

発電所低圧・制御回路のサージ対策技術に関する研究課題

背景

発電所における低圧・制御回路のサージ現象とその対策技術については、古くから検討がなされ、1976年の電協研報告⁽¹⁾が技術的根拠として長らく用いられてきた。しかしながら近年では、デジタル型保護制御装置など、数十MHzの高いクロック周波数および数Vの低電圧で動作する電子機器の導入が進み、機器の耐電圧および耐電磁環境性能について、再検討する必要性が生じている。また、GIS（ガス絶縁開閉装置）の普及に伴い、主回路側で発生する開閉サージが急峻な波形になっている。このように、発電所に設置される機器およびサージ波形が大幅に変化しており、これらの変化を踏まえた設備設計が求められている。

目的

発電所の低圧・制御回路のサージ現象、障害の実態、試験法および対策技術を調査する。また、関連研究の動向を把握し、取り組むべき研究課題を抽出する。

主な成果

1. 低圧・制御回路のサージ被害と試験法の現状

- (1) 保護制御装置の障害発生率をアナログ型とデジタル型で比較すると、デジタル型が高い傾向にある⁽²⁾（図1）。これは、デジタル回路が、アナログ回路に比べ耐電圧性に劣ることが原因と考えられる。
- (2) 変電所が、気中変電所からGIS変電所に変わることで、主回路側で発生する開閉サージの波形の帯域が、数MHzから数十MHzに広がっており、低圧・制御回路に対し考慮すべきサージ波形を見直す必要がある。
- (3) 現行の試験規格⁽³⁾における耐電圧試験方法は、主として1976年の電協研報告⁽¹⁾における検討内容に基づいている。しかしながら当時は、アナログ型保護制御装置が主流であったため、本試験方法をデジタル型保護制御装置へ適用することの妥当性については未解明である。
- (4) 発電所の低圧・制御回路の耐電磁環境性能試験も、同じ試験規格に規定されているが、これらの試験で用いられる波形が、低圧・制御回路が真に曝される波形を反映していない可能性がある。

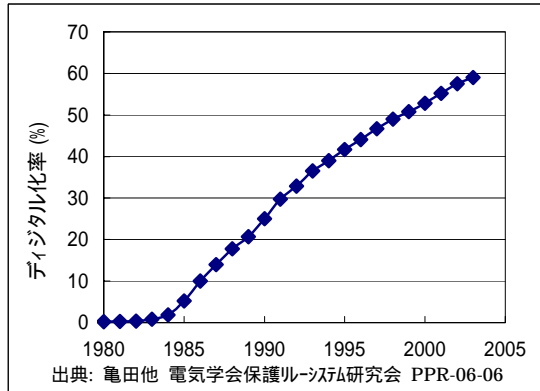
2. 研究課題

発電所の低圧・制御回路における障害の要因と研究の現状を表1に示す。低圧・制御回路に発生するサージ現象に関する研究の現状は、限られた条件の実験による定性的な評価にとどまっており、サージの予測・対策に必要な計算モデルを用いた定量化には至っていない。このため、雷サージ、主回路開閉サージ、および低圧・制御回路内部で発生する低圧直流回路開閉サージによる障害について、以下の課題に取り組み、発電所の低圧・制御回路の合理的な絶縁・電磁環境設計に資することが重要である。

- (1) 現状の設備形態において低圧・制御回路に発生するサージ特性の実験的解明（図2）

- (2) 数値解析による，低圧・制御回路に発生するサージの予測と定量化
- (3) 現状の耐電圧・耐電磁環境試験法や試験電圧値の有効性評価
- (4) より効果的な試験方法の提案，およびガイドブックなどのツール作成

(注1) 「低圧制御回路絶縁設計」，電気協同研究 第32巻 第2号（1976）
 (注2) 「保護制御システムのサージ対策技術」，電気協同研究 第57巻 第3号（2002）
 (注3) 「低圧制御回路試験電圧標準」，電気学会 電気規格調査会標準規格 JEC-0103-2005



要因	アナログ型		デジタル型	
	障害発生 件数	障害 発生率	障害発生 件数	障害 発生率
雷サージ	26	13.6×10^{-5}	60	48.7×10^{-5}
主回路開閉 サージ	3	1.2×10^{-5}	17	13.7×10^{-5}

図1 保護制御装置のデジタル化の推移と障害発生率（件数 / 装置数・年）の比較⁽²⁾

表1 発電所の低圧・制御回路の障害の要因と研究の現状

対象 要因	主回路		低圧・制御回路等	
	過電圧による 故障	過電圧による 故障	誤動作	
			導電性	放射性
雷サージ	現象把握， 定量化，対 策法の整備 済み。	過電圧の定量化 が未解決	定性的な現象の把握が行 われ，試験方法 (JEC-0103) が整備され ているが，試験波形の妥当 性に議論の余地がある。	
主回路 開閉サージ				
低圧直流回路 開閉サージ				

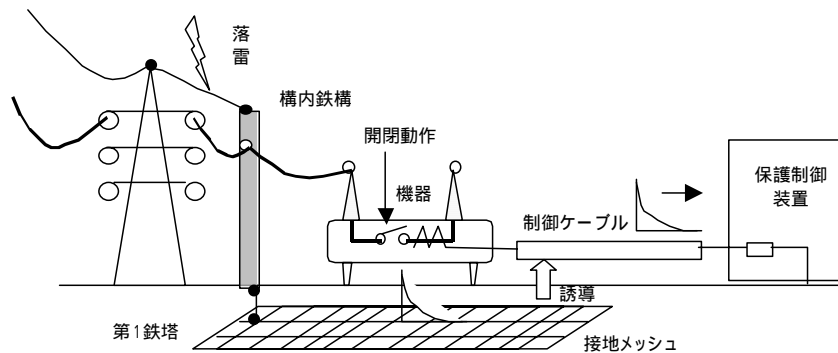


図2 変電所における低圧・制御回路（保護制御装置）へのサージの侵入経路の例⁽²⁾

変電所近傍の送電線への落雷や GIS の開閉動作により発生したサージが，接地メッシュから制御ケーブルへの誘導等を介して保護制御装置へ侵入する。また，保護制御装置内部の接点开閉動作により低圧直流回路開閉サージが生じる。

調査報告 H07001	キーワード：サージ防護技術，雷サージ，開閉サージ，変電所，制御回路
担当者	山崎 健一（電力技術研究所・高電圧・電磁環境領域）
連絡先	（財）電力中央研究所 電力技術研究所 Tel. 046-856-2121(代) E-mail : eperl-rr-ml@criepi.denken.or.jp