

ハニカム構造の不思議

抄 録

今回、ハニカム構造と他の構造を比べ強度を確認し、さらにハニカム構造の条件を変えて実験した。台紙に垂直に紙を立て、三角形、四角形、六角形のそれぞれの集合体を作り、1枚の板を置き、水の重さを加えていくことで、それぞれの強度を数値化した。結果、装置の高さがより低く、六角形の一边がより短いハニカム構造の方が強いことが分かった。このように、ハニカム構造は垂直からの荷重に強いいため、板に応用できると思われる。今回は身近な応用例についても研究した。

キーワード：ハニカム構造，六角形，面積

1. はじめに

これまでの先行研究で、ハニカム構造は他の構造よりも強く、少ない材料で作ることが可能であることが分かっている。しかし、ハニカム構造がどのような特徴を持つ場合に強さを増すのか明らかにされていないため、今回はハニカム構造にいろいろな特徴を付け加えて実験した。

2. 研究動機と目的

僕はあるテレビ番組で「ハニカム構造」という構造が蜂の巣に用いられているということを知った。興味を持ったため、調べてみたところ、航空機や新幹線などに使われていることが分かった。そこでハニカム構造が、どのような特徴を持つのか気になったので研究を行った。そのために、まず、ハニカム構造の原理について知り、先行研究が本当なのか確認する。確認した上で、どのような特徴を持つハニカム構造が強いのか実験し、ハニカム構造の特徴について知る。そして、身近なところへの利用について考える。

3. 研究方法

(1) 図形ごとの強度の研究

図1のような装置を用意する。

なお、それぞれの装置の1つの図形の
一辺、高さは共に2cmとする。

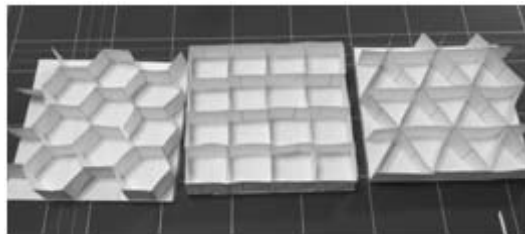


図1 一辺、高さ共に2cm

それぞれの装置にバケツを乗せ、水を継続的に加えていく。装置が崩れた時点の水の重さを量り、どの装置がどれだけの荷重に耐えたか計測する。バケツが満杯になっても装置が崩れなかった場合は、1度バケツの水を捨て、本などのおもりを乗せた上で再度水を加えていくとする。なお、装置とバケツの間にはガラスを1枚挟み、バランスをとるものと

し、計測した数値にはガラス板の重さも含める。
※少しでも装置が傾いたり、へこんだ時点で「くずれた」とする。

(2) ハニカム構造の条件ごとの強度の研究

ハニカム構造において、六角形の数に強度に関するのか調べるため、図2、図3のように、六角形の数を図1より増やして実験した。

また、どのような特徴を持つハニカム構造が強くなるのか調べるため、図4、図5のように、1つの六角形の一辺の長さを1 cm、3 cmで比較したり、図6、図7のように高さを1 cm、3 cmで比較して実験した。

これらの研究から、最も強いであろう特徴を組み合わせたハニカム構造を図8のように一辺1 cm、高さ1 cmで作って実験した。

※六角形の一辺、高さについて述べていない部分は全て2 cmとし、計測の仕方は3-(1)と同様に行う。

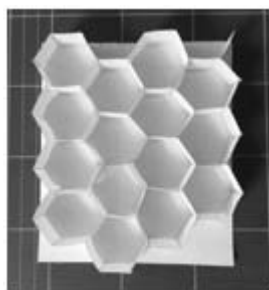


図2
(一辺2 cm、高さ2 cm
240cm²使用)



図3
(一辺2 cm、高さ2 cm
368cm²)



図4
(一辺3 cm、高さ2 cm
180cm²)



図5
(一辺1 cm、高さ2 cm
180cm²)

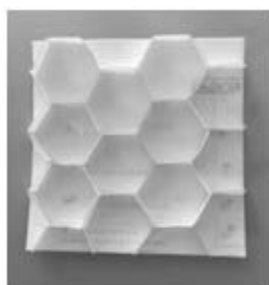


図6
(一辺2 cm、高さ1 cm
84cm²)

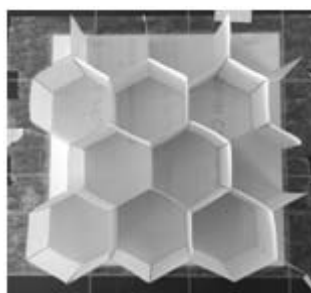


図7
(一辺2 cm、高さ3 cm
252cm²)

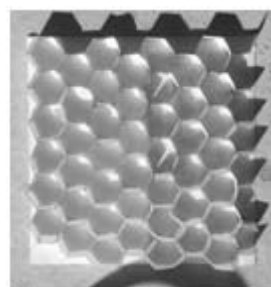


図8
(一辺1 cm、高さ1 cm
168cm²)

4. 結 果

(1) 図形ごとの強度の研究の結果

それぞれの図形に、図1の装置を使ったときの結果が表1、それをグラフに表したものが図9である。

表1 図1の装置の図形ごとの強度 (g)

	三角形	四角形	六角形
1回目	4455	3873	4363
2回目	4802	5247	5219
3回目	5882	5612	6110
4回目	5214	5327	6857
5回目	5218	5294	4142
5回の平均	5114	5071	5338
1 cm ² あたり	21.31	21.13	31.78

(g)

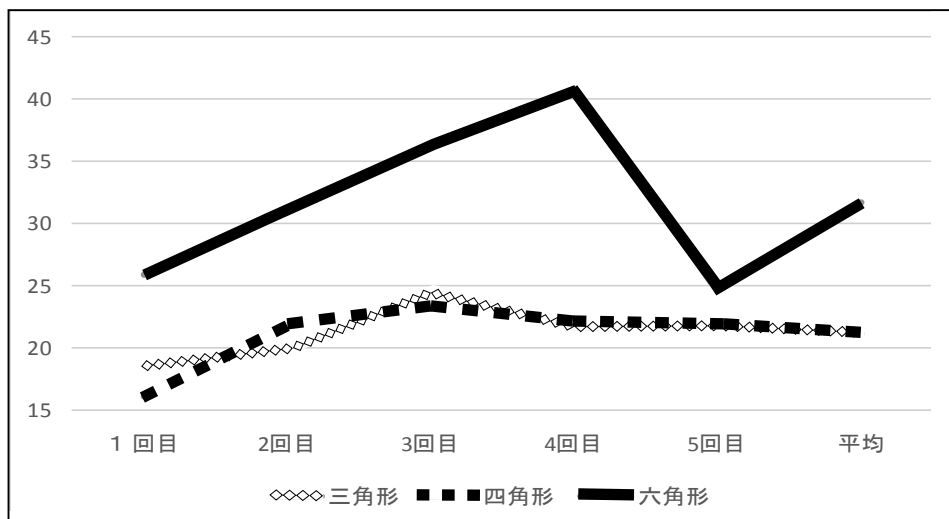


図9 1 cm²あたりのそれぞれの構造が耐えた荷重

このように、同じ土台に敷きつめた紙の量は、六角形が最も少ないのにもかかわらず、1～5回目の平均を使った紙の量で割ると、六角形の数値が三角形、四角形の数値を上回った。また、使った紙の量が等しい三角形と四角形の1 cm²あたりの数値はほとんど一致している。

(2) ハニカム構造の条件ごとの強度の研究の結果

図1、図2、図3の六角形の数異なる装置を用いて得られた結果が表2である。

表2 図1、図2、図3の装置のそれぞれの強度 (g)

	図1 (表1の5回の平均の数値)	図2	図3
耐えた荷重	5338	4074	12044
1 cm ² あたり	31.78	16.98	31.36

このように、図1、図3の1 cm²あたりの数値がほとんど一致していて、図2の1 cm²あたりの数値を大きく上回っている。

図1、図4、図5の六角形の一辺の長さが異なる装置を用いて得られた結果が表3である。

表3 図1、図4、図5の装置のそれぞれの強度 (g)

	図1 (表1の5回の平均の数値)	図4	図5
1回目	/	2783	6269
2回目		2562	6327
3回目		2938	6583
平均	5338	2761	6393
1 cm ² あたり	31.78	15.34	35.52

このように、1 cm²あたりの数値は一辺1 cmの図5が最も高く、次に一辺2 cmの図1、その次に一辺3 cmの図4の順だった。図5は図4の2倍以上の数値になっている。

図1、図6、図7の六角形の高さが異なる装置を用いて得られた結果が表4である。

表4 図1、図6、図7の装置のそれぞれの強度 (g)

	図1 (表1の5回の平均の数値)	図6	図7
1回目		4416	3758
2回目		4623	3682
3回目		4297	3437
平均	5338	4445	3626
1 cm ² あたり	31.78	52.92	14.39

このように、1 cm²あたりの数値は高さ1 cmの図6が最も高く、次に高さ2 cmの図1、その次に高さ3 cmの図7の順だった。また、図6は図7の3倍以上の数値になっている。

表5 図8の装置の強度 (g)

	図8
耐えた荷重	25596
1 cm ² あたり	152.36

このように、予想通り、図8の1 cm²あたりの数値はこの研究の中で最高の数値となった。1 cm²あたりの数値が100を超えたのは、この図8だけである。

5. 考 察

表1、図9より、六角形が三角形、四角形に比べ強い荷重に耐えていることから、ハニカム構造は他の構造に比べ強いことが分かる。

表2より、図1、図3の1 cm²あたりの数値がほとんど一致していることから、六角形の数はいくら増やしても一定の面積あたりの強さは変わらないと考えられる。図2は装置の制作、計測にミスがあったため図1、図3の数値とずれてしまったと考えられる。

表3より、図5の数値が図1、図4に比べ高いことから、六角形の一辺が短い方が強いハニカム構造になると考えられる。

表4より、図6の数値が図1、図7に比べ高いことから、六角形の高さが低い方が、強いハニカム構造になると考えられる。

表5より、図8の数値が今までのどの数値よりも高いことから、六角形の一辺が短い上に、高さが低いハニカム構造が今回の研究で最も強いと考えられる。

また、これらの結果から、ハニカム構造は板状のものに応用出来ると考えられる。例えば、眼鏡ケースやスマートフォンのケースなど、軽さを求められかつ丈夫さを求められるものに便利だと思われる。

6. 結 論

ハニカム構造は、六角形の数と一定の面積あたりの耐える荷重は関係なく、1つの六角形の一边の長さ、装置の高さで耐える荷重が決まる。1つの六角形の一边が短ければ短いほど、装置の高さが低ければ低いほど耐える荷重の大きいハニカム構造になる。そのためハニカム構造は板状のものに応用すると便利である。

今回の研究では、明らかに実験回数が足りていなかったため、今後は実験回数を増やせるようにしっかりと計画を立てたい。

参考文献

- <www.str.ce.akita-u.ac.jp> (2016年7月25日)
- <<http://thk.kanazae.net/nowledge/science/t2999>> (2016年7月25日)
- <www.alumi-world.jp> (2016年7月26日)
- <www.atakikaku.com> (2016年7月26日)
- <www.m-sugi.com> (2016年7月27日)
- <www.monosiri.jp/term> (2016年7月28日)