

## 会員の頁

1. 耐震基準対応の軽量天井の事例紹介と  
軽量グラスウール天井板のご紹介
2. Q & A コーナー

### 1. 耐震基準対応の軽量天井の事例紹介 と軽量グラスウール天井板のご紹介

旭ファイバーグラス株式会社

#### 1. はじめに

東日本大震災以降、建築基準法施行令及び関連省令の改正並びに関連告示の制定・改正に伴い平成26年4月1日より施行されている天井の耐震基準は特定天井(脱落によって重大な危害を生じるおそれがある天井)を設定し、新築建築物や既存建築物の天井の対策を促しています。

文科省では学童保護を最優先として、ほぼすべての天井を特定天井とし、且つ、地域自治体の緊急避難場所となり得る体育館を中心に、旧基準の天井の撤去もしくは新天井基準に対応した天井への改修を進めています。また、各自治体においても地域の避難場所となる体育館の耐震改修が進められています。

そのさなかに起こった「平成28年(2016年)熊本地震」では避難拠点である建物が損傷し使用できない事態にも陥り、更なる改善が求められ「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」の検討が進められています。

#### 2. 体育館における現状の問題点

新天井基準の対応として率先して天井の撤去のみを行った体育館では、天井の機能として有していた屋根の焼けこみ防止や屋根からの輻射熱の侵入防止機能が無くなり熱中症リスクの増加のほか、吸音性能の低下により競技スポーツの際のホイッスルや指示が、講堂として使用する際に校長先生などの講話が聞き取りにくくなる等、音熱環境面において学校環境衛生基準に

支障をきたすケースも見受けられます。また、災害時の避難所として使用する際にも同様の音熱環境面での機能に不安を残しています。

#### 3. 軽量天井対応 天井板 ハイラートンPF

前述のような不具合を解消するために、天井面に断熱性能と吸音性能が求められています。これに対応できる製品として、軽量・断熱・吸音性能を持ち合わせているグラスウール天井板が多く用いられています。グラスウール天井板は軽量であるために、新天井基準の一つである特定天井対象外となる軽量の天井を構成することができます。

しかし、従来のグラスウール天井板は単位面積当たりの重量が約1.5 kg/m<sup>2</sup>以上あり、天井の下地材の構成が限定されてきます。そこで、より軽量の天井板を求めるニーズが高まってきているため、今回、当社のグラスウール天井板「ハイラートンPF」に、従来より約13%軽量化し単位面積当たりの重量が1.3 kg/m<sup>2</sup>となる密度40 K厚さ25 mmの製品をラインナップに追加しました。

その特徴を下記に記します。

#### 【ハイラートンPF40 K-25 mm品の特長】

意匠性 柔らかな印象  
をもち、幅広い内装材と調和する塗装仕上げ。(図1)

図1 HLPF40 K 25 mm  
表面仕上げ



不燃性 無機系の塗料を使用し不燃認定(NM-8610)を取得しているため、防火による内装制限の制約はありません。

**軽量性** 単位面積当たり重量が $1.3 \text{ kg/m}^2$ と軽量で、落下した際も直線的に落下しないので、人を傷つけたり器物を破壊させたりするリスクが少ないです。

**断熱性** 熱伝導率  $0.035 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 、熱抵抗値  $0.7 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ の断熱性能を持ち、屋根からの日射熱の侵入を低減します。

**吸音性** JIS A 6301：吸音材料に適合(JISによる吸音性能 $0.7 \text{ M}$ )。吊り天井を想定した背面空気層 $300 \text{ mm}$ では  $\text{N.R.C}=0.91$ という高い吸音性能。(図2)

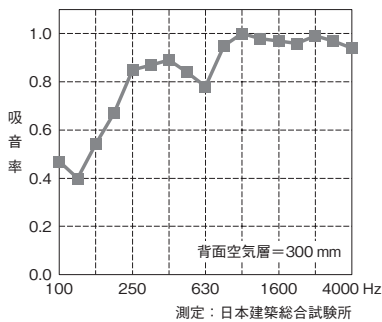


図2 HLPF40 K 25 mm 残響室吸音率

上記のような特長を持ち、音の反響を抑制し室内の騒音を低減することが出来ますので、通常時は講堂や屋内運動場としての機能を向上させ、被災時は避難所として室内の騒音を低減し落ち着ける環境を作ることが出来ます。

大判の天井板と軽量な下地で構成した天井は壁面との密着も可能となります。また、ある程度の傾斜にも対応できることから、デザインの幅も広がり体育館以外でも多くの場所でご利用いただくことが出来ます。

#### 4. 軽量グラスウール天井板での施工事例

ここでは、ハイラートンPFを含むグラスウール天井板を使用した事例をご紹介します。体育館、武道場、講堂など様々な分野で活用いただいています。

##### 施工事例

###### ●逆アーチ状天井の事例

【アリーナ】 物件名：熊本産業展示場  
グランメッセ熊本

グランメッセ熊本は中央部が低い逆アーチ状の天井となっていました。天井に耐震補強を施していましたが熊本地震被災時に天井が落下してしまい避難所とし



図3 被災後(天井落下)



図4 改修後

写真提供：旭ビルト工業株式会社

で活用できず、復旧までに長い時間を要しました。

復旧工事では、軽量グラスウール天井板を使用した特定天井の対象外天井とすることで約 $1/6$ の軽量化を実現しました。また、これまで通りの逆アーチ状の天井とし天井板に金属調塗装を施し、従来の風合いを損なうこと無く復旧できました。

また、吸音性能も格段に上がり、場内の残響時間が低減したことでスピーカーから発せられる音声が聞き取りやすくなり、「ライブ会場としての機能の向上にも寄与した」との評価を頂きました。

###### ●アーチ状天井の事例

【体育館】 物件名：八潮市鶴ヶ曽根体育館

体育館での反響音対策としてグラスウール天井板を採用されました。竣工後に残響時間を測定し、図6のような吸音性能を実現しました。また、中央部が高いアーチ状の天井としています。



図5 施工写真(2001年竣工当時)

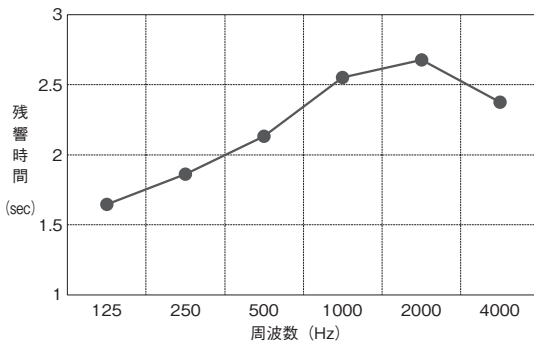


図6 施工後の残響時間

### ●平面天井の事例

【武道場】 物件名：筑波大学武道館



図7 施工写真

写真提供：旭ビルト工業株式会社

グラスウール天井板を用いた特定天井対象外の軽量天井にして、天井板を木目調の仕上げとしました。

### ●傾斜天井の事例

【体育館】 物件名：某屋内運動場



図8 施工写真

今回、紹介したグラスウール天井板「ハイラートン PF40 K 25 mm」を用いて、特定天井対象外の軽量天井を傾斜天井としました。

### 5. 今後の展開

これまで見てきたように軽量グラスウール天井板は、特定天井対象外となる軽量天井を構成しやすくなることと、室内環境として求められる“音環境”“温熱環境”に対して貢献できる多機能な天井板であることがお分かり頂けたと思います。

現在は、体育館、アリーナなどでの採用が多いですが、多くの機能を有していることから広い分野で採用されることが期待されます。

想定される物件としては、通常時はスポーツ施設として、万が一の災害時には避難所として利用される体育館、武道場、アリーナ。大音響で使用されることの多い映画館、工場、コンサート会場。大勢の人が集まり、雑騒音が絶えないショッピングモール。音声を通りつつ静かな環境としたいオフィス・事務所や病院の受付やロビー、文教施設である学校・幼稚園・保育園など、様々な物件が考えられます。

また、万が一、天井板が落下してしまっても、軽量で大判なため落下時の衝撃が小さく、落下時に発生する粉塵等も少ないため、人を傷つけず、機材を破損させるリスクも小さいので幅広いニーズがあると考えられます。

## 6. まとめ

安心安全を基とした軽量・断熱・吸音天井は、これからあらゆる場面に対応しながら広がりを見せていくものと考えられます。

旭ファイバーグラスは、今後も安心・安全・高機能を目指した天井板の開発を進め、日常生活ではより快適に、災害時にはより安心を提供できる空間へ寄与していきたいと考えています。

## 【軽量グラスウール天井板に関するお問合せ】

旭ファイバーグラス株式会社 建築営業部

GW断熱吸音天井板プロジェクトチーム

〒101-0036 東京都千代田区神田鍛冶町3-6-3

神田三菱ビル7F

TEL 03-5296-1515 / FAX 03-5296-1520

## ◆No.165までのバックナンバーはDVD1枚に収録しております。

### 〈音響技術 バックナンバーリスト〉

- |  |  |
|--|--|
| No.181 (vol.47 no.1 2018.3)<br>〈特集〉 知っておきたい遮音・吸音・防振の基礎知識       | No.158 (vol.41 no.2 2012.6)<br>〈特集〉 木造建築物を対象とした音響技術の動向 |
| No.180 (vol.46 no.4 2017.12)<br>〈特集〉 建物の環境振動を巡る最近の話題           | No.157 (vol.41 no.1 2012.3)<br>〈特集〉 曲面空間と音響            |
| No.179 (vol.46 no.3 2017.9)<br>〈特集〉 木造建築物の新動向と遮音対策             | No.156 (vol.40 no.4 2011.12)<br>〈特集〉 現場測定のごくに注意        |
| No.178 (vol.46 no.2 2017.6)<br>〈特集〉 いまさら聞けない建具のこと              | No.155 (vol.40 no.3 2011.9)<br>〈特集〉 建物の環境振動を取り巻く最近の話題  |
| No.177 (vol.46 no.1 2017.3)<br>〈特集〉 共鳴・共振の基礎と応用                | No.154 (vol.40 no.2 2011.6)<br>〈特集〉 航空機騒音              |
| No.176 (vol.45 no.4 2016.12)<br>〈特集〉 教育・保育施設の音環境               | No.153 (vol.40 no.1 2011.3)<br>〈特集〉 音響工事のごくに注意         |
| No.175 (vol.45 no.3 2016.9)<br>〈特集〉 住宅のリフォームと音環境性能             | No.152 (vol.39 no.4 2010.12)<br>〈特集〉 スピーチプライバシー        |
| No.174 (vol.45 no.2 2016.6)<br>〈特集〉 床衝撃音対策の新しい技術               | No.151 (vol.39 no.3 2010.9)<br>〈特集〉 床衝撃音の設計と対策         |
| No.173 (vol.45 no.1 2016.3)<br>〈特集〉 マイクロホンの使い方                 | No.150 (vol.39 no.2 2010.6)<br>〈特集〉 音響設計の基礎            |
| No.172 (vol.44 no.4 2015.12)<br>〈特集〉 初心者のための音響評価指標入門           | No.149 (vol.39 no.1 2010.3)<br>〈特集〉 外部騒音の遮音            |
| No.171 (vol.44 no.3 2015.9)<br>〈特集〉 最近のオフィスに求められる音・振動環境        | No.148 (vol.38 no.4 2009.12)<br>〈特集〉 最近の数値解析技術と可視化・可聴化 |
| No.170 (vol.44 no.2 2015.6)<br>〈特集〉 特色ある測定法の話題                 | No.147 (vol.38 no.3 2009.9)<br>〈特集〉 建築音響のトラブルと訴訟の現状    |
| No.169 (vol.44 no.1 2015.3)<br>〈特集〉 残響の理論と実際                   | No.146 (vol.38 no.2 2009.6)<br>〈特集〉 安心社会のデザイン          |
| No.168 (vol.43 no.4 2014.12)<br>〈特集〉 工場の騒音・振動対策                | No.145 (vol.38 no.1 2009.3)<br>〈特集〉 生活系の固体音            |
| No.167 (vol.43 no.3 2014.9)<br>〈特集〉 遮音性能基準を考える ～集合住宅を中心として～    | No.144 (vol.37 no.4 2008.12)<br>〈特集〉 集合住宅のフリープラン化と音環境  |
| No.166 (vol.43 no.2 2014.6)<br>〈特集〉 伝統の継承、新たな挑戦 ～ホールの改修・改築     | No.143 (vol.37 no.3 2008.9)<br>〈特集〉 最新規準・規格の解説         |
| No.165 (vol.43 no.1 2014.3)<br>〈特集〉 避難所・応急仮設住宅の音響性能            | No.142 (vol.37 no.2 2008.6)<br>〈特集〉 次世代・省エネ建築と音環境      |
| No.164 (vol.42 no.4 2013.12)<br>〈特集〉 集合住宅を支える最近の遮音対策技術         | No.141 (vol.37 no.1 2008.3)<br>〈特集〉 プライベート空間の音響設計      |
| No.163 (vol.42 no.3 2013.9)<br>〈特集〉 鉄道騒音測定・評価・予測・対策 最新技術への取り組み | No.140 (vol.36 no.4 2007.12)<br>〈特集〉 床衝撃音遮断性能の現状       |
| No.162 (vol.42 no.2 2013.6)<br>〈特集〉 吸音の上手な使いかた                 | No.139 (vol.36 no.3 2007.9)<br>〈特集〉 ホール音響の先端技術         |
| No.161 (vol.42 no.1 2013.3)<br>〈特集〉 実務で役立つ様々なデータ・資料            | No.138 (vol.36 no.2 2007.6)<br>〈特集〉 地下鉄固体音対策           |
| No.160 (vol.41 no.4 2012.12)<br>〈特集〉 建築工事騒音の現況と最近の対策技術         | No.137 (vol.36 no.1 2007.3)<br>〈特集〉 建築環境の音・振動評価        |
| No.159 (vol.41 no.3 2012.9)<br>〈特集〉 音響材料の使い方と技術資料集             | No.136 (vol.35 no.4 2006.12)<br>〈特集〉 音環境Q&A100選        |

〈購入申込先〉 一般社団法人日本音響材料協会

〒108-0073 東京都港区三田2-14-7 ローレル三田605

TEL 03-3452-6740 FAX 03-3452-6795

2. Q&Aコーナー

一般社団法人日本音響材料協会 運営委員会

Q：板ガラスの場合も質量則が適用され、厚いほど透過損失が大きいと考えてよいですか？

A：本稿では、主として、文献1)、2) (吉村純一著)から、単板ガラス、合わせガラス、複層ガラスについて、ガラスの総厚(中空層等を含まないガラスのみの合計厚)に着目し、質問に該当するデータ等を転記・引用して再掲する。

なお、ガラスをサッシに組み込んだ場合は、遮音特性が違ってくることはよく知られているところであるが、ここでは、ガラス単体についてのみ述べることにする。

以下、各種板ガラスについて、要点を掲げる。

① 単板ガラス

フロートガラス、網入りガラスなどがある。

厚さ別単板ガラスの遮音特性を図1<sup>1)</sup>に示す。

これをみると、ある周波数までは、ほぼ質量則に従って、厚いガラスほど透過損失が大きくなっているが、高音域で遮音性能の低下が生じている。

また、この帯域では、周波数により、必ずしも厚いガラスの透過損失が大きいとは限らないことなどが分かる。この帯域はコインシデンス領域と呼ばれ、ディツ

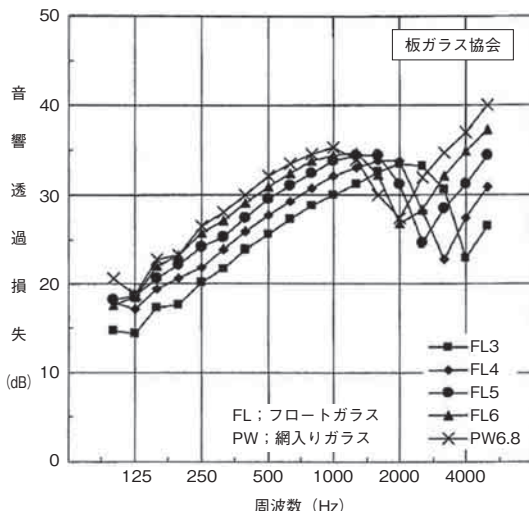


図1 単板ガラスの遮音特性<sup>1)</sup>

プが生じる周波数 $f_c$ (Hz)は、ガラスの場合には、(1)式で計算される。

ガラス厚を $t$ (m)とすると、

$$f_c = 12.2/t \dots\dots\dots (1)$$

・計算例： $t$ が5 mm(0.005 m)の場合には、

$$f_c = 12.2/0.005 = 2,440 \text{ (Hz)}$$

となり、図1の測定値とほぼ一致している。

また、この周波数領域では、例えば、 $t$ が3 mmの方が大きい透過損失を示している。

② 合わせガラス

2枚の板ガラスをプラスチック系のフィルムで接着したものである。

図2<sup>1)</sup>に、ガラス総厚が同じ6 mmのものについて、単板ガラスと合わせガラスの遮音特性を示す。

合わせガラスの方が、フィルムによる内部損失が大きく、コインシデンス領域以上の周波数帯域で、単板ガラスより大きい透過損失を示す。

③ 複層ガラス

2枚の板ガラスの間に、乾燥空気または或る種のガスを封入したものである(ペアガラスともよばれていた)。

空気層6 mmの場合の複層ガラスの遮音特性を、単板ガラスとガラス総厚が同じ6 mm(複層ガラス：3 mm+3 mm)のものについて、図2<sup>1)</sup>に示す。

ここに示したように、空気層が薄い複層ガラスは、共鳴透過により、低・中音域において、単板ガラス、

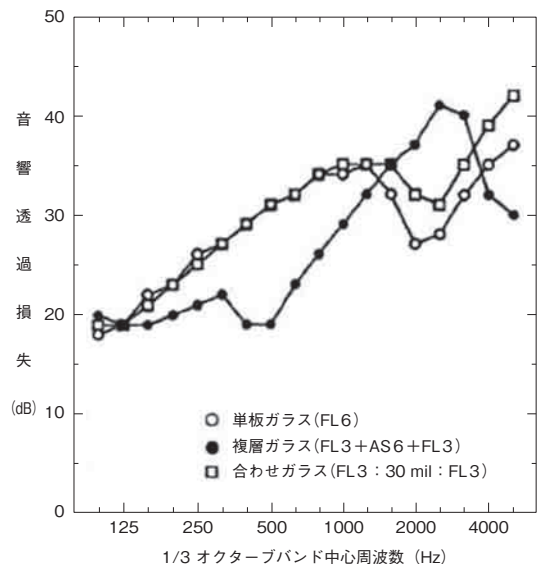


図2 各種板ガラスの遮音特性<sup>1)</sup>

合わせガラスよりも遮音性能低下を示す。

この共鳴透過周波数 $f_{md}$ (Hz)は、複層ガラスの場合には、(2)式で計算される。

2枚の板ガラスの面密度を $m_1$ (kg/m<sup>2</sup>)、 $m_2$ (kg/m<sup>2</sup>)、空気層厚を $d$ (m)とすると、

$$f_{md} = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \cdot \frac{1}{d}} \dots\dots\dots (2)$$

・計算例；図2の複層ガラスでは、 $t$ が3mm、 $d$ が6mmなので、

$m_1 = m_2 = 7.5$ (kg/m<sup>2</sup>)、 $d = 0.006$ (m)とすると、

$$f_{md} = 400$$
(Hz)

と計算され、図2の測定値とほぼ一致している。

次に、複層ガラスの場合で、面密度を上げたために、

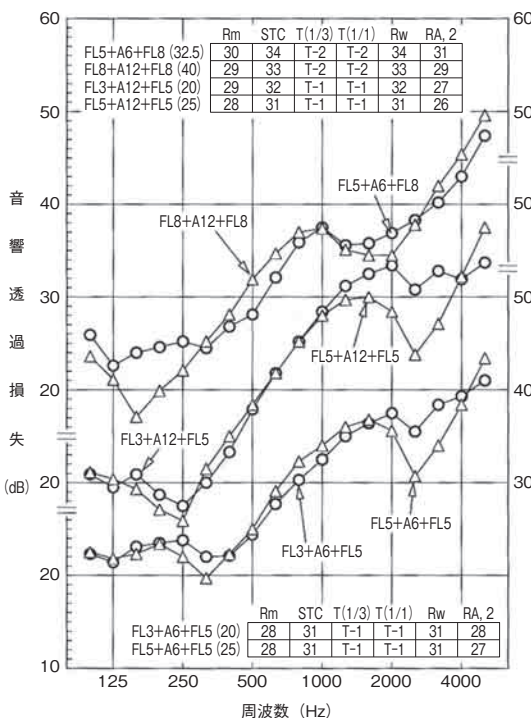


図3 面密度を上げて遮音性能が低下した例<sup>2)</sup>

かえて遮音性能が低下した例を図3<sup>2)</sup>に示す。

これによると、FL8+A12+FL8(面密度40 kg/m<sup>2</sup>)では、FL5+A6+FL8(面密度32.5 kg/m<sup>2</sup>)の場合と比べ、160 Hz帯域で遮音性能が低下していること、板ガラスを異厚にしたとき透過損失の改善がみられること、空気層厚を厚くしても必ずしも遮音性能向上につながるとは限らないことなどが示されている。

この例をみても、複層ガラスの遮音特性は、その仕様により、複雑であるといえる。

なお、図3中の各種単一数値評価指標についても、その意味を理解しておく必要があろう(〔備考〕参照)。

文献2)には、以上のように、ガラスの仕様による遮音特性への影響など、実務的な資料が掲載されている。文献1)と合わせて、是非参考にさせていただきたい。

〔備考〕図3に記載されている単一数値評価指標

R<sub>m</sub>；JIS A 1419-1 付属書2 算術平均値(1/3 oct.)

STC；ASTM E 413

T(1/3),T(1/1)；JIS A 4706 T等級, 1/3または1/1 oct.

R<sub>w</sub>；JIS A 1419-1 重みつき音響透過損失

RA, 2；JIS A 1419-1 R<sub>m</sub> + C<sub>tr</sub>, C<sub>tr</sub>はスペクトル特性2

\* R<sub>m</sub> は、住宅性能表示制度(「品確法」)の透過損失等級(外壁開口部)に、「一戸建ての住宅」及び「共同住宅」等に適用する、として規定されている。

\* RA, 2 については、文献3)に詳しく解説され、活用例が掲載されており参照されたい。

〔参考文献〕

- 1) 吉村純一；「窓サッシに用いられるガラスの遮音性能」, 音響技術, No.126, pp.30-34, 2004.6
- 2) 吉村純一；「複層ガラスの選定上の留意点」, 音響技術, No.178, pp.20-24, 2017.6
- 3) 古賀貴士；「遮音設計のためのスペクトル調整項の活用例」, 音響技術, No.178, pp.50-57, 2017.6

(回答；運営委員会 宮尾健一)