

창의적 설계 기반의 STEAM Project

아슬아슬 스파게티 탑 쌓기

내가 만드는 新弓

라아네크의 청진기

화학전지 DIY

아슬아슬 스파게티 탑 쌓기

Subject 01. 고층 건축물 알아보기

Subject 02. 고층 빌딩의 과학

Subject 03. 스파게티 탑 만들기

Subject 04. 건축물 안전

Subject

01

고층 건축물 알아보기

시대별 고층 건축물을 조사하여 고층 건축물의 사회문화적 가치와 구조적 특징을 알아본다.

학습목표

시대별 고층 건축물의 사회문화적 가치와 구조적 특징들을 알아보고 이를 통해 어떤 요소들을 스파게티 탑 쌓기에 적용할 수 있다.

학습문제 1. 고층 건축물은 어떤 사회문화적 가치를 가지고 있을까?

학습문제 2. 고층 건축물이 가진 구조적 특징은 무엇이 있을까?

➔ 들어가기



주변에서 고층 빌딩을 본 적이 있나요? 꼭 63빌딩처럼 정말 높지 않더라도 여러 층으로 구성된 건축물을 본 경험이 있다면 이야기해봅시다. 주변에서 쉽게 볼 수 있는 건축물 중 빌라나 아파트는 대표적인 고층 건물이라고 할 수 있겠습니다. 또한, 한빛탑이나 남산타워 같은 건축물도 어떻게 보면 고층 빌딩에 들어간다고 할 수 있죠. 이런 건물들에 공통적인 특징이 보이나요?

오늘 우리는 스파게티 면으로 높은 탑을 만들어 볼 것입니다. 주변에 있는 건축물부터 고대, 현대에 이르는 고층 건축물들을 관찰하고, 어떤 구조와 재료를 스파게티 탑 쌓기에 적용할 수 있을지 생각해봅시다.

Problem 1

고층 건축물의 사회문화적 가치

역사 속에는 다양한 고층 건축물들이 있었습니다. 이러한 건물들의 사회문화적 가치를 찾아봅시다.

조사하기

각 조별로 고층 건축물을 하나씩 선택하고, 선택한 건축물의 사회문화적 가치를 간단히 정리해봅시다.

번호	건축물	사회문화적 가치
예시	에펠탑	<ul style="list-style-type: none"> - 프랑스 혁명 100주년 기념 건물 - 당시 세계에서 가장 높은 건축물 - 획기적인 전체 철골 구조 디자인 - 흉물스럽다는 이유로 시민들이 격렬히 설치 반대 - 현재는 프랑스 파리의 상징으로 자리 잡음
1		
2		

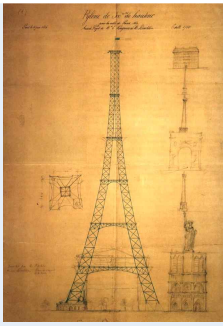
Problem 2

고층 건축물의 구조적 특징

우리가 조사한 고층 건축물들은 고유한 구조적인 특징이 있습니다. 이러한 특징들에 대해 알아보시다.

조사하기

각 조별로 고른 건축물의 구조적인 특징을 글과 그림으로 표현해 봅시다.

번호	건축물	구조적 특징
예시	에펠탑	 <ul style="list-style-type: none"> - 획기적인 전체 철골 구조 디자인 - 전체가 트러스 구조로 구성되어 있음 - 네 다리로 지지되어있고, 각각의 다리는 아치형으로 연결되어 하중을 버티게 설계됨 - 위로 갈수록 좁아지는 안정적인 구조 <p>[그림 1: 에펠탑의 설계도]</p>
1		
2		

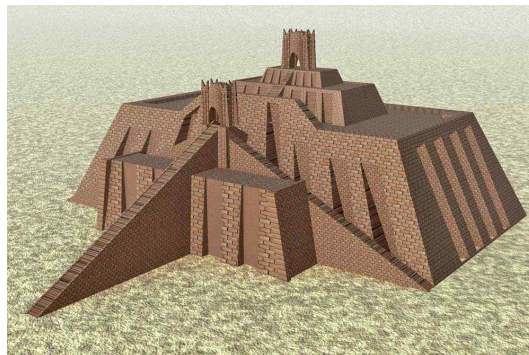
참고자료

세계의 다양한 고층 건축물들

옛날 사람들은 어떻게 높은 건축물들을 지었을까요? 옛날에는 튼튼한 재료가 많이 없었기 때문에 높은 건물을 짓기 어려웠습니다. 하지만 그럼에도 불구하고 정말 고대 4대 문명 시절부터 고층 건축물은 존재했었습니다.



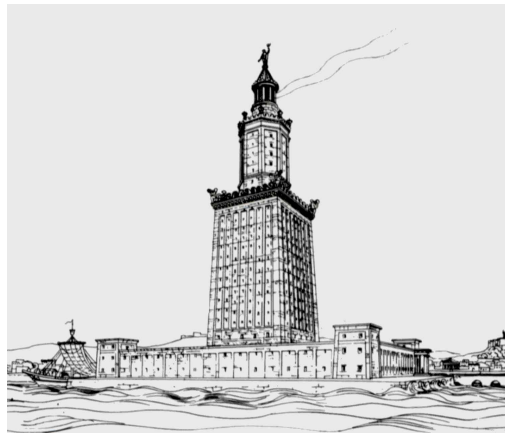
[그림2: 고대 이집트의 피라미드]
(기원전 2500년대)



[그림 3: 고대 메소포타미아의 지구라트]
(기원전 2100년대)

참고자료

무려 4000년 전부터 인류는 고층 건축물을 짓고 있었습니다. 하지만 이때는 콘크리트 같은 재료는 잘 없었고, 대부분 벽돌이나 커다란 대리석들을 이용하여 건축을 하였습니다. 그렇기 때문에 지금처럼 수직으로 높은 빌딩을 짓기에는 무리가 있었습니다. 하지만 마케도니아와 로마 시대에 들어서는 기술과 재료가 발전하여 더 높고 안정적인 건축물들이 등장하게 됩니다. 석공 기술이 발달하여 더 안정적인 대리석 구조물(알렉산드리아 등대) 제작할 수 있게 되었고, 콘크리트 같은 새로운 재료와 돔 구조(판테온) 적용하게 되면서 다양한 양식의 고층 건축물이 등장하게 됩니다.



[그림 4: 알렉산드리아의 등대]
높이 120m의 대리석 건물로 추정됨
(280BC)



[그림 5: 로마의 판테온]
로마의 판테온 (118-128AD)

참고자료

근대에 들어서는 더 많은 발전이 이루어지게 됩니다. 일단 철의 대량 제련이 가능해지면서 철근이라는 재료가 등장하게 됩니다. 이 철근에 트러스 구조(연속된 삼각형 구조)가 더해지면서 에펠탑 같은 건축이 가능해집니다.

또한 콘크리트와 시멘트 공법이 발달하면서 수경성 석회(hydraulic lime) 같은 현대적인 콘크리트/시멘트가 등장하게 됩니다. 여기에 철근을 더한 철근-콘크리트까지 등장하면서 더 높고 튼튼한 건축물을 지을 수 있게 됩니다. 이를 이용하여 커튼월 구조이면서도(외벽이 전혀 하중을 버티지 않는 구조) 안정적인 고층 빌딩들이 등장하게 됩니다.



[그림 6: 에펠탑]



[그림 7: 오리엘 챔버스]
최초의 커튼월 구조를 적용한 빌딩 (영국 리버풀, 1864)

참고자료

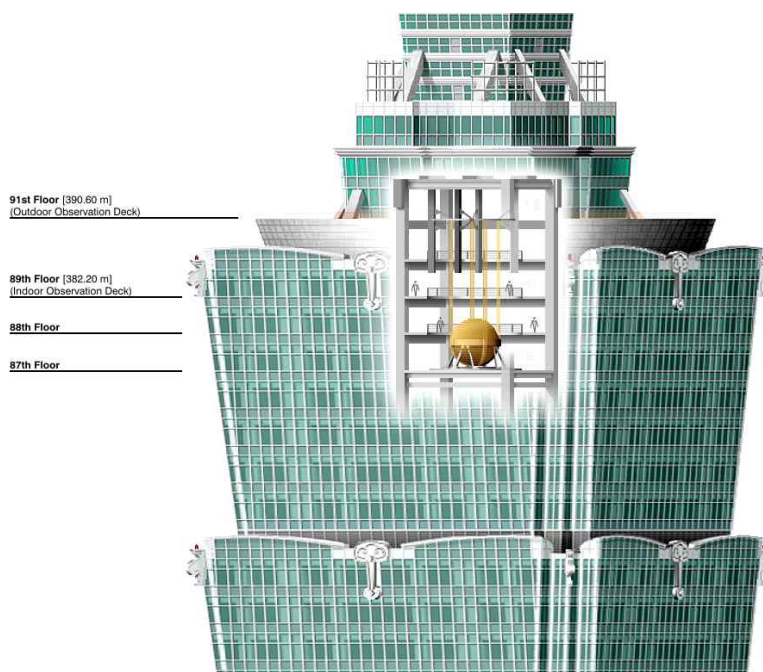
현대에 들어서는 다양한 고층 빌딩들이 계속 지어지게 됩니다. 일단 철근 콘크리트 공법 등 재료가 눈에 띄게 발전했고, 여기에 각종 건설 기계까지 등장하게 되면서 과거와 비교할 수 없을 정도로 높은 빌딩들이 등장하게 됩니다.



[그림 8: 부르즈 칼리파]
현재 세계에서 가장 높은 빌딩(828m,
UAE, 두바이, 2009)

참고자료

하지만 건물이 높아지면 높아질수록 건물은 쉽게 쓰러지게 됩니다. 외부에서 바람이 조금만 불어도 길고 얇은 빌딩은 쉽게 흔들리고 무너질 수 있습니다. 단순히 건물을 튼튼히 짓는 것만으로는 이런 문제를 해결하기 어려웠는데요, 이를 해결하기 위해 다음과 같은 공법들이 등장하게 됩니다.



[그림 9: 타이페이 101 상단의 진동 감쇠기]

예를 들면 타이페이 101 (높이 509m)에는 저런 커다란 쇠구슬 같은 것이 장착되어 있습니다. 이 660톤짜리 공은 건물의 진동을 감지해 그 진동을 상쇄해주는 감쇠기 역할을 합니다. 이를 이용해 타이페이 101은 최대 60m/s의 바람까지 견딜 수 있습니다. 다음 동영상을 보면 이 공이 어떻게 작동하는지 확인할 수 있습니다.



Subject 02

고층 빌딩의 과학

‘종이컵 위에 안전하게 올라가기’, ‘블록 높이 쌓기’ 활동을 통해 창의적 공학 설계의 과정을 학생 스스로 경험하게 하여 높고 튼튼한 구조물을 만들 수 있는 방법을 학습한다.



학습목표

문제 상황 해결을 통해 고층 구조물에 적용할 수 있는 과학적 원리를 찾을 수 있다.

학습문제 1. 종이컵 위에 나무판을 놓고 안전하게 올라가기 위한 종이컵의 개수와 배치는 어떻게 해야 할까?

학습문제 2. 개수가 제한된 젠가 블록을 최대한 높이 쌓기 위한 구조물의 모양은 무엇일까?

➤ 들어가기

스파게티 탑을 잘 쌓기 위해서는 탑을 튼튼하면서도 높게 쌓는 것이 중요합니다. 종이컵과 젠가를 이용한 활동을 통해 튼튼한 구조물, 높은 구조물의 특징을 알아봅시다. 이 과정에서 공학적 설계 방법을 익혀보고, 알아본 특징을 스파게티 탑에 적용할 방법을 생각해봅시다.

준비물 나무판(20cm×20cm), 종이컵, 젠가 블록

위의 여러 가지 요소들 중 종이컵을 겹친 개수를 조금 더 깊게 탐구해봅시다. 종이컵을 겹치는 것이 정말로 견디는 무게를 증가시키는 효과가 있는지, 효과가 있다면 얼마나 있는지 실험을 통해 알아봅시다.

? 탐구하기

종이컵 하나를 가져다 놓고 위에 무게 추를 계속 올려봅시다. 종이컵이 어느 무게까지 버틸 수 있나요?

종이컵 여러 개를 쌓으면 더 많은 무게를 버틸 수 있을까요? 실험을 통해 알아봅시다.

종이컵 개수	최대 무게
2	
3	
4	
5	

판자 밑에 종이컵을 사각형으로 배치하려고 합니다. 사람 한 명(대략 70kg)을 버티려면 종이컵을 최소 몇 개씩 쌓아서 네 귀퉁이에 배치해야 할까요? 계산해서 추정해보세요. (단, 하중이 네 귀퉁이에 균일하게 1/4씩 분배된다고 가정하세요.)

이제 계산한 대로 실제로 종이컵을 배치해봅시다. 실제로 사람 한 명을 버틸 수 있었나요? 만약 계산과 다르게 무너졌다면 왜 그랬을까요? 이 문제를 어떻게 수정할 수 있을까요? (힌트: 위에서 하중이 균일하게 분배된다는 가정은 과연 항상 옳을까요?)

실험의 결과들을 스파게티 탑 쌓기에 어떻게 적용할 수 있을까요? 위에서 예상한 변화 방법을 응용해 최대한 튼튼한 스파게티 탑을 쌓기 위한 여러 가지 방법을 추측해 봅시다.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	스파게티 면을 묶는다.	스파게티 면을 여러 개 묶을수록 튼튼한 지지대가 된다.
예시	스파게티 면 지지대의 갯수	스파게티 면 지지대를 여러 개 놓으면 놓을수록 견딜 수 있는 무게가 증가한다.

알고가기

이번 실험에서는 종이컵의 배치 구조는 유지한 채 종이컵의 개수를 조절해 목표를 달성해 보았습니다. 이런 방식을 '요소적 진화'라고 부릅니다. 요소적 진화는 같은 구조에서 요소의 개수나 성질을 바꿔 진화시키는 방식을 말합니다.

? 탐구하기

젠가 블록을 높이 쌓는 가장 쉬운 방법은 젠가 블록을 수직으로 계속 세워 나가는 것입니다. 이 방법으로는 얼마나 높게 쌓을 수 있나요? 한 번 알아보시다. 달성한 최대 높이는 얼마인가요?

수직으로 쌓는 방법의 단점은 젠가 블록이 무너지기 쉽다는 것입니다. 그렇다면 수평으로 젠가 블록을 쌓아보면 어떨까요? 달성한 최대 높이는 얼마인가요?

위에서 사용한 두 방법의 장단점은 명확합니다. 젠가 블록을 수직으로만 쌓으면 최소한의 블록을 사용해 금방 탑을 높게 쌓을 수 있지만, 대신 탑이 쉽게 무너지기 때문에 높이 쌓기 어렵습니다. 하지만 그렇다고 안정적으로 수평으로만 쌓으면 재료는 많이 들어가는데 높이는 별로 높아지지 않습니다. 그렇다면 이제 조별로 주어진 젠가 블록 20개를 가지고 최대한 높이 쌓아보세요. 가장 좋은 구조는 어떤 것이었나요?

왜 그 구조가 가장 유리했을까요? 그 이유를 생각해 기록해봅시다.

이 방법을 높은 스파게티 탑 쌓기에는 어떻게 적용할 수 있을까요? 적용 방안을 생각해서 기록해봅시다.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	수직으로 길게 스파게티 면을 세운다.	높이를 쉽게 높일 수 있으나 넘어지거나 부러지기 쉽다.

알고가기

이번에는 구조물의 재료는 유지한 채로 구조를 바꾸어가며 실험해보았습니다. 이런 방식을 '구조적 진화'라고 부릅니다. 구조적 진화와 요소적 진화의 두 가지 방법을 잘 이용하면 조건을 만족하는 구조물을 빠른 시간 내에 설계할 수 있습니다.

Subject 03

스파게티 탑 만들기

높고 튼튼한 구조물을 만들 수 있는 다양한 요소를 찾고 창의적 공학 설계 방식을 이용해 문제 상황을 해결할 수 있는 스파게티 탑을 만들어 보자.

학습목표

스파게티 면을 이용해 300g의 추를 버틸 수 있는 높고 튼튼한 구조물을 제작할 수 있다.

학습문제 1. 높고 튼튼한 스파게티 탑을 만들기 위해 고려해야 할 요소에는 어떤 것들이 있을까?

학습문제 2. 어떤 요소를 어떻게 조합해야 300g의 추를 버틸 수 있는 스파게티 탑을 만들 수 있을까?

학습문제 3. 실제 제작한 스파게티 탑은 300g의 추를 버틸 수 있는가?

들어가기

위에서 본 고층 건물들을 생각해봅시다. 어떤 구조가 건물을 높이 쌓는데 유리했나요? 또는 어떤 재료의 특성이 건물을 높이 쌓는데 중요하게 작용했나요? 이런 특성들을 스파게티 탑 쌓기에 어떻게 적용할 수 있을까요?

(예시 : 위로 갈수록 좁아지는 구조, 트러스 구조, 콘크리트 재료 등)

이번 활동에는 스파게티 면과 글루건이 주어집니다. 이 재료들을 가지고 제한 시간 내에 최소한의 재료를 사용해 300g을 버틸 수 있으면서 최대한 높은 탑을 쌓는 것이

여러분의 목표입니다. 주어진 제한조건 내에서 요소와 구조를 다양하게 바꿔가며 최대한 높이 스파게티 탑을 쌓아 봅시다. 스파게티 탑 쌓기 기네스 세계 기록은 5m인데요, 한 번 기네스 기록에 도전해보겠어요?

준비물 스파게티 면, 글루건

앞에서 실험한 방식을 응용해 각각의 요소들이 실제로 효과가 있는지 실험해보세요. 실제로 예상과 동일한 효과가 있나요? 효과가 있다면 어느 정도 효과가 있나요?

번호	요소 및 구조	실제 효과
예시	스파게티 면을 여러 개 묶는다.	스파게티 면의 강도가 면을 겹치는 개수에 비례해 증가한다.
예시	스파게티 면을 짧게 자른다.	스파게티 면이 쉽게 휘어져 부러지지 않는다. 길이가 짧으면 짧을수록 그에 비례해 스파게티 면을 부러트리는데 더 큰 힘이 필요하다.

Problem 2

스파게티 면을 이용한 구조물 만들기

우리가 만들어야 하는 스파게티 탑의 조건은 다음과 같습니다.

- (1) 300g의 하중을 버틸 것
 - (2) 최대한 높을 것
 - (3) 맨 위에 300g 무게를 올려둘 수 있는 5cm*5cm의 정사각형 판을 올려놓을 수 있게 설계할 것
 - (4) 그러면서도 재료를 최소한으로 사용해 최대한 가벼울 것
- 이 조건을 염두에 두고 지금부터 활동을 시작해봅시다.

? 탐구하기

위의 결과를 바탕으로 300g의 무게를 버틸 수 있는 높이 10cm 구조물을 설계해보세요. 전체 구조는 어때야 하나요? 다리는 얼마나 두껍게 해야 할까요? 위에 판과 무게 추를 안정적으로 올려두려면 어떻게 해야 할까요?

그 구조물을 실제로 제작해서 실험해보세요. 300g의 하중을 실제로 버틸 수 있나요?

만약 구조물이 부서지지 않는데 좌우로 무너진다면 어떻게 이 구조물을 강화할 수 있을까요? (힌트 : 트러스 구조를 응용해보세요. 다리 중간에 x자 구조를 넣어 구조를 강화해보세요) (구조적 진화) 사용한 진화 방법은 무엇이고 그 결과는 어떤가요?

위의 구조물을 2층이라고 생각하고, 그 구조물을 올려놓고 버틸 수 있는 1층을 설계해보세요. 어떻게 하면 최대한 높게 1층을 만들 수 있을까요? 젠가 블록 쌓기에서 느낀 점을 응용해 최대한 높게 1층을 디자인해보세요.

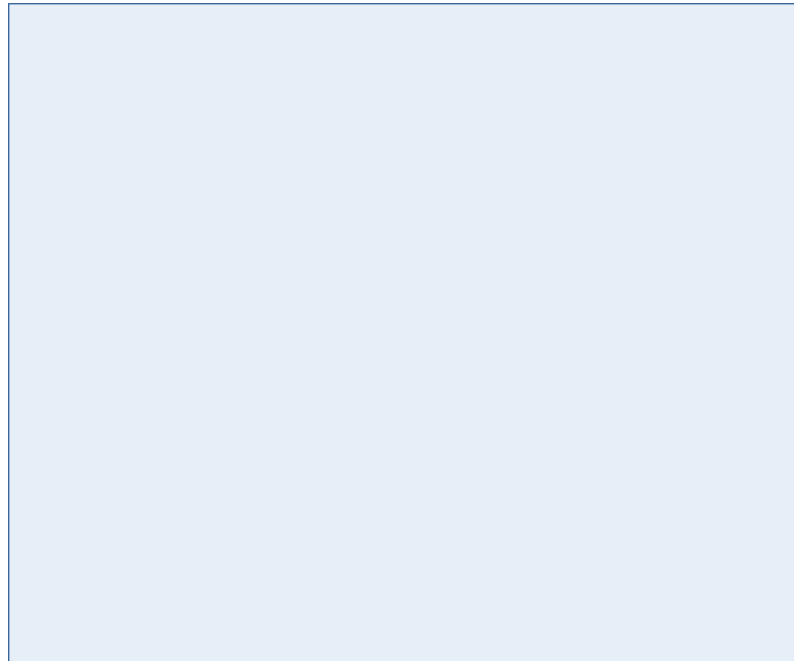
실제로 1층을 디자인대로 제작해보세요. 예상대로 2층의 하중을 버티면서 높이는 많이 높아졌나요? 만약 예상과 다르게 탑이 쓰러졌다면 어떻게 수정해야 할까요? 탑이 쓰러지지 않을 때까지 요소적, 구조적으로 진화시켜보세요. 어떻게 수정했나요?

Problem 3

스파게티 탑 제작

설계하기

이제 우리는 위에서 축적한 경험을 통해 스파게티 탑을 효율적으로 설계할 수 있습니다. 위에서 얻은 지식을 총 동원해 300g을 버티면서도 최대한 높은 스파게티 탑을 설계하고 아래에 설계도를 그려보세요.



이 설계 중 가장 중요한 부분을 하나 선택해 왜 그 부분을 그렇게 설계했어야만 하는지 설명해보세요.

📄 분석하기

위의 설계를 바탕으로 스파게티 탑을 제작해보세요.

원하는 대로 스파게티 탑이 제작되었나요? 제작한 스파게티 탑의 높이와 무게를 적고, 제시한 조건(300g 버티기)을 만족하였는지 적어보세요.

높이	조건 만족 여부

만약 설계의 의도와 다른 결과가 나왔다면 왜 그랬을까요? 스파게티 탑을 다시 설계한다면 어떻게 수정해야 할지 생각해 보세요.

이를 바탕으로 새로운 설계를 제시해보세요.

참고자료

1. 삼각형과 트러스 구조

에펠탑을 잘 관찰하면 트러스 구조로 되어있음을 알 수 있습니다. 트러스 구조는 연속된 삼각형 구조로 이루어진 구조를 말합니다. 왜 에펠탑에는 트러스 구조를 사용했을까요? 일단 삼각형과 사각형 구조를 비교해봅시다.

삼각형, 또는 트러스 구조는 변형에 매우 강합니다. 즉, 외부에서 힘이 가해져도 부러지기 전까지는 그 구조를 유지하게 됩니다. 반면에, 사각형 이상의 구조는 외부에서 힘이 가해지면 부러지기도 전에 변형이 됩니다. 높은 건물을 사각형 구조로 짓는다면 위에서 누르는 힘 때문에 건물이 휘어버리게 되겠지요? 그렇기 때문에 사각형 구조를 사용하고 싶다면 중간에 지지대를 넣어 트러스 구조로 바꾸는 것이 유리합니다.



[그림 10: 트러스 구조로 만든 다리]

2. 굽힘 모멘트

스파게티 탑 쌓기에서 가장 중요하게 고려해야 할 점은 면에 가해지는 굽힘 모멘트(bending moment)입니다. 스파게티 면은 모양과 재질의 특성상, 인장과 수직 압축에는 강하나, 조금만 좌우로 휘어지게 되면 중앙에 강한 굽힘 모멘트가 작용해 바로 부러지게 됩니다. 즉, 스파게티 면으로 하중을 버티려 할 때는 굽힘 모멘트를 최소화하는 것이 가장 중요합니다. 다른 말로 하면, 구조에 변형이 최대한 적어야 합니다.

굽힘 모멘트를 최소화하기 위해서는 다양한 방법이 적용 가능합니다. 가장

참고자료

쉬운 방법은 스파게티 면의 길이를 짧게 만드는 것입니다. 모멘트는 기본적으로 길이에 비례하니, 스파게티 면을 잘라 짧게 사용하면 각 부분에 가해지는 모멘트를 효과적으로 줄일 수 있습니다. (이런 이유로 활동 1에서 스파게티 면을 10cm로 잘라 사용하도록 하였습니다.) 또는, 스파게티 면을 여러 개 겹쳐서 사용하는 것도 방법입니다.

하지만 가장 효과적인 방법은 트러스 구조를 추가하는 것입니다. 전체 구조를 자잘한 트러스 구조로 제작하면 구조에 변형이 적고, 따라서 면의 휘어짐이 적게 됩니다. 이런 경우 효과적으로 스파게티 면으로 하중을 버틸 수 있게 됩니다.

3 추가 고려 사항

스파게티 탑 제작 시에 다음과 같은 항목들을 추가적으로 고려하면 더욱 좋습니다.

- 설계도면상의 길이를 최대한 정확히 지켜야한다. 만약 면의 길이에 오차가 있다면 전체 구조물이 점점 휘어지게 된다.
- 위층이 무거우면 무거울수록 아래층은 그만큼의 하중을 더 버텨야한다. 가능한 위로 갈수록 구조물을 가볍게 설계하는 것이 좋다.
- 트러스 구조나 X자 지지대는 최대한 많이 중간 중간 넣어주는 것이 좋다. 그것이 일반적으로 가장 효과적으로 구조물의 변형을 막을 수 있는 방법이다.

Subject

04

건축물 안전

다양한 건축물 붕괴 사례를 알아보고 재난, 재해에 과학 기술이 얼마나 중요한지 그 필요성을 인식한다.

학습목표

재난 재해에 관한 과학기술 역량 강화의 필요성을 글로 표현할 수 있다.

학습문제 1. 건축물 붕괴의 원인은 무엇일까?

학습문제 2. 과학기술이 재난 및 안전에 기여할 수 있는 방안은 무엇이 있을까?

➔ 들어가기

9·11 사태 이후 예상치 못한 사태가 발생하면서 이에 대한 대비가 절실한 실정입니다. 일반적으로 건축물의 설계 시에는 상식적으로 생각할 수 없는 테러에 의한 비행기 충돌 등의 하중은 고려하지 않는 것이 일반적입니다. 초고층건물의 효시라 할 수 있는 엠파이어스테이트 빌딩에 비행기가 충돌한 적이 있으며, 실제 월드트레이드 센터 설계 시 상업용 비행기의 충돌을 가상하여 설계에 반영하였습니다. 그럼에도 불구하고 몇 십 년이 지난 후 비행기 충돌로 인한 피해 및 충격 및 화재로 인한 손상은 예상을 초월하여, 기존의 대비책을 무색하게 하였습니다. 따라서 현재에는 불가항력에 의한 재앙일지라도 생명을 지키기 위한 노력이 진행 중입니다. 예를 들면, 불연성 소재로 건설되는 피난 층을 설치한다든가 건축 소재로써 더욱 튼튼한 철근콘크리트를 주재료로 사용한다든가 하는 것이 그것입니다.

그렇다면 이런 건축물 사고를 방지하기 위해 우리가 할 수 있는 일은 무엇이 있을까요? 기존의 건축물 사고 사례

들을 조사해보고, 과학 기술이 이런 사고를 막기 위해 어떤 역할을 할 수 있을지 생각해 보세요.



Problem 1

재난 재해에 관한 과학기술 역량 강화의 필요성

건축물 붕괴사고를 비롯한 재난 재해와 과학기술의 연관성을 생각하며 다음 활동을 해봅시다.

조사하기

우리나라에서도 삼풍백화점이 붕괴되는 사고가 있었습니다. 다양한 건축물 붕괴사례와 그 원인을 알아봅시다.

번호	사례	원인
예시	삼풍백화점 붕괴 사망 501명, 실종자 6명, 부상자 937명	부실시공과 설계구조의 변경 등 복합적인 요소에 의해 발생

[illegible]

교사용 지도서

아슬아슬 스파게티 탑 쌓기

- 01. 주제개요
- 02. 학습목표
- 03. 창의적 설계 방안
- 04. STEAM 단계 요소
- 05. 수업지도 방안
- 06. 차시별 계획표
- 07. 평가 계획
- 08. 활동지 작성 예시
- 09. 삽화 출처

아슬아슬 스파게티 탑 쌓기

차시	소주제	주요 내용		관련 교과
1	시대별 고층 건축물	도입	주변의 고층 빌딩	S T E A
		전개	활동 1. 시대별 고층 건축물의 사회문화적 가치에 대해 조사 활동 2. 시대별 고층 건축물의 구조적 특징에 대한 조사	
		정리	고층 건축물의 가치와 구조적 특징 발표	
2	고층 빌딩의 과학	도입	고층 빌딩들의 공통점 관찰	S T E
		전개	활동1. 종이컵 위에 사람이 올라갈 수 있을까? 활동2. 블록 높이 쌓기	
		정리	고층 건축물에 적용할 수 있는 과학적 원리 발표	
3	스파게티 탑 쌓기	도입	스파게티 탑의 설계와 제작	S T E
		전개	활동1. 스파게티 탑 안정에 영향을 주는 요소 알아보기 활동2. 스파게티 면을 이용한 구조물 만들기 활동3. 스파게티 탑 제작	
		정리	스파게티 탑 발표 및 평가	
4	건축물의 안전	도입	건축물의 붕괴 사례	S T E A
		전개	활동1. 재난 재해에 관한 과학기술 역량 강화 필요성	
		정리	발표 및 우수작 선정	

01

주제 개요

하늘에 보다 가까이 닿으려고 하는 인간의 욕망은 예전부터 지속되고 있으며, 이집트의 피라미드에 이어 중세 서양의 고딕성당에 이르기 까지 끊임없는 시도가 이루어졌다. 산업기술의 발전과 더불어 자신들의 기술력과 경쟁력을 과시하기 위한 초고층 건축물이 기술의 발전과 더불어 건축 역사를 이어왔다.

1889년 프랑스 혁명 100주년을 기념해 개최된 파리 만국박람회 때 구스타브 에펠의 설계로 세워진 에펠탑은 건축 당시 우아한 파리의 거리와 어울리지 않는 '철골 덩어리'라며 비난을 받았다. 그러나 완공된 후에는 새로운 예술을 추구하는 사람들에게 많은 지지를 받았고, 오늘날에는 파리의 이미지를 대표하는 랜드마크로 자리 잡았다.

'스파게티 탑 쌓기'라는 주제로 진행되는 본 프로그램은 높고 튼튼한 탑 만들기라는 주제로 시대별 고층 건축물에서부터 고층 건축물에 적용된 과학적 원리를 찾고, 이를 바탕으로 창의적 공학 설계를 이용하여 스파게티 탑 구조물을 만들 수 있게 제작되었다.

본 프로그램에서는 고층 건축물의 구조적 특징을 찾고, 종이컵 위에 올라가기, 블록 높이 쌓기 활동을 통해 고층 건축물에 적용된 기술적인 요소를 탐구한다. 제한된 양의 스파게티 면을 이용해 다양한 구조물을 만들어 보고, 가장 높고 튼튼한 탑을 쌓을 수 있는 방법을 찾아내 스파게티 탑을 직접 설계하고 제작하며 창의적 공학 설계의 과정을 경험하게 된다. 더 나아가 건축물 붕괴 사례를 통해 건축물의 안전에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 가진다.

02

학습 목표

내용 목표

- 1) 다양한 고층 건축물의 구조적 특징을 알아보며 고층 건축물 설계에 중요한 기술적 요소들을 찾을 수 있다.
- 2) 고층 빌딩 설계에 관련된 과학적 원리를 이해할 수 있다.
- 3) 창의적 공학적 설계 과정을 경험하며 높고 튼튼한 스파게티 탑을 만들 수 있다.

과정 목표

- 1) 역사 속 고층 건축물을 찾아보고, 사회문화적 가치와 구조적 특징에 대해 알 수 있다.
- 2) 다양한 활동을 통해 고층 건축물의 과학적 원리 이해하고, 이를 바탕으로 고층 건축물을 설계하는 과정을 체험할 수 있다.
- 3) 높고 튼튼한 스파게티 탑을 만들기 위해 다양한 구조물을 만드는 과정에서 공학적 설계 방법을 익힐 수 있다.
- 4) 높고 튼튼한 스파게티 탑 만들기 활동과정 속에서 과학적 의사소통 능력을 기를 수 있다.

03

창의적 설계 방안

설계 요소

- ⑤ 고층 건축물에 적용된 과학적 원리 이해하기
- ⑦ 고층 건축물의 기술적 요소 찾기
- ⑧ 창의적인 스파게티 구조물 설계하기
- ⑨ 스파게티 탑 디자인하기

과학기술의 역량강화의 필요성에 대해 글쓰기

설계 방안

- 1) 각 시대를 대표하는 고층 건축물들의 사회문화적 가치와 구조적 특징을 탐구한다.
- 2) 제시된 문제 상황에 대한 창의적 공학 설계 과정을 경험한다.
- 3) 경험한 창의적 공학 설계를 바탕으로 구체적인 문제 상황을 해결한다.
- 4) 건축물 붕괴의 사례를 조사하고 과학기술이 안전에 기여할 수 있는 방안에 대해 글을 써본다.

04

STEAM 단계 요소

상황 제시

- 1) 고층 건축물이 가진 구조적 특징은 무엇일까?
- 2) 고층 건축물에 적용된 과학적 원리는 무엇일까?

창의적 설계

- 1) 높고 튼튼한 스파게티 탑을 만들려면 어떻게 설계해야 할까?
- 2) 주어진 재료를 이용하여 높고 튼튼한 스파게티 탑을 만들어보자.

감성적 체험

- 1) 탐구를 통해 과학적 원리 이해하기
- 2) 과학적 의사소통 능력 향상시키기
- 3) 창의적 형태의 스파게티 탑 설계, 제작하기
- 4) 과학기술이 재난 및 안전에 기여할 수 있는 방안에 대해 글로 표현하기

05

수업지도 방안

‘스파게티 탑 쌓기’는 오늘날 고층 건축물이 가지는 사회문화적 가치에 대해 생각해보고, 다양한 활동을 통해 고층 건축물에 적용된 과학적 원리를 이해하며, 이를 스파게티 탑 쌓기에 적용해 가장 높고 튼튼한 구조물을 만드는 프로그램이다. 이 프로그램은 학생들이 스파게티 면을 이용해 높고 튼튼한 구조물을 만드는 과정 속에서 창의적 공학 설계를 바탕으로 요소들의 조합을 통해 문제 상황을 해결해 나가는 과정을 경험하는데 중점을 두어 제작하였다.

1차시는 고대에서부터 오늘날까지의 시대를 대표하는 고층 건축물들의 사회문화적 가치와 구조적 특징을 자유롭게 찾도록 하였다. 고층 건축물이 가진 구조적인 특징을 찾아보는 과정을 통해 추후 설계 과정에서 고려해야 할 사항을 미리 생각해 볼 수 있도록 하였다.

2차시는 ‘어떻게 하면 종이컵이 사람의 무게를 버틸 수 있을까?’, ‘어떻게 하면 주어진 블록을 최대한 높이 쌓을 수 있을까?’라는 문제 상황을 제시하여 창의적 공학 설계의 과정을 학생 스스로 경험할 수 있게 하였다. 문제 해결을 위해 다양한 요소를 통제할 필요가 있지만 이 차시에서는 한 가지 요소로 제한을 두어 문제를 해결하는 경험을 하도록 것이 주목적이다.

3차시는 2차시에서 경험한 창의적 공학 설계를 바탕으로 ‘300g의 추를 버틸 수 있는 가장 높은 구조물 제작’이라는 구체적인 문제 상황을 제시하여 학생들이 다양한 요소를 직접 찾고 적절히 조합해 문제 상황을 해결하도록 하였다. 이 차시에서는 문제 상황을 해결하기 위해 스파게티 탑의 재료적 요소(예: 구조물 다리의 두께)와 스파게티 탑의 구조적 요소(예: 트러스 구조)를 발전시키는 과정을 경험하게 하여 진화된 요소의 적절한 조합으로 문제 상황을 해결하는 것이 주목적이다.

4차시는 건축물 붕괴의 다양한 사례를 조사해보고 과학기술이 안전에 기여할 수 있는 방안에 대해 글을 써보도록 하였다.

06

차시별 계획표

Subject 01

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	SA 고층 건축물 방문경험 발표 Co 주변의 고층 빌딩을 보거나 방문했었던 경험들에 대해 이야기해본다.		
전개 (60분)	STE A 고층 건축물 알아보기 Co 활동 1. 다양한 고층 건축물의 사회문화적 가치 알아보기 . 시대별 고층 건축물의 예시를 보고, 고층 건축물이 가진 사회문화적 가치에 대해 알아본다. tip → 현대 고층 건축물이 가진 다양한 장점을 제시하여 고층 건축물이라는 주제의 중요성을 느낄 수 있도록 돕는다. Co 활동 2. 다양한 고층 건축물의 구조적 특징 알아보기 . 시대별 고층 건축물의 예를 직접 찾아보고, 고층 건축물이 가진 구조적 특징에 대해 알아본다. tip → 에펠탑을 예시로 들어 구조적 특징을 구체적으로 알아볼 수 있도록 도우며, 스파게티 탑 만들기에 적용할 특징을 찾게 한다.	모듬별 발표할 수 있도록 유도	동영상, 사진자료
정리 (10분)	고층 건축물의 사회문화적 가치와 구조적 특징 발표		

S : Science 과학, **T** : Technology 기술, **E** : Engineering 공학, **A** : Art 예술, **M** : Math 수학

Co : Context 상황 제시,

CD : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

ET : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

Subject 02

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	ST 고층 빌딩들의 공통점 관찰 Co 건축물을 안전하게 높이 올리기 위한 고층 빌딩의 구조적 특징을 찾아본다.		시대별 고층 건축물 사진
전개 (60분)	STE 높고 튼튼한 구조물 만들기 CD 활동 1. 종이컵 위에 사람이 올라설 수 있을까? . 종이컵의 개수, 위치를 바꾸어 가며 종이컵이 찌그러지지 않게 사람이 올라 설 수 있는 방법을 찾는다. tip 구조물의 안정과 관련이 있는 다양한 요소 중 구조적 요소 한 가지(종이컵의 개수)에 대해 탐구해 보며 공학적 설계의 과정을 간단히 경험하게 한다. Co 활동 2. 블록 높이 쌓기 . 제한된 개수의 젠가 블록을 이용해 가장 높이 쌓을 수 있는 방법을 찾는다. tip 구조물의 안정과 관련이 있는 다양한 요소 중 재료적 요소 한 가지(블록 모양)에 대해 탐구해 보며 공학적 설계의 과정을 간단히 경험하게 한다.	활동에 필요한 준비물 제공	
정리 (10분)	CD 고층 건축물에 적용할 수 있는 과학적 원리를 발표해 보자.		

Subject 03

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	STA 다양한 스파게티 탑 제시 CD 사진으로 제시된 스파게티 탑을 보며 디자인을 고려해 높고 튼튼한 구조물을 만들기 위한 설계의 방향을 설정한다.		다양한 스파게티 탑 사진
전개 (90분)	STE A 스파게티 탑 설계하고 제작하기 CD 활동 1. 스파게티 탑 안정에 영향을 주는 요소 알아보기 . 스파게티 면과 글루건을 이용하여 높고 튼튼한 구조물을 만들 수 있는 다양한 요소를 생각해 보	스�파게티 탑 만들기 준비물 제공 충분한 재료	

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
	<p>도록 한다.</p> <p>. 각 요소별로 구조물에 미치는 영향을 탐구를 통해 알아보도록 한다.</p> <p> tip > 다양한 요소를 찾을 수 있도록 최대한 많은 시간을 부여한다.</p> <p> tip > 각 요소가 구조물에 미치는 영향은 간단한 실험을 설계해 알아내도록 하며, 필요하다면 요소들이 진화할 수 있도록 돕는다.</p> <p>CD 활동 2. 스파게티 면을 이용한 구조물 만들기</p> <p>. 활동 1에서 얻은 결과를 바탕으로 요소를 적절히 조합해 문제 상황을 해결할 수 있는 구조물을 필요로 만든다.</p> <p> tip > 스파게티 탑 제작의 중간단계로 문제 상황을 해결할 수 있는지 평가하고, 문제 상황을 해결 하지 못할 경우 다시 요소를 적절히 조합할 수 있는 충분한 시간을 부여한다.</p> <p>CD 활동 3. 스파게티 탑 제작</p> <p>. 활동 2에서 얻은 경험을 바탕으로 높고 튼튼한 스파게티 탑을 제작한다.</p> <p>. 구조물이 완성되면 주어진 문제 상황을 해결할 수 있는지 평가한다.</p> <p> tip > 제한된 재료 이용하도록 하며, 문제 상황을 해결하였더라도 더 발전적인 방향의 아이디어를 제시하게 한다.</p> <p> tip > 탑의 맨 위층부터 한 층씩 쌓도록 지도하며, 한 층을 쌓을 때마다 문제 상황을 해결할 수 있는지 평가한다.</p>	<p>다양한 요소 를 찾을 수 있는 충분한 시간을 부여 할 필요가 있음</p>	
정리 (20분)	<p>STEAM 조별로 완성된 스파게티 탑 발표</p> <p>CD 조별로 제작한 구조물을 설명하고 가장 우수한 작품을 선정한다.</p> <p> tip > 충분한 과학적 근거를 이용해 구조물을 제작한 경우 높은 점수를 부여한다.</p>		

Subject 04

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (15분)	STE 건축물의 붕괴 Co 911테러 동영상 제시한 후 건축물의 붕괴에 대한 다양한 사례 조사 . 건축물 붕괴의 사례를 찾고 원인에 대해서도 조사해 본다.		동영상
전개 (60분)	STE 과학기술의 필요성 ET 과학기술 역량 강화의 필요성에 대해 글쓰기 . 과학기술이 국가 재난 및 안전에 기여할 수 있는 방안에 대해 생각해보고, 재난 재해에 관한 과학기술 역량 강화의 필요성에 대해 자신의 생각을 글로 표현해본다.		
정리 (5분)	CD 과학 글쓰기 발표 및 우수작 선정 . 과학기술 역량 강화의 필요성에 대해 가장 타당하게 작성한 글을 선정한다.		

07

평가 계획

평가 영역	평가 내용	평가방법
지식과 내용	고층 건축물의 구조적 특징에 대해 잘 이해했는가?	관찰 평가
기능 및 기술	스파게티 탑을 가장 높게, 튼튼하게 제작했는가?	산출물 평가
정의적 측면	탐구 과정에 흥미를 가지고 참여하였는가?	관찰 평가
의사소통	관찰 및 탐구활동 시 생각과 의견을 주고받으며 활동에 참여하는가?	관찰 평가 / 동료 평가

08

활동지 작성 예시

Subject 01

시대별 고층 건축물

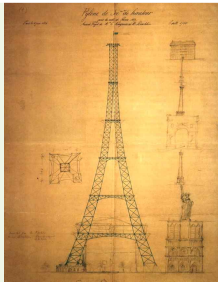
Problem 1

각 조별로 고층 건축물을 하나씩 선택하고, 선택한 건축물의 사회문화적 가치를 간단히 정리해봅시다.

번호	건축물	사회문화적 가치
예시	에펠탑	<ul style="list-style-type: none"> - 프랑스 혁명 100주년 기념 건물 - 당시 세계에서 가장 높은 건축물 - 획기적인 전체 철골 구조 디자인 - 흉물스럽다는 이유로 시민들이 격렬히 설치 반대 - 현재는 프랑스 파리의 상징으로 자리 잡음
1	피라미드	<ul style="list-style-type: none"> - 인류 4대 문명 중 하나에 해당하는 이집트에서 제작 - 당시의 기술력이라고 믿을 수 없을 수준의 정교한 구조 - 당시 파라오(왕)의 무덤 - 다양한 유물이 발견되기도 함 - 현대까지도 남아있는 가장 오래된 건축물 중 하나

Problem 2

각 조별로 고른 건축물의 구조적인 특징을 글과 그림으로 표현해 봅시다.

번호	건축물	구조적 특징
예시	에펠탑	 <ul style="list-style-type: none"> - 획기적인 전체 철골 구조 디자인 - 전체가 트러스 구조로 구성되어 있음 - 네 다리로 지지되어있고, 각각의 다리는 아치형으로 연결되어 하중을 버티게 설계 됨 - 위로 갈수록 좁아지는 안정적인 구조 <p>[그림 1 : 에펠탑의 설계도]</p>
1	피라미드	<ul style="list-style-type: none"> - 위로 갈수록 삼각형으로 좁아지는 안정적인 구조 - 균일한 크기의 직육면체 석조 블록을 차곡차곡 쌓아올림 - 단면이 사각형 형태로 되어 있어 직육면체 블록으로 오차 없이 쌓을 수 있음 - 블록과 블록을 접착하지 않고서도 무너지지 않는 안정적인 구조

Subject 02

고층 빌딩의 과학

Problem 1

우리의 구조물이 버틸 수 있는 무게는 종이컵을 어떻게 놓느냐에 따라 달라집니다. 어떤 종이컵을 몇 개를 어떻게 배치할 수 있을까요? 구조물에 어떤 변화를 주면 견딜 수 있는 무게가 어떻게 변하는지 생각해서 적어보세요.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	종이컵을 겹친 개수	종이컵을 여러 개 겹칠수록 견딜 수 있는 무게가 증가한다.
예시	종이컵 지지대의 개수	종이컵 지지대를 여러 개 놓으면 놓을수록 견딜 수 있는 무게가 증가한다.
	종이컵 지지대의 대칭 구조	지지대를 대칭적으로 배치해야만 하중이 균일하게 분산되어 한 곳이 먼저 무너지는 일이 없다.
	지지대의 원형 또는 정다각형 배치	지지대가 원점으로부터 최대한 균일하게 배치되어 하중이 균일하게 분산된다.
	더 크고 두꺼운 종이컵	종이컵 하나가 버틸 수 있는 하중이 증가해 전체 허용 하중이 증가한다.
	종이컵 접착선의 배치	종이컵에서 가장 구조적으로 약한 곳은 옆면의 접착부이다. 접착부를 한 쪽으로 몰아 배치하면 그 쪽이 하중에 취약해진다.

종이컵 하나를 가져다 놓고 위에 무게 추를 계속 올려봅시다. 종이컵이 어느 무게까지 버틸 수 있나요?

(실험 필요)

종이컵 여러 개를 쌓으면 더 많은 무게를 버틸 수 있을까요? 실험을 통해 알아봅시다.

종이컵 개수	최대 무게
2	(실험 필요)
3	
4	
5	

판자 밑에 종이컵을 사각형으로 배치하려고 합니다. 사람 한 명(대략 70kg)을 버티려면 종이컵을 최소 몇 개씩 쌓아서 네 귀퉁이에 배치해야할까요? 계산해서 추정해보세요. (단, 하중이 네 귀퉁이에 균일하게 1/4씩 분배된다고 가정하세요.)

(실험 필요)

이제 계산한 대로 실제로 종이컵을 배치해봅시다. 실제로 사람 한 명을 버틸 수 있었나요? 만약 계산과 다르게 무너졌다면 왜 그랬을까요? 이 문제를 어떻게 수정할 수 있을까요? (힌트: 위에서 하중이 균일하게 분배된다는 가정은 과연 항상 옳을까요?)

(실험 필요)

실험의 결과들을 스파게티 탑 쌓기에 어떻게 적용할 수 있을까요? 위에서 예상한 변화 방법을 응용해 최대한 튼튼한 스파게티 탑을 쌓기 위한 여러 가지 방법을 추측해봅시다.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	스파게티 면을 묶는다.	스파게티 면을 여러 개 묶을수록 튼튼한 지지대가 된다.
예시	스파게티 면 지지대의 갯수	스파게티 면 지지대를 여러개 놓으면 놓을수록 견딜 수 있는 무게가 증가한다.
	스파게티 면의 대칭 구조	스파게티 면을 최대한 대칭적으로 배치해 하중을 균일하게 분산해야만 최대 허용 하중이 증가한다.
	정다각형 또는 원형 지지대 배치	원형으로 지지대를 배치해야만 하중이 균일하게 분산된다.
	더 두꺼운 스파게티 면	링귀니 면 같은 더 두꺼운 면을 사용하면 버틸 수 있는 하중이 증가한다.

Problem 2

젠가 블록을 최대한 높이 쌓으려면 어떻게 해야 할까요? 구조물에 어떤 변화를 주면 전체 젠가 블록 구조물의 높이를 조정할 수 있을지 생각해서 적어보세요.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	수직으로 젠가 블록을 쌓는다.	적은 블록을 사용해서 높이를 최대한 많이 늘릴 수 있다.
	수평으로 젠가 블록을 쌓는다.	높이를 안정적으로 늘릴 수 있다. 재료가 많이 필요하다.
	피라미드 형태로 젠가 블록을 쌓는다.	높이를 안정적으로 빠르게 늘릴 수 있다. 재료가 더 많이 필요하지만 높이가 일정 수준 이상이 되면 이 방법이 더 유리하다.
	최대한 직육면체 모양으로 잘 깎인 블록	블록 가공에 오차가 있는 경우 블록이 의도치 않게 한 쪽으로 쓰러질 수 있다. 가공이 잘 된 블록들을 골라 쌓는 것이 높이 쌓는데 유리하다.
	수직 블록 좌우에 지지 블록 삽입	수직으로 세워진 블록 양 옆에 버팀목이 될 수 있는 블록을 넣어주면 수직으로 빠르게 높이를 늘리면서도 안정적인 구조를 유지할 수 있다.

젠가 블록을 높이 쌓는 가장 쉬운 방법은 젠가 블록을 수직으로 계속 세워 나가는 것입니다. 이 방법으로는 얼마나 높게 쌓을 수 있나요? 한 번 실험해봅시다. 달성한 최대 높이는 얼마인가요?

(실험 필요)

수직으로 쌓는 방법의 단점은 젠가 블록이 무너지기 쉽다는 것입니다. 그렇다면 수평으로 젠가 블록을 쌓아보면 어떨까요? 달성한 최대 높이는 얼마인가요?

(실험 필요)

위에서 사용한 두 방법의 장단점은 명확합니다. 젠가 블록을 수직으로만 쌓으면 최소한의 블록을 사용해 금방 탑을 높게 쌓을 수 있지만, 대신 탑이 쉽게 무너지기 때문에 높이 쌓기 어렵습니다. 하지만 그렇다고 안정적으로 수평으로만 쌓으면 재료는 많이 들어가는데 높이는 별로 높아지지 않습니다. 그렇다면 이제 조별

로 주어진 젠가 블록 20개를 가지고 최대한 높이 쌓아보세요. 가장 좋은 구조는 어떤 것이었나요?

(실험 필요)

왜 그 구조가 가장 유리했을까요? 그 이유를 생각해 기록해봅시다.

(실험 필요)

이 방법을 높은 스파게티 탑 쌓기에는 어떻게 적용할 수 있을까요? 적용 방안을 생각해서 기록해봅시다.

번호	재료 / 구조	예상되는 결과
예시	수직으로 길게 스파게티 면을 세운다.	높이를 쉽게 높일 수 있으나 넘어지거나 부러지기 쉽다.
	수평으로 스파게티 면을 세운다.	스�파게티 면은 수평으로 너무 얇기 때문에 이 방법은 좋지 않다.
	가공이 잘 된 스파게티 면을 사용한다.	스�파게티 면은 면 별로 길이 편차가 크다. 이 중 길이가 동일하게 잘 잘린 면을 골라 사용하는 것이 안정적으로 높은 구조물 쌓기에 유리하다.
	스�파게티 면을 묶어 강화해 수직으로 세운다.	수직으로 빠르게 높이를 늘리면서 구조물의 튼튼함도 유지할 수 있다.

Subject 03

스파게티 탑 쌓기

Problem 1

튼튼하면서도 높은 스파게티 탑을 만들려면 어떻게 해야 할까요? 앞의 활동에서 추측한 점들을 바탕으로 아래의 표를 채워봅시다.

번호	요소 및 구조	예상되는 결과
예시	수직으로 길게 스파게티 면을 세운다.	높이를 쉽게 높일 수 있으나 넘어지거나 부러지기 쉽다.
	스파게티 면을 묶어 두껍게 만든다.	스파게티 면이 하중에 더 강해진다.
	스파게티 면 사이를 글루건으로 메꾼다.	스파게티 면이 하중에 훨씬 더 강해진다.
	짧은 길이의 면을 사용한다.	스파게티 면이 굽힘에 훨씬 강해진다.
	트러스 구조를 추가한다.	전체 구조물이 변형에 강해진다.
	하중을 지지하는 곳은 대칭적으로 배치한다.	하중이 대칭적으로 분산되어 한 쪽이 먼저 무너지는 일이 생기지 않는다.
	스파게티 면을 정확하게 절단해 사용한다.	가공 오차에서 생기는 휘어짐이나 불균형이 생기지 않는다.

앞에서 실험한 방식을 응용해 각각의 요소들이 실제로 효과가 있는지 실험해보세요. 실제로 예상과 동일한 효과가 있나요? 효과가 있다면 어느 정도 효과가 있나요?

번호	요소 및 구조	실제 효과
예시	스파게티 면을 여러 개 묶는다.	스파게티 면의 강도가 면을 겹치는 개수에 비례해 증가한다.
예시	스파게티 면을 짧게 자른다.	스파게티 면이 쉽게 휘어져 부러지지 않는다. 길이가 짧으면 짧을수록 그에 비례해 스파게티 면을 부러트리는데 더 큰 힘이 필요하다.
	(실험 필요)	

Problem 2

위의 결과를 바탕으로 300g의 무게를 버틸 수 있는 높이 10cm 구조물을 설계해보세요. 전체 구조는 어때야 하나요? 다리는 얼마나 두껍게 해야 할까요? 위에 판과 무게 추를 안정적으로 올려두려면 어떻게 해야 할까요?

(실험 필요)

그 구조물을 실제로 제작해서 실험해보세요. 300g의 하중을 실제로 버틸 수 있나요?

(실험 필요)

만약 구조물이 부러지지 않는데 좌우로 무너진다면 어떻게 이 구조물을 강화할 수 있을까요? (힌트 : 트러스 구조를 응용해보세요. 다리 중간에 x자 구조를 넣어 구조를 강화해보세요) (구조적 진화) 사용한 진화 방법은 무엇이고 그 결과는 어떤가요?

(실험 필요)

위의 구조물을 2층이라고 생각하고, 그 구조물을 올려놓고 버틸 수 있는 1층을 설계해보세요. 어떻게 하면 최대한 높게 1층을 만들 수 있을까요? 젠가 블록 쌓기에서 느낀 점을 응용해 최대한 높게 1층을 디자인해보세요.

(실험 필요)

실제로 1층을 디자인대로 제작해보세요. 예상대로 2층의 하중을 버티면서 높이는 많이 높아졌나요? 만약 예상과 다르게 탑이 쓰러졌다면 어떻게 수정해야 할까요? 탑이 쓰러지지 않을 때까지 요소적, 구조적으로 진화시켜보세요. 어떻게 수정했나요?

(실험 필요)

위의 실험들을 종합해 어떤 요소나 구조를 추가하면 구조물의 성능에 어떤 변화가 오는지 정리해봅시다.

번호	방법	효과
예시	스파게티를 겹쳐 두껍게 만든다.	버틸 수 있는 하중이 늘어난다.
예시	트러스 구조로 만든다.	구조물의 변형이 줄어든다.
	(실험 필요)	

Problem 3

이제 우리는 위에서 축적한 경험을 통해 스파게티 탑을 효율적으로 설계할 수 있습니다. 위에서 얻은 지식을 총동원해 300g을 버티면서도 최대한 높은 스파게티 탑을 설계하고 아래에 설계도를 그려보세요.

(실험 필요)

이 설계 중 가장 중요한 부분을 하나 선택해 왜 그 부분을 그렇게 설계했어야만 하는지 설명해보세요.

탑의 맨 밑 다리 부분은 가장 큰 하중을 버텨야 하므로 스파게티 면 10개를 묶어서 설계하였다. 또한, 가장 하중을 많이 받는 부분이기 때문에 면을 짧게 10cm 정도로 잘라 제작하였다.

위의 설계를 바탕으로 스파게티 탑을 제작해보세요.

원하는 대로 스파게티 탑이 제작되었나요? 제작한 스파게티 탑의 높이와 무게를 적고, 제시한 조건(300g 버티기)을 만족하였는지 적어보세요.

높이	조건 만족 여부

만약 설계의 의도와 다른 결과가 나왔다면 왜 그랬을까요? 스파게티 탑을 다시 설계한다면 어떻게 수정해야 할지 생각해 보세요.

(실험 필요)

이를 바탕으로 새로운 설계를 제시해보세요.

(실험 필요)

Subject 04

건축물의 안전

Problem 1

우리나라에서도 삼풍백화점이 붕괴되는 사고가 있었습니다. 다양한 건축물 붕괴 사례와 그 원인을 알아보시다.

번호	사례	원인
예시	삼풍백화점 붕괴 사망 501명, 실종자 6명, 부상자 937명	부실시공과 설계구조의 변경 등 복합적인 요소에 의해 발생
	상도동 여관 건물 붕괴 사고	여관 건물의 왼쪽 부분이 노후 되었으나 부실한 안전 점검 절차로 인해 수리되지 않음. 왼쪽이 노후화를 버티지 못하고 붕괴.

사회 속에서 과학 기술의 역할은 무엇일까요? 과학 기술이 건축물 뿐 아니라 다양한 국가 재난 상황이나 안전 문제에 기여할 수 있는 방법을 생각해보고, 재난 재해에 과학 기술이 얼마나 중요한지 그 필요성에 대해 글을 써봅시다.

다음과 같은 내용이 포함되었으면 합니다.

- 건축물을 포함해 주변의 모든 것들을 설계할 때 과학 기술은 필수불가결
- 그렇기 때문에 재난이나 안전 문제는 과학 기술을 잘 적용하면 예방 가능
- 단, 재난 및 사고 예방을 위해서는 충분한 기술적 점검과 보수가 필요함
- 재난이 일어난 경우에도 이를 해결하기 위해서는 과학 기술이 필수
- 그러므로 과학 기술의 사회적 역할은 매우 중요하며, 과학자/기술자들이 양심적으로 재난 및 사고 문제에 관심을 기울여야만 안전한 사회에 기여할 수 있음

09

삽화 출처

[그림 1: 에펠탑의 설계도]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maurice_koechlin_pylone.jpg

[그림2:고대 이집트의 피라미드]

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giza-pyramids.JPG>

[그림 3: 고대 메소포타미아의 지구라트]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ziggurat_of_ur.jpg

[그림 4: 알렉산드리아의 등대]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lighthouse_-_Thiersch.png

[그림 5: 로마의 판테온]

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pantheon-panini.jpg>

[그림 6: 에펠탑]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eiffel_Tower_01.jpg

[그림 7: 오리엘 챔버스]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oriel_Chambers,_Liverpool.jpg

[그림 8: 부르즈 칼리파]

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Burj_Khalifa.jpg

[그림 9: 타이페이 101 상단의 진동 감쇠기]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Taipei_101_Tuned_Mass_Damper.png

[그림 10: 트러스 구조로 만든 다리]

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RRTrussBridgeSideView.jpg>