

BLCKば

Vol. 13
2012

第13号

建築試験研究センター情報 平成24年8月



<特集>

◇住宅部品に必要な外力等の
算定根拠の調査

<試験研究情報>

◇平成23年度研究報告

<トピックス>

◇竜巻被害調査

<施設紹介>

◇フローリングの試験装置
について

一般財団法人
ベターリビング つくば建築試験研究センター



巻頭言	
要求性能と性能試験 深尾 精一	1
寄稿	
つくばの思い出と暑い夏 後藤 隆之	3
特集	
住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは	5
試験・研究情報 平成23年度研究報告	
骨材の静弾性係数および含水率がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響 大野 吉昭	30
試験体寸法の違いが耐火性能に及ぼす影響 金城 仁、水上 点晴	33
換気部品の適正な性能表示のための既存データの読み替え方法の検討 清水 則夫	36
木造住宅耐力要素の動的加力による耐震性能評価手法の検討 その2 耐力壁構面の静的加力及び振動実験 岡部 実	39
杭の長期水平抵抗力特性に関する検討 久世 直哉	41
東北地方太平洋沖地震による茨城県有施設の地震被害と耐震性能評価法の関係に関する研究 小室 達也	43
個別要素法による落石シミュレーション 余川 弘至	45
非破壊による鋼材識別に関する研究 その3 服部 和徳	47
トピックス	
第4回サステナブル建築賞「審査委員会奨励賞」受賞について 佐久間 博文	50
平成24年5月6日つくば市で発生した竜巻による被害調査報告 岡部 実、山口 佳春、水上 点晴	52
施設紹介	
フローリング試験装置の紹介 咸 哲俊	54
事業報告	
博士課程修了報告 水上 点晴	57
自己紹介 小矢崎 淳	58
自己紹介 坂田 浩二	59
編集後記	

要求性能と性能試験

サステナブル居住研究センター 深尾 精一

伝統的な住宅や建築の造り方は、経験の積み重ねによって、ゆっくりと進歩してきた。それに対し、従来の建築と大きく異なるものを造ろうとすると、何らかの工夫が必要となる。経験に基づく勘によって、新たな設計にチャレンジする場合もあるが、建築に対する要求性能を把握し、それに対応する造り方・構法を考え、その内容をあらかじめ実証するというのは、科学的に建築を捉え、工学的に建築を造ろうとする第一歩である。

例えば、超高層オフィスビルの外周壁は、カーテンウォールとして造られることが多い。今でこそ超高層オフィスビルは珍しいものではないが、初期のものは、経験でその外周壁を造ることはできなかった。強風時にどのような風圧がかかり、どのように雨が吹き付けるのか、地震時にも安全に造るにはどうしたらよいか。要求性能項目をリストアップし、その要求性能を設定し、それに見合う構法を設計したのである。

オフィスビルのカーテンウォールの場合には、要求性能が明確にされることは、その生産方式とも深く関係している。建物全体の設計をするのは設計者・建築家であり、外周壁の意匠デザインをするのも設計者であるが、具体的なカーテンウォールの細部設計を行うのは、カーテンウォールメーカーである。これは、建築家がディテールの設計図まで作成するという、伝統的な欧米の建築家の設計プロセスとは異なっており、現代の高度な工業生産方式が取り入れられ複雑化している建築の特徴と言ってよいであろう。大規模なビルの場合には、実物通りの

モックアップが作成され、カーテンウォールメーカーなどが所有する試験装置によって、様々な性能試験が行われている。水密性能や耐震性能などは、その試験方法もかなり以前から確立している。このようなプロセスを経て設計され生産されているカーテンウォールは、一定の性能が担保されている。事実、大規模な地震の際にも、カーテンウォールのガラスは、飛来物や重量家具のぶつかりなどがなければ破壊されておらず、一般の人からは、不思議に思われるほどである。このことは、要求性能を明確に設定して、必要があれば性能試験も行い、その上で構法を決定することが有効なことの証である。

住宅の場合も同様である。部分の設計が、住宅全体の設計者と異なっていて、生産方式も切り離されている場合、そして、部分の設計に新しい試みが行われる場合には、その部分の要求性能を明確にし、性能試験を行うことが意味を持つはずである。例えば、工業化された部品などは、その条件に適合する部分である。ただ、住宅の場合は、超高層オフィスビルのカーテンウォールのように、一棟ごとに特異なデザインが行われるのではない。また、その一棟ごとの事業費も限られている。したがって、一つの住宅の設計に当たって、部分ごとの要求性能を明確化し、性能試験を行うことは無理であろう。もっとも、大手住宅メーカーの工業化住宅の場合には、部分ごとに要求性能を設定し、それに合わせて開発した構法を性能試験でチェックすることは、通常行われていることである。

工業化住宅とは異なり、一つ一つ設計される住宅の場合、その部分について要求性能を設定し、性能試験を行うことの目的と方法はどのようなものだろうか。また、その際の課題は何だろうか。

住宅に用いられる部品は、設計者にとっては選択の対象であって、自らの設計の範囲外になる。ということは、要求性能を決めることがその部分の設計行為ということになる。しかし、カーテンウォールの場合のように、要求性能を設定して、それに見合う構法を設計し生産するというプロセスは、個別の住宅の場合にはとれない。住宅の設計者としては、本来的には、部分に関しても設計したいところであるが、部品を用いる場合には、それは選択という行為になる。カタログなどによって、部品の性能が明示されていれば、性能を確認して部品を選択すればよい。その部品の性能が比較しやすいように、要求性能の表示方法として定まっていれば、より適切な部品選択が効率よくできるようになるであろう。それが、住宅部品における要求性能のもつ意味の一つである。

部品の選択が設計行為の一環であるとする、設計の自由度・多様性を高めるためには、複数のレベルの要求性能が定まっていることが望ましい。例えば、サッシの防水性能や遮音性能を考えると、いくつかの等級が用意されていれば、その中から設計条件に合わせて選択することができる。したがって、複数のメーカーを対象とするような部品の要求性能の設定は、一つに決めるのではなく、何段階かを設定することが望ましいであろう。

ただ、何段階か用意するにせよ、要求性能を定めるということは、ある種のスタンダード、標準を定めることになる。その際に留意すべきことは、部品の進歩を妨げないような決め方をすべきことである。標準を定めて複数のメーカーが生産を始めると、その標準を変えるには多大な努力・調整が必要となる。戦後、公共集合住宅の建設が進められたときに、発注を適切

に行えるよう、KJ部品制度がつくられた。当初は住宅部品の近代化に大きな役割を果たしたが、規格を設定したことによる硬直化が問題となり、優良住宅部品認定制度、BL制度に移行したという経緯がある。具体的な部品の設計には自由度を与え、要求性能を定めるという考え方が導入されたのである。

要求性能の設定の持つ意味は、部品の種類によっても異なるであろう。機能が複雑で高度な部品の場合と、建材レベルの部品とでは、考え方も異なってしかるべきである。防火性能のように法適合を求められるような建材の場合には、要求性能は法令で定まるので、それに合わせた性能試験をすることになり、考え方は明快である。住宅性能表示制度の等級に適合するかどうかなども同様である。しかし、法規制による設計・生産の硬直化も、課題であると指摘されることが多い。標準を定めることと進歩発展との衝突の構図は同じである。要求性能を設定する場合に、常に心に留めておくべき課題である。

住宅部品開発における要求性能でもう一つ気になるのは、部品のデザインである。デザインも、広い意味では要求性能である。しかし、具体的な性能値として定めることは極めてむずかしい。ただ、現在の住宅のかなりの部分は、部品のアセンブリーで造られており、部品を組み合わせた結果のデザインが重要であることは、論を待たない。大手住宅メーカーの工業化住宅の場合には、そのことを意識して部品開発が行われている。

様々なメーカーが生産する部品を組み合わせて出来上がる住宅が、設計者の思い描く住宅に近づくためには、デザインが重要である。コロンニアル調であるとか、伝統和風調などといったデザインコードが要求性能として設定できるのであれば、それに合わせた部品開発が行われるかもしれない。伝統和風調のガス湯沸し器などというものが、そのような要求性能に合わせて出てくるようになれば、街並みも変わるかもしれない。そんなことは夢物語であろうか。



つくばの思い出と暑い夏

常務理事 後藤 隆之

本稿が「BLつくば」に掲載される頃には、夏の真っ盛りで、つくばの子供たちも夏休みを満喫していることだろう。

折角の寄稿を依頼されたので、暑い夏の時期でもあり、つくばの思い出と暑い夏について思いを綴ってみたいと思う。

まずは昔話から始めよう。

1985年(昭和60年)、ベターリビングの前身の(財)住宅部品開発センターに企画課長として着任した時、理事長は故梅村魁先生だった。梅村先生は皆さんご存知の通り、耐震工学の権威であると同時に無類のお酒好きで、良く酒宴にお誘いをいただいた。本郷界限をお供して、はしごしたことも今となっては懐かしい思い出である。そんな時の梅村先生は、偉大な先生というよりはむしろ粹人を絵にかいたような方で、独特の雰囲気をお供しておられた。若輩者の私などから見ればまるで雲の上の存在であった。そんな懐かしい酒宴の一つに、TBTLでのパーベキューパーティもあった。

当時のTBTLは、広大な敷地の中に、実験棟が1棟とハウス55プロジェクトで建設された建物が数棟点在しているだけの駆け出しの試験場で、そこに梅村理事長はじめ本部のメンバーが大学して訪れ、パーベキューパーティを楽しんだ。今のTBTLの施設の充実ぶりからは想像もできない情景だが、連綿とこのパーベキューパーティが続いているのはうれしい限りである。

その後、ずっとつくばとは縁がなかったが、06年の夏に国土技術政策総合研究所(国総研)の

都市研究部長としてつくばに着任することとなった。その年は前年12月からの冬の寒さが尋常ではなく、一八豪雪と言われた大雪の年だった。ところがその翌年の07年は前年とは打って変わって猛暑の年で、8月に熊谷で観測史上最高の40.9を記録するなど各地で記録的な高温に見舞われた年となった。

ちょうどその時、国総研で私が関わっていた研究テーマの一つが、暑い夏とは切っても切れないヒートアイランド対策の研究だった。

地球温暖化の問題が盛んに議論されていた時期で、過去100年間に日本全体で平均気温が1.5上昇しているのに対し、東京などの大都市はその倍の3.0気温が上昇しており、その差がいわゆるヒートアイランド現象によるものと言われていた。一方で、ヒートアイランドは、地表面の被覆、人工排熱、地形、気象条件などが相互に影響し、メカニズムが複雑で、科学的な知見が十分に得られておらず、未解明な部分が多い現象だとも考えられていた。

このため、建築研究所の足永さん達と共同で、ヒートアイランド現象を定量的に把握し、現象の再現やヒートアイランド対策効果を予測できる実用的なシミュレーション技術を開発する研究に取り組むこととなった。

様々な手法を駆使して研究を行ったが、特筆すべきは地球シミュレータ(スーパーコンピュータ)を活用し、都市空間10km四方を5mメッシュに分割して風向・風速、気温などを予測する途方もないシミュレーション技術を開発し、ヒートアイランド現象の再現に取り組もうとしたこ

とである。未知の分野であったが、試行錯誤の結果、当時としては最先端の成果を挙げられたものと自負している。

地球温暖化対策といえば、COP3の京都議定書以来、温暖化ガスの排出削減の目標が定められ、各国はその削減義務を負っている。更には、我が国では09年に当時の鳩山首相が2020年に90年比25%削減することを国際公約している。しかしながら、その目標達成は厳しく、ほとんど不可能な状況が明らかになってきている。

中環審(中央環境審議会)において検討されている温暖化ガス削減目標の6案においても、20年における削減目標は最大でも15%に止まり、これすら今後のエネルギー政策の動向によっては、更に大きく減少する可能性が見込まれているところである。

既に1年以上が経過したが、未だに各地にその爪痕を残す東日本大震災は、未曾有の津波被害をもたらすと同時に、福島第一原発の被災事故を引き起こし、我が国のエネルギー政策に大きな課題を突き付け、その転換を迫っている。

大震災発生直後、関東では東京電力による電力供給不足の懸念から、突発的な大規模停電を回避するため、一時的に計画停電を実施するとともに大口需要者に対して電力使用制限が発せられた。私自身は計画停電の実施予定エリアであったにもかかわらず、幸いにしてその直接的な影響を受けなかったが、都市の大規模停電というところある出来事を思い出す。

川口市役所に出向していた時、91年9月に市議会の視察の随行で広島市に赴いた。風台風として有名になった台風19号が過ぎ去った直後に広島空港に降りたったが、空港からホテルにバスで移動する際に異様な光景に出くわした。日中にもかかわらず、広島市の中心部に一切の明かりが点いていないのだ。信号も当然点滅していない。普段馴染みのない情景に不思議な感覚を覚え、一瞬ゴースタウンという言葉が頭を

よぎった。強風に伴う塩害が原因で広範囲にわたり停電が発生していたのだが、電気の供給が停止するという事は街がこのような状況になることなのかと強いショックを受けたことを覚えている。

今夏の電力供給も正に綱渡りの状況である。5月初め国内の全ての原発が稼働を停止した。東京電力管内はまだしも関西電力をはじめ原発依存度の高い電力各社は厳しい状況に置かれている。そんな中、福井県の関西電力大飯原発の再稼働が決定された。賛否両論渦巻く中で正に政治的決断だった。これにより関電管内の電力不足の最大の危機は当面回避されたものの、その供給余力は乏しく、決して予断を許さない状況に変わりはない。

福島第一原発事故は、正に我が国のエネルギー政策が今後どうあるべきかを国民に問いかけている。

原子力に代わる新しいエネルギー源として、再生可能エネルギーの活用がにわかに脚光を浴びている。太陽光、太陽熱、風力、地熱等々その対象は多岐にわたる。いずれも温暖化ガスを発生させず、地球環境に優しいエネルギー源として有望視されているが、いずれも電力を安定的に供給するという意味合いからはまだまだ克服すべき課題が多く、発電能力という観点から、今直ちに原子力発電にとって代わることができるほどのものではない。当面は、石炭、石油等の化石燃料に依存せざるを得ず、一方で温暖化ガス削減要請との両立にはかなりの困難が伴うこととなる。

電力不足は直ちに国民生活に重大な影響を及ぼす。生命の安全にかかわる事態も想定される。更には、我が国における経済活動に深刻な影響を及ぼすことも避けて通れない。全地球的課題としての温暖化対策を見据えつつ、これからの電力需給バランスをどのように確保していくのか。その明確な道筋を示すことが、今、最も重要な課題なのかもしれない。

住宅部品開発における 設定外力および環境条件の算定根拠とは

住宅部品の設計において、部品に要求される性能を整理し、要求性能に対応した設計を行い、その性能を確認することは重要です。

性能を確認するためには、つくば建築試験センターが業務として行っている性能試験による方法があります。試験技術者は決められた試験方法に従い試験を行い、試験結果をまとめ、判定基準が定められたものについては合否の判定を行うことができます。このような日常試験業務の中で、試験目的や判定基準算定根拠を意識して業務を行うことは、依頼者への信頼性向上につながります。

必ずしもベターリビングが定めた試験方法や判定基準がBestと考えず、Betterな試験方法や判定基準を目指すためにも、試験技術者として試験目的や判定基準の算定根拠の妥当性を絶えず意識すべきではないかと考えます。

そこで住宅部品に必要な外力等の算定根拠の調査として

1. 荷重外力
2. 温熱
3. 音(騒音、衝撃音)
4. 劣化外力(さび、紫外線)
5. 火災外力

の5項目について調査を行い、まとめることとしました。

今回の特集が多少なりとも住宅部品の設計に反映され、よりよい住宅部品が供給されていくことを期待します。

1.1 荷重外力

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その1

建築基準法に基づく荷重外力
固定荷重、積載荷重、積雪荷重

技術評価部 菅谷 憲一

BL部品は、それぞれの性能基準を設定する時に様々な荷重及び外力を想定している。ここでは、建築基準法に示されている「固定荷重」、「積載荷重」、「積雪荷重」について紹介します。

(1) 固定荷重、積載荷重、積雪荷重

荷重外力については、建築基準法施行令(以下、令という)第83条 荷重及び外力の種類が規定されています。条文は以下のとおりです。

第83条 建築物に作用する荷重及び外力としては、次の各号に掲げるものを採用しなければならない。

- 一 固定荷重
- 二 積載荷重
- 三 積雪荷重
- 四 風圧力
- 五 地震力

2 前項に掲げるもののほか、建築物の実況に応じて、土圧、水圧、震動及び衝撃による外力を採用しなければならない。

令83条に示されている荷重は、それぞれ、令84条 固定荷重、令85条 積載荷重、令86条 積雪荷重、令87条 風圧力、令88条 地震力に、詳細が規定されてます。

常時荷重とは、一般に「固定荷重」と「積載荷重」の2種類のことをいい、多雪区域では「固定荷重」、「積載荷重」及び「積雪荷重」の3種類のことをいう。多雪区域とは、その地方における垂直積雪量が1mを超える場合又は1年ごとの積雪の継続期間が30日を超える場合は、管轄の特定行政庁が指定する。

ここでは、常時荷重として取り扱われることがない「風圧力」、「地震力」及びその他の外力については、詳細な紹介を省略する。なお、「風圧力」及び「その他の外力のうち人の力」は、後述されている。BL部品の中で「地震力」を取り扱うものは、「ガレージ」のみである。ただし、「ガレージ」についても地震力となる「固定荷重」及び「積載荷重」が小さくなることが推定され、外力としては「風圧力」の方が大きくなると思われる(詳細はBLホームページの「BL認定基準のページ」参照)。

固定荷重

固定荷重の条文は、以下のとおりである。

令84条 建築物の各部の固定荷重は、当該建築物の実況に応じて計算しなければならない。ただし、次の表に掲げる建築物の部分の固定荷重については、それぞれ同表の単位面積当たり荷重の欄に定める数値に面積を乗じて計算することができる。《改正》平12政211、《改正》平16政210

令84条中の「次の表(同表)」のうち住宅関連部分を抜粋して、以下に示す(表1参照)。

表1 固定荷重抜粋(木造住宅関連抜粋)

建築物の部分	種別	単位面積当たりの荷重(N/m ²)	備考
天井	さお縁	100	つり木、受け木及びその他の下地を含む(天井面につき)
	繊維板張、打ち上げ板張、合板又は金属板張	150	
	木毛セメント版張	200	
	格縁	290	
床	板張	150	板張は根太を含む 畳敷は床板及び根太を含む(床面につき)
	畳敷	340	
	床張：張り間が4以下の場合	100	
	床張：張り間が6以下の場合	170	
壁	床張：張り間が8以下の場合	250	軸組(柱、間柱及び筋かい)の荷重150N/m ² を含み、その他に下地を含む(壁面につき)
	下見板張、羽目板張又は繊維板張	250	
	木ずりしっくい塗	490	
	鉄網モルタル塗	790	

積載荷重

積載荷重の条文は、以下のとおりである。

令85条 建築物の各部の積載荷重は、当該建築物の実況に応じて計算しなければならない。ただし、次の表に掲げる室の床の積載荷重については、それぞれ同表の(い)(ろ)又は(は)の欄に定める数値に床面積を乗じて計算することができる。《改正》平12政211

令85条中の「次の表」のうち住宅関連部分等を抜粋して、以下に示す(表2参照)。

表2 積載荷重抜粋(住宅関連等抜粋)

室の種類	構造計算書の対象 床の構造計算をする場合(N/m ²)	大梁、柱又は基礎の構造計算をする場合(N/m ²)	地震力を計算する場合(N/m ²)
住居の居室、住宅以外の寝室又は病室	1,800	1,300	600
事務室	2,900	1,800	800
自動車の車庫及び自動車通路	5,400	3,900	2,000
倉庫業を営む倉庫(一例)	3,900	3,120	2,535

積雪荷重

積雪荷重の条文は、以下のとおりである。

令86条 積雪荷重は、積雪の単位荷重に屋根の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量を乗じて計算しなければならない。《改正》平12政211

2 前項に規定する積雪の単位荷重は、積雪量1センチメートルごとに1平方メートルにつき20ニュートン以上としなけれ

ばならない。ただし、特定行政庁は、規則で、国土交通大臣が定める基準に基づいて多雪区域を指定し、その区域につきこれと異なる定めをすることができる。《改正》平12政211【告】《改正》平12政312

3 第1項に規定する垂直積雪量は、国土交通大臣が定める基準に基づいて特定行政庁が規則で定める数値としなければならない。《改正》平12政211、《改正》平12政312

4 屋根の積雪荷重は、屋根に雪止めがある場合を除き、その勾配が60度以下の場合においては、その勾配に応じて第1項の積雪荷重に次の式によつて計算した屋根形状係数 特定行政庁が屋根ふき材、雪の性状等を考慮して規則でこれと異なる数値を定めた場合においては、その定めた数値)を乗じた数値とし、その勾配が60度を超える場合においては、零とすることができる。

$$\mu_b = (\cos \theta)^{1.5}$$

この式において、 μ_b 及び θ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

μ_b 屋根形状係数

屋根勾配(単位 度)

《全改》平12政211

5 屋根面における積雪量が不均等となるおそれのある場合においては、その影響を考慮して積雪荷重を計算しなければならない。

6 雪下ろしを行う慣習のある地方においては、その地方における垂直積雪量が1メートルを超える場合においても、積雪荷重は、雪下ろしの実況に応じて垂直積雪量を1メートルまで減らして計算することができる。《改正》平12政211

7 前項の規定により垂直積雪量を減らして積雪荷重を計算した建築物については、その出入口、主要な居室又はその他の見やすい場所に、その軽減の実況その

他必要な事項を表示しなければならない。《改正》平12政211

積雪荷重は、多雪地域に指定されていない多くの地域では、短期の荷重として積雪量30cm分を見込んで設計(構造計算)をされています。

例えば、東京都23区内は、「30cm又は告示式による」ことになっています。つくば市内も30cmの積雪荷重で設計(構造計算)して良い地域が散見される状況です。

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その2

BL 部品の性能試験で設定されている積載荷重及び積雪荷重と判定基準

構造性能試験研究部 山口 佳春

BL部品の中で建築基準法により積載荷重の外力を性能基準に設定している部品は、内装床ユニットおよび物置ユニットであり、同様に積雪荷重の外力を性能基準に設定している部品は、外構系部品といわれるガレージ、物置ユニット及び自転車置場等があります。それらの外力についてその設定条件と判定基準について触れてみたいと思います。

前述のとおり、積載荷重及び積雪荷重は実況に応じて個別に算出することになっています。

しかしながら、工業化製品として出荷されるものについて、事前に設置場所を特定することはできないので、前提条件をはっきりさせた上で、積載荷重及び積雪荷重を設定しています。

(1) 積載荷重

内装床ユニットの床には、ある面積1.62㎡(1.8m×0.9m)に対して、積載荷重1,960N/㎡(200kgf/㎡)の値が性能基準として設定されている。住宅居室の使われ方を考慮してのものである。さらに載荷するのは、床の弱いと思われる位置(接合部を含み数ヶ所)を中心とした前述の面積となっていて、床全体が荷重に耐えられるかどうかというより、局部的な積載荷重試験

で、生活上の不具合が生じないかどうかといった観点からの試験といえるでしょう。

物置ユニットの床には、積載荷重 $4,500\text{N}/\text{m}^2$ の値が性能基準として設定されています。建築基準法施行令に示された床の構造計算をする場合の数値を比べると、住宅の居室の値($1,800\text{N}/\text{m}^2$)よりかなり大きく、自動車車庫及び自動車通路の値($5,400\text{N}/\text{m}^2$)より小さい値となっています。物置という性質上、家財を密集して収納することを想定して、この値を算定しています。

(2) 積雪荷重

ガレージの積雪荷重については、表1に短期積雪荷重を示します。一般地(あまり雪が降らない一般地で、雪が残らない地域)を想定したS1200型は、建築基準法施行令第86条により、積雪1cmにつき $20\text{N}/\text{m}^2$ の単位荷重により、垂直積雪量60cmを想定し、 $1,200\text{N}/\text{m}^2$ としています。多雪地(比較的雪が多く降る地域で、冬季には根雪が残る多雪地)を想定したS3000型は、積雪1cmごとに $30\text{N}/\text{m}^2$ の積雪荷重を設定し、垂直積雪荷重1.0mとして、 $3,000\text{N}/\text{m}^2$ としています。また、豪雪地(雪が多く降る地域で、根雪が残る豪雪地)を想定したS4,500型は、雪下ろしによる垂直積雪量1.5mとして、 $4,500\text{N}/\text{m}^2$ としています。これらの積雪荷重の値は、短期積雪荷重を示すものです。これらは、物置ユニット及び自転車置場においても同様な考え方です。なお、自転車置場にはS900型がありますが、S1200型と同様に一般地(あまり雪が降らない一般地で、雪が残らない地域)用のもので、積雪量を45cmとし、積雪1cmあたり $20\text{N}/\text{m}^2$ で算定したもので、雪があまり降らないというよりほとんど降らない地域を設定したものです。

表1 短期積雪荷重

区分	積雪荷重(N/m ²)
S900	900
S1200	1200
S3000	3000
S4500	4500

(3) 判定基準と実際の試験

内装床ユニット及び物置ユニットについて、床の積載荷重に対する判定基準を、表2に示します。常時生活する居室内の内装床ユニットの判定値のほうが、物置ユニットの判定値より若干厳しい値となっています。

表2 積載荷重に対する判定基準

部品	判定基準
内装床ユニット	床の弱いと思われる位置(接合部を含み数ヶ所)を中心とした面積 1.62m^2 ($1.8\text{m} \times 0.9\text{m}$)の位置に、砂袋、鉄袋又は鉄板を用い、 $1,960\text{N}/\text{m}^2$ ($200\text{kg}/\text{m}^2$)の等分布荷重を加え、最大たわみが3mm以下であること。
物置ユニット	床面に均等に $4500\text{N}/\text{m}^2$ の荷重を24時間加えた場合、根太等のたわみが5mm以下かつL/200(L:支点間距離)以下、及び床のたわみが根太間で10mm以下かつL/200以下であること。

外構系部品の積雪荷重に対する判定基準を表3に示します。ガレージについては、梁・桁、柱等の構造部材各部のたわみがL/150以下かつ残留たわみがL/800以下としているのは、平屋建てのガレージにおいては、梁等のたわみによる使用上の支障はなく、ある程度の復元性が保たれる範囲であれば多少の変形は容認できるとの判断し、「わかりやすい鉄骨の構造計算(社団法人日本鋼構造協会 編)を参考に設定しています。以上の点は、物置ユニット及び自転車置場で同様の考え方をしています。

表-3 積雪荷重に対する判定基準

部品	判定基準
ガレージ	梁・桁、柱等の構造部材各部のたわみが24時間載荷後にL/150(L:支点間距離)以下、かつ除荷後の残留たわみがL/800以下であること。また、載荷直後、24時間載荷後および除荷後に屋根部材部品等にはずれや、屋根面の曲げ降伏など使用上支障のある著しい変形がないこと。
物置ユニット	梁・桁等のたわみがL/150以下(L:支点間距離)であり、かつ除荷後の残留たわみがL/800以下であること。屋根部材部品等にはずれや、屋根面の曲げ降伏などの使用上支障のある著しい変形がないこと。
自転車置場	梁・桁等のたわみがL/150以下(L:支点間距離)であり、かつ除荷後の残留たわみがL/800以下であること。(両支持方式の場合)屋根部材部品等にはずれや、屋根面の曲げ降伏などの使用上支障のある著しい変形がないこと。

最後に、実際の載荷試験について少し触れます。当分布荷重の載荷用鉄袋についてです。つくば建築試験研究センターでは、積載荷重及び

積雪荷重を実施する場合、開所以来使用している鉄袋ですが、よく使われる砂袋と比べて以下のような特徴があります。

袋中に入っている鉄のチップで質量の割に体積が小さい

湿度変化にともなう質量変化の影響も受けにくい

鉄のチップを布袋にいれることで均等化される

1個あたり10kgまたは5kgとし、重機を用いず設置可能

質量校正後も比較的安定

鉄袋を用いた試験の実施状況を写真1に、また、鉄袋を写真2に示します。



写真1 物置の等分布荷重試験



写真2 鉄袋

(3) 風荷重(風圧力)

ガレージの速度圧 q は、令第87条及び平成12年建告第1454号により、W830型については、速34m/s、地表面粗度区分 に相当する830N/m²としています。W1040型については、基準風速38m/s、地表面粗度区分 に相当する1,040N/m²

とし、W1270型については、基準風速42m/s、地表面粗度区分 に相当する1,270N/m²としています。ここでいう基準風速及び地表面粗度区分は、あくまでガレージに作用する外力を設定する際の目安であり、それぞれの組み合わせを規定するものではありません。例えば、W1,040型では速度圧1,040N/m²としているが、これは基準風速40m/s、地表面粗度区分 や、基準風速30m/s、地表面粗度区分 などにおける速度圧を上回るものである。表4に、基準風速と地表面粗度区分の組み合わせによる速度圧の値を参考に示します。なお、本技術基準の対象とするガレージは平屋であるため、平成12年建告第1454号における E_r は、 $H < Z_b$ として計算しています。

表4 基準風速と地表面粗度区分の組み合わせによる速度圧

		地表面粗度区分				凡例
		I	II	III	IV	
基準風速 (m/s)	30	1427.34	959.81	644.96	555.72	W830型
	32	1624.00	1092.05	733.82	632.29	
	34	1833.34	1232.82	828.42	713.79	
	36	2055.37	1382.13	928.75	800.24	W1040型
	38	2290.09	1539.96	1034.81	891.62	
	40	2537.49	1706.33	1146.60	987.95	W1270型
	42	2797.59	1881.23	1264.13	1089.21	
	44	3070.37	2064.66	1387.39	1195.42	
	46	3355.84	2256.62	1516.38	1306.56	

(N/m²)

各部品の風荷重(風圧力)に対する判定基準を表5に示します。ガレージの判定基準は、風荷重(風圧力)による水平力又は地震力による水平力のいずれか大きいほうの入力について判定できる基準になっています。自転車置場については、風荷重(風圧力)が吹き上げ荷重として作用する場合を想定したものとなっており、部材のたわみ制限値も示されています。いずれも、基本的に本体の破壊・破損がなく、徐荷後に元に戻ることが基本です。こように、それぞれの判定基準によって、積雪荷重及び風荷重(風圧力)に対する安全性の確認を行うことになっています。

なお、ガレージにおいては、積雪荷重及び風荷重(風圧力)に対する安全性の確認には、試験のほか、許容応力度計算によることができるこ

とになっています。この点は、「鋼板構造の構造安全性の確保のための技術基準（優良住宅部品評価基準 ガレージ）」を参照してください。

表5 各部品の風荷重（風圧力）に対する判定基準

部品	判定基準
ガレージ	1) 壁、柱、梁、屋根及びそれらの接合部が破壊していないこと。 2) 除荷後に、使用上支障のない状態に復元できること。 3) 除荷後に、戸の開閉に対して著しい障害がなく、開閉操作力が100N以内であること。 4) 仕上げ材等を用いる場合は、除荷後の層間変形角が1/200以内（仕上げ材等が落ちない事が確認できる場合は1/120以内）であること。 5) 許容耐力が、設計荷重を上回ること。
物置ユニット	本体各部や戸の開閉に支障を生じる著しい変形がないこと。
自転車置場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 梁・桁等のたわみがL/150以下（L：支点間距離）であり、かつ除荷後の残留たわみがL/800以下であること。（両支持方式の場合） ・ 屋根部材部品等にはずれや、屋根面の曲げ降伏などの使用上支障のある著しい変形がないこと。

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その3
風荷重とサッシの性能試験

環境・材料性能試験研究部 下屋敷 朋千

私たちが使用するドアやサッシは、台風の時などに戸が外れたり、ガラスが割れたりすることのない様、安全を確認しておく必要があります。ここでは、ドア・サッシの風に対する安全性の確認方法についてお話しします。

ドア・サッシの風に対する強さを表すものとして、JIS A 4702:2012ドアセット、JIS A 4706:2012サッシにおいて耐風圧性能が規定されています。この、ドアやサッシの耐風圧性能とは、表1の様な等級と性能で規定されており、その確認はJIS A 1515:1998建具の耐風圧性試験方法により行います。耐風圧性試験には、圧力箱方式 建具の室外側に、加圧・減圧するための箱を取り付け、建具の室内・室外に圧力差が生じるようにした方式（JIS A 1515 3.定義より）の試験装置が用いられ、表1中の等級との対応値を最大値として製品に圧力を与え、性能確認が行われます。確認の結果、性能を満足したものに等級が与えられます。

ドア・サッシを選定するときに、このJISで得られた等級を参考にするわけですが、どの等級のものを選定すれば良いかは、使用する建物の高さ、立地・地域等の諸条件を考慮して検討しなければなりません。

建築基準法施行令第82条の5では、次のように定められています。

「屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁が、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によって風圧に対して構造耐力上安全であることを確かめること。（抜粋）」

ここで言う帳壁には、ドア・サッシも含まれており、法律上でもドア・サッシの風に対する安全性を確かめることが要求されています。

上記施行令の「国土交通大臣が定める基準に従った構造計算」は、平成12年建設省告示第1458号「屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件」で示されています。ドア・サッシの選定は、告示で得られた数値とJISの等級を照らし合わせて行います。

以下に、平成12年建設省告示第1458号による風圧力の算出方法の概要を示します。

『平成12年建設省告示第1458号による風圧力の算出方法』

$$W = \bar{q} \hat{c}_f$$

W：風圧力(N/m²)
 \bar{q} ：平均速度圧(N/m²).....式1より算出
 \hat{c}_f ：屋外に面する帳壁に対するピーク風力係数.....式2より算出

$$\bar{q} = 0.6 E_r^2 V_o^2 \quad (\text{式1})$$

E_r ：平均風速の高さ方向の分布を表す係数
 （平成12年建設省告示第1454号）

V_o ：基準風速（その地方における過去の台風の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて30m/sから46m/sまでの範囲内において国土交通大臣が定める風速）
 （平成12年建設省告示第1454号）

茨城県つくば市：34m/s

その他の地域は割愛します。

【Erの算出】

$$H \leq Z_b : Er = 1.7(Z_b / ZG)$$

$$H > Z_b : Er = 1.7(H / ZG)$$

H：建築物の高さと軒の高さとの平均(m)

Z_b、ZG、：地表面粗度区分に応じた数値

$$\text{ピーク風力係数 } \hat{C}_f = C_{pe} \cdot G_{pe} - C_{pi} \cdot G_{pi} \quad (\text{式2})$$

C_{pe}・G_{pe}：ピーク外圧係数

C_{pi}・G_{pi}：ピーク内圧係数

なお告示では、高さ13m以下の建築物、13mを超える建築物であっても高さ13m以下の部分で高さ13mを超える部分の構造耐力上の影響を受けない部分及び1階部分への適用が除外されています。

表1 JISのサッシ・ドアセットの耐風圧性能

等級	等級との対応値
S-1	800Pa
S-2	1200Pa
S-3	1600Pa
S-4	2000Pa
S-5	2400Pa
S-6	2800Pa
S-7	3600Pa

性能¹

- a) 加圧中、破壊がないこととする。
- b) スライディングは、召合せかまち、突合せかまち、召合せ中骨の最大変位が各々の部材に平行する方向の内のり寸法の1/70以下であることとする。
- c) スイングは、枠、無目・方立など、戸の周辺に接する部材において最大相対変位²が、15mm以下であることとする。
- d) スイングの両開きなどの召合せかまちは、最大変位²がその部材に平行する方向の内のり寸法の1/70以下であることとする。
- e) 無目・方立がある場合は、そのたわみ率が1/100以下であることとする。
- f) 6.8mm以上のガラスを使用する場合は、更に、各々の部材のたわみ率が、次の表の規定に適合するものとする。

部材名	たわみ率
中棧及び中骨	1/150以下
召合せかまち、突合せかまち、召合せ中骨	中棧、中骨あり 1/85以下
	中棧、中骨なし 1/100以下

- g) 除圧後、開閉に異常がなく、使用上支障がないこととする。

¹ 複層ガラス、合せガラスなどを使用する場合の性能は、構成するガラスのうち、
・厚い方のガラスの厚さが6.8mm未満の場合... a), b), c), d), e)及びg)を適用する。
・厚い方のガラスの厚さが6.8mm以上の場合... a)～g)を適用する。
² JIS A 4702 ドアセットの場合、閉じ側への加圧で測定する。

従って、高さ13m以下の建築物等に使われるドア・サッシは法的には除外されることとなります。しかし、法的には除外されるとしても生活上の安全に係わる問題でありますから、製品がどの高さまで安全に使用できるのかを把握しておくことは重要だと思われます。

この告示の適用除外部分について、業界団体の一般社団法人日本サッシ協会では風圧力の基準を設定していますので、参考にしてください。

表2 地表面粗度区分及び区分に応じた数値

地表面粗度区分	Z _b (m)	ZG (m)	
都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10
都市計画区域外にあって地表面粗度区分の区域以外の区域	5	350	0.15
都市計画区域内にあって地表面粗度区分の区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1,500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500m以内の地域(海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、建築物の高さが31m以下である場合を除く。)			
地表面粗度区分、又は以外の区域	5	450	0.20
都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

表3 帳壁の正のC_{pe}

H	5	1.0
H > 5	Z ≤ 5	(5/H) ²
	Z > 5	(Z/H) ²

H：建築物の高さと軒の高さとの平均(m)

Z：帳壁の部分の地盤面からの高さ(m)

：平成12年建設省告示第1454号第1第3項に規定する数値(地表面粗度区分がの場合にあっては、地表面粗度区分がの場合における数値を用いる。)

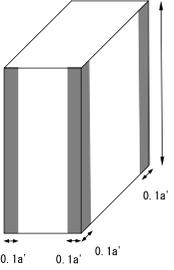
表4 帳壁の正圧部のG_{pe}

地表面粗度区分	Z ≤ 5	5 < Z < 40	40 ≤ Z
	2.2	左右に掲げる数値を直線的に補間した数値	1.9
	2.6		2.1
及び	3.1		2.3

Z：帳壁の部分の地盤面からの高さ(m)

表5 帳壁の負のピーク外圧係数

地表面粗度区分	H 45	45 < Z < 60	60 Z
一般部：	-1.8	左右に掲げる数値を直線的に補間した数値	-2.4
隅角部：	-2.2		-3.0



H：建築物の高さと軒の高さとの平均（m）
 a'：平面の短辺の長さとの二倍の数値のうちいずれか小さな数値（m）

表6 帳壁のピーク内圧係数

閉鎖型の建築物 (一般的な建物)	ピーク外圧係数が0以上の場合	-0.5
	ピーク外圧係数が0未満の場合	0
開放型の建築物 (ガレージ・倉庫等)	風上開放の場合	1.5
	風下開放の場合	-1.2

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その4
人の力

構造性能試験研究部 岡部 実

1. はじめに

建築基準法施行令第83条の荷重及び外力の種類では、固定荷重、積載荷重、積雪荷重、風圧力、地震力が主に規定されています。ところが住宅部品の荷重外力には、施行令で定めた荷重外力の他に、人の力を考慮しなければならない部品が多く見られます。住宅部品の設計において、作用する人の力の種類や大きさを特定することが必要です。人の力が作用する状況は、通常の使用状態と、危険時における安全確保の状態が考えられます。そこで住宅における危険箇所と、危険時に安全確保のために作用する人の力を調べました。

2. 住宅における危険箇所

ミサワホーム総合研究所ホームページ・住ま

いの安全を考える⁽¹⁾では、平成17年人口動態統計(厚生労働省)を用い、不慮の事故による死亡割合をまとめています。1年間に発生した不慮の事故死は約4万人、そのうち交通事故によるものが約1万人で4分の1以上を占めますが、転落や窒息などの事故も多く、これらを家庭の中での死亡事故として見ると、なんと交通事故を上回る12,781人にのぼることが報告されています。(図1参照)年代別にみると、死亡事故は高齢者に多く、軽傷事故は圧倒的に子供に多いと報告されています。

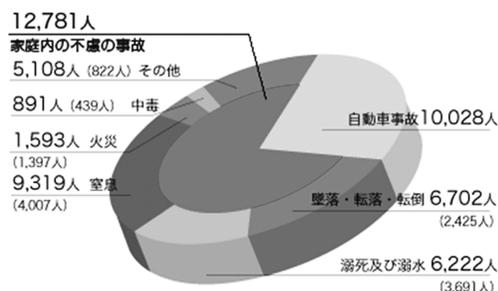


図1 不慮の事故の種類別に見た死亡割合
 (平成17年人口動態統計)
 (ミサワホームホームページより)

さらに日常の事故を落下型、接触型、危険物型に分類し、事故の種類と関係部位についてもまとめています。(図2参照)これによると落下型では落下・転落・転倒の事故の種類があり、手すり、階段、床仕上げや段差が関係部位としてまとめられ、住宅部品設計の参考になります。

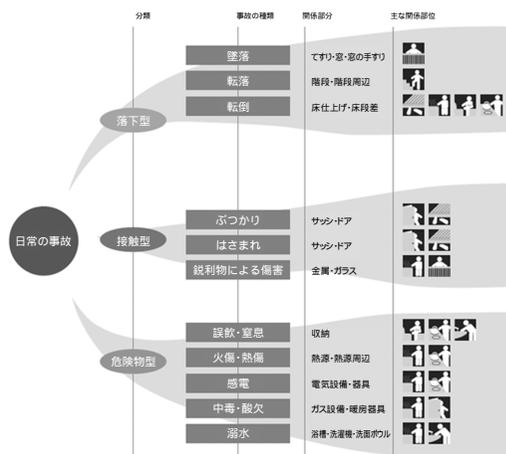


図2 住宅内事故の分類と関係部位
 (ミサワホームホームページより)

3. 人の力

手すりは人が落下しないための設備であるため、人がよりかかっても十分に耐える構造でなければなりません。そこで人がよりかかった場合の力を建築・室内・人間工学⁽²⁾では、図3のようにまとめています。当センターでも間仕切壁を想定し、人間が壁を押す力について、静荷重と動荷重について図4の調査⁽³⁾を行いました。

(単位: kg/1m幅)

	状態	実際	設計用
	一人がよりかかったとき	25	50
	一人が全力でよりかかったとき	150	300
	一人が押しつけられて苦しいとき	190	600
	集団で押すとき最前列は苦しくて悲鳴	600	適宜決定

図3 人がよりかかった時の力
(建築・室内・人間工学 鹿島出版会 より)

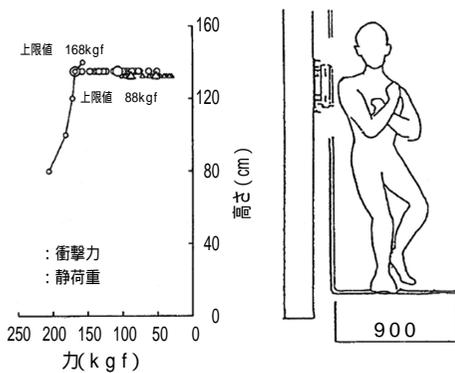


図4 壁を押す力

押すまたは引く力は、階段での昇降時の補助やバランスを崩した際の補助としての手すりに

作用し、玄関、浴室、トイレなど高齢者の動作補助部品の設計に必要となります。

建築・室内・人間工学では、押すまたは引く力を図5のようにまとめています。加力点の形状、高さや床仕上げの状況により異なることが注釈として記載されていますが、瞬間的には110kgf、連続的には30kgfとなっています。

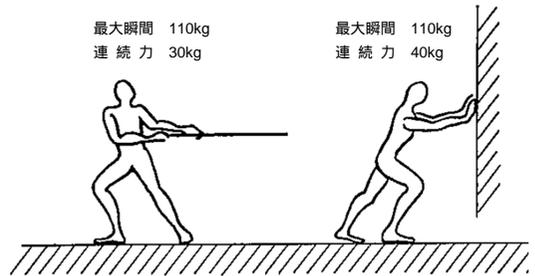


図5 押すまたは引く力
(建築・室内・人間工学 鹿島出版会 より)

落下による衝撃力 $F(N)$ は、質量 m 、落下高さ h 、衝撃時の速度 v 、衝撃作用時間 t とすると、エネルギー保存則と運動量の変化と力積の関係より以下のように表すことができます。

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad v = \sqrt{2gh} \quad mv = Ft$$

$$F = \frac{m}{t} \sqrt{2gh}$$

30kgのおもりを高さ50cmから落下させた場合の作用時間と衝撃力の関係を図6に示します。作用時間が短いものは、大きな衝撃力が加わることから、不具合が生じない程度の変形で衝撃力を低減させることも可能です。ただ不具合が生じない変形の規定は部品毎に異なる可能性があります。

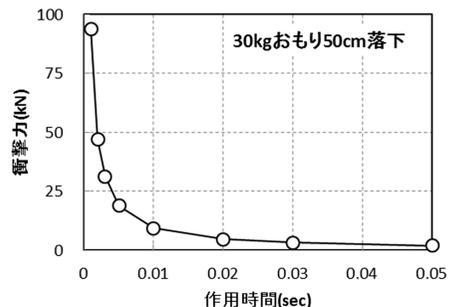


図6 おもり30kg・50cm落下の作用時間と衝撃力の関係

4. 参考文献等

- (1) ミサワホーム総合研究所ホームページ・住まいの安全を考える
http://www.misawa.co.jp/kodate/tokutyou/sumuhito/pop-up/safety/
- (2) 建築・室内・人間工学、小原二郎・内田祥哉・宇野英隆編 鹿島出版会1969
- (3) 岡部 実、集合住宅における内装間仕切パネルの変形性状に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)1994

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その5

人の力を想定したBL部品の外力比較

環境・材料性能試験研究部 大野 吉昭

1. はじめに

前項より、優良住宅部品(以下BL部品)では、人の力が製品に生じた場合の安全性について、評価する方法が示されています。しかし、製品は、建物の用途、使用される場所ごとに生じる力が異なってきます。例えば、墜落防止手すりは、集合住宅に多く用いられていますが、集合住宅の場合、住戸内の専有部と廊下等の共用部で、人が手すりに加える力が異なります。これは、専有部では住戸内の3~5名程度を想定していますが、共用部では災害時などの集団による人の力を想定しているためです。そのため、共用部に用いられる手すりには、専有部より大きな耐力が要求されます。

今回は、BL部品を対象に、優良住宅評価基準で要求される人の力を部品ごとに調査を行いました。

2. 調査対象部品

調査は、ベターリビングが独自に基準を定めている項目について表1に示す人の力による基準がある部品としました。調査対象は、現在(H24.4.1時点)遡定を行っている3品目、既に廃止された2品目の合計5品目が該当します。これらの部品は、人が触れることができる身近

な建築部品であり、利便性の向上が期待されることが特徴です。

表1 調査対象品目

区分	部品名
インテリア	歩行・動作補助手すり、内装ドア、内装壁ユニット
窓・手すり	面格子、墜落防止手すり

下線は、廃止された基準を示す

3. 部品別の人の力

部品別の人の力による外力を表2に示します。部品に生じる人の力は、荷重や衝撃など耐力に関わるものと、開閉繰り返し試験のような耐久性に関わるものに分けることができます。

耐力を必要とする場合、評価基準においては、30kgf、60kgf、120kgfで多くの判定値が示されています。その1から、1人が引く力は、連続的には30kgfであり、瞬間的には110kgfが生じるため、部品の用途ごとにこの値から判定値が定まります。次に部品別に解説します。

(1) 歩行・動作補助手すり

歩行・動作補助手すりは、階段室や浴室、トイレに設置されています。歩行補助手すりは、段差のある階段室に設置されることが多く、比較的多くの人に利用されており、手すりが壁面から脱落すると、重大な事故に繋がるため、要求性能が120kgfと大きくなっています。一方、動作補助手すりは、住戸内で用いられ、利用者が限られるため、要求性能が60kgfと小さくなっています。

(2) 内装ドア(2008年廃止基準)

内装ドアは、住戸内に設置されています。この部品の要求性能は、30kgfの項目が多く、いずれもたわみ量と併せて規定しています。これは、扉が周辺の枠材に当たるなど、開閉に支障がないことを確認するためです。内装ドアは、扉の変形が原因で人間が怪我をする可能性が低いいため、要求性能は、比較的小さな荷重値で決められています。ただし、長期間にわたって、扉の開閉が行われるため強度性能以外に、耐久性の項目も示されています。

表2 部品別の人の力による外力一覧

部品名	試験方法		評価基準	
	名称	加力位置	判定値	
歩行・動作補助手すり	歩行補助手すりの水平・鉛直荷重試験	レール中央	1,150 N	(120 kgf)
	動作補助手すりの水平・鉛直荷重試験	レール端部	590 N	(60 kgf)
		レール中央	590 N	(60 kgf)
内装ドア	曲げ試験	扉中央・剛性	294 N	(30 kgf)
	面内剛性試験	扉中央・強度	980 N	(100 kgf)
		戸っ手位置	294 N	(30 kgf)
	ねじれ強さ試験	扉下端	294 N	(30 kgf)
	分布圧強さ試験	扉中央	294 N	(30 kgf)
	衝撃強さ試験	扉中央	147 N・m	(15 kgf・m)
	ドアの開閉繰り返し試験	扉	10 万回	(10 万回)
	折戸の開閉繰り返し試験	扉	1 万回	(1 万回)
内装壁ユニット	分布圧強さ試験	壁1,350mm	1,765 N	(180 kgf)
	衝撃強さ試験	壁1,350mm	147 N・m	(15 kgf・m)
面格子	面格子の面外荷重試験 格子の強度	中央	1,000 N	(100 kgf)
		格子剛性	300 N	(30 kgf)
		格子強度	600 N	(60 kgf)
墜落防止手すり	手すりユニットの水平荷重試験	手すり・専有部	1,450 N/m	(150 kgf / m)
		手すり・共用部	2,950 N/m	(300 kgf / m)
		手すり・窓用	1,450 N/スパン	(150 kgf / スパン)
		トップレール	980 N/本	(100 kgf / 本)
	手すりユニットの鉛直荷重試験	手すり・専有部 / 共用部 / トップレール	1,600 N/m	(165 kgf / m)
		手すり・窓用	1,450 N/スパン	(150 kgf / スパン)
	下弦材の鉛直荷重試験	下弦材	1,150 N/スパン	(120 kgf / スパン)
R部		880 N/スパン	(90 kgf / スパン)	
窓用		980 N/スパン	(100 kgf / スパン)	
手すり子の強度	手すり子	490 N	(50 kgf)	

(3)内装壁ユニット(2007年廃止基準)

内装壁ユニットは、住戸内の間仕切りに使用される部材で、多くは、木製の芯組みにせっこうボードを貼り付けた構成になっています。

住戸内に用いられるため、人が寄りかかったり、ぶつかったりした際に損傷がないことが要求されます。壁には、人の肩の高さで力が加わることから、高さ1,350mmの位置に荷重または衝撃を加え、180kgf時のたわみ量と壁面の外観を評価します。壁に損傷があると、人が怪我をする可能性があり、また修理に手間が掛かるため、長期的に使用するためには、ある程度の性能が必要となってきます。

(4)面格子

面格子は、窓の外側に取り付けられるもので、防犯対策の一つとして使用される部品です。格子自体の脱落や破損防止のため、100kgfの強度が要求されています。また、格子が開かないように、たわみ量も定められています。

(5)墜落防止手すり

墜落防止手すりは、主に集合住宅の階段室や

ベランダに設置される、転落防止を目的とした部品です。建築基準法では、高さのみが規定されており、強度性能などは、ベタリビングが独自に定めている基準となります。墜落防止手すりの脱落は、人が転落するだけではなく、手すりの落下により、通行人などにも被害を及ぼし、重大な事故に繋がる可能性があります。

このことから、墜落防止手すりの要求性能は、他の部品より多くなっています。重要な項目は、手すり自体の強度であり、専有部では居住者の数から、150kgf/m以上が要求され、共用部では災害時においても損傷がないように、300kgf/m以上を要求しています。

4. 今後の課題

新しい部品が開発された場合、既存の基準では対応できない場合が考えられます。住宅に住まわれる方が、安全で快適に生活するためには、新たに開発された部品にも、基準を対応させていくことが重要な課題であると考えます。

1.2 温熱

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その1

環境基準値と生活に必要な基準（性能）

環境・材料性能試験研究部 清水 則夫

- 環境基準値について -

若い頃、環境基準値は人間の健康を最優先にして決めるものと思いこんでいました。その時に、シンポジウムか大学の授業で聞いたことが印象に残り書き残しているものがあります。最近、原発事故や原発の再稼働のニュースを見ていて、このメモのことを思い出し、読み直してみました。色々な基準等を定めるうえで重要なことと思うので紹介します。

内容は環境衛生学で、人間の健康の維持・増進のために基準を定めるために検討しなければならない事項についてです。

「環境衛生学では、人体の内部環境と外部環境の関係や相互作用を研究するのが重要である。

内部環境では、外部環境が変化したときに人体への影響を取り除く適用作用が働き、内部環境の恒常性が維持される。適応範囲内で適用作用が長期間続くと適応限度に変位が起こる(馴化)。適応作用・限度・変位・馴化は、もともと人体に備わっているもので、この適応限度以上に外部環境が変動すると、痛み 病気 死にいたるので、内部環境の現状を把握することが重要である。」という内容でした。人間だけではなく、国や社会・企業にも当てはまるように思えます。

自分の印象に残ったのは内部環境より、これから紹介する外部環境についてです。

外部環境は、健康保持のための、至的条件(最適条件、最も負荷の少ない条件)を決め、じょ限度(最大許容度)や最大許容値を定めます。この至的条件は、感覚的、生理学的、生産的な3方向から客観的に見出すことが重要とされています。ここで、感覚的・生産的な至的条件が含まれていることが印象に残りました。感覚

的至的な条件については、今も理解できておらず疑問にも思っているのですが、生産的な至的条件については、読みすすんでいただければ理解していただければと思います。

- 環境基準値は健康を考慮したもの？ -

いよいよ環境基準値を定める段階になります。前述したように古い資料なので、どこまで現在も踏襲されているのかわかりませんが、疑問に思われる原発事故後の放射能関係の基準値の変更なども、これから紹介する内容を考慮するとあり得ることかと思えます。

環境基準値は、「民主主義の社会においては、健康を害する要因をおこすものとのかねあいのもとで(科学的な根拠のもとに)両者の納得のいくものとしなければならない。」とされています。言い換えれば、環境基準値は健康保持のためにのみ作られたものではなく、環境基準値以内だからといって必ず健康が維持できるものとは限らないということです。この部分が、もっとも印象に残り、メモを残した要因です。

騒音基準値は、住宅専用地域、住居地域、工業地域などで異なっています。人間の健康を考えれば、同じ数値になるはずですが、この違いが前述した「健康を害する要因をおこすものとの兼合いによる」ということや「至的条件の中に生産的な至的条件」が含まれていることになります。騒音基準値は建物の性能で居住者の健康に害が生じないように対処できますが、原発事故の後、急遽基準値が変更された放射性物質については簡単に防ぐことはできません。ここで記載されている「両者の納得のいく科学的根拠」が明確に情報公示されなかったように思います。

次に、環境基準値を定めるには、「環境条件には種々の段階があり、それに伴う反応にも段階があるので、どのような環境条件のときにどのような反応を示すかという判定条件を確立する。」とされています。

そして、健康保持のための判定条件は表1のように示されています。

表1 健康維持のための判定条件

1st Stage
ある環境条件の数値がある値あるいはそれ以下の値であるなら、現在の知識にもとづく限り直接的にも間接的にも人間の持つ生理機能である反射・適応・自己防御反応を含めた変化が観察されないような環境条件。
2nd Stage
ある環境条件の数値がある値あるいはそれ以下の値であるなら、感覚器の刺激・環境の草木に影響が実際に起こってきそうな環境条件
3rd Stage
ある環境条件の数値がある値あるいはそれ以下の値であるなら、重要な生理機能の損害・慢性疾患・生命の短縮が起こるか、おこってきそうな環境条件
4th Stage
ある環境条件の数値がある値あるいはそれ以下の値であるなら、敏感な集団（人間）に対して、急性な疾患・死をもたらす環境条件

当時、環境基準値は、表1の1st Stageと2nd Stageの間あたりで定めるべきものですが、実際には2nd Stageと3rd Stageの間あるいは3rd Stageあたりで決められるものもありそうだと聞いた覚えがあります。3rd Stageあたりで決められた基準値が、現在、訴訟などで問題をおこしているものかもしれません。また、表1の1st Stageでは「現在の知識にもとづく限り」と記載されているので、基準値は情報が増えてきたときには勇気を持って変更する必要があるものと思います。

最近では、「民主主義の社会においては、健康を害する要因をおこすもののかねあいのもとで(科学的な根拠のもとに)両者の納得のいくものとしなければならない。」という個所は、環境基準値だけではなく、他の基準値作成や大飯原発の再稼働などの政治判断でも共通するものがあるように思えます。ただ、表1の3rd Stageあたりでは、両者の納得のいくものにはならない時代になってきたように思います。将来、悪政だったといわれない判断が下されることを願っています。

- 生活に必要な基準について -

今年の初めに家電量販店の暖房機器のコーナーで、「木造11m²(7畳)、コンクリート15m²(9畳)まで」という記載を見ました。購入者に使

用する部屋の大きさに適した製品を示すための基準です。「この基準を信じて大丈夫?」、「何を根拠に決めたの?」と思われる方もいると思います。自分が決めたわけではありませんが大丈夫です。

この雑誌が発行される頃は夏の暑い時期なので冷房の基準について紹介したかったのですが、自分が関係した委員会が暖房だったので、暖房について紹介することにします。

- 住宅の暖房設計は居住者 -

この基準については、一般社団法人日本ガス石油機器工業会のホームページの「ストーブ・ファンヒーターと暖房のめやす」にもう少し詳しく書かれています。

ここでは、「暖房の目安は、部屋の広さや建物構造により決まるが、いろいろな環境の影響も考慮して代表的な地域、住宅を例にとって表示している。条件によっては暖まりすぎたり、暖まらなかったりすることがある。ほとんどの暖房機は能力を小さく可変できるので、暖房機を選ぶ時には多少大きめのものを選ぶことをお勧めします。」と記載したうえで表2の「暖房の目安」を示しています。ほとんどの場合、居住者はこの目安を元に暖房機器を選定していると思われます。

表2 暖房の目安

部屋の 大きさ	温暖地		寒冷地	
	木造	コン クリ ート	木造	コン クリ ート
6畳	2.4kW	1.7kW	2.4kW	1.5kW
8畳	3.2kW	2.3kW	3.1kW	2.0kW
10畳	4.0kW	2.9kW	3.9kW	2.5kW
12畳	4.8kW	3.5kW	4.7kW	3.0kW
14畳	5.6kW	4.0kW	5.5kW	3.4kW
16畳	6.4kW	4.6kW	6.3kW	3.9kW

注1:「温暖地」とは室内外温度差が15の地域(東京、大阪など)を指し、「寒冷地」とは室内外温度差が30以上の地域(札幌など)を指します。

注2:温暖地の「木造」とは、木造戸建て住宅、「コンクリート」とは、コンクリート集合住宅を指します。いずれも1重窓で断熱材なしの建物です。断熱材が施している場合は、上記の能力を1.2で割った能力のもので足りません。

注3:寒冷地の「木造」とは、2重窓、断熱材(グラスウール)75mmの木造住宅、「コンクリート」とは、2重窓、断熱材(ポリスチレンフォーム)30mmのコンクリート集合住宅を指します。これ以上の高断熱住宅では、木造で1.2、コンクリートは1.5で割った能力のもので足りません。一般社団法人日本ガス石油機器工業会の自主基準。

この基準は、2000年度に日本ガス石油機器工業会に設置された「暖房機器の運転モード及び適室基準値の標準化に関する調査研究委員会の適室基準値分科会(委員長:宇田川光弘、工学院大学教授)での成果(平成12年度経済産業省委託工業標準化調査研究「暖房機器の運転モード及び適室基準値の標準化に関する調査研究成果報告書」、平成13年3月、社団法人 日本ガス石油機器工業会)をもとに作成されたものです。

- 暖房能力の高すぎる機種(高価)を購入していませんか -

委員会では詳細にわたって検討したのですが、表2の「暖房の目安」は一般の人にわかりやすくするために簡素化し、購入後に暖まらないというクレームが起こるのを避けるため、安全係数の高いものになっています。ここでは、報告書に示されている適室基準値を紹介します。

暖房の効果は、部屋の広さだけでなく、地域や建物構造(断熱性能)によって変わります。報告書では、地域と建物構造を住宅の性能表示制度に定められた建物の構造(断熱性能)と地域区分に分けてそれぞれの組み合わせごとに基準値を定めています。

建物の構造(断熱性能)の区分は、住宅の性能表示制度の省エネルギー対策等級に定められている等級です。この等級は4ランクからなり、表3に示したように省エネ法を取り込んだものとなっています。

表3 住宅の性能表示制度と省エネ法

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

表4 地域区分

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

性能表示制度では、地域区分を現行エネルギー基準(次世代省エネルギー基準)と同じにするため市町村レベルまで細分化していますが、これでは煩雑となるため、表4に示した都道府県単位で分類し、同一地域でも設計外気温が大きく異なる場合は補正係数を用いて適切な基準値を算出する方法をとっています。適室基準値を表5に示します。

東京(4地域)の木造住宅で10畳のリビングで使用する石油ファンヒーターを購入するとき、表2では無断熱の住宅で4.0kW、断熱材の施してある住宅では1.2で割って約3.3kWの暖房能力の機器を選ぶことになります。

最近の住宅は、気密性能に優れているため、シックハウス対策のために0.5回/h以上の換気回数を得ることのできる換気設備を設ける必要があります。そこで、住宅の換気回数を0.5回/hとして東京で断熱性能が等級3の住宅に居住している人が、先ほどと同じ条件で石油ファンヒーターを使用する場合、表5で選択すると1.9kWの暖房能力の製品で良いことになりま

す。表2で選択した場合と大きく異なります。

前述したように表2の目安は、一般の人にわかりやすくするために簡素化し、購入後の暖まらないというクレームを避けるために、住宅の断熱性能は低いもの、地域区分は2分割にして出来るだけ寒い地域を対象にして作成されているため、このような差が生じたこととなります。

居住者が自分の住まいの特性を良く勉強して買い物をする、節約につながるようになります。また、極端に能力の大きい機器を使用すると効率が悪くなることもあるので、適切な能力の機器を使用するとCO₂削減にも協力できます。

個人の方が最適なものを選別するのは難しいかもしれませんが、住宅性能表示制度の省エネルギー対策等級の評価書のある住居にお住まい

の方は、評価書に示された地域と等級を見て挑戦する価値があると思います。

先に換気回数0.5回/hで暖房機器の選定を行いました。0.5回/hの換気回数があれば開放型の暖房機器を使用しても室内の空気環境が維持できるということではありません。最近建設された住宅は、この程度の換気回数しか得られていない場合が多いので暖房機器の選定基準を0.5回/hとしました。しかし、開放型の暖房機器を使用する場合は、表5に示されている1.5回/h程度の換気回数は必要と思われます。

換気回数を含め、地域と住宅の断熱性能のマトリクスで示された暖房の適室基準値の詳細については機会があれば紹介させていただきます。

表5 適室基準値

構造	換気回数		0.5回/h				1.0回/h				1.5回/h			
	外気温度	地域区分	等級1	等級2	等級3	等級4	等級1	等級2	等級3	等級4	等級1	等級2	等級3	等級4
木造	-15		170	140	130	110	200	160	150	140	220	180	170	160
			280	230	210	180	320	260	240	230	360	290	280	260
	-10		240	170	130	110	270	190	150	130	290	210	170	150
			410	280	210	180	440	310	240	210	470	340	280	240
	-5		220	160	120	100	230	180	140	120	250	190	150	130
			360	260	190	160	370	290	230	190	410	310	240	210
	0		230	140	120	88	240	160	130	100	250	170	140	110
			370	230	190	140	390	260	210	160	410	280	230	180
	0		230	220	120	88	240	230	140	100	250	240	150	110
			370	360	190	140	390	370	230	160	410	390	240	180
コンクリート	-15		160	140	92	94	180	160	110	120	210	180	140	140
			260	230	150	150	290	260	180	190	340	290	230	230
	-10		180	150	110	77	200	170	130	100	220	190	140	120
			290	240	180	120	320	280	210	160	360	310	230	190
	-5		180	150	100	82	190	170	120	100	210	180	140	110
			290	240	160	130	310	280	190	160	340	290	230	180
	0		190	130	100	74	200	140	110	87	210	150	120	100
			310	210	160	120	320	230	180	140	340	240	190	160
	0		190	160	100	74	200	180	120	87	210	190	130	100
			310	260	160	120	320	290	190	140	340	310	210	160

単位：【W/m²】(上段) 【W/畳】(下段)

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その2

熱伝達率

環境・材料性能試験研究部 成 哲俊

1. はじめに

住宅部品の断熱性能を評価する指標として、熱の伝えやすさを表す熱貫流率が用いられています。熱貫流抵抗もよく見られますが、熱貫流

率の逆数ですので、熱貫流率が分かれば求められる値です。熱貫流率は、住宅部品自体の構成や構成材料の熱伝導率だけで決まる値ではありません。まわりの空気状態(温度、流速)や対向する物体の表面温度など周囲環境の影響を大きく受けます。熱移動の三つの基本形態から説明すると住宅部品と周り空気との対流による熱移動、住宅部品と対向する物体との輻射による熱

移動の影響を受けます。熱貫流率を求める場合は、この対流と輻射による熱移動の影響を熱伝達率で表しています。

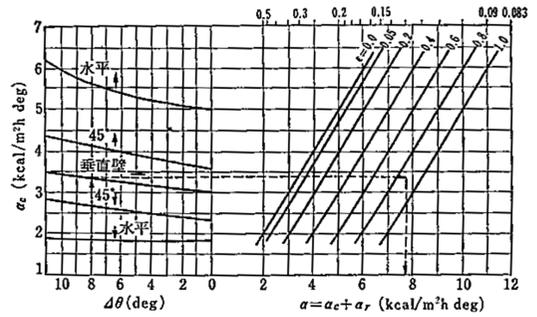
実際、住宅部品をとりまく周囲環境はいつも変化していますので、熱伝達率の値も常に一定とは限りません。しかし、熱伝達率の値が変動する状況では住宅部品の断熱性能の評価が大変複雑ですので、空気温度と同様に熱伝達率も基準値を定めて評価しています。ここでは、ベタリビングの優良住宅部品試験方法書及び日本工業規格(JIS)、次世代省エネルギー基準で定めてある熱伝達率の基準値について紹介します。

2. 熱伝達率の説明

熱伝達率の基準値を紹介する前に、熱伝達率についてもう少し説明させていただきます。

2.1 対流熱伝達率について

壁などの固体面と空気の間には温度差があれば、固体面に接した空気は固体面からの熱伝導によって温度変化が生じ、温度変化に伴う密度変化と浮力によって対流が起きます。熱伝導と対流によって固体面と空気間で熱移動が生じたこととなりますが、この熱移動の形態を熱伝達率と言います。対流によって熱が移動しますので、熱伝達率は空気の物性値だけではなく空気の流れの影響を受けます。ということは、同じ温度の固体面と空気があったとしても、固体面の角度や位置によって熱伝達率が異なることになります。無風空間に熱い板(加熱面)があると想像すればよく分かるかと思いますが、熱い板が垂直の場合と水平の場合では板周辺の空気の流れが異なります。また、水平の場合でも板の上側表面と下側表面で空気の流れが異なりますので熱伝達率の値が異なります。固体面の位置と熱伝達率の関係の実験結果例を図1に示します。図1は自然対流時の熱伝達率に関する実験結果ですが、強制対流時の熱伝達率に関する実験結果としてユルゲスの式があります。ユルゲスの式をグラフ化したのを図2に示します。



温度差($\Delta\theta$)、平面壁の位置とぶく射率(ϵ)を与えて α を求める図表
(例: $\Delta\theta=8$ deg, 垂直壁の $\epsilon=0.9$ のとき $\alpha=7.8$ kcal/m²h deg)

(b) 無風時ウィルクスの実験(作図渡辺)

図1 自然対流熱伝達に関する実験結果例
(建築気候 斎藤平蔵 著より)

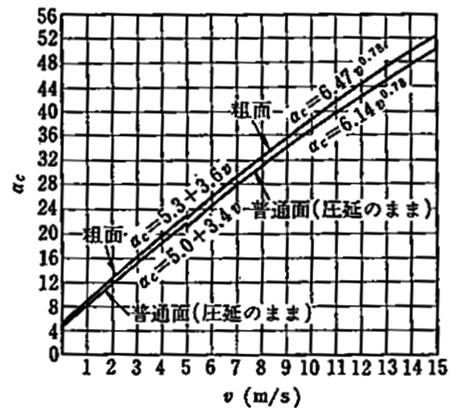


図2 強制対流熱伝達に関する実験結果例
(建築気候 斎藤平蔵 著より)

2.2 輻射熱伝達率について

固体や気体は絶対温度がゼロより高い場合は、電磁波の形でエネルギーを放射したり吸収したりします。放射による熱移動は伝導や対流と違って、温度が低い固体から高い固体へも起こります。したがって、温度が異なる固体間では熱エネルギーの授受による輻射熱伝達が行われています。固体間の輻射熱伝達は、固体の温度だけではなく形態係数や吸収率などの影響を受けます。輻射熱伝達率は、形態係数や固体の吸収率、放射率及び絶対温度によって計算できますので、対流熱伝達率に比べて比較的簡単に決めることができます。

3. 熱伝達抵抗と熱伝達率の基準値

ベタリビングの優良住宅部品試験方法書及

び日本工業規格(JIS) 次世代省エネルギー基準
 で定めてある熱伝達抵抗の基準値の一部を表1
 ~表3に示します。なお、熱伝達率は熱伝達抵
 抗の逆数ですので、計算により熱伝達率を算出
 して示しています。

表1 熱伝達抵抗と熱伝達率の基準値
 (BL 優良住宅部品試験方法書)

試験方法	部位	熱伝達抵抗	熱伝達率
		($m^2 \cdot K$)/W	W/($m^2 \cdot K$)
サッシ BLT WD-01 断熱試験	室内	0.112	8.929
	室外	0.043	23.256
玄関ドア BLT FD-01 断熱試験	室内	0.112	8.929
	室外	0.043	23.256
暖・冷房システム (床暖房ユニット) BLT HS/B-b 放熱特性試験	床上	0.069 ~ 0.103	14.493 ~ 38.462
	床下	0.026 ~ 0.060	9.709 ~ 16.667

表2 熱伝達抵抗と熱伝達率の基準値
 (JIS A 2101:2003 建築構成要素及び
 建築部位-熱抵抗及び熱貫流率-計算法)

部 位	熱流方向	熱伝達抵抗	熱伝達率
		($m^2 \cdot K$)/W	W/($m^2 \cdot K$)
室内側	上向き	0.10	10.00
	水平	0.13	7.69
	下向き	0.17	5.88
室外側	上向き	0.04	25.00
	水平	0.04	25.00
	下向き	0.04	25.00

表3 熱伝達抵抗と熱伝達率の基準値
 (次世代省エネルギー基準)

部 位		熱伝達抵抗	熱伝達率
		($m^2 \cdot K$)/W	W/($m^2 \cdot K$)
室内側	屋根	0.09	11.11
	外壁	0.11	9.09
	床	0.15	6.67
室外側	屋根	0.04	25.00
	外壁	0.04	25.00
	床	0.04	25.00

参考文献：

1. 建築気候 斎藤平蔵 著
2. 伝熱工学 庄司正弘 著
3. 最新建築環境工学 田中俊六・武田仁・足立
 哲夫・土屋喬雄 共著

4. ベターリビング優良住宅部品試験方法書
 BLT WD:2011、BLT FD:2011、BLT
 HS/B-b-8:2008
5. JIS A 2101:2003 建築構成要素及び建築部位-
 熱抵抗及び熱貫流率-計算法
6. 次世代省エネルギー基準

1.3 音(騒音、衝撃音)

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

環境・材料性能試験研究部 高橋 央

1. はじめに

住宅には多くの音源があり、音が発生してい
 ます。音源の特性と評価、対策について今まで
 検討してきましたが、これらの要因となる建物
 自体の構造、工法、音源の種類、遮音に対する
 考え方、住まい方、音の評価や社会情勢などは
 時代とともに変化してきました。住宅設備や機
 器的にも変化が大きいが、家族構成や年齢構
 成、居住期間なども仕上げや住まい方にに関わり
 が大きく、室の用途変更や配置変更が騒音に関
 しても重要な意味をもっています。実際にフリ
 ープランやバリアフリーによる騒音対策手法
 への影響が生じてます。これら流動的な仕様
 に関しての居住者への合意形成や性能保証の可
 能性は十分検討されなければなりません。

2. 規格と評価基準

日本工業規格(JIS)では、測定方法(実験室、
 現場)・評価方法などについて定められており、
 各部位について詳細に限定されている内容のも
 のもあります。これらの多くは、近年の基準・
 規格類の国際統合化の流れを受け、2000年前後
 に見直し・改正作業が行われました。JISの内容
 に整合するのが基本方針とし、より細かい点に
 配慮がなされるようになってきているため、全
 体的な密度が増えています。また、測定方法や
 測定器に関するJISには、不確かさに係わる規
 定が盛り込まれてきており、測定実施者は測定
 内容に対する意識をより高めておく事が必要と

なってきました。

建築基準法では、共同住宅隣戸間の界壁の遮音構造について最低限遵守しなければならない遮音性能最低基準を示しています。

2000年に施行された法律である品確法では、音環境については選択項目となっているものの、界壁・界床・外壁開口部の性能について住宅毎の相互比較が可能となっています。

日本建築学会指針は世間に最も認知されている指針であり、裁判の判例等の基準に用いられる場合もあります。

これらの評価基準の表現は残念ながら統一されておらず、同じ性能を表現しているものでも用いる基準によって異なる級で表現されるので、扱いには注意が必要です。

3. 試験で用いられている音源等

広帯域ノイズ：空気音の測定では、測定対象周波数範囲において連続的なスペクトルをもつ音を用います。全ての周波数帯域において均一なスペクトルをもつホワイトノイズ（白色雑音）や、スペクトル密度が周波数に反比例して右肩下がりになっているピンクノイズを一般的には用います。ピンクノイズの語源は波長の長い低周波（赤色）成分が多いと光のスペクトルではピンクになることからきています。

周波数帯域：人間が感じる事ができる音は個人差もあるが通常20～20,000Hz程度と言われており、感度は1,000～4,000Hzあたりが最も良い。人の話し声は約250～500Hz帯域、夏に聞こえる鈴虫の鳴き声やセミの鳴き声はちょうど聴覚感度のよい4,000Hzあたりの帯域です。電話で伝える事ができる周波数範囲は300～3,400Hzとなっているので、鈴虫の鳴き声は電話では伝わらない事になります。建築で一般的に扱っている周波数帯域は、生活上問題となり得る範囲の31.5～5,000Hzあたりを扱っています。よく耳にす

る「騒音レベル」は、人間の聴感特性を考慮して聴力感度が低い帯域成分は小さく、感度の高い帯域成分は大きくというように周波数域毎に重み付け補正（A特性）を行って求めたものである。ちなみにこの騒音レベルを測定する計測器は騒音計と呼ばれ、計量法で特定計量器として指定されています。

しゃ音等級：室間の空気音遮断性能に関する評価量としてD値、上下階間の床衝撃音遮断性能に関する評価量としてL値があります。D値とL値では扱っている周波数範囲が異なりますが、概ね63～4,000Hzの帯域において人間の聴感特性を考慮した曲線となっており、D値は数値が大きいほど空気音遮断性能が高く、L値は数値が大きいほど床衝撃音遮断性能が低い事を表わします。建築基準法の界壁を対象とした遮音性能要求水準はD - 40の値であるが、隣戸の生活がある程度わかるような最低限の要求水準であるため、トラブルのリスクを考慮するとより高い水準が求められます。

重量衝撃音：子供の飛び跳ねのように重くて柔らかいものが落下した時に発生する床衝撃音で、試験では模擬衝撃源として自動車用タイヤ（バングマシン）とシリコンボールが用いられています。これらの衝撃力についてはJISで規定されています。当初は子供がソファから飛び降りる程度の衝撃力（約4,500N）をもつバングマシンについてのみ規格化されていましたが、木構造の建物を対象とした場合にこの衝撃源では衝撃力が大きすぎるということで、バングマシンに比べて約1/3の衝撃力（約1,500N）をもつシリコンボールが新たに規格化されました。

軽量衝撃音：フォークや積み木、スリッパの歩行音など硬くて軽いものが落下した時に発生する床衝撃音で、試験ではタッピングマ

シンと呼ばれる軽量衝撃源が用いられています。重さ約500gのスチール製ハンマを高さ40mmから連続的に自由落下させて床面を衝撃します。もともと女性のハイヒール歩行を模擬した衝撃源。

床を加振する音源は、実際にはこれらで代用される音源以外に、中量物の落下や、椅子の引き摺り、踵歩行、ゴルフボールの転がし、電気掃除機、椅子のギシギシ音、おもちゃの使用などがあります。また近年ではルームランナーなど運動器具やペットの足音なども音源として発生しており、これらの標準音源に対する相関を確認しておく必要があります。

時代とともに遮音性能が上がり、暗騒音は下がり、それぞれの音源が変化する中で、新しい課題も出てきている。遮音目標の検討・対策は続いているが、絶対値としての騒音環境は確実に良くなっていると言えます。残されたのは相対的に気になる音をどこまで考えるかということ、遮音対策の質の維持普及です。

1.4 劣化外力(紫外線、雨水、塩化物)

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

環境・材料性能試験研究部 犬飼 達雄

住宅部品に作用する劣化外力には、屋外で使用する部品と室内で使用する部品によって大きく異なります。

屋外における代表的な劣化外力としては、雨水(酸性雨)、紫外線、熱、オゾン、塩化物、油脂、凍結、微生物、虫・動物、ほこりなどがあげられる。室内における代表的な劣化外力には、湿気、結露、熱、酸・アルカリ、紫外線、微生物(カビ)などがあげられます。

ここでは、これらの代表的な劣化外力のうち、BL部品で材料の耐久性試験に取り入れている、紫外線、雨水、塩化物を取り上げます。紫外線は太陽光に含まれる紫外線が対象となり、試験

では促進耐候性試験として実施しています。また、雨水及び塩化物に対する試験では、耐食性試験または防錆試験として実施しています。

1. 促進耐候性試験

太陽光に含まれる紫外線は住宅部品に作用する最も大きな劣化外力の1つであるといえます。紫外線により塗料の場合は、塗膜の変色、退色、ひび割れ、はがれなどが生じたり、プラスチック材料の場合は変色、ひび割れ、強度の低下などの劣化現象が生じます。

これらの紫外線による劣化現象を調べるための試験として、促進耐候性試験を行っています。促進耐候性試験に用いる試験機には、人工光源の種類によりいくつかの方法があり、一般的に多く使われている方法としては次の2種類があります。

オープンフレームカーボンアーク(サンシャインウェザーメーターともいう)による促進耐候性試験では、人工光源としてカーボン棒(芯材にセリウム化合物を含み、表面を銅で被覆したカーボン)を用い、このカーボン棒に電圧をかけることによって発生する光を特殊ガラスフィルターを通して太陽光に含まれていない波長域の光をカットし、試験体に紫外線を照射させるもので、我国においては古くから利用されてきています。オープンフレームカーボンアークでは、定期的にカーボンを交換するため時間的なロスが生じたり、カーボンが燃えたあとに発生する灰の清掃や処理に手間がかかりますが、現在でも広く利用されており、BL部品においても本試験方法を採用しています。

次に、キセノンアークランプによる促進耐候性試験があります。石英ガラス管に封入されたキセノンガスに電圧をかけた際に発光する光を人工光源とし、特殊ガラスフィルターを通した光を試験体に照射するもので、ISO規格では本試験方法が標準として採用されています。従って、JIS規格においても、ISO規格との整合を図るものについては、キセノンアークランプへの

変更が行われています。

この2種類の促進耐候性試験機は、いずれもJIS規格で標準化されている試験方法であり、オープンフレームカーボンアークランプはJIS B 7753、JIS K 7350-4、キセノンアークランプは、JIS B 7754、JIS K 7350-2他にそれぞれ試験条件等が定められています。また、両試験方法とも単に紫外線を照射させるだけでなく、屋外での雨水による濡れと乾燥の繰り返しを想定し、定期的に(120分間中に18分間など)試験体に水を噴霧させながら紫外線を照射させる方法が一般的に取られています。

この他の促進耐候性試験方法としては、両試験機よりもさらに強い紫外線を照射させることのできるメタルハライドランプやスーパーキセノンアークなどを用いた試験機が市販されていますが、試験方法の標準化にはまだ至っていません。

前述のいずれの試験機においても、実際の太陽光の波長域と人工光源での波長域とではその分布が異なっており、また、材料毎にその材料が劣化する紫外線の波長域が異なるため、促進耐候性試験での試験時間と実際の屋外での期間との相関関係は、一般的にはないものとして扱われています。従って、試験時間を設定するにあたっては、使用実績のある材料で経験的に耐

用年数が概ね推測できる材料での試験データ等を基に試験時間を設定した上で、実使用での劣化状況をフィードバックしながら見直しをしていくこととなります。

BL部品では、屋外で使用される住宅部品は、初期の劣化状況を確認する目的で、オープンフレームカーボンアーク300時間の促進耐候性試験を行い、塗膜に著しい変色やつやの減少、われ、はがれなどが生じないこととしています。なお、屋外で使用される歩行補助手すりの樹脂製カバーについては、本製品の耐候性に対して調査研究を行った結果、比較的早期に劣化による不具合が生じないための試験条件として、試験時間1000時間後に、変色の評価として色差(E^*_{ab})が5.0以下、つやの減少の評価として光沢保持率80.0%以上であることを要求性能として定めています(表1参照)。

試験後の評価は、変色及び退色については色差を、つやの減少については光沢保持率をもって定量的に測定を行うとともに、目視による外観観察で塗膜の白亜化、われ、はがれなどの評価を行っています。

2. 耐食性試験

劣化外力のうち、雨水や海塩粒子等の飛来に対して、スチール製の住宅部品では錆に対する

表1 BL部品における促進耐候性試験の概要

BL 部品名	試験方法	要求性能
歩行補助手すり(屋外設置型の樹脂被覆材)	オープンフレームカーボンアーク 1,000時間	色差(E^*_{ab})5.0以下かつ光沢保持率80.0%以上
郵便受箱(屋外設置型) 宅配ボックス(屋外設置型) サッシ(プラスチック製把手) 改修用サッシ(プラスチック製把手) 面格子(スチール製塗装仕上げ) 墜落防止手すり(スチール製塗装仕上げ) ガレージ 自転車置場 物置ユニット	オープンフレームカーボンアーク 300時間	塗面の異常及び極端なふくれ、われ、はがれ、白亜化、変色、退色、つやの減少がないこと。
玄関ドア(気密材) 改修用玄関ドア(気密材) プレスドア専用改修用扉(気密材)	オープンフレームカーボンアーク 250時間	使用上支障のないこと。

備考：オープンフレームカーボンアークは、サンシャイウェザーメーターともいう。

耐久性を調べる目的で耐食性試験または防錆試験を実施しています。

本試験を行っている住宅部品は、玄関ドア、郵便受箱(屋外設置用)、墜落防止手すり(鋼製)、ガレージ、自転車置場、物置ユニット、給湯器(ケーシング)、換気扇(浴室用、外壁端未口)、浴室ユニット(塗装鋼板)など屋外に設置される住宅部品や水に濡れる用途に使用される住宅部品が主な対象となっています。

耐食性試験では、主として塗装された鋼製材料の錆に対する耐久性を調べるために行うもので、BL部品では塩水噴霧試験機を用いた耐食性試験を実施しています。塩水噴霧試験機では、PH6.5~7.2に調整した5%塩水を霧状に噴霧する試験槽に試験体を設置し、塩水を用いた促進的な腐食環境下での試験体の腐食状況を調べるものです。JIS規格などでは、塗装鋼板や塗料そのものの耐食性を調べる目的で本試験が利用さ

れるため、その試験体の形状は平板状のものが一般的ですが、BL部品においては製品レベルでの耐食性の評価を行うことを目的としているため、試験体は平板状のものではなく、実際の製品から主要な部位や錆が発生しやすい部位を選定し、製品からカットした試験体を用いて試験に供しています。錆が発生しやすい部位には、溶接部、穴開け加工部、曲げ加工部、接合部、端面などが対象となっています。

塩水噴霧試験方法は、JIS Z 2371で定められており、試験時間はBL部品では通常の場合500時間としており、その他、個々の部品毎に目的に応じ試験時間や試験条件を設定しています(表2参照)。評価は目視による外観観察により行い、錆の発生状況や塗膜のふくれ、われ、はがれ、浮き等の状況で評価を行っています。

なお、塩水噴霧試験においても、実際の屋外で使用した場合との相関関係はないため、塩水

表2 BL部品における耐食性試験の概要

BL 部品名	試験方法	要求性能
玄関ドア(工場塗装品) 改修用玄関ドア(同上) プレストア専用改修用扉(同上) 郵便受箱(屋外設置型の本体) 宅配ボックス(屋外設置型) 面格子(スチール製) 墜落防止手すり(同上) ガレージ 自転車置場 物置ユニット 給水ポンプシステム(カバー等) ガス給湯器(ケーシング等) 電気給湯器(同上) 石油給湯器(同上) 太陽熱利用温水器(外装箱等)	塩水噴霧 500 時間	著しい錆の発生及び著しい塗膜のふくれ、はがれ、割れ、浮き等が発生しないこと。
換気扇サニタリー用 換気口部品	塩水噴霧 16 時間 + 休止 8 時間を 1 サイクルとして 8 サイクル	著しい腐食がないこと。
錠前 郵便受箱(屋外設置型の錠前部) 宅配ボックス(屋外設置型の錠前部)	塩水噴霧 120 時間	72 時間後に錆の発生がないこと。 120 時間後に施錠及びラッチング ができること。
玄関ドア(現場塗装用防錆仕上げ) 改修用玄関ドア(同上) プレストア専用改修用扉(同上)	塩水噴霧 100 時間	錆の発生がないこと
浴室ユニット(塗装鋼板等・ステンレス)	塩水噴霧 96 時間(塗装鋼板等) 塩水噴霧 48 時間(ステンレス)	クロスカット部を除く部分に錆の発生がないこと。

噴霧試験何時間が屋外の何年に相当するということが言えません。このため本試験は、同一の試験条件下において従来の製品と同程度、もしくは従来の製品より耐食性が高いなど相对比较するための試験として用いられています。

最後に、住宅部品の劣化に対する耐久性は、BL部品の設立当初から設定されている要求性能のひとつです。住宅部品に限らず、劣化に対する耐久性を維持するには維持管理が重要ですが、住宅部品においては、建物のように定期的な維持管理が行われることは少なく、多くの場合ノーメンテナンスで使用されているのが現状です。この場合、劣化に対する耐久性は使用されている材料等の耐久性に左右されることとなるため、材料レベルでの性能を確認し、使用材料の耐久性を向上させることは、住宅部品を長く使用するためにも大切なこととなります。

1.5 火災外力

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その1

防火材料の試験方法

防耐火性能試験研究部 福田 泰孝

火災時の一般的な進展状況は、まず初期段階として、出火場所の周辺の可燃物が燃焼し、徐々に燃焼範囲が拡大していきます。その後、さらに燃焼が進むことで、出火室内温度が急激に上昇し、室内全体が炎に包まれた状態、いわゆるフラッシュオーバーに至ります。そのため、防耐火構造の分野では、フラッシュオーバー後の急激な加熱に対しても、防火区画を構成する部材の遮熱性・遮炎性・非損傷性が担保されることが求められ、また防火材料の分野では、フラッシュオーバーによって発生する大量の有害な煙、ガスが、出火室外へ広がらないよう、初期段階において、避難上の支障になるような火と熱や有害な煙・ガスを発生しないこと、またフラッシュオーバーに至る時間を遅ら

せる性能が求められます。

ここでは、防火材料(その1)と防耐火構造(その2)に分けて、建築基準法において求められる性能やその性能を確認するための試験方法の設定条件等について、これまでの試験方法の変遷を軸に説明します。

1. 建築基準法で防火材料に要求される性能

現在の建築基準法では、防火材料は不燃材料、準不燃材料、難燃材料にクラス分けを行い、建物用途や面積に応じて使用制限を行っています。

クラス分けは、通常の火災による火熱が加えられた場合に建築基準法施行令第108条の2で規定された以下 ~ の3つの要件を加熱開始からの時間単位で満たすものとして、不燃材料(20分)、準不燃材料(10分)、難燃材料(5分)と分類されています。

燃焼しないものであること(全く燃えないということではなく、火災の拡大に影響するような大きさの発熱をしないということ)

防火上有害な変形、溶融、亀裂等その他の損傷を生じないものであること。

避難上有害な煙またはガスを発生しないものであること。

この要件のうち、外部の仕上げに用いるものにあっては、は対象外となります。

2. 建築基準法改正・試験方法の変更

現在、防火材料の大臣認定のための性能評価試験として、発熱性試験、不燃性試験、模型箱試験、ガス有害性試験が採用されています。これらは、平成12年の建築基準法の改正において、大臣認定に係る評価体系が変更となった際に、指定性能評価機関の業務方法書において定められることとなりました。

試験方法等を定めるにあたっては、平成5年度から平成9年度に「建設省総合技術開発プロジェクト 防・耐火性能評価技術の開発」において検討された結果が反映されています。

建築基準法改正前の内外装の規制は、仕様規定(必要とする性能を有する材料等を明示)としての面が強いものでしたが、改正後は性能規定(要求される性能を明示)に向けて、要求性能が明確化されました。また、建築基準法改正前に採用されていた、基材試験、表面試験、ガス有害性試験は、基本的考え方は海外における試験方法を基としていましたが、日本独自のものでした。しかし、当時、工業製品等の国際的な流通の円滑化が課題とされており、防火関連基準認証においても、各国での性能評価手法の違いが障害とならないように、国際的に調和のとれた試験方法、評価基準を開発することが検討されました。

3. 旧試験方法との比較

新しい試験方法を検討していた当時の認識として、旧試験方法によって性能が確認された防火材料について、火災安全性に大きな疑問を持たれるような火災事例が報告されていなかったため、その継続性という観点から、それまでの防火材料と同等の性能であることを確認しつつ、国際調和が図れる試験方法について検討が行われました。

まず、国際調和という観点から、ISO(国際標準化機構)で規定されている試験方法が候補として挙げられ、旧試験方法である基材試験に対する新しい試験方法としては、ISO 1182不燃性試験が採用されました。これは基材試験と類似の炉を使用し、同じく排気温度から材料の可燃性の有無を評価する試験方法であり、加熱条件、評価基準等については、旧認定品等の材料で試験を実施し、その比較によって、旧試験方法・基準との整合性を考慮し検討が行われました。

表面試験については、炉排気温度を材料からの発熱の指標として材料を評価していましたが、炉排気温度では放射熱等の損失分が測定されないため、材料からの燃焼発熱をガス分析により直接、より正確に測定できるISO 5660発熱性試験が採用され、基材試験と同じく、旧試験

方法との比較により、加熱条件、評価基準等の検討が行われました。また、検討段階では、接合部や工法等、より実施工に近い規模での試験としてISO 9705ルームコーナー試験等も考慮され、各種材料でのフラッシュオーバーへの影響等についても確認されました。

ガス有害性に関する試験方法については、国際標準化されたものが存在しなかったため、日本独自の試験方法である、実験動物(マウス)を使用した方法を続けて採用しています。判定基準としては、開発当時、一般的な可燃材料であった木材(ラワン材)で試験をした際のマウス行動停止時間を基準としており、スクリーニング試験としての意味合いが強い試験方法であると考えられます。動物の個体差により行動停止時間にばらつきが生じやすいため、統計処理された数値を評価の対象としています。

[参考文献]

建設省総合技術開発プロジェクト 防・耐火性能評価技術の開発 報告書 6：平成7年3月 建設省建築研究所、(財)日本建築センター

内外装材料の防耐火性能評価技術の開発平成研究報告書：平成8年3月～平成10年3月 建設省建築研究所、社団法人建築業会、防火材料等関係団体協議会

住宅部品開発における設定外力および環境条件の算定根拠とは

その2

防耐火性能試験に用いられる
標準加熱温度時間曲線

防耐火性能試験研究部 水上 点晴

防耐火構造の分野では、標準加熱温度曲線として定められた単一の加熱条件下における建築部材の耐火性能を評価する大臣認定制度が確立されています。ここで外力として規定されている標準加熱温度曲線については、現在ISO834の国際基準を採用しており、この起源をたどるには、20世紀初頭の欧米諸国における防火研究に

目を向ける必要があります。

イギリスにおいては1666年のロンドン大火、アメリカにおいては1835年のニューヨーク大火と1871年のシカゴ大火の後に木造禁止令が出されているように、防火という概念および法による私権の制限の必要性が問われ出したのは、産業革命と資本主義の発展に端を発していると考えられます。そもそも、同時期に行われた初等教育の義務化に対し、国家がそのようなことを強制するのは基本的な人権の侵害であると問題になるほど、人権意識のすさまじいお国柄です。防火に関する建築規制法の成立の背景としては、建築の工業製品化が進んだことで、経験に裏打ちされていない新材材あるいは新技術で構成される建築物が普及し、また都市への人口の集積といった環境の変化が急激に進んだために、官民ともに都市大火に対応できず、大きな被害を出した苦い経験があったと考えるべきであろう。

この社会問題に対して耐火試験が確立されるに至る過程は、次に示すような技術革新・理論向上の流れとして読み取れます。

「不燃」と「耐火」の定義分け

産業革命の結果、鉄鋼業の発達で鉄骨造による建物の高層化が始まります。しかし19世紀までは耐火という概念がなく、燃えない材料である鉄骨の構造体に耐火被覆を施すことは、大火の爪痕として残った湾曲した鉄骨部材によってようやく社会に認知されたようです。さらに耐火の概念の定義づけには、火災および熱侵入の進展すなわち温度上昇を時間の単位で捉える測定技術の向上が不可欠であったといえます。

温度測定技術の向上

まず、火災後の焼け跡における金属類の溶融状態から最高到達温度の推定が行われました。これは後に Seger cones と呼ばれる諸金属の融点を利用した温度計測手法を生むこととなります。そして推定された最高到達温度を用いて、

温度一定の加熱条件下における耐火試験が欧米各地で行われ始めました。さらに異種金属の接触起電力を利用した熱電対が実用化すると、温度上昇の時間変化の測定を行うことができるようになり、加熱条件が点火直後の緩慢な温度上昇を考慮した加熱曲線へと変更されました。また判定基準であった非加熱側への火災の噴出および荷重支持能力に遮熱性能が加えられ、今日と比べても遜色のない耐火試験方法がアメリカで確立されたのです(1917年)。

実大火災実験と統一理論

その後、耐火試験結果の蓄積から、建物規模・用途に応じた防火基準制定の機運が高まるにつれて、実火災を模した実大火災実験がおこなわれるようになりました。予期されていたことではあったが、耐火の概念を構成する2つの指標である火災温度および火災継続時間の関係が、建物規模・用途によって異なるという結果が見出されました。このままでは、設計された建物用途に応じて、異なる加熱温度時間曲線を採用する必要があり、耐火試験方法としては非効率的な運用が危惧されます。また、実際に一時は複数のランクを設けた試験方法も提案されていたようです(1903年 London)。これに対し、Ingberg氏は温度と時間をまとめて、intensity(火災強度)という指標に一元化した上で、火災強度は収納可燃物量に応じて変化すること、また同一の火災強度が構造体に与える影響は等しいとした統一理論を提案しました(1942年)。すなわち、標準加熱温度時間曲線という単一の火災条件下 = 火災強度に対する性能を確認できれば、建物用途に応じて推定される火災強度との比較で、異なる火災条件下における性能に読み替えることができるという、耐火試験法の不足分を理論で補うものです。こうして20世紀初頭に確立された耐火試験方法は、理論武装を経て、現在に至るまで運用され続けています。

ちなみに日本では、基本的には同様の過程を経ているものの、他国から輸入した技術や概念

を、木造住宅の割合が多い固有の都市環境下に適用する過程で、一部変化もみられました。まず1923年の関東大震災および高まる空襲の危険性から、防火研究が始まります。この時すでに欧米で行われている耐火試験方法の情報は得ていたようですが、レンガ造建物に依拠する加熱温度時間曲線をそのまま採用せずに、1933年には木造家屋の火災実験が行われ、木造家屋の火災温度と火災継続時間を根拠とする、独自の加熱温度時間曲線を提案し(1937年) JIS防火試験方法として確立しました(1950年)。しかしこれも、屋外から加熱されることを想定した加熱温度時間曲線(3種類)についてのみ言えることで、屋内火災の加熱温度時間曲線については上記の理論に基づいていたようです。そして2000年には国際標準化の動きから、屋内外の区別なくISO国際規格を準拠するに至っています。

普段我々が何気なく利用している加熱条件を調べるにつれ、実践と理論化がテンポよく繰り返される、ダイナミックで実り豊かな防火研究の黄金期ともいえる時代が浮かび上がってきました。火災あるいは耐火試験方法の多様性という一種の膨張過程と、国際標準化および統一理論の構築という収束過程が脈動する構図は、あたかも火災のゆらぎのように感じられ、歴史の息吹に触れられたような気がします。

[参考文献]

- 鯖田豊之, 肉食の思想, 中公新書, 1966
JISと建築基準法解説, 日本科学防火協会, 1959
田邊平學, 不燃都市, 河田書房, 1945
完璧の不燃都市建設へ, 日本工業新聞, 1942
中澤誠一郎, 改正防空建築規則と防火改修規則に就いて, 1942
中澤誠一郎, 大阪駅前火災実験の結果に就いて, 1939
内田祥三, 木造家屋の火災実験に就いて, 1933, 1935
Babrauskas, The Historical Basis of Fire Resistance Testing-Part 1,2, Fire Technology, 1978
John R. Hall, A Century of Fire Standards, ASTM Proceedings, 2004
Randall Lawson, A History of Fire Testing, NIST Technical Note, 2009
Daniel Gross, Fire Research at NBS, IA FSS Proceedings, 1991
lanberg, Fire-Resistance Classifications of Building Constructions, Building Materials and Structures, 1942



骨材の静弾性係数および含水率が コンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響

環境・材料性能試験研究部 大野 吉昭

1. はじめに

コンクリートの乾燥収縮は、鉄筋コンクリート造建築物に生じるひび割れの主な要因の一つであり、乾燥収縮の予測には、日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)同解説(2006)の収縮ひずみ予測式がある。指針では、骨材の乾燥収縮や静弾性係数を得ることで、コンクリートの乾燥収縮の予測精度の向上が示唆されている。骨材の種類が同じ場合でも、岩種や産地により骨材の物性が異なるため、実験等が必要となる場合がある。しかし、骨材の静弾性係数は、コア供試体から求めるため、日常管理には適していない。

既往の研究では、骨材の吸水率と静弾性係数には関係があることが報告されている。また、骨材の静弾性係数が大きいほど、コンクリートの乾燥収縮が小さくなる傾向にあり、骨材の静弾性係数の評価は重要である。

本研究では、骨材の静弾性係数および含水率について、その関係と含水状態の経時変化がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響について実験に基づき考察した。

2. 供試体および実験方法

2.1 コンクリートの使用材料と調合ならびに供試体

セメントは、3銘柄の普通ポルトランドセメント(密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$)を等量混合して用いた。細骨材は、大井川産川砂(最大寸法 5mm 、表乾密度 $2.57\text{g}/\text{cm}^3$ 、絶乾密度 $2.49\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 1.02% 、粗粒率 2.81)を、粗骨材は最大寸法 20mm の

砕石とし、表1に示す岩瀬産硬質砂岩、青梅産硬質砂岩、住田産石灰石の3産地のものを用いた。化学混和剤は、リグニンスルホン酸系AE減水剤および空気量調整剤を用いた。また、練混ぜ水は、蒸留水を用いた。

表2に示す調合は、水セメント比が 50% で、単位水量が $185\text{kg}/\text{m}^3$ を基準とした。なお、目標スランプを $18 \pm 1.5\text{cm}$ 、目標空気量を $4.5 \pm 1.0\%$ 、単位粗骨材かさ容積を $0.56\text{m}^3/\text{m}^3$ で計画した。長さ変化測定用の供試体寸法は、 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ とし、数量は調合条件ごとに3個とした。コンクリート供試体は、 20 ± 2 の室内で練混ぜと成形を行い、24時間後に脱型し、材齢7日まで標準養生を行った。

表1 粗骨材(砕石2005)の物性値

記号	種類	密度(g/cm^3)		吸水率 (%)	粗粒率 F.M.	実積率 (%)
		表乾	絶乾			
I	岩瀬産硬質砂岩	2.65	2.63	0.71	6.59	60.8
O	青梅産硬質砂岩	2.64	2.61	0.78	6.71	61.3
S	住田産石灰石	2.69	2.69	0.50	6.53	62.6

表2 コンクリートの調合とフレッシュ性状

記号	W/C (%)	s/a (%)	単位容積質量(kg/m^3)				Ad Cx(%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	G			
I-con	50	47.8	185	370	778	894	0.30	19.5	4.7
O-con	50	47.4	185	370	771	896	0.30	19.5	4.8
S-con	50	46.3	185	370	753	940	0.10	19.0	4.8

2.2 骨材のコア供試体

骨材の供試体は、コンクリートに用いた粗骨材の原石から $60 \times 120\text{mm}$ のコアを採取し、供試

体の両端面を成形した。数量は、試験別に骨材の種類ごと3個ずつ採取した。供試体は、成形後に供試体の両側面にゲージプラグをエポキシ樹脂で貼付け、20℃の水中に7日間浸漬した。

2.3 コンクリートの乾燥収縮試験方法

コンクリートの乾燥収縮による長さ変化の測定は、JIS A1129-2:2010「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法 - 第2部：コンタクトゲージ方法」に準拠した。ゲージプラグは両面貼りとし、その平均値を用いて乾燥収縮ひずみを算出した。標点距離は、約300mmであり、標準養生後の供試体の測定値を基長とした。測定は、乾燥開始時の長さを基長とし、乾燥日数1, 3, 7, 14, 28, 56, 91, 182日で行い、温度 20.0 ± 2.0 ℃一定で湿度40%, 60%, 80%の3条件とし恒温恒湿槽で乾燥させた。

2.4 骨材の静弾性係数試験および含水率測定方法

骨材の静弾性係数は、JIS A1149:2010「コンクリートの静弾性係数試験方法」に準拠し、相対湿度40%, 60%, 80%, 100%の環境下で供試体の質量が一定になるまで養生した後、ワイヤーストレインゲージを用いて試験した。また、供試体の数は、骨材の種類ごとに3個とした。

粗骨材の含水率測定は、コア供試体を温度が 20 ± 2.0 ℃一定で、湿度が40%, 60%, 80%, 100%の環境下において質量が一定になるまで順

に恒温恒湿槽で養生した。その後、供試体を80%で乾燥させ、乾燥日数28日の質量から、相対湿度ごとに質量含水率を求めた。

3. 粗骨材の種類がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響

乾燥日数91日における、粗骨材の種類がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響を図1に示す。いずれの骨材も相対湿度が高いほど乾燥収縮ひずみが小さい。また、骨材の種類別に比較するとSの乾燥収縮ひずみが小さい。

相対湿度が粗骨材の静弾性係数に及ぼす影響を図2に示す。静弾性係数は、Iが低湿度域になるほど大きく、OとSが40~60%の中湿度域で大きい。また、80~100%の高湿度域では、IとOの静弾性係数は低下し、Sはあまり変わらない。次に、図1と図2を比較すると静弾性係数の大きいSは乾燥収縮ひずみが小さいが、同じく静弾性係数が大きいOの乾燥収縮ひずみは大きい。

4. 粗骨材の含水率と静弾性係数の関係

粗骨材の質量含水率と相対湿度の関係を図3に示す。いずれの骨材も相対湿度が高いほど含水率が大きくなる傾向にある。含水率は、Oが最も大きく、Sが最も小さく、含水率が大きいほど、乾燥収縮ひずみが大きくなると推察される。また、Oは60~80%の中湿度域での含水率が大きい、40%では他の骨材と差が小さくなる。これは、中湿度域で水分逸散が小さいこと

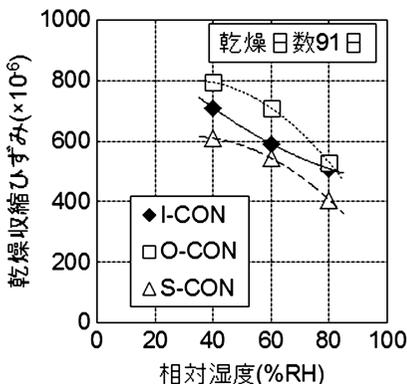


図1 相対湿度と乾燥収縮ひずみの関係(91日)

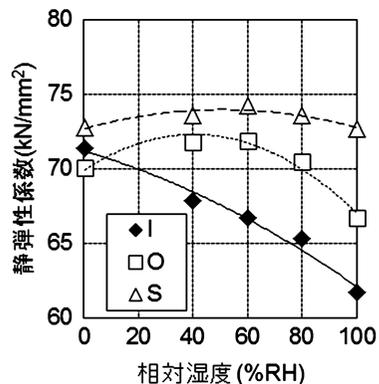


図2 相対湿度と粗骨材の静弾性係数の関係

を示している。また、Iは、中湿度域では、含水率が小さく、100%付近の高湿度域になると含水率が大きくなるため、吸水率も大きくなる。Sは、全ての湿度域で含水率が小さい。

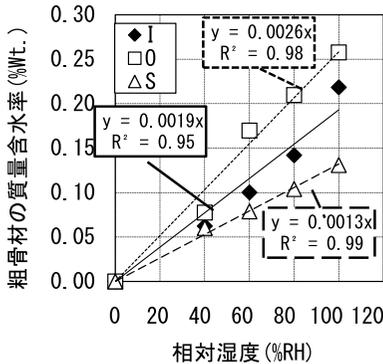


図3 相対湿度と粗骨材の質量含水率の関係

粗骨材の静弾性係数と質量含水率の関係を図4に示す。コアの吸水率は、碎石の1/3程度であるが、傾向は碎石とほぼ同じである。碎石は、粉碎時に生じるマイクロクラックが影響していると考えられる。骨材の吸水率が小さいほど、静弾性係数が大きくなる傾向が若干あるが、実験の範囲では明確な差がなかった。

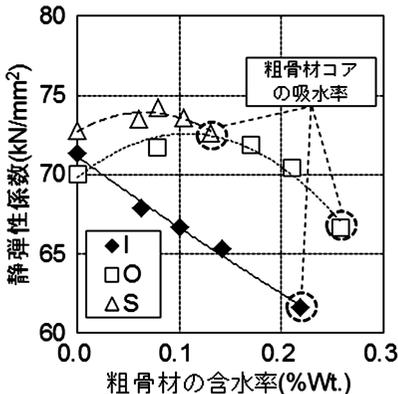


図4 粗骨材の静弾性係数と含水率の関係

5. 骨材の乾燥時の質量変化に関する考察

粗骨材を80 で乾燥させた場合の、質量変化率を図5に示す。IとSの質量は、乾燥期間が14日で概ね定量となったが、Oは乾燥期間56日でも減少している。IとSは、骨材の細孔から水分が逸散しやすく、Oは細孔に水分が多く残存し

ており、水分が発散しにくい小径の細孔が多く存在すると推察される。このため、Oは、毛細管張力が大きくなるため、骨材自体が収縮することが考えられる。既往の研究でも、骨材自体の収縮が報告されており、コンクリートの収縮にも影響を及ぼす。

また、図3からもOは中湿度域で水分逸散が少なく、骨材から水分逸散しにくい構造であることが分かる。さらに、図2から、骨材自体が収縮すると、細孔の容積が減少し、組織が緻密化したことで、低湿度域の静弾性係数が大きくなったと推察される。

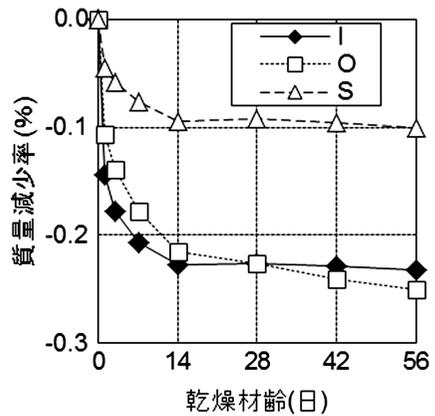


図5 粗骨材の質量変化率 (80 乾燥)

6. まとめ

本研究において、実験に基づく検証を行った結果を次に示す。

- 1) 相対湿度が高いほど、乾燥収縮ひずみが小さい。
- 2) 骨材の吸水率が小さいほど、静弾性係数が大きくなる傾向にあるが、実験の範囲では明確ではなかった。
- 3) 水分の逸散しにくい骨材は、乾燥収縮が大きい傾向にある。

以上より、質量減少率が定量になる時間で骨材の収縮を評価することができる可能性が考えられ、今後、その手法について検討を行う予定である。



試験体寸法の違いが 耐火性能に及ぼす影響

防耐火性能試験研究部 金城 仁、水上 点晴

はじめに

通常の耐火試験に供する試験体の大きさは、原則として、実際のものと同じと規定されている。これは、火災加熱を受ける構造体の耐火性能は、力学的挙動や温度上昇が相互に作用するとともに、対象とする構造体についても多種多様な材料が積層して構成されているものが多く、部分的な性能の確認では実大試験の代替は不可能であると考えられているためである。

しかし、仕様規定や大臣認定品でない、いわゆる防火区画と呼ばないような壁の遮熱性能を評価するような場合、または防火区画の開発時において、必要とする耐火性能を達成するために必要な壁厚や熱拡散率等の物性値の目安を得たいような場合、このような実大規模の試験体の製作および耐火試験の実施には費用がかさむことが問題として挙げられる。

そこで試験規模を縮小した場合の影響について、主に遮熱性能に焦点を当てて検討を行った。その結果、裏面一般部の遮熱性に関しては、耐火炉および試験体の規模によらず、近い結果を得られることを明らかにした。ただし同時に、亀裂・脱落・変形といったような力学的な要因から、局部的に生じる弱点部については、差が生じることが明らかになった。以下に研究成果を報告する。

実験方法

非耐力間仕切り壁を対象として模型試験体を作成し、標準加熱曲線下における遮熱性に限定した検討を行う。対象とする壁体として、両面

せっこうボード3枚重張/間仕切壁を抽出した。

試験体の規模を縮小すること以外の不確かさ性である施工誤差や材料のばらつき等を、なるべく排除するため、実大試験体(3,200mm×3,200mm)と模型試験体の材料調達、製作時期および担当者を同一とした。模型試験体は下記の3種類である。

A [小型]: 小型炉に合わせた大きさのもの(790mm×800mm)

B [小型(上)(中)(下)]: 大型加熱炉を用いて、Aの試験体を鉛直方向に3点設置したもの(790mm×800mm×3試験体)

C [中型]: 大型加熱炉を用いて、試験体の横方向の大きさを縮小したもの(934mm×3,026mm)

模型試験体Aについては、試験体の製作費用および試験費用の両面で費用の軽減が期待される一方で、試験体の規模と耐火炉の大きさの両方が異なることから、試験結果に及ぼす影響がどちらによるものか判断できないことが懸念された。そこで模型試験体Bを用いて、耐火炉の大きさによる影響を比較し、さらに模型試験体Cを用いて、試験体の規模の縮小を横方向の大きさに限定した際の影響を比較することにした。

試験体規模の縮小に伴い、実大試験体の中央部を再現すること、および構成材料の留付間隔、接着剤の塗布量および下地材の間隔は、実大試験における最大値として、最も不利側となるように施工することに留意した。また温度測定

位置は、加熱側下張り用せっこうボード裏面と裏面温度の2断面とした。試験体内部に設置した熱電対は、裏面から抜き出し、耐火性能に影響を及ぼさないよう、セラミックウールと無機系接着剤を用いて隙間を埋めるように留意した。

実験結果

[小型試験体と実大試験体の比較]

図1、2に裏面及び試験体内部の温度測定結果を示す。

裏面温度上昇には大きな違いは見られなかったが、実大試験体においては試験体と枠の目透かし部に隙間を生じて、非加熱側へ火炎の噴出が起きた他、加熱側せっこうボードの亀裂・脱落・変形状が異なった影響で内部温度上昇に違いが生じた。いずれも実大試験体の方が防火上不利となることを示しており、構成材料の留

付間隔、接着剤の塗布量および下地材の間隔を統一したとしても、試験体の規模を縮小した方が防火上有利な結果となってしまうことが分かった。

[小型(上)(中)(下)試験体と小型試験体の比較]

耐火炉の大きさの違いによる影響については、小型炉より実大炉の方が、裏面温度において若干高い温度を示す傾向にあるが、内部温度においてはほとんど温度差がないことが分かった。また、炉内の鉛直方向の設置位置の違いによる影響については、小型(上)(中)(下)試験体の比較から、裏面温度についてはほとんど違いが無いが、内部温度においては(中)>(上)>(下)の順に若干の温度差が生じている。これは、試験体がバーナーの設置されている面に正

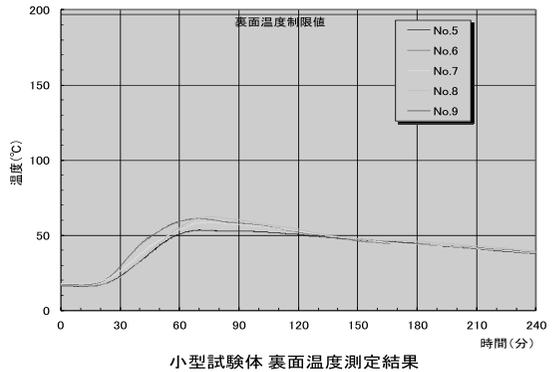
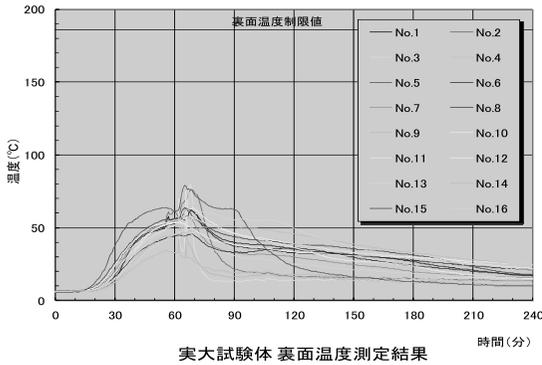


図1 裏面温度比較

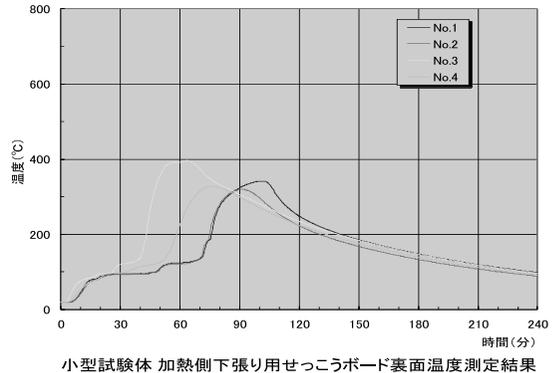
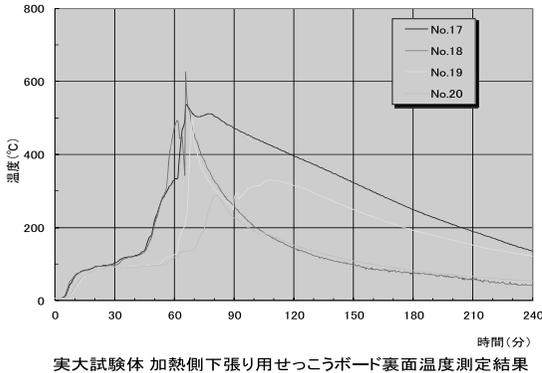


図2 加熱側下張り用せっこうボード裏面温度比較

対しているために炉の中央に位置する方が輻射による伝熱が大きくなることと、若干ではあるが炉内において鉛直方向に温度差を生じていることが関係していると考えられる。

[実大試験体と中型試験体および小型(上)試験体の比較]

試験体規模の違いによる影響については、試験体の加熱側表面に張られた材料の亀裂・脱落・変形状が異なる結果が観察されており、その影響が加熱側下張り用せっこうボード裏面温度上昇の差異として現れ、実大試験体 > 中型 > 小型の順で高い温度を示す傾向にあった。また、幅方向のみを縮小した中型試験体の場合も、実大試験体において見られた非加熱側へ火炎の噴出が再現されず、試験体規模を縮小した

方が防火上有利な結果となってしまうことが分かった。

まとめ

以上より、本研究で用いたような遮熱性の高い壁体の場合、裏面一般部の遮熱性に関しては、小型炉あるいは実大炉を用いた小型試験体によって、実大試験体に近い結果を得ることができると考えられる。ただし、加熱中に亀裂・脱落・変形といったような力学的な要因から、局部的に生じる弱点部については、小型はもちろん中型であっても防火上の差が生じてしまうことが分かった。紙面の都合上、図面や実験結果のグラフの多くを割愛させて頂いた。詳細については建築研究所交流研究員研究報告書を参照して頂きたい。



換気部品の適正な性能表示のための 既存データの読み替え方法の検討

環境材料性能試験研究部 清水 則夫

1. はじめに

現在、機械換気システムの設計に必要な部品の風量 - 静圧力特性の測定方法は統一されていません。JISや優良住宅部品の認定基準で送風機と端末換気口については測定方法が示されていますが、他のものについては明確な規格がありません。これらの部材については、製造業者がJISや優良住宅部品の認定基準等を応用して測定を行い、その結果を示しています。

換気システムの設計に必要な部品性能の測定方法は、国土交通省からの委託で紛争処理センターが実施したシックハウス対策の研究成果として公表されており、この方法で統一していく必要があります。この成果は、研究終了後、紛争処理センターによる講習会の開催や、関係者が学会で発表してきましたが普及が進みません。普及が進まない一因は、過去の膨大なデータを新しい方法で測定することにあります。そこで既存の方法で測定されたデータを適切なデータに読み替える方法を提案し、設計者が適切なデータを使用して設計が行えるようにすることが、この研究のテーマです。

2. 測定方法

現在、カタログ等に使用されているデータの測定方法を紹介します。

端末換気口と分岐・合流チャンバーの風量 - 静圧損失特性は下記に示すA法、B法、C法、送風機の風量 - 静圧特性はA法、J法で測定が行われています。

シックハウス対策の研究成果として公表され

た試験方法がA法になります。

A法：長さ4mのアルミダクト内の静圧を1mおきに各3ヶ所測定し、ダクト内の静圧分布を求め、部材の性能を算出する方法

B法：JIS C9603「換気扇、付属書1 風量測定方法」に示された空気槽に試験用ダクト(直径の5倍以上の長さ)を取り付け、a. 端末換気口を取り付けた状態とb. ダクトだけの風量 - 静圧損失特性を測定し、同一風量時の(aの静圧損失) - (bの静圧損失)を端末換気口の静圧損失とする方法。

C法：端末換気口、分岐・合流チャンバーの吸込み状態の測定に使用される方法。前述の空気槽に長さ300mmのダクトを介して部材を取り付けて風量 - 静圧損失特性を測定する方法。

J法：長さ300mmのダクトを前後に付けた送風機を前述の空気槽に設置し、風量 - 静圧特性を測定する方法。

A法は静圧損失で換気設計を行うための部材性能を求めるために提案された測定法であり、B法、C法、J法は、カタログ等で製品性能を表示する際に使用されている方法です。いずれの測定方法も静圧基準で性能を示したのですが、カタログ等に表示されている性能値に、どの方法で測定した結果であるかを示したものは、ほとんどありません。

3. 測定結果の補正方法

各測定方法で得られる機外静圧、静圧損失を図1～3に示します。設計に必要な機外静圧、

静圧損失は、A法の測定で得られる送風機 ΔP_f 、端末換気口 P_{vo} 、 P_{vi} 、分岐合流チャンパー P_{con} 、 P_{jun} です。測定方法により、得られる機外静圧・静圧損失が異なることがわ

かります。A法以外の測定方法で得られた特性曲線は、図中のダクトやダクト入口の圧力損失で補正すれば、A法(設計に必要な圧力損失、機外静圧)で測定した特性曲線が得られます。

空気の 流れ	測定対象	測定結果	
		測定法 A	測定法 J
→		ΔP_f	$\Delta P_f - \Delta P_{di} - \Delta P_{d1} - \Delta P_{d2}$
ΔP_{di} : ダクト入口の圧力損失		$\Delta P_d, \Delta P_{d1}, \Delta P_{d2}$: ダクトの圧力損失	

図1 送風機の測定機外静圧

空気の 流れ	測定対象	測定結果		
		測定法 A	測定法 B	測定法 C
→	排气 	ΔP_{vo}	ΔP_{vo}	
←	給機 	ΔP_{vi}	$\Delta P_{vi} - \Delta P_{id}$	$\Delta P_{vi} + \Delta P_d$
←				
ΔP_{di} : ダクト入口の圧力損失		$\Delta P_d, \Delta P_{d1}, \Delta P_{d2}$: ダクトの圧力損失		

図2 端末換気口の測定静圧損失

空気の 流れ	測定対象	測定結果		
		測定法 A	測定法 B	測定法 C
→				
	枝ダクト 有 無	ΔP_{con}	$\Delta P_{con} + \Delta P_{d2}$	
		ΔP_{con}	ΔP_{con}	
←				
	枝ダクト 有 無	ΔP_{jun}	$\Delta P_{jun} + \Delta P_{d2} + \Delta P_{d2i} - \Delta P_{d1}$	$\Delta P_{d1} + \Delta P_{jun} + \Delta P_{d2} + \Delta P_{di}$
		ΔP_{jun}	$\Delta P_{jun} + \Delta P_i - \Delta P_{d1}$	$\Delta P_{d1} + \Delta P_{jun} + \Delta P_i$
$\Delta P_{d1}, \Delta P_{d2}$: ダクト入口の圧力損失		$\Delta P_d, \Delta P_{d1}, \Delta P_{d2}$: ダクトの圧力損失 ΔP_i は合流チャンパーの入り口の圧力損失、この部分を別途測定する必要がある(補正不能)		

図3 分岐・合流チャンパーの測定静圧損失

J法で得られた送風機の特性和測定に使用したダクト入口とダクトの特性、それらから補正して求めた特性和A法により得られた特性を図4に示します。は・との同一風量時の静圧を足し合わせた結果です。A法とJ法の測定結果は大きく異なりますが、補正を行えば非常によく合致しています。他の部品についても同様の方法で補正を行うことができます。

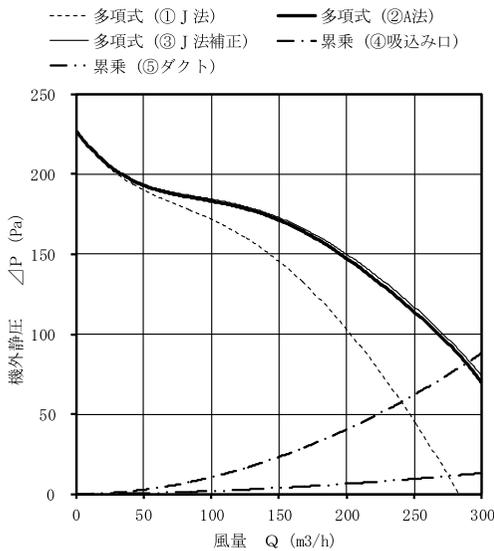


図4 送風機の風量 - 機外静圧特性の補正

測定に使用されるダクトは短いためにその圧力損失は小さいのですが、吸込み口の圧力損失は大きいため、測定結果に与える影響が大きくなります。図1～3のB法、C法の蘭にダクト入口の圧力損失が記載されているものはデータを使用する際に注意が必要です。

4.まとめ

測定方法により得られる風量 - 静圧特性は異なりますが、測定時に使用される補助ダクトの特性が分かれば、必要とされる特性が得られます。今後は、換気システムの設計者が適切なデータを使用して設計を行われることを期待します。



木造住宅耐力要素の動的加力による 耐震性能評価手法の検討 その2 耐力壁構面の静的加力及び振動実験

構造性能試験研究部 岡部 実

1. はじめに

耐力要素の地震時の耐力や変形挙動は、静的加力実験に基づく設計が基本となりますが、加力装置や計測機器の進歩により、比較的容易に動的加力も行うことが可能となっています。そこで静的加力と動的加力の性能を比較する目的で、その1では木造柱脚に用いるホールダウン金物接合部について動的加力による耐力や変形、破壊性状について確認を行い、静的加力と動的加力で耐力が大きく異なることがない結果が得られました。今回は耐力壁構面について動的加力と振動実験の比較を行うことを目的としています。

なお本研究は、平成23年度建築研究所発注業務「木造枠組壁構法構面の振動台実験及び静的加力実験（受託者：ベターリビング）」の成果の一部を用いています。

2. 試験体

木造住宅は、耐力壁の壁倍率を用いて壁量計算を行い、地震力や風圧力に対する安全性を確認しています。実験により壁倍率を算出する場合は、降伏耐力、最大耐力の2/3、粘りを考慮した耐力、1/120rad変形時の耐力の4つの指標のうち、最小値を用いています。耐力壁は、筋がいや面材くぎ打ちなど多くの種類がありますが、今回は枠組壁工法に用いる構造用合板9mm・CN50くぎ打ち耐力壁としました。軸組工法においても面材くぎ打ち耐力壁は用いられていることや、弾性範囲内において正負変形時の耐力差が見られないことから合板耐力壁として

います。試験体は幅910mm高さ2,612mmの1P壁構面としました。振動実験におけるおもり質量と入力加速度による慣性力から1P耐力壁としています。またおもり設置のため桁材を長くしていることから壁両側455mmの位置にたて枠を設け、基礎フレーム及び桁と緊結することで、枠組の浮き上がりを拘束しています。

3. 静的加力及び振動実験方法

静的加力は、当センターが所有する加力装置を用いて行いました。試験装置への試験体設置状況を図1に示します。

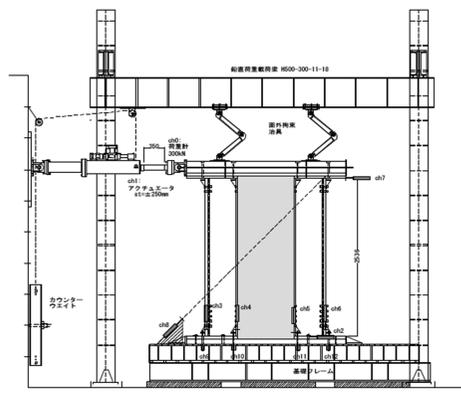


図1 静的加力 試験体設置状況

加力方法は、枠組壁工法建築物構造計算指針(2007)第編・第3章にも記載されている壁倍率性能評価業務方法書に準拠していますが、大変形時の繰り返し性能も確認する目的で、1/50(rad)以降は、 $\pm 1/40$ 、 $\pm 1/30$ 、 $\pm 1/25$ で正負1回の繰り返しを行い、そのあと一方向(引き側)で最大変位まで加力しました。

振動実験は、アクチュエータ(荷重 ± 100 kN、

変位 ±500mm、最大速度80cm/sec)をスライダー付基礎フレームに接続し、1軸水平方向加力することで試験体に慣性力を加えました。おもりは11.66kNの鉄板を加力桁に緊結し、慣性力で移動しないようにしています。また面外拘束ローラーを試験体両側加力梁位置に、アクチュエータによる基礎フレームの移動量及び応答変位により試験体が面外方向に外れないようにしています。試験装置への試験体設置状況を写真1に示します。なお本装置は独立行政法人建築研究所部材実験棟の加振システムを用いました。



写真1 振動台への試験体の設置

入力波は、阪神・淡路大震災(1995)において神戸海洋気象台で記録された地震波のN-S成分加速度波形を変位波形に変換し、変位振幅に比率を乗じることで、原波に対し、30%、100%の入力波を準備しました。また加振前後に変位振幅 ±100mm、周期10秒の三角波を入力し、試験体の振動特性の確認を行っています。た。入力変位波形(JMA 神戸100%)の時刻歴を図2に示します。なお変位の正側は、アクチュエータ引き側としました。

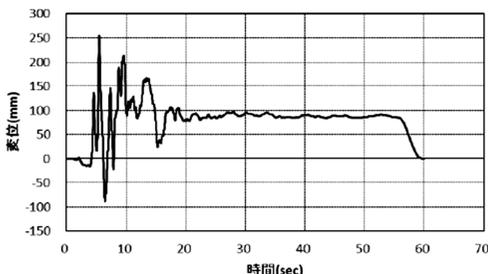


図2 入力変位波形(JMA 神戸100%)

4. 試験結果

静的加力と振動実験で得られた荷重 - 変位曲線を図3に示します。振動実験での荷重は載荷質量に桁部に取り付けた加速度の値を乗じて算出しました。また応答変位は可動する基礎フレームに設置した鋼製柱からの水平変位を応答変位とし黒太線としています。また静的加力は灰色線とし、包絡線を青色としています。また枠組のみの結果もピンクで示します。最大荷重時付近で振動実験が波打つ結果となっていますが初期変形は静的加力と振動実験がほぼ一致しています。振動実験では、正側の変形が単調加力に近いですが、静的加力では正負繰り返している点も影響している可能性があります。

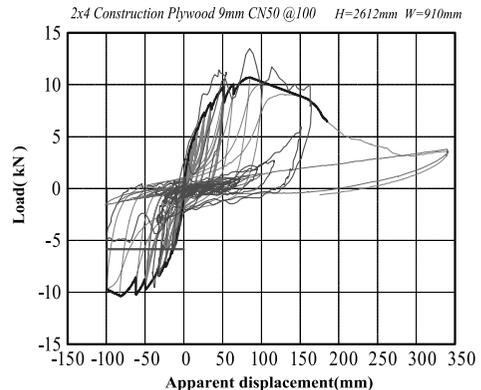


図3 静的加力と振動実験での荷重-変位曲線

5. 簡易振動台導入への検討

当センターでは荷重 ±300kN、変位 ±250mm、最大速度20cm/secのアクチュエータを所有しています。他機関では、てこ式や動滑車などを用い加振速度や振幅を高めた1軸振動台も利用されています。今後耐震性能の検証に動的加力のニーズも高まることが予想されることから、当センターでもアクチュエータを用いた簡易振動台導入の検討を開始する予定としています。

6. 参考文献

中川貴文, 岡部実, 沖浦博, 松本英樹, 枠組壁工法を用いた高倍率耐力壁の振動台実験と静的加力実験, 第62回日本木材学会大会要旨集(2012)



杭の長期水平抵抗力特性に関する検討

技術評価部 久世 直哉

1. はじめに

擁壁の基礎に杭を利用することにより、擁壁およびその周囲に建つ住宅の地震時における沈下・傾斜を抑制する効果が既往の文献¹⁾により報告されている。しかし、常時土圧を受ける場合における杭の水平抵抗力特性に関する知見が少なく、課題となっている。そこで、荷重保持に伴う水平変位の増加割合を把握するため、杭の長期水平載荷試験を実施した。

2. 試験条件

水平載荷試験に使用した試験体は、プレボーリング工法によって施工された直径165.2mm、厚さ7.1mm、材質STK490の鋼管杭である。また、試験は、茨城県つくば市立原の現場で実施した。当該現場は、洪積粘性土を主体とした地盤である。柱状図及び試験体位置を図1に示す。

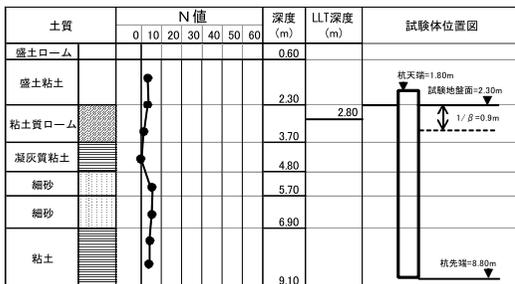


図1 柱状図及び試験体位置図

3. 試験方法および結果

(1) 試験方法

a) 載荷装置

載荷装置図の断面を図2に示す。

b) 載荷荷重

載荷荷重一覧を表1に示す。

c) 測定項目

測定項目は、載荷荷重、試験体の杭頭変位・杭体のひずみ、温度とした。載荷荷重は、試験体とワイヤの間に設置したロードセルにより測定した。また、高感度変位計を鉛直及び水平2方向、ひずみゲージを試験体深度方向に7箇所、熱電対を地表面及び試験体深度方向に4箇所、設置した。

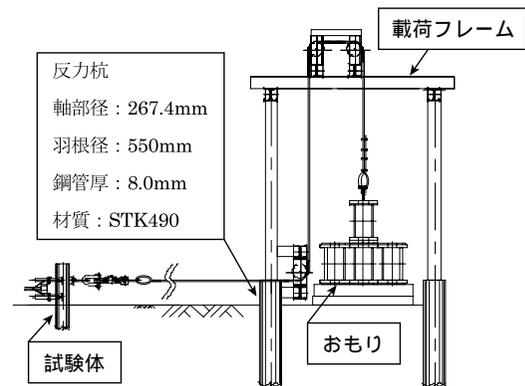


図2 載荷装置(断面図)

表1 載荷荷重一覧

載荷荷重	条件
13.8 kN	極限水平抵抗 (Qu) の 1/3
24.0 kN	地盤の長期許容変位 (y=15mm)
33.8 kN	杭体の長期許容曲げモーメント (Mal)
41.4 kN	極限水平抵抗 (Qu) の 3/3

(2) 試験結果

水平荷重(H)と杭頭水平変位(y)の関係を図3に、杭頭水平変位の増分(Δy)と保持時間(t)

の関係を図4に、変位速度(y/t)と保持時間(t)の関係を両対数軸で図5にそれぞれ示す。

荷重保持により、水平変位量が増加しており、その増加割合は、概ね荷重の大きさに比例していることが確認された。また、既往の文献²⁾において変位の収束と見なすことができるとされている保持時間4,320分(3日間)到達時における水平方向地盤反力係数(以下、 kh)は、荷重保持開始直後に比べて、53~86%程度に低下した(図6参照)。

また、三軸クリープ試験で見られるような、荷重保持により変位速度が急増し荷重低下に至る現象、いわゆるクリープ破壊現象は確認されなかった。これについては、載荷方式の違いや、杭の負担応力分布の変化などが影響しているものと考えられる。

4.まとめ

本報では、長期に渡って杭に水平力を作用させた場合における水平変位量の増加割合の把握を行った。その結果、水平荷重の保持時間に比例して水平変位量が増加し、その増加量は、水平荷重の大きさに比例することが分かった。今後は、杭形状、施工方法及び土質の違いが kh に及ぼす影響、 kh 変化の要因等を把握するための調査・検討を行い、設計時における kh の低減方法の提案を行う予定である。

なお、この検討は、国土交通省「平成23年度建築基準整備促進事業」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 松下ら：基礎及び敷地に関する基準の整備における技術的検討(その5)日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.405-406, 2011.
- 2) 中川ら：ポーリング孔内クリープ試験と地盤 K 値への適用, 土と基礎, 31-8, pp.17-23, 1983.

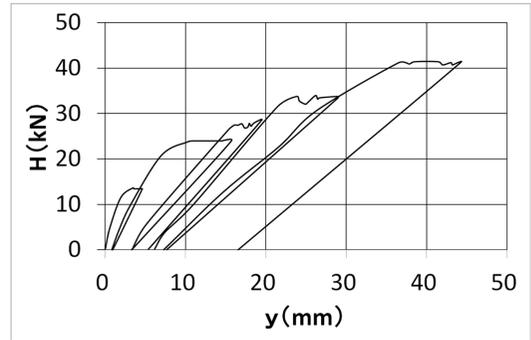


図3 H - y関係図

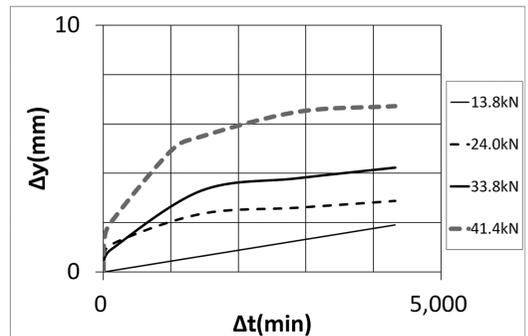


図4 y - t関係図

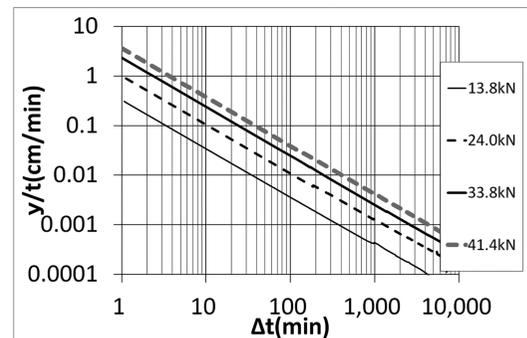


図5 y/t - t 関係図

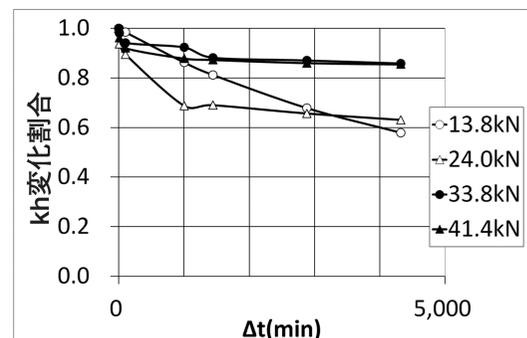


図6 kh 変化割合 - t 関係図



東北地方太平洋沖地震による 茨城県有施設の地震被害と 耐震性能評価法に関する研究

技術評価部 小室 達也

1. はじめに

本研究では、東北地方太平洋沖地震により茨城県内で被害を受けた建物について、被災状況を分析し、耐震診断結果との整合性の検証を行うことを目的としている。地震被害と耐震診断結果との関係が十分に対応しているかどうかについては、RC造(ラーメン構造)では過去の地震被害の分析から概ね対応関係があるとの研究成果が得られているものの、その他の構造ではS造やWRC造、CB造、W造では十分な検討は行われていないのが現状である。また、今回の地震では耐震補強された建物で大きな被害(大破や倒壊)を受けた事例はほとんど報告されておらず、耐震補強の有効性が実証された。しかし、補強後の建物でも大きな被害を受けていた例が調査建物の中に見られた。

この耐震補強された建物の地震被害の状況を分析し、補強設計の注意点や問題点を明らかにすることは、今後の耐震診断や補強設計に非常に有益である。

2. 地震被害の概要

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により被災した茨城県下の施設(特に県有施設を中心に)の118棟(RC造71棟、WRC造9棟、CB造7棟、S造19棟、S+RC造12棟)の被災調査を行い、各種構造の被害の特徴や程度をまとめた。ここでは、RC系建物の被害の特徴について、以下に示す。また、表1よりRC系建物では小破以下の軽微な被害が約90%、中破以上の大きな被害が10%程度である。

表1 RC系建物の被害状況(棟数)

	無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	その他	合計
RC造	10	40	11	4	3	0	3	71
WRC造	9	0	0	0	0	0	0	9
CB造	0	3	3	0	0	0	1	7

- i. RC造建物では、過去の地震被害でも見られたような、柱のせん断破壊(写真1参照)や壁のせん断破壊及びせん断ひび割れが見られたが、地震動の規模(茨城県内では震度6弱あるいは6強)の割に被害は少なかった。



写真1 柱のせん断破壊

- ii. 多くの建物が小破や軽微な被害であり、構造躯体には大きな損傷は無く、腰壁や垂れ壁、袖壁などの二次壁に多数のひび割れが発生していた。
- iii. 大破以上の大きな被害を受けた建物の特徴としては、コンクリート強度が低いこと、施工不良があること、壁の偏在により偏心率が大

きいこと、敷地が崖地近傍にあることなどで、耐震診断結果も要補強と判断されている建物である。

- iv. 小破以下の被害の小さい建物でも、耐震診断結果でIs値がかなり小さい数値となっている建物もあり、地震被害と診断結果との対応や地震動の特性の影響などについては、今度詳細に検討をする必要があると思われる。
- v. WRC造の建物では、調査した建物がすべて1～2階建ての低層建物であったこともあり、部材の損傷は確認できず、無被害であった。
- vi. CB造の建物では、ブロックの目地部に沿ったひび割れが見られ、壁にせん断ひび割れが見られた建物もあったが、全体的には被害は少なく、小破や軽微な被害に止まっていた。しかし、診断結果では要補強となる場合が多くあり、耐震診断結果と被害との関係について分析し、診断手法の妥当性を検討する必要があると思われる。
- vii. Exp.J部分が損傷する被害の割合が多かった。建物自体に影響するような被害は見られなかったが、十分な間隔を確保することができれば防ぐことのできる被害であるので、耐震補強をする段階ではできるだけExp.J間隔は拡幅するべきである。
- viii. 間仕切り壁などで用いられているコンクリートブロック帳壁のブロックの落下の事例が少ないが見られた。人命に影響する場合も少ないことから、注意が必要である。

詳細については被害調査報告書¹⁾を参照されたい。また、下階壁抜け(ピロティ)架構の被害についても確認されたが、診断・評価方法について概要を文献²⁾に投稿したのでこちらも参照されたい。

3. 解析対象建物

本研究で対象とする建物は、耐震補強後の建物で大破となったRC造2階建ての事務所(写真2、3)である。本建物は、本体のA棟と増築部

分(B棟と2階のS造部分)があり、A棟は1969年、B棟及びS造増築部分が1979年竣工で、さらに2003年に耐震補強が行われている。



写真2 補強プレース架構の柱のねじりせん断破壊



写真3 耐震補強された被災建物

4. 今後の方針

上記の耐震補強後の建物を用いて、漸増載荷荷重増分解析及び地震応答解析を行い、耐震診断による評価及び地震被害との比較検証を行う予定である。

参考文献

- 1)一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター：東北地方太平洋沖地震における茨城県及び周辺の被害調査報告，2011.12.
- 2)小室達也：下階壁抜け(ピロティ)構面の耐震性能評価方法とは，建築技術No.748，pp.112～113，2012.5.



個別要素法による落石シミュレーション

構造性能試験研究部 余川 弘至

1. 研究の概要

地盤挙動を把握するために有限要素法 (FEM) による解析が行われることが多い。FEMでは、微小な変形であれば高い精度で計算することができる。しかし、メッシュがつぶれてしまうような大きな変形では、計算の精度が極端に低下する。また、FEMで用いられている構成式については、室内試験で得られた結果を基にしているため、微小変形の領域を想定したものである。つまり、液状化や地盤流動等の非常に大きな変形を呈する挙動の再現には不向きであると言える。

本研究では、微小から大変形領域までを1つの手法で取り扱うことのできる解析手法を用いて落石を模擬したシミュレーションを実施した。

2. 研究手法

落石を模擬したシミュレーションには、個別要素法¹⁾を用いた。個別要素法とは、解析の対象を自由に運動できる多角形や円形・球の要素の集合体としてモデル化し、要素間の接触・滑動を考慮して(図1参照) 各時刻におけるそれぞれの要素の運動を逐次追跡して解析する手法

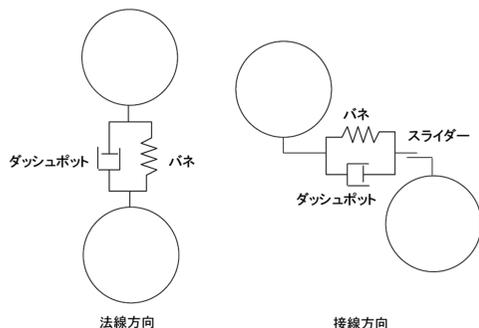


図1 粒子間力モデルのイメージ²⁾

である。ここでは、森口が開発・作成したプログラムを使用した³⁾。

3. 解析結果

図2に、落石を模擬したシミュレーション結果を示す。

4. 解析条件

斜面上に、落石を模擬した粒子を配置し、その挙動を確認した。解析を実施するために必要となる、解析パラメータをはじめとする解析条件および境界条件等については、既往の研究成果を参考に決定した³⁾。

図2中の白線が斜面を模擬しており、灰色の粒子が落石をイメージしたものである。図2中の(a)~(h)はそれぞれ、各ステップの落石状況を示している。解析結果より、落石は、斜面を落下するとともに回転していることが確認できる。

5. 最後に

本年度は、個別要素法による落石シミュレーションを実施したが、同手法を利用(改良)することで、落石や地盤挙動だけでなく、タイルの剥離・落下や天井材の落下シミュレーションなど住宅の分野にも適用することができる解析手法であると考えられる。

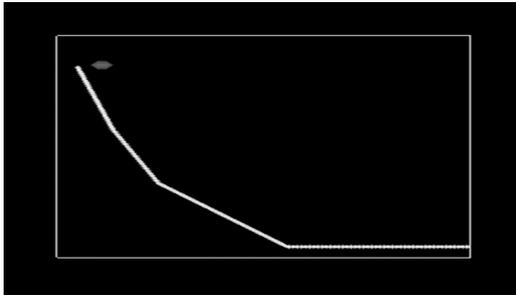
参考文献

- ¹⁾Cundall, P.A(1971) A computer model for simulating progressive large scale movements in blocky rock system,

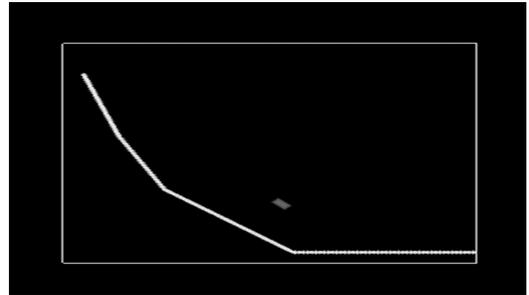
²⁾井上裕(2011): 可視化型せん断試験機による砂のせん断挙動の把握とその再現解析, 岐阜

大学修士論文.

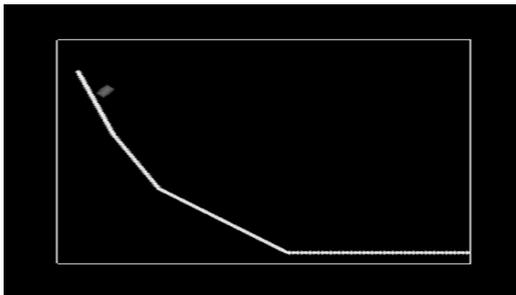
³⁾森口周二, 大竹雄, 本城勇介, 原隆史, 沢田和秀: 個別要素法により挙動を考慮した落石対策に関する信頼性設計に向けた提案, 第23回中部地盤工学シンポジウム, 2011.



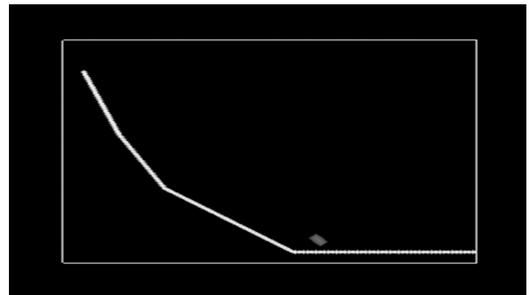
(a)STEP 0



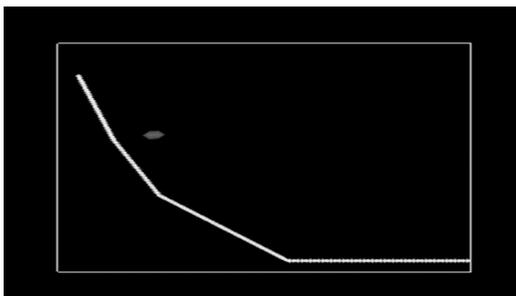
(e)STEP 40



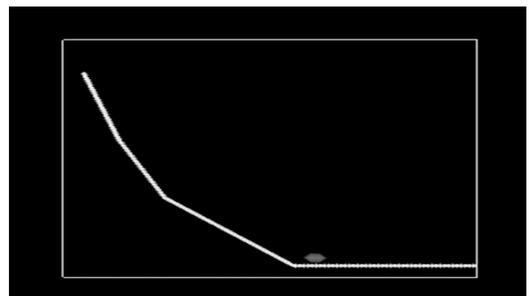
(b)STEP 10



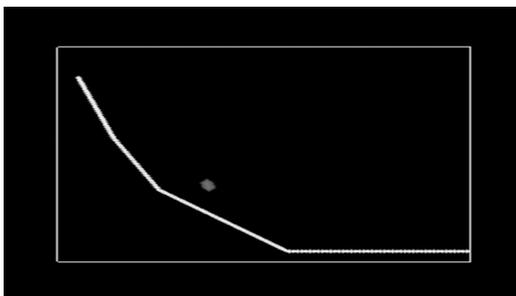
(f)STEP 50



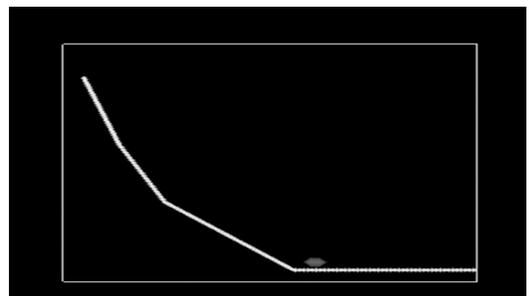
(c)STEP 20



(g)STEP 60



(d)STEP 30



(h)STEP 70

図2 解析結果



非破壊による 鋼材識別に関する研究 その3

構造性能試験研究部 服部 和徳

1. 研究目的

鋼構造建築物の耐震性の観点から、鋼素材の重要な因子としては、強度と靱性があげられる。本研究の目的は、鋼素材の強度・靱性を簡便且つスピーディーに推定できる方法を確立・提案する事である。昨年度・一昨年度は、強度の推定方法の確立について試みた。強度と硬さには非常に強い相関がある事を確認し、硬さと強度の推定式を提示した¹⁾²⁾³⁾。

本年度は、鋼素材における靱性(シャルピー吸収エネルギー)の推定方法について検討を実施する。

2. 研究方法

シャルピー吸収エネルギーは、結晶粒の大きさに依存すると考えられる。本研究では、簡便且つスピーディーに推定できる方法を目指している為、建築現場もしくは鉄骨加工業者で比較的簡単に結晶粒を観察する事が可能であるスンプ法を用いる事とした。スンプとは、鈴木氏が開発した鈴木式万能顕微鏡印画法(Suzuki's Universal Micro-Printing method)の頭文字SUMPを取ったものである。

SUMP法とは、観察したいものの表面にスンプ液を塗布したスンプ板を貼り付けた後、乾燥させ、これをはがしてプリントされた影像を顕微鏡で観察する方法である。

3. 試験方法

シャルピー吸収エネルギーの異なる鋼材6種類について、シャルピー衝撃試験およびスンプ

試験を実施した。表1に試験片の一覧を示す。

表1 試験体一覧

試験片 No.	鋼種	vE20	vB20
		J	%
1	SS400	156	50
2	SM490A	79	80
3	SM490A	60	89
4	SN490B	127	78
5	SN490C	205	20
6	TSC295	222	6

vE20 : 20 シャルピー吸収エネルギー

vB20 : 20 脆性破面率

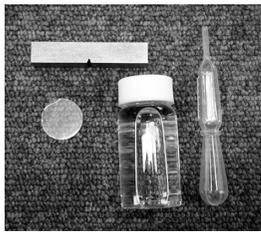
TSC295 は冷間成形角形鋼管である。その他の試験体は鋼板である。

建築鉄骨においては、一般的に試験温度0のシャルピー吸収エネルギーが靱性の指標として多く用いられるが、本研究においてはスンプ法が常温下での試験である為、シャルピー吸収エネルギーおよび脆性破面率は常温の20の値を用いる事とした。TSC295(試験片No.6)は冷間成形角形鋼管であり、その他の試験片は鋼板である。試験片採取位置はL方向(圧延方向)である。

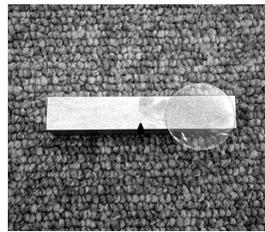
スンプ試験に使用した供試体はシャルピー衝撃試験が終了した後のシャルピー試験片を使用した。

スンプ試験方法を試験手順と共に写真1に示す。

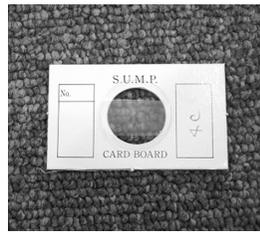
手順1 : 観察箇所を研磨する。観察箇所を研磨した後ナイタル等でエッチングをおこなう。研磨およびエッチングの状態が悪いと、上手くスンプ板に組織が転写されない。



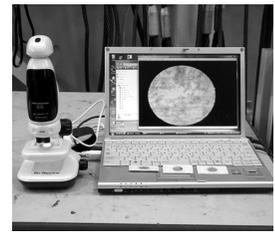
手順 1



手順 2



手順 3



手順 4

写真1 スンプ試験方法

手順 2 : スンプ板(アセチルセルロースフィルム)にスンプ液(酢酸メチル)を滴らし、スンプ板を観察面に貼付ける。

手順 3 : 3分程度乾燥させた後、試験体からスンプ板をゆっくり剥がし取る。スンプ板には組織に対応した凹凸が転写される。顕微鏡で観察出来るように試験体から剥がし取ったスンプ板をプレパラート等に設置する。

手順 4 : スンプ板に転写した組織を顕微鏡で観察する。本研究では、観察倍率は $\times 100$ 倍と $\times 400$ 倍とした。

写真 2 と写真 3 を比較すると、スンプ法による観察結果の画像は、鮮明度および解像力がかなり劣っていることが分かる。本研究においては、特に観察倍率100倍においては、スンプ法での組織観察は難しいと考えられる。従って、以降では $\times 400$ 倍の観察結果を用いて考察を実施する。

写真 4 に全試験体のスンプ法による組織観察結果を示す。

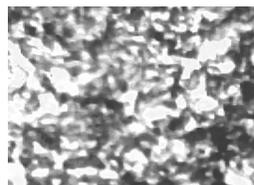
シャルピー吸収エネルギーの高いNo. 5 試験片 (SN490C) およびNo. 6 試験片 (TSC295) は結晶粒径が小さく、キメが細かいと考えられる。その他の試験片においては、No. 5 試験片およびNo. 6 試験片に比べ、結晶粒径が大きく、不均一な様に見受けられる。シャルピー吸収エネルギーの高い鋼材は結晶粒径が小さく、逆にシャルピー吸収エネルギーの低い鋼材は結晶粒径が大きく、大きさが均等でない傾向が伺える。ただし、本実験において比較的シャルピー吸収エネルギーが小さい試験片 (No. 3 試験片 $vE_{20}=60J$ 、No. 2 試験片 $vE_{20}=79J$) の結晶粒径は大きく、不均一になると予測をしていたが、写真 4 を見る限り予測通りにはなっていないと思われる。この点については、原因が良く分からない為、今後検討する必要がある。

4. 試験結果

写真 2 にスンプ法により観察した金属組織の一例を示す。写真 3 に実験室的な組織観察の方法として、通常の光学顕微鏡により直接組織観察をした結果を示す。写真 2 と写真 3 は同一材料 (No. 6 試験片) である。

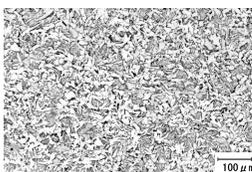


$\times 100$ 倍



$\times 400$ 倍

写真2 スンプ法による組織観察結果



$\times 100$ 倍



$\times 500$ 倍

写真3 光学顕微鏡による組織観察結果

5. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- 1) スンプ法により金属組織の観察を試みた。実験室レベルの光学顕微鏡による直接組織観察に比べ画像が不鮮明ではあるが、一定レベルでの観察は出来た。

2)シャルピー吸収エネルギーの高い鋼材は結晶粒径が小さく均一性が高い、逆にシャルピー吸収エネルギーの低い鋼材は結晶粒径が大きく均一性が低い傾向である。

本方法により鋼材の靱性を定量的に推定することは困難であるものの、靱性の大小を把握する為の定性的な判断手法の一つとなると考えられる。

参考文献：

- 1) 非破壊による鋼材識別に関する研究：BLつくば第9号 p.39～40、2010年6月
- 2) 非破壊による鋼材識別に関する研究 その2：BLつくば第12号p.23～26、2012年3月
- 3) 服部和徳、中込忠男：反発式硬度計による鋼材の引張強さ推定方法に関する研究：日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、A-1材料 施工、pp.1047-1048、2011年8月

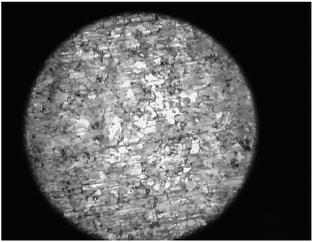
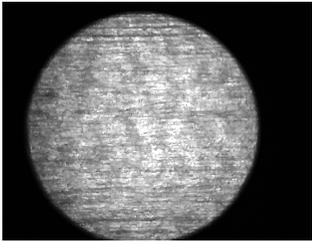
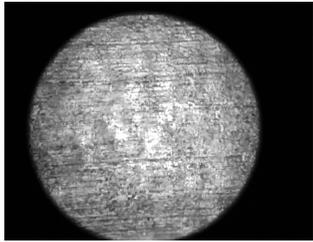
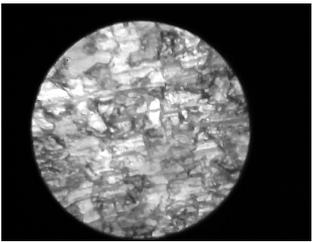
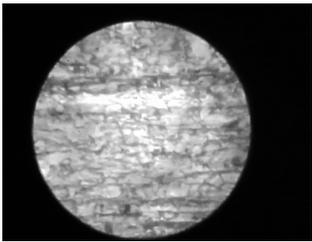
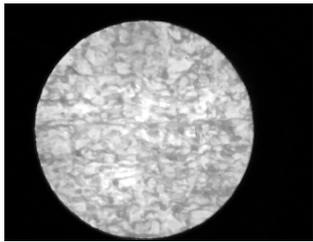
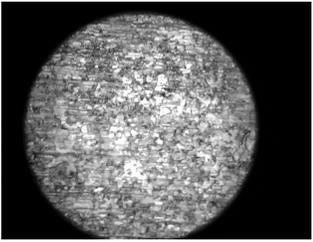
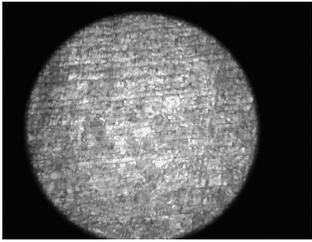
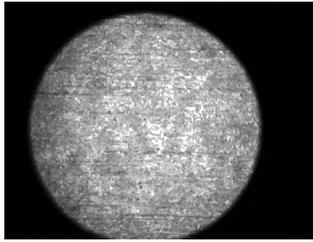
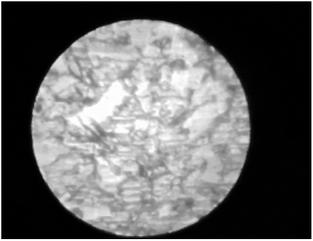
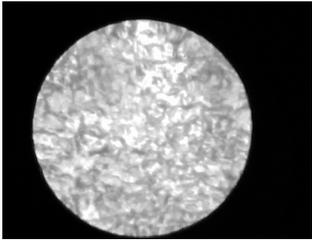
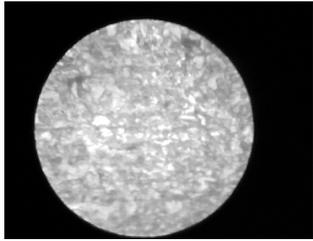
観察倍率	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)
		1	SS400	156	50	2	SM490A	79	80	3	SM490A	60
x100												
x400												
観察倍率	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)	試験片No.	鋼種	vE2 α (J)	vB2 α (%)
		4	SN490B	127	78	5	SN490C	205	20	6	TSC295	222
x100												
x400												

写真4 スンプ法による組織観察結果



第4回サステナブル建築賞 「審査委員会奨励賞」受賞について

技術評価部 佐久間 博文

BLつくば第9号(平成22年6月刊)でご紹介しました当センターの「試験研究本館(平成22年3月竣工)」が、この度、第4回サステナブル建築賞において、「審査委員会奨励賞」を受賞いたしました。

サステナブル建築賞は、財団法人建築環境・省エネルギー機構(IBECE、平成24年4月より一般財団法人)が主催し、国土交通省の後援により隔年で実施されるもので、「環境の価値を重視し、居住環境の豊かさを維持しながら環境負荷低減と資源消費の削減により、サステナブル社会の実現に貢献する建築物」を顕彰してきているものです。

従来からの「事務所建築」、「商業施設その他」に加え、今回より「小規模建築(延べ面積が概ね5,000m²以下の建築物で用途は問わない)」という部門が設定されましたが、試験研究本館はこの新設部門への応募で、幸いにも審査委員会奨励賞を受賞することができました^{*1)}。

^{*1)} 今回の受賞作品の概要と講評は

http://www.ibec.or.jp/hyosyou/building/4th_index.html

にて公開されております。

講評も前記Webにて公開されておりますが、「...建物コンセプトはチャレンジングであるが、全体のエネルギーマネジメントに難があるので、奨励賞が適当である」というものでした。

この講評について、個人的には「建物自体は挑戦的な試みも含めて、とてもよく考えられている。使う人々がもう少しその背景を理解して、賢く使いなさい(頑張り!)」ということであると理解しました。

「基礎杭を利用した地中熱利用空調システム」は当センター独自の実験的導入という性格が強いため、確かに管理という面ではまだまだ足りないところも多く、今後の課題であることは言うまでもありません。しかし、「自然な空気の流れを最大限生かした換気システム」や「自然光を取り入れた採光システム」などは、その気になれば十分活用できる要素ですので、設計・施工のコンセプトを十分理解し、その性能を十二分に発揮できるよう「住人」として努力する必要性を痛感しております。

昨年3月11日、当センターのあるつくば市北部でも震度6弱の揺れを経験し、場内の古い建物には被害もありましたが、試験研究本館についてはほぼ無被害で、基本的な安全性は証明されております。これに加え、元来この建物が内包している「サステナブル性」を、私たちの努力によって如何なく発揮できるようになれば、その時が本当の意味で「建物に命が吹き込まれる時」であるような気がしています。

受賞をきっかけに、使い手の意識が変わっていくのであれば、それこそ意味のあることではないかと考えております。



写真1 IBEC川本専務理事より表彰状の授与



写真2 関係者で記念撮影



平成24年5月6日つくば市で発生した 竜巻による被害調査報告

構造性能試験研究部 岡部 実、山口 佳春
防耐火性能試験研究部 水上 点晴

1 はじめに

平成24年5月6日、ゴールデンウィーク最終日に、つくば市で発生した竜巻によりつくば市北条地区などが大きな被害を受けました。すでに新聞やニュースで報道されているので記憶に新しいと思います。北条地区は筑波山の麓に位置し、当センターからも車で15分の位置でしたので、翌日5月7日午後、現地へ調査に向かいました。

2 調査地区

つくば市在住のBL職員より、5月6日の状況をヒアリングし、既に報道されている北条地区だけではなく、竜巻はかなり長い距離を移動した可能性があることを確認しました。そこで最初に北条地区を調査し、そのあと竜巻が移動したと思われる地域を北条地区からもどる形で、君島地区、北部工業団地、吉沼地区と移動し、周辺状況を確認しました。調査場所を図1に示します。ほぼ直線上に被害地域がならんでいることがわかります。



図1 被害調査場所 (Google mapより)

3 北条地区被害調査

北条地区は、筑波公民館が災害対策本部となり、自衛隊、警察の他、復旧作業が行われているため、一般車は進入禁止となっています。そこで図2に示すよう北条地区を徒歩で一回りし、被害状況を確認しました。また被害状況を写真1～写真4に示します。

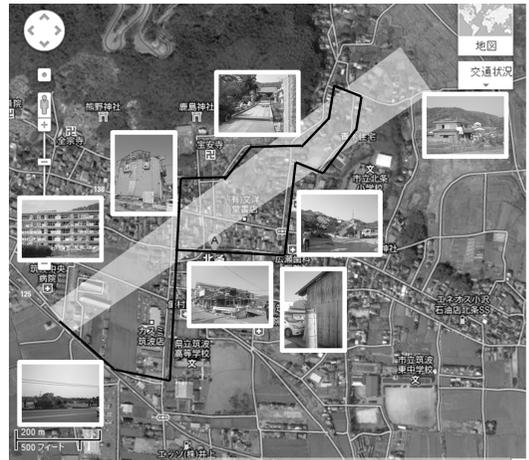


図2 北条地区調査ルート(黒線)



写真1 集合住宅の被害



写真2 鉄骨系住宅の被害



写真5 君島地区の被害



写真3 木造住宅の被害



写真6 北部工業団地の被害



写真4 電柱の破壊状況



写真7 吉沼地区の被害

4 北条地区以外の被害

北条地区以外にも被害が発生しています。被害地区はほぼ直線上に並んでいますが、竜巻の進路の多くが田畑となっていることが、報道されていない理由かもしれません。代表的な被害を写真5～写真7に示します。

5 まとめ

竜巻の強さを示す「藤田スケール」が、当初の発表での「F2（7秒間の平均風速50～69m/s）から、「F3（5秒間の平均風速70～92m/s）」に変更となりました。瓦を飛ばし、窓ガラスを割り、屋根を吹き飛ばす竜巻の威力は相当なものであると感じました。ただ窓ガラスが割れる原因は飛来物によるものか、風圧によるものか、風圧によるものであれば正圧か、負圧かなど疑問点もあります。窓が割れずに室内の急激な圧力変化がなければ屋根は飛ばないのかといったことも、被害調査を行ったことで、あらたな疑問となりました。

フローリング試験装置の紹介

環境・材料性能試験研究部 咸 哲俊

1. はじめに

一般財団法人ベターリビングつくば建築試験研究センター(以下、当センターという)では、熱耐久試験を中心にフローリングに関する性能試験を幅広く実施しております。表1に、当センターで実施しているフローリング関連の性能試験項目を示します。今回は、テーパー式摩耗試験機と耐キャスター性試験機について紹介させていただきます。

2. テーパー式摩耗試験機について

テーパー式摩耗試験機は、床材の摩耗性能を測定する試験装置です。フローリングは人が歩くなど他の材料との接触が行われると、表面材が摩擦により摩耗されて当初の美しさが損なわれますので、耐摩耗性の評価が要求されます。

フローリングの摩耗試験方法としては、フローリングの日本農林規格(JAS)に天然木化粧と特殊加工化粧を施したフローリングを対象に

表1 フローリング関連の性能試験項目

試験項目	試験方法	試験体
温水床暖房熱耐久性試験	ガス会社統一方式	2m × 4mの基準床に施工
電気床暖房熱耐久性試験	ガス会社統一方式 準拠	(試験体制作要領書あり)
含水率試験	JAS フローリング	75 mm × 75 mm、3枚
摩耗試験(A試験)		110 mm × 110 mm、3枚
ホルムアルデヒド放散量試験		150 mm × 50 mm、30枚
浸漬はく離試験		75 mm × 75 mm、3枚
曲げ強度試験		フローリング製品、3枚
寒熱繰り返し試験		長さ500 mm以下、3枚
耐湿熱試験	JAS 合板 準拠	300 mm × 150 mm、3枚
耐汚染性試験		フローリング製品、3枚
耐シンナー試験		フローリング製品、3枚
耐アルカリ試験		フローリング製品、3枚
耐キャスター性試験(B法)	JIS A 1454 準拠	直径770 mm ± 30 mm円板状、1体
耐キャスター性試験(B法)追加1万回		
鉛筆ひっかき試験	JIS A 1454 準拠	150mm × 70mm、3枚
耐衝撃性試験(デュボン式)		200 mm × 100 mm、3枚
耐衝撃性試験(落球式)		直径50mm・500gの鋼球を75cmから落下 200 mm × 100 mm、3枚

した研磨紙法があります。研磨紙法に用いる試験機を一般にテーバー式摩耗試験機と呼んでいます。研磨紙法はフローリングの摩耗試験で多く採用されており、最もなじみ深い耐摩耗性評価方法です。

2.1 試験機の原理

回転する水平円盤の上に試験片を設置し、研磨紙を取り付けた1対の摩耗輪を試験荷重とともに試験片の上に置きます。試験片を設置した水平円盤が回転する時に、摩耗輪が回転するので摩耗輪に取り付けた研磨紙によって試験片表面が摩耗されます。この時に生じる試験片の摩耗の程度から、摩耗性能を評価します。

2.2 試験機の仕様

試験機の写真を写真1に、仕様を表2に示します。

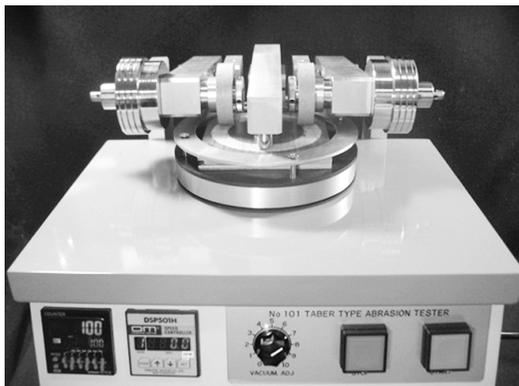


写真1 テーバー式摩耗試験機

表2 テーバー式摩耗試験機の主な仕様

設定摩耗回転数	60 ± 2rpm、70 ± 2rpm
回転盤の上下振れ	± 0.05 mm
荷重	280gf、530gf、1000gf
回転の計測器	オートマチック電子カウンター（6桁）
電源	AC100V 50/60Hz 単層 15A
寸法	320 mm × 330 mm、高さ 445 mm

2.3 関連規格

- ・フローリングの日本農林規格(JAS)
- ・JIS A 1453 建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法(研磨紙法)
- ・JIS K 7204 プラスチック 摩耗輪による摩耗試験方法

3. 耐キャスター性試験装置について

フローリングは、キャスター付きの椅子や家具の使用により傷や凹みが発生します。耐キャスター性試験装置は、キャスターによる傷や凹みのつきにくさを評価する試験装置です。当センターでは、「JIS A 1454 高分子系張り床材試験方法」の耐キャスター性試験B法を参考にフローリングの耐キャスター性試験を実施しております。

3.1 試験機の原理

3個のキャスターを取り付けたキャスター部におもりを載せて、試料台に設置したフローリング試験体の上に置いてから、所定の軌跡を描くようにキャスター部と試料台を回転させます。キャスター部を含む総荷重は90kgを標準としますが、90kgの荷重がかかった3個のキャスターがフローリング試験体表面を移動しながら、フローリング試験体全体に強い作用を与えます。

この時に生じた傷や凹みから、フローリングの耐キャスター性を評価します。

3.2 試験機の仕様

試験機を写真2に、仕様を表3に示します。

3.3 関連規格

- ・JISA1454 高分子系張り床材試験方法
- ・JISL4406 タイルカーペット

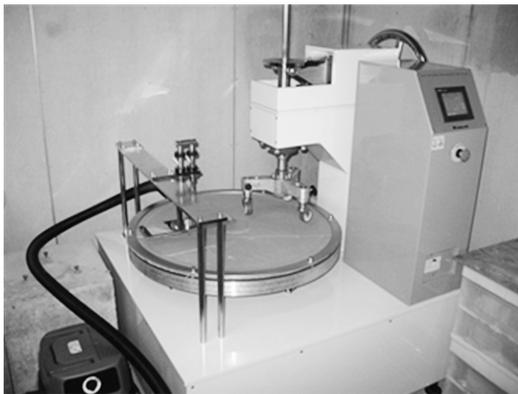


写真2 耐キャスター性試験機

表3 耐キャスター性試験機の主な仕様

円形試料台	直径 800 ± 5 mm
試料台回転速度	19rpm
ローラーホルダー	半径 R130 キャスター取付 (3個)
ホルダー回転速度	50rpm
キャスター	ポリアミド製 3個 ポリウレタン製 3個
荷重	10kgf ~ 120kgf (規格値 90kgf)
カウンター	6桁プリセットカウンター
逆転用タイマー	1 ~ 999sec
吸引装置	小形集塵機 (25 ~ 30L/sec)

4. おわりに

フローリングは塗装仕様、表面材の程類、厚さなど摩耗性や耐キャスター性能に影響すると思われる仕様が製造メーカー毎に多岐に渡っています。テーバー式摩耗試験機と耐キャスター性試験機がフローリングの性能確認及び評価で活用されることを期待しております。

参考文献：

- 1) フローリングの日本農林規格 平成20年6月10日農林水産省告示第936号
- 2) JIS A 1453-1973 建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法(研磨紙法)
- 3) JISA1454-2010 高分子系張り床材試験方法

博士課程修了報告

防耐火性能試験研究部 水上 点睛

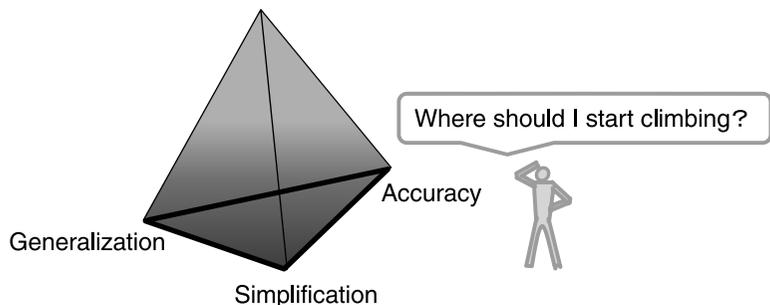
このたび、京都大学防災研究所教授・田中哮喘先生のご指導の下、学位論文「区画火災に曝される含湿区画壁の温度上昇簡易予測手法」を京都大学に提出し、2012年3月に博士(工学)の学位を授与されました。働きながら社会人ドクターとして研究を続けてこられましたのも、皆様のご協力と温かいご支援のお陰です。心より御礼を申し上げます。

私が従事している耐火試験とは、単一の外力(加熱条件)に対する特定の建築部材の耐火性能を、実大の試験体を用いて確認するものである。実大の試験体を用いている理由は、火源及び材料の応答に対する相似則が明らかでないためであるが、このため、経済的な問題から、単一の加熱条件および試験体仕様に絞る必要が生じている。しかし、建築内で発生する火災の規模は、可燃物量や流入空気量すなわち開口条件に応じて異なることが知られているため、設計上の工夫によっては予測される火災の規模を抑えることも可能であるし、また必要とする耐火性能にわずかに満たなかったような場合に、壁厚を少し増すなど、耐火試験で設定した条件が変化した場合の耐火性能を、既存の耐火試験結果から予測できれば大変便利である。これを動機として、実験結果をつぶさに観察し、半無限固体の1次元熱伝導方程式を基本とする乾燥壁の温度上昇モデルと、

移動境界問題として捉えた水分蒸発モデルを基とする、遮熱性能についての簡易予測式の提案を行った。

研究を通して、私にとって工学とは、近似や実験定数を用いた大胆な仮定を取り入れようとも、なにはともあれ実生活における目の前の問題へ対応することだと考えるようになった。よって数学における厳密性はしばしば緩和されるものであったが、数学の純粋性すなわち数式の一般性や単純性への志向は捨てきれずにいた。この辺りのスタンスは、人によって幅があり、過程として見れば価値観の問題なのであるが、近年は脳の外部における計算および記録能力の向上により、単純性を捨てて厳密性と一般性に進む流れが強い。よって工学の観点においては、裾野が広くなりがちであり、自分の位置を見失わないためのコンパスと、白地図を塗りつぶす他者との連携が必要である。

学位の授与は、この裾野に降り立ち、第1歩を踏み出したという意味にすぎない。今後とも、相反するよう感じられるこれらのベクトルが収斂する極みを目指して、研究に精進を続けていきたいと思う。





自己紹介



技術評価部 小矢崎 淳

4月より、つくば建築試験研究センター技術評価部に併任となりました。主務はこれまで通り住宅・建築評価センター構造審査部での業務となりますが、両センターの関連業務がより効率よく進められるよう、役目を果たしたいと思っていますので、よろしくお願いいいたします。

簡単ですが、自己紹介をさせていただきたいと思います。

建築との出会いとBL採用前の仕事について

高校三年の時、将来どういう仕事をしたいかをあれこれと考えていました。そして、生活に身近なことを仕事にしようと思われ、『居・食・住』の1つとしての建築学科に進みました。学校を卒業後は、設計事務所において建築物の構造設計業務に携わり、意匠や設備担当の設計者と協働して、空間をつくりあげていく楽しさに没頭した日々を過ごしました。その後、事情があって、構造設計業務から離れることとなり、その後は建物を建設するための土地を測量するという、全く畑違いの仕事をしていました。測量の仕事は外での作業が多く、重労働もあり、暑さ寒さがきつい時もありますが、体を動かす仕事の楽しさを再確認した日々でした。

これまでのBLでの業務について

平成18年4月に採用された後、建築基準法や品確法に関連した業務を行っている住宅・建築評価センターにおいて、主に時刻歴解析建築物の性能評価業務の事務局、住宅性能評価の補助員、構造計算適合性判定業務の事務局業務に従事してきました。途中、一般財団法人建築行政

情報センターと独立行政法人都市再生機構において仕事をする機会をいただき、短い期間でしたが、ほかでは経験できない貴重な時間を過ごすことができました。

現在の業務と今後について

現在は、住宅・建築評価センター構造審査部において機関維持などの事務局業務を主務とし、住宅性能評価部、建築性能評価部、そして、つくば建築試験研究センター技術評価部の業務に携わっています。少ない人数で様々な業務を扱う組織なので、異なる部署が効率的に協働することが必要とされる場合が多々あります。部署をまたがって業務に行うなかで、そのことを常に頭にいかせておきたいと考えています。そしてそのためには、頭の中の情報を常に更新し、また、組織の内部の人にとっても、また外部の人にとっても相談しやすい人であることが大切だと考えています。

そして、採用時に考えていた将来やりたいこととして、社会における既存建物の有効な活用方法の模索ということがあります。機会を見計らって、取り組んでみたいと考えています。

心がけていること

本をあまり読まない私ですが、これまでに読んだ数少ない本の中に次のような言葉がありました。『自分に正直に人に誠実に一日一日を大切に』以来、ことあるごとに心の中でつぶやいています。

週末の過ごし方

週末は、家族(妻、娘1人、息子2人)と一緒に、忙しく、かつ、のんびりと過ごしています。



自己紹介

とうとう実現！つくば勤務



管理部 坂田 浩二

平成24年4月1日付けにて管理部の併任となり、週1日ではありますがつくば建築試験研究センターにおいて業務に従事しております。

昭和56年筑波郡大穂町に「性能試験場」が開設されて以来、何度も試験場への異動希望を出させていただきましたが、残念ながらその願い叶わず、昭和55年の採用から32年間私のBL人生はほぼ一貫して経理畑でした。この度併任とはいえ、やっとTBTLで仕事ができることに喜びを感じております。

ここで、簡単ですが自己紹介をさせていただきます。

昭和53年卒業と同時に貿易業務に従事することを前提にある商社へ入りました。

ところが、採用辞令には「財務部へ配属する」とあり愕然とし、知人の強い薦めで自分の進むべき方向を転換して簿記を勉強しました。

BLに採用され経理部門に配属されてからは、幸か不幸かほぼ異動の対象に載ることなく現在に至っております。

採用時にBLの決算書を読まされて最初に「？」がついたことは、公益法人会計と企業会計の違いでした。資本金と基本財産の違いは？法定準備金はないの？損益計算書はないの？正味財産増減計算書とは？等々でした。

そのような会計基準についても、私の採用時点で採用していた昭和52年基準から昭和60年基準、平成16年基準、平成20年基準と時と共に改正されてきました。更に、平成20年12月からスタートした公益法人制度改革において、BLは平

成23年12月1日に一般財団法人へ移行し、新しいスタートを切ることができました。

家族は、妻と子供2人(2人とも既に社会人)です。埼玉県の大宮から片道1時間10分かけて飯田橋の本部へ通っております。つくば勤務の時は片道2時間かかっておりますが、京浜東北線 武蔵野線 TX つくバスとそれぞれ趣の違う交通機関を利用しておりますので苦に思うことはありませんし、時には業務終了後に情報交換会へお誘いいただくことも楽しみの一つとなっております。

つくば周辺の環境も変わり、開設当初は常磐線の荒川沖か土浦からバス旅の感覚でしたが、今ではTXができ、つくば駅からはつくバスで15分と驚くほど便利になっております。

TBTL開設当時の第1試験棟+実験棟(4棟)から第2試験棟、防耐火試験棟(壁炉、水平炉)、音響棟、構造棟等施設も増え、平成22年3月には試験研究本館が完成し、各試験施設に分散していた役職員が本館に集結し、内部連携が強化される環境が整いました。

こうした環境の下、BLの役職員がお客様をはじめ関係各位との良好なコミュニケーションをはかる環境づくりに側面からお手伝いができるように努めたいと考えております。

数年後には一区切りの年齢に達しますので、それまでの間に併任が解除されないこと(可能なら本務になること)を願っております。

編集後記



ロンドンオリンピックでは、日本のお家芸とされた柔道やマラソンに代えて、女子サッカーや卓球、アーチェリーといった分野が世界の第一線に台頭してきている。これに対し地震、雷、火事、親父...といえ、日本人にとってかねてより恐ろしいものとして挙げられる代表格である。しかし近年では、研究分析と技術革新により相対的にその地位を落とすものもあれば、津波、竜巻、ゲリラ豪雨、放射線など地球環境の変化等によって上位を脅かす存在も感じられる。今号の特集では、これらの住宅環境を取り巻く外力のうち、ベタリーピングにおいてこれまで試験・評価を行ってきたものを紹介させて頂いた。脅威として今も不動の1位であろう地震から、蟻の一徹に至るまで多岐に及ぶ内容となっているが、近年になって認識され始めた上記の外力については、未だ対応できていない。現状に安住して想定外などと言わないように、安全・安心な世の中に貢献するべく、1歩先行く試験評価業務を目指したいと思う。

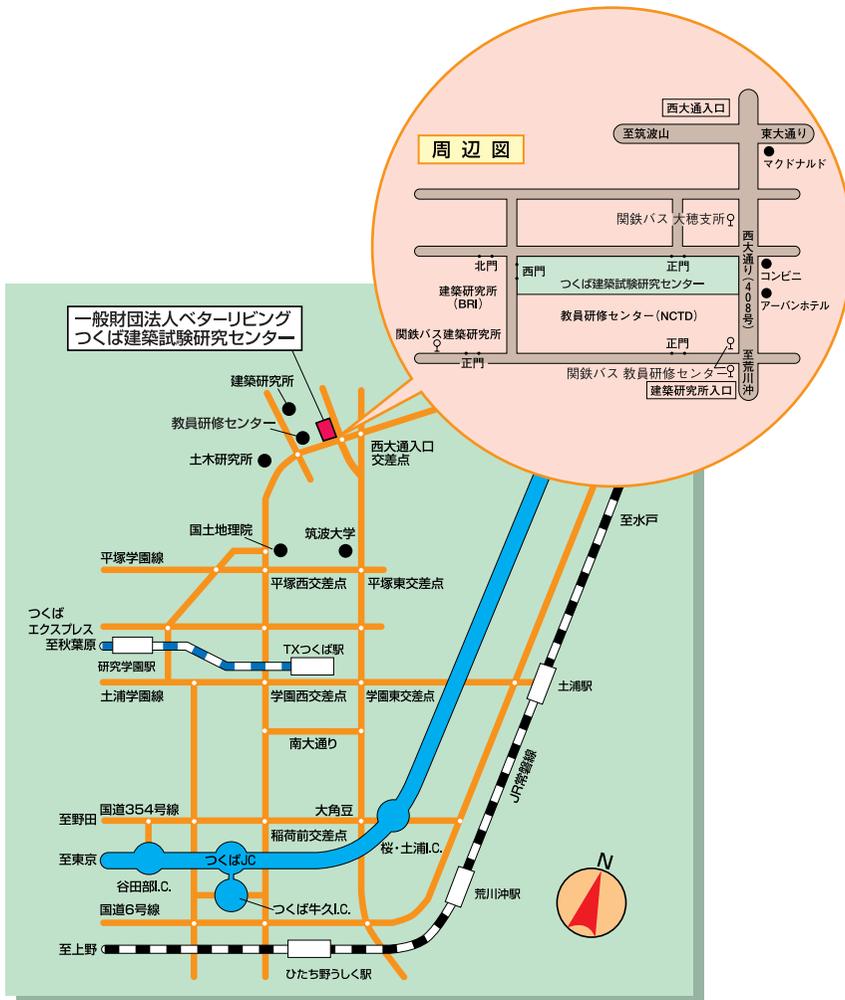
ゆく河の流れは絶えずして、しかももとの水にあらず。よどみに浮かぶうたかたは、かつ消えかつ結びて、久しくとどまりたるためしなし。世の中にある人とすみかと、またかくのごとし... 水上 点睛

BLつくば編集委員会

委員長 二木 幹夫
主査 岡部 実
委員 吉田 邦彦、咸 哲俊、永谷 美穂
余川 弘至、水上 点睛

BLつくば 第13号

発行年月日 平成24年 8月27日
発行所 一般財団法人ベタリーピング
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
印刷 株式会社かいせい



【交通機関のご案内】

■つくばエクスプレスご利用の場合

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

「研究学園」駅下車

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

■常磐自動車道ご利用の場合

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

※上の地図ご参照。教員研修センターと建築研究所に隣接した角地です。

一般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