角斜め切断正方形平面回路の固有モードの計算（第3報）
ー平面回路方程式の差分方程式化ー

C-2-72

Calculation of eigenmode for square-shaped planar circuit with slanting cut (3rd report) based on difference equations of planar circuit equation

手塚 忠志 Tadashi Tezuka　唐鎌 隆志 Takashi Karakama　平岡 隆晴 Takaharu Hiraoka　許 瑞邦 Hsu, Jui-Pang

神奈川大学 工学部 電気工学科
Department of Electrical Engineering, Kanagawa University

1. はじめに　任意形状平面回路を微小の要素に等分割し、その分割要素毎で1階の平面回路方程式を差分方程式化し固有モードを直接解く方法を既に提案している。前回は図1に示す角斜め切断平面回路で$c<a$の場合の計算結果を示した[1]。今回は$c>a$の場合の回路の固有モード（固有値・固有関数）の計算を報告する。

2. 平面回路方程式の差分方程式化　平面回路の電磁界分布は、式(1)で示す平面回路方程式で計算することができる。但し、Bは平面回路のサセプタンス，Xはリアクタンス。この式(1)を図3に示す方法でM個の微小な要素に等分割し隣接する要素との電圧，電流分布の関係式で差分方程式化すると、式(2)のようになる。

$$\begin{cases} div\boldsymbol{J} = -jBV & \left(B = \dfrac{\omega\varepsilon}{d}\right) \\ gradV = -jX\boldsymbol{J} & (X = \omega\mu d) \end{cases} \quad (1) \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \boldsymbol{AJ} = -j\left(\dfrac{a}{m}\right)B\boldsymbol{V} \\ \boldsymbol{BV} = -j\left(\dfrac{a}{m}\right)X\boldsymbol{J} \end{cases} \quad (2)$$

ここで、$\boldsymbol{A}$は電流密度に関する差分化要素，$\boldsymbol{B}$は電圧の差分化要素であり、行列で表される。式(2)の$\boldsymbol{J}$もしくは$\boldsymbol{V}$を消去することにより式(3),(4)の電圧，電流に関する固有値方程式となり、行列のdet=0より固有値が、固有ベクトル$\boldsymbol{V}$から固有モードの電圧分布が得られる。

$$\left[\boldsymbol{AB} + \frac{1}{m^2}(ka)^2\boldsymbol{I}\right]\boldsymbol{V} = 0 \quad (3) \qquad \left[\boldsymbol{BA} + \frac{1}{m^2}(ka)^2\boldsymbol{I}\right]\boldsymbol{J} = 0 \quad (4) \qquad \left(k^2 = XB = \omega^2\varepsilon\mu\right)$$

3. 角斜め切断平面回路の固有モード　図2に示すストリップ線直角コーナーは、グレー部分の平面回路接合部に伝送線路#A,#Bが接続されている。平面回路部はカット率$C=c/a$でカットしてあり、C=1~2で変化する（C=1: 直角二等辺三角形,C=2: 接合部なし）。図4はm=100分割，カット率Cを1から2までとしたときの(3)式に基づく固有値kaの計算結果である。図5は分割数mに対する固有値の収束性を示し、図6は各固有値に対応した低次の固有モードの電圧分布を示す。

4. むすび　平面回路方程式を差分方程式化することにより角斜め切断正方形平面回路(c>a)の固有モードを分割数m=100として$k_n a$=12まで計算した。今後、他の手法での計算結果と比較をして本手法の有効性を確認する予定である。

参考文献　[1]手塚,平岡,許，角斜め切断正方形平面回路の固有モードの計算（第2報）ー平面回路方程式の差分方程式化ー　1999年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会C-2-48　[2]平岡,手塚,許　角斜め切断正方形平面回路の固有モードの計算ー差分方程式化・階段状近似によるー　1999年電子情報通信学会総合大会C-2-75

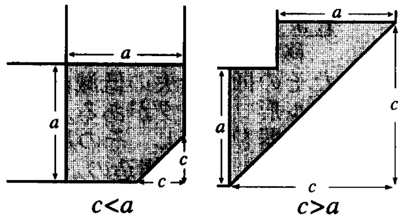


図1　角斜め切断平面回路

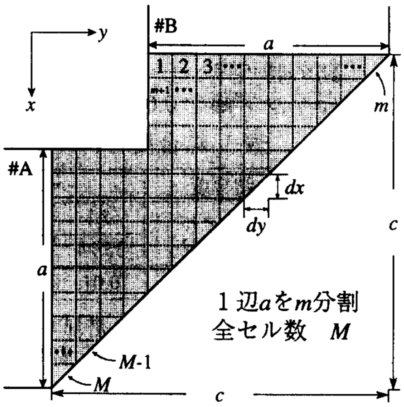
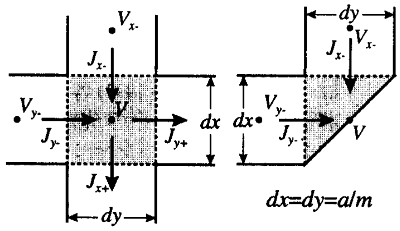


図2　角斜め切断平面回路接合部



$V^i - V^i_{x-} = -jX\left(\frac{a}{m}\right)J^i_{x-}$　　$V^i - V^i_{x-} = -jX\left(\frac{a}{m}\right)J^i_{x-}$

$V^i - V^i_{y-} = -jX\left(\frac{a}{m}\right)J^i_{y-}$　　$V^i - V^i_{y-} = -jX\left(\frac{a}{m}\right)J^i_{y-}$

$-J^i_{x-} + J^i_{x+} - J^i_{y-} + J^i_{y+} = -jB\left(\frac{a}{m}\right)V^i$　　$-J^i_{x-} - J^i_{y-} = -j\frac{B}{2}\left(\frac{a}{m}\right)V^i$

図3　分割要素内の電圧，電流密度

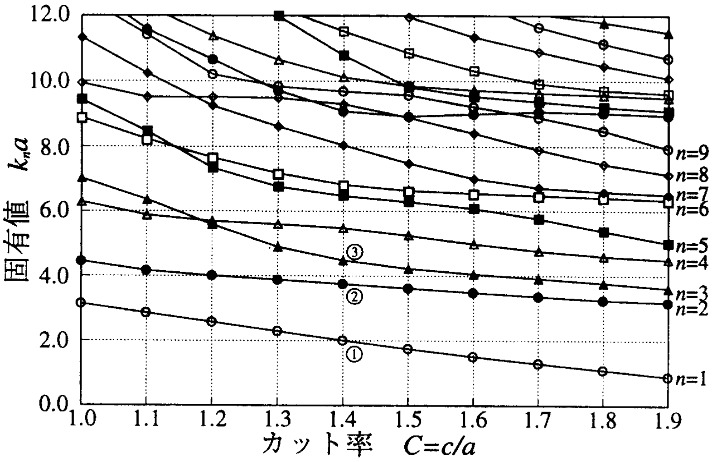


図4　カット率を変化させたときの固有値の推移

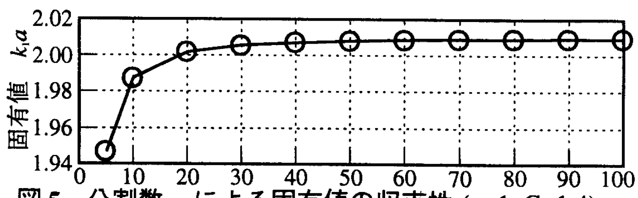


図5　分割数mによる固有値の収束性(n=1, C=1.4)

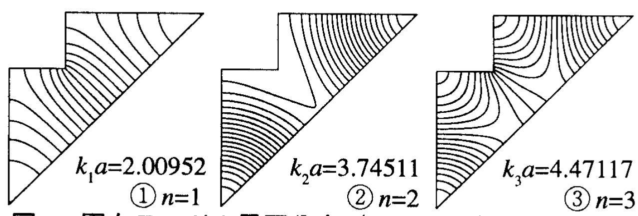


図6　固有モードの電圧分布（m=100分割，C=1.4）