

ME05 石丸幹雄  
指導教員 稲毛達朗

## 1. 緒言

新幹線などの高速で走行する列車がトンネルに突入するとトンネル内において空気圧縮が起こり、圧縮波が形成される。この圧縮波はトンネル出口に達すると、一部がパルス状の圧力波として外部に放出される。この現象は、トンネル微気圧波と呼ばれ、トンネルの出口付近において構造材の劣化や、破裂音、窓ガラス等の振動などの環境問題が報告されている<sup>[1]</sup>。そこで、ソレノイドガンによる加速機構を用いて列車モデルを小型トンネルモデルへ射出することを試みる。模型発射装置の小型簡略化とコストを抑えた圧縮波計測のための小型モデルの構築が可能になれば、微気圧波の低減実験を安価に行うことができる。そこで本研究の目的として、射出装置開発及びトンネル微気圧波計測実験の妥当性を検討した。

## 2. 実験方法

実験方法は、本体の長さを80mmとした150回巻コイルと、磁化効率を向上させる目的で鉄パイプの周りに147回巻いたコイルを用いて、弾は質量4.9gのニッケル製のものを使用した。ソレノイドガンの電源として用いた電解コンデンサの静電容量は24600 $\mu$ Fで150~400Vまで50V刻みで射出実験と、接続方法を変えて耐圧を上げた8200 $\mu$ Fのコンデンサで400~800Vまで100V刻みで射出実験を行った。

## 3. 結果

## 並列コンデンサによる実験結果

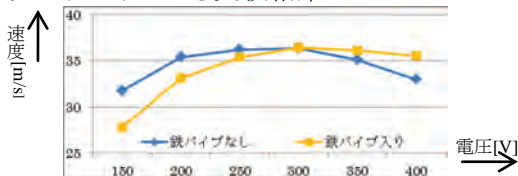


図1 150回巻コイル(青線)と鉄パイプ入り147回巻コイル(黄線)の電圧変化に対する弾の速度変化

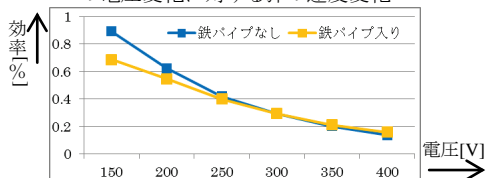


図2 150回巻コイル(青線)と鉄パイプ入り147回巻コイル(黄線)の電圧変化に対する変換効率

$$E_c = \frac{CV^2}{2} [\text{J}] \quad (C: \text{コンデンサ容量}[\text{F}], V: \text{電圧}[\text{V}])$$

$$E_p = \frac{mv^2}{2} [\text{J}] \quad (m: \text{弾の質量}[\text{kg}], v: \text{弾の速度}[\text{m/s}])$$

$$\eta = \frac{E_p}{E_c} \times 100 [\%]$$

図1よりコイルのみの実験結果と鉄パイプの周りに

コイルを巻いた場合の結果ともに電圧を上げていくと、300Vにおいて速度が36.4m/secまで向上するが、それ以降は速度が落ちるといった結果となった。また、図2より、コイルのみと鉄パイプ入りともに効率が低下していく傾向がみられる。300V(最高速度)での効率が0.3%を切ってしまう、400Vでは効率が0.2%を切っている。

## 2直2並コンデンサによる実験結果

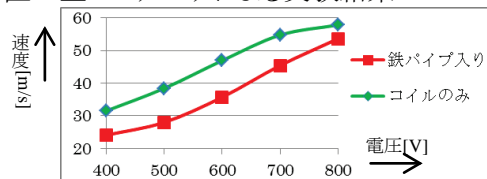


図3 150回巻コイル(緑線)と鉄パイプ入り147回巻コイル(赤線)の電圧変化に対する弾の速度変化

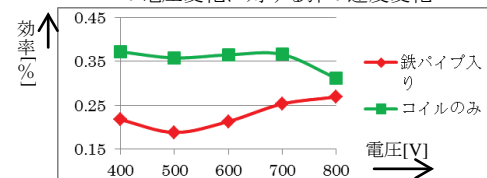


図4 150回巻コイル(緑線)と鉄パイプ入り147回巻コイル(赤線)の電圧変化に対する弾の変換効率

図3から、コイルのみと鉄パイプの周りにコイルを巻いた場合ともに最高速度が50m/s(180km/h)を超えている。また、図4より効率は大きな変化が見られない。しかしながら、コイルのみの方が鉄パイプ入りよりも700Vまでは効率が0.1%ほど高いことがわかる。

## 4. 結論

新幹線の最高速度である300km/hには到達できなかったものの、鉄パイプなし150回巻きコイルで、2直2並コンデンサ800Vにおいて200km/hに到達している。そのため、在来線で高速運転をしているほくほく線、京成スカイライナーなどの160km/hにおける圧力波形の測定が可能であることがわかった。

## 5. 今後の発展

高電圧電源やサイリスタなど機器の関係で、これ以上の昇圧は現状では厳しい。したがって今後は、コイルを複数個用いた多段式にしてさらなる速度の向上を目指す。そして、目標はリアモーターカーと同じ500km/hを達成し、圧力波形の測定を行える装置を製作しトンネル微気圧波の対策を行っていく。

## 文献

[1]遠藤洋一、太田匡則、前野一夫、“在来線特急のトンネル突入による圧力波の圧力勾配に関する小型模型実験”、衝撃波シンポジウム講演論文集、pp.61-62、2012年