

ファジィ理論を用いた電圧・無効電力制御手法の開発

基幹電力系統における制御精度の改善

Development of Voltage & Reactive Power Control Method Based on Fuzzy Theory

Improving the Accuracy of Control in Trunk Power Systems

(電力技術研究所 情報・制御G)

中央給電指令所では自動給電システムにより基幹電力系統の電圧・無効電力制御 (VQC) を行っているが、負荷急変時間帯における制御遅れを避けるため指令員が経験に基づいた先行的補助調整を行っている。そこで、ファジィ理論を適用したVQC処理方式を(株)東芝と共同で開発し、シミュレーションにより制御精度の改善が図れる見通しを得た。

(Electric Power Research & Development Center, Computer & Control Research Group)

The central load dispatching office uses an automatic dispatching system for the voltage-reactive power control (VQC) of the trunk power system and in order to prevent any time lag in the control during periods which are prone to sudden load variations, operators make predictive auxiliary adjustments based on experience. We have developed, jointly with Toshiba Corp., a method to improve the accuracy of the automatic VQC system by adding fuzzy inference to a conventional algorithm. A simulation experiment indicated that the new VQC method will improve the accuracy of control.

1 現状VQCとその問題点

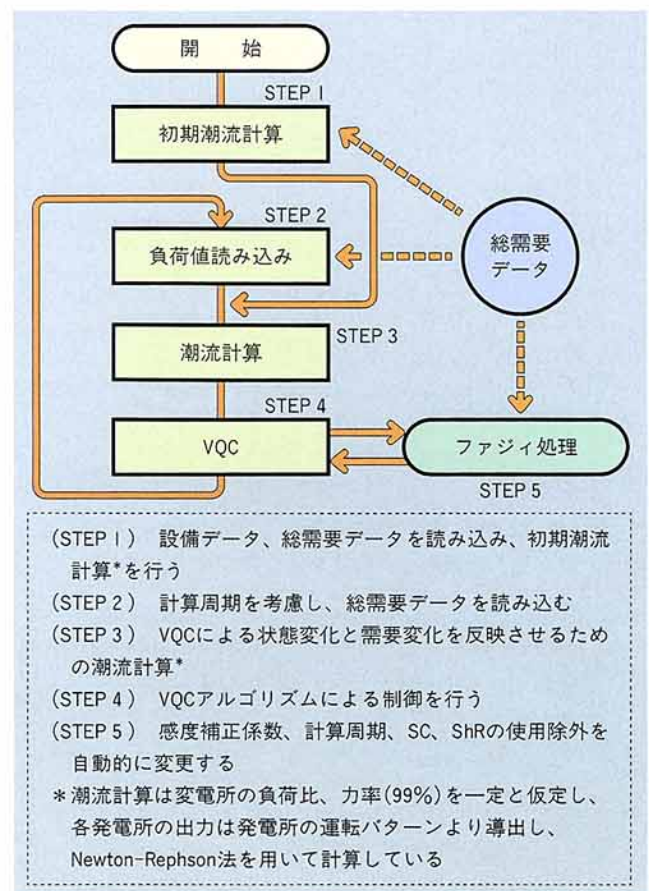
電圧制御を行う場合、監視点における系統電圧が許容偏差内に入るという条件のもとで出来る限り送電損失を軽減させることが望まれる。現状のVQCの場合も先ず、電圧逸脱解消を図るために効果の大きい調相機器 (SC、ShR、LRT、発電機) を順に選択し、次に送電損失の低減を図るといった処理を行っている。本来、VQCは負荷変動に依らず常時自動で行われることが望ましいが、現状のVQCは系統状態を逸脱から修正する形で動作しているために、負荷が急変する場合には完全に追従した操作が実施できないことが予想される。例えば、朝の負荷立ち上がり時、昼時、15時等の負荷急変時間では運転員が経験をもとに負荷の変動を予測して補助調整を施しているのが現状である。従って、運転員の操作と同等な制御が自動給電システムに要求されている。

2 ファジィ理論を適用したVQC

現状VQCの問題点を解決するために、ファジィ理論を適用した処理をVQCのパラメータである感度補正係数、制御周期、SC/ShR操作ロック、重み係数の導出過程に施した。これらVQCパラメータとパラメータの決定要素である総需要変化率、調相機器動作回数、設備余力、時刻をそれぞれメンバーシップ関数で表わし、ファジィ制御の分野でよく用いられているマムダニの方法 (min-max-重心法) によりVQC各種パラメータ値を決定する。ここで総需要変化率を各種パラメータ決定に取り入れるることにより、ある程度の先行的制御を実現した。

3 シミュレーション

ファジィ理論を適用したVQCの動作を検証するためにエンジニアリング・ワークステーション (東芝製 AS3260C) を用いてシミュレーションを行い、現状のVQCとの比較を行った。第1図にVQCシミュレーションの概略フローチャートを示す。現状VQCとファジィ処理を付加したVQCの違いはSTEP5のファジィ処



第1図 VQCシミュレーションの概略フローチャート

理が加わるか否かであり、潮流計算等はすべて同じ処理である。総需要データは自動給電システムから吸い上げた1分刻みの実績値を使用している。また、総需要変化率は3分先の需要実績値を用いて算出している。

VQCの評価項目としては電圧制御精度と機器の動作回数を用いた。また、ファジィ処理と同等な処理をロジックで構成したもの（ロジック処理）でシミュレーションを行ない、ファジィ処理の有効性を確認することとした。

[評価項目]

(1) 電圧制御精度

許容電圧からの逸脱量の総和で評価を行う。

①基準値を外れた部分の面積の総和

- 上限外れ面積：UPPER-S
- 下限外れ面積：UNDER-S

②許容外れ平均電圧

(2) 調相設備の動作回数

SC、ShR、LRT毎の動作総数

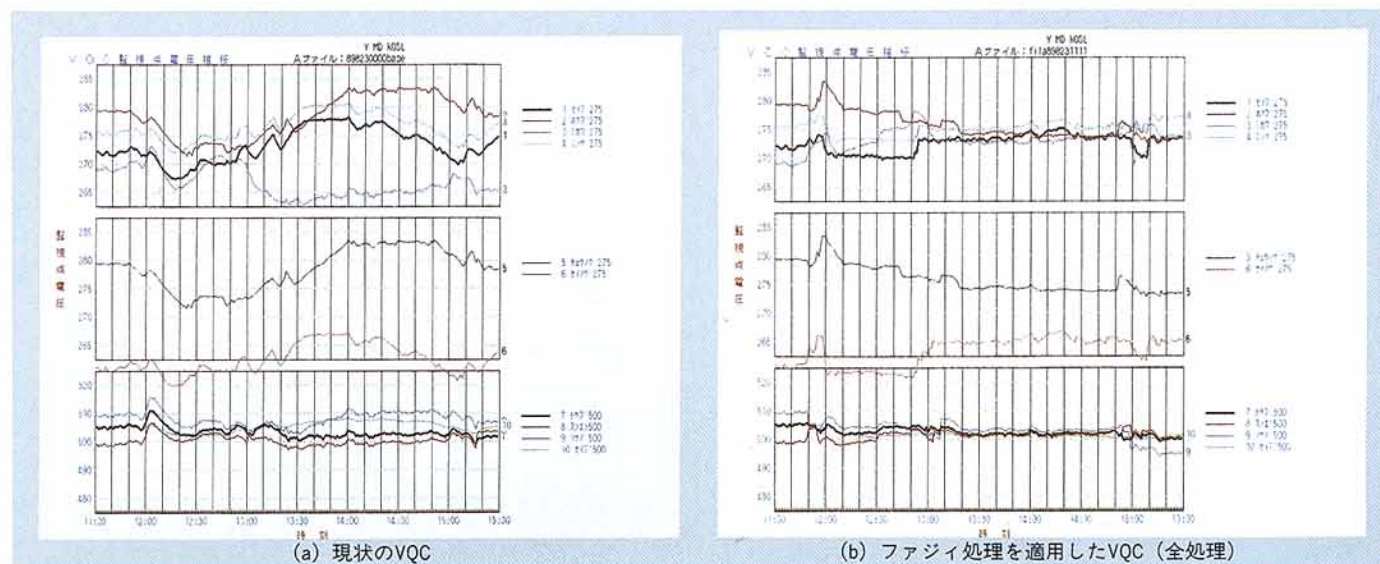
[シミュレーション結果と評価]

重負荷時データ(89.8.23)のシミュレーション結果を第2図、第1表に示す。第2図は系統電圧推移を、

第1表は“東部変電所500kVの母線電圧”における各VQC処理方式の比較を示す。制御精度と調相機器の動作回数はトレードオフの関係にあり、評価の難しいところであるが、トータル評価としてファジィ処理が有効であることを確認した。VQC各種パラメータの処理については、感度補正係数、制御周期は有効であるが、SC/ShR操作ロック解除、重み係数変更処理はこれ単独では十分な効果が得られない。一方、ロジック処理もかなり良好な結果が得られたが、系統状態に柔軟に対応できるファジィ処理の方が良い結果となった。ファジィ処理はメンバーシップ関数の初期チューニングを試行錯誤的に行う必要があるが、一度チューニングを終えれば系統変更、負荷変動などに柔軟に対応し、良好な結果が得られるメリットがある。

4 今後の展開

今回のシミュレーションは系統モデルをある程度簡素化して行ったので、系統状態を十分に模擬できていない部分もあったと思われる。実用化に際しては、より現実の系統に近いシミュレーションによる十分な動作確認を実施する必要がある。



第2図 シミュレーション結果

第1表 シミュレーション結果

	面積 (KV・min)		許容外れ電圧 (KV)				動作回数 (回)							
	UPPER-S	UNDER-S	回	Vav+	回	Vav-	+	SC	-	+	ShR	-	+	LRT
処理なし	209.9	-1.31	133	1.60	4	-0.38	2	0	3	0	51	43		
Logic処理	71.4	-0.14	131	0.57	1	-0.56	28	20	28	31	90	76		
Fuzzy処理 (感度補正係数)	113.6	-0.03	133	0.87	1	-0.23	18	13	23	24	67	56		
Fuzzy処理 (制御周期)	132.9	-0.73	144	0.94	2	-0.53	7	1	2	0	50	40		
Fuzzy処理 (SC/ShRロック)	206.3	-0.67	138	1.51	3	-0.27	8	0	2	0	41	37		
Fuzzy処理 (重み係数)	208.4	-1.31	131	1.61	4	-0.38	2	0	2	0	59	53		
Fuzzy処理 (全処理使用)	37.4	-2.12	78	0.51	5	-0.58	22	15	28	31	38	17		