

[例 WO-2]主相対内点法に基づく最適潮流計算法の解析例

(1)目的

[例 WO-1]で適用されたものと同じ電気学会 WEST10 機-O/V モデルに対して、手法の異なる最適潮流計算法を適用し、モデルの妥当性を検証する。また、同モデルに対して安定度制約を考慮した最適潮流計算法を適用し、モデルの有効性について検討を行った。

(2)解析条件

(a)計算手法

主双対内点法を用いた最適潮流計算法⁽¹¹⁾および安定度を考慮した最適潮流計算法⁽¹²⁾

(b)目的関数および制約条件

目的関数と制約条件は[例 WO-1]で用いられたデータを用いた。ただし、安定度制約を考慮した最適潮流計算法においては、ブランチの潮流制約を適用していない。

(3)解析結果

(a)主双対内点法を用いた最適潮流計算法

表 3.31 に[例 WO-1]と同じ条件で燃料費最小化問題を主双対内点法による最適潮流計算法で解いた結果を示す。

表 3.31 燃料費最小化の場合の主双対内点法による最適潮流計算法の適用結果

	主双対内点法	最大エントロピー手法	誤差
燃料費潮流制約無	222,775	222,500	0.12%
燃料費潮流制約有	236,026	235,800	0.10%

表からわかるように、主双対内点法と最大エントロピー法で求めた解の誤差は 0.1%程度であり、収束条件の 0.001 [pu]を考慮すると、ほぼ同じ解に収束していることがわかる。それぞれ、得られた潮流図を図 3.17 と図 3.18 に示す。図中の線路に対する矢印は線路潮流値が正の場合の潮流の向きを表す。[例 WO-1]と比較すると、潮流値が異なる部分が幾つかあることがわかる。これは、最適解の周りに多くの（精度の違いを除いて）ほぼ同じ目的関数値をもつ解が複数存在しているためである。

(b)安定度制約を考慮した最適潮流計算法

文献(12)で用いられている手法は、発電機を背後電圧一定の古典的なモデルで表し、微分方程式を台形法により展開して連立方程式として解を得る手法である。シミュレーションにおいて、ブランチの潮流制約は考慮していない。これは、ブランチの潮流制約が熱容量でなく予めの安定度シミュレーションにより決定されているものであり、本手法ではそれらは自動的に考慮されるべきものであるためである。

安定度制約はブランチ 40 のノード 3 の至近端(点 D)で3相接地故障が発生し、70[ms]後にブランチ 40 の 2 回線のうちの 1 回線の解放により故障除去が行われた場合でも、発電機が脱調しないよう発電機間の位相角に制約を加えた。

図 3.19 に安定度制約を考慮しない場合(以下 OPF と略記)と考慮した場合(以下 SCOPF と略記)の最適潮流計算法の結果を示す。図からわかるように、安定度制約を満足するために G5 の出力が増加し、G3 の出力が減少させられることにより、ブランチ 40 の潮流が減少している。図 3.20 に得られた出力配分に対して、安定度解析プログラム(電力中央研究所の安定度解析プログラム Y 法)を適用し、最大の回

転子角の求めたものを示す。また，図 3.21 と図 3.22 に OPF と SCOPF の場合の G1～G4 と G10 の回転子角を示す。

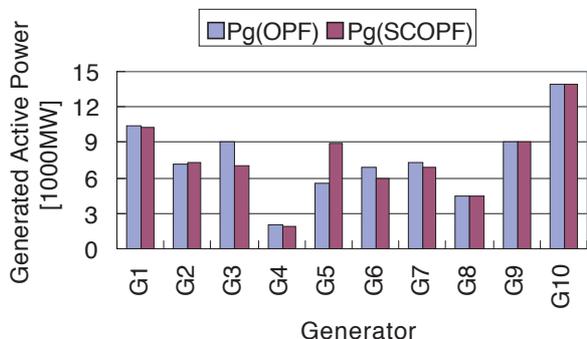


図 3.19 電気学会 WEST10 O/V モデルに対して OPF と SCOPF を適用した場合の出力配分値

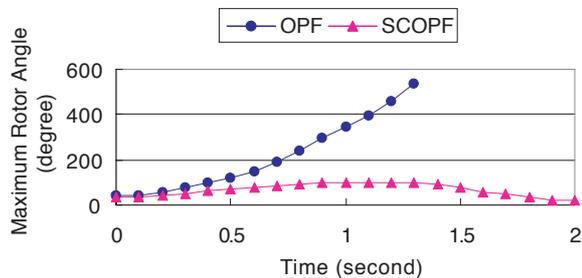


図 3.20 OPF と SCOPF の出力配分値に対する安定度シミュレーションを実施した結果

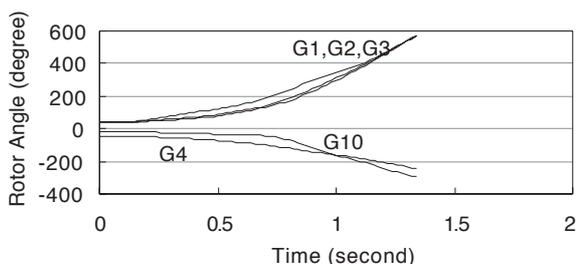


図 3.21 OPF の場合の G1～G4 と G10 の発電機回転子角の過渡応答

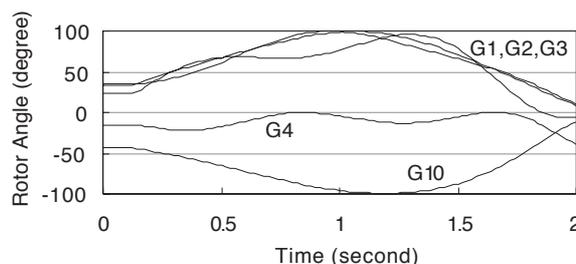


図 3.22 SCOPF の場合の G1～G4 と G10 の発電機回転子角の過渡応答

SCOPF において回転子角の制約を変化させた場合の目的関数値の変化を図 3.23 に示す。

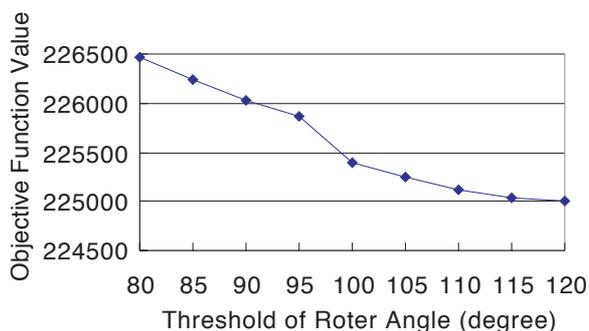


図 3.23 最大回転子角制約を変化させたときの目的関数値

ここで求められた SCOPF により得られた目的関数値は事前シミュレーションにより設定された目的関数値よりもかなり小さい。これは，1 地点での故障しか考慮していないためである。表 3.32 に事故点 A～H で故障が起きた場合の安定(S)/不安定(U)状態を示す。この表から解るように，1 つの想定事故のみを考慮した最適潮流計算法の結果ではすべての事故に対して安定度制約を満足する結果を得ることが出

来ていない。現在，最適潮流計算法において複数の想定事故に対する安定度制約を考慮した最適潮流計算法は研究段階であり，これが実現できると事前シミュレーションによるブランチ潮流制約設定をすることなく最適潮流計算法を適用することが出来るようになるであろう。

表 3.32 A～Hの事故を考慮した場合の SCOPF の安定(S)/不安定(U)状態

Fault	OPF (線路制約無)	OPF (線路制約有)	SCOPF							
			A	B	C	D	E	F	G	H
A	U	S	S	U	U	U	U	U	U	U
B	U	S	U	S	S	U	U	U	U	U
C	U	S	U	U	S	U	U	U	U	U
D	U	S	U	U	U	S	U	U	U	U
E	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
F	S	S	S	S	S	U	S	S	S	S
G	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
H	U	S	U	U	U	U	U	U	U	S
Cost	222,775	236,024	225,624	225,538	225,568	225,399	222,775	222,775	222,775	223,853
Δ Cost	0	+13,249	+2,849	+2,763	+2,793	+2,624	0	0	0	+1,078

参考文献

- (11) Hua Wei, H. Sasaki, J. Kubokawa, and R. Yokayama, “ An Interior Point Nonlinear Programming for Optimal Power Flow Problems with A Novel Data Structure ”, IEEE Trans. on Power Systems, Vol.13, No.3, pp.870-877, August, 1998
- (12) 袁，久保川，佐々木「A Solution of Optimal Power Flows with Transient Stability Constraints」平成 12 年電力技術・電力系統技術研究会，PE-00-29 PSE-00-34, pp.43-48, 2000

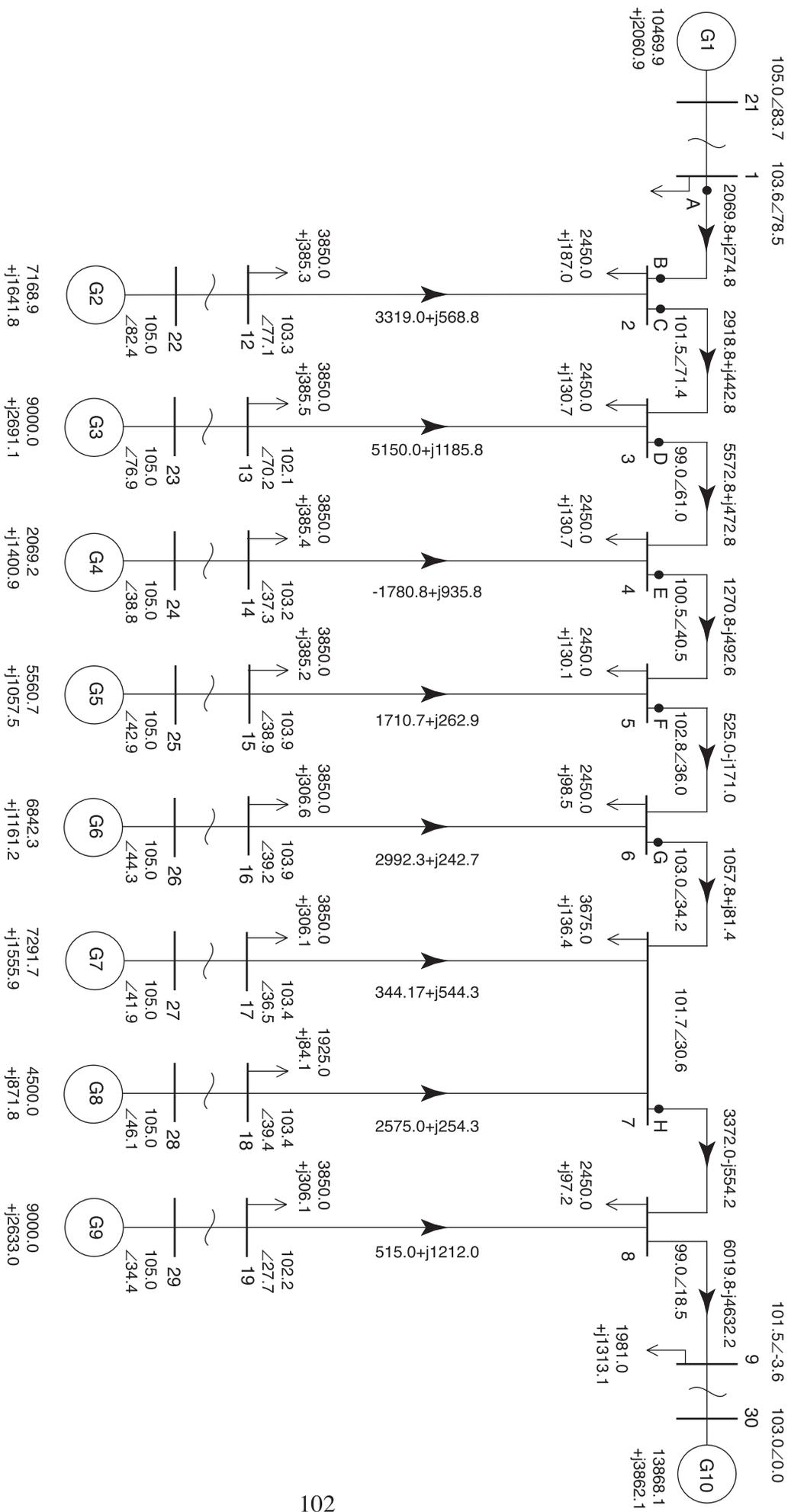


図3.17 [WO-2] 主双対内点法による最適潮流計算アルゴリズムで求めた潮流図 (線路潮流制約なし)

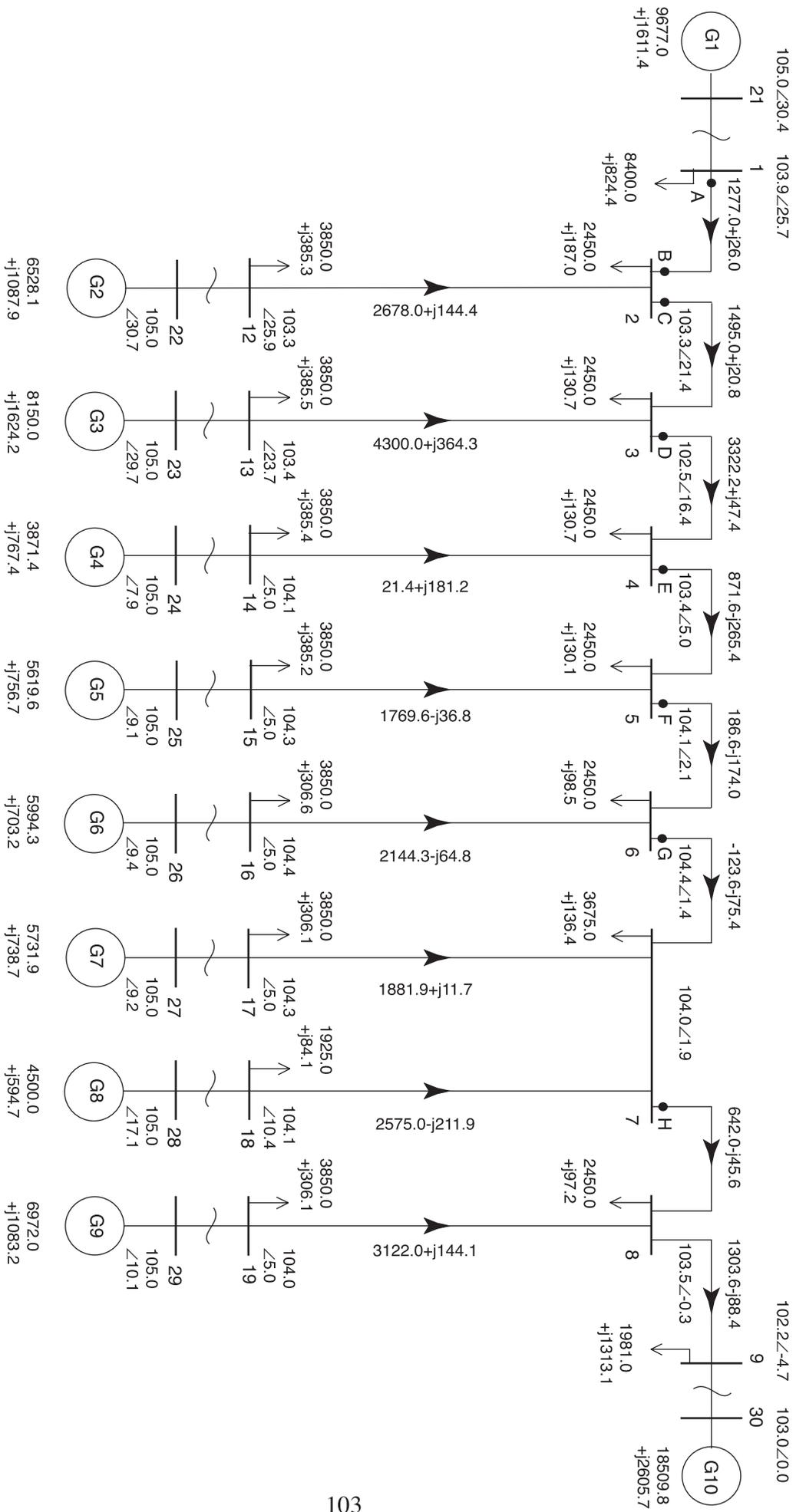


図3.18 [WO-2] 主双対内点法による最適潮流計算で求めた潮流図 (線路潮流制約有り)