

■冷凍部会／超電導応用研究会だより

2023年12月7日（木）、広島県福山市のテラル株式会社本社にて、テーマを「冷凍機冷却高温超電導磁石を用いたアルミビレット誘導加熱装置の開発」とし、2023年度第6回冷凍部会例会および第4回超電導応用研究会シンポジウムが共同開催された。企業・研究機関・大学から計30名が参加した。前日まで2023年度秋季研究発表会が、山口県下関市の海峡メッセ下関で開催されていたこともあり、出張旅程を延長して出席した参加者も多かった。

まず初めに、新潟大学の福井聡氏から、「超伝導マグネットを用いた直流誘導加熱装置の開発状況」と題し、金属の誘導加熱技術の紹介から、超伝導マグネットによる強い直流磁界下で対象物を相対運動させることにより発熱させる直流誘導加熱方式の原理と、同方式の現状・課題について講演があった。一般的に高周波誘導加熱では、交流磁界を対象物に印加することにより、渦電流を誘起させて自己加熱させる。アルミのような非磁性・低抵抗率の金属が対象の場合、加熱用のコイルの銅損の低減に限界があるため、総合効率はたかだか60%程度と言われている。これに対し、超伝導マグネットを用いた直流誘導加熱方式では、冷凍機動力が必要であるものの銅損に比べて十分に小さく、対象物を回転させるための電動機の動力が直接発熱に変換されるため、原理的に加熱効率が低い。この直流誘導加熱方式を採用した装置は、独・中・韓で開発が行われている。テラル株式会社を中心としたグループで開発しているアルミビレット用加熱装置は、加熱時間が短く、装置体格もコンパクトである特長がある。

続いて、テラル株式会社の伊東徹也氏より、「400kW級アルミビレット加熱装置の概要」として、開発装置について紹介された。装置の開発目標は、ユーザーであるアルミ押出加工事業者からの要望を受け、呼び径6インチ・長さ500mmのアルミビレットを、20℃から500℃まで1時間当たり40本加熱できることとした。超伝導マグネットは冷凍機冷却され、磁極部とバックヨークを分離した分割鉄心方式とし、高温超伝導線材使用量の低減、冷却体積の低減、強大な電磁力の相殺を実現している。アルミビレットの投入・排出機構および把持機構も開発し、ビレットの連続加熱を可能とした。実際に400kWの加熱パワーの投入を、サイクルタイム90秒以内で実証し、冷凍機動力や機械損失を考慮したサイクルタイム当たりの総合加熱効率を74.5%と評価した。これは実運用時のエネルギー効率を示しており、高周波誘導加熱の効率限界を大幅に超える数値である。さらなる効率向上も期待され、長さ方向の温度勾配の実現、端材を組み合わせた加熱、超伝導マグネットの初期冷却時間短縮といった開発課題が残されているものの、すでにアルミ押出加工のラインで実用できる装置となっている。

2件の講演に続き、開発装置によるアルミビレットの連続加熱試験のデモンストレーションが行われた。アルミビレットの交換に30秒、正味加熱処理時間60秒の計90秒サイクルで、3本のアルミビレットを連続して約500℃まで加熱。短時間で、次々とビレットが加熱されて排出される様子が披露された。その後装置全体を間近で見学することもできた。

当日は活発な質疑応答が行われ、高温超電導を利用した産業応用機器の実用化に近いことに対し、高く評価するコメントが多かった。



講演の様子



装置見学の様子

(産総研 古瀬充穂)