

科学衛星搭載電界観測用ワイヤアンテナに対する模型実験

Rheometry experiment of wire antennas aboard scientific spacecrafts

井町 智彦[1], 八木谷 聡[2], 長野 勇[2], 東 亮一[1], 筒井 稔[3], 松本 紘[4]

Tomohiko IMACHI[1], Satoshi Yagitani[1], Isamu Nagano[1], Ryoichi Higashi[1], Minoru Tsutsui[2], Hiroshi Matsumoto[3]

[1] 金沢大・工, [2] 金沢大・工, [3] 京産大・工, [4] 京大・宙空電波

[1] Kanazawa Univ., [2] Info. Commu. Sci. Kyoto Sangyo Univ., [3] RASC, Kyoto Univ.

<http://reg.is.t.kanazawa-u.ac.jp/~imachi/>

レオメトリ実験は、ヨーロッパの土星探査衛星カッシーニのソリッドアンテナ等についてヨーロッパで数例実施例があるが[1]、国内においてはおそらく例がないものと思われる。実験のアイデア自体は非常に明快で、アンテナの模型を作成して人工的な既知の電界中に配置し、出力電圧を測定するというものである。電界を発生させるには、距離を置いて電極を配置し交流電圧をかければよい。このとき発生するのは電磁波ではなく振動する準静電界であるが、アンテナで受信する電磁波を単一平面波に仮定すれば、この手法でアンテナ特性の評価が可能である。しかしながら、空気中のような自由空間的な環境では電気力線が拡散するため、観測可能な電界を生成することはできず、またワイヤアンテナのエレメント間のインピーダンスは空気中においては非常に大きくなり、エレメント間に測定器を繋いだ場合、アンテナインピーダンスは観測器の入力インピーダンスと比べ大変大きな値となる。これらのことから、空気中にワイヤアンテナで測定可能な準静電界を発生させることは、不可能であると言える。

そこで平板電極を水中に平行に配置し、電極板に交流信号を印加することにより、水中に準静電界を発生させる。水中においては、媒質の比誘電率が80程度と非常に大きくなるため、一様な電界を発生させることができる。また、使用する水は完全な純水ではないため導電率をもち、そのためアンテナのエレメント間のインピーダンスを測定器の入力インピーダンスよりも低くすることができる。

本研究では、このレオメトリ実験により、10 Hz ~ 100 kHz の周波数帯における実効長の周波数依存性について調べた。電界を発生させる装置として、プラスチック製の直方体（内寸；530mm × 367 mm × 220 mm）の水槽と、ステンレス板（350 mm × 200 mm, 厚さ 1mm）2枚を使用した。また、水中に配置する受信アンテナとして全長 0.3 m のワイヤアンテナを、以下の3種類作成した。

1. 切断した被覆銅線をそのまま使用したもの
2. 1の断面を絶縁被覆したもの
3. 1の両端に、直径 17 mm のアルミ球を取り付けたもの

実験の結果、実効長の周波数依存性は状態1～3のそれぞれによって大きく異なる特性を示した。状態1の場合、実効長は低周波においてほぼアンテナ全長、周波数が高くなると、全長のほぼ半分に収束した。状態2の場合、低周波においての実効長の大きさが状態1とは全く異なり、非常に小さい値を示した。この場合も、周波数が高くなると全長のほぼ半分に収束している。状態3の場合は、低周波においてほぼアンテナ全長であるが、周波数が高くなってもその値を維持するという特性を示した。最終的にはより低い値へ遷移するが、状態1, 2に比べ全体に大きい特性となった。

この結果は低周波においてはアンテナ両端が静電ポテンシャルを拾う傾向が強く、周波数が高くなるにつれて電流分布に勾配が出来始め、微小ダイポール近似での実効長に近付いて行くという特性を示しているものと考えられる。

参考文献 [1] H. O. Rucker, et al., Cassini model rheometry, Radio Sci., 31, 1299, 1996