

# 卵落下実験による衝撃吸収構造の研究

2515 佐藤広基    2535 森正樹    2539 渡辺諒

## 要旨

私たちは工作用紙を用いて効率よく衝撃を吸収できる構造を作ることとを目的として研究を始めた。ゆで卵を構造体の中に設置し、校舎の2階・3階から落下させ、卵が割れるか否かで実験の成否を決めた。第1回の実験では直方体の各面にとげをつけて落下させた。その実験は成功だったが、材料の無駄が多かったため、落とす面を限定しその面だけにとげをつけて無駄を少なくしようとした。

## 1. 目的

私たちの身の回りにはたくさんの衝撃吸収構造（図1.2）が存在しており、自分たちの作った構造体がどれくらい大きさの衝撃を吸収できかを見積もることを目的として研究を始めた。

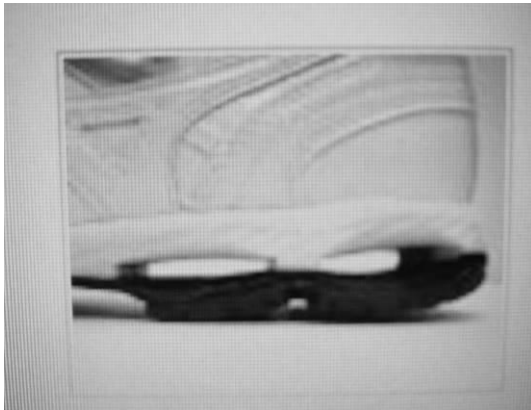


図1 スポーツシューズ



図2 列車

## 2. 使用した器具

- ・工作用紙（株式会社 文運堂 318mm × 450mm 厚さ 0.45mm）  
構造体の製作に用いた。
- ・カッター 工作用紙の切断に用いた。
- ・セロハンテープ 工作用紙の接続に用いた。
- ・ビニールテープ（株式会社ヤマト 厚さ 0.2mm × 幅 19mm）工作用紙の接続に用いた。
- ・両面テープ 構造体ととげの接着に用いた。
- ・定規
- ・新聞紙 実験1で使用。床を汚さないため。
- ・まきじゃく 実験1で距離測定に使用。
- ・分銅（100g~500g）実験2で使用。その他実験4より後で構造体の下部に重心をおくため使用。
- ・たこ糸 実験4からの実験で手で落とすことによる構造体のブレをなくすため、構造体の上部に付けて落とした。
- ・ボンド（実験6で使用）構造体ととげの接着に用いた。

### 3. 研究・実験の手順

#### (1) 実験1 吸収構造無しでのゆで卵の落下実験

##### 実験1-1 ゆで卵のみで落下(2階)

###### ①目的

衝撃を吸収する素材無しで2階(5.01m)から、卵を落とした場合、卵がどれくらいの変形を引き起こすかを調べる。

###### ②方法

吸収構造なしで、ゆで卵を2階から落とす。地面と衝突した卵の様子、卵の殻の飛散した距離の測定を行う。

###### ③結果

- ・0.98秒で地面と衝突した。
- ・地面とぶつかった時の衝撃により、殻の破片は最大で4.15m飛んだ



図3 2階から落としたゆで卵



図4 落とす場所(2階)



図5 落とす場所(3階)

##### 実験2-2 ゆで卵のみでの落下実験(3階)

###### ① 目的

衝撃を吸収する素材無しで3階(8.61m)から、卵を落とした場合、卵にどれくらいの変形を引き起こされるかを調べる。

###### ② 方法

ゆで卵のみを三階から落とす

###### ③ 結果

地面とぶつかった時の衝撃により最大で6.47mまで殻の破片が飛んだ。

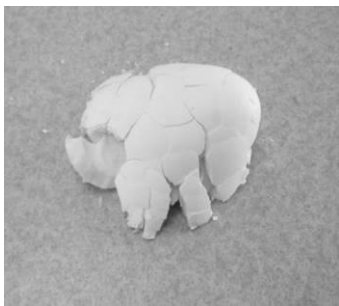


図6 3階から落としたゆで卵



図7 構造体を落とす場所  
手すりの高さから落下させた

## (2) 実験2 ゆで卵の耐久度の計測実験

### ① 目的

ゆで卵がどの程度の負荷に耐えられるか調べる。

### ② 方法

ゆで卵を平らな面に置き、垂直な向きに力を加え、だんだんとおもりの質量を増やしていき、何gで卵が割れるかを調べた。そこで得た数値もとにかかる荷重について調べた。

### ③ 結果

5335gのおもりを乗せたときに卵は割れた。

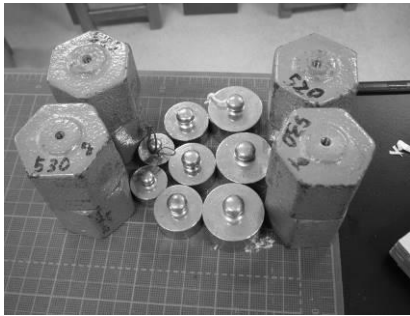


図8 割れたときに乗せていたおもり

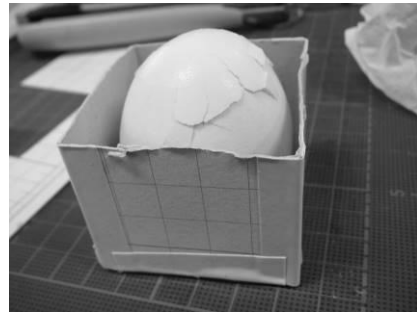


図9 割れた卵の様子

### ④ 考察

卵の重さ 65.2g に対し 5335g のおもりで卵が割れたので、約 81.8G 以上の衝撃でゆで卵は割れることが分かった。

## (3) 実験3 初期の構造体によるゆで卵の落下実験

### 実験3-1 2階からの落下実験

#### ① 目的

卵を入れた直方体の周りにとげを付けることで卵への衝撃を吸収する。

#### ② 方法

卵の大きさに合わせた直方体の箱を製作。その面すべてに四角錐のとげをとりつけ2階から落とす。手を離してから地面につくまでの時間を測定する。地面と衝突後の構造体を観察する。

#### ③ 仮説

とげがつぶれることで衝撃が吸収する。

#### ④ 結果

とげがつぶれて卵はつぶれなかった。

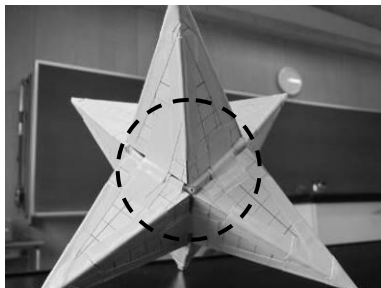


図10 直方体も周りにとげをつけた構造体  
点線部分に卵を入れてある



図11 2階から落とした後の構造体の様子

⑤ 考察

とげから落下することによってとげがつぶれ衝撃が吸収された。ふたつのとげが同時に地面に着地した。このことからふたつのとげが衝撃を吸収したと考えられる。

ゆで卵が割れなかったということを実験の成否とするならば、この実験は成功であるが、全ての実験でとげに加わる力の向きを統一するならばこれは完璧な成功とはいえない。

とりあえずは3階から同じ構造体を用いて実験しどうなるかを観察しようと考えた。

実験 3-2 初期の構造体によるゆで卵落下 3階>

① 目的

実験 3-1 で卵が割れなかったため、3階から落とした。

② 方法

実験 2-1 と同様の構造体を用いて3階から落とした。

③ 仮説

2階で衝撃が吸収できたので3階からでも衝撃を吸収できる。

④ 結果

卵はつぶれなかった。2階から落としたときに比べてとげの損傷が小さかった。

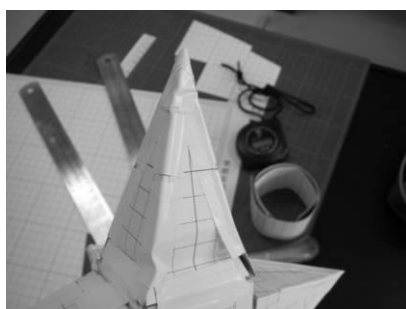


図 12 落とした後のつぶれたとげの様子

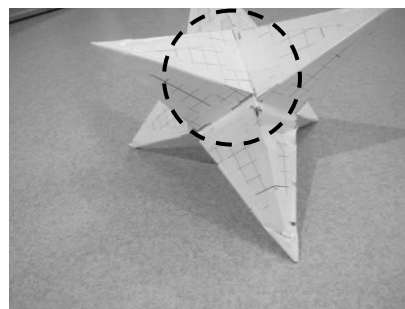


図 13 3階から落とした後の構造体の様子

⑤ 考察

2階から落としたときに比べて3階から落としたときの方がとげのつぶれが小さかった。2階のときは2つのとげが同時に地面に衝突したが、3階のときは3つのとげが同時に衝突したからだと考えられる。

落下中に構造体が回転してしまった。そのためとげにかかる力の向きが統一されなかった。それを解決するために、空気抵抗を利用し、落下中の構造体のバランスを安定させようと考えた。そして、まっすぐ落下させ、地面と衝突する面を限定することにした。

(4) 実験 4 とげを1つとした構造体の落下実験

実験 4-1

① 目的

実験 3 ではひとつのとげから落ちることができず衝撃を統一して吸収することができなかった。そこでまっすぐ落とすようにする。

② 方法

とげを小さくし、直方体に限定した面だけにとげをつけた。しかし地面ととげが接触したときに構造体が横に倒れ、卵を入れた直方体の容器に衝撃が伝わることで卵が割れる可能性が出てきた。そこで構造体の周りに輪を付けることによって卵を入れた直方体に伝わる衝撃をなくそうとした。初めての構造体なので2階から落とす。

③ 仮説

とげからまっすぐ落ち、横面からかかる衝撃も輪が吸収する。

④ 結果

落下中に構造体が回転してしまい、とげのない側から落下してしまった。そのため卵が割れてしまった。

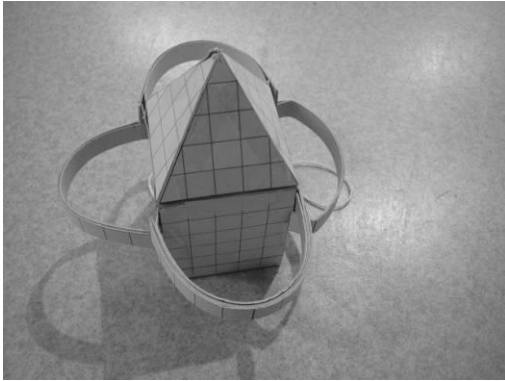


図 14 構造体が落ちた後の様子



図 15 落ちた後の構造体の中の卵の様子

⑤ 考察

下に重心がなかったことにより、構造体が回転してしまい横から構造体が地面に接触した。これでは空気抵抗がかかったかもわからないので次の実験では卵を入れた直方体ととげの間におもりを入れられるスペースをつくらうと考えた。

実験 4-2

① 目的

下に重心をかけた構造体の落ち方を調べる。

② 方法

とげがあるほうから構造体を落下させるためとげと直方体の間におもりをいれられるスペースを作って実験した。構造体を改良したので2階から落とす。

③ 仮説

下に重心があるので構造体は回転せずまっすぐ落ちる。

④ 結果

卵が割れたので失敗。おもりを入れたがやはり構造体が回転してしまい卵が割れた。

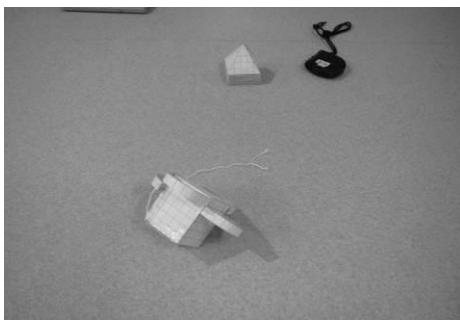


図 16 構造体が落ちた後の様子

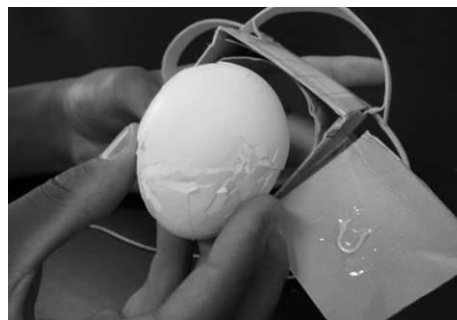


図 17 落ちた後の構造体の中の卵の様子

⑤ 考察

おもりを入れることによってとげがあるほうから構造体を落とそうとしたが思う様にかず構造体が回転してしまい、実験失敗だった。次の実験では空気抵抗を使い構造体が回転しないようにしたいと考えた。

(5) 実験 5 構造体をまっすぐとげから落下させる実験

① 目的

傘をつけることによって構造体をまっすぐ落とす。

② 方法

実験 4 の構造体から輪をなくし直方体の上に皿をつけた。2 階から落とす。

③ 仮説

皿により空気抵抗が加わり構造体がまっすぐ落ち、地面とあたって構造体が倒れても傘が受け止め卵の入った直方体に衝撃がいかない。

④ 結果

卵が割れたため失敗である。とげの直方体と四角錐の境界面の角で落ちていた。また、構造体の落ち方が実験 4 までと比較して緩やかであった。

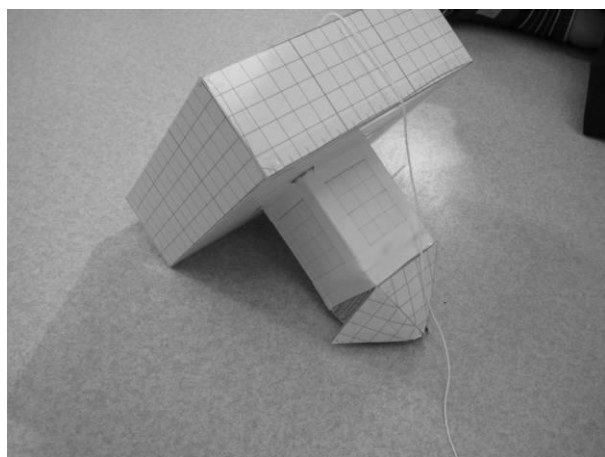


図 18 構造体が落ちた後の様子

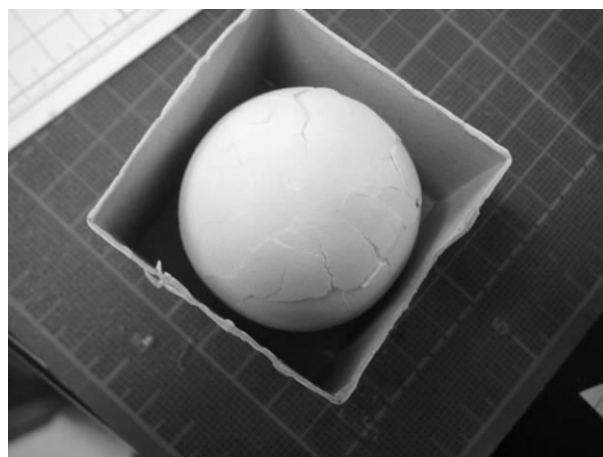


図 19 構造体が落ちた後の中の卵の様子

## ⑤ 考察

落下速度がゆっくりであったことから実験 4 よりは空気抵抗を加えることができたと考えられる。また、空気抵抗により構造体は今までよりはまっすぐ落ちた。しかし、とげの中心から落としかけていないため、十分に衝撃が吸収されずに卵がわれてしまった。次の実験では傘を大きくすることでより多くの空気抵抗を加えた。

## (6) 実験 6 構造体の傘部分を大型化して行った落下実験

### 実験 6-1

#### ① 目的

空気抵抗を大きくし、構造体をまっすぐ落とす。

#### ② 方法

卵の大きさに合わせた直方体の箱を製作した。上面には空気抵抗を受けるための皿を取り付け、下面には画用紙を小さく切ったものを重ねて作成したおもりを取り付けた。そしてその下にとげを設置した。その構造体に卵をいれ 2 階から落下させた。

#### ③ 仮説

皿を大きくしたことにより、より大きい空気抵抗がかかり、まっすぐ構造体が落ちる。

#### ④ 結果

まっすぐ落下した。とげはつぶれ、卵は割れなかった。

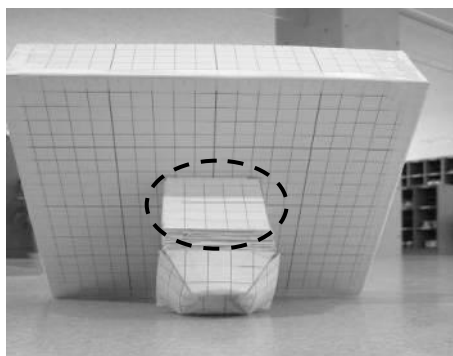


図 20 構造体が 2 階から落下した様子

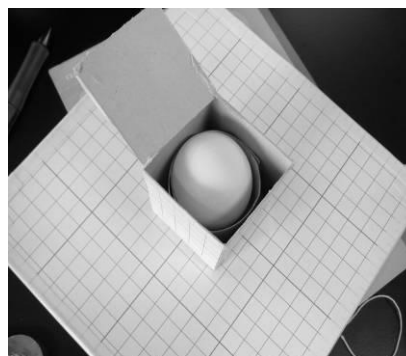


図 21 落ちた後の中の卵の様子

## ⑤ 考察

とげの先端部分が内側にめり込んでいたことから構造体がまっすぐに落下し衝撃が一点で吸収されていることが分かる。

上面の皿がないときの実験と比べて落ち方が緩やかになっていた。空気抵抗によって速度を減少させることで衝撃を小さくさせることができた。

### 実験 6-2

#### ① 目的

2 階で成功したため、3 階から落とした。

#### ② 方法

実験の成功を受け同じ構造体を用いて 3 階から落とすことにした。

③ 仮説

2階からもまっすぐ落ちたので3階からでもまっすぐ落ちる。

④ 結果

まっすぐ落下した。卵は割れなかった。

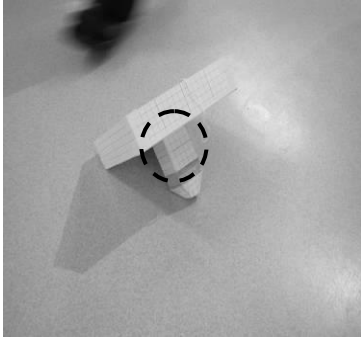


図 22 構造体が3階から落下した様子

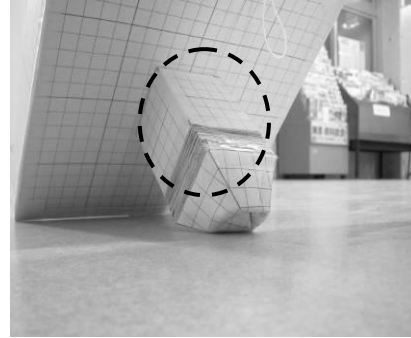


図 23 とげが中心からつぶれた様子

⑤ 考察

とげの先端部分が実験 5-2 と同様まっすぐめり込んでいたことから、構造体がまっすぐに落下し衝撃が一点で吸収できていることが分かる。

3階から落とした場合でも空気抵抗により、構造体がまっすぐ落下できていることが考えられる。

#### 4. 全体考察とこれからの到達したい目標

構造体を利用したこれまでの実験を通して、とげが地面に接触してつぶれることによって衝撃を吸収できることがわかった。また、吸収した衝撃の大きさを測定するためには、地面と衝突する面を1つの面に限定する必要がある。そのために、構造体をまっすぐ落下させることのできる構造体が必要であることもわかった。衝撃を吸収することには成功したので、今後は吸収できた衝撃の大きさを計算し、数値としてデータに残していきたい。そして、そのデータを基に効率のいい構造体の製作に取り組みたい。

#### 5. 参考文献

エッグドロップコンテスト JAXA クラブ [http://www.jaxaclub.jp/space\\_lab/04/](http://www.jaxaclub.jp/space_lab/04/)

「衝撃吸収構造の研究と製作」 岐阜県立恵那高等学校 平成 23 年度 SSH 課題研究論文

「工作用紙を用いた衝撃吸収構造の研究と制作」

岐阜県立恵那高等学校 平成 25 年度 SSH 課題研究論文