

<SPD の応答特性>

【はじめに】

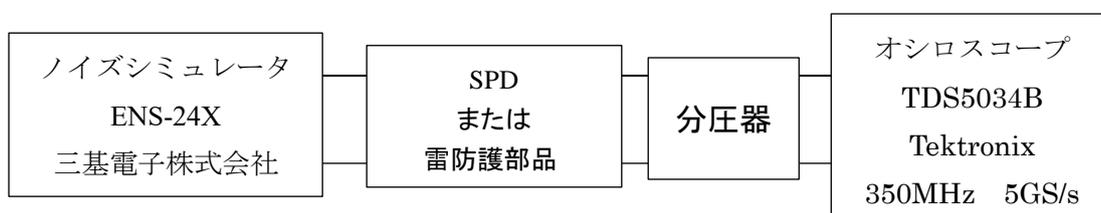
SPD の応答特性については、JIS に定義がありません。

そのため、当社では SPD の応答特性を測定する目的で、以下の通り SPD に使用している各雷防護部品及び SPD の応答特性を測定しました。

なお、一般的に SPD の評価試験はインパルス発生器を用いた $1.2/50\mu\text{s}$ のインパルス電圧波形が使われますが、この電圧波形では SPD の応答特性 (ns 単位) を測定することは困難であるため、1ns で設定した電圧に到達するノイズシミュレータを用いた 1kV/ns の電圧波形を使って各雷防護部品及び SPD の応答特性を測定しています。

【試験回路】

1. 雷防護部品、通信・信号用 SPD (線路に対して直列に設置するタイプ)

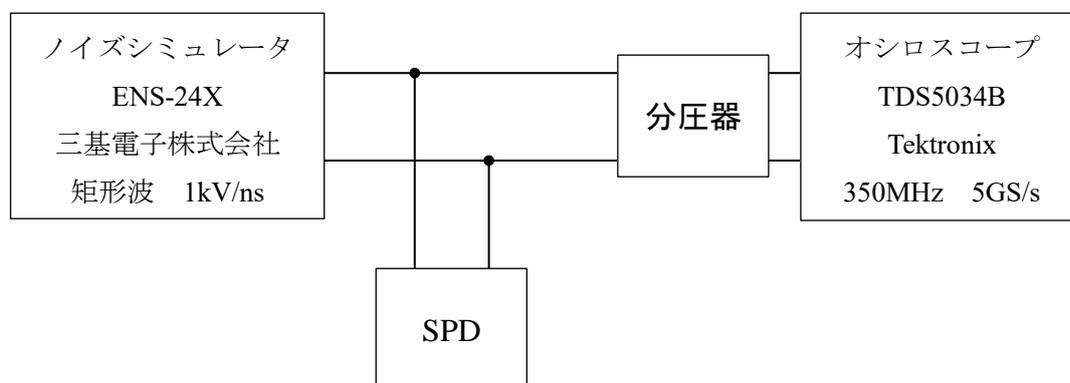


通信・信号用 SPD の中には設置の際、方向性をもつものがあるため、上図のようにノイズシミュレータのパルス出力側に SPD の外線側 (L) を分圧器側に被保護機器側 (T) を設置しています。(試験に使用した SPD : 当社通信用 SPD 「ZP-H3、EN1、EN3、KR-A1」)

雷防護部品の場合は、リード線を可能な限り短くして接続して測定しています。

(試験に使用した雷防護部品 : GDT、MOV、TSS、ABD)

2. 電源用 SPD、通信・信号用 SPD (線路に対して並列に設置するタイプ)



電源用 SPD 及び制御回線用 SPD は、上図のように設置して測定しています。

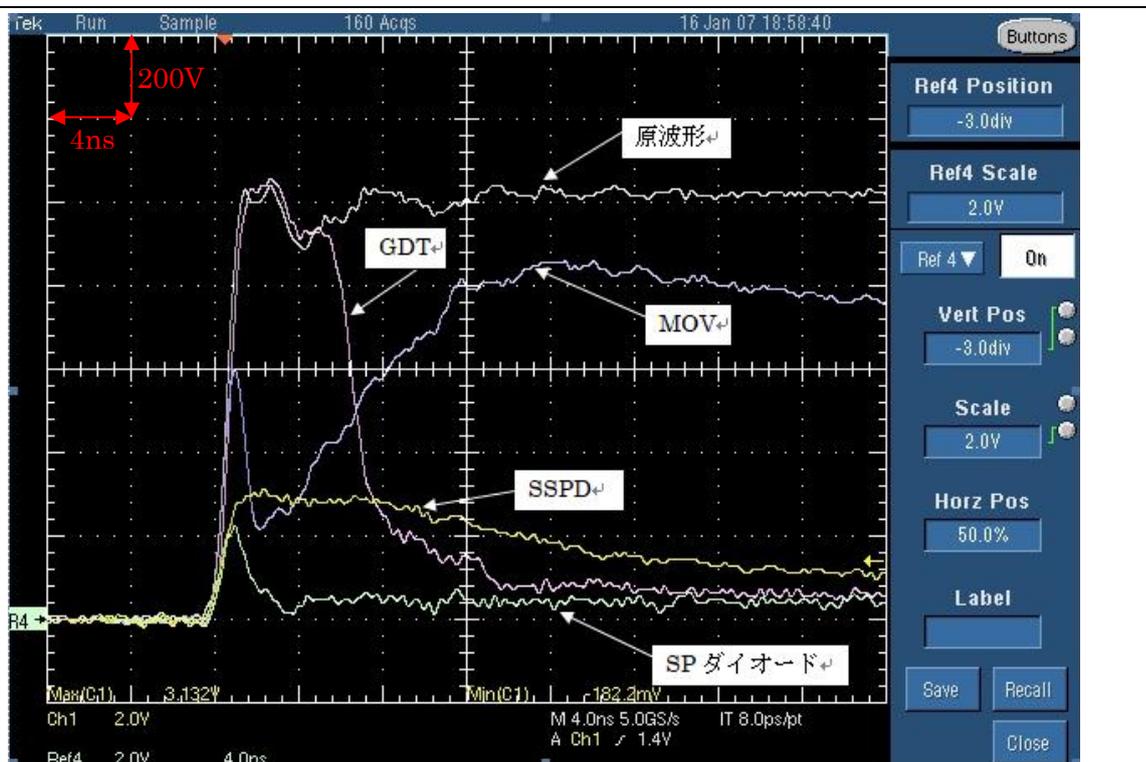
(試験に使用した SPD : 当社電源用 SPD 「MZ-200」、当社通信用 SPD 「ZP-K2、CLP-K2」)

【測定結果】

1.1 雷防護部品の測定結果

雷防護部品の測定結果を次に示します。

縦軸（電圧軸）：200V/div、横軸（時間軸）：4ns/div



【略語説明（部品名）】

GDT : Gas Discharge Tubes（ガス入り放電管）

MOV : Metal Oxide Varistor（金属酸化バリスタ）

TSS : Thyristor Surge Suppressors（サージ防護用サイリスタ）

ABD : Avalanche Breakdown Diode(アバランシブレイクダウンダイオード)

上記の雷防護部品は全て SPD に用いられているものです。

上図のように各雷防護部品動作電圧は異なりますが、全ての雷防護部品が“数 ns”で応答していることが確認できます。

これらの応答特性は印加電圧と異なっている点を動作として測定しています。

【結論】

これら防護部品を用いた SPD も数 ns で応答できます。

以下は SPD の動作例です。

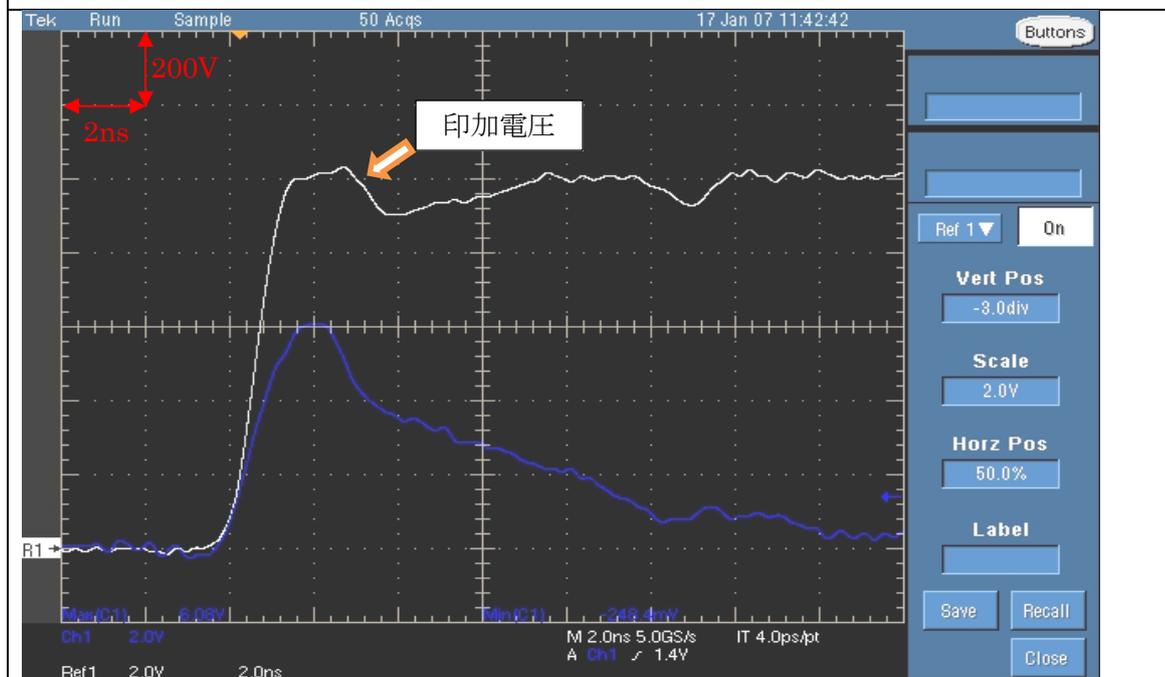
次に SPD の測定結果を示します。

SPD の性能に応じて、各 SPD には電流耐量などの異なる雷防護部品を用いていますが、応答特性にはほとんど影響がありません。

1.2 通信用 SPD（線路に対して直列に設置するタイプ）の測定結果

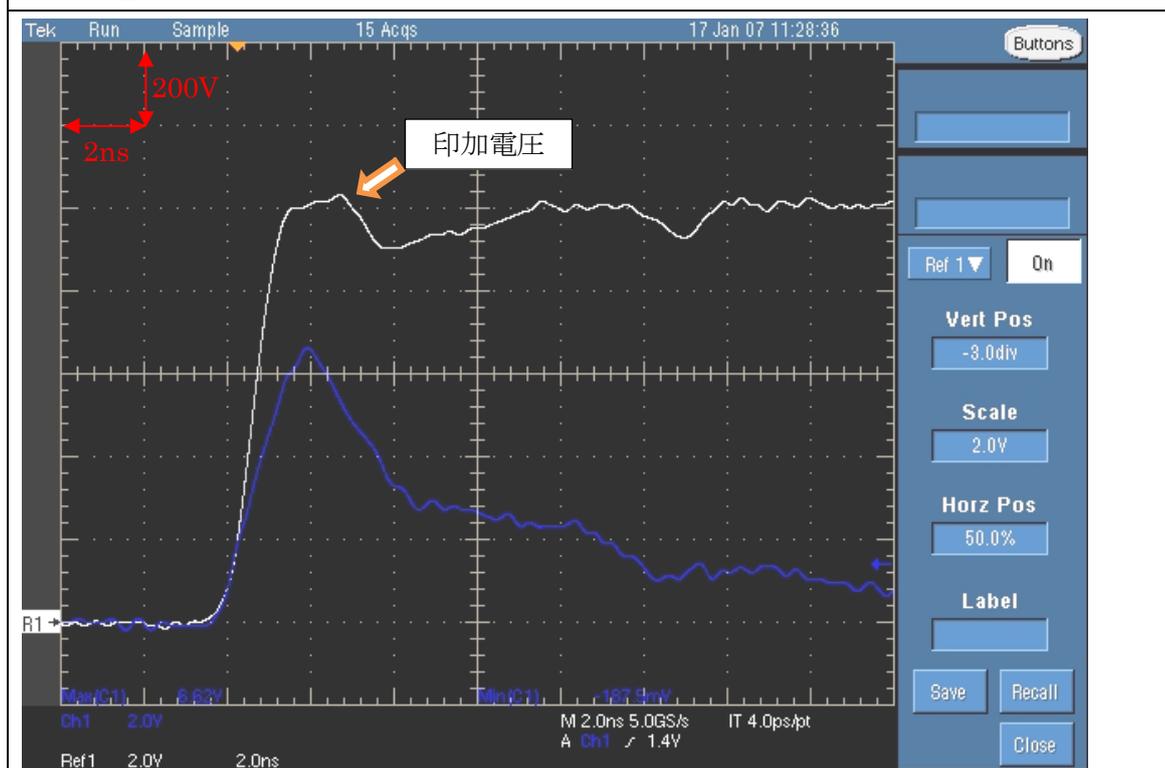
①当社通信用 SPD（計装回線用）ZP-H3 06V

縦軸（電圧軸）：200V/div、横軸（時間軸）：2ns/div



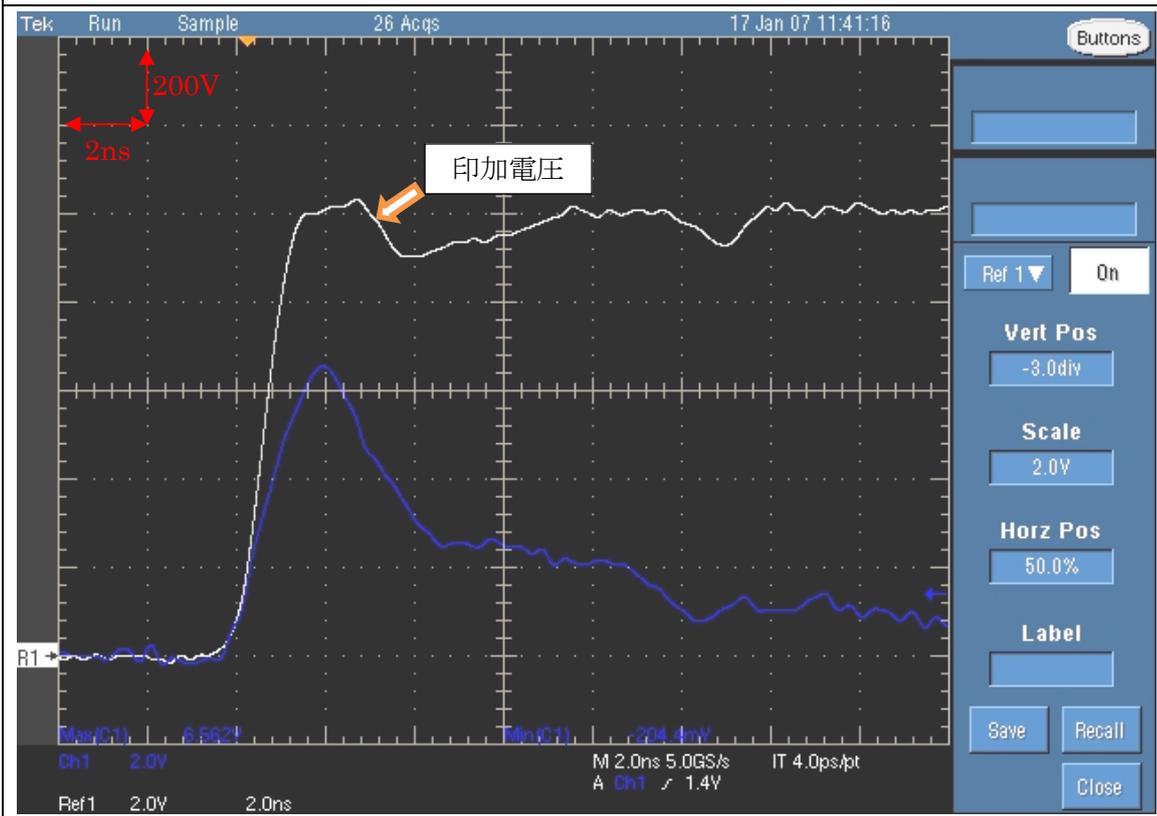
②当社通信用 SPD（一般公衆回線用）ZP-EN1

縦軸（電圧軸）：200V/div 横軸（時間軸）：2ns/div



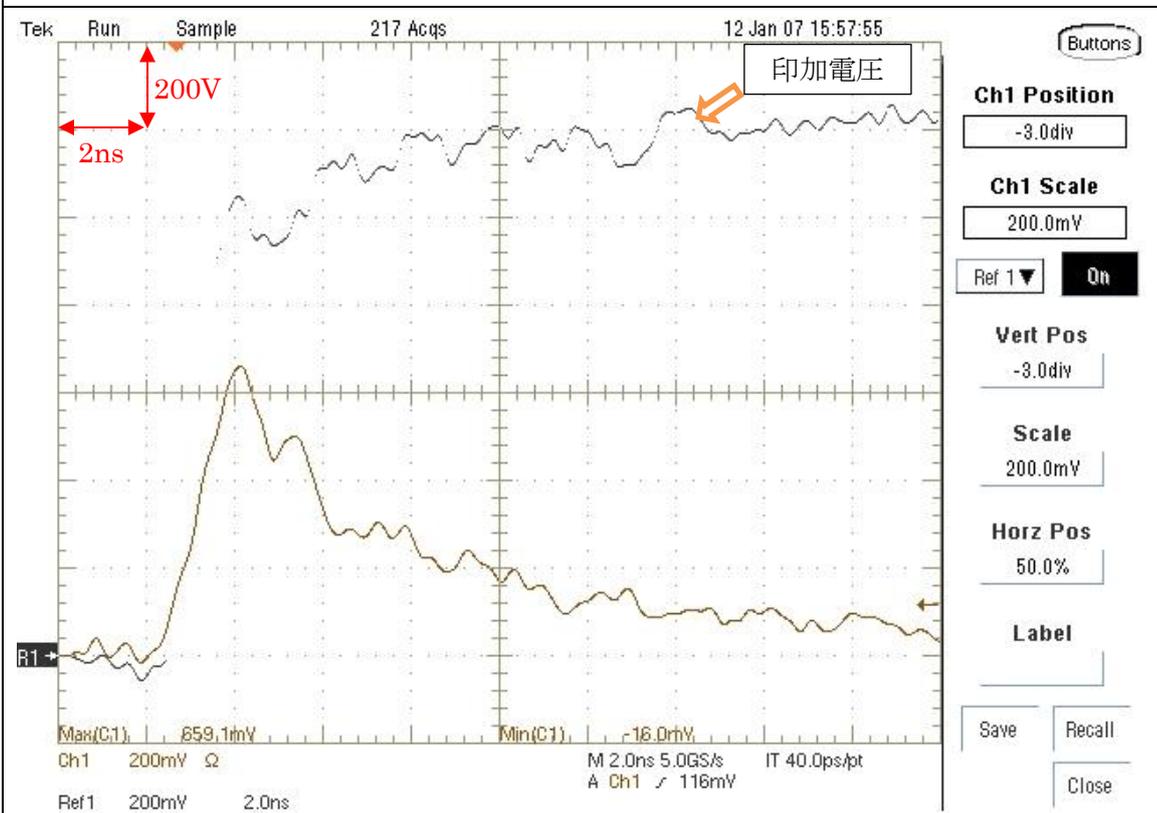
③当社通信用 SPD (ISDN 回線用) ZP-EN3

縦軸 (電圧軸) : 200V/div、横軸 (時間軸) : 2ns/div

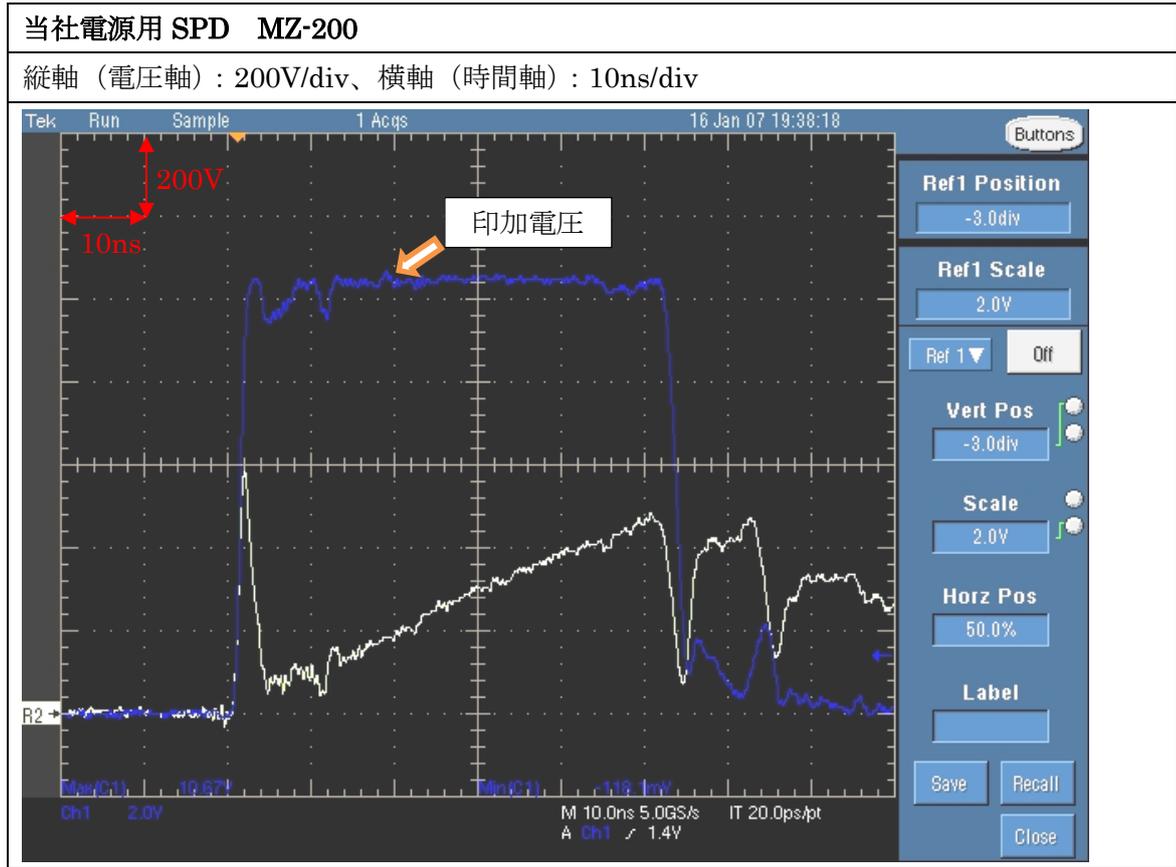


④当社通信用 SPD (一般公衆回線) KR-A1

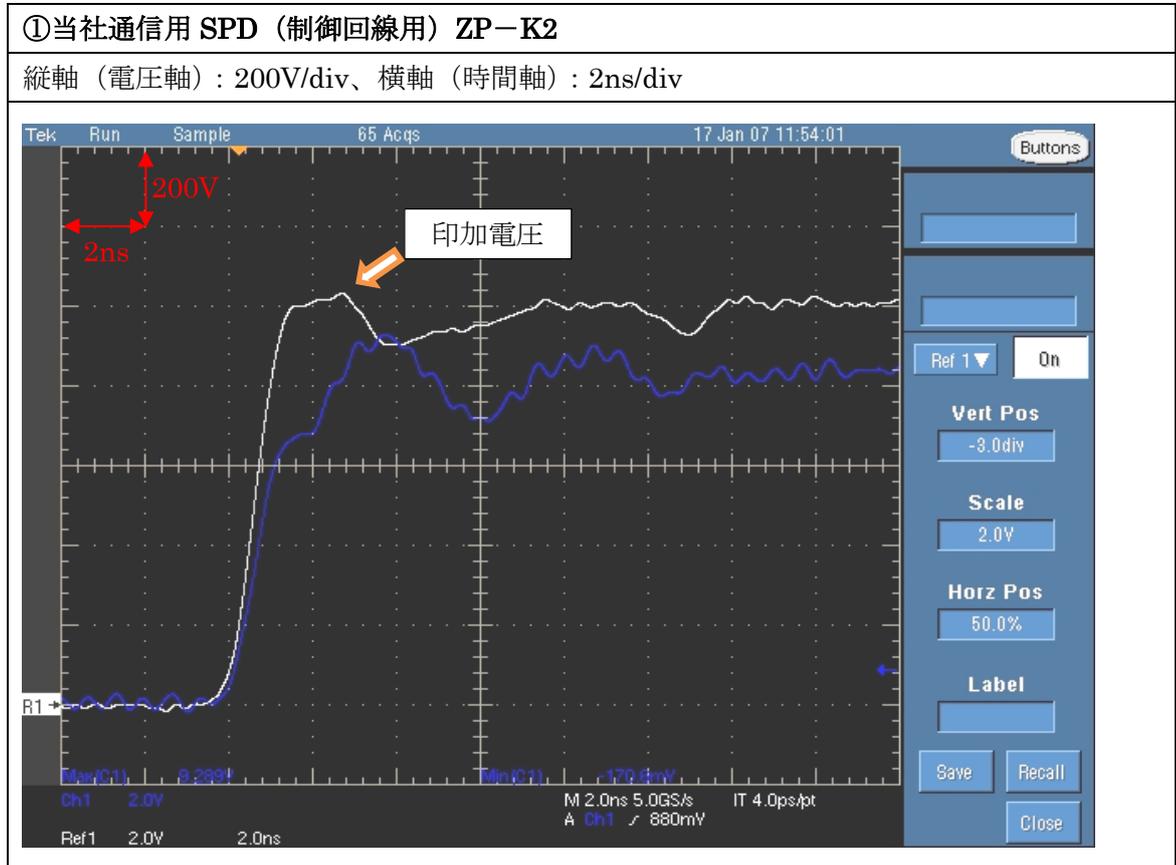
縦軸 (電圧軸) : 200V/div、横軸 (時間軸) : 2ns/div



2.1 電源用 SPD の測定結果

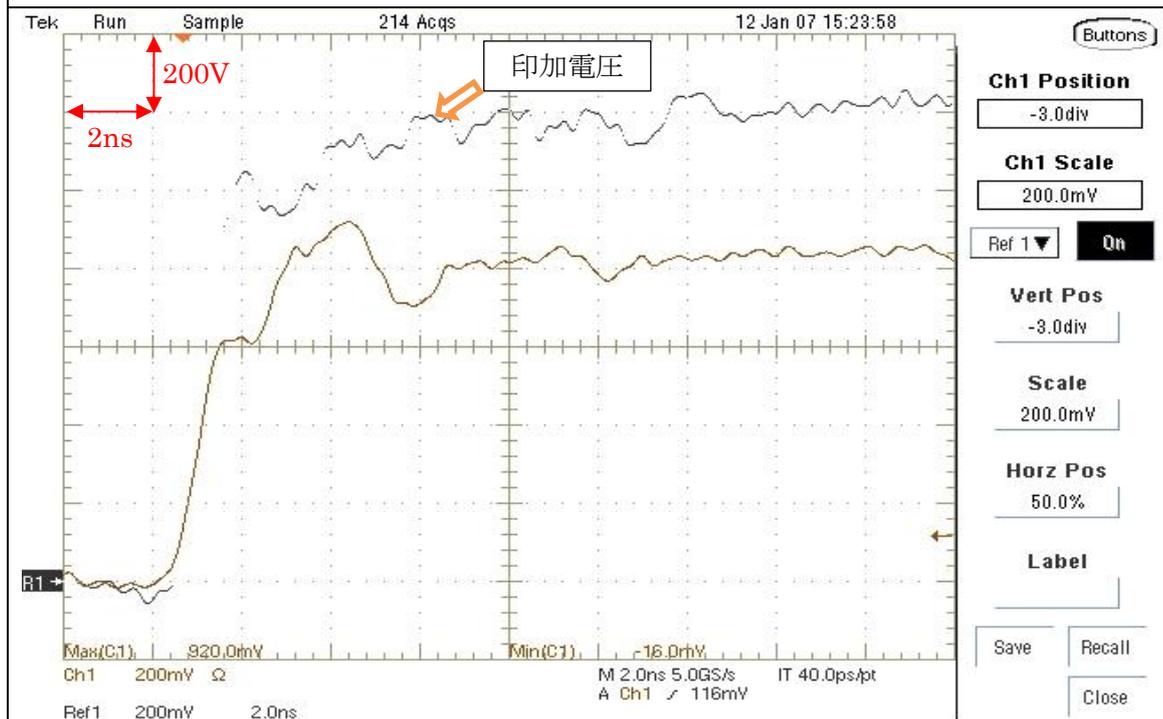


2.2 通信用 SPD（線路に対して並列に設置するタイプ）の測定結果



②当社通信用 SPD (制御回線用 CLP-K2)

縦軸 (電圧軸) : 200V/div、横軸 (時間軸) : 2ns/div



上記のように、いずれの SPD も“数 ns”で動作することが確認できました。

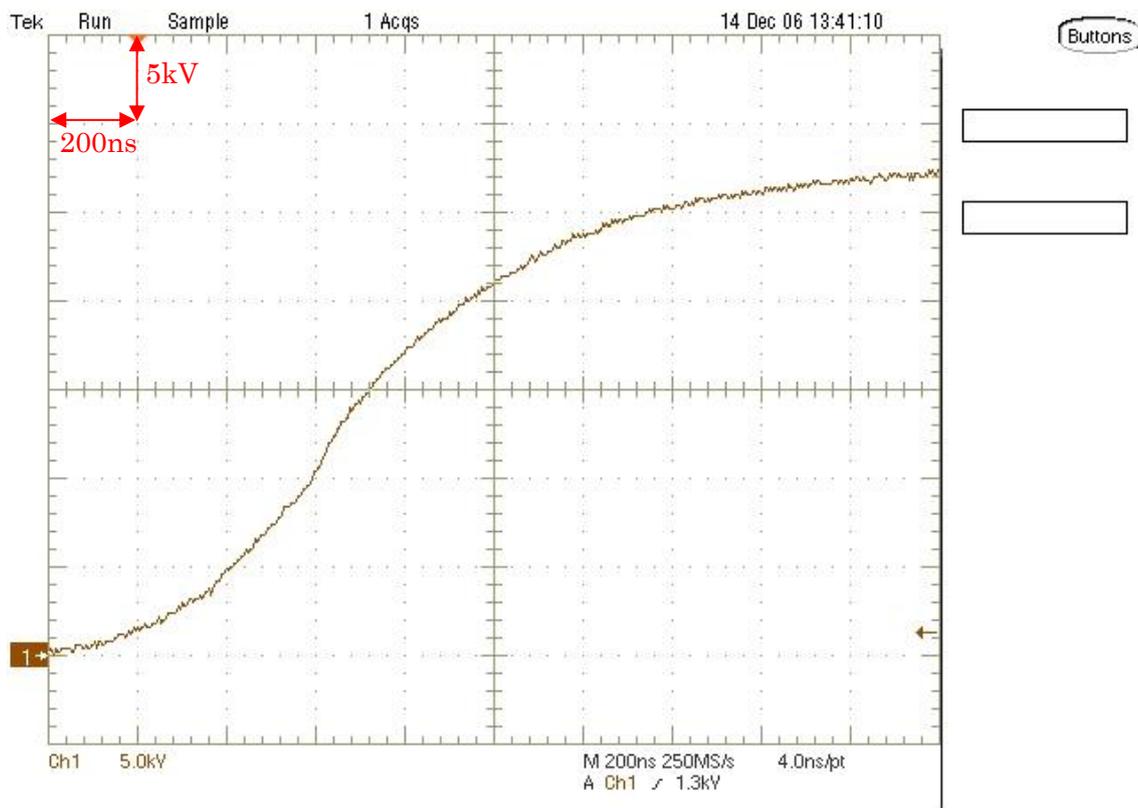
なお、当社の電源用 SPD および通信用 SPD は全て 1.1 に記載した雷防護部品を使用しております。
そのため、上記型式以外の電源用 SPD および通信用 SPD についても全て同様に“数 ns”で動作します。

【付録-ノイズシミュレータを用いた理由】

SPD は一つ以上の非線形部品を用いて侵入してきた雷サージを低い電圧に制限する働きをします。SPD には、電源用、通信・信号用の次に示す規格があります。

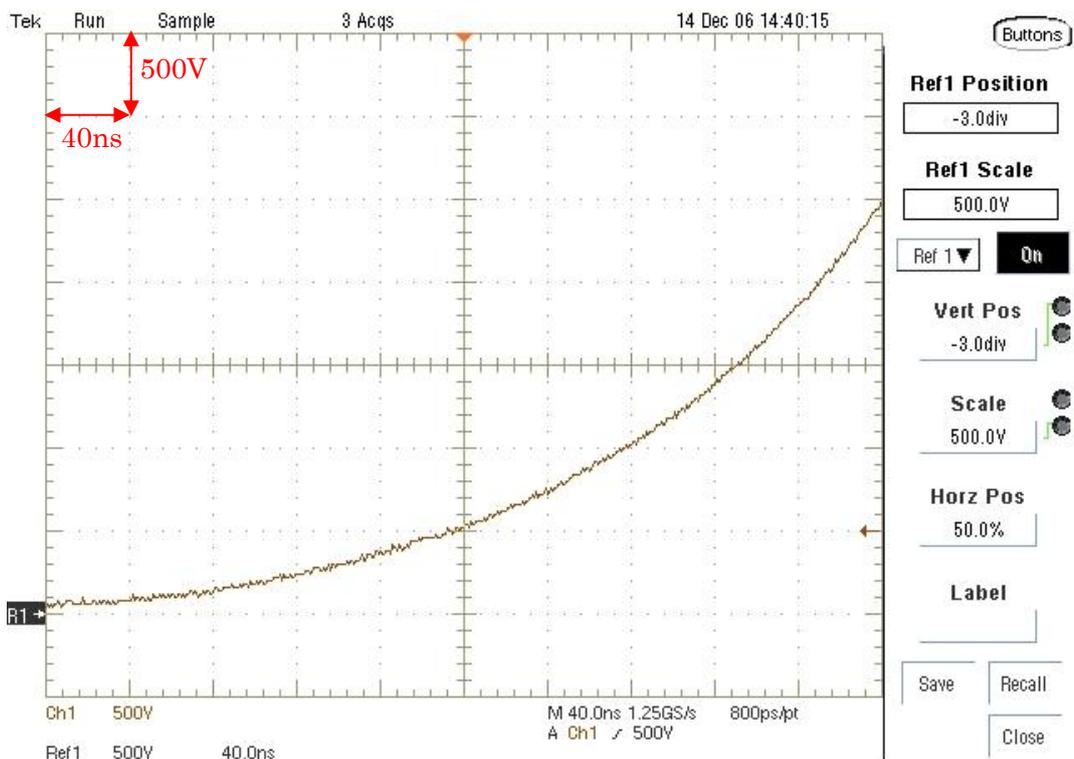
- a) 低圧配電システムに接続する低圧サージ防護デバイスの要求性能及び試験方法
JIS C 5381-11 (対応国際規格 IEC61643-11)
- b) 通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイス (SPD) の要求性能及び試験方法
JIS C 5381-21 (対応国際規格 IEC61643-21)

これらの規格では“応答特性”に関する定義の記載がありません。これには、サージの評価に用いられているインパルス波形が数 ns では SPD が動作する電圧に到達しないことが考えられます。SPD の規格で用いられている電圧インパルスの中で、最も電圧の上昇が速い $1.2/50\mu\text{s}$ を以下に示します。この波形は印加した電圧がピーク値に到達するまでの時間が $1.2\mu\text{s}$ (一般的には波頭と呼びます)、ピーク値の 50%に減衰するまでの時間が $50\mu\text{s}$ (一般的には波尾と呼びます) の電圧インパルス波形です。SPD の評価以外でも絶縁試験などに広く用いられている波形です。



この図は $1.2/50\mu\text{s}$ の電圧インパルス波形で 30kV を出力したときの電圧の上昇部分を測定したものです。縦軸は電圧 $5\text{kV}/\text{div}$ 、横軸は時間 $200\text{ns}/\text{div}$ で測定しています。

次に示す図は、上記と同様に $1.2/50\mu\text{s}$ の電圧インパルス波形で 30kV を出力し、オシロスコープの時間軸の設定を $40\text{ns}/\text{div}$ 、電圧軸を $500\text{V}/\text{div}$ に変更して測定したものです。



上図で確認いただけるように、SPD の評価にも用いられているインパルス電圧波形の中で最も電圧の上昇が速い 1.2/50 μ s を用いても、数 ns では SPD の動作する電圧に到達せず応答特性を測定することができないことがご確認いただけると思います。

一般的には落雷地点から、金属線路を伝搬していく過程で、線路のインピーダンスに依存して電圧の上昇が緩やかになっていきます。落雷点からの距離が遠くなるほど波頭部分が緩やかになり、波尾部分が長くなります。