

エクセルファイル「equal-area-method.xls」の説明書

1. エクセルファイル「equal-area-method.xls」に入っているシートは下記の通りです。

シート名	内 容
(TG一体) データ	TG一体ケースにおける発電機の応答を計算したデータ
(TG一体) 等面積法	TG一体ケースで等面積法が成り立つかを確認した図
(TGねじれ考慮) データ	TG間のねじれを考慮して発電機の応答を計算したデータ
(TGねじれ考慮) 等面積法	TG間のねじれを考慮して等面積法が成り立つかを確認した図

2. シミュレーションにあたっては、簡素化したケースを想定し、時系列を下記のようにしました。

- ・地絡時には有効電力の送電はゼロとしました。
- ・1回線送電の時でも、2回線送電と同様の出力式としました。

時刻 (秒)	送 電 状 況
(0 以前)	定格出力 507.10MW、初期相差角 $\delta = 30^\circ$ で運転中。
0~	地絡事故発生により、有効電力=0の状態。
0.05925~	しゃ断器開放で事故が除去され、 $507.10MW \times \sin \delta$ の有効電力を発生。

なお、地絡時や1回線送電時の出力比等をエクセル表上部の入力欄で任意に設定することも可能です。

3. 図では相差角を度 ($^\circ$) で表記していますが、面積計算では、単位を rad で取扱っています。

また、電気出力 $507.10MW = 1 \text{ p.u.}$ として考え、初期相差角 $\delta = 30^\circ$ より、

任意の δ における電気出力は、

$$\text{電気出力} = \sin \delta / (\sin 30^\circ) = 2 \sin \delta \text{ (p.u.)}$$

として取扱っています。

この時、区間 $[a, b]$ において、電気出力 ($2 \sin \delta$) と横軸によって囲まれる面積は、

$$\int_a^b (2 \sin \delta) d\delta = [-2 \cos \delta]_a^b = 2 (\cos a - \cos b) \quad [\text{単位 : rad} \cdot \text{p.u.}]$$

として計算しています。

4. 誤差計算の結果は次の通りでした。

ケース	結 果
(TG一体) の場合	0.42%で、等面積法がほぼ成り立つことが確認できました。
(TGねじれ考慮) の場合	9.65%で、等面積法が成り立つとは言いがたいようです。

これは極めて当然なことだと思われれます。なぜなら、等面積法の導出は一般的な文献にあるとおり、原動機と発電機をひとつの慣性モーメント (慣性定数) として取扱っているからです。

この結果が示唆することは、シミュレーション結果 (通常はルンゲ・クッタ法が使われているところを、私はミックスオイラー法で計算しましたが、結果は遜色ないと思っています。) で見るとおり、発電機の相差角の波形そのものが、T・Gのねじれを考慮した場合とT・G一体の場合とで異なるということです。

これを有意な差とみるかどうかについては、私の现阶段での知識・経験ではコメントすることはできませんが、T・G一体モデルを用いて軸ねじれのトルクを計算することは無理があるように思います。

5. シートを印刷される際の注意

「(TG一体) 等面積法」、「(TGねじれ考慮) 等面積法」は各1枚で印刷されますが、

「(TG一体) データ」、「(TGねじれ考慮) データ」は相当な枚数になるのでご注意願います。