

SUSTERA における高温 SQUID 技術開発の現状と今後の展望

Present status and future prospect of HTS-SQUID technology at SUSTERA

超電導センシング組合 °田辺圭一、波頭経裕、塚本 晃、安達成司

SUSTERA, °Keiichi Tanabe, Tsunehiro Hato, Akira Tsukamoto, Seiji Adachi

E-mail: tanabe@sustera.or.jp

Y系銅酸化物高温超伝導材料を用いた SQUID 磁気センサ及びその利用機器の実用化、事業化を目指す超電導センシング技術研究組合 (SUSTERA) が設立されて4年半が経過した。この間、前身となる (公財) 国際超電導産業技術研究センター (ISTEC) 超電導工研時代からの受託プロジェクト (JST S-イノベ) において、共同研究機関の開発する免疫検査装置や磁気イメージング装置などバイオセンシング装置に必要なグラジオメータセンサの改良と供給を担うと共に、インフラ用の非破壊検査装置の開発と資源分野への応用展開に注力してきた。

インフラ維持管理技術に関する JST-SIP プロジェクトにおいて SUSTERA は、都市部高速道路高架橋に用いられている鋼床版の疲労き裂をアスファルト舗装の上から検出する SQUID 非破壊検査装置の開発を行った。Bi系超伝導線材を利用した1次微分型の検出コイルからの配線を、磁気シールドを施した SQUID グラジオメータモジュールに接続したセンサプローブを手押し台車上に3個並列配置したプロトタイプ検査装置を開発し、高速道路上のフィールド試験において、常伝導コイルを用いた非破壊検査実用機に比べ、1桁高速でのき裂検出が可能であることを実証した。残念ながら、現在まで実用機開発にまでは至っていないものの、都市部の高速道路上という、磁気ノイズや振動の多い環境でも適切なセンサ構成や電磁・磁気シールドを付加することで、SQUID 磁気センサが安定して使用できることを示した意義は大きい。

非破壊検査の場合のような渦電流による磁気信号はサブ nT と比較的大きいが、SQUID 磁気センサ自体はフィールドでもサブ pT の計測が可能である。このメリットが最大限活かせるのが、資源探査・モニタリングの分野である。超電導工研時代に JOGMEC の委託で開発した金属資源用の電磁探査装置 SQUITEM3 は実探査に使われているが、100-200 m 角のループコイルを励磁源として用いた場合、600-1000 m 程度の地下探査深度をもつ。一方、長さ数 km のラインソースを励磁に用いることで、深さ 2000 m 以下の位置にある地熱貯留層の情報が得られることが実証され、SUSTERA が保有する SQUID 電磁探査装置が民間企業発注の実探査に用いられるようになってきた。また、2次回収のために海水を注入した油層の比抵抗分布の情報が得られる可能性も明らかになりつつある。さらに、現在実証実験が行われている海底下二酸化炭素貯留 (CCS) において、地層中の二酸化炭素量を調べる方法として SQUID 電磁探査が注目されており、電磁界シミュレーションでは SQUID で検出可能な信号レベルになることが示されると共に、フィールド試験に向けた準備が進んでいる。現状では、既存油田での油層モニタリングに最も大きな市場が見込めるが、今後は、高性能 SQUID センサをコア技術として、石油、金属資源、貯留二酸化炭素や水資源も含めた幅広い地下状態の探査・モニタリングをビジネスとする会社設立を目指していく。