

よみがえれ熊本！円柱・角柱実験

錦町立一武小学校 4年 黒木 昭誠

1 研究のきっかけ

ぼくは去年、台風で倒れた「すももの木」が枯れたことをきっかけに、「植物の水の通り道」の実験をした。

平成28年4月14日と16日、熊本を大きな地震が襲った。上益城や阿蘇地方は大きな被害を受け、建物はことごとく倒壊した。しかし、江戸時代に作られた通潤橋や阿蘇のドーム型の建物は被害はなかった。地しん直後、ドーム型の建物は、ひなん住宅としても活用されたと聞いた。

数年前、旅行で見た広島原爆ドームのことがよみがえってきた。

そこで、円形のものは地しんや爆風などの大きな力に強いのかと思い、研究をすることにした。



地震で倒壊した阿蘇神社と熊本城



本体はくずれなかった通潤橋



ひなん住宅として活用されたドーム型建物



爆風に耐えた広島原爆ドーム

2 研究の結果

(1) 円柱と角柱を比べたとき 砂利をかぶせ、350mL 缶を積み重ねる方法で実験してみた。

	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	円柱	アーチ型
ビフォー						
↓						
アフター						
本数	1本	6本	14本	22本	44本	74本
重さ	375g	2250g	5250g	8250g	16500g	27750g
順位	6位	5位	4位	3位	2位	1位
気持	三角柱は砂利を入れただけで、大きく変形した。ジュース缶を1本乗せると形がくずれた。	四角柱は砂利を入れただけで少し変形した。ジュース缶6本まで耐えた。	五角柱もすぐに形がゆがみはじめた。ジュース缶14本まで耐えた。形がくずれたことで積み上げた缶は手で支えるしかなかった。	六角柱も形がゆがんでいった。ジュース缶22本に耐えた。	円柱になると、家の天井まで缶が倒れた。ジュース缶の数は44本、高さは2m80cmまでになった。円柱の形には少しだけ横に広がった。	天井にまでさしかかると、外の6パッドで支えられ、倒れずに残った。アーチ型は74本で、高さ4m43cmで、家の天井まで倒れ、アーチ型の形はまったく変わらなかった。

円柱形のものが一番強かった。写真とグラフからわかるように、角と面の数が増えるにつれ強度が増していた。その中でも一番強かったのはアーチ型だった。半円になると、もっと強度が増していた。



全くびくともしなかったアーチ型



天井までときそうな缶の木 全部で74本 4m43cm

(2) 追加実験 - 通潤橋を作る -

円柱形のものが強かった。特にアーチ形は二階まで缶を積み上げて形がくずれなかった。そこで、通潤橋の石積みにならい、紙粘土でアーチ型の橋を作って、再度実験することにした。



通潤橋



ビフォー(前)

アフター(後)



紙ねんども全くびくともしなかったアーチ型

すると、画用紙の時と同じように、二階のベランダまで缶が積み上がった。350mL 缶 4本、高さは4 m43cm、アーチ型の紙粘土は、はまったく変わらず、びくともしなかった。また、アーチ型の橋やトンネルが強いわけを紙ねん土で考えてみると、次のことがわかってきた。



ア：通潤橋をイメージして作った紙ねん土は一つ一つ形がちがうことで、パズルのように組み合せて強度が増す。

イ：形のちがう石同士が重みによってより強度が増す。

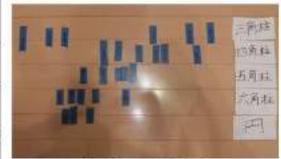
実際に指で押してみても全くくずれなかった。

(3) 円柱と角柱に風を当てて比べたとき

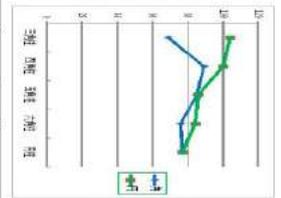
形	風の当て方	記録	グラフ	結果
	角	69cm	69cm	角に風を当てた方は、69cmであり進まなかった。新幹線のような鋭い角度で風を当てた方が、角と面では大きな差が出た。
	面	104cm	104cm	面に風を当てた方は、104cmまで進んだ。風の抵こうを一番受けていた。角と面では大きな差が出た。
四角柱	角	89cm	89cm	角に風を当てた方は、89cmだった。三角柱より角度が大きくなり、風の抵こうを受けたと考えられた。
	面	100cm	100cm	面に風を当てた方は、100cmで、三角柱より進まなかった。角と面の差が少し縮んだ。
五面柱	角	85cm	85cm	角に風を当てた方は、85cmだった。四角柱よりほんの少し伸びたが、ほとんど変わらなかった。
	面	86cm	86cm	面に風を当てた方は、86cm進んだ。四角柱より少し縮んだ。角と面の差が少し縮んだ。
六面柱	角	76cm	76cm	角に風を当てた方は、76cm進んだ。五角柱より10cmも短くなった。
	面	84cm	84cm	面に風を当てた方は、84cm進んだ。四角柱より7cm縮んだ。角と面の差がほとんど変わらなかった。
円柱	角・面	77cm	77cm	円には角も面もないので、1セット2回、合計6回計ってみた。風を当ててみると、進む距離は角柱よりも少し短かった。角がなくなるにつれて、進む距離は短くなった。
	角・面	77cm	77cm	



実験の様子



実験の足あと



実験の結果

<風の抵こうをまとめる>

- ①三角柱の「角」は風の抵こうは受けにくい、「面」はどの角柱よりも抵こうを受けやすい。
- ②一方、角柱の角と面が増えて円に近づくにつれて、風の抵こうが少しずつ小さくなる。
- ③円柱形は、風当たりの記録の差がほとんどなく安定している。

3 まとめ

- ・角柱の角や側面が多くなり円に近づくにつれて、重さに耐えられることがわかった。たくさんの角と面で支えると大きな力に耐えられることがわかった。
- ・円柱形が最も強かったが、特にアーチ型は大きな力に耐えられることがわかった。トンネルがアーチ型なのは、このよさが生かされているものだと考えられる。
- ・紙ねん土で作ったアーチ型通潤橋は、画用紙のアーチ型と同じように耐える力は大きかった。パズルのように組まれた石によって重みに耐え、重くなれば重くなるほど反発する力が大きくなることがわかった。
- ・角柱の角が増えて円に近づくにつれて、風の抵こうは平均的に小さくなった。角柱は角と面に風を当てたときの差がはげしかったのに対し、円柱はほとんど差がなく安定していた。だから円柱形は、いろんな角度からの風を安定して受け止め、風圧にも強いと考えられる。
- ・広島の実験ドームが大きな爆風に耐えたのは、円柱形だったからだと考えられる。