

アンテナ導体上の表面電流に着目した地中レーダ用ビバルディアンテナの最適化設計

林直樹¹・佐藤源之²

(東北大学東北アジア研究センター¹²資源環境科学研究分野)

¹naoki@cneas.tohoku.ac.jp (内 6074, D3), ²sato@cneas.tohoku.ac.jp (内 6075)

Optimization of Vivaldi antenna for ground penetrating radar with focusing on surface current along an antenna conductor

Naoki HAYASHI¹, Motoyuki SATO²

(Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University; ¹²Division of Geoscience and Remote Sensing) (■Oral □Poster)

Key words: GPR, Vivaldi antenna, FDTD method, surface current

地中レーダ (GPR: Ground Penetrating Radar) の特徴を活かした応用は、パイプ等の人工的な埋設物の検知、地下水のモニタリング、地質調査、地雷検知、月面探査等、多岐に渡っている。一般に地中レーダシステムは、送受信機、送受信アンテナ及び信号処理ソフトウェアから成る。

本発表では、地中レーダシステム用アンテナとして、ビバルディアンテナの最適化設計を扱う。ビバルディアンテナは、1979年にP.J.Gibsonによって発表された広帯域特性を有するアンテナである。従来、ビバルディアンテナのアンテナ導体形状決定のためには定量的な指標が無い為、アンテナ導体部端面での電流の不要反射を避けることは難しく、放射効率の低下及び時間領域信号のタイムサイドローブ成分の増加に繋がっていた。我々は、FDTD法によりアンテナ導体上の表面電流を可視化し、表面電流の不要反射を極力抑えるよう、アンテナ導体形状を決定した。結果として、従来型と比べて広帯域化、時間領域信号のタイムサイドローブ成分の低下に成功した。アンテナサイズは250mm×200mm、反射損失 ($|S_{11}|$) は500MHz–6GHzで-8dB以下、時間領域信号のタイムサイドローブ成分は主パルスと比較して-27dB以下である。特に時間領域信号のタイムサイドローブレベルが低いことは、レーダ画像の高質化に繋がるものであり、地中レーダシステムの信頼性が向上する。

GPR has wider field of application such as detection of a buried pipe, monitoring of groundwater, geological survey, landmine detection, lunar exploration and so on. Generally, GPR consists of a radar transmitter-receiver, transmitting and receiving antennas and signal processing software.

In this presentation, an optimization of the antenna is reported. Especially, Vivaldi antenna is treated. Vivaldi antenna was first proposed by P.J.Gibson, on 1979, and has broadband characteristic. So far, there is no quantitative index for a designing of an antenna conductor of the Vivaldi antenna, so it is difficult to suppress undesirable reflection of a surface current along an edge of the antenna conductor. In this paper, we utilize Finite Difference Time Domain (FDTD) method to visualize the surface current along the antenna conductor, and determine the shape of the antenna conductor to minimize the undesirable reflection of the surface current. As a result, both of the antenna return loss and a time sidelobe level could be suppressed compared to the conventional antennas. As for the new antipodal Vivaldi antenna, the antenna size is 250mm by 200mm, the return coefficient ($|S_{11}|$) is below -8dB in a frequency range of 0.5 – 6GHz and the time sidelobe level is 27dB lower than a main pulse. Especially, the lower level of time sidelobe causes a higher quality of a radar image, so a reliability of GPR system can be improved.