

# 建材試験

J T C C M J O U R N A L

# 情報

AUGUST 2011.8  
Vol.47



**巻頭言**——河合直人  
**想定外**

**寄稿**——佐川康貴  
**新設コンクリート橋上部工の  
塩害抵抗性向上への取組みについて**

**技術レポート**——流田靖博  
**促進劣化によるひび割れ補修材の  
評価に関する研究**

## I n d e x

p1

### 巻頭言

#### 想定外

／工学院大学建築学部 教授 河合 直人

p2

### 寄稿

#### 新設コンクリート橋上部工の塩害抵抗性向上への取組みについて

／九州大学大学院工学研究院 准教授 佐川 康貴

p9

### 技術レポート

#### 促進劣化によるひび割れ補修材の評価に関する研究

／流田 靖博

p16

### たてもの建材探偵団

草加シリーズ(10) 日枝神社／柳 啓

p17

### 試験報告

ハニカムブラインドの性能試験(抜粋版)／藤本 哲夫

p21

### 国際会議報告

第12回DBMC国際会議に参加して／鈴木 澄江

p26

### 新連載

#### スタンダードを思い巡らして

標準ということば

／東京家政学院大学 名誉教授 岩井 一幸

p28

### 新連載

#### 明治期の国産化建材探訪記(1)

明治初期に設置された工部省／木村 麗

p30

### 規格基準紹介

JSTM J 6112 (建築用構成材の遮熱性能試験方法)

／田坂 太一

p36

### 50周年企画

#### 断熱関係で50年

／早稲田大学 名誉教授 木村 建一

p38

#### 建築分野の部位としての鋼製下地材の役割とその貢献

／日本鋼製下地材工業会 事業委員長・技術主査 山口 輝光

p40

### 建材試験センターニュース

p42

### あとがき・たより

# 巻頭言

## 「想定外」

工学院大学建築学部 教授 河合 直人

「想定外」という言葉が批判を浴びている。想定外の地震・津波であったのでこのような事態に陥った、という説明に対して、無責任だという非難である。しかし、私たちのまわりには無数の「想定」がある。「想定」は工学の第一歩といっても過言ではない。工学のみならず、実はものづくりの基本であり、人の行動の基本でもあるようだ。

建材等の試験法にも想定がある。材料の耐久性試験ではどういった環境下で何年間の使用を想定するか、建具の開閉繰り返し試験においてどのくらいの開閉回数を想定するか、等々、例を挙げればきりがない。また、建築基準法の荷重外力も一つの想定である。基準法の想定する「極めて稀な地震動」は、近年の強震記録を見たあとでは、それほど「極めて稀」でもないような気がする、その程度の想定ではある。しかし、それで社会的コンセンサスが得られているのであれば、妥当な想定ということになる。

何らかの想定を行って、その範囲でものづくりを行うことは当然であり、想定外の事態が発生することも、誤解を恐れずに言えば、むしろ当たり前だ。

問題は、その想定が妥当かという点である。さらに言えば、想定を超えたところにまで考えを巡らしているかどうかだろう。そもそも、想定を超えた場合に発生する事態の重大さも加味して想定を行うべきである。その上で、予測される事態が重大であればあるほど、発生し得る事態を多段階に予測し、被害を抑える対策に力を注いでおくべきである。

今回の地震に関して言えば、地震や津波の大きさが想定外であった、という言い方は、それが事実であるという点では、あり得ると思う。しかし、その影響の大きさを考えれば当然視野に入れておくべきことがなおざりにされていた、と思わざるを得ない。もし、想定範囲内における対策すら不十分であったとしたら、議論以前の問題である。

工学に立脚した仕事をする者としては、似たような問題が身のまわりにないか、その問題意識を忘れてはならない。あらためて、そう肝に銘じさせられた数ヶ月である。



# 新設コンクリート橋上部工の 塩害抵抗性向上への取組みについて



九州大学大学院工学研究院 准教授 佐川 康貴

## 1. はじめに

わが国は周囲を海に取り囲まれており、また海岸部に人口が集中する傾向にあることから、構造物の塩害に関する問題は重要である。その一方で、少子高齢化に伴い社会保障関連予算が増加し、公共事業関連予算が減少している。このような背景から、今後新設される構造物については、設計時において耐久性照査を行い、適切な塩害対策を行うことが求められる。

本稿では、コンクリート構造物の劣化現象のうち塩害に着目し、劣化機構および抑制対策の概要について述べた上で、高炉スラグ微粉末6000によるプレストレストコンクリート構造物の耐久性向上方法について述べる。

## 2. コンクリート構造物の塩害とは

### (1) 劣化のメカニズム

コンクリート内部は、セメント水和物の主成分の1つである水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ により高いアルカリ性に保たれている。これにより、コンクリート中の鋼材（鉄筋やPC鋼材）の表面は、緻密な酸化物層である不動態被膜に覆われており、非常に腐食しにくい状態となっている。しかし、コンクリート中の塩化物イオン濃度がある限界濃度（腐食発生限界塩化物イオン濃度と呼ばれる）以上になると、不動態被膜が破壊され、腐食が開始する。

腐食により生じる生成物（いわゆる錆）は、元の鋼材の体積より大きいため、腐食によりコンクリートには膨張圧が生じ、コンクリート表面にひび割れが生じたり、かぶりコンクリートが剥離したりする。ひび割れや剥離が生じると、塩化物イオンや水、酸素の供給速度が増し、



写真1 塩害によるコンクリート橋のひび割れ・鋼材腐食

腐食が加速度的に進行する。最終的には、鋼材の断面積の減少により、構造物の耐力が低下する場合もある。

写真1は、鋼材の腐食が著しく進行し、コンクリートに多数のひび割れや剥離が生じたコンクリート橋の状況である（桁下面から撮影）。この橋梁は車両通行が危険なため、通行止めとなった。このような事態とならないよう、新設構造物および既設構造物に対して塩害対策を施すことが必要である。

### (2) 塩化物イオンの供給源

コンクリート中への塩化物イオンの供給源としては、内在のものと外来のものに分けられる。内在塩分の代表的なものには、除塩が十分でない海砂などのようにコンクリート製造時に材料から供給される場合がある。JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」では、1978年の改正で骨材中の塩分量に規制値が設けられたため、近年建設される構造物において、内在塩分による影響は無いと考えられる。





写真2 凍結防止剤により塩害が生じた桁端部

よって、塩化物イオンの供給源として影響が大きいのは外来のものであり、すなわちこれは海水や凍結防止剤のように構造物の外部から供給される場合である。海水に塩分が含まれることはいうまでもないが、道路などの凍結防止剤には主に塩化ナトリウムNaClや塩化カルシウムCaCl<sub>2</sub>が用いられていることを忘れてはならない。1993年にスパイクタイヤの使用が禁止されて以降、凍結防止剤の散布量が増加している<sup>1)</sup>。九州地区では他地域に比べ路面凍結や積雪の程度は小さいものの、スタッドレスタイヤやタイヤチェーンの保有者は少ないため、凍結防止剤が多用されていると推察される。

凍結防止剤の散布により橋梁の伸縮装置から塩分を含む排水が漏水し、桁端部で塩害を生じる事例が報告されている。写真2では、コンクリートが剥離し、腐食した鉄筋が露出している。今後、凍結防止剤による塩害に関する問題が顕在化してくる恐れがある。

### (3) 塩化物イオンによる鋼材腐食に関する耐久性照査手法

コンクリート中における塩化物イオンの浸透現象は、拡散現象として取り扱われており、基本的には式(1)のFickの拡散方程式で表現される。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

ここで、 $C$ ：濃度、 $t$ ：時間、 $x$ ：表面からの距離、 $D$ ：係数

式中において塩化物イオンの侵入速度を表す指標が拡散係数 $D$ であり、 $D$ が大きいほど塩化物イオンの侵入速度が大きいことを表す。なお、コンクリートに対しては以前はcm<sup>2</sup>/秒の単位で表されることが多かったが、現在ではcm<sup>2</sup>/年の単位が多く用いられる。

腐食発生限界塩化物イオン濃度の値は、コンクリートの水セメント比や単位セメント量などの種々の要因の影響を受けるため、国内外の研究者により種々の見解があるが、1.2~2.4kg/m<sup>3</sup>といわれている。日本の土木学会では1.2kg/m<sup>3</sup>の値が用いられている。北九州空港連絡橋の下部工の維持管理においては2.4kg/m<sup>3</sup>の値が用いられている<sup>2)</sup>。

## 3. 塩害への対策

新設のコンクリート構造物が塩害を生じないようにするための方法は、以下のようなものが考えられる。

### ① かぶり厚さを増す

鉄筋位置の塩化物イオン濃度が限界濃度に達するまでの時間が長くなるよう、コンクリートのかぶり厚さを増すものである。例えば、道路橋示方書において、地域区分ごとに最小かぶり厚さが定められている<sup>3)</sup>。しかし、かぶり厚さを大きくすると構造物の自重が大きくなったり、曲げモーメントによるひび割れ幅が大きくなったりするため、かぶり厚さは極端に大きくせず、他の方法を併用するのが望ましいと考えられる。

### ② コンクリート自身の塩分浸透抵抗性を増す

鉄筋位置の塩化物イオン濃度が限界濃度に達するまでの時間が長くなるよう、コンクリートの拡散係数を小さくする方法である。具体的には、

- ・水セメント比を小さくする方法。
- ・高炉セメントやフライアッシュセメントなどの混合セメント（あるいは高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの混和材）を用いる方法。

等が考えられる。高炉セメントやフライアッシュセメントが水密性、耐海水性などの性能を有することは古くから知られている。これらの性能は高炉スラグの潜在水硬性、フライアッシュのポゾラン反応により発揮されるものである。またこれらは、副産物であり、コンクリート用材料として使用することにより環境負荷

低減につながる。

高炉セメントはわが国では普通ポルトランドセメントに次ぐ汎用セメントであり，2010年度の販売シェアは23.7%である（(社)セメント協会 ホームページ）。なお，フライアッシュを用いたコンクリートについては，最近の知見として，護岸コンクリートの調査結果より拡散則では説明できない塩分浸透の停滞メカニズムが存在する可能性があることが報告されている<sup>3)</sup>。

#### ③腐食しにくい（しない）補強材を用いる

腐食が生じにくい，あるいは腐食しない補強材には，以下のようなものがある。

- ・エポキシ樹脂塗装鉄筋
- ・エポキシ樹脂被覆PC鋼材
- ・ステンレス鉄筋
- ・連続繊維補強材（炭素繊維など）

#### ④コンクリートに表面被覆を施す

樹脂系やポリマーセメント系の表面被覆材あるいは表面含浸材をコンクリート表面に塗布することにより，水分や塩化物イオン，酸素などの侵入を遮断あるいは抑制する方法である。

#### ⑤電気防食工法

電気防食工法は，コンクリート表面に陽極材を設置し，コンクリート中の鋼材に電流を供給することで，鋼材表面における腐食を防止する方法である。既に塩害を生じたコンクリート構造物の補修に適用される工法であるが，劣化が将来予測される構造物に対して保護的に適用することも可能である。

## 4. コンクリート道路橋上部工への高炉スラグ微粉末6000の利用

従来，コンクリート橋の上部工については，比較的強度が高く，実質的に水セメント比が小さいことから，塩化物イオンの浸透に対する抵抗性は高いとされてきた。しかし，凍結防止剤の散布などの過酷な条件下では，それだけでは十分な対策とはならない。

上記の3. に示した塩害対策のうち，コンクリート自身の耐久性を高める方法について，著者らが取り組んでいる高炉スラグ微粉末6000を用いる方法およびその効果を紹介する。



写真3 実規模PC桁の載荷実験状況

#### (1) 技術の背景

セメントの一部を高炉スラグ微粉末で置換した場合，コンクリートの塩分浸透抵抗性が向上し，耐久性が向上する。コンクリート用混和材として用いられる高炉スラグ微粉末の品質はJIS A 6206「コンクリート用高炉スラグ微粉末」に規定されており，比表面積（ $\text{cm}^2/\text{g}$ ）により4000，6000，8000の3種類に分類されている。一般的に用いられて来た高炉スラグ微粉末4000を用いた場合，コンクリート早期強度の発現性がやや遅れるという欠点を有しているため，早期強度が要求されるプレストレストコンクリート（PC）にはこれまで用いられてこなかった。

#### (2) 高炉スラグ微粉末6000のPC桁への適用

PCにおける耐久性の向上方法として，1997年より日本材料学会において，高炉スラグ微粉末6000を混和したコンクリートについて研究が実施された<sup>4)</sup>。その結果，凍結防止剤および凍結融解に対する抵抗性を向上させる効果が確認された。

また当時，九州大学，新日鐵高炉セメント(株)，(株)安部工業所（現(株)安部日鋼工業）の3者では共同研究を実施した。一連の研究の中で，実規模のプレテンション方式のPC桁を製作し，収縮およびクリープ特性<sup>5)</sup>，さらには載荷実験を行い耐荷性能に関する検討を行った<sup>6)</sup>（写真3）。

その結果，早強セメントの50%を高炉スラグ微粉末



写真4 放ヶ内橋



写真5 芦屋橋

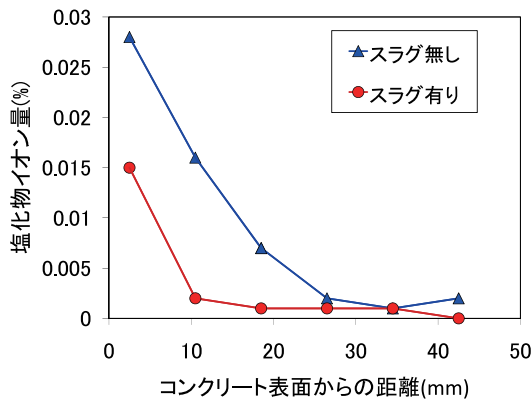


図1 塩化物イオン濃度分布

6000で置換する場合、スラグを使用しない従来の配合に比べて水結合材比を5%低減させることで、PCに求められる初期強度を確保できることを明らかにした。また、収縮やクリープは特に問題とはならないこと、PC桁の耐荷力は従来の配合の場合と同程度であることを確認した。さらに、スラグを用いることで塩化物イオンの見掛けの拡散係数は、従来の配合と比べて1/5~1/6に低減できることを実験的に明らかにした。

当時、初めて実構造物に適用されたのが、俵山4号橋<sup>7)</sup>(現放ヶ内橋・熊本県発注)であった(1999年12月竣工)。本橋は、山間部のバイパスに架かる橋梁である。現在の状況を写真4に示す。竣工から約10年後に曝露供試体(路面からの排水の流下部に設置)の圧縮強度および塩化物イオン濃度分布について調査を行った。

図1はコンクリート表面からの塩化物イオン濃度分布(助建材試験センター 建材試験情報 8'11

を示したものである。表面の領域で塩化物イオン濃度が高くなっていることから、冬季に凍結防止剤が散布されていることが裏づけられる。高炉スラグ微粉末6000を混和した配合(水結合材比35%)と従来の配合(水セメント比40%)を比較すると、スラグを混和した方が濃度が低く塩化物イオンの侵入が抑制されていることが分かる。Fickの拡散方程式の解に近似させた結果、見掛けの拡散係数は、スラグ無しが $0.11\text{cm}^2/\text{年}$ に対し、スラグ有りは約1/5の $0.020\text{cm}^2/\text{年}$ となり、両者の比は前述の既往結果と一致した。

高炉スラグ微粉末6000を用いた本技術は新技術情報提供システムNETISにも登録(QS-980177-V)されており、他にも多数の適用事例がある。

九州・沖縄地区における本技術を用いた最近の事例としては、九州自動車道 向佐野橋の架け替え工事<sup>8)</sup>や沖縄自動車道 億首川橋の架け替え工事<sup>9)</sup>などがある。

### (3) 工場製品から現場内コンクリートへの展開

以上に示した事例は、製品工場で製造されるプレテンション方式のPC桁を用いた橋梁に関するものであったが、近年では施工現場でコンクリートが打設されるポストテンション方式のPC橋にも適用され始めている。

芦屋橋(福岡県発注)は海岸近くに架かる5径間連続PC箱桁橋(写真5)であり、塩害対策として上部工の一部に高炉スラグ微粉末6000を混和したコンクリート(水結合材比41%)が採用された。コンクリート打設時に試





写真6 曝露試験用供試体の設置状況

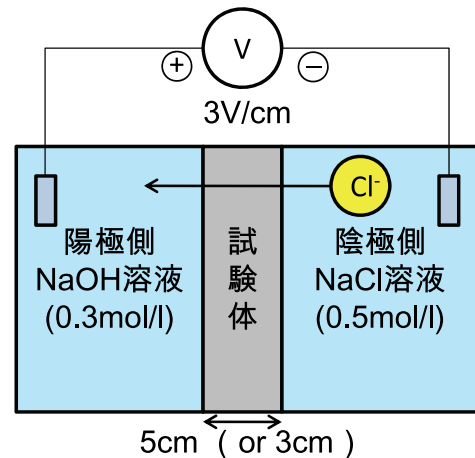


図2 電気泳動試験

料を採取し、20°C水中養生28日以降に塩化物イオンの実効拡散係数を測定した結果、 $0.062\text{cm}^2/\text{年}$ となった。

また、今後の維持管理において基礎的データの収集を行うため、著者らの提案により、構造物と同じ配合で作製したコンクリート試験体を設置した。写真6に示すような逆T形の壁式試験体（厚さ300mm，幅1100mm）であり，内部には鉄筋を埋設している。なお，鉄筋の自然電位および分極抵抗の初期値を測定した結果，それぞれの平均値は， $-57\text{mV}$  (vs CSE)， $76\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ であった。今後定期的に調査を行い，拡散係数による塩分浸透予測結果と実際の塩分浸透状況との比較などを行う予定である。

## 5. 高強度領域のコンクリートの塩分浸透抵抗性の評価について

コンクリートの塩分浸透抵抗性を評価する方法として，現在種々の方法が提案されているが，代表的な方法としては次の2つである。すなわち，一定期間コンクリートを塩水に浸漬させるなど，塩分を浸透させ，コンクリート中の塩化物イオン濃度分布を調べ見掛けの拡散係数を求める方法と，電気泳動試験により実効拡散係数を求める方法である。

前者は土木学会規準JSCE-G572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)」に規定されており，普通強度レベルのコンクリートの拡散係数を算出するためには，数ヶ月程度の試験期

間を要する。コンクリートの強度が高くなるとさらに長期間が必要となる。試験期間が短いと塩分があまり侵入せず，拡散係数の算定精度が下がるためである。

これに対して後者は，土木学会規準JSCE-G571「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)」に規定されている方法であり，図2に示すシステムにより試験を行う。直流定電圧を印加し，陰極側の塩化物イオンがコンクリートを通過し，陽極側の塩化物イオン濃度増加速度が一定となる状態（定常状態）における流束から実効拡散係数を算出する。前者に比べて試験期間が短いことから，塩化物イオンの拡散性能の迅速評価に向いていると考えられる。

以下では，塩化物イオンの実効拡散係数を求める手法についての幾つかの検討結果<sup>10)</sup>を示す。

### (1) スラグ混和および試験体厚さが試験期間に及ぼす影響

コンクリートの強度およびスラグ混和が実効拡散係数を求めるために必要な試験期間に及ぼす影響について明らかにするため，水結合材比を25%～65%に変化させたコンクリートを作製し，電気泳動試験を行った。また，試験期間の短縮を図るべく，試験体の厚さを従来の5cmから3cmに薄くした場合についても試験を行った（図2）。

図3に陽極側の溶液中の塩化物イオン濃度の経時変化を示す。なお，凡例中の数字は水結合材比(%)を表す。また，添字Sを付したものがセメントの50%を高炉スラグ微粉末4000で置換したものである。通常，5回の溶液濃



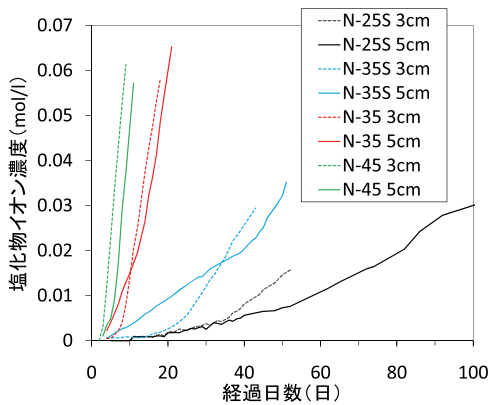


図3 陽極側溶液の塩化物イオン濃度の経時変化

度測定で塩化物イオン濃度の増加割合が一定（定常状態）であるかを判断するが、水結合材比が小さい（すなわち強度が高い）ほど塩化物イオン濃度の増加が曲線的であり、定常状態かどうかを判定するのが困難であった。

図4に、定常状態に達するまでに要した試験期間を示す。試験体厚さ3cmの方が短時間で実験が終了する結果となり、その短縮効果は水結合材比が低い場合や高炉スラグ微粉末を混和した場合に短縮効果が大きくなった。よって、コンクリートが高強度あるいは高耐久性である場合には、試験体の厚さを3cmとすることで、試験期間を短縮することが可能であると考えられる。ただし、拡散係数は粗骨材の最大寸法Gmaxの影響を受けることから、Gmaxが20mmの場合には、試験体厚さを30mmまで薄くするのが限界であると推察される。

なお、本実験では試験体に印加する電位差を3V/cmで統一した。図5に示すように厚さ3cmと5cmとではほぼ同じ値を示したものの、実効拡散係数が大きい水セメント比65%では、厚さ3cmの方が20%高い値を示した。両者の値に補正が必要か否かについては、データの蓄積が必要である。

(2) 水結合材比およびスラグ混和が実効拡散係数に及ぼす影響

水結合材比と実効拡散係数の関係を図6に示す。なお図中には、前述の4. に示した実構造物に使用されたコンクリートのうち、実効拡散係数の算出結果を有するも

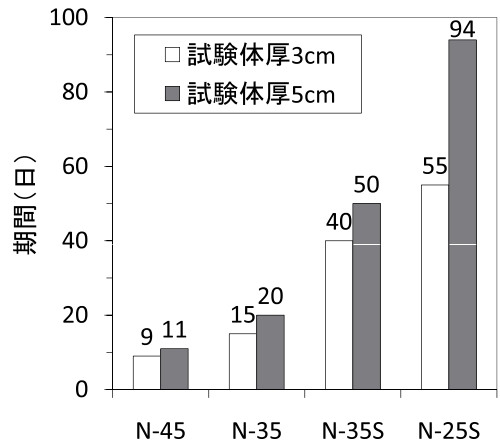


図4 定常状態に達するまでの試験期間の比較

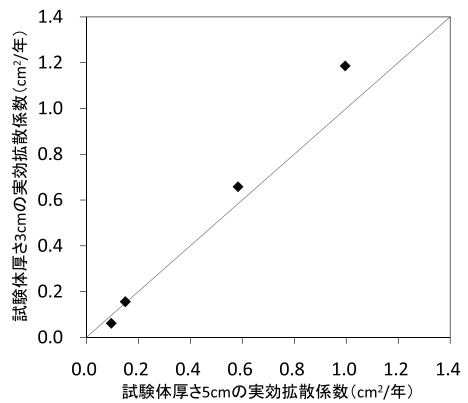


図5 供試体厚さが実効拡散係数に及ぼす影響

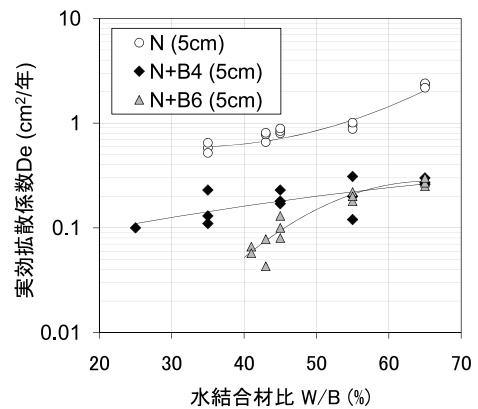


図6 水結合材比と実効拡散係数の関係

のについても併せて示している。

図より、スラグ無し (N)、高炉スラグ微粉末4000使用 (N+B4)、高炉スラグ微粉末6000使用 (N+B6) のそれぞれのシリーズに対して、右上がりの関係が得られた。高炉スラグ微粉末で普通ポルトランドセメントの50%を置換した場合、塩化物イオンの実効拡散係数は1/5～1/10程度となること、また、高炉スラグ微粉末6000を用いた場合には、水結合材比45%以下の低水結合材比領域でさらに実効拡散係数が小さくなることが明らかとなった。

## 6. まとめ及び今後の課題

本稿では、コンクリート構造物の塩害抵抗性向上策の一つとして、高炉スラグ微粉末を用いる方法、特に、プレストレストコンクリート上部工への適用事例について述べた。また、コンクリートの塩分浸透抵抗性を比較的短期間で評価するための指標として、実効拡散係数をとり上げ、その試験値に及ぼす影響に関する幾つかの検討結果について示した。

耐久性照査型の設計手法が導入されてから、設計時の耐久性照査は行われ始めているが、竣工時にコンクリート構造物が有する耐久性能を照査する手法は確立されていない。よって、実効拡散係数が実構造物の竣工時の耐久性能を評価する一手法になると考えている。また、計測結果をフィードバックし、設計時に設定した拡散係数の妥当性について検証することにより塩害劣化予測の精度向上に寄与できる。

さらに、実構造物においては、塩化物イオンの拡散係数はコンクリートの高さ方向の影響や、締固めの程度の影響、養生の影響、拡散係数の時間依存性など、種々の要因が考えられるため、種々の要因が拡散係数に及ぼす影響について、明らかにしたいと考えている。

### 《参考文献》

- 1) 木村恵子, 曾根真理, 並河良治, 桑原正明, 角湯克典: 凍結防止剤散布と沿道環境, 国土技術政策総合研究所資料, No.412, 2007.7
- 2) 福岡県: 新北九州空港海上橋脚部維持管理指針 (案), 2002
- 3) 高橋佑弥, 井上翔, 秋山仁志, 岸利治: 実構造物中のフライアッシュコンクリートへの塩分浸透性状と調査時材齢の影響に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.803-808, 2010
- 4) 日本材料学会: 高炉スラグ微粉末を使用した高耐久性プレストレストコンクリート構造物の開発, 1998.3
- 5) 坂本賢次, 松下博通, 陶佳宏, 江崎守: 高耐久性PC桁の収縮・クリープ性状, 第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.103-108, 2000.10
- 6) 村井篤, 江崎守, 前田悦孝, 松下博通: 高炉スラグ微粉末を用いたプレテンションPC桁の性能確認, 第11回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.81-86, 2001.11
- 7) 石田裕一, 江崎守, 前田悦孝, 坂本賢次, 松下博通: 高炉スラグ微粉末を用いた高耐久PC橋の設計・施工-熊本高森線俣山4号橋-, プレストレストコンクリート, Vol.42, No.3, pp.45-51, 2000
- 8) 福永靖雄, 石塚純, 田中正裕, 吉村徹: 高炉スラグ微粉末を用いた沖縄自動車道・億首川橋におけるリニューアル工事, コンクリート工学, Vol.47, No.2, pp.53-58, 2009
- 9) 山本敏彦, 今村壮宏, 三浦泰博, 藤木慶博: 日交通量10万台区間におけるRC床版取替工事, コンクリート工学, Vol.49, No.3, pp.30-35, 2011
- 10) 山時翔, 佐川康貴, 濱田秀則: 高強度領域のコンクリートの塩化物イオン実効拡散係数に関する実験的検討, 土木学会第66回年次学術講演会, 2011 (発表予定)

### プロフィール

佐川 康貴 (さがわ・やすたか)

九州大学大学院 工学研究院 建設デザイン部門 准教授  
資 格: 博士 (工学), 土木学会1級土木技術者 (鋼・コンクリート)

専 門 分 野: コンクリート工学

最近の研究テーマ: 副産物・廃棄物を用いたコンクリートの耐久性評価, プレキャスト部材を用いたコンクリート構造物の省力化・迅速化技術, 細孔構造評価によるコンクリート構造物の物質透過性評価など

# 促進劣化によるひび割れ補修材の評価に関する研究

流田 靖博

## 1. はじめに

我が国の建築物は、高度経済成長期以降に建築ラッシュが訪れ、その後スクラップ&ビルドを繰り返してきた。近年は、ストック&リノベーションの考えが主流となり、特に住宅分野では品確法や長期優良住宅制度など、建築物をできる限り長期に使用する行政施策が施されている。この方針は、土木、建築及び新設、既存に関わらず、全ての建設生産に該当することには議論の余地はない。

構造物の長寿命化を達成するためには、新築時における確な耐久設計と合理的な維持管理が重要である。本研究は、維持管理段階におけるコンクリート構造物の長寿命化の一つであるひび割れ補修に的を絞っている。

コンクリート構造物のひび割れには、ごく表面的なヘアクラックから構造物を貫通したひび割れまで様々である。その発生原因は、コンクリートの材料特性、配(調)合、施工、使用・環境、構造・外力またはその組み合わせなど様々である。ひび割れの発生した箇所は、構造的に不連続となり、内部へ水や炭酸ガス、塩分などの侵入を許容し、また部材を貫通するひび割れは漏水などの原因となり、構造物の機能を損なうとともに、劣化が促進されることになる。このように構造物の耐力、耐久性、水密性などの諸性能の低下に大きく影響し、機能を損なうひび割れは、適切な補修工法を選定し、可能な限り早急に補修しなければならない。

補修方法には、表面塗布工法、注入工法、充填工法が代表的な補修工法として挙げられる。これらの工法の選定は、ひび割れの発生原因、発生状況、ひび割れ幅の大小、ひび割れ幅の変動の大小、鉄筋腐食の有無などによって、単独あるいは組み合わせて使い分けられているが、最も多く採用されている補修工法は、構造的補修も兼ね備えている注入工法である。注入工法に用いられる補修材料には、合成樹脂系補修材、セメント系補修材、ポリマーセメント系補

修材などがある。

ひび割れ補修箇所は、補修直後から気温、湿度、日射、降雨などによる気象の影響を受け、補修箇所の露出面においては日射による紫外線の影響を受けやすい状況である。したがって、補修材料や工法の評価には、補修技術の向上とともに補修箇所が長期間に渡り健全な状態で維持されることを検討することが重要である。これまで、ひび割れ補修材料の研究は多くなされているが、その多くは健全な試験体を用いた初期性能の評価に留まっているものが多い。耐久性を考慮した研究は、エポキシ樹脂注入試験体を用いて補修部の耐疲労性に及ぼす温度、気象劣化に着目した研究成果<sup>1)</sup>があるものの、ひび割れ補修部の気象環境条件を考慮した補修効果の持続性を検討した研究は少ない。また、補修が必要なコンクリート構造物は、日本各地での様々な気象環境の中にあり、例えば北海道における診断改修技術に関するアンケート調査<sup>2)</sup>では寒冷地における補修材料の性能、耐久性、補修効果等に関する情報が少ないことが示されている。

本報では、これらを背景に実験室レベルで再現した過酷な気象作用がひび割れ補修部の耐久性に及ぼす影響について、促進劣化外力としての凍結融解試験及び促進耐候性試験を行い考察を行った。

## 2. 研究概要

コンクリート構造物に発生したひび割れの幅は、コンクリートの伸縮や気象作用により微少ではあるが常に動いている。筆者らはコンクリート躯体のひび割れ挙動の調査を行い、気象作用との関係を報告した<sup>3),4)</sup>。その挙動は、壁体面が顕著であり、図1に示すように気象作用及びコンクリートの伸縮により壁体面のひび割れ貫通部には、曲げ挙動と同様の圧縮力と引張力の繰返しによる挙動が生じやすいことを



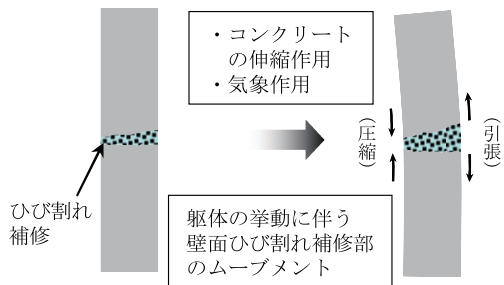


図1 外壁に生じたひび割れの挙動概念

表1 補修材の種類

補修材の種類	試験体記号	特徴
エポキシ樹脂	A	揺変性
	B	パテ状
	C	低粘度
	D	水中硬化型低粘度
	E	高粘度
	F	
	G	可とう性揺変性
	H	可とう性
	I	
変性アクリル樹脂	J	中粘度
ポリマーセメント系	K	

表2 試験体の種類

促進劣化外力	種類及び寸法	試験体記号	評価項目
凍結融解	補修試験体 40×40×160mm	A~K	曲げ強度
	モルタル 40×40×160mm	L	
促進耐候性	補修試験体 40×40×160mm	A~K	曲げ強度
	モルタル 40×40×160mm	L	
	補修材単体 40×40×160mm	A~K	
	補修材単体 50×70×10mm	A~K	色差

明らかにした。本研究は、壁体面に発生したひび割れの曲げ挙動が気象作用によることに着目し、2片のモルタルをひび割れ補修材で一体化した試験体（以下、補修試験体）並びに補修材料単体（以下、補修材単体）に対し促進劣化外力を与えた後、曲げ強度試験や補修材単体の色差の変化による評価を行った。

## 2. 1 補修材料及び試験体

### 2. 1. 1 補修材料

試験に用いた補修材の種類を表1に示す。選定した補修材は、11種類で試験体記号A~Iはエポキシ樹脂、Jは変性アクリル樹脂、Kはポリマーセメント系である。

### 2. 1. 2 試験体

試験に用いた試験体の種類をまとめて表2に示す。

各試験体の詳細は下記の通りである。

#### (1) 補修試験体

補修用の試験体は普通モルタル（以降、モルタル）で、作製には表3に示す調合によりJIS R 5201：1997に準拠し、40×40×160mmの形状に成形後、温度20℃の水中で28日間以上の養生を行ったものである。同表に示すように、モルタルにはAE剤を混入し、耐凍結融解性能を高めた。養生終了後、図2に示すように長さ160mmを折半するように载荷し割裂した。その後、JIS A 6024：2008に準拠し、接着層の厚さが0.5mmになるように試験体2辺中央端部にスペーサーを挿入し、選定した補修材を用いて接着を行った。実際にはこれらの補修は低圧注入工法によることが多いが、ここでは施工法による影響を除外するために上記の方法で試験体を作製した。なお、接着後の試験体は、温度20℃の室内で14

表3 普通モルタルの調合

W/C (%)	S:C	単位量 kg/m <sup>3</sup>			
		水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	AE剤
40	2:1	262	656	1313	0.052

・セメント：普通ポルトランドセメント（密度：3.16 g/cm<sup>3</sup>）  
 ・細骨材：東広島市黒瀬産砕砂（密度：2.58 g/cm<sup>3</sup>，吸水率：0.96%）

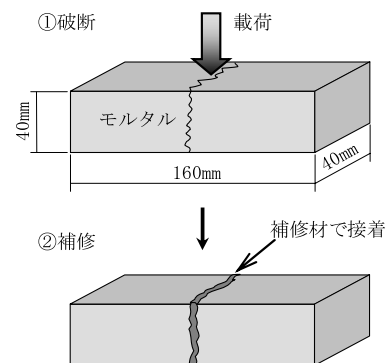


図2 補修試験体の作製方法

日間の養生を行った。

## (2) 補修材単体

補修材単体は、JIS R 5201:1997に規定される鋼製型枠を用いて40×40×160mmの形状に成形した。なお、補修材単体の内、評価項目が色差の試験体については、50×70×10mmの樹脂製の型枠を用いて作製し、温度20℃の室内で14日間の養生を行った。

## 2. 2 実験内容

### 2. 2. 1 促進劣化外力の要因と水準

促進劣化外力の与え方は、凍結融解試験及び促進耐候性試験の2種類とした。要因と水準をまとめて表4に示す。

### 2. 2. 2 凍結融解試験による劣化外力

凍結融解試験条件を表5に示す。試験条件は、コンクリート構造物のひび割れ補修部を壁体面の雨がかりの程度の激しいところを想定し、JIS A 1435:1991の気中凍結気中融解(シャワーリング)法に準拠して100サイクルまでの凍結融解繰返し試験を行った。凍結融解試験の1サイクルの所要時間は3時間とし、冷却時間は2時間、融解時間は1時間とした。融解中は散水し、融解用の水の温度は10℃とした。試験中は、熱電対を埋め込んだモルタルの中心温度を1サイクルのそれぞれの行程中に測定し、所定の時間内で試験体の中心温度が所定の温度に達していることを確認した。なお、試験開始に先立ち、試験体を20℃の水中に24時間浸漬させた。

### 2. 2. 3 促進耐候性試験による劣化外力

促進耐候性試験条件を表6に示す。試験は、JIS A 1415:1999に準拠し、2000時間までの連続照射を行った。試験条件は、光源としてキセノンアークランプを用い、直接屋外暴露のシミュレーションによるWX-Aとした。

### 2. 2. 4 促進劣化試験後の補修材の評価方法

#### (1) 曲げ試験

本研究では、促進劣化による補修効果の持続性の評価として、補修試験体の曲げ強度の変化で評価する方法とした。曲げ試験方法を図3に示す。載荷方法は、JIS R 5201:1997に準拠し2等分1線載荷法とし、試験体支持スパンは100mm、載荷速度は50N/sとした。なお、補修試験体の載荷位置は補修部とした。促進耐候性試験後の補修試験体及び補修材単体は、載荷面を非照射面側とし、引張り縁を照射面側とした。

表4 促進劣化外力の要因と水準

試験体記号	凍結融解(サイクル数)				促進耐候性(照射時間)			
	0*1	30	50	100	0*1	1000	1500	2000
A	○	○	○	○	○	◎	○	◎
B	○	—	—	○	○	◎	—	◎
C	○	—	—	○	○	◎	—	◎
D	○	—	—	○	○	◎	—	◎
E	○	—	—	○	○	◎	—	◎
F	○	—	—	○	○	◎	—	◎
G	○	○	○	○	○	◎	○	◎
H	○	—	—	○	○	◎	—	◎
I	○	—	—	○	○	◎	—	◎
J	○	○	○	○	○	◎	○	◎
K	○	○	○	○	○	◎	○	◎
L	○	—	—	○	○	—	—	—

\*1: 試験開始前の初期値  
◎: 補修試験体及び補修材単体で実施

表5 凍結融解試験条件

準拠規格	JIS A 1435:1991 建築用外壁材料の耐凍害性試験方法(凍結融解法)	
試験方法	気中凍結気中融解法	
冷却条件(気中)	温度	-20℃
	時間	2時間
融解条件(気中)	温度	+10℃
	時間	1時間

表6 促進耐候性試験条件

準拠規格	JIS A 1415:1999 高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法
光源	キセノンアーク光源 記号:WX-A
放射照度	550W/m <sup>2</sup> (波長域290~800nm)
B P T	63℃
相対湿度	50%
水噴霧サイクル	102分照射後,18分照射及び水噴霧

#### (2) 色差

促進耐候性試験による補修材単体の変化は曲げ強度と色差で評価した。曲げ試験は前節の方法と同様とし、色差はJIS K 7105:1981に準拠し、照射時間が500時間毎に試験体を試験機から取出し測定を行った。なお、色差の算出は、CIE1976L\*a\*b\*系の色差式を用いた。

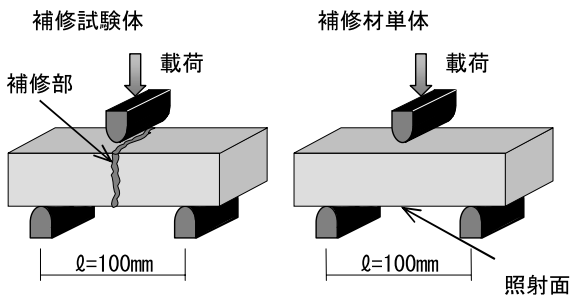


図3 曲げ試験方法

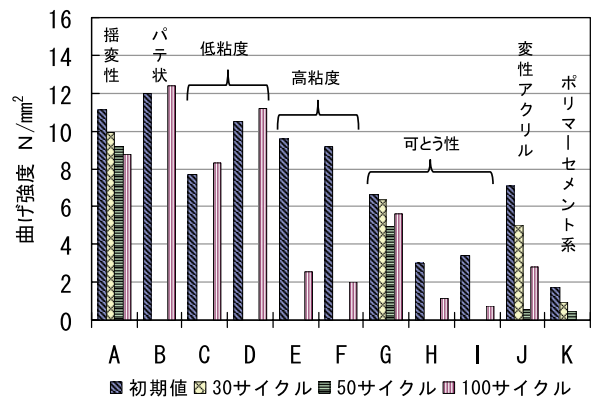


図4 補修試験体の凍結融解試験結果  
(凍結融解繰返しサイクル毎の各試験体の曲げ強度)

表7 凍結融解試験結果 (破断箇所)

試験体記号	破断箇所			
	0サイクル	30サイクル	50サイクル	100サイクル
A	a	a	b+c	b
B	a	—	—	a
C	a	—	—	a
D	a	—	—	b+c
E	a	—	—	b
F	b+c	—	—	b+c
G	a	b+c	b+c	b+c
H	b+c	—	—	b
I	b+c	—	—	b+c
J	a	b+c	b+c	a
K	c	c	b+c	

a : モルタルの凝集破断  
 a+b : モルタルの凝集破断+モルタル界面  
 b : モルタル界面  
 b+c : モルタル界面+補修材の凝集破断  
 c : 補修材の凝集破断

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 凍結融解試験後の補修材の評価

凍結融解試験結果を図4及び表7に示す。図4は、先の表4に示した凍結融解繰返し水準における各補修試験体の曲げ強度を示し、表7は、曲げ試験後の補修試験体の破断箇所を示したものである。なお、図示はしていないがモルタル自体は100サイクル終了後も曲げ強度の低下が認められないことを確認している。

図4に示すように揺変性エポキシ樹脂A、高粘度エポキシ樹脂E及びF、可とう性エポキシ樹脂G、H及びI、変性アクリル樹脂J、ポリマーセメント系Kは、いずれも凍結融解繰返しにより曲げ強度の低下が認められた。

特に高粘度エポキシ樹脂、可とう性エポキシ樹脂及び変性アクリル樹脂を用いた補修試験体の曲げ強度の低下は顕著である。一方、パテ状エポキシ樹脂B及び低粘度エポキシ樹脂C及びDの曲げ強度の低下は、モルタル同様認められなかった。また、曲げ強度試験結果及び表7に示す補修試験体破断箇所の観察結果から曲げ強度の低下が顕著な試験体は、初期値(0サイクル)では、「モルタルの凝集破断」であったが、100サイクル後は、「モルタル界面」または、「補修材の凝集破断+モルタル界面」と変化している。これは、凍結融解の繰返しにより、ひび割れ補修部に浸水しやすい状態が生じ、劣化が進化したものと考えられる。一方、曲げ強度の低下が認められなかったパテ状エポキシ樹脂B及び低粘度エポキシ樹脂Cは100サイクル終了後も試験開始前の初期値(0サイクル)と同じ破断箇所であり、曲げ強度との

関係からも凍結融解の抵抗性が高いと考えられる。

#### 3.2 促進耐候性試験後の補修材の評価

##### (1) 補修試験体の促進耐候性試験結果

補修試験体の促進耐候性試験結果を図5及び表8に示す。図5は、表4に示す促進耐候性照射時間の水準における各補修試験体の曲げ強度を示し、表8は、曲げ試験後の補修試験体の破断箇所を示したものである。

図5に示すように、各試験体とも照射時間と曲げ強度の関係にバラツキはあるものの、揺変性エポキシ樹脂A、高粘度エポキシ樹脂E及びF、可とう性エポキシ樹脂G及び変性アクリル樹脂Jの照射2000時間後の曲げ強度は、いずれの試



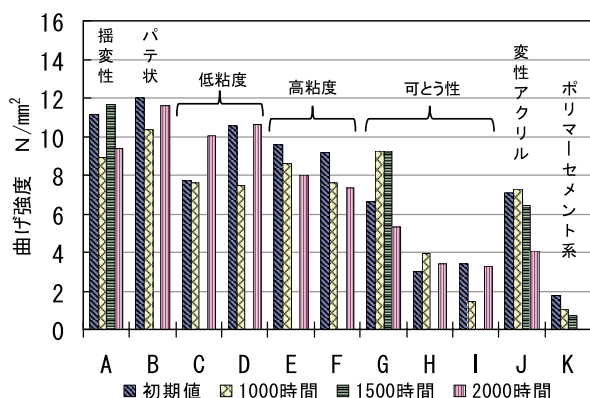


図5 補修試験体の耐候性試験結果 (照射時間毎の各試験体の曲げ強度)

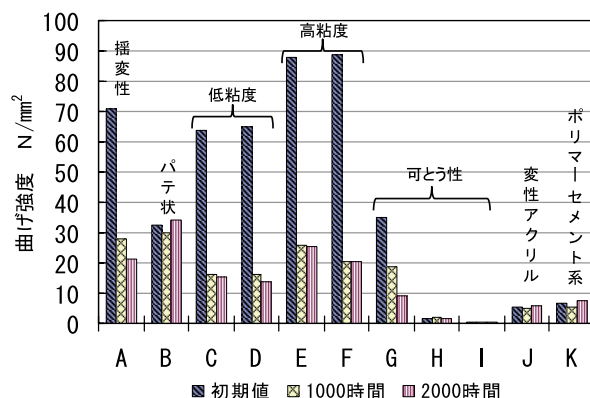


図6 補修材単体の促進耐候性試験結果 (照射時間毎の各試験体の曲げ強度)

表8 促進耐候性試験結果 (破断箇所)

試験体記号	破断箇所			
	0時間	1000時間	1500時間	2000時間
A	a	a	a	a
B	a	a	—	a
C	a	a	—	a
D	a	a	—	a
E	a+b	a+b	—	a+b
F	a+b	b+c	—	a+b
G	a	b+c	a+b	b
H	b+c	b+c	—	b+c
I	b+c	c	—	c
J	a	a	a	a+b
K	c	c	c	

a : モルタルの凝集破断  
 a+b : モルタルの凝集破断+モルタル界面  
 b : モルタル界面  
 b+c : モルタル界面+補修材の凝集破断  
 c : 補修材の凝集破断

試験体も試験開始前の初期値 (照射時間0) に対して、低下が認められた。試験体A, E, F及びGの初期値に対する曲げ強度の低下は、約10%～約20%程度に留まっている。しかし、変性アクリル樹脂Jは、初期値に対し照射2000時間後の曲げ強度は約40%低下し、強度の変化が他の補修試験体に比べ顕著である。一方、パテ状エポキシ樹脂B及び低粘度エポキシ樹脂C及びDは、前項3. 1の凍結融解繰返しと同様に曲げ強度の低下は認められなかった。

変性アクリル樹脂Jの曲げ強度が他の試験体に比べ大きく低下した原因は、表8に示すように、試験開始前の初期値 (照射時間0) では破断箇所が「モルタルの凝集破断」であっ

たが、照射2000時間後では、「モルタル界面+モルタルの凝集破断」と変化している。これは、促進耐候性試験によるひび割れ補修部への紫外線の影響と同時に照射面への水噴霧の影響と考えられる。このように、実験室での過酷な試験条件であるが、屋外の気象作用により耐久性の低下が生じると推察される。一方、パテ状エポキシ樹脂B、低粘度エポキシ樹脂C及びDの曲げ強度の低下が認められない原因は、本実験での試験体のひび割れ幅が0.5mmであるため、補修材の暴露面積が小さいため影響が少なかったと考えられる。これは実構造物のひび割れ補修にも同様のことが想定され、今後ひび割れ幅の条件を増やし、実験・検討が必要と考えられる。

## (2) 補修材単体の促進耐候性試験結果

補修材単体の促進耐候性試験時間と曲げ強度の関係を図6に示す。

図6に示すように、エポキシ樹脂A, C, D, E, F及びGの促進耐候性試験後の曲げ強度は、試験開始前の初期値 (照射時間0) に対して、約60%～80%まで低下し、他の試験体に比べ顕著である。また、照射1000時間後及び2000時間後の曲げ強度には大きな差はなく、初期の照射により急激な変化をすることが明らかになった。一方、パテ状エポキシ樹脂B、可とう性エポキシ樹脂H及びIには、大きな変化は認められなかった。また、変性アクリル樹脂J及びポリマーセメント系Kについても同様で、促進耐候性に対する抵抗性が大きいと考えられる。これらから、曲げ強度の低下の大きい補修材は、実構造物のひび割れ補修後、暴露面の保護などによる措置が必要であると考えられる。

次に、促進耐候性試験時間と色差の関係を図7に、色差と曲げ強度変化率の関係の一例を図8に示す。

図7に示すように、何れの試験体も照射時間の増加に伴い、色差が大きくなり、照射時間が500時間終了後において色差が大きく変化し、曲げ強度の結果と同様、照射初期に試験体表面の劣化進展したものと考えられる。色差と曲げ強度の関係は、図6の曲げ強度からも明らかなように、エポキシ樹脂A, C, D, E, F及びGは、色差が大きくなるに従い、曲げ強度が大きく低下することが明らかとなった。また、図8からもエポキシ樹脂は、色差が大きくなるに従い曲げ強度が急激に低下することが解る。促進耐候性試験によって、揺変性及び可とう性エポキシ樹脂は僅かな色差の変化で曲げ強度が急激に低下し、低粘度及び高粘度エポキシ樹脂は、色差、曲げ強度ともに急激に変化した。一方、エポキシ樹脂でもパテ状のエポキシ樹脂、変性アクリル樹脂及びポリマーセメント系は、他の試験体と同様に促進耐候性試験により色差は照射時間に比例して増加するが、色差と曲げ強度変化率との間に明確な関係は認められなかった。以上のことからエポキシ樹脂は、気象作用の中の紫外線に対して変化しやすい性質であることが解り、以上の結果より補修箇所の耐久性を考慮した施工が必要と考えられる。

### (3) 補修試験体と補修材単体の曲げ強度の相関

図9、図10及び図11に補修試験体と補修材単体の曲げ強度の関係を示す。図9には初期値の関係を、図10には1000時間照射後の関係を、図11には2000時間照射後の関係を示す。

これらの図から、補修材単体の曲げ強度と補修試験体の曲げ強度には強い相関が認められた。また、図9～図11から促進耐候性試験による曲げ強度の低下は、補修試験体に比べて補修材単体の方が著しいことが明らかである。これは、前述したように補修試験体は補修材の暴露面積が小さいため紫外線と水噴霧の影響が少なかったと考えられる。一方、補修材単体の曲げ強度の変化から推察すると紫外線による劣化は著しいものと考えられる。

コンクリート構造物の補修箇所は、本実験で用いた補修材単体のように補修材料自体が広い面積で暴露されることは少ないが、これらの実験結果からも確認できるように補修材単体の促進耐候性試験を行い耐久性を確認することで、補修試験体の紫外線に対する耐久性能を把握することが可能と考えられる。逆に健全な試験体を用いた補修材の初期

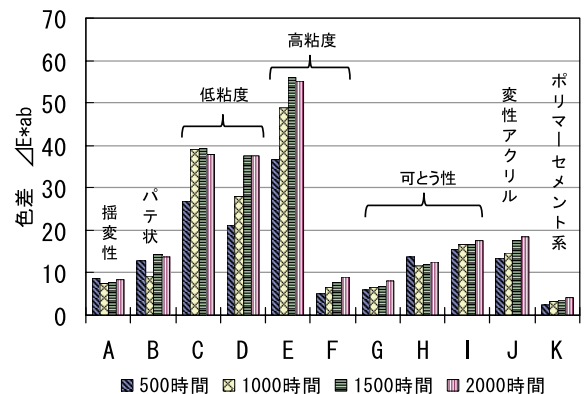


図7 補修材単体の促進耐候性試験結果 (照射時間毎の各試験体の色差)

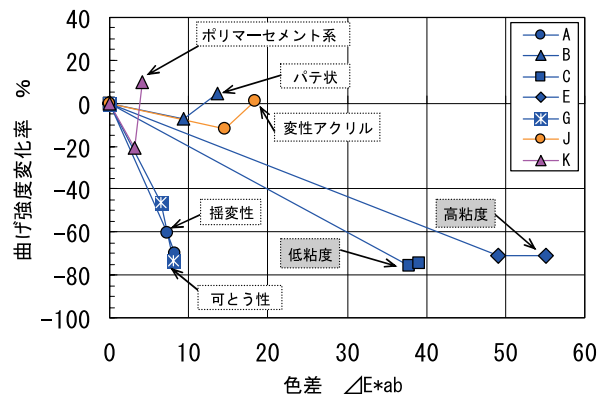


図8 補修材単体の色差と曲げ強度変化率

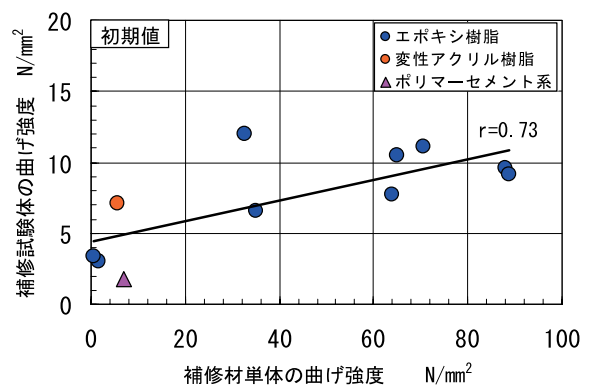


図9 補修材単体と補修試験体の曲げ強度の関係

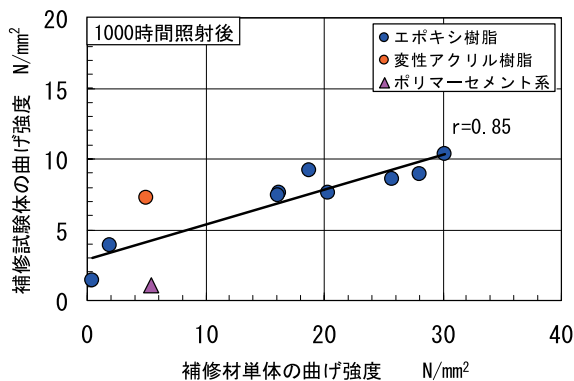


図10 補修材単体と補修試験体の曲げ強度の関係 (1000時間照射後)

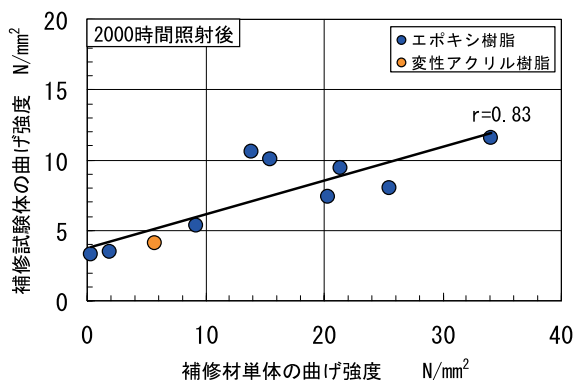


図11 補修材単体と補修試験体の曲げ強度の関係 (2000時間照射後)

性能を確認することだけでは、長期間の日射に暴露される補修箇所の性能を把握することは困難と言える。以上の結果より補修材料の耐久性能を把握し評価することは、非常に重要なことであると考えられる。

#### 4. まとめ

本報では、エポキシ樹脂補修材9種類、変性アクリル樹脂補修材1種類及びポリマーセメント系補修材1種類を用いた補修試験体及び補修材単体の促進劣化試験を行い耐久性の検討を行った。本実験の範囲では主として下記のような知見が得られ、ひび割れ補修において補修材を選定する際には各補修材の外気環境に対する耐久性(補修効果の持

続性)を考慮することの重要性を示すデータが得られた。

- (1)凍結融解試験後の曲げ試験では、高粘度のエポキシ樹脂E、Fと変性アクリル樹脂Jが、特に初期値に対する強度低下が大きかった。
- (2)パテ状エポキシ樹脂B、低粘度エポキシ樹脂Cは、凍結融解試験及び促進耐候性試験ともに、促進劣化後の曲げ強度は初期値に対して大きな低下は示さなかった。
- (3)ポリマーセメント系Kは凍結融解試験及び促進耐候性試験ともに、促進劣化サイクル数の増大に伴い曲げ強度は徐々に低下した。
- (4)本実験で用いた9種類のエポキシ樹脂補修材単体の曲げ強度は、いずれも促進耐候性試験により低下しやすい傾向を示した。

本研究成果は、ひび割れが生じたコンクリート構造物の補修にあたり、気象作用に対する耐久性を考慮した材料選定に役立つものであると考える。今後も更に実験を行い、データを蓄積する予定である。

謝辞：本稿を纏めるにあたり広島大学大学院 工学研究科 建築学専攻 大久保孝昭教授、藤本郷史助教にご協力及びご指導をいただいた。末尾ながら記して謝意を表す。

#### 【参考文献】

- 1) 申 洪徹, 宮内博之, 田中享二: エポキシ樹脂注入補修部の疲労耐久性に及ぼす気象劣化の影響, 日本建築学会構造系論文集, 第580号, pp.29-34, 2004.6
- 2) 森久保良希, 浜 幸雄, 鈴木邦康, 十河哲也, 竹内慎一: 既存建築物の保全および長期活用を目的とした診断改修技術に関するアンケート調査, 日本建築学会技術報告集, 第23号, pp.43-46, 2006.6
- 3) 森濱直之, 神田憲二, 大久保孝昭, 松本慎也, 根本かおり: 挙動のあるひび割れに対する補修工法の特性に関する研究 その1実構造物におけるひび割れの挙動測定, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.555-556, 2006.9
- 4) 頼 明峰, 森濱直之, 大久保孝昭, 松本慎也, 藤本郷史, 流田靖博: 挙動のあるひび割れに対する補修の評価に関する基礎的研究 その1ひび割れの挙動計測と透気試験の合理化の検討, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第31巻, 2008.3

\*執筆者

流田 靖博 (りゅうだ・やすひろ)

(財)建材試験センター西日本試験所  
試験課 主幹





## たてもの建材探偵団

### 草加シリーズ (10)

# 「日枝神社」

## 市指定文化財



今回は、草加市の南東部を南北に流れる伝右川沿いにある日枝神社を紹介します。日枝神社は、比叡若しくは日吉神社と称し、山王様ともいいます。

当社の創始については明瞭ではありませんが、江戸時代末期の文化文政年間（1804年～1829年）に編まれた新編武蔵風土記稿<sup>1)</sup>によれば、「山王社 長福寺持ち」とあり、また昭和28年頃に纏められた武蔵国郡村誌<sup>2)</sup>では「平社、社地縦二十三間横四十五間面積千三十五坪、村の中央にあり、大山祇命を祭る、祭日九月十五日」とあります。

また、境内の中程の右側にある手洗い石が文化2年（1805）、拝殿前の石灯籠が嘉永6年（1853）、文久元年（1861）、文久2年（1862）の奉献で、本殿内に所蔵されている棟札によれば天屋<sup>3)</sup>造立が文久元年とあり、この時期に社殿の造営、境内の整備がなされたものと推測されます。

**本殿：**本殿は、間口1.51m、奥行1.34m、向拝の出1.15m、身舎（建物の主幹部）丸柱径5.2寸、向拝（礼拝の場）角柱径4.2寸からなる一間社流造りの銅板葺き建物である。周囲に豊富な彫刻が施されている彫刻充填式の建物で昭和58年に市の文化財指定を受けている。本殿正面は、弊軸<sup>4)</sup>をまわして板唐戸<sup>5)</sup>を吊り、両脇の小脇に昇龍・降龍の彫刻を配する。（写真1）

向拝には、浜床（休寝用の台）を設け、登り高欄（手摺りのこと）を用いるなど、建物周囲を彫刻装飾で埋める彫刻充填式の建物で、幕末の時代相応の特色を満す代表的な例といわれている。

**拝殿：**入母屋造りの瓦葺で、全面に縄破風（軒先から突出している片流れの破風）による向拝を構えている。建築年代を示す資料はないが、絵様線形（建物部材に施した装飾や模様でえぐって刻んだもの）や彫刻装飾の特色は幕末の性質を示し、本殿と同時期の建立されたものといわれている。（写真2、3）



写真1 本殿（彫刻）



写真2 拝殿の向拝（彫刻）



写真3 拝殿



写真4 境内に奉納された力石（60貫目）



写真5 富士講石碑

日枝神社のあるあたりは旧日光街道から東に外れていますが、綾瀬川が近くに流れていることもあり、往年のこの地は、江戸と当地を結ぶ舟運で栄えたものと思われまふ。

境内には、力石（写真4：60貫目＝225kg）や富士講の石碑（写真5）が残されており、力自慢を競い合った、富士山信仰が盛んであったことがしのげられます。

- 1) 新編武蔵風土記稿：文化・文政期（1804年から1829年）に編まれた武蔵国の地誌。
- 2) 武蔵国郡村誌：1953年（昭和28年）埼玉県庁に保存されていた村誌をまとめたもので、県から刊行された。
- 3) 天屋（あまや、雨屋ともいう）：東北、関東地方で、納屋・物置のことをいう。
- 4) 弊軸（へいじく）：本殿入り口に板唐戸を設けた場合、その周囲に取り付けられるくり形付（凸凹の面を線状に付けて陰影が生じるようにしたもの）の額縁。
- 5) 板唐戸（いたからど）：和様の板扉で、唐様の棧唐戸（さんからど）に対する語。

（文責・品質保証室 柳 啓）

# ハニカムブラインドの性能試験（抜粋版）

（受付第09A3576号）

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

## 1. 試験の内容

キューセント株式会社から提出されたハニカムブラインド「Lucenthome シェル・シェード」について、以下に示す項目の試験を行った。

- (1) ハニカムブラインドの断熱性能試験
- (2) ハニカムブラインドの日射遮へい性能試験
- (3) 住宅モデルの冷暖房負荷計算（掲載省略）

表1 試験体概要

試験体番号	No.1	No.2	
名称	ハニカムブラインド		
商品名	Lucenthome シェル・シェード		
試験体名	オパーク (遮光素材)	セミ・オパーク (透過素材)	
寸法	断熱性能	W1590×H1600 mm	W1590×H1600 mm
	日射遮へい性能*	W30×H30 mm	W30×H30 mm

\*日射遮へい性能の試験体は、ハニカムブラインドの生地部分を所定の寸法に切り出したものとした。

## 2. 試験体

試験体の概要を表1に示す。

## 3. 試験方法

### (1) ハニカムブラインドの断熱性能試験

試験は、JIS A 4710（建具の断熱性試験方法）に準拠して行った。試験体は、アクリル板（厚さ10mm）の約50 mm内側にハニカムブラインドを取り付けたもの（No.1及びNo.2）とアクリル板（厚さ10mm）単体のもの（No.3）の3種類とし、それぞれの断熱性能を測定することでハニカムブラインドを取り付けたことによる断熱効果を求めた。

試験条件を表2に、試験装置を図1に示す。

### (2) ハニカムブラインドの日射遮へい性能試験

試験は、JIS R 3106（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）に準拠して行った。試験条件を表3に示す。なお、図2に示すように、ハニカムブラインドの生地は、ガラスと平行かつ平滑になるものと仮定し、ガラス及びハニカムブラインドの生地の日射透過率、日射反射率及び放射率を測定し、その結果を基に日射熱取得率を求めた。なお、ガラスとハニカムブラインド間の中空層は厚さ50mm、生地間の中空層は厚さ15mmとし、2つの中空層は密閉空気層とした。日射熱取得率の算定にはJIS R 3106の8.3の表1（室外・室内表面熱伝達率）に示される夏の値を用いた。また、日射

表2 断熱性能試験条件

試験体番号	No.1	No.2	No.3
構成	アクリル板 (t=10mm) + ハニカムブラインド オパーク (遮光素材)	アクリル板 (t=10mm) + ハニカムブラインド セミ・オパーク (透過素材)	アクリル板 (t=10mm) 単体
アクリル板と ハニカムブラインドの距離	50mm		—
熱流方向	水平		
設定温度	加熱箱内空気	20℃	
	低温室内空気	0℃	

熱取得率算定結果から、[1] 式より日射遮へい係数を求めた。

$$SC = \frac{\eta}{\eta_3} \quad [1]$$

ここに、SC：日射遮へい係数 (-)

$\eta$ ：FL 3mm + ハニカムブラインドの日射熱取得率 (-)

$\eta_3$ ：FL 3mmの日射熱取得率 (0.88)

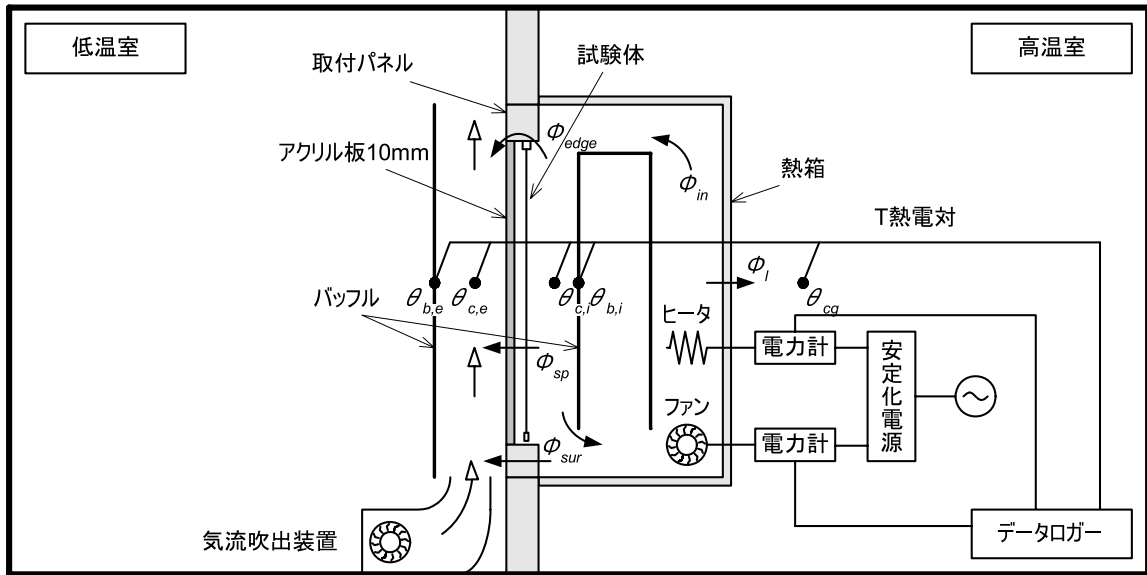


図1 断熱性能試験装置

表3 日射遮へい性能試験条件

試験体番号	No.1	No.2
構 成	FL3mm + ハニカムブラインド オパーク(遮光素材)	FL3mm + ハニカムブラインド セミオパーク(透過素材)
アクリル板とハニカムブラインドの距離	50mm	
ハニカムブラインドの生地間の距離	15mm	

#### 4. 試験結果

(1) ハニカムブラインドの断熱性能試験

試験結果を表4に示す。

(2) ハニカムブラインドの日射遮へい性能試験

試験結果を表5に示す。

#### 5. 試験の期間、担当者及び場所

期 間 平成22年3月 8日から  
平成22年4月26日まで

担 当 者 環境グループ  
統括リーダー 藤本 哲夫  
試験責任者 藤本 哲夫  
試験実施者 田坂 太一  
安岡 恒

場 所 中央試験所

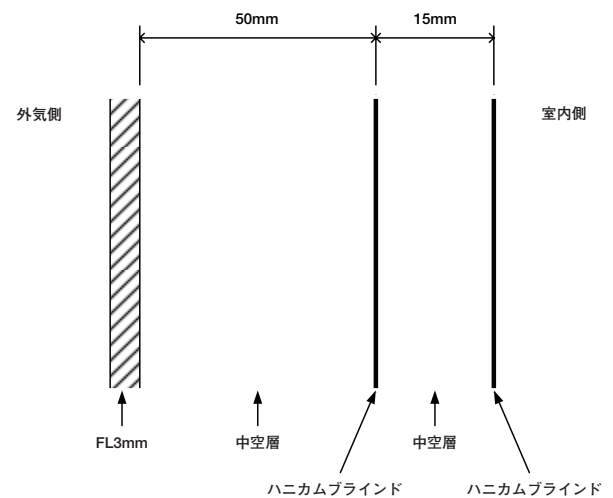


図2 計算モデル



表4 断熱性能試験結果

試験体番号		No.1	No.2	No.3
構 成		アクリル板 + ブラインド オパーク(遮光素材)	アクリル板 + ブラインド セミ・オパーク(透過素材)	アクリル板単体
伝熱面積	$A$ (m <sup>2</sup> )	2.56	2.56	2.56
発生熱量	$\Phi_{in}$ (W)	147.7	159.0	265.6
校正熱量	$\Phi_l + \Phi_{sur} + \Phi_{edge}$ (W)	42.8	45.7	44.5
試験体を通過する熱流密度	$q_{sp} = \frac{\Phi_{in} - (\Phi_l + \Phi_{sur} + \Phi_{edge})}{A_{sp}}$ (W/m <sup>2</sup> )	40.99	44.28	86.37
高温室空気温度	$\theta_{eg}$ (°C)	20.0	20.2	20.2
熱箱内空気温度	$\theta_{ci}$ (°C)	19.9	20.3	20.5
低温室空気温度	$\theta_{ec}$ (°C)	0.5	0.4	0.8
空気温度差	$\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ec}$ (K)	19.4	19.9	19.7
試験体平均空気温度	$\bar{\theta}_c = \frac{\theta_{ci} + \theta_{ec}}{2}$ (°C)	10.2	10.4	10.7
高温側環境温度	$\theta_{ni}$ (°C)	19.6	19.9	19.7
低温側環境温度	$\theta_{ne}$ (°C)	0.6	0.5	0.9
環境温度差	$\Delta\theta_n = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (K)	19.0	19.4	18.8
試験体平均環境温度	$\bar{\theta}_n = \frac{\theta_{ni} + \theta_{ne}}{2}$ (°C)	10.1	10.2	10.3
測定熱貫流率	$U_m = \frac{q_{sp}}{\Delta\theta_n}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	2.16	2.28	4.59
測定熱貫流抵抗	$R_m = \frac{1}{U_m}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.464	0.438	0.218
合計表面熱伝達抵抗	$R_{s,t}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.156	0.156	0.156
基準化熱貫流率	$U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]^{-1}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	2.12	2.23	4.41
基準化熱貫流抵抗*1	$R_{st} = \frac{1}{U_{st}}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.472	0.448	0.227
基準化熱貫流抵抗の増加分*2	$\Delta R_{st} = R_{st(a+b)} - R_{st(a)}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.245	0.221	—

\*1) 基準化熱貫流抵抗  $R_{st}$  は、基準化熱貫流率  $U_{st}$  の逆数である。

\*2) 基準化熱貫流抵抗の増加分  $\Delta R_{st}$  は、アクリル板+試験体 (No.1及びNo.2) の基準化熱貫流抵抗  $R_{st(a+b)}$  からアクリル板単体 (No.3) の基準化熱貫流抵抗  $R_{st(a)}$  を差し引いた値である。

表5 日射遮へい性能試験結果

試 験 体		No.1	No.2
構 成		FL3mm + ハニカムブラインドオパーク(遮光素材)	FL3mm + ハニカムブラインドセミ・オパーク(透過素材)
日射透過率 $\tau_e$ (%)		0.0	21.0
日射反射率 $\rho_e$ (%)		59.4	50.8
日射熱取得率 $\eta$ (-)		0.12	0.31
日射遮へい係数 $SC$ (-)		0.14	0.35

## コメント・・・・・・・・・・

東日本大震災とそれに伴う福島第一原発の事故は現在でも終息の見込みは立っておらず、この夏の電力不足は確実である。このため、政府は電気事業法第27条による電気の使用制限を発動し、これにより大口の電気需要家は一律契約電気量の15%の節減が義務付けられ、それ以外の小口需要家も節電が奨励されている。

夏場の電気需要では空調の占める割合が大きいため空調機の設定温度を上げる対策等が採られているが、建物自体の断熱性や遮熱性を改善することも重要な対策である。現在のように建物の高断熱高气密化が一般的となっている状況では壁や屋根の断熱性能や遮熱性能を上げることは容易ではない。それに引き替え、開口部は簡便にかつ効果的に断熱性や遮熱性を改善できる部分であるといえる。開口部の性能を改善する材料としては、一般的に使われるものとしてはカーテン、ブラインド、ロールスクリーンなどがあるが、最近では窓用フィルム、窓用コーティング材といった直接硝子に取り付けるものも使われるようになってきている。また、夏の日射を遮るものとしてはよしずやオーニング等の開口部の外側に取り付けるものもある。

一般的にカーテンやブラインドは夏の日射を遮るもので、かつ外部からの視界を遮ることが大きな目的である。しかし、実際には夜間は締め切るためそれなりの断熱性能も期待できることは周知である。今回測定を行ったハニカムスクリーンは、一般のカーテンやスクリーンとは異なり断熱性能及び日射遮蔽性能を目的として開発された製品である。スクリーン断面がハニカム状で、スクリーン自体に空気層ができる構造となっており、スクリーン単独での断熱性能が期待できる。一般的なカーテンは、カーテン自体の断熱性能は期待できず、窓とカーテンによって生じる空気層が断熱性を持つ。このため、ハニカムスクリーンは窓面との空気層だけではなくスクリーン自体の断熱性能も加味されるためより大きな断熱効果が期待できる。

通常、開口部の断熱性能は熱貫流率であらわされることが多いが、これは両側に1℃温度差がある開口部1㎡あたりに通過する熱量として定義されるため、熱貫流率は小さいほど断熱性能に優れるということになる。熱貫流率を計算により簡便に求める方法もあるが今回のハニカムスクリーンのような複雑な形状をしたもの、また四周に隙間があり空気の入出力があるようなものでは適用は困難である。このため、今回のような実際の形での測定が必要となる。

実際にカーテンなどの窓付属物の断熱性能を測定する場合、必ず窓との組み合わせでの測定が必要となる。しかし、窓といっても枠の材質や硝子の種類は千差万別であり、この窓との組み合わせによって窓付属物を含めた断熱性能が決まるため、窓付属物のみの客観的な断熱性能を求めるためには、窓単体の断熱性能をキャンセルして付属物のみの断熱性能を求めることが必要となる。このため、本試験においては一般的な窓の代わりに、装置の校正用標準板として用いているアクリル樹脂板を仮想の窓として用いた。あらかじめアクリル樹脂板単体の熱貫流抵抗（熱貫流率の逆数）を測定しておき、ハニカムスクリーンを取り付けた状態での熱貫流抵抗から差し引くことでハニカムスクリーンを取り付けたことによる断熱性能上昇分すなわち熱貫流抵抗の増加分を求めている。これは、換言すればこの増加分をさまざまな窓単体の熱貫流抵抗と組み合わせることでハニカムスクリーンを取り付けた窓全体の熱貫流抵抗あるいは熱貫流率を計算により求めることができることを意味している。

日射遮蔽性能は、通常日射遮蔽係数あるいは日射熱取得率という形で評価される。これは開口部を通して日射熱が室内へどれだけ入るかを示すもので、日射遮蔽係数、日射熱取得率ともに数字が小さいほど日射遮蔽性能が優れていることを示す。日射遮蔽性能の測定方法はいろいろあるが、大別して以下に示す3つの方法がある。

- (1) 実際の太陽光を用いた屋外での測定
- (2) 人工太陽を用いた実験室での測定
- (3) 材料の光学性能（日射透過率、日射反射率、長波放射率など）を用いて計算により算定

3つの方法はいずれも長所短所があるが、今回の試験では比較的簡便に行うことができる(3)の方法を採用した。日射遮蔽性は、特に遮光性材料を用いたものはかなりすぐれており、日射熱量の約9割を遮蔽できるという結果であった。

今回測定を行ったハニカムスクリーンは断熱性能、日射遮蔽性能の向上を目的に開発されたもので、試験結果もその性能を証明している。通常のカーテンやスクリーンと同じ使い方でこれまで以上に断熱性、日射遮蔽性が期待でき、また比較的簡単に既存の窓に適用できる製品であり、今後の省エネルギーにも寄与できると期待される。

(文責：環境グループ 藤本哲夫)

# 第12回DBMC国際会議に参加して

鈴木 澄江

## はじめに

2011年4月12日から15日の4日間、ポルトガルのポルト大学工学部にて第12回DBMC国際会議(12<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Materials and Components)が開催され、参加する機会を得た。ここでは、第12回DBMC国際会議の概要と訪れたポルトガル、主にポルトの街について紹介する。

## 2. DBMC国際会議

### 2.1 国際会議の概要

DBMC国際会議は、3年に1度開催されている建築材料、構成部材の耐久性に関する国際会議である。1978年にカナダのオタワで第1回が開催され、欧州各国、米国などで開催されてきた。1993年には、日本(大宮)でも開催されている。開催年を経ることにより、投稿論文数は増加し、第12回大会では400件超の論文が投稿され、255件が採択された。表1に第12回DBMC国際会議のプログラムを紹介する。8つのテーマに区分され、細分したものを合わせると計19のテーマで講演会が行われた。また、このテーマの他に、オープニングセッションでは、5件の基調講演が行われた。写真1は、オープニングセッションにおける講演状況である。建築物の材料、構成部材の耐久性は、世界各国の環境や工法で異なる。これらをテーマ別にカテゴリー分けし、活発な討議が行われることは、今後の研究や規格策定のために重要なことである。

また、19のテーマに細分された各セッションは、大学内の各教室で写真2のように発表会が行われた。2名の座長が司会を行い、講演者は、各自の15分間の講演後、5分の質疑時間が設定されており、セッションごとに非常に活発な討議が行われた。筆者はテーマ6(The Durability of Materials, Systems and Components)のT62



表1 第12回DBMC国際会議のプログラム

THEME1	Building Physics and Durability
T11	Degradation mechanisms
T12	Environment characterisation
T13	Natural and accelerated ageing tests
THEME2	Service Life Prediction Methodologies
T21	Predictive models
T22	Field studies
T23	Risk analysis
THEME3	The Durability Approach for Historical and Old Buildings
T31	Durability of traditional materials
T32	Durability of refurbishment solutions
THEME4	Building Pathology vs. Durability
T41	Methodologies of research
T42	Cases of failure
THEME5	Asset and Maintenance Management
T51	Service life planning
T52	Inspection routines and repair actions
THEME6	The Durability of Materials, Systems and Components
T61	Mortars and cement based materials
T62	Concrete(strength and durability)
T63	Waterproofing systems
T64	Masonry walls and external coatings
T65	Innovative materials and products for durability
THEME7	Life Cycle Analysis and Durable Construction
THEME8	Information Technology as a Tool for Durable Construction Design





写真1 オープニングセッション・基調講演と参加者



写真2 各セッションの発表状況



写真3 セッション間のコーヒーブレイクの状況

Concrete (strength and durability) にて、「コンクリートコアの高さ直径比が高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼす影響」の論文講演を行った。1セッションは、概ね6名程度の講演者で2時間の構成となっており、セッションの合間（午前と午後の2回）にコーヒーブレイクがもたれた。国際会議の期間、天候に恵まれたこともあり、コーヒーブレイクは、屋外で写真3のような感じで飲み物と軽食（サンドウィッチやフルーツ、ケーキ類など）がサービスされた。

DBMC国際会議の夕食会は、ポルト市街のPalacio da Bolsa（ボルサ宮）で4月14日に開催された（写真4）。ここは、火災で焼失したサン・フランシスコ修道院の跡地

に、ポルト商業組合の建物として1834年に造られたものである。ごく最近まで証券取引所として使用されてきた。現在は会議やレセプション会場として使用されており、ポルトの観光名所の1つにもなっている。年間20万人を超える観光客が見学に来る観光名所であり、宮殿2階のテラスからは、ポルトの街並みがよく見える。

ポルトガルは、4月中旬のこの時期、日本に比べ日が長く夜8時頃まで明るい。ポルトガルでは夕食の時間が遅く、レストランの开店時間は7時半以降が一般的で、深夜まで営業している店が少なくない。早い時間に食事をしたい場合には、カフェ等で軽食のみとなることも多い。DBMC国際会議の夕食会も21時頃から始まり、閉



写真4 ポルサ宮の外観と国際会議夕食会の様子

会は24時頃であった。

## 2. 2 ポルト大学

国際会議の会場となったポルト大学は、ポルトガルで最大の総合大学である。3つのキャンパスを有し、14の学部と1つのビジネススクールがある。学部生、大学院生（修士課程、博士課程）およびポスドク（博士課程修了後の研究職）の研究員を含めると約30,000人の学生が在籍し、日々勉学、研究に励んでいる。会場のポルト大学工学部は、ポルトの市街地から地下鉄Dラインに乗って20分程度の郊外にあるIPO駅から徒歩10分程度のところにあるキャンパスに所在している。

ポルト大学工学部では、様々な工学技術開発が民間企業との連携により行われている。技術開発研究実績の一例としては、エコ自動車の開発（100kmを0.346ℓの燃料で走行）、地形と風力発電のマネジメント技術、ノンアルコールビールの開発、オーガニックプレストレス橋システム（OPS System）の技術開発などがあり、紹介されている。

## 3. ポルトガルとポルトの街

ポルトガルは、ヨーロッパの西端に位置する国であり、ポルトはポルトガルの北部に位置する街である（図1参照）。ポルトガルの首都リスボンから約300km北に位置する街ポルトは、DOURO（ドウロ）川の北岸の丘陵地に築かれた起伏の多い街である。DOUROとは、「水」を意味している。街の印象は、川をとりまく急な勾配に、家々がしがみついているようだ。6つの橋がDOURO川の兩岸をつなぐように架けられており（写真5）、ポルトの市街地と南岸のヴィラ・ノヴァ・デ・ガイアの丘の上



図1 ポルトとポルトガル

の街と下の街をそれぞれ結ぶユニークな構造になっている。

ドナ・マリア・ピア橋は、パリのエッフェル塔で有名なエッフェルが設計して1877年に完成した橋である。また、ドン・ルイス I 世橋は、エッフェルの弟子によって1886年に造られた2階建ての橋である。

ポルトは、歴史のある街であり、ドウロ川南岸には、ワイナリーが建ち並ぶ地域でもある。ローマ帝国の衰退後、西ゴートの支配を経て、8世紀にその支配権はイスラム教徒に移る。その後、11世紀にイスラム教徒から国土を取り戻したフランス人貴族、ポルトガリア伯爵により、フランスからブドウの苗が持ち込まれた。これによりポルトガルは、ワインの産地となり、ポートワインなど世界的に有名なワインも生産されている。

市街地の中心部の市庁舎（写真6）から、これらの世界遺産に登録されている歴史地区をとおり、ドウロ川へ向かって下っていくと、写真5のドン・ルイス I 世橋およびCais da Ribeiraと呼ばれるレストラン地区に至る。

世界遺産に登録されている歴史地区には、バロック様式のクレリゴス教会、サン・フランシスコ教会や、ホルの壁に美しいアズレージョ（写真7）が描かれたサン・ベント駅舎などがある。サン・フランシスコ教会は、14世紀初めに建てられた修道院付の教会であるが、当初はゴシック様式であった。その後17世紀にバロック様式に改装されている。クレリゴス教会は、18世紀に建てられたバロック様式の教会であり、76mあるクレリゴスの塔はポルトガルで一番高い。

これらの歴史地区でも、補修、改装等の工事が進めら





写真5 DOURO川にかかる橋  
(左側：奥はインファンテ橋，手前はドナ・マリア・ピア橋，右側：ドン・ルイスⅠ世橋)



写真6 ポルト市街にある市庁舎



写真7 駅構内のアズレージョ  
(左：San・Bento (サン・ベント) 駅のアズレージョ，右：地下鉄駅構内のタイル仕上げ)

れている光景をよく見かけた。海外に行くと日本と異なり、クレーンのアームが道路上を旋回するように設置されていることが多く、驚かされる(写真8左)。日本では、工事管理の安全上、このような設置は考えられない。クレーンのカウンターウエイトに使われているコンクリート板が空から落ちてくるのではないかと心配して見上げているのは私だけではないと思う。

また、ドウロ川沿岸には、新しいアパートや商業施設等の建設も進められていた(写真8右)。

歴史地区の下のドウロ川岸には、Cais da Ribeiraと呼ばれるレストラン地区(写真9)があり、観光客で賑わっている。ここからは、写真5のドン・ルイスⅠ世橋がよく見え、ポルトガル料理を楽しむことができる。伝統的なポルトガル料理の一つは、バカリャウ(干しダラ)料理である。塩抜きした干しダラをゆでたものや、干しダラのコロッケ、干しダラとタマネギやジャガイモなどを炒めて混ぜた料理などがポピュラーであり、何処へ行ってもこの手の料理がある。





クレーンのカウンターウェイトとして  
用いられるコンクリート板



写真8 ポルト市街における建築工事の状況



写真9 ポルト市街DOURO川岸のレストラン街  
(Cais da Ribeira)



写真10 リスボンのバスコ・ダ・ガマセンター内の  
スーパーで販売されている干しダラ

リスボンで立ち寄ったスーパーでは、「干しダラ」コーナーなる売場が常設され（写真10）、大量の干しダラが山積みになって販売されていた。その他の魚介類も豊富で、ムール貝、海老料理などがメニューにも多い。

また、1540年台にポルトガル商人の船が漂着し、フランシスコ・ザビエルらの来日により、日本とポルトガルの貿易通商が行われて、日本語として日常的に使われているポルトガル語等が普及したことを証明するように、カステラや天ぷらなどの料理も美味しい。

ルは、ヨーロッパの中でも付加価値税（IVA）いわゆる消費税が23%と高額である。しかし、生活日用品の物価はそれほど高くはなく、比較的治安も良い。ポルトガル人の親切な人柄もあり、サウダーデ（郷愁）を感じる街という印象がある。車窓から見た、豊富な果実の樹木の街並みや、新鮮な魚が豊富なこの国は、瀬戸内の島々でのスローライフを彷彿とさせる。興味がある方は、是非一度足を運ばれてはと思う。

#### 4. おわりに

ポルトガルのポルト大学で開催された第12回DBMC国際会議の概要とポルトガルについて紹介した。ポルトガルは、日本人が老後を過ごしたい海外の国として、オーストラリアを抜き、第1位と言われている。ポルトガ

（財）建材試験センター 建材試験情報 8'11

\*執筆者

鈴木 澄江（すずき・すみえ）

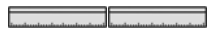
（財）建材試験センター  
経営企画部調査研究課 課長 博士（工学）



# スタンダードを 思い巡らして

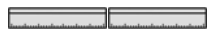
## (1) 標準ということば

東京家政学院大学名誉教授  
岩井一幸



生活における製品・空間・サービスのデザインをする際に、「標準」はどのような位置を占めるのであろうか。デザインする際のチェックすべき要因 (Requirement) を10にまとめ、すべての要因をチェックするネットワークとして組織したのが、**図**に示すデザインスゴロクと呼んできたモデル (旧東京大学生産技術研究所池辺研究室提案：1964年) である。9要因を使用 (T・E・C・P)、設計 (A・F・M・P)、生産 (W・D・C・M) にグルーピングし、その中心位置に、標準に関わる要因Sをおいている。法制化された、法、規制、規格といったハードな規範と普通を示す社会ルールや設計マニュアルといったソフトな規範からなる広義の標準要因である。標準はもともと全ての要因をチェックした結果、定まるものであり、標準要因だけを考慮し、その標準を構成する条件をそのままデザインに表現することは可能でも、必ずしも魅力的なデザインは生まれない。逆に他の9要因をチェックすれば、標準要因を検討しなくともデザインを提案することは可能である。

このデザインにおける製品・空間・サービスの「標準」は、①対象を組織的にコントロールすることによってそのものの扱いを合理的にし、②組織的にコントロールされた対象によって、他の要因に新たな効果を生み出すという2つの効果を期待するものであって、この組織的にコントロールするための道具が「標準」(Standard) と呼ばれる基準であり、標準を意識的に生み出そうとする努力である標準化 (Standardization) の成果が満たされるべき条件を記したドキュメントの形をとったとき「規格」(Standard) と呼ばれるものになると理解してきた。



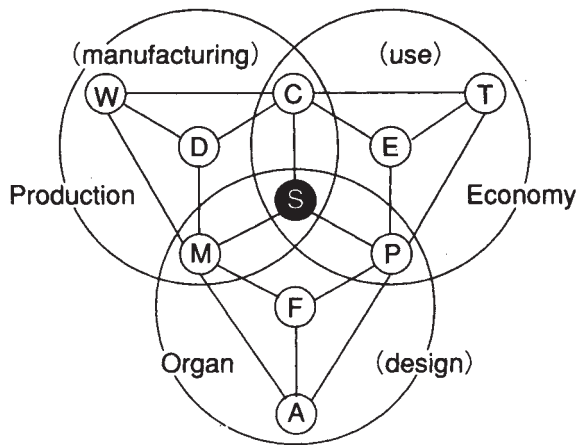
この「標準」に関連する語として、「基準」「規格」「規準」といった語がある。現代の辞書 (例えば広辞苑6版2008年、1版

1955年) には、以下のように記述されている。

- (1)「標準」: 1) 判断のよりどころ。比較の基準。めあて。めじるし。2) あるべきかたち、手本、規格。
- (2)「基準」: ものごとの基礎となる標準。比較して考えるためのよりどころ。2版1976年でのみ、(standard) の語を付加。(比較して考えるためのよりどころ) という説明は、5版1998年以降に加えられた。
- (3)「規格」: さだめ。標準。特に工業製品の形・質・寸法などの定められた標準。
- (4)「規準」: 1) 規範・標準とするもの。2) (哲) (criterion) 信仰・思惟・評価・行為などの則るべき、範例・規則。規範。説明の変化が激しく、1版1955年以降にあった3) (宗) (cannon: キリスト教で新・旧訳両聖書の総称) は4版1991年以降、削除。1) が説明の末から頭に移動。

これらを見るとわずか50年間でも意味の重みが変わり、「基準」「規格」「規準」は「標準」を原点に生まれた「標準」であり、和英辞典では全てが「Standard」と例示されているが、criterion, cannonとも関わりを持っている。

これらと公式な英語との関係はどうであろうか。あくまでも英訳は法律上の参考であるそうだが、法務省日本法令外国語訳データベースシステムには、これらの語に関連する法が8件見られる。「基準」をStandards と訳している法が多く、①労働基準法 Labor Standards Act, ②建築基準法 Building Standards Act (建築センター訳ではLaw), ③大学設置基準 Standards for ..., ④国会議員の選挙等の執行経費の基準に関する法律 Act on Standards for ..., ⑤放射線障害防止の技術的基準に関する法律 Act on Technical Standards for ... があり、「標準」をStandardsとしているのが、⑥公立義務教育諸学校の学級編成及び教職員定数の標準に関する法律 Act on Standards for ..., 「標準」から派生した「標準化」をStandardからのStandardizationとしている法には、⑦工業標準化法 Industrial Standardization Act, 「規格」から派生した「規格化」をStandardizationに訳しているのが、⑧農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律 Act on Standardization and proper Quality Labeling ... である。「規準」は法にはないが、日本建築学会には「構造規準」があり、日本工業規格では、「構造標準」がある。さらに条文までみると、「基準」はstandard, requirement, criterion, 「技術基準」は, technical standard, 「規制基準」は, regulation standard と訳されている。法律用語でも、「標準」「基準」「規格」は「standard」であり、「標準化」「規格化」も「Standardization」である。法律も、現状では、「標準」「基準」「規格」が区別できず、文脈の中で選択されているように見える。



デザインする際のチェックすべき要因	
W : WORK	製作要因：加工方式，組立方式等の条件による
C : COST	価格要因：量産性，原材料価格等の条件による
T : TRADITION	習慣要因：従来からの生活様式，使用方式等の条件による
P : PURPOSE	目的要因：使用目的，目標実現等の条件による
A : AESTHETICS	美的要因：美しい形，プロポーシヨンの条件による
M : MATERIAL	材料要因：材料特性，材料組合せ等の条件による
D : DISTRIBUTION	流通要因：輸送方式，ストック方式等の条件による
E : ENVIRONMENT	環境要因：周囲の自然環境，社会環境等の条件による
F : FUNCTION	機能要因：基本能力，機能発揮等の条件による
S : SATANDARD	標準要因：法，規制，規格，社会規範等の条件による

図 デザインスゴロク

====

では「Standard」の訳に「標準」が当てられるようになったのは。福沢諭吉は蘭学が実用に劣ることから英語を「英蘭・蘭英辞書」により独学で学び始めたことはよく知られている。ピカード「新ポケット英蘭辞典」(1857年刊)の蘭語に日本語をあてはめた「英和对訳袖珍辞書」洋書調所堀達之助ら(慶応3年刊，1869：明治2年再刊)が始めて出版される。この中にすでに「Standard」の語が見え，「軍旗，貨幣の位，元極め，支柱」と訳されている。その頃刊行された「和訳英辞書」高橋新吉ら(1869：明治2年刊)，「和英語林集成」平文編訳(1872：明治5年)，「和訳英辞書」(1873：明治6年刊)も同様の訳で，「標準」は現れてこない。明治20年代「ウェブスター氏新刊大辞書」と訳字彙(1888：明治21年刊)になって，「軍旗，旗竿」の他に「制度，定法，本位(貨幣の)，標準」等として，「標準」の訳が現れる。また言語学分野では，「Standard Language」の訳語として，始めて「標準語」を当てたのが，「日本語学一斑」岡倉由三郎(1890：明治23年刊)である。日本語の「規格」「基準」「標準」の語は，より古く仏教用語や中国古典に見られることから，明治以前から用いられ，明治初期に「標準」は，「英国開化史総論」トーマス・バックル著 大島貞益訳(1875：明治8年)に，「人行ノ標準ハ世ヲ遂テ変移ス故ニ其標準ヲ定ムル者モ亦変移ラザルベカラザルヲ論ス」，あるいは「開化本論」吉岡徳明(1879：明治12年)に「夫レ憲法ハ治国ノ要具ニシテ，人民日用ノ標準ナリ」，「規格」「規準」は「広益塾字典」湯浅忠良(1874：明治7年)に「規格 キカク キマリ」，「規準 キジュン メアテ」として見られる。

「国会図書館明治期図書約5万冊を検索すると「標準」の使用例は348件で，「基準」は明治20年代以降12件，「規格」は明治40年代になって2件，「規準」「標準化」は使用例がない。以

上から「標準」「規格」「基準」は日本語として明治期以前から使用されていたようであるが，「Standard」と「標準」とが結びつくのは明治20年代以降から始まったのではあるまいか。明治後期の「和英会話辞書」(1902：明治35年)には「Hyoujun. 標準. Standard : Precedent (注：先例，慣例)とある。

さらに「規格」が「Standard」を意味するようになるのは，ずっと後で工業品規格統一の世界的な各国規格協会の動きを背景に大正10年設置の工業品規格統一調査会が日本標準規格(JES：Japan Engineering Standard)を審議，制定したことに始まるのではなかろうか。「標準」「規格」に対して「Standard」の1語にある辺りに起源がありそうであるし，これ以前に「規格」の使用例はほとんどない。ちなみに昭和24年制定の工業標準化法では，工業標準とは工業標準化のための基準をいい，制定された工業標準を日本工業規格(JIS：Japan Industrial Standard)という。

====

ヨーロッパ諸国が欧州連合を構成する際に各国の調整で一番困難であったのが，建築分野であったと言われている。もともとローカルなものであった建築分野の各国法制をスウェーデンの法制をモデルに，法(Law)，規制(Regulation)，規格(Standard)と3層構造に整理したという。ISO規格に定められている多くの用語についても，日本では，単に翻訳だけということになりがちである。グローバルな動きに対応するためにも広範な「標準」「Standard」の理解が重要であり，「標準」「Standard」の位置づけを工業標準化の枠からでて，法体系全体における「法」「規制」「規格」と「標準」「基準」「規格」を整理する必要があるように思う。





# 明治期の国産化建材探訪記 (1)

## 明治初期に設置された工部省

中央試験所 防耐火グループ 木村 麗

現在では代表的な建材である、鉄鋼部材、セメント、板ガラス。これらの建材は、明治に入りわが国での製造が始まりました。このコーナーでは、明治初期に国産化された建材の黎明期を、工部省工作分局の取組みに視点をおき、全7回で辿ってみます。

第1回 明治初期に設置された工部省  
 第2・3回 鉄製部材や機械の製造—工部省赤羽工作分局  
 第4・5回 セメントや耐火れんがの製造—工部省深川工作分局  
 第6・7回 ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み—工部省品川工作分局

### 国産品の製造を目指して

現在では、鉄鋼部材、セメント、板ガラスは代表的な建材です。わが国では、これらは、幕末ころより使用され始めました。当初は輸入品が使用されていましたが、明治に入り、お雇い外国人といわれる外国人技術者の協力を得て、国産化が始まります。国産品の製造は、百工勸奨を掌り工部省の管轄で進められました。

今回は、工部省の創設から廃省までを辿ってみます。

### 工部省の足跡 (図1, 2)

工部省は、明治3(1870)年、民部省の工業の分野を移管し創置されました。民部省は、明治2(1869)年、明治新政府により設置された、2官(太政・神祇)6省(外務・民部・大蔵・兵部・宮内・刑部)の内の一つです。

工部省の目的には、「民間に工業を勃興させるために啓蒙的、教導的な任務を引き受けること」と、「国营工業による財政的、軍事的その他各種利益の期待」が挙げられました。そして、明治4(1871)年に陣容が整えられた工部省では、鉱山の採掘、鉄道の敷設、電信電話の架設、諸工場の営みなど、殆どの工業のあらゆる部門を包括しました。

工部省の目的のうち、実態は後者に重きが置かれたようです。後に、政府の財政負担の軽減などを背景に、工部省は明治18(1885)年に廃省に至ります。この時、鉄道や電信など政治的・軍事的に必要なものや、鉱山工場など利潤を上げてい

たものは、国营として他省へ引き継がれました。一方、未だ利潤の上まらない諸工場は、民間へ払い下げられました。そして、工部省廃省後の機能は、農商務省へ引き継がれました。

民間の諸工場の利潤が上がるのは、日本の産業革命がおこる、日清・日露戦争の頃からです。工部省は、日本資本主義の母胎として不滅の意義を残し、その後の、わが国産業の根本的中枢となった、といわれています。

### 工部省に置かれた部門

明治3(1870)年、工部省に、鉱山・鉄道・伝信機・燈明台・製鉄の5部門が設置されました。

翌年、この5部門から強化され、鉱山寮・鉄道寮・電信寮・燈台寮・造船寮・製作寮・製鉄寮・勸工寮・工学寮・土木寮・測量司の、10寮1司に改められます。

その後、造船寮・製鉄寮・勸工寮は、製作寮に属すなどし、明治8(1875)年には、鉱山寮・鉄道寮・電信寮・燈台寮・製作寮・工学寮・営繕寮の7寮となりました。

明治10(1877)年、この7寮は、鉱山局・鉄道局・電信局・燈台局・工作局・営繕局に改組されました。

### 工作局に設置された分局

明治10(1877)年、工作局は、長崎・兵庫・赤羽・深川・品川・内山下町の工作分局と、工学寮を前身とした工部大学校から構成されました。長崎工作分局は造船寮を前身に、兵庫

図1  
 明治12年の工部省付近  
 (工部省の位置に「工部省用地」と記されている)  
 (地図 明治12年1月 東京府蔵版 相良常雄 製図 古地図史料出版)



図2  
 現在の工部省跡  
 東京都港区虎ノ門2丁目付近/JTビル・虎の門病院付近  
 (明治6年、本庁舎は木挽町(東銀座付近)から移転し、新築された)  
 (地図出典 電子国土地)



工作分局は製作寮を前身に、赤羽工作分局は製鉄寮を前身に、深川工作分局は内務省の土木寮管繕事務におけるセメント製造所を前身に、品川工作分局は民営の興業社を前身に、内山下町工作分局は内務省の内山下町試験所を前身としていました。

### 工部省から移譲

その後、西南の役などによる財政悪化の結果、明治13(1880)年に工場払下概則が太政官より布達されました。これを受け、工作局は明治16(1883)年に廃止されます。工作局の長崎工作分局は後の三菱会社に引継がれ、赤羽工作分局は海軍省に、深川工作分局は浅野惣一郎・西村勝三に、品川工作分局は西村勝三に渡りました。

明治18(1885)年、工作局残務と鉱山局は農商務省に、鉄道局は内閣直轄に、燈台局と電信局は逓信省に、工部大学校は文部省に移譲し、工部省は廃省となりました。

### 工部省における興業費

明治3(1870)年から明治18(1885)年までの工部省の興業費を見てみます(表1、図3)。興業費とは、各作業場において、営業の為す以前若しくは規模の拡張に係る建築構造等諸般準備に要する費用です。

興業費のうち、鉄道部門は5割近く、鉱山部門は3割余りを占め、この2部門に多く注ぎ込まれていることを確認できます。工作部門の赤羽工作分局との関係も深い鉱山部門の内の鉄山は、釜石と中小坂の二つありますが、このうち釜石鉱山の方が圧倒的に注ぎ込まれています。工作部門を見ると、造船に関わる兵庫・長崎が工作部門の内の6割程を占めています。赤羽は、深川や品川に比べて比較的割合が大きく、工作部門の中の1/4程を占めています。深川や品川は、工部省管轄となる前に他の部門で創置された背景があります。

### 国産の鉄製部材とセメントとガラスの製造のあけぼの

工作局の中に設けられた工作分局の名前は、地名をさしています。赤羽、深川、品川の工作分局は、東京に設けられた工作分局で、赤羽工作分局は現在の港区に、深川工作分局は現在の江東区に、品川工作分局は現在の品川区に設けられました(図4)。

赤羽工作分局では鉄製の機械や鉄製部材を使った鉄の橋などを、深川工作分局ではセメントや耐火レンガなどを、品川工作分局ではガラス器具などを製造しました。明治初期、鉄製部材は、赤羽工作分局以外にも、例えば、鉄道局で鑄造管柱を作製したり、横浜製造所などで鉄製機械等を作製したりしています。セメントやガラスも、深川工作分局や品川工作分局以外に、同時期に民間での製造も始まります。

表1 工部省興業費(明治3年~明治18年 合計)(円)

工作	長崎工作分局	628,768		
	兵庫工作分局	774,166		
	赤羽工作分局	610,365		
	深川工作分局	93,276		
	品川工作分局	189,632		
鉱山	釜石鉱山	2,200,286		
	中小坂鉱山	73,804		
	その他の鉱山	佐渡鉱山	1,257,166	6,641,048
		生野鉱山	1,600,742	
		小坂鉱山	547,477	
		三池鉱山	735,767	
		大葛鉱山	149,546	
		阿仁鉱山	1,606,272	
		院内鉱山	675,093	
		油戸鉱山	48,608	
石油鑿井場	20,377			
鉄道	東京-横浜間 鉄道	2,979,780	14,293,304	
	大津-神戸間 鉄道	8,109,926		
	敦賀-大垣間 鉄道	2,898,127		
	大垣-半田間 鉄道	64,195		
	高崎-上田間 鉄道	235,302		
	東京-前橋間 鉄道測量	5,975		
電信		3,787,939		
興業費合計		29,292,587		

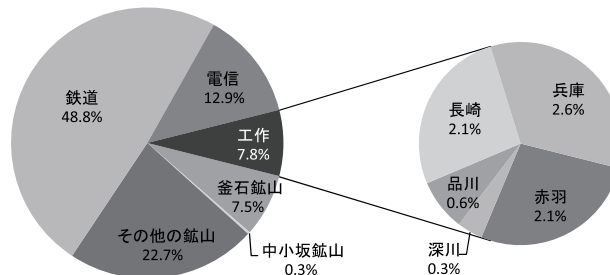


図3 工部省興業費割合(明治3年~明治18年 合計)



図4 工部省と工作分局の位置(地図典拠 CraftMAP)

わが国において、国産品の製造を目指す動きがある中、東京に設置された三つの工作分局は、これらの材料の製造に対して、大きな一翼を担ってきたといえます。

次回(11月号)より、この三つの工作分局について、探訪します。

## JSTM J 6112 (建築用構成材の遮熱性能試験方法)

### 1. はじめに

ここでは、2011年5月に制定した建材試験センター規格、JSTM J 6112(建築用構成材の遮熱性能試験方法)について紹介する。本規格は、屋根や外壁等の夏季における室内への侵入熱量抑制性能を定量的に評価するための試験規格である。

### 2. 制定の経緯

我が国の省エネルギー政策により住宅においても建物の高断熱・高气密化が進んでいるが、近年、都市部でのヒートアイランドや熱帯夜といった夏季の温熱環境の過酷化も問題となっている。窓などの直接日射の影響を受ける開口部においては、以前から様々な夏季の日射対策が検討されているが、最近では屋根や壁においても、同様に夏季の日射熱の室内への侵入を抑制する技術の開発も行われ、日射対策を目的とした工法も普及しつつある。その代表的なものが屋根あるいは壁内部にアルミニウム箔などの低放射率材料を施工し、外装材からの放射による室内への侵入熱量を抑制する工法である。これらの工法は、通気層を持つことが多く、放射の抑制+排熱により室内への侵入熱量を抑制するものである。このような技術は、いわゆる「断熱性能」とは区別して「遮熱性能」と呼ばれることが多い。しかし、現在「遮熱性能」の明確な定義はなく、またその評価方法もさまざまである。

これまででも、当試験所では低放射率材料等を用いた屋根や壁の性能試験を行っている。基本的な測定方法は、人工光源を持つ人工気候室で日射に相当する熱量を試験体に照射した状態で室内への侵入熱量を測定するというものであるが、その条件(温度や照射熱量等)は依頼者との打ち合わせで決定しており、測定ごとにまちまちであった。しかし、これらの工法

が普及してくるにつれ、さまざまな工法を統一的に比較検討するためにも、その評価法の規格化が必要不可欠となってきた。このため、これまで当試験所で行ってきた試験方法を基にして、新たに団体規格として整備・制定することとした。

### 3. 規格の内容

#### (1) 規格表題

規格表題は、「建築用構成材の遮熱性能試験方法」としている。開口部ではなく屋根や外壁の性能として「遮熱性能」というのは未だ一般的とはいえないが、通常の「断熱性能」と区別するため、また夏季の日射に対する性能を評価するという意味からあえてこのような規格表題とした。

#### (2) 適用範囲

本規格は、屋根及び外壁などの不透明な建築用構成材が夏季の日射及び温度条件に暴露された場合の遮熱性能試験方法について規定する。本規格の適用範囲は、木造のみとし鉄骨造のような金属熱橋を含まないものとした。また、当初は、試験体通過熱量の測定精度を勘案し試験体の熱抵抗に上限値を設けていたが、特に制限を設ける必要はないという意見があり適用範囲から除外した。

なお、本規格では、後述するように室内外の表面熱伝達率を定数として与えて熱貫流率及び日射侵入率を求めている。これは、本試験方法によって試験体の表面熱伝達率を直接評価することができないことを意味する。このため、内外装材、特に外装材の表面熱伝達率を変化させることで遮熱性能や断熱性能に変化を与えるような製品の評価は困難であるということを明記した。表面熱伝達率を変化させる手法としては、表面の形状を変えることで対流成分を変化させる、表面の放射率を変えることで放射性分を変化させることなどが考えられるが、これらの技術を用いた製品を本試験方法により適切に評



価することは困難である。

### (3) 用語及び定義

本規格では、屋根もしくは外壁が夏季の条件を想定した日射量に相当する熱量を受け、かつ内外温度差条件に暴露された場合の遮熱性能として、以下に示す2項目を定義している。

#### ① 熱貫流率

室内外表面温度差を試験体の外気側から室内側への単位面積当たりの通過熱量で除したものに室内外の表面熱伝達抵抗を加えたものの逆数。(1)式で定義する。

$$U = \frac{1}{R_{se} + R + R_{si}} = \frac{1}{\frac{1}{h_{se}} + R + \frac{1}{h_{si}}} \quad (1)$$

ここに、 $U$ ：熱貫流率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

$R$ ：試験体の熱抵抗(m<sup>2</sup>·K/W)

$R_{se}$ ：外気側表面熱伝達抵抗(m<sup>2</sup>·K/W)

$R_{si}$ ：室内側表面熱伝達抵抗(m<sup>2</sup>·K/W)

$h_{se}$ ：外気側表面熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

$h_{si}$ ：室内側表面熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

熱貫流率とは、部材の断熱性能を表す物性値で、建物の温熱環境や熱負荷などを検討する際に重要な項目である。部材の熱貫流率は、JIS A 1420(建築用構成材の断熱性能試験方法—校正熱箱法及び保護熱箱法)等で測定できるが、通常、冬季の温度環境、かつ日射のない条件での値が基本であり、温度、熱量が一定の定常状態での値である。冬季の場合、日射の当たらない北側の外壁などはある程度定常状態といえる。一方、本規格で規定する熱貫流率は、あくまでも夏季の温度環境、かつ日射のある条件での値である。また、その日射量も夏季の南中時の最大日射量を想定しており、一時的な条件がずっと続くという仮定での測定である。つまり、本規格で得られる熱貫流率は、夏季日中における「ピークカット」的な性能を示すものであり、通常用いられている熱貫流率とは異なる。

#### ② 日射侵入率

試験体の熱貫流率に試験体外表面の日射吸収率を掛け、外気側表面熱伝達率で除したもの。(2)式で定義する。

$$\eta = \frac{\alpha_s \cdot U}{h_{se}} \quad (2)$$

ここに、 $\eta$ ：日射侵入率(-)

$\alpha_s$ ：日射吸収率(-)

$U$ ：熱貫流率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

$h_{se}$ ：外気側表面熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

日射侵入率とは、部材の日射遮へい性能を表す物性値で、日射熱取得率とも呼ばれる。日射侵入率は、部材に入射する日射熱量のうち室内に流入する熱量の比であり、(3)式で表すこともできる。

$$\eta = \frac{q_{sp}}{J} \quad (3)$$

ここに、 $\eta$ ：日射侵入率(-)

$q_{sp}$ ：単位面積当たりの試験体通過熱量(W/m<sup>2</sup>)

$J$ ：日射量(W/m<sup>2</sup>)

従って、人工光源から試験体表面への照射熱量を正確に計測できれば、日射侵入率も直接測定できる。このため、当初は試験体への照射熱量の測定をSAT計によって行う案を検討した。この測定方法について議論が行われたが、表面熱伝達率の不確定性、環境温度の不正確さなど様々な問題を解決できず、本規格に含めることは断念した。日射侵入率は外装材表面の日射吸収率と表面熱伝達率から算出することとしたが、表面の日射吸収率は別途JIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)に従って測定を行う必要がある。この測定方法は、塗膜の日射反射率測定方法であり、測定には積分球付きの分光光度計が必要となるが、比較的精度よく測定ができるものである。ただし、表面の凹凸が大きなものは測定に際して注意が必要である。

### (4) 試験体

試験体は、評価を行う実際の屋根もしくは外壁と同様の構造を持つものとし、試験体幅は柱・間柱を含まない一般部の間隔が500mm以上のものを原則としている。当初は、試験体幅を柱・間柱間隔の455mm(芯—芯)としていたが、熱量測定に用いる熱流計の寸法が最大で300mm×300mm程度のものであること、試験体中央部で一次元熱流を試験の前提としていること等から幅は500mm以上とした。試験体の高さは、可能な限り実際の屋根あるいは外壁の仕様と同様とするが、人工光源や試験装置の大きさ等を勘案し2000mm以上とすることが望ましいとした。また、試験体の厚さは150mm以下を原則とするが、これを超える場合は、厚さの3倍以上を目安として試験体一般部



写真1 人工光源

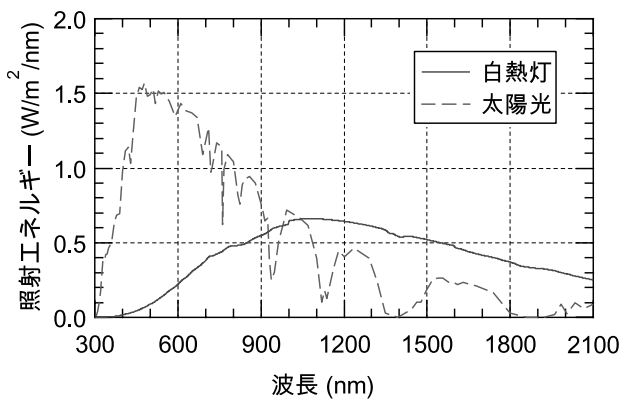


図1 太陽光と人工光源のスペクトル分布 (例)

の幅を適宜広くすることで対応が可能である。

## (5) 試験装置

### ①人工光源

人工光源は、赤外線ランプ、メタルハライドランプ等の日射量に相当する照射熱量を再現できるものとする。光源の照射熱量は試験体表面の中心部分で約 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 、試験体外気側表面各部の照射量分布は $\pm 15\%$ 以内とする。

人工光源のスペクトル分布は太陽光のそれに近いほうが望ましいのは当然であるが、価格等の面から赤外線ランプやハロゲンランプ、メタルハライドランプ等が用いられることが多い(写真1)。特に赤外線ランプやハロゲンランプといった比較的低価格の光源の波長特性は、太陽光とはかなり異なる(図1)。このため、外装材表面の分光吸収率(分光反射率)によっては、太陽光と人工光源とで異なる結果が生じる。これがどの程度の違いであるのかは、現在のところ詳細に検討はされてい

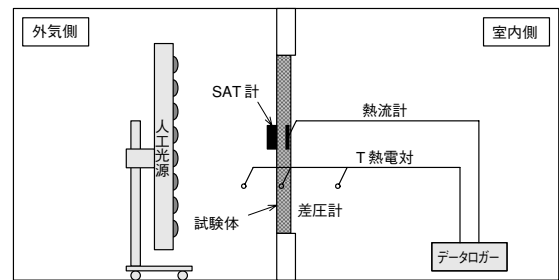


図2 試験装置 (通気層のない試験体の場合)

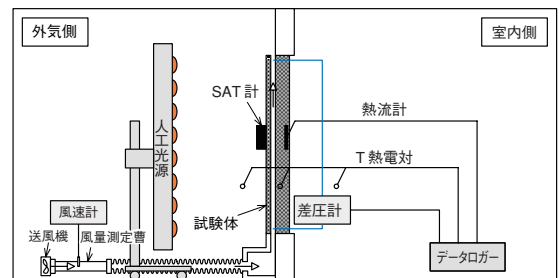


図3 試験装置 (通気層のある試験体で換気回数を制御する場合)

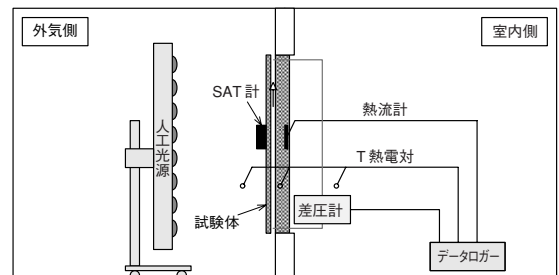


図4 試験装置 (通気層のある試験体で換気回数を制御しない場合)

い。

### ②人工気候室

室内外の温度を再現できるもので、図2～図4に示す2室の構造をもつものとする。室内外の相対湿度は成り行きとするが、試験体内部で結露を生じない相対湿度とする。

### ③SAT計

SAT計は、照射熱量の設定に用いるもので、放射率が既知の表面を持つものとする。通常は、表面に艶消し黒色の塗装を施し、その日射吸収率及び放射率は0.95程度とする。

SATとは、Sol-Air Temperatureの略称で、相当外気温度と

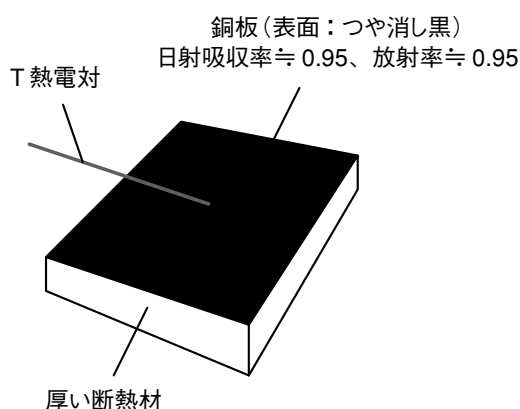


図5 SAT計の概要

表1 試験条件

通気層条件		照射条件	温度設定	照射量設定
		なし	A0	B0
あり	通気量設定	A1	B1	
	成り行き	A2	B2	

表2 試験条件(表面温度設定条件)

部材	表面温度	外気側空気温度	室内側空気温度
外壁	60℃	40℃	26℃
屋根	75℃		

も呼ばれる。SATは、外気温に日射や長波放射の影響を温度として加味した仮想の空気温度であり、(4)式で定義される。

$$SAT = \theta_a + \frac{\alpha_s}{h_{se}} J + \frac{\epsilon_s}{h_{se}} J_n \quad (4)$$

ここに、SAT：相当外気温度(℃)

$\theta_a$ ：外気温(℃)

$\alpha_s$ ：日射吸収率(-)

$J$ ：日射量(W/m<sup>2</sup>)

$\epsilon_s$ ：放射率(-)

$J_n$ ：長波放射量(W/m<sup>2</sup>)

$h_{se}$ ：外気側表面熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>·K)]

SAT計は、図5に示すように、厚い断熱材の表面に日射反射率、放射率共に0.95程度の塗装が施された銅板が貼付されたものである。銅板の中央部には熱電対が埋設されており、この熱電対により計測した温度が相当外気温度となる。本規格では、SAT計を試験体外気側表面と同じ位置に設置し、光源の照射熱量を調整するために用いる。SAT計の詳細については、JSTM J 6110(SAT計による建築周壁の放射空気温度測定方法)を参照頂きたい。

#### ④熱流計

熱流計は、0.01W/m<sup>2</sup>以下の分解能を持ち、不確かさは±0.05W/m<sup>2</sup>以下とする。

#### ⑤温度測定器

温度測定は、熱電対による測定を原則とし、JIS Z 8704(温度測定方法-電気的方法)に規定するD級以上の精度を持つもの

とする。熱電対は、T熱電対で直径が0.2mm以下のものとする。表面温度を測定する場合、熱電対は接着剤または粘着テープで表面に取り付けるが、その表面は可能な限り試験体表面の日射吸収率と同程度の仕上げとする。

空気温度を測定する場合、熱電対が光源からの照射熱量の影響を受けると考えられるときは、熱電対の周囲をアルミ箔などの低放射率材料で覆い、熱電対への光源からの照射熱量の影響を可能な限り小さくする。このとき、覆いによって熱電対周囲の気流状態が極端に変化しないように留意する必要がある。

#### ⑥風量測定器

風量測定器は、通気層内に一定の風量の通気を与えるためのもので、風量測定管及び風速計からなり、0.5L/minまでの風量が測定できるものとする。また試験に先立ち、JIS A 2201(送風機による住宅等の気密性能試験方法)に従い、風量測定器取り付けチャンバー内外の圧力差を測定して通気層の有効開口面積を測定する。

#### (6) 試験手順

##### ①試験条件の選定

試験条件は、表1に示す試験条件から1ないし複数選定する。ただし、高日射反射率塗料などの特定の波長の光を反射する性質をもつものを外表面に使用した試験体では表面温度設定条件を選定する。

なお、試験条件のうち、最も重要なのが試験体の表面温度である。照射量設定条件は黒色のSAT計を用いて温度を設定することとしたため、表面温度設定条件よりも5℃高い条件として、表面温度設定条件と照射量設定条件とで設定を変えた。

##### ②表面温度設定条件

試験体表面に設置した熱電対により、各部位ごとに表2に示



表3 試験条件(照射熱量設定条件)

部材	SAT温度	外気側空気温度	室内側空気温度
外壁	65℃	40℃	26℃
屋根	80℃		

表4 通気層条件

部材	通気層内風速
外壁	0.1 m/s, 0.2 m/s, 0.3 m/s
屋根	0.1 m/s, 0.2 m/s, 0.3 m/s, 0.5 m/s

す温度で一定になるように光源の出力を調節する。この条件では、外装材表面の反射特性の違いによる差は生じない。

### ③照射量設定条件

試験体設置位置とお暗示位置に設置したSAT計を用いて、表3に示す温度で一定になるように光源の照射量を設定する。この条件においては、外装材表面の反射特性の違いによる差が生じるが、この差は実際の建物における差とは異なる。

### ④試験体の設置

試験体を図2～図4に示すように人工気候室の界壁に垂直に設置する。屋根に関しても同様に垂直に設置する。試験体周囲は断熱材により塞ぎ、人工気候室の外気側チャンバーと室内側チャンバーを区切る。このとき、断熱材等の試験対象部以外はアルミニウム箔のような低放射率材料で覆い、人工光源の照射熱量の影響を小さくする。

また、複数の試験体を同時に測定する場合は、試験体同士は断熱材によって100mm以上の間隔をあける。

### ⑤通気層がある場合

通気層がある場合、図3に示すように風量測定器を取り付け、あらかじめ通気層の有効開口面積を測定する。有効開口面積は、JIS A 2201に準じて測定する。遮熱性能試験においては、表4に示す風速設定条件をもとに試験中一定の通気量を供給する。なお、通気層内の風速は(5)式で求める。

$$v = \frac{Q}{3600A_v} \quad (5)$$

ここに、 $v$ ：通気層中央部の風速 (m/s)

$Q$ ：通気層通気量 (m<sup>3</sup>/h)

$A_v$ ：通気層中央部の断面積 (m<sup>2</sup>)

当初は通気層の有効開口面積の測定までは規格に含めていなかったが、通気層は工法の中でも重要な部分であり、その有効開口面積は通気層を評価する上で貴重な指標であるという意見があり、JIS A 2201を引用して測定を行うこととした。JIS A 2201は住宅の気密性能を測定する方法であるが、基本的な測定方法、有効開口面積の算出方法は通気層にも適用できるため、この規格を引用している。

また、遮熱を意図した工法では、放射熱の抑制だけではなく通気による排熱効果を併用したものが多い。このため、試験において通気層の扱いをどうするか議論が行われた。試験はあくまでも試験であり、試験体は実建物をそのまま再現できるものではないという原則から、通気層の通気量は試験中ある一定量に制御する方法を原則とした。しかし、試験方法に汎用性を持たせるために通気量を制御せずに成り行きで行う試験方法も加えたが、この場合、通気層の出入り口には実際の建物と同じ換気部材を取り付けることとし、過剰な評価とならないよう配慮した。

### ⑥温度測定及び熱量測定

温度測定は、試験体の中心部の断面方向に各層の境界で行う。また、通気層がある試験体では、通気層の入口及び出口の空気温度も測定する。

外気側の空気温度は、外気側チャンバーの吸い込み口付近で測定する。このとき光源からの照射熱量の影響をなるべく受けないように留意する必要がある。

熱流計は、内装材の外気側表面に内装材に密着するように(空隙が生じないように)取り付ける。

### ⑦照射

室内外チャンバーを設定温度にし、各部の温度が安定した後、照射を開始する。照射開始後試験体各部の温度が安定した後、各部の温度、熱流計出力及び風量測定器の出力を5～10分間隔で1時間以上測定する。

## (7) 結果の算出

### ①熱貫流率

熱流計を用いて測定した貫流熱量と試験体内外表面温度差を用いて、式(6)により試験体の熱抵抗を算出する。

$$R = \frac{T_{se} - T_{si}}{q_{sp}} \quad (6)$$

表5 内外表面熱伝達率

位置	項目	総合熱伝達率
外気側		13.5 W/m <sup>2</sup> · K
室内側		7.7 W/m <sup>2</sup> · K

ここに、 $R$ ：試験体の熱抵抗 (m<sup>2</sup> · K/W)

$T_{se}$ ：試験体外気側表面温度 (K)

$T_{si}$ ：試験体室内側表面温度 (K)

$q_{sp}$ ：単位面積当たりの試験体通過熱量 (W/m<sup>2</sup>)

表5に示す内外表面総合熱伝達率を用いて、(1)式によって熱貫流率を算出する。ただし、外気側表面熱伝達率は原則として表5の値を用いるが、当事者間の協議によって設定してもよい。この場合、計算に用いた総合熱伝達率の値および用いた根拠を報告する。

#### ②日射侵入率

(1)式で求めた熱貫流率と別途測定を行った試験体表面の日射吸収率から、(2)式により日射侵入率を算出する。

(2)式における試験体表面の日射吸収率 $\alpha_s$ はJIS K 5602に従って測定する。また、外気側表面熱伝達率 $h_{se}$ は原則として表5の値を用いる。

表面総合熱伝達率は、熱貫流率及び日射侵入率の算出に際

して非常に重要である。表5に示す値は、ISO13791 (Thermal performance of buildings — Calculation of internal temperatures of a room in summer without mechanical cooling — General criteria and validation procedures)の規定値を参考に決定したもので、夏季に適用される値である。一方、次世代省エネルギー基準にも日射侵入率が規定されており、その算出根拠となる外気側の総合熱伝達率は25W/(m<sup>2</sup> · K)が用いられている。このため、同じ熱貫流率を持つ壁では本規格によって算出した場合と次世代省エネルギー基準によって算出した場合とで日射侵入率に倍程度の差が生じてしまうことになる。このため、計算に用いる総合熱伝達率は、表5の値を原則とするが、それ以外の値を用いることも可能な記述としている。

#### 4. おわりに

2011年5月に制定したJSTM J 6112について、その内容を紹介した。現規格では、例えば部材表面での熱伝達を制御することで遮熱性能を期待する部材などを適切に評価できないといった懸案事項もあるが、今後、本規格が有効に活用され、部材の遮熱性能を測定する一助となれば幸いである。

(文責：環境グループ 田坂太一)

### ● 品質性能試験のご案内 ●

#### ▶ 環境系試験

居住環境の快適性や健康安全性、外部風雨環境に対する防水性や耐風強度性、建築設備や機器関係の通気特性、そして音環境の4分野について性能試験を行っています。

- 住環境
- 部位・部材・湿気性能
- 材料の熱・湿気性能材料の熱
- 湿気機能
- 部位・部材の空気性能
- 材料の室内環境汚染物質放散・吸着
- 化学分析
- 日射・光学的特性
- 部位・部材の耐風雨性能
- 建築設備
- 防災機器
- 音環境



外装材の温冷繰返し耐久性試験



動風圧試験装置

お問い合わせ：中央試験所環境グループ TEL 048-935-1994



## 断熱関係で50年



早稲田大学 名誉教授 木村 建一

建材試験センターが設立50周年を迎えるにあたりお祝いをまず申し上げる。

当センターとのお付き合いはかれこれ50年に及ぶ。評議員も長い間勤めさせていただいたが、特にお役に立った覚えもなく、申し訳なく思う。最近では機関誌に「かんきょう随想」を連載させていただいている。当初は隔月であったが、締切が直ぐ来てしまうので、数年前から3ヶ月に1回にしてもらった。別表のように2011年5月号で30回になった。この「かんきょう随想」には毎回テーマを掲げてその裏話を書いたこともあって、おかげで好評をいただいていた。取り上げたテーマの中には当センターに関するものもいくつかある。

例えば、第8回で取りあげた「草加ソーラーハウス」は科学技術庁の研究委託で、草加試験場のテニスコートに建設された。これは太陽熱冷房を推進していた通産省のサンシャイン計画の向うを張って、わざわざ多額の開発研究費を投じなくても既存技術の組合せで太陽熱冷房は可能であることを示そうとした実証実験であった。職員の新倉さんの3人家族が1975年6月から2年間居住し、多くの有用なデータを収集した。テレビでも紹介された。

また第11回には、1982年にISO/TC163「断熱」の委員会活動の一環として断熱関係の資料収集と研究所見学に主任研究員だった故岡樹生さんとアメリカに御一緒したときの顛末記を紹介した。海外旅行は初めてという岡さんはニューヨークの空港で私を数時間も待っていてくださった。岡さんは手提げだけの軽装だったので、こちらの方がびっくりした。省エネの最新資料を収集するのが目的であったので、その分量に合うスーツケースをそこで購入されたのだった。岡さんとは建研にお勤めの時代から、学会などでたびたびご一緒させていただいていたので、今となっては懐かしい思い出となっている。

次に第13回に取り上げた日除けの日射遮蔽係数の測定装置は、1979年度当センターの「省エネルギー用建材及び設備等の標準化に関する調査研究」の一環として、当初私の研究室で開発し、JISに登録された。当センターでも製作されたが、本当の日射を使うという方式なので、曇りの日には使えなかった。その後当センター独自で立派な試験装置が開発され、実用に供せられている。

第20回には、ISO/TC163「断熱」の国内審議会活動で長く事務局長を勤められた河合義男さんの生き字引のような素晴らしい活動振りを紹介した。委員長は藤井正一先生で、測定法小委員会の主査は上記の岡さん、計算法小委員会の主査は私であった。国際的な専門家委員会は18ヶ月に1度世界のどこかで開催されてきたが、1988年には、日

「かんきょう随想」掲載リスト

掲載年月	頁	タイトル
2005. 1	36~37	第1回 はじめてのアメリカと太陽熱利用
2005. 3	25~27	第2回 超高層建築と東京オリンピック
2005. 5	34~35	第3回 ガラス張り建築と回転実験室
2005. 7	26~28	第4回 コンピューター利用の曙
2005. 9	40~42	第5回 楠田博士との出会い
2005.11	31~33	第6回 オール電化のソーラーハウス
2006. 1	46~48	第7回 サンシャイン計画発足の頃
2006. 3	33~35	第8回 建材試験センターのソーラーハウス
2006. 5	35~37	第9回 はじめての新生中国
2006. 7	24~26	第10回 建築気候学国際コロキウムへの列車の旅
2006. 9	28~30	第11回 断熱規格と岡樹生さん
2006.11	36~48	第12回 茅葺屋根民家の涼しさ
2007. 1	38~40	第13回 日除けの性能試験
2007. 4	27~29	第14回 パッシブ建築会議の草創期
2007. 7	25~27	第15回 文部省科研費のエネルギー特別研究
2007.10	18~20	第16回 ファンガー教授の思い出
2008. 1	37~39	第17回 砂漠に日は落ちてー国連大学との係わり
2008. 4	27~29	第18回 環境試験室
2008. 7	26~28	第19回 ソーラーハウスの設計2題
2008.10	27~29	第20回 断熱ISOの生き字引
2009. 1	32~34	第21回 国際太陽エネルギー学会神戸大会
2009. 4	18~20	第22回 地下の大空間
2009. 7	16~18	第23回 オール電化モデル住宅の居住実験
2009.10	22~24	第24回 フェルメールとの出会い
2010. 1	48~49	第25回 阪神淡路大震災
2010. 4	24~25	第26回 トリウムの世界的大流行
2010. 7	26~27	第27回 建築気候図の提案
2010.11	26~27	第28回 ヒートアイランド現象でテレビ初出演
2011. 2	16~17	第29回 アイスランドの草屋根の家
2011. 5	12~14	第30回 東日本大震災に想う



本に順番が回ってきて、河合さんが大活躍された。当時はEメールもなく、次々出される資料の複写のためにコピー機がフル回転だった。

ISO/TC163の国内審議会の事務局は日本保温保冷協会に間借していたが、後に建築・住宅国際機構に移った。その中の4つの小委員会のうち、測定法小委員会の事務局は当センターで引き受けていただき、当初私が主査を勤めていた。以後吉野博先生や加藤信介先生などの活躍で、日本から新しいISOの原案を提出する状況も生じてきている。目に見える国際活動として大変喜ばしい。

この関係で、1000℃の条件で用いられる断熱材の熱伝導率の測定装置を作ることになり、1997年に特別の委員会が設けられて、主査を仰せつかった。

これほど高温域の断熱材に適する測定装置は日本にはなかったので、独、英、米の3カ国の試験所に設置されていた測定装置を見学調査した。当センターからは上園正義氏と藤本哲夫氏、それに英弘精機の三宅行美氏が同道してくださった。

これら3試験所はちょうど当センターと同じ性格の試験所で、ISOなどの国際規格に関わる作業を行っていることも認識を新たにし、その後の断熱分野での国際協力への足掛りも得ることができた。

訪れたドイツの試験所はミュンヘンにある断熱研究所 (FIW) で、ISO/TC163の会議でおなじみのツェーヘンドナー氏の温かい出迎えを受けた。ここの高温断熱材の熱伝導率測定装置は経験豊富な保護熱箱法 (GHP) によるものが3台あり、その主熱部は250×250mmの正方形で、900~1000℃の測定を行っていた。

イギリスのロンドン郊外のテディングトンにある国立物理学研究所 (NPL) は私企業に変わっていた。ここの高温断熱材の熱伝導率測定装置も熱箱法によるもので、3種類ある。1つは610×610mmの加熱板を持つ試料1枚の熱箱法で、厚さ300mmまでの試料の測定ができる。2つ目は100~850℃まで測れる試料2枚の熱箱法で、直径305mmの加熱板を持つ。3つ目は1200℃まで測れる試料1枚の熱箱法で、直径100mmの円形加熱板を持つ。ISOの国際委員会でいつもお目にかかるタイ氏が元ここに勤務されていたとのことで、わざわざ説明に来てくださった。

アメリカではワシントン郊外にある国立標準技術研究所 (NIST) を訪れた。ここには常温用、低温用の装置もあるが、高温用としては以前ブルダーの研究所で製作したものが移されたものだという。円形加熱板10インチ、主熱板5インチを持つ試料2枚の熱箱法で、測定は800℃までできるはずだが、実際は500℃までしか行われていないという。室長のヒル氏のほか3名の技術者が対応してくださった。このあとコロラド州のブルダーの研究所も訪れ、試料1枚の熱箱法で、直径70mmの加熱板を有し、1200℃まで測定可能として設計したが、実用上は1050℃が限度だという。

これらの装置を見学して、担当者とかなり細かい意見交換を行い、大きな収穫を得た。帰国後当センターに設置する高温断熱材の熱伝導率測定装置の設計に取り掛かり、検討の結果、試料2枚の熱箱法で円形の装置とすることを決定した。年度末までの短い期間の中で製作には大変な苦労があった。担当された英弘精機の方々に感謝申し上げたい。報告書を読み返して見ると、詳しい検討結果も記述されているが、ここでは省略する。

藤井正一先生とは、当センターを通じてJISやISOの仕事でご一緒する機会が多かった。JIS A 断熱用語の改訂作業では、ISO に準拠して進めることになっていたため、英語と日本語との調整に苦労した。

以上、私が建材試験センターと関わりを持ったことについて、とりとめもなく気がつくままに書き留めてみた。それほどお役に立てなかったと思うが、約50年の間にはいろいろなことがあったと思える。



当センターに完成した高温断熱材の熱伝導率測定装置に見入る藤井正一先生。  
円筒の中央が加熱板で、その上下が試料。半円筒状の側面断熱部を外したところ。



## 建築分野の部位としての 鋼製下地材の役割とその貢献

日本鋼製下地材工業会 事業委員長・技術主査  
一級建築士・一級建築施工管理技士 山口 輝光



建築業界，建材業界等における建築分野での構成部材，部品等の試験・性能評価等の事業，JIS・ISOの規格化・標準化事業，さらには製品認証事業などに関し，建材試験センターが多大な貢献と役割を果たされ，今日に至っていることに対し深く感謝いたします。

私は昭和54年より，建材試験センターとの係りを深め，関係する建材業界団体の事業，業務等を担当し，主に建築部位の天井・壁及び床などを構成する鋼製下地材のJISの規格化・標準化等の事業の実施及び推進に従事して参りました。

### ◆社会的な背景とそのニーズへの対応

#### — 鋼製下地材の出現と生いたち —

建築空間は，床・壁・天井によって実体的に構成されている。従って，この三つの部位は，建築の3要素といえることができよう。この3要素は，建築空間の境界または区画として，居住環境に必要な各種の性能，機能性，安全性を有することが不可欠の条件である。また，社会的な背景には，重要な役割と使命を担っている。

建築基準法の目的には，『建築物の敷地・構造，設備及び用途に関する最低の基準を定めて，国民の生命，健康及び財産の保護を図り，もって公共の福祉の増進に資する』ことが規定されている。


しかし，昭和30年代後半まではビル建築や学校建築などの内部の壁，天井の下地材は，木造下地組が主流をなしていた。その後，社会問題となるケースが発生し，記憶に遠いところで恐縮であるが各地において，大阪のビル，熊本や千葉のデパート，雑居ビル，静岡の地下街などの大火や災害，死亡事故が多発した。また，ビルの高層化，複合化，大型化，地下街の大規模化などから建築物の内部空間の不燃構造化及び不燃化が課題となり，法の改正や整備が急務となった。

これらの背景などから，昭和45年に建築基準法の改正公布が行われ，昭和46年1月に施行され内装制限の強化，拡充が図られた。

従って，ビル建築などの壁，天井の下地材には，不燃材である「建築用鋼製下地材（壁・天井）」が使用され，これらの部材は，社会的，かつ法的ニーズからも，著しい普及と需要の拡大につながっていった。また工法的にも施工面においても，建築に対する貢献は大きく，役割を果たして今日に至っている。

### ◆鋼製下地材（壁・天井）のJIS制定への潮流

我が国の建築生産（建築施工）の資材や部材等の製品の工業化が急速に促進，普及したのは，昭和30年代後半から40年代に入ってである。建築空間における部位の工法に関する標準化，軽量化，乾式化，現場施工の省力化，合理化への製品の工業化についても，時代的なニーズと背景があげられる。



昭和50年代に入り内装制限などの法的な規制により鋼製下地材の流れは、ますます拡大基調に推移した。これらの背景から建築業界、建材業界等に非構造部材である鋼製下地材の規格化、標準化の要望が高まり、JIS制定が喫緊の課題となった。そこで生産者団体・業界がその対応を担うこととなり、JIS原案作成に着手し整備を行い、審議、審査等を経て、昭和54年3月、日本工業規格としてJIS A 6517 [建築用鋼製下地材 (壁・天井)] が制定された。また、JIS制定からの経過としては、平成22年5月に改正公示があり、5回目の改正が行われた。昭和54年6月に『日本鋼製下地材工業会』が設立され、このJISとともに堅実な発展と実績を積み上げてきた。

#### ◆体育館用鋼製床下地構成材のJISの誕生

学校施設や体育館は、児童生徒の安全を確保すること等が優先であり、かつ基本的な命題である。また、地域住民との『ふれあいの場』でもあり、更に緊急災害には、住民の避難所として使用されている。さらに、国民の健康への関心の高まりや生きがいづくりとして各種スポーツ活動が盛んになっており、このような中で、快適な環境を提供することが床業界の責務であり、役割ともなった。


スポーツ施設や体育館等の床分野において、システム化された鋼製組床式及び置床式の下地構成材が導入、使用され、長年にわたりその実績は多大なものとなった。これらの背景から体育館用鋼製床下地構成材は、昭和60年3月1日にJIS A 6519が制定され、その後、数回にわたり改正が行われた。この結果、厳しい品質管理のもと各種の要求性能を満足する品質の高い製品が安定供給されるに至っている。また、我が国の体育床業界の健全な発展を図るため『日本体育床下地工業会』が昭和59年8月設立された。

#### ◆終わりに

最後で大変恐縮であります。建材試験センターには、このJIS A 6517、JIS A 6519の原案作成当時よりその制定・改正等の整備事業及び実施事業の全般にわたってご支援、ご協力をいただき誠にありがたく厚くお礼申し上げます。また、JIS A 6517では、坂田研究室代表 坂田種男先生 (元千葉大学)、そして東京理科大学工学部建築学科教授 真鍋恒博先生、さらにJIS A 6519に関しては、東京工業大学名誉教授・東北工業大学名誉教授 小野英哲先生、坂田種男先生など、ご尽力と共にご支援、ご指導を賜りまして、衷心からお礼と感謝を申し上げます。

また、行政サイドの経産省、国交省・文科省の関係部署及び関連する各種団体の皆様には、種々のご支援、ご鞭撻、誠にありがとうございました。当工業会と致しましても、建築空間、内装分野の領域を担うものとして大いにその責務と役割、貢献を果たすべく努力して参ります。

最後に建材試験センターが創立50周年を契機として、一層の発展と飛躍を遂げられますことを祈念いたします。





## ニュース・お知らせ

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

### 第47回ISO/TAG8 (建築) 等 国内検討委員会を開催

経営企画部企画課

去る6月30日(木)、鉄鋼会館にて第47回ISO/TAG8(建築)等国内委員会が開催されました。

9月26日~27日、スイス・ジュネーブのISO中央事務局にて、第34回ISO/TAG8国際会議の開催が予定されており、現在、ISO中央事務局から主に右記の議題が提案されています。本委員会では、国際会議の対応として、議題に関する対処方針の検討を行うとともに、各国から高い関心が寄せられると思われる東日本大震災後の状況に関する情報提

供について意見交換を行いました。国際会議には、日本代表の菅原進一東京理科大学教授が参加され、今回の議論を踏まえ、問題提起及び情報提供を行う予定です。

【国際会議の主要議題】

- (1) アクセシビリティ
- (2) 建築物のエネルギー性能
- (3) 構造物の設計に関する標準化
- (4) 建築物における国際標準化の将来の展望



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

### 明治大学教授・菊池雅史先生との 勉強会を開催

中央試験所

去る7月8日(金)、当センター中央試験所に明治大学教授・菊池雅史先生をお招きして、「東日本大震災に見る日本の安全保障の現状・世界における日本の位置づけ」をテーマに勉強会が開催されました。

菊池先生はご専門の建築材料研究の傍ら、20年間にわたり我が国の安全保障や災害リスク等に関する国際的な位置づけを明確にするためのデータベース作りに尽力されてきました。近年では安全学に関する講義も受け持たれています。今回は先生の研究分野でもある安全学の観点から東日



本大震災を通して見る日本と世界の違いについて、災害リスク、エネルギー開発、インフラ整備、人口問題、資源問題など多方面にわたるグローバルなデータベースを基にご教示いただきました。

データベースの作り方や使い方を学ぶとともに、種々のデータから将来想定される世界規模のリスクを考える機会になるなど、講義を聴講した50名を超える役職員にとって、大変有意義な勉強会となりました。

## 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(2件)について平成23年5月2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://www.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場又は事業場名称	JIS番号	JIS名称
TC0511001	2011/05/02	(株)八光 加美工場	A5308	レディーミストコンクリート
TC0511002	2011/05/02	(株)八光 鶴町工場	A5308	レディーミストコンクリート

## ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(2件)の品質マネジメントシステムをISO9001(JIS Q 9001)に基づく審査の結果、適合と認め平成23年6月10日付で登録しました。これで、累計登録件数は2178件になりました。

登録事業者(平成23年6月10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
RQ2177	2011/6/10	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/6/9	柴崎建設(株)	長崎県雲仙市国見町土黒丙434	土木構造物の施工(“7.3 設計・開発”を除く)
RQ2178	2011/6/10	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/6/9	(株)植松建設	佐賀県鹿島市大字高津原3541番地1	土木構造物の施工(“7.3 設計・開発”を除く)

## ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(1件)の環境マネジメントシステムをISO14001(JIS Q 14001)に基づく審査の結果、適合と認め平成23年6月25日付で登録しました。これで、累計登録件数は642件になりました。

登録事業者(平成23年6月25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
RE0642	2011/6/25	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2014/6/24	小林建設(株)	山梨県南アルプス市有野2724	小林建設(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動

## OHSAS18001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(1件)の労働安全衛生マネジメントシステムをOHSAS 18001:2007に基づく審査の結果、適合と認め平成23年6月25日付で登録しました。これで、累計登録件数は52件になりました。

登録事業者(平成23年6月25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
RS0052	2011/6/25	OHSAS 18001:2007	2014/6/24	柴崎建設(株)	長崎県雲仙市国見町土黒丙434	柴崎建設(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動

## 建築基準法に基づく構造方法等の性能評価

性能評価本部では、平成23年4月～6月の期間において、下記のとおり建築基準法に基づく構造方法等の性能評価書を発行しました。

性能評価完了状況(平成23年4月～6月)

※暫定集計件数

分類	件数
防火関係規定に係る構造方法(耐火・準耐火・防火構造、防火設備、区画貫通部措置工法、屋根飛び火等)	49
防火材料(不燃・準不燃・難燃材料)及びホルムアルデヒド発散建築材料(F☆☆☆☆等)	29
その他の構造方法等(耐力壁の壁倍率、界壁の遮音構造、指定建築材料(コンクリート等)等)	4

## あ と が き

「盆と正月」と言われるように、日本では古くからお盆とお正月を特別な期間として、多くの会社で1週間程度の休日を設けています。正月は年神を迎えてその年の豊作を願う神道行事としているのに対して、お盆は正式には「盂蘭盆会（うらぼんえ）」と呼ばれ、先祖を供養する仏教行事と位置づけています。江戸時代の奉公人にはほとんど休日がなく、これらの時期を楽しみにしながら仕事に励んでいたようです。お盆の行事が始まったのは、仏教伝来後の推古天皇の時代まで遡るということです。その時代の行事はどんなものであったか定かではありませんが、現在一般的な会社のお盆休みは8月13日から16日あたりに集中しています。国民的な休暇、民族移動の夏休みとしての側面も見られますが、多くの方が墓参りをしています。先祖の御霊をお迎えする迎え火は8月13日の夕方、御霊をお送りする送り火は8月16日（または15日）となっています。特に送り火では京都五山の送り火のほか、日本各地で大文字焼きが行われていますが、これらも送り火です。また、長崎の精霊流しも送り火として有名です。花火大会もこの時期日本各地で行われますが、これも送り火の形を変えたものです。拙宅でも13日の菩提寺での盂蘭盆会の法要に始まり、その日の夕方迎え火を焚いて先祖の御霊をお迎えし、15日の夕方にお送りするまでの3日間殺生を避け、自宅で先祖の御霊を供養しています。暑い盛りの夏の行事として欠かせないものになっています。（川上）

### 編集をより

今月号では、コンクリートの劣化抑制に関する記事を2つ掲載しています。寄稿欄ではコンクリートの塩害抵抗性について、九州大学の佐川康貴先生にご執筆いただきました。また、技術レポートでは、ひび割れ補修材の評価について紹介しています。スクラップアンドビルドから持続型への社会的な流れの中で、大変重要な技術だといえるでしょう。

そして、今月号から2つの連載が新たに始まります。国内外の規格について、東京家政学院大学名誉教授の岩井一幸先生にご執筆いただきます。用語の説明から、歴史、世界的な動き、身の回りの規格と、幅広くご紹介いただく予定です。もう1つは、明治期に進められた建材の国産化の様子について、複数の材料を取り上げ、まとめたものを紹介していきます。

建材試験情報では、これからも皆様に参考となるような情報の掲載に取り組んでまいりますので、どうぞご期待ください。（宮沢）

# 建材試験情報

## 8

2011 VOL.47

建材試験情報 8月号  
平成23年8月1日発行

発行所 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 村山浩和  
編集 建材試験情報編集委員会  
事務局 電話 048-920-3813  
FAX 048-920-3821

### 建材試験情報編集委員会

#### 委員長

田中享二（東京工業大学・名誉教授）

#### 副委員長

尾沢潤一（財団法人建材試験センター・理事）

#### 委員

鈴木利夫（同・総務課長）

鈴木澄江（同・調査研究課長）

青鹿 広（同・中央試験所管理課長）

柴澤徳朗（同・防耐火グループ主幹）

石川祐子（同・材料グループ主幹）

松井伸晃（同・工事材料試験所主任）

香葉村勉（同・ISO審査本部主幹）

常世田昌寿（同・性能評価本部主任）

新井政満（同・製品認証本部上席主幹）

川端義雄（同・顧客業務部特別参与）

山邊信彦（同・西日本試験所試験課長）

#### 事務局

藤本哲夫（同・経営企画部長）

室星啓和（同・企画課主幹）

宮沢郁子（同・企画課係長）

高野美智子（同・企画課）

禁無断転載

制作協力 株式会社工文社



# SERVICE NETWORK

## 事業所案内

### ●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

### ●総務部、経営企画部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

### ●顧客業務部 (6階)

TEL.048-920-3815 FAX.048-920-3822

### ●性能評価本部 (6階)

TEL.048-920-3816 FAX.048-920-3823

### ●検定業務室 (6階)

TEL.048-920-3819 FAX.048-920-3825

### ●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

### ●ISO審査本部 (5階)

#### 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 (4階)

TEL.03-3808-1124 FAX.03-3808-1128

### ●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

#### 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

#### 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

#### 校正室

TEL.048-931-7208 FAX.048-935-1720

### ●工事材料試験所

#### 管理課

〒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

#### 浦和試験室

TEL.048-858-2790 FAX.048-858-2838

#### 三鷹試験室

〒181-0013 東京都三鷹市下連雀8-4-11

TEL.0422-46-7524 FAX.0422-46-7387

#### 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

### ●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

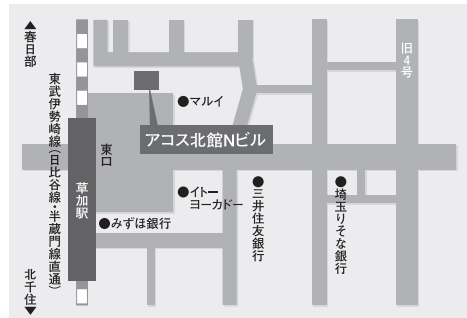
TEL.0836-72-1223(代) FAX.0836-72-1960

#### 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

(草加駅前オフィス)



(日本橋オフィス)



(中央試験所)



(工事材料試験所・浦和試験室、管理課)



(西日本試験所)



### 最寄り駅

- 東武伊勢崎線草加駅東口徒歩1分

### 最寄り駅

- 東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線 人形町駅A4出口徒歩3分
- 都営地下鉄新宿線 馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- JR総武線快速 馬喰町駅1番出口徒歩7分

### 最寄り駅

- 東武伊勢崎線草加駅または松原団地駅からタクシーで約10分
- 松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分(南青柳下車徒歩10分)
- 草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分(稲荷五丁目下車徒歩3分)

### 高速道路

- 常磐自動車道・首都高3号IC西出口から10分
- 外環自動車道草加出口から国道298号線・産業道路を経て15分

### 最寄り駅

- 埼京線南与野駅徒歩15分

### 高速道路

- 首都高大宮線浦和北出口から約5分
- 外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

### 最寄り駅

- 山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

### 高速道路

- [広島・島根方面から] 山陽自動車道 山口南ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る
- 中国自動車道 美祿西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かい車で15分

### [九州方面から]

- 山陽自動車道 植生ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る



財団法人 **建材試験センター**

*Japan Testing Center for Construction Materials*