

# 飛騨川水系の電力動揺対策の研究

## 77kV水力系統に接続する発電所の安定化方策

### Research on Power Swing in Hida River Power Generation System

#### Stabilization of Hydro-power Plants Linked with 77kV Transmission Line

(電力技術研究所 電力研究室)

電力系統は、需要に合わせて発電機の出力を調整し、需要と供給のバランスを保って運用している。しかし、雷など種々の外的要因が加わると、系統の電圧などが変化し、その系統に接続する発電機の回転に乱れを与えるなどの電力動揺が発生することがある。飛騨川系統は多くの発電所群があるため、この電力動揺が発生しやすい系統となっている。そのため電力動揺を抑制する方策について研究を行い、二つの発電所に安定化策を実施し、良好な結果を得た。

(Electric Power Research & Development Center, Electric Power Engineering Research Section)

Electric power systems are operated to just meet the demands by adjusting the output power of the generators according to the demands. However, outside disturbances such as lightning strikes cause voltage fluctuations and other troubles in the system. Such voltage fluctuations, may lead to power swings such as the fluctuations of the revolution speed of a generator connected to the system. In the Hida River system, where a number of power plants are located, those are susceptible to such power swings. We conducted a research program on measures to restrict these power swings and stabilization measures implemented in two power plants on the basis of the research proved effective.

## 1 研究の背景

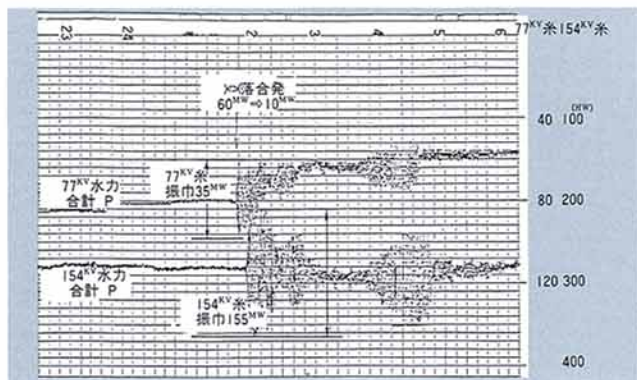
飛騨川水系には、154kV・77kVの発電所が多く（発電所24箇所、発電機数47台：含む関西系）、電力動揺の発生しやすい系統構成となっており、電力動揺が発生した場合は、発電機の出力抑制や系統切替により対応していた。電力動揺は安定した系統運用を行なうためには好ましくないため、これを抑制することが要望されていた。

そこで、昭和62年4月に名倉発電所（第1図）1.2G、昭和63年1月に下原発電所2GのAVR（自動電圧調整器）の感度を低下させるなどの方策を行なった。しかし、昭和63年4月には、第2図のような電力動揺が発生した。

このため、岐阜支店と共同で電力中央研究所の大型計算機を利用し、電力動揺を抑制する方策を検討することとした。



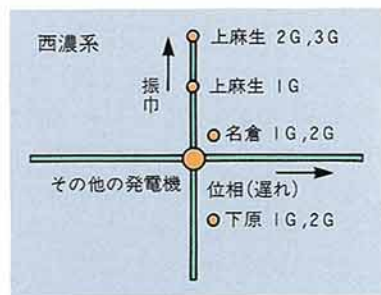
第1図 名倉発電所全景



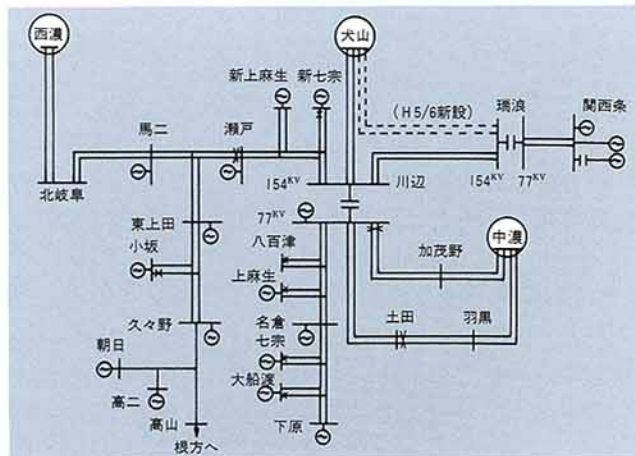
第2図 電力動揺の代表例（S63.4発生時）

## 2 研究の概要

- ①固有値解析法（安定の度合を示す指標）により電力動揺を誘発する発電機の目当てを付けることとし、解析結果から上麻生発・下原発・名倉発が発生原因の主たる場所と推定した（第3図）。
- ②電力動揺を生じたときと同じ系統（第4図）で、潮流も同程度の条件で、遮断器の開閉による試験を行い、系統の電圧変動などを実測した（H1.6.27）。
- ③上記の実測結果が再現できるようにY法（電力中央研究所が開発した安定度解析プログラム）のシミュレーション条件を設定し、これに考えられる各種の対策を入力し、その結果を検討した。



第3図 解析結果



第4図 飛騨川系の系統図



### 3 試験の概要

#### (1) 試験方法

2回線送電線の1回線遮断器を開放した場合の電圧・電力などの変化を記録する。

遮断器を開放する時間は、全てのケースで系統安定周期の判断ができる時間の10~20秒間隔とした。

#### (2) 試験の条件

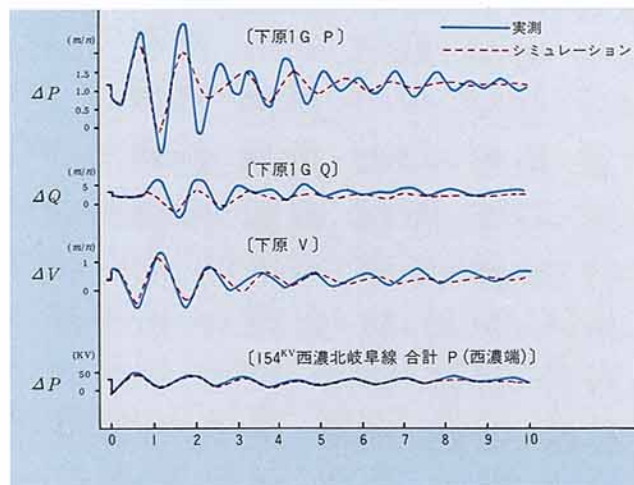
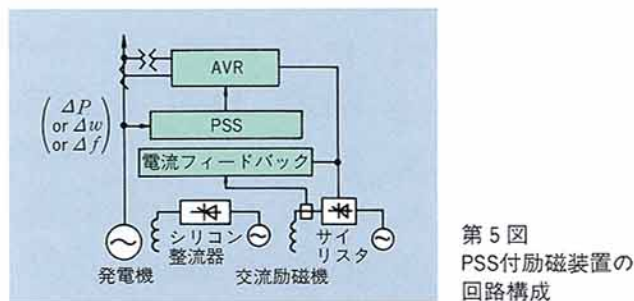
電力動揺は、発電機の出力が大きい時に発生しているため、水系運用面で許容できる範囲の最大出力とした。

また、電圧条件は電力動揺が発生した時と同じ条件とするため、変電所の運転目標電圧およびShRの運用を通常運転とした。

#### (3) 試験の実施

シミュレーションと実測の結果から、上麻生発のAVR定数の変更と名倉発AVRへ、PSS (Power System Stabilizer: 系統安定化装置) 機能 (第5図) を設置し、その結果を確認するため、次の3回の実系統試験を実施した。

- 第1回 (H1.6.27): 系統特性把握
- 第2回 (H2.4.18): AVR定数変更・名倉発2GへPSS設置の効果
- 第3回 (H3.3.15): 下原発1.2GへPSS設置の効果



第6図 シミュレーションと実測比較

### 4 試験結果

#### (1) AVR定数変更および名倉2GへのPSS設置効果

実系統での試験とシミュレーション結果を比較して、もっとも動揺の大きな西濃系における154kV馬二北岐早線1回線切時のP、Q、V波形を第6図に示した。154kV西濃北岐早線の合計P波形から動揺周期を読み取ると、実測は1.29秒、計算は1.29秒 (いずれも4波の平均値) と一致した。

最も単純な中濃系並列で名倉2GのPSS機能あり、なしの比較を行った結果では、PSSなしでは30秒以上たっても動揺が収束しないのに対してPSSありでは約15秒で収束した。

第7図に下原1.2G PSS付対策実施後のシミュレーション結果を示した。

#### (2) 下原1.2GへのPSS設置効果

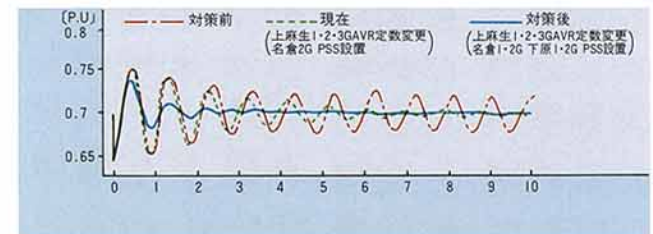
- ①条件 馬二発154kV北岐早線CBoff (西濃系 名倉2G PSS無)

#### ②ダンピング係数と時定数

PSS	項目	波形		減衰比 P2/P1	ダンピング係数 $\frac{\text{Loge}(P2/P1)}{3}$	時定数Sec (シミュレ Pt/PI=e <sup>-1</sup> シミュレ) [0.37倍]
		P1	P2			
有	G1	25.5	4.0	0.1569	-0.617	2.5 (2.9)
	G2	30.0	3.0	0.1000	-0.768	2.4
無	G1	33.0	5.0	0.1515	-0.629	2.6 (2.6)
	G2	32.0	4.0	0.1250	-0.693	2.6

下原PSSの効果は上記数値に於いては顕著ではない。しかし測定波形の7~10秒の持続振動周期並びに振幅において明らかな差異が認められる。

時定数においてはほぼシミュレーションに近い値になっている。



第7図 下原発のPSS設置効果