



雷および瞬時電圧低下リスクの現状と対策

東京海上リスクコンサルティング(株) エンジニアリング・ロスコントロールグループ
主任研究員 和田 隆司

昔から、地震、雷、火事…と言われているように、雷の恐ろしさは周知の事実となっている。しかしながら、多くの企業や家庭にとって、その被害が必ずしも深刻なものではなかったこと、完全な防護策が無かつたことなどから、雷対策が表面的なものとなっていたと考えられる。更に、産業の高度化・精密化に伴い、機械設備などが雷に対して脆弱化していることから、雷による損害が件数・金額ともに確実に増加している。今回は雷被害増加の要因を考察し、そのリスクの実体と、弊社の考えるリスク評価手法につき解説する。

雷を取り巻く環境

ここ数年の傾向として、年間落雷回数は特に増加傾向は見られないが(注1)、落雷の被害はここ数年確実に増加しており(注2)、その被害額は年間1,000億円～2,000億円に達すると言われている。

このことから、落雷被害の増加の要因は、気象環境の変化にあるのではなく、産業の高度化・精密化に伴う脆弱な(半導体素子を使用し微妙な電流の変化による影響を受け易い)機器・設備の増加と、ネットワーク化の進展による雷進入経路の増加に由来するものと考えられる。

雷による被害

雷による被害の要因には、①直撃雷によるもの、②誘導雷によるもの、

に大別できる。また、直接の雷被害ではないものの、③瞬時電圧低下(以下「瞬低」という)による被害も見逃すことは出来ない。以下各要素につき概要を説明する。

(1)直撃雷

直撃雷は、その名の通り雷の直撃により財物や人体に被害を与えるものである。非常に大きな電流が流れ込み、電気的なエネルギーだけでなく一瞬のうちに熱的、機械的なエネルギーなどに変換され爆発的に放出されることから、様々な設備や機器にまで被害を及ぼす。直撃雷による財物への影響としては、①瞬間的な高温、②電磁力などによる爆発、③木造建物などの発火、④可燃性液体または気体の発火、⑤電気工作物の絶縁破壊、等がある。また、直撃雷を受けた人間は統計によると80%程度が死に至っている。尚、避雷針に落雷したとしても接地極に抜ける引下げ導線の耐電圧が十分でない場合は、建物構造体にスパークが発生し、雷サージが建物構造体に侵入し、設備の破損につながることがある。

◆事例

寺院本堂に落雷し出火。本堂が全焼すると共に隣接する木造二階建て住宅を全焼。住民2名が死亡し、1名が大火傷を負った。

(2)誘導雷

落雷や雷雲の中の放電によって付近の電磁界が急変し、周辺にある通信経路や電力線などに雷サージ(過渡的な過電圧、過電流)が誘導・発生、機器等に侵入し被害を及ぼす。誘導

雷サージの侵入経路は主として「電源」、「通信系入力」、「通信系出力」、「接地」の4経路があり、通信設備やコンピューター等を破壊する。時には電源系にまで被害が及ぶこともある。近年、誘導雷による被害は急増しており、雷被害の増加は誘導雷被害の増加に負うところが大きい。

◆事例

付近に落ちた雷によるサージ電流がアース線より逆流し、木造2階建ての作業所兼倉庫1階の研磨機コンデンサーを直撃。コンデンサーの内部絶縁が破壊され、電流が一気に流れ込んで炎を吹き上げ、木造2階建て作業所兼倉庫が半焼した。

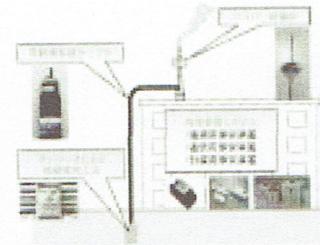
(3)瞬時電圧低下(瞬低)

電力系統を構成する送電線に、落雷や鳥獣類の衝突などにより故障が発生した場合、電力会社側の設備により電力系統から故障点を除去するまでの間、故障点を中心に電圧が低下する現象を瞬時電圧低下(瞬低)と言う。瞬低の発生原因には様々なものがあるが、約6割は落雷によるものと言われている。瞬低の継続時間は0.1秒以下程度から2秒以下程度と大変短いものであるが、業種によっては生産設備・産業用ロボットの停止、異常動作などにより仕掛品などに大きな損害が発生することもある。近年の産業の高度化・精密化に従い瞬低による被害は増加の一途を辿っている。

◆事例

半導体製造工場のコンピューター1,000台が突然停止。クリーンルームへの送風が止まり、生産に欠かせ

雷対策機器設置例



ない純水の供給も停止した。コンピューターの停止から数十分後に復旧したが、集中制御機能の麻痺で、表面酸化、拡散工程の仕掛け品全てが不良品となつた。原因は高圧送電線への落雷とそれに伴う瞬低。電圧は70ミリ秒後に復旧したが、このコンピューターは機器保護のため10ミリ秒以上の電圧低下で電源が遮断される仕組みとなつていて。

雷・瞬低リスクの評価

弊社では、雷リスクの評価及び対策法を、「(1)直撃雷及び誘導雷(雷リスク)」および「(2)瞬時電圧低下(瞬低リスク)」の2通りに分類して考えている。一般的な産業施設における雷リスク、瞬低リスクの着眼点は以下の通りである。

①雷リスクの着眼点

①地域環境、②受電系の状況、③通信・制御系の状況、④接地系の状況

②瞬低リスクの着眼点

①地域環境、②受電系の状況、⑤負荷設備の状況、⑥既設の停電・瞬低対策

以下に各着眼点につき解説する。

①地域環境〔雷リスク・瞬低リスク共通〕

地域により落雷のリスクは大きく異なる。日本で特に落雷の多い地域としては、関東北部、岐阜県、琵琶湖周辺、北陸、九州南部などが挙げられる。また、一般的に山岳地では平地と比較して落雷リスクが高くなる。

世界的には雷多発地域は東南アジア、中央アフリカ、中南米から南米北部の北緯30度～南緯30度の地域に集中している。雷の発生はほとんどが夏であるが、日本海沿岸とノルウェーの大西洋沿岸では冬季に雷が発生することで知られており、その被害も大きい。

瞬低については100km以上離れた場所での落雷による被害が送電線を伝わって波及してくることもあるので、落雷が少ない地域とは言え安心は出来ない。

②受電系の状況〔雷リスク・瞬低リスク共通〕

一般的な産業施設の受電形態は、「a.低圧受電」、「b.特高・高圧受電」、「c.自家用発電設備のみ」の受電に大別できる。

雷サージのリスクは、上記a→cの順に低くなる。瞬低については、「a.低圧受電」に比べ「b.特高・高圧受電」の方がリスクは高くなる。「c.自家用発電のみ」であれば、雷サージ、瞬低リスクともに低くなるが、自家用発電設備自体への雷対策が必要な場合もある。また、瞬低では受電系統の構成(1回線、2回線、スポットネットワーク受電等)も重要な要素となる。

③通信・制御系の状況〔雷リスク〕

通信・制御系の着眼点は、通信回路・制御機器が通信ネットワークを構成しているか、通信ネットワークを構成している場合、それがメタルケーブルによるものか光ケーブルによるものか等により評価できる。一般的に光ケーブルよりメタルケーブルで通信ネットワークを構成している場合にリスクが高くなる。また、別接地となっている建物や外部とネットワークが構成されている場合には、雷リスクが更に高くなる。

④接地状況〔雷リスク〕

接地方案としては、避雷針を除く全ての接地を連結し、同一接地とすることが重要である。この場合ノイズが問題となるが、低電圧で動作する大電流用の避雷管で接地極相互間を接続することで解決できる。また、過電圧に敏感な装置には避雷器を設置することが必要である。

⑤負荷設備の状況〔瞬低リスク〕

瞬低により被害を受ける負荷設備の範囲は、大きくは生産ライン全体、小さくは1装置の制御電源内部など、個々の状況により大きく異なる。さらに電源系統の接続状況等を考慮しながらリスクの実体を把握する必要がある。

⑥既設の停電・瞬低対策〔瞬低リスク〕

停電や瞬低対策として、既に無停電電源装置(UPS)や自家発電設備などを導入している場合には、設備自体の有効性(切り替え時間や保証時間など)や瞬低対策の有無により、その信頼性は大きく異なる。

雷・瞬低リスク対策とコンサルティング

雷・瞬低リスクは前述の要素が相互に影響し合って顕在化するものと考えられる。また、コスト、環境への負荷、対策の優先度合い、すでに設置されている機器との兼ね合い等を考慮し、総合的な判断に基づいて対策を講じる必要がある。従って、企業が雷・瞬低対策を実施する際には、リスクの発見・評価から対策案

の検討まで一貫したコンサルティングを受けることが重要と考えられる。

弊社では、雷サージリスクについては耐雷機器専門メーカーである(株)サンコーシヤと、瞬低リスクについては電源品質保証機器メーカーである日新電機(株)と提携し、以下のコンサルティングサービスを実施している。

(a)簡易診断(雷リスクおよび瞬低リスク)

CD-ROMに納められた約20項目の質問に回答いただくことにより、お客様の雷・瞬低リスク環境・設備状況等を把握し、弱点の明確化、改善のポイント等についてレポートを作成し、一般的な情報を提供するもの。

(b)専門診断(雷リスクおよび瞬低リスク)

現地調査の結果および提出いただいた資料(単線結線図、接地極埋設位置図など)に基づいて、お客様の雷・瞬低リスクの洗い出しを行う。洗い出されたリスクに対して具体的な改善策の提案、対策コストの概算等を提供する。

弊社では、(株)サンコーシャ、日新電機(株)と3社コンソーシアムを設立し、総合的な雷・瞬低リスクに対するコンサルティングを提供出来る体制を構築している。

まとめ

旧来より雷リスクへの対策は難しく、完全に防護することは不可能という考え方根強い。また、瞬低リスクは比較的新しいリスクであり、リスクの実体、対策ともに一般には広く認知されていない。しかし、雷被害の原因解明や対策技術の進歩により、現在では様々な対策手法・機器が開発され、多くの雷損害は未然に防げるようになってきている。

信頼性の高い雷・瞬低リスク対策を講じるためには、まず自社が抱える雷・瞬低リスクの実体を正確に把握・評価した上で、それに見合った対策を実施することが重要である。

注1. 関東甲信越500kmエリア内の落雷回数: 92~96年の平均約11万回/年
→97~01年の平均約10万回/年

注2. 新聞報道された雷被害の件数: 92~96年の平均28回/年→97~01年の平均72回/年