

45 M 電波望遠鏡の設計 (第一報)

Homology の適用

大林 愛弘 Yoshihiro Oobayashi 三菱電機KK 通信機製作所
塚田 憲三 Kenzo Tsukada 同上

巨大パラボラを Homology の理論に基づいて設計しようとする考え方は重力変形が主として問題となる巨大電波望遠鏡に対して特に有効である。この Homology の考え方は 1967 年に、VON HOERNER によって数学的定式化されているが⁽¹⁾、我々はこの思想を 45M 電波望遠鏡の主反射鏡の設計に適用することを検討してきた⁽²⁾、⁽³⁾。本誌を借りて、その適用性、設計の概要などを数回に分けて述べたい。

Homology の適用性

一般に、剛性分布、密度分布、境界条件などの回転対称なシェル構造物において (重力の加速度による) 変形曲線は、半径方向の関数 (ϕ) と円周方向の関数 (θ) に変数分離が可能であり⁽⁴⁾、

$$F(\phi, \theta) = \sum_{n=0} F_n(\phi) \frac{\cos n\theta}{\sin n\theta} \quad (1)$$

と書ける。この表はシェル構造のような連続体 (Solid) でも、骨組構造 (Space Frame) でも可能である。重力変形の場合には、第 1 図に示す座標系 (パラボラ座標系が便利) において、Z 軸方向の重力に対しては、 $n=0$ 、X (または Y) 軸方向の重力に対しては、 $n=1$ が解となる⁽⁴⁾。一方、重力によって生ずる変形 u_i, v_i に対して、Homology Parameter $h_1 \sim h_4$ で表わされる新しいパラボラを形成するために代要な変形 w_i の条件 (Homology Equation) は、それぞれ、

$$w_i = -\frac{\sin \phi_i}{1 + \cos \phi_i} v_i + h_1 - h_2 \frac{1 - \cos \phi_i}{1 + \cos \phi_i} \quad (2)$$

$$w_i = -\frac{\sin \phi_i}{1 + \cos \phi_i} v_i + h_3 \frac{\sin \phi_i}{1 + \cos \phi_i} \cos \theta_i + h_4 \frac{(3 + \cos \phi_i) \sin \phi_i}{(1 + \cos \phi_i)^2} \cos \theta_i \quad (3)$$

で与えられる。

ここに h_1, h_3, h_4 : パラボラの剛体的移動および回転

h_2 : パラボラの焦点距離の変化量

また、一般に Altazimuth mounting タイプでは、特定の仰角 (α_0) を基準として、任意の仰角 (α) での重力の加速度成分 (G_x, G_z) は、

$$G_x = \cos \alpha_0 - \cos \alpha, \quad G_z = \sin \alpha_0 - \sin \alpha \quad (4)$$

である。これらの事から、解の存在性は数学的に VON HOERNER が証明しているが⁽¹⁾、理論的には、構造的に回転対称であれば、重力変形 (0 次, 1 次) は全て Homology Parameter によって補正することが可能であり、0 次, 1 次それぞれ、独立に Homology を満足するように設計すれば、全ての仰角において、重力変形を回転抛物面から回転抛物面への (Homologous な) 変形とすることができる。

あとがき 本報告では Homology の考え方が理論的に充分適用可能であることを述べたが、具体的な検討に入る上で、0 次, 1 次以外の Homologous な変形とならない高次の変形を生ずる可能性を持っていることなど、種々の問題が残されている。第 2 報以降にて具体的に設計の概要を説明しながら検討を加えて行く予定である。

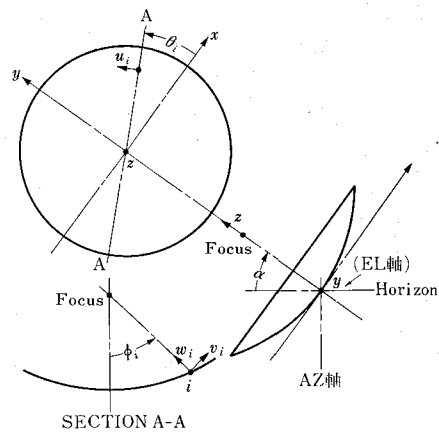
参考文献

(1) S. VON HOERNER: J. of the Structural Division, Proc. of H.A.S.C.E., ST5, 5529 (1967)

(2) 森本雅樹: 天文月報, 62, 199 (1969)

(3) 赤羽賢司ほか: 科学, 40, 12 (1970)

(4) 坪井善勝: 曲面構造, 1965 丸善



SECTION A-A

第 1 図 座標系の説明