

イットリウム系高温超電導線材を用いた 小型超電導磁石

2011年は超電導現象が発見されてちょうど100年になります。そして今から四半世紀前の1986年、それまでの金属系材料よりも大幅に高い温度で超電導になる全く新しい材料、高温超電導材料が発見され、世界中に高温超電導フィーバーが巻き起こったことを記憶されている方も多いと思います。この材料は、取り扱いが容易で価格の安い液体窒素でも冷却可能なことが特長で、これ以後高温超電導を実用化するための研究開発が著しく進展しました。近年は高温超電導材料を線材の形に加工する技術が急速に向上しており、近い将来、実用的な性能を持つ高温超電導線材の製造が可能になると考えられています。

そこで鉄道総研では、浮上式鉄道用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検討を進めています。イットリウム系線材は従来のニオブチタン線材よりも高い温度で使用できるので、冷凍機のコストや重量、消費電力を低減できるメリットがあります。

検討の結果、超電導磁石を50K（ケルビン：絶対温度単位、 $50\text{K} = -223^\circ\text{C}$ ）程度で使用すると、このメリットが最も大きくなることがわかりました。そこで適用性検証のためのモデル磁石として、イットリウム系線材を使用して高温超電導コイルを製作し、長時間保冷可能な断熱容器に収納して、小型の超電導磁石を完成させました（図1）。この超電導磁石は、コイル温度50Kにおいて1T（テスラ：磁場単位）以上の磁場を発生することができます（図2）。（参考：浮上式鉄道用超電導磁石が発生する磁場は約5T）また、高温超電導コイルの周囲に配置

した金属の熱容量を利用することと、断熱容器内部に設置した活性炭で容器内部の真空度を保持する工夫により、コイル温度50K以下を9時間保持できる保冷能力（図3）があることを確認しました。

この保冷能力により、本超電導磁石は励磁電源と冷凍機を切り離した後も長時間に渡る磁場発生が可能となりました。これまで超電導につきものであった冷凍という重荷を切り離したことになります。このように、イットリウム系高温超電導線材を用いることで、従来の超電導磁石では考えられなかった、永久磁石のように持ち運びが自在で取り扱いが容易な超電導磁石の新しい形態を実現しました。

本研究は国土交通省の国庫補助金を受けて実施しました。

（浮上式鉄道技術研究部 低温システム 小方正文）

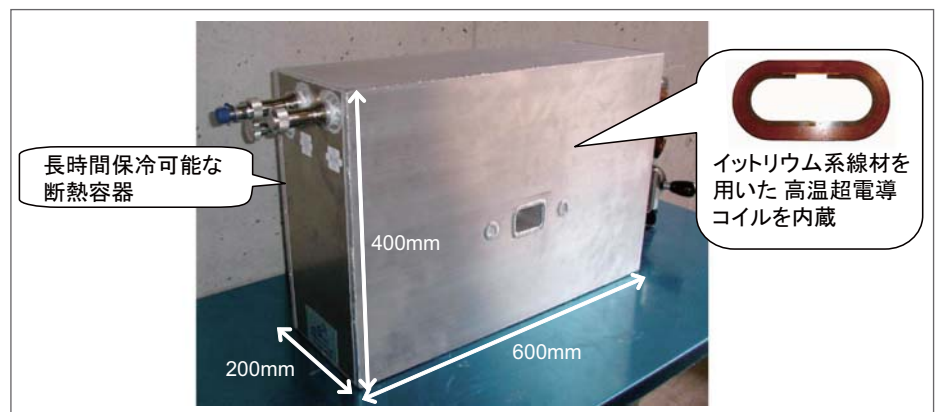


図1 イットリウム系高温超電導線材を用いた小型超電導磁石

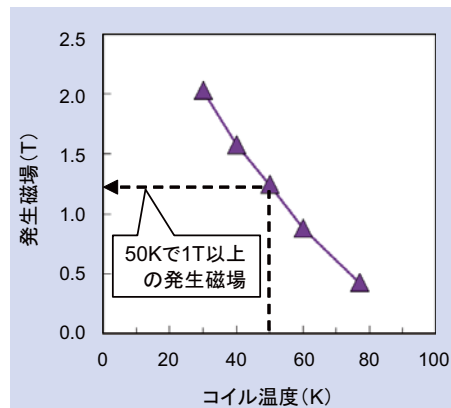


図2 磁場性能

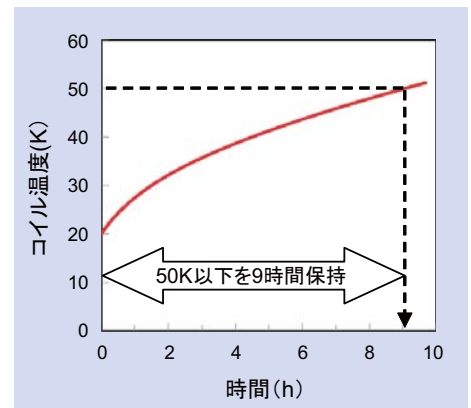


図3 保冷性能