

## ダイラタンシー流体で身を守ろう！

物理班:岡本 知之、友善 漣、野見山 慧祐、米山 嘉人

### 要約

本研究の目的は、「ダイラタンシー流体を用いて作成した」プロテクターとして最も効果を発揮する水と片栗粉の質量比を見つけることである。そのために、レンガを粘土の上に置いた緩衝材に落とす実験を行った。実験から、質量比が1:1.5の時に衝撃吸収性が最も高くなることがわかった。従って本研究では、ダイラタンシー流体を用いて作成したプロテクターが最も効果を発揮する質量比は1:1.5であると結論づけた。

### 1. はじめに

私たちは高津高校の先行研究でダイラタンシー流体について知った。ダイラタンシー流体とは急に強い力を加えると固体のように固くなり、逆にゆっくりと力を加えたり力を加えないでいると流体のような性質を示すものである。そこで本研究では、ダイラタンシー流体の衝撃吸収性やその性質に着目し、怪我防止や悪化防止でつけるプロテクターが動きにくいので、従来のものより動きやすいプロテクターとして応用できるのではないかと考え、研究を行った。このプロテクターはダイラタンシー流体を応用しているので従来のものより動きやすく、安全が保たれることが期待される。

### 2. 研究手法

保護対象に見立てた粘土の上に置いたダイラタンシー流体にレンガを落下させて衝撃を与え、粘土の凹みの深さを計測して粘土にどの程度の強さの衝撃が伝わったのかを調べる。

《実験1で使用したもの》

- 油粘土(ダイソー、ArTeC あぶらねんどM)
- 金槌
- 片栗粉(南部太白片栗粉 1kg)
- 袋(旭化成 Ziploc 273mm×268mm×0.06mm)
- 定規(15cm)



図1:実験1の使用物

《実験1》

- ①粘土の上に、金槌の柄を縦向きにして地面と垂直になるようにして高さ3mから落下させる。
- ②粘土の深さを定規で測る。
- ③質量比が水:片栗粉=1:1.5のダイラタンシー流体を作成する。それを袋に入れて緩衝材とし、
  - ①からならした粘土の上に置く。
- ④金槌を①と同じように落下させる。
- ⑤ダイラタンシー流体を粘土の上から除き、粘土の凹みの深さを定規で測る。

《実験2で使用したもの》

- 油粘土(実験1と同じ)
- レンガ(10.1cm×9.9cm×6.0cm, 0.9kg)
- 片栗粉(南部太白片栗粉 500g)
- 袋(実験1と同じ)
- 定規(15cm)



画像:実験2の使用物

《実験2》

- ①ダイラタンシー(水:片栗粉の質量の比率がA.1:1.5とA'.1:1.4)、B.砂、C.水、D.片栗粉をジップロックの中にそれぞれ質量を1kgに統一して詰め、5種類の緩衝材を作成する。
- ②①で用意した緩衝材を厚さ4cmの粘土の上に載せ、高さ3mから重さ0.9kgのレンガを粘土の上に落下させる。
- ③凹んだ粘土の凹みの深さを定規で測る。
- ④すべての緩衝材で②③を行う。また、違いを明白にするため緩衝材を載せない状態でも行う。

### 3. 結果

#### 《実験1》

何も置いていない時と比べて、質量比が1:1.5のダイラタンシー流体を置いた時は粘土の凹みが1.7cmから0.2cmになった。

#### 《実験2》

質量比が1:1.4のダイラタンシー流体のときは粘土の凹みが0.4cm、質量比が1:1.5のダイラタンシー流体のときは0.2cmで、砂は1.6cm、片栗粉は2.9cm、水は3.6cmだった。また、緩衝材を何も置かなかったときはレンガが4.0cmの粘土を貫通した。

よって、粘土の凹みが一番小さかったのは質量比が1:1.5のダイラタンシー流体だった。

素材	凹み(cm)
質量比1:1.4のダイラタンシー	0.4
質量比1:1.5のダイラタンシー	0.2
砂	1.6
片栗粉	2.9
水	3.6

表1:実験2の結果

### 4. 考察

結果からダイラタンシー流体の衝撃吸収性は質量比によって変化するものと考えた。そこで化学基礎で習う「質量÷相対質量＝物質質量、物質質量×アボガドロ定数＝粒子の個数」より、ダイラタンシー流体の衝撃吸収性は水と片栗粉の粒子の数の比率に依存すると考えた。また、ダイラタンシー流体のこのような性質は、ダイラタンシー流体に外から力がかかっている場合では片栗粉粒子の並び方が不規則であり、分散して水中に浮遊している。これに外から力がかかると片栗粉粒子の並び方が規則的になり、粒子同士に隙間が生じてその隙間に水が入り込むことで密度が大きくなるためであると考えた。しかし、密度が大きくなるということだけでは片栗粉よりも砂のほうが衝撃を吸収する結果の説明がつかなかった。そこで私達は粒子どうしに摩擦力がはたらいっていると考えた。片栗粉粒子よりも砂粒子のほうが質量が大きいので、粒子間での摩擦力も大きくなり、力が加わったときにより強固になると考えた。

### 5. 結論

実験の結果からダイラタンシー流体は、衝撃を受ける物体と衝撃を与える物体の間に置くことでプロテクターとして物体を保護することが確認された。今回はダイラタンシー流体の粒子数を求めることができなかったため、今後は水の粒子数との比率を求め、相関関係を見つきたい。また、動きやすさを感覚ではなく、肘の曲げ伸ばしを再現する装置を使って具体的に求めたい。

### 6. 参考文献ならびに参考Webページ

第469回「ダイラタンシー現象のひみつ」:でんじろう先生のはぴエネ! :中京テレビ

つま先部の耐衝撃性能試験 | 安全靴・作業靴はミドリ安全フットウェア・安全靴専門メーカー

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2018/03/52eca2eb661789a54e7149dfbb86e217.pdf>