

課題情報シート

テーマ名 :	金属空気膜積層グラスウールによる簡易無響室の製作と性能評価				
担当指導員名 :	三浦 誠	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	北海道職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	建築科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216 h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

無響室の製作には、自由音場を得るために幅広い周波数音域で有効な吸音材が必要です。吸音材については、高密度のグラスウールやロックウールボードが使用され、中・高周波数音域においては、良好な特性が得られています。しかし、低周波音域に有効な吸音材は、形状がくさび形のため室容積の減少が課題となっています。そこで、本課題では、平板型吸音材の低周波音域の吸音性能向上を目的に、新たに考案した金属空気膜積層グラスウールを適用した簡易無響室を製作し性能評価を行いました。

【訓練（指導）のポイント】

音響測定が必要なため、環境工学における音環境の基礎知識が必要となります。また、枠組壁工法を用いて簡易無響室の躯体を製作するため、枠組壁工法の知識と施工技術が必要となります。

学生自らに新たな低周波吸音材を考案させることで、興味を持たせて音環境の知識と技能を習得させることができました。また、施工を通して施工計画、安全管理など、施工管理能力を養うこともできました。

【参考文献】

大野進一、鈴木常夫:グラスウールで内貼りした無響室、生産研究、32(2)、PP.59-61(1980)
増田潔、関雅英、岸保之:高性能低周波吸音材の開発、大成建設技術センター報、44、P48(2011)

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校
住所 : 〒047-0292 北海道小樽市銭函 3-190
電話番号 : 0134-62-3553 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hokkaido/college/index.html>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

金属空気膜積層グラスウールによる簡易無響室の製作と性能評価に関する研究

大島和郎*、藤田純平*

1. はじめに

近年、住宅やオフィスビルでは、多くの電子機器や機械設備が使用され、それらの騒音が心身のストレス要因となっている。機械や設備の騒音を測定するためには、暗騒音が少なく自由音場が得られる無響室が使用されている。本格的な無響室は、暗騒音を抑制するために遮音性の高い高密度な躯体が必要であり、さらに自由音場を実現するため、幅広い周波数音域に有効な吸音材を室内側に施工する必要がある。

一方、測定対象となる騒音レベルが比較的高ければ、暗騒音は相対的に許容されるので、一般的な部屋に吸音材を施工した簡易的な無響室でも騒音測定が可能である¹⁾。吸音材については、高密度のグラスウールやロックウールボードが使用され、中・高周波数音域においては、良好な特性が得られている¹⁾。しかし、低周波数音域に有効な吸音材は、くさび形をしているため室容積の減少が課題となっている。既往の研究によれば、低周波数音域に有効な特殊被膜を持つ平板型の吸音材が検討されている²⁾。

そこで、本研究においても平板型の吸音材による低周波数音域の吸音性能向上を目的に、新たに考案した金属空気膜積層グラスウールを適用した簡易無響室を製作し、性能評価を行ったので報告する。

2. 金属空気膜積層グラスウール

金属空気膜積層グラスウールの断面図を図1に示す。厚さ50mmの高性能グラスウールボード(32kg/m³)2枚の間に厚さ4mmのアルミフィルムをラミネートしたエアキャップ(遮熱シート)を挟み込んだ構造とした。吸音構造としては、多孔質吸音材であるグラスウールによって中・高周波数音域を吸音し、低周波数音域の振動を金属空気膜で共鳴吸音する方式である。さらに吸音材と合板の間に89mmの空気層を設けることで低周波数音域における吸音率の向上を図った。

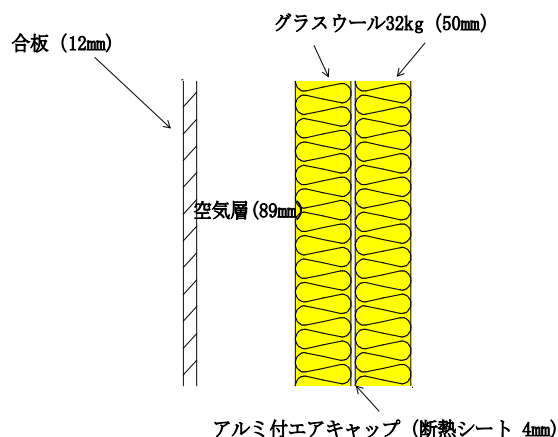


図1 金属空気膜積層グラスウールの断面図

3. 簡易無響室の計画と施工

簡易無響室の躯体は木造とし、枠組壁工法を用いた。設置場所は学内の倉庫内としたため基礎や屋根、外壁は施工計画から除外した。床面積13.2m²(3640mm×3640mm)、室容積は32.3m³の箱型とした。

施工は枠組壁工法住宅工事仕様書をもとに、すべての工程を自ら施工した。躯体完成後、金属空気膜積層グラスウール吸音材の施工をおこなった(写真1)。完成した簡易無響室を写真2に示す。



写真1 吸音材施工



写真2 完成した簡易無響室

4. 自由音場と拡散音場

完全な無響室においては、自由音場が成立し、音圧 P は(1)式の関係が成り立つ。

$$P^2 \propto W/r^2 \quad (1)$$

ここで、 W は音響出力、 r は音源からの距離である。したがって、音圧の2乗は距離の2乗に反比例し、音源からの距離が2倍になると音圧レベルは6dBずつ減少する(図2)。一方、完全な残響室の場合は拡散音場が成立し、音圧レベルは音源からの距離に依存せず一定となる(図2)。

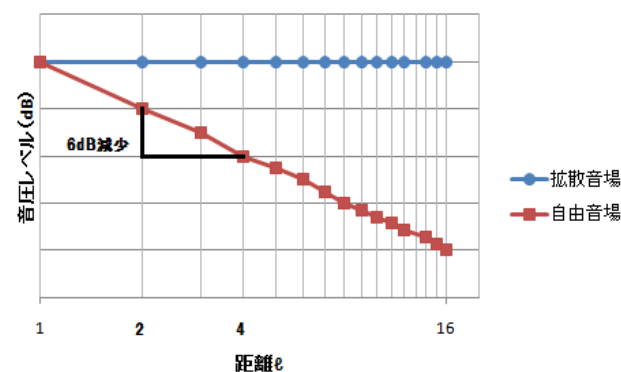


図2 自由音場と拡散音場の比較(模式図)

4. 実験方法

実験は、測定する吸音材を簡易無響室の内側に張り、各周波数の音圧レベルが倍距離6dB減衰し、自由音場が成立するかどうかで評価した。測定方向は部屋の対角方向と法線方向とした。対角方向の測定における実験装置の配置を図3(a)

に示す。音源スピーカーを部屋の隅に配置し、63Hz～8000Hzまで1/1オクターブバンドごとの帯域ノイズを発生させ、対角線上50cmごとに受音マイクを移動し、各オクターブバンドの音圧レベルを測定した。法線方向の測定の場合(図3(b))は、壁面中央に音源を配置し30cm間隔で音圧レベルを測定した。測定条件としては躯体の構造用合板12mmと空気層89mmは変化させずに吸音材の構成を以下に示す5種類に変化させた。

- i) 吸音材なし (以下、実験D)
- ii) 32k グラスウール(GW) (50mm) (以下、実験G)
- iii) 32k GW (50mm) +32k GW (50mm) (以下、実験GG)
- iv) 32k GW (50mm) +金属空気膜 (4mm) (以下、実験GA)
- v) 32k GW (50mm) +金属空気膜 (4mm) +32k GW (50mm) (以下、実験GAG)

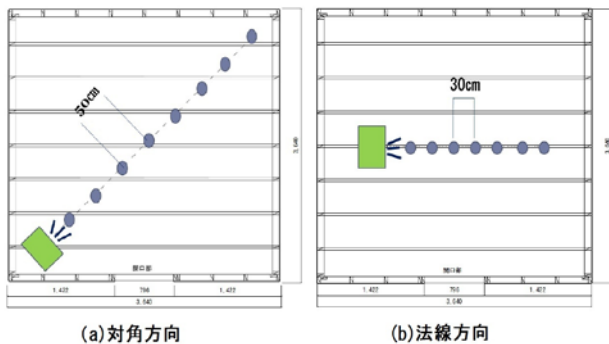


図3 装置配置および計測位置

5. 結果と考察

図4に実験Dと実験GAGの結果を示す。実験Dは吸音材が施工されていない場合であり、各周波数帯域で倍距離6dB減衰線の一致は見られず、合板面の反響により拡散音場に近い状態であることが確認できた。一方、実験GAGは125Hzから8000Hzの幅広い音域で吸音性に優れ、倍距離6dB減衰線に一致し、自由音場が成立する結果が得られた。しかし、さらに低周波音域の63Hz帯域では吸音性が低下し、定在波の影響が確認された。

図5は吸音材GAGの構成で対角方向と法線方向にピンクノイズを発生させたときの全音域AP(オールパス)における音圧レベルを示す。対角方向、法線方向とも概ね倍距離6dB減衰線に一致し、ピンクノイズに対しては音源の方向性に依存せず良好な結果が得られた。これらの結果から、吸音材の構成がGAGの場合は、125Hz以上の音域で自由音場が成立しているため、63Hz以下のようなごく低周波音域の扱いに留意すれば、無響室として使用できることが確認された。

6. まとめ

金属空気膜積層グラスウールを適用した簡易無響室における音響測定を行った結果、125Hz以上の音域では自由音場が実現でき、無響室としての使用が可能である。一方で、63Hz以下のようなごく低周波音域の吸音性を向上させるためには、金属空気膜の密度や弾性を高めるなどの改善が必要である。

参考文献

- 1) 大野進一, 鈴木常夫: グラスウールで内貼りした無響室, 生産研究, 32(2), PP. 59-61 (1980)
- 2) 増田潔, 関雅英, 岸保之: 高性能低周波吸音材の開発, 大成建設技術センター報, 44, P48 (2011)

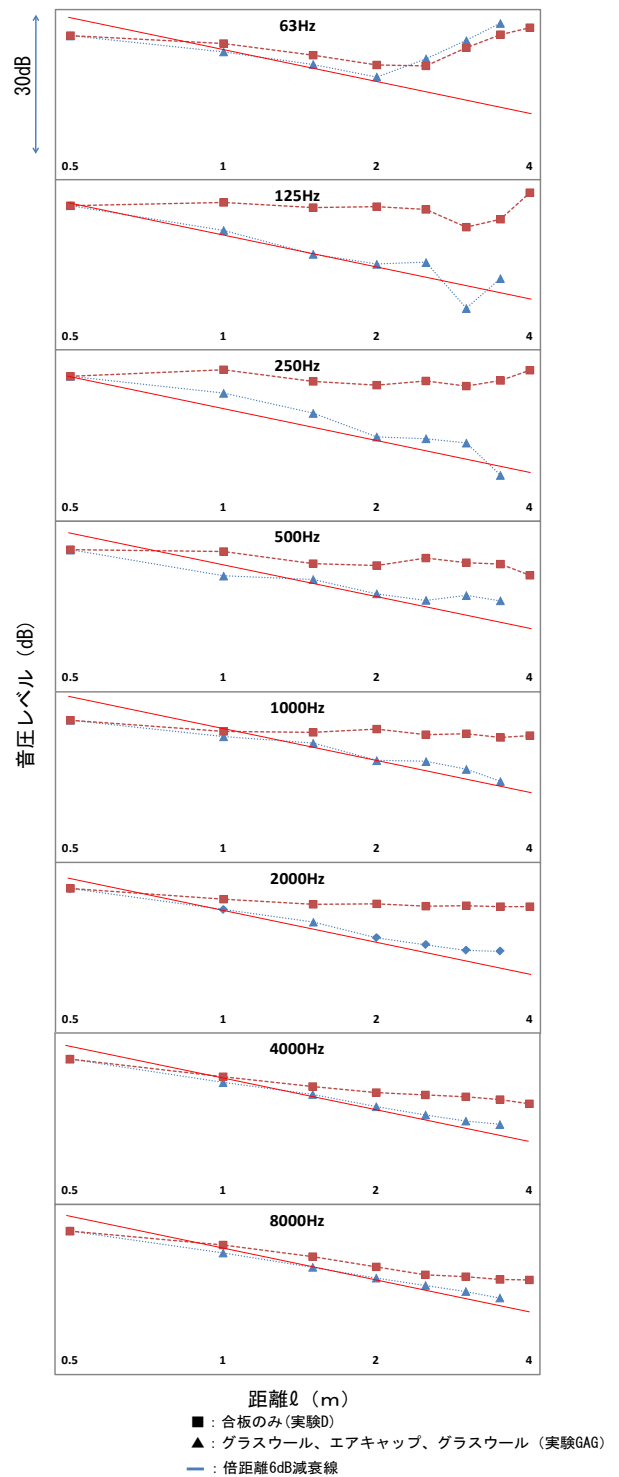


図4 実験Dと実験GAGの比較

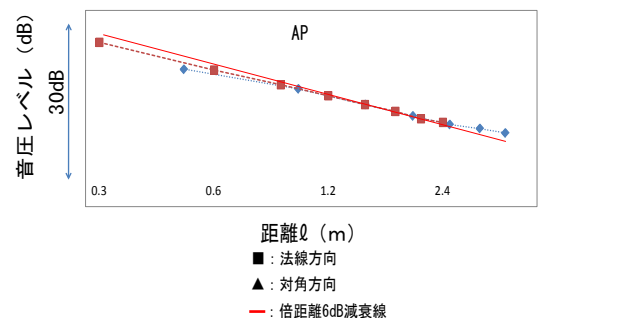


図5 実験GAGの対角方向と法線方向の比較

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：10月2日

科名： 建築科（総合制作実習）

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		金属空気膜積層グラスウールによる簡易無響室の製作と性能評価	
担当教員		担当学生	
建築科 三浦 誠		大島 和郎	藤田 純平
課題実習の技能・技術習得目標			
音環境についての知識と測定法を習得します。また、枠組壁工法の施工技術と施工管理を習得します。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>近年、電子機器や機械設備からの騒音が心身のストレス要因となっています。これらの騒音を測定するためには、暗騒音が少なく自由音場が得られる無響室が使用されています。暗騒音を抑制するためには遮音性の高い躯体が必要であり、また、自由音場を得るためには幅広い周波数音域で有効な吸音材が必要です。吸音材については、高密度のグラスウールやロックウールボードが使用され、中・高周波数音域においては、良好な特性が得られています。しかし、低周波音域に有効な吸音材は、形状がくさび形のため室容積の減少が課題となっています。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>本課題では、くさび形吸音材の代替として、新たに平板型の低周波吸音材を考案し、枠組壁工法を用いて簡易無響室を作製して性能を評価します。</p>			
No	取組目標		
①	建築を取り巻く諸問題を整理し、解決されるべき課題を明確にします。		
②	文献検索によって既往の研究業績を整理します。		
③	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。		
④	日程、工程、予算を総合的に評価・判断して、進捗を調整します。		
⑤	各自が与えられた役割を果たし、グループのメンバーをフォローし合って作業します。		
⑥	図表を効率的に利用した分かりやすい報告書を作成し、発表会では時間内に伝えたい内容を説明します。		
⑦	5S（整理、整頓、清掃、清潔、しつけ）の実現に務め、安全衛生活動を行います。		
⑧			
⑨			
⑩			