

ダイラタンシーの活用法

2540 大和琳太郎 2521 塩川航大 2607 岡本龍侍 2630 水野裕樹

実際のヘルメットに使われている衝撃吸収材は衝撃により潰れてしまう。このデメリットを改善するため、液体と固体の性質を併せ持つダイラタンシー流体を活用したいと考えた。ダイラタンシー流体とは、通常液体の性質を示すが、力が加わると固体のように硬くなる物質のことを言う。私たちは、ダイラタンシー流体として片栗粉と水の混合物を用いた。

まずダイラタンシー流体の基本的な性質を明らかにすべく、温度変化による固さの違いを調べた。その結果、加熱時は片栗粉が変性するまではダイラタンシー流体のまま固くなり、冷却時は約 20℃で最も固くなった。今後はダイラタンシー流体がヘルメットの衝撃吸収材に利用できるのか検証するために、力積について実験を行っていく。

キーワード ダイラタンシー 片栗粉 温度変化 沈む速度

1. 目的

ダイラタンシー流体の性質を調べ、ヘルメットの衝撃吸収材に用いることができるかを検証する。

2. 仮説

- I. 水と片栗粉の割合が 1:1 の時にダイラタンシー流体になる。
- II. ダイラタンシー流体を温めると、デンプンの分子を構成している粒子レベルの熱運動が活発になり、結果的にデンプン分子にも動きが加わり、生じた隙間に溶媒分子が入り込むことで流動性が増し、柔らかくなると考えられる。
- III. ダイラタンシー流体を冷やすと、II の逆となり固くなる。

3. 使用した器具・装置

- ・水
- ・片栗粉
- ・プラスチック容器
- ・はかり
- ・割り箸
- ・新聞紙
- ・スタンド
- ・金属球
- ・ストップウォッチ
- ・温度計
- ・熱湯
- ・氷
- ・食塩

4. 研究・実験の手順

- I. 片栗粉 100g に水を 50g 混ぜ、水を 5g ずつ追加し、ダイラタンシーの性質を示す水と片栗粉の割合を調べる。
- *明らかになった、ダイラタンシー流体となる割合で作ったダイラタンシー流体に 50cm の

高さから金属球を落とし、着水から球が見えなくなるまでの時間を測る。

II. 常温の時と加熱時で*を 5 回ずつ行い、時間を比較する。

III. 常温の時と冷却時で*を 5 回ずつ行い、時間を比較する。

5. 結果

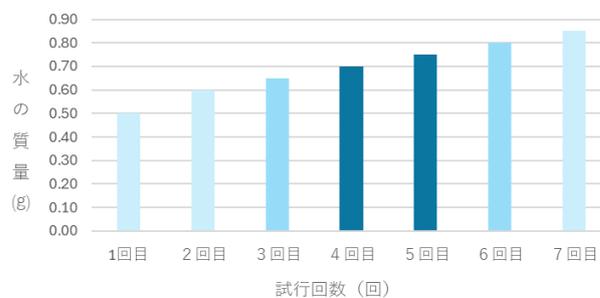


図1 片栗粉に対する水の質量比

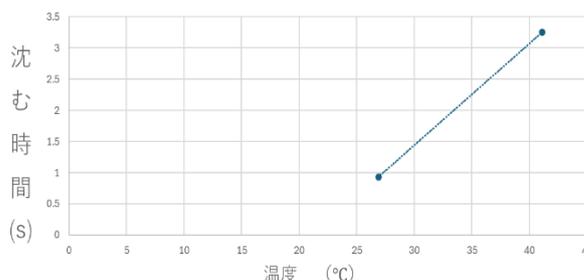


図2 ダイラタンシー流体の温度と沈む速度の関係

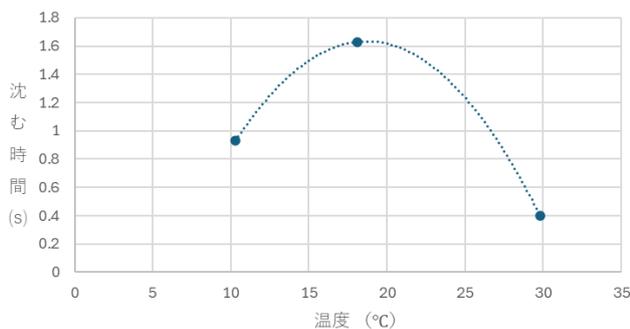


図3 ダイラタンシー流体冷却時の金属球が沈む時間と温度の関係

『ブラウン運動とは?』
<https://www.bettersizeinstruments.com>
 (参照 2025年6月4日)

6. 考察

Ⅱ. 27℃の時に比べて 41℃の時の方が固くなったのは、水分が蒸発し、溶媒分子の割合が減少したためだと考えられる。また、一定の温度を超えると、変性するためダイラタンシー流体とはならなかった。

Ⅲ. 冷却によって、熱運動が抑制されたことに加えて、水の溶解度の減少が起きたためであるとも考えられる。

7. ここまでの結論

- I. 片栗粉に対する水の質量比が 0.65~0.80 の時にダイラタンシー流体となる。
- Ⅱ. ダイラタンシー流体を加熱すると硬くなる。熱湯で作ると変性してダイラタンシー流体とはならない。
- Ⅲ. ダイラタンシー流体を冷却すると硬くなる。

8. 展望

ダイラタンシー流体がヘルメットの衝撃吸収材として活用できるかを調べるために、金属球を落下させたときの様子のダイラタンシーと別の物質（発泡スチロール）で対照実験を行う。

9. 謝辞

助言、ご指導いただいた物理科佐々木先生に感謝いたします。

10. 参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校
 『ダイラタンシー』
<https://nwuss.nara-wu.ac.jp>
 (参照 2025年5月7日)