

電磁界計測による雷放電特性と インフラ設備の雷害対策

電磁界計測による雷放電特性調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	4. 最新の雷観測の動向	30
2. 雷リスクマネジメント	3	4.1 雷電流観測	30
2.1 雷リスクマネジメントの基本的考え方	3	4.2 電磁界観測	35
2.2 IECにおける雷関連の規格動向	5	4.3 雷害対策のための雷観測	44
2.3 雷リスクマネジメントの応用例	13	5. インフラ設備の雷害対策	48
3. 落雷位置標定システム	15	5.1 送変電分野における雷害対策	48
3.1 落雷位置標定システムの変遷	15	5.2 配電分野における雷害対策	53
3.2 電磁界観測による雷放電の地域特性・ 季節特性	20	5.3 鉄道の電力分野における雷害対策	58
3.3 位置標定精度と今後の展望	24	5.4 鉄道の信号分野における雷害対策	63
		5.5 通信分野における雷害対策	67
		5.6 風力発電における雷害対策	72
		6. おわりに	74

電磁界計測による雷放電特性調査専門委員会委員

委員長	道下 幸志(静岡大学)	委員	林屋 均(JR東日本)
幹事	井戸川 輝夫(サンコーシヤ)		舟橋 俊久(名古屋大学)
	浅川 聡(電力中央研究所)		松井 倫弘(フランクリン・ジャパン)
幹事補佐	齋藤 幹久(電力中央研究所)		箕輪 昌幸(愛知工業大学)
	柴田 直樹(鉄道総研)		深山 康弘(昭電)
委員	新井 英樹(鉄道総研)		本山 英器(電力中央研究所)
	石井 勝(東京大学)		安井 晋示(名古屋工業大学)
	板本 直樹(北陸電力)		安田 陽(関西大学)
	加藤 正平(東洋大学)		山本 和男(中部大学)
	加藤 潤(NTT東日本)		横山 茂(静岡大学)
	熊田 亜紀子(東京大学)		王道 洪(岐阜大学)
	倉本 昇一(NTTドコモ)	途中退任	清水 雅仁(中部電力)
	栗原 聡史(九州電力)	幹事	
	迫田 達也(宮崎大学)	途中退任	林 雅明(中部電力)
	鈴木 福宗(サンコーシヤ)	委員	佐藤 智之(東北電力)
	関岡 昇三(湘南工科大学)		古河 征二(九州電力)
	真壁 勝久(中国電力)		辻 直一(中国電力)
	馬場 吉弘(同志社大学)	主な	松本 晃(JR東日本)
	林 清孝(中部電力)	参加者	中村 岳彦(JR東日本)
			中村 剛(中国電力)

1. はじめに

わが国の雷害対策の歴史は古く、電力設備の供給信頼度向上への不断の要求により、20世紀初頭から雷観測が継続されてきた。一方、従来技術の雷観測研究分野も、光技術やデジタル技術の広範な適用により、旧来の観測では注目されなかった雷パラメータ（雷電流波形パラメータや落雷頻度等の雷放電特性の具体的な統計データ）が関心を集めるようになった。また、雷パラメータと雷被害の関係の見直しも活発になされてきた。このように、雷観測精度の精緻化に伴い、過去にはそれほど注目されなかった、雷パラメータを正確に把握することで、的確な雷害対策を施すことが重要な課題となっている。

課題の克服のためには、本来は雷放電路のカメラ観測や電流測定など雷を直接観測する事が望ましい。しかし、直接的手法で雷電流測定を実施する場合、年間に測定できるデータ数はほんのわずかであり、バラツキが多い雷パラメータについて統計的に意味のあるデータを得るためには長期にわたる観測が必要になる。このため、多くのデータが容易に手に入る電磁界観測などの間接測定によって雷パラメータを明らかにする技術に期待が高まるのは時代の趨勢である。

近年の LLS (Lightning Location System: 通称、落雷位置標定システム、最近では雷放電位置標定システムが学会での正式名称) では、かなり正確に、各地域の大地雷撃密度等の雷パラメータを求めることが可能になりつつある。これらの観測データを取り纏め公表することは、合理的な雷害対策の確立にとって、極めて重要である。さらに、冬季雷などわが国の季節特性のデータは、世界的にも大きな興味を引くと予想されるために、貴重なデータを取得した研究者等が広くデータを世界に発信することは、この分野での我が国の貢献を示すためにも重要である。

本報告書は、平成 25 年から 3 年間に亘り、電磁界計測により雷放電特性評価技術とインフラ設備の雷害対策への適用に関して調査検討した結果を取り纏めたものである。

主な調査事項は、(1) 雷リスクマネジメント、(2) LLS の変遷と進歩、(3) 最新の雷観測手法、(4) インフラ設備の雷害対策に必要とされる雷パラメータである。

以上により、電磁界計測により雷放電特性評価技術とインフラ設備の雷害対策への適用方法について取り纏める事ができ、また、今後必要とされる観測項目や今後の技術課題についても示す事ができた。

本報告では、以下の用語については略語表記を統一して用いる事とした。

- (1) NLDN(National Lightning Detection Network)
- (2) NALDN(North American Lightning Detection Network)
- (3) JLDN(Japanese Lightning Detection Network)
- (4) LLS(Lightning Location System)
- (5) EUCLID(European Cooperation for Lightning Detection)

これは、時代の変遷や使用目的により、日本語訳が、複数存在するあるいは統一された日本語訳がないためである。例えば(4)LLS に関しては、従来「落雷位置標定システム」という言葉で表され、一般的に使用されてきたが、近年の LLS では雲放電（雲間放電と雲内放電の総称）も標定対象となったために「雷放電位置標定システム」という訳が学会での正式なものとなった。しかしながら、旧来の LLS を雷放電位置標定システムと呼ぶには難があり、現状では雷放電位置標定システムという言葉が定着しているともいえない状況なので、本報告では読者に馴染が深いと考えられる LLS を用いる事とした。

また、以下の用語については、日本語訳が、時代の変遷や使用目的により複数存在するため、「一般にわかりやすい訳」として以下のように統一して表記する事とした。

- (1) Stroke ⇒ 「雷撃」で統一
- (2) Flash ⇒ 「落雷」で統一

2. 雷リスクマネジメント

近年、リスクマネジメントという言葉が盛んに使われるようになってきている。リスクとは、行動の結果を確実に予測できない状態、あるいは行動に伴って不測の結果が発生する可能性がある状態をいう。リスクには、起こりうる結果とその確率が想定されるものから、確率が客観的に想定できない状態、さらにはどのような結果が生じうるかさえまったくわからない状態まで、さまざまの程度がある。個人にせよ組織(企業、政府など)にせよ、ある行動を実行する際に、事前にリスクの状態を評価し、最善の対策を講ずるとともに、事後的に好ましくない結果が生じたときに適切な処置をとる、一連の計画・統制の過程をリスクマネジメントという^(2.1.1)。

本技術報告で取扱う「雷」に関して言うならば、「雷リスクマネジメントとは、雷による設備の被害を合理的に防ぐ方法を構築する」こととなる。

本章では、雷リスクマネジメントの具体的な考え方について述べるとともに、雷に関連する IEC 規格（雷リスクマネジメントの内容を含む）の内容を紹介し、その後日本国内で検討された雷リスクマネジメント（評価）の具体例について述べる。

2.1 雷リスクマネジメントの基本的考え方

雷は自然現象であり、どこでどのような大きさの雷が発生するかを事前に予測するのは困難である。このため、雷による設備被害の発生状況は確率的事象としてとらえる必要がある。このため、雷リスクマネジメントは図 2.1.1 に示す①雷ハザード評価、②雷リスク評価（雷リスクアセスメント）、③雷リスクマネジメントの 3 段階から構成されることが提案されている^{(2.1.2)(2.1.3)}。2.1.1 項以降に各段階の詳細を示す。