

## 分割型高温超伝導マグネット設計のための 機械的接合および冷却技術研究の進展

### Progress in researches of mechanical joint and cooling technique for design of a remountable high-temperature superconducting magnet

橋爪秀利, 伊藤悟  
Hidetoshi Hashizume, Satoshi Ito

東北大工  
Grad. School of Eng., Tohoku Univ.

#### 1. 分割型高温超伝導マグネット

我々は図1のような分割製造した高温超伝導マグネットのセグメントを機械的接合法を用いて着脱可能とする分割型高温超伝導マグネットを提案している[1]。本設計ではマグネットの運転温度を 20 K 以上に設定して高い熱容量・低い冷却電力を確保し、接合部での抵抗・発熱を許容することを基本としている。本設計は特に巨大・複雑な超伝導マグネットを有するヘリカル炉の工学的課題を解決するために有効である。以下、本設計に必要な高温超伝導導体の機械的接合法・接合部の局所発熱に対する冷却技術の研究開発の進展状況を報告する。

#### 2. 高温超伝導導体の機械的接合法の開発

これまで高温超伝導テープ線材（BSCCO 2223 テープ線材、REBCO 系テープ線材）の積層導体を製作し、各種機械的接合法の接合抵抗を評価してきた。図1にこれまでの導体サンプルの到達電流値と接合抵抗値の関係を示す。2013年からは、核融合科学研究所と共同で開発を実施しており、これまで達成した通電電流 70 kA (4.2 K, 自己磁場) [2]、および接合抵抗 4 nΩ[3]は、既にヘリカル型核融合炉 FFHR-d1[4]の要求性能（通電電流 100 kA, 接合抵抗 5 nΩ）をほぼ満足している。

#### 3. 接合部の局所発熱に対する冷却技術

接合部の局所発熱に起因するクエンチを防止する冷却技術として、我々は極低温冷媒と金属多孔質体を用いた冷却システムを提案している[5]。図3に示す液体窒素とブロンズ粒子多孔質体を用いた場合の除熱特性の例[6]では、膜沸騰遷移による急激な温度上昇を抑制することが可能であることが示されている。今後は除熱性能の実験式の確立、液体ヘリウム等を用いたの評価などが課題となる。

#### 参考文献

- [1] Hashizume et al., J. Plasma Fus. Res. SERIES 5 (2002) 532-536.
- [2] Y. Terazaki et al., IEEE. Trans. Appl. Supercond. in press.
- [3] S. Ito et al., IEEE. Trans. Appl. Supercond., submitted.
- [4] A. Sagara et al., Fus. Eng. Des., 87 (2012) 594-602.
- [5] K. Moniwa et al., Proc. ICEC22-ICMC2008 (2009) 329-334.
- [6] Y. Tanno et al., Advances in Cryogenic Eng., in press.

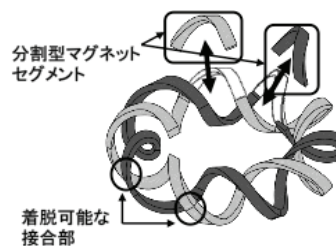


図1 分割型高温超伝導マグネット

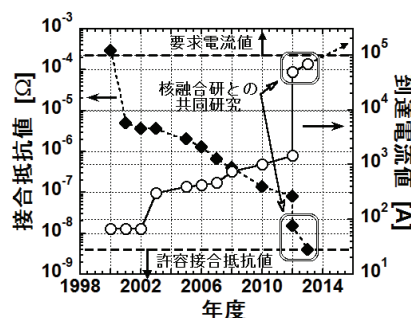


図2 接合性能向上履歴

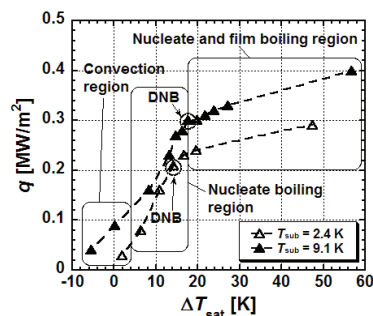


図3 金属多孔質体を用いた冷却システムにおける液体窒素の沸騰曲線の例