

ダンボールの強度はどれくらいか

63期生

I 研究動機

荷物をおくったりと、普段身近に使っているダンボールは、どれくらいの重さまでたえられるのか、限界を調べたいと思った。また、ダンボールはなぜじょうぶなのか、重さにたえるための工夫はあるのか疑問に思った。他にも、ダンボールにはどのような種類のものがあるのか知りたくなった。

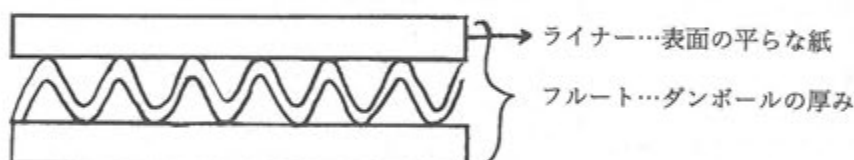
II 研究方法

1. 実際にダンボールを用いて耐重量実験
2. 文献調査

III 研究内容

1. はじめに

(1) ダンボールの断面



(2) ダンボールのフルート

フルート名	厚さ (mm)
G	0.5
F	0.6
E	1.1
B	3
C	4
A	5
BC	7
BA	8
AA	10
AAA	15

アルファベットが1つのものは1段、アルファベットが2つのものは2段、アルファベットが3つのものは3段という構造になっている。

日本で1番多く生産されていて、スナック菓子のダンボールなどよく見かける種類のダンボールはAフルート。しかし、世界ではCフルートがよく使われている。CフルートはAフルートに比べ、製造する時、地球温暖化の原因である二酸化炭素を少しでも減らすことができるなど、利点も多く見られる。

二重構造のダンボールは、すいかやテレビなど、重量物の包装に使われる。

他には、ライナーが片面ないものもある。これは、適度にやわらかく、強度を保つこともできる。ワインのビンなど、丸い形の物や複雑な形の物を包装するのに使われている。

このように、ダンボールには色々な厚み「フルート」がある。これらは、包装するもの・運ぶものの形の特徴や重さに合わせて、それぞれ使用されているのだ。

2. 実験

(1) 実験方法

写真1のように同じ高さになるように、本を積み上げる。そして同じ大きさ（縦が22cm・横が34cm）にそろえた6種類のダンボールを乗せる。さらにその上に500gずつ重さを足して行き、どこまでたえられるか調べる。ダンボールが写真2のように折れたら、実験は終了とする。ダンボールはEフルート・Bフルート・Cフルート・Aフルート・BCフルート・BAフルートの6種類にした。1番分厚いAAAフルートでも実験をしたかったが、残念ながら近くのスーパーやドラッグストアには置いていなかった。



写真1



写真2

写真1でペットボトルを使っているのは、水100mlが100gということを利用するため。

(2) 実験

フルート名	重さ (g)	状 態
E	500	横から見ても、水平のまま。
	1000	少し沈む。あまり変わらない。
	1500	変化なし。
	2000	ダンボールは折れて、ペットボトルは下に落ちた。
B	2000	水平のまま。
	2500	大きく沈む。
	3000	ダンボールは折れて、ペットボトルは下に落ちた。
C	3000	水平のまま。
	3500	少し沈む。
	4000	変化なし。ペットボトルは3本になった。
	4500	大きく沈む。
	5000	ダンボールは折れて、ペットボトルは下に落ちた。
A	5000	水平のまま。
	5500	少し沈む。
	6000	ダンボールは折れて、ペットボトルは下に落ちた。

フルーツ名	重さ (g)	状 態
BC	6000	水平のまま。
	∴	∴
	11000	水平のまま。
	11500	大きく沈む。
	12000	やっとダンボールが折れた。
BA	12000	びくともしない。たえられる重さが10kg以上と、予想外だったので、1冊2kgの本を使うことにした。
	∴	∴
	18000	少し沈む。あまり変わらない。
	∴	∴
	24000	やっとダンボールが折れた。実験終了。

1番分厚いBAフルーツのダンボールでも、10kgはたえられないだろうと思っていた。しかし、20kgもこえたので、とてもおどろいた。これらの実験をまとめると、次のような表になった。

フルーツ名	たえられた重さ (kg)
E	2
B	3
C	5
A	6
BC	12
BA	24

500gずつ重さを増やしていったので、100%正しい訳ではないが、分厚い8mmのダンボールが20kgたえられたことから、ダンボールはとても強いということがよく理解できた。下の図はBAフルーツの実験の写真3。これだけ乗せても、ダンボールは重さに耐えた。



写真3

(3) 強い理由

ダンボールが先ほどの実験のように強いことには、ダンボールの構造に秘密があった。ダンボールを横から見ると、波形のところは一見すき間がたくさんあって、すぐ押しつぶされそうだが、三角形はつぶれにくい形。この三角形が集まったものを「トラス構造」と言い、東京タワーや鉄橋に見られる。

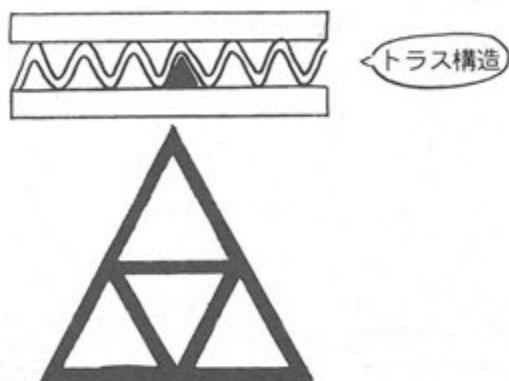


写真4 (レンゴより引用)

この「トラス構造」が関係したマークもある(図1)。この三角形はダンボールの波形のところ。安心感ある三角形は、日本でダンボールの生産高が第1位のレンゴのシンボルマーク。このマークは、日本で初めてダンボールを作った井上貞治郎さん(写真4)がデザインした。

(4) 強度を利用して



写真5 (「ダンボールのひみつ」より引用)

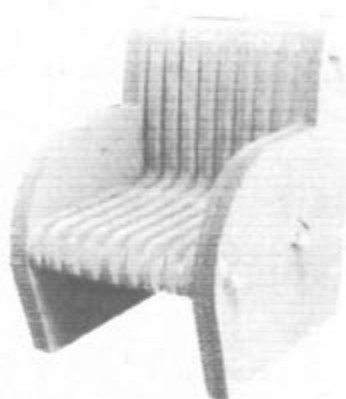


写真6 (同)

写真5は合成写真ではない。ダンボールを4箱ならべ、その上に自動車を乗せても…ダンボールはつぶれないようだ。紙で出来ていてもじょうぶだということが、よく分かる。こんなダンボールの強度を生かした物に「ダンボール家具」というものがある。これは、木で出来たたんすに比べ、持ち運びが楽なこと、しかしとてもじょうぶだということから、今注目を浴びている。このダンボール家具(写真6)には、厚さが15mmのAAAフルートが使われている。

3. 色々なダンボール

(1) ユニバーサルデザイン

ユニバーサルデザインとは、「すべての人のためのデザイン」。ダンボールを使うすべての人の事を考えて、使いやすい形のダンボールが次々と考え出されている。ここではその一部を紹介する。

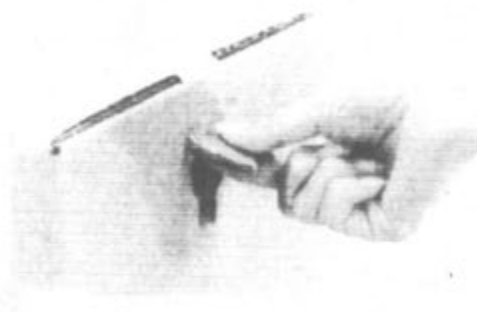


写真7（「ダンボールのひみつ」より引用）



写真8（同）

写真7・写真8は「アラジンオープン」。取っ手部分が取れ、そこにくっついてきたガムテープをはがしやすいようになっている。テープが簡単にはがれるので、つめや手を痛めることがなく、とても開けやすい。また、カッターナイフで切り込みを入れなくても良いので、中身を傷つけることもない。

(2) 機能性ダンボール

ダンボールに包まれる商品の特徴や流通条件など、色々な点に応じられるように、特別な機能を持ったダンボールのこと。「ダンブルーフ」というものは、水分が蒸発しやすい野菜や、湿気をきらう物のためのダンボール。ライナーに鮮度を保つコーティングがしてある。

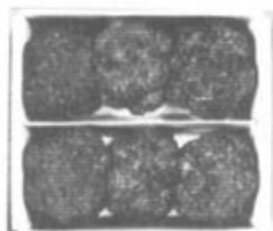


写真9（「紙の大研究」より引用）

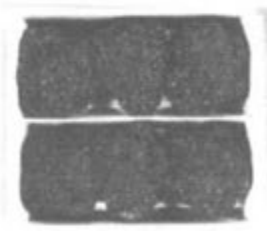


写真10（同）

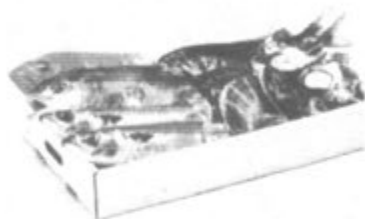


写真11（同）

写真9は普通のダンボールにブロッコリーを入れ、4日目の状態。写真10は「ダンブルーフ」にブロッコリーを入れ、4日目の状態。写真を見れば分かるように、普通のダンボールに入れたブロッコリーは色が変わっている。写真11は耐水ダンボール。氷づめの魚介類や冷凍魚、水洗い野菜などを入れても、破れない。

これらのダンボール（機能性ダンボール）はすべてリサイクルできる。

IV 結 論

ダンボールは、強い。強いわけは、「トラス構造」というつくりにある。この強度を生かした、「ダンボール家具」というものもある。ダンボールには、耐水などの機能をもった、「機能性ダンボール」があり、リサイクルすることも可能である。

V 感想・反省

反省として、ダンボールの実験をした時、思った以上にダンボールが強かったこともあるが、用意していたペットボトルの数が少なかったことが挙げられる。また、実験でダンボールに対し、重さを500gずつ、大まかに増やしたので、少し沈んできたなら100gずつに変えた方が良かった。そうすれば、もっと正確な結果が分かったと思う。

感想は、ダンボールにもユニバーサルデザインがあるとは知らなかった。私も以前、ダンボールについているガムテープをはがす時につめが痛くなったりした経験があったので「アラジンオープン」は便利だな、と思った。実物を見つけたら、やってみたい。「機能性ダンボール」は、鮮度を保ったり、防水になっているのもすごいが、1番おどろいたことは、機能がつきながらも“リサイクルできる”ということだ。「ダンボール家具」は昔、幼稚園で「ダンボールで工作しましょう。」というものや、テレビで、ダンボールで作った自転車などを見たことはあるが、それはあくまで遊びの話だった。しかし、今では本当にダンボールで作った棚やイス・机が売り出され、使われているのだから、びっくりした。

今回の研究ではおどろくことばかりだったが、ダンボールのすごさには感心した。日々、ダンボールは進化しているのだから、ダンボールは天才である。

VI 参考文献・ホームページ

- 出口由美子 『段ボールのひみつ』 学習研究社 2008年10月1日発行
- 丸尾敏男 『「紙」の大研究②』 岩崎書店 2004年4月20日発行
- レンゴー株式会社 「レンゴー」 <http://www.rengo.co.jp/> 参照 2009年8月8日