

浮上式鉄道応用に向けた 高温超電導磁石

High Temperature Superconducting Magnet Aimed at Maglev Application

概要

これまで、浮上式鉄道車両の車載超電導磁石にイットリウム系高温超電導線材を適用する研究を行ってきました。高温超電導化することにより、磁石の運用が飛躍的に容易になり、消費電力も低減されます。製作した実機大の高温超電導コイルに対して、走行時を想定した機械加振試験を行い、振動環境下でも安定して運用できることを確かめました。

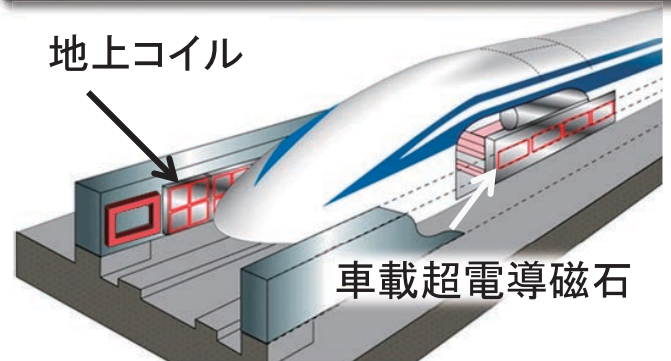
特徴

- イットリウム系高温超電導線材を用いることで、冷却温度35 K(-238 °C)での励磁を実証しました(従来の低温超電導では4.2 K)。
- 液体ヘリウムなどの寒剤を使用しないため、磁石構造も簡素化され、冷凍機を起動するだけで冷却可能です。
- 走行時最大レベルの加振を行っても、励磁状態を維持でき、発熱も許容範囲内でした。

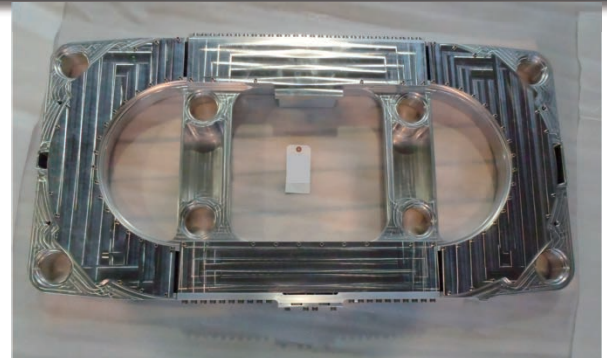
用途

- 浮上式鉄道応用の他に、超電導フライホイール蓄電装置など高温超電導磁石全般にも応用できる技術です。

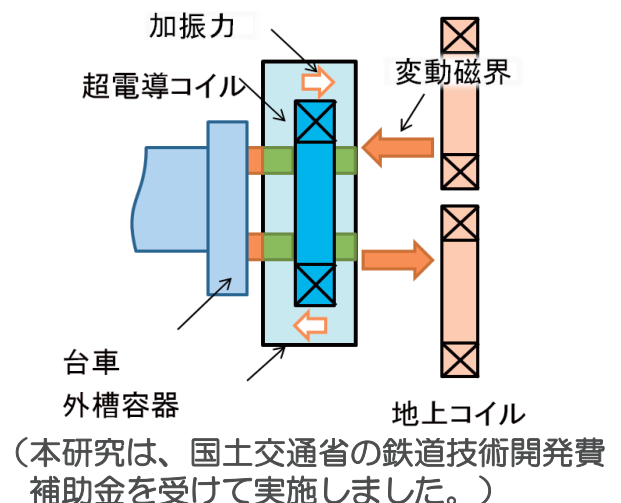
■ 浮上式車両と超電導磁石



■ 実機大高温超電導コイル



■ 超電導コイルの振動



走行振動について

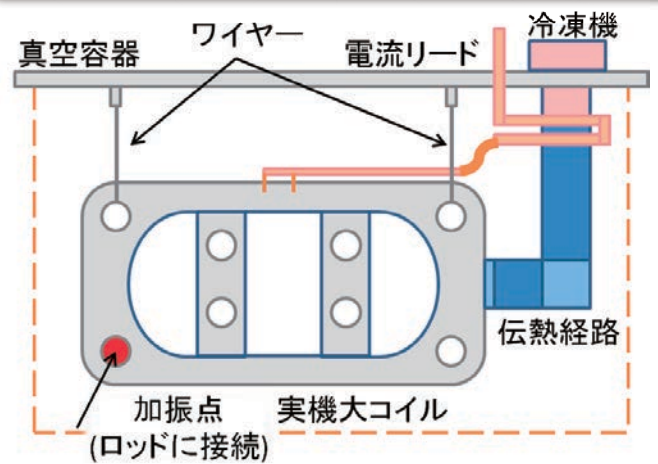
車載超電導磁石に働く加振力は地上コイルに起因します。走行速度に応じて振動周波数は変動し、超電導コイルの共振周波数と一致した際に振動が大きくなり、コイルにとって厳しい条件になります。

機械加振試験

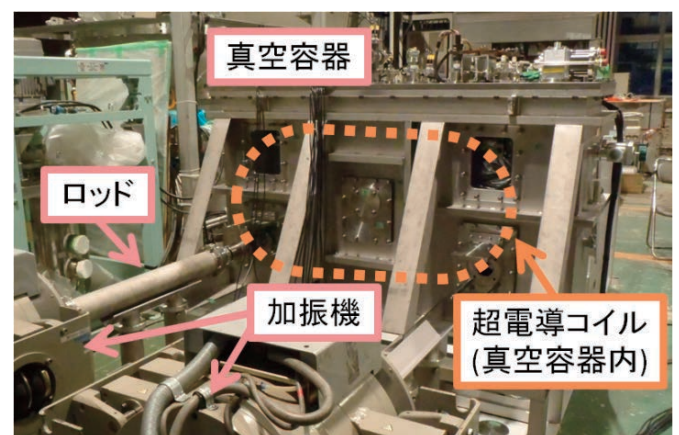
製作したコイルに対して、走行時を想定した機械加振試験を実施しました。コイルは真空容器の天板から吊るされた状態で冷却され、加振はコイルを励磁した状態で行いました。加振機は真空容器の外側におかれ、ロッドを経由してコイルに加振力を与えます。

まずコイルの共振を調べるため、加振機の周波数を連続的に変化させる加振を行いました。試験の結果、ねじりと曲げの共振が確認され、次に各共振周波数で20分間の連続加振を行いました。このときの振動加速度は10 G以上であり、走行時に想定される加速度よりも厳しい条件としました。連続加振中もコイルが発生する磁界や両端電圧に変化はなく、振動環境でも安定して励磁状態を保持できることが分かりました。また、コイルに機械的な損傷もなく、発熱も実用上問題ないレベルであることを確認しました。

■ 加振試験装置内部構造

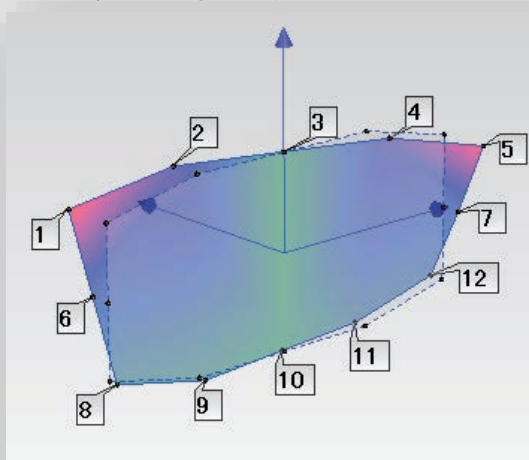


■ 加振試験装置外観



■ コイル共振モード

ねじり1次モード



曲げ1次モード

