

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 小関 英雄

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第80号

学位授与年月日 令和5年3月23日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 電力系統の電圧制御高度化のための電圧目標値と不感帯幅の動的制御に関する研究

論文審査委員	主査	横浜国立大学	准教授	辻 隆男
		横浜国立大学	教授	藤本 康孝
		横浜国立大学	教授	赤津 観
		横浜国立大学	准教授	下野 誠通
		横浜国立大学	准教授	大槻 貴司

論文及び審査結果の要旨

電力系統の平常時の電圧は、同期発電機(SG)と調相設備、負荷時タップ切替変圧器(OLTC)などの電圧制御機器によって維持されており、特にSGは基幹系統の電圧を維持する重要な役割を担っている。近年の電力系統では、カーボンニュートラルを目指して再生可能エネルギー電源(RES)の導入拡大が進展しており、今後SGの運用変化・偏在化に加えて並列台数の減少が予想される。SGが停止すると、その近傍の変電所(Substation:S/S)では短絡容量が低下し、RESの出力変動とも相まって電圧変動が増大する懸念がある。したがって、電圧維持能力が低下した地点(弱体化地点)では一層の電圧変動リスクに備えなければならない。そこで本研究では、このような状況下でS/Sにおいて電圧を管理運用幅に維持するための手法が提案されている。

まず第2章では、基幹系統における電圧制御・運用技術、ならびに最適潮流計算手法の応用事例について動向が述べられている。次に第3章では、従来の電圧制御に対して電圧維持能力を高めるための2つの方策が提案されている。1つ目は、電圧制御機器に対してVrefを生成する中央制御方式の最適潮流計算(Optimal Power Flow: OPF)機能に対して、電

圧変動の大きな地点の V_{ref} を動的に設定することである。OPF では本来、系統全体に対してある戦略に基づいて V_{ref} が設定されるが、系統には SG が面的に分布しており、SG が近傍に存在し電圧維持能力が十分に確保できている地点と弱体化地点が混在することになる。本研究ではこれらの系統状態を想定して系統全体の経済性確保と弱体化地点のセキュリティ確保の共存を目指した V_{ref} の設定方法が提案されている。2 つ目は、弱体化地点の S/S に対して電圧制御の DB 幅を動的に設定することである。先に述べた通り各種の電圧変動が存在するため、その電圧変動に対して電圧制御機器が不要動作することを避けるために DB が設定される。一方で DB 範囲を超えてからの機器動作となるため、動作が遅れることになり電圧逸脱が発生しやすくなる。本研究では S/S の SC, OLTC が動作したときの電圧変動量の予測値を DB に設定することで DB を逸脱した際に直ちに V_{ref} に引き戻す方法が提案されている。第 4 章では、基幹系統を想定した平常時の電圧シミュレーションのモデルや解析条件が述べられており、第 5 章では同モデルを用いたシミュレーションを通じて、2 つの提案制御の有効性が検証されている。系統状況に応じて V_{ref} や DB が動的に調整され、電圧維持管理が有効に働いた結果が示されている。従来は制御システムの実装にあたり、予め想定した制御戦略や事前に制御整定値を決めることで対応していたが、この技術を適用することで、系統状況に応じて制御の強度を自動的に変更することが可能となり、オフラインで実施していた制御のチューニングなどの作業を軽減することができる。

以上の通り、本学位論文は電力系統の電圧制御に関する新しい知見を与えるものであり、博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。