

教室や会議室における人の等価吸音面積の実測例

測定に用いた室、座位と立位、着席分布による違い

Actual measurements of the equivalent sound absorption area of the human body in classrooms and meeting rooms

Differences due to rooms used for measurements, sitting and standing positions, and seating arrangements

○西館明里¹, 花澤日向¹, 羽入敏樹², 星和磨², 鈴木諒一²

Akari Nishidate¹, Hyuga Hanazawa¹, Toshiki Hanyu², Kazuma Hoshi², Ryoichi Suzuki²

1. はじめに

教室などの多人数を収容する室内音響設計において、内装材料の等価吸音面積を正確に知ることはもちろんのこと、人の等価吸音面積を正しく見積もることは重要である。人の等価吸音面積として、一般的に用いられる値は残響室で計測したものであり、実際とは異なる可能性がある。

本報では実際の教室や会議室における人の等価吸音面積の測定を行い、室の違い、人が着席した状態と起立した状態での違い、着席分布による違いで人の等価吸音面積にどのような差が生じるのかを検討した。

2. 測定概要

2-1. 測定方法

図1に示す1111教室、922室、923J室の3室において測定を実施した。各室の表面積と室容積を表1に示す。音源として12面体スピーカーSよりTPS信号を発生させ、受音点Rにおいて全指向性マイクロホンで收音した。收音したTSP信号をインパルス応答に変換した。受音点数は1111教室および923J室は6点、922は5点とした。

2-2. 残響時間と等価吸音面積の測定

図1に示す複数の受音点Rにおいて残響時間を測定し、その平均値を求めた。なお、測定点の高さは1.2mとした。

表1 測定音場の表面積と室容積

	1111	922	923J
表面積 (m ²)	507.26	307.22	133.47
室容積 (m ³)	538.7	284.59	91.36

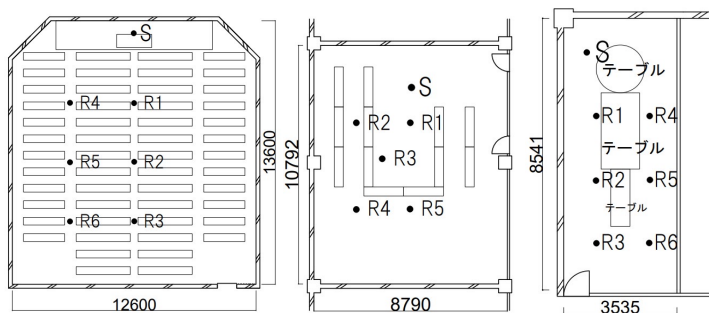


図1 測定音場の平面図と音源、受音点

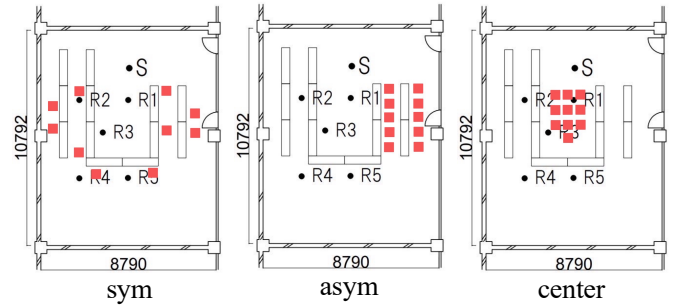


図2 922室の着席分布

実測した残響時間をもとに、Eyringの残響式を用いて等価吸音面積を逆算した。さらに、空室状態の等価吸音面積 $A_{空}$ と着席・起立状態における等価吸音面積 $A_{座・立}$ の差をもとに、一人当たりの人の等価吸音面積 $A_{1人}$ を次式により算出した。

$$A_{1人} = \frac{A_{座・立} - A_{空}}{n} \quad (1)$$

3. 測定結果と考察

3-1. 室による違いおよび座位と立位の違い

全ての室および条件における、人が着席・起立した状態での1人当たりの等価吸音面積を図3に示す。sitは着席時、staは起立時である。sym, asym, centerはそれぞれ図2に示すように着席した場合の測定結果であり、図3においては着席した状態は実線、起立した状態は破線で示す。

図3を見ると、着席した状態に比べ、起立した状態の方が1人当たりの等価吸音面積は大きく、特に中高频からその差が顕著に表れている。これは、起立した状態は着席した状態に比べ、座面や背もたれと衣類との接触面積が減少し、吸音面積が大きくなるためと考えられる。室による違いについて見ると、起立時の922室(asym)、923J室は2000~8000Hzで1111教室より等価吸音面積が大きくなるのがわかる。しかし、着席時には922室(asym)、923J室より1111教室の方が大きいのがわかる。このことから、狭い部屋では室に対する人1人の等価吸音面積の割合が大きいため、起立・着席での差が大きくなると推測できる。

1: 日大理工・学部・建築 2: 日大短大・教員・建築

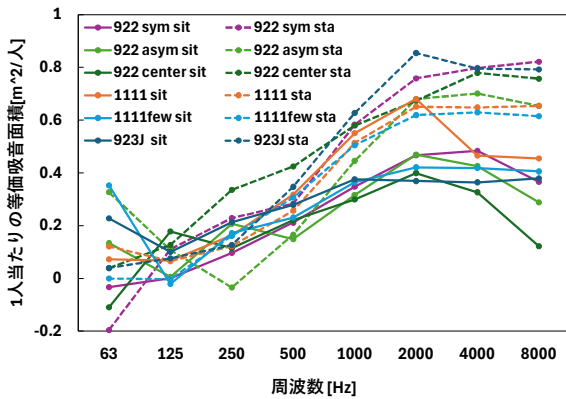


図3 全ての室および条件における，人が着席・起立した状態での1人当たりの透過吸音面積

3-2. 着席分布の違い

人の配置による等価吸音面積への影響は図3から読み取れる。中高域において起立した場合と着席した場合のどちらも人を左右対称に配置した時の等価吸音面積が大きいことがわかる。このことから，人の分布の偏りが大きいほど人の吸音効率が落ちると推測できる。

3-3. 残響室法による吸音率との比較

図4，図5はそれぞれ測定音場における起立時，着席時の1人当たりの等価吸音面積と，DIN18041の等価吸音面積[1]を比較したものである。この時DINの値は，布張りでない椅子に座ったとき場合の1人当たりの等価吸音面積[1]を使用した。

図4から，どの室も500Hzまで測定値はDINを下回る傾向にあるが，1000Hz以降でDINを上回ることが読み取れる。人の等価吸音面積は低周波数帯域では想定よりも小さく，高周波数帯域では大きくなることわかる。このことから，起立した場合，残響時間は想定よりも短くなると考えられる。

図5から，着席した場合にはDINの値より測定値の等価吸音面積のほうが全体的に小さいことがわかる。このことから，実際の等価吸音面積よりも見積りすぎてしまい，想定する残響時間より実際の残響時間が長くなることが考えられる。

次に，人数ごとに比較として1111と1111fewを比較する。1111は67人で測定したのに対し，1111fewは44人で測定した。図4より，250Hz，500Hzの場合を除き，1111の等価吸音面積の方が大きいことがわかる。また，図5からも63Hz，250Hzの場合を除き，1111の等価吸音面積の方が大きいことがわかる。この要因として，人数の違いによる室に対する人1人の等価吸音面積の割合の影響より，着席分布の違いによる影響が大きかったことが考えられる。1111fewでは，人が固まっていたため，音が人体に到達する前に壁や天井で

反射しやすく，吸音効果が局所的になる。一方，人数では部屋全体に人が分散し，音が効率的に吸収されるため，結果として等価吸音面積が増大したと推測される。

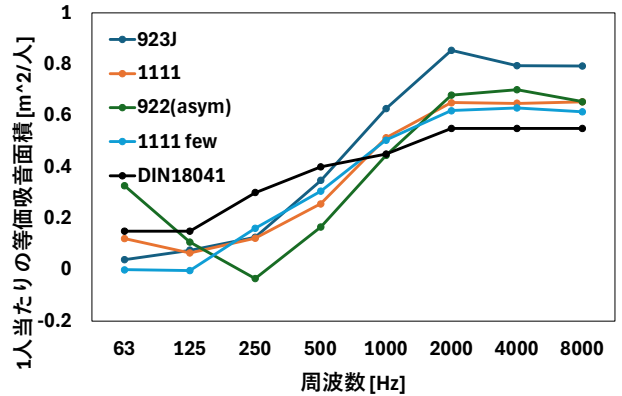


図4 起立した時とDIN18041の比較

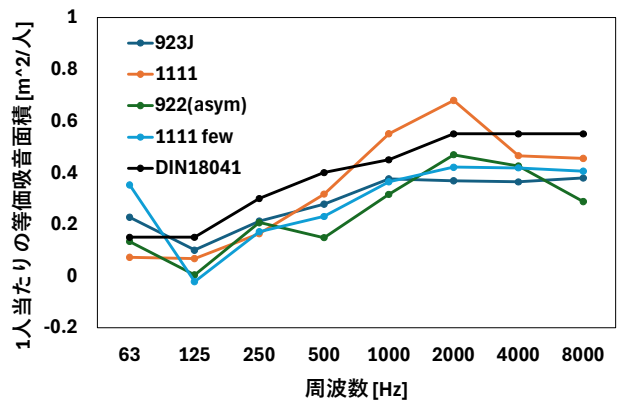


図5 着席した時とDIN18041の比較

4. まとめ

本報では，実際の室内において等価吸音面積を測定し，人が着席した状態と起立した状態で等価吸音面積にどのような差が生じるのかを検討した。その結果，起立時と着席時では等価吸音面積が異なる傾向にあることがわかった。これらの結果から，音響設計における人の等価吸音面積の見積りに際しては，立位か座位かなど，空間の使用状況を把握した上で適切な値を設定する必要があるものと考えられる。

5. 参考文献

- [1] DIN 18041: 2016 "Acoustic quality in rooms – Specifications and instructions for the room acoustic design"
- [2] 木村翔: 建築音響と騒音防止計画 第四版, 彰国社 (2018.11) pp.219.