博士（工学）学位取得

エネルギア総合研究所　系統・情報通信担当　河野　丈治

1 はじめに

このたび，博士論文「高温超電導SQUIDセンサを用いた磁化材料内部欠陥の非破壊検査に関する研究」に対し，東京工業大学から平成24年9月25日付けで博士（工学）の学位を授与していただきました。

この論文は，（公財）国際超電導産業技術研究センター（略称：ISTEC）出向中の平成21年から24年に行った研究をまとめたものです。

2 研究および成果の概要

(1) SQUIDとは

SQUIDとは，Superconducting Quantum Interference Device（超電導量子干渉素子）の略称である。極めて高い感度を持つ超電導磁気センサで，地磁気の1億～10億分の1程度の極めて小さな磁束密度を計測することが可能です。（SQUIDに関する詳細は総研レビュー9月号の技術用語解説をご参照ください。）超高感度な磁気センサを使用することでこれまで観測されることのなかった微小な信号を識別することが見込まれます。その用途として電力設備の深部に生じた，き裂状の欠陥を非破壊で探査することが期待されます。

(2) 研究概要

SQUIDをセンサとして使用した非破壊検査システムは，従来型の常電導コイルをセンサとして用いた非破壊検査機器と比較して，極めて高い性能を有することは示唆されていましたが，性能の定量的な評価は実施されていませんでした。また，現実に設備診断に使用するための検討も実施されていませんでした。本研究の目的は以下の3点としました。

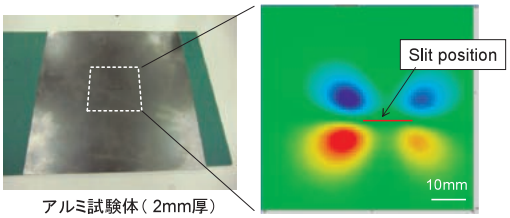
1. SQUID非破壊検査装置の深部欠陥探査性能の評価。
2. 配管を想定した試験体の非破壊検査の実施と検出信号の定量的な評価。
3. 発電所で使用される実用金属の非破壊検査の実施とその課題の抽出。

(3) 研究成果

本研究により，研究成果を以下のように結論付けました。

1. SQUID非破壊検査装置を用いて厚さ50mmまでのアルミ導体の欠陥探査時の検出特性を明確にした。
2. 複数個のSQUIDセンサを使用した際のセンサ感度の違いが欠陥探査性能に及ぼす影響を定量的に示した。
3. 断熱材に覆われた配管構造を想定した試験体の構造が観測結果に及ぼす影響を定量的に示した。
4. 実用金属材料の測定時の課題を克服することで，設備診断実施の可能性を示し，併せて今後の性能改善策を提案した。

現状ではアルミやSUS等の透磁率の小さい金属の非破壊検査に有用性が示される結果となりましたが，今後，実用的な金属においても使用可能な新型非破壊検査装置の開発を計画しています。



アルミ試験体（2mm厚）

欠陥信号の2次元分布（アルミ板）

図1　測定対象とした試験体と観測信号の2次元分布
（複数枚の金属平板を組み合わせて試験体を作製。模擬欠陥は試験体の最下層に配置した。）

3 謝　辞

今回，世界最先端の研究機関に出向し，更に成果を博士論文としてまとめる機会をいただき，大変感謝しております。本研究で使用した高性能SQUIDはISTEC以外では作製不可能で，研究成果の大部分は高性能SQUIDによるものと考えています。また，ISTECに在籍される世界トップレベルの研究員のみなさま，博士論文を審査いただいた大学院の先生方，出向中，出向後にサポートいただきました社内外のみなさまのご支援のおかげで論文をまとめることができました。この場をお借りして深く感謝の意を表します。

学位記を手にして