



研究室紹介



UDC 621.3

藤田 (博) 研究室

本研究室は、第3部(電気・電子)に所属し、山口研究室・原島研究室とともに電気機器学部門を担当している。研究の発足は、昭和55年4月であり、防災システム工学の立場から、大規模システムの事故にともなう災害を未然に防止するための研究を行っている。

本研究室での主要テーマは、以下のとおりである。

1. 高電圧機器の絶縁監視
2. 超電導マグネットの安定化
3. 劣化監視と破壊予知手法のシミュレーション
4. 高速増殖炉配管のAE(アコースティックエミッション)による監視

なお、3と4の課題については山口研究室の研究に参加し、4の実験は動力炉核燃料開発事業団の協力を得た。

1. 高電圧機器の絶縁監視

電力ケーブルや変圧器などの高電圧機器の絶縁物中で微小な部分放電が生ずると、トリッキングなどの絶縁劣化の原因となる。部分放電はパルス状の間欠放電であるため、固体中のき裂進展同様にAEの発生をともなう。AEとは、固体の劣化(微小なき裂、転移、腐食)が進行する際に発生する超音波パルスを指し、これを検出すれば劣化の進行を非破壊的に、実時間で把握することが可能である。このAE信号の計測を、架橋ポリエチレン樹脂やポリエステル樹脂のトリッキング劣化について行い、AE発生パターン(印加交流電圧の瞬時値とAE発生数の関係)から、トリッキングの形状やその発生位置を知る方法を開発した。また、固体中のボイド欠陥内で生じる放電に注目し、そこからの超音波波動を逆たたみ込み手法で解析することにより、放電時にボイド壁に加わる衝撃力の大きさと時間変化を定量的に決定した。

2. 超電導マグネットの安定化

超電導マグネットは、核融合炉、磁気浮上鉄導、NMR装置などに不可欠の技術であるが、本質的に不安定な要素を持っている。すなわち、超電導体の一部の温度が何らかの原因で超電導転移温度以上に上昇すると、常電導化した部分でのジュール発熱によりコイル全体が常電導状態になってしまう可能性がある。マグネットを安定化するためには、この部分的温度上昇の原因である過渡的で微小な擾乱を計測することが必要である。

本研究室では、超電導体の動きやそれにとまなうエネルギーの発生分布を知るために、高感度の微小エネルギーセンサと高速応答の変位センサを開発した。特に微小エネルギーセンサは、液体ヘリウムの蒸発潜熱が小さいことを利用し、エネルギー放出を圧力の変化に変換して測るため、高感度と瞬間的なエネルギー放出に対する速応性を兼ね備えている。これらのセンサと、AE・熱電対などを組み合わせた計測系により、極低温における塑性変形時のセレーション現象、摩擦にともなうマイクロスリップ、エポキシやマイカの微小破壊などの現象を観測し、興味ある知見を得ている。

3. 劣化監視と破壊予知のシミュレーション

上述の1~2の課題は、具体的対象についての実験的研究であるが、本課題の目的は一般に防災システムが目指すべき方向の理論的な考察である。現在までに得た成果は、AEを用いた構造物健全性の常時監視システムの計算機モデルを作成したことである。

AEに限らず、これからの設備診断・安全性監視システムは、自動化を推進する必要がある。システムの自動化により、(1) 検査作業によるヒューマンエラーの排除、(2) 監視の連続化と広範囲化、(3) 無数の劣化モードに対する網羅性の向上、が期待されるが、これを実現するためにはシステムを知能化し自己学習機能を付加することが必要である。今後、これらの機能水準と安全性向上効果の関係について検討を行ってゆきたい。

4. 高速増殖炉配管のAEによる監視

高速増殖炉の冷却材としては、高速中性子の減衰の少ない液体ナトリウムが用いられる。しかし、ナトリウムは水や空気と活発な化学反応をする活性物質であり、また中性子照射により半減期の長い放射能を帯びるため、配管系からの漏洩は許容されない。次世代の原子炉である高速増殖炉の配管に微小なき裂が発生する際のAEを検出し、破壊予知を行うシステムを開発するために、実規模のエルボー継手の疲労破壊試験を実施した。また、導波棒(センサー保護のため高温の配管からのAEを常温部にまで導く棒)の最適形状の決定、センサー当りの監視領域範囲や波形の変歪を決定する伝搬減衰特性の測定なども行っている。

(藤田博之記)