

2802 地上コイル異常検知センサ用電源装置の小型化

正 [電] ○太田 聡

正 [電] 饗庭 雅之 (鉄道総合技術研究所)

Downsizing of a Power Unit for a Detection Sensor of Ground Coil Abnormalities

Satoru Ota, Masayuki Aiba (Railway Technical Research Institute)

Aiming at construction of a self-detection system of ground coil abnormalities to prevent failure in the superconducting maglev system, the authors examined a power unit for sensing, which constituent of the self-detection system. Based on the examination results, the authors constructed a prototype of power unit which based on electromagnetic induction power generation system. However, the power unit was required to be downsized because it is embedded in ground coil. As a result of the design study and the characteristic tests, downsized prototype exhibited appropriate charging and discharging characteristics.

Keywords: maglev system, ground coil, abnormalities detection, power unit, induction power generation

1. 緒言

超電導磁気浮上式鉄道の地上コイルは、軌道の全線に敷設されるため、膨大な数が取り扱う対象となる。そのため、極力人手を介さずに済む点検・保全方法、および管理方法を考える必要がある。そこで筆者らは、ICタグとデータベースを用い管理の省力化を図る地上コイル個別情報管理装置の開発¹⁾を行うと共に、地上コイルの故障を未然に防ぐことを目的とした、地上コイルの異常検知システムの構築を目指し、検討を進めている。

本稿では、地上コイルの異常検知システムの構成要素のうち、異常検知を行うセンサ用の電源装置に関して、地上コイルへの埋込を想定した小型電源装置の検討・試作を行い、特性試験により性能を評価した。以下にその結果について述べる。

2. 地上コイルの異常検知システムの構築

2.1 地上コイルの異常検知システム概念

地上コイルシステムの異常検知の概念図を図1に示す。これまでの地上コイルに関する各種試験結果から、地上コイルの故障発生の予兆として、モールド樹脂のひずみの増大、振動加速度の増加、異常な温度上昇等の異常が認められることが判っている。そこで、各種物理量（ひずみ、加速度、温度等）を計測するセンサと処理部、通信部を集積したセンサユニットを構築し、地上コイルに

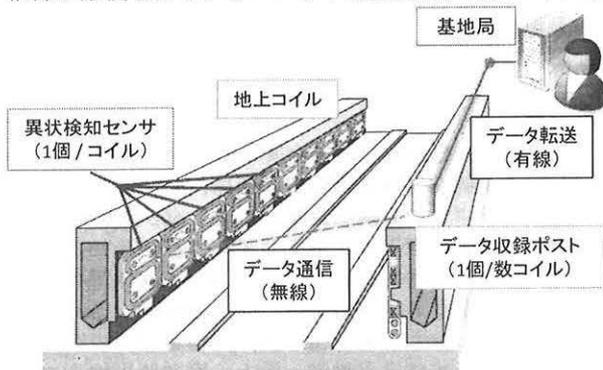


図1 地上コイルの異常検知システム概念

内蔵すれば、地上コイルに発生する現象をセンサユニットにより収集し、外部へ発信することが可能となる。これにより、従来は人間が目視により判断していた地上コイルの異常の有無を、地上コイル自らが判断し発信することとなり、極力人手を介さない点検・保全が可能となると期待される。

地上コイルは長期間の屋外使用が前提となり、かつセンサユニット等が設置可能なスペースは狭小である。従って、センサユニットはパッケージングされ、かつ可能な限り小型化されていることが望ましい。また、地上コイルの樹脂成形時にセンサユニットを埋込むことで、環境劣化の影響も最小限にできると考えられる。

しかしながら、センサユニットの構築に関しては、観測データの収集や外部との通信等の駆動のために、電源部が必要となると考えられる。次節において、筆者らが行ってきた電源装置の開発の経緯に関して述べる。

2.2 異常検知センサ用電源装置の開発経緯

異常検知センサ用の駆動用電源に関しては、①電池、②自己で発電する機構（太陽光発電、振動発電、誘導発電等）などが選択肢として挙げられる。そのうち、①電池に関しては、先述の通り電源部とセンサユニットを地上コイルに埋込むことを想定すると、数年程度の電池寿命では電池交換が不可欠であり、地上コイルで想定される長期運用には適さない。

そこで、②自己で発電する機構のうち、地上コイルに発生する現象を利用した2つの発電方式による電源装置の検討・試作を行った²⁾。1つは、地上コイルに通電するLSM電流（浮上式鉄道車両に推進力を与えるための交流電流）により発生する交流磁場を用いる誘導発電方式、もう1つは、磁石を取り付けた圧電素子を用い浮上式鉄道車両通過時の振動により発電する振動発電方式である。試作試験の結果、誘導発電方式においてセンサ駆動が可能な蓄電容量を得られる見通しを得ている。

3. 小型電源装置の検討・試作

3.1 小型電源装置の検討

先述のように電源部は地上コイルへの埋込が想定され

ることから、電源部は極力小型化されていることが望ましい。誘導発電方式においては、電源装置を小型化すると誘起可能な電圧が小さくなるトレードオフの関係であるため、今回の小型電源装置の検討においては以下の表1に示されるような仕様を設定し、要求を満たす電源装置を検討した。

表1 小型電源装置に要求される仕様

外形寸法	W60mm×D60mm×H15mm 以内 (地上コイル裏面に埋込可能な大きさ)
電圧	5V 以上 (時速 500km/h, 定格 LSM 電流通電時の交流磁界において)
蓄電容量	250mAsec 以上 (5V 蓄電時より: 通信に使用する量を想定)

3.2 小型電源装置の試作

上記仕様をもとに小型電源装置の試作を行った。誘起電圧を向上させるため鉄枠に発電用コイルを巻き、中央に整流部・蓄電部および回路保護部(回路の耐電圧を超える電圧の印加による、回路の破損を防ぐ)からなる回路部を配置している。外観および等価回路を図2に示す。

4. 小型電源装置の特性試験結果

試作した小型電源装置について、筆者らが提案している推進・浮上・案内兼用地上コイル³⁾への埋込を模擬した試験を行った。試験状況を図3に示す。地上コイルにLSM電流を通電し、発電用コイルおよび回路部に発生する電圧を測定した。図4にLSM電流における特性試験結果を示す。定格LSM電流においては、要求される5Vを十分に越える電圧が得られている。また、LSM電流が定格に近付くにつれ回路に発生する電圧の直線性が低下している。これは回路保護部の機能により、回路部のインピーダンスが低下している点が原因であると考えられる。

また、定格LSM電流通電時の周波数特性について図5に示す。40Hz未満の領域に関しては、試験用インバータの通電可能範囲外であるため、回路部のインピーダンスを推定して導出した値を示す。結果より、通電周波数が約20Hz(時速約200km相当)未満の条件において回路部

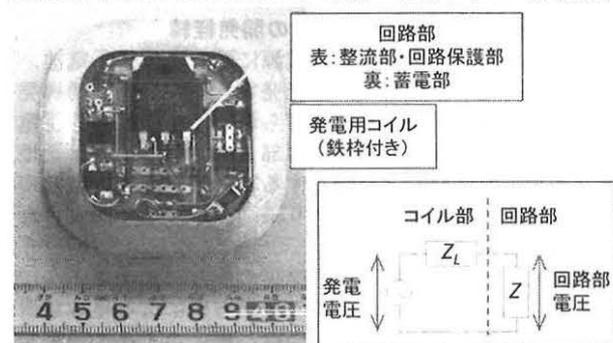


図2 試作した小型電源装置の外観および等価回路

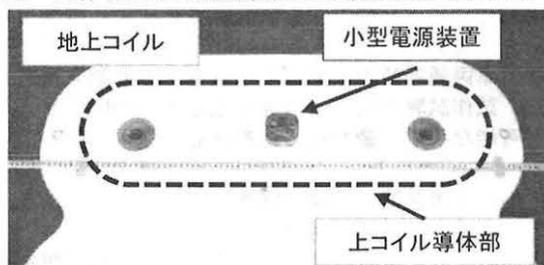


図3 特性試験の状況

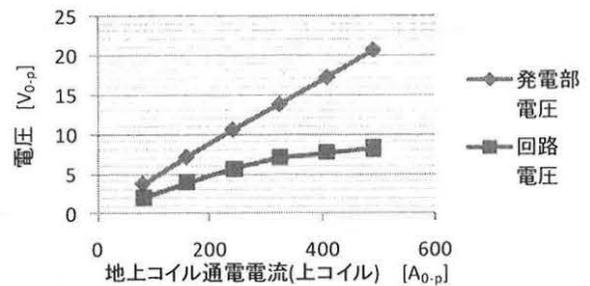


図4 発電特性試験結果 (LSM 電流特性)

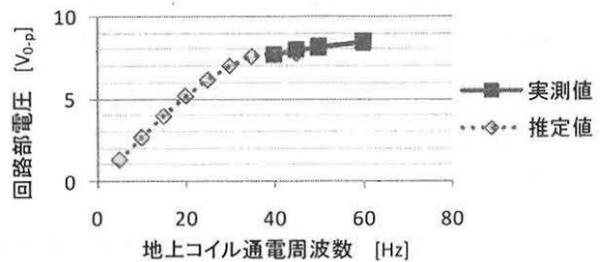


図5 発電特性試験結果 (LSM 電流周波数特性)

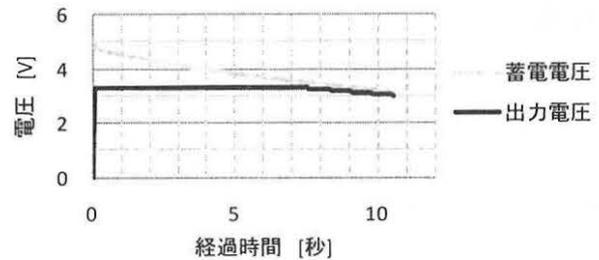


図6 放電特性試験結果 (負荷電流 250mA)

電圧が5Vを下回ることが想定される。

図6に放電特性試験結果を示す。負荷電流250mAにおいて約6.8秒の出力が可能であり、仕様を十分に満たしているという結果が得られた。

5. 結論

超電導磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知システムの構築を目指し、構成要素の1つであるセンサ駆動に必要な電源部に関して、誘導発電方式を利用した電源装置の開発を進めている。その中でも、地上コイルへの埋込を前提とした寸法を検討用件として、小型の電源装置の検討・試作を行った。各種特性試験より、試作した電源装置が地上コイルに埋込可能な寸法であり、かつセンサの駆動に必要な電圧および蓄電容量を有しているという結果が得られた。

なお、本研究開発は国庫補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) 鈴木正夫, 饗庭雅之, 田中実: ICタグを利用した地上コイル個別情報管理装置の開発, 第14回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp. 605-606, 2007.
- 2) 饗庭雅之, 鈴木正夫: 地上コイルの異状検知に向けたセンシング用電源装置の検討, 第15回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp. 159-160, 2008.
- 3) 饗庭雅之, 鈴木正夫, 田中実, 岡田重紀: 表面保護層付き浮上式鉄道用推進・浮上・案内兼用地上コイルの開発, 第14回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp. 319-320, 2007.