

# つくば

Vol. 6  
2008

第6号

建築試験研究センター情報 平成20年12月

- ◆最近、感じたこと、発見したこと  
(続々)
- ◆建築物の耐用年数を長くするには
- ◆地域と建築の音環境を取り巻く最近の状況
- ◆2008年度 日本建築学会学術講演会に参加して
- ◆建築研究部の新設

# CONTENTS

BLつくば vol. 6 2008. 12

<b>巻頭言</b>	
評価とバランス 二木幹夫 .....	1
<b>技術解説</b>	
地域と建築の音環境を取り巻く最近の状況 安岡博人 .....	3
<b>寄稿</b>	
最近、感じたこと、発見したこと(続々) 上村克郎 .....	6
建築物の耐用年数を長くするには 榆木 堯 .....	10
<b>試験・研究情報</b>	
サッシの断熱性能 清水則夫 .....	18
場所打ち杭とオーガ杭の国際会議 二木幹夫 .....	25
クロスミナパネル 7階建木造建築物の振動実験奮闘記 岡部 実 .....	30
白い炎～実大火災実験報告～ 水上点晴 .....	36
2008年度 日本建築学会学術講演会に参加して .....	38
<b>トピックス</b>	
極めて個人的な... 服部和徳 .....	42
ながら読み 高橋 央 .....	44
サラワクの木橋 佐久間博文 .....	46
<b>施設紹介</b>	
構造実験用加力システム 藤本 効 .....	53
中性化促進試験装置の紹介 大野吉昭 .....	56
音響試験棟の改修 高橋 央 .....	57
<b>事業報告</b>	
建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)のご案内 企画管理室 .....	60
建築研究部の新設 犬飼達雄 .....	62
CASBEEのサポーターとして 木内康博 .....	64
<b>編集後記</b>	

# 評価とバランス



財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター 所長 二木 幹夫

機関誌BLつくばを発刊して、今回で6冊目になり、丁度3年が過ぎました。発刊当初から全員参加による職員の資質向上を目指しつつ、息切れしそうな時も多少ありましたが社会への情報発信を続けてまいりました。関係各位に感謝致しております。この短い間にも、世の中では食の安全・安心を揺るがす偽装表示から農薬汚染、年金や医療体制の不手際など、安心・信頼を裏切る事例が次々と報じられ憂慮せざるを得ない状況が続いています。当センターにおいても、防耐火関連の大臣認定不正受験に係る経験をしました。この経験は、当財団及び担当部所である当センターに多くのことを考える契機にもなり、また、大臣認定制度見直しの議論へ続き、近い将来その方向性が示されるものと思われま。信頼性を担保する仕組みの一つである第三者による証明制度について考えると、製品や個別技術などの評価の目的は、供給者(生産者、開発者など)と受給者(一般ユーザ)との間にあって、供給者によって約束された性能や成果が、受給者によって遺憾なく享受されることを実現するために、約束された性能や成果に疑義がないことを第三者が確認していることとなります。第三者には、国や公共団体から、両者と利害関係がない個人や法人があります。評価においては、申請者によって提出された書類や代表製品を対象に評価が行われ、書類であれば、例えば、その書類に記載された技術内容、生産の方法や検査の仕方などに関して審査がされますが、製造された製品などではありません。従って、実際に生産する際の技術力、製品の工

ラーや施工品質など生産段階での状態を含んだ評価をすることはできません。また、製品を試験し評価する場合には、特定の最終成果品についての試験・検査を行っていますが、その後供給されるであろう多くの一般生産品の検査・評価を行っているわけではなく、消費者に届けられる製品については、一般に生産過程や供給プロセスが問題として残ります。これらの一連の過程において信頼性を担保するためには、関係する企業あるいはその母体である構成人の誠実さが必要であり、社会は、これに支えられた性善説あるいは社会正義に依存して信頼と不信とのバランスを保っていると考えられます。しかし、最近の風潮は、第三者による一部分の評価のみでは、信頼性を維持できそうもないリスクが増していると思われるのですが、はたまた、これらの事実が明らかになることを、社会の健全性が保たれる機能が働いていると考えるのが難しいところでもあります。

このような状況への対応として、すべてのプロセスに第三者性を担保して監視していく方法もあり得ますが、経済性や効率性などを考えると、実施することも非常に困難でありまた、社会的負担が大きすぎるようにも思えます。このように、「信頼の確保」には限界がありますが、この限界をできる限りなくそうとすれば、結局のところ、社会の根源である「人」の育成としかるべき制度設計との調和が欠かせないこととなります。しかし、「人」の問題が簡単でないのは衆目の認めるところです。わが国は、種々の制度設計については至極優等生であると言われま

す。しかし、わが国に限ったことではないと思いますが、あるルールを設けるとこれに触れないように抜け道を探し出す人々が現れたりします。人がルールに従わないのには、いろいろな理由があるでしょうが、ルールを設けた原点を大切にすべきことは言うまでもなく、昨今の不祥事の多くには、企業や個人の行き過ぎた利益追求の姿勢があると感じられます。その源である「欲」には、いくつか類型がありますが、人の「性」として公然と認める風土や「惑」の一つとしてこれを戒めるなどの幅広い捉え方や考え方

た精神的側面があります。まさに禅問答の域にまで及び、我々の人生観にまで深い影響を与えています。しかし、いずれも度が過ぎれば、不適切な事態を招くことになりかねません。現在の自由主義の制度にとっても、私利よりも公利を優先する社会正義や徳あるいはこれらを大切に作る基本的な精神を育み、人も含めてサステナブルな社会を築いていかねばなりません。これからも、社会から信頼され期待される組織、活動とは如何にあるべきかを考えていきたいと思ひます。



# 地域と建築の音環境を取り巻く 最近の状況

建築研究部 安岡 博 人

音環境は地球規模で見ると、種々な様相を示す。例えば地震、雷、火山の噴火、隕石の落下など、自然現象で起こる巨大音は頻度こそ少ないが、特定の人々には大きな影響を及ぼす。しかし、雷、潮騒、清流の音などを除いては、非日常性の高いものは、気にならないようにできている。震度6の地震のとき、人の五感のなかで、緊張しているのは振動感覚であって、音ではない、振動のほうが優先される。このとき空を飛んでいる鳥は音を感じるが、目で見る周囲はそれほど普段とは変わらないので、緊張する程度ではないと判断するだろう。道路の山間部のトンネル工事には、ほとんどの場合、音の検討がなされる。鷹などの鳥に対して営巣に迷惑にならないかどうかを、環境アセスメントにて問われる。これは、純粋な音の問題であるが、このとき、雀は無視されている。対象をどこまで広く設定するかが問題となる。最終捕食者を守れば、食物連鎖のピラミッドが守れると考えているのかどうかは知らないが、結果として音的には鷹が雀を少しでも守ることになるか？ジェット機などの騒音に対しては、地域的規模で対策がなされるが、雷の音を小さくするため、建物の遮音性能を上げたという例は、今まで聞いたことがない。雷に恐怖心を抱いている人は意外に多く、パニック状態になってしまう人が私の近くにいた経験もある。しかし雷をほとんど聞こえなくするには、無窓のコンクリート建物でも足りないくらいなので、現実的ではない。地下をうまく使えば可能であろうが、あきらめているのが現状である。それに聴覚への

障害としては一過性でもあり、難聴になったという話は聞かない。今までの解説は、音源により社会的に騒音対策が大きく異なっている事を伝えるために記述した。

さて、私たちを取り巻く環境には様々な音源がある。大きく分けると、自然現象、輸送に関するもの、建設に関するもの、生活に関するもの、情報伝達によるもの、などに分けられる。これらは地域的にみても、個人の住居、室内レベルからみても、大きく分けると騒音規制法など、環境騒音の範疇で制御されるものと、建物内騒音のように各種ガイドラインにより制御されるものに分かれる。しかし、最終的に寝室で寝ているとき、いろんな音源が同時に入って来た時に「何dBになるか、何dBを保障するか」という枠組みにはなっていない。確かに環境基準のように「敷地境界で何dBを守りなさい」という規制もあるが、出す側個々の問題であって、受け取る側が、車も飛行機も、隣のラジオも、芝刈り機も、街路の騒音が合わさっても何dBという訳にはゆかない。排出側と受音側を区別して、検討してゆく場合もある。

しかし時代とともに、基本的にはおおむね音環境は改善されてきている。国際的に見ると、時間要素が見える例がある。一昔前は日本の車はもっとうるさく、クラクションも鳴らし放題の時代があった。アジアの都市では、昔の日本と同様にぎやかさである場合が散見される。音にも地域の特性というものは必ずあるし、気候条件が及ぼす影響は大きい。暑い地域では、窓を開けばなしで生活し、寒い地域では断熱

のため、二重窓などにして、あまり開けず、自  
ずと遮音性能は高くなる。

ここでは、音環境の要素を列挙しながら、評  
価法や基準化の経過と今後の動向を考えてみ  
た。主に、外部騒音のうち交通騒音、施設騒  
音、近隣騒音、建設工事騒音、事業所系騒音、  
自然音などの各項目について、簡単な解説をし  
た。内容については、地方自治体などで独自に  
評価されているものもあると考えられ、項目に  
ついての網羅性については十分でないことを、  
ご理解いただきたい。表1に音源の種類と音環  
境の動向を示す。

外部騒音で今後、検討が予定されているもの

は、建設工事騒音の現場全体の評価、工事機械  
の追加などがある。今までは社会が許容してい  
たが、変化が起きているものに、学校等の拡  
声器、運動会、改造マフラー車、信号補助音な  
どがある。電車の中の携帯電話も使用の制約が  
あるが、身近な騒音も対象となってきている。  
生活上の許容値や受忍度は社会環境によつて  
も変化するし、騒音対策に莫大な費用を投入し  
ている状況からも、常に変化に注目しながら、  
騒音制御の枠組みを検討してゆかなければなら  
ない。今回は載せなかったものに、建物の遮音  
や内部騒音、設備騒音などがあるが、機会を見  
て検討したいと考えている。

表1 音源の種類と評価・対処の動向

音源大分類	施設、形態	音源中分類	音源	測定法	評価指標	データの蓄積	動向	
交通騒音	道路	高速道路	走行音	あり	あり	あり	遮音対策を実施中	
		一般道路	走行音	あり	あり	あり	車と舗装で対策中	
			暴走族	あり	ややあり	なし	マフラー規制始まる	
			救急車、消防車	あり	あり	あり	救急車多い、火事少ない	
			路上駐車	あり	ややあり	ややあり	駐車規制強化の効果は?	
	鉄道	在来線	JR	あり	あり	あり	新線のみ	
			私鉄	あり	あり	あり	新線対策	
		新幹線		あり	あり	あり	高速化	
		路面電車		ややあり	ややあり	なし	変化なし	
		地下鉄		ややあり	ややあり	ややあり	地下の固体音問題	
		新交通		ややあり	ややあり	なし	位置的な問題	
	航空機	民間機	ファンジェット等	あり	あり	あり	低騒音化傾向	
		軍用機	戦闘機等	あり	あり	ややあり	建物側対策	
		ヘリコプター		あり	あり	ややあり	不特定	
軽飛行機			あり	あり	ややあり	不特定		
船舶	航路		なし	なし	なし	特定の場所		
施設騒音	工場	特定施設	大工場	あり	あり	ややあり	クレーン無しにはならない	
		一般施設	例えると町工場	あり	あり	ややあり	出入りや付帯設備も	
	娯楽施設	遊戯施設	ジェットコースター	なし	なし	なし	なし	近隣の近さ
			パチンコ店	なし	ややあり	なし	なし	一定の苦情
			アミューズメント(屋外型)	なし	ややあり	なし	なし	全体的な縮小
			アミューズメント(屋内型)	なし	ややあり	なし	なし	一定状態か
			競馬場	なし	なし	なし	なし	変わらず
			競輪場	なし	なし	なし	なし	変わらず
			競艇場	なし	なし	なし	なし	変わらず
			オートレース場	なし	なし	なし	なし	不明
			球技場	なし	なし	なし	なし	野球 サッカー

音源大分類	施設、形態	音源中分類	音源	測定法	評価指標	データの蓄積	動向	
施設騒音	娯楽施設	公園(広場)	放送	なし	なし	なし	良く聞こえているか?	
			子供	なし	なし	なし	少子化	
			剪定音(草刈り音)	なし	なし	なし	ラベリング急ぐ必要あり	
	農業施設			鳥囀り	なし	なし	なし	?
	商業施設	店舗	放送	ややあり	あり	ややあり	なし	大店法
			人声	ややあり	なし	なし	なし	なし
			カラオケ	ややあり	ややあり	なし	なし	個室防音化
		事務所	クーリングタワー	ややあり	あり	なし	なし	高層位置に対する影響
			チラーユニット	ややあり	あり	なし	なし	同上
			排気口	ややあり	あり	なし	なし	変化なし
	住宅	戸建て住宅	換気扇	ややあり	あり	なし	なし	変化なし
			風鈴	なし	なし	なし	なし	ほとんど使用されていない
		集合住宅	生活騒音	なし	なし	なし	なし	嫌がらせ
	学校		放送	なし	なし	なし	なし	最近問題化
			クラブ活動	なし	なし	なし	なし	対象となりつつある
			音楽活動	なし	なし	なし	なし	対象となりつつある
	道路	誘導装置	音響信号機	なし	なし	なし	なし	発生音としての基準
		保守	剪定音	なし	なし	なし	なし	ラベリングの必要あり
			掃除車両	なし	なし	なし	なし	ラベリングの必要あり
	鉄道		踏み切り警報機	なし	なし	なし	なし	変化なし
			発車ベル	なし	なし	なし	なし	音楽的に?
			アナウンス	なし	なし	なし	なし	若干変化している
	放送	拡声器	広報車	なし	なし	なし	なし	規制の実効の確認
			一般宣伝車	ややあり	あり	なし	なし	規制の実効の確認
			外宣車	ややあり	あり	なし	なし	規制の実施必要か
			寺の鐘	なし	なし	なし	なし	変化なし
	動物	鳴声	カエル	ややあり	なし	ややあり	ややあり	減少傾向
			セミ	ややあり	なし	ややあり	ややあり	温暖化による種の変化
			犬・猫	ややあり	なし	ややあり	ややあり	飼育のモラル
			鳥類	ややあり	なし	ややあり	ややあり	増加傾向
その他虫音			ややあり	なし	ややあり	ややあり	種の変化傾向	
駐車場	機械式駐車場			あり	ややあり	ややあり	増加傾向	
	平面駐車場			ややあり	ややあり	ややあり	増加傾向	
近隣騒音	イベント		お祭り	ややあり	なし	なし	なし	よさこい系増加
			花火	なし	なし	なし	なし	騒音被害念頭に無し
			花見	なし	なし	なし	なし	カラオケ持込禁止か?
	自然・天候		雨音	なし	なし	なし	なし	温暖化で強くなっている
			雷	なし	なし	なし	なし	増加傾向と思う
		風音(樹木、電線)	なし	なし	なし	なし	強風が増えているか?	
工事騒音	建設等	建設機械	特定建設機械	あり	あり	あり	現場全体で規制の検討	
		一般作業	手工具、足場の落下	ややあり	ややあり	ややあり	現場全体で規制の検討	
	道路	建設作業		あり	あり	あり	排水性舗装の効果	
	水道、ガス	保守、新設		なし	なし	なし	緊急性	

## 最近、感じたこと、発見したこと(続々)

顧問 上村克郎

### 1. 漢字の勉強

#### 1. 最近の気づき

承引：聞き入れること。承知して引き受けること。承諾のことだが、最近、承引という用語を見かけることが多い？

即行：直ぐに行くこと。直ぐに実行すること。昔は実行、決行、即断即決、不言実行などであったが、このところ即行を見かけることが多くなった？

#### 2. クイズに出てくる問題である。どちらの漢字が正しいか？(前者が正解)。

疫病神、厄病神(やくびょうがみ)

冷え性、冷え症(ひえしょう)

#### 3. どちらが正しいか？(前者が正解)。

イ. 旗幟鮮明：キシセンメイ、キショクセンメイ。最近では後者でもよいらしい。

ロ. 情けは人のためならず：自分のため、人のため。最近では後者でもよいらしい。

ハ. 一所懸命、一生懸命：一所懸命は一ヶ所の領地、農地を命をかけて必死に守る。しかし、江戸中期から一生懸命、とも書くようになった。最近では後者でもよい。

#### 4. 現在は誤読だが、何れは慣用語(正しい)になるだろうと云われている漢字。いずれも、前者が本来の読み方(正しい)、後者は慣用の読み方(山本昌弘：「漢字遊び」より抜粋)。たとえば、 憧憬(しょうけい、どうけい)、消耗(しょう

こう、しょうもう)、情緒(じょうしょ、じょうちょ)、依存(いそん、いぞん)、完遂(かんすい、かんつい)、施工(しこう、せこう)、垂涎(すいぜん、すいえん)、相殺(そうさい、そうさつ)、獐猛(どうもう、ねいもう)、登城(とじょう、とうじょう)、発足(ほっそく、はっそく)など。

### 2. 英語の勉強

#### 1. 以下の例は近所を散策していて目についた英語。なぜ無理をして英語を使用するのか。格好良いからか？

そういえば、デパートの中の売り場を示す掲示板は殆どが英語かフランス語である。カジュアル、フード、レストラン、オーダーメイド、ギフトショップ、バーゲンセール、ジュエリー、オートクチュールなど。

イ. For Rent

最近、近所に5階建てのワンルームマンションができた。入り口に大きな看板で”For Rent”とのみ書かれていた。近所には外人はいないし、その後の入居者にも外人はいないと聞いた。「貸間あり」、「貸室あり」などでは品格がないか？

ロ. Guard dog on duty

小さな庭のある住宅の塀に掲げてあるチョット目立つ看板。泥棒避けか？しかし、夜中の泥棒には見えない、分からない。そういえば最近「猛犬に注意」などは見かけない。

八 . September holiday 9, 16, 23, 30

最近、美容院がやたらに増えている。入り口に掲示してあったお知らせ板である。意図は分からないでもない。お祖母ちゃん は分かるだろうか？。歯医者さんも増えているが歯科医院といわずにデンタルクリニック (dental clinic) と表示しているのが多い。なお、クリーニング店もやたらに増えているが、ランドリー (Laundry) の表示が多い。

## 二 . KAMIMURA

最近、新築の住宅やマンションの表札には、例えば、「上村」と書かずに「KAMIMURA」とローマ字で書いたものが多く見かける。それよりも、姓名と住所、番地、部屋番号などを日本語で書いた方がよいと思う。町内の仕事を手伝うとつくづく思う。郵便局や宅配屋さんのためにも日本語表示がよい。

## 2 . 和製ゴルフ用語

かなり有名な和製英語だからご存知の方も多いと思うが、以下に若干記す。正しい英語は勉強のこと(稲葉ほか2氏著:「日常短縮英語辞典」より)。

オービー、サイドバンカー、ナイスオン、ニアピン、ノータッチ、-halfセット、ハンドファースト、フルセット、フックラインなど。

## 3 . 乾杯の勉強

最近が高齢化(私が)したお陰で集会などで乾杯の音頭取りの仕事が回ってくるようになった。少し勉強したので成果をご紹介します。

### 1 . 乾杯の時の発声する国別の言葉

イギリス : チアーズ、トースト

アメリカ : チアーズ、ボトムズ・アップ

フランス : ア・ポートル・サンテ、ブラボー

イタリア : チンチン

ドイツ : プロジット

スペイン : サルー

ポルトガル : サウージ

デンマーク、スエーデン : スコール

ノールエー : サクール

ルーマニア : ノロック

アイスランド : スコル

ロシア : ザ・ヴァーシェ・ズダローヴィエ

中国 : ガンベイ

## 2 . 中国語はガンベイ

日本人に中国語で乾杯(カンパイ)を何と云うか、と質問すると、10人中、9人までが「カンパイ」と答える。中国人に聞いたり、インターネットで調べてみると、日本人の耳には「カンパイ」ではなくて「ガンベイ (gan bei)」と聞こえる。ウソと思う人は中国語講座などで調べてみるとよい。

## 3 . 日本酒で乾杯

乾杯はビールではなくナショナルワインで行うこと。だから、我が国の場合は日本酒である。しかもガラスのコップではなくて、杯さかずきを使うのが正しい。なお、乾杯は杯を同時に全員が目線より上に掲げて「乾杯！」と声を上げて一気に飲む。一気に飲むことで、志が一つという一体感を表し、主催者が毒を入れていないことの証左として同時に飲む。この習慣は3000年前の古代ギリシャ時代に始まっているという。韓国では偉い人ほど杯を高く掲げると、聞いたが真偽は確かめてない。なお、「日本酒で乾杯推進会議」というのがあって会員数18,000人、毎年、総会では面白くて為になる話(酒、乾杯など)が聞ける。

## 4 . 故事の勉強

インターネットで「やっぱり面白い! 故事、ことわざ(楽天)」というのが毎日のように送られてくる。これを読んでみると「よく知られている故事」、「常識的な故事」、「知らないと恥をかくだらうという故事」などがある一方で、「本当に知らなかった故事」、「始めて聞くのではないが、

あまりお目にかからない故事」。「なるほどと感心するような故事」がある。「故事、ことわざ辞典」などこの種の辞典をみると、一般的に普及している「故事、ことわざ」は7,000から1万語ぐらいあるらしい。

A. 「よく知られている故事」たとえば、

【いつまでもあると思うな親と金】

【手鍋を提げる】

【猫に鯉節】

【泥棒を見て縄を綯う】

B. 「よく知られていない故事」

以下に適当に20例を示す。半分以上を知っていれば相当に学がある人だと尊敬したい。意味は末尾にまとめて示す。では、たとえば、

1. 【歌人は居ながらにして名所を知る】

2. 【巫山の夢】

3. 【万緑叢中紅一点】

4. 【人の牛蒡で法事す】

5. 【葬礼帰りの医者話】

6. 【大海は芥を扱はず】

7. 【吝ん坊の柿の種】

8. 【木七竹八塀十郎】

9. 【槿花一日の栄】

10. 【尾生の信】

11. 【魯魚の誤り】

12. 【餓鬼の目に水見えず】

13. 【千日の萱を一日】

14. 【卵を見て時夜を求む】

15. 【翮網で鯨を捕る】

16. 【意馬心猿】

17. 【弁当持ち先に食わず】

18. 【天地は万物の逆旅】

19. 【鱧も一期、海老も一期】

20. 【麻の中の蓬】

1. 【意味】 歌人は古歌や歌枕の知識を通して、実際には行ったことがなくて

も、景勝の地をよく知っているものであるということ。

2. 【意味】 男女の情交を結ぶことや、男女間の情愛のこまやかなことのたとえ。

中国の楚の懐王が夢の中で巫山の女神と情を通じたが、女神が去り際に、「私は巫山の峰に住み、朝には雲となり、夕暮れには雨になります」と言ったという故事から。宋玉の詩「高唐賦」より。

3. 【意味】 万緑は見渡す限り一面の緑、叢中は草むらの中の意味。従って多く中に一つだけすぐれたものがあり、きわだっていることのたとえ。また、男性ばかりの中に、たった一人女性がまじっていること。

見わたすかぎり緑の草木の中に、一つだけ赤い花が美しく目立っているという意味から。王安石の詩「咏柘榴」より。

4. 【意味】 他人の物をうまく利用して自分の義務を果たすこと。また、他人にうまく便乗して自分の用事をすますこと。

他人がもってきた牛蒡を使って精進料理を作り、法事のもてなしをすることから。

5. 【意味】 事が済んだあとで、どうにもならなことを愚痴ること。

葬式の帰り道に、あのとき手当をして、医者に診せればよかった等という話しをすることから。

6. 【意味】 大人物は度量が広く、様々な人を分け隔てなく受け入れるということ。

大海はごみ、あくたでも問題にせず、川が運んできたものをすべて受け入れることにたとえた言葉。

7. 【意味】 けちな人は、何の価値もない

ものまで惜しがって手離さないということ。

「吝ん坊」は、渋い、けちな意。柿の種など何の役にも立たないのに、けちな人はそれさえ、もったいながって捨てようとしなないということ。

- 8.【意味】木を切るには七月が、竹を切るには八月がよく、土塀を塗るのは十月がよいということ。物には適した時機があるという昔の人の生活の知恵。

月はいずれも陰暦。「木七、竹八」が人名に聞こえるので、「塀十郎」と語調を合わせたもの。

- 9.【意味】この世の栄華の、はかなくむなししいことをいう。

「槿花」はムクゲの花。朝咲いて夕方にはしぼんでしまう。白居易の詩「方言五首」より。

- 10.【意味】かたく約束を守れることをいう。また、融通のきかない、ばか正直のたとえ。

中国の魯の尾生が女性と橋の下で会う約束をして待っていたが、女性は現れず、やがて大雨で川が増水しはじめた。しかし、尾生は約束を守って橋げたに抱きついて待ち続け、ついに水死してしまったという故事から。『史記』より。

- 11.【意味】似たような形の文字を見誤ったり、書き誤ったりすること。

「魯」と「魚」は、似ているので間違えやすいことから。『抱朴子』より。

- 12.【意味】あまりに欲求や願いが強すぎると、求めているものが身近にあっても、とかく見落としてしまうというたとえ。

- 13.【意味】長い間かけて積み重ねてきた成果や信用などを、いっぺんにぶち壊すことのたとえ。

千日もの長い間刈り続けてきた萱

をたった一日で燃やしてしまうという意から。

- 14.【意味】あまりにも早計に、一足飛びに結果を期待すること。また、手に入るかどうか分からないものを当てにすること。

「時夜」は鶏が夜明けに時を告げる。卵を見るやいなや、もう鶏に成長して時を知らせるのを求める意から。『莊子』より。

- 15.【意味】思いがけない収穫や幸運をつかむこと。

鯛用の網に鯨がかかったの意から。

- 16.【意味】人の欲情や煩惱は抑えにくいということ。心が騒いでどうにも静められないことをいう。

暴れる馬や騒ぐ猿を静める難しさのたとえ言葉。『參同契』より。

- 17.【意味】物を持っている者は、かえってそれを使わないことのたとえ。

弁当を運ぶ役目の人は、他人よりも先に食べるようなことはしないということから。

- 18.【意味】この世のはかなさ、移ろいやすさをいった言葉。

「逆旅」は旅館、宿屋の意。天地は万物が仮にすむ宿屋のようなものだという意。このあとに「光陰は百代の過客なり」と続く李白の詩「春夜宴桃李園序」より。

- 19.【意味】人の一生は、貧富や地位、能力の違いはあっても、だいたい同じようなものであるというたとえ。

- 20.【意味】善良な人とつき合えばその人に感化され、特に教育しなくても自然によ人になるということ。

曲がって生える蓬でも、まっすぐ成長する麻の中では自然に曲がらないで育つようになることから。「荀子」より。



# 建築物の耐用年数を長くするには

アドバイザー・工博 榎木 堯

## 1 はじめに

住宅の耐用年数に関連して、よく目にする数字として、英国では70～80年、米国ではそれよりやや少なく、日本では30～40年間というものがあります。

昭和30(1955)年代後半の産業・経済白書に、「今後国民は、まず壮年期に1戸の新築住宅を取得し、定年に近くなってから、さらに、もう1戸の住宅を新築するようになるだろう、だから、住宅の耐用年数はこれに見合っていればよい」と記述されていたことを記憶しています。

この記述は、建築界に「一世代2戸論」となって流布しました。当時は日本列島改造論が華やかな時期で、日本は高度経済成長へ向かってまっしぐら、大量生産・大量消費が賛美された時代でした。

当時から40数年を経過した昨今では、平均的な世帯主が、定年前までの間に住宅を2戸新築するなどという予測はたてられず、その後を訪れた省エネ・省資源・環境保全などの社会・経済的変革への対応が不可避となっています。建築物の耐用年数は、かならずしも長ければ長いほどよいとは断言できません。

一方、現在の工学・技術を駆使すれば、現在よりさらに耐用年数を延ばすことは可能であると思われれます。

建築物が除却される事由の多くは、物理的に使用に耐えなくなる以前に、その他の事由、たとえば、社会・経済的な要求<sup>[注1]</sup>、により除却されるものが多いといわれています。

筆者は、長年建築物の耐久・耐用・保全問題にかかわってきて来ましたが、そのかわり方の基本は、どちらかといえば建設資材・建築物の物理的な耐久・耐用性<sup>[注2]</sup>を究明することを主眼にしてきました。

その理由は、建築物に要求される性能に対応し、耐久設計に活用できる、建設材料の物理的な耐用性が明確になっていなかったからです。

本小文では、建築物の耐用年数を現状以上に長くするためのアプローチとして、工学・技術的な側面的一端と、工学や技術といった側面より耐用年数を左右する、社会・経済的な側面からのアプローチの例を概説します。

[注1] 経済的耐用性：経済的理由による耐用。たとえば、改修・修繕を繰り返しても建築物の効用が持続できなくなるなど。

社会的耐用性：建築物所有(使用)者の意思によらない、外的な要因による耐用性。たとえば、陳腐化、法律改正、都市計画に起因するなど。

[注2] 物理的耐用性：主として経年により、建築物に要求される機能・性能が低下することによる耐用。

## 2 工学・技術的側面からのアプローチ

### 2・1 経緯

「既存の建築物に対しては、補修・改修技術を整備し、保全技術の整備とあわせて、増大する建築ストックをもっと長く使えるようにしよ

う。一方、今後に建設される建築物に対しては、耐用・耐久性を重視した「耐久設計法」を提案し、耐用年数の長い建築物を建設しよう。」<sup>1)</sup>

これは昭和55(1980)年度からの5カ年間にわたる、建設省(現国土交通省)総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の開発」<通称「総プロ耐久性」>の研究技術開発の主たるテーマでした。

あれからほぼ30年経過した今日では、このプロジェクトでのテーマは目新しくはありませんが、当時はこの研究の意義と開発の効果がなかなか理解されず、当初は多くの関係者のご賛同を得ることに苦しみました。たとえば、維持保全に関する指針を作成したい、というテーマに対しては、「あえて藪の蛇をつつく必要はない」という当時の一般的な風潮がまず壁になりました。

しかし、顧みるとこのプロジェクトは、その後の我が国での建築物の耐用・耐久問題を考えるうえで、多大な貢献をなしてきたといえましょう。

このプロジェクトを契機に、すでに昭和54(1979)年から活動を開始していた、日本建築学会 材料施工委員会 耐久性小委員会は、その活動成果として、「建築物の耐久計画に関する考え方」<sup>2)</sup>を1988年にとりまとめ、この大きなインパクトは評価されましよう。

その後、材料施工委員会では、1993年に「建築物の調査・劣化診断・修繕の考え方(案)・同解説、2002年には「建築物の改修の考え方・同解説」、2003年には「建築物・部材・材料の耐久設計手法・同解説」、2008年には「建築物の調査・診断指針(案)・同解説」<sup>3)</sup>を研究成果として公表してきています。

これらは、建築物全般にわたる耐久・耐用問題を対象にしているものですが、個別の対象である、鉄筋コンクリート構造・木造・防水・外装・塗装などについては、それぞれの専門委員会で検討がなされ、設計指針・施工指針・考え

方などが刊行されています。

海外で建築物の耐久・耐用問題に先鞭をつけたのは英国で、第2次大戦後の1950年に、British Standards<英国規格>、CP3 Chapter IV Durability<sup>4)</sup>が規格化されています。この規格では、建築物全体と各部位のそれぞれに耐用年数を設定し、これらを目標に設計しようと、いうものです。

また、国際共同研究団体のCIB(建築研究国際協議会)の傘下の委員会のひとつとしてWC80<Service Life Prediction 日本代表委員：楡木・本橋(独)建築研究所>があります。この委員会は、主として材料・部材の耐久性能を究明することを目的に、1980年台から活動しています。

1990年台からは、建築ストックの増大と環境問題の顕在化から、既存建築物の保全と新設建築物に対する耐久設計問題が注目されるようになります。

こうした状況を背景に、国際標準の一つであるISOでは、CIBとRILEM(国際建設材料・構造試験研究機関連合)の支援・協力を前提として、1993年に現TC59/SC14(Service Life Design)委員会<日本代表委員：楡木・本橋(独)建築研究所、日本の事務局は建築・住宅国際機構、さらに、当機構内に国内委員会が設置されている>を設置して、すでに、耐久設計に関する規格を2000年を皮切りに5つ発効、さらに5つの規格を作成中です。

すでに発効されている規格のうち、耐久設計の基本構想や耐用性の予測方法に関するものは、前述の我が国の総プロ耐久性の考え方が踏襲されているものです。英国・フランスなどではこれらのISO規格が、そのまま国内規格として採用されています。

このようなISOの動向につきましては、本誌創刊号「ISO規格「建築物等の耐久設計」に関する動向」<sup>5)</sup>をご参照ください。

耐久・耐用性に関しては、既往のEU基準内でも扱われてきていますが、これらの見直し・補

強をするため、ISOでの規格を活用する動きがあります。

前置きが長くなりましたが、建築物の耐久耐用問題に関する、工学・技術的側面からみた、近年の活動がCIB WC80委員会によりCIB Reportに取り纏められ、CIB Publication 294・295<sup>6)</sup>として刊行されています。

これを熟読していただければ、耐久・耐用性問題が、工学・技術的にどのように扱われ、どの程度までが究明されてきたかは勿論、今後の課題も見えてきます。

## 2・2 耐久設計に活用できる、より多くの耐久性能データ

総プロ耐久性・ISOでの耐久設計の基本は、概略以下のようです。

「建築物を計画・設計する場合、最初に、建築物全体の目標とする耐用年数を設定する<例えば200年>、次いで、この目標200年が達成できるような設計<部位・部品・材料・工法・仕様の選定を含む>、施工条件、維持保全条件を設定し、これらに基づいて建築物を建設する。竣工後は、あらかじめ設定されている維持保全条件にもとづいて、保全が<200年間>なされる。」<sup>1)</sup>

この基本に基づいて耐久設計を実施する場合には、当然のことながら耐久性能に関するデータが不可欠です。建設材料・部材自体の耐久性に関するデータは沢山ありますが、一般にこれらをすぐにそのまま耐久設計で活用することが難しいという現実があります。

建築材料の耐久性に関する研究の歴史は古く、その成果は多大ですが、かつての指向はどちらかといえば、材料の物性の究明に主眼がおかれ、研究の成果が建築設計に直接的に結び付きにくいケースも多ありました。つまり、建築材料の性質に関する物理・化学的な究明に重きが置かれていたので、性能設計データとして活用されにくかった、ともいえます。

幸いにして、近年の研究では、研究のシーズも建築に要求される性能をベースにし、結果の活用までを考慮した実践的な研究・R & Dが多くなっておりま。

しかし、こうした新思考によるデータは、依然として既往の膨大なデータ数からみると少ないのが現状です。

そこで、山積している既往のデータの中から、性能設計に活用ができるように変換する作業が重要になります。もし、この作業がうまく実行できれば、耐久設計データのさらなる増加が期待できます。これは後述する耐久設計データバンクと関連します。

## 2・3 調査・点検・診断結果の活用

建築材料・部材の耐久性能の究明の手段には、屋外暴露試験や実験室試験がありますが、実際に施工された建築物・部位を調査・点検・診断した結果は、耐久設計データとして高い信頼性があり、多くのデータがあります。

しかし、これらのデータは、調査・診断の目的や具体的な手法や、さらに結果の評価方法が異なっているケースが多く、相互間での比較ができない、などの問題があります。

かつて、既存の建築物などの施工後の状況に関する情報は、膨大な労力・時間をかけて収集整理されてきた経緯がありますが、これと同じプロセスを今から繰り返すことは、もはや不可能な時代のように思えます。

幸いにして、近年は多くの建築物ストックを掌握している機関・組織などでは、統一化された点検・診断方法によるデータが集積されてきています。また、建築物の調査・診断を業としている企業もあります。

このようなデータを活用する場合の関門は、データとして存在しても、これをそのまま公表しにくいという問題があります。

そこで、山積している調査・診断結果に耐久設計データとしての必要最少の条件を設定し

設計者・建物・管理者などの情報よりも、建築後の経過年数・用途・地域・材料種別・構造特性などのみに限定して、データとして集積が可能なシステムが構築できれば解決できます。

## 2・4 耐久設計関連情報の収集・蓄積・利用

近年の諸事象に対する情報化(ソフト)と情報処理技術(ハード)は、日進月歩で進展しているといわれています。

今後は耐久性データがより多くなり、調査・診断結果も活用できるようになるとして、耐久設計に必要な性能データが集積されたデータバンク様なものがあり、ここに蓄積されたデータが、必要に応じて活用できるようになれば、社会全体として有益であることは間違いないでしょう。

今後の耐久・耐用に関する情報は、社会で通常実施されている建設行為(新築・改修・保全)の過程からも集積できるシステムを構築しておき、これを社会に還元する、という指向は如何なものでしょう。

ISO規格では、最新の情報化技術によるデータの集積蓄積方法とグローバルな活用システムが展望されています。特に、データバンクについては、第三者機関に設置されることとされています。これの実現には、まず各国における構築が優先されなければなりません。

## 3 社会・経済的側面からのアプローチ

### 3・1 耐用年数に対する意識(常識)と社会

建築物の耐用年数は欧米の方が長いと、よくいわれ、住宅に関しては、英国では70年位、米国では50年、これに対して日本では30 - 40年位という数字を目にします。

また、この相違の因として、欧州は石の文化、日本は木の文化に起因するからだとも。

筆者の私見では、ごく一般的な英国人は、社会常識として、およそ住宅は70年以上もつものだ、と考えているようです。

英国社会では、家族構成の変化に対応して住居を移り住む、ということが常識化しているようでして、筆者の知人で、定年後夫婦だけになるまでに4回転居(結婚期・子育て期・子供が16 - 18歳で巣立った熟年期・定年後期)している、ヤドカリ型家族がいます。一方、別の知人は、今の家は父親から受け継いだものなので、次の世代のために保全をなす責任がある、としている永住型の家族もいます。

ヤドカリ型は、中古住宅市場の活性化を導き、同時に今居住している住宅は、次期の転売に備えて付加価値を高めるため、的確な保全を継続する必要に迫られ、結果として保全経費を節減(日本と比較して高価、庭の手入れ1時間で一万円は必要)したい人は、かなりの規模の修繕工事までを、DIYで実施することになります。これは結果として、100年以上経過した住宅でも、立派に価値がある物件として、市場化されていることに繋がります。

英国人は、古いものを尊び、敬意の念をはらう国民性がある、といわれますが、集合住宅では異例もあります。約40数年前に、ロンドンのテムズ川下流域、経度0度で有名なグリニッチ近郊に一大高層集合住宅団地が建設されました。完成時には好評で、日本の団地の見本として、日本からも多くの視察がありました。ところが、現在はその多くが低層住宅に建て替えになっています。理由は、高層の集合住宅では、地域住民の連帯が基本となる、英国人が重視する地域社会が形成できない、ということのようです。日本では理解できない、まさかの社会的要求による、壁式鉄筋コンクリート造集合住宅の耐用年数です。

注：英国では、一般に高層集合住宅(25階以上)は不人気で入居者が減り、ロンドン市内の数棟が爆破解体されています

### 3・2 耐久年数を考慮した施策

英国での例

大学時代の建築史の授業で、初めて英国の田

園都市( Garden City )を知りました。

これは1898年にE.ハワードにより提唱され、大都市の喧騒を逃れ、健康的な職住接近、工業・農業の融和による自給自足の理想都市として建設されたものです。

筆者は、約40年前に英国国立建築研究所での研究滞在期間中に、田園都市の一つの、ウエルウイン( Welwyn Garden City )を訪れ、整然と立ち並ぶレンガ造の低層住宅群と周辺の環境に驚嘆したことを記憶しています。驚きは、長期間にわたる地域・環境保全と、各住宅の維持保全です。訪問時からすでに40数年経過していますが、その間に、周辺にNew Townは出現していますが、ここWelwynの雰囲気は依然として変わりません。

英国でいうNew Townは、この田園都市の思想の発展として、1946年New Town Actという法律に基づいて、開発公社により建設された小都市(人口4 - 5万人)で、主としてロンドンなどの大都市周辺に、衛星都市的に建設されたものです。

英国滞在中の住居が、たまたま、英国でも成功例とされるHemel Hempstead New Town(ロンドン中心から北北西に電車で約35分)の郊外でしたので、毎週末は家族とともに車で買い物に出かけていました。

この街は、起伏のある広大な地域に、低・中・高層住宅が配置され、中心部に公共施設や商店・金融機関・公園がならび、町への入り口には、世界的に著名なドイツの写真フィルム企業の英国拠点(高層社屋)が象徴的に占めています。

まず驚いたのは、みどりとこれに調和した住宅のデザインと外壁の色彩でした。

放牧されている家畜と、その中を通り抜けるロンドンと北部を結ぶ運河( Canal : 産業革命以前までの主要な運輸網)。東京・新宿区の公務員宿舎に住んでいた筆者にとってはまさに別世界でした。

あれからすでに40年以上を経過し、現在、こ

のNew Townは建設後60年近くになり、首都ロンドンのベットタウン的な機能が付加されて来ていますが、住宅群は勿論、周辺環境も相変わらずであることを昨年確認しました。

日本での例

最近は、わが国でも住宅の耐用年数をより長くしようと、いうことに関心が高まってきています。

耐用年数の長い住宅の建設を目途にした法律も施行されようとしています。

これに関連した、新聞記事がありましたので、以下にその一部を紹介します。

[ 新聞記事 : 朝日新聞 平成20年 3月13日 夕刊 「窓」論説委員室から、300年住宅 ]

“ 200年住宅を増やす法案が国会に提出された。・・・・中略

住宅がその場所に2世紀、3世紀あるということは、人々にさまざまな発想の転換を迫る。都市計画上も超長期に視点が必要になる。長寿命住宅の普及は町づくり計画を練り直す好機になるはずだ。

日本の住宅の平均寿命は30年だ。住まいの短命化は人々の考え方も「短気」にしたのではないか。子どもを持たない考え方や環境破壊も無縁ではないように思える。

住まいが3世紀持つことになれば、日本人の考え方の時間軸はもっと長くなる。子孫と環境のことを大切に考える。そんな波及効果も期待したい。(川戸和史)

### 3・3 200年住宅に住んでみると

記念・歴史的な住宅建築は別として、日本でも建築後100年以上経過している住宅に、お住まいの方はおられます。100年というスパンの中では、家族構成はもちろん、社会・経済基盤そのものが変化するので、これを当初から勘案した住宅設計を実施することは不可能です。また、その住宅が200年後にどのような状態で使われて

いるのかは、想像するしかありません。

一方、現在、200年を経過している住宅に住んでみたら、どんなことになるのかは、今後の住宅計画に参考になると思われます。

3・2に紹介した英国のHemel Hempstead New Town の西方数キロにBovingdonという、古い小さな村があります。村のメインストリートは、少なくとも建設後100年以上経過しているレンガ造住宅が建ち並び、なかでも古い 'Old Cottage' と云われている住宅が、筆者の英国滞在中の家族4人の住まいでした。[写真1]



写真1 英国Bovingdon High Street の 'Charming Old Cottage'  
一棟2戸建て住宅、隣戸の1階はパブ、2階はパブのオーナーの住居。現在でも賃貸住宅として存立。  
40数年経過後の現在は、手入れに苦心したバラは撤去され、芝生の一部には池が、前面には樹木を育成している。

[図1]は、家探しをしているときに地方新聞紙上に掲載されていた、空き家広告の宣伝コラムです。ここにありますように、3寝室・浴室・キッチン・ダイニング・ガーデン・駐車場付きで、賃貸料は14gn< gnsは、英国の6進法による旧貨幣単位でギニー、1ギニーは12シリング/120ペンス< 現行の10進法で1.2ポンドに相当、>。当時の円換算で約6万円/月、古いからとて廉価ではない。因みに、当時、建設省建築研究所研究員であった筆者の月額給与は約6万円弱。この住宅は、典型的な一棟2戸建て・外壁はレンガ造、内部床組み・屋根トラスは木

**BOVINGDON, Herts.  
Charming  
Old Cottage**

recently modernized and completely redecorated. To let, fully furnished, for one year or longer.

The accommodation comprises 3 Bedrooms, bathroom, kitchen, lounge and dining-room, garden and parking space.

**14gns. Per week**

**Apply:  
W. R. Beck  
Property Management  
TEL. GERRAD CROSS 82577**

図1 地方紙に掲載されていた、[写真1]の賃貸住宅に対する、広告<原文のまま>

造、屋根葺き材料は天然スレート。

英国でこの手の建築物の古さを外見から判別できる、簡単なヒントは、写真にあるように妻側外壁にフリントと呼ばれる、碎石が埋め込まれていることです。

住宅設備は、宣伝文にあるようにガス・電気設備は更新され、内装仕上げの壁紙も張り替えてあります。給水・排水管は外部露出。宣伝文中のFully furnishedとは、ベッドにはシーツと枕カバーさえ準備すればすぐに就寝可能で、家具・調理道具・ナイフ・フオーク・皿・グラスまで備え付けてあること、を意味しています。肝心の住み心地、性能面では、近年に建設されている賃貸住宅のそれとなら遜色を感じさせない程度で、経年からくる不都合は皆無でした。

賃貸住宅を探すのには、地方紙などで情報を得て、Estate AgencyまたはProperty Agency (不動産屋)を訪ね、気に入れば契約になりますが、日本のように礼金・敷金の類はありません。契約条件はかなり細かくて、かつ、借り手がやらなければならない事項が多くあります。

借家の保守管理は、すべてこのエージェント

を介して実施されますが、契約事項に基づいて借り手が実施するものとして、表通りに面した開口部のガラスとカーテンのクリーニング、庭の芝生・植栽・樹木の手入れが含まれます。いずれも、退去時の状態が入居時の状態と同等か、それ以上のレベルであることと。カーテンは家庭用洗濯機で洗えるような代物ではないので、クリーニング屋さんへ、庭の芝生やガーデニングの心得のない借り手は、必然的に専門家に高価な時間給を支払って依頼することになります。

で、地域にもよりますが、一年に一度は教会の教区単位で競う環境整備コンクールがあり、去年より頑張ろう、という伝言がきて近隣住民との交流の機会にもなります。

Fully Furnishedの場合、退去時のInventory checkは大変で、芝生・開口部・内装・家具調度品・壁の絵画・鍋・システムキッチン・浴槽・皿・ナイフ・スプーンにわたるチェックがあり、結果によって応分の金額が要求されます。

上記のOld Cottageとの比較の意味で、現在の賃貸住宅の例を[写真3]に示します。

この物件は、ロンドン中心から地下鉄で西方へ約25分、駅から徒歩5分の、ロンドンでは中級以上の住宅地にあり、建築後約30年、3階建の一棟2戸建て形式、外壁はレンガ造、内部床組み、屋根トラスは木造で、レンガ造伝統工法です。6寝室・書斎、2・3階に浴室、トイレは各階に、1階は広いダイニングとキッチン、車庫、裏に敷地幅一杯の各戸用ガーデンが背中合わせの隣地まで。この一帯、特に駅に近い地域は賃貸料が高く、100万/月を超える物件も珍しくはないとか。

都心のグリーンベルトになるこの地域の住環境は良好で、昼間は鳥のさえずりと、リスなどの小動物が、夜には庭にキツネが出没するとか [写真2]

古い住宅との大きな相違は、断熱性能で開口

部材は断熱プラスチック製で、ガラスはすべてダブルグレーミング、これは外部騒音の遮断にも。防犯設備<警報を含めて、治安がよくないため、全開口部内側に金属製折りたたみ格子を設置>。各階上下間の遮音性は、木造床にして



写真2 ロンドン西部の住宅地域の街並み。各住宅の裏には、各戸用のガーデンが。既存の煙突は、石炭を燃料としていた暖房システムの名残り、大気汚染法により、現在、その多くは閉鎖密封か、ガス・電力採暖システムの排気設備として活用。



写真3 [写真2]の一角を占める、3階建ての一棟2戸建ての賃貸住宅。

は極めて良好なのは、階段を含めて分厚い絨毯敷きが貢献。

英国で現存する住宅の特徴は、築後70-100年の件数がかなり多く、1970-1990年台建設の住宅の除却率が高い、つまり、かなり古い住宅を改修して現在も有効利用しているものが多く、これが住宅の平均的な耐用年数値を押し上げているともみえます。

ヨーロッパ諸国はこのところ好況で、不動産価格は右肩上がりの傾向が続き、特に英国ではこの10年間で数十%から2倍に上昇。日本でいうマンション型も一棟2戸建てに代表される賃貸住宅も、投機目的のオーナーが席卷し、同じ物件を複数のオーナーが所有(証券化)することも珍しくなくなったともいわれます。ところが、昨年末から、特に本年夏以降の金融状態の急変は、不動産価格・賃貸価格に多大な影響を与えてきているようです。

しかし、このような現在の状況は、100年というスパンで見れば、単なる刹那的なハプニングにすぎないのかもしれない。

#### 【参考文献等】

- 1)建築物の体制向上技術の開発 1988年報告書 建設省
- 2)建築物の耐久計画に対する考え方 1988年 日本建築学会
- 3)建築物の調査・劣化診断・修繕の考え方(案)・同解説 1993年 日本建築学会  
建築物の改修の考え方・同解説 2002年 日本建築学会  
建築物・部材・材料の耐久設計手法・同解説 2003年 日本建築学会  
建築物の調査・診断指針(案)・同解説 2008年 日本建築学会
- 4)British Standards CP 3 Chapter Durability 1950 British Standard Institution
- 5)楡木 堯 ISO規格「建築物等の耐久設計」に関する動向 PP.13-18 BLつくば vol. 1
- 6)・Performance Based Methods for Service Life Prediction CIB Report Publication 294  
・Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Building and Components CIB Report Publication 295





# サッシの断熱性能

環境・防耐火試験部 清水 則夫

## 1 はじめに

住宅は、省エネルギー化を図るために断熱性能を向上させてきました。壁・天井・床の断熱性能の向上は、熱伝導率の小さな断熱材を使用することや、その厚みを増すことで実現してきました。一方、窓は、生産実績(図1)や普及率推移(住宅用、図2)からわかるように複層ガラスやLow-E複層ガラスを使用すること、アルミニウム合金(以下、アルミという)が主体であったサッシの素材を木や硬質塩化ビニル樹脂(以下、PVCという)にかえたり、これらのものをアルミと複合させたり、アルミの室内側と室外側を熱絶縁することによって断熱化が図られてきました。しかし、現省エネルギー基準では、地域(東京等)木造住宅で外壁 $0.53(W/m^2 \cdot K)$ 、開口部 $4.65(W/m^2 \cdot K)$ と外壁に比較するとその性能は極端に劣っています。また、現省エネ基準レベルの住宅(地域)での冬・暖房時の損失熱量の部位別割合は窓が48%(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として掲載)と非常に高くなっています。そこで、住宅の開口部の断熱性能を向上させるために、まず、窓の断熱性能(熱貫流率)を調査することにしました。

## 2 測定方法

省エネ法や品確法では使用する開口部の熱貫流率の測定方法は規定されていません。

開口部の断熱性能(熱貫流率)の測定法として、国内には、「JIS A 4710<sup>-2004r</sup> 建具の断熱性能試験方法」と「優良住宅部品性能試験方法(サッシ(木造住宅用サッシ))BLT WDW:2006 断熱性能試験(以下BL法という)の2種類があります。JISは、ISO 12567 - 1 : 2000、Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method - Part 1 : Complete windows and doors(以下ISOという)と整合をとるため2004年に大きく改訂されました。カタログ等には、BL法・現在のJIS・旧JISの3種

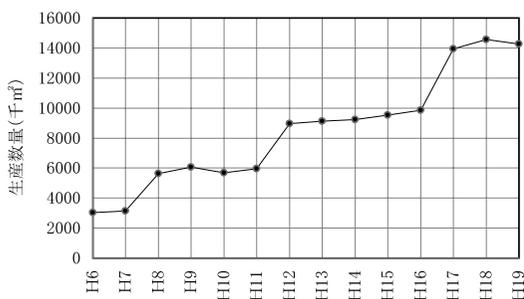


図1 複層ガラスの生産実績  
(出展: 板硝子協会ホームページ)

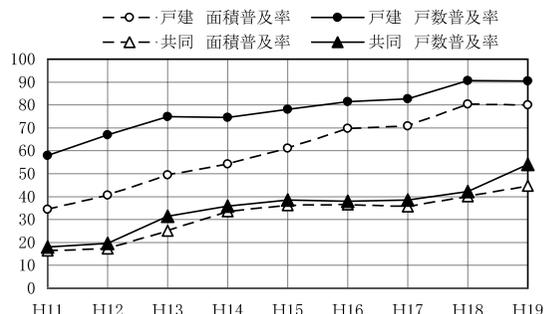


図2 複層ガラスの普及率推移(住宅用)  
(出展: 板硝子協会ホームページ)

類の測定方法による結果が混在して示されていると思われませんが、どの方法で測定した結果であるかはほとんど示されていません。現在のJIS、旧JIS、BL法で測定した結果にどの程度差が生じるかは、明確にはわかりません。

旧JISは、JIS法とBL法で結果に違いが生じる原因が測定方法にあったため、1989年のJIS改訂時に、この差を解消するため一部が変更されました。この結果、完全外付の窓以外は、測定方法により、結果に大きな差が生じることは少なくなりました。完全外付の窓の場合に、なぜ、差が生じるかは後述します。

ISOと整合した現在のJISとBL法・旧JISとで結果に整合がとれているかを示したデータはないように思います。ただ、ISOの試験方法が検討中だった頃、将来を見据えてBL、旧JIS、検討中のISOの方法で測定が可能な試験装置を製作していたメーカーが、それぞれの方法で測定を実施したところ大きな差は生じなかったと聞いたことがあります。ただ、ISOの測定方法をみると、日本の地域(北海道)や地域(東北の北部)で使用するサッシを対象にしているようで、このメーカーで試験を行ったサッシも地域で使用するサッシだったように記憶していま

す。日本で最も多く使用される地域のサッシで整合がとれるかを確認する必要があると思います。最近、JISの製品認証のためメーカーが地域で使用するサッシの熱貫流率を現在のJIS法で測定しているので、この結果を詳細に調べると、どの程度整合性がとれているのかを検討することができるように思います。

前述の完全外付の窓の熱貫流率になぜBL法と旧JIS法で差が生じるかということ、窓の熱流通過面積の定義が異なるためです。BL法では、窓の熱流通過面積は窓を取り付けるために生じた壁の開口と考えます。したがって、熱貫流率を算出する際に使用する熱流通過面積は、窓を取り付けることによって開口された壁の面積(図3 A)となります。このため、外付の窓は、取り付けられたサッシの外法が大きくても熱流通過面積はそれよりも小さな壁の開口面積となるため熱貫流率は大きくなります(断熱性能が悪くなる)。また、開口部の壁の厚みからの損失熱量(図3 Qe)も開口部を取り付けることによって生じたものと考え、窓から損失した熱量として取り扱います。熱損失係数や熱負荷を算出する際、特殊な窓以外は、窓の投影面積(見付け面積)あるいは壁の開口面積を使用し、壁の厚み方向からの損失熱量(図3 Qe)を別に計算することは少ないものと思われる。したがって、BL法で求めた窓の熱貫流率は、熱負荷計算や熱損失係数を算出するのに適したものといえます。一方、旧JISでは、窓を一つの製品と考え、断熱性能の善し悪しを判断するために熱貫流率を測定します。このため、熱貫流率を算出する際、使用する熱流通過面積は、建物への取り付けに関係なく窓の外法寸法(図1 A')を原則とします。また、製品性能比較のための熱貫流率であるため、窓の取り付けにより生じる壁の厚みからの損失熱量(図3 Qe)は、当然、製品からの損失熱量とは見なしません。この定義の違いが測定法により結果に違いが生じる原因となります。

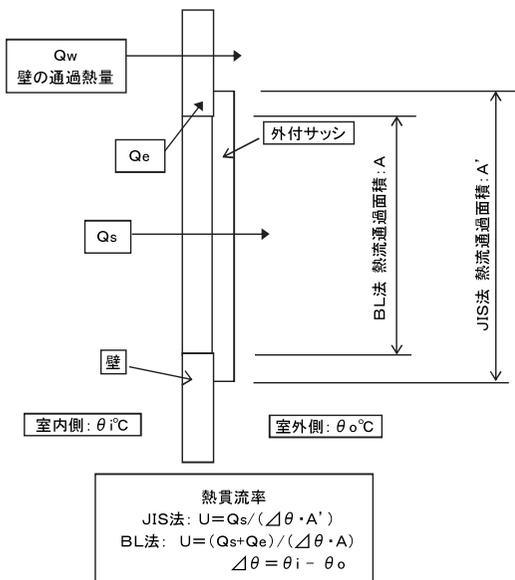


図3 熱貫流率の算出方法

ISOとの整合をとるために改訂された現在の

JISの概要を下記に示します。

窓の断熱性能を示す熱貫流率は、窓そのものの断熱性能を示しているのではなく、窓前後の空気の断熱性能(熱伝達率)も含んだものです。空気は流体であるため、その断熱性能は放射成分と対流成分から構成されます。従来試験方法では、空気温度を使用して見掛け上の熱伝達率を設定していましたが、ISOでは放射成分と対流成分を分離して精緻に熱伝達率を設定するため、空気温度ではなく放射と対流成分を考慮した環境温度を使用します。

試験体の性能に関わらず熱伝達抵抗を一定とするため、測定時の熱伝達率が試験規格の設定値と差が生じる場合は補正を行います。

ISOでは、旧JIS同様、窓の取り付けにより生じる壁の厚みからの損失熱量(図3 Qe)は、当然、製品からの損失熱量とは見なしません。

測定時にサッシからの漏気の影響をなくするため、枠と障子、障子と障子の間をテープでシールして測定を実施します(JISでは、「1. 適用範囲 備考1 この規格では、次のことについては含まれていない。c)試験体の隙間からの漏気の影響」で表示)。

基本的には、より正確に製品性能を示すための測定方法になったといえます。前述した使用状態を考慮したBL法との違いは下記ようになります。

熱貫流率算出にBL法は空気温度、現行のJIS法は環境温度を使用します。

窓ガラス表面の熱伝達率は、ガラスの断熱性能が良くなると小さくなります(断熱性能向上)。BL法では、この向上効果も製品性能に含めますが、現行のJIS法では、補正を実施し一定とします。

窓の取り付けにより生じる壁の厚みからの損失熱量(図3 Qe)は、BL法では製品の性能に含め、現行のJIS法では製品の性能に含めません。

JIS法では枠と障子、障子と障子の間をテープでシールして測定を行うことができます

が、BL法では通常のサッシの使用状態で測定を行います。

外付の窓には、ISOでは対象とされていなかったのですが、日本では必要な事項であるため、JIS規格に加えることになりました。前述の熱流通過面積については、BL法にそろえることになりました。

測定時に枠と障子、障子と障子の間をテープでシールして測定を実施する事項については、ISOと整合をとるため残すことになりましたが、試験成績書には試験状態として記載することになっています(JISでは、「7. 報告 a)試験体に関する必要な事項 ……シールなど気密処理の有無」と表示)。

以前、建築学会大会でISOでの測定結果が発表された時、シミュレーション計算・熱負荷計算・熱損失係数の計算では空気温度を使用するのかとの質問がありました。分野は異なりますが、品確法の基準を決める時に、製品性能の序列を決めるための試験方法ではなく、設計に使用できる数値を求める試験方法にしてもらいたいとの意見を聞いたことを思い出しました。熱貫流率は、人間の生き死に直接かわることはないので、このまま、使用されていくように思います。

現行のJIS法で試験を行っていくには運用のルールが必要と思います。厳密にJISに従って試験を実施すると試験体となるサッシの取付け位置(厚み方向)と同じ位置に校正板を取付けて測定することになります。サッシの取付け位置は製品により多種多様であるため、最悪の場合、サッシの試験を行うたびに校正板の試験を行うことが必要になります。現在、現行JIS法で試験を行う場合、ここまで厳密に試験が行われているとは思えません。こんなことをいうと、そこまで厳密に行わなくても測定結果に大きな影響はないといわれると思います。試験実施者の立場からすると自分も同意見です。断熱性能をJIS A 4706「サッシ」ではH-1~5、優良住宅部品

(BL)ではSと ~ 型にランク分けしています。このランクの境目では、わずかな影響であってもランクが上になったり下になったりします。測定結果が、このわずかな影響で開発目標よりも下のランクになったとき試験依頼者は、子供のお受験の世界のモンスターペアレントに変身します。人によってはダメと一言で済ませる方もあるようですが、この対応に測定者は大変苦労します。現行JIS(ISOも含む)は、校正板の測定等については詳細に記載されているのですが、試験体を測定する時の運用については説明不足のように思います。他にも試験体測定時の放射温度を算出する時の放射率の取り扱いなども運用のルールが必要と思います。JIS A 4702「ドアセット」、JIS A 4706「サッシ」では、つくば建築試験研究センター・建材試験センター・日本建築総合試験所などが協力し、サッシ協会が運用基準を定めています。表現は悪いのですが、いろいろな測定実施者が自分勝手に判断し進めていく前に、このJISについても、共通のルールを定めておく必要があると思います。

### 3 サッシの断熱性能について

ここでは、住宅の断熱性能向上を目的とするため、熱損失係数や熱負荷算出に適したBL法で測定した熱貫流率を紹介します。調査対象の大きさは、呼び寸法1713(JIS A 4706<sup>-1993</sup>「サッシ」6寸法、約W1,700、H1,300mm)を基準としています。品確法では、評価にサッシの熱貫流率測定結果を使用する場合、一般的な住宅で使用する大きさのものであれば、この大きさの試験体の結果を使用してよいことになっています。

サッシ550体の熱貫流率をつくば建築試験研究センターで測定した結果を、材質・開閉形式・ガラスの種類・取り付け位置に分類してまとめたものを表1に示します。表中には平均、標準偏差、最大値、最小値を示しました。

窓の熱貫流率は、材質と開閉方式が同じ場

合はガラスの断熱性能が良いものほど小さく、

開閉方式とガラスの種類が同じ場合はおおむね材質が木製<PVC<木製+アルミ<PVC+アルミ<アルミ(枠断熱)<アルミの順に小さく、材質とガラスの種類が同じであれば開き形式が引違い形式より小さく示されました(熱貫流率が小さいほうが断熱性能が良いことを示します)。

引違い一重と上げ下げ形式の分布範囲が広く示されています。これらの開閉形式は、その構成が他の開閉形式に比べて熱貫流率に与える影響が大きいものと考えられます。

開閉形式が開き+FIXで材質が複合材(木製+アルミ・PVC+アルミ)の分布範囲が単一材の窓の分布範囲より広く示されていますが、これは異種材料の割合が製品によって異なるためです。

採光に係るガラスの有効面積は、材質がアルミの窓が0.8前後、その他の材質の窓が0.7前後(アルミ+PVCの二重引違い窓は約0.8)と約一割の違いがありました。

今回の測定結果は、目標とするランク(測定結果)があり受験したものであるため、同一仕様のものであっても、比較的性能が良いものと考えられます。しかし、省エネ法で定められた仕様であっても、測定結果が基準を満たさなかったものもあります。

サッシの断熱性能は、使用するガラスの性能に依存することが多いので、ガラスの性能とサッシの断熱性能の関係を見るため、熱貫流率測定時の室内側ガラス中央部の表面温度測定結果から温度低下率を求め、この温度低下率をガラスの断熱性能として、サッシの熱貫流率との関係を見ることにしました。温度低下率 $P_x$ はJIS A 1514<sup>-1993</sup>「建具の結露防止試験方法 5.1 温度低下率の算出」に示されています。算出式を下記に示します。

$$P_x = (h_a - h_{ax}) / (h_a - c_a)$$

$P_x$  : 求める位置の温度低下率

$h_a$  : 室内側空気温度( )

$c_a$  : 室外側空気温度( )

表1.1 各種窓の熱貫流率-1

材質	開閉形式	ガラスの種類	設置位置	その他	試料数	熱貫流率 $W/(m^2 \cdot K)$		熱貫流率 U値 ( $W/(m^2 \cdot K)$ )																	
						平均	n - 1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0											
PVC	引違い	複A12	内、半外		33	2.93	0.154																		
			外		10	3.27	0.210																		
		複A12L	内、半外		35	2.31	0.121																		
			外		14	2.46	0.233																		
		複G12L	半外	Argas	2	2.02	0.011																		
			外	Argas	5	2.07	0.179																		
		複A12L	外	外内部障子付	1	1.69																			
				遮音用ガス	1	4.28																			
		複A12	内、半外		24	2.62	0.105																		
	外			1	2.60																				
	PVC	開き+FIX	複A19	半外		1	2.66																		
				内、半外		29	2.03	0.132																	
			複G9.5L	半外	Argas	2	2.30	0.570																	
				半外	Argas	3	1.81	0.126																	
			複G12L	外	Argas	1	1.63																		
				内	Kr+Argas	1	1.55																		
			複G12L	内	Krgas	1	1.53																		
				内	Argas	1	1.62																		
			複A19	半外		2	2.89	0.072																	
				半外	Argas	1	2.09																		
	複G12.7L	半外	Argas	1	1.85																				
内、半外			5	3.07	0.260																				
PVC	上げ下げ	複A19	内、半外		1	2.95																			
			内、半外		5	2.48	0.338																		
		複G9.5L	半外	Argas	1	2.19																			
			半外	Argas	1	2.65																			
		複A12	内、半外		11	2.66	0.237																		
PVC	開き+FIX	複A12L	内、半外		9	2.00	0.083																		
			半外		3	1.80	0.175																		
		複A16L	半外		4	1.83	0.172																		
			内		1	1.75																			
		3重複A12	内、半外		9	2.11	0.088																		
			内	Argas	3	1.73	0.142																		
		3重複G12L	内	Argas	3	1.73	0.142																		
			単+複A12、内、7.7インチ+障子付		1	1.49																			
		複A6	内		3	2.81	0.084																		
			内		3	2.56	0.258																		
複A12L	内、半外		3	2.01	0.107																				
	半外		1	1.58																					
複A12L	半外		1	2.56																					
	内		1	1.88																					
複A16L	半外		1	1.69																					
	内		5	2.04	0.078																				
複A6	半外		2	3.77	0.006																				
	内、半外		15	3.45	0.120																				
PVC	引違い	複A12	外		1	3.24																			
			内		1	3.27																			
		複A12L	内、半外		9	2.76	0.135																		
			外		1	3.04																			
		複G8L	半外	Argas	1	2.76																			
			外	Argas	1	3.11																			
		複G12L	内、半外	Argas	13	2.55	0.176																		
			複G12L、樹脂入り、半外、Argas		1	2.19																			
		3重複A6	半外		1	2.93																			
			単+単	内、半外		28	2.84	0.089																	
PVC	引違い二重	単+複A6	内、半外		4	2.42	0.092																		
			内、半外		3	2.16	0.186																		
		単+複A6L	内、半外		4	2.33	0.151																		
			内、半外		17	3.15	0.165																		
PVC	開き+FIX	複A12L	内、半外		13	2.49	0.288																		
			半外	Argas	2	2.39	0.070																		
		複G12L	半外	Argas	4	2.87	1.395																		
			半外		1	2.73																			
		3重複A6	半外		1	2.73																			
複A12	内		2	3.36	0.025																				
	内		1	2.70																					
複G12L	半外	Argas	1	2.36																					

hax : 求める位置の表面温度( )

上記の式から、温度低下率は、その値が小さいほど断熱性能が良いこととなります。

各種複層ガラスと2重窓等のガラスを組み合わせた状態での室内側ガラス中央部の温度低下率を表2に、全データ・PVCサッシ引違い・PVCサッシ開き+FIX・アルミ熱絶縁構造(引違い、引違い2重)の熱貫流率とガラス中央部の温

度低下率の関係を図4に示します。図中には室内外の熱伝達抵抗を0.1118、0.043( $m^2 \cdot K$ )/W、各部材が無限に広いと仮定したときの温度低下率と熱貫流率の関係を(.....線)で示しました。全データで関係を見ると材質・開閉方式・製品の違い等他の要素が多いため高い相関は得られていませんが、要素を減らした他の3つではかなり高い相関が得られており、ガラスの性能が

表1.2 各種窓の熱貫流率-2

材料	開閉形式	ガラスの種類	設置位置	その他	試料数	熱貫流率 $W / (m^2 \cdot K)$		熱貫流率 U値 ( $W / (m^2 \cdot K)$ )													
						平均	n - 1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0							
66	引違い	複A6	半外		1	3.44															
67		複A12	半外		1	3.14															
68		複A6L	半外		1	3.20															
69		複G12L	半外	Argas		1	2.18														
70	開き+FIX	複A12	内、半外		7	3.04	0.313														
71		複A12L	内、半外		3	2.26	0.252														
72		複A19.4L	内		1	2.20															
73		複G12L	内	Argas		2	2.17	0.191													
74		3重複A12	内		1	2.10															
75	上げ下げ	複A12	半外		3	3.52	0.109														
76		複G12L	半外	Argas		1	2.91														
77	引違い	複A12	半外		2	2.26	0.015														
78	開き+FIX	複A12	半外		1	2.91															
79		複A11L	内		2	2.24	0.140														
80		複A12L	半外		2	2.17	0.017														
81		複G10L	半外	Argas		1	2.06														
82		複G12L	半外	Argas		1	1.99														
83		単+複G10L	半外	Argas		1	1.85														
84		単L+複G10L	半外	Argas		1	1.63														
85	片引き+FIX	複A12L	半外		1	2.19															
86		複A19L	内		1	2.09															
87		複G10L	半外	Argas		1	2.00														
88		複G12L	内、半外	Argas		2	2.03	0.283													
89		複G13L	半外	Argas		1	1.96														
90	上げ下げ	複A12	半外		1	3.20															
91		複A11L	内		1	2.54															
92		複A12L	半外		1	2.68															
93		複G10L	半外	Argas		2	2.27	0.143													
94		複G11L	内	Argas		1	2.24														
95		複G12L	半外	Argas		2	2.22	0.065													
96	引違い	複G11L	内、半外	Argas		3	2.23	0.239													
97		複G12L	半外	Argas		1	1.74														
98		複G13L	半外	Argas		1	1.98														
99		片引き+FIX	複G11L	内	Argas		1	2.01													
100		複G17L	半外	Argas		1	1.72														
101	上げ下げ	複G11L	半外	Argas		2	2.35	0.043													
102		複G15L	半外	Argas		1	2.15														
103	引違い	単板	外		2	6.86	0.010														
104		複A6	内、半外		26	4.52	0.319														
105		外		1	4.88																
106		複A10	半外		1	4.22															
107		複A12	内		5	4.25	0.189														
108		複A6L	内、半外		4	4.21	0.388														
109		複A10L	半外		2	3.60	0.084														
110		3+3.ﾌﾞﾗｲﾝﾄﾞ	内蔵型(開)	内	1	4.29															
111	開き+FIX	複A6	内		4	4.49	0.259														
112		複A12	内		1	4.26															
113	上げ下げ	複A6	内		1	5.42															
114		FIX	単板	半外		1	6.50														
115		複A6	内		2	3.98	0.125														
116		複A12	内		1	3.68															
117	勝手口ドア	複A12L	半外		1	5.41															
118	引違い	複A6	内	枠	2	4.27	0.237														
119		複A6	内	枠・障子	3	3.63	0.270														
120		複A12	内、半外	枠・障子	6	3.48	0.156														
121		複A14	半外	枠・障子	1	3.62															
122		複A12L	内	枠・障子	1	3.36															
123		複A14L	半外	枠・障子	2	2.87	0.071														
124		複G12L	外	枠・障子	1	3.05															
125	引違い	単+単	内、半外	枠	29	3.28	0.123														
126		二重	単+複A6	内、半外	枠	10	2.82	0.143													
127			単+複A12	内、半外	枠	3	2.62	0.035													
128			単複A6L	半外	枠	1	2.90														
129		単+複A12L	内	枠	1	2.35															
130		単+複G12L	内	Argas 枠	2	2.28	0.007														
131	開き+FIX	複A6	内	枠	1	3.34															
132		複A12	半外	枠	3	3.58	0.511														
133		複A12L	半外	枠	3	3.11	0.726														
134	FIX	複A12L	半外	枠	1	2.24															
135	勝手口ドア	複A12	半外	枠	3	3.37	0.127														

窓の断熱性能に与えるが寄与率が高いことを示しています。

#### 4 まとめ

今回の測定結果では、断熱性能が最も良かった窓でも熱貫流率が $1.5 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ と、地域(東京等)木造住宅の外壁の基準 $0.53 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ より格段に悪く、窓の断熱性能にはガラスの性能が大きく起因することが示されました。ガラスの性能をさらに良くするか、窓を2重・3重にしていけば、開口部の性能は良くなりますが、現実的な選択とはいえません。今後は、サッシの性能だけではなく、窓廻りの製品を含めて開口部の断熱性能を向上させるという観点で検討を進めていく必要があると思います。

表2 ガラス中央部の温度低下率

	ガラス種類	平均	最大	最小
1重	単板	0.71	0.74	0.70
	複層A6	0.42	0.49	0.35
	複層A12	0.37	0.48	0.31
	複層A6L	0.38	0.45	0.31
	複層A12L	0.24	0.42	0.17
	複層G12L	0.19	0.24	0.12
	3重複層A6	0.29	0.32	0.27
	3重複層A12	0.25	0.26	0.23
2重	3重複層G12L	0.14	0.15	0.14
	単板 + 単板	0.36	0.40	0.32
	単板 + A6	0.29	0.36	0.27
	単板 + A12	0.26	0.28	0.23
	単板 + A6L	0.26	0.29	0.23
	単板 + A12L	0.23	0.23	0.23
	単板 + G12L	0.21	0.22	0.20

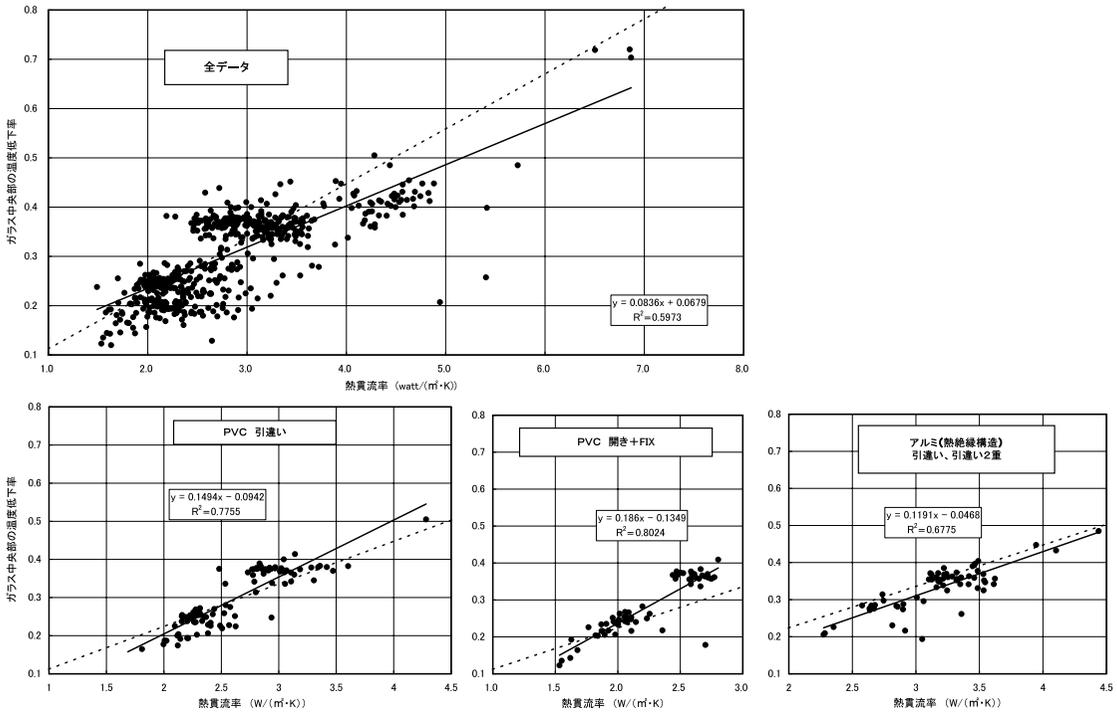


図4 熱貫流率とガラス中央部の温度低下率



# 場所打ち杭とオーガ杭の国際会議

つくば建築試験研究センター 所長 二木 幹夫

## はじめに

9月8日から10日まで、場所打ち杭とオーガ杭の国際会議が、ベルギーのアントワープ市において開催された。この会議は、杭基礎を専門とした国際会議としては、現在唯一の会議であり、1988年に始まって、5年ごとに行われている。今回の開催場所であるアントワープ大学の教授である、Prof.Dr.ir.W.F.Van Impeが中心となって、多くの国の協力を得て準備が行われている。杭基礎は、欧州起源の工法が多く、その後各国に広まっている場合が多い。杭基礎には多くの工法があるが、多く使用されるのは、建設現場で杭孔を掘り、鉄筋コンクリートを築造する場所打ち杭であり、小径のものには、先端にスクリーを取り付けて孔を作る杭や打込みを行うRC杭などがあるが、わが国の建築分野で多用されているPHC杭の様な高強度既製鉄筋コンクリート杭や鋼管杭は、わが国以外ではほとんど使用されていない。



写真1 アントワープ大学

## 会議の内容

参加国は26ヶ国、約100名程度の出席による会議で、開催場所は歴史のあるアントワープ大学であった(写真1, 2)。

会議の内容を表1に示す。

表1 会議の内容

<p><b>Special lecture</b>                  Geotechnical engineering issues related to the Messina Strait Crossing                  Keynote lecture</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sense and sensitivity of pile load-deformation behavior</li> <li>2. Bored pile foundations in offshore conditions</li> <li>3. Relationships between axial capacity and CPT <math>q_c</math> for bored piles in sand</li> <li>4. Energy piles concepts</li> </ol> <p>Discussion session 1 : Pile design development &amp; code (10 issues)                  Discussion session 2 : Pile testing development (15 issues)                  Discussion session 3 : Pile execution development &amp; equipment (5 issues)                  Discussion session 4 : Energy pile concepts (3 issues)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



写真2 講演会場

特別講演では、イタリア半島とシチリア島を結ぶ、吊り橋 (suspension bridge) の基礎の話が行われた。この橋は、イタリアの前々政権下において計画され、前政権で中止され、また、現在の政権で復活したそうである。紀元前3世紀にローマ軍が浮舟による橋をかけた Fresco 画が描かれており、イタリアの夢の架け橋というところである( 図 1 )。長さ的にも日本をわずかに超えるが、同じ地震国であり、日本の経験が生かされそうな事案である。関連して、日本から、阪神大地震で被害を受けた吊り橋 (suspension bridge) の基礎の被害についての話があった。大きな地震での断層の影響について検討が行われており、日本での経験が役立ちそうである( 図 2 )。

Keynote 講演では、杭基礎の荷重～沈下関係が双曲線による近似が可能であり、その利用について説明が行われた。わが国では、既に日本建築学会の基礎構造設計指針のなかに取り入れられているが、実務では、荷重～沈下曲線を直接設計に利用することはあまり行われていない。今回の発表では、keynote 講演の第 4 及び discussion 部会に、エネルギー杭 (energy pile) の講演が特徴的であった。これは、地中熱を、杭の中に通した熱エネルギー交換媒体を介して利用するものであり、夏には放熱を、冬には集熱を行って、住宅のエネルギーへの利用が図られている。図 3 は Austria における、エネルギー杭の利用数を示している。最近の地熱利用が急激であり、統計を取るのを取りやめたそうである。この他、建築物及び地下鉄などの地下構造物の地下壁 (diaphragm wall) を利用したエネルギー利用も進んでおり、公的構造物での利用方法の定めも必要であるが、わが国での利用促進が望まれる( 写真 3 )。

欧州で使用される杭は、鉄筋コンクリート杭が多いので、鉄筋かごに取り付けて、エネルギーパイプを挿入しているが、一部凍結融解の問題やコンクリート断面欠損の問題など、杭の品質上の配慮が懸念された。つくば建築試験研究センターに



図 1 フレスコ画に描かれた浮橋



図 2 計画中の吊り橋

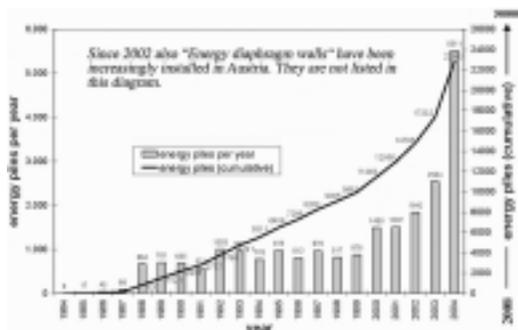


図 3 エネルギー杭の利用数

においても、新築予定の事務所棟において、鋼管杭を利用した地熱利用を計画している。わが国からは、パイルドラフト杭の事例報告と羽根付き鋼管

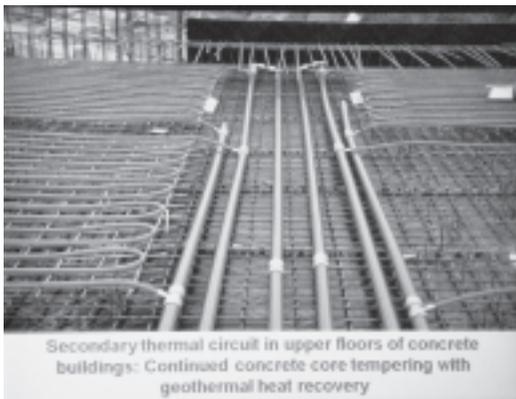
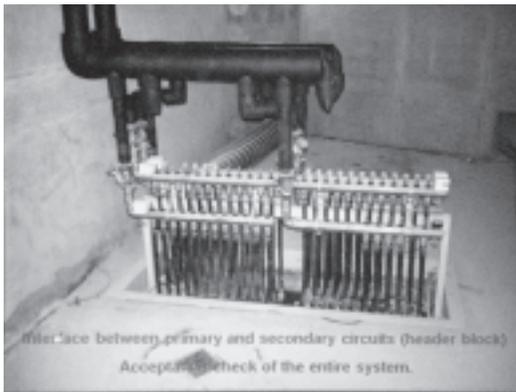


写真3 地中熱エネルギー交換器

杭の設計に関する報告が行われたが、日本において高価な鋼管杭を利用することへの疑問が示された。これに対し、鋼管杭を使用する大きな理由として、地震国における耐震性向上への対処と施工の信頼性、施工時間の短縮などを述べた。

欧州の住宅は、レンガ作りが多く、しかも、地盤があまりよくないところに作られることもあるため、古くから、杭基礎が使用されている。しかし、我が国と違って、欧米の各都市は、河川によって運ばれた河川堆積物からなる平野ばかりではなく、氷河によって削られ、運ばれた土砂からできている場所も多い。従って、沈下問題はあるにせよ、超軟弱地盤は少なく、また、地震時の液状化現象を考慮する必要がないので、杭基礎は、そのほとんどが、杭の周面摩擦を期待した場所打ち杭である。従って、わが国で神経を尖らせている杭先端でのスライム処理などはあまり行われず、今後の課題として挙げられている。

欧米では、基礎や地盤の専門家は、上部構造が

建築物でも橋でも、同じ技術者集団 (geotechnical engineer) が行っている。理由は、地盤や基礎の学問の基礎的な部分は同じであるし、上部構造からの要求性能もそんなに大きな違いはないからであるが、至極当然のことであるように思える。同じ地盤を扱いながら、技術者が異なり、建築物と公共構造物との地盤や基礎に関する情報交換が行われないわが国の在りようについては、一考を要しよう。

## 欧州の建設機械

今回の会議を利用して、欧州の建設機械製造会社2社を訪問する機会を得た。建設機械は、わが国でも自国の専門会社はあるが、欧州製は、歴史も長く、実績と性能には定評がある。1社は、ドイツを本社とするパウアー社 (BAUER) で、ドイツの東のはずれに位置する Schrobenauser (写真4) を訪れた。パウアー社は全世界に支社を持ち、現在、約7,000名の社員が働いているそうである。日本にも日本パウアーがあり、わが国でもお馴染みであるが、連続地中壁掘削機やコンクリートがらの再利用プラント、植生伐採処理プラントなどの大型施設の利用が見られる。パウアー社では、休日にもかかわらず、工場内を案内していただいた。写真にみるように非常に大きなクレーン型掘削機が製造されており、また、生産台数の多い企業ではあるが、個別対応には柔軟であるとのこと



写真4 BAUAR社前にて

であった(写真5)。また、ここでは、日本向けに製造されている地盤改良の施工機械を見学したが、施工状況のリアルタイム監視機構を搭載するなど改良が進められていた。写真6は、オーガ装置の溶接作業工場であり、オーガ部分の手動による溶接が行われていた。また、場所打ち杭の掘削機の中心にあるケリーバ(掘削バ



写真5 掘削機械クレーン巻き上げ部分

ケットに回転を伝える伸縮性の回転駆動軸装置)部分は、通常は遠くから眺めている装置であり、間近で見るのは始めてである(写真7)。

2社目は、イタリアの小さな建設機械会社(Enteco社)である(写真8)。パワー社のようにいろいろな建設機械は作っていないが、細かい注文に応じてユーザオリエンティッドな機械



写真7 ケリーバの製作



写真6 オーガ羽根：軸部への溶接が行われる(上図は仮止め状況)



写真8 ENTECO社前にて

を作っている(写真9)。日本向けの輸出機械としては、鉄塔基礎など、道路が無い場所での築造を行うために、機械装置の分解・輸送・組み立てが可能な場所打ち杭施工機械、場所打ち杭の孔を掘削せずに、特殊な先端装置(写真10)で押し広げて築造する施工機械(直径60cm程度まで)や、現在、欧州の過半となっているといわれている排土を少なくしたアースドリル式施工機械(CFA工法)などを製造している。

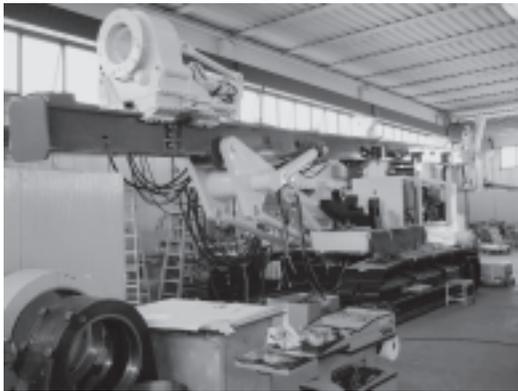


写真9 掘削機リーダ部分と動力部分

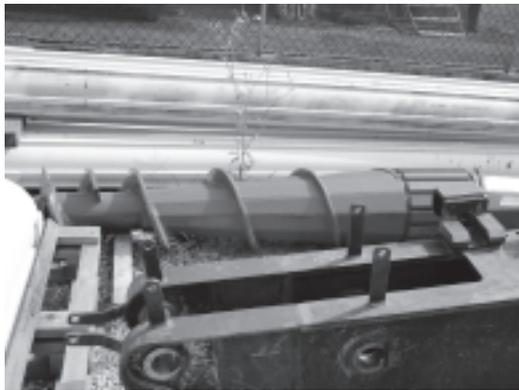
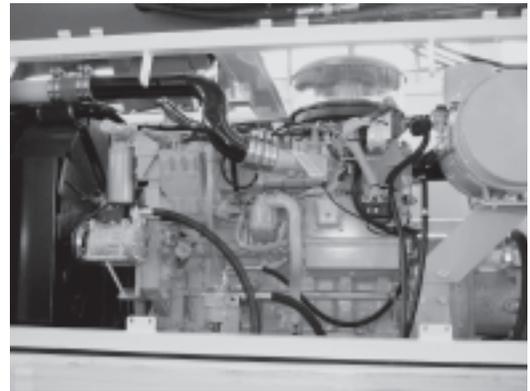


写真10 掘削孔を押し広げる先端装置



写真11 チェコッティ先生と筆者

今回の渡航の最後に、昨年度、木造7階建て住宅の実大振動実験を共同で実施したイタリア国立樹木・木材研究所(CNR-IVALSA)のチェコッティ所長を表敬訪問し、研究施設などを案内して頂いた(写真11)。なお、2010年6月20~24日、イタリア Trentinoで、第11回のWCTE(World Conference on Timber Engineering)の開催が予定されており、日本からの多数の参加が期待されている([www.wcte2010.com](http://www.wcte2010.com))。



# クロスラミナパネル 7階建木造建築物の振動実験 奮闘記

構造・材料試験部 岡 部 実

## 1 加 振

「サン、ニー、イチ、加振」、兵庫県三木市の防災科学技術研究所E-ディフェンス実験棟内に放送が流れた。ゴーとうなりをたてて震動台が動き始める。しばらくして1995年に発生した兵庫県南部地震の大きなゆれが試験体を襲う。ギシギシと建物がゆれ、試験体内部の蛍光灯が大きく揺れている。神戸海洋気象台で記録された地震波(JMA KOBE)を3軸方向に入力したのだ。大きな揺れが数回試験体を襲ったが、地震波のピークを過ぎても建物は倒れない。加振終了後もほとんど残留変形は見られない。「成功だ！」イタリア国立樹木・木材研究所(CNR-IVALSA)チェコッティ所長の回りに関係者が集まる。私もチェコッティ所長と握手した。言葉が十分に通じなくても、実験成功の喜びは共通のものだった。これは制御室に集まった関係者全員の思いだ。私は感動で目頭が熱くなった

が、ここまでの苦労も一気に吹っ飛んだ。

これは2007年10月23日防災科学技術研究所E-ディフェンスで行われた公開実験での制御室内の状況である。10年ほど前にクロスラミナパネル(以下XLamとする。なお正式にはCross Laminated Panelと呼んでいる。)はヨーロッパで開発された。このクロスラミナパネルを用い、5階建以上の建築物を造る新たな工法が提案され、すでにヨーロッパでは実際に建設が行われている。しかしヨーロッパも地震地域以外での普及が中心であり、今後地震地域で、このシステムを普及させるためには、耐震性能の検証が不可欠となった。そこでイタリアCNR-IVALSA<sup>(1)</sup>が中心となりSOFIEプロジェクト<sup>(2)</sup>を立ち上げた。このプロジェクトは耐震性能のみならず、XLamを用いた建築物の防耐火性、断熱性、遮音性など様々な性能を検証し信頼性を高めることが目的となっている。

この耐震実験を日本で実施することになった



写真1 クロスラミナパネルを用いた7階建木造建築(E-ディフェンス震動台)

背景には、静岡大学農学部安村教授の力が大きい。日本の耐震技術は世界の先端であり、また阪神淡路大震災をはじめとする多くの大地震を経験している。安村教授が日本における木造耐震技術を、ヨーロッパの国際会議で紹介する中で、チェコッティ所長との出会いがあったと聞く。その後XLamを用いた7階建木造建築の耐震性能検証実験が現実味を帯びてきたことから、防災科学技術研究所の箕輪先生、建築研究所の河合先生をまじえ、「日・伊高層木造研究会」を発足させた。この末席に私も席を置かして頂き、日本側は4名で実験準備が始まった。

## 2 7階建振動実験に向けた予備実験

振動実験に向け、接合部、壁体及び床・壁ユニットの静的加力実験や解析が行われた。とはいえ10年前に開発されたXLamシステムであり、またヨーロッパでは耐震性能の検証は主流ではないことから、耐震性能を有する7階建の設計に十分なデータがあったわけではなかった。しかし壁面・接合部の実験をCNR-IVALSAで、床・壁からなるユニットの仮動的実験をトレント大学で実施し、その結果を用い3階建振動実験を防災科学技術研究所つくば大型耐震実験棟で実施するに至った。振動実験は、2006年7月10日のことである。なお私がXLamという材料とその木造建築物について初めて話を聞いたのが、さらに半年以上前の2005年10月と記憶している。



写真2 壁体静的加力実験風景 (CNR-IVALSA)

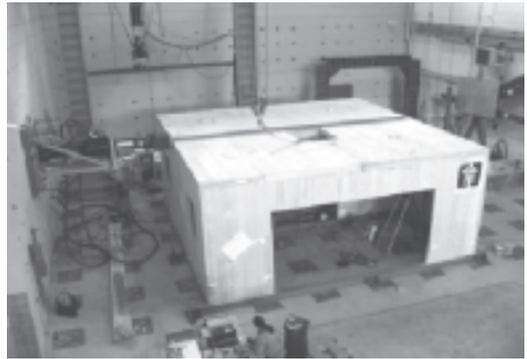


写真3 ユニット仮動的加力実験風景 (トレント大学)



写真4 3階建振動実験 (1軸加振)  
(防災研 つくば) 大型耐震実験施設

IVALSAより3階建振動実験の打診は頂いたが、実際にXLamパネルを見たのは3階建振動実験の準備が始まった2006年6月であった。6月の段階では、XLamシステムを用いた木造建築の施工方法は不明であったが、「誰でもすぐに技術習得できる。」というイタリア技術者の言葉を信じ、日本側の対応を検討した。試験体組立では、イタリアから職人2名、研究所スタッフ4名が来日し、日本の大工職人と一緒に試験体製作を行った。この作業の中で「誰でもすぐに技術習得できる。」という言葉が真実であったことを確認することになる。

振動実験は無事終了し、入力地震波に対する応答変位の試験データと解析の整合性が検証された。この実験では、1階部分の開口を広げるとともに、最終的には偏心を有する壁配置とすることで1軸加振ではあるが非常に貴重なデータが得られた。3階建の振動実験で得られた成

果により、XLamを用いた7階建木造建築物でも、神戸海洋気象台で記録された地震波にも耐える設計が可能ではないかという印象を受けた。しかしこの段階では、Eurocode 8での設計法の詳細を十分に理解していたわけではなく、BLはIVALSAから提出された実験計画書(英語)を読み込み、その内容を理解して実験準備を行うことで精一杯であった。

2006年7月の振動実験で用いた試験体を2007年2月に建築研究所に移築し、実大火災実験を3月に行った。この時の試験体施工は、IVALSAからの実験計画書も基に、BLが現場監督を行い、試験体を製作した。現場監督となる時ちんと施工要領書を理解する必要があるが、非常にシンプルな工法であることから躯体の施工(耐震金物の設置なし)については約3日で移築が完了し、その後内外装の施工を行った。火災実験では防火戸(1時間)が予想通り燃え抜けて実験が終了となったが、内部をせっこうボードで被覆することで想定通りの火災に対する性能を確認できた。

### 3 日・伊高層木造研究会の本格始動

火災実験の成功を受け、7階建振動実験に向け日・伊高層木造研究会が本格始動を始める。まずは4月に日・伊合同で試験体設計確認が行われた。これはイタリア大使館主催の催し「2007イタリアの春」と、E-ディフェンスでの実験概要説明のため、チェコティ所長とスタッフの来日に合わせて行われたものである。この打合せは私にとって非常に重要なもので、それまではEメールで送られてくる資料をもとに、質問を送り返す形であったが、十分理解できない部分も多々あった。ところが実際に説明を受け、その場で質問すると、相手の反応がわかるので、英語が通じない時はすぐに言い直す(先生方の助け船もある)ことができた。技術的なところは、概ねこの打合せで理解できたが、問題点も明確になった。それが金物の設計である。E-ディフェ

ンス震動台での目標とする加振はJMA KOBE 3軸加振であるが、その入力に抵抗するための金物が既製品では存在しないことが判明した。階数が高くなるにつれ、地震力により建物に作用する水平力が大きくなり、既製品では数を増やしても必要耐力に足りない。金物はIVALSAでの開発を待つことになるが、最終的に期限ギリギリで製品が完成した。

振動実験では試験体の耐震設計は非常に重要であるが、安全に試験体を震動台に設置し振動実験を行い、また実験終了後試験体を撤去する方法を検討する必要がある。また想定以上の変形が生じた際、試験体が倒壊しないための安全対策は二重に設置することをE-ディフェンス側から要求され、その対策にもかなりの予算をつぎ込んだ。

まずは試験体の設置である。XLamパネルの建物が134ton、これに積載荷重・固定荷重を想定し鉄板おもりを150ton設置、基礎フレーム14tonとなり、合計で約300tonとなっている。E-ディフェンスのクレーンは揚程25m、容量400トンであるため、高さ23.5mの7階建試験体を吊り上げるには揚程が不足し、吊りワイヤーが安全使用範囲とならない。したがって試験体を1階～3階、4階+5階、6階+7階の3分割して吊り上げ、震動台上で接続する方法をとった。このため3階床上に設置する鉄板おもり30ton及び5階床上に設置する鉄板おもり30tonの合計60tonが別作業での設置とすることができる。

1階から3階までは基礎フレームから3階床上まで貫通させた8本のPC鋼棒に吊り治具を取り付け吊り上げる。4階+5階も同様の方法であるが、基礎フレームがないため、躯体の壁に補強金物を取り付けて吊り上げとなり、治具を設計した。6階+7階は25ton程度であるが、吊り上げのための揚程が十分でないため、試験体屋根面に吊り上げのための開口を設け、試験体四方に設置した吊り治具までワイヤーをのばして試験体を吊り上げる方法を計画した。

上層階の吊り上げでは、床構面が存在しない

ため、建物の変形が心配であったが、4階、5階はPC鋼棒を用いた8本吊りで問題なく、また6階7階は、吊り上げ時にパネルが内部に引き寄せる力が働くが簡易補強により吊り上げ可能であった。

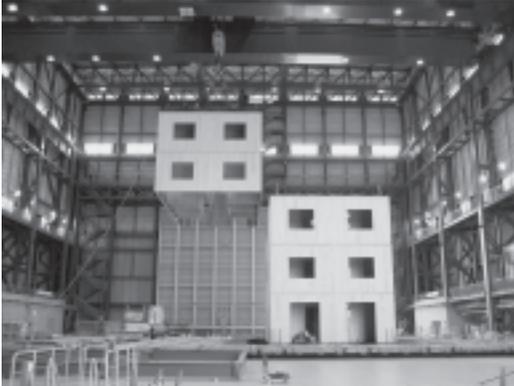


写真5 試験体吊り上げ状況

#### 4 倒壊防止安全対策

倒壊しないよう設計しているが、設計ミス、施工ミスなどで建物が倒壊するといった最悪の状況を想定し、倒壊防止の安全対策をE-ディフェンスに提出した。安全対策のポイントは、

事前解析により入力地震波に対する応答を予測すること。測定センサーに想定以上の出力が記録された場合、加振を自動的に中止する機能(トリップ)を有効にし、センサー位置を明確にすること。試験体に倒壊を防止するための装置を設置すること。の3点である。

については3階建振動実験で解析ツールの

信頼性を検証していることから、7階建の事前解析は可能であったが、ホールダウン金物の設計が最後まで決定しないこともあり、結果として事前解析が終了したのは、9月下旬となった。

のトリップを有効にするセンサー位置は、1階～3階までの層間変位とパネル下端部の浮き上がり変位とし、設定値は3階建振動実験結果に基づき決定した。

の倒壊防止装置は、試験体吊り上げ時に試験体内部に設置したPC鋼棒を用い、ホールダウン金物が想定以上に浮き上がりを生じた際、PC鋼棒に設置した大型座金で浮き上がりを拘束することで倒壊を防ぐ方法を提案した。

#### 5 XLamパネル輸送と施工開始

XLamパネルは、12mコンテナ7台(前半3台、後半4台)金物は6mコンテナ1台の合計8台のコンテナで船舶輸送され、神戸港、大阪港からE-ディフェンスに運搬された。コンテナ第一便は8月10日に出港、9月6日に神戸港へ入港し、関税手続きを終え9月12日にE-ディフェンスに届いた。E-ディフェンスではすでに鉄骨基礎フレームの設置が終了し、パネルの組立開始は予定通りであった。しかし施工を日本の工務店に依頼し、現場管理はBLが担当、イタリア側スタッフが不在の状態であったため、こちらの責任も大きく慎重な作業となった。事前に日本語版簡易施工マニュアルを準備し、使用する金物の種類や設置位置、スクリューネイルの間隔など資料としてまとめていたことや、パネルに張り付けられている番号に従い、順番に組み立てることができるため、2階以降の施工は、ほとんど説明を必要とせず、施工工務店の責任者を中心に効率よく作業が進んだ。ただし予想以上に時間が掛かったのが金物取り付けである。引き抜きやせん断に抵抗するための金物を大量に固定する必要があったのだ。電動工具と職人の数で対応したが、パネルの組み上げが

早い割に金物施工が追いつかないといった印象であった。9月10日にXLamパネルが搬入され、仕分けを行った後、9月14日から本格的に組立が始まった。10月12日までに試験体を完成させ、10月15日には震動台上に試験体を移動させる必要があったので、工程管理が重要でいかに安全に効率よく作業を進めることができるかが勝負であった。10月15日から2週間が震動台上に試験体を設置することができる契約期間となっている。この間10月19日の第一回加振、10月23日の公開実験となっていたことから、この間はセンサー設置で大変苦労した。



写真6 パネル搬入状況

## 6 試験体の解体

無事実験が成功し、関係者の多くが安心していたが、我々にはまだ大きな仕事が残っていた。

加振を終えた試験体をいかに安全にかつ素早く解体するかである。幸運なことに、試験体には大きな残留変形は見られず、吊り上げて震動台から撤去することは、設置作業とほぼ同様であった。3分割して震動台から移動した試験体の解体はラグスクリューを用いたホールダウン金物やL型金物、またパネル固定に用いた大型スクリューネイルの撤去が主な作業であった。スクリューネイルの頭が見えていれば容易に発見でき、抜き取ることができるが、施工時に頭をめり込ませすぎると、発見が困難で抜き忘れがおこる。固定間隔が定まっているので、固定位置の予想できるが、パ

ネルをクレーンで吊り上げる際のスクリューの抜き忘れは注意が必要であった。また低層階の解体では、一部スクリューネイルが曲げ変形し、電動工具で抜き取る際苦労した。しかしスクリューネイルの頭が星形ビットであったことから頭がつぶれてスクリューネイルが抜けないといったことはほとんど見られなかった。



写真7 解体作業前の試験体

当初日本で材料を処分する計画であったが予想以上に費用がかかること、また実験が成功したことで、試験体をイタリアに移築するための予算が付いたことから、パネルを再度イタリアへ輸送することになった。

パネル搬入時は、きちんと整理された状態でコンテナ積みされていたが、解体後は同一形状のパネルを揃えることが困難であった。しかし、日本の運送会社の技術で対応することができた。また、パネル番号が消えると、再移築が非常に困難となることから、パネル番号管理はきちんと行った。



写真8 E-ディフェンスからのパネル輸送

## 7 まとめ

10月23日の公開実験では、世界初となる7階建木造建築物の振動実験を見学するために、各国から木質構造研究者がE-ディフェンスに集まった。XLamを用いた木造建築の可能性を認識してもらうため、CNR-IVALSAが各国研究者を招待している。

振動実験は短時間で終わるが、そこに至るまでには多くの問題を解決しなければならない。今回の実験では、設計、施工、実験計画、実験、解体撤去の一連の作業を経験することができた。実験実施には、日本側の多くの方々にご協力頂き、CNR-IVALSAチェコツティ所長も日本側の対応に感謝している。この実験の成果が今後のXLamパネルを用いた建築物の普及の一助となることを期待する。

なお本研究では、CNR-IVALSAと(独)防災科学技術研究所及びCNR-IVALSAと(独)建築研究所は共同研究を締結、またCNR-IVALSAと国立大学法人静岡大学は研究協力協定を締結し実施した。また(財)バタリーピングは(独)防災科学技術研究所と共同研究を締結し、CNR-IVALSAからの業務委託により実験に参加した。

## 【参考資料】

- 1)CNR-IVALSA <http://www.ivalsa.cnr.it/index.htm>
- 2)SOFIE Project <http://www.progettosofie.it/index.html>
- 3)EN 1998-1:2004: “Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
- 4)安村他: Journal of Timber Engineering: 83 Vol 21 No.3.2008.3





## 白い炎 ～実大火災実験報告～

環境・防耐火試験部 水上 点睛

先日、本所で試験を行い、認定を受けた間仕切壁について構造別に分類する機会があった。結果は、せっこうボードを材料に含むものが、実に9割以上の製品にのぼることが分かった。耐火造造物の主要材料として、熱に強い石膏を施工しやすいようにボード状に製品化したせっこうボードの貢献がめまぐるしい。と言い切ってしまうえば話は早いですが、伝統工法が置き去りにされているという側面にも注意したい。

伝統工法は職人の技術に左右され、ばらつきが大きいと、一くくりでは扱いにくい。一方で工業製品として世に出るものは品質管理によりある一定の幅の性能に集約できるため、法制度の網には捕らえやすい。さらに、技術を売りにする職人と、製品を売りにする企業の立場を考慮すると、技術ではなく製品を対象としてきた大臣認定制度が、制度に馴染まないものを結果的に不利な状況に追い込んでしまったようにも考えられる。

大工さんが鑿を使わなくなったそうである。昔もてはやされたケヤキや栗等の硬い広葉樹は、乾燥して暴れるからと嫌われるようになった。そればかりか無垢の材より集成材を好む風潮もある。個性を技術で生かしてきた社会が、個性を積極的になくす社会に変わってきている。

今回紹介するのは、現在主流となっているせっこうボードの、火災時安全性についての研究の一環として行われた実大火災実験である。土壁の耐火性能についての研究も進行中であり、次の報告の機会を待ちたい。

近年、2つの偽装問題が建築業界に大きな波紋を及ぼした。

耐震偽装問題の原因を探ると、評価ツールが複雑化してブラックボックスと化していたこと。また役割分担、ルーチン化による事務作業に終始して、総合的視点が欠如していたことが問題視されている。

一方で耐火性能の評価制度は、実験的事実を背景としている点でブラックボックスとはなりにくいとされていた。しかし、総合的視点の欠如という点で言えば、耐火試験を行うものは、壁や扉、屋根といった部材単位にとどまり、建物内で発生する火災が実際どのようなものであるかを考えるには、大きな想像力を要する。

そのような中、アメリカの国際標準技術研究所(通称:NIST)より、実大火災実験の話があり、耐火試験の専門家として、実験の補助を依頼され、思いがけず実際の火災に近い状況を観察することが出来たので、ここに報告する。

実大火災実験が行える施設を持つところは世界的にも数えるほどである。今回は、専属の消防士を配備し、酸素消費法により発熱速度が測定可能な9m×12mという巨大な排気フードを持つ、NISTの施設を使用した。なお、今回の実験では、終局的な防耐火性能に言及するため、実大火災実験においては初の試みとなる載荷加熱試験を行った。

実験の火源について、実火災状況下に近づけるため、室内中央に配したソファ家具へ点火し、室内に点在させた木製クリブの量によって

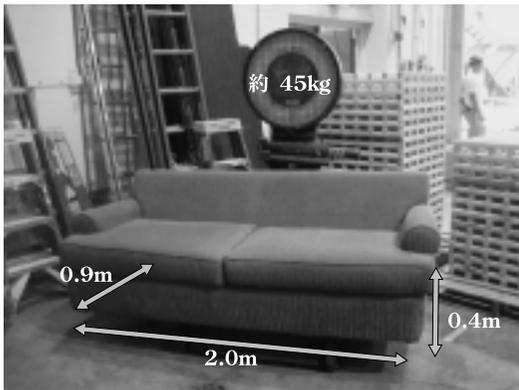


写真1 ソファー



写真3 実験状況



写真2 木製クリブ

加熱強度を調整することとした。写真1、2にソファーと木製クリブの詳細を示す。

そして、4.1m×3.0m×3.0mの実寸大の区画模型を作成し、0.8m×2.0mの開口を一方の壁に設けた。防耐火性能試験との比較対象として、区画模型の1面に載荷フレームを設置し、独立した壁面を構成する。壁面としては、スチールスタッドの両面に石膏ボード(TypeX、15.9mm)重ね張りとした。区画模型とのすき間はセラミックブランケットで塞いだ。

ソファーに点火された後、火災は周囲の木製クリブに燃え広がり、まもなく室内はフラッシュオーバーして、大きな火炎が開口から噴出した(写真3)。燃え上がる炎が、竜巻のようにねじれながら、次の獲物を狙うかのように室外にその触手を伸ばす光景に恐怖を覚えたが、赤というよりは白く輝いているように見える室内

の景色は対照的に美しくもあった。燃え続けること20分、火災は鎮静化に向かい実験は終了。完全装備をして待機していた消防隊により消し止められた。実験の工学的考察は、学会等での発表に譲り、米国に対する所見について述べたい。

くしくも滞在期間中は大統領選の直前であり、我が故郷に程近い小浜市の名前を全国区にした候補者の話題で持ちきりであった。帰国後、勝利を収めたとのニュースを耳にして、本文中にも用いたブラックボックスという表現、あるいはブラックリスト等という表現は将来改められるのではないかと感じた。さしずめ、大統領官邸はホワイトハウスならぬブラックハウスと化すのかもしれない。日本においてもブラック=悪という概念が定着しているように感じるが、艶やかな黒髪を持ち、軒を深く、障子を介して陰影のグラデーションを楽しんだ日本古来の美意識から言っても、黒こそ愛すべき色なのではないだろうか。



## 2008年度 日本建築学会学術講演会に参加して

### 【構造】

#### 実大振動台実験セッション

構造・材料試験部 岡部 実 須藤 昌照

##### 発表課題名

「クロスラミナパネルを用いた7階建木造建築物の震動台実験」

平成19年11月19日と23日に(独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター(E-defense)においてクロスラミナパネルを用いた7階建木造建築物の震動台実験を行った。この実験は、イタリア国立研究院樹木・木材研究所(CNR-IVALSA)が中心となるSOFIEプロジェクト(1)の一環となっている。

SOFIEプロジェクトは、10年ほど前にドイツで開発されたクロスラミナパネルを用いて造られた多層階の建築物の可能性と性能を確認することを目的としている。耐震性能もその一つで、欧州統合に伴い建築物の設計に欧州共通のEurocode規格が適用されるようになり、イタリアなどの地震地域における耐震設計法の検証が目的となっている。なお本実験はCNR-IVALSAと(独)防災科学技術研究所、(独)建築研究所との共同研究及びCNR-IVALSAと国立静岡大学農学部との研究協力協定に基づき実施された。

JMA KOBE 3D 100%加振では、頂部においてX軸(短手)には約250mm、Y軸(長手)には約150mmの最大変位を示した。また最大応答変位時に試験体隅角部のパネルの浮き上がり変位が最大値を示した。特に2階部分は19日に行ったJMA KOBE 3D 100%加振でホールダウン金物

が損傷を受けた部分である。2日目の加振までに柱脚部の改修補強を行うことが可能であったことで、23日のJMA KOBE 3D 100%加振では、パネルの浮き上がりは見られたものの、大きな損傷は受けることはなかった。

### 【構造】

#### 繊維補強セッション

構造・材料試験部 藤本 効

##### 発表課題名

「定着金物を用いた連続繊維シートによる劣化スラブの補強効果」

最近の建築物は、高い居住性能を要求されるためスラブに高い剛性を与えており、それに伴い強度も十分な余裕を確保しています。しかし、このような要求が一般的でない時代のスラブは、現代にもものに比べ剛性が低いためクリープ現象による長期たわみの進行と、それに伴う中央部や周辺部の亀裂等の劣化現象が発生します。本研究は、このような既存スラブに対し適用する炭素繊維シートと鉄鋼製定着金物を組み合わせ使用した補強方法の提案とその効果確認を検証したものです。

具体の検証方法は、予め損傷を加えた実大の床スラブを当該工法により補強し、損傷前後と補強後の固有振動数により改善効果を確認しました。また、長期載荷試験により、補強効果の安定性の検証も行いました。

その結果、剛性に関しては健全時に対して損傷時は約57%まで低下したものを補強により約

95%まで回復できること、長期載荷時の変形進行は1か月で安定状態になることが確認できました。

発表セッションは、繊維補強に関するオーガナイズドセッションであり、発表、質疑時間も通常の二倍与えられており、活発な議論が交わされました。質問と回答の概要を以下に示します。

- ・長期載荷の結果で若干ではあるが剛性低下が見られるが、これの主要因は(アンカー、接着剤、繊維シート)何と考えられるか。>個別の素材によるものではなく、複合的なものであると考えている。
- ・補強前のひび割れ補修の有無>当該補強の効果を確認するためひび割れ補修は行っていない。
- ・補強後の耐用年数をどの程度に設定しているのか>補強効果を確認するのが第一義である。接着剤等の材料耐久性が大きく係わるので今後の検討課題と考えている。
- ・顕著な補強効果が得られているが、補強と効果は相関するののか。>ある程度までは相関するが、効果の上限はあると考えている。

## 【構造】

### 接合要素:溶接セッション

構造・材料試験部 服部 和徳

#### 発表課題名

「電炉鋼材の溶接熱影響部における靱性に関する実験的研究」

去る2008年9月18日から20日までの3日間にわたり、広島県東広島市の広島大学東広島キャンパスで日本建築学会大会(中国)が行われました。本稿では、「構造 鉄骨構造」のセッション及びパネルディスカッション「[鋼構造] PD 高力ボルト接合における高強度化技術の最前線」について報告致します。

「構造 鉄骨構造」のセッションの全体的な印象としては、府省連携プロジェクト「革新的構

造材料を用いた新構造システム建築物の研究開発」のいわゆる超高強度鋼材を用いた一連の研究成果の発表が多くなされていました。また、E-ディフェンスでの実大建物加振実験についての発表も昨年に比べ発表数が増していたと感じました。また、座屈拘束ブレースなどを用いたサステナブル建築についての発表も数が増していました。

また、私は構造 鉄骨構造:接合要素:溶接のセッションにおいて「電炉鋼材の溶接熱影響部における靱性に関する実験的研究」というタイトルで論文発表を行いました。発表内容は以下の通りです。20年程前、電炉鋼材は原料が鉄スクラップである為溶接熱影響部の靱性に疑問を感じると指摘されておりました。また、現在も昔の印象が根強く残っており主要構造部への使用は敬遠されがちです。しかしながら、研究・技術が進歩し現在製造されている電炉鋼材の靱性はかなり向上しております。そこで、現在製造されている電炉鋼材の靱性について把握する為、溶接実験及び市場の国内電炉鋼メーカー社の製品(サンプル数2,473)に関し統計分析をおこないました。実験・統計分析の結果より電炉材の溶接熱影響部靱性において柱梁接合部に求められる靱性は概ね満足する事が可能である事を示しました。

パネルディスカッション「[鋼構造] PD 高力ボルト接合における高強度化技術の最前線」では、F10Tの2倍の強度を持つボルトF20Tの開発や超高強度鋼材とF20Tを用いたリユース可能な新しい構造システムの報告があり、活発なディスカッションがありました。

日本建築学会大会(中国)に参加し全体的な感想としては、リユース、リサイクル、サステナブルといった地球環境に着目した研究が盛んにおこなわれているといった印象を受けました。

## 排水音セッション

建築研究部 安岡 博人

### 発表課題名

「実験室における排水管の発生騒音・遮音性能に関する測定方法の検討」

音環境部門の概要と傾向を述べると、固体音関連、特に床衝撃音、固体音については例年のように、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。

固体音については、当所も排水音関連の発表を行ったが、新提案も含まれているため、質疑がなされた。また、試験機関の共同で発表した、床衝撃音の試験方法の適用についても活発な討議がなされた。

室内音響が少なめなのは、音響建築物の新築設計、施工が減少していることから伺える。数値解析も進化しているが、発表件数は少なくなっている。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、その分野の学術的にも内容の研究がなされるであろう。

## 地中熱セッション

環境・防耐火試験部 咸 哲俊

### 発表課題名

「鋼管杭の径違いによる土壌採放熱に関する実験検討」

2008年度大会(中国)では、「地中熱」セッションで発表しました。発表したテーマは「鋼管杭の径違いによる土壌採放熱に関する実験検討」で、杭径が異なる三種類の鋼管杭を対象に間接熱交換式(U字管)による短期の土壌放熱実験を行った結果を報告しました。

地中熱利用については従来、多くの研究発表

が行われました。今年度も「未利用エネルギー」と「地中熱」のセッションで計8編の論文が発表されました。その中で、主に熱源側の工夫に関連する内容としては、地下水と空気両方を熱源とする空水冷ハイブリッドヒートポンプシステムや冬期の冷熱を土壌に蓄熱して夏期の冷房補助熱源として活用する季節間蓄熱などに関する発表がありました。

地中熱の利用方法に関して、ヒートポンプを使用しないヒート&クールチューブシステムによる冷暖房熱負荷の削減、機械換気に起因する冷暖房負荷の削減に地中熱を利用する発表がありました。また、システムの提案では、地中熱ヒートポンプと放射冷暖房を組み合わせたシステムの発表がありました。

## 換気システムセッション

環境・防耐火試験部 清水 則夫

### 発表課題名

「フレキシブルダクトの特性について」

建築学会に初めて参加したのは、大学院の学生時代で、それ以降も発表はすべて環境分野です。このような報告を書くので改めて環境分野のプログラムを見てみると、梗概の数はずいぶん増えているように思い、最初に参加した1978年の梗概集をみると、その年の梗概数が306題であるのに対して今年度は1,294題で4倍以上に増加していました。きっと増加割合では、最も多いのではないかと思います。プログラムの題目を見ても、以前と比べて多種多様になっていることがわかります。これは、建築物に求められる要素が増加したのと質の向上への要望が多くなったことの現われだと思います。また、当時は実験や調査結果の報告が中心だったのに、最近ではシミュレーション計算を取り込んだものや実験も以前と比較して精緻詳細に実施されているものが多く、研究ツールの進歩がうかがわれます。余談になりますが、当時の梗概集はほ

とんどが手書きのものです。最近では手書きのものではなく、梗概作成ツールの進歩により、その作成がずいぶん楽になったことを痛感しました。

環境分野の梗概数の増加は、研究者の増加も一因だと思います。環境分野は建築計画原論といわれ計画の中に含まれていたものが独立した建築の中では新しい分野で、創設者にあたる人が京大の前田敏男先生や東大の斉藤平蔵先生らだと学生のときに聞かされたのを思い出しました。自分らは、この先生方のお弟子にあたる先生たちが中心だった時代に教わってきたので、これらの年代の先生は紹介をしてももらったことがある程度で詳しくは存じ上げておりませんが、学会やシンポジウムの質疑の際には、ずいぶん厳しく質問されていたように伺いました。唯一、芝浦工大の藤井正一先生には助手としてお世話になりましたが、当時、先生は学長や空調学会の会長をされており多忙のため直接ご指導いただく機会はありませんでした。現在、自分たちの年代のものが教わった先生方もほとんどが退官され、今年の学会は、その弟子の先生がたが中心ということになります。前田先生や斉藤先生からすると孫の世代の先生方ということになります。ひょっとしたら、さらに下の世代の方もおられるのかもしれませんが、もちろん、必要な研究課題が多いため研究者も増えてきたわけです。

随分前に学生の卒論が何かで学会での発表論文の推移のようなものを取りまとめているのを見たことを思い出し、今年の学会のトレンドは、何なのだろうかと思いプログラムを見ました。自分の研究課題の主は、熱・空気環境なので、この分野でみると地球温暖化防止が問題にされているためか、エネルギー関係のものがやや多いようにも思うのですが、特筆してこれがトレンドというものは無いようです。シッ

クハウス対策のための建築基準法が施行された2003年のプログラムを見ると環境工学の分野で梗概数577の内78がシックハウス関係のものでした。この78の中にはシックハウス対策のための24時間換気に関するものは含んでいないので、実際にはさらに多いことになります。2003年だけではなくその前後は、シックハウス対策がトレンドということができます。次世代省エネ法(1999年)や新省エネ法(1992年)が施行された頃はどうかと思いき梗概集を見たのですが、別段特筆して多くはなく省エネは継続的に研究課題になっているように思われました。今回、特に調べたわけではありませんが、人体の温熱環境を扱ったものが多くなったり、レジオネラ菌関係のものが多くなったりと小さなトレンドはあったように思います。それだけ、シックハウス対策が社会的に大きな問題として取り扱われていたことになります。最初のオイルショックの頃は、この関係の大きなトレンドがあったのかもしれませんが、この頃のことは自分にはわかりません。1974年頃だと思うので誰かご存知の方がおられれば教えていただければと思います。

今年の自分の発表は、昨年度自主研究で実施したものを中心に取りまとめた「フレキシブルダクトの特性について」です。同じセッションでの他の発表は、アンケート調査結果やシミュレーション計算と実験結果を取りまとめたものなど研究対象が大きなもののようなのですが、自分の発表は、試験中心の業務を行っているため測定結果を中心とした基礎的な地味なもので、積み重ねていき成果としてあらわれてくるものと思っています。今までも、後になって有効なデータとして使用していただくことが多くあったので、今後も地道に積み重ねていくつもりです。



## 極めて個人的な...

構造・材料試験部 服部 和徳

2008年9月1日付けでつくば建築試験研究センター構造・材料試験部に配属となりました。愛知県祖父江町(現稲沢市)出身。1978年2月8日生まれ。

信州大学工学部社会開発工学科(建築コース)で博士課程まで9年間過ごし、その後、長野県の鉄骨加工会社勤務を経て、現在に至る。若輩者で不慣れな点・分らない事が沢山ありますが、どうぞ御指導・御鞭撻賜ります様宜しく御願い申し上げます。

### 極めて個人的な自己紹介

#### 幼少時代

1978年祖父江町の厚生連尾西病院にてこの世に生を受ける。幼少時代は兎にも角にも好奇心旺盛な子供であつたらしい。『鉛筆を太ももに刺したらどれ位痛いのだろう?よし実際に刺して見よう!!(その傷跡は今でも残っています...)]、『自動車のパワーウィンドウに挟まれるとどの程度痛いのだろう?(泣きそうな位半端無く痛かった思い出が...)]』公衆電話のガラスってどれ位で割れるのだろう?実際にボールをぶつけて割ってみよう!(ごめんなさい)(見事ガラスは割れ実験成功。どれ位の強度で割れたのかは未だ不明ですが...)]』なんて事をいつもやっていました。

#### 小学生時代

祖父江町立領内小学校に入学する。野球・水泳・お笑いに没頭する毎日。夏は一日中市民

プールに行つては泳ぎまくり、夏以外は野球漬けの6年間。その当時、勝手に祖父江の神童だと信じ込んでいた。自分は東大か名大に行くのだと思い込んでいました(東大と名大しか名前を知らなかったのですが...)。小学生時代の専らの趣味といえば授業中に如何にしてみんなを笑わせるかについて日々研究していた。ただの目立ちたがり屋だったのでしょ。

#### 中学～高校時代

祖父江町立祖父江中学校、愛知県立津島高等学校に入学する。中学・高校では朝から晩まで柔道・ラグビー漬けであり、授業中は睡眠時間。勉強は試験前の1週間短期集中型でやり過ごす。手前味噌ではあるが成績はいつも上位であった。部活ばかりやっているから成績が悪いのだと言われるのが癪に障るのでテストだけは一夜漬けで必死だった。

#### 大学時代

小学生時代は東大に行くものだと思っていたが、蓋を開けてみると信州大学へ行くことになった(高校時代の一夜漬けの勉強方法が祟って当然東大なんて夢のまた夢。浪人はしたくないため信州で頑張る事に決意した)。

大学学部時代は、お酒・麻雀・スノボ・カラオケに明け暮れた。4年生になると研究室配属があり、中込研究室に所属する。修士課程時の世間は就職超氷河期時代であった。それにも関わらず、私は果敢に研究職若しくは構造設計職の道を目指し就職活動をした。やはり、そんなに

甘くはなく見事全敗という散々な結果に終わった。1年間留年して再度就職活動をしようと考えていた時に中込先生に博士課程に來いというお誘いを受けた。自分には博士なんて荷が重過ぎる為不可能だと断っていたが、ある時adidasのIMPOSSIBLE IS NOTHING『不可能とは、自らの力で、世界を切り拓くことを放棄した、臆病者の言葉だ。不可能とは、現状に甘んじるための言い訳にすぎない。不可能とは、事実ですらなく、単なる先入観だ。不可能とは、誰かに決めつけられることではない。不可能とは、通過点だ。不可能とは、可能性だ。不可能なんて、ありえない。』という言葉を見て博士課程に進学する事を決めた。博士課程で得たものとはなんと云っても人脈である。今となつては、博士課程に進んで良かったと思っている。

研究室では鋼構造の柱梁溶接接合部の変形能力についての研究に取り組んだ。研究を進めていく内に、鉄骨は強度があり、靱性のある材料だという事を学んだ。また鉄骨は他材料に比べ非常に理論に乗りやすい素直な材料だと言われている。私自身も素直で強靱でねばり強い人間にならなくてはと思う今日この頃であります。

## 今後

2008年9月1日にベターリビングに転職。転職、それは私の人生を大きく左右するかもしれない事柄になりそうだ。長距離走の前の緊張感にも似ている。幸か不幸かとにかくやってみよ

うと思う。今の自分なら、なんでも逃げずに立ち向かえそう『IMPOSSIBLE IS NOTHING』。今後いろいろな事に挑戦したいと思っています。

## 極めて個人的な座右の銘

- 『IMPOSSIBLE IS NOTHING』 ~ adidas ~  
『努力する人は希望を語り、怠ける人は不満を語る』  
~ 井上靖 ~  
『最大の栄光は、一度も失敗しないことではなく、倒れるごとに起きることにある』  
~ ゴールドスミス ~  
『出会いこそ人生の宝探しだね』  
~ TRF / Boy meets Girlより ~  
『研究とは感覚だ！違いの判る男になれ！物事は本質だ！』  
~ 中込忠男 ~  
『人生笑って死にたいねえ ~』  
~ 大学時代の友人 ~  
『人生の最大の幸せって何？綺麗な嫁はんもらって幸せな家庭を作ることじゃない！』  
~ 大学時代の友人その2 ~

My Historyと感銘名言をダラダラ...と紹介させて頂きました。御精読ありがとうございました。少しでも私の事がお分かり頂けたら幸いです。今後とも何卒宜しくお願い致します。





# ながら読み

環境・防耐火試験部 高橋 央

通勤途中や寝る前など、ちょっとした隙間の時間に何気なく読んでみた本の中で個人的に面白かった本の紹介です。ずらずらと思いつくままに列記してみました。難しい内容ではないし(難しい内容の本は読んでいない)、どれも読みやすい文章になっているので、時間のない人でも気軽に手に取れるものばかりです。じっくり派(良い意味で)の方は松岡正剛の千夜千冊のサイトなどご覧下さい。

## 「失敗学のすすめ」

(畑村洋太郎 講談社文庫)

おかしてしまった失敗の内容を見直し、その失敗を肯定的にとらえて今後に生かす方法について紹介されています。ためしに実践してみると、なかなかおもしろい。組織でこの方法に取り組んでスパイラルアップしていくといいものができあがっていくのかなと思います。私が試しに作成してみた失敗リストはまだ10例にも至らず自己完結で終わってしまっておりますが、事象をまとめていると全体がよく見えてきて、自分を戒める効果はありそうです。

また、航空機の事故について紹介している「日本航空事故処理担当(山本善明 講談社 新書)」も合わせて読むとより理解が深まります。失敗や事故が起きた後の対策が表面だけにとどまっている場合と、深く掘り下げた内容の場合とでは、再発の頻度と重大性が全く異なってくるので、失敗した時こそ事象を見直す事の重要性を再認識させられます。

## 「ウェブ進化論」

(梅田望夫 ちくま新書)

Web2.0というキーワードがはやっていた頃に出版された本。向こう側の世界を利用するようになって初めてWeb2.0の持っている威力が発揮される。GoogleやAmazonが取り組んでいる内容なども紹介されており、その時は衝撃を受けました。

Web2.0をいざ活用してみようと思っても、相手が向こう側の世界を利用していない事が多くてなかなか活用できていません。Web2.0の思想を活用している商品もたまに見受けられますが、経営的な面では何かと苦労があるようです。

ウェブや計算機の世界も進化スピードが強烈なので、数年後にはどうなっているのやら。

## 「経済ってそういうことだったのか会議」

(佐藤雅彦 竹中平蔵 日本経済新聞出版社)

NHKの番組ピタゴラススイッチの装置の企画・制作を手がけた研究室の先生と、元総務大臣というおもしろい2ショットの二人が、対談形式で経済についてお話しされております。とてもわかりやすくお話ししていて、すんなり読める内容です。

経済つながりでは「経済は感情で動く はじめての行動経済学」も、自分の行動を事例に当てはめながら楽しく読み進められる一冊でした。また、NHK出版からピタゴラススイッチDVD版が発

売されていますが、こちらも価格設定が絶妙です。

### 「ご冗談でしょうファインマンさん」

(リチャード・P・ファインマン 岩波現代文庫)

ご存じ朝永振一郎氏とともにノーベル物理学賞を受賞した物理学者ファインマン氏の日常生活？！についてのお話。小さい頃に読みたかった一冊です。ファインマンさんは好奇心おう盛な性格で、彼の行動のはちゃめちゃぶりが紹介されています。スペースシャトル「チャレンジャー号」の事故について原因調査の究明に参加した時の様子や来日した際の出来事など、話題満載で飽きません。

これを読んでからパズルをみかけるとなんとなく解きたくようになります。最近では某新聞土曜版のパズルに応募するようになりました。(ちなみにこのパズルの応募者数は毎回約4～5万人前後いる中、当選者が合計42名というもので、それなら約1,000回程度応募すれば当選する？！20年か...淡い期待を込めて応募しております。)

### 「心を揺さぶる語り方 人間国宝に話術を学ぶ」

(一龍齋貞水 NHK出版)

日本音響学会誌のコラムに紹介されていた一冊です。ぎすぎすした世の中にもまれてぐったりしている時、人間国宝の噺家がほのぼのとさせてくれます。利害やルールというものより、心が大事にされていた時代を駆け抜けた大先輩のありがたいお言葉が本を通じて心に飛び込んできます。

さすが噺家、お客様を自分の世界に引き込ませる技は文章になっても健在です。落語ブームによって一度会場に足を運んでみたいのですが、もっぱらCDでの鑑賞にとどまっております(落語のCDは時々入眠用にも活用中です)。

### 「谷川俊太郎質問箱」

(著:谷川俊太郎 イラスト:江田ななえ 東京系井重里事務所)

読者から寄せられた素朴な質問一つ一つに、谷川俊太郎さんがまじめに答えていく内容。質問は5歳くらいから70歳くらいまで(だったかな?)老若男女問わず寄せられており、白いものから黒いもの、赤いものから青い内容のものまで幅広く寄せられていて、この質問に対して谷川さんはどう答えるのかと、一問一問期待がふくれあがってきます。これがまたひと味もふた味も違う、奥の深い名回答。言葉の持っている影響力を実感させられます。

挿入されているイラストもほのぼのとしており、イラストだけをぱらぱら見ても充分楽しめます。

私の家では、家の中で一番小さい部屋にある「ながら読み用本棚」に常設しています。





# サラワクの木橋

企画管理室・構造材料試験部 佐久間 博文

1998年3月18日、ついに橋が完成した。そのときの個人的感想を正直に言う。「まさかとは思っていたけれど、行きがかり上とはいえ、一生懸命お手伝いもしたけれど、ただほとんどにやっちゃったんだな、このひとたちは。」

マレーシア・サラワク(Sarawak)州、州都クチン(Kuching)の中心部から約10km西、州森林局(Forest Department)木材研究・技術訓練センター(TRTTC; Timber Research and Technical Training Centre)敷地内の大池の上に、支持スパン約36m、集成材をメインビームとした木造橋が架けられた。

あくまでも敷地内の人道橋であり、その規模を誇るものでもない。同じ規模あるいはそれ以上の木橋なら、日本国内でもいくつか目にすることは簡単である。しかし、国際協力事業団(JICA; Japan International Cooperation Agency、現在は国際協力機構)による5カ年の技術協力プロジェクト<sup>1)</sup>の最終成果のひとつとして、ある意味「特筆に値する」といえないこともない。素人がよってたかって造ってしまったのだから。

## そもそも何で木橋？

筆者が赴任したのは、プロジェクトの最終2カ年が始まるうとする1996年3月15日<sup>2)</sup>。この日から1998年の3月末まで(一時帰国休暇の約1ヶ月を除き)クチン市に滞在し、木材積層接着分野の長期派遣専門家として同分野における技術移転業務を行った。

プロジェクトは、森林総合研究所(当時は国立研究機関、現独立行政法人)の全面的なバックアップの下に行われていたこともあって、コーディネーターを除く長期・短期の専門家(JICAではExpertと称される)は、同研究所の研究者やOBばかりで、“異分子”は筆者くらいであった<sup>3)</sup>。

“国際協力”という冠の下で活動するに当たって、やはりそれなりの計画は必要だろうと思い、「南洋材を中心としていくつかの樹種に対し、フィンガージョイント加工や接着加工、集成加工に関して、現地カウンターパートと協力してなるべく多くの実験を行い、主に強度的見地からのデータを整備し、なるべく多くのペーパーを発表する」ことをとりあえずの目標としていた。“研究”プロジェクトの成果は所詮発表論文の数でしか評価されないはず、と思っていたからである。

だから、1997年のはじめに、当時のTRTTC所長Mr. Ling Wang Choonより「プロジェクトの成果として、集成材を使った橋を建造したい」との申し出があったときには、驚くとともに、かなりの抵抗感を感じたのは事実である。もしそうなら、当然、筆者の担当分野が主体となるのは明らかであったから。しかし、Ling所長の押しの強さ(頑固さ?)もあり、最終的には橋の建造がプロジェクトの目標のひとつに繰り入れられることになった<sup>4)</sup>。

## 設計？

橋を造るとなるといろいろと手順もあるはずなのだが、何せ素人集団、素材(集成材)を造る

だけならまだしも、それを使って構造物をつくるのだからややこしい。ない知恵をしぼって基本構造をどうするか、から考え始めた。結局、

- 36mをとばすのだが、池の中に支柱を建てたりはできないので、両端で支える構造にするしかない。
- 手持ちの製造設備では最大6.5m程度の通直集成材を造るのがやっとだから、当然これをつないで長ものにするしかない。

ということで、断面として幅130mm×高さ700mm(42プライ)、長さ6mの集成材を6本継いで1本のメインビームにし、それを3列並べて上部構造を支えよう、ということになった。メインビーム同士は矩形の鋼製フレーム(L型アンクル材を四角に組んだもの)を2,400mmピッチで配置して相互に固定し、さらに下部に鋼製ロッドを取り付けることとした。

また、ただ通直(まっすぐ)だと、全体で10ton程度になると予想される橋の自重によるたわみも不安だし、両端のフーチング部分や集成材同士の接合部分にもいろいろ考慮が必要になりそうだ、ということで、橋本体を全体的に湾曲させたような形にして、自重の鉛直方向負担分をすこし横方向の荷重としてフーチングの方へ逃がしてやろう、ということになった(図1)。

また、集成材の接合部についてはドリフトピンを使おうか、とか、金物の見えない形にしようか、などといういろいろ考えた末、結局は一番単純な形 - プレートで集成材を挟み込んでボルト類(入手の容易な市販品)で緊結する - とした(図2)。

池兩岸の支持用フーチングは当然ながらコンクリート製とした。事前にボーリング調査のデータを手にし、地盤反力(約6ton/m<sup>2</sup>だったかな)と、支持層が表層から約12mであること等を確認し、底面積約3m<sup>2</sup>の台形錐とした(横方向の力をフーチングの自重で支えられることを期待して<sup>5)</sup>。

“設計行為”に近いことは以上が全てである。信じられないかもしれないが、設計図面らしき

ものも、本体ビーム部分に関しては図1、2以外に存在しない(と思う)。「こんなんでできちゃうのか、パワーがあれば」と今更ながら感慨深いもの(達観に近い?)がある。

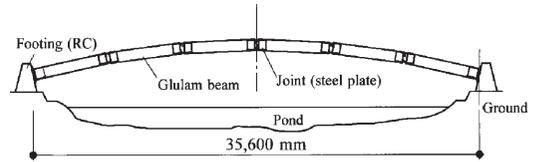


図1 木橋のアウトライン

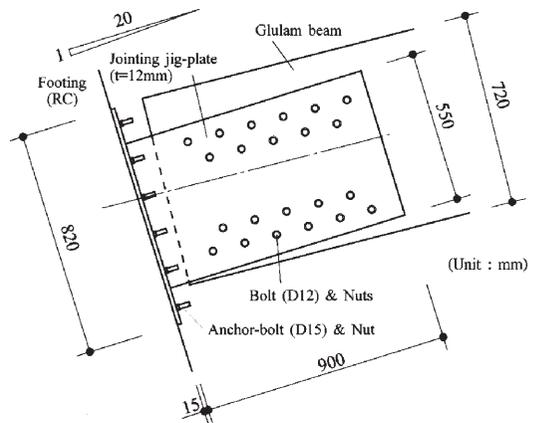
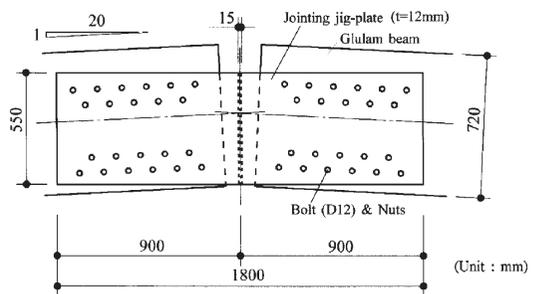


図2 接合部の詳細 上:集成材同士の接合、下:フーチング部分

## 集成材製造、その他の材料調達

さて、集成材自体については、専門分野のことでもあり、比較的順調に進んだと言える。この橋に使用した集成材(事前確認実験用も含め、全50体)は、製材・ラミナ(ひき板、集成材にする前の板)製造 - 選別 - グレーディング - フィン

ガージョイント加工 - 二次グレーディング - 接着積層・圧縮処理 - 仕上げ・孔開け加工まで、全てをTRTTC現地スタッフの手で行っている。また接合用金物(鋼製プレート)の切り出し・孔開け加工も同様である。そのため、材料費(原木、接着剤、ボルト類、薬剤等)として総額で約60,000リンギット(当時の為替レートで換算すると約250万円)かかっているが、作業等にかかる人件費としてはほとんど0(施工時のクレーン車2台のリースとオペを含む3名分の人件費だけ別途で、あとはTRTTCスタッフの通常の給与内ということ)であった。

集成材製造前後の技術的詳細はPTEC99 (Pacific Timber Engineering Conference 1999)にて発表したものでそちらのProceeding<sup>6)</sup>をご参照いただきたい。ただ、樹種選択の話と耐久性処理についてだけは、エピソードをひとつ挙げておきたい(どこにも書かれていないので)。

1997年の夏のある日、大量の丸太と粗挽きされた製材がサイトに運び込まれた。

「Tingさん、あれ、どうすんの？」

(Mr.Ting King Bohは木材積層接着分野における筆者のカウンターパート。彼がいなければ橋はできなかった。Ling所長とJICAチームの間で苦労してくれた筆者にとって数少ない親友の一人。彼もそう思っているかは別として。)

「あれは橋の材料になる材だよ」「なんていう材？」「Alan Batu(アランバツ)」「batu(マレー語で“石”)か。強いのか」「まあまあかな。」「じゃ、製材したらグレーディングしてみよう。材積は十分みたいだね」「ただ、ちょっと気になることがあるんだよね」「(いやな予感)何？」「耐久性に問題があるというか、腐りやすいといわれているというか...」「ちょっと待った。橋にするんだよね。雨風にさらされるよね。なんでそんな材にしたの？」「Lingさんが調達しちゃったもので、どうしようもないんだ」<sup>7)</sup>

かなり焦って耐久性処理をどうするか、検討し始めた。材質改良分野でやり始めていたイン

サイジングによる防腐処理をラミナ全部に試そうか、という案もあったが、処理後の接着性能に一抹の不安(不明な点が多い、確認には大量の試験と時間を要する)があったこともあり、結局は、

- 集成材に浸透型の防腐薬剤を“たっぷり”塗る(実際は3回塗りとした)
- この処理後、表面に耐候性塗料(クリア)を塗る
- ボルト孔部分にはタール(実際にはクレオソート)処理をする

ということになった。

## いよいよ施工...完成！？

素材の準備が完了したのは98年の1月末。メインビームの架設は2月半ば(確かラマダン - 断食 - 明けの後、だったと記憶している)と決まった。あらかじめ3体の集成材を接合金物を介して組んで(合計6組)おいたのだが、これには加工精度の確認も含まれていた。実際、微妙な修正がいくつか必要であったものの、施工当日までには何とかなった。また、フーチング部の鋼製プレートはあらかじめアンカーボルトに固定しておいた。

当日はあいにくの小雨模様で、終日降ったりやんだりであったが、予定通り実行された。まず6組のビーム部分を現場(製造場所から池まで約100m弱)までフォークリフトで運び<sup>8)</sup>、総勢30人位がすべて人力で(!)3本のメインビームを地組みした。15人くらいで集成材を支え、残りは金物を支え、ボルトをたたき込んで締め上げて、といった具合である。重機はクレーン車のみであったが、これで長さ約36m、重さ約3ton弱の湾曲したメインビームをつり下げ、フーチング付近まで運び、静かにおろして固定済み金物になんとかはめ込み、そこでまたボルトをつっこんで締め上げるという作業が3回繰り返され、続き午後3時頃まで続いた。こう書くといかにも順調に進んだかのようにあるが、実際

は究極の「現場あわせ」なので、「おい、はやくボルトつっこめよ」、「だってねじ山つぶれてるよ」、「絶対この孔あわないよ」、「しょうがねえな、ドリルもってこい。電源も忘れんなよ」、「痛え、指はさんだ」、「もう、こじるしかないな」、・・・など、英語とマレー語と中国語と、もちろん日本語も含めて、喧噪状態であったことはいまでもない。ただ、今思い返してみると、騒がしかったことは確かだが、皆一様に、ニコニコと作業をしていたことを思い出す。笑い声も多かった。ある種の躁状態に近いものがあった、と今更ながら感じている。結構お祭り気分だったのかもしれない<sup>9)</sup>。

夕方前に3本のメインビーム設置は完了し、その日の作業は終了。その後、鋼製フレーム、鋼製ロッドの設置、踏み板の施工、手すり部分の施工などが断続的に続き、とうとう3月18日に完成・披露となった(写真1、2)。



写真1 完成直後の橋の全景



写真2 橋の裏側からの様子

お披露目にはTRTTCスタッフ、JICAスタッフはもちろん、周辺の住民も集まって盛大な屋外パーティが催された。地元の新聞社やテレビ局も取材に来て、まさにお祭り騒ぎであった。

最初のうち、皆が皆橋の上にとんどんあがるのを見ていた筆者としては、「どうか落ちませんように」、「ああ、そんなに飛び跳ねないで」とはらはらしていたのだが、ちょっとアルコールも入って、日も暮れかけてきた頃には、夕日に映える橋を見て、小文の冒頭に記したような思いを味わっていたのである。「どうか、1年でも、半年でもいいからこのまま無事に架かっていますように。落ちるときには人がのっていませんように。」と祈る気持ちも半分抱えつつ。

## 再訪

今年(2008年)7月末から8月はじめの6日間、妻、息子(小3)、娘(2歳弱)、友人親子とともにマレーシアを訪れる機会があった。私、妻、友人にとっては10年ぶりの再訪<sup>10)</sup>である。その際、TRTTCを訪れる機会を得た。アポなしだったので大丈夫かな、と思いつつ門を歩いていくと、ああ、橋はまだそこにあった。10年はもったということだ。ちょっと感動して、子どもたちをのせてみた(写真3)。「この橋つくるのにパパもいっぱい手伝ったんだよ」というと、小学生の息子は「へー、すげえね」と一応、ほめ



写真3 橋の上のこどもたち(2008)

てくれたようだ。まあ、出来上がりだけ見たら“ただの橋”だから、それほどの感動は求める方が無理だろうが。

このとき、Tingさんにも会うことができた。

「突然なんでびっくりしたよ。橋は見た？」  
「もちろん。落ちたという話は聞いてなかったから、大丈夫かなとは思っていたけど。やっぱり防腐処理の効果が多少あったかな？」  
「うん、踏み板と手すりの一部は腐ったので何回か補修してるけど、メインビームはボルトの所も含めて、なんともないよ。」  
「ひと安心だな。」  
「この間、人を橋の真ん中に25人のせてたわみを計ってみたら、10mm弱くらいだった。」  
「まだもう少しといけそうだね。それはそうとTingさん、あなた全然変わらないね。」  
「Sakumaさんはちょっと大きくなった？」  
「ま、年相応ってとこ？」..(以下省略)

## おわりに

上の訪問が小文を記すきっかけのひとつとなっている。また、サラワク滞在中のことについては、いくつかの技術レポート以外、日本語で書いたことが全くなかったことに気づいたということもある。この辺で書き留めておかないと、ほんとに忘れてしまいそうだし。

\* \* \*

「地図に残る仕事」という某建設会社のCMがあった。Google EarthでTRTTCを探して拡大してみると、はっきり、ではないが、それでもなんだか橋のような存在が認識できる。あるのを知っているから見えるのかもしれないが。お暇な方は、北緯1度28分18秒、東経110度20分05秒を探して見てください。

最後までお読みくださった方、どうもありがとうございます。注釈が多くて、長くてすいません。

機会があれば現地を訪ねてみてはいかがでしょうか。10年もった、といってもこの先いつまで橋が架かっているかは定かではありません

が、橋はなくてもいいところですよ、サラワクは。

## 1)プロジェクト概要など

<名称及び期間>

The Effective Wood Utilization Research Project in Sarawak(サラワク木材有効利用研究計画) 1993年4月~1998年3月

<概要>

ITTO(International Tropical Timber Organization; 国際熱帯木材機構)は1990年、マレーシア・サラワク州に対し、“森林の持続的経営を目指し、永久保存林からの丸太の年間伐採量を削減(約25%、当時)”するよう勧告している。伐採量削減のために「木材有効利用技術の高度化を図るための研究技術援助を行う」という目的でJICAにより立ち上げられたのが本プロジェクトである。

それまであまり利用されてこなかった樹種や残廃材を有効に利用する技術の開発、あるいはその開発のための研究手法に関する技術移転を行い、これらを通じて全体の伐採量削減に結びつけようという趣旨である。

プロジェクトは、サラワク州森林局傘下のTRTTCをメインサイトとし、主に次の6分野について技術移転・協力が行われた。各分野に1~2名のカウンターパート(Counter Part; 日本からの専門家に対応する現地スタッフ)がついていた。

木材特性(Wood Properties): フタバガキ科を中心とした現地樹種の基本的特性(組織学的特性や物理学的・強度的特性を含む)の研究

製材及び機械加工(Sawmilling and Machining): 製材品質への影響因子、効率的な木取り、機械加工時のエネルギー測定、難切削材に対応した刃物等に関する研究

乾燥(Drying): 樹種別の乾燥スケジュールの策定、乾燥が困難な樹種への高周波加熱

乾燥手法の適用などに関する研究

木材積層接着( Wood Lamination ): 各樹種ごとの接着特性、フィンガージョイント加工技術、構造利用を目的とした集成材製造技術の移転およびこれらに関連した研究  
パーティクルボード( Particleboard ): 現地における残廃材の利用を前提としたパーティクルボードの性能への影響因子( エレメント製造、接着剤種類、圧縮条件 )に関する研究

材質改良( Wood Improvement ): 従来、広葉樹にはあまり試みられていなかったインサイジング等の防腐処理技術の移転、その他付加価値付与のための材質改良、塗装仕上げ、屋外耐候性等に関する研究

ちなみに、マレーシアという国は、マレー半島( シンガポールを除いた )南部分およびボルネオ( Borneo )島の北半分( 南部はインドネシア領、"カリマンタン島"はインドネシア語によるボルネオ島の別称 )からなり、ボルネオ島の西部がサラワク州、間にブルネイ王国を挟んで、東部にサバ( Sabah )州( 州都コタキナバルKota KinabaluはKinabalu山のある観光地としても有名 )が位置する。プロジェクトサイトであるTRTTCは、サラワク州の州都クチン( Kuching ; 現地語で"猫" )市中心部から約10kmのBatu Tujuh( 現地表記、英語表記だと"Seven-mile"、中国語表記で"七哩" )にある。

2)最終2年間、ということだが、前任者との引き継ぎ等もあるため、3月半ばの赴任となった。余談ながら、そのため大学院の学位授与式には出席できず、残念な思いをした( 学位記の現物を見たのは1997年9月に一時帰国した際 )。"本当に学位を取った"ことの証明が必要になった時のことを考え、英文の証明書( 大学の事務所に申し出れば、なにがしかの手数料で発行してくれた )の発行を申し込み、

後輩のAさんをお願いして現地へFAXしてもらった。さらに余談だが、この英文の証明書というのが、とても貧弱( A4版に、明朝の半角英字で書いてあるが、とても素っ気なく、作ろうと思えば誰でもつくれそうなもの )で、もしかすると偽造と疑われるのではないかと本気で心配したものである。昨今はもうちょっとまじなモノを発行してくれているのだろうか。

3)とはいえ、大学院の時から面識のある方々も割合多く、現地で働くに当たって、特段緊張していたわけではなかったと思うが、いろんな意味でのプレッシャーは確かに感じていたように思う。そういう状況を今思えば、当時のチームリーダーN先生には、公私にわたり本当にお世話になったと思う。筆者にとって「先生」はそれほど多くないが( 大学以降を考えると、あわせて5人くらいか )、N先生はそのおひとりである。

4)当時、橋建造の話が持ち上がった際、JICAチーム - Nリーダーと筆者だけ、だったのだが - としては「そりゃ無理だよ、冗談にもならない」という雰囲気、その後しばらく、いろいろな角度からLing所長を説得しようと試みたものの( 集成材が作れたからといってすぐに橋というのはいかがなものか、第一、橋を造ったことのあるもの、建築設計の実務者はいないじゃないか、せめて小規模の建物の一部に使うというのはいかがでしょうか、車が通らない、敷地内にあるといったって、サラワクの建築のルールだってあるだろう、お金がかかるよ・・・ )、結局は「Social Impact」のひとことの前に不首尾に終わっていた。せめてもの落としどころとして、「橋の建造はあくまでも現地チームが主体となる事業であり、JICAチームはその技術的サポートだけに関与する」ということになったのではあるが、事実上はプロジェクトの成果目標のひとつとなってしまった。

5)両端のフーチングが造られたのは、筆者が一時帰国で不在の時であり、帰ってきたらコンクリートの塊ができていて、金物接合用のアンカーボルトが埋め込まれていた(うち2本が折れていた。あとで補修したけれど...)。「配筋は大丈夫だよな?」と聞いたら「アンカーのはえてるとことは十分に網筋を入れてあるよ。あと周辺部分もだいたい大丈夫だよ」という、なんとも不安な答えであった(一応図面があったから確認はしたけれど)。それから「支持杭を入れてある」というので、ほう、と思って聞いたら「直径4インチで長さ2m位のパインの丸太杭を1m間隔で」ということだった。これで効果があったのか、十分だったのかは今でもわからない。

6) Sakuma H., Ting K.B., Nakai T., "The Construction of 36-Meter Span Pedestrian Glulam Bridge in SARAWAK", pp482-487, Proc. Pacific Timber Engineering Conference, Rotorua, New Zealand, 14-18 March 1999.

7)マレーシアだけの話ではなく、多くの旧英領国家で見られるのでは、と思うのだが、社会における職階制・階級制度はかなりはっきりと確立していて、基本的に上からの指示に対して異議を唱えることはほぼない、というのが実状であった(もちろんあまりに理不尽であればそれなりの抵抗はあるのだろうけれど)。また、その裏返しかもしれないが、自分の仕事の範囲はここからここまで、という意識は上から下までかなりしっかり浸透しているように感じられた。

詳細は省くけれど、筆者が作業をしようとするにあたって、最初の頃は「なんでおまえがこれをやるの?」とか「この装置は私の管理責任範囲にあるから勝手に使うな」とか、いろいろな壁が存在した。現地のスタッフは、日本からやってきた専門家とか学位を持っているような人間が、実際の製材作業や接着作

業、ましてや装置取り付けアンカー用の穴掘りなんぞするわけがない、してはならない、と思いこんでいるようであった。この意識を取り除くため、というわけではないが、自分がやりたいように、半ば強引にあれこれ手を出してやっていたら、半年ほどで「ああ、あいつはああいうやつだから」と納得(あきらめ?)してくれたようである。

8)最初、「トラックを使えば?」といたら、「どうせ上げ下ろしは人力がフォークなんだから、往復するにしても、そのまま乗って行った方がはやいよ」とのことであった。それにしても、長さ18m位の部分ビームを横長にのせて、いろいろな障害物(敷地自体は広いが、いろんなものがおいてある)をよけながら巧みにフォークリフトを操るMr. Leeの腕前には、本当に感心した。結局、1時間もかからずに移動してしまった。

9)たしか日本のマレーシア大使のサラワク視察の時だった、と記憶しているが、TRTTCも訪問され、集成材製造のデモをお見せしたことがある。Tingさんの指揮の下、スタッフがまさに一丸となって作業する様子を見ていたKさん(ベテランの青年海外協力隊調整員)が「マレーシアの人たちが集団でひとつの作業をこんなに楽しそうにやっているのを見るのは初めてだ」という感想を漏らしていた。そのときは、そんなもんなかな、と感じただけだったが、橋を架けている時のこととあわせて今思い返すと、結構重要な指摘だったのかもしれないと思う。

10)妻と友人は、同時期に市内のGeneral Hospitalで救急外来のプロジェクトに参加していた。今回訪問した際、また別の友人夫妻(ふたりとも当時は海外青年協力隊の隊員として活動し、現在首都Kuala Lumpur在住)のお世話になった。ちょっとした同窓会、といったところか。

# 構造実験用加力システム

構造・材料試験部 部長 藤本 効

## 1. はじめに

つくば建築試験研究センターは、建築技術の革新や建築物に対するニーズの変化に対応すべく、施設・機材の更新・導入を行っております。

構造試験施設としては、2008年8月より反力壁、床を含む新試験棟の稼働が開始し、既に様々な部材、建材の性能試験を実施しておりますが、この度さらに対応の幅を広げるため、動的載荷装置を含む加力システムの導入をいたしました。ここでは、そのシステムの概要と実施可能な試験の紹介をさせていただきます。

## 2. システムの構成

載荷システム全体は、動的載荷装置と静的載荷装置により構成されています。

動的載荷装置は、油圧源、サーボアクチュエーター、制御PCを中核とするコントロール機器を基本構成としており、それぞれの能力・仕様は表1に示すものです。

油圧源は、試験ヤードから隔離され防音機能を備えた専用室内に設置されており、運転音、振動が試験環境に影響しないよう配慮されております。この油圧源末端には容量40ℓのアキュムレーターが接続されており、作動油圧力の安定を担っております。

なお、アキュムレーターと別系統で静的ジャッキに作動油を供給するポートを備えており、任意のジャッキを接続し手動制御により加力することも可能です。

一般に、動的載荷用の油圧源は、接続されているアクチュエーターの動作の有無にかかわらず常時フル駆動しています。当センターの油圧源は、この通常の運転モードに加え、アクチュエーターへ供給すべき油量が少ないときの運転モードとして、アキュムレーター内の作動油を優先的に使用し、アキュムレーター圧力が低下したときのみ油圧源モータをフル駆動するモード(エコ運転モード)を備えており、試験条件の要求に応じて動作モードを切り替え、運転エネルギーの削減に配慮しております。

現有サーボアクチュエーターは、両ロッド型のシリンダーと両端のスィベルジョイントから構成されており、内蔵変位計による変位制御及

表1 動的載荷装置の仕様

油圧源	油圧ポンプ流量:最大157ℓ/min、アキュムレーター:40ℓ(1台)、水冷式熱交換機
アクチュエーター	両ロッド型シリンダー、最大推力:±300kN、最大行程:500mm、サーボバルブ流量:228ℓ/sec、せん断型ロードセル:容量±300kN、デジタル型内蔵変位計:容量500mm
制御装置	制御PC:CPU-Pentium2.4GHz( OS Windows XP )、外部入力4ch、外部出力2ch.( 荷重、変位 )
制御波形	正弦波、三角波、矩形波、ランプ波、ランダム波

び荷重制御が可能となっております。なお、近い将来に於いて1000~2000kN級のアクチュエーターを整備する計画です。

コントロールシステムは、FA型PCを中核としたもので、正弦波等の定常加振及びユーザー作成の任意波形加振制御が行えるとともに、4ch.分の外部信号入力及び計測を同時に行う機能を有しています。

この動的载荷システムの加振性能特性を図1に示します。負荷100kN以下においては最大速度200mm/sec(20kine)の加振が可能であり、定格負荷300kN時においては最大速度120mm/secの加振が行えます。

静的载荷装置は、従前より保有していた圧力制御によるジャッキコントロールシステムを増強・拡充したもので、同時に2系統のジャッキシリンダーを変位または荷重信号フィードバックにより制御可能なものです。

その構成は、2台の油圧ユニットとコントローラーが基本で、これに制御ソフトをインストールした汎用PCと任意の油圧シリンダーを組み合わせたものとなります。

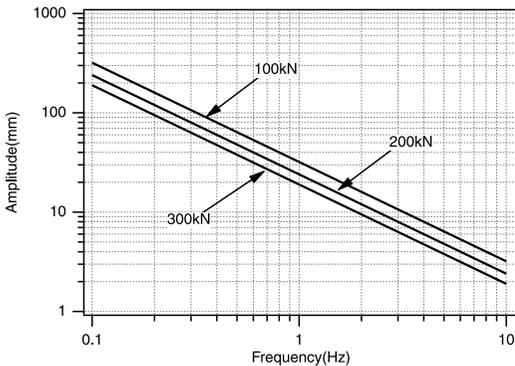


図1 動的载荷装置の限界性能線図  
(300kN アクチュエーター)

油圧ユニットは、吐出及び減圧油量を可変制御可能なものです。コントローラーは、油圧ユニットと一対となり方向切り替え(押し引き)と油圧制御を行います。制御PCは、2本のジャッキシリンダーそれぞれの加力系統信号、すなわ

ち荷重または変位出力と制御目標値の偏差に応じ2台のコントローラーを連動または独立制御し、供試体为目标とする状態にするようにシステム全体を監視制御します。また、目標値スケジュールをデータ化し入力することにより静的な任意波形加力を行う機能も有しています。

静的载荷装置の仕様を表2に示します。

表2 静的载荷装置油圧ユニットの仕様

油圧ユニット	最大圧力:70MPa 吐出油量:0.08~0.48?/min 減圧油量:0.15~1.50?/min
コントローラー	制御ビット:±2000bit(荷重、変位信号)、 ±1000bit(油圧信号) 外部入力:3ch.(荷重、変位、ext)

この2種類の载荷装置を単独あるいは組み合わせ様々な力学系の試験を行うことが可能となります。

### 3. 実施可能な試験・実施例

この载荷システムを用いて実施可能な試験として代表的なものを以下に示します。

- ・壁倍率試験(動的加力を含む)
- ・エネルギー吸収デバイスの力学特性確認試験
- ・鋼材系ダンパー等の低サイクル疲労試験
- ・免震材料の特性確認試験
- ・面状部材の面内せん断加力試験
- ・柱梁接合部試験
- ・柱または梁の曲げせん断試験(逆対称加力)
- ・ビームカラム試験
- ・杭の鉛直载荷試験(静的加力)

これらの試験は、供試体の形状に応じた载荷治具と組み合わせて実施することになりますが、逆対称加力を行う場合のセットアップイメージを図2に示します。

このセットアップの場合、ジャッキA,Bは静的载荷装置を用いて制御します。ジャッキA,B

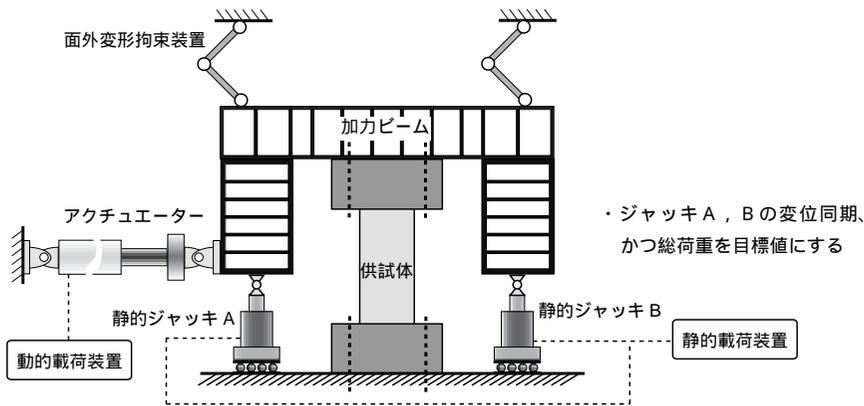


図2 逆対称載荷装置のイメージ

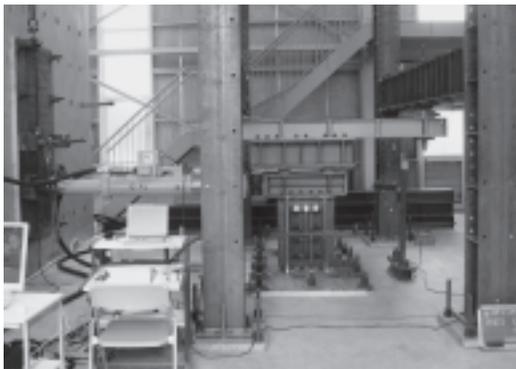


写真1 ダンパーの履歴載荷試験

の伸縮量が等しく、かつジャッキA,Bの荷重合計値が目標値となるような制御です。また、せん断加力はアクチュエーターで行うことにより、単純な漸増載荷だけではなく部材の実挙動を再現するような加力も可能になります。

写真1は、鋼材系ダンパーの低サイクル疲労試験の実施例です。門型フレームで支持された反力梁に転がり支承を介して加力梁を取り付け、アクチュエーターで試験体に強制せん断変形を連続して与える方法です。このセットアッ

プでは、粘弾性系ダンパー、摩擦系ダンパーの履歴特性確認や各種環境依存性の確認が行えます。

また、鉛直荷重を加えることも可能であるため免震支承の力学性能確認も行うことが出来ます。

#### 4. おわりに

今回導入したシステムは、定型の試験装置ではないためその使用方法には多くのバリエーションが存在します。つくば建築試験研究センターでは試験の実施だけでなく、ご依頼の目的に応じた試験方法提案等を行うことにより、より満足度の高い成果を提供出来るよう取り組んでおります。また随時、職員の資質向上を行うとともに、装置能力向上、拡充も計画しておりますので、試験計画等でご相談事が御座いましたら遠慮無くお問い合わせ下さい。

# 中性化促進試験装置の紹介

構造・材料試験部 大野 吉 昭

## 1. はじめに

(財)バタリーピングつくば建築試験研究センターでは、コンクリートに関する試験業務拡大のために、本年度、中性化促進試験装置を導入致しました。

本試験装置は、JIS A 1153 : 2003「コンクリートの促進中性化試験方法」に定められる試験方法に対応しており、コンクリートの耐久性を評価するための試験の実施が可能です。また、JISで規定された方法以外にも、ご相談頂ければ実験的な業務にも対応致します。

## 2. 装置概要

本試験装置は、槽内温度を20 ~ 60 の範囲で、相対湿度30 ~ 90%RHで制御可能な中性化促進試験装置です。槽内のCO<sub>2</sub>濃度は0% ~ 20%の範囲で制御し、気流方向を水平横方向で行うため槽内のCO<sub>2</sub>の濃度を極力均一に出来る仕様となっています。装置の仕様を表1に、試験装置



写真1 中性化促進試験装置

の外観を写真1に示します。

試験は、100×100×400mmの角柱供試体で24体(6体/段)を標準とし、試験1条件に対して、3体実施致しますので、8条件を同時に実施可能です。また、100×200mmの円柱供試体を用いる場合は、48体(12体/段)を同時に試験を行うことが出来ます。

## 3. 中性化試験法の概要

コンクリートの促進中性化試験は、温度20±2、湿度60±5%、CO<sub>2</sub>濃度5±0.2%の環境下に、一辺100mmの正方形断面で長さ400mmの供試体を個々の試験体の環境条件が均一になるように置き、槽内で供試体を中性化させます。通常は最大で26週間(おおよそ半年)促進させます。標準以外の促進期間で測定を行う場合は別途お問い合わせ下さい。

また、併せてJIS A 1152:2002「コンクリートの中性化深さの測定方法」に規定される方法によって、中性化深さの測定も可能となっております。

表1 中性化促進試験装置仕様

項目	仕様
型式	MIT-639-1-01型
温度制御範囲	+20 ~ +60
湿度制御範囲	30%RH ~ 90%RH (但し、温湿度制御範囲による)*1
CO <sub>2</sub> 制御範囲	濃度0% ~ 20% (但し、温湿度制御範囲による)*1
本体外寸	幅1550mm × 高さ1950mm × 奥行き760mm
本体内寸	幅830mm × 高さ1400mm × 奥行き660mm
棚	4段(許容量:100kg/段) 100×100×400mm供試体で標準24体
内装材質	ステンレス製 (SUS304)
電源容量	三相 AC200V 20A

\*1 JISで規定される方法は、温湿度制御範囲内です。  
JISによる方法以外の場合は、別途ご相談下さい。

# 音響試験棟の改修

環境・防耐火試験部 高橋 央

## 1. はじめに

当試験研究センターの音響試験棟は平成元年から運用を開始し、これまで建築部品・住宅部品を主体としてさまざまな対象物の遮音性能の試験を実施してまいりました。

音響試験棟で実施している遮音性能試験の試験対象物は、界壁や外壁・玄関ドアや内装ドア・窓・換気口など多種にわたります。これらの対象は大きさが直径約50mmと小形のものから約10㎡のものまでと大きく異なります。そのため、試験をおこなう対象物によって試験体設置用開口部の大きさをその都度調整する必要があります。試験棟の運用開始以来、この開口部調整にはそれぞれの大きさに合わせて製作した厚さ200mmのコンクリート版を試験用開口部にその都度設置して調整をおこなってきました。このコンクリート版の設置から取り外しまでの作業時間は2人で約3日かかる作業量です。また、それなりの重量物を取り扱うため、ある程度危険を伴う作業でもあります。時間的な効率化と安全性の向上をめざし、運用開始から20年という節目の年に改修工事を計画し、実施しました。

## 2. 特徴

今まで開口部調整のために使用していたコンクリート版の替わりとして、試験用開口部に大

小合わせて5枚のコンクリート扉を取り付けました。扉の厚さは300mmあります。5枚の扉を開閉して試験用開口部の大きさを調整するようになりました。これによって試験準備作業に必要な時間が大幅に短縮されるとともに、クレーンを使用する作業を必要としないため、作業の安全性も飛躍的に向上しました。また、これまではコンクリート版を設置した後に、版と版の間に生じる隙間の処理として粘土を詰めて塞ぐ作業を行っておりました。実はこれも大変な労力を必要とする作業で、開口部をコンクリート版で完全に塞ぐ作業の場合は約60m近くもの距離の隙間を粘土で塞ぐ事になります。一人で作業しているとまさに日が暮れます。新たな扉式開口部では、隙間が生じる部分に予め丁番で可動するプレートを取り付けており、ゴムパッキンとプレートで隙間を覆う構成となっております。これに伴い、準備段階での粘土詰め作業が無くなりました。

その他では、開口部調整壁の再現性の面でも確実性が増しました。今まではコンクリート版の取り付け具合や隙間への粘土の詰め具合によっては遮音試験結果に影響が出てくる可能性がありました。特に遮音性能の高いものを対象とする場合は準備の段階でもかなり気を使い、音漏れ箇所の有無や粘土の詰まり具合の確認など入念な確認作業が必要でした。扉式開口部では粘土を用いて隙間を塞ぐことはなくなったので、扉の開き・閉じ具合の確認等は必要ですが、作業従事者によるばらつきが少なくなるので、従来と比べてより安定した開口部の状態を

再現できるように改善されました。

ただし、試験対象物の厚さを全て同一の厚さに統一する事はできませんので、試験体と開口部の間に生まれる隙間の処理として既設のプレートを用いる事は困難で、残念ながら従来と同じく粘土に頼るしかありません。この点については今後の課題でもあります。

### 3. 試験体設置用開口部の大きさ

用意した5枚の扉を開閉することによって開口部の調整ができる大きさの種類は5種類あります。主に玄関ドアを対象としているW:1,580×H:2,430mm、サッシ等を対象としているW:2,480×H:2,430mm、大型サッシ等を対象としているW:3,080×H:3,160mm、界壁等を対象としたW:3,775×H:3,175mm、そして換気口等小形部品を対象とした300mm角の孔も設けました。これらは、今まで使用していたコンクリート版の開口部の大きさとは全て異なっているので、過去の試験体枠の再利用はできなくなってしまいました。界壁用開口部の大枠には100mm角の無垢の鉄枠を入れており、開口部の精度も以前より向上しております。

### 4. 丁番

全てが扉式になったこともあり、丁番はとにかく数多く取り付けられております。扉自体の開閉のために使う丁番が計15個、扉と扉の間の隙間を塞ぐためのプレートに取り付けているのが計55個、合計70個の丁番が使われております。ちなみに扉(プレート)の数は、大小合わせて19枚あります。数が多いため、開き忘れや閉め忘れに注意が必要です。

## 5. 工期中の苦労話

「扉が動かない...」

最も大きい扉は約3m×3m、厚さ300mmのコンクリート扉で、これを4つの丁番で支えています。一度設置した後ために可動させてみたら途中で動かなくなってしまいました。扉の重量を軽視していたつもりはなかったのですが、原因としては変心支持で想像以上の曲げの負荷が丁番にかかった、4つの丁番どうしがかみ合ってしまったなどが考えられます。急遽丁番を設計し直し、材料と機構を変更して強度をあげたものに取替えました。

「吊れない...」

当センターの残響室は3室あり、隣あった2つの残響室を使用して試験を実施していますが、クレーン等荷揚げ用装置が設置されている残響室は1つしかありません。今回はクレーンが設置されていない残響室内に扉を設置するというので、吊り込みや立て起こし、搬出する際にはあの手この手で方法・対策を考えるといった大変な苦労がありました。無事故で完成を迎えられてなによりです。

## 6. おわりに

世界に類をみない残響室の開口部扉ができあがりしました。ぜひご利用ください。



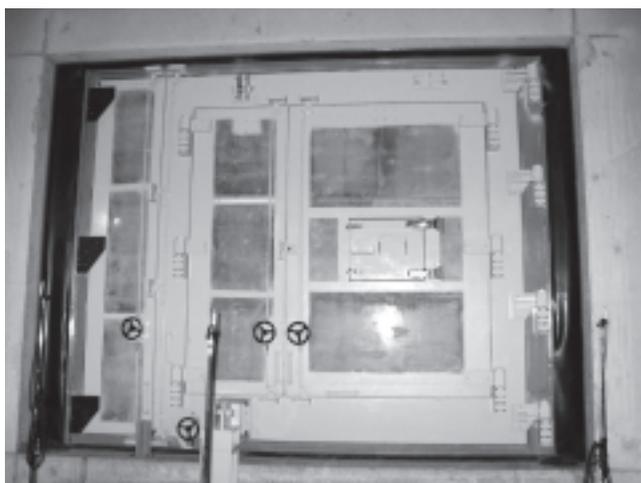


写真1 開口部全貌



写真2 扉はこのように動きます



写真3 ドア用の試験開口部に調整を行った状態

# 建設技術審査証明事業 (住宅等関連技術)のご案内

企画管理室

ベターリビングは昨年8月に建設技術審査証明協議会に加入し、建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)を行っています。

BLつくばvol.4の誌面では、編集時期がBL自身の協議会加入審査真っ只中だったため、今後の展開に向けた準備段階の情報のみを掲載していました。BLが正式に協議会へ加入し、本格的に事業を開始してから早1年以上経過しています。

事務局としては、審査が終了し、めでたく技術審査証明書が交付されるときに依頼者の方々が見せる明るい表情が支えとなっています。依頼者が苦勞の末に取得した技術を普及させるため、今後も審査終了後の普及広報活動に尽力していく所存です。

BL審査証明取得技術(平成20年12月現在)

審査証明番号	BL審査証明-001	
技術名称	吹付けアスベスト粉じん飛散防止処理技術 「セラバックシステム(封じ込め工法)」	
審査証明日	2007年8月17日	
有効期限	2012年8月16日	
依頼者	富士工業株式会社	

審査証明番号	BL審査証明-002	
技術名称	吹付けアスベスト粉じん飛散防止処理技術 「アストール・セーフティー工法(除去工法)」	
審査証明日	2008年3月10日	
有効期限	2013年3月9日	
依頼者	株式会社浅香工業 東邦ロード株式会社 坂田塗装工業株式会社	

今号では、改めて当財団における建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)についてご案内します。

本事業は、民間企業等において研究・開発された新しい施工技術が、建設事業等に適切かつ円滑に導入されることを目的として行われるものです。審査は、依頼者が設定した申請技術の開発目標が達成されていることを客観的に「審

査」し、審査結果に基づき「技術審査証明書」等の発行及び広報を行っています。

その他、審査費用等詳細については当財団のホームページをご覧ください。申請様式等関係書類のダウンロードも可能です。

HPアドレスは、

<http://www.cbl.or.jp/comp/gijutsu/index.html>

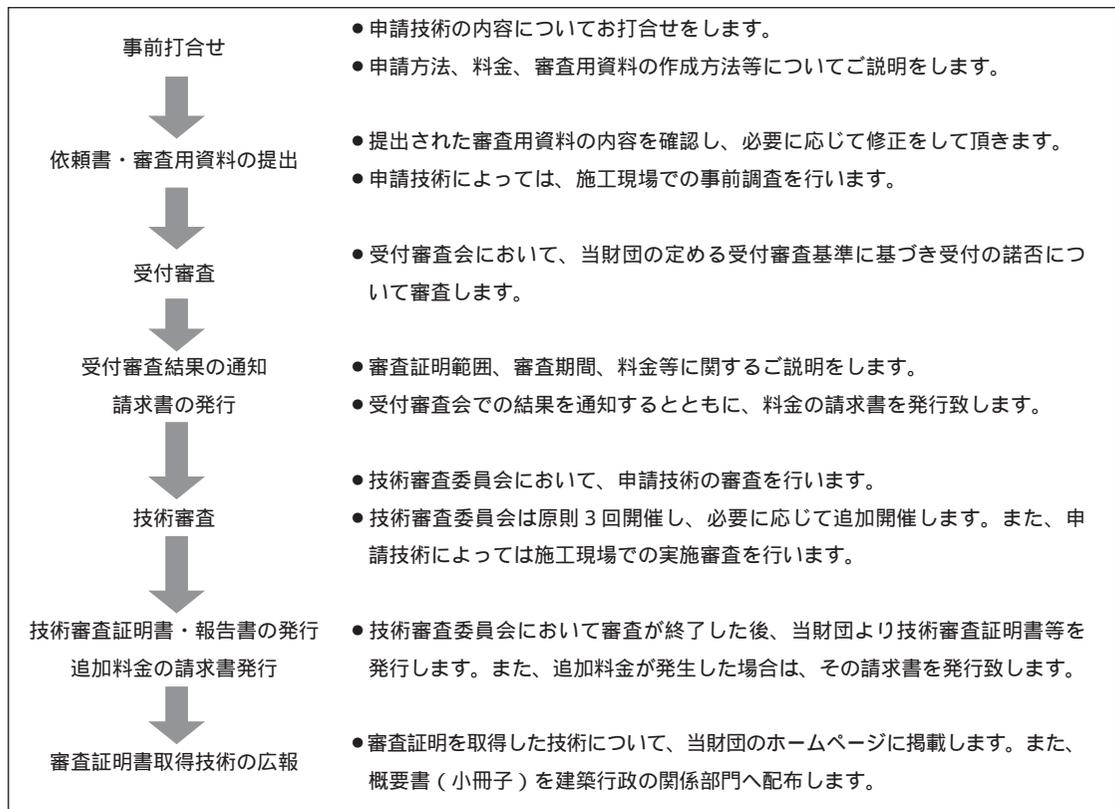
< BLでの対象技術 >

住宅等の施工、構造方法、維持管理、改修、解体等にかかる技術  
住宅等の部材、部品等にかかる技術  
住宅等の有効活用等に資する技術

< 対象技術の具体例 >

アスベスト飛散防止処理技術  
地盤改良工法  
外壁補修改修技術  
防水改修技術  
外壁(屋上)緑化技術 e t c .

標準的な審査証明取得までの流れ



世に普及させたい自慢の技術がございましたら、先ずはご相談ください。

相談窓口は、財団法人 ベターリビングつくば建築試験研究センター 企画管理室

TEL 029-864-1745 FAX 029-864-2919

どんな些細な質問でもお待ちしております。

# 建築研究部の新設

企画管理室長 犬飼 達雄

## はじめに

つくば建築試験研究センターは、旧称・財団法人住宅部品開発センターの試験機関として1981年9月に“性能試験場”として開設され、現在の財団法人ベターリビングへの名称変更が行われた1988年に筑波建築試験センターへ名称変更が行われました。その間、優良住宅部品などに対する試験を中心として業務を展開しつつ、順次、断熱性試験、遮音性試験、防耐火試験、各種構造試験、アスベスト飛散防止処理試験、ホルムアルデヒド等の空気質試験など試験業務の拡大を行ってきました。また近年では、大臣認定に係る性能評価や当財団独自の技術評価である評定業務、建設技術審査証明事業などの他、国や独立行政法人あるいは国外からの受託業務など、試験に関する技術に加えて、関連する高度な専門的な知識、能力を必要とする業務が増えつつあります。

これらの業務への対応を図り、信頼される技術情報の提供を可能とする社会的使命を全うするためには、当財団の業務基盤とすべき各技術分野において、先導的な技術の涵養を行いつつ、地球環境の保全および建築分野の安全安心に寄与する一層の技術の研鑽に努めることが必要となってきました。そのため、本年度当センターに新たに研究的業務を実施する環境を整備することとし、建築研究部を新設しました。

今回の組織変更により、当センターは1室3部制となりました(図1参照)。企画管理室では、当センターの事務管理を行うとともに、安

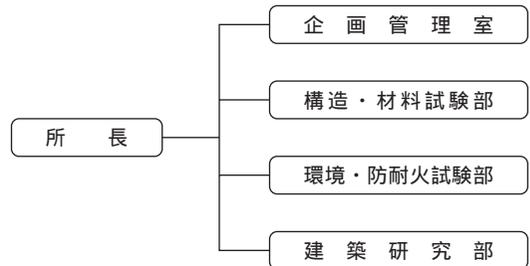


図1 つくば建築試験研究センター組織図

全衛生管理、試験品質管理並びに普及・広報業務を行っています。また、一般企業等からの委託試験、大臣認定に係る性能評価や評定などの技術評価業務は、分野に応じ構造・材料試験部と環境・防耐火試験部において業務を行っています。ここでは、本年新設されました建築研究部での業務概要について、ご紹介いたします。

## 建築研究部の概要

### 1. 研究の対象

建築研究部で実施する研究内容は、当財団で定めたミッションおよび当センターでの業務範囲に鑑み、次の内容を主体とした研究を行うこととしています。

- 1) BL試験方法の改定など、新たな試験・評価技術などの開発研究
- 2) 受託調査研究に伴う開発研究
- 3) 性能評価・評定業務にかかる技術の開発研究
- 4) 評定業務などのコアとなる技術項目に関する開発研究
- 5) 他機関との共同研究

## 6 学位の取得などに必要な研究

### 2. 研究実施体制

建築研究部での研究の実施にあたっては、次の体制で行うこととしています。

- 1) 研究課題は、原則複数名によるプロジェクト形の研究とし、課題ごとに研究責任者を置く。
- 2) 必要に応じて外部の学識経験者を招聘し研究の助言・指導を得る。
- 3) 建築研究部の職員は当財団試験部との併任とし、その任期は研究期間内とする。
- 4) 1 課題当りの研究期間は3年以内を原則とする。
- 5) 研究成果は学会等へ公表する。
- 6) 財団にとっての重要性、緊急性などに対する特別な研究課題については、人員、期間、予算について別途定めることができる。

### 3. 平成20年度の研究課題

本年度は建築研究部の初年度にあたり、構造分野、材料・施工分野、環境分野、防耐火分野より研究課題を選考し、表1に示す9課題について実施してきています。本年度の当センターでの研究費は、人件費を除き10,500千円を予算

化し、試験部より8名の職員を建築研究部に併任し研究業務を実施してきています。

## 今後の展開

当財団では、従来研究業務については、自主開発研究として毎年予算化して実施してきましたが、本年度からは当財団本部にサステナブル居住研究センターを新設し、当センターには建築研究部を新設することにより、事業の一環として本格的な研究業務を実施できる体制が整いました。従来の自主開発研究においては、個人レベルでの研究であったり、各研究者の自主性に基づく研究が主体となっている状況がありましたが、今回の組織変更によりプロジェクト研究などを本格的に運用することができる体制が整い、より高度で広範囲に亘る研究が実施できる運びとなりました。近い将来には各業界と連携したプロジェクト研究や委託研究などを進めるとともに、当財団の自主財源の他外部研究資金の獲得を得て、より安定した研究体制を維持し、より多くの方々に役立つ技術情報の発信に努めて参りますので、今後とも当センターをご支援頂ければ幸いです。

表1 平成20年度建築研究部での研究課題一覧

構造分野	「基礎杭の終局状態設計法に関する研究」(3ヵ年) 「木造住宅耐力要素の動的加振による耐震性能評価手法の検討」(2ヵ年)
材料・施工分野	「外装仕上材の付着性状評価に関する研究」(2ヵ年) 「コンクリートの乾燥収縮試験方法に関する研究」(3ヵ年) 「ホルムアルデヒド放散建築材料の放散特性と換気性能による濃度低減に対する検証」(2ヵ年)
環境分野	「設備系部品及び建築系部品の遮音性能測定方法に関する研究」(3ヵ年) 「基礎杭を用いた地熱利用ハイブリッド型省エネルギーシステムに関する研究」(3ヵ年) 「開口部の断熱性能向上での省エネルギー効果に関する研究」(1ヵ年)
防耐火分野	「防耐火性能試験の数値解析手法に関する研究」(2ヵ年)

# CASBEEのサポーターとして

住宅性能評価部 木内 康博

## 1. キャスビーからCASBEEへ

「キャスビーって聞いたことありますか？」CASBEE評価認証業務を担当してから、仕事で関係する設計事務所等の担当の方にことある毎に質問している。概ね「名前は聞いたことあるけど内容は知りません」とか「聞いたことありません」といった回答が返ってくることが多いので、一部の業界関係者を除いては「キャスビー」が何であるかを理解している人はそう多くはないようだ。ましてや一般への「キャスビー」の認知度はまだまだ低いことは、推して知るべしである。

また、「キャスビー」を「CASBEE」として認知した後も、CASBEEの理解までには、幾多の難所が待ち受ける。まず「CASBEE」として認知した者の内、数パーセントは、CASBEEが英語版のシステムではないかとの懸念から挫折する。CASBEEが日本版のシステムであることを知り、その困難を克服した者の内の数パーセントは、評価結果に訳のわからない重み係数を加味して、最終的に「BEE値」なる数値に変化することにちんぷんかんぷんになり挫折する。

CASBEEの評価ソフトがエクセルで簡易に構成されていることを理解して容易に自己評価が可能であることを知り、その困難を克服した者の内、数パーセントは評価項目数の多さ(住宅性能表示制度の新築の表示項目10分野32項目に対して、CASBEEは6分野102項目!)に閉口して挫折する。評価認証に関係する者にとっては評価項目数を受け入れてその困難を克服したもの

の、根拠資料の取りまとめ・確認に嫌気がさし手が止まる。結果、幾多の困難を乗り越えてCASBEEマスターとなった者は、「キャスビー」を「CASBEE」として認知した者の内の一部であった、という話は、極端かもしれないが、私自身CASBEEの資料に目をやってこうしたことに窮したことが多々あったので、CASBEE評価マニュアル等の資料をご覧になったことのある方は、こうした経験をお持ちの方もいるのではないだろうか？

CASBEEにはこうしたとっつきにくさはあるものの、CASBEEが活用される機会は、今後増えることが予想されるので、皆さんの建築に関する一つの知識として、CASBEEのいろはをぜひ理解していただきたい。また、ベターリビングでは今年度からCASBEEに関連してCASBEE評価認証業務をスタートさせている。「キャスビー」が「CASBEE」として認知されるとともに、CASBEEが有効な評価システムであることが理解され、結果、評価認証が普及しないと、我々が行う評価認証業務の母数も増えないので、業務紹介は最小限にとどめて、まずは紙面を借りてCASBEEについて紹介させていただくこととしたい。

さらに、自治体等がCASBEEを活用してさまざまな方策を実施・検討していることを知れば、CASBEEを理解しようとするモチベーションを更に高めることにもなるかと思うので、CASBEEの紹介と併せてさまざまな方面でのCASBEEの活用事例についても紹介させていただくこととしたい。

## 2. CASBEE総論

### 2.1 建築物の環境性能効率という概念

CASBEEを簡潔にいうと、建築物の環境性能を客観的にランク付けするシステムとなるが、ここでいう「環境性能」の定義がCASBEEを語る上で重要となる。

CASBEEとは略語で正式には、Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiencyという。日本語では、建築物総合環境評価システムと訳されているが、ここで英語と日本語の内容に一部違いがあることをお分かりだろうか？

日本語では単に環境評価システムとされているが、英語では、後段の内容に建築物の環境効率という意味が含まれてくる。この環境効率という概念が、CASBEEと他の諸外国で利用されている環境評価システムとの違いでもあり、はじめてこうした環境性能評価システムに導入された概念とされる。

CASBEEでは、この環境効率の概念に基づいて建築物の環境性能効率(BEE: Building Environmental Efficiency)という指標が提案されている。このBEE値は建築物のランク付けの指標となって建築物の環境品質(Q: Quality)を分子として、建築物の環境負荷(L: Load)を分母として算出され、Q(建築物を利用する人間の生活アメニティの程度)をより向上させた場合やL(外部への環境影響の負の側面)をより低減させた場合に高い値を得ることができる。

$$\text{環境性能効率(BEE)} = \frac{Q(\text{建築物の環境品質・性能})}{L(\text{建築物の外部環境負荷})}$$

### 2.2 ランク付けによる表示

BEE値によるランク付けは5段階で行われる。最も低いランクのQ(劣っている)から始まりB(やや劣る) B+(良い) A(大変良い)と続き、最も高いランクのS(素晴らしい)の順にBEE値が大きいほど高いランクが付与される。図1は評価認証書にも記載されるグラフであり、BEE値

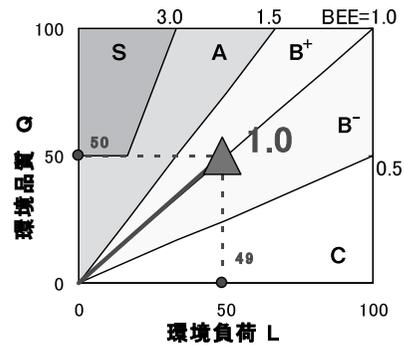


図1 評価ランクを示すグラフ

は、原点とQとLの結果によりプロットされる点とを結んだ直線の勾配となる。また、QとLの評価結果の数値の交点の位置によって当該建築物のレベルが判るようになっている。

なお、最高ランクの「S」には、Q値の下限値が設定されている。標準(Q値が50)以上の環境品質・性能がないとSランクを取得することはできない。

さらに、CASBEE評価ソフトの2008年版からは、このグラフ表示に加えて星の数でランクが表示されることとなっている。なお、ランクSは

で示され、が標準的なランクとなるが、こののランクはB+であり標準よりも良い程度を指すということに注意が必要である。

### 2.3 仮想閉空間の設定

もう一つCASBEEの評価においてポイントとなるのが、「仮想閉空間」という概念である。CASBEEにおいては、図3に示されるような建物敷地の境界や最高高さによって区切られた空間を「仮想閉空間」として定義し、仮想閉空間内の建築物の環境品質と仮想閉空間を越えて外部に達する環境影響の負の側面をそれぞれ評価することとなる。

CASBEEの評価認証においては、1申請で「1敷地1建物」が原則となるので一般に仮想境界は敷地境界線となるが、一団地による開発等で複数の建物が敷地内に立地している場合には、敷地内に仮想境界線を設定する必要がある。

1-1 建物概要		1-2 外観	
建物名称	○○ビル	階数	地上○○F
建設地	○○県○○市	構造	RC造
用途地域	商業地域、防火地域	平均居住人員	XX 人
評価区分	地域区分V	年間使用時間	XXX 時間年
建物用途	事務所	評価の段階	実施設計段階評価
竣工年	2011年12月 予定	評価の実施日	2008年7月8日
敷地面積	XXX m <sup>2</sup>	作成者	○○○
建築面積	XXX m <sup>2</sup>	確認日	2008年7月10日
延床面積	15,000 m <sup>2</sup>	確認者	○○○

外観のイメージ  
 図表は別紙からとります  
 シートの保護を解除してください

### 2-1 建築物の環境効率 (BEEアंक&チャート)

BEE = 1.0 ★★★★★

### 2-2 大項目の評価 (レーダーチャート)

### 2-3 ライフサイクルCO<sub>2</sub> (意味化指標チャート)

このグラフは、LR2中の「地球温暖化への配慮」の内容を、一般の建築物（参照値）と比べたライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量の目安を示したものです

### 2-4 中項目の評価 (バーチャート)

Q のスコア = 3.0

#### Q1 室内環境

Q1のスコア = 3.0

#### Q2 サービス性能

Q2のスコア = 3.0

#### Q3 室外環境 (敷地内)

Q3のスコア = 3.0

LR のスコア = 3.0

#### LR1 エネルギー

LR1のスコア = 3.0

#### LR2 資源・マテリアル

LR2のスコア = 3.0

#### LR3 敷地外環境

LR3のスコア = 3.1

3 設計上の配慮事項		備考
総合	① 設計における総合的なコンセプトを随所に記載してください。	① 上記の6つのカテゴリにおいて、建築工事における廃棄物の削減・リサイクル、歴史的建造物の保存など、建築物の環境性能としてOASREで評価し難い、環境配慮の取組みがあれば、ここに記載してください。
Q1 室内環境	① 「Q1 室内環境」に対する配慮事項を随所に記載してください。	① 「Q3 室外環境 (敷地内)」に対する配慮事項を随所に記載してください。
Q2 サービス性能	① 「Q2 サービス性能」に対する配慮事項を随所に記載してください。	
Q3 室外環境 (敷地内)		
LR1 エネルギー	① 「LR1 エネルギー」に対する配慮事項を随所に記載してください。	
LR2 資源・マテリアル	① 「LR2 資源・マテリアル」に対する配慮事項を随所に記載してください。	
LR3 敷地外環境	① 「LR3 敷地外環境」に対する配慮事項を随所に記載してください。	

■CASBEE: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (建築物社会環境性能評価システム)  
 ■Q: Quality (建築物の環境品質), L: Load (建築物の環境負荷), LR: Load Reduction (建築物の環境負荷削減), REE: Building Environmental Efficiency (建築物の環境効率)  
 ■「ライフサイクルCO<sub>2</sub>」は、建築物の設計・施工・運用、改修、解体廃棄に至る一生涯の二酸化炭素排出量で、建築物の寿命年数で除した年間二酸化炭素排出量のこと  
 ■評価対象のライフサイクルCO<sub>2</sub>は排出量、Q2、LR1、LR2中の建築物の寿命、省エネルギー、省資源などの項目の評価結果から自動計算された  
 ■100%の達成条件等については、「100%達成条件シート」を参照ください

図-2 評価結果の表示例

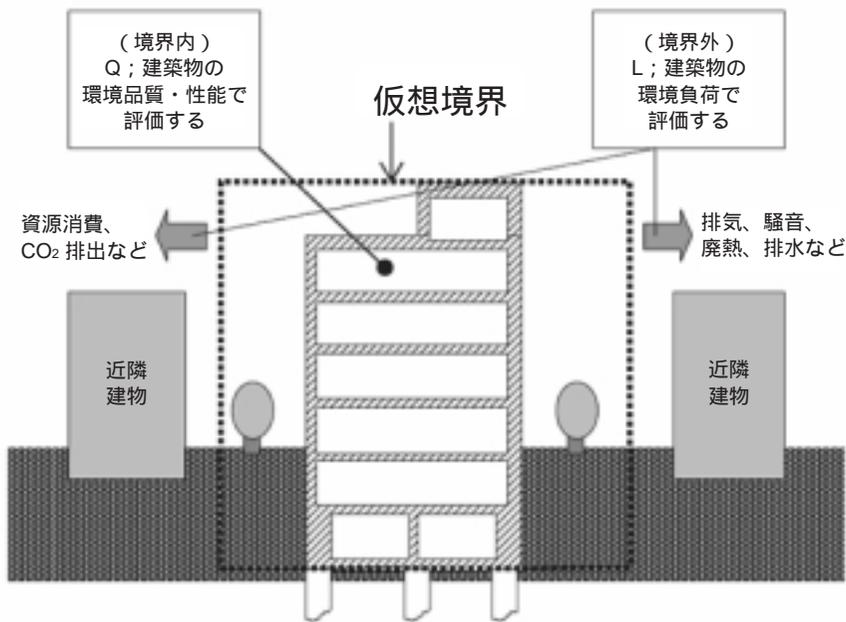


図3 仮想閉空間の概念図

出展：「CASBEE新築評価マニュアル(2008年版)」（財団法人建築環境・省エネルギー機構発行）

## 2.4 CASBEEの評価の流れ

次に前項で説明したBEE値を算出するまでの評価の流れについて説明する。

表1をご覧ください。これは、CASBEE新築-2008年版における評価項目の一覧である。Q及びLを算出するためにはこれら各評価項目の評価レベルを決定し、この評価レベルの値に各項目で既に決定されている重み係数を乗じて大項目毎(Q1,Q2,Q3,LR1,LR2,LR3)のレベルが決定される。

この一連の計算は、ややこしいが実は、各評価項目で決定した評価レベルをCASBEE評価ソフトに入力するだけで、 $Q = 25 \times (SQ1)$ とか、 $L = 25 \times (5-SLR)$ の採点過程の計算式などを覚える必要なく、自動的に算出することができるので、評価項目のレベルが決定しさえすれば最終的なBEE値が自動的に算出されることとなっている。ちなみに各評価項目の評価レベルは原則として5段階に設定されており、レベルの数値が高いほど優れた性能を有することを意味する。レベルの程度としては、レベル1が建築基準法や建築物に求められる最低限の必須要件程度、レベル3が一般的な水準として判断される程度を示している。

また、各評価項目のレベルの決定に当たっては、建築物の仕様がレベルに応じた基準に適合しているかどうかを評価することとなるが、この基準は建物のライフサイクル毎に「CASBEE-新築」「CASBEE-既存」「CASBEE-改修」として評価マニュアルという形で公表されている。さらに、基準は適用する建築物の用途毎に異なってくるので、詳しくは評価マニュアルを参照されたい。

## 2.5 重み係数の設定

項目毎に評価したレベルの数値には、全て重み係数を乗じて最終的なBEE値が算定される。この重み係数は、大項目については、表2に示すような数値が採用されており、さらに中項目、評価項目とそれぞれの数値が定められている。CASBEEに関する実務者にとっては、よりよいランクを得ようとするれば、重み係数を軽視することはできないので、評価に先駆けて重み係数の配分を確認することをお奨めしたい。例えば、Q-1の光・視環境に関する項目の各評価項目の重み係数は昼光利用で0.3、グレア対策で0.3、照度で0.15、照明制御で0.25となっており、

表 1 CASBEE 評価項目一覧

建築物の環境品質 ( Q )		
Q1 室内環境	1 音環境	1.1 騒音
		1.2 吸音
	2 温熱環境	2.1 室温制御
		2.2 湿度制御
		2.3 空調方式
	3 光・視環境	3.1 昼光利用
		3.2 グレア対策
		3.3 照度
		3.4 照明制御
	4 空気質環境	4.1 発生源対策
		4.2 換気
		4.3 運用管理
Q2 サービス性能	1 機能性	1.1 機能性・使いやすさ
		1.2 心理性・快適性
		1.3 維持管理
	2 耐用性・信頼性	2.1 耐震・免震
		2.2 部品・部材の耐用年数
		2.3 適切な更新
		2.4 信頼性
	3 対応性・更新性	3.1 空間のゆとり
		3.2 荷重のゆとり
		3.3 設備の更新性
Q3 室外環境(敷地内)	1 生物環境の保全と創出	
	2 まちなみ・景観への配慮	
	3 地域性・アメニティへの配慮	3.1 地域性への配慮、快適性の向上
		3.2 敷地内温熱環境の向上
建築物の環境負荷低減性 ( LR )		
LR1 エネルギー	1 建物の熱負荷抑制	
	2 自然エネルギー利用	2.1 自然エネルギーの直接利用
		2.2 自然エネルギーの変換利用
	3 設備システムの高効率化	
4 効率的運用	4.1 モニタリング	
	4.2 運用管理体制	
LR2 資源・マテリアル	1 水資源保護	1.1 節水
		1.2 雨水利用・雑排水再利用
	2 非再生性資源の使用量削減	2.1 材料使用量の削減
		2.2 既存建築躯体等の継続使用
		2.3 躯体材料におけるリサイクル材の使用
		2.4 非構造材料におけるリサイクル材の使用
		2.5 持続可能な森林から産出された木材
		2.6 部材の再利用可能性向上への取組み
	3 汚染物質含有材料の使用回避	3.1 有害物質を含まない材料の使用
		3.2 フロン・ハロンの回避
LR3 敷地外環境	1 地球温暖化への配慮	
	2 地域環境への配慮	2.1 大気汚染防止
		2.2 温熱環境悪化の改善
		2.3 地域インフラへの負荷抑制
	3 周辺環境への配慮	3.1 騒音・振動・悪臭の防止
		3.2 風害、日照障害の抑制
		3.3 光害の抑制

各評価項目で同じレベルの評価結果となっても、重み係数の違いにより昼光利用の方が照度の項目よりも得点が高くなっていく。

表2 大項目の重み係数

評価分野	建物用途	
	工場以外	工場
Q1室内環境	0.40	0.30
Q2サービス性能	0.30	0.30
Q3室外環境(敷地内)	0.30	0.40
LR1エネルギー	0.40	
LR2資源・マテリアル	0.30	
LR3敷地外環境	0.30	

### 3. CASBEEの活用について

#### 3.1 自己評価と評価認証

ここからは、CASBEEの活用事例について説明する。説明に入る前に、CASBEEの自己評価と評価認証について触れることとしたい。CASBEEは元々、建築物の環境性能を自己評価するためのツールとして開発が行われてきた。こうしたCASBEEによる自己評価結果は、建築行政による活用や建築実務におけるコミュニケーションツール、また設計支援ツールとして活用され、一部の地方自治体では自己評価結果の届出を条例で定める例もある。一方で、評価結果を外部に大きく発信しようとすればするほど、その信頼性や客観性の確保が重要となり、自己評価結果の第三者によるチェックが必須となってくる。このCASBEEの自己評価結果に第三者のいわゆるお墨付きを与えるのが「評価認証制度」である。評価認証を得ることによって、認証結果を資産価値評価に活用したり、企業のCSR活動の一環としてPRしたりするなどの活用が図られている。評価認証制度は、IBECによる運用がスタートし、本年には、バタリービングを含む4機関が「財 建築環境・省エネルギー機構 (IBEC) より認定され認証を業務として行っている。

#### 3.2 地方自治体への届出

前項で説明したように、地方自治体では、一定規模以上の建築物について、CASBEEによる自己評価結果の届出を条例で定めている。一覧を表-3に示す。行政が一定規模以上の建築物に対してCASBEEによる届出を義務化したことにより、CASBEEに触れる人の裾野が確実に広がったといえる。

表3 自治体による届出制度一覧

自治体	制度名称
名古屋	建築物環境配慮制度(2004.4~)
大阪市	建築物総合環境評価制度(2004.10~)
横浜市	建築物環境配慮促進制度(2005.7~)
京都府	特定建築物排出削減計画書制度(2005.10~)
大阪府	建築物環境配慮制度(2006.4~)
京都府	特定建築物排出削減計画書制度(2006.4~)
神戸市	建築物総合環境評価制度(2006.10~)
川崎市	建築物環境配慮制度(2006.10~)
兵庫県	建築物環境性能評価制度(2006.10~)
静岡県	建築物総合環境性能評価制度(2007.7~)
札幌市	建築物環境配慮制度(2007.11~)
北九州市	総合環境性能評価制度(2007.11~)

【2008年11月現在(各自治体HPより)】

#### 3.3 優遇措置

CASBEEの一定ランク以上の結果により優遇措置を行う行政等もある。事例を表4に示す。

表4 優遇措置の事例

行政等	制度概要
大阪市	大阪市優良環境住宅整備事業(2005.7~) CASBEE大阪でAランク以上の住宅についてBEE値が高い順に採択を決定
名古屋	都心共同住宅供給事業(2005.11~) CASBEE名古屋の結果によって採択順位を決定
川崎市 横浜銀行	建築物環境配慮制度(2006.10~) CASBEE川崎の評価結果が 以上で店頭表示金利より1.2%優遇
川崎市 住友信託 銀行	建築物環境配慮制度(2006.10~) CASBEE川崎の評価結果が 以上で店頭表示金利より最大1.2%、 以上で店頭表示金利より最大1.5%優遇

## 4. 終わりに

「環境」というキーワードで、様々な分野で各種の取り組みが行われている。住宅・建築分野の代表の一つがCASBEEである。CASBEEは本文で示したように客観的に建築物の環境効率を示すためのツールであり、建築物の環境に係る「ものさし」となるものである。この「ものさし」は官民間問わず様々な事業で活用されて初めてその効果を発揮する。不動産業界では、CASBEEの評価結果を不動産取引における提供情報のひとつとして位置づけてCASBEEのランクを不動産評価の一つの指標にしようとする動きがあるという。こうしたCASBEEの活用を他にも広げることで、CASBEEを活用した高い環境性能を有する建築物の生産を後押し、ひいてはCO2削減を推進することにもつながっていくので、CASBEEに携わるものとしてこうした活動が広まることを応援させていただきたいと思う。

一方で、CASBEEは環境性能評価を行うシステムとして高い資質を備えたシステムであることは間違いないが、必要十分なシステムには至っていない。例えば構造的な問題として、CASBEEでは様々な環境性能にバランスよく対

応している建築物に高い評価を与えるが、特定の分野に特筆すべき性能を有するような場合には、その部分だけを取り上げて評価することはできない。また、評価基準の問題としてCASBEEでは建物用途別に基準を構成しているが、同じ基準を複数の用途に適用する場合もあるため、当該用途に対する基準としてはあまりそぐわないような内容や、Q3やLR3では定性的な内容の評価基準により基準の解釈に個人差が生じると思われる評価項目もある。

評価基準に関しては、幸いIBEC内に設置された委員会において毎年評価マニュアルの見直し作業が行われているので、毎年バージョンを重ねる毎によりわかりやすく、明快な基準にブラッシュアップされていくことを期待したい。また、CASBEEは様々な立場からの意見を取り入れるために「産官学」の研究体制によって開発が行われたと聞く。評価基準等の問題解決にあたって、ここは一つ、この体制に「認証」の審査を行う立場で現場を理解した認証機関の者を加えた検討体制を構築してはどうだろうか？CASBEE評価認証の裾野を広げるためにも認証機関はそうした労はいとわれない。



## 編集後記



日本人は靴を何足持っているのだろうか。ある調査によると、日本人が持っている靴の数は男性では4足以下が20%、5～20足が76%、20足以上が4%、女性では4足以下が6%、5～20足が71%、20足以上が23%という結果だったらしい。自分の持っている靴を数えてみたところ、以前だいが捨てたはずなのに25足あった。多い方だとは思っていたが、自分は4%の領域にいるらしい。

歩けば自ずと足跡も残る。雪国で育った自分は、幼い頃によく足跡を見ていた。雪が降り積もっているグラウンドを目標に向かって一直線に歩いて振り返ってみると、想像以上に蛇行して歩いていた事に驚く。今思えば「自分の思いこみ」の存在をこの時体験していた。

物事を進める際にも、熱が入りすぎると推進力が強すぎてあらぬ方向に向かっている事がある。一度我を振り返って適切な方向に軌道修正を行うためのゆとりも時には必要だ。

文章を書く事や読む事は自分を振り返る良いきっかけになると思う。本号も、皆様の軌跡の一つになっていただけると幸いです。

高橋 央

---

## BLつくば編集委員会

---

委員長 二木 幹夫  
主 査 犬飼 達雄  
委 員 安岡 博人 佐久間博文 安澤 雅樹  
大野 吉昭 金城 仁 小松 豊  
永谷 美穂 高橋 央

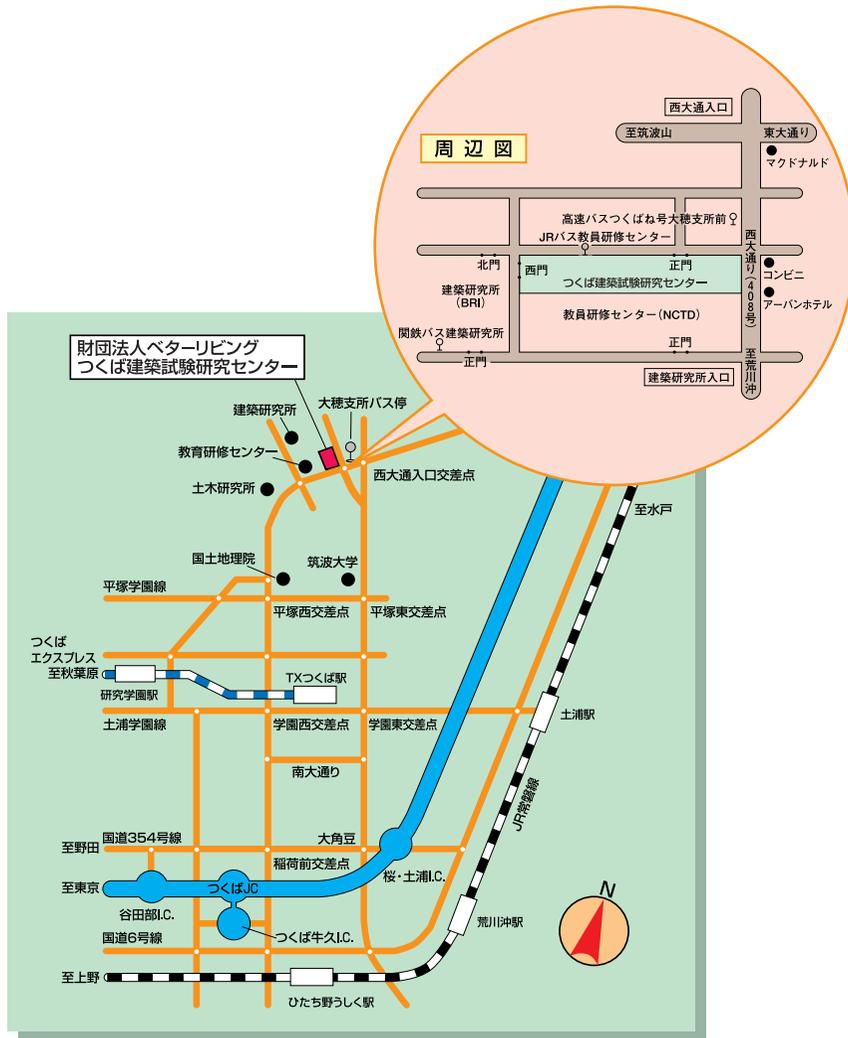
---

## BLつくば 第6号

---

発行年月日 平成20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 「つくば」 駅下車、タクシー約15分  
「研究学園」 駅下車、タクシー約10分
- 常磐自動車道 「つくば牛久I.C.」「桜土浦I.C.」より  
学園都市方面へ約15km。  
建築研究所隣、西大通り沿い。

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