

ダンボールの最も強い組み合わせ方

65期生

I 研究動機

物をどのように組み合わせれば強くなるかについて興味を持ったため。

ダンボールにした理由は、いろいろなものを運ぶときの箱やクッションとして使われているのである程度の強度があるから。

II 研究方法

- ・インターネットや本を使いダンボールの基礎知識を得る
- ・ダンボール一枚では何kgまで耐えられるか調べる
- ・ダンボールを組み合わせ、組み合わせたものが何kgまで耐えられるか調べる

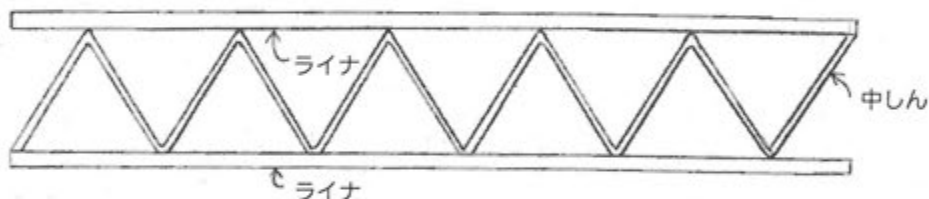
III 研究内容

1. ダンボールとは

(1) ダンボールの構造

ダンボールは三枚の厚紙によってできている。

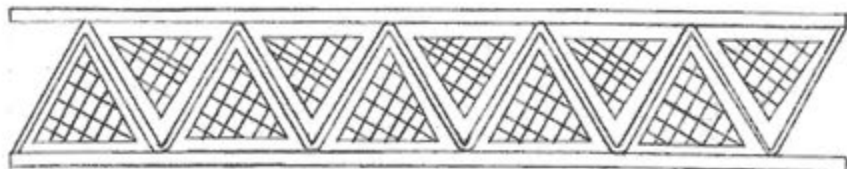
外側の二枚のライナという厚紙で真ん中の中しんという厚紙をサンドイッチのようにはさむことによりダンボールはできている。



(2) ダンボールの強さの秘密

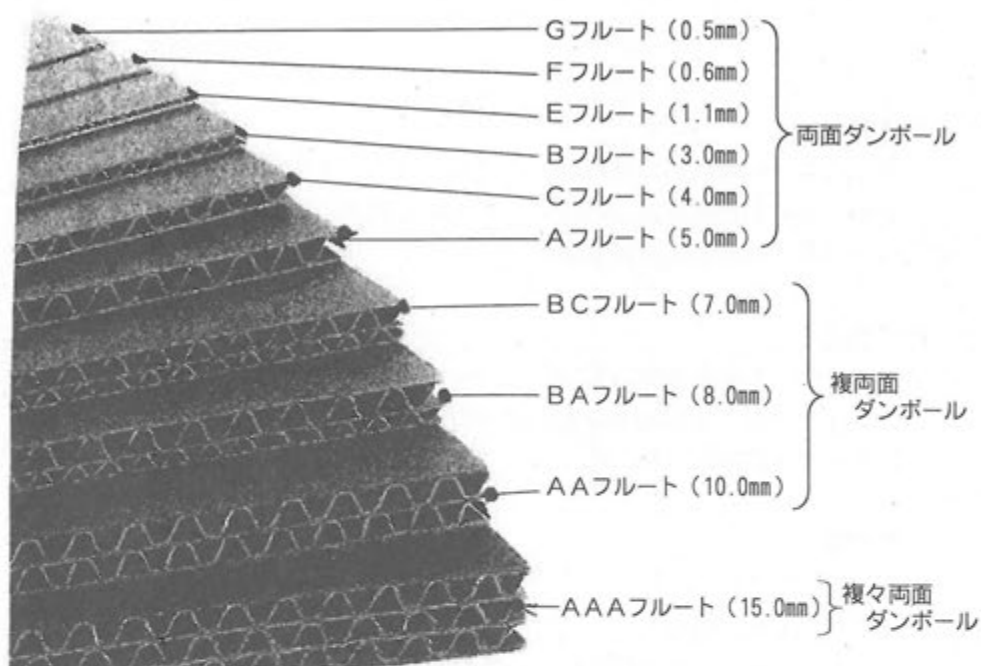
ダンボールの中しんとライナの間のすきまの一つ一つが三角形のような形をしている。三角形はつぶれにくい形で、三角形を単位とした構造形式のことを「トラス構造」と言う。このトラス構造は鉄橋などにも使用されており、東京タワーもその内の一つである。

「トラス構造」



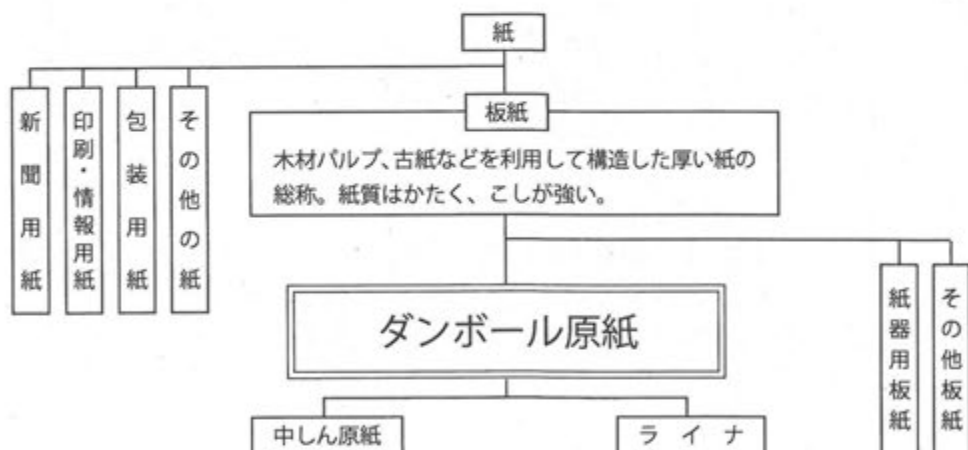
(3) ダンボールの種類

ダンボールのライナとライナの間のことをフルートといい、その厚みによってAやCなどのアルファベットで記号がつけられている。



(4) ダンボールができるまで

ダンボールを製造するために用いる板紙のことをダンボール原紙という。ダンボール原紙は紙の中で下図のように分類されている。



中しん原紙とライナの違い

中しん原紙…中からダンボールを支えるために波形にするので曲げやすく、波形になると強さを発揮する。

ライナ…外からの衝撃に耐えるため丈夫に作られていて、文字や絵を印刷しやすいように表面はなめらか。

(5) ダンボールの作り方 ※レンゴーの場合

①中しんとライナをはり合わせる

中しんを波形に整形し、のりをつけて裏ライナと接着させて片面ダンボールを作る。

②のりをつける

片面ダンボールの段頂にのりをつける。

③表ライナとはり合わせる

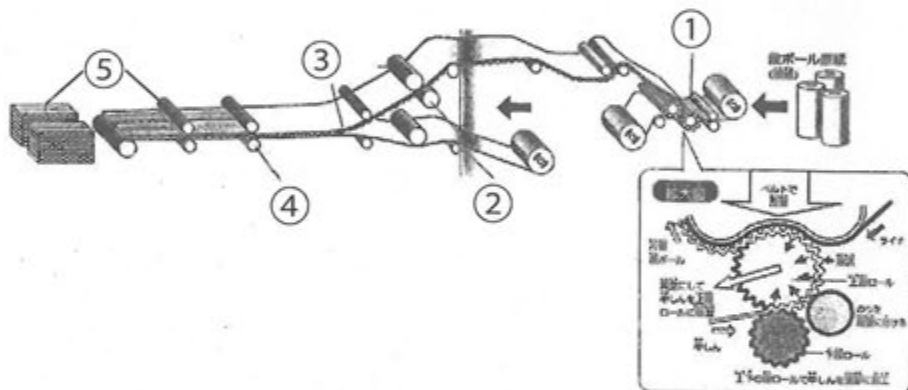
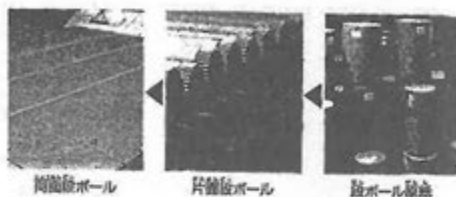
表ライナと片面ダンボールを接着する。

④折り目、切れ目を入れる

ダンボールに折り目と切れ目を入れる。

⑤切断、積み上げ

ダンボールを所定の長さに切断し一定の枚数に積み上げる。



2. ダンボール一枚での強度の実験

(1) Aフルートのときの強度

①実験道具…30cmのダンボール (Aフルート) 2 l ペットボトル 同本6冊

②実験方法…下の図1の状態にして水を増やしていき折れたところを測定する。

③予想…1 kg

(2) AAフルートのときの強度

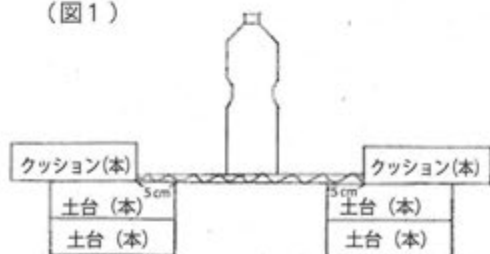
①実験道具…30cmのダンボール (AAフルート) 4 l ペットボトル 同本6冊

②実験方法…下の図2の状態にして水をを増やしていき折れたところを測定する。

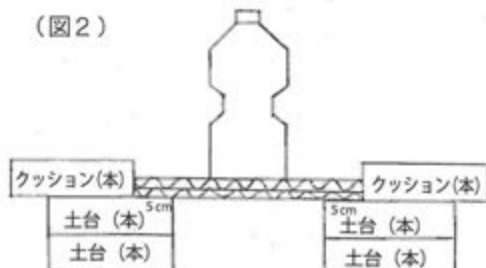
※ペットボトルに水が入らなくなったらおもりを乗せていく。

③予想…5 kg

(図1)



(図2)



(3) 結果

- ◎…余裕 ○…ゆれたり小さな折り目ができる
 ○…大きな折り目ができたりおもりが傾く ×…崩れる
 以上の4つにランク分けする。

おもり	ランク	様子
0.1kg	◎	びくともしない
0.3kg	◎	変化なし
0.5kg	◎	少しゆれたがまだ余裕
0.7kg	◎	0.5kgのときよりゆれた
1.0kg	○	小さい折り目が出た
1.2kg	△	ぎしぎしい出した
1.5kg	△	もう少しで崩れそう
1.9kg	×	崩れた

おもり	ランク	様子
2.0kg	◎	びくともしない
3.0kg	○	フルーツが少し小さくなった
3.5kg	○	変化なし
4.0kg	○	かなり小さい折り目が出た
6.0kg	○	小さい折り目が出た
8.0kg	△	大きい折り目が出た
10.0kg	△	変化なし
12.0kg	△	変化なし
14.0kg	△	かなり大きい折り目が出た
15.0kg	△	もう少しで崩れそう
19.0kg	×	崩れた

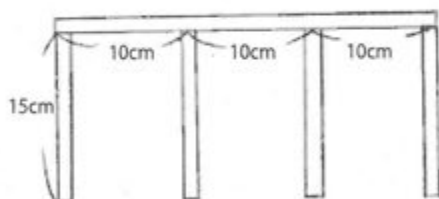
(4) 感想

- A フルーツの実験…思っていたよりもすぐに折り目はつかなかった。
 1 kgで崩れると予想したが2 kg近くまでいったのは驚いた。
 A A フルーツの実験…ダンボール一枚だけでここまで耐えるとは思わなかった。
 今回手に入らなかったA A Aフルーツで実験してみたい。

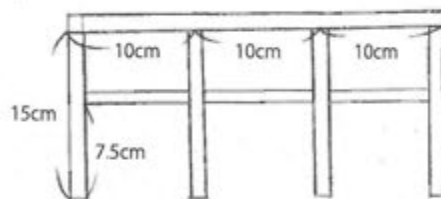
3. ダンボールを組み合わせた時の強度

(1) 今回は3つの組み合わせを作り実験する

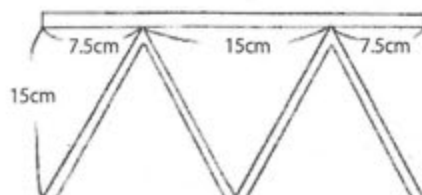
①…テーブルのようにする



②…①に補強を入れる



③…トラス構造



(2) 結果

①			②			③		
おもり	ランク	様子	おもり	ランク	様子	おもり	ランク	様子
0.5kg	△	けっこうゆれた	0.5kg	◎	びくともしない	0.5kg	◎	びくともしない
1.0kg	×	崩れた	1.0kg	△	けっこうゆれた	1.0kg	◎	変化なし
1.2kg			1.2kg	×	崩れた	1.2kg	◎	変化なし
2.0kg			2.0kg			2.0kg	◎	変化なし
4.0kg			4.0kg			4.0kg	○	少しだけゆれた
7.0kg			7.0kg			7.0kg	○	変化なし
8.0kg			8.0kg			8.0kg	△	不安定になりだした
9.0kg			9.0kg			9.0kg	△	かなりゆれた
10.0kg			10.0kg			10.0kg	×	崩れた

(3) 感想

①と②の組み合わせは全然強くならなかったが③のトラス構造がすごい力を持っているということがわかった。

トラス構造を何個も作って積み上げていったらどれくらいの強度になるか興味がある。

IV 研究のまとめ

1. 結論

Aフルートのダンボール一枚で1.9kgも耐えることができるがそれを上手に組み合わせることによって何倍にもなることがわかった。しかし、逆に上手に組み合わせないともともとダンボールが持っている力を殺してしまうことがわかった。つまりものは組み合わせ方によって強くもなるが弱くもなるということがわかった。しかし、まだ最も強い組み合わせ方が決まったわけではないのでこれからも研究したい。現時点では最も強い組み合わせはトラス構造とする。

2. 感想

ダンボール一つだけでもこんなにも奥が深いものだとは思わなかった。今回の研究でダンボールのことについていろいろなことが知れて良かった。

反省点は組み合わせに関することだけではなく、他の事について手を伸ばしすぎた点である。

3. 新たな疑問

今回の研究では新しく2つの疑問が増えた。

- ・トラス構造を積み上げていったらどれくらいの強度になるか。
- ・人が乗るためにはダンボールをどのように組み合わせれば良いか。

4. 課題

- 最も強い組み合わせを考えて実験し決定する。
- 新たな疑問2つについて考える。

V 参考文献

書名	著者名	出版社・者	発行年月日
ダンボールのひみつ	栗生 こそえ	学習研究社	2008年10月1日
建築の全てがわかる本	藤谷 陽悦	深見悦司	2007年1月10日
地震に強い建物	安震技術研究会	田村正隆	2003年7月7日