

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小杉 康宏

本論文は「変電設備監視のための異音自動検知方式の開発」と題し、変電所の異常監視を自動的に行うため、変圧器からの異常音を環境雑音等から効果的に分離するシステムの実現可能性を、既存の信号処理技術を基に検討したものであって、全6章からなる。

第1章は「序論」であって、現在の電力会社による設備の保守が人手による定期的な点検に基づいて行うTime Based Maintenanceであり、これを、機器の常時監視によるCondition Based Maintenance (CBM)に移行することが求められていることを述べた上で、変圧器の異常監視を音響信号に基づいて行うシステムの構築に向けた異常音分離検出が重要であることを指摘し、本論文の意義、目的が、異常音分離検出のための信号処理手法の構築にあるとしている。

第2章は「設備の音響診断と音響計測」と題し、まず、電力機器の音響診断として、回転機、変圧器を取り上げ、従来行われている技術を取り上げている。次に、本論文は、この前段の処理である異常音の分離検出を、常時、自動で行う手法を示したものであることを明確にし、分離検出を人手に頼っている従来方法との違いについて言及している。さらに、統合的な音響診断として火力発電などの例を述べている

第3章は「異音検知方式の概要」と題し、本論文で提案する異常音分離検出システムに課せられた諸条件を検討した上で、少数(2程度)のマイクロフォンによる音響信号収録と信号処理による平常音除去・環境雑音分離からなるシステムの基本構成を示している。特に、変圧器表面における反射の影響について詳細に検討している。

第4章は「平常音除去アルゴリズム」と題し、まず、変圧器の平常音の特徴について述べた後、平常音を抑圧する手法として、周波数サブトラクション、ハイパスフィルタ、くし型フィルタを挙げ、それらの性能について、議論している。実験の結果、周波数サブトラクションの性能が最も良いものの、異常監視の目的からは、3方法とも可能であるとしている。

第5章は「到来方向推定アルゴリズム」と題し、変圧器からの異常音を、環境雑音から分離して検出する信号処理手法について、比較検討している。有用な方法として、時間遅延推定とビームフォーミングがあることを整理した上で、まず、前者については、Generalized Cross Correlation法、Least Mean Square法を取り上げ、定常的な環境雑音では、変圧器からの反射によって分離が不能になる可能性を指摘している。次に、そのような場合に有効な手法として、後者についてビームフォーミング法を検討し、対向するビームフォーミングの振幅比に基づく手法を提案している。

第6章は「実験による方式の検討」と題し、実機での音収録の結果に基づき模擬実験システムを構築している。模擬実験システムは、変圧器表面をアルミ板で模擬したものであるが、変圧器表面の強反射の特性を十分再現でき、実験目的に叶うものである。第4章、第5章で提案した手法について、模擬システムによる性能評価を行い、時間遅延推定では、異常音開始時の分離、ビームフォーミングでは、それ以降の分離に効果があること、を示した後、マイクロフォン間の距離によるビームフォーミングによる分離の周波数限界について言及している。

第7章は「ビームフォーミングの特性改善のための検討」と題し、ビームフォーミングによる分離の上限周波数の改善について述べている。前章までの2マイクロフォン、5cm間隔の条件では、上限が4kHz程度で、異常音によっては検出不能となる問題点を指摘し、3マイクロフォン、2.5cm間隔の構成を提案し、問題点が解消されるとしている。

第8章は、「結論」であって、実験結果に基づく、各手法の性能について整理した上で、変圧器の異常音として想定される、放電音については、時間遅延推定、機械的異常音については、ビームフォーミングを行うことにより、異常音の環境雑音からの分離検出が可能であると結論している。

以上を要するに、本論文は、変電設備のCBMを実現する上で、不可欠の技術である異常音の分離検出を行う手法について、実環境に適合した手法を提案してその性能を検証したものであって、従来、手動により行われていた手順を自動化することにより、電力業務における大幅な省力化を可能とするものである。従来の信号処理技術を組み合わせることにより、変電設備のCBMに道を開いたものであり、電子情報学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。