

缶サットにおける有効な衝撃吸収

2619 高垣 拓斗

2607 伊藤 大翔

要旨

私たちは、昨年度と今年度「缶サット甲子園 近畿地方・和歌山大会」に出場した。缶サット甲子園とは缶サイズの模擬人工衛星をモデルロケットに搭載して打ち上げ、空中で放出された模擬人工衛星が落下してくる最中に様々なミッションをこなす大会である。その際に、缶サット内部のコンピューターを守るために衝撃吸収が重要であることを知った。そこで、ミッションを行う上で妨げにならない、最も軽く体積の小さな衝撃吸収のための素材と方法を見つけることを目的として実験を行い、より多く、より細かい穴を持つ素材が良いということが分かった。

1. 目的

缶サットに搭載される小さなコンピューターを衝撃から守るために最も軽く体積の小さな衝撃吸収のための素材と方法を見つけること。

2. 仮説

空気を多量に含むことができるため、細かい穴を多く持つ素材、構造が最も有効である。有効であるとは小さな体積、質量で衝撃を吸収できることとする。

3. 実験 I 素材に関する実験

3-1. 使用した器具・装置

- ・ 500ml ペットボトル
- ・ ゆで卵
- ・ メラミンスポンジ(上蓋)
- ・ スポンジ{ソフト, ハード, メラミン}(底蓋)
- ・ 高発砲ポリエチレンシート(底蓋)
- ・ 発砲スチロール(底蓋)



図1 ソフトスポンジ



図2 ハードスポンジ



図3 メラミンスポンジ



図4 発砲スチロール



図5 高発砲ポリエチレンシート

3-2. 研究・実験の手順

- ① 500ml ペットボトルから高さ 10 cm の円柱を切り出すように、底部と上部を切り取る。
- ② ペットボトルの切り口と同じ大きさで上蓋と底蓋を作る。
- ③ 底蓋→ゆで卵→上蓋の順でペットボトルに詰める。このとき、底蓋は半分ほど出ししておく。
- ④ 第一校舎と第二校舎をつなぐ3階の渡り廊下(地上より高さ 9.3m)より、それぞれ3回自由落下させる。



図 6 実験装置

3-3. 結果

表 1 素材に関する実験

	1	2	3
ソフトスポンジ	×	×	×
ハードスポンジ	×	×	×
メラミンスポンジ	○	○	○
高発泡ポリエチレンシート	×	×	×
発泡スチロール	×	×	×

○…卵は割れなかった

×…卵は割れた

3-4. 考察

最も細かい穴が多く開いていたメラミンスポンジが、最も優れた衝撃を吸収する効果を発揮したことが分かる。細かな空気穴が多く空いているほうがより衝撃を吸収できると考えられる。

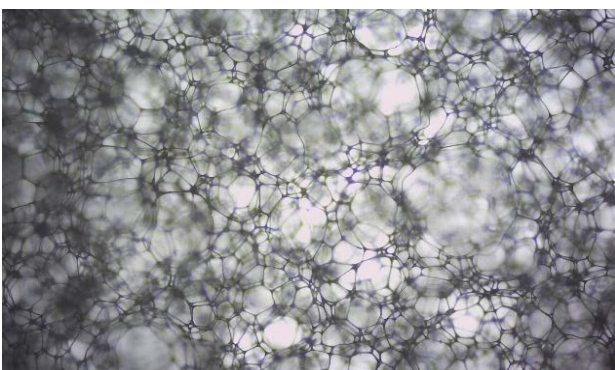


図 7 メラミンスポンジ
(対物レンズ 倍率 10 倍)

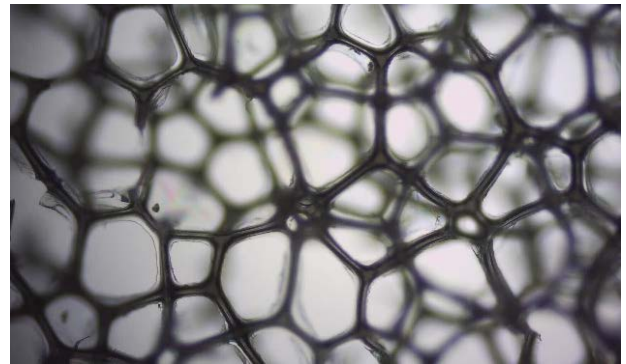


図 8 ソフトスポンジ
(対物レンズ 倍率 10 倍)



図 9 ハードスポンジ
(対物レンズ 倍率 10 倍)

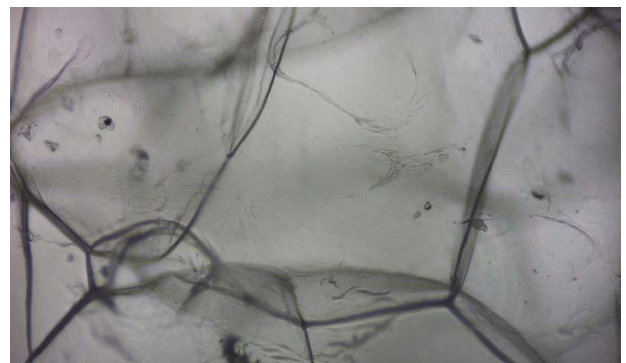


図 10 高発泡ポリエチレンシート
(対物レンズ 倍率 10 倍)

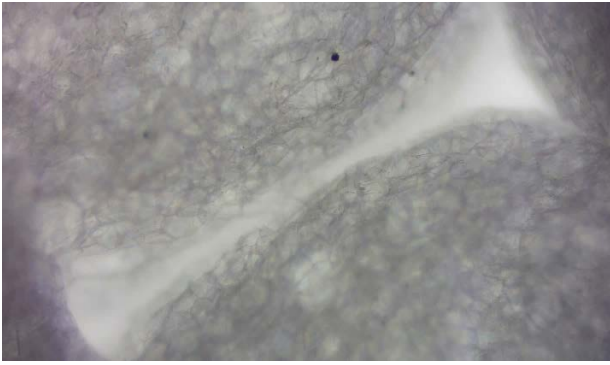


図 11 発泡スチロール
(対物レンズ 倍率 10 倍)

4. 実験Ⅱ 詰め方に関する実験

4-1. 実験材料

- ・ 500ml ペットボトル
- ・ ゆで卵
- ・ コピー用紙
- ・ メラミンスポンジ

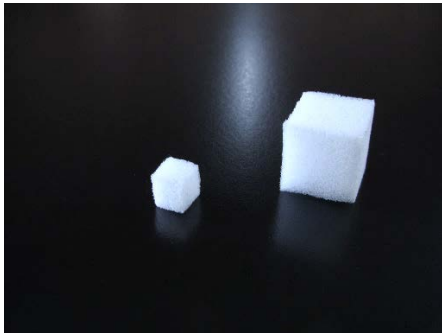


図 12 角切りしたメラミンスポンジ
(左 1 cm 角 右 2 cm 角)

4-2. 実験方法

- ①画用紙から半径 2.3 cm の円を 2 つ切り取り、上蓋と底蓋とする。
- ②メラミンスポンジを 1 cm 角と 2 cm 角に切る。
- ③実験Ⅰで使用したペットボトルの底部に、
①で作成した円を一枚貼り付ける。
- ④ペットボトルに②で作成したスポンジとゆで卵 1 つを詰める。
- ⑤ 渡り廊下より、それぞれ 3 回自由落下させる。

4-3. 結果

表 2 詰め方に関する実験

	1	2	3
メラミンスポンジ(未加工)	○	○	○
メラミンスポンジ 1 cm 角	×	×	×
メラミンスポンジ 2 cm 角	×	×	-

○…卵は割れなかった。

×…卵は割れた。

- …未実験

メラミンスポンジ 2 cm 角切りの実験の際、2 回目に卵の黄身が飛び散りメラミンスポンジについてしまった。そのため 3 回目の実験ができなかった。しかし、3 回目の結果が○と×のどちらであっても最も結果が良いのはメラミンスポンジだといえる。

4-4. 考察

隙間を作ると衝撃吸収の効果を発揮しないことが分かった。大きな隙間ができることにより、内部の物体の運動が大きくなることが原因であると考えられる。

5. 今後の展望

物体に加わる衝撃を力積という量で表せることが分かった。

運動量の原理より次の式が成り立つ。

$$mv' - mv = F \Delta t$$

$F \Delta t$ は力積を表している。また、 m は質量、 v は変化前の速度、 v' は変化後の速度を表している。よって、質量と速度変化を求めることで力積を求めることができる。したがって、動画を撮影して着地直前の速度を求め、力積を求める。このようにして、今までの実験について力積を用いて比較したい。

6. 参考文献・引用文献

- ・近畿地方・和歌山大会 - 缶サット甲子園 2018
www.space-koshien.com/cansat/2018/guide/wakayama.html
- ・缶サット甲子園 index
- 宇宙甲子園 - SPACE KOUSHIEN
www.space-koshien.com/cansat/index.html
- ・運動量と力積 わかりやすい物理の部屋
<http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/mech/unndouryou/unndouryou.html>
- ・東京書籍 [物基 311]改訂 物理基礎
- ・東京書籍 [物理 308]改訂 物理
- ・数研出版 視覚でとらえるフォトサイエンス
物理図録