

佳作

A 4 の紙 1 枚で作る橋の研究

～最強の橋を作れ～

千葉市立おゆみ野南中学校

第 3 学年 山口 理生

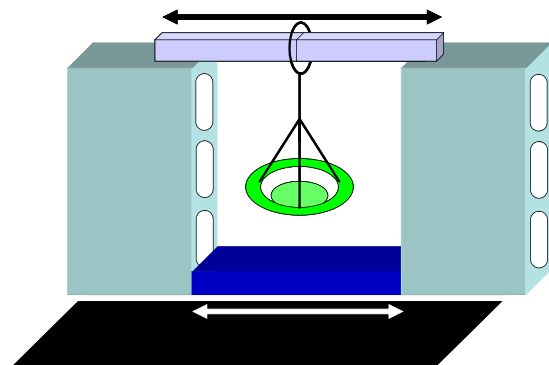
1 研究の動機・研究目的

NHKの科学番組で、「紙でタワーを作り、高さを競い合う」というコーナーを見た。ペラペラな紙が、切ったり丸めたりすることで強くなっていくことに興味を持った。紙はどこまで強くなるのかを調べてみたいと思い、この研究をすることにした。実験の素材は、加工がしやすく条件を一定にできるため、A 4 の紙 1 枚と決めた。

2 研究で使用した道具・方法

(1) 道具

A 4 コピー用紙、発泡スチロール（橋台）、おもり用の粘土、おもりをのせる糸付き皿



(2) 実験方法（重さにどれだけ耐えられるか）

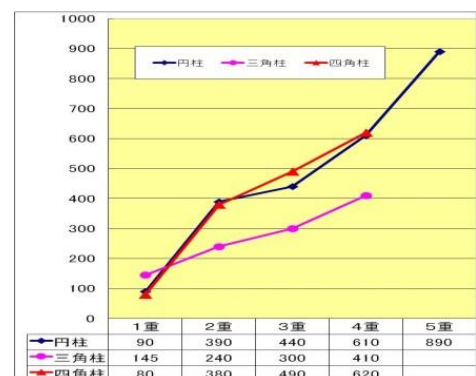
3 研究の内容

(1) 実験 1：形の違いによる強度比較

- ① 方法：紙を円柱、三角柱、四角柱にして橋を作った場合、形の違いによる強度を比較する。
- ② 結果：限界の重さは、円柱 90 g、三角柱 140 g、四角柱 80 g と、三角柱が最も強く、円柱と四角柱とはほぼ同じだった。

(2) 実験 2：重ねた回数による強度比較

- ① 方法：2 重、3 重と重ねて円柱、三角柱、四角柱の橋を作った場合の強度を比較する。
- ② 結果：1 重では三角柱、2 重は円柱、3 重は四角柱、4 重は四角柱が最も強度が強いことがわかった。どの形も、重ねれば重ねるほど強度が増すことがわかった。





円柱 2～5 重



三角柱 2～4 重



四角柱 2～4 重

(3) 実験 3：蛇腹状に折った回数による強度比較

- ① 方法：蛇腹の山を 1 山～8 山まで作成して、紙を折った回数による強度を比較する。
- ② 結果：1 山から 5 山と、強度が増していき、5 山の時に最も強度が強い。6 山以降は 5 山より強度が弱くなり、折れば折るほど強度が上がるわけではないことがわかった。

(4) 実験 4：橋の本数による強度比較

- ① 方法：1 枚の紙を半分に切り、1 重の円柱、三角柱、四角柱をそれぞれ 2 本ずつ作成する。
- ② 結果：円柱 2 本が最も強度が強い。本数を 2 本にしたほうが強くなる。

(5) 実験 5：四角柱の縦と横の長さを変えた場合の強度比較

- ① 方法：比率が 1:1.5、1:2、1:2.5 の 3 種類の四角柱を 2 本ずつ作成
- ② 結果：同じ形で縦長と横長を比較した場合、1:1.5、1:2 は横長の方が強かった。1:2 は縦長の方が強かった。

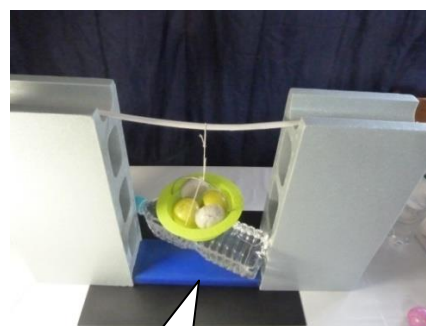
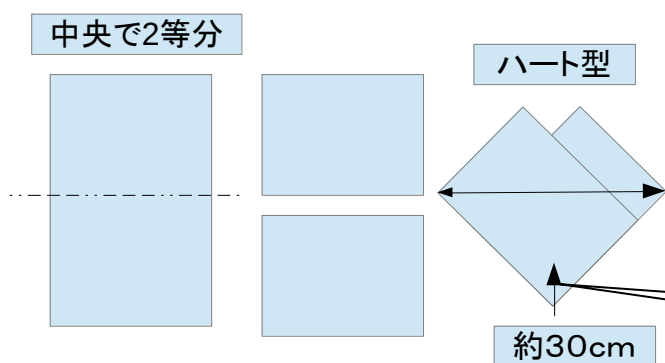
(6) 実験 6：最強の橋の条件を考察し、作成する

- ① 方法：最強の橋の条件

断面を小さくする。できるだけ多く巻きつける。
中央に近づくほど強度を強くする。

最強の橋の条件にそって、7 種類の橋を作り、強度を比較する。

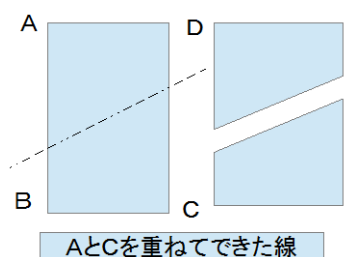
- ② 結果：最強の橋の条件から、最強の橋はハート型（下図）



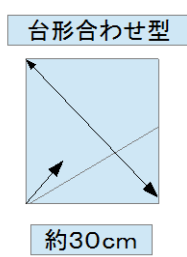
<最強の橋>

500ml のペットボトルと粘土
をおもりにしている。
限界の重さは 1 3 5 0 g。

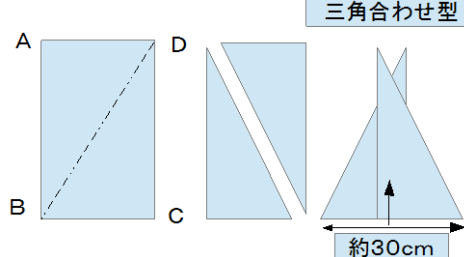
矢印の方向に巻いていく



AとCを重ねてできた線

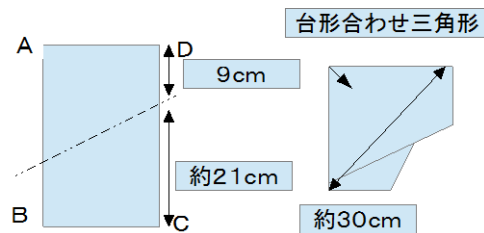
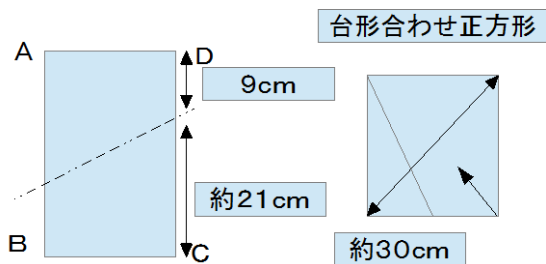


約30cm



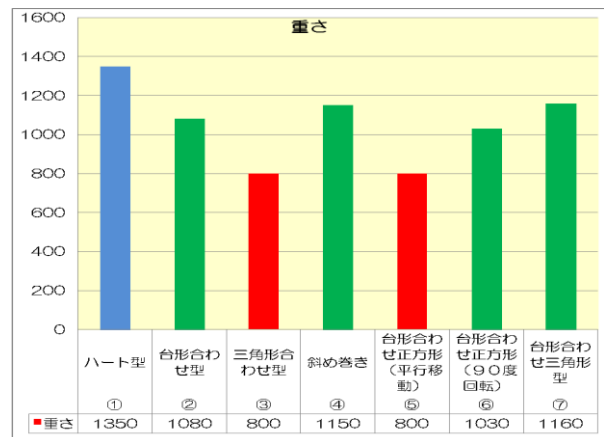
三角合わせ型

約30cm



4 研究の成果とまとめ

最強の橋の条件にそって、7種類の橋を作り、強度試験を実施した。中央から折れるので、紙を切って重ね、中央部分の強度を上げる形にした。その結果、限界の重さが1350gという強い橋を見つけることができた。4gの紙1枚で、1kg以上のものを支えることができるとわかった。

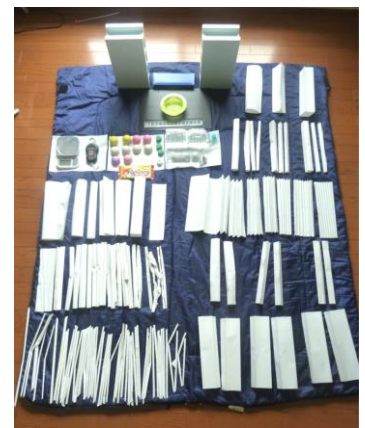


最強の橋の条件

- ・歪み、しわができないように、断面を小さくする。
- ・できるだけ多く巻きつけることで、強度を上げる。(緩まないように、左右対称で均一に巻く)
- ・中央から折れるので、中央に近づくほど強度を強くする。
(斜め巻きにすることで中央を強く両端を弱くしてバランスを取る)
- ・紙を切って重ねることで両端の強度を下げ、中央の強度を上げる形にする。

5 反省と感想

この研究をするために、たくさんの実験用の橋を作成した。三角柱の中に三角柱を入れたものや、円柱の中央部分に紙を巻きつけて補強したもの、円柱3本をねじったものなど、いろいろな橋を作成してみたが、これらの試作品は思ったほど効果がなく、すぐに折れてしまうものもあった。強い橋を作るために、紙をしっかりと巻きつけようとしたが、巻いているうちに一端が太くなったり、右や左に傾いてしまったりと、橋を均一に作るのがとても難しかった。また、作成している途中で、少しでもしわが入ってしまうと、その部分が弱くなり、そこから折れてしまうので、気持ちを集中させて作った。そんな中、ハート型の橋を作成して実験した時に、1000gを超えた時はとてもうれしかった。



6 指導と助言

実験の際に、形、巻数、本数など、実験条件をそれぞれ設定し、何が要因でその強度結果になったか判定しやすいように実験を実施している。そして、最強の橋の条件を絞り込み、導き出し、それに基づく様々な橋を創意して作成しているところが興味深い。また、形の変化、しなり具合、みしみしとする音など、気付きの点を実験の度に確認、観察をして、紙の性質、強度を上げる方法を考察しており、将来のさらなる研究に期待ができる。

(指導教諭 曾村 仁)