＊技術メモ（広告）＊

45 M 電波望遠鏡の設計（第六報）

三菱電機株式会社通信機製作所

大林愛弘 Yoshihiro Ohbayashi
塚田憲三 Kenzo Tsukada

動解析の考察（その 2）

前報[1]で不規則現象である風のもとでアンテナを安定に動作させるためにはその指向誤差と結びつけた応答解析が必要であり，動モデル化が重要な問題であることを述べた．一般的なカセグレン方式の場合として，主鏡，副鏡，フィードの三者の相対的な動きと指向誤差の関係を Isber が見い出している[2]．ここにマトリクス変位法による主鏡，副鏡，フィードの低次の固有値の一略算法を説明したい．

固有値略算法

アンテナの振動モードの代表的なものはいくつかあるが，まず解析方法の説明に主体をおいて，図に示すアンテナ構造の EL 軸まわりの単純な回転振動について述べてみよう．

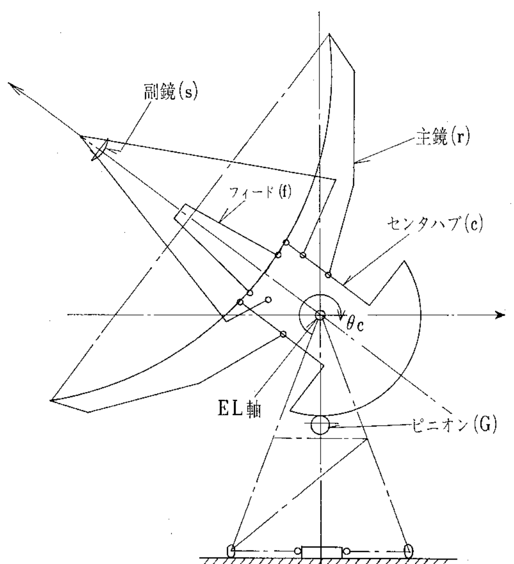
図の構造において次の仮定を設ける．

（1） センタハブは剛体であり，EL 軸受部で回転自由に支持されている．

（2） センタハブは一端が固定された振りバネを有するピニオンと線型に嚙合っている．

（3） 主鏡，副鏡，フィード部は集中質量系とし，回転慣性は変位慣性に比べて充分小さい．

尚，このモードは通常は下部構造と連成した振動系となり単独で生ずることは殆んどない．



アンテナ外観図

自由振動の固有値方程式は次のようになる．

$$\begin{bmatrix} {}_jM_1 & 0 \\ 0 & {}_jM_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} {}_j\ddot{U}_1 \\ {}_j\ddot{U}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} {}_jK_{11} & {}_jK_{12} \\ {}_jK_{12}{}^T & {}_jK_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} {}_jU_1 \\ {}_jU_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ {}_jF_2 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

ここに，j: 構造の構成要素を表わし，r, s, f の順に主鏡，副鏡，フィード．

${}_jU_i$，${}_jM_i$: 構成要素 j の zone i 節点群の質量マトリクス，変位ベクトル．

$$J_c \cdot \ddot{\theta}_c = -\sum_{j=r,s,f,G} {}_jT, \qquad J_G \cdot \ddot{\theta}_G + k_G \cdot \theta_G = {}_GT/n \quad (2)$$

ここに，k_G: 駆動系のピニオン軸換算バネ定数

J_c, J_G: センタハブの EL 軸まわり，駆動系のピニオン軸まわりの慣性モーメント

θ_c, θ_G: センタハブの EL 軸まわり，ピニオン軸のピニオン軸まわりの回転角

更に，幾何学的結合マトリクスを使って，固有値方程式は (3) のようになる．

$$(K^* - \omega^2 \cdot M^*) \cdot U = 0 \quad (3)$$

ここに，${}_jU_2 = B_j \cdot \theta_c$，${}_jT = C_j \cdot {}_jF_2$

$$K^* = \begin{bmatrix} {}_rK_{11} & 0 & 0 & {}_rK_{12} \cdot B_r \\ 0 & {}_sK_{11} & 0 & {}_sK_{12} \cdot B_s \\ 0 & 0 & {}_fK_{11} & {}_fK_{12} \cdot B_f \\ C_r \cdot {}_rK_{12}{}^T & C_s \cdot {}_sK_{12}{}^T & C_f \cdot {}_fK_{12}{}^T & n^2 k_G + \sum_{j=r,s,f} C_j \cdot {}_jK_{22} \cdot B_j \end{bmatrix}$$

$$U^T = ({}_rU_1 \ {}_sU_1 \ {}_fU_1 \ \theta_c) \quad (4)$$

$$M^* = \begin{bmatrix} {}_rM_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & {}_sM_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & {}_fM_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & n^2 J_G + J_c + \sum_{j=r,s,f} C_j \cdot {}_jM_2 \cdot B_j \end{bmatrix}$$

これより，j=r, s, f について

$${}_jU_1 = -\left({}_jK_{11}^{-1} + \sum_{l=1} (\omega^2 \cdot {}_jK_{11}^{-1} \cdot {}_jM_1)^l \cdot {}_jK_{11}^{-1}\right) \cdot {}_jK_{12} \cdot B_j \cdot \theta_c \quad (5)$$

最低次の固有値は，静的解析におけるマトリクスの意味を構造要素単独に調べて，次のように得られる．

$$\omega_1{}^2 = \frac{n^2 \cdot k_G}{n^2 \cdot J_G + \sum_{j=c,r,s,f} J_j} \quad (6)$$

$${}_jU_1 \fallingdotseq -({}_jK_{11}^{-1} + \omega^2 \cdot {}_jK_{11}^{-1} \cdot {}_jM_1 \cdot {}_jK_{11}^{-1}) \cdot {}_jK_{12} \cdot B_j \cdot \theta_c$$

あとがき

この振動モードは簡単な場合であり，代表変位をセンタハブの EL 軸まわりの回転（θ_c）とおいて，一自由度の振動系となる．更に，主鏡，副鏡等の固有値は θ_c による剛体的変位とその変位に対応する慣性力による弾性的変位の和で与えられる．

参考文献

1） 大林，塚田： 天文月報，**65**, No. 5 (1972)
2） A. M. Isber: Microwaves, August 1967.