

波動音響解析のための吸音境界条件の取り扱い

—非拡散音場における局所・拡張作用の違い—

Treatment of absorptive boundary conditions for wave-based numerical analysis:

difference between locally-reactive and extended-reactive boundary conditions in a non-diffuse sound field.

安田研究室 201270089 門田 大

研究概要：吸音面の偏在した非拡散音場において、吸音面を局所作用性境界・拡張作用性境界とし、それぞれが音場に及ぼす影響について比較・検討した。Ⅰ. 吸音面に仮想材料を想定した解析を行い、両作用における計算結果の違いを比較した。Ⅱ. 吸音面に実材料を想定した解析を行い、両作用における計算結果の違いを比較した。Ⅲ. 局所・拡張作用時の値の差についてどのような相関・傾向があるか探った。

研究目的：室内音響設計において音場の予測は重要である。波動数値解析では、計算の簡便性から、局所作用を仮定した境界条件が用いられることが多いが、この仮定が計算結果に与える影響については未だ不明な点が多い。本研究では、局所作用性の満たされにくい非拡散音場を対象に、境界面内部の音響伝搬まで考慮した拡張作用性の境界条件と局所作用性のものとの比較検討を行う。

研究成果：天井と床を吸音面、その他の面を反射面とした矩形室を解析対象とする(Fig. 1)。

局所・拡張作用時の値の差 吸音境界を局所作用性とした場合、表面インピーダンスを複素数で与えれば、非拡散音場であっても拡張作用時との差が少ないことが多く、その差は斜入射吸音率の理論値などで予測できる可能性が高いことがわかった (Fig. 2)。実材料を想定した場合、吸音材の厚さ h [m] が小さく流れ抵抗 R [Ns/m⁴] が大きい設定では、低周波数域ならば斜入射吸音率 (理論値) に差があっても局所・拡張作用時の解析値の差は生じにくいという結果となった (Fig. 3)。

局所作用性境界の適用可能性の予測 局所・拡張作用時の値の差はエネルギー反射率 $1-\alpha$ との相関が高く、 $R\lambda/h$ が高くなると、表面反射が大きくなることや位相差が少なくなることから局所作用性境界の適用性は高くなることが示唆された (Fig. 4)。

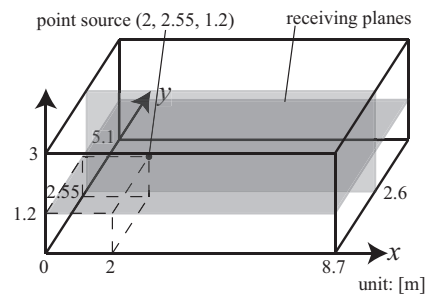


Fig. 1 解析モデル

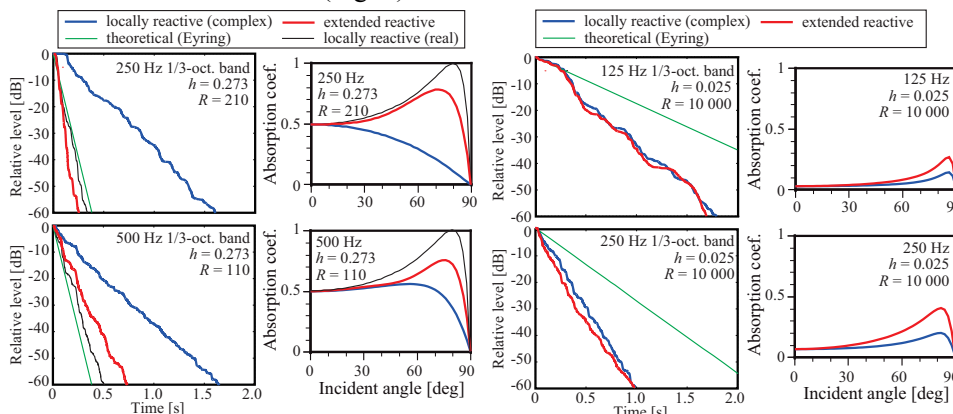
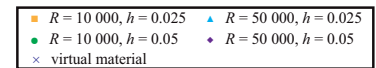


Fig. 2 仮想材料における残響減衰曲線 (数値解析) と斜入射吸音率 (理論)

Fig. 3 実材料における残響減衰曲線 (数値解析) と斜入射吸音率 (理論)

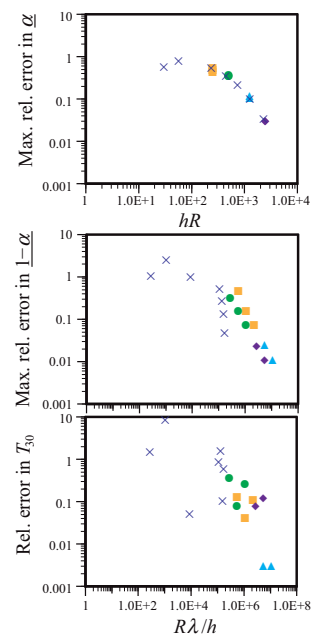


Fig. 4 各種誤差と各種説明変数の相関

感想：数値解析の結果を出すのは時間との戦いで、解析できたデータ数から考察することは簡単ではありませんでした。その観点からみれば2年間は本当に短いと感じました。そんな短い期間でしたが、ここまで支えてくれた皆様に心から感謝致します。