

審査の結果の要旨

氏名 パンスワン ナッタウット

本論文は「A Novel Efficient Method for Total Transfer Capability Evaluation of a Power System Integrated with Renewable Energy (再生可能エネルギーを大量導入した電力系統における効率的な送電可能容量算出手法に関する研究)」と題し、6章よりなる。

第1章は「Introduction (序論)」で、本研究の対象である電力系統の送電可能容量(TTC)の一般的概念を説明し、このTTC算出手法について先行研究をまとめている。そして、本論文の目的、構成について述べている。

第2章は「Probabilistic Risk-Based TTC Evaluation (確率的リスクに基づくTTC評価)」と題し、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー発電を含む電力系統の運転状態の不確実性とともな電圧安定度制約および過渡安定度制約を考慮した確率的リスクに基づくTTCの算出手法を提案している。ここでは、さまざまな不確実性に基ついた系統状態は、確率分布を考慮したモンテカルロシミュレーションによって生成されている。電圧安定度制約では、まず簡易電圧安定度指標を計算し、不安定と判定された場合は、電圧安定潮流限界点までの潮流マージンを詳細計算し、このマージンが設定した値を確保するまで送電電力を小さくしながら繰り返し詳細計算を行うことにしている。また、過渡安定度制約では、数値積分手法を用いて安定度判別を行い、不安定と判定された場合は、安定と判定されるまで送電電力を小さくしながら、繰り返し数値積分計算を行うものとしている。最後に、再生可能エネルギー電源の大量導入時の一斉脱落を防止するために、これらの電源に備えるLVRT(Low Voltage Ride-Through)機能について述べている。

第3章は「Renewable Energy Modeling (再生可能エネルギー電源のモデル化)」と題し、TTC算出計算において必要となる風力発電と太陽光発電のモデル化について述べている。

第4章は「Efficient TTC Evaluation Method (効率的TTC評価方法)」と題し、本提案手法を実系統に適用するために必要なTTC計算時間を短縮するSystem Case Partitioning手法と決定木手法を提案している。このPartitioning手法では、モンテカルロシミュレーションで扱われる数多くのケースの中から厳しい事故ケースを選別することを、端子電圧、発電機の無効電力出力、送電線の熱容量に関する3つの静的な指標を用いて行い、その絞られた数のケースに対してTTCの詳細計算を行っている。次に、過渡安定度の安定・不安定を数値積分手法で判定するケース数を、CARTに基ついたアルゴリズムを用いて構成した決定木を用いて安定判別を行うことによって大幅に削減する手法を提案している。

第5章は「Numerical Examples and Results (数値例とその結果)」と題し、風力発電や太陽光発電が導入されたモデル系統に対して提案した確率的リスクに基づく効率的なTTC算出

手法を適用し、再生可能エネルギー電源出力の不確実性や電圧安定度制約、過渡安定度制約がどのように TTC に影響するかを数値シミュレーションで明らかにしている。そのシミュレーション結果から、負荷需要や再生可能エネルギー電源出力の確率的変動を考慮すると確率的リスクに基づく TTC は減少すること、再生可能エネルギーの導入率を増加していくと、TTC も増加すること、電圧安定度や過渡安定度の制約を考慮すると TTC が減少することなどが明らかになっている。また、Partitioning 手法や決定木手法によって大幅に削減された詳細解析をすべきケースの数と TTC 誤差および計算短縮時間との関係も示している。LVRT 機能については、TTC に与える影響はあまり見られないが、電力系統の様々なパラメータに依存することを示している。

第 6 章は「Conclusions (結論)」で、各章の結論をまとめている。

以上を要するに、再生可能エネルギー電源の発電出力の不確実性と電圧安定度、過渡安定度の制約を考慮した確率的リスクに基づく送電可能容量(TTC)を効率的に計算する手法を提案し、再生可能エネルギー電源導入率の異なるモデル系統に対して適用し、TTC に与える影響および計算負荷が大幅に削減されることを明らかにしたもので、電気工学、特に電力システム工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。