

해저드리터러시 융합교육연구소

해저드리터러시 교육 프로그램

해저드 리터러시
융합 교육 연구소

건물은 어떻게 버티는가? 지진에 강한 탑 만들기



1. 수업 프로그램 설명

본 프로그램은 '건물은 어떻게 지진을 견디는가?'라는 질문을 중심으로, 지진 발생 시 구조물이 받는 힘과 이를 견디는 원리를 탐구하는 체험형 과학 프로그램이다. 학습자는 스파게티면과 마시멜로를 활용해 탑 구조물을 설계·제작하고, 하중과 진동 실험을 통해 구조물의 안정성과 붕괴 양상을 관찰한다. 구조의 형태, 연결 방식, 하중 분산, 무게 중심 등을 변화시키며 어떤 구조가 더 안정적인지 과학적으로 분석하도록 구성하였다. 활동은 지진 사례 이해, 탑 제작, 하중 및 진동 실험, 붕괴 원인 분석, 재설계 및 보강 탐색의 단계로 진행된다. 이를 통해 학생들은 힘의 전달, 평형, 진동, 구조 안정성 등의 개념을 이해하고, 내진 설계의 중요성을 실제 사회 문제와 연결해 사고할 수 있다. 또한 설계-실험-개선의 반복 과정 속에서 과학적 탐구 역량, 공학적 설계 능력, 문제 해결력과 협력적 사고를 기를 수 있도록 구성하였다.

수업 대상	초등학교 4~6학년	교육 방법	강의, 토론, 실험
운영 장소	실내교실 또는 실험활동이 가능한 교육실	수업 시간	총 110분 (55분 × 2차시)
준비물	스파게티 면, 마시멜로		

2. 교육 프로그램 목표(해저드리터러시 연계)

① 지진이 자주 발생하는 지역의 분포를 학습하고, 일본에서 지진이 자주 일어나는 이유를 이해한다.

② 사각형 구조와 트러스 구조를 만들어 보며 어떤 구조가 더 튼튼한지 비교하고 그 이유를 알아본다.

③ 지진을 견디는 튼튼한 탑을 만들어 보며 지진 피해를 줄이는 방법을 학습한다.

목표	지식·이해		사고·기능					가치·태도			심리·정서			행동·실천		
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
목표①	O		O	O												
목표②			O	O					O							
목표③	O													O		

3. 핵심 개념

· 지진

· 판의 경계

· 내진 설계

· 트러스구조

4. 프로그램 전개

활동의 전개	
도입	·지진 발생 원리를 간단히 설명하고, 일본과 한국의 지진 사례를 비교하며 문제 상황 인식 ·'건물은 어떻게 지진을 견딜 수 있을까?'에 대한 개인 생각 공유 ·사각형 구조에 힘을 가했을 때 평행사변형으로 변형되는 모습을 시연하여 구조의 취약성 인식 ·내진 설계의 필요성에 대해 간단히 안내
탐구1	·스파게티면과 마시멜로를 활용하여 자유롭게 탑 구조물 제작 ·사각형 구조를 중심으로 쌓아보며 구조의 특징 경험 ·진동판을 이용해 구조물을 흔들어보고 붕괴 양상 관찰 및 기록
탐구2	·삼각형 구조에 힘을 가했을 때 변형이 적음을 시연하여 구조적 안정성 비교 ·트러스 구조(삼각형 보강 구조)의 개념 이해 ·기존 구조물에 대각선(스파게티면)을 추가하여 트러스 구조로 보강 ·구조물 내부 또는 외부에 추를 걸어 하중 증가 상황 설정 ·진동판을 이용해 다시 실험하고, 구조 보강 전후 결과 비교, 모둠별 결과 발표
정리	·트러스 구조와 면진 구조가 지진 피해를 줄이는 원리 정리 ·"지진을 막을 수는 없지만, 피해를 줄일 수 있다"는 관점에서 내진 설계의 의미 이해 ·실제 건축물에 적용된 내진 설계 사례 간단히 소개 ·학생들이 생각하는 '더 안전한 건물 설계 아이디어' 공유 및 정리

5. 재해·재난 이해를 위한 이론적 배경과 활동 사례

지진은 지각을 이루는 판의 이동과 상호작용에 의해 발생하는 대표적인 자연재해로, 특히 판의 경계 지역에서 빈번하게 나타난다. 우리나라는 비교적 지진 발생 빈도가 낮은 지역으로 인식되어 왔으나, 최근 경주(2016)와 포항(2017) 지진을 계기로 더 이상 지진 안전지대가 아니라는 인식이 확산되고 있다. 지진으로 인한 피해는 단순히 지진의 규모에 의해서만 결정되는 것이 아니라, 건물의 구조적 특성, 지반 조건, 도시의 밀집도 등 다양한 요인에 의해 크게 달라진다. 특히 동일한 규모의 지진에서도 건물의 설계 방식에 따라 피해 정도가 크게 차이가 난다는 점에서, 지진은 자연현상과 인간의 구조적 대응이 결합된 재난으로 이해할 필요가 있다. 건물 붕괴는 지진으로 인해 발생하는 지반의 진동이 구조물에 전달되면서 일어난다. 이때 구조물은 반복적인 흔들림을 받게 되며, 구조의 형태와 재료, 하중 분산 방식에 따라 진동이 증폭되거나 완화된다. 예를 들어 사각형 구조는 외력이 가해질 경우 쉽게 변형되며 안정성을 유지하기 어려운 반면, 삼각형 구조는 형태 자체가 변형에 강해 힘을 효과적으로 분산시킬 수 있다. 또한 구조물의 높이가 높아질수록 상부의 흔들림이 커지고, 이는 붕괴 위험을 증가시키는 요인으로 작용한다. 이러한 특성 때문에 현대 건축에서는 트러스 구조와 같은 보강 구조를 활용하거나, 지반의 진동을 줄이는 면진 설계 기술을 적용하여 지진 피해를 최소화하고자 한다.

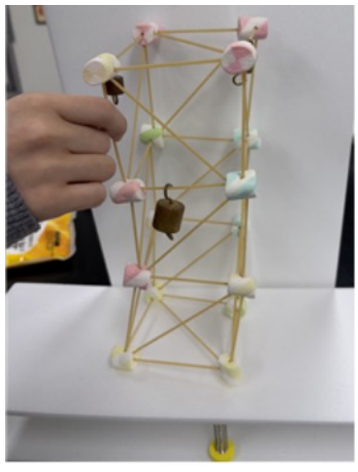


그림 1. 트러스 구조를 적용한 스파게티 탑의 진동 실험 모습

본 프로그램의 모형 실험(그림 1)은 이러한 과정을 단순화하여 재현한 것이다. 스파게티면과 마시멜로를 활용한 구조물은 실제 건물의 골조 구조를, 추는 건물에 작용하는 하중을 상징한다. 진동판을 이용해 구조물에 반복적인 흔들림을 가하면 지진 상황이 모형화되며, 구조물의 형태에 따라 흔들림의 크기와 붕괴 양상이 어떻게 달라지는지를 관찰할 수 있다. 특히 사각형 구조로 제작된 초기 구조물은 비교적 쉽게 변형되고 붕괴되는 반면, 대각선 보강을 통해 삼각형 요소를 포함한 트러스 구조로 개선할 경우 구조의 안정성이 향상되는 모습을 확인할 수 있다. 이 활동을 통해 학생들은 지진 피해가 단순히 자연현상에 의해 결정되는 것이 아니라, 구조 설계와 같은 인간의 대응 방식에 따라 달라질 수 있음을 이해하게 된다. 또한 구조물의 붕괴 과정을 직접 관찰하고 비교하는 경험을 통해, 지진을 '갑작스럽고 예측 불가능한 사건'이 아니라 힘의 전달, 구조적 안정성, 설계 방식이 상호작용하는 과정적 현상으로 해석하게 된다.

6. 지도상 유의점

지도 시에는 건물의 붕괴 원인을 단순히 "흔들려서 무너진다"와 같은 단편적인 설명으로 이해하지 않도록 하여, 구조의 형태, 하중 분산, 재료의 특성, 진동의 영향 등 다양한 요인이 상호작용한 결과로 구조물의 안정성이 결정된다는 점을 강조하여야 한다. 학생들이 "높으면 무너진다", "약해서 부러진다"와 같은 직관적 수준의 이해에 머물지 않도록 주의하며, 구조적 이유를 설명할 수 있도록 안내한다. 또한 본 활동은 스파게티면과 마시멜로를 활용하는 실험 특성상 구조물이 쉽게 붕괴될 수 있으므로, 날카로운 파편에 의한 안전사고가 발생하지 않도록 사전에 안전 지도를 실시하고, 활동 중 교사가 순회하며 제작 및 실험 과정을 관리할 필요가 있다. 진동판을 활용할 경우 손 끼임이나 과도한 흔들림으로 인한 사고를 예방하기 위해 사용 방법을 명확히 안내한다. 탐구 과정에서는 결과 비교에 그치지 않고, "왜 사각형 구조는 쉽게 찌그러질까?", "대각선 보강을 하면 왜 더 안정해질까?", "구조물이 흔들릴 때 위쪽과 아래쪽의 움직임은 어떻게 다른가?"와 같은 개방형 질문을 활용하여 학생들이 관찰 결과를 바탕으로 원인을 설명하도록 유도한다. 특히 실패한 구조물에 대해서도 원인을 분석하고 개선 방안을 도출하도록 하여 설계 과정에 대한 이해를 심화시킨다. 활동 후반부에는 실제 건축물의 내진 설계 사례와 연결하여, 지진을 완전히 막을 수는 없지만 구조적 설계를 통해 피해를 줄일 수 있다는 점을 강조한다. 이를 통해 학생들이 과학적 지식이 개인의 안전을 넘어 사회적 안전과 밀접하게 연결되어 있음을 이해하도록 지도한다.

7. 참고문헌

- 남민경, 박수진, & 정의태. (2018). 지진대비 안전수칙 매뉴얼의 지속적인 노출 방안 연구: 성인의 정보 접근성을 높이는 방안을 중심으로. 한국디자인문화학회지, 24(3), 215-229.
  문종욱. (2017). 문화재 건축물의 면진구조 적용에 관한 연구. 저널 국가유산(구 문화재방재학회 논문집), 2(1), 18-27.
  지진방재 콘텐츠 공유포털. (n.d.). 내진 / 면진 / 제진. https://eq.ndmi.go.kr/main/knowledge/knowledge_05.do

1차시: 건물은 어떻게 버티는가? 지진에 강한 탑 만들기

주제	홍수 피해의 차이와 그 원인
무엇을 배울까요?	①지진이 자주 발생하는 지역의 분포를 학습하고, 판의 경계와 관련하여 이유를 이해한다. ②사각형 구조와 트러스 구조를 만들어 보며 비교하고 그 이유를 알아본다. ③지진을 견디는 튼튼한 탑을 만들어 보며 지진 피해를 줄이는 방법을 학습한다.

1 생각해보기

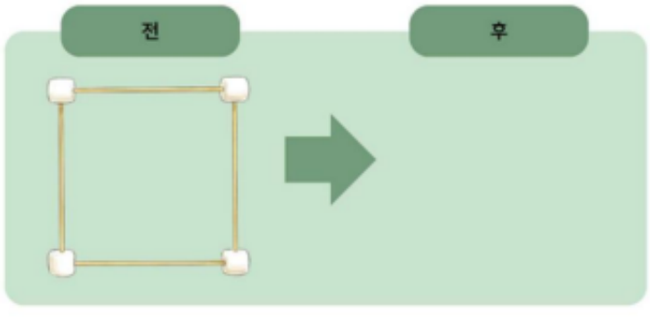
- 우리나라는 일본보다 지진이 적게 발생합니다. 그 이유가 무엇일까요?

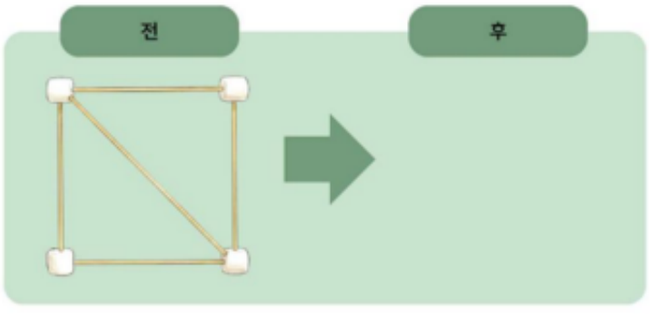


지구의 표면은 여러 개의 [ ]으로 이루어져 있어요. 이 판들이 서로 부딪히거나 멀어나는 [ ] 부분에서 에너지가 쌓이다가 터져 나오며 땅이 흔들리는 것을 지진이라고 해요.

2 미리 생각하기

- 사각형 구조에 힘을 주면 어떤 모양으로 변할까요?





3 탐구하기 활동1

- 활동1. 사각형 구조로 탑 만들기
  - 준비물: 스파게티면, 마시 멜로
  - 미션: 각 조는 주어진 자료만을 사용하여 20분 안에 사각형 구조로 된 탑을 만들어보아요. 단, 탑의 바닥과 옆면은 모두 사각형 모양이어야 하며, 손을 떼었을 때 스스로 서있어야 합니다.

- 모든 조의 탑을 진동판 위에 함께 올려놓고, 같은 진동을 주었을 때 어떤 탑이 가장 오래 버티는지 확인해봅시다.

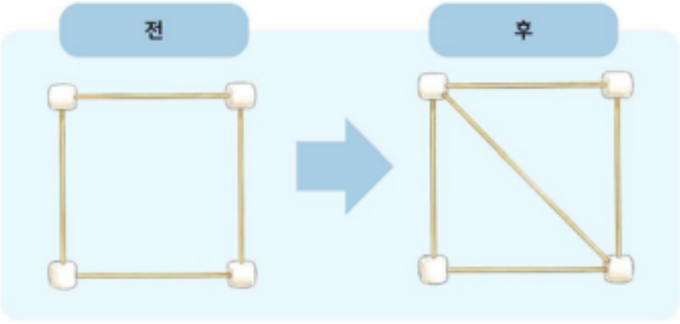
- 진동이 계속되자 탑의 움직임은 어떻게 변했나요?

- 우리 조의 탑을 그려보고, 더 많이 흔들리는 부분에 동그라미 표시해 보세요.

4 탐구하기 활동2

- 활동1. 트러스 구조로 탑 보완하기
  - 준비물: 스파게티면, 마시 멜로
  - 미션: 각 조는 주어진 자료만을 사용하여 20분 안에 트러스구조로 된 탑을 만들어보아요. 단, 손을 떼었을 때 스스로 서있어야 합니다.

- 보완하여 만든 탑을 다시 진동판 위에 올려 활동1의 탑과 비교해 봅시다.



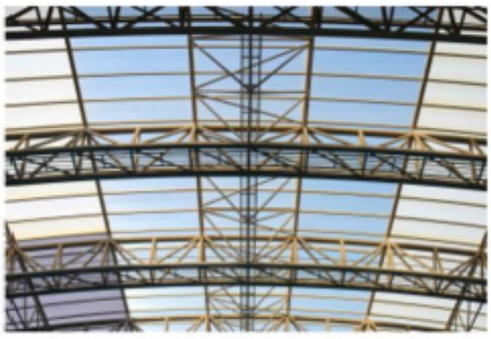
- 우리 조가 만든 탑의 사각형 구조에 대각선을 추가하였더니 탑의 흔들림이 어떻게 달라졌나요?

- 우리 조의 탑을 그려보아요.

- 지진 피해를 줄이는 설계의 비밀



교량



지붕



퐁피두 미술관

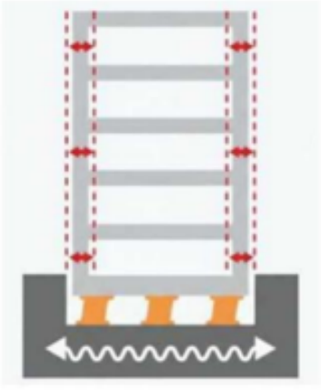
사각형에 대각선을 연결하면 [ ]이 만들어져요. 이 구조는 힘을 받아도 모양이 잘 변하지 않아 튼튼하답니다. 다리나 철탑, 지붕 등에 많이 사용하는 이 구조를 [ ] 구조라고 해요.

- 우리 조 탑에 추로 무게를 추가해 봅시다. 탑이 얼마나 잘 견뎠나요?

- 다른 조의 탑과 비교했을 때, 우리 조 탑의 특별한 점은 무엇인가요?

5 탐구하기 활동3

- 면진구조 알아보기
- 면진구조란 무엇인지 알맞은 단어를 찾아 동그라미 해봅시다.





지진이 발생했을 때 진동에 잘 견딜 수 있는 설계방법 중 하나입니다. 건물과 지반 사이에 고무나 구슬처럼 건물을 [덜 / 더] 흔들리게 해주는 장치를 설치해요. 이 구조는 지진의 진동이 전달되는 것을 [강화 / 완화] 해요.