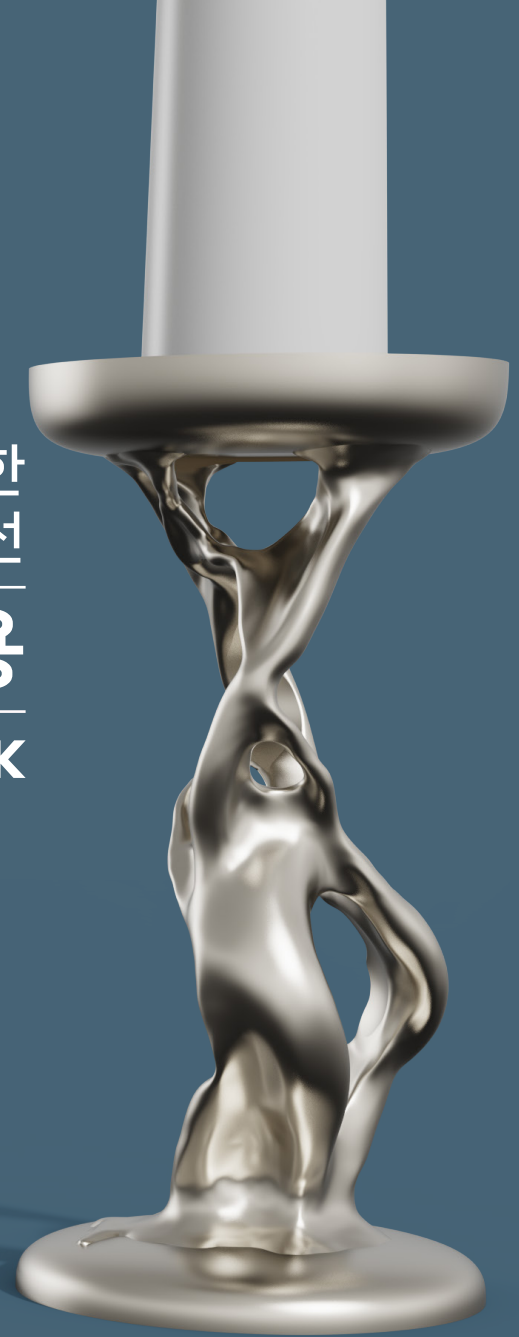


인공지능과의 협업을 통한  
창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선

## 제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용

 AUTODESK



# GENERATIVE DESIGN

for PRODUCT DESIGN



## INDEX

05

04. 제너레이티브 디자인 촛대만들기



인공지능과의 협업을 통한 창의적이고 새로운 조형 발상 및 구조 개선

## **제너레이티브 디자인의 제품디자인 활용**



04

Fusion360 Generative Design

# 제너레이티브 디자인 쏫대만들기

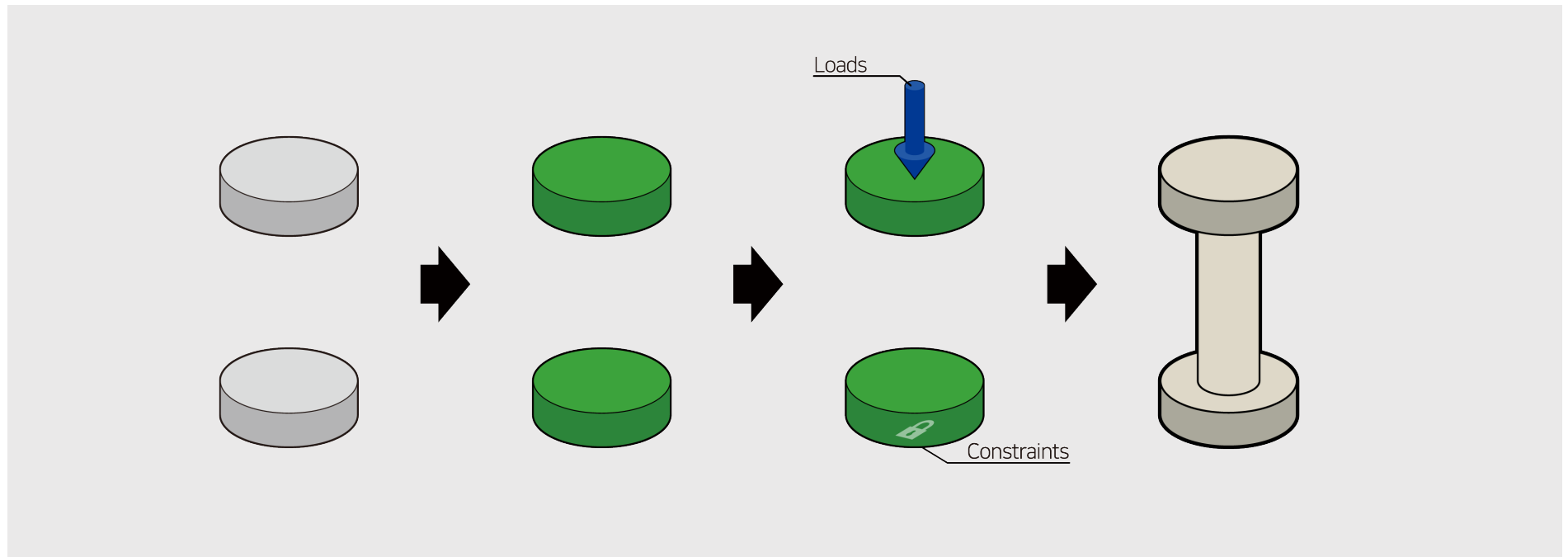
# 04 제너레이티브 디자인 쏫대만들기

## A. 기본 도형을 이용한 쏫대만들기 이해

### 1 Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

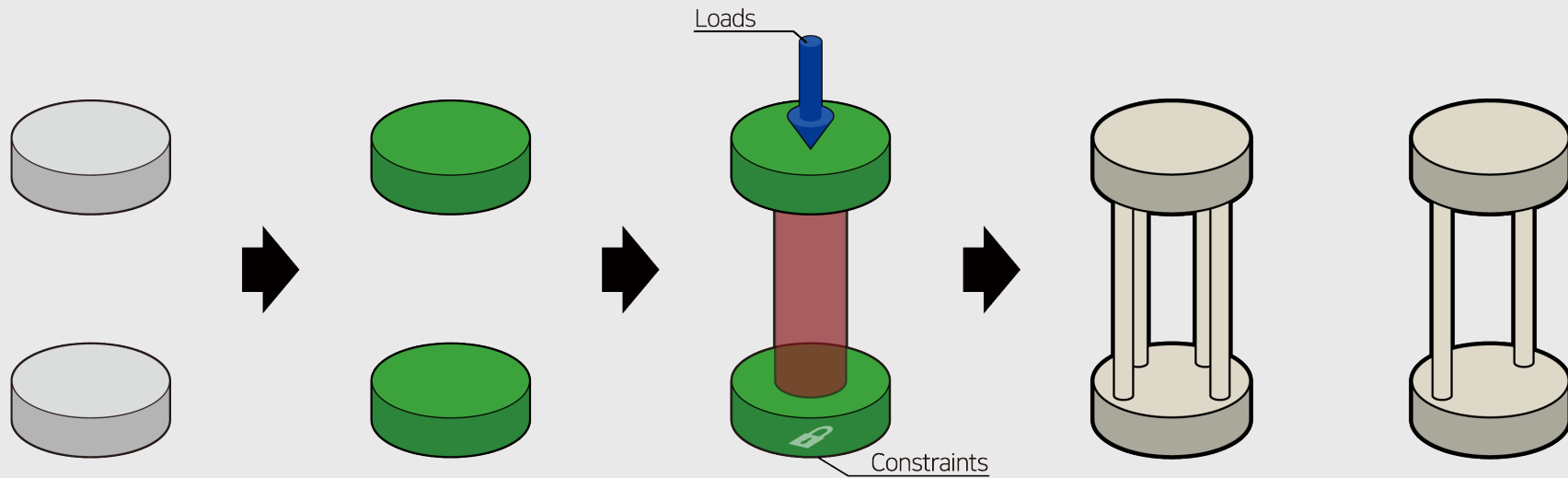
▶ 단일 하중



## 2 Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

▶ 단일 하중 + 장애물형상

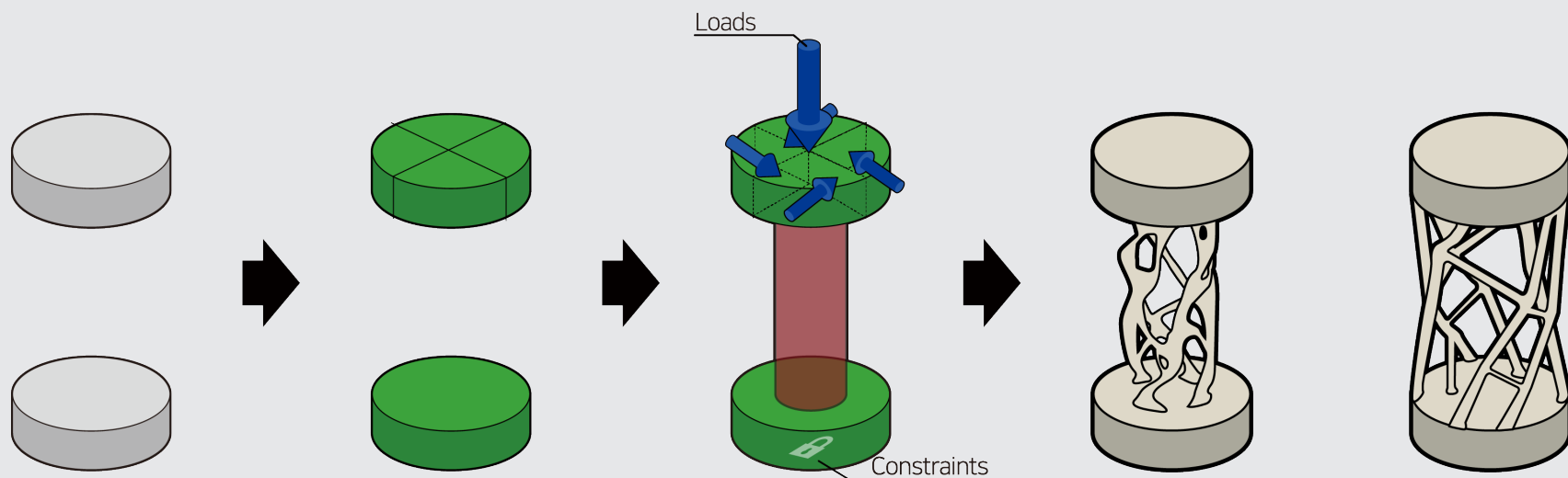


## 3

## Cylinder + Cylinder

두개의 평행한 원기둥을 연결하는 구조로 조형을 생성할 수 있습니다.

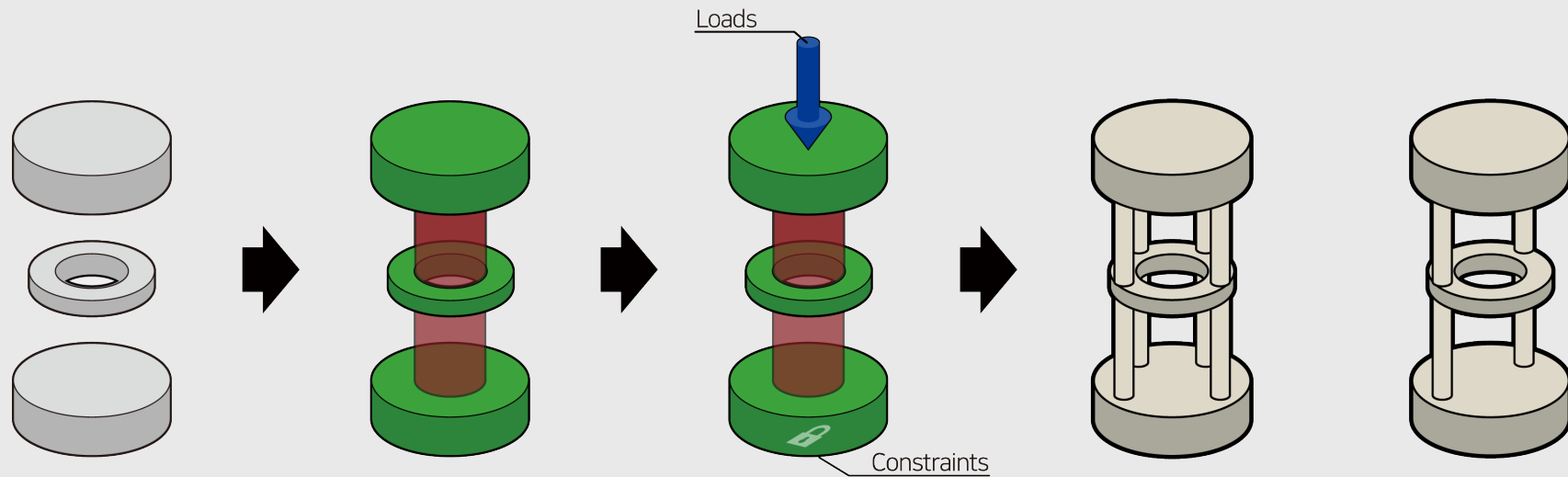
▶ 다중 하중 + 장애물형상



## 4 Cylinder + Torus

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

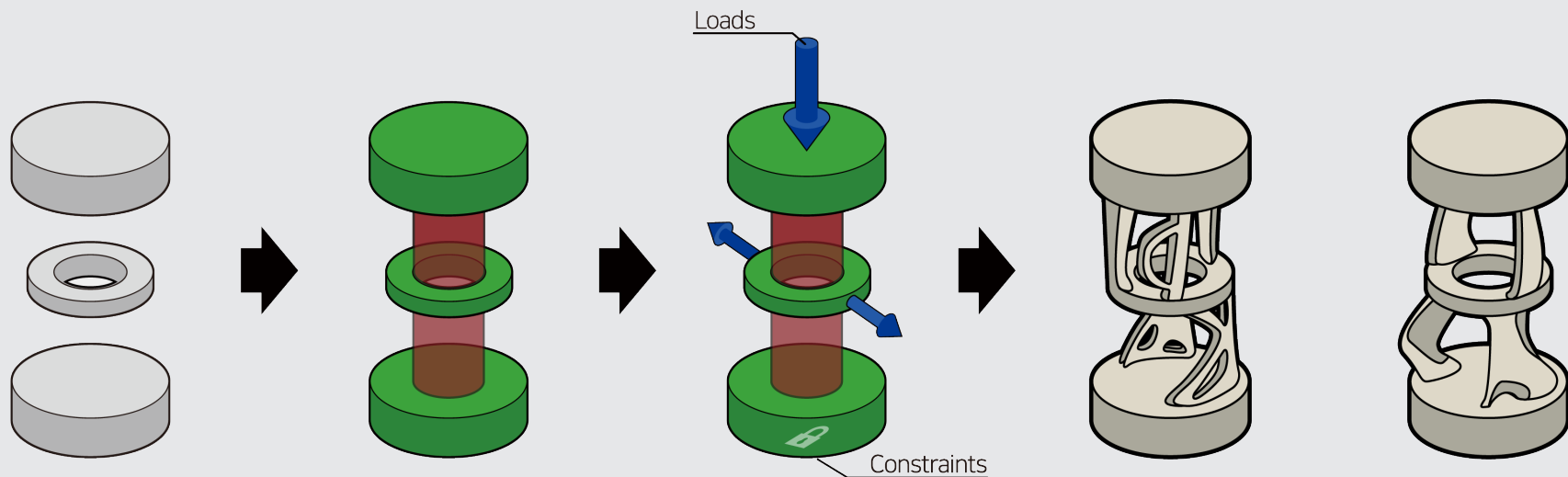
▶ 단일 하중



## 5 Cylinder + Torus

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

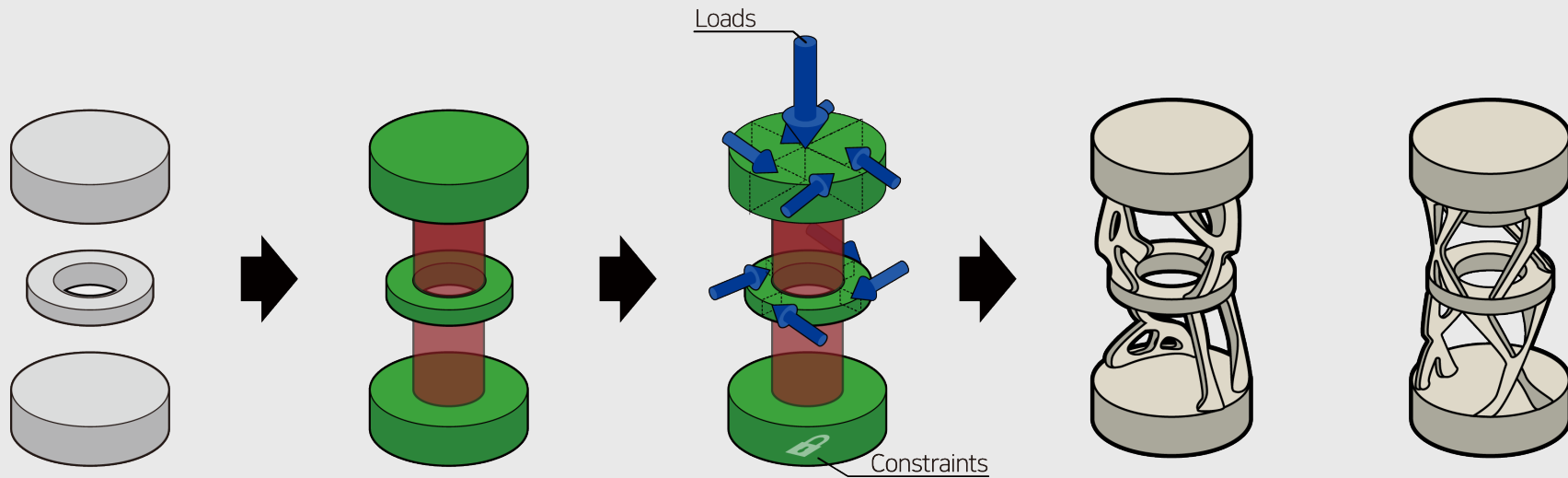
▶ 다중 하중 + 장애물형상



## 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.

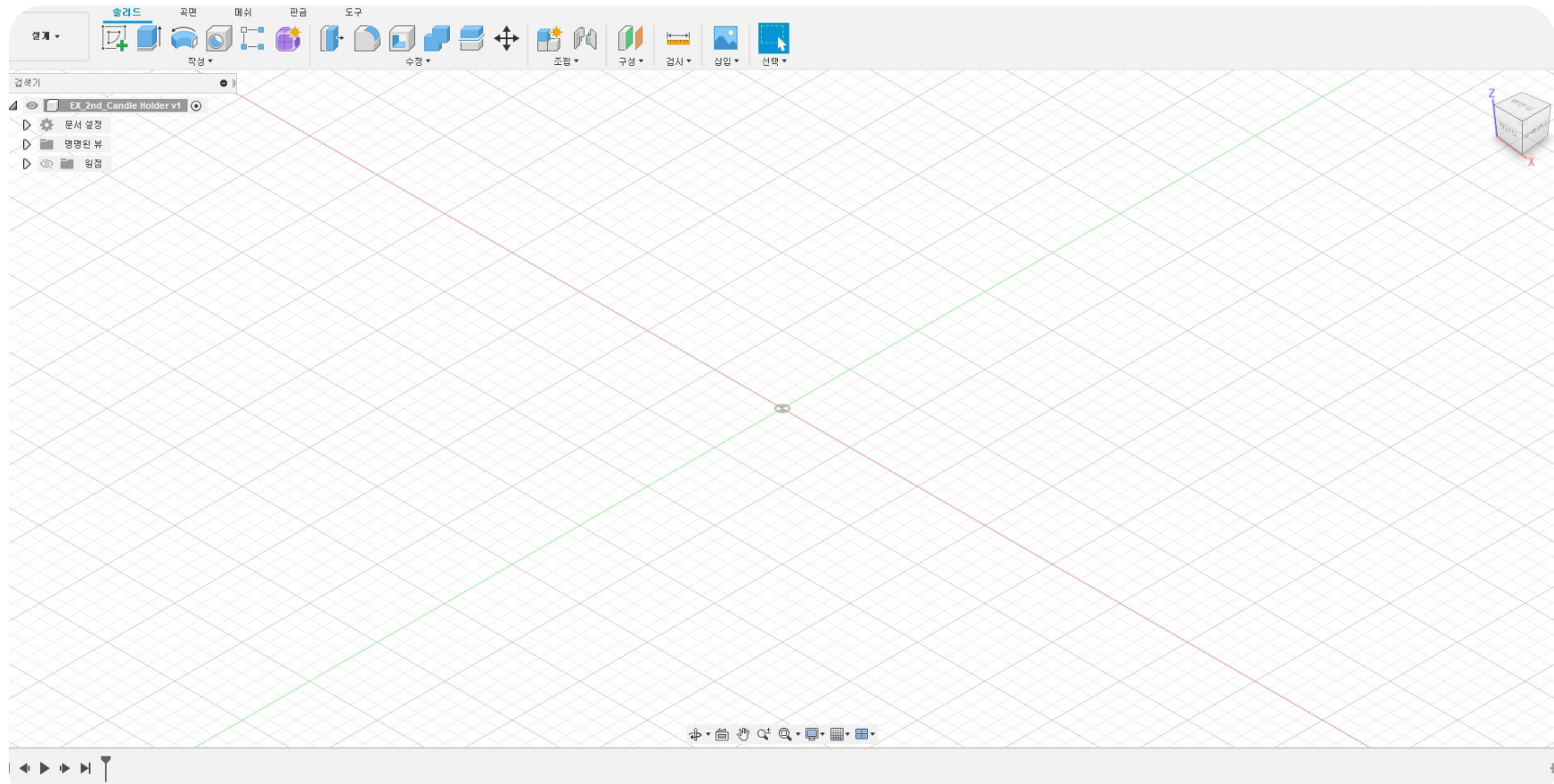
다중 하중 조건과 장애물형상 등을 이용하여 디자인어는 새로운 조형의 결과물을 생성할 수 있습니다.

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.



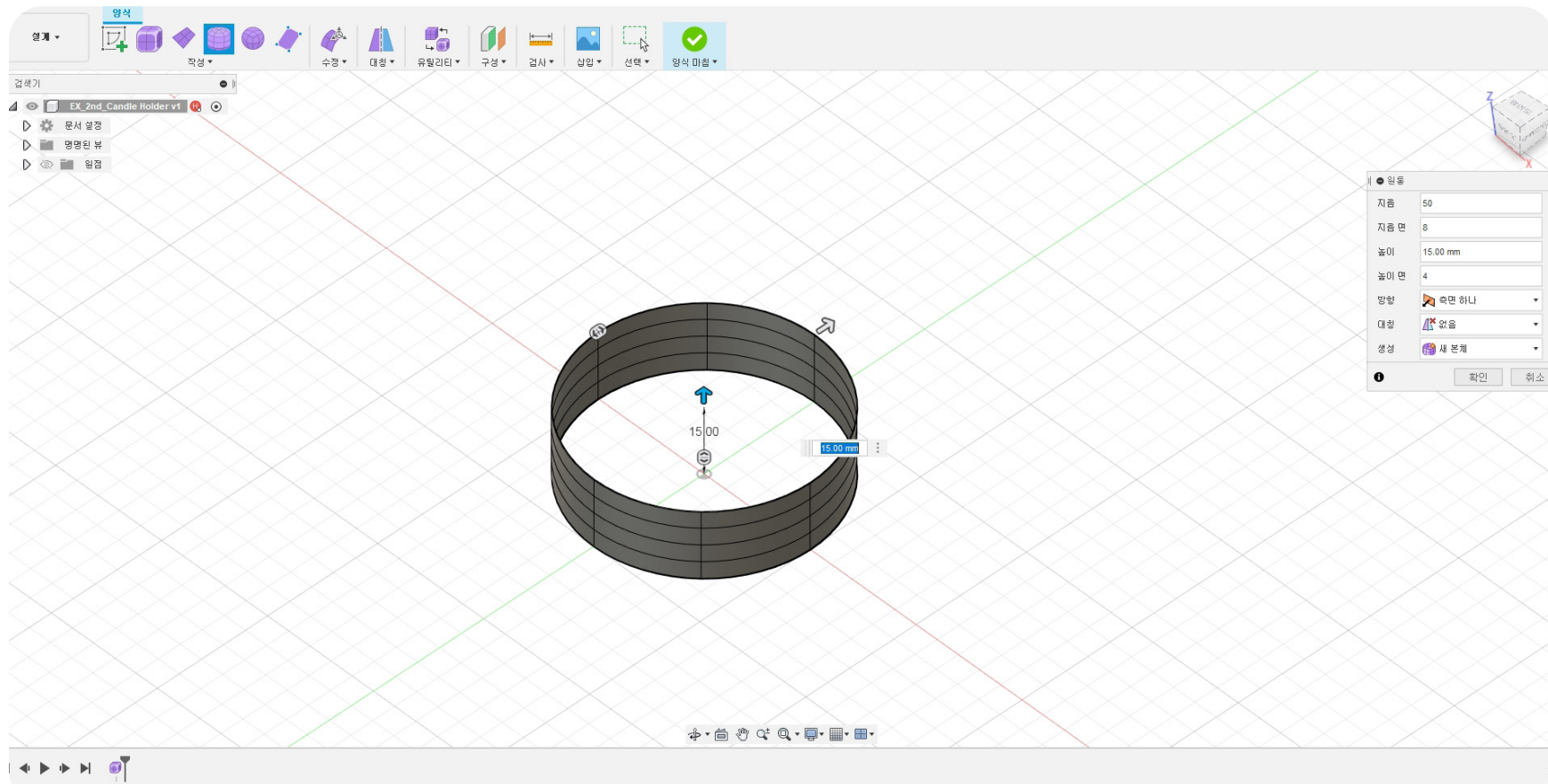
## 1 Fusion360 실행

금속 촛대 예제의 유지형상 모델링을 위해서 Fusion 360을 실행시킵니다.  
Fusion360을 실행시키신 후 프리폼 모델링으로 전환합니다.



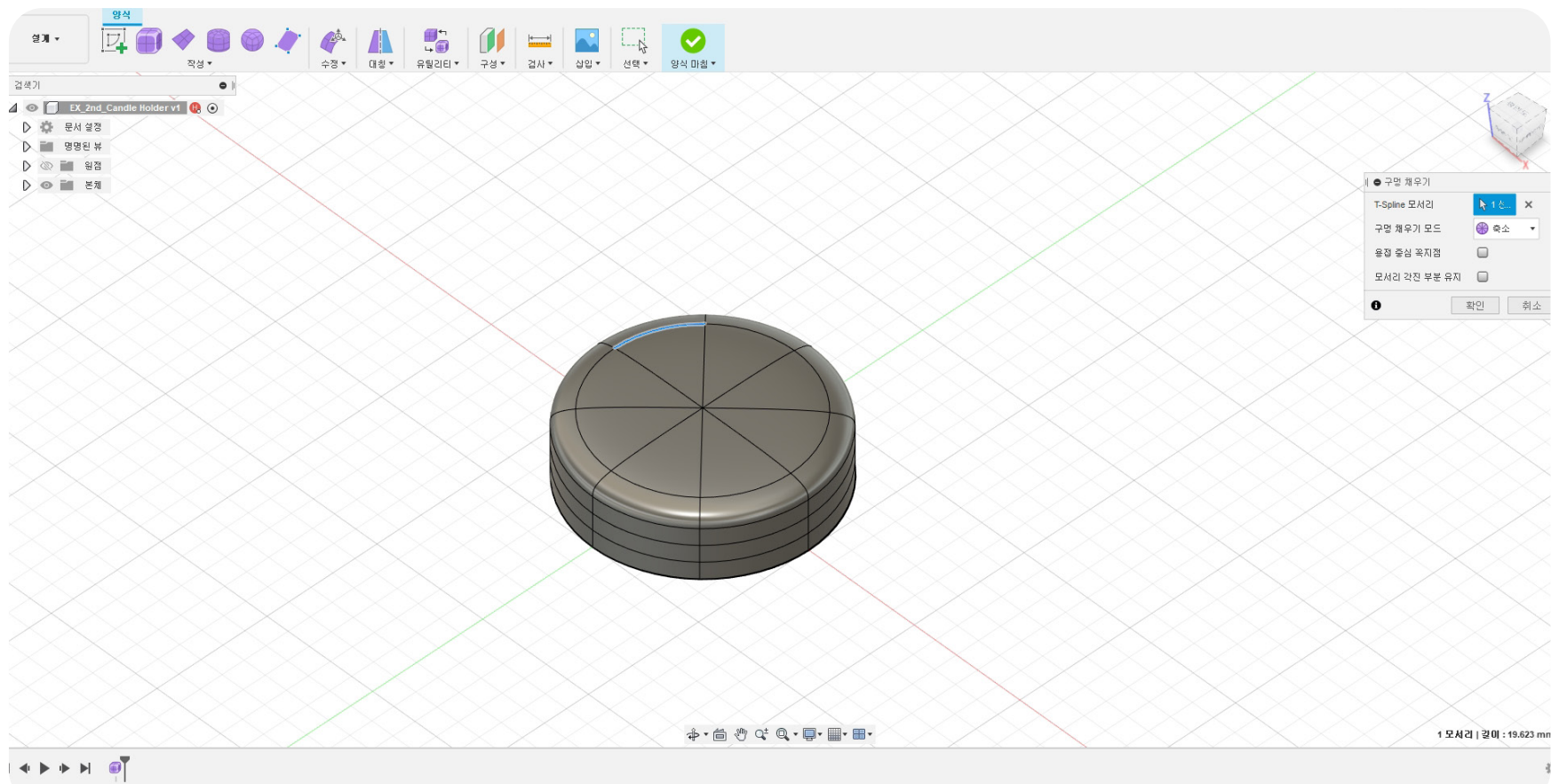
## 2 촛대 받침 형상 제작

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



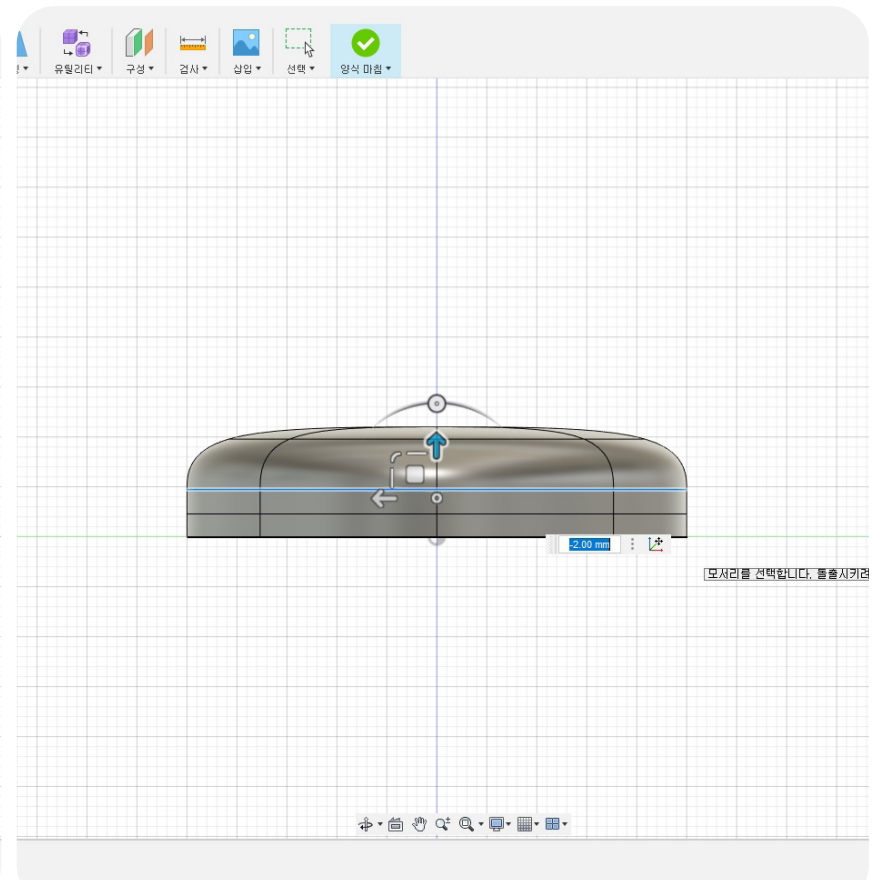
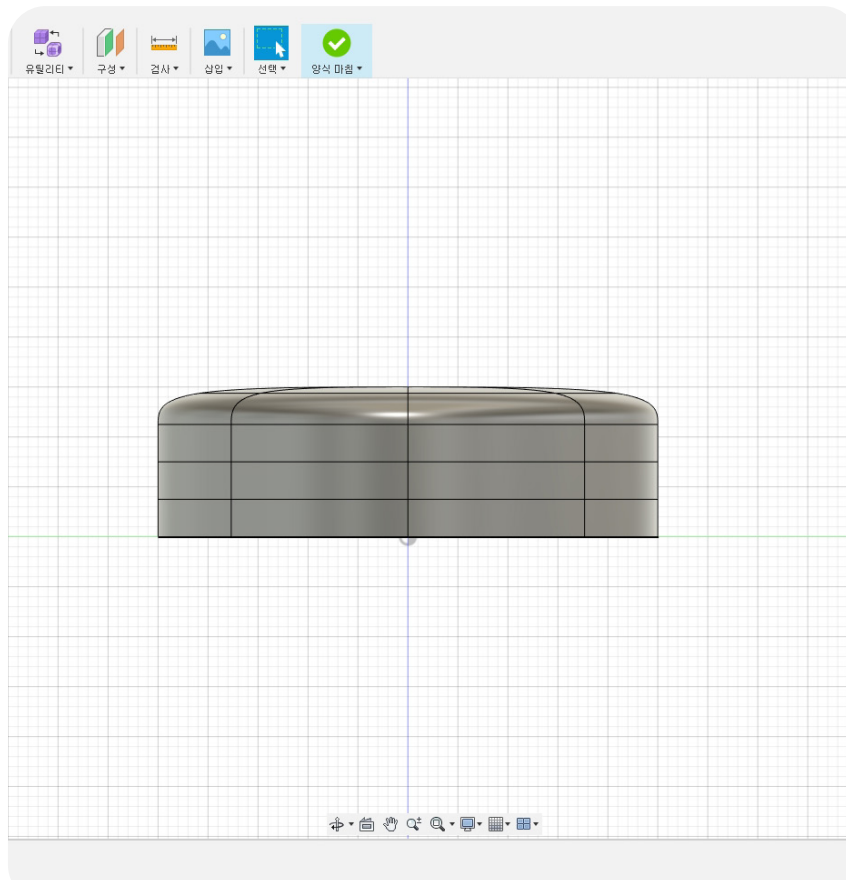
## 3 받침대 형상 편집 하기\_끝막음

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.

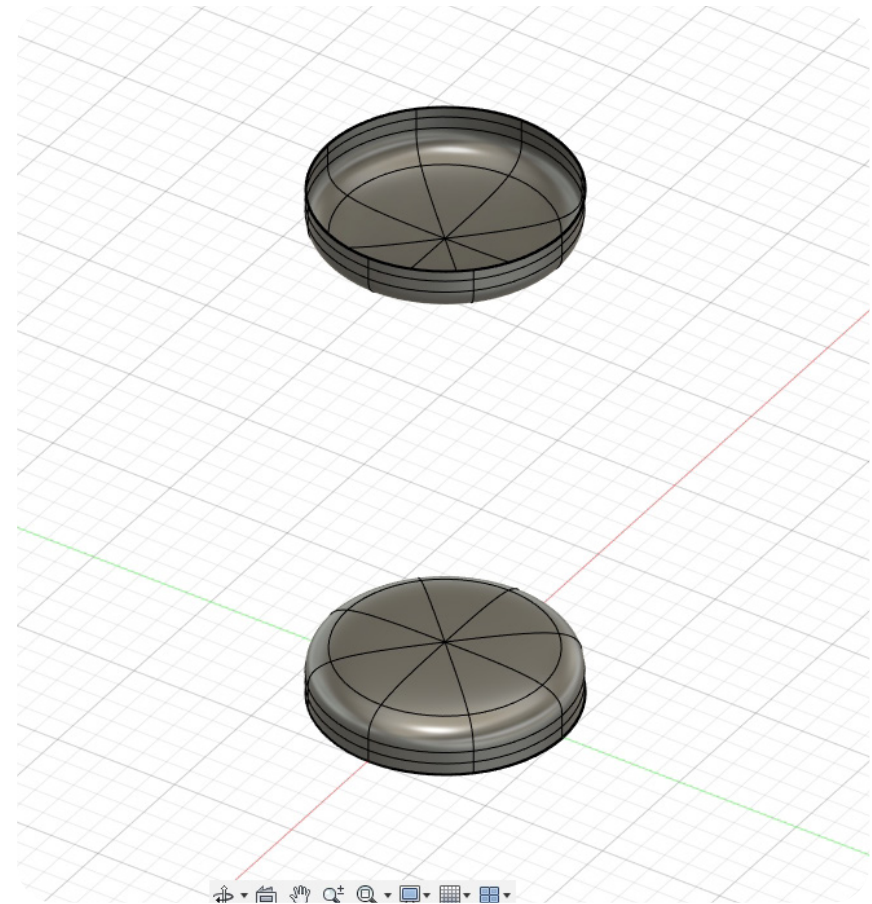
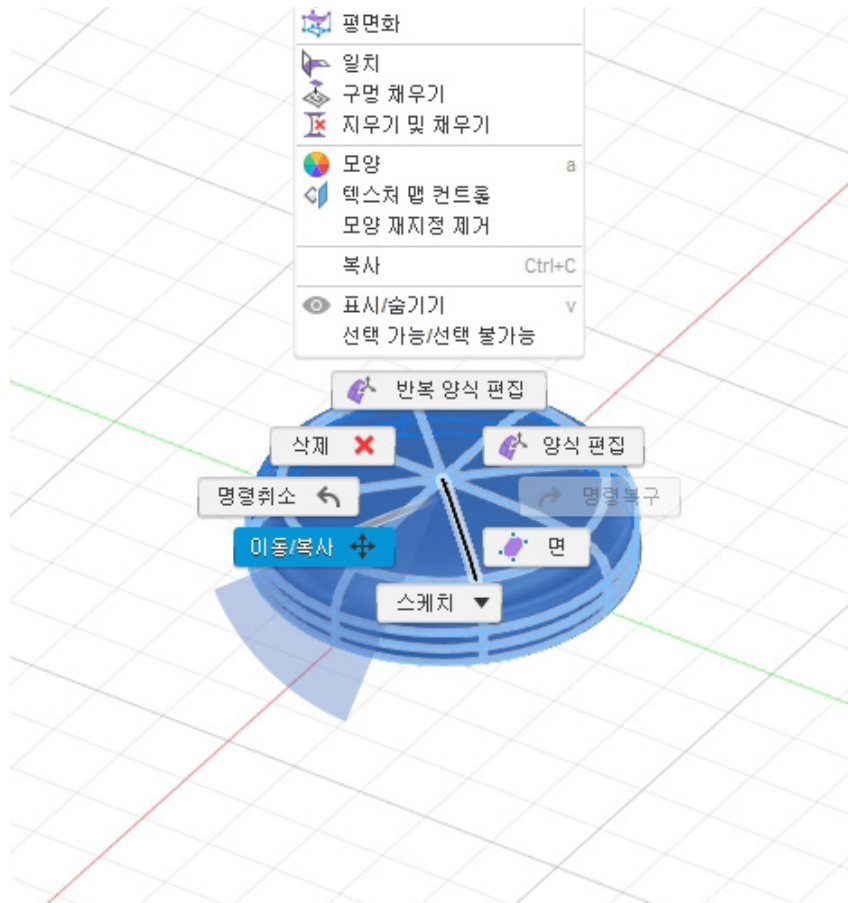




## 5 받침대 형상 편집 하기\_복사 및 이동

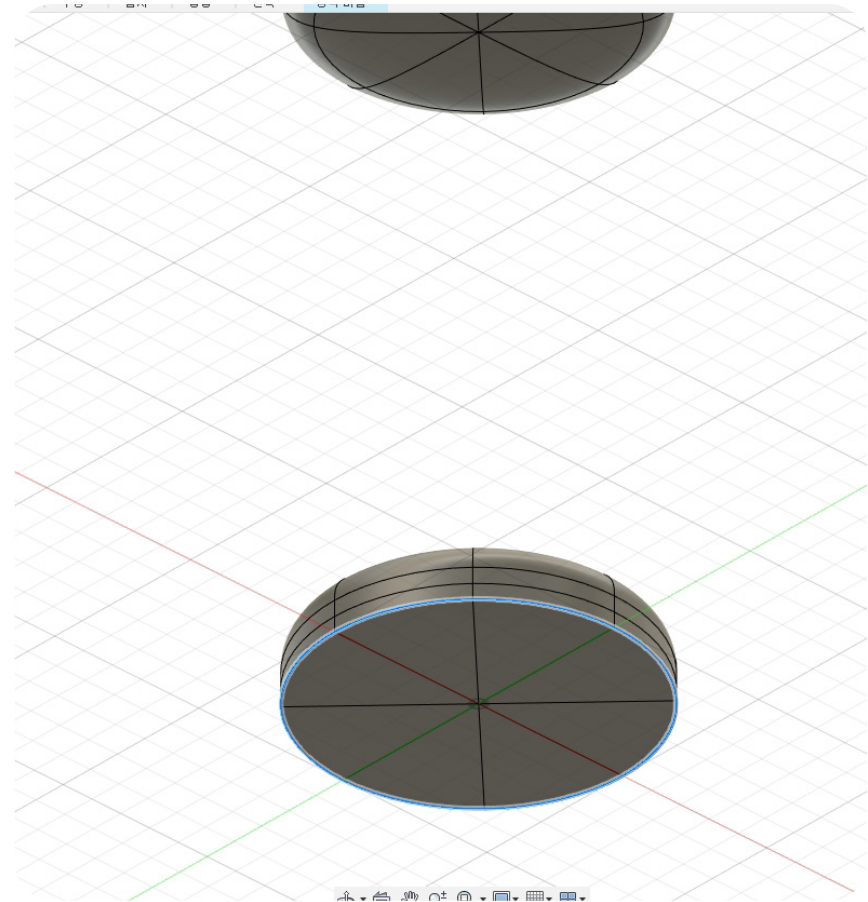
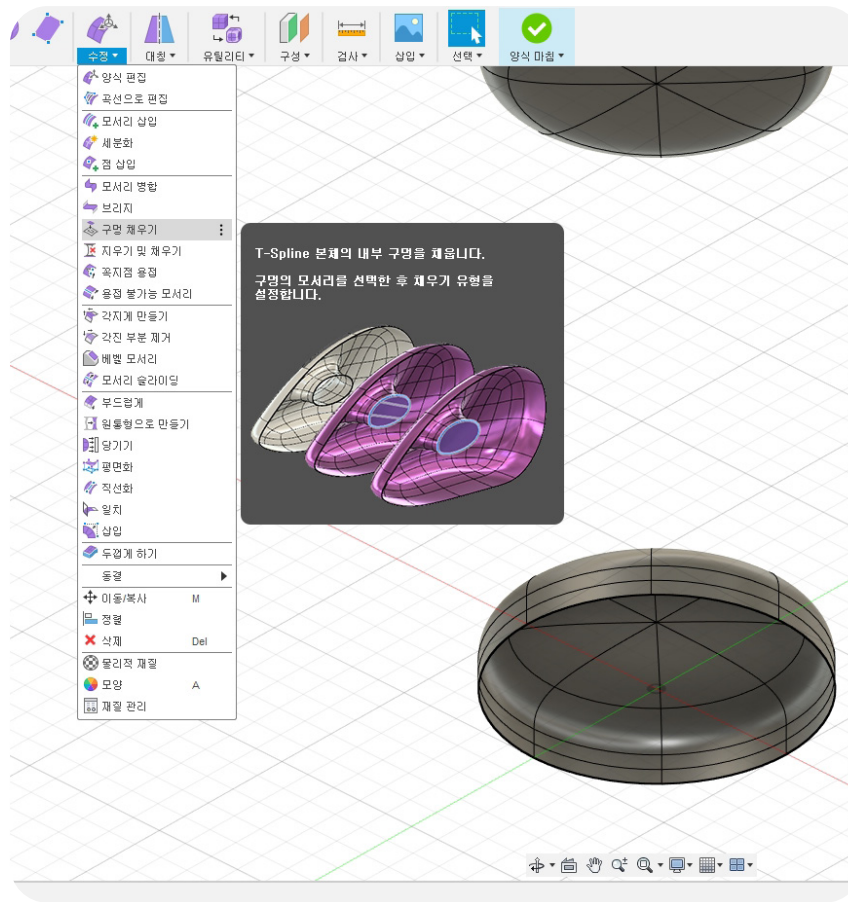
받침대 개체를 선택하고 복사 및 이동시킵니다. 옵션 창의 Create Copy를 체크하여 사본으로 만들어 줍니다.

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



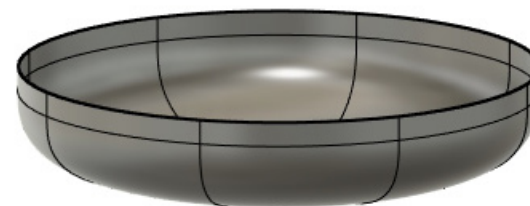
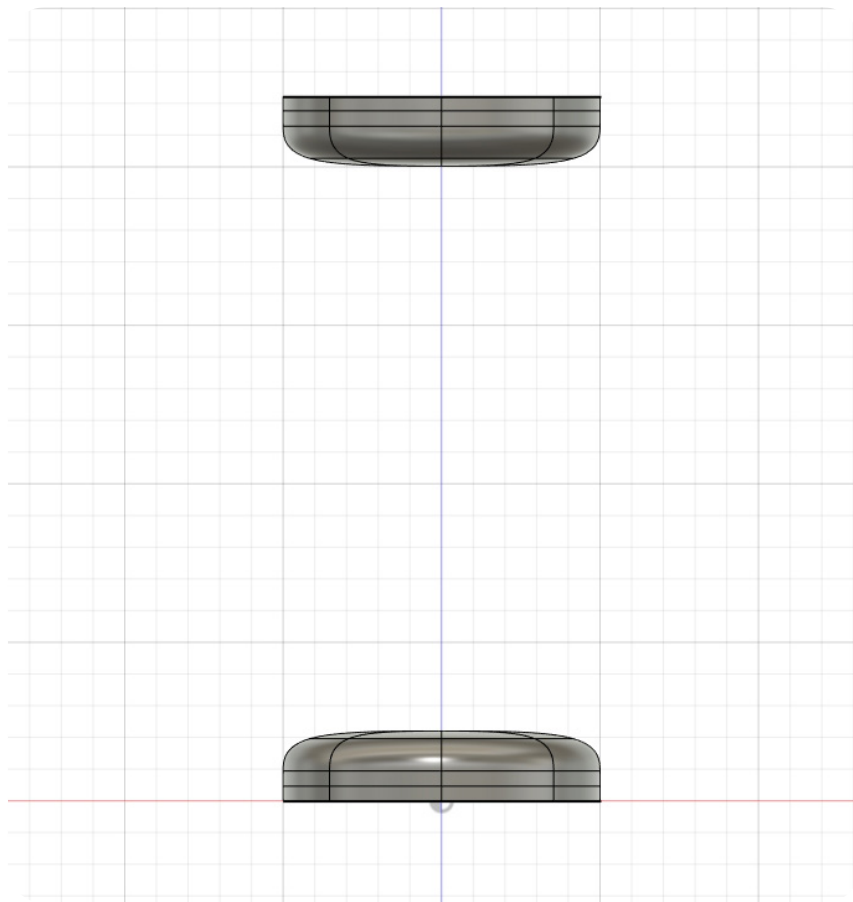
## 6 받침대 형상 편집 하기\_끝막음

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



## 7 쪼대 형상 확인

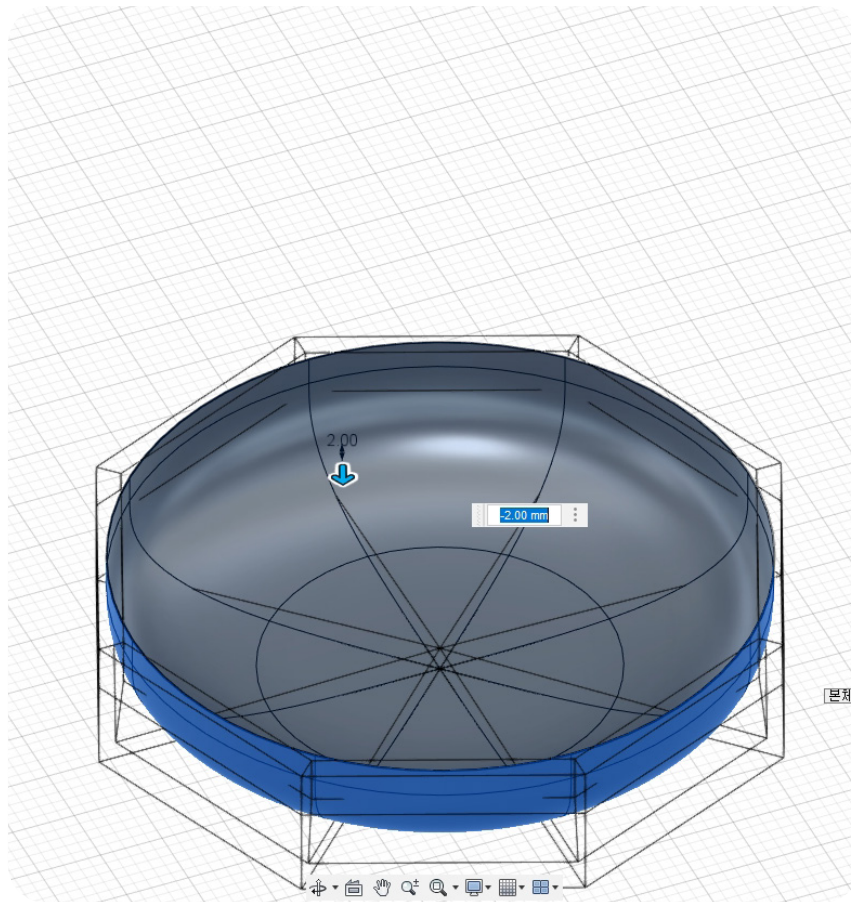
쪼대의 기능영역인 유지형상을 확인합니다. 양초를 받쳐줄 초 받침대 개체는 하단의 개체와는 Mirror 된 형상으로 되어있습니다. 초 받침대의 현재 상태는 Surface 상태이므로 Solid 형상으로 편집합니다.





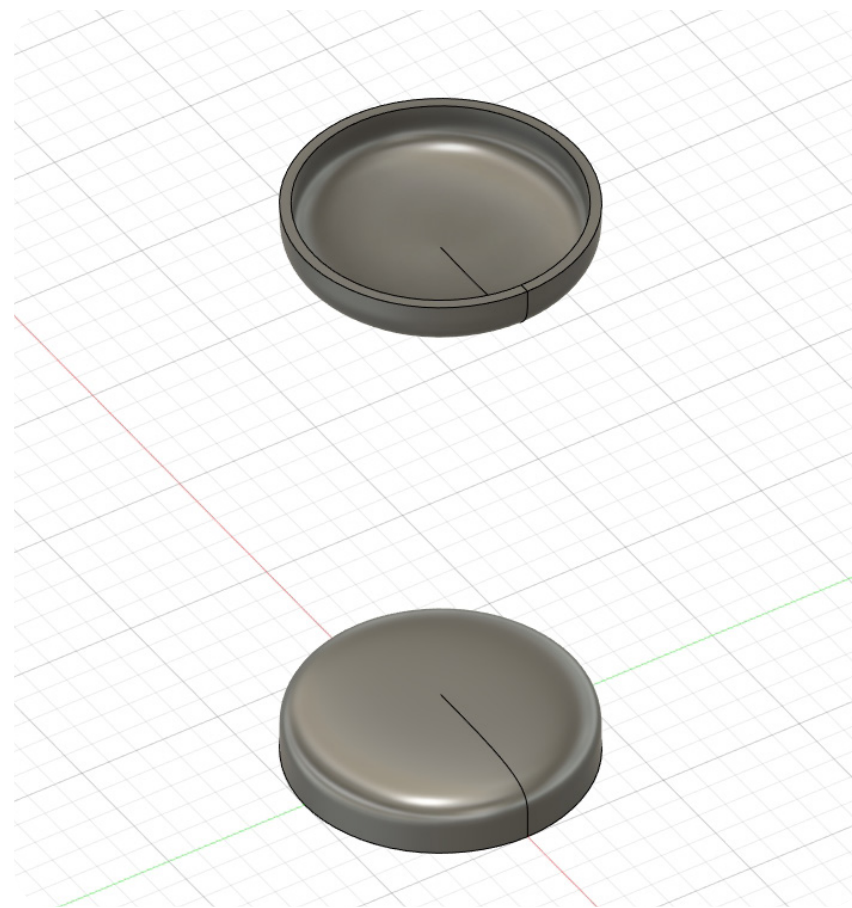
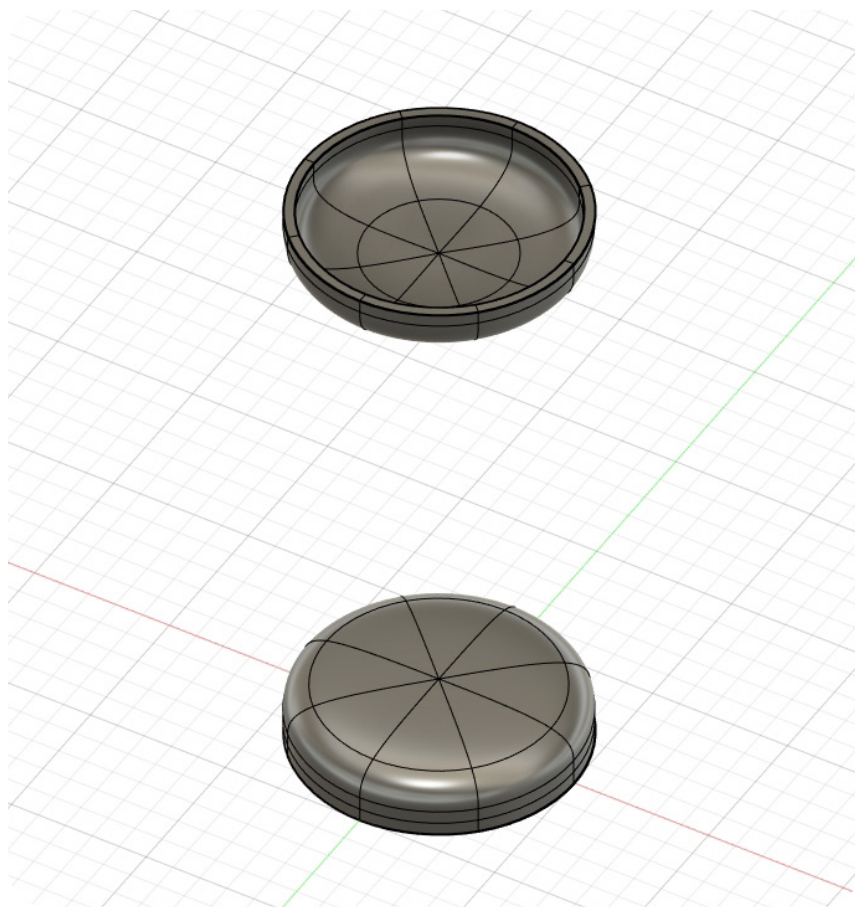
## 8 초 받침대 두껍게 하기

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



## 9 형상 확인 및 프리폼 종료

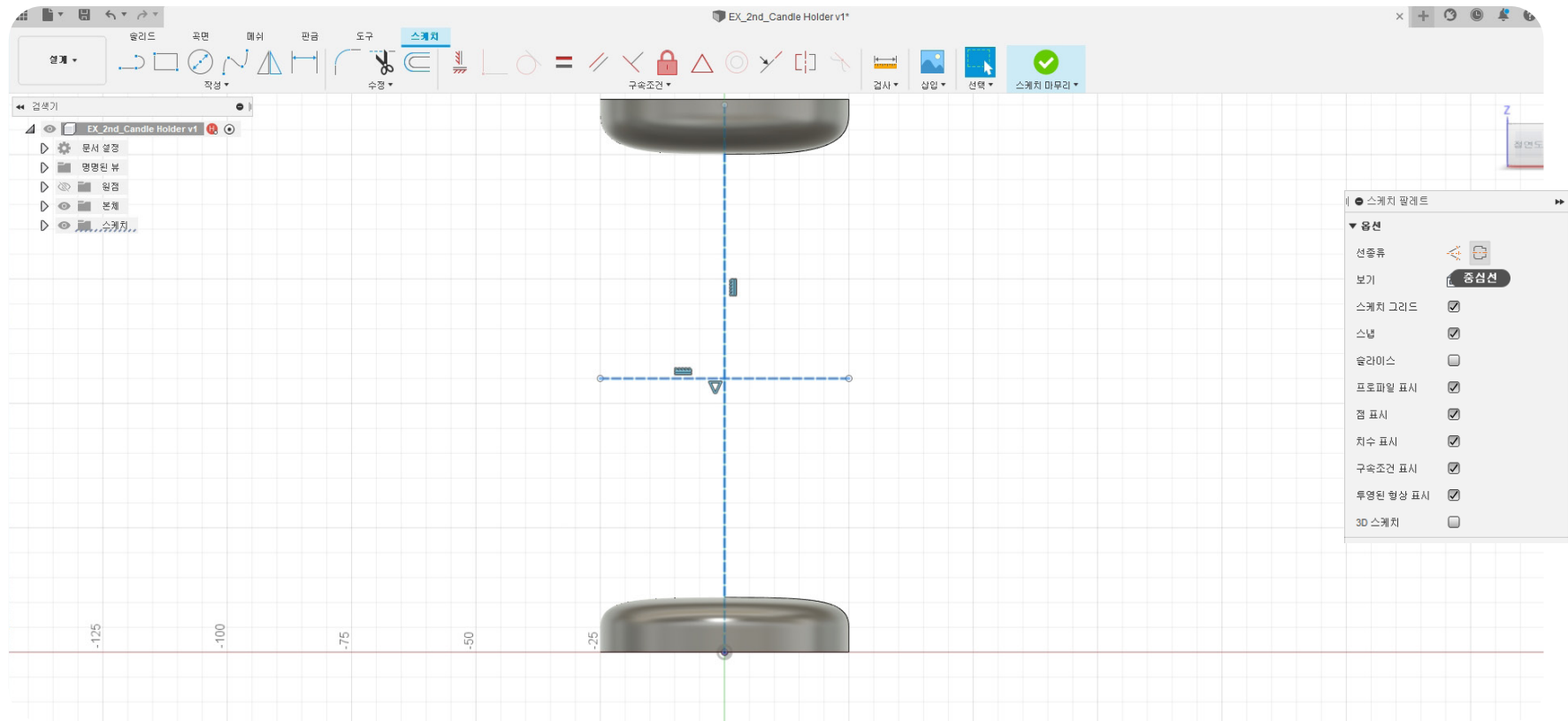
쏫대의 기능영역 모델링이 다되었습니다. 프리폼 모델링을 종료하고 형상을 검토합니다. 형상이 마음에 들지 않는 경우 하단의 히스토리에서 프리폼 모델링을 다시 활성화하여 수정할 수 있습니다.



## 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.

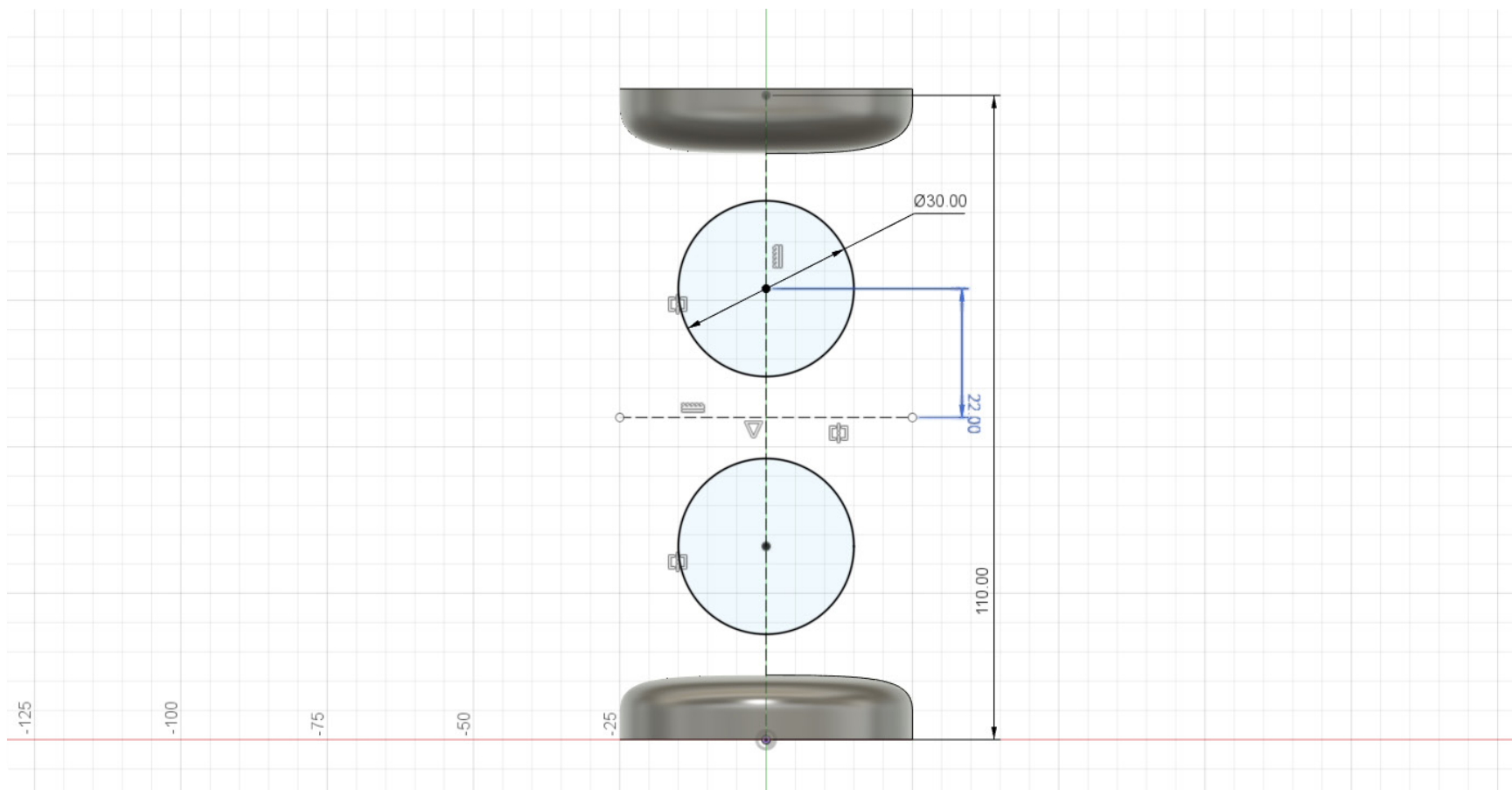


# 11

## 스케치 하기-1

장애물형상을 생성하기 위한 스케치를 합니다.

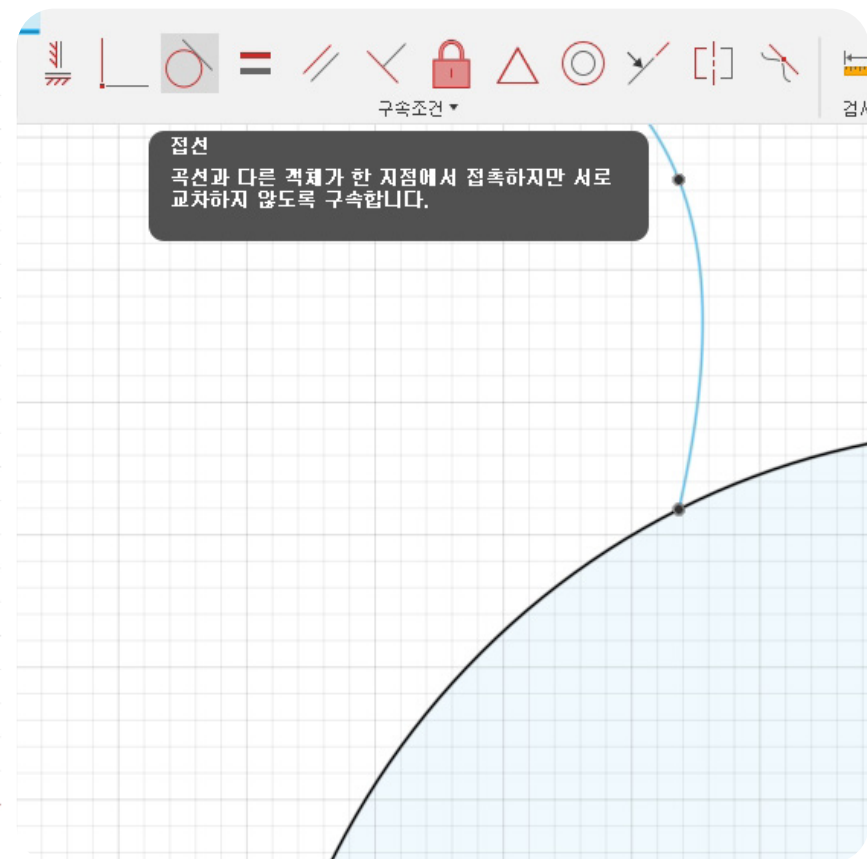
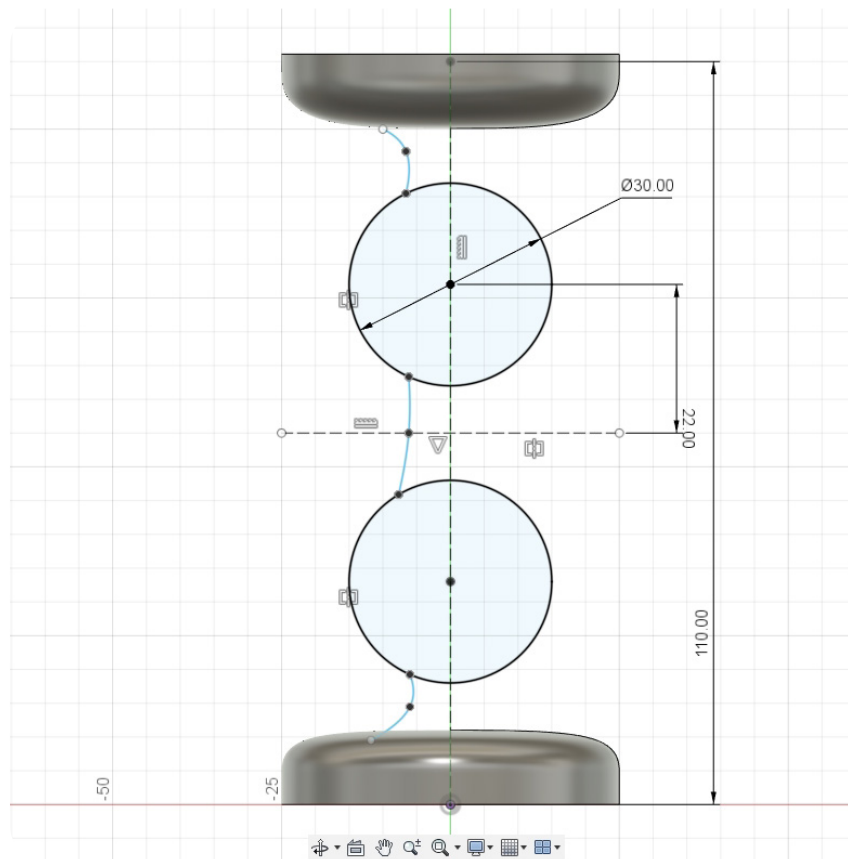
수평의 중심선을 기준으로 위, 아래로 원을 그려주었습니다.



## 12 스케치 하기-2

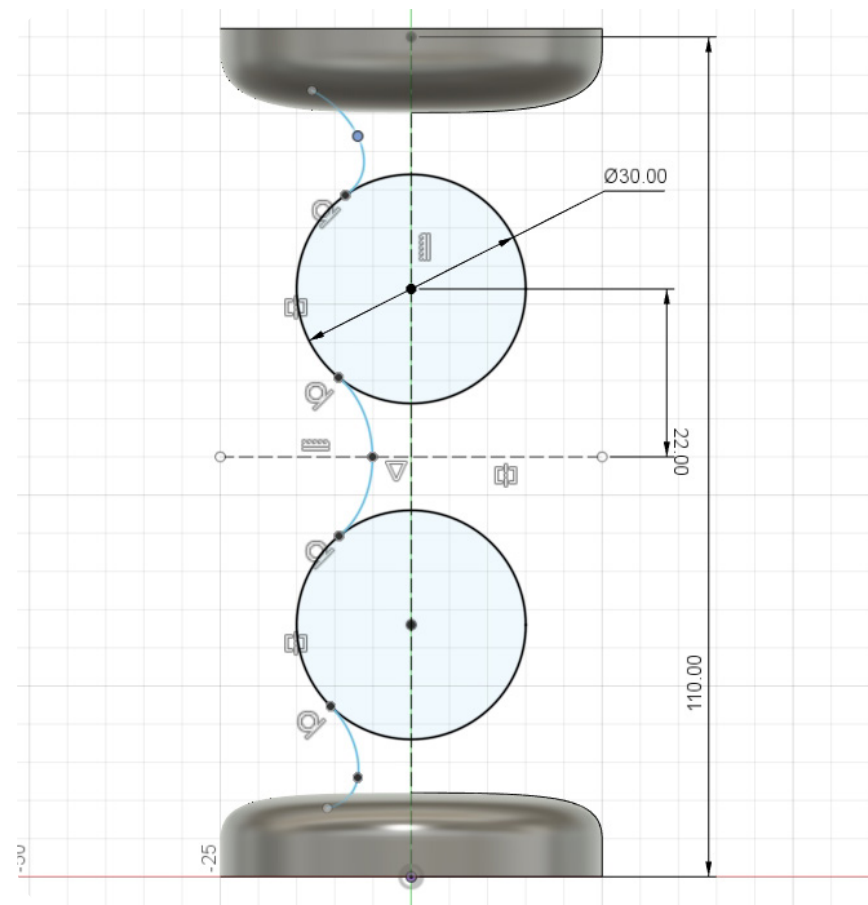
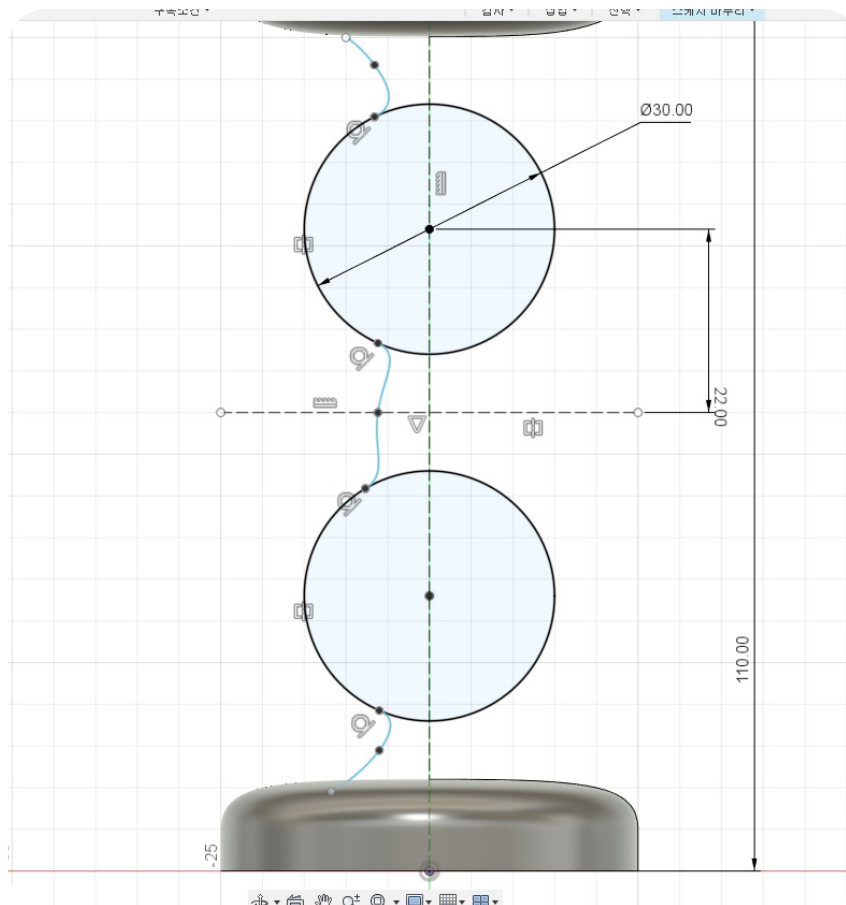
부드럽게 연결되는 볼록한 라인의 형상을 만들어 주고자 합니다. 유지형상 사이에 힘이 전달될 수 없는 과도한 장애물형상은 지양하고 스케치를 생성합니다.

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.



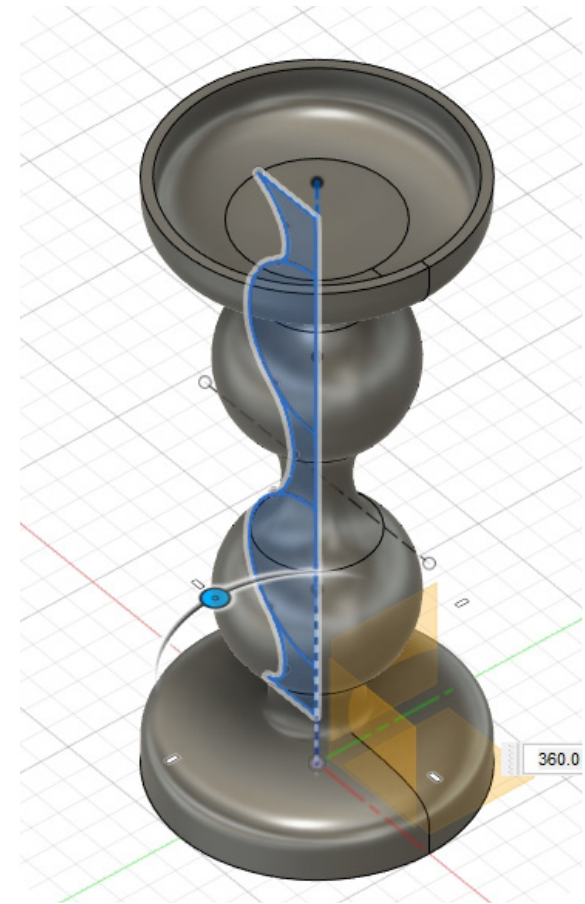
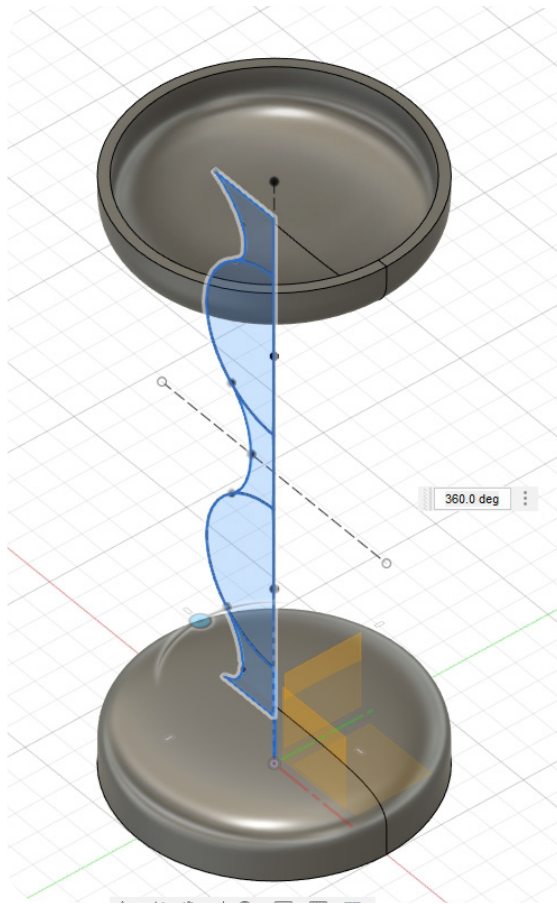
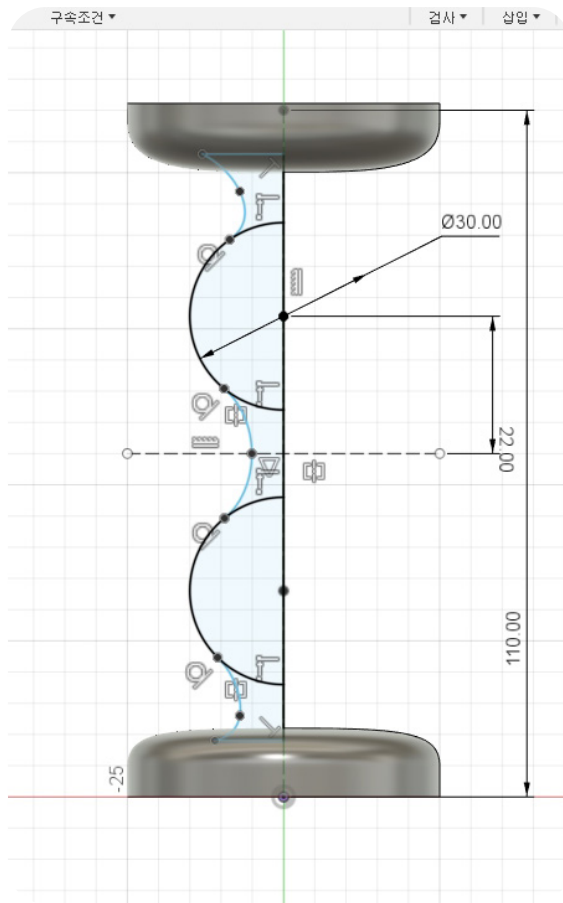


## 14

## 장애물형상 3D 생성

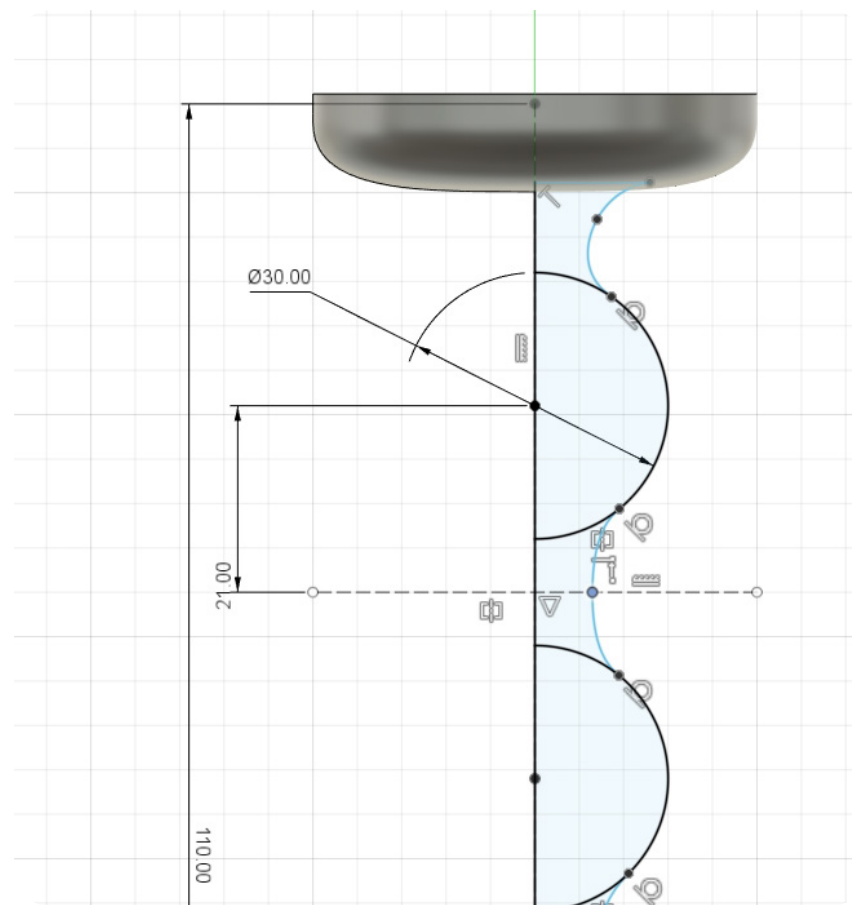
스케치의 나머지 부분을 연결하여 닫힌 상태로 만들어 줍니다.

스케치를 종료한 뒤 중심에서 Revolve로 회전시켜 3D개체로 생성합니다.



## 15 스케치 수정

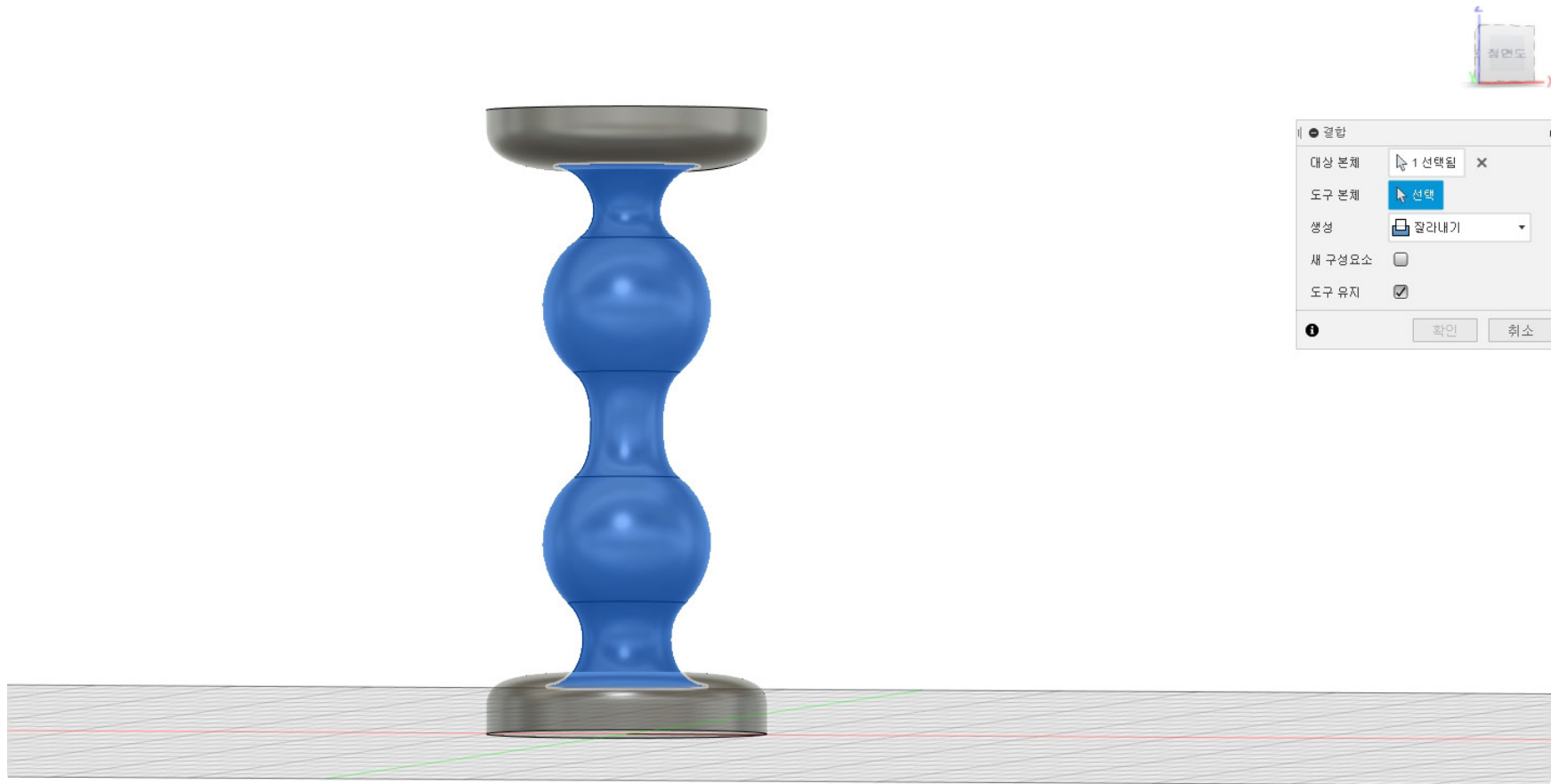
생성된 장애물형상이 유지형상을 침범하여 노출된 것을 볼 수 있습니다. 이 경우에는 Generative Design을 탐색하면 장애물 영역은 제외시키고 구멍이 뚫린채 생성될 수 있습니다. 스케치를 수정하여 장애물형상이 유지형상을 침범하지 않도록 수정하여 줍니다.





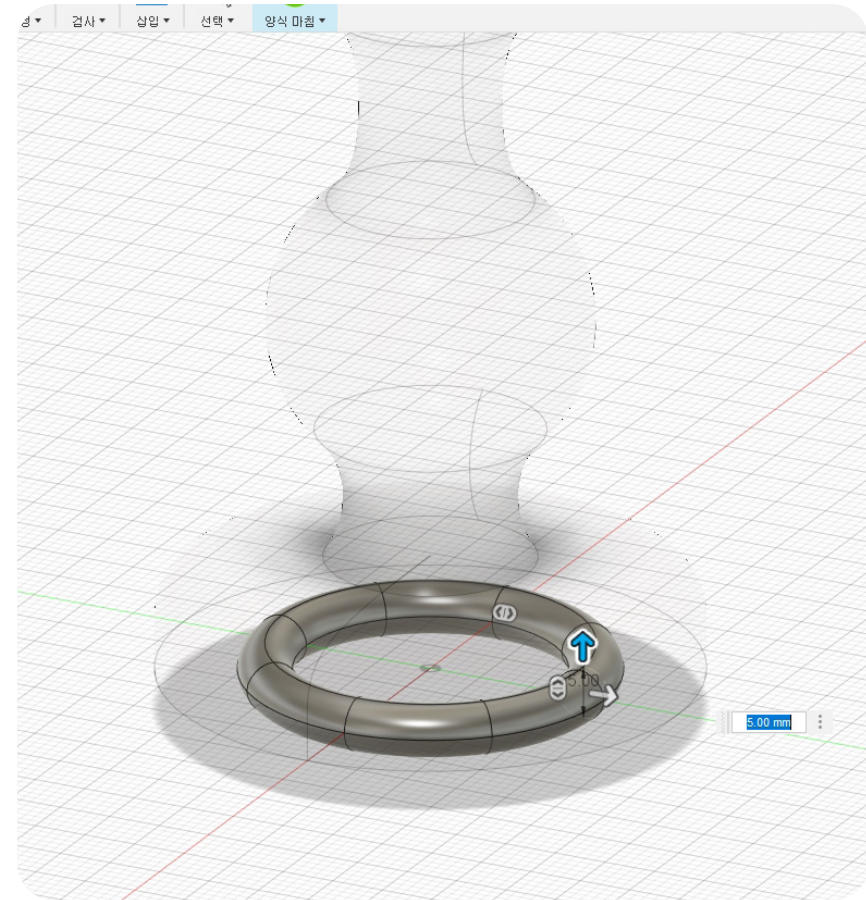
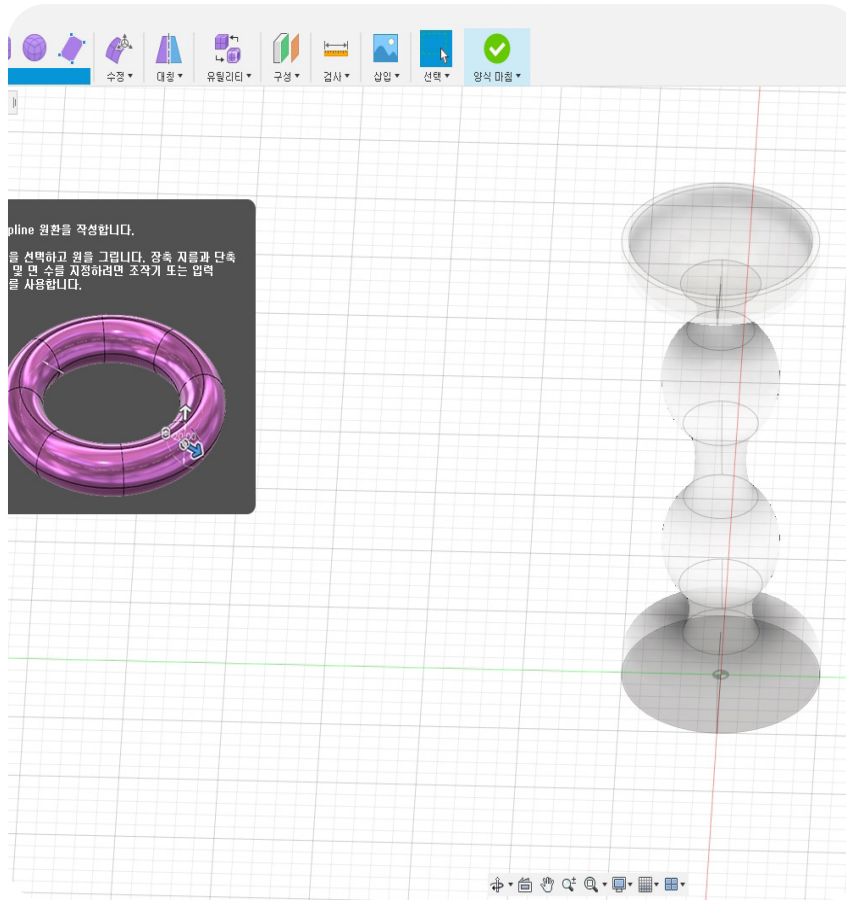
## 16 장애물형상 편집

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



## 17 개체 추가

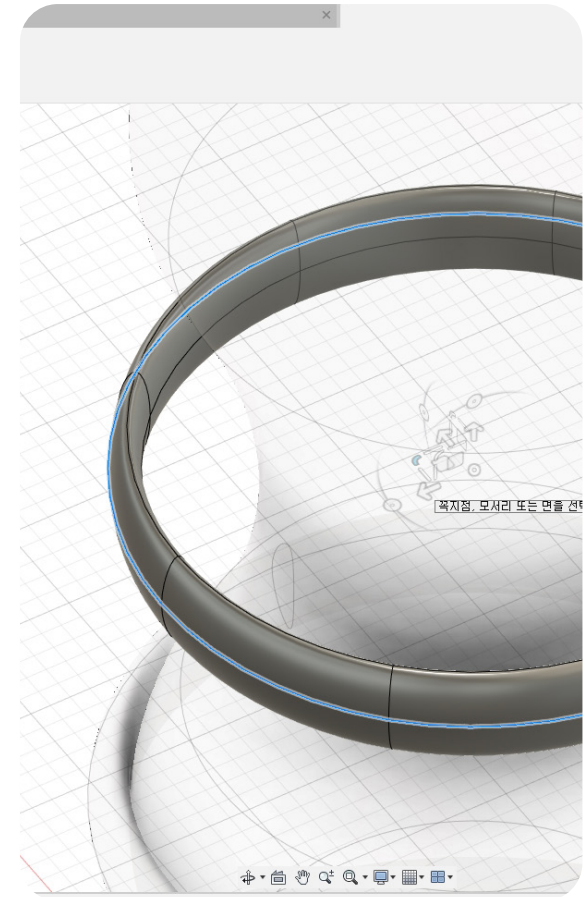
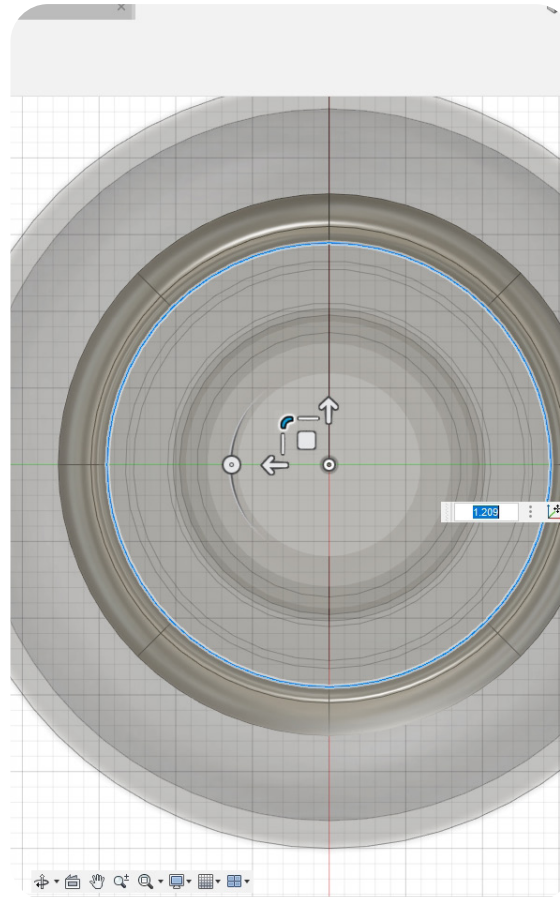
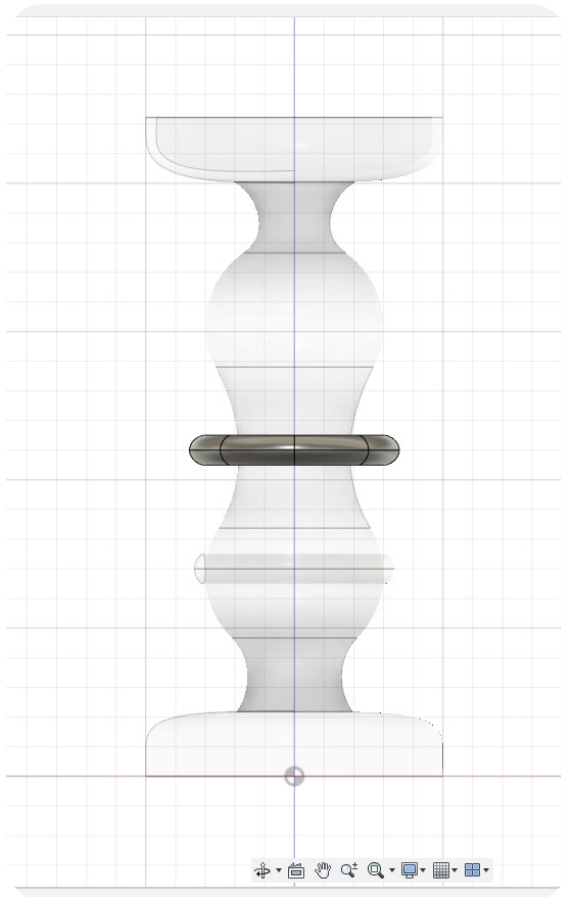
Generative Design 탐색 시 개체 생성에 영향을 줄 수 있는 추가 개체를 생성합니다. 예제에서는 프리폼 모델링을 이용하 도넛 형상인 Torus를 챗대 형상 중앙에 추가하였습니다.



## 20

## 추가된 유지형상 개체 편집

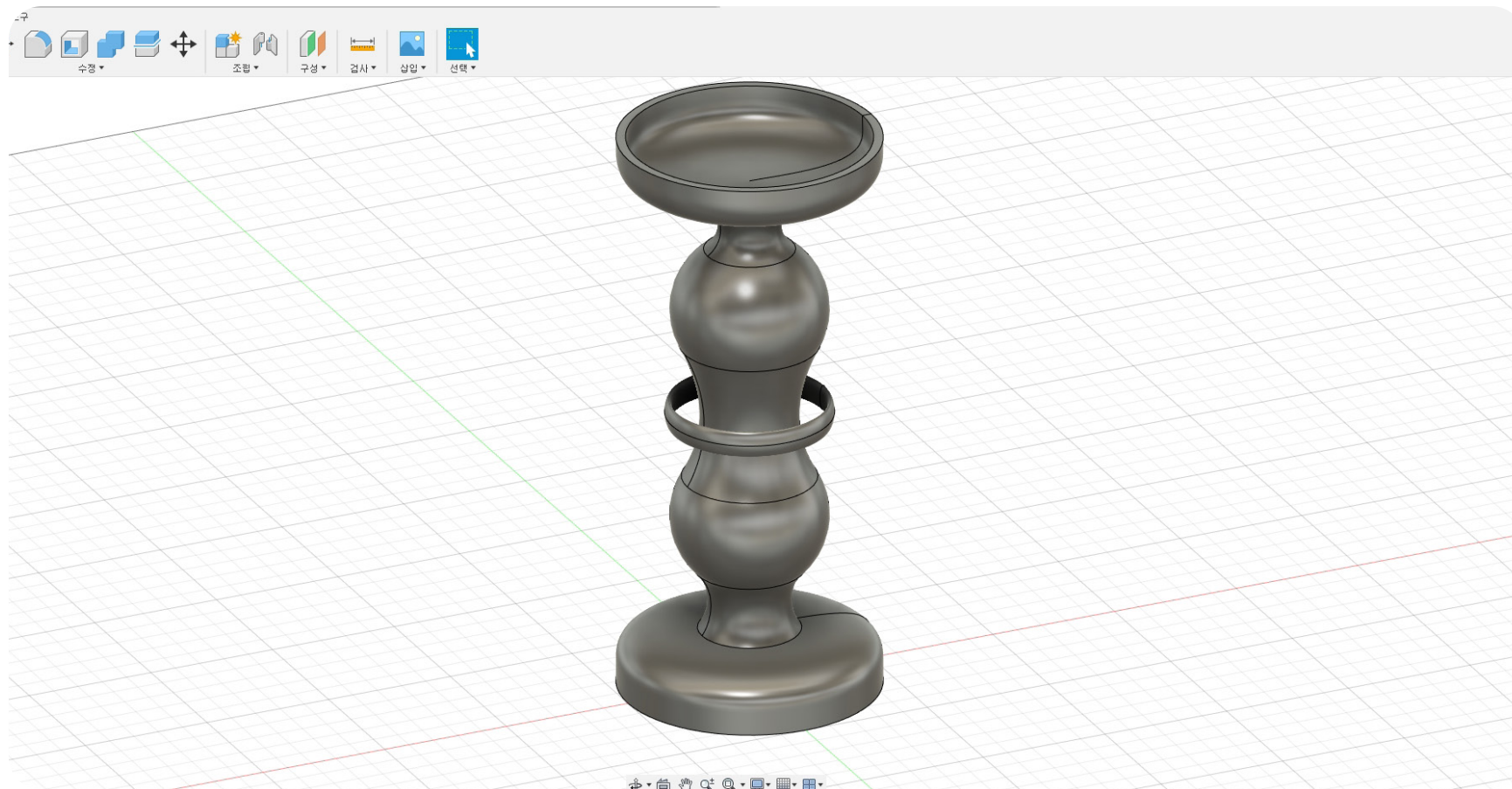
추가된 개체는 축대의 중간 정도에 위치시켰으며, 내/외부의 모서리를 스케일 조절로 좀 더 얇게 편집하였습니다.



## 21

## 형상 검토

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

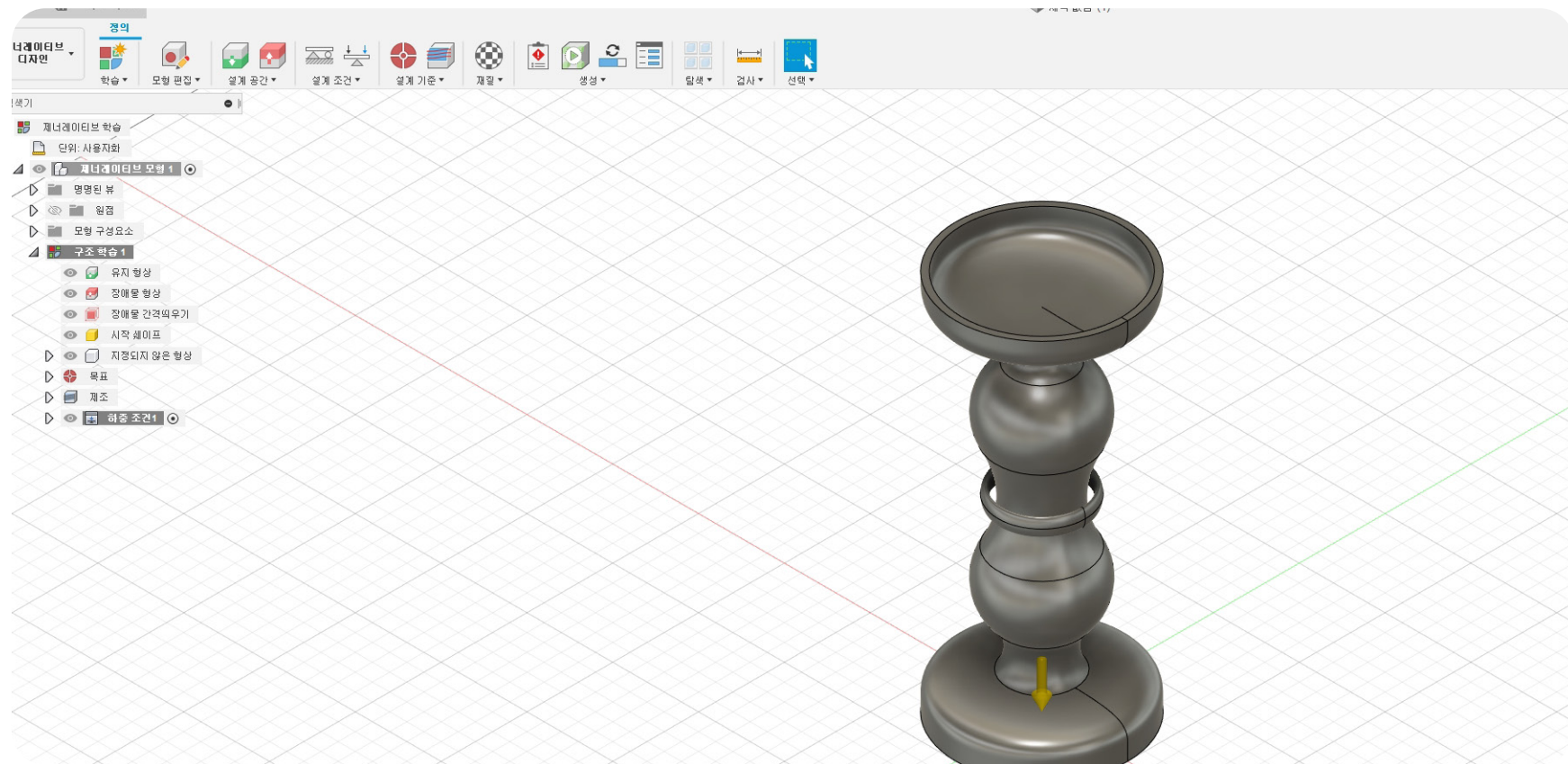




## 22 제너레이티브 디자인 모드 전환

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

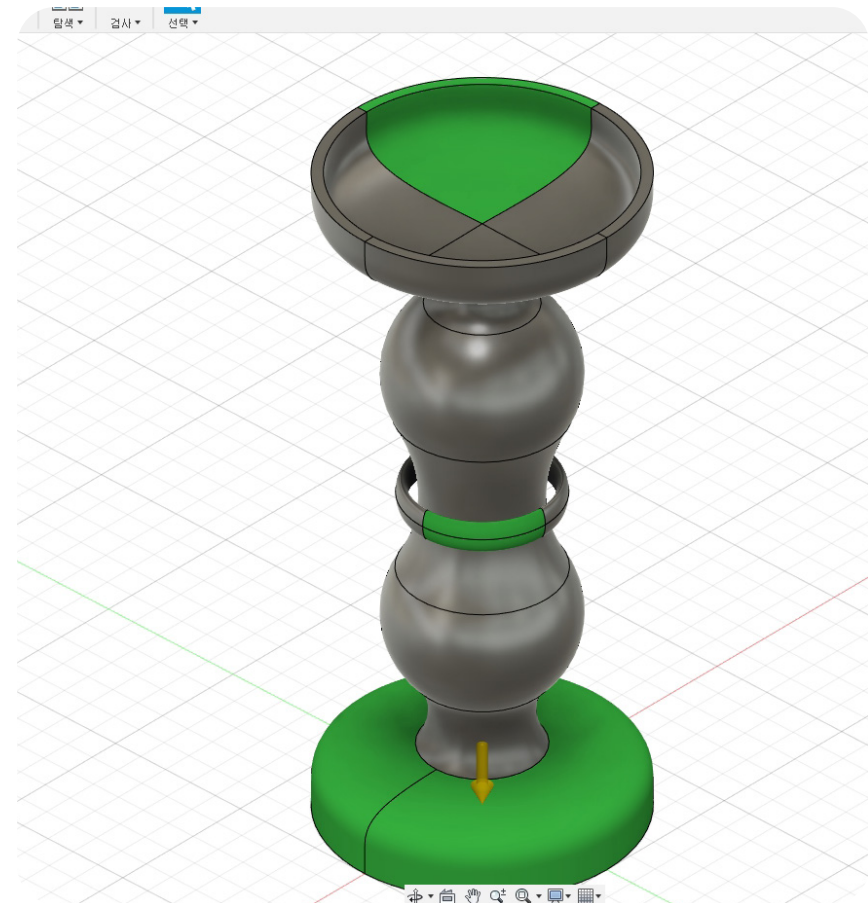
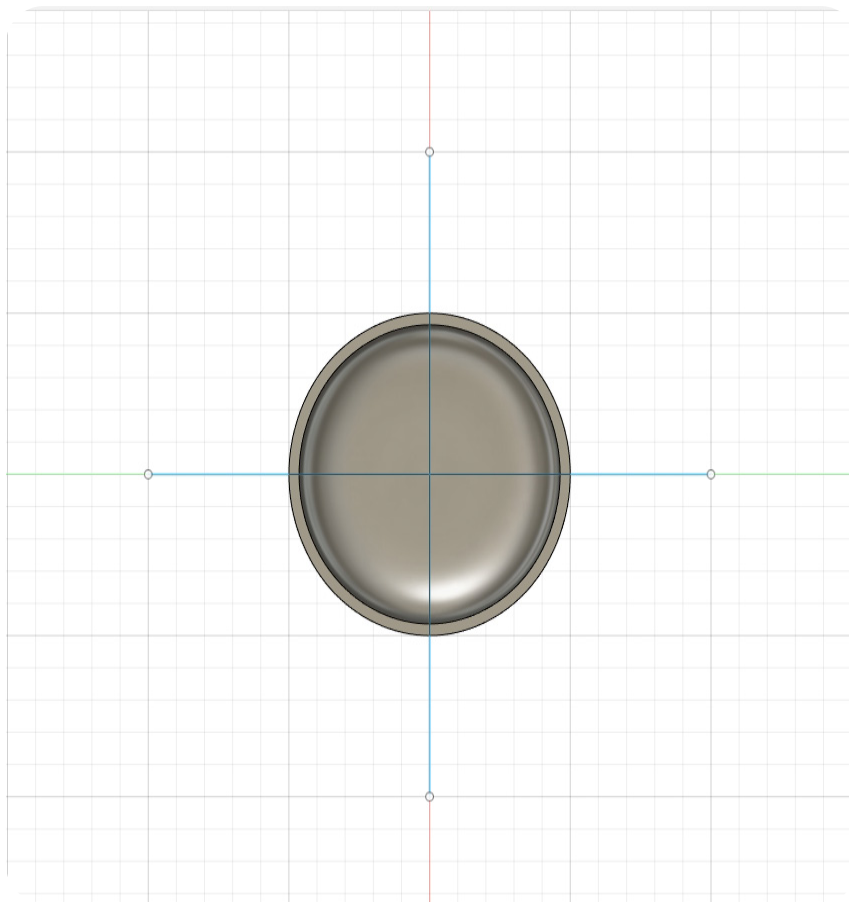
기본적으로 Study1부터 자동 적용되어 Generative Design Study를 진행할 수 있습니다



## 23 기능영역(유지형상) 편집

하중 조건을 다양하게 적용하기 위해 유지형상을 편집합니다.

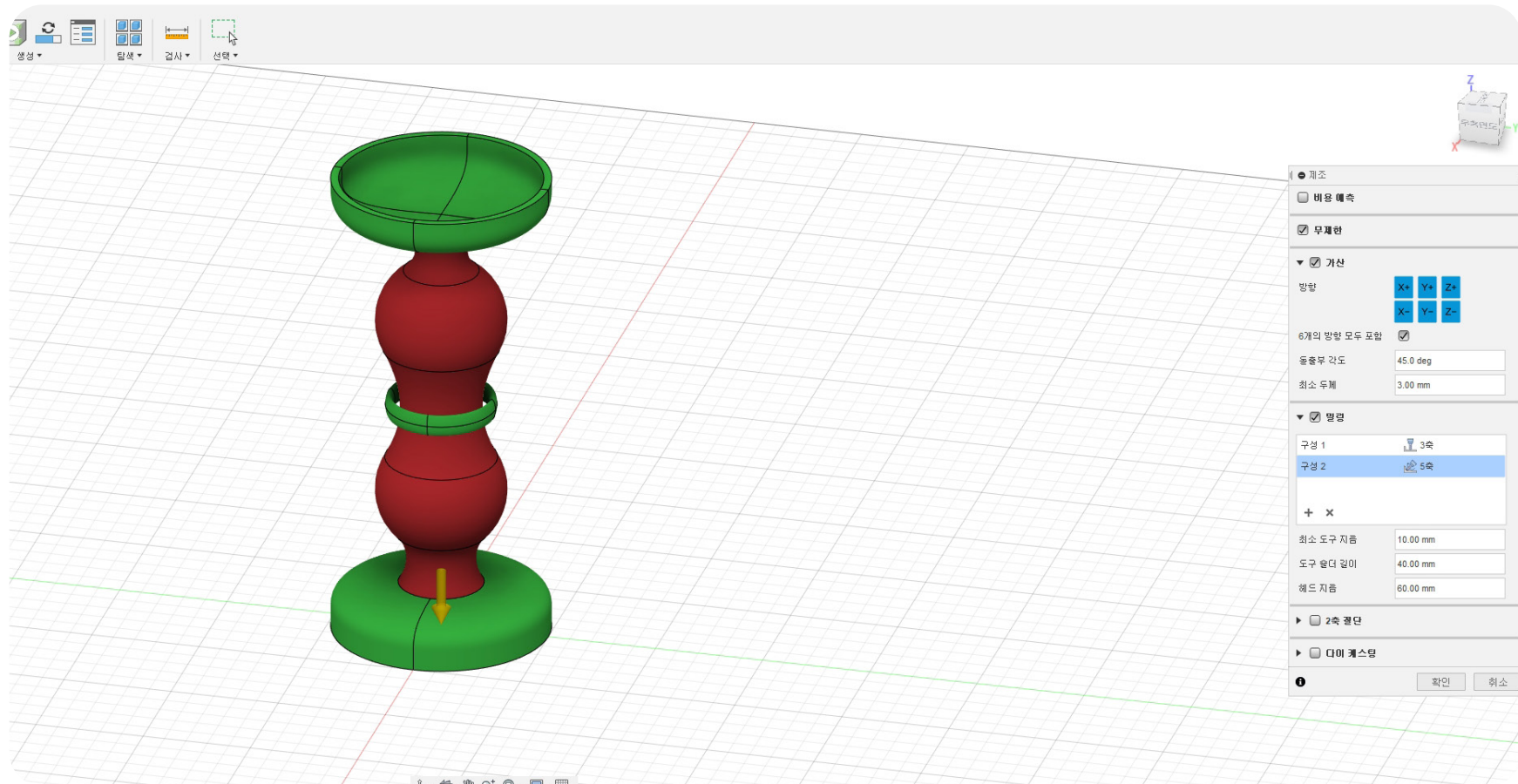
Edit Model에서 촛대의 중심을 가로지르는 선을 그린 뒤 4분할 하였습니다.



## 24

## 유지/장애물형상 지정 가공방식 설정

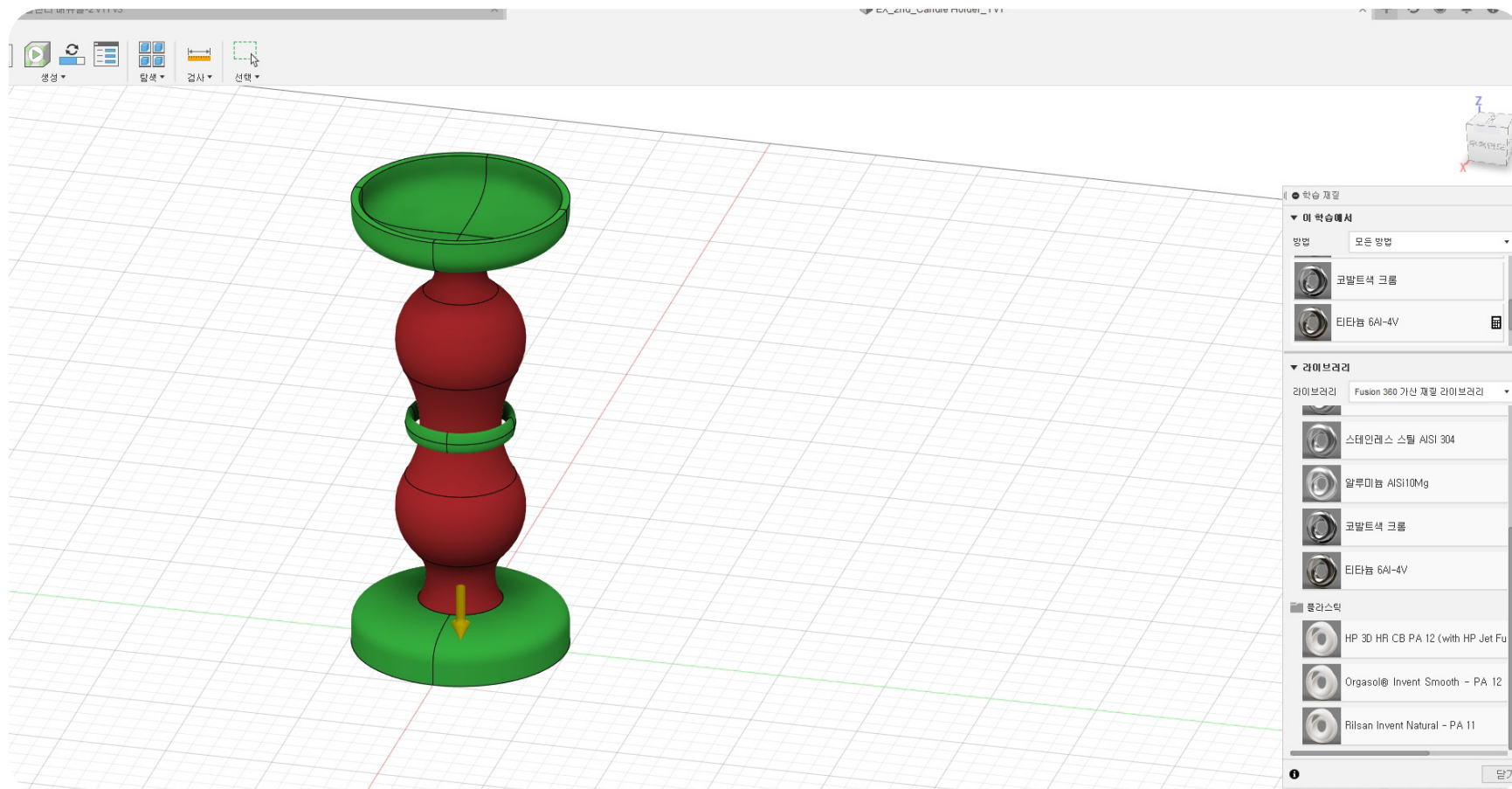
유지형상, 장애물형상을 지정하고 결과물을 생성하는데 사용될 가공방식을 설정합니다.  
예제에서는 적층 및 3축, 5축의 밀링을 선택하였습니다.



## 25

### 소재 설정

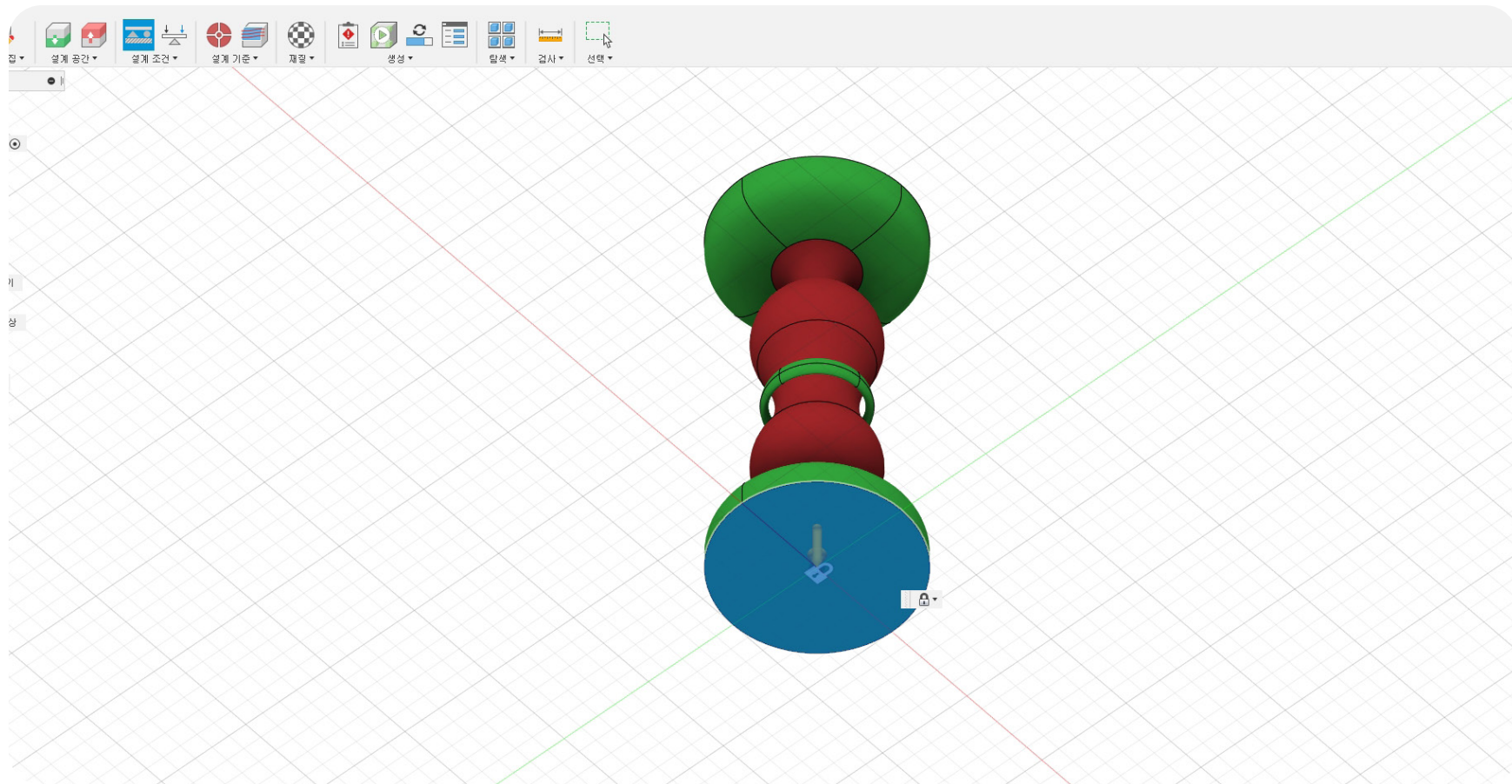
소재는 Fusion360에서제공하는 금속계열의 적층 소재를 선택하였습니다.





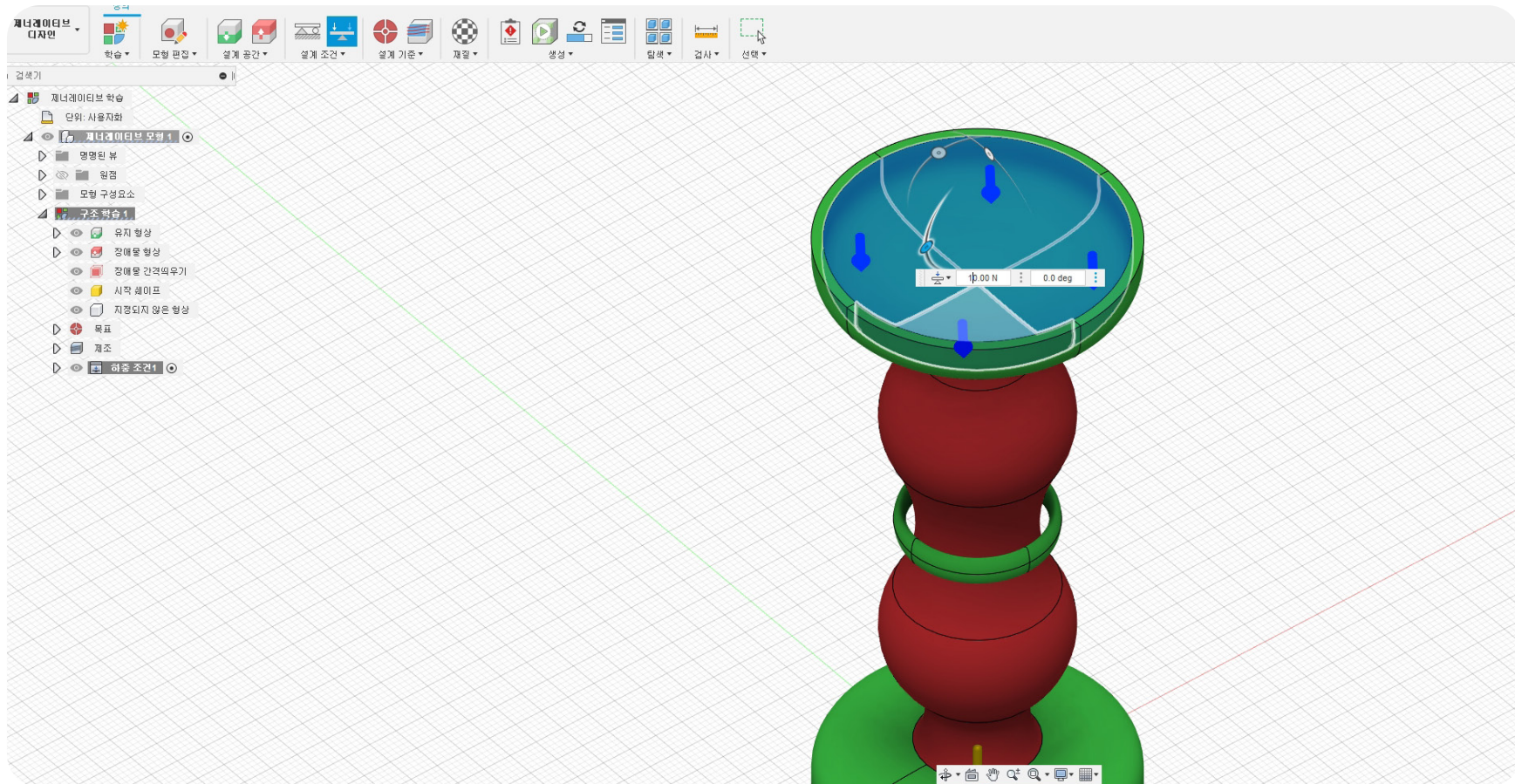
## 26 구속조건 적용

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



## 27 Study1 하중조건 적용

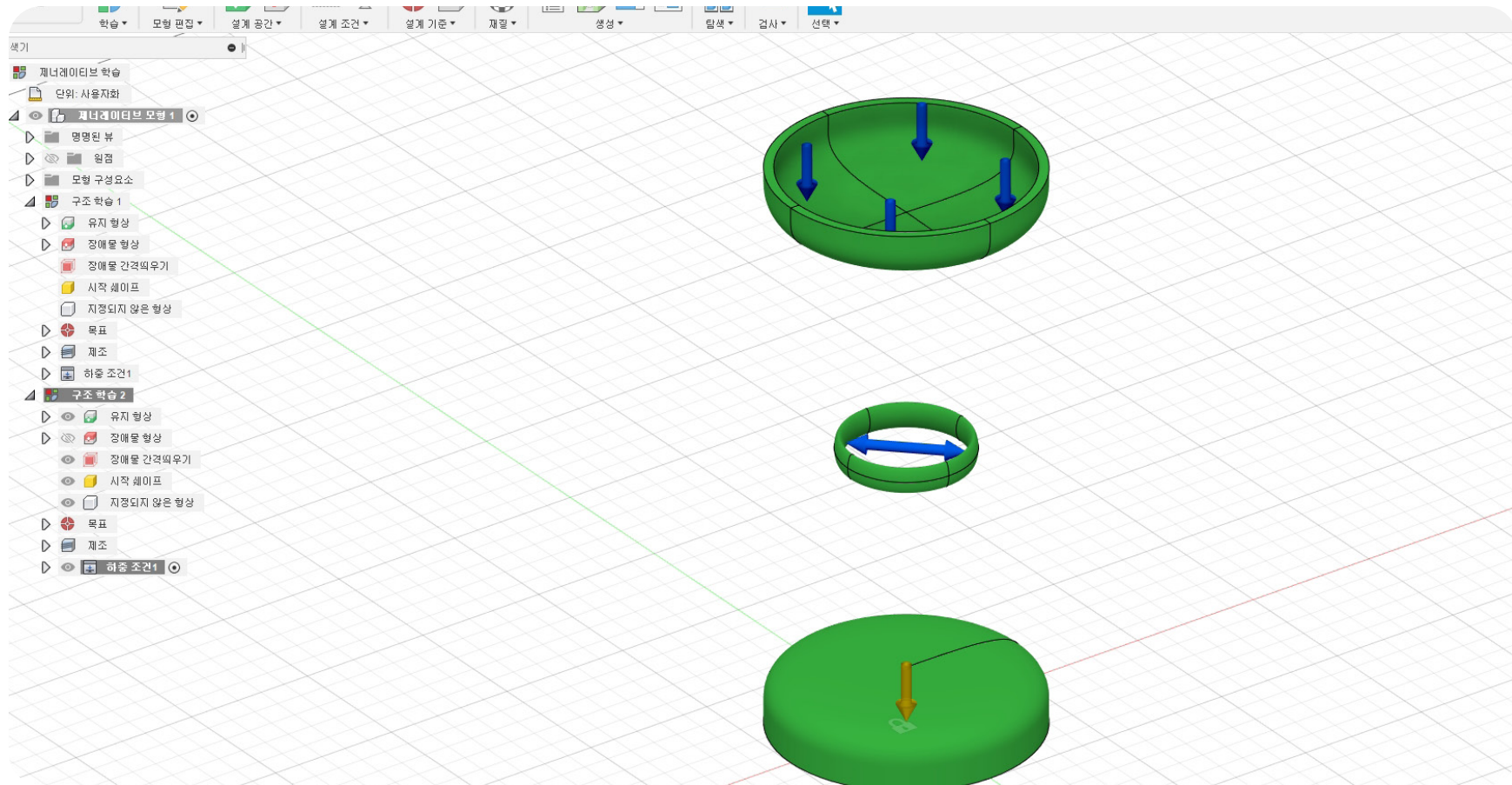
Study1에서는 상단의 초 받침대에서 누르는 힘을 적용하기 위해 분할된 개체에 각각 10N(약1kg)의 하중조건을 적용하였습니다.





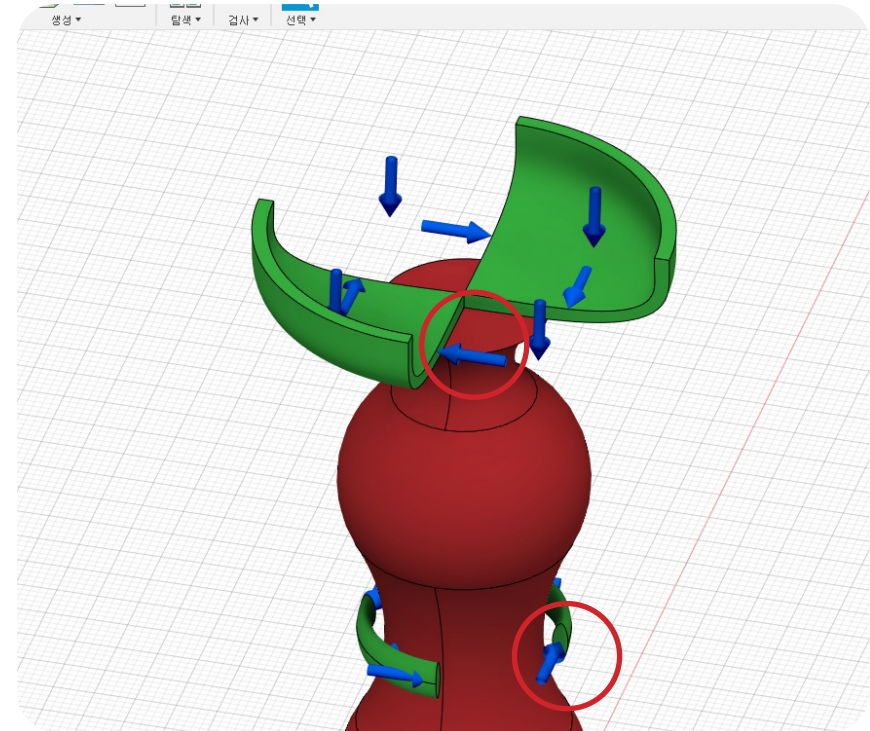
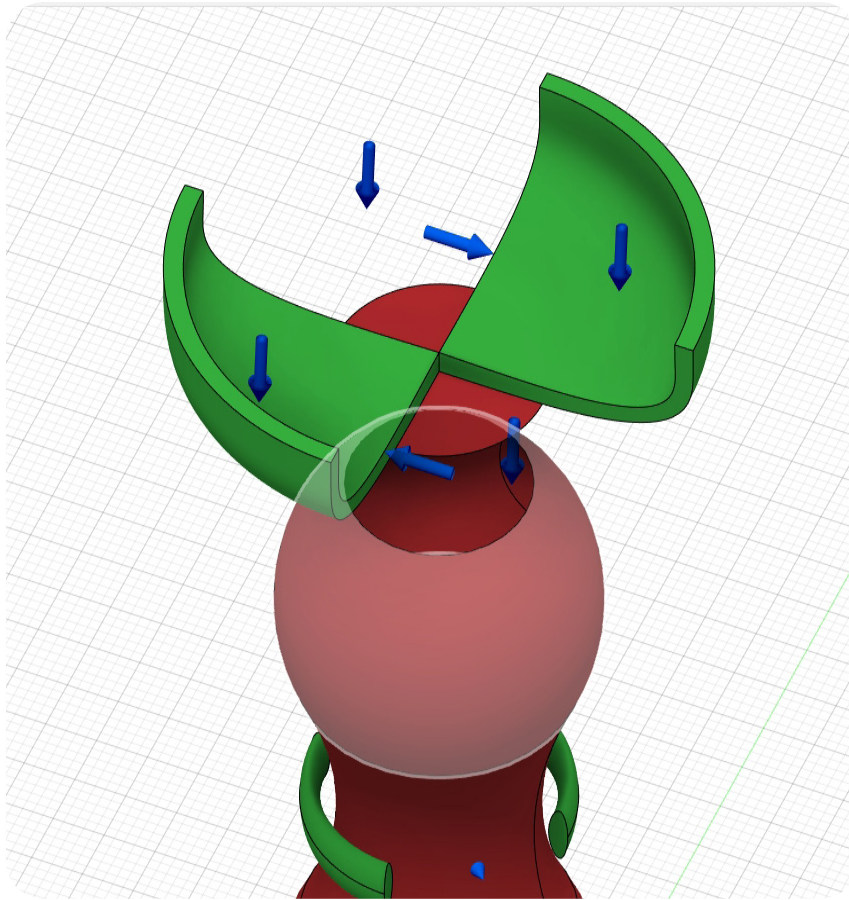
## 28 Study2 하중조건 적용

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.



## 29 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.

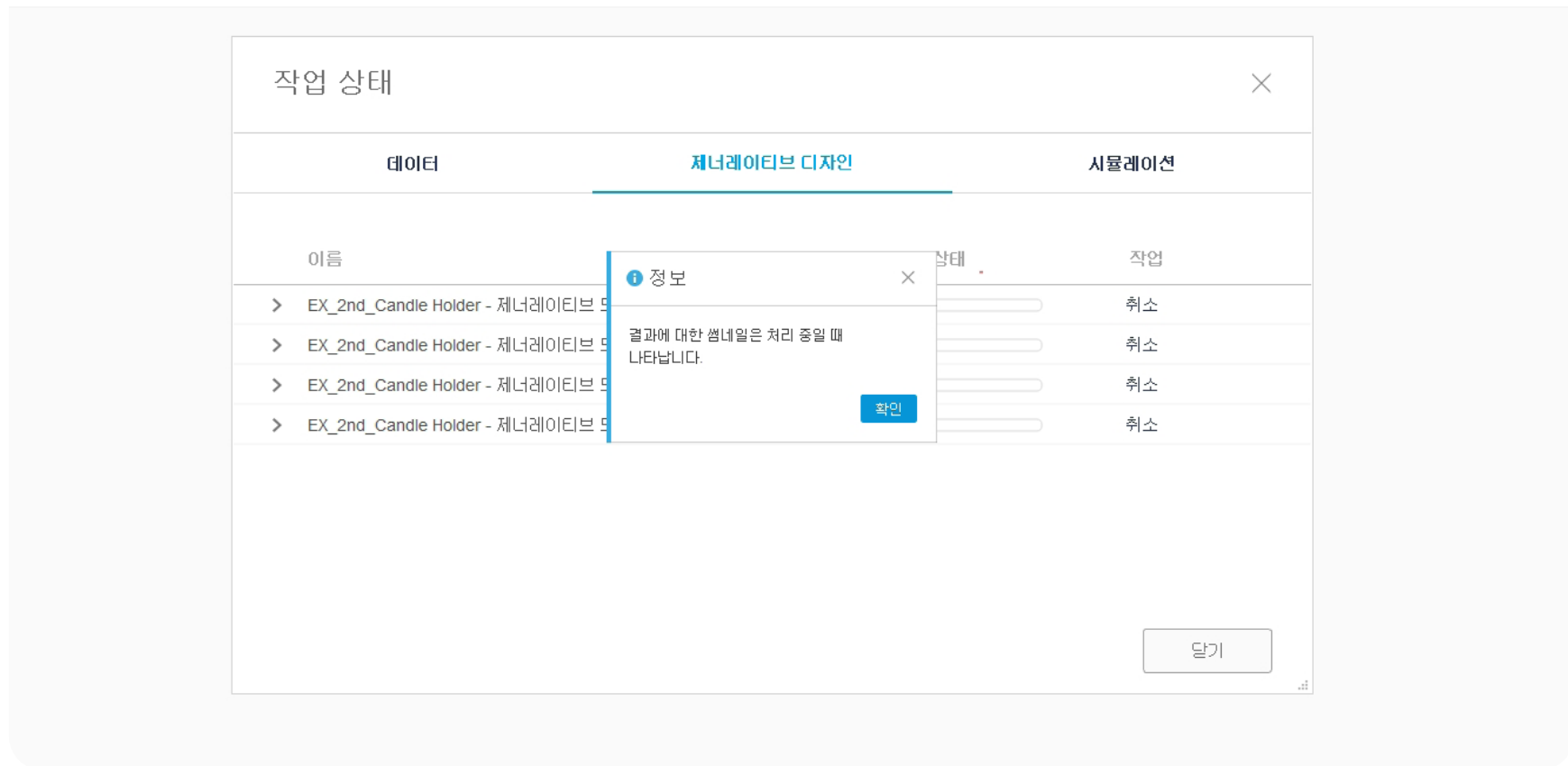


절단면을 선택하기 위해 유지형상의 파트 일부를 숨기기 하여 그림과 같이 서로 엇갈리게 하중을 적용하였습니다. 표시된 파트와 숨긴 파트를 Swap시켜 나머지 파트의 절단면에도 하중을 적용합니다.

## 30 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.

설 기준 서미 상태

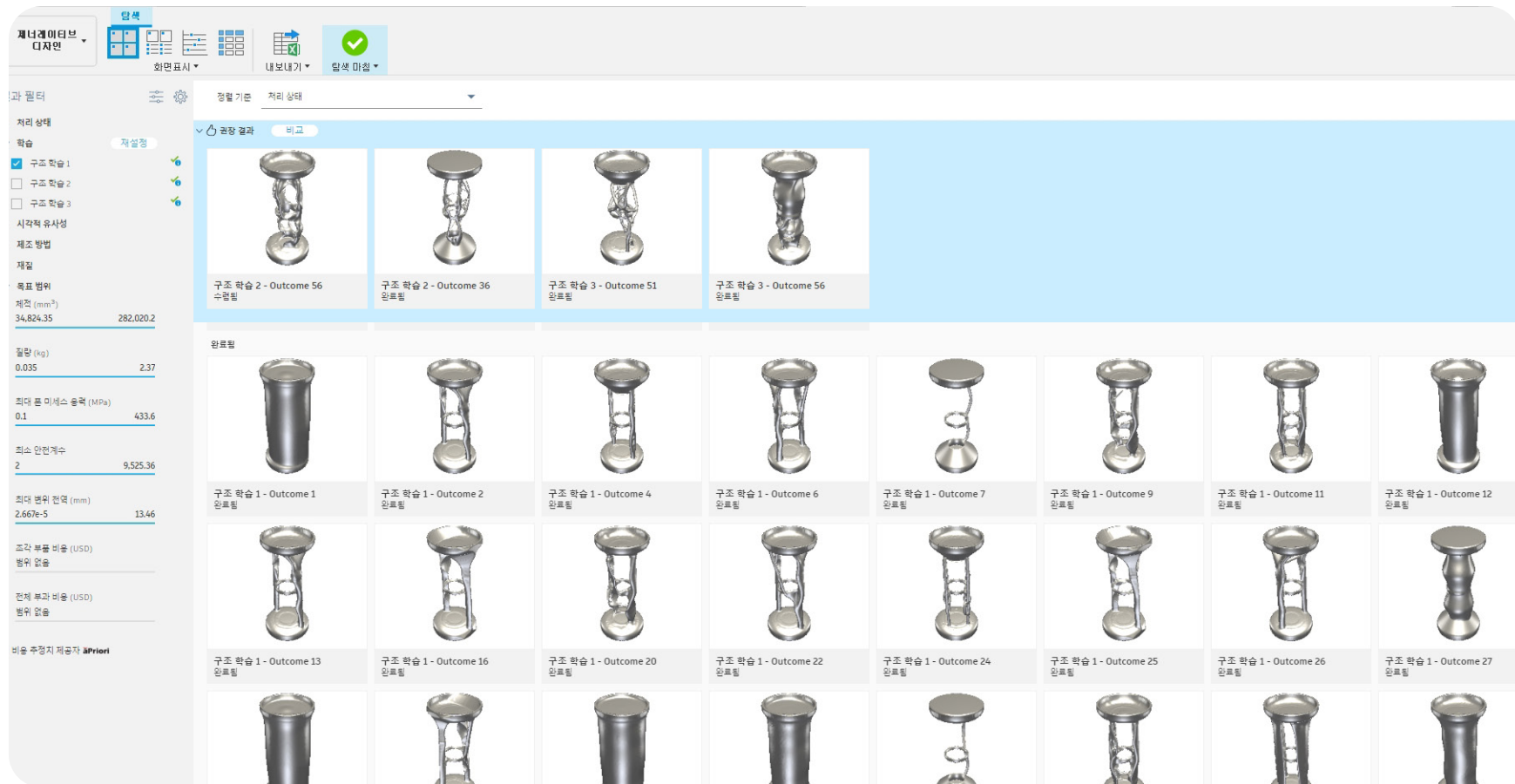


# 31

## Study1

초 받침대에서 누르는 하중만 적용하였던 Study1의 탐색 결과물입니다.

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





# 32 Study2

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



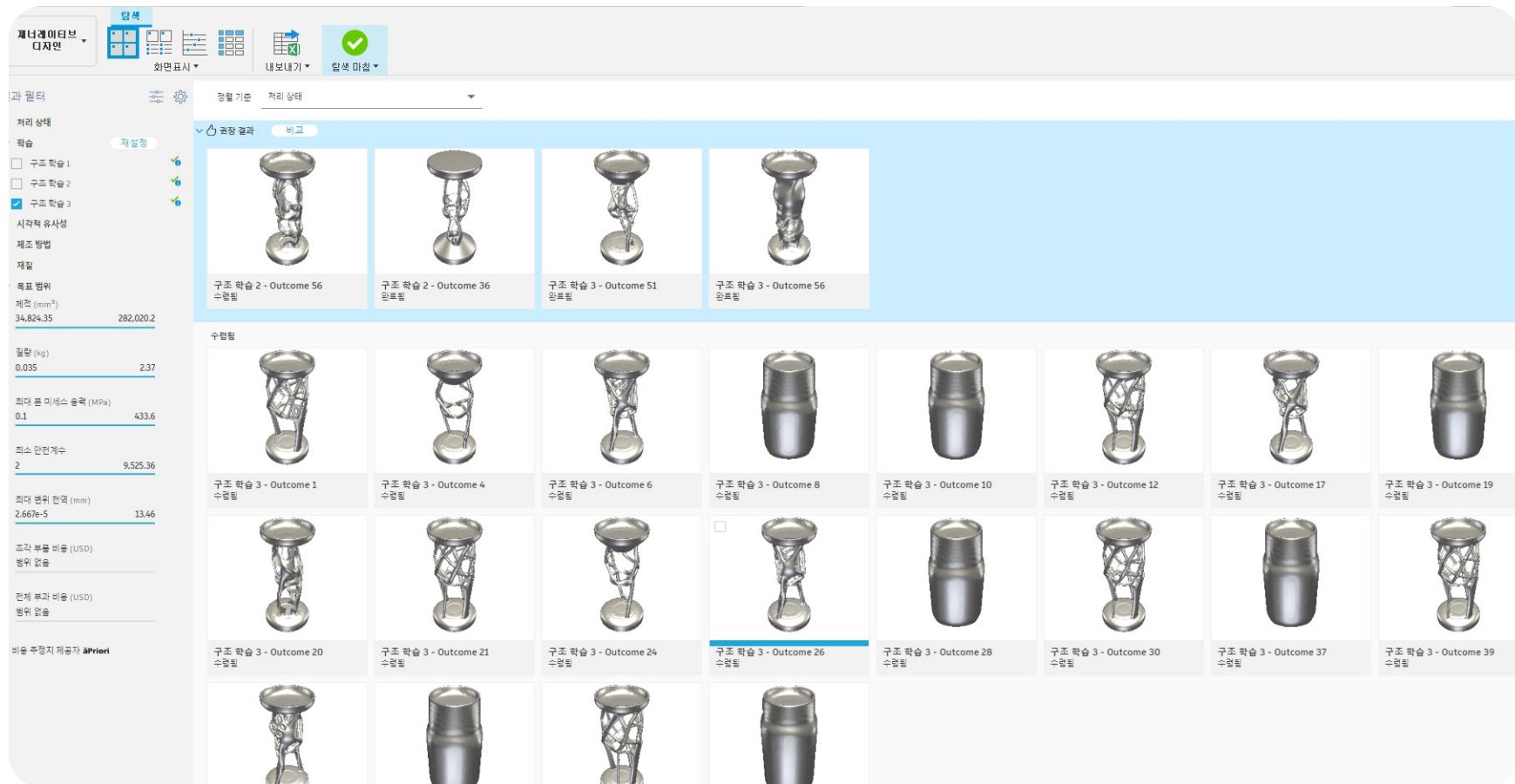


# 33

## 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.

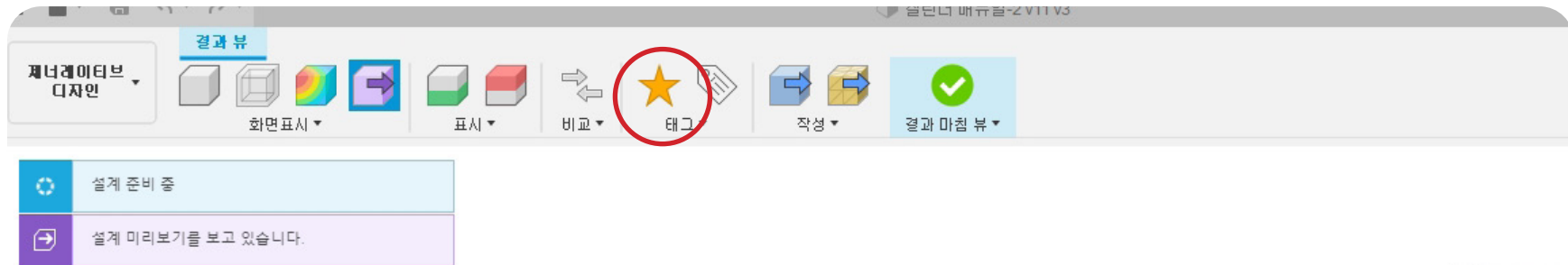


## 34

## 결과물 내보내기과 즐겨찾기

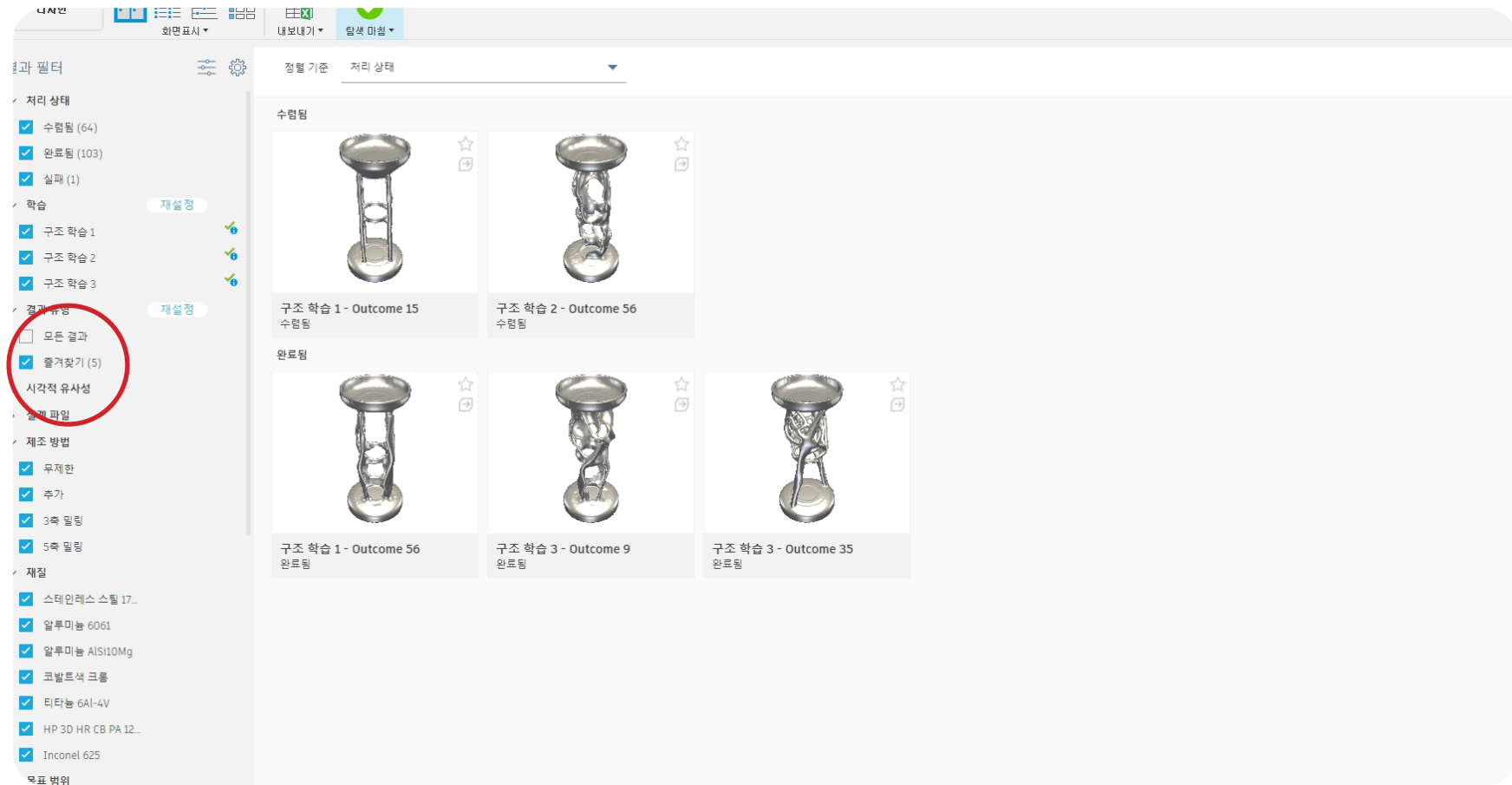
여러 탐색 결과물 중 마음에 드는 결과물을 선택하여 내보내기 합니다.

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



## 35 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.



## 36 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.



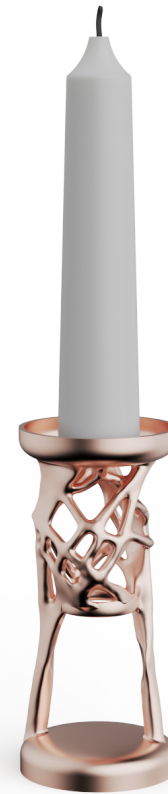
Study 1



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.

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

