

JTCCM JOURNAL

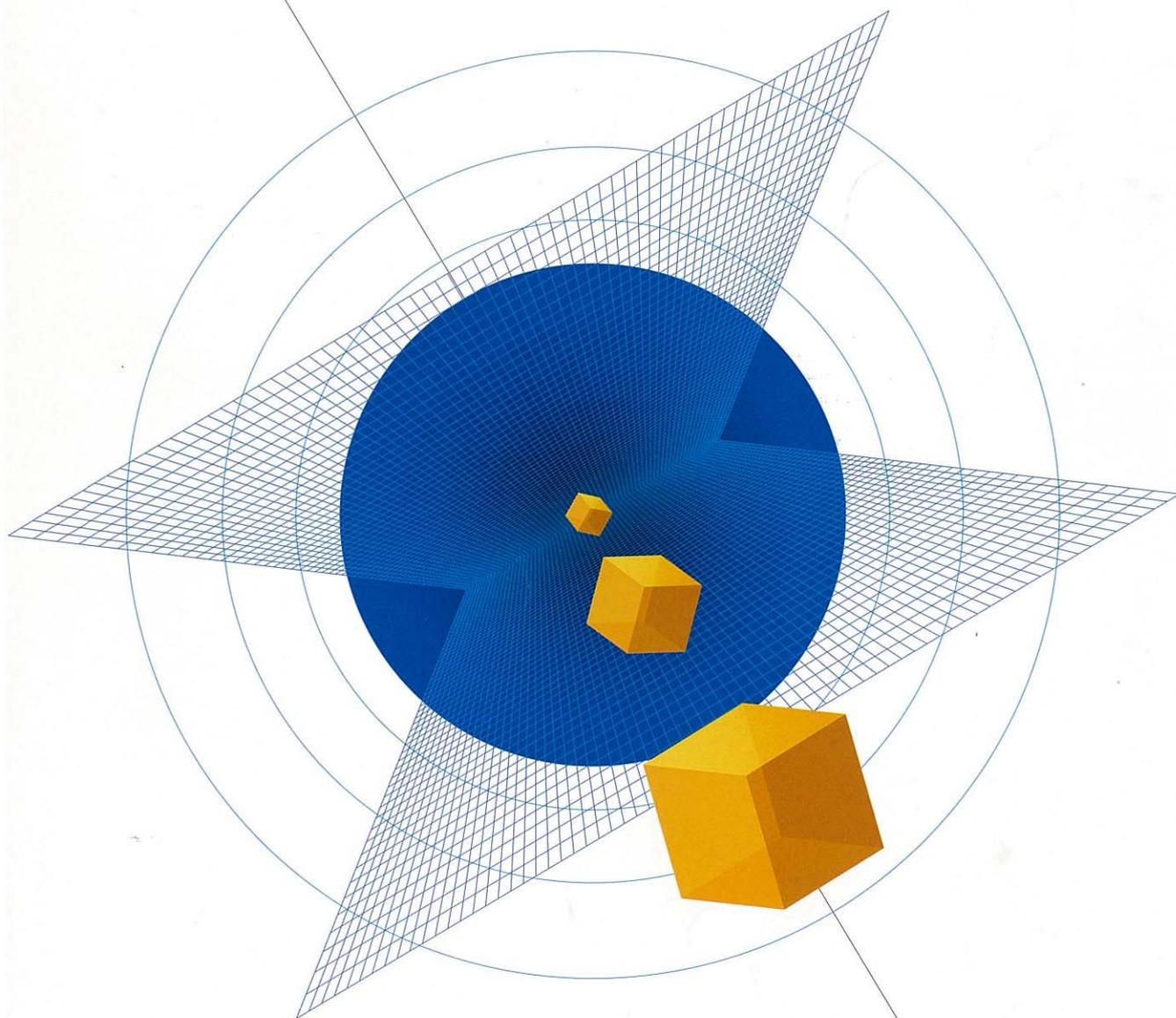
建材試験情報

2009. 4 | Vol.45

<http://www.jtccm.or.jp>

巻頭言 ————— 井邊 博行
低炭素社会への貢献
～木材資源のマテリアル利用～

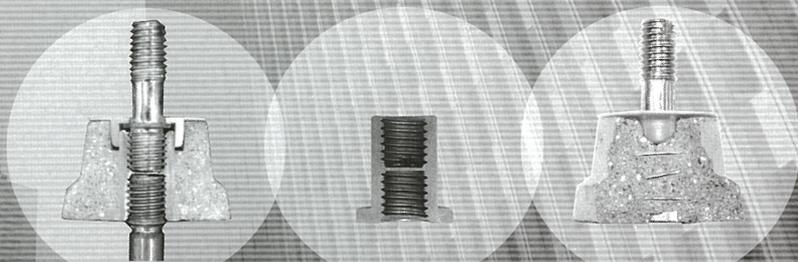
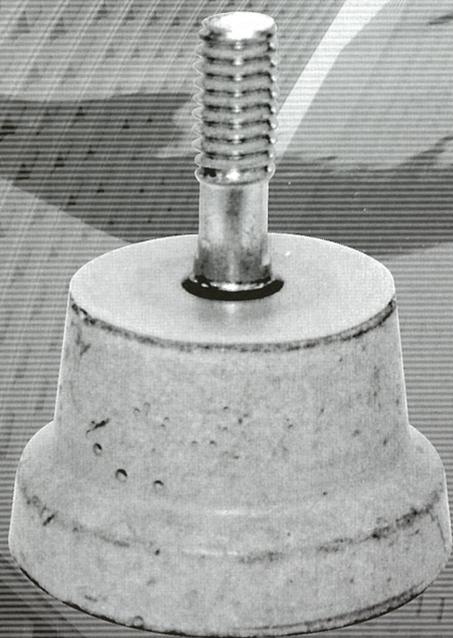
寄稿 ————— 大久保 孝昭
ユーザーニーズに基づくテーマ
「窓の簡易防露改修工法
の開発」について





進化を続ける 埋めコンの最高峰!

漏水が懸念される地下工事に最適です



〔施工後、セパのネジ部や埋めコン外周部からの漏水をブロック!〕

埋めコン

進化した止水コン! Pコンと同じ長さです (25mm)



オリジナル高密度コンクリート成型品
製造発売元

BIC株式会社

TEL.03-3383-6541(代) FAX.03-3383-8809 URL <http://www.nihon-bic.co.jp/>

AKEBONO

・引張り接着強度の推定が可能!!

・剥離状態を正確に検知!!

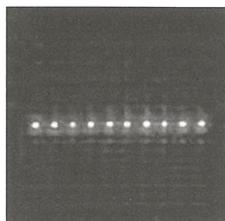
剥離タイル検知器PD201

・特許出願中・

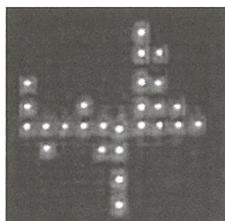
剥離タイル検知器PD201は、従来のテストハンマーでの打音検査による判定のバラツキや見逃しを補う、コンパクトな電気式のタイルの剥離検知器です。

曙ブレーキ工業の優れた振動解析技術と電子技術を、小さなボディに凝縮し実現化した新しい製品です。

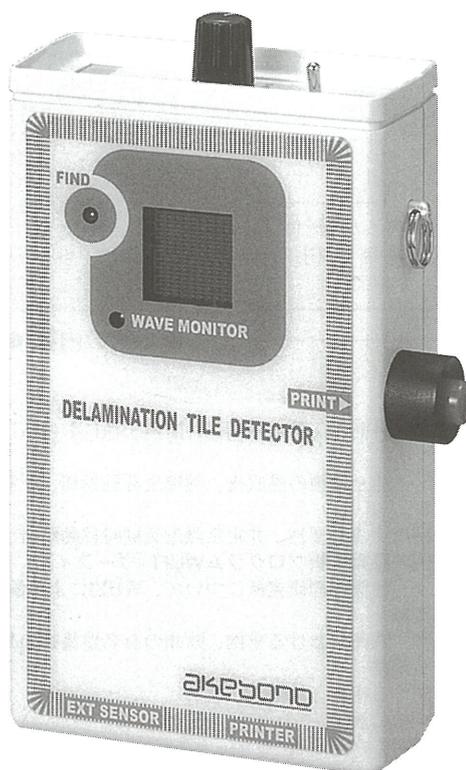
PD201は、振動センサでタイルの周波数特性を検出し、その波形を解析、タイル剥離の判定をします。判定はLEDの点灯、判定ブザーおよびLEDモニタの波形で検査者に知らせます。そして、専用プリンターによる判定および波形の記録も可能です。



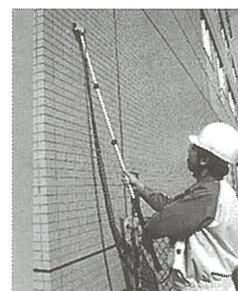
モニタの健全なタイル



剥離タイルの波形



検査方法



外部センサユニットによる検査方法



キャリングケースに収納

特長

- ①軽量・小型で操作が簡単、剥離検査はLEDの点灯およびブザー、振動波形で表示されます。
- ②ノイズリダクション機能により、騒音の中や、壁が振動していても検査可能です。
- ③リファレンスレベルの切り替えで、タイルの引っ張り接着強度の推定が可能です。
- ④プリンタユニットにより、剥離検査の記録が可能です。

<販売代理店>

曙興産株式会社

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町19-5
TEL (03) 3668-3566 FAX (03) 3661-9005

<製造元>

曙ブレーキ工業株式会社センサーカンパニー

〒348-8501 埼玉県羽生市東5-4-71
TEL (048) 560-1470 FAX (048) 560-1469
URL <http://www.akebono-brake.co.jp/>

※本書のお申し込みは書店を通してでも出来ますが、お急ぎの方は(株)工文社に直接お申し込みをお願い致します。

外断熱研究の第一人者が新進学者と共に放つ外断熱住宅の入門書

これからの外断熱住宅

お茶の水女子大学名誉教授 工博 田中 辰明
お茶の水女子大学 博士 柚本 玲 著



- ◆ 体 裁／B5判・116頁・平綴製本・カバー付
- ◆ 価 格／2,415円 (本体2,300円＋税115円)
- ◆ 発行元／(株)工文社

従来日本では、衣食住の住に対する関心は他の2分野に比較すると低かった。それは、家庭教育において住教育分野の扱われ方が非常に少ないことから伺える。しかし近年、住分野に対する関心が増えてきている。例えばインテリアに対する社会的関心の高さは、発行されている雑誌類や書籍の数からも推測できよう。

2005年の暮から社会的に大きな問題となった耐震性能偽造問題が発端となり、住宅性能に関する人々の関心の高まりもピークに達している。人々は安全な建物を手に入れる難しさを実感し、本当に安全、快適、健康でいられる住まいとは何かという情報を心の底から欲しているのである。

本書は、外断熱建築に関する正しい情報提供を通して、「良い住まいとは」という根本的な考え方を提供しようとして書かれたものであり、我が国における外断熱研究の権威である田中辰明博士の長年にわたる外断熱研究成果の一端と新進学者の思いが凝縮されている。同書はまた「良い住まい」に関する基本的情報を専門家対象だけでなく、一般の住まい手にも提供したいとの考えから纏められた平易かつ内容濃い好著である。

同書は、財団法人住宅総合研究財団より2006年度出版助成を得、2007年4月末に出版された。

● 本書の内容 ●

- はじめに
- 第1章／断熱について
外断熱工法とは、外断熱工法に種類、外断熱工法における留意点、外断熱工法の日本における普及
- 第2章／温熱環境
体温調節概要、人体と環境の熱収支、熱環境評価指標、予測平均温冷感申告PMV
- 第3章／熱と湿気
湿気を同時に解析する必要性、非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFIによる解析に必要な物性値
- 第4章／非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFI (ヴーフィ)
フランホーファー建築物理研究所について、WUFIによる解析の流れ、WUFI解析結果の読み方
- 第5章／外断熱工法の実際
外断熱工事事例、欧州における事例、欧州の有名建築物の外断熱改修、日本における外断熱建物の居住体験
- 第6章／外断熱に関する規格
外断熱工法に関する組織、規格
- 第7章／外断熱工法の今後の展望
地球環境問題、新しい断熱材
- 巻末付録
技術的な事柄／仕上の色は一般的に淡い色が望ましい、断熱材の繋ぎ方、断熱材の接着ほか
- おわりに

ご注文はFAXで ▶ (株)工文社 〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3 柴田ビル5F
TEL 03-3866-3504 FAX 03-3866-3858 <http://www.ko-bunsha.com/>

注文書

平成 年 月 日

貴社名	部署・役職		
お名前			
ご住所	〒		
	TEL.		FAX.
書 名	定価 (税込)	数 量	合計金額 (送料別)
これからの外断熱住宅	2,415円		

C O N T E N T S

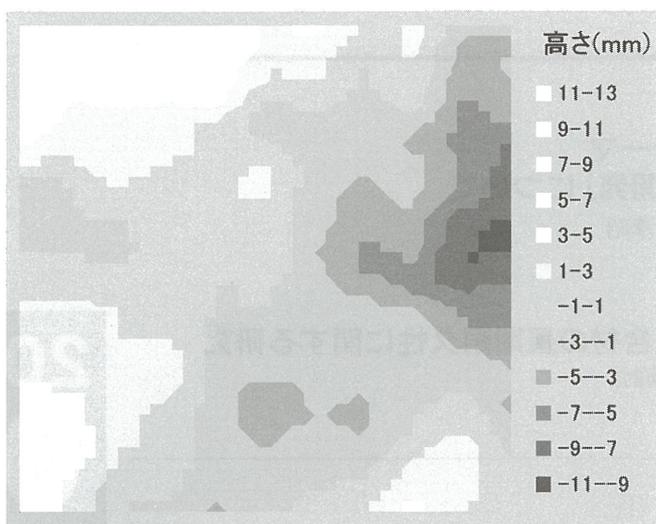
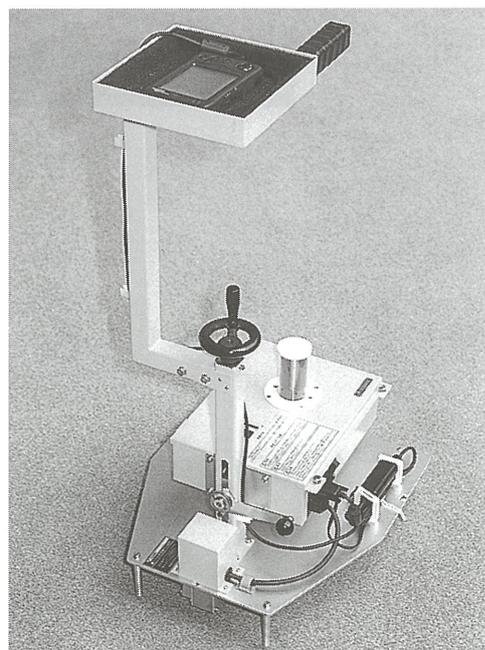
- 05 巻頭言
低炭素社会への貢献～木材資源のマテリアル利用～
/日本繊維板工業会 会長 井邊 博行
-
- 06 寄稿
ユーザーニーズに基づくテーマ
「窓の簡易防露改修工法の開発」について
/広島大学大学院 教授 大久保 孝昭
- 11 技術レポート
木材・プラスチック再生複合材の長期耐久性に関する研究
(耐候性能及び評価方法に関する検討)
/大島 明
-
- 15 古い住宅に学ぶ(3)
S邸(埼玉県比企郡)築約270年
- 18 かんきょう随想(22)
地下の大空間/木村 建一
- 21 試験報告
畳床の性能試験
- 27 音の基礎講座
室内音響(最終回)
- 32 屋根を考える
第1回 長寿命化
- 36 たてもの建材探偵団
草加市歴史民俗資料館(旧草加小学校西校舎)
- 37 建材試験センターニュース
40 あとがき

2009
04

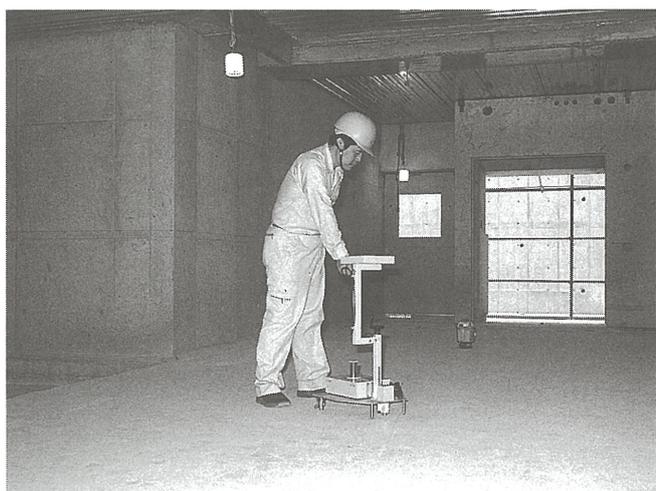
レーザー 床レベル計測器

FL-200 初登場！

床の凸凹が一目でわかり
次工程の手直しを減らせます。



結果（等高線グラフ）出力例



■用途

- ビル、マンション、工場における床仕上げの精度測定。
- 建具、間仕切り、セルフレベルング施工のための平面度測定。
- 機械・設備機器等の設置面のレベル測定。

■特長

- 最新のレーザー技術を応用した高精度センサで1 mm以下の精度で連続測定。
- 200㎡ならわずか5分。1人であっという間に詳細な計測ができます。
- データ整理も簡単。WindowsのExcelを使って数値表示やカラー等高線グラフで出力できます。

■効果

- 床仕上げ技術の向上。
- レベル計測の人件費の節約。
- 手直し費用の削減。
- 材料代の節約。

計測サービスもいたします。



株式会社 トキメック 自動建機

ホームページ <http://www.tokimec.co.jp/const/>

本社・東京営業所 〒144-8551 東京都大田区南蒲田2-16-46 電話(03)3731-2631 FAX(03)3738-8670

営業所：札幌(011)816-6293 仙台(022)773-1425 大阪(06)6150-6605 福岡(093)932-4170

巻頭言

低炭素社会への貢献～木材資源のマテリアル利用～

日本繊維板工業会 会長 井邊 博行

日本繊維板工業会は、お陰様で一昨年に50周年を迎えました。

木質ボード(繊維板,パーティクルボード)は、当初より木材資源のマテリアル利用を追求して合板・製材の残材を活用し、現在は建築解体木材の利用を常態化し、まさに木材のマテリアル利用による環境貢献産業であり続けていることを自ら高く評価している次第です。

このようにマテリアル利用技術を確立して参りましたが、近年の木材チップのサーマル原料の利用は木質ボードの材料調達形態を大きく変えております。

すなわち、脱化石燃料化政策は当然の流れですが、原料資源として有効利用できるものまで直接サーマル利用されることについて、我々木質ボード業界は大変な危機感をもっており、関係省庁をはじめ関係先にマテリアル利用優先社会の実現に向けて広くアピールしているところです。

木質ボード業界は平成12年に業界全体で「環境宣言」を行い、毎年目標に対する検証を実施して、木質ボードを使用することがすなわち環境への負荷を軽減することにつながることを実証しております。

木材製品(Harvested Wood Products = HWP)が炭素貯蔵に貢献していることは、関係業界において理解が深まっておりますが、木材リサイクル製品である木質ボードの炭素貯蔵効果をもっと広くPRしていきたいと考えております。

一方、木質ボード製品の安全性については(財)建材試験センターのご指導のもとに、昨年4VOC(トルエン,キシレン,スチレン,エチルベンゼン)自主表示制度を立ち上げました。これを機に、さらに安心・安全な資材供給,情報提供を推進していきます。

混迷を極める経済環境の中であって、建築材料としての安全性を確保することは業界として最も重要な課題であることはいうまでもありません。(財)建材試験センターの使命は一段と重要性を増すものと考えており、大いなる発展を期待してやみません。



ユーザーニーズに基づくテーマ 「窓の簡易防露改修工法の開発」について

広島大学大学院 教授 大久保 孝昭



1. はじめに

調査研究の一環として、建築ユーザー等に対するアンケートを実施した結果、回答の回収率の低さに悲しんだ経験が筆者には何度もある。その経験にも懲りず5年前に建築研究所から大学に職場を移した直後に、住宅の補修・改修に関する一般の方の意識調査を計画した。アンケートに対する真摯な回答と回収率の高さを目論んで、思い切って本学科の学生の父兄にアンケート調査を行ってみた。その結果、アンケートの回収率は驚異の80%、しかも自由記述欄にも多くの回答を得ることができ、非常に有意義なデータをまとめることができた。学生を預かっている教員の立場を利用したと叱責を受けるのかもしれないが、あまりにも貴重な意見が得られたので、実はその後も時々、父兄の皆様にはお世話になっている。

ここで紹介する「建築開口部の簡易着脱防露改修工法」は、そのアンケート調査がきっかけで取り組むことができた研究である。

そのアンケートで「あなたが住んでいる住宅を改修するとすれば、どのような性能を重視して実施しますか？」という問いに対して、回答の多さは下記の順であった。

- 1位 美観(外観)の向上
- 2位 窓の結露防止
- 3位 断熱性能の向上
- 4位 長寿命化(耐震性・耐力向上)
- 5位 遮音性の向上

最も回答数が多かった「美観(外観)の向上」と同等のニーズを示した回答が「冬期における窓の結露防止」であった。冬期にアンケートを実施したことも調査結果に影響したかもしれないが、多く人が冬期における窓の結露に悩んでおり、自由記述欄では窓の結露はカーテンや

床の濡れ、さらにはカビを発生させ、居住者が健康被害を受けているという回答も複数見られた。筆者はコンクリートや仕上げモルタルなどの建築材料を専門としているので、このニーズに応える研究は実施できないと思い込んでいた。無念の思いでこの調査結果をいろいろな場で公表していたところ、若干のシーズを有する民間企業から共同開発研究の提案を受け、さらにこの共同研究計画がNEDOの「大学発事業創出実用化研究開発費助成(平成18年度)」に採択され、産学連携で開発研究を開始した次第である。

2. 開発目標

工法を開発するに当たり、下記に示す目標を設定した。この中では、「賃貸住宅にも設置できるように、撤去したときに損傷が残らない防露工法」を最も重視したが、下記には示していない「安価であること」も重要な課題とした。

・性能に関する開発要件(性能)

1. 冬期の結露を防止できること
2. 高断熱化に伴い明確な省エネルギー効果も得られること
3. 設置する地域環境や気候に対し適切かつ明確な効果が得られること
4. 地震、台風時または人の衝突時において安全性を有すること
5. 付加的価値として、防犯性を向上できること

・工法に関する開発要件(工法の条件)

1. 転居せずに工事すること(居ながら施工)が可能である工法
2. 賃貸住宅にも適用できるよう簡易着脱式で設置のた

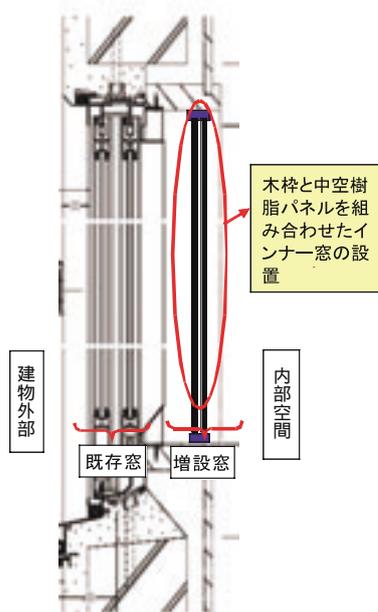


図1 工法の概要

めの損傷を残さない工法

3. 既存の開口部形状や寸法に対応できるフレキシブルな工法

3. 工法の概要

図1に、開発した工法の要点を纏めている。既存窓部における額縁を利用して、木枠で囲んだ中空樹脂パネル（以下、樹脂パネルと記す）を新設の敷居等に取付ける工法、すなわち既存の窓を二重窓とするための非常に簡易な工法である。なお、樹脂パネルに用いる中空樹脂は透明度の高いものから型板ガラス調のものなどがあり、設置場所に応じて、色調、透光性および透明度を選択できる。開発当初は建具専門工業者が設置することを前提として検討を進め、材料調整から施工まで専門技術者が実施することを想定した。できる限り容易に取り付けることができ、また取り外した後に損傷や痕跡を残さないための細かな工夫を数多くとりまとめ、共同研究期間中に3件のモニター住宅に設置した。図2にはそのうちの1件の施工の様子を示している。すべてのモニター住宅の施工で最も工夫が必要だったのは樹脂パネルを取付けるための「敷居・鴨居の設置」であった。写真1には、既

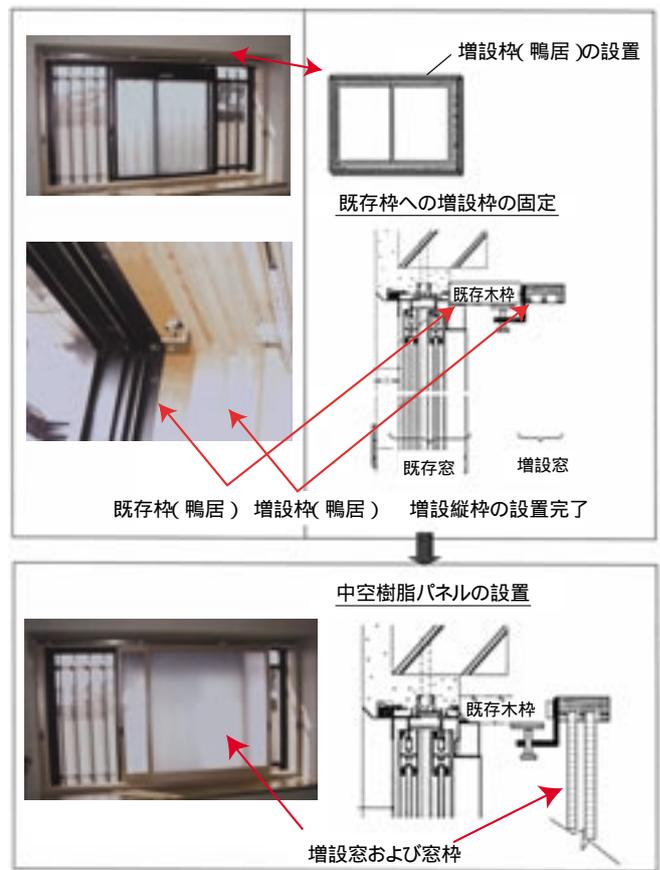


図2 増設窓設定の施工手順の例

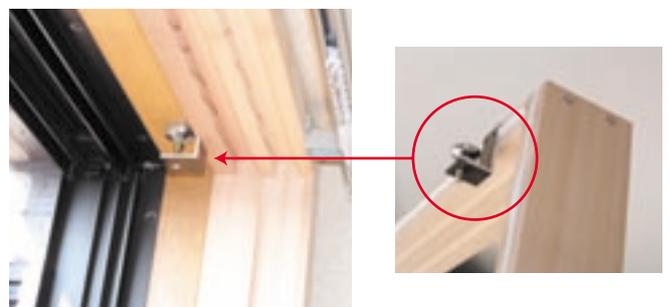


写真1 既存窓の額縁に樹脂パネル用の鴨居等を取付ける工夫

存の額縁に新たな鴨居を設置するための工夫を示している。これは通常、机や棚の脚の水平を調整するために足下に取り付ける丸ネジを利用したもので、このネジによって敷居等を既存の窓額縁に固定する方法であり、既存額縁の寸法にフレキシブルに対応できる。いずれのモニター住宅でも、施工は建具専門工1名で行い、掃き出し窓1箇所当たり20～30分程度の時間で施工が可能であった。すなわち集合住宅では、すべての窓を工事するのに半日あれば十分に施工可能な工法であることを確認し

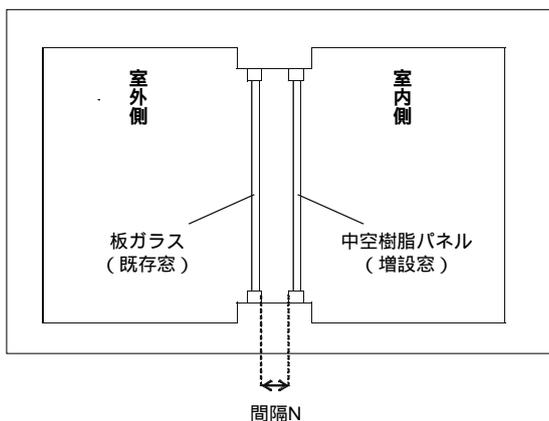


図3 実験装置の概要



写真2 モニター住宅に設置したはめ殺し樹脂パネル

た。写真2は一件のモニター住宅に設置したはめ殺し二重窓である。小さな子供でも持てるほど軽量であるため、居住者による着脱も容易である。



(a)板ガラス単体の場合



(b)樹脂パネルを設置した場合

写真3 結露実験終了時の試験体

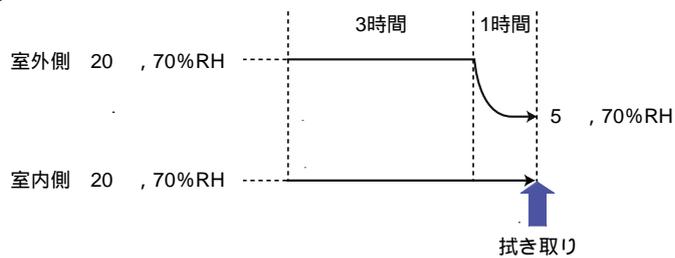


図4 結露実験における室外・室内の環境

なお、モニター住宅での実験では、樹脂パネルを設置することにより、開口部の結露は発生しなくなった。ただし、樹脂パネル窓を完全に締めずに、戸当たりとの間に隙間が生じている場合や、カーテンが樹脂パネルに接触している箇所では結露が生じたという報告があった。

4. 実験室における防露性能の検証実験

4.1 実験の概要

提案する工法の防露性能の評価は「JIS A1541 建具の結露防止性能試験方法」を参考として、室外、室内を再現できる2つの恒温恒湿室の境界に試験体(窓)を設置して、防露性を検討した。検証実験に用いた試験装置の概要を図3に示す。同図に示すように試験体で区切られた

室外、室内の環境を変化できる装置において、図4に示す冬期の結露しやすい環境を再現して、試験体に生じる結露量を計測する方法とした。具体的には、室外側、室内側ともに室温20℃、湿度70%RHで環境を安定させた後に、室外環境のみを気温5℃、湿度70%RHに急激に低下させ、1時間経過後に室内側の窓に発生した結露水の量を求めた。結露水量の計測方法については、合理的な方法を事前にかなり検討し悩んだが、結果的には測定者がペーパータオルで結露水の

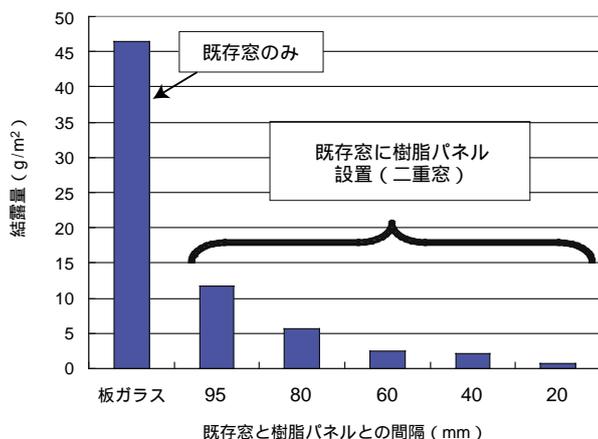


図5 結露量の測定結果

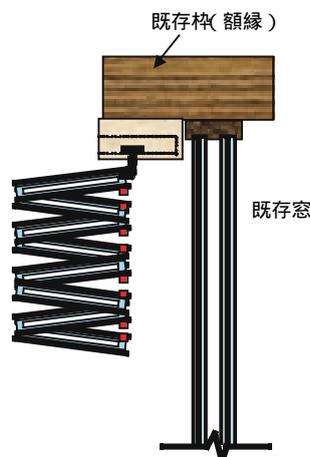


図6 DIYタイプの二重窓の考案



写真4 DIYタイプの実験室での試作

量を拭き取って求めることとした。原始的な試験方法であることは承知しており、(財)建材試験センターが発刊する本誌に記載するのは気が引けているが、同一条件で繰返し実験を行っても、測定者が同一であれば、測定値にほとんどばらつきがなかったことを付記しておく。

4.2 試験体の種類

ここで示す実験結果は、既存窓についてはアルミサッシに取り付けた「3mm厚の板ガラス窓」、増設窓については「厚さ10mmの中空樹脂パネル」を用いた試験によるものである。なお、樹脂パネルと既存窓との間隔を要因とした実験結果についても合わせて示す(図3参照)。

4.3 実験結果

写真3に先の図4に示す環境で試験した後の試験体の様子を示す。写真3(a)は板ガラス単板の場合で、窓には多くの結露が生じていることが分かる。同写真(b)は既存窓の室内側に樹脂パネルを設置した場合であり、室外側から撮影した写真であるが窓には結露はほとんど生じていないことが分かる。

厚さ10mmの樹脂パネルを用いた場合、既存窓と樹脂パネルとの間隔が結露量に及ぼす影響を図5に示す。結露量は窓1m²当たり生じた結露水の量(g/m^2)で表している。板ガラスのみの場合は、約46 g/m^2 の結露水が測定された。結露の状況は先の写真3(a)に示したように

「ビショ濡れ」という量であり、アルミサッシを通じて下に流れ出すほどであった。流れ出た水の量は測定値には含めていないので、更に多くの結露水が生じていたといえる。既存窓に樹脂パネルを設置した場合、板ガラスと樹脂パネルの間隔を60mmにすると、結露量は2.5 g程度であった。この値は室内側の樹脂パネル窓がかすかに曇る程度であり、また、先の写真3(b)に示したように既存窓ガラスには全く結露は生じなかった。ここに示していない実験結果も含め、樹脂パネルの設置により結露をかなり防止できることが実験的に明らかになった。また、図5からは既存窓と増設窓の間隔は狭いほど高い防露性能が得られることが分かる。

5. 今後の展開

5.1 さらなるユーザーニーズ

モニター住宅への設置方法と実験室での実験結果を公表し、再度、一般ユーザーに意見を伺ったところ、「自分で購入して、自分で取り付ける工法にして欲しい」という要望が多く出された。即ち、Do It Yourself(DIYタイプ)のものが欲しいということである。このニーズに応えるため、図6に示すタイプの増設窓を考案し、実験室レベルではあるが試作を行っている(写真4)。図6に示すように、本試作試験体は使用しないときには窓上部に折りたたむことができ、また既存窓との間隔が調整でき

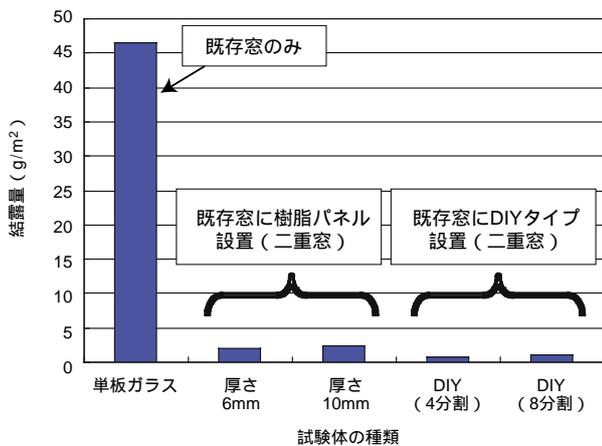


図7 結露量の測定結果

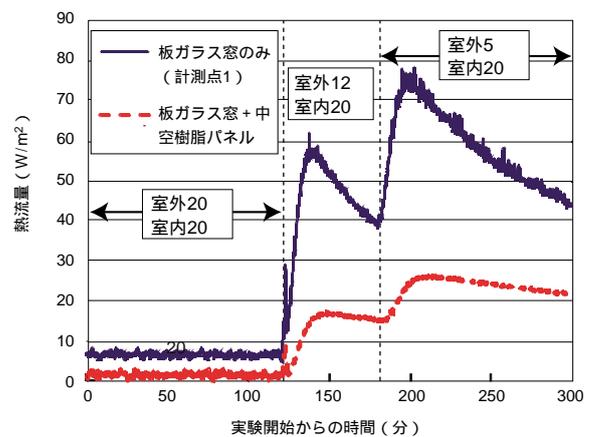


図8 樹脂パネル増設が断熱性に及ぼす影響

るように工夫を施している。このDIYタイプの防露性能も樹脂パネル同様、防露性能が高いことも確認している(図7)。

最重要課題は「形や大きさの異なる様々な既存窓に対してフレキシブルに対応するか」という点である。工法のアイデアは纏めつつあり、今後も検討を続けていきたいと考えている。

5.2 断熱性向上には効果的か

モニター住宅の居住者からは、「冬期において、窓からの冷気の進入がかなり小さくなった」という報告を受けている。一方、「南面、西面に設置した部屋を夏期に閉め切って外出すると、帰宅したときに気分が悪くなるほど暑い」という報告も受けている。これらは二重窓にすることにより、開口部の断熱性が向上したことを示している。図8は先に示した実験装置において、窓からの熱流量を計測した結果の一例である。同図は室外、室内とも20 の環境から、外気温のみを12 さらに5 に低下させたときに、窓を通じて室内と室外間で移動する熱量を示している。熱流量の絶対値が小さいほど、断熱性が高いといえるが、室内と室外に気温差が生じたとき、二重窓にすることで熱流量の絶対値が小さくなっていることが分かる。この実験は最近始めたばかりであり、今後は定量的に断熱性の評価を行いたいと考えている。

6. 最後に

近年、建築分野においても、国や地方自治体さらには各種公的機関が積極的に一般市民のアンケート調査を行い、それを公表している。非常に良い取り組みと賛同しており、またその結果をしばしば活用させていただいている。ユーザーのニーズは、建築分野ではかなりウェイトの高い研究テーマと考えており、今後も機会があれば学生の父兄に協力をお願いしたいと考えている。

冒頭にも示したように、本開発は一般ユーザーに対するアンケート調査をきっかけとして取り組んだテーマであり、筆者の専門外の取り組みである。そのため多くの方に指導を受けたが、特に本財団の西日本試験所の技術者の方には、試験方法や評価方法について、貴重な資料やアドバイスを頂いた。また、本開発にはNEDOの大学発事業創出実用化研究開発費助成金(平成18年度)の助成を受けた。深く感謝する次第である。

プロフィール

大久保 孝昭 (おおくぼ・たかあき)

広島大学大学院工学研究科 工学博士

専門分野: 建築材料学, コンクリート工学

最近のテーマ: 建築部材の目的指向型耐久設計手法の確立, RC外壁の補修工法の評価など

木材・プラスチック再生複合材の 長期耐久性に関する研究 (耐候性能及び評価方法に関する検討)

大島 明

1. 背景と概要

木材・プラスチック再生複合材料は、再生木材及び再生プラスチックを原料として、混合・溶融したのちに成形して製造した材料である。用途はデッキ材を初めとして住宅の内外装に広く使用されている。本材料は、再生材料を50%以上使用していることから、環境負荷低減に大きく寄与する材料として、日本工業標準調査会における「環境JIS策定促進アクションプログラム」の適用を受けた。2004年にJIS原案作成委員会が立ち上がり、2006年4月に基本物性を規定したJIS A 5741が公示された。その後、長期耐久性に関する性能評価の必要性が浮上したため、長期耐久性調査研究委員会が(社)日本建材・住宅設備産業協会に設置された。本研究は其中で材料の光、熱、水等の耐候性を検証したものであり、長期の屋外暴露に対応する複合劣化促進試験方法を提案した。同時に屋外暴露試験と複合劣化促進試験の結果から、両者の相関性を検討し、且つ材料の劣化度を調査した。今回の報告は屋外暴露9ヶ月までの中間結果を取り纏めたものである。なお、全体の研究項目はその他に耐水性、クリープ性、耐腐朽性等と多岐にわたっている。

2. 試験材料

2.1 木材・プラスチック再生複合材の製造と用途について

木材・プラスチック再生複合材の原材料は再生木材と再生プラスチック(熱可塑性)を混合・溶融し、ピース状にしたペレットである。このペレットを溶融釜で再度混合・溶融する。このことによって再生木材と再生プラスチックが均一に分散され、安定した性能が確保できる。その後押し出し成形等によって製品化する。ただし、材料の比重が0.8~1.5以上と比較的重いため、中空構造を



写真1 木材・プラスチック再生複合材の製品(デッキ材)



写真2 木材・プラスチック再生複合材の使用例(屋外の舗道に施工された状態)

とっているものが多い。材料の形状を写真1に示す。用途は広く建築内装・外装材料、土木材料等に使用されている。代表例を写真2に示す。

2.2 試験に使用した材料

試験に供した材料はいずれもデッキ材で、現在上市されている代表的な6種類とした。組成を表1に示す。

(1)屋外暴露用試験体

製品断面の形状のまま長さ120mmに切り出し、試験体とした(写真3参照)。

表1 試験材料の構成・組成

材料記号	木材の配合比	プラスチック種類
A	W ; 50%以上	PP
B	W ; 45%以上	PP
C1	W ; 36%以上	PE
C2	W ; 50%以上	PP
D	W ; 50%以上	PP
E	W ; 50%以上	PP

*PP ; ポリプロピレン , PE ; ポリエチレン

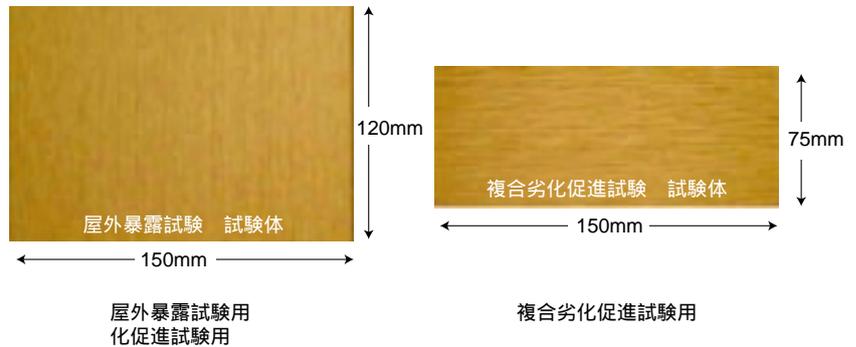


写真3 試験用試験体

(2) 複合劣化促進用試験体

製品の表面材から150mm × 70mm , 厚さ4 ~ 6mmの板状に切り出し , 試験体とした(写真3参照)。

3. 試験方法

3.1 屋外暴露試験

実際の屋外における劣化状況を把握するために , 試験体をJIS A 7219に規定するA法に従って , 鉛直から45度に傾けて暴露した。地域の気候差を考慮して , 暴露地は以下の3地域とした。暴露状況を写真4に示す。

暴露地「東京」 ; 東京都杉並区高井戸

暴露地「富山」 ; 富山県高岡市池田

暴露地「滋賀」 ; 滋賀県蒲生郡竜王町

暴露期間は3 , 6 , 9 , 12 , 24 , 36ヶ月とし , 各期間における劣化状況を測定した。測定項目は表面の変色 , 曲げ物性とした。測定方法の詳細は3.2(2)に示す。

3.2 複合劣化促進試験

(1) 促進処理方法

本研究で対象とする木材・プラスチック再生複合材は , 光・水の他に温度変動の影響を大きく受ける事が予想される。諸文献¹⁾を調査検討した結果 , 従来からJIS A 1415に規定されているキセノンウエザーメータと温冷繰り返し試験を組み合わせた方法を新たに採用した(写真5参照)。処理のフロ - を以下に示す。



写真4 屋外暴露試験状況、暴露地；富山（南面に鉛直から45度に試験体が設置されている）



写真5 キセノンウエザーメータ処理状況(中心部にキセノン光源があり、その周囲に試験体が設置されている)

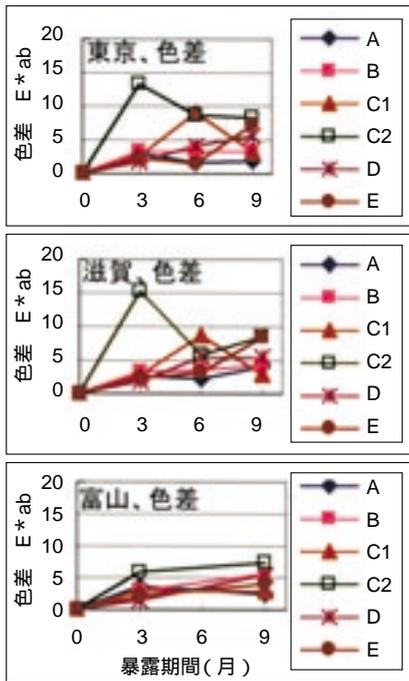


図1 屋外暴露試験結果(色差)

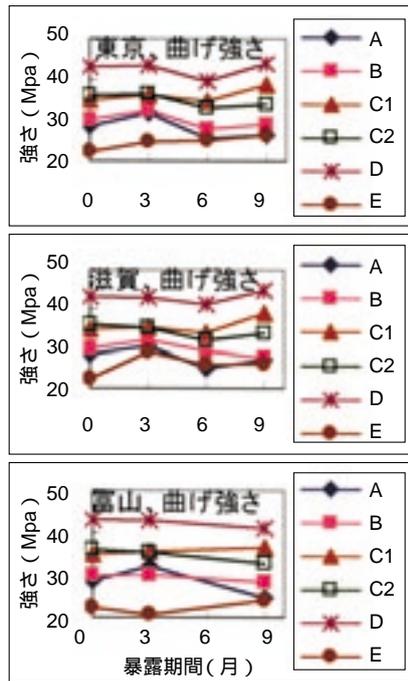


図2 屋外暴露試験結果(曲げ強さ)

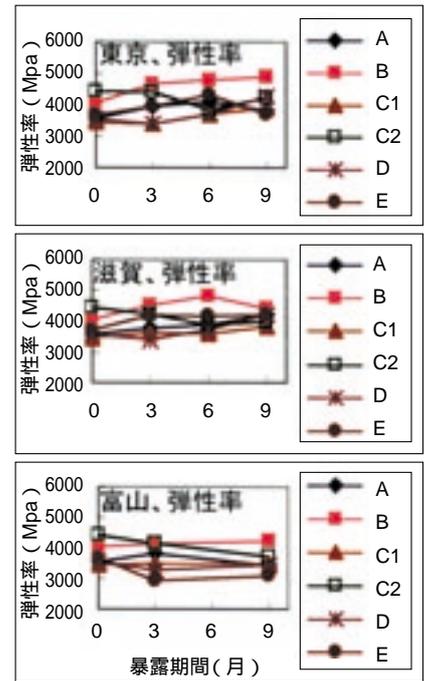


図3 屋外暴露試験結果(弾性率)

行程1：キセノンウエザーメータで1000時間処理(準拠規格；JIS A 1415)

行程2：温冷繰り返し処理

-20 (2hr) 移行(1hr) 60 (4hr) 移行(1hr) ×100回

*上記の「行程1」及び「行程2」は継続して行う。

(2)劣化の測定方法

上記の処理を行った試験体について、色差及び曲げ物性の測定を行った。

色差

JIS Z 8722に従って E*abを求めた。

曲げ強さ及び弾性率

JIS K 7171に従い、3点曲げ試験を行った。なお、試験片は表面材から寸法80×10mm、厚さ4mmに切り出した。

4. 試験結果とまとめ

屋外暴露試験結果を図1～3に、複合劣化促進試験結果を図4～図6に示す。また、屋外暴露試験と複合劣化促進試験結果の相関を図7～9に示す。

(1)屋外暴露試験結果について

色差は暴露期間が経るにしたがって増加しており、変色が進んでいる。また材料C2は経時的逆転現象が見られた。これは汚染が関与しているものと思われる。一方曲げ強さ、弾性率は顕著な変化は見られなかった。なお、暴露地における劣化度の差は高山においてやや劣化が大きかった。この原因は現在検討中である。

(2)複合劣化促進試験結果について

色差はキセノンウエザーメータ1000時間暴露後において変化が大きく、その後の温冷サイクルではほとんど変化がない。一方曲げ強さ、弾性率は温冷サイクルの過程でも若干の低下が見られた。

(3)屋外暴露試験結果と複合劣化促進試験結果の相関性

色差、曲げ強さ、弾性率とも屋外暴露9ヶ月の結果はキセノンウエザーメータによる500時間処理と良好に対応していた²⁾。

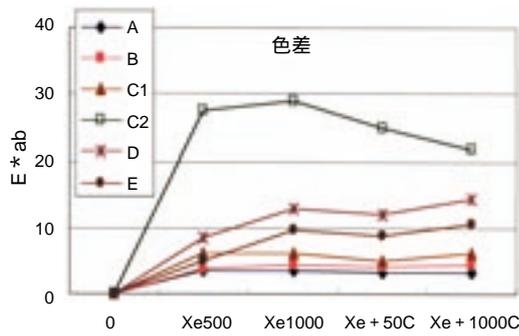


図4 複合劣化促進試験結果(色差)

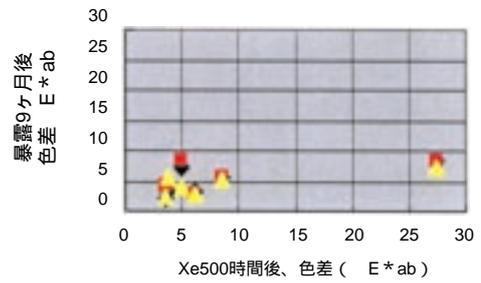


図7 屋外と促進暴露の相関性(色差)

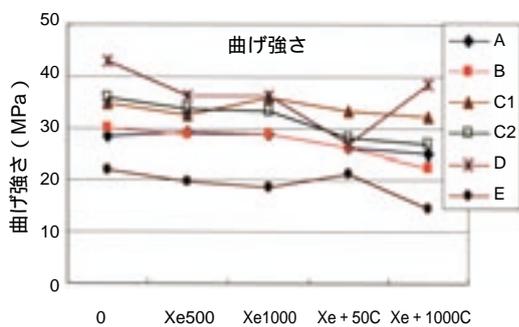


図5 複合劣化促進試験結果(曲げ強さ)

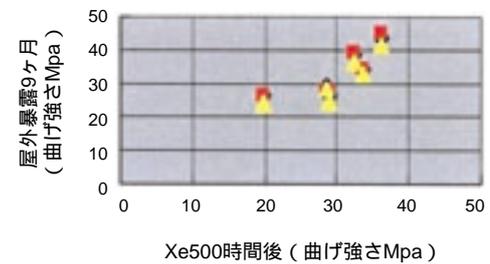


図8 屋外と促進暴露の相関性(曲げ強さ)

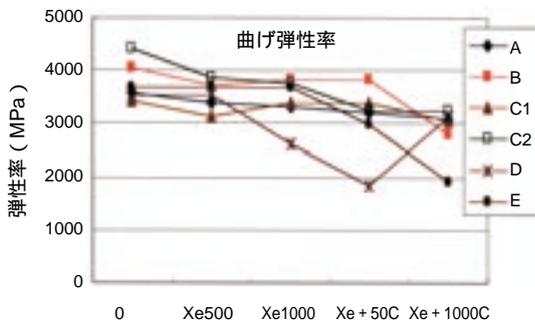


図6 複合劣化促進試験結果(弾性率)

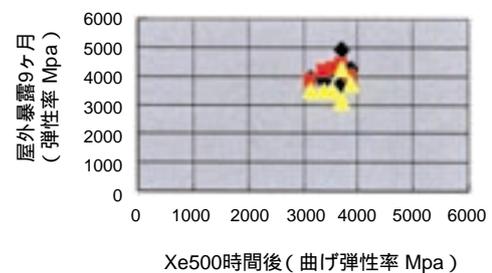


図9 屋外と促進暴露の相関性(弾性率)

5. 成果と今後の計画

本研究は、3年間の屋外暴露試験結果をもって相関性を最終検討する予定であるが、現時点において複合劣化促進試験と屋外暴露試験との間に相関性が認められている。

今後、屋外暴露の測定は最大36ヶ月まで実施し、この結果をもって最終的に複合劣化促進試験結果との相関関係を検証する予定である。検証結果は現在提案している複合劣化促進試験の劣化強度を補完するデータとしていきたい。

【参考文献】

- 1)「木材・プラスチック再生複合材試験方法に関する標準化調査研究成果報告書」(社)日本建材・住宅設備産業協会, 2007.3
- 2)Lesley F.E Gredson, 「促進劣化と屋外暴露試験の相関性」, マテリアルライフ学会1992.5

*執筆者

大島 明(おおしま・あきら)

(財)建材試験センター 中央試験所
品質性能部材料グループ 上席主幹



古い住宅に学ぶ

< 第3回 >

S邸（埼玉県比企郡）
築約270年

（背景 三溪園）

埼玉県の中央部に位置する東武東上線の比企郡の周辺はなだらかな丘陵と低地がちな農業と林業が盛んな地域です。

S邸は小高い丘陵の上部にあります。樹木に囲まれた数軒の大きな農家が並ぶなかの1軒で、家の背後は山林となっています。丘陵の東側には槻川、北側には都幾川が流れ、平地には水田が整備されており、雲取山、武甲山などの秩父連山が平野に落ち込む境界に位置する地域にあります。

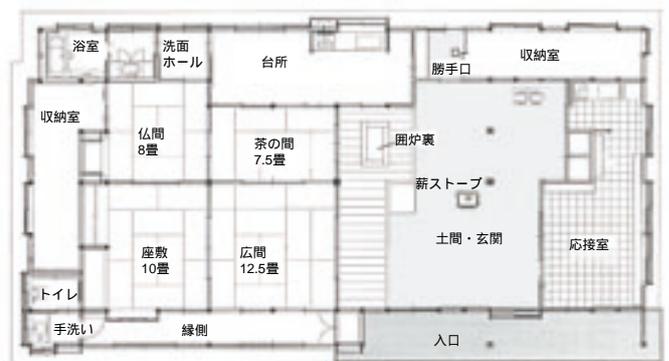
建物は、江戸中期（1740年頃）に建てられた切妻木造平屋の農家です。江戸後期・明治初期に裏側（下屋）を増築したようです。昭和30年頃までは茅葺きでしたが、雨漏りもあり瓦葺きに変え、その際に天井を張ったとのこと。小屋裏の垂部屋や土間の囲炉裏は使い続けていたようです。

最近まで、建てられた当時の状態でしたが、かなり老朽化し柱の腐食も一部ありました。

S邸の当主は現在11代目で、その父親は生前、家に手を加えることに難色を示していたとのことですが、その後ご両親が亡くなり、2003年に定年退職してからお孫さんが生まれたこともあり改修計画に本格的に取り組み、約1年の工期を要して2008年に改修が完了しました。



主屋正面



平面図

昨年の晩秋、晴天の日に訪問しました。前庭から土間の入り口に向かう時に、薪を燃やす煙が屋根の上の煙突からたなびいていました。土間の入り口から一步中に入ると、柔らかい光に満ちた空間と暖かく暖房された空気につつまれて、懐かしい農家の土間と広々とした畳敷き



畳敷きの部屋（仏間からの眺め）



工事中のようす



梁と竹天井

の部屋の連なりが目に入ります。黒光する太い柱と梁、漆喰の白壁、障子を通じた柔らかい日の光が室内を明るくしています。土間の梁から下がる照明がインテリアとして、高い土間の空間にパンランスを添えています。土間の中央においた薪ストーブからの輻射と燃焼する木材の僅かな臭いに郷愁の念を呼び覚まされます。

<再生に至るまで>

S氏が中学生の頃には、近代化の風潮のなかにあったこの家が、大きくて古くなっていたため強い劣等感を持っていたとのことです。勉強部屋は、かつて馬小屋だったところを改造して使用していたとのことで、薄暗く、住みづらく、周辺の同じような民家では「この家では嫁が来ない」と言われたそうです。父親は頑固にこの古い家を守り、一切手を入れさせることはなかったとのことです。

S氏は、東京の会社に就職し、東京で現代的な戸建て住宅に住んでいましたが、定年退職してから戻り、敷地内に別棟でOMソーラの新築住宅を建て住んでいます。

この間に老朽化し、室内は薄暗く、冬は寒い古い住宅を、もとの姿を生かしながら現代の生活に合うように再生することが出来ないか、今後このような伝統木造住宅を造ることはほとんど無理で、江戸中期より歴史を経て受け継がれてきたことに大きな価値があることを考え、子供のためにも残したいと思うようになりました。

<再生の内容>

建物は長い年月の間に納屋などが増築されていたのでこの部分を除去することにしました。

柱・梁など腐朽の進んだ構造材は補修し、基礎はコン

クリートとし、冬も暖かな家として快適に過ごしやすくするために断熱・気密改修をしっかりとすることにしました。

また、キッチン・浴室・トイレなどは最新のものを設置しました。ヤギを飼っていた納屋も改修して、奥さんの陶器の趣味が出来るように、電気炉、ろくろ等も置けるようにしてあります。

<再生工事の手順>

再生工事の手順は次のよう進めました。

壁の除去・嵩上げ・基礎工事

建物は長期の年月を経て不同沈下を起こし、柱や床が傾いていたため、建物を水平・垂直に正すことが再生の大きなポイントとなりました。

次に壁を取り除き骨組みだけにしてから、そのうえで躯体を中心とした構造部材について診断し、柱、梁の悪いものは取り除き、入れ替えました。

基礎

骨組みだけにした建物全体を嵩上げし、この下でべた基礎工事を行いました。

木工事

木材はなるべく古いものをそのまま使い、新しい材については色づけして古材と統一感を持たせました。(新材の8割はS邸の裏山の木材を伐採し3年寝かせて使用)

断熱・気密

壁・床・天井はグラスウール、ウレタン断熱材を使用し、取り合い部などは隙間なく埋めました。

サッシは気密性のよい木製もので、ペアガラスを採用して断熱・気密性能を高くしました。また、暖房設備と

して、土間部分に薪ストーブの他、空調機も設けました。

<住宅の再生による効果>

S氏に再生の効果を聞きました。

Q：住宅を再生した感想を聞かせて下さい。

S氏：古い住宅を改修して再生したことにより、快適で住みやすくなったことに満足しています。

室内が明るくなり、開放的で、夏は風通しがよくて大変気持ち良く過ごしています。エアコンを取り付けましたが使用していません。冬もさほど寒くはないし、土間に設けたストーブの暖房でかなり暖く過ごすことができます。

Q：工事の時のエピソードはありますか。

S氏：再生の工事をするまで全く気が付きませんでした。屋根裏に小部屋がありました。私の父母も知らなかったと思います。なかには伊勢参りのお札が山のように沢山ありました。



薪ストーブと奥にはカマドも再生

Q：この家を、今後どのようにされますか。

S氏：将来、子どもや孫などはここに住まなくても、引き継いでくれればよいと思っています。現在、子ども一家は東京でマンション暮らしをしていますが、この古民家との違いを体感してくれているので、家を引き継いでくれるものと期待はしています。

(文責：企画課 町田 清)

豆知識

S邸の室内の明るさ

屋根に明かり取りの窓を設けてある。また、小根裏部屋の四面を障子として、屋根の窓から小根裏に入った光を柔らかくして室内に導いている。このような工夫により、古民家の室内の光環境を大幅に向上させている。使用している障子紙は和紙にプラスチックをラミネートした強化障子紙(ローワン紙)である。

伝統木造住宅の耐震性

S邸も過去に中程度の地震に遭遇したが、住宅への影響はなかったとのことである。敷地内のお蔵の土台付近にヒビ割れが生じたが補修してある。

伝統工法は、地震時に貫や土壁により粘り強く建物を安定させることができる免震構造である。最近の地震で伝統工法の住宅が倒壊するのは、土台や柱の腐食、木材の乾燥収縮による仕口の緩みによることが大きい。また、江戸時代より明治中期以降の住宅が弱いのは、柱、梁が細くなり、強度の大きいケヤキが乏しくなって、スギなどを使うようになったためと考えられている。

水周りの改善

S邸を再生する時に、台所、洗面所、風呂場、トイレなどは維持管理が容易で、将来的に交換可能となるように配慮して設置されている。このような水周りは汚染や周囲の部材の腐食が比較的早く進むので、交換を前提とした取り付けをすることで建物が長期に維持される。

再生の喜び

S氏の姉達や親類は、建物が再生されたことに「この建物をよく残してくれた。」と大変感謝していて、この建物に姉らが集まると昔の思い出がよみがえり、話題が広がり尽きることがないとのことである。

連載

かんきょう 随想

第22回

地下の大空間

国際人間環境研究所代表
早稲田大学名誉教授

木村建一

これは、小西敏正先生のテーマにもなりうると思いながら、地中の恒温性を活かした環境空間という視点から、私の見聞した記憶にしたがって書いてみようと思う。

日本でも数十年前に大深度地下が話題になり、実際に東京でも大地震や洪水に備えて地下に大空間が誕生している。地下の大空間を造る目的には、いくつかあるが、非常時の対応のためが、当初の目的であったように思う。中国語でいう4文字熟語の「冬暖夏涼」は、西安を中心とする地方に広く造られてきた下沈式ヤオトンの性格を言い表した妙だが、チュニジアのマトマタにも同じような穴居民族の住居がある。もっと遡れば、類人猿も洞窟に住んでいたというし、冬眠する動物も地中が快適ということを知っていた。

地下の大空間の形には、大別して二つある。一つは人間の背丈の何倍もある巨大空間で、もう一つは地下鉄のように線状にあるいは網の目のように広がる空間がある

が、容積としては後者の方が大きいかもしれない。しかし、内部に入って圧倒されるのは、巨大空間の方だろう。

私が最初に巨大空間を体験したのは、栃木県の大谷石の採掘場だった。よくもこんなに掘ったもんだ、とか、よくもこんなに同じ石がそこに沢山あったもんだ、などと感激したことだった。内部は涼しいというより寒いに近い体感であったと記憶している。

巨大さにびっくりしたのは、フィンランドのエスポーにあるヘルシンキ工科大学の付属研究所VTTに造られた地下の巨大空間で、高さは4~5m。横方向はその何倍もあった。ここは岩盤で、掘るのに大変な苦労だったと思われた。元々は、隣国ソ連からの核攻撃の可能性に対応して造られた避難施設であったそうだが、それが今では研究所の実験施設になっている。地上の研究施設に比べてその恒温性から暖房熱負荷はずっと小さいに違いない。

核シェルターとしては、方々にあるらしいが、1975年に中国を訪問したときに案内されたのは、北京市の地下に網の目のように掘り廻らされた地下の避難所であった。ある商店街の店内の床の一部が畳一枚分ぐらいの蓋



写真1 カップアドキアの地下都市

(上) 内部は迷路のようになっている。

(下) 円い大きな石は外敵の侵入の際には転がして入口を閉める。



写真2 カップアドキアの地下教会の天井



スケッチ1 ナポリの紀元前に造られた巨大な地下の雨水貯留槽 (sottoterranea)

になっていてそこから中に入ると延々と地下トンネルが続く。ところどころに会議室のようなスペースもあって、大勢の市民がそこに避難するように造られたという。当時の毛沢東の言葉に「人民の為、食糧の備蓄の為」というスローガンが掲げられていた。

外敵から身を護るための地下空間として有名なのは、トルコの Cappadocia にある地下都市であろう。その中でもカイマクルやデリンクユの地下都市には数万人を収容できたといわれ、ローマ帝国やアラブから逃れたキリスト教徒の避難場所として知られる。外の教会さながらの美しい聖画の壁画で内装が施された礼拝所があり、家畜部屋やワインの醸造所もあったとされる。地下の恒温性を利用した先人の住居として、紀元前から人が住んでいたという説もある。

地質ばかりでなく地形も関係する。中国の重慶市は、長江と嘉陵江の二つの大河が合流するところにあって、海に突き出た半島のようにになっている。そこには崖の洞穴や大きな地下のマーケットもある。夏が暑いので有名なこの都市に1,500万人もの人々が暮らしているのはどういうわけだろうと考えてみると、やはりそれは地下の恒温性の恩恵以外には考えつかない。

それにしても驚いたのは、紀元前から大量の雨水を非常時に備えて貯えるための地下の巨大空間があちこちにあることだ。南イタリアで幾つか見た。ナポリの旧市街にある地下の巨大空間は観光名所にもなっていて、大勢の見物客が訪れる。最も深いところは地下30mにも達する。今でもそこに満々と水が貯えられていて、いくつか



写真3 ナポリの地下劇場の一部

の大小の空間が狭いトンネルで網の目のように繋がっている。その中には劇場もあるし、暑熱の時期にはこの涼しい地下で常時の生活が営まれていた、というのは想像に難くない。温度は常時16~18 だそうだ。

世界遺産にも登録されているマテラという都市は複雑な地形の傾斜地に横穴を掘ったりして大勢の人達が今でも住んでいる。そこにも雨水を貯える地下の貯水場が教会の地下に存在する。ローマでもトレヴィの噴水のすぐ近くに雨水貯蔵のための地下空間がある。空間は大きいほど崩落の危険があるので、地下でも天井にはアーチ構造が使われている。そのため、その上にビルが建っているから驚きだ。

イスタンブールのブルーモスクの近くには、コリント式の円柱が林立する広大な地下空間に広がるローマ時代



写真4 (左)ローマの古代の地下貯水場(右)マテラの教会地下の大きな水槽



写真5 イスタンブールの地下宮殿はローマ時代の広大な貯水場だった。

の貯水池があり、地下宮殿と呼ばれる。市街のはるか西の郊外の水源地から水道橋を通じて引かれた水がたくわえられたという。

しかし、どうしても生活するには暗いということはある。小さな明り取りが設けられているところもあるが、仕事をするには不十分だろう。さらに換気の問題も大きい。今なら換気扇をつけるところだが、電気のない昔の人達はどうしていたのだろうか。多分一人あたりの空間容積を十分大きくしておく以外にはなかったと思われる。

オーストラリアの砂漠の町、クーバー・ペディーはオパールの産地として有名。大きな掘削機械で穴を掘り、一攫千金を狙う人達がしのぎを削っている。その掘削機械で、オパールが見つからなくなった地下の空間を改造して、彼らは住み、ホテルまで地下にある。確かに涼しいが、これは暑熱砂漠に生じた現代の地下施設で、狂気沙汰ではないかとも思われる。

オーストラリアでは、都市部でもダウン・アンダーといって、地下を積極的に利用するプロジェクトが多い。公園の一角にある地下の派出所は、地上を市民に開放する意味を持ち、ビルの谷間にはサンクン・ガーデンも多い。

アメリカのミネアポリスも地下空間利用の先駆的都市

として名を上げた。市中にあるミネソタ大学の図書館の改築にあたって、古い図書館を壊してみたところ、四方の建物の立面がよく見えるようになって、急遽設計変更し、同じ場所の地下に新しい図書館を埋め込んだところ、評判になった。土木工学科の新築に当たっては、硬い岩盤を避けて地下4、5階のない地下7階までの校舎となったという。

エジプトのピラミッドの内部では通気孔があるが、多分内部で作業する人のためだと考えられる。メキシコのユカタン半島のマヤ文明のツィグラットと呼ばれる階段状のピラミッドには、内部の狭い登り階段のトンネルには換気孔がなく、観光客の発汗で汗だくになってしまう。

こうした巨大な地下空間が存在するためには、掘削が容易で、崩落し難いような地質に恵まれていることが条件になる。しかし、炭鉱など、地下何千メートルも掘り進んで石炭を掘り出すという技術には、人間の恐ろしい執念さえ感じられる。崩落しそうなら、しないような工夫をしてまでも長い海底トンネルを掘るというプロジェクトには、多くの人の犠牲も覚悟の上で、目的を達成することに意欲を掻き立てる何かがあるのだろうか。それが究極的には人々の幸福に寄与するものかどうか、よく考えてみる必要があると思う。

畳床の性能試験

(受付第07A3060号)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

1. 試験の内容

押出発泡ポリスチレン工業会から提出された畳床について、下記に示す項目の試験を行った。

- (1)たわみ
- (2)局部圧縮
- (3)局部圧縮クリープ
- (4)繰り返し局部圧縮
- (5)吸湿時の局部圧縮
- (6)吸水率

2. 試験体

試験体の名称、種類、形状・寸法及び数量を表1に示す。

3. 試験方法

(1)たわみ

JIS A 5914(建材畳床)8.7 たわみ試験に従って行った。
たわみ試験状況を写真1に示す。

(2)局部圧縮

JIS A 5914の8.8 局部圧縮試験に従って行った。局部圧縮試験状況を写真2に示す。

(3)局部圧縮クリープ

独立行政法人都市再生機構の「遮音置敷き床工法の品質基準」に準じて行った。試験方法の詳細を以下に示す。

図1に示すように、試験体中央部に 50mmの荷重ジグ

表1 試験体

名称	畳床
種類	3種類 [建材畳床 型, 建材畳床 型, 軽量畳床]
形状・寸法及び数量	たわみ・局部圧縮：1820mm×910mm×50mm, 各3体 局部圧縮クリープ：500mm×500mm×50mm, 各3体 繰り返し局部圧縮：200mm×200mm×50mm, 各3体 吸湿時の局部圧縮・吸水率：300mm×300mm×50mm, 各6体

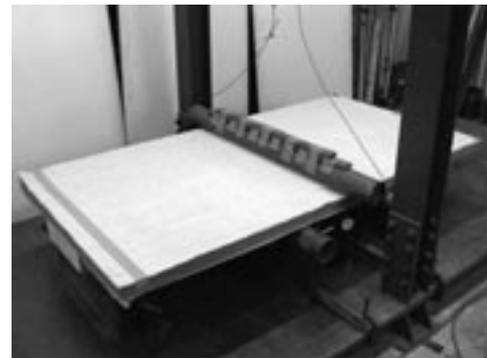


写真1 たわみ試験状況



写真2 局部圧縮試験状況

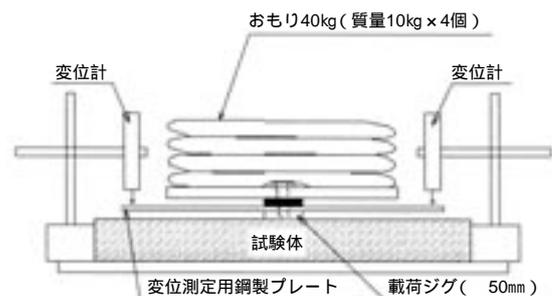


図1 局部圧縮クリープ試験方法



写真3 局部圧縮クリープ試験状況

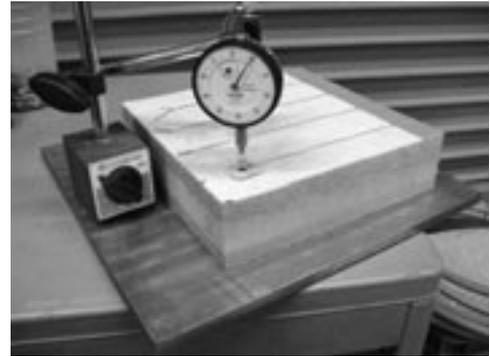


写真6 へこみ量の測定状況

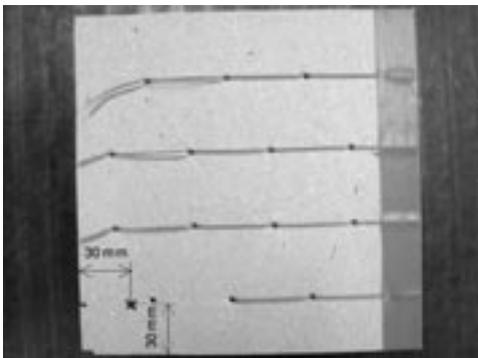


写真4 加圧箇所及び測定箇所

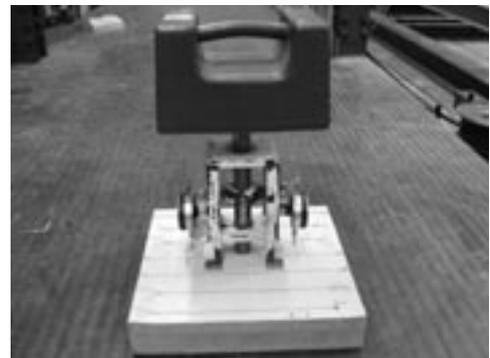


写真7 吸湿時の局部圧縮試験状況



写真5 繰り返し局部圧縮試験状況

を設置し、質量40kg(質量10kg×4個)のおもりを載せ、変位測定用鋼板プレートの変位計を取り付けて試験体のへこみ量を測定した。試験状況を写真3に示す。

なお、おもりの載荷期間は14日間とし、載荷期間中のへこみ量を測定するとともに、除荷後24時間の残留へこみ量を測定した。また、へこみ量は次式によって算出し、四捨五入して小数点以下1けたに丸めた。

$$\text{へこみ量(又は残留へこみ量)} = \frac{(\text{変位計A} + \text{変位計B})}{2}$$

(4) 繰り返し局部圧縮

試験体の端部(隅角部)から30mmの位置に、直径30mmの加圧ジグ、エアシリンダ等を用いて、343Nの力を毎分約60回の速さで20万回繰り返し加えた。

測定は、繰り返し回数5万回、10万回、20万回及び20万回終了24時間後に、ダイヤルゲージを用いて、へこみ量の測定を行った。

加圧箇所及び測定箇所を写真4に、繰り返し局部圧縮試験状況を写真5に、へこみ量の測定状況を写真6に示す。

(5) 吸湿時の局部圧縮

試験体を、温度23℃、相対湿度85%の恒温恒湿槽で5日間養生後、直ちにJIS A 5914の8.8 局部圧縮試験に従って行った。吸湿時の局部圧縮試験状況を写真7に示す。

表2 たわみ試験結果

種 類	試験体 番 号	たわみ量 mm
建材畳床 型	1	1.7
	2	1.5
	3	1.7
	平 均	1.6
建材畳床 型	1	2.2
	2	2.5
	3	2.2
	平 均	2.3
軽量畳床	1	1.2
	2	1.1
	3	1.0
	平 均	1.1

(注)試験環境は、温度6～9℃，相対湿度50%～58%である。

表3 局部圧縮試験結果

種 類	試験体 番 号	試験箇所	局部圧縮量 mm
建材畳床 型	1	A	0.9
		B	0.9
		C	0.9
	2	A	0.9
		B	0.9
		C	1.0
	3	A	0.9
		B	0.8
		C	0.9
	最大値	-	1.0
建材畳床 型	1	A	0.9
		B	0.9
		C	0.9
	2	A	0.9
		B	0.9
		C	0.8
	3	A	0.9
		B	0.8
		C	0.9
	最大値	-	0.9
軽量畳床	1	A	1.4
		B	1.4
		C	1.4
	2	A	1.4
		B	1.6
		C	1.5
	3	A	1.6
		B	1.4
		C	1.5
	最大値	-	1.6

(注)試験環境は、温度13℃，相対湿度59%である。

表7 局部圧縮クリープ試験結果(まとめ)

経過時間	へこみ量(平均値)mm			
	建材畳床 型	建材畳床 型	軽量畳床	
載荷	載荷直後	1.43	1.39	1.89
	2時間後	1.62	1.69	2.35
	4時間後	1.66	1.75	2.44
	6時間後	1.67	1.78	2.51
	8時間後	1.71	1.82	2.57
	10時間後	1.72	1.84	2.62
	12時間後	1.72	1.86	2.67
	14時間後	1.73	1.88	2.72
	16時間後	1.74	1.90	2.77
	18時間後	1.74	1.91	2.81
	20時間後	1.76	1.92	2.85
	22時間後	1.76	1.94	2.88
	1日後	1.77	1.95	2.91
	2日後	1.81	2.02	3.23
	3日後	1.85	2.09	3.43
	4日後	1.86	2.13	3.65
	5日後	1.89	2.18	3.79
	6日後	1.90	2.22	3.91
	7日後	1.91	2.24	4.02
	8日後	1.93	2.26	4.08
	9日後	1.94	2.28	4.15
	10日後	1.95	2.30	4.18
11日後	1.95	2.31	4.22	
12日後	1.96	2.32	4.25	
13日後	1.96	2.33	4.28	
14日後	1.97	2.34	4.30	
除荷	除荷直後	1.32	1.70	3.38
	2時間後	1.16	1.54	3.12
	4時間後	1.14	1.51	3.08
	6時間後	1.12	1.50	3.04
	8時間後	1.12	1.48	3.02
	10時間後	1.12	1.48	3.00
	12時間後	1.10	1.47	2.98
	14時間後	1.10	1.46	2.97
	16時間後	1.09	1.45	2.96
	18時間後	1.09	1.45	2.95
	20時間後	1.08	1.44	2.93
	22時間後	1.08	1.44	2.93
	24時間後	1.08	1.44	2.93

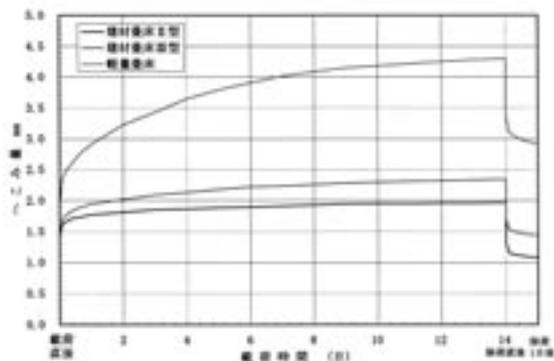


図5 載荷時間とへこみ量の関係[まとめ]

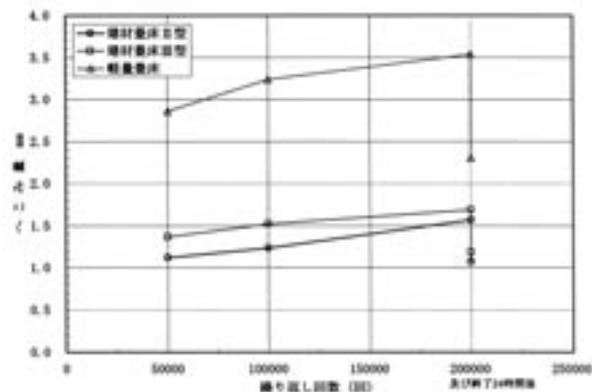


図9 繰り返し回数とへこみ量の関係[まとめ]

表8 繰り返し局部圧縮試験結果

種類	繰り返し回数	へこみ量 (mm)			
		1	2	3	平均
建材畳床 型	5000回	1.14	1.10	1.12	1.12
	100000回	1.24	1.18	1.28	1.23
	200000回	1.45	1.82	1.43	1.57
	繰り返し終了 24時間後	1.11	1.16	0.94	1.07
建材畳床 型	5000回	1.01	1.62	1.47	1.37
	100000回	1.16	1.88	1.52	1.52
	200000回	1.34	1.98	1.74	1.69
	繰り返し終了 24時間後	0.82	1.50	1.23	1.18
軽量畳床	5000回	2.44	2.74	3.40	2.86
	100000回	2.86	3.04	3.82	3.24
	200000回	3.17	3.30	4.14	3.54
	繰り返し終了 24時間後	2.13	2.43	2.35	2.30

(注)試験環境は、温度7 ~ 18 , 相対湿度47% ~ 82%である。

表9 吸湿時の局部圧縮試験結果

種類	試験体番号	局部圧縮量 mm
建材畳床 型	1	1.4
	2	1.5
	3	1.5
	平均	1.5
	最大	1.5
建材畳床 型	1	1.3
	2	1.4
	3	1.6
	平均	1.4
	最大	1.6
軽量畳床	1	2.3
	2	2.1
	3	1.9
	平均	2.1
	最大	2.3

(注)試験環境は、温度11 , 相対湿度61%である。

(6)吸水率

試験体を温度60 の乾燥機に入れ、恒量となったときの質量(m_0)を測定し、これを温度20 の水中に浸し、約24時間経過したのち取り出して手早く各面をふき、直ちに質量(m_1)を測定し、次の式によって吸水率を算出した。

$$\text{吸水率}(\%) = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100$$

ここに、 m_0 : 乾燥後の質量 (g)

m_1 : 吸水後の質量 (g)

表10 吸水率試験結果

種類	試験体番号	乾燥後の質量 (g)	吸水後の質量 (g)	吸水率 (%)
建材畳床 型	1	462.7	1242.7	169
	2	460.3	1205.0	162
	3	460.7	1176.2	155
	平均	-	-	162
建材畳床 型	1	669.0	1944.5	191
	2	664.7	1895.7	185
	3	663.7	1988.7	200
	平均	-	-	192
軽量畳床	1	1011	3426	239
	2	1008	3591	256
	3	1018	3676	261
	平均	-	-	252

4. 試験結果

- (1)たわみ試験結果を表2に示す。
- (2)局部圧縮試験結果を表3に示す。
- (3)局部圧縮クリープ試験結果を表4～表7に、**載荷時間とへこみ量の関係**を図2～図5に示す。
(表4～6, 図2～4掲載を省略)
- (4)繰り返し局部圧縮試験結果を表8に、**繰り返し回数とへこみ量の関係**を図6～図9に示す。
(図6～8掲載を省略)
- (5)吸湿時の局部圧縮試験結果を表9に示す。
- (6)吸水率試験結果を表10に示す。

5. 試験の期間, 担当者及び場所

期 間	平成20年2月15日から 平成20年3月30日まで
担 当 者	材料グループ 試験監督者 真野孝次 試験責任者 鈴木敏夫 試験実施者 鈴木敏夫
場 所	中央試験所

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

近年は、床にフローリングが多く使用されるようになってきたが、やはり日本人として柔軟性・遮音性・保温性・吸放湿性等に優れている畳は、欠かせないものである。この畳の構成は、基となる畳床に、畳縁と呼ばれる帯状の布を畳床の表面に畳表と一緒に縫ったものである。

畳床の試験方法は大きく分けて、図1～図4に示す稲わらを使用したJIS A 5901「稲わら畳床及び稲わらサンドイッチ畳床」と図5～図9に示すタタミボード及びポリスチレンホームを使用したJIS A 5914「建材畳床」の2種類である。

今回報告する試験は、建材畳床の 型及び 型とオールボードの畳床であり、JIS規格に定められている試験方法のたわみ、局部圧縮の他に、局部圧縮クリープ、繰り返し局部圧縮、湿潤時の局部圧縮及び吸水率試験を行いこの3種類の畳床の比較を行ったもので、JIS規格に定められていない試験方法つまり、局部圧縮クリープ、繰り返し局部圧縮及び湿潤時の局部圧縮の3項目についても、現状使用時に適した試験方法でないかと考える。

(文責：材料グループ 鈴木敏夫)

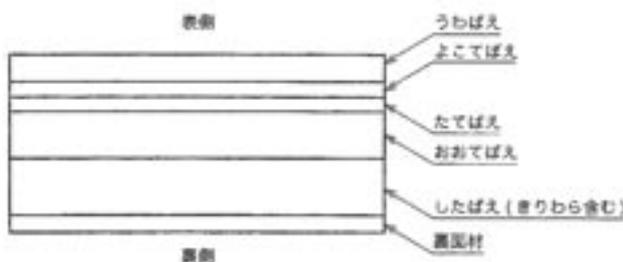


図1 稲わら畳床6層形畳床

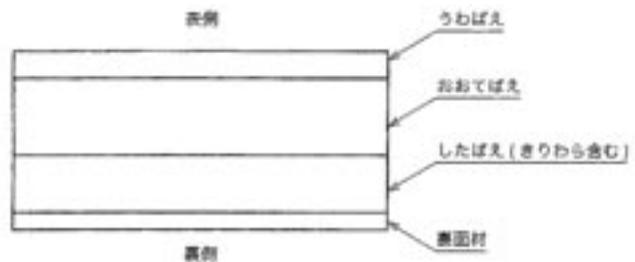


図2 稲わら畳床4層形畳床

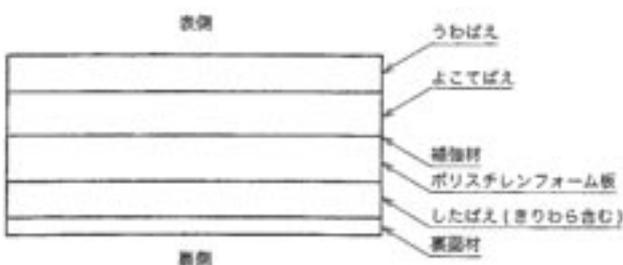


図3 ポリスチレンフォームサンドイッチ稲わら畳床

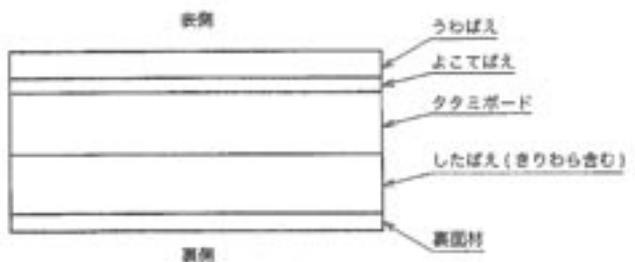


図4 タタミボードサンドイッチ稲わら畳床

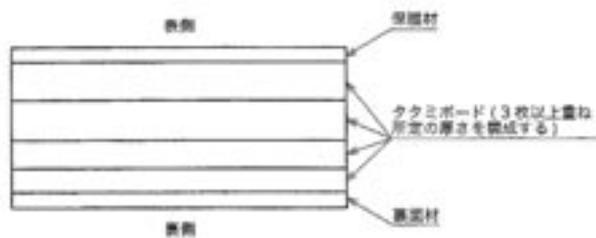


図5 建材畳床 形

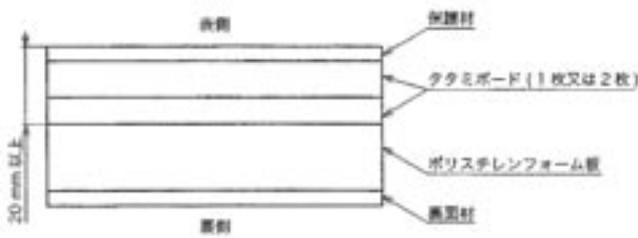


図6 建材畳床 形

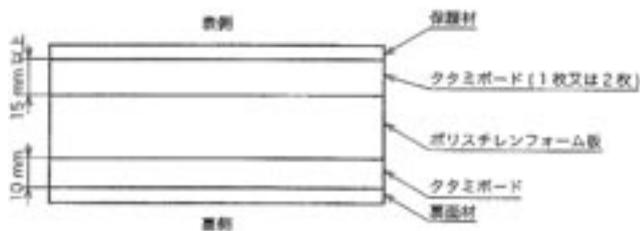


図7 建材畳床 形

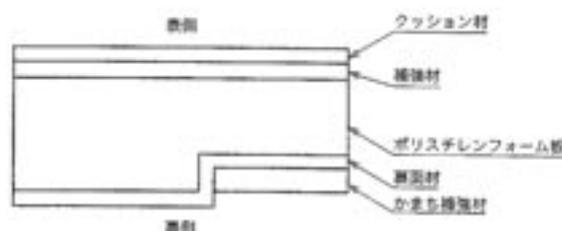


図8 建材畳床K形

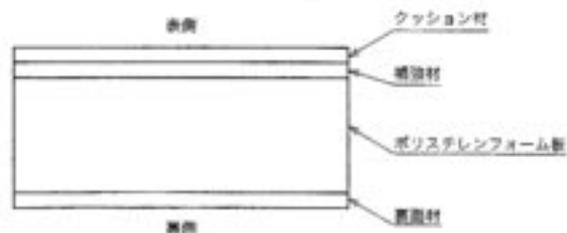


図9 建材畳床N形

品質性能試験業務についてのお問い合わせ先

・相談業務 顧客業務部 TEL 048(920)3815 FAX 048(920)3822

中央試験所 〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号

・試験の受付 管理課 TEL 048(935)2093 FAX 048(935)2006

・材料系試験 材料グループ TEL 048(935)1992 FAX 048(931)9137

・構造系試験 構造グループ TEL 048(935)9000 FAX 048(931)8684

・防耐火系試験 防耐火グループ TEL 048(935)1995 FAX 048(931)8684

・環境系試験 環境グループ TEL 048(935)1994 FAX 048(931)9137

・校正室 TEL 048(931)7208 FAX 048(935)1720

西日本試験所 〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

・試験の受付 試験管理室 TEL 0836(72)1223 FAX 0836(72)1960

音の基礎講座

室内音響

(最終回)



これまで9回にわたり「音とは何か」を出発点とし、「音」についての基礎的なことから建築に関する音環境までを掲載してきました。今回は最終回ということで室内音響，特に響きの調整について説明をします。

*斜体文字は「用語の解説」に記載しています。

室内の音環境

快適な室内の音環境をつくるには、まず外部からの音の侵入を遮断することが前提となります。しかし、遮音だけでは快適な音響空間とはいえず、室内に音響的な対処をして初めて快適な音環境が生まれます。ただし室といっても様々な使用目的があり、それぞれの目的に適した音環境があるため、どれが最適な音環境であると決めることは困難です。また、その室の形状・容積などによっても室内の音環境は変わるので、使用目的に適した音環境となるように反射や吸収が適度になるよう内装を工夫し、反響の調整を行うことが必要となります。

(1)最適残響時間

室内の音響状態を表す指標として残響時間(本誌VOL44. 2008.4参照)が最もよく使われており、この残響時間の違いが室内の音環境に大きく影響します。例えば劇場や講堂では講演やせりふが明瞭に聞きとれることが必要であり、響きがあまり長いと好ましくありませんが、逆に短すぎると舞台上から出た音声のレベルが十分に成長せず、かえって明瞭度を害することになります。一方、音楽を美しく聞くためには余韻のある豊かな残響が必要となります。従って、残響時間は室の音響効果上重要なもので、このように室の使用目的に適した残響時間を最適残響時間といえます。通常、最適残響時間とは500Hzにおける残響時間をいい、それを基準として他の周波数の残響時間を比で表した図1に示

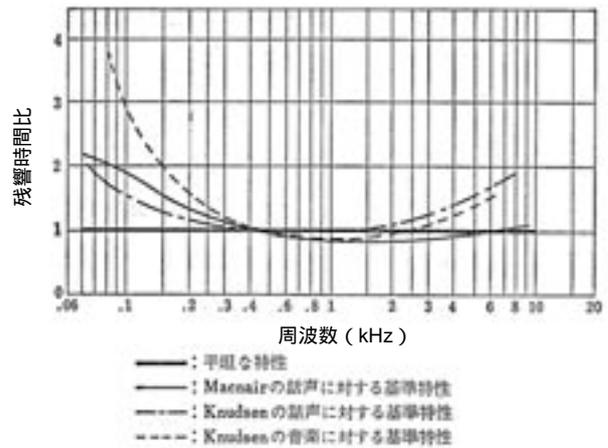


図1 残響時間周波数特性¹⁾

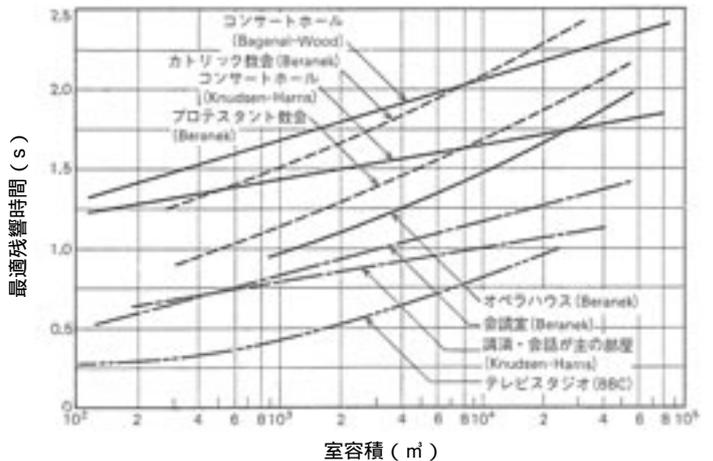


図2 500Hzの最適残響時間と室容積³⁾

すような特性が推奨されています。残響時間は周波数特性を持っており、室の周波数ごとの残響時間を残響特性と呼びます。

一般に使用目的に対する最適残響時間は、室容積との関係で図2に示すような特性が推奨されていますが、これは残響時間と被験者との統計的な関係から求められたもので、個人的な好みの差もあり同じ使用目的でも研究者によって最適残響時間は若干異なります。室容積が増すにつれ長い残響時間が推奨されるのは、反射音と音量感(耳で感じる音の大きさ)の関係によります。反射音の時間遅れと音源の時間幅にもよりますが、一般的に直接音に対して30~50ms以内に到来する反射音は直接音を補強し、音量感を増加させる効果があります。客席があるホールなどではこの効果を利用し、後方の席に数多くの反射音を送る形をとります。そのため、大きな室ほど反射音によって客席の音量

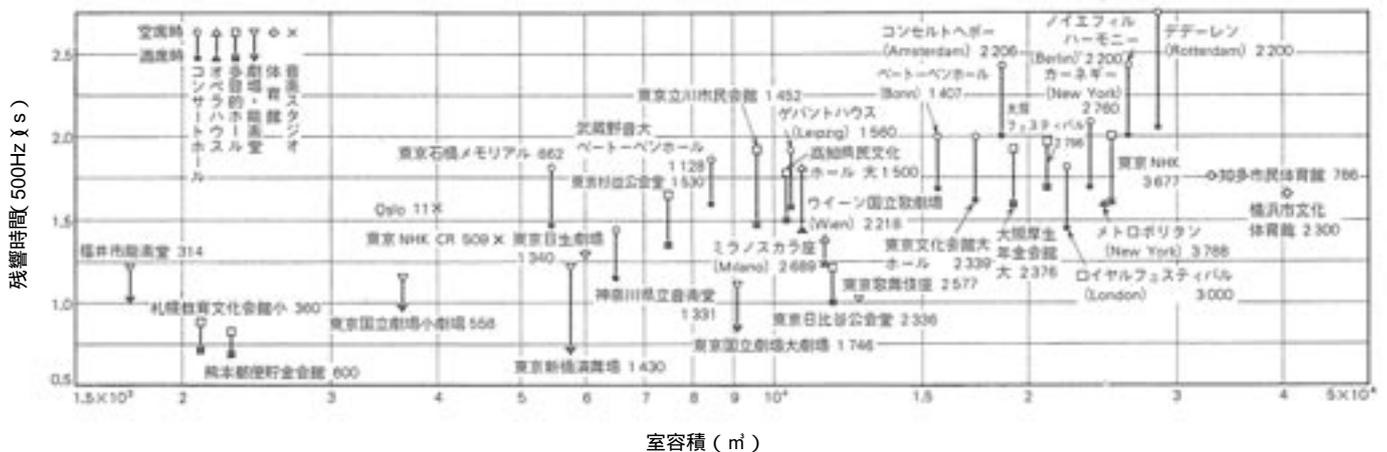


図3 ホール・劇場などの残響時間と室容積³⁾

の補強を行うのです。ホール・劇場などの残響時間と室容積の関係を図3に示します。

残響時間の周波数特性は全域にわたって平坦であること、音楽の場合は低音域で若干長いものが推奨されています。これは聴感(実際に耳で聞いた感じ)を考慮したものと考えられます。

コンサートホール

残響時間は比較的長めが好まれます。一般に中音域で満席時に1.7~2.0s程度が推奨されます。実際には部屋の大きさと用途によって最適だと感じる残響時間は異なっており、300人規模のホールの場合2.0sは響き過ぎの感じですが、ドーム等大空間の2.0sはむしろ短い感じがします。周波数特性については、中音域に対する低音域の残響時間がやや長く、500Hzの残響時間に対する125Hz付近の残響時間の比が1.3~1.5程度が望ましいといえます。勿論、これが最適であるという訳ではなく、演奏される音楽がどのように評価されるかの一つの目安です。例えばBeranekは、典型的なオーケストラ演奏に対しては1.9sロマン派音楽は2.2s古典音楽は1.7sバロック音楽は1.5sを推奨しています。またそこに時代の背景や聴衆の好みや気分などが加わったときの評価は難しいでしょう。残響時間周波数特性の例を図4- に示します。

なお、写真1は東京初のコンサート専用ホールとして誕生したサントリーホールの内観です。「世界一美しい響き」を基本コンセプトに掲げ、ベルリン・フィルハーモニーを参考にして作られたそうです。残響時間は満席時、2.1sとなっています。

多目的ホール

拡声装置を使用する場合を考えると、図2のKnudsen及びHarrisの推奨するコンサートホールの最適残響時間よりも1~2割短めで、低音域のやや伸びた全体的にほぼ平坦な特性が望ましいとされます。市民会館クラスは1.5s程度、中小の多目的ホールの場合1s程度のものが多くあります。残響時間周波数特性の例を図4- に示します。

日本の劇場・能楽堂

歌舞伎を主体にした古典芸能劇場・能楽堂では、空席で1.0~1.1s程度の平坦な特性が好まれています。残響時間周波数特性の例を図4- に示します。

小室

住宅居室のような一般の室では、残響時間の最適値を考えるよりも平均吸音率で考えたほうが良いとされています。平均吸音率は、室の響き方の感じを表すおおまかな尺度となります。表1に示すように、一般に室の響きについて違和感を感じないのは、平均吸音率が0.25~0.35の範囲といわれています。また、残響時間が0.3s程度となるような小室では、残響時間にあまりこだわる必要はないでしょう。残響時間周波数特性の例を図4- に示します。

(2)室形により生じる音響障害や特性

エコー(反響)

直接音と反射音が分離して別々に聞こえてしまう現象を「エコー」または「反響」といい、会話等の聴取では明瞭度が低下し、音響障害を起こす原因となります。こういった現象は、一般に音源からの直接音と反射音の到達時間に50ms(1/20s)以上の差があると起こるとされていますが、

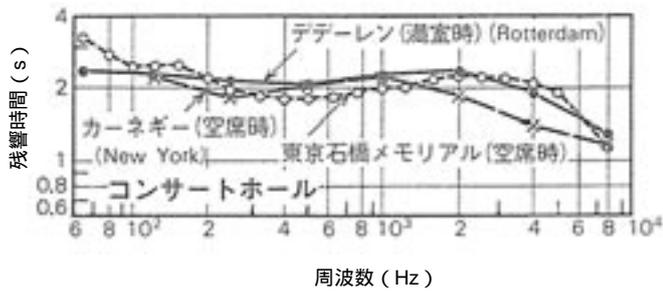


図4 - 残響時間周波数特性例³⁾

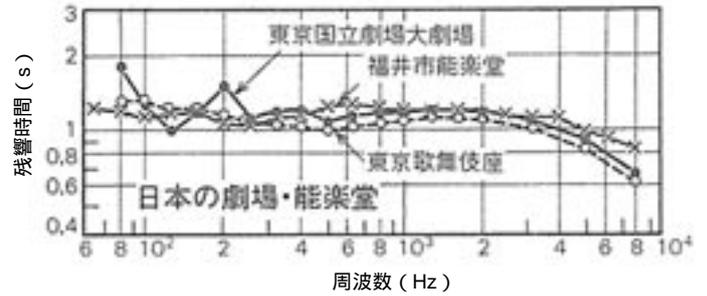


図4 - 残響時間周波数特性例³⁾

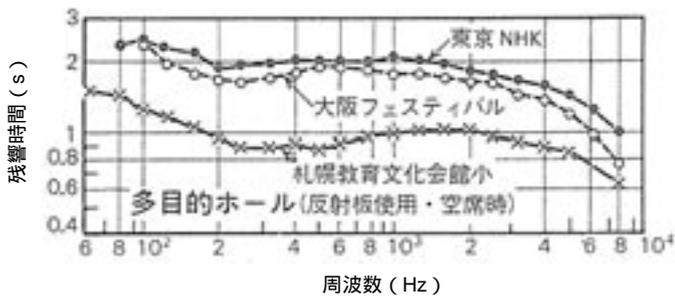


図4 - 残響時間周波数特性例³⁾

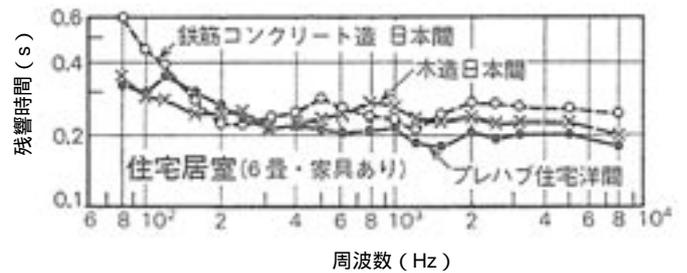


図4 - 残響時間周波数特性例³⁾



写真1 サントリーホール内観⁴⁾

実際の音場ではその2つの音の間に他の反射音が入り、また反射音のあとに多数の拡散音が引き続いて到達する場合が多いので、時間差からのみでは判断できません。しかし直接音から50ms以上遅れて大きなレベルの反射音が到達するような状態は、エコー等の障害になる可能性があり、音の明瞭さを阻害する点からいっても好ましい状態ではありません。劇場などのエコーの例を図5に示します。破線の反射音のエコーの原因となります。

時間差が50msということは、直接音と反射音の時間的ずれは約17mの距離に相当するので、大きなホールなどではそのような該当する反射面(例えば図5の後壁)に吸音また

表1 室の使用目的と平均吸音率³⁾

	室の使用目的	平均吸音率
ホール	コンサートホール	0.20 - 0.23
	オペラハウス	0.25
	劇場	0.30
	講堂	0.30
	多目的ホール	0.25 - 0.28
スタジオ	ラジオ用音楽スタジオ	0.25
	ラジオ用一般スタジオ	0.25 - 0.35
	ラジオ用アナウンススタジオ	0.35
	テレビスタジオ	0.40
	録音スタジオ	0.35
その他	音楽観賞用リスニングルーム	0.25
	居間兼用リスニングルーム	0.30
	学校教室	0.25 - 0.30
	会議室	0.25 - 0.30
	事務室	0.30
	宴会場・集会場	0.35
	体育館	0.30

は拡散処理を施して反射を弱くするような工夫が必要です。

音の焦点

図6に示すように、反射面の形状によっては音波の部分的な集中が生じてエコーとなりやすく、その部分だけ音圧が極度に上昇します。このような現象を「音の焦点」といいます。この場合、他の部分に反射音が不足して聞こえにくい場所ができやすいため、ホールや集会室などのように広い客席面に一律な音響効果が要求される空間では避けなければなりません。

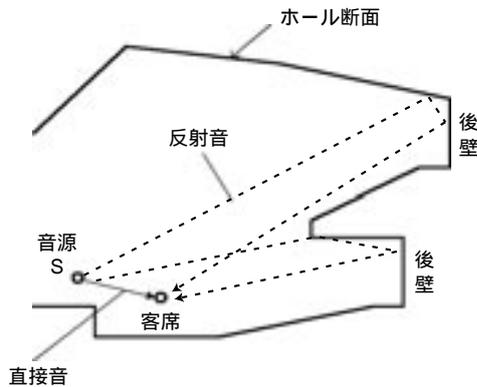


図5 エコーの例

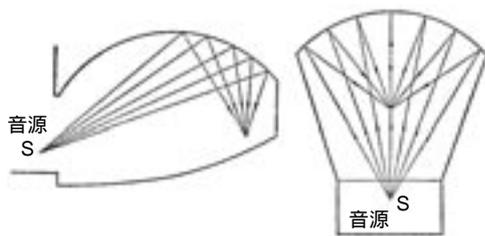


図6 焦点現象²⁾

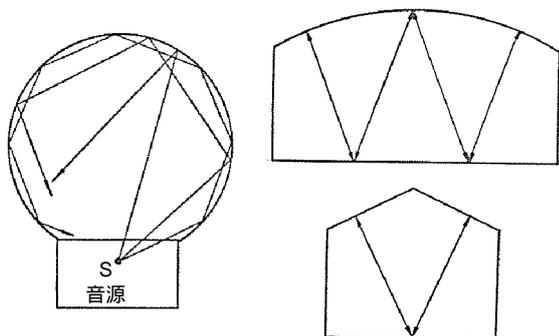


図7 ささやきの回廊²⁾

図8 フラター(鳴竜)²⁾

ささやきの回廊

図7に示すような壁面が内側に緩やかに曲がっている場所では、反射音が一部に集中するだけでなく周壁面に沿って反射音が進行し、周辺部を回ってしまう場合があります。円形の回廊などで起こる現象で、思わぬ位置で思わぬ音が聞こえるため、このような現象を「ささやきの回廊」といいます。

フラター(鳴竜)

床が平坦な体育館や集会室など単純な室形で、天井が硬い凹面になっていると、図8に示すように音が同じ経路を何回も往復反射し、反射音が一定の時間間隔で到達するのでエコーが連続的に生じる形になり往復反射音がそれぞれ別の音に聞こえます。これを「フラター」または「鳴竜」とい

います。

(3)室の音響効果と対策

オーディトリウム(劇場の観客席など)が優れた音響特性をもつ条件は、騒音レベルが十分低く、客席での音量が十分であり、音が明瞭に聴取でき、適度の響きをもつことです。多数の人間を収容する室では、人間と椅子の吸音力が室内全吸音力の半分以上を占め、その吸音特性が室内の音響状態を左右する場合があります。人間が椅子に座ったときの吸音力は、衣服の状態による季節的变化もありますが、500Hzにおいて1人当り 0.4m^2 程度で、低音域に比べて中高音域の吸音力が大きく、多孔質材料と同様な吸音特性を示します。残響時間を入場した人間の数によって変動させないためには、空席時に人間の代わりにするような吸音力の大きい椅子を用いることが必要となります。

オーディトリウムの容積は通常、観客1名当り $5\sim 8\text{m}^3$ 、音楽専用ホールでは 10m^3 を越すこともあります。残響時間は室容積と密接な関係にあり、ホールなどでは1席当りの室容積がある程度以上ないと所期の残響時間が得られません。音響計画上望ましい室の規模を表2に示します。観客である人間が吸音体となるため、容積が非常に小さい場合、必要な吸音力が観客の吸音力でほとんど占められ、内装の設計が難しくなり、観客の数により残響時間が大きく変化します。一般に、1席当りの容積が大きいほど内装材料の選択の自由度は高くなりますが、容積を大きくするとエコーが発生しやすくなります。なお、オーディトリウムの室容積と内表面積の比は2.5以上が望ましいといわれています。

また、前述したように室内の形状により様々な音響障害が発生し、室内音場も不均一になります。これを避けるには音の散乱のため室を不整形な形態にしたり、壁面に凹凸をつけ、吸音率の異なる材料の不規則な配置で壁面での整反射を避け、音を拡散させるといった工夫が必要となります。

(4)室の音響特性の評価

室の音響効果を判定する1つの評価法として明瞭度があります。これは単音や無意味な音節を単位として構成した試験音声を聞いたときに、正しく聞きとれた単位の割合を百分率で表したもので、音の聞き取りやすさの程度を示すものです。試験に用いる単音や音節の選び方により、種々の

表2 音響計画上望ましい室規模と実例³⁾

条件	望ましい室規模	実例		
1席当りの床面積 (㎡)	0.65 ~ 0.70	ムジークフェライン(Wien)	0.59	
		カーネギーホール(New York)	0.64	
		東京文化会館大ホール	0.67	
		東京NHKホール	0.68	
		ウィーン国立歌劇場(Wien)	0.61	
		ミラノスカラ座(Milano)	0.52	
		東京歌舞伎座	0.53	
		東京国立劇場大劇場	0.63	
1席当りの客容積 (㎡) (舞台を除く)	コンサートホール	8~12	ムジークフェライン(Wien)	8.9
			カーネギーホール(New York)	8.8
			ベルリンノイエフィルハーモニー(Berlin)	12.0
			デデーレン(Rotterdam)	12.0
	多目的ホール	6~8	東京NHKホール	6.9
			東京文化会館大ホール	7.4
			東京杉並公会堂	6.3
	オペラハウス	6~8	ウィーン国立歌劇場(Wien)	5.5
			ドイツオペラハウス(Berlin)	8.0
	邦劇場	5~6	メトロポリタンオペラハウス(New York)	6.5
東京国立劇場大劇場			5.2	
講堂	4~6	東京日生劇場	4.5	

明瞭度が定義されます。

日本語に現れるおもな子音と5個の母音が結びついた音節95個と、単独母音[a I i I u I e I o]とからなる100個の音節のうち正しく聴取された割合を示したものを音節明瞭度といいます。音節明瞭度の因子は音量，残響時間，騒音および室形とされ，次式によって表されます。

$$\text{音節明瞭度} = 96 \cdot K_1 \cdot K_r \cdot K_n \cdot K_s [\%]$$

ここに，

- K₁: 音量に関する因子
- K_r: 残響時間に関する因子
- K_n: 聴取対象音と暗騒音のレベル差に関する因子
- K_s: 室形に関する因子

一般に音節明瞭度は実測によって求められます。日本語の場合，室内の各点で明瞭度が85%以上ならば聴取条件は優良で良好な音環境であるといわれ，70%以下であると聞きとりにくく，聴取条件は不良であるといわれます。

🌐 おわりに

これまで10回にわたり隔月で連載してきました建築音響基礎講座も，今回で最終回となりました。最初に申し上げたとおり，「音」とは私たちの生活の中には常に溢れていて切り離すことのできないものです。今回の連載を通して，「音」とうまくつきあっていくために，音の性質を多少なりとも理解していただいて，また興味を持っていただけると幸いです。

長い間，読んでいただいた方々に改めて御礼を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 田中、武田、足立、土屋：建築環境工学（1995 井上書院）
- 2) 木村翔：建築音響と騒音防止計画（1995 彰国社）
- 3) 日本建築学会：建築設計資料集1 環境（1978 丸善株式会社）

* 執筆者

緑川 信(みどりかわ・しん)

(財)建材試験センター 中央試験所
品質性能部 環境グループ



用語解説

吸音力

ある面の面積とその部分の吸音率(本誌VOL44.2008.4参照)の積を吸音力または等価吸音面積といいます(単位: m²)。多種類の仕上げ面からなる室内などでは、各部位の吸音力の総和がその室の全体の吸音力となり、下式によって表されます。また、吸音力という用語は従来一般的に使用されていましたが、面積の次元をもつことから最近では等価吸音面積という用語が多く用いられています。

$$A = \sum S_i \alpha_i + \sum A_j \quad (m_2)$$

ここに、A: 室の吸音力(m²) S_i: 壁面部分の面積(m²) i: 壁面部分の吸音率 A_j: 個々の物体の吸音力(m²)

屋根を考える

第1回 長寿命化

五十嵐 重雄

1. はじめに

住宅の屋根は住宅の最も高い所にある部位のため、ふだん屋根を真近で見たり触ったりする機会は少ない。このため、外壁や窓等と比べて具体的なイメージを描きにくい存在になっています。しかし、屋根は風雨を凌ぎ、太陽光熱を遮るといった快適な住空間を作る重要な役割を担っている部位です。

屋根はその国の歴史・文化、地域などに対応して変化を積み重ねて現在の姿に至っていますが、最近では、住宅並びに建材を取り巻く社会的な課題である長寿命化、環境・省エネ、安全・安心、景観などにも対応した屋根作りが行われつつあります。これから4回にわたって最近の屋根の動向を紹介していきます。

2. 屋根の基礎知識

【屋根の形状・構造】

(1) 屋根の形状

住宅の屋根は形状によって次のとおり分類できます。

・傾斜屋根(勾配屋根)

勾配を有する屋根。日本だけでなく世界中どこへいってもよく見られる屋根です。傾斜屋根はその形状から、切妻屋根、寄棟屋根、入母屋屋根、ドーム、片流れ屋根などがあります。日本の住宅では切妻屋根と寄棟屋根がごく一般的です。

・陸屋根(ろくやね)

傾斜が少なく平面状の屋根。屋上も陸屋根です。

(2) 傾斜屋根の構造

屋根は、屋根を上から見て、屋根材(粘土瓦、化粧スレート、金属板など) 椀木(粘土瓦などを野地板に固定するための断面が四角の長い木) 下葺材(防水機能をもつアスファルトルーフィングなど) 野地板(小屋組の垂木に張る屋根の下地板)から構成される部位ですが、その構造の一例を図1に示します。

【屋根の品質性能】

住宅の部位として屋根に求められる品質性能は、耐震性、耐風性、衝撃性、防水性、耐火・防火性、防音性、耐久性、断熱性、景観特性、維持管理容易性、など多く

屋根コラム1

< 建材の部位別性能評価標準化調査研究 >

住生活基本法が制定されて住宅の質的向上が求められている。建材のJISは主としてJIS A部門で制定されているが、これらJISに規定されている品質性能は、形状・寸法等製品仕様が中心となっており、建材は屋根などの部位としての性能評価に対応していない場合が多い。

このような状況の中で、(社)日本建材・住宅設備産業協会は、平成19年度から経済産業省から委託を受けて3カ年計画で研究開発事業を実施している。

この事業では壁・開口部、床、屋根・天井などの部位ごとにISO6241(ユーザー要求性能)で規定された品質性能などをベースに各部位ごとに必要とされる品質性能項目を明らかにした上で、部位別要求性能項目と性能の評価方法を標準化(JIS/ISO化)することとしている。

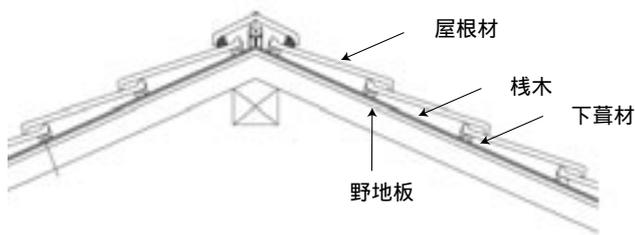


図1 傾斜屋根の構造

の性能があげられますが、日本の気候風土(高温多湿、台風、地震)や最近の社会的課題(安全・安心、環境・省エネ、長寿命化等)を配慮すれば、耐震性、耐風性、断熱性(遮熱)、防水性、耐久性が特に重要な品質性能と考えられます。

【屋根工事と屋根性能との関係】

屋根の品質性能は、屋根の構造設計、屋根材料仕様選定だけでなく、屋根の施工方法や施工技能も大きく影響します。

住宅の新築時、増改築時の屋根工事は、屋根工事業者という専門業者が行っています。

日本で屋根工事業者は約1万あるといわれていますが、屋根の仕上りは屋根工事者の技能によるところが大きいため、国や関係団体では以下のような屋根工事者の技能の維持・向上を図るための資格制度や技能コンテストを運用しています。

- ・かわらぶき技能士(職業能力開発促進法に基づく国家資格)
- ・建築板金技能士(同上)
- ・瓦屋根工事技士(社)全日本瓦工事業連盟の自主資格制度)
- ・瓦屋根診断技士(同上)
- ・全瓦連技能グランプリ(社)全日本瓦工事業連盟主催の技能コンテスト)



写真1 全瓦連技能グランプリの様相

3. 屋根の長寿命化

【屋根の腐食劣化要因】

屋根は外壁等と比べて住宅の中で一番厳しい自然環境下に置かれています。例えば、真夏では太陽光をほぼ垂直に受け、また、台風等強風時には住宅の最高部にある屋根は雨水が鋭角的にかかり雨水の侵入を招くとともに大きな風圧力を受けます。このような自然環境下では時間の経過とともに屋根に損傷を与え、これが原因で防水性、耐震・耐風性など屋根の品質を劣化させ、やがて寿命が来ます。

屋根を劣化させる具体的因子としては、つぎのものがああります。

(1)温度差

屋根の表面温度は太陽光熱により真夏では50～70にも達し、また、冬は寒冷地方では氷点下まで冷却されます。このような温度変化が日常的に長期間繰り返されると、屋根材は膨張収縮を繰り返し、ひび割れ、表面塗装の剥離が生じます。

(2)太陽光(紫外線)

PC瓦(セメントを圧縮して瓦状に成形したもの)、化粧スレートなどは、エポキシ樹脂系、シリコン樹脂系、アクリル樹脂系などの有機質を含む塗料で表面塗装されています。太陽光中の紫外線は可視光線と比べて短波長でエネルギー密度が高く、有機質分を分解(光分解)する性質をもっているため、太陽光を長年にわたって被曝

すると屋根材表面塗膜の劣化が起こってきます。

(3)水分(雨水・結露)

わが国は高温多湿国なので、古来より屋根は水との戦いの連続でした。また、野地面(野地板と屋根材との空間や野地板の上面をいう)は、雨水や結露により水分が滞留しやすい箇所です。

水分が存在すると空気中の酸素により屋根材、下葺き材、固定釘等の酸化反応が促進され、錆や腐食が起こりこれらを劣化させます。この劣化は温度が高いほど加速されます。

(4)微生物による木材腐朽

木材腐朽菌(真菌類)は、木材の主成分であるセルロース、リグニンなどを生分解して腐朽させる性質をもっています。このため、屋根の木質部に水分が滞留する状態が長期間継続すると屋根の構成部材である桧木や野地板を腐食させます。

(5)低温

水分共存下で超低温状態が続くと粘土質系屋根材、セメント系屋根材にひび割れ(凍害)が生じるおそれがあります。

(6)その他の因子

酸性雨(酸性源は窒素酸化物、硫黄酸化物、塩化水素等)は、セメント系屋根材(アルカリ性)の劣化や金属系屋根材を腐食させる要因となります。また、海岸に近い地域では海水の飛散により、金属系屋根材などを腐食(塩害)させます。

【屋根の長寿命化対策の方向】

屋根の劣化を抑制して寿命を長くするためには、上記で述べた屋根の劣化要因を排除する措置を取ることと、極力、耐久性のある材料を用いることがポイントと考えられます。

具体的な対策としては、つぎのがあります。

(1)屋根表面(屋根材)

屋根材は長時間雨水や太陽光にさらされるため極力、耐久性のあるものを使用することが重要です。

材料自体に耐久性のある屋根材としては、これまでの

経験則から粘土瓦があります。

粘土瓦は粘土を成形して焼き固めたセラミック系材料なので劣化しにくい材料です。

一方、近年耐紫外線強化剤配合塗料等の耐候性の高い塗料が開発され、PC瓦、化粧スレートなどのセメント系屋根材の塗装に使用され始めています。さらに、金属系屋根材としては、亜鉛 アルミニウム系合金の溶融めっき鋼板(ガルバリウム鋼板)、チタンなど従来のトタン板よりも耐久性が高いものが普及しつつあります。

このような耐久性屋根材をどう選択するかについては、価格、デザイン、工期など種々の因子がありますが、屋根は外壁とともに住宅外観の印象を決定するものなので、良好なまちなみ(景観)形成の面からの配慮も必要となります。(屋根と景観に関しては次回以降で述べます)

(2)野地面

前述のとおり野地面は雨水や結露に由来する水分が滞留しやすい箇所です。このため、野地板と屋根材の間には下葺材(防水シート)としてアスファルトルーフィング(JISA6005, JISA6013)などが張られていますが、最近はより耐久性の高いゴムアスファルトルーフィングが使用されつつあります。また、野地面に滞留した水分を排出するために、透湿性を付与させた下葺材(透湿性ルーフィング)や野地板(透湿性合板)も注目されつつあります。

野地面の防水性、透湿性対策に加えて、最近では野地面に滞留する水分を積極的に外部に排出しようとする手法が注目されています。

木材腐朽菌が活動するためには水が不可欠なため、野地面の水分を外部へ排出して常に乾燥状態に保つことができれば木材腐朽菌の活動を抑制することができます。

また、併せて、下葺材の腐食も抑制することができます。

野地面を乾燥状態に保つ手法は「通気工法(野地面通気)」と呼ばれ一部では取り入れられています(図2参照)。

通気層を設ける手段としては、縦桧木(通気桧)を取り付ける。縦桧木を取り付けることにより、野地面と屋根材との間に空間が得られ、これが通気層となります。また、

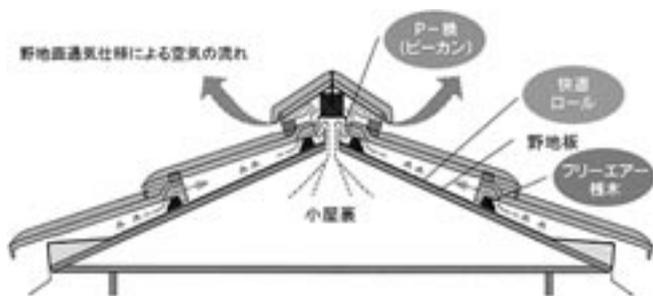


図2 野地面通気イメージ

横桧木の形状を工夫することにより横桧木と屋根材との間にあらたな空間(通気層)を設ける、などがあります。

(3) その他の対策

・高耐久性桧木

桧木は従来から杉などの木材をそのまま使用するのが常識でしたが、腐食が起きにくいとの視点から、最近、腐食防止処理済木製桧木、プラスチック製、軽金属製、またはこれらのコンポジット製の桧木が市場化されています。

・屋根緊結材

屋根の葺き替え間隔は数十年以上と長期間なので、屋根材や下葺材を桧木や野地板に固定する釘、ビスなどの緊結材は、ステンレス製スクリュー釘など高耐久性で引抜き耐力のあるものを使用することが望ましいといえます。

【屋根の再塗装・葺き替え】

屋根の再塗装や葺き替が行われるのは、屋根材の浮き上がり、脱離、腐食、割れ、退色など屋根材の劣化進行による雨漏りという不具合が発生したことがきっかけとなりやすいようです。雨漏りしたということは屋根の表面だけでなく、屋根内部の野地面にも不具合が生じている可能性が高いので、葺き替えを行うことが必要ですが、事前予防として屋根の定期的診断を行うことが重要となります。

(1) 屋根の再塗装

PC瓦、化粧スレート、鉄板など塗装した屋根材は気象条件にもよりますが、一定期間(概ね5年)ごとに再塗装が必要です。

(2) 屋根の葺き替え

屋根の葺き替え間隔は、瓦屋根の場合は数十年、トタン屋根の場合はこれよりやや短いといわれています。

屋根の葺き替え時には腐食した屋根材、桧木、下葺材の交換だけでなく、腐食の進行度合いによっては野地板の張替えが行われることもあります。上記の通気工法による屋根は野地面の腐食を抑制できることから葺き替え間隔を長くすることが可能となります。

【長期優良住宅の普及の促進に関する法律における屋根の位置付け】

昨年12月に長期優良住宅の普及の促進に関する法律(いわゆる、200年住宅法)が成立しました。同法と同法に基づく政令によれば、屋根は下記の通り長期優良住宅の長期使用構造で耐久性が求められているものと位置づけられています。このため、200年住宅の普及促進を図るためには屋根の長寿命化も重要です。

・法第2条第5項

「長期優良住宅」とは、住宅であってその構造及び設備が長期使用構造等であるものをいう

・法第2条第4項

「長期使用構造等」とは住宅の構造及び設備であって次に掲げる事項に関して国土交通省令で定めるもの
 一号イ 前条第一号及び第二号に掲げる住宅の部分の構造の腐食、腐朽及び摩損の防止

・法第2条3項の一号

住宅の構造耐力上主要な部分で政令で定めるもの

・政令第1条

屋根版が含まれている

法律では屋根版の明確な定義はありませんが、一般的には野地板～屋根材を指すものと考えられます。

* 執筆者

五十嵐 重雄(いがらし・しげお)

全国陶器瓦工業組合連合会
専務理事



たてもの建材探偵団

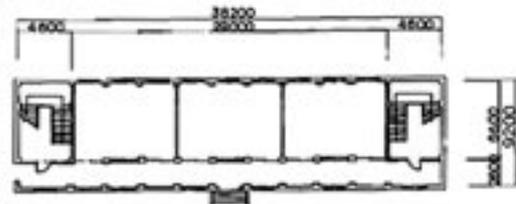
草加市歴史民俗資料館 (旧草加小学校西校舎)



当センターが2008年11月よりオフィスを設けた草加駅前から東武線沿線を下って5分ほど歩くと草加市歴史民俗資料館があります。以前は草加小学校西校舎として使われていました。この建物は1929年(大正15年)10月に竣工した埼玉県では最初の鉄筋コンクリート造の校舎です。当時は木造校舎を建てるより2倍以上の金額がかかり、県の承認を得るのにかなり苦労されたようですが、火災で焼失した校舎の再建とのこともあり建築が許可されたようです。

草加地域は荒川の扇状地であるため、砂と泥の混じった軟弱地盤です(砂混じりシルト)。建築場所は埋立地か田んぼであったようで、建物の重量を支えるため地盤に松杭を何本も打ち込み、この上にフーチングと呼ばれる独立基礎を築いています。現在でも不同沈下は見られず、しっかりした工事であったことがうかがえます。

建坪は約200坪、内部は北側に廊下を配して階段室を両端に置き、1階は3教室。2階も3教室あります。外観に柱型を表わし、三角形の破風を立ち上げて建物のシメントリーな構成を強調しています。



窓は写真のようにたてに細長く、大正・昭和初期に日本橋・銀座などに建てられたコンクリート造のビルと同じように当時の様式を見ることが出来ます。

2006(平成18)年に耐震診断を行っています。この報告書によると80年を経たコンクリートの圧縮強度は $30(N/mm^2)$ で、当時の設計基準強度 $13.5(N/mm^2)$ を大きく上回っています。中性化は最大で68mm、平均37mmとなっていてかぶり厚さを上回り内部の鉄筋に若干さびは見られるものの、さびによる膨張がほとんどないようです。

屋根には歩行用シート防水が施工されていて、運動場として使われていたとのことです。

1916(大正5)年にポルトランドセメントの製造が日本でも始まりました。鉄筋コンクリート建築は最先端技術として、その後、同潤会・青山アパート(昭和2年)、三井本館(昭和4年)へと続いていきます。

地耐力を高める松杭は、旧丸ビル(大正12年)にも利用されていました。

(文責：企画課 町田 清)



草加市歴史民俗資料館 正面

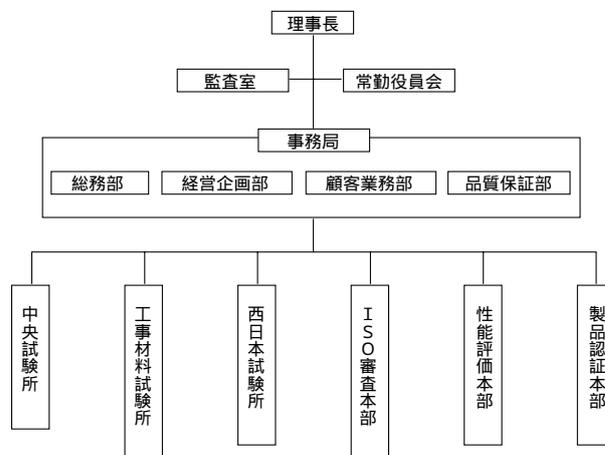
建材試験センターニュース

ニュース・お知らせ

(((((.....))))))

建材試験センター 組織再編のお知らせ

平成21年4月からの組織図



当センターは昨年11月に事務局機能を草加駅前オフィスに移転し、中央試験所との連携を密にするとともに、管理業務の集約や顧客業務部等の新設、工事材料試験を行う各試験室の整備・集約を実施しました。

4月1日からは、右図のように従来の中央試験所の工事材料部が「工事材料試験所」に、従来の製品認証部が「製品認証本部」に変更します。これで、事業部門が3試験所・3事業部門となり、より一層、顧客ニーズに的確に対応できる組織体制が整いました。

新JISマーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証部では、平成21年2月2日～3月2日に下記企業35件について新JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

<http://www.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証番号	認証取得日	認証に係る工場又は事業場の名称及び所在地	規格番号	規格名称及び認証の区分
TC0108078	2009/02/02	(株)ジェービーシー 苫小牧製造所	A5308	レディーミストコンクリート
TC0108079	2009/02/02	(株)ジェービーシー 苫小牧製造所	A5373	プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0108080	2009/02/02	河野探石工業(株) 釧路生コン工場	A5308	レディーミストコンクリート
TC0108081	2009/02/02	(株)セイワ 伊達工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0308287	2009/02/02	アイレシ(株) 野田工場	A6021	建築用塗膜防水材
TC0308288	2009/02/02	静岡瀝青工業(株) 大井川工場	A6005	アスファルトルーフィングフェルト
TC0308289	2009/02/02	静岡瀝青工業(株) 大井川工場	A6022 A6023	ストレッチアスファルトルーフィングフェルト あなまろアスファルトルーフィングフェルト
TC0308290	2009/02/02	共栄工業(株) 平塚工場	S1033	オフィス用収納家具
TC0308291	2009/02/02	東京鋼器(株)	S1033	オフィス用収納家具
TC0308292	2009/02/02	上総セメント工業(株)	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0308293	2009/02/02	(有)島根建材店	A5308	レディーミストコンクリート
TC0508063	2009/02/02	積水樹脂(株) 滋賀工場	A5741	木材・プラスチック再生複合材
TC0808130	2009/02/02	鹿児島共和コンクリート工業(株) 種子島工場	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品
TC0808131	2009/02/02	二瀬窯業(株) 本社工場	A6916	建築用塗材
TCCN08022	2009/02/02	天津壯特五金工業有限公司 天津壯特総工場 及び 天津壯特第二工場	A5508	くざ

建材試験センターニュース

認証番号	認証取得日	認証に係る工場又は事業場の名称 及び所在地	規格番号	規格名称及び認証の区分
TC0108082	2009/03/02	道東セトラル複層硝子(株) 帯広工場	R3209	複層ガラス
TC0108083	2009/03/02	道東セトラル複層硝子(株) 桂工場	R3209	複層ガラス
TC0108084	2009/03/02	歌志内興産(株) ガラス加工工場	R3209	複層ガラス
TC0208112	2009/03/02	(有)高橋製畳 本社・ワラ床工場 及び 建材畳床工場 検査室	A5901	稲わら畳床及び稲わらサンドイッチ畳床
TC0308294	2009/03/02	油化三昌建材(株) 筑波工場	A9511	発泡プラスチック保温材
TC0308295	2009/03/02	昭和電工建材(株) 石岡工場	A5422	窯業系サイディング
TC0308296	2009/03/02	青木硝子(株) 石岡工場	R3209	複層ガラス
TC0308297	2009/03/02	昭和産業(株) 茂田工場	G3551	溶接金網及び鉄筋格子
TC0308298	2009/03/02	(株)星野アルミ建材	R3209	複層ガラス
TC0308299	2009/03/02	(株)井田商店	A5914	建材畳床
TC0308300	2009/03/02	鴨川生コン(株) 大多喜工場	A5308	レディーミストコンクリート
TC0308301	2009/03/02	(株)福田建材店	A5308	レディーミストコンクリート
TC0308302	2009/03/02	(有)時田建材	A5308	レディーミストコンクリート
TC0308303	2009/03/02	(株)ツルヤ製畳	A5914	建材畳床
TC0408104	2009/03/02	矢作コンクリート工業(株)	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品
TC0608098	2009/03/02	(株)池田貞男商店	A5914	建材畳床
TC0808132	2009/03/02	浜新硝子(株) 佐賀工場	R3209	複層ガラス
TC0808133	2009/03/02	八代ニチ八(株)	A5422	窯業系サイディング
TC0908027	2009/03/02	(株)うるま生コン	A5308	レディーミストコンクリート
TCCN08023	2009/03/02	浙江晋槽五金配件有限公司	A5508	くぎ

ISO 9001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(1件)の品質マネジメントシステムをISO9001(JIS Q 9001)に基づく審査の結果、適合と認め平成21年2月13日付で登録しました。これで、累計登録件数は2,120件になりました。

登録事業者(平成21年2月13日)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RQ2120	2006/9/27	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/8/26	浜新硝子(株) 本社及び福岡工場	福岡県柳川市田脇213-1 <関連事業所> 佐賀工場	板ガラス製品の設計、加工、販売

他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なります。

ISO 14001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(3件)の環境マネジメントシステムをISO14001(JIS Q 14001)に基づく審査の結果、適合と認め平成21年2月28日付で登録しました。これで、累計登録件数は582件になりました。

登録事業者(平成21年2月28日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RE0580	2009/2/28	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2012/2/27	長谷川体育施設(株) 本社	東京都世田谷区太子堂1-4-21 <関連事業所> 府中試験所	長谷川体育施設(株) 本社における「体育施設等の土木構造物の開発、設計及び施工支援業務」に係る全ての活動
RE0581	2009/2/28	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2012/2/27	(株)岡山建設	青森県上北郡六ヶ所村大字倉内字芋ヶ崎324-2	(株)岡山建設及びその管理下にある作業所群における「土木構造物及び建築物の施工」に係る全ての活動
RE0582	2009/2/28	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2012/2/27	(株)工藤組	青森県上北郡七戸町字猪ノ鼻97-27	(株)工藤組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物及び建築物の施工」に係る全ての活動

OHSAS18001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(4件)の労働安全衛生マネジメントシステムをOHSAS 18001:2007に基づく審査の結果、適合と認め平成21年2月28日付で登録しました。これで、累計登録件数は34件になりました。

登録事業者(平成21年2月28日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RS0031	2009/2/28	OHSAS 18001:2007	2012/2/27	徳林工業(株)	山口県山口市徳地堀1680-1	徳林工業(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RS0032	2009/2/28	OHSAS 18001:2007	2012/2/27	(有)白石組	山口県萩市川上5026	(有)白石組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RS0033	2009/2/28	OHSAS 18001:2007	2012/2/27	井森工業(株) 本社及び関連事業所	山口県柳井市伊保庄4907 <関連事業所> 平郡工場	井森工業(株)における「建築物の設計及び施工」、「土木構造物の施工」、「レディミクスト・コンクリートの製造」に係る全ての活動
RS0034	2009/2/28	OHSAS 18001:2007	2012/2/27	(株)サンスバック	山口県下関市中町15-7	(株)サンスバックにおける「法面保護に係る施工」、「区画線、防護柵、標識等の道路施設の施工」、「レンガ舗装、遊具、休憩施設等の公園施設の施工」に係る全ての活動

あとがき

今年のバレンタインデーは、私はほとんど貰えなかった。いや、14日が土曜日だったせいかもしれないが、全体的にも義理チョコ商戦は低調であったはずだ(と、思いたい)

しかし、実際に買われたチョコの使い道は、本命、義理だけではないらしい。なんだか「逆チョコ」とか、「友チョコ」とか色々出てきて、現代のバレンタインは、女が男にあげるだけではないそうだ。妻は、今年の土曜日は会社に出勤していたので(?)、大量のチョコを貰ってきた。「アンタは?それだけ?ふーん、たった?ほーっほっほっほ」てなもんである(悔しいです)

さて、そういうご時勢であるから、ウチでも当然のごとく「逆チョコ」を要求された。曰く「空港にちょくちょく行ってるんだから、『某有名チョコ』とか『超有名チョコ』くらい買うヒマあるでしょ~?」・・・そう言われても、あまり詳しくないので分からない。一応メモをして空港でショップを探すと、あったあった、その『某有名』店をみつけた。

比較的狭い店だ。指定された16個入りのアソートを探すと、すぐに見つかった。よかった。ふーんどれどれ、5600円・・・5600円!?なんだこれは、ゴディバと変わらぬではないか。空港の土産屋だろうと舐めてかかっていたが、これはヤバイ。他にも、ハート型のチョコ(直径2cm)が7~8個入った缶を買うよう言われているが、こちらも2700円?これはいかん。これから出張するのに手持ちの金がなくなってしまった。

近所のスーパーでは、外見上はよく似たアソートが半額以下で売っている。まあ、原料・手順とも違うのだろうが、果たしてそこまでの味の違いがあるのか・・・。まあしかし、自分も値段を気にせずに今まで貰っているのだからお互い様というものか?きっと、高級品をくれていたに違いない(と、思いたい)。(香葉村)

編集たより

今年は全国的に暖冬の傾向で、2月中旬には奄美大島で28度を記録したとか。一方、関東は2月末にしばらく寒い日が続き、暖房がなかなか手放せなかったようです。冬の暖房で多くの方が気にするのは窓の結露でしょう。私の実家は雪国のため特に湿気が多く、冬は一日中窓が水滴だらけです。おかげで窓の木枠も水滴のシミで渋い色。幸い、古くて気密性の悪い家のためすきま風が通り、カビの発生は防いでいますが、あまりの寒さにいつか脳卒中で倒れると思い、せめて浴室だけでも、と数年前に窓を二重サッシにしました。すると寒さだけでなく、目に見えて結露もなくなったのにはちょっと驚きました。ちょっとした工夫で日頃気になる住宅の悩みが解消されるのですから、そのような情報が広く一般市民に知られればと思います。

さて、今月号は窓の簡易防露改修工法の開発について広島大学の久保教授にご寄稿いただきました。ユーザーのニーズから発生した実用的な研究が紹介されておりますので是非お読み下さい。(田口)

建材試験情報

4

2009 VOL.45

建材試験情報 4月号

平成21年4月1日発行

発行所 財団法人建材試験センター
〒103-0025
東京都中央区日本橋茅場町2-9-8
友泉茅場町ビル
<http://www.jtccm.or.jp>

発行者 長田直俊
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 電話(048)920-3813

制作協力 株式会社工文社
発売元 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3
柴田ビル5F 〒101-0026
電話(03)9866-3504(代)
FAX(03)9866-3858
<http://www.ko-bunsha.com/>

定価 450円(送料・消費税別)
年間購読料 5,400円(送料共・消費税別)

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二(東京工業大学教授)

委員

町田 清(建材試験センター・企画課長)
山崎麻里子(同・中央試験所管理課上席主幹)
鈴木良春(同・製品認証本部管理課長代理)
鈴木敏夫(同・材料グループ主幹)
青鹿 広(同・中央試験所管理課長)
香葉村勉(同・ISO審査本部開発部係長)
南 知宏(同・環境グループ主幹)
鈴木秀治(同・船橋試験室主任)
佐竹 円(同・調査研究課)
福田俊之(同・性能評定課)

事務局

宮沢郁子(同・企画課係長)
高野美智子(同・企画課)

禁無断転載

ご購入ご希望の方は、上記工文社
までお問い合わせ下さい。

八重洲ブックセンター、丸善、ジュンク
堂書店の各店舗でも販売しております。

好評発売中!!

2009年版

通巻第30号

建築仕上年鑑

◆ 巻頭企画 ◆

ますます高まる遮熱・断熱性塗材への期待

ヒートアイランド抑制・省エネ・防水層保護…

夏場の都市部における温度上昇「ヒートアイランド現象」対策や、工場・体育館などでの日射による建物内温度上昇を抑制する材料として注目を集めてきた「遮熱・断熱性塗材」。新たな設備の設置などがいらず、塗るだけで温度抑制効果が得られるため、施工性やコスト面のメリットも大きく、行政や地方自治体をはじめ各方面から注目を集めています。また塗布することにより、コンクリートや防水材などの熱による劣化も防ぎ、耐久性が向上する効果があるなど、別の可能性も見いだされており、遮熱・断熱性塗材への期待はますます高まっています。

巻頭企画では、そうした遮熱・断熱性塗材について、背景の解説やユーザーの意見を交えながら、各社上市製品を紹介します。



本誌ならではの

特

別

企

画

★全国優良経営仕上工事専門業者440社経営健全度ランキング

仕上および防水工事に携わる専門工事業者のうち、インターネット上で経営事項審査結果通知(経審)を公表している企業の中から、重要と思われる各指標により総合得点を出し、ランキング表を作成した。

★平成20年 建築仕上関連上場企業11社の業績と動向

建築仕上関連企業11社の最新年度(平成19年度)の①概要、②主要な経営指標等の推移、③経営上の重要な契約等、④研究開発動向の4項目を有価証券報告書総覧から抜粋。

★2008年 新製品・話題製品フラッシュ

2007年末から2008年に話題を集めた新製品など約50点を一挙掲載。

◆ 2009年版 建築仕上年鑑の構成

1. 建設動向 平成19年度建築着工/主要建材統計/補修・改修(リフォーム)関連統計
2. 材料製造業界の動向 建築用仕上塗材/塗料/塗り床材/下地調整材・モルタル混和材/石膏ボード/浸透性吸水防止材/既調合軽量セメントモルタル
3. 施工業界の動向 塗装工事/左官工事/床工事/補修・改修工事
4. 団体・企業要覧 企業約750社、160団体の概要
5. 製品一覧 ①内外装塗材料(建築用仕上塗材/下地調整材・モルタル混和材/浸透性吸水防止材)②床材(塗り床材/フリーアクセスフロア)③防水材(シート防水材/塗膜防水材/モルタル防水/トーチ工法/アスファルト防水材/FRP防水材)④シーリング材(シート防水材/断熱材/成形伸縮目地材)⑤補修・改修(リフォーム)工法・材料(補修用注入材/鉄筋コンクリート外壁改修工法)
6. 塗装具・機器等取扱企業一覧
7. 索引(50音順) 製品名・企業名・団体名

B5判 美装函入 588頁
12,600円(税込・送料別)

◆ ご注文は FAX.03-3866-3858で ◆

(株)工文社 〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3柴田ビル5F
TEL.03-3866-3504 URL.http://www.ko-bunsha.com/

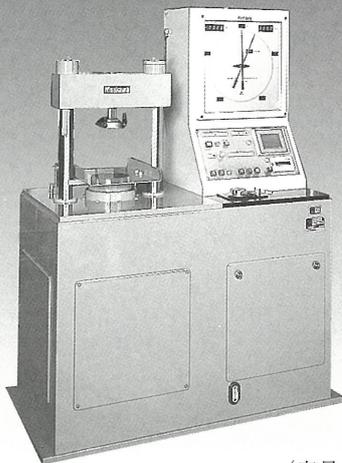
Maekawa

新世紀に輝く一材料試験機の成果。

多機能型 前川全自動耐圧試験機

ACA-Fシリーズ

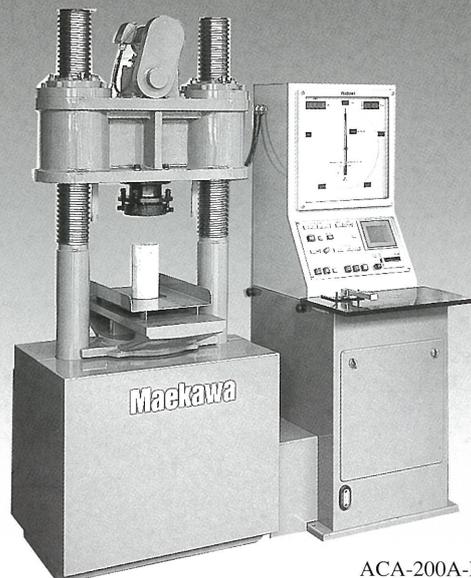
〈カラータッチパネルとの対話式〉



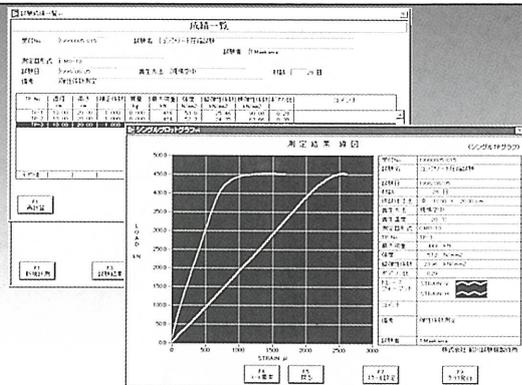
ACA-50S-F (容量 500kN)

日本語対応で、人に優しいタッチ画面、機能も充実しかもフレックス。コンクリート・モルタル・石材・その他各種材料や構造物の圧縮、曲げ強度試験機として、数多くの特長を備えています。

- 大きく見やすいカラー液晶タッチパネル
日本語対話による試験条件設定
- サンプル専用スイッチ $\phi 10$ 、 $\phi 12.5$ で
ワンタッチ自動試験
- 応力の専用デジタル表示
- プリンタを内蔵
- 視認性・操作性に優れた30度傾斜型操作盤
- 液晶スクリーンに荷重スピードメータ表示
- 高強度材対応の爆裂防止装置
- 豊富な機能・多様な試験制御/コンクリート圧縮試験
制御/荷重制御/ステップ負荷制御/ストローク制御
ひずみ制御/サイクル制御/外部パソコン制御



ACA-200A-F(容量 2000kN)



パソコン利用データ処理装置
コンクリート静弾性係数
自動計測・データ解析システム
CAE-980
〈for Windows95,98,NT〉

試験機とパーソナルコンピュータを直結し、コンクリートの静弾性係数・ポアソン比などをダイレクトに求めることができる自動計測・解析システムです。

株式会社 前川試験機製作所

大森事業所・営業部

〒143-0013 東京都大田区大森南2-16-1 TEL 03-5705-8111(代表) FAX 03-5705-8961
URL <http://www.maekawa-tm.co.jp>