建材試験情報

JTCCM JOURNAL

2022

9・10

September / October

Vol.58

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials

contents

建材試験情報 JTCCM JOURNAL 9・10
2022 September / October

02 ご挨拶
認証ユニット(ISO審査本部・製品認証本部)担当理事就任のご挨拶
常任理事・認証ユニット長／ ISO審査本部長 荻原明美
退任にあたり
製品認証本部長 丸山慶一郎

寄稿 04 現代社会における従業員教育の重要性について
株式会社エイシン・エスティー・ラボ 代表取締役 山本 諭

08 水分環境に起因する木造外壁の耐久性評価に関する研究動向
足利大学 工学部 創生工学科 建築・土木分野 教授 齋藤宏昭

13 資格取得者紹介
フォークリフト運転技能講習修了証を取得して
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 珠玖楓真

特集 14 建物の長寿命化に伴い求められる建設材料の耐久性とその試験について
耐オゾン性試験 総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主任 徳永拓哉

16 熱劣化試験 経営企画部 経営戦略課 主査 志村重顕

18 耐疲労性試験 総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主任 泉田裕介

技術紹介 20 技術レポート
金属屋根葺材の耐風圧性試験方法 葺材の厚さ及び防水材の有無による耐力の検討
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 松本知大

24 試験報告
パーソナル・ミーティング・ボックスの通気試験
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 松本知大

26 試験設備紹介
高機能多様型2000kN万能試験機について
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 船橋試験室 小出水翔平

28 規格基準紹介
JIS A 1489:2022(潜熱蓄熱材を用いた建築材料の蓄熱特性測定方法)の制定について 総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 田坂太一

業務報告 34 一般社団法人建築・住宅国際機構での国際標準化業務を経験して
総合試験ユニット 企画管理課 参事 室星啓和

39 コンクリート採取実務講習会及びコンクリート採取試験技能者認定試験の開催

連載 40 各種建築部品・構法の変遷 vol.19「各種建築構成部材の変遷の概略」前編
東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博

47 INFORMATION

48 建材への道のり Vol.14 薦草編
工学院大学 教授 田村雅紀

51 VISITOR

52 基礎講座
コンクリートの試験の基礎知識 Vol.10 コンクリートの調(配)合設計
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主幹 中村則清

56 部門紹介 ―総合試験ユニット 中央試験所 事務部門―

58 NEWS

60 REGISTRATION

認証ユニット（ISO審査本部・製品認証本部）担当理事就任のご挨拶

常任理事・認証ユニット長／ISO審査本部長
荻原明美

2022年6月に開催された定時評議員会におきまして常任理事に選任され、また、同日開催された理事会におきまして、認証ユニットの担当理事を拝命し、認証ユニット長及びISO審査本部長に就任いたしました。

これまでに賜りました皆様方のご支援に感謝するとともに、このような大任を仰せつかり、戸惑いとともに責任の重さを痛感しております。誠に微力ではございますが、引き続き皆様方のご支援を賜りながら、顧客の様々なニーズにしっかりと向き合いつつ、認証事業の適切な運営に取り組んでいきたいと思っております。

今年になっても、世間は未だに新型コロナウイルス感染症拡大の影響下にあり、新たな生活様式、多様化した業務スタイルが浸透し、これまでの価値観が大きく変わってきています。さらには、パリ協定による2030年に向けた温室効果ガス排出量削減への取り組みやカーボンニュートラル等への対応など、環境問題についても大きな関心が寄せられています。今後は、こうした世の中の状況に、対応していく時期を迎えることになると考えています。

認証ユニットでは、産業標準化法に基づく製品認証業務及びISOなどの国際規格に基づくマネジメントシステム認証業務、東京都・埼玉県の条例に基づく温室効果ガス（GHG）排出量検証業務を主要業務としておりますが、その他にも近年の社会経済状況の変化に伴う課題についても、積極的に取り組んでいく所存です。

当センターでは、次期事業計画として2023年度から5年間（設備については10年間）を見据えた建材試験センターの中期事業計画「発展計画 2023（仮称）」の策定に向けて検討を進めております。引き続き、持続可能な発展に向けた基盤整備を進めるとともに、社会経済状況の変化、環境問題等に応じた需要への対応をしつつ、当センターの経営理念であります“第三者証明事業を通し住生活・社会基盤整備へ貢献する”という使命を果たしてまいります。

私たちは、独立性、公平性をもった第三者機関として、お客さまの信頼にこたえられるよう、誠実に業務に努めて参ります。
これからも、皆様方の変わらぬお引き立て、ご協力を賜りますよう心よりお願い申し上げます。

退任にあたり

製品認証本部長
丸山慶一郎

東京では観測史上最短の梅雨明けということで、毎日暑い日が続いております。皆様におかれましては、お変わりございませんでしょうか？

さて、私事で恐縮ですが、先日開催されました第118回定時評議員会において、任期満了により認証ユニットの担当理事を交代することになりましたので、お知らせいたします。

ふり返れば、私の担当期間はコロナに翻弄された時期でもありました。一年遅れの東京オリンピック、パラリンピックと半年後に北京で開催された冬の大会、どちらもほぼ無観客での開催となりました。人々が接近することに異常なまでに気を遣う事態が、長期にわたって続くとは、想像の範疇を超え、今更ながら感染症の怖さを知りました。各人の衛生管理と行動の制限によって陽性者を出すことなく、業務を無事に継続することができたのは幸運でした。一方、内部では組織改編によるISO関西支所の閉鎖という、仲間との辛い別れがありました。また、規定類の変更も行い、特にISOの認証事業者様はじめ外部審査員の方々にも多大なるご協力をいただきました。時代背景が新型コロナの感染防止という明るくない時期ではありましたが、今年はさらにロシアによるウクライナ侵攻、燃料や食料品はじめ原材料費の高騰、20数年ぶりの円安ということも相まって、より暗い時代となってしまいました。そんな任期中、特に語れるような内容もありませんが、大過なく過ごせたのは、職員はじめ関係する皆様のご協力があってのことです。本当に感謝しております、ありがとうございました。

新しい認証ユニットの担当理事は、JIS認証業務で苦労を共にしてきた荻原明美さんです。彼女は以前にも製品認証本部に在籍していたこともあり、仲間というよりは戦友といっても過言ではない知性とパワーに溢れる素敵な人です。きっと、認証ユニットをより良い方向に導いてくれると確信しております。皆様におかれましても新生認証ユニットをこれまで以上にお引き立て願えればと思います。

なお、製品認証本部は引き続き私が責任を持つ事になりました。JIS認証事業者の皆様、内外関係者の皆様、引き続きご指導ご鞭撻の程よろしくお願いいたします。

寄稿

学びが仕事を面白くする!

現代社会における従業員教育の重要性について

株式会社エイシン・エスティー・ラボ 代表取締役
山本 諭

1. はじめに

「仕事がつまらない…」

多くの日本人が、毎日このような思いで職場に向かっているのではないでしょうか。つまらないと感じながら働く従業員を抱える企業は、離職率が高く、日常的に人材不足になります。従業員が辞めれば多額の採用コストを投じ、新しい人材を確保しなければなりません。「人手不足解消の為に、採用コストがかかるのは仕方がない」と多くの経営者は思っています。しかしそれは根本原因に目をつぶり、対処療法をしているに過ぎません。

なぜ多くの日本人が「仕事がつまらない」と感じているのでしょうか。その要因の1つに『教育の場』が少なすぎることが上げられます。ここで言う教育とは日常業務以外のものです。どのような企業でも日常業務に対しては、何らかの教育が行われます。なぜなら、出来るようになってもらわなければ困るからです。しかし、日常業務以外の教育は、はっきり言ってしまえば、やらなくても支障はありません。したがって、教育が二の次になっている企業が非常に多いのです。

教育を受けていない従業員は、多種多様な価値観に触れる機会が少ないため、狭い世界の情報知識に囚われ、自己成長が出来ません。自己の成長を感じられなければ、日々変化のない業務の中で仕事が面白いとは思えないのです。決して仕事そのものが「つまらない」のではありません。企業側がつまらないと感じる環境を作っているのです。そのことに経営者や管理者の方には気づいて欲しいのです。

残念ながら今の日本に、意欲を持って自ら学ぼうとする社会人はとても少ないのが現状です。したがって、採用にかけるコストを今いる従業員の教育費に当て、自身の成長を感じてもらうことで離職を防ぐことが出来れば、採用そのものをしなくて済むという根本的な解決に繋がります。

教育を充実することで従業員満足が上がれば離職率が低下します。離職率が低下すれば、熟練スタッフによって顧客満足を上げることができます。顧客満足が上がれば、売上が上がります。この順番が経営の原理原則です。しかし、多くの経営者は、売上が上がり利益が出たら教育費に充てるという逆の発想を持っています。会社の財産は人です。従業員の教育を充実することが、企業にとって最優先課題であることは間違いありません。

とは言え、外部セミナーや講義などは費用と時間がかかる割に思ったような効果が得られない。社内で教育しようにも、そもそも何をどうやって教えればよいのか分からない。中小企業の経営者は常にこのような悩みを抱えているのではないでしょうか。

この寄稿では、3つの事例を交えながら、教育の重要性と有効な教育方法についてお伝えさせて頂きます。人材育成の課題解決に少しでも役立てられれば幸いです。

2. 低下する現代人の『考える力』

教育というと学校教育を思い浮かべますが、そもそもなぜ社会人になってから教育が必要なのでしょうか。それは、学校教育と職場教育には根本的に違う要素があるからです。一番の違いは、学校教育には「答えがある」ということです。「答え」から逆算して「問い」が作られ、学習した「記憶」からその答えを導き出します。学校教育では記憶力が求められ、記憶を呼び起こす工夫に長けた学生が『優秀』という評価を受けます。“いい国つくろう鎌倉幕府”などは、その最たる例ではないでしょうか。1192年（現在では1185年）に源頼朝によって鎌倉幕府が創設されたことは多くの日本人が覚えていますが、源頼朝がどのような考え方、どのような経緯で幕府を創設したかを知っている人はほとんどいません（教わっているはずですが…）。

日本の暗記重視の教育は実社会では全く力を発揮しません。なぜなら、実社会での答えは1つではないからです。記憶ではなく0から試行錯誤を繰り返す『考える力』が必要です。残念ながら今までの学校教育で考える力は養われません。近年、ようやく文部科学省から「新しい学習指導」が展開され、問題を解決していくために必要な思考力・判断力・表現力を養うことに重点を置き始めていますが、こういった教育を受けた学生が社会人になり活躍するのはまだまだ先の話です。

では、考える力は一体どうやって養われてきたのでしょうか。答えは日常生活の中にあります。日常の些細な出来

事に対して創意工夫することで考える力が身に付き、大人になっていくのです。しかし、その日常生活が昔と比べ大きく変化しています。その影響で、考える力が身についていない状態のまま社会人になる人が増えているのです。

そこで、現代の日常生活が昔に比べてどのように変化しているかを考えてみましょう。

最近はめっきりマニュアルミッションの車を見かけなくなりました。ほとんどがオートマで、運転がとても『簡単』です。昔のテレビは、チャンネルを変えるのにテレビのところまで行き、ダイヤルをガチャガチャと回していました。その名残から「チャンネル回して」と言ってしまうご家庭は今でもあるのではないでしょうか。リモコンになってからはソファに座ったまま変えられるので本当に『楽』です。電子レンジも各家庭に1台あるのは当たり前です。無い時代に比べると格段に『便利』になりました。洗濯機の進歩も目覚ましいです。昔の洗濯機は二層式で、洗濯槽と脱水層が分かれていて、すすぎが終わったら手動で脱水槽に入れる必要がありました。水量や時間も自分で決めていましたが、現在は全て『自動』です。

このように、より簡単で、より楽で、より便利で、より自動であることを人は求めています。科学の進歩によってこれらはさらに発展していくでしょう。それを生み出す人の考える力は計り知れないものがありますが、使う側に「考える力」や「工夫する力」は必要ありません。現代人の考える力が、日常の中で養われなくなった要因の1つです。

考える力が不足したまま社会人になった従業員に対し、OJTという名のもとにひたすら実践のみを経験させる教育だけで、新しい価値を生み出す人材を育てるというのは無理があります。だからこそ『考え方』を教えることが以前よりも重要になってきているのです。

3. 言葉と思考のメカニズム

考え方を教えるためには、言葉と考え方の相関性を知る必要があります。人間がここまで他の動物よりも発達してきたのは『言葉』を使えるようになったからです。逆に言うと、考えるためには言葉が必要です。例えば、唐突に「5分間考えて下さい！」と言われて、何かを考えられる人はいません。考えてと言われても何を考えればいいのか分からないからです。仮に「明日のお昼、何を食べるか考えて下さい」と言われれば、「カレーにしようかな、ラーメンにしようかな」と考えることが出来ます。人は、言葉で思考を始め、言葉で思考を深めているのです。インターネットの検索エンジンでも『キーワード』を入れなければ検索が始まらないのと同じです。

では、お昼に何を食べるか考えてと言われ、2万円もする高級フレンチのフルコースを食べに行く、という人はいるでしょうか。平日であれば、仕事の昼休みわずか1時間の間に済まさなければならないので、早く出てきて早く食べられるものを普通は選びます。実はこれが『考え方』です。お昼ご飯というキーワードから、早く出てきて早く食べられる、という考え方を用いて、ラーメンにする。人は誰しもこのようなプロセスで決断に至っています。つまり、考え方を知らなければ、どれだけ簡単と思われる問いにも答えを出すことは出来ないのです。「もっとよく考えろ！」と怒鳴っている上司を見ると、「あぁ…、考え方を教えられていないんだな」と、気の毒になります。部下は、決して何も考えていないわけではないのです。考え方を知らない、あるいは上司と考え方が違うだけです。一方で、「いいか、お昼ご飯はラーメンだぞ」という答えのある教育、つまり学校教育のような教えを現場でしていると、お昼ご飯はラーメンしか食べることができない人、つまり言われたことしか出来ない人材がもれなく育ちます。

4. 教育に欠かせない『例え話』

言葉と考え方の重要性についてお伝えしてきましたが、教育にはもう1つとても重要な要素があります。それが『例え話』です。前述の例で言うと、言葉と考え方の重要性を説明するために、“お昼に何を食べるか”という例え話をしています。この誰でも理解できる例え話を交えることで、教育にもっとも重要な『気づき』を促すことができます。聞き手に気づきがないとどうなるでしょうか。気づきを与えられない話は、教育ではなく『説教』です。説教は、人のやる気を一瞬で奪う魔法の言葉です。教育をする立場の人が陥りやすい落とし穴でもあります。教育は、知識をひけらかすことや、人を変えてやろうとすることではありません。“その気にさせること”です。教育者は、この意識を持つことがとても重要です。

5. 教育を受ける側に必要なこと

もちろん、教育を受ける側にも注意点があります。インプットをしたらアウトプットをしなければ意味がない。よく聞く言葉ですが、インプットとアウトプットをもう少し深掘りしておく必要があります。インプットとは“何をどう感じるか”、そしてアウトプットとは、そのインプットを受けて“どうしたいか”です。例えば、「考え方を教えていなければ考えることは出来ない」という話を聞いた時、「なるほど、考え方を教えなきゃいけないのね」これで終わってしまっては意味がありません。有効なインプットとは、「そういえばこの間、部下の山田君に「とにかく明日までに、ここを片付けておいて！」と言ったのに、次の日来たら全然片付いていなかった…。あの時めちゃくちゃ怒ったけど、山田君は納得いかない表情だった…。そうか、彼なりに片付けてはいたんだ。でも僕が考えていたものとは違ったからついつい怒ってしまった…」このように、聞いた内容から自分の経験や体験に照らし合わせ、どう感じたのか、までをインプットとし、「どのように片付けるか

を指示してあげなきゃいけなかったな」と、具体的にどうしたらよいかというアウトプットをその場で行うことで、受けた教育が初めて実際の現場で役立ちます。

そしてもう1つ教育を受ける側が必ず行わなければならないものがあります。それは『復習』です。エビングハウスの忘却曲線（**図1**参照）をご存知でしょうか？このグラフは、「1回記憶したことを再度覚え直すのにどれくらいの時間を節約できるか」を表したものです。例えば、記憶をするのに10分かかったとします。20分後にもう一度記憶し直そうとすると58%節約できるので、最初は10分かかったものが約4分で覚え直せます。しかし、1ヵ月後にもう一度記憶し直そうとすると、21%しか節約できないので約8分かかり、最初に記憶した時とあまり変わらない時間を要する、ということになります。

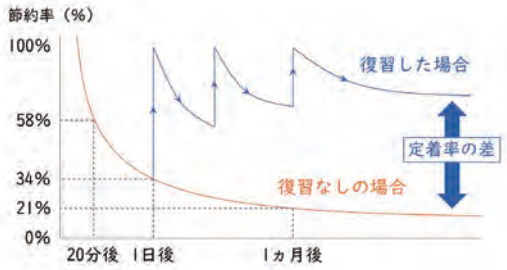


図1　エビングハウスの忘却曲線[1)]

人は忘れる生き物です。それなのに、受講したセミナーの内容や、書籍で学んだことを復習している人はどれくらいいるでしょうか。ほとんどいないと思います。つまり、せっかく受けた教育の内容を覚えている人はほとんどいない、ということです。これがセミナーや講義を受けても思ったような効果が得られない最大の理由です。この部分は学校教育を見習わなければなりません。出来るだけ早い段階で復習することが求められます。受講したセミナーの内容を業務の内容に落とし込み（インプット）、他の従業員に展開する（アウトプット）のも良い復習になります。

6. 教育事例その1「5S活動教育」

ここまでの話を踏まえ、実際に現場で行われる3つの教育を例に、『言葉（キーワード）』『考え方』『例え話』がどのように使われるかをみていきます。

1つ目の事例は5S活動教育です。5Sの教育は次のように始まります。

「5Sとは整理（SEIRI）整頓（SEITON）清掃（SEISOU）清潔（SEIKETU）躾（SHITUKE）この5つのSのことを言います。5Sで言う整理とは、ただ物を片付けるという意味ではなく、“要るものと要らないものを分け、要らないものを捨てる”ことです。整頓とは、“必要なものを、誰でも、すぐに取り出せる状態にしておく”こと。清掃とは、“点検する”こと。清潔とは、“整理・整頓・清掃を続けられる仕組みをつくる”こと。躾とは、“自主的に5Sが出来る人を育てる”ことです。」

キーワードと考え方がとても分かりやすくセットになっているのがお分かりになったと思います。「整理」がキーワードで、「要るものと要らないものを分け、要らないものを捨てる」が考え方です。

もしこの考え方を部下に教えずに、「この部屋整理しておいて」と上司が指示をしたらどうなるでしょうか。恐らくその部下は「どうやって片付けようか」を“考える”と思います。自分なりに考えて整理した結果、「これで整理したつもりなの！？」と上司に怒られてしまう。よくある話です。しかし、5Sの教育を受け、整理の考え方を理解している人であれば、まずは要るものと要らないものを分けることから始めます。要るものと要らないものが自分で判断出来なければ、指示した人に確認をします。そのように進めていけば最終的に出てきた成果も上司の考えたものと相違はないはずです。

このように、キーワードと考え方をセットで教えることで、実際の現場で役立つものとなります。間違っても、整理・整頓・清掃・清潔・躾、これらの言葉を覚えただけで満足しないようにして下さい。

7. 教育事例その2「安全教育」

2つ目の事例は安全教育です。安全教育の最初のステップは「安全とは何か」を理解してもらうことです。例えばこのように始めます。

「安全とは一体何でしょうか？安全とはリスクがないこと。多くの人がそのように思っていますが、実は違います。例えば、自動車は安全な乗り物ですよね。安全なので絶対に事故に合わないでしょうか？そんなことはありません。どれだけ安全運転をしても事故に合う可能性はあります。警察庁の資料によると、2021年の交通事故発生件数は約30万件、そのうち死亡事故件数は約2600件です。1年間で2500人以上の方が命を落としています。これだけのリスクがあるのに、多くの人が車を運転しています。なぜなら、運転によって命を落とす可能性がある、ということは既に知っていて、そのリスクを『許容』しているから車に乗るのです。車の運転が、1ヶ月に最低1回は事故に合い、1年に5回は死にかける。そのくらいリスクがあるものだとしたら…、乗りませんよね。それだけのリスクは許容できない、つまり安全ではないと感じたわけです。安全とは『許容できるリスク』です。決して、リスクがないことを安全というわけではありません（**図2**参照）。」

いかがでしょうか。「安全」がキーワードで、「許容できるリスク」が考え方です。そして、「車の運転」が例え話です。

言葉と考え方だけではピンとこない内容も、身近な車の運転を例え話にすることで、「なるほど」という気づきを与えることが出来ます。安全教育は、安全だと思っている職場

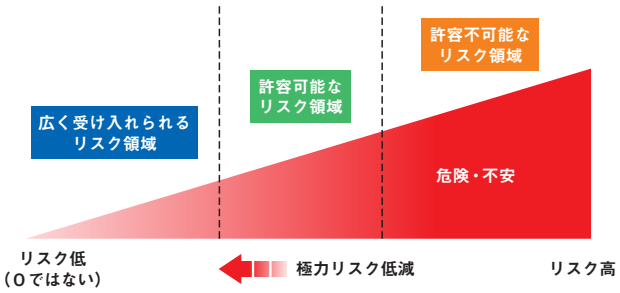


図2　安全の概念[2)]

にも、実は許容しているだけで少なからずリスクは存在する。そのことを認識してもらうのにとても重要な教育です。

8. 教育事例その3「マネジメント教育」

3つ目の事例はマネジメントについてです。一言でマネジメントと言っても考え方を教えなければマネジメントが出来る人材は育ちません。

「マネジメントとは次の2つのことを言います。1つ目は、品質・コスト・時間、この3つのバランスをうまく取りながら継続的に発展させること。そしてもう1つは、誰がやっても同じ品質・コスト・時間にすることです。例えばお皿洗い。Aさんは1時間に100枚をまあまあキレイに洗います。一方Bさんは1時間に50枚ですが、とてもキレイに洗います。Cさんは1時間に200枚も洗いますが、雑で汚れが落ちていません（**図3**参照）。この場合、Bさんの品質・コスト・時間のバランスが一番良いと判断したなら、AさんもCさんも1時間に50枚でいいのでキレイに洗えるようにする。その上で1時間に60枚、70枚とキレイに洗える枚数を増やしていくのがマネジメントです。」

	Aさん	Bさん	Cさん
時間	1時間	1時間	1時間
枚数（コスト）	100枚	50枚	200枚
状態（品質）	まあまあキレイ	とてもキレイ	雑で汚い

図3　品質・コスト・時間のバランス

「マネジメント」というキーワードに対して、「品質・コスト・時間のバランスを取りながら継続発展させ、誰がやっても同じ品質・コスト・時間にする」が考え方。「お皿洗い」が例え話です。

この考え方は現場の管理者には非常に重要です。品質を下げずに納期に間に合わせる。そのためにコストをかける。例えば、アルバイトがする仕事を人件費の高い社員が手伝う。あるいは外注する。逆に、多少品質が落ちてもコストをかけずに納期に間に合わせる。その為にスピードを上げる。そのような判断をするのがマネジメント、つまりマネージャーの仕事です。単純に「マネジメントとは管理することだ！」とだけ言われても、実際にマネジメントが出来るようにはなりません。

9. 教育を実行する為に必要なこと

教育の重要性と有効な教育方法を、事例を交えながらお伝えしてきました。

最後に、教育の重要性は分かっているけど、なかなか時間が取れない。そのような悩みを抱えられている経営者の方に、必ず教育が実行できる方法をお伝えします。やるべきことはたった1つです。それは、『計画』の立案です。教育は日常業務の合間に行わなければなりません。「今は忙しいから暇な時期になったら…」暇になったらなったで、「会社存亡の危機に悠長に教育なんてしている場合じゃない！」これでは永遠に教育は行えません。したがって、忙しい忙しくないに関わらず計画を立ててしまう。そして必ず実行する。これが重要です。

しかし、計画を立てても絵に描いた餅で終わってしまう場合が多々あります。そうならない為に、計画を立てる時には必ず5W2Hを網羅しましょう。5W2Hとは、Why（なぜ）Who（誰が）What（何を）When（いつ）Where（どこで）How（どのように）How much（いくらで）のことです。

例えば、（何を）SDGsの教育を行う。（なぜ）社会課題の解決からビジネス開発に繋げるため。（どこで）○○株式会社のSDGsセミナーを受講する。（誰が）管理職全員。（いつ）9月19日13:00～16:00。（どのように）オンライン形式で、具体的なSDGsの取り組み方法と手順を学ぶ。（いくらで）15,000円／人。これらが計画書の中に盛り込まれていれば、立てた計画は必ず実行されます。

10. おわりに

世の中につまらない仕事、価値のない仕事などありません。職場環境や上司・部下の関係、コミュニケーションの問題が「仕事がつまらない」と感じさせているのです。解決方法はたった1つです。それは、『学び』続けること。もちろん経営者も同じです。過去の偉人達の経験や多様な価値観に触れることで、新たな気づきや発見があります。自己成長は選択肢を増やし、働くことに面白味を与えてくれます。その為には、企業側が教育の場を作ることが最初の一歩です。読者の皆様を通じ、1人でも多くの方に働くことの楽しさを感じてもらうことが、筆者の願いであります。

参考文献

1）記憶について：実験心理学への貢献
ヘルマン・エビングハウス著；宇津木保訳；望月衛閲
誠信書房，1978.6
2）ISO/IEC GUIDE 51:2014
Safety aspects-Guidelines for their inclusion in standards

<プロフィール>
山本諭（やまもとさとし）株式会社エイシン・エスティー・ラボ代表取締役
製造業を中心に、人材育成、業務改善、5S活動、アンガーマネジメント研修、ISO9001認証取得支援、省力化、人事評価制度の構築などのコンサルティング業務を行う。

寄稿

水分環境に起因する木造外壁の耐久性評価に関する研究動向

足利大学 工学部 創生工学科 建築・土木分野 教授
齋藤宏昭

1. はじめに

建築物の省エネルギー性能の向上、いわゆる1次エネルギー消費量の削減には、外壁・屋根などの建築外皮に対する一定の断熱・日射遮蔽水準の確保に加え、外皮性能を勘案した高効率設備の導入や制御といった「外皮」と「設備」に対する要素技術の適用が不可欠となっている。また、令和4年6月17日に改正された建築物省エネ法（脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律）においては、省エネ基準適合義務化（現行は中大規模建築）に加え、CO_2吸収源対策強化のための木材利用の促進（防火・構造規制の合理化）が明記されている[1)]。木材利用促進については、平成22年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が制定されており[2)]、今後、一定レベル以上の外皮性能を備えた木造建築が増加すると予想される。

一方、木造建築の耐久性については、住宅分野での検討実績はあるものの、中層木造建築となると外壁への雨がかり負荷が増大するため、その影響については不明な部分が多い。中層木造建築でも、カーテンウォールのように木材が外皮に配置されないファサードならば問題ないが、今後増えると予想される大壁構造やCLT等、外皮部分が耐力壁となる建物では、外壁への雨がかり負荷増大の影響は無視できないと推測される。そこで、本稿では、木造外壁に対する耐久性のうち、特に水分環境に関わる内容について、中層建築への適用を視野に、国内外における研究動向を解説する。

2. 木造外壁における雨水の浸入

2.1　住宅における雨水浸入部位

一般に、木造建築の長寿命化は腐朽や蟻害を避けるために、木部の乾燥を確保することが最も重要と言われている。水分の供給源は、外部からは雨水と地下水（地盤からの供給）、内部からは生活に伴う水蒸気などであるが、伝統的な木造住宅は深い庇、高い基礎、下屋等の採用により、外部からの水の浸入、特に外壁部分への雨がかりを最

図1　木造住宅の意匠による雨がかりへの影響

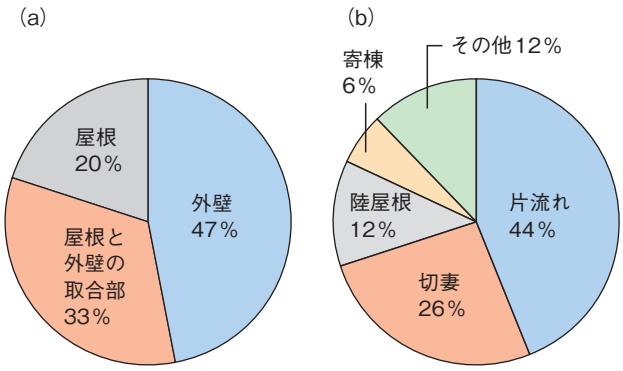


図2　保険事故物件の雨水浸入部位[3)]

小限にするよう配慮されている（**図1**上）。一方、近年の戸建住宅では、建設コスト低減や太陽光パネル設置の観点から、片流れ屋根や軒の出の短い物件が増え、外壁への雨がかり負荷が増大している。住宅瑕疵保険法人の資料[3]によると、このような物件では外壁や屋根との取合部からの浸水事例が多く（**図2**左）、特に片流れ屋根の取合や陸屋根に併設されるパラペットで顕著であることが指摘されている（**図1**下、**図2**右）。「短い軒の出」と「パラペット」は、中層建築において意匠上避け難く、以降で解説する雨水浸入に対する検討が必須となる。

2.2　外壁における水分の浸入と蓄積の要因

外壁への雨がかりを庇や軒等によって防げない場合、外装材を越えた浸入水の排出と乾燥促進のため、通気構法が採用される。通気層の設置は、断熱気密化された外皮において、不具合発生率を大幅に減少させており、瑕疵保険の支払い件数で明確な差が確認されている。しかしながら、一部の仕様では、通気構法であっても不具合の生じる事例があり、発生メカニズムの解明が求められている。そこで、外壁の湿潤に寄与する要因を整理すると、**図3**に示す①～⑥に分類できる（設備漏水は除く）。

近年の研究では、本来は排出されると考えられている外装材裏面への浸入水①が、②、③のような要因によって滞留し、再蒸発後に水蒸気となって木部の水分蓄積を引き起こすリスクのあることが、指摘されている[4]。

① 1次防水層からの浸水：通気層上下端部、外装材の勘合部・設備貫通部などからの浸入
② 外装材の吸水・放湿：塗膜の劣化やクラック、小口から吸水された水分が通気層内に放湿
③ 排水・通気障害：雨水が浸入した際の排水の不備、開口部周りや横胴縁、施工ミスによる排水・通気障害
④ 2次防水層からの浸水：釘・ステープル周り、シート重ね・劣化部等からの浸入
⑤ 透湿・漏気：防湿層の不備や取合部からの漏気による室内からの水蒸気の流入
⑥ 外界条件：立地や気象条件、軒の有無などに起因する壁面雨量の増加、日射による温度上昇に起因した放湿

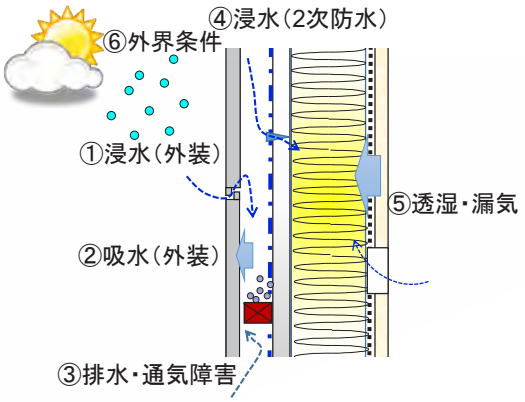


図3　通気構法における水分蓄積の要因

3. 外装材裏面への雨水浸入を前提とした湿潤・乾燥性能の検討

そもそも、建物の水分蓄積は水分の進入と乾燥のバランスによって定まるため、使用材料、施工精度、立地に起因する降水や外気温・日射等、影響する条件は千差万別である。木造外壁の耐久性を評価するには、これらを勘案した検討が不可欠で、近年は国内外で水分に起因する不具合発生メカニズムの解明や、定量的な評価方法を構築する試みがあり、本節ではその一部を紹介する。

3.1　外装材からの浸水量の定量化

外装材には嵌合部だけでなく、パラペット、設備貫通部等の弱点部があり、製品や施工精度のバラツキ、経年劣化を考慮すると、雨掛かりのある外壁において雨水浸入を完全に防止することは難しい。**図4**は、カナダ国立研究機構（National research council Canada）で行われた、開口部や設備貫通部に対する試験の概要と、浸水量の測定結果で

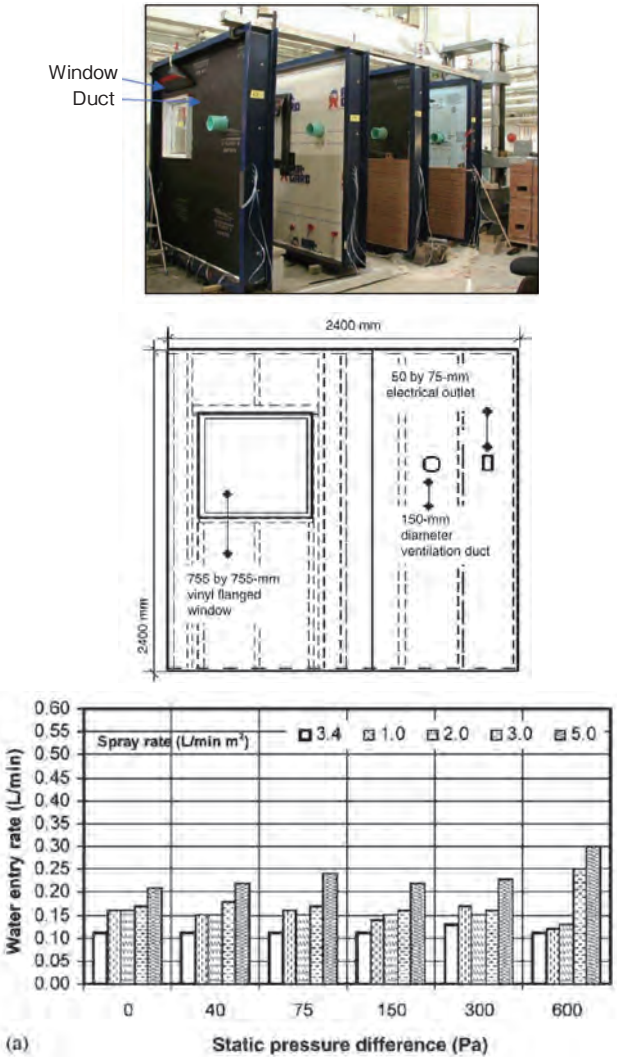


図4　開口部・設備貫通部に対する水密試験の概要及び浸水量と圧力差の関係[5]（シーリング欠損あり）

ある[5]。試験体は、外壁パネルに開口部や設備貫通部を設け、水密試験により漏水量を計測している。なお、開口部や設備貫通部には、経年劣化や施工不良を想定した僅かなシーリングの欠損を設けてある。**図5**は、市場流通品（Sp1～Sp6）のサイディング嵌合部（欠損は設けていない）からの漏水量を測定した、水密試験の概要と漏水量の測定結果である[6]。

両試験の散水量は若干異なるが、設備貫通部、サイディング嵌合部どちらも100mℓ/min以上の漏水が確認されており、サイディングに関しては製品間の差が大きい。設備貫通部のシーリングの欠損については、厳しい与条件といった意見もあると思われるが、維持管理の有無や施工者の熟練度等のバラツキを勘案すると、通気層に対するこの程度の雨水浸入は想定内とすべきであろう。

3.2　断熱層への浸入水に対する乾燥性能

雨水浸入のリスクが避けられないとすれば、一時的に浸入した水分をどの程度まで排出、もしくは許容できるかといった乾燥性能が重要となる。**図6**は、構造用面材内側の断熱層に浸入した水分に対する乾燥性能（Drying capacity）を評価する試験法の概要である[7]（※本節のみ防水紙を越える浸入水に対する評価、**図3**の④に相当）。外壁を再現した試験体の断熱層内部に注水した樹脂トレーを設置し、ロードセルによりトレーからの蒸発量を計測することにより、乾燥性能を評価する。**図7**はトレーからの蒸発量、すなわち断熱層からの水分の排出量であり、外装材や、面材の種類（合板、OSB）で乾燥速度が異なっている。

近年、住宅では充填＋外張断熱を組み合わせた仕様が増えており、柱や土台などが位置する充填断熱層は、防湿層と構造用合板、外張り断熱材により事故的な漏水に対し非常に脆弱となっている。通気層への雨水浸入と異なり、断熱層への漏水は瑕疵に分類され絶対に避けなければならないが、材料の組合せによっては乾燥性能を向上させ、劣化リスクを低減できる可能性がある。このような評価指標も外壁の耐久性向上においては有効であろう。

3.3　通気層高さによる雨水負荷と上部の湿度上昇

中層木造外壁に対する雨がかりを想定した場合、通気層への浸水量は増加すると予想される。**図8**は、通気構法における外壁高さと壁面雨量、これらによる通気層内の雨水負荷の分布を示したものである。一般に、風圧力（DRWP）は地表面からの高さに比例するため、外壁表面に到達する壁面雨量（WDR）は上階ほど増加する。設備貫通部や外装材嵌合部から通気層へ浸入した雨水は、外装材裏面等に付着・流下するため、階数が増えるほど多量の雨水負荷を想定し乾燥させる必要がある。

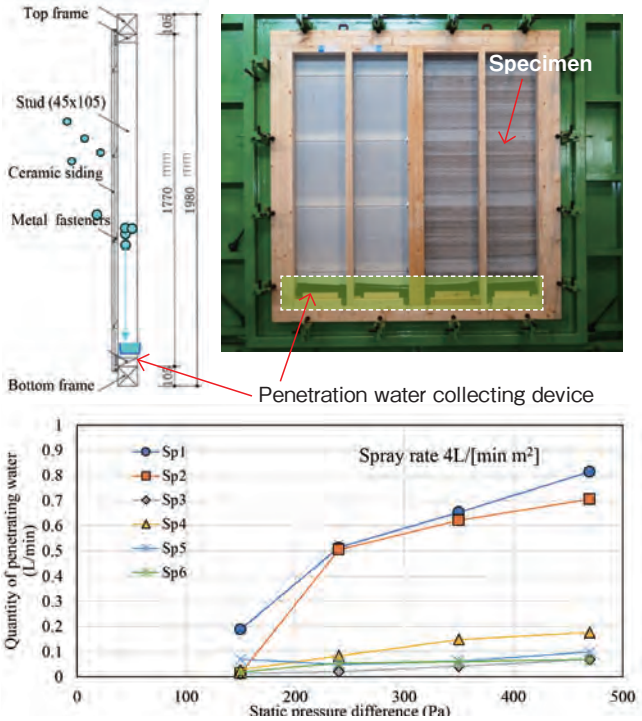


図5　サイディングの水密試験と嵌合部からの浸水量[6]（シーリング欠損なし）

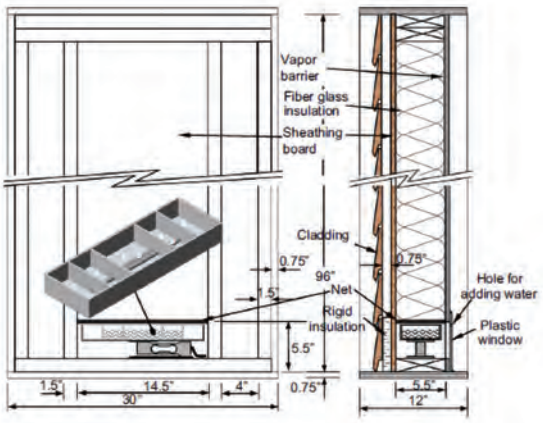


図6　外壁のDrying capacityに関する試験法の概要[7]

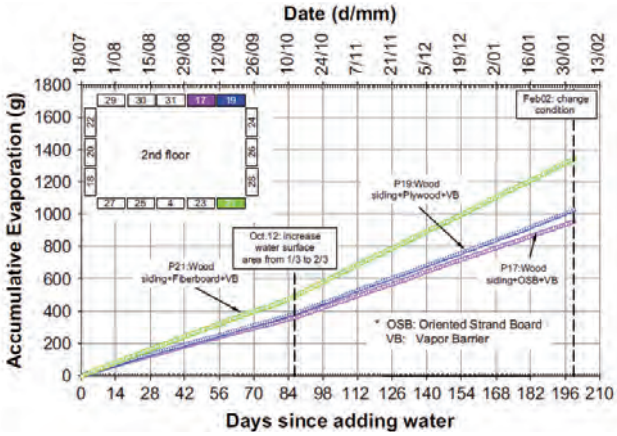


図7　樹脂トレーからの蒸発量[7]

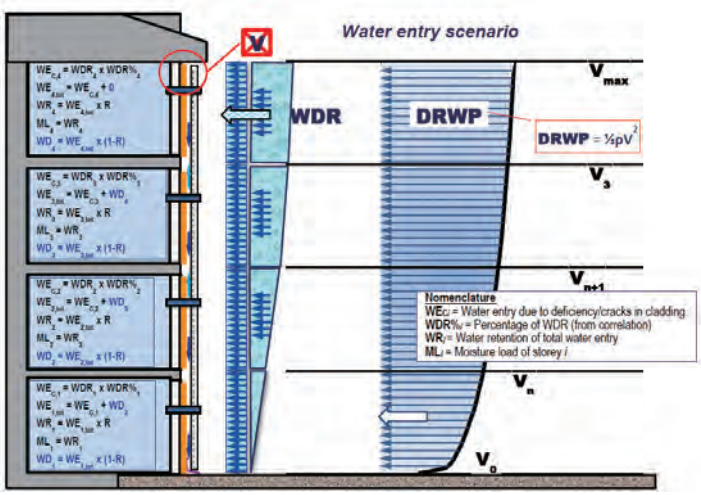


図8　外壁高さと壁面雨量の関係[8)]

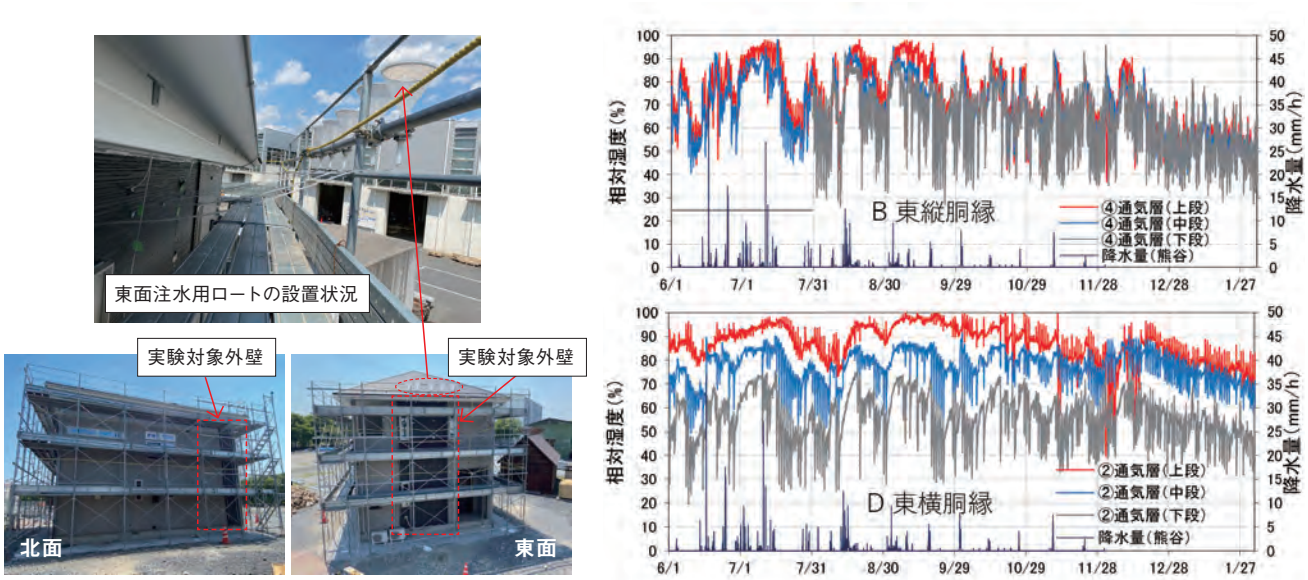


図9　雨水浸入を再現した戸建住宅の通気層内相対湿度分布（上:縦胴縁仕様、下:横胴縁仕様）[9)]

図9は、実大の戸建住宅通気層（2階建、通気層厚さ15mm）に一定量の雨水（壁面雨量の5%相当）を漏斗により強制的に注水し、その影響を検討した実験の概要と測定結果である[9)]。グラフは、6月から翌年1月までの通気層相対湿度で、外装材の緊結方法の違い（縦胴縁、横胴縁）による上下分布を比較したものである。これまでに縦胴縁と横胴縁では、通気層への浸入水に対する保水量や通気量が大きく異なることが確認されており、**図9**ではこれらの影響が通気層内湿度の上下分布の違いとして表れている。外壁通気層は、煙突効果により上昇流が支配的であり、通気層下端から流入した空気が経路内で加湿されたと考えられる。この実験棟は2階建てのため縦胴縁仕様の上下湿度差は僅かであるが、中層木造建築のように通気経路が長くなった場合は、流入空気に対する加湿量も増加し、通気層上部での湿度上昇の懸念があるため詳細な検討が必要とされる。

4. 水分環境の解析に基づく耐用年数評価

前節までは、外壁における水分の挙動に関する情報を解説してきたが、耐用年数評価においてもこれらを勘案した枠組みが、提案されつつある。

建物の維持管理計画に係る耐用年数を推定する手法は、ISO15686-1で定義されているFactor Methodが利用されている。Factor Methodの考え方は、下式に示すようリファレンス耐用年数（RSLC）に対する、独立の劣化要因（factor A～G：構成材の品質、設計レベル、施工レベル、内外環境、保全レベル等）を実態調査や暴露実験の結果から係数化し、これらの積により推定耐用年数（ESLC）を求めるものである。

ESLC=RSLC × factor A × factor B × factor C
× factor D × factor E × factor F × factor G

一方、近年は建築物の耐用年数推定について、気候変動

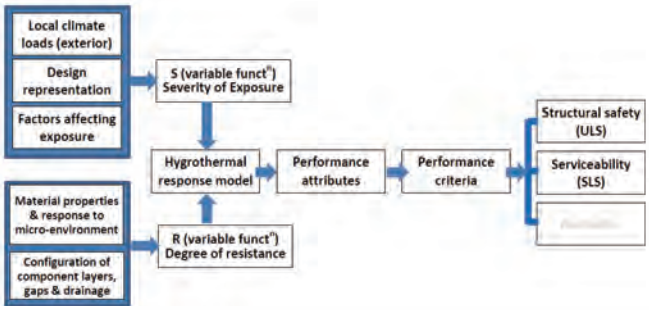


図10　CIB W080における耐用年数評価のスキーム[10)]

の影響を勘案した手法がCIB W080（International Council for Research and Innovation in Building Construction）において、検討されている。カナダやヨーロッパ等の高緯度地域では、日本に比べ気候変動の影響が顕著で、従来の推定方法では乖離の生じるケースが増えている。そこで、温暖化のシナリオ毎に推定される気象データを熱水分移動モデル（Hygrothermal response model）に適用し、温度・湿度・含水率に起因する劣化現象（腐朽、錆、凍結融解、酸化等）の進行によって耐用年数を推定する手法を提案している。**図10**に概要を示すが、気象データ（Local climate loads）、材料物性（Material properties）や層構成（Configuration）をパラメータとした数値計算から、耐用年数を求めるプロセスである。

ここで重要となってくるのが、前述した材料取合や経年劣化等、施工や維持管理の要因による水分挙動の定量化である。個々の材料のAssembly（集合体）である建築物では、これらの要因を勘案しなければ、実態との乖離が生じてしまう。そのため、米国空調学会の外皮に対する水分解析の規格であるANSI/ASHRAE Standard 160-2009（Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings）[11)]では、壁面雨量の1%が防水紙の通気層側に滞留する前提で解析するよう明記されており、CIB W080で提案された耐用年数評価方法においても、ASHRAE Standard 160を引用することになっている。

5. まとめ

木造外壁に対する耐久性のうち、特に水分環境に関わる国内外の研究動向について述べた。木造外壁の耐久性を評価するうえで、雨水浸入の考慮は避けられず、今後、耐久性という比較的長期の課題を検討するには、気候変動の影響を勘案できる予測モデルが利用されるであろう。一方、CIB W080における耐用年数評価の枠組みは、ISOでの規格化を目指しているが、現状は評価の枠組みが示されている状況で、浸水量の与え方や、壁面雨量の計算法など解決すべき課題は多い。現在、本稿で紹介した内容に関連した研究プロジェクトを立ち上げつつあり、実効的な木造建築の高耐久化を目指すためにも、業界団体や研究機関の協力をお願いしたい次第である。

参考文献

1）国土交通省　脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律について：https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000163.html
2）林野庁　改正公共建築物等木材利用促進法：https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/
3）日本住宅保証検査機構編，石川廣三監修：防水施工マニュアル、日本住宅保証検査機構（JIO），2017
4）長村貞治，齋藤宏昭，中島正夫：雨掛かりを考慮した外壁通気構法の水分挙動に関する研究（その1），日本建築学会環境系論文集，第767号，pp.19-28, 2020.1
5）Michael A. Lacasse: Recent studies on the control of rain penetration in exterior wood-frame walls, IRC Building Science Insight, pp.1-6, 2003
6）国土技術政策総合研究所：木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究，国土技術政策総合研究所資料　第975号，2017.6
7）Qian Mao, Paul Fazio et al.: In-cavity evaporation allowance-A drying capacity indicator for wood-frame wall system, Building and Environment Vol.44, pp.2418-242, 2009
8）Michael A. Lacasse, Hamed Saber, Carsen Banister, Travis Moore: Hygrothermal Performance Assessment of Stucco Clad Wood Frame Walls Having Vented and Ventilated Drainage Cavities, STP1599 on Symposium on Advances in Hygrothermal Performance of Building Envelopes: Materials, Systems and Simulations, 2017
9）齋藤宏昭，他：通気層への雨水浸入を考慮した外壁の乾燥性能の検証（その1）実験計画および通気仕様と温湿度の関係，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学Ⅱ，2022.9
10）Joran Jermer: WoodExter - Service life and performance of exterior wood above ground - Final report, SP Rapport 2011:53, SP Technical Research Institute of Sweden, Borås, Sweden, 2011
11）ASHRAE: Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings. ASHRAE Standard 160-2009, 2009

<プロフィール>
足利大学 工学部 創生工学科 建築・土木分野 教授
専門分野：建築環境工学
最近の研究テーマ：雨水浸入を考慮した建築外皮の熱水分環境の予測と評価、中層木造建築の外皮仕様の検討、木材の腐朽予測モデルの開発

なせば成る!?
資格
取得者紹介

フォークリフト運転技能講習修了証を取得して

[総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 珠玖楓真]

1. はじめに

はじめに簡単な自己紹介をします。私が入社して3か月程度しかたっておらず、現在は環境グループにおいて、主に試験の補助作業をしています。試験内容は、大学で学んだ分野と違うこともあり難しく、私は理解するのに精一杯ですが、先輩方はスムーズに試験をこなしているので、一日でも早く試験や業務を覚えられるように励む毎日です。

今回は僭越ながら、私が受講したフォークリフト運転技能講習についてご紹介致します。

2. フォークリフト運転技能講習

2.1 資格について

フォークリフトによる事故は依然として発生している状況であり、労働安全衛生法においては、事故を防止するためフォークリフト構造規格が定められ、最大荷重1トン以上のフォークリフトの運転の業務には、フォークリフト運転技能講習を修了した者でなければ業務に就かせてはならないこととなっております。

フォークリフト運転技能講習は、11時間の学科講習と24時間の実技講習の合計35時間で構成されています。自動車運転免許を取得していれば、講習内容は減らすことができ、最短で11時間で修了することができます。

今回、私は自動車運転免許（普通）を所有していたので、7時間の学科講習と24時間の実技講習の合計31時間で修了しました。

2.2 講習内容

学科講習では、講師の方が学科試験に出る問題の傾向にあわせて重要な部分を説明していたので、どの部分が重要なのかを理解しながら学習することができました。

実技講習は3日に分けて行われました。フォークリフトはMT車が多いと聞いていたので、ペーパードライバーかつ、AT限定の運転免許の私はどぎまぎしていましたが、今回の講習ではAT車のフォークリフトで安心しました。1日目は簡単な運転、2日目からは実技試験に向け、フォークリフト操作や荷物の運搬などの講習が加わり、3日目には実技試験を行いました。ペーパードライバーの私にとっては運転自体が難しく、さらにフォークリフトの操作もしなければならないのでとても苦労しました。しかし、幸か不幸かグループの中で1番目に運転することになり、実技講習でのミスが多い箇所を私が一手に引き受ける形となったおかげで、講師の方からたくさんのご指導ご鞭撻をいただき、ほかの受講生の方よりも、運転について理解を深めることができました。

2.3 修了試験

修了試験は、学科試験及び技能試験を行います。
学科試験は講師の方が学科講習の際に、試験に出る問題の傾向を教えてくれたので、学科試験で不合格の人はいませんでした。

実技試験は、雨が降る中で行われ、視界も悪く、運転するのは難しい状況でしたが、講習の時に学んだことを適切に実施して、大きなミス・間違いをしなければ合格できる、という印象でした。

3. おわりに

このような技術者の講習を受けるのは初めてで、緊張しましたが、無事に修了証を取得することができてよかったです。今回のフォークリフト運転技能講習を通して得られた経験や知識を活かし、また、今後、玉掛け技能、床上操作式クレーン運転技能などの講習を受講することで安全に配慮した試験業務の実施に努めていきたいと思います。

author
珠玖楓真（しゅく）
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ

＜従事する業務＞
建築材料の熱物性試験

耐オゾン性試験

1. はじめに

耐久性試験のうち、耐オゾン性試験についてご紹介致します。オゾン（O_3）とは、1840年に発見された酸素の同素体です。その特徴は、淡青色で特異臭を持ち、化学的に不安定で強い酸化力を有する気体であり、紫外線や雷などで発生する電子と、酸素分子の衝突によって生じます。地球上のオゾンは、高度10km～50kmの成層圏に約200pphmの濃度で存在し、地表では1～6pphm程度存在[1]します。成層圏に存在するオゾン濃度が高い層をオゾン層と呼び、オゾン層が太陽光中の短波長域の紫外線を吸収することによって生物への影響を和らげています。

オゾンは人為的に作製することも容易であり、分解すると酸素分子（O_2）となり人体への悪影響がないことから、その強い酸化力を利用して浄水処理や除菌・脱臭装置などに用いられています。一方で、オゾンはゴム製品やプラスチック製品の劣化、塗料の変退色の要因であり、濃度によっては人体に有害な物質となります。有人環境下での基準のひとつとして、日本産業衛生学会では作業環境における安全濃度を10pphm以下としています[2]。

2. オゾンによる劣化について

オゾンによる劣化の影響を受けやすい建築材料として、ゴムを原料とした建築用塗膜防水材や建築用ガスケットなどが挙げられます。一般的にゴムの表面には微細な傷が多くあり、そこに酸化力の強いオゾンが浸透することにより、分子主鎖の炭素二重結合への付加反応をはじめとした一連の反応が生じる[3]ことが知られており、この反応によってゴムが硬化し、**写真1**に示すようなオゾンクラックと呼ばれる、応力に対して垂直な亀裂が表面に発生すると考えられています。

オゾンクラックの特徴として、応力を受けた場合に亀裂が生じやすいことが挙げられます。例えば屋上に施工された建築用塗膜防水材は、膨れた箇所や衝撃を受けやすい箇所ではゴムが伸長し、微細な傷や脆弱部が露出するため、応力が生じない箇所に比べて亀裂が発生しやすくなることがあります。また、初期段階では小さな亀裂であっても、応力が継続して加わることで亀裂が徐々に拡大・複合して水漏れなどの重大な被害に繋がる恐れがあるため注意が必要です。

オゾンクラックの発生を防止するには、二重結合が少ない（もしくはない）種類のゴムを用いるか、ゴムが直接外気に触れないようにワックスを用いて被膜を形成するか、オゾン劣化防止剤の添加による対策が主流とされています。しかしながら、対策を施した場合でも周囲のオゾン濃度や温湿度によって劣化の進行が早まる可能性があるため、定期的な劣化診断が重要となります。

3. 試験方法

耐オゾン性試験の代表的な試験方法規格としてJIS K 6259-1（加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－耐オゾン性の求め方－第1部：静的オゾン劣化試験及び動的オゾン劣化試験）が挙げられます。前述の通り、オゾンクラックは応力が加わる箇所で生じやすいことから、この規格ではオゾンによる化学的な劣化と引張ひずみによる機械的な作用を複合した環境下で生じる亀裂を評価する内容となっています[4]。

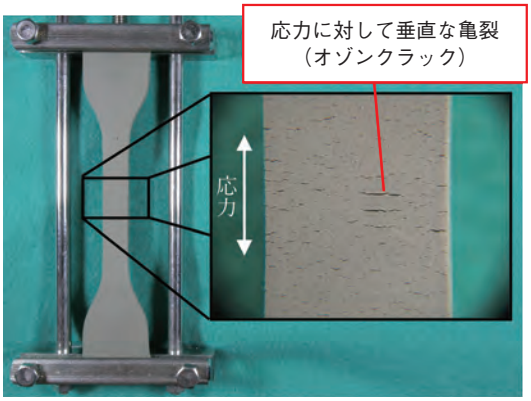


写真1　建築用塗膜防水材のオゾン劣化事例

表1　耐オゾン性に関するの評価方法の一例［JIS K 6259-1］

評価方法分類	評価方法
A法（亀裂状態観察法）	亀裂の有無を観察し、必要であれば亀裂の状態を観察することによって耐オゾン性を評価する。
B法（亀裂発生時間測定法）	亀裂が発生した時間によって耐オゾン性を評価する。
C法※1（臨界ひずみ※2及び限界ひずみ※3測定法）	臨界ひずみ又は限界ひずみにおける暴露時間によって、耐オゾン性を評価する。

※1 C法は静的オゾン試験にのみ用いる。
※2 規定の温度及びオゾン濃度雰囲気において、規定の暴露時間内にオゾン亀裂を生じない最大の引張ひずみ
※3 規定の暴露条件では、亀裂が生じないと推定される最大の引張ひずみ

表2　耐オゾン性に関する規格の一例

規格番号	規格名称	方法規格の引用先	オゾン濃度（pphm）	試験時間（時間）	判定基準
JIS A 5756	建築用ガスケット	JIS K 6259-1	50±5	96	亀裂がない
JIS A 5760	建築用構造ガスケット		200±10	96	亀裂がない
JIS A 6008	合成高分子系ルーフィングシート		75±7.5	168	いずれの試験片にも、ひび割れがあってはならない
JIS A 6021	建築用塗膜防水材		75±7.5	168	いずれの試験片にも、ひび割れ及び著しい変形があってはならない
JASS8 T-601	メンブレン防水層の耐久性試験方法	―	100	1344	き裂が生じない

また、附属書には亀裂に関する説明や、写真付きの評価方法なども掲載されていますので参考になさって下さい。

本規格で規定される試験方法は2種類あり、静的な引張ひずみを加えたまま暴露を行う静的オゾン劣化試験と、規定の引張ひずみを与えた試験片を往復運動させる動的オゾン劣化試験に分けられます。また、評価方法は**表1**に示すように亀裂が生じる時間やひずみによって3種類ありますので、目的に応じて使い分ける必要があります。

本規格は**表2**に示す通り様々な製品規格に引用されています。弊所で実績の多いJIS A 6021（建築用塗膜防水材）を一例として挙げると、伸び時の劣化性状試験の処理条件のひとつとしてオゾン処理による方法が定められています。本規格では、ダンベル状に打ち抜いた試験片を保持具で伸長し、静的な引張ひずみを加えたまま75±7.5pphmの濃度でオゾン劣化処理を行います。その後、8倍の拡大鏡を用いて観察し、試験片表面の亀裂の有無を確認します。

4. 試験装置

西日本試験所で所有するオゾン劣化装置の槽内の状況を**写真2**に、オゾン劣化装置の仕様を**表3**に示します。本装置では、オゾン灯によってオゾンを発生させ、試験槽内のオゾン濃度を最大250pphmとすることが可能です。

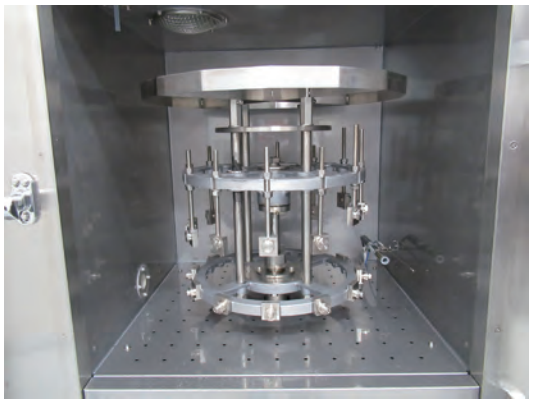


写真2　オゾン劣化装置槽内の状況

表3　オゾン劣化装置の仕様

製造業者		スガ試験機株式会社
型式		OMS-LN
オゾン濃度範囲		20～250pphm
試験槽内寸法		約幅50cm×奥行50cm×高さ50cm
温度範囲		40±2℃
湿度範囲		湿度制御なし
最大取付個数	動的試験	12個
	静的試験	16個
本体寸法		約幅140cm×奥行82cm×高さ195cm

5. おわりに

本稿では建築材料の耐久性試験に関する情報を主としてご紹介させて頂きましたが、当該試験装置は建築材料以外にも様々な製品を対象とした試験実施が可能です。耐オゾン性の評価をご検討の際は、お気軽にご相談頂けると幸いです。

参考文献

1）気象庁：地上オゾン，https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/o3_trend.html（参照：2022.07.13）
2）日本産業衛生学会：産業衛生誌，2021，第63巻，5号，pp.181
3）ゴムのオゾン劣化現象の実態：岩瀬由佳，日本ゴム協会誌，2019，第92巻，10号，pp.383-389
4）JIS K 6259-1：加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－耐オゾン性の求め方－第1部：静的オゾン劣化試験及び動的オゾン劣化試験

author

徳永拓哉
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課
主任

＜従事する業務＞
各種材料試験

熱劣化試験

1. 熱劣化とは

熱は、私達にとって最も身近で代表的な劣化因子の一つと言えます。室内の気温は高くても40℃程度ですが、建材の表面温度は様々な熱源により、更に高温になります。室内では照明、暖房器具、調理器具、機械類からの排熱等、屋外では太陽光等によって、建設材料の表面温度は60℃を超えることも珍しくありません。その様な環境においても、長期間にわたって品質を確保する耐久性が建設材料には求められ、その性能確認の為の様々な試験が現在運用されています。

加熱の影響で建設材料に生じる変化は様々なパターンがあり、代表的なものとして、①構成材料の一部を揮発によって失うもの②物理的あるいは化学的要因によってポリマーが分解するもの③製造工程において蓄えられた歪みが、再加熱の際に現れるもの④融点の低い材料が融解するもの、⑤塗料や防水材等に生じる膨れの5つが挙げられます。

①揮発によって失われる構成材料の例としては、アスファルトの油分やゴムの溶剤など、可塑剤としての機能を持った材料が挙げられます。目地材やメンブレン防水など、下地の変形に追従する高い弾性が求められる建設材料にとって、可塑剤を失うという事は、ひび割れや破断の発生に直結する変化と言えます（**写真1**参照）。②材料の分解については、空気中の酸素による酸化分解、水分（又はアルカリ性水溶液）による加水分解、紫外線分解等が挙げられます。建設材料が分解すると、材料の表面が変質したり、分解されずに残った無機成分等が粉状に表面に残るなど、美観を損なう原因となる他、厚さが減少する事によって強度低下などの被害が生じます。③建設材料に蓄えられた歪みが熱によって現れるものについては、熱収縮が一般的です。合成樹脂製のフィルムや糸、織布等において特に注意が必要です。施工された材料に熱収縮が生じると、材料に応力が生じ、シートに穴や破断、端部に剥がれが生じる原因となります。④融解に対して注意が必要な材料として代表的な例はアスファルトがあげられます。屋上防水に用いられるアスファルトが太陽熱で融解した場合、立上り部のルーフィングが下地から浮くなど、防水性能の低下につながります。⑤塗料や防水材に生じる膨れについては、材料そのものの劣化ではなく、下地が熱せられた際、下地から生じた水蒸気の圧力によって発生するものです。膨れ部分は美観を損ねるだけでなく、穴あき等の破損を招く原因となります。また、塗料や防水材以外にも、接着剤の接着力を低下させる恐れがあります。

写真1　熱劣化によって硬化したゴム（左が熱劣化後）

上記の①と②は材料が変質しているのに対し、③～⑤は形状の変化であり、材質そのものの性能が低下した訳ではありません。しかし、施工された建設材料の形状変化は不具合を引き起こす原因となる事から、熱による形状変化も、大きな意味では一種の劣化と捉えるべきといえます。

2. 熱劣化試験とその装置

試験全般に言える事ですが、製品の開発・改良等の運用を考慮すると、試験に要する時間は短い事が理想です。しかし、長い供用期間における性能の変化を、短期間に得られるデータから推測する事は容易ではありません。光やガス、耐薬品性等の劣化因子の場合、劣化因子の濃度やエネルギーを高める事で試験期間を短縮する手法が多く、熱劣化でも供用時より高温で暴露する手法がしばしば使われます。しかし、熱劣化の場合、暴露温度が転移点を超えないよう注意が必要です。これは、転移点付近を境に反応のモードが変わり、加速倍率が読めなくなってしまう為です。

また、加熱暴露試験をする際は、加熱装置の性能についても注意が必要です。特に、試験体から何らか成分が揮発する材料や、空気中の酸素によって酸化分解する材料の場合などは、加熱槽内の換気の頻度（＝空気置換率）の違いが、試験結果に大きく影響します。その為、多くの熱劣化試験では空気置換率を設定できる「強制循環形熱老化試験機（ギヤー式老化試験機）」の使用が定められています（**写真2**参照）。この装置は、当センターの中央試験所で3台、

写真2　ギヤー式老化試験機[1)]

表1　熱劣化に対する要求性能が定められている材料と試験項目の例

対象材料	関連規格	試験項目
JIS A 6008（合成高分子系ルーフィングシート）	JIS K 6257（加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－熱老化特性の求め方）	劣化処理後の物性、伸び時の劣化性状、加熱伸縮性状、接合性状
JIS A 6013（改質アスファルトルーフィングシート）		加熱処理後の引張、耐熱性、寸法安定性
JIS A 6021（建築用塗膜防水材）		劣化処理後の物性、伸び時の劣化性状、加熱伸縮性状
JIS A 6909（建築用仕上塗材）		温冷繰返し、伸び、伸び時の劣化
JIS A 6111（透湿防水シート）	JIS K 7212（プラスチック－熱可塑性プラスチックの熱安定性試験方法－オーブン法）	耐久性、熱収縮性
JIS A 6930（住宅用プラスチック系防湿フィルム）		耐久性
JIS K 5600-6-3（塗料一般試験方法 第6部塗膜の化学的性質　第3節耐加熱性）	－	外観（色の変化及び異状の有無）

西日本試験所で1台所持しております。2012年12月号の建材試験情報において、装置の紹介をしておりますので、是非ご参照ください。

3. 熱劣化試験の対象となる建材

化学反応は熱が高いほど促進する事から、様々な耐久性試験が加熱状態で行われます。その為、「加熱状態で行う耐久性試験」として例を挙げると、数えきれないほど多岐にわたります。その為、本稿では熱を主な劣化因子として注目した試験について、**表1**に例を示します。熱劣化の評価方法についても様々で、強度や伸び率等といった物性の変化、外観の異状の有無を確認する以外にも、寸法の変化を確認する方法などが挙げられます。

4. より長期的な耐熱性能を求めて

熱による収縮や、融解等の変化と異なり、材料の揮散や分解といった変化は長期間に渡り緩やかに生じる傾向があります。揮散や分解は、多くの場合材料の表面から生じる事から、耐久性を向上させる為の手法として、「厚みを増やす」という方法が挙げられます。一方で、熱劣化によって影響を受ける建設材料の多くは可燃物であり、厚みの増加は防火性能上のリスクを増大させる場合があります。その為、これらの建設材料の供用年数を延ばす方法としては、フィルムによって材料の揮発を防いだり、トップコートによって劣化因子との接触を防ぐ事、更にはそのような状態を適切な補修・改修によって維持する事が肝要と言えます。

5. まとめ

本稿では、熱劣化試験についてご紹介をさせていただきました。熱の影響はほぼすべての建設材料が受ける為、本稿で例に挙げる事が出来た建設材料・試験方法はごく一部です。熱による劣化を試験によって検討する為には、試験体の材質、施工及び供用時の環境、供用期間、試験体と隣り合う材料が試験体に対して影響を及ぼすか（水蒸気の発生やムーブメントが発生するか）といった事を考慮した上で、試験方法を十分に検討する必要があると言えます。

今後も蓄積された経験を基に社会に貢献しつつ、皆様の良きパートナーとなることを目指してまいります。

参考文献

1）スガ試験機株式会社：試験機カタログ　ギヤー老化試験機 TG100 TG216

author

志村重顕
経営企画部 経営戦略課 主査

＜従事する業務＞
事業の企画・立案に関する業務、広報・顧客対応に関する業務

耐疲労性試験

1. はじめに

耐久性試験のひとつに、耐疲労性試験という試験があります。一般的に耐疲労性試験とは、材料（試験片）に繰り返し応力を与えることで材料の耐久性を測定する試験のことを言います。たとえ小さな応力であっても何百回、何千回と繰り返し応力を受けることで、小さな損傷が発生し、その損傷が広がることで破壊に至ることになりますので、材料の耐久性を向上させるためには、耐疲労性能を把握することが重要です。

建設物に目を向けますと、建設物は熱や風、地震などによって日常的に変形を繰り返しており、例えば建物の屋上での繰り返し回数はT.A.Bakerの研究[1]によると、1年間に大小の変形を混ぜて720～740回とされています。この建物の変形によるムーブメントは、屋根スラブにおいては現場打ち鉄筋コンクリート造の目地部やクラック、プレキャストコンクリート部材やALCパネルの接合部などの不連続部分に発生し、その部位に施工されている防水材などの材料に繰り返し応力を与えます。また、屋根スラブに施工される材料以外にも、目地や窓枠に施工されるシーリング材、外壁に塗装される仕上材といった材料も、建設物の変形に伴い繰り返し応力を受けます。

繰り返し応力を受け、破損・破壊した部位からは、降雨による漏水、飛来物質の定着・拡散による構造体の劣化、サッシ部の気密性・遮音性の低下など、建設物の劣化や居住性の低下が生じます。そのため、建設物の耐久性向上・長寿命化が目下の課題である我が国において、これらの材料の耐疲労性を把握することは非常に重要な要素の一つであると言えます。

本稿では、被膜状材料や目地材といった有機系材料の耐疲労性試験に関する規格・基準、耐疲労性試験の概要などについて取り上げて解説します。

2. 耐疲労性試験に関連する規格･基準

前述のように、建設材料の耐疲労性は試験によって確認することが非常に重要でありますが、実際にどのような規格･基準に基づいて確認することができるかご紹介します。

建材分野においては、日本産業規格（JIS）や建築工事標準仕様書･同解説 JASS8 防水工事などで**表1**のように耐疲労性に関する試験が規定されています。いずれも目地部等のムーブメントが発生しやすい箇所に施工される材料の規格･基準であることがわかります。

3. 耐疲労性試験の概要

表1に示すように、建設材料分野では、規格よって振幅量、振幅速度、振幅回数、温度などの試験条件は異なりますが、いずれも試験体に振幅を一定回数与えることによって耐疲労性を評価しています。主な規格における試験条件を**表2**に示します。また、いずれの試験においても所定の条件で負荷をかけた後、目視によって異状の有無を確認します。

ここでは例として、JIS A 6021（建築用塗膜防水材）[2]における耐疲労性試験方法に従って紹介します。

1）試験体

長さ200mm×幅80mm×厚さ8mmのフレキシブル板の裏面中央部幅方向に6mmのV字の切れ込みを入れたものを下地板とし、下地板の表面に長さ120mm×幅60mmの寸法に厚さ1mmで塗膜防水材を塗布したもの。試験体数は3個とする。

2）試験装置

疲労試験機は、試験体を平面に保ちながら、下地板の亀裂に所定の大きさの拡大縮小を発生させ、かつ、その回数を制御できる装置で、試験体を－10℃±2℃に調節できるもの。

試験装置の例を**写真1**に、試験体に拡大縮小を発生させる試験体設置場所の例を**写真2**に示す。

3）試験手順

a）試験体の塗膜を幅50mmとなるように長手方向に鋭利な刃物で下地板に達する切れ込みを入れ、試験体の塗膜面を上にして塗膜を傷つけないように指で軽く加圧して、下地板に亀裂を発生させる。

表1　耐疲労性試験が規定されている規格の例

規格番号	規格名称
JIS A 1436	建築用被膜上材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法
JIS A 1439	建築用シーリング材の試験方法
JIS A 6013	改質アスファルトルーフィングシート
JIS A 6021	建築用塗膜防水材
JIS A 6909	建築用仕上塗材
JASS8 T-501	メンブレン防水層の性能評価試験（A形）
	メンブレン防水層の性能評価試験（B形）

表2　規格・基準における試験条件の例

規格番号	規格名称	試験条件				
		振幅位置	振幅量	振幅速度	振幅回数	温度
JIS A 1439	建築用シーリング材の試験方法	0mm	±3.6mm	4～6回/min	2000回	23±2℃
JIS A 6013	改質アスファルトルーフィングシート	1.5mm	±1.0mm	0.5回/min	200回	20±2℃
		1.5mm	±1.0mm	0.5回/min	400回	0±2℃
JIS A 6021	建築用塗膜防水材	1.5mm	±1.0mm	5回/min	2000回	−10±2℃
JIS A 6909	建築用仕上塗材	1.5mm	±1.0mm	5回/min	2000回	−10±2℃
JASS8 T-501	メンブレン防水層の性能評価試験（A形）	0.75mm	±0.25mm	0.1回/min	各温度で500回	20±2℃ 60±2℃ −10±2℃
		1.5mm	±0.5mm			
		3.75mm	±1.25mm			
	メンブレン防水層の性能評価試験（B形）	0mm	±0.5mm	0.1回/min	各温度で500回	20±2℃ 60±2℃ −10±2℃
			±1.0mm			

写真1　試験装置の例

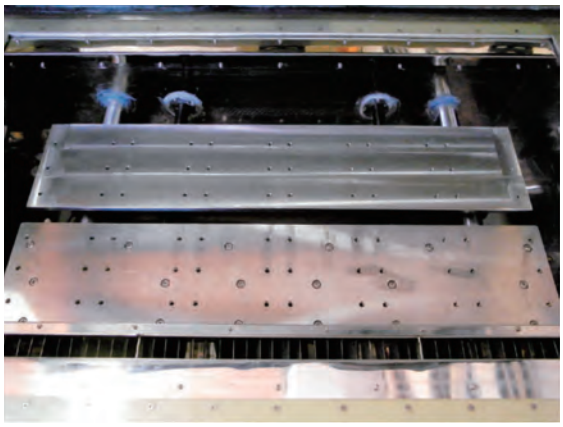


写真2　試験体設置場所の例

b) 試験体を疲労試験機に固定し、－10℃±2℃で1時間以上静置する。次いで、その温度で、下地板の亀裂幅を2.5mmまで拡大し、亀裂幅2.5mmを0.5mmまで縮小させる。この拡大・縮小を5回/minの速度で2000回繰り返した後、亀裂幅を2.5mmに拡大した状態で、塗膜の穴あき、裂け、破断などの欠陥の有無を目視で観察する。

4. おわりに

本稿では、耐久性試験の一つである耐疲労性試験について紹介させていただきました。

疲労破壊は、長い年月を経て進行する劣化であるため、疲労破壊に対する性能は試験によって確認されることが必要であると言えます。また、耐疲労性能を求められる有機系材料の多くは建設物の長寿命化に寄与する材料である事から、建設物を長く健全な状態で保つ為には、設計・施工段階で耐疲労性能を有した材料を選択することが非常に重要です。

私たち建材試験センターが、試験を通じて、耐疲労性のある建材を適切に選択する際の一助となることができれば幸いです。

参考文献

1) Movement of a Joint in a Roof Kerb, Building Research Station Internal Note IN 33/67, 1967
2) JIS A 6021：2022，建築用塗膜防水材

author

泉田裕介
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主任

＜従事する業務＞
防水材料等の有機系材料及びコンクリート等の無機系材料の性能試験・耐久性試験など

近年の台風被害から屋根葺材の耐風圧性能を考える

金属屋根葺材の耐風圧性試験方法
葺材の厚さ及び防水材の有無による耐力の検討

1. はじめに

令和元年9月5日、南鳥島近海で台風第15号が発生した。この台風は、勢力を拡大しながら北西方向に進み、9月7日の午後には小笠原諸島、8日の午後には伊豆諸島に接近し、9日の5時に千葉市付近に上陸した。一般的な台風は沖縄地方を経由し、偏西風の影響を受けながら本州を横断するものが多く、勢力を拡大しながら関東に直撃した台風第15号は非常に珍しい進路を辿ったと言える。また、この台風第15号は、日本近海の海水温が例年よりも1～2℃程度高かった影響で、大量の水蒸気が供給されて勢力が拡大したと言われており、実際に、東京都神津島村で最大瞬間風速58.1m/s、千葉県千葉市中央区でも最大瞬間風速57.5m/sを記録した[1) 2)]。この台風によって多数の住宅が被災し、千葉県では、全壊409棟、半壊4,281棟、一部損壊は712,624棟に上った[3)]。この台風による建物被害の調査報告[4)]によると、屋根葺材の被害が非常に多かったことが分かる。屋根葺材が破壊した場合、その葺材が飛散物となって2次被害を発生させる危険性もある。台風15号は、屋根葺材の耐風圧性能が極めて重要であることを改めて認識させるものだったと言える。

屋根葺材の耐風圧性能を求める試験方法は、屋根を構成する様々な部材を組み合わせてできる実物大のアセンブリ試験体を用いて、動風圧試験装置によって圧力を載荷させる方法が一般的である。本報告では、この動風圧試験装置を用いた屋根葺材の耐風圧性能試験方法を紹介するとともに、この試験方法を用いて、かん合立平葺き金属屋根の板厚の違い及びはぜ部の防水処理の有無による耐力の影響を検討したので、その結果について報告する。

2. 動風圧試験装置

写真1は、一般財団法人建材試験センター中央試験所で所有する動風圧試験装置である。この装置は、**図1**に示すように圧力箱、圧力計、ブロアー及び自動制御装置で構成されている。圧力箱は、一部が開口となっていて、その開口部に試験体（屋根材）を設置する。ブロアーは、圧力箱内に空気を供給するブロアー1台と圧力箱内の空気を排気させるブロアー1台の計2台によって構成されており、連動ダンパーの開度調節により供給及び排気する空気量を調整する。圧力計は圧力箱内の圧力を計測し、この圧力情報を自動制御装置にフィードバックさせる形となっている。これらを用いることにより、制御室から入力した任意の圧力を、試験体に対して載荷することができる。

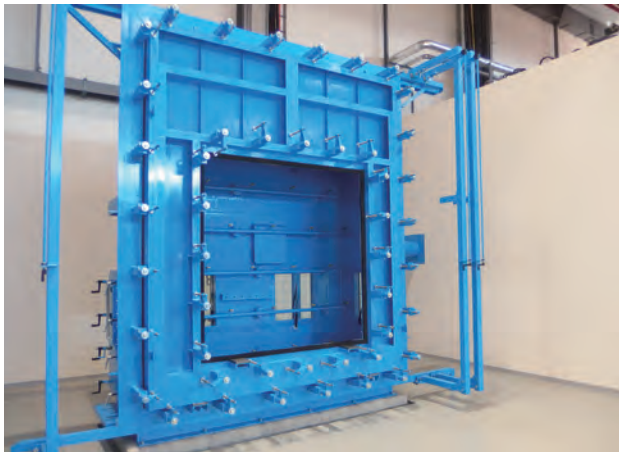


写真1　動風圧試験装置

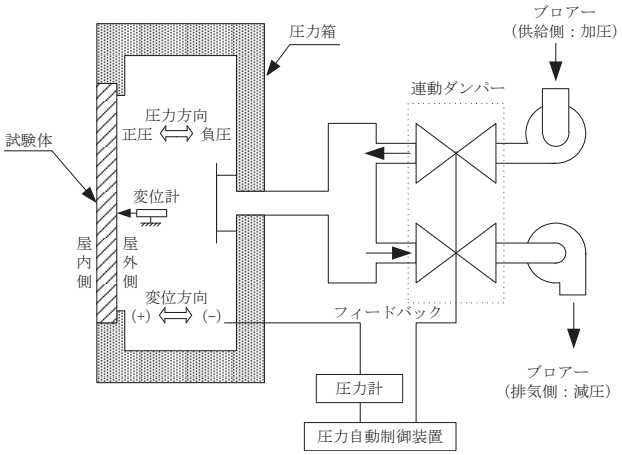


図1　動風圧試験装置の概要

3. 耐風圧性試験方法

屋根葺材の耐風圧性試験方法は、日本産業規格にはなく、SSR2007[5)]の耐風圧性試験に基づいて行うのが一般的である。動風圧試験装置に設置した屋根葺材に対し、段階的に圧力を加え、破壊荷重を求める。この時、圧力上昇速度は0.1kPa/秒、各圧力保持時間は60秒以上である。また、この試験では、葺材や下地材等に変位計を取付け、各圧力における変位量も測定する。この試験で得られた変位量、又は、破壊荷重と安全率（通常1.5～2.0程度）の関係から設計風圧力を求めることができる。

4. かん合立平葺き金属屋根の耐風圧性試験

4.1　試験体

試験体は、かん合立平葺きの金属屋根葺材で、葺材の板厚及びはぜ部の防水材の有無の違いによる計3体を用意した（**表1**、**図2**、**写真2**及び**写真3**参照）。試験体1を標準試験体と位置付け、試験体2は葺材の板厚を0.05mm薄くした仕様、試験体3は、はぜ部に防水処理を施した仕様としている。また、試験体の作製方法は、SSR2007の耐風圧性試験に記載されている試験体作製方法に基づき、1980mm×1980mmとなるように外周枠を組み、その中に葺材を5列施したアセンブリ試験体としている。なお、屋根葺材の耐風圧性試験では、葺材自体に圧力を載荷することが重要である。そのため、葺材直下に設置する下葺材の代わりに0.1mm厚のビニルシートを十分たるませた形で設置し、野地板にはφ90mmの穴を計16か所設けた。これにより、ビニルシートが直接的に圧力を負担することになり、加えて、十分たるませたビニルシートが葺き材の形状に合わせて密着することで、葺材自体に圧力を載荷することができる仕様となっている。

表1　試験体の概要

試験体NO	供かん合立平葺き（mm）				ファスナー（mm）			野地板（mm）			下葺材（mm）	
	働き幅	山高	板厚	はぜ防水材	寸法	固定ピッチ	固定方法	製品	板厚	穴の有無	製品	厚さ
1	333	25	0.40	無	5×38	455	野地板直止め	構造用合板２級特類	12	有	ビニルシート	0.1
2	333	25	0.35	無	5×38	455	野地板直止め	構造用合板２級特類	12	有	ビニルシート	0.1
3	333	25	0.40	有	5×38	455	野地板直止め	構造用合板２級特類	12	有	ビニルシート	0.1

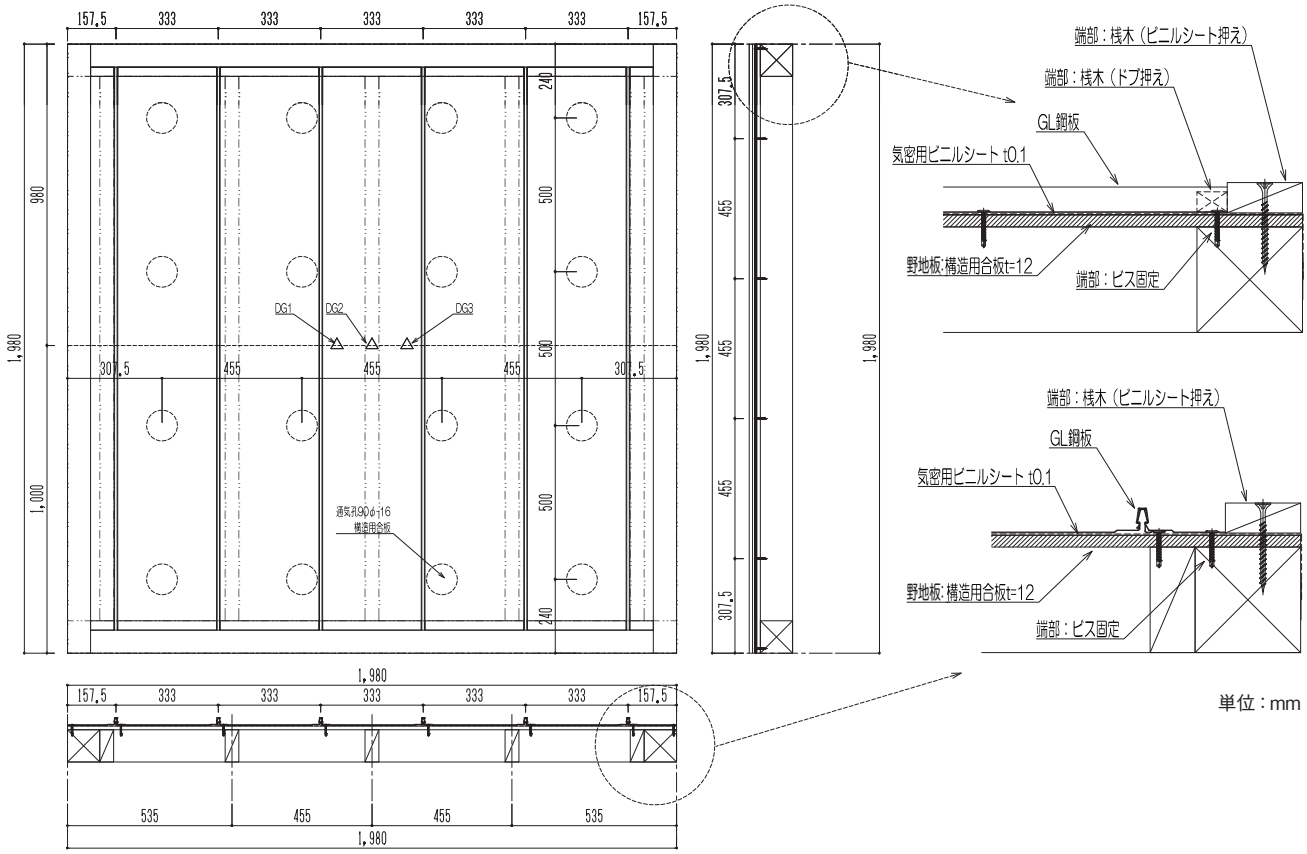


図2　試験体1

写真2　試験体1（屋外側）

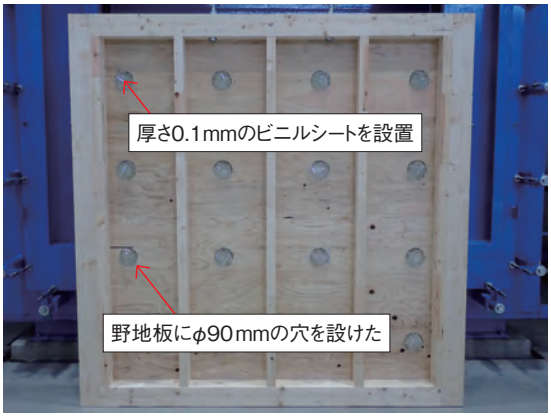


写真3　試験体1（屋内側）

写真4　変位測定状況（試験体1）

表2　試験結果

試験体No	破壊荷重(kPa)	破壊状況	-5.0kPa時の葺材中央部の変位量(mm)
1	-8.50	・ファスナーの抜け ・葺材の座屈	-37.5
2	-8.25	・ファスナーの抜け ・はぜの外れ	-38.5
3	-8.00	・ファスナーの抜け ・はぜの外れ	-39.0

4.2　載荷圧力と変位測定位置

本試験の載荷圧力は、段階式の載荷方法となっている。-0.25kPaピッチで圧力を載荷し、-1.0kPaに到達した後に一旦圧力をゼロに戻し、残留変形を確認する。続いて-1.0kPaに再び昇圧し、-0.25kPaピッチで同様に圧力を載荷し、-2.0kPaで再び圧力をゼロにして残留変形の測定を行う。これを-3.0kPa、-4.0kPa及び-5.0kPaまで実施し、-5.0kPa以降は試験体が破壊するまで-0.25kPaピッチで圧力を載荷した。また、本試験では**図1**、**図2**及び**写真4**に示すように葺材3か所の変位測定を行った。ただし、変位の測定は-5.0kPaまでとした。

4.3　試験結果

試験結果の一覧及び圧力と変位の関係を**表2**及び**図3**～**図5**に示す。各試験体における変位の挙動に、大きな違い

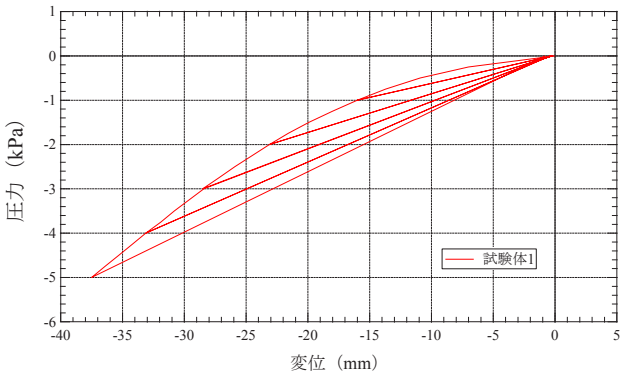


図3　葺材中央部の変位（試験体1）

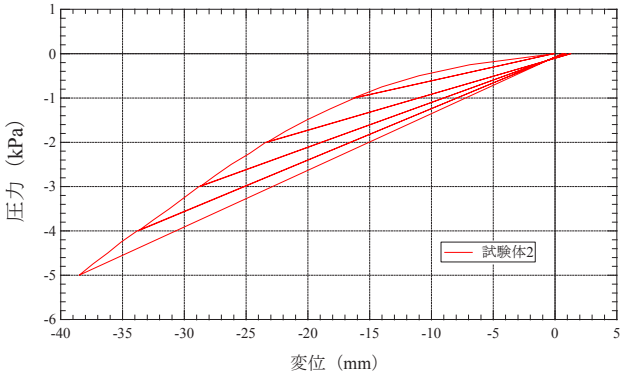


図4　葺材中央部の変位（試験体2）

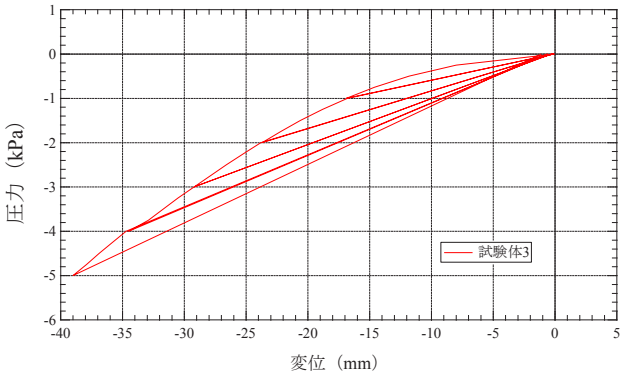


図5　葺材中央部の変位（試験体3）

は認められなかった。また、破壊荷重は全ての試験体で-8.0kPaを超え、破壊状況は全ての試験体に共通してファスナーの抜けが認められた。加えて、試験体1では葺材の座屈、試験体2及び3では、はぜ部の外れも認められた（**写真5～写真7**）。

4.4　板厚及び防水材の有無による耐力への影響

板厚の違いによる耐力への影響については、板厚0.40mmの試験体1に対し、板厚0.35mmの試験体2の方が破壊荷重で0.25kPa低い結果となった。また、防水材の有無による影響については、防水材無しの試験体1に対し、防水材有りの試験体3の方が破壊荷重で0.50kPa低い結果となり、板厚及び防水材の有無によって、耐力の違いが認められた。ただし、3試験体の破壊荷重の違いは、最大でも0.50kPaであり、今回の試験範囲では、板厚及び防水材の有無による耐力への影響は小さいものだったといえる。

写真5　破壊状況（試験体1）

写真6　破壊状況（試験体2）

写真7　破壊状況（試験体3）

5. まとめ

本報告では、屋根葺材の耐風圧性試験方法を紹介するとともに、金属屋根材のアセンブリ試験体を用いて、葺材の板厚の違い及びはぜ部の防水材の有無による耐力の影響を検討した。

屋根葺材は、住宅の外皮部材の中で絶対値の大きな負の風力を受けることが知られている。また、地球温暖化の影響で台風の勢力が拡大するとの報告もあり、屋根葺材の耐風圧性能は更に高い耐力が求められていくものと考えられる。建材試験センターでは屋根葺材の他に外壁材や開口部材の耐風圧性能試験も実施しているので、是非お問い合わせいただきたい。

また、本報告で紹介した試験は、一般社団法人日本金属屋根協会から依頼され実施したものである。掲載にあたり多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1）　総務省消防庁：令和2年版防災白書，令和元年房総半島台風（台風第15号）による被害等の状況
https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r2/items/part1_section5.pdf

2）　総務省消防庁：令和元年台風第15号による被害及び消防機関等の対応状況（第40報）
https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/taihuu15gou40.pdf

3）　千葉県：令和元年房総半島台風等への対応に関する検証報告書
https://www.pref.chiba.lg.jp/gyoukaku/press/2019/documents/houkokusyo.pdf

4）　小林，佐藤，友清，野田，ガヴァンスキ，髙舘，高森，木村，中藤，森山，鈴木，重永，服部，松井，岩下，日本風工学会風災害研究会，2020.【速報】台風1915号（FAXAI）がもたらした強風災害について，日本風工学会誌Vol.45 No.1(No.162)，30-39.

5）　日本金属屋根協会・日本鋼構造協会：鋼板製屋根構法標準SSR2007，2008.

author

松本知大
総合試験ユニット 中央試験所
環境グループ 統括リーダー代理

＜従事する業務＞
建物外皮部材の気密・水密・耐風圧性試験

コロナ禍で要求される換気性能を求める

パーソナル・ミーティング・ボックスの通気試験

1. はじめに

今回紹介する試験報告は、株式会社プラザクリエイトから提出されたパーソナル・ミーティング・ボックスの通気試験である。

2019年12月に新型コロナウィルス感染者が中国の武漢で初めて認められてから約2年6か月が過ぎた。この間、全世界における感染者の累計は5.3億人を超え、死亡者数は631万人にのぼり[1]、日本国内では、累計で911万人が感染し、死亡者数は約3万人を超える状況となった[2]。この新型コロナウィルスの感染拡大は、主に飛沫感染及び接触感染によるものと考えられ、感染対策としては、マスクを着用する、近距離での会話や発声を控える、十分な換気を行うといった人との直接的な接触を極力控える取り組みが行われることになった。働き方についても同様で、テレワークをはじめ、オンラインによる会議などを活用することにより、他者との接触を控える取り組みが広がりつつある。このオンラインによる会議は、人との接触がなくなる一方で、個人で会議室を利用する人が増え、会議室の数が足りなくなるといった問題が生じることになった。その解決策として、パーソナル・ミーティング・ボックスが普及し始めている。

このパーソナル・ミーティング・ボックスOne-Bo1.00（以下ボックス）は、**写真1**及び**写真2**に示すようにW1000mm×D1000mm ×H2210mmの直方体型のボックスで、外周部はパーティクルボード、出入り口部分には、液晶層に電圧を加えることで電気的にガラスの透明度を変えることができるスマートガラス製のドアによって構成されている。これにより、周囲の人から隔離され、人ひとりがパソコン作業をすることができる空間を形成する。ボックスの天井部分には**写真2**に示すように換気扇が設置されており、L、M、Hの3段階で換気量の調節ができ、ボックス内部の空気を排出させる。また、空気の取り入れ口としては、ガラリ付き給気口1か所が設置されており、加えて、配線取り入れ口3か所とドア上下に隙間があるため、空気の流入が行われる箇所と考えられる。

そもそも、人が居住する空間においては、換気に関わる規定が建築基準法[3]にあり、また、商業施設等においても建築物における衛生的環境の確保に関する法律及び厚生労働省の指針[4]に換気性能が示されている。建築基準法では、新型コロナウィルス発生以前から、ホルムアルデヒドなどの室内環境汚染物質による人体への影響を踏まえ、住宅等の居室において0.5回/h（1時間に居室容積の半分の空気が入れ替わる）以上の空気交換率を要求している。一方、建築物における衛生的環境の確保に関する法律及び厚生労働省の指針では、商業施設等における良好な換気状態の基準として、二酸化炭素濃度を1000ppm以下にすることが要求されており、それを実現させるために一人あたり30m³/h以上の換気量を確保すること、または、2.0回/h以上の空気交換率を要求している。ボックスは、狭い空間に人が滞在することになるため、換気は非常に重要な性能と言える。今回、このボックスの換気量を求めるため、通気試験を実施した。

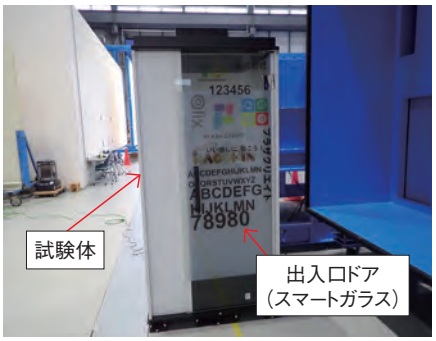


写真1　試験体（全景）

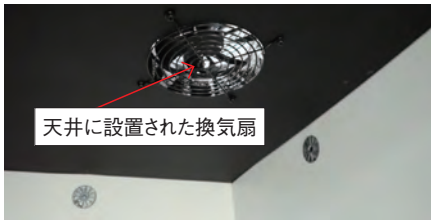


写真2　天井面設置の換気扇

2. 試験方法

試験は、**図1**に示した装置を用いて実施した。

はじめに、換気扇をL、M、Hそれぞれで作動させ、ボックス内外の圧力差を測定した。また、配線取り入れ口の開口部A及びBの2か所に熱線式風速計を固定し、開口部を通過する気流の風速を測定した。続いて、換気扇上部に通気量測定装置を接続し、換気扇をL、M、Hで作動させ、通気量測定管を流れる通気量を測定するとともに、ボックス内外の圧力差と開口部2か所の気流の風速を同様に測定した。一般的に、通気量測定装置のような付属物が換気扇に接続されると、圧力損失が発生する場合がある。しかし、本試験では、内径φ130mmの通気量測定装置を用いた結果、通気量測定装置の設置前後で、ボックスの内外圧力差及び開口部2か所の気流の風速は、ほぼ同じ値を示し、圧力損失が発生していないことを確認した。つまり、通気量測定装置で得られた通気量は、そのままボックスの換気量と判断することができる。

3. 試験結果

換気扇をL、M、Hで作動させた時の通気量測定結果は**表1**の通りで、換気量が一番少ないLにおいて47.9m³/hとなった。これは、厚生労働省が要求する換気量30m³/hに対して約1.6倍程度の値である。また、**表1**の通気量測定結果とボックスの容積から空気交換率を求めた結果、**表2**の結果が得られた。換気扇の各設定において、建築基準法、建築物における衛生的環境の確保に関する法律及び厚生労働省の指針で要求されている空気交換率を大幅に超える回数となり、ボックスの換気量が必要十分であることを確認することができた。

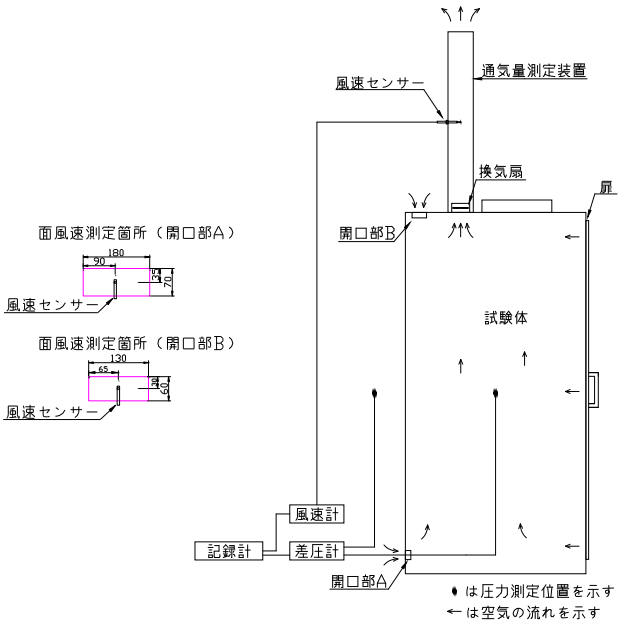


図1　試験概要図

表1　通気量測定結果

換気扇速度設定	通気量(m³/h)
L	47.9
M	66.5
H	75.8

表2　空気交換率算出結果

換気扇速度設定	空気交換率(回/h)
L	21.7
M	30.1
H	34.3

4. まとめ

新型コロナウィルスにより、換気の重要性を改めて認識することになった。建材試験センターでは様々な建築設備に関わる通気試験を実施しているので、試験を検討する際にはお問い合わせいただきたい。

5. 試験の期間、担当者および場所

期　間　2022年1月17日

担当者　環境グループ

統括リーダー　萩原伸治

統括リーダー代理　松本知大

主査　松本智史（主担当）

染宮誠二

場　所　中央試験所（埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号）

（発行番号：第21A3541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）

参考文献

1）NHK：世界の感染者数・死者数（累計）2022年6月16日現在 https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/world-data/（参照：2022.6.17）

2）NHK：日本国内の感染者数2022年6月16日現在https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data-all/（参照：2022.6.17）

3）建築基準法施行令第20条

4）厚生労働省：「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法 https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf（参照：2022.6.4）

author for comment

松本知大

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ
統括リーダー代理
＜従事する業務＞
建物外皮部材の気密・水密・耐風圧性試験

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ

TEL：048-935-1994　FAX：048-931-9137

長尺試験体の引張試験、圧縮試験が可能

高機能多様型2000kN万能試験機について

1. はじめに

近年、建設現場で使用されるコンクリートの高強度化や構造物の大型化に伴い、高強度鉄筋や太径鉄筋が使用されています。それらの試験に対応するために、当センター工事材料試験所船橋試験室では、高機能多様型2000kN万能試験機（**写真1**）を保有しています。本稿では、本試験機の特徴及びこれまでに本試験機で実施した試験についてご紹介させて頂きます。

2.本試験機の特徴

(1) 対応可能な試験

高機能多様型2000kN万能試験機の特徴は長尺試験体の引張試験及び圧縮試験が可能であることです。引張試験時のチャック間は最大で3000mm程度まで、圧縮試験時の耐圧板の間隔は、最大で3400mm程度までとなります。さらに、引張試験時の破断衝撃力を吸収する防振装置を設置しているため、衝撃振動による近隣への影響を最小限に抑えております。

写真1　高機能多様型2000kN万能試験機

(2) 主な仕様

本試験機の主な仕様について**表1**に示します。引張試験時のチャック間の最大長さは、上部クロスヘッドの位置を変えることで調整が可能になります（**写真2**）。調整可能な高さは、3パターンのみとなっています（**表1**参照）。上部クロスヘッドの位置を変えた後、試験片のつかみ間隔に合わせるように下部クロスヘッドの位置を微調整します。なお、チャック間の長さにより、対応可能な最大容量が異なりますので、試験依頼される場合は試験片の長さ及び材料に注意が必要です。

また、本試験機はひずみ測定や伸び測定にも対応可能です。

表1　試験機の主な仕様

最大容量	引張試験	2000kN：チャック間340mm 1400kN：チャック間1640mm 1100kN：チャック間3000mm
荷重レンジ	2000kN，1000kN，500kN 200kN，100kN，50kN	
ストローク	300mm	
チャック間	最大3000mm	
支持スパン	200mm－3600mm	

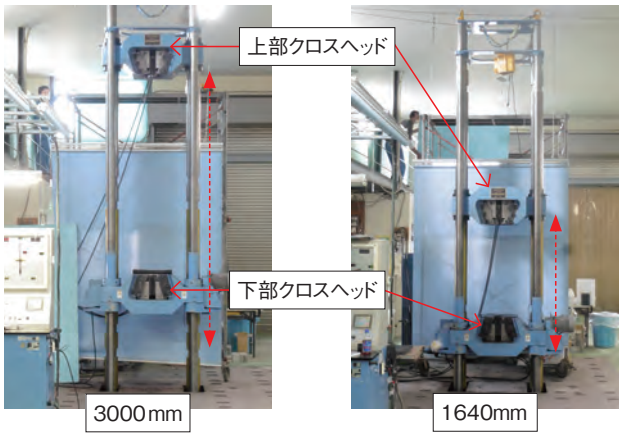


写真2　チャック間3000mm（左）及び1640mm（右）

3. 試験紹介

過去に本試験機で実施した試験の中で特にご依頼の多い試験についてご紹介させて頂きます。

(1) 機械式継手引張試験

機械式継手（**写真3**）は、鉄筋を圧接装置、溶接装置を用いて直接接合するのではなく、スリーブやカプラーと異形鉄筋の節の噛み合いを利用して接合する工法などがあります。この機械式継手は橋梁、鉄道等といった大型現場で使用されることが多いです。機械式継手の引張試験はJIS Z 2241、JIS Z 3120に準拠し実施しています。本試験装置は通常の機械式継手と比べ長い機械式継手の引張試験が可能です。本稿で、ご紹介させて頂いた機械式継手の引張試験の様子を、当センターのYouTubeチャンネルにて公開しています。ご興味のある方は下記のURL、あるいは、QRコード（**図1**）を読み込み、一度ご覧に頂けると幸いです。
(https://www.youtube.com/watch?v=a620OICDvmE)

(2) 構造用両ねじアンカーボルトセットの性能確認試験

両ねじアンカーボルト（**写真4**）は主に構造物の柱脚に使用され、地震や台風等により建物の倒壊を防ぐ重要な役割を担っています。この役割を果たすために、ねじ部が破断する前に軸部の伸びが確保できるような設計となっています。構造用両ねじアンカーボルトセットの性能確認試験はJIS B 1220に準拠して実施しています。

(3) 建築用ターンバックル性能確認試験

建築用ターンバックル（**写真5**）は、ブレースの張力を調整する部品であり、建物の耐震性を高めるうえで重要なものになっています。主に鉄骨造で使用されています。右ねじと左ねじをターンバックル胴で一度に締め付けることでブレースに張力を持たせることが可能になります。建築用ターンバックルの性能確認試験はJIS A 5540に準拠して実施しています。

4. おわりに

高機能多様型2000kN万能試験機についてご紹介させて頂きました。本稿でご紹介した試験は代表的なものであり、この他にも対応可能な試験はございます。試験依頼のご相談に応じます。また、本試験機はオペレーター付きで貸し出しも行っています。お気軽にご連絡ください。

そのほか、工事材料試験所では、鋼材の引張試験以外にもコンクリートの圧縮強度試験、地盤改良材の一軸圧縮試験等を日々実施しています。皆様のご相談、ご依頼を心よりお待ちしております。

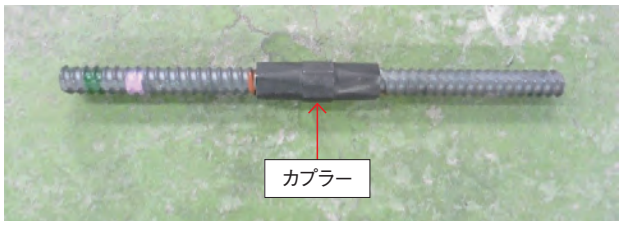


写真3　機械式継手

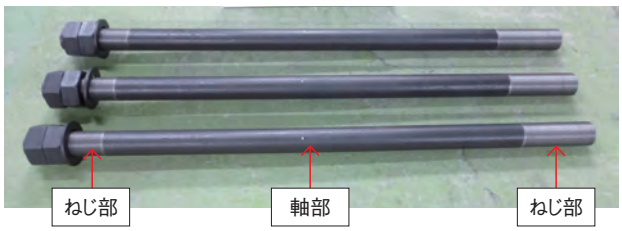


写真4　両ねじアンカーボルト

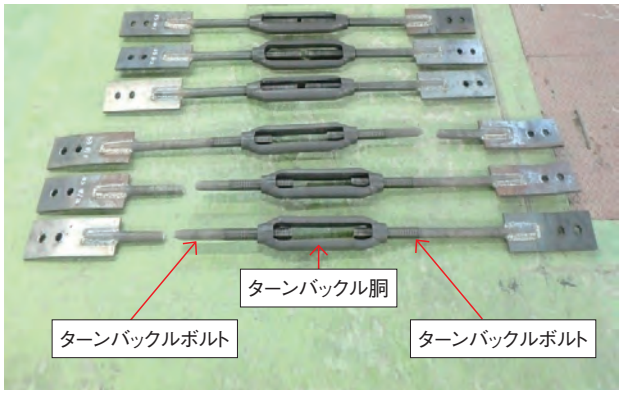


写真5　建築用ターンバックル

図1　QRコード
（機械式継手引張試験動画）

author

小出水翔平
工事材料試験ユニット 工事材料試験所
船橋試験室

＜従事する業務＞
建築土木材料の品質試験

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 船橋試験室
TEL：047-439-6236　FAX：047-439-9266

潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性測定方法の標準化

JIS A 1489:2022（潜熱蓄熱材を用いた建築材料の蓄熱特性測定方法）の制定について

1. 制定の趣旨・経緯

潜熱蓄熱建材は、特定の温度域で高い熱容量を有する建築材料である。主に、住宅等の内装材として使用することによって居室の熱容量を高め、室温の急激な変動の緩和や余剰熱の有効利用により、ZEH（Net Zero Energy House）の実現や住宅の温熱環境改善・省エネルギー化等に貢献する建築材料として、今後の普及拡大が期待されている。

材料の蓄熱特性については、その比熱［kJ/（kg·K）］やこれに材料の密度を乗じた容積比熱［kJ/（m³·K）］で評価されることが多い。この比熱の測定方法にはさまざまなものがあるが、最近では示差走査熱量計[1,2]（以下、DSC法という）が広く普及している。DSC法は、試験体セルと参照セルを一定速度で昇温させ、そのときに生じる熱流差から比熱を求める方法である。数mg程度の少量の試験体で測定でき、プラスチック、セラミック、金属をはじめとする均質材料の最も一般的な比熱の測定方法となっている。しかしながら、潜熱蓄熱建材は、**図1**に示すように、潜熱蓄熱材とそれ以外の一般材料を複合化した製品が多く[3]、DSC法での測定は不向きである。複合材料の比熱を測定できる方法としては、断熱型熱量計法[4]がある。これは、試験体に一定熱量を供給し、そのときの昇温速度から比熱を求める方法である。試験体を直径50mm×高さ100mm程度の比較的大きいサイズにすることで、建築材料等の複合材料の測定にも使用されている。しかし、潜熱蓄熱材は昇温過程と降温過程で蓄熱特性が異なる材料もあることから[5]、双方向の測定が必要であるが、この方法では降温過程の測定ができない。また、潜熱蓄熱材のように蓄熱量が非常に大きい材料を測定する場合、その試験体の表層部と中心部で温度差（温度応答の遅れ）が生じてしまい、精度の高い測定が難しくなることが予想される。潜熱蓄熱建材を対象とした比熱の試験方法としては、ASTM C 1784[6]（以下、ASTM法という）がある。この方法では、2枚の熱板の間に試験体を挟み、熱板を1.5℃間隔でステップ的に昇温又は降温させ、各温度間隔での材料の蓄熱量を熱流計で測定する。ASTM法は、製品形状のまま測定できる、昇温過程と降温過程の双方向の測定ができるといった利点も多いが、熱容量の大きい材料の測定は一週間以上掛かる場合もあり、測定に非常に長い時間を要してしまうという課題がある。

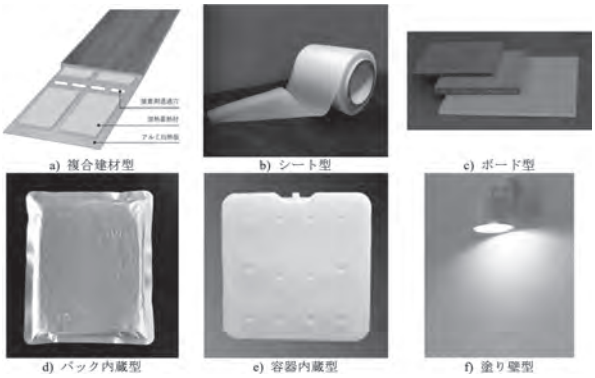


図1　潜熱蓄熱材を使用した製品の例[3]

このような背景から、潜熱蓄熱建材メーカーを中心とした産業団体である蓄熱建材コンソーシアム（現：一般社団法人日本潜熱蓄熱建材協会）では、「潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の開発に関する調査研究（委員長 永田明寛 首都大学東京（現：東京都立大学）　教授）」を実施し、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の標準化に向けた検討を進め、その成果として、2018年に潜熱蓄熱建材の蓄熱特性の試験方法が建材試験センター規格として制定された[7]（以下、JSTM法という）。さらに、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法JIS原案作成委員会（委員長 永田明寛 東京都立大学 教授）を実施し、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性を定量的に測定する方法を標準化するための調査研究が行われ、2020年にJSTM法を基礎とするJIS原案がとりまとめられ、本規格が制定された[5]。本稿では、この委員会で開発された潜熱蓄熱建材の蓄熱特性の試験方法を紹介する。

以下に本規格の規定内容を示す。

JIS A 1489
潜熱蓄熱材を用いた建築材料の蓄熱特性測定方法
1 適用範囲
2 引用規格
3 用語及び定義
4 記号及び単位
5 試験装置
6 試験体
7 測定方法
8 測定結果の算出
9 試験報告書
附属書A（規定）試料封入容器
附属書B（規定）試験装置の精度確認方法
附属書C（規定）比エンタルピ及び比熱の測定結果の補正方法
附属書D（参考）特定の温度範囲における蓄熱量及び潜熱量の計算方法
附属書E（参考）測定結果の算出例
附属書F（参考）複数の材料で構成される製品の比エンタルピ及び比熱の計算方法

2. 規格概要

2.1　適用範囲

この規格は、潜熱蓄熱材を使用している建築材料を対象としている。測定原理上、コンクリートや繊維板等の潜熱蓄熱材を含まない建築材料の蓄熱特性を測定することもできるが、熱容量が小さい材料を測定する場合、十分な測定精度を担保できなくなる可能性もあり、また、現状では測定精度を担保できる範囲を明確に示すまでには至らなかった。そのため、本規格を一般的な建築材料に適用する場合は注意を要する。

2.2　測定原理

潜熱蓄熱材を使用している建築材料は、その潜熱により特定の温度範囲で高い熱容量を有する。この蓄熱特性を評価するには温度毎の比熱を測定する必要がある。比熱の定義は、単位質量当たりの材料の温度を単位温度だけ上昇させるために必要な熱量であるから、ある質量を有する試験体について、投入した熱量とその温度上昇量を測定すれば良い。この方法では、試験体に加えた熱量を試験体表面に取り付けた熱流計で測定する。加熱又は冷却する熱板の温度を制御し、加熱過程と冷却過程をそれぞれ測定することによって、試験体の温度に応じた比熱を求めることができる。潜熱蓄熱材の温度と比熱及び比エンタルピの関係のイメージを**図2**に示す。

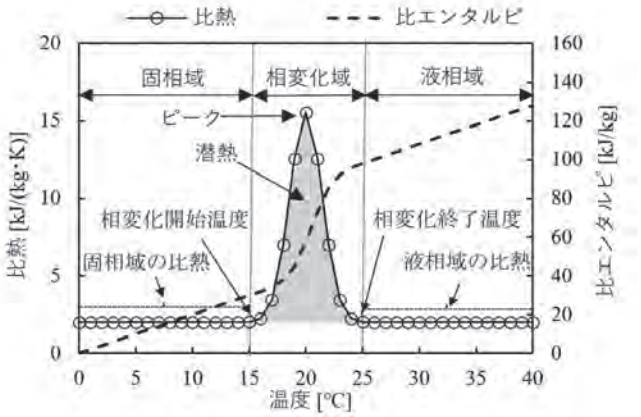


図2　潜熱蓄熱材の温度と比熱及び比エンタルピの関係（イメージ）

2.3　試験装置

温度測定器については、測定精度を確保する意図で、JIS[9]に規定する抵抗式測温体を用いる標準測定方式の等級がB級の測定方式によって、厚さ0.2mm以下の校正された測温抵抗体を用いることとした。

熱板温度制御装置については、温度変化による試験体の状態変化に適切に対応できることを踏まえ、試験条件の降温又は昇温速度を与えたときに、熱板温度を設定温度に対して±0.5 ℃で連続して制御できるものとした。また、潜熱蓄熱建材のような相変化をする材料を測定する場合、その相変化域においては±0.5℃での制御が困難な可能性もあるため、できる限り熱板温度と設定温度との差が小さくなるように、加熱及び冷却能力の高い装置を選定している。試験装置の概要を**図3**に示す。

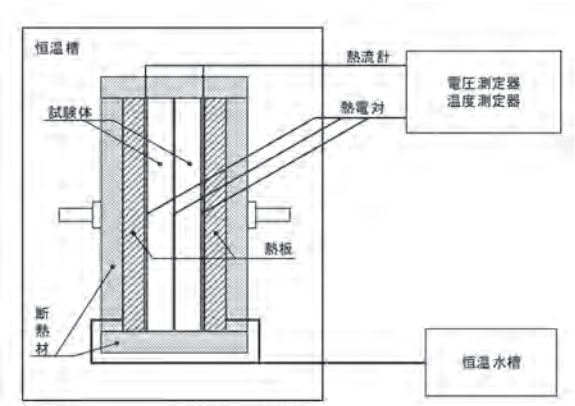


図3　試験装置の概要

2.4　試験体

試験に供する試験体については、製品から採取又は作製した試験片を2枚以上の偶数枚積層したものとした。試験体の形状は、試験装置に設置し測定が可能であるものとし、寸法は300mm×300mm、厚さは32mm以下とした。ただし、試験体の寸法測定の方法は、この規格では規定していない。試験体の形状にあわせて測定方法を検討・選択

する必要がある。また、製品の種類によっては、これらの寸法の試験体を準備することが難しい場合がある。その場合、特性を代表できるように作製又は組み合わせたものでも測定可能とした。また、試験は、等温に制御した熱板に試験体を挟み、試験体の温度を変化させるため、試験時には試験体の厚さ方向に温度分布が生じる。このため、基本的に試験体は、試験片2枚を用い、試験片を重ね合わせた面（試験体中心部）の温度測定を行うこととした。

なお、上記の試験体を準備できないような、“測定対象が製品に含まれる内包物だけの場合”及び“測定対象が塗壁材等の場合”についても、それぞれ本文6.2及び6.3に試験体の作製方法を記載した。さらに、本文6.2では附属書Aで規定する専用容器を使用して測定を行うこととした。

2.5　測定方法

(1) 試験体の準備

潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性は、試験体の養生時の温度環境で相変化が生じる懸念が示された。そのため、試験体を準備する際の温度環境を23℃±2℃とした。木質系の材料と複合されているような試験体の場合は、試験体に水分が含まれることで測定結果に影響する可能性があるため、試験体に内包する水分を調整し、試験体に対する水分の影響が小さくなるような規定とした。

(2) センサー（温度及び熱流計）の設置

温度センサーは厚さ方向に2枚重ねにした試験体の両表面及びその中心部に設置し、各面の温度を測定することとした。また、熱流計は試験体（熱板）と同一寸法とし、試験体と密着させることで、試験体と熱流計との間に気流が生じないように留意することとした。

(3) 試験体端面の断熱

試験体端面の断熱の方法について規定した。試験体の端面（小口面）は、熱板からの熱の作用によって厚さ方向に温度分布が生じる。端面からの熱移動を抑制するために、端面を断熱材によって覆うこととした。また、試験体が厚くなるほど、相対的に端面からの熱移動の影響が大きくなると考えられるため、端面に熱流計を取り付けることで、測定熱量の補正を行うことができる。

(4) 測定手順

試験体の表面に取り付けた熱板で試験体を加熱するため、試験体の表層部と中心部との間に温度分布が生じる。試験中は、この温度分布を一定状態に保つことが望ましいが、相変化域ではこの状態を確保することが難しいため、熱板の温度変化速度を一定とした。また、物質の相変化は、凝固時の熱履歴の影響を受けることが知られているため、測定は上限温度保持過程から開始することとした。

熱板の温度変化条件は、熱板の温度のむらを低減するために、通常、試験装置の測定精度の範囲内で限りなく遅くしている。ただし、熱流計の測定精度の観点からは、降温速度を、一般に、熱流密度が10 W/m^{2}以上となるよう調整している。そのため、熱板温度の降温速度及び昇温速度に関しては、通常、3℃/hとした。しかし、測定を迅速に行う観点から、経験上性能が推測できるとき等、測定期間中における試験体表面部と試験体中心部との最大温度差が2K以下となる試験体については、これよりも速い速度での測定とする等、場合によって試験速度を決定することができるような規定としている。測定条件の例を**図4**に示す。

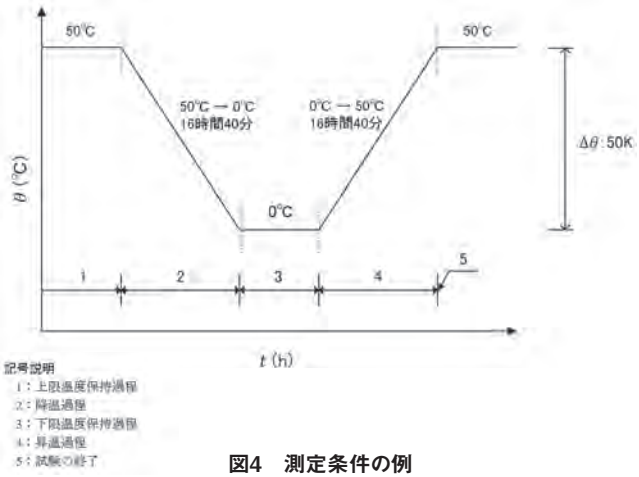


図4　測定条件の例

2.6　測定結果の算出

この規格は、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性の測定方法を規定しているが、潜熱蓄熱建材以外の相変化域をもたない建築材料の蓄熱特性の測定にも対応している。このような試験体を測定する場合、相変化域に関する測定結果を算出することができないため、相変化域をもたない材料の場合に算出しない項目を明記した。

本文8.2～8.8において、測定結果から各項目の算出方法を示した。潜熱蓄熱建材のような相変化域をもつ材料の場合、結果の算出において、相変化域及び比熱ピーク温度の判断が重要となる。この規格では、相変化域は、5点の連続する温度帯における比熱の平均値とその温度帯の中で最も比熱ピーク温度に近い温度の比熱とを比較し、測定値の差異が10％を超える箇所を相変化開始又は相変化終了と規定した。使用する降温過程及び昇温過程の判断については、データロガーとプログラム運転時間との関係から判定するのが容易である。また、相変化開始及び終了温度の判定においては、試験体によっては比熱のピークが複数生じる場合がある。このとき、相変化域の判定は、最初の相変化開始温度から最後の相変化終了温度までとなる。

例えば、22℃から20℃の温度帯で過冷却が生じ、過冷却の解消に伴い、材料の温度が21℃となった場合、JSTM[7]では、過冷却部分を含む22℃から21℃のエンタルピ量で比熱の計算をしていたが、この規格では、**図5**に示すように、過冷却が生じた温度帯の22℃から21.5℃の

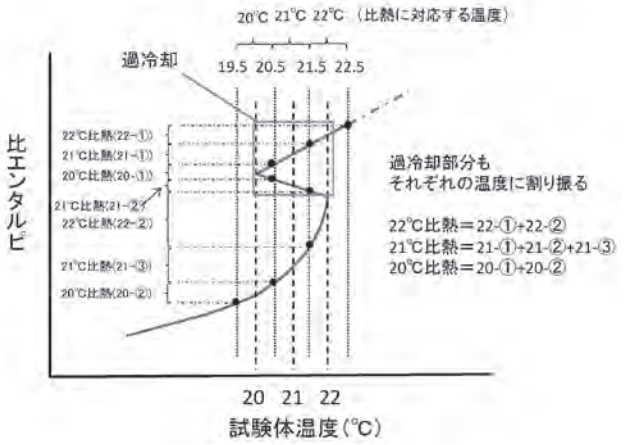


図5　過冷却の取扱い

エンタルピ量は、22℃の計算に、21.5℃から20.5℃のエンタルピ量は、21℃の計算に、20.5℃から20℃のエンタルピ量は、20℃の計算にそれぞれ含めている。

蓄熱量及び潜熱量の計算において、潜熱量は潜熱蓄熱建材以外の一般建材では相変化をしないため算出することはできないが、蓄熱量については一般建材においても算出することができる。しかしながら、相変化域の有無によって計算方法が異なるため、本文8では相変化域をもつ材料についてだけを規定し、それ以外の一般建材においては、附属書Dを用いて算出することができる。

また、本文8.9では、試験体の処理（緩衝材の設置、プラスチックフィルムによる断湿等）による影響を附属書Cで補正することを規定した。

2.7　試料封入容器

市場の潜熱蓄熱建材の製品の中には、**図1** d)、e) のように容器に潜熱蓄熱材を封入しているような製品がある。このような製品の中には、厚さが規定の範囲より大きなものがあったため、内包物を別の専用容器へ移し替えることで試験が可能であるように、専用容器の詳細を附属書Aとして規定した。専用容器は**図6**のような形状である。専用容器を使用する場合は、容器1個を試験体としている。また、温度センサーは、容器内部に挿入することができ、容器内部の所定の位置で測定を実施している。

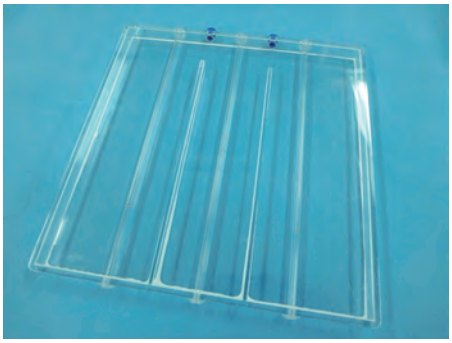


図6　試料封入容器の例

2.8　特定の温度範囲における蓄熱量及び潜熱量の計算方法

本文8.8における蓄熱量及び潜熱量の算出は、相変化開始温度から相変化終了温度までの蓄熱量及び潜熱量を規定しているが、実際には規定の温度範囲以外での算出、潜熱蓄熱建材以外の一般建材等での算出等の場合があるため、任意の温度範囲における蓄熱量及び潜熱量の計算方法を附属書Dとして示した。

特定の温度範囲における潜熱量については、任意に設定する温度範囲と本文で規定している相変化開始温度又は相変化終了温度との関係で計算方法が異なるため、それぞれの場合における計算方法を示した。

2.9　複数の材料で構成される製品の比エンタルピ及び比熱の計算方法

附属書Fでは、各構成部材の測定結果を合成して計算することを示した。この附属書を規定した理由は、市場の製品には複数の材料で構成されているものも存在しており、このような複雑な構成を有する製品は、この規格によって試験して正確な比熱の測定結果を得ることが難しいためである。ここでは、製品を構成する各部材の測定結果から、製品全体の比エンタルピ及び比熱を計算する方法を示している。

2.10　蓄熱応答特性の測定方法

潜熱蓄熱建材の使用条件に応じた特性、実際の使用状態に適した評価を行うために、附属書Gで蓄熱応答特性の測定方法を取りまとめた。本文に規定する測定方法に準じて、任意の設定温度範囲における繰返し試験を実施し、時間の経過に対する蓄熱の応答性（以下、蓄熱応答性という。）を確認する方法を示した。

蓄熱応答性の測定では、任意の温度範囲において、温度を上昇及び下降させる工程を繰り返すこととした。このときの温度範囲の設定について、基本となる温度設定方法は、基準温度を本文8.6.2に示す比熱ピーク温度で、かつ、温度振れ幅を±4℃と設定している。しかしながら、試験体の特徴、想定される製品の使用環境、蓄熱応答性の使用用途等を踏まえて適切に設定することが望ましい。そのため、各条件を踏まえた温度設定が可能となるように、基準温度及び温度振れ幅を受渡当事者間の協議によって設定できることとした。また、基準温度として比熱ピーク温度としているが、製品によっては、昇温過程と降温過程とで比熱ピーク温度が異なる場合があり、このような場合の比熱ピーク温度の設定方法の一例として、各過程のピーク温度の平均値を利用する方法、受渡当事者間の協議で決定する方法等があることを注として示した。

基本となる温度設定における温度振れ幅の±4℃については、様々な試験体における実験を行った上で、室内環境における一日の温度差を考慮し決定した。

3.審議中に特に問題となった事項

3.1 適用範囲

この規格の適用範囲について、審議中に、潜熱蓄熱材の使用方法、製品の種類等によらず、単純に“建築材料の蓄熱特性試験方法”等とし、対象範囲を広くしておいた方がよいと提案された。審議の結果、この測定方法は潜熱蓄熱建材以外の一般建材（例えば、コンクリート、繊維板等）にも理論上は適用可能であり、潜熱蓄熱材よりも測定上の困難が少ないことが分かっているものの、極めて熱容量が小さい材料の場合は測定精度が低下すること、また、現状では測定精度を担保できる下限を示すことが難しく、潜熱蓄熱建材以外の製品に対して、適切な評価ができることの確認にまでには至っていないことから、潜熱蓄熱建材以外の製品は適用範囲に含めることを見送ることにした。

3.2　用語及び定義

この規格の用語及び定義については、潜熱蓄熱の分類と関連する規格であるJIS A 0202（断熱用語）及びJIS B 8624（氷蓄熱システム用語）とを踏まえ、建築分野で使用しやすい用語及び定義を規定した。“相変化”については、“相転移”とすることも議論されたが、この規格では“相変化”を使用している。ただし、“相転移”も同様の現象を指しているため、用語及び定義において、相変化は、相転移ともいうことを注釈で記載することとした。

3.3　試験体

国内市場で生産又は流通している製品を試験することができることを前提として、試験装置の規格を踏まえて試験体の寸法（厚さを含む。）、仕様、作製方法等を規定した。国内市場の製品調査を行い、入手可能であった製品データを検証したところ、プラスチック容器に潜熱蓄熱材を内包している種類の製品又は室内の壁に直接塗り付ける種類の製品については、製品そのままで試験することが難しいと判断し、別途、専用の容器又は試験体作製方法を記載することによって、試験が可能となるように規定した。試験体の寸法については、調査の結果では、最小寸法は250mmであったため、一辺250mmの正方形の試験体での試験の妥当性を検証したが、寸法が小さい試験体では潜熱量の測定結果が大きくなる傾向があった。寸法による試験結果への影響を考慮し、一辺300mmの正方形とすることとし、試験装置への設置を考慮して許容差を設けた。なお、試験体の寸法の測定方法及びその測定精度は、試験結果に直接影響することがないため、この規格では規定しないこととした。

3.4　測定方法

この規格による測定は動的な測定であり、測定結果は、測定条件の影響を受ける可能性があることから、温度に応じた比熱及び比熱ピーク温度の正確性を確保するために、測定条件及び適用条件を定める必要があった。そこでASTM法を参考とし、それよりも短時間で測定できる方法について検討を実施し、この規格の測定法とした。代表的なサンプルについて、この規格による測定方法とASTM法との比較を行った結果、おおむね測定結果の傾向は一致することが確認できた。

また、試験体の設置方向をどのようにすべきか議論となった。建築材料は、床材及び天井材のように板状材料を水平方向に使用する場合、並びに壁のように板状材料を垂直方向に使用する場合がある。特に液相時に流動性が高い材料等は、液相時の対流効果によってこの測定方法の結果が異なる可能性があるとの指摘があったため、試験体の設置方向を垂直とした場合及び水平とした場合の2条件での測定結果を比較したところ、試験体の設置方向の違いによる試験結果（温度と比熱との関係）に顕著な差は生じなかった。しかし、このような材料は、融解凝固時の膨張収縮に追随させるために容器内に空気を含むので、試験体を水平として測定した場合には、その空気が測定結果に影響する懸念が生じた。審議の結果、原則として垂直方向設置での測定を行うこととした。

3.5　測定結果の算出

比熱の算出について、試験体の代表温度を、各試験体表面部の平均温度とすべきか、又は試験体中心温度とすべきかが議論となった。両者の測定結果をASTM法によるそれと比較した結果、試験体中心温度を試験体の代表温度とした場合の方が近い値を得られることが明らかになったため、試験体の代表温度を試験体中心温度にて算出することとした。また、複合材料で構成される試験体の場合、最も温度応答が遅れる部分を試験体温度として採用することで、比熱ピーク温度のズレが最小限になるように配慮した。

ある温度の比熱を計算する場合、ある温度帯の比エンタルピ変化量から計算する必要があるが、比熱に対応する温度を、ある温度帯の平均温度とすべきか、又は、もとの材料の温度変化に必要な熱量として温度帯の低温側の温度とすべきかが議論となった。検討した結果、平均温度の方がより正確な測定値が得られることが明らかになったため、平均温度を採用することとした。

3.6　蓄熱応答特性の測定方法

蓄熱応答特性については、実際に潜熱蓄熱建材を使用する環境での性能がわかることで、使用者の利便性向上に役に立つため算出できた方が望ましいとの意見があった。正弦波条件や矩形波条件による実験を行い、蓄熱に関する時間的な特性を測定できる方法を検討した。潜熱蓄熱建材は、空調設備等と組み合わせて使用するのでなければ、主に室内空気の影響によって温度が変動すると考えられたため、正弦波条件での実験を行ったところ、次のような課題

があった。

・様々な部位での使用が想定される潜熱蓄熱建材に、使用時の温度を想定した共通の条件（中心温度、周期及び振幅の組合せ）を設定することが困難である。

・試験結果の計算を単純なものにすると、試験体による差が現れにくい。応答の遅れを評価する試験結果を提案した場合、使用者の理解が困難な結果の表示となることが想定される。

以上の結果を踏まえ、この規格では、蓄熱応答特性を周囲の温度変化に対する試験体温度及び比エンタルピの時間応答と捉えることとし、試験条件を検討した。その結果、熱板の温度をできるだけ早くステップ的に変化させ、その温度を維持する条件（矩形波）とすることとし、その間の温度及び熱流の測定結果から蓄熱応答特性を算出することとした。これは、温度条件としてはASTM C 1784及び欧州で潜熱蓄熱材の評価に採用されているT-history法に近い条件となる。

以上の検討を踏まえ、附属書Gとして蓄熱応答特性に関する測定方法を取りまとめた。また、試験時に設定する温度については、基本的な設定条件を示すものの、製品の特徴（比熱ピーク温度を中心に相変化域温度が対称でない、昇温過程と降温過程とで比熱ピーク温度が異なる等）及び実際に使用される環境条件によって設定温度を変更できるような記載とした。

4.おわりに

本稿では、潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性の試験方法規格であるJIS A 1489について紹介した。蓄熱応答特性については、矩形波の温度波を与える試験を行い、そのときの蓄熱率がある水準に到達する時間を評価指標の一つとすることにしたが、その水準や試験条件については今後さらなる検討が必要である。

なお、この規格は、潜熱蓄熱建材を主な試験対象としているが、潜熱蓄熱材を含まない一般材料の比熱を測定することも可能である。今後、さまざまな材料の測定を行うことでデータを蓄積し、幅広い材料の蓄熱特性の試験・評価に利用されることが期待される。

最後に、この規格紹介が潜熱蓄熱材を使用した建築材料を利用する方々やその蓄熱特性評価を行う方々の参考になれば幸いである。

参考文献

1) JIS K 7123：2012，プラスチックの比熱容量測定方法
2) JIS R 1672：2006，長繊維強化セラミックス複合材料の示差走査熱量法による比熱容量測定方法
3) 一般社団法人日本潜熱蓄熱建材協会ホームページ：https://jpcm.jp/whatis（参照日：2022年7月12日）
4) JSTM H 6107：2016，建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計法）
5) 経済産業省委託　令和2年度産業標準化推進事業委託費（戦略的国際標準化加速事業：産業基盤分野に係る国際標準開発活動）潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発　成果報告書
6) ASTM C 1784：2020，Standard Test Method for Using a Heat Flow Meter Apparatus for Measuring Thermal Storage Properties of Phase Change Materials and Products
7) JSTM O 6101：2018，潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法（熱流計法）
8) JIS A 1412-1：2016，熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第1部：保護熱板法（GHP法）
9) JIS Z 8704：1993，温度測定方法－電気的方法

author

田坂太一

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ
統括リーダー代理

＜従事する業務＞
建築材料の熱・湿気物性試験、建築部材の断熱・防露試験等

一般社団法人建築・住宅国際機構での国際標準化業務を経験して

1. はじめに

筆者は、当センターの出向規程に基づき、2018年4月から2022年3月までの4年間、一般社団法人建築・住宅国際機構（以下、IIBHという）に出向し、主に火災安全（ISO/TC92 Fire safety）及び消防設備／煙制御システム（ISO/TC21/SC11 Equipment for fire protection and fire fighting/Smoke and heat control systems and components）に関する国際標準化機構（ISO）の国内審議団体事務局を担当させていただきました。当センターは防耐火関連の試験・評価に深く携わっているため、関係する国際標準化業務の技術協力及び国内外の情報収集を主な目的として、IIBHがISO活動を開始した当初から当センターの職員が出向し、これらの事務局業務を担当しています。ここでは、IIBHの業務概要、担当したISO業務の内容や主な成果等について報告します。

2. IIBHについて

IIBHは、建築・住宅分野における技術、制度、基準、規格等の国際的調和及び諸外国との交流等国際的活動を推進し、国内の建築・住宅分野の発展に寄与することを目的として、1985年（昭和60年）4月に発足した団体で、建築・住宅分野における諸外国の技術、基準及び規格類の調査研究や国内の規基準類の国際的調和に関する調査研究を中心に活動しています。このうち、現在主要業務となっている国際標準化業務（ISO業務）については、1991年（平成3年）4月に、社団法人日本建築学会（当時）から業務を引き継ぎ、建築分野に関係するISOの専門委員会（TC：Technical Committee）及び分科委員会（SC：Sub Committee）の国内審議団体事務局を担当することとなりました。今では、10を超えるISO/TC/SCの国内審議団体事務局を運営するとともに、ISO/TC98/SC3（構造物の設計の基本／荷重、外力とその他の作用）及びISO/TC59/SC15（構築物／住宅性能記述の枠組）の国際幹事を担当しています。また、ISO/TC92（火災安全）、ISO/TC163（建築環境における熱的性能とエネルギー使用）、ISO/TC205（建築環境設計）等の複数TCの作業グループ（WG）では、日本代表がコンビーナに任命され、日本発の規格開発など、積極的な活動が行われています。

3. 国際標準化機構（ISO：International Organization for Standardization）と国際規格の開発について

ISOは、1947年に発足、現在、167の国家的な標準化団体が参加する非政府の独立した標準化機関であり、スイスのジュネーブに本部が置かれています。なお、各国の参加は1国1機関に限られていて、日本からは日本産業標準調査会（JISC：Japanese Industrial Standards Committee）が1952年より参加しています。規格や標準類には、比較的小さい範囲で利用される規格（団体規格など）から、国家規格（JISなど）、複数の国が属する地域で利用される規格（欧州規格など）などがありますが、国際的な利用を期待され、規格や標準類の中で最高レベルである国際規格を開発する代表的な国際機関の一つに位置付けられています。

ISOの組織中で、実際の規格開発はTCで行われています。電気分野を除くあらゆる分野の規格開発に対応するため、2022年5月現在、257のTCが活動しています。**表1**に示すように、TCの下部には、さらにSCやWGの設置が認められており、より専門性の特化した規格開発にも挑戦しています。各TC及びSCでは、幹事（Committee Manager）及び議長（Chairman）が割り当てられ、組織の管理・運営が行われています。日本も多くのTC/SCで幹事及び

表1　ISO/TC92の組織構成

TC92 火災安全	WG8火災用語及び定義 **WG13火災統計データ** WG14大規模屋外火災と構築される環境 WG15トンネルの火災安全 **TG2消防隊員の安全と健康**
TC92/SC1 火災の発生と発達	WG5小規模火災試験方法 WG7中・大規模試験方法 **WG10火災試験で用いる測定機器及び分析手法** WG11火災試験の火災安全工学への使用方法 WG15たばこの着火特性
TC92/SC2 火災の封じ込め	WG1共通要求性能 WG2計算法 WG3ドア、シャッター及びガラス部材の耐火性 WG4換気ダクト及び防火ダンパー WG6貫通及び接合部 WG8音速で吹き付ける火災 WG11炭化水素火災に対する区画部材の耐火試験 WG12炭化水素火災に対する圧力容器の耐火試験
TC92/SC3 人間及び環境への火災による脅威	WG1火災モデル WG2分析方法 WG5火災生成物の毒性作用の予測 WG6環境への火災による脅威
SC4 火災安全工学	**WG1火災安全性能概念の設計目標への適用** WG6設計火災シナリオと設計火源 WG7計算方法の検証及び確認 **WG9火災安全工学に用いる計算手法** WG10火災リスク評価 WG11人間の挙動 WG12火災時の構造挙動 WG13能動的防火システム

太字は、日本代表がコンビーナを務める。

表２　規格開発のプロセス（2021 年時点）

予備段階	規格開発作業の準備段階。
提案段階	NP（New work item Proposal）投票で承認されると作業開始。
作成段階	WD（Working Draft）の作成とWG内コンセンサス（投票規定なし）。
委員会段階	CD（Committee Draft）の作成と委員会内コンセンサス（投票のスキップ可）。
照会段階	DIS（Draft International Standard）の作成と加盟国投票。承認基準を達成し、技術的な変更がない場合は発行段階へ。
承認段階	FDIS（Final Draft International Standard）の作成と加盟国投票。承認基準を達成すると発行段階へ。
発行段階	IS発行時点で終了。
定期見直し	５年間隔で見直し投票を実施。投票の結果、維持の場合は５年継続。改訂等の場合は、作成段階以降から作業開始。

議長を担っています。

ISOで発行される規格には、いくつかの種類がありますが、規範文書であるIS（International Standard）については、**表２**に示す手順に従って開発が行われます。なお、規格開発の作業期間は最長で３年となっています。また、発行されたISについては、定期見直し（SR：Systematic Review）を５年間隔で実施することが義務付けられています。ISOでは、これまでに24,297を超える規格が開発されています。

4. 担当業務の内容と成果

先に述べたように、ISOには数多くのTC/SC/WGが活動しているため、次に示すISO活動の実務は、JISCより委託された国内審議団体が担っています。委託された該当分野において、国内審議団体はJISC代表（日本代表）として、ISO活動に参加することとなります。

・ISO規格策定に関するTC/SC/WG活動への参加
・ISO規格の審議と投票登録、また、これらに対応するための国内審議委員会の編成と運営
・TC/SC幹事国業務、WGコンビーナ業務

4.1　ISO活動への参加

ISOの規格開発作業は、ISO/IEC Directives（専門業務指針）に従って実施します。Directivesは２部構成になっていて、Part 1では規格開発の基本ルールや規格開発手順等が、Part 2では規格の作成ルールがそれぞれ記載されています。なお、近年では、Directivesの他に、参加者の行動規範、参加者の役割、オンライン会議での参加ルール等の文書が作成されています。また、ISOでもIT化が進められていて、投票登録、情報の入手、国際会議登録等、ほとんどの作業を専用のウェブサイト（ISO Portal）で実施するため、これらの取扱説明についても、ISOのHPに整備されています。このように様々なルールを遵守してISO活動に参加しなければなりません。

規格の審議や国際会議に直接参加するには、GD（Global Directory）に登録される必要があります。国内審議団体はTC/SC/WGに直接参加するメンバーのGD登録をJISCへ申請し、JISCが登録作業を行います。なお、TC/SCの議長やWGのコンビーナについてはISOの中央事務局が登録を行います。登録が完了すると、中央事務局よりメールが届き、ログインパスワードを設定し、完了するとISOの専用ページから、権限が与えられたページへのアクセスが可能となります。なお、各種情報の案内はメールで配信されるため、特に登録者のメールアドレスが変更になった際は、直ちに変更申請を行う必要があります。筆者は国内審議団体の事務局を担当するため、委員会メンバー（ISO文書の入手、国際会議への参加等の権限）の役割だけでなく、投票者（CIB/DIS/FDIS/SRの登録権限）及びMPA（会議参加承認者の権限）の役割で登録されていました。

参加の地位には、Pメンバー（Participating member、積極参加）、Oメンバー（Observing member、オブザーバー参加）及びNメンバー（Non-member、不参加）があり、組織ごとに選択することができます。TC92では、火災安全に関する建築材料や建築物の試験方法、火災安全設計が主なスコープとなっていますが、近年は、ビル火災、大規模屋外火災やトンネルの火災安全など、世界的な課題に対応すべく、検討項目や対象範囲が拡大しています。また、TC21/SC11では、消防器具のうち、特に排煙設備に関する規格の開発が行われています。このように、両TCで扱う規格は、建築基準法、住宅の品質確保の促進等に関する法律、消防法等との関係が非常に深いため、TCの発足当初から日本はPメンバーとして参加しています。なお、Pメンバーには、業務への積極参加の他、投票及び会議への貢献義務が課せられています。

4.2　国内審議委員会の運営

国内審議団体は、ISO活動を実施するための国内審議委員会の編成と運営の役割を担っています。IIBHでは、割り当てられたTC/SC/WGに関連する学識者、研究機関、関係省庁、JISC、試験・評価機関、団体・企業（IIBHの正会員・協賛会員）、リエゾン関係にある他の国内審議団体等から委員長・主査・委員を選出し、委員会を編成しています。

TC92及びTC21/SC11については、**表３**に示す通り、6

表 3　国内審議委員会の編成

委員会の名称	対応するISOの組織	委員長／主査
ISO/TC92・TC21/SC11合同分科会	TC92、下部のWGs・TG及び下記委員会の横断的な事項	田中哮義（京都大学名誉教授）
ISO/TC92/SC1国内委員会	TC92/SC1及び下部のWGs	吉岡英樹（東京大学）
ISO/TC92/SC2国内委員会	TC92/SC2及び下部のWGs	河野守（東京理科大学）
ISO/TC92/SC3国内委員会	TC92/SC3及び下部のWGs	成瀬友宏（建築研究所）
ISO/TC92/SC4国内委員会	TC92/SC4及び下部のWGs	田中哮義（京都大学名誉教授）
ISO/TC21/SC11国内委員会	TC21/SC11	森山修治（日本大学）

つの国内審議委員会を編成しています。委員会は、主に国際会議の前後や重要な審議案件を検討する際に開催しています。委員会の主な議題は、投票結果、国際会議報告、新規発行規格の情報等の報告事項、投票回答の検討、国際会議対応の検討等の審議事項、ISO活動の進捗状況や最新情報等の確認事項となっています。いずれの委員会も委員各位の出席率が高く、コロナ禍ではそれまでの対面形式からオンライン形式での開催に変更となりましたが、変わりなく参加いただき、開催頻度を減らすことなく活発な活動を継続することができました。

4.3　投票登録

表2に示す規格開発の各段階で電子投票が実施されます。**表4**に示す通り、4年間で191件の投票が行われ、委員各位のご協力により、投票漏れ（Miss vote）なしで対応することができました。なお、Miss voteは投票義務違反であり、Oメンバー（規格審議に参加できない）への降格処分の対象となるため、国内審議団体の業務の中で最も重要な業務に位置付けられています。近年、投票義務に関する注意喚起の文書が配信されるなどISO中央事務局の監視が厳しくなっており、今後も注意していく必要があります。

表 4　投票種類別の投票件数（2018 年度から 2021 年度）

ISO組織	CIB	NP	CD	DIS	FDIS	SR	合計
TC92	16	1	1	1	0	0	19
TC92/SC1	15	4	2	9	4	22	56
TC92/SC2	16	8	10	13	5	14	66
TC92/SC3	0	1	3	5	3	6	18
TC92/SC4	3	4	3	9	3	5	27
TC21/SC11	3	0	0	0	2	0	5
合計	53	18	19	37	17	47	191

4.4　国際会議

国際会議は、TC/SC/WGに参加している国の持ち回りで開催され、通常、1年以上前の国際会議で次の開催場所・期間が決定します。**表5**に示す通り、TC92では、TCの全体会議（Plenary）が1.5年に1回、SCのPlenary及び下部のWGsは1年に2回（春、秋）開催されています。また、TC21/SC11では、親委員会のTC21のPlenary開催（1年に1回）に合わせ、開催されています（規格の審議が概ね終了したことから、近年は隔年で開催）。なお、Covid-19の影響で、2020年に予定されていた対面式会議はすべて中止となりましたが、TC92のSC/WGでは、開催頻度を変更することなく、オンライン形式（Zoomなど）での会議が開催されています。国際会議には、GD登録メンバーのうち、国際会議への参加登録を行ったメンバーだけが参加可能となります。そのため事務局は、国際会議情報や関連資料をいち早く入手し、迅速な情報提供に努めるとともに、国際会議参加者の調整（すべての会議に国内参加者を派遣）、会議参加登録の有無の確認、会場や宿泊施設、交通手段等の情報提供を行う必要があります。当然自身の参加準備もあり、海外経験のない筆者にとって、かなり大変な作業でした。

TC92の国際会議は、TCのPlenaryが行われる場合、すべてのSCが開催地に集合し、5日間の日程で開催されます。各SCの会議（下部のWGs及びPlenary）後、開催期間の最終日にPlenaryが設定され、各SCからの成果報告、推奨事項、新規提案等について、審議及び決議の採択が行われます。TC92のPlenaryがない場合は、SC単位で会議が開催されます。

筆者は、対面式開催では、サレー、デルフト、大阪及びブラチスラヴァ会議に参加しました。また、コロナ禍以降では、各SCのPlenaryのオンライン会議に参加しました。英語は得意ではありませんが、入念な事前準備により、どうにか会議についていくことができました。国内メンバーのサポートの他、軽微ではありますが、Minutesの修正提案が採用されるなど、少しは参加者の役割を果たしたのではないかと思っています。

参加した会議の中でも、オーガナイザーを務めた大阪会議（TC92のSC3とSC4の合同開催）では、苦労もありましたが、とても貴重な経験をさせていただきました。当初ホスト国は中国でしたが、デルフト会議の直前に辞退の申し

出があり、同じアジア圏ということで白羽の矢が立ち、急遽、ホスト国を引き受けることとなりました。開催までの準備期間（半年）が少なく、作業は困難を極めました。まずは、開催地と日程の問題で、京都で3月下旬から4月上旬の開催を打診されました。国内外で人気のある京都は観光シーズンにあり、宿泊施設の予約状況を確認すると、すでに宿泊施設の確保が厳しい状況であることが判明しました。そのため、宿泊施設が多い隣の大阪で開催会場及びバンケット会場を探すことになりましたが、運営予算に限りがあり、会場探しに苦労しました。この際、国内審議委員として参加いただいている京都大学の原田先生及び一般財団法人日本建築総合試験所の職員各位にご協力いただき、最適な会場を無事確保することができました。その後も、国内の関係各位のご協力を仰ぎながら、開催案内、招聘状、国内外の参加者のリスト等の資料作成、参加者のアレルギー等の確認、会議会場及びバンケット会場との様々な調整等、必死に準備を進め、何とか開催にこぎつけることができました。会議期間（2019年4月1日～5日）は、海外から36名、国内から20名の合計56名の参加のもと、活発な会議が行われ、大きなトラブルもなく、成功裏に国際会議を運営することができました。会議後は、海外の参加者から感謝とお褒めのコメントをいただくことができました。また、バンケットも非常に好評で日本での楽しい時間を過ごしていただけたことと思います。

この大阪会議を体験すると、現在行われているオンライン形式の会議は少し物足りなさを感じてしまいます。オンライン形式では、移動時間や経費の削減、飛行機等を使用しないため環境負荷の低減等のメリットもありますが、コミュニケーションの機会が減ってしまうデメリットも大きいように思います。対面式では、会場とホテルの行き帰り、コーヒーブレイク、ランチ、ディナー等の様々な場面がコミュニケーションの機会となります。2022年5月から、

写真１　大阪会議の様子

写真２　大阪会議のバンケット

表５　国際会議の開催状況

開催時期	委員会	開催場所
2018年4月	ISO/TC92/SC1・SC2・SC3・SC4及び下部のWGs	サレー（カナダ）
2018年10月	ISO/TC92、ISO/TC92/SC1・SC2・SC3・SC4及び下部のWGs	デルフト（オランダ）
2019年4月	ISO/TC92/SC1及び下部のWGs	コペンハーゲン（デンマーク）
	ISO/TC92/SC2/WGs	ピッツバーグ（米国）
	ISO/TC92/SC3・SC4及び下部のWGs	大阪（日本）
2019年9月	ISO/TC21/SC11	サンクトペテルブルグ（ロシア）
2019年10月	ISO/TC92/SC1・SC3・SC4及び下部のWGs	ブラチスラヴァ（スロバキア）
	ISO/TC92/SC2/WGs	ドバイ（UAE）
2020年以降	Covid-19の影響で対面式会議が中止。ISO/TC92については、多くのSC/WGが年2回のオンライン会議を開催。ISO/TC21/SC11については開催延期。	―

ISOではハイブリッド形式（対面式＋オンライン形式）の会議が解禁されました。Covid-19だけでなく、ウクライナでの戦争も今後のISOの活動に影響すると思われますが、一日も早く以前の状態に戻ることを切に願います。

4.5　その他

筆者の出向期間中、**表6**に示す日本提案による規格が発行されました。また、発行に向け作業が進められている規格もあります。技術事項のサポートはあまりできませんでしたが、ISOのルールを理解できたことで、ルール上の指摘や手続き上の課題への対応等、わずかではありますが、規格の発行に貢献できたのではないかと思います。なお、これらを含めた規格の開発状況やIIBHが実施したISO活動等の内容については、報告書等にとりまとめ、国土交通

表 6　日本提案による規格の開発状況

規格番号	タイトル	提案者
ISO/TS 19850:2022	Fire tests -- Use of LED (light-emitting diode) as an alternative to white light for measuring smoke parameters（火災試験－煙パラメーターの測定に係る白色光に代わるLEDの使用）	吉岡英樹
ISO 3182:2022	Light measuring system for smoke emission testing（煙の排出試験のための光測定システム）	吉岡英樹
ISO 20413:2021	Fire safety engineering -- Survey of performance-based fire safety design practices in different countries（火災安全工学－各国の性能ベースの火災安全設計の事例調査）	萩原一郎
ISO 24678-1:2019	Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Part 1: General requirements（火災安全工学－代数式に適用される要求事項－第１部：一般要求事項）	原田和典
ISO 24678-2:2022	Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic formulae -- Part 2: Fire plume（火災安全工学－代数式に適用される要求事項－第２部：火災プリューム）	原田和典
ISO 24678-3:2022	Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Part 3: Ceiling jet flows（火災安全工学－代数式に適用される要求事項－第３部：天井ジェット流）	原田和典
ISO/DTS 23657	Reaction to fire test for sandwich panel building systems -- Intermediate-scale box test（サンドイッチパネル建築システムの火災反応試験－中規模箱型試験）	吉岡英樹
ISO/DTR 21721	Guidance on the calculation of asymmetrical partitions/vertical membranes with respect to their fire resistance performance（メンブレン防火被覆壁の耐火性能に関する計算のガイダンス）	水上点睛
ISO/PWI TR 24271	Fire safety engineering - International review of legislative and administrative bases for performance based fire safety design（火災安全工学－性能ベースの火災安全設計のための法的・行政的基盤に関する国際的な概観）	鍵屋浩司
ISO/PWI TR 23801	Fire safety engineering -- Approaches to fire safety design of buildings based on fire risk viewpoint（火災安全工学－火災リスクの視点に基づく建築物の火災安全設計のアプローチ）	田中哮義
ISO/DIS 24678-4	Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic formulae -- Part 4: Smoke layers（火災安全工学－代数式に適用される要求事項－第４部：煙層）	原田和典
ISO/DIS 24678-5	Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic formulae -- Part 5: Vent flows（火災安全工学－代数式に適用される要求事項－第５部：開口流）	原田和典

省、経済産業省、JISC等へ報告や情報提供を行っています。また、IIBHのHPでは、各TC/SC等の活動状況や国際規格の発行状況を掲載しています（情報は適時更新）。

5. おわりに

WTO/TBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）により、WTO（世界貿易機関）の加盟国では規格類を作成・改定する際、原則として国際規格をベースとすることが義務付けられました。また、グローバリゼーションの進展に伴う国際競争力の強化や国益への影響といった側面からも、国際規格の重要性は、今後さらに増していくものと思われます。当センターでは、ISO/TC163/SC1（建築環境における熱的性能とエネルギー使用／試験及び測定方法）及びISO/TC146/SC6（大気の質／室内空気）の国内審議団体を担当するなど、国内外の標準化活動を実施しています。筆者もIIBHでの経験も活かし、今後の業務に取り組む所存です。

最後に、IIBHでは、国内審議委員会、国際会議、投票審議等、様々な場面で、国内審議委員の皆様には大変お世話になりました。また、前任である繁永職員、IIBHの役職員の皆様、西野元事務局長及び大堀前事務局長には、海外経験のない筆者に、温かいご指導・ご協力を賜りました。国内のISO活動は、ボランタリーな側面がまだまだ強いと感じましたが、積極的な活動が続いているのも、関係各位のご尽力の賜物と確信しております。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

6. 専門用語・キーワード

国際標準化機構（ISO）HP
https://www.iso.org/home.html
日本産業標準調査会（JISC）HP
https://www.jisc.go.jp/
一般社団法人建築・住宅国際機構（IIBH）HP
http://www.iibh.org/
WTOとは（外務省HP）
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/wto/gaiyo.html

author

室星啓和　総合試験ユニット 企画管理課 参事
＜従事する業務＞
総合試験ユニットの業務の総括に関すること

コンクリート採取実務講習会及び コンクリート採取試験技能者認定試験の開催

検定業務室

1. はじめに

工事材料試験ユニット検定業務室で実施した「コンクリート採取実務講習会及びコンクリート採取試験技能者認定試験」について報告いたします。

2. 船橋試験室での開催

コンクリート採取試験実務講習会（以後「講習会」とする）は2022 年5 月14 日（土）に船橋試験室で開催しました。

この講習会は、学科講習と実技講習からなり、コンクリート採取試験技能者認定試験（以後「認定試験」とする）の受験者を主な対象としております。実務経験が1年未満の方についても、本講習会の受講により一般認定試験の受験資格を得ることが出来ます。

当日は、午前中にテキスト及びビデオを用いた学科講習、午後は実際の生コンクリートを使用し実技講習を行い、22名の方が熱心に受講されていました。

学科講習の様子

3. 宮城及び福岡での開催

首都圏以外では6月18日（土）に宮城で開催いたしました。宮城会場の認定試験では、ポリテクセンター宮城（宮城職業能力開発促進センター多賀城実習場）の施設をお借りして実施しました。一般認定試験と併せて高性能認定試験も同日に開催し、合計35名が受験されました。

宮城会場

福岡会場は、7月2日（土）にポリテクセンター飯塚で一般認定試験を開催し、37名が受験されました。

7月15日（金）、16日（土）には、仙台地区生コンクリート協同組合の要請を受け、講習会を宮城県生コンクリート中央技術センターと東北建材産業（株）カイハツ生コン工場で開催しました。学科講習については日本大学 理工学部 建築学科 教授 中田先生に講師をお願いし、高性能AE減水剤を用いた高強度コンクリートの施工性の改善について教えていただきました。今回は56名の方が受講されました。

福岡会場

4. おわりに

上期の認定試験の結果は、8月の認定委員会で審議された後、結果通知書を受験者に送付しました。

次回の予定は、講習会を12月、認定試験は、2023年1月に船橋試験室にて開催します。詳しい内容についてはホームページに掲載されています。

当センター工事材料試験ユニットでは、「コンクリートの現場品質管理に関する採取試験技能者」に基づく認定試験及び講習会を実施しています。詳細は当センターホームページをご覧ください。

◉詳細はこちらから

【コンクリート採取試験技能者認定制度】
https://www.jtccm.or.jp/biz/kentei/tabid/481/Default.aspx

【コンクリート採取実務講習会】
https://www.jtccm.or.jp/biz/kentei/tabid/482/Default.aspx

【認定試験及び実務講習会に関するお問い合わせ】

工事材料試験ユニット 検定業務室
TEL：048-826-5783　FAX：048-826-5788

連載 各種建築部品・構法の変遷

vol.19

「各種建築構成部材の変遷の概略」前編

東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博

今回の内容は、様々な構成部材の内で主要なものについて、その変遷の概要を述べる。対象が広範囲であり、当時の学生諸君がまとめた緻密な内容はかなりの量になるので、ここでは主要な部分のみに絞った凝縮版をシリーズ2回に分けて掲載する。

1：鋼製下地材の変遷

1-1. 鋼製下地材の変遷の概要

ここでは鋼製下地材（軽量鉄骨下地材）の変遷の概要について述べる。1927（S02）年に国内初の湿式用の軽量鉄骨天井下地が開発・発売された（**図19-1**）。下地の爪を折ってラスと野縁を締結し、モルタルやプラスターを塗るものであり、国会議事堂（1932/S07年）等の著名建築物で施工された。当時の下地は湿式構法であり、建物の様式が重厚・強固で軽量鉄骨も厚く、強固なものであった。

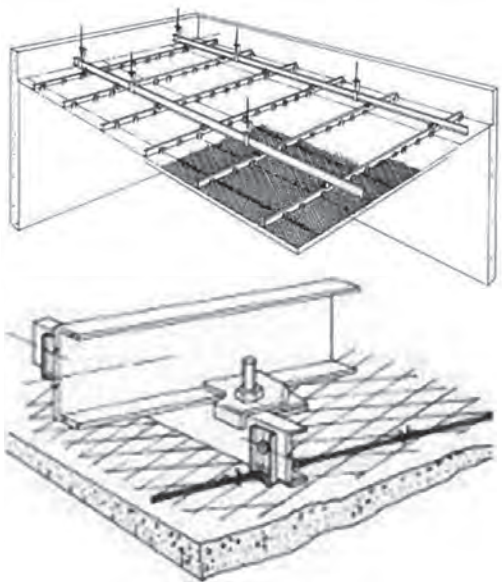


図19-1　最初期の軽量鉄骨下地「日進式天井下地」

1941（S16）年、太平洋戦争による大日本帝国政府の鉄鋼工作物許可規制公布によって、軍関係以外には鉄骨使用の建築が全面禁止とされた。終戦後1948（S23）年7月に建設省が設置され、建設関連資材の統制が徐々に解除されたことで、軽量鉄骨の技術も冷間圧延機が急速に普及した。同時に空調設備を天井裏に設ける、いわゆる二重天井の普及や防火上の問題などで、リブラス張りモルタル仕上げ（**図19-2**）の天井が増えた。主な採用例として、丸の内ビルディング（1952/S27年竣工）がある。

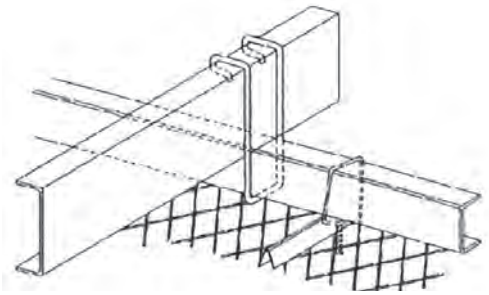


図19-2　リブラス張りモルタル仕上げ天井

従来のモルタル仕上げでは、クラック発生や、吸音性が無く残響音が大、などの欠陥があり、新構法の開発が望まれた。1955（S30）年に登場した「軽量鉄骨下地石膏ボード捨貼構法」（**図19-3**）の特徴として、①野縁Mバー、②石膏ボード捨貼、③吸音テックスの糊釘併用張、等がある。最初の採用例は大手町ビルディング（1956年/S31竣工）であり、建物の乾式化の先駆となった。

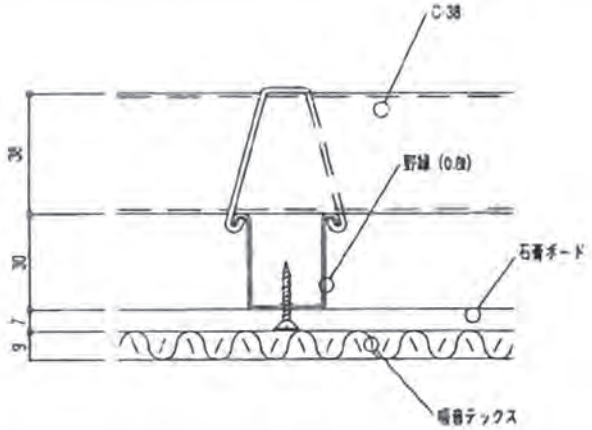


図19-3　軽量鉄骨下地石膏ボード捨貼構法

昭和40年代から50年代前半にかけて、工期短縮のための部材の改良が進んだ（**図19-4・表19-1**）。1969（S44）年には「外曲ワンタッチハンガ」、1977（S52）年には現在の「チャンネルジョイント」が考案され、また昭和40年代には、ロールフォーミングメーカーの増加や、1968（S43）年頃から亜鉛メッキ鋼帯が使われるようになって塗装作業が不要になるなど、材料自体の技術も大きく進化した。

昭和40年以前の鋼製下地材の施工上の問題点としては、以下のような事例が挙げられる。

1) ハンガが内曲りのため吊ボルト寸法が合わず、作り直し。
2) ボード捨貼りが新職種のため、職方不足で非常に苦労。
3) ワッシャー不良でビス頭がボード面より出る場合あり。
4) ワイヤークリップが硬くMバーの位置変更が大変なためボード捨貼が困難であった。
5) 初期の野縁Mバーは外曲りでシングルMバーのみであった。
6) 直仕上材の研究が進んで採用件数が増えたため、それに伴ってダブルMバーの必要が生じた。

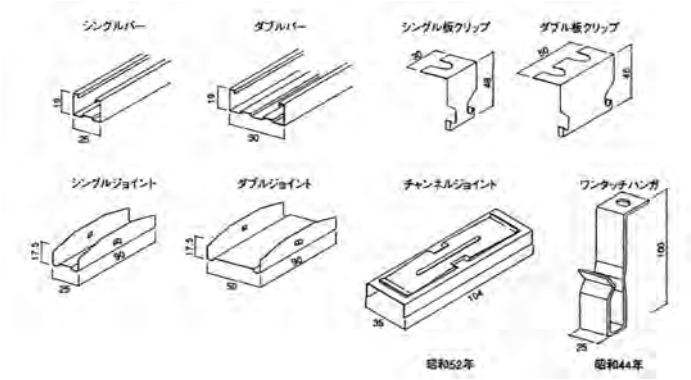


図19-4　昭和40年以後に登場した天井部材

表19-1　昭和40年以前・以後の天井部材の形状
昭和40年以前・以後では、天井部材の形状に変化があった。

	ハンガ	野縁	クリップ
昭和40年以前	内曲りビス・ナット締	外曲りMバー	ワイヤークリップ
昭和40年以後	外曲りワンタッチ	内曲りバー	板クリップ

1-2.　間仕切

間仕切の軽量鉄骨下地は天井と同時期に登場したが、現場によって異なる構法を用いていた。戦後復興主要建築現場の事例としては下記のようなものが挙げられる（数字:昭和年）。

・歌舞伎座改修（25）　・新丸の内ビル（27）、
・東京瓦斯ビル（29）　・第一生命ビル大阪（29）、
・永楽ビル（30）　・熱海富士屋ホテル（31）

ランナーにスタッドを建て込むだけの構法が最初に採用されたのは1965（S40）年に竣工した都民銀行蒲田支店である。間仕切の軽量鉄骨下地の開発が天井に比べて遅れたのは、その構法が構造的に不安と思われていたからと言われている。

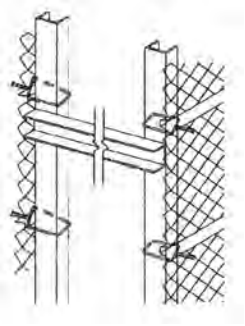


図19-5
リブラス間仕切下地

図19-6　間仕切鋼製

1-3.　躯体壁

1995（H07）年、鋼製下地を躯体面に用いる「ふかし壁構法」が登場した（**図19-7**）。

これはスタッドと躯体面を特殊弾性接着剤で固定する構法であり、変形追従性や工期短縮、薄く精度の高い仕上がりを実現するために、各企業が製造・販売を開始した。

図19-7　ふかし壁構法

1-4.　床

鋼製床下地材は1970（S45）年頃に販売が開始され、体育館等の床下地材として工業製品化された（**図19-8**）。それ以来、我が国における体育館の約85～90％に採用されるようになった。メーカーは各社各様の規格で生産していたため、形状・品質・性能等は一定ではなかった。有志5社が工業会設立の発起人となり、1984（S59）年8月8日に『日本体育床下地工業会』を設立した。翌年にはJIS A 6519「体育館用鋼製床下地材」が制定された。

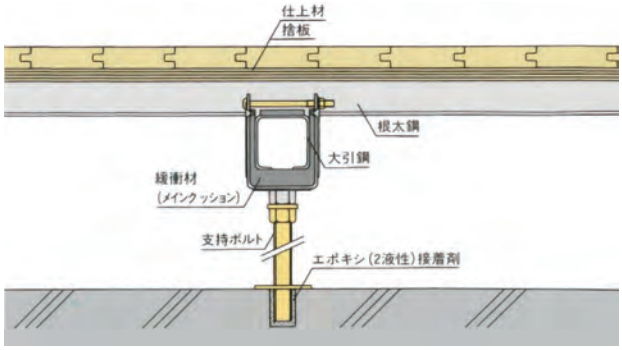


図19-8　体育館用鋼製下地

1-5. JIS規格品とJIS規格外品の二分化

各施工会社へのヒアリング調査によれば、2010（H22）年には、JIS規格品を採用する施工会社と、規格外品を採用する施工会社が、二分して存在していた。JIS規格品の野縁は厚みが0.5mmと決められているが、一般用（JIS規格外品）は厚みが決められていない。その他の寸法・材質は同じものである。

規格外品を採用している施工会社は、コストのかからない規格外品でも同等の性能が得られるとの理由で採用している企業が多数を占めていた。その後、鋼製下地工業会では規格外品の一部のJIS化への検討が進められた。

1-6. 各種仕様書の変遷

JIS規格の変遷

当時のJIS（日本工業規格）は、工業標準化の促進を目的とする工業標準化法（昭和24年）に基づいて制定される国家規格である。我が国の工業標準化制度は、主務大臣（経済産業大臣、国土交通大臣、厚生労働大臣、農林水産大臣、文部科学大臣、総務大臣、環境大臣の7大臣）が、工業標準化法、同施行規則、調査会規則等に規定された手続に従って、国家行政組織法第8条による審議会の日本工業標準調査会（Jpanese Industrial Standards Committee、「調査会」又は「JISC」と言う）による調査審議を経て制定される「日本工業規格（Japanese Industrial Standards、以下「JIS」）」と、この「日本工業規格」への適合性を評価して証明する制度である「JISマーク表示制度及び試験事業者認定制度」の二本柱で構成されている。

具体的な数字等については、年代毎の部材寸法等の内容が多大なので、ここでは省略する。

1-7. 部材寸法の変遷

我が国に鋼製下地材が登場して以降、構法の乾式化や製造技術の発展によって各部材寸法も変化した。軽鉄の厚みとして、湿式の仕上げ材を支えるために初期の厚みは1.6mmと厚みがあった。高度経済成長とともに軽鉄の製造技術が進歩し、その後のJIS規格では0.5mmに厚みが定められた。

昭和40年代から昭和50年代前半にかけて、工期短縮のため各部材の改良が進んだ（**図19-4・表19-1**）。1969（S44）年には「外曲ワンタッチハンガ」、1977（S52）年には現在の「チャンネルジョイント」が考案され、昭和40年代はロールフォーミングメーカーの増加や、1968年頃から亜鉛メッキ鋼帯の使用で塗装作業不要になるなど、材料自体の技術にも変化があった。

昭和40年以前の鋼製下地材の施工上の問題点としては、

1）ハンガが内曲り吊ボルトと寸法が合わず作り直し必要。
2）ボード捨て貼りが新職種で、職方不足で非常に苦労。
3）ワッシャー不良でビス頭がボード面より出る事があった。
4）ワイヤークリップが硬いため、Mバーの位置変更が困難であったため、ボードの捨貼に苦労した。
5）初期の野縁Mバーは、外曲りでシングルMバーのみ。
6）直仕上材の研究が進んだことで、採用件数増加に伴ってダブルMバーの必要が発生。

などが挙げられる。

2：置床構法の変遷

2-1. 置床構法の変遷の概要

本章では、公団住宅による乾式遮音二重床の開発課程や床下地メーカーの技術動向について述べる。日本住宅公団が供給する集合住宅では、入居者の要望のなかでは、屋内騒音に関するものが最も多く、上階便所や浴室の給排水音、飛び跳ねる音、室内の足音、家具やいすの音などの防音対策を望む声が強かった。そのため、住宅公団では、1970（S45）年から遮音床開発のための基礎研究を重ね、スラブの剛性向上が遮音の第一条件であること、床仕上げ材やクッション材は飛び跳ね音に対しては防音効果が少ないことなどを明らかにした。なお、公団住宅における床構法を含む内装構法の変遷については次回掲載の第6章で述べる。

2-2. 乾式遮音二重床の原型の登場

乾式遮音二重床は、1968（S43）年に、当時の集合住宅の和室用の床下地として木毛セメント板を販売していたメーカーによって、初めて開発された。開発の背景には、素材強度のばらつきや湿式構法による反り等の対策として、ユニット化部材による乾式構法のニーズが高まったことがあげられる。当時の製品はパネルを金属の支持脚で支持する形式であった。

2-3. 発泡プラスチック系床下地材の登場

発泡プラスチック系床下地材は、1969（S44）年に三菱油化（株）（後に、三菱化学（株））がコンクリート住宅畳下地材「ネダフォーム」の販売を開始したのが最初である（**図19-9**）。当初は集合住宅の1階床用に作られたが、1階は断熱性があり、下地は強度があれば十分なので、2階以上の床に使うために遮音性のある製品が開発された。

1976（S51）年に洋室用「ネダフォームLDK-桟付-」が発売された（**図19-10**）。洋室用の下地材の販売が遅れたのは、床衝撃音やフローリングの固定方法等の課題があったためである。

図19-9　ネダフォーム（和室用）

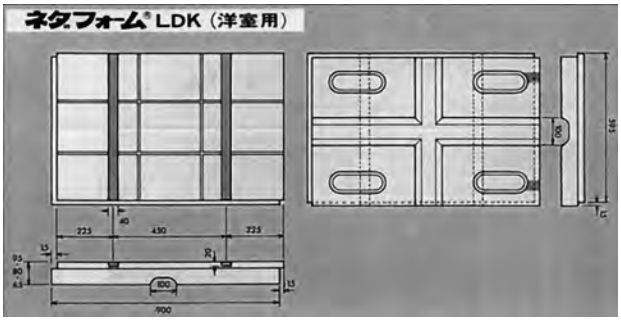


図19-10　ネダフォームLDK（洋室用）

1984（S59）年には、発泡プラスチック系床下地材メーカーと住宅整備公団（UR都市機構）が、重量床衝撃音の防音性向上のため洋室用床下地パネル施構法（密着構法）を共同で開発した。

2-4.　パネルの材質の変化

開発当初のパネル部分は木毛セメント板であったが、コストなどの問題から、1974（S49）年頃からパーティクルボードが使われ始めた。当時、パーティクルボードは主に家具に用いられており、建材として用いられたのは床下地が最初である。

2-5.　公団住宅への採用

1977（S52）年に、床下地材メーカーと住宅公団が共同で、工業化、乾式構法の普及、床衝撃音の向上等を目的に、乾式遮音二重床を開発（**図19-11**）し、公団住宅の和室と洋室に採用した。

図19-11　日本住宅公団によって開発された乾式遮音二重床

2-6.　仕上げ材の変化

当時の仕上げ材はカーペットが主流であったが、マスコミによってダニ等による健康問題が報道されたことや、ライフスタイルの変化等で、1983（S58）年頃から、急速にフローリングの需要が高まった。それに伴って下階への騒音問題が深刻化し、床構法による防音対策の認識が広まり、乾式遮音二重床の需要が高まった。

2-7.　民間集合住宅への普及

1986（S61）年に住宅金融公庫の割増融資基準に軽量床衝撃音性能の項目が設けられ、その後、床下地メーカーは軽量床衝撃音の遮音性を向上させる製品の開発に力を入れた。昭和60年頃からは、フローリング張りの普及と共に、公共住宅のみならず民間マンションにも遮音性に優れた乾式遮音二重床が定着するようになった。

2-8.　支持脚の施構法の変化

1982（S57）年頃から、床下地材とスラブをコンクリート釘や支持脚を埋め込むことで固定する製品は少なくなり、床下地材とスラブを固定しない製品が主流となった。当時は、支持脚を固定しない製品は、部屋の周囲を角材で組んだ際根太で固定していたので構法上に問題がなく、遮音性能的にも有利と言われていた。しかし、平成初期頃から、際根太が下階に音を伝える原因となることから、際根太を使わず防振根太やシステムネダを使うことが多くなった。しかし二重床はどこにも固定されないため動きやすくなるという問題が発生し、その後は支持脚を固定した製品が主流となっている（**図19-12**）。

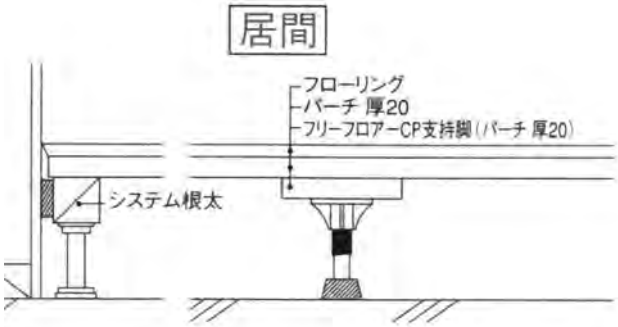


図19-12　上：角材による際根太、下：防振システム根太

3：石膏ボードの変遷

3-1.　石膏ボードの登場

1921（T10）年、日本初の石膏ボードが『タイガーボード』の商品名で製造販売開始された。当初の石膏ボードは1918（T07）年にアメリカより吉田林作ほか2人によって持ち帰られたボードの芯材を石膏に代えたものであった。この頃から石膏ボードの耐火性・防火性は注目されていた。また当初は、旧帝国ホテル、東京丸ビル、旧東京都庁舎等の著名な建築の壁や天井の仕上げ材として用いられていた（**図19-13**）。

図19-13　帝国ホテル解体時に採取された石膏ボード片

1923（T13）年の関東大震災後は、アメリカから石膏ボードが大量に輸入され、積極的に用いられるようになった。この頃から石膏ボードは、ビルだけでなく住宅にも使用されるようになった。当時の石膏ボードは側面が被覆されていない「あんこ型」であり、後にJISでB種と呼ばれるようになった。下の厚手のボードは後の時代の製品である（**図19-14**）。

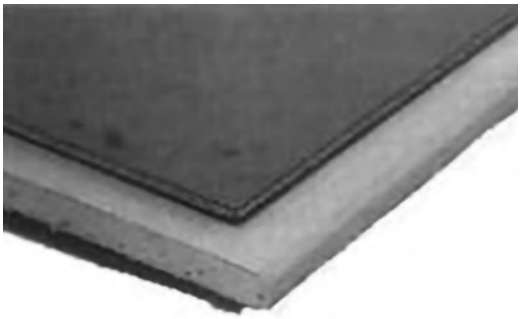


図19-14　あんこ型石膏ボード

3-2.　耐火性の認識

1949（S24）年には、戸山ハイツの火災事故で石膏ボードを戸境壁に用いた2戸建て住宅が類焼を免れたことを契機に、石膏ボードの耐火性能が認識されるようになった。

3-3.　石膏ラスボードの登場

石膏ラスボードは、1950（S25）年に塗壁下地として使われたのが国内初で、昭和30代に全盛期を迎えた。工業製品であり品質が一定で工期短縮につながり低価格、等の理由から、それまで伝統的に採用されてきた土塗壁構法の下地材木摺や木舞に替る革命的な壁下地材として普及し石膏ボードが大飛躍を遂げる端緒となった。1955（S30）年には全体に占めるラスボードの割合は5～6％であったが、1964（S39）年には全体の50％を占め、業界における主流製品の地位を占めるようになった。

図19-15　割烹「吉野」（1950/S25年）
塗装下地に石膏ボード使用。

これらの石膏ラスボードは、住宅の和室の壁、旅館、アパートの界壁、ビルの間仕切壁の下地材として多用されるようになった。この石膏ラスボードブームは、昭和50年代前半まで続くことになった。

3-4.　防火材料としての位置付け

1959（S34）年には、建築基準法の改正で建築物の内装制限が規定され、同時期に建築材料の防火性能評価が行なわれた。この時に石膏ボードが初めて法定準不燃材料に指定された。その第一段階として、石膏ボードの9mm品が表面紙難燃処理で準不燃材、6mm品が難燃材となった。

3-5.　乾式構法への移行

昭和30年代の末頃から、建築関係の研究者を団長とする視察団が、学会・産業界の支援で北米地域を中心に数多く派遣された。昭和40年代の北米視察の成果として、ドライウォール構法の導入が促進されるようになった。昭和40年代後半には建築内装部位の構法の主流が湿式から乾式に移行し、これに伴って石膏ラスボードは衰退し始めた。この時期から、乾式構法に対して防火性能以外に遮音性能等の諸性能が必要とされるようになった。

1969（S44）年には、石膏ボードをコンクリート面に直接張るためのGLボンドが吉野石膏（株）によって開発された。GLボンドを用いた石膏ボード直張り構法「GL構法」（**図19-16**）の登場で施工性は向上した。なお「G」はGypsum（石膏）、「L」はLining（裏貼り）を意味する。GL構法の登場によって施工性が向上した。

図19-16　GL構法

「ドライウォール構法」とは工業標準化された鋼製下地材または軽量型鋼や木製のスタッドを下地として、専用のドリリングタッピンねじや釘で、厚手石膏ボードを1枚張りまたは多層に張り、乾式材料の弱点となるボード目地、出隅、入隅やコンセントボックスなどを専用の材料で補強処理して、気密性の高い室内空間を一体的に仕上げるものを言う。（出典:『せっこうボードドライウォール設計・施工指針案）・同解説』）

3-6.　合理化カルテルの結成

1965（S40）年から57ヵ月続いた「いざなぎ景気」によって、昭和40年代前半は好景気であったのに対して、1971（S46）年のドルショック、1973（S48）年のオイルショックの影響で景気は低迷した。しかし、こうした社会背景の中で石膏ボードは需要を伸ばしていた。昭和30年代半ばから昭和40年代にかけて市場への新規参入が相次ぎ、この

影響で品質の安定化が求められるようになった。そこで、規格の品質を保証するための品質制限行為を第一目的として、生産設備の転換と生産技術の向上等を目指した合理化カルテルの認可を得た。

3-7. オイルショックの影響

1973（S48）年9月の第一次オイルショックを機に、建築、土木など各種産業について総需要抑制措置が多面的に採られた。そのため1974（S49）年以降は全般的に景気が停滞し、建築工事量はビル・住宅とも大幅に減少して、その影響は関連業界に深刻な事態となった。建築工事量で見ると、1973（S48）年には記録的な着工量で床面積282,000千m^2、新設住宅着工数1,905千戸であったが、昭和50年代を通じて床面積で70～85%、戸数で60～80%の水準に終始することになった。1975（S50）年の石膏ボード出荷量は、オイルショックの影響で、1973（S48）年に比較して約30%減であった。

3-8. 乾式耐火遮音間仕切壁構法の普及

昭和60年代には耐火間仕切り壁の構法の開発が盛んになった。石膏ボード工業会や各メーカーが強化石膏ボードを用いた耐火構造の大臣認定を取得したことから、強化石膏ボードの出荷量が飛躍的に上昇した。

平成初期には超高層マンションが出現し始め、軽量化のためには石膏ボードを用いた乾式耐火遮音構法（**図19-17**、**図19-18**）が最適と考えられていた。乾式耐火遮音構法は、消防法では以前は戸境壁として認められていなかったが、1995（H07）年に公的に認められた結果、飛躍的に施工量

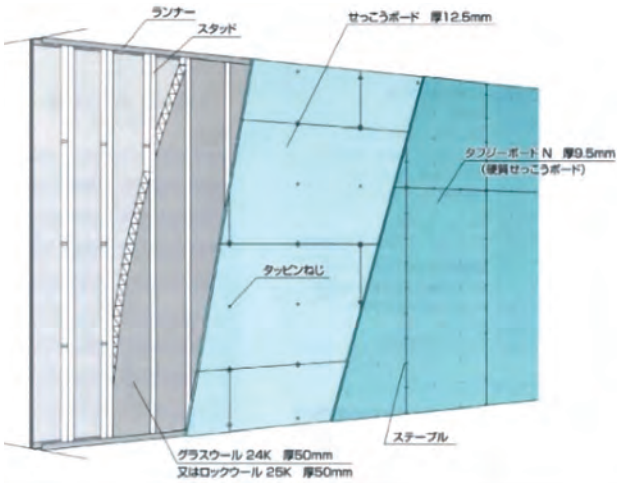


図19-17 乾式耐火遮音構法

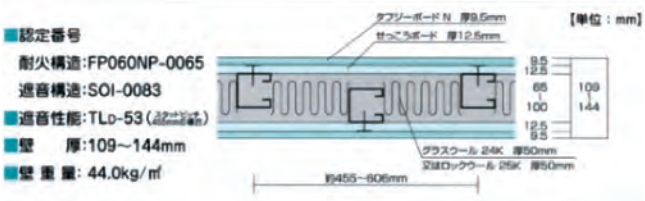


図19-18 乾式耐火遮音構法

が増加した。その後、遮音性能を高めるためにスタッドと石膏ボードの接合面の片側に隙間を設ける構法や、ボードが複数層になる場合に材質や厚みを変えることで音の共振を防ぐ構法が採用されている。

3-9. 防火材料認定の変遷

建築基準法により内装制限が制定され、建築に使用する材料について防火材料の規定が定められ、建築基準法改正や防火材料認定等が頻繁に行われて来た。また耐火性や遮音性についてもスタッドの有無や酒類など各種のものが開発されたが、これらの詳細は省く。ここでは石膏ボードの変遷の概要について簡単に触れるに留める。

1）石膏ボードの変遷の概要

石膏ボードは、国内での使用開始以来1970年代初期頃までは、前述の「あんこ型」（**図19-14**：前出）が使われていた。

1959（S34）年には内装制限が制定されて、石膏ボードは法定準不燃材料に指定された。また同時期に従来の芯材が側面から出ている「あんこ型」から表面の紙によって囲まれている「へり折り型」（**図19-19**）への端部の形状の変化が見られた。この事から、端部の形状の変化は、不燃材料として石膏ボードの耐火・防火性を向上させるために行なわれたものと推測される。

名称	形状
スクェアエッジ（通常の へり折り）	
テーパエッジ	
ベベルエッジ	

図19-19 へり折り型の形状のパターン

石膏ボード登場当初は6 m、9mm、12mmという規格であったが、1960（S35）年以降厚手化が進み、6mm品が廃止され7mm品が登場した。また1985（S60）年には、石膏ボードのISOが制定され、これに伴い我が国でも1994（H06）年に9mm、12mm品が廃止され、9.5mm、12.5mm品が登場した。

石膏ボードの登場後は、一貫して厚手化の傾向となっているが、理由の1つとして、結晶水の量を増加させ、防火性能を向上させる事が挙げられる。

石膏ボードが登場した当初は様々な規格があったが、1974（S49）年に一斉に廃止され6種類に統一された。し

かし、大型のものの登場するに伴い、1993（H05）年の時点で16種類まで増加した。その後1994（H06）年JIS規格で石膏ボード関連製品が一本化された事に伴い、6種類に統一され現在に至っている。

また、1985（S60）年のISO制定に伴い、1993（H05）年に「600×～（mm）」という規格が増加するが、1994（H06）年の石膏ボード製品の規格の統一に伴い「600×2420（mm）」に統一された。

2）石膏ラスボード

・ラスボードの形状等の変化

石膏ラスボード登場当初見られた「穴あき型（貫通型）」（**図19-20**）は1975（S50）年に廃止され、同年に半貫通式の「型押し型」（**図19-21**）が登場し、その後は後者が主流となった。また、型押しラス登場と同年に改正されたJISでは、大型の規格が多数登場している。石膏ボードの大型化の背景としては、枠組壁構法の公開が挙げられる。1枚の石膏ラスボードで下地層の内の一層を構成することで施工性の向上が図られたと推測される。

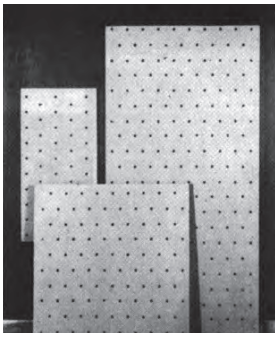


図19-20
貫通式（穴あき型）

図19-21
半貫通式（型押し型）

3）各社で扱う構法・製品の例

諸々の製品が扱われるようになった時期については、大手某社の例では、共通スタッド（1976/S51年）、ノンスタッド（1978/S53年）、ダブルスタッド（1984/S59年）、リブ補強（1985/S60年）、スペーサ・ジョイナー・千鳥取付け（1959/S34年）千鳥スタッド（2002/H14年）などである。

4）部材毎の寸法の変遷

我が国に鋼製下地材が登場して以降、構法の乾式化や製造技術の発展によって各部材寸法も変化した。軽鉄の厚みとして、湿式の仕上げ材を支えるために初期の厚みは1.6mmと厚みあった。高度経済成長とともに軽鉄の製造技術が進歩し、その後のJIS規格では0.5mmに厚みが定められた。

後記

この記録は、概ね1955年頃から2005年頃までを対象として、筆者の研究室の学生たちが詳細に調査した資料をもとに作成した記録である。十数年前の資料を改めて読み直してみると、「ここまで詳しく調べてあったのか」と思うほど詳細な内容が記録されているのには改めて驚く。かなりのヴォリュームなので、ここでは要点だけに絞り作成し、2回に分けて前編と後編として掲載した。

profile

真鍋恒博
東京理科大学 名誉教授

専門分野：建築構法計画、建築部品・構法の変遷史
著書：「可動建築論」（井上書院）、「図説・近代から現代の金属製建築部品の変遷 - 第1巻・開口部関連部品」（建築技術）、「図解・建築構法計画講義」（彰国社）、「建築ディテール『基本のき』」（彰国社）、「マナベの『標語』100」（彰国社）ほか。

INFORMATION

「コンクリート用骨材・道路用砕石　試験のみどころ・おさえどころ」

（コンクリート骨材試験のみどころ・おさえどころの改訂版）好評販売中です

建材試験センターでは、「コンクリート骨材試験のみどころ・おさえどころ」の改訂版を発行し、株式会社工文社より販売を行っています。

当センターの経験豊富な職員がわかりやすく解説し、実務にご活用いただける内容となっています。より多くの技術者の皆様に、ご利用いただければ幸いです。

コンクリート用骨材・道路用砕石

試験のみどころ・おさえどころ

（1996年創刊）

発行日：2021年3月31日

編集：（一財）建材試験センター

販売元：（株）工文社

定価2,970円：（本体2,700円＋税）

本書の内容

試料の採取・縮分
密度・吸水率試験
ふるい分け試験
単位容積質量・実積率・粒形判定実積率試験
微粒分量試験
有機不純物試験
粘土塊量試験
塩化物量試験
すりへり試験
安定性試験
破砕値試験
アルカリシリカ反応性試験
土の液性限界・塑性限界試験
修正CBR試験

路盤材のふるい分け試験装置

土の液性限界試験

本書の主な改訂内容は以下の通りです。

①これまでのコンクリート用骨材の試験内容を最新のJISに対応した内容に修正しました。近年では、JIS A 5308：2019（レディーミクストコンクリート）やJIS A 5005：2020（コンクリート用砕石及び砕砂）などの主要なJISの改定がありました。そのほか、第4版の内容を見直し、各章をより見やすくしました。

②新たに道路用砕石の試験内容を組み入れました。コンクリート用骨材と共通する「密度・吸水率試験」「ふるい分け試験」「すりへり試験」の解説に、液性限界・塑性限界試験、修正CBR試験といった土質試験分野を新たに加えました。

【お問い合わせ先】

一般財団法人建材試験センター
経営企画部 経営戦略課
TEL：03-3527-2131
mail：kikaku@jtccm.or.jp

【ご購入はこちらから】

株式会社工文社
〒101-0026　東京都千代田区神田佐久間河岸71-3 柴田ビル5F
TEL：03-3866-3504　URL：http://www.ko-bunsha.com/

Amazon
QRコードまたは以下のURLよりご注文いただけます。
URL：https://www.amazon.co.jp/dp/4905975565/

Amazon
QRコード

連載

建材への道のり vol.14

藺草編

工学院大学 教授　田村雅紀

1 はじめに

古来より、日本建築には、数多くの植物材料が用いられてきた。茅材となるススキやヨシと同様に草本類の植物である藺草（イグサ）もそのひとつであり、組織を構成する維管束が集まった細長い束状の構造を有している（**図1**参照）。藺草を用いた主要な建材建具といえるものに畳があり、細径の茎を糸で編み込む加工を施して、畳表やゴザなどの材料として平安時代から広く用いられてきた。畳は、建築空間における基準寸法の成立に重要な役割を担うとともに、いわゆる「和」の空間の雰囲気づくりに多大な影響をもたらしたことから、本稿では、藺草の代表的な用途である畳について述べたい。

2 藺草による畳の歴史

表1に畳の歴史を示す。畳の名称は「たたむ」という語源からきており、平安時代になると、稲わらでできた畳床を、藺草の畳表でくるみ、畳縁で縫いとめたものが普及した。その後、生活様式が、畳の扱い方に影響を及ぼすようにもなり、儀礼や年中行事に応じて畳を敷き替える風習も生まれた。

鎌倉時代になると、「庵」という建物様式が確立し、室町時代には、千利休により「草庵風茶室」と呼ばれる茶室建築が生みだされ、庭の中に庵を建て、主人が客に茶をもてなす炉のある畳間が設けられるようになった。現代では、ホテルや商業ビルなどの一角にも造られるようになり、茶道の稽古などに用いられたりもする。茶道では、質素で静かなものを求めるわび・さび（侘・寂）の精神を感じ取ることがひとつの目的となるため、藺草による畳を有した空間は、その境地に辿り着く手段として大きな役割を果たしてきたといえよう。

a）各種植物材料の寸法比較　b）藺草（備後産）のかさ比較　c）藺草の縫い合わせ後の状態

図1　藺草の外観と特徴

表1　藺草による畳の歴史

年	内容
飛鳥時代	712年の古事記に「菅畳（スガタタミ）」の記述がある。これは、スゲを折込んだ敷物を重ねたようなもので、畳床はついていない。
平安時代	現在の畳に似た構造となり、板敷の上に寝具として置いて使用した。畳の厚さやへりの柄・色などの種類があったとされる。
室町時代	書院造の建築様式が登場し、部屋全体に畳を敷きつめた畳敷きが一般化した。茶の湯文化の普及に伴い、利用が拡大した。
江戸時代	武士の豊かさの象徴となり、身分による使用制限も生じた。茶道や数奇屋建築が普及した後は、一般町人の家にも畳が敷かれ、畳師・畳屋と呼ばれる仕事が広がり、社会での普及が進んだ
現代	建築の高気密化・洋風化に伴い、藺草による畳を敷き詰めた和室は減少傾向にあるが、板間の上に敷く薄厚の畳などが新たに登場している。

写真1
藺草による畳表を縫いつけた畳

表２　畳床、畳表、畳の概要

畳床の主な区分	主な寸法区分	関連規格
稲わら畳床（特、1、2、3級）	本間（京間）：100W（2000×1000×50mm） 三六間（中京間）：95W（1900×950×50mm） 五八間（江戸間）：92W（1840×920×50mm）	JIS A 5901 稲わら畳床および 稲わらサンドイッチ畳床
ポリスチレンフォームサンドイッチ稲わら畳床		
タタミボードサンドイッチ稲わら畳床		
建材畳床 タタミボード、ポリスチレンフォームによる 複合構成（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、K、N形）	本間（京間）：100W（2000×1000×50mm） 三六間（中京間）：94W（1850×940×50mm） 五八間（江戸間）：91W（1820×910×50mm）	JIS A 5914 建材畳床
畳表の主な区分	**主な寸法区分**	**関連規格**
縦糸が麻糸のもの（特、1、2級）	1種表（本間）：95cm（+0.5cm）×103cmの整数倍（+30cm） 2種表（三六間）：91cm（+0.5cm）×91cmの整数倍（+30cm） 3種表（五八間）：89cm（+0.5cm）×96cmの整数倍（+30cm）	JAS 1017 畳表
縦糸が綿糸のもの（1、2、3級）		
畳の主な区分	**主な寸法区分**	**関連規格**
JIS畳床に畳表及び畳縁などを 縫いつけたもの	95W-55：1910×955×55mm（畳表1種表） 91W-55：1820×910×55mm（畳表2種表） 88W-55：1760×880×55mm（畳表3種表） 88W-60：1760×880×60mm（畳表3種表）	JIS A 5902 畳

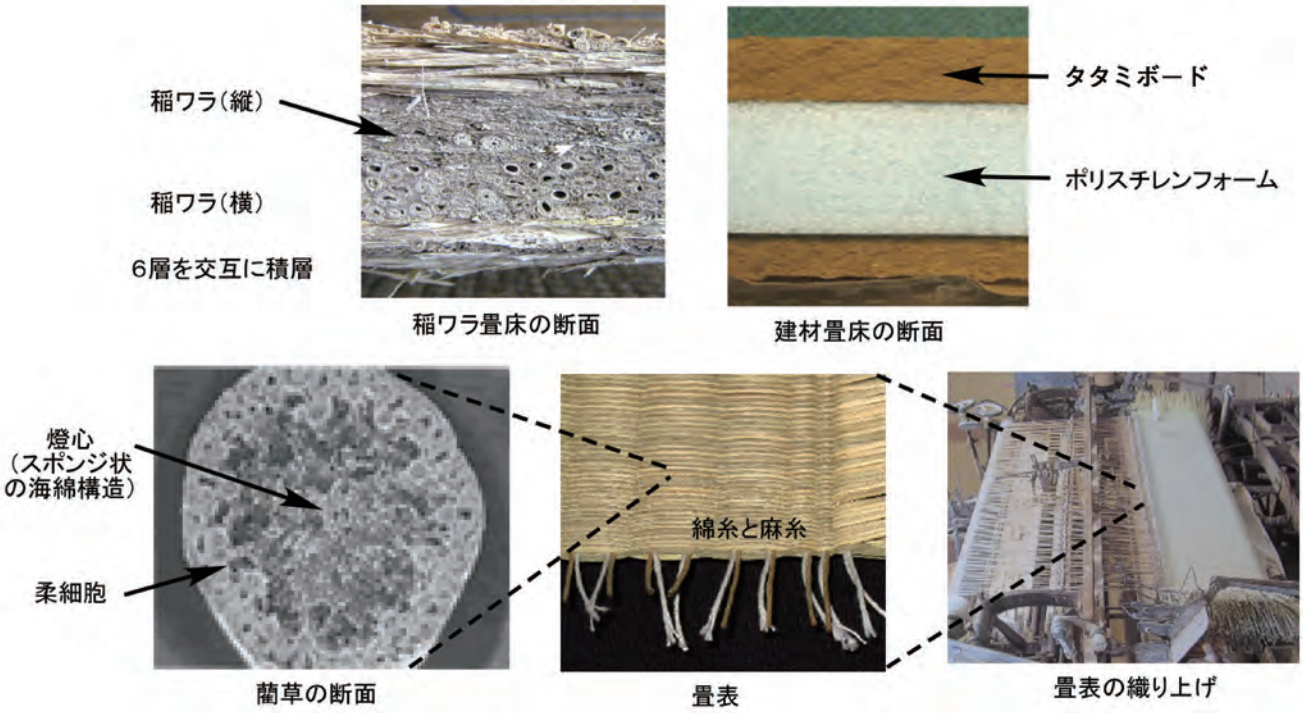


写真２　畳床、畳表とその原料

3　藺草による畳の性質

表２に畳床、畳表、畳の概要を、**写真２**に畳床、畳表とその原料を示す。畳の大きさによる区分は、一般に、本間（京間）、三六間（中京間）、五八間（江戸間））、五六間（団地間）などに分けられており、その他にも地域ごとの様々な特徴がある。京都・奈良の寺を訪れた際に、間取りの広さが自然と感じられるのも本間のモジュールの大きさが影響している。歴史的には、京都を中心に部屋の寸法構成における一間の寸法を、6尺3寸の畳を基準（畳割り）としたことや、江戸を中心に、柱を基準（柱割り）に6尺の倍数で柱を立てたことの影響が大きい。ちなみに、一間の寸法は、江戸時代の年貢米の採取に関わる検地竿（間竿）の長さが基本単位になったとされている。

畳床は、いわゆる畳の心材であり、伝統的に用いられてきた稲わら畳床は、乾燥した稲わらを強く圧縮して縫い止め、最終的に厚さ50mm程度の板状に加工したものである。建材畳床は、ポリスチレンフォームとタタミボードなどを用いて構成され、JIS規格にも分類がある。これらは、保温性、弾力性に優れ、室内の調湿作用や空気浄化作用などもあり、材料の組み合わせにより寸法的、品質的な変化を多様に持たせることも可能である。

畳表は、藺草を格子状に製織したものであり、畳一帖分に使用される藺草は5,000本程度といわれている。藺草は、国内では熊本、広島、岡山などを中心に栽培されており、冬に植え付け、夏に1mを超える程に成長したものを用いる。茎が長く育っても倒れることがないのは、その断面内部に、円筒状の維管束の骨格とスポンジ状の充填物（燈心）があり、弾力性と柔軟性を備えたコアの骨格が形成されているためである。なお、畳表の糸は、綿・麻の糸他があるが、麻糸だと強度が勝り、藺草を強く織りこめるため、畳目が強く出て表面の高級感が向上するといわれている。

4 藺草による畳の製造・施工

近年は、鉄筋コンクリート造建築物などの気密性・断熱性に富んだ条件に合わせた畳が選定されることも増えている。実際に、藺草の替わりに和紙や樹脂で製造した繊維を折り込み製造した化学畳表が登場しており、着色の多様性、日焼防止性などの特徴を活かした利用の展開が模索されつつある。畳床のJIS規格に含まれるポリスチレンフォームサンドイッチ稲わら畳床は、断熱性と耐湿性に優れ、防カビ・防虫効果なども期待できるポリスチレンフォームと、稲わらを合わせたサンドイッチタイプとして数多く製造されている。現在の畳床の製造は、多くが機械制御でおこなわれており、裁断・縫いつけ・仕上がりまでの製造面での合理化を果たしつつ、バリアフリー化に対応するため、一般的な畳厚さである55mm程度よりも畳自体を薄くしたもの（薄畳）を用い、生活様式の多様化に応える技術も導入されつつある。

古来からの日本建築とその生活様式に深く関わる形で畳は長らく用いられてきた。現在、コロナ禍を始め、世界的に社会情勢が不穏な状況下であるが、地球環境問題の改善や豊かなコミュニティの再建などを重視するロハスの意識なども広く知れ渡りつつある。藺草による畳を用いた茶室建築に代表される空間は、これらの考え方に共鳴する理念を求められそうであり、古（いにしえ）の伝統を新しい時代の中で再び根付かせることができるかもしれない。

参考文献

野口貴文ほか，ベーシック建築材料，彰国社，2010
マンガ畳ミニ百科，全国畳振興会，1992

profile
田村雅紀
工学院大学 教授

1973年岐阜県生まれ
専門分野：建築材料学
主要著書：「ベーシック建築材料」，
「ものづくりからみた建築の仕組み」

VISITOR

各試験所および試験室への施設見学来訪情報

2022年6月～7月の期間に以下の団体・企業の方にご訪問いただきました。
常時、各試験所及び試験室への見学を受け付けておりますのでお気軽に各企画管理課へお問い合わせください。
また、見学いただいた際の様子を当誌やSNSに掲載させていただける団体・企業の方、大歓迎です。

日付	来訪団体企業等	訪問先	目的
2022年6月8日	早川ゴム株式会社	中央試験所	品質性能試験施設の見学
2022年6月30日	株式会社 竹中工務店 東京本店 技術部	工事材料試験所 浦和試験室	試験室の見学
2022年7月13日	ベトナム建築材料研究所（VIBM）	中央試験所	防音・防耐火関連試験施設の視察
2022年7月15日	三晃金属工業株式会社	西日本試験所	材料試験全般の見学
2022年7月25日	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	工事材料試験所 浦和試験室	試験室の見学
2022年7月28日	株式会社UL Japan	中央試験所	品質性能試験施設の見学

当センターでは、各試験所および試験室への見学を受け付けております。
以下までお気軽にお問い合わせください。

[中央試験所]
へのお問い合わせ
総合試験ユニット 企画管理課
（所在地：埼玉県草加市）
TEL：048-935-1991
FAX：048-931-8323

[西日本試験所]
へのお問い合わせ
総合試験ユニット 西日本試験所
（所在地：山口県山陽小野田市）
TEL：0836-72-1223
FAX：0836-72-1960

[工事材料試験所]
へのお問い合わせ
工事材料試験ユニット 工事材料試験所
企画管理課（所在地：埼玉県さいたま市　他）
TEL：048-858-2841
FAX：048-858-2834

〈ホームページからのお問い合わせはこちらから〉
https://www.jtccm.or.jp/contact/tabid/518/Default.aspx

コンクリートの調（配）合設計

1. はじめに

私たちがコンクリートの練混ぜを行う際、ミキサーに材料を投入し、練混ぜ後、排出口から流れ出るコンクリートの状態を見ている時が一番緊張する時間です。目標とするスランプと比べると固すぎるぞ、間違えなく計算・計量を行ったか？ 空気が入っていないか？ 水量補正は？ 色々な事が頭をめぐります。

今回はコンクリートの品質において要となる調（配）合設計についての基本的な考え方や計算過程について紹介させて頂きます。

先に用語の説明をしておきますと土木分野では“配合”、建築分野では“調合”という用語を使用しています。ここでは、便宜上両者を示す用語として“調（配）合”という用語を使用します。なお、レディーミクストコンクリートは、土木・建築の両分野に使用されますが、JIS A 5308 では“配合”という用語を使用しています。

<table>
<tr><td colspan="2">水（15～18％程度）</td></tr>
<tr><td colspan="2">セメント（8～15％程度）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">粗骨材
（35～40％程度）</td><td>細骨材
（25～35％程度）</td></tr>
<tr><td>空気（3～6％程度）</td></tr>
</table>

図1　コンクリート中の各材料の容積割合

2. コンクリートの構成材料

コンクリートはセメント・水・骨材（粗骨材と細骨材）・混和剤を主な使用材料として作られます。粗骨材とは「5mm網ふるいに質量で85％以上とどまる骨材」、細骨材とは「10mmふるいを全部通り、5mmふるいを質量で85％以上通る骨材」とされています。モルタルはセメント・水・細骨材が主な材料です。

コンクリートの調（配）合とはコンクリートを作る時の構成材料すなわちセメント、水、骨材、混和剤の使用量やそれらの割合のことを示します。

表1　調（配）合に関する主な規定

示方書または仕様書	項 目	調（配）合条件に関する主な規定
コンクリート標準示方書[1]［2017年制定］	水セメント比	65％以下を基本とする。 水密性を考慮する場合は 55％以下を標準とする。
	単位水量	できるだけ少なくする。［上限 175kg/m^3 を標準とし、175kg/m^3 を超える場合は高性能AE減水剤を使用することが望ましい。］
	粗骨材の最大寸法（鉄筋コンクリート）	一般の場合は 20mmまたは25mm、断面が大きい場合は40mmを標準とする。また、部材最小寸法の1/5、鉄筋の最小あきの3/4およびかぶりの3/4を超えてはならない。
	スランプ（鉄筋コンクリート）	部材の種類や施工条件によって決める。また、コンクリートの製造から打込みまでのスランプの低下を考慮して、どの段階のスランプであるかを定義し、スランプを設定する。
	細骨材率	単位水量が最小になるように定める。
	空気量	無筋および鉄筋コンクリートの場合は4～7％を標準とする。
鉄筋コンクリート工事標準仕様書（JASS5）[2]［普通コンクリート］	水セメント比	セメントの種類および計画供用期間の級による。
		ポルトランドセメント（低熱ポルトランドセメントを除く）および混合セメントA種を使用する場合は65％以下とする。
		低熱ポルトランドセメントおよび混合セメントB種を使用する場合は60％以下とする。なお、計画供用期間の級が超長期でポルトランドセメントを使用する場合は55％以下とする。
	単位水量	185kg/m^3 以下とする。
	単位セメント量	270kg/m^3 以上とする。
	粗骨材の最大寸法	使用箇所、骨材の種類に応じて20～40mmとする。
	スランプ	調合管理強度33Nmm^{2}未満:18cm以下とする。 調合管理強度が33N/mm^{2}以上:21cm以下とする。
	空気量	普通コンクリートの場合は4.5％を標準とする。
	塩化物量	塩化物イオン量として 0.30kg/m^{3}以下とする。

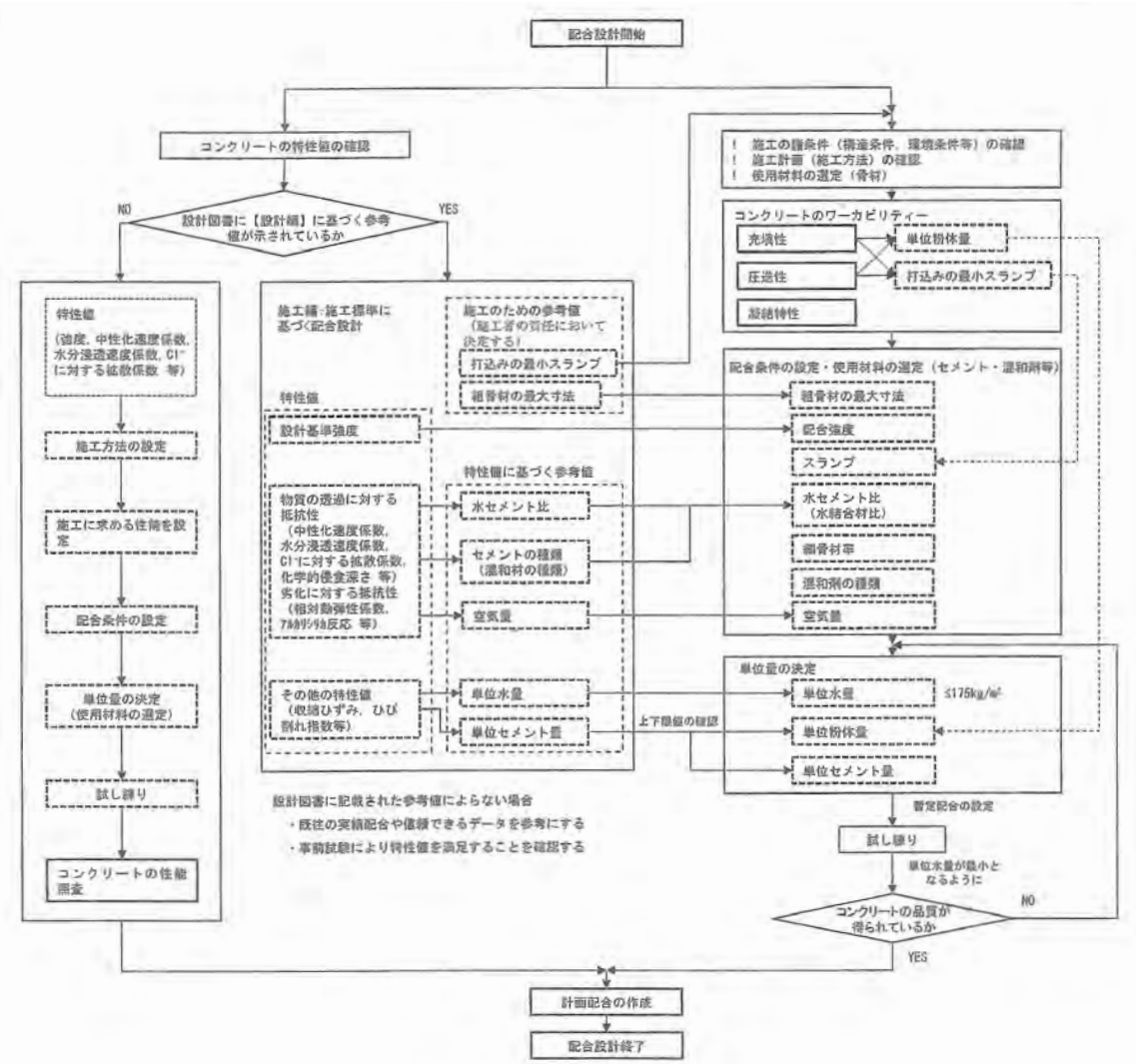


図2　配合設計のフロー

以前のレポートにもありましたが、セメントや骨材にも種類があり、用途によって特徴が異なります。コンクリートの調（配）合は、コンクリートを使用する構造物の種類、環境条件、施工方法などを考慮し計画されます。そして所用の強度および耐久性を満たし、施工時の作業性（ワーカビリティー）を有し、かつ経済的な調（配）合計画がなされなければなりません。

3. コンクリートの調（配）合設計の基本

調（配）合設計の基本は、**図1**に示すように、1立方メートル（1m³）当たりのコンクリートについて、各種材料の割合をどのように設定するかということです。1m³のあたりのセメントの質量を「単位セメント量」、1m³のあたりの水の質量を「単位水量」と言います。

調（配）合設計を行う際には、使用する材料の品質（密度や吸水率等の物性値）を確認しておくことが必要です。これら物性値はJISによって規定された試験方法によって試験を行い求めます。

4. 調（配）合設計の手順

調（配）合の手法は建築学会の建築工事標準仕様書・同解説 鉄筋コンクリート工事（JASS5）や土木学会のコンクリート標準示方書に示されています。**表1**に調（配）合に関する主な規定を、**図2**に配合設計のフローを示します。

5. 調（配）合設計の具体的な手順

(1) 調（配）合強度の設定

コンクリートの強度には、ある程度のばらつきが必ず生じます。一般に強度は正規分布し、ばらつきの範囲は3σ（標準偏差の3倍の値）とあると言われています（**図3**）。コンクリートの強度は、ばらつきが生じても構造設計時に定めた性能（設計基準強度）を満足する必要があります。調（配）合強度とは、強度のばらつきを考慮した上で目標とする圧縮強

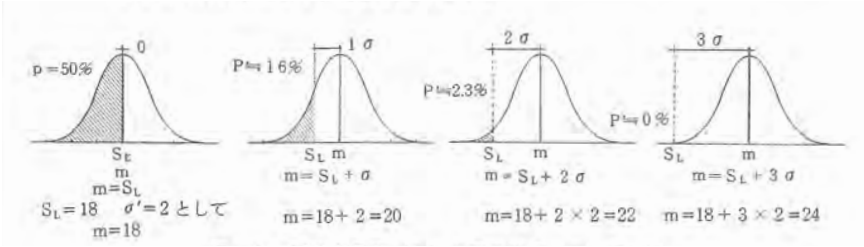


図3　配合強度（m）と不良率（P）の関係

度のことで、次に示す方法によって決定します。

土木用コンクリートの場合は、設計基準強度に割増し係数を乗じた値が配合強度となります。通常は、予想される強度の変動係数に応じた割増し係数（不良率5%）を使用します。例えば、変動係数を10%と仮定すると、割増し係数は1.2となり、配合強度は、設計基準強度に 1.2を乗じた値となります。

一方、建築用コンクリートの場合は、JASS5の調合設計強度の設定（**図4**）に示すように、まず始めに、**式1** によって構造体強度補正値を考慮した調合管理強度を求めます。次に強度のばらつき（正規偏差と標準偏差の積）を加えた値が**式2** および**式3**を満足することを確認して調合強度とします。なお、調合強度は、標準養生した供試体の材齢 m 日（原則 として28日）における圧縮強度で表します。

(2) 強度と水セメント比の設定

コンクリートに求められる性能の重要項目として硬化後の強度と耐久性があります。強度と耐久性は、コンクリートに使用される水とセメントの質量比「水セメント比（W/C）」が大きく影響します。

土木用コンクリートの場合は、圧縮強度に基づく水セメント比、耐久性から定まる水セメント比、水密性から定まる水セメント比のうち、最も小さい値を採用することを標準としています。なお、耐久性や水密性から定まる水セメント比の上限値は、構造物の種類、露出状態、断面、気象条件などによって異なるため注意する必要があります。

一方、建築用コンクリートの場合は、調合強度を得るための水セメント比、セメントの種類によって定められた上限値、コンクリートの種類および計画供用期間の級を考慮して定めることが基本です。

(3) 単位水量と単位セメント量の設定

コンクリートに求められる性能の二番目に求められる項目は施工性です。施工性の指標は、スランプやスランプフローで示されます。スランプやスランプフローはコンクリート中の単位水量で支配されます。

土木用コンクリート、建築用コンクリートともに、単位水量はできるだけ少なくすることが原則ですが、土木用コンクリートでは175kg/m³以下、建築用コンクリートでは185kg/m³ 以下を標準としています。設定された単位水量が規定値を超える場合には混和剤を使用して単位水量の低減を図るのが基本的な考え方です。水セメント比と単位水量が決まれば単位セメント量は計算で求まります。

(4) 空気量の設定

コンクリート中の空気量は混和剤によって調整します。適度な空気量の増加により凍結融解抵抗性やワーカビリティーの改善に効果があります。建築に使用されるコンクリートの標準的な空気量4.5%程度ですが、空気量が増加すると圧縮強度の低下をさせるため、必要以上に空気量を多くすることは好ましくありません。

(5) 骨材量の設定

コンクリート中の骨材量［1m³ 中の細骨材および粗骨材の容積（絶対容積）および単位量（質量）］の定め方は、細骨材率から算出する方法と粗骨材かさ容積から算出する方法の2通りの計算方法があります。**図5**にそれらの計算過程を示します。ここでは、得られている調合条件から選定する事が必要です。

細骨材率はワーカビリティーに影響を及ぼします。細骨材を少なくすると材料分離を起こしやすくなります。細骨材率が多くなると乾燥収縮が大きくなり、ひび割れの発生が懸念されるようになります。

(6) 計画調（配）合の決定

(1) ～ (5) の手順で算出した各材料の絶対容積および単位量を取り纏めた一覧表を土木分野では計画配合、

調合管理強度は**式1**によって算出される値とする。

$Fm = Fq + mSn$　　**式1**

ここに、Fm：コンクリートの調合管理強（N/mm²）

Fq：コンクリートの品質基準強度（N/mm²）

品質基準強度は、設計基準強度または耐久設計基準強度のうち、大きい方の値。

mSn：標準養生した供試体の材齢m日における圧 縮強度と構造体コンクリートの材齢n日における圧縮強度の差による構造体強度補正値（N/mm²）。

ただしmSnは0以上の値とする。

調合強度は、標準養生した供試体の材令mにおける圧縮強度で表すものとし、**式2**及び**式3**を満足するように定める。調合強度を定める材令m日は、原則として28日とする。

$F \geqq Fm + 1.73\sigma$　　**式2**

$F \geqq 0.85Fm + 3\sigma$　　**式3**

ここに、F：コンクリートの調合強度（N/mm²）

σ：使用するコンクリートの圧縮強度の標準偏差（N/mm²）

図4　JASS5の調合設計強度の設定

(1) 細骨材率を基に算出する方法

例）　空気量 A=4.5％、細骨材率（s/a）=38.5％、セメント密度=3.15 g/cm³、
水密度=1.00 g/cm³、細骨材表乾密度=2.58 g/cm³、粗骨材表乾密度=2.62 g/cm³ とする

・1m³あたり骨材の全容積

V=1000 L −（水の容積＋セメントの容積＋空気量の容積）
=1000 L −（151 kg/m³/1.00+270 kg/m³/3.15+45（1000 × 4.5％））
=1000 −（151+86+45）
=718 L

・細骨材容積＝全骨材容積×（細骨材率/100）
=718 L × 38.5％=276 L

・細骨材量　=276 L ×細骨材表乾密度 2.58 g/cm³
=712 kg/m³

・粗骨材容積 =718 L − 276 L=442 L

・細骨材量　=442 L ×粗骨材表乾密度 2.62 g/cm³
=1158 kg/m³

(2) 粗骨材のかさ容積を基に算出する方法

例）　空気量 A=4.5％、粗骨材かさ容積 0.677 m³/m³、セメント密度=3.15 g/cm³、
水密度=1.00 g/cm³、細骨材表乾密度=2.58 g/cm³、粗骨材表乾密度=2.62 g/cm³、
粗骨材単位容積質量 1.70 kg/L とする

・細骨材量　=1.70 kg/L × 1000 × 0.677 m³/m³
=1151 kg/m³

・細骨材容積 =1000 −（水の容積＋セメントの容積＋空気量の容積＋粗骨材の容積）
=1000 L −（151 kg/m³/1.00+270 kg/m³/3.15+45（1000 × 4.5％）
+1151 kg/m³/2.62 g/cm³）
=1000-（151+86+45+439）
=279 L

・細骨材量　=279 L ×細骨材表乾密度 2.58 g/cm³
=720 kg/m³

・細骨材率（s/a）=279 L/（279+439）
=38.9％

図5　骨材量の計算過程

建築分野では計画調合と呼びます。一般に、計画配合には、粗骨材の最大寸法、スランプ、空気量、水セメント比（W/C）、細骨材率（s/a）と共に、使用材料の単位量を明記します。

一方、計画調合には、コンクリートの諸条件、使用材料の単位量のほかに絶対容積を明記するのが特徴です。 計画配合の表記法の一例を**表4**に、また、計画調合の表記法の一例を**表5**に示します。

(7) 現場調（配）合

計画配合または計画調合からコンクリート1 バッチ当たりの練混ぜ量（1回に練り混ぜる量）を算出し、現場配（調）合を作成します。なお、その際、土木用コンクリートの場合は、細・粗骨材の粒度（過大粒、過小粒）および含水率の補正を行います。建築用コンクリートの場合は、通常、骨材の粒度の補正は行いませんが、骨材量の含水状態を確認し水量の補正を行います。

6. おわりに

我々が試験室で実施するコンクリートの練混ぜの場合は、調（配）合条件として、水セメント比や細骨材率、混和剤使用量等が指定されている場合が多いですが、それらの条件が揃っていても、ある程度期間を開けて練混ぜを行うと、思ったような性状のコンクリートは得られず混和剤での調整を行います。まさにコンクリートは生き物だと実感します。

コンクリート生産におけるスランプや空気量の変動の把握、使用骨材の保管方法や含水管理等、品質管理のデータの蓄積と活用が重要な分野です。

参考文献

1) 建築工事標準仕様書・同解説JASS5鉄筋コンクリート工事2018
2) 2017年制定コンクリート標準示方書
3) コンクリート技士・主任技士研修テキスト

author

中村則清
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主幹

＜従事する業務＞
コンクリートの各種物性試験、骨材試験

表4　コンクリートの計画配合の一例

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 *W/C* (%)	細骨材率 *s/a* (%)	単位量（kg/m³）					
					水 *W*	セメント *C*	混和材 *F*	細骨材 *S*	粗骨材 *G*	混和剤 *A*
40	8	4.5	57.7	42.8	158	274	—	822	1212	2.74

表5　コンクリートの計画調合の一例

品質基準強度	調合管理強度	スランプ	空気量	水セメント比	細骨材率	単位水量	絶対容積（l/m³）				単位量（kg/m³）				化学混和剤の使用量（×C%）
							セメント	細骨材	粗骨材	混和材	セメント	細骨材	粗骨材	混和材	
(N/mm²)	(N/mm²)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(kg/m³)									
24	27	18	4.5	52.1	46.0	185	113	302	355	—	355	794	941	—	1.0

部門紹介

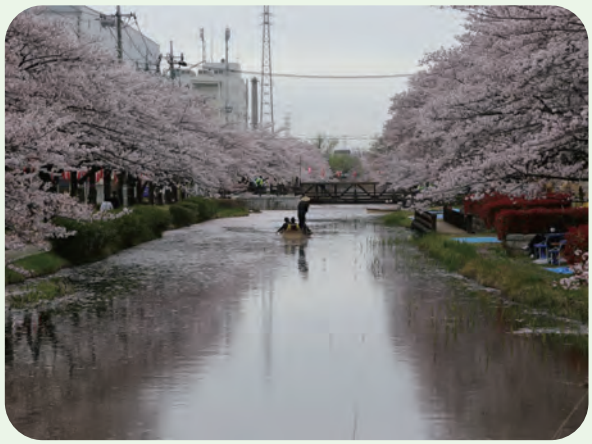
総合試験ユニット 中央試験所 事務部門

中央試験所を中心に総合試験ユニットを支えています

初めに…

今回部門紹介をさせて頂くのは、埼玉県草加市に所在する中央試験所の事務部門です。

中央試験所の事務管理棟の屋上からはスカイツリーや富士山を眺めることができ、近くには、桜並木がとても綺麗な葛西用水があります。この葛西用水は、福山雅治さんが出演したドラマ「ガリレオ」のロケ地で桜川（仮名）として、第１話で放送された場所です。



中央試験所の事務管理棟２階フロアには、総合試験ユニットを総括する「企画管理課」、中央試験所所管の「業務管理担当」、３階フロアに同じく「品質管理担当」が配置されています。日頃は和気藹々とした和やかな雰囲気ですが、いざという時には、協力し合って問題を解決する心強い一面もあります。

この３つの部署は、試験業務に従事する職員が、働きやすい環境の中で、正確かつ迅速に試験業務を遂行出来るよう、様々な側面的なフォローを行う部署と思って頂けると良いでしょう。それでは、各部署の業務内容を簡潔に紹介させて頂きます。

企画管理課

企画管理課は、総合試験ユニットを統括する部署です。従って、業務内容は、中央試験所だけでなく、性能評価本部及び西日本試験所を含む３事業所の事務業務になります。具体的には、ユニット全体の業務企画及び営業企画の検討・立案、３事業所の事業実績や顧客情報の収集・管理・分析、財務情報の集約、勤怠管理など幅広い業務を行っています。また、中央試験所の業務管理担当と連携し、中央試験所内（草加エリア）の安全衛生管理や構内施設管理など、安全かつ効率的に業務が遂行出来る環境作りにも努めています。

品質管理担当

品質管理担当は、JIS Q 17025 に規定される品質マネジメントシステムの構築・運用管理を担当し、日々、試験や校正業務の品質の維持・向上に対する働きかけを行っています。また、定期的に品質マネジメントシステムに関する研修会を開催し、同システムに対する職員の意識向上に努めると共に、同システムの適切な運用を推進しています。JNLA（産業標準化法試験事業者登録制度）や JCSS（計量法校正事業者登録制度）認定試験・校正事業者としての維持管理も重要な業務の一つです。

業務管理担当

業務管理担当の業務は「総務部門」と「試験管理部門」の２つに分かれています。

総務部門は、中央試験所内の共有施設や共有機器の保守点検に関する業務、各グループの購入申請の内容に対するチェック、支出計上の手続き等を行っています。具体的な業務としては、固定資産管理、建物施設の保全・法令に基づく電気設備やクレーン等の点検整備、IT ネットワーク整備など作業環境保全のための管理業務が挙げられます。また､細かなことでは､図書や事務用品の購入、名刺・作業服の発注、職員や来客用弁当の注文を行っています。

一方、試験管理部門は、試験の受付から始まり、請求書や報告書の発行業務、試験料金の入金管理など、お客様に密着した業務を行っています。また、試験担当職員と連携し、お客様へのサービス向上に努めています。

最後に…

今回、紹介した３部署の皆さんにマイブームを聞いてみると…「お気に入りのガチャ探し／ユーチューブで動画視聴／健康管理／ゴルフ／家庭菜園／野球／ＮＨＫの朝ドラ視聴／愛猫と遊ぶ／毎日の散歩／マシンピラティスを習い始めた事／愛犬とドライブ／洋服を購入する」でした。

それぞれがマイブームを楽しそうに語る姿は、素敵な事だと感じました。

さて…　どなたがどのマイブームなのか？は皆様の想像におまかせします。

※撮影時のみマスクを外しています

NEWS

コンクリート工学年次大会2022（千葉）、2022年度日本建築学会大会へ参加

［経営企画部］

1. コンクリート工学年次大会2022（千葉）への参加

（公社）日本コンクリート工学会主催の「コンクリート工学年次大会2022（千葉）」が、「挑戦するコンクリート～震災・パンデミックを乗り越えて～」をメインテーマとして、7月13日（水）～15日（金）の3日間、オンラインで開催されました。当センターから3名の職員が年次大会実行委員を務め、生コンセミナー・構造物診断セミナー・特別講演会等の行事開催に参画しました。主要行事の「第44回コンクリート工学講演会」では、当センターから1名の職員が講演発表を行いました（**写真1**および**表1**参照）。

また、例年は年次大会行事としてバスツアーによる建設現場等の見学会が実施されており、2022年は当センター中央試験所の施設見学を予定していました。COVID-19の影響で年次大会がオンライン開催に変更となり、バスツアーによる見学会も残念ながら中止となりましたが、初めての試みとして「WEB見学会」が行われました。「WEB見学会」では、2022年3月に竣工した中央試験所・新防耐火試験棟の公開、新試験棟建設工事の様子、当センターで実施している試験事業、その他の事業について動画で紹介しました（**写真2**および以下URL参照）。

URL：https://confit.atlas.jp/guide/event/jci2022/static/tour

表1　講演発表者

筆頭著者	所属	題名	共著者	区分
伊藤嘉則	総合試験ユニット 性能評価本部（東京大学）	中低層RC建造物における地震応答変位最大時の減衰性能の考察	楠浩一（東京大学） 勅使河原正臣（中部大学）	B. 構造・設計 » 耐震性能評価

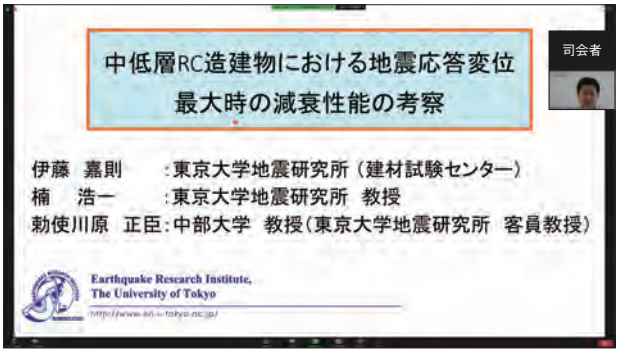


写真1　講演会の様子

写真2　Web見学会

2. 2022年度日本建築学会大会への参加

9月5日（月）～8日（木）に、2022年度日本建築学会大会が北海道科学大学およびオンラインにて行われました。本年度は、当センターから6名の職員が発表を行いました。発表者および題目は**表2**のとおりです。また、その他共同発表などにおいて参加の題目は**表3**のとおりです。当センターでは、学会への論文投稿などをとおして職員の知識向上に努めています。

表2　発表者一覧

（敬称略）

分類	講演番号	発表者	題名	共同発表者
材料施工	1017	齊藤辰弥（中央試験所）	石炭ガス化スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎性状 その14　細骨材の組合せおよびCGSの混合率が乾燥収縮に及ぼす影響	西祐宜（フローリック）、佐藤幸惠（東京都市大学）、谷口円（北海道立総合研究機構）、鈴木澄江（工学院大学）、陣内浩（東京工芸大学）
防火	3141	中村美紀（中央試験所）	屋外用難燃処理木材の促進劣化を考慮した火災反応性能の研究 ～JIS A 1326，EN 13823，ISO 11925-2による検討～	吉岡英樹（東京大学）、早川哲哉（東京システムバック）、兼松学（東京理科大学）、田村政道（東京大学）、趙玄素（建築研究所）
構造Ⅲ	22024	小森谷誠（西日本試験所）	RC床板とCLTの合成床システムの開発 その2　3年半のクリープ試験後の実大曲げ試験	早崎洋一、井上涼（広島大学）、森拓郎（広島大学）、北守顕久（大阪産業大学）、荒木康弘（国土技術政策総合研究所）、五十田博（京都大学）
構造Ⅳ	23070	早崎洋一（西日本試験所）	接着系あと施工アンカーの引張、せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響 その1：試験方法及び試験結果	伊藤嘉則、小森谷誠、上村昌平、向井智久（国土技術政策総合研究所）
	23071	上村昌平（性能評価本部）	接着系あと施工アンカーの引張、せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響 その2：評価方法及び評価結果	伊藤嘉則、早崎洋一、小森谷誠、向井智久（国土技術政策総合研究所）
	23203	伊藤嘉則（性能評価本部・東京大学）	最大応答変位が生じた時刻の減衰性能と変位予測式の推定精度の関係 中低層RC造建物を対象とした地震応答解析に基づく検証	楠浩一（東京大学）、勅使川原正臣（中部大学）

※下線はセンター職員。

表3　共同発表一覧

（敬称略）

分類	講演番号	発表者	題名	共同発表者
材料施工	1015	西祐宜（フローリック）	石炭ガス化スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎性状 その12　化学混和剤の使用量およびブリーディング	佐藤幸惠（東京都市大学）、小山明男（明治大学）、松沢晃一（建築研究所）、三島直生（国土技術政策総合研究所）、齊藤辰弥
	1016	松沢晃一（建築研究所）	石炭ガス化スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎性状 その13　異なるCGSおよびセメントを用いた場合の強度発現性状	佐藤幸惠（東京都市大学）、小山明男（明治大学）、三島直生（国土技術政策総合研究所）、鈴木澄江（工学院大学）、齊藤辰弥
	1018	鈴木澄江（工学院大学）	石炭ガス化スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎性状 その15　CGS混合率が中性化に及ぼす影響	齊藤辰弥、佐藤幸惠（東京都市大学）、小山明男（明治大学）、谷口円（国土技術政策総合研究所）、陣内浩（東京工芸大学）
	1019	谷口円（北海道立総合研究機構）	石炭ガス化スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎性状 その16　気泡組織と凍結融解抵抗性	齊藤辰弥、西祐宜（フローリック）、小山明男（明治大学）、鈴木澄江（工学院大学）、佐藤幸惠（東京都市大学）
防火	3140	中村正寿（大成建設）	不均一な発熱速度分布を有する壁面火源のモデル化の検討	森田武（清水建設）、吉岡英樹（東京大学）、村岡宏（大林組）、西尾悠平（東京大学）、中村美紀、野秋政希（建築研究所）、大宮喜文（東京理科大学）
構造Ⅰ	20461	松本慎也（近畿大学）	アルミニウム合金を用いた設備用吊り架台の力学的特性に関する研究	中悟史（エムフォート）、岸野圭吾（シーデザインパートナーズ）、小森谷誠、早崎洋一
構造Ⅲ	22278	森拓郎（広島大学）	RC床板とCLTの合成床のクリープ性能に関する実験的研究 その7　3年6ヶ月のクリープ変形と除荷時の挙動	井上涼（広島大学）、北守顕久（大阪産業大学）、荒木康弘（国土技術政策総合研究所）、五十田博（京都大学）、早崎洋一
構造Ⅳ	23082	今井清史（サンコーテクノ）	長尺あと施工アンカーの性能確認試験（その10）夏季における施工試験	中野克彦（千葉工業大学）、松沢晃一（建築研究所）、大垣正之（日本建築あと施工アンカー協会）、内野裕士（内野建設興業）、安藤重裕（住友大阪セメント）、沼田卓也（東京ソイルリサーチ）、早崎洋一
	23087	高橋宗臣（日本ヒルティ）	接着系あと施工アンカーのクリープ試験装置の小型化に関する実験的検討　その3	松沢晃一（建築研究所）、有木克良（日本建築あと施工アンカー協会）、大垣正之（日本建築あと施工アンカー協会）、石垣勉（日本ヒルティ）、安藤重裕（住友大阪セメント）、寺崎慎一（前田工織）、小林学（ケー・エフ・シー）、鎌田晃輔（日油技研工業）、濱崎仁（芝浦工業大学）、中野克彦（千葉工業大学）、佐藤滉起

※下線はセンター職員。

REGISTRATION

ISO 14001認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織の環境マネジメントシステムを ISO 14001:2015（JIS Q 14001:2015）に基づく審査の結果、適合と認め登録しました。これで、累計登録件数は 736 件になりました。

登録組織

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RE0736	2022/7/19	ISO 14001:2015（JIS Q 14001:2015）	2025/7/18	コンドーテック株式会社 札幌工場	北海道石狩市新港西1丁目719 番地 12	建築、土木及び仮設資材用金属製品（ブレース、アンカーボルト、鉄骨用部材、セパレーター、シャックル、吊筋、ワイヤーロープスリング）の製造、関連する資材の販売

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、以下のとおり、JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

JISマーク認証組織

認証登録番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TC0122001	2022/6/27	JIS G 3532	鉄線	株式会社佐藤製線所 室蘭工場	北海道室蘭市香川町 37-24
TC0222003	2022/6/27	JIS R 3205	合わせガラス	株式会社エヌビーエス 東日本工場	福島県双葉郡楢葉町大字下繁岡字北谷地 1-1
TC0322002	2022/7/25	JIS A 9529	建築用真空断熱材	旭ファイバーグラス株式会社 湘南工場	神奈川県高座郡寒川町一之宮 6 丁目 11 番 1 号
TC0322003	2022/7/25	JIS G 3558	ねじり角鉄線	ＢＸ西山鉄網株式会社 南那須工場	栃木県那須烏山市八ヶ代字東山 359 番地 4 号
TC0322004	2022/7/25	JIS G 3559	ねじり角鉄線を用いた溶接金網	ＢＸ西山鉄網株式会社 南那須工場	栃木県那須烏山市八ヶ代字東山 359 番地 4 号

JIS マーク製品認証の検索はこちら　https://www.jtccm.or.jp/biz/ninsho/search/tabid/341/Default.aspx

Editor's notes

―編集後記―

今年の４月より経営戦略課に配属となり、同時に建材試験情報の編集委員を担当させて頂く事となりました。編集委員は９年振りとなりますが、改めて頑張って参ります。

９年前の思い出は色々ありますが、毎月発行の為、原稿のネタを探す事に苦労していた事が印象的です。当時の委員長である東京工業大学名誉教授の田中先生のリーダーシップの下、委員が協力しあって何とか乗り切っていたのが思い起こされます。

本号では、特集の「耐久性試験の熱劣化」についても原稿を担当させて頂き、久し振りの執筆に少々緊張しました。熱劣化と言えば、今年は多くの地域で梅雨期間が史上最短となりました。例年よりも早い夏の到来に「地球温暖化」という言葉が頭をよぎりますが、気象庁によると、日本の平均気温はこの100年で1.2℃程上昇しているそうです。化学反応の速度は一般的に温度の上昇に伴って早くなる為、平均気温の上昇によって、様々な劣化因子による変化も加速したと言えます。建設材料、ひいては建物の寿命を考える際においても、温暖化の影響は他人事ではありません。

また、平均気温の上昇は劣化の加速だけではなく、ゲリラ豪雨や大型の台風といった天災のリスクを高めると考えられています。これまで熱帯・亜熱帯地域に被害をもたらしていた、いわゆる「スーパータイフーン」の様な猛烈な規模の台風が、関東に直撃する日も来ないとは言い切れません。防水層や外装材の接着力強化、飛散物から人や建物を守る飛散防止フィルムなど、これからの建設材料には半ば天災とも呼べるような強烈な気象環境から人や建物を守る性能が求められる事でしょう。当センターも新しい時代の建材を適切に評価すべく、技術力向上に邁進していく所存です。

この原稿を執筆している現在は７月上旬ですが、コロナウイルス感染者が再び増加傾向に転じ、先行きに不透明感が増しています。偶然か、必然か、昨年も新規感染者数は８月下旬頃をピークとした山がありました。本号が発刊される頃には再び落ち着きを取り戻し、再び拡大しない事を願うばかりです。日較差が大きくなる季節となりますが、皆様もお体にお気をつけてお過ごしください。

（志村）

建材試験情報編集委員会

委員長　小山明男（明治大学 教授）

副委員長　砺波　匡（常任理事）

委員　真野孝次（常務理事）
荻原明美（常任理事）
西脇清晴（経営企画部 部長）
緑川　信（経営企画部 企画調査課 課長）
志村重顕（経営企画部 経営戦略課 主査）
数納宣吾（経営企画部 企画調査課・経営戦略課 主任）
武田愛美（経営企画部 経営戦略課・企画調査課）

事務局　長坂慶子（経営企画部 経営戦略課 参事）
黒川　瞳（経営企画部 経営戦略課）

建材試験情報　9・10月号

2022年9月30日発行（隔月発行）

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1-10-15
JL日本橋ビル

発行者　松本 浩

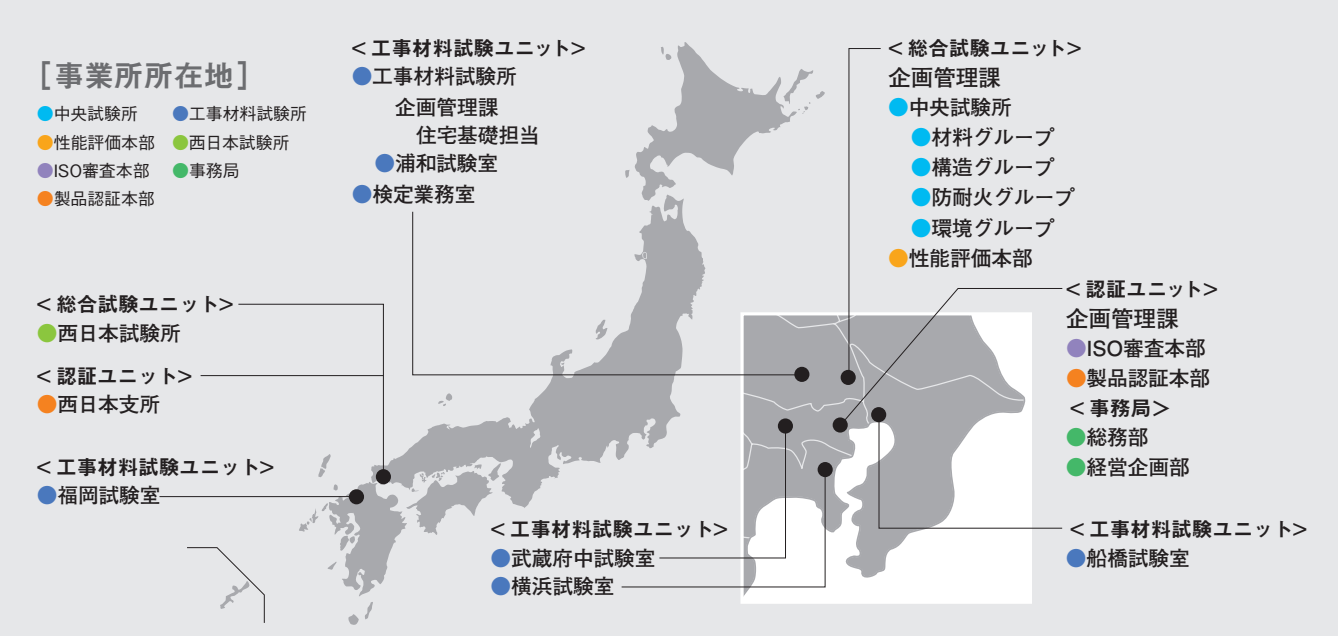
編集　建材試験情報編集委員会

事務局　経営企画部
TEL 03-3527-2131
FAX 03-3527-2134

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いたします。

ホームページでは、機関誌アンケートを実施しています。
簡単にご回答いただける内容となっておりますので、ぜひ皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。
https://www.jtccm.or.jp/publication/tabid/670/Default.aspx
または左記QRコードよりアクセスできます。

事業所一覧



＜総合試験ユニット＞

企画管理課
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL：048-935-1991(代) FAX：048-931-8323

●中央試験所
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
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：048-935-1720
防耐火グループ TEL：048-935-1995 FAX：048-931-8684
環境グループ TEL：048-935-1994 FAX：048-931-9137

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

●性能評価本部
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL：048-935-9001 FAX：048-931-8324

＜認証ユニット＞

企画管理課
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階
TEL：03-3249-3151 FAX：03-3249-3156

●ISO審査本部
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階
TEL：03-3249-3151 FAX：03-3249-3156

●製品認証本部
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階
TEL：03-3808-1124 FAX：03-3808-1128

西日本支所
〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川(西日本試験所内)
TEL：0836-72-1223 FAX：0836-72-1960

＜工事材料試験ユニット＞

●工事材料試験所
企画管理課
〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
TEL：048-858-2841 FAX：048-858-2834
住宅基礎担当 TEL：048-711-2093 FAX：048-711-2612
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
浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
TEL：048-858-2790 FAX：048-858-2838
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
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
福岡試験室 〒811-2115 福岡県糟屋郡須恵町大字佐谷926
TEL：092-934-4222 FAX：092-934-4230

●検定業務室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
TEL：048-826-5783 FAX：048-826-5788

＜事務局＞

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル9階

●総務部 TEL：03-3664-9211(代) FAX：03-3664-9215

●経営企画部
経営戦略課・企画調査課 TEL：03-3527-2131 FAX：03-3527-2134

Twitter　note　Instagram

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials
https://www.jtccm.or.jp