

衝撃吸収

化学班

動機

衝撃吸収の素材や技術は、靴底やタイヤなど、とても身近な場所に使用されている。そこでどういうものが衝撃を吸収するのか、自分たちで合成できるのかを知りたくなった。

実験 1 衝撃吸収材の合成

ラテックスから天然ゴムを作り、天然ゴムとはどういうものなのか、また他の物質と化合させたゴムも作り、衝撃吸収力が変化するかを調べた。

合成したゴム

天然ゴム...ラテックスに酸を加えてできるゴムのこと。

加硫ゴム...天然ゴムに硫黄を加えることでできるゴムのこと。

加硫ゴムの作り方

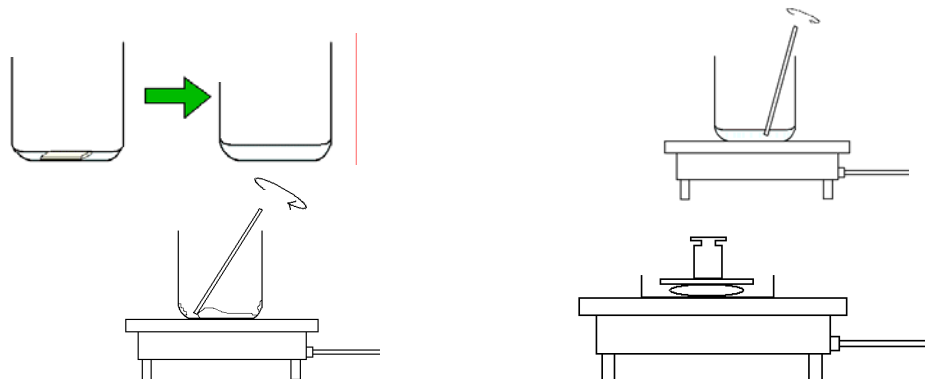
天然ゴムを作成し、5 mm 角に切ったそのゴムをトルエン（溶解剤）の中に入れ、蒸発を防ぐためパラフィルムで密閉しておく。

最初はゴムがゼリー状になるが、1日経つと均一でどろどろとした溶液になる。

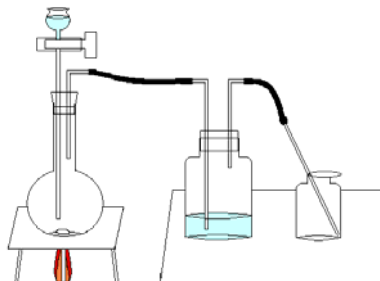
その天然ゴムのトルエン溶液に、酸化亜鉛、加硫剤、加硫促進剤を加えガラス棒で強くかくはんする。

この混合液を高温に保ったホットプレートの上に置き、かき混ぜながら加熱する。水のような液体が徐々につきたての餅のようになる。

加熱してできたものをシャーレに移し、表面が平らになるように整え、この上にガラス板をのせ、さらに上からおもりをのせ、昇温させたホットプレートの上でさらに加熱する。



塩酸ゴム...気体の塩化水素をラテックスに直接吹き込むことでできるゴムのこと。
塩化水素の作り方



丸底フラスコの中に塩化ナトリウムを入れ、上から濃硫酸を加える 塩化水素が発生
これを濃硫酸に通じる 乾燥

実験2 物体による衝撃吸収力の変化

レールを使いビー玉を転がしそれぞれの物体に衝突させ、そのときの衝撃吸収力を調べた。

「エネルギーを吸収する」と「衝撃を吸収する」の違い

「エネルギーを吸収する」もの

= 変化した後の力学的エネルギーが前の力学的エネルギーより少なくするもの

「衝撃を吸収する」もの

= 物体が他の物体に長くぶつかり続けることができるもの。

加わる力が同じなら、一度に力が加えられるよりも少しずつ力が加えられるほうが、衝撃が少ない。

= 衝撃を吸収するとは物体が他の物体に長くぶつかり続けるということ。

例 鉄球とスーパーボール

鉄 落としてもあまり跳ねないが、当たると痛い

= エネルギーが減少するが、衝撃は減少しない

ス 落とすとよく跳ねるが、当たってもそれほど痛くない

= エネルギーは減少しないが、衝撃は減少する

【実験方法】

ストロボを利用して写真を撮り、時間を計った。(図)

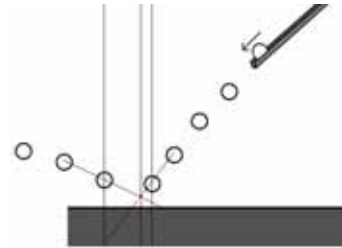
【衝突時間の求め方】

ストロボで撮影した写真から、ビー玉の着地点を求める。

衝突前、後の平均の長さで衝突直前、直後の長さを求める。(その値を順に A,B,C,D とする)

下記の数式に求めた値をそれぞれ当てはめる。

$$1/150 - (C \div A \times 1/150 + D \div B \times 1/150)$$



【仮説】

触ってみて柔らかい物体の方が硬い物体より衝撃を吸収すると考えた。

【実験結果・考察】

スポンジ以外はどの素材と比較してもさほど大きな差がなかったが、スポンジだけ大きな差が生まれた。

スポンジは1度沈んだ後の戻る力が強いいため、このような結果が出たと思われる。

素材	接触時間(ミリ秒)
天然ゴム	0.48
加硫ゴム	- 0.12
塩酸ゴム	0.32
低反発素材	- 0.27
スポンジ	- 5.23

実験3 状態による衝撃吸収力の変化

市販のゴム板の形状を変え、それによって衝撃吸収力が変わるのかを調べた。

実験3 厚みによる衝撃吸収力の変化

一定の厚さのゴム板を重ねて厚みを変化させ、その変化と衝撃吸収力の関係を実験2と同様に調べた。

【仮説】

厚みが変わっても、衝撃吸収力は変化しないのではないかと考えた。

【結果】

1枚ではほとんど衝撃を吸収しなかったが、2枚にすると多く衝撃を吸収した。

今回使用したゴム板は1枚分の厚さだと、衝撃を吸収しきれなかったと思われる。

枚数	時間(ミリ秒)
1枚	0.56
2枚	0.50

実験3 厚みによる衝撃吸収力の変化

最初に一枚のゴム板を右図のように高さをすこしずつ変えながら曲げ、高さの違いと衝撃吸収力の関係を調べた。

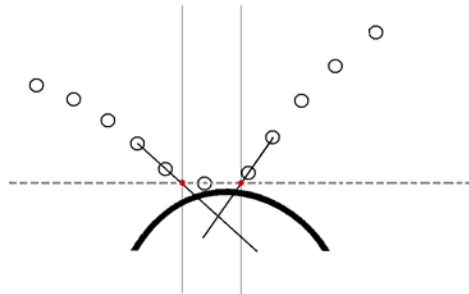
【測定方法】基本的には実験2と同じだが、接触している時間が長いので求め方を変えた。

実験2と同様に衝突前、後の平均の長さを求める。(その値を順にA,Bとする)

高さが変化しなかった玉が動いた長さを求める。(その値をCとする)

下記の数式に求めた値をそれぞれ当てはめる。

$$C/A+B \times 2 \times 1/150$$



【仮説】

高さが大きければ大きいほど衝撃は、より吸収されるのではないかと考えた。

【結果・考察】

高さが高ければ高いほどより多く衝撃を吸収したので、仮説が正しいと証明された。

高さ (cm)	接触時間(ミリ秒)
5	0.0039
6	0.0055
7	0.0078
10	0.0116
11	0.0132

測定値に関する考察 なぜマイナスの値が出たのか

確かに計算式だけで考えるとマイナスになることは絶対にありえないが、ストロボの間隔の大きさや手作業でのストロボ写真の間隔の測定などで発生した誤差が積み重なってマイナスの値が出たのだと思われる。

感想

「ゴム」といえば柔らかくてどれも衝撃を吸収すると思っていたが、実際は使う環境に応じてさまざまなゴムがあり、伸びたり衝撃をほとんど吸収したりしないゴムもあり驚いた。また同じゴムの成分でも、厚さを変えたり形状を変えたりすることで、自分たちが予想していた以上に数値に差がでたので、衝撃吸収素材も使いようだと思った。