

地面・送電線結合系における地磁気誘導電流の発生機構に関するシミュレーション

栗栖 一樹 [1]; 海老原 祐輔 [2]; 中村 紗都子 [3]
[1] 京大・生存圏; [2] 京大生存圏; [3] 京大生存研

Simulation study on the generation of geomagnetically induced current (GIC) in terms of ground-transmission line coupling

Kazuki Kurisu[1]; Yusuke Ebihara[2]; Satoko Nakamura[3]
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.

http://space.rish.kyoto-u.ac.jp/people/2016/kazuki_kurusu/index-j.html

During geomagnetically disturbed conditions, geomagnetic induced currents (GICs) can cause severe damages on the power grid. Recent observation has revealed that extreme solar flares may occur in our Sun. If such an extreme solar event occurs, the impact on our life would be catastrophic. Under this circumstance, the need for GIC research is increasing for better understanding of the cause of the GIC. Previously, many researches have calculated the GICs for given geomagnetically induced electric field (GIE) by assuming an equivalent electrical circuit. The GIE is often calculated by the temporal variation of the magnetic field, and is assumed to be independent of the existence of the transmission line. However, the existence of the transmission line may alter the ambient electric field including GIE because the conductance of the transmission line is extremely high in comparison with the ground conductivity. We calculated both the GIE and GIC simultaneously by using 3-D Finite-Difference Time-Domain (FDTD) method to investigate the interaction between the ground and the transmit line. To excite the electromagnetic wave, a plane of the uniform electric field is placed at 60 km altitude with its amplitude varying sinusoidally with a period of 1 sec. Due to the limitation of the computational resource, the thickness of the transmission line is set to be 2 km. For this particular study, we tested the influence of different conductance of the transmission line on GIC, and the influence of different conductance of the ground on GIC. The simulation results are as follows. When the conductivity of the transmission line increases, GIC increases linearly until a particular threshold. When the conductivity of the transmission line exceeds the threshold, GIC is saturated, and is less sensitive to the conductivity of the transmission line. When the conductivity of ground increases, GIC is almost constant. These results indicate that GICs may be independent from ground conductivity or potential difference on earth surface for particular conditions. We will discuss the reality of the calculated value.

地磁気誘導電流は太陽活動由来の擾乱現象により、送電網を流れる電流である。近年の観測では巨大な太陽フレアが起こる可能性が示唆されている。そのような太陽フレアが起きた場合、私たちの生活に壊滅的な被害をもたらす危険性がある。GIC のリスクを把握するためには GIC の性質を正しく理解することが必要である。多くの先行研究では、送電網の等価回路に地磁気誘導電界 (GIE) を与えることで GIC を計算してきた。GIE は磁場の時間変化やモデル計算によって一方的に与えられており、送電網からは独立であると考えられていた。しかし、超高压送電網の電気伝導度は地面の電気伝導度よりも極めて高いため、送電網の存在によって GIE を含む周囲の電磁界が変化する可能性がある。私たちは FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法を使用して大気中・地面・送電網を伝わる場を同時に計算し、地上と送電網の相互作用を調べた。一様な電界を高度 60km に配置し、ソース電界の振幅は 1 秒の周期で正弦波状に変化させた。計算資源の制約から、送電線の厚さは 2km に設定されている。今回は主に、送電線の電気伝導度を変えた場合と地面の電気伝導度を変えた場合の相互作用について検討した。シミュレーションの結果は以下のとおりである。送電線の伝導度を増加させると GIC は特定の閾値まで線形的に増加した。送電線の伝導率が閾値を超えると GIC は飽和し送電線の伝導率に対して変化しなくなる。また、地面の電気伝導度をある範囲内で変えても、GIC はほとんど変化しなかった。これらの結果は、ある条件のもとでは GIC が地面の伝導率や地表の電界から独立している可能性があることを示している。シミュレーション結果に基づき、現実の場合について議論する予定である。