

45M 電波望遠鏡の設計 (第四報)

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

過去の報告⁽¹⁾で回転体の重力変形に対する Homology の適用法, 骨組構造の級数展開解法, 理論的検討結果として充分高精度な反射鏡が実現可能であろうこと, を述べた. この報告では“構造は剛性, 密度, 境界条件(支持条件)分布が完全に回転対称である”という上記検討の根本仮定が守られない場合のうち集中反力の影響について述べる.

集中反力の影響

例えば, 副反射鏡支柱の影響を考えれば, 第1図に示すように, センターハブにリブ(回転対称)および副反射鏡支柱(回転対称)が結合される場合, 支柱の集中反力によってセンターハブには0次, 1次以外の変形が発生する. この集中反力を(1)式のように分布線荷重の和の形で表わせば,

$$f(\theta) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1,2,3,\dots} a_n \cos n\theta + \sum_{n=1,2,3,\dots} b_n \sin n\theta \quad (1)$$

例えば第1図の上列支点群に対しては, 2種の重力方向に対して次のように得られる.

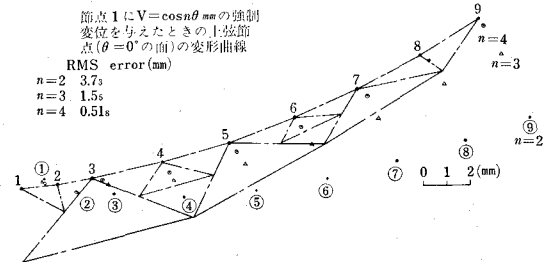
1. 軸対称荷重に対し

$$f_\theta(\theta) = 0 \quad f_r(\theta) = \frac{3 \cdot 1 P_r}{\pi r_0} \left(\frac{1}{2} + \sum_{n=3,6,9,\dots} \cos n\theta \right)$$

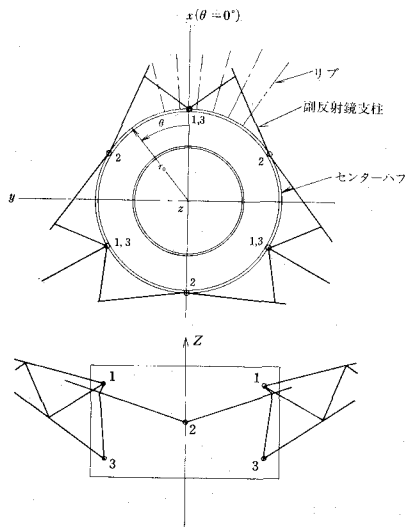
$$f_z(\theta) = \frac{3 \cdot 1 P_z}{\pi r_0} \left(\frac{1}{2} + \sum_{n=3,6,9,\dots} \cos n\theta \right)$$

2. 逆対称荷重に対し

$$f_\theta(\theta) = \frac{3 \cdot 1 P_\theta}{2\pi r_0} \sum_{n=1,4,7,\dots} \sin n\theta - \frac{3 \cdot 1 P_\theta}{2\pi r_0} \sum_{n=2,5,8,\dots} \sin n\theta$$



第2図 高次変形の収斂性 ($v = \cos n\theta$ mm)



第1図 センターハブ, 副反射鏡支柱概念図

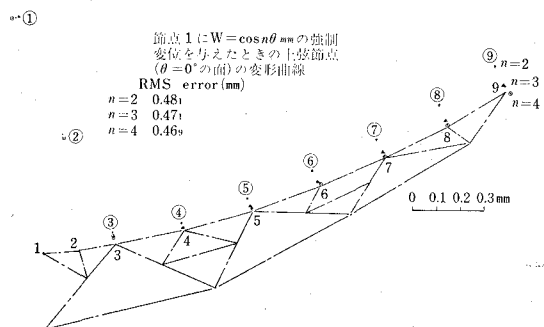
$$f_r(\theta) = \frac{3 \cdot 1 P_r}{2\pi r_0} \sum_{n=1,2,4,5,\dots} \cos n\theta$$

$$f_z(\theta) = \frac{3 \cdot 1 P_z}{2\pi r_0} \sum_{n=1,2,4,5,\dots} \cos n\theta$$

つまり副反射鏡支柱の影響を考えても上記のようにセンターハブは2次以上の変形を生ずる可能性を有し, これは Homology の考え方では補正できない変形である.

高次変形の収斂性

鏡面精度への影響はセンターハブの剛性に加えて, 骨組構造の剛性も加味し最終的に骨組構造の変形として求まるが, 一般に円周方向の波の数が増すに従って構造の見掛けの剛性が増すことから, 上記無限級数に対し実際上は極く次数の低い場合のみ考慮すれば充分と考えられる. 第2図, 第3図にその収斂性を見るためにセンターハブが v 方向, w 方向に $v, w = \cos n\theta$ (mm) の変形を起こした場合のその収斂性を示してある.



第3図 高次変形の収斂性 ($w = \cos n\theta$ mm)

あとがき——4回にわたって Homology を実現する上での基本的な検討結果について述べてきたが, システムとして実現するには実際上これ以外に数々の問題が残されている, その一つ一つは理論的に或いは実験的に解決されつつあり設計の見透しは充分なものとする. 本シリーズは一応今回で終りとし残された問題については後日機会があれば報告したく思っている. 世界最初の Homology Antenna である Bonn の100M も建設が終りその実現の成否が今年中には解ると聞いている. 我々にとってもその結果が待ちどおしい. Bonn とは別の方法にて検討しているこの45M は我々技術者としても是非実現したいものと願っている. おわりにこの検討に当っては東京天文台赤羽教授, 森本助教, 東大天文教室海部助手に度々 Discussion に加わっていただいている, 深く感謝の意を表す.

参考文献 (1) 大林, 塚田: 天文月報, 64, No. 4, 6, 8 (1971)