

拡散係数を導入した幾何音響シミュレーションに関する検討 シューボックス型ホールにおける拡散壁の影響 *

太刀岡勇氣, 佐久間哲哉 (東大・新領域)

1 はじめに

近年商用ベースの幾何音響シミュレーションソフトウェアに壁面条件として拡散係数 [1] を導入したものが多く見られる。拡散係数の同定については測定法 [2] や数値解析手法 [3] が整いつつあるが、幾何音響解析における拡散係数の取り扱いや有効性については十分な検討がなされていない。本報では、シューボックス型コンサートホールを対象として様々な部位の拡散係数を変化させることで、拡散壁の設置部位による各種聴感指標への影響をケーススタディーを通して定量的に評価した。

2 研究方法

2.1 解析アルゴリズム

幾何音響解析には cone tracing 手法を採用した CATT-Acoustic v8.0 を用いる。本プログラムは壁面の拡散係数に応じて、1 次反射では鏡面反射と拡散反射の各成分を与え、2 次反射以降では確率的にいずれかの反射成分を与えている。

2.2 解析対象

Fig. 1 に示すシューボックス型ホールを基本とする。周波数によらず、客席床・客席後方壁は吸音性 ($\alpha = 0.86$)、その他の面は反射性 ($\alpha = 0$) とする。 $\bar{\alpha} = 0.22$ 、Eyring による残響時間が 2.54 秒に設定した。舞台中央の無指向性点音源と受音点列 (2m 間隔で 85 点) の配置により、 $C_{80}, L_f, G, EDT, T_{30}$ を算出する。以上は文献 [4] と同条件とした。

2.3 拡散係数の取扱い

吸音面の拡散係数については音場への影響が小さいため $s = 0$ とし、反射面の拡散係数を変化させることにする。反射面については (a) 全面、(b) 側壁、(c) ステージ周りの壁、(d) 天井のみ変化の 4 パターンについて検討した。

3 結果と考察

3.1 拡散係数の変化に伴う特徴的な傾向

拡散係数の変化による聴感指標の影響を示すために、条件 (a) で $s = 0.1$ と $s = 1$ での場合の C_{80} と G の空間分布の違いを Fig. 2 に示す。また音源 - 受音点間の距離との関係を Fig. 3 に示す。図中には残響時間 2.54 秒から導かれる Barron's Revised Theory [5] による理論式を併記している。

C_{80} については、拡散係数が大きくなると全体的に低下し、Barron の理論式との乖離が後方ほど大きい。

G については理論式と平均値はおおむね一致するものの、ホールの後方で値が小さいことがわかる。こ

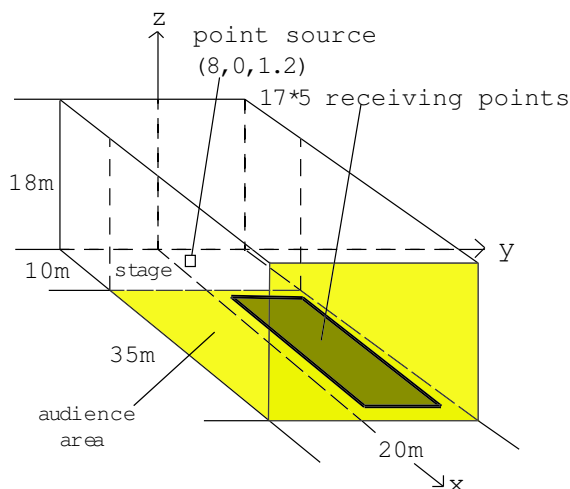


Fig. 1 Geometry of a shoebox concert hall

の傾向は拡散係数が大きいほど顕著である。

L_f については、距離との相関はそれほど見られないが、前後で比較的低く、中央で高いといえる。

3.2 部位の違いによる影響

2.3 に示した 4 パターンについて検討した結果を Fig. 4, 5 に示す。ここでは検討する面以外の反射面の $s = 0.3$ とした。

C_{80} に関してはステージ周りの壁を変化させても、平均値はほとんど変化していないが、ばらつきは大きくなっている。これに対し側壁、天井を変化させた場合には全体的に低下する。

L_f に関しては側壁の拡散係数を大きくしたときに、全体的に値が下がる傾向にあるが、そのほかの部位を変化させてもあまり変化しない。

G に関してはあまり大きな変化は見られないが、側壁の拡散係数を変えることでばらつきが増す。また前述の通り特に後方で値が小さくなる。

残響時間に関しては場所ごとのばらつきは少なく、拡散係数にある程度依存しており、EDT と T_{30} の傾向はおおむね一致している。ステージの周りの壁の拡散係数を大きくすることで残響時間が短くなり、側壁の拡散係数を大きくすると残響時間が長くなることが示される。天井面の拡散性は残響時間にあまり影響しない。

4 まとめ

シューボックス型ホールを対象に様々な部位の拡散係数を変化させることで聴感指標に与える特徴的な傾向をある程度示すことができた。しかしながら、吸音面の配置の影響も大きく影響すると思われるため様々なパターンについての検討が必要と思われる。

* Geometrical acoustic simulation using scattering coefficients to predict the influence of diffuse walls in the shoebox concert hall by TACHIOKA Yuuki and SAKUMA Tetsuya (The University of Tokyo)

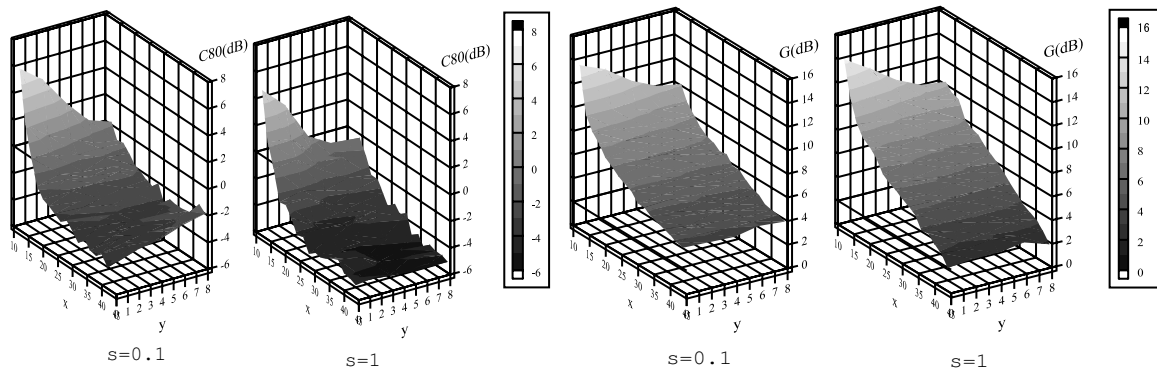


Fig. 2 Distribution of C_{80} and G calculated with scattering coefficient on the all reflective surfaces given 0.1 or 1 (only in the region of $y \geq 0$)

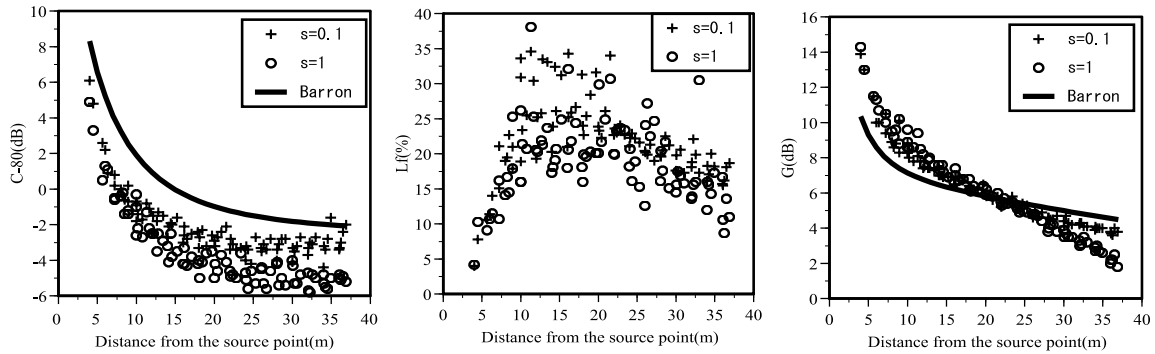


Fig. 3 C_{80} , L_f , and G calculated with scattering coefficient on the all reflective surfaces given 0.1 or 1 (Compared to the Barron's Revised Theory)

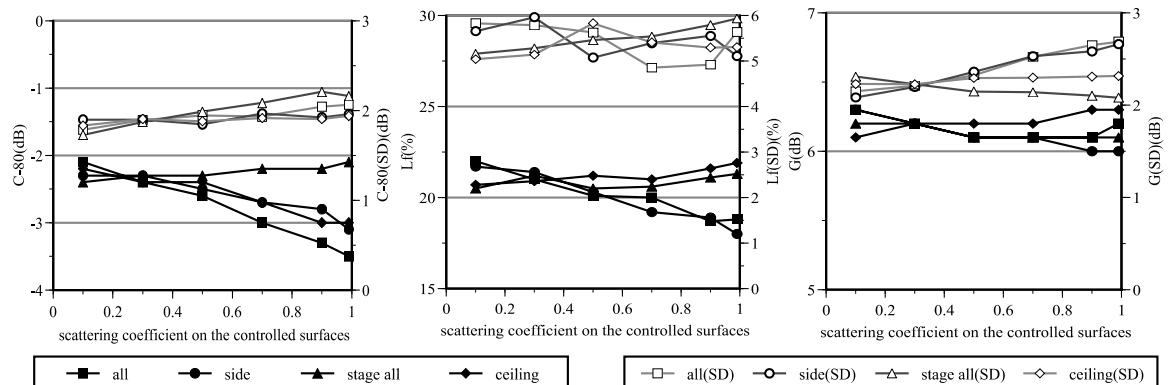


Fig. 4 Mean and Standard Deviative of C_{80} , L_f and G calculated with scattering coefficient on the controlled reflective surfaces given 0.1,0.3,0.5,0.7,0.9,1 (Others are given 0.3)

参考文献

- [1] ISO 17497-1: Acoustics - Sound-scattering properties of surfaces - Part 1, 2004.
- [2] M. Vorländer *et al.*, Acta Acustica / Acustica 90, pp. 858-867, 2004.
- [3] Y. Kosaka *et al.*, J.Acoust.Sci. & Tech.26, pp. 136-144, 2005.
- [4] 安藤, 古屋, 音講論 (秋), pp. 1093-94, 2004.
- [5] M. Barron, Auditorium Acoustics and Architectural Design, pp418-419,E & FN Spon, 1993.

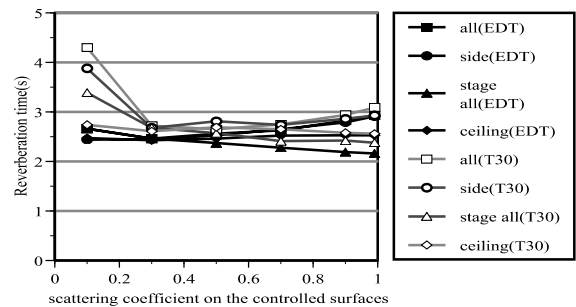


Fig. 5 Mean of EDT and T_{30} calculated with scattering coefficient on the controlled reflective surfaces given 0.1,0.3,0.5,0.7,0.9,1 (Others are given 0.3)