

■冷凍部会だより

4月14日に、川崎重工業東京本社において、2023年度第1回冷凍部会例会を開催した。今回は、低温技術に関する基礎講座として、「低温技術と安全」をテーマとして、2名の講師の先生方よりそれぞれ講演をいただいた。

なお、参加者はすべて対面形式とし、30名の参加があった。以下に今回のプログラムを示す。

【講演会】

1. 「開会挨拶」 冷凍部会長
2. 「超電導マグネット、電気に関する安全」
榎田康博氏（高エネルギー加速器研究機構）
3. 「極低温に関する安全等」
神谷祥二氏（川崎重工業）
4. 「閉会挨拶」 冷凍部会庶務

まず、1件目の講演として、高エネルギー加速器研究機構の榎田氏より、低温・超伝導に関する実験などにおいて身近に発生する電気事故などの事例を紹介し、事故防止と発生時の対処方法などについて、解説いただいた。

超伝導磁石や超電導ケーブルなどの超電導電力機器は、電気抵抗がゼロになる特性を考慮し、大電流密度に対応できる通電ケーブル断面積の目安として、5A/mm²程度にて設計する必要がある。また、超電導磁石の励磁は、所定の磁場が発生するように定電流モードで制御する電源を使用する。さらに、初めて長時間の連続通電を行うときは、電源出力電圧の監視と併せ、サーモグラフィ温度計などを利用し、非接触で制御盤内部の配線部位全体の温度分布などの観察も効果的である。

実験室での電流源出力端や電流リードとの接続部などがカバーされていない場合は、作業者が不用意に触れることが想定されるため、ゴムシートなどの絶縁物で覆うか、接近できないようカバーや柵を設けるとともに、警告灯などによる注意喚起が推奨される。

感電の症状は、電圧ではなく、体に流れた電流量や電流が流れた部位によって変わる。皮膚が水分や汗で濡れていると電気抵抗が小さくなり、危険性が高まる。また、感電元に触れ体内に電気が侵入した部位と、接地等により地絡が成立し侵入した電気が体外に出た部位の間に心臓がある場合は、心室細動や心停止に至る可能性が高くなる。このような感電事故が起こってしまった場合、1~5mA程度の軽い痛みを感じる程度であれば、人体への影響は比較的少ないが、50mAを超えると筋肉の痙攣や気絶などの重篤な症状に至る可能性があるため、30mA/0.1秒で作動できる漏電遮断器が多く用いられている。また、日頃から感電防止として、充電部を露出させない、保護接地を行うことが重要である。

2件目の講演は、川崎重工業の神谷氏より、極低温に関する安全等についての講義をいただいた。低温工学・超電導学

会／環境・安全委員会では、昨年度の成果として、米国のLos Alamos研究所にて低温技術の入門者向けにまとめた「Safety in the Handling of Cryogenic Fluids」を参考図書として、低温流体の取扱いに関する注意点をまとめたマニュアルを作成し、1件目の講演内容である「超電導マグネット、電気に関する安全」の内容と併せ、学会HP上での公開準備を進めている。このマニュアルは、科学的根拠に基づく安全技術マニュアルとして、極低温分野における関連基準の改定を進める際などに非常に有用であり、本講演において、その内容の一部について解説した。

一般的な極低温関連の必要事項として、極低温流体の気化しやすさを示す指標の一つとして、気化指数VI=(室温-沸点[K])/(蒸発潜熱[J/cm³])の紹介の他、極低温流体を取り扱う際の注意点として、極低温流体の生理学的な危険性(低温やけどや凍傷防止)や、急激な気化による窒息、毒性を持つガス、高濃度酸素雰囲気下での燃焼速度、閉止空間の圧力上昇などの危険性について解説した。

また、材料工学の分野においても、極低温環境下での材料脆化やシャルピー衝撃値や引張強度、低温化による材料収縮率の温度依存性、高圧の水素ガス雰囲気下における水素脆化の影響などについて紹介している。

なお、原本となる「Safety in the Handling of Cryogenic Fluids」は、1996年の発行当時の米国のガイドラインや規格、規則に基づき考察されているため、環境・安全委員会では、翻訳内容の見直しと並行して、新情報やCFDなどの解析技術向上に伴う科学的根拠の見直しなどをすすめ、積極的に内容のアップデートを図っていく予定である。

ご多忙の中、本講演会に向け、事前資料の準備や講演対応いただいた榎田氏、神谷氏、および活発な議論をいただいた参加者の皆様に厚く御礼を申し上げます。



写真1 榎田康博先生のご講演



写真2 神谷祥二氏のご講演



写真3 第1回例会講演会の様子

(川崎重工業，新郷)