

「大気圧空気GM管」に向けたパラメータ実験の宿題（部分長アノード）

尾崎 哲

パラメータ実験で分からなかった二つ折りアノードの妥当性を調べた。

■分からなかった「二つ折りアノード」

典型的なガイガー・ミュラー型では無限長の同芯二重円筒モデルとなるので、電位分布（電界強度分布）が解析的に求められる。例えば、

$$E(r) = V / \{r \ln(Dc/Da)\}$$

ただし、 $E(r)$ は電界強度（電位勾配）、 V は電極間の電圧、 r は半径方向座標、 Dc はカソードの直径、 Da はアノードの直径、で求められる⁽¹⁾。

「大気圧空気GM管」では一般的に端窓で部分長アノードなので、同芯二重円筒ではあるが、無限長ではない。そこで、軸対称三次元有限要素法解析を行って、GM管内の電位分布（電界強度分布）を求めた。

■方法

境界条件を与え、最小エネルギーの原理でポアソン方程式を解くフォートランプログラム⁽²⁾⁽³⁾を使用して、部分長アノードの長さを変えて試算した。半径方向24点、軸方向24点の三角メッシュで、電極間の電圧 V は1000Vとした。パラメータ実験の内径44mmの場合に当てはめれば、1mm間隔にほぼ相当する。パラメータはアノード長で、全長(24)、半長(12)、短長(5)、単長(1)の4ケースとした。なお、アノードの太さはメッシュ間隔に比べて十分細いとしてゼロと仮定した。計算は、Windowsパソコンにcygwinをインストールしてg77で行った。

■計算結果

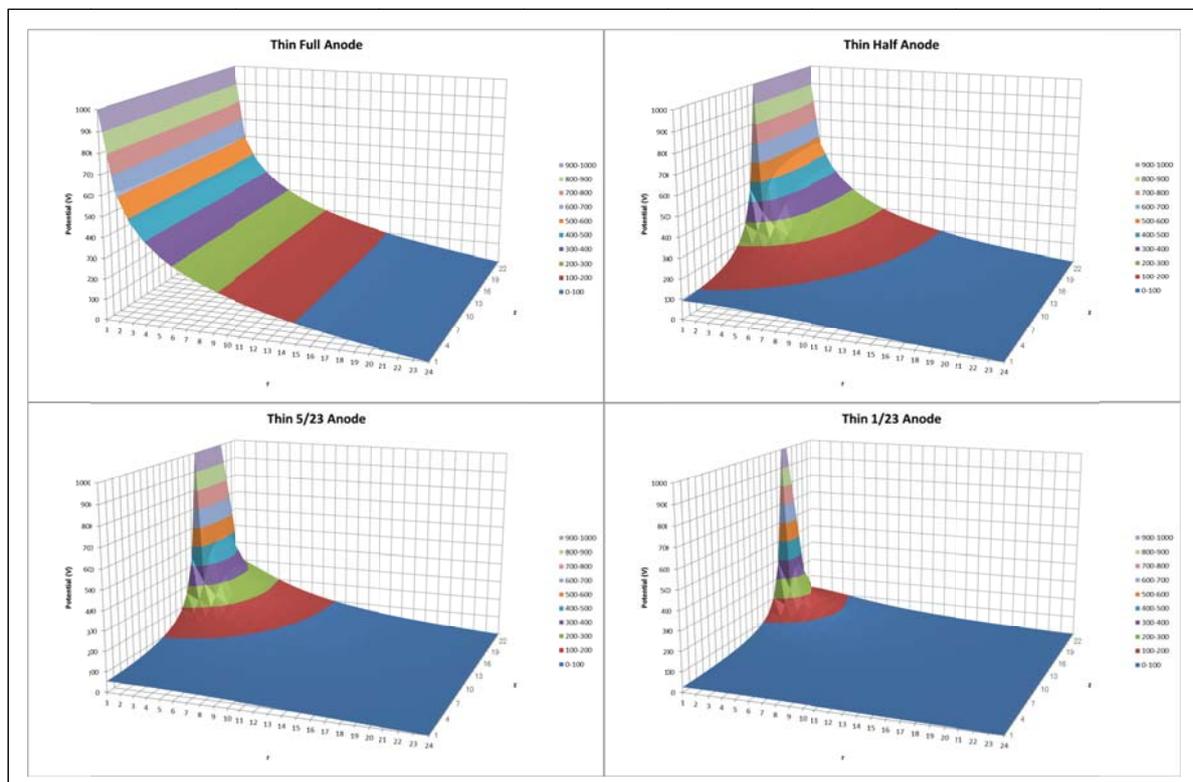


図-1 アノード長の違い

図-1 はアノード長を変えた場合の電位分布の計算結果である。同じ電極間の電位差であれば、アノード長が短いほど電位の勾配すなわち電界強度が大きくなることが分かる。

■計算結果の検証

図-2 はメッシュ間隔を 1mm と仮定して、解析計算と軸対象三次元有限要素法による計算結果を比較したものである。アノード太さを直径 2mm と仮定して、全長アノードのケースで比較した。

図中の cal が本法の結果であるが、解析計算とほぼ一致していることが分かる。

■評価

この結果から、「大気圧空気GM管」における二つ折りアノードなどの部分長アノードの方が全長アノードよりも動作電圧が低くなる利点のあることが分かった。ただし、放射線の検出エリアが狭くなっている可能性がある。

引用文献：

- (1) 加藤貞幸、新物理学シリーズ 26 放射線計測、培風館(1994)
- (2) 中田高義・高橋則雄、電気工学の有限要素法 第2版、森北出版(1997)
- (3) 橋本 修、電気・電子工学のための数値計算法入門、総合電子出版社(1999)

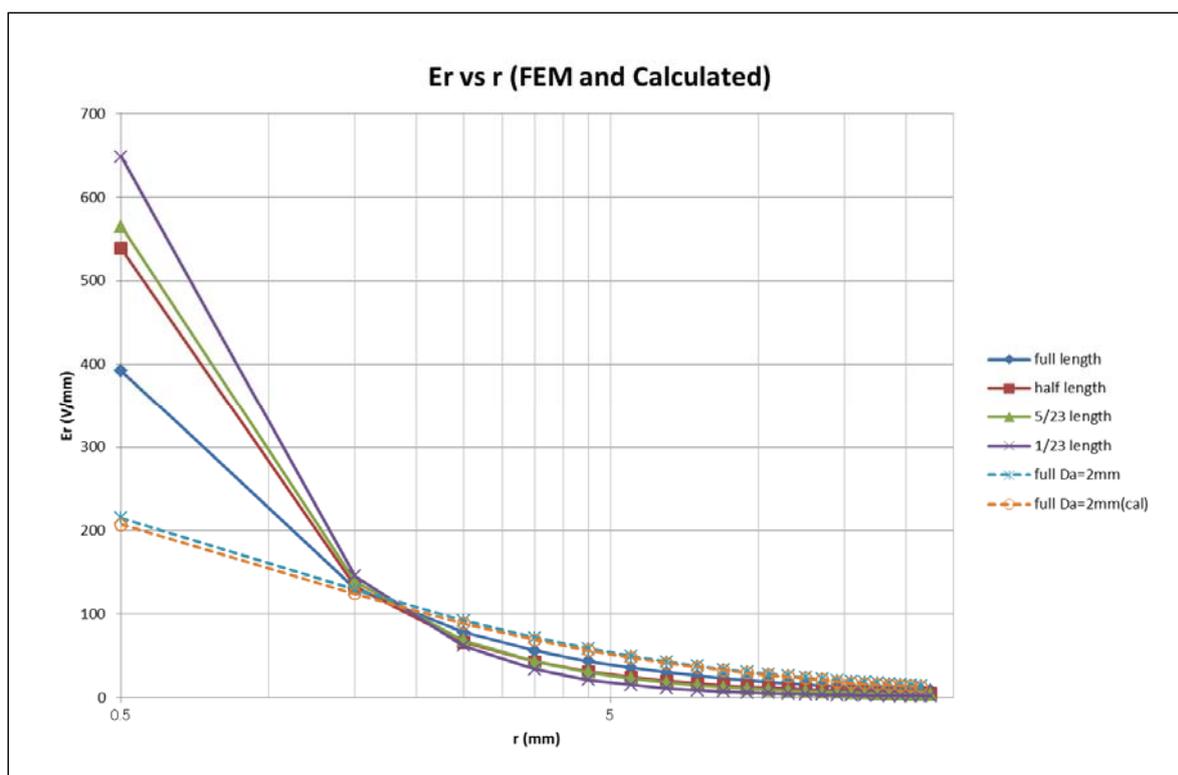


図-2 軸対象三次元有限要素法の検証