

電車の停車時における慣性力の軽減

Abstract

The purpose of this study was to reduce the inertial force felt by passengers when a train stops. In this experiment, a vehicle with a weight attached was accelerated at a constant speed, and the momentum was absorbed by a cloth-like material to stop the vehicle. The distance the weight moved during this process was then measured. This study concluded that it is better to sit in the center of the vehicle and ride on a train with more carriages.

この研究の目的は、列車の停車時に乗客が感じる慣性力を軽減することだ。今回の研究では、一定の速度で加速させた車両に重りを設置し、車両の運動エネルギーを布状の素材で吸収させ、停止させた。その際、重りが移動した距離を測定した。研究の結果、車両の中央部に座り、車両の編成が長い列車に乗車するのが、慣性力を軽減する上で効果的であることが分かった。

目的

電車で通学をする際、発車時や停車時にバランスを崩してしまうことがある。これを軽減したいと考え、本研究をすることとした。本研究は、特に、停車時における慣性力の軽減を焦点にして行うこととした。今回の研究を行うにあたって、次の二つの仮説を立てた。

1. 電車の中央ほどバランスを崩しにくい。
2. 電車の車両の数が多いほどバランスを崩しにくい。

研究方法

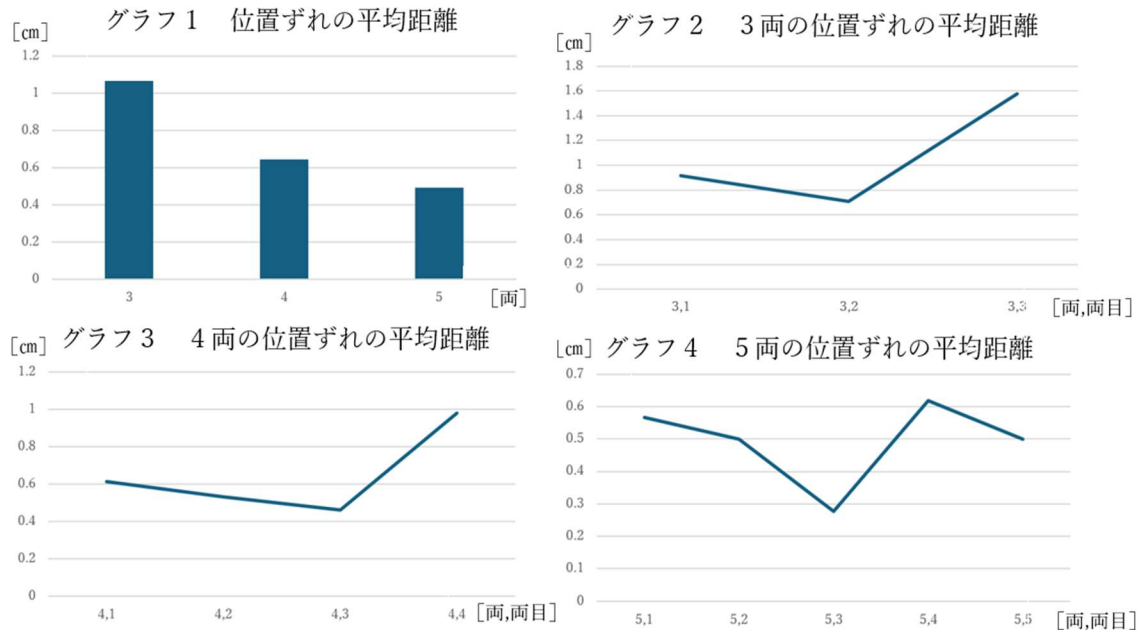
台車の 0.1 mm 刻みで書かれたメモリを貼りつけ、その上に 100 g の重りをのせる。その台車に紐をつけ、その紐の先に重りをぶら下げ、手を離すと台車が一定の速度

で動き出すようにする。速度計を用いて、台車が動き出す時の速度 ($\Delta 1$) を平均 0.99km/h、電車が止まる直前の速度 ($\Delta 2$) を平均 2.91km/h となるようにする。台車の数が 3 つ、4 つ、5 つの時、速度が等しくなるよう、それぞれ紐にぶら下げる重りの重さを 150g、200g、300g とする。台車を止める際、できるだけ電車の減速を再現できるよ



う、雑巾を用いて勢いを吸収し、台車が止まった後に重りの位置ずれを計測した。

研究結果



※グラフ 2,3,4 の横軸は、例えば 3,1 の時、全体が 3 両の台車で、進行方向の前の車両から数えて 1 両目に重りを置いたということを表している。

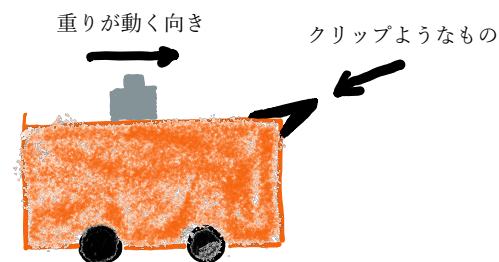
グラフ 1 の結果から、台車の数が増えるほど、位置ずれの平均距離が小さくなっていくということがわかった。また、グラフ 2,3,4 の結果から、台車の中央に重りを置いたとき、位置ずれの平均距離が一番小さくなるということも分かった。そして、それぞれの台車の両数ごとの位置ずれの平均距離の結果から、全体の台車の数が多くなるほど小さくなるということが分かった。そのうえ、5 両の時を除いて、進行方向前側を 1 両目とした時、最後部車両の位置ずれの平均距離が最も大きくなり、中央から距離が離れるほど位置ずれの平均距離が小さくなるということも分かった。

考察

台車の数が多いほど位置ずれの平均距離が小さいのは、台車数、すなわち車両数が増えるほど一両あたりの加速度変化が緩やかになり、車両全体として慣性力が分散されるためではないかと考える。また、車両の中央ほど位置ずれの平均距離が小さくなるのは、車両の前方や後方では加減速時の力が直接伝わりやすく、相対変位が大きくなるのに対して、

車体の中央部分では、前後からの力の影響が相殺されやすく、相対変位が小さくなるからではないかと考える。

そして、全体の車両数が5両の最後部車両の結果が、ほかの車両数の時とは異なり、位置ずれの平均距離が小さくなってしまったのは、5両目の台車の端部分にクリップのようなものがついており、メモリを貼った時にスロープのようになり、別の力が重りに働いてしまったからではないかと考える。



一方、本実験では台車を重りによって動かしていたものの、台車から手を離したり、メモリを読み取るのは人間であるため、台車の初速や、測定結果にばらつきが生じると考えられる。そして、実験に用いた机にはわずかな凹凸があり、また、電車を減速する際に雑巾を用いたため、摩擦差が生じ、実験結果に誤差があると考えられる。さらに、台車と重りをそれぞれ、車両、人間に見立てて本実験を行ったが、実際の電車の質量と人間の質量の比とは異なり、また、重りは人間の骨格とは異なる。ほかにも、実際の乗客の動きや中の構造まで細かく再現することはできない。そのため、本実験の結果と現実では誤差が生じると考えられる。

今後

本実験の考察を踏まえて、次の実験では台車の動かし方を自動にして初速をより一定にし、そして、台車の減速をより再現できるようラジコンなどを用いて実験を行おうと思う。また、停車する様子を動画で撮影し、解析したり、試行回数をより増大させ、現実に行えるだけ近くなるように工夫をしようとする。

結論

以上のことから、電車に乗る際には停車時のバランスを保つために、車両の中央付近に乗ること、そして、車両数が多い電車を選ぶことが有効であると考えられる。

参考文献

[慣性の法則と電車の進行方向における傾きの理由 - 勉強パイオニア](#)