

PML を併用した柱状物体の2次元音場伝搬解析

Two-Dimensional Acoustic Field Propagation Analysis of a Cylindrical Object with PML

○石川直也¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²Naoya Ishikawa¹, Seiya Kishimoto², Shinnichiro Ohnuki²

Abstract: In the analysis of acoustics fields, the FDTD (Finite-difference Time-domain) method is useful for visualizing the time-evolving field. However, since the time resolution is restricted to the spatial discrete interval, a computational time increases to obtain the steady response. Furthermore, acoustic analysis simulations require a PML (Perfectly matched layer) when setting up suburbs or large spaces. In this report, we use a computational method that has no time resolution limit in the acoustic field propagation analysis. To perform the two-dimensional acoustic field propagation analysis, the PML is implemented and a cylindrical object is arranged. The computational results are compared with FDTD results.

気体を伝搬する音場のシミュレーションは、ホール設計等に有用である^[1]。その代表的なシミュレーション方法としてFDTD (Finite-difference Time-domain)法がある^[2]。本手法は時間発展する場の可視化に優れるが、時間分解能が空間離散間隔に制限されるため、定常応答までの計算に膨大な計算時間を要する問題となる場合がある。また、音場のシミュレーションは郊外や広い空間を設定するとき、完全吸収境界 (PML: Perfectly matched layer)を必要とする。PMLにより無限に広がる自由空間のシミュレーションが可能^[3]となる。

本報告では、音場時間解析にて時間分解能の制限がない解析手法^[4]を使用する。本提案法にPMLを実装、柱状物体を配置し2次元音場伝搬解析を行い、従来法と同様の解を求められることを示す。

本手法を用い空気中における2次元音場伝搬を解析する。解析モデルを図1に示す。波源は線音源、周波数440 Hzで正弦的に振動するとした。解析領域端の境界条件をPML、中心に音圧を反射する柱状物体を配置し、観測点を音源より距離0.70 m離れた点とする。提案法により求めた音圧の時間応答波形を、従来のFDTD法と比較し、提案法が解を求められることについて比較検討する。

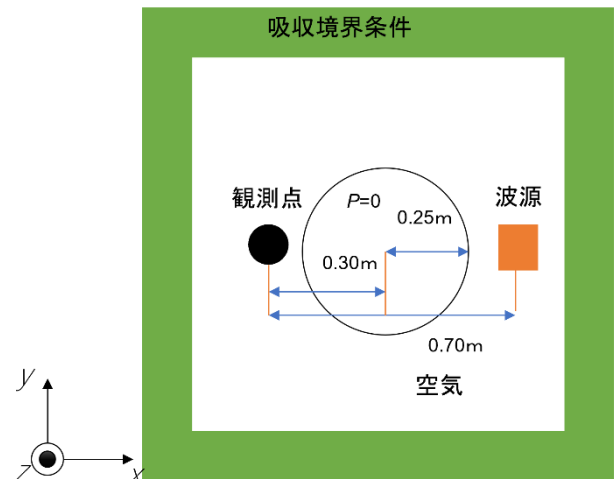


Figure 1. 二次元の解析モデル

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K17753 及び、日本大学理工学部研究助成金の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] 坂本 慎一:「ホール内音響伝搬のシミュレーション」, 日本音響学会誌, Vol.67, No.7, pp.284-289, 2011.
- [2] Allen Taflove and Susan C Hagnes, Boston, MA: “Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method”, USA; Artech House,2005.
- [3] Xiaojuen Yuan, David Borup, James W. Wiskin, Michael Berggren, Rick Eidens, Steven A: “Johnsonormulation and Validation of Berenger’s PML Absorbing Boundary for the FDTD Simulation of Acoustic Scattering”, IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, Vol. 44, No. 4, 1997
- [4] Seiya Kishimoto, Naoya Ishikawa, Shinichiro Ohnuki: “Analysis of Instantaneous Acoustic Fields Using Fast Inverse Laplace Transform,” IEICE Trans. Electron., Vol.150-C, No.11, 2022.

1 : 日大理工・院 (前)・電気、2 : 日大理工・理工・電気