

# 大井川方面電力動揺の原因解明とその対策

系統解析センターにおける安定度問題への取組み

## Investigation of Causes of Power Swing in Ooi-River Region and Its Countermeasure Actions by Power System Analysis Center as to the Stability Problems

(系統解析G)

平成5年夏季豊水時の深夜に、大井川方面水力発電機群が上位系統との間で大きな電力動揺を引き起こした。電力動揺とは各発電機の運転が安定性を崩した状態をいい、放置すれば系統全体が崩壊に至る可能性のある危険な現象である。このため、当社系統解析センター所有の各種解析装置により詳細な解析を行った。その結果、現象の原因がほぼ解明でき、今後の系統運用上有効な改善策の立案が可能となった。

(Power System Analysis Group,  
Power System Operations Department (???)

At midnight in the summer of 1993 when water flow was rich, a large power swing occurred between the generator groups of the Ooi-River region and the upper power system. A power swing is where the individual generators in a system lose stability, and is a dangerous situation having the possibility of leading to complete system corruption when left as is. Detailed analysis was performed by the power system analysis group utilizing its various analytical instruments, resulting in almost locating the cause for this problem, and established effective improvement measures for future system operations.

### 1 発生した電力動揺の特徴

大井川方面には154kVや77kVで系統に連系された合計10か所、総出力61万kWの中小発電所が水系各所に散在しており、これに対し需要は清水方面の約40万kWの需要を送電し基幹系統である川根変電所に連系している。(第1図) これらの発電機群により生じた平成5年夏季の電力動揺の特徴は

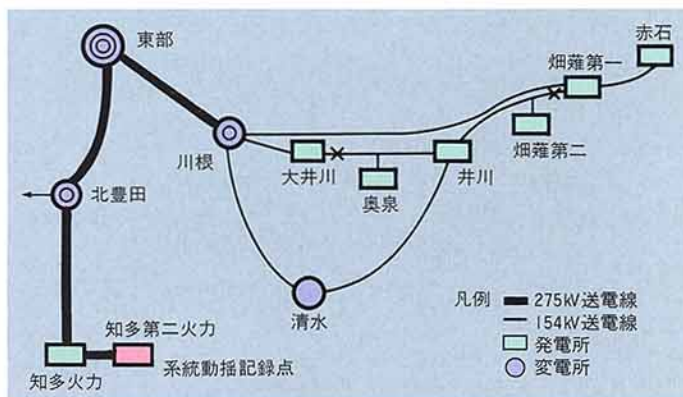
- ①川根変電所において測定された記録から、電力動揺の大きさは最大19万kWと非常に大きかった。
- ②上位系統への突き上げ潮流の増加する豊水時の深夜に発生した。
- ③電力動揺は中部電力系統の全域にまで波及した。
- ④系統各所に取り付けられた異常現象観測装置の記録から、振動の周期は1.1秒であった。(第2図)
- ⑤動揺発生後の措置として、運転員が系統各部の電圧を上昇させることにより動揺が収束した。

以上の現象を系統解析センターのデジタル解析システムにより解析し、アナログ型系統解析シミュレータにより再現試験を行った。

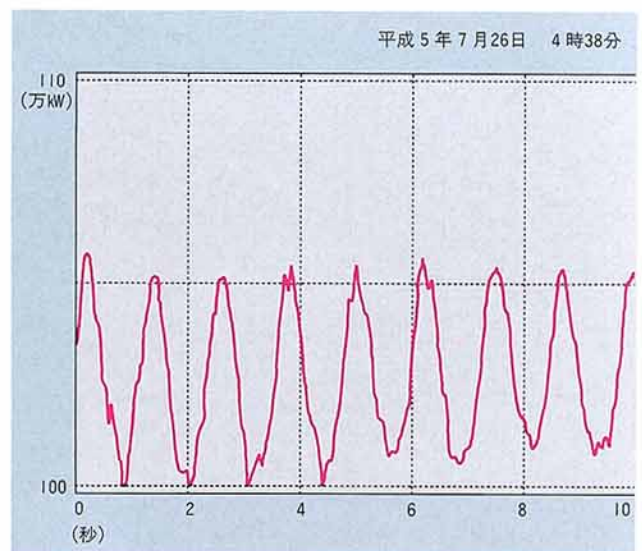
### 2 解析結果

電力動揺発生時の中部電力全系の系統条件、電力潮流、発電機定数をできる限り正確に模擬しS法(定態安定度解析プログラム)によるデジタル解析を行った。その結果

- ①現象発生時の系統はマイナスダンピングの固有値を持ち(第1表)、系統に外乱が加わった場合には周期1.1秒で振動しながら動揺が拡大する可能性がある。
  - ②動揺は、大井川方面の発電機が、安定している本系統を対極として単独に発生する。(第3図)
  - ③周期1.1秒の振動成分は発電機の運転電圧の影響を強く受け、電圧を10%程度上昇させた後には、ダンピングはプラスに変化する。
- ことが明らかとなった。



第1図 大井川方面の系統構成



第2図 知多第二火力発電所の電力動揺記録



### 3 系統解析シミュレータによる再現試験結果

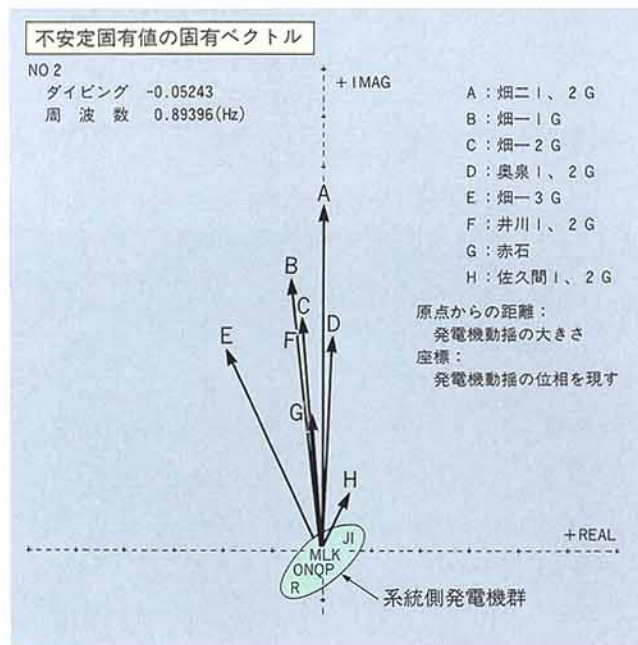
デジタル解析結果をもとに、平成4年10月に完成したアナログ型系統解析シミュレータによる再現試験を行った。その結果は以下の通りである。

- ①実現象と各種解析装置の結果が良く一致し、電力動揺の高精度な再現が可能となった。
- ②平常状態では、発電機の端子電圧が0.9PU程度になると大きな電力動揺が発生する。その後電圧を1.0PUまで上昇させれば電力動揺は収束する。(第4図) このため系統運用上の対策としては、発電機昇圧用変圧器のタップ比変更による電圧上昇が効果が高い。
- ③系統故障時の大きな擾乱に対しては、電圧運用上の対策だけでは動揺が継続する可能性があり、この場合発電機励磁系統に安定化装置(PSS)の取り付けが有効である。(第5図)

合わせて、アナログ型系統解析シミュレータが系統の異常現象を解析する手段としては極めて有効であることを確認した。

1表 S法における固有値計算結果

No.	ダンピング (1/秒)	周波数 (Hz)	固有値安定判別
1	0.08771	0.31992	安定
2	-0.05243	0.89398	不安定
3	0.05919	1.05320	安定
4	0.02967	0.00000	安定

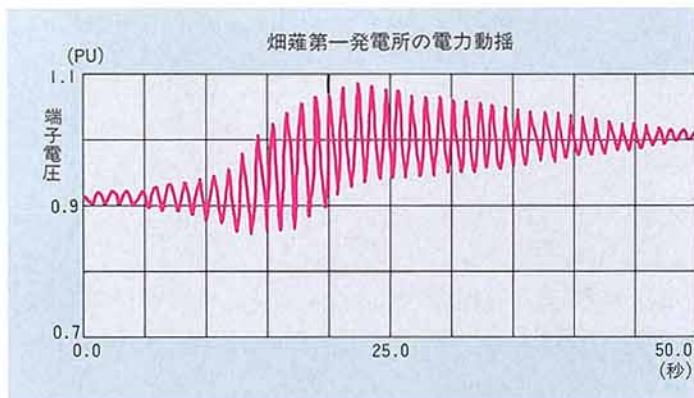


第3図 不安定固有値の固有ベクトル

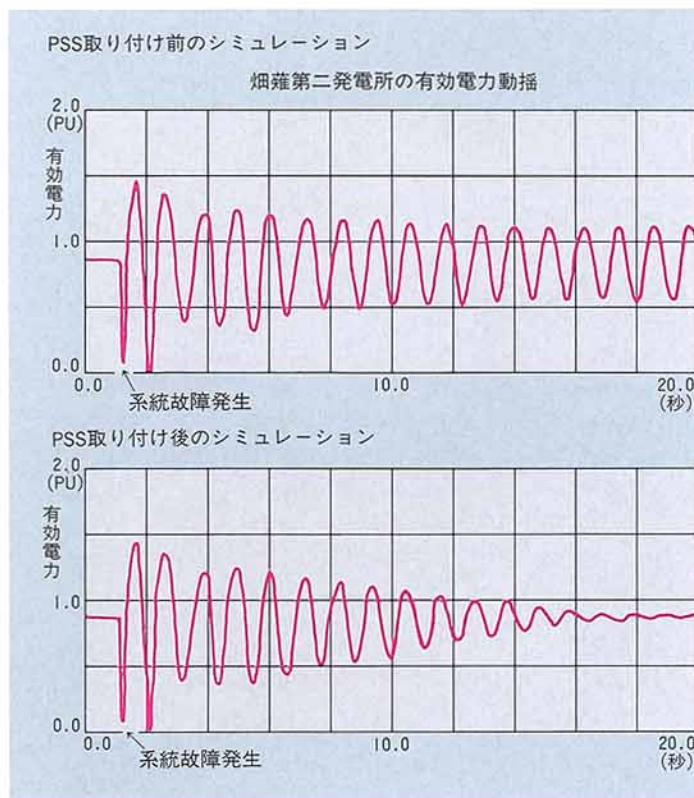
### 4 発電機運用における対応と今後の展開

電力動揺に対する運用対策として、解析結果に基づき発電機変圧器のタップ整定を見直し、可能な限り運転電圧を上昇させることとした。また設備上タップ変更の不可能な箇所は終日遅相運転を実施することにより安定度を向上させた。その結果以後の電力動揺は発生しておらず、今回の運転方式は良好な実績をおさめている。

さらに恒久対策としては、電力動揺の最も大きかった畑薙第二発電所にPSSの取り付けを計画しており、現在解析結果を基に系統における最適制御方式を選定中である。



第4図 発電機端子電圧と電力動揺の関係



第5図 井川清水線の3相短絡故障後の電力動揺