

最も効率的なセロハンテープの貼り方の提案

○はじめに

学校の掲示物を見ると、ハの字に貼られていることが多いが、同時にそれが剥がれていることもある。そこで本研究では、最も効率の良いセロハンテープの貼り方を調べた。具体的には、「貼りやすく、剥がしやすく、剥がれにくい」貼り方を証明するために、セロハンテープの接着条件から条件を最も満たしている貼り方を調べ、その結果、縦に貼る方法が最も効率的であることを示した。また、セロハンテープの長さや耐荷重の関係を方程式で表した。この結果により、掲示物が剥がれにくくなり、貼り直す手間を省けるだろう。

1.序論

1.1 背景

校内の掲示物を観察してみると、ほとんどがセロハンテープをハの字にして貼り付けている。しかし、それらの掲示物は剥がれていることもある。テープを製造しているニチバンや関連論文を調べたが、テープの使い方や貼り方に関する先行研究は見つけれない。そこでどんな貼り方が最も効率的な貼り方なのか疑問に思い研究テーマに選んだ。

1.2 課題

本実験での課題は以下の通りだ。一つ目はセロハンテープの貼り方の種類である。二つ目は貼り方による差異の評価方法である。

1.3 仮説

縦の貼り方が最も効率的である。

※効率的…「貼りやすく、剥がしやすく、剥がれにくい」ということ

2.実験方法

2.1 貼り方の種類

「縦」「横」「ハの字」「逆ハの字」の四種類で実験を行った。ほとんどの掲示物は縦かハの字の二種類に限られており、それに加え、似たような貼り方である横と逆ハの字で実験結果にどのような違いが出るのかを計測するため、この四種類の貼り方を扱った。

図1は実験で使った貼り方を示したものである。

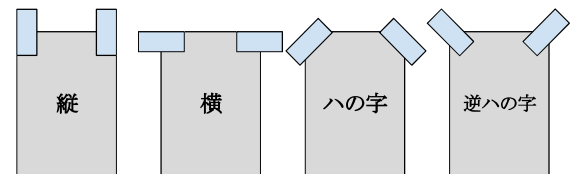


図1 実験で使った貼り方

2.2 おもりの付け方

本実験では紙におもりをつけて実験をするため、おもりの付け方を図2に示す。

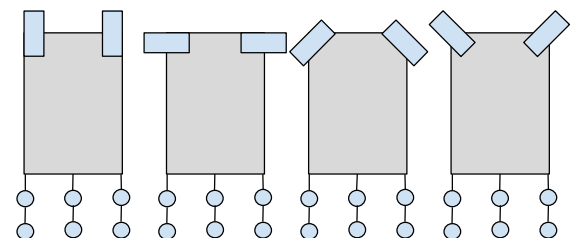


図2 おもりの付け方

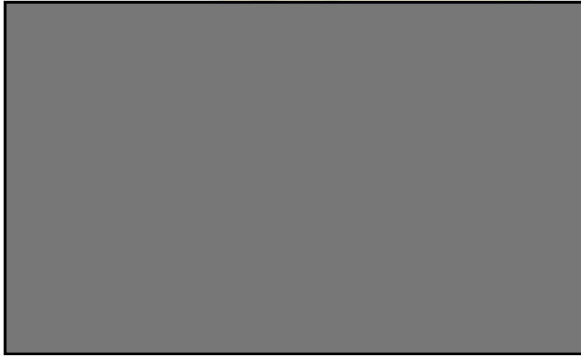
使用した重りは100gで紙の下部に図2に示したようにおもりを吊るしていった。また、おもりの重心が中心に来るように調節しながらおもりを付けた。

2.3 セロハンテープの接着条件

- ・近づける
- ・馴染む
- ・変形に耐える

2.4 「近づける」の実験

近づけるというのは図3のように紙や板の表面にセロハンテープの粘着剤が食いこむということ。すなわち食い込みやすさを表す。



1)図3 近づくのイメージ図

本実験では

粘着剤が食い込みやすい→剥がれにくいと解釈し実験を行った。

以下が実験の手順である。

- ①セロハンテープを20cm測り取り図1のようにセロハンテープを貼り付ける
- ②計3000gのおもりを図2のように吊るし、20秒測る
- ③剥がれたセロハンテープの面積を計測し単位時間あたりの面積減少量を計算する

2.5 「馴染む」の実験

今回、実験するにあたってすべて同様の壁（コンクリート）に貼り付けて実験したため、馴染やすさはどの貼り方も一定である。

2.6 「変形に耐える」の実験

セロハンテープが変形に耐えるとき図4のような力が働いていると仮説を立てた。

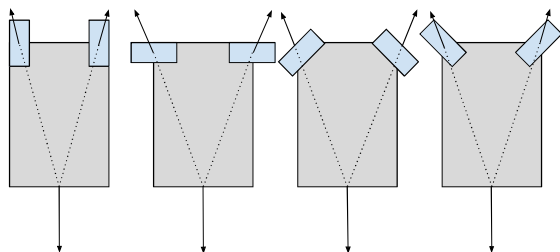


図4 力の働き方

この図で、鉛直下向きの力がおもりに働く重力でありそれ以外の力が変形に耐えるための力（抵抗力）である。

本実験では「縦」「横」「ハの字」「逆ハの字」に働く抵抗力をそれぞれ

①タ、②ヨ、③ハ、④ギヤとおき、①タを基準としてこれらの力を2つの方法で比較して仮説を証明するとともに、どの貼り方が最も変形に耐えるのか求めた。

方法1

- ①セロハンテープを5cm測り取り図1のようにセロハンテープを貼り付ける
- ②20秒に一回100gのおもりを追加していき壁から剥がれたときの重さ（耐荷重）を計測する（30回ずつ測定し平均を出す）
- ③②の耐荷重と抵抗力の鉛直方向の力の最大値が等しくなることを利用し、それぞれの貼り方の抵抗力（④）を求める

方法2

- ①縦に限りなく長い紙（ $2.0 \times 10^2 \text{cm}$ ）を用意する
- ②方法1と同様に耐荷重を求める
- ③抵抗力は限りなく鉛直方向を向くことを利用し、それぞれの貼り方の抵抗力（④）を求める

2.7 貼りやすさ、剥がしやすさの実験

- ①紙を四枚、5cmのセロハンテープを8枚用意する。
- ②「縦」「横」「ハの字」「逆ハの字」それぞれの貼り方で4枚の紙を貼る時間と剥がす時間を計測する（5回ずつ行った。）
- ③平均時間を求める。

2.8 セロハンテープの長さ耐荷重の関係

- ①30cm,20cm,10cm,5cm,2.5cm,1.25cmのセロハンテープを用意する
- ②セロハンテープを縦に貼り、それぞれの長さで耐荷重を測定する。

3.結果

3.1「近づける」の実験結果

実験結果は図5のようになった

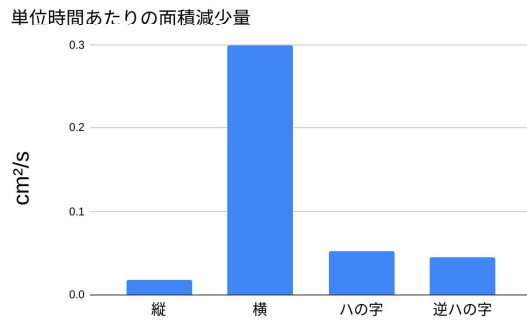


図5 単位時間あたりの面積減少量

縦 : 1.8×10^{-2} (cm²/s)

横 : 0.30

ハの字 : 5.2×10^{-2}

逆ハの字 : 4.5×10^{-2}

この結果より数値は

縦<逆ハの字≒ハの字<横 となった。

このことから「縦」に貼ることで壁と一番馴染む。すなわち「縦」が最も近づいているということがわかった。

3.2「変形に耐える」の実験結果

方法1の実験結果（耐荷重）

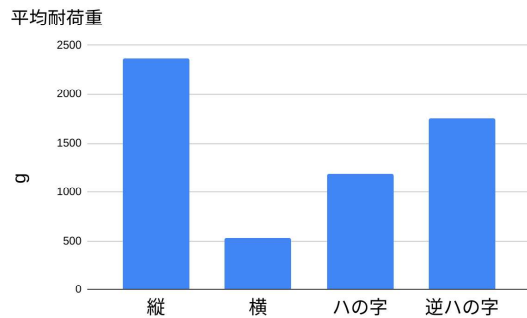


図6 平均耐荷重（方法1）

縦 : 2360 (g)

横 : 530

ハの字 : 1176

逆ハの字 : 1760

方法2の実験結果（耐荷重）

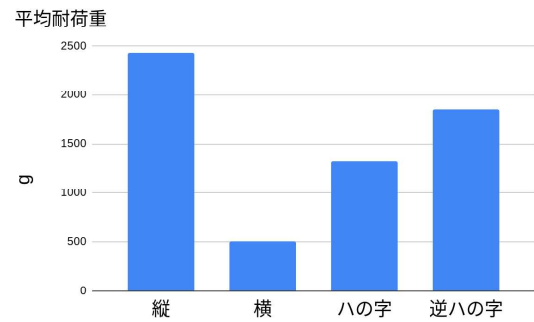


図7 平均耐荷重（方法2）

縦 : 2430 (g)

横 : 500

ハの字 : 1320

逆ハの字 : 1850

この結果から求められるそれぞれの貼り方の抵抗力は以下ようになった

	方法1	方法2
縦	2484g	2430g
横	564g	500g
ハの字	1238g	1320g
逆ハの字	1853g	1850g

図8 求められる抵抗力

方法1と方法2で値の差が100g以内に収まっていることから図4のような力がゼロハンテープに働いていることがわかり、また「縦」が最も変形に耐えることが分かった。

3.3 貼りやすさ、剥がしやすさの実験結果

貼りやすさと剥がしやすさ

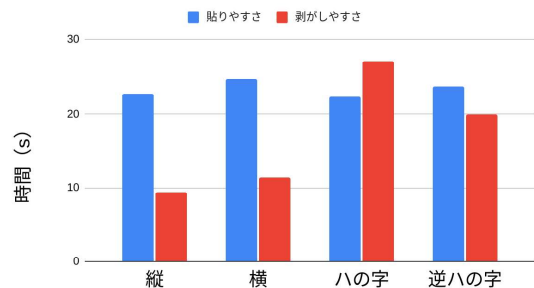


図8 貼る時間（青）、剥がす時間（赤）
上のグラフのように「貼りやすさ」には違いが見られなかったが、「剥がしやすさ」は縦が最も剥がしやすかった。

3.4 セロハンテープの長さ と耐荷重の関係

耐荷重と長さの関係

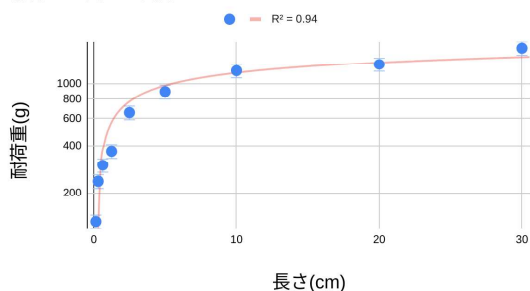


図9 耐荷重と長さの関係

ここで耐荷重を y 、長さを x と置くと

$$y = 277 + 395 \log x^2 \{x > 0\}$$

という等式になることが分かった。

4.まとめ

本実験の結果より最も効率的である貼り方は「縦」であることが分かった。また、セロハンテープの接着条件を最も満たしているのも「縦」であることが分かった。

縦の貼り方を基準にして抵抗力の大きさを等式で表すと、

$$|C_{タ}| = 4.4 |C_{ヨ}| = 2.0 |C_{ハ}| = 1.3 |C_{ギャ}| \cdots \textcircled{1}$$

と求められ

セロハンテープの長さ と耐荷重の関係から

$$|C_{タ}| = y = 277 + 395 \log x^2 \{x > 0\} \cdots \textcircled{2}$$

という耐荷重方程式を求められた

このことから、①②を用いることでセロハンテープの長さがわかることで「縦」「横」「ハの字」「逆ハの字」の貼り方でどのくらい耐荷重があるか求めることができるようになった。

今回の結果は、掲示物を貼る際には「縦」に貼ることで剥がれにくくなり、貼り直す手間を省けることを示している。したがって、我々はいかなる理由があっても「縦」に貼ることを推奨する。

5.謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力くださった東北大学工学部材料力学研究室 京谷教授、ご指導いただいた村田先生に深く感謝申し上げます。

6.参考文献

- 1)セロテープ® | ニチバン (nichiban-cello tape.com)
- 2.総合物理ー力と運動・熱ー 数研出版
- 3.小林英男 破壊力学 共立出版
- 4.鈴木秀人、荻原芳彦
よくわかる破壊力学 オーム社
- 5.テープおまかせナビ

<https://tape-omakase-navi.com/column/post-783/>