

# ESDインパルス雑音に対する円形筐体シールド設計に関する基礎検討

著者	張 軼群, 川又 憲, 嶺岸 茂樹
雑誌名	東北学院大学工学部研究報告
巻	48
号	1
ページ	6-10
発行年	2014-02
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1204/00000125/">http://id.nii.ac.jp/1204/00000125/</a>

# ESD インパルス雑音に対する 円形筐体シールド設計に関する基礎検討

## Experimental study on circular chassis shield design for ESD impulse noise

張 軼群\*                      川又 憲\*\*                      嶺岸 茂樹\*\*  
YiQun ZHANG              Ken KAWAMATA              Shigeki MINEGISHI

**Abstract:** An experimental study on a circular chassis shield design for ESD (Electro-static discharge) impulse noise is proposed. The measurement method using the electromagnetic field generated by one half TEM horn (HTH) while using another small HTH to measure it is called a dual half TEM horn (DHTH) measurement. The shielding effectiveness was measured using the DHTH for building a chassis shield model on the small HTH sensor. The experimental results show that the slit configuration in the shielding effectiveness determines the magnitude of the received voltage, which peaks when the configuration is perpendicular to the direction of propagation. In addition, the transient of the received waveform is related to the slit size of the shield model.

**Keywords:** ESD, Impulse noise, Chassis shield, Immunity

た<sup>1)</sup>。

### 1 はじめに

ここ数年、私たちの身の回りにはエレクトロニクス機器が増えている一方で、静電気放電(ESD)による機器の誤動作問題もどんどん増えている。電気電子システム内部では情報伝達信号の低レベル化により、外来電磁雑音、特にESDなどの放電に伴うインパルス性雑音の影響を受け易い傾向にあり、EMC環境電磁工学上の重要な問題となっている。このようなインパルス性雑音の対策方法としては、シールドケースなどで雑音を遮蔽する方法がある。しかし、実際に使用するとき、通風や、線路の接続などのため、シールドには開口部を設ける必要がある。そこで、本研究では Dual Half TEM Horn (DHTH)を用いて、シールドモデルのスリット数、サイズ及び配置方向がインパルス性雑音のシールド特性に与える影響について検討し

### 2 実験システムの設計

DHTHは、Fig.1に示す通り、Half TEM Horn (HTH)電磁界発生器とHTH電磁界検出器を対向させ、二つのHTHによって構成した<sup>2)~4)</sup>。インパルス電磁界発生器にHTHを使用した理由は、高周波までTEMモード伝搬が可能であること、形が単純で堅牢なので高電圧放電にも耐えること、さらに概ね均一な分布定数線路として使用可能であることが挙げられる。そして電磁界検出器にHTHを使用した理由は上記の理由のほかに、シールドモデルを配置し易い理由も挙げられる。本研究では、HTH電磁界発生器の入力端にFig.2のようなインパルス電磁波(立ち上がり時間約35ps、半値幅約63ps)を印加し、円形筐体シールドモデルを施した受信用HTH検出器を設置して測定した。円形筐体シールドモデルの半径は53mm、高さは20mmであり、またFig.3に示すと

\*東北学院大学大学院

\*\*東北学院大学

おり、電磁界発生器の電圧入力点から開口面までの長さは  $L_{in}=600\text{mm}$ 、開口面の幅は  $W_{in}=300\text{mm}$ 、開口面とグランド面の距離は  $H_{in}=39\text{mm}$  である。このとき、式(1)による、HTH 発生器の特性インピーダンス  $Z_{in}$  は  $50\Omega$  一定となる。HTH 検出器の開口面の幅は  $W_{out}=50\text{mm}$ 、長さは  $L_{out}=78\text{mm}$  であり、特性インピーダンス  $Z_{out}$  は同様に  $50\Omega$  である。

$$Z(x) = \frac{377 H(x)}{\sqrt{\epsilon_r} W(x)} \dots\dots\dots (1)$$



Fig.1 DHTH システム実物画像

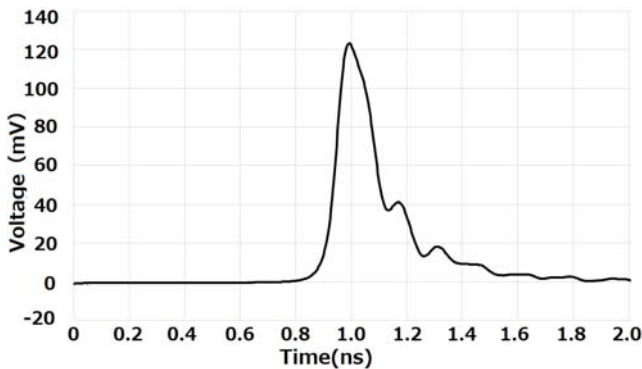


Fig.2 印加されたインパルス電磁波

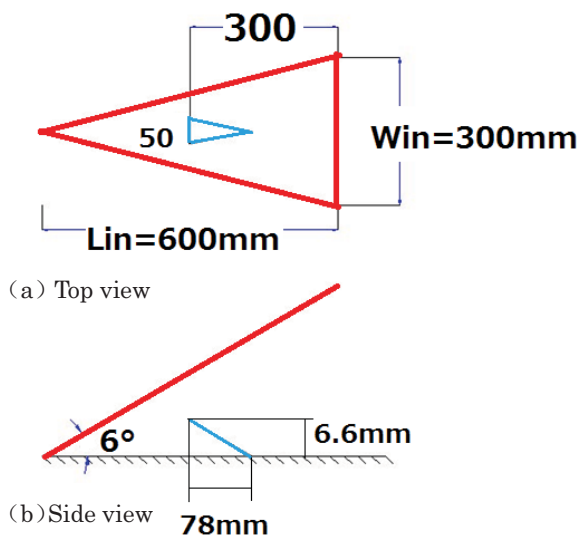


Fig.3 DHTH システムの構成

### 3 筐体シールドモデル

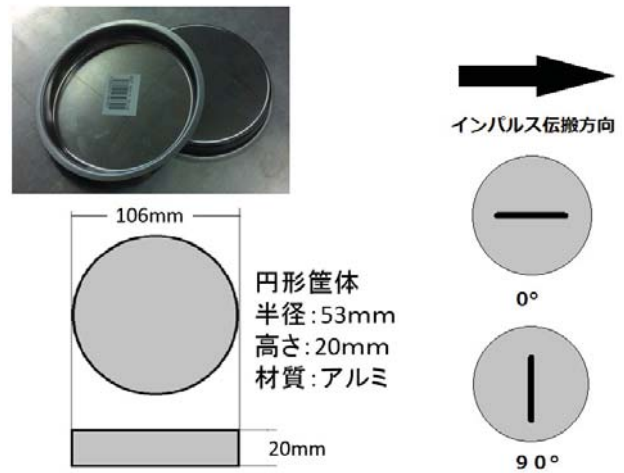


Fig.4 筐体モデル及びインパルスの伝搬方向トスリット角度

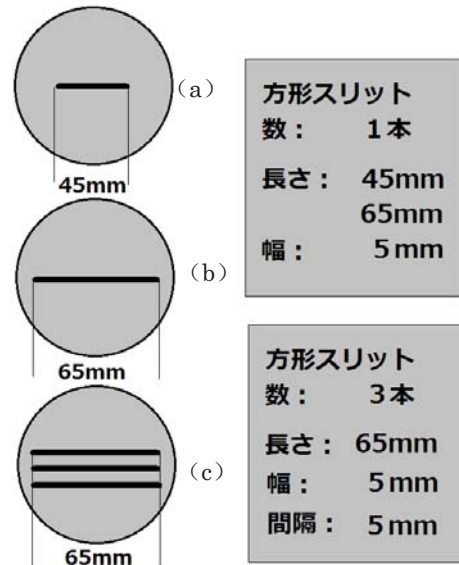


Fig.5 方形スリット付き円筒形筐体シールドモデル (top view)

筐体シールドモデルを Fig.4 に示す。シールドモデルの開口は、シールドの上面に方形スリットまたは円形スリット行列を設けた。なお開口形状選定理由として、円形スリットの場合は、インパルス伝搬方向による影響が弱い、方形スリットの場合は、インパルス伝搬方向による影響が強いと考えられるため上記とする。それぞれの寸法は Fig.5 と Fig.6 に示すように、方形スリットの場合は、長さ 45mm 幅 5mm のスリット 1 本、長さ 65mm 幅 5mm のスリット 1 本、長さ 65mm 幅 5mm のスリット 3 本三つの種類がある。また円形スリットにおいては、三つと五つの二種類がある。

測定において、シールドモデルは電磁界検出

器に被せ、方形スリットまたは円形スリットの方向と電磁界発生器に印加されたインパルスの伝搬方向が平行( $0^\circ$ )から垂直( $90^\circ$ )まで  $15^\circ$  ずつ変化させ、その検出器からの応答波形を測定した。ただし、シールドモデルの位置は一定である。

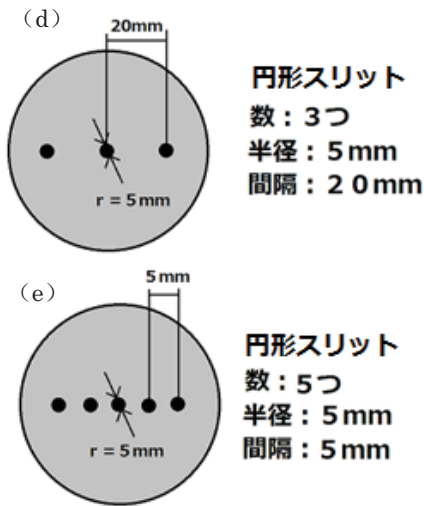


Fig.6 円形スリット付き円筒形筐体シールドモデル(top view)

#### 4 測定方法

実験システムの構成を Fig.7に示す。システムは TDR 付きオシロスコープと Dual Half TEM Horn で構成している。

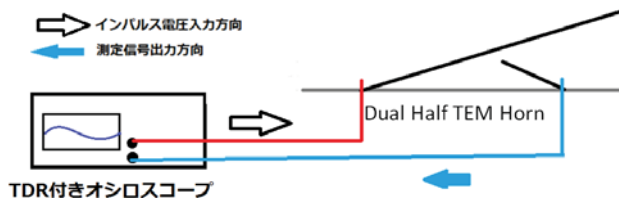


Fig.7 測定システム

オシロスコープに内蔵されたパルスジェネレータから Fig.2に示すインパルス波を発生させ、同軸ケーブルを介して、DHTH の電磁界発生器に印加する。さらに DHTH の電磁界発生器と電磁界検出器の結合によって、電磁界検出器からの応答波形をオシロスコープによって測定した。今回の実験では、HTH 検出器の上に筐体シールドモデルを設置して、シールドモデルの開口形状による応答波形への影響を検討した。

#### 5 実験結果

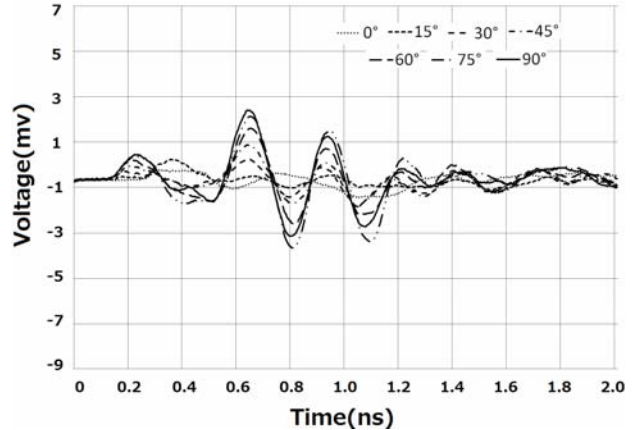


Fig.8 方形スリット1本(長さ45mm,幅5mm)の応答波形

シールドモデルの開口を方形スリットの Type (a) (長さ45mm、幅5mm、本数1本)とした場合の応答波形を Fig.8 に示す。

スリットと伝搬方向の角度は  $0^\circ$  から  $90^\circ$  まで増加することにより、応答電圧波形の peak-to-peak 値は  $1.225\text{mV}$  から  $5.535\text{mV}$  まで大きくなる傾向が確認された。スリット方向とインパルスの伝搬方向が直交する場合、電圧の peak-to-peak 値は最大になり  $5.535\text{mV}$  であった。

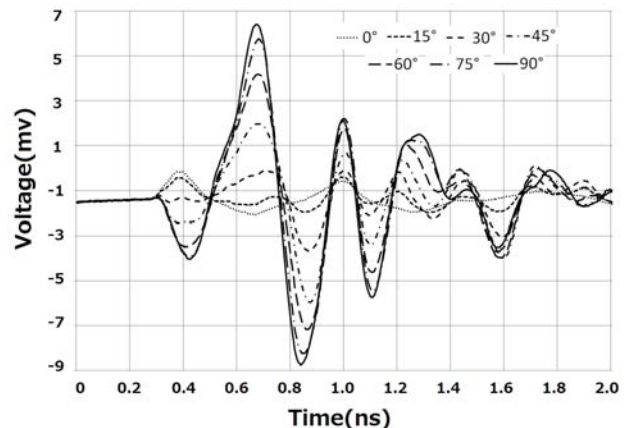


Fig.9 方形スリット1本(長さ65mm,幅5mm)の応答波形

シールドモデルの開口を方形スリットの Type (b) (長さ65mm、幅5mm、本数1本)とした場合の応答波形を Fig.9 に示す。

45mm の測定と同じように、スリット方向が増大するとともに、応答波形の受信電圧の peak-to-peak 値は  $1.911\text{mV}$  から  $15.17\text{mV}$  まで増加する傾向を示した。さらに、スリットの角度と同じの場合、応答波形の受信電圧は45mmの場合より大きくなる傾向を示した。

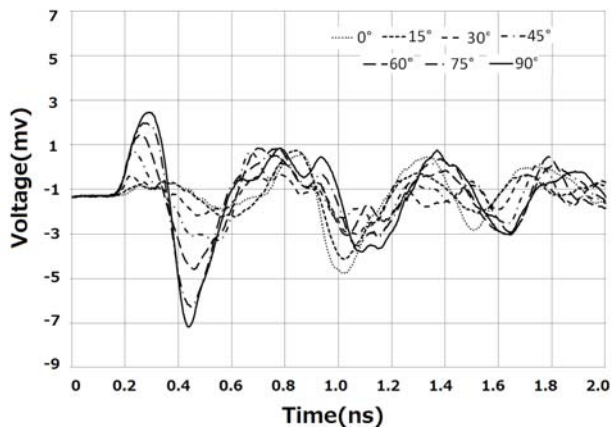


Fig.10 方形スリット3本（長さ65mm、幅5mm）の応答波形

シールドモデルの開口を方形スリットの Type (c)（長さ65mm、幅5mm、本数3本）とした場合の応答波形を Fig.10 に示す。

受信電圧の強度変化は1本の場合と同じように増大するとともに peak-to-peak 値は 4.711mV から 9.846mV 増加する傾向を示した。応答波形の応答時間が1本の場合と比べて、3本の場合より長くなる傾向を示した。

さらに Fig.8、Fig.9、Fig.10 の波形に対して計算する。Fig.8 と Fig.9 減衰振動波の半周期は約 150ps であり、計算すると半波長は約 45mm の結果が得られた。同じように、Fig.10 減衰振動波の半周期は約 220ps であり、半波長は約 65mm の結果が得られた。つまり、応答波形の減衰振動波の周期はスリットの長さに依存し、約半波長である。

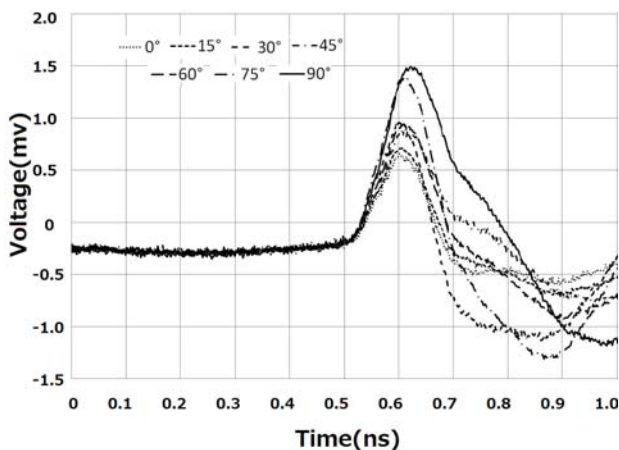


Fig.11 円形スリット3つ（半径5mm、間隔20mm）の応答波形

シールドモデルの開口を円形スリットの Type (d)（スリット三つ、直線状に並べ、間隔20mm）とした場合の応答波形は Fig.11 に示す。なお、円形

スリット波形の時間領域は 1ns までであるが、円形スリットの場合は 1ns 以後の波形への影響はほとんど見られなかった。

スリットの場合と同じように、スリットと伝搬方向の角度は 0° から 90° まで増加することにより、応答電圧波形の peak-to-peak 値は 1.211mV から 2.717mV まで大きくなる傾向が確認された。ただし、受信電圧の強度は方形スリットの方と比べて、かなり弱くなる。

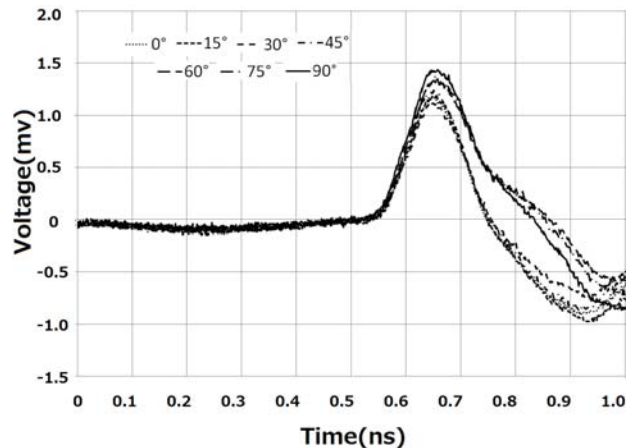


Fig.12 円形スリット5つ（半径5mm、間隔5mm）の応答波形

シールドモデルの開口を円形スリットの Type (e)（スリット五つ、直線状に並べ、間隔20mm）とした場合の応答波形は Fig.12 に示す。

スリットと伝搬方向の角度は 0° から 90° まで増加することにより、応答電圧波形の peak-to-peak 値は 1.602mV から 2.656mV まで大きくなる傾向が確認された。3 つスリット並びの場合と比べれば、受信電圧の強度はほとんど変わらない、受信電圧が同じく弱い。

## 6 おわりに

本研究では、静電気放電 ESD などの放電に伴うインパルス性雑音について対策するために、DHTH を用いて円形筒体シールドモデルを設定して検討を行った。結果として、円形スリットの場合、受信電圧が全体的に弱くて、シールド特性がいいと判断された。方形スリットを付ける場合、スリットとインパルス伝搬方向と平行にする時、受信電圧の強度が低い、概ね良好なシールド特性となったが、垂直の場合はシールド特性への影響がかなり大きいことが分かった。方形スリットの長さを受信電圧

及び応答波形の波長に関わっており、長くなるとシールドモデルのシールド特性が悪くなる。方形スリットの数が増えると、干渉現象の影響で、受信電圧の応答時間が伸びている。

今回は ESD インパルス雑音に対する筐体シールド設計を検討した。今後の課題としては、ESD インパルス雑音に対する平面シールドの設計を検討していく。

## 参考文献

- 1) 張軼群、川又憲、嶺岸茂樹、藤原修: “ESD インパルス雑音に対する筐体シールド設計に関する基礎検討”、平成 25 年電気学会 A 部門大会、12-C-a1-5、(2013.9.12)
- 2) 立花翼、川又憲、嶺岸茂樹: “Dual Half TEM Horn によるインパルス性電磁界の検出法”、平成 22 年電気学会 A 部門大会、p.222(2010)
- 3) 立花翼、川又憲、嶺岸茂樹: “終端開放マイクロストリップ線路を用いたインパルス性電磁界の検出法”、平成 23 年電気学会全国大会、p.199(2011)
- 4) 立花翼、川又憲、嶺岸茂樹: “Half TEM Horn によるインパルス性電磁界の一測定法”、電気学会論文誌、Vol.132 No.5(2012)、p.368/372