

黒板との角度に注目したチョークの折れにくい使い方

物理班:木下唯玖馬、幸田惇、上田紘生

要約

本研究の目的はチョークと黒板とのなす角度が変化することでチョークの折れにくさはどのように変化するのかわかりやすくし、チョークの折れにくい使い方を提案することである。実験によって、チョークと黒板とのなす角度が大きくなるにつれ、チョークの減少量(チョークが折れて砕ける量)は小さくなり、折れにくくなるということが分かった。従って本研究では、チョークを使うときは黒板に対して60度以上の角度をつけると良いということが結論付けられた。

1. はじめに

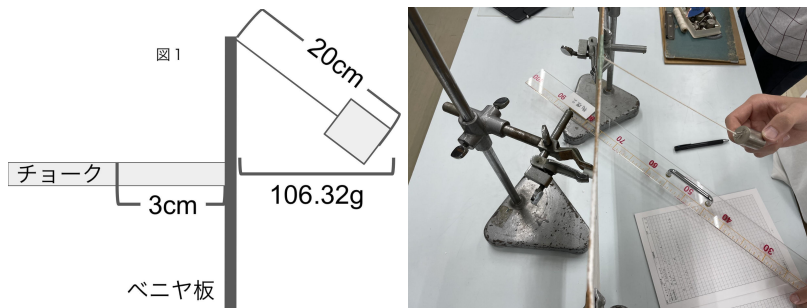
授業中に先生がチョークを何回も折っていたのを見て、ゴミを減らすために折れにくいチョークの使い方を提案したいと思った。そこで、チョークに衝撃が加わる事象において、チョークの折れにくい使い方を力学的に考えてみると、チョークに力が加わる向き、すなわち黒板とチョークのなす角が関係し、折れにくい角度が存在するはずだと仮説を立てた。本研究では、チョークに一定の力を加え、折れたチョークの元の質量からの減少量を求める実験を様々な角度でそれぞれ数回行い、黒板とチョークのなす角と減少量の関係を調べ、折れにくい角度を求めた。

2. 研究手法

図1、写真のような実験装置を作成して実験を行った。ベニヤ板を黒板に見立てて(以下ベニヤ板を黒板と呼ぶ)片面にチョーク、もう片面におもりをつけた。装置の条件は図1のように持つところは先端から3cm、紐とおもりの1番までの長さは20cm、紐を含むおもりの重さは106.32gである。また、90度は黒板とチョークの触れる面積が他の角度と大きく異なるため測定しない。おもりは紐を張ってベニヤ板と直角になるような高さまで持ち上げ、静かに手放した。

《実験》

- ①先端から3cmの印をつけたチョークの重さを量る。
- ②チョークを測定する角度に固定し、おもりを上記の高さまで持ち上げ、静かに手放す。
- ③持ち手側に残ったチョークの重さを量り、①で測定した値から引いて折れ砕けた量を求める。
- ④①～③の操作を30度、45度、50度、55度、60度それぞれ9回ずつ行う。



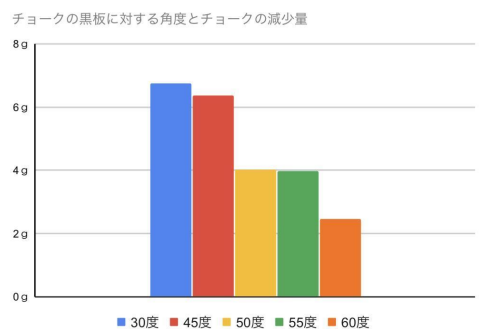
3. 結果

それぞれの角度に対するチョークの減少量と実験回数

	30度	45度	50度	55度	60度	30度	45度	50度	55度	60度	
1回目(g)	5.17	7.68	8.13	0.02	0.14	6回目(g)	5.60	7.00	7.76	0.08	5.92
2回目(g)	7.20	9.72	2.02	7.49	0.04	7回目(g)	6.15	6.57	5.85	5.18	5.19
3回目(g)	8.80	5.21	0.08	0.00	0.00	8回目(g)	8.17	5.31	0.03	5.18	0.04
4回目(g)	5.37	5.13	0.05	4.90	0.00	9回目(g)	8.05	5.84	6.64	5.87	5.47
5回目(g)	6.28	4.92	5.64	7.04	5.28						

この結果から50度、55度、60度の実験結果のチョークの減少量の値にばらつきがあることがわかった。この表

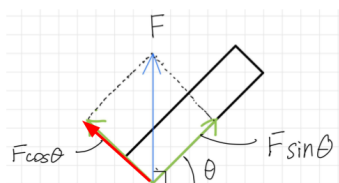
からそれぞれの角度とチョークの減少量の間に関連関係があることはわからない。そこで、それぞれの角度の減少量の平均値をとってグラフにまとめた。



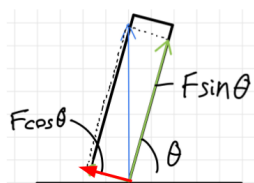
このグラフは縦軸にチョークの減少量(g)、横軸に角度をとったものである。このグラフから角度が大きくなると、チョークの減少量は小さくなるのが分かった。

4. 考察

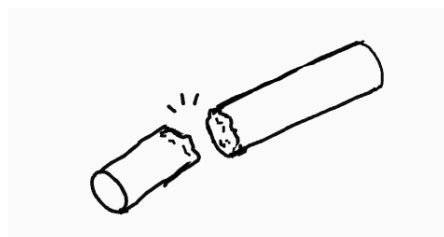
結果の角度が大きくなるにつれて減少量(チョークが折れて砕ける量)が少なくなったことは黒板に対するチョークの角度が大きくなり、チョークに対して垂直にかかる力(大きさ $F\cos\theta$)が小さくなって折れにくくなったためだと考えられる。また、実験をしたときにチョークが右図のように折れることしかなかったのでチョークはチョークに対して垂直にかかる力(大きさ $F\cos\theta$)の方がチョークに対して平行にかかる力(大きさ $F\sin\theta$)よりもチョークの折れにくさへの影響が大きいと考えられた。



角度 θ が小さい時



角度 θ が大きい時



5. 結論

チョークは黒板とのなす角によって折れにくさが変わるので、チョークを使うときは黒板に対して60度以上の角度をつけると良い。今回の実験では5つの角度でしか実験を行っていないので今後の展望としてはより細かい角度で実験して角度と減少量の相関関係を考察していきたい。また、実験結果より湿度が折れにくさに大きく関係することがわかっているのでその原因も考察していきたい。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

オリンパス 自然科学観察コンクール 『チョークの折れ方の秘密』 中崎 恵美 他3名

<https://www.shizecon.net/award/detail.html?id=1>

科学研究実践活動のまとめ(6月7日閲覧)

https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/SG160015_matome2018_008.pdf