

ダイラタンシーを利用したヘルメットの衝撃吸収性能

理数科2年D組 物理2班

五十嵐瑛太 加藤音羽 工藤海斗 佐藤光聖

要 旨

片栗粉と水を3:4の割合で混ぜると不思議な物体「ダイラタンシー流体」ができる。この物体は通常ドロドロとした液体であるが、急激な力を加えると固くなる。この性質を利用すればヘルメット内部に使用することで衝撃を吸収する効果が高まるのではないかと考え、ヘルメットを試作し衝撃吸収の度合いを調べた。

1. 研究の目的

本研究の主役となるダイラタンシー流体を内部に取り付けたヘルメットを製作し、その衝撃吸収性能を実験により測定する。比較材料として梱包クッションや断熱シートなどの衝撃緩衝材、厚さ1.4cmの教科書やB5ノートといった学校内で避難訓練に使用されるもの、市販のヘルメットについても衝撃吸収度を測定し、どれが衝撃吸収性能に優れているかを調べる。

2. 研究テーマを選んだ動機

- ・ダイラタンシーを何かに利用できないかということ
- ・避難訓練で教科書を頭に載せているが、どの程度の効果があるか疑問に思っていたこと

3. 研究内容

① 片栗粉と水の最適な比率について

ダイラタンシーの性質がより発揮できる片栗粉と水の比率を見つける。

今回は片栗粉を100gに固定し、水を50gから5gずつ増やしながら最適な割合を探した。

ダイラタンシー材料比率(片栗粉100gに対して)

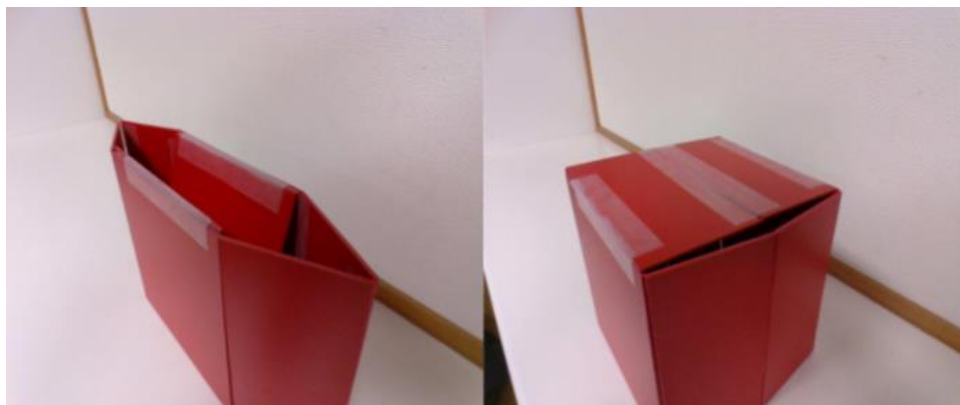
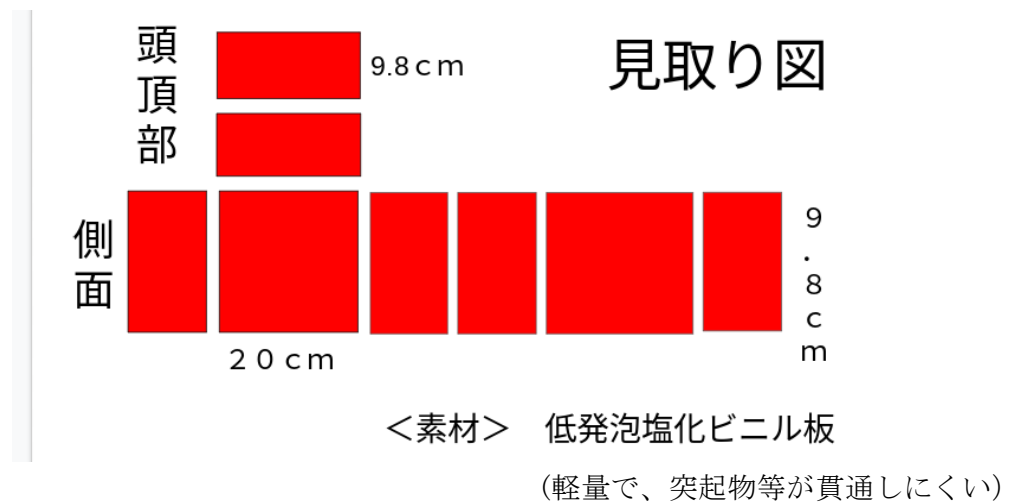
水	50	55	60	65	70	75	80	85	90
結果	×	×	×	×	○	◎	○	○	×

※ダイラタンシーとして感触が最も良かった・・・◎

ダイラタンシーとして感触が良かった・・・○

ダイラタンシーとして感触が悪かった・・・×

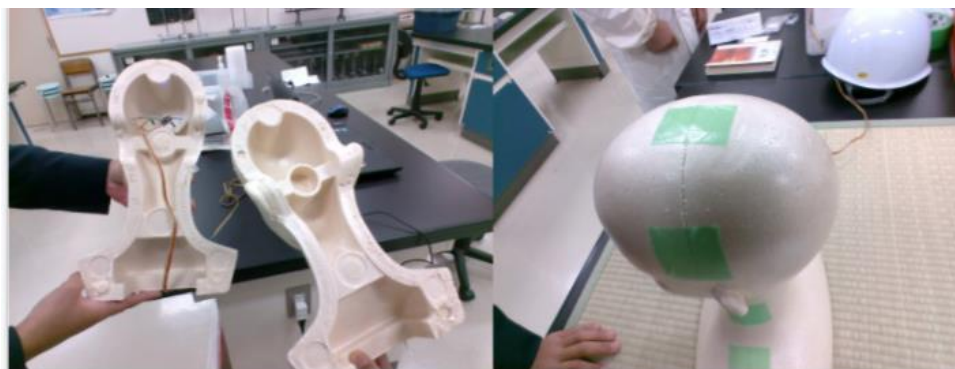
② 折りたたみが可能なヘルメットの設計図



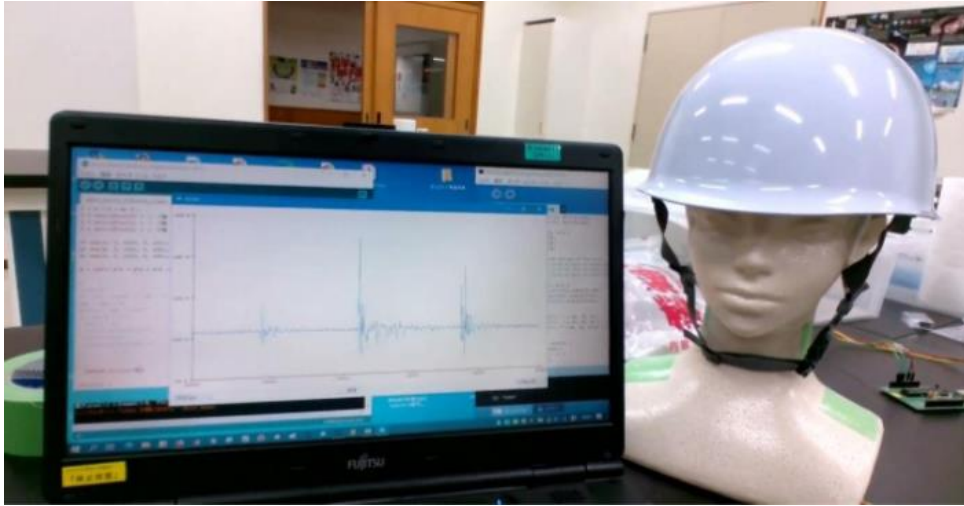
↑ 折りたたみ中

ヘルメット完成

- ③ 加速度センサーを中にいれたマネキンを作り、ヘルメットを被せる。
ヘルメットの上から鉄球 (110 g)、植木鉢 (810 g) を落とし加速度センサーが計測した加速度から衝撃を調べる。



↑ 加速度センサー (マネキンの中)



④比較対象として衝撃吸収材料を市販のヘルメット、梱包クッション、断熱シート、教科書に変えてそれぞれ同様に実験する。

単位 m/s²

このグラフは、マネキンに物体が落ちたときの加速度の値です。

・1sごとに500回測定
(センサーの限界まで)

実験結果	植木鉢 (810グラム)	鉄球 (110グラム)
ダイラタンシー	6.60	6.94
梱包クッション	6.77	7.18
断熱シート		6.82
市販ヘルメット	6.82	5.79
厚さ1.4cmの教科書	6.77	6.60
B5ノート		4.80

高さは50cm

※それぞれ10回落としたうち、測定された最大値

※断熱シートとB5ノートの値を出すことができなかったのは

マネキンが変形してしまい、次の比較材料の実験に影響してしまう恐れがあるから

4. 研究結果

- ・水と片栗粉の比率は3:4が最適であった。
- ・植木鉢810gではダイラタンシーが最も衝撃が少ない。
- ・鉄球110gではB5ノートが最も衝撃が少ない。
- ・市販のヘルメットとダイラタンシーヘルメットでは衝撃の値は変わらなかった。
- ・ヘルメットよりも、B5ノートのほうが衝撃が小さくなった。

5. 考察

ダイラタンシーと梱包クッションで鉄球の方が衝撃吸収の値が大きくなったことの原因としては、加速度センサーを取り付ける際にうまく固定させることができなかつたからではないかと考えられる。ダイラタンシーや梱包クッションなどそれぞれ硬度が異なるのでヘルメットは固く内部は柔らかい構造がよいと考えた。

6. 今後の展望と課題

- ・高さを変えたときのダイラタンシーヘルメットの衝撃吸収度を調べる。
- ・正確に物体を自由落下させる方法を考える。
- ・ヘルメットの構造をより折りたたみやすくする。

7. 引用・参考文献

～ダイラタンシーと粘性～ 秋田県由利高等学校
http://www.yuri-h.akita-pref.ed.jp/03_gakka/risuu