

配電自動化システムへの災害対応機能実装による公衆保安確保の高度化

Advancement of distribution automation system for secure public safety in disaster

突発型地震発生時における公衆保安確保の迅速化や台風襲来時における停電エリアの縮小を目指して

これまで、突発型地震発生時や台風襲来時は、多数の設備被害に伴う公衆感電災害を防止するため、異常を検知した配電線への再送電を停止する設定変更を、都度オペレータが実施していた。そこで、設定変更の自動化など、配電自動化システムに災害対応機能を実装し、公衆保安確保の高度化を実現した。

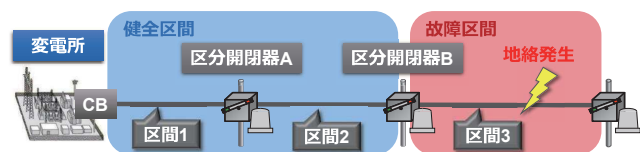
執筆者
 中部電力パワーグリッド
 配電部 配電系統高度化G
 岡本 哲輝



1 背景・課題

配電自動化システムは、配電系統を監視・制御するシステムであり、開閉器の遠隔操作による「業務効率化」や広域な停電の早期検知・健全区間の送電による「供給信頼度の向上」などを目的に、各事業場に設置している。

平時において配電線の地絡を検知した際は、以下のとおり、再送電を実施し、故障区間の切り離しを実施している（第1図）。



- ① 区間3で地絡が発生
- ② 変電所リレーが地絡を検知し、CBが遮断（停電発生）
- ③ ②から約60秒後にCBが自動投入し、区間1を送電（再送電）
- ④ 順番に区分別開器が自動投入し、区間2を送電
- ⑤ 区間3を送電時に地絡が再度発生（故障区間の検出）
- ⑥ 変電所リレーが地絡を検知し、CBが遮断（再停電）
- ⑦ 区分別開器Bの自動投入防止設定（故障区間の切り離し）
- ⑧ 再度CBや区分別開器Aが自動投入し、区間1・2を送電

第1図 配電線地絡検出時の故障区間の切り離し

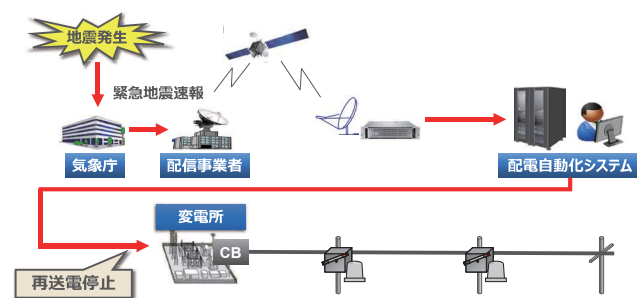
一方で、突発型地震発生時は、電柱倒壊や高圧線の断線など多数の設備被害が想定されるため、公衆感電防止の観点から、CBの自動投入機能（第1図③）の停止（以下、「再送電停止」という）を実施していた。この再送電停止は、発災後にオペレータが変電所毎に操作する必要があるため、管轄する変電所の再送電停止が完了するまでに時間を要していた（課題①）。

また、台風襲来時は、飛来物による高圧線の断線が想定される。高圧線は被覆電線のため、再送電時における断線箇所（充電部）と地面との接し方によって、故障区間を検出する場合と、しない場合がある。このため、台風が襲来し暴風域に入る場合など、断線の蓋然性が高まった場合も、突発型地震発生時の対応と同様に再送電停止を実施していた。これにより、故障区間の検出ができなくなるため、停電が発生した配電線では、必ず全区間停電となり、台風襲来直後の停電戸数が増加していた（課題②）。

2 地震対応モードの開発

(1) 概要

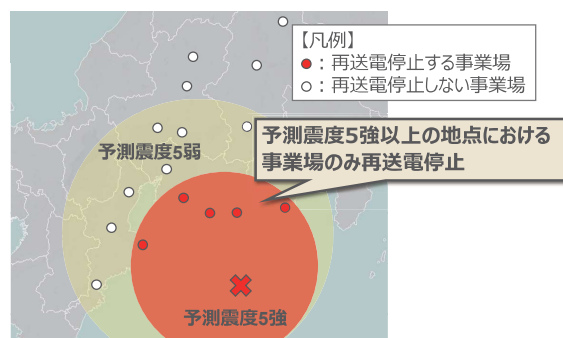
課題①への対策として、地震発生時の迅速な再送電停止を目的に、気象庁から配信される緊急地震速報を活用して、再送電停止をシステムが判断・自動実行する「地震対応モード」を開発した（第2図）。



第2図 「地震対応モード」の概要

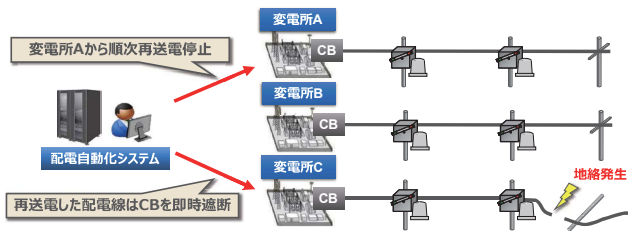
(2) 仕様

震源からの距離など、事業場により設備被害が異なることから、予測震度が一定の閾値（震度5強）以上の事業場のみ、再送電停止を実施する仕様とした（第3図）。



第3図 再送電停止する事業場のイメージ

また、再送電停止は、事業場から管轄変電所に対して順次実行することから、すべての変電所の再送電停止が完了するまでに時間を要する。このため、設備被害による地絡検出が発生するまでに再送電停止が間に合わない変電所が存在する。そこで、再送電停止が完了する前に、CBが自動投入（再送電）した配電線では、システムがCBを遮断する仕様とした（第4図）。



- ① システムが予測震度5強以上を判断し、管轄変電所に対して順次再送電停止を開始
- ② 変電所Aの再送電停止が完了
- ③ 変電所Cが地絡を検知しCBが遮断（停電発生）
- ④ 変電所Cの再送電停止が完了していないため、CBが自動投入
- ⑤ システムが変電所CのCBを遮断（優先処理）
- ⑥ 変電所Bからの再送電停止を再開

第4図「地震対応モード」の動作

(3) 効果

「地震対応モード」を実装することで、オペレータ操作が不要となるため、事業場の管轄変電所すべての再送電停止に要する時間の削減が見込まれる（第1表）。

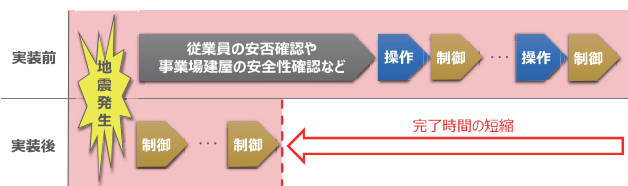
<計算条件>

- ・変電所数は30箇所とする。
- ・オペレータ操作に要する時間は1変電所あたり45秒とする。
- ・制御に要する時間は1変電所あたり15秒とする。

第1表 再送電停止に要する時間

	オペレータ操作	制御	合計
実装前	22.5分	7.5分	30.0分
実装後	—	7.5分	7.5分 (▲22.5分)

また、「地震対応モード」の実装により、従業員の安否確認や事業場建屋の安全性確認などの対応を待たずして再送電停止を開始できるため、再送電停止が完了するまでの時間はさらに早まることが見込まれる（第5図）。



第5図 地震発生から再送電停止完了までの流れ

3 台風対応モードの開発

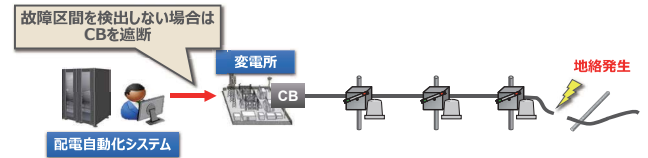
(1) 概要

課題②への対策として、台風襲来直後の停電エリアの縮小を目的に、故障区間の検出有無によってCBの遮断をシステムが判断・自動実行する「台風対応モード」を開発した。

(2) 仕様

再送電後に故障区間を検出した場合は、異常箇所の切り離しができているため、故障区間以外の送電を継続する。一方で、故障区間を検出しない場合は、断線箇所へ

送電継続している可能性があるため、システムがCBを遮断する仕様とした（第6図）。



- ① 暴風域に入った場合、オペレータ操作により「台風対応モード」に切り替え
- ② 地絡を検知した配電線は再送電し、故障区間の検出有無を確認
- ③-1 故障区間を検出した場合は、故障区間以外は送電済
- ③-2 故障区間を検出しない場合は、システムによりCBを遮断（全区停電）

第6図「台風対応モード」の動作

(3) 効果

「台風対応モード」を活用することで、第6図③-1のとおり、故障区間以外の区間を安全に送電できる。このため、停電エリアが縮小し、台風襲来直後の停電戸数の減少が見込まれる（第2表）。

<計算条件>

- ・台風襲来により、停電が発生する配電線は100回線とする。
- ・1配電線あたりの戸数は1千戸とし、各区間に均等に分布しているものとする。
- ・1配電線あたりの区間数は8区間とする。
- ・台風襲来時における故障区間の検出率は50%とする。

第2表 台風襲来直後の停電戸数

	故障区間		停電戸数
	検出あり	検出なし	
未活用時	再送電しないため必ず100千戸が停電		100千戸
活用時	28千戸 (1千戸×50×0.56*)	50千戸 (1千戸×50)	78千戸 (▲22千戸)

※ 故障区間を検出する場合の停電戸数は、以下の算出式により、検出しない場合の約56%となる。

【算出式】

A：配電線の停電戸数
 S：配電線の区間数（8区間）
 a：配電線の戸数

$$A = \left(\frac{1}{s} + \frac{2}{s} + \dots + \frac{s}{s} \right) \times \frac{a}{s} = \frac{s+1}{2s} \times a$$
 よって、

$$A = \frac{9}{16} a \approx 0.56a$$

また、「台風対応モード」の活用により、再送電された区間の巡視（断線有無の確認）を省略できるため、異常箇所の早期発見や早期送電にも寄与する。

4 まとめ

突発型地震や台風対応に係るシステム支援として、配電自動化システムに「地震対応モード」と「台風対応モード」を実装し、公衆保安確保の高度化を実現した。公衆保安確保は当社の重要な使命であるため、さらなる高度化に向けて、引き続き改良を重ねていく。