

# 建材試験 情報<sup>vol.</sup>52

2016

10

JTCCM  
JOURNAL

## 巻頭言

建材試験センター着任の雑感

## 寄稿

建築産業展望

オリンピック後のレガシーに向けて

## 技術レポート

真空断熱材の長期耐久性試験方法に関する検討

－ 熱・湿気による断熱性能変化に関する実験 －

Environment

Testing

Life



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center For Construction Materials

## I n d e x

p1

### 巻頭言

建材試験センター着任の雑感

／一般財団法人建材試験センター 常務理事・事務局長 松本 浩

p2

### 寄稿

建築産業展望

オリンピック後のレガシーに向けて

／東京大学生産技術研究所 教授 野城 智也

p6

### 技術レポート

真空断熱材の長期耐久性試験方法に関する検討

－熱・湿気による断熱性能変化に関する実験－

／中央試験所 環境グループ 主幹 田坂 太一

p12

### 試験報告

耐火被覆H形鋼・直交集成板の接合床の2時間耐火性能試験

／西日本試験所 試験課 河野 博紀

p15

### 国際会議報告

ISO/TC92/SC2 (火災安全/火災の封じ込め) エディンバラ会議報告

／性能評価本部 性能評定課 主幹 常世田 昌寿

p19

### 規格基準紹介

建築材料の比熱測定法(断熱型熱量計法)

JSTM H 6107の制定について

／中央試験所 環境グループ 主幹 佐伯 智寛

p22

### 試験設備紹介

飛び火試験装置

／中央試験所 防耐火グループ 宍倉 大樹

p24

### 連載

#### 各種建築部品・構法の変遷

第2回 我が国のセメント系屋根葺き構法の変遷

／東京理科大学 名誉教授 真鍋 恒博

p30

### 建材試験センターニュース

p32

### あとがき・編集たより

## 巻頭言

# 建材試験センター着任の雑感



一般財団法人建材試験センター  
常務理事・事務局長 松本 浩

本年6月の評議員会、理事会の議決により常務理事・事務局長に就任いたしました。産学官各界の皆様には大変お世話になりますが何卒よろしくお願い申し上げます。

私自身、学生時代にはコンクリート系の研究室で実験や解析を行い、その後もつくばの建築研究所や国土技術政策総合研究所で勤務した経験もあって、当センターの中央試験所や工事材料試験所の試験設備を初めて見たときには、なんとなく懐かしさのような感覚を持ちました。

また、当センターは、第三者証明機関として、製品開発や工事実施に際しての広範な試験の実施や、製品認証、ISO認証、性能評価といった広範な事業を、総勢250名もの職員により行っており、分野ごとに性格の異なる各業務が適切に調整・連携していることや、全体として合理的かつ効率的な運営形態を確保していることを強く感じました。

さて、リオオリンピックでは日本勢も大活躍し我が国でも大いに盛り上がりました。2020年東京オリンピックへの関心も高まってきた中で、今後、様々な施設の整備が進められます。住宅関係も、消費税率引き上げ延期や住宅ローン金利の引き下げという状況の中で、堅実な着工動向が見込まれます。また、このような状況の中で、新たな建材開発も前向きに進められていく可能性があると思います。

これらは、建材試験センターの業務にとっても、良い影響があるものと期待されます。この当面の順風を最大限に生かして事業能力の向上や財務体質の強化を進めることにより、将来いつか迎えるであろう逆風の時代にも対応することができるものであり、また、そうしていくことが不可欠であると考えます。

本稿執筆時点でちょうど着任2か月となりました。まだまだ当センターの全容を把握するには至っていないものの、建材試験センターの一員として、当センターの今後の更なる発展のお役に立てるよう、全力で取り組んでいきたいと思っております。皆様のご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

# 建築産業展望 オリンピック後のレガシーに向けて



東京大学生産技術研究所  
教授 野城 智也

## 1. 建築市場の動向

建築分野は2020年の東京オリンピック開催による経済効果が期待されている一方、オリンピック開催後の市場の減速が危惧されている。安定した市場を維持していくためには、今後の成長分野や建築産業のあり方について考える必要がある。

日本の建築物のストック量(住宅・非住宅含む)は、1960年以降増加し2020年には90億 $m^2$ に達すると推定されている(図1)。建築物のストック量を着工量の寄与率から見ると、1970年代は着工量の7割～9割がストックの増加に寄与していたが現在は5割を切っており、建替等が増加していることがわかる(図2)。国民一人当たりのストック量は、1970年代において40 $m^2$ 程度であったのに対し、現在は70 $m^2$ 近い値となっている(図3)。日本の人口は減少しており、建築物ストックのあり方について考える必要がある。

建築物を作る生産能力については、建設業就業者数は2000年時点で約600万人であったがその後減少し、2030年には300万人を切る事が推計されている(図4)。年齢別で見ると、2000年は45～54歳が最も多かったが、2030年は55～64歳がピークとなる見込みであり、高齢化が進んでいる。なお、大工職一人当たりの建設着工量は1970年時点では約250 $m^2$ であったが、2015年には約305 $m^2$ となり、見かけの生産性は向上している(図5)。就業者不足を補うための手段として建設ロボットが挙げられるが、1970年～1990年代は日本がトップランナーであったが、その後技術が承継されず、現在は欧米から引き離されている。新規の就業者は少ないと考えられており、これまでの着工量を維持するためには何らかの対策を行う必要がある。

日本経済の動向を経済成長率(GDP)から見ると、1985年～1995年にかけては米国に次ぐ第2位のGDPを誇り欧州・中国を引き離していたが、2015年時点では中国に次いで第3位となり、欧州(ドイツ、英国)が迫ってきている(図6および図7)。一人当たりのGDPについても、1990～1995年にかけては米国を押さえトップであったが、その後減速し、アメリカおよびドイツ、英国に抜かれ、2015年時点では比較する4カ国のなかで最下位となっている。日本経済への影響は、オリンピックよりもマクロ経済の動向の方が大きいと考

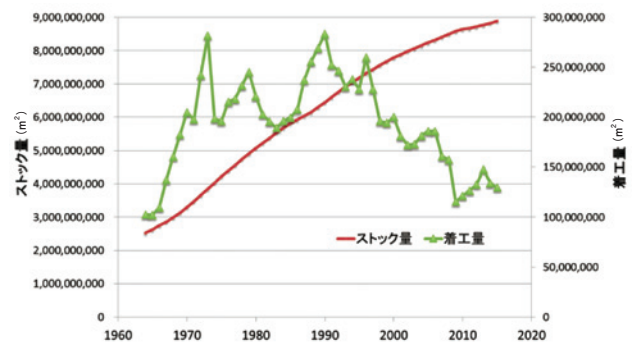


図1 建築着工量・ストック量推移  
(出典：建築着工統計・固定資産税の価格等に関する概要調査)

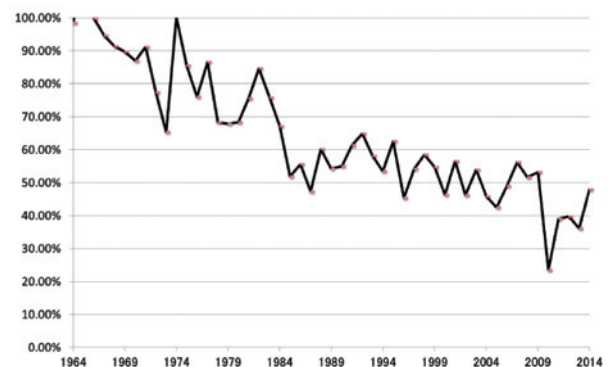


図2 建築着工量のうちストック増加に寄与した割合推移  
(出典：建築着工統計・固定資産税の価格等に関する概要調査)

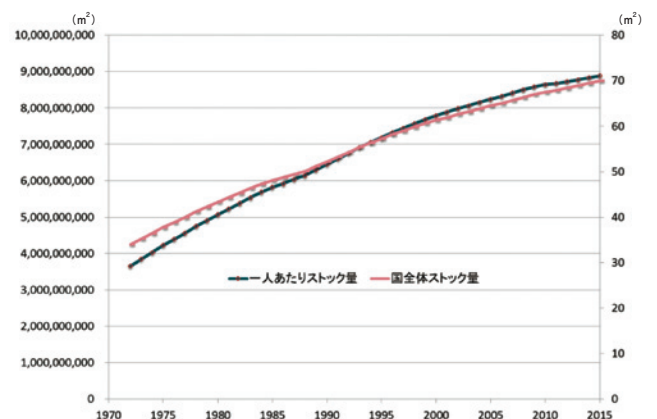


図3 ストック増加推移  
(出典：建築着工統計・固定資産税の価格等に関する概要調査)

## 建設業就業者数の将来推計① (建設就業者全体・コーホート推計)

○ 現状の若年層の入職率(2005年)、過去の各年齢階層の経年変化率等をもとに、コーホート法により、将来の建設業就業者(生産年齢人口(15~64歳)人口)を推計すると、2030年には2005年比▲44

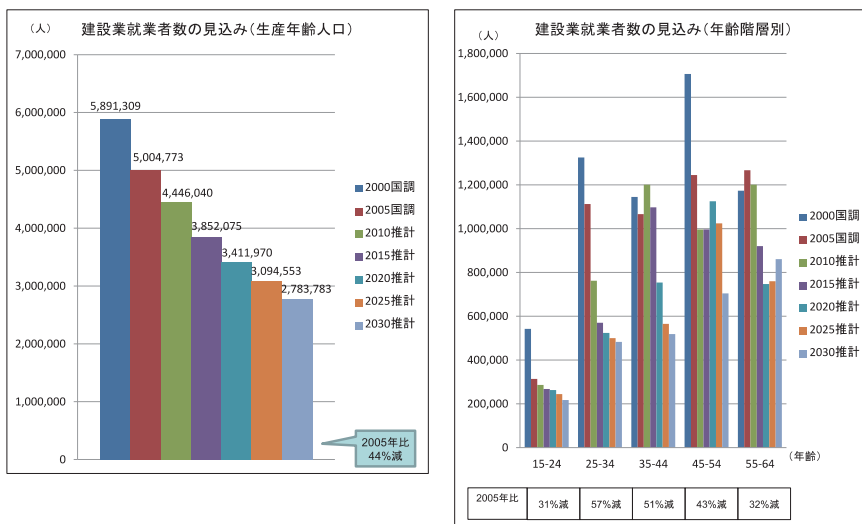


図4 建設業就業者数の将来設計①

(出典 国土交通省 www.mlit.go.jp/common/000149008.pdf)

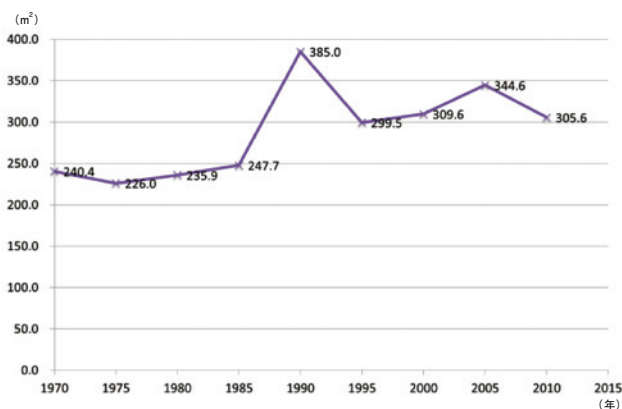


図5 大工職一人あたりの着工量

(データ出典: 国勢調査・建築着工統計)

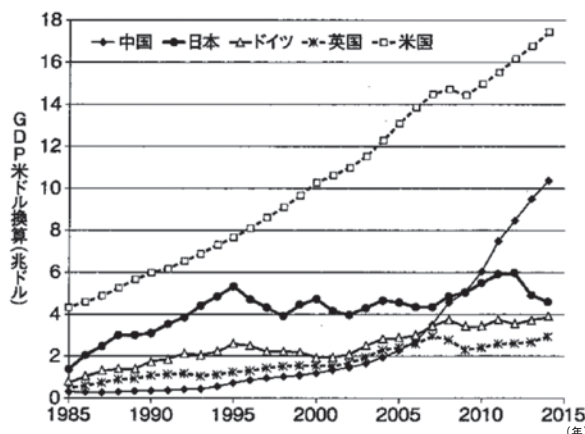


図6 日本の長期停滞

(出典: データの直接の出典: 世界銀行 World Development Indicators. データ原典: World Bank national accounts data および OECD National Accounts data files)

えられており、どのように産業を成長させていくべきか考える必要がある。

## 2. 今後の成長分野について

今後の成長分野を考える上では、以下の基本認識を持つ必要がある。

- ・国土のランドデザインとは、社会経済活動の空間配置の基本設計である。施設群の空間配置は、あくまでその手段である。
- ・現行の生活水準を維持するための基盤は国全体のイノベーション能力であり、我が国の付加価値生産性を高めていく必要がある。

### 日本・米国・英国・ドイツの1人あたりGDP推移比較(単位:米ドル)

データの直接の出典: 世界銀行 World Development Indicators. データ原典: World Bank national accounts data および OECD National Accounts data files.

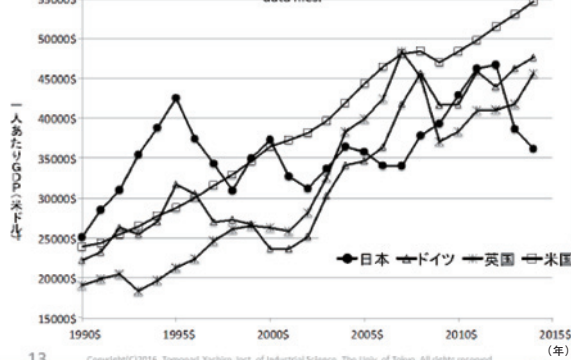


図7 日本・米国・ドイツの1人あたりのGDP推移比較(単位:米ドル)

- ・イノベーション能力は、社会経済活動の空間配置に依存する。
- ・科学・基礎技術の創造が契機となる Science push 型イノベーションだけでなく、課題・解決策引動型のイノベーションの必要性を認識する必要がある。
- ・課題解決に有効なオープン・イノベーションでは、「新たな連携の生み出し易さ、成長し易さ」が重要である。
- ・欧米では、既にオープン・イノベーションを励起・賦活させる空間配置の創造を行っている。

建築産業を持続的に発展させるためには、技術開発だけでなく国全体のイノベーション能力を向上させる必要がある。新たに、何らかについて取り組み・率先 (initiative) し、何らかの「豊益潤福」<sup>注1)</sup>を創造・増進し、現状を刷新する社会的変革を生み出す必要がある (図8)。

注1)「豊益潤福」は、以下を指す。

「豊」(richness and fullness) = 精神的・身体的・経済的な充足  
「益」(benefit) = 人や社会に役立つこと。利便性、便益の向上を指す。  
「潤」(amenity) = 精神的・身体的・経済的な潤い  
「福」(welfare) = しあわせ

従来のイノベーションは、物質的な豊かさや利便性等の科学・技術で解決できる満足度に重きがおかれ、モノの交易を基盤としていた。しかし、生活の質が変わり、サービスや知識を基盤とする経済にシフトしてきている。

第4次・第5次技術革新における技術経済上のパラダイム：イノベーションを進める際に当然と思われる基本方針。(Perez 2009) をもとに作成

石油、自動車、大量生産の時代	情報化の時代
大量生産/大規模市場	市場の細分化：ニッチな市場の増殖
規模の経済 (製品および市場の規模)：水平統合 (同一製品やサービスを供給している複数企業の一体化)	範囲 (scope) および専門化 (specialization) の経済：範囲内・専門内での規模の探求
製品の標準化	他との相違性、多様性、適応性
エネルギー密度 (化石燃料ベース)	情報密度 (マイクロ・エレクトロニクスを基盤とした ICT)
機能上の専門分化：階層的ピラミッド	内外双方方向の協働：クラスター
集中化：都心-郊外という二元的空間構造	多核的統合 (非集中的統合)：ネットワーク空間構造
国単位でのイノベーションという発想に基づく国力の充実、国際的協約・対立	グローバルゼーション：地球全体と地域との間の絡みあい、相互交流
-	即時のコンタクトと行動：即時の世界規模でのコミュニケーション
-	資本としての知識：無形の付加価値

図8 パラダイムの変化

(出典：Perez, C. (2009) "Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms." Cambridge journal of Economics: Doi:10.1093/cje/bep051.)

欧米では、有力な大学や研究機関を知的財産集約のための中立的拠点を都市部に建設している。例えばアメリカでは、コーネル大学がイスラエル工科大学とともに本キャンパスから370km離れたニューヨークイーストリバーのルーズベルト島の病院跡地にキャンパスを建設している。ロンドンでは、インペリアルカレッジロンドンがロンドン西郊外の企業跡地に新キャンパスを建設している。これらの事例は、大学を教育施設としての機能だけでなく、企業や人材を結び付ける、

オープン・イノベーションをおこす拠点としての中間組織の機能を持たせることが企図されている。重要な知識・情報・人材を特定の場所に集積させ、連携・融合を図り、新しい産業をおこそうとしているのである。

これらの研究拠点に共通するキーワードは、次のとおりである。

Connectivity：連結性、連携可能性  
Spatial Intensity：空間的集約性  
Diversity：多様性  
Collectivity：集合性  
Interoperability：相互連携運用性

知的産業が集積した都市は、新しい産業の需要を生む。また、多様な知識を惹きつけ、知識連携・融合を促し、特徴を持った集約密度の高いネットワーク体として、都市の performance を向上させている。これらのまちづくりの事例は、日本のまちづくりにも示唆を与える。東京ではソフトウェア産業は秋葉原に、テキスタイル関係の企業は馬喰町に、また観光地としての浅草など、産業資源が潜在的に都市に集積している。これらの都市に新産業を誘発・推進する中間組織 (大学や研究機関などに設置) を開設し、連携を図ることで、世界中から多様な人材を誘引する都市に生まれ変わると考えられる。

### 3. 今後企業に求められる能力

今後企業に必要な取り組みとして、先進的な事例を紹介する。住宅改修の際に課題となる床下の排水管の施工 (：勾配をつけて施工する) について、フランス企業がポンプで圧力をかけて水平に排水する装置を開発した。この装置は、40年前に商品化されたが現在でもロングセラー商品として欧州で販売されている。このポンプの適用は、従来の製品を提供し対価を得る「プロダクト・プロバイダー」から機能・性能を提供し対価を得る「サービス・プロバイダー」に転換した成功事例におけるキー・テクノロジーとなっている。日本においても、かつて同様の取り組みとして、空調機ではなくビル設備管理システム (：空気) を販売されていたことがある。今後は、モノではなく質を売るサービス・プロバイダーとしての販売方法を考える必要があるのではないだろうか。

次に、既存ストックの活用に係る、ファシリティ・マネジメントの必要性について述べる。ファシリティ・マネジメントは、従来、施設管理を行うための手法として考えられていたが、本来は設備や環境を特定目的に適うよう能動的な経営のために用いるべきである。取組事例として、千葉市が行っている「資産情報の見える化」を紹介する (図9および図10)。千葉市では、市民向けの500施設を対象に、建物の性能、利用度及び運営コスト等の指標 (データ) をもとに総合評価を行い、施設の維持管理の方向性 (他の施設との統合、

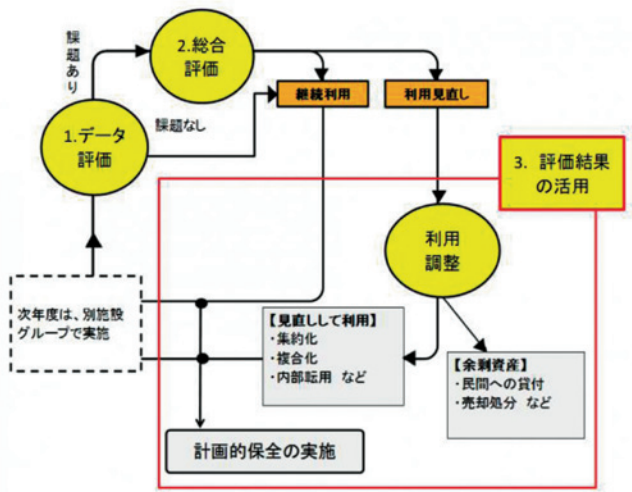


図9 千葉市・資産の総合評価のスキーム

(出典：千葉市HP：https://www.city.chiba.jp/zaiseikyoku/shisan/shisan/shisannosogohyoka.html?PreviewID=19AFC365%2DBEAA%2D6135%2D22958508ECBC47D8&mode=preview)

**千葉市・資産の総合評価**  
<https://www.city.chiba.jp/zaiseikyoku/shisan/shisan/shisannosogohyoka.html?PreviewID=19AFC365%2DBEAA%2D6135%2D22958508ECBC47D8&mode=preview>

評価指標	ベンチマーク
建物性能	ア.残耐用年数15年以下 イ.耐震性能不足
利用度	ウ.稼働率又は面積当たり利用者数が5段階評価で2以下 (グループ内相対評価)
運営コスト	エ.稼働率が40%未満 オ.面積当たり運営コストが5段階評価で2以下(グループ内相対評価)

対象	評価結果	方向性
次年度に見直しに着手する施設 (利用調整)	見直し	集約化、複合化、民間施設の活用、類似機能の統合、実施主体の変更、PPPの推進、サービス提供方法の変更、貸付・売却等
現時点では利用を継続するものの、将来的には見直しを検討すべき施設	継続利用	当面継続
周辺施設の状況、利用状況、規模、立地等から将来に亘り利用すべき施設	継続利用	継続(計画的保全対象)

Copyright(C)2016, Tomonari Yashiro, Inst. of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, All rights reserved

図10 千葉市・資産の総合評価

(出典：千葉市HP：https://www.city.chiba.jp/zaiseikyoku/shisan/shisan/shisannosogohyoka.html?PreviewID=19AFC365%2DBEAA%2D6135%2D22958508ECBC47D8&mode=preview)

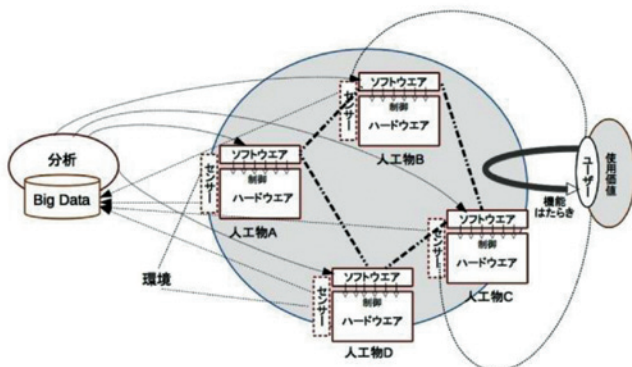


図11 建築におけるIoTの本質

(建築内の複数の人工物が情報世界を介して繋がってひとまとまりの使用価値を提供)

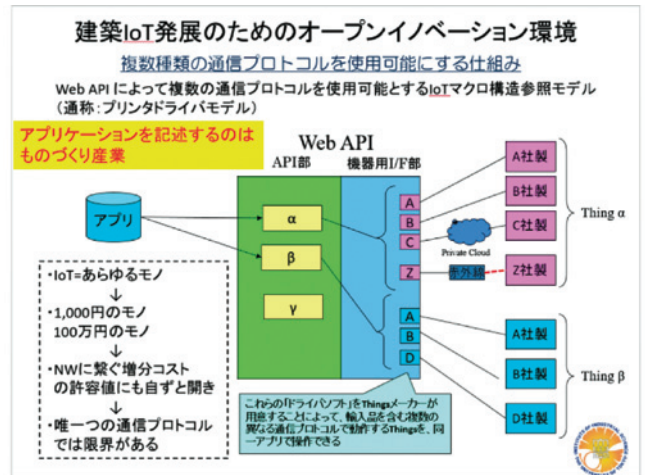


図12 建築IoT発展のためのオープンイノベーション環境 (プロトコルの相違を越えて繋がる環境を保証)

民間施設の活用、賃貸・売却等)を決めている。

現在データが完備している公共建築はごく僅かで、千葉市の取り組みは先進的事例である。昨今、中古住宅の流通の少なさが課題として挙げられているが、需要の低調は、住宅建物についての情報が不十分であることにもよる。建物は色々なメーカーの部材が複数の組み合わせで使われている。また、部材の適用範囲はメーカーによって異なっており、連携が難しい。しかし、IoTを用いた新しい産業を発展させるためには、建物に関する各種データの収集・蓄積・開示・利活用が必要と考える(図10～図12)。

#### 4. おわりに

建設産業が今後も発展していくためには、多様な企業・人材の集積・連携が必要である。また、産業を支える建設技能者は今後減少していくことが見込まれるため、就業者が増えるためのインセンティブが必要と考えられる。

#### 【参考文献】

- ・Perez, C. (2009) "Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms." Cambridge journal of Economics: Doi:10.1093/cje/bep051
- ・野城智也, イノベーション・マネジメント: プロセス・組織の構造化から考える, 東京大学出版会, 2016

#### プロフィール

野城 智也 (やしろ・ともなり)

東京大学生産技術研究所 教授  
 工学博士, 一級建築士, 元・関東ラグビーフットボール協会 公認レフリー

最近の研究テーマ:

サステナブル建築に関する研究, 建築におけるIoTに関する研究, イノベーション・マネジメントに関する研究

# 真空断熱材の長期耐久性試験方法に関する検討 —熱・湿気による断熱性能変化に関する実験—

田坂 太一

## 1. はじめに

真空断熱材 (Vacuum Insulation Panels : 以降, VIP) の多くは, その中央部の見かけ熱伝導率<sup>注1)</sup>が2~5mW/(m・K)程度の性能を有する。これは, 繊維断熱材や発泡プラスチック断熱材などの一般的な断熱材の1/10程度の値であり, 中央部に限れば同じ厚さの一般的な断熱材の約10倍の断熱性能を有することを意味する。薄くても高い断熱性能を有する特徴を生かし, 以前から, 省スペースで省エネルギーな製品が求められる冷蔵庫や自動販売機用の断熱材として普及しているが, 最近では, 建物の断熱改修をはじめ, 建築分野でも利用されはじめています。

しかしながら, VIPは, 端部熱橋が断熱性能に大きく影響するほか, 長期的には水蒸気や窒素・酸素などの乾燥空気(以下, ガスという)の侵入によって断熱性能が経時変化する懸念がある。今後, VIPを建築分野で利用して行く上では, 既報<sup>1)</sup>で報告した端部熱橋を含むVIP全体の断熱性能の試験・評価方法だけではなく, 長期耐久性(長期断熱性能)についても, 適切な試験・評価方法の確立が求められている。

VIPの長期耐久性に関する試験・評価方法に関しては, CEN/TC88/WG11 (Vacuum Insulation Panels)においても開発が進められているところである<sup>2)</sup>。しかし, 国内で主流となる芯材がガラス繊維系のVIPについては, 長期耐久性に関する研究報告事例がほとんどなく, 十分な検討がなされていないのが現状である。今後, 長期耐久性に関わる試験・評価方法を確立し標準化していく上でも, 国内で製造・開発されるVIPの長期断熱性能やそれに関連する各種物性データを取得しておくことが非常に重要といえる。

本検討は, VIPの長期耐久性試験方法の確立を最終目標としている。そのうち, 本報では, 国内で製造・開発されるVIPの長期断熱性能の把握および促進試験方法の検討を主な目的として実施した長期断熱性能変化に関する試験結果について報告する。

## 2. 真空断熱材 (VIP) について

VIPは, ガラス繊維やシリカ粒子などの多孔質材を芯材とし, それを水蒸気やガスが透過しにくい(バリア性の高い)被覆材で覆い, 内部を数百Paから数Pa程度まで減圧して密封することで断熱性能を高めた材料である(図1)<sup>注2)</sup>。

VIPの見かけ熱伝導率は, 図2に示すように, 内圧が高くなるほど高くなる(断熱性能は低くなる)ことが知られている<sup>3)</sup>。従って, 長期間にわたり高い断熱性能を維持するには, 内圧の上昇をいかに抑制できるかが鍵となる。それゆえ, 被覆材には, 水蒸気とガスに対する高いバリア性が求められ, 通常, アルミニウム蒸着フィルムやアルミニウムはくなどの金属層を含むラミネートフィルムが使われている。

長期耐久性の観点からは, 被覆材のバリア性が高い(バリア層が厚い)方が望ましい。しかし, 被覆材のバリア層が厚くなるほど, 被覆材が厚さ方向に連続する端部においては熱橋が増大することになり, 製品全体の断熱性能が低下してしまうという課題がある。また, 水蒸気やガスの侵入は, 被覆材のシール層(以下, 端部という)および被覆材のピンホールやそれに満たないクラックなどの欠損部などからも生じる場合がある(図3)。そのゆえ, 侵入した水蒸気およびガスによる断熱性能変化の抑制などを目的に, 必要に応じ, 吸着剤(以下, 吸着剤(水蒸気用の吸着剤をデシカント, ガス用の吸着剤をゲッター)という)が封入されている。

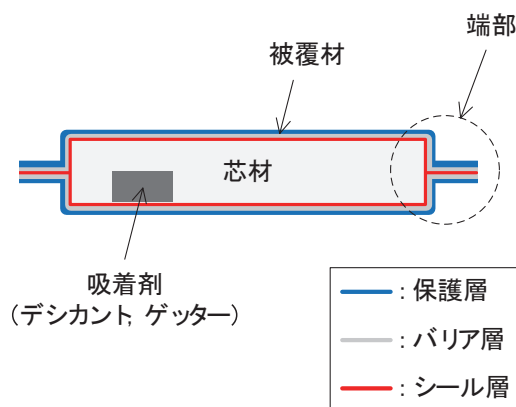


図1 VIPの概要 (断面図)



### 3. 熱・湿気による長期断熱性能変化に関する試験

真空断熱材の長期耐久性に関わるデータの取得および促進試験方法の検討を目的に、国内で製造・開発される真空断熱材について、さまざまな温湿度環境下における熱抵抗および見かけ熱伝導率の経時変化を測定した。

#### 3.1 試験体

試験体は、芯材や被覆材の種類および吸着材の有無や種類などが異なる5種類の真空断熱材である。いずれも、試験体(芯材)寸法は200×200mm、呼び厚さ10mm、数量は3体とした。試験体の概要を表1に示す。

なお、実際の製品は、真空断熱材端部のシール層(ヒレ)部分を面内方向に折り返して芯材部分にテープ留めする場合もあるが、本試験の試験体は、折り返さずにそのままの状態とした(表1)。

#### 3.2 試験概要

試験は、以下の手順で行った。

- ① 各試験体の初期性能(測定項目:断熱性能(熱抵抗, 見かけ熱伝導率), 質量, 厚さ)を測定する。
- ② 初期性能を測定した試験体を表2に示す温湿度の恒温恒湿槽内に静置する。
- ③ 適当な時間間隔で各試験体を取り出し、経時後の性能(測定項目:断熱性能(熱抵抗, 見かけ熱伝導率), 質量, 厚さ)を測定する。

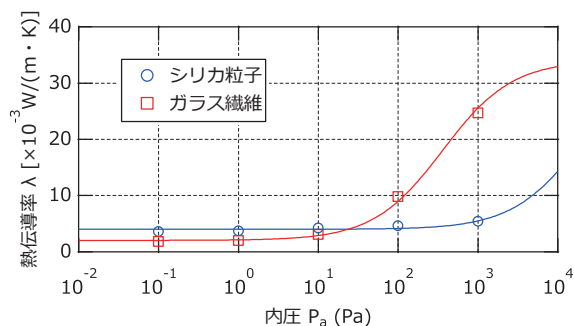


図2 芯材の熱伝導率と内圧の関係<sup>注3)</sup>

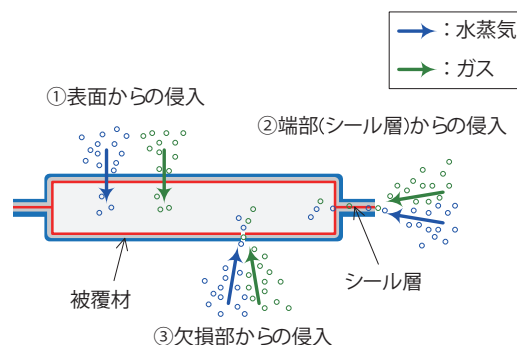


図3 内圧上昇(断熱性能変化)に寄与する現象

表2 試験条件

条件番号	温湿度	試験期間
No.1	23℃, 50%一定	—
No.2	40℃, 90%一定	—
No.3	60℃, 90%一定	—
No.4 <sup>注4)</sup>	① 80℃で12時間と-15℃で12時間の冷熱繰り返し ② 80℃一定	① 8日 ② 180日

表1 試験体の概要

試験体	A	B	C	D	E
芯材	シリカ粒子	シリカ粒子	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維
被覆材(バリア層)	アルミニウム蒸着フィルム	アルミニウムはく	シリカ粒子蒸着フィルム	アルミニウムはく	アルミニウムはく + アルミニウム蒸着フィルム
吸着剤	なし	なし	デシカント + ゲッター	デシカント	デシカント
外観					

### 3.3 試験方法

各試験項目の試験方法を以下に示す。

#### (1) 熱抵抗および見かけ熱伝導率

試験体の熱抵抗および見かけ熱伝導率は、JIS A 1412-2 [熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—第2部：熱流計法 (HFM法)] に準じて測定を行った。測定条件は、平均温度23℃、温度差20Kとした。また、試験数量は、各試験体1体とした。試験装置の概要を図4に示す。

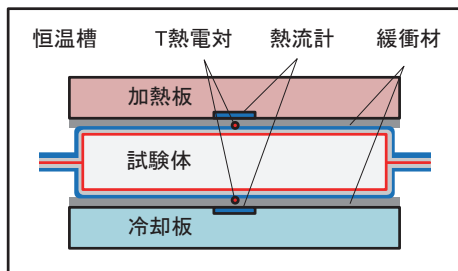


図4 断熱性能試験装置の概要

#### (2) 質量

試験体の質量は、熱抵抗および見かけ熱伝導率測定時に、最小ひょう量0.01gの電子天びんによって測定した。また、試験数量は、各試験体3体とした。

#### (3) 厚さ

VIPの多くは、表面に凹凸やしわがあるため、ノギスやマイクロメータなどによって厚さを測定する場合、信頼性や再現性の高い測定結果を得ることが難しい。そのため、本検討では、文献4)を参考に、2枚の平板で試験体を挟み、2枚の平板間の内法寸法を試験体厚さとする方法で測定を行った(写真2)。厚さ(内法寸法)の測定位置は、平板の四隅とし、その平均値を小数点以下1桁に丸めた値を試験体厚さとした。厚さの測定には最小目盛0.01mmのノギスを用い、厚さ測定時に試験体に加わる荷重は熱抵抗測定時と同程度とした。

なお、試験体の厚さ測定は、質量測定と同様、熱抵抗および見かけ熱伝導率測定時に行った。また、試験数量は、各試験体3体とした。

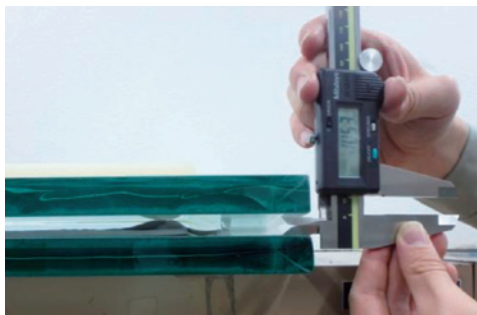


写真2 試験体の厚さ測定状況

### 3.4 試験結果

熱抵抗の経時変化を図5に、見かけ熱伝導率の経時変化を図6に、質量の経時変化を図7に、厚さの経時変化を図8に示す<sup>注5)</sup>。

#### (1) 熱抵抗および見かけ熱伝導率

熱抵抗の初期値は、芯材がシリカ粒子のVIP(試験体A, B)に比べガラス繊維のVIP(試験体C～E)の方が高くなる結果が得られた。この結果および芯材の熱伝導率と内圧の関係(図2)より、芯材がガラス繊維のVIPの初期内圧は10Pa以下になっていると推察される。

一方、熱抵抗の低下量は、芯材がシリカ粒子のVIPに比べ芯材がガラス繊維のVIPの方が大きくなる傾向が見られた。条件No.1に関しては、試験開始から1～1.5年程度で概ね両者の熱抵抗が同程度の値となる結果となっている。また、試験体Cおよび条件No.4を除くと、条件No.1<条件No.2<条件No.3の関係となっており、温湿度(温度と水蒸気圧)の高い条件ほど、熱抵抗が低下しやすくなる傾向が見られた。従って、温湿度の高くなるほど、ガスおよび水蒸気の侵入が促進されているといえる。

なお、試験体DおよびEに関しては、被覆材にアルミニウムはくが使われているが、熱抵抗の低下が見られている。いずれの試験体も、デシカントが封入されていることから、熱抵抗の変化は主に試験体端部(シール層)からのガス侵入により生じているものと推察される。また、試験体Cの条件No.2は約30日後に、条件No.3は約300日後に熱抵抗が著しく低下しており、その直前の測定日以降に真空状態が維持できなくなり、内圧が著しく上昇したものと考えられる。温湿度の高い条件ほど熱抵抗の急激な低下が早期に生じていることから、熱や湿気によって被覆材やそのシール層が劣化した可能性がある。

#### (2) 質量および厚さ

被覆材が蒸着仕様のVIP(試験体AおよびC)の質量変化量は、熱抵抗の変化量と同様に条件No.1<条件No.2<条件No.3の関係となっており、温湿度が高くなるほど水蒸気侵入量が増大していることが確認できた。条件No.1に対する両試験体の水蒸気透過量の促進倍率<sup>注6)</sup>は、条件No.2で7～8倍、条件No.3で20～25倍程度となる。

なお、被覆材がアルミニウムはく仕様のVIP(試験体B, DおよびE)は、質量変化が非常に小さく、温湿度による水蒸気侵入量に明確な傾向は確認できなかった。

試験体の厚さに関しては、試験体Cのみ厚さが薄くなる傾向が見られるが、そのほかの試験体には顕著な変化は認められなかった。

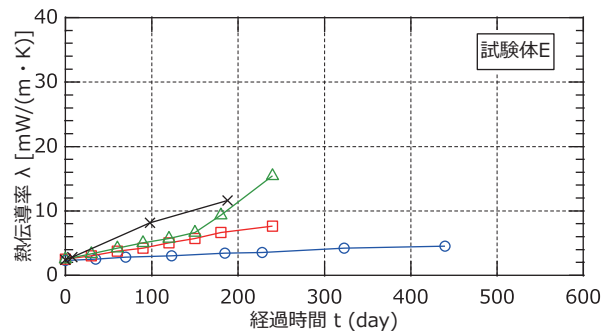
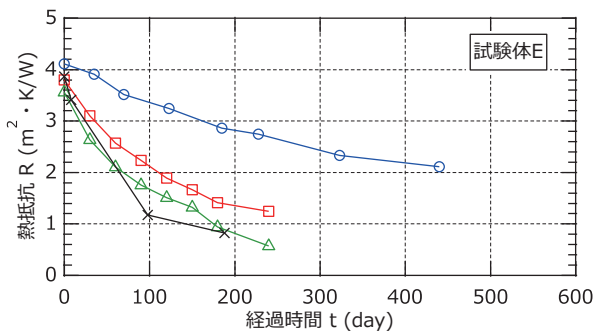
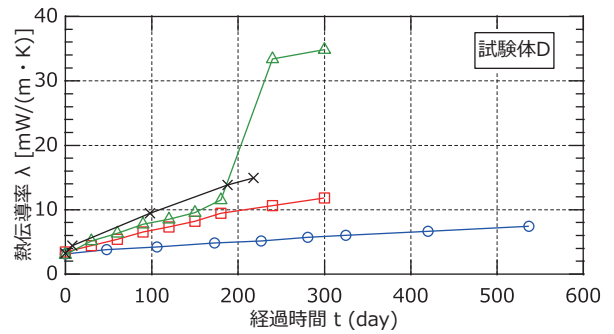
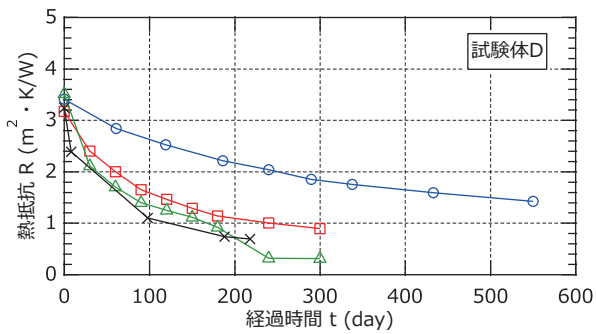
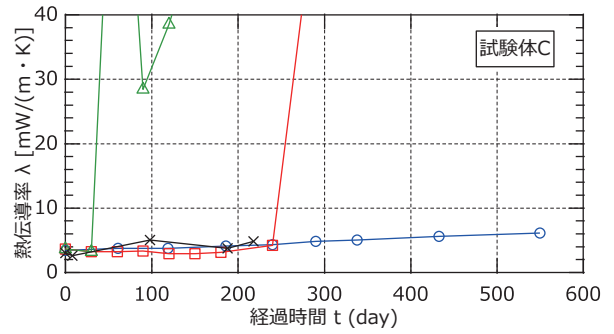
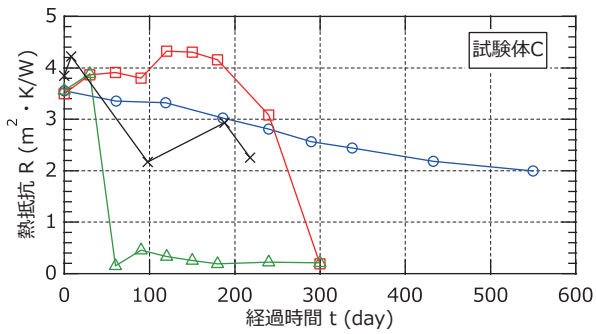
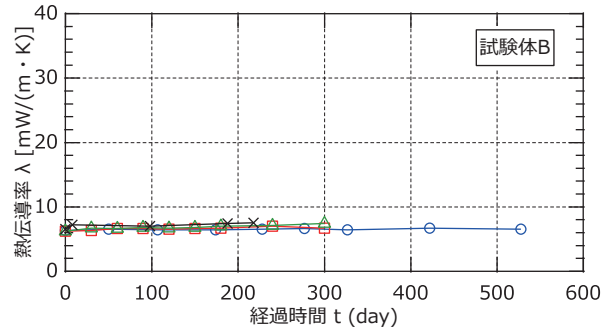
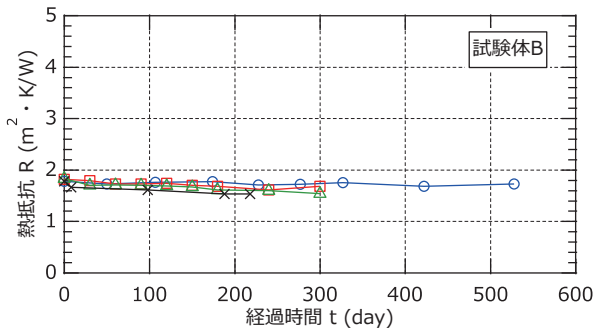
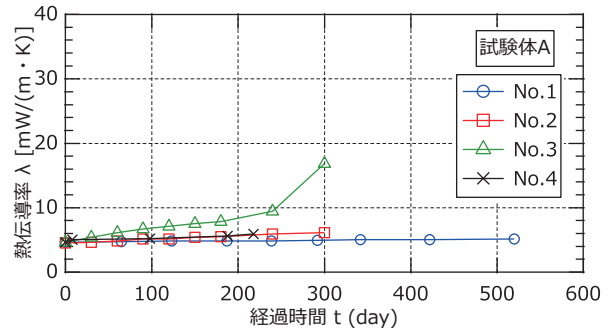
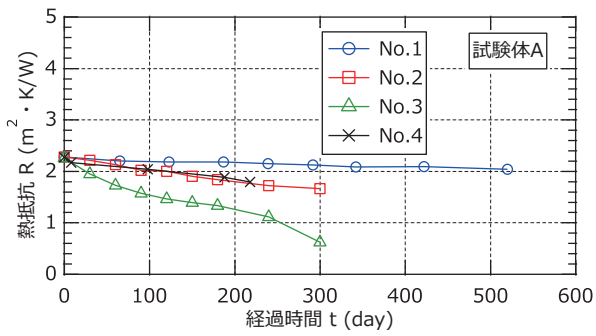


図5 熱抵抗の経時変化

図6 見かけ熱伝導率の経時変化

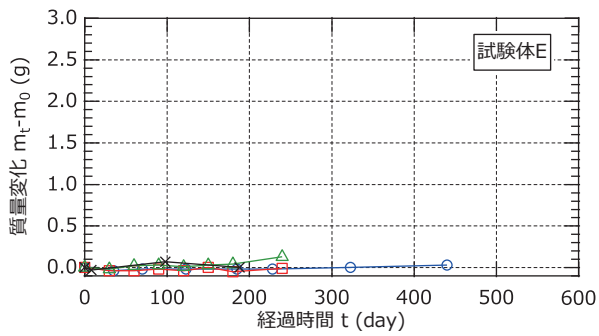
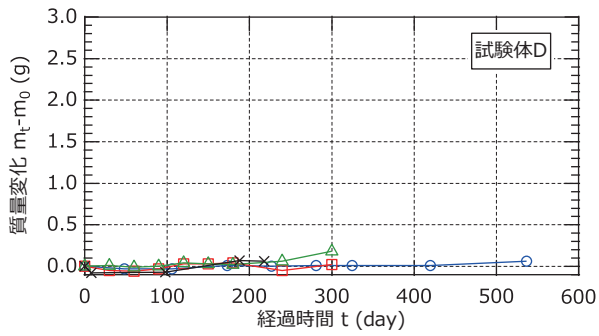
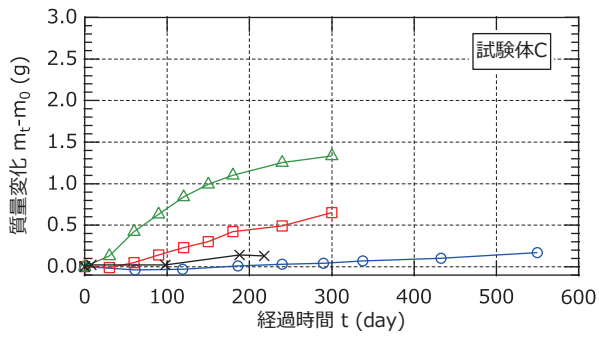
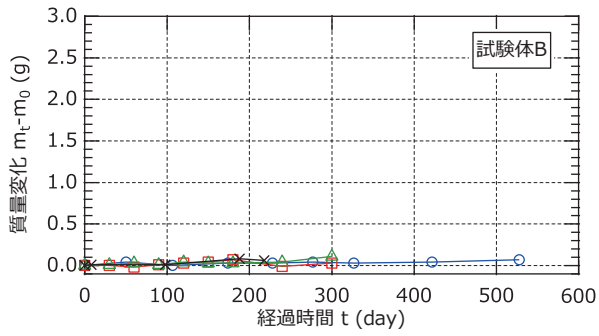
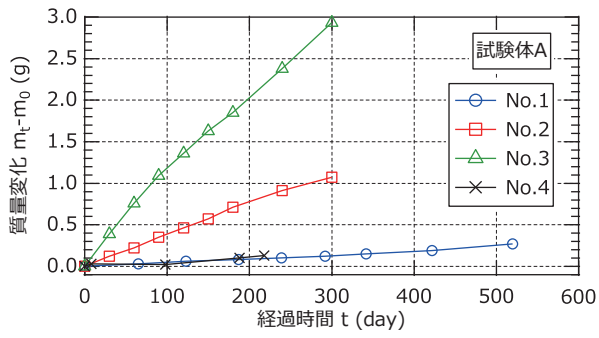


図7 質量の経時変化

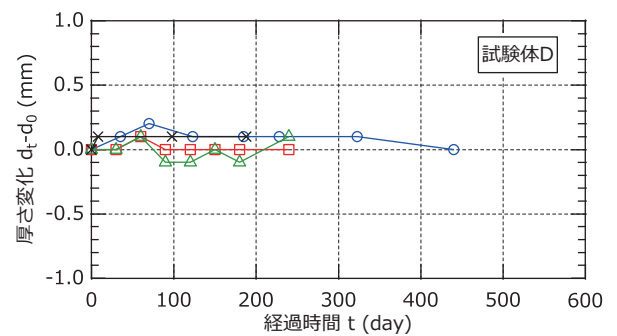
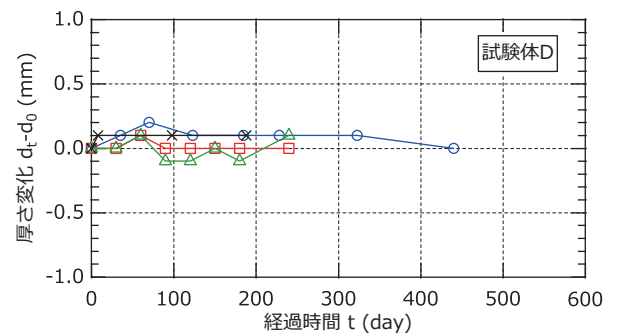
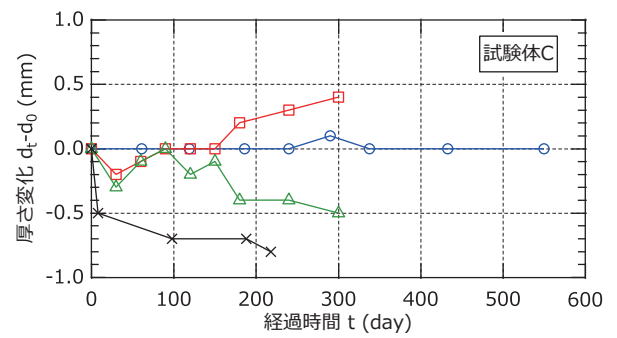
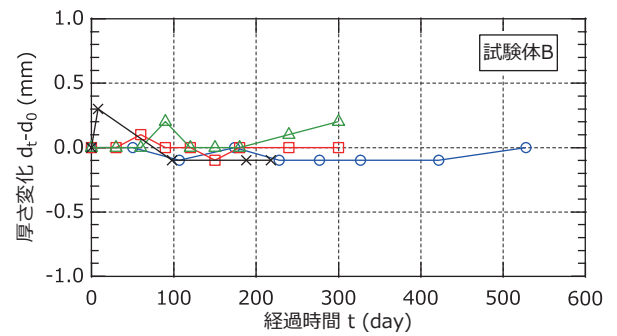
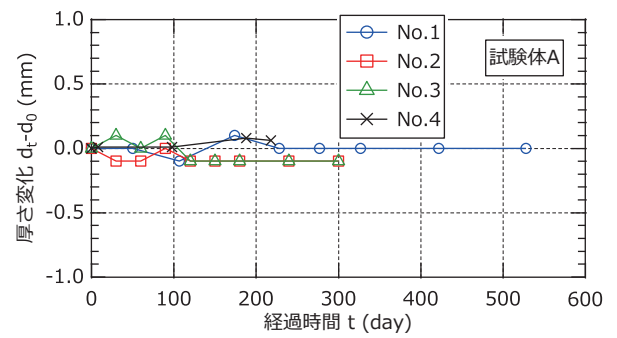


図8 厚さの経時変化

## 4. まとめ

国内で製造・開発される5種類の真空断熱材を対象に、長期断熱性能の測定を行い、各種VIPの長期断熱性能を把握した。また、温湿度を高くすることで、VIP内部への水蒸気やガスの侵入が促進できることが明らかになった。しかし、本報で実施した試験条件では、さほど大きな促進倍率にはならないこと、一部の試験体は熱や湿気により試験体自体の劣化も認められたことなどから、促進試験条件についてはより詳細な検討が必要といえる。

今後は、異なる温湿度条件での追加実験を行い、さらにデータを蓄積して水蒸気およびガスの影響を明らかにするとともに、促進試験方法と長期断熱性能の予測方法を検討する予定である。

### 【参考文献】

- 1) 馬淵賢作, 建築用真空断熱材の断熱性能の測定方法に関する検討, 建材試験情報, 2016年8月号
- 2) 岩前篤, 建築用断熱材関係の研究開発動向, 建材試験情報, 2016年1月号
- 3) 例えば, HiPTI - High Performance Thermal Insulation IEA/ECBCS Annex 39, Vacuum Insulation Panels Study on VIP-components and Panels for Service Life Prediction of VIP in Building Applications (Subtask A), 2005.12
- 4) 経済産業省委託 平成23年度～25年度 国際標準開発事業『低熱伝導率材料の熱伝導率測定方法の標準化』成果報告書

### 【注記】

- 注1) VIPの表面は、しわや凹凸があり、芯材に比べ熱伝導率が著しく大きい被覆材で覆われているため、本報ではVIPの形状で測定した熱伝導率は“見かけ熱伝導率”と表記する。
- 注2) 国内では芯材がガラス繊維のVIPが、欧州ではシリカ粒子のVIPが主流となっている。通常、芯材がガラス繊維のVIPには吸着材が封入されている。
- 注3) 真空断熱材の芯材として使用されるシリカ粒子およびガラス繊維について、周囲圧力を調整できる保護熱板法熱伝導率測定器において、0.1～1000Paの範囲で熱伝導率を測定した結果である。測定時の平均温度は40℃、周囲ガスの種類は窒素である。

注4) 条件No.4は、①の1サイクル24時間の冷熱繰り返しを8サイクル実施した後に②の温度一定に移行する条件であり、本試験を開始した当時のCEN WD (第3版)で提案されていた促進試験条件である。試験期間中の相対湿度は成り行きとしている。なお、2016年3月時点(第10版)では、温湿度50℃、70%で180日間という促進試験条件に変更されている。

注5) 質量変化は、プラス側が質量増加を、マイナス側が質量減少を示す。また、厚さ変化は、プラス側が厚さ増加を、マイナス側が厚さ減少を示す。

注6) 水蒸気透過量は、VIP内部の水蒸気圧を0Paと仮定し、質量増加量と時間の関係がほぼ直線的に変化している範囲で算定した。また、促進倍率は、条件No.2およびNo.3の水蒸気透過量を条件No.1の水蒸気透過量で除して求めた。

### 【謝辞】

本研究は、平成26年度経済産業省委託「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」(真空断熱材熱物性・耐久性試験法原案作成分科会、主査：岩前篤近畿大学教授、事務局：(一財)建材試験センター)の一環で実施したものである。

ここに記して、ご協力いただいた各委員および関係者ならびに関係団体各位に謝意を表します。

### \* 執筆者

田坂 太一 (たさか・たいち)

中央試験所 環境グループ 主幹

従事する主な業務:

建築材料・部材の熱湿気に関わる試験



# 耐火被覆H形鋼・直交集成板の接合床の 2時間耐火性能試験

(発行番号: 第15C0481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)。

試験名称	耐火構造床の2時間耐火性能試験	
依頼者	山佐木材株式会社	
試験体	<p>構造名: 耐火被覆H形鋼・直交集成板の接合床                  商品名: 直交集成板 (CLT)                  建築物の部分: 床                  製作日: 平成28年1月26日                  形状・寸法: 図1に示す。                  備考: (1)被覆材の種類:                          被覆材仕様①; タイカライト 35mm + 25mm                          被覆材仕様②; タイカライト 35mm + マキベエ 25mm                          被覆材仕様③; タイカライト 40mm + セラミックウール 25mm (目地部)                  (2)試験体図及び構成材料は、依頼者提出資料による。</p>	
試験方法	ISO834-1に規定される標準加熱温度曲線に従い2時間加熱を行い、加熱終了後6時間放冷した。 温度測定位置: 図2に示す。	
試験結果	試験年月日	平成28年1月28日
	試験体の大きさ cm	230 × 440
	加熱面	床下面
	加熱時間	120分 (試験時間480分)
	加熱温度測定曲線	図3に示す。
	温度測定曲線	図4に示す。
	非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出の有無	なし
	非加熱面で10秒を超えて継続する発炎の有無	なし
	火炎が通る亀裂等の損傷の有無	なし
	試験前後の試験体の状況を写真1～写真6に示す。	
試験期間	平成28年1月28日	
担当者	試験課長 流田 靖博 山邊 信彦 矢埜 和彦 (主担当) 河野 博紀 徳永 拓哉	
試験場所	西日本試験所 山口県山陽小野田市大字山川 TEL0836-72-1223	

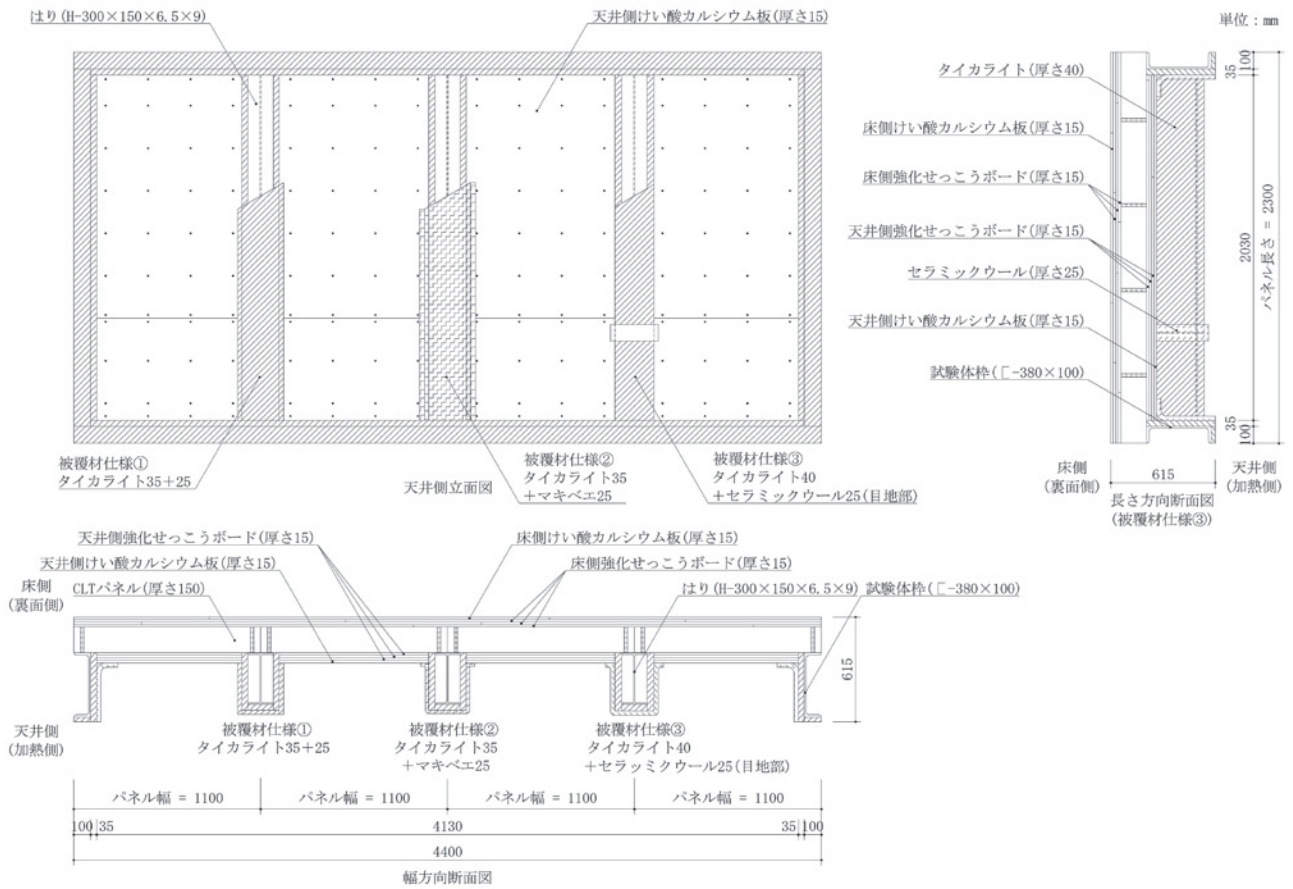


図1 試験体図

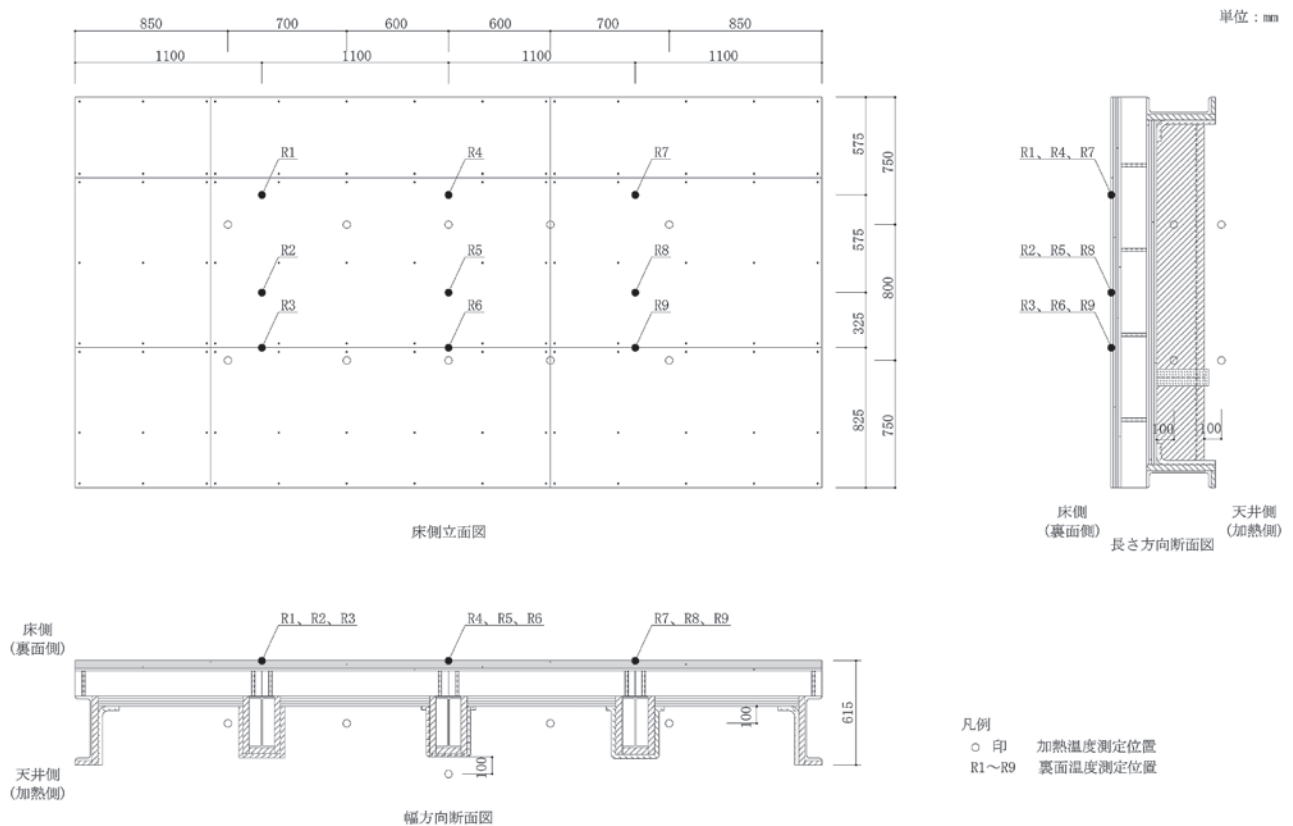


図2 加熱温度及び裏面温度測定位置

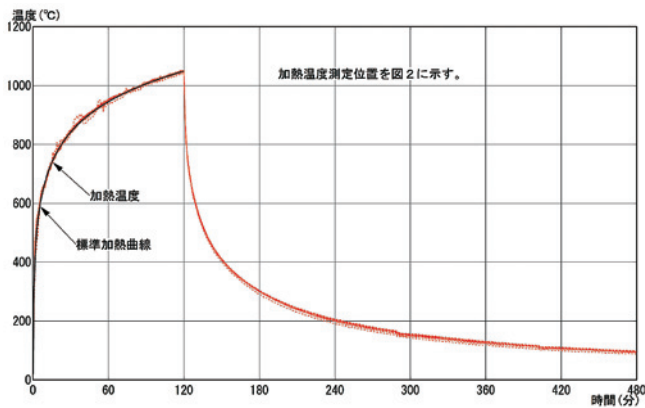


図3 加熱温度

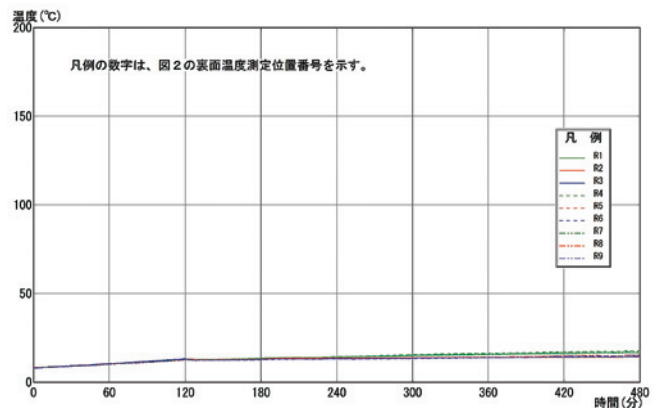


図4 裏面温度

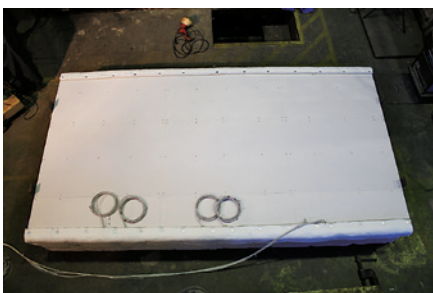


写真1 試験前の裏面側の状況



写真3 試験後の裏面側の状況



写真5 試験後の梁と床の状況

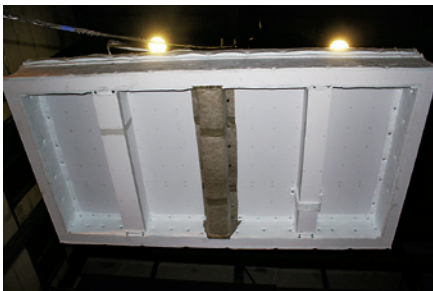


写真2 試験前の加熱側の状況



写真4 試験後の加熱側の状況



写真6 試験後の梁と床の接合箇所状況

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回紹介した試験は、山佐木材株式会社から依頼された「耐火被覆H形鋼・直交集成板の接合床」の床下2時間耐火性能試験である。

背景には、我が国の森林資源の利用促進を行うために、平成22年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、建築物への木材利用が積極的に推進されている。木材の積極的な利用方法として、非住宅建物の木質化があり、その一つに超高層鋼構造オフィスビルの床にCLTを使用することが挙げられる。

実際にオフィスビルの床にCLTを使用するためには、建築基準法で定める地震や火災などに対する安全性の基準を満たさなければならない。その基準の一つとして、床の2時間耐火性能が要求されている。今後の利用を考えていく中で、床の2時間耐火性能及び実際の施工性並びにコストを考慮した仕様を開発することが挙げられる。

本報告は、H形鋼とCLTの部材（以下、梁と床と称す。）の接合箇所に着目し、H形鋼の被覆材仕様を変えた3タイプについて床下2時間耐火性能試験を実施した結果である。

試験体を標準加熱曲線に従い加熱した結果、非加熱面側への温度の影響はほとんど見られず、非加熱面側への火炎の噴出、発炎及び火炎が通る亀裂等の損傷はなかった。試験後、梁と床の被覆材を剥がし、梁と床の接合箇所の変色及び炭化を目視確認した結果、わずかに変色と炭化が見られた。

西日本試験所では、今回紹介した試験以外に国土交通大臣の認定に関わる性能評価試験をはじめ、防耐火関係の様々な試験を実施している。各種試験をご検討の際は、ご相談頂ければ幸いです。

（文責：西日本試験所 試験課 河野 博紀）



# ISO/TC92/SC2 (火災安全/火災の封じ込め) エディンバラ会議報告

## 1. ISO/TC 92/SC 2について

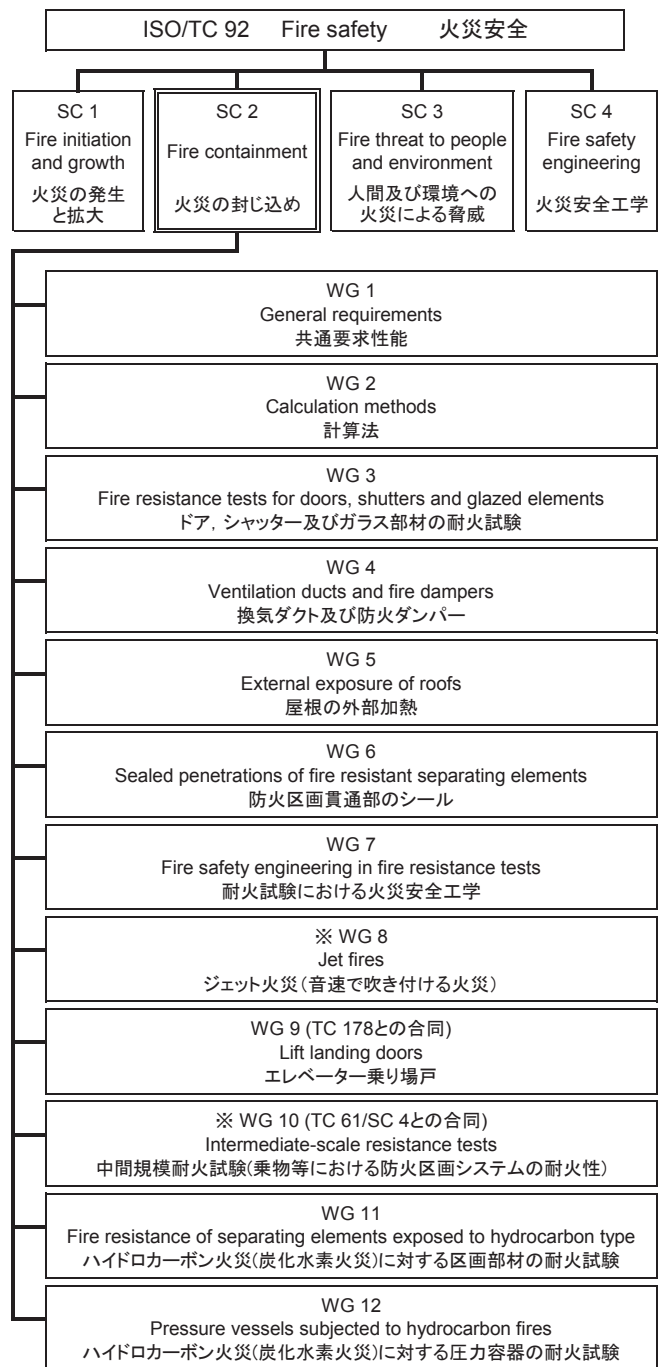
図に示すように、ISO (国際標準化機構) における火災安全の専門委員会ISO/TC 92は4つのSC (分科委員会) から構成されており、建築耐火については「火災の封じ込め」と題してSC 2が管轄するところとなっている。また、ISO/TC 92/SC 2には専門分野ごとのWG (作業部会) が設置されており、これらのWGにおいて耐火試験法を中心とした国際規格及び技術文書 (附表に一覧を示す) に関する立案・制定・見直しといった活動が行われている。

## 2. エディンバラについて

SC 2では半年に一度定期的に国際会合を設け、技術的な問題を中心に審議を行なっている。今春は、エディンバラ (英国・スコットランド) にて、4/25～4/27の日程で各WGが開催さ



写真1 エディンバラ城より (上: 新市街, 下: 旧市街)



※ WG8及びWG10は現在休止している

図 ISO/TC92/SC2の組織構成

れた。筆者としては、2013年春にオタワで開催された時<sup>1)</sup>以来、3年ぶりの参加となる。

英国北西部に位置するエディンバラは、スコットランドの首都であり、古くから続いてきた市街中心部の町並みは世界遺産に登録されている(写真1)。同じ緯度のモスクワやカムチャツカ半島などと比べれば温暖な方とのことだが、夜を中心にかなり冷え込み、4月後半ながら雪が舞う日もあった。

今回の会議は中心部から少し離れたところにあるエディンバラ大学の「キングズ・ビルディングズ」と呼ばれるキャンパス内で開催された。同大学には国際的によく知られた建築物の火災安全に関する研究室があり、Luke Bisby 教授を中心として、精力的な取り組みを続けている(写真2は見学させて頂いた加熱試験装置Heat-Transfer Rate Inducing System「H-TRIS」<sup>2)</sup>)。SC 2の活動には、もともと英国より、火災安全コンサルタントや様々なメーカー(最近は特に燃料火災対策を求めるプラント関係企業)から多くのメンバーが参加しているが、今回は、大学の研究者も含め、大勢により幅広く活発な議論が行われた。

### 3. 会議の概要

出席者は、英国、米国、カナダ、ドイツ、オランダ、デンマーク、UAE、韓国、日本より、合計40名近くが集まった。日本からは国内対策委員会(事務局：一般社団法人建築・住宅国際機構)より5名が参加し、筆者は試験実務経験者としてそのメンバーに加わった。

以下、審議事項より主だったトピックを紹介する。

#### 3.1 たわみ測定に基づく崩壊判定について(WG1)

ISO 834-1における水平部材のたわみ規定値について、

CEN(欧州標準化委員会)での議論が紹介され、見直しの要否が検討されることとなった。ISO 834-1では、たわみ量及びたわみ速度の両方ともが規定値を超過したときを「崩壊」と規定している。一方、ヨーロッパ耐火試験規格のEN 1363-1:2012や日本の性能評価機関が定める業務方法書では、実際の試験における装置の限界や安全上の問題から、たわみ量又はたわみ速度のいずれか一方が規定値を超えた時点で「崩壊」(荷重支持能力の喪失=不合格)と判定することとなっている。その場合、ある種の屋根部材で本当の意味での崩壊よりもかなり手前の段階でたわみ速度が規定値を超過してしまう事例があると指摘されており、CENではまた別の判定方法として、以下の案を検討しているとのことである。

- ・基本的にはたわみ量及びたわみ速度の両方が従来規定値を超えたときを「崩壊」とする。
- ・たわみ量が従来規定値の2倍に達した場合に限り、たわみ速度が規定値を超えていなくても「崩壊」とする。

#### 3.2 ファイアカーテン規格について(WG1)

英国においてファイアカーテンに関する規格が制定されたことを受け、当該英国規格の当事者メンバーが中心となってこれをISO化すべく、SC 2/WG 1作業項目としての立案準備が進められている。今回は、日本からも同様の製品にかかる性能評価試験の事例紹介を行い(写真3)、鋼製シャッターと比べ収納部分がコンパクトかつ挟まれ事故のリスクが小さいといった利点があるが、巻取り・降下の作動不良やシート裂損の可能性から品質管理及び保守管理、修繕などに気を遣う必要がある、といった認識を各国参加者間で共有できた。ファイアカーテンは、日本では「耐火クロス製スクリーン」と呼ばれることが多く、シリカ繊維等で織られた軽く柔軟性のあるシート材を用いて防火区画を形成するものである。欧州

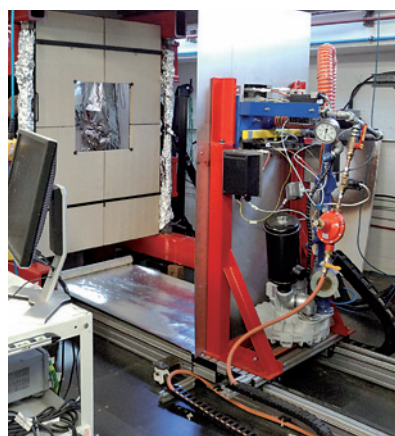
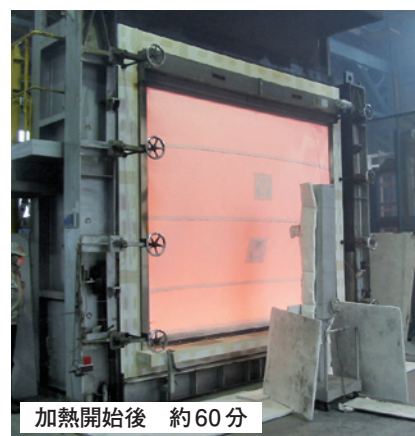


写真2 エディンバラ大学オリジナルの加熱試験装置「H-TRIS」<sup>2)</sup>



加熱開始直後



加熱開始後 約60分

写真3 耐火クロス製スクリーン(ファイアカーテン)の遮炎性能試験の例(当センターでの60分加熱試験)

では、日本以上に多様な製品があり、普及が進んでいるとのことで、以下の主要メーカーについて紹介を受けた。

- ・ Stoebich 社 (ドイツ)
- ・ Gesop 社 (フランス)
- ・ Coopers 社 (英国)

各国メーカーとも大空間への適用が可能とカタログに表記しているが、耐火試験が実施できないようなサイズの安全検証については熱変形や高温時強度などを計算で確認したものと思われる。こうした計算方法は、日本では性能評価に適用するため過去に業界団体が定めたものがあるが、英国の示すドキュメントにおいても計算式が掲載されているので、これらの比較を今後行って予定である。

### 3. 3 壁の遮熱性能予測について (WG2)

新規文書 ISO/TR NP 27121 において、日本から提案された計算式とその適用例を文書化することが検討されている。壁に用いる被覆ボード材について、基準となる耐火試験結果と熱伝導方程式に基づき、厚さの変動に応じて遮熱性能を導き出すものである。実施回数が制約されがちな耐火試験のデータをより広範に適用するアイデアに対し、誤用を避けるため適用条件は慎重に確認し丁寧に解説すべきといった指摘を受けつつも、適切に運用すれば様々な応用が期待でき有用であるとの評価を受けている。

### 3. 4 輻射熱の評価ツールについて (WG2)

新たな作業項目として、区画部材の非加熱側表面からの輻射熱を耐火試験で得られた非加熱側表面温度 (裏面温度) や熱流束の測定データから予測する評価ツールの開発が、提案された。考え方としては単純な理論の組み合わせで実現可能と思われるが、特に熱線が部分透過するガラスに関しては、根拠となるデータを揃えて (加熱炉に対する評価も含めて) 注意深く評価手法を確立し、コンセンサスを得る必要があることを確認した。

輻射熱に関しては、例えば現在見直し作業を行っている ISO 3008-2 (エレベーター乗り場戸の耐火試験) でも輻射熱量の性能基準値を定め、要求性能のひとつに位置付けるなど、温度規定による遮熱性能基準に代わる性能基準として国際規格上で言及されるケースが増えつつある。一方、日本国内においては、火災時の区画部材からの輻射熱については要求性能として検討される機会が少なく、実用的なクライテリアとして認知が定まっていない。

### 3. 5 防火ダンパー耐火試験規格の国際調和 (WG4)

防火ダンパーの耐火試験規格では、欧州規格 EN 1366-2 と ISO 10294 シリーズの不一致が問題となっていた。ISO では試験法・クライテリア・適用方法等の解説が第1部から第3部に至る別々のパートに分割されているが、現在これらをひとまとめにすることが検討されている。EN 1366-2 は、ISO 10294-1 ~ ISO 10294-3 に相当する規定内容をひとつのパートに統合した文書となっているので、ISO を EN 規格に合わせた文書様式に改めるということになる。

かつては試験方法には合意しても要求性能には合意しない国があることに対する配慮の意図があったが、今では文書を分けることで正しい理解がなされていない弊害が大きいという意見が勝る状況となっている。ただし、規定の内容についてはまだ整合化できる見通しは立っておらず、まずは両規格の相違点を比較し解説する附属書を作成することとなった。

日本としては、建築基準法の仕様規定に準じた運用が一般的であり、本規格で規定されるような耐火試験が行われる機会がごく限られていることから、基本的には静観し可能な限り追従するといったスタンスで議論に参加している。

### 3. 6 WG の統廃合 (WG2・WG7 及び WG8・WG11・WG12)

WG 2 (計算法) 及び WG 7 (耐火試験における火災安全工学) は、どちらも耐火試験結果をベースに計算を駆使した評価手法を議論の対象としており、重複する内容も多いため、統合を進めることが承認された。また休止中の WG 8 は、取扱い規格文書が定期見直しに付された時に再開することを想定して、試験対象物 (圧力容器) が共通である WG11 や WG12 との統合が検討されることとなりそうである。

#### 【参考文献】

- 1) 常世田昌寿 : ISO/TC92/SC2 (火災安全/火災の封じ込め) オタワ会議, 建材試験情報 2013 年 8 月号, pp.22-25
- 2) C. Maluk and L. Bisby : A Novel Test Method for Materials and Structures in Fire, in 8th International Conference on Structures in Fire (SiF'14), 2014, pp.1063-1070.  
※写真 2 は筆者撮影

#### \* 執筆者

常世田 昌寿 (とこよだ・まさとし)  
性能評価本部 性能評定課 主幹  
博士 (工学)  
従事する業務 : 防耐火関係の性能評価



附表 TC92/SC2による国際規格及び技術報告書（2016年8月時点における状況）

大別	番号: 年次	表題	備考
建築構造部材の耐火試験 ISO 834 シリーズ	ISO 834-1: 1999/ Amd 1: 2012	耐火試験—建築構造部材—第1部: 一般要求事項	
	ISO/TR 834-2: 2009	耐火試験—建築構造部材—第2部: 耐火試験炉による試験体加熱の均一性測定に関するガイダンス	
	ISO/TR 834-3: 2012	耐火試験—建築構造部材—第3部: 試験方法の解説と試験データの適用ガイド	
	ISO 834-4: 2000	耐火試験—建築構造部材—第4部: 垂直区画耐力部材の特定要求事項	
	ISO 834-5: 2000	耐火試験—建築構造部材—第5部: 水平区画耐力部材の特定要求事項	
	ISO 834-6: 2000	耐火試験—建築構造部材—第6部: はりの特定要求事項	
	ISO 834-7: 2000	耐火試験—建築構造部材—第7部: 柱の特定要求事項	
	ISO 834-8: 2002/ Cor 1: 2009	耐火試験—建築構造部材—第8部: 垂直区画非耐力部材の特定要求事項	
	ISO 834-9: 2003/ Cor 1: 2009	耐火試験—建築構造部材—第9部: 非耐力天井部材の特定要求事項	
	ISO 834-10: 2014	耐火試験—建築構造部材—第10部: 鋼構造部材の耐火被覆の寄与に関する特定要求事項	
	ISO 834-11: 2014	耐火試験—建築構造部材—第11部: 鋼構造部材の耐火被覆の評価に関する特定要求事項	
	ISO 834-12: 2012	耐火試験—建築構造部材—第12部: 実大炉より小さな炉で個別部材を評価する場合の特定要求事項	
	(ISO 834-13)	(耐火試験—建築構造部材—第13部: 有孔はりの耐火試験)	未登録
	ISO/NP 834-14	耐火試験—建築構造部材—第14部: 引張棒鋼の耐火被覆の試験と評価に関する特定要求事項	新規作成中(立案段階)
ドア・シャッター・窓等の耐火試験	ISO 3008: 2007	耐火試験—ドア及びシャッター部材	
	ISO 3008-2: 2014	耐火試験—第2部: エレベーター乗り場戸	改訂作業中(投票実施段階)
	ISO 3008-3: 2016	耐火試験—第3部: 水平面内のドア及びシャッター部材	
	ISO 3009: 2003	耐火試験—建築構造部材—ガラス入り部材	
	ISO 5925-1: 2007/ Amd 1: 2015	火災試験—防煙ドアとシャッター部材—第1部: 常温及び中温域における漏気試験	
	ISO/TR 5925-2: 2006	火災試験—防煙ドアとシャッター部材—第2部: 試験方法及び試験条件の応用並びに煙閉じ込め戦略における試験データの利用に関する解説	
	ISO 12472: 2003	木製ドア部材の耐火性—膨張性シールの効果を決定する方法	
	ISO/NP TR 19856	防火防煙ドア及び窓部材に関するリスク評価のガイド	立案されたが作成中止となる予定
ダクト延焼に関する耐火試験	ISO 6944-1: 2008/ Amd 1: 2015	火災の封じ込め—建築構造部材—第1部: 換気ダクト	
	ISO 6944-2: 2009	火災の封じ込め—建築構造部材—第2部: キッチン用排気ダクト	
防火ダンパーの耐火試験	ISO 10294-1: 1996/ Amd 1: 2014	耐火試験—空調ダクトシステムに対する防火ダンパー—第1部: 試験方法	第1部～第3部は、ひとつの規格文書に統合することが検討されている
	ISO 10294-2: 1999	耐火試験—空調ダクトシステムに対する防火ダンパー—第2部: 等級、判定基準及び試験結果の適用	
	ISO 10294-3: 1999	耐火試験—空調ダクトシステムに対する防火ダンパー—第3部: 試験方法に関するガイダンス	
	ISO 10294-4: 2001/ Amd 1: 2014	耐火試験—空調ダクトシステムに対する防火ダンパー—第4部: 熱解放機構試験方法	(第4部も統合対象となる可能性あり)
	ISO 10294-5: 2005	耐火試験—空調ダクトシステムに対する防火ダンパー—第5部: 熱膨張性防火ダンパーの試験方法	
隙間の措置工法に関する耐火試験	ISO 10295-1: 2007	建築部材と構成材料の耐火試験—付帯設備の耐火試験—第1部: 貫通部のシール	
	ISO 10295-2: 2009/ Cor 1: 2009	建築部材と構成材料の耐火試験—付帯設備の耐火試験—第2部: 直線的な目地シール	
	ISO/TR 10295-3: 2012	建築部材と構成材料の耐火試験—付帯設備の耐火試験—第3部: 単一材料貫通部シール—シール材質による試験の構築と実施方法及び想定される貫通部材のガイダンス	
屋根飛び火試験	ISO 12468-1: 2013	屋根の外部加熱—第1部: 試験方法	
	ISO 12468-2: 2013	屋根の外部加熱—第2部: 屋根の等級	
	ISO/TR 12468-3: 2014	屋根の外部加熱—第3部: 解説	
ハイドロカーボン火災	ISO/CD 20902	ハイドロカーボン火災を全面的に受ける区画部材	新規作成中(原案準備段階)
	ISO/CD 21843	圧力容器に用いる防火被覆材料及びそのシステムのハイドロカーボン火災に対する耐火性能	新規作成中(原案準備段階)
ジェット火災	ISO 22899-1: 2007	受動的防火被覆材料のジェット火災に対する耐火性能—第1部: 一般要求	
	ISO/TR 22899-2: 2013	受動的防火被覆材料のジェット火災に対する耐火性能—第2部: 等級分類と施工方法のガイダンス	
その他試験結果の適用及び拡張、計算手法など	ISO/TR 12470: 1998	耐火試験—試験結果の適用と拡張のガイダンス (—第1部: 柱及びはり並びに鉛直及び水平区画部材、—第2部: 防火ドア部材、ガラス、付帯設備及び貫通部)	改訂作業中 (投票実施段階、2部構成に変更)
	ISO/TR 12471: 2004	計算による耐火設計—計算モデル、入力用の材料データの決定のための耐火試験、及び更なる開発のニーズに関する解説	
	ISO/TR 15655: 2003	耐火性能—耐火設計用の高温時の構造材料の熱物性及び機械的性質に関する試験	改訂作業中(立案段階)
	ISO/TR 15656: 2003	耐火性能—火災時の構造挙動に関する計算モデルの予測能力を評価するためのガイドライン	
	ISO/TR 15657: 2013	耐火試験—計算による耐火設計に関するガイドライン	
	ISO/TR 15658: 2009	耐火試験—耐火試験炉によらない大規模試験とシミュレーションの設計と実施に関するガイドライン	
	ISO/NP TR 21721	鉛直面材の耐火性能の計算に関するガイダンス	新規作成中(立案段階)
	ISO/TR 22898: 2006/ AWI Amd 1	火災安全工学の観点からみた建築物の火災の封じ込め試験結果の解説	追補作成中(立案段階)

- ・記号にTRを含むものは「技術報告書」にあたる文書。
- ・ISOのウェブサイト内 (<http://www.iso.org/>) にて正式規格名(英文、仏文)や廃止規格等の関連情報を閲覧可能。
- ・一部を除き、紙文書またはPDFを同サイトにて購入可能。

# 建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計法） JSTM H 6107の制定について

## 1. はじめに

当センターでは、1992年10月に団体規格として「建材試験センター規格（略称：JSTM）」を制定し、建築材料の高性能化や国際化に伴う社会ニーズなどに対応した試験方法の作成・普及に努めている。これらの規格一覧は、当センターのホームページで閲覧することができる。

今回、新たな試験方法規格としてJSTM H 6107 [建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計法）]を制定したので、その概要について紹介する。

## 2. 制定の趣旨・経緯

比熱は、建築材料の代表的な熱物性の一つであり、また、建築物の躯体蓄熱の計算や非定常熱負荷計算及び部材の非定常結露計算などを行う上で、必要不可欠な物性値である。比熱の測定方法には、JIS K 7123（プラスチックの比熱容量測定方法）などで規定される示差走査熱量計（DSC）を使用する方法がある。DSCによる測定は、プラスチック及びゴムなどの均質材料を測定対象としており、数mg程度の微量の試料で測定を行う。建築材料の多くは、複数の素材から構成されていることから、DSCで測定した結果は適切でない場合がある。また、建築材料の比熱の測定方法としては、JSTM H 6103 [建築材料の比熱測定法（液体混合法）]のような液体混合法による測定方法もある。同方法は、比較的簡単な装置で測定ができるが、測定精度を確保するためには熟練を要するほか、試料を粉砕して測定する必要があることもあり、適用範囲が限定される。

このような背景から、当センターでは、以前から、建材から切り出した試験体で比較的簡便に測定できる断熱型熱量計によって、様々な建築材料の比熱測定を行っている。しかし、断熱型熱量計法は、これまで試験方法規格として整備されておらず、以前から建築材料の比熱測定方法の標準化が望まれていた。

今般、当センターでは、これまで実施してきた断熱型熱量計法による建築材料の比熱試験方法を基に測定条件等の検討を行い、新たに団体規格としてこの規格を制定した。

## 3. 規格概要

### 3.1 規格の構成と適用範囲

規格の構成は、表1のとおりである。この規格は、建築材料の比熱を測定する場合を前提としている。この測定方法は、板状の建築材料のほか、繊維状材料（断熱材）、粉体材料、液体材料などの各種建築材料に適用できる。

表1 規格の構成

- |              |
|--------------|
| 1. 適用範囲      |
| 2. 引用規格      |
| 3. 用語、記号及び定義 |
| 4. 測定装置      |
| 5. 試験体       |
| 6. 装置の校正     |
| 7. 測定方法      |
| 8. 結果の算出     |
| 9. 結果の報告     |

### 3.2 主な用語の解説

この規格で用いられる主な用語と定義は、表2のとおりである。

表2 主な用語と定義

用語	定義
比熱	単位質量当たりの材料の温度を1℃上昇させるために必要な熱量 [kJ/(kg·K)]。
断熱型熱量計	断熱された容器を使用し、試験体の温度の上昇に必要な熱量を測定する試験装置。外部容器、断熱容器、内部容器などで構成される。
充填容器	断熱材などの低密度材料及び粉体材料などを測定する場合に、試験体を充填するための容器。

### 3.3 比熱の測定原理

比熱は、ある質量の試験体を加熱した際の加熱量と温度変化量を測定することにより求めることができる。断熱型熱量計による比熱の測定は、図1に示すように、試験体を

ヒータで加熱し熱量と温度変化量をモニタする。内部容器と断熱容器は、温度を等温に制御することにより断熱状態とし、ヒータの熱が断熱容器の外部に漏出しないようにする。

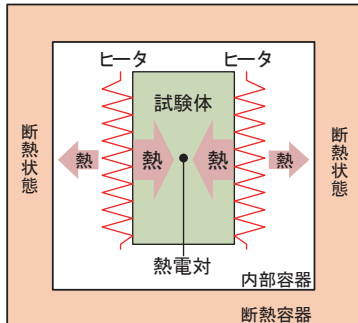


図1 断熱型熱量計による比熱測定の実原理

断熱型熱量計での比熱測定は、式(1)の関係が成り立つ。

$$Q \cdot \Delta t = c \cdot M \cdot \Delta \theta + c' \cdot M' \cdot \Delta \theta \quad \dots (1)$$

ここに、

- $Q$  : 試験体へ印加する熱量 (W)
- $\Delta t$  : 測定時間間隔 (s)
- $c$  : 試験体の比熱 [kJ/(kg · K)]
- $M$  : 試験体の質量 (kg)
- $\Delta \theta$  :  $\Delta t$ における試験体の温度上昇量 (K)
- $c' \cdot M'$  : 校正熱量 (kJ/K)

式(1)を試験体の比熱について整理すると、式(2)で表すことができる。

$$c = \frac{Q \cdot \Delta t}{M \cdot \Delta \theta} - \frac{c' \cdot M'}{M} \quad \dots (2)$$

なお、試験体へ印加する熱量はヒータの消費電力から求めるが、熱量の一部は断熱型熱量計の内部温度の上昇に寄与する分も含まれるため、あらかじめ校正熱量として求めておく必要がある。

### 3.4 校正熱量の測定

式(2)における校正熱量は、あらかじめ比熱の物性値が明らかになっている素材を校正用試料として用い、試験体の測定手順と同様に測定を行う。校正熱量は、式(1)を校正熱量について整理した式(3)により求める。

$$c' \cdot M' = \frac{Q \cdot \Delta t}{\Delta \theta} - c_{cal} \cdot M_{cal} \quad \dots (3)$$

ここに、

- $c_{cal}$  : 校正用試料の比熱 [kJ/(kg · K)]
- $M_{cal}$  : 校正用試料の質量 (kg)

校正用試料には、アルミニウム、銅などの金属や、水などが考えられる。なお、試験体に加える熱量のうち、ヒータ配線等を経由して断熱容器の外部に流出する熱量も存在するが、この規格では、校正熱量  $c' \cdot M'$  に含まれるものとして扱っている。また、周囲温度及び昇温速度など、測定環境に変化がなければ、測定毎に校正熱量を求める必要はない。

### 3.5 測定装置

比熱の測定に必要な装置は、断熱型熱量計、温度測定器及び電力測定器である。測定装置の構成例を図2に示す。

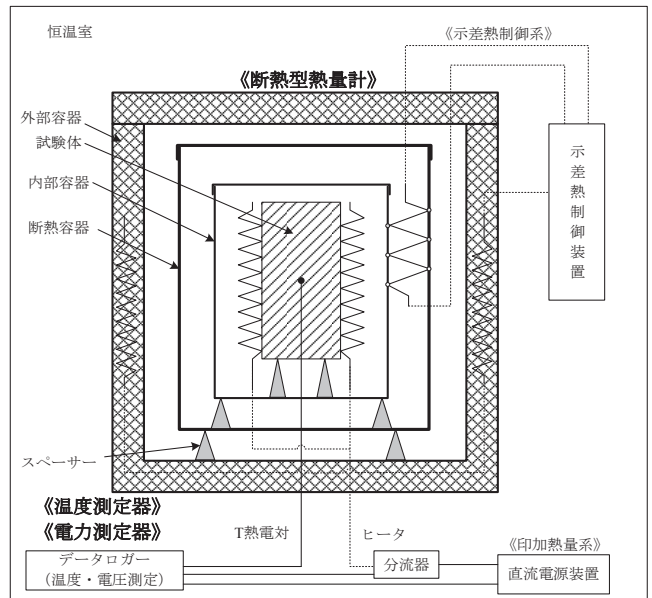


図2 測定装置の構成例

断熱型熱量計は、同心円状の複数の円筒形容器から構成される。断熱型熱量計の内部を写真1に示す。試験体は、ヒータと熱電対をつけた状態で断熱型熱量計の中心部に設置する。断熱型熱量計には、試験体を加熱する印加熱量系と、内部容器と断熱容器を等温で制御し、断熱状態とするための示差熱制御系にて構成される。

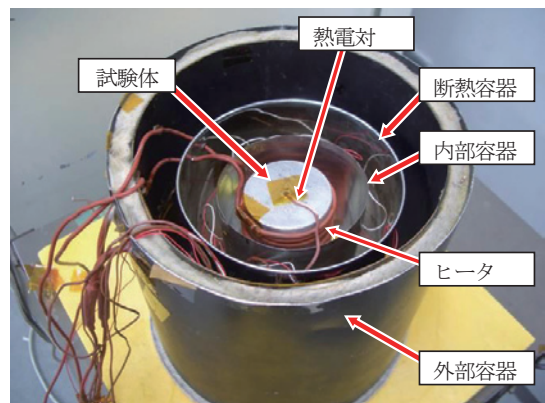


写真1 断熱型熱量計内部の状況

### 3.5 試験体

#### (1) 試験体の形状等

当センターの断熱型熱量計は、同心円状の試験装置であるため、試験体の形状は、直径 $\phi$  50mm×高さ100mmの円筒形が原則となる。ただし、板状材料の場合は、50mm×100mmに切り出した小片を積層して $\square$ 50mm×50mm×100mm程度の形状としたものを試験体とすることもできる。粉体材料、液状材料又は断熱材等のかさ密度の小さい材料を試験する場合は、 $\phi$  50mm×100mm程度の薄肉のアルミニウム容器などに密に充填して試験体とすることもできる。この場合は、容器の熱容量を差し引いて比熱を求める。なお、試験体の質量が軽すぎる場合、測定精度が悪くなるので注意が必要である。

#### (2) 試験体の状態調節

試験体は、試験体に含まれる水分の影響を抑制するため、試験前に基準乾燥温度で乾燥したのち、食品包装用プラスチックフィルムなどで覆い断湿する。含水性のある試験体の断湿が不十分な場合、水分の蒸発潜熱の影響を受けて正しい測定値を得ることができないので注意が必要である。

### 3.6 測定方法

#### (1) 測定手順

試験体には、中心部に熱電対を設置し、線状ヒータを外側に巻きつける。試験は、試験体を断熱型熱量計に設置し、一定出力で加熱する。データロガーにて、試験体温度、ヒータの消費電力を測定する。測定事例を図3に示す。

ヒータの出力は、試験体温度が $0.5 \pm 0.1^\circ\text{C}/\text{分}$ で一定に上昇するように設定する。通常、ヒータの電圧は一定に設定する。また、断熱型熱量計は示差熱制御を行い、断熱状態を保持する。測定は、常温 $\sim 80^\circ\text{C}$ 程度まで実施する。

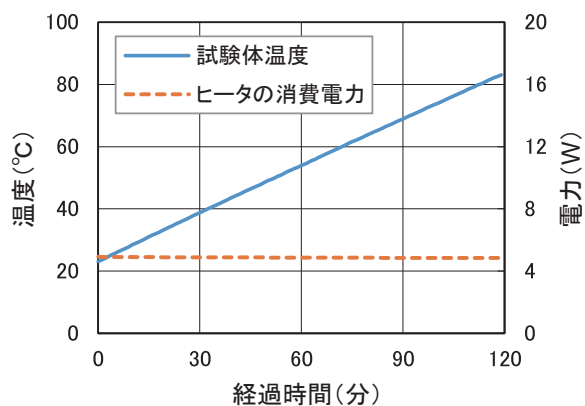


図3 測定データの例

#### (2) 比熱の算出

比熱は、試験体の温度上昇や断熱状態が確保できている状態のデータから、式(2)により比熱を求める。精度よく測定結果を得るためには、試験体の温度上昇幅が30K以上となるようにデータを選択する必要がある。なお、試験終了後には試験体の質量測定を行い、試験前後の質量変化が0.5%以下であることを確認する。試験は、試験体のばらつきを考慮し、原則3体の試験体について実施する。

比熱の測定結果から、式(4)により容積比熱を求めることができる。

$$c_v = c \cdot \rho \quad \dots (4)$$

ここに、

$c_v$  : 容積比熱 [kJ/(kg·K)]

$\rho$  : 試験体密度 (kg/m<sup>3</sup>)

水分を含む試験体で測定した場合、測定値は水の熱容量も含むため、乾燥状態の比熱よりも大きくなる。水の比熱は4.2kJ/(kg·K)程度であり、一般的な建築材料(無機系で0.5~1.2kJ/(kg·K)程度、有機系で1.5~2.5kJ/(kg·K)程度)と比べて大きい。含水した建築材料の比熱は、式(5)により推定することができる。

$$c_x = \frac{(100 \cdot c_d) + (W \cdot c_w)}{100 + W} \quad \dots (5)$$

ここに、

$c_x$  : 気乾状態の試験体の比熱 [kJ/(kg·K)]

$c_d$  : 絶乾状態の試験体の比熱 [kJ/(kg·K)]

$c_w$  : 水の比熱 [kJ/(kg·K)]

$W$  : 含水率 ( $\times 10^{-2}$ kg/kg)

## 4. おわりに

本稿では、新たに制定したJSTM H 6107について、制定の経緯を含めて紹介した。この規格による比熱測定は、一般的な建築材料であれば適用できる。なお、潜熱蓄熱材のように、比熱の温度依存性のある材料についても測定することもできるが、本測定方法は加熱により測定するため、加熱時と冷却時で異なる特性を示す場合もあるので注意が必要となる。

この規格の制定により、建築材料の比熱物性値の測定法の理解の一助となり、多くの皆様に活用いただければ幸いである。

(文責：中央試験所 環境グループ 主幹 佐伯 智寛)

## 試験設備紹介

### 飛び火試験装置

中央試験所 防耐火グループ

#### 1. はじめに

中央試験所 防耐火グループでは壁炉、水平炉等の各加熱試験炉のほかに飛び火試験装置を保有し、飛び火試験を実施しています。飛び火試験装置では、建築基準法第22条第1項及び同第63条の規定に基づく認定に係わる性能評価試験並びにこれらに係わる品質性能試験について実施しています。

#### 2. 飛び火について

建物で火災が生じ外壁、屋根、開口部(窓、扉)などが損傷するほどにまで拡大すれば、火災は室内だけに止まらず燃焼を伴った破片や火の粉が火災時の熱気流により上空へ吹き上げられ周囲に飛散する、いわゆる飛び火現象が発生します。この飛び火現象によって隣地の建物へ火災が拡大してしまう恐れがあり、特に区画整理の行われていない市街地では建物同士

が密集していることが多く、飛び火による火災拡大は大いに想定されうる事象です。この事象を防止するため屋根には飛び火の火熱に対し燃焼を拡大させない性能が要求されます。

#### 3. 飛び火試験

飛び火試験では、実際の屋根勾配を再現した傾斜角と屋根表面の自然風を想定した気流を与え、その状態で飛び火によって飛来する火種を模した着火されたクリブ(火源)2個を試験体表面に時間差で設置し、燃焼性状を観察します。

建築基準法に基づく性能評価試験における飛び火試験の判定基準は、以下の通りです。

- ・試験中、試験体の燃焼による火炎の先端が試験体の風上側底辺及び風下側端部に達しないこと。
- ・試験中、試験体の燃焼による火炎の先端が試験体の左右両端部に達しないこと。
- ・試験中、試験体の裏面で火炎を伴う燃焼が観察されないこと。
- ・試験中または試験終了後において、最大10mm×10mmを超える貫通孔が観察されないこと。

#### 4. 試験装置概要

飛び火試験装置の概要を図1、仕様内容を表1に示します。試験装置で実施可能な傾斜角条件は、0度、15度、30度です。試験体基準寸法は屋根葺方向L:2000mm、幅W:1200mmです。基準寸法より大きい(もしくは小さい)試験体での試験をご希望される場合はあらかじめご相談ください。

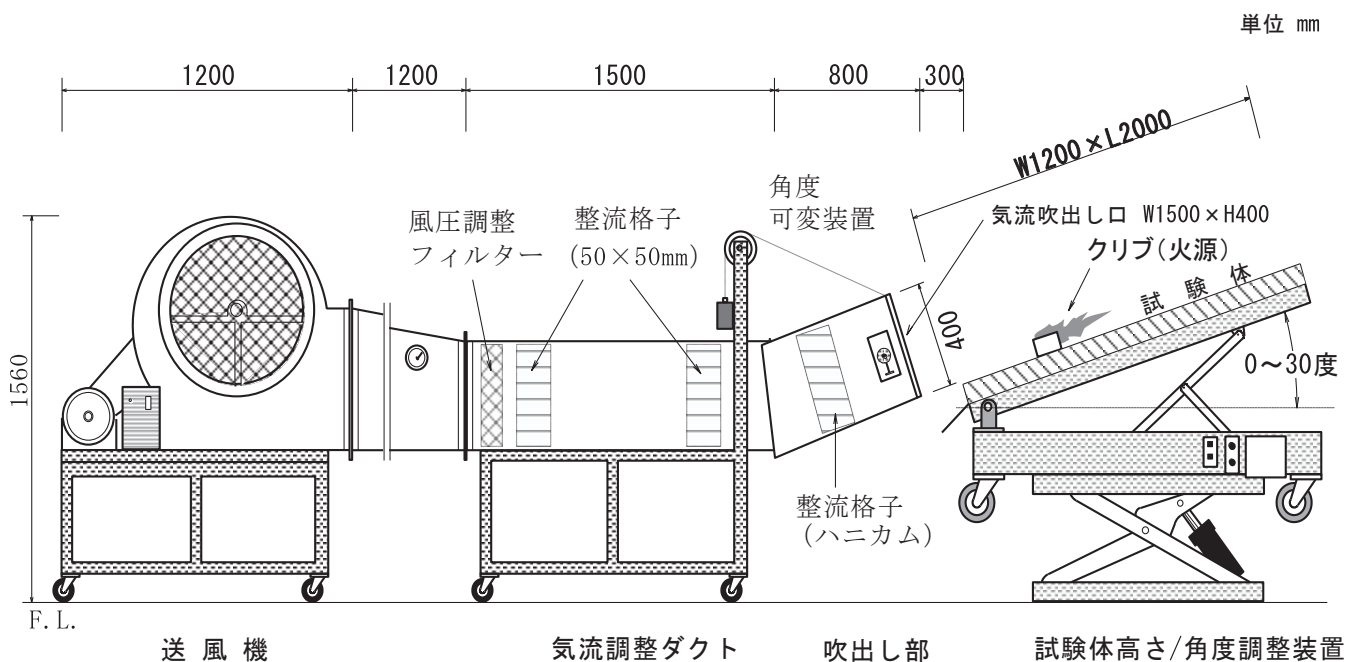


図1 飛び火試験装置概要



表1 試験装置仕様

項目		仕様	性能
本体	送風装置部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シロッコファン (W1400×D800×1610) 鋼製, 静圧13mmH<sub>2</sub>O (最大)</li> <li>・電力モーター 200V, 3P, 3.7kW</li> <li>・インバーター KVFH-237, 定格出力16.5A</li> </ul>	最大風量 216m <sup>3</sup> /min  最大風速 5m/sec (40 サイクル)
	ダクト・吹き出し部	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ダクト 鋼製 (長さ2700×幅1800×高さ400)</li> <li>・風圧調整フィルター (長さ500×幅50×高さ380mm) × 3体</li> <li>・整流格子 鋼製 (長さ1495×幅100×高さ395)</li> <li>○吹き出し部 鋼製 (長さ500×幅1800×高さ400)</li> <li>・角度可変装置 (スプロケットφ150mm, チェンホイール)</li> <li>・整流格子 アルミニウム製ハニカム (長さ1495×幅50×高さ395mm)</li> </ul>	静圧13mmH <sub>2</sub> O  吹き出し角度 水平 (0度), 15度, 30度
架台	試験体設置架台	<ul style="list-style-type: none"> <li>○架台昇降装置</li> <li>・油圧ジャッキ 2台</li> <li>・電力モーター 200V, 1.13kW</li> <li>○角度調整装置</li> <li>・電力モーター 200V, 0.4kW, 減速比1:50</li> <li>・スプロケット</li> </ul>	ストローク 最大1000mm ジャッキ容量 最大1600kg 試験体角度 水平 (0度), 15度, 30度
付属品	風速計	クリモマスター風速計 MODEL 6541	測定範囲 最小0.1m/sec ~最大30m/sec
	ガスバーナー	鋳鉄製 φ200	ISO 対応型

## 5. 飛び火試験の例

飛び火試験の一例を紹介いたします(写真1)。この試験では試験体の寸法がW:300mm, L:1350mmと飛び火試験体としては小型の試験体であり、試験体のみを架台に設置して試験を行ってしまうと試験体上の風速が不安定になる恐れがあったため、試験体両脇に風速を安定させるための蓋(試験体と同厚さ)を設置して試験を実施しました。確認試験(品質性能試験)を実施する場合は、このような方法で試験を実施することも可能です。お気軽に中央試験所 防耐火グループまでご相談ください。

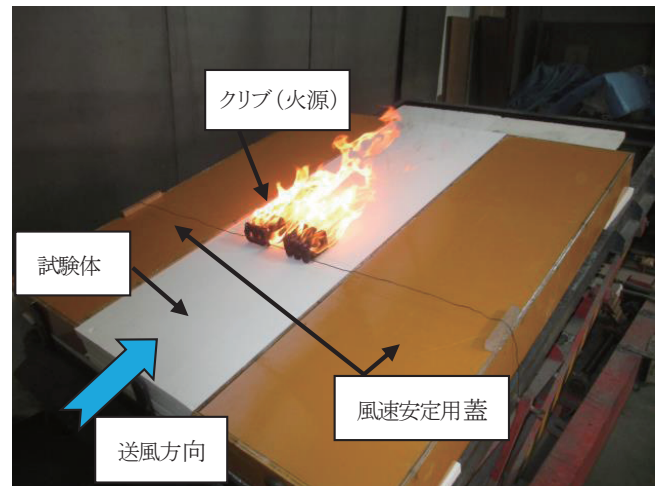


写真1 飛び火試験一例 (模擬試験体での試験の様子)

### 【お問い合わせ】

中央試験所 防耐火グループ

TEL: 048-935-1995 FAX: 048-931-8684

(文責: 中央試験所 防耐火グループ 宍倉 大樹)

## 第2回 我が国のセメント系 屋根葺き構法の変遷

東京理科大学 名誉教授 真鍋 恒博

### 第3章：我が国のセメント系屋根葺き構法の変遷

前回に引き続き、我が国の屋根材とその構法の変遷について述べる。今回はセメント系の屋根材を対象とし、具体的には石綿スレート（平板状屋根材）、波型スレート、セメント瓦（厚型スレート・化粧スレート）などの屋根葺き材・構法について、時代範囲は我が国への導入期から概ね20世紀末頃までとする。

#### 3.1 初期の石綿スレート

##### 1) 石綿スレートの発明

戦後の我が国で建材として多用された「石綿スレート」は、石綿を含むセメント系材料を平板状に成形したものであり、1900（明治33）年に、オーストリアのルードヴィッヒ・ハチェックによって発明された。原料と水をスラリー状にして、紙を漉くように板状に成形したものを重ねて圧搾する湿式製法で、後に「ハチェック式」と呼ばれた。この製法は翌年にオーストリアの特許となった。耐久性・耐水性・耐火性に優れた石綿スレートは、ドイツ・ロシア・イギリス・ベルギー・イタリア・アメリカ等に輸出され、各国に製造工場が作られた。

当時のヨーロッパでは、屋根材として天然スレートが多く使われており、石綿スレートはその代用品として、16インチ角、厚さ1/8インチの小平板とされたと言われている。後に、形状には半切・魚鱗型・菱型、色も灰白色の他に黒・赤・<sup>すみれ</sup>董・緑などの製品が現れた。

製法についても、後にいろいろな方法が考案されたが、湿式製法ではハチェック式が最も普及した。我が国でも波形スレートはハチェック式で製造され、化粧スレートの製造にもハチェック式が多く採用されている。板紙の製法に似ているので別名「抄造法」とも呼ばれた。

##### 2) 我が国におけるセメント系屋根葺き構法の登場

我が国のセメント系屋根葺き材の最初の使用例は、1904（明治37）年、神戸市のG・トーマス邸（現・北野異人館街「風見鶏の館」）と言われている。この葺き材は、設計者のゲオルグ・デ・ラランデの依頼によってハーン・アーレンス商会がイギリスから輸入した16インチ角の石綿スレート小平板であった（図3-1）。



図3-1 G・トーマス邸とその屋根葺き材  
葺き上がりの外観は45°傾いた正方形だが、重ね代があるので、実際の形状は右図のような六角形になる。

##### 3) 輸入石綿スレート「石綿盤」の輸入

1906（明治39）年には、野澤孝三郎（ノザワの創業者）によって輸入品の石綿スレートが「石綿盤」として市販された。「石綿盤」は壁材等も含めた商品名であり、屋根材用の高压プレスによる小平板は「石綿セメント瓦」、また壁・床・天井等に用いられた製品は「石綿セメント板」と呼ばれ、屋根用ほど高压の圧搾ではなかった。「石綿盤」は石綿スレートの輸入量の増加にともなって一般名称として用いられるようになり、明治41（1908）年の大阪府令第78号建物取締規則では防鼠材料の条項に「石綿盤」が指定された。

##### 4) 石綿スレート（小平板）の国産化

当時の石綿スレートの輸入関税は30%と高率であったため国産化の研究が行われ、1909（明治42）年には初の石綿スレート製法の特許が出願された。しかし製造装置の圧力不足のため、実用化には至らなかった。

1914（大正3）年になると、浅野セメントがオーストリアからの技術導入で石綿スレート小平板の製造を開始した。この製法はオーストリアのフランツ・ロッホが1910（明治43）年に考案した、水を加えた原料を型枠に入れて圧搾する乾式製法で、「ロッホ式」と呼ばれた。

##### 5) 初期の石綿スレート小平板葺きの構法

石綿スレート小平板は棧に直かけで釘打ちされ、菱葺きの場合は銅鋸も併用されたが、当初はこれらの付属品も輸入されていた（図3-2）。

しかし葺き材の重ね代が勾配に対して不十分なことも原因となって雨漏りが発生したため、野地板の上にアスファル

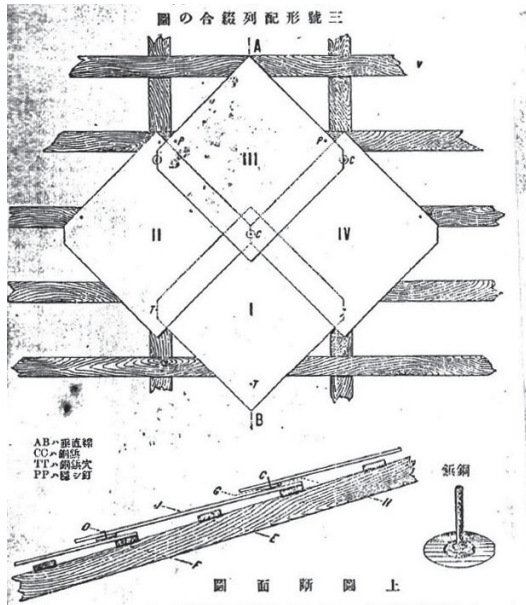


図3-2 石綿盤・菱葺き  
葺き方には、矩形の板で葺いた「一文字葺き」や「隅切り葺き」の他に、45°模様になる「菱葺き」があった。

トフェルトを敷き(図3-3)、5寸勾配以上、重ね代は2インチ半とされた。昭和初期の文献「各種建築構造」では、16インチ角の小平板を菱葺きにする場合、重ね代はさらに大きい3インチ以上とされていた。重ね代が大きく雨漏りが少ない一文字葺きは、その後の我が国で住宅の屋根に広く普及した化粧スレート葺きの原型と考えられる。

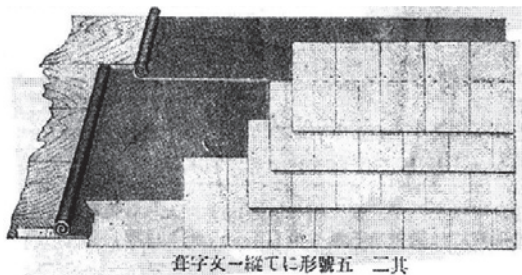


図3-3 「石綿盤」一文字葺き  
野地板と、アスファルトフェルトの下葺きがある。

### 3.2 初期の波形スレート

#### 1) 波形スレートの国産化

1917(大正6)年には、前述のハチェック式によって我が国初の波形スレートが製造された。これは、浅野スレートの技師長がドイツで土産に買った石綿セメント板に関する文献がきっかけであった。長尺ものの製造が可能で生産性等の点で優れたハチェック式が普及し、ロッホ式は第二次大戦中にほとんど用いられなくなったと言われる。

また「石綿盤」や「人造スレート」と呼ばれていた石綿スレートの小平板は、ハチェック式製法で製造された大平板を

16インチ角や12インチ角等に裁断して製造されるようになり、「石綿スレート小平板」と呼ばれるようになった。

#### 2) 戦前に製造された波形スレートの寸法

初の国産波形スレートは長さ6尺と7尺、幅2尺2寸、山のピッチ2.5インチ、山数10山半の小波板であった。しかしピッチ2.5インチの波形スレートは海外にはあまり例がなく、また谷部に皺が出来ぬよう薄い生板を積層して製造する必要があるなど、当時は技術的には困難があった。

大正末期になるとピッチを3インチに拡大し、9山半とした製品(図3-4)が開発され、10山半の製品は製造されなくなった。

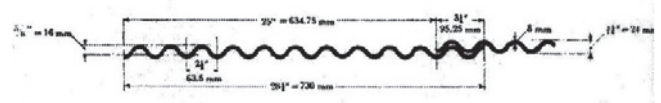


図3-4 ピッチ3インチ・9山半の波型スレート

これに対抗するため1930(昭和5)年には、ピッチは2.5インチのまま11山半に増やして働き寸法を大きくした製品が製造開始された。1938(昭和13)年制定の波形スレートの日本標準規格(JES)では、幅725mm、ピッチ63mm(約2.5インチ)、11山半の小波板が規定された。昭和10年代初めには大波板が製造されるようになり、1941(昭和16)年には臨時日本標準規格(臨JES)に、ピッチ130mm、5山半の大波板が規定された。しかし大波板は戦時中はほとんど生産されず、普及したのは昭和20年代後半以降であった。

### 3.3 初期のセメント瓦

#### 1) セメント瓦の製造開始

原料を型枠に入れて手造りで成形するセメント瓦は、石綿スレート小平板の国産化以前に既に製造されていた(1912/明治45年、やまと工業)との説がある。また、1914(大正3)年に勃発した第一次大戦中、日本軍が青島を占領した際に、色とりどりのセメント製屋根材を見た軍関係者によって満鉄駅舎・社宅などに使われ、日本国内でも製造されるようになったとの説もある。

1915(大正4)年頃、日本石綿盤製造が、厚さ半インチ、セメント・砂・花崗石破片・石綿粉末等を原料とし、表面を水硬性顔料で着色した「ロッコー瓦」の製造を開始した。

#### 2) 関東大震災復興時のセメント系屋根の需要増加

セメント瓦は引掛棧式または野地板に釘打ちであったので、関東大震災では従来の粘土瓦に比べて被害が少なく、復興時には需要が増加した。また波形スレートも、亜鉛鉄板の不足のため復興資材としての需要が増加した。

セメント瓦は耐震性に優れていたが、「瓦」という名称では粘土瓦の震災被害のイメージがあるとして、「ロックワ」に類似の平型棧付き形状で石綿を混入し、名称を「スレート」とした製品が販売された。「スレートは石綿を混入した製品」という概念が既にあったと思われる。

### 3) 厚形スレートの製造開始

「ロックワ」は手造りであったが、1926(大正15)年にはプレス成形の「六甲スレート」(図3-5)が開発された。これは後(1950・昭和25年)にJIS化された厚形スレート平形(330mm角, 坪当り42枚葺き, 平形2種)の元祖とされる。

「六甲スレート」の製造開始以前にも「ロックワ」やその類似品があったが、「六甲スレート」が厚形スレート平形の元祖とされる理由は、プレス製造であった点と、原料に石綿を用いたためと考えられる。1950(昭和25)年制定の厚形スレートのJISでは「適量の繊維物質を添加」するものとされていた。

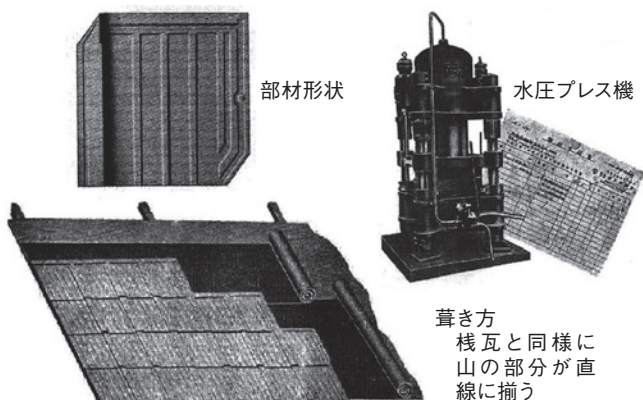


図3-5 六甲スレート

### 4) 厚形スレートの普及とその改良

「六甲スレート」の売れ行きは販売開始直後から好調であり、昭和初期には他社からも「国光スレート」(大阪石綿工業)、「鎧スレート」(朝日スレート, 和瓦タイプの意匠)等の類似品が登場し、小平板の需要は減少していった。

また平板の石綿スレート小平板との差別化を図るため、表面にリブを付けた製品が製造されるようになり、戦後まで製造されていたものもある。昭和5年頃には、表面のリブ幅を狭めて流水断面を拡大した製品が開発され、戦後は殆どの厚型スレート(平型)がこれに移行した(図3-6)。

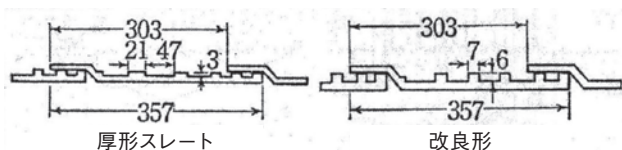


図3-6 リブ幅を狭めた厚型スレート

## 3.4 戦中から戦後復興期の状況

### 1) 戦中・戦後の石綿不足

石綿は大部分が輸入品であったため、戦時体制に入ると不足した。少ないながらも国内での採掘が始まったが、ロックウール、グラスウール、さらに木綿・稲藁・人髪までが代用繊維として研究対象となったと言われる。

そこで、石綿を用いずに強度を確保するため、従来品よりも厚みのある製品が製造されるようになり、これによって「厚形スレート」という名称が生まれたと言われている。戦後も石綿の入手難は続き、石綿スレート製造企業の中には、石綿を用いない厚形スレートの製造を兼業とする企業もあった。

原料の品質低下による強度低下に対応して、1942(昭和17)年改正の臨時日本標準規格(臨JES)では、曲げ荷重の値が低く(例えば厚さ8mmの小波板で130kgが100kgに)改正された。

### 2) 戦後復興期のセメント瓦

戦後、進駐軍用建築の屋根材や復興用資材としてセメント瓦の需要が増加した。手造りのセメント瓦は製造設備への初期投資が安価で済んだため、製造業者の新規参入が相次ぎ、家内工業的な企業が多く現れた。

昭和25年頃になるとセメント瓦の品質向上と量産を目的として、プレス機によって成形するプレスセメント瓦の製造が開始された(図3-7)。

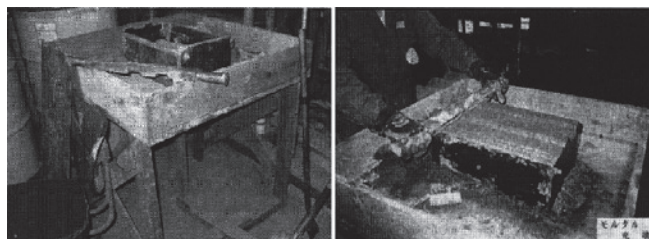


図3-7 セメント瓦製造機と成形方法

### 3) JISの制定

1950(昭和25)年には、「石綿スレート」・「厚形スレート」・「セメント瓦」のJISが制定された。

「石綿スレート」としてJIS化されたのは、小波板・大波板・小平板・大平板の4種で、セメントと繊維の重量比86:14、石綿の1/2以下の重量の代替雑繊維を用いることができた。

「厚形スレート」のJISは平形のみで、原料には適量の繊維物質を添加するとされていたが、1953(昭和28)年の改正で補強繊維の混入は任意となった。

「セメント瓦」は和形・洋形・平形の3種類がJIS化され、瓦1枚につき約50gのセメントを表面にふりかけて平滑に仕上げるとされた(図3-8)。

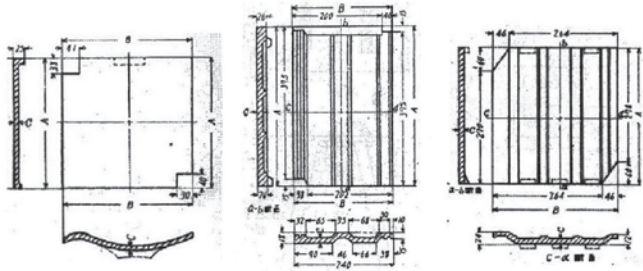


図3-8 セメント瓦のJIS  
和形・洋形・平形(図で左から)の3種類が規定された

#### 4) 戦後の石綿スレートの生産状況

石綿スレートは復興資材として販売量が急増する筈であったが、戦時中を上回る原料難などのため、生産は伸びなかった(図3-9)。セメント不足のほか、石綿については5年近い輸入途絶のため上質品は枯渇し、使用済み石綿や代替繊維などが混入された。そのため品質が悪く、「雀がとまれば割れる」、「工場内で月見ができる」などと言われるなど、粗悪品のイメージが浸透するに至った。

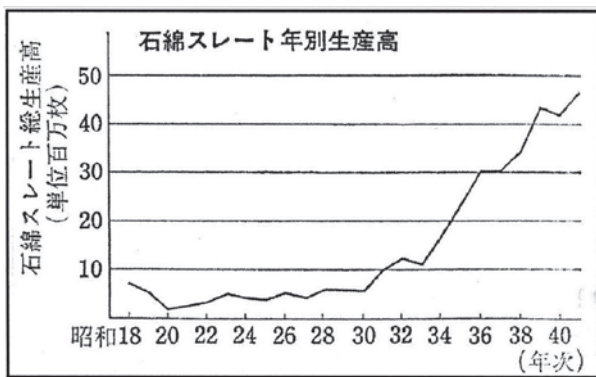


図3-9 戦後の石綿スレート生産高

1953(昭和28)年に制定されたプレスセメント瓦のJISは厚形スレートに準じていたが、成形時の圧力は $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上とされた(厚形スレートは $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上)、形状は和形のみであったが、翌年には洋形が追加された。その後、厚形スレートとプレスセメント瓦の製法上の違いは殆ど無くなり、1960(昭和35)年、プレスセメント瓦(和形・洋形)の規格は「JIS A 5402 厚形スレート」に統合された。

### 3.5 戦後復興期以後の動向

#### 1) 波形スレートの動向

1950(昭和25)年制定のJISでは波形スレートの山のピッチと山数は、小波板が約 $63\text{mm} \cdot 11$ 山半、大波板が $130\text{mm} \cdot 5$ 山半であった。従来、波形スレート大波板の横重ね代は半山とされていたが(図3-10)、1954(昭和29)年以降、官庁

物件では1山半重ねが指定された。5山半の製品は重ね代1山半では働き寸法が小さくなるため、1956(昭和31)年には7山半の大波板が製造された。7山半の大波板は1957(昭和32)年にJIS化され、5山半の製品は1965(昭和40)年にJISから削除された。

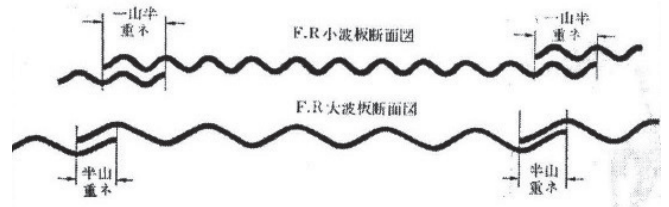


図3-10 大波板の半山重ね  
ノザワフレキシブルコルゲート, 1963(昭和38)年カタログ

波形スレート大波板の横重ね代は「JASS 12 屋根工事」等でも1山半とされているが、これが一般化したのは昭和30年代と考えられ、伊勢湾台風(1959/昭和34年)の復興時に大波板の1山半重ねが定着したとの説もある。なお、JISの大波板よりも山を大きくして、半山重ねを標準仕様としている製品もある。

波形スレート小波板は、横重ね一山半または二山半で使われていたが、雨仕舞や強度の点で優れた大波板の普及によって、屋根材としては次第に使用されなくなった。

波板の寸法には「中波板」も登場する。1962(昭和37)年発売の「ノザワ中波スレート」(野澤石綿セメント)は、山が $100\text{mm}$ ピッチで、メーターモジュール向きであった。

新しい工夫として、波板と平板を貼り合わせた複合版(「アベック・ボード」, 産業スレート, 1960年台)が発売された。屋根の野地板が不要であり、壁用の製品もあった。

波形スレートの需要は、鉄鋼業や造船業等で鉄骨造の大規模な工場が多く建設された昭和40年代に最盛期となった。1970(昭和45)年には月間15~16万枚の生産でも供給不足で、この頃が需要のピークであった。なおこの年の統計では、概略で屋根用が2/3、壁用が1/3であった。その後、高度経済成長期の終焉とともに需要は減少した。

#### 2) 厚形スレートの動向

昭和30年代初め、厚形スレート平形の横重ね部分に立ち上がりを設けて雨仕舞性能を改良した「平S形」が開発された(図3-11左)。これは1957(昭和32)年にJISに追加されたが、JISの名称は「S形」であった。

1965(昭和40)年には、平S型に似ているがリップ高さを増して雨仕舞性能を改善した厚形スレート「スーパー30」(東京厚形スレート工業組合の内の13社)が開発された(同図

右)。1967(昭和42)年頃迄に発売された、和風粘土瓦に似た外観の「厚型スレート和型」(大東スレート・図3-12左)は、厚型の特性を活かしてセメント瓦の和型より大きかった(坪40枚)。また1978(昭和53)年には、高価なスパニッシュ粘土瓦に代わるものとして、「ニュースパニッシュ」(大東スレート、開発は前年)が発売された(同図右)。

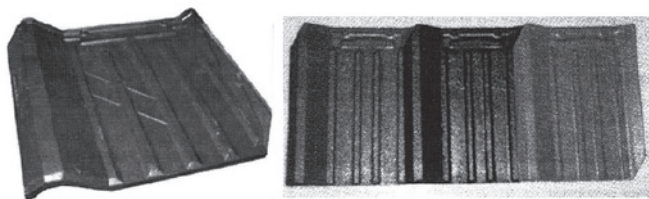


図3-11 厚型スレートの各種ヴァリエーション(1)  
左:「厚型スレート平S形」(富士スレート, 昭和30年代初期)  
右:「スーパー30」(東京厚形スレート工業組合, 1965/昭和40年)

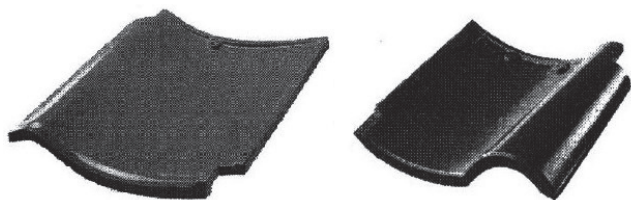


図3-12 厚型スレートの各種ヴァリエーション(2)  
左:「厚型スレート和形」(大東スレート, 1967/昭和42年以前)  
右:「ニュースパニッシュ」(大東スレート, 1978/昭和53年)

昭和50年代以降になると様々な形状の厚形スレートが開発され、その後の主力製品となったものもある。1977(昭和52)年に開発された粘土瓦のS形と同形状の厚形スレートは、1981(昭和56)年に「S形」としてJIS化され、従来のS形は「平S形」とされた。しかし、平形・平S形の厚形スレートは、その後ほとんど製造されなくなった。また施工性の向上等のため、石綿以外の補強繊維の混入等によって、製品の軽量化・大判化が進んだ。

以上のような経緯から、「厚形スレート」は「セメント瓦」や「プレスセメント瓦」とも呼ばれるようになり、平成14(2002)年のJIS改正では、名称が「厚形スレート」から「プレスセメントがわら」(JIS A 5402)に変更された。

### 3) 化粧スレートの動向

#### ・「カラーベスト」の開発と普及

石綿スレート小平板は昭和30年頃にはほとんど製造されなくなっており、1957(昭和32)年にはJISからも削除された。その後、住宅の屋根用に広く普及した化粧スレートは、アメリカからの乾式製法の技術導入によって、1961(昭和36)年に発売された。石綿スレート小平板が屋根用に販売されたのに対して、化粧スレートは、開発当初は重ね代が大きい屋根材としては高価なため、壁用が主であった。また当時

は和形粘土瓦が主流で、薄い平板状の屋根材は一般には受け入れられなかった。

壁用の防火材料「カラーベスト」(久保田建材工業、1960/昭和35年、呼びやすさのため後に「カラーベスト」)は、乾式製法のため、湿式製法の製品(壁用「カラートップ」や、他社の化粧スレートなど)に比べて吸水率・含水率が少ないのが特徴であった。生産も軌道に乗り、生産開始7年で年間生産量100万坪に達した。しかし屋根材としては粘土瓦より高価のため、用途としては壁が主であり、下見板状の「カラーベストシングル」も発売された。

屋根専用の製品としては、「カラーベスト・コロニアル」(図3-13)が前年発売の壁材に続いて1961(昭和36)年に発売されたが、上級品の粘土瓦より高価なこともあって、昭和30年代にはまだ市場には受け入れられなかった。販売促進や施工技術指導など様々な努力をしたが、状況は好転しなかったようである。販売不振の一因に名称があるのではないかとの考えから、カタログ名称を「久保田カラーベスト・コロニアル」から「久保田カラー瓦」に変えた時期もあった。

プレファブ住宅では軽量化のために鉄板瓦棒葺きを主流に開発が進んでいたが、積水ハウスでは昭和40年代初めに、デザイン・全国統一仕様・価格・施工性等の面から、プレファブメーカーとして初めて「コロニアル」を採用した。プレファブ住宅の普及とともに1968(昭和43)年頃から生産も軌道に乗り、屋根材として定着した。ただし初期のメーカーには、屋根材の生産に参入しなかったところもある。



図3-13 カラーベスト・コロニアル(1961/昭和36年発売)

#### ・様々なヴァリエーション

昭和40年代半ばから50年代初めには、数社が湿式抄造法

による化粧スレートの製造を開始した。また波形化粧スレートもこの時期に開発された。当初は新築用に開発された製品であったが、平板の化粧スレートに重ねて施工する改装用の需要が伸びた。昭和50年代以降には様々な外観・形状の化粧スレート(図3-13)が製造されるようになったが、主流は900mm幅の一字草葺き製品であった。また前述の「コロニアル」の重ね代を100mm長くして雨仕舞性能を改善した「ニューコロニアル」が、1979(昭和54)年に発売された。

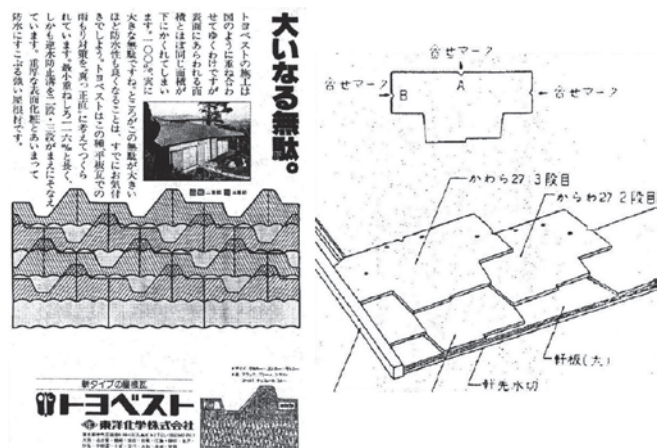


図3-14 葺き材形状のヴァリエーションの一例「トヨベスト」(東洋化学・左図)、「かわら27」(久保田鉄工・右図)、ともに1975(昭和50)年。

この他にも様々なメーカーから多種多様な葺き材が開発されたが、紙面の都合で詳細は割愛する。

#### ・アスベストに関する問題

1962(昭和37)年頃からの高度成長期には、関税撤廃で輸入石綿が急増した。品質・コストで劣る国産品ではこれに太刀打ちできず、例えばノザワ石綿鉱山は1969(昭和44)年に休山となっている。

石綿による健康被害の顕在化によって建材の無石綿化が進められたが、屋根材に求められる高度の耐久性に見合う代替繊維の開発が技術・コスト両面から困難であったため、無石綿化は壁材や天井材よりもかなり遅れた。1989(平成元年)にはデンマークからの技術導入で無石綿化粧スレートが開発されたが、これはバブル期に高級材として需要が多かった天然スレートに似た外観の製品であった。

その後、環境意識の高まりやPRTR法(特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律、1999年)制定等により、無石綿への動きが加速される。

#### 4) コンクリート瓦の動向

水分量の少ない原料を押し出し成形するコンクリート瓦は、ドイツ等ヨーロッパの一部では粘土瓦と並ぶほどに普及

していた。我が国では1973(昭和48)年に、オーストラリアのモニエル社からの技術導入で「センチュリオン」(日本モニエル社・図3-15)が製造開始された。

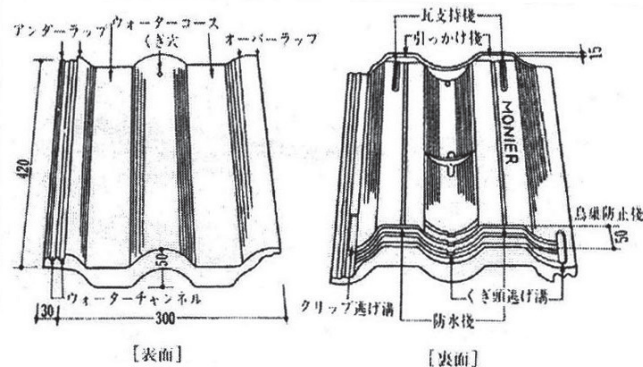


図3-15 「センチュリオン」(日本モニエル社・1973/昭和48年) 外寸:長420×幅330, 働き:345×300

その後、住宅デザインの洋風化とともに、化粧スレートと並んでコンクリート瓦も好んで使われ、昭和50年代半ば以降には数社が製造開始した。化粧スレートとの差別化としてコンクリート瓦を採用した住宅メーカーもあった。

しかし後に製造中止する企業もあり、メーカーは少数となった。モニエル社系の企業も後に日本から撤退している。なお一般名称は「セメント瓦」から「コンクリート瓦」に変わり、セメント瓦の規格(JIS A 5401)も1985(昭和60)年に廃止された。

研究室で調査した範囲は、ここまでである。

石綿セメント系屋根材については、脱アスベストの本格化で状況は大きく変わった。しかしこの記事で対象とした時代には、石綿はセメント系建材には不可欠な高性能の素材であり、それに勝る代替材料が無かったことや、健康被害に対する認識の違いなど、現在とはかなり条件が異っていたことを前提として理解しておく必要がある。

第3章の参考文献:東京理科大学修士論文および日本建築学会計画系論文集(ともに前回と同一論文)

#### プロフィール

真鍋恒博(まなべ・つねひろ)

東京理科大学 名誉教授

専門分野:建築構法計画, 建築部品・構法の変遷史  
主要著書:「図説・近代から現代の金属製建築部品の変遷—第1巻・開口部関連部品」(建築技術), 「図解建築構法計画講義」(彰国社)ほか







## 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、下記企業（5件）について平成28年7月28日および8月8日付でJIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。  
<http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

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
TC0816001	2016/7/28	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	(株) ガイアテック みゆき工場	鹿児島県霧島市国分下井前平2299 番地
TC0116001	2016/8/8	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	(株) 田村工業 赤井川工場	北海道余市郡赤井川村字落合282 番地1
TC0216002	2016/8/8	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	東北太平洋生コン(株) 本社工場	宮城県名取市植松字田野部124 番地
TC0516001	2016/8/8	JIS A 5914	建材豊床	(株) やまいち	兵庫県伊丹市野間3丁目7番23号
TCCN16044	2016/8/8	JIS A 5508	くぎ	天津市森博恒通金属制品有限公司	中国天津市静海区蔡公庄镇工業園区

## ISO 55001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業（1件）のアセットマネジメントシステムをISO 55001:2014に基づく審査の結果、適合と認め平成28年8月27日付で登録しました。これで、累計登録件数は3件になりました。

登録事業者（平成28年8月27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
RA0003	2016/8/27	ISO 55001:2014	2019/8/26	(株) パスコ 技術統括本部	東京都目黒区東山1-1-2 東山ビル <関連事業所> 中央事業部技術センター、 東日本事業部技術センター、 関西事業部技術センター	道路(舗装・橋梁)、下水道(管路施設)のアセットマネジメントに関するコンサルティング業務及び情報システムの構築運用サービス

## あとがき

先日、無類の将棋好きである私は千葉県津田沼まで遠征を行い、プロ棋士主催道場での指導対局に臨んだ。結果は連敗であったが、充実した一日を過ごすことが出来た。

将棋を指す際に常に感じることは、知識の暗記だけでは勝てない、ということである。定跡と呼ばれる戦略白書を網羅的に記憶しても、相手に変化球を投げられればそれは使えない。必ずと言っていいほど未知の局面に遭遇し、即興・自力で戦術的な答えを導き出さねばならない。つまり戦略(知識)と戦術(実践力)の両方が必要とされるのである。

おそらくその状況は将棋に限った話ではなく、日常社会の中で誰しもが経験する場面だと思う。学生であれば入学試験、社会人であれば顧客営業やアクシデント対処などはその典型的な例ではないだろうか。そういった意味で小さな将棋盤も社会の一部の縮図であると感じる時がある。

じっと考えながら木で造られた駒を長時間眺めていると、駒が人間に見てきそうな今日この頃であった。

(山本)

## 編集をより

リオのオリンピック・パラリンピックが幕を閉じ、いよいよ2020年東京オリンピックへと風潮になってきました。1964年の東京オリンピックでは、スクラップビルドによる高度経済成長に向かう最中でありましたが、近年は、既存建築物も耐震補強やリフォームなど如何にして建物を残していくかが求められる社会に変化してきた中でのオリンピックになるかと思えます。

そんな折、今月号の寄稿では、東京大学 生産技術研究所 教授 野城智也先生に「建築産業展望 オリンピック後のレガシーに向けて」と題して、オリンピック開催後の市場の維持、今後の成長分野や建築産業のあり方などをご紹介頂いております。大変興味深い内容になっておりますので、是非、ご一読頂ければと思います。

その他、今月号では試験報告・試験設備紹介・国際会議報告では防火関係を、技術レポート・規格基準紹介では環境関係を紹介しております。あわせてご一読頂ければと思います。

(伊藤)

# 建材試験情報

10  
2016 VOL.52

建材試験情報 10月号  
平成28年10月1日発行

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  
<http://www.jtccm.or.jp>  
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 企画課  
TEL 048-920-3813  
FAX 048-920-3821

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します。

## 建材試験情報編集委員会

### 委員長

阿部道彦(工学院大学・教授)

### 副委員長

砺波 匡(建材試験センター・理事)

### 委員

石井俊靖(同・総務課主任)

守屋嘉晃(同・中央試験所構造グループ  
統括リーダー代理)

田坂太一(同・中央試験所環境グループ主幹)

穴倉大樹(同・中央試験所防耐火グループ)

佐藤直樹(同・工事材料試験所浦和試験室  
室長代理)

深山清二(同・ISO審査本部審査部主任)

木村 麗(同・性能評価本部性能評価課主幹)

山本圭吾(同・製品認証本部管理課)

早崎洋一(同・西日本試験所試験課主任)

### 事務局

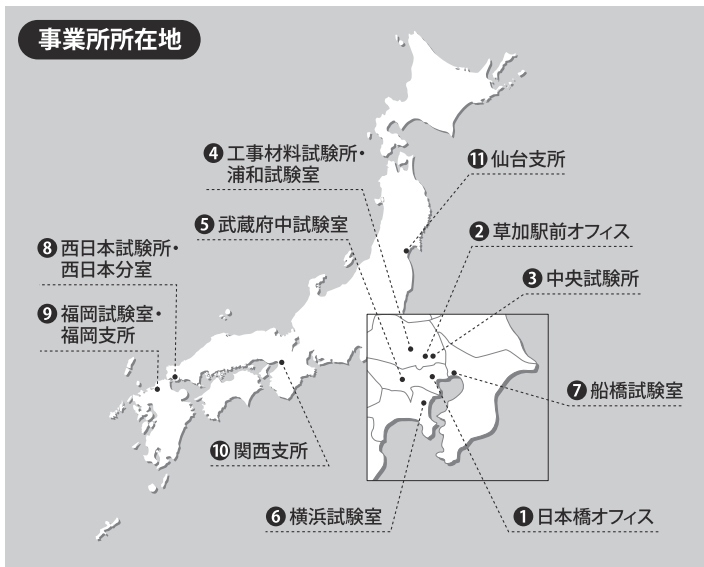
鈴木澄江(同・経営企画部部長)

伊藤嘉則(同・企画課課長代理)

佐竹 円(同・企画課主任)

藤沢有未(同・企画課)

制作協力(印刷・製本) 株式会社工文社



### 1 日本橋オフィス

〒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

#### ISO審査本部

審査部  
TEL: 03-3249-3151 FAX: 03-3249-3156  
開発部・GHG検証業務室  
TEL: 03-3664-9238 FAX: 03-5623-7504

#### 製品認証本部

TEL: 03-3808-1124 FAX: 03-3808-1128

#### 最寄り駅から

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線人形町駅 (A4出口) より徒歩3分
- ・都営地下鉄新宿線馬喰横山駅 (A3出口) より徒歩5分
- ・JR総武本線快速馬喰町駅 (1番出口) より徒歩7分
- ・JR各線・新幹線東京駅 (八重洲中央口) からタクシーで約15分

### 2 草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル  
性能評価本部 (6階)

TEL: 048-920-3816 FAX: 048-920-3823

#### 総務部 (3階)

TEL: 048-920-3811 (代) FAX: 048-920-3820

#### 経営企画部 (6階)

企画課  
TEL: 048-920-3813 FAX: 048-920-3821  
調査研究課  
TEL: 048-920-3814 FAX: 048-920-3821  
顧客サービス室  
TEL: 048-920-3813 FAX: 048-920-3821  
検定業務室  
TEL: 048-920-3819 FAX: 048-920-3825

#### 最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口) より徒歩1分

### 3 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

#### 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

➤ 右段へつづく

#### 最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口) または松原団地駅 (東口) からタクシーで約10分

#### 高速道路から

- ・常磐自動車道・首都高速三郷IC (西口) から約10分
- ・東京外環自動車道草加ICから国道298号線を三郷方面に向かい約15分

### 4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

#### 管理課 / 品質管理室

TEL: 048-858-2841 FAX: 048-858-2834

#### 浦和試験室

TEL: 048-858-2790 FAX: 048-858-2838

#### 住宅基礎課

TEL: 048-858-2791 FAX: 048-858-2836

#### 最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅 (西口) より徒歩15分

### 5 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

#### 最寄り駅から

- ・京王線中河原駅よりバスで約15分  
四谷六丁目循環バス四谷六丁目下車し徒歩2分  
都営泉2丁目行バス四谷泉下車し徒歩1分

#### 高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

### 6 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

#### 最寄り駅から

- ・横浜市営地下鉄新羽駅 (出口1または出口2) より徒歩15分
- ・東急東横線綱島駅よりバスで約15分  
新横浜駅行、新羽駅行、新羽営業所行バス貝塚中町下車し徒歩約2分

### 7 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

#### 最寄り駅から

- ・JR武蔵野線船橋法典駅よりバスで約10分  
桐畑・市川営業所行、桐畑・中沢経由ファイターズタウン鎌ヶ谷行バス藤原5丁目下車し徒歩3分

### 8 西日本試験所 西日本分室 (製品認証本部)

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川  
TEL: 0836-72-1223 (代) FAX: 0836-72-1960

#### 最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

#### 高速道路から

- ・山陽自動車道植生ICから国道2号線を小郡・広島方面に向かい約5分
- ・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を下関方面に向かい約40分
- ・中国自動車道美祿西ICから国道65号線を国道2号線 (山陽方面) に向かい約15分

### 9 福岡試験室 (西日本試験所) 福岡支所 (ISO審査本部)

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

#### 福岡試験室 (西日本試験所)

TEL: 092-622-6365 FAX: 092-611-7408

#### 福岡支所 (ISO審査本部)

TEL: 092-292-9830 FAX: 092-292-9831

#### 最寄り駅から

- ・福岡市営地下鉄福岡空港駅より徒歩10分
- ・JR各線・新幹線博多駅よりバスで約20分  
西鉄バス (30, 32, 33番路線) 別府で下車し徒歩1分

#### 高速道路から

- ・九州自動車道福岡ICから都市高速または国道201号線を福岡方面に向かい約20分
- ・九州自動車道太宰府ICから国道3号線を福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約20分
- ・福岡都市高速空港通ランプを福岡空港国内線ターミナル方向に向かい約5分
- ・福岡都市高速榎田ランプを福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約10分

### 10 関西支所 (ISO審査本部)

〒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

#### 最寄り駅から

- ・市営地下鉄御堂筋線東三国駅 (4番出口) より徒歩2分
- ・JR東海道新幹線・山陽新幹線新大阪駅 (新幹線中央改札出口) より徒歩8分

### 11 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

#### 最寄り駅から

- ・仙台市営地下鉄勾当台公園駅 (北2出口) より徒歩5分
- ・JR各線・新幹線仙台駅 (西口) より徒歩20分



一般財団法人  
**建材試験センター**  
*Japan Testing Center For Construction Materials*

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

建材試験センター	検索
----------	----