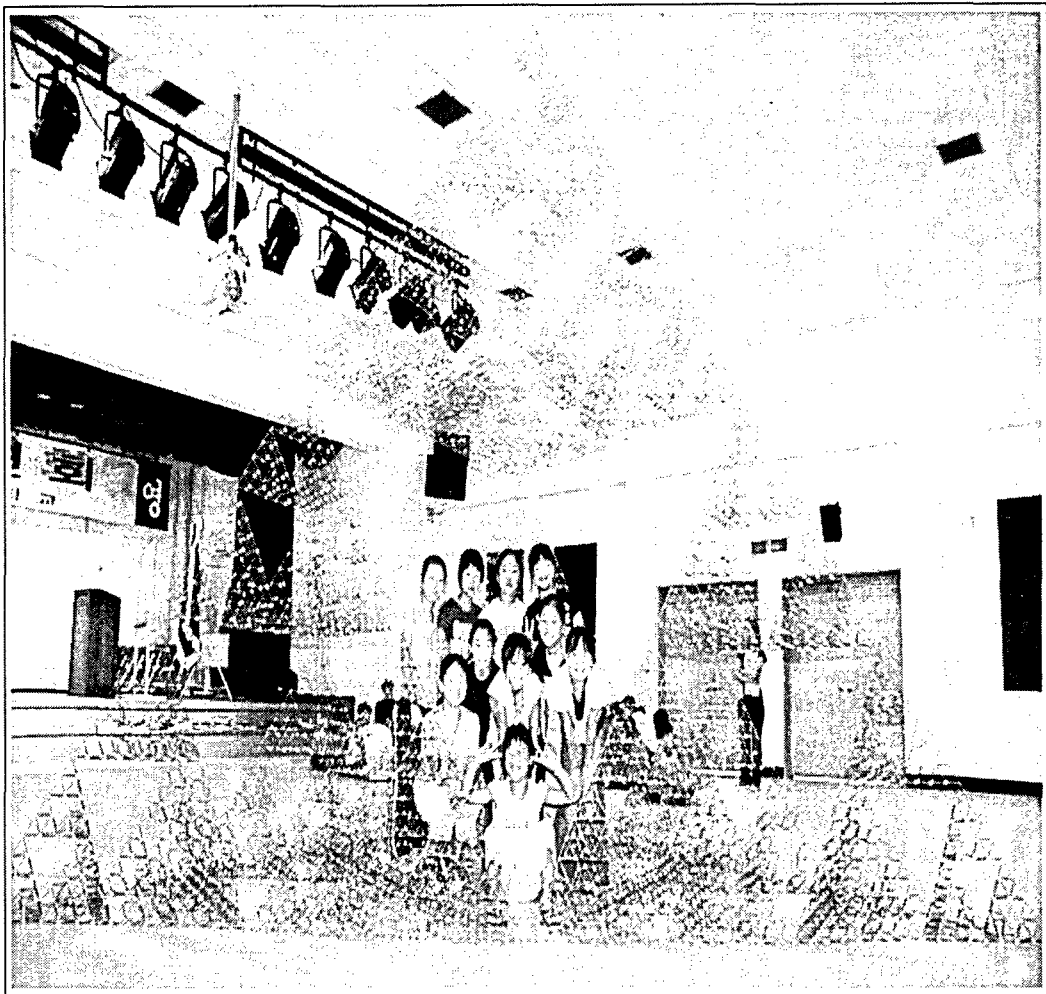


포디프레임을 활용한 수학/과학 창의 활동

박 호 결 (포디창의연구소 소장)

김 동 미 (포디창의연구소 연구원)

www.4dframe.com



<포디프레임으로 만든 시에르핀스키 6단계>

1. 포디는?

포디는 제한이 없고 자유롭다. 상상하고, 표현하고자 하는 모든 사물을 만들어 낼 수 있는 만능 재료이다.

2. 포디프레임의 특징

포디프레임의 사전적 의미는 '4차원'(4 dimension) + '프레임'(틀 또는 뼈대·구조·짜임새, frame)을 뜻하는 합성어이다. 포디는 3차원에서 시간의 개념을 더한 4차원을 뜻한다. 이것은, 그 하나로서는 별다른 의미를 지니지 못하는 한 개체(점: 0차원)가 또 다른 개체와 만남으로써 선(1차원), 면(2차원) 그리고 입체(3차원)를 통해, 궁극적으로, 표현하고자 하는 사람의 생각과 내면의식까지 나타낸다는 것을 뜻한다. 포디프레임은 연결봉과 연결봉을 연결대로 이어서 각도를 0° -360°까지 자유롭게 만들 수 있다. 간단한 도구-가위 하나만 가지고 연결봉과 연결대를 원하는 길이와 모양대로 자르고 이어서 무엇이든 만들 수 있는 것이다. 이것이 포디프레임의 가장 크고 핵심적인 특징이다.

3. 포디프레임을 이용한 버블장력실험

① 포디프레임으로 만든 입체도형을 비눗물에 넣어봅시다.

어떤 모양이 나오는지 넣기 전 나의 생각과 넣은 후의 모양을 그려봅시다.

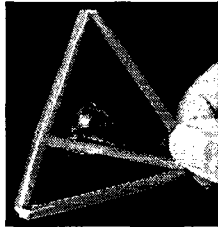
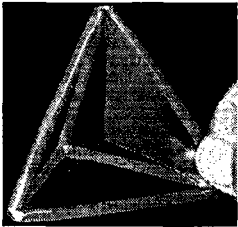
	비눗물에 넣기 전 내 생각	비눗물에 넣은 후 모양
사면체		
육면체		

② 왜 이런 모양이 나올까요?

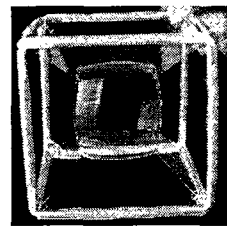
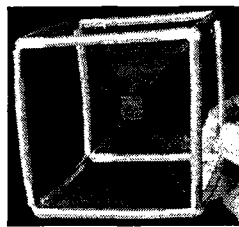
이것을 표면장력이라고 해요. 비눗방울은 공기에 닿으면 자기 몸을 작게 하려는 성질이 있어요. 그래서 2차원인 평면에서와 3차원인 입체에서의 비눗방울의 모양이 다르게 나타나는 거예요. 이것을 페르마점이라고 해요.

③ 페르마 점(Fermat Point)이란 어떤 것을 말하나요?

페르마 점은 거리의 합이 최소인 지점을 찾는 가운데 나온 것이예요. 삼각형 3개의 꼭지점으로부터 거리의 합이 최소인 지점. 그것이 페르마점이지요. 페르마 점은 프랑스의 수학자 페르마(Fermat:1601~1665)에 의해 삼각형의 각 꼭지점으로부터의 거리의 합이 가장 작게 되는 점을 구한 페르마의 이름을 따서 페르마 점(Ferma Point)이라고 해요. 삼각형의 세 꼭지점과 페르마의 점을 잇는 세 선분이 이루는 각의 크기는 모두 120도입니다. 비누 막도 120도로 만나야 비누거품의 넓이가 최소가 되는데, 이 120도의 구조는 벌집, 현무암기둥, 잠자리 날개 등과 같이 자연에서도 많이 발견됩니다. 과학에서는 페르마의 원리라고 하는데, 한 점에서 나온 빛이 몇 번의 반사와 굴절을 받아 다른 한 점에 도달할 때 통과하는 경로는 통과하는 데 소요되는 시간이 최소가 되는 경로로 된다는 원리예요. 즉, "빛이 반사, 굴절 등으로 진행 할 경우, 최단시간이 되는 경로로 진행한다."는 원리지요. 반사나 굴절의 법칙은 이 원리를 적용하여 알 수 있습니다.



<사면체 버블장력 결과>



<육면체 버블장력 결과>

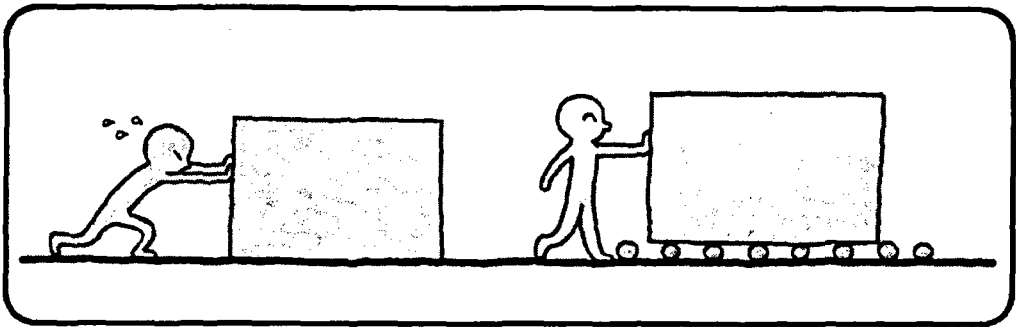
4. 인류 발전의 원동력, 바퀴의 발명과 자동차

가. 사람의 힘에서 도구의 힘으로

무거운 물건을 운반할 때 우리는 여러 가지 다양한 도구를 이용하여 운반하고 있습니다. 그러나 이런 도구들이 발명되기 이전에는 어떻게 물건을 이동하였을까요?

처음에는 모든 물건을 사람의 힘을 이용하여 운반하였습니다. 손으로 들거나, 머리에 이거나, 등에 지거나 해서 운반하였습니다. 너무 무거워서 혼자 힘으로 이동이 안 되는 것은 여러 사람이 힘을 합해 운반하였습니다. 여기서 잠깐! 사람이 다른 동물과 다른 점은 바로 도구를 사용할 줄 안다는 것입

니다. 이것은 작은 힘으로 큰일을 해 낼 수 있는 비결이기도 합니다. 통나무 하나를 예를 들어봅시다. 통나무에 이동할 물건을 메달아 두 사람이 서로 맞들여 어깨에 지고 가면 작은 힘으로 큰 물건을 이동할 수 있습니다. 양 손에 따로 들었던 물건을 보자기를 이용하여 하나로 묶어 들고, 들기에 무거우면 이고, 더 많은 물건을 이동해야 한다면 보부상들의 등짐이나 지게와 같은 도구를 이용하여 등에 질 수 있도록 하여 물건을 운반하였습니다. 또, 소나 말과 같이 집에서 기르는 동물을 이용하여 물건을 운반하였습니다. 그러나 여러 사람이 들기에 아주 무거운 물건을 이동할 경우(이집트 피라미드를 만들려고 돌을 이동할 때)에는 어떻게 하였을까요?



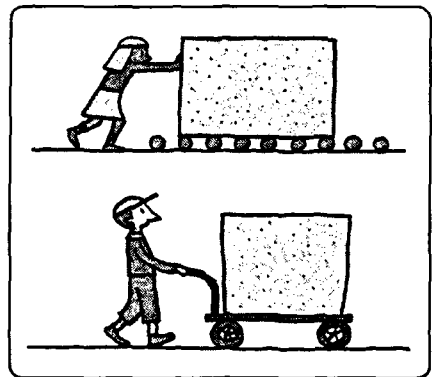
<굴림대를 이용하면 맨땅에서 밀 때보다 훨씬 쉽게 물건을 옮길 수 있다>

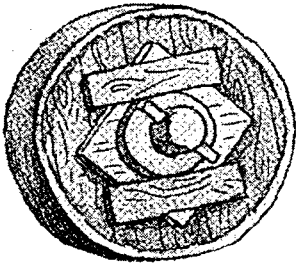
그 때는 물건과 바닥 사이의 마찰을 줄이기 위해 굴림대를 사용하였습니다. 이때 이동할 물건은 각진 직사각형의 어마어마하게 커다란 돌이고, 굴림대는 둥글둥글한 통나무였습니다. 통나무는 둥글둥글하고 잘 굴러서 마찰을 줄여줍니다.

나. 바퀴, 인류 최대의 발명품

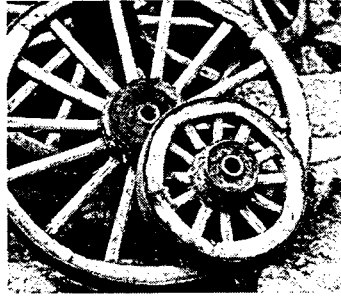
세계의 석학들에게 인류 최대의 발명품이 무엇이나고 물었을 때 여러 가지 답이 나왔지만 뭐니 뭐니 해도 바퀴가 아닐까요? 바퀴는 많은 짐을 빠르고 편리하게 먼곳까지 이동할 수 있게 하였습니다. 또 세계를 하나로 잇는데 바퀴는 큰 역할을 하고 있으니까요.

바퀴는 굴림대처럼 둥근 모양이어서 잘 구릅니다. 게다가 굴림대보다 훨씬 편리합니다. 굴림대를 이용하면, 물건을 옮기면서 굴림대도 계속 옮겨야 하는데 바퀴는 그런 수고를 하지 않아도 더 잘 굴러갑니다. 바퀴 덕분에 작은 힘으로 무거운 물건을 쉽게 옮길 수 있게 되었지요.



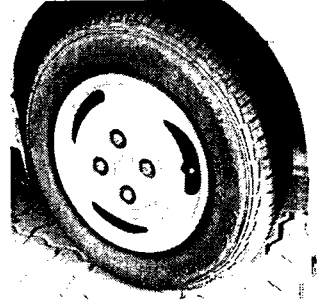


<초기의 바퀴-나무바퀴>



인도 역사상 가장 오래된 발견물인 바퀴

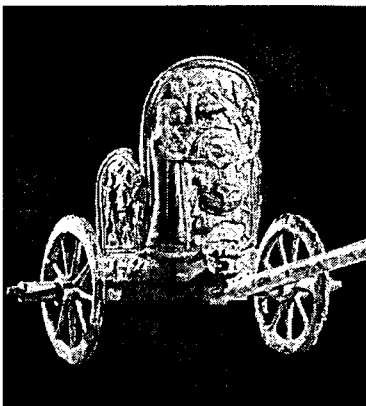
<마차 바퀴>



<오늘날의 고무타이어>

처음에 나온 바퀴는 나무 조각 여러 개를 단단하게 이어 붙여서 만들어 매우 무거웠습니다. 그러던 것이 고대 이집트에서는 바퀴살이 여러 개 있는 바퀴를 만들었습니다. 그 덕분에 바퀴는 더욱 가벼워졌고, 가벼워진 바퀴를 단 전차는 더 빨리 달릴 수 있었습니다. 또, 나무로 된 바퀴의 테가 빨리 닳지 않게 하려고 바퀴에 구리를 섞워 사용하기도 하였습니다.

바퀴가 발명되자 사람들은 바퀴 달린 수레를 만들었습니다. 소나 말을 수레에 메어 더 많이, 더 먼 곳을 이동할 수 있게 되었지요. 그러나 중세 전까지 말은 수레에 실은 짐이 무거우면 수레를 끌지 못했다고 합니다. 말은 목에다 줄을 매고 수레를 끌기 때문에 짐이 무거우면 숨 쉬기가 힘들어 끌지 못한 것입니다. 그런데 중세에 마구가 발명되면서 말의 어깨에 마구를 얹어 수레를 끌게 되어 더 많은 힘을 쓸 수 있게 되었습니다. 그 후, 시간이 지나면서 사람과 짐을 더 많이 나르기 위해 말 여러 마리가 마차를 끄는 역마차, 승합마차들이 등장하기 시작하였습니다. 하지만 먼 길을 가면 말도 사람도 지치게 마련이지요. 그래서 사람들은 말이 끌지 않아도 스스로 움직이는 수레를 만들고 싶어 했습니다. 그것이 바로 자동차입니다.

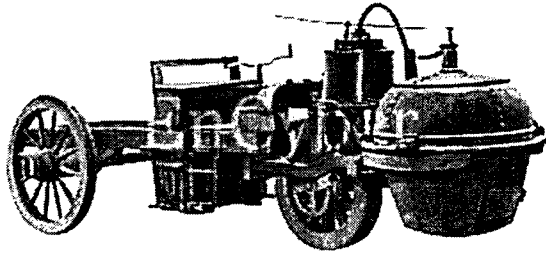


<고대의 마차>



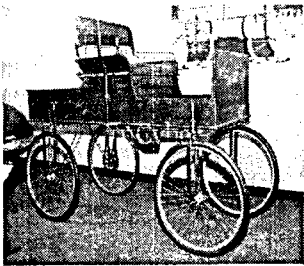
<황실용 마차>

처음 자동차를 설계한 사람은 모나리자를 그린 화가 레오나르도 다 빈치입니다. 1480년 쯤 다 빈치는 벽시계의 태엽을 보고 태엽이 풀어지는 힘을 이용하여 달리는 태엽 자동차의 설계도를 그렸습니다. 하지만 실제로 만들어 사람을 태우고 달리지는 못했습니다.

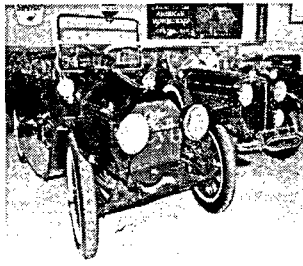


<최초의 자동차 - 퀴노의 증기자동차>

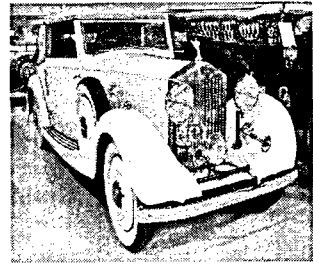
처음에 만들어진 자동차는 수레에 말 대신 증기기관을 단 증기자동차였습니다. 1769년 프랑스 나폴레옹군의 포병대위 니콜라 퀴노가 만들었습니다. 퀴노는 처음에 대포를 실어 나를 편리한 수레를 만들려다가 자동차를 만들게 되었습니다. 뜨거운 수증기의 힘으로 수레를 움직이는 증기자동차의 속도는 1시간에 3.2km를 달릴 수 있는 정도였는데 이것은 어른이 걷는 속도와 비슷합니다. 이 증기자동차가 달리는 것을 본 그 당시 사람들은 괴물이 나타났다면 모두 놀라 달아났다고 합니다. 더구나 이 증기자동차는 처음 시험운전을 할 때 브레이크가 말을 듣지 않아 그만 벽에 부딪치는 사고를 내고 말았는데, 이것이 최초의 교통사고였습니다. 하지만 퀴노의 증기자동차는 오늘날 자동차가 나올 수 있는 바탕이 되었습니다.



<옛날 자동차>

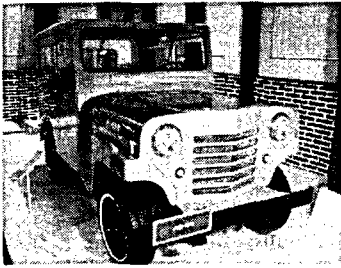


<캐딜락>

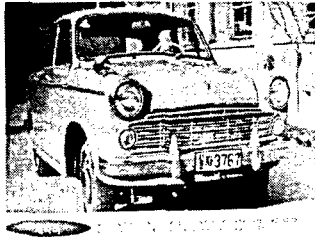


<롤스로이스>

이후 증기기관보다 무게가 더욱 가볍고 힘이 센 가솔린 기관이 나오면서 자동차는 더욱 발전하게 되었습니다. 그 후 1911년 전기 시동기가 나오면서 손으로 기관에 시동을 걸지 않고도 쉽고 안전하게 시동을 걸 수 있게 되었습니다. 또, 마차 형태의 자동차에서 지붕이 있고, 창문에 유리를 단 자동차, 여러 가지 특별한 장치가 만들어지면서 자동차는 점점 더 편하고 안전해 졌습니다. 최근의 자동차들은 매연을 적게 내는 기관을 넘어 환경을 살리고, 화석연료가 아닌 제2의 대체에너지로 움직이는 자동차를 만드는데 전 세계가 앞장서 연구하고 있습니다.



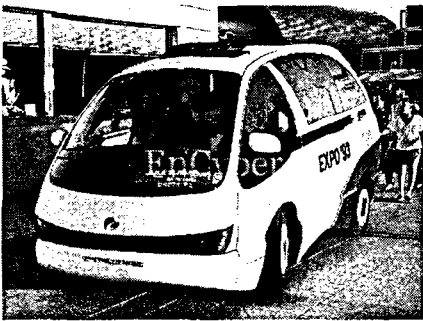
<우리나라 - 시발자동차>



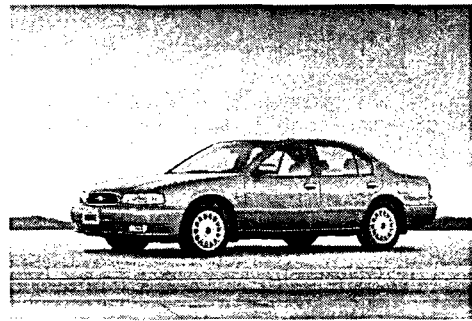
<새나라 자동차>



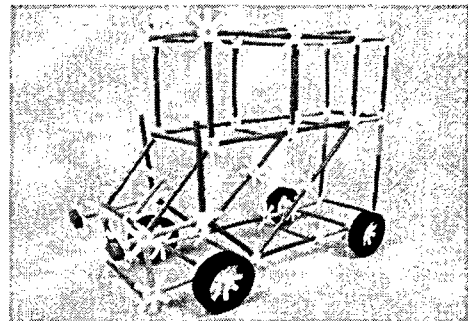
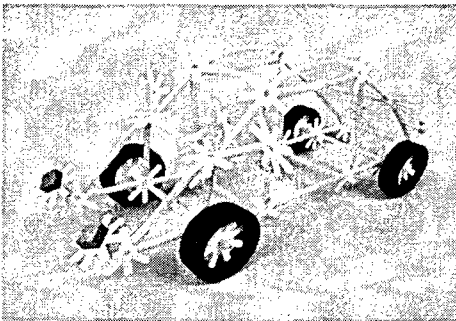
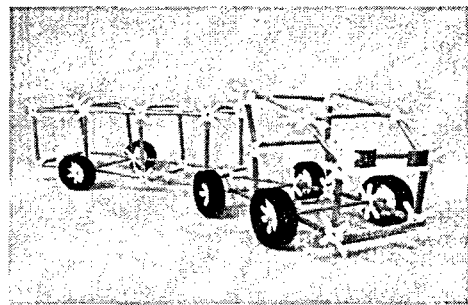
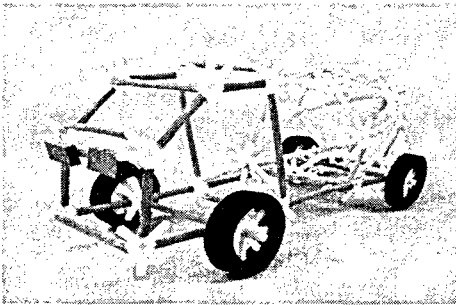
<현대 포니>



<오늘날의 자동차>



<전기자동차>



<포디프레임으로 만든 여러 가지 자동차>

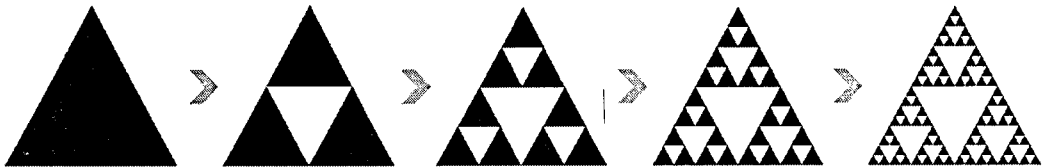
- 자동차를 만들면서 설계도가 변경되었나요?
왜 변경할 수밖에 없었는지 그 이유를 적어보세요.

- 어떻게 변경되었는지 변경된 부분을 글과 그림으로 나타내보세요.

6. 집단 활동 - 험센 삼각형 구조물 만들기

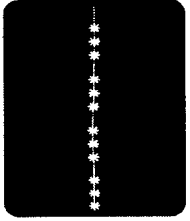
가. 끝없는 반복의 세계 시에르핀스키

시에르핀스키 삼각형은 1917년 경 이 삼각형을 제시한 바츨라프 시에르핀스키(폴란드의 수학자)의 이름에서 딴 것이다. 시에르핀스키는 아래와 같이 하나의 정삼각형에 각 변의 중심을 이어 정삼각형을 4개 만든다. 이런 방식으로 계속 되풀이해서 삼각형을 쪼개고 쪼개면 평면상에 점들의 집합이 나타난다. 이것이 시에르핀스키 삼각형이다. 시에르핀스키 삼각형은 삼각형 둘레의 합은 무한히 늘어나지만 넓이는 변하지 않는다는 특징을 가지고 있다. 도형의 가장 최소단위는 삼각형이다. 3개 이상의 점과 선이 만나야 비로소 도형이라 이야기 할 수 있다. 삼각형은 변의 개수가 가장 적은 다각형으로 닫혀있는 평면도형이다. 변 2개로는 닫혀있는 도형을 만들 수 없다. 가장 최소단위의 도형인 삼각형은 단순하면서도 어떤 압력에도 모양이 변하지 않는 가장 튼튼한 도형이다. 우리 주위에서 삼각형을 이용한 여러 가지 건축물을 찾아보자. 송신탑, 에펠탑, 삼각형의 트리스트 교량, 우리가 생활하는 집이나 건물의 내부구조도 삼각형이다.



포디프레임으로 만든 각 단계별 시에르핀스키 삼각형의 높이는?

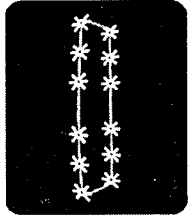
- 1단계; 13cm
- 2단계; 26cm
- 3단계; 52cm
- 4단계; 1m 4cm
- 5단계; 2m 8cm
- 6단계; 4m 20cm



① 그림과 같이 6cm 피방 1개, 3cm 피방 2개의 순서로 연결한다.



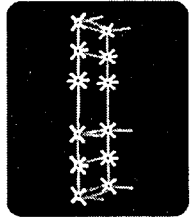
② 5cm 피방 2개와 연결된 것엔 별다른 처리 없이 그대로 그림과 같이 묶는다.



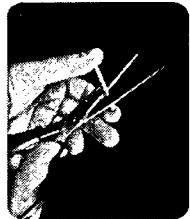
③ 2cm 길이 끈이 연결되면 그림과 같이 된다.



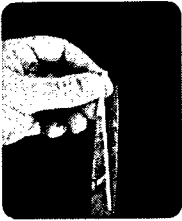
④ 3cm 그림자 끈이 아랫의 밑을 뒤이 연결함으로써 연결한다.



⑤ 3cm 피방의 연결방을 그림과 같이 묶는다.



⑥ 6cm 피방의 연결방 4cm 맞춰서 만든다.



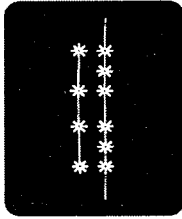
⑦ 3cm 노란색을 가위로 이용하여 떼어낸다.



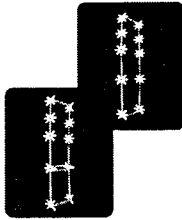
⑧ 가위 전체 아니 것 비고, 가위 것을 ③에서 2cm에 꺼낸다.



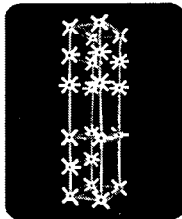
⑨ 반 정도 끈이 가위 쪽은 모습, 반 남은 곳에 4cm 피방 2개를 끼운다. 끼운 뒤 전체 길이가 7cm가 된다. 이것을 2개 만든다.



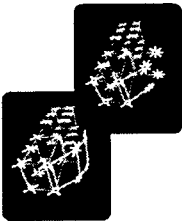
⑩ 그림자 끈의 끝은 6cm 피방 사이에 3cm 피방을 2개도 연결, 이것을 ③에서 만든 7cm 사이에 6cm 피방을 연결한 것.



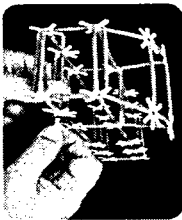
⑪ ⑩의 후, 아랫 것을 연결하여 ⑩와 같이 끈이 연결방으로 연결한다.



⑫ ⑩와 ⑩를 연결한다.



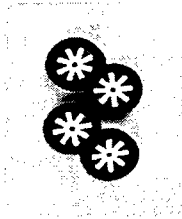
⑬ 2cm 길이 6cm를 가위로 이용하여 4cm로 자른다(모두 4개) 그림과 같이 연결한다.



⑭ 4cm 피방의 연결방에 3cm 노란 2개를 달아 ⑬와 같이 묶는다.



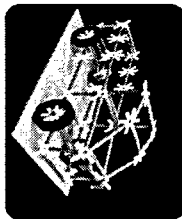
⑮ 빈칸에 3cm 피방 2개를 노란색이 0.7~0.8cm 정도 남겨둬주세요.



⑯ 4개의 바퀴에 연결을 그림과 같이 묶는다.



⑰ 빈칸에 지은 3cm 피방에 ⑬의 바퀴를 끼우고, 나머지를 가위로 잘라낸다.



⑱ 스티커를 붙이면 특히 완성!

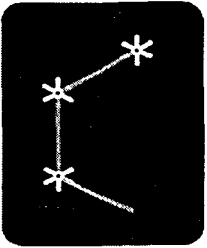
* 포디의 프레임 제품은 플라스틱 제품이라 계절에 따라 수축팽도가 다릅니다. 잘 끼워지지 않는 연결방은 손으로 연결방을 눌러준 후 끼우면 잘 끼워집니다.

(주)포디랜드 · 포디창의연구소
 북어 : 실용신인 제0379499호

트럭 기하구조 만들기 (포디프레임 구성: 6cm 피방, 3cm 피방, 3cm 노란 연결방, 8발 연결대, 바퀴)

트럭 기하구조 만들기

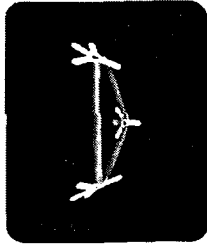
대한민국 체험교구
4D프레임
 www.4dframe.com
 02-3474-9224/5



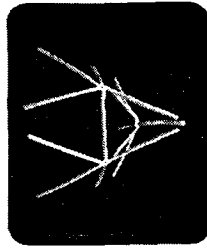
① 그림과 같이 원반 건너 하나씩 연결봉을 끼운다.



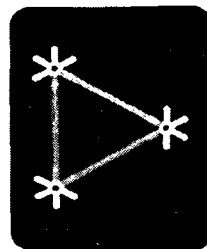
② ①을 그림과 같이 세 꼭지점 모두 한발씩 건너 연결봉을 만든다.



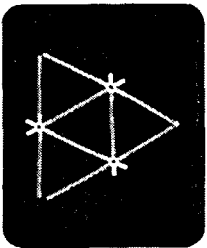
③ 세 꼭지점 모두 한발은 위로 세발은 아래로 향하는 삼각형이 된다.



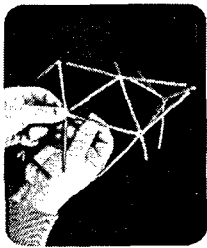
④ 위의 위 아래 남은 발 모두에 연결봉을 끼운다.



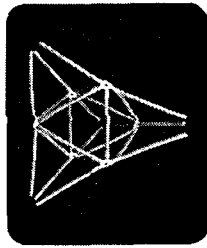
⑤ ④와 다른 삼각형을 그림과 같이 만든다.



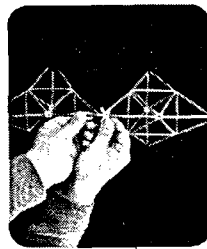
⑥ ⑤의 한 꼭지점을 위로 했을 때, 양쪽으로 팔을 벌리고 있는 발에 연결봉을 끼운다.(세 꼭지점 모두)



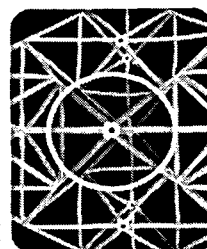
⑦ ④와 ⑥을 합체한다.



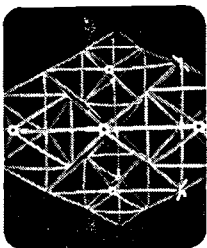
⑧ 시에르핀스키 2단계 완성! 1단계를 모두 4개 만든다.(합체 봉 위해 꼭지점을 모두 열어둬)



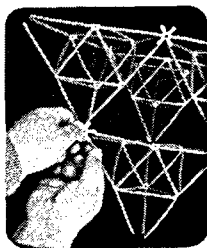
⑨ 2단계를 만들기 위한 합체방법: 그림과 같이 보셔라의 중심선을 6발로 인접하게 되게 먼저 연결한다.



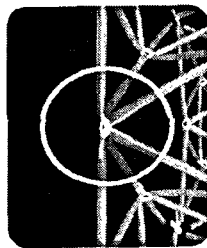
⑩ 중심선을 연결된 연결의 나머지쪽은 위쪽에, 아래쪽을 아래에 연결한다.



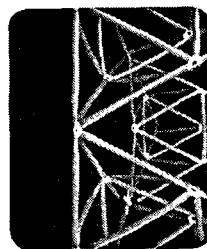
⑪ 요긴 연결완성!



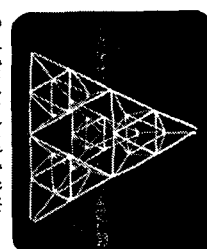
⑫ 말년의 중심선을 6발로 일자가 되게 3곳 모두를 연결한다.



⑬ 중심선만 연결된 말년의 나머지쪽은 위쪽은 뒷발에, 뒤쪽은 앞발에 연결한다.



⑭ 말년 연결완성!



⑮ 시에르핀스키 2단계 완성!

* 2단계 4개를 위와 같은 방식으로 연결을 하면 3단계가 되고, 3단계 4개를 연결하면 4단계, 4단계 4개를 연결하면 5단계, 5단계 4개를 연결하면 6단계가 되는데 높이가 4m 20cm가 됩니다.
* 포디의 모데인 제품은 플라스틱 제품이라 계절에 따라 수축팽창이 더 큼니다. 잘 끼워지지 않는 연결봉은 손으로 연결봉을 눌러준 후 끼우면 잘 끼워집니다.

시에르핀스키 삼각형 만들기

(주)포디랜드 · 포디랜드연구소
북한: 실용신인 제0379499호

(포디프레이밍 구성 : 7cm 주황색 연결봉, 6발 연결핀)

대한민국 체험연구
4D프레이밍
www.4dframing.com
02-3474-9224/5