

ソレノイドを用いた列車模型射出装置の高速化

Speeding up the projectile about a train model using a solenoid launching system

ME02 石塚康平
指導教員 稲毛達朗

1. 緒言

現在、新幹線は最高320km/hで運行されており、より一層の速度の向上が見込まれているが、高速化に伴い様々な問題が生じている。そのひとつにトンネル微気圧波問題が挙げられる。トンネル微気圧波とは、トンネルに列車が高速で突入した際にトンネル出口部で放射される圧力波のことを指している。この圧力波によって空気が振動し、騒音などの環境問題を引き起こしている[1]。したがって、本研究ではソレノイドを用いた安価で小型な装置を製作した。しかし、列車模型の最高射出速度が80km/hほどであったため、トンネル微気圧波を計測することができなかった。また、射出効率は単段で0.35%となっている。そこで射出方式を多段方式に変更し、ソレノイドによる加速機構を2つにしたところ最高165km/hでの射出が可能となった。そして本報告では、単段での射出機構における効率を見直し、多段射出機構での高速射出による実験を行う。そして、トンネル微気圧波を効率良く模擬することができる実験装置の実現を目的とする。

2. 研究のアプローチ

図1は本研究室で構築した全長1mと小型の列車模型の加速装置である。列車模型の射出および加速はソレノイドによる電磁誘導の原理を用いる[2]。

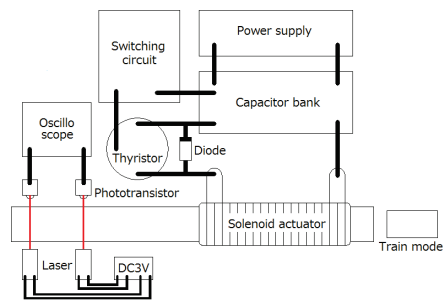


図1 加速装置

鉄の列車模型を高速で射出する際に800Vという高電圧をソレノイドに加えるため、配線を増やすことによる断面積の増加を検討し、許容電流の増加を試みる。そして、単段での射出実験を行い、配線数8本と16本での列車模型の速度を計測する。次にソレノイドの数を増やしての多段方式の実験を行う。3つのソレノイドを用いて3段階の加速を加え、速度向上を試みる。実験条件として、各ソレノイドに加える電圧を800Vとしている。各加速装置通過後における列車模型の速度は、射出部にPINフォトダイオードとレーザーによる列車模型の

通過検出装置を100mm間隔で配置し、2つのPINフォトダイオードから出力される信号の時差をオシロスコープで計測し、列車速度の計測を行う。

3. 結果

ソレノイドとコンデンサ間の配線を変更した実験結果を図2に示す。本実験では配線数8本と配線数16本を比較した結果、配線数16本にした際の射出速度は配線数8本に比べ、800V時の射出実験において50km/hほど速くなった。次にソレノイドの数を増やしての多段方式の実験結果を表1に示す。2段目で52km/hほど加速し、3段目で26km/hほど加速した。

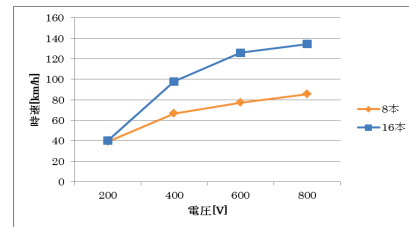


図2 配線数の比較

表1. 多段方式の実験結果

800V	1段目	2段目	3段目
時速[km/h]	133	185	211

4. 結論

配線数を倍に増やすことによって効率は0.35%から0.66%となり、速度は80km/hから132km/hと50km/hほど速くなった。配線数を並列に増やしたことにより配線の断面積が広くなり、許容電流があがったため、ソレノイドに発生する磁界が強くなったと考えられる。したがって、配線の断面積を広くすることで、コンデンサに蓄えた電荷を効率よく放電し、射出効率が0.31%向上した。また、加速装置を増やすごとに列車速度が上昇したため、多段射出機構は効果的である。

5. 今後の発展

単段での射出効率を上げることでより高速に列車模型を射出することができるため、プロジェクトイルの材質を検討していく必要がある。また、多段化による列車模型の速度向上により、スイッチングのタイミングの調整が困難となるため高速のスイッチングを検討していく。

文献

- [1] 松尾一泰, “圧縮性流体力学内部流れの理論と解析”, 理工学社, pp. 226-229, ISBN978-4-8445-2145-7, 1994年
- [2] 安達三朗, 大貫繁雄, “電気磁気学”, 森北出版株式会社, pp. 153-154, ISBN4-627-70512-3, 1988年