



Title	再生可能エネルギー電源の導入拡大に貢献する高電圧直流送電システムの制御方式に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	中村, 綾花
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16022号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92449
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ayaka_Nakamura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 中村 綾花

審査担当者 主査 准教授 原 亮一
副査 教授 五十嵐 一
副査 教授 北 裕幸

学位論文題名

再生可能エネルギー電源の導入拡大に貢献する高電圧直流送電システムの制御方式に関する研究
(Study on Control Strategies of HVDC Systems Contributing to Expanding the Introduction of Renewable Energy)

再生可能エネルギー電源の一つとして、洋上風力発電所(WF)の導入への期待が世界的に高まっている。一方で、我が国の現状としては、洋上WFの適地は電力の大消費地から離れており、導入拡大と合わせ地域間連系線の拡充が重要である。そこで、面的に分散して建設された複数の洋上WFの発電電力を大需要地まで送電する手段として、複数の交直変換所で構成される多端子高電圧直流送電(High Voltage Direct Current:HVDC)システムが注目されており、本論文では、HVDCシステムをより効果的に利用するための新たな運転方式を開発している。

第1章では上記の本論文の背景と目的を述べると共に、先行研究事例との対比によりその新規性を主張している。

第2章では、多端子HVDCシステムの潮流制御手法として、可変電圧閾値に基づく有効電力・直流電圧制御手法を提案している。従前利用されてきた電圧マージン方式や電圧ドロップ方式と比較して、提案手法では電圧の変動幅を狭くできるメリットが期待できる。その優位性を検証するためにモデルシステムを対象とした瞬時値解析を実施すると共に、端子脱落などの耐事故能力の高さも定量的に示している。

第3章では、直流送電線の一部が利用できなくなるような故障状態に対するHVDCシステムの運用手法を明らかにしている。多端子HVDCシステムの直流区間において故障が発生した場合には、予め定義された手順に従って直流遮断器により故障区間のみを遮断することで、システム全体を停止することなく事故の影響を大きく受けていない健全回路を用いた縮退運転に移行することができる。しかしながら、健全回路内の各端子の制御方式によっては、故障区間の遮断後に直流電圧を再確立できず、最終的にシステムが全停止に至ることが懸念される。本論文ではこのような問題を解決可能な緊急時制御への切替手法を提案すると共に、その有効性をシミュレーションにより検証している。

第4章では、HVDCが接続している交流システムの安定度向上に貢献する運用手法を開発した。具体的には、交流システムの周波数制御への寄与を目的とした融通電力量の配分方法、ならびに仮想同期発電機機能の実装による系統周波数安定性改善方策を開発し、両者の導入効果をシミュレーションにより明らかにしている。

第5章では本研究により得られた知見を取りまとめると共に、その成果のさらなる活用の可能性・展望についてまとめている。

これを要するに、著者は、WFに代表される再生可能エネルギー電源の導入拡大に貢献する HVDC システムの変換器制御方式、ならびに、既存交流系統の安定化に資する運用方法を開発したものであり、電力システム工学の発展、ならびに低炭素社会の実現に寄与するところ大なるものがある。よって、著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。