

[特集]

快適で豊かな
住環境を
支える試験技術





[今号の表紙]
高温用保護熱板法熱
伝導率測定装置を用
いた断熱材の熱伝導
率試験の様子

contents

特集

快適で豊かな住環境を支える 試験技術

- 02 住宅用断熱材の来し方行く末
近畿大学 建築学部長・近畿大学 アンチエイジングセンター 教授 岩前 篤
- 06 断熱材の機械的性能を求める試験方法について
中央試験所 材料グループ 主任 宍倉大樹
- 08 断熱材の室内環境に関わる性能について
中央試験所 環境グループ 主査 阿部恭子
中央試験所 材料グループ 主査 吉田仁美
中央試験所 環境グループ 武田愛美
- 12 最近の断熱材に関わる動向について
中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 田坂太一
- 14 技術レポート
コンクリートのアルカリシリカ反応性試験方法における供試体形状及び貯蔵方法の検討
中央試験所 材料グループ 主査 若林和義
- 20 試験報告
グラスウール保温材の溶出試験
中央試験所 材料グループ 主任 岡田裕佑
- 22 試験設備紹介
大型送風散水試験装置
中央試験所 環境グループ 牧田智明
- 24 規格基準紹介
JIS R 3106 および JIS R 3107 の改正
中央試験所 環境グループ 統括リーダー 萩原伸治
- 28 事業報告
2018年度 調査研究事業報告
経営企画部 調査研究課 課長 宮沢郁子
- 33 建材試験センター規格(JSTM)のご案内
- 34 連載 建築に学ぶ先人の知恵
Vol.15 世界の伝統的建築構法 伝統の知恵と先端技術が拓く建築の未来
芝浦工業大学 教授 南 一誠
- 42 基礎講座
防耐火の重要性
Vol.1 建築材料の火災安全性と性能評価試験
中央試験所 防耐火グループ 統括リーダー代理 常世田昌寿
- 44 NEWS
- 46 担当者紹介
- 47 REGISTRATION



Features of this issue

[特集]より
定速万能試験機で実施した引張試験の様子

快適で豊かな住環境を支える試験技術

住宅の省エネや、居住者の快適性・健康面などの観点から、社会における断熱材の果たす役割は日に日に増してきています。最近では、従来の人造鉱物繊維断熱材、発泡プラスチック断熱材に加え、エアロゲルや真空断熱材などの超高性能断熱材の開発も進められています。断熱材に求められる最も重要な性能は断熱性ですが、この他にもホルムアルデヒド放散特性や吸音性、力学的特性など様々な性能も求められます。本号では、断熱材に関わる最新動向や当センターの試験業務紹介に加え、住宅用断熱材の来し方行く末について近畿大学の岩前教授にご寄稿いただきました。

住宅用断熱材の来し方行く末

近畿大学 建築学部長・
近畿大学 アンチエイジングセンター 教授

岩前 篤

Atsushi Iwamae



人類の日々の生活はその時代における発明によって大きな変化を繰り返してきた。原始の時代においては、火と武器の利用は部族の存続そのものを変えたであろう。中世においては、文字と宗教がその役割を担った。これらのもたらしたものは、文化人類学的に様々な研究者が多くの研究を行ってきている。しかしながら、この時代までの人類に共通する一つのことからは、日々の生活の変化にほとんど影響を受けていないと考えられる。寿命である。近代化するまでの人間社会は、おおよそ30年程度の平均寿命であった(図1)。これは有史以来、ほとんど変化していなかった。

しかし、近代になり大きな発明品が人類の寿命の延伸に効果を発揮し始めた。これらにより、40年、60年と成人の平均寿命は順調に延伸し続け、また、幼少児の死亡率低減にも貢献したと考えられる(図2)。人類の寿命延伸に対して、もちろん薬剤も一定の貢献をしたが、もっと大きく効果を発揮したと考えられるのが冷蔵庫と暖房機器である。冷蔵庫は人の生活に安心な食品をもたらした。食材は特に夏は腐敗しやすく、タンパク質やビタミンの摂取に障害が出る。冷蔵庫が腐敗を減らし、新鮮な食材の摂取を可

能とした。暖房機器は冬季の寒さによる健康障害を低減した。ノーベル賞が人類の平和と永続への貢献を讃えるのであれば、特に冷蔵庫の発明者はノーベル賞を複数、得ても良い(図3)。

電気機器は人類の健康性を向上することに資するために生み出され、その効果を大いに発揮した。しかしながら、健康性の向上はすぐに飽和を迎え、機器は新たな使命を他に探し求め、快適性にたどり着いた。ひとたび快適を目的に取入れ始めて以降、快適の追求への欲求に火が付いたように社会はこれを追い求め始めた。快適な暮らし、快適な住まい、快適な社会。その延長上に今の日本社会があるが、いつの間にか、健康を忘れ去っていたことを最近、ようやく思い始めた。

筆者が今、最も重要と考えることは、すべての技術者は「健康と快適の違いを意識し、快適の追求を一度止め、健康の向上を目指さなければならない」ということである。快適の追求は前世紀の終盤から「個体差」という壁におつかり、当面、これを乗り越えることは困難であろう。健康性を十分に考慮し、実現してから、再度、快適を目指すべきと考える。

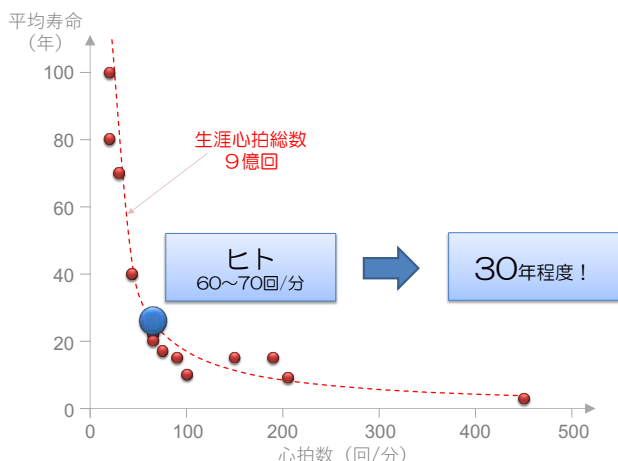


図1 動物の心拍数と寿命の関係

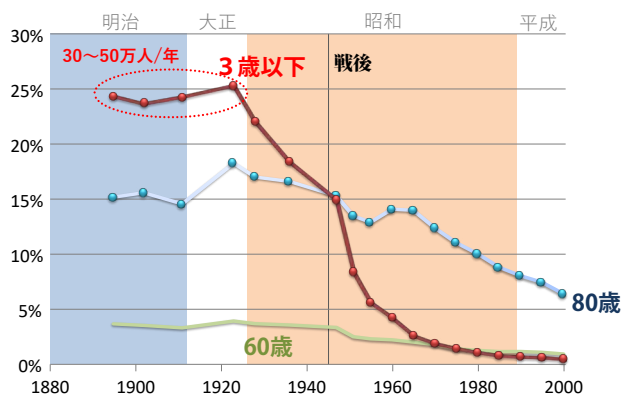


図2 日本の年齢別死亡率の変遷

快適とは心の心地よい状態、心が求めるものである。これはこれで大きな目標であるが、筆者が問題と考えるのは、意識のない状態では快適そのものの概念が成立しないということである。寝ている間、我々は暑い・寒いを認識しない。夢うつつで寝苦しく感じているのは寝ている状態ではなく、既に心は覚醒している。近年の研究の一つは、就寝中の部屋の空気の状態が気管支系の障害の発症に関係する可能性を示している。意識がなくても健康度は変化する。また、人は意識が何かに集中している時は、他のことを意識下に追いやる。テレビ番組や読書に没頭していると暑さ・寒さを忘れ、すっかり身体が冷えて風邪を引き込む、といった経験をもつ人も多い。

私たちは快適の追求の余り、意識のない状態での健康のことをすっかりおろそかにしてきた。これをできるだけ早く直視し、これからの住まいの作り方を変えていかなければならないと思う。住宅の断熱性もその大きな要素である。

建築物のパイプの保温材として利用の始まった断熱材の住宅への利用は、1970年代のオイルショックによる日常の消費エネルギー抑制を目的として開始された。先に暖房機器の使用があり、これの省エネのために断熱材が位置付けられたので、暖房機器の使用法を変えるという発想はまったくなかった。空間の局所的な低温や就寝前の寒さなどは、夜着、寝具で対応することがむしろ理想とされた。重ね着が皮膚に物理的接触によるストレスを与え、肌のアレルギーの原因になる可能性は全く問われていなかった。

我々の一般的な暮らしでは、冬期は、部屋ごとに、在室者の有無に応じて暖房機器の運転状態が変わる。暖房とは空間を温める行為の意味なので、これは暖房ではなく、採

暖である。全体を冬期全体に加熱し続ける欧米の暮らしに比べると格段にエネルギー消費量が小さい。我々は省エネで地球にやさしい暮らしをしていると自負してきた。意識はないから、快適性は一定、担保されているという前提のもとに。

2015年、英国の医学系専門誌LANCETに興味深い調査結果が報告された。オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、イタリア、日本、韓国、スペイン、スウェーデン、台湾、タイ、イギリス、アメリカにおける384地点の死亡に関するデータを集め、各地の気温変化との相関を見たものである。

すべての地域に共通する特徴として、平均温度から高くなっても低くなっても死亡率は上昇し、特に低温の影響で顕著に上昇することが確認された。日本の全死亡者に対する低気温に関連する死亡者の割合は9.8%、およそ12万人であり、これは前掲の国々の中で最大の中国11%に次ぐ、二番目に大きい数字であった。

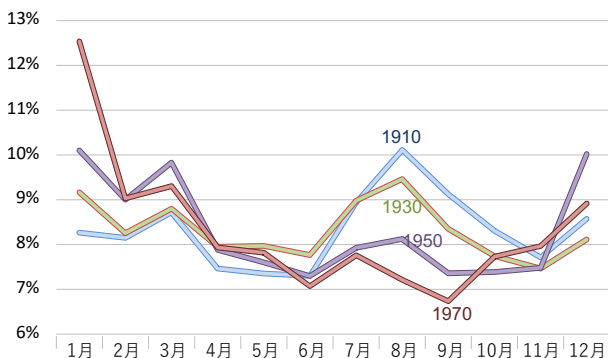
外気温では日本より低下する国・地域は多数ある中で、この状況が示唆することは、日本の暮らしにおける屋内の低温による影響である。我々が地球にやさしく、一定の快適性を確保しているために肯定し続けている暮らしが、健康上は好ましくないことが示唆されているといえる。

この年間12万人の死亡者の中に、いわゆるヒートショックによる死亡者1万数千人も含まれている。ようやく大きな話題となりつつあるヒートショックであるが、その影響は全体の一部に過ぎない可能性があることもこの調査は示している。

では、これから私たちはどうすべきなのか。採暖に基づく断熱の考え方を大きく変えなければならない。屋内全体を冬期全体に亘って一定の温度に維持できる、しかもこれに要するエネルギーはできるだけ小さくなる、これを目的として、これに相応しい断熱性を考慮する必要が出てきた、ということである。

もともと使用エネルギーの少ない採暖生活をベースに、省エネをコストパフォーマンスで考慮すると断熱性の重要度はそれほど高くない。現時点の住宅の省エネガイドラインに示されていることが正しい。省エネのみを考えると、断熱に特段のコストをかけるより、熱源機器や太陽光発電設備(PV)の導入にかける方がエネルギーの節約には貢献する。

採暖生活は屋内全体の平均温度が低い(図4)。単純に言えば健康の維持、改善を考慮すると平均温度を上げなければならない。ここで、従来の省エネガイドラインは用をなさなくなる点に注意を払う必要がある。再度指摘するが、



出典：厚生労働省人口動態統計

図3 日本の月別死亡率の変遷

省エネの追求のために改良を続けてきた現行のガイドラインは平均温度を上げることは考慮の外である。暖房方式の条件を変えることでエネルギー使用量の予測ツールとしては利用可能であるが、平均室温が上がることによるNEB (Non Energy Benefit) の一つである健康の改善は考慮されない。

採暖から暖房の変化は断熱の考え方の基本を変える。これからの住宅の断熱は、健康維持・改善を目的として、その根本から考え直すことが望まれる。現行では圧倒的に住宅全体の断熱性が不足している。「断熱性がグラスウール相当厚みで50mmから100mmに変わった。」「これに窓ガラスを二重にすれば、断熱性は基本的には十分だ。」というのは採暖生活への答えである。暖房生活を前提にすれば、断熱性はグラスウール相当厚みで200mmあるいは300mmでも高すぎるといえる。温暖地では、UA値(外皮平均熱貫流率)が0.25あたりから暖房エネルギーを必要としない無暖房の状態になる。屋内の発生熱、あるいは太陽熱の利用が特段に多ければ、UA値が0.3を下回ったあたりからはほぼ無暖房となる。ここまでは断熱性は上げて良い。暖房を使っていない状態の室温を自然室温と呼ぶが、無暖房住宅は自然室温が18あるいは20℃程度の状態である。現行の採暖生活では、冬期の夜から朝方の自然室温は10℃を普通に切る。健康に良いとは言えない。

2018年11月、世界保健機構WHOは住宅の健康ガイドラインを発表した²⁾。これの要約に、健康上の課題として冬期の屋内の低温が明記され、18℃以上に維持することを強く推奨している。さらに、環境条件を定めるガイドラインには珍しいが、低温対策に「断熱」という技術が明記され、新築や改築の際には十分に考慮することの重要性を説いている。

ここにおいて、断熱の目的は省エネではなく、健康

の維持・改善であることを再度強調しておく。この数年の屋内環境に関する最も大きな変化ではなからうか。

壁厚が柱の太さで決まるわが国の伝統木造工法の住宅で300mmの断熱厚みを実現することが困難であることも、また事実である。しかしながら、だから120mmで良い、ということではない。日本の誇る高度な問題解決能力、製品開発技術で、薄くても効果の高い断熱材を作れば良い。これへの答えとして、真空断熱材 Vacuum Insulation Panel (VIP) やエアロゲル断熱材が考えられ始めている点も、また新たな局面であろう。

ただし、残念ながらVIPもエアロゲルも日本はフォロワーである。壁厚の制限の少ない欧米社会がなぜか研究開発、あるいは実用化に先行してきている。断熱の重要性に対する認識の違いであろうか。

2001年からの5年間、国際エネルギー機関IEAの研究セクションECBCS(現在はECBに名称変更)のAnnex 39でVIPに関するさまざまな検討がなされた。スイスをリーダーとして、カナダ、フランス、ドイツ、オランダ、スウェーデンの参加の元、1mbar以上の真空度を保つ真空断熱材の製造と性能(耐久性など)に関する多くの検討がなされた。

さらに2013年、このAnnex 39を継承する位置付けで、Annex 65がフランスCSTB(建築研究所)をリーダーとして立ち上がり、前掲の国に加え、中国、韓国、日本、イギリス、イタリアなどが新たに参加して、VIPの定義、材料の必要特性、性能評価手法と評価結果、建物に組み込んだ状態でのパフォーマンスの実際、ならびにライフサイクル評価などが行われた。2018年、予定通りAnnexとしての活動を終えている。

これらとは別に、VIPなどの「超高性能断熱材」をテーマとした国際会議International Vacuum Insulation Symposium (IVIS)が二年に一度開催され、今年9月に第14回として京都で開催される。前回2017年パリ会議では、VIPのほかにエアロゲル断熱材に関する発表も目立ち、この分野の拡がりを見せており、今年も東南アジア諸国からの参加も多く、一層の関心の拡がりを示すものと期待される。

また、VIPについては、既に国際規格ISOへの提言も行われている。建築用断熱材の規格を対象とするISO/TC163において、当初は韓国を提案国としてWG5、その後、幹事国をカナダに変更してWG11として、VIPの規格作りがなされている。参加国は、アメリカ、ドイツ、カナダ、スウェーデン、スイスといった断熱関係の常連国のほか、インド、南アフリカのような国も参加している。日本

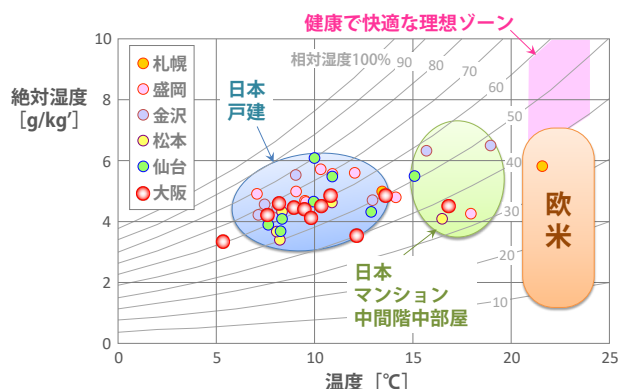


図4 寝室の1月・2月平均温湿度

も幹事国カナダの主要協力国として参加し、特に京都大学小椋大輔教授による繊維系VIPの長期耐久性予測モデルの構築では全体を主導し、規格提案の重要なパートを作成している。

しかし、残念ながら、シリカVIPのみを考慮するEU規格がCENのWGで先に案がまとめられ、これをISOにすることを望む欧州各国の想いにより、日本・北米で一般的な繊維系VIPも含めた統合的な規格案は反対多数で却下されて今に至っている。技術の問題ではなく、単なるプライドによる却下という点が悩ましいが、それも国際規格の宿命であり、次の提案の機会にはCENへのこれまで以上の配慮が必要であろう。

エアロゲル断熱材については、実用も増えてきている。ナノレベルの気泡をもつシリカ微粒子による断熱性能は非常に高く、静止空気の熱伝導率 $24\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ に対して $10\sim 18\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ と言われる。シリカ微粒子は微細な粉粒体であるため、飛散防止、あるいは建物改修・解体時の回収のためには何かで覆う必要があり、その点ではVIPと同じ特徴をもつといえる。工業的には、エアロゲル粉粒体は、化粧品に多く用いられており、建築での使用はその製造量を大きく変えるために製造過程の改変に多額の先行投資が必要となる。これも日本国内での製造を抑制する一つの原因である。

エアロゲルは超高压状態での超臨界を利用して乾燥させる製法と、常圧で乾燥させる製法の2種がある。前者は製造プロセスにコストがかかり、後者は材料のプレ処理にコストがかかる。スイスでは4年ほど前から、エアロゲルを含ませた漆喰を住宅の外側から外壁に吹き付け、断熱改修を行う手法が開発、商業化されている。防火性能も向上し、外観もリフレッシュされるとあって非常に好評と聞いている。

しかしながら、ここで用いられているエアロゲルは脆く、応力が加わると簡単に壊れる。漆喰内部での変形なので、具体的な変形については不明であるが、地震の心配のあるわが国での利用には慎重を要することは確かである。

これに対し、特殊な周囲環境を必要とせず、常圧で乾燥させ、エアロゲル自体に韌性がある国産のエアロゲルも京都大中西和樹教授（現在は名古屋大）が開発されており、大量生産が期待される。

VIPもエアロゲル断熱材もなんらかのシートあるいは袋で覆う必要があるため、従来の現場施工途中で切り取って形状を変えることができる断熱材とは実用上の扱いは大きく異なる。このような理由から住宅には使えない、という意見もあるが、外装部材は遥か昔にパネル化に成功し、

CAD図面から形状・寸法を割り出したものを工場で製作し、現場では取り付けるだけで納めている。断熱材でも同様のことは可能であり、決して不可能ではない。

エネルギー問題の解決、快適の追求だけではなく、健康を考える住宅を作るためには、超高性能断熱材は極めて重要である。

超高性能断熱材には、施工、長期性能保証、高いコストなど、多くの問題はありますがブレイクスルーすれば展開は大きく広がっている。常圧の断熱材の中では現在、発泡フェノール系で熱伝導率 $18\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、技術的には $15\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ までは可能と聞いている。逆にいえば、これ以上はエアロゲル断熱材、あるいはVIPでしか対応はできない。薄い方がデザインの多様性は増す。建具断熱、壁紙断熱といった、断熱の考え方そのものが変わる可能性もある。省エネガイドラインにいくら期待を重ねても、省エネを目的とする以上、現状の採暖ベースの考え方が変わることはまずありえない。健康の維持・改善を新たな目標と定め直し、そのために必要な性能を根本から再構築することにすべての研究者、技術者が力を合わせる時である、と筆者は考えている。本稿がその方向への一助となることを望む。

引用・参考文献

- 1) Gasparri A. et al.; "Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study", www.thelancet.com, Published online May 21, 2015 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)
- 2) <https://www.who.int/sustainable-development/publications/housing-health-guidelines/en/>

<著者略歴>

和歌山市に生まれ。県立桐蔭高校卒業後、80年に神戸大学工学部建築系環境計画学科に入学、86年に同大学院を修了し、住宅メーカーに入社、研究所で住宅の断熱・気密・防露に関する研究開発に携わる。95年、神戸大で博士号を取得。2003年春、退社し、近畿大学理工学部建築学科に助教として就任、2009年教授、2011年建築学部創設と共に学部長就任、現在に至る。経済産業省技術委員をはじめ、国交省、環境省、文科省ならびに、大阪府・市、神戸市などの建築の省エネに関わる技術的な評価、開発に携わる。断熱材関係では、国際エネルギー機関IEAの研究活動EBC/ANNEX65の日本代表、ISO-TC163/SC3/WG11のエキスパートを任じている。

<主な著書・論文>

- Matsumoto M. & A. Iwamae "An Analysis of temperature and moisture variations in the ground under natural climatic condition", *Energy and Buildings*, Vol.11, 1988, pp.221-237
- 岩前 篤・松本 衛「野外実験による積雪の熱水分性状に関する研究」日本建築学会計画系論文集 第468号, 1995年2月, pp.17-25
- 岩前 篤・松本 衛・松下敬幸他「地盤防湿処理のある住宅床下空間の温湿度性状に関する研究」日本建築学会計画系論文集第528号, 2000年2月pp.29-36
- 岩前 篤「湿り空気中の水蒸気の熱拡散に関する研究」日本建築学会環境系論文集 第567号, 2003年5月pp.43-48
- 岩前 篤・永井久也・鈴木大隆他「基礎断熱住宅の基礎部からの熱損失の定量的評価」日本建築学会環境系論文集 第567号, 2003年5月pp.37-42

断熱材の機械的性能を求める試験方法について



中央試験所 材料グループ 主任

宍倉大樹

Daiki Shishikura

1. はじめに

建築物に用いられる代表的な断熱材には、人造鉱物繊維保温材（ロックウール保温材、グラスウール保温材）、無機多孔質保温材（けい酸カルシウム保温材、はっ水性パーライト保温材）、発泡プラスチック保温材（ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム、フェノールフォーム、ポリエチレンフォーム）が挙げられます。これらの保温材は、それぞれJISで要求性能が規定されています。また、住宅および建築物において使用される断熱材を集約したJISもあり、用途や使用目的に応じてこれらの規格が利用されます。そのうち無機多孔質保温材、発泡プラスチック保温材には環境性能以外に機械的性能（力学的特性）が規定されています。本稿では当センターで試験実績の多い発泡プラスチック保温材（JIS A 9511）、建築物断熱材（JIS A 9521）から発泡プラスチック断熱材、建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム保温材（JIS A 9526）を中心に、機械的性能を求める試験方法の紹介をさせていただきます。

2. 圧縮強さ試験

発泡プラスチック保温材（断熱材）および建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム保温材の圧縮強さ試験は、JIS K 7220（硬質発泡プラスチック—圧縮特性の求め方）の方法によります。

これら断熱材の圧縮強さについては、硬化コンクリートの圧縮強度特性とは異なり圧縮破壊が起こらないため、圧縮強さを算出する際には破壊荷重ではなく、「ひずみ10%以内に到達した最大荷重」を用います。例えば、厚さ50mmの断熱材の圧縮試験を実施した場合は、変形量が5mm以内に到達した最大荷重を用います。ここで求められる最大荷重を、試験片の初めの断面積（圧縮面）で除した値が圧縮強さとなります（式1）。

$$\sigma_m \text{ (N/cm}^2\text{)} = \frac{F_m}{A_0} \times 10^2 \quad (1)$$

ここに、 σ_m ：圧縮強さ

F_m ：変形率10%以内に到達した最大の力 (N)

A_0 ：試験片の初めの断面積 (mm²)

試験片寸法は、発泡プラスチック保温材においては底面100mm×100mm×厚さ50mm（厚さ50mm未満の製品はそのままの製品厚さ）となります。吹付け硬質ウレタンフォーム保温材においては、当センターでは底面50mm×50mm×厚さ30mm（または厚さ50mm）、もしくは底面100mm×100mm×厚さ30mm（または厚さ50mm）の寸法で実施しております。試験速度については、1分あたり圧縮前に測定した試験片の厚さの10%に近い速度で、定速万能試験機を用いて実施します。例えば、厚さ50mmの場合の試験速度は毎分5mmとなります。例外として、ポリエチレンフォーム保温材（断熱材）においては、試験速度は毎分10mm、変形率25%時の圧縮応力を圧縮強さとしてします。

3. 曲げ強さ試験

発泡プラスチック保温材（断熱材）で規定する曲げ強さの試験方法はJIS K 7221-2（硬質発泡プラスチック—曲げ試験—第2部：曲げ特性の求め方）によります。

試験片の寸法は長さ350mm×幅100mm×厚さ25mmとなります。支点間距離300mmになるよう支持台を調整し、試験速度については、毎分20mmまたは毎分100mmの条件を依頼者に指定いただき、定速万能試験機を用いて試験を実施いたします（写真1）。曲げ強さは式（2）によって算出します。

$$R \text{ (N/cm}^2\text{)} = 1.5F_R \times \frac{L}{b \times d^2} \times 10^2 \quad (2)$$

ここに、 R ：曲げ強さ

F_R ：最大の力 (N)

L ：支点間距離 (mm)

b ：試験片の幅 (mm)

d ：試験片の厚さ (mm)

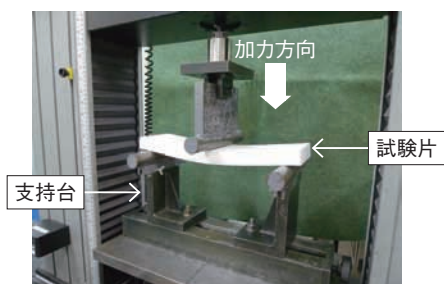


写真1 曲げ強さ試験の状況

4. 引張強さ試験

JIS A 9511で規定されている発泡プラスチック保温材のうち、ポリエチレンフォーム保温材(保温板及び保温筒)については、曲げ強さではなく引張強さが規定されています。

引張強さ試験に用いる試験片は、写真2左に示すダンベル型に打ち抜いた形状で引張試験を実施いたします。定速万能試験機を用いて、試験中にゆがみやそのほか不具合が生じないように、試験体の両端を引張試験用つかみジグではさみこみ、試験速度毎分500mmの速さで試験を実施し、切断に至るまでの最大荷重を求めます(写真2右)。引張強さは式(3)から求め、試験片5個を測定したうち、最大値と最小値を除外した3個の平均値とします。

$$\sigma_t \text{ (N/cm}^2\text{)} = \frac{F}{b \times t} \times 10^2 \quad (3)$$

ここに、 σ_t ：引張強さ

F_t ：切断に至るまでの最大荷重(N)

b ：試験片の幅(mm)

t ：試験片の厚さ(mm)



写真2 ダンベル型に打ち抜いた試験片(左)と引張試験の状況(右)

5. 接着強さ試験

建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームにおいては、接着強さ試験が規定されています。吹付け硬質ウレタンフォームには自己接着性能があるため、吹付けの対象物となる合板やコンクリートに直接吹付けることで、発泡と同時に対象物と接着します。この接着力が弱ければ、断熱効果

が発揮されないため、この接着強さも重要な性能のひとつといえます。

試験片は試料用ボード(合板等)に吹き付けられた硬質ウレタンフォームの試料から、底面50mm×50mm、硬質ウレタンフォーム部の厚みが30mmになるよう切り出したものを用います。切り出した試験片の上下面に金属製ジグを貼り付け、定速万能試験装置を用いて、試験速度毎分10mmで引張試験を実施いたします(写真3)。接着強さは式(4)より求めます。破壊荷重は、硬質ウレタンフォーム部の破壊、もしくは硬質ウレタンフォーム部と試料用ボードとの剝離が発生するときの値を用います。

$$S \text{ (kPa)} = \frac{Fs}{A} \quad (4)$$

ここに、 S ：接着強さ

F_s ：破壊荷重(N)

A ：試験片の断面積(mm²)

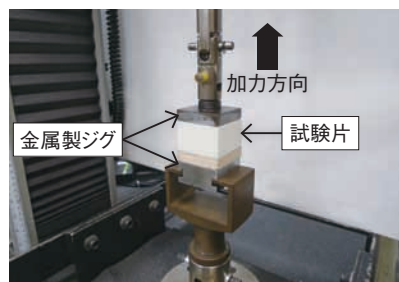


写真3 接着強さ試験の状況

6. おわりに

材料グループでは、これら機械的性能を求める強度試験の他にも、JISにおいて性能規定が定められている吸水率試験、燃焼性試験、吹付け硬質ウレタンフォームの原液粘度試験(JIS K 7117-1：プラスチック—液状、乳濁状又は分散状の樹脂—ブルックフィールド形回転粘度計による見掛け粘度の測定方法)に対応しております。お気軽にお問い合わせください。

参考文献

- 1) JIS A 9511：2017，発泡プラスチック保温材
- 2) JIS A 9521：2017，建築用断熱材
- 3) JIS A 9526：2017，建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム

【お問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

TEL：048-935-1992 FAX：048-931-9137

断熱材の室内環境に関わる性能について

(熱伝導率試験、ホルムアルデヒド放散試験、吸音率試験)

阿部恭子 中央試験所 環境グループ 主査
Kyoko Abe

吉田仁美 中央試験所 材料グループ 主査
Hitomi Yoshida

武田愛美 中央試験所 環境グループ
Aimi Takeda



阿部恭子 主査



吉田仁美 主査



武田愛美 職員

1. はじめに

断熱材は、「熱移動を少なくするための材料で化学的物質と物理的構造で断熱性能を発揮する材料の総称」とJIS A 0202¹⁾で定義されています。なお、工業用に用いられる断熱材は保温材と呼ばれていますが、ここでは断熱材という用語を使います。

本稿では、断熱材を「室内環境」という点に着目し、その性能を把握する測定・試験に関して、次の3つの項目について紹介します。

- (1)「熱伝導率試験」
- (2)「ホルムアルデヒド放散試験」
- (3)「吸音率測定」

上記の3つの測定・試験について、断熱材の室内環境の視点から関連が深い主な規格を表1に示します。

表1 断熱材の主な製品規格

規格番号	規格名称
JIS A 9504:2017	人造鉱物繊維保温材
JIS A 9510:2016	無機多孔質保温材
JIS A 9511:2017	発泡プラスチック保温材
JIS A 9521:2017	建築用断熱材
JIS A 9523:2017	吹込み用繊維質断熱材
JIS A 9526:2015	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム
JIS A 5905:2014	繊維板
JIS A 6301:2015	吸音材料

2. 熱伝導率試験

2.1 断熱性能の指標

断熱材は、使用方法や使用目的に応じ、さまざまな性能が求められます。このうち最も重要になるのが断熱性能です。断熱性能には、熱伝導率、熱抵抗、熱貫流率など、

様々な指標がありますが、均質な材料の場合、材料そのものの断熱性能は、熱伝導率で表現されることが多いです。

熱伝導率は、材料の熱の伝えやすさを表す物性値です。値が小さいほど熱が伝わりにくい材料であることを意味します。

2.2 断熱材の種類と熱伝導率

断熱材は、空げき率の高い多孔質材料で、その空げき内に空気などの気体を閉じ込めることによって、低い熱伝導率を実現しています。断熱材には多くの種類があり、それぞれ材質や空げきの量・形状などが異なるため、熱伝導率も変わってきます。このため、JIS A 9521をはじめとする断熱材の製品JISでは、材質や密度ごとに規格値が細かく規定されています。このほか、住宅金融支援機構などでは、断熱材の断熱性能を熱伝導率の高低によってA-1からFの7つに区分しています²⁾。この区分の熱伝導率と該当する代表的な断熱材の種類は、表2に示すとおりです。

2.3 熱伝導率の測定方法

断熱材が製品JISや表2に示す熱伝導率を有しているか否かは、測定して確認します。測定方法は、JIS A 1412（熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法）で規定されています。この規格は、第1部の保護熱板法（GHP法）、第2部の熱流計法（HFM法）、第3部の円筒法の3部で構成されています。このうち第1部および第2部は平板状の材料の測定方法、第3部は円筒状の材料の測定方法として分類されています。ここでは、断熱材の測定方法として最も広く普及している熱流計法について紹介します。

熱流計法による熱伝導率測定装置の代表的な構成を図1に示します。装置は加熱板と冷却板で構成され、それぞれの表面に温度センサと熱流計という熱流密度を測定するセンサが埋め込まれています。この加熱板と冷却板によって、測定したい材料に一定の温度差を付け、熱板内の各センサにより温度と熱流密度を測定し、式(1)によって熱伝導率を求めます。

表2 熱伝導率の区分と代表的な断熱材の種類²⁾

記号	熱伝導率 W/(m・K)	断熱材の種類
A-1	0.052～0.051	吹込み用グラスウールGW-1、GW-2(施工密度13K、18K) シージングボード(9mm) A級インシュレーションボード(9mm) タタミボード(15mm)
A-2	0.050～0.046	住宅用グラスウール10K相当 吹込み用ロックウール25K相当
B	0.045～0.041	住宅用グラスウール16K相当、20K相当 A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板4号 A種ポリエチレンフォーム1種1号、2号
C	0.040～0.035	住宅用グラスウール24K相当、32K相当 高性能グラスウール16K相当、24K相当、32K相当 吹込み用グラスウール30K相当、35K相当 住宅用ロックウール(マット、フェルト、ボード) A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板1号～3号 A種押出法ポリスチレンフォーム保温板1種 A種ポリエチレンフォーム保温板2種 吹込み用セルローズファイバー25K、45K、55K A種フェノールフォーム保温板2種1号、3種1号、2号 建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームA種3 吹込み用ロックウール65K相当
D	0.034～0.029	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板特号 A種押出法ポリスチレンフォーム保温板2種 A種フェノールフォーム保温材2種2号 A種硬質ウレタンフォーム保温板1種 A種ポリエチレンフォーム保温材3種 建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームA種1、A種2 高性能グラスウール40K相当、48K相当
E	0.028～0.023	A種押出法ポリスチレンフォーム保温板3種 A種硬質ウレタンフォーム保温板2種1号～4号 A種フェノールフォーム保温板2種3号
F	0.022以下	A種フェノールフォーム保温板1種1号、2号

注 最新のJISとは断熱材の種類表記が異なる場合がある。

$$\lambda = q \times \frac{d}{\Delta T} \quad (1)$$

ここに、 λ : 熱伝導率 [W/(m・K)]
 q : 熱流密度 (W/m²)
 d : 厚さ (m)
 ΔT : 温度差 (K)

式(1)からわかるように、熱伝導率は材料の厚さと温度差と熱流密度(材料を流れる単位面積あたりの熱量)の3つの測定量を組み合わせた値です。したがって、ある厚さの材料の両面に一定の温度差を付け、そのときの熱流密度を測定できれば、熱伝導率を求めることができます。

このように、比較的簡単な方法で測定できる熱伝導率ですが、信頼性の高い測定を行うためには、それぞれの測定量をいかに正確に測定できるかが鍵となります。この中で最も測定が難しいのが熱流密度です。このため、熱流計は、あらかじめ感度係数と呼ばれる熱流計の出力と熱流密度の関係を調べる校正を行う必要があります。校正には、熱伝導率が既知の校正用標準板を使います。校正用標準板を、通常の測定と同じように装置に設置して測定することで、熱流計の感度係数を求めます。なお、使用する校正用標準板の熱伝導率も正確に調べる必要があります。当セン

ターでは、国内唯一の熱伝導率校正機関として、校正用標準板の熱伝導率校正を行っています。

また、一般に、材料の熱伝導率は、温度が高くなるほど高くなります。このため、熱伝導率を規定している製品JISでは、測定時の温度条件も規定されています。断熱材をはじめ、建築材料の多くは、平均温度23℃で熱伝導率を測定することがほとんどです。同じ条件で測定することで、材料ごとの性能を横並びで比較することが可能です。

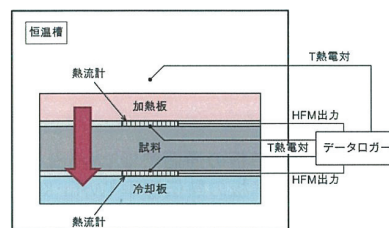


図1 熱流計法の一般的な構成

3. ホルムアルデヒド放散試験について

3.1 ホルムアルデヒドについて

断熱材を使用するときに把握すべき特性のひとつに、ホルムアルデヒド放散特性があります。

ホルムアルデヒドは、シックハウス症候群の原因物質のひとつとされている化学物質です。ホルムアルデヒドを放散する建材、または放散するおそれのある建材は、建築基準法により内装の仕上などに使用する面積に制限を受けることがあります^{3)、4)}。

断熱材の中には、ホルムアルデヒドを含む接着剤や樹脂を使用している製品があります。そのため、断熱材を建材として用いる場合には、JISの認証などで等級を明らかにする必要があります。

3.2 ホルムアルデヒド放散の等級について

断熱材におけるホルムアルデヒドの等級および規格値は、複数の製品JISで共通しています。例として、JIS A 9521の規格値を表3に示します。

表3 ホルムアルデヒド放散特性(JIS A 9521)⁵⁾

種類	区分	記号	ホルムアルデヒド放散速度 ^{注)}
グラスウール断熱材	F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	5μg/(m ² ・h)以下
ロックウール断熱材 フェノールフォーム断熱材	F☆☆☆等級	F☆☆☆☆	20μg/(m ² ・h)以下
インシュレーションファイバー断熱材 ビーズ法ポリスチレンフォーム断熱材 押出法ポリスチレンフォーム断熱材 硬質ウレタンフォーム断熱材 ポリエチレンフォーム断熱材	F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	5μg/(m ² ・h)以下

注)JIS A 9504には、F☆☆等級(ホルムアルデヒド放散速度120μg/(m²・h)以下)という区分も定義されています⁵⁾。

等級は、ホルムアルデヒド放散試験の結果である「放散速度 [単位: $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]」という値で分類されます。放散速度とは、「試験片表面の単位面積及び単位時間あたりに、どのくらいの量のホルムアルデヒドが放散されていたか」ということを示す値です。

F☆☆☆☆等級の建材は、内装などに使用するときには使用量の制限を受けません。F☆☆☆☆等級およびF☆☆☆☆等級の建材は、居室の種類と換気回数に応じて、使用量が制限されます。なお、放散速度が $120\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ を超える建材は、内装に用いることを禁じられています⁴⁾。

また、ユリア樹脂、メラミン樹脂などのホルムアルデヒドを放散する材料を使用していない製品は、試験を行わずにF☆☆☆☆を表示することが各製品JIS^{5) 6)}により認められています。

ここで、JISではホルムアルデヒド放散試験の結果を「放散速度 [単位: $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]」と呼びますが、建築基準法では「発散速度 [単位: $\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]」と表記されています。単位も少し異なりますので、注意してください。

3.3 試験方法について

JIS A 9521をはじめとする断熱材のJISでは、ホルムアルデヒド放散測定方法として、JIS A 1901 [建築材料の揮発性有機化合物 (VOC)、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法-小形チャンバー法] という試験方法規格を引用しています。試験装置の概要を、図2に示します。

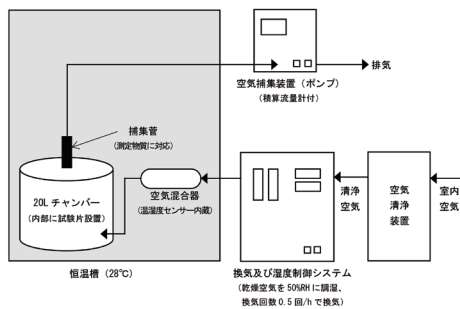


図2 小形チャンバー試験装置の概要

試験の概要は、次のとおりです。

- ①チャンバーを洗浄します。建材試験センターで保有している小形チャンバーは内容積20Lで、直径300mm、高さ300mmの円柱状の金属容器です。
- ②清浄な空気、チャンバーの換気を行います。チャンバー内部の温度は28℃、相対湿度50%、そして換気回数は0.5回/hに設定します。換気回数とは、チャンバー内部の空気が一時間当たりどれくらい入れ替わったかということを示す値です。
- ③空のチャンバー出口の空気を捕集・分析して、内部の空気が清浄であることを確認します。ホルムアルデヒドを分析するためには、DNPHという薬品が充填された菅にチ

ャンバー出口の空気を通し、その後高速液体クロマトグラフという装置で分析を行います。

④試験片をチャンバー内に設置して、換気を続けます。試験片の寸法・数量は、製品JISで規定されています。

⑤所定の時間ごとに、チャンバー出口の空気を捕集してホルムアルデヒドの分析を行います。通常、捕集と分析は試験片をチャンバーに設置してから1、3、7日後に行います。

⑥分析結果、空気の捕集量、換気回数、試料負荷率から、捕集日ごとにホルムアルデヒド放散速度を算出します。試料負荷率は、チャンバー内容積に対する試験片表面積の割合を示します。試験を行うときの断熱材の試料負荷率は、ほとんどの場合、 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3\sim 10\text{m}^2/\text{m}^3$ です。

3.4 他の試験方法について

ここでは、JIS A 9521などに引用されているホルムアルデヒドの試験方法（小形チャンバー法）について概要を説明しました。この他に、ホルムアルデヒドの試験方法には「デシケーター法」と呼ばれるJIS A 1460（建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法-デシケーター法）があります。この方法は、断熱材においてあまり用いられていないため、本稿では規格タイトルのみの紹介とさせていただきます。

4. 吸音率測定

4.1 吸音材料でもある断熱材料

断熱材として代表されるロックウールやグラスウールなどの気体の断熱性能を利用した断熱材は、気体の移動を抑えるために、細かい繊維が複雑に絡み合うような構造を持つものが多いです。この構造は、音響分野において、多孔質構造と称され、音を吸う特性を示します。この特性によって、居住空間において音の明瞭度が上がり、音が聞き易くなるなど、室内環境における快適な音環境に寄与します。

そして、このロックウールやグラスウールは、建築物などにおいて、吸音を目的に使用される「吸音材料」としてJIS A 6301⁷⁾に規定されています。断熱材でもあり、吸音材料でもあるこれらの材料は、同様の材料ですが、JISによって異なる名称が使われています。その一例を表4に示します。

表4 各規格で使用される名称の一例

基材	材料の名称 (規格番号)
ロックウール	ロックウール吸音材 (JIS A 6301) ロックウール保温材 (JIS A 9504) ロックウール断熱材 (JIS A 9521)
グラスウール	グラスウール吸音材 (JIS A 6301) グラスウール保温材 (JIS A 9504) グラスウール断熱材 (JIS A 9521)
木質繊維	インシュレーションボード (JIS A 5905) 吸音用インシュレーションファイバーボード (JIS A 6301) ハードボード (JIS A 5905) 吸音用あなきハードファイバーボード (JIS A 6301)

4.2 吸音材料の吸音性能指標

前述したロックウール吸音材やグラスウール吸音材は、吸音性能としてどのような周波数帯域で、どの程度音を吸収する特性をもつ材料であるかが評価されます。この吸音性能は、音を吸収する程度を示す「吸音率」の大きさによって序列化され、評価指標として、JIS A 6301に区分が規定されています(表5)。吸音性能による区分の値が大きいかほど吸音率が大きいことを示し、吸音性能が高いことを示しています。評価の対象となる吸音率の値は、JIS A 1409^{B)}に準拠して測定され、中心周波数250Hz、500Hz、1000Hzおよび2000Hzにおける吸音率の算術平均値で評価されます。

表5 吸音性能による区分

吸音性能による区分	吸音率の値
0.3	0.21～0.45
0.5	0.41～0.65
0.7	0.61～0.85
0.9	0.81以上

4.3 吸音材料の吸音率の測定概要

音を吸収する程度を示す「吸音率」の測定方法について触れたいと思います。吸音材料の性能を表す吸音率の測定方法には、全ての方向からランダムに音が入射する条件に相当する量を測定する方法として、JIS A 1409^{B)}が定められています。測定原理は、残響室に試料を入れた状態と入れない状態における残響時間(残響時間：拡散場において、音源を停止した後定常状態の室内音圧レベルが60dB減衰するのに要する時間と定義されています)を測定し、それらの残響時間と試料の表面積によって、吸音率を算出します。吸音率の算出式を以下に示します。

$$\alpha_s = \frac{55.3 \cdot V}{c \cdot S} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (2)$$

ここに、 α_s ：残響室法吸音率

V ：試料を入れない状態における残響室の容積 (m^3)

c ：空気中の音速 (m/s)

S ：試料の面積 (m^2)

T_1 ：試料を入れない状態における残響室の残響時間 (s)

T_2 ：試料を入れた状態における残響室の残響時間 (s)

次に、測定装置概要を図3に示します。測定装置は、残響室、音源装置、受音および記録装置から構成されます。JIS A 6301に規定されているロックウール吸音材やグラスウール吸音材は、残響室の一面(通常は床面)に密着して、壁面から1m以上離して施工します。そして、試料の

側面は、表面以外からの音の入射を避けるため、反射性の高い材料で確実に覆います。測定に必要な試料の面積は、200 m^3 程度の残響室の場合、10 m^2 と12 m^2 の間をもつものとし、幅と長さの比率に関しては、0.7～1になるように長方形にするのが望ましいとされています。また、ロックウール吸音材やグラスウール吸音材は、高音域では空気吸収の影響を受け易いので、一連の測定中は、相対湿度と温度を可能な限り一定にした状態で行います。

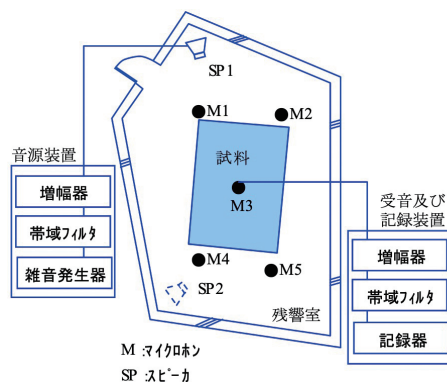


図3 測定装置概要

5. おわりに

本稿は、室内環境という視点で、断熱材の熱伝導率測定、ホルムアルデヒド放散測定および吸音率測定の3つの測定について紹介させていただきました。この3つの測定は、断熱材料の製品の安心や安全、そして高品質であることの証明でもあるJIS認証の取得の際も実施されている項目です。事業者様の目的に応じた測定の中で、材料のもちうる性能の一つでも多く見出す役割として、少しでもお役に立てれば幸いです。

参考文献

- 1) JIS A 0202：2008, 断熱用語
- 2) 住宅金融支援機構：断熱材の種類一覧, <https://www.jhf.go.jp/files/100012169.pdf> (参照：2019.04.22)
- 3) 国土交通省：建築基準法に基づくシックハウス対策について, http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000043.html (参照：2019.4.8)
- 4) 総務省行政管理局：電子政府の総合窓口 (e-GOV) 建築基準法施行令, 2018.9.12, http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=325C00000000338#210 (参照：2019.4.8)
- 5) JIS A 9521：2017, 建築用断熱材
- 6) JIS A 9523：2016, 吹込み用繊維質断熱材
- 7) JIS A 6301：2015, 吸音材料
- 8) JIS A 1409：1998, 残響室法吸音率の測定方法

最近の断熱材に関する 動向について



中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理

田坂太一

Taichi Tasaka

1. はじめに

住宅の省エネ性能は、一次エネルギー消費量と外皮性能（断熱性能）で評価されます。このうち外皮性能は、省エネだけではなく、居住者が快適で健康な生活を送る上でも重要な要素で、近年、省エネ基準を上回る外皮性能を有する住宅も増えてきています。

住宅の外皮性能は、施工する断熱材を厚くすれば向上できます。しかし、居住スペースの確保を考えると施工できる断熱材の厚さには限りがあります。加えて、ストック住宅の断熱改修は既存の内装に内張りする工法が多いため、より薄く高性能の断熱材が求められます。

このような背景から、近年、真空断熱材をはじめとする新しい建築用断熱材も開発され、住宅・建築物に利用されはじめています。本稿では、住宅の外皮性能に大きく寄与する断熱材に関する最近の動向を紹介します。

2. 各種断熱材の動向について

2.1 人造鉱物繊維断熱材・発泡プラスチック断熱材

建築用断熱材としては、主にグラスウール、ロックウールなどの人造鉱物繊維断熱材と、ポリスチレンフォーム、ウレタンフォーム、フェノールフォームなどの発泡プラスチック断熱材が使われています。これらの断熱材は、いずれも高い空げき率を有しており、材料内に気体を閉じ込めることによって0.02~0.05W/(m・K)程度の熱伝導率を実現しています。一方、静止空気の熱伝導率が0.024W/(m・K)程度であることを考えれば、今後、これらの断熱材の熱伝導率を劇的に低減することは難しいと思われます。しかしながら、断熱材生産者らの取り組みにより、最近では0.02W/(m・K)を下回る熱伝導率を有する製品も開発・製造されています。

行政側の取り組みとしては、2013年12月27日に告示された建材トップランナー制度などがあります。本制度では、グラスウール、ロックウール、押出法ポリスチレンフォームの3種類を対象断熱材としており、国内向けに出荷する製品について、目標年度である2020年度までに、出荷面

積により加重平均した数値が所定の基準熱損失防止性能（熱伝導率）を下回ることを求めています¹⁾。この目標値を満たすため、従来品の性能向上のほか、より性能に優れた高性能品へのシフトが進められているところです。

なお、2017年10月12日には建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームが準建材トップランナー制度として対象となりガイドラインが制定されたほか、硬質ウレタンフォームについても建材トップランナー制度の対象に加えるための審議がなされ、本制度への追加が検討されています。

2.2 超高性能断熱材

最近では、従来から使われる人造鉱物繊維断熱材、発泡プラスチック断熱材に加え、より熱性能に優れた新しい建築用断熱材の開発も進められています。代表的なものとしては、エアロゲルや真空断熱材があります。これらは、非常に低い熱伝導率を有することから、Super Insulation Material (SIM) とも呼ばれています。

エアロゲルは、ナノスケールの非常に小さな空げきを有する断熱材です。材料内に空気の平均自由行程よりも小さい空げきを形成することによって、気体の伝熱を抑制し、0.015~0.02W/(m・K)程度の低い熱伝導率を実現しています。光の透過性のあるものも製作できることから、窓用の断熱材としても期待されています。

真空断熱材は、グラスウールやシリカ粒子などの断熱材をガスバリア性の高い被覆材（アルミニウムはくやアルミニウム蒸着フィルムをラミネートした複合フィルム）で覆い、内部を真空状態になるまで減圧した材料です。材料内の空気そのものを減らすことで、気体の伝熱をゼロに近づけています。国内の製品は、グラスウールを芯材として使用したものが主流です。熱伝導率が0.002~0.005W/(m・K)程度と非常に低く、厚さ5~20mm程度の薄い製品が多いです。他の断熱材などと複合し、パネル化したものもあり、近年、住宅・建築物用途でも利用されはじめています。

これらの断熱材については、現在、ISO規格（エアロゲル、真空断熱材）の開発が進められているほか、ENやJIS（真空断熱材）は既に原案がとりまとめられており、国内外で標準化への取り組みが活発になされています²⁾。

2.3 その他の断熱材

その他の断熱材としては、セルローズファイバー、木質繊維断熱材、ポリエステル繊維断熱材、羊毛断熱材などの有機繊維断熱材や、金属系フィルムで構成される反射断熱材などがあります。

有機繊維断熱材は、人造鉱物繊維断熱材と同程度の熱伝導率を有するものが多くなっています。セルローズファイバーを除き、これまでJISなどの製品規格はありませんでしたが、2014年に木質繊維断熱材がJIS A 9521（建築用断熱材）に規定されたほか、ポリエステル繊維断熱材の製品JISの開発が進められているところです。羊毛断熱材については、今のところJIS化の予定はありませんが、2018年にISO規格が制定されています。

反射断熱材は、放射率の低いアルミニウムなどのフィルムと空気層を多層にし、熱線を反射することによって空気層の断熱性能を高めたものです。国内ではさほど普及していませんが、現在、ISO規格の開発が進められています。

3. 断熱材の熱伝導率の試験・評価の現状と課題

3.1 長期性能の試験・評価

性能向上が進む断熱材ですが、その熱伝導率は工場出荷時の値、すなわち初期性能で表示されているのが一般的です。一方、例えば発泡プラスチック断熱材は、経時とともに材料内部に残存する発泡ガス（空気よりも熱伝導率の低いガス）と周囲の空気が置換することで、熱伝導率が高くなっていく場合があります³⁾、性能が変化する断熱材もあることが知られています。長期性能の試験方法としては、2014年にISO規格を翻訳したJIS A 1486（発泡プラスチック系断熱材の熱抵抗の長期変化促進試験方法）が制定されていますが、長期性能の表示方法にルールがないことなどもあり、これまで本規格はさほど使われていませんでした。しかし、持続可能な建築（サステナブル建築）や建物の長寿命化などを背景に、断熱材の長期性能評価の重要性についても徐々に浸透してきており、本規格に準じた試験が行われる事例も増えてきています^{例えば4)}。真空断熱材については、経時変化が大きい製品もあることから、断熱材の製品JISとしてははじめて長期性能が規定される予定です²⁾。

ここで紹介した発泡プラスチック断熱材や真空断熱材の長期性能の試験方法は、いずれも標準的な温湿度環境下で使われ続けた場合の長期性能を予測するものです。一方、近年、台風や地震をはじめとする自然災害が増えており、これらの外力が住宅・建築物に加わった際、水分や振動などの影響で使われる断熱材に不可逆的な性能変化が生じることも予想されます。しかし、現状では、その影響について十分に明らかになっているとはいえません。今後、様々な条件下での性能変化についても測定がなされ、データが蓄積されていくことが望まれます。

3.2 高性能化への対応

断熱材の熱伝導率は、保護熱板法や熱流計法などの定常法で測定を行うのが一般的です。ほとんどの断熱材は、これらの装置によって信頼性の高い測定ができますが、試験体の熱伝導率が低く（熱抵抗が大きく）なるほど測定の不確かさが増大し、測定精度は低下します。当センターでも、SIMをはじめとする高性能断熱材の熱伝導率を測定する機会を多くいただいています。最近では装置の測定限界を超える高い性能を有する断熱材も増えてきています。断熱材の高性能化はより一層進んでいくと考えられることから、これらの断熱材の熱伝導率を精度良く測定するための方法を検討していくことも必要と考えています。

3.3 高温域の試験・評価

住宅・建築物以外の省エネという観点では、例えば耐火物などの工業用途で使われる断熱材の使用環境下における熱伝導率の測定も重要です。高温域における熱伝導率は、以前から保護熱板法や熱線法などで測定されていますが、保護熱板法は温度600℃程度までしか測定できないことや、熱線法は保護熱板法に比べより高い温度での測定できるが測定精度は劣ることなどが課題として挙げられます。加えて、現状では、測定装置が限られていることなどもあり、その信頼性評価も十分になされているとはいえません。このため、当センターでは、新たな高温域における断熱材の熱伝導率の試験方法・装置を検討・導入し、温度1200℃までの熱伝導率を測定できる体制を整備しているところです。

4. おわりに

本稿では、最近の断熱材に関わる動向について紹介しました。住宅・建築物などの省エネや、居住者の快適・健康などの観点から、断熱材の果たす役割は増してきています。当センターでも、関連する試験を数多くご依頼いただいていることから、測定の信頼性向上に努めるとともに、様々なご要望に応えられる体制を整備していきたいと考えています。

参考文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁：“トップランナー関係告示等”，https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/summary/，（参照日：2019.05.09）
- 2) （一財）建材試験センター：経済産業省委託平成30年度省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費（省エネルギー等国際標準開発（国際標準分野））【省09】断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化成果報告書，2019.2
- 3) 近藤靖史ほか：発泡プラスチック系断熱材の長期断熱性能変化の測定および数値解析，日本建築学会環境系論文集 634 pp.1361-1368，2008
- 4) 萩原伸治：フェノールフォーム断熱材の長期断熱性能推定に関する検討，建材試験情報，pp.12-17，2018.1・2月号

コンクリートの品質性能試験の合理化・省力化に関する検討

コンクリートのアルカリシリカ
反応性試験方法における
供試体形状及び貯蔵方法の検討

1. はじめに

コンクリート中に反応性鉱物を含有する骨材（反応性骨材）が含まれていると、コンクリート中の高いアルカリ性を示す水溶液と反応して、アルカリシリカゲルが生成される。アルカリシリカゲルが生成されると骨材周囲のセメントペーストより水を吸収・膨張し、その膨張圧によって反応性骨材周囲のセメントペーストが破壊される。この現象をアルカリシリカ反応（ASR）という。ASRが進行すると、コンクリート構造物の表面に巨視的なひび割れが発生する。

骨材のアルカリシリカ反応性のある特定の条件下で判定する試験方法として、JIS A 1145（化学法）及びJIS A 1146（モルタルバー法）の二種類の方法が規定されている。ただし、ASRは複雑な反応であり、コンクリートに有害な反応が生じるか否かは、骨材の性質のみならず、コンクリートに使用される他の材料の性質や調合、温度・水分等の環境条件といった種々の要因によって影響される。

骨材単独の評価となる両試験と種々の要因との対応が希薄であるという問題点は、実際に使用される材料・調合を用いたコンクリートでアルカリシリカ反応性を判定することにより解決できる。コンクリートでのアルカリシリカ反応性試験方法は、日本コンクリート工学協会での研究を経て、日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N「原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」の付3.JASS 5N T-603「コンクリートの反応性試験方法」（コンクリートバー法）¹⁾に規定された。

また、原子力発電所関連施設は一般建築物に比べて、高い安全性と信頼性が要求される建築物であり、高温や放射線にさらされるなど反応が起こりやすい条件下に有ることから、アルカリシリカ反応性に関しては、コンクリートバー法による慎重な対応がとられてきた。

同方法は有用な試験方法だが、測定毎の厳重な被覆処理に手間がかかることや、転倒しやすい供試体を鉛直保持して貯蔵するため注意を要することなど、試験方法上改善の余地がある。

そこで本報では、現行方法の測定及び貯蔵をより省力化し安全に反応性の評価が可能か検討するために、本報提案方法で実験を行った結果²⁾を報告する。

2. コンクリートバー法（反応性試験方法）の概要

現行試験方法の概要を以下に、試験状況を写真1～写真10に示す。

- (1) 実際に使用するコンクリートの材料及び調合を用い、ミキサーで練り混ぜる。練り上がったフレッシュコンクリートのスランプ空気量等を確認した後、容積が既知の3つの容器に分取する。これに所定のアルカリ量を添加し、再度均一になるまでスコップで練り混ぜる。
アルカリは粒状水酸化ナトリウムを使用し、酸化ナトリウム (Na₂O) 当量で、それぞれ1.2kg/m³、1.8kg/m³及び2.4kg/m³となるように添加する。添加量の下限値1.2kg/m³はセメント等の材料のアルカリの変動量に安全率を考慮した数値となっている。1.8kg/m³及び2.4kg/m³はその1.5倍及び2倍にあたるが、アルカリ量を3段階とすることで、膨張を起こす最低アルカリ量の推定を考慮している³⁾。
- (2) 供試体はJIS A 1129-3（モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法－第3部：ダイヤルゲージ方法）に規定するものとし、両端部にゲージプラグをセットした鋼製型枠（10cm×10cm×40cm）内にアルカリを添加したフレッシュコンクリート試料を詰め、JIS A 1132（コンクリートの強度試験用供試体の作り方）に従って作製する。供試体は同一条件に対して3個とする。



写真1 フレッシュコンクリートの試験状況



写真2 フレッシュコンクリートの分取状況



写真3 アルカリの添加状況



写真4 供試体の成形状況

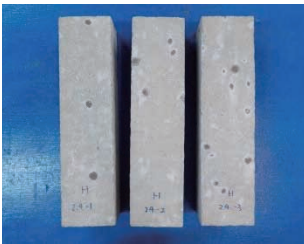


写真5 供試体の脱型後の状況



写真6 供試体の被覆状況(吸水紙)



写真7 供試体の被覆状況(ゴム止め)



写真8 供試体の被覆状況(ポリ袋)

脱型後の供試体は、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内にて、JIS A 1129-3に準じてダイヤルゲージ方法で基長を測定する。

(3) 基長測定後の供試体は、表面を吸水紙で二重に覆ったのち、網袋に入れ(当センターではゴム止めで代替している)、厚手のポリエチレン製の袋に密閉し、封印する。

(4) 被覆後の供試体は、温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内にて、架台を用いて長さ方向を鉛直に保持して貯蔵する。

(5) 長さ変化の測定は、材齢1、2、3、4、5、6か月時に $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内にて、基長測定と同様の方法で行う。

供試体は、測定の前日に、 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内から取り出して測定室内に移動した後被覆したまま放冷し、供試体温度を測定室内温度に近づけ、被覆を外して長さ変化を測定したのち、再び被覆し、温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内に戻す。

なお、供試体は測定後、前の期間とは上下逆の位置にして保存する。

(6) 反応性の有無は、同一条件の3体の供試体の平均値で判定する。次のふたつの条件が同時に満たされる場合に、対象としたコンクリートは、反応性なしと判定し、そうでない場合は反応性ありと判定する。

①材齢6か月における長さ変化率(膨張率)が、いずれのアルカリ添加量においても0.1%未満であること。

②材齢6か月において、膨張率が0.1%になるときのアルカリ添加量推定値(臨界アルカリ量)がマイナス $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下、またはプラス $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であること。



写真9 長さ変化測定状況(ダイヤルゲージ方法)



写真10 供試体の 40°C 恒温室内での貯蔵状況

3. 現行試験方法の改善点と本報の提案方法

3.1 現行試験方法の改善点

現行試験方法では、貯蔵時に吸水紙で被覆してビニール袋で密封するという被覆作業に手間がかかること、吸水紙による滑りで供試体が滑りやすいこと、 $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の縦長供試体を鉛直保持するため貯蔵時に転倒しやすいこと、鉛直保持時に端部の細かいゲージプラグに自重がかからないよう注意を要すること、供試体が約 10kg と重量があるため測定毎の移設が負担であることなど、試験方法に注意や手間を要する。

3.2 本報の提案方法の概要

本報提案方法の概要を以下に、試験状況を写真11～写真14に示す。

供試体の形状は、現行方法の 10kg の角柱供試体($100 \times 100 \times 400\text{mm}$)両端にゲージプラグを埋め込んだものに対し、本報提案方法では 3.6kg の円柱供試体($\phi 100 \times 200\text{mm}$)とした。円柱供試体はゲージプラグを事前に埋め

込むことはできないため、脱型直後に、ゲージプラグ付ステンレスバンドを100mm間隔で2個巻いた(検長100mm)。

この方法は既存コンクリート構造物から採取したコンクリートコアを対象とする残存膨張量試験で用いられており、日本コンクリート工学会の規準JCI-S-011(コンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法)⁴⁾等で用いられている(JCI-S-011は旧JCI-DD2が改正されたものである)。

貯蔵時はモルタルバー法で用いている湿気箱に供試体を保存し、40±2℃の恒温室に静置した。本報では内寸29cm×22cm×21cmのもの(4cm×4cm×16cmの供試体9体用)を使用し、底面に水を張り、箱内側面や蓋裏面に吸水布を貼り、湿気を確保した。

この方法では、脱型時のバンド取り付け作業は発生するものの、現行方法に比べ、測定毎の被覆処理の手間が減り、貯蔵時に転倒しづらく、軽量化によって供試体移設時の負担が減るといった利点がある。

4. 本報の実験計画の概要

4.1 供試体のコンクリート

供試体作製のコンクリートは、化学法で「無害でない」と判定された粗骨材及び細骨材、普通ポルトランドセメント、イオン交換水を用いて作製した。コンクリートの調合は水セメント比(W/C)36%、細骨材率(s/a)43.9%、単位水量(W)160kg/m³、スランプ12±2.5cm、空気量4.5±1.5%とした。アルカリ添加量は現行通り、3段階の水酸化ナトリウムを用いた「あと添加」とし、スコップで練り混

ぜた(アルカリ添加量1.2kg/m³、1.8kg/m³、2.4kg/m³)。

4.2 供試体及び試験条件

供試体及び試験条件の概要を表1に示す。2.に示した現行方法どおりの[角柱-吸水紙-DG]、3.2に示した本報提案方法の[円柱-湿気箱-CG]を各アルカリ添加量について3体計画し、併せて、φ100mm円柱供試体を現行同様に被覆貯蔵した[円柱-吸水紙-CG]、更に軽量化を図ったφ75mmの円柱供試体を湿気箱で貯蔵した[円柱φ75-湿気箱-CG]を各アルカリ添加量について1体ずつ計画した。

4.3 測定条件

JIS A 1129-2、-3に準じて長さ及び質量を測定し、各変化率を算出した。質量は現行方法では必須ではないが、湿気確保の判断のため測定した。測定間隔は1か月とした。

5. 本報の実験計画の概要

試験結果の一覧(6か月測定時)を表2に、アルカリ添加量と膨張率の関係を図1に、試験結果の詳細を図2～図11[長さ変化率と促進材齢の関係、質量変化率と促進材齢の関係]に、試験後の状況を写真15～写真22に示す。

5.1 長さ変化率(膨張率)

現行方法[角柱-吸水紙-DG]の添加量2.4kg/m³では平均で0.12%と、判定基準である膨張率0.1%を超えていたが、提案方法[円柱-湿気箱-CG]の添加量2.4kg/m³では平均で0.05%と、0.1%を超えたものはなかった。現行の判定基準をそのまま適用すると、提案方法の膨張率では「反応性なし」と判定される。また臨界アルカリ量の算



写真11 供試体へのステンレスバンド取付状況



写真12 供試体へのステンレスバンド取付後の状況



写真13 長さ変化測定状況(コンタクトゲージ方法)

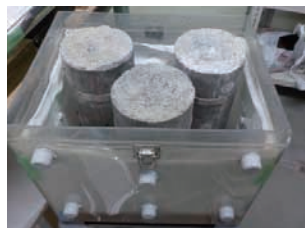


写真14 円柱供試体の湿気箱内での設置状況

表1 供試体及び試験条件の概要

記号	試験方法	形状(mm)	貯蔵方法	測定方法	アルカリ添加量(kg/m ³)	数量
角柱-吸水紙-DG	現行	角柱 100×100×400	吸水紙	JISA1129-3 (ダイヤルゲージ方法)	1.2, 1.8, 2.4	各3体
円柱-湿気箱-CG	提案	円柱 φ100×200	湿気箱	JISA1129-2 (コンタクトゲージ方法)	1.2, 1.8, 2.4	各3体
円柱-吸水紙-CG	参考		吸水紙		1.2, 1.8, 2.4	各1体
円柱φ75-湿気箱-CG		湿気箱	1.2, 1.8, 2.4		各1体	

出においても[円柱-湿気箱-CG]では、交点が求まらないため無限大となり、「反応性なし」となった。ただし、目視観察では、両種類の添加量1.8kg/m³及び2.4kg/m³のほとんどの供試体でひび割れが確認できた(表2中の赤字)。本結果のように、膨張率0.1%未満でもアルカリシリカ反応性によるひび割れが観察されることはあるため、ひび割れを伴う膨張率の判定基準の設定自体が難しいとも言える。膨張の収束期間も考慮する必要があるものの、提案方法での基準値は、現行の1/2程度に小さくなると予想される。(図1参照)

また、参考として行った[円柱-吸水紙-CG]は、[円柱-湿気箱-CG]の3体の各値の範囲内であった。

同じく参考として行った[円柱φ75-湿気箱-CG]の添加量2.4kg/m³では、初期から急速な膨張を示した。添加量1.2kg/m³や1.8kg/m³ではφ100の[円柱-湿気箱-CG]の3体の範囲内であった。添加量2.4kg/m³では、骨材量及び分布の偏りの影響が大きく出た可能性がある。検長区間を短くし、かつ供試体を小さくすると、このようなばらつきが大きくなることが予想されるため、小形化にあたってはφ100mmでの検討が優先であると判断した。

5.2 質量変化率

[円柱-湿気箱-CG]に比べ、[角柱-吸水紙-DG]の方が、質量変化率は大きい傾向にあった。また、ひび割れ発生による影響は、長さ変化率のように明確にはみられなかった。どちらも、吸水紙での被覆又は湿気箱内で乾燥しないようにはしているものの、カナダ法やデンマーク法等のように液中に浸すという方法をとっていないため、ひび割れからの吸水はあまりなされなかったと考えられる。

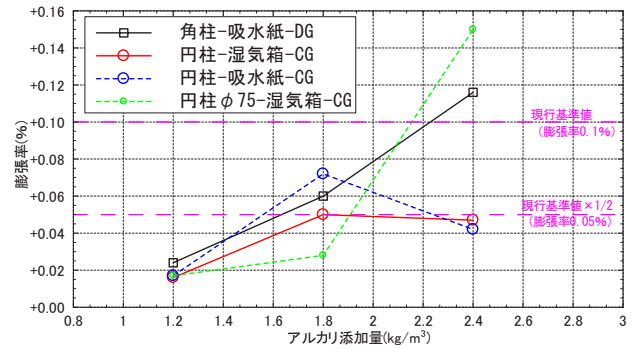


図1 アルカリ添加量と膨張率(6か月時)の関係

表2 試験結果の一覧(6か月測定時)

アルカリ添加量	供試体番号	長さ変化率(膨張率)(%)				質量変化率(%)			
		角柱-吸水紙-DG	円柱-湿気箱-CG	円柱-吸水紙-CG	円柱φ75-湿気箱-CG	角柱-吸水紙-DG	円柱-湿気箱-CG	円柱-吸水紙-CG	円柱φ75-湿気箱-CG
1.2kg/m ³	No.1	0.014	0.021	0.017	0.017	1.02	0.87	0.93	0.84
	No.2	0.011	0.015	—	—	0.99	0.90	—	—
	No.3	0.046	0.011	—	—	1.06	0.90	—	—
	平均	0.024 (100)	0.016 (67)	0.017 (71)	0.017 (71)	1.02 (100)	0.89 (87)	0.93 (91)	0.84 (82)
1.8kg/m ³	No.1	0.076	0.017	0.072	0.028	1.15	0.82	1.01	0.96
	No.2	0.055	0.054	—	—	1.12	0.85	—	—
	No.3	0.048	0.079	—	—	1.11	0.91	—	—
	平均	0.060 (100)	0.050 (83)	0.072 (120)	0.028 (47)	1.13 (100)	0.86 (76)	1.01 (89)	0.96 (85)
2.4kg/m ³	No.1	0.098	0.043	0.042	0.150	1.05	0.91	1.01	1.10
	No.2	0.119	0.067	—	—	1.16	0.88	—	—
	No.3	0.132	0.031	—	—	1.17	0.91	—	—
	平均	0.116 (100)	0.047 (41)	0.042 (36)	0.150 (129)	1.13 (100)	0.90 (80)	1.01 (89)	1.10 (97)

[備考] 1) 平均下段の()内は角柱の値に対する比率を%で示す。
 2) 参考の二種類はNo.1の1体のみのため、平均はNo.1の値を示す。
 3) 表中の赤字の供試体は表面にひび割れが観察されたことを示す。

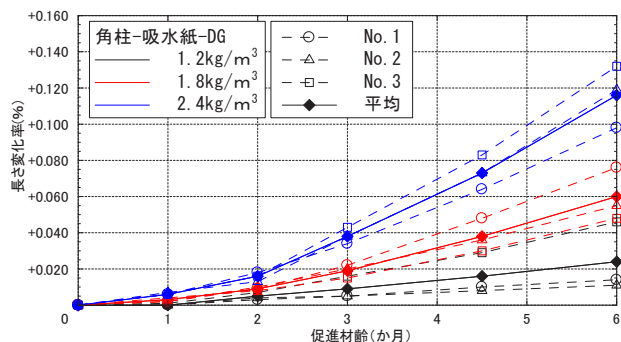


図2 長さ変化率試験結果(角柱-吸水紙-DG)

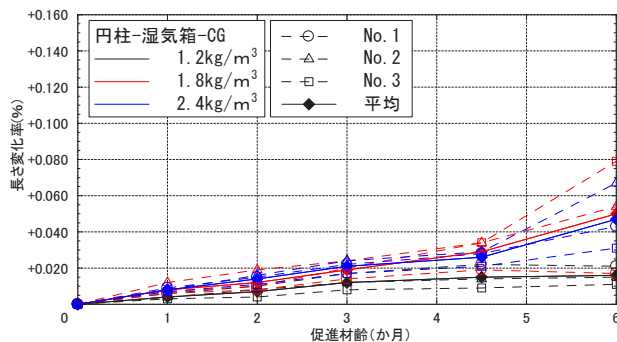


図3 長さ変化率試験結果(円柱-湿気箱-CG)

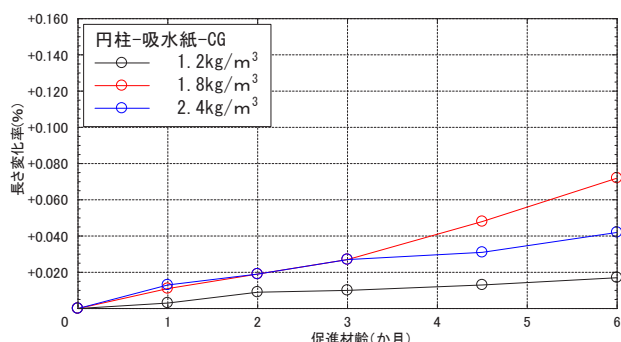


図4 長さ変化率試験結果(円柱-吸水紙-CG)

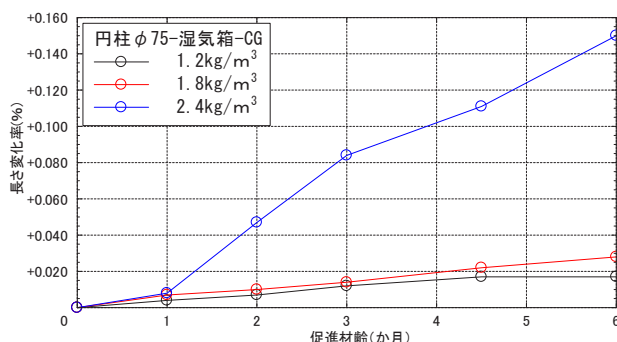


図5 長さ変化率試験結果(円柱φ75-湿気箱-CG)

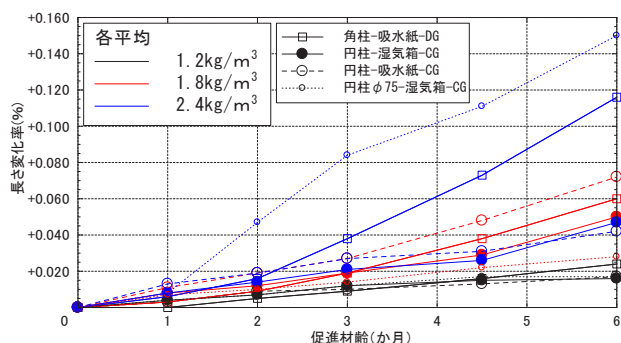


図6 長さ変化率試験結果(平均の比較)

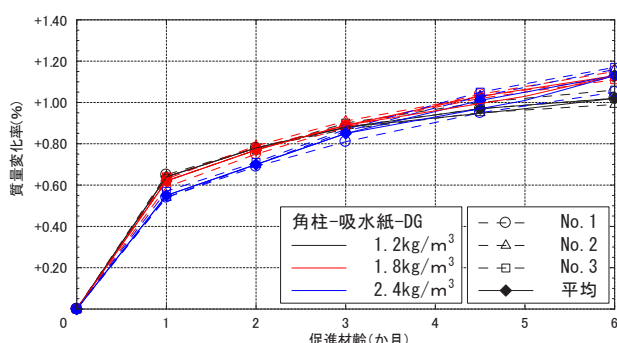


図7 質量変化率試験結果(角柱-吸水紙-DG)

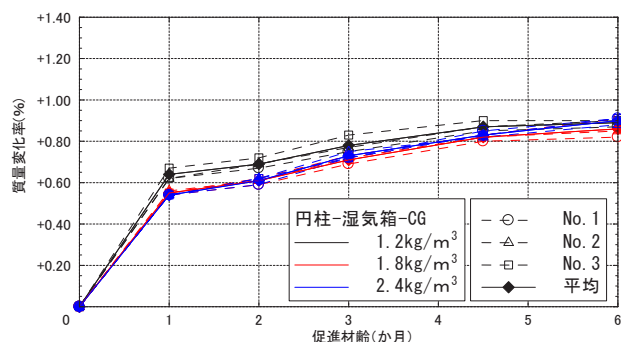


図8 質量変化率試験結果(円柱-湿気箱-CG)

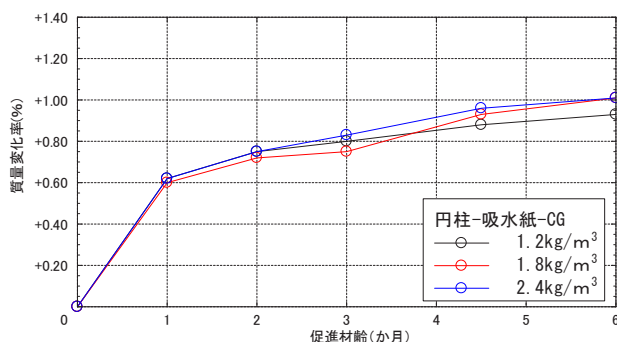


図9 質量変化率試験結果(円柱-吸水紙-CG)

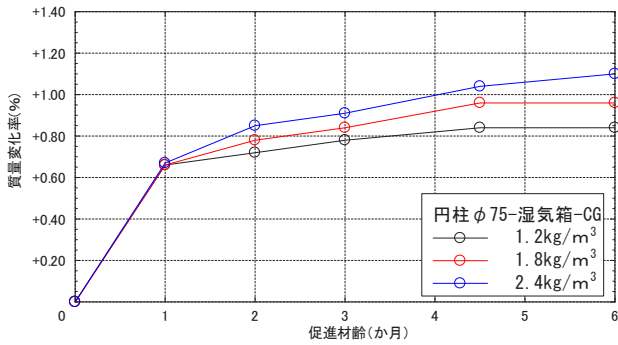


図10 質量変化率試験結果(円柱φ75-湿気箱-CG)

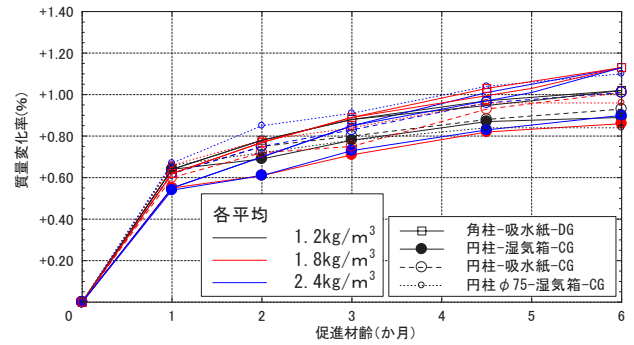


図11 質量変化率試験結果(平均の比較)

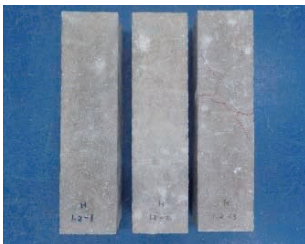


写真15 試験後の状況
(角柱-吸水紙-DG1.2kg/m³)

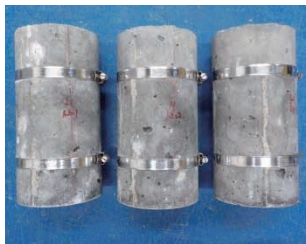


写真16 試験後の状況
(円柱-湿気箱-CG1.2kg/m³)

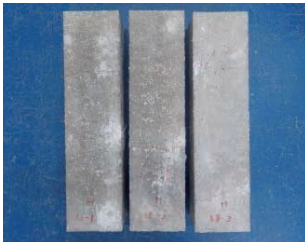


写真17 試験後の状況
(角柱-吸水紙-DG1.8kg/m³)

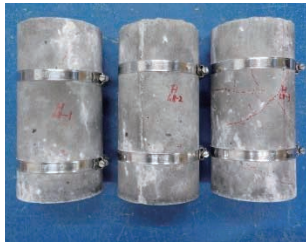


写真18 試験後の状況
(円柱-湿気箱-CG1.8kg/m³)



写真19 試験後の状況
(角柱-吸水紙-DG2.4kg/m³)



写真20 試験後の状況
(円柱-湿気箱-CG2.4kg/m³)



写真21 試験後の状況
(円柱-吸水紙-CG)



写真22 試験後の状況
(円柱φ75-湿気箱-CG)

6. まとめ

コンクリートのアルカリシリカ反応性試験方法に関して、供試体形状及び貯蔵方法について検討した。

本報提案の円柱供試体を湿気箱に貯蔵する方法で行った場合は、現行の角柱供試体を吸水紙で被覆する方法で行った場合に対して、長さ変化率(膨張率)及び質量変化率が小さくなる傾向があった。ただし、本報提案方法でもアルカリシリカ反応性によるひび割れの発生は確認することができ、JISモルタルパー法と同様に反応性を促進する環境は確保できていたと考えられる。

膨張率の判定基準は、現行より小さい範囲になると考えられるが、膨張が収束する期間を含めて検討の余地がある。

そのほか、供試体を小さくしたことで、あと添加したアルカリが偏った際の影響が大きくなった懸念があるため、供試体作製方法についても検討する余地がある。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N, 2013年版及び2001年版
- 2) 若林和義, 中村則清：コンクリートの反応性試験方法における供試体形状及び貯蔵方法についての検討, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集, pp239-240, 2018.9
- 3) 日本コンクリート工学会：JCI規準 コンクリートのアルカリシリカ反応性試験方法 JCI-S-010-2017
- 4) 日本コンクリート工学会：JCI規準 コンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法 JCI-S-011-2017

author



若林和義

Kazuyoshi Wakabayashi

中央試験所 材料グループ 主査

<従事する業務>
無機材料の品質性能試験

グラスウールの水溶性成分の化学分析

グラスウール保温材の溶出試験

comment

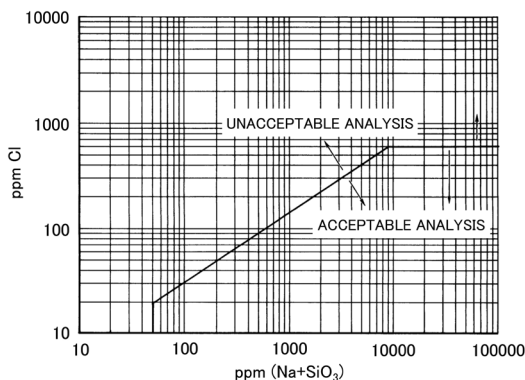
今回試験を行った試料は、グラスウール保温材である。グラスウール保温材は、JIS A 9504 (人造鉱物繊維保温材) によると「ガラス原料及びガラスを溶融し、繊維化したもの (以下、グラスウールという。) を用いて作られた保温材」¹⁾ である。グラスウール保温材は、断熱性および吸音性に優れており、加工しやすく不燃材料であることから、建築物の壁、天井、床、屋根の断熱材および吸音材、空調ダクトなどの配管の断熱材として幅広く利用されている。JIS A 9504によると、グラスウール保温材は、形状によって6種類に分けられ、本試料の種類は、グラスウールにバインダを用いて円筒状に成形した「保温筒」である (写真1 参照)。

本試料は、ステンレス配管の保温材として使用されている可能性があり、その使用可否の判断基準は、ASTM C 795 (Standard Specification for Thermal Insulation for Use in Contact with Austenitic Stainless Steel) の Fig 1 で示すように使用許容域の範囲内にあるかどうかで判断されている (解説図1 参照)。試験方法の詳細は、ASTM C 871 (Standard Test Methods for Chemical Analysis of Thermal Insulation Materials for Leachable Chloride, Fluoride, Silicate, and Sodium Ions) で規定されており、F、Cl、Na、Si の4元素が試験対象となっている。今回は ASTM C 871 に準拠した方法で試験を行った。蒸留水中に細かくした試料を入れて煮沸し、ろ過後のろ液を使用して、F、Cl はイオンクロマトグラフを、Na、Si は ICP 発光分光分析装置を用いて各元素の濃度を測定し、含有率を算出した。なお、SiO₃ の濃度は Si の濃度から換算し、SiO₃ の含有率を算出した。この結果を基に、Cl と Na+SiO₃ の含有率を解説図1 にプロットしたところ、使用許容域の範囲内であることが確認された。

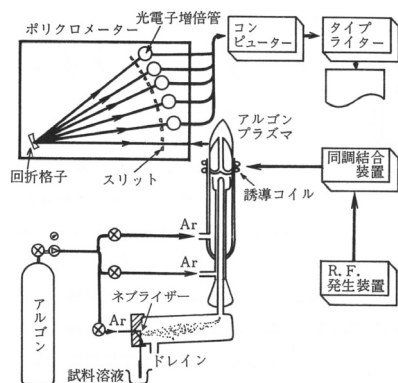
本試験に使用した装置のうち ICP 発光分光分析装置は、解説図2 に示すように構成され、試料溶液から吸い上げられた液体はネブライザーを通して霧状になり、アルゴンガスと共に 6000~10000K のアルゴンプラズマ内に導入された後、元素の解離原子またはイオンが放出する発光スペクトルを回折格子で波長毎に分け、光電子増倍管で検出するシステムとなっている。ICP 発光分光分析装置は、約 70 種類の元素が同時定量可能であり、高感度 (ppm~数十 ppb オーダー) での結果が得られる装置である。



写真1 グラスウール保温材



解説図1 ClとNa+SiO₃の値による使用許容域²⁾



解説図2 ICP発光分光分析装置の概略図³⁾

1. 試験内容

グラスウール保温材の溶出試験 (F、Cl、Na、Si) を行った。

2. 試料

試料の概要を表1に、搬入時の試料の外観を写真1に示す。

表1 試料の概要

一般名称	グラスウール保温材
種類	保温筒
搬入日	平成30年10月24日
数量	約550g

3. 試験方法

1Lのビーカーにはかりを用いて試料を20.0g、蒸留水を400.0gはかりとった。その後、この溶液を200rpmの振とう機を用いて30秒間振とうしたのち、30±5分間煮沸した。煮沸後、水浴で室温まで放冷し、蒸留水の量が500.0gとなるよう蒸留水を入れた。この溶液を200rpmの振とう機を用いて30秒間振とうし、ろ紙(5種B)を用いて吸引ろ過を行った。なお、ろ液の始めの一部は共洗いに使用し、ろ過が完了したろ液を溶液Aとした。

溶液Aについて、FおよびClは、JIS K 0127 (イオンクロマトグラフィー通則) に規定されるイオンクロマトグラ

フを、NaおよびSiはJIS K 0116 (発光分光分析通則) に規定されるICP発光分光分析装置を用いて測定した。

溶液AのSiO₃濃度は、溶液AのSi濃度を用いて、式(1)より算出した。

$$\begin{aligned} \text{溶液AのSiO}_3\text{濃度 (mg/L)} \\ = \text{溶液AのSi濃度 (mg/L)} \times \frac{76.09}{28.09} \end{aligned} \quad (1)$$

F、Cl、Na、SiおよびSiO₃の含有率は、溶液Aのそれぞれの濃度を用いて、式(2)より算出した。ただし、水の体積(mL)は、水の密度を1g/cm³として、水の質量(g)から求めた。

$$\begin{aligned} \text{含有率 (}\mu\text{g/g)} = \\ \text{溶液Aの濃度 (mg/L)} \times \frac{\text{水の体積 (mL)}}{\text{試料の質量 (g)}} \end{aligned} \quad (2)$$

4. 試験結果

試験結果を表2に示す。

5. 試験の期間、担当者および場所

期間	平成30年12月10日
担当者	材料グループ 統括リーダー 藤巻敏之 統括リーダー代理 中村則清 岡田裕佑 (主担当)
場所	中央試験所

表2 試験結果

回数 (回)	試料の質量 (g)	水の質量 (g)	溶液Aの濃度 (mg/L)					含有率 (μg/g)				
			F	Cl	Na	Si	SiO ₃	F	Cl	Na	Si	SiO ₃
1	20.01	500.00	0.18	0.51	64.96	46.36	125.58	4.50	12.74	1623.19	1158.42	3137.93
2	20.00	500.00	0.16	0.43	64.60	46.32	125.47	4.00	10.75	1615.00	1158.00	3136.75
平均	—	—	0.17	0.47	64.78	46.34	125.53	4.25	11.75	1619.10	1158.21	3137.34

参考文献

- 1) JIS A 9504 : 2017, 人造鉱物繊維保温材
- 2) ASTM C 795, Standard Specification for Thermal Insulation for Use in Contact with Austenitic Stainless Steel
- 3) 黒田六郎, 杉谷嘉則, 渡川雅美共著: 分析化学, 裳華房, 2004

author for comment

岡田裕佑

Yusuke Okada

中央試験所 材料グループ 主任

<従事する業務>
セメントや混和材、モルタルなどの無機材料の物理試験および化学分析試験

(発行番号: 第18A2348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(抜粋・編集して掲載)。

information

材料グループでは、今回紹介したグラスウール保温材以外の有機材料や無機材料に関する化学分析試験も行っている。化学分析試験に関するご依頼・ご質問については、以下までご連絡頂ければ幸いです。

【お問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

TEL : 048-935-1992

FAX : 048-931-9137

様々な建築部材や屋外設置物の耐風圧性・防水性を確認する

大型送風散水試験装置

1.はじめに

近年、台風の大型化や100mm/hを超えるゲリラ豪雨によって多くの建物などの被害が発生しています。そのため、建物外皮を構成する建築部材の耐風圧性、防水性について、より安全・安心を付与することが求められています。これらの性能を確認する場合、圧力箱方式または送風散水方式を用いた試験が一般的です。

圧力箱方式の試験装置は、主に圧力箱および散水装置で構成されます。この方式は、建具（サッシおよびドア）、外壁および屋根材などの試験体屋外側に加圧・減圧するための圧力箱を取り付け、試験体の屋内外で圧力差を発生させます。建具では、耐風圧性としてJIS A 1515（1983年制定）、水密性としてJIS A 1517（1984年制定）、外壁および屋根材を含む建築用パネルではJIS A 1414（1973年制定、2010年にJIS A 1414-1～4に分割）などの規格に採用されています。

送風散水方式の試験装置は、主に送風機および散水装置で構成されます。この方式は、試験体へ送風機で所定の風速に設定した風を吹き付け、耐風圧性、防水性を確認します。なお、この方式を採用したJISはなく、当センターが制定したJSTM L 6401（換気ガラリの防水性試験方法）、一般社団法人日本建築学会が制定した建築工事標準仕様書・同解説JASS12屋根工事の「参考資料5.3 強風を伴う

降雨に対する水密性評価 A：送風散水方式による評価」などの団体規格があります。これら団体規格の適用範囲ではない製品、部材および材料などは標準化された規格が存在しないため、その都度、試験・評価方法を検討し、試験を実施します。

当センターでは、試験体および試験の目的によって圧力箱方式または送風散水方式のいずれかを選択し、試験を実施しています。今回の試験設備紹介では、送風散水方式を採用した『大型送風散水試験装置』を紹介します。

2.大型送風散水試験装置について

当センターが保有する大型送風散水試験装置の外観を写真1および写真2に、仕様を表1に示します。試験装置は、560kWの電動機、電動ダンパー付き吸込み口、吹出口、風速測定装置（ピトー管）、散水装置、制御装置、試験体設置用ターンテーブルなどで構成されています。

2018年12月に新しく吹出口（開口寸法幅2.0m×高さ2.0m）を追加導入しました。3つの吹出口を試験目的に応じて、送風範囲や設定風速を使い分け、試験を実施しています。

各吹出口の前方には、降雨を想定した散水装置を設置することも出来ます。また、電動ダンパーの設定により、風の種類を定常風・脈動風・突風の3条件から設定することが出来、実際の風雨を想定した試験が可能となります。

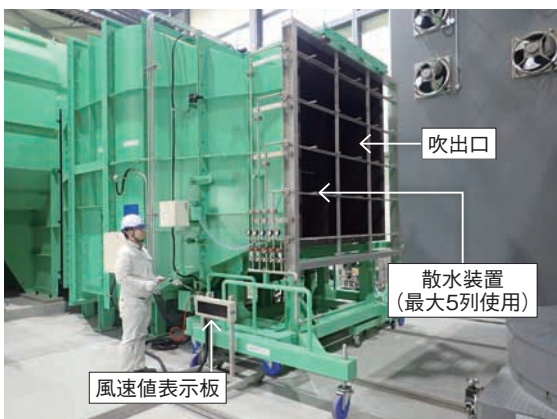


写真1 試験装置の外観(送風口側)



写真2 試験装置の外観(ターンテーブル側)

表1 大型送風散水試験装置の仕様

項目		仕様		
吹出口 開口寸法		W 1.4m H 1.4m	W 2.0m H 2.0m	W 2.5m H 2.5m
最大風速		66m/s	47m/s	33m/s
脈動風	周期	3.6～5.0秒		
	風速比 高風速：低風速	1：0.5～1：0.7		
突風	立上り時間	3.0秒		
	風速比 高風速：低風速	1：0.4		
噴霧水量		2～6L/(min・m ²)		
ターンテーブル	外径	φ3m		
	最大積載荷重	2t		
	角度設定範囲	±170度		
	最大回転速度	±1.5度/秒		

表2 試験実績の例(2017年2月から2019年2月)

試験方法	試験体
送風	屋根材 (写真3)
	看板
	防護柵
	ルーバー
	太陽光パネル
	バルコニーデッキ
送風散水	屋上緑化用資材
	屋根材
	壁
	キャビネット (写真4)
	パワーコンディショナ
	宅配ボックス
	換気口



写真3 瓦葺き屋根の送風試験



写真4 キャビネットの送風散水試験

3.試験対象について

大型送風散水試験装置を使用した試験実績の例を表2に示します。

試験は、屋根材や壁といった建物外皮を構成する様々な建築部材をはじめ、看板やキャビネットといった屋外設置物も対象としています。気密性が低い(隙間が大きい)試験体も実施することができ、また、隅角部を有する試験体のように複合的な取り合い部分に対しても評価することが出来ます。

送風(耐風圧性)試験は、試験体を実際の施工に準じてターンテーブル上に設置し、段階的もしくは特定の風速で送風を行います(写真3)。試験体の変形・損傷など風圧力に耐える性能を確認することが出来ます。

送風散水(防水性)試験は、送風試験と同じく試験体を試験設備に設置後、送風を行うと同時に試験体全面に水を噴霧しながら行います(写真4)。試験体内部への漏水状況・漏水位置など風雨に耐える性能(または水の浸入を防ぐ程度)を確認することが出来ます。

4.おわりに

当センターでは、様々な建築部材や屋外設置物に対して送風散水試験を実施しております。試験規格が無い製品については、打合せにより試験方法を設定し実施することも出来ますので、是非試験装置を活用していただけますようお願い申し上げます。

試験方法について、ご不明な点やご質問などがありましたらお気軽にご相談下さい。

author

牧田 智明
Tomoaki Makita

中央試験所 環境グループ
<従事する業務>
動風圧試験

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ
TEL : 048-935-1994
FAX : 048-931-9137

省エネルギー基準などの制度における熱性能値の引用根拠を明確化

JIS R 3106 および JIS R 3107 の改正

1. はじめに

JIS R 3106 (板ガラスの透過率・反射率・放射率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法) は、建築用板ガラスの可視光、日射および常温熱放射に対する特性の試験方法および算定方法を標準化するために1985年に制定された試験方法規格である。この規格の対応国際規格である ISO 9050 は1990年に制定された。

一方、JIS R 3107 (建築用板ガラスの熱貫流率の算定方法) は、建築用板ガラスの伝熱特性である熱貫流率の算定方法を定める ISO 10292 が1994年に制定され、この対応規格として1998年に制定された規格である。なお、この JIS R 3107 の制定にあわせて、関連する JIS R 3106 も1998年に改正された。

その後、JIS R 3106 の対応国際規格 (ISO 9050) が2003年に改正²⁾されたことを受け、国際整合化および近年の省エネルギー基準に関連する制度における板ガラスの熱性能値の引用根拠としての明確化を目的として、JIS R 3106 および JIS R 3107 の両規格の改正が行われた。

今回の改正は、板硝子協会内に JIS 原案作成委員会を組織し、改正原案の作成を行ったものである。本稿では、JIS R 3106 および JIS R 3107 の両規格の改正原案作成時における主な改正内容について規格の解説^{3, 4)}を基に紹介する。

2. 今回の改正の趣旨

「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」の施行により、建築物の省エネルギー基準が2017年4月から大規模非住宅建築物に適合義務化され、その後、建物用途・規模に応じて義務化のレベルは異なるが、順次、対象範囲が拡大される状況にある。省エネルギー基準では、窓ガラスの熱性能値が建築物の省エネルギー性能における計算の入力条件となるため、JIS 準拠の方法で評価した熱性能値の提示の必要性が高まっている。しかし、JIS R 3106 の旧規格では、規定された日射波長領域が1998年改正時の測定装置の制約のため、対応国際規格に比べて狭い範囲を標準としており、対応国際規格と同等の波長領域を採用

することは選択肢としていたため、結果の表示に一貫性を保てなかった。また、JIS R 3107 の旧規格では、中空層に使用する特殊ガスを封入した複層ガラスや、中空層を真空にした真空ガラスなどは適用範囲外であるため、厳密には JIS に基づいた熱性能値として示すことができなかった。さらに、JIS R 3106 および JIS R 3107 の旧規格では、熱性能の算出過程に簡易化のための仮定 (ガラス温度固定) が許されており、一般社団法人リビングアメニティ協会が運営し、広く運用されている窓の熱性能計算プログラム “WindEye” の計算ロジック (ガラス温度を収束計算によって求める) とは完全には整合しない状況にあり、省エネルギー基準対応のためには、これらの問題を解消する必要があった。

今回の改正では、これらの課題に対応した改正作業を行い、国内において複数存在する窓ガラスの熱性能の算出手順の整合を図るとともに、国際規格の活動・制定状況を考慮して、可能な限り対応国際規格との整合を図った。

3. 改正原案の作成中の審議事項および改正内容

3.1 JIS R 3106 について

(1) 規格の構成

今回の改正では、対応国際規格である ISO 9050 に整合したものとするため、規格の構成を変更した。対応国際規格との箇条構成の比較を表1に示す。

(2) 審議中に特に問題となった事項

本規格の改正作業では、当初、旧規格の適用範囲にある “ただし、型板ガラスなど拡散透過性のガラスは除く。” の記載を削除することを改正点の一つに挙げていた。この除外規定は、1998年改正当時は可視光、日射および常温熱放射のいずれの波長領域も拡散光に対する分光測定が可能な装置が一般に普及していないことによるものであった。一方、対応国際規格では、“拡散透過光及び拡散反射光を全て捉えることのできる十分に大きな開口をもつ積分球を用いること” との定性的な記述ではあるが、要求事項を付して、拡散透過性のガラスの分光測定に適用できることとしている。そこで、今回の改正において、拡散透過性のガ

表1 対応国際規格との箇条構成の比較表 (JIS R 3106)

JIS R 3106	ISO 9050
1 適用範囲	1 Scope
2 引用規格	2 Normative references
3 用語及び定義	3 Determination of characteristic parameters
4 記号及び添字	—
5 分光透過率及び分光反射率の測定	3.2 Performance of optical measurements
6 分光透過率、分光反射率及び分光吸収率の算定方法	3.3 Light transmittance 3.4 Light reflectance 3.5.6 Secondary heat transfer factor towards the inside
7 可視光透過率及び可視光反射率の算定方法	3.3 Light transmittance 3.4 Light reflectance
8 日射透過率、日射反射率及び日射吸収率の算定方法	3.5.3 Solar direct transmittance 3.5.4 Solar direct reflectance 3.5.5 Solar direct absorptance 3.5.6 Secondary heat transfer factor towards the inside
9 日射熱取得率の算定方法	3.5 Total solar energy transmittance (solar factor) 4 Reference values
10 報告	5 Test report
附属書 A (規定) 分光特性の換算方法	Annex A (normative) Calculation procedure
附属書 JA (規定) 合わせガラスの分光特性の換算方法	—
附属書 JB (規定) 常温熱放射の波長域における分光反射率及び分光透過率の測定方法並びに垂直放射率の算定方法	—
附属書 JC (参考) JIS と対応国際規格との対比表	—
附属書 JD (参考) 技術上重要な改正に関する新旧対照表	—

ラスの取扱いを審議するに当たり、拡散系ガラスの分光測定を対象としたラウンドロビンを実施した。テストでは、欧米で主流となっている直径150mmの積分球と、国内で一般的に使用されている直径60mmの積分球の2種類を用いた。テストの結果、拡散の度合いが大きいガラス板ほど各社の測定結果に差違が生じることが確認され、国内の各測定機関の現有装置のままでは拡散系ガラスの分光測定を標準化することはできないとの判断に至り、今回の改正でも、型板ガラスなどの拡散透過性のガラスは本規格の適用範囲外とした。

(3) 主な改正点

① 規格の名称

透過率・反射率・放射率は試験によって得られるものであり、日射熱取得率はこれら試験によって得られた結果を計算式に代入して得られるものであることから、タイトルもこの内容に合わせて「板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法」に変更した。これに合わせて、英語の名称も変更した。

② 算定方法 (箇条6～箇条9)

計算手順を明解にするため、箇条構成を大幅に変更した。箇条6ではガラス板の分光特性の計算式、箇条7では可視光特性を求める計算式、箇条8では日射特性を求める計算式、更に箇条9では日射熱取得率を求める計算式および計算条件、というように、各計算式をまとめる形式に整理した。ただし、旧規格からの計算式の変更はない。

③ 日射特性 (箇条8および箇条9)

日射特性の対象波長領域について、300～2500nmの波長領域を標準条件に変更した。1998年改正時に普及していた分光測光器の制約のため、旧規格では300～2100nmを標準とし、これを超える波長領域は選択肢としての扱いであった。現在、我が国で一般的に使用している分光測光器では300～2500nmの波長領域の測定が可能となっており、対応国際規格および欧州規格EN 410においても日射の対象波長領域は300～2500nmとされていることから、今回の改正ではこれを標準条件とするように変更した。

④ ガラス板の間の中間層の熱コンダクタンス (箇条9)

旧規格では、複層ガラスの中間層の熱コンダクタンスの算定に必要なガラス板および中空層気体の温度について、2枚のガラス板から成る複層ガラスに限って標準値を定めている。3枚以上のガラス板から成る複層ガラスの場合には、室外温度、室内温度および受照日射量を境界条件として、ガラス板の温度および中空層の熱コンダクタンスを反復循環収束による数値計算によって求めることを規定していた。このように、複層ガラスの構成によって計算方法の取り扱いが異なることは混乱を招くこと、2枚のガラス板からなる複層ガラスでも実際には仕様によって温度分布が異なること、近年はコンピュータプログラムにより収束計算が容易に実施可能であることなどの理由によって、今回の改正では、複層ガラスを構成するガラス板の枚数によらず収束計算を実施することを標準の計算手順とし、2枚のガラス板から成る複層ガラスに限って旧規格の温度規定の計算手順を用いてもよいと補助的な位置づけとした。これに関連して、温度収束計算の境界条件としての受照日射量は、旧規格では記載されていなかったが、今回の改正では、JIS A 2103⁵⁾ およびISO 15099⁶⁾ を参考にして、夏期500W/m² および冬期300W/m² と規定した。また、旧規格の温度収束計算に用いるガラス板の温度の計算式の不具合を修正した。

⑤ 分光特性の換算方法 (附属書Aおよび附属書JA)

ガラスの厚さ違い、薄膜と基板との組合せ違いおよび合わせガラスの構成違いの場合の分光特性の換算方法を、**附属書A** および **附属書JA** に追加した。これらは今回新規に追加された内容であるが、対応国際規格および欧州規格EN 410⁷⁾ の附属書に規定されている。

⑥ 常温熱放射の波長域における算定方法 (附属書JB)

旧規格では本文中に記載されていた内容を**附属書JB** に集約した。現在、ISO/TC160 (Glass in building) において、ガラス表面の放射率の測定方法および修正放射率の算

定方法を規定する欧州規格EN 12898⁹⁾を基に新しい国際規格を制定する動きがある。これは、この国際規格が発行した後に対応するJISの制定を容易とするためのものである。

(4) 懸案事項

① 標準日射スペクトル

日射特性を算出するとき分光特性に乗じる日射スペクトル(重係数)は、1998年の改正においてISO 9845-1⁹⁾のAM(Air Mass)=1.5の直達日射スペクトルを採用しており、これを踏襲した。一方、対応国際規格では2003年の改正時にISO 9845-1の全天日射スペクトルを採用している。なお、米国では窓の日射熱取得率の算定はISO 15099に基づいて対応国際規格に規定された日射スペクトルを引用しているが、窓の熱性能評価システムを運用するNFRCでは改正原案と同様に、ISO 9845-1の直達日射スペクトルを採用している。また、欧州規格EN 410では、CIE No.85によるAM=1.0の全天日射スペクトルを採用している。このように、各国各規格で標準日射スペクトルの出典が様々であり、対応国際規格の日射スペクトルが共通に使われている状況ではない。日射スペクトルの種類によって日射特性の結果は数%の差を生じることもあり、海外製品との性能の比較のためには、本規格の日射スペクトルの変更も視野に入れて、国際的に共通の日射スペクトルの採用を働きかけていくことが今後の検討課題である。

② 室外および室内の表面熱伝達率

今回の改正では旧規格を踏襲し、対応国際規格とは熱伝達率が異なる。対応国際規格を審議するISO/TC160/SC2では、対応国際規格に関連する欧州規格EN 410との整合化を視野に入れて対応国際規格を改正しようとする動きがある。今後、対応国際規格の改正作業が進捗したときは、本規格の表面熱伝達率を対応国際規格に一致させるか否かの検討が課題となる。また、鉛直窓以外の窓(傾斜窓)における板ガラスの表面熱伝達率については、本規格、対応国際規格およびEN 673¹⁰⁾のいずれにも記載していないので、ISO 15099およびISO 6946¹¹⁾を参考にするなどして、新たに導入することを検討することが課題である。

③ 常温熱放射の波長域における分光測定および

放射率の算定方法

今回の改正において、常温熱放射の波長域における分光測定と垂直放射率の算定について附属書JBに集約した。なお、前述の3.1(3)⑥に記載したとおり、今後の国際規格の動向を注視し、新たに国際規格が発行した後は、これに対応するJISを制定することが課題となる。この場合には、附属書JBとJIS R 3107の附属書Aに規定する放射率の決定方法を合体することとなる。

3.2 JIS R 3107について

(1) 規格の構成

今回の改正では、対応国際規格であるISO 10292に整合したものとするため、規格の構成を変更した。対応国際規格との簡条構成の比較を表2に示す。

表2 対応国際規格との簡条構成の比較表(JIS R 3107)

JIS R 3107	ISO 10292
1 適用範囲	1 Scope
2 引用規格	—
3 用語及び定義	2 Definition
4 記号及び添字	3 Symbols and indices
5 基礎式	4 Basic formulae
6 基礎的な材料物性値	5 Basic material properties
7 室外側・室内側の表面熱伝達率	6 External and internal heat transfer coefficients
8 標準の値	7 Reference values
9 報告	—
附属書A(規定)放射率の決定方法及び気体の物性値	Annex A(normative) Determination of emissivity and gas properties
附属書JA(規定)真空層の熱コンダクタンスの計算方法	—
附属書JB(規定)フィルム材で分割した中空層の熱コンダクタンスの計算方法	—
附属書JC(参考)ガラス温度収束計算の例	—
附属書JD(参考)JISと対応国際規格との対比表	—
附属書JE(参考)技術上重要な改正に関する新旧対照表	—

(2) 審議中に特に問題となった事項

前述のJIS R 3106の3.1(3)④で記載した“ガラス板の間の中層の熱コンダクタンス”と同様に、JIS R 3107においても、板ガラスの構成によって計算手順が異なることが問題となっていた。2枚のガラス板から成る複層ガラスの標準温度を用いる方法は、計算者の負荷を軽減するために、対応国際規格でも採用されている。しかし、近年はコンピュータプログラムにより収束計算が容易に実施可能になった。また、窓の熱性能計算プログラム“WindEye”においても、複層ガラスを構成するガラス板の数によらず、ガラス板の温度の収束計算を実行する計算ロジックを採用しており、複層ガラス仕様の違いによる中空層の熱コンダクタンスの差を精緻に取り扱うことができるようになってきている。このような背景を考慮し、今回の改正において算定方法をどのように規定するかが議論となった。審議の結果、JIS R 3106と同様に、複層ガラスを構成するガラス板の枚数によらず収束計算を実施することを標準の計算手順とし、従来のガラス板の温度差および平均温度の標準値を用いる計算手順は補助的な位置付けに変更することとした。

(3) 主な改正点

① 規格の名称

最近の熱性能の表示において、ガラスの熱抵抗の算出を求められることがないため、「熱抵抗」をタイトルから削除しても差し支えないと判断し、「板ガラス類の熱抵抗及び建築における熱貫流率の算定方法」から「建築用板ガラスの熱貫流率の算定方法」に変更した。これに合わせて、英語の名称も変更した。

② 適用範囲 (箇条1)

近年は、JIS、省エネルギー基準、各種制度などにおいて熱貫流率が引用されている状況を考慮し、また、国際対応規格に整合させて、熱抵抗に関する記述を削除した。

③ 熱コンダクタンス (箇条5)

前述の3.2 (2) 審議中に特に問題となった事項において記載したとおり、板ガラスの構成によって計算手順が異なることが問題となっていた点を見直し、改正を行った。

④ 気体の物性値 (附属書A)

対応国際規格に整合させて、放射率の決定方法および気体の物性値を附属書Aとして設置した。また、気体の物性値の一覧は、旧規格および対応国際規格に記載される気体に加えて、ヘリウム、ネオンおよびキセノンの物性値を追加した。ヘリウムおよびネオンの追加は、防音性能を目的とした複層ガラス製品の中空層に封入されることに対応するためのものである。キセノン封入した複層ガラス製品は一般的ではないが、アルゴンおよびクリプトンに次ぐ低い熱伝導率の不活性ガスとして欧州規格EN 673には既に記載されているため、今回の改正で追加した。

⑤ 真空層の熱コンダクタンス (附属書JA)

国内市場に対応するために、真空層の熱コンダクタンスの計算方法を規定する附属書JAを追加した。この計算方法は、ISO 19916-1¹²⁾ (改正原案作成時はFDIS) と同一のものである。

⑥ フィルム材で分割した中空層の熱コンダクタンス (附属書JB)

国内市場に対応するために、複層ガラスの中空層をガラス板でない樹脂製フィルム材で分割した中空層の熱コンダクタンスの計算方法を規定する附属書JBを追加した。この計算方法は、ISO 15099を参考としたもので、ガラス板とは異なり遠赤外域の常温熱放射を透過する材料を含む複層ガラスの熱平衡を解く方法である。

⑦ ガラス温度の収束計算結果の例 (附属書JC)

計算結果の妥当性を確認できるようにするため、ガラス温度収束計算の結果の例を示した附属書JCを追加した。

(4) 懸案事項

① 室外および室内の表面熱伝達率

今回の改正では旧規格を踏襲し、対応国際規格とは熱伝達率が異なる。前述のJIS R 3106の3.1 (4) ②で記載した内容と同様に、対応国際規格を審議するISO/TC160/SC2における動向に応じて検討する予定である。

② 垂直放射率および修正放射率

対応国際規格に整合させて、垂直放射率および修正放射率の決定方法を附属書Aに集約した。前述のJIS R 3106の3.1 (4) ③で記載したとおり、将来、この国際規格が発行した後は、附属書Aの放射率に関する部分とJIS R 3106に規定される常温熱放射の領域での分光測光器による測定方法を合体することとなる。

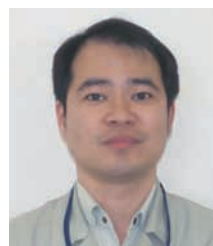
4. おわりに

JIS原案作成委員会の主な審議事項および改正内容について紹介した。JIS R 3106およびJIS R 3107は建築の窓関係における熱性能の評価方法として最も重要な規格である。この規格基準紹介がJIS R 3106およびJIS R 3107を使用する皆様の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) ISO 10292:1994 "Glass in building -- Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing"
- 2) ISO 9050:2003 "Glass in building -- Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors"
- 3) JIS R 3106:2019 (板ガラスの透過率・反射率・放射率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法)
- 4) JIS R 3107:2019 (建築用板ガラスの熱貫流率の算定方法)
- 5) JIS A 2103:2014 (窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算)
- 6) ISO 15099:2003 "Thermal performance of windows, doors and shading devices -- Detailed calculations"
- 7) EN 410:2011 "Glass in building. Determination of luminous and solar characteristics of glazing"
- 8) EN 12898:2001 "Glass in building - Determination of the emissivity"
- 9) ISO 9845-1:1992 "Solar energy -- Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions -- Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1.5"
- 10) EN 673:2011 "Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Calculation method"
- 11) ISO 6946:2017 "Building components and building elements -- Thermal resistance and thermal transmittance -- Calculation methods"
- 12) ISO 19916-1:2018 "Glass in building -- Vacuum insulating glass -- Part 1: Basic specification of products and evaluation methods for thermal and sound insulating performance"

author



萩原伸治

Shinji Hagihara

中央試験所 環境グループ 統括リーダー
博士 (工学)

<従事する業務>
環境部門における業務の統括

2018年度調査研究事業報告

調査研究課

当センターでは、官公庁・自治体や民間企業・団体などからの委託を受け、政策の普及促進や国内外の標準化活動、技術開発を支援する試験・評価方法の開発等を目的とした調査研究を実施している。調査研究の課題はその時々々の社会ニーズに沿ったものが多く、近年では「省エネルギー」、「資源の有効活用」、「地球温暖化対策」、「居住環境の安全・安心」といった課題を中心に、試験・評価方法の開発を進めている。

本稿では、2018年度に委託を受けて実施した事業のうち、6件の調査研究及び1件の実証事業（表1参照）について、その成果概要を報告する。

表1 委託調査研究事業及び実証事業 一覧

No.	件名	依頼者	実施期間
1	断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化	野村総合研究所	2017～2019年度
2	乳幼児製品の共通試験方法—隙間・開口部による身体挟み込みに関するJIS開発	日本規格協会	2017～2019年度
3	建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法（デシケーター法）のJIS開発	日本規格協会	2017～2019年度
4	潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発	日本規格協会	2018～2020年度
5	建築物に使用する木質構造用ねじの要求性能及び評価基準に関するJIS開発	日本規格協会	2018～2020年度
6	建築材料等に関するサンプル調査に係る試験・評価	建築性能基準推進協会	2018年度
7	環境技術実証事業（ETV事業）	環境省	2018年度

1. 断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化

1.1 事業概要

2014年度～2016年度に実施した「高温環境下での熱拡散率測定方法（周期加熱法）の国際標準化」事業による検討結果、及び2014年度～2016年度に実施した「グリーン建材・設備製品に関する国際標準化・普及基盤構築」事業による検討結果を基に、①800℃以上の高温環境下での熱拡散率測定方法（周期加熱法）、②断熱材の比熱の測定方法—DSC法の国際提案、及び③真空断熱材の製品JISの作成を目的に事業を実施した。

1.2 成果

(1) ISO/WD 21901 高温環境下での熱拡散率測定方法（周期加熱法）（Test method for thermal diffusivity of thermal insulation --Periodic heat method）；

既往の検討結果を踏まえて作成された規格原案をもとに新規提案（NP）し、Pメンバーの多くから賛成され、かつ、エキスパート5か国を確保でき、NPとして正式に登録された。その後、9月にノルウェー王国・オスロ市において開催されたISO/TC163/SC1国際会議¹⁾の開催期間中にミーティング（WG19）を開催し、規格原案について検討した。検討の結果、作成段階（20.20）に到達した。

(2) ISO/NP 24144 断熱材—断熱材の比熱の測定方法—DSC法（Thermal insulation -- Test method for Specific heat capacity of thermal insulation for buildings in the high temperature range -- DSC method）；

規格原案を開発し、2019年2月に新規提案を行い、投票が開始され、新規プロジェクト案の審議(00.20)に到達した。

(3) 真空断熱材の製品JIS

真空断熱材（写真1参照）の製品JISを開発するにあたり、2017年度末の時点では、ISO/CD16478（Thermal insulation products for buildings -- Vacuum insulation panels（VIP）- Products specification；建築用断熱材-真空断熱材（VIP）-製品の仕様）を参考に規格開発を進める予定であった。しかし、その後の規格開発に関する議論の進捗が悪いこと、議論の経過から日本の製品の評価が適切に行われない可能性が高くなったことから、既往の事業における



写真1 真空断熱材の例

検討内容を基にJIS開発を行うこととした。事業実施の成果として、真空断熱材の製品規格（建築用真空断熱材）と真空断熱材の長期耐久性の測定方法規格（建築用真空断熱材の見掛けの熱伝導率の長期変化試験方法）の2つのJIS原案として取りまとめた。

1.3 今後の計画・取り組み

2019年度は、国際提案した2つのテーマ（ISO/WD 21901及びISO/NP 24144）について、ISO発行に向けてプロジェクト段階を進めるよう、審議及び実験データ等の蓄積を行う予定としている。

JIS原案については、日本工業標準調査会での審議等において適切な説明をするなどの対応を行う予定である。

2. 乳幼児製品の共通試験方法—隙間・開口部による身体挟み込みに関するJIS開発

2.1 事業概要

本事業は、乳幼児による“製品の隙間・開口部による身体挟み込み”の事故の軽減・予防を目指し、製品の隙間・開口部に対する安全性を確認するための一般的な試験方法のJIS原案作成を行うものである。

2.2 成果

2017年度は事業開始年度であり、事業を進めるにあたり必要となる基礎データ（国内外の規格・基準類、事故事例調査データ）を収集し、検討を行った。2018年度は、2017年度の検討結果等に基づき、次の業務を実施した。

(1) つま先～大腿部の試験プローブの作製及び検証

つま先～大腿部の挟み込み事故が多いことから、当該部位の挟み込み安全性確認試験方法もJIS原案に取り入れることが2017年度に決定された。2018年度は、当該試験方法に必要な試験プローブ（簡易的な人体部位の模型）の作製・検証を次のとおり行った。

① 事故事例調査データの再整理

2017年度に実施した事故事例調査データに対し、足部及び脚部がどのような製品・箇所に挟み込みが発生したかについて再整理を行った。

② 試験プローブの寸法に関する調査

試験プローブ作製に必要な寸法データについて、文献調査を実施した。しかし、十分に寸法データが得られないことが判明したため、別途、寸法の実測調査を実施した。

③ 試験プローブの形状及び寸法

実測調査の結果が得られるまで時間がかかるため、文献調査の結果を基に試験プローブの寸法を決定した。また、

他の規格を参考とし、試験プローブの形状を決定した。

④ 試験プローブの作製・検証

試験プローブを3Dプリンターで作製し、試験プローブの有用性等を確認すべく検証を実施した。

(2) JIS素案の検討

2017年度の委員会において、JIS原案は、“乳幼児共通規格—機械的及び落下のハザード—隙間・開口部による身体挟み込み”[NITE案]を基とし、CEN TR 13387 (Child use and care articles - General safety guidelines)も参照しながら作成することが決定された。そのため、NITE案、CEN TR 13387の構成、内容を確認し、JIS素案の構成及び内容を検討した。

(3) 情報収集

2018年度は、本委員会委員及び分科会委員として玩具、公園遊具、自転車、乳幼児用製品関連の団体及びメーカーから新たに参画してもらい、各業界における事故防止に関連する知見を提供してもらいながら、本委員会及び分科会にて議論を行った。

2.3 今後の計画・取り組み

2019年度は、事業の最終年度となり、次の課題に取り組む予定である。

(1) つま先～大腿部の挟み込み安全性確認試験方法の作成

2018年度は、文献調査に基づく数値により試験プローブを作製し検証を行ったが、2019年度は、実測調査のデータも踏まえ改めて試験プローブを作製し、検証する必要がある。この検証結果を基に、試験方法を作成する。

(2) JIS原案の作成

JIS素案の内容及び上記(1)で作成した試験方法も踏まえ、JIS原案を作成する。

3. 建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法（デシケーター法）のJIS開発

3.1 事業概要

JIS A 1460（建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法—デシケーター法）は、日本国内の工場等でホルムアルデヒド放散量を把握するための方法として広く用いられ、長年にわたって測定実績があり、また、ボード類などの製品規格に引用されている。しかし、本規格で試験を行う際に用いるデシケーター [JIS R 3503（化学分析用ガラス器具）に規定する呼び寸法240mmのもの。以下、「現行品」という。] は、国内での生産が終了しており、関係工業会によれば今後の生産見込みもないとのことから、

当該代替品（以下、「代替品」という。）を選定して規定を見直す必要が生じている。そこで、代替品について検討を行い、検討結果を踏まえてJIS A 1460の改正原案を作成することを目的として本事業を実施した。

3.2 成果

(1) 代替品の検討

2017年度の検討によって代替品候補として選定したガラスデシケーターについて、現行品との関係性及び規格への準拠状況について調査した。その結果、ISO 13130 (Laboratory glassware - Desiccators : 実験用ガラス器具 - デシケーター) に準拠する製品は欧米でも流通しており、これを引用することで国際的な整合が可能となることから、ISO 13130に準拠する製品を代替品の有力な候補として検討を進めた。また、今後の入手可否を確認するために流通状況について調査したところ、規格に準拠していないガラスデシケーターも多く販売されているものの、ISO 13130準拠品のデシケーターは今後も国内での流通が見込まれることが確認できた。これにより、「ISO 13130に準拠した、呼び径250mmの玉蓋付タイプのデシケーター」が代替品に適したものであると判断し、JIS A 1460のラウンドロビン試験を実施して検証を行うこととした。

なお、規格が廃止されてISO 13130に移行したDIN 12941 (Vacuum desiccators for laboratory use : 実験用真空デシケーター) に準拠した製品や、規格への準拠を謳っていない製品（例えば、PYREX® デシケーター）でも寸法がISO規格と同等なものがあることが確認できた。

(2) ラウンドロビン試験の実施

(1)に該当する代替品候補と現行品（写真2参照）の比較のために、ラウンドロビン試験を実施した。試験は、6つの機関（国土交通大臣が指定する指定性能評価機関の評価実績を基に選定した。）において、2種類の試料（MDF素板



代替品候補

現行品

写真2 代替品候補と現行品

のF☆☆☆☆及びF☆☆)を用いて行った。

その結果、全ての機関において「2組の試験結果」はその平均値の±20%以内であり、JIS A 1460の8.8 (計算)の規定を満たした。また、参考までに確認したところ、試験結果は、ほぼ総平均値の±20%以内であった。代替品候補の平均値と現行品の平均値には、小数点以下2桁まで算定した場合でも大きな違いは見られず、小数点以下1桁算定の場合には、総平均値・代替品候補平均値・現行品平均値の全てが一致した。

(3) 代替品に関する放散性状把握に向けた検討

理論的な検討を行うために、数値計算を行ったところ、ラウンドロビン試験で得られた試験結果は、理論上、対象とした建材が内部拡散支配型放散の場合の結果に一致するものとなった。数値計算によっても、現行品の代替品として使用可能であることが確認できた。デシケーター法で測定される建材の大部分は、内部拡散支配型と考えられるが、蒸散支配型であっても測定が可能ないように、2019年度は、等価拡散距離の統一について検討することとした。

3.3 今後の計画・取り組み

最終年度となる2019年度は、これまでに得られた結果及び検討した内容を基としつつ、規格利用者の実情なども考慮し、改正すべき内容を横断的に検討して、JIS A 1460の改正原案を完成させる予定である。特に、現行品の使用者に対して、本規格の改正によって混乱等の影響が出ないよう配慮する必要がある。

4. 潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発

4.1 事業概要

2017年度に、蓄熱建材コンソーシアムからの委託で建材試験センター規格JSTM O 6101 (潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法 (熱流計法)) (以下、JSTMという。)を開発した²⁾。これをもとに、潜熱蓄熱材を使用した建築材料 (図1参照)の蓄熱特性試験方法のJIS開発を目的とし、3か年計画で進められている事業の初年度として行った事業である。

4.2 成果

2017年度に、調査研究の成果としてJSTMを発行した。2018年度は、JSTMに規定する測定方法の妥当性の検証を充実させるために、ヒアリング・文献調査等により試験対象となり得る製品の種類、形状、熱物性 (蓄熱量、相変化温度)の調査を行い、利用実態・周辺状況を確認した。また、これに併せて、測定精度や再現性等について他の試

験方法との比較を行うなどの方法によって検討した。JIS素案に関しては、タイトルや適用範囲に関する方針を決めるとともに様式的な問題についてチェックを行った。

4.3 今後の計画・取り組み

試験方法の検証という観点では、2018年度中に実施した測定は十分な数を得られたとは言えず、さらなるデータ蓄積が課題である。一方、JIS素案については、測定法やデータ処理法といった技術的な問題の検討が継続課題である。なお、潜熱蓄熱材を実際に利用する際に、特に重要な指標である有効蓄熱量の測定方法について、さらに実験・検討を進める予定である。

5. 建築物に使用する木質構造用ねじの要求性能及び評価基準に関するJIS開発

5.1 事業概要

近年、我が国では中・大規模建築物の木造化が進められており、その普及に資する接合具として、良質な、集成材の接合部分に用いられるねじ（以下、木質構造用ねじという。）の普及が必要である。木質構造用ねじは、これまで欧州を中心に規格開発が進められてきており、曲げ、引張、ねじり等の構造性能を定める試験方法はあるものの必要な強度に関する規定はなく、また、地震等による繰り返し荷重に対する要求性能の規定もない。こうした背景から、本事業では、木質構造用ねじのJISを開発することを目的とした。

5.2 成果

(1) 開発するJISについての検討

まず、制定すべきJISの方向性や種類等について審議を行い、本事業で開発するJISは、木質構造用ねじ単体の特性に絞ったものを対象とすることとした。また、木質構造用ねじに求められる性能を検討した結果、曲げ強さ、引張強さ及びねじり強さとし、併せて、ねじ頭部のせん断破断

の危険性に対する試験方法についても検討することとした。さらに、地震荷重も想定したうえで我が国における木質構造用ねじの構造性能を評価できる試験方法を定めることを目指すこととした。進め方としては、試験方法の制定を重視して先行しつつ、併せてその試験によって得られる各種試験結果から建築設計（主に構造設計）に活用できる諸数値（基準強度や許容応力度など）を導き出す手法の整備も目指し、さらに、木質構造用ねじにおける製品規格制定も視野に入れながら、検討を行うこととした。

(2) 予備実験の実施

(1)に基づき、木質構造用ねじの各種要求性能に対する試験方法を定めるにあたって、EN規格やISO規格をベース又は参考としつつ、我が国における合理的な試験方法の立案と、試験ジグや装置の試作、及びその妥当性の検証実験を行った。2018年度は、曲げ試験、繰り返し曲げ試験及びねじり試験について検討を進めるとともに、頭部破断の確認試験を行った。

頭部破断試験については、ねじり試験又は引張試験で包含できるかどうかを今後検討することとし、また、引張試験は2019年度に実施する予定とした。

(3) 市場調査

現在市場に流通している木質構造用ねじの実態調査を行った。その結果、呼び径6mm未満、全長100mm未満、木質構造用ねじとしては比較的小型の製品が圧倒的に多く流通しており、呼び径6～8mm、全長200mm前後の中型製品が、次いで流通していた。中型製品の潜在需要が多いと考えられるものの実績が伴っていない一因に、製品規格や性能が明確になっていない等の、使いたくても使えない事情があると推察された。

(4) JIS骨子の検討

JISの骨子について、規定が必要な項目を抽出し、その規定内容の検討を開始したところである。

[製品例]



図1 潜熱蓄熱材を用いた製品の例³⁾

規定項目及び規定内容の検討は、2019年度以降に引き続き実施する。

5.3 今後の計画・取り組み

2年目(2019年度)以降の活動予定として、市場流通品の調査を継続して行い、本事業で想定すべき適用範囲を把握する。その適用範囲を踏まえて、各種試験方法についての検証実験を継続して行い、JISとしての標準試験方法を決定していく。さらに、その試験方法を用いて市場流通品の試験を行うことで、性能の規定値を定めることを視野に入れて必要な性能データを収集していく予定である。

6. 建築材料等に関するサンプル調査に係る試験・評価

当該調査は、国土交通大臣により認定された仕様とは異なる仕様の建築材料等の製造・販売の発生防止を目的に実施されている。

調査研究課では当該調査のうち、建築基準法第37条の指定建築材料のコンクリート及びALCパネル(軽量気泡コンクリートパネル)を対象として、既認定工場から一定数のサンプルを選定し、調査を実施した。工場の現地調査では、告示で要求されているコンクリート及びALCパネルの試験の実施並びに管理記録等の確認を行い、大臣認定仕様の適合性検証を行った。

次年度以降、サンプル数を増やすべく、当該調査は継続される予定である。

7. 環境技術実証事業(ETV事業)

7.1 事業の目的・内容

環境技術については、既に実用化された技術であっても、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない場合がある。本事業は、既に実用化された先進的環境技術に対して環境保全効果等の性能を第三者が客観的に実証することを目的に、2003年度より開始された。

2018年度は、7つの技術分野にテーマ自由枠を加えた8分野で実証対象とする技術の募集が行われた。当センターでは、このうちの1つの技術分野である「ヒートアイランド対策技術分野(建築物外皮による空調負荷低減等技術)」について、実証機関としての業務を遂行した。

7.2 成果

(1) 実証対象技術の公募

2018年7月31日～8月20日の期間において、実証対象技

術の公募を行ったところ申請がなく、同年9月4日～9月25日に再公募を行ったところ、この期間にも申請はなかったため、2018年度は当該分野での実証は行わなかった。

(2) 広報・普及啓発活動

広報・普及啓発活動として、以下の活動を行った。

①「空気調和・衛生工学会大会(名古屋)技術展示会」に出展し、実証対象技術の申請者及び使用者を対象に、2019年度以降のETV事業の概要や技術分野の実証内容について説明を行った。

②実証対象技術の申請者及び使用者が参加する「第39回日本熱物性シンポジウム」において、講演発表を行った。内容としては、過去の実証結果の取り纏めである。

③環境省主催の「環境技術実証事業説明会及び研修会」において、「実証機関による環境技術実証の事例紹介」として、参加者に建築製品の何がこの分野の対象となるかを理解頂くことに配慮した講演を行うとともに、ヒートアイランド現象と本事業の関わりを踏まえた事例紹介を行った。

参考文献

- 1) ISO/TC163/SC1 (Thermal performance and energy use in the built environment / Test and measurement methods) オスロ会議報告, 建材試験情報2019年3・4月号, 村上哲也
- 2) JSTM O 6101:2018(潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法(熱流計法))の制定について, 建材試験情報2018年7・8月号, 深尾宙彦
- 3) 一般社団法人「日本潜熱蓄熱建材協会」設立のご案内, (一社)日本潜熱蓄熱建材協会:2018.12.10

author

宮沢郁子

経営企画部 調査研究課 課長

Ikuko Miyazawa

中村則清

中央試験所 材料グループ 統括リーダー代理

Norikiyo Nakamura

伊藤嘉則

性能評価本部 性能評定課 主幹

Yoshinori Itou

村上哲也

経営企画部 調査研究課 主査

Tetsuya Murakami

村石幸二郎

(一財)日本規格協会

Kohjiro Muraishi

建材試験センター規格 (JSTM) のご案内

当センターでは、1992年10月から団体規格として建材試験センター規格 (JSTM) の制定・改正を行うとともに、規格の販売も行っております。

JSTMは、主に建築分野の材料、部材などの品質を把握するための試験方法や構造材料の安全性、住宅の居住性、設備の省エネルギー性、仕上げ材料の耐久性に関する試験方法などを定めています。

規格の作成に当たっては、学識経験者、産業界、試験機関の技術者から構成される委員会を組織し、規格の制定、改正および廃止に関する審議を行っています。

当センターでは、今後も変化し続ける社会ニーズに対応した試験規格の作成・普及に努めてまいります。

JSTM一覧

2019年7月現在

コンクリート・コンクリート製品		価格 (円)
JSTM C 2001:2017	溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートのポップアウト確認試験方法	1,100
JSTM C 2101:1999	引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法	1,000
JSTM C 2105:2016	コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法	1,900
JSTM C 7104:1999	繰返し圧縮応力によるコンクリートの疲労試験方法	900
JSTM C 7401:1999	溶液浸せきによるコンクリートの耐薬品性試験方法	1,100
JSTM C 7402:1999	溶液浸せきによるセメントペーストの耐薬品性試験方法	900
金属材料及び製品		
JSTM E 2001:2013	ひずみ履歴を受けた金属材料の力学的特性の変化を調べるための試験方法	1,000
JSTM E 7106:2013	鋼構造物の延性を評価するための鋼材試験方法	1,000
アスファルト・プラスチック・ゴム系材料・製品共通事項		
JSTM G 7101:2011	防水材料等の耐根性評価のための模擬針を用いた試験方法	1,000
上記 (C・E・G) 以外の材料・製品及び材料・製品共通事項		
JSTM H 1001:2015	建築材料の保水性、吸水性及び蒸発性試験方法	1,700
JSTM H 5001:2013	小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減建材の低減性能試験方法	1,700
JSTM H 6102:2003	建築材料の熱拡散率測定方法 (周期的温度波法)	900
JSTM H 6107:2016	建築材料の比熱測定法 (断熱熱量計法)	1,300
JSTM H 8001:2016	土工用製鋼スラグ碎石	1,900
壁・床・屋根等のパネル及びその構成材		
JSTM J 2001:1998	非耐力壁の面内せん断曲げによる動的変形能試験方法	1,000
JSTM J 6112:2011	建築用構成材の遮熱性能試験方法	1,300
JSTM J 6151:2014	現場における陸屋根の日射反射率の測定方法	1,500
JSTM J 6401:2002	建築用外装材料の圧力箱方式による漏水試験方法	1,100
JSTM J 6402:2002	屋根材料の圧力箱方式による漏水試験方法	1,100
JSTM J 7001:1996	実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法	1,300
JSTM J 7601:2003	建築用外壁材料の汚染を対象とした屋外暴露試験方法	1,100
JSTM J 7602:2003	建築用外壁材料の汚染促進試験方法	1,500
開口部構成材及びその部品		
JSTM K 6101:2013	人工太陽による窓の日射遮蔽物 (日除け) の日射熱取得率及び日射遮蔽係数試験方法	1,000
JSTM K 6401-1:2016	浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第1部: 浸水防止シャッター及びドア	1,300
JSTM K 6401-2:2016	浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部: 浸水防止板 (止水板)	1,100
上記 (J・K) 以外の構成材・部品及び構成材・部品共通事項		
JSTM L 6201:2002	換気ガラリの通気性試験方法	1,100
JSTM L 6401:2002	換気ガラリの防水性試験方法	1,000
熱・光関係機能材料		
JSTM O 6101:2018	潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法 (熱流計法)	2,900
換気・冷暖房・ソーラー等の空調設備		
JSTM V 6201:2017	業務用ちゅう (厨) 房に設置される排気フードの捕集率測定方法	3,100
JSTM V 6271:2017	業務用ちゅう (厨) 房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法	2,700
上記以外の設備		
JSTM W 6604:2013	ダクト系減音ユニットの減音量の測定方法	1,300
建築物・構築物の性能及び機能関係		
JSTM X 6153:2013	暖房設備の暖房効果測定のための室の暖房用総熱損失係数測定方法	1,700

- ・表示価格の他に、別途、消費税および送料・手数料がかかります。
- ・上記規格のほか、アーカイブもごさい。詳しくは、右記のURLをご参照ください。

【お問い合わせ先】

経営企画部 調査研究課

TEL : 03-3527-2133

FAX : 03-3527-2134

URL : <https://www.jtccm.or.jp/publication/tabid/721/Default.aspx>

建築に学ぶ
先人の知恵

世界の伝統的建築構法

芝浦工業大学 教授 南 一誠

vol.15

伝統の知恵と先端技術が拓く 建築の未来



写真1 桂離宮 全景



写真2 桂離宮 新御殿

新御殿の増築を含めて三度の造営がなされているが、建物全体として整然とした平面計画、リズム感のある立面、統一感のある屋根形状が実現している。内田祥哉先生は、「『桂』のような自由自在さが実現したのは、やはりすべての柱の寸法が一定の太さに納まり、量による寸法の規格が完成したこと、それに和小屋による自由自在な屋根形の選択ができることが合わさったために他ならない」と述べられている^{注3)}。「しなやかに変化(増改築)」することができる日本の伝統建築が具備する建築手法は、これからの建築に引き継がれるべきものである。

伝統建築に学ぶ 先人の知恵

2015年5月号から3~4カ月に一回、連載させていただいた「建築に学ぶ先人の知恵 世界の伝統的建築構法」も今回が最終回である^{※1)}。連載のタイトルは「建築に学ぶ先人の知恵」であり、「先人に学ぶ建築の知恵」ではない。世界各地に長い歴史を経た建築が存在するが、それらは古文書や絵画、彫刻、音楽などと同じように、先人が考えたことやその時代の社会の状況などを私たちに教えてくれるものである。私たちは、時を経て存在する世界各地の伝統的建築や町並みを読み解き、そこに先人が考えたことを見出し、現代、未来の社会に活かしていくべきとの思いをこのタイトルに込めている。

私は大学で建築構法の講義を担当している。「建築構法」という言葉は、はじめて建築を学ぶ学生にとっては分かりにくい言葉だが、まず「建築物の各部分の構成方法」に由来すると説明している^{※2)}。建築物は柱、梁、床、基礎などの構造躯体と外壁、屋根、床仕上げ、間仕切壁、設備機器などが一体となって構成されている。建築構法は、建築物


年号 西暦	昭和33年 1958年	昭和45年 1970年	昭和55年 1980年	平成元年 1989年
社会情勢		1970年 ●建築基準法改訂 1973年 ●第一次オイルショック 1974年 ●戦後初のマイナス経済成長 1978年 ●第二次オイルショック ●省エネルギー法施行	1980年 ●日本の輸入額 第一位:原油・粗油で38% 1981年 ●新耐震設計法、構造家懇親会設立 1987年 ●日本の一人当たりのGDPがアメリカを抜く ●地価高騰 1988年 ●建築着工面積で鉄骨造が木造を上回る 1989年 ●消費税3%の導入	
技術開発		1968年 ●日本初の超高層ビル 霞が関ビル竣工 1971年 ●超高層ビルに初のPCカーテンウォール使用 1972年 ●高性能サッシ発売 1978年 ●アルミ等圧カーテンウォール開発	1982年 ●高性能断熱複層ガラス発売 1983年 ●免震・制震技術 ●等圧乾式目地PCカーテンウォール 1985年 ●高性能熱線反射ガラス国内生産	
大丸有	 1958年 大手町ビル  1958年 新大手町ビル	 1971年 朝日生命 大手町ビル  1974年 東京海上日動 ビル  1975年 有楽町電気ビル	 1980年 岸本ビル  1983年 蚕糸会館  1983年 大手センター ビル  1986年 東京海上日動 ビル 新館	
銀座	 1963年 三愛ドリーム センター  1969年 銀座コア	 1971年 メルサ  1977年 イグジットメルサ		

図1 都心の超高層オフィスビルと商業施設の外壁構法の変遷

新素材・新材料の技術開発や、新しい設計手法や生産技術の開発を受けて、建築構法は絶え間なく変化・発展してきた。地球環境問題や技能工不足への対応など、建築を取り巻く環境の変化も、建築に対する与条件の変化として、設計内容や生産方法に大きな影響を与えている。建築の生産技術の発展が新しい建築デザインを生み出す契機となること、またその逆に新しい建築表現の希求が、新しい建築構法を生み出すこともある。筆者の研究室では生産技術、建築構法の発展とデザイン表現の相互関係についても研究している。この年表は2017年度の西田倫正君、信原拓弥君の修士論文の研究成果などをもとに、2018年度に高橋康平君が卒業研究の一環としてまとめたもので、大丸有地区（東京都千代田区）のオフィスビルと銀座中央通り沿いの商業系施設の外壁カーテンウォールの変遷をまとめたものである。オフィスビルの外壁は、かつてはタイル貼や花崗岩貼のプレキャストコンクリートカーテンウォールが多かったが、Low-e ガラスの普及により全面ガラス張りが多くなった。熱負荷低減のためのダブルスキンカーテンウォールも実施事例が増えるとともに空気層の奥行が節約されるようになった。銀座の商業施設の外壁はショーウィンドーとしての機能が期待され、透明感の高い大型のガラスで構成されており、昼夜でファサードの表情が変化する。

の構造体、各部分の仕上げ、設備との取り合いなど、建築の構成方法を総合的に設計する分野である。

我が国は南北に長く自然環境の差も大きい。建築物が立地する場所によって、求められる断熱性能などが異なるため、外壁や屋根の作り方、すなわち各部の構成方法も地域によって異なっている。建物用途によっても、例えば音楽ホールには高い遮音性能が求められるなど、要求され

る性能も千差万別である。それぞれの建築物に求められる各部位の性能はいかにあるべきかを理解し、その要求性能に応じて、建築物として最も適切な構成方法を設計することが「建築構法」である（図1）。

学生が卒業後、海外で設計、施工の仕事に従事する機会も増えているが、海外では日本で一般的に用いられている建材、資材でも入手できないことや、品質が異なることがあ

る。現場で働く技能者の人件費や技術力なども異なる。したがって海外で仕事をする場合は、日本で一般的に用いている構法をそのまま持ち込むのではなく、原点に立ち返って建築物の構成方法について検討することが必要になる。若い学生達に期待したいことは、各プロジェクトに最も適切な設計や工事の方法が何かを考える力を身につける事である。自分自身で考える力を身につけていれ









年号	平成2年	平成7年	平成12年
西暦	1990年	1995年	2000年
社会情勢	1991-1992年 ●バブル経済崩壊	1995年 ●阪神淡路大震災 ●WTO発足	2000年 ●建築基準法施行令改正 2001年 ●9.11 同時多発テロ(アメリカ) 2002年 ●第一次エネルギー基本計画
技術開発	1990年 ●メガストラクチャーによる超高層ビルの竣工相次ぐ 1991年 ●欠陥鉄骨問題 ●DPG構法国内発表	1995年 ●Low-Eガラス国内発表 1996年 ●耐震改修促進法 1997年 ●真空断熱複層ガラス発売	2000年 ●超高層建築で初のLow-Eガラスを用いた全面ガラス(東京サンケイビル) 2002年 ●縦フィン日射遮蔽(丸の内ビル)
大丸有	 1990年 KDDI野村ビル	 1990年 アーバンネット 大手町ビル	 1992年 大手町ファースト スクエア ウエストタワー(左) 熱線反射ガラス
	 1993年 DNタワー21	 1994年 大手町野村ビル	 1997年 大手町ファースト スクエア イーストタワー(右) 熱線反射ガラス
			 2000年 東京サンケイビル Low-E複層ガラス t=10+A12 +10mm
			 2001年 パシフィック センチュリープレース 丸の内 Low-E複層ガラス t=12mm+A12 +t=8+8mm
銀座			 2000年 銀座資生堂ビル

図1 都心の超高層オフィスビルと商業施設の外壁構法の変遷

ば、建築に対する新しいニーズや特殊な立地条件、例えば極地や高い山の上、ひいては宇宙や深海などに建築物を設計することも可能であるはずである。

国内外の伝統的建築は、使用者の

要求に応えるとともに、地域の気候風土や入手可能な資源などの制約条件に対応して、貴重な建築材料を大切に使い、長期にわたって建物を使用するための手法(知恵)を生み出してきた。それらの手法(知恵)は、時

として暗黙知として存在していたが、現代建築に応用することが可能な手法も含まれている。たとえば長寿命化のために、雨水が外壁面にかかることを避けたり、劣化した部分だけを更新しやすくする伝統建築の手法は、現代建築にも適用すべき建築の作り方(=構法)である。木造建築の外壁回りの壁内部は、外気とつながり等圧空間となっているため雨水の浸入を防ぐ効果があるが、その原理を理解することは、高層建築の外壁に用いられるプレキャストコンクリートカーテンウォールのオープンジョイント(図2)を生み出すことにつながる。わが国の建設業は高度な技術に支えられているが、それでも世界各地に残る伝統建築が有する数々の手法(知恵)の中から、参考とすべき設計手法を見出せるに違いない。そ

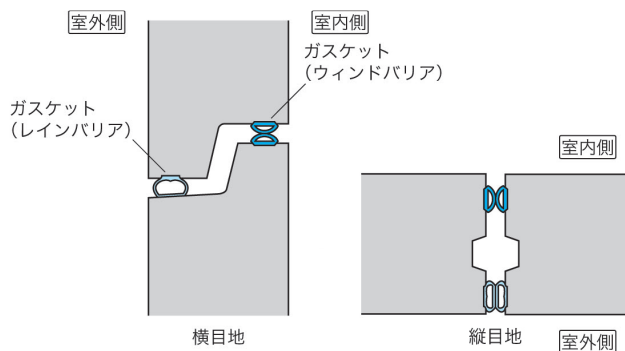


図2 プレキャストコンクリートカーテンウォールのオープンジョイント

壁の内部に等圧空間を設け、外壁側にレインバリアを、室内側にウィンドバリアを設置して水密性、気密性を確保している(注4)。

平成17年 2005年	平成22年 2010年	平成30年 2018年						
2003年 ●カーテンウォール性能基準2003 2004年 ●新潟中越地震 2005年 ●京都議定書発効 2007年 ●第二次エネルギー基本計画	2010年 ●第三次エネルギー基本計画 ●省エネルギー性能評価制度 2011年 ●東北地方太平洋沖地震 2012年 ●JASS14改正 2013年 ●カーテンウォール性能基準2013	2014年 ●第四次エネルギー基本計画 2015年 ●建築物省エネ法 2016年 ●熊本地震 2018年 ●北海道胆振東部地震						
2003年 ●水戸ルーバー (三菱UFJ信託銀行本店ビル) 2004年 ●窓台自然換気 (新丸の内センタービルディング)	2009年 ●ブルーのLow-Eガラス(日経ビル) 2010年 ●方位で異なる外壁(三井住友銀行本店) 2012年JPタワー、2014年日本生命丸の内ガーデンタワー、2018年大手町プレイスで自然換気	2015年 ●外装一層プラス (星のや東京)						
								
2003年 三菱UFJ信託銀行本店ビル	2004年 日本生命丸の内ビル Low-E複層ガラス t=10+A12+10	2007年 新丸の内ビルディング Low-E複層ガラス t=10mm+A12+10mm	2009年 日経ビル Low-E複層ガラス t=倍強度8mm+中間膜+Low-E複層ガラス6mm+A16+倍強度6mm	2010年 三井住友銀行本店	2012年 JPタワー Low-E複層ガラス t=10+A16+10mm(外) t=10mm(内)	2013年 読売新聞ビル Low-E複層ガラス t=8+A12+8mm(外) FL合わせガラス t=5+5mm(内)	2015年 星のや東京	2018年 大手町プレイス Low-Eガラス
								
2004年 CHANEL銀座ビル	2007年 プルガリ銀座タワー 高透過ガラス	2008年 ティファニー銀座本店 高透過強化ガラス+アクリル	2010年 ヤマハ銀座ビル 高透過乳白合わせガラス	2010年 TASAKI銀座本店 高透過合わせガラス	2011年 ギンザコマツ 高透過ガラスt=8mm(外) フロートガラスt=6mm(内) シルクスクリーンフィルム貼付(内外)			

図1 都心の超高層オフィスビルと商業施設の外壁構法の変遷

の思いを込めて、この連載の副題を「世界の伝統的建築構法」とした。

私の講義を聴講している学生たちに、「伝統建築の構法から学ぶ現代建築の設計手法」として、どのようなものがあるかを問うてみたことがある。色々な意見があったが、何人かの学生は、日本建築のモジュール(間)と、木造建築の継手仕口に、現代建築に活かせる知恵が存在すると回答した。建築設計において基準寸法を決定することは、秩序ある建築空間を創る上で最も重要なことである(写真1、2)。寸法体系は建材の生産や建築部品の流通など建築生産全体が成熟したものに発展するためには重要な要素である(写真3)。そのようなことを理解して、日本建築の寸法体系がこれからの建築にも引き継がれるべき価値があるとす

認識は鋭い。また学生たちが、伝統木造建築の継手仕口がこれからの建築を考える上で参考になると考えた理由は、建築の構成において、如何に種々の部材を接合させるかが重要であるが、溶接やボルト締めなどの手間のかかる接続方法と違い、材料同士を直接、接続することができる木造軸組構法は極めて優れた手法であり、これからの建築が目指すべき構法方法ではないかとするものであった。幾何学的に洗練された部材端部の加工により、XTLI方向の接続が可能で、解体、再利用もできる伝統木造建築の継手仕口は、複雑な接合部の処理が必要な、鉄やコンクリートを素材とする近代、現代の建築構法より、より洗練された手法である。現代建築について、再利用可能な接続方法も一部、研究されてい

るが、建築の基本である部材の接続方法はこれからの建築を考える上で重要な研究課題であろう。

イノベーションを生み出す社会全体の取り組み^{注5)}

今、我が国の建設産業は、厳しい技能労働者不足に直面しており、生産性の向上は喫緊の課題である。鉄筋コンクリート、在来木造に関わらず、これまでも我が国の建設・住宅産業は斬新的な構法の改良により、生産性を向上させてきた(表1)。石油危機、バブル崩壊など数々の試練を乗り越えてきた建設産業は、この人手不足をロボット、IT(情報技術)、AI(人工知能)の活用などにより、かなりの程度は乗り越えてい



写真3 京都市内、夷川通の建具店

新品と中古品の両方を取り扱っている。高田光雄京都大学名誉教授によると、我が国では江戸時代から中古の建具などが流通していたとされる。現代建築が目指す建築生産のオープンシステム化の基礎となる寸法体系(モジュール)やインターフェースのルールが、日本の伝統的な建築生産システムに存在していた。

表1 総合技術開発プロジェクト(建築生産系研究課題の抜粋)

1972年以降、建設省、国土交通省が実施してきた総合技術開発プロジェクトは、その時代の社会ニーズを受けたイノベーション創出のための産学官連携の取り組みであったと言える。生産系の研究課題では自動化、情報化による生産性向上、高度化についても研究開発が実施されてきた。(一部、土木関連分野も含む。選定、赤字表記などは筆者による。)

S48-S52	住宅性能総合評価システムの開発
S55-S59	建築物の耐久性向上技術の開発
S56-S60	建設事業への廃棄物利用技術の開発
S58-S62	エレクトロニクス利用による建設技術高度化システムの開発
S60-S62	コンクリート耐久性向上技術の開発
S63-H4	建設事業への新素材・新材料利用技術の開発
H2-H6	建設事業における施工新技術の開発
H3-H7	社会資本の維持更新・機能向上技術の開発
H8-H10	統合情報システム活用による建設事業の高度化技術の開発
H9-H12	建設事業の品質管理体系に関する技術開発
H9-H13	投資効率向上・長期耐用都市型集合住宅の建設・再生技術の開発
H10-H13	外部コストを組み入れた建設事業コストの低減技術の開発
H11-H13	工業化インフィル住宅の工法等の開発
H13-H14	宇宙・情報技術等による国土管理高度化技術の開発 (建設ITの高度化に向けたCAD標準技術の開発)
H14-H16	社会資本ストックの管理運営技術の開発
H15-H19	ロボット等によるIT施工システムの開発
H16-H18	持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発
H20-H22	多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発
H23-H26	中古住宅流通促進・ストック再生に向けた既存住宅等の性能評価技術の開発
H27-H29	地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント技術の開発
H28-H32	防火・避難規定等の合理化による既存建物活用に資する技術開発
H29-H32	ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究(土木分野)
H30-H34	成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発
H30-H33	AI技術を活用した建設生産システムの高度化に関する研究(土木分野)

出典:国土交通省 総合技術開発プロジェクト <http://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/soupro.html>

くだろう(写真4、5、6)。高齢者の現場作業の負担を軽減し、生産性も向上させるため、既に建設資材を牽引するロボットが導入されている。日中、職人が現場作業に専念できるように、清掃作業の一部をロボットに行わせる試みも行われている。近い将来、夜間にロボットが清掃を行い、翌朝、速やかに作業に取り掛かれるようになるかもしれない。物流業界などで使用されているパワーアシストスーツも、建設現場の作業特性に合ったものに改良するのはそれほど難しくないだろう。

大幅な生産性の向上は、個々の企業や各現場での取り組みだけでは達成できない。産業全体としての取り組みが不可欠である。建設業の方に何うと、設計部門、施工部門とも、施工の各段階で実施されている社内検査、発注者検査、官庁検査は、建築の質を確保するためには欠かせないものの、時間的には大きな負担になっているとのことである。検査業務の合理化、高度化のため、レーザーによる計測や画像認証技術による検査、ドローンを活用した配筋検査や工事記録写真の撮影などが、今後、開発されるかもしれない。RFID (Radio Frequency Identifier) を建材、建築部品に貼りつけることにより、現場での確認が迅速化、正確化し、隠蔽部も確認することが容易になるだろう。

行政機関においても産業全体の生産性向上に向けて、各種審査・検査

業務の合理化を検討することが必要ではないだろうか。例えば、今後、既存建築物の改修工事の比率が高まるので、建築主や設計者が事業計画の初期の段階で、既存建物を活用するか、建替えるかの判断を明確にできるように、これまでの建築指導、消防の審査結果に関するデータベースを整備し、情報公開することは、プロジェクトの進行を円滑にし、生産性を高めることにつながるだろう。

生産性向上のため、BIM (Building Information Modeling) の活用が期待されている。BIMを活用した確認申請について、申請用設計図書の表現方法の統一などの取り組みが進んでいる。近い将来、設計図と申請図の整合性確保はもちろん、各種の面積計算、防火区画、防火設備、避難距離の確認など、単体規定、集団規定とも自動的に確認が行われるようになり、確認申請、消防同意に必要な時間は大幅に短縮されるだろう。いずれは、基本設計の段階から自動的に法令チェックがされるようになり、業務の手戻りはなくなると期待される。工業化住宅については、型式認定、製造者認証制度を活用することにより、確認申請が合理化され、現場検査も簡略化されている。部品化が進んでいる工業化住宅では、設計、生産、施工に独自のCADシステムが導入されているので、それをベースとしてBIMを活用した確認申請に取り組むことは、他の一般的な建築物より容易であろう。工業化住宅は、早い段階でBIMのステップ3での審査ができる可能性がある。

我が国の建設業は成熟産業であり、漸進的に生産性を向上させることに長けている。サクセストラップ (成功の罠) に陥らず、既存事業が好調な時から、優秀な人材や組織力を新規事業に振り分け、介護や農業などの新規事業に挑戦してきた企業もある。しかしITやAI分野の長足の進歩により、現在、建設産業のロボット化やAIの導入を担っている



写真4 積水ハウス工場

ロボットが構造体となる鉄骨フレームを溶接する。(写真提供：積水ハウス)



写真5 ポラテック株式会社 坂東工場
木造軸組工法のプレカットの生産ライン



写真6 同上、多棟木拾装置(自動立体倉庫)

10棟単位で効率的に木拾いができる。



写真7 実験集合住宅
NEXT21

大阪ガスが近未来の都市型住宅の研究のため1993年に建設した集合住宅で、定期的に入居者を入れ替えて、インフィルなどの可変性を検証している。周辺の街との連続性を考えた3次元のアーバン・ティッシュとして計画されている。スケルトン、インフィル、クラディングの3つに区分されたシステムビルディングの手法の採用、スケルトンとインフィルの設計者の独立とそれを実現するオープンビルディングの手法の導入、緑化やエネルギー利用など環境配慮に関する先進的取り組みなどが特色。(外観写真提供：大阪ガス、設計：大阪ガスNEXT21建設委員会〔総括：内田祥哉＋集工舎建築都市デザイン研究所〕)



企業が経験を積み重ね、破壊的なイノベーションを建設産業、住宅産業にもたらす可能性もある。AIの進化した未来において、建築の設計、特に住宅の設計においては、建築主と生産現場が直接つながり、ビジネスモデルに大きな変化をもたらすかもしれない。工業化住宅を供給する企業では建築学科出身ではない他分野のエンジニアが、生産の中核とな

る情報技術を担っており、大学における教育や企業の人材育成も、社会の変化に遅れずに対応していかなければならない。

更なるイノベーションを実現するため、既存の成熟した事業を「深化」させながら、新しい事業を「探索」する「両利きの経営」が求められている^{※6)}。我が国の繊維産業は新規分野に主軸を移すことに成功した。

国内需要の減少が避けられない建設・住宅産業においても同じようなことが可能であろうか。建設機械メーカーのコマツ（小松製作所）は、早い時期から中国進出などのグローバル化を進め、自動化の進んだICT建機、稼働状況が見える化したKOMTRAX、ソリューションビジネスを高度化させたSMART CONSTRUCTIONを開発するなど、イノベーションによる価値創造を不断に進めている^{※7)}。2017年、コマツはNTTドコモ、SAPジャパン、オプティムとの合併により、建設現場向けIoTプラットフォーム「LANDLOG」をスタートさせた。まさにヨーゼフ・シュンペーターが言う異業種間の「新結合」である。建設現場で使用する建設機械を提供していた小松製作所は、IT化を進めダントツ企業としての地位を確立し、工事に関するあらゆるデータを蓄積・加工して競合他社にもオープンに提供するプラットフォーム^{※8)}を構築することにより、建設ソリューションビジネスの中核を担う企業になりつつある。今のところ、造成工事などの土木の領域に限られていても、いずれ建築工事まで業域を広げるかもしれない。総合建設業や住宅産業はIT、AI、ロボット系の企業と共に、新しい社会的価値を生む業務の探索を進め、将来のビジネスの核に育てるべきである。

最後に

東京への過度な集中を是正するため、地方創生は国の重要課題であるが、既存の行政機関の移転はハードルが高く、大きな進展が見られていない。これからの先端的な分野を担う研究機関や大学、企業が集積した未来型のモデル都市を、災害の少ない温暖な地域に造ってはいかがか。そこでは環境面を重視し、木質系^{※9)}の中層建築と、防火性能を兼ねた植樹帯が街を構成する。高齢者を含めて誰もが自分で自動車を運転することなく、自由に移動できる交通シス

テムを導入する^{注10)}。建設工事はロボットによる自動化施工のモデルプロジェクトとして実施する。そのような300年~400年先までを見据えた街と建築を、世界に先駆けて造ることが、我が国のイノベーションを牽引することになるのではないだろうか(写真7)。

2014年6月に、建材試験センターの鈴木澄江さんに連載執筆のお話をいただいてから5年間に渡り、佐竹円さん、鶴岡美穂さん、伊藤嘉則さん、黒川瞳さん、長坂慶子さん、渡辺奈央さんをはじめ経営企画部の皆様、編集・印刷会社の皆様には、大変お世話になりました。いつも気持ちよく仕事を進めることができ、感謝しております。鈴木澄江さんから、何でも自由に書いても良いと言っていたが、本当に自由に書きたいことを書かせていただきました。拙稿をお読みいただいた読者の方々、建材試験センターの事務局の方々に、心から御礼を申し上げます。



南 一誠

Kazunobu Minami
芝浦工業大学 建築学部 建築学科 教授
＜最近の研究テーマ＞
建築構法、建築ストック活用

注

注1) これまでの連載。

- ・第1回、ブータンの城塞建築ゾーン
- ・第2回、ブータンの伝統住居
- ・第3回、東欧カルパチア山脈周辺の木造教会
- ・第4回、カルパチア山脈周辺の木造教会と校倉民家
- ・第5回、中国安徽省の古民家群 宏村・呈坎
- ・第6回、清らかなモダニズム建築 吉田鉄郎が目指したもの
- ・第7回、住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化がもたらすものー
- ・第8回、インド ラジャスタン州の城郭都市
- ・第9回、N.J. ハブラーケン教授とオープンビルディング
- ・第10回、しなやかに変化する建築 建築ストック活用の手法
- ・第11回、超高齢社会における公共施設整備の課題と展望
- ・第12回、グローバル人材育成と留学
- ・第13回、変化を見れば本質がわかる 一集合住宅の居住履歴ー
- ・第14回、都市空間の秩序の継承と再編

執筆開始当初は、世界の伝統的建築構法(第1回~第6回)、建築ストックの現状と課題(第7回~第12回)、持続可能な都市建築をめざして(第13回~第15回)として書かせていただく予定であった。毎回、小生の撮影した写真をカラーで掲載していただいていたが、第6回目の原稿として入稿済みであったインドの都市の色彩をテーマにした原稿を、諸般の事情で、急遽、モノクロで対応できる原稿に差し替えなければならなくなったことがある。その時、全くの偶然だが、以前、INAX REPORTの原稿執筆のご依頼をいただいた森戸野木さんが研究室にお見えになった。INAX REPORTは2006年7月の曾禰達三から始まり、36回に渡って日本の近代建築の発展に貢献された建築家について「生き続ける建築」と題して連載していた。最終回の第36回に、是非、吉田鉄郎を取り上げたいとのご依頼をいただき、INAX REPORT No.178(2009年4月)に吉田鉄郎について執筆させていただいた。連載をまとめて「日本近代建築家列伝(鹿島出版会、2017年1月)」を出版するが、事情により吉田鉄郎に関する拙稿を掲載する

ことができないという。吉田が設計した東京、大阪中央郵便局の庁舎はINAX REPORT No.178の原稿を執筆した時から状況が変わっていたため、内容を書き改めて連載の第6回原稿とした。そのような経緯があり、当初の予定とは少し異なる順番と内容で連載することになった。

- 注2) 拙著(共著)、図説建築構法、2018年10月
- 注3) 構法からみた桂離宮、内田祥哉、建築文化、1982年6月
- 注4) カーテンウォールって何だろう2016、一般社団法人カーテンウォール・防火開口部協会を元に作成。
- 注5) 平成28年度国土交通白書、第1部「イノベーションが切り拓く新時代と国土交通行政」によると、「イノベーションとは、単なる技術革新や新技術の開発ではなく、社会システムや制度全体を含めて、革新・刷新することにより、新しい価値を次々と生み出していくことである。」と定義されている。
- 注6) 両利きの経営「二兎を追う」戦略が未来を切り拓く、チャールズ・A・オライリー、マイケル・L・タッシュマン著、入山章栄監訳、富山和彦解説、渡部典子訳、2019年2月
- 注7) 新たな中期経営計画(2019-2021年度)「DANTOTSU Value - FORWARD Together for Sustainable Growth」をスタート、コマツ ニュースリリース 2019年4月26日、https://home.komatsu/jp/press/2019/management/1202302_1600.html (2019年5月閲覧)
- 注8) コマツが「戦略矛盾」を恐れない根本理由「既存事業+新事業=両利きの経営」の可能性、根来龍之、2019年4月19日、東洋経済ONLINE
- 注9) 国産材を使用したCLT(Cross Laminated Timber)など
- 注10) 持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)の目標11「包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住」を実現するため、次世代交通システムMaaS(Mobility-as-a-Service)の導入や、自動車分野におけるCASE(Connected(つながる)、Autonomous(自律走行)、Shared(共有)、Electric(電動))への対応を行う。

建築材料の火災安全性と性能評価試験

1. 火災のリスク

今あなたが居る場所を見渡してみてください。建築物や乗り物などであれば、その随所に火災安全に関する様々な対策がなされているはずです。火災のリスクは、程度の差こそあれ、人間が活動するいかなる場においても存在します。

人類の過去を振り返れば、火災による喪失・苦痛の記憶、そこから得た教訓といったものが、各時代ごとに無数に残っています。人々が居心地のよさ・便利さ・経済性・娯楽などを追求した結果、知らず知らずのうちに火災のリスクが蓄積されていくものであって、生活の進歩と火災事故の発生とは表裏一体の関係にあると考えられます。

こうしたリスクに応じて火災安全対策が必要とされるわけですが、諸々の対策は、嚴重になるに従い費用の増加や諸機能の阻害など逆に生活を後退させる面があり、万全の対策というのは現実的には難しく、どうしても事後対応となりがちです。

また、いくら対策を厳重化しても、人間自体が不完全な存在で誤りを犯す可能性をもっていることから、この社会において、火災リスクは完全にゼロにはできないと考えられます。

2. 建築材料の火災安全

こうした火災リスクにどのように向き合うかの問題は、“火災安全工学”という学術分野に位置付けられます。建築材料に関しては、火災安全工学上、種類ごとに、様々な防耐火上の性能を把握しておく必要があるといえます。

当センターでは、中央試験所 防耐火グループおよび西日本試験所試験課を中心に、建築材料を対象とした火災安全性を評価するための各種試験を行っており、試験項目は、大きく“防火材料系”と“防耐火構造系”に分けられます。

3. 防火材料系の試験

防火材料系の試験は、各種の材料(素材および複合材)について、主に燃焼特性を確認することを目的として行います。材料の燃焼特性は、建築材料の火災安全性において最も基本的な確認事項といえます。とくに個々の材料の燃えにくさ、すなわち“難燃性”は、火災の拡大しにくさに直結します。難燃性には、着火・引火のしにくさ、炎の生じにくさ、焼失のしにくさなど、異なる着目方法があり、そのぶん試験規格にも種類があります。そのため、“(耐)着火性”、“防炎性”、“燃焼性”、“不燃性”、など様々な類義語があり、それぞれ

意味やニュアンスが若干異なりますが、実際の区別は曖昧であり、結果的に、火災の発生・拡大のしにくさを示していることには変わりありません。

また、“発熱性”をはじめとした、材料が燃えるときの火熱や煙の生じかたも、火災が成長・進行する各局面において、様々なかたちで影響をもつといえます。

以下、当センター業務に関係する防火材料系の代表的な試験規格等を列記します。

- 耐着火性試験(発火促進試験): JIS A 9523 附属書B
- 難燃性試験(防炎性試験): JIS A 1322/JIS A 1454 箇条19
- 難燃性試験(基材試験および表面試験): JIS A 1321
- 発熱性試験(コーンカロリメーター法): ISO 5660-1/JIS A 9521 附属書A/JIS A 6301 附属書B/JIS A 6901 附属書A/建材試験センターほか 建築基準法の指定性能評価機関が業務規程に定める業務方法書(以下“業務方法書”とする)
- 燃焼性試験: JIS A 9521 附属書C
- 耐燃性試験(不燃性、自己消火性): UL 94/JIS K 6911 箇条5.24
- 酸素指数による燃焼性試験: JIS K 7201-1~3/ISO 4589
- ガス有害性試験: 業務方法書

- 屋根葺き材の飛び火性能試験：
ISO 12468-1／業務方法書

4. 防耐火構造系の試験

防耐火構造系の試験は、火熱を受けた建築材料や構造部材について、機械的・構造的な挙動を確認することを目的として行います。建築材料を用いるにあたっては、実際に使われる状態を想定し、各建築材料を組み合わせた構造物として、どのような結果を示すかを把握する必要があります。火災はなかなか複雑な現象ですので、建築構造としての防耐火性能は実物を燃やして確認することが理想ですが、実際に火災を起こすような実験はハードルが高いため、実物大サイズの部分構造；おおむね各辺長さ3m前後の試験体について、加熱炉（耐火試験炉）を用いた試験を行います。

こうした防耐火構造系の試験では、火災の発生・拡大が防げなかった状況、防火材料系の試験で想定している状況よりも数段深刻な非常事態を想定しています。試験では、1,000℃にまで達するような本格的な加熱条件を加熱炉により再現し、こうした過酷な火災に対して、試験体が火熱に耐えること、火災のある一定の区画内に封じ込めることについて、どの程度可能か確認します。

具体的には、建物が崩壊しないことを意味する“非損傷性”（荷重支持能力）、火炎を片側に封じ込める“遮炎性”、非加熱側の温度上昇を抑制することで延焼防止を確実にする“遮熱性”の3項目について、標準相当の火災条件に対し何分間確保できるかで評価をします。

また、加熱炉を用いた試験以外に、ドア・シャッターを含んだ構造については煙を通さない性能（遮煙性）をはかるための気密性試験も行われています。

以下、当センター業務に関係する防耐火構造系の試験規格等で代表的

なものを列記します。

- 建築構造部分の耐火試験：ISO 834（-1.共通要求項目、-4.鉛直区画部材（壁）、-5.水平区画部材（床）、-6.梁、-7.柱、-8.荷重を負担しない壁、-9.荷重を負担しない天井）／BS 476-21&22／ASTM E119／JIS A 1304／業務方法書（※業務方法書では階段・軒裏等も含まれる）
- 防火設備の遮炎・準遮炎性能試験：ISO 3008／業務方法書
- 防火区画を貫通する管（および隙間に施す防火措置工法）の耐火性能試験：ISO 10295-1／業務方法書／日本消防設備安全センター消防防災用設備機器性能評定規程（防火区画貫通配管等）
- 防火設備の遮煙性能試験：JIS A 1516／昭和48年建設省告示第2564号別記・遮煙性能試験方法

5. その他の火災安全性試験

防耐火構造の性能確認において、部材レベルの加熱炉による試験は他に代えがたい手法ではありますが、素材レベルの高温時特性試験についてもニーズがあります。解析的な耐火設計や材料・工法の開発でデータが必要となるため、高温下での熱的特性（熱伝導率・線膨張係数等）、力学的特性（強度・ヤング率等）の測定試験が行われています。最近では木材利用推進の潮流のなかで、不燃・難燃処理を施した木材に関する耐候性や経年的な劣化対策評価なども注目されています。また、耐火建築の材料として鉄とコンクリート以外が使われることが増えれば、火災後の建物使用に関する火害診断なども今後関心が高まると思います。

さらに、防火戸・シャッター、スプリンクラー等の各種防火関係設備については、非常時の作動信頼性を高水準に保つ必要があり、感知器連動機構や温度ヒューズ、各種装置の耐熱性の試験なども重要です。

6. 建築基準法における性能評価

ところで、当センターで“性能評価試験”というと、建築基準法に規定された狭義の“性能評価”に付随する試験を指すことがほとんどです。わが国では、建物の火災安全性の大半は建築基準法の規定によるものとなっていますが、そのうち国土交通大臣が建築基準法に基づく防耐火認定をおこなう際、審査の一部を当センターのような指定性能評価機関が行うものが、同法上の用語として“性能評価”とされています。

現状、日本国内では、建築材料の火災安全性に関するお墨付きとして、この大臣認定が最も有効と考えられています。また、建築基準法の規定や各自治体の建築条例は日本あるいは国内各地方の情勢・歴史・文化と結びつきがありますので、この認定・性能評価制度は原則、諸外国の建築基準・認証システム等と互換性がないという特徴もあります。様々な面で独特な制度といえると思います。

7. おわりに

今回ご紹介した試験規格等は、国内では比較的一般的と思われますが、現状当センターでは実施できないものも含まれています。詳しくは、中央試験所 防耐火グループまでお問い合わせください。次回からは、それぞれの試験方法等について、より具体的に紹介する予定です。

author



常世田 昌寿

Masatoshi Tokoyoda

中央試験所
防耐火グループ
統括リーダー代理

<従事する業務>
防耐火構造系の試験業務全般

役員人事に関するお知らせ

[総務部]

当センターでは、2019年6月24日開催の第115回評議会および第139回理事会において、役員および評議員の改選が行われました。改選後の役員および評議員は以下のとおりです。

役員名簿

2019年7月3日現在
(順不同、敬称略)

氏名	役職	担当分野・所属
福水健文	理事長	代表理事
松本 浩	常務理事	事務局長
川上 修	常務理事	工事材料試験所長
砺波 匡	常任理事	性能評価本部・製品認証本部・ISO 審査本部
真野孝次	常任理事	中央試験所長・西日本試験所長
野口貴文	理事(非常勤)	東京大学大学院工学系研究科教授
奥田慶一郎	理事(非常勤)	(一社)日本建材・住宅設備産業協会専務理事
合田純一	理事(非常勤)	(一社)プレハブ建築協会専務理事
阿部道彦	理事(非常勤)	工学院大学名誉教授

評議員名簿

2019年6月24日現在
(順不同、敬称略)

氏名	所属・役職
菅原進一	東京大学名誉教授
坂本 功	東京大学名誉教授
辻 幸和	群馬大学・前橋工科大学名誉教授
榊田佳寛	宇都宮大学名誉教授
加藤信介	東京大学名誉教授
井上照郷	日本建築仕上材工業会専務理事
北坂昌二	(一社)石膏ボード工業会専務理事
橋本公博	(一財)日本建築センター理事長
揖斐敏夫	(一財)日本規格協会理事長
菱田 一	(一社)日本建設業連合会専務理事
相沢幸一	(一財)日本ウェザリングテストセンター専務理事
西川和廣	(国研)土木研究所理事長
澤地孝男	(国研)建築研究所理事
河野 守	東京理科大学教授

面内せん断試験(構造試験)公開実験の実施報告

[西日本試験所]

去る4月19日(金)、当センター西日本試験所において、株式会社オンバス主催の「鉄線を用いた木造軸組耐力壁の面内せん断試験」の公開実験を開催致しました。

この度、公開した試験体は、八の字に筋かいを配置した木造軸組耐力壁に、補強として壁体内に枠材を配置し鉄線を斜め方向に木ねじにて留め付けた試験体となります。試験では、試験体の損傷確認を行い、荷重・変位データの計測を致しました。

参加者は関係団体、建築関係者、一般参加者など18名が参加し、熱心に見学され、試験後の質疑応答も活発に行われました。

西日本試験所では、今後も定期的に公開実験を開催する予定ですので、その際にはお気軽に御参加下さい。

【お問い合わせ先】

西日本試験所

TEL : 0836-72-1223

FAX : 0836-72-1960



試験中の様子



試験後の
質疑応答の様子

福岡試験室移転整備にかかる工事の地鎮祭

[福岡試験室]

去る5月30日(木)、福岡県糟屋郡須恵町佐谷(移転地)において福岡試験室移転整備工事の地鎮祭が執り行われました。前日までの雨もあがり、晴天のもと無事終了しました。工事は7月に着工し、来年4月には新試験室において営業を開始する予定です。

現在の試験室は福岡空港に近く、利便性の良い場所にある一方で、敷地が狭い為、駐車スペースや試験体の搬入保管場所の確保に苦慮していました。新試験室は都心から少し離れた場所となりますが、敷地も広く、搬入等がスムーズに行えるようになります。これを機にさらなる業務の充実を図り、皆様のご期待に添えますよう、一層の努力を重ねてまいります。引き続きよろしくお願ひ申し上げます。



福水理事長による鍬入れの様子

[担当者紹介]



製品認証本部 JIS認証課

〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町 2-8-4 日本橋コアビル
TEL : 03-3808-1124
FAX : 03-3808-1128

高村 快子 Yasuko Takamura

認証事業者様からのお問合せに「素早く」 対応し、「正確な」情報を提供致します。

最近のトピック ゴールデンウィークを利用して、ベトナムとカンボジアを訪れました。両国共に経済発展が目覚ましく、どこへ行っても人々の熱気が感じられました。テレビや写真で何度も目にしていたアンコールワットから朝日が昇ってくる幻想的な光景は、今でも目に焼き付いています。

業務について 製品認証本部では、土木・建築分野を軸として約2,200件のJIS認証事業を行っています。私は事務局として、認証事業者様に対して日々HPやDMを通じて最新のJIS改正情報や各種セミナー案内を提供しております。先頃改正されたレディーミクストコンクリートや複層ガラスについては、業界事業者様からの要望を受け当該規格に特化した改正説明会を行いました。また、毎年夏に開催するJIS認証制度セミナーでは前年度のJIS認証事業の総括情報を事業者様へフィードバックしています。今後も、常に事業者様のニーズに“ホット”な情報提供が出来るよう努めます。

最後に一言 製品認証本部では本年度から本格的に電子メールによる各種書類の受付を開始しました。事務局と事業者様双方のペーパーレス化および素早い情報伝達を目指しております。何卒ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

【事業所所在地】

- 中央試験所
- ISO審査本部
- 性能評価本部
- 製品認証本部

- 工事材料試験所
- 西日本試験所
- 事務局

- 企画管理課／品質管理室
- 浦和試験室
- 住宅基礎課
- 検定業務室

- 西日本試験所
- 西日本分室

福岡試験室

- 福岡支所

- 仙台支所
- 武蔵府中試験室
- 横浜試験室
- 関西支所
- 船橋試験室

製品認証本部

- ISO審査本部
- 性能評価本部
- 事務局



工事材料試験所 福岡試験室

〒811-2205
福岡県糟屋郡志免町別府 2-22-6
TEL : 092-622-6365
FAX : 092-611-7408

主査
釜堀 武志 Takeshi Kamahori

正確かつ迅速な試験結果の提供とお客様の 立場に立った業務の遂行を目指します。

最近のトピック 最近の日本サッカー界は、Jリーグに世界各国代表の有名選手が入団するなど盛り上がっています。私の地元である福岡にも「アビス福岡」というチームがあります。現在は、「J2リーグ」で戦っていますが、是非、リーグ2位以内に入り「J1リーグ」への自動昇格の切符を掴んでほしいです。

業務について 福岡試験室では、主に建築工事における建設材料（コンクリート、鉄筋、モルタル等）の品質試験を行っています。私は受付から報告書発行までの一連の事務業務を担当しており、業務が滞ることなくスムーズに進むよう、全体に目を配るよう心がけています。事務系職員として日々業務を行う中で、お客様からのお問い合わせに迅速に対応するためには、試験に関する知識も必要だと痛感します。そのため、現在は試験体搬入時の確認、試験体の整形、報告書の校正など、試験のサポート業務も行っています。今後も顧客サービスの向上を目指し、日々精進してまいります。

最後に一言 2020年春に福岡試験室は糟屋郡須恵町に移転いたします。福岡市中心部からは少し離れますが、自然豊かで静かな場所です。試験室の面積が広くなり、試験体搬入がスムーズに行えます。今後も是非、福岡試験室をご利用下さい。

R E G I S T R A T I O N

ISO9001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織（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2019年4月22日付で登録しました。これで、累計登録件数は2305件になりました。

登録組織（2019年4月22日付）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RQ2305	2019/4/22	ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)	2022/4/21	株式会社J・クリエイト	東京都中央区東日本橋3-7-19 友泉東日本橋駅前ビル9階	建築用金属建材（アルミルーバー、 チャンバーボックス、アルミパネル等） の設計、製造及び施工

ISO45001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織（1件）の労働安全衛生マネジメントシステムをISO 45001:2018（JIS Q 45001:2018）に基づく審査の結果、適合と認め2019年5月20日付で登録しました。これで、累計登録件数は79件になりました。

登録組織（2019年5月20日付）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RS0079	2019/5/20	ISO 45001:2018 (JIS Q 45001:2018)	2022/5/19	藤原建設株式会社	京都府木津川市木津池田 30番地1	建築物の設計、工事監理及び施工 土木構造物の施工

JISマーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、以下のとおり、JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

JISマーク認証組織

認証登録番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TC0418001	2019/2/12	JIS R 3205	合わせガラス	新光硝子工業株式会社	富山県砺波市太田 1889-1
TC0818002	2019/2/12	JIS A 5372	プレキャスト鉄筋 コンクリート製品	株式会社ヤマックス 小川 工場及び松橋工場 試験室	[小川工場] 熊本県宇城市小川町河江 1212 [松橋工場 試験室] 熊本県宇城市松橋町豊福 1392 番地
TCCN18054	2019/2/12	JIS A 5905	繊維板	廣西豊林人造板有限公司	中国廣西壮族自治区南寧市江南區吳士干鎮明陽大道 26 號
TCCN18055	2019/2/12	JIS A 5908	パーティクルボード	廣西豊林木業集團股份有 限公司	中国廣西壮族自治区南寧市銀海大道 1233 號

JIS マーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/biz/ninsho/search/tabid/341/Default.aspx>

木材関連事業者の登録

製品認証本部では、2018年11月～2019年4月の期間において、以下の企業を登録木材関連事業者として認定しました。

登録番号	登録日	有効期限	登録木材関連 事業者の名称	所在地	事業者の別	事業の別	対象となる 事業所	対象となる 木材等の種類
JTCCM CLW II 18007	2018/12/3	2023/12/2	株式会社築柴	京都府向日市森 本町野田1-1	第二種 木材関連事業者	木材等の製造・ 加工・販売、 建築	株式会社 築柴	ひき板、角材、突板、合板、 単板積層材、集成材及び 家具（棚、机、椅子、造作家具）
JTCCM CLW III 18008	2019/2/15	2024/2/14	ボラテック 株式会社	埼玉県越谷市 新越谷1-71-2	第一種及び第二種 木材関連事業者	木材等の輸入・ 加工・販売	木材仕入部 板東工場	構造材、羽柄材、構造用合 板

第三者証明事業を通し 住生活・社会基盤整備へ貢献する

品質性能試験

建築物・土木構造物に使用される材料、部材、建具、設備機器などを対象に試験を行っています。地震・台風・火災などの災害や地理・気候・使用などの環境条件に対して要求される安全性・機能性・居住性・耐久性などについて、試験を行っています。

工事中材料試験

建築・土木工事に使用されるコンクリート・モルタル・鉄筋・鋼材・アスファルト・路盤材などの試験、耐震診断に関連したコンクリートコアの強度試験・中性化試験、住宅基礎コンクリートなどの品質管理試験を行っています。

性能評価

「建築基準法」に基づく性能評価・型式適合認定及び「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく試験の結果の証明・住宅型式性能認定を行っています。また、建設資材や技術の安全性、環境貢献などに関する適合証明を行っています。

製品認証

「産業標準化法」に基づく登録認証機関として、建築・土木分野を中心とした8分類（約160規格）と幅広い製品及び加工技術のJISマーク表示の認証を国内のみならず海外事業者も対象に行っています。

マネジメントシステム認証

ISO9001・14001・55001・45001・39001などのマネジメントシステム認証を行っています。また、東京都・埼玉県条例に基づく温室効果ガス（GHG）の排出量検証を行っています。

調査研究・標準化

建築・土木分野における技術開発を支援する調査・研究を行っています。また、JIS原案作成団体としてJISの原案作成及び維持管理やISO/TC146/SC6、TC163/SC1の国内事務局を運営するなど、国内外の標準化活動を行っています。

Editor's notes

— 編集後記 —

何かとストレス社会な現代、皆様はどのような方法でストレスを解消されていますか。

私は交通量の少ない週末早朝のドライブで気分をリフレッシュしています。

日が昇る前に自宅のある千葉を出発し、首都高速湾岸線で横浜方面へ向かいます。1時間ほどで目的地のパーキングに到着し、休憩も兼ね朝日に輝く愛車を眺めながら飲むコーヒーは、いつしか週末のルーティーンとなっていました。思い返してみると、もう20年近くこの早朝ドライブを続けていたようで、改めて月日の流れの速さを実感しています。

これからは暑くなる前の涼しい時間帯となり、特にオススメの季節となります。

週末、睡眠で体を休めることも重要ですが、ぜひ早起きをして出かけてみてはいかがでしょうか。(志村)

気象協会の「ヒートアイランド監視報告2017」によると、東京ではこの100年の間に平均気温が3.2℃上がっています。特に上昇しているのが最低気温の4.4℃、最高気温も1.7℃上がっています。このような実情を踏まえて、東京都の少年サッカー連盟では、今年から夏期の公式戦を全面的に禁止することとなりました。熱中症対策で一律に公式戦の開催を禁止にすることは、サッカー界に限らず異例の取り組みであるといえます。暑い時期に、冷房設備のない場所で作業を行わなければならない場合は、こまめに水分・塩分補給を心がけるとともに、体調が優れないときは無理をせず早めに休息をとることを忘れないでください。

まだしばらく厳しい暑さが続くと思いますが、体調管理には十分に気をつけてお過ごしください。

(室星)

平成の時代も終わりを告げ、元号が新たに5月1日より令和に改元されました。歴史好きの自分としては、改元を機に、本誌の歴史について調べてみることにしました。記念すべき第1号は、自身が誕生する4年前に遡ること昭和40年9月に「建材試験センター会報」としてスタートしました。その後、昭和47年1月号より読者の皆様には馴染み深い、現在の「建材試験情報」として名称を変更し、昭和、平成、令和と3つの時代を経て今日までの54年間で通算631号を発行させていただきました。自身より長い年月を積重ねた本誌について改めて継続する重みを実感いたしました。

今後も皆様の関心が持てる記事を掲載し、新たな時代へと変化しても、引き続きご愛読していただけるよう努めてまいります。

(白岩)

建材試験情報編集委員会

委員長	阿部道彦(工学院大学 名誉教授)
副委員長	砺波 匡(常任理事)
委員	長崎 新(総務部財務課) 白岩昌幸(経営企画部 部長) 宮沢郁子(経営企画部調査研究課 課長) 林崎正伸(中央試験所構造グループ 統括リーダー代理) 阿部恭子(中央試験所環境グループ 主査) 志村孝一(中央試験所耐火グループ 主任) 室屋しおり(中央試験所材料グループ 主査) 松井伸晃(工事材料試験所横浜試験室 室長代理) 長坂慶子(ISO審査本部企画管理課 課長) 中村美紀(性能評価本部性能評定課) 佐川 修(西日本試験所試験課 主幹)
事務局	高橋一徳(経営企画部経営戦略課 主任) 渡辺奈央(経営企画部経営戦略課 主任) 黒川 瞳(経営企画部経営戦略課)

建材試験情報 7・8月号

2019年7月31日発行(隔月発行)	
発行所	一般財団法人建材試験センター 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル
発行者	松本 浩
編集	建材試験情報編集委員会
事務局	経営企画部 TEL 03-3527-2131 FAX 03-3527-2134
本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いいたします。	

<訂正とお詫び>

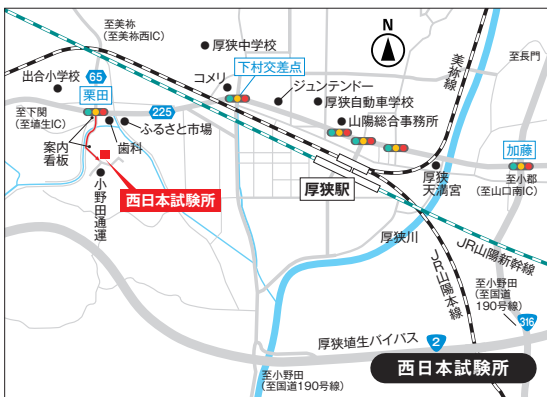
本誌2019年5・6月号において、次の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。

- ・25ページ「規格基準紹介」本文
- 3章 17行目
(誤) ⑤粒径判定実積率→(正) ⑤粒形判定実積率
- 3章 20行目
(誤) 粒径判定実積率試験→(正) 粒形判定実積率試験
- 4章 12行目、14行目
(誤) 粒径判定実積率→(正) 粒形判定実積率

事業所一覧



中央試験所



西日本試験所



日本橋オフィス

●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
 TEL : 048-935-1991(代) FAX : 048-931-8323
 企画管理課 TEL : 048-935-2093 FAX : 048-935-2006
 技術課 TEL : 048-931-7208 FAX : 048-935-1720
 材料グループ TEL : 048-935-1992 FAX : 048-931-9137
 構造グループ TEL : 048-935-9000 FAX : 048-931-8684
 防耐火グループ TEL : 048-935-1995 FAX : 048-931-8684
 環境グループ TEL : 048-935-1994 FAX : 048-931-9137

●ISO審査本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階
 TEL : 03-3249-3151 FAX : 03-3249-3156
 関西支所
 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14 新大阪グランドビル10階
 TEL : 06-6350-6655 FAX : 06-6350-6656
 福岡支所
 〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6 福岡試験室2階
 TEL : 092-292-9830 FAX : 092-292-9831

●性能評価本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階
 TEL : 03-3527-2135 FAX : 03-3527-2136

●製品認証本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階
 TEL : 03-3808-1124 FAX : 03-3808-1128
 西日本分室
 〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川(西日本試験所内)
 TEL : 0836-72-1223 FAX : 0836-72-1960

●工事材料試験所

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
 企画管理課/品質管理室 TEL : 048-858-2841 FAX : 048-858-2834
 武蔵府中試験室 〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10
 TEL : 042-351-7117 FAX : 042-351-7118
 浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
 TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838
 横浜試験室 〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8
 TEL : 045-547-2516 FAX : 045-547-2293
 船橋試験室 〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26
 TEL : 047-439-6236 FAX : 047-439-9266
 住宅基礎課 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
 TEL : 048-858-2791 FAX : 048-858-2836
 仙台支所
 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22 宮城県管工事会館7階
 TEL : 022-281-9523 FAX : 022-281-9524

●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川
 TEL : 0836-72-1223(代) FAX : 0836-72-1960
 福岡試験室 〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
 TEL : 092-622-6365 FAX : 092-611-7408

●事務局

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル9階
 総務部 TEL : 03-3664-9211(代) FAX : 03-3664-9215
 経営企画部
 経営戦略課 TEL : 03-3527-2131 FAX : 03-3527-2134
 調査研究課 TEL : 03-3527-2133 FAX : 03-3527-2134
 検定業務室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
 TEL : 048-826-5783 FAX : 048-826-5788