

# BLつくば

Vol. 10  
2010

第10号

建築試験研究センター情報

平成22年12月

- ◇新 BL 部品の技術的基準の紹介
- ◇住宅エコポイント制度を利用した「戸建て住宅」  
断熱改修工事を実施してみても
- ◇防耐火構造等の試験体製作及び管理業務について
- ◇試験に関する基礎知識
- ◇2010年度日本建築学会大会(北陸)参加報告
- ◇杭の載荷試験装置について



# CONTENTS

BLつくば vol. 10 2010. 12

## 巻頭言

建築構造設計 上之菌 隆志 .....	2
------------------------	---

## 技術解説

新BL部品の技術的基準の紹介 静かな、エコで快適な室内環境形成のために 新規BL認定部品「内窓」 清水 則夫 .....	4
太陽熱利用システムの性能試験について 咸 哲俊 .....	15
ハイブリッド給湯システムの認定基準等について 前田 雅輝 .....	19

## 寄稿

もっと真面目にやろう！ 上村 克郎 .....	22
住宅エコポイント制度を利用した「戸建て住宅」断熱改修工事を実施してみても 榎木 堯 .....	25

## 試験・研究情報

海外出張報告 11th World Conference on Timber Engineering 参加報告 岡部 実 .....	30
海外出張報告 ソーラーエネルギー利用推進フォーラム 海外事例調査（ドイツ・スペイン）に参加して 山内 善之 .....	34
防耐火構造等の試験体製作及び管理業務について 須藤 昌照 .....	38
試験に関する基礎知識 その5 防火材料 試験体選定 福田 泰孝 .....	42
試験に関する基礎知識 その6 耐震診断評価 小室 達也 .....	43
2010年度 日本建築学会大会(北陸)参加報告 .....	47

## 施設紹介

杭の載荷試験装置について 久世 直哉 .....	55
-----------------------------	----

## 編集後記

# 建築構造設計

参与  
住宅・建築評価センター長 診断・評定部長 故上之園 隆志

巻頭言の執筆者である上之園隆志氏におかれましては、平成22年11月28日にご逝去されました。遺稿となりました全文をここに謹んで掲載させていただきます。

機関誌BLつくばの第10号となり、発刊が始まって5年になります。その巻頭言としては少し硬い話となりますが、建築構造設計の動きについて述べます。

建築物の構造設計技術および施工技術は、学問的研究、大地震被害分析、実務的適用技術、解析技術、他分野の新技術などにより進展してきました。この構造設計技術の進展によって多様な建築物を社会とエンドユーザーである国民に提供できるようになりました。また建築物の安心・安全を確保するための法制度の基本である建築基準法・令・告示(以下、基準法令等という)も、多様な建築物の設計および施工技術を受け入れ、多様化、複雑化してきました。しかし、ユーザー(社会、国民)、生産者(開発業者、設計者、施工者)および行政(法制度、建築確認検査機関等)の間には「信頼感」があり、建築物に関する社会システムは信頼され動いていました。しかし2005年末の耐震偽装事件によって、耐震偽装した生産者(構造設計者)、耐震偽装を見逃した行政(建築確認検査機関等)、耐震偽装へ向かう環境を作った生産者(開発業者)は疑問視され、ユーザー(社会、国民)からの信頼を失ってしまいました。

行政(国)は建築物の構造安全性を確保するために、生産者の性悪説および行政(建築確認検査

機関等)の構造関係審査能力の限界を前提に、構造設計に関する法制度を改定しました。主な改定点として、以下の基準法令等での構造関係規定の精緻化および構造計算適合性判定制度の導入があります。

## 基準法令等での構造関係規定の精緻化

建築物の構造設計における構造計算の多くが構造計算プログラムによって行われるようになり、またコンピュータの高度化・高速化により構造計算がすばやく何度も行うことができるようになっていました。この構造計算プログラムを構造設計の一部である構造計算の道具として活用することは問題ありません。しかし一部の構造設計者は、構造計算プログラムを動かし、その計算結果が「OK」であれば基準法令等は満たしており十分であると思う構造計算屋になってしまい、構造関係の指針、規準、マニュアル等にある建築物の構造のあるべき姿や望ましい姿を指向する構造設計者ではなくなってしまった面があります。

そこで基準法令等では、要求性能だけでなく、構造計算方法および算定式等に関する規定を詳細に記述し、さらに「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」では、法令適合の必須項目と考え方、適合事例、適用範囲、留意事項および推奨事項が数多く記述されました。

## 構造計算適合性判定制度

建築確認検査制度の中に、多様化した建築物の構造設計を含め建築確認申請図書を審査する行政(建築確認検査機関等)の構造関係審査の能力には限界があるとして、構造計算のピアチェック(ピアレビュー)を行う構造計算適合性判定制度を導入しました。構造計算適合性判定制度では、の構造関係規定、構造関係技術基準解説書および構造関係の指針、規準、マニュアル等によって比較的高度な構造計算を審査し、法適合性を判定します。

上記を中心とした耐震偽装事件後の基準法令等の改定によって、建築構造設計の構造計算方法および計算結果の適切性および法適合性が確保されてきていますので、この改訂された法制度を継続することにより、建築構造設計に対するユーザー(社会、国民)からの信頼回復につながると考えられます。しかしながら、性悪説に基づいて、悪いものを全て(100%)排除するには、多大な能力、労力および時間を必要とします。前述の基準法令等の改定は信頼回復に効果はありますが、能力向上はいいこととして、構造設計者の労力および建築確認検査の期間の増大は、建築確認申請の停滞という弊害を起しました。さらに、基準法令等での構造関係規定の精緻化は新しい構造設計技術の進展を拘束しがちですし、構造計算適合性判定制度も構造計算の適切性・妥当性を見るピアチェック(ピアレビュー)ではなく法適合性に重きを置いた判定になりがちです。そのため高い能力のある構造設計者の自由度を縛るものとなることがあります。

現在は、生産者および行政がユーザーからの信頼を得るまでの過渡期ですので、現状の法制度を継続することが重要です。しかし前述のとおり、性悪説に基づいて悪いものを全て(100%)排除するには、多大な能力、労力および時間が必要です。そこで、生産者および行政が自身の能力を高めることは勿論ですが、生産者が倫理観を持ち、性悪説の前提を少しでも性善説へ移行することができ、構造計算適合性判定制度はピアレビューとして構造計算の適切性・妥当性を見ることにすると、現在の労力および時間を軽減できる可能性があります。理想論に近いですが、能力が高く倫理観のある生産者(開発業者、設計者、施工者)、能力のある第三者としての行政(法制度、建築確認検査機関等)、安心・安全を優先するユーザー(社会、国民)によって相互の信頼が回復し、建築物の構造安全性の確保が容易になると考えます。

ここまでは、建築構造設計に関して述べましたが、構造設計が法適合、適切、妥当であっても、建築物の設計性能は最終的に施工者によって具現化されることを忘れてはなりません。施工者の能力および倫理観、さらには第三者による施工品質検査も重要であることは間違いありません。

(財)ベターリビングおよびつくば建築試験研究センターは、能力のある第三者としての行政(法制度、建築確認検査機関等)に含まれる機関、さらには施工品質検査の第三者機関として、活動して行きたいと考えています。

巻頭言が硬い話となり、また文章中の用語に不適切な面もあるかもしれません。お詫びいたします。

# 静かな、エコで快適な室内環境形成のために 新規BL認定部品「内窓」

環境・材料性能試験研究部 清水 則夫

## 1 はじめに

今年の初め頃に、テレビで3社の「内窓」のCM(以下、CMという)を見て不思議に思いました。なぜ不思議に思ったかという、テレビCMは一般に個人を対象としているため、ハウスメーカーやマンション販売業者のCMを見ることはあっても、住宅建設業者やデベロッパーを顧客とする建材の製造業者にテレビCMは必要ないと考えていたからです。

その他にも、大手家電販売店ではエアコンの販売スペースに隣接して「内窓」が販売されていることを耳にしたり、ホームセンターで「内窓」の販売ポスターを見たこともあります。

これらは、住宅版エコポイントが影響しているためだと思います。ただ、住宅版エコポイントはCO<sub>2</sub>排出削減のために断熱性能の向上を主としたものですが、BL認定品の内窓は、断熱性能だけでなく、素材・遮音性能・耐久性・環境に対する配慮・供給体制・情報提供など多岐にわたって評価されたものであり、安心して使用していただくことができます。

最近、マドショップというテレビCMを見て、住宅に組み込まれた建材も販売促進のために個人を対象としたCMが必要な時代になってきたのかと感じました。これを機会に、住宅部品のブランド化とまではいなくても、居住者の目が住宅部品に向けば、住宅の質向上に繋がってくると考えています。ベターリビング(以下、BLという)は、住宅部品による住宅の質向上に、大いに協力できるものと思っています。

もともと「内窓」は、外窓にアルミ防火戸を使用する寒冷地では集合住宅の断熱性能を高めるために、温暖地では外部騒音に対する遮音対策のために使用されてきました。BLでは、20年以上前に天窓と内窓(当時はインナーウィンドウ)をBL認定部品に加えることを検討し、天窓は認定を開始しましたが、内窓は見送られました。詳細は分かりませんが、時期尚早だったのかもしれない。

「内窓」は、天窓に遅れての認定開始となりましたが、CO<sub>2</sub>排出削減のために重要な住宅部品といえます。

## 住宅版エコポイントは省エネ改修のはじまり

## 2 住宅の省エネ改修の必要性と開口部

### 2.1 エネルギー消費の増加

地球温暖化防止のために京都議定書に定められた日本の温室効果ガス削減目標は6%(2008年から2012年までの1990年比の削減率)でしたが、日本では2020年までに1990年比で25%削減を達成目標にしています。しかし、総合資源エネルギー調査会需給部会による2010年のエネルギー需給見通しによれば、現行対策推進下で、産業部門のCO<sub>2</sub>排出量は1990年度比で約5.6%減を達成する見込みですが、民生部門は約22.2%増、そのうち家庭部門は約20.0%増と見込まれています。このことから、家庭部門での消費エネルギー削減が重要な課題となってきます。

表1 住宅総数と新設住宅着工数

	1988年	1993年	1998年	2003年	2008年	2009年
住宅数	42,007	45,879	50,246	53,891	57,593	
着工戸数	1,685	1,486	1,198	1,160	1,093	788

(単位：千戸)

## 2.2 省エネ住宅の普及率

「住宅・建築分野における省エネルギー対策の現状(2007年8月、国土交通省報告)では、住宅性能評価を受けた住宅のうち、1999年省エネ基準(現行省エネ基準)に適合している住宅の割合は、2003年：23%、2004年：32%、2005年：30%で2006年4月より省エネ措置の届け出の義務づけを開始したことから、2007年には適合住宅が44%に達すると推定しています。

2009年度建築基準整備促進補助金事業報告会配布資料「住宅の省エネルギー基準に関する検討」では、2008年度建設住宅の1999年基準適合率を木造住宅42.6%、プレハブ住宅戸建82.8%・共同3.6%、住宅性能評価を受けた住宅戸建62.2%・共同12.2%としています。

## 2.3 日本国内の住宅数と年間着工戸数

「住宅・土地統計調査報告(総務省統計局統計調査部国勢統計課)に示された日本の総住宅数と「住宅着工統計(国土交通省総合政策局情報安全・調査課建設統計室)に示された新設住宅着工数を表1に示します。

仮に、1999年から現行省エネ基準で1年間に建設された住宅の平均を1,150千戸とし基準適合率を50%とすると、1999～2008年までの10年間に建設された基準適合住宅は5,750千戸となりますが、この数値は2008年時点での住宅総数の10%にも達しません。このペースで進むと、すべての住宅が入れ替わるまでおよそ100年かかることとなります。また、この間に1999年省エネ基準も改正される可能性があります。

この仮定から、「今のままで別段困らないよ」といわれる方も多いかもしれませんが、地球温暖化防止のために、新築住宅のみでなく、既築

住宅の省エネ改修が推進されていくものと考えています。

以前には、住宅の省エネ化を考える必要があるとか、省エネ法の話をする、任意の法律であるためか、「大きなお世話だ」という方がいましたが、温暖化は地球の病気のようなもので、今後は一人ひとりが治療に協力していく必要があると思います。

## 2.4 開口部の断熱性能向上効果

### 2.4.1 住宅の断熱性能

日本は、寒い北海道から暑い沖縄まで南北に長い国土を持ち、地域によって気候が異なるため、住宅はその地域風土に合った様式が生まれ、建設されてきました。しかし、1973年のオイルショックの後、暖冷房等に使用するエネルギーを節約する必要が生じ、住宅は断熱性能を物理量や仕様で示し建設されるようになりました。その基準を示したものが1980年に定められた省エネ法です。前述したように、日本は地域によって気候が大きく異なり、基準を統一することが難しいため、表2に示す6地域に区分して基準が定められました。

表2 省エネ法の地域区分

地域の区分	都道府県名
	北海道
	青森県、岩手県、秋田県
	宮城県、山形県、福島県、栃木県、新潟県、長野県
	表中に含まれていない他の都府県
	宮崎県、鹿児島県
	沖縄県

各都道府県の代表となる地域を示したもので、市町村によっては細かく分類されている

表3 住宅の性能表示制度と省エネ法

省エネルギー対策等級	省エネ法
等級4	1999年省エネ法基準
等級3	1992年省エネ法基準
等級2	1980年省エネ法基準
等級1	

その後、更に使用するエネルギーを削減する必要が生じ、1992年(通称：新省エネ法)と1999年(通称：次世代省エネ法)に大きな改訂が行われています。2000年には住宅の性能表示制度が始まり、その中に省エネルギー対策等級が盛り込まれました。この等級は4ランクからなり、表3に示したように省エネ法を取り込んだものとなっています。

表4は性能表示制度に定められた各地域・各等級の年間暖冷房負荷を示したものです。これは、一定の条件下で冷暖房のために使用する年間に必要なエネルギー量と考えてください。東京やつくばは、表2から地域になり、等級2の住宅は、等級4の住宅の約2.2倍のエネルギー言い換えれば、光熱費が必要ということになります。自宅で毎月支払っている光熱費に当てはめて考えてみてください。

表5に示した熱損失係数は、住宅の床面積1㎡の空間の温度を1℃、暖房のときは上げるために、冷房のときは下げるために必要なエネルギーを示したものです。数値が小さいほど断熱性能が良いことを示しています。

東京やつくばに建つ延べ床面積120㎡の家で、冬の朝起きた時、室温が12℃だったとします。この室温を22℃に上げるために必要なエネルギーは、等級4の家では $2.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K} \times 120\text{m}^2 \times (22 - 12) = 3240\text{W}$ ですみますが、等級2の家では $5.2\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K} \times 120\text{m}^2 \times (22 - 12) = 6240\text{W}$ 必要になります。この差が年間何日、表1に示した何割の住戸で必要となってくるのでしょうか。

住宅版エコポイントを得るための基準は、現行省エネ基準、性能表示制度の省エネルギー対策等級4とされています。

表4 一戸建て住宅の年間暖冷房負荷の基準

等級	地域区分					
4	390	390	460	460	350	290
3	470	610	680	800	610	560
2	840	1030	1030	1030	1100	1100
1	-	-	-	-	-	-

基準は上記表中の数値以下であること (単位: MJ / ㎡・年)

表5 1戸建て住宅の熱損失係数の基準

等級	地域区分					
4	1.6	1.9	2.4	2.7	2.7	3.7
3	1.8	2.7	3.3	4.2	4.6	8.1
2	2.8	4.0	4.7	5.2	8.3	8.3
1	-	-	-	-	-	-

基準は上記表中の数値以下であること (単位: W / ㎡・K)

これから住宅を建設するときだけではなく、現在住んでいる住宅を改修する場合も、この基準を目指していただきたいと思います。

#### 2.4.2 開口部の断熱性能

表6は、開口部と外壁の熱貫流率の基準を示したものです。熱貫流率は、温度差が1℃のとき1㎡を通過する熱量です。したがって、数値が小さいほど断熱性能が良いことを示します。室内外の温度差が大きいことから省エネ効果ははっきりと現れる寒冷地から基準が強化され、住宅戸数の多い地域、地域へと基準の強化が進んできたことわかります。1992年の省エネ基準(等級3)から1999年の省エネ基準(等級4)にかわる時、開口部の基準は、地域・地域では大きく強化されました。外壁は地域よりも地域、地域よりも地域と、温暖地のほうがより強化されています。

表7は、開口部、外壁、天井、床の熱貫流率の現行省エネ基準を示したものです。

開口部の熱貫流率は、他の部位と比較して10倍前後(1㎡あたりの損失熱量が10倍前後)になります。これは、開口部が採光などの目的でも



必要であり、外気に面した総面積に対する割合が他の部位より小さいためと思われます。

暖房時における住宅からの全損失熱量に対する窓からの損失熱量の割合を表8に示します。

地域では、1992年省エネ基準から1999年省エネ基準にかわる際、開口部の基準よりも他の部位の基準が強化されたため、開口部からの損失熱量の割合が大きくなっています。

住宅を省エネ改修する場合は、躯体を改修するよりも開口部を改修の方が工事も簡易で、かつ開口部からの熱損失の割合が大きいため、改修効果も大きくなります。

今後、さらに省エネを強化するためには開口部の断熱強化が重要になってくるものと思われます。

## エコで快適な室内環境形成へ

### 3 内窓の断熱性能

#### 3.1 断熱性能基準

内窓は、外窓と組み合わせて二重窓として使用されます。二重窓としての断熱性能は、使用する外窓の断熱性能によって変化します。耐風圧性能や防火性能など外界と室内を遮断するという性能の多くは外窓が担うため、設計時には外窓の仕様が先に決められ、次に開口部の断熱性能が要求性能を満たすように内窓の仕様が決められるようです。そこで、内窓の断熱性能は、外窓に内窓を取り付けた時の断熱性能向上効果を表す熱貫流抵抗の増分  $R$  で示すことにしました。

$R$  ( $m^2 \cdot K/W$ )は

$$R = R - R_o$$

$R$  : 二重窓の熱貫流抵抗 ( $m^2 \cdot K/W$ )

$R_o$  : 外窓の熱貫流抵抗 ( $m^2 \cdot K/W$ )

$$R = 1/U, \quad R_o = 1/U_o$$

$U$  : 二重窓の熱貫流率 ( $W/(m^2 \cdot K)$ )

$U_o$  : 外窓の熱貫流率 ( $W/(m^2 \cdot K)$ )

となります。  $R$  は、数値が大きいほど断熱性能が良いことを示しています。

表6 熱貫流率の基準

等級	地域区分					
開口部						
4	2.33		3.49	4.65	6.51	
3	2.33	3.49	4.65	6.51		
2	3.49	4.65	6.51			
1	-	-	-	-	-	-
外壁(木造住宅)						
4	0.35	0.53				
3	0.45	1.03	1.11	1.63	-	
	-	0.58	0.80	1.20	-	
2	0.53	0.98	1.29	-		
1	-	-	-	-	-	-

基準は上記表中の数値以下であること (単位:  $W/m^2 \cdot K$ )

外壁は木造住宅の基準、等級4と等級3の上段は気密住宅、下段はそれ以外、等級2は気密住宅の有無は問われていない。

表7 木造住宅の断熱性能の省エネ基準

	開口部	外壁	天井	床
地域	2.33	0.35	0.17	0.24
地域		0.53	0.24	
地域	3.49			
地域	4.65			

単位:  $W/(m^2 \cdot K)$

表8 開口部からの損失熱量の割合

住宅のレベル	開口部からの損失熱量の割合
1999年省エネ法基準(等級4)	58%
1992年省エネ法基準(等級3)	48%

地域・東京を対象、冬暖房時

塩ビ工業・環境協会セミナー資料「樹脂サッシについて」、樹脂サッシ普及推進委員会資料「国産樹脂サッシの現状」に東京大学・坂本研究室資料よりして掲載

内窓を設置することによる熱貫流抵抗の増分  $R$  の基準を表9に示します。

また、サッシの断熱性能のBL基準と省エネ法における適用地域を表10に示します。

サッシは、アルミ、アルミ枠絶縁、樹脂、木、樹脂あるいは木とアルミの複合材などを使用して製作されます。この中で、アルミ素材の熱伝導率が最も大きく熱の伝導性が良いために、アルミ素材で製作されたサッシの断熱性能が最も劣ります。このことは、つくば建築試験研究センター(以下、当センターという)で測定した結果からも確認されています。

省エネルギー基準の解説書で熱損失係数の計算に使用する熱貫流率を示した表では、サッシの熱貫流率U、熱貫流抵抗Rは、アルミ製で単板ガラス使用の場合U:6.51(W/(m<sup>2</sup>・K))、R:0.154(m<sup>2</sup>・K/W)、空気層が12mm未満の複層ガラス使用の場合U:4.65(W/(m<sup>2</sup>・K))、R:0.215(m<sup>2</sup>・K/W)と示されています。また、省エネ法のサッシの仕様規定において、

- ・ 地域では複層ガラス(空気層6mm以上)入りの建具または熱貫流率4.65(W/(m<sup>2</sup>・K))以下、熱貫流抵抗が0.215(m<sup>2</sup>・K/W)以上の建具(BL基準 型サッシ)を使用してよいことになっています。

表9に示す内窓の熱貫流率増分の基準 R (m<sup>2</sup>・K/W)は、単板ガラスと複層ガラスを使用したアルミサッシの断熱性能を表11(アルミサッシ+内窓で使用できる適用範囲)に示す地域で使用出来るように定めたものです。

その数値は、表10のBLランクのS型、型、型の熱貫流抵抗の基準値から前述の単板ガラスと複層ガラス使用のアルミサッシの熱貫流抵抗0.154と0.215(m<sup>2</sup>・K/W)を引いたものです。説明を聞くと煩雑なことをやっているように思えるかもしれませんが、単純な引き算なので、一度試してみてください。

### 3.2 二重窓の断熱性能の情報提供

省エネ法やBLの認定基準などでは、サッシの断熱性能は熱貫流率U(W/(m<sup>2</sup>・K))で示されています。

外窓の熱貫流率U<sub>α</sub>(W/(m<sup>2</sup>・K))と内窓の熱貫流抵抗の増分 R(m<sup>2</sup>・K/W)が分かると二

表9 熱貫流抵抗増分 Rの基準

ランク	外窓のガラス仕様	
	単板ガラス	複層ガラス
1	0.276 R	0.215 R
2	0.133 R	0.072 R
3	0.061 R	

表10 BLサッシの断熱性能の基準

BLランク	熱貫流率 U W/(m <sup>2</sup> ・K)	熱貫流抵抗 R m <sup>2</sup> ・K/W	適用地域
S型	2.33 U	0.430 R	・ 地域
型	2.91 U	0.344 R	地域
型	3.49 U	0.287 R	地域
型	4.07 U	0.246 R	・ 地域
型	4.65 U	0.215 R	・ 地域

BL基準は熱貫流率で記載(U = 1/R)

参考: 地域の沖縄県の省エネ基準

6.51 U、0.154 R

表11 アルミサッシ+内窓で使用できる適用範囲

内窓+外窓:アルミ製単板ガラス使用サッシ		
内窓種類	R	BLランクと適用地域
ランク1	0.430	S型、・ 地域
ランク2	0.287	型、 地域
ランク3	0.215	型、・ 地域
未使用	0.154	ランク外、 地域
内窓+外窓:アルミ製複層ガラス使用サッシ		
内窓種類	R	BLランクと適用地域
ランク1	0.430	S型、・ 地域
ランク2	0.287	型、 地域
ランク3	0.215	
未使用	0.154	型、・ 地域

R:熱貫流抵抗(m<sup>2</sup>・K/W)

重窓の熱貫流率U(W/(m<sup>2</sup>・K))は次式で求めることができます。

$$U = 1 / ( R + 1 / U_0 ) \cdots (1) \text{ 式}$$

上式から分かるように、Rは二重窓の性能を求めるために便利な指標といえます。

この考え方は、省エネルギー基準の解説書で、開口部にカーテンやブラインドを設置した場合の開口部廻りの熱貫流率を求めるときに使用されています。

また、外窓が普通の複層ガラスとLow-E複層ガラスのサッシで測定を行い、Rの測定結果は、外窓の仕様に影響を受けないことを確認しました。

Rは、外窓と内窓の間隔によって変化するのでという意見があるかもしれませんが。確かに、建築材料は断熱性能が悪いものであっても、厚くなるほど断熱性能は良くなります。しかし、流体である空気は、厚くなると対流が生じ、その断熱性能は変わらなくなります。複層ガラスのような密閉された空間でも、空気層が12~16mm以上の厚さになると断熱性能は変化しなくなるといわれています。BLの認定試験では、外窓と内窓のガラス間隔を150mm以下で実施します。この厚みは、空気層が厚くなくても断熱性能が変化しない範囲であり、また、窓が設置されている外壁の厚みから考えても、この間隔より極端に広くなったり狭くなったりすることはありません。試験で得られた熱貫流抵抗の増分  $R$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) と、外窓の熱貫流抵抗 (熱貫流率の逆数) が分かれば、二重窓の熱貫流率は(1)式で求めることができます。

参考に(1)式を使用して計算をしてみます。

まず、試験で表12の結果が得られたとします。

この内窓と、表13のBL基準の窓を外窓として組み合わせると、二重窓の断熱性能は表13のようになります。

この内窓は、単板ガラス仕様で、外窓がBLの型サッシ以下の断熱性能である場合、地域対応の二重窓となりますが、それ以外は、地域に対応した二重窓となります。

複層ガラス仕様の内窓を使用すると、すべての組み合わせで二重窓の熱貫流率は2.00 ( $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) 以下となり、地域の基準より断熱性能は大きく向上します。

- 内窓使用により暖房費28%削減 -

東京やつくばのある地域で性能表示制度の等級2や等級3の住宅の窓熱貫流率  $U$  :  $6.51 (\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}))$  (表6) に、この単板ガラスの内窓を取り付けると熱貫流率は  $2.74 (\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}))$  (表13) となり、等級4の住宅の開口部の基準  $4.65 (\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}))$  (表6) を上回り、開口部からの損失熱量は約58%削減されることとなります。等級3の住宅では、冬暖房時における開口部からの損失熱量が住宅全体の48% (表8) あるわけですから、これが58%削減されるということは、住宅全体の損失熱量の約28%が削減されることになり、大きな省エネ効果を得ることが出来ます。

表12 内窓の測定結果

外窓	内窓仕様	外窓 + 内窓	R
6.27 0.159	単板ガラス ランク2	2.70 0.370	0.211
	複層ガラス ランク1	2.02 0.495	

2段組の数値は上段：熱貫流率 ( $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

下段：熱貫流抵抗 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ )

R：内窓の熱貫流抵抗の増分 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ )

外窓の仕様：アルミ製、単板ガラス

この性能の製品は実在します。

表13 二重窓の断熱性能

外窓：性能		内窓1	二重窓	内窓2	二重窓
S型	2.33	R 0.211	1.55	R 0.336	1.30
	0.433		0.644		0.769
型	2.91		1.80		1.47
	0.344		0.555		0.680
型	3.49		2.01		1.61
	0.287		0.498		0.623
型	4.07		2.19		1.89
	0.246		0.457		0.582
型	4.65		2.35		1.81
	0.215		0.426		0.551
参考	6.51		2.74		1.92
	0.154		0.365		0.520

外窓の性能は表10のBLサッシの基準値

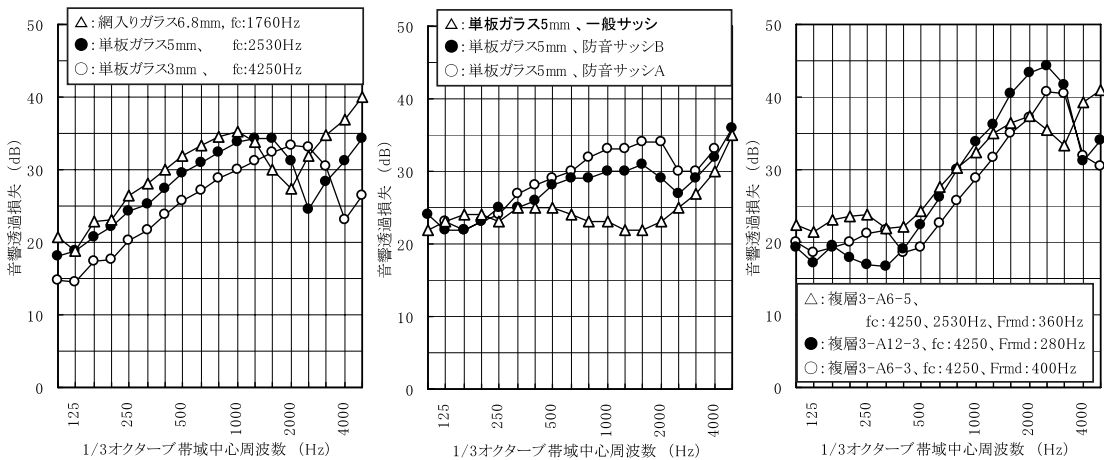
参考は、6地域の基準サッシの場合

外窓、二重窓の上段は熱貫流率 ( $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

下段は熱貫流抵抗 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ )

内窓1：単板ガラス仕様、数値は表12のR

内窓2：複層ガラス仕様、数値は表12のR



(1) ガラスのコインシデンス効果

(2) 隙間による透過損失の低下

(3) 複層ガラスの透過損失

図1 ガラスと窓の透過損失

BL認定品では、このような情報も提供しています。

開口部の断熱性能は、表7に示したように外壁と比較して極端に低いため、冬場に窓の近くにいと暖房中であっても寒く感じる場合があります。室内の快適性を考える上と、窓の性能は省エネ基準を満足してさえいけば問題ないとはいえません。エコで快適な室内環境を得、尚かつ地球温暖化対策に協力するためには、開口部に省エネ基準以上の断熱性能を持たせる必要があると思います。

最近、省エネ法の事業主の判断基準では、一定の条件下で省エネの達成率を評価する方法がとられています。BLでも、内窓の使用によるCO<sub>2</sub>排出削減効果や暖冷房費の削減効果に関する情報提供を行っていく必要があると思います。

## 静かな室内環境形成へ

### 4 内窓の遮音性能

#### 4.1 窓の遮音性能

窓の遮音性能は、音響透過損失(以下、透過損失と言う)で示されます。透過損失は窓の前後の音圧レベル(音の大きさ: dB)の差を示したもので、数値が大きいほど遮音性能が高いことを示します。

窓は面積の多くをガラスが占めるため、その遮音性能は、使用するガラスの仕様に左右されます。ガラスのような緻密で均一な材料の透過損失は、ガラスの単位面積当たりの質量( $m: \text{Kg}/\text{m}^2$ )と音の周波数( $f: \text{Hz}$ )の積の対数値と直線関係にあります。この関係を質量則といいます。単位面積当たりの質量が大きいほど、あるいは周波数が高いほど透過損失は大きくなります。

窓の遮音性能は、使用するガラスの質量則で得られた透過損失より、いかに性能を低下させずに製品化するかが重要なポイントになります。

質量則によって得られる透過損失から性能を低下させる要因には以下のものがあります。

ガラスなどの剛性材料は、ある周波数の音波が入射すると、その材料の屈曲振動と入射波の振動が一致し、一種の共振振動を起こし、透過損失が入射波の周波数で低下します。これを、コインシデンス効果といいます。住宅で使用されることが多い3~6.8mmのガラスでは高音域でコインシデンス効果が現れます(図1(1)ガラスのコインシデンス効果)

窓は、窓枠と障子の間や障子間の小さな隙間からの音漏れにより、500~2000Hzの中音域で透過損失が低下します(図1(2)隙間による透過損失の低下、引違い窓)

防音サッシAはグレモンという気密性能を

高める機構が、防音サッシBは一般的な障子の引き寄せ機構(クレセント)が使用されていました。このため、防音サッシBに中音域で透過損失の低下が見られました。

複層ガラスなどの二重構造のものは、中間空気層による2枚のガラスの共振により、ある周波数帯域で透過損失が極端に低下し、同じ板厚の単板ガラスの性能よりも悪くなります。2枚のガラスの厚みを変えると共振周波数帯域が異なるため、透過損失の低下はある程度防ぐことができます(図1(3)複層ガラスの透過損失)。

二重窓は、ガラス間隔が広がるため共振周波数帯域が低くなるため、100~5000Hzの周波数域での共振が発生しにくくなり、複層ガラスのような共振による透過損失の低下は起こりにくくなります。低音域から中音域にかけては、中空層の厚さの効果で透過損失が向上されます。また、高音域でのコインシデンス効果による透過損失の低下も、内外のガラス厚を異なる組み合わせにすることで、ある程度防止できます(図2)。

図1(1)ガラスのコインシデンス効果、(3)複層ガラスの透過損失、図2は(社)日本サッシ協会から発行されている「わかりやすいサッシ・ドアの性能」に掲載されている品種別・周波数別透過損失性能一覧表(注:「板ガラスの遮音性能、板ガラス協会発行」の抜粋)の一部をグラフ化したものです。図1(2)隙間による透過損失の低下は、当センターで測定した結果です。

図中の $f_{cl}$ はコインシデンス限界周波数(Hz)、 $F_{rmd}$ は共振周波数(Hz)を示したものです。

## 4.2 内窓の遮音性能

### 4.2.1 遮音性能基準

二重窓の遮音性能は、外窓と内窓の透過損失の合計というわけにはいきません。そこでBLの認定基準は、内窓単体で5mm厚ガラス使用時における100~2500Hzの範囲の1/3オクターブ帯域中心周波数毎の透過損失の算術平均 $R_{n(1/3)}$ を

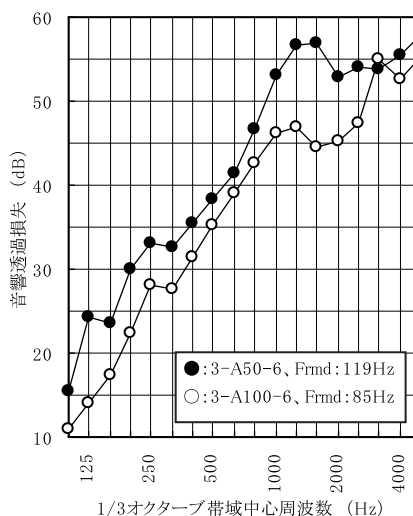


図2 二重窓の透過損失

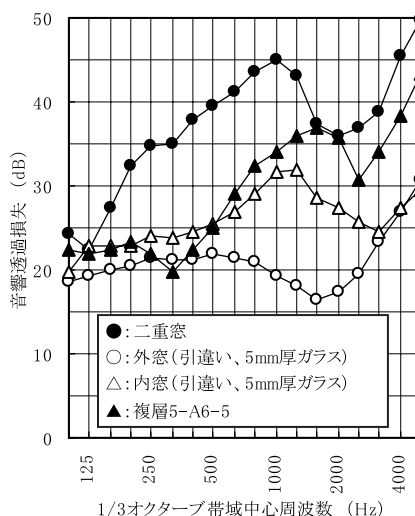


図3 内窓・外窓・二重窓の透過損失

18dB以上としました。ただし、これだけではわかりにくいので、外窓の仕様別の遮音性能についての情報が提供されることが必須要求事項となっています。

### 4.2.2 内窓の遮音性能向上効果

アルミ製引き違いサッシ(ガラス厚5mm)の外窓にガラス厚5mmの内窓を施工したときの二重窓の透過損失と内窓・外窓の透過損失の測定結果を図3に示します(当センターでの測定結果)。参考として、二重窓と同じガラス厚になる5-A6-5mm厚の複層ガラスの透過損失を加えました。



表14 外壁開口部の透過損失等級

等級	$R_{m(1/3)}$ の水準
3	25dB 以上
2	20dB 以上
1	-

$R_{m(1/3)}$ : 100 ~ 2500Hz の範囲の 1/3 オクターブ帯域中心周波数毎の透過損失の算術平均

このデータは、前述の「わかりやすいサッシ・ドアの性能」に掲載されているものです。

また、住宅の性能表示制度の外壁開口部の透過損失等級を表14に示します。

外窓は、隙間からの音漏れが認められる  $R_{m(1/3)} \geq 20\text{dB}$  (等級1) という必ずしも遮音性能の良いサッシとはいえませんが、内容として  $R_{m(1/3)}$  26dB の窓を取り付けると、二重窓としての性能は  $R_{m(1/3)} \geq 36\text{dB}$  となり性能表示制度の等級3を大きく上回り、等級3より上が5dB間隔と想定すると等級5ということになります。測定結果では、前述の共振による透過損失の低下は見られず、低音域から中音域の透過損失がよくなる二重窓の傾向が現れています。試験体の外窓と内容のガラス厚が同じであったため、コインシデ

ンス効果による透過損失の低下は防止できなかったようです。125Hzで、若干透過損失が低下していますが、これは共振によるものではなく、試験室の特性によるものと思われます。複層ガラスの透過損失は、共振のために低下し、低音域から中音域にかけて同じガラス厚の二重窓と大きな差が生じ、 $R_{m(1/3)}$  は28 dB (等級3) でした。この複層ガラスを使用して製作した引違いサッシは、複層ガラス単体の性能よりも透過損失が低下する可能性があります。

内容使用により室内の騒音レベルが17dB (A)低下

例として、内容を使用することによって室内がどの程度静かになるかを計算してみました。窓の外部騒音は「実務的騒音対策指針応用編」(日本建築学会編、技報堂出版発行)に示された一般幹線道路(4車線、 $V = 50\text{km/h}$ )から9m離れた位置の騒音レベルを、窓の透過損失  $TL_1$  は図3に示した外窓、二重窓、複層ガラスの1/3オクターブ帯域の値を1/1オクターブ帯域の値に換算して使用しました。表15に一般幹線道路を音源としたときの窓の室内側騒音レベルの計算結果を示します。

表15 一般幹線道路を音源としたときの窓の室内側騒音レベル

		1/1オクターブ帯域中心周波数 (Hz)						騒音レベル
		125	250	500	1000	2000	4000	
外部騒音	$L_0$	67	65	64	63	61	53	67
	$L_0$	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
	$L_0 + L_0$	70	68	67	66	64	56	70
外窓	透過損失 $TL_1$	20	21	22	19	18	25	
	$L_1 = L_0 + L_0 - TL_1$	50	47	45	47	46	31	
	A特性オクターブ帯域レベル	34	38	42	47	47	32	51
二重窓	透過損失 $TL_2$	24	34	39	44	37	40	
	$L_2 = L_0 + L_0 - TL_2$	46	34	28	22	27	16	
	A特性オクターブ帯域レベル	30	25	25	22	28	17	34
複層ガラス	透過損失 $TL_3$	22	21	25	34	34	37	
	$L_3 = L_0 + L_0 - TL_3$	48	47	42	32	30	19	
	A特性オクターブ帯域レベル	32	38	39	32	31	20	43
単位		(dB)						(dB(A))

$L_0$ は、 $L_0$ に計算値あるいは外周壁のない状態での実測値を用いるときの補正值  
 $L_i$ は室内の音圧レベル

音の強弱(エネルギー量)は音圧レベル(dB)、音の高低は周波数(Hz)で示されます。人間の耳は、周波数の低い音ほど実際より小さく聞こえる特性を持っています。このような人間の耳に似た特性で音の大きさを示したものが騒音レベル(A特性音圧レベル)です。透過損失は周波数ごとに異なるため、表15では周波数ごとに窓を通過する音圧レベル $L_i$ を求め、人間の耳の特性にあったA特性オクターブ帯域レベルを求めて騒音レベル(A特性音圧レベル)を算出しました。

前述したように二重窓と複層ガラスでは低音域から中音域にかけて透過損失に大きな差があります。表15の道路騒音は低音域から中音域で音圧レベルが大きくなります。このため室内騒音レベルは、ガラス厚が同じでも二重窓と複層ガラスで9dB(A)もの差が生じました。この結果からは、複層ガラスはまったく有効でないと思われるかも知れませんが、騒音源によって結果は異なることに注意が必要であることを説明したものと理解してください。

複層ガラスには、中空層にガスを封入して断熱性能を高めた製品がありますが、同じようにガスを注入して遮音性能を高めた製品もあるようです。もちろん断熱性能を高めるためのガスとは種類が異なります。

室内騒音レベルは、外窓だけのときは51dB(A)でしたが、内窓を取り付け二重窓にすると17dB(A)低減され、34dB(A)に改善されました。内窓を使用することにより、静かな室内環境が得られることがわかります。

実際の計算では、壁、窓、換気口等を含めて計算する必要があります。しかし、外壁の遮音性能は窓の性能が占める割合が大きいため、住宅の性能表示制度では、開口部の評価だけが行われています。今回の計算でも、窓だけを評価しました。室内に侵入した音のエネルギーの一部は床や壁・室内に置かれているもの等に吸収されるため、室内の騒音レベルは、表の値よりも小さくなるので、表15の計算結果は、窓近傍

での騒音レベルといえます。

内窓を使用して二重窓にすると、今回の計算結果のように遮音性能は向上し、静かな室内環境が得られます。しかし、騒音源が特殊な場合は、専門家に相談し、ガラスの種類を選定することをお勧めします。

## 5 おわりに

ここまで、内窓を使用することにより、静かな、エコで快適な室内環境が得られることを説明してきました。この他にも、BL認定では、内窓の気密性能の基準を定めています。

簡単に説明すると、気密性能は窓の前後に圧力差を与え、窓1㎡当たりの通気量(漏気量： $m^3/h \cdot m^2$ )を測定したもので、その量により4ランクに分類されています。このランクは、JIS A4706：2000の「5.性能」に定められたもので、A-1～4の名称がつけられており、A-4等級が最も気密性能が高い(漏気量が少ない)ことを示しています。BLの認定基準では、内窓単体で、2番目に気密性能が良い、A-3等級以上となっています。

気密性能は何故必要なのでしょうか。最近の製品は性能がよくなっていますが、木製やスチール製の窓が主流だった頃は、気密性能が悪く、冬場の窓際では隙間風のため暖房中でも寒く感じるが多かったと聞きます。快適な温度に設定して暖冷房を行っている部屋では、必要以上の外気が室内に入ってくると、その空気が冷やされたり暖められたりするために余分なエネルギーが必要になります。また、隙間が多いと、前述したように遮音性能も低下します。これらの問題点を解決するためには、開口部の気密性能を向上させる必要があります。

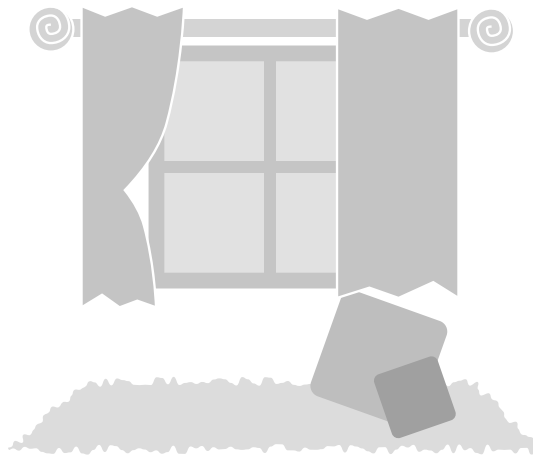
省エネ法の基準では、前述の・地域でA-4等級、～地域でA-3、A-4等級のサッシを使用することになっています。BLの基準を満たしている内窓を使用すると、外窓の仕様にかかわらず開口部の気密性能はA-3等級を満足することになります。

内窓の性能がよいからといって、外窓を開けたまま内窓を閉めての使用は危険ですので避けて下さい。BL認定品だけではなく、一般的に内窓は、耐風圧性能が表示されていません。耐風圧性能は、強風時に窓障子が窓枠から外れて落下したり、折れ曲がったりしないように基準が定められたものです。内窓はこの耐風圧性能が表示されていないため、外窓を開けた状態で内窓を閉めて使用すると突風が吹いたときなどに事故に繋がる可能性があります。

内窓は、使用方法を誤らなければ、地球温暖化防止に役立ち、快適な住環境を得ることが出来る製品です。多岐にわたる安全性等が評価されたBL認定品の内窓を使用し、快適な生活をお過ごしいただければと思います。

内窓のBL認定は20年遅れの開始となりました。来年から高断熱浴槽がJIS化され、住宅版エコポイントの対象になるようです。10年ほど前に、今後省エネ法に取り入れることを念頭において、(財)建築環境・省エネルギー機構に設置された「住宅の配管等の断熱基準策定調査委員

会」で、浴槽・浴槽蓋の断熱性能について検討が行われました。浴槽・浴槽蓋の断熱性能の実験は、全て当センターで実施しました。この成果は日本建築学会の大会や建築環境・省エネルギー情報「IBEC」No.171 Vol.29-6、2009年3月号で発表しています。委員会で検討されていたのは、魔法瓶浴槽が販売された頃でしたが、雑談でBL基準への取り入れの話をする、追い炊きすれば困ることはないとか、ほとんどの浴槽メーカーが製品化していないなどの理由で、基準検討への賛同意見が得られませんでした。今、考えると先見の明はあったのに賛同を得られず、残念に思っています。前述の2009年度建築基準整備促進補助金事業報告会配布資料「住宅の省エネルギー基準に関する検討」を見て、10年ほど前に行われていた研究内容を振り返ると、当時は必要になるのだろうかと思っていたものも、CO<sub>2</sub>排出削減のためにそろそろ採り上げられそうな社会状況になってきました。これから実施していく研究課題として、今すぐに必要なものだけではなく、将来を見越して必要とされるような地道な課題も重要だと実感しました。





# 太陽熱利用システムの性能試験について

環境・材料性能試験研究部 咸 哲俊

## はじめに

太陽熱利用システムは太陽光発電に比べてエネルギー変換効率が高く、システムコストも安価と言われています。住宅におけるエネルギー消費のうち50%程度は中低温の熱負荷である給湯や暖房の熱需要でありますので、太陽熱利用システムの普及拡大にはまだ余地があるかと思えます。図1に、用途別の家庭用エネルギー消費量を示します。

住宅分野における太陽熱利用システムの販売台数は1980年ごろをピークに大きく減少しており、普及量も年々減少する傾向になっていました。しかし、太陽熱利用システムによるCO<sub>2</sub>削減効果は高く、近年再び注目されています。ペタリビング(以下「BL」という)では、平成20年に「太陽熱利用システム」を優良住宅部品に認定するための新しい認定基準を制定しました。また、日本工業規格(JIS)の中では太陽熱利用システムに関する規格の改定も進められています。

本報では、太陽熱利用システムに関するJIS規格の中で太陽熱温水器、太陽熱集熱器と太陽蓄熱槽の熱性能試験部分を中心に説明をします。

## 1 太陽熱温水器の性能試験

### 1.1 太陽熱温水器の説明

太陽熱温水器は太陽熱を利用して給湯する装置であり、自然循環形温水器とくみ置形温水器の2種類に分類できます。自然循環形温水器は集熱部で得た熱エネルギーを自然循環作業により貯湯部に輸送し、給湯用水を直接または間接的に加熱し

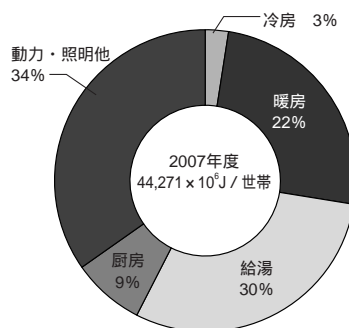


図1 用途別の家庭用エネルギー消費量割合



図2 太陽熱温水器 自然循環形

て保温貯湯する形式のもので、くみ置形温水器は集熱器と貯湯部が一体化になったもので、給湯用水をくみ置だけで直接加熱して貯湯する形式のもので、以下の熱性能試験は、自然循環形温水器(図2)を対象に説明します。

### 1.2 集熱性能試験の概要

集熱性能の屋外試験は、1日の集熱面日射量が16750kJ/m<sup>2</sup>以上で平均気温が15以上の環境条件で実施します。また、日射や風速や気温などに極端な影響を及ぼす障害物がない場所を選定します。

試験体は、集熱面を対地角度30°で南面に向けて通常の使用状態に設置してから、温水器を満水状態にします。試験は、日南中時の4時間前(地



図3 平板形



図4 真空ガラス管形

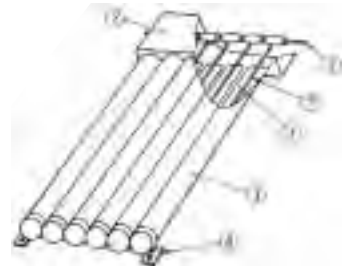


図5 ヒートパイプ形

方真太陽時の8時から日南中時の4時間後(地方真太陽時の16時)まで8時間の集熱を行い、試験開始前後の温水器の水温を計測します。

集熱量は、所定の計算式によって1日の集熱面日射量 $20930\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 時の集熱量(S)に換算します。

### 1.3 保温性能試験の概要

保温性能試験は、日射の影響を受けない環境に温水器を通常の使用状態に設置してから行います。温水器に試験開始時の周囲温度より $35 \pm 2$  高い湯を満水状態まで給湯し、貯湯タンク内を攪拌した後、試験開始時水温を測定します。3時間放置した後、貯湯タンク内を攪拌し、試験終了時の水温を測定します。また、雰囲気温度を試験開始から1時間間隔で測定します。

試験結果による保温性能は、所定の計算式によって熱損失係数(KA)を求めます。

### 1.4 太陽熱温水器に関するBL評価基準

太陽熱温水器の集熱性能試験と保温性能試験の結果に関する理解を深めるために、BLの評価基準を紹介します。優良住宅部品評価基準の太陽熱利用システム(BLE SO:2009)では以下のように評価基準を記載しています。

- 集熱性能は、集熱量(S)が $8374\text{kJ}/\text{m}^2$ 以上であること。
- 保温性能は、熱損失係数(KA)が $5.81\text{W}/\text{K}$ 以下であること。

## 2 太陽集熱器の性能試験

### 2.1 太陽熱集熱器の種類

太陽熱集熱器は、集熱器の形状によって平板

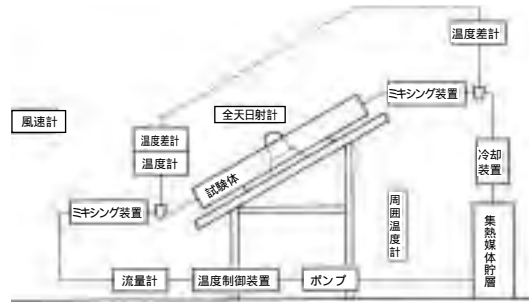


図6 集熱試験装置の概要

形、真空ガラス管形とヒートパイプ形の3種類に分類できます。また、集熱媒体によっては液体集熱式と空気集熱式に分類できます。ここでは、液体式集熱器について説明します。

平板形は、ケーシングに収納された集熱体の受光面側が透過体で覆われた形式のもので(図3)。

真空ガラス管形は、内部を真空にしたガラス管内に集熱体が設置された形式のもので(図4)。

ヒートパイプ形は、集熱体で得られた太陽放射エネルギーをヒートパイプによって集熱する形式のもので(図5)。

### 2.2 集熱性能試験の概要

集熱性能試験の屋外試験は、図6に示す試験装置に試験体を設置して行います。そのときに計測

表1 測定項目、測定器と要求精度

測定項目	測定器	要求精度
集熱面日射強度	日射計	ISO9060に規定する2次標準又は1級
試験体出入口集熱媒体温度	温度計	JISC1604に規定する測温抵抗体のクラスA級 測定精度 $\pm 0.1$ 、分解能力0.05以下
集熱媒体質量流量	流量計	測定精度 $\pm 1.0\%$ 以内
周囲温度	温度計	測定精度 $\pm 0.5$ 、分解能力0.1以下
風速	風速計	測定精度 $\pm 0.5\text{m/s}$ 以下

表2 測定条件

項目	条件
集熱面日射強度	測定中の平均が630W/m <sup>2</sup> 以上、 変動幅 50W/m <sup>2</sup> 以内
試験体出入口集熱媒体温度	変動幅は±0.5K/分
集熱媒体質量流量	±1.0%
太陽直達光の集熱面への入射角	30 以内
周囲の風速	平均値が4m/s以内

する測定項目、測定器と要求精度を表1に示します。また、測定実施時の条件を表2に示します。

試験は、集熱用熱媒の流量が安定してから開始し、表1に示す測定項目を計測します。測定結果から、集熱器の集熱効率特性および集熱器の単位面積あたりの集熱量を計算します。

### 2.3 太陽集熱器に関するBL評価基準

太陽集熱器の集熱性能について、BLの優良住宅部品評価基準 太陽熱利用システム( BLE SO2009 )では以下のように評価基準を記載しています。

- 集熱性能は、日射量が20930kJ/( m<sup>2</sup>・day )  
= 10K時における集熱量が12557kJ/  
( m<sup>2</sup>・day )以上であること。この時、時定数は15分以下であること。

## 3 太陽蓄熱槽の性能試験

太陽熱蓄熱槽に関連する熱性能試験には、保温性能試験と有効出湯効率試験があります。

### 3.1 保温性能試験の概要

保温性能試験は、あらかじめ初期周囲温度より 35 ± 2 高い温度の蓄熱媒体を蓄熱槽容量まで満たします。蓄熱媒体温度は、蓄熱槽の中央部において上下方向に等間隔で3か所以上測定した値の平均値としますが、全ての測定点間において ±0.5 の均一状態になった時点で試験を開始し、この時点での蓄熱媒体温度を試験開始時の蓄熱媒体温度とします。試験開始時から蓄熱媒体温度が3 以上低下するまで放置し、経過時間と終了時の蓄熱媒体温度を記録します。

試験結果による保温性能の計算は、所定の計算式によって熱損失係数( KA )を求めます。

### 3.2 有効出湯効率試験の概要

有効出湯効率試験は、あらかじめ初期周囲温度より20 ± 5 高い温度の蓄熱媒体を蓄熱槽容量まで満たします。蓄熱媒体温度は、蓄熱槽の中央部において上下方向に等間隔で3か所以上測定した値の平均値としますが、全ての測定点間において ±0.5 の均一状態になった時点で試験を開始し、この時点での蓄熱媒体温度を試験開始時の蓄熱媒体温度とします。蓄熱槽容量が500L以下のものは毎分10L ± 2Lの割合で、500Lを超え1000L以下のものは毎分15L ± 3Lの割合で、保温タンクに蓄熱槽容量と同量を出湯させて、出湯の温度を測定します。

測定結果から、所定の計算式により有効出湯効率を求めます。

### 3.3 太陽蓄熱槽に関するBL評価基準

太陽蓄熱槽の保温性能と有効出湯効率について、BLの優良住宅部品評価基準 太陽熱利用システム( BLE SO:2009 )では以下のように評価基準を記載しています。

- 保温性能は、熱損失係数( KA )が蓄熱槽容量 V( m<sup>3</sup> )に対し3.5V+5.81( W/K )以下であること。
- 有効出湯効率は80%以上であること。

## 4 おわりに

現在、当つくば建築試験研究センターでは上記の熱性能試験が実施できるように試験装置を整備しています。

性能試験が必要な際は、ぜひご利用いただければと思います。

添付資料：太陽熱空気集熱実験に関する紹介

これまでに行ってきた太陽熱利用システムに関する研究から、太陽熱空気集熱部の集熱性能に関する実測結果の一部を参考資料として載せます。

これは、太陽熱空気集熱屋根をもつ実大実験住宅について実験研究を行ったものです。図7に実験住宅の外観写真を、図8に断面図



図7 実験住宅の外観写真

表3 システム概要

集熱屋根	太陽電池パネル部分	9.1m x 4.9m=44.6m <sup>2</sup>
	ガラス張り部分	9.1m x 2.2m=20.3m <sup>2</sup>
集熱風量	648m <sup>3</sup> / 時間	
ファンの消費電力	122W(測定平均)	
水蓄放熱床の熱容量	12.96MJ/K (3100kg)	
最大発電量	4.5 KW	

を示します。また、表3にシステムの概要を示します。

実験住宅の集熱屋根は、太陽光発電パネル(アモルファス)と一体となった一般屋根部分とガラス高温集熱屋根部分で構成されています(図7の外観写真を参照)。

図9に、集熱屋根の一般屋根部分とガラス高温集熱部分の構成を示します。軒先から取り込まれた外気は、まず太陽光発電パネル部分の下側を通りながら余熱されたあと、ガラス高温集熱パネル部分でさらに高温に加熱してから室内へ送られます。

図10に、2001年冬季の日中集熱を行った日における集熱温度の時刻別頻度分布を示します。本実験住宅では集熱開始時が朝10時ごろ、集熱終了時は午後3時ごろが比較的に多くありました。

図11に屋根面日積算日射量と日積算集熱量の関係を示します。本実験住宅では、集熱の作動開始温度を30に設定しましたが、屋根面日積算日射量が約5 MJ/m<sup>2</sup>dayから集熱を行い、また集熱を行った日は屋根面日射量の約20%を集熱しました。

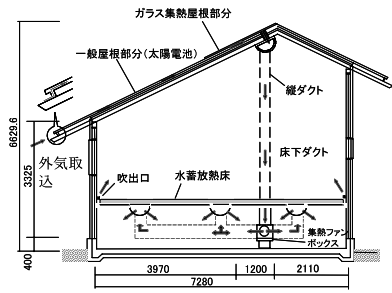


図8 断面図

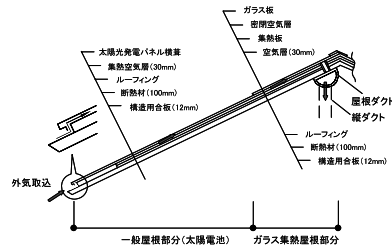


図9 集熱屋根の構成

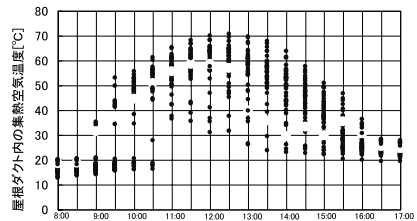


図10 屋根集熱温度の時刻別頻度分布(冬季)

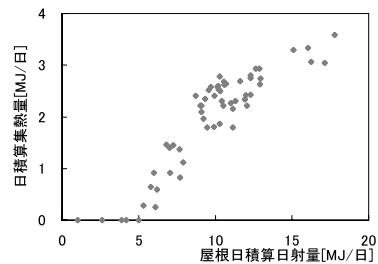


図11 屋根日積算日射量と日積算集熱量の関係(冬季)

【参考文献】

- 1)2009年 エネルギー白書
- 2)JIS A 1425 太陽集熱器の集熱性能試験方法
- 3)JIS A 1426 太陽蓄熱槽の蓄熱性能試験方法
- 4)JIS A 4111 太陽熱温水器
- 5)JIS A 4112 太陽集熱器
- 6)JIS A 4113 太陽蓄熱槽
- 7)咸哲俊、須永修通、堀祐治：水蓄放熱床を持つ太陽熱床暖房システムに関する実験研究、日本建築学会環境系論文集、第572号、2003

# ハイブリッド給湯システムの 認定基準等について

住宅部品評価部 前田 雅輝

## はじめに

2009年の地球温暖化防止サミットにおいて、日本の目標として、2020年までに1990年比で温室効果ガスを25%削減することが表明されましたが、ライフサイクルの変化や家電製品の普及・大型化・多様化などにより家庭部門でのエネルギー使用量は増加し続けており、とりわけ約5割を占めている給湯・暖房分野での消費エネルギーの削減が重要となっています。

財団法人ベターリビングにおいても、エネルギー使用量の削減に効果的な高効率給湯・暖房機である潜熱回収型ガス給湯機(エコジョーズ)、家庭用ガスコージェネレーションシステム(エコウィル)、家庭用燃料電池コージェネレーションシステム(エネファーム)、電気ヒートポンプ式給湯機(エコキュート)などをBL-bs部品<sup>1</sup>・「環境の保全に寄与する特長」も有する優良住宅部品(BL部品)として認定し、高効率給湯・暖房機の普及促進に積極的に取り組んでいます。

1 様々な社会的要請への対応を先導するような特長も有する優良住宅部品を「BL-bs部品」(BL-bs: Better Living for better society)として認定しています。

このような中、電気とガスという異なる熱源を組み合わせたハイブリッド給湯システムという新たな高効率給湯・暖房機が市場投入されました。

当財団としても、ハイブリッド給湯システムを新たなBL-bs部品とすべく、優良住宅部品認定基準及び評価基準(以下、「認定基準等」という。)を制定いたしましたので、基準のポイント等について紹介を致します。

## ハイブリッド給湯システムとは

今回、認定の対象としたハイブリッド給湯システムは、ヒートポンプユニットと貯湯タンク、潜熱回収型ガス給湯・暖房機の3つから構成されるシステム(図1)です。

ハイブリッド給湯システムは、電気ヒートポンプ式給湯機と同様にヒートポンプにより効率的に沸かしたお湯を貯湯タンクに貯めており、台所や洗面所、シャワーなどで使用するお湯は、貯湯タンク内のお湯を使用することになります。また、複数箇所での給湯やお風呂の湯はりなど、多くのお湯を必要とする場合や高温のお湯を必要とする場合などは、貯湯タンク内のお湯を優先的に使用しつつ、不足する湯量や熱を潜熱回収型ガス給湯・暖房機が補完します。

なお、暖房(温水式)を行う際は、貯湯タンク内のお湯は使用せずに、潜熱回収型ガス給湯・暖房機のみが運転することとなります。

## 基準制定のポイント

前述のとおり、ハイブリッド給湯システムは、電気ヒートポンプ給湯機と同じようにお湯を沸かし貯湯します。

したがって、ヒートポンプユニットへの基本的な要求性能は、既存の電気給湯機(ヒートポンプ式)の認定基準等を引用することにしました。

また、潜熱回収型ガス給湯・暖房機についても、一般家庭に設置されている潜熱回収型ガス給湯・暖房機と基本構造は変わらないことから、ヒートポンプユニットと同様に既存の暖・

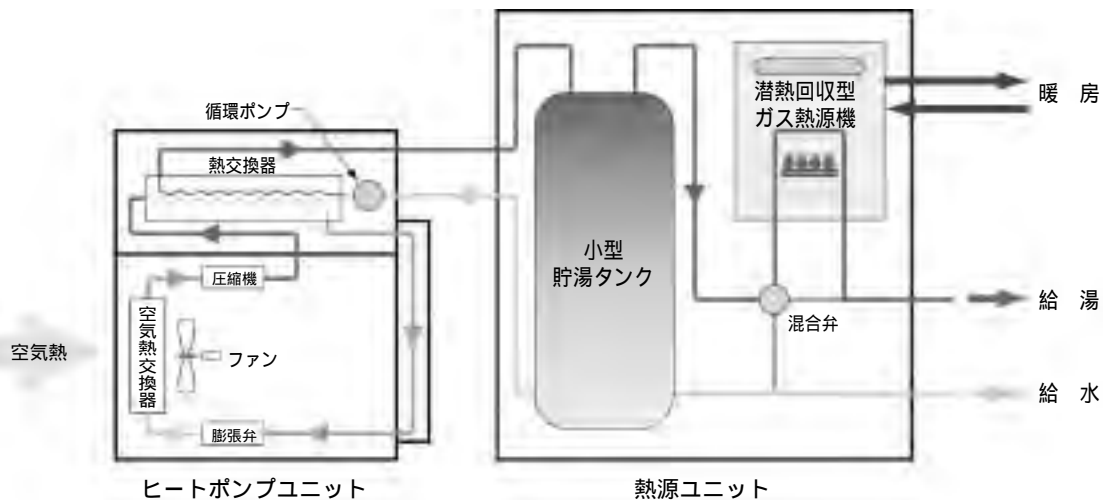


図1 システム構成のイメージ

冷房システム(ガス熱源機)及びガス給湯機の認定基準等を引用することにしました。

このように紹介するとハイブリッド給湯システムの認定基準等は、単純に既存の認定基準等を組み合わせただけのように思われるかもしれませんが。

しかし、ハイブリッド給湯システムは、湯量や熱が不足した際には、ヒートポンプと潜熱回収型ガス給湯・暖房機が同時に運転をするため、システム全体としての効率をどの様に評価するのかということが認定基準等を検討していく中で、大きなポイントとなりました。

既存の電気給湯機(ヒートポンプ式)の認定基準等では、給湯効率について(社)日本冷凍空調工業会標準規格のJRA 4050:2007R(家庭用ヒートポンプ給湯機)に基づき試験を行い、APF(年間給湯効率)が3.0以上であることとしています。APFは、ヒートポンプ式の給湯機を定められたモードで運転した際に、得られる年間の総給湯熱量と消費する年間の総消費電力を熱量に換算した値の比から求められるものです。

一方、既存のガス給湯機の認定基準等では、潜熱回収型ガス給湯機の効率について(財)日本ガス機器検査協会の検査規程であるJIA C 002に基づき試験を行い、熱効率が90%以上であるこ

ととしています。熱効率は、定格で運転をした際に得られる給湯熱量と消費するガスを熱量に換算した比から求められるものです。

このように、電気給湯機(ヒートポンプ式)とガス給湯機では、効率の考え方が異なっています。

また、システム全体としての効率を考えるためには、給湯負荷のうち何%をヒートポンプが賄い、何%を潜熱回収型ガス給湯・暖房機が補うのかを整理する必要がありました。

## モードについて

ヒートポンプユニットと潜熱回収型ガス給湯・暖房機の運転割合は、給湯の使用量や使用方法によって大きく変わってきます。そのため、効率の評価方法を検討するにあたり、どのようなモードで運転を行うのが重要でした。一般的に給湯機の効率等を測定するにあたり使用されるモードには、「IBEC Lモード」や「修正M1モード」があります。

しかし、「IBEC Lモード」は、1970年台半ばの知見に基づき作成されたモードで、1日の給湯行為が13回と非常に少ないなど、現状にそぐわない部分があります。また、「修正M1モード」は、6日間にわたり連続試験を行う必要があ



り、測定にかなりの時間を要することから、試験条件として採用するには難しいものがありました。

検討の結果、JIS S 2071(家庭用ガス温水機器・石油温水機器の標準使用条件及び標準加速モード並びにその試験条件)の「標準使用モード」を採用することとしました。

このJISは、ガス又は石油給湯機の加速試験及び耐久試験を定めたものであり、エネルギー効率を測定するための試験方法が定められているわけではありませんが、採用されている標準使用モードは、2003年から2006年に(社)日本ガス石油機器工業会が実施した調査研究に基づき提案された代表的な4人世帯の24時間の標準的な給湯の使用モードです。

標準使用モードでは、1日の各用途での給湯使用の行為が51回に分けられ、それぞれの継続時間、停止時間、使用流量などが詳細に定められています。

## システムのエネルギー効率試験について

標準使用モードにより、1日の給湯使用の行為が詳細に定まることで、ヒートポンプユニットと潜熱回収型ガス給湯・暖房機の運転割合は、評価対象となるシステムの性能や制御方法によることとなります。

これにより、評価対象となるシステムのエネルギー効率は、標準使用モードに基づき運転を行った際にヒートポンプユニットで消費された電力量及び潜熱回収型ガス給湯・暖房機で消費されたガ

ス量を測定するとともに、得られた給湯熱量を測定することで求められることになります。

なお、エネルギー効率の要求性能値は、現在市場に投入されたシステムの性能値を鑑みて120%以上であることと定めています。

## 今後の検討課題

現在、市場に投入されているハイブリッド給湯システムは、暖房を行う際は、潜熱回収型ガス給湯・暖房機のみが運転をします。このため、システム全体のエネルギー効率は標準使用モードを使用して求めることができます。

しかし、暖房を行う際にもヒートポンプユニットと潜熱回収型ガス給湯・暖房機が連動して運転をするハイブリッド給湯システムの市場投入が予定されています。

この場合、エネルギー効率について、給湯使用の行為を定めた標準使用モードでは、エネルギー効率を測定することができなくなります。

したがって、新たに給湯と暖房の使用行為を考慮したモードの検討が必要となってきます。

## おわりに

今回、紹介を致しましたハイブリッド給湯システムやガス給湯機などの認定基準等は、当財団のホームページ(<http://www.cbl.or.jp/>)で公表していますので、詳細は、ホームページをご覧ください。

# もっと真面目にやろう!

顧問 上村 克郎

大変に恐縮である。20～50年も前のことを思い出しながら古い話を持ち出して現在に適用しようとしているのである。話の主題は「コンクリートのひびわれ」に関することである。現在に通用するかしらないか、参考になるかならないかは読者の判断に任せるしかない。

## コンクリートのひびわれ問題は古くて、新しい

日本建築学会(AIJ)では毎年、学術大会があり(今年は富山市で開催)そのときに半日かけて研究協議会が各専門分野別に関心のある重要なテーマについて行われる。私の記憶では、この協議会は50年ぐらい前から始まったように思う。いやいや、100年ぐらい前(学会創立は1886年)にもあったかもしれない。

ある年、もう随分と前であるが、「コンクリートの亀裂とその対策」が研究協議会のテーマになったことがある。「亀裂」という用語は現在では「ひびわれ」と変更されている。この「ひびわれ」がテーマになることは珍しいことではなく、多少の表現の違いはあるが10年に一度ぐらいの頻度で取り上げられてきた。そして現在も続いている。

また、日本コンクリート工学協会(JCI)でも創立(1965)以来、45年になるがコンクリートのひびわれ対策と防止についての研究会、講習会などが数年おきに実施されている。

従って、“コンクリートの硬化、乾燥による収縮ひびわれとその防止”は古くて新しいテーマであり、建築材料・施工部門の研究テーマの常連であり、定番ものである。

## もっと真面目にやれ

ある年の日本建築学会、材料施工部門での「コンクリートの亀裂とその対策」の研究協議会のときである。私は幹事として、準備、パネラーの選定、討論会の推進などに関わった。3時間の協議会の議論は白熱し、各分野の専門家からの有益な発言、提案、質疑応答などがあった。

協議会の終わり頃に当時の東大、建築学科(そのときは東京理科大学、建築学科?)の故・浜田稔教授(材料施工分野の第一人者)が会場から発言した。「結局のところ、色々意見や提案ができたが、それでも、完全にひびわれは防げないだろう。どうすれば、本当に、コンクリートのひびわれは防ぐことができるのか? 幹事の上村さんの意見を伺いたい」。さあ、突然のことで私は困った。私の答弁主旨は「コンクリートの構成材料、生コンクリート、鉄筋、型枠、コンクリートの打ち込み、締め固め、養生などの材料施工上の問題は勿論のこと、設計、構造、監理、現場管理などいろいろと反省すること、やらなければならないことは多々あるが、全ての分野において、ひび割れを防ぐ、発生させない、という確固たる信念で正しいことを確実にやれば、相当程度にひび割れは防げると思う。各分野の関係者の皆さん方は現実には文章上とか口の上では正当なことを言うが、実際には甘く見て、人ごとのように思い、真剣に、真面目にやっていないのが実情ではないかと思う。関係者全員がもっと真面目にやればひびわれは防げるでしょう。」このような内容の答弁をしたら、会場



の参加者から失笑と顰蹙を買ったようであった。私は、しまった、と思い、冷や汗が出た。

しかし、夕方の懇親会のときに、浜田教授から「君が言ったことは本当だと思う。関係者全員がもっと真面目にやればひびわれは防げるかもしれないよ。真面目にやれ！はよかったよ。」と言われて少し安心し、気が落ち着いた。

### 躯体工事専門業者が欲しい

建築の工事は躯体と仕上げと設備に分けることができよう。仕上げ工事と設備工事は専門業者がはっきりしていて、設計者やゼネコンと連携して工事は円滑に進められている。ところが、躯体工事は鉄筋にしる、型枠にしる、コンクリートの製造・打ち込みにしる、各専門業者はいるものの、それをまとめる躯体工事の専門業者が存在しない。いや、それがゼネコンかもしれないが、あまり機能していないように思う。ゼネコンはほかにやるのが沢山ある。だから、躯体工事の専門業者の確立が望まれる。私見では生コンクリートメーカー（が一番よいと思う）が躯体工事業をやれば、自分でコンクリートを製造し、運搬し、打ち込み、養生するのであるから一貫して良心的な工事（もちろん、ひびわれのない）が期待できる。また、型枠工事と鉄筋工事をおろそかにできない。監理者が第三的なインスペクターの制度も導入するとよいだろう。何故に躯体工事の専門業者がいないのだろうか？諸外国のことはよく知らないが我が国だけの問題だろうか？

もう数十年前のことだが、タイのバンコックでの話。高層のホテル工事を日本のゼネコンが請け負っていた。1階の独立RC丸柱（直径1.5mぐらい）のコンクリート打設が終わって、型枠が除去されたときのこと、所々に「ジャンカ（コンクリートの充填不良、空隙）」が散見された。監理者は全RC柱のほぼ半数を根本から切断してやり直しを命じたのである。私はちょうど現場見学中であったが、切断して作り直すとは驚いた。そのRC柱

を仔細に観察したが、もしも日本で同じような状態のRC柱があっても、切断してやり直しをすることはないだろう、と思った。（「タイ国で見た」ジャンカ」の程度を我が国のRC構造物に適用すれば、90%ぐらいが切断して作り直しになること確実である。ということは監理者、管理者に権限、識見、信念、責任のようなものが少し足りないからであろうか。いや、躯体専門工事業が確立されていないからであろうか。

### インドやパキスタンを見習うとよい

筆者の昔の見聞では、インドやパキスタンの小さなRC工事の現場では竹製のザルにコンクリート（スランプはゼロに近い）をいれた女性が、ザルを頭に載せて、列をなして歩いて打設場所に運んでいた。そして、打ち込みは木槌のようなものでコンクリートを叩いて締め固めをしていた。また、熱帯地方だから、とくに散水養生をする者が多数いて一日中、養生のための散水をしていたことを思い出す。のんびりとしたコンクリート工事である。水セメント比も小さい、単位セメント量も単位水量も少ない、と思う。ひびわれが発生するという事は、想像できなかった。打ち上がり速度も1階分が数時間から数日かかるのではないかと？

日本建築学会JASS5（鉄筋コンクリート工事標準仕様書）では型枠設計用のコンクリートの側圧は打ち上がり速度を、1時間に10メートルとか20メートル、20メートル以上に分けて側圧計算式が決められている。これだと3メートル打ち上がるのに数分から数時間（実際はもっと早い）かかるが、インド、パキスタンでは数日かかるのではないかと想像される。

思い出されることは、かつて、CIBだかRILEMだかのコンクリートの仕上げの委員会に出席したとき、JASS5の側圧の計算式を説明したら、ある委員が計算式が一桁間違っていると指摘された。つまり、打ち上がり速度が常識の10倍だということである。

## ひびわれの罰則規定がない

建築基準法ができてから今年で60年(昭和25年に制定)になるが、当初は第二次世界大戦後のことでもあり、住宅を主とする建築物が「早く、安く、大量に建設する」ことが非常に重要視された時代であったと思う。現在ではストックは充足状態にあるので、「早くなくても品質の良いものができればよい、少しぐらい高くても品質の良いものが欲しい、時間とお金がかかっても个性的な方がよい、基準法ギリギリよりも居住性、耐震性などで余裕のある方がよい、少しでも安全性、快適性などに優れたものがよい」と言った風潮が強い。

一方で建築の設計者、施工者にとっては建築物の工期の確保、採算性の追求、作業者の安全性、法令の遵守など譲れない重要な事項は沢山ある。しかし、コンクリートのひびわれについては法的に措置がとられるような問題ではない。学会などの仕様書、指針などで指導したり、改善方法を推奨する程度。もしも、法律的な規則、基準などで罰則規定があれば随分とひびわれは減少するかもしれないが悪法になる恐れがある。契約書、仕様書などで、躯体工事の後、仕上げ工事の前、竣工検査の前、引き渡しの前などにひびわれが発見されたら必ず全面的に補修する、リフォームする、あるいは工事代金を減額するなどしたら、ひびわれは随分と減少するだろう。コンクリートのひびわれが嫌われ、欠陥とされ、問題視される、のであれば、ひびわれの罰則規定があることが望ましい。

## コンクリートの収縮率は $8 \times 10^{-4}$ でよいか

日本建築学会のJASS 5では長期供用、超長期供用の構造物に使用するコンクリートの収縮率を $8 \times 10^{-4}$ 以下と規定している。ひびわれを防止するための具体的な数値規定としては画期的である。しかし、賛否両論あることは想像に難くない。実際のコンクリートは真面目にやっても $8 \sim 12 \times 10^{-4}$ ぐらいになるのではないだろうか。しかし、生コンメーカー、セメントメーカー、ゼネコンなどは努力し、研究・開発して $8 \times 10^{-4}$ 以下のコンクリートを供給するようになるかもしれない。仕様書、基準、規格のようなものは現状迎合型よりも理想像を提示したり、進歩、前進、改革を誘導するような目標を掲げることも肝要である。 $8 \times 10^{-4}$ 以下は難しい数値ではない。やる気があれば(真面目にやれば)できる。

故・大野和男 北大教授(東大、建築学科を昭和7年卒)は卒業論文も博士論文もコンクリートの収縮と亀裂に関するものである。実験的にも、理論的にもこれほど優れた博士論文はご自分が審査された論文のなかではピカイチである、と絶賛されていたのは前述の故・浜田稔教授である。結論は簡単である。大野先生は「コンクリートの収縮ひびわれを発生させないためには乾燥収縮率を $4 \times 10^{-4}$ 以下にすればよい」。今から約70年前のことである。

# 住宅エコポイント制度を利用した 「戸建て住宅」断熱改修工事を実施してみた

アドバイザー 工博 榎木 堯

## 1 はじめに

「住宅エコポイント」で検索すると、この制度を所掌している国土交通省はもちろん、「エコポイントによるリフォーム」「エコポイントによる改修工事」など、多くの情報が提示されています。

この制度は、最近の政府による経済対策により、その対象期間が1年間延長されて、平成23年12月31日までに着工された工事が対象になります。また、対象工事の内容も拡大され、太陽熱利用システム・節水便器・断熱浴槽も対象に含まれています。

対象となる住宅・工事の区分は、戸建ておよび共同住宅双方の、エコ住宅の新設と既存住宅のエコリフォームに大別されています。

これらの工事が期間内に、定められた材料がある規模以上使用されていれば、仕様に応じてエコポイントが得られることとなります。

この制度は創設以来大きな関心呼び、エネルギー節減と景気浮揚に多大な貢献をしてきている、とされています。

最近建設される戸建て住宅は、省エネ基準や性能基準が整備されるに伴って、エコ・省エネはあたかも常識であるが如くに、ユーザーにも広く認知されています。

しかし、過去20年を遡れば、当時は言葉や標語として話題になっていても、そのための設計・材料・仕様として具現化はなされていませんでした。

したがって、関東地方の住宅を例にとれば、1階のフローリング床下には断熱材はなく、小

屋裏のグラスウール断熱材や外壁の断熱材も、現在新築されている住宅に比較すると、低い性能レベルのものが使用されていました。これは、当時の施主が工事費を値切ったわけではなく、ごく標準的な仕様として受け入れられていたからに他なりません。

乱暴な言い方をすれば、建設後15-20年経過している住宅の断熱・気密性能のレベルは、現在推奨されている性能基準のレベルより低いものが多い、こととなります。

一方、時代の趨勢によりユーザーの要求のレベルは向上し、しかも、昨今のように、いわゆる高性能レベル住宅が一般化してくると、かつての住宅の性能との格差が歴然となってきています。

ここに、既存住宅のエコリフォーム制度の利用が盛んになっている因があるとも思われます。国策としてのエコやエネルギー節減への積極的な協力参加、という大義は別として。

我が家は、2階建・戸建て軽量鉄骨造住宅で、建設後18年目になります。それ以前はRC造の8階建集合住宅の5階に長期間居住していたせいか、新居へ入居後にまず感じたのは、冬季の室内の寒さでした。これへの対応として、約12年経過時に開口部のガラスを、既存のサッシ枠はそのままにして、ガラスだけをすべて複層断熱ガラスに交換しました。

ところが、冬季の朝の室温低下が依然として気になり、一昨年からは断熱・気密性向上の改修を計画していました。その頃からエコリフォーム制度創設の噂があり、遂に今春改修工事を実施し、この制度に適合していましたので、約30

万ポイント[三十万円相当]を得ました。

そこで本稿では、特に拙宅のような性能レベルの住宅をお持ちで、かつ、これをこの機に改修なさろうとしている方がたに、エコポイントの具体的な取得方法を含めた経過をご紹介しますと、戸建て住宅の改修にご関心をお持ちの方がたへのご参考として、改修工事の概要をご紹介します。

## 2 断熱・気密性能向上改修の動機

まず、以下に住宅の概要を示します。

住宅の概要

建設地：つくば市南部

構造：軽量鉄骨造 2階建 延床面積約300㎡

建設期：1992年

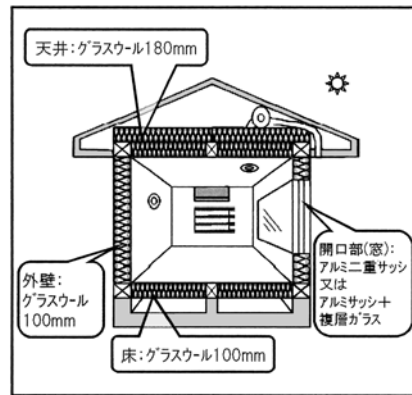
改修歴：建設後約12年目に外壁・屋根の再塗装。既存サッシ枠を利用した開口部ガラスの複層断熱ガラスへの全面交換を実施。

一般にRC造集合住宅の場合は、その住戸の上下・左右の断熱性は無限大と云っても過言ではありません。しかし、戸建て住宅になると途端に話が変わり、「戸建て住宅に移ったのはいいが、冬の寒さと外部騒音の遮音、気密性が気になる」と云う経験談をかつてよく耳にしていました。

筆者も例外ではなく、まず経験したのは冬期の朝の室温の低下でした。2階を主寝室にしているため、就寝中は1階部分の採暖を行っていないため、早朝の室温が10℃を下回ることもたびたびです。就寝中の6-8時間で、1階の室温が一気に10数℃低下することになります。

これでは毎朝4時台に起床している入居者にとっては居住性が良くないので、既存のアルミ製サッシの枠はそのままにして、ガラスだけを二重の断熱ガラスに取り替えました。

この工法は、断熱サッシに交換するよりも簡便で廉価であることから多用されてきています。交換した直後の冬は、体感的に従前との差を感じ、やや満足済みでした。



エコポイントの対象になるエコリフォームの事例

しかし、当たり前のことですが、この工法ではガラス面への結露は防げますが、既往のアルミ枠表面に大量の結露が生じ、これが下部へ流下し、窓では膳板に、掃き出し開口部では下框へ滞留する、という問題があります。本来、結露水は水抜きから排出されるはずではないかとお考えの方へ、「サッシの水抜きは、先端が結露水で凍結してしまうと、機能しなくなります」。この事態は、特に開放型暖房機器や厚手のカーテンを使用している場合に特に顕著になります。

予想外のこともありました。一般に断熱サッシや断熱ガラスのうたい文句には断熱性能が表示してあります。しかし、実際に通常の単板ガラスと置き換えると、開口部の遮音性がかなり向上できます。この遮音性の向上は、日常生活に意外な影響をもたらしました。

外部の騒音を遮断する効果は予想以上ですが、皮肉なもので必要な外部音<拡声器による自治体からの情報-火災・防災-お知らせなど->が、開口部を明けないと聴取できなくなりました。

断熱気密性能の向上を図るため、まずは現状の性能レベルとの格差がどの程度あるのかを確認することから始めました。この格差の確認は、現在一般に高気密・高断熱住宅と云われている住宅のなかで、拙宅と規模・プランが類似しているものを選定して、これとの対比で行うことにしました。

結果は、特に断熱性能において、かなりの差があることが判明しました。

### 3.1 2階の天井裏の断熱性向上

2階には3寝室と2つの収納室、トイレ洗面所があります。これらの天井裏の断熱には、50mm厚グラスウールが使用されていました。

そこで、改修仕様として、既存のグラスウール層はそのままにして、その上に100mm厚グラスウールを上乗せすることにしました。工事自体は材料の搬入を含めて約1日の工期で終了です。

効果の実感的評価は今年の冬以降になります。今のところ以下のようなようです。

今年の夏は異常な高温の日が続きました。まず、土・日しか24時間居住しない家人の言では、「従前に比べて日中は窓を開放していると暑い、窓を閉めた状態で外出し、戻った時の室温は前より高い、そのかわり冷房効果は良好になったと。」

この話は、後述する窓の二重化による効果と混みになっています。

### 3.2 1階床裏の断熱性向上

1階はリビング・キッチン・和室・洗面・浴室・トイレですが、リビング・キッチン・廊下の床はフローリング仕上げ、洗面・トイレ床面はビニルタイル仕上げです。

現在新築される住宅では、その床裏に断熱材を使用するのが標準的な仕様でしょうが、当時は全く断熱材が使用されていませんでした。

そこで、浴室を除いて<浴室はユニットのため>全床面に90mm厚プラスチック発泡断熱材を床下から張り上げることにしました。

この工事は、寸法が異なる床根太間隔に合わせて断熱材を切断し、これを床下に運び入れ、上向きの姿勢で張り上げるというもので、作業者にとってはかなりきつい作業になり、二人工で3日間の工期になりました。

拙宅はその耐久性を考慮して、基礎の高さを150mm上げて450mmにしてありましたので、少しは作業が楽だった、とのことでした。

なお、床下は防腐防蟻の再処理と、乾燥材と

して敷きこまれている木炭の再乾燥も合わせて実施いたしました。

結果として、1階床の断熱性能は数値の上では、高断熱住宅のそれに匹敵するものになりました。

ちなみに、床裏に断熱材を張り込んだ結果、歩行感が変わることは、考えていない事でした。

### 3.3 二重窓(内窓)設置による断熱性向上

一般に住宅では開口部からの熱損失が最も大きいといわれ、開口部を大きくして快適性を向上させる手法とは矛盾します。

拙宅の例でも、リビング・和室・寝室とも外周面積のかなりの部分が開口部になっています。

既存住宅の開口部の断熱性を向上させる手段として、以下の手法があります。

厚手のカーテンを使用。その下端が床面または膳板より長くしておく。

既存のカーテンのガラス面側に、市販の「断熱カーテン」をとりつけ、二重にする。

開口部の室内側に、開口面積いっぱいのブラインド状の伸縮断熱部材をとりつける。

既存の開口部枠いっぱいに、発泡プラスチック板市販品であり、をとりつける。

既存の開口部材(サッシ・ガラス)を撤去し、新たに断熱型サッシに交換する。

既存の開口部材のガラスだけを断熱ガラスに交換する。

既存の開口部材はそのまま残して、部屋の室内側に断熱サッシ<一般に引き戸形式>を、新たに設置する。

上記の内、、、はいずれも経験済みで、は前3者に比して効果が高いといわれています。

は、すでに拙宅で採用済みで、その問題点は記しました。

は、高性能の断熱開口部材が市販されていますので、での問題点は解消されますが、既存部材は廃材を発生させること、工事に適さない時期があること、また、納まりのために既存開口部の周辺工事が必要、また、何よりも工事費がかさむことが挙げられます。



たとえば、今回採用した の工事費は、 に比して格段に廉価で、各開口部の採寸に基づく製品が出来上がれば、1 - 2 日間で取り付けが完了します。

また、新設する内側開口部材の選択肢として普通並板・断熱ガラス(透明・すりガラス、洋室・和室用)があります。ただし、既存の開口部材枠などの取り合い・納まりはあらかじめチェックしておく必要があります。既存の開口部材が内側開口部をのみ込めるほど余裕があれば問題なしですが、そうでない場合は、内側開口部材が室内側へはみ出ることになり、必然的にカーテンレールも付け替えになり、結構な費用がかかります。

今年の夏は、8月から9月にかけて異常な高温が続きましたので、例年に比してクーラーの稼働時間が多かったはずですが、この間の電力料金は予想をはるかに下回っており、断熱効果の影響が現われたかと。

さて、未だ厳冬期は経験していませんが、このところの気温では、いままで懸案だったサッシ枠への結露などの支障は認められていません。

ただ、先述した必要な外部の音の透過は、一層少なくなりました。

頻繁に出入りする掃き出し開口部の場合、夏季には開け放していた二重サッシの扉も閉める季節になってからは、引き戸を2回操作して出入りをする事になりました。これは慣れるまではちょっと面倒に感じます。内側開口部材は、枠は小さいですが、断熱二重ガラスの重量により、その開閉は予想したほどに軽々と操作はできません。

#### 4 自前による気密性の向上

実は、断熱性能のほかに、気密性能の向上も以前から計画していました。

室内扉・枠の気密性能は、冬季の暖房時、夏季の冷房時にシステムの負荷・効率と隙間による居住性に関係します。拙宅ではあらかじめ車いすの使用が可能なように、床の段差をなくすよう計画し、2階へのアクセスとして斜行機を

設置してあります。

床の段差は解消していますが、室内扉の下部には当然ながら数ミリの隙間があり、この隙間以外でも戸当たりの気密材の減耗など、室内開口部周りの気密性は低い状態でした。

出来る対策としての提案として、床の段差をあきらめて下框を新たに設置する、併せて全気密材を取り変える、がありました。これを7か所に適用すると結構な費用を伴います。

そこで、以前DIY店でみた、サッシ・扉の気密材と扉下部などの隙間防止材があることを思い出して、これらを購入してきて、とりあえず自前で施工してみました。

扉下部の隙間を防ぐには、市販製品として、少し厚手のプラスチックテープで、テープ幅の1/3位に自着層があり、扉の幅に合わせた長さで切断して、扉の隙間より多めを目安にして扉の下端にはりつける - 扉の開閉時にこのテープが床面との間で摺動するように - ことで解決できます。

これにあわせて、枠の気密材は各種の幅・材質・形状・寸法で、自着層が付いたロール状気密材が市販されているので、これを購入して自前で取り付ければ、自前で極めて廉価に済ませることが出来ます。

#### 5 簡単なエコポイントの取得手続きと取得されるポイント

エコポイント制度の創設当初は、施主(ポイントの申請者)が申請し、このためには、工事記録などを自らが用意する事になっていました。

しかし、最近ではこと住宅の改修工事に関しては、施工会社が申請してくれ、しかも、希望によっては、取得されるポイントに対応した金額を、工事の支払額から差し引いてくれる、という施主にとっては大変便利な運用がなされるようになっていきます。

かつての、省エネ型ガス給湯器の新設に対する補助金制度の申請経験と比較すれば、この制度は施主にとっては大助かりです。

さて、どのくらいのポイントが得られるのか

は、関心事です。

戸建て住宅の改修においては、定められている条件のうち、大筋で仕様・使用材料・施工面積によってポイント数は異なります。したがって、ポイント数は各改修工事により差異があります。

もうすこし面積があれば対象になったのに、ということもありましょう。

なお、獲得できたポイントは、工事代金の一部としても、また、ポイント対象になっている住宅機器の購入時に活用が可能です。

## 6 これでもダメなら...

今回の改修工事で、二階天井裏・一階床下の断熱、開口部への内窓設置、さらに自前の気密化も併せて実施しました。

もし、これでも充足しない場合は、外周壁の断熱化が、残された選択肢となります。

外周壁の断熱化工法として、外断熱工法があり、自身もこれに関与してきた経緯もあります。この工法はうまく適用すれば、構造種別を問わずに適用でき、耐久性向上の観点からも評価されています。

今回の改修工事においても、この外断熱工法による外周壁の断熱化は検討しました。

もし、これが適用できれば、もうそろそろの外壁の再塗装、外壁サイディングの接合部のシーリング材のやりかえも、当分やらなくても済むこととなります。

ところが、拙宅の外壁は建設当時にすでに開発されていた、壁体の内部の結露発生を防ぎ、壁体の耐久性を確保するための、「通気工法」が採用されています。

この通気工法は、外装材パネルの下端に隙間を設け、この隙間から外気が侵入し、この外気がパネル上端まで達して抜けてゆくという仕組みです。この工法による外壁では、外壁面側にさらに断熱層を設けても、断熱の意味をなさないこととなります。

したがって、もし、さらに外周壁の断熱化を図る必

要がある場合の手立てには、既存の内壁側に断熱材を付加する手があります。これは内装仕上げも一新することになり、居抜き工事では施工が不可能な規模の工事になります。ちなみに、今回の工事は、原則として土曜・日曜日だけの施工で完了しました。必然的に工期は長くなりましたが。

と、云う次第ですが、いよいよとなればこれに踏み切ることになります。



## おわりに

これだけ地球保全、省エネ、グリーン、温暖化防止等のキーワードが世界的に溢れている昨今、多くの企業や団体がこのながれに貢献するための努力がなされてきています。また、程度は別にして、多くの人が個人として何が出来るかを考え、行動に移されてきています。

個人の貢献度は僅少であっても、数がまるとなれば膨大なものになると、言われています。

人間の生存にかかわる、住居と生活に限定しても、個人や家族で出来ることはたくさんありそうです。

いわく、断熱・気密化、省エネ型機器、節水型機器、省エネ・節約タイプの生活パターンなどなど。

拙宅では、近々数個の100ワットの白熱ダウンライトを含めて、全部で20個を超す小型白熱電球をLED電球に交換することにしています。LED電球は、統一的な基準がまだ制定されていないといわれています。現状に少し不満を言えば、まだ単価が高い(2,000-4,000円/個)こと、100ワット相当の光束をもち、横向きに挿入するLEDダウンライトがまだないことです。

さて、改修工事の結果、部位別に見ると2階天井・開口部・1階床の断熱性能(熱損失係数など)は、当初目標とした数値を満足していることになりました。

ただ問題なのは、これらの結果が果たして居住実感にどの程度現れてくるのかと云うことです。

今回の改修工事の効果が実感できる、今年の冬の到来を楽しみにしています。



# 11th World Conference on Timber Engineering 参加報告

構造性能試験研究部 岡部 実

## 1 はじめに

11th World Conference on Timber Engineering(以下WCTE2010<sup>1)</sup>とする。)が2010年6月20日から5日間、イタリア・トレンティーノ地方Riva del Gardaで開催されました。WCTEは、木質材料・木質構造に関する国際会議で、今回が11回目となり、ほぼ2年に一度の開催となっています。地球環境のための木材利用という観点からWCTE参加者は増加傾向にあります。本報ではWCTEを通じて、今後の木質材料・木質構造研究の方向性について、筆者が感じた感想も含め報告します。

## 2 WCTEの歴史とWCTE2010

WCTEは、木質材料・木質構造を中心に、研究者のみならず、材料、設計、施工など幅広い分野から参加者が集まり、非常に有意義な会議となっています。また木材利用が地球環境のために重要であることが世界的に認識されていることから、共通理念を持つ参加者が議論する場として、1988年のシアトル大会から始まりました。

表1にWCTE開催地区を示します。ロッキー山脈、アルプス山脈、北欧、東南アジアなど大きな森林地帯をもつ国が開催国となっている傾向が強く、日本でも1990年東京と2008年の宮崎で開催されています。ヨーロッパでは、1991年のロンドン、1998年のスイス、2004年のフィンランドにつき4回目の開催となります。

今回の開催は、CNR-IVALSA<sup>2)</sup>(イタリア国立樹木・木材研究所)が中心となり準備を進めてきました。IVALSAのチェコッティ所長は、ヨーロッパで開発されたクロスラミナパネルを用いた木造建築物の耐震性能や耐火性能の検証実験を、2006年から2007年に掛けて日本で実施しています。ベターリビングつくば建築試験研究センターはクロスラミナパネルの耐震性、耐火性の日本での実験に参加しています。<sup>3,4)</sup>そのため筆者の発表も、IVALSAの実験成果の一部をIVALSAチェコッティ所長との連名で発表しています。

写真1にWCTE2010のホームページを示します。今回のRiva del Gardaもアルプス山脈の麓に位置し、石の建築のイメージが深いイタリアにおいて、木材となじみの深い地域であることが写真を見てもわかります。

表1 WCTE開催地

回	年次	開催地
1	1988	アメリカ・シアトル
2	1990	日本・東京
3	1991	イギリス・ロンドン
4	1996	アメリカ・ニューオーリンズ
5	1998	スイス・モントルー
6	2000	カナダ・ウィスラー
7	2002	マレーシア・シャーアラム
8	2004	フィンランド・ラハティ
9	2006	アメリカ・ポートランド
10	2008	日本・宮崎
11	2010	イタリア・Riva del Garda
12	2012	ニュージーランド・オークランド





写真1 WCTE2010 ホームページ

### 3 口頭発表

会議は43の国から713名の参加者を集め開催されました。投稿数514編のうち、口頭発表が319件、ポスター発表が195件となっています。口頭発表は6部屋に分かれ、合計18のセッションから構成されています。ポスター発表はコーヒープレイク会場の横に配置され気軽にポスターを見ることができます。またポスター発表の時間帯を設け、投稿者への質問も可能となっています。表2にWCTE2010でのセッション名と発表数を示します。

筆者は、耐震設計のセッションでの口頭発表を行いました。英語が流暢に話せるわけではないので、せめてパワーポイントは要点を明確にし、英語を聞かなくてもパワーポイントを見れば何を言っているか分かるようにしました。発表原稿は作ったのですが、発表中の会場は暗く、原稿を読むことができないことや、原稿を読むと聞く側はわかりにくいのではないかと思います。できる限り自分の言葉で発表するようにしました。司会のBuchanan先生(NZ)の配慮もあり、質問もわかりやすい英語に翻訳して頂いたため、かろうじて回答することができました。写真2にCNR-IVALSAチェコッティ所長の開会挨拶を、写真3に筆者発表状況を示します。

表2 WCTE2010での口頭発表セッション<sup>6)</sup>

	セッション名	発表数
1	接合部	50
2	等級区分・構造材料	25
3	集成材・フィンガージョイント	24
4	複合材料	15
5	構造設計、建築技術	10
6	生産技術	15
7	歴史的木造建築物	15
8	道路・河川建築	10
9	耐震設計	40
10	力学的モデル	18
11	環境への影響	8
12	建築システム	25
13	補修・改修技術	16
14	多層建築物	5
15	特別部門	15
16	火災安全性	13
17	建築物及び構造	10
18	破壊解析	5



写真2 WCTE2010開会挨拶 CNR-IVALSA チェコッティ所長



写真3 筆者口頭発表状況

## 4 ヨーロッパの木造建築物

今回のWCTE2010ではCLTという単語が数多く出ています。Cross-Laminated Timber をCLTと呼び、ヨーロッパで開発されたCLTの建築物への普及に関する研究が、ヨーロッパ全土で行われているという印象を受けました。

CLTとは、ひき板を、接着剤を用いて直交積層しパネル状の材料を構成するものです。合板と集成材の両者のメリットを活かし、かつ木材利用も促進できるという地球環境を考慮したヨーロッパの回答の一つではないかと思えます。(図1 CLTの概要)

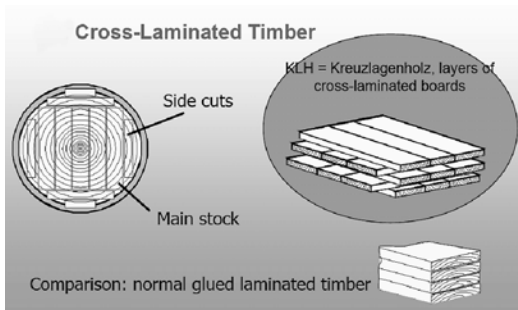


図1 CLTの概要

CNR-IVALSAがクロスラミナパネルの耐震性能や耐火性能の検証を日本で行ったことも、CLT普及の一環で、地震地域以外で建設されることが多いCLTを用いた木造建築物を地震地域でも建設できるように、その設計法を確立することが目的であり、7階建木造建築物の震動台実験の成果も反映されていると思われます。

このような状況において、WCTE2010企業展示ブースにおいても、CLTに関するものが注目を集めています。またCLTのみならず、CLT同士を接合する金物も、日本では見たことがないようなものが開発されていることに、大変驚きました。



写真4 CLT企業展示ブースの一つ

## 5 三層CLT木造建築物の見学会

CNR-IVALSAが日本においてCLT木造建築物の耐震性能や耐火性能の検証実験を行った際、試験体の設計や実験計画の作成を行ったフィレンツェにあるTimber Engineering設計事務所のMaurizio氏とMaruco氏に再会しました。

イタリアにおいてもCLTを用いた木造建築は非常に注目されていることや、地震が多いイタリアでは耐震性能も重要な性能であると話していました。また彼らが設計を手がけたCLTの建物が近くにあるので、見に行かないかと誘われ、急遽見学会が計画されました。



写真5 Timber Engineering スタッフ<sup>5)</sup>

会場から歩いて30分のところにある木造3階建共同住宅がCLTを用いて建設中でした。近隣の集合住宅は、鉄筋コンクリート造となっていて非常に対照的です。



写真6 CLTを用いた3階建集合住宅



写真7 集合住宅内部見学風景



写真8 ホールドダウン金物での基礎とCLTの接続

この建物を見たときの第一印象は、地震国である日本においても、CLTを用いた3層から4層の集合住宅は、その耐震性においても十分な性能を発揮できるのではないかとこのものです。これはIVALSAの耐震性能の検証のための振動実験を見てきたことから言えることなのですが、今後は日本においても設計法を確立して

いく必要があると思われます。防耐火性能においても、内外装仕上げにより日本の法律に適合させることも可能ではないかと思われます。耐久性能については、ヨーロッパと異なり注意が必要ではないかと思われますが、雨じまいやシロアリ対策などを講じることで十分に対応できるのではないかと思います。

この建物は、内外装仕上げや設備工事が施され完成となると思われますが、完成後の状況がどのようになるかは非常に興味があります。CLTを用いた工法は、プレキャストコンクリートの工法に近く、サッシや内装にBL部品を用いることは容易ではないかと思えます。

## 6 まとめ

中層の木造建築物を建築する動きは、ヨーロッパのみならず、北米でも盛んに行われている印象を受けました。ただ中層木造建築の構工法はヨーロッパと北米では異なるが、木材を利用していくという考えは共通のように思えます。

### 【参考資料】

- 1) WCTE2010 ホームページ  
<http://www.wcte2010.org/>
- 2) CNR-IVALSA ホームページ  
<http://www.ivalsa.cnr.it/index.htm>
- 3) 岡部 実：クロスラミナパネルを用いた3階建木造建築物の振動実験、火災実験、機関誌「BLつくば」2007. 5
- 4) 岡部 実：クロスラミナパネル7階建木造建築物振動実験奮闘記、機関誌「BLつくば」2008. 12
- 5) Timber Engineering設計事務所(イタリア・フィレンツェ)  
<http://www.timberengineering.it/HomePage/Homepage.html>
- 6) 住宅と木材2010年9月号 特集1～3 WCTE2010



## ソーラーエネルギー利用推進フォーラム 海外事例調査(ドイツ・スペイン)に参加して

住宅部品コールセンター長 山内 善之

環境省の21年度の補正予算で太陽熱利用システムのリース供給への補助が決まり、市場ではSORAMOの販売が目前に迫っていた頃、ソーラーエネルギー利用推進フォーラムの太陽エネルギー利用海外調査(2010年2月21日~28日の8日間)に同行する機会を得、ドイツ、スペインを訪問した。

ドイツでは、太陽熱研究・試験機関や太陽熱利用システムメーカーの訪問、スペインでは太陽熱利用システムの設置事例やゼロエミッション研究所、太陽電池(以下、PV)のメガソーラーサイトの視察であった。訪問先が多く移動時の、交通事情に左右されそうなスケジュールであった。



### 太陽エネルギー利用の衰退と復活

日本では、太陽熱温水器を主とした太陽エネルギーの利用が1980年をピークに下降し続けてきた。悪質な訪問販売やアフターサービスの悪さなどダークなイメージが主原因と言われている。

しかし、20世紀の終わりからいよいよ地球温暖化防止が命題となり、その先導役として再び太陽エネルギー利用が脚光を浴び、設置助成金や余剰電力買取り等も後押しし、PVを主とした発電利用としての需要が伸び始めた。

今回訪問したドイツでも、日本と同時期に太陽熱温水器を主とした太陽エネルギー利用が衰退したという。太陽熱温水器の品質に関する規格等がなかったことからイメージが悪かったた

めである。その後、規格や基準の制定・見直し、助成制度の採用により、今日の普及拡大につながったと、訪問先の太陽熱研究・試験機関ISFH, Hamelnのスタッフやシュツットガルト工科大学で説明を受けた。さらに、試験機関認可制度により、優秀な試験機関が、豊富な経験を活かし、試験だけでなくコンサルティングや技術開発まで行き、メーカーをサポートしてきたという。確かに、どちらの施設もソーラーシミュレーターを備えるなど、太陽エネルギー利用に関してとても施設が充実していた。



シュツットガルト工科大学のソーラーシミュレーター



80万ユーロの施設からの光にはサングラスが必須

また、各国の太陽熱業界がひとつになって市場開発に協力し、ロビー活動を積極的に繰返し、2001年のEN規格の施行、2003年には性能認証ラベルであるSolar Keymark制度が施行され、各国の太陽熱利用システムの設置に対する助成制度の判断基準となったとのこと。もちろん、この間の石油価格の高騰や、自然エネルギー利用のために太陽熱が有効だという消費者の認知度向上は欠かせなかったという。



### 欧州の太陽熱利用システムの現況

北欧では、ドイツとオーストリアが市場をリードし、住宅の用途別エネルギー消費量が、暖房78%、給湯14%、その他照明・家電等8%という事情から、太陽熱利用システムの普及拡大が進んでいる。さらに最近の傾向は、給湯+暖房のシステムの開発が多く、貯湯タンクに石油又はガスの潜熱回収ボイラーがバックアップ熱源として備わっているものだという。

一方、暖房が不要な南欧、トルコ、ギリシャ等、地中海沿岸でも、システムコストが安いことから太陽熱温水器の普及率が高いそうである。なお、将来的には家庭用でソーラークーリングが普及する見込みだということ、太陽熱利用システムメーカーのSolvis, Braunschweigや、ROTEX Heating Systems GmbHのスタッフが説明してくれた。

なお、スペインのバルセロナでは、建築設計協同組合のAiguasol社がプロデュースした、給



太陽熱利用システムが設置されている集合住宅

湯+暖房のシステムにバックアップ熱源を備えた太陽熱利用システムの集合住宅導入事例に加え、ソーラークーリングが導入された公共の事務所ビルを視察することができた。



屋上の集熱パネル



各住戸の貯湯タンクとバックアップボイラー

余談だが事務所ビルのシステムには矢崎総業製の吸収式冷凍機や日立製のラインポンプが使用されていた。



矢崎総業製の吸収式冷凍機と集熱パネル



### PVはメガソーラーで

バルセロナから高速に乗り北西へ。車窓からは工場の屋根に設置されたPV、山の尾根伝いに設置された風力発電施設、葡萄畑に混じって設

置されたメガソーラーサイト等、大規模な再生エネルギー施設が目に入ってくる。



山の尾根伝いに設置された風力発電施設



葡萄畑に混じって設置されたメガソーラーサイト

3時間も走ると、ピレネー山脈が間近にせまる場所にあるWATTPIC社がプロデュースしたメガソーラーサイトに到着。



スペイン北部の太陽自動追尾式メガソーラーサイト

この施設の特徴は、緯度・経度・暦をもとに最適な角度を保ち、強風時には、パネルを寝かせ抵抗を最小限におさえることができる。事前に情報を得ていたが、間近で見た整然と並ぶメガソーラーサイトの迫力は相当なものである。



太陽を自動追尾するPVとその足元

この施設を複数の方と共同経営している農家の方に、メガソーラーの魅力について聞いてみ

ると「電力を買い取ってもらえるから、土地があれば農業するよりも収入が安定しているよ。」という回答がかえって来た。ドイツでも聞いた「PVが農家の納屋の屋根に多く設置され、新技術普及のためには良かったが、電力販売収入が本業の農業よりも利益になり別問題が発生した」という話を思い出した。



## 日本における太陽エネルギー利用

太陽は誰もが知ってのとおり地球上に無限の光と熱のエネルギーを供給し、生命の源となっている。このエネルギーをうまく住宅に取り入れている事例を今回の調査で見ることが出来た。

北欧の住宅の特徴に、切妻形状の屋根に天窓の設置がある。特に冬の曇り空のドイツの街並みでは、天窓が必須に感じた。この屋根に集熱パネルとPVが並べられている住宅が多い。もともと天窓が備えられていることもあり、屋根に並ぶパネル類は違和感のなく溶け込んでいた。



ドイツ郊外の住宅の太陽熱利用システム + PV + 天窓

寄棟形状の屋根が多い日本の住宅事情では、多少の工夫が必要だと思うが、小さな面積で済む集熱パネルを設置し、余剰スペースにPVを設置、自然環境の中では天候が優れない日もあることから、バックアップ用の熱源機をセットする北欧のシステムが合うと感じた。

エネルギー変換、設置、利用、システム更新等も考慮すると、PVが有効に活躍できる場所は、広大な敷地の他、倉庫、工場、畜舎の屋根等規模の大きな施設で、メガソーラー、プチメガソーラーとして設置されたものである。さらに、スマートグリッドのエネルギー源の一つとして位置付けられることはとても有効なものであり、住宅及び施設での創エネルギーの競演が地球温暖化防止のベストミックスだと実感した。

最後に、今回の団を最後までまとめていただいた工学院大学の宇田川教授、そして訪問先との調整や2度に渡る飛行機トラブルで航空会社との折衝等に大活躍され、全員を無事に帰国まで導いてくださった日本ガス協会の江口氏、東京ガスの永田氏の両氏、みなさまにこの場を借りてお礼申し上げます。



## 参考

ソーラーエネルギー利用推進フォーラムとは、低炭素社会の実現に向け、太陽熱、太陽光とも温暖化対策、新エネ活用推進に必要で、適材適所で両システムの普及を進め、ソーラーエネルギーと調和する環境性に優れた住宅・建築物の普及を目指して、日本ガス体エネルギー利用促進協議会、行政、関係団体、有識者、研究機関、事業者が連携し2009年6月11日に設立したものである。

フォーラムの基本的な考え方

ソーラーエネルギー利用推進のための政策面・技術面等の課題を解決し、ソーラーエネルギー利用システムを普及することにより、

地球温暖化防止とエネルギーセキュリティの確保につとめること。

フォーラムが取り組む課題

新たなソーラーエネルギー利用技術の調査・検討

デザイン性・設置性に優れたソーラーシステムの検討

業務用の太陽熱空調(冷房)システムの調査・評価法の検討

太陽熱利用機器の標準化による施工性・安全性の向上

太陽熱利用機器の省CO<sub>2</sub>性能の技術検証

利用推進のための普及政策の提言



## 事例調査こぼれ話

『シュミット教授』

シュツットガルト工科大学で、シュミット教授と意見交換をした後、参加者の一人が、別の研究室の「シュミット教授」に以前お世話になったことがあり、いらっしやるなら挨拶をしたいと申し出ると、シュミットは日本の『TANAKA-SAN』と同じくらいポピュラーな名前で、フルネームがわからないと探すのが難しいとのこと。折しも調査団の中にも『田中さん』が。それから田中さんは「シュミットさん」と呼ばれるように…。

『FCバルセロナ』

さらに、シュツットガルトでは思いもかけないニアミスがあった。地元チームとFCバルセロナがチャンピオンズリーグの予選を戦うとのこと。しかも、メンバーが同じホテルに宿泊し、偶然にも深夜に試合帰りのメンバー会うことが出来た。2メートル前をメッシ、プジョル、イブラヒモビッチといったスター選手達が通り過ぎる。イブラヒモビッチはとても機嫌が悪く厳しく睨まれた。声もかけられずじまいだったが、しっかりと目に焼き付けてきた。そして、翌日の地元新聞で引分けを知った。





# 防耐火構造等の試験体製作及び 管理業務について

企画管理部 須藤 昌照

## 1 はじめに

2008年の国土交通省の社会資本整備審議会・建築分科会・基本制度部会・防耐火認定小委員会の中でとりまとめられた「防耐火認定の不適切事項案の再発防止策について」に沿って試験体の製作及び管理を行うこととなり、昨年度10月より試験体製作及び管理業務を実施してきました。つきましては、つくば建築試験研究センターで実施している防耐火構造試験体製作及び管理の概要を紹介いたします。

## 2 試験体製作の流れ

### 事前相談

- 試験体の最終仕様が確定した後、試験体仕様及び試験体図に基づき資材の調達、試験体の養生期間を含めて製作日程等の事前相談を行います。なお、試験体製作ヤードの空き状況等により希望の日程に添えない場合がありますので余裕をもって早めの事前相談が必要です。

### 試験体製作費用の提示

- の内容に従い試験体製作の見積を依頼者に発行します。

### 試験体製作の依頼

- 試験体仕様及び試験体図を添付し、当財団指定の試験体製作依頼書にて申し込んで頂きます。(資材等で依頼者より供給を受ける材料に関しては、その材料の証明書等が必要な場合があります。また、施工方法が複雑な場合は、施工方法書の提出が必要です。)

### 試験体製作日程の確定

- 試験体製作に必要な職人及び資材の手配を行い、依頼者と相談の上、試験体製作日程を確定します。

### 試験体の製作

- 当試験研究センター敷地内の製作ヤードにて製作、養生及び管理を行います。なお、製作時の依頼者の立合は可能です。
- 製作ヤードは、床面積：約220m<sup>2</sup>、天井クレーン：2 ton(揚程：3.8m)です。写真1参照

### 試験体の養生

- 試験体の仕様により養生期間が異なります。

### 試験体の移動

- 専用台車により試験体製作ヤードから試験施設に移動します。写真2参照

### 試験体製作の報告

- 試験体製作終了後、依頼者宛に試験体管理を含む試験体製作報告書を発行します。報告書は原則として試験実施前に発行します。

### 試験体の廃棄

- 希望により試験体の廃棄を承ります。



写真1 製作ヤード外観



### 試験体製作費用の請求

- 試験体製作終了後、試験体製作報告書と同時期に試験体製作費用の請求をさせていただきます。以上が試験体製作の簡単な流れです。また、試験体製作費用は、試験体の管理も含むため、従来の製作費用に比べて割高になります。



写真2 試験体の移動状況

## 3 試験体の分類

現在当試験研究センターで実施している防耐火試験に用いる試験体の種類は、構造で分類すると以下のようになります。

壁(外壁及び間仕切り壁)、床及び屋根

- a. 木造下地
  - ・在来軸組工法
  - ・枠組壁工法
  - ・木質接着複合パネル工法
- b. 鉄骨下地
  - ・軽量鉄骨下地
  - ・薄板軽量形構造(スチールハウス)
- c. 鉄筋コンクリート(床のデッキプレートを含む)

はり

- a. 木製
- b. 鉄骨(木製ハイブリッド構造を含む)
- c. 鉄筋コンクリート

防火戸(窓及び扉)

(1) 躯体

- a. 木製
- b. 鉄骨
- c. 鉄筋コンクリート

(2) 防火戸

- a. 木製
  - b. 木質系(不燃材料等と木材を組み合わせた構造)
  - c. 金属製(アルミニウム等)
  - d. 樹脂製
- 軒(軒裏)
- a. 木造下地
    - ・在来軸組工法
    - ・枠組壁工法
    - ・木質接着複合パネル工法
  - b. 鉄骨下地
    - ・軽量鉄骨下地
    - ・薄板軽量形構造(スチールハウス)

柱(加熱試験用)

- a. 木製
- b. 鉄骨
- c. 鋼管

階段

- a. 木造
  - ・在来軸組工法
  - ・枠組壁工法
  - ・木質接着複合パネル工法
- b. 非鉄金属で構成されたもの

## 4 試験体製作における試験体の確認

### 4.1 試験体構成材料の確認

依頼者より提出の試験体仕様に基づき、試験体を構成する全ての材料について、寸法、厚さ、密度及び含水率等を測定して確認しています。また、その材料の規格の確認も同時に実施しています。なお、試験体製作に用いる材料は、市場調達が原則となります。以下に確認の一例を示します。

在来軸組工法外壁の例

柱(下地材)

a. 試験体仕様

- 規格：日本農林規格に規定する同一等級構成構造用集成材

- 樹種：すぎ
- 断面寸法：105mm × 105mm
- かさ比重：0.32 ± 0.02
- 含水率：15%以下

#### b. 確認結果

- 規格の確認 規格表示の目視確認
- 樹種の確認 樹種表示の目視確認
- 断面寸法の確認 実測による断面寸法の確認
- かさ比重及び含水率の確認 試験体製作時に使用した材料からサンプルを切り出してかさ比重の確認

確認結果が試験体仕様に適合しない場合は、依頼者と協議して試験体仕様又は試験体仕様に合った材料への変更を行います。なお、木材等の材料でかさ比重等にバラツキのある材料では、サンプルの数及び切り出し位置が確認のポイントになるので注意が必要です。試験体構成材料の確認状況を写真3及び4に示す。



写真3 試験体構成材料の確認状況(規格表示及び樹種の目視確認)

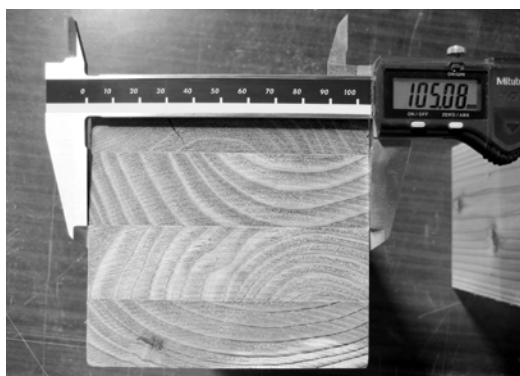


写真4 試験体構成材料の確認状況(断面寸法の確認)

## 4.2 試験体製作工程における確認

試験体構成材料の確認と同様に、依頼者より提出の試験体仕様及び試験体図に基づき、試験体製作工程での、被覆材の割り付け、取り付け位置及び留め付け間隔等の確認をしています。また、接着剤及び目地処理材等の使用量も実測して確認をしています。以下に確認の一例を示します。

### 軽量鉄骨下地間仕切り壁の例

#### 上張り材の取り付け

##### a. 試験体仕様

- 取り付け方法：接着剤併用ステーブル留め
- 壁端部目透かし幅：10mm
- 接着剤塗布量：150g/m<sup>2</sup>
- ステーブル留め付け間隔：200mm
- 接合具  
ステーブル肩幅：4mm、足長さ：22mm  
接着剤：酢酸ビニル樹脂系接着剤

##### b. 確認結果

- 取り付け方法の確認 割り付け、取り付け位置及び接合具の確認
- 壁端部目透かし幅の確認 実測による目透かし幅の確認
- 接着剤塗布量の確認 実測による接着剤塗布量の確認
- ステーブル留め付け間隔の確認 実測による留め付け間隔の確認

施工において、接着剤等の塗布量の試験体仕様に対する実測値の差は5%以内で管理しています。また、被覆材等のボードの切り出し寸法は、試験体図通りの大きさでは試験体端部が納まらないため、定尺部分を除き試験体図に記載する寸法より1~2mm小さい寸法としています。なお、目地等の合わせ目は隙間が生じないように原寸合わせを行う場合があります。試験体内部温度測定用熱電対の取り付けを含めた、被覆材等の取り付け順序が製作工程におけるポイントとなると思われるので、注意して作業工程を決める必要があります。試験体製作工程における確認状況を写真5~8に示す。

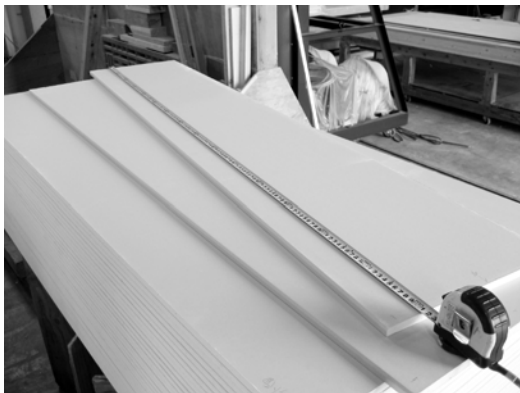


写真5 試験体製作工程における確認状況( 割り付けの確認、ボードの切り出し寸法の確認)

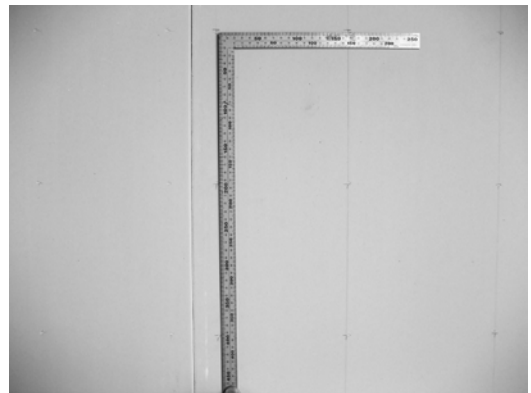


写真8 試験体製作工程における確認状況( ステーパー留め付け間隔の確認)

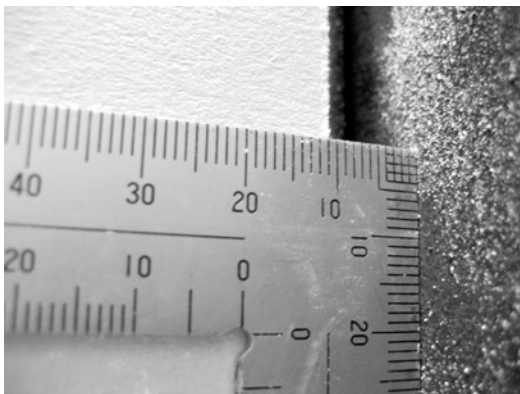


写真6 試験体製作工程における確認状況( 壁端部目透かし幅の確認)

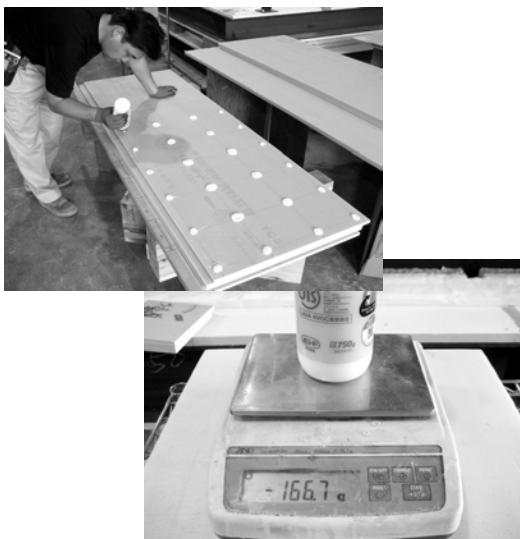


写真7 試験体製作工程における確認状況( 接着剤塗布量の確認)

## 5 おわりに

性能評価試験に供する試験体は原則として当試験研究センター内で製作及び養生を行います。ただし試験体製作ヤードの関係上、2 tonを超える重量の試験体及び高さ3.5mを超える試験体で立てての施工が必要な試験体等、試験体の仕様によっては試験体製作ヤードで製作が不可能な場合があります。今後このような問題点をクリアして依頼者の方に迷惑がかからないように努力して行きたいと思っております。

また、試験体製作及び管理業務を実施してから約1年が過ぎました。この1年間で試験体の製作期間は養生期間の少ないもので、準備期間を入れて約2ヶ月必要であることが解りました。依頼者の方には、試験日の2ヶ月前までに評価担当者と打ち合わせの上、試験体仕様の最終決定をして頂いて製作の申し込みをお願いいたします。

試験体製作に関する問い合わせ先

〒305-0802 茨城県つくば市立原2番地

(財)ベターリビング

つくば建築試験研究センター

企画管理部 須藤、小松

TEL : 029(864)1745 FAX : 029(864)2919



# 試験に関する基礎知識 その5

## 防火材料 試験体選定

防耐火性能試験研究部 福田 泰孝

建築基準法における不燃材料、準不燃材料、難燃材料には、以下の3つの技術的基準が規定されています。

1. 燃焼しないものであること。
2. 防火上有害な変形、溶融、き裂その他の損傷を生じないものであること。
3. 避難上有害な煙又はガスを発生しないものであること。

これらの基準を満たすものとしての大臣認定を受けるための性能評価では、上記1および2について、対象となる製品・材料が基準を満たしているかどうかを評価する試験方法の一つとして、発熱性試験が行われます。

実際に評価される製品・材料には、厚さ、質量、構成する材料等にいくつかの種類・範囲(バリエーション)が含まれる場合があります。基本的には、全てのバリエーションの製品・材料について試験を行います。試験条件や技術的基準の観点からその中で防火上最も不利な仕様と判断できるものについては、その最も不利とする製品を試験体仕様として選定し、その他の製品仕様の試験を省略することが可能です。(最も不利な試験体仕様が複数になる場合もあります。)

ここでは、防火上最も不利であると判断する基準(考え方)の一部を紹介します。

### (1) 有機質化合物を含む材料

有機質成分は燃焼・発熱の要因となり、その質量が大きいものほど発熱が大きくなるため、厚さ・質量(密度)が最大となるものが選定されます。防火上有害な変形等は、厚さが小さいもの、密度が小さいものほど生じやすくなります。

そのため、厚さ・質量(密度)が最小となるものが選定されます。

### (2) 有機質化合物を含まない材料(無機質材料)

有機質成分を含まないものは、燃焼するおそれはありませんが、亀裂等の有害な変形を生じるおそれがあるため、厚さ・質量(密度)が最小となるものが選定されます。

### (3) 有機質成分の割合に範囲がある材料

有機質成分の割合が大きいものほど、燃焼しやすく、発熱するため、割合が最大となるものを選定されます。(有機質成分の種類が複数ある場合は、原則として各成分の割合が最大となるものが選定されます。)

### (4) 試験実施可能厚さを超える製品

試験実施可能な厚さを超える製品については、その実施可能な最大厚さ(発熱性試験では50mm)のもので試験を行います。その場合、試験後の観察により、裏面側まで試験による加熱の影響(炭化など)が見られるものについては、試験が合格であっても実施した試験体の厚さまでが認められる厚さとなります。

ここで上げた項目は基本的な考え方であり、実際の製品にはさまざまな材料を組み合わせ、製造されるものもあるため、その試験体選定は総合的な判断が必要となります。

また、複数の種類から防火上の優劣が判断できるものであっても、製品・材料として明らかに違うものであると判断されるものについては、別のものとして、それぞれ試験・評価が行われることとなります。



# 試験に関する基礎知識 その6

## 耐震診断評定

診断・評定部 小室 達也

財団法人ベターリビングでは、公平・中立・客観的な第三者の立場で住宅等の性能の評価を行う評定を種々行っている。その中で、既存建築物の耐震診断及び耐震補強設計に関する個別評定を扱っているのが「耐震診断評定委員会（委員長 塩原等東京大学大学院准教授）」である。近年、既存建築物の耐震診断・補強設計が急速に推進され、新耐震以前（1981年以前）の建築物がその対象となっていて、その診断結果や補強設計結果の妥当性を判定する判定（評定）委員会の重要性が増して来ている。

また、増改築に伴う建築確認の過程で、既存建築物の耐震性能の確認や耐震改修後の耐震性能の確認について、建築主事等から第三者機関の評価を求められるケースもあり、このような場合についても当財団の評定書は有効である。

そこで、今回はQ&A形式で、当財団の耐震診断評定の概要や評定委員会の仕組み、診断・補強の疑問点などについて解説する。

### 委員会や申込について

Q：耐震診断評定委員会の構成はどのようになっていますか？

A：塩原委員長を中心に学識経験者6名、実務者6名の合計12名の委員から構成されています。長年にわたって蓄積された知見と、技術力をベースにして、また実務経験が豊富で最前線で活躍している方々によって構成されており、学識・実務のバランスの取れ

た委員会となっています。また、当評定委員会（財）日本建築防災協会「既存建築物耐震診断・改修等推進全国ネットワーク委員会」に所属し、全国の建築物を対象として、多方面から信頼を得ています。

Q：これまでどのような建築物を何棟くらい判定した経験がありますか？

A：平成22年3月31日までの段階で、合計314棟です。図1に構造種別毎及び公共・民間毎に分類した図を示します。もっとも多いのが鉄筋コンクリート造（RC造）学校校舎ですが、最近では鉄骨造（S造）屋内運動場も増えています。また、庁舎などの官庁施設についても一定数が毎年評定されています。民間建築物は数が少ないですが、事務所ビルや集合住宅が幾つかあり、所有者や管理組合など地震対策に積極的な方々と自治体の補助制度の充実した地域が一致した場合な

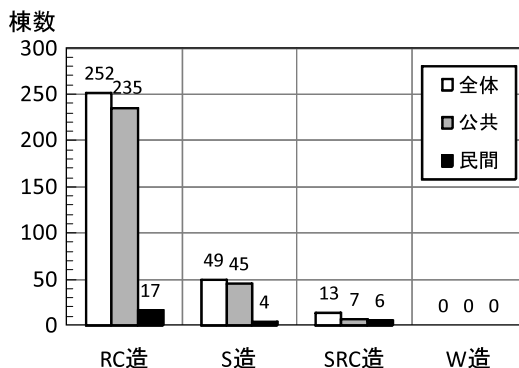


図1 これまでに評定した建築物の棟数（構造種別）

どで申請されるケースが見られ、今後徐々に民間建築物も増えていく傾向にあります。また、木造(W造)建築物はこれまで評定案件はありませんが、臨時委員やBL職員の専門委員により対応が可能な体制が整っているため、どのような構造でも耐震診断・補強設計の妥当性の判定を行うことが出来ます。

Q：評定を依頼してから評定書が発行されるまでの期間はどれくらいですか？

A：一般的には受付から3ヶ月程度となりますが、申請者の対応に寄るところが大きく、早い場合には1～2ヶ月、長い場合には半年～1年となる場合もあります。評定書の取得時期については十分余裕をもって申請して頂ければ幸いです。

評定の流れは、まず評定申込書と概要書を記入して評定申込をして頂きます。そして毎月開催される評定委員会の1週間前までに委員会に提出する資料を事務局でチェックし、問題が無ければ委員会での審議となります。1回目の評定委員会で全体の方針や計算方法、補強設計内容などを議論します。そこで部会委員(2～3名)を決定し、詳細については部会での審議となります。部会は1～3回程度行い、委員会での指摘内容及び報告書の細部について審議し、その結果を2回目の評定委員会で部会委員が報告し、評定書の内容について審議します。その後、評定書の発行となります。

Q：評定料金についてはどのように決めているのですか？

A：基本的な料金については延床面積に応じて算定しています(表1)。ただし、既存建築物の評価は新築とは違い、建築物の規模が小さければ判定する内容が少なくなるということにはならないため、このような大まかな延床面

積による分け方としています。また、複数棟を同時に申し込んで頂いた場合には1割引となります。詳しい料金は、当財団ホームページを参照し、お問い合わせ下さい。(http://www.cbl.or.jp/comp/hyotei/taishin.html)

表1 評定費用(第1次あるいは第2次診断)

延床面積 A(㎡)	耐震診断結果	耐震改修 補強設計	耐震診断+ 耐震改修 補強設計
3,000以下	315,000	315,000	441,000
3,000<A<6,000	315,000	378,000	588,000
6,000以上	別途見積り		

注 第3次診断は20%割増、複数棟同時申込割引有(10%割引)

Q：低強度コンクリート(13.5N/mm<sup>2</sup>以下)となる階があるのですが、評定を受け付けてもらえますか？

A：詳細な現地調査と適切な評価方法によって診断されている場合には耐震診断の評定が可能です。その場合でも、コンクリート強度が耐震診断基準の適用範囲外であること、耐震性能指標値が参考値であることを明記し、当該建築物を解体することが望ましい旨を所見に記載する場合があります。また、原則として補強設計の評定は対象外となります。

Q：一度評定を受けた案件で、補強部材の変更など評定内容を変更しなければならなくなった場合には、現状の評定書は有効ですか？また、評定内容の変更届けは必要でしょうか？

A：診断結果の変更や補強部材の変更など大きな変更があった場合には、その建築物の評定書は無効となります。変更が出た場合には変更内容について評定委員会で審議しますので、評定の変更依頼を申請して下さい。判断が難しい場合には御相談下さい。



Q：最終的な提出資料は？また評定書はどのような形でもらえるのですか？

A：委員会や部会で検討した耐震診断や補強設計の報告書を提出して頂き、評定書表紙(図2)と別添を付けて当方で評定報告書を製本致します。基本部数は申請者用2部、当財団保存用1部ですので、製本用資料をバラで3部ご提出下さい。また、電子データでも保存しますので、電子データファイル(PDF形式、DocuWorks形式など)を1部提出して下さい。  
評定書が3部以上必要な場合には、評定書追加発行依頼をして下さい。ただし、追加分の実費を御負担頂くこととなります。



図2 評定書表紙例

### 耐震診断に関して

Q：既存図面が無い場合にはどのような調査が必要ですか？

A：既存図面が無い場合には、詳細な現地調査が不可欠です。柱や梁、壁、開口部などの部材寸法の確認や、配筋探査と代表部材の鉄筋のハツリ調査、基礎の確認などを行い、調査結果から構造図を描き上げることが出来るだけの情報が必要です。どの部材をどの程度調査する必要があるかについて事前の検討が大切になります。調査が不足していると委員会や部会で追加調査の指摘が出る可能性があり、工期の遅れや費用の増加となる場合もあるため注意が必要です。当財団では事前相談も随時行っていますので、気軽に御相談下さい。

Q：複雑な平面形状の建築物なのでゾーニングをして診断していますが、その他に何か気を付ける必要がありますか？

A：平面形状が複雑な場合には、ゾーニングをしてゾーン毎でそれぞれ耐震性能を満足していれば、その建築物はそれぞれ倒壊の危険性は無いということになります。しかし、実状は接続されている部分があるので、その部分での地震力のやり取りが生じるため、その接続部分が壊れる可能性が残ります。接続部分の地震力の伝達を計算して伝達が出来ない、すなわち被害が生じるとなった場合にはその旨を明記するかあるいはその接続部分にエキスパンションジョイントを新設するなどの対応が必要となります。

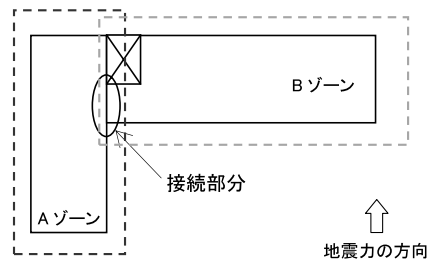


図3 ゾーニングの例

Q：第2次診断で発注を受けていますが、梁や柱梁接合部が弱い場合、回転壁が支配的な場合などは第3次診断が必要ですか？

A：診断者の判断で必要と思われる場合には参考資料として添付するのが良いと思います。構造的特徴やその他の構造諸元などから判断して第2次診断には適さないような場合には第3次診断による評価が必要となる場合があります。

### 耐震補強設計に関して

Q：これまでどのような補強方法が多かったですか？また、特殊な補強方法はありましたか？

A：学校校舎の場合には、鉄骨枠付きブレースが最も多く、構造スリット、柱の巻き立て(RC巻き、鋼板巻き、炭素繊維巻き)を併用しているパターンが一般的です。鉄骨枠付きブレースでは接着接合を用いたものや、制震ブレース(摩擦式、粘弾性式など)もあります。また、最近では、外付けブレースによる補強も増えています。さらに、免震補強についても幾つかあり、基礎下免震や1階ピロティ部の中間階免震などもあります。

Q：長期応力が許容応力度を超えている部材があるのですが、どのように扱えば良いですか？

A：まず現地調査をしてその部材がどのような状況(当初の設計図通りかなど)でどのような状態(ひび割れ状況など)であるかを確認し、仮定荷重やモデル化などを実況に合わせて検討する必要があります。その結果、どうしても長期応力が許容応力度を超えてしまう場合には、補強をする必要がありますが、長期応力はすでに作用している状況なので、補強をする場合には十分な検討が必要となります。また、あと施工アンカーの長期許容応力度は、現時点では規定されていないので、現状では長期荷重を負擔させるような使用はできない状況です。

## その他

Q：耐震診断や耐震改修の確認をした証として耐震プレート(図4)を建物に表示したいのですが、扱っていますか？

A：(財)日本建築防災協会・国土交通大臣指定耐震改修支援センター及び既存建築物耐震診断・改修等推進全国ネットワーク委員会が推進している「耐震診断・耐震改修マーク表示制度」に基づくプレートの交付について

は、現在当財団では扱っておりませんが、運営要領や業務規定等の整備を進めておりますので、近日中には取り扱うことが出来るようになる予定です。課題と



図4 耐震プレート

なっている点は、耐震改修工事が適切に施工されたことの確認をどのように担保することが出来るかということです。第三者機関による耐震改修工事の検査の仕組みを整備中です。今しばらくお待ち下さい。

Q：新入社員や若手社員に耐震診断や補強設計を学ばせたいのですが、一般的な講習会では身に付かず、また日ごろの仕事が忙しいため教える時間もありません。何か良い方法があれば教えてほしいのですが？

A：当財団では「住宅・建築技術フォーラム」を企画中で、情報提供・情報交換及び実務者のための研修などを扱う予定です。一般的な講習会とは違って、ある程度の長い期間(3カ月程度を隔週で)で学んで頂ける場を提供したいと考えております。今年度中には開催できるように準備を進めていきますので、ぜひこちらをご利用して頂ければ幸いです。開催が決まり次第、当財団ホームページ等で案内致します。

問合せ先

財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター 診断・評定部 小室達也

TEL：029-864-1745 FAX：029-877-0050

E-Mail：t-komuro@tblt.org

建築物の耐震診断・補強設計と評定業務のご案内

<http://www.cbl.or.jp/comp/hyotei/taishin.html>

耐震診断受付状況

<http://www.cbl.or.jp/comp/hyotei/tuketsuke.htm>



## 2010年度 日本建築学会大会(北陸)参加報告

### 2010年度日本建築学会大会

発表課題名  
 定着金物を用いた連続繊維シートによるRC  
 構造物補強工法の開発  
 その7 実大基礎梁の加力実験結果の検討

構造性能試験研究部長 藤本 効

過去同一課題名で、梁のあと抜き貫通孔を定着金物と炭素繊維シート(以下、CFシート)および炭素繊維プレート(以下、CFプレート)を用い、一般階の梁をU字形に補強する工法について、発表を行ってきた。しかし、基礎梁には梁の上側に床スラブ存在し、下側には耐圧板が付くあるいは土に接しているため、一般の梁と異なり下部にシートを回せずU字形の補強が困難となる。そこで、CFシートの下端部を定着金物を用い梁側面の下部に取り付け、井形状にした場合の補強効果を実験より検証した。今回の発表では、その実験概要および加力実験の結果を述べ、補強効果や耐力評価、さらにRC基準が定める短期許容せん断力時の損傷について、実大梁のひび割れ幅により評価した結果を発表した。なお発表は、その6と二編連番で行ったものである。

実験の結果、提案する補強方法により、せん断補強筋を切断するようなあと施工開孔部分も元の状態までせん断耐力を回復出来ることを報告した。さらに、2010年版RC規準で規定されている短期荷重時の損傷限界(残留ひび割れ幅評価)においても、許容範囲内まで回復出来る効果があることを報告した。

また従来、靱性保証指針式をベースとし補強

後耐力を評価していたが、今回の検討においては、広沢式をベースとした式により評価を行い、新たな評価式で安全側に評価出来ることを報告した。

### 2010年度日本建築学会大会

発表課題名  
 加力スケジュールがOSBくぎ打ち耐力壁の  
 面内せん断性能に与える影響

構造性能試験研究部 岡部 実

木質構造分野は発表件数310件、3教室に分かれ3日間行われた。木質構造分野も多岐に渡り、材料、部材、継手・仕口、モーメント抵抗、基礎の要素があり、耐力壁は筋かい、面材、外壁、断熱材に分かれ、さらに制振、免震が加わっている。建物規模となると、大規模木造、新工法などの発表に加え、実大実験とくに振動実験の発表が多い。伝統的建築も発表数が多く、接合部、構面、実大実験に分類されている。また耐震設計、耐震診断に関する発表分野も目立っている。BLは指定性能評価機関として、木造軸組や枠組壁工法耐力壁の性能評価を実施していることから、耐力壁の面材分野において、OSBくぎ打ち耐力壁の面内せん断性能における加力スケジュールの影響についての報告を行った。また基礎分野で司会を行った。木質構造を手がける研究者にとって、基礎は重要であることは理解しているものの、コンクリート構造となることから質問が少ないのではないかと懸念されたが、活発な議論がなされ司会としては安心した。すべての分野の発表を聴講した

わけではないが、若手研究者が増加している印象と、いままで木質構造以外の分野で研究を進めていた研究者の参入が目立つ。このことが木質構造の研究を一段と活発にしている要因と思われる。

#### 2010年度日本建築学会大会

発表課題名  
中間層浮き上がり構造の地震応答に関する模型振動台実験

構造性能試験研究部 小松 豊

本研究は、柱脚の縁を切り、浮き上がりを許容する構造について、浮き上がり機構を基部に設けた場合と中間層に設けた場合の構造について、その地震応答性状を把握することを目的として行ないました。

入力波はJMA-kobe NS成分を用いた一軸加振としました。

応答は、中間層に浮きを設けた試験体では高次振動が顕著にみられ、基部に浮き層を設けたものの頂部変位は振動が長周期化するとともに増大する傾向がみられました。中間層に浮きを設けた場合はその直上での応答加速度が大きく低減されますが、その層の上下においては応答が大きくなることが確認され、これは一般的な中間層免震構造と同様の性状であることが分かりました。また、その時の様子をビデオで示し、お聴きいただいた皆様に実験の様子を体験いただけたと思います。

このセッションでは、振動台を用いた実験報告として私も含めて6編の発表がありました。他の5編は2テーマの連盟でしたので、実質3つの実験報告という比較的小規模なセッションと思われましたが、教室はほぼ満員でした。昨今の経済状況もあり、あまり大々的な実験というも行ないにくい状況において、振動台実験というカテゴリーは皆さんの耳目を集めやすいのかもしれないと感じました。

また、次のセッションでは初めて司会を仰せつかり、発表より司会の方で頭がいっぱいでした。

幸い、ご一緒いただいた方が経験者でしたので質問もお互いに補完しながら行うことが出来ました。このセッションでは、地震被害を受けた体育館の天井材落下に関する調査及び実験報告があり、大型の試験体によって天井脱落につながり得る損傷状況を再現した等の興味深い報告がありました。特に、振動実験においては昨年ビデオ映像を盛り込んだ発表が大変多く、それだけでも十分刺激のあるセッションだと思いました。

今後このような場所で発表できるように研鑽に努めます。

#### 2010年度日本建築学会大会

発表課題名  
スウェーデンサウンディング試験方法の標準化に関する検討

診断・評定部(併)構造材料試験研究部 久世 直哉

大会では、「スウェーデンサウンディング試験方法の標準化に関する検討」というタイトルの梗概発表をしました。

その概要は、以下の通りです。

- スウェーデンサウンディング試験機の機械化が進んでいるが、機種の違いにより試験結果にばらつきが確認された。特に、地盤強度を大きく評価するものや、自沈層を回転層として評価するものがあり、JIS基準との整合確認が必要であると考えられた。
- ロッドに掛かる鉛直荷重や自沈判定条件を確認するため、試験機のキャリブレーション試験方法について検討を行った。
- キャリブレーション試験により、ロッドに掛かる鉛直荷重および自沈判定に要する時間を実測することができた。これらの条件を調整することにより、機械式のスウェーデンサウンディング試験機においてもJIS基準との整合確認が可能であることを示した。

今後は、キャリブレーション試験実施の推進を図ると共に、自沈層の記録方法や打ち止め管理方法など試験方法に関する検討を行う予定です。

## 発表課題名

混和材料を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみに関する実験研究(その3 環境条件および試験条件による影響)

環境・材料性能試験研究部 大野 吉昭

鉄筋コンクリート構造による建築物の劣化現象の一つであるひび割れは、コンクリートの乾燥収縮が大きな要因となっています。ここ数年、多くの研究者の方々が取り組まれているテーマであり、建築学会大会に限らず日本コンクリート工学協会やセメント協会にも多くの研究報告がされております。

今回の大会でも材料施工分野の8セッションで約50課題の発表がされ、現在のコンクリート分野における研究の中心的なテーマであると考えられます。研究課題としては昔からありますが、近年中心的な課題として取り上げられるようになったのは、微細構造の測定や解析の精度向上など技術的な背景とともに、建築物の長期使用を目的とした法律が制定(品確法など)された影響が大きいと思われる。

鉄筋コンクリート造構造物のひび割れ対策として日本建築学会「鉄筋コンクリート構造物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説(2006)」において、収縮ひび割れ設計方法として使用材料・調査・環境の影響を考慮した収縮ひずみ予測式が提案されています。乾燥収縮に影響する要因は、この予測式でも示されているように、コンクリートの粗骨材の影響が大きいことが分かります。骨材に石灰岩を用いると乾燥収縮の低減効果がありますが、骨材の産地が制限され、資源の有効活用の面からは課題が残ります。コンクリートの乾燥収縮に対する評価は、骨材資源の有効活用を行う上でも、今後、重要な課題となっていくと考えられます。

## 発表課題名

完全溶込溶接におけるワイヤ突出し長さの調査

構造性能試験研究部 服部 和徳

2010年日本建築学会大会(北陸)材料・施工部門と鋼構造部門に参加させて頂きましたので参加報告をさせていただきます。発表論文の内容と聴講したセッションの概要について簡単にご報告申し上げます。

材料施工の溶接施工セッションにおいて、口頭発表を致しました。簡単に研究内容を御紹介致します。

建築鉄骨の溶接には、CO<sub>2</sub>-MAG溶接が多用されており、コンタクトチップからアークまでの距離を「ワイヤ突出し長さ」若しくは「ワイヤエクステンション」と称し、一般的には25mm程度が理想とされており、ワイヤ突出し長さが、長い場合、ガスシールド性が悪くなり、大気中の不純物(窒素・酸素等)が溶着金属部の内部に欠陥として残留する事が危惧されます。加えて、窒素の影響により韌性(シャルピー吸収エネルギー)が低下する事が報告されております。

しかしながら、これまで実溶接施工時のワイヤ突出し長さを調査した研究はありません。そこで、本研究では、実施工時におけるワイヤ突出し長さについて調査を致しました。

調査結果として、溶接ロボットを使用した際の溶接ワイヤ突出し長さは25mm程度である。半自動アーク溶接機の場合、ワイヤ突出し長さは、40mm程度であるという結果が得られました。

自身の発表以外に、鋼構造関係のセッションを聴講致しました。新素材の研究や大型振動実験の研究発表が多くされているという印象を受けました。また、パネルディスカッション(鋼構造)では、「鋼構造建築物の大型振動実験の今とこれから」という題目で、大型振動実験の実態・実情の報告があり、実験結果を有効に利用する



為の方策、大型振動実験が持つ限界や弱点、今後取り組むべき課題等について議論がなされておりました。

最後に、今回の建築学会大会に参加する事で新たな知見や最新の情報が得られ、大変有意義な学会参加となりました。

#### 2010年度日本建築学会大会

##### 発表課題名

「床・床下暖房、屋根の断熱遮熱」セッション  
床暖房の上下放熱量に関する研究

環境・材料性能試験研究部 清水 則夫

今年の日本建築学会大会では、「床・床下暖房」のセッションで発表と「屋根の断熱・遮熱」のセッションで司会を務めました。

床・床下暖房のセッションは4題が発表され、自分の発表を含めて2題が測定結果を、残りの2題がシミュレーション計算を主としたもので、対象はすべて住宅でした。測定結果を中心としたものは、自分が床暖房パネル、住宅メーカーの方が基礎断熱で床暖房を使用した時の住宅内の温度環境というそれぞれの業務にかかわるものでした。計算を主としたものは、大学の先生を中心に行われたものです。

シミュレーション計算での発表は、今後、設計の段階で検討が必要となる項目の計算手法の提案と設計の際に検討が必要となる項目を計算してその結果を取りまとめたものです。測定を中心とした発表は、住宅を建設していく上での参考資料あるいは検討していく必要がある項目を提案したものです。すべて、CO<sub>2</sub>削減のために検討していかなければならない項目に取り組んだ地道で重要な研究と思います。地道な研究という他発表者には怒られるかもしれませんが。

司会を担当した屋根の断熱・遮熱のセッションは、木造住宅の小屋裏の遮熱手法を提案し実測と計算により効果を検証したものが4題とRC造建物の屋根の日射遮蔽の手法を実測により検証したものが2題です。

日本は、省エネ法の 地域の住宅が最も多く、この地域は温暖地となります。温暖地では、夏の遮熱が、室内環境の向上、冷房時の負荷低減で重要な検討項目になります。

地球温暖化で暑くなり、物騒な世の中になったため防犯対策のために閉鎖された空間で住まなくてはならなくなった現在の住宅は、古くからの温暖地にある日本住宅の特徴でもある通風を考慮した様式をとりいれにくくなってきたように思います。こうなると、日射遮蔽は、夏の暑さ対策で重要な要素となります。また、住宅での冷房使用が増えてくると日射遮蔽による冷房負荷の低減も重要な設計要素となります。このセッションの発表は、これからも取り組んでいかななくてはならない日射遮蔽対策のための重要な研究と思います。

日射は、夏には通風などで涼をとり生活するためや冷房負荷低減のために遮蔽する必要がありますが、逆に冬には暖房負荷の低減のためにとり入れることが必要となります。日射遮蔽の研究は、その手法の提案が多いため、夏のプラス効果の検証が主となってきたように思います。日本は南北に長く、地域によって気候風土が大きく異なるため、日射遮蔽手法によっては、通年で見るとプラスの効果を得られる地域と、効果がマイナスになる地域があるのではと思っていました。今年、提案した手法を通年使用すると年間でどの程度の効果が得られるかをパワーポイントか口頭で発表された方が居られました。設備機器などにも使用方法・使用する地域によってプラスの効果を得られるものと得られないものがあります。CO<sub>2</sub>削減のためには、有効な種々の手法や機器を取り入れていくべきと思いますが、住宅の設計者や使用者の適切な判断が必要になってくるように思います。



## 発表課題名

音響試験棟の残響室開口部調整扉の新設について

診断・評定部 安岡 博人

音環境部門の概要と傾向を述べる。固体音関連のなかで、床衝撃音は例年のように、2重床の床衝撃音、床の基礎的な解析が多くあり、技術的解析がまだ終わらないことを示している。特に大型スラブや特殊スラブの計算法などが新しい。2重床は元のスラブ、天井などと結果が連成となって出てくるので、予測の幅が大きくなる。現場の施工状態にもバラツキがあるので、現場測定の結果のバラツキも大きい。これらの研究も継続的になされている。また、試験機関との共同で発表した、床衝撃音の試験方法の適用についても活発な議論がなされた。発表を行った防音パネル等の試験方法については、データの状況について質問が集中した。残響室開口部の改修に関しては、疑問点は出なかった。設備系騒音については、例年とあまり変わらない。室内音響を梗概集から見ると、数値解析は進歩していると思えるが、音響建築物の新築設計、施工が減少していることも伺える。環境騒音、交通騒音などは例年並みと思われる。今後環境騒音の法制化や新項目の測定、評価法が検討されれば、その分野の研究がなされるであろう。

## 発表課題名

試験室における床衝撃音レベル低減量の測定結果の偏差について

その1：繰り返し試験による検討

その2：持ち回り試験の結果

環境・材料性能試験研究部 高橋 央

床仕上げ構造(床仕上げ材)の床衝撃音低減性能の評価については、実験室で行われる床衝撃音レベル低減量の測定結果が広く活用されています。床衝撃音については、音の特性の違いから重量衝撃音(重くて柔らかいものが床に落下

した時に生じる音)と軽量衝撃音(軽くて硬いものが床に落下した時に生じる音)の2つに分類されており、それぞれ衝撃源がJISにより規定されており、それぞれ衝撃源がJISにより規定されており、それぞれ衝撃源がJISにより規定されており、それぞれ衝撃源がJISにより規定されています。

同じ床仕上げ材について、床衝撃音レベル低減量の測定を異なる試験室で行った場合、必ずしも完全に一致した結果は得られません。少なからず結果にバラツキが生じてきます。この偏差の要因について、試験室を所有する公的試験機関同士で検討を行っています。

JIS A 1440に示されるカテゴリー のような衝撃入力局所圧縮型の床仕上げ材については、試験室間の低減量測定結果のバラツキが小さい事を2008年建築学会の大会において報告しています。今回は、衝撃入力局所的な広がりを持つカテゴリー (乾式二重床など)のような床仕上げ材を対象として検討を行った結果を報告しました。試験体のバラツキによる要因を極力排除するために、施工によるバラツキが小さく、かつ、持ち回り可能な小さい試験体を作製し、試験室による測定結果の偏差について検討しました。

その1では、同一試験室において行った同一試験体の低減量測定の繰り返しによる結果について報告し、その2では5つの異なる試験室において低減量の持ち回り試験を行った結果について報告しました。結論としては、繰り返し試験より持ち回り試験の方が大きい偏差となる結果でしたが、それでも約2dB程度の偏差であり、試験体の持つ特性を考慮すると、今回の検討結果においては、安定した結果が得られると読み取れると思います。

## 発表課題名

エネルギー杭を用いた地中熱利用冷暖房システムの適用に関する研究

環境・材料性能試験研究部 咸 哲俊

2010年度大会(北陸)では、「未利用エネルギー」セッションで発表しました。課題名は「エネルギー杭を用いた地中熱利用冷暖房システムの適用に関する研究」で、当センター敷地内に2010年3月に竣工した試験研究本館の概要、導入したエネルギー杭を用いた地中熱ヒートポンプシステムの概要と竣工直後の短期実測結果について報告しました。

今年度の地中熱利用に関する発表内容は、大きく四つに分類できるかと思えます。クールチューブ利用、地中熱交換器、地中熱システムの性能評価と地中熱と他の熱源を組み合わせたシステムの開発・提案に関する内容です。

クールチューブに関する発表は近年少なかったのですが、今年度は3報の発表がありました。クールチューブによる温熱環境改善効果や戸建住宅の換気熱損失の削減に関する研究発表でした。地中熱交換器については、熱交換器仕様の設計方法や採放熱量に関する内容や熱交換器周辺地盤温度変動に関するシミュレーション解析に関する発表でした。地中熱利用冷暖房システムに関する発表は、全部実建物を対象にした実測結果に関する内容でした。

今年度の発表では地中熱と太陽熱、空気熱などを組み合わせたシステムに関する研究が多くありました。太陽熱・雨水・地中熱による冷暖房システムに関する発表や地中熱・空気熱・太陽熱の熱源ネットワークモデルの開発に関する内容でした。

多数の熱源をネットワークして利用することは、熱源側設備の増加と制御システムが必要ですので初期コスト増につながる懸念がありますが、熱源の有効利用を考えると非常に興味深い内容です。今後も、多くの研究開発が行われるかと思えます。

## 発表課題名

遮音パネルおよび遮音シートの音響透過損失測定方法の検討

環境・材料性能試験研究部 堀尾 岳成

主に建設現場で使用される遮音パネルや遮音シートは、建設騒音抑制のために広く用いられている。しかし、実際の現場での使用状況において、取り付け方や接合部の隙間の状況はまちまちである。つまり複合されて施工されているため総合音響透過損失として把握するのが難しい。

本報では、遮音パネル及び遮音シートの遮音性能試験方法を提案する為の試験を行った。試験方法は、JIS A 1416:2000「実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」に準拠した方法により試験を行った。ここで建設現場での使用状況に即した設置方法とするため、足場を組み、足場に取り付けて試料を設置した。

試料の種類については、遮音パネル、遮音シート、ブルーシート、試料無の4種類、試料面積については、 $3.9\text{m}^2$ と $9.8\text{m}^2$ の2種類を行った。

各試料の実測値と質量則から算出した数値と比較してみると、面密度の高いパネルは比較的質量則から算出した数値に即した結果が得られたが、面密度の低いシート類は差が生じた。

目地処理の有無については、ほとんど差は生じなかった。これはパネル同士が自重により上手く押え付けられているため、隙間の影響が現れなかったと考えられる。

試料面積による比較では、低周波数帯域では、音響透過損失の差はほとんど見られなかったが、高周波数帯域では差は大きくなった。

試料の面積の違いによる試料の有無差は、試料面積が小さくなると試料無との音響透過損失の差が大きくなる傾向にある。試料無の状態での試料面積の違いでも、音響透過損失に差がみられたため、試料無の状態で面積の違うものを更に7種類測定した。その結果、試料面積が大き

くなると音響透過損失も大きくなる傾向があることが分かった。

シート類に関しては、質問や意見が集中した。とくに、試料無の状態での計測が妥当なのかという意見もあり、今後、検討していく必要がある。

#### 2010年度日本建築学会大会

##### 防火研究懇談会

現在の耐火設計に関わる諸課題そして展望

##### 連名発表課題

耐火塗料の一般構造用炭素鋼管柱及び角形鋼管柱への適用性に関する実験的検討

##### 連名発表課題

形梁内部を床吹出し用ダクトに利用した梁の耐火性能(その2 防火ダンパーの加熱実験とダクト梁試験体計画)

防耐火性能試験研究部 金城 仁

2010年9月9日(木)~11日(土)の3日間で開催されました日本建築学会大会(北陸:富山大学)へ参加致しました。防耐火分野においては全体の割合では構造関連では金属系材料(鋼構造等)、煙・延焼等関連では避難計画分野についての発表が多く、木質系材料についての発表が例年に比べ若干少なめだった印象を受けました。その中で、私が連名となっておりました2課題についての概要と、記録係として参加致しました防火研究懇談会についての参加報告を致します。

##### 連名発表課題

「耐火塗料の一般構造用炭素鋼管柱及び角形鋼管柱への適用性に関する実験的検討」

本報は、建築基準法の性能規定化への移行にともない、これまで適用が認められなかった耐火被覆材(耐火塗料)について、柱形状の違い(丸型鋼管と角形鋼管)による現行の耐火性能の評価方法について、熱容量試験と載荷加熱試験により実験的に検討を行ったものがあります。載荷加熱試験については、崩壊時鋼材温度及び載荷加熱時間の比較を行い、熱容量試験については、鋼材の崩壊温度を500と設定し、その到達時間を実験値と計算値に

より比較した結果、耐火被覆材としての耐火塗料について、角形柱に対する適用性は丸型に準用しても問題無いことを確認しました。

##### 連名発表課題

「形梁内部を床吹出し用ダクトに利用した梁の耐火性能(その2 防火ダンパーの加熱実験とダクト梁試験体計画)

本報は、超高層建築物(オフィス用途)の大空間フロアにおける空調ダクトについての耐火性能を実験にて検討を行ったものです。本計画における空調ダクトは、短辺方向大梁の剛性・耐力確保及び大梁内部(形状が形の梁)をダクトとして利用する方式「ダクト梁」を採用しています。この梁は、仕様規定には当てはまらないため、大臣認定による耐火性能検証を行った結果、保有耐火時間90分、限界部材温度が550 となりました。この条件を基に、今回の「ダクト梁」について、ダクトに設置される「防火ダンパー」について、加熱実験を行った結果、加熱時間90分におけるダンパー裏面鋼板温度等については、耐火性能上問題ない結果を得られました。今回の実験結果から、本体である「ダクト梁」については、耐火2時間相当の被覆仕様(耐火塗料)にて計画することとしました。

##### 防火研究懇談会

「現在の耐火設計に関わる諸課題そして展望」

本懇談会においては、防耐火分野において、性能規定化が10年経った現状における諸課題について、防耐火の実務者(設計者・技術者)、研究者及び評価機関等各分野からパネラーを招き、各分野の視点から問題点を挙げ、それらの打開策等について、議論を致しました。今回、筆者は記録係として参加しましたが、お昼過ぎから約3時間半にわたり、問題点解説・議論がなされました。当所が主に関連するルートA(仕様規定)における大臣認定について、メーカー側からの要望、試験所の現状などが示され、耐火設計においては技術的な課題やシステムに関する課題、そし

て教育・研究からの課題として、防耐火関連の教材・研究・技術者などの人材不足について示されました。防耐火分野は、性能規定化から10年経過した現在、非常に閉塞感が漂う状況にあり、各分野ともに頭を抱えている状態と言えます。一言で表現すると、京都大学田中先生のお言葉をお借り致しますが、「耐火の分野は、技術力は高いが、それを動かすインフラ的なものがうまく整備されていない。」という表現が非常に当てはまると思います。この中で、我々防耐火分野に従事する技術者は、それぞれ使命感を持ち、諸課題について取り組んで行くことの重要性を再確認すると同時に、これら課題の解決には、今回参加した防耐火分野の方々全員が現状の問題点について共通認識を持ち、協力していくことが必要不可欠であると思われる。

2010年度日本建築学会大会

発表課題名  
耐火炉(水平炉・柱炉)の性能を測るラウンド  
ロビン試験報告

防耐火性能試験研究部 水上 点睛

耐火炉ラウンドロビン試験について報告を行い、聴講者から既存の試験方法の公平性・妥当性を確認することで安住せず、よりよい試験方法の在り方について活発な論議が欲しいとの意見を頂いた。

この言葉に胸をすくわれた思いがした。

一つには、聴衆を舞台の上に引き出すような発表ができず、自己満足の発表になってしまっていたこと。

二つ目には、予定調和的な結論へと続く冒険心のない研究であったことである。

1人で考えているのは、アイデアが頭の枠から飛び出ることには到底できない。

先に進むためには一度身体の外に出す=話すことが大切であり、多くの人が集まる学術講演会はまたとない機会である。アイデアを独り歩きさせること。議論を恐れるのではなく歓迎すること。それによって我の手の中でしぼんでいたアイデアという風船がふくらみあがり、彼と我の間をただよわせるエネルギーが生まれるのだ。

また研究というものは、予測と再現という科学の体裁を順守するあまり、理想論に陥ってしまいやすい。体裁が少しくらい乱れていても、不完全でも、わくわくするようなアイデアが得られるような研究を行いたい。

我々はツルツルすべる氷の上に迷い込んでいる。

そこには摩擦がなく、それゆえ条件は理想的なのだが、まさに他ならぬそのために、進むことができないのだ。

ザラザラした大地にもどれ！

(ウイトゲンシュタイン「哲学探究」より)



# 杭の載荷試験装置について

診断・評定部（併）構造性能試験研究部 久世 直哉

## 1. はじめに

ベターリビングでは、杭や地盤改良等、基礎構造物に関する載荷試験を実施しています。ここでは、ベターリビングが所有する載荷試験装置や載荷ヤードにおける地盤情報について、紹介させていただきます。

## 2. 載荷試験の種類

### (1) 静的載荷試験

ベターリビングが過去に実施した載荷試験の種類は、以下の通りです。なお、これらの試験では、社団法人 地盤工学会の規準に準拠することを基本とし、静的載荷により杭の抵抗力特性等を確認致しました。

#### 【載荷試験の種類】

- 押込み載荷試験
- 引抜き載荷試験
- 正負交番載荷試験
- 水平載荷試験

また、過去に実施した載荷試験で抵抗力特性を確認した杭の種類は、以下の通りです。載荷試験に用いる杭等の試験体については、キャリブレーション試験により軸力の評価方法を予め確認させて頂くことを基本としております。

#### 【試験体の種類】

- 鋼管杭
- 既製コンクリート杭

- 場所打ちコンクリート杭

- 地盤改良体

キャリブレーション試験の状況を写真1、2に示します。



写真1 キャリブレーション試験状況(試験棟内)



写真2 キャリブレーション試験状況(屋外)

### (2) 動的載荷試験

これまで、杭の支持力評価のために実施される試験は、前項で示した静的載荷試験がほとんどでした。しかし、基礎構造物の耐震性能としては、静的な支持力特性に加えて、動的荷重作用

時もしくは動的荷重作用後の支持力特性についても確認され、評価すべきであると考えられます。そこで、今般、動的アクチュエータを屋外で使用できるよう試験施設を整備しました。これにより、基礎構造の鉛直及び水平方向の動的支持力特性の確認が可能となりました。

### 3. 載荷装置等の紹介

ベターリビングが所有する載荷装置等を紹介いたします。

#### 載荷桁

載荷桁とは、杭等の試験体に加えられる載荷荷重を反力体とする杭等に伝達させるために用いられる鋼製の部材です。主な部材と載荷スペックは、以下の通りです。

#### 【主な部材】

- 主桁：BH-1000×400×19×40、7.3m、2本
- 副桁：BH-1000×400×19×40、5.5m、2本

#### 【載荷スペック】

- 最大載荷荷重：4000kN
- 最大反力杭スパン：6m

#### 動的加力装置



写真3 載荷桁設置例

アクチュエータの仕様は以下の通りです。

- 形式：電気油圧式サーボアクチュエータ
- 最大推力：±300kN
- ストローク：±250mm

- 最大速度(sin波)：200mm/sec
- 加振周波数：0.01～10Hz
- バルブ流量：228L/min

油圧装置の仕様は、以下の通りです。

- ポンプ流量：最大157L/min
- 油圧タンク容量：400L
- ゴムホース長：50m

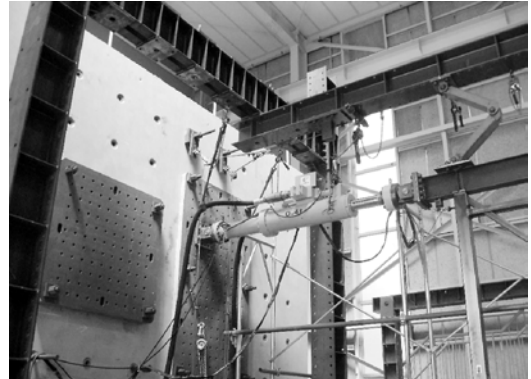


写真4 アクチュエータ(試験棟内の使用状況)

#### 載荷ヤード

載荷ヤードは、ベターリビングつくば建築試験研究センターの敷地内にあります。当該敷地においては、低床トレーラーによる重機の搬入も可能です。また、反力杭として使用可能な既存杭もあります。載荷ヤードを図1に示します。

- 載荷ヤードの広さ：25m×50m程度

#### 土質柱状図

載荷ヤードにおける土質柱状図の1例を図2に示します。なお、性能評価のための確認試験として実施される載荷試験においては、載荷位置の直近で実施された地盤調査結果を用いて、杭の抵抗力特性を評価して頂くことを基本としています。これは、同一敷地内であっても、層厚や強度にばらつきがある場合があるためです。

また、GL-45m以深には、N値60以上の支持層(礫質地盤)があり、大径長尺の試験の場合にも対応可能です。



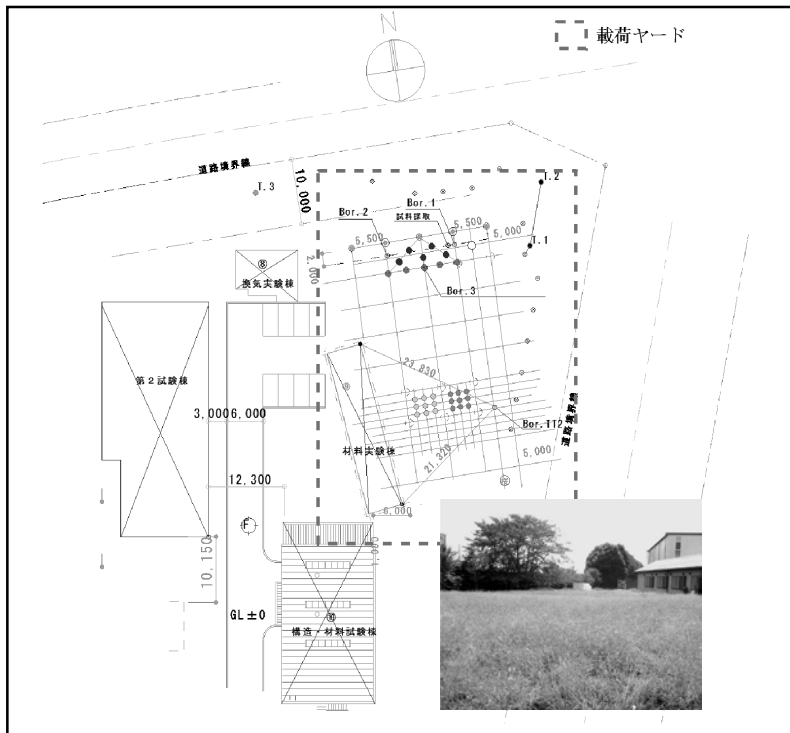


図1 載荷ヤード

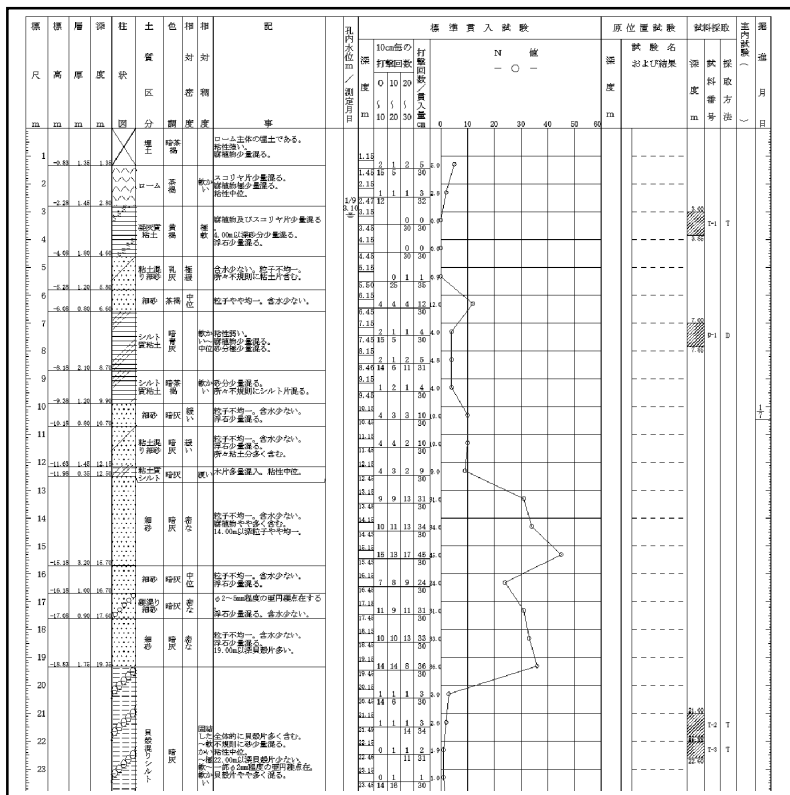


図2 土質柱状図



歴史というわけでもありませんが、今年の7月に萩（山口県）の町を訪れ、歴史口マンを感じてきました。萩の町は、なんともいえない情緒深い雰囲気がかき、まるで長い眠りについていたかのようでした。狭い路地に入ると、家々の角には当時の武士が内職のひとつとして植えたという夏みかんの木があり、オレンジ色の実をつけていて、訪れた人々を和ませてくれます。

この萩の町からは高杉晋作、吉田松陰、木戸孝允など多くの幕末の志士が生まれました。幕末長州の原動力となった松下村塾や高杉晋作の生家もほぼ当時の姿で残されていて、まるで歴史から忘れ去られていたかのようでした。だからこそ、この町は近代化の波も受けずに、昔の面影を現代に色濃く残すことができたのでしよう。

山口県からは、初代内閣総理大臣の伊藤博文をはじめ、現総理大臣の菅直人さんに至るまで、9人もの総理大臣を輩出しているそうです。ちなみに残りの7人は、山縣有朋、桂太郎、寺内正毅、田中義一、岸信介、佐藤栄作、安倍晋三さんです。

過去20年間でアメリカの大統領は4人、イギリスの首相は5人に対して、日本では14人もの総理大臣が誕生しています。総理がコロコロ変わるような短命政権では、きちんとした政策はできないし、諸外国の信頼を得ることも難しいと思います。“落ち目の日本”などと囁やかれないように、総理がリーダーシップを発揮し、安定した政権運営を行ってくれることを期待しています。

機関誌「BLつくば」もお陰様をもちまして、第10号を発行することができました。ご執筆戴きました方々をはじめ、関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

橋本 房子

---

## BLつくば編集委員会

---

委員長 二木 幹夫  
主査 吉川 利文  
委員 吉田 邦彦 安澤 雅樹 下屋敷朋千  
服部 和徳 永谷 美穂 堀尾 岳成  
福田 泰孝 橋本 房子

---

## BLつくば 第10号

---

発行年月日 平成22年12月17日

発行所 財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター

発行者 二木 幹夫

〒305-0802 茨城県つくば市立原2番地

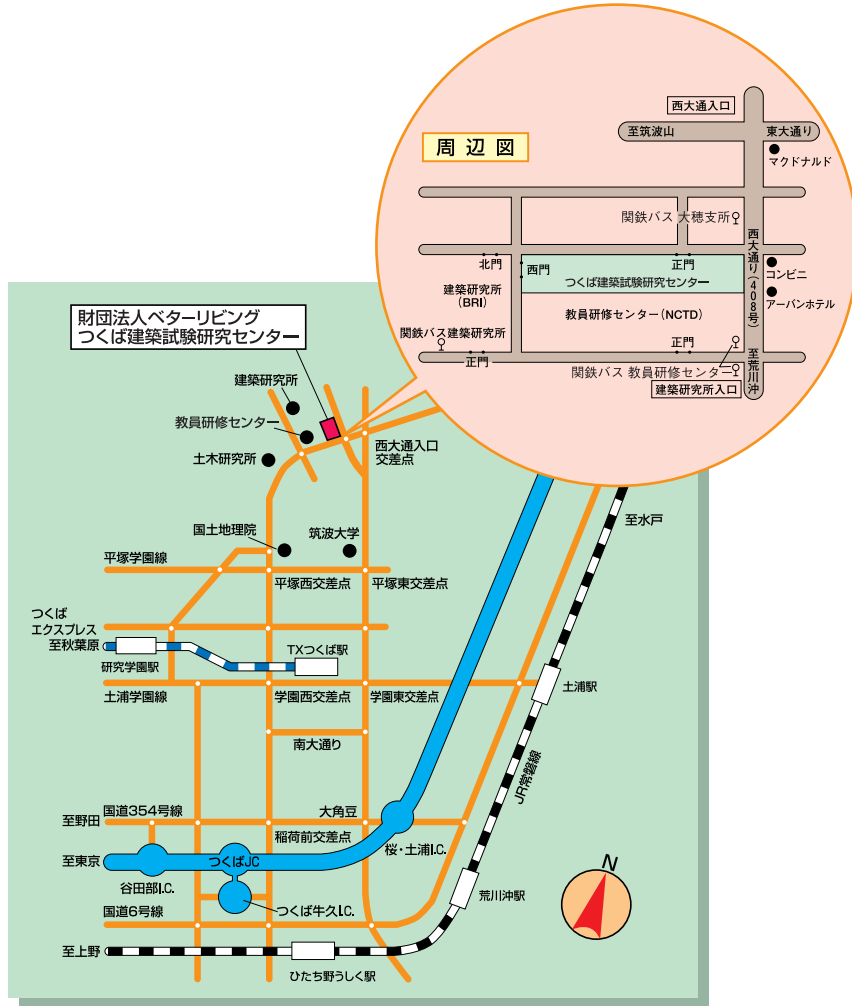
TEL : 029(864)1745 FAX : 029(864)2919

<http://www.cbl.or.jp> [info-tbtl@tbtl.org](mailto:info-tbtl@tbtl.org)

印刷 株式会社かいせい

---





**【交通機関のご案内】**

■つくばエクスプレスご利用の場合

- 「つくば」駅下車
- ・タクシーにて約15分
  - ・関鉄バス「下妻駅」または「建築研究所」行き「教員研修センター」下車 徒歩約10分
  - ・つくバス北部シャトル「筑波山口」行き「大穂庁舎」下車 徒歩約10分

「研究学園」駅下車

- ・タクシーにて約10分
- (バスの便数は限られているためご利用の際にはご注意ください)

■常磐自動車道ご利用の場合

「つくば牛久I.C.」または「桜土浦I.C.」より学園都市方面へ約15km  
西大通り「教員研修センター北」交差点を西へ

※上の地図ご参照。教員研修センターと建築研究所に隣接した角地です。

財団法人ベターリビング  
**つくば建築試験研究センター**

〒305-0802 茨城県つくば市立原2番地  
TEL:029-864-1745(代) FAX:029-864-2919(代)  
http://www.cbl.or.jp E-mail: info-tbtl@tbtl.org