

屋外広域音響伝搬解析への FMBEM の適用に関する研究

Application of FMBEM to prediction of outdoor sound propagation in large area

安田研究室 201170149 樋口 和孝

研究概要：高効率な波動解析手法である高速多重極境界要素法（FMBEM）を屋外広域音響伝搬解析へ適用するため、主に以下のような検討を行った。i) 屋外空間において地表面を無限大の剛平面と仮定することで、鏡像を含めた面对称問題とみなす効率化手法の検討。ii) 解析対象の分布・形状・サイズが計算効率・精度に及ぼす影響についての詳細な把握。iii) 実際の市街地モデルへの適用。

研究目的：建築内外の音場の正確な予測には波動音響解析が有効である。しかし、市街地のような大規模な音場への適用にあたっては、膨大な計算コストが問題となる。FMBEM は高効率な波動音響解析手法であるが、このような大規模音場に適用した例はなく、その広大な解析対象が計算精度・効率に及ぼす影響については明らかでない。本研究ではこれらについて詳細に調べる。

研究成果：面对称音場のための効率化手法 数値実験により、対称面を1面用いるごとに、高精度を保ったまま計算量とメモリをおよそ1/2倍に効率化することを確認した。

広域音響伝搬解析への適用性 形状 (S, M, C), 分布 (1D, 2D, 3D), サイズ (6, 10, 18, 102, 1002 m) の三軸により解析ケースを構成した。サイズ6mのときの解析ケースを Fig. 1 に示す。いずれのケースでも高精度に解析可能であった。計算効率については、低周波数域では計算時間・必要メモリともに解析対象によらずほぼ一定であり (Figs. 2, 3), 1 km 規模でも十分適用可能であったが、高周波数域ではサイズの増加とともに高精度を保つための展開項数の打ち切り次数が増加するため、計算効率の低下が見られた。計算効率の改善は今後の課題である。

実市街地モデルへの適用 実市街地 (50×50 m²) の解析を行った。その音圧レベル分布を Figs. 4, 5 に示す。

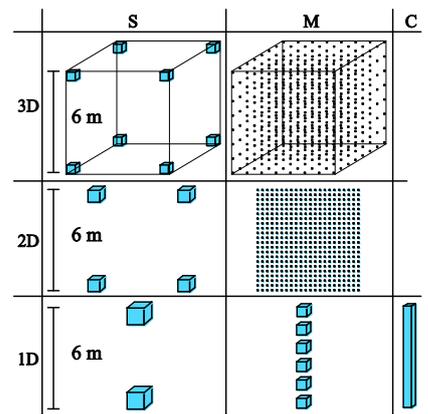


Fig. 1 解析ケース (6 m)

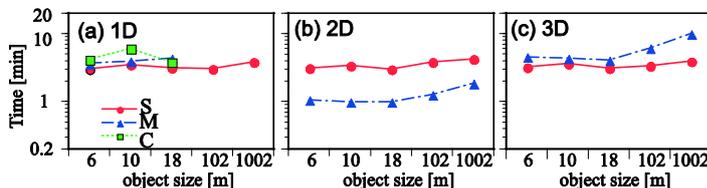


Fig. 2 低周波数域解析時の計算時間 ((a) 1D, (b) 2D, (c) 3D)

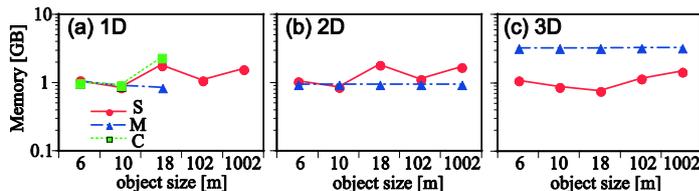


Fig. 3 低周波数域解析時の必要メモリ ((a) 1D, (b) 2D, (c) 3D)

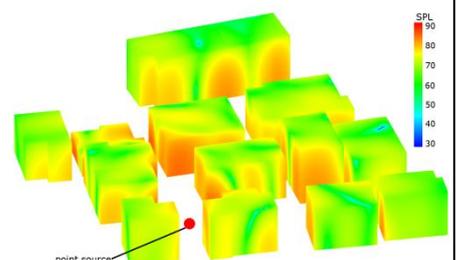


Fig. 4 実市街地の解析例 (31.5 Hz)

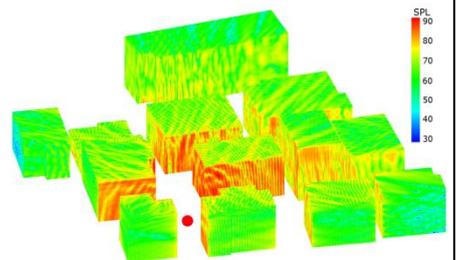


Fig. 5 実市街地の解析例 (500 Hz)

感想：思うように研究結果が出せない時期もあり順調とは言えない研究生活でしたが、先生方や研究室メンバーなど多くの方々の力添えによって研究を終えることができました。心から感謝申し上げます。