

避雷器の評価・適用に関する技術動向

避雷器の評価・適用に関する技術動向調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	5. 電力系統への適用技術	64
2. 要旨	3	5.1 設置方法	64
2.1 調査の対象とした規格類と技術報告	3	5.2 絶縁協調の考え方	68
2.2 調査内容・方法	3	5.3 定格と特性の選定	77
2.3 調査結果の概要	3	5.4 特殊用途への対応	80
3. 酸化亜鉛形避雷器の基本事項	6	5.5 メンテナンス	82
3.1 基本的特性	6	5.6 参考となる技術情報	84
3.2 酸化亜鉛素子	8	5.7 まとめ	94
3.3 技術革新	14	6. 送電用避雷装置の適用実績	95
3.4 避雷器の種類	14	6.1 海外の動向	95
3.5 用語と定義	21	6.2 日本における適用実績	95
4. 酸化亜鉛形避雷器の評価技術	31	7. あとがき	100
4.1 避雷器のストレスと試験法	31		
4.2 エネルギー耐量	50		
4.3 ポリマー形避雷器の固有性能	55		
4.4 耐汚損性能	57		
4.5 IEC および IEEE 国際規格の整合化の方向性	58		
4.6 まとめ	62		

避雷器の評価・適用に関する技術動向調査専門委員会委員

委員長 門 裕 之(電力中央研究所)
幹 事 齋 藤 弘 樹(三菱電機)
柘 植 憲 治(日本ガイシ)
幹事補佐 宮 城 吏(電力中央研究所)
顧問 河 村 達 雄(東京大学)
委 員 阿 嘉 良 昌(東芝エネルギーシステムズ)
石 井 勝(東京大学)
石 崎 義 弘(芝浦工業大学)
市 原 怜(東京電力パワーグリッド)
岩 根 裕 典(関西電力)
楫 野 宏 樹(三菱電機)
後 藤 貴 登(中部電力)
小林三佐夫(サーシフプロジェクトKK)
白 川 晋 吾(東京理科大学)
鈴 木 基 博(東北電力)
関 島 志 郎(東日本旅客鉄道)
竹 田 正 史(北陸電力)
戸 田 成 是(明電舎)
中 島 昌 俊(富士電機)
西 村 誠 介(横浜国立大学)

委 員 福 井 浩 司(音羽電機工業)
綿 引 聡 史(日立製作所)
途中退任 柴 田 健 志(東京電力パワーグリッド)
委 員 岩 崎 慎 也(関西電力)
稲 川 諭 季 彦(中部電力)
福 島 忠 明(中部電力)
伊 東 貞 之(中部電力)
堀 正 彦(北陸電力)
林 屋 均(東日本旅客鉄道)
渡 邊 秀 人(明電舎)
小 掠 健(明電舎)
主 な 貞 廣 光 紀(関西電力)
参 加 者 小 掠 雅 夫(関西電力)
中 川 貴 則(北陸電力)
菅 原 徹(東北電力)
長 谷 川 辰 典(東北電力)
中 村 岳 彦(東日本旅客鉄道)

1. はじめに

1968年に日本で電子回路用酸化亜鉛バリスタが開発され、1975年には電力用避雷器に酸化亜鉛素子が実用化された。JECではこれを基に電力用酸化亜鉛形避雷器の規格を世界に先がけて制定し、評価技術確立してきた。また、酸化亜鉛形避雷器を電力系統に広く適用するに際して、絶縁協調の考え方やサージ解析などの避雷器を効果的に使うための技術は、電力中央研究所報告の各種耐雷設計ガイドや電気学会の技術報告などに展開されてきた。

海外では酸化亜鉛形避雷器の評価・適用技術はIECおよびIEEEにおいて、試験規格並びに適用と選定に関するガイドとして標準化されている。これらの国際標準類は欧米や日本における酸化亜鉛形避雷器の基本技術やフィールド実績などを基にして制定されてきたが、海外における評価技術の進歩や適用の拡大に伴って改訂されてきた。CIGREの技術報告には評価技術の見直しの拠所となった検証データや知見がまとめられており、これらの技術動向の背景や考え方を理解するのに有用である。

避雷器の評価・適用に関する技術動向調査専門委員会（以下、本委員会）では、これらの国際標準における酸化亜鉛形避雷器の試験法および適用技術の動向を整理して国内の規格や標準的な技術との比較対照を行い、海外の技術動向について展望した。これにより、日本国内でも参考となる技術や知見、およびこれらに関わる課題について考察するとともに、海外に発信できる技術情報についても検討した。

2. 要旨

2.1 調査の対象とした規格類と技術報告

2.1.1 試験規格

- ・IEC 60099-4 Ed.3.0 (2014) "Surge arresters-part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems"（交流用酸化亜鉛形ギャップレス避雷器）
- ・IEEE Std. C62.11-2012 "IEEE standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits (> 1 kV)"（交流用酸化亜鉛形避雷器）
- ・JEC-2374:2015 「酸化亜鉛形避雷器」
- ・JEC-TR-23002:2008 「ポリマー形避雷器」（テクニカルレポート）

2.1.2 選定・適用ガイド

- ・IEC 60099-5 Ed.2.0 (2013) "Surge arresters – Part 5: Selection and application recommendations"（避雷器の選定と適用ガイド）
- ・IEEE Std. C62.22-2009 "IEEE Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems"（交流用酸化亜鉛形避雷器の適用ガイド）

- ・電中研報告 H07 「送電用避雷装置適用ガイド」

2.1.3 技術報告

- ・CIGRE TB 544 "MO Surge Arresters Stress and test Procedure"（酸化亜鉛形避雷器のストレスと試験法）
- ・電中研報告 H06 「発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド（2011年改訂版）」
- ・電中研報告 T72 「送電線耐雷設計ガイド」
- ・電中研報告 T69 「配電線耐雷設計ガイド」

2.2 調査内容・方法

IEC および IEEE の避雷器の適用・選定ガイド、並びにCIGRE 技術報告では海外で標準的に理解あるいは認識されている酸化亜鉛形避雷器の適用・評価に関する技術情報を提供している。そこで、これらの中から避雷器と酸化亜鉛素子に関する基本事項について紹介した。

CIGRE 技術報告 TB544 には IEC 規格の試験法の考え方や見直す拠所となった検証データなどについて議論しており、これらの概要を紹介するとともに、避雷器の性能評価に関わる課題事項について検討を加えた。また、酸化亜鉛形避雷器の国際標準である IEC 60099-4 に規定される試験法を軸にして IEEE Std. C62.11-2012, JEC-2374:2015 および JEC-TR-23002-2008 における試験法との比較対照を行い、海外における評価技術の動向を整理した。

避雷器の選定と適用ガイド IEC 60099-5 Ed.2.0 (2013)を軸に、解説されている適用・選定に関する技術情報について、IEEE Std. C62.22-2009, JEC-2374:2015 および電力中央研究所報告の耐雷設計ガイド類との比較対照を行い、国内外で標準化されている避雷器の適用技術の動向について調査した。

以上に基づき、IEC および IEEE の国際標準類における酸化亜鉛形避雷器の評価・適用技術を日本国内の規格や標準的な技術と対比し、海外の評価技術を国内の参考とすることができるときの課題を含めて検討した。また、国内から海外に発信できるフィールドでの適用実績や検証事例などの技術情報についても検討を加えた。

2.3 調査結果の概要

2.3.1 避雷器の基本事項

酸化亜鉛素子は導電性の高い ZnO 粒子の間に金属酸化物によるポテンシャルバリアを形成した微細構造を持ち、過電圧による電界で粒子間が導通することにより優れた非線形抵抗特性が発現される。海外においても酸化亜鉛素子の材料技術はこの10～15年の間に着実に進歩してきた。酸化亜鉛素子の電気伝導に関する物性面の研究も多く行われてきており、破壊モードやそのメカニズムに関する研究も進んでいるが、劣化現象に対する研究では解明途上の部分もあるとしている。また、最近の技術進歩として、日本で開