

2009年度 建築・住宅技術共同研究開発テーマ提案競技

(第7回アイデアコンペ)

提案タイトル		拡散吸音ユニット設置による音響空間の創造 (小空間におけるシュレーダ拡散体の利用)
提案概要 (200字程度)		<p>M.R.シュレーダの提唱した「シュレーダ拡散体」の隔壁に、板振動吸音機構を組み込み、低域(63Hz帯域)から高域(8kHz)までの、バランスよい吸音力を持たせたユニットを作り上げることが可能である。</p> <p>さらに、この「シュレーダ拡散(+吸音)体」は、自身の持つ高い拡散性によって、自身の持つ吸音性能をより効果的に発揮することができる。配置によっては、各周波数帯域にわたり均等な吸音力を持たせることもできる。</p> <p>本テーマでは、音場の拡散が吸音に及ぼす影響を配慮した音響設計方法の構築を視野に入れ、手始めとして吸音力を持たせた「シュレーダ拡散吸音体」の利用と、煩雑な音響設計をする手間を掛けることなくその設計ができる方法を構築したい。</p>
提案ポイント	①新規性	シュレーダ型の拡散吸音ユニットのもつ高い拡散性と、バランスのよい吸音率周波数特性の相乗効果により、住宅居室等の小空間において、低音域～高音域まで吸音力調整を容易に実現することができる。簡便な設計方法により拡散と広い帯域にわたる吸音を同一のデバイスにより解決するものである。
	②実用性	シュレーダ型の拡散吸音ユニットは、低音域～高音域までほぼ均等な吸音性能を有しているため、必要面積・配置を考慮することで、各周波数帯域ごとの吸音率バランスを調整できる。後述④のように、設計も簡便にすませることが可能であり、音響専門家以外へも浸透しやすい。
	③実現可能性	原材料には、合板・プラスチック・ダンボール紙および発砲断熱材といった、身近で安価な材料を用いることができる。板振動型・共鳴器型・多孔質型という3種の吸音機構をバランスよく設計するという従来の煩雑な音響設計手順を踏まなくてもよい点が、受け入れられやすい。
	④建築や社会に対するインパクト	小規模空間の音響設計においては、拡散と吸音の相互影響までを配慮することは困難である。シュレーダ型の拡散吸音体を利用することで、拡散と吸音の相互影響という高いハードルを下げ、音響設計・施工を身近なものにすることが可能である。空間の響きの豊かさは、文化を生む。

提案ポイントについて

- ①新規性：「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
- ②実用性：研究開発の成果が、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
- ③実現可能性：研究開発の目標が、開発に関わる理論や知識と情報、組織や体制、資金などの面から、達成される見込み・見通しを述べて下さい。
- ④建築や社会に対するインパクト  
：生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究開発目標が達成され、成果を実用化した場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

注:こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。

提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

**拡散吸音ユニット設置による音響空間の創造  
(小空間におけるシュレーダ拡散体の利用)**

■概要 音響設計上の困難

住宅の居室等の小空間では、下記の【問題点】に記す様々な理由から、きちんと音響設計をされることが非常に少ない。設計の煩雑さ・吸音と拡散を実現するデバイスの不在という大きな困難を乗り越えるために、シュレーダ拡散体に板振動吸音機能を持たせたユニットの利用を考えた。この様なユニットを用いることにより、設計方法は簡便になる。このユニットのような拡散機能と吸音機能を兼ね備えたデバイスの利用の普及と、その設計方法の整備を図りたい。

■解決しようとする問題点

現在、音響設計とその施工にあたり、以下に記す問題点を抱えている。

- 【問題点】①建築音響の教育や設計実務の初期段階では、対象空間を一様拡散の仮定の下に、吸音率設計を進める。しかし、現実の空間は一様拡散からは程遠く、空間の音響特性は、吸音材や拡散面(拡散材)の配置から、大きな影響を受けている。
- ②①に記すとおり、吸音率(吸音率周波数特性)の設計が、計画通りに進まないことは衆知である。これは、吸音が拡散の影響を著しく受けるにも関わらず、拡散の工学的評価が容易ではないことに原因がある。簡便な方法として、周波数帯域ごとの残響カーブの折れ曲がりにより、定性的に判断することがあるが、実際の設計には音響設計者の豊かな経験が必要とする。
- ③空間の音響設計では、板振動型・共鳴器型・多孔質型という3種の吸音機構をバランスよく設計するという煩雑な設計手順を踏む。その際に用いる「残響室法吸音率により測定された周波数帯域ごとの平均吸音率の公表データは、公表通りの吸音率(または吸音力)を期待できない。吸音材の吸音力が、拡散の程度や材の配置に影響を受けるためである。
- ④比較的小さな空間は、公共性が低いことや、主に意匠的な制約から、基本的な音響設計すらなされないことが多い。さらに、低音域を吸音するような奥行きのある吸音材(吸音デバイス)を設置できないといった現実の困難も伴う。

■シュレーダ拡散吸音体のメリット

- ①低音域～高音域にわたり、バランスのよい吸音力をもつことから、幾種類もの吸音デバイスを用いることなく、シュレーダ拡散吸音体のみを用い、音響設計をすることができる。すなわち、板振動型・共鳴器型・多孔質型という3種の吸音機構をバランスよく設計するという従来の煩雑な音響設計手順を踏むことのない、簡便な設計方法に従う可能性を持っている。
- ②シュレーダ提唱の設計方法に従えば、拡散吸音体に、広い周波数帯域にわたる高い拡散性をもたせることが可能である。
- ③拡散吸音体の配置をさらに工夫することにより、低音域～高音域にわたり、バランスよく効果的に室の吸音率を向上させることが可能である。配置を工夫することにより、使用面積に比例した各周波数帯の吸音力を期待することができる。音響設計が確実で容易なものとなる。
- ④拡散吸音体の原材料には、合板・プラスチックボール・ダンボール紙および発砲断熱材といった、身近で安価な材料を用いることができる。

■本提案で目指すこと

- ①拡散と吸音の両機能を併せ持つデバイス(シュレーダ拡散吸音体は一例)を用い、比較的小さな空間の簡便な音響設計方法および施工方法を提案する。
- ②拡散吸音デバイスのひとつである、板振動吸音機能を付加したシュレーダ拡散体を例として、実際の音響設計方法を示す。
- ③室に設置した吸音材の効果は、その室の拡散性により異なることをひろく認知してもらい、拡散と吸音の相互影響に関する研究の端緒とする。

■開発成果品

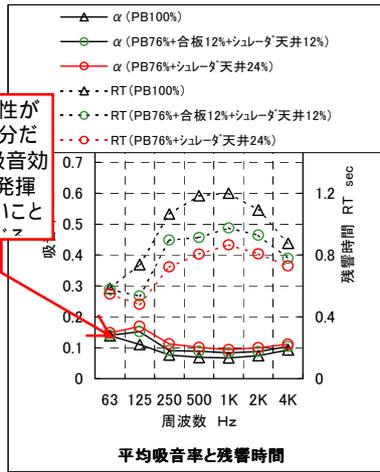
- ①「シュレーダ拡散吸音体」試作品を公開する。
- ②「シュレーダ拡散吸音体」試作品を用いて、聴感上の評価を得る。
- ③「拡散」機能をもつ「吸音体」を用いた音響設計方法を提案する。

■参考文献 「Concert Hall Acoustics」 Ando, Y., Springer-Verlag, New York, 1985

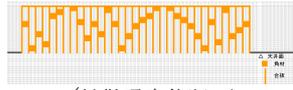
概要書②

■天井設置事例・・・奥行き 40cm

【室の平均吸音率(天井設置時) ↓】



拡散性が不十分だと、吸音効果を発揮しないこと



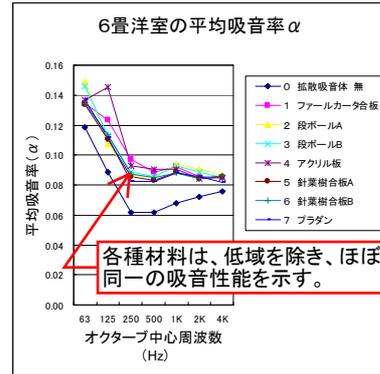
【平均吸音率逆算事例 ↓】

シュレダ拡散体の設計用平均吸音率

オクターブ中心周波数(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
シュレダ拡散体(天井設置)	-	0.63	0.39	0.37	0.29	0.30	0.22	-
石膏ボード59.5×91.25厚(天井)	-	0.7	0.13	0.05	0.04	0.06	0.05	-

■壁への設置事例(6畳間壁)

【6畳間壁面への設置事例(材料7種) ↓】



各種材料は、低域を除き、ほぼ同一の吸音性能を示す。

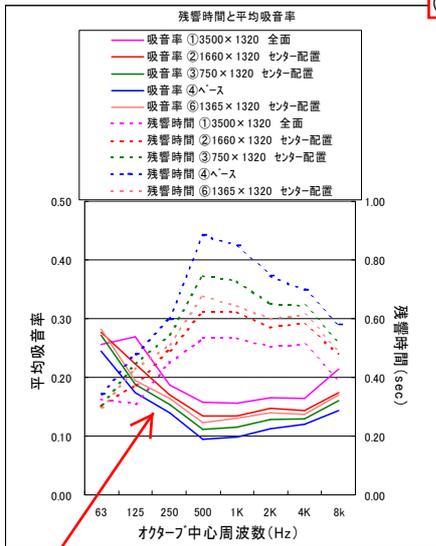


(← 8畳間・天井設置のデータより逆算)

設置面積 天井の 24%

■音響透過性の布材との併用

【拡散体設置面積と室の平均吸音率 ↓】



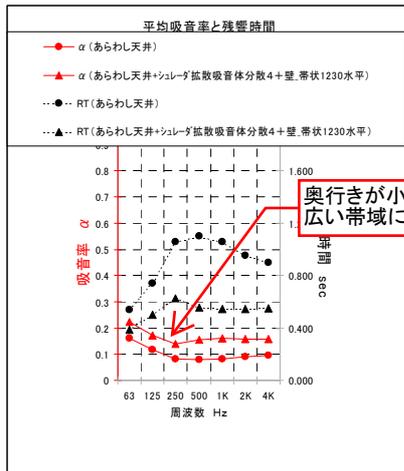
実線・・・平均吸音率の周波数特性

点線・・・残響時間の周波数特性

配置によらず、面積に応じて、各周波数帯域ごとにバランスよく吸音効果を発揮する。

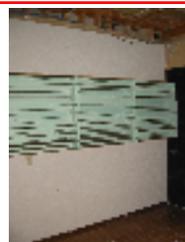
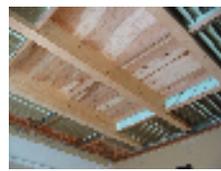
■天井・壁への併設事例・・・奥行き 20cmのエント

【設置前後の平均吸音率と残響時間 ↓】

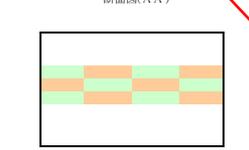
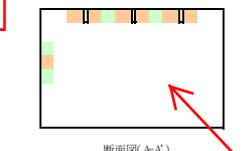
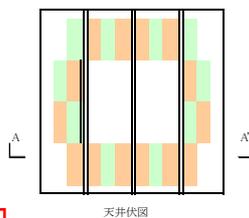


奥行きが小さくても、配置を工夫することにより、広い帯域において吸音力をもたせることが可能。

平均吸音率(赤)と残響時間(黒)



⑥天井(分敷4、40%) + 壁(h=1230、3段水平)



奥行きが小さくても、広い帯域にわたりバランスのよい吸音力をもつ。

拡散吸音体を、2次元的に配置すると、吸音効果が増す。

(幅 1660)

(幅 1365)

(幅 910×2)

(幅 750)

(ベース)

拡散吸音体\_表面積 大

【奥行き 40cm のエントを壁に設置 ↓】

反射面(合板)

(幅 3500)



【拡散体前面を音響透過性の布材で被覆 ↓】



拡散吸音体\_表面積 小

(幅 3500)