

# 長野方面系統安定化(ISC)システムの検証モデルによる機能検証

過渡安定度と電圧変動の複合問題に対する新系統安定化手法

## Verification of the Integrated Stability Control System Model for Nagano Area

Newly Stabilizing Control Algorithm to Complex Problems of Transient Stability and Voltage Oscillation

(系統運用部 系統技術G)

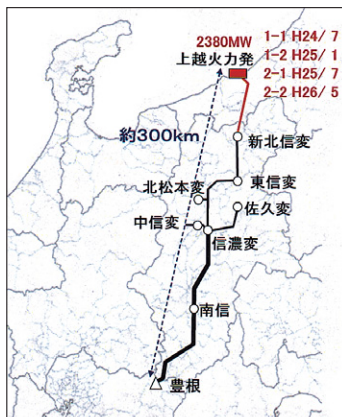
上越火力発電所の新設に伴い、系統安定化対策として新たに長野方面系統安定化(ISC)システムの開発を進めている。この系統で発生する過渡安定度と電圧変動の複合問題に対して、一部の発電機の高速遮断(電制)に加え、調相制御を実施することによる新たな系統安定化手法を開発した。その機能検証としてプロトタイプである検証モデルを製作し、リアルタイムデジタルシミュレータ(RTDS)を利用した検証試験を実施した。

(Power System Engineering Group, Power System Operations Department)

When planning construction of the Jyoetsu thermal power station, we are developing a new Integrated Stability Control (ISC) system for Nagano area to stabilize the power system. To cope with complex problems including transient stability and voltage oscillation in case of power system faults, we developed newly stabilizing control algorithm based on generator shedding and switching of reactive power source. In order to verify the validity of this algorithm, we developed the prototype evaluation model and carried out the verification using real-time digital simulator (RTDS).

### 1 上越火力発電所新設に伴う系統問題

現在建設が進んでいる上越火力発電所は、当社初の日本海側電源(認可出力2380MW)であり、新北信変電所から275kV2回線送電線にて系統接続され、平成24年7月より順次運用開始が予定されている。

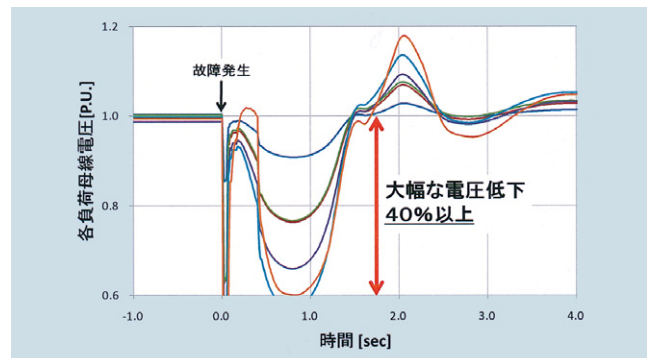


第1図 上越火力新設後の長野方面系統構成

上越火力発電所新設後の長野方面系統においては、過酷な系統故障が発生した場合、発電機の回転数が上昇し系統が不安定になる脱調現象(過渡安定度問題)が発生する。加えて、豊根開閉所～新北信変電所間の電気所では、大きな電圧変動問題も併発する。この過渡安定度問題に対しては、上越火力発電機の高速電制を実施することで解決でき、当社の他系統においてもオンラインTSCシステムによって同様の系統安定化対策を実施している。一方で、電圧変動問題は、大電源である上越火力発電所が基幹系統から300kmという遠端に設置されることによるもので、これまでに例のない長野方面系統固有の問題であり、その要因は大きく次の2つに分類される。

- (1) 基幹系統～発電機間に起こる大きな位相差変動
- (2) 電制による著しい無効電力損失の減少

(1)の大きな位相差変動は、長時間の母線電圧大幅低下を引き起こし、負荷脱落等の現象を招く可能性がある(第2図)。また、(2)は電制による幹線潮流の減少により無効電力損失が減少する(調相設備が余剰となる)ため電圧上昇問題を引き起こし、負荷到達電圧を10%以上上昇させる可能性がある。



第2図 長時間の電圧大幅低下問題

### 2 ISCシステムによる系統安定化対策

前述の問題に対し、ISCシステムでは次の3つの手法により必要制御量を算出し、故障発生後、高速に電制と調相制御を実施することで系統安定化を図る。

#### (1) 過渡安定度維持のための電制

上越火力発電機の脱調防止を目的に、オンライン情報に基づき安定度シミュレーションを実施し、過渡安定度維持に必要な発電機を、運用上の制約も加味して最適な電制を行う。

#### (2) 過渡的な電圧低下防止のための電制

(1)の発電機の脱調防止に加えて、電圧大幅低下の防止に必要な電制条件を付加する。

長距離送電線内の故障により2回線状態から1回線状態になった送電線では、インピーダンスの増加に伴い、

位相差が大きく開き、系統電圧が大幅に低下するため、安定度シミュレーション計算に基づき故障除去後の過渡的な電圧低下が一定電圧以上となるように電制を行う。

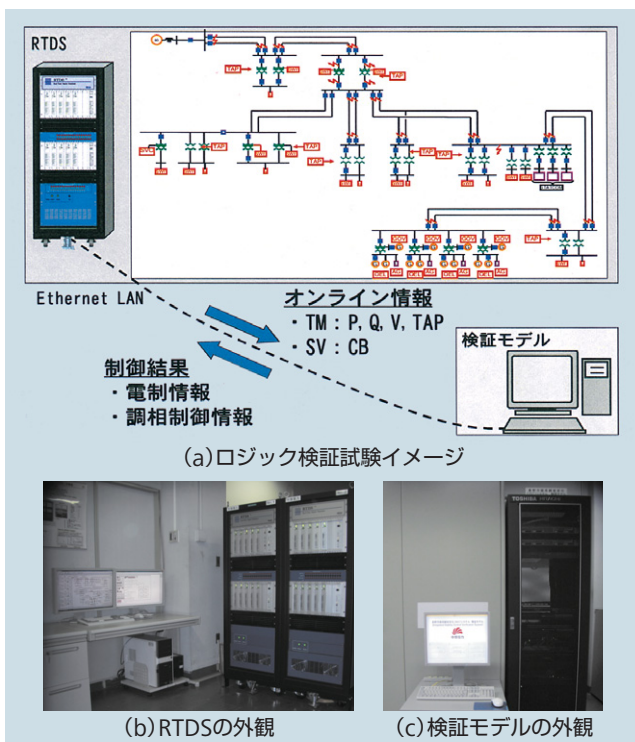
### (3) 電制実施後の定常電圧維持のための調相制御

電制に伴う系統電圧上昇の防止を目的に、系統全体の電圧・無効電力のバランスを最適化する調相設備(電力用コンデンサ・分路リアクトル)の開閉制御を行う。

電制による幹線潮流減少が、無効電力損失を補償していた調相機器による電圧上昇を引き起こすため、系統電圧維持に必要な調相機器を制御する。なお、調相制御対象機器はオンライン情報に基づく潮流計算により決定する。

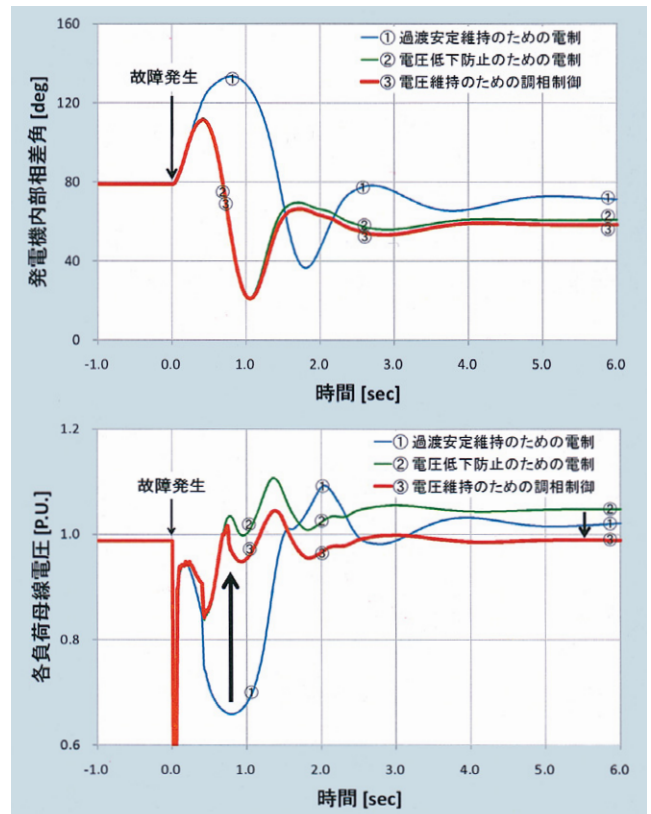
## 3 RTDSを利用したロジック検証

今回、ISCシステムの総合的なロジックを検証するため、主要機能を実装したプロトタイプを検証モデルを製作すると共に、長野方面系統を詳細模擬したRTDSと接続して検証試験を実施することで、新たに開発したロジックの妥当性を検証した(第3図)。



第3図 ロジック検証試験の設備概要

RTDSは数十 $\mu$ sオーダーの計算速度にて瞬時値解析を実施できるリアルタイムシミュレータで、長野方面の対象系統模擬の他、発電機・STATCOMの制御系や線路故障・母線故障時のリレー動作模擬も行う。検証モデルはRTDSから送信されるP、Q、VなどのTM情報・CBなどのSV情報をもとに系統状況を把握し、30秒毎のシミュレーション計算により、対象となる故障条件で系統安定化に必要な制御情報(電制対象機・調相制御機器)をRTDSへ送信する。



第4図 ロジック検証試験結果

検証試験では、検証モデルから送信されてきた選択情報をもとに、RTDSが故障と同時に電制や調相制御を行うことで、RTDS模擬系統の安定化(過渡安定度・電圧維持)が想定通りに行われるかを確認した。

試験内容は、様々な発電機運転態勢や負荷断面を考慮し実施した。第4図に、ある系統断面の検証試験結果(RTDS出力波形)を示す。制御内容は以下の通りである。

- ① 過渡安定度維持のための電制(595MW)
- ② 過渡的な電圧低下防止のための電制(400MW)
- ③ 電制実施後の定常電圧維持のための調相制御(系統全体で480MVar)

制御結果として①の制御により発電機の脱調を防止し、②の制御にて大幅な電圧低下を改善、③の制御にて電制実施後における電圧上昇を抑えることで、故障後の過渡安定度維持のみならず、電圧変動も安定化できていることが分かる。他の断面についても同様に制御効果を確認することができた。

## 4 今後の展開

現在開発中であるISCシステムは、今回報告した過渡安定度と電圧維持機能の他に、長野方面単独系統時の周波数・電圧維持機能、平常時の電圧制御機能など複数の機能を盛り込んだ統合型系統安定化システムである。今後、本システムは製作、現地試験を経て、平成24年6月の運用開始を目指す。



執筆者/安齊邦顕