

# 建材試験情報

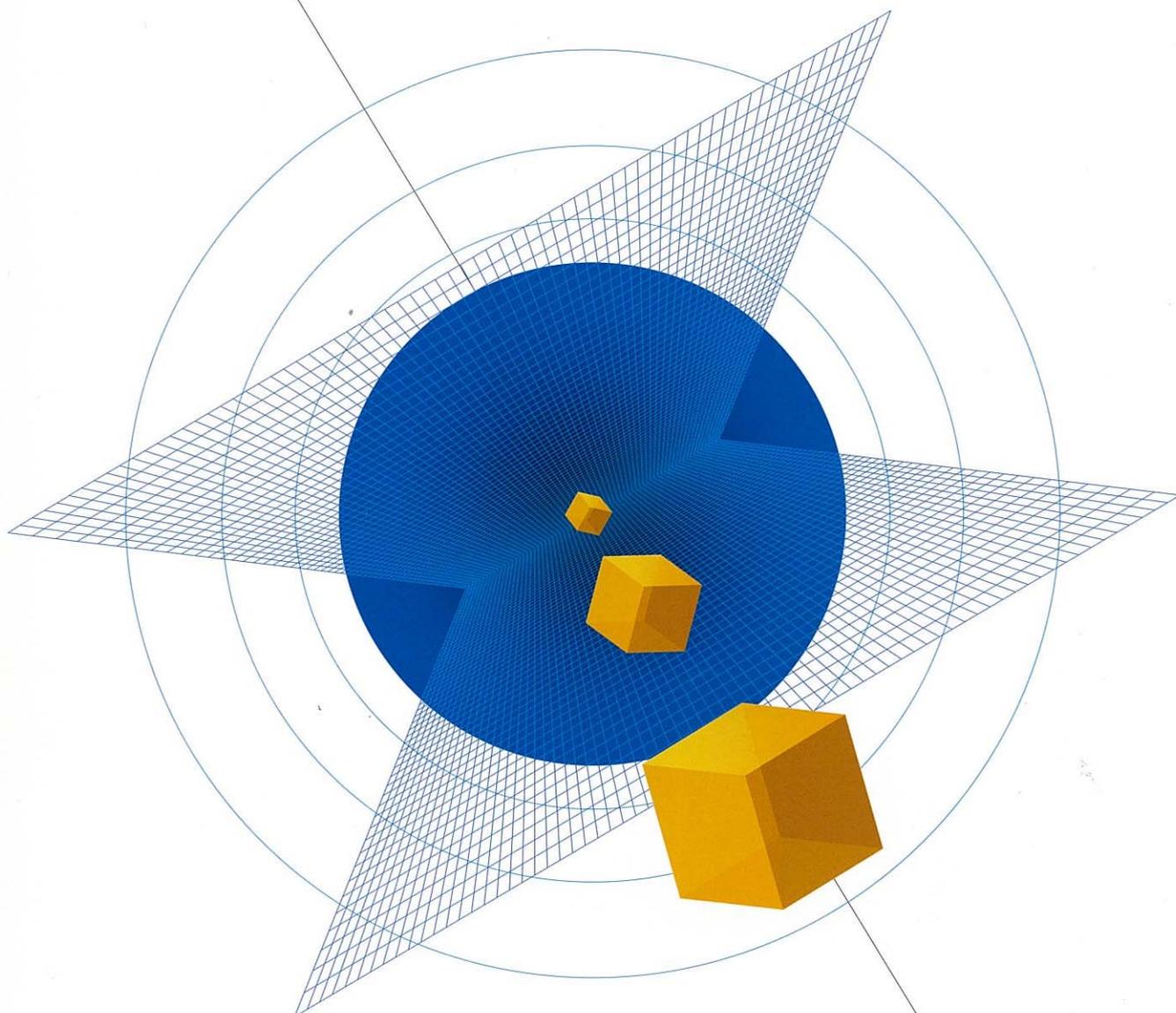
2010. 4 | Vol.46

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

# JTCCM JOURNAL

巻頭言 ————— 笠井 和彦  
戸建住宅制振の法令化と  
壁倍率の適用性について

寄稿 ————— 金 鐘訓, 加藤 信介  
建材臭評価のための  
試験法の必要性



**BIC 特報!**

## 進化を続ける埋めコンの最高峰!

国土交通省新技術活用システム申請準備中



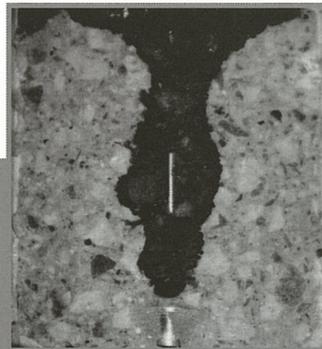
高強度  
圧縮強度 100N/mm<sup>2</sup>  
モルタルコンクリート

型枠保持部材

# 止水コン® ハイブリッド

防水カップ付 ダブル防水機能

24時間連続  
0.5Mpa(水深50m相当)  
加圧漏水なし



試験日 平成21年4月9日  
試験場所: (財)建材試験センター



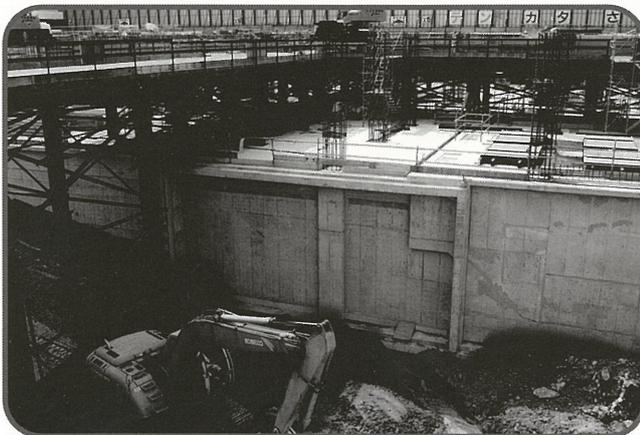
防水カップに付着した  
打設コンクリート

止水コン側面にしっかり  
付着した打設コンクリート

地下構造物・セパからの漏水対策

## 防水力 抜群

漏水が懸念される地下工事に最適です。



サンプル 請求先  
資 料

オリジナル高密度コンクリート成型品  
製造発売元

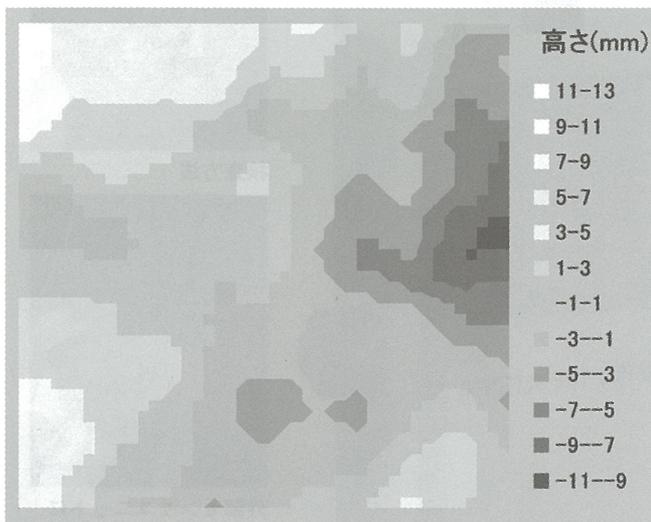
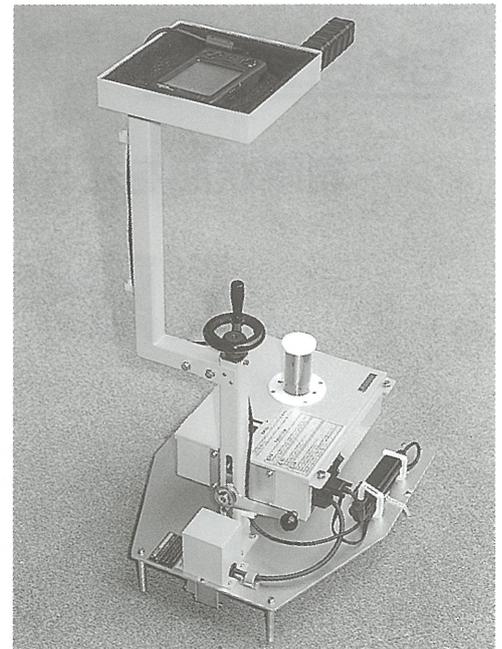
**BIC株式会社**

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

# レーザー 床レベル計測器

## FL-200 初登場！

床の凸凹が一目でわかり  
次工程の手直しを減らせます。



結果（等高線グラフ）出力例



### ■用途

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

### ■特長

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

### ■効果

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

計測サービスもいたします。

**TOKIMEC** 株式会社 トキメック 自動建機

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

本社・東京営業所 〒144-8551 東京都大田区南蒲田2-16-46 電話(03)3731-2631 FAX(03)3738-8670  
営業所：札幌(011)816-6293 仙台(022)773-1425 大阪(06)6150-6605 福岡(093)932-4170

**AKEBONO**

・引張り接着強度の推定が可能!!

・剥離状態を正確に検知!!

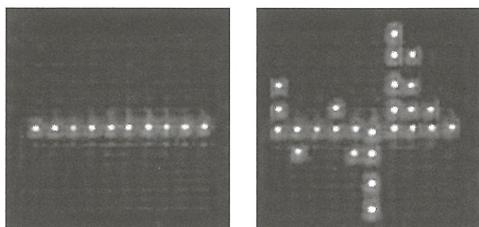
# 剥離タイル検知器PD201

・特許出願中・

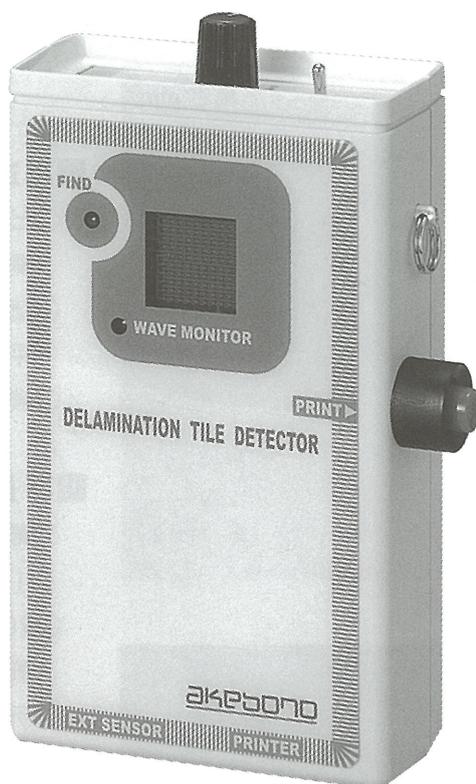
剥離タイル検知器PD201は、従来のテストハンマーでの打音検査による判定のバラツキや見逃しを補う、コンパクトな電気式のタイルの剥離検知器です。

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

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



モニタの健全なタイル 剥離タイルの波形の波形



検査方法



外部センサユニットによる検査方法



キャリングケースに収納

## 特長

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

<販売代理店>

曙興産株式会社

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町19-5

TEL (03) 3668-3566 FAX (03) 3661-9005

<製造元>

曙ブレーキ工業株式会社センサーカンパニー

〒348-8501 埼玉県羽生市東5-4-71

TEL (048) 560-1470 FAX (048) 560-1469

URL <http://www.akebono-brake.co.jp/>

C O N T E N T S

- 05 巻頭言  
戸建住宅制振の法令化と壁倍率の適用性について  
/ 東京工業大学建築物理研究センター 教授・Ph.D. 笠井 和彦
- 
- 06 寄稿  
建材臭評価のための試験法の必要性  
/ 東京大学大学院 博士課程 金 鐘訓, 東京大学生産技術研究所 教授 加藤 信介
- 14 技術レポート  
3次元振動台実験による実大木造住宅の耐震性の検討  
/ 上山 耕平
- 
- 19 試験報告  
プラントにおける耐火被覆を施した機器脚柱の載荷加熱試験
- 22 技術者倫理ノート(2)  
規範の座標系 Time series of Ethics  
/ 北九州市立大学 教授 松藤 泰典
- 24 かんきょう随想<第26回>  
アトリウムの世界的大流行  
/ 国際人間環境研究所 代表 木村 建一
- 26 新規事業紹介  
東京都の「排出総量削減義務と排出量取引制度」に係る  
「特定温室効果ガス排出量検証」の業務紹介  
/ ISO審査本部
- 31 海外調査報告  
ドイツにおけるコンクリートポンプの現状 / 鈴木 澄江
- 37 たてもの建材探偵団  
草加シリーズ(4) 草加松原遊歩道と太鼓橋
- 38 試験設備紹介  
耐候性試験機 / 中央試験所
- 40 建材試験センターニュース  
42 あとがき

2010  
4

※本書のお申し込みは書店を通して出来ませんが、お急ぎの方は(株)工文社に直接お申し込みをお願いします。

外断熱研究の第一人者が新進学者と共に放つ外断熱住宅の入門書

# これからの外断熱住宅

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



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

従来日本では、衣食住の住に対する関心は他の2分野に比較すると低かった。それは、家庭教育において住教育分野の扱われ方が非常に少ないことから伺える。しかし近年、住分野に対する関心が増えてきている。例えばインテリアに対する社会的関心の高さは、発行されている雑誌類や書籍の数からも推測できよう。2005年の暮から社会的に大きな問題となった耐震性能偽造問題が発端となり、住宅性能に関する人々の関心の高まりもピークに達している。人々は安全な建物入手する難しさを実感し、本当に安全、快適、健康でいられる住まいとは何かという情報を心の底から欲しているのである。

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

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

● 本書の内容 ●

はじめに

第1章/断熱について

外断熱工法とは、外断熱工法の種類、外断熱工法における留意点、外断熱工法の日本における普及

第2章/温熱環境

体温調節概要、人体と環境の熱収支、熱環境評価指標、予測平均温冷感申告PMV

第3章/熱と湿気

湿気を同時に解析する必要性、非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFIによる解析に必要な物性値

第4章/非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFI(ヴーフィ)

ランホーファー建築物理研究所について、WUFIによる解析の流れ、WUFI解析結果の読み方

第5章/外断熱工法の実際

外断熱工事事例、欧州における事例、欧州の有名建築物の外断熱改修、日本における外断熱建物の居住体験

第6章/外断熱に関する規格

外断熱工法に関する組織、規格

第7章/外断熱工法の今後の展望

地球環境問題、新しい断熱材

巻末付録

技術的な事柄/仕上の色は一般的に淡い色が望ましい、断熱材の繋ぎ方、断熱材の接着ほか

おわりに

ご注文はFAXで ▶ (株)工文社

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

注文書

平成 年 月 日

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

## 巻頭言

# 戸建住宅制振の法令化と 壁倍率の適用性について

東京工業大学 建築物理研究センター 教授・Ph.D. 笠井 和彦

制振を戸建住宅に用い、大地震時の安全性はもとより、財産保持性まで高める動きが活発になった。しかし、その効果を示す評価法や認定法、制振住宅の設計法などは未だ整備されておらず、制振技術の一般的使用の法令化など、政府的確な対応が望まれる。ここでは、法令化の方向、現時点での問題点、その解決法に言及する。

戸建制振住宅の構造計算は、現法令に沿う形として、1)時刻歴応答解析による方法、2)限界耐力計算による方法、3)木質構造の壁倍率を制振構造に転用する方法の3つが考えられる。1)、2)は、制振壁の解析モデル化や等価線形化によるもので、それらの研究蓄積も充分であり実現可能と思われる。また、3)は、壁倍率を用いた壁量計算による実務的な方法であり、制振普及の観点から最も重要と考えられるため、これについて以下に述べる。

壁倍率は長年の実績をもち、多くの地震の経験により改善されてきた指標といえるが、一方で、その力学的な整合性は見出しがたく、精度検証例も僅少である。壁倍率による評価の最も大きな問題は、従来の耐震壁の履歴曲線の形状に関わらず、各振幅での最大荷重を繋ぐ骨格曲線のみに基づき、バイリニア型の履歴曲線に置換している点である。すなわち、剛性劣化・エネルギー吸収能力低下が著しいスリップ型の履歴曲線を示す従来の耐震壁が、力学的に優位なバイリニア型に置換されている。

また、制振壁も同様に扱われる場合、剛性劣化が少なくエネルギー吸収に富む履歴曲線が考慮されず、骨格曲線のみに基づく不合理な評価になってしまう。これらより、従来の壁倍率の概念を、制振壁への適用以前に見直す必要がある。ただし、現指針の中には、上述のスリップ型からバイリニア型への置換というものから更に進み、速度依存から変位依存という新たな置換を追加して、速度依存型の制振壁の粘性減衰の効果をバイリニアな履歴をもつ木質建物の耐力増加として見込もうとするものもあるが、新たな疑問が生まれる結果となっている。

新技術の健全な普及のため、策定者には指針や基・規準をできるだけ明確で合理的にする努力が望まれる。壁倍率への履歴特性の効果の考慮、そして変位依存と速度依存の関連の緻密な検討を期待するところである。



# 建材臭評価のための 試験法の必要性

東京大学大学院 博士課程 金 鐘訓  
東京大学生産技術研究所 教授 加藤 信介



## 1. はじめに

日本国内では1996年頃よりシックハウス問題は大きく扱われ、建材などからの揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound: VOC)による室内空気汚染に対する研究、対策が行われてきた<sup>1, 2)</sup>。国内でのシックハウスへの対策として、現在、厚生労働省による室内指針値の制定、国土交通省の改正建築基準法による化学物質の対策の樹立、建築物衛生法や学校環境衛生の基準による濃度基準の制定、経済産業省および農林水産省によるホルムアルデヒド放散量の等級表示が行われてきた。なお、(財)建材試験センターによってトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンの放散速度基準が提示されている<sup>3)</sup>。このように、シックハウス問題への対策がある一定の成果をあげたことにより、一般的にはシックハウスへの関心は薄まりつつあるといえる。

しかしながら、シックハウス問題をきっかけに、室内環境に対する居住者の興味、関心はより一層高まった。特に、人間の知覚により感知される空気質、いわゆる「知覚空気質(perceived air quality)」に関する関心が高まっている。この研究はこれまでも多く行われてきた<sup>4-8)</sup>。なお、生活臭、たばこ臭、排泄臭、ペット臭などの様々なにおいだけではなく建材から発生するにおいに対する消臭剤、脱臭剤および芳香剤へのニーズが高くなってきており<sup>9)</sup>、においに対する関心が高まっていることが分かる。一方、諸外国では外来者が入室時にあまり不快に感じないことを基準に、必要換気量を定めている。例えば米国のASHRAEの換気基準では、外来者の20%以上の人々が不快を訴えない室内環境を要求している。このように室内で発生する様々なにおいが建築分野においても室内空気質を定める重要な要素の一つであることが分かる。

現在、日本国内では屋外の悪臭が感覚公害の一つとして挙げられ、悪臭防止法などの対策が設けられており、これによ

って屋外での状況はある程度改善が図られている<sup>10)</sup>。また、日本建築学会では、シックハウスで問題になっているホルムアルデヒドのように健康障害には直接的な影響を与えない場合でも、におい物質の存在により外来者が不快を感じ、心理的・精神的ストレスを受ける室内環境は健全でないと考えられている。そのため、良質な知覚室内空気質を確保するためには、不快と感じない程度ににおい環境条件を維持することが重要であるということで臭気に関する管理基準を設けた<sup>11)</sup>。しかしながら、この管理基準を具体的に適用する場合には、その目的に応じて様々なケースが考えられることから、日本建築学会内で「室内臭気測定法マニュアル作成小委員会」が設けられ、2009年7月、この委員会主催で各ケースに応じた測定法に関するシンポジウムが開かれた。これらの現状からも、室内で発生する臭気による知覚空気質への関心は高まりつつあることが分かる。

日本国内において、室内で発生する主な臭気発生源としては住宅の場合、生ごみ臭、調理臭、排水口臭、排泄物臭、たばこ臭などが主であり<sup>12)</sup>、事務所の場合は、体臭、建材臭、事務機臭などが挙げられる<sup>13)</sup>。これらの臭気発生源の一つである建材の場合は、前述したように揮発性有機化合物に対する濃度基準および濃度測定法などが定められているものの、建材由来の臭気を評価するための日本国内での標準試験法は定められていない。一方、国際的には欧州を中心に各国の建材臭評価試験法をまとめ、国際標準化する準備を進めている。

そこで、本稿では、においを感じる人の嗅覚の特性をはじめ、においの評価尺度、日本と欧州の代表的な嗅覚測定法を概説した上で、現在、建材臭評価標準試験法として審議中であるISO案の内容を簡単に記述すると共に、日本における建材臭評価法を検討することにより、その必要性を述べる。



### 3. においの評価尺度

室内汚染化学物質の評価尺度としては、空气中濃度、もしくは材料からの放散速度で表わされる。においも化学物質により引き起こされるため、化学物質の濃度で表わされることもあるが、知覚を用いて評価した場合の尺度は感覚量で表わされる。以下ににおいの評価尺度を示す<sup>11, 14, 19</sup>。

#### 3.1 臭気閾値

においを感じる下限の濃度、すなわち閾値は、ppm, ppb, pptといった単位で表わされることが多い。臭気閾値の定義は以下のとおりである。

**検知閾値**[ detection threshold ] : 何かににおいがあると感知することができる最低濃度のことである。

**認知閾値** [ recognition threshold ] : においを嗅いで、それが何か、またはそのにおいがどんなにおいであるか表現できるそのにおいの最低濃度を示す。

**弁別閾値**[ differential threshold ] : 刺激量をどの程度変えると、刺激が変わったと検知できるかを示す。元の刺激量の変化%で示されることが多い。

#### 3.2 臭気濃度臭気指数[ odor concentration ]

臭気濃度とは臭気の数値化方法の一つで、臭気を無臭の清浄空気希釈した時にちょうどにおわなくなったときの希釈倍数で表わされる。

#### 3.3 臭気指数[ odor index ]

臭気指数は臭気濃度を式3で変換した尺度で、臭気濃度と比較し、より人間の嗅覚の感覚量に対応した尺度である。

$$N = 10 \times \log S \quad (3)$$

ここで、Nは臭気指数、Sは臭気濃度である。例えば、原臭を清浄空気100倍に希釈した時ににおいを感じなくなったとすると、臭気濃度は100、臭気指数は20となる。

#### 3.4 非容認率[ percentage of dissatisfied ]

順応していない人の中で、その臭気を受け入れられないと感じた人の割合を示す。

#### 3.5 臭気強度表示法[ indication method of odor intensity ]

臭気の強さに着目して数値化する一つの尺度であり、日本では、屋外、室内問わず、昭和46年の悪臭防止法の制定時より、6段階臭気強度表示法が広く使われてきた。低濃度臭気の測定に有効であり、においを嗅いだその場で数値化することができる。しかしながら、測定レンジが狭いという欠点もある。表1に6段階臭気強度表示法を示す。なお、環境庁がまとめた屋外での実験結果として、臭気強度と臭気濃度(臭気

表1 6段階臭気強度表示法

0 - 無臭
1 - やっと感知できるにおい ( 検知閾値 )
2 - 何のにおいであるか分かる弱いにおい ( 認知閾値 )
3 - 楽に感知できるにおい
4 - 強いにおい
5 - 強烈なにおい

表2 臭気強度と臭気濃度(臭気指数)の関係

臭気強度	臭気濃度	(臭気指数)
2.5	10	10
3.0	30	14
3.5	70	18

表3 9段階快・不快度表示法

+4	極端に快
+3	非常に快
+2	快
+1	やや快
0	快でも不快でもない
-1	やや不快
-2	不快
-3	非常に不快
-4	極端に不快

指数)の関係を表2に示す。

#### 3.6 快・不快度表示法[ indication method of odor hedonics ]

臭気の快・不快度に着目して数値化する方法であり、容認性表示法または嫌悪性表示法とも呼ばれる。

日本においては9段階快・不快度表示法が広く使用されている。快・不快度にはにおいを嗅いでいる時間が印象に大きく影響を与えるため、評価時間によっては結果が変化する可能性がある。表3に9段階快・不快度表示法を示す。

#### 3.7 オーダーユニット

単位体積に閾値濃度で存在するにおいを1オーダーユニット(OU)と定義した尺度であり、米国材料試験協会(American Society for Testing and Materials: ASTM)の規格に登場する単位である。単位体積とは、一般的には標準状態(0, 1気圧)の1m<sup>3</sup>を示していることが多い。OUを単位体積で除した値OU/m<sup>3</sup>を臭気濃度と同様とみなすことができる。

#### 3.8 OUEとEROM

ヨーロッパ規格である欧州標準化委員会(European Committee for Standardization: CEN)では、複合臭はOUE(European Odor Units)、参照となる単一物質としてはEROM(European Reference Odor Mass)という尺度を用いており、



図2 動的オルファクトメータ装置

1EROM = 123  $\mu\text{g}$  n-ブタノール = OUEの関係が成り立つ。ヨーロッパではn-ブタノールが参照物質であり、n-ブタノール 123  $\mu\text{g}$ を1 $\text{m}^3$ 中に放散させると40ppbとなり、n-ブタノールの嗅覚閾値濃度となる。

### 3.9 olfとdecipol

デンマークのFangerによって提案された知覚空気汚染物質の発生量を表す単位としてolfが提案されている。1olfは一人の標準的な成人から生じる生体発散物質の知覚される発生量のことである。decipolは1olfの発生源の質を10L/secで換気している時の知覚汚染度を1decipolと定義している<sup>20)</sup>。

## 4. 嗅覚測定法

人の嗅覚を用いるにおい評価方法には、屋外での悪臭を対象とする悪臭防止法で提案された方法が多く利用されている。ここでは、「におい」の強さを判定する評価方法として、欧州規格法の動的オルファクトメータ法と日本の悪臭防止法で定める三点比較式臭袋を概説する。

### 4.1 動的オルファクトメータ

ヨーロッパにおいては嗅覚測定方法として動的オルファクトメータ法が規格化されている<sup>21)</sup>。図2は動的オルファクトメータ装置を示す。基本的な仕組みは、質量流量計(マスフローコントローラ)によって制御された試料ガスと活性炭を通した空気を連続的に混合することにより測定臭気を発生させるというものである。測定臭気はロート状のスニフグポートから毎分20Lで吐出される。欧州規格法で定められた手順で、まず閾値以下の試料濃度から測定操作が始められ、スニフグポートの右か左のどちらから臭気が出ているかをパ

表4 パネル選定用基準臭

物質名	濃度	においの特徴
-フェニルエチルアルコール	10 <sup>-4.0</sup>	バラの花のにおい
メチルシクロペンテノロン	10 <sup>-4.5</sup>	キャラメルのようなにおい
イソ吉草酸	10 <sup>-5.0</sup>	汗くさいにおい
-ウンデカラクトン	10 <sup>-4.5</sup>	桃の缶詰のようなにおい
スカトール	10 <sup>-5.0</sup>	スカンク臭

流動パラフィンに対する重量比



図3 パネル選定試験

ネル(臭気の有無を判定する被験者)が回答する。同時に、においの程度が分からない(guessing)、かすかに感じる(inkling)、はっきりわかる(certain)のいずれかを回答する。パネルの回答が終了すると、次に2倍系列で試料の濃度を高くして測定が行われる。スニフグポートの左右の回答が正答で、かつ「certain」が2回続いた後、その1回目が閾値となる。この操作は参加したパネル全員の閾値が求められるまで続けられる。これらの操作はパソコンにより自動で制御される。

パネルの選定方法は日本の方法とは異なり、n-ブタノールを基準臭として、オルファクトメータを用い、一人につき連続しない3日間で計10回以上測定し、個人内の閾値と偏差の基準によりパネルを選定する。閾値に関する基準は20 10y 80であり、yは閾値(ppb)の対数値の平均を表す。また、偏差に関する基準は10s 2.3であり、sは閾値(ppb)の対数値の標準偏差を表す。試料の測定は一回の測定について3回の閾値を測定し、1回目のデータを廃棄し、2、3回目のデータを用いてパネルの閾値を算出している。

### 4.2 三点比較式臭袋法

三点比較式臭袋法は嗅覚を用いる方法で、平成7年に測定方法が環境庁(現・環境省)より告示された<sup>22)</sup>。三点比較式臭袋法では、3個のにおい袋を用意し、うち2個に無臭の空気を入れ、1個に希釈した臭気を入れてパネルが嗅ぎ、においの有無を判定する方法である。測定臭気は順に3倍ずつ希釈する下降法を用いている。パネル選定は、表4に示した5種類の基準臭について、5本のにおい紙のうち、2本に基準臭液で付臭し、残り3本には無臭の流動パラフィンを浸したものを

被験者が嗅ぎ、2本とも判別した者を合格とする(図3)。試料の測定は6名のパネルのうち、上下カットを行った残り4名の算術平均で行う。

#### 4.3 動的オルファクトメータと三点比較式臭袋法の違い

両者とも人の嗅覚を用いる点は同じであるが、パネル選定試験や測定方法が異なる。これまでの調査<sup>23, 24)</sup>では、両者の測定結果は概ね一定するが、繰り返し測定の結果では欧州規格法による測定結果は日本の告示法に比べ、臭気指数で1~2程度低くなり、ばらつきの程度は標準偏差で1/2程度となる傾向が見られた。これらの原因として、臭気濃度の提示方法の上昇法と下降法の違い、希釈倍数の2倍系列と3倍系列の違い、またパネルに提示する袋ないし嗅ぎ口の数である2点比較と3点比較の違いが考えられると報告されている。

### 5. ISO/CD 16000-28の試験法による建材臭の評価方法

ヨーロッパを中心に提案され、現在議論中であるISO 16000-28 (Determination of odour emissions from building products using test chamber) 試験法はチャンバーを用いた放散試験EN ISO 16000-9 (Indoor air- Determination of volatile organic compounds- Part 9 : Test chamber method) をもとにし、パネル選定試験で合格した人の嗅覚を用いて放散試験により放散された建材由来の臭気の評価する試験方法である。評価尺度としては、容認率と知覚強度を用いる。

**パネル選定 [ panel selection ] :** パネル選定試験の際に用いられる評価法としては、Sniffin' Sticks testと前述したオルファクトメータ法がある。Sniffin' Sticks testは、ドイツで開発され、嗅覚検査用として幅広く使用されている法であり、においを詰めたフェルトペン型のスティックを用いる(図4)。その方法は、各パネルに対してにおい同定検査 (Odor identification)、におい職別検査 (Odor discrimination)、n-ブタノールに対する閾値検査 (Odor threshold for butanol) の三つの検査を順に行い、各検査で取った点数を求めた上、正常な嗅覚を持つパネルを選定する。オルファクトメータ法は、前述した動的オルファクトメータ法で利用されているパネル選定方法と同様である。

**容認率 [ acceptability ] :** 前述した非容認率と同じで、順応していない人の中で、その臭気を嗅ぎ、受け入れるか若しくは受け入れないかを確認することで臭気の評価する尺度である。

**知覚強度 [ perceived intensity ] :** 知覚強度は、対象臭気を



図4 Sniffin' Sticks test用フェルトペン型のスティック

表5 バックグラウンド臭気レベル

	容認率	知覚強度
チャンバー、ディフューザー サンプリングバック	0.8	2~3
実験場所	0.5~0.6	3~4

嗅ぎ、その臭気強度が参考物質(例:アセトン)においてどの臭気強度レベルであるかを確認することで臭気の評価する尺度である。知覚強度を表す単位としてpiが用いられる。知覚強度を用いた評価の前に、アセトンの閾値濃度である20 mg/m<sup>3</sup>を0piとし、段階的に濃度を高めながら15pi (320mg acetone/m<sup>3</sup>airに相当)までの濃度別アセトンサンプルを用意し、5日間、パネルがそれらの濃度の区別ができるように訓練させる必要がある。

#### 5.1 器具

試験を行う際に必要な器具としては、主としてテストチャンバー、清浄空気供給および混合装置、湿度制御装置、温度・湿度モニタリング装置、速度モニタリング装置、量制御装置、チャンバーおよびディフューザー洗浄用の中性洗剤、臭気サンプリング関連器具、臭気評価関連器具などが挙げられる。チャンバーおよび臭気のサンプリング部分は、不活性が高く、におい物質の吸着しにくいステンレスまたはガラスで作られたものを使用することが望ましい。なお、チャンバーのシール材、ファンなどの混合装置は、低放散性および低吸着性のもので、バックグラウンド臭気レベルへの影響が小さいものとする。チャンバーのバックグラウンドの臭気レベルは表5の基準に従う。さらに、チャンバー内は制御されていない外気の影響を受けないように気密状態とする。したがって、チャンバー内は大気圧よりも少し高い気圧で制御することが望ましい。

チャンバーの気密性は、定期的に圧力降下測定または入口および出口流量の同時比較測定によって確認することが求められる。なお、チャンバーは換気量を連続的に一定の数値に制御することが可能な装置(電子式流量制御装置)を備えて

いるものとする。

試験場所は、換気が十分に行われている場所であり、そのバックグラウンド臭気レベルは表5の基準に従う。

## 5.2 放散試験条件

基本的な試験条件は主にEN ISO 16000-9に従う。ヨーロッパで使用される建材を対象とし、放散試験を行う場合にはEN ISO 554(Standard atmospheres for conditioning and/or testing- Specifications)にしたがって、チャンパー内の温度は $23 \pm 2.0$  , 相対湿度は $50 \pm 5\%$ となるように制御する。供給清浄空気に対する臭気レベルはチャンパーのバックグラウンド臭気レベルより低い必要がある。試験建材材料表面を流れる雰囲気空気の風速は概ね $0.1 \sim 0.3\text{m/s}$ 程度が望ましい。換気回数は $0.5\text{回/h}$ を標準とする。

なお、放散試験条件を設定する際のパラメータとして建材から放散する臭気物質の濃度に影響を与える単位面積当たりの換気量は、実際の建物における建材の設置面積によって決定する(表6参考)。試験片の準備はEN ISO 16000-11(Indoor air- Determination of the emission of volatile organic compounds- Part 11: Procedure for sampling, storage of samples and preparation of test specimens)に従う。なお、試験前には、チャンパーおよび試験器具などをアルカリ洗剤と純水を用いて2回洗浄する必要がある。或いは、加熱処理も可能である。

## 5.3 放散試験方法

試験を行う前に、バックグラウンド臭気レベルを確認し、放散試験に影響を及ぼさない程度の低さであることを確認する。試験片はチャンパーの中央部に置き、空気が試験片の放散面上を均一に流れるようにする。放散試験開始から3日経過後に嗅覚評価試験を行う。

## 5.4 臭気評価試験条件

試験前に、前述したパネル選定方法に従ってパネルを選ぶ。パネル数は、容認率評価試験の場合15人以上、知覚強度評価試験では8人(アセトンサンプルによる訓練も含む)以上が適切である。

放散試験により発生された建材臭をパネルに提示する方法としては、直接方法として、ディフューザーを用いた方法、若しくはマスクを用いた方法があり、間接方法としては、ポリフッ化ビニル(PVF)フィルムで作られたおおよそ300Lのテドラーバッグを用いる方法がある(図5)。

ディフューザーとマスクはステンレスまたはガラスで作られたものを使用する。ディフューザーから排出される風量は、 $0.6 \sim 1\text{L/s}$ 程度であるのが望ましい。その風量を $0.6 \sim 1\text{L/s}$ 程

表6 単位面積当たりの換気量(例:ドイツ基準)

材料名(面積)	試料負荷率 [ $\text{m}^3/\text{m}^2$ ]	単位面積当たり 換気量 [ $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ]
床と天井( $7\text{m}^2$ )	0.42	1.3
壁( $24\text{m}^2$ )	1.41	0.4
シーラント( $0.2\text{m}^2$ )	0.012	44
窓枠( $0.2\text{m}^2$ )	0.012	44
扉( $2\text{m}^2$ )	0.12	4.2

対象部屋における換気回数は $0.5\text{回/h}$   
対象部屋の体積は $17.4\text{m}^3$   
a) Danish Standard INF 90  
b) Nordtest 1990



(a) ディフューザー (b) マスク (c) テドラーバッグ

図5 臭気提示方法

度で保つことが出来ない場合にはマスクを用いる。マスクの体積は $1.5\text{L}$ 以上である必要がある。また、テドラーバッグは嗅覚試験を行う部屋の雰囲気臭気レベルが基準に合わない場合と、放散試験用チャンパーの出口風量が少ない場合に使用できる。使用前には洗浄のため、12時間、 $80$  の空気を流しながら加熱処理を行う必要がある。

臭気評価試験を行う実験室内の温度は $26$  を超えないように調節する。その際、温度変動は $3$  以下になることが望ましい。

## 5.5 臭気評価試験方法

容認率評価: 容認率評価を行う前に、各パネルにより実験場所のバックグラウンド臭気レベルが受け入れられるか若しくは受け入れないかが評価される。その結果が表5の基準を満たしている場合に限り、パネルは2回に渡って(実行間5分以上休憩)チャンパーからの空気を嗅いで容認性を評価し、その結果を図6の左側に示した棒にマークを付けて表示する(最初は棒の左側、次は棒の右側)。容認率評価の結果は図6の右側に示したようにマークの位置から算出する。

知覚強度評価: 相対比較ができるように訓練された8人以上のパネルを用いて評価を行う。

## 6. 日本における建材臭評価方法について

現在，日本国内では建材臭評価のための標準試験方法が定められておらず，日本建築学会で定められた室内の臭気に関する管理基準書にて表7に示す5つ(木材(2種類)，合板，畳，コンクリート)の建材に対する臭気濃度および臭気強度の基準値(暫定値)があげられているのみである。その基準値は，竹村ら<sup>25)</sup>の実験結果により定められたものである。

実験は，気密なチャンパーに試料を入れ，チャンパー内が十分臭気で満たされた1時間後に，ポンプを用いて試料臭気をサンプリングバックに捕集した(図7)。5種類の建材についてそれぞれ1，3，10，30，100倍の5段階(ベイチは300倍も含めた6段階)の濃度に希釈した計26条件のにおい袋を，T&Tオルファクトメータ検査に合格した10名のパネルに順不同に提示し，主観評価(臭気強度と容認性)を評価した。これを採取日の異なる試料臭気を用いて3回行った。ここで，容認性については，そのにおいのする室内に長時間の在室を想定させた上で容認の可否を回答させた。また，主観評価実験に続き，嗅覚疲労が十分回復できると思われる15分経過後に，試験臭気の臭気濃度を求めるために三点比較式臭袋法試験を3回の試料臭気について行った。

図8と9に，木材(代表的な針葉樹および広葉樹としてベイチ，ナラ)，合板(表面材：オーク，中心材：マツ，仕上：アクリルUV塗緞，ホルムアルデヒド放散量の公的規格：旧JAS Fc0相当)，畳(畳表)，コンクリート(雨天時を想定して150ccの水を含ませたもの)について行った臭気評価の結果を示す。この結果より，許容限度である非容認率20%における臭気濃度および臭気強度を基準値としている。臭気強度評価の尺度としては，6段階尺度が用いられた。しかしながら，この研究の結果のみではデータ数が不十分であると考えられるため，現在の日本建築学会で定められた室内の臭気に関する管理基準書基準値は暫定値となっている。図10は，日本の6段階臭気強度表示法における各臭気強度に相当するアセトン濃度を示した上で，そのアセトン濃度別にpi値を表示したものである。これによると，ISOの建材臭評価試験法の評価尺度である知覚強度の評価範囲，つまり0～15 piの範囲は，およそ1～2程度の臭気強度であることが分かる。一方，日本建築学会の臭気基準における対象建材として挙げられた5つの建材のうち，畳以外の建材から発するにおいの臭気強度はISO試験法の評価範囲から大きく外れていることが分かる。今後，これに対する原因分析を行うと同時に，ISOの建材臭

表7 建材臭に対する臭気レベル基準値(暫定値)

建材名	臭気濃度	臭気強度
木材(ベイチ)	60	3.8
木材(ナラ)	80	3.3
合板	100	4.3
畳	・	1.5
コンクリート	10	3.1

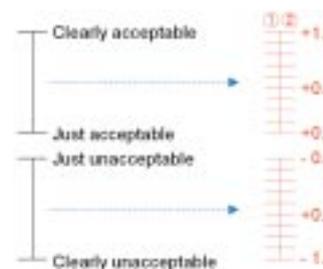


図6 アンケート様式(容認性評価用)

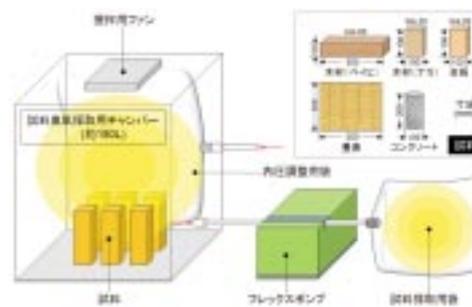


図7 建材臭発生および捕集方法

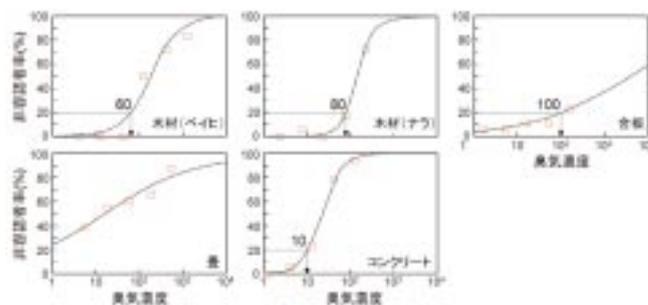


図8 臭気濃度と容認性の関係

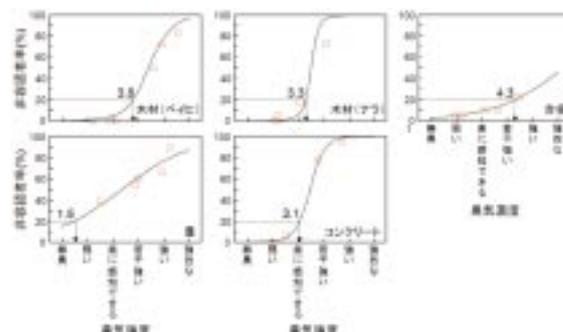


図9 臭気強度と容認性の関係

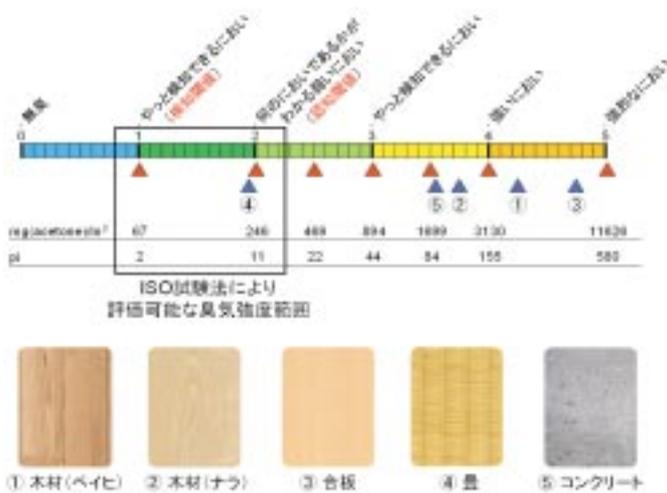


図10 臭気強度と知覚強度の比較

評価試験法をもとに日本の実情に合わせた建材臭評価に対する標準試験法の確立が必要であると考えます。

【参考文献】

- 1) 石川 哲, シックハウス症候群の病態解明: 診断治療方法に関する研究, 厚生労働科学研究費助成金 健康科学総合研究事業, 2002
- 2) 社団法人日本建築学会: シックハウスを防ぐ最終知識 - 健康な住まいづくりのために -, 2005. 3
- 3) 財団法人建材試験センター(建材からのVOC放散速度基準化研究会): 建材からのVOC放散基準, 2008.4
- 4) 岩下 剛, 仲川 純子, 玉木 元太郎: 体臭による知覚空気汚染に関する研究(その1) 生体発散物質のVOCによる表現に関する試験研究, 日本建築学会環境系論文集 74(641), pp797-802, 2009.7
- 5) 千野 聡子, 加藤 信介, 徐 長厚, 安宅 勇二: 建材由来の化学物質が知覚空気質に与える影響 - におい嗅ぎGCによる建材由来のにおい物質の評価 -, 日本建築学会学術講演梗概集, pp839-840, 2008.9
- 6) 岩下 剛: 知覚空気質の評価法に関する研究(その2) 在室者を用いた知覚空気質評価, 日本建築学会学術講演梗概集, pp97-98, 2007.8
- 7) G.Tamás, C.J.Weschler, J.Toftum, and P.O.Fanger: Influence of ozone-limonene reactions on perceived air quality, Indoor Air Volume 16 Issue 3, pp168-178, 2006.2
- 8) P.Wargocki, D.P.Wyon, Y.K.Baik, G.Clausen, and P.O.Fanger: Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome(SBS) Symptoms and Productivity in an Office with Two Different Pollution Loads, Indoor Air, Volume 9 Issue 3, pp165-179, 2004.4
- 9) 岩橋 尊敬嗣: 消臭剤・脱臭剤・芳香剤についての概論, 第21回におい・かおり環境学会, 2008. 5
- 10) 環境省環境管理局大気生活環境室: 嗅覚測定法マニュアル, (社)におい・かおり環境協会, 2005.10
- 11) 日本建築学会環境基準AIJES-A003-2005: 室内の臭気に関する対策・維持管理基準・同解説, 2005
- 12) 光田 恵ほか: 住環境における快適性因子としてのにおい事象について(第5報), 臭気学会(現・におい・かおり環境), pp22-23, 1992

- 13) 岡田 誠之: 住居環境の快適性と臭気, 環境技術 21(8), pp27-31, 1992
- 14) 川崎通昭: 堀内哲嗣郎, 改訂 嗅覚とにおい物質, (社)におい・かおり環境協会, 2005.5
- 15) Doty R.L.: A review of olfactory dysfunctions in man, Ann. J. Otolaryngol. 1, pp57-79, 1979
- 16) Doty R.L.: Psychophysical measurement of human odor perception - The human sense of smell, Springer-Verlage New-York. 1991
- 17) 鶴田 治樹: 光学異性体のにおい - 情報伝達物質としてのにおい -, The Chemical Society of Japan 39(1), pp21-25 1991.10
- 18) 末田 香里: 月経周期における嗅覚感受性の変化, 名古屋女子大学紀要 49, pp125-130, 2003
- 19) 岩崎 好陽: 新訂 臭気の嗅覚測定法 - 三点比較式臭袋法測定マニュアル - におい・かおり環境学会, 2005.4
- 20) P.O. Fanger: Introduction of the olf and the decipol Units to Quantify Air Pollution Perceived by Humans Indoors and Outdoors, Energy and Building 12, pp1-6, 1988
- 21) Committee for European Normalization(CEN) EN13725: Air Quality - Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry, Brussels, Belgium, 2003
- 22) 環境省告示第63号: 臭気指数及び臭気排出強度の算定方法
- 23) 辰市 祐久, 岩崎 好陽: 三点比較式臭袋法とオルファクトメーター法の比較, 東京都環境科学研究所年報, pp201-205, 2001.
- 24) 辰市 祐久, 樋口 雅人, 上野 広行, 岩崎 好陽: 嗅覚測定における欧州規格法と告示法の比較, 東京都環境科学研究所年報, pp80-84, 2004.
- 25) 竹村 明久, 山中 俊夫, 甲谷 寿史: 建築材料から発生するにおいの心理評価(その2) 木材, 畳, コンクリートのにおいに関する検討, 日本建築学会学術講演梗概集, pp951-952, 20

プロフィール

金 鐘訓 (きむ・じゅんぶん)

東京大学大学院工学系研究科 / 建築学専攻(博士課程)

専門分野: 建築環境工学(空気環境)

最近の研究テーマ:

- ・パイオセンサーによる室内空気質測定に関する研究
- ・標準化にむけた室内臭気評価法に関する技術開発

加藤 信介 (かとう・しんすけ)

東京大学生産技術研究所 / 人間社会部門(教授)

専門分野: 都市・建築環境調整工学(空気環境)

最近の研究テーマ:

- ・室内空気・温熱環境場シミュレーションと制御に関する研究
- ・火災時の建物内煙流動に関する研究、環境感性に関する研究

# 3次元振動台実験による実大木造住宅の耐震性の検討

上山 耕平

## 1. 背景と概要

1995年の阪神・淡路大震災時に多くの木造住宅が被害を受け、木造住宅の耐震性が大きく問題視され、実大木造住宅の耐震性を検証するための振動試験が注目されるようになった。しかし、その当時は3方向加振の性能を有する振動試験装置を保有する所が少なかったこと、振動試験料金がかなり高額であったこと、及び振動試験の報告書も詳細な内容になっていなかったこと等の状況であった。構造グループにも、各種のハウスメーカーや工務店の方々から3方向加振による実大木造住宅の振動試験に関する多数の問い合わせをいただき、これらのご要望に何とか対応できるよう、各方面から対策を検討した。その結果、3方向の振動試験装置、振動試験を実施するときの体制等にメドが立ち、振動試験に関する委員会を設置して強力的に試験を進めることとなった。

## 2. 実施体制

平成16年に、学識経験者、参加企業、当センターから成る『木質構造建築物の振動試験研究会』(委員長：坂本功東京大学名誉教授)を設置して実大木造住宅の3次元振動台を使用した振動実験を実施してきた。

今回は、平成16年から19年までに同研究会で進められた振動実験の状況を中間的にまとめたものを報告する。

平成16年から19年までに振動実験を実施した試験体は計19棟である。それらの建物の工法は木造軸組構法、枠組壁工法、丸太組構法などで、建物階数は2～3階である。本報告では、それらのうち、日本における代表的な構法である木造軸組構法2階建ての試験体、計14棟を対象とした実験の概要を報告する。

## 3. 実験概要

### 3.1 試験体

試験体の概要を表1に示す。平面形状は7.28×7.28又は8.00×8.00m、柱間隔は910又は1000mm、柱断面は105×105～135×135mm、屋根は重い屋根に該当する瓦葺きまたは軽い屋根に該当するスレート葺きとなっている。外装材の有無については、無し8棟、有り6棟で内部間仕切及び内装にはせっこうボードを用いた。なお、外装仕上げを施していない試験体については、本来の重量から不足した重量を、おもりにより補っている。

耐力壁の構造は、構造用合板や筋かいなどの一般的なものから、各社のオリジナルの仕様を用いるなど様々だが、いずれの耐力壁も壁倍率などの構造性能が確認されている。

1階壁量の充足率は基準法に対し、1.07～5.43、平均で2.2程度、品確法に対しては、試験体により等級の差があるが、0.97～2.03、平均で1.4程度である。1階の偏心率は、基準法では0.00～0.25、品確法では0.02～0.20、平均は基準法・品確法いずれも0.1程度である。

### 3.2 床面積当りの存在壁量

図1及び図2に各階の床面積当りの存在壁量を、図3に延べ床面積当りの存在壁量を示す。本報告では、比較用に行った標準的な仕様による試験体(標準試験体)の振動台での設置方向に統一するために、標準試験体のバルコニー直交方向をX方向、平行方向をY方向とした。また、以降の図では、H16年からH18年にかけて実施した標準試験体(H16年 - 赤印、H17年 - 青印、H18 - 黒印・VOI.44.2008.9で報告済み)を色分けして示した。

各階の床面積あたりの存在壁量をみると、基準法上の

表1 振動試験用試験体の概要

項目	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	
建物階数	2階建て - 4棟	2階建て - 4棟	2階建て - 5棟	2階建て - 1棟	
1階の床面の大きさ (m)	7.28 × 7.28 ~ 8.00 × 8.00	7.28 × 7.28 ~ 8.00 × 8.00	7.28 × 7.28 ~ 8.00 × 8.00	7.28 × 7.28	
2階の床面の大きさ (m)	6.00 × 7.00 ~ 7.28 × 7.28	7.28 × 7.28 ~ 8.00 × 8.00	7.28 × 7.28 ~ 8.00 × 8.00	7.28 × 7.28	
屋根の形状	切り妻 - 3棟、寄せ棟 - 1棟	切り妻 - 4棟	切り妻 - 4棟、寄せ棟 - 1棟	片流れ - 1棟	
屋根の構造	瓦葺き - 3棟、スレート葺き - 1棟	瓦葺き - 2棟、スレート葺き - 2棟	瓦葺き - 3棟、スレート葺き - 2棟	スレート葺き - 1棟	
屋根勾配	5寸勾配 ~ 5.5寸勾配	5寸勾配	4.5寸勾配 ~ 5寸勾配	6寸勾配	
耐力壁の構造 (tは厚さmm、 ( )内は倍率)	1階	構造用合板 t=7.5(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 枠付用構造合板 t=12(5.0、3.7、2.5)	構造用合板 t=9.0(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 木質接着複合パネル t=9.0 (5.0) 枠付き構造用合板パネル t=9.0(2.5)	構造用合板 t=9.0(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 鋼板パネル t=1.2(5.3) MDFt=7(3.6)	筋かみ 145 × 90(2.0) VSボード t=9.0(2.5)
	2階	構造用合板 t=7.5(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 枠付用構造合板 t=12(2.5)	構造用合板 t=9.0(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 木質接着複合パネル t=9.0 (5.0) 枠付き構造用合板パネル t=9.0(2.5)	構造用合板 t=9.0(2.5) 筋かみ 145 × 90(2.0) 鋼板パネル t=1.2(3) MDFt=7(3.6)	筋かみ 145 × 90(2.0) VSボード t=9.0(2.5)
外装材の有無と種類	無し - 2棟、有り - 2棟(サイディング等)	無し - 3棟、有り - 1棟(サイディング等)	無し - 3棟、有り - 2棟(サイディング等)	有り - 1棟サイディング	
内装材の有無と種類	有り - 4棟(せっこうボードt=12.5)	有り - 4棟(せっこうボードt=12.5)	有り - 5棟(せっこうボードt=12.5)	有り - 1棟せっこうボードt=12.5	
柱間隔 (mm)	910 ~ 1000	910 ~ 1000	910 ~ 1000	910	
柱、土台の断面 (mm)	105 × 105 ~ 120 × 120	105 × 105 ~ 120 × 120	105 × 105 ~ 120 × 120	120 × 120 ~ 135 × 135	
梁の断面 (mm)	105 × (105 ~ 210) ~ 120 × (150 ~ 300)	105 × (105 ~ 210) ~ 120 × 240	105 × (105 ~ 210) ~ 120 × 240	120 × (120 ~ 210) ~ 120 × (120 ~ 450)	
基準法 - 1階存在壁量 (m)	X:18.66 ~ 82.50, Y:19.11 ~ 107.50	X:18.66 ~ 50.00, Y:19.11 ~ 40.95	X:22.50 ~ 43.80, Y:27.50 ~ 49.60	X:30.08, Y:32.31	
基準法 - 2階存在壁量 (m)	X:16.84 ~ 34.50, Y:16.84 ~ 56.00	X:16.84 ~ 50.00, Y:16.84 ~ 27.50	X:22.50 ~ 39.60, Y:22.50 ~ 30.03	X:26.62, Y:29.12	
基準法 - 1階の偏心率	X:0.001 ~ 0.169, Y:0.078 ~ 0.200	X:0.007 ~ 0.150, Y:0.100 ~ 0.192	X:0.020 ~ 0.050, Y:0.050 ~ 0.250	X:0.110, Y:0.060	
基準法 - 2階の偏心率	X:0.023 ~ 0.140, Y:0.042 ~ 0.140	X:0.004 ~ 0.140, Y:0.107 ~ 0.168	X:0.050 ~ 0.080, Y:0.010 ~ 0.090	X:0.040, Y:0.020	
品確法 - 1階存在壁量 (m)	X:25.84 ~ 82.50, Y:25.16 ~ 107.50	X:26.98 ~ 58.10, Y:30.41 ~ 47.83	X:26.59 ~ 64.99, Y:30.60 ~ 69.24	X:44.05, Y:41.76	
品確法 - 2階存在壁量 (m)	X:22.81 ~ 41.61, Y:22.84 ~ 36.01	X:22.81 ~ 53.60, Y:22.00 ~ 33.47	X:33.33 ~ 72.41, Y:30.83 ~ 43.69	X:44.89, Y:37.31	
品確法 - 1階の偏心率	X:0.020 ~ 0.150, Y:0.067 ~ 0.190	X:0.018 ~ 0.130, Y:0.129 ~ 0.201	X:0.023 ~ 0.040, Y:0.070 ~ 0.200	-	
品確法 - 2階の偏心率	X:0.023 ~ 0.150, Y:0.042 ~ 0.150	X:0.034 ~ 0.150, Y:0.066 ~ 0.171	X:0.030 ~ 0.060, Y:0.020 ~ 0.100	-	

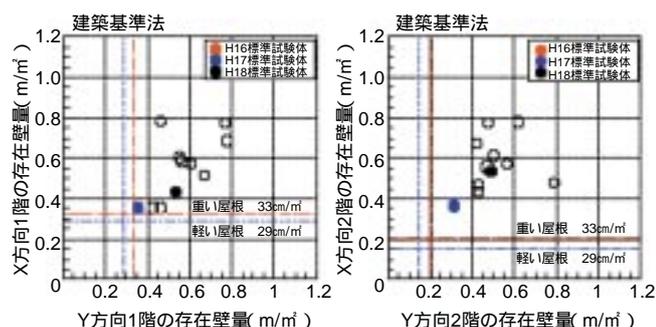


図1 各階床面積当りの存在壁量(基準法)

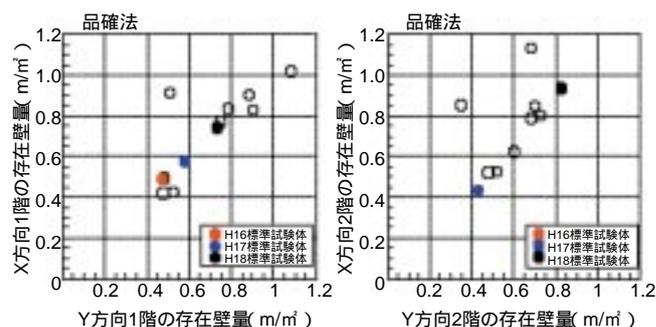


図2 各階床面積当りの存在壁量(品確法)

壁量分布は、耐力壁にカウントできない壁があるので分散しているが、品確法の準耐力壁を含め建物内に存在する壁をカウントすると、その分布は直線的な傾向を示し、X方向、Y方向ともにバランス良く配置されていること

がわかる。延べ床面積当りの存在壁量でも、総2階建ての建物が多かったため、同様の傾向だった。振動台が正方形であること、試験体の形状も正方形が多かったこと、比較した標準試験体が田の字形であることを含めて平

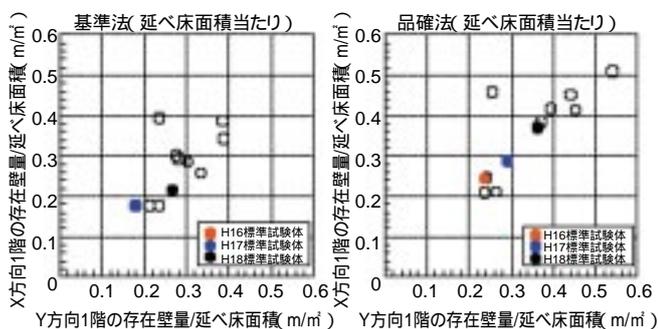


図3 延べ床面積当りの存在壁量

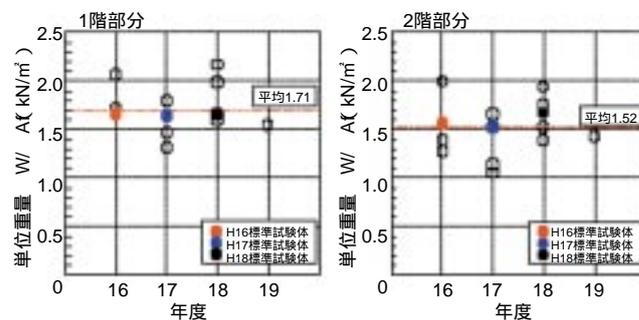


図4 単位重量

面プランが似た試験体が多かったためと考えられる。

### 3.3 建物の単位重量

図4に試験体の重量を床面積で除した単位重量を示す。

1階は1.31 ~ 2.17kN/m<sup>2</sup>，平均1.71kN/m<sup>2</sup>，2階は1.05 ~ 1.99kN/m<sup>2</sup>，平均1.52kN/m<sup>2</sup>であった。

### 3.4 建物重量当りの壁量

図5に建物重量当りの壁量を示す。今回対象とした試験体を共通の指標で検討することを試みたもので、各階の壁量を各階の質点重量で除した質点重量当りの壁量(L/W)を調べた。1階部分についてみると、基準法では0.09 ~ 0.49m/kN，平均0.18m/kN，品確法では0.12 ~ 0.35m/kN，平均0.22m/kNであった。X方向とY方向の比をみると、基準法では0.75 ~ 1.96m/kN，平均で1.03m/kNとなり、品確法では、0.77 ~ 1.79m/kN，平均で1.02m/kNだった。

### 3.5 加振波

入力する地震波には、基本的な性能を同一の条件で比較するために、中程度の地震として日本建築センター波レベル1(BCJ波レベル1)の1/3縮小波と大地震を想定した神戸海洋気象台波100%(JMAKOBE波100%)を選定し、概ねすべての試験体に入力した。また、これらの地震波の前後には、試験体の特性を把握するのに必要な固有振動数などを求めるための加振として、ステップ波や

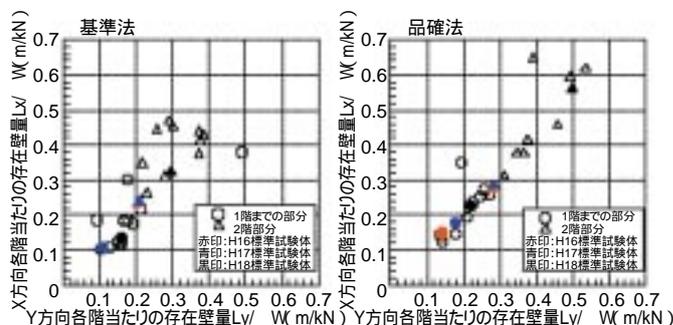


図5 建物重量当りの壁量

ランダム波を入力した。

## 4. 実験結果の概要

振動試験を実施した試験体の結果について検討し、特に全試験体に加振したJMA KOBE 波100%の状況を中心に、その概要を述べる。

### 4.1 損傷状況

2階建ての試験体14体における主な加振を対象として試験体の損傷状況をみた。

- (1)BCJ1/3縮小波(1方向加振で中地震レベル相当)  
試験体のX及びY方向で、損傷は認められなかった。
- (2)JMA KOBE 波100%(3方向加振で大地震レベル相当)  
計14試験体では、倒壊したもの1体、やや大きな損傷を受けたもの6体、損傷が軽微だったもの7体であった。

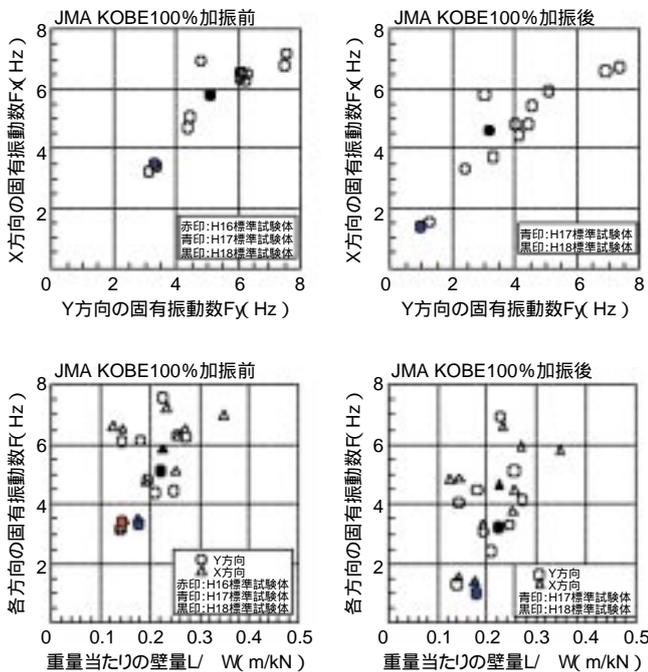


図6 固有振動数

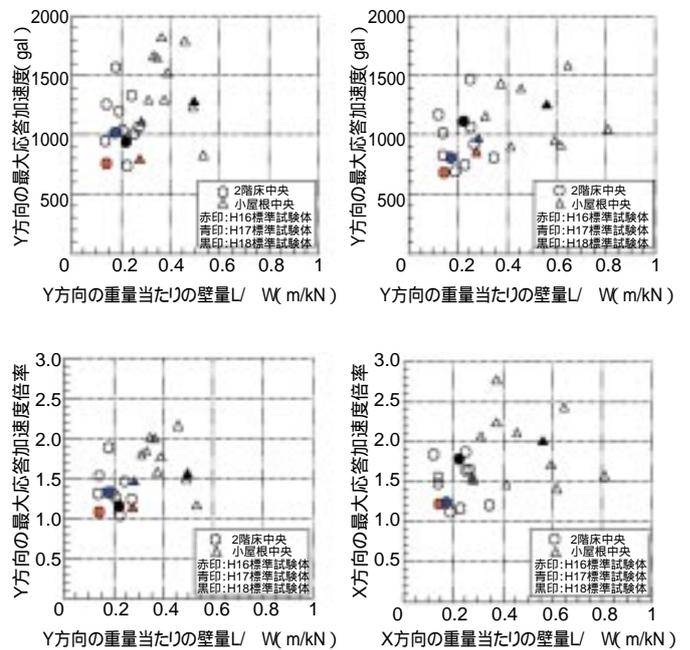


図7 最大応答加速度及び応答倍率

損傷が軽微だったものは、建築基準法による必要壁量の約2倍以上が配置され、かつ重量当たりの壁量(壁量は品確法上の存在壁量)  $L/W$  は、X及びY方向とも0.23 (m/kN)以上になっていた。耐力壁の構造やX、Y方向の壁配置にもよるが、壁量が2倍以上、 $L/W$  が0.23以上の場合、損傷が軽微であることが確認された。

#### 4.2 固有振動数

加振前と加振後の固有振動数の変化を重量当たりの壁量  $L/W$  との関係も含め図6に示した。

固有振動数は、加振前ではX方向が3.2～7.2Hz、Y方向が3.1～7.5Hzとともに3.1Hz以上であったが、加振後ではX方向が1.4～6.7Hz、Y方向が1.0～7.4Hzになり、加振前の約0.5～1.0倍で試験体の損傷状況により全体的に減少する傾向を示した。

固有振動数と  $L/W$  の関係では、加振後においてX方向よりもY方向での固有振動数の減少がより顕著にみられるが、これは試験体のY方向に大きな掃き出し開口部が設けられ、これによって試験体の損傷がX方向よりも

大きくなっていることの影響と考えられる。

#### 4.3 最大応答加速度及び応答加速度倍率

試験体2階床中央及び小屋裏中央で測定された最大応答加速度と応答加速度倍率を、試験体各方向の  $L/W$  で検討したものを図7に示す。

検討を行った地震波は、JMA KOBE 波の100% (試験体のY方向 - 818gal(NS方向)、X方向 - 617gal(EW方向)、Z方向 - 332gal(UD方向))を目標に入力したものであり、最大応答加速度はY方向2階中央が約750～1600gal、小屋裏中央が約820～1800gal、X方向2階中央が約680～1500gal、小屋裏中央が約850～1600galであった。

応答加速度倍率は、Y方向2階中央が約1.0～1.9、小屋裏中央が約1.1～2.2、X方向2階中央が約1.1～1.9、小屋裏中央が約1.5～2.8となり、Y方向2階中央及び小屋裏中央では、 $L/W$  が約0.14から0.27へと大きくなるに従って応答加速度倍率が減少する傾向を示した。しかし、X方向では  $L/W$  との関係で明確な傾向はみられなかった。

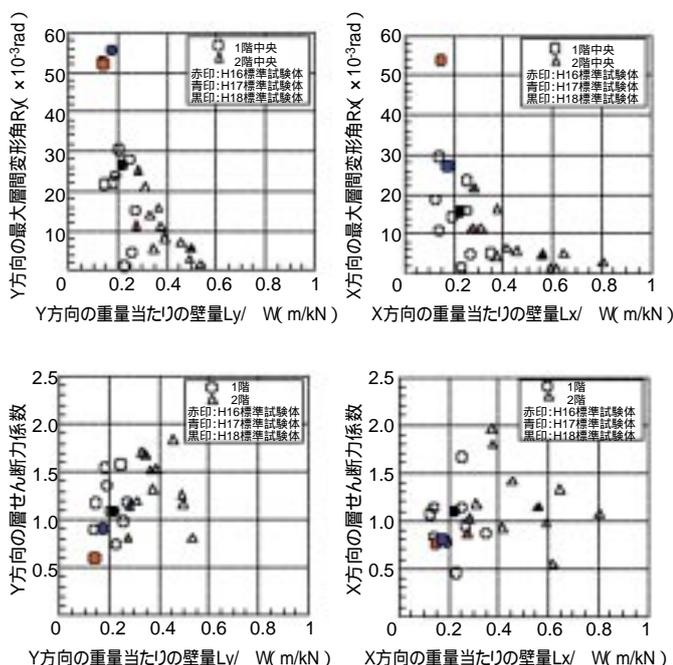


図8 最大層間変形角及び層せん断力係数

#### 4.4 最大層間変形角及び層せん断力係数

各方向及び各階の最大層間変形角，層せん断力係数と  $L/W$  の関係を図8に示す。

最大層間変形角は，一部の試験体を除くと各方向とも約  $1/30\text{rad}$  以内になっていた。ここでY方向2階では， $L/W$  の値が大きくなるに従って最大層間変形角が小さくなる傾向を示したが，1階では  $L/W$  との関係が明確でなく，検討試験体の半数が約  $1/50 \sim 1/30\text{rad}$  に達していた。X方向は，1，2階とも最大層間変形角が約  $1/30\text{rad}$  以下で比較的広範囲に達しているが，Y方向2階と同様に  $L/W$  のとの関係が認められた。

また，層せん断力係数は，Y方向1階で約  $0.6 \sim 1.6$ ，2階で約  $0.8 \sim 1.8$ ，X方向の1階で約  $0.5 \sim 1.7$ ，2階で約  $0.5 \sim 2.0$  であり，両方向とも概ね同様の傾向を示した。Y方向1階では，層せん断力係数はややばらついているものの  $L/W$  の値が大きくなるに従って大きくなる傾向が見られたが，X方向1階では  $L/W$  のとの関係が見られず，層せん断力係数の  $0.8 \sim 1.1$  の中に殆どの試験体が分布し

ていた。

## 5. まとめ

以上の検討結果をまとめると次のようになる。

試験体の壁量は，1階部分において，基準法による必要量の約  $1.1 \sim 5.4$  倍，品確法による必要量の約  $1.0 \sim 2.0$  倍であり，中でも等級2に分類されるものが多かった。建物の重量当たりの壁量  $L/W$  は，1階部分において基準法では  $0.09 \sim 0.49\text{m/kN}$ ，品確法では  $0.12 \sim 0.35\text{m/kN}$  であった。

固有振動数は，JMA KOBE 波100%加振後において特にY方向で開口部の影響により顕著な減少がみられた。

応答加速度倍率は，Y方向で  $L/W$  が約  $0.14$  から  $0.27$  へと大きくなるに従って応答加速度倍率が減少する傾向を示した。

最大層間変形角は，一部の試験体を除くと各方向とも約  $1/30\text{rad}$  以内に納まっていた。

層せん断力係数は，1階で約  $0.5 \sim 1.7$ ，2階で約  $0.5 \sim 2.0$  となり，X方向及びY方向とも比較的同じ様な傾向を示した。またY方向1階では， $L/W$  が大きくなると層せん断力係数も大きくなる傾向がみられた。

\* 執筆者

上山耕平(うやま・こうへい)

(財)建材試験センター中央試験所  
構造グループ 主任



# プラントにおける耐火被覆を施した 機器脚柱の載荷加熱試験

(受付第09A0296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。

(別図及び写真は掲載を省略)

試験名称	プラントにおける耐火被覆を施した機器脚柱の載荷加熱試験	
依頼者	日本インシュレーション株式会社	
試験体	<p>構造名：ガラス繊維混入けい酸カルシウム板(25mm)被覆機器脚柱</p> <p>商品名：ニュータイカライラック</p> <p>建築物の部分：-</p> <p>製作日：平成21年 6月 5日</p> <p>形状・寸法：別図-1及び別図-2に示す。</p> <p>密度：ガラス繊維混入けい酸カルシウム板 0.42g/cm<sup>3</sup>(105℃, 7日間乾燥)</p> <p>含水率：ガラス繊維混入けい酸カルシウム板 1.8質量%(105℃, 7日間乾燥)</p> <p>備考：(1)密度及び含水率は、依頼者から提出された試料から求めた。</p> <p>(2)ガラス繊維混入けい酸カルシウム板の組成(質量%)：けい酸カルシウム75、無機系添加剤20、無機繊維質5</p> <p>(3)試験体図及び構成材料は、依頼者の提出資料による。</p>	
試験方法	<p>(財)建材試験センターが定めた「防耐火性能試験・評価業務方法書」の耐火性能試験・評価方法に基づく耐火性能試験に準拠。</p> <p>要求耐火時間：120分</p> <p>試験荷重：3559N</p> <p>本試験の載荷荷重は、石油学会指針「JPI-7R-71-96 縦形容器用レグ」より算出した設計荷重3559Nとした。</p> <p>加熱温度測定位置：別図-4に示す。</p> <p>軸方向収縮変位測定位置：別図-4及び別図-5に示す。</p> <p>鋼材温度測定位置：別図-3に示す。</p>	
試験結果	試験年月日	平成21年 6月 9日
	試験体の大きさ mm	脚柱寸法：202×143×143×1374(3本)
	加熱面	4面
	加熱時間	120分(試験時間300分)
	加熱温度測定曲線	別図-6に示す。
	軸方向収縮変位測定曲線	別図-7に示す。
	試験体の高さ(h)	1171mm
	最大軸方向収縮量	0mm[規定値11.7mm]
	最大軸方向収縮速度	0mm/分[規定値3.5mm/分]
	<p>〔備考〕</p> <p>(1)表中の規定値は、業務方法書の判定項目に準拠した値である。</p> <p>(2)参考として鋼材温度を測定した。測定結果を別図-8～別図-10に示す。</p> <p>(3)試験体の試験前及び試験後の状況を写真-1～写真-4に示す。</p>	
試験期間	平成21年 6月 9日	
担当者	耐火グループ 統括リーダー 西本 俊郎 試験責任者 山下 平祐 試験実施者 白岩 昌幸、平沼 宏之、関口 利行、 斉藤 満、内川 恒知、塩崎 洋一、 志村 孝一	
試験場所	中央試験所	

## コメント・・・・・・・・・・

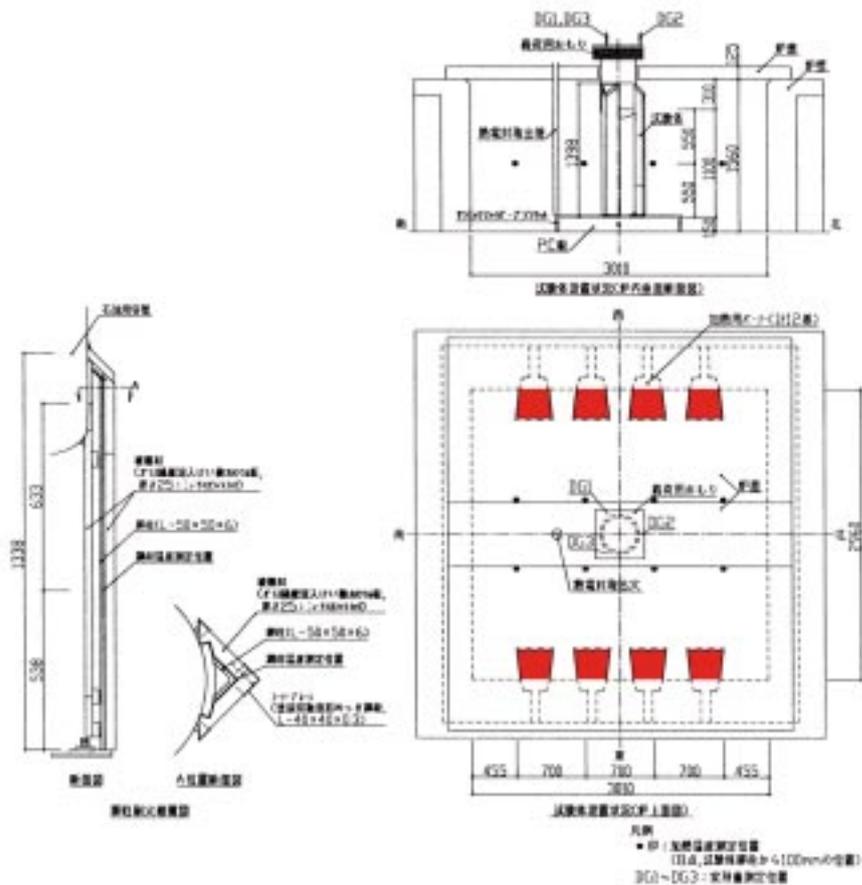
今回の試験報告では、「プラントにおける耐火被覆を施した機器脚柱(容器用レグ)の載荷加熱試験」について紹介する。

20世紀以降、エネルギー資源の中心が石油であることは世界中の多くの国でいえることであろう。勿論、日本においても発電所から各種化学工場まで多くの産業で「石油などの可燃性危険物等(以下、危険物等と記載する)」が使用されている。危険物等を日常的に使用する工場では、必然的に危険物等を貯蔵しておくための容器や容器を支持するための脚(レグ)が必要となる。石油・石油化学工業用装置については、(社)石油学会において指針が示されており(JPI規格)、容器用レグについても標準形状および標準寸法が規定されている(規格番号JPI-7R-71-96)。しかし、指針の前提として「容器及びレグの設計温度は、-10 ~ 350 までの範囲内とする。」と示されているため、火災時のような350 を超える状況におけるレグの挙動については検証が必要といえる。以上の背景から、日本インシュレーション(株)の依頼により試験を実施した。

試験体は、鋼製の脚柱にガラス繊維混入けい酸カルシウム板(厚さ25mm, ニュータイカライトラック)で被覆を施したものである。試験体のサイズは、実際の製品のサイズから最も小さいものを選んだ。鋼材体積が小さいと熱容量も小さくなり、耐火上不利になるためである。試験体の試験前の状況を写真a及び図aに示す。本試験を要約すると、「脚柱を“使用した状態”で“火災を想定した加熱”を行い“壊れないこと”を確認する試験」となる。

まず脚柱を“使用した状態”とは、容器に危険物等が貯蔵されている状態であり、危険物等の重量が脚柱に荷重としてかかっている状態である。容器に貯蔵出来る危険物等の最大重量は指針で定められており、試験はこの最大重量を載荷した状態で行った。なお、実際に危険物等を容器に入れ加熱することは危険であるため、試験では危険物等の最大重量と同じ重さになる金属製のおもりを用いて載荷した。

本試験では、“火災を想定した加熱”としてISO834に規定された標準加熱曲線に従い2時間の加熱を行い、加熱終了後は3時間の炉内放冷を行った。この標準加熱曲線とは、温度と時間の関



図a 試験体図(左：脚柱詳細図、右：試験体炉内設置図)



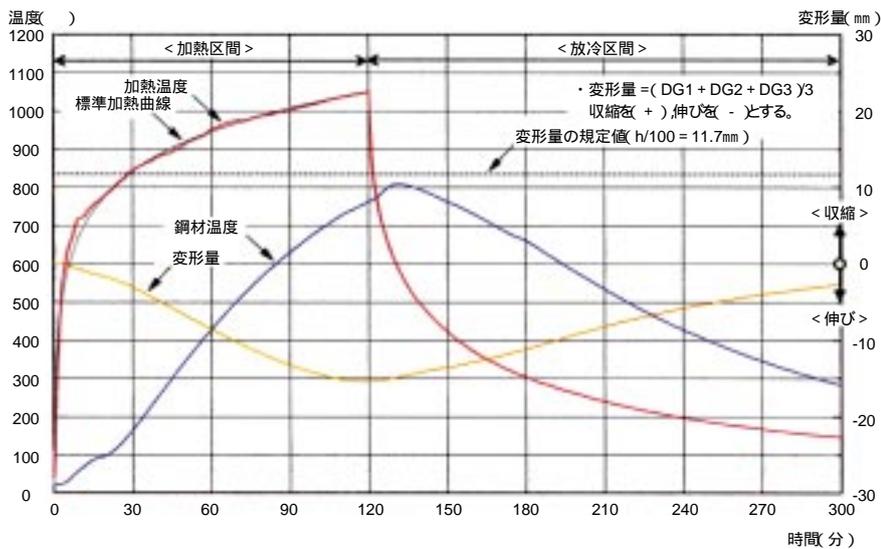
写真a 試験前の試験体の状況

係を数式(式1)で表したもので、耐火関係の実験で広く用いられており、建築基準法に基づく性能評価試験で採用されている。

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20 \quad (式1)$$

T = 加熱温度( ), t = 時間(分)

加熱開始直後は急勾配の曲線で、10分頃に700 に達し、次第に緩やかになる曲線となっている。室内で火災が起きた場合、緩やかな燃焼が続いた後にフラッシュオーバーと呼ばれる急激な温度上昇を伴う燃焼が発生し、室温が1000 程度に達すると



図b 試験結果



写真b 試験後の試験体の状況  
(上：試験終了直後、下：被覆材を取り除いた状況)

その後の温度変化は小さくなるが、この標準加熱曲線は通常建物内でのフラッシュオーバー以降の火災性状を想定している。本来は石油火災を想定した加熱曲線を選択すべきところであるが、危険物貯槽等の支持物に対する耐火性についての行政指導では現在、建築基準法の運用がなされいるとのことで、依頼者の要望に従い、標準加熱曲線での加熱とした。

ここまでが試験条件となり、残りの“脚柱が壊れないこと”が試験の判定項目となる。“壊れないこと”とは、具体的には試験中(炉内放冷時間を含む)に脚柱の軸方向収縮量と収縮速度(1分間あたりの変形量)が規定値を越えないことである。規定値は建築の柱部材の耐火試験に関する当センターの業務方法書で定められている値で、ISOの規定を参考にしている。

図bに試験結果を示す。試験中の脚柱の変形は、大きく「熱膨張による鋼材の伸び変形」と「載荷荷重による鋼材の収縮変形」に分けられる。鋼材温度が比較的低い間は、荷重よりも熱膨張による変形のほうが大きいため、鋼材は伸びる。しかし、鋼材温度が600以上になると、ヤング係数の低下が顕著になり、荷重による収縮変形が目立ってくる。加熱終了直前に変形が横這いになっているが、この時間帯は伸び変形と収縮変形の量がほぼ釣り合っている状態である。加熱終了後は、膨張していた鋼材が冷えるのに伴い元の状態に戻っていくため変形は収縮に転じる。判定項目の「軸方向収縮量」と「収縮速度」は、試験体の試験開始時の長さを原点とした正の値の収縮量のみをカウントするため、常に負の値で伸縮した今回の試験では変形量と変形速度の値は共に「0」とみなし、判定は合格である。試験体の試験後の状況を写真bに示す。被覆材は、熱による収縮の

ため目地部に若干の隙間が出来ていたが、ひび割れや欠損は特に見られなかった。また、中の脚柱には残留変形等は見られなかった。

今回は、「プラントにおける耐火被覆を施した機器脚柱の載荷加熱試験」を紹介した。この試験は、防耐火グループで普段行っている建築構造部材の試験ではなく、個別の物件に対応した比較的特殊な試験であった。しかし、載荷荷重を石油学会指針から引用した点を除いては、当センターの業務方法書に従い試験を行うことで対応した。近年の建築業界におけるコンプライアンス意識の高まりにより、建築主や確認検査機関が公的機関での試験データをこれまでよりも求めるようになってきているため、今後はこういった特殊な試験が増える可能性は大いにある。防耐火グループでは、今後も様々な試験に対して柔軟に対応していく所存であるので、お心当たりのある方は是非ご相談いただきたい。

(文責：中央試験所 防耐火グループ 山下平祐)

# 規範の座標系

Reference frame of Norm



公立大学法人北九州市立大学 教授  
松藤 泰典

空間における点の位置を示す数の組を座標という。座標を用いた理論構成の枠組みを座標系という。座標を使うとそれぞれの点の関係・性質などを調べることができる。

倫理は多様な規範の一つである。本稿では座標系を用いて、その多様な規範の整理を試みる。ただし、後付で座標系を構築する場合、座標軸は対象とする系の属性を抽出したものとなる。

## 規範

ある時代、ある地域の繁栄は、変化に懸命であった者達の、その時期、その地域での限定的な要素と環境が生み出した成功である。その者達は、繁栄を維持し、継続するために、秩序維持または統合に最も都合のよい規範の社会を持つ。伝統や流行、習俗といった慣習は、やがて文化を形成し、規範を補強する。規範は社会成員の行為を通して求められる価値の規準と、それを実現するために採られる行為に関する指示とを含み、行為の準拠枠として機能し、社会の統合・秩序を維持する。

## 強い規範軸

道徳は、法・宗教などとともに優れて規範的性格が強い。とくに、カント(I.Kant 1724~1804)によって定式

化された道徳には「命法」と「律」という比較的明確な属性がある。

「命法」には、「定言命法(Categorical Imperative)」と「仮言命法(hypothetical Imperative)」がある。この一組を縦軸とする。定言命法は、一切の前提無しに行わなければならない掟のようなものである。仮言命法は、“～の条件下では～を行わなければならない”という条件対応型である。

規範体系の根底に経済的合理性の要請があるとすれば、ステークホルダーの主張に対応した意思決定の選択性が仮言命法を支持していると理解される。

「律」には、「自律(Autonomy)」と「他律(Heteronomy)」がある。この一組を横軸とする。カントの定言命法による意思決定は、自分以外のものに服従しないという意味で「自律(Autonomy)」である。

技術者は、倫理問題について適切な情報と理性的な熟考を基にして、他から強制されない状態で独自に判断を下すこと、さらに自らの判断に基づいて行動することのできる能力を持たなければならない。

コールバーグ(L.Kohlberg 1927~1987)は、道徳の自律性が6つの段階を経て発達するとした。

行為の善悪は、罰せられるか褒められるかという行為の結果のみで判断する。

正しい行為とは、自己または自他相互の欲求や利益を満たすものである。

善い行為とは、他者を喜ばせるかまたは他者に善いと認められる行為である。

正しい行為とは、定められた規則を尊重し従うこと、既存の社会秩序を維持すること。

正しい行為とは、社会にある種々の価値観や見解を認めたくえで、社会的合意に従うこと。また、規則は変更可能なものとして理解する。

何が正しい行為かを倫理的原理に従って判断し、法を越えて行為することができる。

コールバーグの提起は、「自律」が経験を積み重ねれば獲得できないものであることを示して明快である。

## 弱い規範軸

すべての規範は「サンクション(Sanction)」を伴う。具体的には、誇りや恥の感じを持たせる感覚的なものか

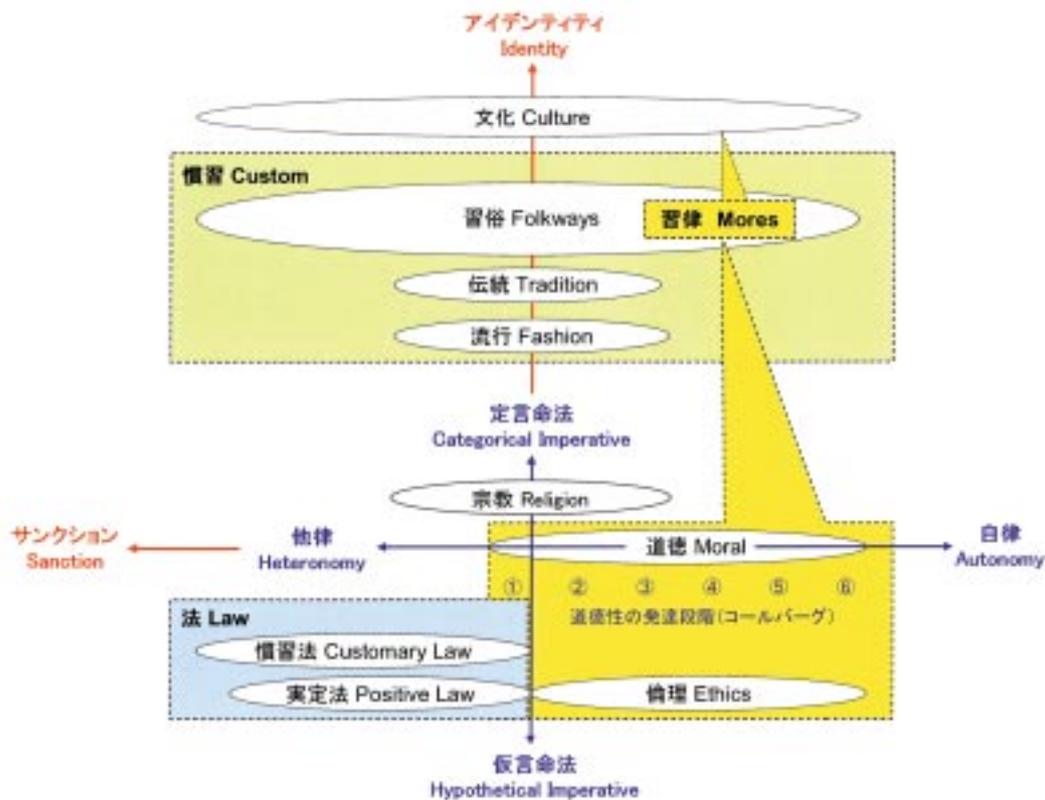


図 規範の座標系 (試案)

ら、報酬を伴う賞賛や明らかな非難、更には罰としての拘束に至る多様な形をとる。これらは他者による強制であり「他律」と同義である。「他律」の属性を「サンクション」に置換して横軸とする。

カントの思想は洞察に満ちているが、それでも、道德についての「定言命法」には矛盾があるといわれる。「定言命法」の属性を「アイデンティティ (Identity)」に置換して縦軸とする。

アイデンティティは「自己同一性」と訳される。「自己同一性の意識」を「帰属意識 (Identification)」という。アイデンティティには、自分がほかでもない自分であるということ(内的なまとまり)と、そのことを周囲の他者が認めている(社会とのつながり)という、二つの確信・感覚があり、は幼児期に、は青年期に、それぞれ確立されるという。アイデンティティもまた「自律」と同じように成長のための時間を必要とする属性である。

**規範の座標系**

社会規範は多様であり、また相互に従属関係にある。強い規範軸と弱い規範軸を重ねて一つの規範軸とした規

範の座標系(試案)を図に示す。

図におけるそれぞれの規範の定義は、濱島胡・竹内郁郎・石川晃弘編「社会学小辞典」(有斐閣, 1987.2)に準拠した。ただし、カントによって定式化された規範的な「道德」は正義や公正の問題を扱い、一方、アリストテレスの伝統に由来する「倫理」は如何に生きるべきかという善い生が対象であると解釈して、図では道德と倫理に距離を置いた。

また、図から規範の経済合理性に関していえば、法の領域を極小化し、倫理の領域を極大化した状態が社会コストを最小化する最適解となる。

**プロフィール**



松藤泰典(まつふじ・やすのり)

公立大学法人北九州市立大学  
副学長(工学博士) / 国際環境工学部教授

専門分野： 建築材料・施工

最近の研究テーマ： 改質フライアッシュコンクリートの製造システム  
世代間建築デザイン  
技術者倫理

# かんきょう 随想

第26回

## アトリウムの 世界的大流行

国際人間環境研究所代表  
早稲田大学名誉教授

木村建一

1980年代から1990年代にかけて、アトリウム建築が世界的に大流行した。以前から2~3階の吹き抜け空間はあったが、それ以上の多層階の吹き抜け空間をアトリウムと呼ぶようになって、巨大な快適な空間を誰もがエンジョイするようになった。1990年代になると、アトリウムのない大き

な建築は建築とはいえないというような気配すら感じられた。風雨から護られ、竹やぶや椰子なども持ち込まれて、美しい外部の風景を満喫できる空間は一般市民にも公開されるという建て主側のサービス精神も感じられて、気持ちよく受け入れられてきた。

ニューヨークのフォード財団ビル(設計:ローチ+ディンケル, 1967)は、沢山の樹木が生い茂るアトリウムと事務棟とが一体となっていて、事務室からも緑の風景を楽しむことができる。管理人のおじさんに聞いたら、植物によってはすぐ枯れてしまうものもあって、今見られる植物は生き残り組だという。それなりにメンテナンスも大変らしい。

その後アトリウム建築の流行に火をつけたのは、ノルウェー北部の町トロンハイムに出現したドラグフォル大学センター(設計:ラーセン, 1986)であった(写真1)。文献に紹介されていたので、一度見学したいと思っていたところ、IEAの太陽エネルギー建築専門家会議の折にノルウェー工科大学のヘストネス教授に案内されて1992年に訪れることができた。大学の校舎といえば、キャンパスの中にかくつかの独立した棟が建てられるのが通例だが、ここでは設計者のアイデアで、横長の4階建ての大きなガラス屋根の真中に広い通路を設け、その両側に教室や諸施設が配置されていて、外形は単純な長いフラット面の建築であった。形態の変化はアトリウムに面した部分につけられていて、冬の日差しがガラス天井を通して差し込む窓には派手なオレンジ色のオーニングがかざしてあった。ところどころに形を変えて造られたオープンな階段には学生たちが上り下り



写真1 ノルウェー・トロンハイムのドラグフォル大学センター(設計: H.ラーセン、1986)



写真2 サッポロファクトリー(設計: 大成建設設計部、1993)工事担当の大成建設の立原敦さんと



スケッチ トロントのイートン・センター(設計: プレグマン・ハマン・ザイドラー、1977)



写真3 ポンペイの遺跡に復元されたヴェッティー邸のアトリウム



写真4 ノルウェー科学技術大学の既存校舎2棟の間にガラス屋根が架けられただけのアトリウム

していた。外は雪景色なのにアトリウムの中はほどよい暖かさ。なるほどこういうのが本来のアトリウムで、寒地の自然に適した形態なのだ、ということをも身をもって体験した。

ところでアトリウムの起源といえば、遠くローマ時代の住居にさかのぼる。ポンペイの遺跡にはその面影が残っている。道路から住宅の玄関に入ると、そこには屋根のある中庭があり、天井の中央には穴が開いていて、自然の日光が射し込んで明るい。そのスペースがアトリウムと呼ばれ、客人を迎え入れるラウンジのような空間であった(写真3)。

ミラノの大聖堂の横にあるガレリアはアトリウムの元祖ともいわれる。多くの商店が建ち並ぶ通りにガラス張りの屋根が架けられていて、明るい日光が差し込んだり、雨露を凌ぐ役割を果たしている。これは現代の各地の駅前商店街に見られるごちゃごちゃしたアーケードに似てはいるが、誇り高い威風が感じられる。

既存のビルの間ガラス屋根をかけただけのシンプルな空間も北欧にはよく見かける。大学の校舎の間の通路がそのまま学生ラウンジに早や替りした例などは、寒地ならではの自然エネルギーの利用として微笑ましい(写真4)。

これに対して暖地建築にも出現したアトリウム建築はどう見てもいただけない。例えばニューヨークのワールド・フィナンシャルセンターの巨大なアトリウムには椰子が立ち並び、ほとんど誰もいない空間には24時間冷房装置が作動していて吹き出し口からのノイズも耳障りになるほど。おまけに昼間から照明がついている。世界各地にこうした類廃的ともいえるアトリウムが数多く出現した。

本来近代のアトリウムは寒地建築のものであって、室内と外部との緩衝空間という捕らえ方が正しい。二重ガラスの中空層が大きく広がったようなものと見てもいい。日射熱のほか、室内からアトリウムへの熱損失が暖房熱源にな

る。これはパッシブソーラーハウスに見られる付設温室と同じ原理を示す。

近年寒地のショッピングセンターでは大きなアトリウムの中に商店が連なった形式もよく見かける。雪解けのころなどは足元に気を配らずに買い物を楽しむことができるし、子供たちははしゃいでいる光景は微笑ましい。ショッピング・モールとも呼ばれるが、これを暖地に持って来ると暑くてたまらない。勢い冷房ということになるが、大量の二酸化炭素の排出はどうしてもいただけない。

1993年に私の研究室でサッポロファクトリーのアトリウムの室内環境を実測した(写真2)。たしかに大空間というのは気持ちがいい。それは一人当たりの気積が一般事務室やレストランなどと全く異なることによる。かといって喫煙されてはその気持ちよさが台無しになってしまう。巨大なかまぼこ形のアトリウムの妻側には開閉できる押し出し窓があって、夏の朝には外の冷気が外から入ってきて、まことに身持ちがいい。たしかここでは冷房なしで済まされていたものと思う。

有名店の高価な料理は美味しさに決まっている。一方安価で美味しい食事には料理人や経営者の工夫や苦勞がその裏にある。アトリウム空間は気持ちがいいけれども、空調で大量のエネルギーを使用されては困る。自然の光に満ちた寒地の暖房なしのアトリウムこそ、真に快適な空間として次世代に受け継がれることになるであろう。

#### 【参考文献】

- 1) Saxon, R: Atrium Buildings: Development and Design, Butterworths Pub., London (1983, 1986); 日本語訳, 古瀬敏, 荒川豊彦, アトリウム建築 - 発展とデザイン, 鹿島出版会, (1986)
- 2) 木村建一: アトリウムの熱環境・序論, デザイナーのための建築設備チェックリスト, 彰国社, (1989), p. 6-10
- 3) 絵内正道編著: 積雪寒地型アトリウムの計画と設計, 北海道大学図書刊行会, (1995)

# 東京都の「排出総量削減義務と排出量取引制度」に係る 「特定温室効果ガス排出量検証」の業務紹介

ISO審査本部

東京都は、平成22年4月から大規模事業所にCO<sub>2</sub>排出量削減を義務付けた。これを受けて大規模事業所は、毎年度のCO<sub>2</sub>排出量を検証機関の検証を経て報告することになる。そこで当センターでは、ISO審査本部にGHG(温室効果ガス：Greenhouse Gasの略称)検証業務室を開設し、CO<sub>2</sub>排出量の検証業務を開始した。

## 1. はじめに

東京都は、平成20年6月25日に「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(平成12年東京都条例215号、通称「環境確保条例」)」を改正し、現制度の「地球温暖化対策計画書制度」を新制度の「排出総量削減義務と排出量取引制度」に変更した。

新制度によって、原油に換算した場合、年間1,500kL以上のエネルギーを使用する大規模事業所は、東京都から特定温室効果ガス排出量の削減義務が課せられる。併せて毎年度、削減対策の計画とその実施状況を「地球温暖化対策計画書」にまとめ、これを第三者検証機関の検証を経て、東京都に届出ることになる。この制度は、平成22年4月から施行される。

これを受けて、当センターISO審査本部GHG検証業務室には、大規模事業所から排出量検証に関する見積依頼や問合せが多数寄せられている。また、平成22年2月にGHG検証業務室は、『東京消防庁本部庁舎』から申請された特定温室効果ガス基準排出量の検証を他の登録検証機関に先駆けて実施した。

そこで今回は、GHG検証業務室が行っている「特定温室効果ガス排出量の検証業務」について、その概要を紹介する。

## 2. 東京都の「排出総量削減義務と排出量取引制度」

### 2.1 対象ガス

排出総量削減義務の対象となるガスは、液体・固体燃

料(石油、石炭など)、熱及び電気などのエネルギーを使用することに伴い、直接・間接的に排出されるCO<sub>2</sub>で、このガスを「特定温室効果ガス」という。特定温室効果ガスの排出量については、第三者検証機関の検証結果を添えて東京都に報告することを義務付けている。

一方、製品の製造及び加工時に発生する、非エネルギー起源のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、PFC、HFC及びSF<sub>6</sub>など6つの温室効果ガス、並びに水の使用・下水への排水などにより間接的に排出される温室効果ガスを、「その他ガス」という。「その他ガス」は、排出総量削減義務の対象にはならないが、排出量の報告義務がある。また、登録検証機関の検証を受ければ、その事業所の削減義務に利用することができる。ただし、事業所間の排出量取引には使えない。

### 2.2 対象となる事業所とその義務

東京都は、「2020年度までに、東京の温室効果ガス排出量を2000年度比で25%削減する」とし、現制度の「地球温暖化対策計画書制度」を新制度の「排出総量削減義務と排出量取引制度」に変更する。

新制度では、前年度のエネルギー使用量が原油換算で1,500kL以上の事業所は、「指定地球温暖化対策事業所」に指定され、3年間連続して1,500kL以上のエネルギーを使用した事業所は、「特定地球温暖化対策事業所」に指定される。

「特定地球温暖化対策事業所」に指定された事業所には、特定温室効果ガス排出量の削減義務が課せられる。「特定

地球温暖化対策事業所」は、毎年度の削減量を決定するため、平成14年度から平成19年度までの6年間のうち、いずれか連続する3年間(一般的には、最も排出量の多い期間)を任意に選定し、年度ごとに特定温室効果ガスの排出量をまとめた「特定温室効果ガス排出量算定報告書」を作成しなければならない。この報告書は、東京都に登録した検証機関の「検証結果」を添えて、平成22年9月末までに東京都に申請することになっている。これを受けて東京都は、「基準排出量」及び「毎年度の削減量」を確定し、事業所に通知する。さらに、「特定地球温暖化対策事業所」は、平成21年度分の「特定温室効果ガス排出量算定報告書」を別途作成し、検証結果を添えて、平成22年11月末までに東京都に提出することになる。これ以降、毎年度、前年度分の排出量を東京都に検証を経て提出しなければならない。

一方、「指定地球温暖化対策事業所」に指定された事業所は、排出総量の削減義務が課せられていないので、「基準排出量」に係る申請手続は全て免除されるが、前年度分の排出量については、「検証結果」を添えて毎年度、東京都に提出する義務がある。

### 2.3 基準排出量

基準排出量とは、特定地球温暖化対策事業所が特定温室効果ガスを削減する上でベースとなる排出量をいう。基準排出量は、平成14年度から平成19年度までの6年間のうち、特定地球温暖化対策事業所が任意に選択できる連続3年間の特定温室効果ガス年度排出量の平均量であり、登録検証機関の検証を受けて東京都に申請し決定される。

### 2.4 削減計画期間と削減義務率

削減計画期間とは、都知事が都内全体の特定地球温暖化対策事業所が取組んでいる、特定温室効果ガス排出量の削減の状況を確認するために定めた5年間ごとの期間をいう。第一計画期間は平成22年度から平成26年度まで、第二計画期間は平成27年度から平成31年度までとし、それ以後は5年間毎になる。各計画期間終了後の1年間を整理期間という。この期間に都知事は特定地球温暖化対策事業所の義務履行状況を確認する。削減義務率は、第一計画期間が6%又は8%で、第二計画期間は全平均で17%程度になるとの見とおしが出されているが、最終的には第

二計画期間の開始前に決定する。

なお、都知事が地球温暖化対策の推進の程度が極めて(又は特に)優れた事業所として認めた場合には、前述の削減義務率を1/2(又は3/4)に減少することができる。

### 2.5 削減義務の履行手段

特定地球温暖化対策事業所は、次の2つの方法によって、削減義務を履行する。

- (1)事業所自らが削減する方法で、高効率なエネルギー消費設備・機器への更新や運用対策などによる方法。
- (2)他事業所との排出量取引で取得する方法。

他の事業所が削減義務量を超えて削減した量  
都内の中小規模事業所の省エネ対策による削減量(都内クレジット)

都外の大規模事業所の省エネ対策による削減量(都外クレジット)

再生可能エネルギーの環境価値(再エネクレジット)

なお、～の量については、登録検証機関の検証を経て東京都の認定を受けることが求められている。

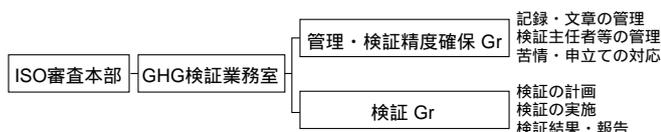
特定地球温暖化対策事業所が削減義務を果たさなかった場合、東京都は、まず義務不足量に1.3倍加算した量を削減するように命令を出し、その命令に違反した場合には、50万円以下の罰金、違反事実の公表、削減不足量に応じた額の支払い義務を事業者に請求するなどの措置を与えることになる。

## 3. GHG検証業務室開設

GHG検証業務室は、我が国の低炭素社会づくりに寄与するとともに、国民生活の向上に貢献することを目的として、平成21年8月5日にISO審査本部に開設された。同年8月31日には、東京都の第三者検証機関として登録・公表された。東京都に登録した検証区分は、「特定ガス・基準量の検証」と「その他ガス削減量の検証」の2区分で、「都内・都外クレジット」、「再エネクレジット」、「トップレベル事業所」の4区分については、平成22年3月に東京都が予定した講習会を受講し、その資格要件を得て、順次申請することになる。

GHG検証業務室の組織図を下図に示す。GHG検証業務室は、管理・検証精度確保グループと検証グループの2つ

のグループから構成されている。管理・検証精度確保グループは、お客様からの問い合わせ、申請の受付、報告書の発行を担当する他、検証記録の保管、文章の管理並びに検証チームの管理等を行う。検証グループでは、検証計画の作成、検証の実施及び検証結果のまとめ・報告書作成を行っている。



GHG検証業務室の組織図

#### 4. 特定温室効果ガス排出量の検証

##### 4.1 事前相談

GHG検証業務室の担当職員は、原則として検証先事業所に伺い、面談方式による事前相談を行っている。事前相談は、「特定温室効果ガス排出量算定報告書」をもとに、検証先の事業所の範囲、算定体制、排出活動・燃料等使用量監視点の種類とその点数、テナント業者数とテナント業者の変更の有無などをヒアリングし、見積作成のための基礎資料を得ている。また、検証申請の手続きを説明し、検証日程などについても打合せる。さらに、現地にてガスメーター、積算電力計、熱量計などの型式や表示方法を確認する(写真1参照)。

事前相談で得られた情報は、「事前相談シート」に記述し、後日、検証主任者等に引継ぎ「検証計画書」作成に役立てる。

##### 4.2 検証の計画

GHG検証業務室は、検証チームを選任する。選任するにあたっては、検証チームの全ての者が検証先事業所との利害相反に係る事項に抵触していないことを確認しなければならない。検証主任者は、検証先事業所から提出された資料及び「事前相談シート」をもとに、「検証計画書」を作成する。

「検証計画書」には、検証対象の種類(基準排出量の検



写真1 ガスメーター及び積算電力計

証か、単年度分の検証か)、検証先事業所の概要、検証の対象年度、検証チームの構成、検証方式、検証の判断基準、検証内容と検証スケジュールなどを記述し、検証日前に検証先事業所に送付して同意を得ておく。

燃料等使用量に対する検証を計画するにあたっては、検証方式を「全数検証方式」にするか、「サンプリング検証方式」にするか、いずれかを選択する。この選定基準として、同一の燃料等監視点が10点以上であること、又は購買データを年間200件以上有する燃料等監視点がある場合には、「サンプリング検証方式」を選択しても良い。

「サンプリング検証方式」を選択した場合には、「特定温室効果ガス排出量検証ガイドライン」に従って、「サンプリング計画書」を作成する。

なお、全数検証方式を選択した場合には、サンプリング計画書を作成しなくても良い。

##### 4.3 検証

特定温室効果ガス排出量の検証は、「特定温室効果ガス排出量検証チェックリスト(以下、検証チェックリスト」という。))を用いた検証と、「排出量検証実施報告書」を用いた検証の2つがある。

の「検証チェックリスト」を用いた検証では、指定番号の確認、事業所範囲の特定、排出活動・燃料等使用量監視点の特定、燃料等使用量監視点の特定、燃料等使用量の把握、温室効果ガス排出量及び原油換算エネルギー使用量の算定、温室効果ガス排出量算定に係るその他の方法など、計32項目のチェック項目がある。

これらのチェック項目を検証するにあたって、検証主

任者等は、検証先事業所が提示した一つ以上の根拠資料・確認手段等から「特定温室効果ガス排出量算定報告書」の記載内容が、「特定温室効果ガス排出量算定ガイドライン」に従って報告されている場合には「適合」と判断する。記載内容に「不備あり」又は「不明」がある場合には、その理由を「検証結果の判断理由」欄に簡潔に記入し、併せて「検証結果の詳細報告書」に理由の詳細を記述することになっている。

また、検証先事業所が「不備あり」又は「不明」を「適合」とするための対応策を講じた場合には、「検証結果の詳細報告書」の「適合でない事業者の対応」欄にその旨を記入し、後日再検証を行う。

再検証は、修正した箇所についてのみ行い、その結果を新たな「検証チェックリスト」に記入する。「検証チェックリスト」はバージョン管理をし、「検証結果報告書」に全てのバージョンを添付する。

例えば、事業所範囲の特定の検証は、検証先事業所に建築基準法の確認申請・計画通知、建物等の配電図、都市ガス配管図、空気調和設備系統図、危険物施設の届出、現地の目視(写真2参照)等の根拠資料及び確認手段を提示してもらい、これらの中から検証主任者が一つ以上の根拠資料等を選び、適合しているかどうかを判断することになる。

の「排出量検証実施報告書」を用いた検証では、選択した検証方式(全数検証方式か、サンプリング検証方式か)に応じた手順に従って実施する。ここでは、全数検証方式について紹介する。

全数検証方式では、まず検証先事業所が作成した「特定温室効果ガス算定報告書」の燃料等使用量のデータ数値を「排出量検証実施報告書」の上段に転記する。

次に「燃料等の種類」、「供給会社等」、「把握方法」、「計量器の種類」、「検定等の有無」、「都市ガスメーター種」及び「単位」が実態に即しているか検証し、「根拠資料」欄に検証に用いた資料、確認手段等を記入する。

検証の結果、正しい場合には「適合」、正しくない情報が含まれている場合には「不備あり」、根拠資料が不十分である場合には「不明」と判断する。

さらに、先に転記した燃料等使用量のデータ数値の下



写真2 現地の目視確認

段に、購買伝票等に記載されている燃料等購買データを転記し、上段と下段の数値を突合せ、全ての数値が一致する場合には「適合」、一致しない場合には「不備あり」、関連データが不足・欠損している場合には「不明」と判断する。その上で、「判断結果」欄に、「適合」の場合には「○」、「不備あり」の場合には「×」、「不明」の場合には「/」を記入する。

「不備あり」となった場合には、検証先事業所は「特定温室効果ガス排出量算定報告書」を修正しなければならない。修正箇所は、検証で発見した箇所に限定し、他の箇所の修正は行わない。修正箇所については、後日再検証し、その結果を新たな「排出量検証実施報告書」へ記入する。「排出量検証実施報告書」はバージョン管理をし、「排出量検証実施報告書」に全てのバージョンを添付する。

#### 4.4 検証結果のとりまとめと報告

検証主任者等は、4.3検証の結果がすべて満足する場合には、「検証結果報告書」の「検証結果」の「適合」欄に「○」を記入する。

「適合」しないままで検証を終了した場合には、「東京都と要協議」欄に「○」を記入するとともに、「検証結果の詳細報告書」の「6 東京都と要協議の事由」に「不備あり」又は「不明」の該当する項目及び該当する検証結果とその理由を具体的に記載することになる。

#### 4.5 GHG検証判定委員会

GHG検証業務室は、検証チームの実施した検証が「総量削減義務と排出量取引制度における特定温室効果ガス排出量検証ガイドライン」に従って行われており、適切な

検証意見が形成されていることを客観的に評価するため、諏訪東京理科大学奈良松範教授(委員長)、当該案件を担当していない検証主任者他から構成されるGHG判定委員会によって検証結果の確認を行う(写真3参照)

検証結果の確認は、次の二つの観点から実施する。

GHG検証業務室が定めた手順に従って検証が行われ、そのすべての手順が完了していること(プロセスレビュー)

検証意見が適切なものであること(テクニカルレビュー)

#### 4.6 検証報告書の発行

検証結果の報告として、検証先事業所に「検証結果報告書」、「検証結果の詳細報告書」、「サンプリング計画書(サンプリング検証方式の場合)」、「特定温室効果ガス検証チェックリスト」及び「排出量検証実施報告書」を検証終了後2週間を目処に発行している。また発行に際し、各報告書の写しを提出日から起算して、7年間保管することになっている。

## 5. まとめ

今回は、「特定温室効果ガス排出量検証」について、その概要を紹介した。特定温室効果ガス排出量の検証を必要とする大規模事業所数は、約1,400とされている。

GHG検証業務室に寄せられた、これまでの問合せの内容から、検証先事業所は「基準排出量検証と平成21年度分排出量検証を同時に実施したい」と考えていること、また受入準備のため、検証の実施は5月から8月までの4カ月間に集中すると予想される。

GHG検証業務室は、「都市が今変わる!!」をコンセプトに、QMS・EMS・OHSMSの認証機関として、これまでに蓄積してきた数々のノウハウを検証業務に効果的に生かし、正確で信頼性の高い検証サービスを提供できるように、体制を整えお待ちしている。



写真3 GHG検証委員会実施状況

#### お問い合わせ窓口

ISO審査本部 GHG検証業務室

(担当：菱山，林，橋本)

TEL：03 - 3249 - 3151

FAX：03 - 3249 - 3156

Email：ghg-kensyou@jtccm.or.jp



(文責：ISO審査本部 GHG検証業務室長 橋本敏男)

#### 【引用文献】

<東京都>

- 1)平成12年東京都条例第215号「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」
  - 2)平成13年規則第34号「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例施行規則」
  - 3)東京都地球温暖化対策指針2009(平成21)年6月
  - 4)総量削減義務と排出量取引制度における検証機関の登録申請ガイドライン
  - 5)総量削減義務と排出量取引制度における特定温室効果ガス排出量算定ガイドライン
  - 6)総量削減義務と排出量取引制度における特定温室効果ガス排出量検証ガイドライン
- <建材試験センター関連規程>
- 7)GHG00 GHG検証品質マニュアル
  - 8)GHG01 GHG検証実施規程

# ドイツにおけるコンクリートポンプの現状

## ベルリン工科大学とプッツマイスター社を訪問して -

鈴木 澄江

### 1. はじめに

2009年9月に、ドイツのベルリン工科大学とプッツマイスター社を訪問する機会を得た。ポンプによるコンクリートの圧送については、近年、学協会からガイドラインや指針の改定が出され、熱心な取組みが進められている。ドイツ訪問のきっかけは、2007年～2008年にプッツマイスター社の最高技術責任者のMayer氏ならびにベルリン工科大学のZehn教授、Hillemeier教授が日本のコンクリート施工現状を調査するために来日したことである。ドイツへは、日本大学准教授の中田氏、前教授の清水氏を初めとし、筆者を含め7名で訪問した。ここでは、主にシュツットガルトのプッツマイスター本社とベルリン工科大学を訪問して得られたドイツのコンクリートならびにコンクリートポンプについて紹介する。

### 2. 日本における「コンクリートの圧送」を取り巻く事情

コンクリートの圧送は、建設工事に欠かせない施工の一工法である。コンクリートポンプによるコンクリートの圧送作業は昭和40年台には一般的な工法となってきたが、機械の進歩や課題も多く、昭和47年に建築学会からコンクリートポンプ工法施工指針(案)・同解説が制定された。しかし、コンクリート工事における施工の部分は、建設会社のノウハウであり、圧送作業についても、専門工事業の分野でありながら、安全上の規定や建設工事相互の交渉ができる資格等が構築されていなかったなど、課題も多くブラックボックス的な扱いとなっていた。

しかし、近年コンクリートの圧送に関しては、様々な取組みが積極的に進められている。2006年4月にJIS A 8612(コンクリート及びモルタルの圧送ポンプ、吹付機及びブーム装置 - 安全要求事項)が制定され、安全管理への取組みが一段

と明確になった。また国土交通省が推進している各種の基幹技能者認定制度の一環として、「コンクリート圧送基幹技能者」の認定講習・試験が積極的に進められている。また、学協会からは2009年6月に(社)日本コンクリート工学協会から「コンクリート圧送工法ガイドライン2009お

よび解説」<sup>1)</sup>が刊行、2009年12月には日本建築学会の「コンクリートポンプ工法施工指針・同解説」<sup>2)</sup>が改定され、講習会が開催された。これらの環境整備が整い、これまでコンクリート工事の中でブラックボックス的な扱いであったコンクリートの圧送業の認知度も、建設業に携わる技術者全体に適切に高められつつある。

### 3. プッツマイスター社を訪問して

プッツマイスター社は、ドイツ南西部のシュツットガルトにある。今回の訪問においては、最高技術責任者のMayer氏とCEOのKoach氏ならびにアカデミ(トレーニングセンター)の責任者であるSchulz氏の3名が親切に対応してくれた。視察は、プッツマイスター本社内にある工場とアカデミならびにシュツットガルトから東に100km、アウトバーン(B10号線)で小1時間のウルム(Ulm)郊外の施工現場におけるコンクリート打設状況を見学した。

プッツマイスター社は、1957年に操業したポンプ会社である。名前のPutzmeisterは、ドイツ語でPutz(モルタル)



図1 日本建築学会の改定指針<sup>2)</sup>



写真1 ドバイのBurj Dubai (Burj Khalifa) 建設工事におけるコンクリート圧送状況<sup>3)</sup>

Meister(職人)を意味する。ドイツは、建築構造物に組積造が多く、モルタルの需要が多い。現在では、操業50周年を過ぎ、世界トップクラスのポンプ業を担う会社となっている。2010年ドバイにオープンした、世界最高峰(828m)の建築物Burj Dubai(完成後はBurj Khalifa)にコンクリートを圧送した。コンクリートの圧送高さは606m(2008年5月)であり、こちらも世界最高のコンクリート圧送工事として話題になった(写真1)。

余談ではあるが、プッツマイスター社では、高圧噴霧技術を有しており、技術活用の一例として、航空機の洗浄あるいは、船舶等の塗装などに活用している。ちなみに、写真2の大型ジャンボ機の洗浄は、洗浄機2台により約2時間で終了するとのことであった<sup>4)</sup>。

#### (1)コンクリートポンプについて

プッツマイスター社は、様々な規模・形式のポンプを有している。日本にもプッツマイスタージャパンがあり、大規模工事や特殊工事などにはプッツマイスター社製のポンプが使用されている。プッツマイスター社を見学した中で、興味深かったのは、プミ(PUMI)と呼ばれるトラックミキサとポンプが一体となった機種(正式名称は、Truck-mounted concrete pump with mixer pumpとmixerからpumi)である(写真3)。ドイツでは、写真4に見られるように木造住宅の基礎工事や通常のRC構造物のコンクリート打設にもこの機種が使用されている。写真3及び写真



写真2 高圧洗浄機による航空機の洗浄<sup>4)</sup>



写真3 トラックミキサとポンプが一体となった機種(PUMI)の外観



写真4 PUMIによる打設状況

4)のPUMIは、PUMI 21-3.67Qである。ミキサ車の仕様は7<sup>m³</sup>積み(容量は11.5<sup>m³</sup>、積載歩合63%)、ポンプ車は20.6mの3段ブームのスクイズ式、最大吐出量は58<sup>m³</sup>/hである。PUMIに付帯しているポンプはスクイズ式の他、ピストン式(S型、CS型)のものもある。

ちなみにPUMIは、他のトラックミキサからの荷卸しもできるので、自車に積載しているレディーミクストコンクリー



写真5 コンクリートポンプ車(BSF52-5シリーズ)とトラックミキサの荷卸し状況



写真6 現場におけるコンクリート打設状況

トを圧送し終わった後、継続してコンクリートを圧送することができる。車幅4m、全長8.9m、軸重が25ton超と大きいいため、日本国内での使用は限定されることとなり、普及が難しい部分がある。

## (2)コンクリートの現場施工

見学したウルム(Ulm)郊外の施工現場は、バイオ燃料保管貯蔵設備の基礎部となる土間コンクリートを施工していた(写真5)。施工方法は、日本と同様に、コンクリートを打設していきながら、レーザレベルでコンクリートの高さを整えていく方法である(写真6参照)。

施工していた土間コンクリート内に埋め込む鉄筋は、メッシュ筋(写真7)を使っており、日本のように、鉄筋を結束せずに、これを敷き詰めていく形で施工されていた。ただし、一部、立ち上がりの鉄筋については番線で固定をしていた。打設後は、コンクリートの表面を騎乗式機械(写真8)で均していく。この日の打設量は250m<sup>3</sup>、レディーミクストコンク

リートは、1台10m<sup>3</sup>積載のトラックミキサ(11m<sup>3</sup>積載可能)25台分を、ブーム長52m、5段ブームタイプのポンプ車で施工していた(写真5参照)。写真6のように、ブーム先端のホースは、いわゆる「吊り打ち」と呼ばれる打設面から約1m程度に保持された状態でコンクリートの打設が行われていた。

また、興味深かったのは、写真9のようにポンプのオペレータはブーム操作に専念しており、写真6の筒先を持っているのは施工作业を行う業者(土工)である。日本では、ポンプ業の担当者が筒先を持ち施工するのが一般的である。また、ポンプの運転について日本と異なる点は、写真10のようにコンクリートをポンプの受けホッパに受け、圧送しているが、トラックミキサが荷卸しを終了し、コンクリートが途切れて少しの時間があくときなどにはポンプのエンジンを切ってしまう(すなわち、ポッパ内のかくはん羽根を停める)ことであった。日本では、荷卸しのコンクリートが途切れた場合でもコンクリートが固まらないようにポンプのかくはん羽



写真7 加工済みのメッシュ筋



写真8 上面仕上げに使用する騎乗式機械



写真9 ポンプオペレータ



写真10 ポンプへの荷卸し状況

根は止めることはない。また、日本では「吊りし打ち」ではコンクリートが分離する可能性が高く、施工方法として適切ではないとされている。しかし、ドイツで「吊りし打ち」が可能であることには、打ち込まれるコンクリートの品質（配合）に理由があった。

トラックミキサのドライバーにレディーミクストコンクリートの納入伝票（写真11参照）を見せてもらったところ、土間のコンクリートであるにもかかわらず、強度区分「C35/45」が使用されていた。ISO規格でご存じの方も多いだろうが、円柱供試体の圧縮強度 $35\text{N}/\text{mm}^2$ のものである。日本の製品規格（JIS A 5308）に置き換えれば、さしずめ「呼び強度36」というところであろうか。コンシステンシーのクラスもスランプではなく、フロー値「F2/F3」のものであり、フロー値の区分でいくと450mm程度のコンクリートが施工されていた（表1）。目視によるスランプでは、20~21cm程度と思われる。骨材の最大寸法は32mm、水セメント比は43%、塩化物含有量の規定値、環境条件のクラスが選定されている。また、規格は

DIN/EN206-1が引用されている。ブツマイスター社のMayer氏によれば、ドイツで施工されるコンクリートの8割がこのようなスランプ20cm程度のコンクリートであり、残りの2割が高強度・高流動コンクリートであるそうだ。この現場で施工されていたレディーミクストコンクリートに使用されていた骨材は砂利であったが、ドイツにおいても河川骨材は枯渇しており、単価が高いようである。一般的には碎石が使用されているが、普通コンクリートには写真12に示すようなchalk stone（泥分が多い石灰石）が、高強度コンクリートにはgranite（花崗岩）が使用されている。

### (3)ブツマイスター社のアカデミ（トレーニングセンター）

ブツマイスター社ではアカデミと呼ばれるトレーニングセンターを有している。その責任者であるSchulz氏によれば、ドイツでもコンクリートポンプに関する事故が深刻な問題となっている。ポンプに関する事故で最も多いのが閉塞時の圧力による事故であり、ブームの折損やホッパからの落下などを含めると7人に1人の割合で事故を起こしている。そのた



強度クラス：C35/45（呼び強度36クラス）	打設量 250m <sup>3</sup>
コンシステンシー：F2/F3（フロー45cm）	
スランブであれば、21cmクラス	
水セメント比：43% 積載量：10m <sup>3</sup>	

写真11 現場に納入されたコンクリート(納入伝票から)



写真12 コンクリートに使用されていたchalk stone

表1 ヨーロッパのコンクリートで採用されているフローのクラスと基準値<sup>5)</sup>

Type of measurement	Flow diameter	Compliance criteria
Flow classes measured on representative sample	F1	< 370 mm
	F2	> 330 mm, < 440 mm
	F3	> 400 mm, < 510 mm
	F4	> 470 mm, < 580 mm
	F5	> 540 mm, < 650 mm
	F6	> 610 mm
Flow classes measured on initial discharge	F1	< 380 mm
	F2	> 320 mm, < 450 mm
	F3	> 390 mm, < 520 mm
	F4	> 460 mm, < 590 mm
	F5	> 530 mm, < 660 mm
	F6	> 600 mm
Flow specified as a target value and measured on representative sample	All target flow diameters	> Target flow minus 50 mm, < Target flow plus 60 mm
Flow specified as a target value and measured on initial discharge	All target flow diameters	> Target flow minus 60 mm, < Target flow plus 70 mm

め、ドイツでは、数年前からポンプを操作して作業に従事する技術者は、このアカデミで研修を受けなければならなくなった。研修は、ブツマイスター社とシュピング社(ドイツにあるもう1社のポンプ会社)のアカデミを5日間受講し、最後に試験に合格すれば、政府からオフィシャルライセンスが与えられるとのことである。この費用は98ユーロ(約12,000円)であり、現在、圧送業の約50%の約2,500人がライセンスを取得している。このライセンスには大きな責任があり、もしライセンスを持っていない技術者が事故を起こした場合には、その技術者が所属している会社の社長が逮捕されるという罰則が付帯している。このアカデミでは、パソコンでシュミレーションの自習もできるように教育用CD-Rがあり、4カ国語(ドイツ、イギリス、フランス、スペイン)に対応し

ている。世界中に顧客を持つブツマイスター社ならではの対応であると思った。残念ながら日本語バージョンはないとのことで、是非とも作成願いたいと思う。日本においてはこのような研修には一般的にテキストが使われるが、PCが普及する近年では、ビジュアルを通じて学べる仕組みが、技能者に役立つと考える。

ブツマイスター社の売上高は、世界不況の影響で2008年は芳しくなかったものの、2007年のアカデミの受講者は、約1,200人と関心の高さが伺える。このアカデミは、「経営」、「操作」、「機械設備」および「サービス」の4つの要素を学べるしくみとなっている。また、その教育方法も近代的なツールを使った学習、トレーニングのための実習室、実践教育および訓練のための機器の使用と多岐にわたっている。この結



写真13 高炉セメントを使用した連邦首相府の建物

果、ポンプのオペレータ技能者の生涯学習の支援をメーカーが責任を持って実施しており、企業としての真摯な取組みが伺えた。最近、東南アジアでプッツマイスター社のポンプのコピー製品が製造されている旨の話をCEOのKarch氏にしたところ、「プッツマイスター社の完全なコピーはできない」と断言した。ポンプ(製品)を売るだけでなく、販売後のポンプのメンテナンスに加え、技能者の生涯トレーニングを含めたサービスをセールスポイントとしている自負がそこには見られた。

#### 4. ベルリンのコンクリート

ベルリン工科大学のHillemeier教授によれば、ドイツで使用されているコンクリートには、高炉セメントが使用されることが多いとのことであった。これは、硬化したコンクリートの色が乳白色系(off white)となることが好まれることと環境問題(CO<sub>2</sub>の低減)に対する配慮によるものである。ベルリン市内は町を横断する形でspray川が流れており、市内の新旧建造物を見るにはこの河川をボート(いわゆる、隅田川の水上市のようなもの)で巡るのが最適であった。ドイツは地震が無いので、組石造が主流である。最近できたコンクリート建築物としては、政府の庁舎と首相官邸があり、これらの建築物にも高炉セメントが使用されている(写真13)。高炉スラグ微粉末の置換率は66%であり、日本の高炉セメントでいえばC種に相当するものである。冬場はかなり寒い気候となるベルリンにおいて、強度発現性を危惧したが、W/Cが小さく設定されていることや十分に養生している

ことを考慮すれば、高炉スラグ微粉末が多い高炉セメントを用いることも可能なこととなる。

#### 5. おわりに

Zehn教授とHillemeier教授とは今後も情報のやりとりをしていくことを約束し、プッツマイスター社のMayer氏とKarch氏とも再度来日し、現状を見に来てもらうことを約束した。日本の圧送工法に欠けている教育やコンクリートの配合、施工システム等の違いを感じさせられた視察であった。日本においても環境問題へ配慮が必要とされる昨今、様々な取組み方について再度、考える必要があることを認識する機会となった。視察にご協力頂いた関係各位に誌面を借りてお礼申しあげたい。

#### 【参考文献】

- 1) 社)日本コンクリート工学協会：コンクリート圧送工法ガイドライン2009および解説，2009.6
- 2) 日本建築学会：コンクリートポンプ工法施工指針・同解説，1994
- 3) Putzmeister HP：http://www.putzmeister.de/cps/rde/xchg/SID-3C6E00FC-38F459E9/pm\_online/hs.xml/5957\_DEU\_HTML.htm
- 4) Putzmeister：Putzmeister POST, Special issue for the anniversary「50 years of Putzmeister」
- 5) ISO22965-2:2007 Concrete-Specification of constituent materials, production of concrete and compliance of concrete

\* 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 主幹 博士(工学)



たてもの建材探偵団

草加シリーズ (4)

## 草加松原遊歩道と 太鼓橋



今回は、「草加松原遊歩道」と「太鼓橋」を紹介します。

旧日光街道の草加六丁目橋付近から旭町一丁目南端まで綾瀬川沿いの南北約1.5kmにわたって遊歩道が整備されています。ここは、江戸時代より「草加松原」、「千本松原」と呼ばれ、鬱蒼とした松並木が街道の名物になっていたところです。

この松の植樹時期は寛永7年(1630年)または、天和3年(1683年/関東郡代伊奈氏)の綾瀬川改修時との説があります。最盛期にはその数2000本を数えたといわれる松ですが、自動車通行量の増加による排気ガスや工場からの煤煙などの影響で、昭和40年頃には60数本にまで減少したとの記録が残されています。

草加市は、松並木の再生に着手し、平成20年(2008年)4月の記録では、633本にまで回復しています。昭和60年(1985年)には「埼玉シンボルロード整備計画」に基づいて「草加松原遊歩道」が整備され、この遊歩道に二つの大きな鉄骨製の太鼓橋(表1)が横断歩道橋として建設されました。松並木の南側から「矢立橋」(写真1)、「百代橋」(写真2)です。

「矢立橋」は草加松原遊歩道に県道草加・流山線を、「百代橋」は松原駅前大通りを綾瀬大橋の手前でそれぞれまたぐ歩道橋です。

この二つの太鼓型の歩道橋は、付近の景観や旧日光街道宿場町等の歴史性を考慮した和風調のデザインで草加松原遊歩道に一体性を与えています。橋名はいずれも松尾芭蕉の「おくのほそ道」にちなんでおり、矢立橋は「行く春や鳥啼き魚の目は涙これを矢立の初めとして行く道なほ進まず」から、また百代橋は、「月日は百代の過客にして行きかう年もまた旅

表1 太鼓橋の概要

項目	矢立橋	百代橋
橋種	横断歩道橋	
形式	プレートガーダー橋	
橋長	77.9m	65.5m
幅員	3.5m	3.5m
建設年	平成6年	昭和61年



写真1 矢立橋と県道足立・越谷線



写真2 百代橋と松並木

人なり」から、それぞれ引用されています。

太鼓橋を含む草加松原遊歩道は、「綾瀬川と一体となった水と緑の美しい景観を持つ道」として、昭和62年(1987年)「日本の道100選」、建設省の「手作り郷土賞」に、また草加市制30周年を記念して昭和63年(1988年)には「草加八景」の一つに選定されました。

この他にも「利根川百景」、「美しい日本の歩きたくなる道500」に選ばれるなど多方面から注目されています。

(文責：品質保証部 柳 啓)

## 試験設備紹介

# 耐候性試験機

中央試験所

屋外で使用される建築材料は、天候の影響(太陽光・温度・湿度・降雨)を受けて劣化し、初期に有していた性能が時間の経過とともに低下します。材料がこの劣化に耐える程度を耐候性と呼びます。

建築物の長寿命化を考えていく上で、材料の耐久性は欠かすことの出来ない性能であり、外装材料において耐候性能は耐久性を評価する重要な項目の一つです。

耐候性を促進的に試験する機械が耐候性試験機です。耐候性試験機では、天候に関する太陽光や温度・湿度・降雨などを人工的に再現し、試験体の劣化を促進させることによって寿命をある程度予測することが可能です。

耐候性試験機には、様々な種類がありますが、今回はサンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機とキセノンアーク型耐候性試験機について紹介します。

### 1. サンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機

サンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機はJIS B 7753(サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機)に規定される能力を有しています。装置の外観及び内部を写真1に、主な仕様を表1に示します。また、主な材料規格を表2に示します。

この装置は、光源としてカーボンを使用し、燃烧してアーク放電で光を発生させています。

特色としては、発生する光の中で紫外線部分の強度が強いために、促進的な劣化をさせるのに適しています。しかし、逆に自然光と波長成分が異なるため、促進暴露と自然暴露の結果の違いが大きいかもいわれています。

試験可能な材料は、プラスチック、紙、コンクリート、塗料など多種多様なものが試験対象となります。

表1 サンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機及びキセノンアーク型耐候性試験機の仕様

項目	仕様	
	サンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機	キセノンアーク型耐候性試験機
光源	カーボンアーク	7.5W水冷式キセノンランプ
フィルタ	3種類使用可能(I形, 形, 形)	
試験片の照射照度	255 ± 10% W/m <sup>2</sup> (波長300 ~ 700nm)	550 W/m <sup>2</sup> (波長290 ~ 800nm)
ブラックパネル温度	63 ± 3	
相対湿度	(50 ± 5) %	
試験片面への水噴霧サイクル	1. 水噴霧無し 2. 102分照射後, 18分照射及び水噴霧 3. 48分照射後, 12分照射及び水噴霧	

表2 耐候性試験の主な関連規格

規格	規格名称
JIS A 5422	窯業系サイディング
JIS A 5759	建築用窓ガラスフィルム
JIS A 6111	透湿防水シート
JIS A 6008	合成高分子系ルーフィングシート
JIS A 5705	ビニル系床材

試験体の寸法は寸法は150mm × 70mm, 厚さは30mm程度まで可能です。

### 2. キセノンアーク型耐候性試験機

キセノンアーク型耐候性試験機はJIS B 7754(キセノンアークランプ式耐光性及び耐候性試験機)に規定される能力を有しています。装置の外観を写真2に、主な仕様を表1に示します。

この装置は、光源としてキセノンガスが封入されたガラス管を使用し、アーク放電を行い光を発生させています。

特色としては、発生する光の波長毎の強度分布が太陽



(外観)



(内部)

写真1 サンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機



(外観)



(内部)

写真2 キセノンアーク型耐候性試験機

光に近い促進暴露と自然暴露の結果の関連性が良いといわれています。なお、紫外線部分が強いサンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機よりは、促進の程度が低いといわれています。

試験可能な材料及び寸法はサンシャインカーボンアークランプ型耐候性試験機とほぼ同様です。

当試験所では、カーボンアークランプ型を2台、キセノンアーク型を2台所有しています。また、促進暴露後の試験項目として一般的な色および光沢の変化を測定する色差計及び光沢度計をそろえており、防水材料、塗料、防水シートをはじめとして各種の外装材料の促進暴露試験が実施できる体制が整っています。

(文責：材料グループ 箕輪英信)

## ニュース・お知らせ

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

「住宅基礎コンクリート試験」を開始  
- 宅配便を利用したテストピース圧縮強度試験 -  
福岡試験室

当センターでは、戸建て住宅基礎コンクリートの品質管理試験を実施していますが、このたび福岡試験室においても「宅配便を利用したテストピース圧縮強度試験」の受付を開始することになりました。

当センターの住宅基礎コンクリート品質管理試験は、コンクリート打設時のフレッシュコンクリートの試験(試料採取、各種試験)から試験室における圧縮強度試験までを一括受託して行う「現場品質管理試験」と、依頼者(申込者)

に供試体を作製していただき、宅配便で返送された供試体の圧縮強度試験を行う「強度検査セット」の2タイプを行っています。

福岡試験室にて宅配便を利用した「強度検査セット」の申込みをされた場合は、供試体作製マニュアルに従い作製したテストピースをお送りいただき、28日材齢の圧縮試験の後、報告書を発行いたします。日本全国どの地域からでも申込みが可能となります。

なお、詳細については下記ホームページをご参照下さい。

また、次号では福岡試験室における「宅配便を利用したテストピース圧縮強度試験」の詳細を掲載する予定です。

[http://www.jtccm.or.jp/jtccm\\_shiken\\_kojichuo\\_con\\_hinsitu](http://www.jtccm.or.jp/jtccm_shiken_kojichuo_con_hinsitu)

福岡試験室 担当：村川 Tel 092 - 622 - 6365

## 船橋試験室FAX番号 変更のお知らせ

工事材料試験所 船橋試験室のFAX番号が平成22年3月15日から下記のとおり変更となりました。

記

FAX : 047 - 439 - 9266

・工事材料試験所 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3丁目18番26号

TEL : 047 - 439 - 6236 FAX : 047 - 439 - 9266

(電話番号の変更はありません。)

## 新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1件について平成22年2月15日付で新JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

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

認証番号	認証取得日	認証に係る工場又は事業場の名称 及び所在地	規格番号	規格名称及び認証の区分
TC0509004	2010/2/15	東口建材(株)	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(1件)の品質マネジメントシステムをISO9001(JIS Q 9001)に基づく審査の結果、適合と認め平成22年2月12日付で登録しました。これで、累計登録件数は2,151件になりました。

登録事業者(平成22年2月12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
RQ2151	2010/2/12	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2013/2/11	四国電設工業(株)	兵庫県尼崎市七松町3-16-8	建設工事における仮設電気設備の施工(“7.3設計・開発”; 7.5.2製造及びサービス提供に関するプロセスの妥当性確認を除く)

## ISO 14001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(4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22年2月27日付で登録しました。これで、累計登録件数は607件になりました。

登録事業者(平成22年2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
RE0604	2010/2/27	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2013/2/26	(株)三垣組	鹿児島県薩摩川内市大王町3-27	(株)三垣組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RE0605	2010/2/27	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2013/2/26	(株)中川組	熊本県玉名市河崎793-3	(株)中川組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RE0606	2010/2/27	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2013/2/26	(株)植中組	山口県長門市西深川871-1	(株)植中組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RE0607	2003/12/18	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2012/12/17	(株)西原衛生工業所 本社	東京都港区浜松町2-8-14 浜松町TSビル	(株)西原衛生工業所 本社及びその管理下にある作業所群における「給排水衛生設備・空調設備工事に係る設計、開発、施工、アフターサービス」に係る全ての活動

他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なっています。

## 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22年2月27日付で登録しました。これで、累計登録件数は44件になりました。

登録事業者(平成22年2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
RS0044	2010/2/27	OHSAS 18001:2007	2013/2/26	(株)植中組	山口県長門市西深川871-1	(株)植中組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動

## あとがき

最近巷では、大河ドラマの影響で坂本龍馬が流行っているようです。世の中に多くの龍馬ファンがありますが、私も数十年前に司馬遼太郎の『竜馬がゆく』を読んでからファンになりました。それ以来、龍馬についていろいろ知りたくなり、龍馬の所縁のある場所へ行ってみたい、龍馬に関する本を見つければ読んでみたい、ドラマや映画を見つければ、それらを鑑賞してみたりしていたものでした。作者や脚本家の個性によって作品の描写が異なっていて、どれが真実なのかと思うことが多々ありますが、それらを考察してみるのもまた面白いものです。とにかく今の様な交通機関のない幕末に東奔西走した行動力と人を惹きつけるコミュニケーション能力はすごい一言です。

今、書店にはいろいろな龍馬に関する本が並んでいます。気分を一新したい人、元気な気持ちになりたい人は是非ご一読ください。

もしかしたら、新年度のスタートに相応しい、やる気が漲る気持ちになれるかも知れません。  
(青鹿)

### 編集たより

自然から切り出した木材から揮発性有機化合物が放出されていることは近頃良く耳にします。植物が傷つけられたときに放出するもので殺菌力があり、昔から日本人が好んだ「木の香り」と称され、ヒトのストレスを解消し、気分を安らげる森林浴効果のあることが良く知られています。しかし、臭いは味覚と一緒に、その好き嫌いには個人差があるようです。シックハウスで悩む人たちの中には、臭いの好き嫌いとは関係なく、天然の木材から放散される微量の揮発性有機化合物にもアレルギー症状が現れるということを理解しなければならないでしょう。

今回は建材臭評価のための試験法について海外の事情と国内の事情について東京大学の金氏及び加藤教授からご寄稿を頂きました。いずれの試験法も正常な臭覚を持ったパネル(検査員)の選定が重要なポイントのようです。日本における建材臭評価法では木材の代表としたベイヒ及びナラが「強いにおい」に分布し、ISO試験法による評価可能な臭気強度範囲を大きく超えているのがちょっと意外でした。日本人の好むヒノキやスギなどの「木の香り」がどこに分類されるのか興味が湧いてきます。  
(川上)

# 建材試験情報

## 4

2010 VOL.46

建材試験情報 4月号  
平成22年4月1日発行

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

発行者 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

制作協力 株式会社工文社  
発売元 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3  
柴田ビル5F 〒101-0026  
電話(03)8666-3504(代)  
FAX(03)8666-3858  
<http://www.ko-bunsha.com/>

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

### 建材試験情報編集委員会

#### 委員長

田中享二(東京工業大学教授)

#### 副委員長

尾沢潤一(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・調査研究課主幹)  
鈴木良春(同・製品認証本部管理課長代理)  
青鹿 広(同・中央試験所管理課長)  
常世田昌寿(同・防耐火グループ主任)  
阿部恭子(同・環境グループ主任)  
鈴木秀治(同・工事材料試験所主任)  
香葉村勉(同・ISO審査本部開発部係長)  
柴澤徳朗(同・性能評価本部性能評定課主幹)  
川端義雄(同・顧客業務部参与)  
杉田 朗(同・品質保証部担当室長)  
木南佳恵(同・西日本試験所上席主幹)  
事務局  
川上 修(同・企画課長)  
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

ご購入ご希望の方は、上記(株)工文社  
までお問い合わせ下さい。

八重洲ブックセンター、丸善、ジュンク  
堂書店の各店舗でも販売しております。

## 建築仕上年鑑



(QRコード)★

★→下部の囲みをご覧ください。

● 内容 ●

- ・我が国唯一の建築仕上材料事典。業界企業750社、160団体の実情を網羅し紹介。建築仕上業界を知るためのエンサイクロペディアとして、斯界でも絶対の信用をいただいております。昭和51年初版刊、通巻31号。「建築仕上材ガイドブック」との併読をお薦めいたします。
- ・業界での業績動向把握と新規参入のための強力ツールです。
- ・主内容／仕上げ業界最新動向・仕上材料の動向(建築仕上材、塗料、塗り床材、下地調整材・モルタル混和材、石膏ボード、浸透性吸水防水材、既調合軽量セメントモルタル、コンクリート補修材)、施工団体の動向(塗装工事、左官工事、床工事、防水工事等)
- ・体裁／B5判 580頁。定価／1冊10,500円

## 左官総覧



(QRコード)★

● 内容 ●

- ・伝統技術と最新技術、業界最新動向を完全網羅した左官情報の決定版。巻頭特別企画では、左官工法による現代の建築物を写真を使いながら紹介するほか、人々の間で親しまれてきた文化財を修復し、後世に伝える左官の技や、左官における新たな試み、左官工法の最新動向など、左官情報が満載です。通巻17号。
- ・巻頭特別企画：左官で住環境を守る
- ①対談：左官の裾野を広げる、情質な壁を求めて ②安全・安心・環境を守る左官材料・工法 ③写真で巡る左官の現場
- ・その他最新左官関連情報満載!
- ・体裁／B5判 316頁。定価／1冊7,350円

## 月刊建築仕上技術



(QRコード)★

● 内容 ●

- ・材料と工法を結ぶ我が国唯一の建築仕上技術専門誌。昭和50年創刊。
- ・塗装・吹付け・防水・床・左官・タイル・断熱・屋根および建築の維持・保全・リニューアル施工の技術とこれらに使用される材料および業界情報を毎月紹介。
- ・体裁／B5判 約140頁。定価／1冊1,050円(年間購読料12,600円/税・送料共)

## 建材フォーラム



(QRコード)★

● 内容 ●

- ・建材各分野の動向および建材店・塗料販売店等の経営情報を紹介するマテリアルムック。昭和54年創刊。
- ・左官・塗装・レンガ・タイル・舗装・リニューアル工事情報のほか、行政の動きや新製品開発動向を紹介しています。
- ・体裁／A4変型判 約70頁。定価／1冊840円(年間購読料10,080円/税・送料共)

## 建材試験情報



(QRコード)★

● 内容 ●

- ・(財)建材試験センターが発行する信頼性の高い我が国唯一の建材試験情報誌。
- ・(財)建材試験センターで取り扱う試験情報の提供を中心に、建材を取り巻く環境や試験装置の紹介、建材開発・生産・標準化の動向など建材に纏わる情報の提供に努めています。
- ・体裁／A4判 約50頁。定価／1冊472円(年間購読料5,670円/税・送料共)

ご注文は FAX (03-3866-3858) または QRコード★で!

上記刊行物は丸善、八重洲ブックセンター、ジュンク堂書店など大規模書店でもお求めいただけます。

**株式会社 工文社**

〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸 71-3 柴田ビル5F  
☎(03)3866-3504 FAX(03)3866-3858 URL:http://www.ko-bunsha.com/

★携帯電話のバーコードリーダー機能を使ってQRコードを読み込むと、お申込み画面が出ます。QRコードからのお申し込みは「(株)富士山マガジンサービス」とのご契約となります。

- 注意事項 (<http://www.fujisan.co.jp/info/guideline.asp>)
- ・定期購読のご契約は雑誌のオンライン書店「Fujisan.co.jp」との契約となり利用規約に準じます。
- ・お申し込みのタイミングによってはご希望の開始号からお届けできない場合がございます。
- ・お届けは発売日前後の到着を予定しておりますが、配送事情により遅れる場合がございます。
- ・年間購読ですので原則として途中解約はできません。
- お問合わせ 富士山マガジンサービス カスタマーサービス  
ホームページ (<http://www.fujisan.co.jp/cs>) またはEメール ([cs@fujisan.co.jp](mailto:cs@fujisan.co.jp))

JIS大幅改正に  
全面対応

ISO単位統一  
だから安心

分りやすく、  
使いやすいと  
評判です！

最新刊

➡ ビギナーからエキスパートまで！

➡ 骨材試験の“ノウハウ”が満載！

編者 (財)建材試験センター

# コンクリート骨材試験

のみどころ・おさえどころ <改訂版>

“ノウハウ”が随所に。  
短期間で試験技術の習得が可能。

日本大学 理工学部 建築学科 教授・工博 友澤 史紀

本書は、建設材料の試験を幅広く実施している(財)建材試験センターで骨材試験を実際に担当している技術者が日常の試験業務を通して得た知識に基づいて書かれたものであり、試験を実施する上での“ノウハウ”が随所に示されており、この内容を理解した上で、実際に試験を積み重ねることにより短期間で試験技術を習得することが可能となると考えられます。

本書を参考とし、正しい骨材試験が行われるようになることを期待します。  
(本書「すいせんの言葉」より)

JIS改正にあわせて全面的に改訂

(財)建材試験センター

本書は、1996年7月に第1版を発行し、その後、国際規格(ISO)との整合化を目標とした日本工業規格(JIS)の大幅な改正を踏まえて、2001年12月に改訂版を発行しました。

JISは概ね5年毎に改正されています。前回の改訂(2001年)以降も、本書が対象としている試験方法のほとんどが改正されています。また、再生骨材や溶融スラグ骨材など、新しい骨材を対象とした製品規格も数多く制定されました。さらに、2009年3月にはJIS A 5005(コンクリート用碎石及び砕砂)の大幅な改正が行われました。

試験方法の一部が改正されても、試験の目的やコンクリートの諸性状に及ぼす影響などは少なく、本書をご利用頂いても支障のない箇所も多数ありますが、読者の皆様がよりご利用しやすいように、第3版として本書の内容を全面的に改訂することになりました。今後ともより多くの皆様にご利用頂ければ幸いです。

(本書「改訂にあたって」より)



A5判 176頁 定価2,100円(税込・送料別)

<本書の主な内容/目次より>

試料の採取・縮分、密度・吸水率試験、ふるい分け試験、単位容積質量・実積率・粒形判定実積率試験、微粒分量試験、有機不純物試験、粘土塊量試験、塩化物量試験、すりへり試験、安定性試験、軟石量試験、破砕値試験、密度1.95g/cm<sup>3</sup>の液体に浮く粒子の試験、アルカリシリカ反応性試験(化学法、モルタルバー法)

ご注文はFAXで ▶(株)工文社

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

## 注文書

平成 年 月 日

貴社名		部署・役職	
お名前			
ご住所	〒		
	TEL.	FAX.	

書名	定価(税込)	数量	合計金額(送料別)
コンクリート骨材試験の みどころ・おさえどころ 改訂版	2,100円		