

荷物の偏りによる走行安定性の変化

Packages Impacts Causes for the Handcart Overturn

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年
片山智就 茶家翼

Abstract

We know truck accidents happen 1000 incidents per year. The deviation of loads is pointed out as a reason. So, this study show that maintaining driving stability. In first experiment, when a weight moves one edge to the other edge, we measured the 3D acceleration of the handcart. And we calculated the acceleration value to the force value. The result shows that the faster the weight moves, the more the forces increased. We suggested that the forces reduced driving stability.

So, we designed the instrument to reduce the forces. The instrument has two weights. Two weights keep driving stability. As a result, the instrument could absorb it.

＜研究目的＞

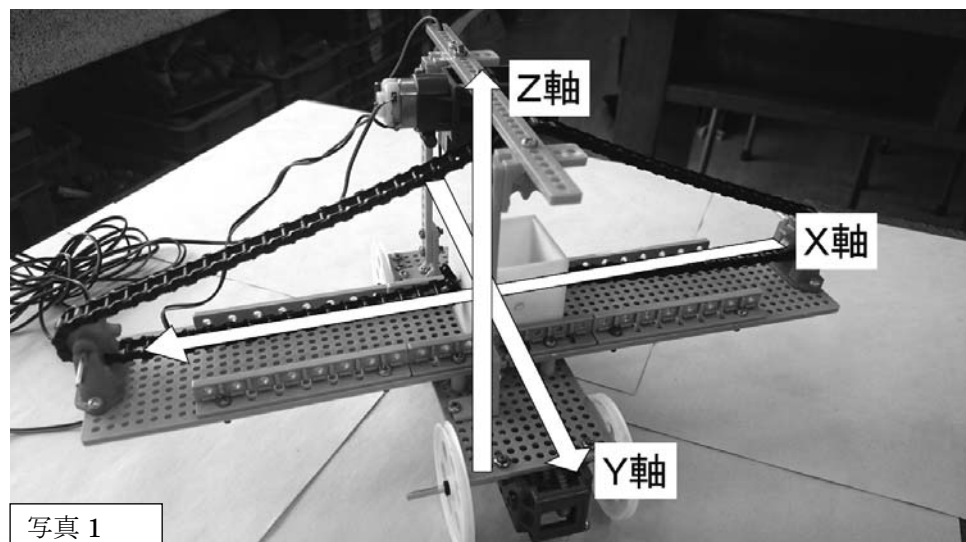
毎年トラックの横転事故が多発している。横転事故の原因の 1 つとして、荷物の偏りが指摘されている。そこで荷物が荷台の中で移動する時のトラックの走行安定性に着目してモデル実験を行った。

<実験>

～予備実験～

実験装置(写真 1)を制作した。

モーター（写真上部）を使って錘（写真中央の白い箱）を動かす。モーターに加える電圧を変化させることで、モーターの速度を制御することができる。

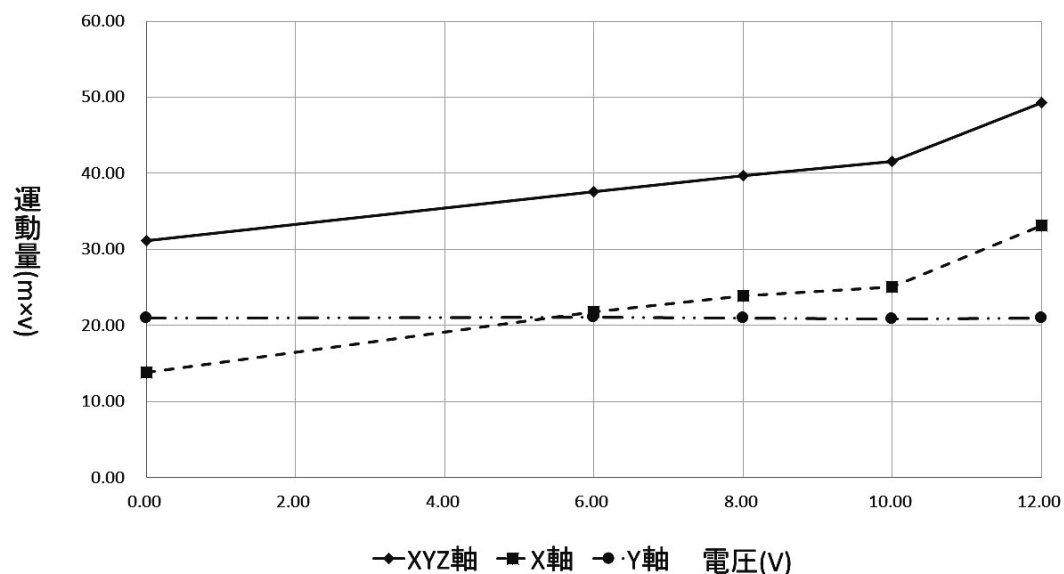


この装置を使って、台車が走行している間に錘が一端から他端に X 軸方向に移動する時の台車の三次元的な加速度を計測した。そこから運動量を計算した

測定方法はスマートフォンのアプリケーション「Accelerometer Monitor」を使用した。加速度の測定は 50 回/秒とした。尚、座標系は写真 1 のように設定した。

～予備実験結果～

各電圧と運動量の関係



モーターに加える電圧を上げると錘の移動速度は速くなる。モーターに加える電圧を上げると三次元的な (XYZ 軸方向) 運動量と X 軸方向の運動量は増加した。しかし、進行方向である Y 軸方向の運動量は一定である。

また、X 軸方向の運動量の増加に伴って台車の軌道は曲線を描くようになった。

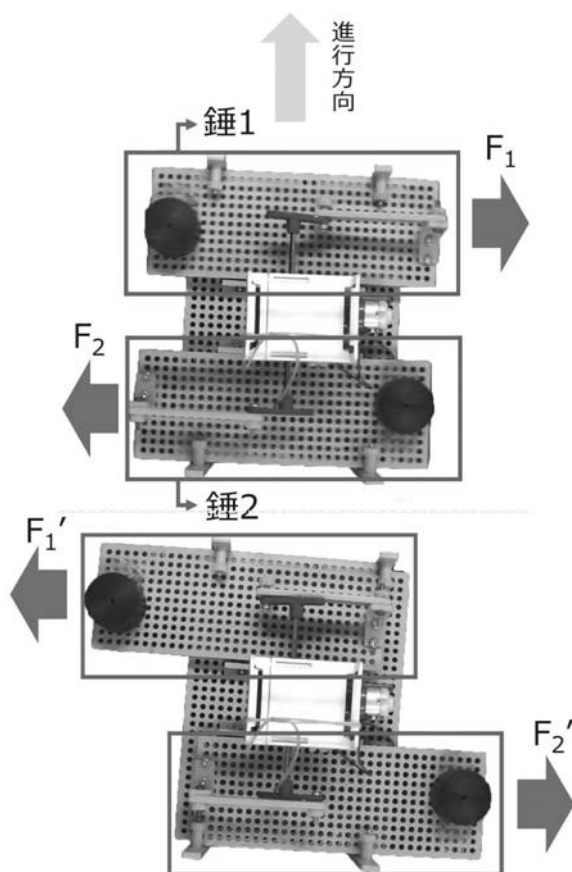
これらのことから三次元的な (XYZ 軸方向) 運動量の変化は錘の移動速度の変化に依存すると考えられる。

～本実験～

予備実験において、錘の移動速度が増加すると台車は曲がった軌道を描くようになった。このことは走行安定性が低下していることを示す。そこで走行安定性を保つ為の機構を考案し、検証した。

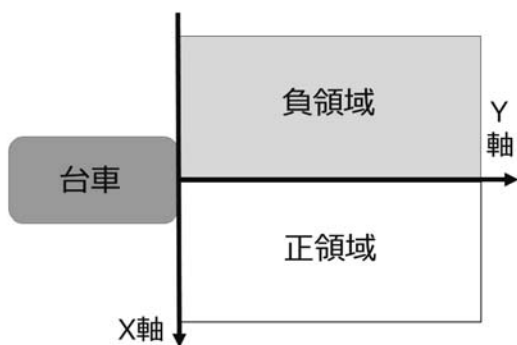
～機構～

錘 (荷物) が一方向に移動するときに荷物が台車に与える衝撃によって走行安定性が低下することがわかった。そこで、錘 (荷物) の運動方向は逆方向に運動する錘を同時に動かすことによって、走行安定性を維持できると考えた。しかし、錘 (荷物) を一方向に動かすだけでは、モーメント力が発生して、かえって走行安定性が低下する。だから錘を往復運動させ、徐々に往復運動の振幅を小さくすることによって、走行安定性を維持できると考えた。



～実験～

錘 1 と錘 2 をそれぞれ、50g:50g, 100g:50g, 100g:0g と設定した。



台車の進行方向左側を負領域、右側を正領域と設定した。

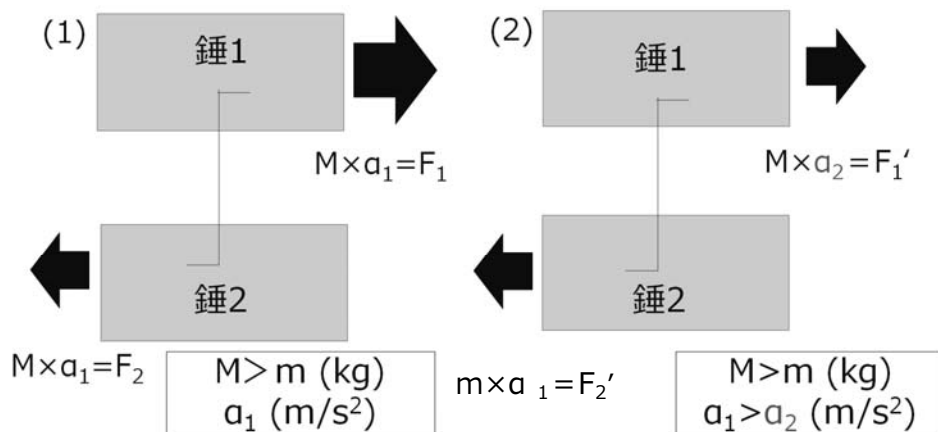
負方向の運動量と正方向の運動量を算出した。

力が相殺されているならば正方向と負方向の運動量の差は 0 になると予想した。

～結果～

Voltage (V)	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
50g:50g	561.00	377.00	561.00	795.00	855.00	1039.00
	-566.00	-375.00	-566.00	-795.00	-857.00	-1047.00
	-4.00	1.00	-4.00	-1.00	-2.00	-8.00
100g:50g	399.00	571.00	934.00	882.00	1789.00	1662.00
	-402.00	-577.00	-935.00	-881.00	-1785.00	-1661.00
	-3.00	-6.00	-1.00	1.00	4.00	1.00
0g:100g	343.00	648.00	947.00	952.00	1128.00	1326.00
	-346.00	-654.00	-951.00	-953.00	-1129.00	-1332.00
	-3.00	-6.00	-3.00	-2.00	4.00	-6.00

正方向の運動量及び負方向の運動量と比較して差がかなり小さい。50g:50g のときは真っ直ぐに走行したが、100g:50g のときと 0g:100g のときに台車は曲がった軌道を描いた。このことから機構は走行安定性を維持するのに一定の効果があるが十分な性能はないと考えられる。



～考察～

錘 1 (M) と錘 2 (m) の質量が同じ時 (M=m)、運動方程式から $F_1 = M \times a_1 = m \times a_1 = F_2$ (a_1 は加速度) となり、台車は直進する。しかし、錘 1 が錘 2 より重いとき ($M > m$)、運動方程式から $F_1 = M \times a_1 > m \times a_1 = F_2$ より $F_1 > F_2$ となり台車は曲がった

軌道を描く。

軌道が曲がるのを防ぐためには、錘 1 の加速度が錘 2 の加速度より小さくなるように制御して、錘 1 の加速度を α_2 ($\alpha_2 < \alpha_1$) とすれば $F_1' = F_2'$ となり台車は直進すると考えられる。

～反省～

片山智就

この課題研究を通じて苦心したのは、研究と発表です。研究は実験方法からデータ整理まで「本当にこれでいいのかな？」と疑念が絶えませんでした。一方で発表は「どうしたらみんなに自分の研究をわかってもらえるかな？」と少々悩みました。実験方法が一から実験装置を組み立てて複雑な動きをする装置になってしまったので、簡単には伝えることができませんでした。それでも「視覚的に分かりやすかった」と言ってもらえた時は達成感を感じました。この課題研究というカリキュラムを通じて研究のやり方だけでなく他人とのコミュニケーションも学ぶことができ、本当に有意義な時間になったと思います。

茶家翼

私たちはテーマ決めに多くの時間を割いてしまいました。そのため課題研究にかけられた時間が少なくなっていました。実験中にも幾度かトラブルがありましたが無事に課題研究を終えることが出来ました。この経験を通して、早くテーマを決めて課題研究にかける時間を多くすることはとても重要なことだと学びました。実験を行う前に実験器具や方法を確認するとトラブルなく実験を行えると思いました。