

氏名	佐藤 孝政		
授与学位	博士(工学)		
学位記番号	博甲第200号		
学位授与年月日	令和4年3月18日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
学位論文題目	仮想同期発電機制御による再生可能エネルギー電源を含む電力系統の安定化に関する研究		
論文審査委員	主査	教授	田村 淳二
		教授	小原 伸哉
		准教授	高橋 理音
		教授	黒河 賢二
		准教授	川村 武史
		准教授	梅村 敦史

学位論文内容の要旨

温室効果ガス排出量削減のため、世界的に再生可能エネルギーの導入量が増加しているが、再生可能エネルギー電源の大半がインバータ等のパワーエレクトロニクス変換器を介して電力系統に接続される電源（以後インバータ電源）である。インバータ電源は従来の同期発電機と異なり系統に同期しない非同期電源であり、インバータ電源の系統連系量が増加すると従来の同期発電機の発電出力が減り、系統のもつ慣性・同期化力が減少することが指摘されている。慣性・同期化力が減少した系統は安定度が低下し、落雷等に起因する地絡事故が発生した際に電圧が回復せず電源が一斉に解列して大停電を引き起こすことが指摘されており、海外では実際の発生事例も報告されている。本研究は、再生可能エネルギー電源を有する電力系統において、落雷などによって地絡事故が発生した際の電力系統の安定度の向上を目的としており、その手法として現在注目されている仮想同期発電機制御を採用した。仮想同期発電機制御は仮想的に同期発電機が持つ慣性・同期化力を模擬する制御で、インバータ電源に導入することで、再生可能エネルギーの系統連系量を増加させても系統の慣性・同期化力が減少することを防ぐことに貢献するため、更なる再生可能エネルギーの導入量の拡大、促進に繋がる画期的な技術である。

本研究では、系統に連系された永久磁石同期発電機（Permanent Magnet Synchronous Generator: PMSG）から成るウィンドファーム(Wind Farm: WF)と蓄電池に仮想同期発電機制御の一形態である仮想慣性制御を実装した協調仮想慣性制御システムを提案し、その電力系統の安定化効果に関して検討・評価を行う。これは、協調仮想慣性・無効電力制御と非対称 Hysteresis Deadband を組み合わせた全く新しいシステムで構成され、定常時には PMSG 風力発電機は MPPT(Maximum Power Point Tracking)運転を行い、過渡時のみ出力抑制制御である Deloaded 運転に移行することで定常時に最大効率で発電させながらも過渡時には出力を増減させることを可能とする新しい制御手法である。その結果、再生可能エネルギー電源である PMSG 風力発電機自身が系統周波数変動抑制能力を有することで更なる風力発電の導入拡大に寄与できるだけでなく、同時に系統制御のために導入されている蓄電池の容量を大幅に低減できることも示した。次に、インバータ電源に仮想同期発電機の機能を持たせ、従来の同期発電機との制御性能の比較に関する解析・評価も行い、更に、ガバナや AVR による遅れ成分を考慮しない仮想的な同期発電機との比較も行い、インバータ電源との性能優劣に関する評価を行った。この結果は、仮想同期発電機制御システムの設計に関して一つの重要な指針を与えるものである。

論文審査結果の要旨

近年、電力系統において再生可能エネルギー電源が増加し、その結果通常の同期発電機の容量が相対的に低下している。太陽光発電や風力発電に代表される再生可能電源は、多くの場合に慣性エネルギーを持たないので、この結果、系統全体の慣性エネルギーが低下し、系統故障時等における安定度の低下が問題となっている。このような状況下において、本論文では可変速風力発電機を用いた新しいウィンドファームや系統全体の安定化制御法を提案している。

これを要するに、申請者は可変速風力発電機による安定化制御システムの構築を目的として、固定速風力発電機の安定化制御法、仮想慣性制御による系統全体の過渡安定度改善法を提案し、その有効性を確認したものであり、電力工学、特に自然エネルギーの分野に対して貢献するところ大である。

よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。