

オンライン過渡安定度制約付最適潮流計算システム(TSCOPF)の開発 最大送電可能量のオンライン演算

Development of The On-line Transient Stability Constrained Optimal Power Flow (TSCOPF) On-line Calculation of Total Transfer Capability (TTC)

(系統運用部 系統技術G)

系統安定度が懸念される電源送電線の最大送電可能量(TTC: Total Transfer Capability)を、時々刻々と変化する需要断面に則して把握することに対するニーズが高まっていた。それを実現するため、オンライン演算型の過渡安定度制約付最適潮流計算装置(TSCOPF: Transient Stability Constrained Optimal Power Flow)を開発・実用化した。

(Power System Engineering Group, Power System Operations Department)

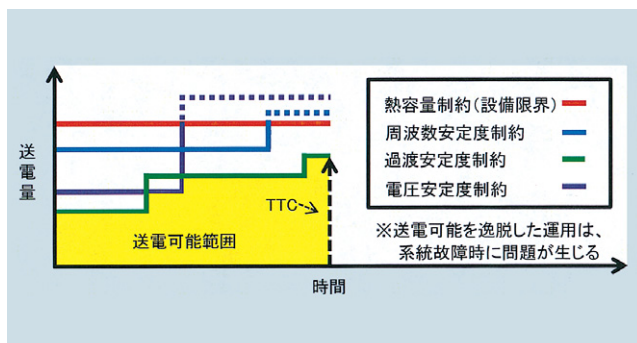
We developed the on-line TSCOPF (Transient Stability Constrained Optimal Power Flow) system to calculate TTC (Total Transfer Capability) for transmission lines and transformers on operational conditions. This calculation is based on optimal power flow method considering transient stability limit.

1 開発の背景

(1) 最大送電可能量TTCとは

送電線で送ることが可能な電力は、多くの場合、熱的な設備限界量のみではなく、第1図に示すような複数の要因によっても制約されている。

安定して電力を送電するためには、各種制約条件が満たされる「送電可能範囲」内で運用がなされる必要がある。TTCとはその時の送電可能量のことである。



第1図 最大送電可能量のイメージ

(2) 当社におけるTTC向上対策

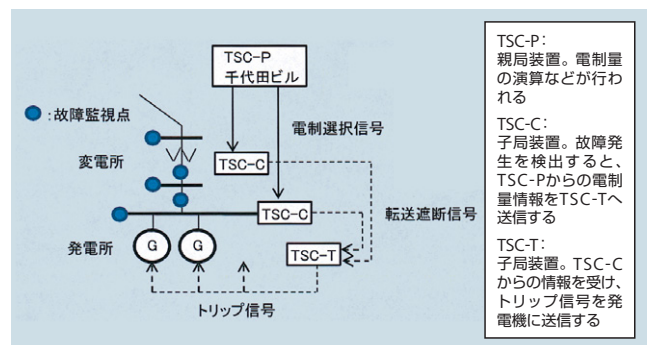
当社系統においては、過渡安定度制約が支配的となる系統が多く、需要や系統状況によっては送電可能範囲を逸脱しないよう発電機出力を抑制するなどの対策が求められていた。特に発電機出力抑制は経済損失が大きいため、安定度問題が発生する系統故障が生じた際には、瞬時に電源を遮断(電制)してTTC内に送電量を抑えるTSCシステムを開発し、常時のこの制約条件の緩和を図ってきた。

(3) 現状の問題点とTSCOPFシステム開発の目的

過渡安定度を維持するためのオンラインTSCシステムが故障等により停止した場合には、電制による系統安定化が期待できなくなるため、発電機出力抑制等により、

安定な系統状態にしなければならない。

これまでの当社の実運用では、その際の最過酷系統状態を模擬して事前にシミュレーションによりTTCを算出し、運用することとしていた。しかし、実運用の系統状態では、このような最過酷状態となる機会は少なく、過剰な潮流抑制を要求している断面も多かった。



第2図 TSCシステムの構成

そこで、実際の系統断面に則したTTCを算出することを目指してTSCOPFシステムの開発に着手した。

2 システムの概要

(1) 最適潮流計算によるTTCの演算

TSCOPFシステムでは、「最適潮流計算法」という最適化手法によりTTCの算出を行う。以下に最適潮流計算法の概要を記載する。

系統運用には、1(1)で述べたような制約の他にも、各発電機出力や各母線の電圧、送電線潮流など様々な要素を適正な範囲内におさめながら運用されることが求められる。最適潮流計算とは、このような系統運用に要求される種々制約条件を満足させながら、「送電損失最小化」のような、ある目的を最適化する1つの運用状態を実現させることを目指した最適化手法である。

TSCOPFシステムにおいては、その目的を「TTC最大化」とし、制約条件の1つに「過渡安定度制約」を加えた定式化を行い、TTCを算出している。

TTC算出に最適潮流計算法を用いた理由は、計算結果として「TTC最大化」を行った断面での最適運用解（発電機出力、線路潮流、母線電圧などの系統状態）が得られることと、その断面と現状断面の差異が算出できるからである。

(2) 開発した主な演算機能と特徴

ア 現在断面でのTTC算出機能

給電情報網より取得した基幹系統の系統情報（発電機出力、線路潮流、母線電圧、開閉器入切状態など）をもとに、現在断面のTTCを演算する。

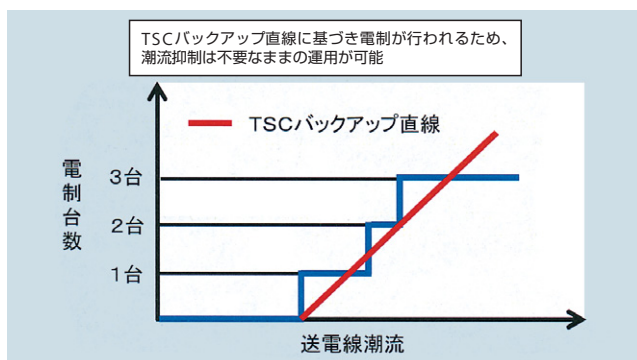
イ 発電機出力変化を想定した将来断面のTTC算出機能
実際の需給運用に即したTTCを算出するため、発電機の並列や出力増減を考慮した将来断面でのTTCを算出する。

ウ 安定限界までの余裕量算出機能

現在の系統状態における潮流（現在状態）と安定限界潮流との差を提示することで、現状が安定な場合には安定度余裕量を、不安定な場合には安定状態とするための潮流抑制量を提示する。

エ TSC-Pバックアップ曲線作成機能

TSCシステムの電制制御量演算を担うTSC-P（親局装置）のみがダウンした場合を想定し、必要電制量を算出する。



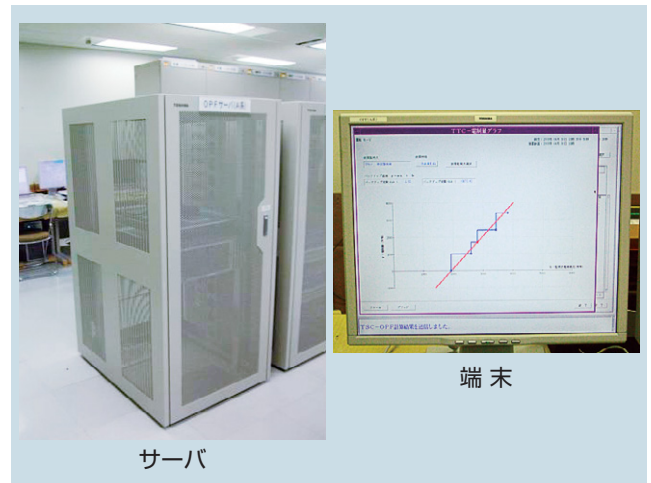
第3図 TSCシステムバックアップ曲線

第3図のようなTSC-Pバックアップ曲線を作成し、この情報をTSC-C（子局装置）にTSCOPFシステムから送信する。TSC-Pダウン時は、このバックアップ曲線をもとに電制が行われる。

また、ア～エの演算は1時間周期（160ケース）で行われ、TTCを算出した断面では、その潮流を実現するための発電機態勢や発電機出力配分も同時に演算される。

(3) ハードウェア

TSCOPFシステムは千代田ビル内のTSC関連システムとして導入した。TTC演算や情報処理を行うOPFサーバ、結果の確認や設定、各種メンテナンスを行う端末装置から構成されている。各種TTC演算結果は基幹給制御室でも閲覧することができる。



第4図 OPFシステム外観

3 開発の成果

開発の主な成果を以下に示す。

(1) 潮流抑制量の緩和

本システムにより、現在から将来断面にわたるTTCが常時把握できるようになったため、TSCシステムが除外になった場合も、系統断面に則したTTCを即座に運用に反映することが可能となった。これにより、最過酷状態を想定した現状の運用方法に比べて大幅に潮流抑制量を緩和でき、より一層の経済運用が可能となった。

(2) 運用者支援情報の提示

本システムでは、運用者へのTTCの提供のみではなく、この潮流を実現するための発電機態勢や発電機出力配分など、実運用上必要となる詳細情報も提供することが可能となった。

4 今後の展開

開発したTSCOPFシステムに適用した最適潮流計算法のその他装置への応用を検討していく。



執筆者／龍野正志