

# 段ボールの内部構造の形と強度の関係

2620 田口虎之介 2510 桂川修 2604 大竹賢人 2625 西尾斗希

## 要旨

東京オリンピックの選手村では宿泊所に段ボールベッドが使用されることを知り、段ボールの内部構造と強度の関係について研究することにした。市販の段ボールの内部構造は波型構造であるが、これよりも強度が高い構造があると考え、波形（波長大小）、円、ハニカム（六角）の4つの構造について、それぞれ構造体を縦向きと横向きに配置した際の段ボール模型の強度を測定した。その結果、強度のみに注目すると市販の段ボールの波型構造よりも強度が高い構造があることが分かった。

## 背景

東京オリンピックの選手村で、宿泊施設に使用されるベッドが段ボール製であることに興味を持った。このベッドは段ボールの強度と通気性に注目して作られた。したがって通気性を考慮せず強度のみに注目した場合、素材自体の強度がより高くなる内部構造があるはずだと考えた。

### 1. 目的

段ボールの内部構造と資材強度の関係を明らかにし、最も強い内部構造を見つける。



図1 段ボールの内部構造

### 2. 仮説

波型構造よりも強度がある。

市販の段ボールは、通気性と強度を両立する内部構造を採用しているため。

### 3. 実験道具

・接着剤 ・重り ・画用紙 ・カッター

### 〈模型について〉

- ・高さ 2 cm
- ・円柱構造の半径 1 cm
- ・ハニカム構造の一辺 2 cm

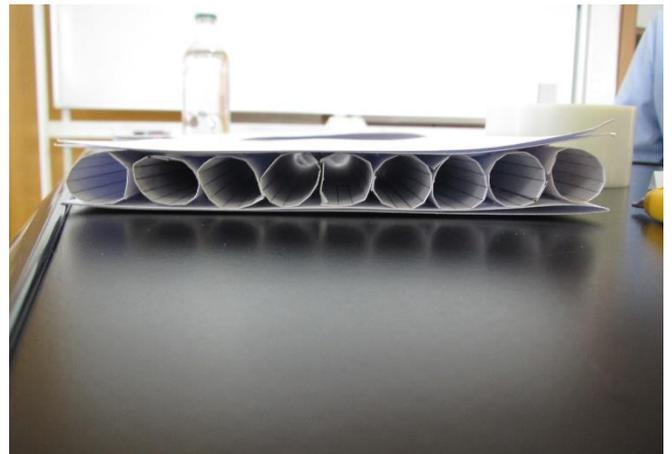


図2 円柱横向き

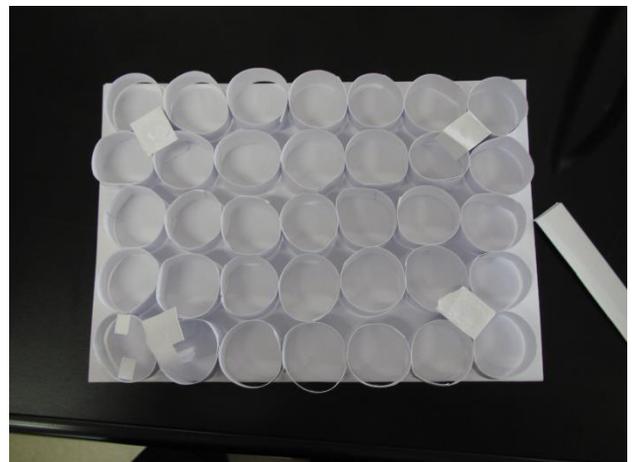


図3 円柱縦向き

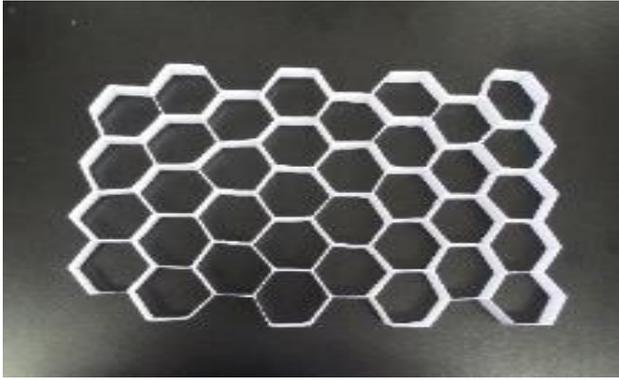


図4 ハニカム構造 縦向き

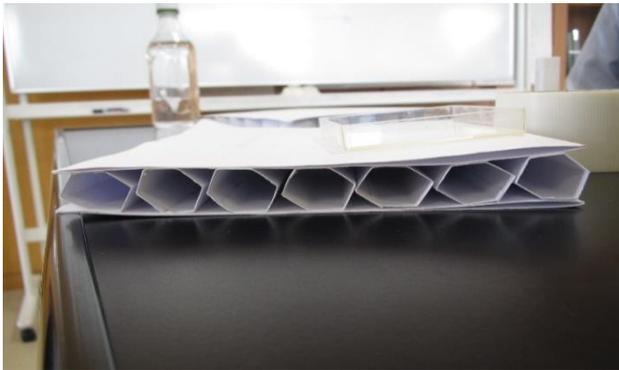


図5 ハニカム構造 横向き

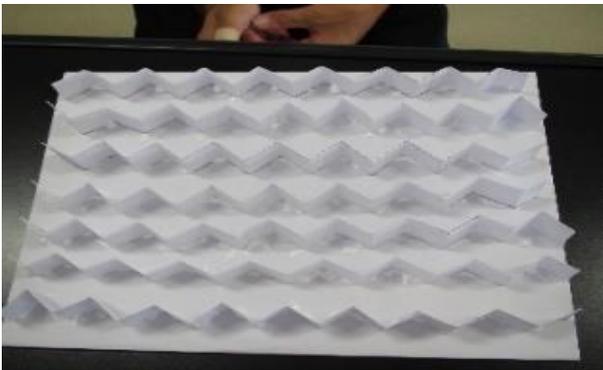


図6 波型構造 縦向き

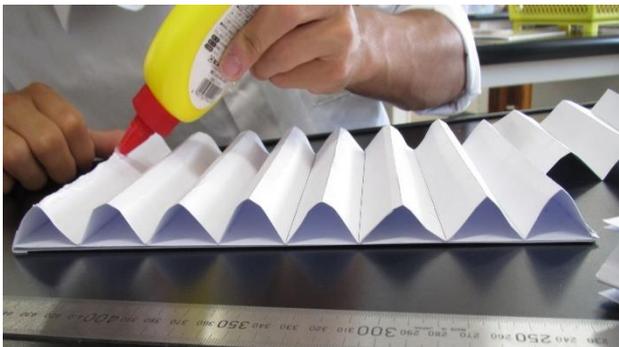


図7 波型構造 横向き

#### 4. 実験1

- (1) 画用紙で段ボールの内部構造の模型を作る。(波型振幅大, 波型振幅小, ハニカム, 円柱)
- (2) (1)の型を縦, 横の2種類つくる。
- (3) 模型に同じ重り(60 kg)を鉛直方向に乗せる。
- (4) 圧力を加え, 潰れるかどうかを調べる。



図8 実験1

#### 5. 実験2

- (1) 模型の両端2 cmを椅子に載せる。
- (2) 模型の中央に重りを100 gずつ載せる。
- (3) 中央部の沈み込みの大きさを計測する。

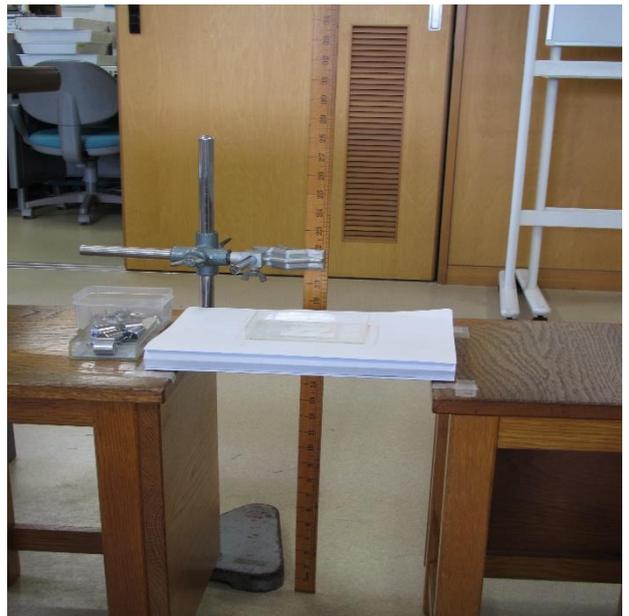


図9 実験2

## 6. 結果 1

表 1 実験 1 結果

	円柱	ハニカム	波型 振幅大	波型 振幅小
縦向き	○	○	○	○
横向き	×	×	×	×

## 7. 結果 2

表 2 実験 2 波型縦向き結果

波型構造	1300 g
縦向き	つぶれなかった

表 3 実験 2 波型横向き結果

波型構造	500 g	900 g
横向き	1.0 cm	つぶれた

表 4 実験 2 円柱横向き結果

円柱構造	1300 g
横向き	つぶれなかった

表 5 実験 2 円柱縦向き結果

円柱構造	1300 g
縦向き	つぶれなかった

表 6 実験 2 ハニカム構造縦向き結果

ハニカム 構造	500 g	1000 g	1300 g
縦向き	0.3 cm	0.7 cm	0.9 cm

表 7 実験 2 ハニカム構造横向き結果

ハニカム構造	1300 g
横向き	つぶれなかった

## 8. 考察

物体が模型に加える力の方向に対する、内部構造の向きによって、強度が変化する(図 10)。

波型は上下の紙に接する位置が異なり、物体が加える重力と垂直抗力が同一作用線上にならず 2 力の力がつりあわないため、潰れやすいのではないかと考えた(図 11)。

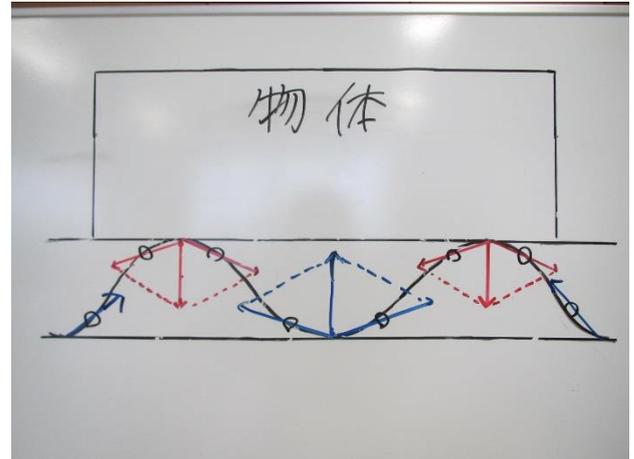


図 10 波型構造横向きの力の加わり方

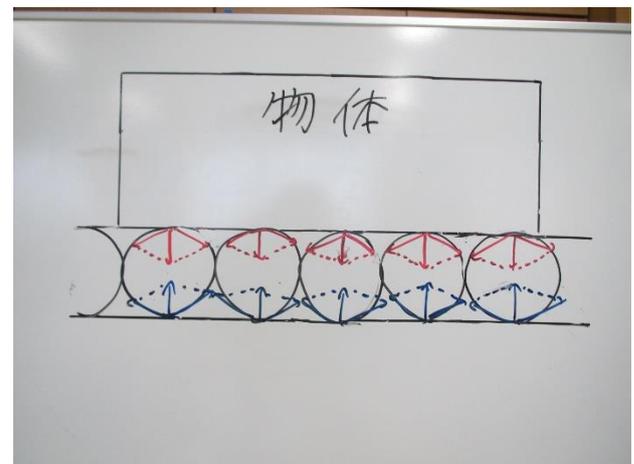


図 11 円柱構造横向きの力の加わり方

## 9. 結論

鉛直下向きの力に対しては、内部構造が縦向きの段ボールが最も強度をもつ。

折り曲げる力に対しては、内部構造が横向きの段ボールが最も強度をもつ。

縦向きの内部構造の中では、ハニカム構造と円柱構造が強い。

横向きの中では、波型構造が強い。

## 10. 展望

- ・各構造の製作において、画用紙と接着剤の使用量の違いがあるため、この条件をそろえて実験を行う。
- ・実験2で、模型が潰れる際の力の大きさを測定する。
- ・なぜ市販の段ボールの内部構造は縦向きではなく横向きなのか調べる。