

高速移相器を用いた動揺抑制の検証

E95008 植木 俊哉

指導教員 藤田 吾郎

1 ま え が き

電力システムの安定化制御技術には、発電機レベルの制御とネットワークレベルの制御の代表的な二つの制御方法がある。ネットワークレベルの制御では、パワーエレクトロニクスの素子及び利用技術の発展は目覚ましく、高圧大容量のサイリスタ素子また自己消弧能力を有する GTO サイリスタ素子が実用化され、それに伴い電力分野での重要性が高まっている。なかでも移相制御は、送電線に流れる電力の伝送量と方向を自由に変わることができるため系統安定度および送電能力の向上、系統高度化のためには重要な制御策である。本研究では、電圧・位相差を高速かつ連続に変化させることのできる高速移相器(HSPS:High Speed Phase Shifter)^{[1][2]}を系統内に設置して、電力潮流の変動、動揺抑制の検証を行う。

2 理 論

<2-1> HSPS の原理^[1] HSPS とは、送電線に直列に変圧器を設置するもので、あらかじめ定めたアルゴリズムに従って、その両端の電圧・位相差を高速、約 300ms 程度の遅れにて連続的に制御できる機器である。

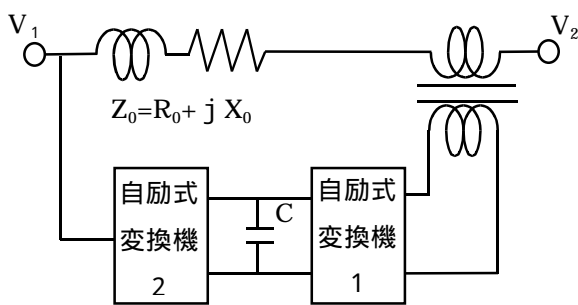


図 1 移相器の基本構成

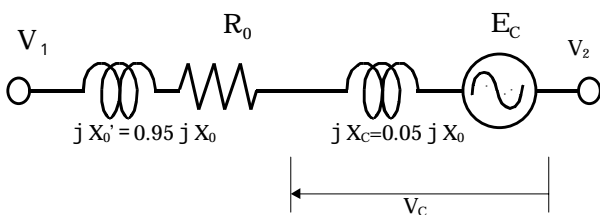


図 2 モデル上の移相器

ここでは、自励式の変換器を用いて発生した任

意の電圧を直列変圧器の二次側に印加する事によって、一次側の電圧の大きさ・位相差を制御するものであり、高速かつ連続的な制御ができる位相調整器を想定している。

<2-2>HSPS の解析方法 HSPS の構成を図 1 に示す。図 1 において、自励式変換器 1 は直列変圧器の二次巻線を励磁するためのインバータで、その直流電圧源はコンデンサ C により与えられる。自励式変換器 2 は系統とコンデンサ C との間にあり、コンデンサ C の電圧を一定に保持するように制御される。

HSPS を解析するために、図 1 の回路において $V_1 - V_2$ 間の関係を表した回路を図 2 に示す。これは、二次側電圧を一次側に変換し、一次側に電圧 E_C と漏れリアクタンス jX_C を直列に挿入するものとして表現した電圧源直列等価回路である。

この回路において、発電所母線(ノード)間に電圧源があると計算できないために等価電流源に置き換えると図 3 のようになる。図 3 において電流源は扱いに困るので、図 4 のようにノード両端に付け替えて、電流源等価形に変換して回路網計算においてノード注入電流の制御により HSPS 導入時の系統現象を解析する。

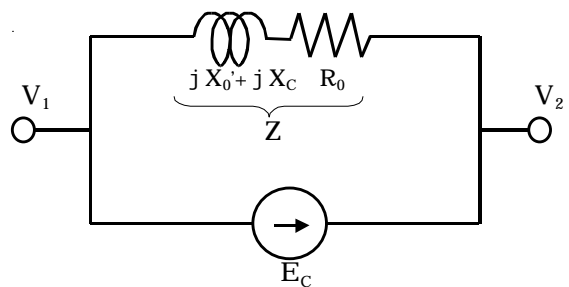


図 3 移相器の等価回路

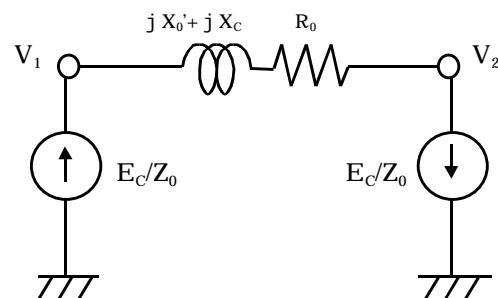


図 4 ノード電流源による等価形回路

<2-3> HSPS の構成 図 5 に示される系は、電

力動揺安定化制御を行う系である。線路潮流 P_e に基づいて制御する系であらかじめ設定した目標潮流 $P_{e,ref}$ との偏差をとり、時間的な変化に应答するようにし、動揺分を検出し、移相量の制御目標値を指示する。

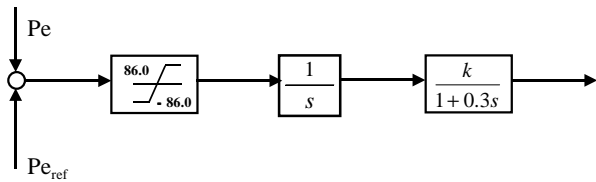


図5 HSPS の構成

3 検討ケース

図6のような、3機9母線の系統モデル^[3]を使用する。母線5-7間で0.05秒後に地絡事故を起こし、その0.083秒後に故障を除去し、さらにその1秒後に系統を復旧させたときに、母線4-6間にHSPSを設置したときと設置しないときで、潮流変動のグラフなどを比較してHSPSの効果、動揺抑制の検証を行う。

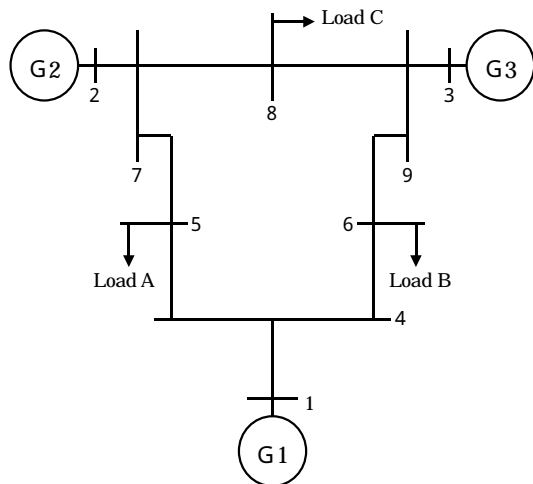


図6 3機9母線系統モデル

4 検討結果

数値シミュレーションを行った結果、図7、図8からわかるようにHSPSを設置したときのほうが、設置しないときよりも潮流の変動の振幅が小さく、かつ速く収束する。ただし、非線形性が強くHSPSのゲインの設定が比較的難しい。

また、事故を起こす場所を変えずに移相器を設置する場所を変えてシミュレーションを行った結果、すべての箇所において潮流の変動は抑制可能である。しかし事故が起きている場所にHSPSを設置したときだけは、各母線の電圧の変動が多少大きくなる傾向にある。

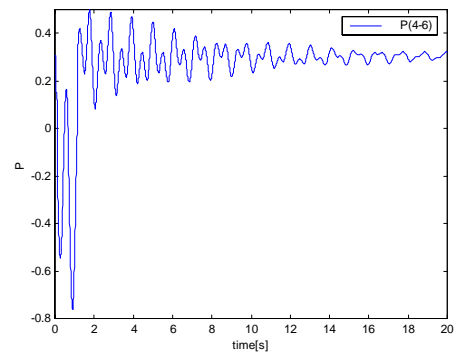


図7 HSPS を設置しないときの潮流変動

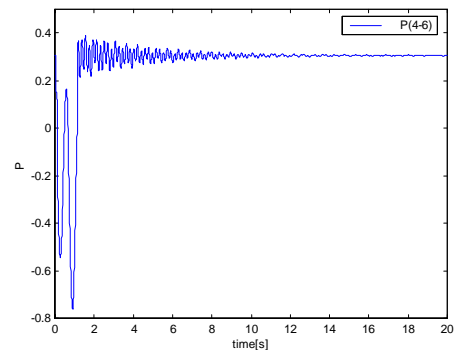


図8(a) HSPS を設置したときの潮流変動

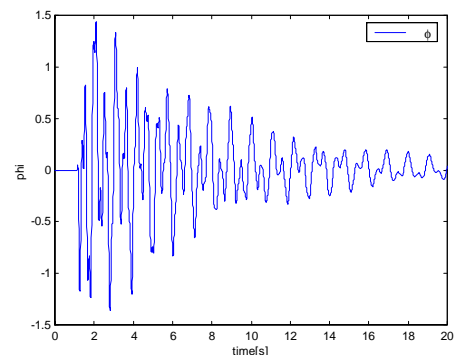


図8(b) 位相角

5 まとめ

HSPS を設置することによって潮流の変動を抑制可能であることが判明した。HSPS を設置した場所で事故が起こると母線の電圧が多少大きくなる傾向にある。よって、すべての母線にHSPSを設置し、事故の起こった個所以外のHSPSを動作させれば、より安定した電力が送れることもわかった。

参考文献

- [1] 藤田秀紀・紅林久之・野原哈夫・後藤益雄・鬼頭幸生, 「高速移相器によるループ系統制御」, 電気学会論文誌(B), Vol.114, No.5, (1994-5)
- [2] 石亀篤司・谷口経雄・趙建民, 「高速移相器のモデル化とその電力系統安定化制御への応用」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-98-159, PSE-98-149, (1998-10)
- [3] P.M.Anderson, A.A.Fouad, "Power System Control and Stability", pp.36-45, IEEE PRESS, New York (1993)