

電力系統事故時の復旧操作

電力系統事故時の復旧操作調査専門委員会編

目 次

1. 緒 論	3	5. 事故復旧支援機能の現状	49
1.1 まえがき	3	5.1 事故復旧フローとの関連	49
1.2 電力系統事故と復旧操作の現状	3	5.2 事故状況把握機能	49
1.3 内容梗概	5	5.3 事故区間判定機能	51
1.4 略号・用語一覧	6	5.4 復旧操作支援機能	53
2. 電力系統の設備構成と保護	7	5.5 事故情報配信機能	55
2.1 電力系統の概要	7	5.6 その他支援機能	57
2.2 電力系統の設備形成	10	5.7 事故復旧支援機能の変遷	58
2.3 電力系統の保護	13	5.8 訓練用シミュレータ	59
3. 電力系統の運用	17	6. わが国と欧米における広域運営	60
3.1 現状の運用体制と電力系統の管轄範囲	17	6.1 わが国における広域運営	60
3.2 指令操作の概要	18	6.2 欧米における広域運営	65
3.3 平常時の運用	19	7. 最近の停電事例	71
3.4 作業による設備停止時の運用	20	7.1 わが国における停電事例	71
3.5 異常時の運用	21	7.2 欧米における停電事例	77
3.6 事故時の運用	23	8. まとめ	84
3.7 運用申合書	24	8.1 事故復旧操作の今後の展望	84
4. 事故復旧操作の現状	26	8.2 あとがき	85
4.1 事故復旧操作の現状	26		
4.2 モデルケースでの復旧方法	36		
4.3 電気所における自動復旧機能	43		
4.4 事故復旧関連の諸装置	45		

電力系統事故時の復旧操作調査専門委員会委員

委員長	楠 本 孝(北海道電力)	主 な 参 加 者	浅 見 佳 郎(東京電力)
幹 事	北 村 環(北海道電力)		伊 井 洋 一(四国電力)
幹事補佐	山 村 琢 郎(北海道電力)		植 田 圭 輔(早稲田大学)
委 員	秋 山 康 人(東北電力)		江 川 敏 久(東北電力)
	大久保伸一(電源開発)		太 田 泰 俊(北陸電力)
	大 谷 純 一(三菱電機)		尾 上 幸 浩(中部電力)
	大 山 力(横浜国立大学)		北 川 誠 治(関西電力)
	尾崎愛太郎(東京電力)		黒 川 隆 久(三菱電機)
	金 子 和 博(大阪産業大学)		小 関 英 雄(電力中央研究所)
	川 上 智 徳(関西電力)		佐 藤 淳 一(東北電力)
	喜 納 篤(沖縄電力)		鹿 川 泰 史(富士電機システムズ)
	工 藤 謹 正(東 芝)		造 賀 芳 文(広島大学)
	久保川淳司(広島工業大学)		高 尾 利 幸(四国電力)
	小 池 明 文(中部電力)		高 木 浩 三(三菱電機)
	杉 原 弘 章(中国電力)		田 中 泰 生(東京電力)
	高 橋 省(富士電機システムズ)		田 中 博 英(早稲田大学)
	田 所 一 茂(四国電力)		辻 隆 男(横浜国立大学)
	田 村 滋(日立製作所)		辻 尚 志(東 芝)
	林 泰 弘(早稲田大学)		鍋 島 晃(四国電力)
	松 本 吉 永(北陸電力)		橋 本 覚(関西電力)
	森 彰 徳(九州電力)		原 亮 一(北海道大学)
	横 山 隆 一(早稲田大学)		藤 田 吾 郎(芝浦工業大学)
	吉 村 健 司(電力中央研究所)		古 川 俊 行(日立製作所)
	餘利野直人(広島大学)		前 田 和 人(中国電力)
			増 岡 裕 樹(中国電力)
			三 船 裕 稔(電源開発)
			山 下 哲 吏(九州電力)
			渡 部 雅 嘉(中部電力)
			渡 部 浩 司(九州電力)

途中退任	池 田 祐 治(中国電力)
委 員	市 川 嘉 則(東北電力)
	岩 本 伸 一(早稲田大学)
	竹 垣 晋(四国電力)
	谷 喜 文(四国電力)
	津 坂 秩 也(中部電力)
	津 村 一 也(関西電力)
	野 畑 孝 浩(東京電力)
	望 月 英 喜(中部電力)
	柳 田 孫 肖(北陸電力)
	山 口 浩 史(九州電力)

1. 緒 論

1.1 まえがき

わが国では、これまで電力需要の増加や電源構成の多様化を踏まえた送電線の整備を行うとともに、事故波及防止対策を実施するなどの供給信頼度と経済性のバランスを考慮して電力系統を形成してきた。電力各社における系統構成は基本的にループ状系統と放射状系統を組み合わせた構成であり、電力会社間は、連系点を限定したくし型連系系統である。この系統構成は運用管理が比較的容易であり、わが国において、電力会社の電力系統をまたがって停電範囲が連鎖的に拡大するような事故が発生していない要因となっている。

一方、欧米諸国では、北米北東部大停電（2003 年）や欧州西部広域停電（2006 年）に代表されるように、送電線事故などに起因する地域間、国家間にまたがる大規模な停電が発生している。これらの事例では、欧米の電力系統がメッシュ構成であることから系統状況の把握が難しく、系統運用者が想定していない潮流の増加があったことが要因としてあげられているとともに、系統運用者間の連絡方法や復旧手順上の問題も指摘されている。

わが国の情勢に目を向けると、近年に見るインターネットの普及などによる高度情報化社会の進展に伴い、社会生活における電気エネルギーの重要度はこれまで以上に高まってきており、より高品質な電力供給が求められている。停電事故は、短時間の停電においても社会的に大きな影響が発生する状況となっているため、電力系統における停電発生時には、確実かつ迅速な復旧が系統運用者の重要な使命となっている。

わが国では 2000（平成 12）年に特別高圧受電の需要者を対象とした電力小売の部分自由化が導入され、その後、2005（平成 17）年には高圧の需要者まで小売自由化の範囲が拡大された。これに伴って送電線などの利用条件には一層の公平性と透明性が求められるようになり、2004（平成 16）年に電力系統利用協議会（ESCJ）が設立された。ESCJ では、設備形成、系統運用ルール的基本的な考え方を示した「電力系統利用協議会ルール」を策定し、電力各社では、これに基づいた詳細ルールを設けて公表している。

電力系統の事故時復旧操作については、電気学会技術報告（Ⅱ部）354 号「電力系統の事故時復旧操作」（1990 年 11 月発行）において報告されている。本委員会は近年の状況を踏まえ、復旧操作の考え方や復旧操作支援機能など、電力系統事故時の復旧操作全般を明らかにすることにより、系統運用業務の複雑さやそれに対応した高度化の状況を広く社会に紹介するとともに、電力会社固有の技術である系統運用業務の技術継承と今後の電力の安定供給に資することを目的に設置された。

電力系統は一般的に送電系統と配電系統に分けられ、本

委員会では系統運用者が運用する送電系統の事故復旧を対象とした。また、事故復旧は系統操作による復旧と現場の事故設備の修復による復旧があり、系統復旧の技術や知識が集約される系統操作による復旧に焦点をあて、調査を行った。

1.2 電力系統事故と復旧操作の現状

電力系統の事故はさまざまな原因により発生し、設備の損傷状況などにより供給支障量、停電時間の規模に相違が表れる。ここでは、事故の原因や規模について述べるとともに、実際に系統運用者が遭遇する事故の頻度について述べる。

1.2.1 電力系統事故の現状

送変電設備のほとんどは屋外に設置されており、雷、風雨、氷雪、地震、水害、塩じんなどの影響のほか、樹木、鳥獣、飛来物の接触、作業員や公衆の過失などにより、地絡あるいは短絡事故に発展することがある。電力系統に地絡や短絡が生じることを「事故」と呼んでいる。この事故のほとんどは電力設備の設置環境により避けることのできない要因によるものである。

2006（平成 18）～2008（平成 20）年度の 3 年間における原因別事故発生比率を図 1.1 に示す。事故原因の 73%は雷撃であり、鳥獣や樹木などの接触である他物接触が 11%である。雷撃による事故が多い要因は、架空送電線が山間部から都市部まで広範囲に施設されていることがあげられる。雷撃による設備被害を軽減する対策として、送電線の碍子にアークホーンを設置しており、架空地線や鉄塔あるいは電力線に雷撃を受けた場合でも再閉路により復旧する一過性の事故となることが多い。

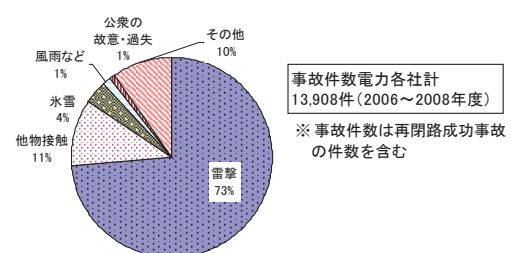


図 1.1 原因別事故発生比率（2006～2008 年度）

需要家 1 軒あたりの年間停電回数と年間停電時間の推移を図 1.2 に示す。1991（平成 3）、2004（平成 16）年度は、大型台風により全国的に被害を受けて停電時間が突出しているが、これを除くと停電回数、停電時間ともに、年代を追うごとに着実に減少しており、1990 年代に入ってから 1 軒あたりの年間停電回数が平均 0.2 回、停電時間が 20 分程度である。これは、1960 年代の再閉路装置の導入拡大や 1970 年代以降におけるガス絶縁化などの新技術の導入、送電線の 2 回線化を含めた系統信頼度を重視した電力系統の設備形成ならびに御母衣事故 [1965（昭和 40）年] や首都