

衛星搭載機器残留磁気モーメント計測システムの開発

Magnetic moment measuring system for satellite instruments

松岡 知江 [1], 白澤 秀剛 [1], 遠山 文雄 [1]

Tomoe Matsuoka [1], Hidetaka Shirasawa [2], Fumio Tohyama [3]

[1] 東海大・工・航空宇宙

[1] Space Engineer., Tokai Univ., [2] Aeronautics and Astronautics, Tokai Univ, [3] Space Engineer., Tokai Univ

科学衛星による精密磁場観測のために、各搭載機器の持つ磁気モーメントを測定するEMC試験を行い、磁力計センサーでの磁気オフセットが予め定められた値以下になるようにしている。我々は、各機器を磁気多重極子近似した場合のシミュレーションを行って誤差を定量的に評価し、その結果から、今までのEMC試験で行われていた方法と比べてより精度の高い解析方法を開発した。また、角度出力式非磁性2軸回転台を新たに製作し、磁力計、解析装置と組み合わせた磁気モーメント計測システムを開発した。このシステムによる磁気モーメント計測は、精度の向上だけでなく、EMC試験の簡略化と大幅な時間短縮が可能である。

科学衛星による磁場観測を行う場合、5 m以上の進展マストの先に磁力計を設置し、衛星からの磁気的影響が最小限になるようにしている。また、制作の段階で各観測機器の持つ磁気モーメントを測定するEMC試験を行い、磁力計センサーでの磁気オフセットが予め定められた値以下になるようにしている。

しかしながら、磁力計の高精度解析には、このオフセット量を正確に求める必要がある。そのため、EMC試験の結果を基に各機器の磁気モーメントを求め、磁力計センサーでの磁気オフセットを予測し、観測磁場から除去するという方法が行われるのであるが、現在EMC試験で用いている方法は各機器を手作業で向きを変えながら計測するという方法のため、時間がかかることや精度があまり良くないなどの問題があった。その結果、各機器毎に持っている磁気モーメントを磁気双極子近似や磁気四重極子近似し、それらを組み合わせることで全体としての影響の推定を行うが、この推定が実際とかなりずれてしまっていた。

そこで今回我々は、今までのEMC試験で行われていた方法と比べてより精度の高い方法と装置を開発した。方法の開発では、機器の持つ磁場を磁気双極子、磁気四重極子、磁気八重極子で近似した場合のシミュレーションを行い、それぞれの近似誤差を定量的に評価した。高い位数の多重極子で近似したほうが精度を高めることができるが、それだけ解析が難しくなる。さらに、最終的に全ての観測機器からの磁気オフセット量を求める場合には、多数の機器が持つ磁気多重極子を組み合わせなければならぬことから、必要な精度に十分な位数の多重極子で近似することが重要である。そこで、シミュレーション結果と観測に必要な精度から、十分な精度を持ちかつ最低位数の多重極子を選択するようにした。

一方装置は3点からなる計測装置を製作中である。1点目は回転角度の情報を取り出せる「デジタル角度出力式非磁性2軸回転台」で、全く新たに制作するものであり、本システムの中核をなす装置である。この回転台は2軸周りの回転角を0.5~1.0度の精度で計測出力することができる予定で、計測したい搭載機器を乗せたまま、水平方向、垂直方向に回転させることができるようになっている。2点目は「フラックスゲート磁力計」で、磁場3成分を計測し解析装置にデジタル出力する。3点目は「磁気モーメント解析装置」で、シミュレーション結果から開発した解析プログラムを組み込んであり、回転台と磁力計からのデータを取り込み、リアルタイムの解析を行うことができる。

計測には磁気シールドルームを用い、磁気シールドルーム内に回転台と磁力計を設置する。搭載機器は回転台上にベルトで固定され、回転台を回転させながら計測を行う。回転角度出力と磁力計出力は磁気シールドルームの外に設置された解析装置に送られ、搭載機器の持つ磁気モーメントを準リアルタイムで磁気多重極子近似して表示する。これにより、精度の向上だけでなく、本システム開発のもう一つの目的であったEMC試験の簡略化と大幅な時間短縮も可能となった。

本システムを用いて計測及び解析を行った場合の計算機シミュレーションでは、搭載機器の磁気モーメントを複数の偏心磁気双極子の合成と仮定し、搭載機器の中心に位置する磁気双極子または磁気四重極子で近似した結果を出力させている。搭載機器の磁気モーメントと近似した磁気モーメントとが、伸展マストの先の磁力計位置となる5 m離れた地点につくる磁場の差で、この結果の評価を行った。

その1例として、搭載機器の磁気モーメントを4つの磁気双極子の合成と仮定し、

磁気双極子近似と磁気四重極子近似を行うと、その結果は、双極子近似による誤差は最大で5.2%、四重極子近似では4.4%であった。