

ハニカム構造について

八王子市立元八王子東小学校 6年 堀田和義

1. 研究の動機

「人工衛星にハニカム構造が使われている」と本で見て、ハニカム構造に興味を持った。ハニカム構造は正六角柱を並べた構造であり、他にもサッカーのゴールネットやパラポラアンテナ、飛行機・車・列車の床やドア、建物の外壁や備品にも使用されており、軽くて丈夫な構造であるとのことだ。どのくらいハニカム構造が強いのか知りたいと思い、実験することにした。

2. 仮説

ハニカム構造を調べる過程で、隙間なく敷き詰めることのできる多角形は、正三角形、正方形、正六角形の三つであることが分かった。そこで、その三つの多角柱を比較して、強度と材料の量を調べる。

・仮説(A) 強度は、底面が正六角形>正三角形>正方形の順に強い。

正六角形はハニカム構造のため最も強く(丈夫)、三角形は三点支持で形が変わらないため、正方形より強いと考えた。

・仮説(B) 耐荷重は、底面の多角形の辺の数に比例する。

1つの辺が支えられる重さが同じだとすると、同じ辺の数で表せる面積が広い正六角形が、同じ重さを支えられる面積が広くなり、軽くなると考えた。

3. 研究の方法

多角形を作る材料は、市販の方眼ノートを使用する。
それぞれの実験に合わせて正多角柱を作り、
正多角柱の上にプラスチックのまな板とボウルを置いて、
水やコップ等の重りを入れていった。



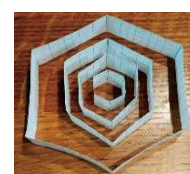
実験1…仮説(A)、仮説(B)の検証

1辺2cm、高さ2cmの正多角柱を1、2、3、5、7個と並べた構造を作り、耐荷重を測定した。
並べたときに、辺が重ならないようにした。

底面の形	1個	2個	3個	5個	7個
正三角形					
正方形					
正六角形					

実験2…ハニカム構造の特長を知る

- ① 1辺の長さは2cm固定、高さが1、2、3、5、7、11cmの正六角柱を作り、耐荷重を測定した。
- ② 1辺の長さが1、2、3、5cm、高さが2cm固定の正六角柱を作り、耐荷重を測定した。

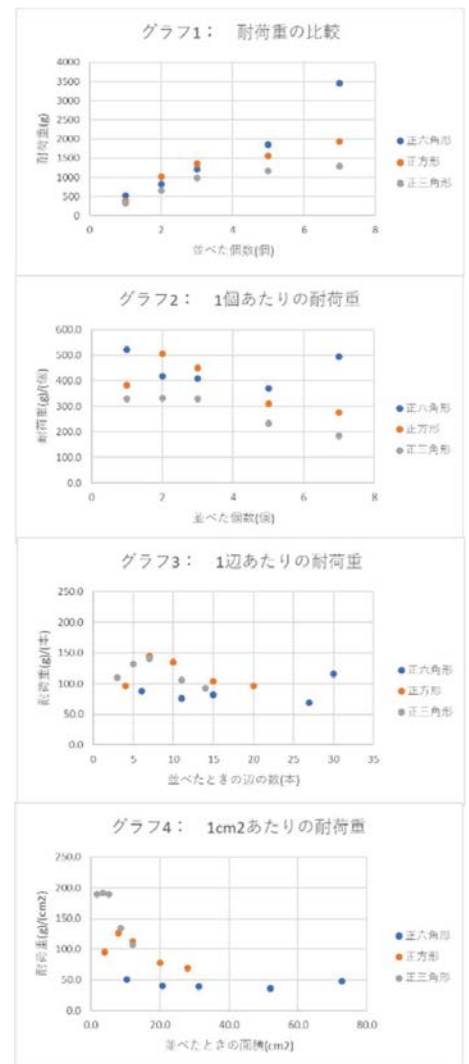


4. 結果

実験 1

正三角形					
個数(個)	1	2	3	5	7
辺の数(本)	3	5	7	11	14
面積(cm ²)	1.7	3.5	5.2	8.7	12.1
耐荷重(g)	328	662	984	1164	1291
耐荷重(g)/(個)	328.0	331.0	328.0	232.8	184.4
耐荷重(g)/(本)	109.3	132.4	140.6	105.8	92.2
耐荷重(g)/(cm ²)	189.4	191.1	189.4	134.4	106.5
正方形					
個数(個)	1	2	3	5	7
辺の数(本)	4	7	10	15	20
面積(cm ²)	4.0	8.0	12.0	20.0	28.0
耐荷重(g)	383	1014	1353	1552	1928
耐荷重(g)/(個)	383.0	507.0	451.0	310.4	275.4
耐荷重(g)/(本)	95.8	144.9	135.3	103.5	96.4
耐荷重(g)/(cm ²)	95.8	126.8	112.8	77.6	68.9
正六角形					
個数(個)	1	2	3	5	7
辺の数(本)	6	11	15	27	30
面積(cm ²)	10.4	20.8	31.2	52.0	72.7
耐荷重(g)	522	835	1221	1852	3460
耐荷重(g)/(個)	522.0	417.5	407.0	370.4	494.3
耐荷重(g)/(本)	87.0	75.9	81.4	68.6	115.3
耐荷重(g)/(cm ²)	50.2	40.2	39.2	35.6	47.6

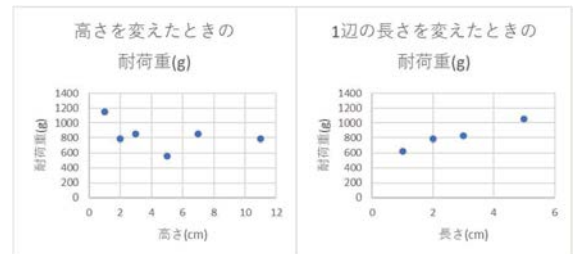
- ・グラフ 1 から、1~3 個まではほぼ耐荷重は同じだが、並べる数が多くなると正六角形> 正方形> 正三角形の順に耐荷重が大きい。
- ・グラフ 2 から、1 個あたりは、耐荷重は正六角形が大きく、正三角形が小さい。
- ・グラフ 3 から、耐荷重は 1 辺に比例するように見える。
- ・グラフ 4 から、同じ面積で比較すると、耐荷重は正三角形が大きく、正六角形が小さい。



実験 2

高さ(cm)						
高さ(cm)	1	2	3	5	7	11
耐荷重(g)	1149	784	851	557	850	783
1辺の長さ(cm)						
1辺の長さ(cm)	1	2	3	5		
耐荷重(g)	620	784	825	1050		

- ・高さが低い方が、耐荷重が大きかった。
- ・1 辺が長い方が、耐荷重が大きかった。



5. わかったこと、考察

- ・仮説 (1) については、正六角形> 正方形> 正三角形の順に耐荷重が大きかった。
- ・仮説 (2) については、辺の数に比例していて、予想が合っていた。

ハニカム構造(正六角形)が最も強度が強いことが分かった。正三角形は単位面積あたりの強度が強いが、1 辺あたりの耐荷重が同じため、ハニカム構造と同じ耐荷重をもつためには個数が必要になってしまう。ハニカム構造は、軽くて丈夫だということが実験を通して分かった。

また、正六角柱は、高さが低く、1 辺が長い方が、耐荷重が大きいことが分かった。板状のハニカム構造が強いと考える。

6. 感想

- ・今回の研究では、正多角形の作り方やまな板とボウルの置き方などがそろってなかったため、斜めにも重さがかかってしまい、測定誤差が出てしまったと思う。なので、測定回数を増やして測定する必要があると思った。
- ・ハニカム構造の実験について考えるのは難しかったが、ハニカム構造の特長が分かっておもしろかった。

7. 参考文献

- ・赤池学(2011) 『かたち・しくみ・動き 自然に学ぶものづくり図鑑 繊維から家電・乗り物まで』 p.12-13 PHP 研究所
- ・鷲見辰美(2009) 『夢の技術を次々生み出す 自然界の超能力! 3 ハチヤカタツムリがヒント たてものづくり』 p.2-9 学研
- ・笹島佑介(2018) 『生物に学ぶ技術の図鑑 生物模倣技術 (バイオミメティクス) の知恵』 p.54-55 成美堂出版