

非線形解析理論を用いた新しい発電機制御系設計手法の開発 —振動発散の抑制に有効なPSS定数設定法—

背景

電力システムの安定性の向上を目的とした発電機制御系の設計では、従来、線形解析である固有値解析が多く用いられている。ここでは、小外乱に対しては最適な設計が行われるが、非線形性の影響が大きい大外乱*¹に対しては最適性は必ずしも確保されない。

当所では、これまでに振動発散現象に関して非線形性を考慮できる安定性解析手法を開発してきたが*²、これを発電機制御系の設計に適用し、振動発散に対する安定性を高めることで限界送電電力を増加できる可能性がある。

目的

振動発散の抑制に有効な非線形性を考慮した発電機制御系設計手法を開発し、その有効性を検証する。

主な成果

1. 非線形性を考慮した発電機制御系設計手法の開発

既開発の非線形解析手法を基に、振動発散に対する安定性を向上させる発電機制御系の設計手法を開発した。概要は下記のとおりであり、効率的な定数設定が可能である。

- (1) 基本的考え方：限界送電電力の増加を目的に、大外乱に対する安定性が向上するような設計を行う。但し、小外乱を対象に最適化を行う固有値解析に基づく手法と比較すると、小外乱に対するダンピング（動揺の減衰）が低下するため、これを許容範囲内に留める（図1）。
- (2) 手順：固有値を用いて最適に設計した制御系定数をスタートとし、既開発の非線形解析手法から得られる安定限界となる振幅を大外乱に対する安定性の指標として、これが拡大するように定数を調整する（図2）。

2. 開発手法の有効性の検証

電気学会標準システムモデルにおいて、開発した手法をPSS（Power System Stabilizer）の定数設定に適用した。その結果、発電機至近端での大外乱事故ケースに対して、限界送電電力が固有値解析に基づく設計と比べて最大で8%程度増加することを明らかとした（表1、図3）。

今後の展開

実規模システムで開発した発電機制御系設計手法の効果を確認してゆく。

主担当者 システム技術研究所 電力システム領域 主任研究員 天野 博之

関連報告書 「非線形解析理論を用いた新しい制御系設計手法の開発—振動発散の抑制に有効なPSS定数設定法—」電力中央研究所報告：R05003（2006年3月）

*1：小外乱、大外乱：小外乱とは緩やかな負荷変動や日常的システム操作などを指し、大外乱とは地絡、短絡事故などを指す。

*2：天野 博之、熊野 照久、井上 俊雄、「多機くし形システムにおける内部共振の解析への非線形動揺安定性指標の適用」、電気学会論文誌B、Vol.125、No.7（2005年7月）。開発手法は、小外乱に対しては安定であるが、大外乱発生時には非線形性の影響によって振動発散が生じる場合に対して、安定限界となる振幅の近似値を解析的に算出できる（図1）。

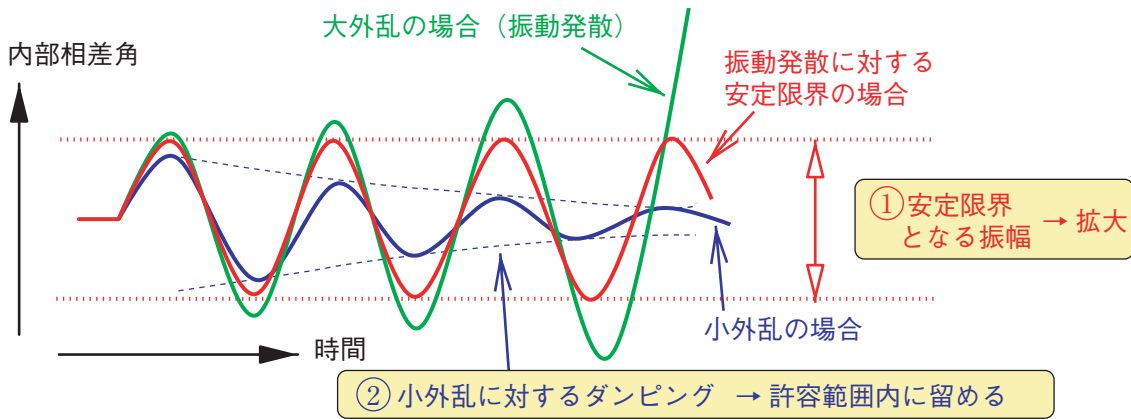


図1 開発した発電機制御系設計手法の基本的な考え方

- ① 大外乱に対する安定性を向上させるために、安定限界となる振幅を拡大することにより、振動発散を抑制する。
- ② 但し、小外乱に対するダンピングを許容範囲内に留める必要がある。

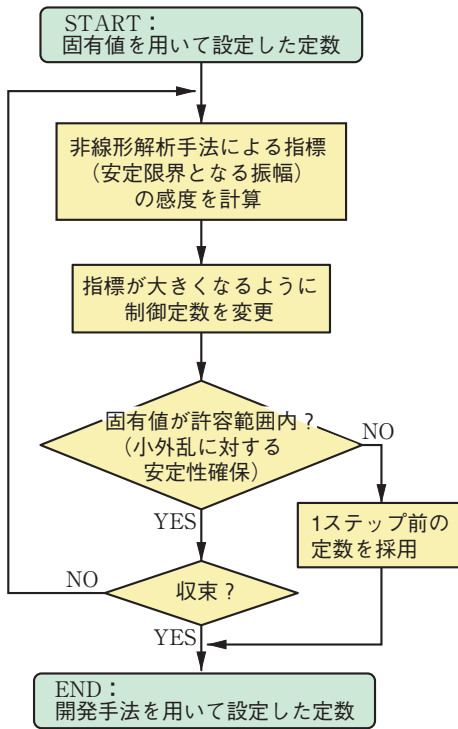


図2 開発手法のフロー図

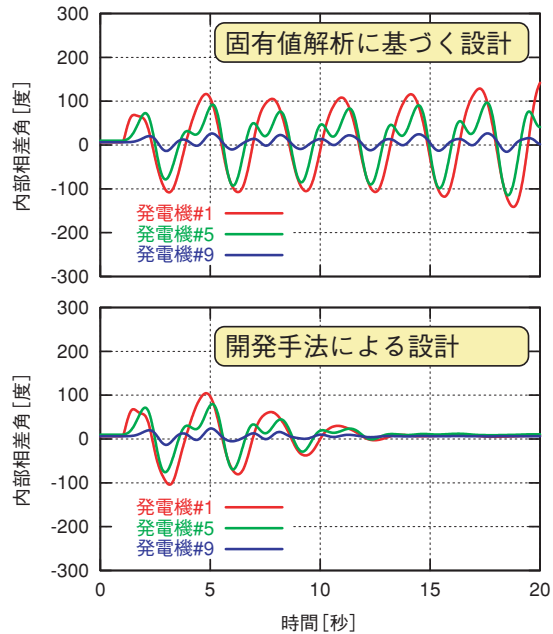


図3 シミュレーション解析例

固有値解析に基づく設計では動揺が発散してしまうような場合に対しても、開発手法による設計によって振動発散を抑制できている。

表1 開発手法による限界送電電力の増加効果

| | | 限界送電電力の増加効果 |
|-----------|---------------|-------------|
| WEST10機系統 | 発電機#1のPSSに適用 | +3% |
| | 発電機#10のPSSに適用 | +2% |
| EAST10機系統 | 発電機#10のPSSに適用 | +8% |