

5-1 金属物体で発生する静電気放電(ESD)の脅威

ESDによるインパルス雑音の実態—身の回りの金属物体が放射源— 本田 昌實

1. 金属物体が帯電する

身近な所にある非接地の金属物体が知らない間に静電気を帯びてしまうことがある。例えばスチールパイプ椅子がある。ここから立ち上がる時、着衣と座面の間で摩擦はく離が行われ静電気が発生する。椅子の帯電電圧は冬季には簡単に5kV程度にもなる。また、この椅子の帯電極性はマイナスになることが多い。

床が絶縁の良いプラスチックタイル等であるところの椅子は人が立ち上がった後でもしばらくの間帯電している。椅子の電圧が約3kV以下になると人が触れても電撃を感じないため、このような理由による静電気存在を知ることはできない。本稿では金属物体の帯電電圧が3kV以下を「低電圧」と称することにする。

2. 間接的な放電の影響がある

先のスチールパイプ椅子に別の椅子、または金属物体を衝突させると放電^(注1)が発生する。金属物体間での静電気放電(ESD)現象である。

帯電した人体からエレクトロニクスへの直接的な放電と区別するため、これを「間接ESD」とよんでいる⁽¹⁾。

椅子をぶつけた当人は全くこの放電に気付かないが、椅子の近辺にある電子機器がこの現象に反応してしまうことがある。つまり間接ESDによる電磁干渉(EMI)の発生である。

放電電流が機器に注入されないのに障害が発生してしまう。金属物体のエッジ部(空間と接する所)が放電に際して“放射アンテナ”になり強力な過渡電磁界^(注2)を放出するからである。

高速/低消費電力/低振幅の論理素子を用いたコンピュータや通信機器はこのような金属物体間でのESDに敏感であり、条件によっては重大なシステム障害を引き起こすことがある。しかし認識や先入観の問題があり、原因としての金属物体の静電気にいきつかないことが多い。

3. 低電圧の方がEMIが強い場合がある

常識と異なり、間接ESDでは一般的に高電圧よりも低電圧の方がEMI作用が強い。例えば同一の金属物体間での間接ESDにおいて、10kVの放電よりも3kVの方が威力が強いこ

本田昌實：正員 日本ユニシス株式会社藤が丘研究室
EMI Aspects of the Metal Metal ESD to the Electronic Equipment. By Masamitsu HONDA, Member (Fujigaoka Laboratory, Nihon Unisys, Ltd., Yokohama-shi, 227 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.78 No.9 pp.849-850 1995年9月

(注1) 火花放電のこと。瞬時的で持続しない。

(注2) 誘導電磁界が主。静電界の成分もある。

とがある。金属物体の帯電電圧とESD時のEMI作用は“比例する”と考えられているが現実の間接ESD現象はそうではない。

その一つの理由として、ESD時に放出されるエネルギーの形態(熱、光、音、電磁雑音等)とその割合に、電圧または放電間げき長の依存性があるのではないかと考えている。

例えば高電圧のESD(間げきはmmオーダー)による着火/爆発を問題とする場合、静電エネルギーの95%以上は熱になるとしている⁽²⁾。

一方、低電圧の放電では間げきが短い(μ mオーダー)ため、電子は加速され極めて短時間に電極間を移動することができる。このときの電子の移動方向は、電子過剰の物体(-)から電子不足(+)の物体へ動くため、金属物体からは鋭い立上りの単極性インパルス電磁界が放出される。立上り時間は時間/周波数領域の測定結果から推定して10 ps未満と考えられる。

実験によるとマイナスに帯電した物体の近傍には放電の瞬間、プラス極性のインパルス電磁界が観測され、プラス帯電の場合は反対にマイナス極性のインパルス電磁界が認められる。

4. 衝突があると脅威が更に増大する

金属物体間に衝突があったときのESDと、これらが静止/固定しているときのESD(放電間げき長一定)を比較した場合、前者の方がEMI作用が格段に強いことを経験している⁽³⁾。衝突速度はたかだか毎秒数十cmである。この現象もやはり低電圧の方が顕著に現れる。

先の椅子(-1 kV)が衝突したときに発生する過渡電磁界をオシロスコープ(1 GHz)で測定した。線状アンテナ(5 mm)に1.5 V以上のインパルスノイズが誘起している。測定系も強い過渡電磁界にさらされるため、掃引が乱されている(図1参照)。

金属物体間での衝突の有無がなぜEMI作用の強弱に効いてくるのかまだ完全にはわかっていない。また接近/衝突しつつある二つの金属物体(ESD源)と電子機器(受信アンテナ)の間に相対運動があった場合、この運動軸上の

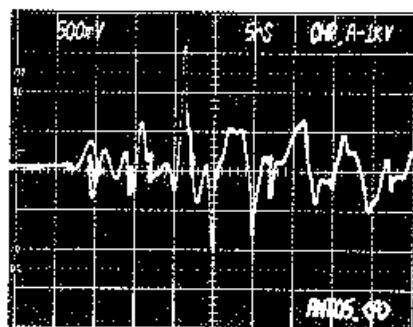


図1 スチールパイプ椅子の衝突によるインパルスノイズ
帯電電圧:-1 kV,衝突速度:0.3 m/s,受信アンテナ:5 mm,
椅子との距離:0.5 m,縦軸:500 mV/div,横軸:5 ns/div

電磁界分布はどうなるのかなど、非常に本質的な問題も残っている。

5. おわりに

摩擦電気は古来より研究が行われ、方程式にすべて折り込み済であるから問題はないとされることが多いが、現実には最新型のデジタル機器やデバイスで重大な障害が発生している。

金属物体の帯電とこれらの間でのESDが原因である。ESD現象に対する人間と電子システムの間認識の違いもあるが、より根源的な問題はいまだに摩擦電気の真相がわかっていないことである。時代に見合った新しい解釈と説明が必要であり、そのためのグローバルレベルでの深耕探索が今求められている。

文 献

- (1) M. Honda, "A New Threat-EMI Effect by Indirect ESD on Electronic Equipment," IEEE Trans. Indst. Appl., vol.25, pp.939-944, Sept./Oct. 1989.
- (2) W. Roth, et al., "Heat Generation by Electric Sparks and Rate of Heat Loss to the Spark Electrodes," J. Chem. Phys., vol.19, no.12, pp.1530-1535, Dec. 1951.
- (3) 本田, 川村, "ESDの特徴と計算機に対する影響(その2)," 信学技報, vol. EMCJ 83-87, pp.13-17, March 1984.