

電磁加速式バリスティックレンジの飛翔体 レール間抵抗軽減に向けた実験的研究

Electromagnetic Acceleration Ballistic Range Flying Vehicles
Experimental Study for Reducing Rail-to-Rail Resistance

学生氏名¹⁾: 木村 大幹

指導教員 廣瀬 裕介

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 流体研究室

本研究では、先行研究で開発された電磁加速式バリスティックレンジ（以下 EML）の射出安定化に向けた改良を行った。EML の構造を見直し、新規開発したパーツを用いて射出実験を行った。初回の実験で射出に成功し、本研究で開発したパーツの有用性が認められた。

キーワード：バリスティックレンジ

1. 緒言

ここ数年で目覚ましい発展を遂げている宇宙開発分野において、宇宙開発の核となるロケットは燃焼エンジンを用いており燃料だけでロケット容量の 90% を占めているという。本研究室では燃焼エンジンの代替案として、電磁加速式バリスティックレンジ（以下 EMR と記す）を用いることによって射出する方法を提案し、その前段階として小規模の実験用 EMR を作成した。従来の EMR ではアクリル板との接触により不発となるケースが発生すほか、操作性や視認性などの問題が多く、効率的な実験はできなかった。本実験では実験用 EMR の改良を行い、射出の安定化と更なるデータ取得の効率化を目指す。

2. 方法

2-1 理論

加速用銅板の固定方法の新規提案と初速発生機の改良を行った。従来型は底面にアクリル板を敷き、側面を銅板で挟み込む方式であった。底面がアクリル板の場合、射出時にアクリル板の表面が焦げるなどで抵抗となり射出失敗となることがあった。これを解消するために銅板を縦に並べ、側面をアクリル板で挟み込む方式にした。初速発生機に関して、従来型は針金をストッパーとし押しばね

で飛翔体を射出する方式であった。この方式では射出時に引き抜くピンが抜きづらく射出しようとする装置そのものが動いてしまうことがあった。新型では引きばねとストッパーを用いて射出動作をスムーズに行えるようにした。Z 軸方向から見た従来型と新型の断面図の比較を図 1 に示す。また、初速発生機に関する比較を図 2 に示す。

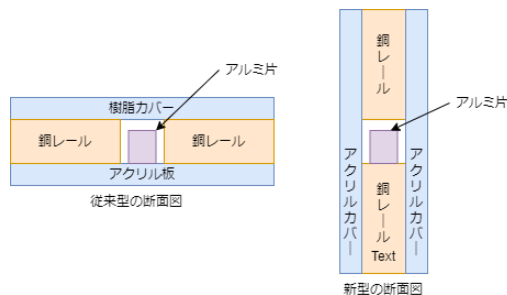


図 1 Z 軸方向から見た従来型と新型のレール断面図の比較

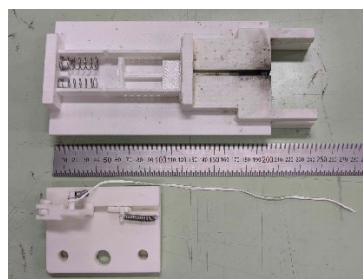


図 2 初速発生機の比較
上：従来型 下：新型

2-2 実験方法

射出に使用するのは各辺 5 mm、重さ約 0.33g のアルミの立方体である。(以下飛翔体と示す) 銅板間の距離は飛翔体が詰まって射出できなくなることを考慮し、初速発生機側を 8 mm、射出口側が 5.5 mm と余裕を持たせた設定にした。銅板の固定方法、初速発生機は今回開発したものを、設定電圧は 150V とした。

2-3 実験手順

射出準備から射出後までの手順を以下に示す。

1. 飛翔体支持用のアクリル板の間に銅板を挟み込み、固定具に仮固定する。
2. 銅板間の距離をノギスや六角レンチで調節し、樹脂製のボルトで固定する。この時、充電用の圧着端子を銅板に接触できるように一緒に挟み込む。必要に応じ装置をクランプ等でさらに固定する。
3. 初速発生機を固定具に取り付ける。
4. 初速発生機のばねを所定の位置まで引きストッパーで固定、飛翔体を設置する。
5. 充電操作を行う。
6. ひもを引き飛翔体を射出する。

3. 結果

2-2 の条件を用いて射出実験を行った。射出実験自体は 1 回しか行うことが出来なかったが、通電し射出することができた。射出成功時の様子を図 3 に、射出前と射出後の飛翔体の比較を図 4 に、射出後のレールを図 5 に示す。図 3 より、レールと飛翔体が接触した瞬間に発生する火花が確認できる。この火花は従来型でも同様に発生したことが確認できているため、新型においても性状に射出が行われていることが確認できる。また、図 4 より、飛翔体のサイズや形が射出前と射出後で異なっていることが分かる。これはレールと飛翔体の摩擦によるものであり、図 5 のレールには飛翔体との接触痕が確認できる。

4. 結言

今回は、EMR の射出安定化を目指すために、レールの固定方法や初速発生機を改良して実験を行い、射出の安定性や操作性などが改善された。

5. 今後の予定

新規設計した装置での射出は成功したが、射出回数が少なく初回の射出が偶然できたものである可能性も捨てきれないため、射出実験を複数回繰り返して従来型との性能の違いについて追及していく。

参考文献

- [1] 森田 迅亮, ”電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発 “サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2021)

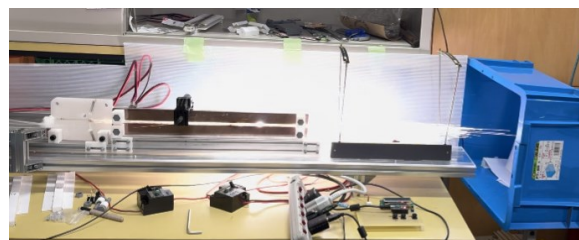


図 3 射出成功時の様子



図 4 射出前と射出後の飛翔体の比較
左：射出前 右：射出後



図 5 射出後の銅板の様子
赤丸内の部分が接触痕である