

2506 地上コイルモールド用樹脂の劣化特性

正〔電〕 ○池田 遼平 (鉄道総研) 正〔電〕 鈴木 正夫 (鉄道総研)

正〔電〕 太田 聡 (鉄道総研)

Deterioration of Mold Resin for Ground Coil

Ryohei IKEDA, Masao SUZUKI, Satoru OTA, (Railway Technical Research Institute)

A huge number of ground coils will be required for outdoor use over an extended period. Therefore, securing stable performance is an important issue in addition to cost reduction in development of ground coils. The durability verification from the materials level to the finished products assuming actual service conditions is essential in securing the total reliability of the magnetically levitated transportation (MAGLEV) system. We, therefore, examined the deterioration characteristics using the resin blocks with the same cross-section as the actual ground coil.

Keywords: maglev systems, ground coils, mold resin, deterioration

1. はじめに

磁気浮上式鉄道において、軌道の全線に亘って敷設される地上コイルは、長期間の屋外使用が前提となるばかりでなく、膨大な数が対象となる。従って地上コイルの開発においては、高い信頼性の確保と安定した性能に加え低コスト化が重要な課題であり、材料レベルから実機に至るまで、将来の営業線運用を想定した種々の耐久性試験により、これらの信頼性を検証する必要がある¹⁾。

本研究では、従来の劣化特性に加え、厚さ方向進展への影響を明らかにすることを目的とする。地上コイル用モールド樹脂を対象に、実機コイルと等価断面を有する樹脂ブロックを準備し、メタルハライドランプ（以下「メタハラ」という）を光源とした促進耐候性試験による劣化進展を調査した。以下に、樹脂ブロックを対象とした促進耐候性試験の試験結果について報告する。

2. 試験方法

2.1 供試体

供試体は、樹脂種類（屋外用エポキシ樹脂、用エポキシ樹脂）、表面処理（サンドブラストと表面塗装の有無）が異なる直方体の樹脂ブロックを4種類用意した。寸法は、幅120mm×長さ170mm×厚さ50mmで、供試体の片面のみに実機コイルと同様な表面処理を施している。

2.2 試験項目

4種類の供試体について、促進耐候性試験を行い、その前後の曲げ特性を評価した。

2.3 試験方法

供試体をメタルハライドランプ光源の試験機内に設置し、促進耐候性試験を実施した。メタハラは、促進性が極めて高く、有効な波長範囲の紫外線に限定した優れた効率性を特徴としている。²⁾

(1) 照射条件

促進耐候性試験の試験条件を表1に示す。試験機に供試体を設置した状況を図1に示す。

Table 1 Condition of accelerated weathering machine

項目	条件
光源	メタルハライドランプ（定格12kW）
紫外線強度	40 mW/cm ²
散水	あり 6分毎に1分間散水
紫外線照射	連続
供試体温度	63℃（コイル表面）
試験時間	最大2400時間



Fig.1 Installation condition of specimen

(2) 照射時間

試験の時間条件は240時間、480時間、1200時間、2400時間の4条件と、試験を行わない（照射なし）1条件の5条件とした。時間条件1条件ごとに各種の樹脂ブロックを1個使用した。

メタハラのJISの規格は未制定の状況である（JIS C7623 メタルハライドランプ-性能規程においてランプ自身の性能の規程はされている）。従って、試験時間に関

しては、規格を参照するのではなく過去の試験結果^{3) 4)}から促進耐候性試験の促進倍率を設定し、30 年相当の劣化時間を 2400 時間とした。

3. 試験結果

3.1 外観の変化

耐候性試験を実施した各供試体について、耐候性試験の経過による外観の変化を記録した。樹脂種類、表面塗装の有無にかかわらず光沢は失われていた。

塗装の有無により比較した場合、各供試体の色は、試験経過とともに白から灰色に変化した。これは、コイル表面の構成と熱・水分による劣化が原因の一つと考えられる。表面処理は、表面を接地するための半導電塗料と、それを保護した紫外線を遮断する耐候性塗料から構成されている。この構成のうち最外層の耐候性塗料が、耐候性試験による紫外線・水分等の影響で劣化し、灰色の外観となったものと考えられる。

樹脂種類を比較した場合、屋内用 EP 樹脂の塗装無し供試体において、チョーキングによる白色物の付着がみられた。屋外用 EP 樹脂の塗装無しにおいて、チョーキング等の大きな外観の変化はみられなかった。

3.3 曲げ特性

測定は、JIS K7171 (プラスチック曲げ特性の求め方) に準じて行う 3 点曲げ試験で行い、試験片形状は、供試体の表面から切り出した幅 8mm×長さ 100mm×厚さ 4mm の短冊状試験片とした。試験片数を N=5 とし、測定結果から曲げ強度、曲げ弾性率を求めた。

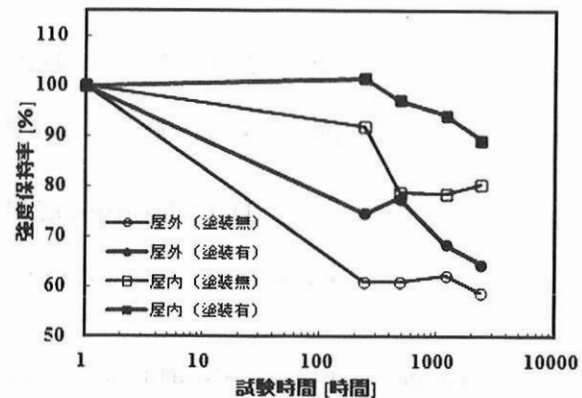
供試体ごとの曲げ特性の比較を表 3 に示す。樹脂種類を比較した場合、曲げ強度の実値と言う観点では初期値で、屋外用 EP 樹脂 > 屋内用 EP 樹脂の順であったが、終了時においては、屋外用 EP 樹脂 < 屋内用 EP 樹脂であった。また曲げ弾性率に関しては、樹脂の種類、表面塗装の有無にかかわらず劣化処理前後の特性低下が認められず、影響は小さいと考えられる。

Table 2 Flexural strength test results

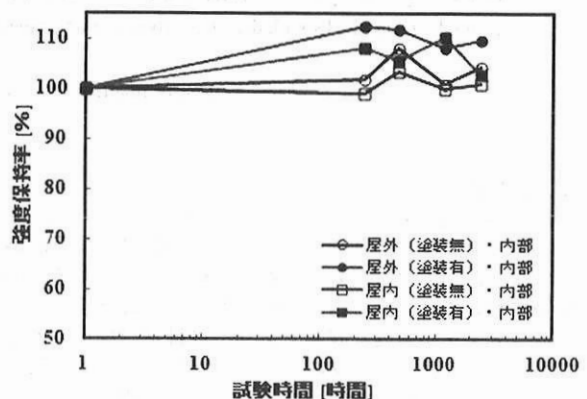
樹脂種類	曲げ強度 (MPa)		曲げ弾性率 (GPa)	
	初期	2400h	初期	2400h
屋外 (塗装無)	166	98	14	14
屋外 (塗装有)	130	84	13	13
屋内 (塗装無)	135	108	12	12
屋内 (塗装有)	123	110	11	11

曲げ強度保持率の経時変化を図 2 に示す。照射面のサンプル(劣化面が引っ張り側)が 2400 時間の暴露により、屋外用 EP 樹脂で約 40%，屋内用 EP 樹脂で約 10～20% の曲げ強度の低下があるのに対し、内部のサンプル(内部が引っ張り側)では、殆ど低下が認められない。これは、紫外線等による環境劣化が供試体の極表面層のみに影響していることを示唆している。暴露面の曲げ強度を塗装の有無により比較した場合、塗装面の強度低下が非塗装面の強度低下よりも低いことから、表面の耐候性塗膜は樹脂の曲げ強度低下の抑制に効果的であると考えられる。

試験結果において、外観の変化の観点では、屋内用 EP 樹脂、曲げ強度の観点では、屋外用 EP 樹脂の変化が大きかった。これらは、環境劣化による変化の一要因と考えられるが、表面塗装により抑制効果が期待できる。



(a) 照射面



(b) 非照射面 (内部)

Fig.2 Variation per hour of flexural strength

4. まとめ

樹脂種類、表面処理の状態が異なる直方体の樹脂ブロックを複数用いて促進耐候性試験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) エポキシ樹脂の環境劣化においては、紫外線と散水により、比較的大きな強度低下が見られる。
- (2) 強度低下は樹脂の厚み方向に一定ではなく、環境影響を受けやすい表面層に限られる。
- (3) 樹脂表面の耐候性塗膜は、紫外線劣化に対し抑制効果が期待できる。

なお、本研究は国土交通省からの国庫補助金を受けて実施した。

参考文献

- 1) 鈴木正夫: 地上コイルモールド用樹脂の環境劣化特性, 鉄道総研報告, vol.20, NO.8 pp.23-28, 2006
- 2) 飯田真司, 高柳弘道: 促進耐候性試験その 2, 塗料の研究, No146 pp.26-39, 2006
- 3) 太田聡, 饗庭雅之: 超電導磁気浮上式鉄道用地上コイル〜ケーブル接続部の耐候性試験結果, 平成 21 年電気学会電力・エネルギー部門大会, pp.36-11-36-1, 2009
- 4) 鈴木正夫: 超電導磁気浮上式鉄道用地上コイルの耐久性評価, 日本試験工業会, TEST, vol.12 夏号 pp3-6, 2009