

本棚の等価吸音面積に関する検討



土屋 裕造 *1

小林 正明 *1

概 要

図書室は静謐性を問題とすることが多く、静謐性のために建築では内装を吸音性にすることが挙げられる。しかし、本棚の等価吸音面積が大きく、建築内装における吸音の寄与は本棚に比べて小さいことが予想される。そこで、本棚の等価吸音面積を測定しその特性を把握した。また、同じ本棚を配置した室の残響時間を測定し、残響時間予測計算と比較を行った。

Examination of the equivalent sound absorption area about the bookshelf

Yuzo TSUCHIYA*1

Masaaki KOBAYASHI*1

The problem of the sound environment of a library is often silence. Its one method is the sound absorbing interior of the room. But, we expected that the bookshelf rather than the interior affected sound absorption of the room. Then, we measured the equivalent sound absorption area of the bookshelf, and grasped its characteristics. Moreover, we measured the reverberating time of the room to install the same bookshelves, and compared it with reverberating time prediction calculation.

*1 技術研究所

*1 Technical Research Institute

本棚の等価吸音面積に関する検討

土屋 裕造^{*1}
小林 正明^{*1}

1. はじめに

近年、多目的な機能を有する図書館の建設が地方でいくつかみられ、図書室の音環境について検討を求められることがある。図書室は静謐性を問題とすることが多く、静謐を保つ手段のひとつとして建築では内装を吸音性にすることが挙げられるが、一方で本棚の等価吸音面積が大きく、建築内装における吸音の寄与は本棚に比べて小さいことが予想される。しかしながら図書室に設置される本棚の等価吸音面積が不明であり建築内装の検討が困難であった。そこで今回、本棚の等価吸音面積に関しいくつかのパラメータを変えて測定し、本棚の等価吸音面積の特性を把握した。また、同じ本棚を配置した室の残響時間実測と残響時間予測計算との比較を行い知見を得た。

2. 図書室の残響時間実測例

本棚が配置されて実際に使用している図書室の残響時間実測を図-1に示す。A、Bは2層以上吹き抜けた大きな室容積を有する空間、Cは1階部分のみの扁平な空間である。これを見ると図書室が吹き抜けた空間と1層とでは残響時間および残響時間周波数特性は大きく異なり、図書室の音環境を残響時間で評価することは難しい。

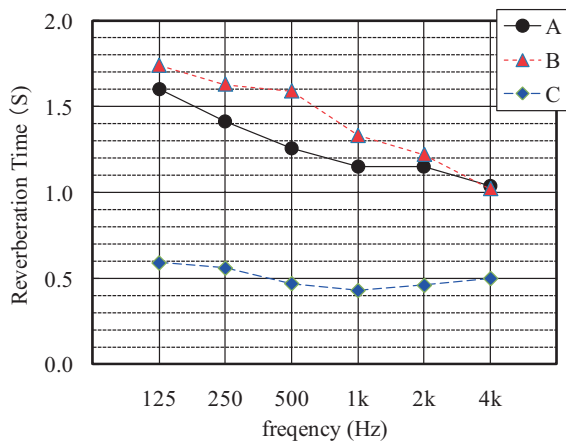


図-1 図書室の残響時間実測例

表-1 実測室の容積・面積と室・天井の等価吸音面積比較

	容積 (m ³)	室表面積 (m ²)	室等価吸音面積 (m ² ・500Hz)	天井等価吸音面積 (m ² ・500Hz)
A	2,900	1,500	325	135
C	1,300	1,000	360	150

一方、いずれの室も天井に岩綿吸音板が施されているが、容積：室表面積と残響時間から算出される室の等価吸音面積と、天井の面積と材料（岩綿吸音板）から算出される天井の等価吸音面積を比較すると（表-1）、天井の等価吸音面積は室全体の半分以下であった。天井以外の吸音はほとんどが本棚と考えられるため、本棚の等価吸音面積を把握することは重要である。

3. 本棚の等価吸音面積

本棚1架当たりの等価吸音面積を図-2に示す。測定は戸田建設技研残響室¹⁾でJIS A 1409に準じて行った。本棚は、W900mm × D450mm × H1,800mm、上から3段H400mm、下1段H500mm間隔の棚板で構成されたスチール製ラックに、ラワン合板9tでラック裏表の仕切り、側面全面に塞ぎを取り付けたものを採用した。本は本棚の裏表共棚板の上に隙間をなく配列した。残響室内の本棚配置、本の状態を表-2、条件iiの写真を写真-1に示す。以下、本が入っていない本棚を本棚（空）、本が入った本棚を本棚（本入）と記す。

本棚（空）iと本棚（本入）iiを比較すると、本棚（本入）は本棚（空）よりも大きな等価吸音面積を有しており、今回採用した本棚（本入）では315 Hz付近に大きなピークを持つ。本棚（本入）ランダム配置iiと比べて2架平行配置離隔1.2mのiii、2架平行配置密着のivの等価吸音面積が小さい理由として、本棚の平行配置、離隔距離不足による影響が考えられる。

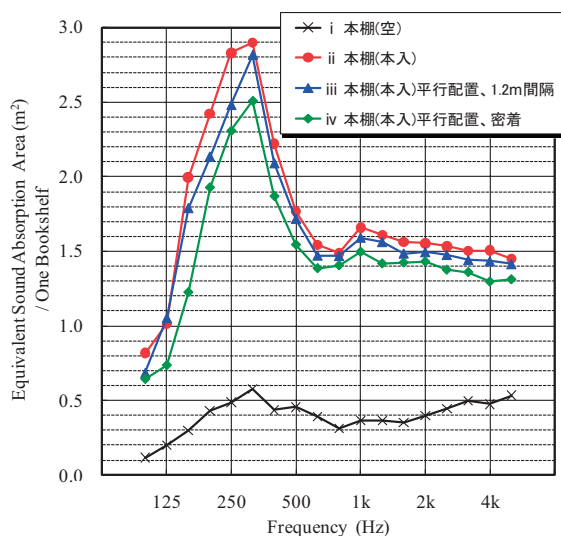


図-2 本棚1架当たりの等価吸音面積

^{*1} 技術研究所

4. 本配列の吸音率

今回の測定で本棚に入れた本を残響室の床に配列し、配列の間隔による吸音率の違いを測定して調査した。その条件を表-3、条件viiの様子を写真-2、吸音率測定結果を、図-2の本棚（本入）iiの等価吸音面積（本棚（空）分を除く）を本棚開口部面積で割ったものと比較して図-3に示す。測定は前項と同様に行い、本は残響室の床に高さ235mm、厚18mmの木材で作成した3m四方の枠の中に、ベニヤ2mmで本の下側小口部分を塞ぎ棚板に見立てて配列した。400mm間隔viの場合の吸音率は315、400Hzにピークを生じるが、本密集vおよび500mm間隔viiの場合では大きなピークがあらわれない。本とその上にある棚板との空

表-2 残響室における本棚配置・本の状態

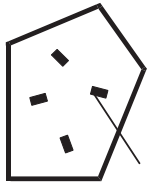
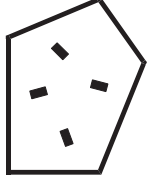
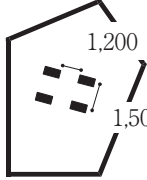
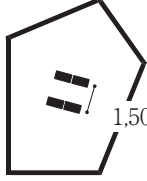


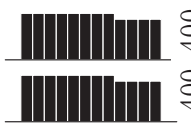
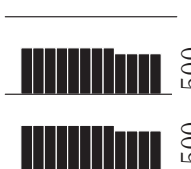
条件	残響室内の本棚配置図
i 本棚（空） 本棚4架をJISに則り離隔距離2m以上確保（ランダム配置）	
ii 本棚（本入） iの配置 本棚4架をJISに則り離隔距離2m以上確保（ランダム配置）	
iii 本棚（本入）4架を2架ずつ平行配置1.5m間隔 2架の離隔1.2m	
iv 本棚（本入）4架を2架ずつ平行配置1.5m間隔 2架密着	



写真-1 残響室本棚設置の様子
（条件ii本棚（本入）4架をランダム配置）

間が吸音率に影響するものと考えられる。iiとvi、viiを比較すると、周波数帯域のピーク位置にずれが生じているもののピークの傾向は対応している。またiiは500Hz以上でvi、viiより0.06~0.22小さい値を示したが、これは本と接する（本を置く）棚板との隙間の違いによる影響と考えられる。

表-3 残響室における本の床配列状態

条件	残響室内の本床配列図
ii 本棚（本入） iの配置	
v 本床配置 密集した状態	
vi 本床配置 400mm間隔の列	
vii 本床配置 500mm間隔の列	

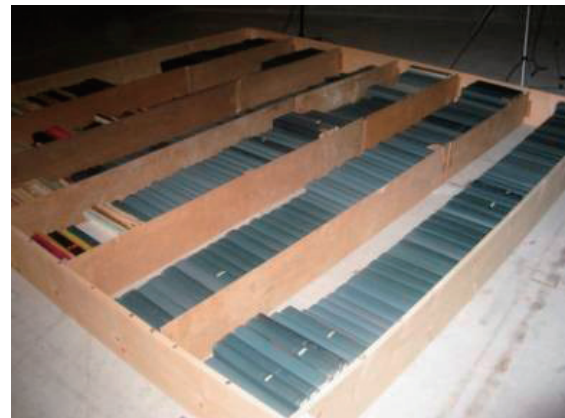


写真-2 残響室内本床配列の様子
（条件vii 500mm間隔の列）

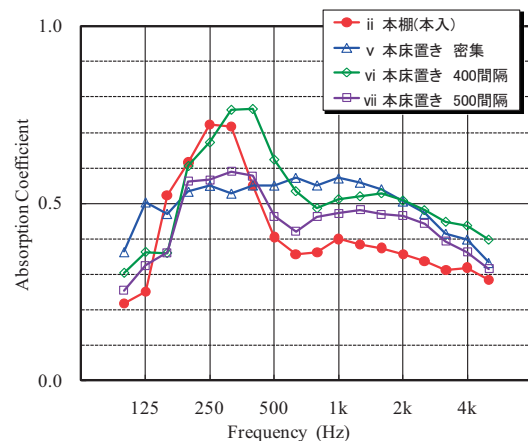


図-3 本配列の吸音率

5. 同じ本棚が入った室の残響時間

次に、実際の室に2項で測定した本棚4架を配置した場合の残響時間を測定した。測定対象室は什器備品のない空室で、本棚は図-4に示すとおり配置し、インパルス応答を測定して1/3オクターブ周波数帯域の残響時間を求めた。測定条件を表-4、本棚(本入)配置状況を写真-3、残響時間測定結果を図-5に示す。空室①における残響時間は、低音域と比べて高音域が長い周波数特性となったが、本棚(本入)配置状態③だけでなく、本棚(空)配置状態②でも800 Hz以上の残響時間が大幅に短くなった。また、空室①の残響時間から算出した室の等価吸音面積に図-2 ivの4架分の等価吸音面積を加えて算出した残響時間を図-5の④に示す。500Hz以下で③と近似したが、630 Hz以上で長めに乖離した。以上の結果は本棚が室の音場拡散に寄与することを示していると考えられる。

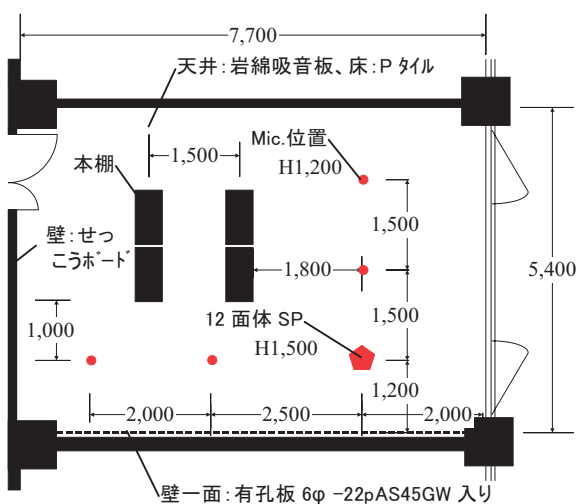


図-4 測定対象室(H2,500)と本棚配置

表-4 測定対象室の本棚設置条件(①~③)および残響時間算出条件(④)

	条件
①	空室
②	室に本棚(空)設置
③	室に本棚(本入)設置
④	①の残響時間から算出した室の等価吸音面積にivの本棚等価吸音面積を加えて算出

6. まとめ

本棚の等価吸音面積について検討を行った。本棚(本入)は本棚(空)と比べて大きな等価吸音面積を持つこと、棚板の間隔によって吸音率が変化することが確認された。また今回の測定対象室のような非拡散室に本棚が入った場合でも500Hz以下で残響時間の予測が可能であることが示された。なお図書室によっては、今回測定の本棚とは高さや棚板の間隔、配置状況が異なるため、残響時間の予測には設置される本棚に応じて今回の測定結果を参考に等価吸音面積を決定する必要がある。

参考文献

- 1) 渡邊他、戸田建設株式会社技術研究所音響実験施設の音響特性、AIJ大会学術講演梗概集<計画系>、4049、S59.10
- 2) 土屋他、図書室における本棚の等価吸音面積に関する検討、AIJ大会学術講演梗概集<環境工学I>、40150、2010.9



写真-3 測定対象室の本棚配置状況(③本棚(本入)設置)

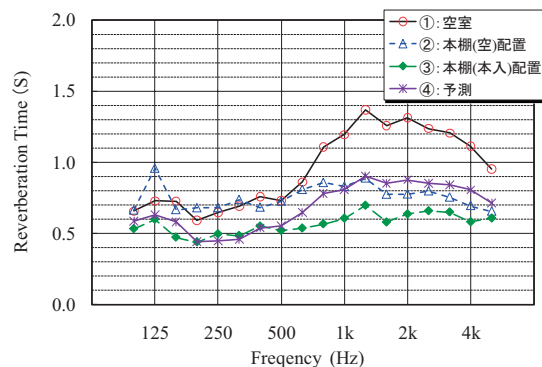


図-5 測定対象室、本棚有無の残響時間実測と予測計算との比較