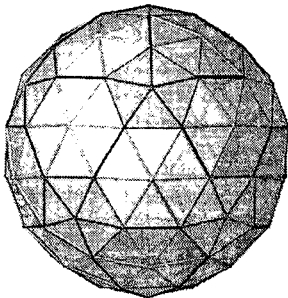


포디프레임을 이용한 지오데식 구 만들기

김 익 (고산중학교)

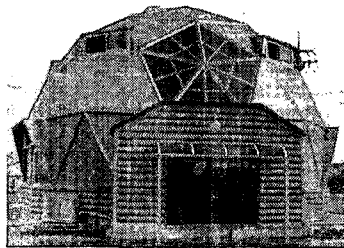
□ 미래의 건축모형 지오데식 돔



(3단계 지오데식 구)

이 그림은 정이십면체에 기초한 지오데식 구이다. 정이십면체의 각 모서리를 3등분하여 각 면을 여러 개의 정삼각형으로 나눈 뒤 이 도형을 부풀린다. 그러면 정삼각형들은 구 위에 그려진 삼각형 모양이 되고 모든 꼭지점이 입체의 중심에서 같은 거리에 있게 된다. 지오데식 구는 모든 면이 삼각형이면서 구와 아주 가까운 다면체가 된다.

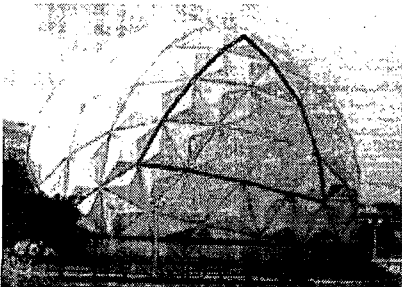
대형 체육관이나 대형 마트의 천정을 보면 삼각형 모양의 구조물을 볼 수 있다.



3단계 지오데식 구를 이용한 집

삼각형의 모양은 세 변의 길이만으로 완전히 정해진다. 따라서 세 개의 막대를 연결해 삼각형을 만들어 놓으면 변형이 일어날 수 없다. 반면, 사각형은 네 변의 길이가 모두 정해지더라도 다른 모양으로 변형될 수 있다. 오각형, 육각형 등도 모두 마찬가지이다. 따라서 삼각형 외에 다른 모양으로 만들어진 구조물에 큰 힘이 가해졌을 경우, 철골 자체가 휘거나 부러지지 않고도 전체적인 변형이 일어날 수 있다. 이것은 건물이나 다리, 체육관의 지붕 같은 데서 일어나서는 안 될 일이다.

반구 모양의 입체도형을 돔이라고 하는데, 지오데식 돔은 전통적인 건축물보다 훨씬 더 적은 재료(대략 60%, 일반 사각형 지붕과 비교했을 때)를 사용해서 훨씬 더 큰 공간을 얻을 수 있다. 확장성뿐만 아니라 조립도 간편하다. 지오데식 돔의 모든 면이 삼각형으로 되어있기 때문이다. 내부에 기둥이 하나도 없으면서도 매우 튼튼한 특성을 가지기 때문에 초대형 공 모양의 건축물로 만들 수도 있다. 여기에 안정적인 견고함까지 제공한다.



구는 똑같은 부피를 갖는 입체도형 중에서 겉넓이가 가장 작기 때문에 외부의 환경 영향을 덜 받을 뿐 아니라 열손실이 가장 적은 건축물이 될 수 있다. 따라서 구 모형과 아주 유사한 지오데식 돔은 냉난방에 아주 유리한 건축물이라 할 수 있다.

왼쪽 사진은 대전 국립중앙과학관의 천체관이다.

큰 삼각형의 꼭지점은 정오각형의 중앙부분임을 알 수 있다. 이 삼각형의 한 변이 분할되는 정도로 지오데식 구의 단계를 알 수 있다. 이 건축물은 삼각형의 한 변이 4등분 되어있으므로 4단계의 지오데식 돔임을 알 수 있다. 이런 지오데식 돔은 엄청나게 큰 건물의 구조가 될 수 있는데, 합금, 합판, 플라스틱 등의 재재를 이용하여 지오데식 돔과 같은 멋진 건축물을 고안한 리처드 벅민스터 풀러(Richard Buckminster Fuller, 1985~1983)는 뉴욕시의 일부를 덮을 수도 있는 지름이 3km에 달하는 반구 형태의 지오데식 돔을 만들자고 제안하기도 했다. 눈과 비도 피할 수 있고, 햇빛과 공기도 적절하게 조절할 수 있는 지오데식 돔을 말이다.

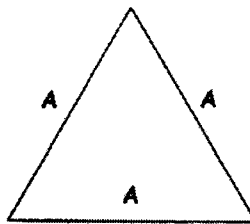
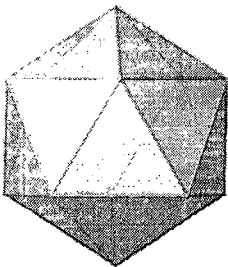
리처드 벅민스터 풀러의 이런 제안은 실현되지 않았지만, 그의 지오데식 돔은 1967년 몬트리올 만국박람회에서 미국관으로 실현됐고, 그 뒤 실내 체육관, 극장, 온실, 전시회장 등을 만드는 데 이용되고 있다.

지구 온난화 현상으로 한 여름철이면 밖에서 활동하기가 힘들어지고 있다. 지금 보다 더 심해진다면 지오데식 돔과 같은 건축물을 지어 외부의 영향을 최소화하는 방향을 생각하게 되지는 않을까? 아니면 바다 속에 지오데식 돔을 지어 생활하게 될지도 모르겠다.

□ 여러 단계의 지오데식 돔에서 각 변의 길이 관계 알아보기

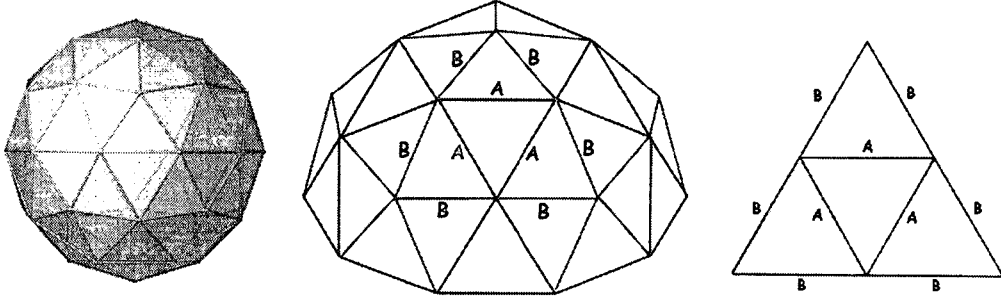
- 정이십면체를 이용하여 구와 같은 모형을 만들어야 하므로 각 변이 일정하지는 않다. 1단계에서 6단계까지의 지오데식 돔의 각 변의 길이 관계를 알아보자.

☞ 1단계 (반경 : 6.658)



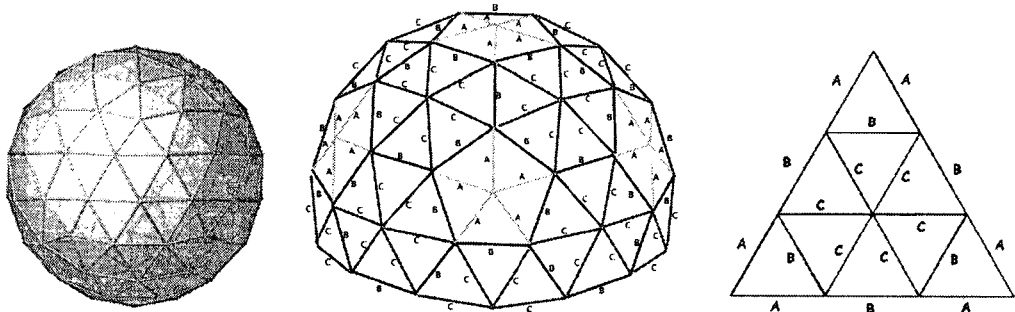
지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome	Sphere
A	7	1.05146	25	30
오각형모양 연결 개수			6	12
사각형 모양 연결 개수			5	0

☞ 2단계 (반경 : 11.327)



지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome	Sphere
A	7	0.61803	35	60
B	6.19	0.54653	30	60
사각형모양 연결 개수			10	0
오각형모양 연결 개수			6	12
육각형모양 연결 개수			10	20

☞ 3단계(반경 : 20.08)

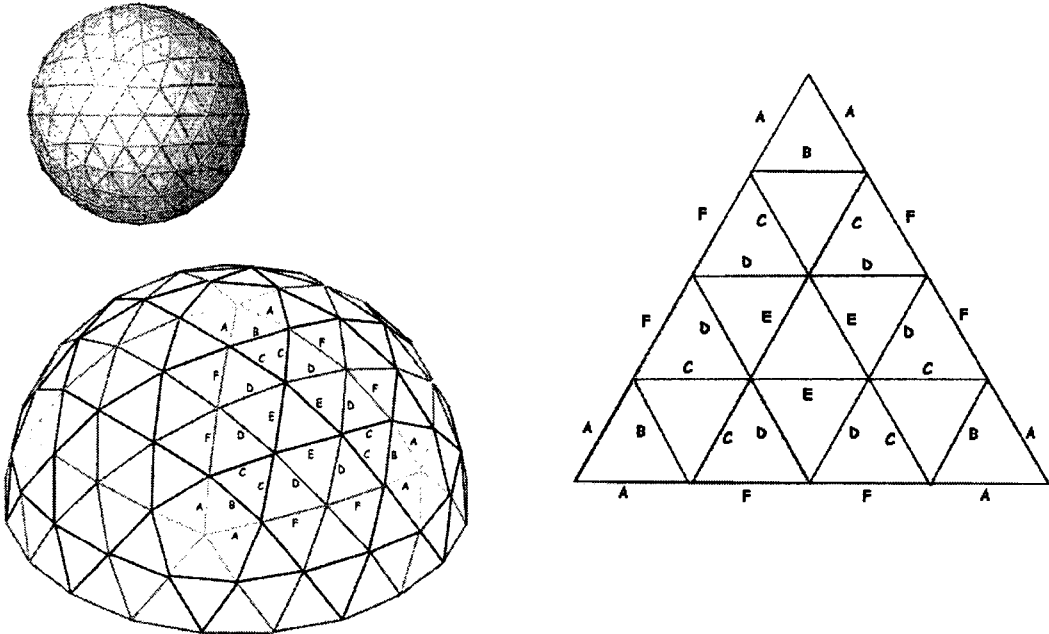


지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome(5/8)	Sphere
A	7	0.34862	30	60
B	8.103	0.40355	55	90
C	8.281	0.41241	80	120
사각형모양 연결 개수			15	0
오각형모양 연결 개수			6	12
육각형모양 연결 개수			40	80

* Dome(5/8) : 위에서 5/8 부분을 절단하여 만든 Dome

☞ 4단계(반경 : 27.65)

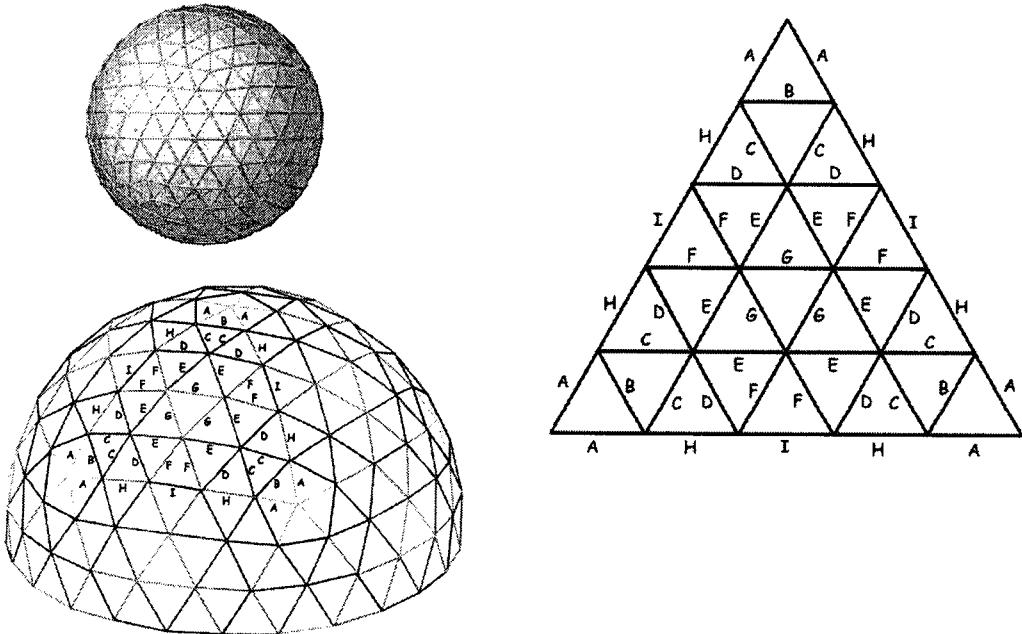
- 길이가 다른 변이 몇 개일까?
- 기준이 되는 한 변의 길이를 7cm로 했을 때 다른 변의 길이는 얼마일까?
- 버키볼의 반지름은 얼마가 될까?



지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome	Sphere
A	7	0.25318	30	60
B	8.163	0.29524	30	60
C	8.143	0.29453	60	120
D	8.650	0.31287	70	120
E	8.984	0.32492	30	60
F	8.256	0.29859	30	60
사각형모양 연결 개수			20	0
오각형모양 연결 개수			6	12
육각형모양 연결 개수			65	150

☞ 5단계 (반경 : 35.33)

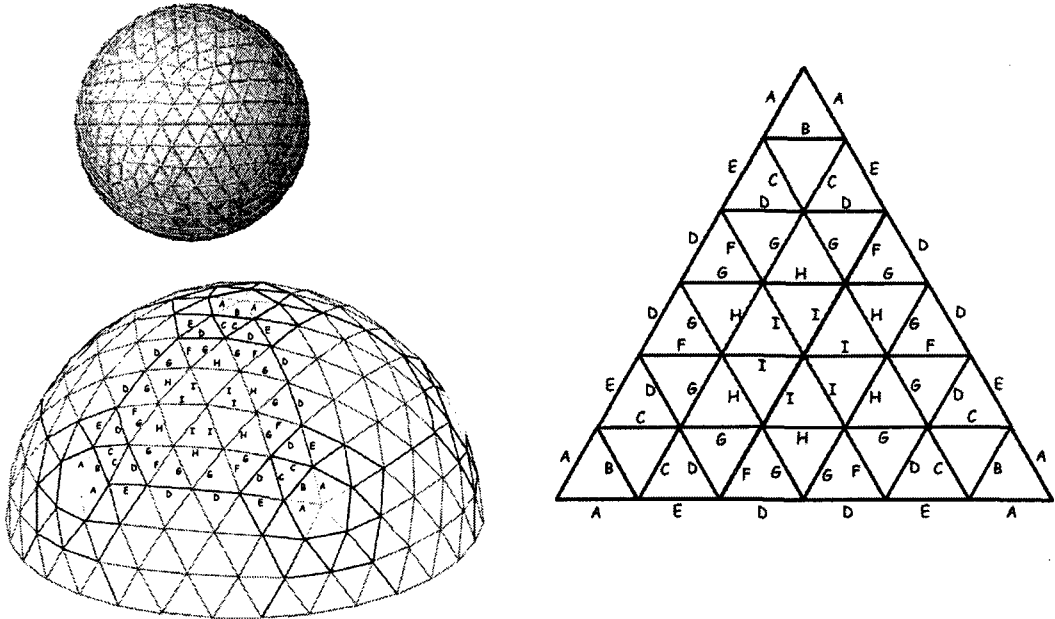
- 길이가 다른 변이 몇 개일까?
- 기준이 되는 한 변의 길이를 7cm로 했을 때 다른 변의 길이는 얼마일까?
- 버키볼의 반지름은 얼마가 될까?



지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome(5/8)	Sphere
A	7	0.19814743	30	60
B	8.189	0.23179025	30	60
C	7.973	.22568578	60	120
D	8.735	.24724291	70	120
E	9.015	.25516701	70	120
F	8.658	.24508578	80	120
G	9.242	.26159810	35	60
H	8.182	.23159760	30	60
I	8.668	.24534642	20	30
사각형모양 연결 개수			25	0
오각형모양 연결 개수			6	12
육각형모양 연결 개수			120	??

☞ 6단계 (반경 : 43.06)

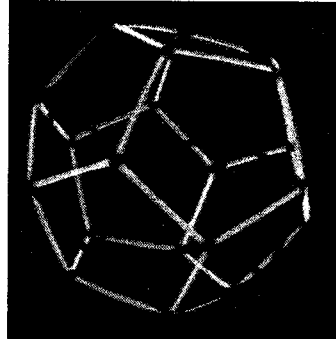
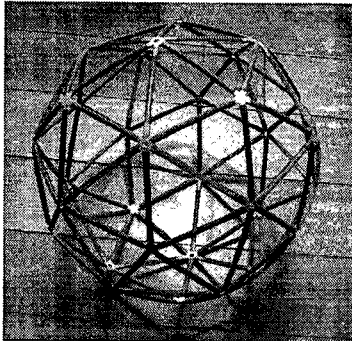
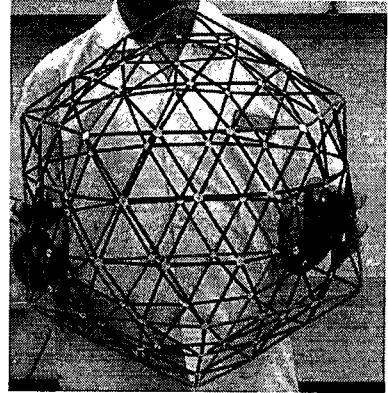
- 길이가 다른 변이 몇 개일까?
- 기준이 되는 한 변의 길이를 7cm로 했을 때 다른 변의 길이는 얼마일까?
- 버키볼의 반지름은 얼마가 될까?



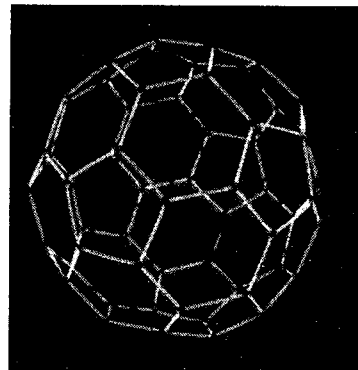
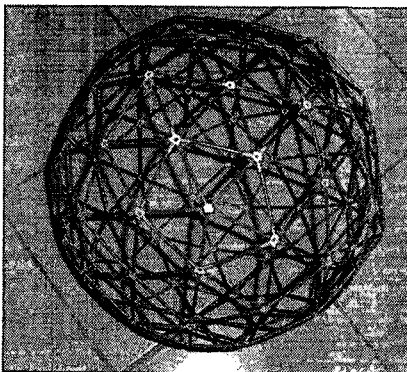
지주(변)	길이	변의 길이/돔반경	Dome	Sphere
A	7	.1625672	30	60
B	8.201	.1904769	30	60
C	7.832	.1819083	60	120
D	8.733	.2028197	90	180
E	8.068	.1873834	30	60
F	8.526	.1980126	60	120
G	8.866	.2059077	130	240
H	9.273	.2153537	65	120
I	9.328	.2166282	60	120
사각형모양 연결 개수			30	0
오각형모양 연결 개수			6	12
육각형모양 연결 개수			160	??

□ 포디프레임을 이용하여 지오데식 구 만들기

- ① 두 가지 색을 이용하여 이해를 쉽게 하도록 할 수 있다.
- ② 한 변이 3등분 된 정이십면체를 만든다.
- ③ 정이십면체를 부풀렸을 때 원래 길이보다 짧아지는 부분과 길어지는 부분에 대하여 생각해 본다.
- ④ 정이십면체에서 정오각형이 나올 수 있는 부분을 생각해 본다.
- ⑤ 정이십면체를 이용하여 축구공 모양의 작은정이십면체를 만들어보자
- ⑥ 오각형과 육각형 부분을 삼각형으로 덮는다.

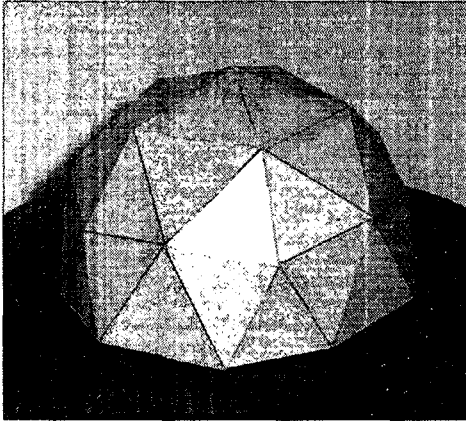


4D프레임을 이용한 지오데식구(2단계)

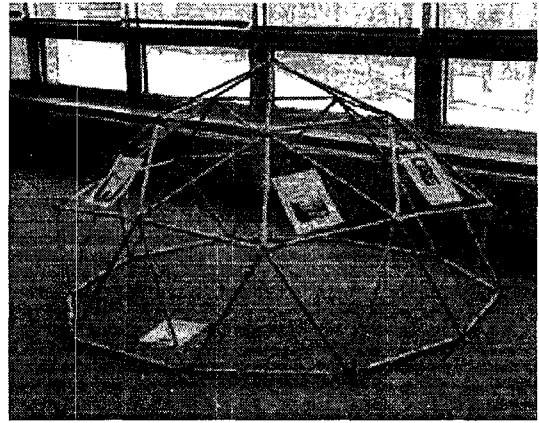


4D프레임을 이용한 지오데식구(3단계)

□ 다른 재료를 이용한 지오데식 돔



하드보드지를 이용한 지오데식 돔



신문지를 말아서 만든 지오데식 돔

참 고 자 료

1. http://housing.byrene.com/Geodesic_Dome
2. <http://www.desertdomes.com/domecalc.html>
3. <http://www.hani.co.kr/section-005006002/2004/03/005006002200403281855190.html>
(실내체육관은 왜 반구 모양일까?)
4. 축구공과 지오데식 돔 : "과학동아 2000년 2월호" (허민 광운대 교수)
5. <http://incredible.egloos.com/1411094>(축구와 물리학의 만남)