

S4-1-7

表面保護層付 PLG コイルの基礎開発

[電] ○ 鈴木 正夫 [電] 饗庭 雅之 [電] 田中 実 ((財) 鉄道総合技術研究所)

[電] 岡田 重紀 (タカオカ化成工業 (株))

Fundamental Development of the PLG Coil with a Surface Protection Layer

Masao Suzuki, Member, Masayuki Aiba, Member, Minoru Tanaka, Member (Railway Technical Research Institute)
Shigenori Okada, Member (Takaoka Chemical CO., LTD)

The PLG system which can combine three functions (Propulsion, Levitation and Guidance) with the same coil is expected as a leading cost reduction means of the ground coil. However, since a ground coil serves as single layer arrangement, the PLG coil which is high-voltage apparatus will be exposed to a vehicles side, and certain protective means are required. In this paper, the PLG coil with a surface protection layer was developed on the condition that it was unified with the coil at the time of coil molding. As a result, we confirmed that the surface protective performance was satisfactory and it could be put into practical use.

キーワード: 浮上式鉄道, 地上コイル, PLG コイル, 保護層

Keyword: Maglev, Ground coil, PLG coil, Protection layer

1. はじめに

超電導浮上式鉄道における現状のガイドウェイ構成においては、特別高圧機器である推進用地上コイルの外側(車両側)に低圧の浮上案内用地上コイルが配置されている。一方、コスト低減を狙いとした将来向けシステムとして、同一コイルで地上コイルの3機能が兼用できる PLG 方式が検討されている。図1に示すように、本方式では地上コイルが単層配置となるため、特別高圧機器である PLG コイルが車両面に露出することになり、何らかの保護対策が求められている。

2. 保護層付 PLG コイルの開発

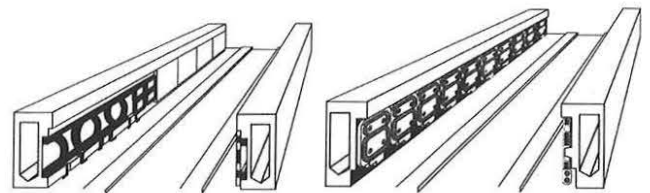
2.1 表面保護の狙い

特別高圧機器である PLG コイルに表面保護を施し、充電部分が露出しないように遮断する狙いは、以下の理由による。

(1) ガイドウェイ内の安全確保

将来の営業線で想定される推進用地上コイルは、公称電圧が 22~33kV の特別高圧機器となり、電力変換所からの電力供給時には高電圧が印加されるため、コイルの最外層には電界緩和用のシールド処理が施される。但し、超電導磁気浮上方式の地上コイルでは、車上の超電導磁石が高速で通過する際の渦電流損失を極力低減させるため、表面のシールド層を高抵抗で構成している。そのため、シールド層を接地しているにも拘わらず、コイルの表面電位が上昇することになり、ガイドウェイ内の保守・点検作業に際し、感電防止対策が不可欠である。

(2) コイル自体の保護



現状方式

PLG 方式

図1 ガイドウェイ構成の比較

ガイドウェイに設置された地上コイルは、500km/h の超高速列車の繰り返し走行により、絶えず飛来物の危険に曝されている。そのため、ガイドウェイ内の微小ゴミや車両からの微小部品の落下により、コイル表面が損傷を受ける可能性は極めて高い。特に、車両面に露出した特別高圧コイル(一般的にはエポキシ樹脂モールド)では、亀裂発生や絶縁破壊を引き起こす恐れがある。

2.2 表面保護層構成方法

従来の検討では、厚さ 5~7mm の保護板を準備し、後付によりコイル表面に接着またはボルト締結する方法が一般的であった。しかしながら後付による手段では、保守を含めた施工コストが増大するばかりでなく、信頼性においても課題が残る。そこで開発に先立ち、保護層をコイル成形時に一体化させる事を前提に種々の構成案を検討した。構成のポイントは、保護層の導体側に接地層を設け、内部の高電圧充電部と車両側保護層とを電氣的に絶縁しながら、コイル表面を機械的に保護する点である。本試作では、保護層の位置決め精度や樹脂の含浸性等を考慮し、導電性塗

装を施した FRP 板と補強材として車両両面側に配置するガラスクロスシートとを組合せ、コイル成形時に一体化させた。図 2 に試作コイルの外形図を示す。

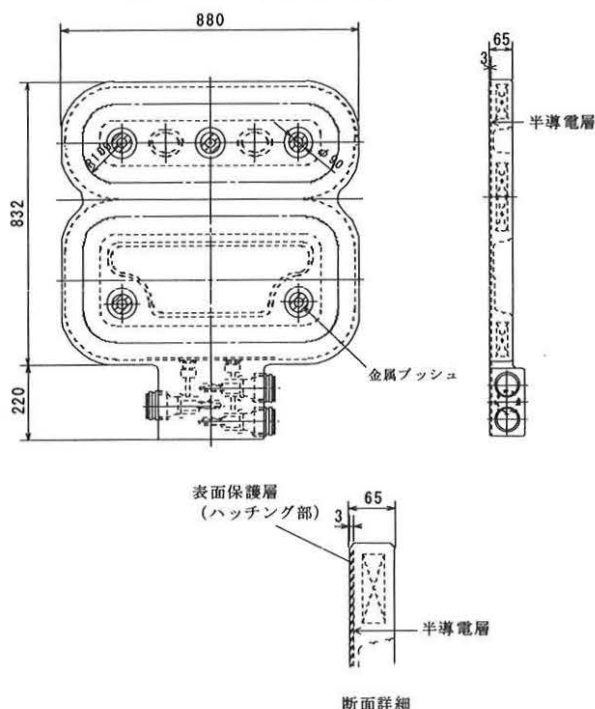


図 2 保護層構成評価用 PLG コイル

2.3 試作試験結果

(1) 部分放電特性 1), 2), 3)

試験用ケーブルを介し、導体～対地間に商用周波交流電圧を印加した際の部分放電特性を図 3 に示す。印加電圧 50kV においても放電電荷量が 10pC 程度（測定環境ノイズレベル）であり、公称電圧 33kV の特別高圧機器として全く問題のない初期特性が得られた。

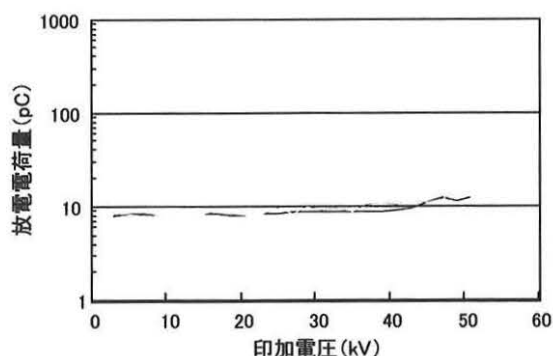


図 3 部分放電特性（初期特性）

(2) 熱衝撃試験

液相ヒートショック負荷（80℃以上の熱湯と 10℃以下の冷水に交互に供試コイルを 60 分間浸漬し、これを 3 回繰り返す）、冷凍負荷（-30℃の恒温槽に 48 時間放置する）

を加えた後、外観及び絶縁破壊強度を調査した。その結果、熱衝撃による外観上の異状は無く、初期耐電圧値（AC70kV／1 分間）に対し、約 2 倍の破壊強度を有していた。

(3) 耐衝撃強度試験

コイル表面の機械的保護機能を確認するため、落錘による機械衝撃を与え、試験後の外観及び絶縁破壊強度を調査した。試験要領は、図 4 に示すように、先端が球状の錘を 1m の高さからコイル表面導体部（保護層側）に落下させ、衝撃負荷を与えるもので、落下場所を 100mm ずつ移動しながら初回質量 3kg から 1kg 刻みで最大 16kg まで増量して実施した。試験の結果、落錘箇所に球状の凹みと周囲の損傷（保護層部）が認められ、衝撃緩衝効果が確認できた。因みに、16kg の落錘後の絶縁破壊強度では、保護層無しコイルが 130kV で破壊したのに対し、保護層付コイルでは破壊せず（148kV でケーブル末端にて閃落）であった。

(4) 温度上昇特性試験

供試コイルへの通電による温度上昇試験により、表面保護層の有無による温度上昇特性への影響を調査した。その結果、コイル各部の温度上昇値は通電電流の二乗にほぼ比例し、保護層の有無による顕著な差が無い事を確認した。

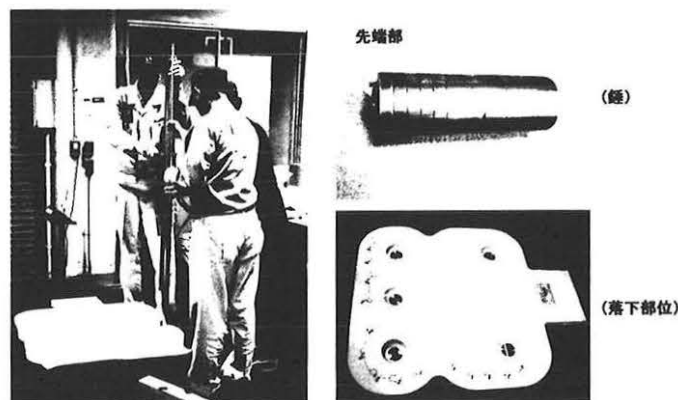


図 4 耐衝撃強度試験状況

3. まとめ

PLG コイルを対象とした表面保護層の構成方法について種々検討し、その一例を適用した保護層付 PLG コイルを試作した。そして、その試作試験結果から、コイル成形時に保護層を一体化させることが可能であり、実運用時にも保護層が十分に機能し、信頼性、保守性において優位性が発揮できる見通しが得られた。なお本研究は、国土交通省からの国庫補助を受け実施した。

参考文献

- 1) 饗庭, 村井, 鈴木, 高橋: 超電導磁気浮上式鉄道用 PLG コイルの開発, J-Rail'03 講演論文集, pp.313-316
- 2) 饗庭, 鈴木: 推進・浮上・案内兼用地上コイルの耐久性検証, 鉄道総研報告 Vol.19, No.6, 2005.6, pp.19-24
- 3) 饗庭, 鈴木: 浮上式鉄道用推進・浮上・案内兼用地上コイルの健全度評価試験, 2005.8 電気学会産業応用部門大会