

ノート

通信機器用避雷器の伝送特性に与える雷サージ電流の影響

黒澤 大樹*¹⁾ 瀧田 和宣*¹⁾

Influence of lightning surge current on the transmission characteristics of a surge arrester for communication instruments

Taiju Kurosawa*¹⁾, Kazunori Takita*¹⁾

キーワード：雷サージ電流，避雷器，同軸避雷器，伝送特性，直流放電開始電圧

Keywords：Lightning surge current, Surge arrester, Coaxial surge arrester, Transmission characteristic, DC sparkover voltage

1. はじめに

パソコンをはじめとした情報通信機器は機能が格段に向上したが、電源線や通信線から侵入する雷サージなどの異常電圧や電流に対し脆弱なものとなっている。これらの雷対策の一つとして同軸避雷器などが用いられる。同軸避雷器はアンテナや電子機器を継ぐ同軸ケーブルの中間に挿入し、高周波信号は電子機器へ、アンテナから侵入してくる誘導雷によるサージ電流は大地へと流す役割をする。ただし、過大な雷サージ電流が頻発する箇所に設置されると避雷器が劣化し、性能が維持できなくなることが考えられる。

そこで本研究では、雷サージ電流による避雷器劣化時の伝送特性への影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 電流波形 本研究では、図1に示すような8/20 μ sの標準インパルス電流⁽¹⁾を用いて実験を行った。

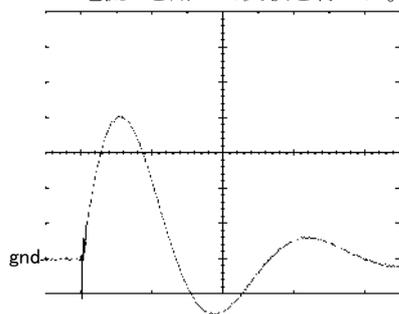
縦軸：電流感度 5kA/div 横軸：掃引時間 10 μ s/div

図1. 電流波形

2.2 同軸避雷器による実験 表1に試料として使用した製品の仕様と通電回数を示す。実験はギャップ式避雷素子を内蔵した3種類の同軸避雷器それぞれ2個ずつに対し、電流耐量に相当する雷サージ電流を連続的に30回まで通電した。5回通電するごとに、直流放電開始電圧、伝送特性、制限電圧を測定した。30回以降は、雷サージ電流値を更に10kA増加させ、続けて実験を行った。

表1. 試料の仕様と通電回数

		試料 A	試料 B	試料 C
仕様	電流耐量	20kA	10kA	10kA
	周波数帯域	DC~2.5GHz	DC~10GHz	DC~2GHz
通電回数		30回まで 20kA	30回 10kA	30回まで 10kA
		31~55回 30kA	30kA100回	31~50回 20kA

2.3 ギャップ式避雷素子による実験 通信線の雷サージ対策などに使用され、同軸避雷器に内蔵される素子と同様の構造のギャップ式避雷素子を4種類用意し、通電回数による直流放電開始電圧と静電容量の変化を測定した。

3. 結果

3.1 同軸避雷器による実験結果

(1) 30回までの通電 試料A (A-1, A-2), 試料B (B-1, B-2), 試料C (C-1, C-2)それぞれについて、電流耐量の電流を30回通電した。この通電では、直流放電開始電圧に多少の変化がみられたが、伝送特性に変化は認められなかった。試料Bを分解して製品内部を目視により観察したところ、2個とも試料内部にあるオスコンタクトとメスコンタクトの接触面において部分的な溶着を確認した。

さらに接触面の明らかな変化を確認するため、新品の試料Bに対して30kA100回を通電し、同様に観察した。このときは、コンタクトの接触面は溶けて短絡した状態になっていた。

(2) 30回以降の通電 試料A, Cについては、30回以降は電流耐量の電流より10kA増加させ実験を続けた。A-1については図2, 図4に示すように、45回通電後に伝送特性、50回通電後に直流放電開始電圧が急激に変化した。資料Aのコネクタを目視により観察すると、通電したオスコンタクトの接触面全体が接触抵抗による放電により、黒くなっているのが確認できた。C-1については図3, 図4に示すように、45回通電後に伝送特性に少し変化が見られたが、50回通電した時点では伝送特性に変化はなく、直流放電開始電圧のみが変化した。

*¹⁾ 技術経営支援室

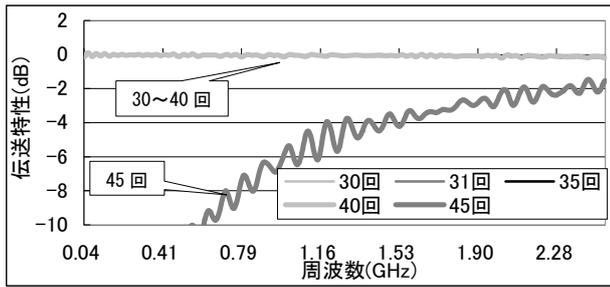


図2. 試料 A-1 伝送特性(30kA 通電)

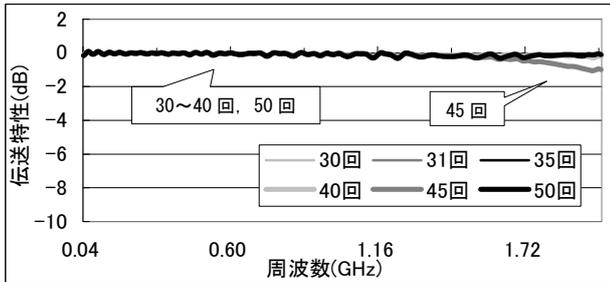


図3. 試料 C-1 伝送特性(20kA 通電)

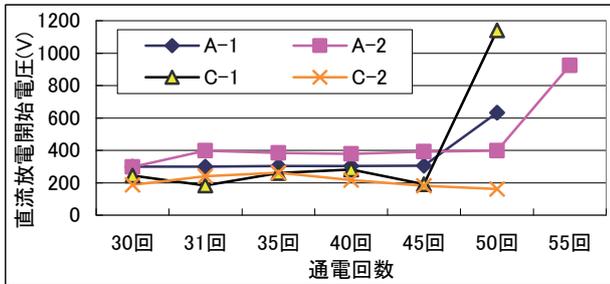


図4. 試料 A, C 直流放電開始電圧

(3) コネクタコンタクト部の接触抵抗 伝送特性に変化の認められた試料 A について、新品コネクタを接続しオスコンタクトとメスコンタクト接触面の接触抵抗をミリオームメータにより測定した。1 回ごとに外し、10 回測定して平均値と標準偏差を求めた。

試料の条件と測定結果を表 2 に示す。結果から、特性の変化した同軸避雷器は新品の同軸避雷器に比べ平均値も大きく、標準偏差も大きくばらついていた。この測定後、A-2 にサージ電流を通電したところ、伝送特性および放電開始電圧が急激に変化し、接触抵抗は無量大となった。

表 2. 接触抵抗の測定結果

	A-1 劣化時 (通電 45 回)	A-2 劣化直前 (通電 50 回)	A 新品
平均	792.6mΩ	12.2mΩ	1.0mΩ
偏差	2325.1mΩ	11.2mΩ	0.04mΩ

3.2 ギャップ式避雷素子による実験結果 電流耐量 20 kA, 直流放電開始電圧 90, 150, 230, 350V のギャップ式避雷素子を用いて実験を行った。雷サージ電流を 1, 5, 10, 20 回通電した素子をそれぞれ 2 個ずつ用意し、通電前後の直流放電開始電圧と静電容量を測定し比較した。

図 5 に通電前後の変化率を示す。同軸避雷器の実験と同様に、直流放電開始電圧に変化がみられた。静電容量については、一部大きな変化が見られたが、通電前はそれぞれ平均 1pF 以下の値であり、今回用いた同軸避雷器の周波数

帯域に対して大きな影響を与える変化ではなかった。

次に素子を分解し、顕微鏡を用いて放電電極表面を観察した。図 6 に撮影した画像を示す。図のように、通電した放電電極表面に変化が認められた。

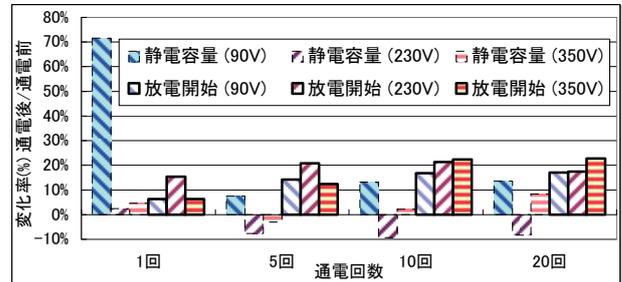


図5. 放電開始電圧と静電容量の変化率



(左から新品, 20kA 1 回通電後, 20kA 10 回通電後)

図6. 避雷素子の放電電極表面

4. まとめ

通信機器用避雷器の伝送特性に与える雷サージ電流の影響について検討した。30 回までの通電の結果から、製品仕様の範囲内かつ 20kA 以下の通電では、直流放電開始電圧は変化するが伝送特性に殆ど影響がないことがわかった。ただし、雷サージ電流によりコネクタコンタクトの接触面が溶着する可能性がある。

30 回以降の通電及びコネクタコンタクト部の接触抵抗の結果から、通電回数により伝送特性が徐々に変化する様な前兆は一切なく、限界が来たときに一気に劣化または破損状態と進むと考えられる。これは、コネクタコンタクトの接触面において放電を繰り返すことにより、コネクタコンタクト部の接触抵抗に不具合を起し、伝送特性や直流放電開始電圧に大きな影響を与えていると考えられる。

ギャップ式避雷素子による実験の結果から、静電容量に大きな変化はなかった。同様に同軸避雷器の素子も変化しないと仮定すると、伝送特性に劣化の前兆がなかったのは、素子の静電容量が大きく変化しないためと考えられる。

実験を通して、直流放電開始電圧は通電するごとに変化していた。この一因としては、通電による避雷素子内部の放電電極表面の変化が影響していると考えられる。

今回の実験結果から、繰り返しの雷サージ電流から伝送特性を維持するためには、コネクタコンタクトの接触面において、同軸避雷器の電流耐量と同程度以上の協調を取ることが重要であると考えられる。

(平成 22 年 6 月 30 日受付, 平成 22 年 10 月 8 日再受付)

文 献

- (1) 電気学会電気規格調査会標準規格:「JEC-0202-1994 インパルス電圧電流試験一般」, 電気書院(1995)