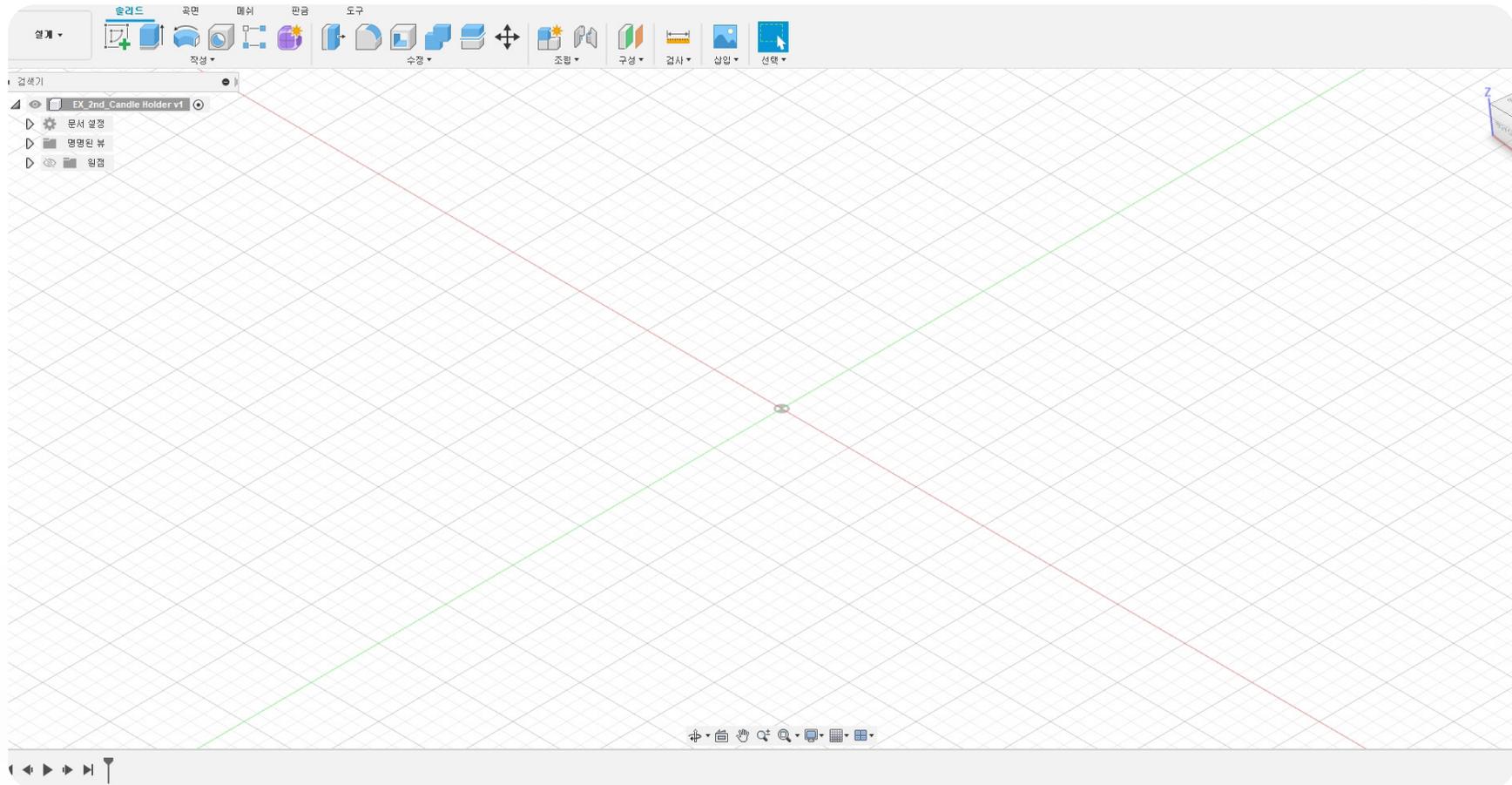
이 때 하중조건을 어떤식으로 주느냐에 따라 단순한 구조가 생성될 수도 있고 복잡한 구조가 생성될 수도 있습니다.

또한, 제너레이티브 디자인을 사용하는 사용자라면 제너레이티브의 결과물과 아이디어를 활용하여 자신만의 제품을 만들어 볼 수 있습니다.



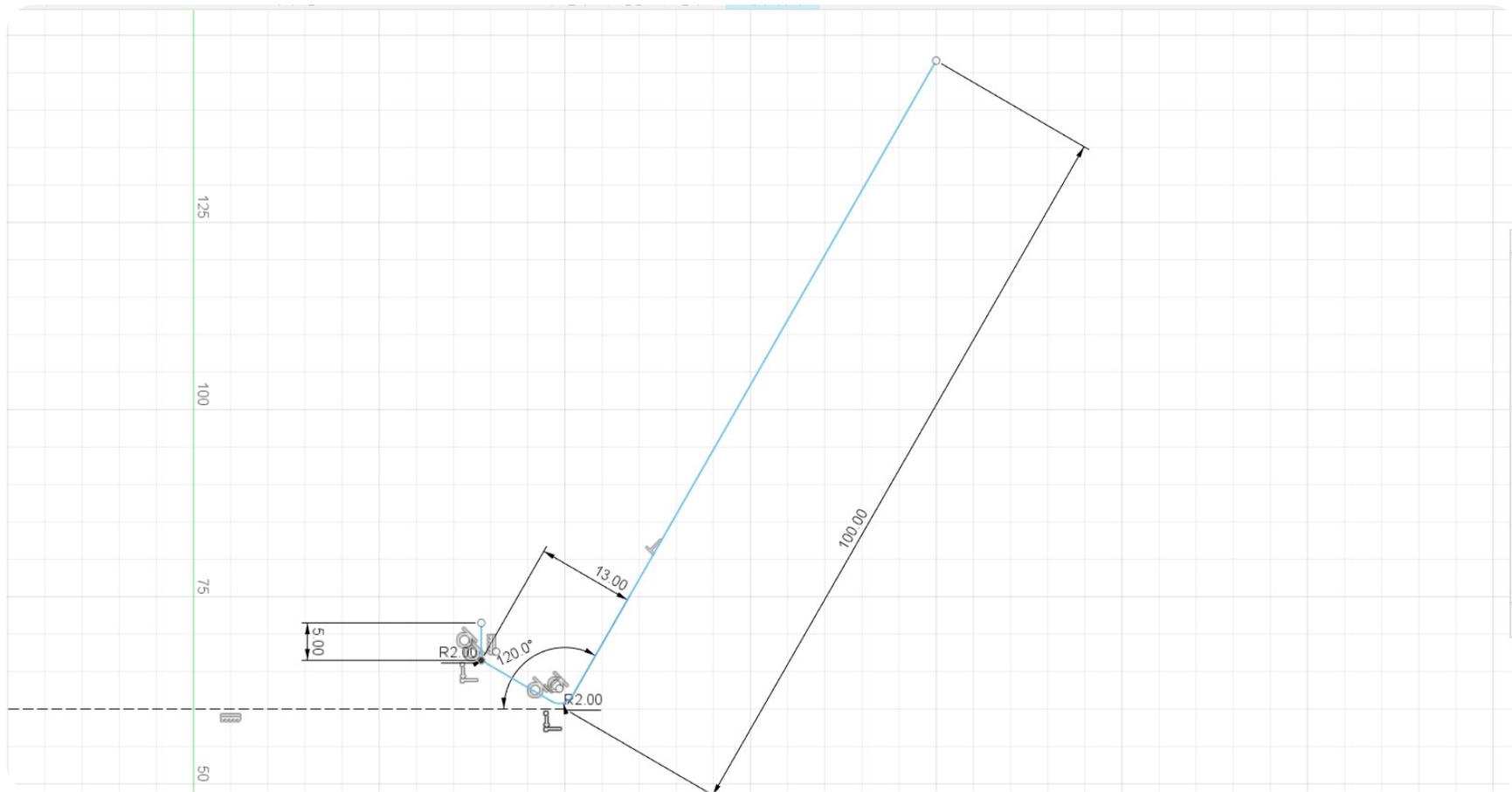
# 1 FUSION 360 실행

핸드폰 거치대 예제의 유지형상 모델링을 위해서 Fusion 360을 실행시킵니다.  
FUSION 360을 실행시키신 후 우측면도에서 스케치를 시작합니다.



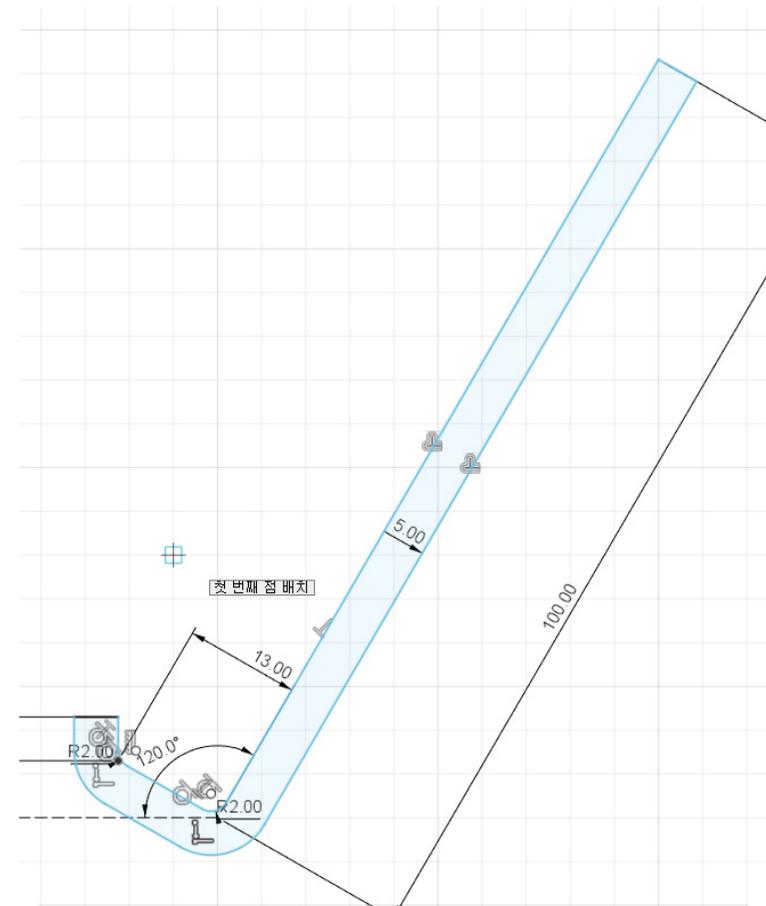
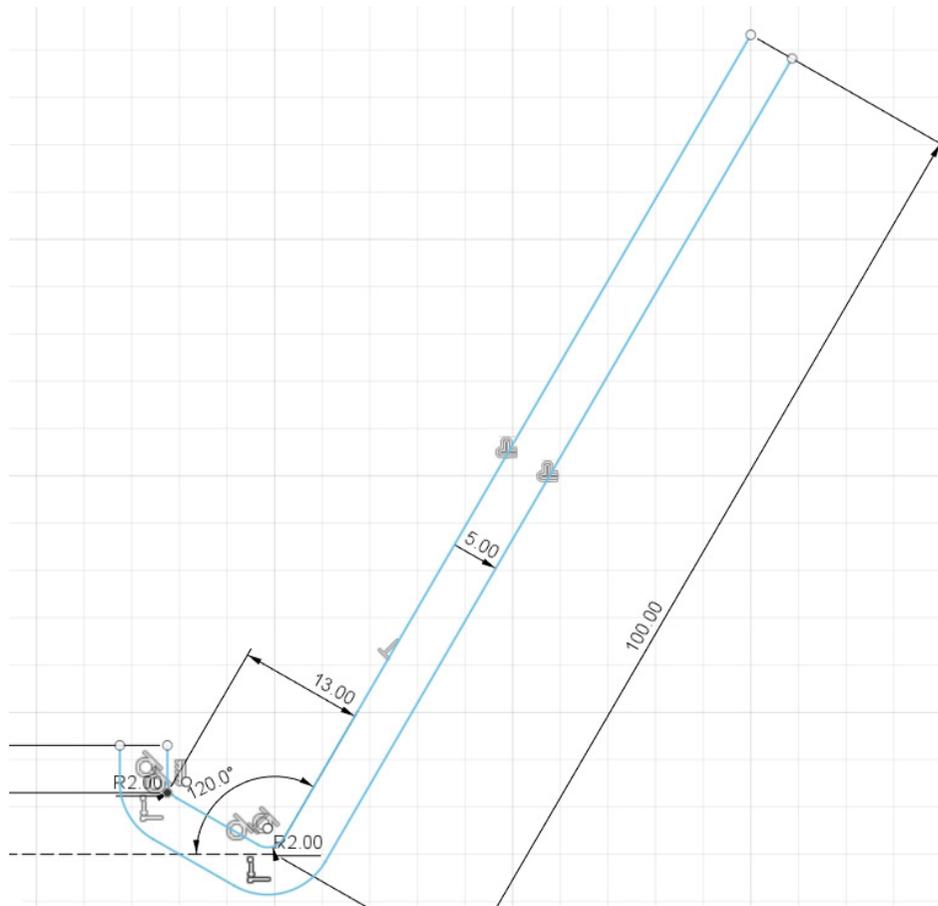
## 2 거치대 형상 스케치-1

우측면도에서 아래와 같이 핸드폰 거치대에서 핸드폰을 거치시킬 파트와 받침대 파트의 스케치를 생성합니다.



### 3 거치대 형상 스케치-2

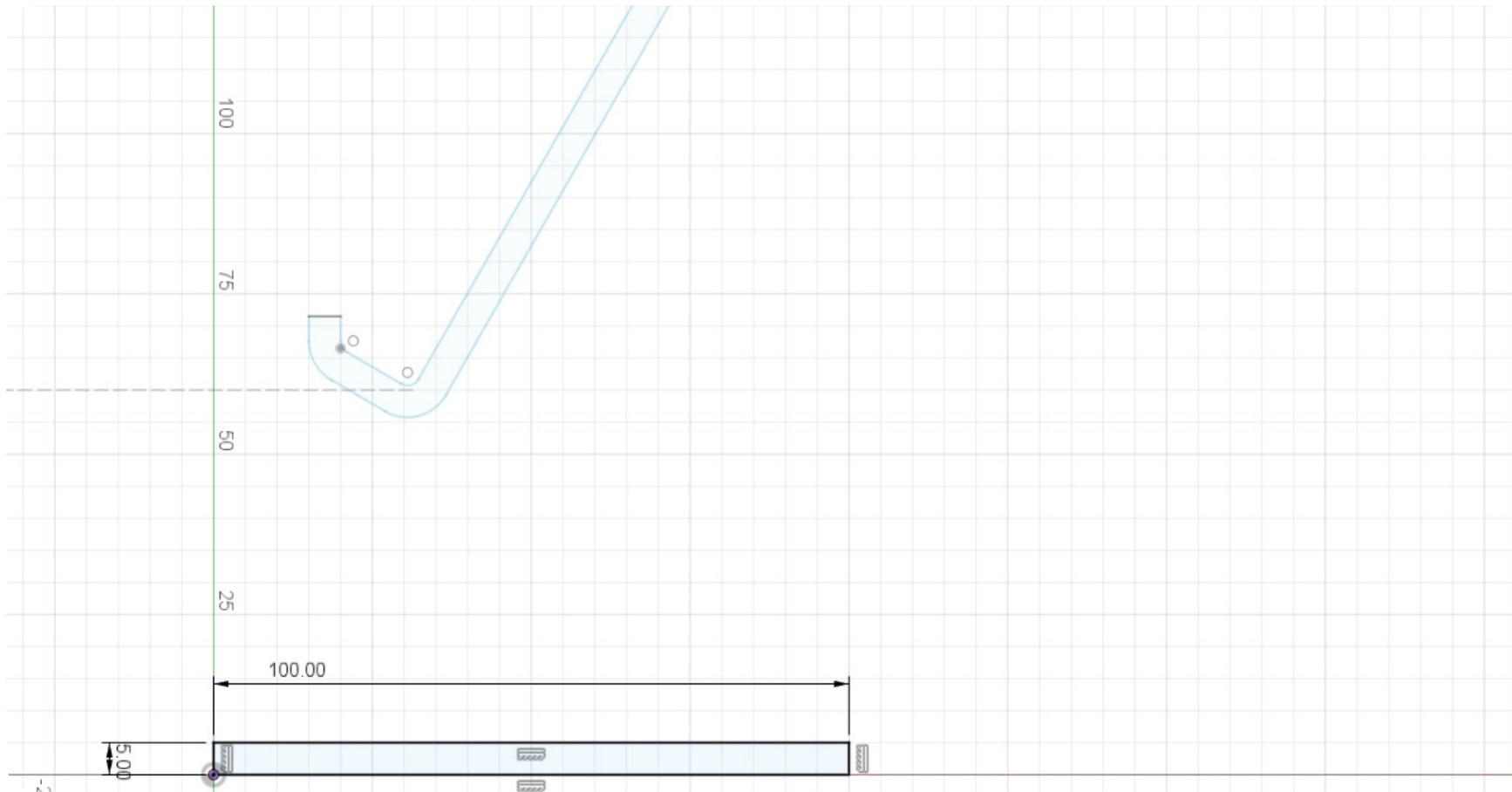
앞에서 그려준 스케치에 두께를 주기 위한 간격띄우기를 합니다.  
 간격띄운 스케치의 양 끝점은 서로 연결하여 닫힌 커브로 생성합니다.





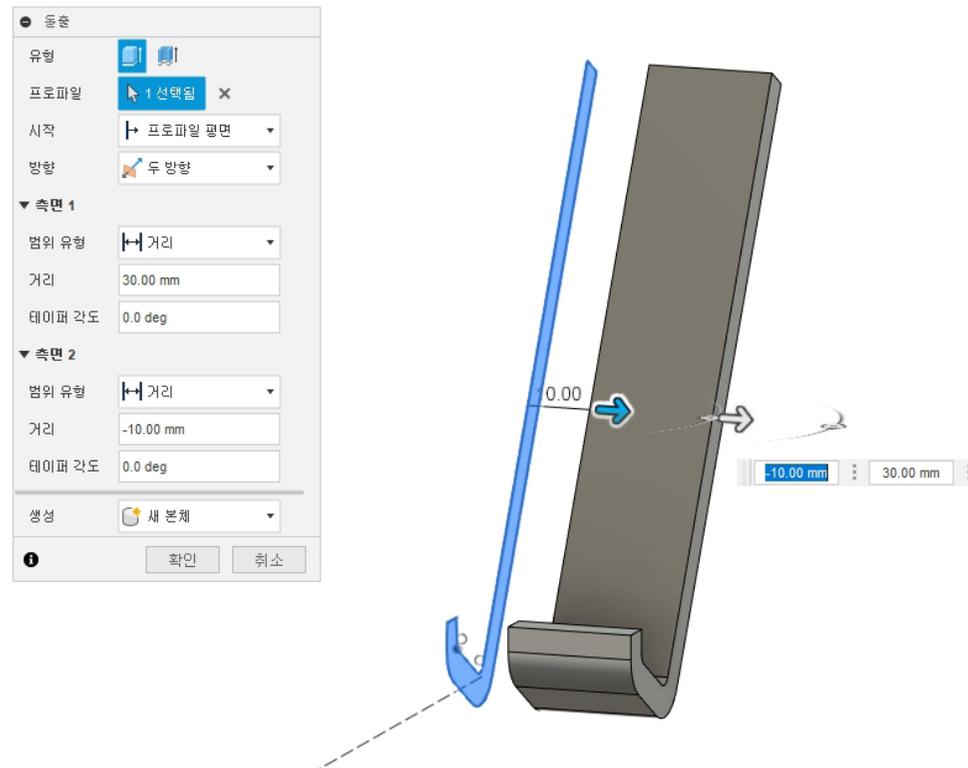
## 5 받침대 형상 스케치

받침대 형상을 만들어 주기 위해 사각형의 스케치를 그려주었습니다.



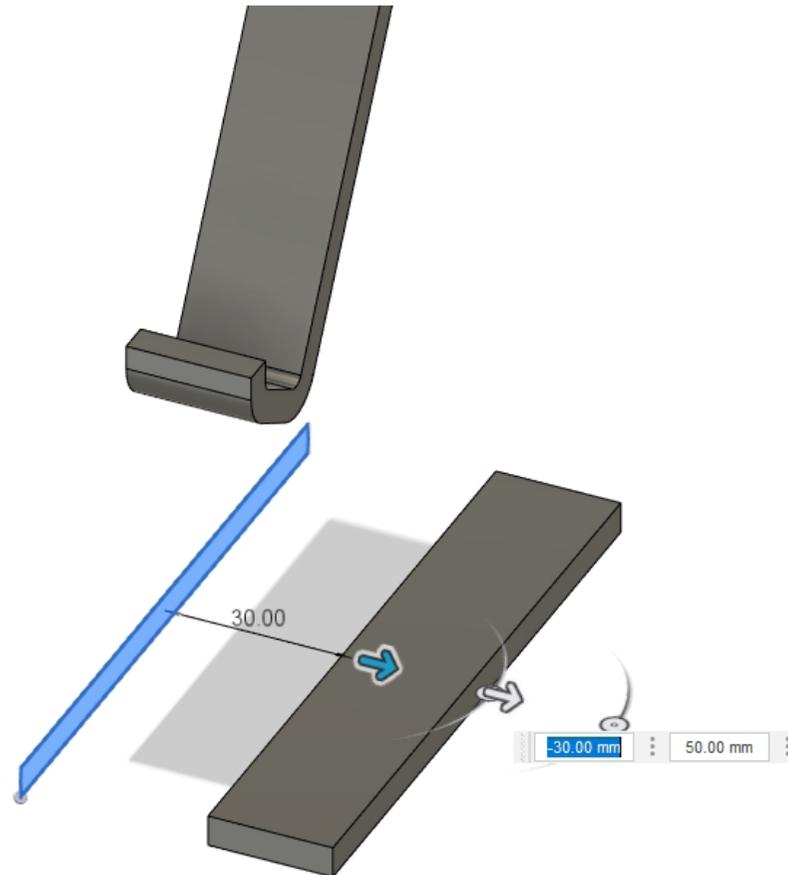
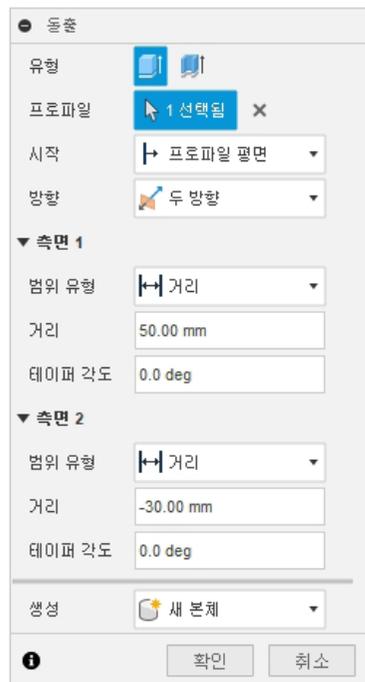
## 6 거치대 형상 돌출

돌출옵션은 두 방향으로 하여 그림과 같이 10mm 떨어진 거리에 20mm 만큼 돌출 시킨 거치대 파트를 생성하여 줍니다.



## 7 받침대 형상 돌출

마찬가지로 돌출옵션은 두 방향으로 하여 그림과 같이 30mm 떨어진 거리에 20mm 만큼 돌출 시킨 받침대 파트를 생성하여 줍니다.

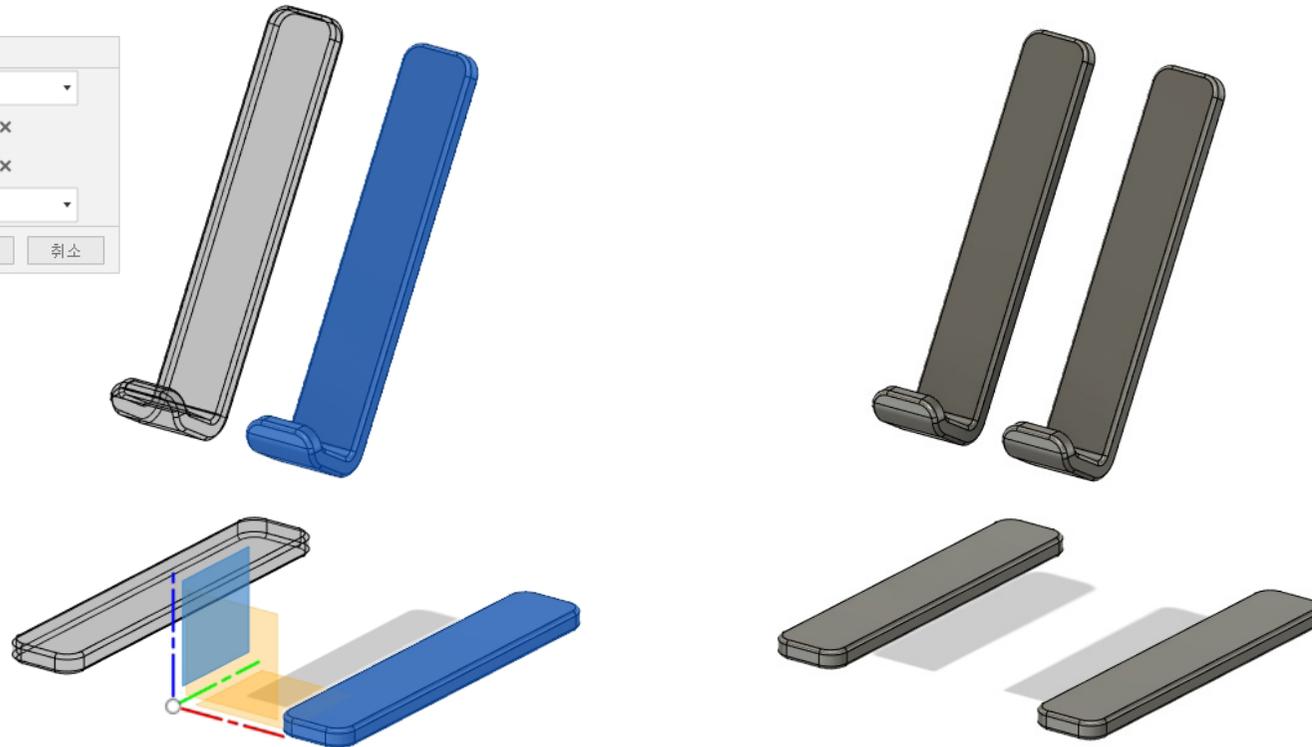
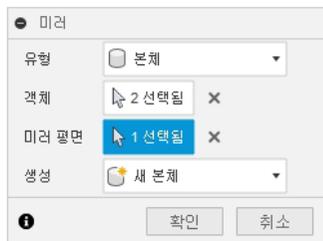


## 8 형상 편집

돌출 후 생성된 거치대와 받침대 파트의 모서리는 필렛을 적용하여 부드럽게 마감처리 하였습니다.



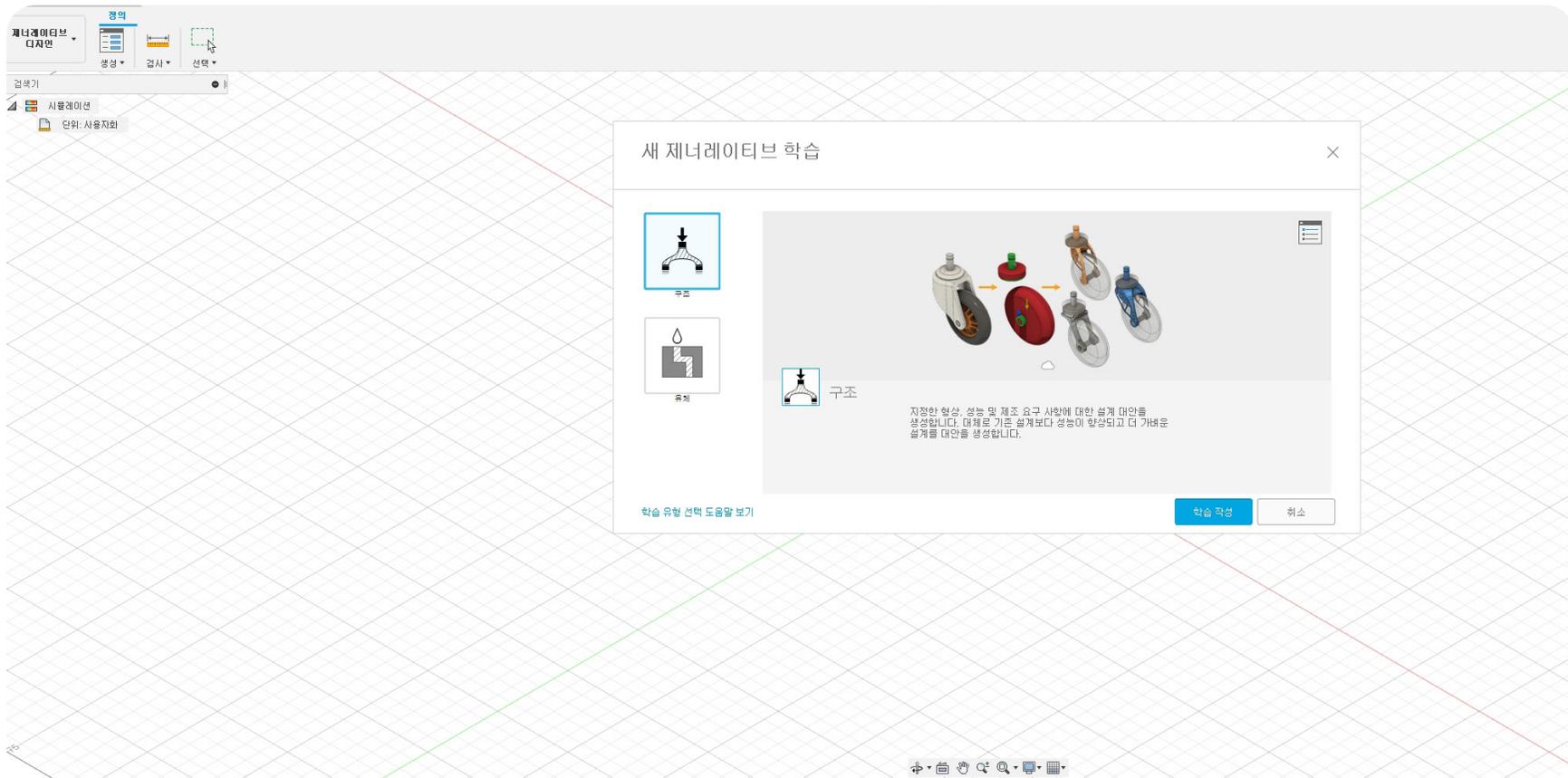
**9** 거치대 및 받침대 형상 미리  
원점의 구성평면을 이용하여 미리시켜줍니다.  
유지형상 설계가 완료되었습니다.



## 10 제너레이티브 디자인 모드 전환

FUSION 360 메뉴 좌측 상단에 워크 스페이스 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

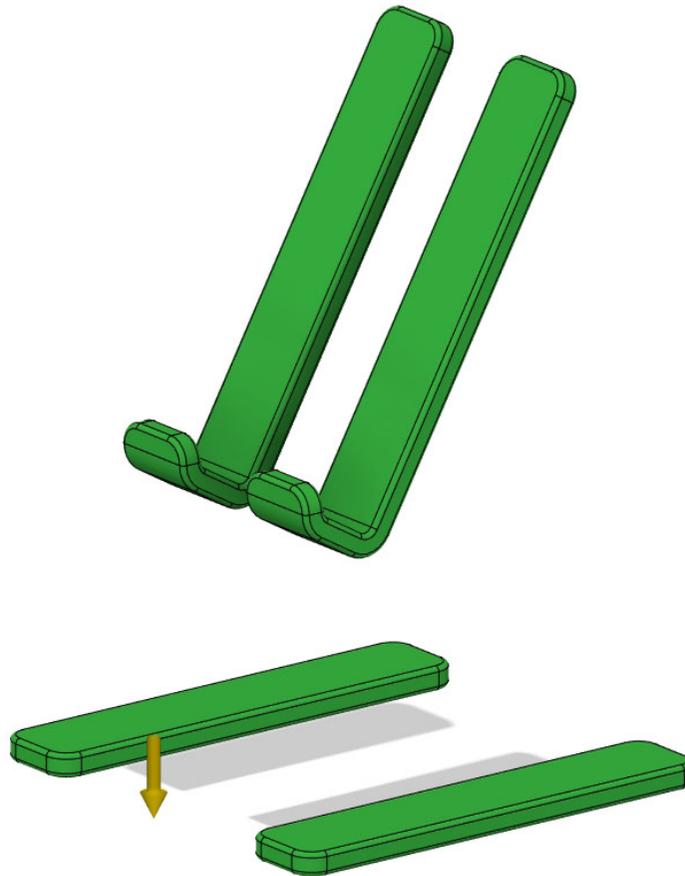
기본적으로 Study1부터 자동적용되어 Generative Design Study를 진행할 수있습니다



# 11

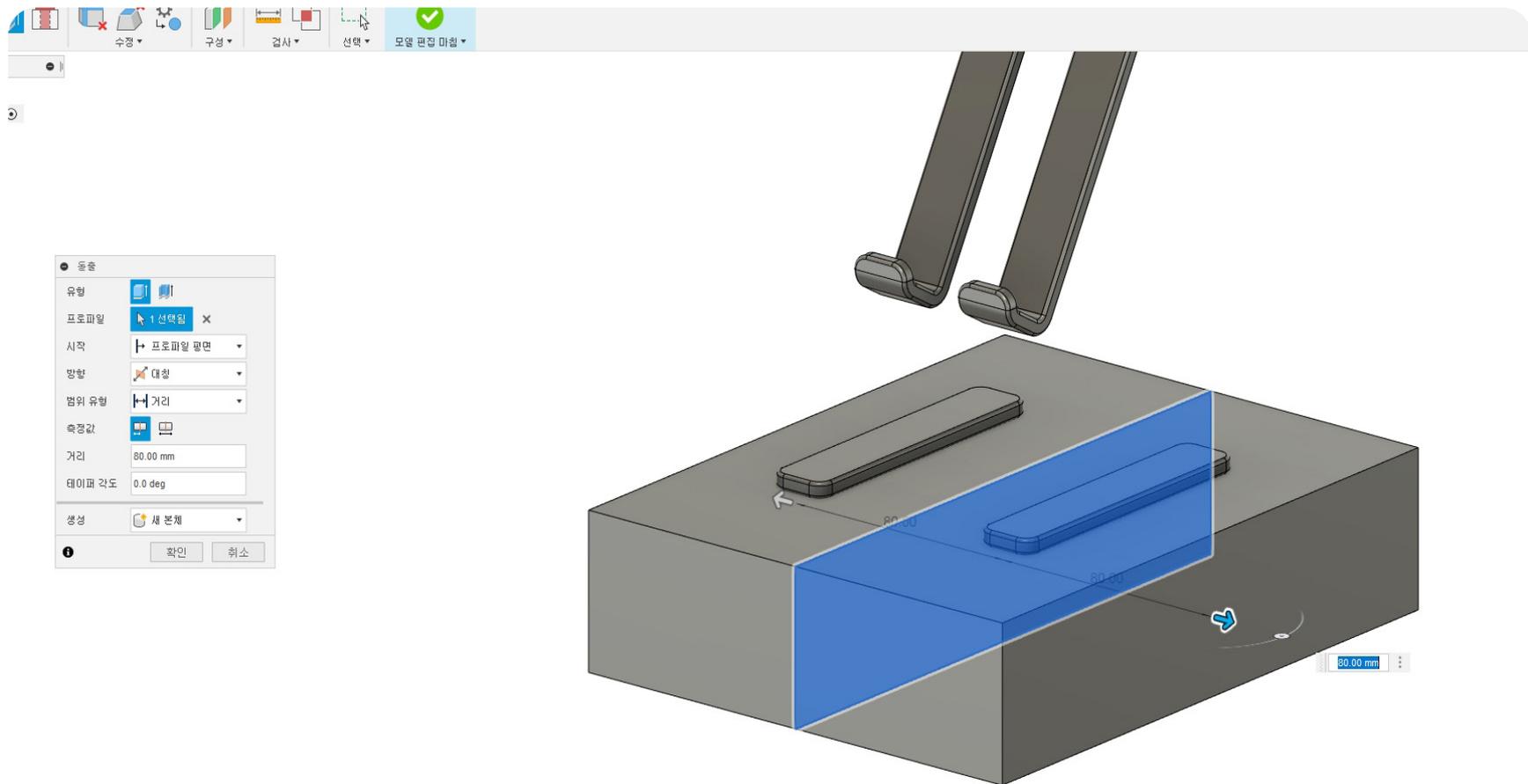
## 유지형상 설정

미러시킨 거치대와 받침대 파트는 모두 유지형상으로 지정합니다.



## 12 바닥 장애물형상 생성

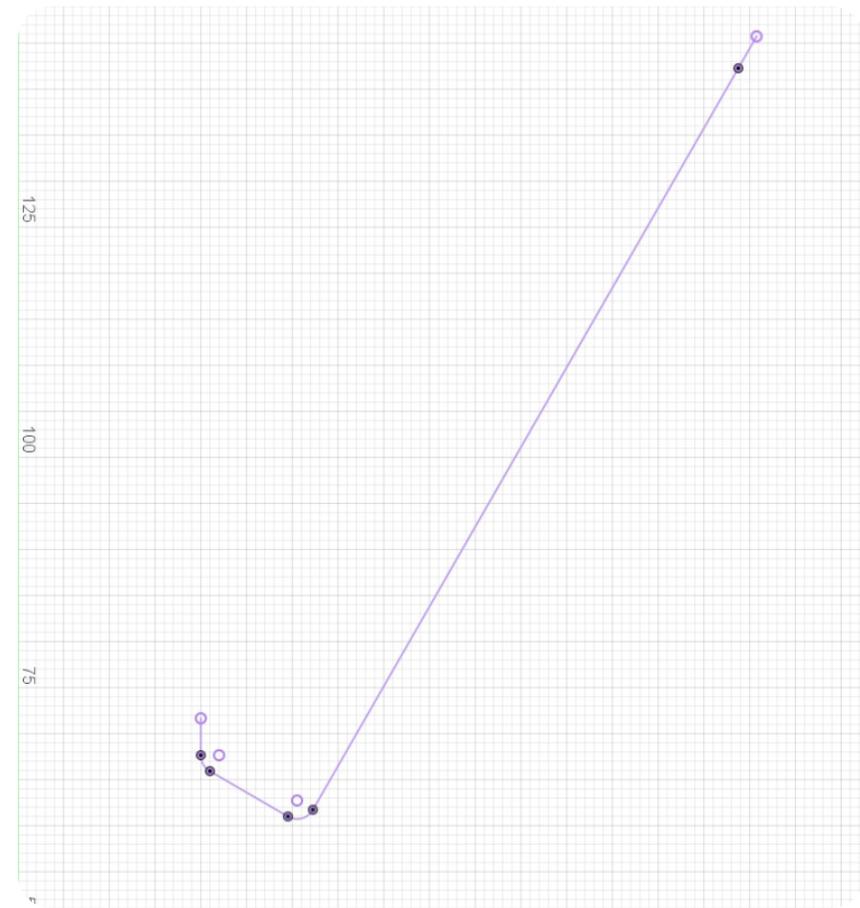
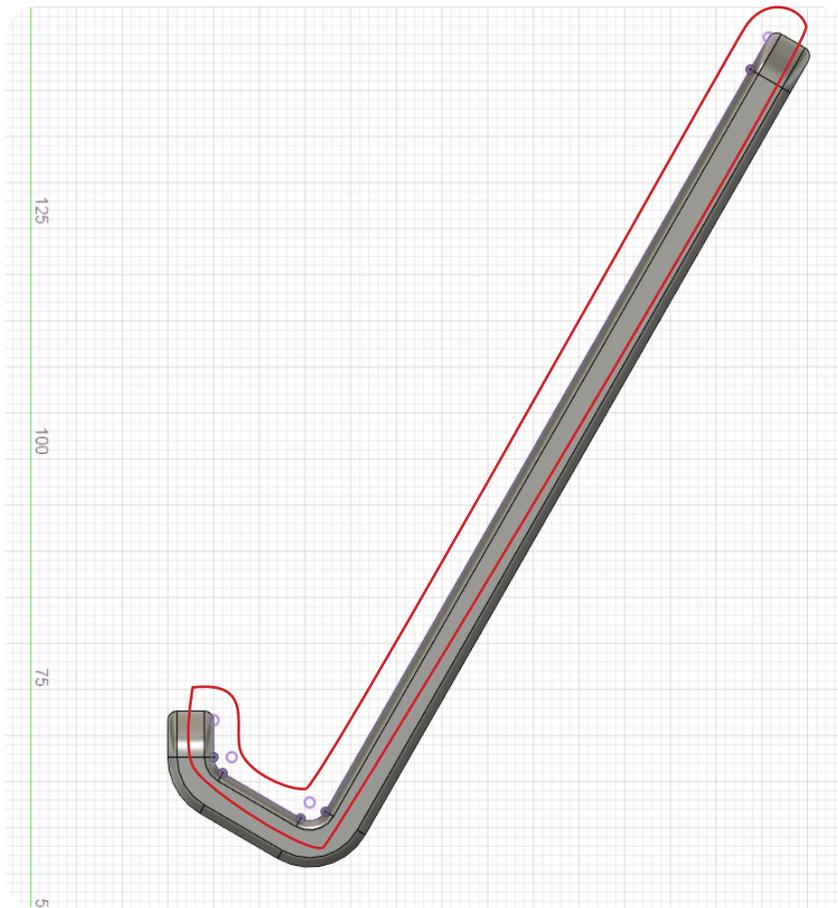
받침대 아래로 제너레이티브 디자인이 생성되지 않도록 모형편집에서 그림과 같이 받침 접하는 박스를 생성해줍니다.



# 13

## 거치대 장애물 형상 생성-1

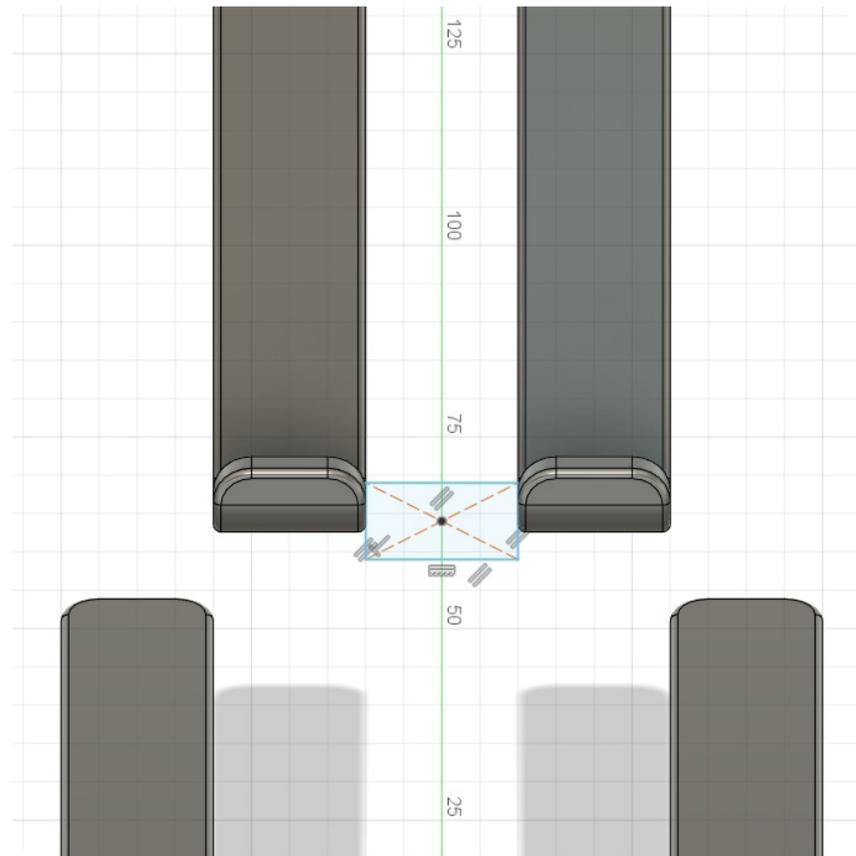
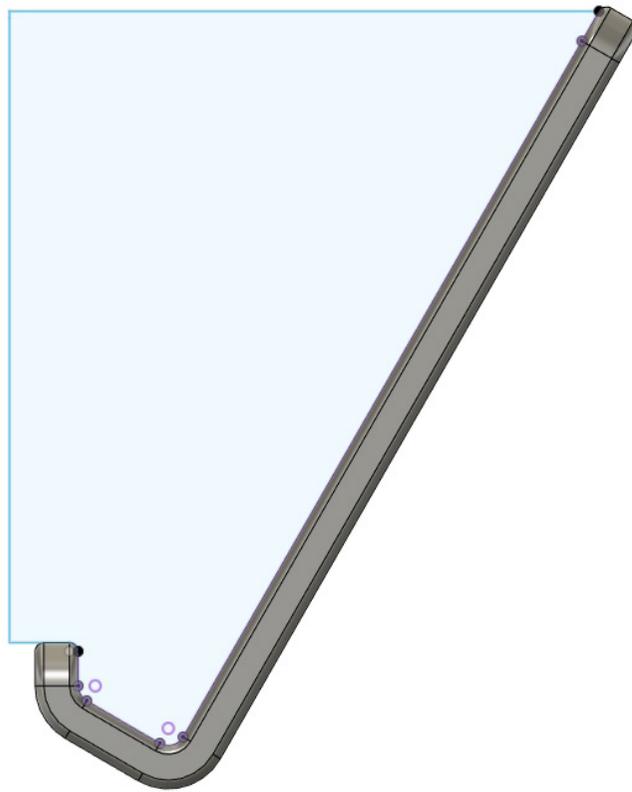
거치대 파트 위 쪽도 핸드폰이 놓여야 하는 영역으로 제너레이티브 디자인이 생성되는 것을 방지하고자 합니다. 모형편집의 스케치 모드에서 아래 영역안의 모서리를 프로젝트시켜 스케치를 생성합니다.



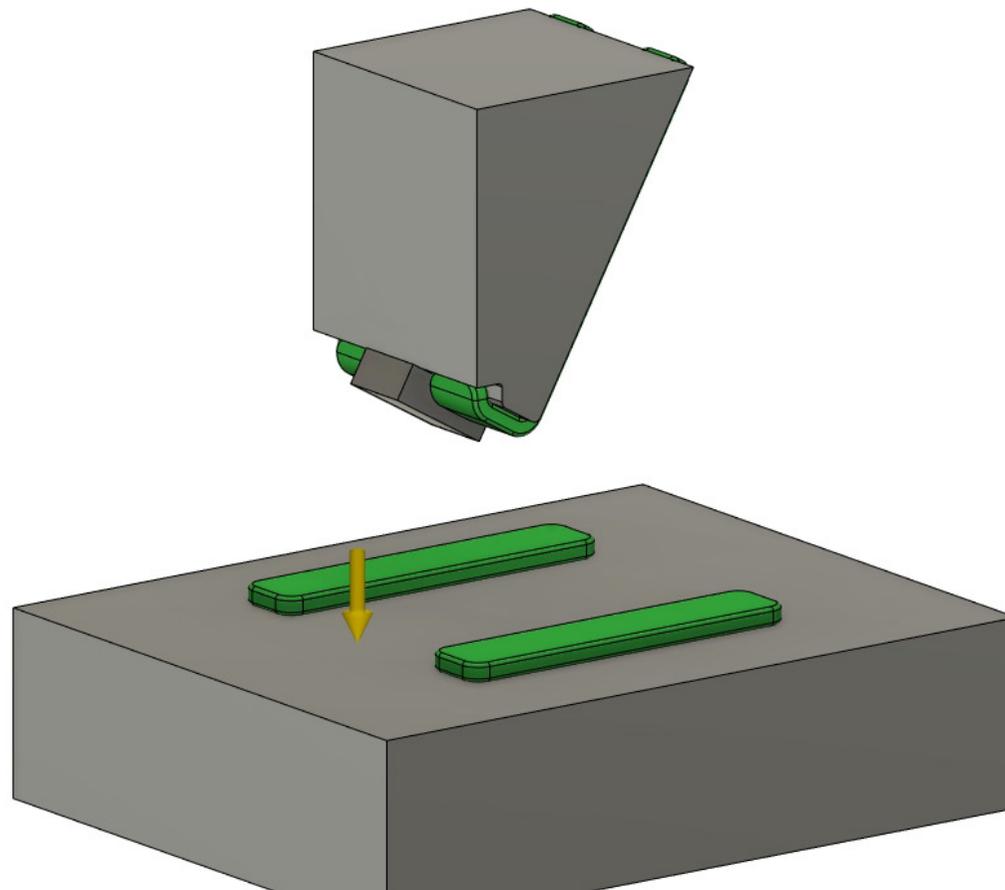
## 14 거치대 장애물 형상 생성-2

투영된 스케치를 하단의 왼쪽 그림과 같이 연결시켜 거치대를 접하는 닫힌 커브를 생성합니다.

또 다른 스케치 면에서는 핸드폰의 충전 케이블 공간을 만들어 주기 위해 거치대 사이 공간에 장애물 형상을 만들어 주기 위해 하단의 오른쪽 그림과 같이 스케치를 그려줍니다.

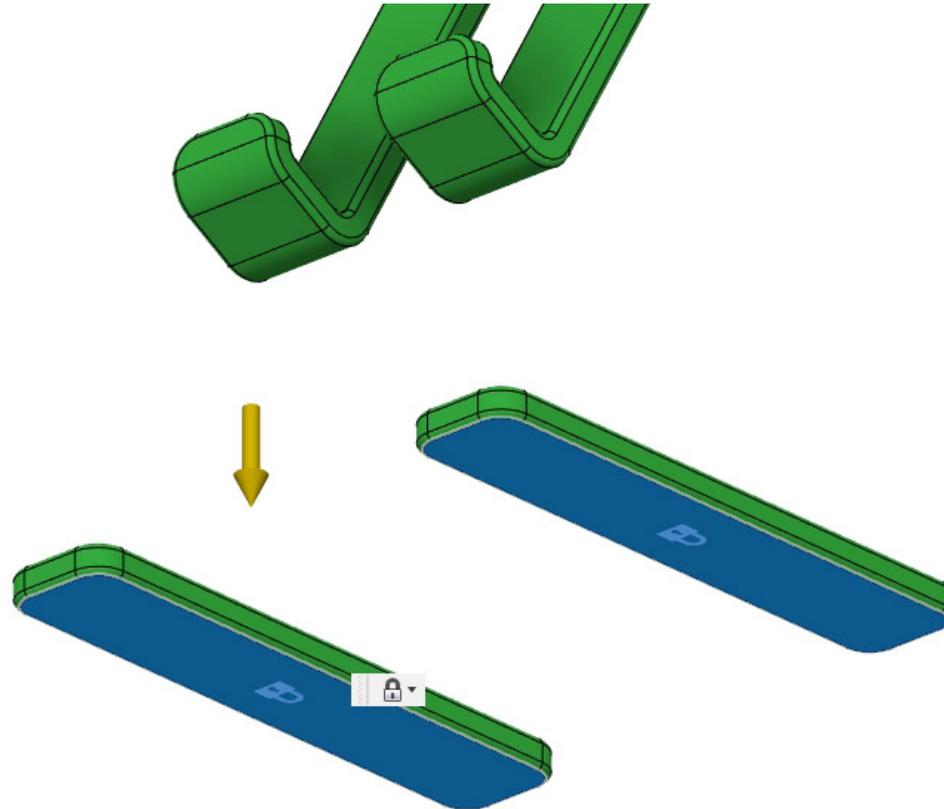


- 15** 거치대 장애물 형상 돌출  
앞에서 그려준 스케치를 돌출 시키고 장애물 형상으로 지정합니다.  
이제 장애물 형상을 피해 제너레이티브 디자인이 생성될 수 있습니다.



## 16 구속조건 적용

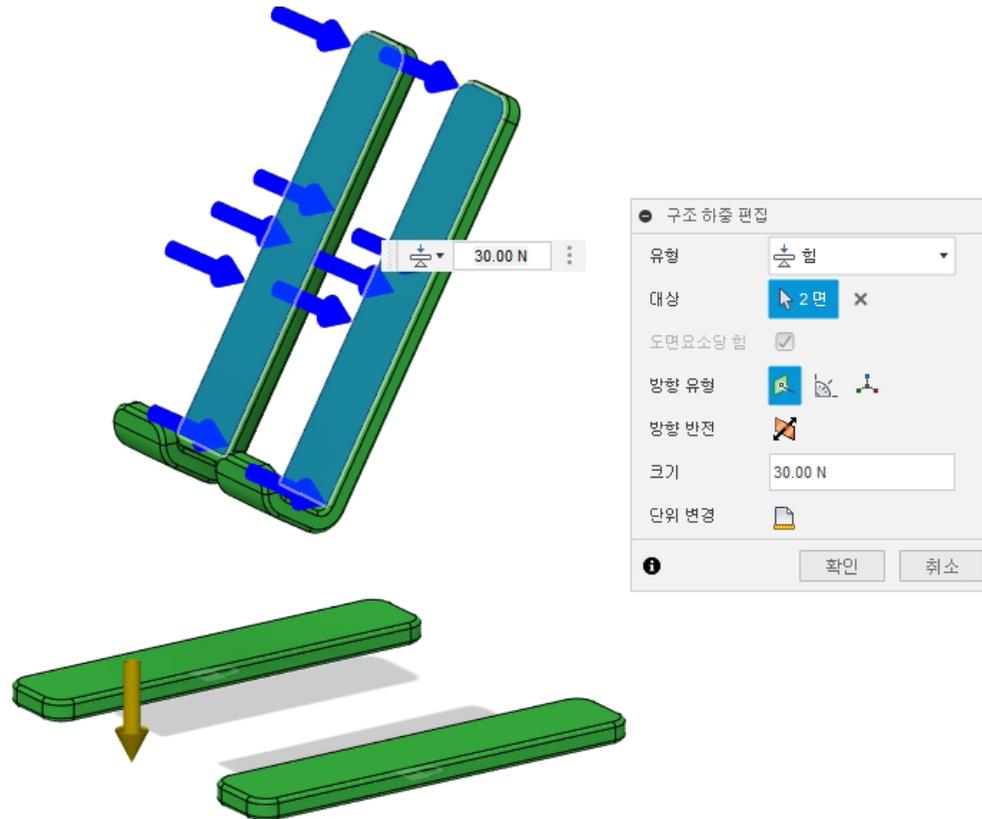
Structural Constraints 기능으로 유지형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.  
받침대의 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



# 17 하중 조건1 적용

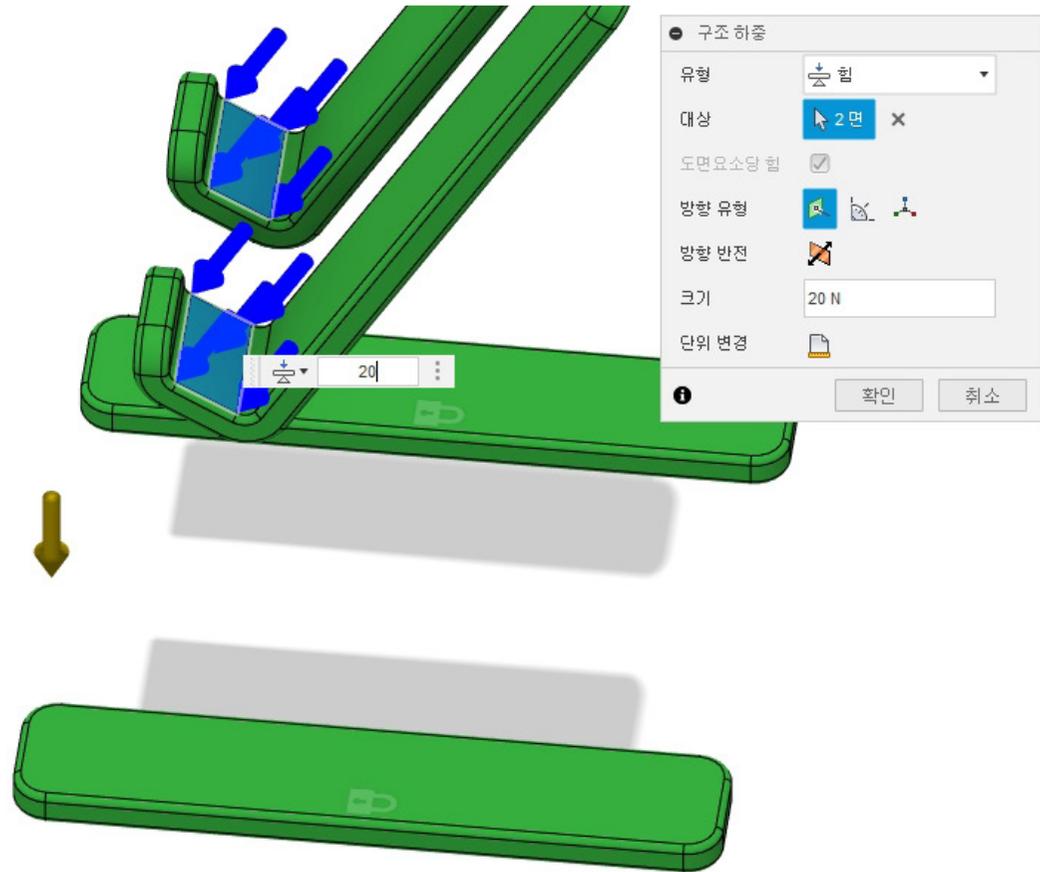
학습1 (Study1)은 단일 하중조건만을 적용하도록 하겠습니다.

핸드폰 거치대 위쪽 면에 30N(3kg)의 하중으로 하중조건 1을 적용하였습니다.



## 18 하중 조건 추가

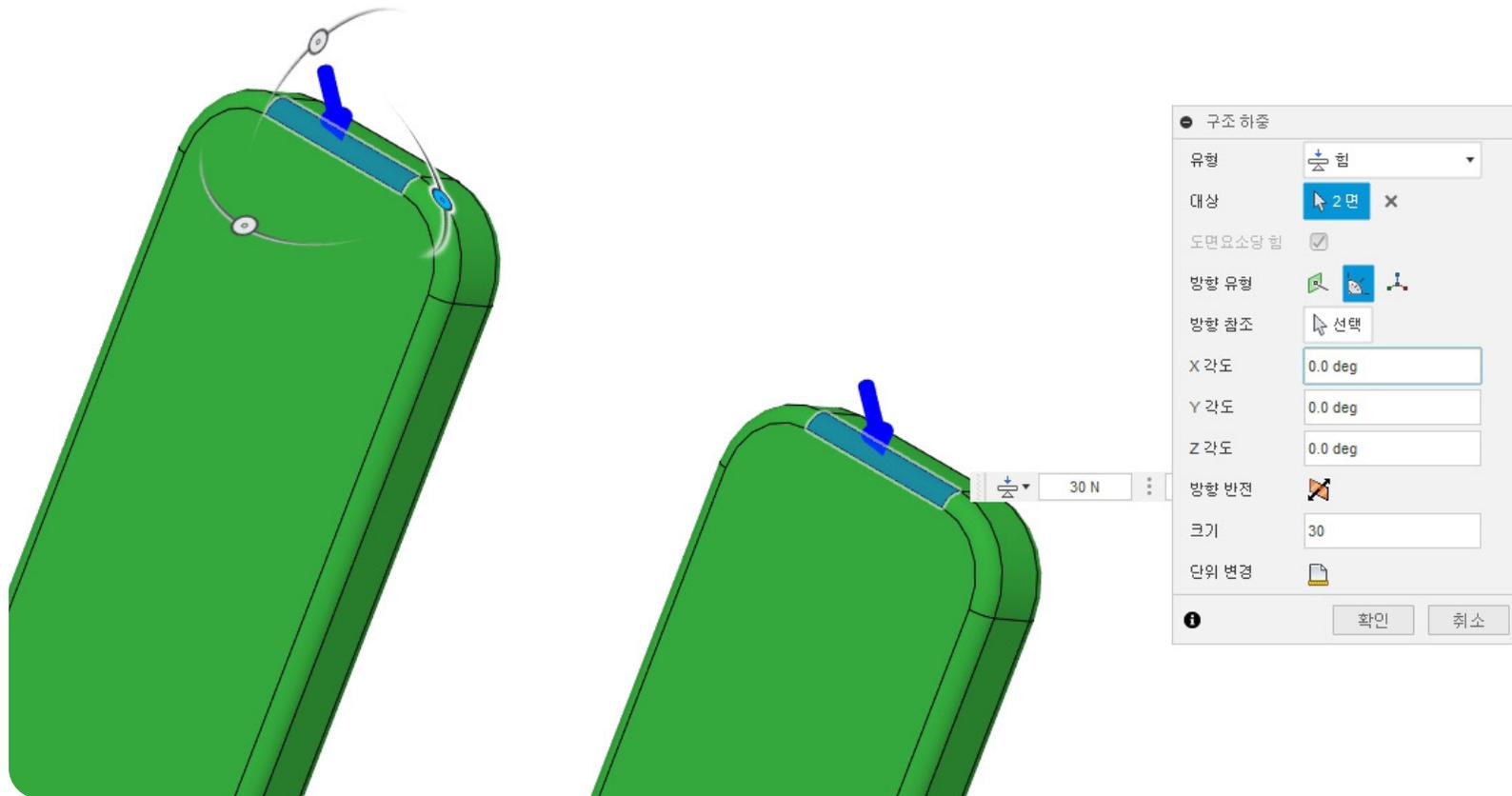
하중조건 1을 복제한 뒤, 복제된 하중조건 2의 하중을 그림과 같이 적용해보도록 하겠습니다.



## 19 학습복제 및 하중 조건 추가-1

학습 1를 복제하여 학습 2을 생성해줍니다.

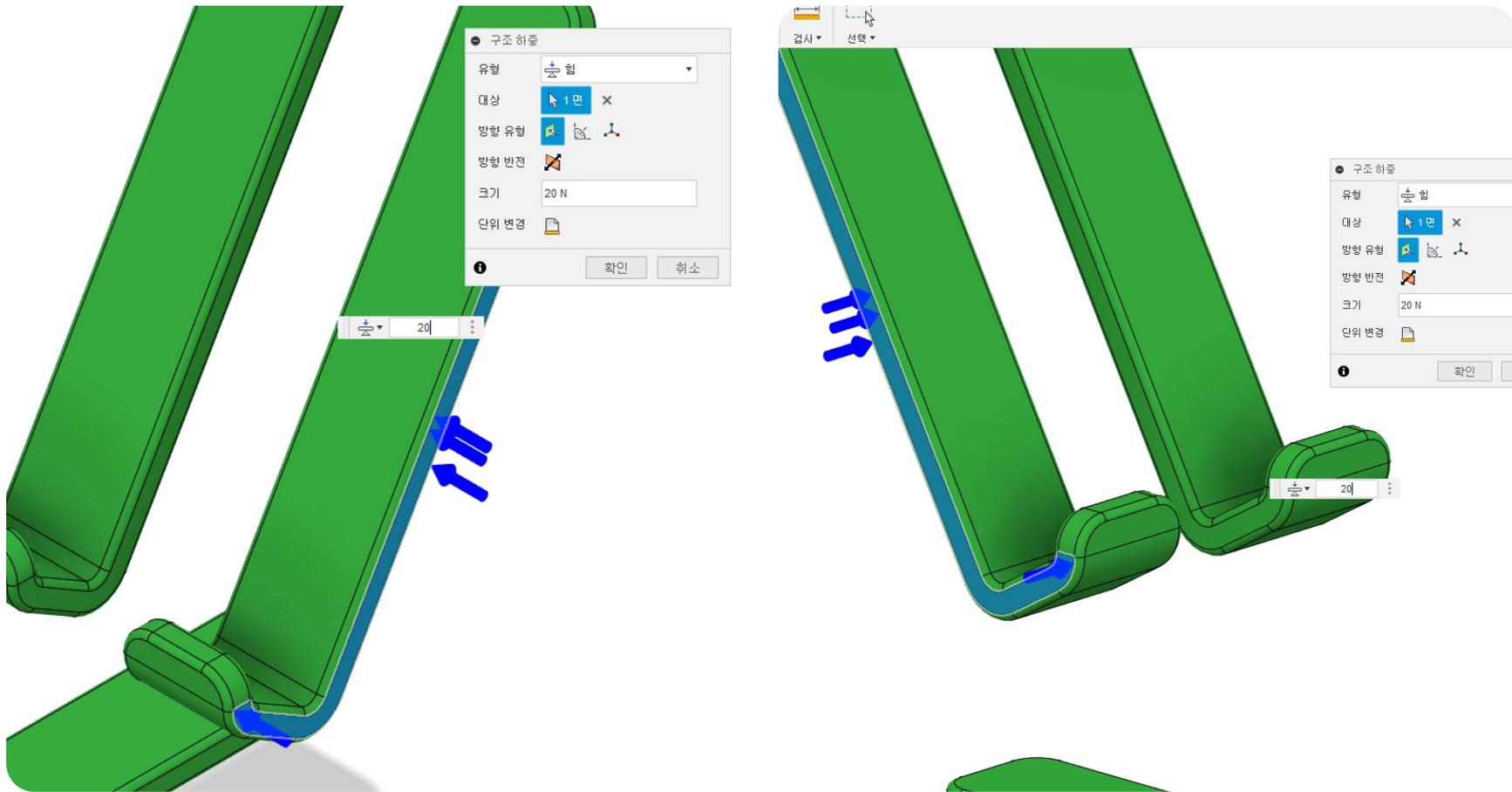
학습 2의 하중조건 2을 복제한 뒤, 복제된 하중조건 3의 하중은 거치대 끝 쪽에서 누를 수 있도록 그림과 같이 적용해보도록 하겠습니다.



## 20 학습복제 및 하중 조건 추가-2

학습 2를 복제하여 학습 3을 생성해줍니다.

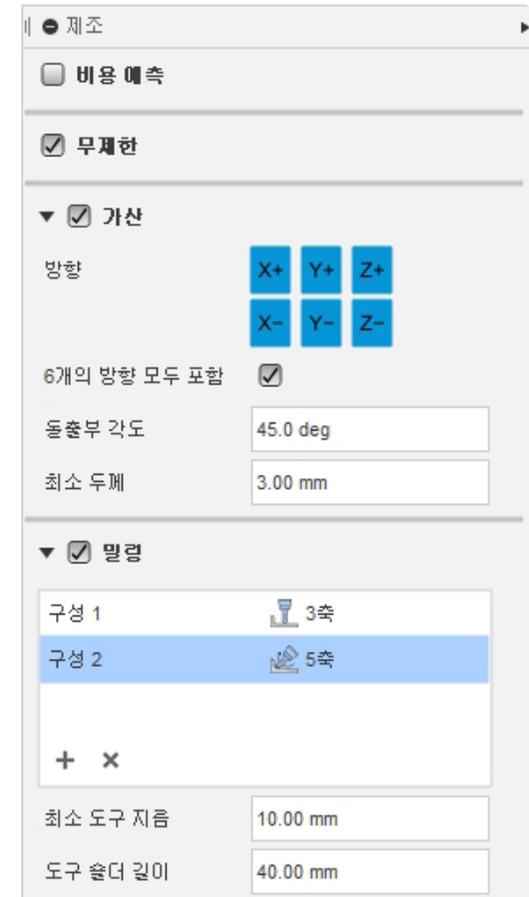
학습 3의 하중조건 3을 복제한 뒤, 복제된 하중조건 4,5의 하중은 측면에서 작용할 수 있도록 그림과 같이 적용해보도록 하겠습니다.



## 21 제조 방식 설정

결과물을 생성하는데 사용될 제조방식을 설정합니다.

결과물의 다양성을 위해 모든 방향에서 적층생성 될 수있도록 옵션을 설정하였습니다.



## 22 소재 적용

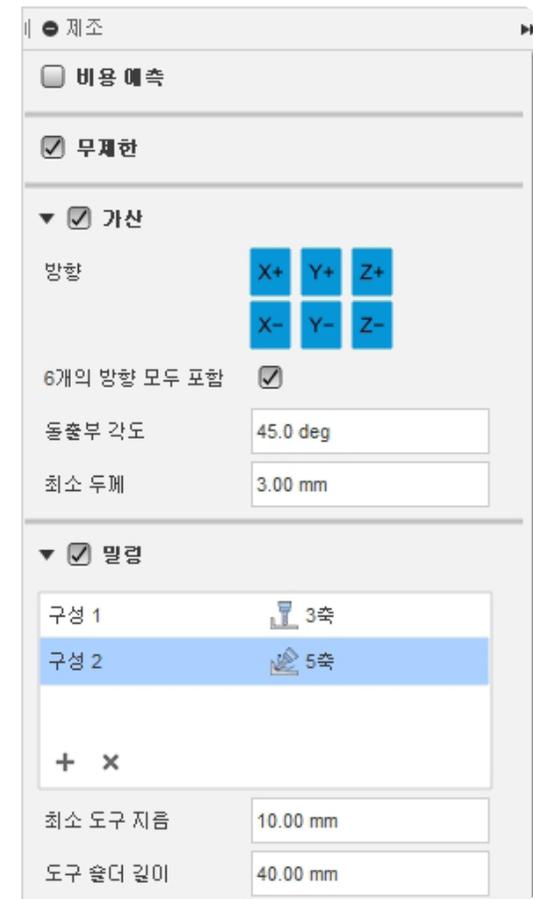
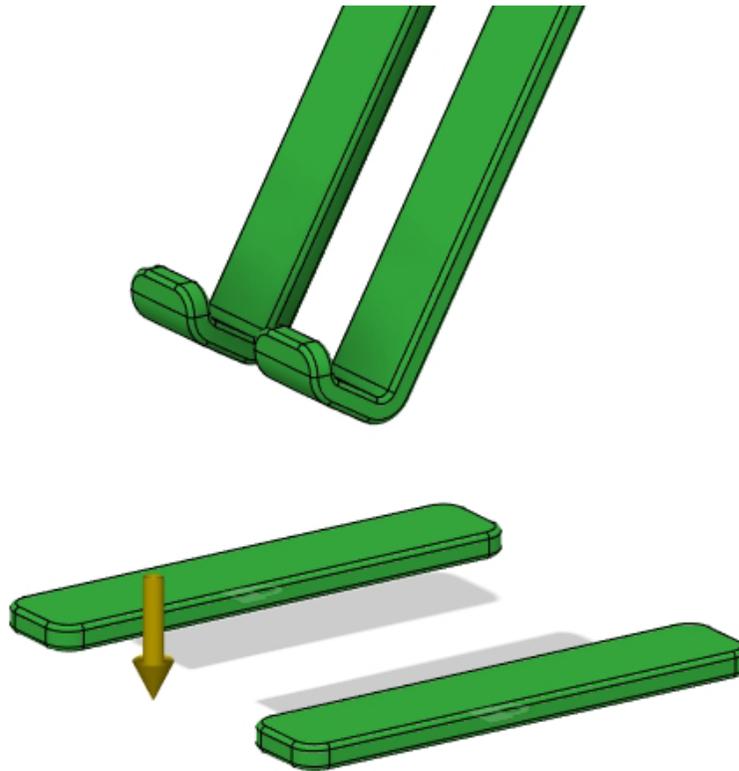
소재는 FUSION 360에서 제공하는 플라스틱 적층 소재를 모두 선택하였습니다.



## 23 제조 방식 설정

결과물을 생성하는데 사용될 제조방식을 설정합니다.

결과물의 다양성을 위해 모든 방향에서 적층생성 될 수있도록 옵션을 설정하였습니다.



## 24

## 제너레이티브 디자인 실행

모든 Study 설정이 완료되었습니다.

연산이 되는 동안 잠시 기다리면 결과물이 생성됩니다.

생성
✕

활성 문서의 학습 뷰 옵션

<input checked="" type="checkbox"/> 학습	상태	클라우드 크레딧
<input checked="" type="checkbox"/> 제너레이티브 모형 1-핸드폰 거치대 학습 1 구조 구성요소	● 경고 · 복구	33
<input checked="" type="checkbox"/> 제너레이티브 모형 1-핸드폰 거치대 학습 2 구조 구성요소	● 경고 · 복구	33
<input checked="" type="checkbox"/> 제너레이티브 모형 1-핸드폰 거치대 학습 3 구조 구성요소	● 경고 · 복구	33

클라우드 크레딧 계정 [교육](#)

[클라우드 크레딧 관리](#)

필수 -

---

사용 가능 유지

---

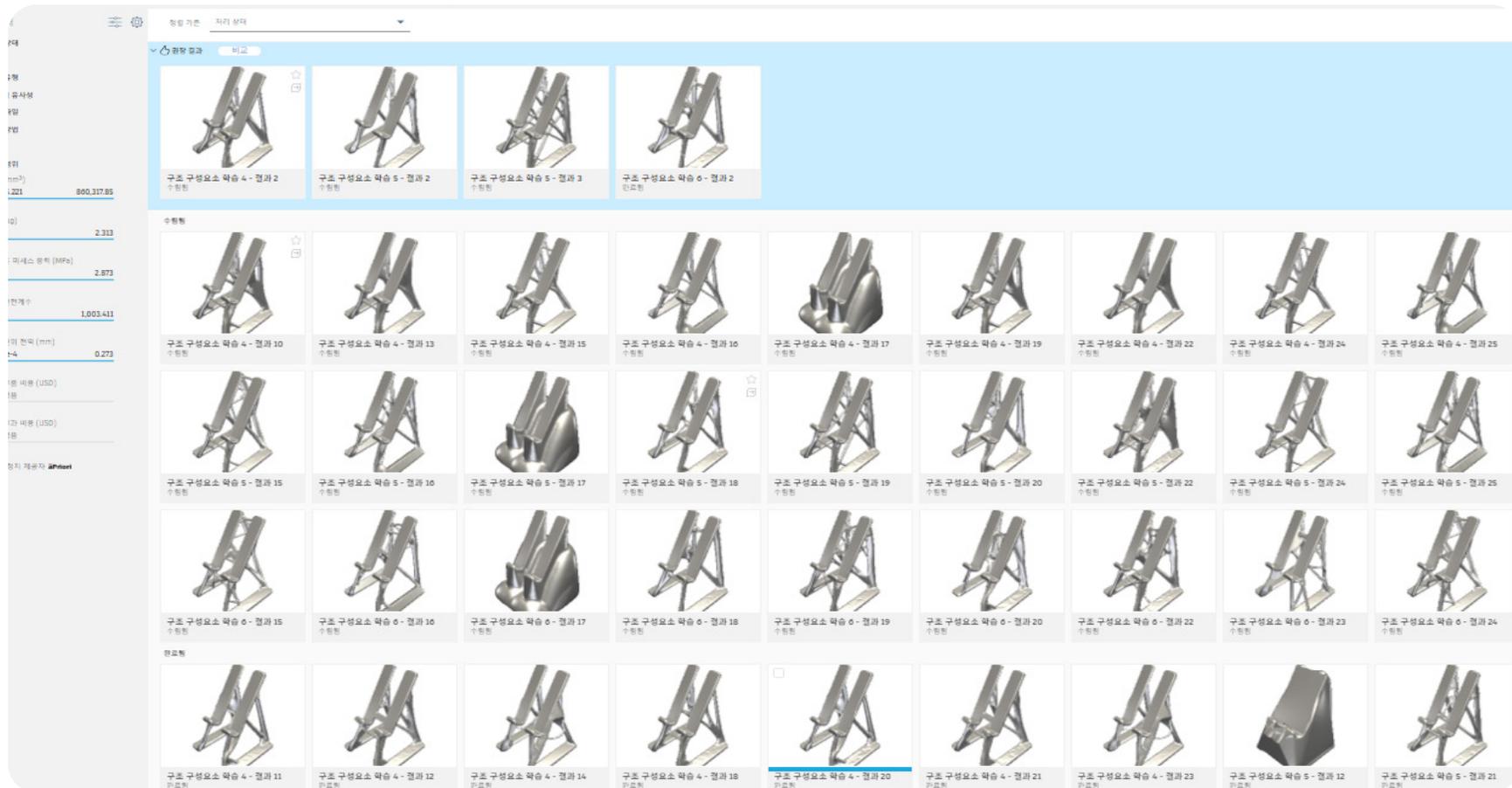
무제한 -

문서가 수정되었습니다. 생성 전에 새 버전이 작성됩니다.

3개 학습 생성
닫기

## 25 결과물 확인

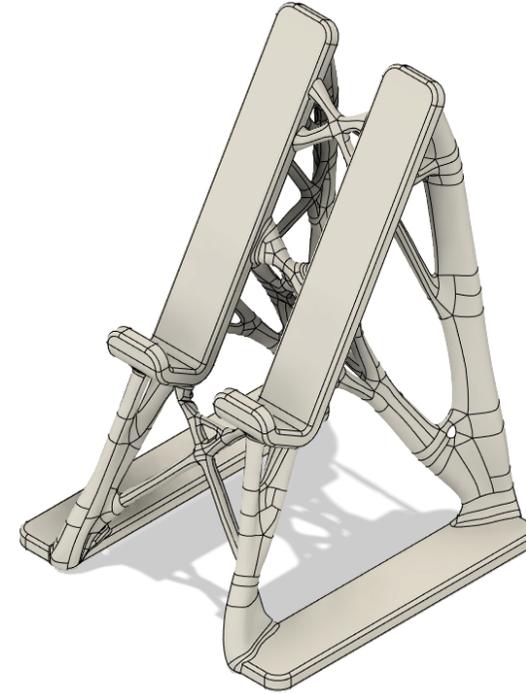
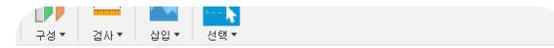
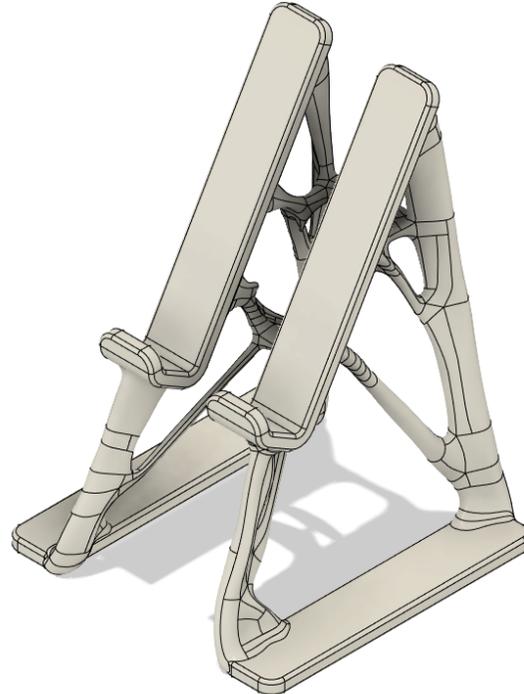
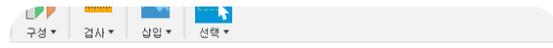
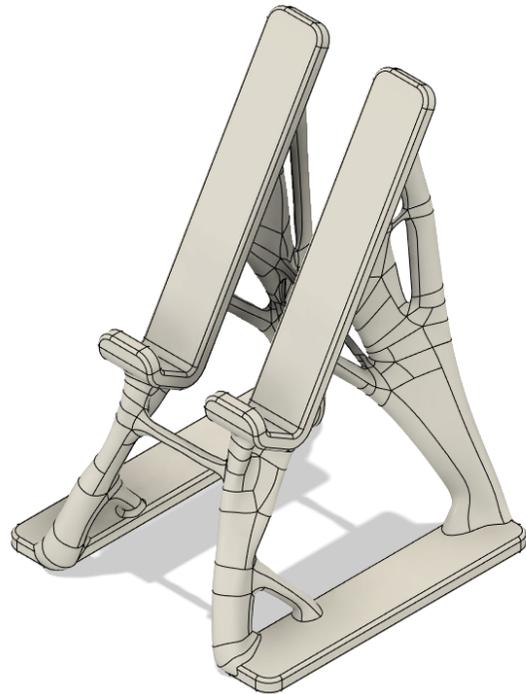
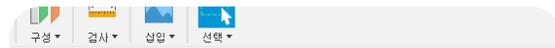
결과물이 생성되었습니다. 다양한 결과물 중 디자이너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다. 여러 결과물 중 조형에 의미가 있다고 생각되는 몇 가지 시안을 선택할 수 있었습니다.



### 26 결과물 내보내기

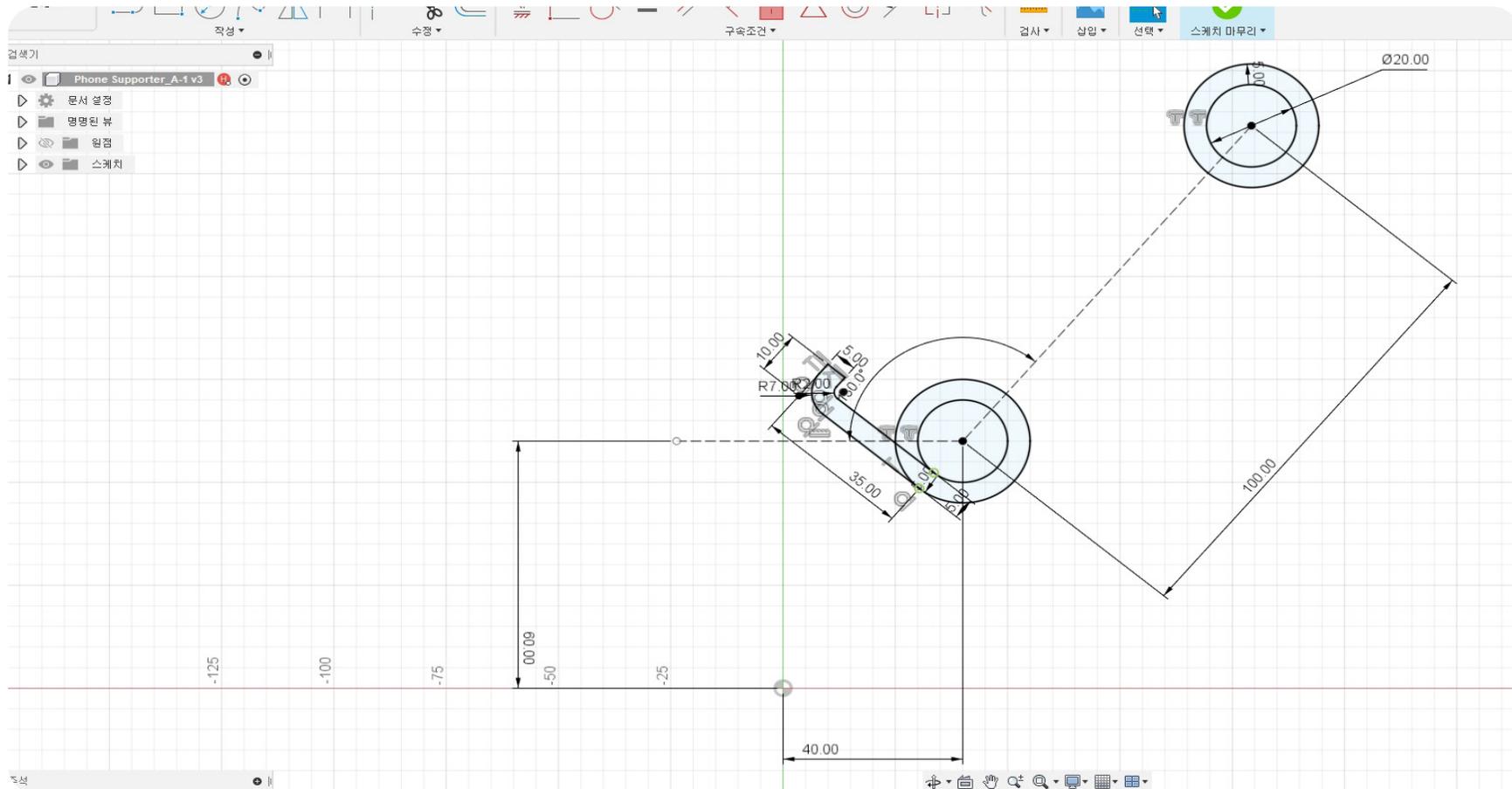
학습별로 원하는 디자인을 내보내기 하였습니다.

하중조건이 각각 다른 학습의 결과물은 구조의 형상과 복잡도가 조금씩 상이한 것을 확인할 수 있습니다.



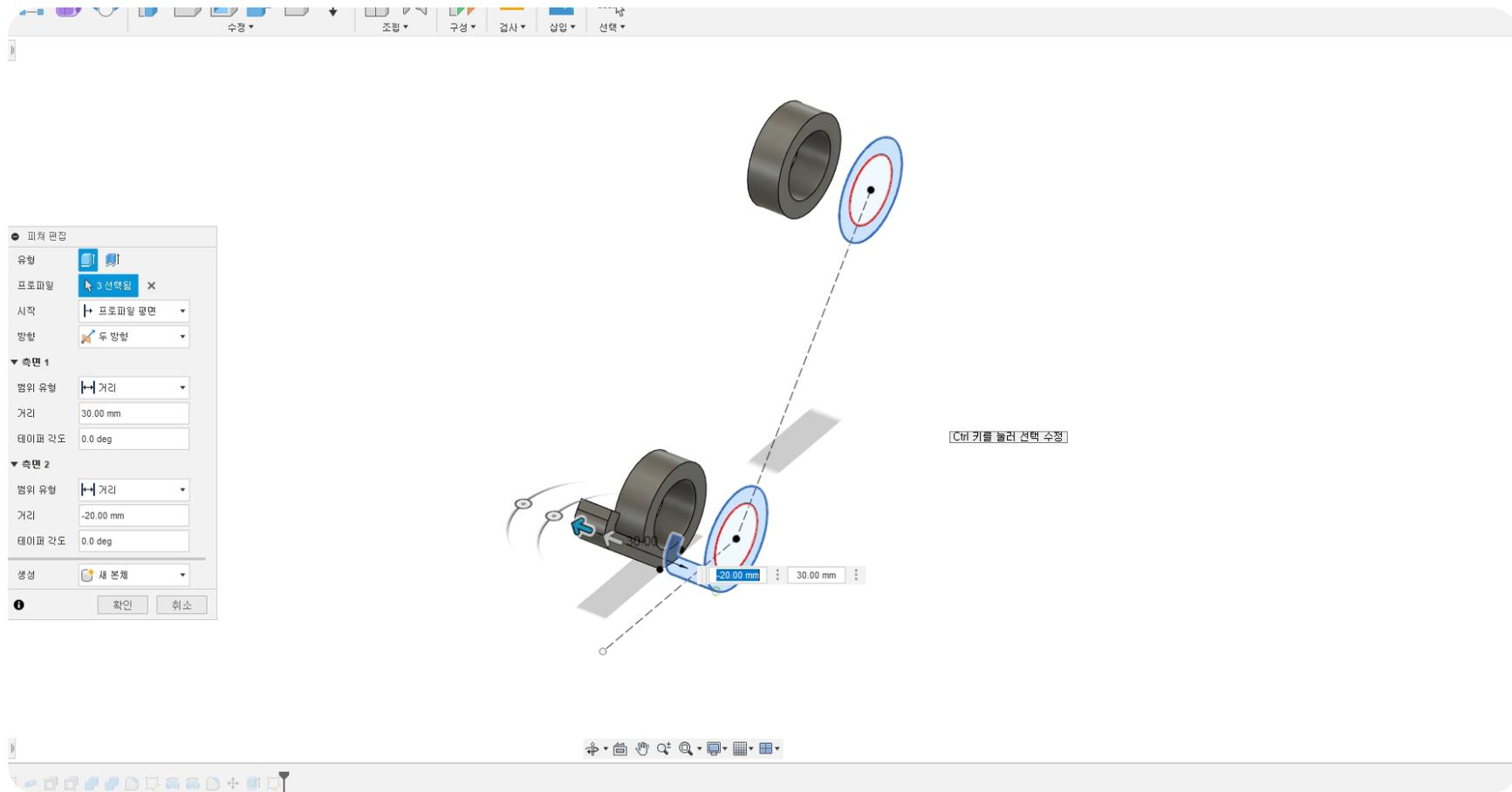
## 27 핸드폰 거치대 두번째 예제 스케치

앞에서 진행한 예제를 응용하여 새로운 디자인을 제안해보고자 합니다.  
 새 설계에서 우측면에도 아래와 같이 스케치를 진행합니다.



## 28 거치대 돌출

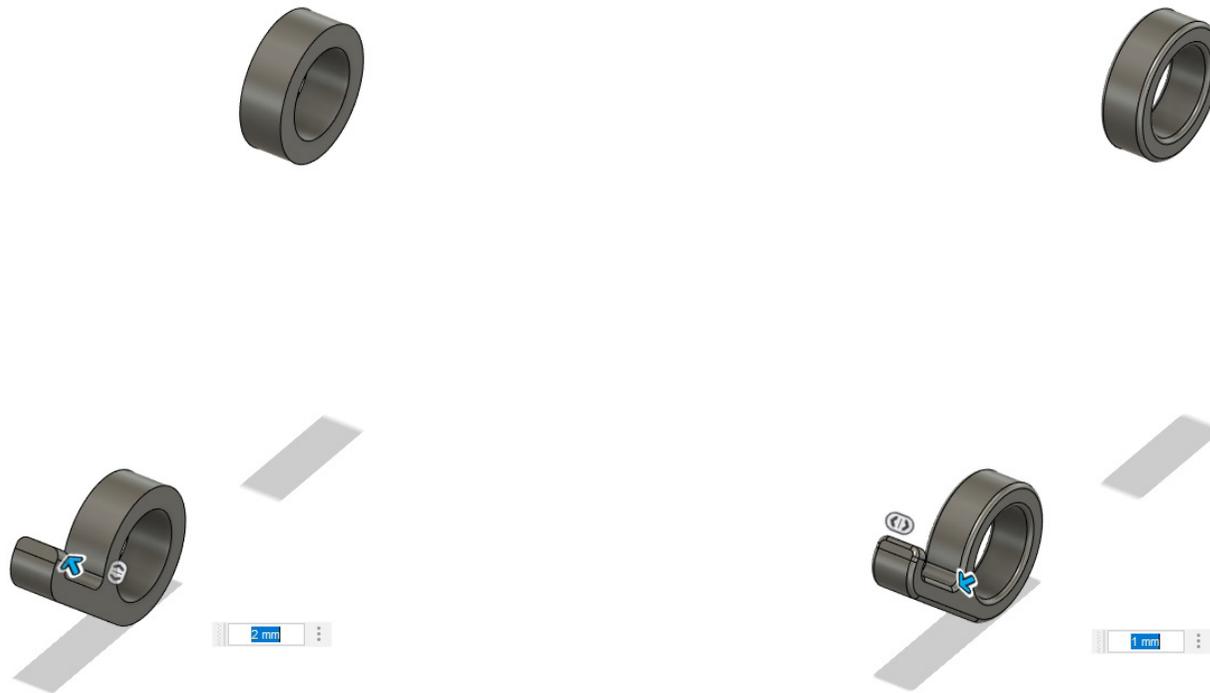
이번 예제는 미리 시키지 않고 한쪽만 제너레이티브 디자인을 생성한 뒤 결과물을 미리시켜 그림에 보이는 홀에 목봉을 연결하고자 합니다. 스케치를 20mm 만큼 거리를 띄우고 10mm 만큼 돌출 시킵니다.



# 29

## 거치대 형상 편집

거치대의 모서리에 필렛을 적용하여 형상을 부드럽게 마감처리 합니다.

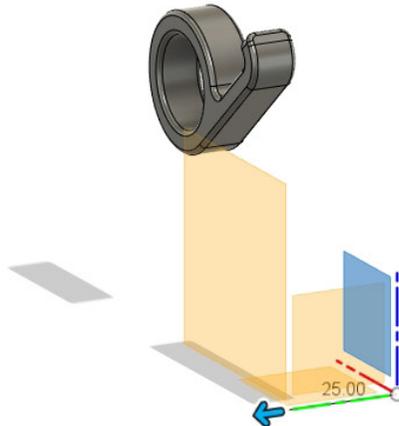


## 30

## 구성 평면 간격띄우기

목봉을 고정시킬 나사구멍을 뚫어주고자 합니다.

나사구멍이 뚫릴 파이프 스케치를 그려주기 위해 구성평면을 그림과 같이 간격띄우기 합니다.

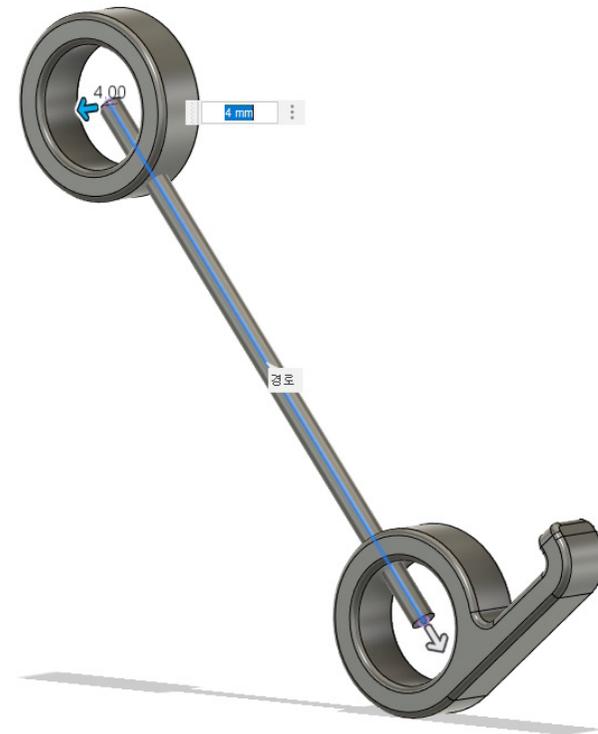
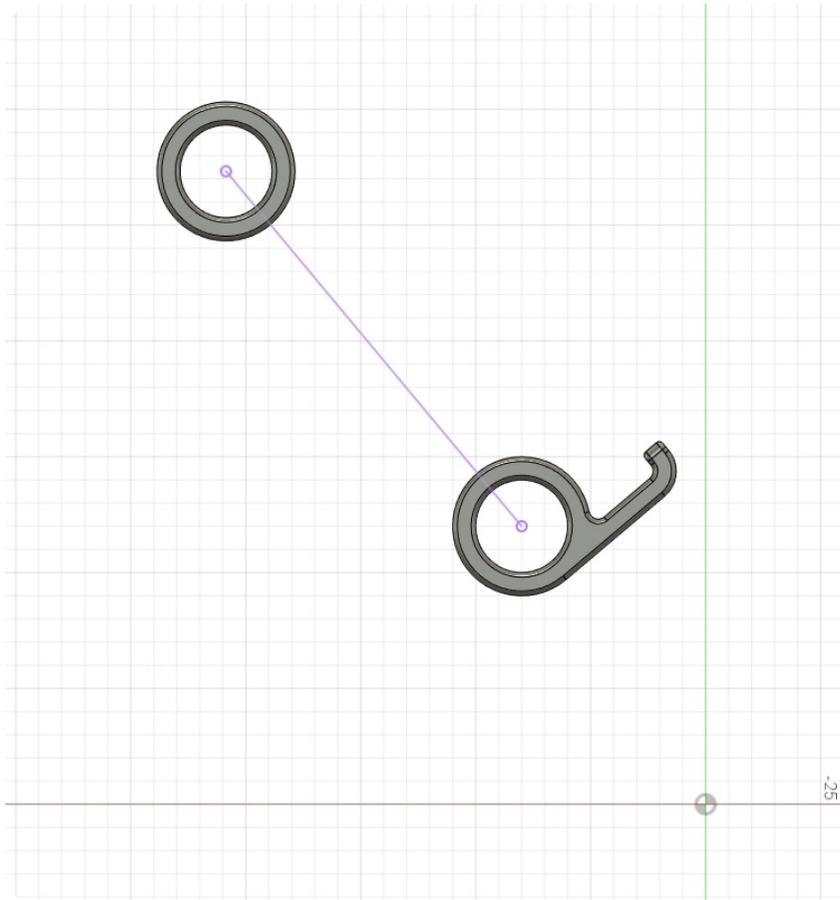


25.00 mm



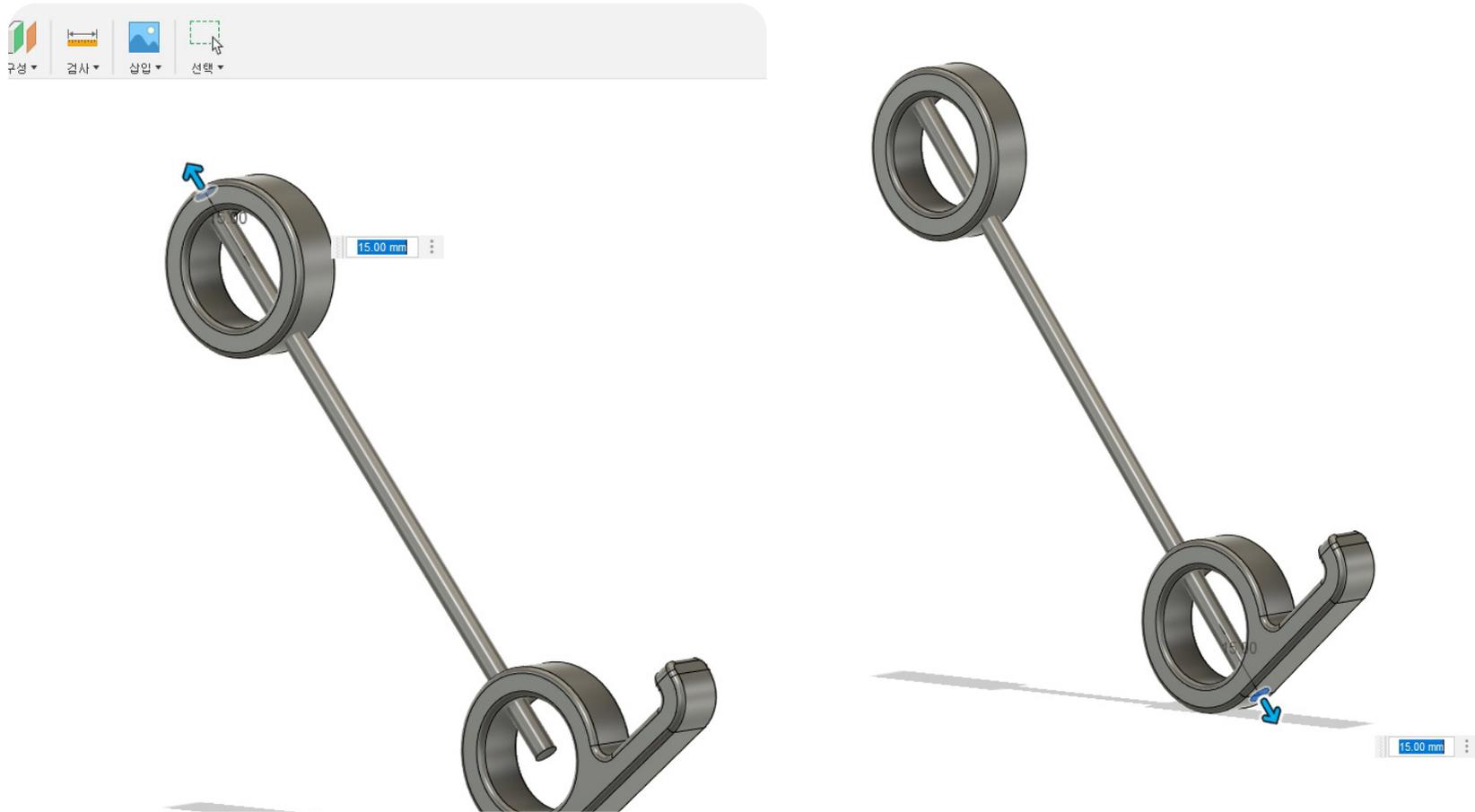
### 31 파이프 생성

나사구멍을 뚫어주기 위해 생성될 파이프의 경로를 그려줍니다.  
 원과 원의 중심을 잇는 직선을 그려주고 4mm 두께의 파이프를 그려줍니다.



## 32 파이프 면 연장

밀고당기기 기능으로 파이프의 양끝을 거치대 객체 위/아래까지 뚫릴 수 있도록 연장 시켜줍니다.

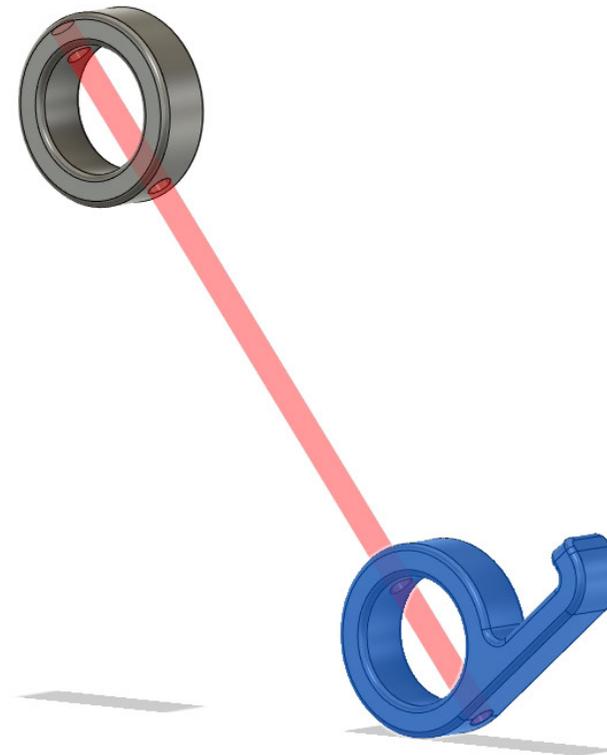
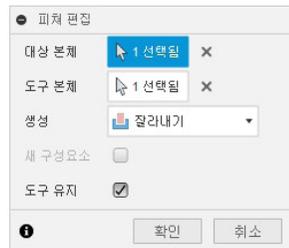


# 33

## 파이프를 이용하여 거치대에서 잘라내기

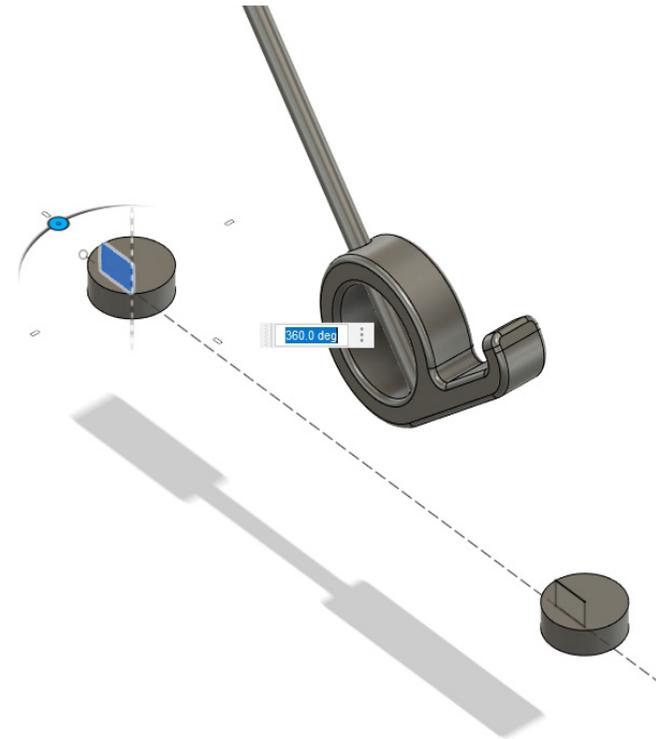
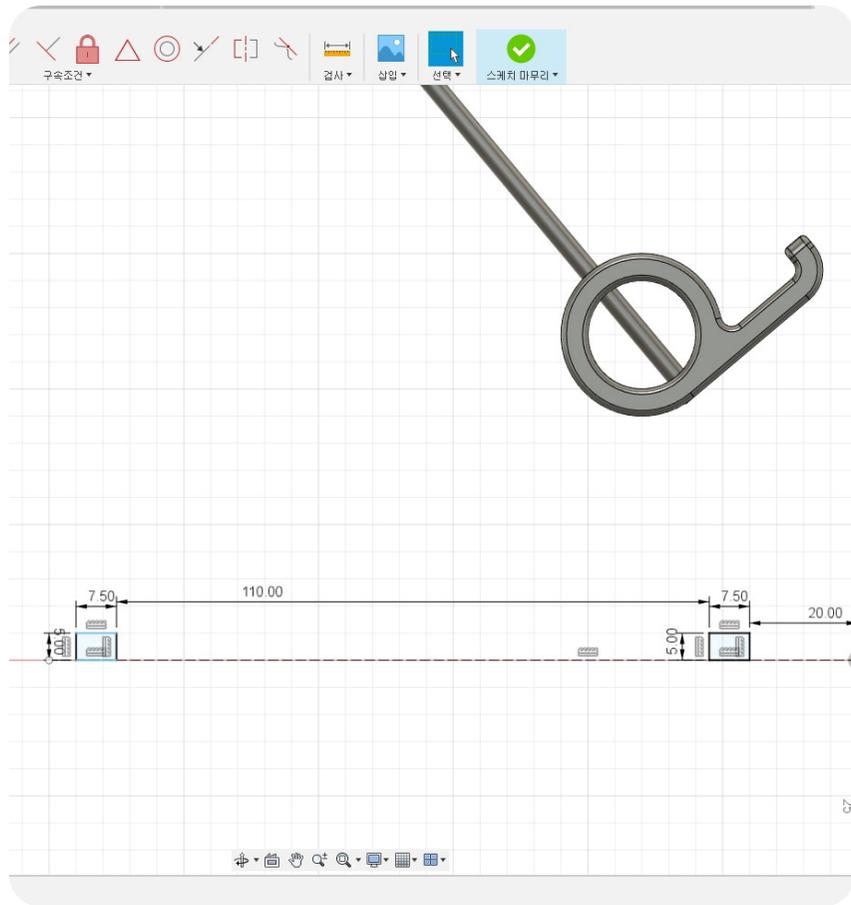
거치대를 지나는 파이프를 이용하여 잘라내기로 구멍을 뚫어줍니다.

해당 파이프는 이후에 장애물 요소로 사용될 객체이기 때문에 도구 유지를 체크하여 삭제되지 않도록 합니다.



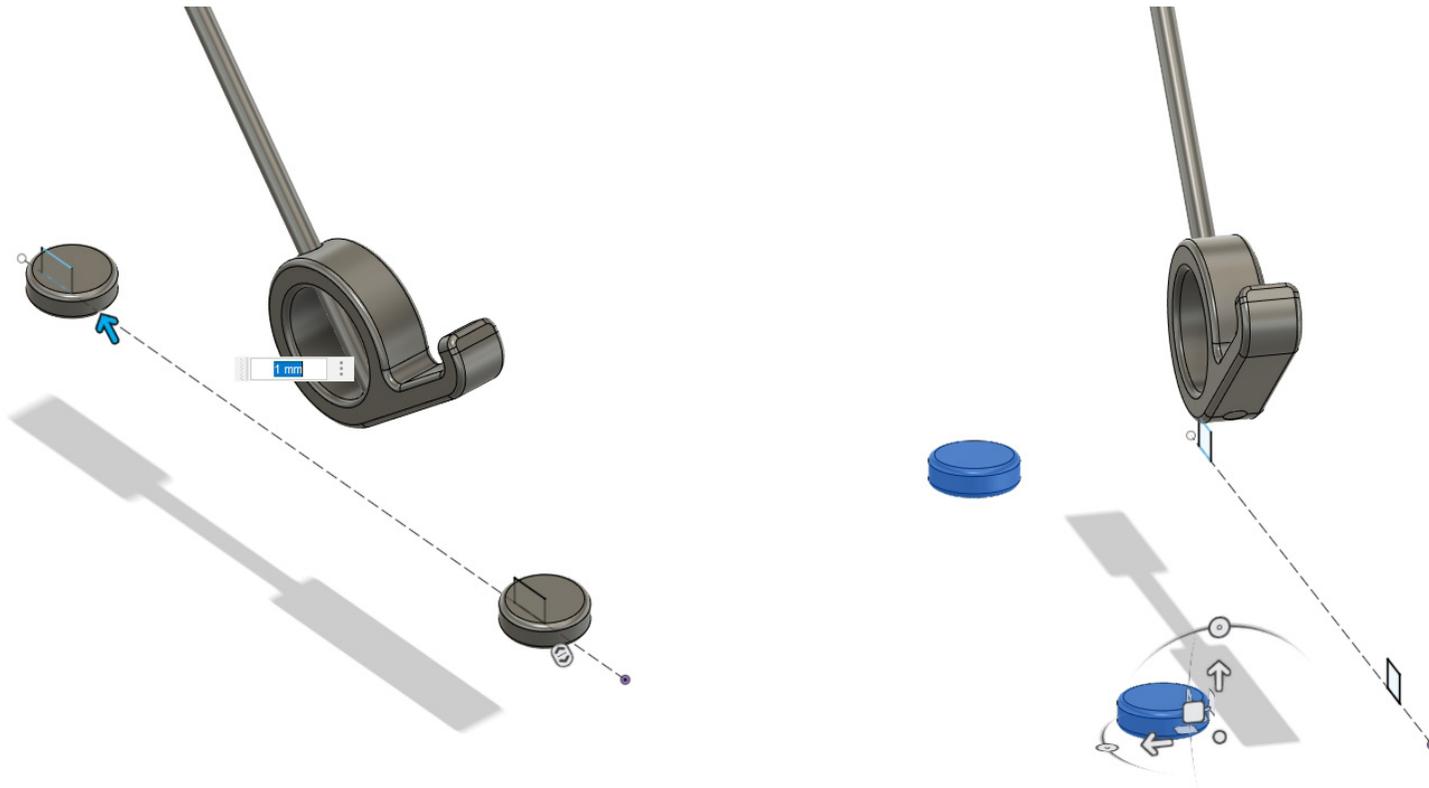
## 34 받침대 생성

받침대를 생성하기 위해 측면도에서 그림과 같이 사각형을 그려줍니다.  
스케치 종료 후 사각형 스케치는 각각 회전시켜 원기둥으로 만들어 줍니다.



## 35 받침대 편집

앞에서 만든 두개의 원기둥 받침대 모서리는 필렛을 적용하여 부드럽게 마감처리합니다.  
이어서 거치대 보다 좀 더 넓게 위치하기 위해 원점에서부터 거치대보다 멀어질 수 있도록 이동시킵니다.



## 36

## 형상 검토 및 제너레이티브 디자인 실행

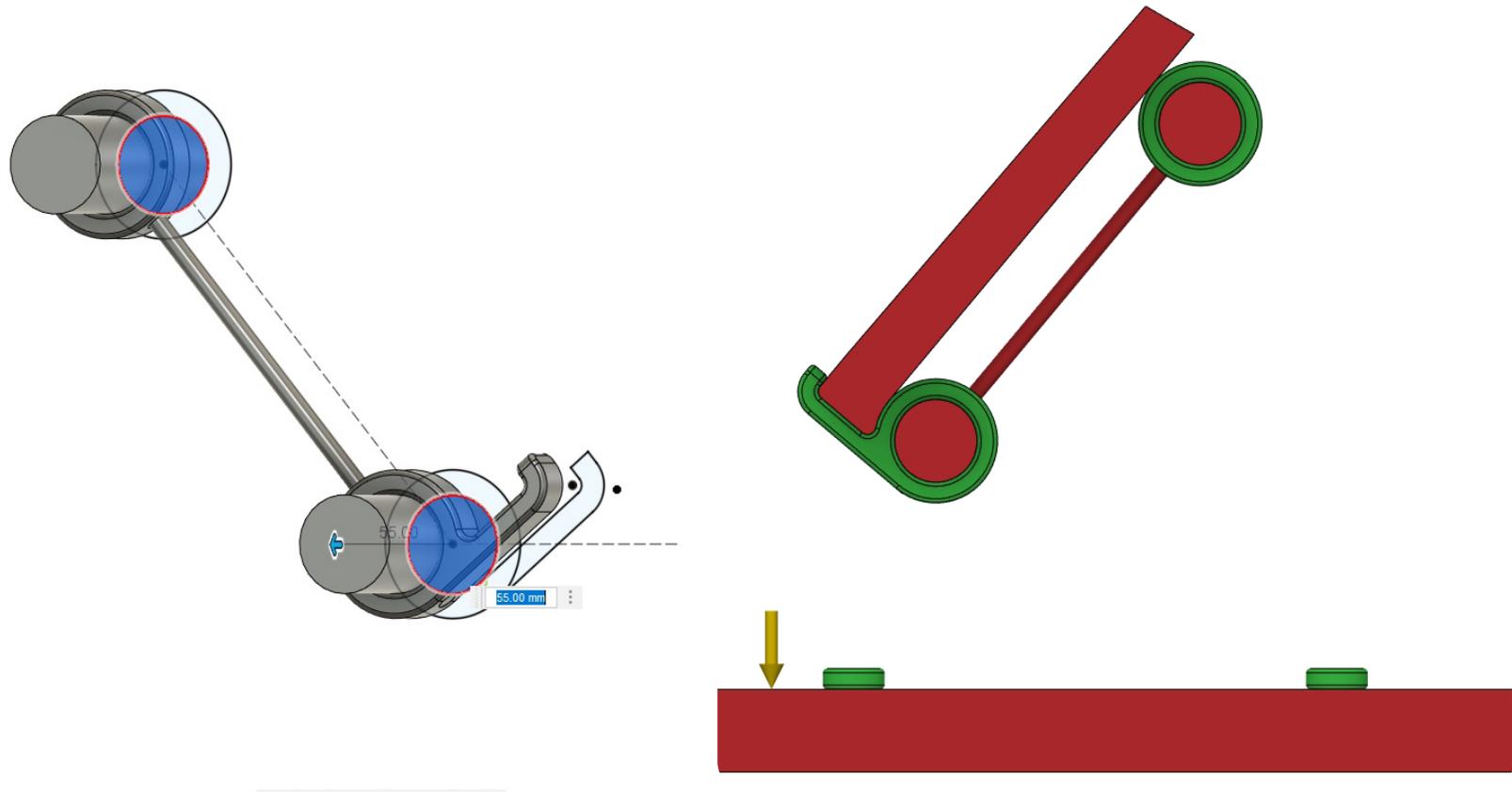
형상을 검토합니다.

형상에 문제가 없다면 제너레이티브 디자인을 실행시킵니다.



### 37 장애물 영역 생성

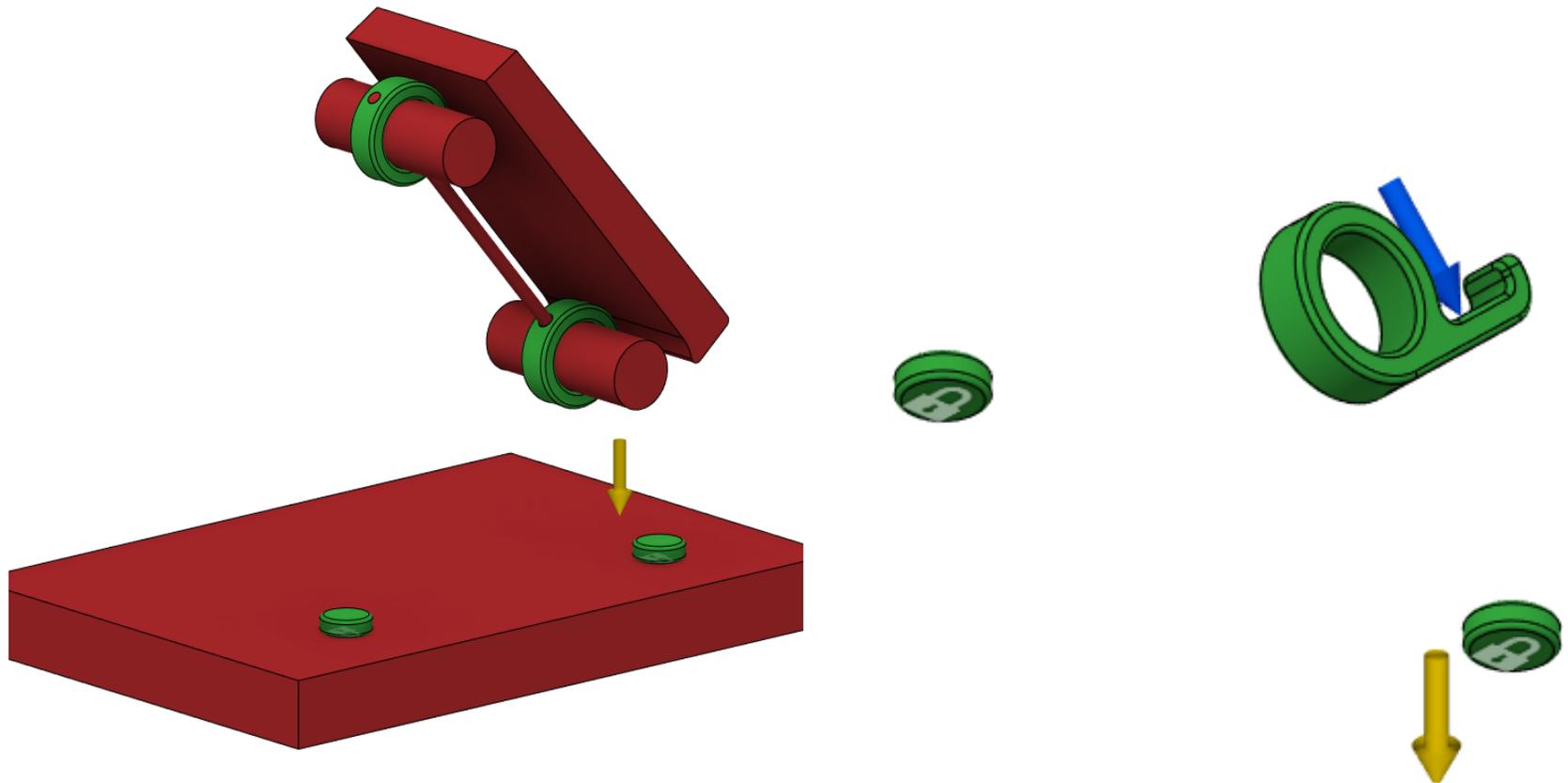
거치대에 목봉이 끼워질 영역, 핸드폰이 올려질 영역, 바닥영역, 나사구멍 등 제너레이티브 디자인이 생성되지 않아야 할 장애물 영역을 지정하여 모형편집에서 스케치 한 뒤 돌출 시켜 장애물 영역으로 설정합니다.



## 38

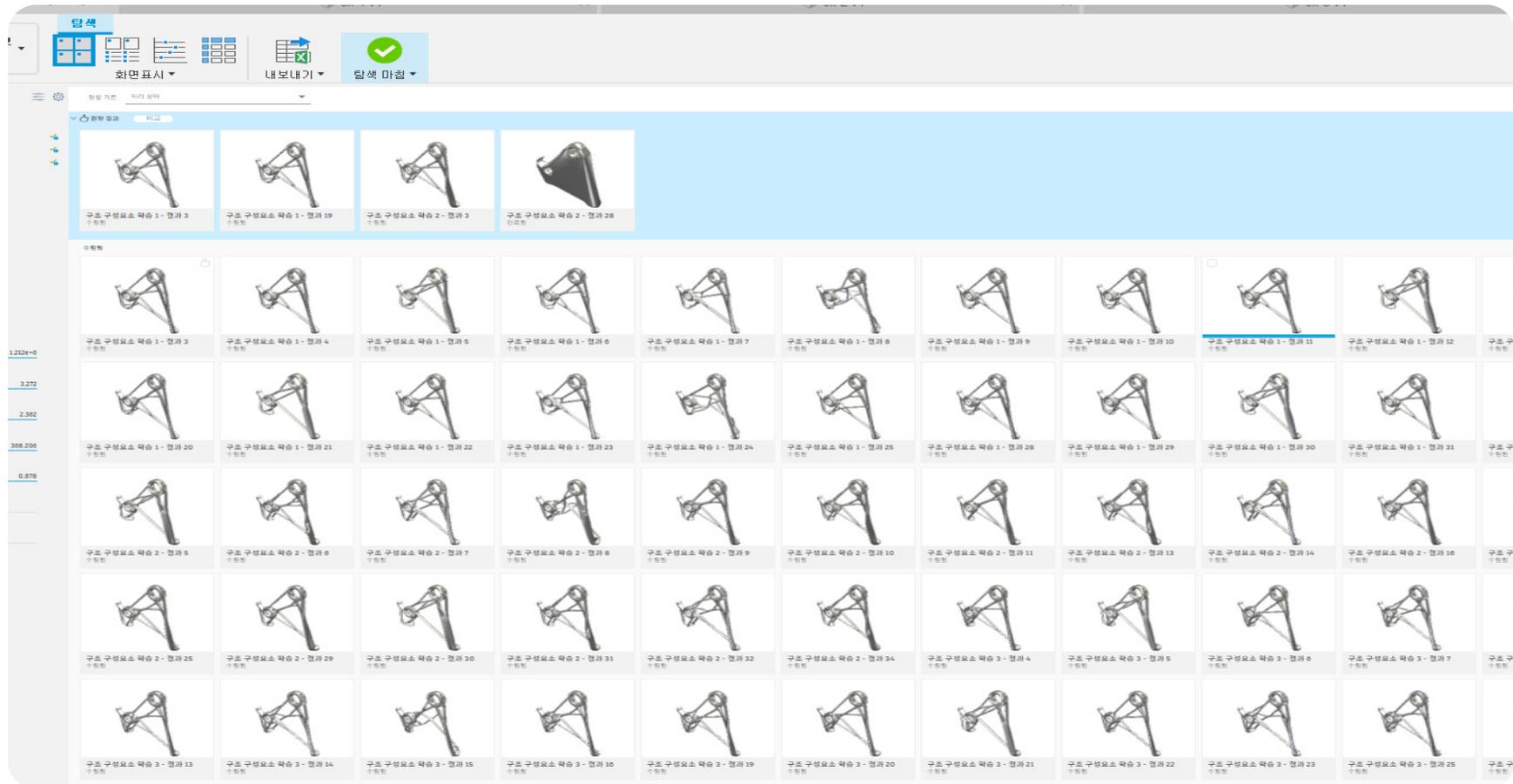
## 제너레이티브 디자인 실행

첫 번째 예제와 동일하게 두 개의 받침대 객체 바닥면에 구속조건을 적용하고 학습과 하중을 복제하면서 제너레이티브 디자인을 생성합니다.



# 39 결과물 확인

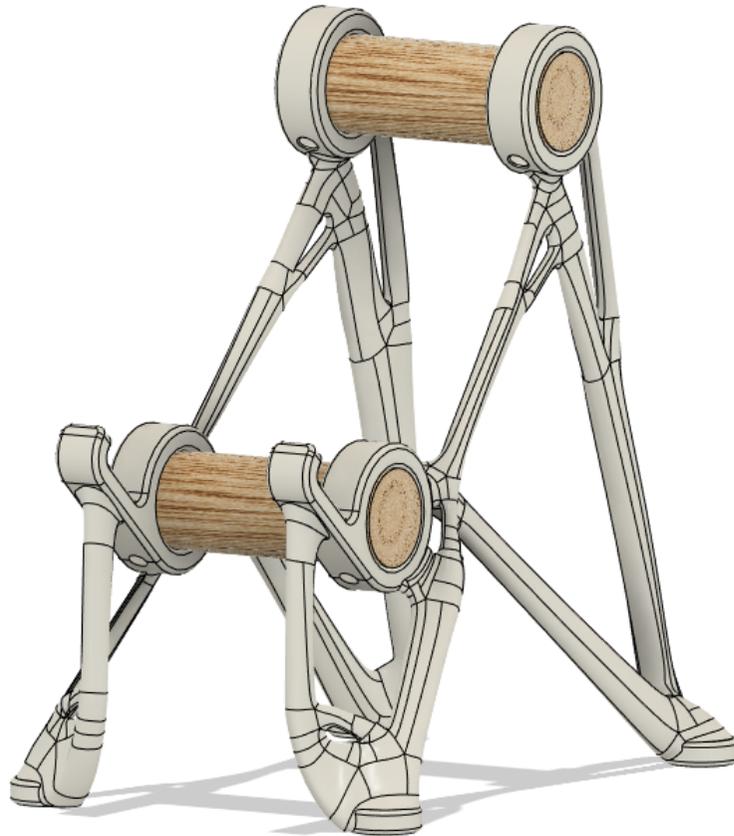
결과물이 생성되었습니다. 다양한 결과물 중 디자이너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다.  
여러 결과물 중 조형에 의미가 있다고 생각되는 몇 가지 시안을 선택할 수 있었습니다.



## 40 결과물 내보내기

생성된 결과물 중 마음에 드는 결과물을 내보내기 하였습니다.

결과물은 원점 구성평면을 기준으로 미러시켰으며, 목봉 객체를 생성하였고 그림과 같이 최종 결과물을 확인할 수 있습니다.

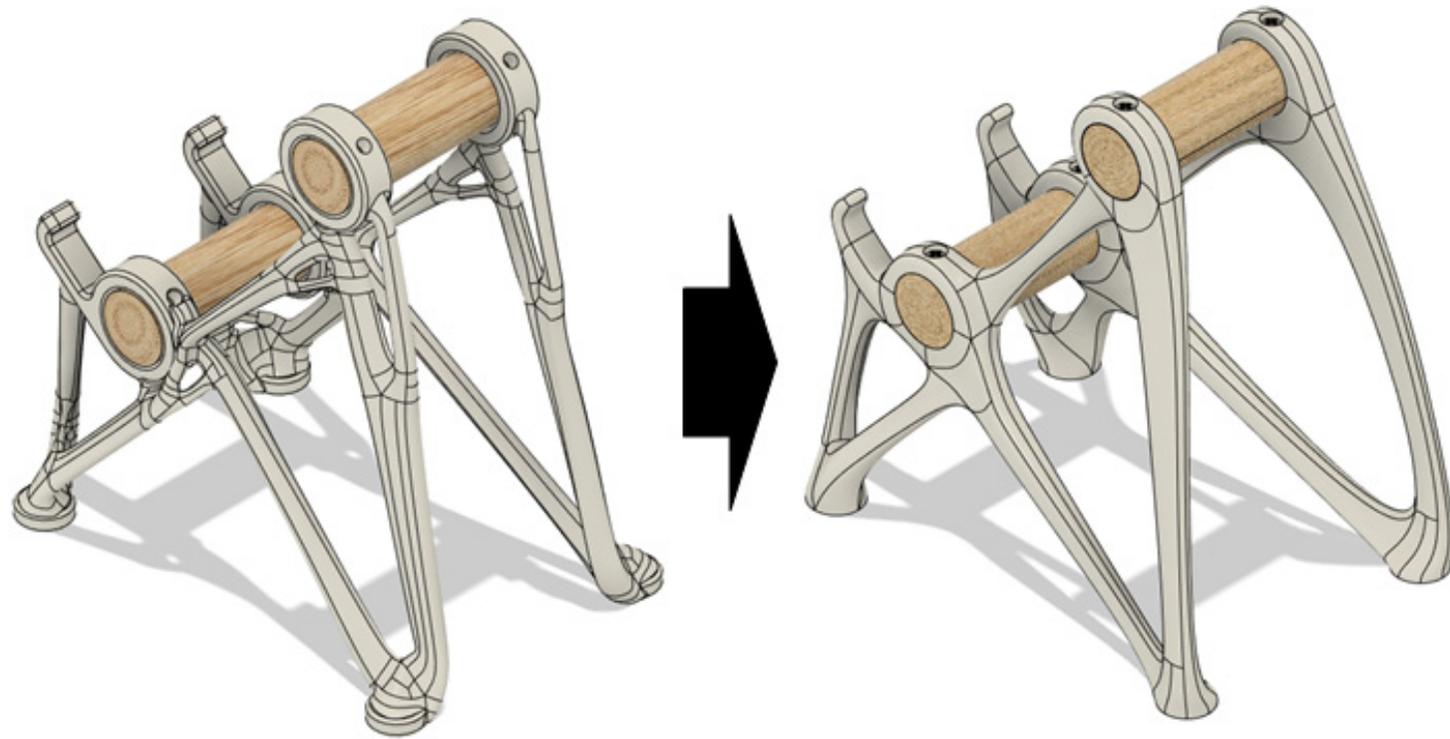




완성된 디자인의 제너레이티브 디자인 '핸드폰 거치대' 입니다.

여러 개로 떨어진 객체는 주어진 하중조건 내에서 제너레이티브 디자인을 통해 보다 안정적인 구조로 연결할 수 있습니다.

모든 것을 제너레이티브 디자인 안에서 해결할 필요는 없습니다. 사용자의 아이디어가 더해 질 수 있다면, 주어진 요구조건을 만족시키며, 좀 더 새롭고 재미있는 다양한 형태의 제품을 만들어 낼 수도 있습니다.



제너레이티브 디자인의 결과물은 그대로 사용할 필요가 없습니다.

사용자(디자이너, 엔지니어 등)는 디자인 콘셉트 및 개발 방향에 맞춰 얼마든지 수정하여 디자인을 제안할 수 있습니다.



07

FUSION 360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 보틀 디스펜서 만들기

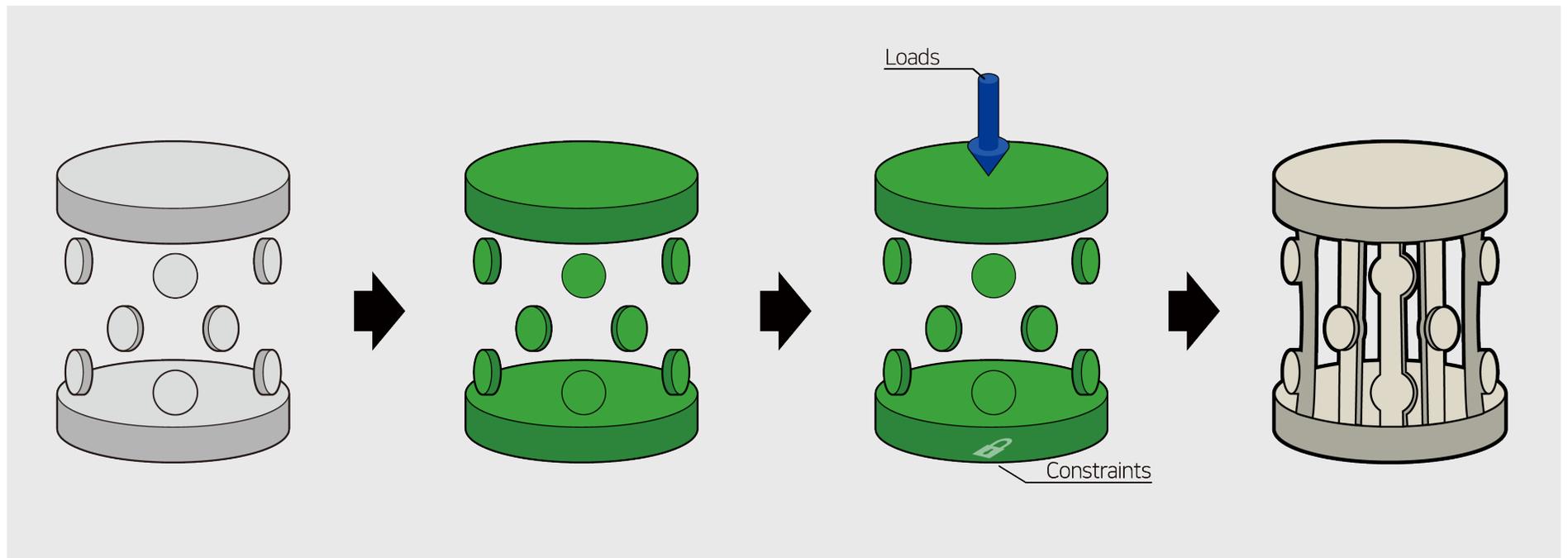
# 07 제너레이티브 디자인 보틀 디스펜서 만들기

## A. 기본 도형을 이용한 보틀 디스펜서 만들기 이해

### 1 Cylinder + Cylinder(or Box)

두 개의 원기둥사이에 여러 추가 객체를 배치하여 객체와 객체가 서로 연결되는 구조를 생성할 수 있습니다.

▶ 단일 하중

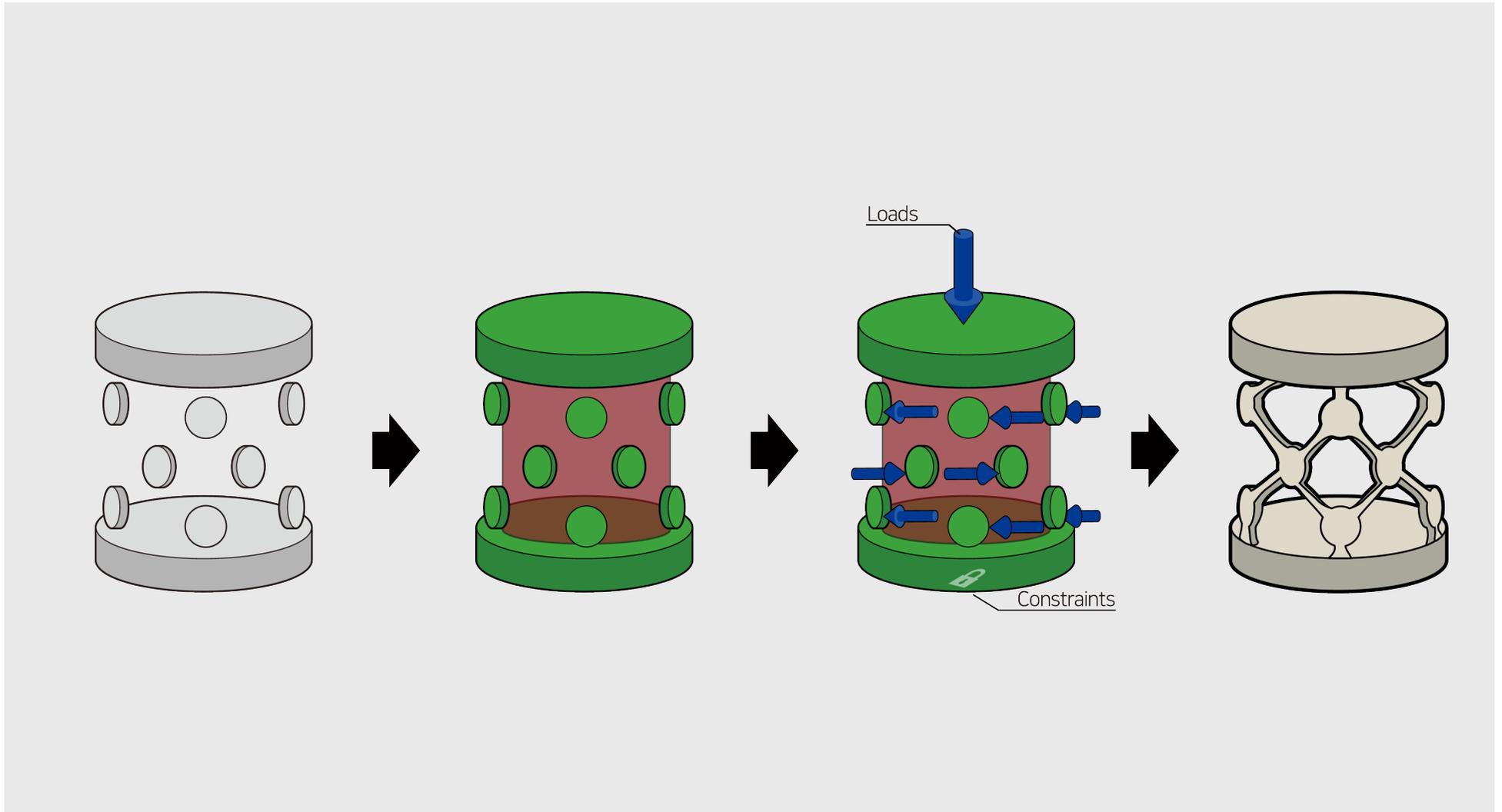


## 2 Cylinder + Cylinder(or Box)

두 개의 원기둥사이에 여러 추가 객체를 배치하여 객체와 객체가 서로 연결되는 구조를 생성할 수 있습니다.

디자인 의도에 따라 장애물형상과 객체의 하중을 서로 다른 방향으로 적용함으로써 더욱 복잡한 구조를 생성할 수 있습니다.

▶ 다중 하중+장애물형상

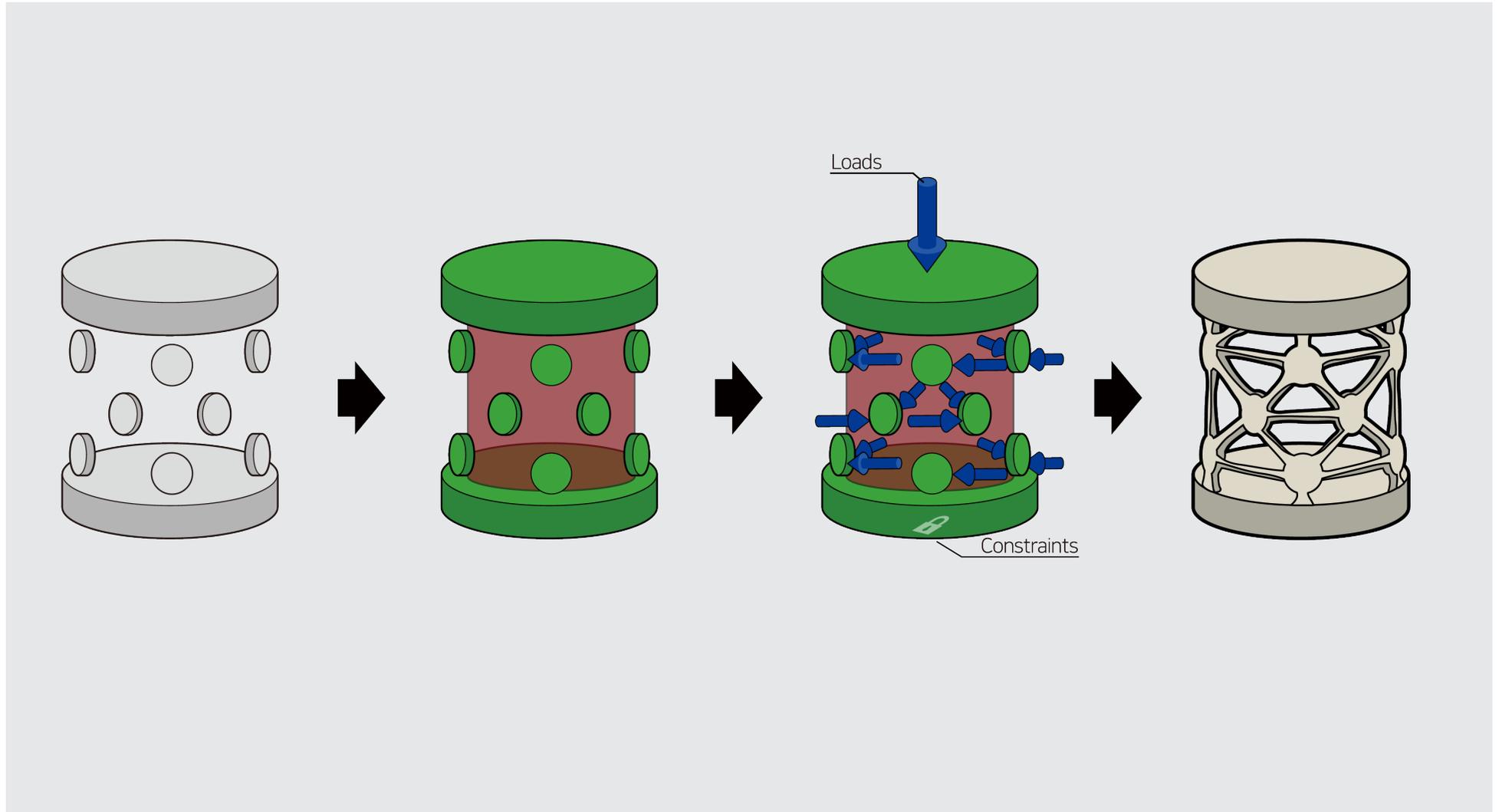


### 3 Cylinder + Cylinder(or Box)

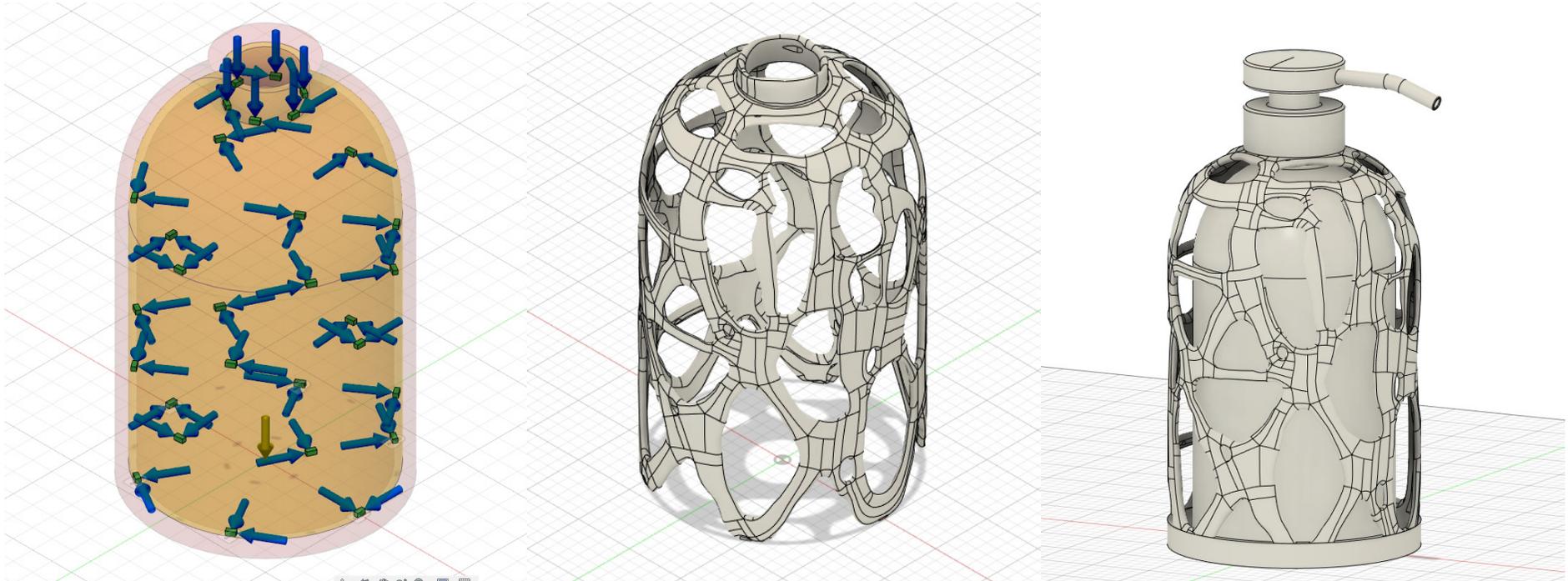
두 개의 원기둥사이에 여러 추가 객체를 배치하여 객체와 객체가 서로 연결되는 구조를 생성할 수 있습니다.

디자인 의도에 따라 장애물형상과 객체의 하중을 서로 다른 방향으로 적용함으로써 더욱 복잡한 구조를 생성할 수 있습니다.

▶ 다중 하중+장애물형상



B. 제너레이티브 디자인을 활용하여 보틀 디스펜서 만들기



여러 조각의 유지형상과 다중 하중조건으로 생성된 보틀디스펜서결과물

제너레이티브 디자인을 설계목적으로 활용한다면 제품이나 부품에 필요한 유지형상과 설계목표에 부합하는 조건만을 그대로 적용하여 가장 효율적인 결과물을 생성할 수 있습니다.

하지만 좀 더 독특하고 다양한 구조의 결과물을 원하는 경우, 앞서 진행된 예제처럼 목표하중, 소재, 제조/양산 조건 안에서 하중조건과 장애물 조건을 추가하여 다양한 조형과 구조로 결과물을 생성할 수도 있지만, 디자인 의도에 따라서 유지형상 객체를 추가하여 구조를 생성할 수도 있습니다.

이번 예제에서는 하중조건과 장애물 조건을 활용하면서, 유지형상의 영역을 쪼개거나 여러개의 유지형상을 추가하여, 각각의 유지형상이 연결되는 구조로 결과물을 생성하는 방법으로 진행해보도록 하겠습니다.



유지형상을 쪼개거나 추가해서 생성해낸 제너레이티브 디자인 결과물 (제너레이티브 디자인 꽃병(좌), 제너레이티브 디자인 조명(중), 제너레이티브 디자인 보틀 디스펜서를 응용한 꽃병(우))

### 미리보기

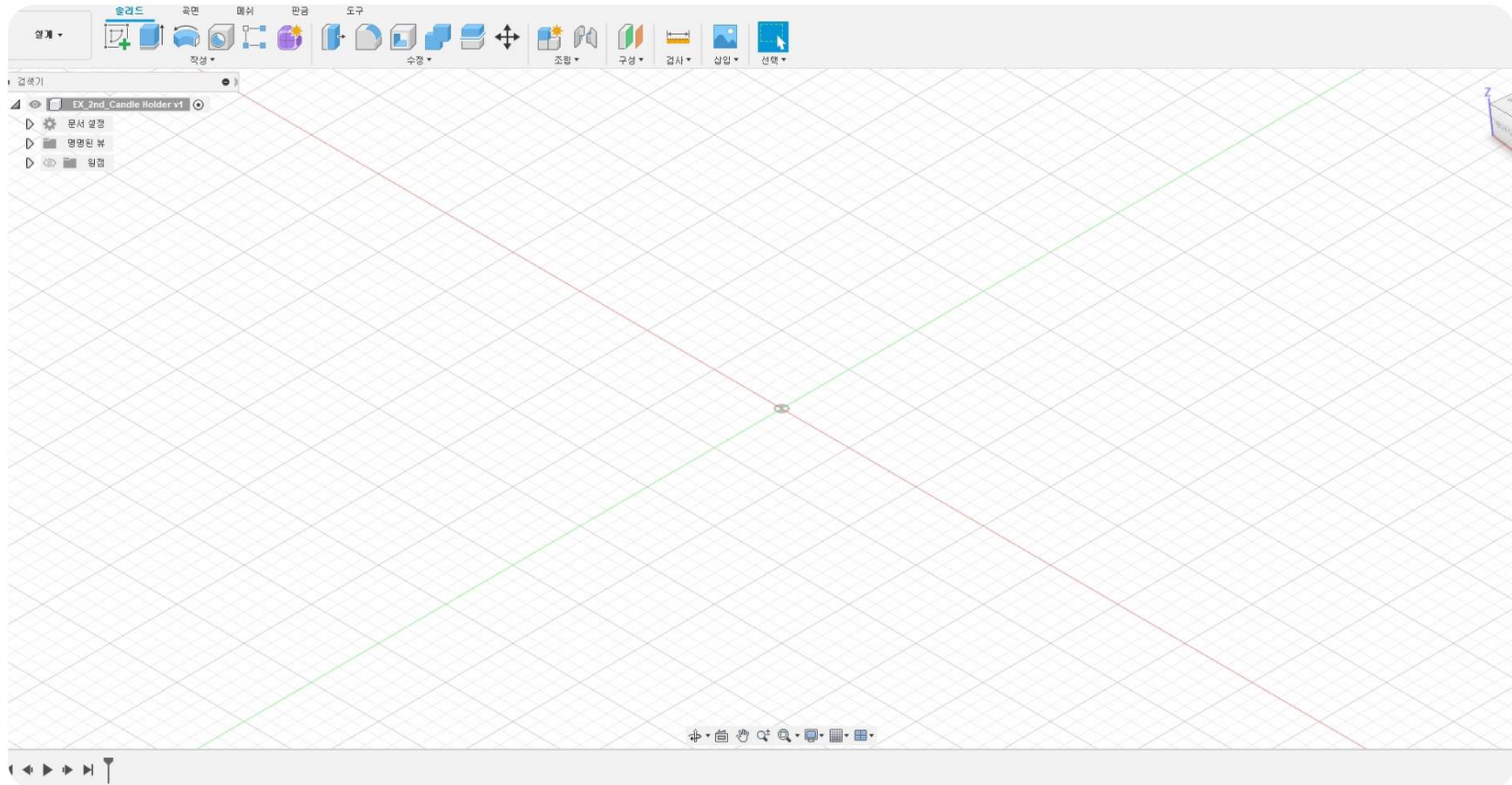
본 예제를 통해 제작해보게 될 제너레이티브 디자인을 이용한 보틀 디스펜서 입니다.

추가 객체 없이 보틀 상단부에서 하단부로 제너레이티브 디자인을 생성하게 되면 매우 단조로운 형상이 생성될 수 있지만, 보틀 중간 중간 추가 객체(유지형상)와 하중조건을 부여함으로써 추가된 유지형상과 하중조건을 만족시킬 수 있는 구조로 결과물이 생성될 수 있습니다.



# 1 FUSION 360 실행

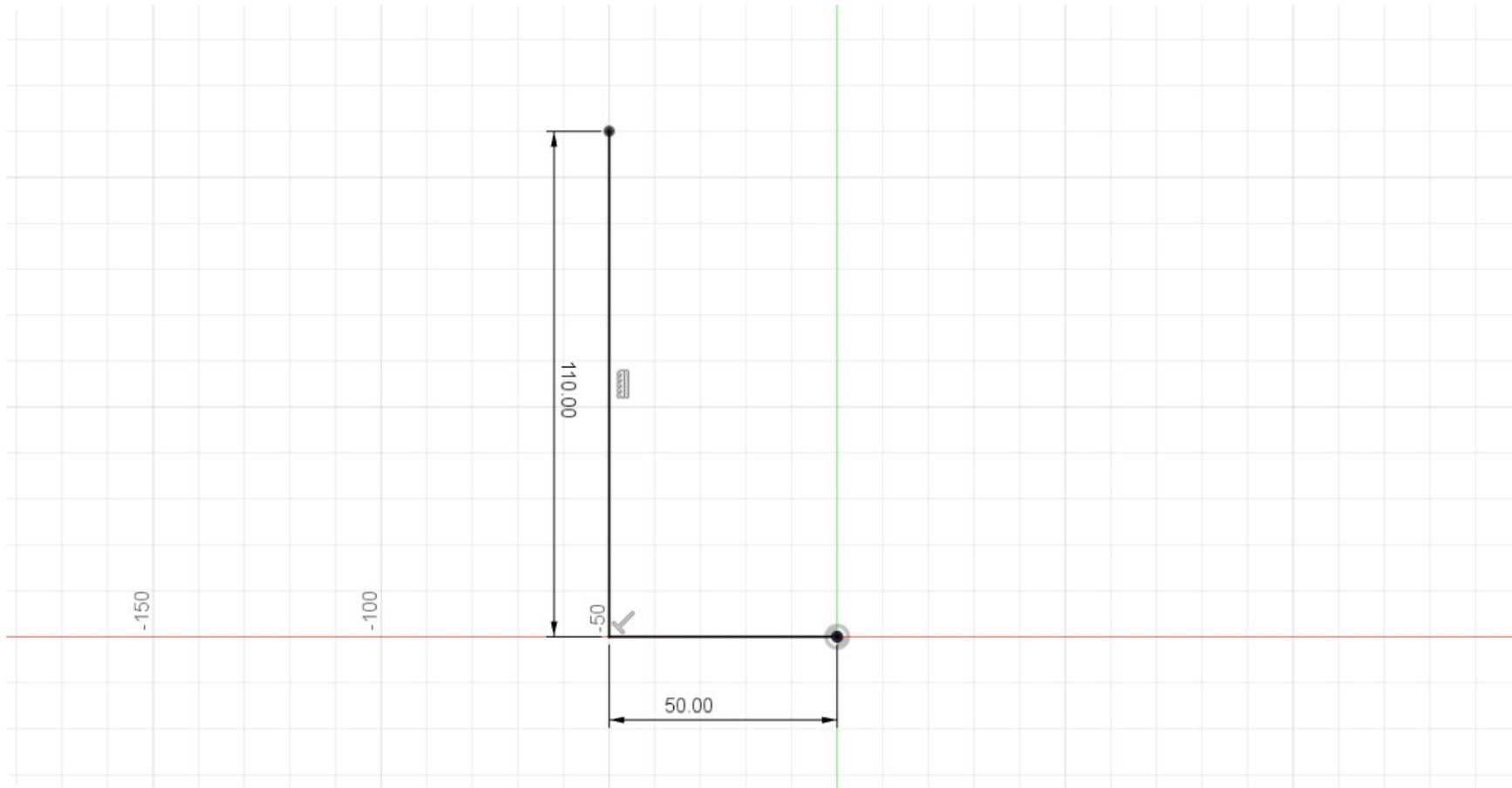
보틀 디스펜서 예제의 유지형상 모델링을 위해서 Fusion 360을 실행시킵니다.



## 2 보틀 형상 스케치-1

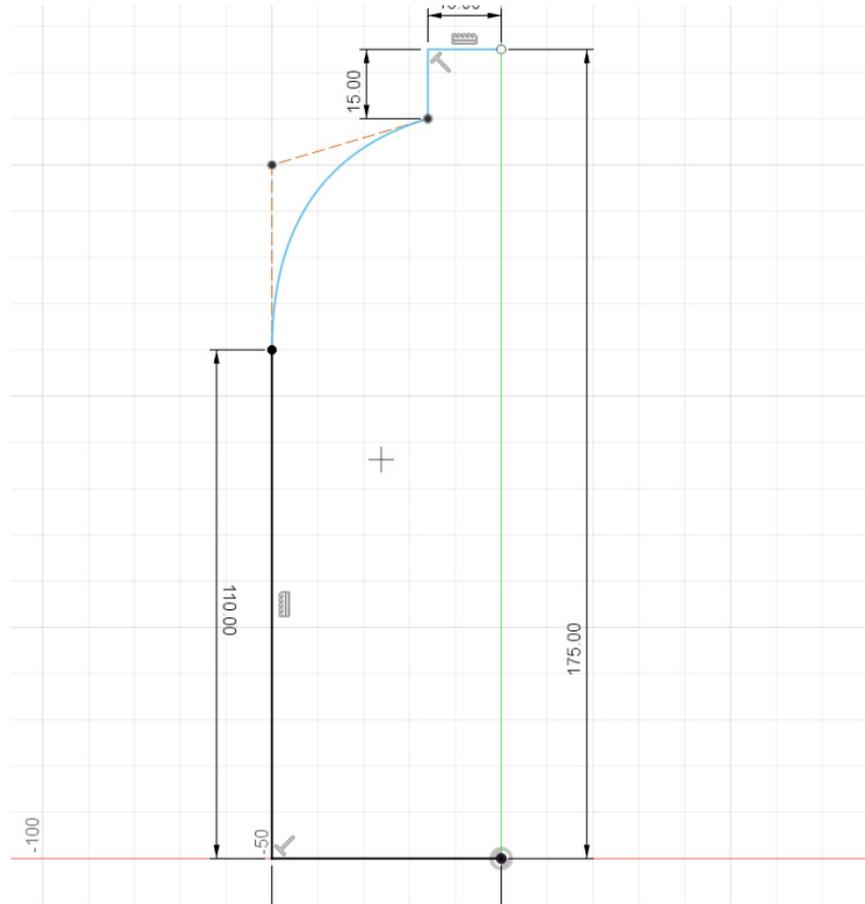
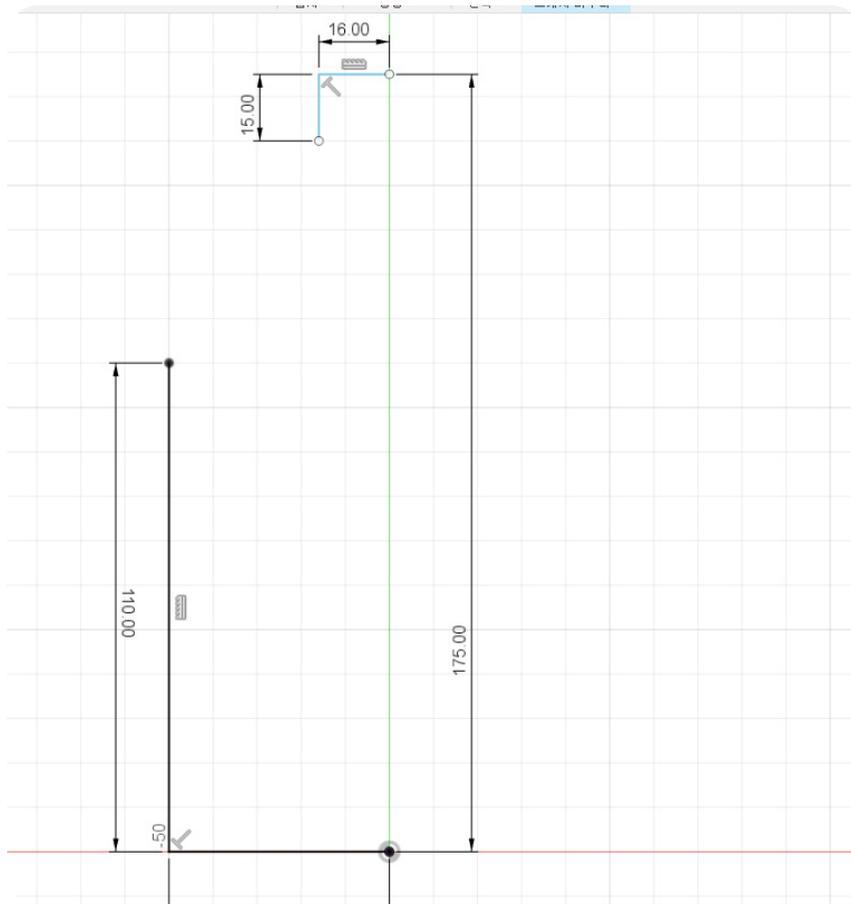
보틀 형상을 만들어 주기 위해 정면도(또는 측면도)에서 스케치를 진행합니다.

원점으로 부터 좌측으로 50mm 길이의 직선을 그려주고 이어서 110mm 높이의 직선을 그려줍니다.



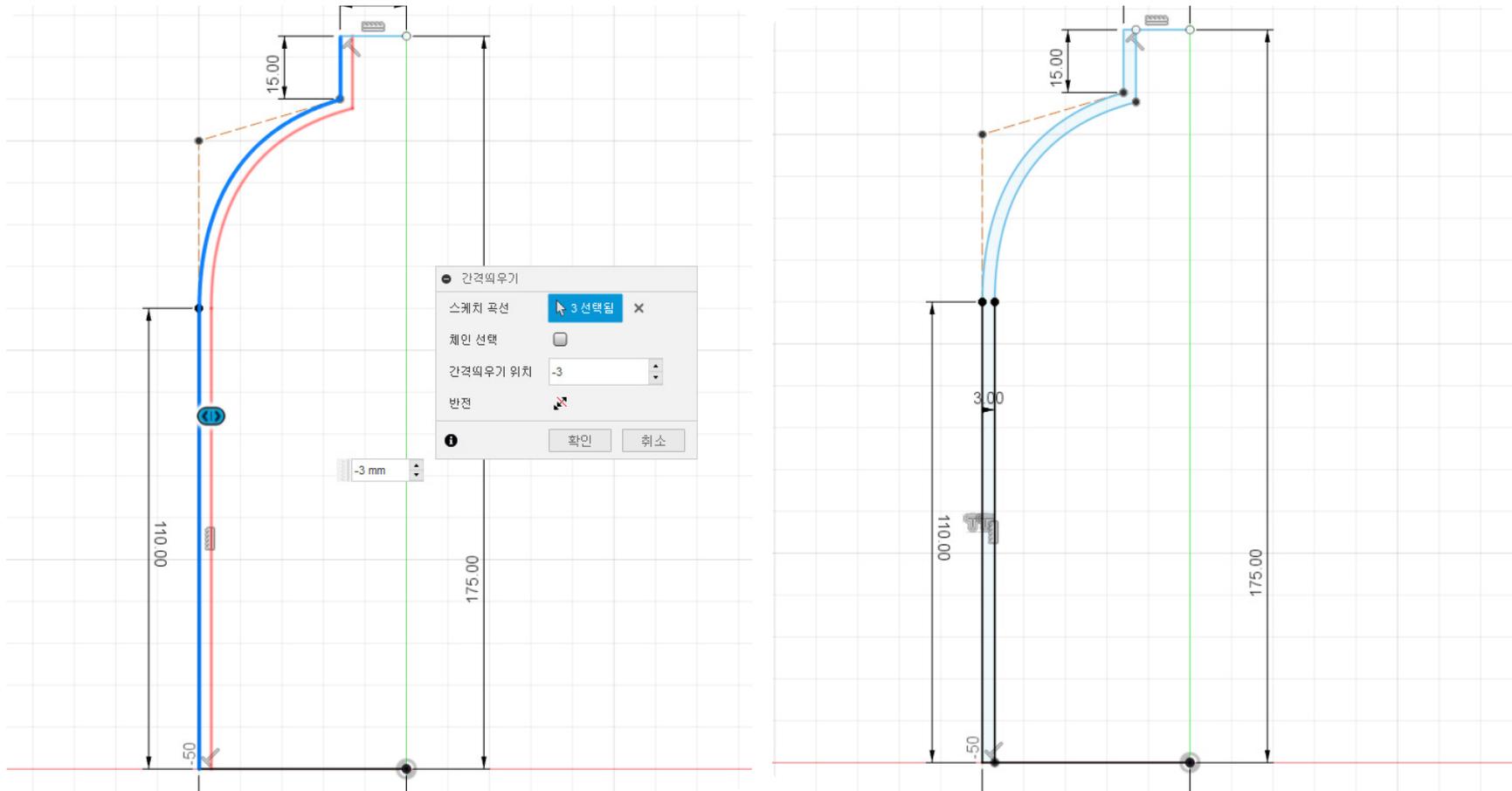
### 3 보틀 형상 스케치-2

원점으로 부터 175mm 위쪽에서 좌측으로 16mm의 직선을 그려주고 이어서 하단으로 15mm 길이의 직선을 그려줍니다. 그리고 스플라인을 이용하여 위쪽과 아래쪽의 폴리라인의 끝 점을 연결하는 곡선을 그려 보틀의 형상을 만들어줍니다.



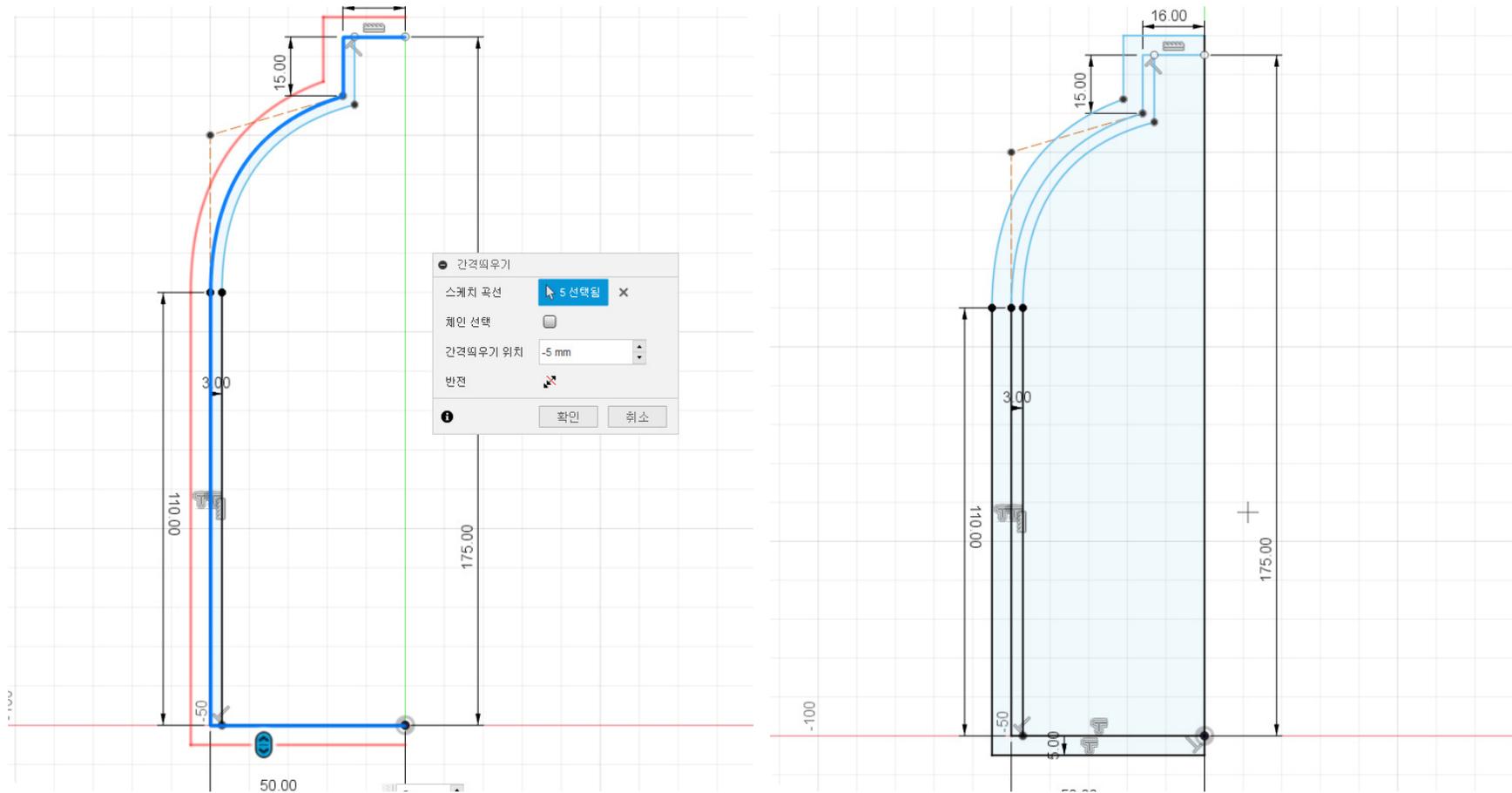
## 4 보틀 형상 스케치-3

간격띄우기의 체인 선택을 해제한 뒤 그림과 같이 보틀의 측면 라인에 해당되는 선을 선택하여 안쪽으로 3mm 간격띄우기 합니다.



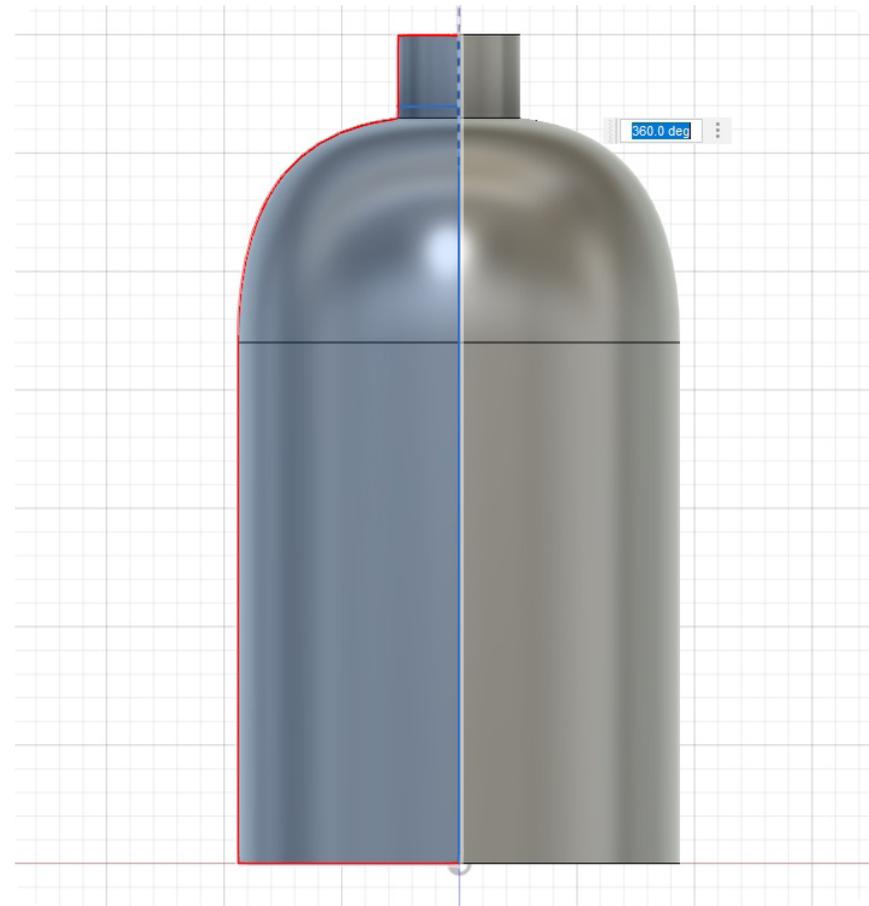
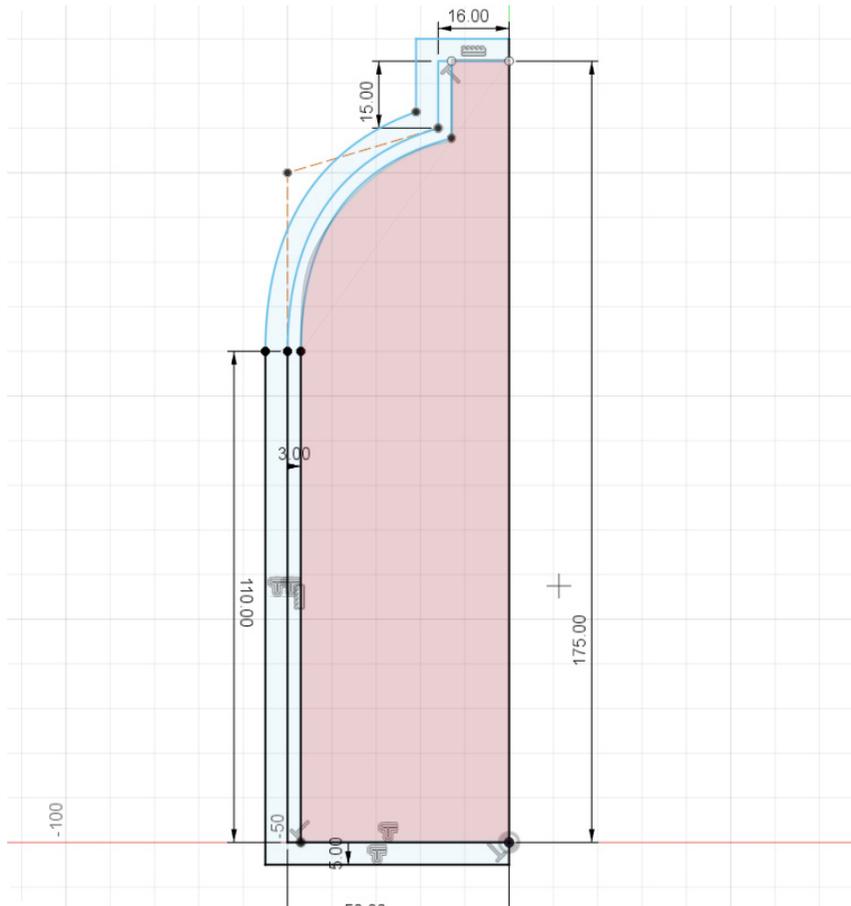
## 5 보틀 형상 스케치-4

안쪽으로 간격띄우기 전에 그려졌던 보틀 형상의 라인을 모두 선택하여 바깥쪽으로 5mm 정도 간격띄우기 합니다. 이어서 바깥쪽으로 간격띄우기 한 폴리라인의 상/하단의 끝점을 연결하여 닫힌 스케치 형상으로 만들어줍니다.



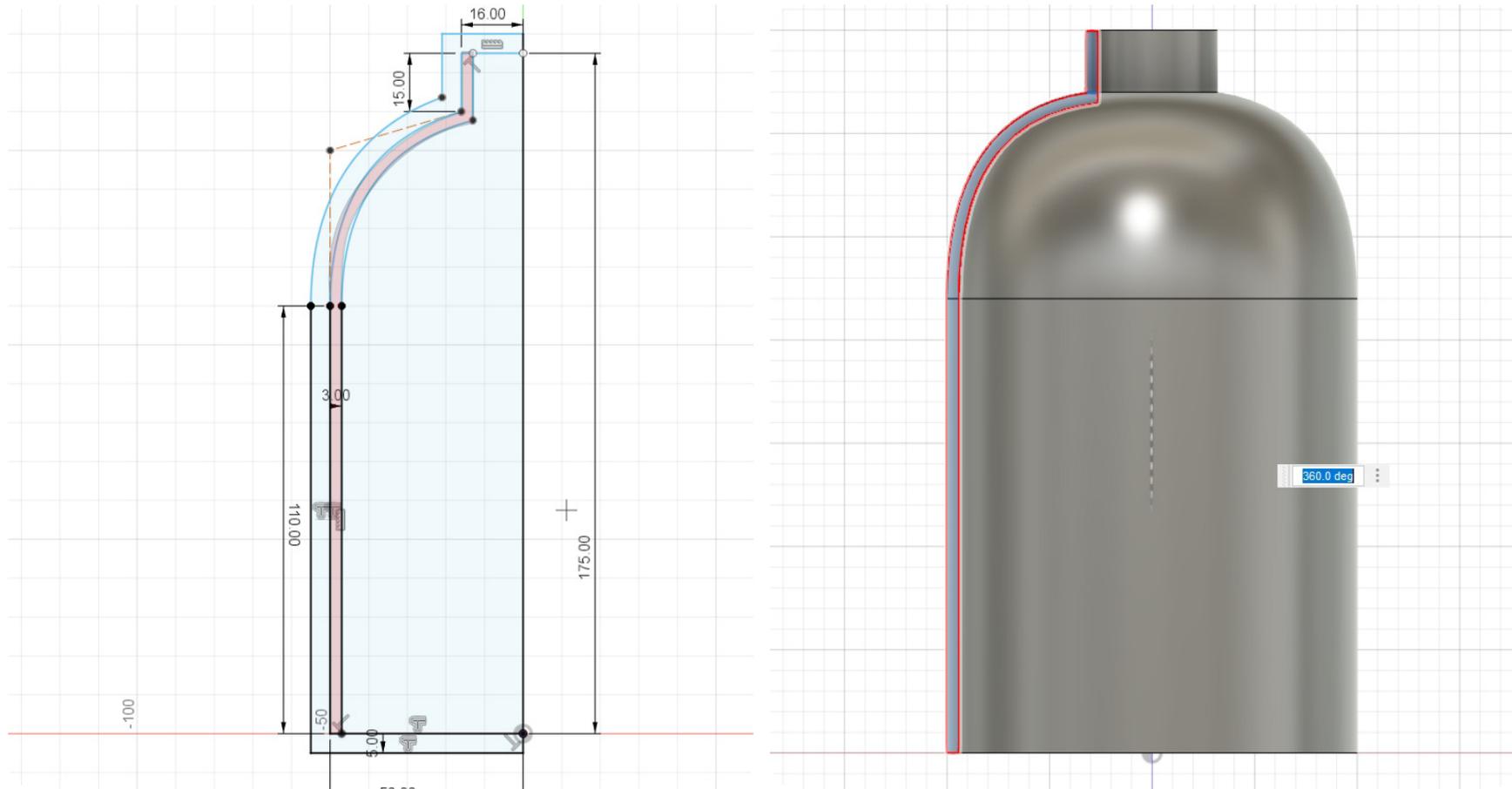
## 6 보틀 장애물 형상 생성-1

앞에서 그려준 스케치에서 안쪽으로 3mm 간격띄우기 하면서 생성된 프로파일을 회전시켜 보틀 내부의 장애물 형상 객체를 생성합니다.



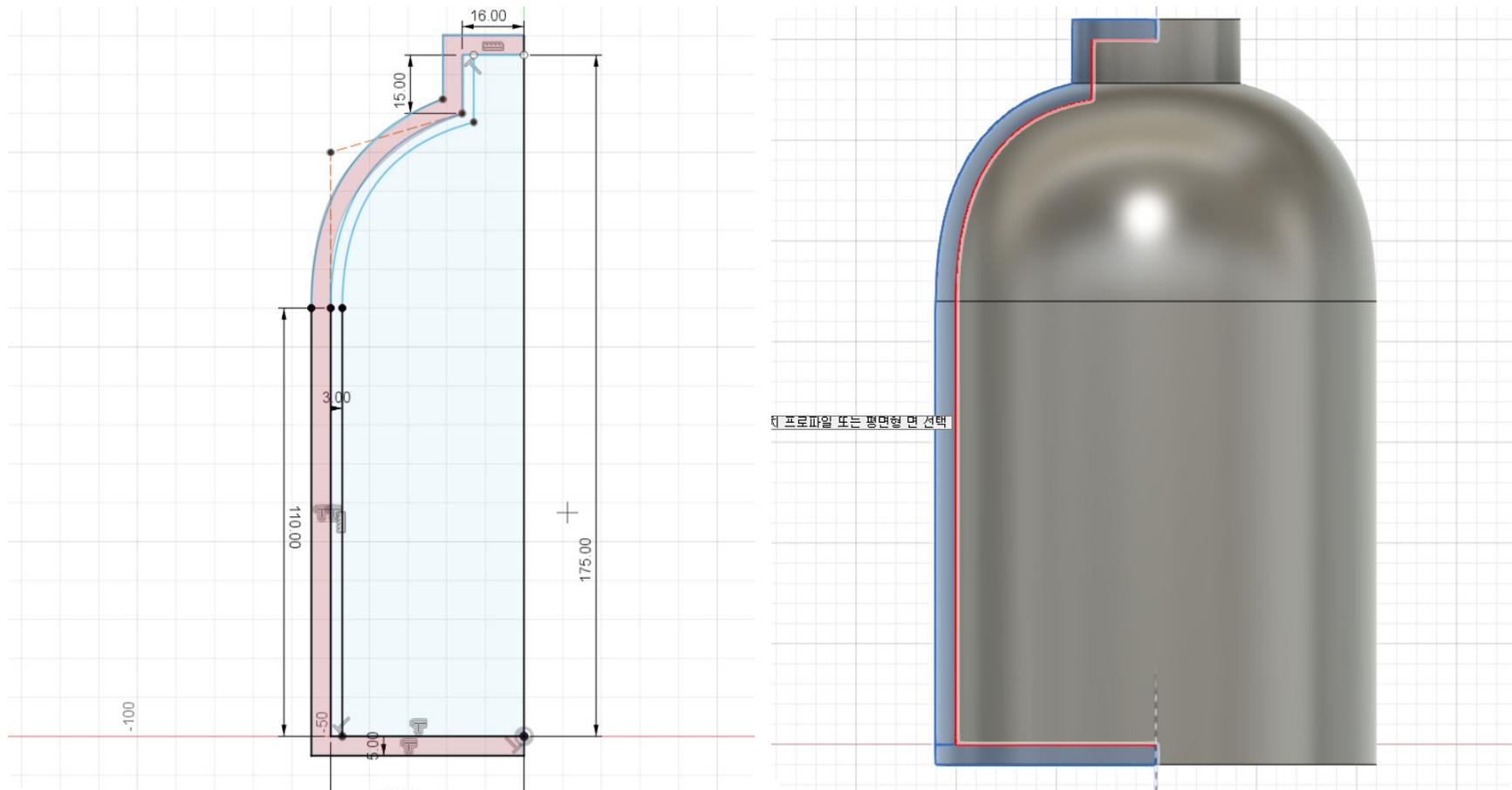
## 7 보틀 형상 생성(디자인형상)

처음 기준이 되었던 보틀 형상 스케치와 안쪽으로 3mm 간격띄우기 한 스케치 사이의 프로파일을 회전시켜 내부가 비어있는 보틀 모양의 디자인 형상을 만들어 줍니다.



## 8 보틀 장애물 형상 생성-2

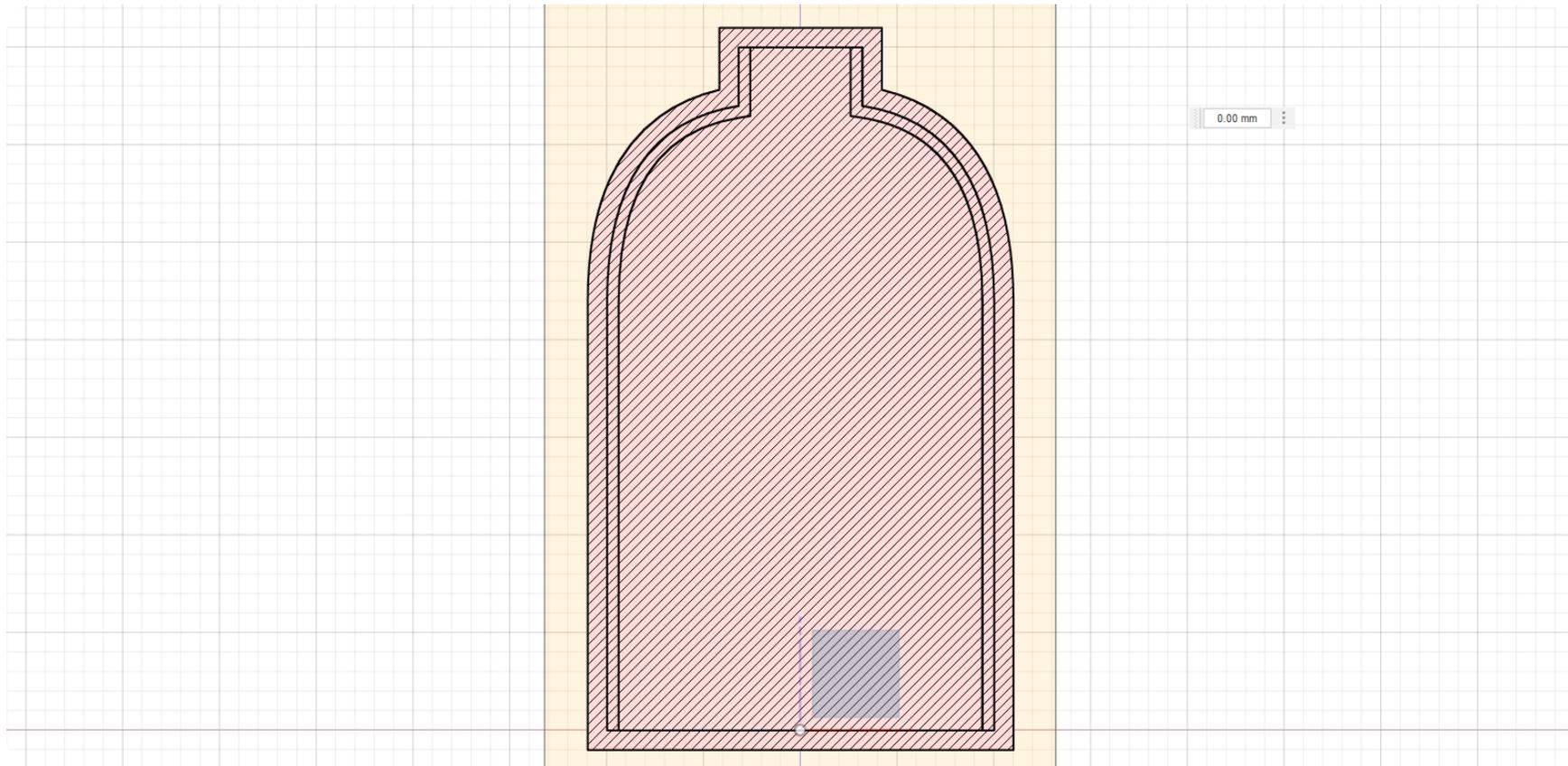
바깥으로 5mm 간격띄우기 하면서 생성된 프로파일을 회전시켜 보틀 외부의 장애물 형상 객체를 생성합니다.



## 9 형상 확인

외부 장애물형상, 디자인형상, 내부 장애물형상의 3개의 솔리드 객체를 생성하였습니다.

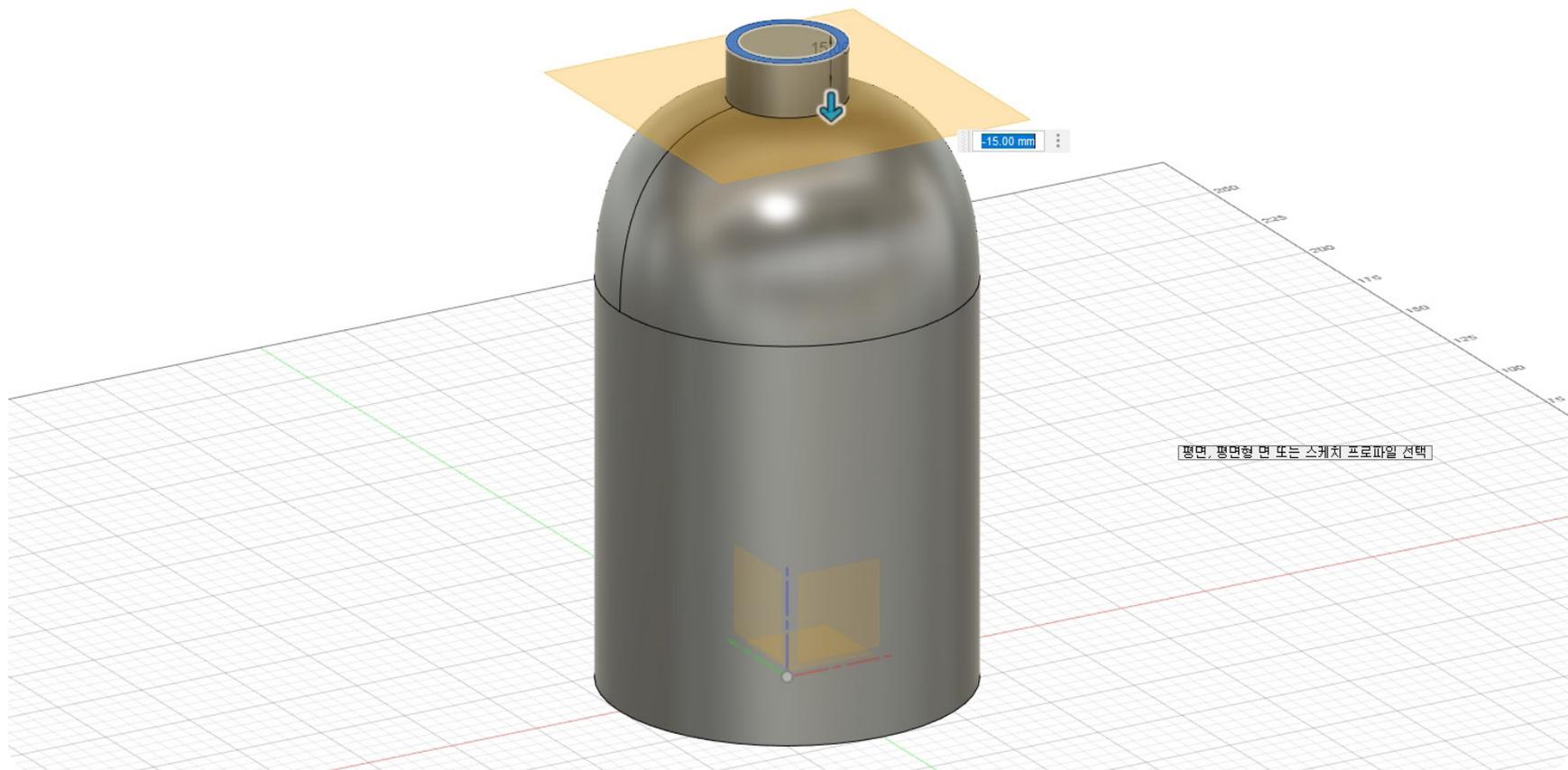
단면 분석을 통해 생성된 객체를 확인합니다. 가운데 디자인형상은 장애물 형상과 겹쳐있으면 안되므로 겹친 부분이 확인되면 히스토리에서 회전 명령에 적용한 스케치(프로파일)를 다시한번 확인하여 줍니다.



## 10 평면 간격 띄우기-1

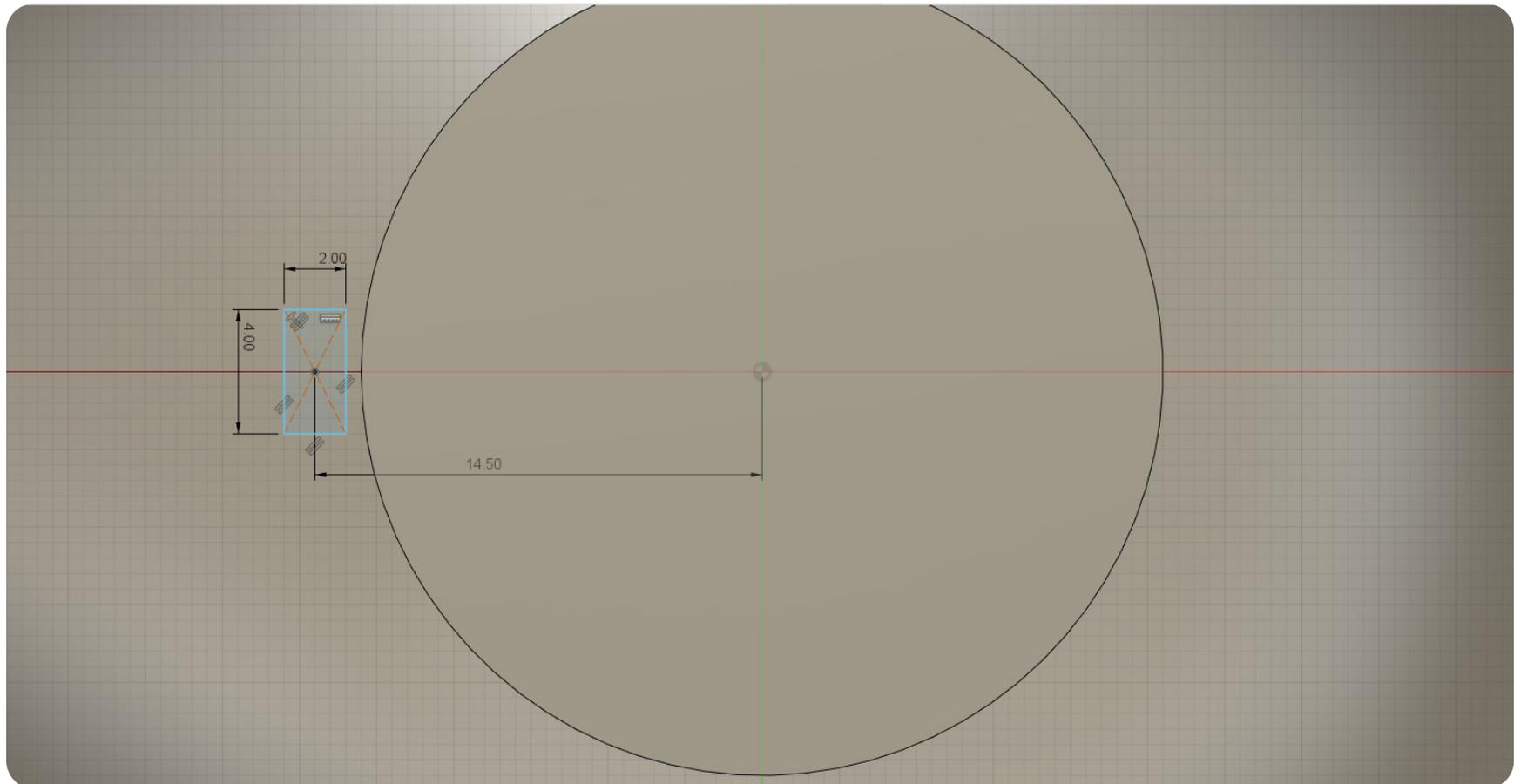
유지형상을 생성하기 위한 스케치 면을 만들어줍니다.

보틀의 장애물 형상 위쪽 면에서 아래로 15mm 떨어진 평면 간격띄우기로 구성평면을 생성합니다.



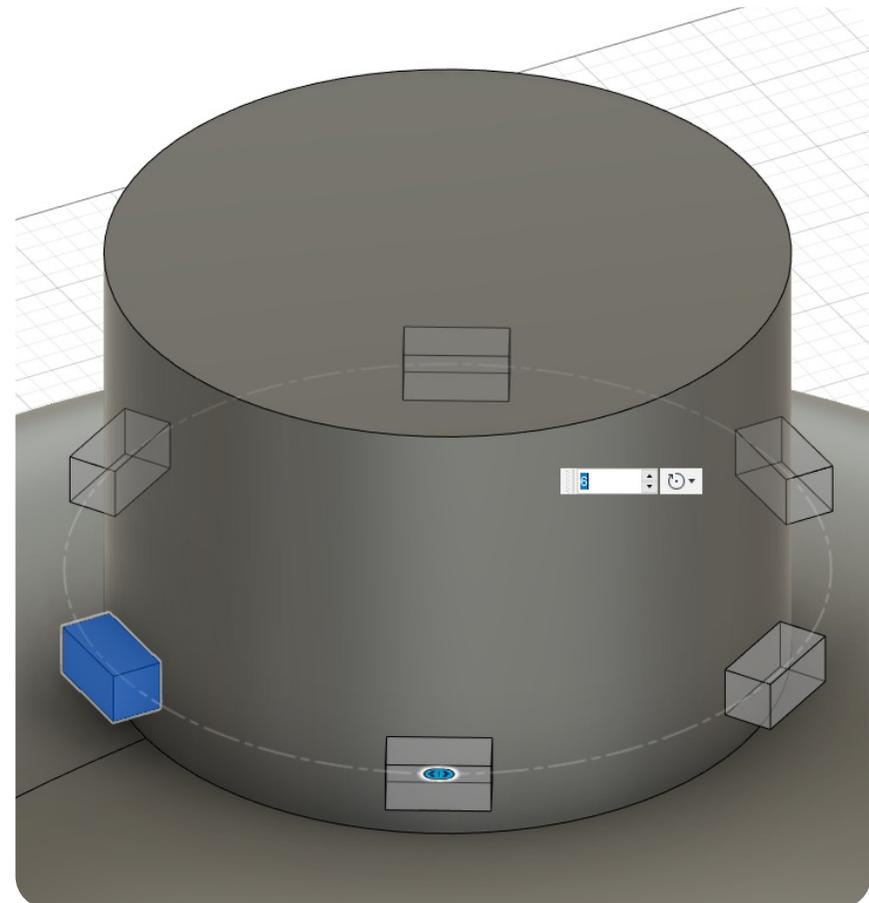
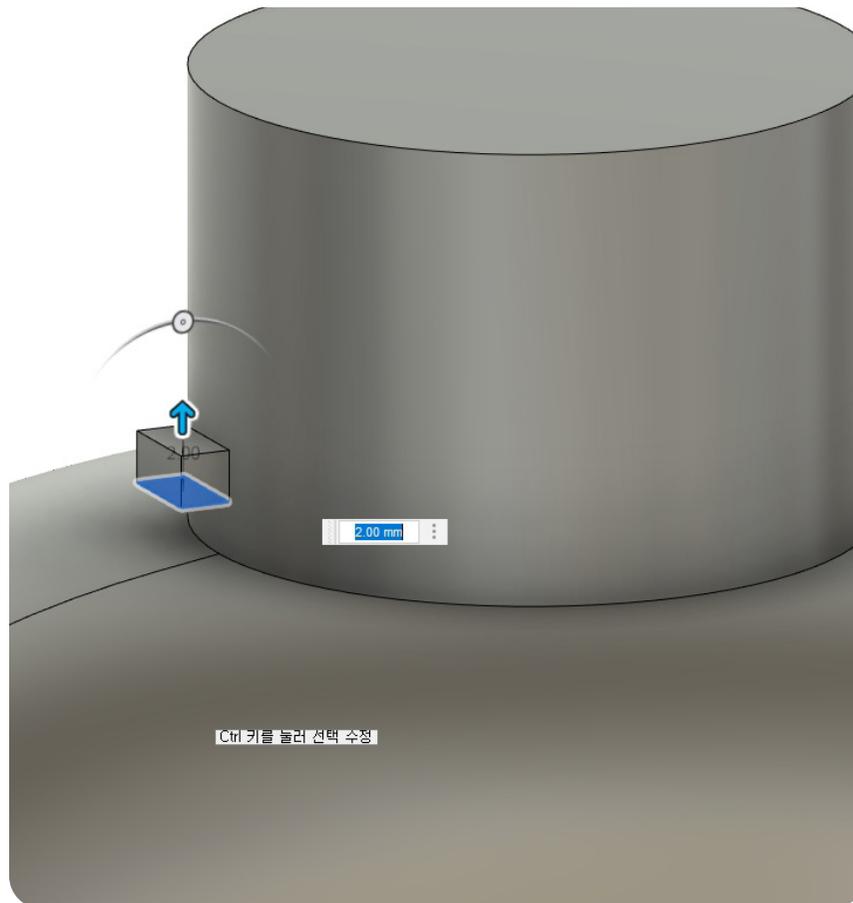
## 11 유지형상 생성-1

앞에서 생성한 구성평면을 스케치면으로 하여 아래 그림과 같이 원점에서 14.5mm 떨어진 지점을 중심으로 하는 2mm X 4mm의 직사각형을 그려줍니다.



## 12 유지형상 생성-2

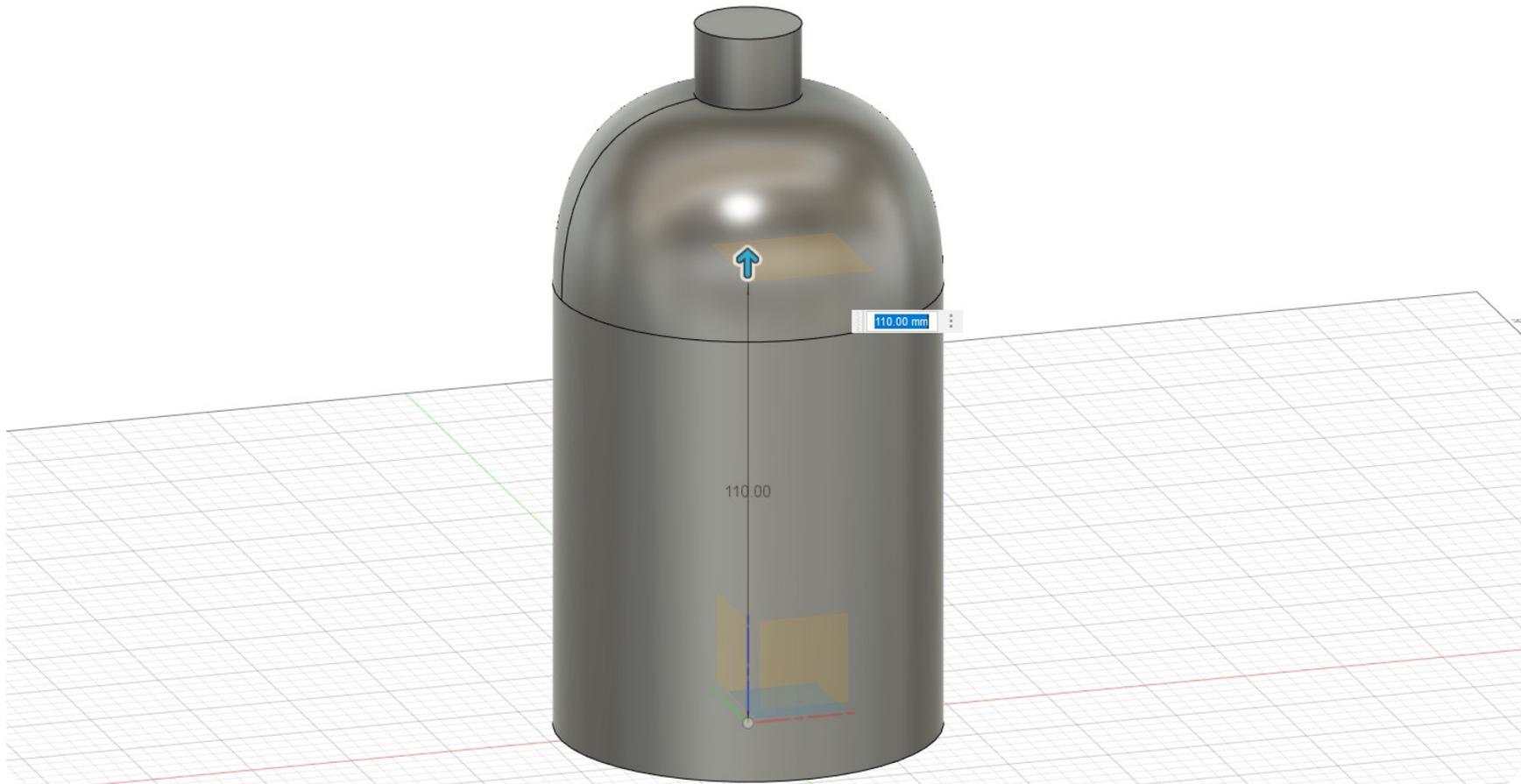
스케치를 종료 후 직사각형의 스케치를 2mm 높이로 돌출합니다.  
이어서 돌출된 직사각형 박스 객체를 원형 패턴으로 6개를 배열합니다.



## 13 평면 간격 띄우기-2

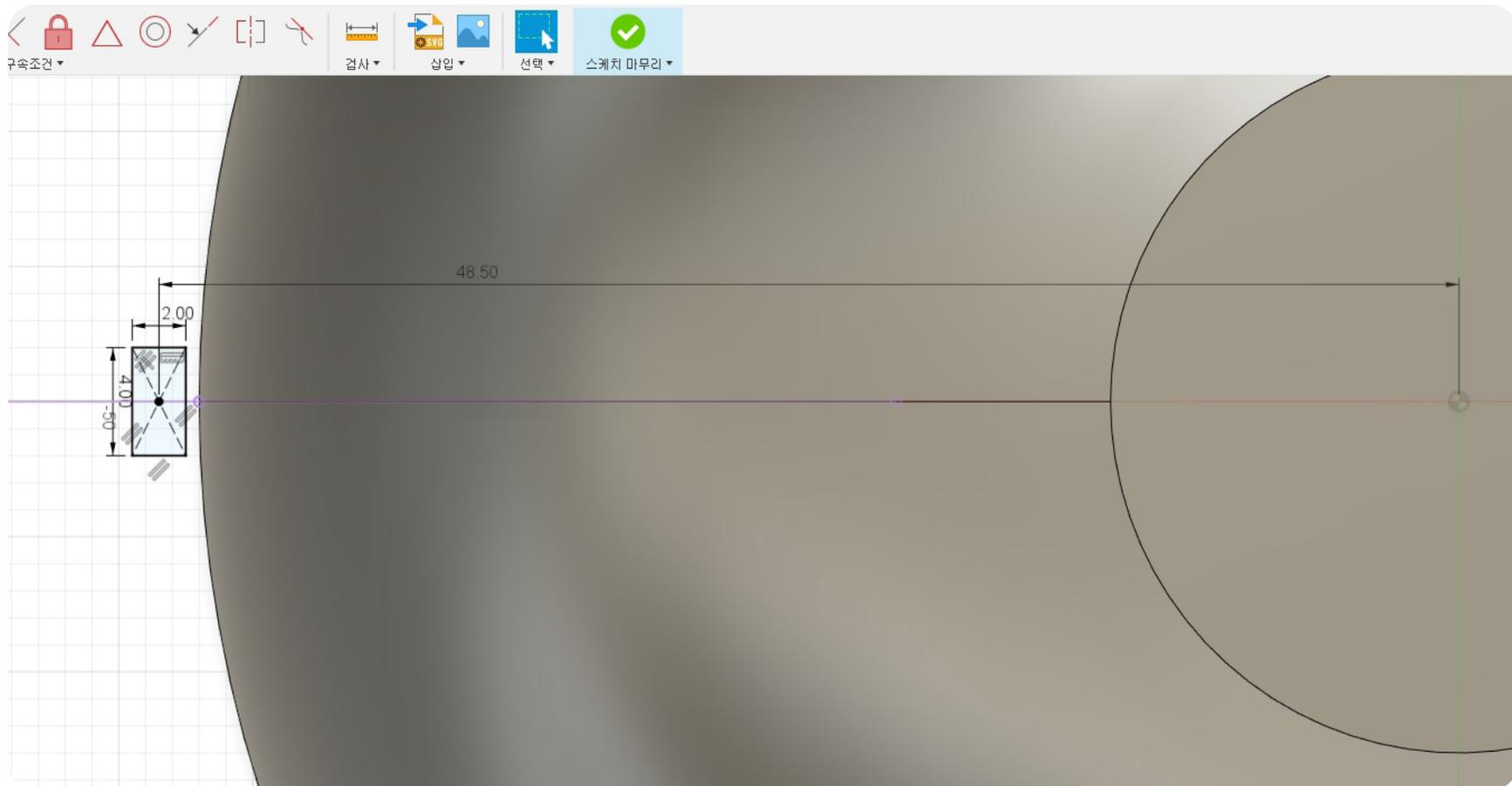
유지형상을 생성하기 위한 스케치 면을 만들어줍니다.

원점에서 부터 위로 110mm 떨어진 평면 간격띄우기로 구성평면을 생성합니다.



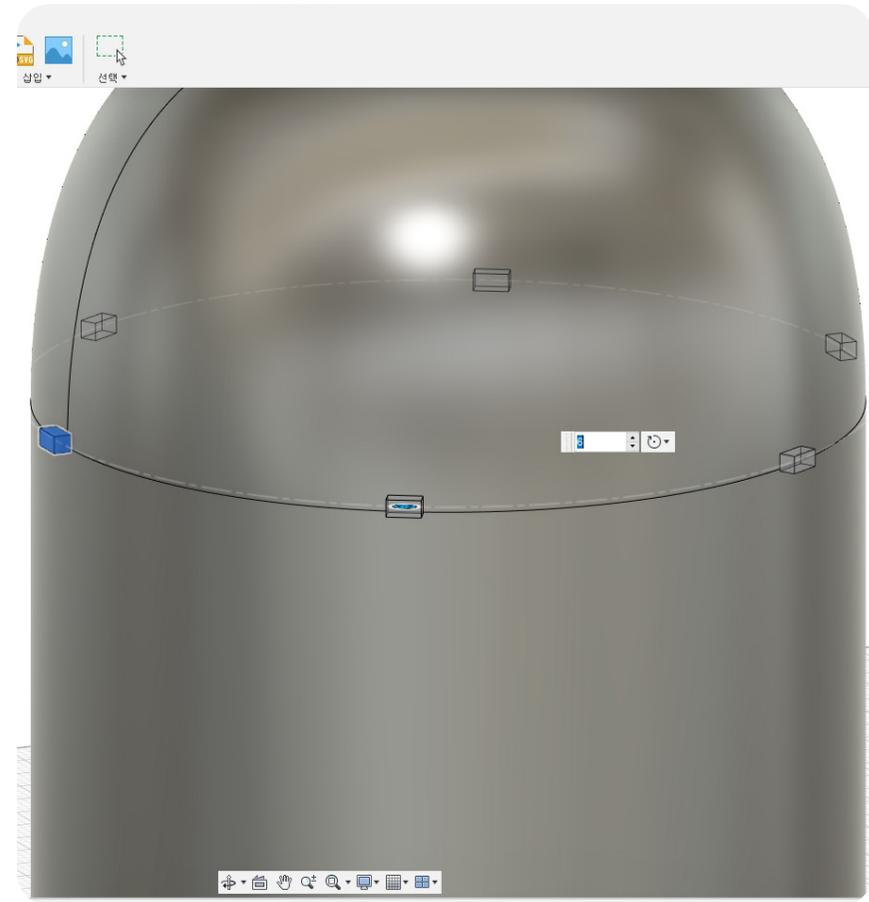
## 14 유지형상 생성-3

앞에서 생성한 구성평면을 스케치면으로 하여 아래 그림과 같이 원점에서 48.5mm 떨어진 지점을 중심으로 하는 2mm X 4mm의 직사각형을 그려줍니다.



## 15 유지형상 생성-4

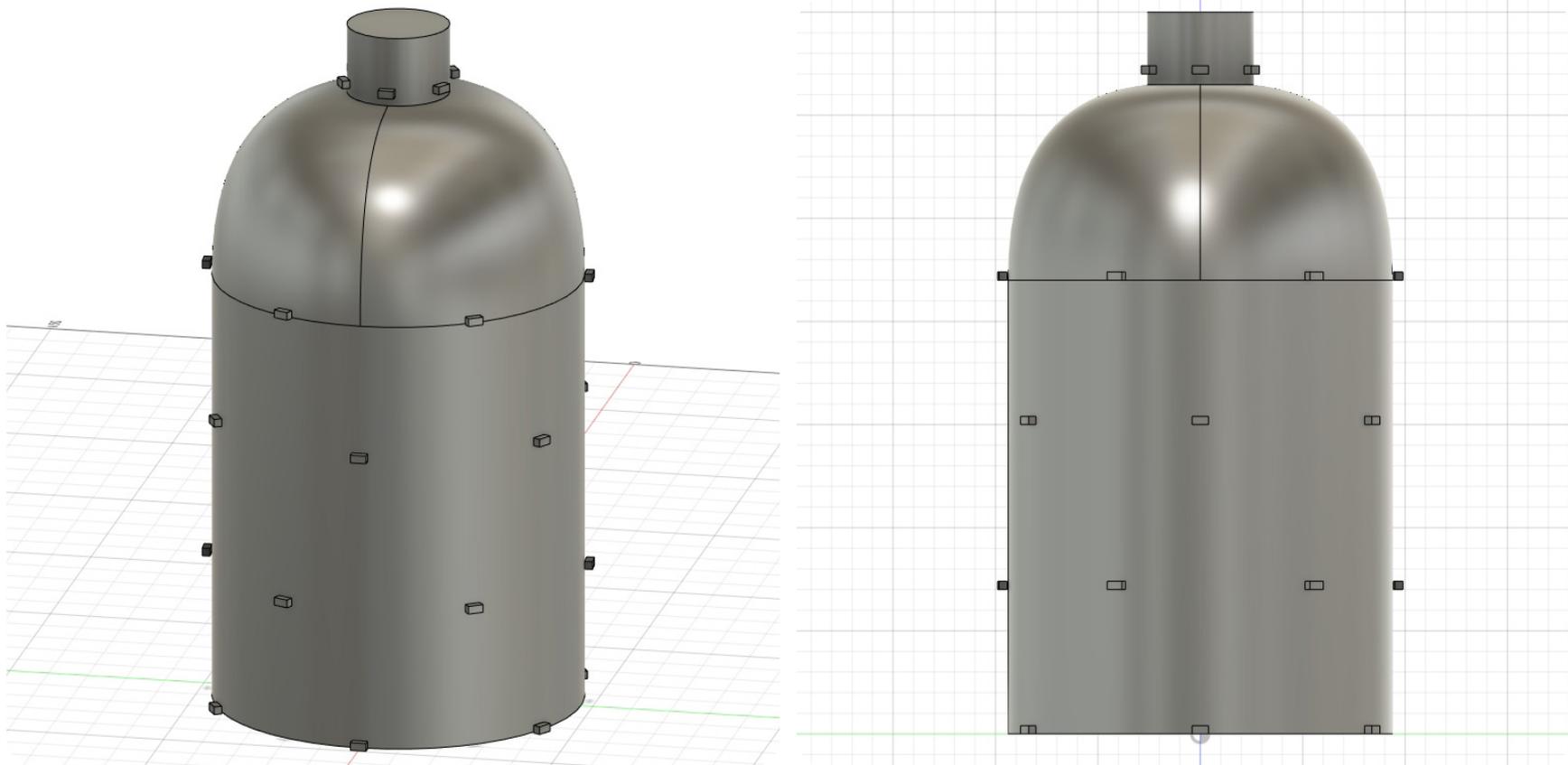
스케치를 종료 후 직사각형의 스케치를 2mm 높이로 돌출합니다.  
이어서 돌출된 직사각형 박스 객체를 원형 패턴으로 6개를 배열합니다.



## 16 유지형상 생성-5

앞에서 원형 배열한 객체들을 아래로 4열로 사본복사 합니다.

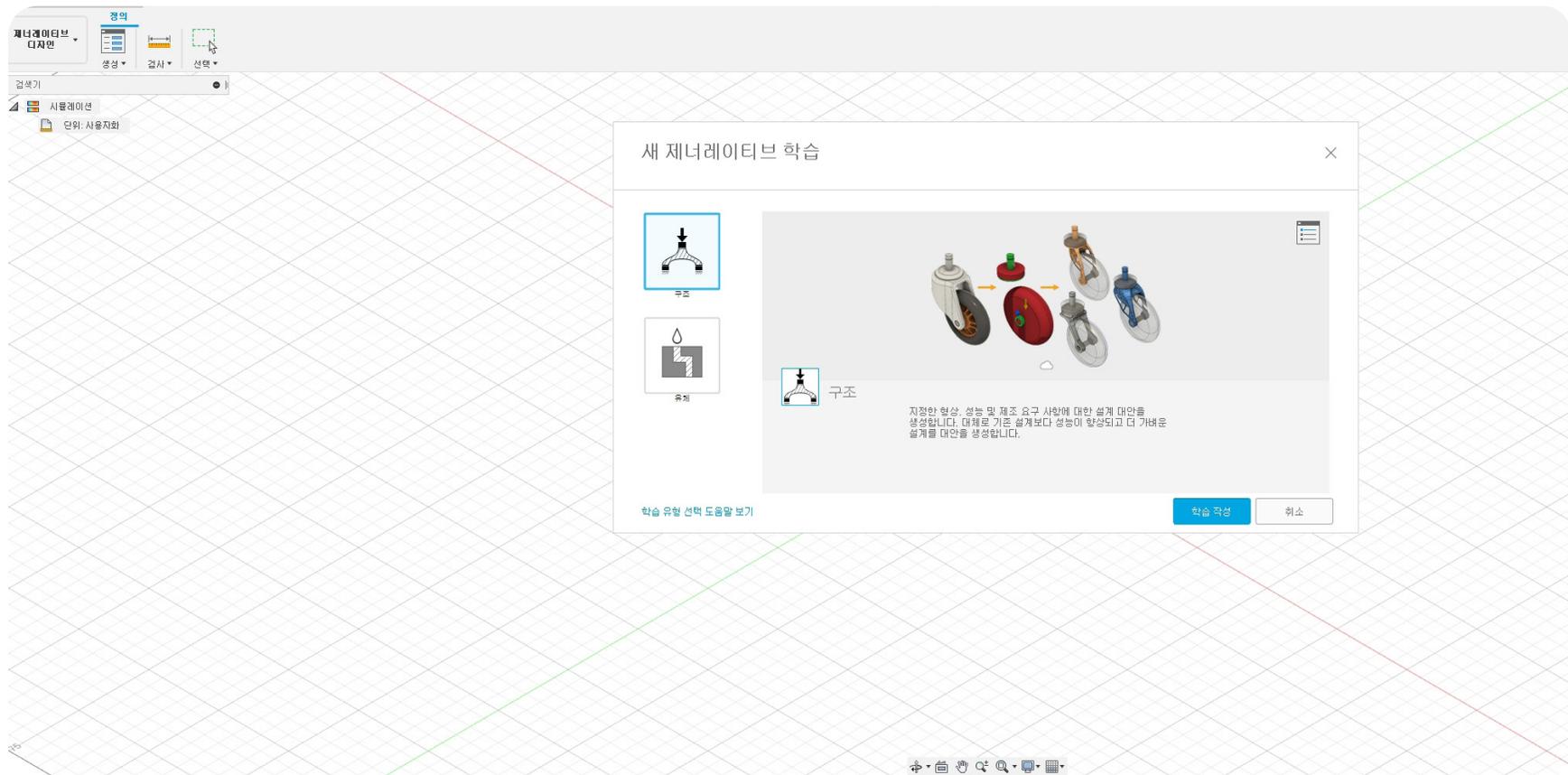
유지형상이 동일 선상으로 배치되면 제너레이티브 디자인이 수직으로 단순하게 생성될 수있기 때문에 사본복사 된 각 열의 유지형상은 서로 엇갈리게 배치하여줍니다.



## 17 제너레이티브 디자인 모드 전환

FUSION 360 메뉴 좌측 상단에 워크 스페이스 모드를 Design에서 Generative Design으로 변경하여줍니다. 상단의 메뉴가 Generative Design의 기능으로 변경됩니다.

기본적으로 Study1부터 자동적용되어 Generative Design Study를 진행할 수있습니다

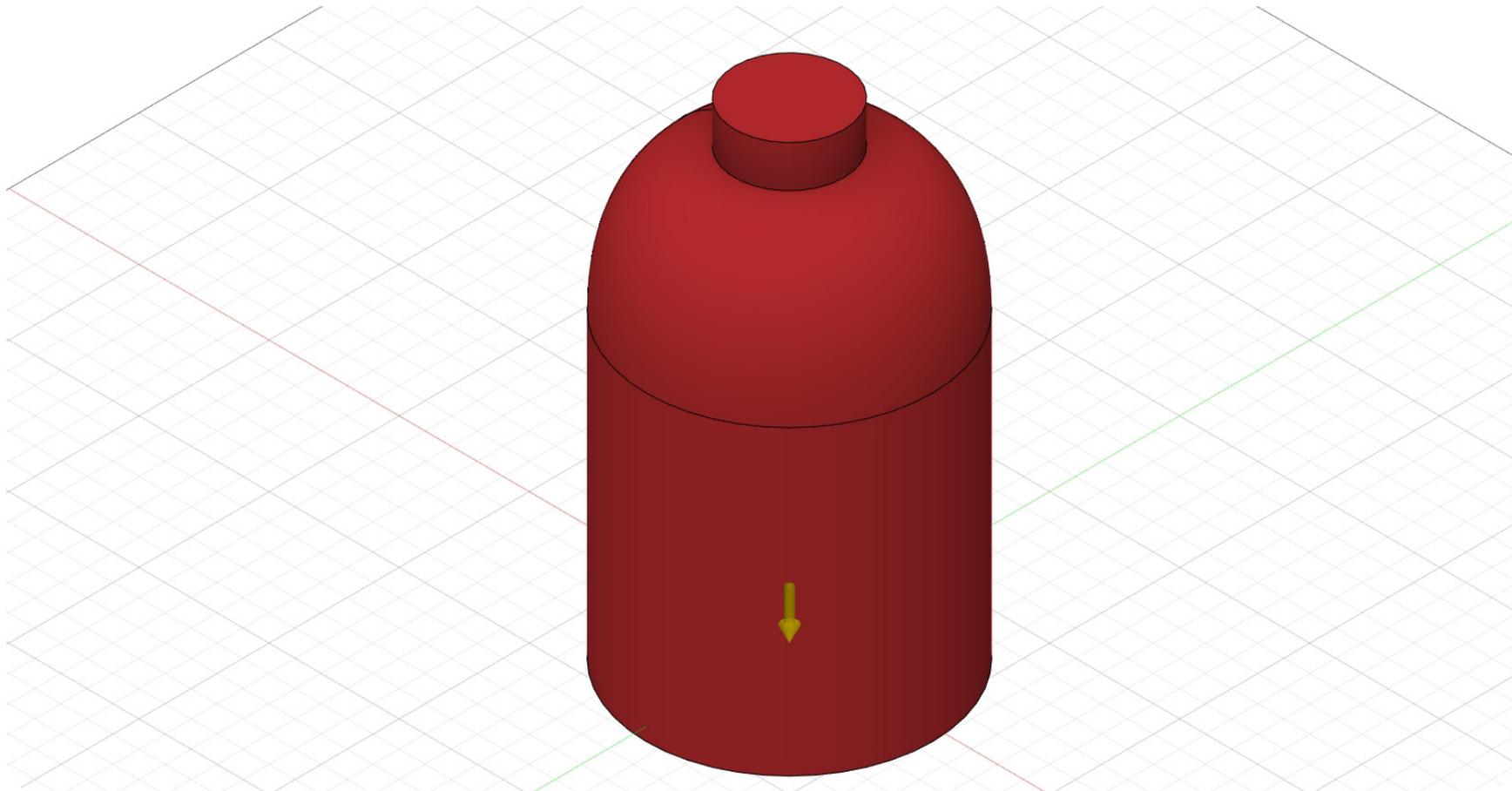


# 18

## 장애물형상 지정-1

설계에서 생성한 3개의 객체 중 가장 바깥 객체를 장애물형상으로 지정합니다.

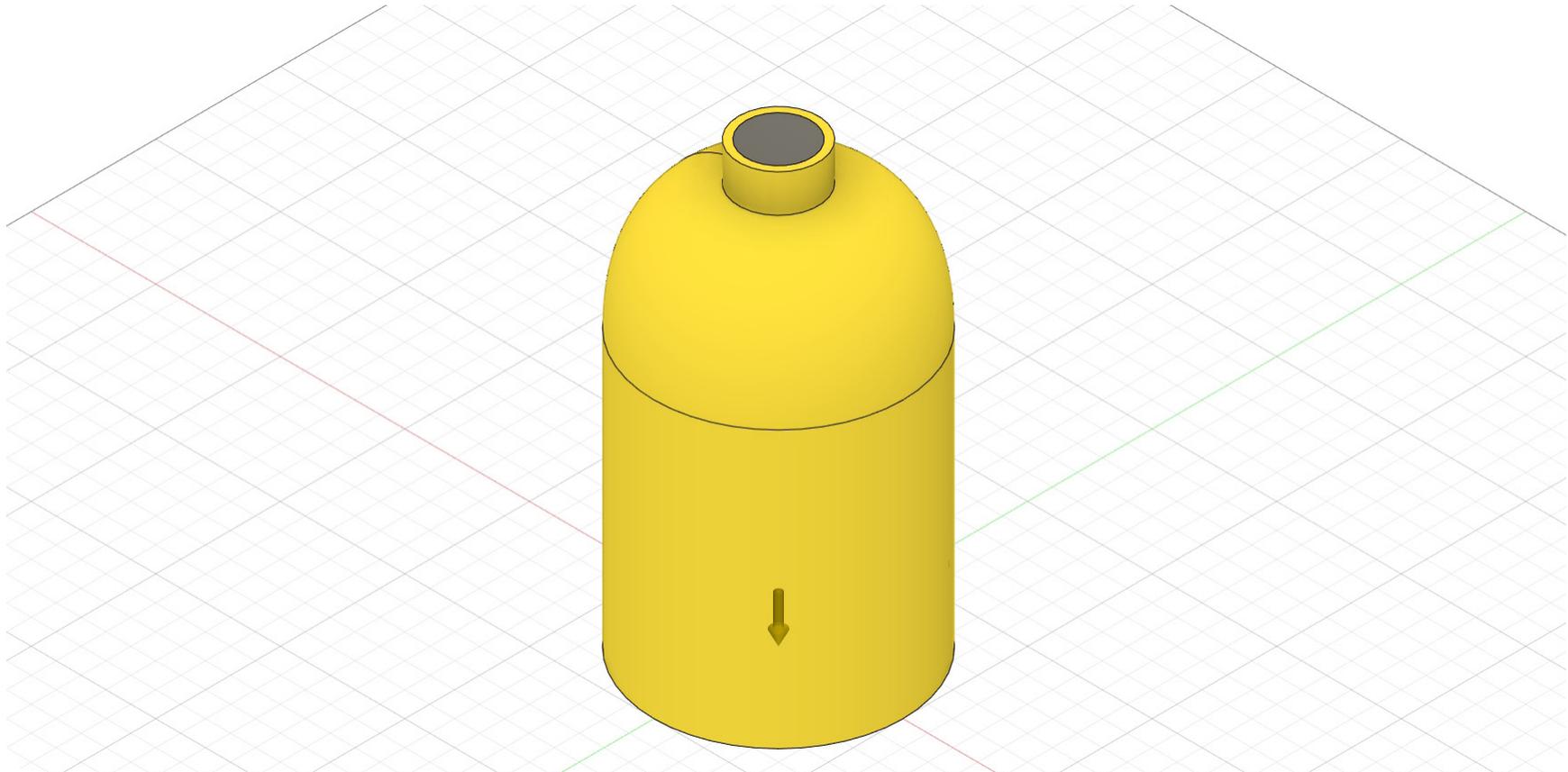
해당 장애물형상 객체는 제너레이티브 디자인 생성시 바깥쪽으로 결과물이 생성되는 것을 막아줍니다.



## 19 디자인 영역 지정

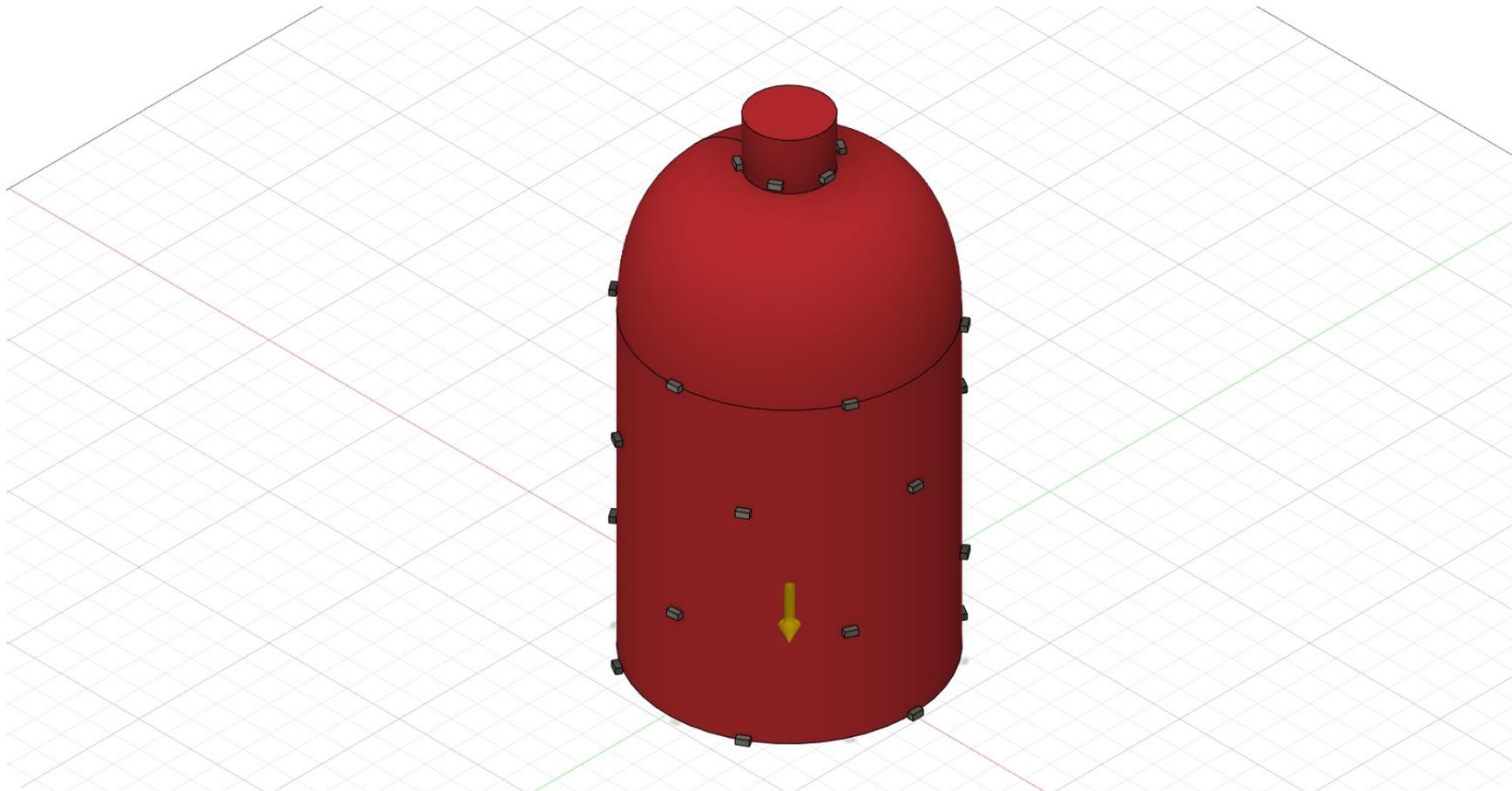
앞에서 지정한 장애물 형상 객체를 잠시 숨겨줍니다. 이어서 설계에서 생성한 3개의 객체중 가운데 객체를 디자인 영역으로 지정합니다.

디자인 영역이 별도로 지정되지 않아도 제너레이티브 디자인 생성에는 문제가 없지만 예제에서는 보틀 형상 객체를 디자인 영역으로 지정하여 제너레이티브 디자인이 시작되도록 하였습니다.



## 20 장애물형상 지정-2

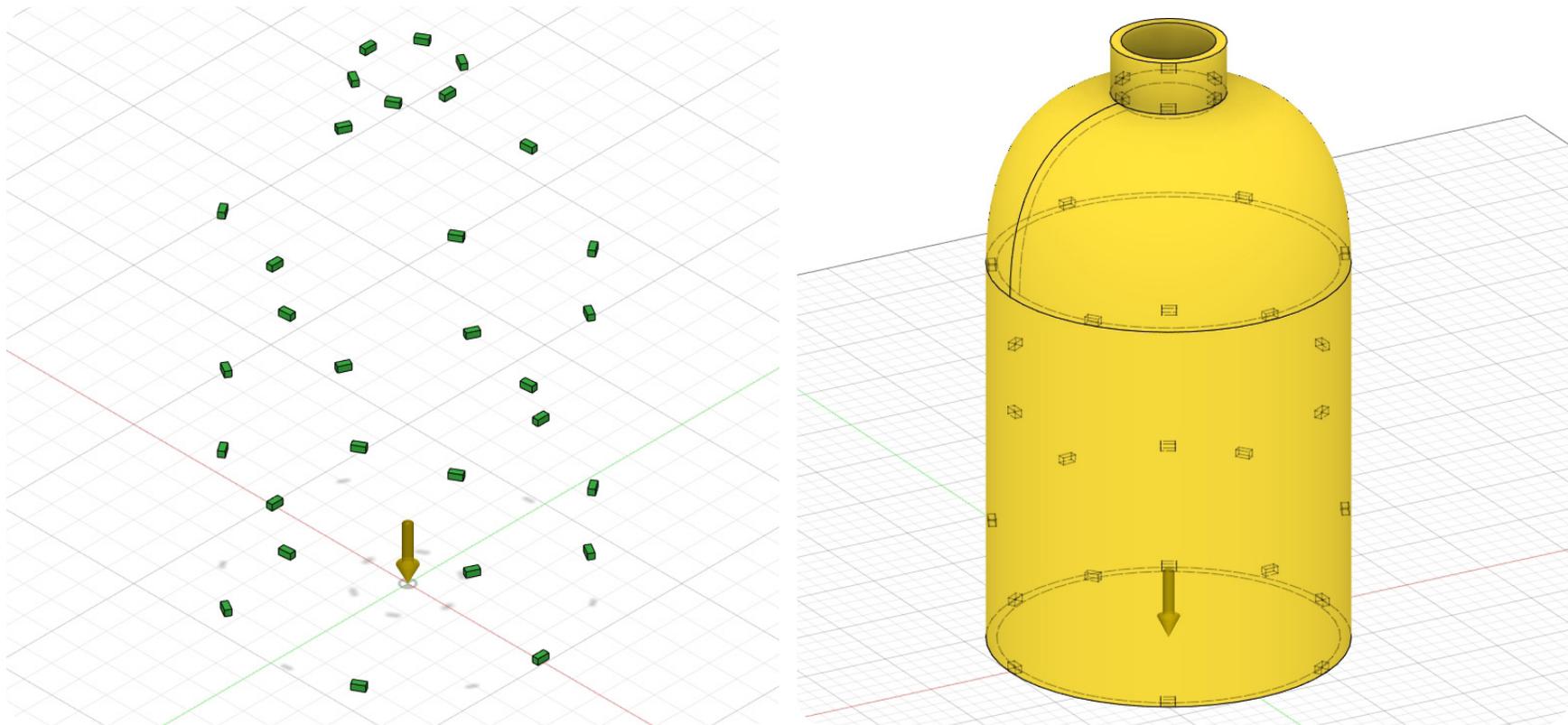
디자인 영역으로 지정된 객체를 숨겨준 뒤 보틀 객체의 가장 안쪽 객체를 장애물형상으로 지정합니다.  
해당 장애물형상 객체는 제너레이티브 디자인 생성시 안쪽으로 결과물이 생성되는 것을 막아줍니다.



## 21 유지형상 지정

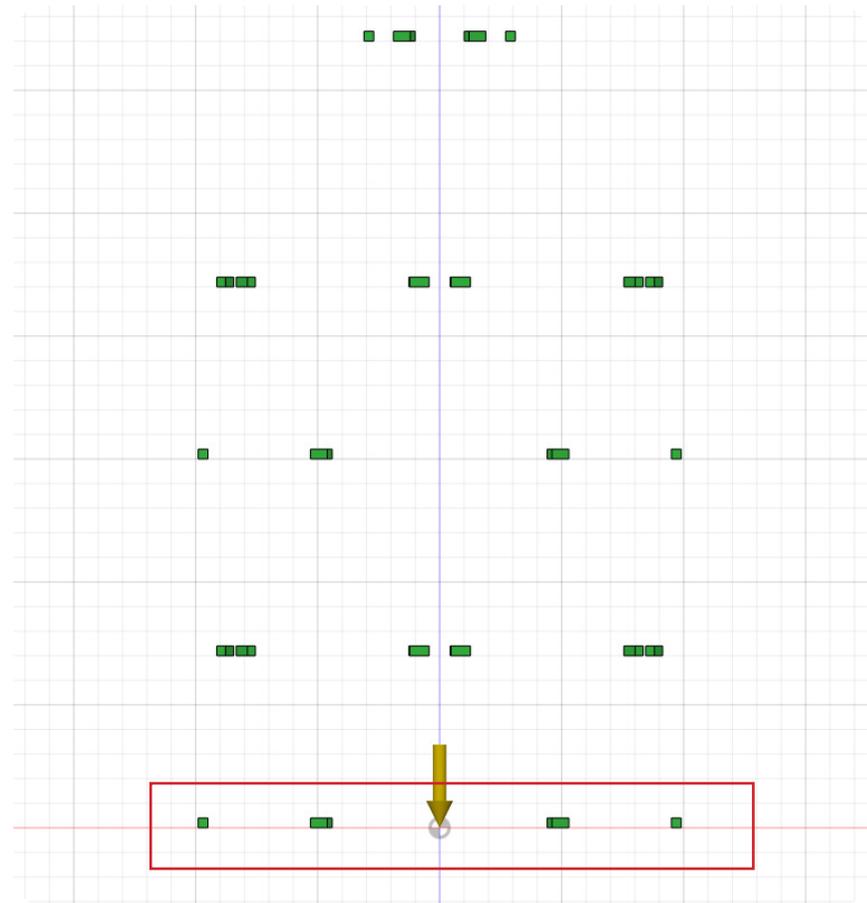
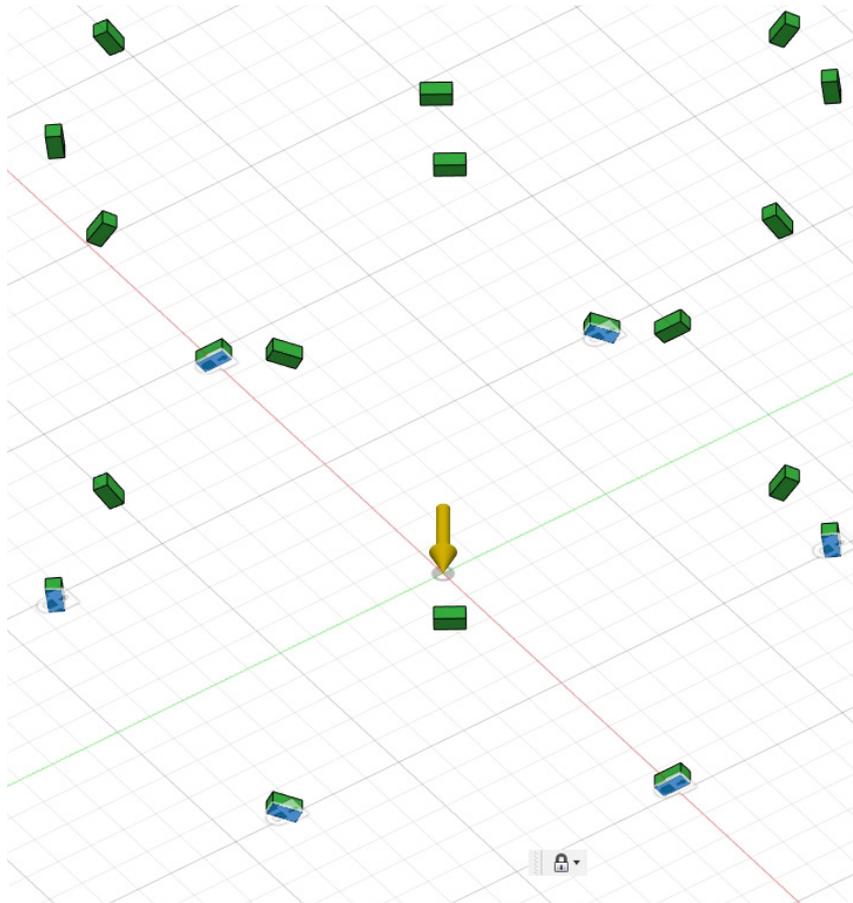
나머지 원형 패턴으로 생성된 객체들을 유지형상으로 지정합니다. 제너레이티브 디자인 생성시 디자인영역을 시작으로 하여 아래 유지형상을 연결시키는 구조로 제너레이티브 디자인이 생성됩니다.

※ 디자인영역은 유지형상과 겹친 상태여야 제너레이티브 디자인이 문제 없이 실행될 수 있습니다. 예제에서는 디자인 영역안에 유지형상이 완전히 겹친 상태이기 때문에 문제 없이 제너레이티브 디자인이 생성될 수 있습니다.



## 22 구속조건 적용

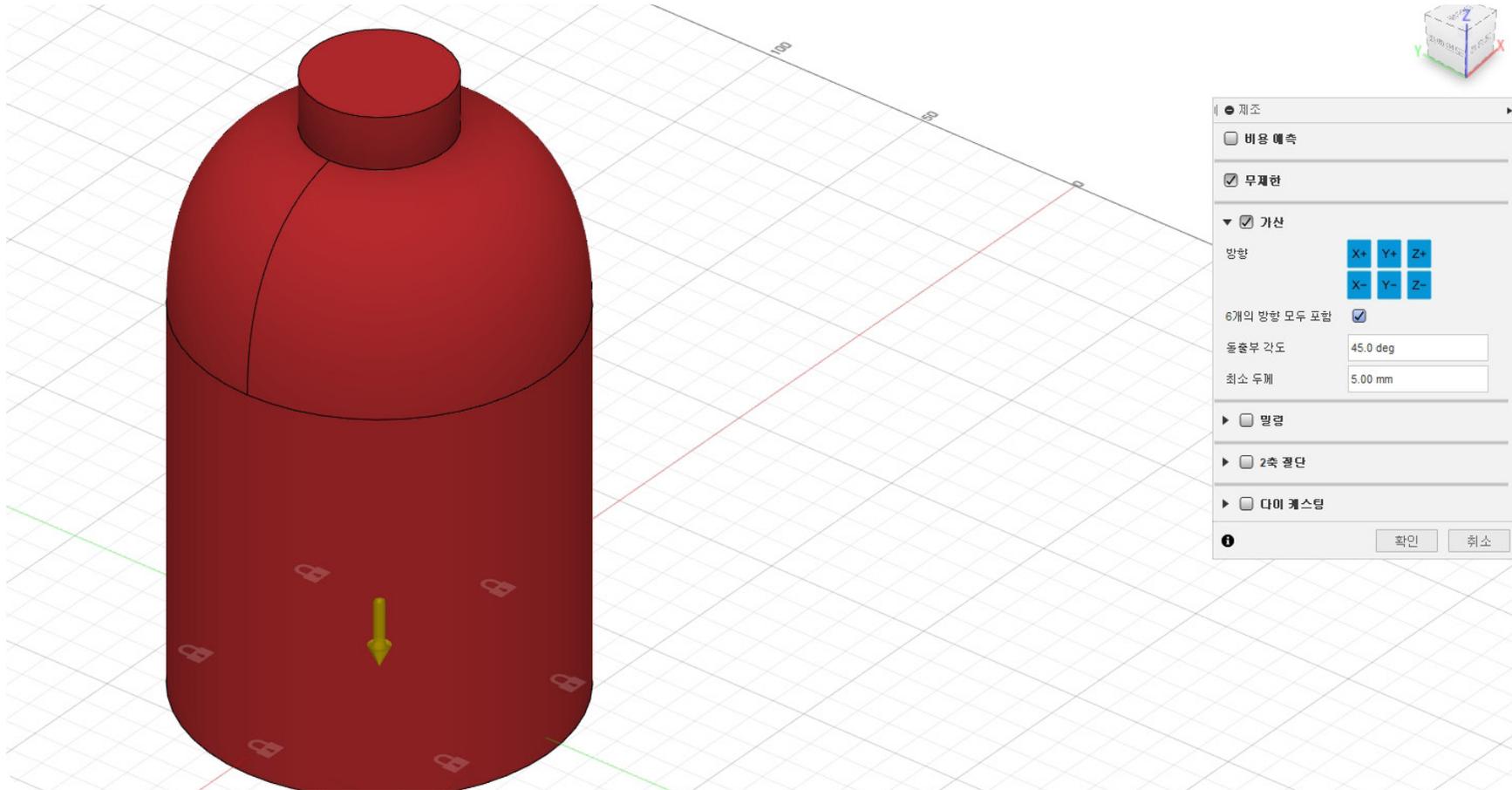
Structural Constraints 기능으로 유지형상에서 고정되어야 할 지점을 선택하여 줍니다.  
원형 패턴된 가장 아래 객체의 바닥면을 구속조건으로 적용하였습니다.



## 23 제조 방식 설정

결과물을 생성하는데 사용될 제조방식을 설정합니다.

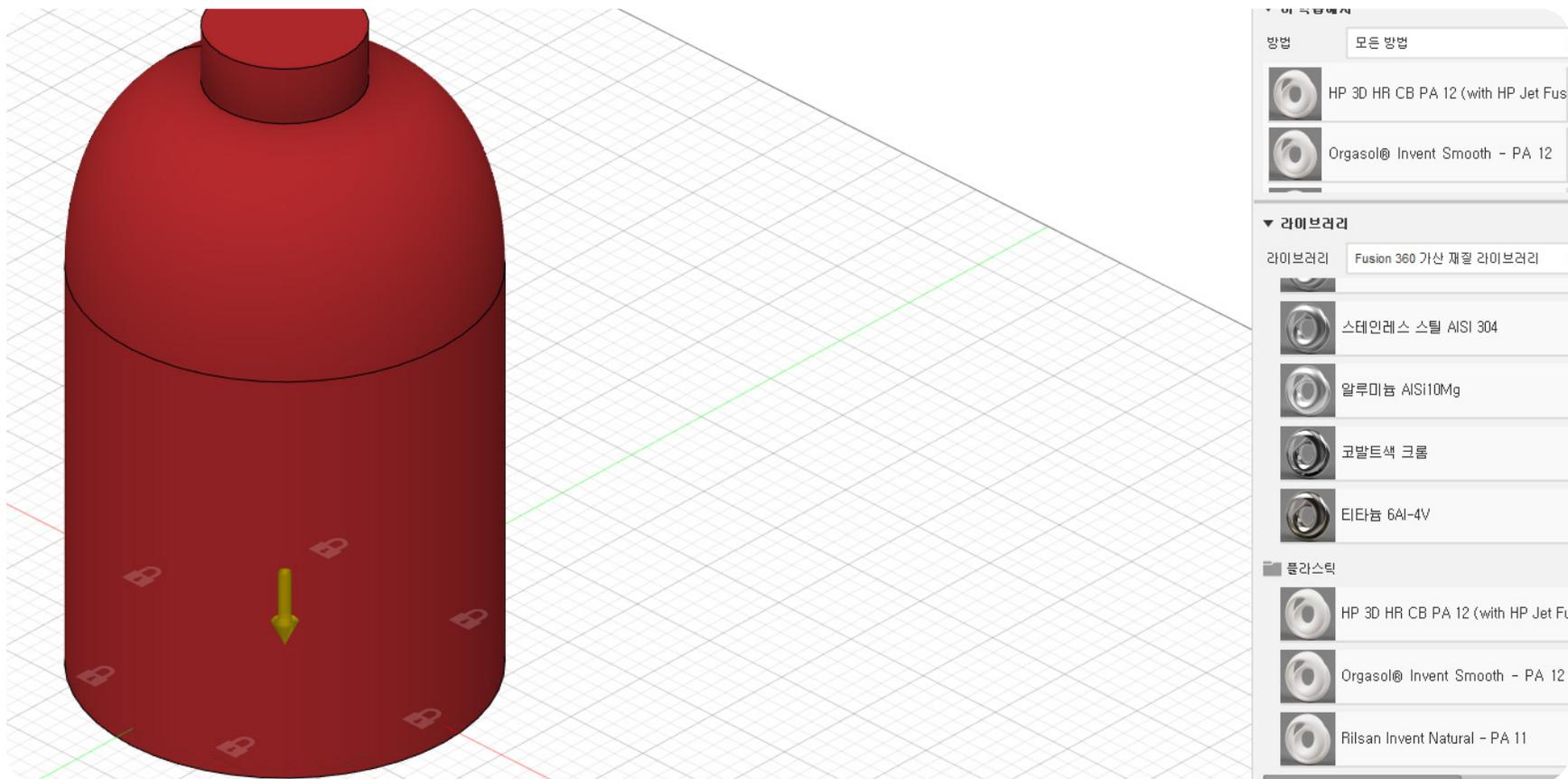
결과물의 다양성을 위해 모든 방향에서 적층생성 될 수 있도록 옵션을 설정하였습니다.



# 24

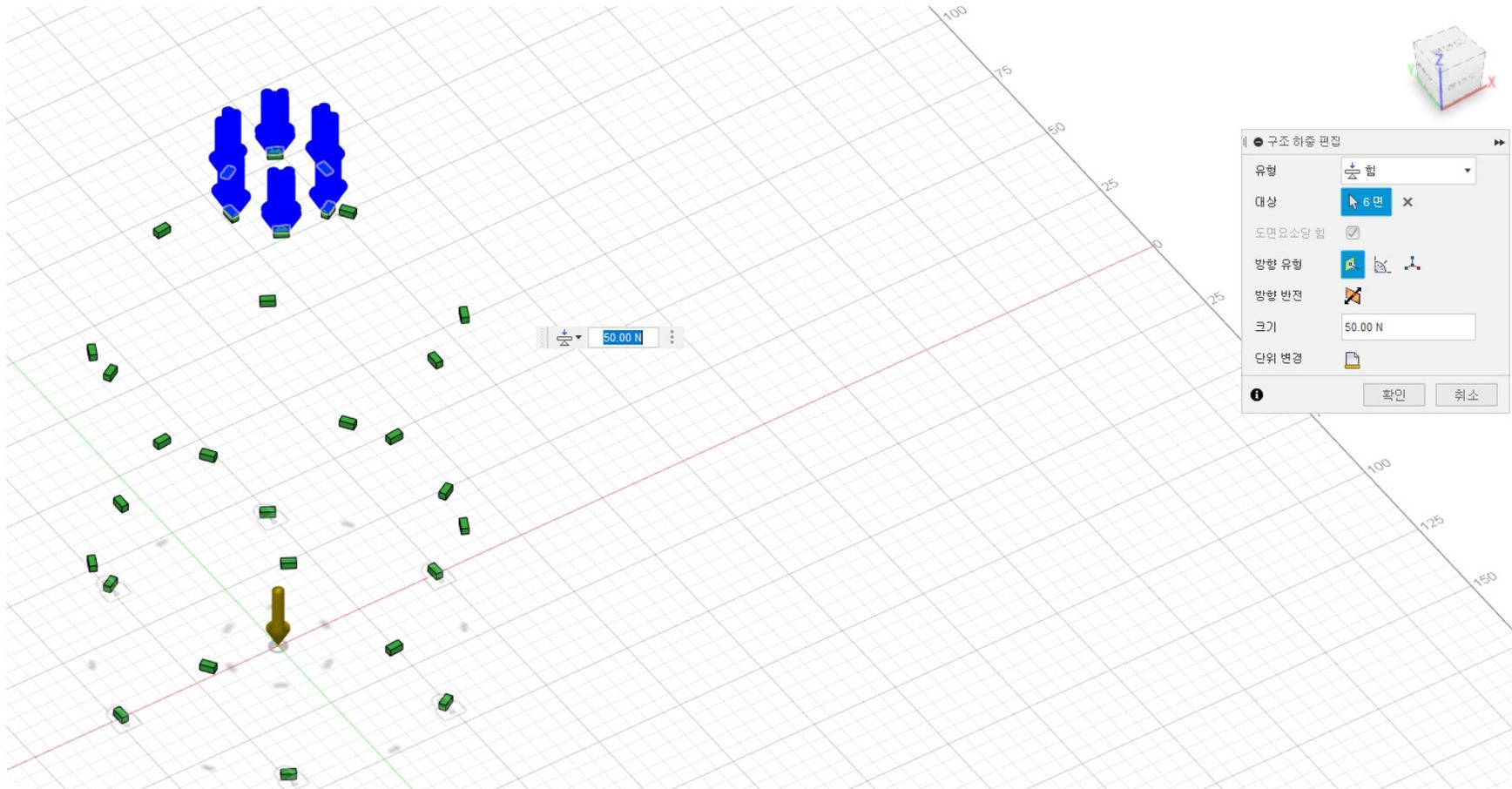
## 소재 적용

소재는 FUSION 360에서 제공하는 플라스틱 적층 소재와 금속 적층 소재 일부를 선택하였습니다.



### 25 하중 조건1 적용

Study1 하중조건1은 유지형상 가장 상단열 6개 객체의 윗부분에서 아래로 향하는 하중조건을 적용합니다. 하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

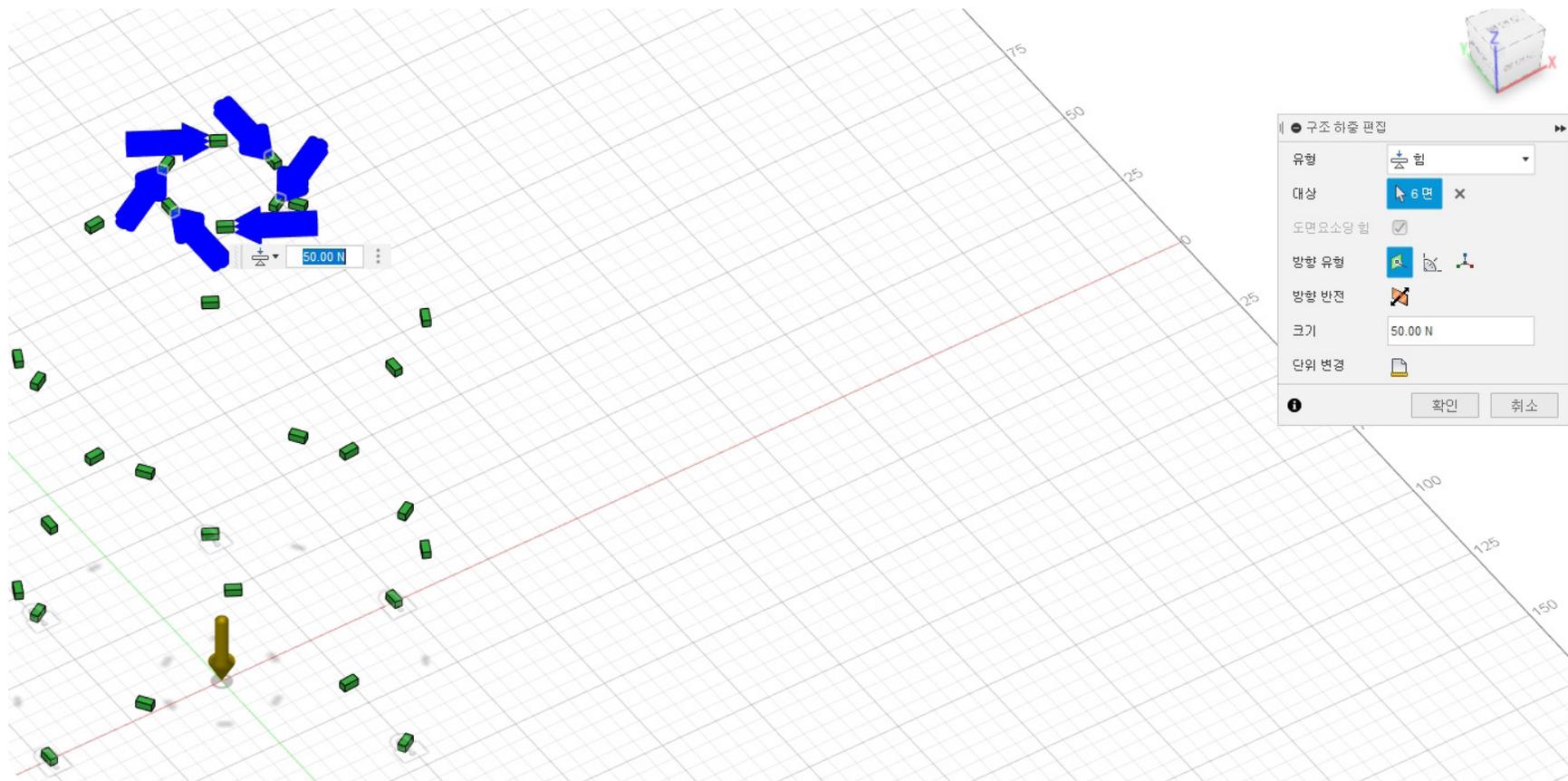


## 26 하중 조건2 적용

하중조건 1을 복제하여 하중조건2를 적용합니다.

하중조건 1에서 복제된 하중을 삭제한 뒤, 첫번째 열의 유지형상 각 객체의 측면에 시계방향으로 하중을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

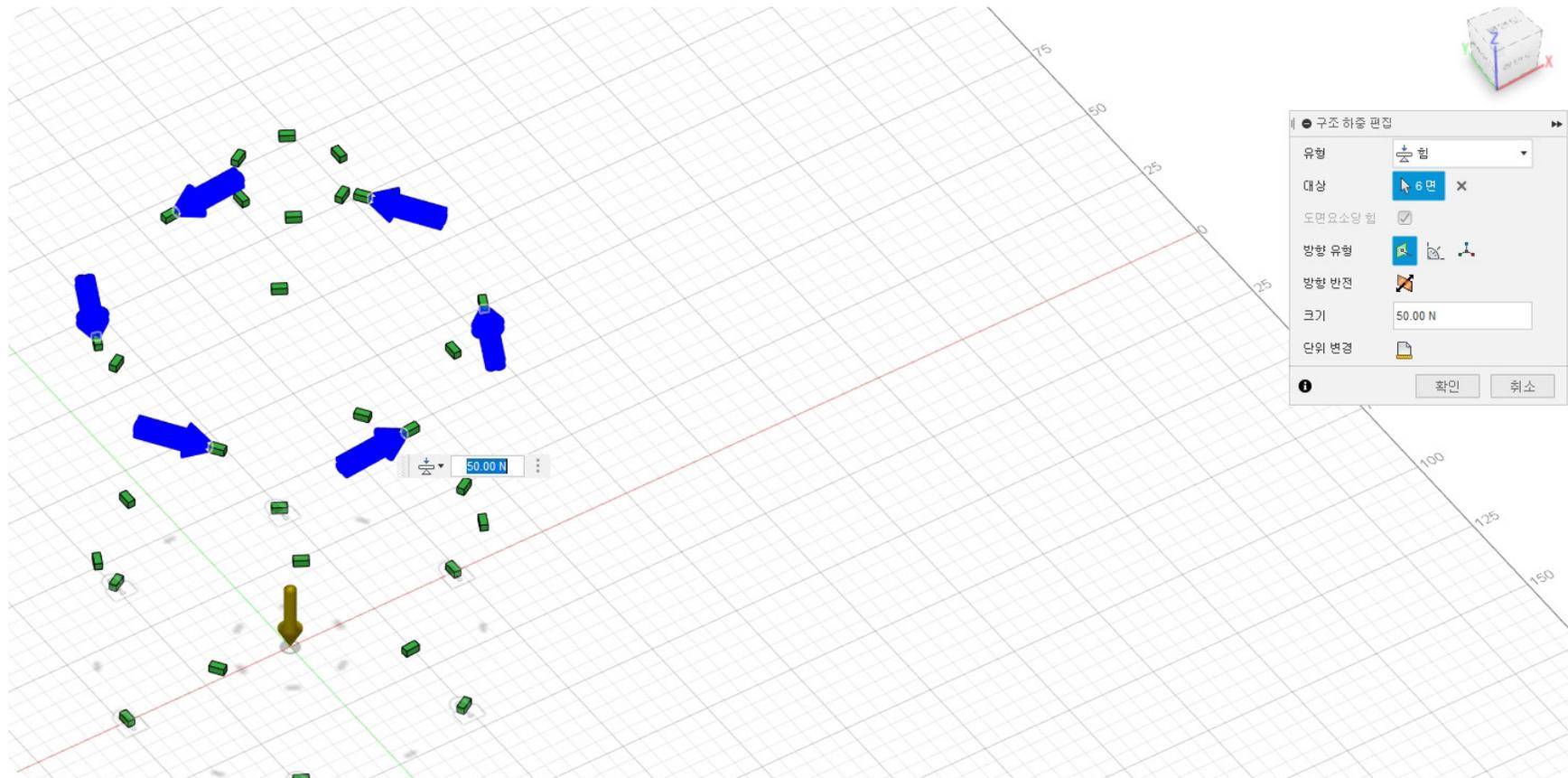


## 27 하중 조건3 적용

같은 방법으로 하중조건을 적용합니다.

하중 조건 3은 두번째 열의 유지형상 객체의 측면에서 시계 반대 방향으로 하중조건을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

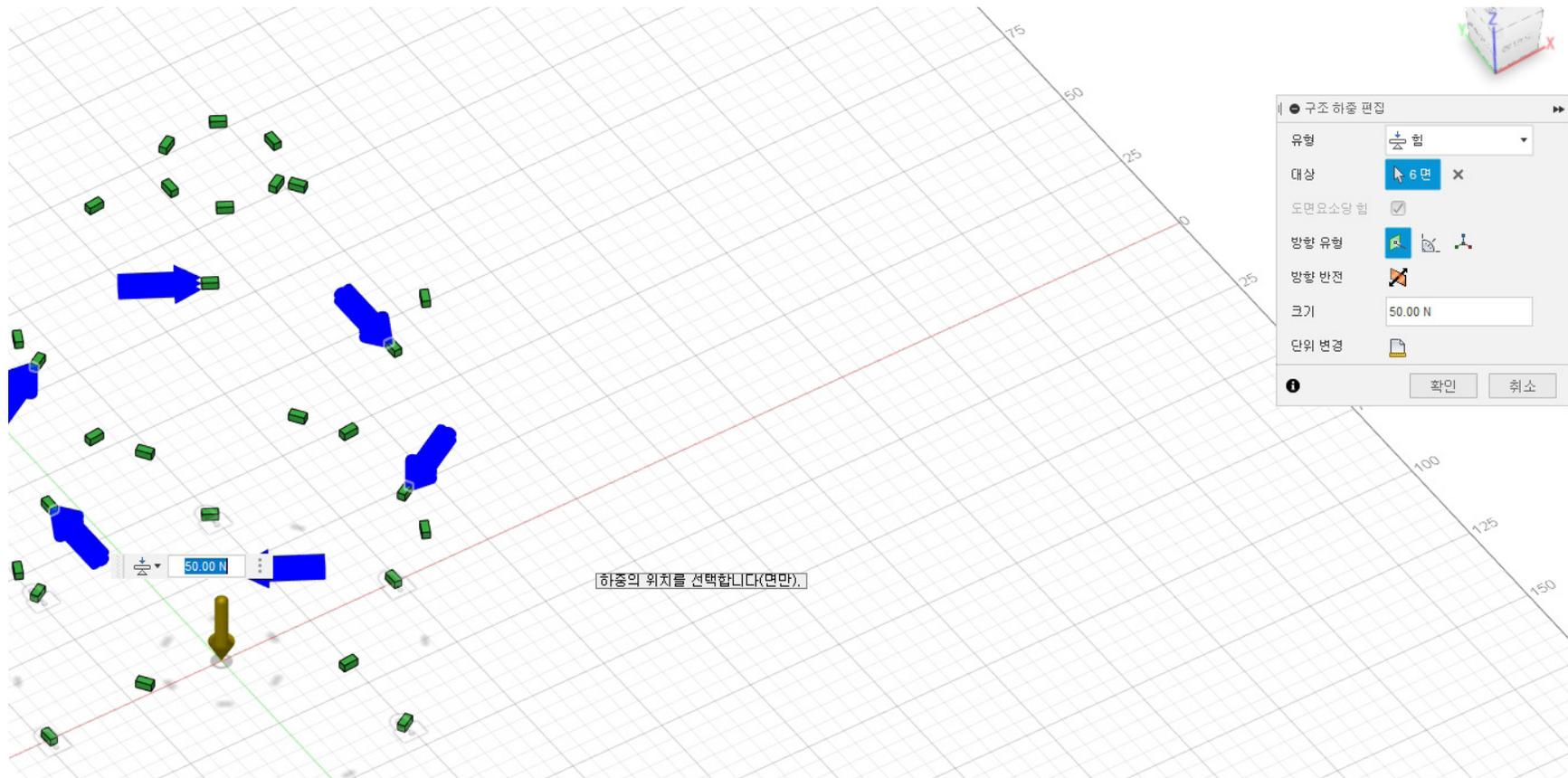


## 28 하중 조건4 적용

같은 방법으로 하중조건을 적용합니다.

하중 조건 4은 세번째 열의 유지형상 객체의 측면에서 시계 방향으로 하중조건을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

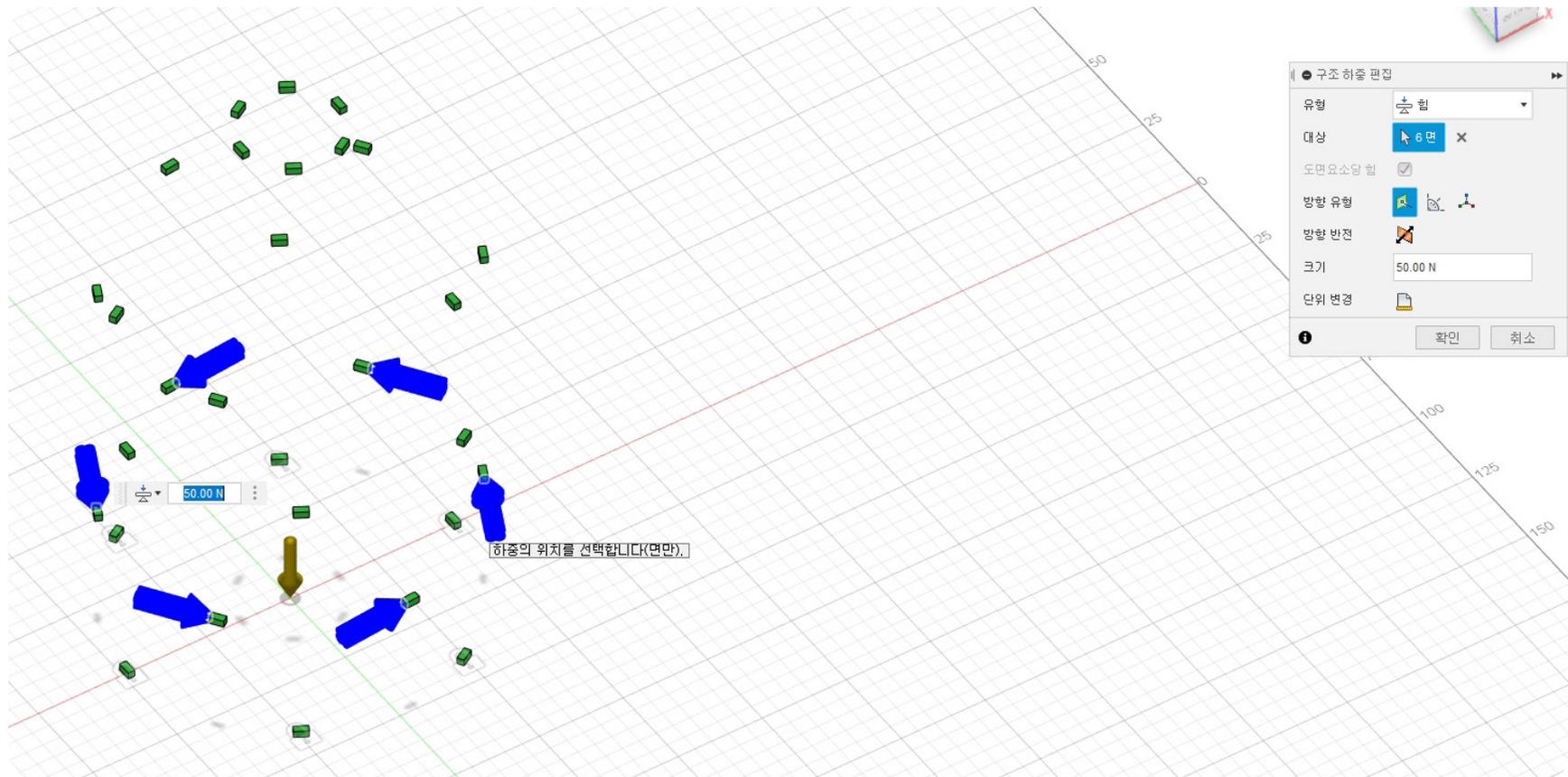


## 29 하중 조건5 적용

같은 방법으로 하중조건을 적용합니다.

하중 조건 5은 네번째 열의 유지형상 객체의 측면에서 시계 반대 방향으로 하중조건을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

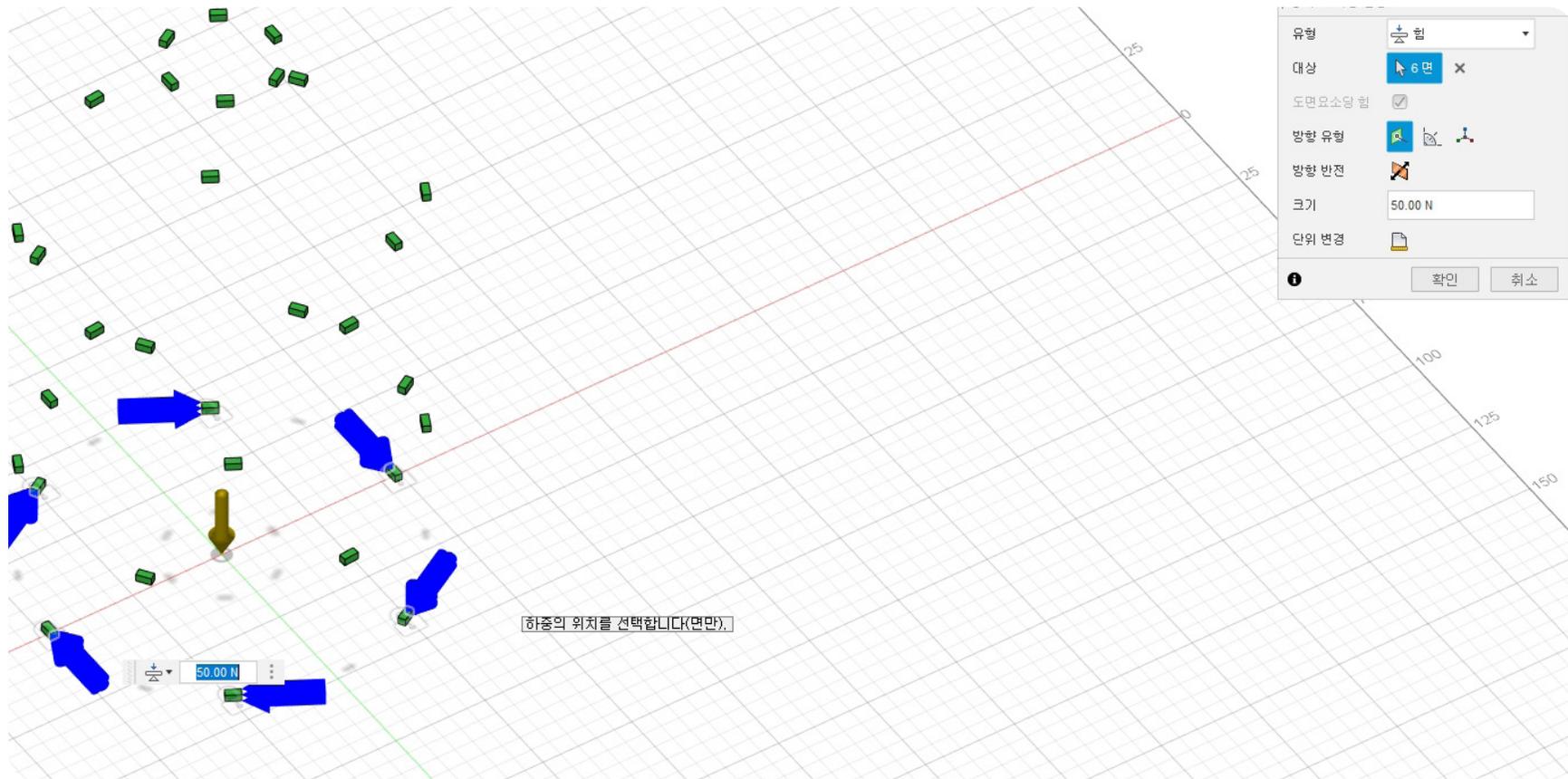


### 30 하중 조건6 적용

같은 방법으로 하중조건을 적용합니다.

하중 조건 6은 다섯번째(가장 아래) 열의 유지형상 객체의 측면에서 시계 방향으로 하중조건을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

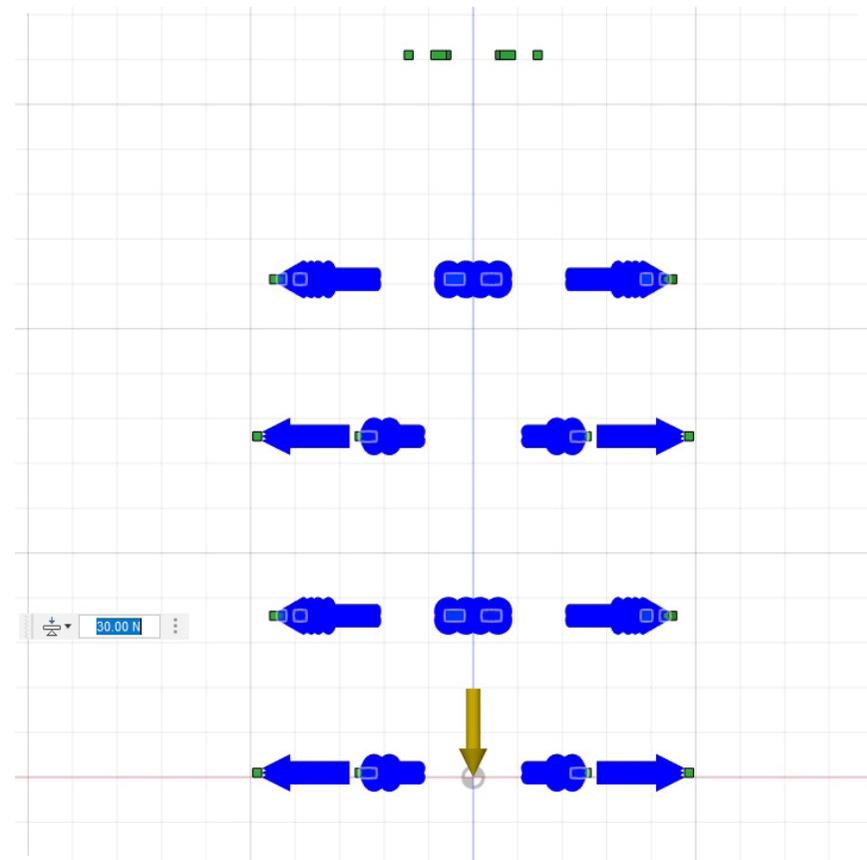
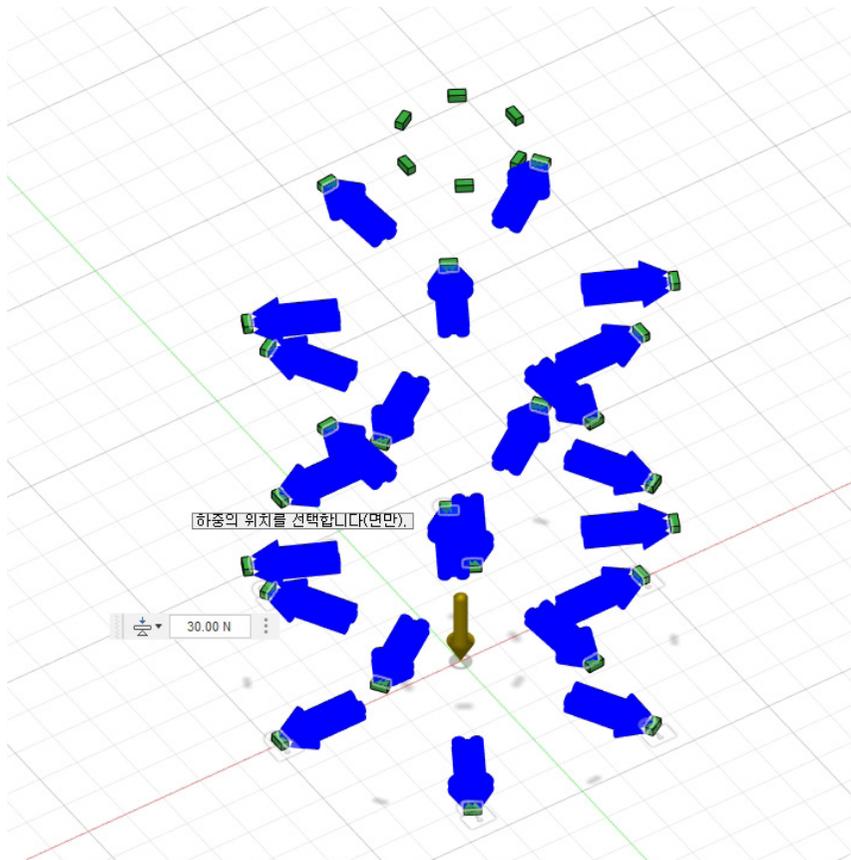


### 31 학습복제 및 하중 조건7 추가

학습(Study) 1을 복제하여 학습(Study) 2를 생성해줍니다.

학습(Study) 2의 하중조건 6을 복제한 뒤, 유지형상 안쪽에서 바깥쪽으로 퍼지는 형태로 하중조건7을 적용합니다.

하중은 약 30N(약 3kg)으로 적용하였습니다.



## 32 학습복제 및 하중 조건8 추가

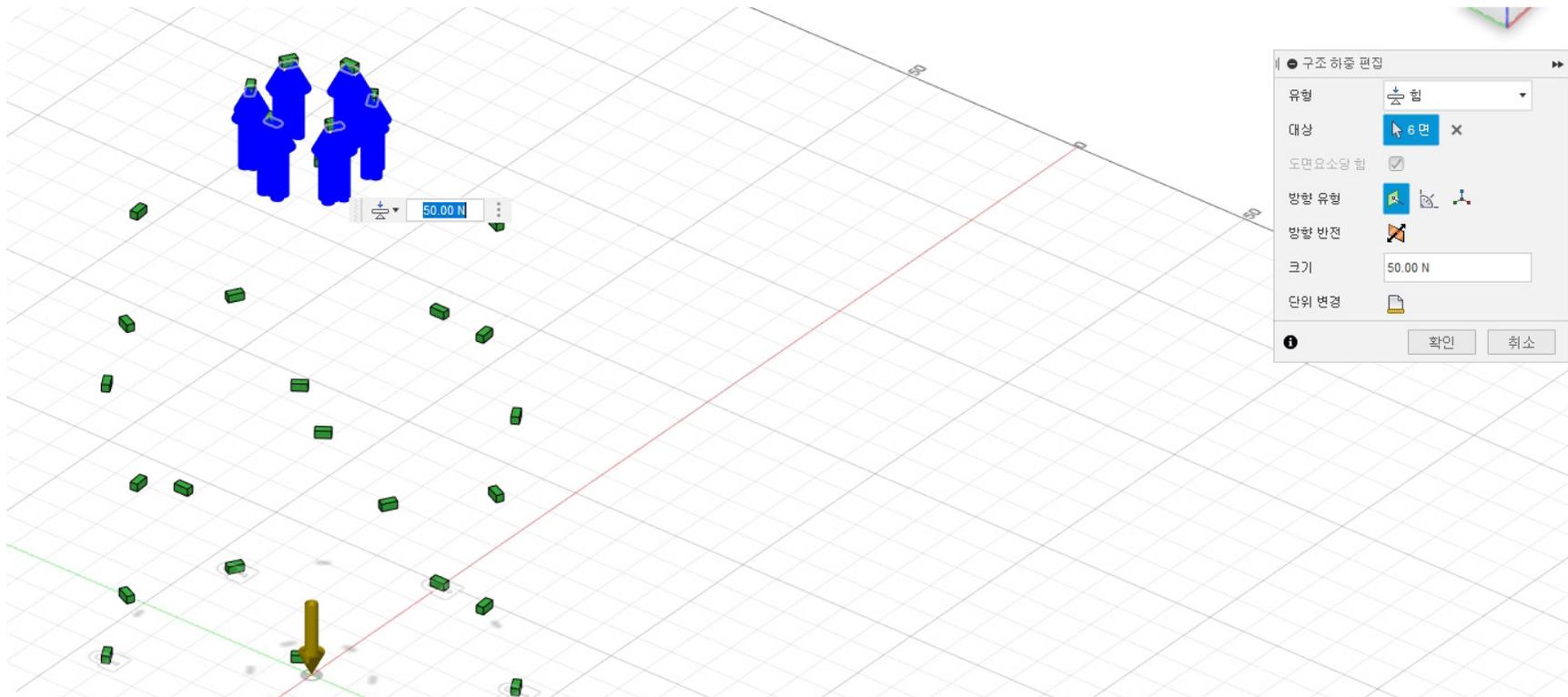
학습(Study) 2를 복제하여 학습(Study) 3을 생성해줍니다.

학습(Study) 2의 하중조건 7을 복제한 뒤, 첫번째 열의 유지형상 아래 쪽에서 위 쪽으로 향하는 하중조건8을 적용합니다.

하중은 약 50N(약 5kg)으로 적용하였습니다.

※ 이 외에도 하중 조건 및 유지 형상을 추가/수정하여 결과물을 생성할 수 있습니다.

하지만, 너무 복잡한 유지형상은 결과물 생성에 실패할 수도 있습니다.



## 33

## 제너레이티브 디자인 실행

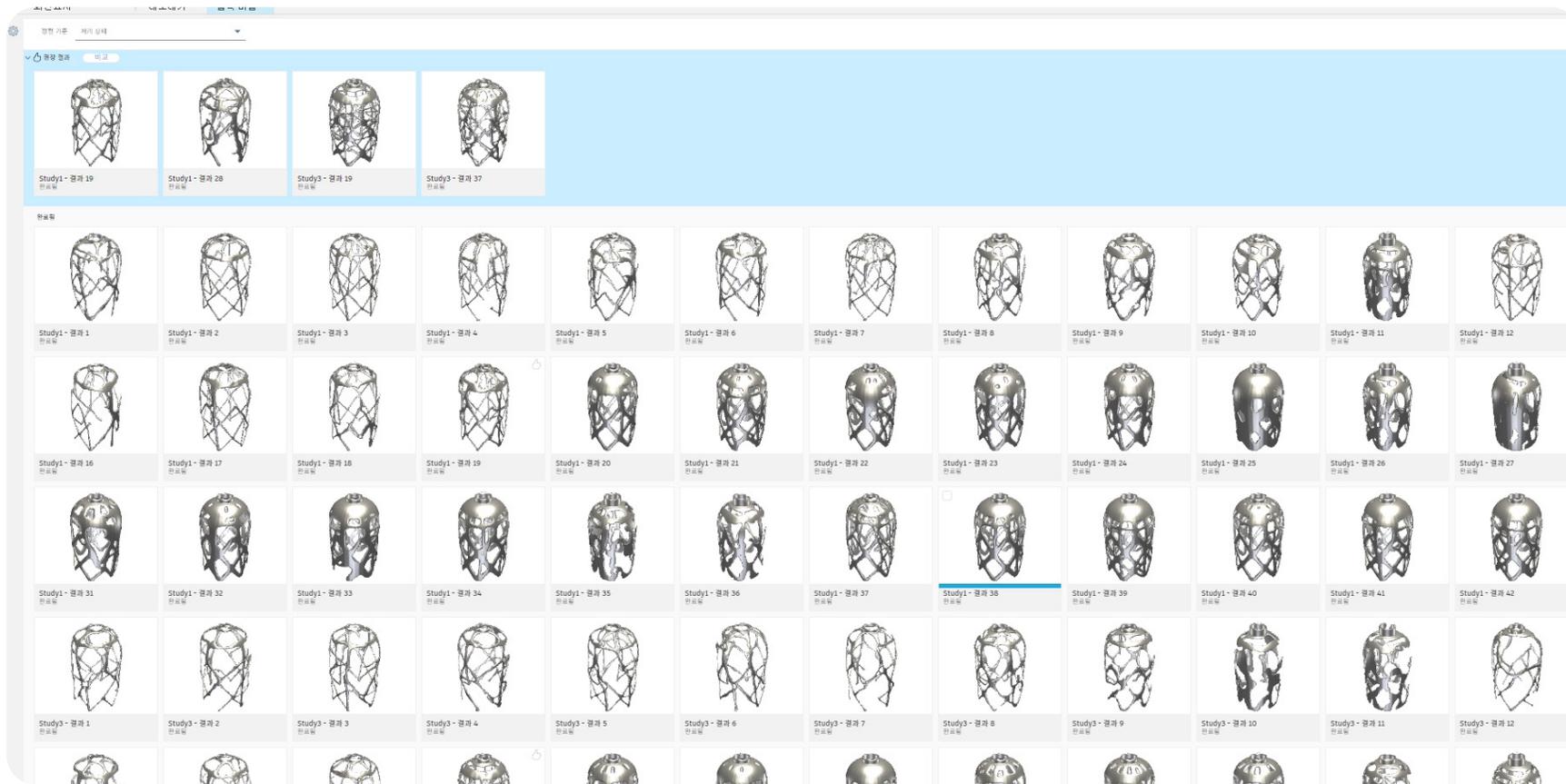
모든 Study 설정이 완료되었습니다.

연산이 되는 동안 잠시 기다리면 결과물이 생성됩니다.



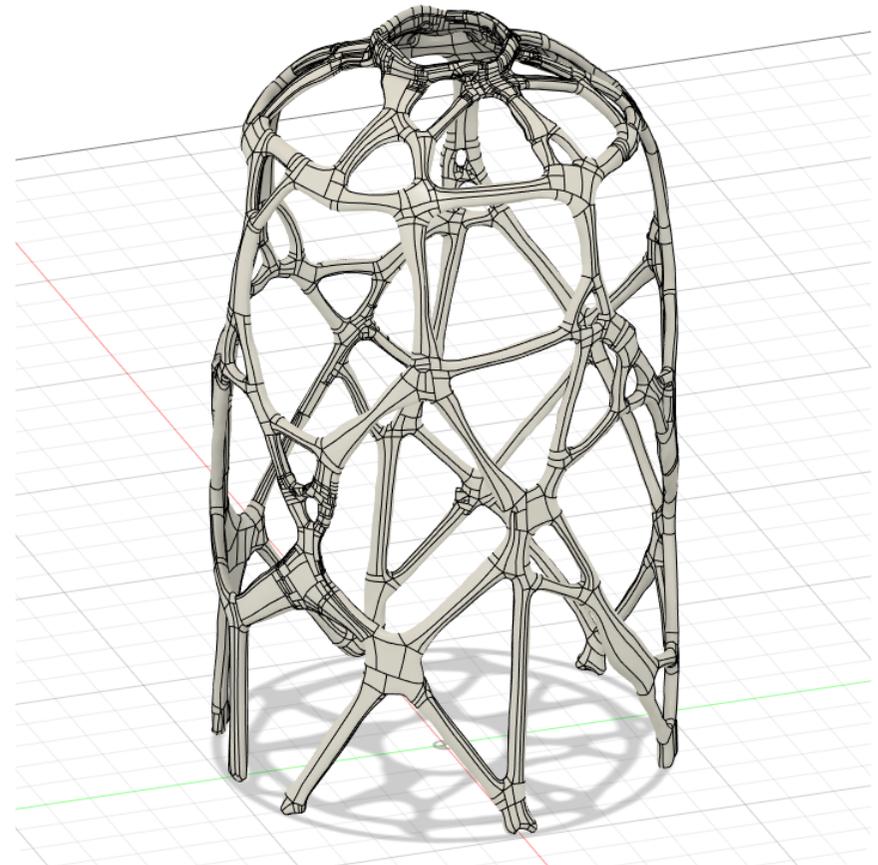
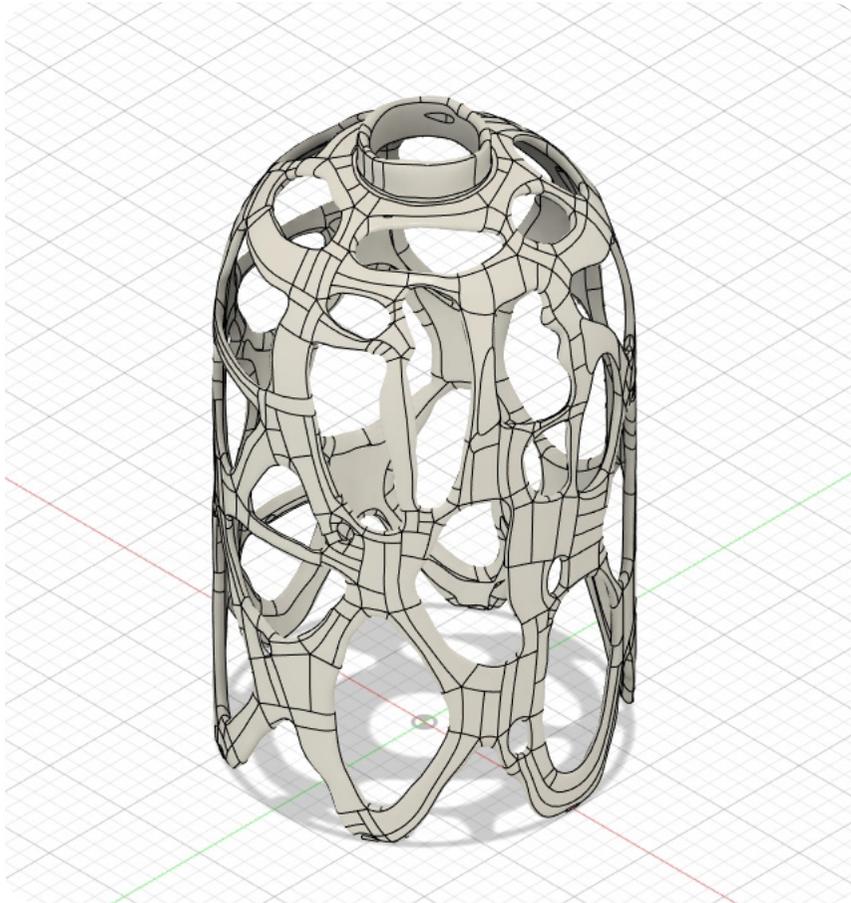
# 34 결과물 확인

결과물이 생성되었습니다. 다양한 결과물 중 디자인너는 원하는 조형을 선택만 하시면됩니다.  
 여러 결과물 중 조형에 의미가 있다고 생각되는 몇 가지 시안을 선택할 수 있었습니다.



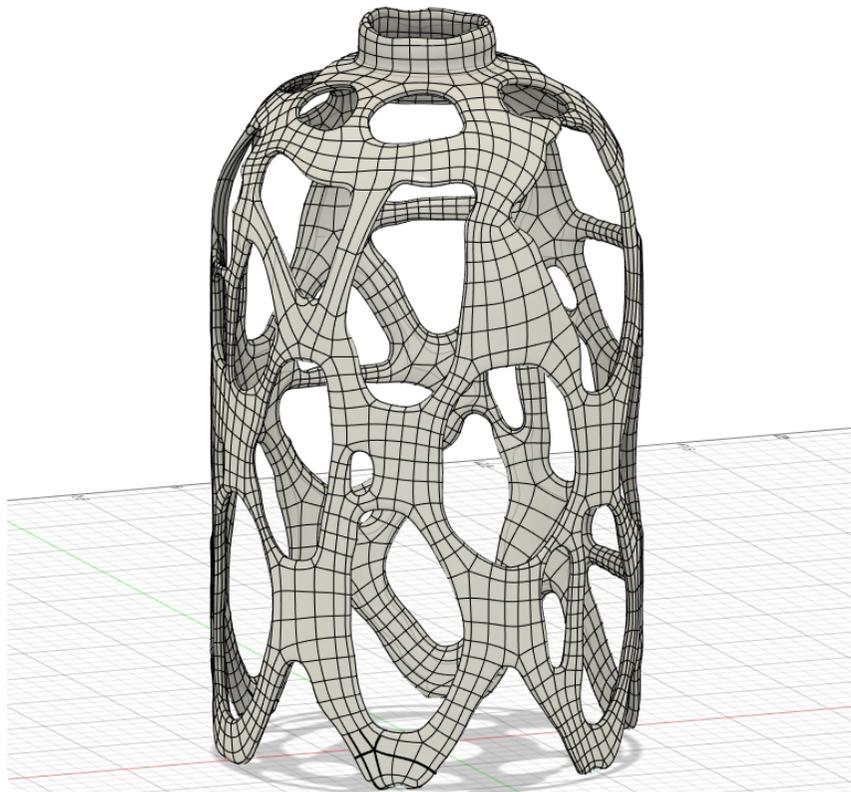
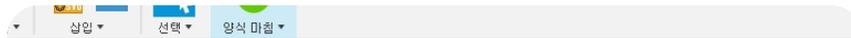
### 35 결과물 내보내기

생성된 결과물 중 2가지 디자인을 내보내기 하였습니다.  
사용자는 해당 결과물을 편집하여 제품에 활용할 수 있습니다.

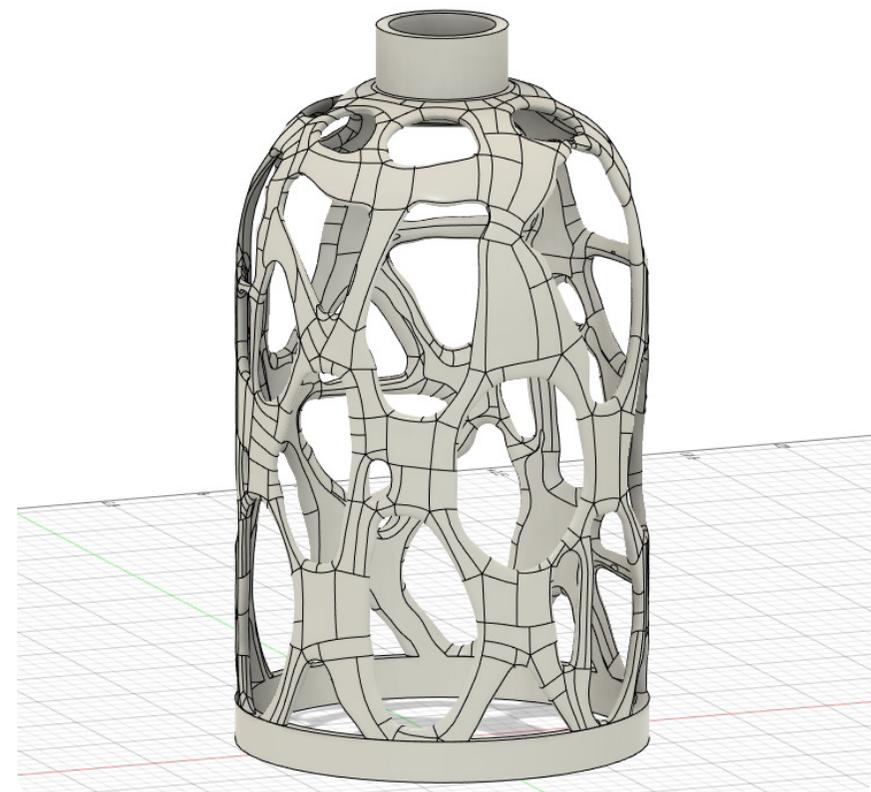


### 36 결과물 활용-1

내보내기 된 결과물은 프리폼으로 편집이 가능하여 불필요한 부분을 삭제하거나 끊어진 부분을 다시 연결하는 편집 작업이 가능합니다. 또한, 솔리드 객체와 결합, 잘라내기 등이 가능하기 때문에 디자인과 용도에 따라 편집 할 수 있습니다.



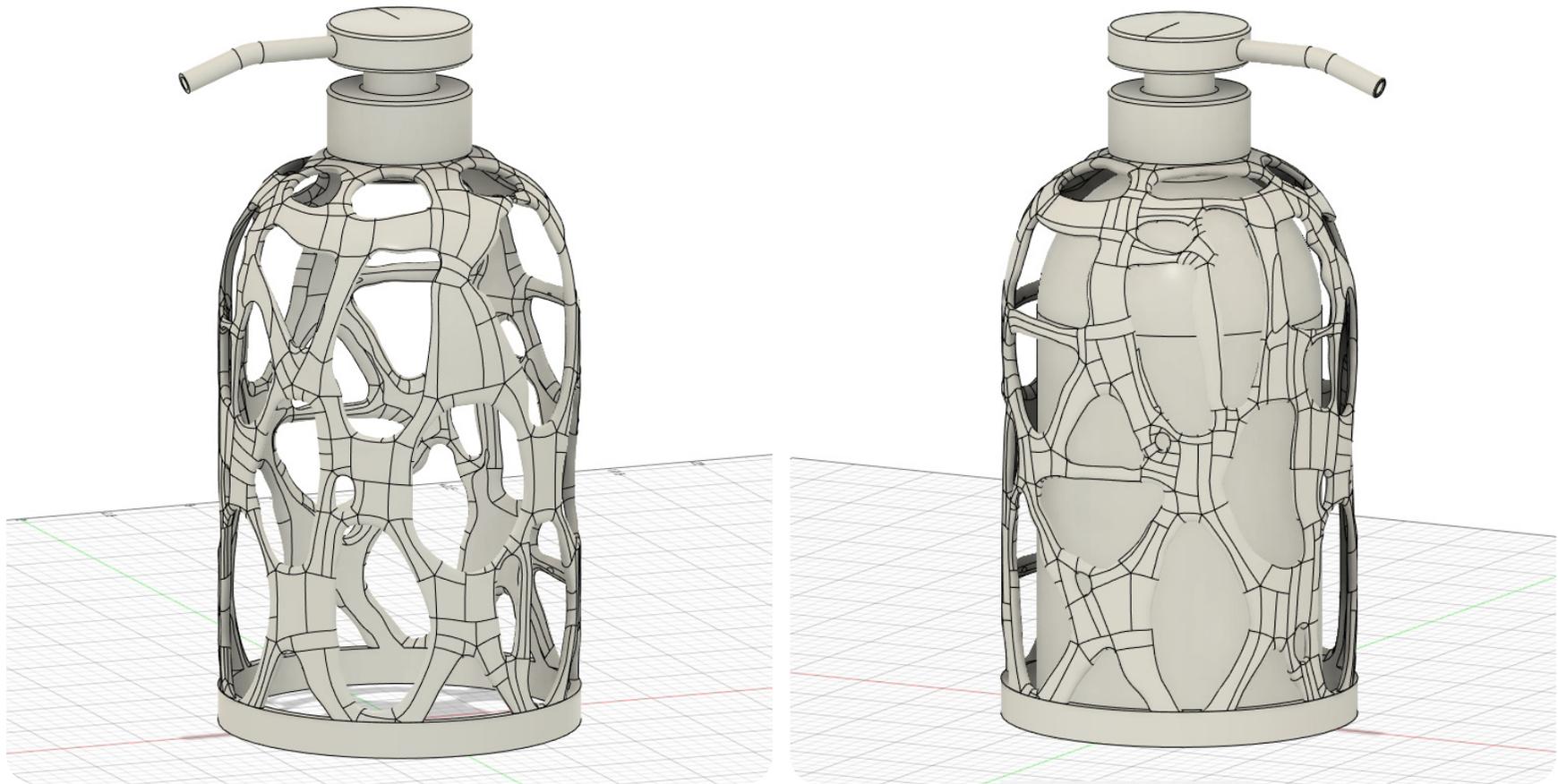
프리폼 모드의 제너레이티브 디자인 결과물



솔리드 객체와 결합 편집된 제너레이티브 디자인 결과물

### 37 결과물 활용-2

예제의 테마가 보틀 디스펜서이기 때문에 샴푸, 바디워시 등의 디스펜서 역할을 할 수 있는 펌프를 만들어 주었습니다.





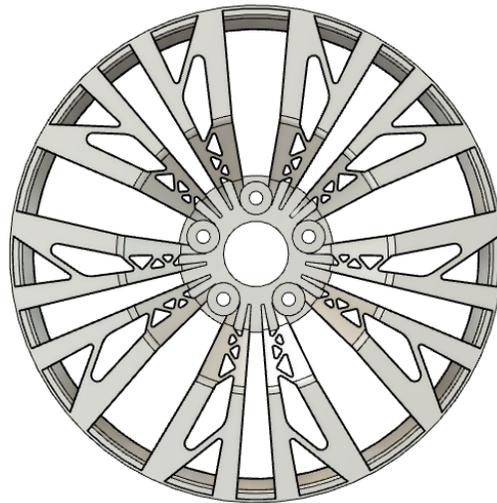
완성된 디자인의 제너레이티브 디자인 '보틀 디스펜서' 입니다.

효율적인 결과물을 생성을 위해서는 정해진 설계 목표에 부합하는 조건만을 활용할 수 있지만 구조 생성에 다양성을 높이기 위해 필수 유지형상 외에 추가 객체를 유지형상으로 활용하여 결과물을 생성할 수 있습니다.

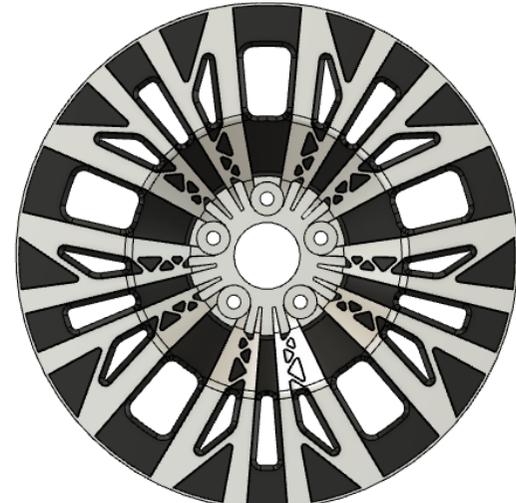
“제너레이티브 디자인 결과물은 새로운 방식의 탐색 결과입니다. 탐색 결과를 활용하여 여러분이 원하는 최종 결과물을 디자인해 보시길 바랍니다.”



제너레이티브 디자인 결과물



제너레이티브 디자인 결과물을  
활용한 휠 디자인 전개



제너레이티브 디자인 결과물을  
활용한 휠 디자인 제안

