

JTCCM JOURNAL

2015.8

建材試験

情報 Vol. 51



巻頭言 ————— 石崎和志

建材試験センターへの高まる期待

寄稿 ————— 馬淵清資

ヒトはなぜバナナの皮で滑るのか

技術レポート ——— 木村 麗

鋼構造部材の座屈温度について

I n d e x

p1

巻頭言

建材試験センターへの高まる期待

／国土交通省 住宅局 建築指導課長 石崎 和志

p2

創刊50周年特集

アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

p4

寄稿

ヒトはなぜバナナの皮で滑るのか

／北里大学医療衛生学部 教授 馬淵 清資

p10

技術レポート

鋼構造部材の座屈温度について

／性能評価本部 性能評定課 主任 木村 麗

p16

業務紹介①

2000kN 万能試験機デジタル式検力機の導入

／工事材料試験所 武蔵府中試験室 新井 太一

p20

連載

建築に学ぶ先人の知恵 世界の伝統的建築構法

第2回 プータンの伝統住居

／芝浦工業大学 教授 南 一誠

p26

業務紹介②

コンクリートの圧縮クリープ試験について

／中央試験所 材料グループ 主任 若林 和義

p28

規格基準紹介

業務用厨房の温熱・換気環境と換気・空調設計の確立に向けて

「JSTM V 6201(業務用ちゅう(厨)房に設置される排気フードの捕集率測定方法)」

／経営企画部 調査研究課 課長代理 中村 則清

p32

試験報告

木材・プラスチック再生複合材の滑り性試験

／中央試験所 材料グループ 主幹 吉田 仁美

p34

基礎講座

熱の基礎講座

第2回 熱と温度

／中央試験所 環境グループ 馬淵 賢作

p38

建材試験センターニュース

p40

あとがき・編集たより

巻頭言

建材試験センターへの高まる期待

国土交通省 住宅局 建築指導課長
石崎 和志

貴センターは、半世紀以上にわたり、公正中立な第三者機関として、建材に関する性能評価試験、新技術・新材料等の開発を支援する試験・研究を実施してこられ、建築基準法令の執行において非常に重要な役割を担っていただいています。

本年6月1日には、昨年成立した改正建築基準法の大部分が施行され、木造3階建て学校など木造建築関連基準の見直し、新技術の円滑な導入のための大臣認定制度の創設、構造計算適合性判定制度の合理化、容積率制限の合理化等を講じることといたしました。今後とも、合理的かつ実効性の高い建築基準制度となるよう、不断の取り組みを続けてまいります。

我が国は自然災害に対して脆弱な国土条件にあり、切迫している首都直下地震や南海トラフ巨大地震といった巨大災害に備えて、住宅・建築物の耐震化を図ることが急務です。最近発覚した免震ゴム偽装事案が社会的問題となったことから、建築行政は、建築物の安全・安心を確保するという重大な役割を担っていると実感いたします。

平成19年には耐火偽装事案が社会的問題となりましたが、これを受けて実施している防耐火関係サンプル調査、防火サッシに係る性能評価の合理化、防火に関する大臣認定仕様の告示化において、貴センターに大いにご支援・ご協力いただいたことに対し深く御礼申し上げます。

貴センターにおかれましては、防耐火関係の試験・性能評価に対するニーズが高まっている中で、耐火壁や防火設備の耐火性能試験を実施することができる大型の加熱炉を増設・稼働されたと伺いました。このことは必ずや社会の要請に応えるものになると期待しております。

また、建築材料等の品質管理の重要性がますます高まっていますが、貴センターは、建築・土木分野におけるISO9001(品質マネジメントシステム)の専門審査機関のパイオニアとしても、ゼネコンやハウスメーカー等をご支援いただいています。

今後も、貴センターの果たす役割はますます大きくなってまいります。皆様方の一層のご協力を賜りますようお願い申し上げます。



創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

昨日は今日を そして今日は明日を

狩野 春一*

昭和24年工業標準化法が公布（その後改訂があったが）され、その示すところによって生産者、使用者及び中立者の合議によって制定されるJISは、それ以前のJESが主として官公庁の資材購入の規準であったのとは異なり、メーカーには生産の、そしてユーザーには信頼の拠り所となる標準となった。従ってJISの制定されている建築材料は、その品質、性能、形状などJISの示すところと合致または合格しなければならないことは必須の条件である。これに関して思い出すことは、戦後数年、ようやくコンクリート建築が復興し、公団中層住宅が盛んになりかけたのに伴い、多くのセメント防水材が出てきた。工技院の要求できわめて物足りない品質規定と思ったが、JIS A 6101「建築用セメント防水材」ができた（その後廃止され現行のA 1404ができたが）。その後私の研究室へ、これに対し合格の認証を求めて種々の市場品の試験依頼があったが、合格と認められるものはきわめて少なかった。それがいつの間にか、他の試験所の認証を明記して広告されていることをいくつか見た。もちろん試験所や試験者が異なれば結果の細部まで必ずしも一致するものではないことはわかるが、国家標準のJISに対する可否の判定評価が異なることは許されることではない。防水材以外でもこうした事例を経験した私は、JISの權威のため、大きくは建材の健全な発展にも、何とか權威ある試験・研究・指導の機関ができて、可否判定は必ずその門を通過しなければならないというようなことができなかつたかと願っていた。相当あとのことになるが、建材試験センター発足計画の話し合いの会に招かれ、上記のような希望を述べたと記憶している。今日の建材試験セ

* (財) 建材試験センター顧問

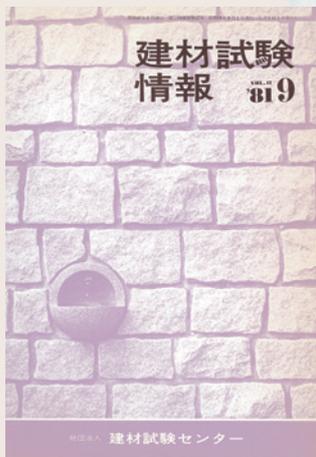
ンターがこの線に沿うように活躍され、信頼されて建築材料界に貢献されていることは誠に喜ばしいことである。

建材試験センターの創立は昭和38年であるから、もうまもなく20周年を迎えることになる。

38年といえば、私は東工大を停年で退き明治大学で二度目の勤めをしていた頃であるが、朝鮮動乱が、戦時に吹かなかった神風となったのをきっかけに、わが国の経済は急速かつ驚異的な成長を示していた時代であった。おかげで焦土日本、特に都市の応急建築は復興から本格的現代建築へと発展してきた時代であった。そして外国の新技术、新材料の導入が活発で、国内の建材産業も過去の注文品製造型から標準品量産の大型化に躍進してきた時代であった。建材試験センターはこうした動きに対し、建材の堅実な向上・発展に緊要な機構として企画されたものと思うが、誠に時宜を得た判断であったと思う。

かくして創設され、活動が始まった建材試験センターも発足当初はまさに借試験室、借試験機器さらに借技術者の状態で、初代笹森理事長の御苦労は大抵でない厳しいものに見えた。しかし、やがて草加試験所もでき技術陣容の整備、充実も着々進んで、ようやく確固たる基礎ができたことは笹森さんの懸命の努力によるところと深く敬意を表したい。2代目理事長の伊藤さんは、この基礎の上に今日の押しも押されぬ建材試験センターの偉容を築き上げられた。伊藤さんは着任以前日本規格協会の理事長であって、協会運営には豊かな経験者である。着任以来組織性を指導育成して、内的に格段の活気を与え、外的には活動支所を中国・九州にも拡げる等今日の一大発展を堅実に築き上げられた有能者であり人格者であったが、過般たつての辞意で第3代は長澤理事長の操舵となった。長澤さんはかつて通産省で長年建材行政の衝に当たられた後、民間大企業に移って経営の経験の豊富な方である。建材試験センターの情報及びニュースにも「3代目ということを嘯みしめて努力したい」と抱負を述べておられる。たのもしい限りである。それに迷惑のようであったが、伊藤前理事長も非常勤相談役とし協力されるとのことで、今後の発展は刮目して楽しく期待できることと思う。

私は、建材試験センターは自活しなければならないが、営利を追求すべき機関でないと思っている。そして、權威や名声が誇示できる場でもない。どうか成果を社会に還元し、信頼されて建材の健全な向上発展に協力、指導する誇り高い機関であってほしいと願っている。



創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

巻頭言

試験員は研究員でなければならない

藤井 正一*

建材試験センターの主要な任務は、いうまでもなく試験依頼者の要求に従って、提供された建材についてその性能試験を行い、その結果を依頼者に報告することである。この場合、一般には試験方法はJIS その他で定められており、試験担当者はそれに従って機械的に試験を行い、その結果を定められた形式に従って間違いなくまとめればよいわけである。

しかし、実際には定まった試験方法がない場合もあり、そのときは新しく試験方法を考えなければならない。また、たとえ試験方法が定められていても、それはあくまで原則的なことであって、細部については試験の対象となる建材の実情に応じて、臨機応変に対処しなければならないこともしばしば生ずる。そのほか、試験を実施する過程において、試験を直接担当した人でなければ気の付かない、その材料についてのさまざまな長所や短所がわかってくることも多い。これらの試験上の配慮や、一般には見過されてしまう材料の特長などは、試験依頼者にとっては最もほしい事項であるにも拘わらず、試験報告書には何も書かれないで終わってしまう。

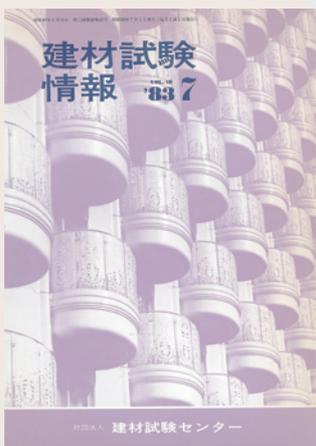
このように考えると、試験担当者の各種の配慮は重要であり、これを試験依頼者に報告することは大きな任務であろう。けれどもまた逆に考えると、若しも試験担当者が未熟であったり、経験が乏しかったりする場合は、

間違ったコメントをすることになり、かえって迷惑をかける場合もある。このような理由によって、試験報告書には定められた必要事項以外を書くことは避けるべきであるという態度をとっている試験所が多い。

建材試験センターは、その経歴もかなり長く、試験担当者も育ってきているから、試験依頼者からの要求があれば定まった試験結果以外のコメントもつけるべき時期にきていると思われる。そのためには、総ての試験担当者が更に深い経験と広い視野を持つことが必要で、試験を実施するときに常に研究的な観点を忘れてはならない。すなわち自分を単なる試験員と考えないで、常に研究者であるとの自覚を持ち、毎日の試験業務の中に研究的要素を発見して、これを解明しようとする努力を払う習慣をつけなければならない。

以上の理由によって、建材試験センター全体に研究的雰囲気のみならずことが現在最も大切なことであると考える。研究は必ずしも収入がともなわず、場合によっては逆に出費がともなうこともあろう。しかし、研究をないがしろにして、視野の狭い試験屋の集まりでは建材試験センターの発展はおぼつかない。どのような建材の試験依頼にも応じられ、また依頼者に喜んでもらえるような試験担当者を養成するために、精神的ならびに経済的なある程度の投資をしておくことは、建材試験センター今後の発展にとって最大の要点であると考えている。

* 芝浦工業大学工学部教授



ヒトはなぜバナナの皮で滑るのか



北里大学医療衛生学部 教授 馬淵 清資

1. バナナの皮の世界へ

工学部の学生だった40年前から、一貫して人工関節の潤滑設計を研究課題としてきた。その中でヒトや動物の関節の潤滑の仕組みについても調べていた。そうした生物の摩擦現象を対象とする分野、バイオトライボロジを論じた著書の中で、関節の潤滑の仕組みの解説した際、軟骨からしみ出す関節液の働きによる滑りの良さが、バナナの皮の滑りを連想させると記述した¹⁾。それがバナナの皮の世界に足を踏み入れたきっかけである。

滑りがよいというのは、摩擦が低いということである。当時、世界中に知られたありふれた事実なので、どこかに摩擦測定の結果ぐらい公表されているだろうと、軽く考えていた。それでも少し気になっていたのも、近年になってインターネットで飛躍的に増した調査力によって、検索を試みた。その結果、バナナの皮をグリースの代わりに船の進水に用いた実例²⁾とか、バナナの皮などの滑り易いゴミを路上に放置してはならないといったケンブリッジ市の条例³⁾といった事実があるものの、バナナの皮の滑りに正面から科学的に取り組んだ研究は見つからなかった。誰もいないならば、これを測定することは、バイオトライボロジ(生物摩擦学)の研究者としての責務である。自分で測ってみよう。そう思い立ったのは、十年ほど前のことである。

2. 摩擦測定

バナナの皮は、どのくらい滑りやすいのか。文学的な表現ならば、ぎしぎし、ごつごつ、ざらざらなどの滑りの悪さの尺度から、スキーやスケートの「つるつる」という滑りのよさの尺度まで、様々である。では、うどんを食べる時の、「のどごし」とバナナの皮のどちらがよく滑るのか。あるいは、すべすべの人肌と比べてどうか。そうした比較をするには、何か客観的な尺度、つまり、数字が必要になる。温度が30℃とか重量が60kgといった数字である。

滑りのよさの尺度となる数字は、摩擦係数である。その

数字が小さいほど滑りがよい。この数字を他の現象と比較すれば客観的な評価ができる。摩擦係数は、初等物理学レベルの実験で測定できるのだから、求めるのはたやすいはずだ。実験材料はバナナの皮だから、いくらでも手に入る。

そこで、とりあえず卒論テーマに生物組織の摩擦測定と言う課題を掲げ、その中にバナナの皮の摩擦測定を含めようとした。しかし、誰も振り向いてくれなかった。仕方ないので、自分で実験することにした。研究室のスタッフや学生諸君は、妙な実験をやっていると思ったようだ。あまり周りの目は気にせず、新しい事実を明らかにすることの面白さに突き動かされて実験を進めた。

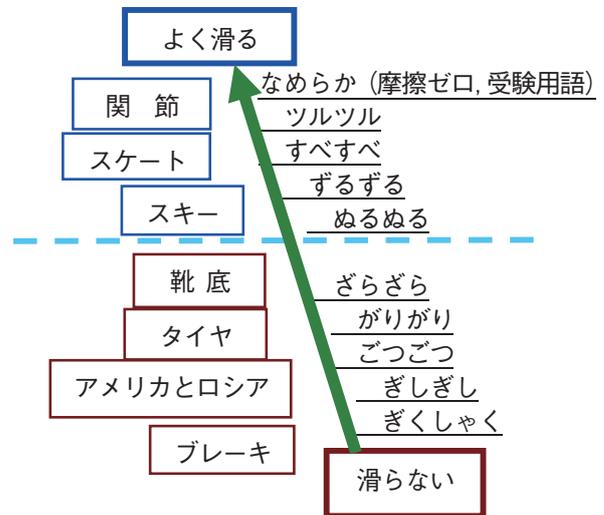


図1 文学的、感覚的な滑りのよさの尺度。バナナの皮はどのくらい滑るのか？

最初、斜面にバナナの皮を置いて、滑り出す際の斜面の角度、すなわち摩擦角を求める方法を試みた。摩擦角の正接が摩擦係数となる。驚いたことに測定されたバナナの皮の摩擦角は、45度を越えてしまった(図2)。これは、摩擦係数1以上を意味する。かなり大きい値である。通常の床面と靴底の間の摩擦係数は、0.4程度であるから、バナナの皮で滑って転ぶはずがない。ヒトが踏んだら滑るというのは事実だから、踏むという条件を再現する必要があるようだ。

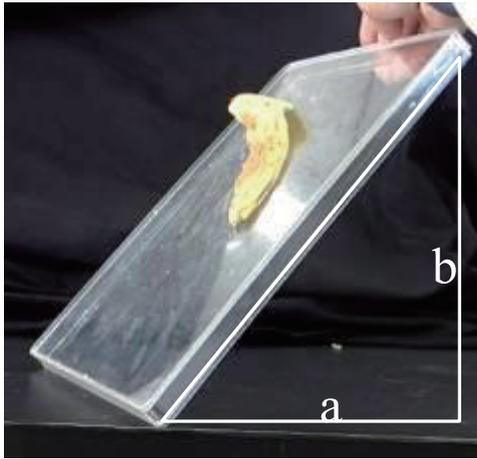


図2 摩擦角測定の結果。摩擦係数(=b/a)は、約1.2だった。バナナの皮は滑りは、よくなかった。

これは意外に難しい。斜面でバナナの皮に乗るのは危険なので、却下。

幸い、関節機能を調べる目的で導入した摩擦測定装置が実験室に豊富にある。それを使えば、踏んだ瞬間の摩擦を測定できるはずだ。それで、実際に試みたのは、多軸荷重センサの上に床材を固定し、その上にバナナの皮を置いて、それを自らの足で踏んだ瞬間の垂直抗力と摩擦力を同時検出する方法である(図3)。

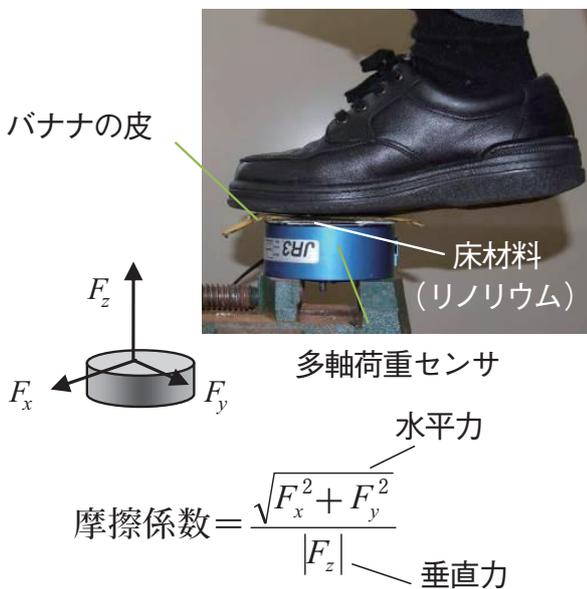


図3 荷重センサを用いた摩擦測定の様子。踏むという条件を満たすために踏んだ。

学生諸君の論文作成の実験が一段落する春休みを狙って重点的に実験を進めた。

60回の測定の平均の結果、靴と床材料の間の摩擦係数は、0.412で、それが、バナナの皮を挟むと0.066に低下した(図4)。つまり、約6倍ほど滑りやすくなることがわかった。やはり、踏めば滑るのである。

この摩擦係数は、スキーやスケートと比べるとわずかに大きい。ただし、関節軟骨面の摩擦係数は、さらにかなり小さい値で、そこには届かなかった(図5)。

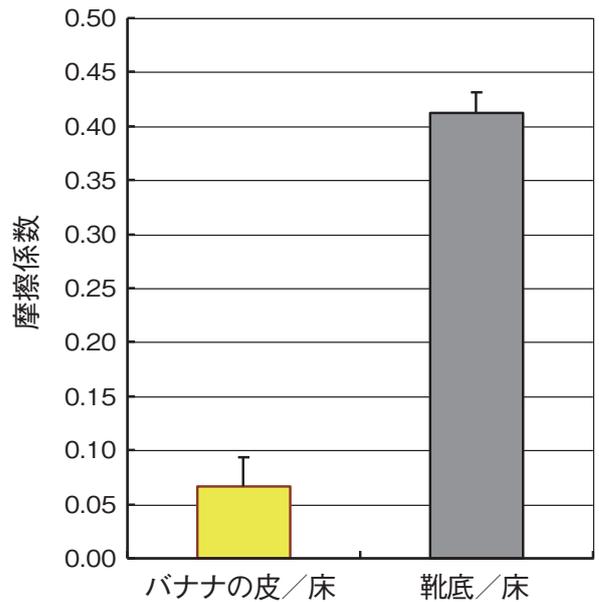


図4 バナナの皮と床(リノリウム板)の摩擦係数

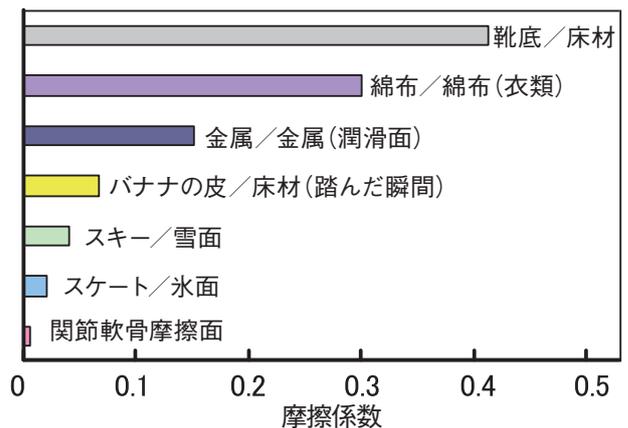


図5 いろいろな材料の摩擦係数⁴⁾

この摩擦係数で、はたして、ヒトは滑って転ぶのか。図6のように、踏み出した足の角度が、摩擦角を超えると、危険である。摩擦係数0.066の場合、摩擦角は3.8度であるから、歩幅が15cmを超えると危険である。バナナの皮が落ちていることに気づかず踏めば、確実に転倒するのである。ちなみに、安全工学では、摩擦係数が0.1以下になると、9割の確率で転倒することが知られている⁵⁾。また、摩擦角より小さい歩幅を維持すれば、例えば氷面でも転倒しない。スケートの初心者がリンクの上でよちよち歩きするのは、そのためである。

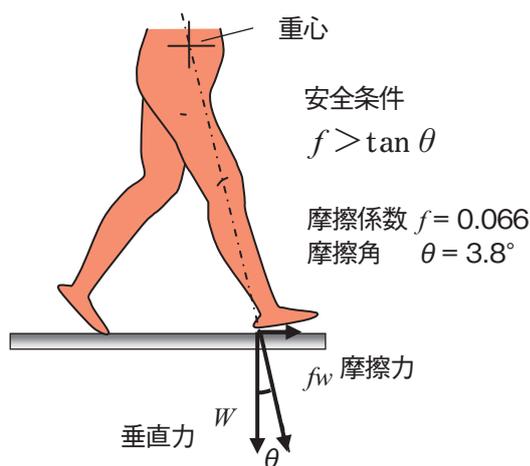


図6 歩行の安全条件

3. バナナの皮が滑る仕組み

バナナの皮が滑ることを客観的なデータとしたという意味で、新規性は十分である。しかし、結果がグラフ1枚では、論文が書けない。そこで、いくつかの実験を追加した。表裏を裏返すと摩擦が倍になること、乾燥させると、全く滑らなくなることを明らかにした。これらのデータを基に、滑りの良さを支える仕組みを考察した。

乾燥すると硬く固化して滑りの良さが失われることから、バナナの皮の潤滑の主役は、油脂ではなく水分と推定した。しかし、バナナの皮より水分含有量の多いリンゴの皮は、バナナの皮より摩擦が高かった。

バナナはリンゴより甘みが強いことが、成分の粘度を上げていると考えられた。また、バナナの皮の内側は、新鮮な状態では白くさらさらしているけれど、踏みつけた後には、褐色に変色する。この変化を詳細に調べるために、実体顕微鏡で観察した結果、新鮮面に見られる白い小胞は、踏みつけると、均一な粘液状に変化していることが見いだされた。そして、バナナの皮の内側にある小さな細胞が踏

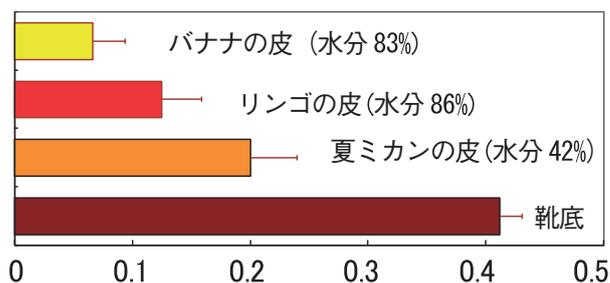


図7 果物の皮と床材の摩擦係数⁴⁾。

みつけることで破裂して、内部の粘液が放出され、それが、潤滑膜を形成するという小胞ゲル潤滑の仕組みが重要であると結論した。こうして、世界初のバナナの皮の滑りをテーマとした論文が完成した⁴⁾。

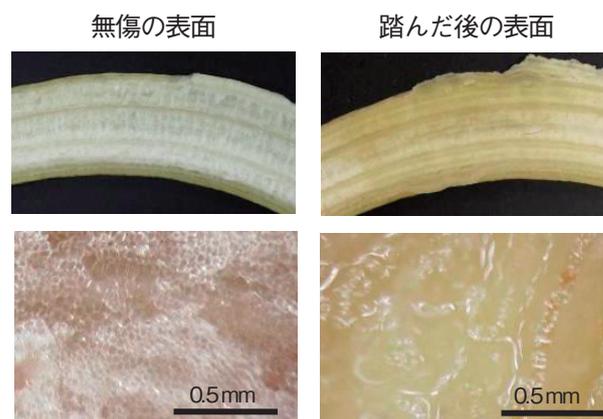


図8 バナナの皮の変化。下図は実体顕微鏡像⁴⁾

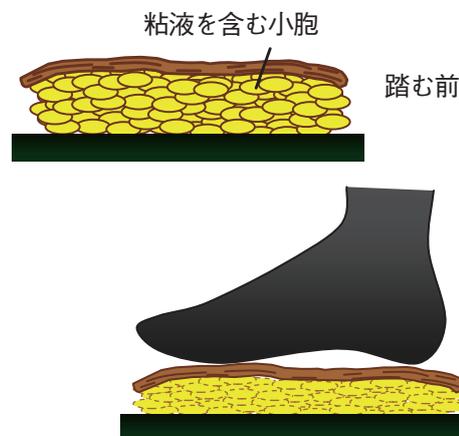


図9 踏みつけによる小胞の破裂⁴⁾

論文が上梓された時点で、世界共通という点では唯一のギャグネタであるバナナの皮の滑りを、学術論文にできたということから、イグノーベル賞を確信した。人々を笑わせ、そして考えさせるというこの賞の趣旨にこれほど似合う内容の研究は他には存在しないからである。

授賞後、多くのメディアの取材を受け、バナナの皮の研究について、掘り下げるきっかけをいただいた。そして、関節の潤滑とバナナの皮の滑りの主役が、いずれも粘液であるという事実に生命科学を広げる鍵があることに気づいた。

術のすべてが、生物の遺伝子の働きに依存していることを示している。



新鮮大腿骨 顆部 実体顕微鏡像

図11 ウサギ膝関節軟骨

4. 粘液そして有機物

粘液によって滑りがよくなるという説明は、一般に、無条件に受け入れられている。しかし、粘性は液体の流れを妨げる性質であるから、摩擦抵抗を生むはずだ。滑りがよくなるのは、なぜか。実は、摩擦面の液体が押し出される流れを粘性が妨げる。それにより、固体同士の接触によって発生する大きな摩擦力の発生を妨げる。流体潤滑である。その効果は潤滑液の粘性が高いほど大きい。

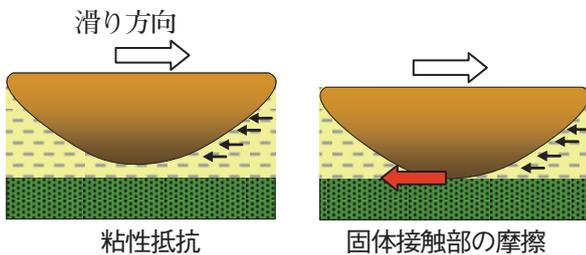


図10 流体潤滑状態と固体接触状態

バナナの皮の粘液成分が、どのような組成なのか。それを正確に特定するのは難しい。高分子の構造を特定するのが難しい上に、湿潤状態での分析は困難だからである。放置しても異臭を発しないことからタンパク質由来ではない。甘い果物ほどヌルヌルするといった状況証拠からは、糖類由来であること推察できる。植物の粘液として一般的なものはマンナンやフコイダンなどの多糖類である。多糖類という点で、関節液成分のヒアルロン酸などと共通である。

粘性を支える高分子は、すべて有機物である。有機物は、遺伝子の働きによって形成される。一方、現代科学技術は、生物に依存せずに有機物を作ることには、ほとんど成功していない。また、高分子の形成には有機物が不可欠である。結局、高い粘性を有する液体は、すべて生物由来である。一般の機械において用いられている工業用潤滑油も例外ではない。このことは、摩擦を下げ滑りをよくする潤滑技



図12 ズルッきたら、それは生き物

歩いている、何かぐにゃっとした物を踏んだとき、何かの生き物あるいはその排泄物を踏んだと思う。それは、生命体を形作る有機物が柔らかいからである。その柔らかさを支えるのも高分子である。高分子の分子鎖は、繊維を形成して、しなやかに変形できるから、液体では粘性、固体ではしなやかさを生む。だから、ぐにゃっとした何かを踏めば、そこに生命を感じる。他の生命は、あるときは愛らしく、あるときは有害で、またあるときは気持ち悪い。ぐにゃぐにゃした物には、そうした感情をいだく。

生物組織の組成は、すべて高分子材料で構成されているから、それを含む水分は粘液として存在する。したがって、バナナの皮だけが特別なのではなく、道に落ちて濡れ落ち葉やイモムシの死骸など、生物組織の残骸を踏めば滑る。毛虫やヤスデが大量に電車の線路に落ちてると、電車が滑って運行できなくなる⁶⁾。踏めば滑るのは、バナナの皮だけが特殊なのではなく、生物の構造をなす有機物は、すべて、踏めば滑るのである。バナナの皮だけが、かくも注目されるようになった理由は、バナナは簡単に皮を剥くことができることから、どの果物より食べやすく、携帯が容易で、街路や床に遺棄される可能性が高いからである。



キシヤステ⁶⁾

車を止めることから命名された。8年ごとに大発生を繰り返す、小海線の運行妨げることから悪名高い。大量のヤステを踏むことで車輪が滑って、登り坂を上げなくなる。



濡れ落ち葉(植物)

ナメクジ(軟体動物)



ミミズ(環形動物)

スズメガ(節足動物)

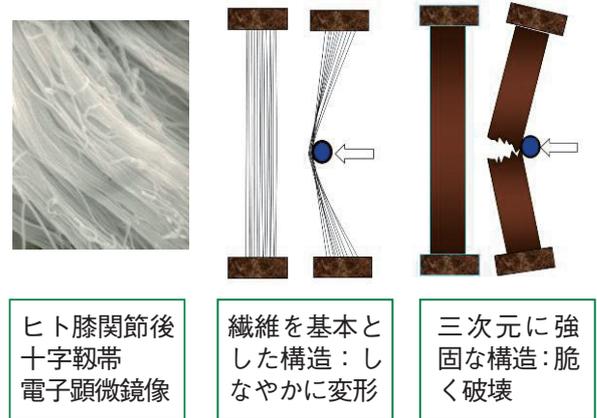
図13 生物は踏めば滑る

生命に由来する有機物は、踏めば、すべて滑る。そこには、粘液が関与する。一方、無機物質には粘液が形成できないので、ズルッと滑ることはない。有機物、高分子といった材料の性質がそこに発露するので、当然である。そこから、生物は、ズルッと滑る物という定義が導かれる。生物とは何か。ズルッと滑る物である。この生物の定義は、一見、ユニークではあるけれど、本質に近い。

動物の体は、基本構造が、有機物、高分子によって形成されている。細胞は、高分子を合成する際、糖鎖という繊維を紡いでいく。繊維は、炭素の並ぶ方向に強固な結合を形成することで、形成される。一方、主たる鎖の方向以外には、結合の手を伸ばさない。だからこそ繊維構造、あるいは膜構造が維持される(図14)。

繊維が寄り合わされることで形成された三次元構造においては、布を見れば分かるように、しなやかに変形できる。布は、変形の際、繊維間の滑りが発生する。その滑りの良さが、形全体のしなやかさを発露させるために必要である。

同様にして、膜構造は、二次元方向に強固な結合力をな



ヒト膝関節後十字靭帯電子顕微鏡像

繊維を基本とした構造：しなやかに変形

三次元に強固な構造：脆く破壊

図14 繊維構造の変形

繊維によって形成された構造は、繊維間の滑りによってしなやかに変形できる。三次元に強固な無機物の固体では、大変形に脆く容易に破壊する。

す(図15)。そして、膜の表面に垂直な方向には結合しないので、他の膜との境界面で、容易な滑りが形成できる。繊維構造と同様、膜の間の低い摩擦が、しなやかな変形を可能にする。逆に、しなやかで柔らかい材料は、踏めば滑る。

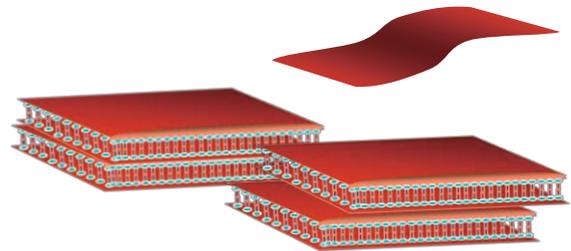


図15 膜構造の変形

膜構造は二次元の隣の分子との結合は強く外部の分子との結合は弱い。小さな力のせん断によって境界面がずれる。そして、しなやかな変形が可能になる。

しなやかな変形を必要とする衣服の素材は、すべて、生命に由来している。科学技術のなす物作りの技は、生命の作った有機物にすべて依存していることである。我々の身の回りにある工業製品の構成材料の中からプラスチックや繊維材料などの有機物をすべて除いたら、まともに機能する物はひとつもないということである。

食料についても、他の生物にすべて依存している。結局、科学技術の活躍する範囲は、衣食住の中で言うと、住の一部に限定される。科学技術は、驚くほど、わずかな範囲でしか、人類の福祉に役立っていないのである。

4. ヒトはなぜバナナの皮で滑るのか

人間以外の動物は、バナナの皮で滑る可能性が低い。なぜなら、バナナの皮が滑るためには、床面が広く平坦でなければならない。そのような平坦な平面は、自然界では、存在しない(図16)。水面は平坦であるけれど、バナナの皮がなくても滑るので意味が異なる。また、道いっぱいに濡れ落ち葉があったり、毛虫やヤスデがいれば、どのような道であろうと滑る。その場合は、ヒトは注意深く歩幅を狭めて歩くので、転倒の可能性は低いし、意表をつかれるわけではないので、バナナの皮ギャグのような話題性はない。



図16 自然の道とビルの廊下

一方、ヒトの生活空間には、平坦な床面や路面は、豊富に存在する。そこにバナナの皮が落ちていて、気づかなければ滑って転倒する。また、バナナは、品種改良を重ねて、携帯性と食べやすさを獲得した人工的な植物である。その結果、転倒の条件を満たす滑りやすい皮が捨てられ放置されるという事態が発生しやすい。つまり、バナナの皮で滑るのは、人間に特有の現象である。

【参考文献】

- 1) 笹田 直, 塚本行男, 馬淵清資: バイオトライボロジ, 産業図書, 1988. pp. 66-67
- 2) Corsicana Semi-Weekly Light (Corsicana, Texas) - Jan 28, 1941
- 3) City of Cambridge, Code of Ordinance 12.16.100.
- 4) Mabuchi K, Tanaka K, Uchijima D, Sakai R: Frictional coefficient under banana skin. Tribology Online, 7 (3) : pp. 147-151, 2012. 9
- 5) 長田久雄: 駅床での転びとトライボロジー。トライボロジスト, 56, 4, pp. 199-204, 2011.
- 6) (独) 森林総合研究所ホームページ
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kouho/mori/mori-52.html>

プロフィール

馬淵 清資 (まぶち・きよし)

北里大学医療衛生学部教授

工学博士

専門分野: バイオメカニクス, バイオトライボロジ

受賞歴: 2014年 イグノーベル賞 (物理学) 受賞

鋼構造部材の座屈温度について

木村 麗

1. はじめに

座屈とは、材に力が加わると、加わる力に対して本来伴う材の変形が、突然、異なる変形に移る現象をいう。例えば、細長い材を圧縮した時、材は縮むが、突然、横に曲がることがある(図1.1)。また、材に曲げを加えると、材はたわむが、突然、ねじれを伴って曲がる面の外に変形することがある(図1.2)。この他、図1.1や図1.2のような材の全体が座屈する前に、材の断面を構成する板に局部的にしわのような変形が生じることもある(図1.3)。図1.1の現象を曲げ座屈、図1.2の現象を横座屈、図1.3の現象を局部座屈という。このような座屈の現象が生じる力の大きさ(材の強さ)は、主に、材の形状(断面や長さ)や素材の性質(ヤング率や降伏応力度など)により決まる。

鋼構造建物では、柱や梁が、このような座屈が生じないように設計されている。しかし、鋼構造建物が火災に遭遇し高温にさらされると、素材の性質は劣り、ある温度に達すると座屈が生じるので、材に耐火被覆を施し材の温度の上昇を抑えるように対応を図る。

新しい耐火被覆が開発されると、実際に試験を行い、耐火性能を確認する。耐火性能を評価する場合、被覆材の高温時における脱落性、付着性、亀裂発生性などに関する判断と、鋼構造部材の高温時における座屈耐力に対する構造安全性の判断を行う。ここでは、鋼構造部材の高温時における座屈耐力に対する判断を対象に述べる。

2. 高温時における素材の性質

素材の性質として、一般に、常温の鋼のヤング率は20500N/mm²、降伏応力度は、例えば、基準値Fの値で表せば、鋼材材種がSS400は235N/mm²、SM490は325N/mm²としている。図2.1に材を引張った時の荷重-変形関係のイメージを示す。

高温時の素材の性質(ヤング率や降伏応力度)は、文献¹⁾

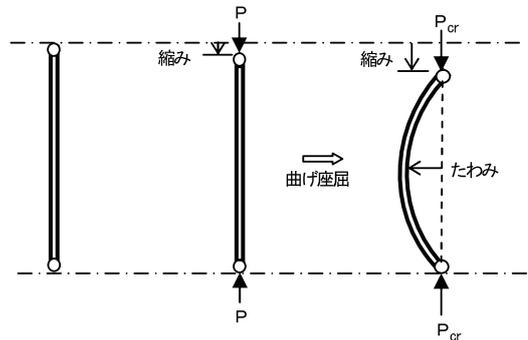


図1.1 曲げ座屈

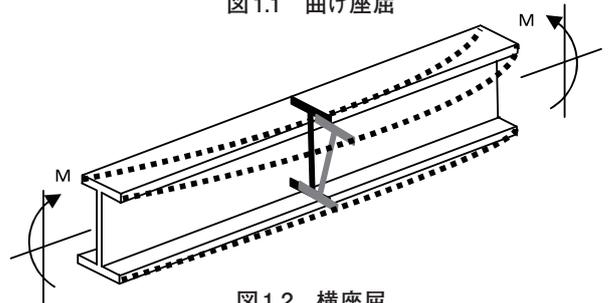


図1.2 横座屈

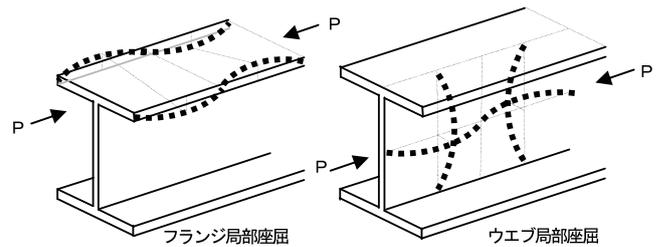


図1.3 局部座屈

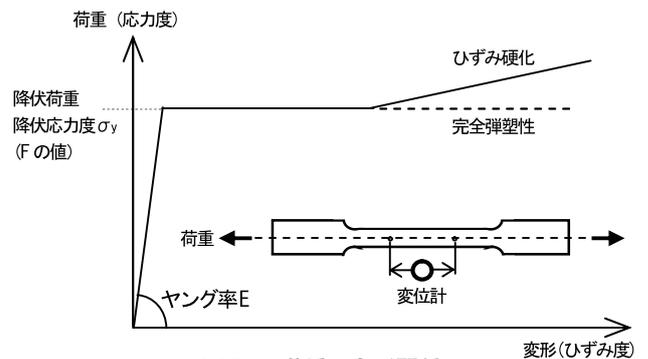


図2.1 荷重-変形関係

に示されている素材の実験結果を考慮して、ここでは、**図2.2-1**、**図2.2-2**の赤い線のように低下するものと仮定する。

これは、ある温度下のヤング率と降伏応力度は、常温のヤング率および基準値を最大として、**図2.3**に示すような700℃で0となる円弧に従って低下するものと仮定している。素材性状をこの仮定に基づくことにより、以降、簡便に検討を行うことが可能となる。

3. 柱の曲げ座屈温度

現在、鋼構造柱部材の耐火性能の評価方法は、2通りある。一つは、長期許容応力度に相当する応力度が生じるように軸力を与えて加熱し、必要な耐火時間において、軸方向収縮量(h/100mm以下)と軸方向収縮速度(3h/1000mm/分以下)で評価する、2001年に導入された方法である(hは初期柱高さ)。もう一つは、加熱のみを行い、必要な耐火時間において、鋼材温度(平均鋼材温度350℃以下、最高鋼材温度450℃以下)で評価する、従来からの方法である。

近年、多用されている荷重加熱試験において参考として測定した平均鋼材温度は、加熱試験による上限平均鋼材温度より150℃を上回るものも散見され、前者の方法は、後者の方法と比較して、曲げ座屈温度に対する余裕が小さいと考えられる。しかし、これらの評価は、本来、曲げ座屈温度に対してどの位の余裕があるか明確ではない。耐火試験を実施した仕様に対して、この余裕の程度を把握するための一指標となることを目的として、鋼構造柱部材の細長比と曲げ座屈温度の関係の実状について検討した。

3.1 曲げ座屈温度

(1) 曲げ座屈温度の傾向

1) 図2.3に示す高温時の素材性状に基づいた場合

種々の高温時の曲げ座屈応力度曲線を、**図3.1**の細線で示した。

グラフの縦軸は曲げ座屈応力度、横軸は細長比で、左側は細長比が小さく柱のプロポーションが太短い。右側に行くほど細長比が大きくなり細長くなる。曲げ座屈応力度は、細長比の大きい方はオイラーカーブで示され、細長比の小さい方はパラボラで示される。オイラーカーブとパラボラの切り替わる点が弾性限界の位置で限界細長比という。

図2.3の仮定により、この限界細長比は、温度による変化はないものと考えられる。常温時の曲げ座屈応力度は、法令や規準類に定められている。

曲げ座屈は、わずかな元たわみや残留応力などの影響が大

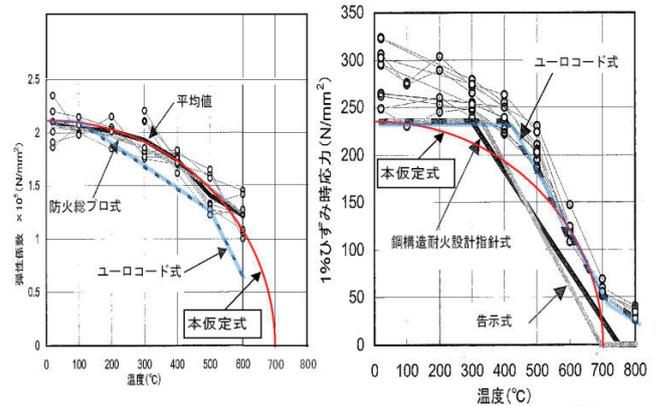


図2.2-1 弾性係数と1%ひずみ時応力(SS400)¹⁾に加筆

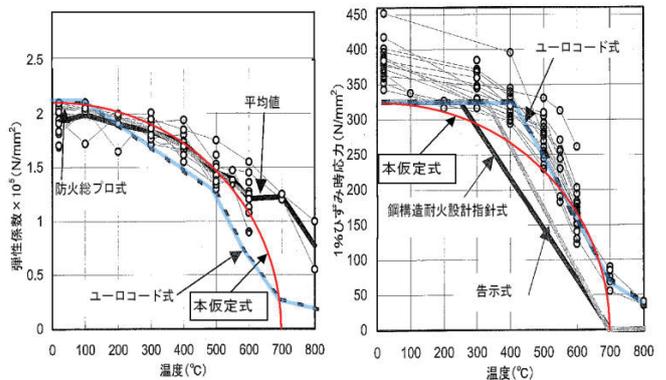


図2.2-2 弾性係数と1%ひずみ時応力(SM490)¹⁾に加筆

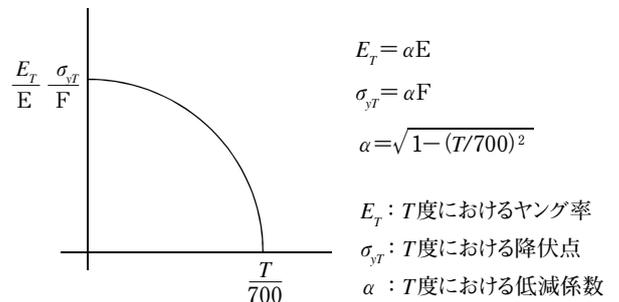


図2.3 T度におけるヤング率と降伏応力度

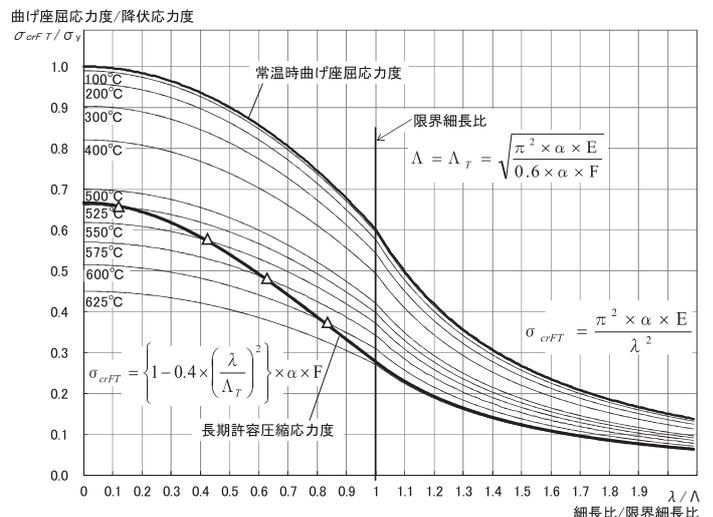


図3.1 細長比と高温時の曲げ座屈応力度

大きく、これを考慮して許容応力度では、細長比の大きくなる方に、より大きな安全率が設けられている。

長期許容圧縮応力度の太線と高温時の曲げ座屈応力度の細線との交点△印が、長期許容圧縮応力度時の曲げ座屈温度である。

この△印を図3.2にプロットし、その傾向をみたものが①である。曲げ座屈温度は、細長比の小さい方から限界細長比付近へ、約525℃から約625℃に高くなり、細長比が大きくなると曲げ座屈温度が高くなることが確認できる。

2) 日本建築学会 鋼構造耐火設計指針の場合

鋼構造柱部材の曲げ座屈温度については、日本建築学会の鋼構造耐火設計指針²⁾に算定式が示されている。これによると、SS400, SN400, SM490, SN490を対象に、限界細長比までの柱の長期許容応力度載荷時の曲げ座屈温度が求まる。この算定式より求めると、図3.2の②の傾向を示すことができる。

この算定式は、細長比の小さい領域での、座屈荷重に対し降伏点が不明瞭となるラウンドハウス型の高温時の鋼材の応力-ひずみ関係とひずみ硬化について考慮され、又、細長比の比較的大きな部材の不完全要素に対しても考慮されている。そして、両者の連続性を持たせるため、高温時の降伏応力度は500℃で0としている。設計指針では、設計上の安全性の考慮がなされ、曲げ座屈温度は、①と比べ低くおさえられているものと思われる。

3) 高温時の応力-ひずみ関係をより詳細に考慮した場合

①の傾向に、高温時の応力-ひずみ関係をより詳細に考慮しラウンドハウス型を仮定してひずみ効果の影響を考慮した場合、図3.2の③のように下に凸となり、ある細長比で曲げ座屈温度が最小となる。

4) 高温時の素材性状を許容応力度と同じ安全率とした場合

細長比と曲げ座屈温度の関係は、高温時における曲げ座屈応力度の考え方によって、以下のようにも考えられる。

曲げ座屈は、わずかな元たわみや残留応力などの影響が大きく、これを考慮して許容圧縮応力度では細長比の大きくなる方により大きな安全率が設けられている。高温時における曲げ座屈応力度についても、これを考慮して、短期許容圧縮応力度を基に、安全率に相当する分を低減させて求めると、図3.2の④のように曲げ座屈温度は細長比に関わらず一定となる。

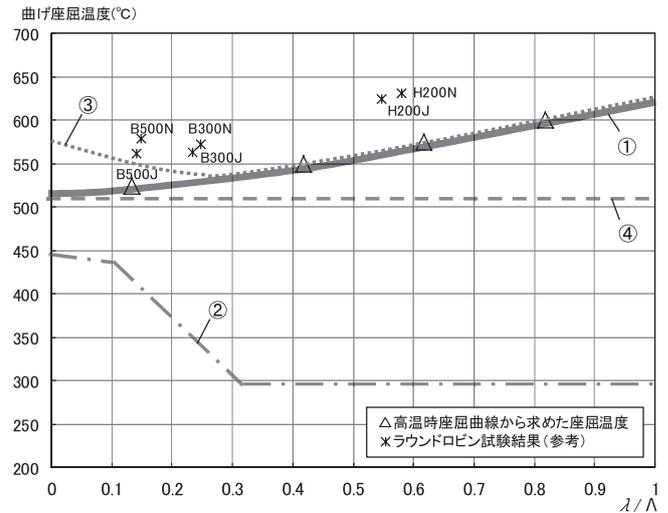


図3.2 細長比と曲げ座屈温度

(2) 曲げ座屈温度の実状

図3.2中に、2009年に指定性能評価機関で実施されたラウンドロビン試験による結果(*印)³⁾も参考として重ねた。

図3.2から、曲げ座屈温度は、ラウンドロビン試験の結果によれば、その性状は①に近いことが分かる。従って、耐火試験を実施した仕様に対して、曲げ座屈温度に対する余裕の程度を見るには、①の傾向を指標にすることが妥当ではないかと思われる。

ただ、いずれが現実的であるかは、被覆材の影響の無い試験体での載荷加熱実験結果を蓄積し、細長比と曲げ座屈温度の関係の実状を確認する必要がある。

3.2 曲げ座屈応力度と局部座屈応力度の関係

局部座屈は、板のプロポーシオンが薄い方が生じやすい。従って、H形鋼や角形鋼管は板の幅と厚さの比(幅厚比)が、円形鋼管は径と厚さの比(径厚比)が大きい方が局部座屈は生じやすい。

局部座屈応力度の関係を、細長比と曲げ座屈応力度の関係を示す図に重ねた概念図を図3.3に示す。図中に示す幅厚比、径厚比の制限値は、部材に生じた応力度が、ほぼ降伏応力度に達するまで局部座屈をおこさないための条件として定められている。

これらの座屈関係を、高温時に置き換え、高温時の降伏応力度とヤング率で低下させても同様の関係が得られる。幅厚比、径厚比が制限値以下であれば、任意の細長比の曲げ座屈応力度に対して、局部座屈応力度はほぼ降伏応力度にあり、局部座屈を考える必要はない。ただし、細長比が小さくなれば曲げ座屈応力度と局部座屈応力度は、降伏応力度のあ

たりで拮抗するので、座屈モードが局部座屈となることもあるが、曲げ座屈がおこる温度との差はない。

以上より、部材断面が、幅厚比、径厚比制限値以内であれば、局部座屈の影響を検討する必要はない。ただし、幅厚比、径厚比制限値を超えるような、薄肉断面の場合については、別途、局部座屈温度の検討をしなければならない。

3.3 耐火性能評価試験に基づく鋼構造柱部材の評価範囲

(1) 形状の評価範囲

鋼構造柱部材のある一点の細長比において耐火性能を満足する試験結果が得られた時、試験を行った細長比よりも曲げ座屈温度が高くなる細長比の領域で、かつ、その温度へ被覆材を介して到達するまでの時間が長くなる断面形状について安全性が評価できる。従って、細長比と曲げ座屈温度の関係が、評価に大きく影響を及ぼすため、その傾向を明確にすることが重要である。これが明確になれば、運用のしやすさも加味した明解な評価範囲が提案できる。

以下に、被覆形態が試験体仕様と同一の場合における柱部材の評価範囲の一例を示す。ここに、柱の形状は、細長比を λ 、曲げ座屈温度へ到達するまでの時間の指標として H_p/A (H_p :断面の周長, A :断面積)とし、試験体の形状は添字「試」で区別する。

①加熱試験の場合 (図3.4)

判定温度：最低座屈温度より求めた平均鋼材温度および最高鋼材温度以下。

評価範囲： λ は限定なし。

H_p/A は $H_p/A_{試}$ 以下。

幅厚比又は径厚比は制限値以内。

②载荷加熱試験の場合 (図3.5)

判定基準：現行通りの、軸方向収縮量 $h/100$ (mm)、軸方向収縮速度 $3h/100$ (mm/分)。

評価範囲： λ は $\lambda_{試}$ よりも曲げ座屈温度が高くなる領域。

H_p/A は $H_p/A_{試}$ 以下。

幅厚比、径厚比は制限値以内。

(2) 鋼材材種の評価範囲

耐火性能の確認されていない新しい鋼材については、高温時におけるヤング率と降伏応力度の素材性状の把握が必要である。これが、2.で仮定した鋼材の高温時の素材性状と同様の傾向であることが確認されれば、新しい鋼材の曲げ座屈温度を、同様に扱うことができる。

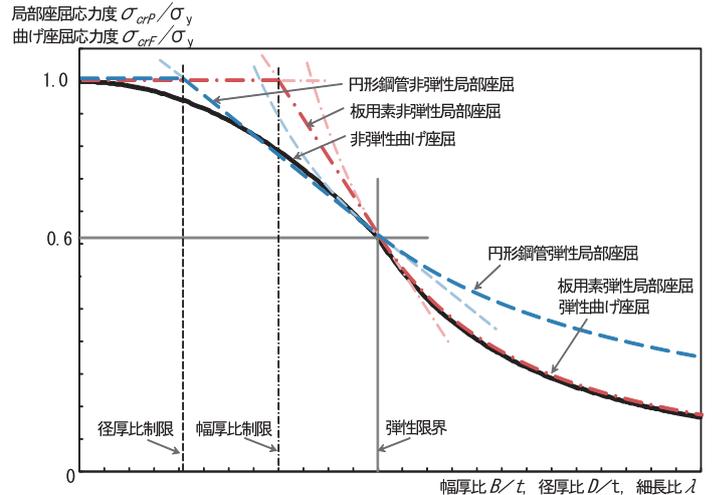


図3.3 幅厚比、径厚比と局部座屈応力度の関係と細長比と曲げ座屈応力度の関係の概念図

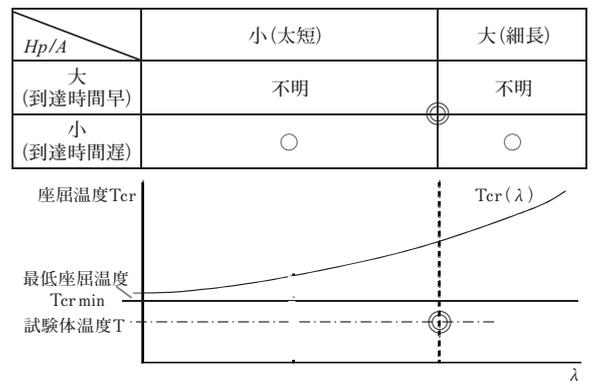


図3.4 最低座屈温度を定めた場合の評価範囲

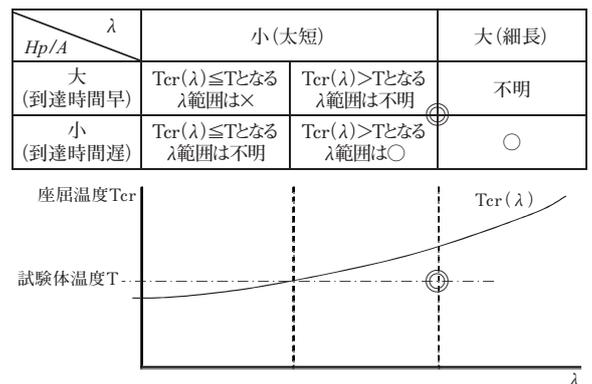


図3.5 曲げ座屈温度を用いた場合の評価範囲

4. 不完全補剛梁の横座屈温度

梁は、床スラブにより補剛され、一般的には横座屈の影響を無視することができる。一方、補剛が不完全な梁は、横座屈の影響を受ける。ここでは、横座屈を考慮して設計された梁に対して、不完全に補剛されている場合の横座屈温度に及ぼす影響について検討した。

4.1 横座屈温度

(1) 許容曲げ応力度

横座屈曲線は、梁の細長比をねじり常数や曲げねじれ常数など考慮して設定すれば、柱と同様の座屈曲線が得られ、細長比が大きい方をオイラーカーブで、細長比の小さい方をパラボラで表わすことができる。長期許容曲げ応力度は、この横座屈応力度から安全率を除して求めた。安全率は柱と同様とした。

この許容曲げ応力度は、梁の細長比の小さい方での近似が、日本建築学会の鋼構造設計規準⁴⁾と若干異なるが、ほぼ等価である。一方、建築基準法の告示(旧鋼構造設計規準)では、計算の容易性を求めた近似式から成り、安全率は一律1.5としている。それぞれの関係を図4.1に示す。

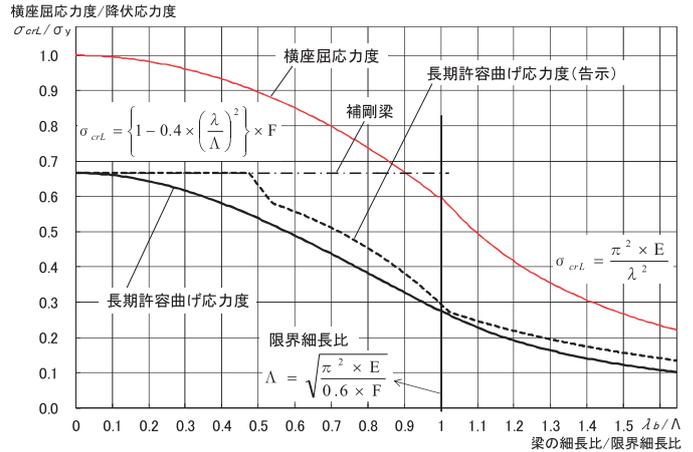


図4.1 横座屈応力度と長期許容曲げ応力度

(2) 梁端部の拘束の影響

横座屈を考慮する梁の設計では、一般に補剛の状態を単純梁と仮定して安全側に行う。これは図4.1に示した座屈曲線である。これに対し、補剛に伴う座屈曲線を検討する。梁の補剛の効果は、図4.2に示すような端部の拘束を考慮して対応させることができる。有効細長比係数0というのは全く座屈しない状況で、完全な補剛梁と同じである。0.5は端部が固定の状態、1というのは単純梁の状態となる。図4.3に、端部の拘束を考慮した座屈式の有効細長比係数を0から1に変化させた座屈曲線を示す。

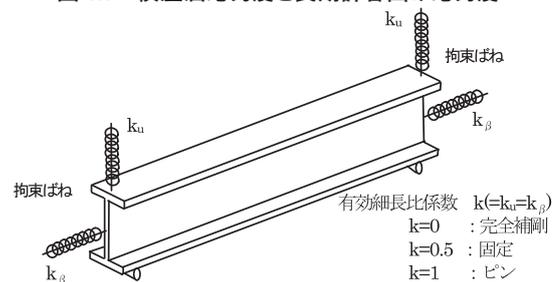


図4.2 端部拘束による不完全補剛梁

(3) 不完全補剛梁の横座屈温度

図2.3に示す高温時の素材性状を用いて、高温時における不完全補剛梁の横座屈曲線(有効細長比係数0, 0.5, 1)と、長期許容応力度を図4.4に示す。

長期許容圧縮応力度の太線と各温度の横座屈曲線群との交点が、それぞれの補剛を考慮した横座屈温度を求めることができる。これを図示したのが図4.5である。

許容応力度式にある安全率により、細長比の増大に伴って、座屈温度は上昇する。一方、単純梁の有効細長比係数1から完全補剛梁の0へと座屈補剛を強くしても、座屈温度は上昇する。端部固定の0.5にすれば、ほぼ完全補剛梁に近くなる。

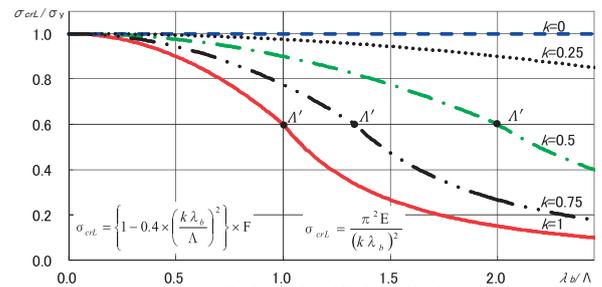


図4.3 拘束に伴う横座屈曲線

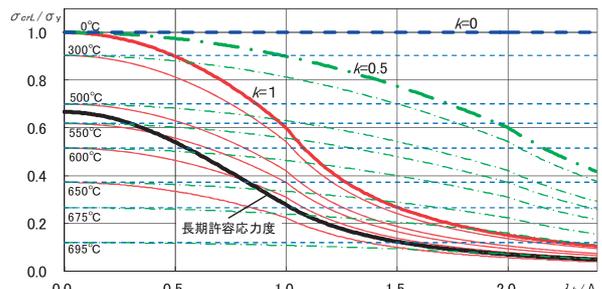


図4.4 高温時の不完全補剛梁の横座屈曲線と許容応力度

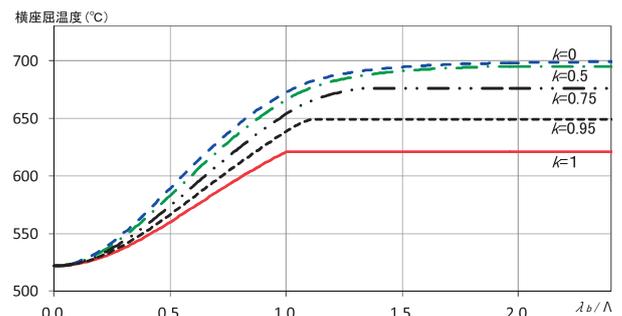


図4.5 有効細長比係数の座屈温度への影響

4-2 載荷加熱試験から求める横座屈温度

(1) 低減係数

横座屈を考慮しない完全補剛梁と単純梁の横座屈温度から低減係数を求める。図4.5の有効細長比係数1と0の場合の比である。これは図4.6のように示すことができ最も低減

しても90%弱に留まることが分かる。この低減係数は、**図4.6**中に示した2本の直線近似で簡単に評価できる。

(2) 荷重加熱試験から求める横座屈温度

横座屈を考慮する梁の設計では、一般に単純梁として安全側に行う。この場合の梁の荷重加熱試験では、試験体を有効細長比係数1の単純支持とすることは困難である。不明確な端部条件による試験結果では、単純支持を想定した場合の横座屈温度より高い温度が座屈温度となる。そこで、この試験による座屈温度に、低減係数を乗ずることにより、単純梁とした時の座屈温度を推定することができる。この値は、十分安全側であり、また、それほどの不経済の値とはならない。

(3) 横座屈応力度と局部座屈応力度の関係

曲げ座屈と同様に部材断面の幅厚比、径厚比が制限値以内であれば、局部座屈の影響は無視できる。

4.3 耐火性能評価試験を実施した場合の不完全補剛梁部材の評価範囲

荷重加熱試験において、たわみに関する確認とあわせ、不完全補剛梁の場合には、横座屈に関する安全性の確認も必要である。不明確な端部条件による試験結果から評価を行う場合、判断するための横座屈温度は、有効細長比係数1の場合(**図4.5**の赤い線)を用い、柱部材と同様、試験を行った細長比よりも横座屈温度が高くなる細長比の領域で、かつ、その温度へ被覆材を介して到達するまでの時間が長くなる断面形状について安全性が評価すれば、安全側となる。

5. おわりに

高温時の鋼材の機械的性質を仮定し、鋼構造の柱部材および、梁部材の細長比と座屈温度の関係について検討した。

上記の検討により、柱部材について、細長比に対する曲げ座屈温度の傾向を示した。これは、耐火試験を実施した仕様に対して、曲げ座屈温度の余裕の程度をみるのに、良い指標になると考えられる。

この細長比に対する曲げ座屈温度の傾向を用いて、耐火性能評価範囲を検討した。

横座屈を考慮して設計された梁部材は、補剛の効果に対し梁端部の拘束を拡張して有効細長比として検討した。

梁部材の高温時での横座屈は、柱部材の曲げ座屈と同様に検討でき、細長比に対する横座屈温度の傾向を示した。

横座屈により設定された長期許容応力度で設計された梁

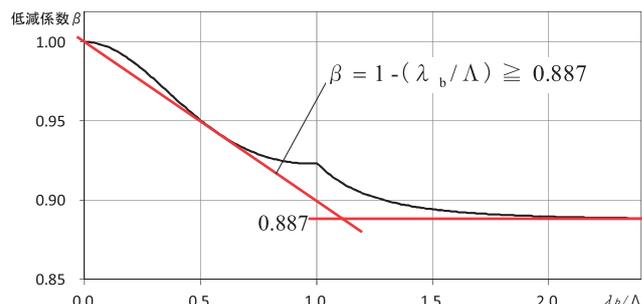


図4.6 低減係数 β

は、横座屈温度に対しては補剛の影響が1割程度であることを示した。試験で得られた不完全補剛梁の温度に完全補剛梁の低減係数を乗ずることにより、設計上単純梁とした時の温度を安全側に評価できることを示した。

また、有効細長比係数1の単純梁の細長比に対する横座屈温度の傾向を用いて、耐火性能評価範囲を検討し、柱部材と同様の方法で確認することを示した。

なお、柱・梁の断面形状の幅厚比または径厚比が制限内であれば局部座屈に対する検討は省略できることを示した。

新規の鋼材材種については、高温時の鋼材の素材性状がここでの仮定の範囲にあることを確認する必要がある。

本レポートは、2011年から2014年までの日本建築学会学術講演梗概集^{5)~8)}に基づく。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会 構造材料の耐火性ガイドブック 2009
- 2) 日本建築学会 鋼構造耐火設計指針 2008年
- 3) 田坂茂樹 他：耐火炉(水平炉・柱炉)の性能を測るラウンドロビン試験報告 その3 柱の試験結果 日本建築学会大会学術講演梗概集 3066；2010年10月
- 4) 日本建築学会 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—2005
- 5) 木村麗：鋼構造柱部材の細長比と曲げ座屈温度について 日本建築学会大会学術講演梗概集 3043；2011年8月
- 6) 木村麗：鋼構造柱部材の細長比と曲げ座屈温度について その2 日本建築学会大会学術講演梗概集 3123；2012年9月
- 7) 木村麗：鋼構造梁部材の横座屈温度について 日本建築学会大会学術講演梗概集 3037；2013年8月
- 8) 木村麗：鋼構造不完全補剛梁部材の横座屈温度について 日本建築学会大会学術講演梗概集 3094；2014年9月

*執筆者

木村麗(きむら・うらら)

性能評価本部 性能評定課 主任

従事してきた業務:

性能評価本部、(一財)建築行政情報センター(出向)、中央試験所耐火グループ、(一社)建築・住宅国際機構(出向)を経て、2015年6月より再び性能評価本部にて性能評価業務などに従事



業務紹介①

2000kN 万能試験機 デジタル式検力機の導入

工事材料試験所 武蔵府中試験室

1. はじめに

工事材料試験所 武蔵府中試験室では、鉄筋コンクリート用棒鋼および各種鋼材の引張強度試験を500kN、1000kNおよび2000kN 万能試験機で行っています。

すでに500kNおよび1000kN 万能試験機は試験効率化のためにデジタル式検力機を導入していましたが、D41、D51等の太径の異形棒鋼や、試験片長さが長くなりやすい機械式継手の試験も増加してきたため、2000kN 万能試験機にもデジタル式の検力機(写真1)を導入しました。ここでは、2000kN 万能試験機の概要と当試験室において、実施可能な試験について紹介します。

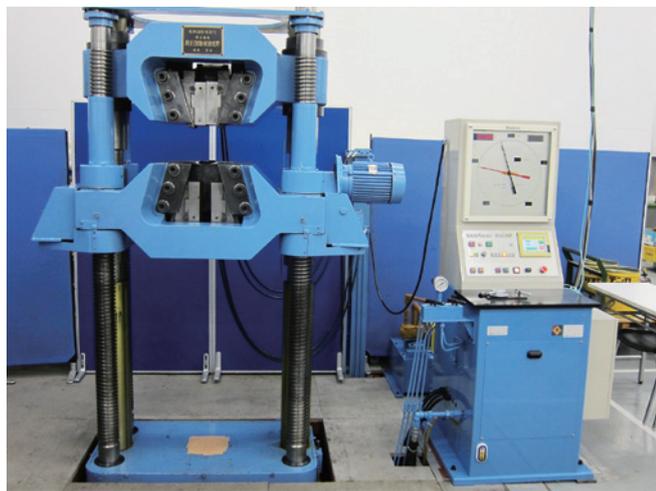


写真1 2000kN 万能試験機

2. 試験機の概要

2000kN 万能試験機は、引張・圧縮・曲げ試験などの様々な強度試験に対応できるように設計されており、当試験室で

は主として引張強度試験において使用しています。

本試験機は、引張試験に重点が置かれたタイプとなっており、従来のアムスラー型万能試験機に比べ、荷重速度やクロスヘッド移動量の調整が容易となっています。また、油圧式のチャッキング装置を備えており、試験片の着脱が容易であり、試験片数が多い場合に試験時間の短縮に繋がります。

また、本試験機ではD41またはD51などの太径の鉄筋を試験することが多いため、破断時の反動により、大きな振動が発生し、近隣まで伝わってしまうといった問題がありました。そこで、防振装置(写真2)を導入し、現在では、試験機の前に立っていても破断時の振動は感じられないほどになっています。

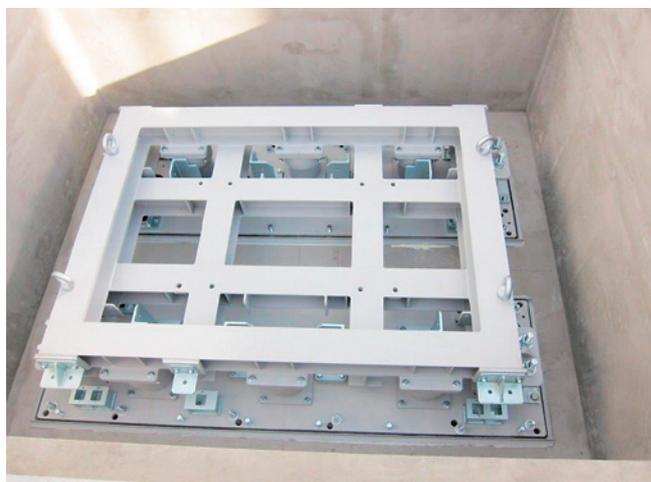


写真2 2000kN 万能試験機防振装置

今回の改造で取付けた検力機により、引張強度試験を自動制御で行うことが可能な試験機となりました。手動制御に比べて、同一条件での加力を容易に行うことが可能になり、試験精度および再現性が向上しています。また、試験途中においても自動制御と手動制御を切り替えることができ、試験片の変化に柔軟に対応することが可能となっています。

この検力機には、荷重検出機能も付いており、降伏荷重および破断荷重を自動的に検出し表示されます。この機能により目盛盤の針を目で追いつける作業が不要となり、試験員による誤差も無くなります。また、荷重の外部出力も可能となっており、静弾性係数試験など外部のデータロガーと連動した試験を行うことができます。

本試験機的主要仕様を表1に示します。

表1 試験機的主要仕様

メーカー	株式会社 前川試験機製作所
型式	MR-200-F2
ひょう量	4段(200, 500, 1000, 2000kN)
有効柱間隔	740mm
引張間隔	0 ~ 1400mm
ラムストローク	300mm
制御方式	コンピュータによるプログラム演算, 油圧式 CIA 電気サーボ
金属材料引張試験制御モード	応力速度制御: 1 ~ 50MPa·sec 降伏応力検出後自動でバルブ制御またはストローク制御にシフト
自動検出機能	試験力の増加・減少の過程より, 降伏荷重および破断荷重を自動検出
測定精度	指示値の±0.1% (JIS B 7721 1級適合)

表2 対応可能な試験片, 試験方法および呼び径

試験片の種類	試験方法	呼び径
生材	引張試験(伸び測定) 曲げ試験 曲げ戻し試験	D10 ~ D51 (曲げ戻し試験はD10 ~ D25)
ガス圧接継手	引張試験 曲げ試験	D10 ~ D51
機械式継手	引張試験	D10 ~ D51
エンクローズ溶接継手	引張試験(伸び測定)	D10 ~ D51
フレア溶接継手	引張試験 マクロ試験	D10 ~ D32

3. 実施可能な試験項目

本試験機で実施可能である主な引張試験項目および対応する試験を紹介します。

3.1 鉄筋コンクリート用棒鋼

一般的に鉄筋コンクリート造の建築・土木構造物に使用されている鉄筋の引張試験ができます。

JIS G 3112 (鉄筋コンクリート用棒鋼), JIS Z 3120 (鉄筋コンクリート用棒鋼圧接継手の試験方法及び判定基準) および JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) に準じた試験が可能です。対応可能な試験片, 試験方法及び呼び径を表2に, 試験の様子を写真3に示します。

3.2 鋼板

鋼板自体の強度や, 鋼板を突合せ溶接した際に継手の強度を確認するための引張試験が可能です。

JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) および JIS Z 3121 (突合せ溶接継手の引張試験方法) に準じた試験を行っています。

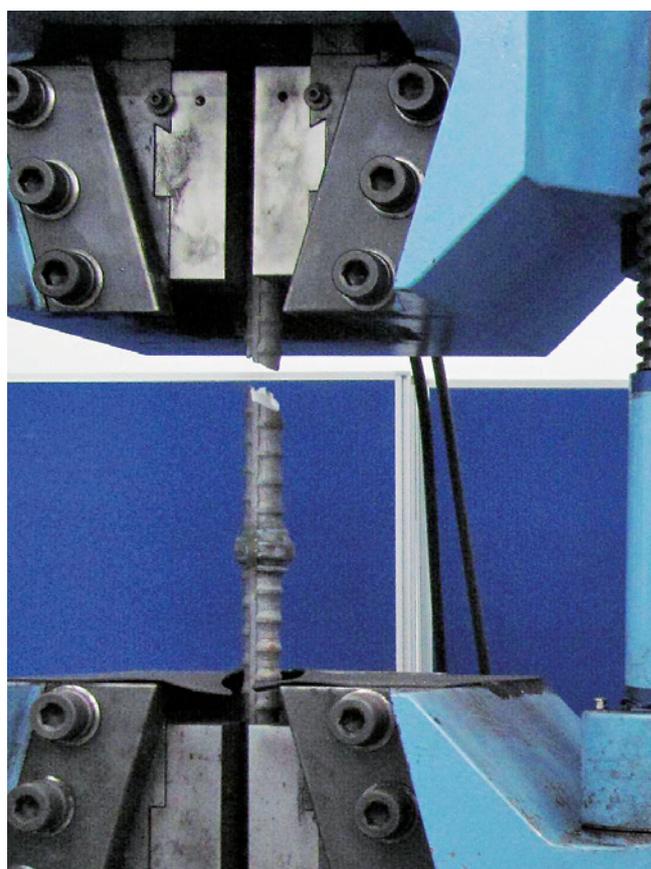


写真3 圧接継手の引張試験状況

3.3 定着金物

一般的な鉄筋コンクリート造建築物では、柱梁接合部および柱・梁主筋定着部では鉄筋端部を曲げて定着長さを確保することが要求されていますが、その代わりに定着金物を使用することも大臣認定により可能になっています(写真4)。定着金物は、従来工法に比べて、施工性が向上することもあり、近年これらの定着金物の、定着強さ確認を目的とした試験依頼が増加しています。

そのため、当試験室ではこれらのニーズに対応するために定着金物の新たに引張試験用治具を製作し、試験の効率化に努めました。

治具の詳細を図1に、座金の各寸法を図2および表3に、実際の治具写真を写真5に示します。

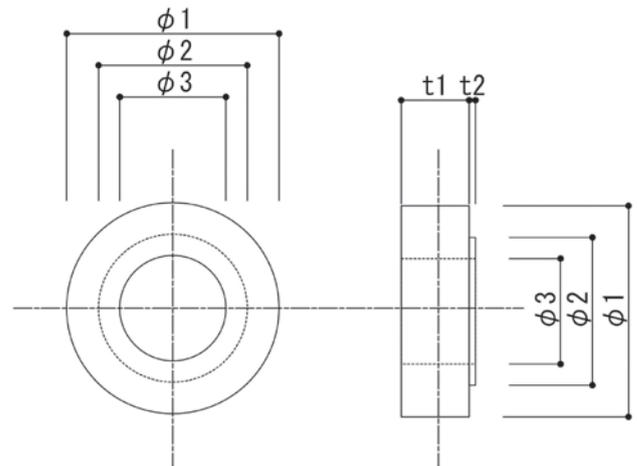


図2 定着金物の引張試験用治具座金

表3 定着金物の引張試験用治具座金各寸法

鉄筋呼び径	φ 1 (mm)	φ 2 (mm)	φ 3 (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)
D13	100	70	25	32	3
D16			30		
D19			35		
D22					
D25			40		
D29			45		
D32			50		
D35					
D38	55				
D41	120	—	60	35	—



写真4 定着金物

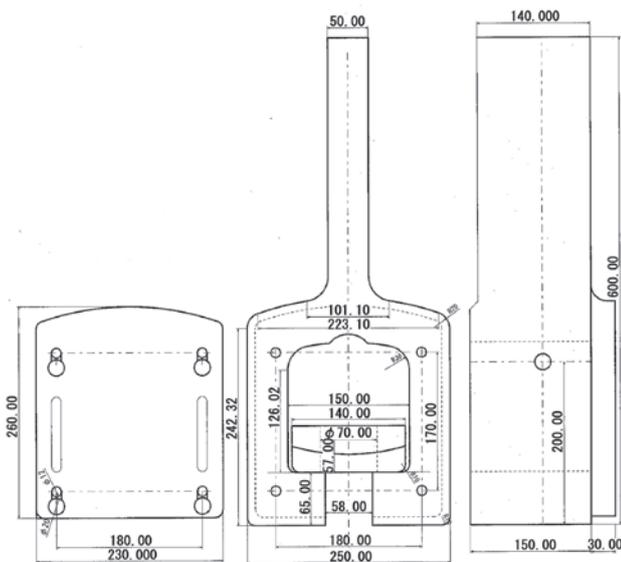


図1 定着金物の引張試験用治具図面

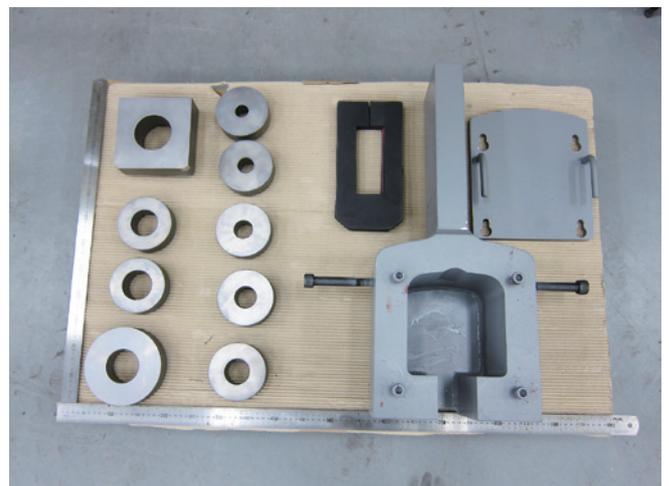


写真5 定着金物の引張試験用治具

4. おわりに

武蔵府中試験室は、東京都の「建築物の工事における試験及び検査に関する東京都取扱要領」に基づく審査を受け、正確かつ公正な試験を実施するために必要な条件を備える「A類」および「B類」の試験機関として東京都に登録されています。また、JNLA制度（JIS法に基づく試験事業者登録制度）に定める試験事業者として登録し、試験業務の品質向上と継続的な改善を行っています。

今回紹介した自動制御式2000kN万能試験機による鋼材の引張強度試験以外にも、3000kN圧縮試験機（写真6）も保有しており、普通強度のコンクリート以外にも、100N/mm²以上の高強度コンクリートの圧縮強度試験に対応しています。また、コンクリートの試験には、試験作業の効率化並びに報告書発行の迅速化を行うため、「圧縮計測システム」を導入しています。電子黒板（写真7）も組み込まれており、以前は黒板にチョークで試験結果を記入していましたが、ボタン一つで試験結果を表示させることが出来るため、立会に来られた依頼者をお待たせすることなく写真を撮れるようになっています。

このシステムは今後、鉄筋の引張試験にも導入する予定となっており、現在調整を行っています。

鉄筋やコンクリートの試験以外にも、耐震診断に伴うコンクリートコアの圧縮強度・中性化深さ・塩化物イオン含有量の試験、アスファルトの抽出・ホイールトラッキング・マーシャル試験、アンカーの引張試験やタイルの付着力試験など



写真6 3000kN圧縮試験機



写真7 電子黒板

の様々な材料の試験を行っています。

鉄筋およびコンクリートの各種工事材料試験のお問い合わせは、工事材料試験所の各試験室までお願い致します。

【工事材料試験所 武蔵府中試験室】

TEL：042-351-7117 FAX：042-351-7118

対応試験：コンクリート、モルタル、鉄筋、コンクリートコア、アスファルト

武蔵府中試験室の他に、関東圏内に3箇所、試験室を配置しています。最寄りの試験室もよろしくお願い致します。

【工事材料試験所 浦和試験室】

TEL：048-858-2790 FAX：048-858-2838

対応試験：コンクリート、モルタル、鉄筋、コンクリートコア、路盤材料、土の一軸圧縮

【工事材料試験所 横浜試験室】

TEL：045-547-2516 FAX：045-547-2293

対応試験：コンクリート、モルタル、鉄筋、コンクリートコア

【工事材料試験所 船橋試験室】

TEL：047-439-6236 FAX：047-439-9266

対応試験：コンクリート、モルタル、鉄筋、コンクリートコア、土の一軸圧縮

（文責：工事材料試験所 武蔵府中試験室 新井 太一）

世界の伝統的建築構法

第2回 ブータンの伝統住居

芝浦工業大学 教授 南 一 誠

1. ブータンの伝統住居

第1回はブータンの城塞建築ゾンについて紹介したが、第2回は伝統的な民家について、筆者の経験に基づき述べたい。ブータンでは民家が集まって集落が形成されることは少なく、棚田の周辺や傾斜地に農家が点在する散居村が多い。農家は一般的に規模が大きく2～3階建てである。以前は1階で家畜を飼っていたが、現在は衛生上の理由で禁止されている。一般的に1階部分の壁は、石が入手しづらいブータン西部では土を踏み固めた版築で、中部では自然石積みで構成されている。上階は版築あるいは石積みの分厚い壁と木構造が併用されており開口部も多い。2階、3階部分が居住空間、屋根裏は穀物の乾燥や倉庫として使われている。山岳地が多いブータンでは、冬季や夜間に山から吹き下ろす風を避けるため、山側には開口部を設けず、開口部は谷側に面して設けられることが多いとされる¹⁾(写真1)。

外部建具は太い木材に、チベット仏教に因んだ絵柄が豊かに施されている(写真5)。絵を施して初めて木に魂が入ると信じられていると聞く。外壁面から跳ねだした装飾が施された窓まわりは、ブータンの民家の特徴である。地元の人によると木造部分の建材としては松(ブルーパイン)が使用されているが、一部、高地に育成するスプルースも使用されていることである。杉は線香の材料にされることから、熱心な仏教徒が多いブータンでは建材として使用されることはないと言う。

ブータンは山奥の国だが、古くから周辺国に繋がる街道があり、交易もされていた。塩が取れない地域ゆえ、周辺国と良好な関係を持つことが必須であったのであろう。中国とインドという大国に挟まれた難しい地政学的条件のなか、絶妙なバランスで現代世界を生き抜いている現代のブータン人の国際感覚には長い歴史がある。

ヒマラヤを超えてチベットから渡来した先祖も多く、ブータンの伝統的な住居は、チベットの乾燥地帯に見られる陸屋



写真1 ブータン中部ブムタン県ウラ地区のシンカル村の集落。標高約3400メートルの高地にあり、斜面に住居が点在する。



写真2 シンカル村の集落。冬に備えて薪が石塀の上に積まれている。



写真3 シンカル村の農家2階の台所。ストーブの周りで収穫したトウガラシを乾燥させている。

根形式の住居の上に、木造の屋根を載せたように見える。ヒマラヤ南部の降雨量が多い地域であるため、軒は壁面より大きく跳ね出し、外壁を保護している。山岳地帯を吹き抜ける風に対する配慮からか、屋根勾配は低い。シャープに見える軒のラインはブータン建築の特徴である。屋根裏はよく風が通り抜けるため、穀物の乾燥や干し肉づくり、農具庫として使用されている(写真7)。地元の話では屋根が強風で飛ばされたこともあるとのことだが、下の構造とは縁が切れ、置かれただけの小屋組みが飛ぶという話も信じられなくはない。上部の板葺き屋根とその下の屋根裏空間の床になる土間の屋根からなる二重の屋根の構成は、それぞれの部位に求められる防水性と断熱性を担っており、建築構法としても興味深い構成である。このような二重屋根の構成は、たとえば日本の戸建住宅や共同住宅の上部に設ける太陽光発電パネルや将来の水素生成パネルと屋根スラブの構成に応用することも出来るだろう。

地元の大工によると、大工は民家の2階部分より上部の、屋根を含む木工事を主体として担っており、一階部分の版築や石工事は施主から直接、それらの工事を担う職種に分離発

注されるのが一般的とのことである。ブータンの大工が用いている鋸かん、鉋の、鑿のみなどの大工道具は日本の古い道具に似かよっている。伝統建築の柱には手斧による加工の跡が見られ、かつては手斧が使用されていたことが窺える。

2. ロンテル 板葺き屋根の民家

写真4～11の民家はブータン中央部のプナカからペレラ



写真4 プナカからトンサに向かう途中のロンテルに所在する板葺き屋根の民家



写真5 ロンテル 板葺き屋根の民家の建具回り



写真6 ロンテル 板葺屋根の民家, 石置き屋根の詳細



写真7 ロンテル 板葺屋根の民家, 小屋裏



写真8 ロンテル 板葺屋根の民家, 2階ホール。小屋裏に上がる階段が見える。

峠を越えてトンサに向かう街道沿いにあった。板葺き屋根が3段になっている立派な構えが目に入り、急遽、車を止めて、ガイドさんに見学させてもらえないか交渉してもらった。突然、訪問した外国人を拒絶することなく見せていただいたブータンの方々の寛容さに感謝したい。一階中央にある玄関を入ると、その右側に真っ暗な台所があり、目を凝らすと祖母が孫のために昼食を作っている姿が見えてきた。最近

の住まいは、2階に台所があり、地方でも電化されて電気炊飯器もそろっているが、この家では今でもかまど竈を使って調理をしていた。ブータンの住宅の階段は、内外とも梯子のように急勾配であり、幅も狭い。頭をぶつけないように注意しながら2階に上がると、広いホールがある(写真8)。ホールの内壁は美しい色に塗られ、チベット仏教のものと思われる図案が描かれている。おそらく奥の部屋の機能などを暗示して

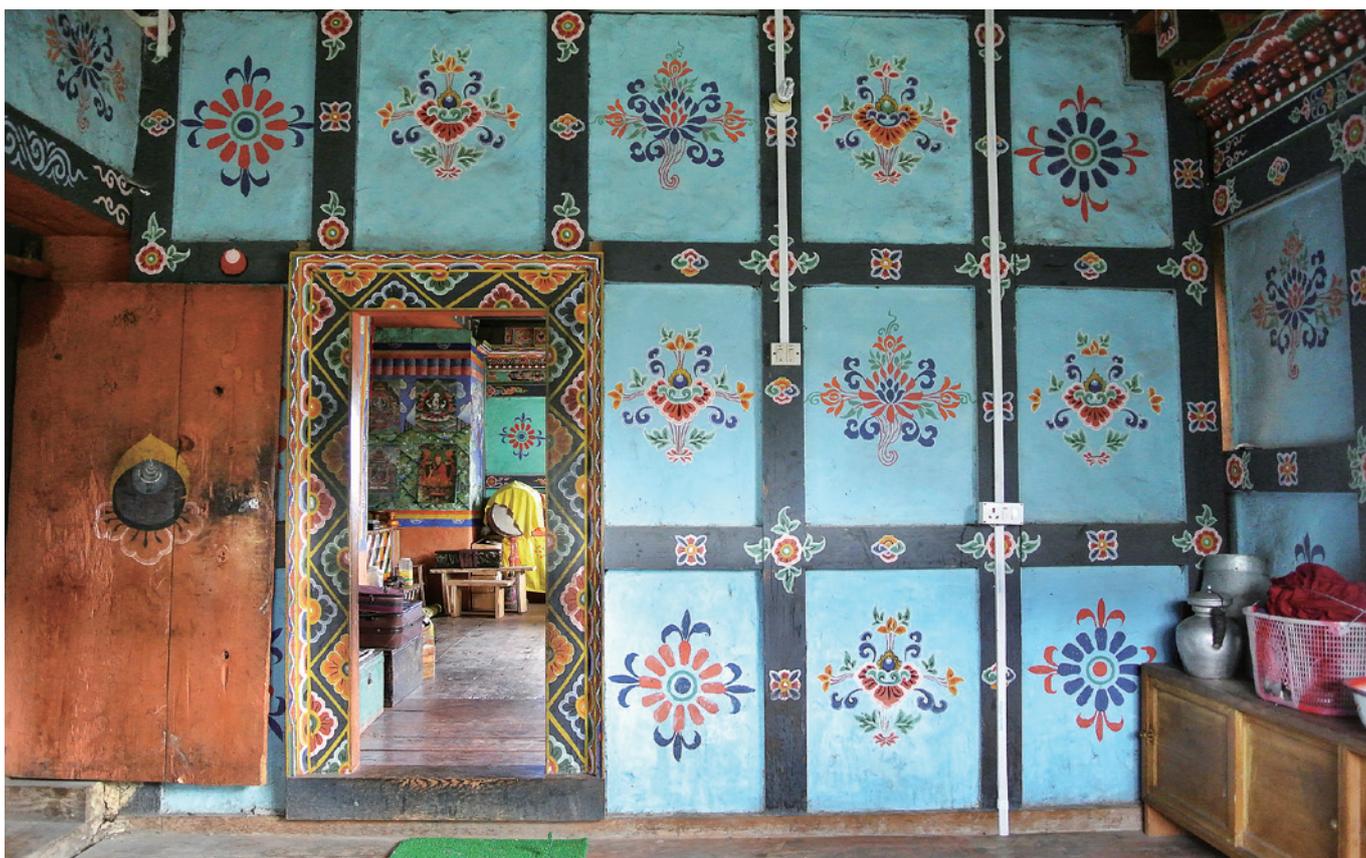


写真9 ロンテル 板葺屋根の民家、2階。扉の向こうは仏間。



写真10 ロンテル 板葺屋根の民家、2階。仏間。

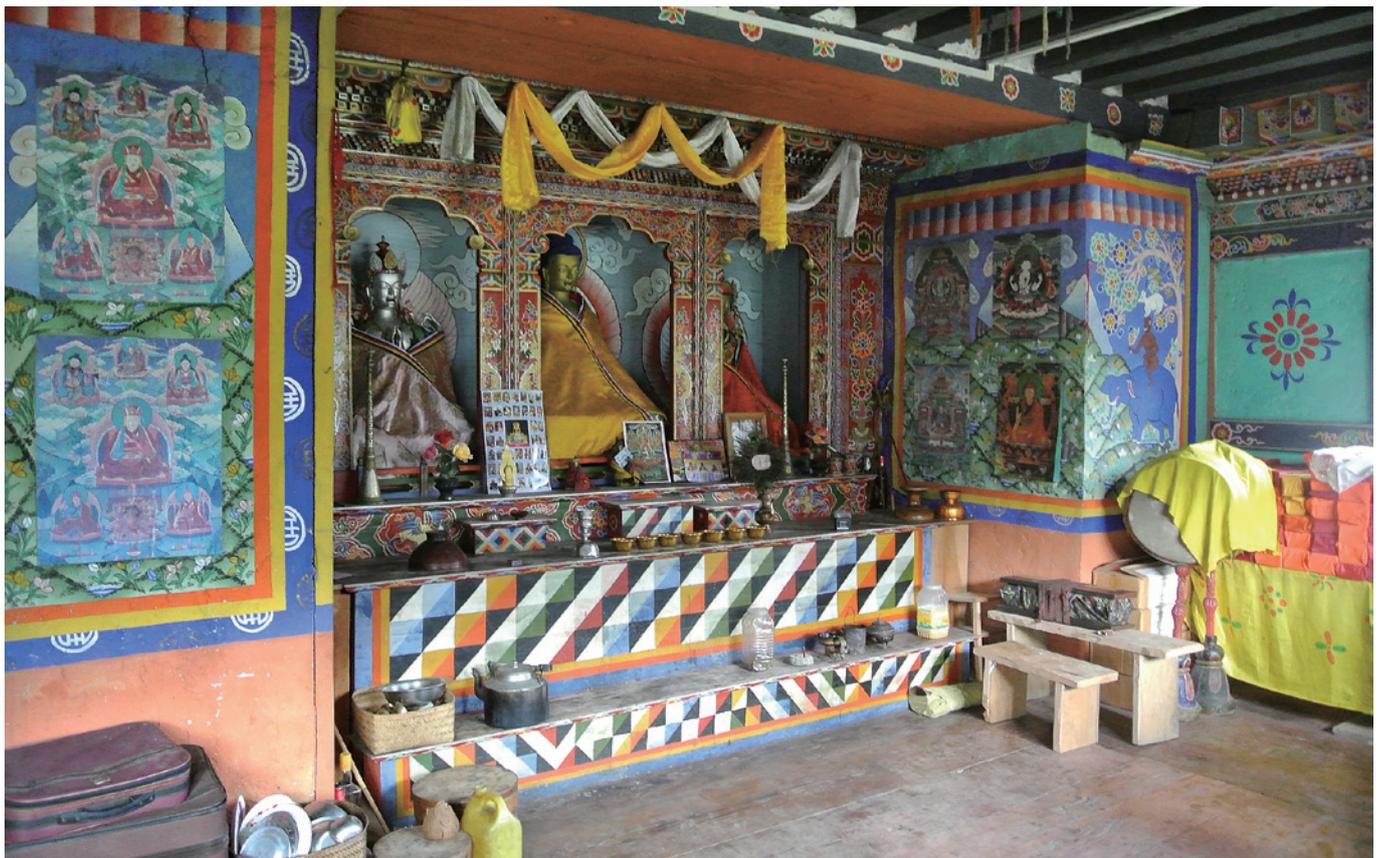


写真11 ロンテル 板葺屋根の民家 2階。仏間の仏壇。

いるのだろう。しばらくして、家の人がホールに面する部屋の鍵を、一つ、また一つと開けてくれた(写真9)。ホールに面する部屋の、さらにその奥の部屋に入れていただき、驚いた。そこは豪華に装飾された仏間であった(写真10, 11)。家の一番、重要な場所に仏壇が置かれ、家族の祈りの空間となっていた。僧侶が座る場所の上には天蓋が設けられている。仏壇の右手、窓の前に積み重ねられているオレンジ色のものは経典である(写真10)。経典は高価なもので、ガイドさんが冬虫夏草で儲けたのではないかと言うぐらいに、この地方では裕福な家族のようである。

この家の屋根は、伝統的な板葺き石置き構法であるが、近年、環境保護のため木材の伐採が制限され、多くの民家はトタン葺きに改修が進んでいる。今では、地方でも伝統的な板葺き屋根の民家を見ることは希であり、ブータンらしい景観が失われつつある。

3. 幸せの国・ブータンの今

今や、ブータンの山深い地方でも、携帯電話やインターネットが使えるようになり、人々の生活は大きく変化しつつ

ある。国是としている国民総幸福量(GNH: Gross National Happiness)という価値観は、経済成長が飽和点に達した先進国の人々から、心の豊かさを大切にするものとして共感を得ている。しかし、ブータンでは若者に職がない、重病になった時は隣国インドの病院に行く必要がある、地方から都会に出る若者が多く地方の衰退が進みつつあるなど、生活に直結する問題も多い。

慶應義塾大学の前野隆司教授は、日本人成人1500人へのアンケート結果を因子分析し、幸福な人の特徴に関する因子として、①自己実現と成長(目的を達成するための自己成長と自身に向かう特徴のある因子)、②つながりと感謝(感謝傾向と他者に向かう特徴のある因子)、③楽観性(楽観的で精神的に安定している因子)、④人の目を気にしない傾向(自己を確立し他者と比較しない性質)が存在しているとしている²⁾。ブータンでは自身を幸福と感じている人が多いとされるが、それは仏教徒のブータン人は輪廻転生を信じ、災いも自分の運命と受け止めていることが、高い幸福感に影響しているのかもしれない。あるいは発展しつつあるブータンでは、社会の発展が自分の人生における将来の希望と重なり、そのこと

が幸福感に繋がっているのかもしれない。

急速に変化するブータンには、これからも大切に失わないで欲しい、美しい自然や景観、伝統文化が数多く存在している。若い人達が都会に出て働くようになり、地域の土、石、木を使い、地元の職人や住民が協力して建設してきた民家は存続が危ぶまれている。首都ティンプーでは鉄筋コンクリートの中層アパートが林立し、景観が大きく変化している(写真12)。ブータンの城塞建築ゾーンと伝統住居は、ブータンの自然と人々の生活が結実したものである。発展するブータンの将来においても、これまで以上に、その輝きが増していることを祈りたい。

【参考文献】

- 1) 現代ブータンを知るための60章, 平山修一, 明石書店, 2005年4月
- 2) <http://www.sdm.keio.ac.jp/pdf/maeno20130304.pdf> (参照 2015年6月)
- 3) 拙著, ブータンの城塞建築ゾーンと伝統住居, UNIBOOK, 2015年3月

そのほか、本誌5月号第1回ブータンの城塞建築ゾーンに掲載の参考文献を参照ください。

プロフィール

南 一誠(みなみ・かずのぶ)
芝浦工業大学 工学部 建築学科 教授
最近の研究テーマ: 建築構法,
建築ストック活用



写真12 首都ティンプー遠景 (2014年10月撮影)

業務紹介②

コンクリートの圧縮クリープ試験 について

材料グループ

1. はじめに

コンクリートに持続して荷重が作用すると、時間の経過とともにひずみが増大する。この現象をクリープといい、クリープによって増大したひずみをクリープひずみという。

コンクリートのクリープは鉄筋コンクリート部材のたわみの増大やプレストレストコンクリート部材のプレストレスの減少などと深い関連性をもっている。コンクリート構造物を合理的に設計するための基礎的資料として、コンクリートのクリープ試験が行われる。

今回は当センター中央試験所で行っているコンクリートの圧縮クリープ試験について紹介する。

2. 試験規格制定の経緯

コンクリートの圧縮クリープ試験方法は、1975年度および1976年度に建材試験センターで実施した通商産業省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する標準化のための調査研究」においてJIS原案が作成された。しかし、その後、JISとして制定されなかったため、コンクリート工学協会の月刊誌「コンクリート工学」1985年3月特集号に「標準化を待つ試験方法」としてJIS原案が公表された。その後、1992年に建材試験センター規格JSTM C 7102（コンクリートの圧縮クリープ試験方法）として制定し、2010年にJIS A 1157（コンクリートの圧縮クリープ試験方法）として制定公示され、近年依頼および問合せが増大している。

3. 試験方法

3.1 供試体

供試体の形状・寸法は、円柱供試体（断面の直径は粗骨材の3倍以上、かつ100mm以上、高さは直径の2倍）とし、 ϕ

100×200mm～ ϕ 150×300mmが一般的である。ただし、そのほか ϕ 75×100mmの供試体（例えば高強度で大きな荷重容量を必要とするもの）やコンクリートパイル型の供試体（例えば ϕ 200×300mmで中が空洞の遠心成形されたもの）でも中央試験所では試験の実施が可能である。

供試体の数量は、載荷供試体（持続荷重を与える供試体）、無載荷供試体（載荷供試体と同環境において乾燥収縮ひずみを測定する供試体）および圧縮強度試験用供試体が各々3個（計9個）である。

載荷供試体および無載荷供試体の側面には、図1のようにステンレス製のゲージプラグをエポキシ系樹脂接着剤で貼り付けておく。

載荷供試体と無載荷供試体の乾燥条件を近づけるために、載荷開始材齢以降は無載荷供試体の上下端面をシールして乾燥を抑制する。

3.2 試験装置

(1) 載荷装置

載荷装置は図2のように、上下の加圧面の中心が枠の中心に一致し、一方の加圧面は球面座をもつもので、供試体3個を重ねて載荷できる高さを有するものである。載荷完了直後の状態で、所定の載荷荷重の±2%の精度で載荷でき、かつ、載荷応力を±2%に調整できることが要求されている。

(2) ひずみの測定装置

測定装置はJIS A 1129-2に規定されるコンタクトゲージである。標点間（検長は粗骨材の最大寸法の4倍以上かつ100mm以上とする。通常は100mmで行う。）を測るもので、計測精度は 10×10^{-6} 又はそれよりも高い精度を要する。測定状況の一例を写真1に示す。

3.3 載荷方法および測定方法

(1) クリープ試験開始直前に圧縮強度試験用供試体で圧縮強度を求めておく。

ただし、あらかじめ仕様書等で載荷応力度が決まっている場合（例えば $10\text{N}/\text{mm}^2$ ）は圧縮強度試験を行わないこともある。

(2) 載荷材齢は材齢28日とし、載荷応力度は圧縮強度試験用供試体で求めた圧縮強度の1/3の応力度とする。

まず、予備載荷で載荷応力度の1/2の荷重を載荷し除荷したのちに本載荷を行う。試験室環境は温度 $20\text{C} \pm 2\text{C}$ 、湿度 $(60 \pm 5)\%$ とする。

ただし、プレストレスを模擬する場合は、材齢28日にこだわらず（例えば7日）開始することもある。

(3) 本載荷ではひずみの測定は載荷開始直前及び載荷完了

直後も含めて少なくとも3回行う。ひずみの計測は載荷完了直後から所定の計測時期(毎日→隔日→毎週→隔週→毎月→隔月おきとなっていく)に行う。載荷期間は一年以上とすることが多いが、6カ月とする場合もある。

(4) 所定の載荷期間が終了したのちに除荷し、除荷後のひずみ測定を行う。

(5) 載荷時の弾性ひずみ、各計測時の全ひずみ、各計測時の無載荷ひずみから各計測時のクリープひずみを算出し、載荷応力度との関係から単位クリープひずみを、弾性ひずみとの関係からクリープひずみを算出する。

なお、単位クリープひずみは算出したクリープひずみを載荷応力度で除して算出し、クリープ係数は算出したクリープひずみを載荷時の弾性ひずみで除して算出する。

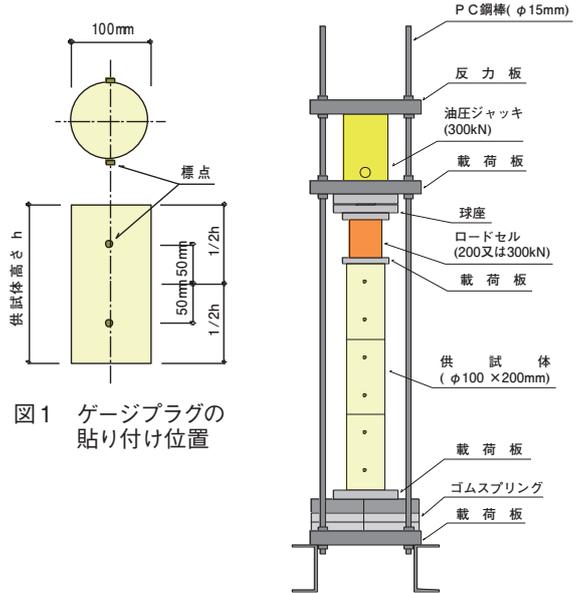


図1 ゲージプラグの貼り付け位置

図2 載荷装置

$$\epsilon_{ct} = \epsilon_{at} - \epsilon_e - \epsilon_{st}$$

ここに、

ϵ_{ct} : クリープひずみ

ϵ_{at} : 全ひずみ

ϵ_e : 載荷時弾性ひずみ

ϵ_{st} : 無載荷ひずみ

$$\mu_{ect} = \frac{\epsilon_{ct}}{\sigma}$$

μ_{ect} : 単位クリープひずみ (1/Nmm²)

σ : 載荷応力度 (N/mm²)

$$\Phi_t = \frac{\epsilon_{ct}}{\epsilon_e}$$

Φ_t : クリープ係数

試験結果の一例を図3および図4に示す。



写真1 測定状況の一例

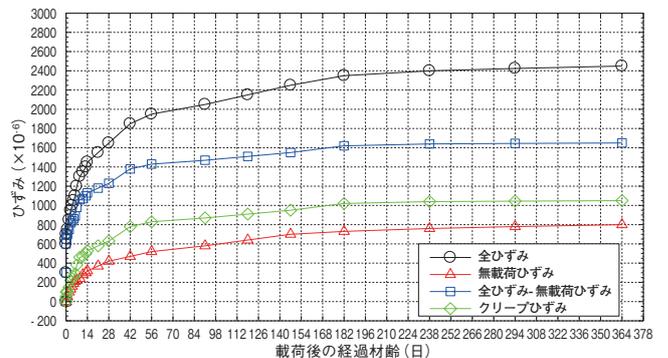


図3 試験結果(ひずみと載荷後の経過材齢の関係)の一例

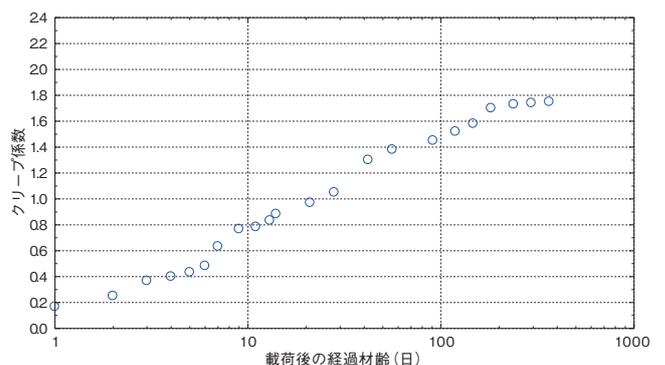


図4 試験結果(クリープ係数と載荷後の経過材齢の関係)の一例

4. おわりに

当センターでは今回紹介させて頂いた試験のほかにもコンクリートの各種試験を行っている。是非ご利用頂ければ幸いです。

【お問い合わせ】 中央試験所材料グループ

TEL : 048-935-1992, FAX : 048-931-9137

(文責 : 中央試験所 材料グループ 主任 若林和義)

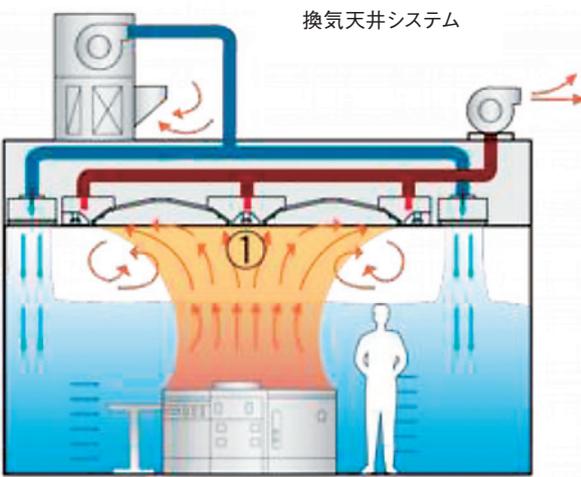
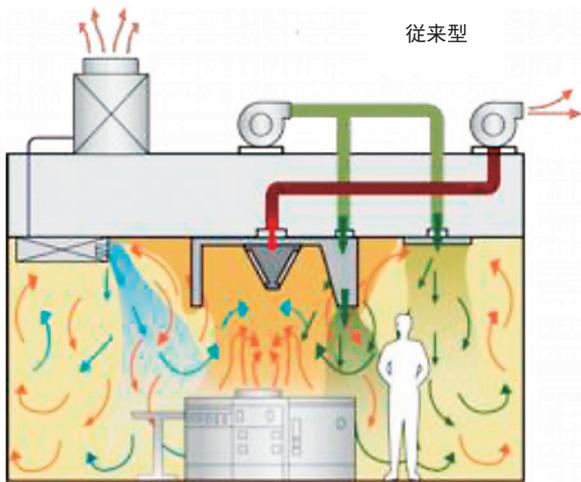


図2 換気天井システムのイメージ^[2]

2.2 換気量制御システム

一般的な業務用厨房は、厨房機器の稼働状況に関わらず一定風量で換気を行っているのに対し、換気制御システムでは、厨房機器の稼働状況にあわせて換気量を制御することにより快適性を損なわずに大幅な省エネが可能となる(図3)。

東京ガスの研究^[4]では、換気量制御システムを食堂に設置した場合に、給気ファンの消費電力で40%、排気ファンで70%の削減効果が確認され、投入熱量は20%の削減効果が確認されている。

無駄なエネルギー(給排気ファン動力・空調負荷)を削減

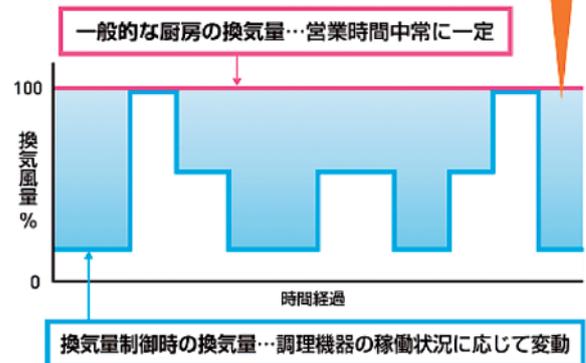


図3 換気量制御システムの一例^[3]

2.3 低輻射型ガス厨房機器

電化厨房機器は表面温度が低く、燃焼排ガスが無いなど熱負荷の小さいものが多く存在するが、ガス厨房機器でも熱や蒸気の発生を抑えた機器の技術開発も積極的に行われている。低輻射型厨房機器は機器からの放射熱を抑え、燃焼排気の拡散を防ぐため空調負荷を低減し、節電の効果がある(図4)。また、機器の表面温度も低くなるため調理人の安全面への配慮も可能となる(図5)。

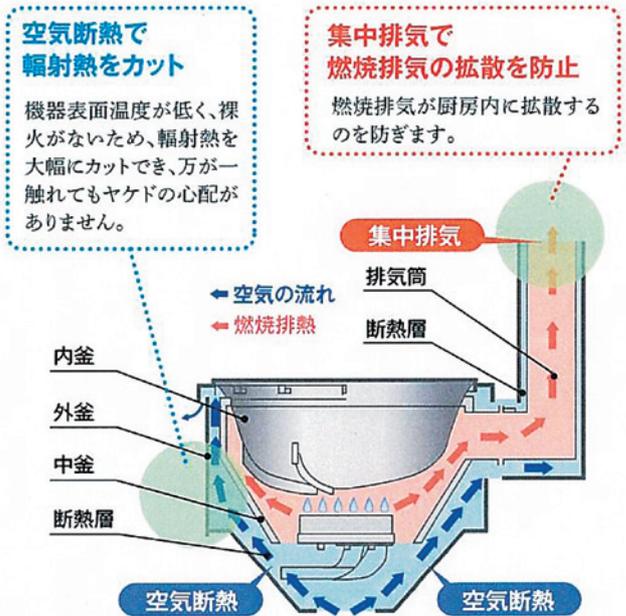


図4 低輻射型ガス厨房機器の構造^[5]

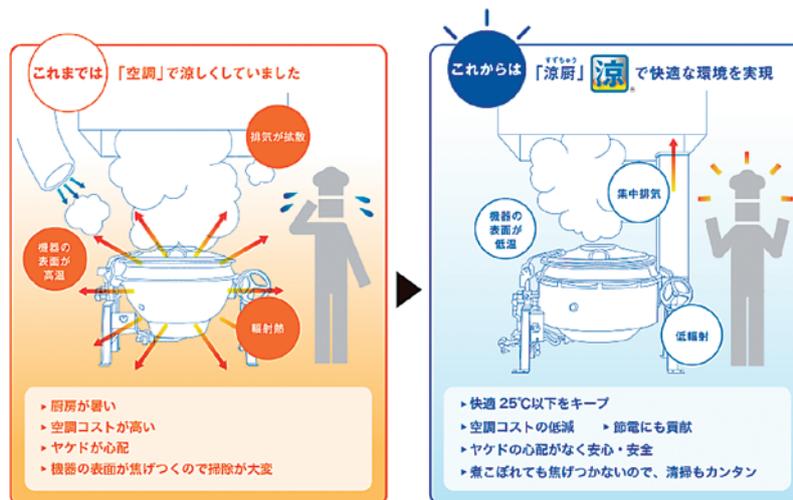


図5 低輻射型ガス厨房機器導入のメリット^[3]

3. 業務用厨房の換気・空調の設計法について

東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの3社は業務用厨房の環境を改善するために業務用厨房の換気・空調の設計手法に確立に向けた検討を行ってきた。平成23年度からは建材試験センター内に近藤靖史 東京都市大学教授を委員長とする委員会を設置し、研究活動を行ってきた。

本委員会では、平成24年度より中規模社員食堂の厨房環境を調査・整理を行い、排気フードの捕集率を測定する上での試験条件の検討を進めてきた。その測定方法は建材試験センター規格として纏めを行い、「JSTM V 6201（業務用ちゅう房）に設置される排気フードの捕集率測定方法」として平成27年3月16日に制定された。

3.1 JSTM V 6201 規格構成

この規格の目次を表1に示す。規格は本文と8つの附属書から構成されている。本文は簡潔な記述とし、試験に関連する設定条件や測定方法は附属書（規定）としてまとめている。

3.2 適用範囲

適用範囲では、「中規模社員食堂のちゅう房に設置される排気フードを対象とし、調理機器としてフライヤ、ゆ（茹）で麺器及びローレンジの3種類を対象としている。この規格では、1台の排気フードに対し、1台の調理機器が配置され、1面が壁に接する配置を想定している。

3.3 試験装置及び標準的試験条件

本文の簡条4では、試験装置及び標準的試験条件が示さ

れている。項目により、確認方法、設定方法の詳細は附属書A～Eの（規定）で示されている。

3.4 測定方法

本文の簡条5により排気フードによるトレーサガスの再捕集の有無の確認を行ってから測定に進む。再捕集が無い場合は簡条6により測定を行い、再捕集がある場合の測定方法は簡条7に示されている方法で測定を行うことになる。

附属書Gには、初期分配率から捕集率を求める方法が参考で示されている。附属書Hでは、再捕集防止用排気口の風量による測定結果への影響がないことの確認方法が示されている。

表1 規格の構成

1	適用範囲
2	用語及び定義
3	記号及び単位
4	試験装置及び標準的試験条件
4.1	試験室
4.2	試験室換気設備
4.3	人体じょう乱発生装置
4.4	トレーサガスの発生システム
4.5	トレーサガス濃度の測定システム
4.6	調理機器
4.7	調理機器の負荷の測定方法及び模擬負荷の与え方
5	排気フードによるトレーサガスの再捕集の有無の確認方法
6	排気フードによるトレーサガスの再捕集がない場合の捕集率測定方法
6.1	試験方法・試験手順
6.2	捕集率の算出方法
7	排気フードによるトレーサガスの再捕集がある場合の捕集率測定方法（ストップ法）
7.1	試験方法・試験手順

7.2 捕集率の算出方法

8 報告

- 附属書A (規定) 試験条件以外のじょう乱がないことの確認方法
- 附属書B (規定) 空調じょう乱用給気口の設定方法
- 附属書C (規定) 人体じょう乱発生装置の設定方法
- 附属書D (規定) トレーサガス発生装置の設定方法
- 附属書E (規定) 調理機器の負荷率の測定方法及び模擬負荷の与え方
- 附属書F (規定) 完全捕集濃度及び捕集時間の測定方法
- 附属書G (参考) トレーサガスの初期分配率から捕集率を推定する方法
- 附属書H (参考) ストップ法による推奨される捕集率の測定手順

この測定方法を用いて複数の実験施設でのラウンドロビン試験(写真1)を実施し、主要な調理機器と空調機器との組合せにおける捕集率データの取得を行った。

本年度は、厨房全体の必要換気量を算出する方法の検討を昨年度に引き続き行い、「業務用ちゅう(厨)房内の空気環境を良好に維持するための必要換気量算定方法(案)」を取り纏める予定である。

4. まとめ

業務用厨房の換気設計は厨房の規模、調理内容、調理時間などの純粋な換気能力、調理人の快適な労働環境の保持、衛生面の保持、防火対策、さらには省エネと考慮すべき事項は多岐に渡る。前述した通り、設計者の経験則に頼って厨房の換気・空調設計を行っているのは、換気量不足や過剰換気など、適切とは言えないケースも存在する。また、厨房機器は特殊な環境で無い限り、ガス機器と電気機器は当然の事ながら混在している。そのため、厨房の諸条件を考



写真1 捕集率測定状況 (大阪ガス)

慮しながらガス厨房機器と電気厨房機器を組合せ(ベストミックス厨房)た導入が必要不可欠である。

今後、研究成果として設計法の取り纏めが行われた際には続報としてご報告したい。

【参考文献】

- [1] 奥田篤「業務用厨房の排気フードの捕集率測定方法の標準化」建材試験情報 Vol.50.2014.11
- [2] 株式会社 HALTON HP (http://www.halton.co.jp/Products/ceiling_KCJ.html 2015年6月参照)
- [3] 東京ガス株式会社 HP (<http://eee.tokyo-gas.co.jp/product/tyubo/suzu-chu/product/ventilation.html> 2015年6月参照)
- [4] フード内温度を用いた換気量制御システムによる温熱環境への影響と省エネ効果の評価【空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2011年)】
- [5] 一般社団法人日本ガス協会 HP (<http://www.gas.or.jp/user/kitchen/comfortable/index.html> 2015年6月参照)

(文責：経営企画部 調査研究課 課長代理 中村 則清)

建材試験センター規格(JSTM)のご案内

当センターでは、団体規格としてJSTMを制定・販売しています。
JSTMは、主に建設材料、建設部材および建設物の品質・性能を評価するための試験方法等を定めたものです。
JSTMの内容やご購入は、以下までお問い合わせください。

【JSTMのお問い合わせ・ご購入先】

経営企画部 調査研究課

TEL : 048-920-3814 FAX : 048-920-3821

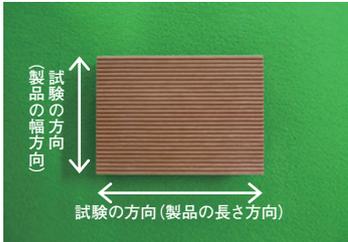
<http://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jstm.html>



木材・プラスチック再生複合材の滑り性試験

(発行番号：第 14A2544 号)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋・編集して掲載)。

試験名称	木材・プラスチック再生複合材の滑り性試験			
依頼者	鈴与マテリアル株式会社			
試験項目	滑り性			
試験片	<p>一般名称*：木材・プラスチック再生複合材 商品名*：エコパルマ 品番*：EP-LA1503 材質*：PP, PE, ペーパーラッジ 寸法：145mm × 200mm × 30mm 数量：6枚 備考：試験片を温度 23 ± 2℃, 相対湿度 (50 ± 10) % の試験室内に 24 時間以上静置したのち、試験に供した。 *印は依頼者提出資料による。</p>			 <p>試験片の外観及び試験の方向</p>
試験方法	<p>JIS A 1454 (高分子系張り床材試験方法) 17 滑り性試験に準じて行った。 試験の諸条件を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 滑り片：ゴムシート；硬さ (A形) 78, 厚さ 5mm 試験片の表面状態：清掃・乾燥状態；清潔な布でふいた状態。 水道水散布状態；水道水を 400g/m² の割合で散布した状態。 水+ダスト散布状態；水道水と JIS Z 8901 (試験用粉体及び試験用粒子) に規定する試験用粉体 1 の 1 種及び 7 種とを質量比で、20 : 9 : 1 に混合したものを 400g/m² の割合で散布した状態。 試験片の滑り面：試験片のスリット面 試験の方向：製品の長さ方向及び幅方向 滑り抵抗係数の算出式：C.S.R = Pmax / W ここに、C.S.R：滑り抵抗係数 Pmax：最大引張荷重 (N) W：鉛直荷重 (785 N) 			
試験結果	試験片の表面状態	試験の方向	最大引張荷重 (N) Pmax	滑り抵抗係数 C.S.R
	清掃・乾燥状態	長さ方向	448	0.57
		幅方向	511	0.65
	水道水散布状態	長さ方向	444	0.57
		幅方向	523	0.67
	水+ダスト散布状態	長さ方向	366	0.47
幅方向		402	0.51	
試験期間	平成 26 年 10 月 24 日			
担当者	材料グループ 統括リーダー 鈴木 敏夫 主幹 吉田 仁美 (主担当)			
試験場所	中央試験所			

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回は、木材・プラスチック再生複合材の滑り性試験について試験報告を行います。

木材・プラスチック再生複合材は、廃棄物として発生した木質原料と産業廃棄されたプラスチック原料から作られるリサイクル材料¹⁾です。木材とプラスチックの両方の性質と外観を併せもって、デッキやベンチの材料として広く用いられています。

「木材・プラスチック再生複合材」という名称は長いこともあり、英語名称「Wood-Plastic Recycled Composite」の頭文字を取ったWPRCという呼び方が使われています。本稿でも、以下WPRCと表記します。

今回行われた試験は、JIS A 1454（高分子系張り床材試験方法²⁾）に規定されています。この試験規格は樹脂製の床シートや床タイルのために作られたものですが、滑り性試験は様々な床材に対応可能です。

滑り性試験は、人が歩行するときの感覚を摸した試験です。床材の表面に荷重をかけた滑り片を載せ、その滑り片を斜め上に引っ張り動き出したときの力（最大引張荷重）を滑り片にかけた荷重で除して試験結果を求めます。

試験結果は「滑り抵抗係数（C.S.R：Coefficient of Slip Resistance）」という数値で表され、この数字が大きければ滑りにくい、小さければ滑りやすいということになります。

JIS A 1454は試験規格のため、この規格ではC.S.Rの基準値は定められていません。基準値の例としては、「東京都福祉のまちづくり条例 施設整備マニュアル」が挙げられます。ここでは、履物を履いて動作する床及び路面について

C.S.R=0.4以上であることを求めています³⁾。

この試験は、様々な試験条件を選択することが可能です。床材の滑りやすさは、床の汚れなどの様々な要因に影響を受けるためです。解説表1に試験条件の選択肢一覧を示します。

今回の試験は、ひとつの製品に対して6条件で行いました。表面に溝がある製品のため、溝に対して平行・垂直な2つの方向について滑り具合を調べています。試験結果からは、溝に対して垂直の方向が滑りにくく、水+ダスト散布状態が比較的滑りやすいという結果となりました。

当センターの中央試験所では、今回紹介した試験のほかにもWPRCの性能試験、各種材料の滑り抵抗係数（C.S.R）の試験などに対応しております。試験をご検討の際は、お気軽にお問い合わせください。

【試験に関するお問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ
TEL：048-935-1992, FAX：048-931-9137

【参考文献】

- 1) <http://wprc.info/wprc/summary.html>（参照：2015.6.24）
- 2) JIS A 1454:2010, 高分子系張り床材試験方法
- 3) 「東京都福祉のまちづくり条例 施設整備マニュアル」東京都福祉保険局, 平成26年
- 4) 吉田仁美「業務案内 斜め滑り試験機と高分子系張り床材の滑り性能試験」建材試験情報, 2012年11月

（文責：中央試験所 材料グループ 主幹 吉田仁美）

解説表1 試験条件について（JIS A 1454より^{2), 4)}

試験条件		JISに定められている詳細	備考
滑り片	ゴムシート	硬さ72～80, 厚さ3～6mm	紳士靴底を模したもの
	ゴムシート	硬さ29～35, 厚さ7～10mm	運動靴底を模したもの
	その他	実際に使用している靴底など	—
表面状態	清掃・乾燥状態	清潔な布でふいた状態	—
	ダスト散布状態	JIS Z 8901に規定する試験用粉体1の7種を10g/m ² の割合で散布した状態	ほこりが少々付着した状態
	水+ダスト散布状態	水道水とJIS Z 8901に規定する試験用粉体1の1種及び7種を質量比で20：9：1に混合した物を400g/m ² の割合で散布した状態	泥及び泥水が付着した状態
	油散布状態	食用油を40g/m ² の割合で散布した状態	—
	その他	—	例：雨水などによる濡れを模した状態（水道水を400g/m ² の割合で散布）
試験の方向及び滑り片設置場所		試験片の方向・滑り片設置位置により表面の凹凸形状が明らかに異なるときは、測定方向または滑り片設置場所を特定する必要がある。	試験片によっては、この項目を特定する必要は無い。

*硬さは、JIS K 6253-3（加硫ゴム及び熱可塑性ゴム—硬さの求め方—第3部：デュロメータ硬さ）に規定する試験（タイプA）による。

熱の基礎講座

第2回 熱と温度

1. はじめに

前回は「快適性と省エネルギー」というテーマで、気候風土や建築的工夫と省エネルギーの関係について述べました。今回は、暑さ寒さに対する建築的工夫を正しく理解するための一助となるよう、熱と温度の関係について紹介します。

住宅や建築物の暑さ寒さ対策は、主に建物の設計・施工時に施されます。その他に、既存の建物に施工できる製品も多く市場に出ているため、一般の消費者の目にも触れる機会が多くなっています。住まい方・生活スタイルに合わせてそれらをうまく利用することによって、快適な空間をつくることができます。既存の建物に施工できる製品の例として、日射遮へいブラインド、後付内窓、高日射反射率塗料などが挙げられます。これらの、住宅や建築物の省エネルギーを目的とした製品を選定するには、熱や温度に対する正しい知識や理解が重要です。

2. 熱と温度

よく冷えたビールをコップに注ぎ、手の平で包み込むと、冷たいという感覚が生じます(写真1)。これは、コップの温度が手の平の温度(体温)より低いいため、手の平からコップに熱が移動したことによります。手の平から熱が流出した結果、手の平の温度が低下し、冷たいという感覚が生じたと言えます。また、コップには熱が流入して温度が上昇し、ビールはぬるくなっていきます。この例のような、温度に差があるときに温度が高い側から低い側に熱の移動が起きることを「熱移動」または「伝熱」と呼び、伝熱の結果として温度が変化することを「温度変化」と呼びます。

人と物の間の熱の移動を例にとりて説明しましたが、建築分野に置き換えて考えると、室内の空間と室外の空間の



写真1 熱移動の例

間の伝熱、または建築と人間の間の伝熱が重要になります。実際の住環境では、室外側の環境の変化(天候、外気温、気流など)や、室内側の環境の変化(冷暖房、居住者の動きなど)に伴い、時々刻々と伝熱の状態の変化や温度変化が連続していることとなります。

熱の移動の状態を把握するためには、熱を直接測定すればよいのですが、熱を直接測定するのは難しいため、その代わりとして温度を測定することで、熱の移動を推測・把握することができます。建物の場合、室内外の空気温度や壁の表面温度を測定して、温度から伝熱の状態を推測するのが一般的です。以下で、熱と温度のそれぞれについて説明します。

3. 熱とは

熱とは、エネルギーの移動形式の一種で、物体の温度を変化させる原因になるものと定義されます¹⁾。また、物体間に温度差があるときに、高温側から低温側に向かって熱の流れが発生します。

熱の流れ、伝熱には基本的な3つの形態があり、それぞれ

熱伝導、熱対流、熱放射と言います。熱伝導は、熱エネルギーが主として固体中を高温部から低温部へ伝わる現象です。熱対流は、空気や水などの流体が熱エネルギーを運び去る現象です。熱放射は、物体の電子の運動から放出される電磁波による熱移動現象で、熱輻射とも言います²⁾。それぞれの伝熱の形態について、詳しくは今後の連載で説明しますが、今回は3つの形態の区分について紹介するに留めます。

夏季の昼に、壁を介して室外と室内の間で起きる熱の移動の様子を図1に例示します。この例では、高温側である室外側から低温側である室内側に熱移動が発生します。室外側では、熱放射と熱対流によって壁の表面に熱が流入します。このときの熱放射には、太陽からの日射熱を多く含みます。熱を受けた壁は表面温度が上昇し、壁の中を熱が伝わり(熱伝導)、温度の低い室内側に熱が移動していきます。室内側では、熱放射と熱対流によって壁表面から室内に熱が流入します。

上記は最も単純な1枚の壁の例ですが、伝熱の3つの形態が連続的に組み合わせられて作用していることがわかります。実際の住宅や建築物では、より複雑に伝熱の形態が組み合わせることになります。省エネルギーを目的とした製品を選定する際には、どの部位で、どの向きにどの伝熱形態に作用する製品なのかを理解した上で使用することが、効果的な省エネルギー対策につながります。

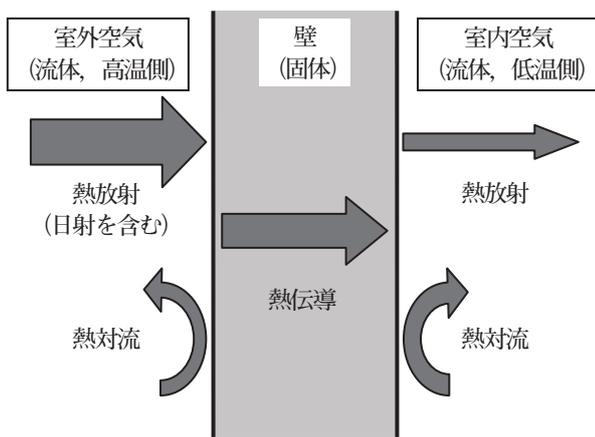


図1 伝熱の3形態(夏季の例)

4. 温度とは

温度は、物質を構成している原子または分子の運動エネルギーの程度を表す物理量の一つで、運動エネルギーが大きいほど温度は高くなり、運動エネルギーが小さいほど温度は低くなります³⁾。運動エネルギーが理論上0(ゼロ)になるときに温度は最小になるため、このときの温度は絶対零度と呼ばれています。

温度を表現する量・単位はいくつかありますが、ここでは代表的な摂氏温度、絶対温度および華氏温度の3種類を紹介します。

摂氏温度(単位:セルシウス度, 記号:°C)は、水の融点を0度、水の沸点を100度とし、その間を100等分するように目盛を振った量です。一般的な温度計に表示される温度で、日本では「温度」は摂氏温度を指すことが多く、公文書でも使用されます。絶対零度は、約-273°Cになります。

絶対温度(単位:ケルビン, 記号:K)は、絶対零度を0度として、摂氏温度と同じ間隔で目盛を振った量です。一定圧力の気体では、絶対温度と体積が正比例する(シャルルの法則)ことから、絶対温度は熱力学的温度とも呼ばれています。

華氏温度(単位:ファーレンハイト度, 記号:°F)は、水の融点を32度、水の沸点を212度とし、その間を180等分するように目盛を振った量です。絶対零度は、-460°Fになります。華氏温度を使用すると、気温の表示が年間を通じて0度から100度の間に収まるという利点があり、主にアメリカで使用されています。

3種類の温度目盛について、基準となる絶対零度、水の融点、水の沸点がそれぞれ何度と表示されるかを図2に示します。

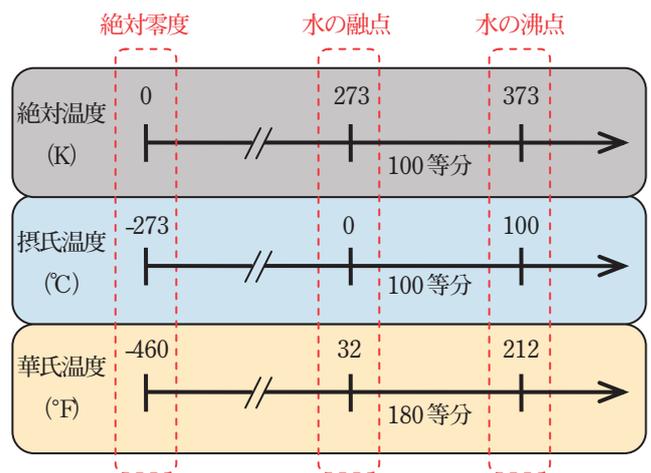


図2 温度目盛の関係図

私たちが住生活の中で最も多く目にする温度はおそらく、天気予報などに表示されている気温です。気温は、摂氏温度で表示された大気の状態ですが、単に屋外空気の温度を測定したもの全てが気温と言えるわけではありませ

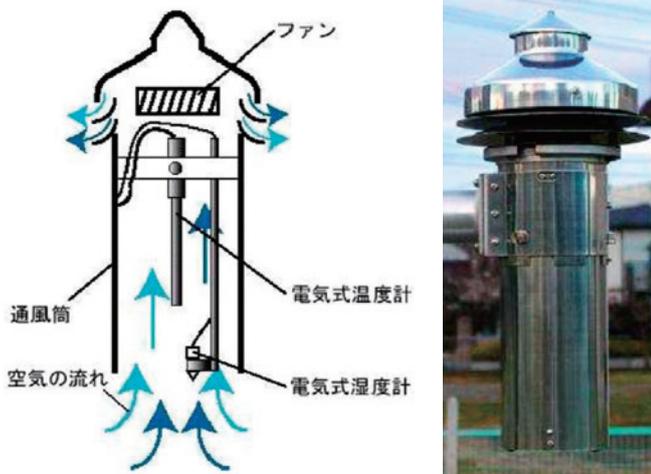


図3 通風塔の断面図⁴⁾



写真2 通風塔の外観⁴⁾

ん。気象庁や地方公共団体が設置した気象観測所(アメダス)で測定された温度が気温と呼ばれています。アメダスでの気温の測定は、各観測地点で同一の条件となるように、設置場所や設置方法・設備のルールが定められています⁴⁾。

ここでは一例として、アメダスで多く使用されている通風塔を用いた温度測定システムを紹介します。通風塔の断面図を図3に、外観を写真2に示します。温度センサには白金抵抗体という高い精度で温度を測定できる電気式の温度計を使用しています。温度センサを通風塔に収納することで、日射などの放射熱を遮り、一定の通風を与えることで風雨の影響を防ぐしくみとなっています。通風塔は、周辺の建物や機械設備の影響が少ない位置を選び、地上からの高さ1.5mに設置することになっています。

ところで、人間が感じる暑さ寒さ(温熱感覚)は、人間を取り巻く空気温度だけで決まるわけではなく、温度以外のいくつかの環境側の要素と、人体側の要素が影響を与えることが知られています⁵⁾。たとえば、風に当たると、夏は涼しく感じるし、冬は寒さが増します。冬に暖をとるためにコートやマフラーを着用しますが、夏に同じものを着ると、暑くて直ちに汗だくになることが予想されます。

これらの要素は、温熱快適性の6要素と呼ばれ、図4に示すように環境側要素には空気温度、壁体からの放射熱(放射温度)、湿度、気流があり、人体側要素には代謝量(運動量)、着衣量があります。一般に、空気温度が高いほど、放射温度が高いほど、湿度が高いほど、気流が小さいほど、代謝量が多いほど、着衣量が多いほど暑く(暖かく)感じます。そのため、暑さ寒さに対する対策を講じる際には、温度の制御だけを考えるのではなく、他の要素も複合的に考えることが重要となります。

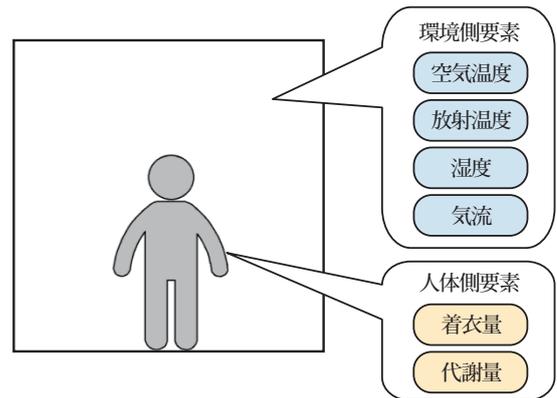


図4 温熱快適性の6要素

5. おわりに

連載第2回目の今回は、熱と温度について解説しました。次回は、断熱性能とその測定方法について紹介します。



用語の解説

熱に関連する用語のうち「熱伝達」は、使用場面、使用分野によって定義が異なる場合があるので注意が必要となります。以下に「熱伝達」の定義の例を示します。

- ・伝熱の形態のうち、熱対流と熱放射それぞれを指して「対流熱伝達」および「放射熱伝達」と呼ぶことがありますが、このうち対流熱伝達を略して「熱伝達」と呼ぶこともあります。
- ・伝熱の形態のうち、熱対流と熱放射を足したものは固体表面と流体の間の伝熱量になりますので、「表面熱伝達」や「総合熱伝達」と呼ばれますが、略して「熱伝達」と呼ばれることもあります。建築伝熱の分野では、この定義が一般的です。
- ・伝熱の形態のうち、熱伝導と熱対流と熱放射の3つを合わせた、本記事で言う「伝熱」と同じ意味の言葉として「熱伝達」が使われることもあります。国語辞典⁶⁾には、この定義が掲載されています。

【参考文献】

- 1) 原島鮮著：熱力学・統計力学，株式会社培風館，1966
- 2) 田中俊六ほか著：最新 建築環境工学，株式会社井上書院，1985
- 3) 関信弘著：蓄熱工学1基礎編，森北出版株式会社，2006
- 4) 気象庁：気象観測ガイドブック，http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku_guide/guidebook.pdf
- 5) 藤井正一著：住宅の室内気候入門，彰国社，1959
- 6) デジタル大辞泉，株式会社小学館

(文責：中央試験所 環境グループ 馬淵賢作)

設計施工・技術開発・品質管理に携わる技術者のための 建築材料・部材の試験評価技術

建築の設計施工・技術開発・品質管理者・建築材料および構法研究者必携の技術書

当センターの中央試験所が行っている建築分野における、さまざまな試験、測定および評価をまとめた技術書を2014年2月に発行しました。

本書は、建築分野の試験を体系化し、建物の要求性能との関係から必要な試験の全体像を把握できるようになっております。建築材料、建築構造、防耐火構造・材料、建築環境の4つの試験分野について、各試験の目的・原理・試験装置・方法などを紹介するとともに、試験結果も例示しています。また、写真や図表を多く取り入れ、わかりやすく解説しております。

ご購入は、以下のURLに掲載している申込書をダウンロードの上、FAXでお申込みください。

URL : <http://www.jtccm.or.jp/publication.html>

【本書についてのお問い合わせ先】

経営企画部 企画課

TEL : 048-920-3813 FAX : 048-920-3821



B5版 506頁 定価 8,000円(税・送料別)

INDEX

はじめに

第1編 序論

- 第1章 建築材料・部材における試験の体系
- 第2章 試験における不確かさの推定

第2編 建築材料

- 第1章 セメント・練り混ぜ水・混和材
- 第2章 骨材
- 第3章 モルタル
- 第4章 フレッシュコンクリート (コンクリート用化学混和剤)
- 第5章 硬化コンクリートの耐久性
- 第6章 硬化コンクリートの耐震・劣化
- 第7章 石材・ボード
- 第8章 ルーフィング材
- 第9章 シーリング材
- 第10章 機能性シート(フィルム)
- 第11章 接着剤
- 第12章 床材

- 第13章 発泡プラスチック系断熱材
- 第14章 有機リサイクル材料
- 第15章 建具
- 第16章 その他

第3編 建築構造

- 第1章 鉄筋コンクリート構造部材
- 第2章 鉄骨造部材
- 第3章 木質構造部材
- 第4章 非構造部材
- 第5章 建築部品

第4編 防耐火構造・材料

- 第1章 火災安全性と性能評価試験
- 第2章 建築基準法に基づく壁の性能評価試験
- 第3章 建築基準法に基づく柱の性能評価試験
- 第4章 建築基準法に基づく梁の性能評価試験
- 第5章 建築基準法に基づく床の性能評価試験
- 第6章 建築基準法に基づく屋根の性能評価試験

- 第7章 建築基準法に基づく軒裏の性能評価試験
- 第8章 建築基準法に基づく防火区画などを貫通する管の性能評価試験
- 第9章 建築基準法に基づく防火戸の性能評価試験
- 第10章 建築基準法に基づく飛び火の性能評価試験
- 第11章 建築基準法に基づく防火材料の性能評価試験
- 第12章 参考資料(試験結果の考察)

第5編 建築環境

- 第1章 温熱環境(熱物性)に関する試験
- 第2章 水分・湿気に関する試験
- 第3章 室内空気質環境に関する試験
- 第4章 音環境に関する試験
- 第5章 換気部品・設備部品に関する試験
- 第6章 外部環境(風・雨)に関する試験
- 第7章 光学性能、日射に関する試験
- 第8章 防火設備に関する試験

あとがき

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

平成 27 年度「性能評価セミナー」を開催

性能評価本部

性能評価本部では、7月16日(木)に埼玉県草加市のアコスホール、7月22日(水)に愛知県名古屋市の名古屋企業福祉会館において、「建築基準法に基づく性能評価セミナー」を開催しました。各回とも多くのお客様に参加いただきました。セミナーでは性能評価本部長の挨拶の後、性能評価本部職員による耐火構造・防火設備・防火材料に関する最新情報の紹介、適合証明事業についての説明を行いました。セミナーの後には活発な質疑応答が行われ、お客様の真剣な姿勢が伺えました。

なお、本セミナーの詳細については、本誌10月号の業務報告で紹介いたします。



JIS マーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、下記企業(1件)について平成27年6月8日付でJIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。
<http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0315001	2015/6/8	三洋コンクリート工業(株) 袖ヶ浦工場 及び 本社工場試験室	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(1件)の環境マネジメントシステムをISO14001(JIS Q 14001)に基づく審査の結果、適合と認め平成27年6月27日付で登録しました。これで、累計登録件数は704件になりました。

登録事業者(平成27年6月27日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RE0704	2015/6/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2018/6/26	入江工営(株)	茨城県かすみがうら市上稲吉字東清水 2045 番地の 3	建築物の鋼製架構部材の製造

建築基準法に基づく構造方法等の性能評価

性能評価本部では、平成27年4月～6月の期間において、下記のとおり建築基準法に基づく構造方法等の性能評価書を発行しました。

性能評価完了状況(平成27年4月～6月)

※暫定集計件数

分 類	件 数
防火関係規定に係る構造方法(耐火・準耐火・防火構造, 防火設備, 区画貫通部措置工法, 屋根飛び火等)	81
防火材料(不燃・準不燃・難燃材料)およびホルムアルデヒド発散建築材料(F☆☆☆☆等)	26
その他の構造方法等(耐力壁の壁倍率, 界壁の遮音構造, 指定建築材料(コンクリート等)等)	10

あとがき

建材試験センターは、創立50周年を迎えた一昨年、今後の50年間持続的な発展を遂げつつ、100年に向けての礎とすべく中期計画を「発展計画2013」と称し、『長期的発展基盤の整備』を目標に掲げました。その第一ステップとして「試験所整備投資による事業基盤づくり」に推進しています。

これまで工事材料試験所武蔵府中試験室の設置、西日本試験所材料棟・構造棟の新築、中央試験所耐火施設の拡充を行ってきましたが、第一ステップの中間期となる本年度、いよいよ中核事業所である中央試験所の試験施設拡張・整備に着手することになりました。現在、隣接地に拡張用地を確保し、具体的な試験施設の設置計画を着々と進めているところです。

創刊50周年特集アーカイブス「巻頭言」が今月号で最終回となります。各号には技術的な提言のみならず、諸先輩方のセンターへの想い、期待が多く綴られていました。あらためてこの「巻頭言」を読ませていただき、それらの期待を実現すべく、また、第三者証明機関としての社会的役割を果たすべく、今後の礎となる試験施設となるよう計画を進めていきたいと考えております。
(鈴木利)

編集をより

今月号では、「ヒトはなぜバナナの皮で滑るのか」と題して、北里大学の馬淵清資教授にご寄稿いただきました。昨年、イグノーベル賞を受賞し、マスコミでも大きく取り上げられた研究ですので、ご存知の方が多くかと思えます。研究に至る経緯や滑りやすさの理由などについて、ユーモアを交えてご紹介いただいております。ぜひご一読ください。

なお、馬淵清資教授は、中央試験所・環境グループの馬淵賢作職員のご尊父にあたります。今月号では、親子企画として、馬淵賢作職員が執筆した「熱の基礎講座」も掲載しております。こちらも併せてご一読いただければ幸いです。

最後に、本誌の創刊50周年の特集として、昨年9月号から1年間にわたり掲載して参りました「アーカイブス巻頭言」は、今月号で終了いたします。センター設立初期の約20年間の中から選定した過去の巻頭言を掲載して参りましたが、いずれも現在の当センター役職員にとっても大変貴重な内容となっております。諸先輩方の思いを肝に銘じ、日々業務に取り組んで参りたいと思っております。
(鶴岡)

建材試験情報

8
2015 VOL.51

建材試験情報 8月号
平成27年8月1日発行

発行所 一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
<http://www.jtccm.or.jp>
発行者 村山浩和
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 経営企画部 企画課
TEL 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

副委員長

砺波 匡(建材試験センター・理事)

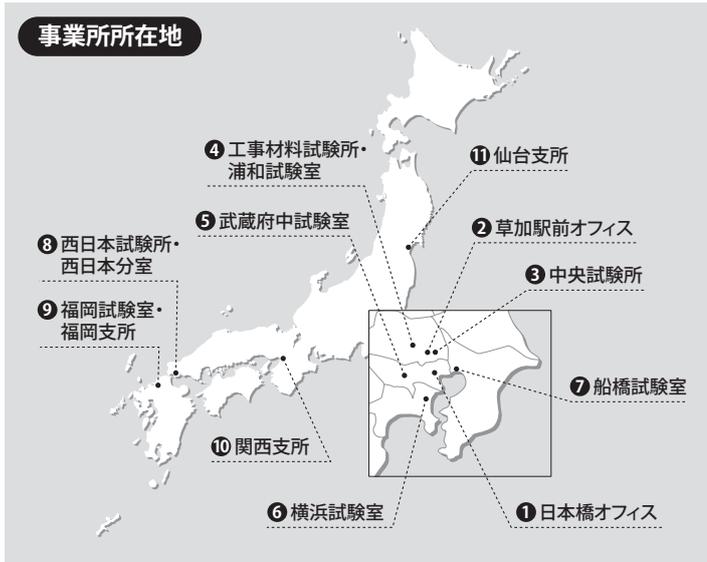
委員

小林義憲(同・技術担当部長)
石井俊靖(同・総務課主任)
中村則清(同・調査研究課課長代理)
志村明春(同・材料グループ主幹)
伊藤嘉則(同・構造グループ統括リーダー代理)
穴倉大樹(同・耐火グループ)
鈴木秀治(同・工事材料試験所主幹)
深山清二(同・ISO審査本部主任)
南 知宏(同・性能評価本部主幹)
中里侑司(同・製品認証本部課長代理)
大田克則(同・西日本試験所上席主幹)

事務局

鈴木澄江(同・経営企画部副部長)
田坂太一(同・企画課主幹)
佐竹 円(同・企画課主任)
鶴岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社



1 日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
ISO審査本部(5階)
審査部
TEL:03-3249-3151 FAX:03-3249-3156
開発部・GHG検証業務室
TEL:03-3664-9238 FAX:03-5623-7504
製品認証本部(4階)
TEL:03-3808-1124 FAX:03-3808-1128

最寄り駅から

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線人形町駅(A4出口)より徒歩3分
- ・都営地下鉄新宿線馬喰横山駅(A3出口)より徒歩5分
- ・JR総武本線快速馬喰町駅(1番出口)より徒歩7分
- ・JR各線・新幹線東京駅(八重洲中央口)からタクシーで約15分

2 草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル
性能評価本部(6階)
TEL:048-920-3816 FAX:048-920-3823
総務部(3階)
TEL:048-920-3811(代) FAX:048-920-3820
経営企画部(6階)
企画課
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
調査研究課
TEL:048-920-3814 FAX:048-920-3821
顧客サービス室
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
検定業務室(3階)
TEL:048-920-3819 FAX:048-920-3825

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅(東口)より徒歩1分

3 中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL:048-935-1991(代) FAX:048-931-8323
管理課
TEL:048-935-2093 FAX:048-935-2006
材料グループ
TEL:048-935-1992 FAX:048-931-9137
構造グループ
TEL:048-935-9000 FAX:048-931-8684
耐火火グループ
TEL:048-935-1995 FAX:048-931-8684
環境グループ
TEL:048-935-1994 FAX:048-931-9137
校正室
TEL:048-931-7208 FAX:048-935-1720

☞ 右段へつづく

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅(東口)または松原団地駅(東口)からタクシーで約10分

高速道路から

- ・常磐自動車道・首都高速三郷IC(西口)から約10分
- ・東京外環自動車道草加ICから国道298号線を三郷方面に向かい約15分

4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
管理課/品質管理室
TEL:048-858-2841 FAX:048-858-2834
浦和試験室
TEL:048-858-2790 FAX:048-858-2838
住宅基礎課
TEL:048-858-2791 FAX:048-858-2836

最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅(西口)より徒歩15分

5 武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10
TEL:042-351-7117 FAX:042-351-7118

最寄り駅から

- ・京王線中河原駅よりバスで約15分
四谷六丁目循環バス四谷六丁目下車し徒歩2分
都営泉2丁目バス四谷泉下車し徒歩1分

高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

6 横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8
TEL:045-547-2516 FAX:045-547-2293

最寄り駅から

- ・横浜市営地下鉄新羽駅(出口1または出口2)より徒歩15分
- ・東急東横線綱島駅よりバスで約15分
新横浜駅行, 新羽駅行, 新羽営業所行バス貝塚中町下車し徒歩約2分

7 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26
TEL:047-439-6236 FAX:047-439-9266

最寄り駅から

- ・JR武蔵野線船橋法典駅よりバスで約10分
桐畑・市川営業所行, 桐畑・中沢経由ファイターズタウン鎌ヶ谷行バス藤原5丁目下車し徒歩3分

8 西日本試験所・西日本分室

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川
TEL:0836-72-1223(代) FAX:0836-72-1960

最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

- ・山陽自動車道増生ICから国道2号線を小郡・広島方面に向かい約5分
- ・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を下関方面に向かい約40分
- ・中国自動車道美祿西ICから県道65号線を国道2号線(山陽方面)に向かい約15分

9 福岡試験室・福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
福岡試験室
TEL:092-622-6365 FAX:092-611-7408
福岡支所
TEL:092-292-9830 FAX:092-292-9831

最寄り駅から

- ・福岡市営地下鉄福岡空港駅より徒歩10分
- ・JR各線・新幹線博多駅よりバスで約20分
西鉄バス(30, 32, 33番路線)別府で下車し徒歩1分

高速道路から

- ・九州自動車道福岡ICから都市高速または国道201号線を福岡方面に向かい約20分
- ・九州自動車道太宰府ICから国道3号線を福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約20分
- ・福岡都市高速空港通ランプを福岡空港国内線ターミナル方向に向かい約5分
- ・福岡都市高速榎田ランプを福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約10分

10 関西支所

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14
新大阪グランドビル10階
TEL:06-6350-6655 FAX:06-6350-6656

最寄り駅から

- ・市営地下鉄御堂筋線東三国駅(4番出口)より徒歩2分
- ・JR東海道新幹線・山陽新幹線新大阪駅(新幹線中央改札出口)より徒歩8分

11 仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22
宮城県管工事会館7階
TEL:022-281-9523 FAX:022-281-9524

最寄り駅から

- ・仙台市営地下鉄勾当台公園駅(北2出口)より徒歩5分
- ・JR各線・新幹線仙台駅(西口)より徒歩20分

