

# 長野方面系統安定化システム(ISC)の開発

長距離大電力送電システムに適応した新たな系統安定化システム

## Development of on-line Integrated Stability Control System (ISC) for Nagano area

Advanced special protection system for long-distance bulk power transmission

(系統運用部 系統技術G)

(Power System Engineering Group, Power System Operations Department)

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システム(ISC)の研究・開発を進め、平成24年5月9日にその運用を開始した。ISCシステムは、過渡安定度維持機能と分離系統周波数維持機能という異なる機能を初めて統合するとともに、新たな電圧対策機能も盛り込んでおり、発電所運開後に長野方面系統で発生する様々な系統現象への対応を担うシステムとして導入した。

We developed the on-line Integrated Stability Control System (ISC) which can be applied to transient stability, voltage stability and frequency problems to stabilize the power system in Nagano area. ISC system forms an integrated special protection system which bundles several functions such as, i) to maintain voltage and transient stability against faults, ii) to maintain voltage and frequency in case of route cut-off contingency. This system started operating on May 9th, 2012.

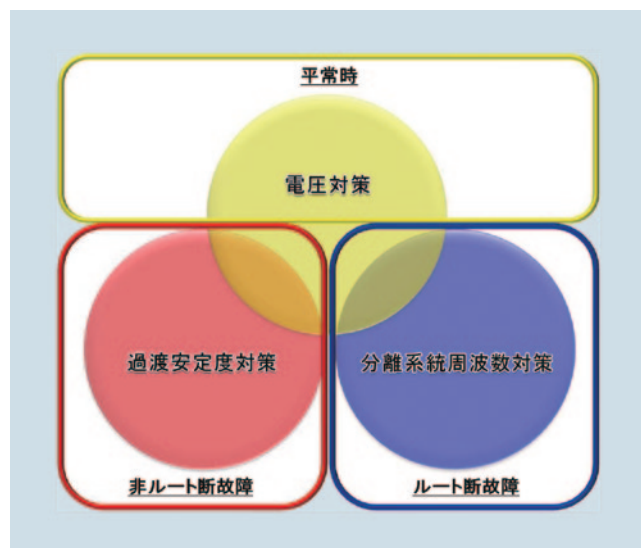
### 1 ISCシステムの導入目的

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月より順次運用を開始している。上越火力発電所で発電した電力は、約300kmにも及ぶ長野方面系統を経由して500kV基幹系統へと送電される。大電力を長距離送電することに伴う大きな電圧変動といった特異な系統現象を含め、長野方面系統に内在する複数の系統課題を解決し、安定した送電を実現するため、安定化システムによる対策が必要となった(第1表参照)。

長野方面系統は、他の系統に比べて、長距離系統であるために送電線インピーダンスが大きく、故障発生に伴って大幅な電圧変動が発生する。そのため、これまで他系統に適応してきた安定化対策(過渡安定度対策・分離系統周波数対策)と併せて、電圧変動にも対応した新たな制御方式が必要となる。また、平常時においても発電機の起動・停止による出力変化が大きな電圧変化を引き起こすため、追従性のよい電圧維持制御が必要となる。そのため、長野方面系統で発生するあらゆる系統現象に対し、必要な機能を集約した統合型オンライン系統安定化システム(ISC: Integrated Stability Control)を開発した。



第1図 上越火力運開後の長野方面系統構成



第2図 ISCシステムの系統対策

第1表 長野方面系統の系統課題と対策

系統の特徴(課題)	対策
大規模電源並列により系統故障時に発電機の脱調現象が発生	過渡安定度対策
送電線ルート断故障により上越火力と長野系統による分離系統が発生	分離系統周波数対策
大電力送電に伴う無効電力損失の変化による大幅な電圧変動が発生	電圧対策

### 2 ISCシステムの主要機能

ISCシステムは、さまざまな系統現象に対応するため、「TSC機能」「緊急VQC機能」「平常時VQC機能」「SSC機能」の4つの主要機能で構成している。第2表に、各機能

第2表 ISCシステムの主要機能

機能	目的	概要
TSC機能 (過渡安定度維持機能)	非ルート断故障時における ◇過渡安定度維持 ◇過渡的な電圧低下防止 ◇電源制限実施時の仕上がり電圧維持	系統故障に伴う発電機の脱調防止及び過渡的な電圧低下防止のため電源制限を実施する。また、電源制限後の電圧変動防止のため調相制御を実施する。
緊急VQC機能 (緊急時電圧維持機能)	◇非ルート断故障時における電圧維持 ◇ルート断故障時における本系統電圧維持 (基幹系統側)	系統故障に伴い電圧変動のみが発生する場合に電圧変動防止のため調相制御を実施する。ただし、非ルート断故障時に大幅に電圧低下する場合には電源制限も実施する。
平常時VQC機能 (平常時電圧制御機能)	◇平常時の電圧維持(負荷変化もしくは発電機起動・停止による出力変化への対応) ◇ルート断故障時の過電圧予防	平常時の電圧を目標電圧範囲内に維持するため、調相制御、上越火力発電機端子電圧制御、信濃変圧器タップ制御を実施する。
SSC機能 (分離系統周波数維持機能)	ルート断故障時における ◇分離系統周波数維持 ◇分離系統電圧維持	分離系統発生時に分離系統内の発電と負荷のバランスをとるため電源制限と負荷制限を実施する。また、制御後の電圧変動防止のため調相制御を実施する。

の目的と概要を示す。さらに、ISCシステムは安定判別や制御条件の演算を、故障発生前に行う事前演算方式と故障発生後に行う事後演算方式の双方を採用することにより、精度の高い系統安定化を図っている。事前演算方式は、演算時間に比較的制約が少ないため、多数の系統状態を考慮した詳細な演算により制御量を求めることができ、故障に対して高速な制御が可能となる長所がある。しかし、想定外の事象が発生した場合には対応できないという短所もある。一方、事後演算方式では、故障様相が確定した後に系統状況の変化に応じた制御が可能となる長所がある。しかし、故障後の系統状況を把握し、制御量を演算するために制御タイミングは事前演算方式に比べ遅くなる短所がある。今回開発したシステムは、事前演算方式と事後演算方式の長所を取り入れ、高速に制御すべき第一段制御はオンライン情報に基づく事前演算方式を、不確定要因等想定外事象に対応すべき補正制御は事後演算方式を採用する新たな制御技術を取り入れている。

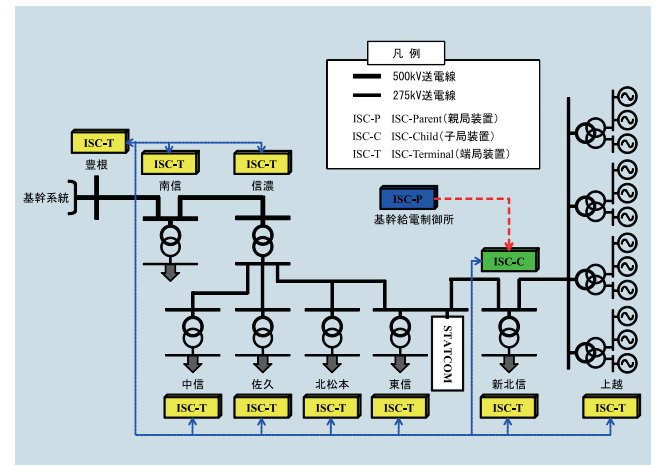
### 3 ISCシステムの装置構成

ISCシステムの全体構成を第3図に示す。システムは、親局(ISC-P)・子局(ISC-C)・端局(ISC-T)の3種類の装置から成り、親局は計算機システム、子局・端局は第二世代デジタルリレーで構成される。

親局では、主に「TSC機能」「緊急VQC機能」「平常時VQC機能」の演算を、オンライン情報に基づき30秒周期で事前演算し、制御量を子局に送信する。子局は端局で検出した故障情報に基づき起動判定を行い、親局の演算結果に基づく制御指令を端局へ送信する。

子局は、故障後の系統情報から、事後演算や「SSC機能」の演算を実施し、端局に制御指令を送信する。最終的に、各制御箇所に設置される端局が、子局からの制御指令と自所のフェールセーフリレー動作を条件に系統

安定化制御を実施する。なお、「平常時VQC機能」の制御は親局からの制御情報を子局経由で端局に送信し、制御を実施する。



第3図 ISCシステムの全体構成



第4図 ISCシステム外観(左:親局、右:子局・端局)

### 4 まとめ

ISCシステムは、随所に新たな制御技術を実装した系統安定化システムであり、長野方面系統の状況に応じて最適な系統安定化制御を実現できる。なお、本システムは平成24年5月、一般社団法人電気学会から電気学術振興賞進歩賞を受賞している。



現所属:本店 流通本部  
工務部 計画G  
執筆者/安齊邦顕