

DIY 트러스교 만들기 학습지도안

폼보드 트러스 판과 교각으로 교량 모형을 조립하며 삼각형 골조가 하중을 인장력과 압축력으로 나누어 받는 원리를 익히는 수업 — 2022 개정 교육과정 기술·가정 연계

교사용 자료

초등 6학년 ~ 중학교 3학년

기술·가정 IV. 구조물과 건설

2차시 (80분)

2022 개정 교육과정

1. 단원 개요

교량은 사람과 물자가 강·계곡·도로를 건너도록 만드는 대표적인 교통용 건설 구조물입니다. 학생은 톱슨 가공된 폼보드 부재를 부품표 순서대로 조립해 완성 길이 540mm의 트러스교 모형을 만들며, 삼각형 골조가 하중을 여러 부재로 나누어 받는 까닭을 손으로 체득합니다. 상판을 두 장 겹쳐 두께를 얻고, 교각을 수직으로 세워 하중을 지반으로 내려보내며, 마지막에 수평재로 두 트러스 판을 이어 평면 구조를 입체 구조로 바꾸는 과정 자체가 계획→설계→시공의 축소판입니다.

핵심 학습 개념

건설 구조물의 종류(주거용·산업용·교통용), 트러스교의 구조(상현재·하현재·수직재·경사재), 삼각형의 구조적 안정성, 인장력과 압축력의 분산, 부품 규격 읽기와 시공 순서

키트 구성

상판1(하부) 540×60×3 1장, 상판2(상부·도로) 540×40×3 1장, 교각 부품 80×75×3 8개(2장씩 겹쳐 교각 4개), 교각 받침대 100×40×3 4세트(2종 1조), 트러스 구조물 265×70×5 4개(상현재·하현재·수직재·경사재), 수평재 60×5×5 10개, 접착제 1개, 대나무 꼬치 1개. 별도 준비물 — 칠판(딱풀·물풀 등), 직자(방안자 등)

소요 시간 안내

순 조립 시간은 48분이며, 도입·부품 확인·발표를 합쳐 2차시 80분으로 설계했습니다.

수업 중 쓰는 용어 정리

- **상현재·하현재** — 트러스의 위쪽 부재와 아래쪽 부재. 하중에 따라 한쪽은 당겨지고 다른 쪽은 눌립니다.
- **수직재·경사재** — 상현재와 하현재를 잇는 부재. 삼각형을 만들어 형태를 고정합니다.
- **수평재** — 좌우 두 트러스 판을 가로로 이어 평면 구조를 입체 구조로 바꾸는 부재.
- **교각·교각 받침대** — 상판의 하중을 지반으로 내려보내는 기둥과 그 밑판.
- **툼손 가공** — 칼선을 미리 눌러 두어 손으로 부품을 떼어 낼 수 있게 한 가공.

2. 학습 목표

- 건설 구조물의 종류와 특성을 이해하고, 트러스교가 쓰이는 곳과 그 장점을 설명할 수 있다. **[인지]**
- 부품표의 규격과 수량을 대조해 부품을 분류하고, 상판·교각·트러스 판을 수직·수평에 맞게 정확히 조립할 수 있다. **[기능]**
- 삼각형이 변형에 강한 까닭과, 하중이 상현재·하현재로 나뉘어 인장력과 압축력이 되는 과정을 설명할 수 있다. **[인지·기능]**
- 완성한 모형의 설계 의도를 발표하고 동료의 작품을 루브릭 기준으로 평가할 수 있다. **[태도]**

3. 2022 개정 교육과정 성취기준 연계

성취기준 코드	내용 (고시 원문)	활동 매칭
[9기가04-01]	건설기술의 개념 및 발달과정, 건설 구조물의 종류와 특성을 이해하고, 건설 구조물의 혁신사례를 탐구함으로써 건설기술의 중요성을 인식한다.	건설 구조물의 종류·특성 탐색과 트러스교 사례 학습 (도입·1단계)
[9기가04-02]	건설 구조물의 종류에 따른 계획, 설계, 시공, 유지관리 방법을 탐구하고 건설과정의 중요성을 이해하며 건설 구조물의 가치를 인식한다.	계획·설계·시공 과정 탐구 — 상판 조립부터 트러스 구조물 결합까지 전 과정 (2~7단계)
[9기가04-03]	사용자 요구 및 주어진 환경과 조건을 충족하는 지속가능한 건설 구조물의 모형을 설계·제작 및 평가한다.	조건을 충족하는 교량 모형의 설계·제작·평가 (8단계·발표)

수행평가 문항 예시

- **서술형** — 「트러스교에서 삼각형을 반복해 쓰는 까닭을 사각형과 비교해 설명하고, 하중이 상현재와 하현재에 각각 어떤 힘으로 작용하는지 쓰시오.」
- **실기** — 부품표를 보고 교각 4개를 정확한 두께로 조립해 받침대에 수직으로 세우기(직각 유지 여부로 채점).

코드·문안은 교육부 고시 제2022-33호 [별책10] 원문을 그대로 인용했습니다. 세 코드 모두 「건설 기술」 영역 **04** 계열의 직접 연계입니다.

4. 차시별 수업 흐름 (2차시 / 80분)

차시	시간	단계	주요 활동
1차시	10분	도입 · 건설 구조물과 트러스교	주거용·산업용·교통용 건설 구조물을 비교하고 한강철교·성산대교·동호대교로 트러스교를 소개한다 → 학습지 활동 1 작성
1차시	8분	부품 확인 · 규격 읽기	부품표(8행)를 보고 상판 2장·교각 부품 8개·받침대 4세트·트러스구조물 4개·수평재 10개의 이상 유무를 확인한다
1차시	22분	상판 조립 · 교각 받침대 조립	(1~3단계) 상판2를 상판1 중앙에 맞춰 붙이고, 대나무 꼬치로 받침대(상)에 구멍을 낸 뒤 상·하를 겹쳐 받침대 4개를 만든다
2차시	6분	구조 원리 짚기	삼각형이 왜 변형에 강한지, 하중이 상현재·하현재·수직재·경사재로 어떻게 인장력과 압축력으로 나뉘는지 설명 → 학습지 활동 2 작성
2차시	26분	교각·상판 결합 · 트러스 구조물 완성	(4~8단계) 교각 부품 2장씩 겹쳐 교각 4개를 조립해 받침대·상판에 수직으로 결합하고, 수평재로 트러스 판 두 짝을 이어 만든 구조물 2개를 상판 양끝에 부착한다
2차시	8분	완성 · 발표 · 상호 평가	완성 모형의 설계 의도 발표, 루브릭(4영역×3수준) 기준 상호 평가, 하중을 올려 보는 선택 확장 실험 안내

차시 구성은 권장 설계 예시입니다. 학교 수업 시간에 따라 압축하거나 확장하여 운영할 수 있습니다.

확장 운영 — 3차시(40분×3)로 확장하면 1차시 「도입·부품 확인(1단계)」, 2차시 「상판·받침대·교각 조립(2~4단계)」, 3차시 「결합·트러스 완성과 발표(5~8단계)」로 나눌 수 있습니다.

5. 준비물 · 지도 유의

키트 포함

상판1(하부) 540×60×3 1장, 상판2(상부·도로) 540×40×3 1장, 교각 부품 80×75×3 8개(2장씩 겹쳐 교각 4개), 교각 받침대 100×40×3 4세트(2종 1조), 트러스 구조물 265×70×5 4개(상현재·하현재·수직재·경사재), 수평재 60×5×5 10개, 접착제 1개, 대나무 꼬치 1개

별도 준비

착플(딱풀·물풀 등), 직자(방안자 등), 책상 보호 깔개와 학생용 학습지 인쇄물도 함께 준비합니다. 접착제와 대나무 꼬치는 키트에 들어 있으므로 따로 챙기지 않아도 됩니다.

지도 유의 ① 부품 분리

트러스 판은 삼각형 사이의 폭이 좁아 억지로 잡아당기면 부러집니다. 칼선을 따라 천천히 밀어내게 하고, 부러진 부재는 접착제로 붙여 이어 쓰게 합니다.

지도 유의 ② 수직·수평과 접착

교각은 굳기 전에 반드시 직각을 확인합니다 — 한 개라도 기울면 상판이 뒤틀립니다. 접착제는 소량씩 발라야 깔끔하게 붙으며, 1차 시 마무리 5분 전에는 조립을 멈추고 마를 시간을 확보합니다.

부품표 (공급사 원본 규격 · 단위 mm)

번호	품명	규격	수량	비고
1	상판1	540×60×3	1장	하부
2	상판2	540×40×3	1장	상부(도로)
3	교각 부품	80×75×3	8개	2장씩 겹쳐 교각 4개
4	교각 받침대	100×40×3	4세트	2종 1조
5	트러스구조물	265×70×5	4개	상현·하현·수직·경사재
6	수평재	60×5×5	10개	두 트러스 판 연결
7	접착제	—	1개	키트 포함
8	대나무 꼬치	—	1개	받침대 구멍 내기

교실 배치와 모둠 운영

- 완성 모형이 **길이 540mm**로 길어, 책상 두 개를 붙여 작업 공간을 확보하면 조립 중 부딪혀 부러지는 사고를 줄일 수 있습니다.
- 2~3인 1모둠으로 **상판 조·교각 조**를 나누면 대기 시간이 줄고, 5단계에서 합칠 때 협업이 자연스럽게 일어납니다.
- 접착제는 모둠당 1개를 공용으로 두고, 마른 부재를 올려 둘 **건조 구역**을 교탁 옆에 만들어 두면 이동 중 파손이 줄어듭니다.

6. 핵심 개념·이론 (교사 참고 자료)

건설 구조물의 정의와 분류

사람의 생활에 필요한 시설·공간을 만들기 위해 세우는 구조물입니다. 주거용(주택·아파트) · 산업용(공장·창고) · 교통용(다리·터널·도로)으로 나뉘며, 이 키트는 교통용 구조물의 대표 예인 교량의 설계·제작 과정을 다룹니다.

트러스교란

삼각형 모양의 프레임이 서로 연결된 형태의 교량입니다. 삼각형 구조는 힘이 한 변에 가해지면 다른 두 변으로 전달되어 하중을 효과적으로 분산시킵니다. 구조가 단순하고 강성이 높아 유지 보수가 쉽고 경제적이어서 철도교·도로교·고속도로교에 널리 쓰입니다.

삼각형은 왜 변형되지 않는가

사각형은 네 변의 길이가 같아도 마름모로 찌그러질 수 있지만, 삼각형은 세 변의 길이가 정해지면 모양이 하나로 결정됩니다. 그래서 부재를 삼각형으로 짜 놓으면 접합부가 회전하지 않는 한 형태가 유지되고, 힘은 각 부재의 길이 방향으로만 전달됩니다. 이것이 트러스 구조의 출발점입니다.

인장력과 압축력의 분산

상판 위에 하중이 실리면 트러스의 아래쪽 부재(하현재)는 길이 방향으로 **당겨지고**, 위쪽 부재(상현재)는 **눌립니다**. 수직재와 경사재는 그 힘을 교각 쪽으로 옮깁니다. 부재마다 받는 힘의 종류가 나뉘기 때문에 적은 재료로도 큰 하중을 견딜 수 있습니다.

우리나라의 대표적 트러스교

- **한강철교** — 한강을 건너는 철도교로, 트러스 골조가 선로 위를 감싸는 형식이 잘 드러납니다.
- **성산대교** — 야경 사진으로 자주 소개되는 도로교입니다.
- **동호대교** — 도로와 철도가 함께 지나는 교량입니다.

수업 도입에서 세 다리의 사진을 나란히 보여 주고 「무엇이 반복되고 있는가」를 묻는 것으로 시작하면 삼각형 구조를 학생이 스스로 발견하게 됩니다.

차시별 핵심 발문

- **도입** — 「한강철교 · 성산대교 · 동호대교 는 모두 어떤 모양을 반복하고 있나요?」
- **1차시** — 「사각형 틀과 삼각형 틀을 손으로 밀면 무엇이 다를까요?」 「상판을 두 장 겹쳐 붙이는 까닭은 무엇일까요?」
- **2차시** — 「위쪽 부재와 아래쪽 부재 중 어느 쪽이 당겨지고 어느 쪽이 눌릴까요?」 「수평재를 넣기 전과 넣은 뒤에 무엇이 달라졌나요?」
- **정리** — 「같은 재료로 더 튼튼한 다리를 만들려면 어디를 바꾸겠습니까?」

7. 평가 루브릭

평가 영역	잘함	보통	노력 요함
부품·규격 이해	부품표의 규격과 수량을 대조해 부품을 스스로 분류하고 쓰임을 설명함	부품은 찾으나 1~2개의 쓰임을 혼동함	부품 대조에 교사의 도움이 자주 필요함
조립 정확성	교각이 상판에 수직을 이루고 트러스 판이 들뜸 없이 붙음	대체로 정렬되나 일부 접합부가 벌어짐	구조가 기울거나 결합이 불안정함
구조 원리 이해	삼각형이 변형에 강한 까닭과 인장력·압축력의 분산을 예를 들어 설명함	삼각형이 튼튼하다는 것은 말하나 힘의 분산은 설명하지 못함	용어를 떠올리기 어려워함
마감·발표	외관 정렬이 정확하고 설계 의도를 논리적으로 설명함	마감은 하였으나 설명의 근거가 부족함	마감·발표 참여가 소극적임

수업 관찰 기록표 (수행평가 참고 서식)

학생명	관찰 내용 (부품·규격 이해·조립 정확성)	관찰 내용 (구조 원리 이해·발표)	비고

8. 안전 수칙

- 대나무 꼬치로 받침대 구멍을 낼 때는 손바닥이 아니라 책상 위에 대고 밀어내게 하고, 끝을 사람 쪽으로 향하지 않도록 지도합니다.
- 톱슨 칼선이 약해 잘 떨어지지 않는 부품은 억지로 잡아당기지 말고 결을 따라 천천히 떼어 내게 합니다 — 트러스 판은 폭이 좁아 쉽게 부러집니다.
- 접착제는 창문을 열어 환기하며 소량씩 쓰고, 눈·입에 닿지 않도록 지도합니다. 글루건은 폼보드를 녹이므로 사용하지 않습니다.
- 폼보드 부스러기를 흡입하지 않도록 작업 후 책상을 정리하고, 완성 모형은 가연성 재료이므로 불꽃·고온을 피해 보관합니다.

9. 확장 활동·후속 학습

교량 형식 비교

아치교·사장교·현수교 모형과 나란히 놓고, 하중이 지반까지 내려가는 길이 형식마다 어떻게 다른지 화살표로 그려 비교합니다. 형식별 장단점을 정리하면 [9기가04-01] 심화 연계가 됩니다.

나만의 트러스 설계

남은 수평재와 여분 부재로 사재 방향을 바꾼 트러스를 만들어 보고, 어느 쪽이 덜 흔들리는지 손으로 비교합니다. 설계 의도를 근거와 함께 설명하면 [9기가04-03] 심화 연계가 됩니다.

교과 융합 — 수학(삼각형의 결정 조건), 과학(힘의 평형과 인장·압축), 사회(도시 기반 시설과 교통망) 단원과 연계해 STEAM 프로젝트로 확장할 수 있습니다. 계획·설계·시공 관점은 **[9기가04-02]** 연계입니다.

수업 후 정리·보관 안내

- 완성 모형은 **상판 아래를 손으로 받쳐** 옮기고, 트러스 골조를 잡지 않도록 지도합니다.
- 수평재처럼 작은 부재는 분실이 쉬우므로 **지퍼백에 모아** 작품과 함께 보관하게 합니다.
- 전시할 경우 직사광선을 피합니다 — 폼보드와 물감이 변색될 수 있습니다.
- 다음 차시로 이어질 때는 **접착제가 완전히 마른 뒤** 이동하도록 안내합니다.

확장 활동 더 보기

- **트러스 형식 비교** — 플랫·하우·워런 트러스의 사재 방향 차이를 그림으로 비교하고, 이 키트의 트러스 판이 어느 형식에 가까운지 찾아봅니다.
- **교량 형식 비교** — 아치교·사장교·현수교 모형과 나란히 놓고 하중을 전달하는 길이 어떻게 다른지 정리합니다.
- **진로 연계** — 토목공학자·구조 엔지니어·교량 설계사·시설 안전 진단 전문가 등 건설·토목 분야 직업을 조사해 봅니다.

학습지(학생용) · 디지털 자료 — 학생용 학습지·설명서(인쇄용)·설명서(PPT형)는 상품 페이지 「학습 자료 무료 다운로드」에서 내려받을 수 있습니다(무료 회원 로그인). makeracademy.co.kr/product/diy-truss-bridge-kit/

다음 차시로 잇기

트러스교를 마친 학급에는 **아치교**를 이어서 권합니다. 같은 하중을 압축력만으로 전달하는 형식이라 「같은 문제, 다른 해법」을 비교하기에 가장 좋고, 두 모형을 나란히 전시하면 형식 비교 발표가 그대로 성립합니다. 케이블 구조로 확장하려면 사장교 → 현수교 순서가 자연스럽습니다.

별지 — 학습지 모범 답안

학생용 학습지의 채점·지도용 참고 자료입니다. 구조 설계는 **정답이 하나가 아닌 활동**이므로, 개념 문항 외에는 정답 대신 **지도 관점**과 **예시 답안**을 실었습니다.

[활동 1] 건설 구조물과 트러스교 — 정답 및 지도 관점

- **1번(건설 구조물 분류)** 정답 — 주거용: 주택·아파트 / 산업용: 공장·창고 / 교통용: 다리·터널·도로. 학생이 든 사례가 **세 갈래 중 어디에 속하는지 설명**하면 정답으로 본다.
- **2번(트러스교 사례)** 정답 — **한강철교·성산대교·동호대교**. 국외 사례를 적었다면 삼각 골조가 실제로 보이는 교량인지만 확인한다. ▲ 한강대교(아치교)·영도대교(도개교)는 트러스교가 아니므로 오답 처리하되, 왜 다른지 함께 설명해 준다.
- **3번(삼각형인 까닭)** 정답 — 세 변의 길이가 정해지면 모양이 하나로 결정되어 **변형되지 않기** 때문. 「사각형은 찌그러진다」는 비교가 함께 나오면 우수.

[활동 2] 제작 과정 체크리스트 — 8단계 핵심 포인트

단계	핵심 포인트
1 부품 확인	부품표의 규격과 수량 부터 대조. 상판 2·교각 부품 8·받침대 4세트·트러스 판 4·수평재 10
2 상판 조립	상판2를 상판1 중앙 에 맞춘다. 한쪽으로 치우치면 교각 홈이 어긋난다
3 받침대 조립	대나무 꼬치로 구멍부터 낸다. 겹쳐 붙인 뒤에는 구멍을 내기 어렵다
4 교각 조립	부품 2장을 겹쳐 1개 . 8장으로 교각 4개가 나온다
5 받침대 부착	접착제는 한 방울씩 . 굳기 전에 수직·수평을 잡는다
6 상판과 교각	상판 아래 표시 위치 를 기준으로. 눈대중은 간격이 흐트러진다
7 트러스 조립	상현재 홈에 접착제 → 수평재로 두 판을 잇는다 . 구조물 2개를 만든다
8 완성하기	구조물 2개를 상판 양끝과 외곽 에 맞춘다. 상판 아래를 받쳐 옮긴다

+ **수평재 서술** 정답 — 수평재를 끼우기 전에는 트러스 판이 옆으로 쉽게 넘어가지만, 끼운 뒤에는 두 판이 하나의 **입체 구조**가 되어 비틀림에 버틴다. 「따로 있을 때보다 튼튼해졌다」는 취지가 드러나면 정답으로 본다.

[활동 3·4] 자기 평가·구조 스케치 — 지도 관점

- 별점 4항목은 정답 없음. **낮게 준 항목**에 대해 왜 그렇게 평가했는지 한 줄 근거를 말하게 하면 성찰이 깊어진다.
- 서술형 예시 — 「교각을 직각으로 세운 것이 잘됐다 / 다시 만든다면 트러스 판을 더 정확히 외곽에 맞추겠다」.
- **구조 스케치(활동 4)**: 정답 없음. 상현재·하현재·수직재·경사재의 **이름 표기**와 삼각형이 빈틈없이 이어졌는지, 하중이 내려가는 길을 화살표로 그렸는지를 본다.

[정리] 개념 정리 — 정답 및 판정 기준

- **1. 삼각형과 사각형** 정답 — 삼각형은 세 변의 길이가 정해지면 모양이 하나로 결정되어 변형되지 않지만, 사각형은 마음대로 찌그러진다.
- **2. 상현재와 하현재** 정답 — 상판에 하중이 실리면 하현재는 **당겨지고**(인장) 상현재는 **눌린다**(압축). 두 힘의 이름이 나오면 정답.
- **3. 트러스교의 장점** 정답 — **적은 재료로 큰 하중**을 견디고, 구조가 단순해 유지 보수가 쉽고 경제적이다. 둘 중 하나면 정답.
- **4. 더 튼튼하게 만들기** 정답 없음. 삼각형을 더 **촘촘히**·부재를 두껍게·교각을 더 **세운다** 같이 구조와 연결해 설명하면 정답으로 본다.

본 별지는 교사 참고용입니다 — 학생 배부분(학습지)에는 포함되지 않습니다.