

上越火力発電所多軸型コンバインドサイクルプラントモデルの開発

電力系統動特性解析(電中研Y法)用プラントモデルの実機応動との対比

Development of the Joetsu Thermal Power Plant Multi Shaft Combined Cycle Plant Model Comparison of Plant Model Response with Measured Data from Field Tests

(基幹給電制御所 技術課)

(Power System Engineering Section, Central Load Dispatching Control Center)

系統擾乱時の電力系統動特性解析では、発電所のプラント応動が重要となり、これまで一軸型コンバインドサイクルプラントのモデル開発を進めてきた。上越火力発電所は、これまでと異なる多軸型コンバインドサイクルプラントを採用していることから、今回新たな電力系統動特性解析用プラントモデルを開発し、実機応動との対比による精度検証を実施した。

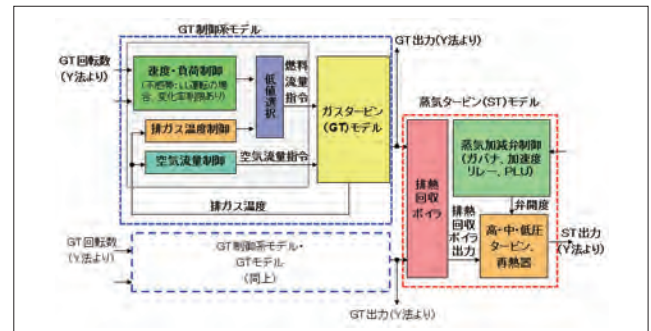
The development of single-shaft combined cycle plant model has been carried out, as the response of a power plant is important as seen in the power dynamic behaviour field tests during power system disturbance. Considering that the unprecedented multi-shaft combined cycle plant model has been implemented in Joetsu Thermal Power Plant, an accuracy analysis by comparison of plant model response has been conducted using the newly developed plant model for the power dynamic behaviour field tests.

1 開発の背景

電力系統動特性解析などの数値シミュレーションを行い、系統運用計画の策定を行っている。火力発電所のプラント応動は、送電線ルート遮断故障や発電機脱落(緊急停止など)などの系統擾乱時に生じる周波数変動に大きな影響を与えるため、高精度な解析モデルが要求される。また、プラント応動は、異メーカー間および同一メーカーでも型式が異なると応動に差異がみられるため、これまで一軸型コンバインドサイクルプラントなど発電機毎にモデル開発し、シミュレーションと実機の試験結果との対比により、その精度検証を実施してきた。

よって制御され、排ガス温度の影響を受ける。しかし、系統擾乱発生から数分間の時間領域では、制御系の応動特性の差異により、プラント応動も差異が生じることから、対象となるプラント制御系から系統擾乱時に応動する部分を抽出し、モデル化を行っている(第1図参照)。

上越火力発電所は、多軸型コンバインドサイクルプラントを当社で初めて採用していることから、これまでとは異なるプラント応動の可能性があり、今回新たにプラントモデルの開発を行うとともに、シミュレーションと実機の試験結果との対比による精度検証を実施した。



第1図 上越火力プラントモデルの構成概要

2 多軸型プラントモデルの概要

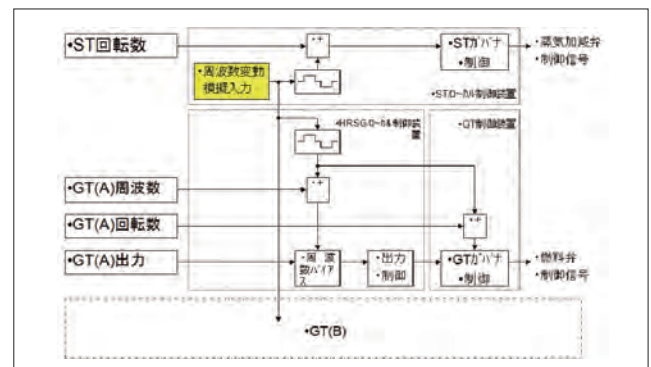
上越火力発電所は、ガスタービン(GT)2基と蒸気タービン(ST)1基から構成されている(2on1ユニット方式)多軸型コンバインドサイクルプラントであり、2on1ユニットを1ブロックとして、4つのブロックから構成されている。起動・停止を除いた通常の出力行領域でのプラント応動を解析することを目的とし、ブロック単位での動作をモデル化の対象としている。

3 開発の成果

(1) 実機応動との比較

実機の応動を確認するために、周波数変動模擬試験(±0.2Hz、±0.5Hzの変動、外気温度は20.5℃)を実施した。周波数変動模擬試験回路の概要を第2図に示す。

プラント諸量としては、電力系統動特性解析上で重要なガスタービン出力(GT出力)、蒸気タービン出力(ST出力)、排ガス温度・流量、空気圧縮機圧力などをモデル化している。



第2図 周波数変動模擬試験回路

多軸型であっても一軸型と同様にコンバインドサイクルプラントの出力は、主として燃料流量と空気流量に

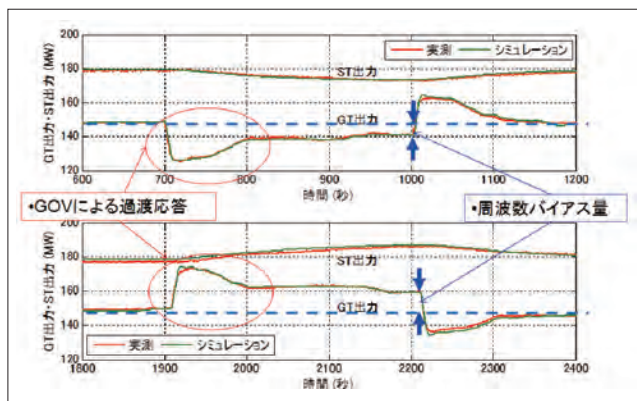
シミュレーションでは、実機と同じように模擬変動加算後の回転数偏差・周波数偏差を制御系に入力し、実回転数偏差をガスタービンに入力している。この実測結果とシミュレーション結果を比較したものを第3図および第4図に示す。いずれの出力・周波数変動に対しても、出力の変化の大きさ・速さなど特徴的な応動をシミュレーションは良好に再現できており、モデルの解析精度は良好である。

(2) ガスタービン(GT)応動

ガバナフリー運転(GF運転)時に周波数が $\pm 0.2\text{Hz}$ 変動した場合、周波数バイアスの不感帯($\pm 0.3\text{Hz}$)よりも小さいため、ガバナ動作で出力が変化した後、もとの出力に引き戻されている。GF運転時に周波数が $\pm 0.5\text{Hz}$ 変動した場合は、ガバナ動作で出力が変化した後、周波数バイアスで補正された出力目標値に落ち着いている。最大出力の場合、周波数の減少方向への変化に対して出力は変化せず、増加方向への変化に対しては出力が減少している(第4図参照)。なお、ロードリミット運転(LL運転)の場合の試験では、模擬周波数変動がGTの負荷・速度制御の不感帯($\pm 0.6\text{Hz}$)を超えないため出力はほとんど変化しない。

(3) 蒸気タービン(ST)応動

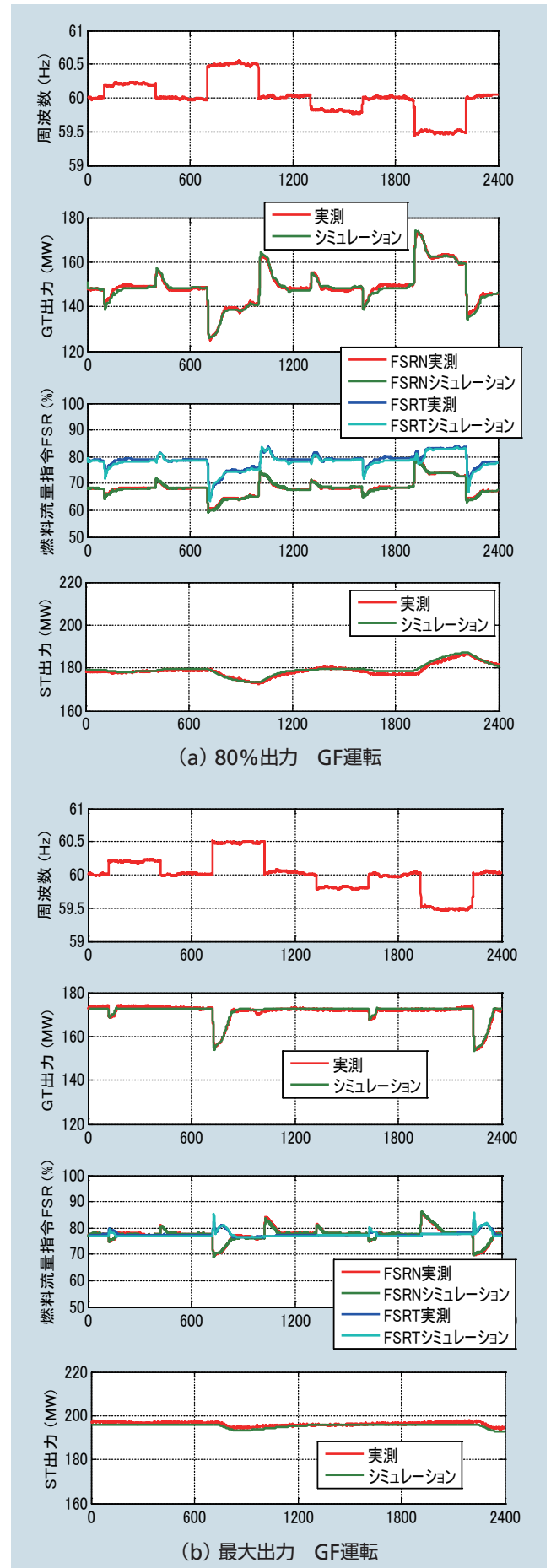
ST出力は、GT出力と比較して数分オーダーでゆっくりと変化している(第3図参照)。周波数変動が $+0.5\text{Hz}$ の場合は、STの高圧蒸気加減弁(HPCV弁)と低圧蒸気加減弁(LPCV弁)が閉動作するが、この程度の閉動作では弁の開度流量特性により、ST出力はほとんど減少しない。



第3図 実機対比拡大(80%出力:GF運転)

4 今後の展開

今回、開発した多軸型コンバインドサイクルプラントモデルの精度検証の一環としてシミュレーションと実機の試験結果との対比を行い、良好に合致することを確認した。今後は、システムの安定運用に関する解析等に用いて、システムの安定運用に貢献していくこととしたい。



第4図 実測対比



執筆者/平神真也