分割型高温超伝導マグネットの接合/冷却技術の研究進展
（2）接合部製作時の温度制御による接合抵抗低減

Research progress in joint and cooling techniques for a remountable high-temperature superconducting magnet

(2)Reduction of joint resistance by temperature control during fabrication of the joint

*西尾　樹，伊藤　悟，橋爪　秀利
東北大学

分割型高温超伝導マグネット接合部製作時に温度制御を行うことにより安定した低接合抵抗を実現する加熱処理手法が提案されている。本講演では、実機条件に近い多列の機械的ブリッジジョイント接合体系に加熱処理手法を適応した際の効果について述べる。

キーワード：超伝導マグネット、高温超伝導体、機械的接合

1. 緒言

核融合炉超伝導マグネットの分割製造、機械的接合で製造を効率化する分割型高温超伝導マグネット[1]が提案されている。先行研究ではインジウム箔を挿入したブリッジ式機械的ラップジョイント接合法で冷却電力の許容値となる接合部の抵抗（接合抵抗）を達成した [2]。また接合部製作前のベーキング処理（温度 150 °C、時間 30 分）と製作時に接触圧力 100 MPa を付加した状態で 75-90 °C の加熱処理を行うと接合抵抗率（接合抵抗と接合面積の積）が加熱処理前の 50 %程度の 2.5 pΩm^2 まで低下した[3]。本研究ではベーキング処理時間、加熱処理時間、加熱処理中の接触圧力をパラメーターとしてベーキング処理手法と加熱処理手法の最適化を行い、得られた最適条件で多列ブリッジジョイント接合体系の処理を行い評価する。

2. 実験

サンプルの GdBCO 線材(FYSC-SC05)は粒子径 40 μm の研磨紙で研磨し、インジウム箔とともに温度 150 °C、時間 10-180 分、真空中(10^{-2} kPa)でベーキング処理した。ベーキング処理後、インジウム箔を挿入して圧力付加することで 1 列ラップジョイント接合をした。加熱処理は温度 50-160 °C、接触圧力 10-100 MPa、時間 5-60 分とし、1 列ラップジョイント体系での接合抵抗変化を評価した。得られた最適条件で 2 列ブリッジジョイント接合試験体の処理を行い、実機に近い体系で本手法の効果を検証した。

3. 結果と考察

Fig.1 に加熱処理温度 160 °C のときのベーキング処理時間変化による接合抵抗率減少量を示す。ここで接合抵抗はインジウム層抵抗と接触抵抗の和で表す。全体の接合抵抗率減少量は接合部中の空隙除去効果による接触抵抗減少によって、ベーキング処理時間の増加とともに大きくなる。一方、30 分以上で値は一定となり、30 分以上のベーキング処理で大きな接合抵抗低減効果が得られると言える。その他、詳細と多列ブリッジジョイント体系での結果については学会で発表する。

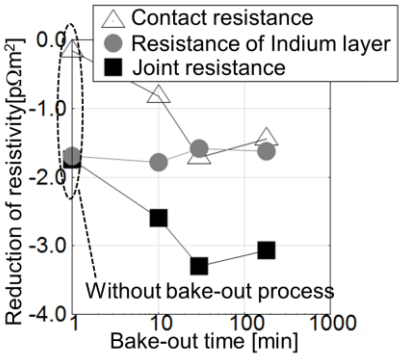

Fig.1 ベーキング処理時間変化による接合抵抗率減少量（ベーキング温度 150 °C、 加熱温度 160 °C、接触圧力 100 MPa、加熱時間 30 分）

参考文献

[1] H. Hashizume, et al.: J. Plasma Fusion Res., Vol. 5 (2002) pp. 532-536
[2] S. Ito, et al.: Plasma Fusion Res., Vol.9 (2014) Art. ID 3405086
[3] T. Nishio, et al.: 第92回低温工学・超電導学会研究発表会, Dec. 2-4, 2015

*Tatsuki Nishio, Satoshi Ito and Hidetoshi Hashizume　Tohoku Univ.