

建材試験情報

JTCCM JOURNAL

1・2
Jan / Feb
2023

寄稿

竹炭に関する研究

その1 出会い、そして竹炭を混合した土壌の保水性能の検討まで

特集

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

技術紹介

JASS 5(日本建築学会・鉄筋コンクリート工事標準仕様書)の
改定の概要

建材試験図鑑

工事中材料試験編

その1 フレッシュコンクリートの採取試験



Vol. 59

- 寄稿 ● **02** **竹炭に関する研究**
その1 出会い、そして竹炭を混合した土壌の保水性能の検討まで
千葉工業大学 創造工学部 建築学科 准教授 石原沙織
- 特集 ● **06** **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**
塩水噴霧試験
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主幹 吉田仁美
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主任 徳永拓哉
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 松原竜馬
- **12** **建具の開閉繰返し試験**
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 統括リーダー代理 渡辺 一
- **15** **寄稿**
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
東京理科大学 理工学部 建築学科 教授 兼松 学
- 技術紹介 ● **18** **試験報告**
塩水噴霧を行ったコンクリート供試体の塩化物イオン濃度の測定
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 横浜試験室 主任 岡田裕佑
- **21** **資格取得者紹介**
カーボンニュートラルについて考えるきっかけ ～GHG検証主任者の資格取得を通じて～
総務部 総務課 係長 藤沢有未
- **22** **規格基準紹介**
JASS 5(日本建築学会・鉄筋コンクリート工事標準仕様書)の改定の概要
東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻 教授 野口貴文
- **28** **国際会議報告**
ISO/TC146/SC6(Air Quality/Indoor Air)
バーチャル・オンライン会議2022報告(Virtual Conference 2022)
九州大学 総合理工学研究院 環境理工学部門 教授 伊藤一秀
- **35** VISITOR
- **36** **建材試験図鑑**
工事用材料試験編 その1 フレッシュコンクリートの採取試験
大樹七海 × 建介
- 連載 ● **42** **各種建築部品・構法の変遷**
vol.20「各種建築構成部材の変遷の概略」後編
東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博
- **49** **部門紹介** 一工事材料試験ユニット 工事材料試験所 福岡試験室一
- **50** **基礎講座**
コンクリートの試験の基礎知識 Vol.12 建造物の調査と試験の方法(コア)
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 横浜試験室 主任 岡田裕佑
- **56** 年間総目次
- **58** NEWS
- **60** REGISTRATION

竹炭に関する研究

その1 出会い、そして竹炭を混合した土壌の保水性能の検討まで

千葉工業大学 創造工学部 建築学科 准教授

石原沙織



1. 竹との出会い

2019年7月、とある1つの材料について、2名の方から連絡を頂きました。1名はその前年に卒業した研究室の学生の鈴木康太郎君のご祖父様、もう1名は蔵前バイオエネルギーというNPO法人の理事の岸本様でした。

鈴木君のご祖父様からは、その年に開催されたG20サミットで、海洋プラスチックごみ対策の「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が共有された事を踏まえ、石油製品に代わる環境に優しい材料の研究開発の必要性について触れ、今里山は竹の被害で竹林に変貌しつつあることから、竹がプラスチックの代わりになる様な製品開発はできないものか、というお手紙を頂きました。7月7日のことです。

また当研究室のホームページをご覧になった岸本様からは、竹材を屋上緑化に活用することに関する情報提供や支援をしてもらいたいというメールを頂きました。7月8日のことです。岸本様が所属されるNPO法人は、主に東工大のOBが中心となり、バイオ資源の有効活用の調査・活動を行っており、竹林関係の活動では、千葉県内で活動をしている竹もりの里というNPO法人と協働して活動されているということでした。東工大と千葉県という共通項もあり、その2週間後の7月22日に当研究室で打ち合わせをしました。

この2日間で「竹」に関するご連絡を相次いで頂き、ちょうど七夕の時期だったこともあり、これは竹と向き合いなさいという天の声なのか?と思った次第です。こうして研究室で竹(厳密には竹炭)に関する研究を始めるきっかけを頂きました。

2. 竹林の拡大

それまで気にも留めなかったのですが、調べてみると竹林拡大は思いの外深刻でした。特に本学がある千葉県では2015年に「竹林拡大を防ぐー放置竹林対策の手引きー」¹⁾という冊子が千葉県と千葉県農林水産技術会議により作成さ

れていますが、千葉県内の7ヶ所の竹林面積の推移を測定したところ、この30年間で平均6.7倍も増加していると報告されていました。所有者にその要因の聞き取り調査を行ったところ、タケノコ、竹材の利用が少なくなってきたことと、林業の衰退から森林の管理が行われなくなり竹を放置したことの2つが、竹林拡大の主な要因として報告されていました。竹林拡大の防止策としては、竹の伐採と竹林の整備が前提となりますが、竹を伐採するのも大変な労力が必要となります。放置竹林では1haで約1万本群生しているそうですが、約3000本/haが良い状態だそうです。つまり7000本/haも伐採しなくてははいけません。ただ孟宗竹の場合1本あたり約60kgだそうですので、約420トン/haの竹を伐採し、それを運搬しなくてははいけないわけです。

また伐採した竹を有効活用することも望まれます。私たち日本人と竹との関わりの歴史は古く、縄文時代の遺跡から竹を素材とした製品が出土しているそうです。家屋には土壁の下地や内外装材など、所々に竹が使われてきましたし、日本文化を代表する茶道や華道の道具、笛や尺八などの楽器、竹刀や弓などの武道具など、様々な用途に用いられてきました。ただ成長の早い竹に対する需要が追いついていないことも竹林拡大の一因だと考えられます。尚、前述の参考文献¹⁾には、竹林拡大の防止法や竹林の新しい用途開発等についても触れられています。インターネットから誰でも閲覧可能なので、興味を持たれた方はぜひご覧になって頂きたいと思います(参考文献にURLを記載しておきます)。

3. 竹炭の製造

こうした事前情報を入手した上で7月22日の打ち合わせに臨みました。当日は蔵前バイオエネルギーと竹もりの里の方が4名いらっしゃり、これまでの活動と成果、そして「ポーラス竹炭」について話を伺いました。

竹炭としての利用も、古来より行われてきた竹の活用方法の一つです。竹炭は木炭よりカリウムやナトリウム等の

窯焼きの製造方法



切断し束ねられた竹

窯の入り口
(中に一人入られているのが分かるだろうか?)

窯の入り口を塞ぐ

窯の入り口を塞ぐ

前回のものと思われる温度記録
(6日間に及んでいる)

開放型炭化炉の製造方法



切断した竹

焼成用の開放型炭化炉

着火後の様子

焼成後の消火作業状況

写真1 竹炭の製造方法

ミネラル成分が多く含まれており、さらに多孔質であるため、土壌改良資材や消臭剤としての利用が増え、更なる利用促進が期待されています。ですが残念なことに、我が国で使用される竹炭はその約95%が輸入品だそうです²⁾。

ところで皆さまは竹炭がどの様に作られるかご存知でしょうか？元々木炭も含め炭に触れる機会は、茶道で炭点前のお稽古をする時ぐらいでした。少し話は脱線しますが、個人的にはお茶を点てるより炭点前が好きで、次のお稽古の担当で炭点前の担当になると、ずっとウキウキしながらお稽古を楽しみにしていました。特に炉の炭点前が好きだったのですが、炭点前で使う胴炭という最も大きい炭が、炉の場合とはとても大きくて立派で、これを燃やしてしまうのはもったいないと思う程それはそれは美しい断面なのです。表千家では胴炭をくべる時だけ手で炭をつかみ、そして炉の中に配置します。その後は火箸を使い胴炭の周りに丸毬打(まるぎつちよと読みます)と割毬打をくべ、胴炭にもたれかけるように丸管や割管を配置し、それに添う様に真っ白な枝炭をくべ、最後に一番小さな炭である点炭(添えるという意味で添炭とも言います)をくべます。この後に程よくお湯が沸くかどうかは炭点前にかかっている、お稽古の最後まで良い状態が続くと、先生に「お炭が良かったのね」と褒めて頂けるのがとても嬉しかったことを思い出します。これが唯一炭に触れる機会でした。その時は、この美しい炭がどの様に作られたのか考えた事はほとんどありませんでしたが、竹炭の研究を始めて間もない頃に、機会があり竹もりの里の竹炭製造時に、竹炭の研究を担当していた研究室の学生早野巧貴君、谷津駿介君と共ににおじゃまさせて頂きました。この時美しい炭を作るのは

いかに大変かという事を初めて知ったわけです。

その時に体験させて頂いたのは、焼成後もその形状を残した美しい竹炭の焼成準備と、先ほど出て来たポーラス竹炭の製造です。まず前者の方法ですが、写真1の窯焼きの製造方法に示す様に竹を伐採後板状に切断し束を作ります。この束を窯の中に立てて並べていきますが、この窯の入り口は大人一人がやっと入れる大きさで、狭い窯の中に束を並べていく作業は非常に重労働でした。伐採から始まりここまでの工程だけでも既にとても大変なことが想像できるかと思います。そして、煉瓦で窯の蓋を閉めて、煉瓦の隙間には土を水で溶いたもので埋め、いよいよ火入れします。ここまですを体験させて頂きましたが本当に大変なのはここからでして、この後は温度をゆっくり上昇させ、数日かけて焼成し、窯が冷えるまで数日待ち、窯出しの作業を行うそうです。この時に製造した竹炭は、窯出しまで5日間かかったそうです。茶道でウキウキしながら行っていた炭点前の炭は木炭ですが、美しい炭を作るのには多大な労力と時間を要するのだということを実感しました。

一方もう一つのポーラス竹炭ですが、これは数時間で製造できます。竹は先ほどの窯焼きとは異なり、写真1の開放型炭化炉の製造方法に示す様に、伐採後にある程度の長さで切断しただけの状態です。これを焼成用の開放型炭化炉に適当に入れていき、着火します。しばらくするとものすごい炎を上げながらどんどん焼成されていきます。嵩が減ったら竹を追加し、また嵩が減ったら竹を追加し、これを繰り返します。この日は約3時間半で竹が燃え尽き、注水し消火作業を行います。消火作業は20分程です。こうして製造された竹炭は、先ほどの窯焼きの様に焼成前の形

状を保っているわけではなく、砕かれた状態の炭になっているわけですが、例えばクローゼットの除湿剤など砕いて竹炭を使う場合は、砕く手間が省けるメリットもあります。そもそも製造にかかる労力と時間は、窯焼きの竹炭とは比べものにならないのがお分かり頂けるかと思います。

こうして製造されたポーラス竹炭と呼ばれる竹炭は、製造段階のメリットだけでなく、性能としても優れた点があるそうです。その名前の由来は、水分子や匂い等の吸着に影響を及ぼす細孔量や細孔分布が、窯焼きの竹炭よりも優れているから³⁾、⁴⁾だそうです。この様な優れた性質を持つ理由は焼成時の温度に関係しています。既往の研究⁵⁾によりますと、炭化温度が600℃と800℃では、比表面積が約2倍になることが報告されています。ただ、炭化温度が高ければ高い方が良いというわけではなく、1000℃になると逆に比表面積が減少することが報告されています。つまり開放型炭化炉で焼成した場合、特に温度管理を行わなくても偶然にも比表面積が大きくなる温度で焼成できていたということになります。製造段階でも性能面でも非常にメリットの大きい製造方法だということが分かって頂けたかと思います。

4. 竹炭の活用方法

竹炭の活用方法は多岐に渡ります。前述の様に水分子や有害物質等の吸着効果があるため、例えば水質の浄化作用や土壌改良剤として用いられ、金閣寺や銀閣寺の建物の床下には竹炭が敷設されており、木材の腐朽やシロアリ被害を防いでいると言われています。また身の周りで使用している物で例を挙げると、消臭剤や除湿剤に竹炭が入っているものや、石鹸やボディソープなどに竹炭が入っているものが市販されています。また、竹炭入りのかりんとうを頂いたことがあります。食用に用いられることもありますし、エチレンガスを吸着するため野菜や果物の鮮度保持にも効果があると言われています。

当研究室では屋上緑化の土壌の雨水貯留排水遅延効果に関する研究を行ってきたため、竹炭を混合した土壌に関する研究を行うことにしました。屋上緑化用土壌に求められる性能は色々あります。例えば屋上はなるべく軽くしたいので、土壌も軽いものが好まれます。ただあまり保水しない土壌ですと、灌水の頻度が増加するため、軽いけれど適度な排水性能と保水性能が求められます。更にもちろん植物が生育しやすい土壌である必要がありますし、施工性や耐久性なども求められます。この様に路地の土壌とは異なり多くの性能が屋上緑化用土壌では要求されます。

植物の生育のしやすさについては、元広島大学の中根先生が研究をされていました。イチハツ、ヘデラ、オリーブ、ラズベリー、キンカン、ローズマリーを用いた生育実験(夏季に灌水を停止して生育する実験)では、いずれの植物でも竹炭を混合した土壌では枯死することはなく、生

育が良かったことが報告⁶⁾されています。竹炭にはカリウムやケイ素が多く含まれており、マグネシウムやカルシウムなどの栄養素が含まれているという点と、前述の様に多くの細孔があるため、その細孔内は微生物のすみかとして格別の場所となるそうです。そのため微生物によっては水中の栄養成分の根への吸収が促進されるそうです。

植物の生育のしやすさには有効であることが明らかになっていましたので、当研究室では排水・保水に関する研究を行うことにしました。この研究は、一緒に竹炭製造を見学させて頂いた2019年度の卒業生の早野巧貴君、谷津駿介君及び2020年度の卒業生の上野悠太君、長谷川愛さんと共に行いました。今回は誌面の頁数の都合がありますので、その一部として、竹炭を混合した土壌の保水性能について紹介させて頂こうと思います。

5. 竹炭を混合した土壌の保水性能

竹炭を土壌に混合すると、前述の通り灌水を停止した状態でも植物が枯死することはありませんでしたので、保水性能が高いと予測されます。そこでまず、竹炭を混合した土壌の保水状態の経日変化を測定してみることにしました。竹炭を土壌改良材として使用する事を想定し、黒土に竹炭を混合した土壌を使用しました。この竹炭は前述の通り開放型炭化炉を用いて製造した竹炭です。その混合割合により保水性能が異なることが予測されたため、黒土と竹炭の体積比が3:7、5:5、7:3の3水準の土壌を準備しました。また、比較の為黒土に木炭を5:5で混合した土壌と、竹炭も木炭も混合させていない黒土のみ、そして屋上緑化で多用されている人工軽量土壌も試験の対象としました。また竹炭の粒度の影響を見るため、約5~10mmの竹炭(粗)と、5mm未満の竹炭(細)を混合した土壌も対象としました。これらはいずれも土壌との混合比は5:5とし、全部で表1に示す8種類の土壌を対象としました。

試験開始時の土壌の含水状態を統一するため、24時間浸水後24時間排水させ、重量排水が行われた土壌を使用しました。これは降雨によって土壌が飽水した後、1昼夜

表1 試験体の種類と初期重量

種類	混合比 (土:炭)	初期重量 (g)	湿潤比重 (g/cm ³)
黒土+竹炭	3:7	231.9	0.91
	5:5	266.8	1.05
	5:5(粗)	251.1	0.98
	5:5(細)	285.0	1.12
	7:3	294.3	1.15
黒土+木炭	5:5	249.4	0.98
黒土	—	313.0	1.23
人工軽量土壌	—	234.0	0.92

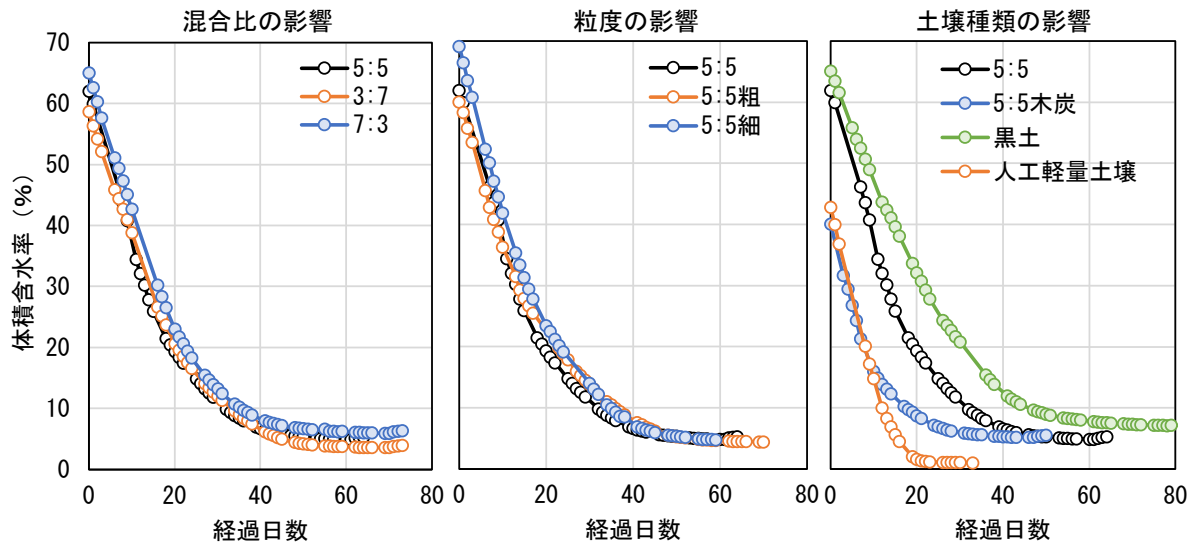


図1 体積含水率の推移

程度経過した時の水分状態であり、この状態を圃場容水量と言います。

底部を不織布とした直径57mmの筒状容器に、各土壌を100mmの高さまでヒルガード法(100mmの高さから10回落下させて充填させる方法)で充填しました。この容器を屋上緑化でよく用いられている、板状排水層の上に静置させ、重量変化が恒量になるまで測定を継続しました。試験は23℃ 50% RHの恒温恒湿室内で行い、試験終了後に土壌を絶乾状態にし、体積含水率の推移を求めました。

試験体の初期重量と湿潤比重を表1に示します。初期の湿潤比重は竹炭の混合比7:3と5:5(細)はやや大きいですが、それ以外は黒土のみを除き差は僅かであることが分かります。

図1に各土壌の体積含水率の経日変化を示します。まず試験開始時の含水率に着目しますと、竹炭を混合した土壌及び黒土は初期の含水率が60~70%程度と高いですが、木炭を混合した土壌及び人工軽量土壌は40%強と低くなっています。このことから竹炭の保水性能が高いことがまず分かります。また経日による含水率の変化に着目しますと、木炭を混合した土壌及び人工軽量土壌と比較して、竹炭を混合した土壌は、低下が緩やかとなっています。例えば20日経過時の体積含水率は、竹炭を混合した土壌では20%程度ですが、木炭を混合した土壌は8%程度、人工軽量土壌は2%と極めて低くなっています。これらの経日変化を見ても、竹炭の保水性能が高いことが分かるかと思えます。尚、竹炭の混合比や粒度による差は、今回の実験の範囲内では僅かでした。

この様に湿潤比重の差が僅かであるにも関わらず、竹炭を混合した土壌は保水性に優れていることから、屋上緑化の土壌に混合した場合、灌水の頻度を減らす事ができる可能性があると考えられます。またこれは屋上緑化以外にも

言えることです。例えば壁面緑化や人工地盤上での緑化、屋内緑化でも同じです。

6. おわりに

今回紹介した保水性の実験以外にも、人工降雨を与えた際の排水特性や、乾湿を繰り返した場合の保水・排水特性などについても実験を行いました。その内容につきましては、機会がございましたらまたこちらの誌面で紹介させて頂こうと思えます。

参考文献

- 1) 竹林拡大を防ぐー放置竹林対策の手引きー：千葉県・千葉県農林水産技術会議，2015.3
<https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-nourin/nourin/documents/chikurinkakudai.pdf>
- 2) 林野庁：竹の利活用推進に向けて，2018
- 3) 篠崎正利他3名：竹炭の低コスト製造を可能にする半開放型可搬式炭化炉の開発，ポラス竹炭の製造，生態工学会年次大会発表論文集，pp.109-110，2016
- 4) 篠崎正利他4名：半開放型可搬式炭化炉で製造したポラス竹炭の性質，生態工学会年次大会発表論文集，pp.65-66，2018
- 5) 川口エリ子他1名：炭化温度の異なる竹炭の物性と機能，鹿児島県林業試験場研究報告，pp.12-16，2003
- 6) 中根周歩他1名：屋上緑化土壌への竹炭埋設が植栽植生の生育に及ぼす効果，環境情報科学論文集，23，pp.441-446，2009
- 7) 石原紗織他1名：屋上緑化用竹炭混合土壌の含水率変化と繰り返しの雨水排水特性，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.921-922，2021

<プロフィール>

千葉工業大学 創造工学部 建築学科 准教授
専門分野：防水、建築物の耐久性、都市緑化
最近の研究テーマ：塗膜防水の耐久性、既存防水層の耐風性、木造住宅の野地板の釘引き抜き耐力、浸水害を受けた各種建築部材の含水・乾燥過程における性能の推移など

塩水噴霧試験

1. はじめに

耐久性試験のうち、塩水噴霧試験および複合サイクル試験についてご紹介いたします。塩水噴霧試験および複合サイクル試験とは、金属材料やめっきなどの無機皮膜又は塗膜などの有機被膜を施した金属材料の耐食性（腐食のしにくさ）を評価する試験です。この試験は、JIS Z 2371（塩水噴霧試験方法）などによって標準化されています。

腐食とは、「金属がそれを取り囲む環境物質によって、化学的又は電気化学的に侵食されるか若しくは材質的に劣化する現象¹⁾」と定義されています。腐食により発生する問題としては、金属部分の肉厚減少や欠損・割れなどによる強度の低下、腐食生成物による可動部の固着などの現象が挙げられます。腐食による鉄骨の劣化の一例を写真1に示します。

自然界で見られる腐食の多くは水と酸素によるものであり、その進行速度は、温度や湿度、大気に含まれる物質などの環境条件によって大きく左右されることが経験的に分かっています。例えば、金属材料を屋外に暴露した場合、九州では北海道に比べておよそ1.5～2倍程度腐食の進行が早い²⁾とのデータもあります。このように、材料の曝される環境により腐食の進行速度は異なるため、材料選定や製品開発の際に、塩水噴霧試験機が作り出す「基準となる環境条件」における耐食性を評価することは非常に重要です。

2. 腐食の原理と対策

2.1 腐食の原理

金属の腐食といえば、多くの方には鉄さびが一番身近でしょうか。「さび」は、通常は鉄表面に生成する化合物を指し、広義には金属表面にできる腐食生成物を指します¹⁾。

鉄における腐食は、鉄がイオン化して水に溶けだすアノード反応〔式(1)〕と、アノード反応によって生じた電子(e-)が酸素および水と反応するカソード反応〔式(2)〕によって生じます。そして、両反応によって生じた鉄イオン(Fe²⁺)と水酸化イオン(2OH⁻)が結合する〔式(3)〕ことにより、腐食生成物である水酸化第一鉄(Fe(OH)₂)を生じます³⁾。水酸化第一鉄は、更に水や酸素と反応することによって新たな腐食生成物であるオキシ水酸化鉄(FeOOH)やマグネタイト(Fe₃O₄)などを生じます。なお、これらの反応は、水に電解質である塩化物イオン(Cl⁻)がある一定



写真1 腐食による鉄骨の劣化の一例

濃度含まれると速度が増す⁴⁾とされています。



土木や建築の分野では、海塩粒子などに含まれる塩化物イオンがコンクリート内部の鉄筋の腐食を促すことによって、所定の機能を果たせなくなる現象を塩害と呼んでいます。一般的にコンクリートの内部は強アルカリ環境となっており、鉄筋は不動態皮膜⁵⁾と呼ばれる酸化物層によって保護されていますが、塩化物イオンが鉄筋に達すると不動態皮膜が局所的に破壊され、式(1)～式(3)の反応によって腐食が進行します。なお、塩害の進行速度は、沿岸部の飛沫帯（波のしぶきがかかる場所）、海上大気中、海中のうち、乾燥と湿潤を繰り返す飛沫帯の進行が最も早い⁶⁾ことが知られています。

2.2 腐食の対策例

写真1のような腐食を防ぐため、合金の使用、めっき処理、塗装など、金属材料には様々な対策が行われています。

不動態皮膜は、強アルカリ環境下だけでなく、合金の使用やめっき処理などによっても発生することが知られています。例えばステンレス鋼は、鉄にクロムを含有させた合

金であり、クロムを含む酸化物層が表面に5nm以下の厚さで不動態皮膜を生じることで自身の腐食を防いでいます。この不動態皮膜は自己修復性を保持しており、傷が生じた場合も瞬時に補修されることで皮膜を維持することが可能です。めっき処理は、溶かした亜鉛に素地を浸して処理した溶融亜鉛めっきが広く使用されており、不動態皮膜による保護と共に、めっきが傷ついて素地が露出した場合も、素地より早く亜鉛がイオン化をすることで腐食を防ぐ機能(犠牲防食)を有しています⁶⁾。また、塗装による対策としては、JIS K 5621(一般用さび止めペイント)に規定されるようなさび止め顔料を用いての対策が挙げられます。一般用さび止めペイントは、さび止め顔料に鉛系およびクロム系成分を使用せず、一般的な環境下での鉄鋼製品などのさび止め用いられます。

3. 塩水噴霧試験

3.1 塩水噴霧試験方法

塩水噴霧試験では、塩水を霧状にして試験片に吹きかけることで金属の腐食を誘発させます。一定時間処理を行った後、腐食が発生した面積や質量の減少量、材料の強度、製品の機能などで素材や製品の評価を行います。この塩水を噴霧するための装置が、塩水噴霧試験機です。

この装置では、原則として35℃±2℃に保たれた噴霧室内に、塩化ナトリウム溶液を噴霧します。JIS Z 2371では、塩化ナトリウム濃度は50g/L±5g/L、pH6.5~7.2と規定されています。

噴霧室内に設置する試験片の形状および寸法等は、各製品規格で規定されています。一般的な試験片は150mm×70mm×1mmの平板が望ましいとされており、噴霧室内にある程度の数量を投入することが可能です。ただし、腐食に影響を及ぼす懸念のある異種金属の試験片は、同時に試験しないことが望ましいとされています。

また、JIS Z 2371は塩水噴霧試験の共通的な手法を規定している規格であり、試験時間に関する指定はありません。試験時間などの諸条件は、引用している各製品規格により定められています(表1参照)。

3.2 塩水噴霧試験の種類

JIS Z 2371では、試験に用いる塩溶液として次の3種類が規定されています。

- ・中性塩水噴霧試験, NSS (neutral salt spray test) : 中性の塩化ナトリウム溶液
- ・酢酸酸性塩水噴霧試験, AASS (acetic acid salt spray test) : 酢酸を添加した塩化ナトリウム溶液
- ・キャス試験, CASS (copper-accelerated acetic acid salt spray test) : 酢酸と塩化銅(Ⅱ)二水和物を加えた塩化ナトリウム溶液

表1 JIS Z 2371が引用されている規格の例

製品規格	処理条件
JIS A 1314 : 2014 防火ダンパーの性能試験方法 附属書F(規定)自動閉鎖装置 の耐腐食試験方法	中性塩水噴霧試験(30秒を1日1回、3日連続)の後、温度40℃相対湿度95%の環境下で15日間静置する。
JIS A 1445 : 2007 システム天井構成部材の試験方法 8.1 塩水噴霧試験	クロスカットを入れ、中性塩水噴霧試験を96時間行う。
JIS A 5505 : 2020 メタルラス 8.5 耐食性試験及び耐食性試験後の引張試験	中性塩水噴霧試験を200時間行う。
JIS A 5556 : 2021 工業用ステーブル 8.3.4 耐食性試験方法	中性塩水噴霧試験を200時間行う。
JIS A 5556 : 2021 工業用ステーブル 8.4 保存性試験	中性塩水噴霧試験を6時間行う。
JIS A 6519 : 2018 体育館用鋼製床下地構成材 9.7.2 支持脚に用いられる金属 部品の塩水噴霧試験	クロスカットを入れ、中性塩水噴霧試験を240時間行う。
JIS G 3302 : 2019 溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯 13.3.4 めっきの耐食性試験	受渡当事者間の規定による。
JIS G 3542 : 2008 着色塗装亜鉛めっき鉄線 10.3 塩水噴霧試験	中性塩水噴霧試験を200時間行う。
JIS K 6744 : 2019 ポリ塩化ビニル被覆金属板及び 金属帯 9.6 耐食性試験	中性塩水噴霧試験を以下の時間行う。 A種:2000時間 B種:1000時間 C種:1000時間



なお、中性塩水噴霧以外の溶液を用いて試験を行った場合、同じ装置で再び中性塩水噴霧試験を行うことは、原則として認められていないため、当センターでは中性塩水噴霧試験のみの対応としています。

3.3 塩水噴霧試験機の仕様

当センターでは、塩水噴霧試験機を中央試験所で1台、西日本試験所で1台所有しています。試験装置の仕様を表2に、対応可能な規格の例を表3に示します。

なお、中央試験所で所有する塩水噴霧試験機は、耐荷重100kg(床等分布荷重)で設計されており、噴霧塔が噴霧室の端に設置されているため、従来の標準試験片だけではなく、重量物となる成型品や組立て完成品も試験可能です。

表2 塩水噴霧試験機の仕様

所有場所	中央試験所	西日本試験所
装置の外観		
メーカー	スガ試験機株式会社	スガ試験機株式会社
型式	STP-90V-4	STP-90V-2
準拠規格	JIS Z 2371 (塩水噴霧試験方法)	JIS Z 2371 (塩水噴霧試験方法)
試験温度	35℃ ± 2℃	35℃ ± 2℃
空気飽和器内の水の温度	47℃ ± 2℃	47℃ ± 2℃
噴霧圧力	0.098MPa ± 0.0025MPa	0.098MPa ± 0.0025MPa
約80cm ² の水平採取面積における噴霧液の平均採取量	1.5mL/h ± 0.5mL/h	1.5mL/h ± 0.5mL/h
噴霧室内寸法 ^(注1)	約幅900mm × 奥行600mm × 深さ400mm	約幅900mm × 奥行600mm × 深さ500mm
噴霧室容積	約0.44m ³	約0.5m ³
試験片取付数 ^(注2)	保持角15°または20°で48枚	保持角15°または20°で48枚
試験片設置枠耐荷重	100kg (均等荷重) ^(注3)	6kg (均等荷重)

(注1) 製品等を試験する場合は、噴霧室内の噴霧塔を避けて設置できるものが対象となります。
 (注2) 試験片150mm × 70mm (厚さ1mm) 時の最大設置数となります。
 (注3) 床スノコ面の耐荷重です。

表3 対応可能な規格の例 (塩水噴霧試験機)

対応可能規格	所有場所	
	中央試験所	西日本試験所
JIS A 1314 : 2014 防火ダンパーの性能試験方法 附属書F (規定) 自動閉鎖装置の耐腐食試験方法	○	△ ^(注1)
JIS A 1445 : 2007 システム天井構成部材の試験方法 8.1 塩水噴霧試験	○	○ ^(注2)
JIS A 1551 : 2021 自動ドア開閉装置の試験方法 7.14 防せい試験	○	×
JIS A 4111 : 2021 太陽熱温水器 9.12 塩水噴霧試験	○	○ ^(注2)
JIS A 5505 : 2020 メタルラス 8.5 耐食性試験及び耐食性試験後の引張試験	○	△ ^(注3)
JIS A 5556 : 2021 工業用ステープル	8.3.4 耐食性試験方法	○
	8.4 保存性試験	○
JIS A 6519 : 2018 体育館用鋼製床下地構成材 9.7.2 支持脚に用いられる金属部品の塩水噴霧試験	○	○
JIS H 8502 : 1999 めっきの耐食性試験方法 7.1 中性塩水噴霧試験	○	○
JIS Z 2371 : 2015 塩水噴霧試験方法 6.2 中性塩水噴霧試験	○	○

(注1) 処理のみ対応可能です。
 (注2) 噴霧室内に設置可能な寸法・形状で、総荷重 (均等荷重) が6kg以内の試験体が試験対象となります。
 (注3) 耐食性試験後の引張試験は要相談となります。

4. 複合サイクル試験

4.1 複合サイクル試験方法

塩水噴霧試験に関連する試験方法として、「複合サイクル試験」をご紹介します。この試験方法は、「サイクル腐食試験」や「サイクル試験」と呼ばれることもあります。

複合サイクル試験とは、塩水噴霧試験に加えて、乾燥環境や湿潤環境、場合によっては塩水などへの浸せきや低温環境を繰り返し作用させ、腐食を促進させることにより、試験片の耐食性を評価する方法です。

例えば、表面処理鋼板の場合、湿潤状態では浸透圧により水分が皮膜中に浸入し、その水分が電解質の役目を果たして鋼板を腐食させ、乾燥状態では金属の化学反応速度は温度に依存する（温度が高いほど反応が早くなる）ことが知られています。

4.2 複合サイクル試験方法の種類

土木や建築の分野において、よく用いられる試験規格とサイクル条件の例を表4に示します。このように、標準化された試験方法の例としては、JIS H 8502（めっきの耐食

性試験方法）、JIS K 5600-7-9（塗料一般試験方法－第7部：塗膜の長期耐久性－第9節：サイクル腐食試験方法－塩水噴霧／乾燥／湿潤）などが規定されています。JIS H 8502の試験条件は、塩水噴霧→乾燥（60℃／20～30%RH）→湿潤（50℃／95%RH以上）の繰り返しで、JIS K 5600-7-9では複数の条件（サイクルA～サイクルD）が規定されています。なかでもサイクルAおよびサイクルDに関しては、日本からISO（International Organization for Standardization, 国際標準化機構）へ提案された試験方法です。



また、自動車関連や建材などにも幅広く用いられる団体規格として、公益社団法人自動車技術会が制定する自動車規格（JASO規格）があります。JASO M 609-91（自動車用材料腐食試験方法）やJASO M 610-92（自動車部品外観腐食試験方法）がよく用いられますが、サイクル条件としてはJIS H 8502やJIS K 5600-7-9のサイクルAと同様です。

なお、当センターでは塩水噴霧試験同様に中性の塩溶液（塩化ナトリウム溶液）のみの対応としています。

表4 試験規格とサイクル条件の例

試験条件		JIS G 0594 C法		JIS H 8502		JIS K 5600-7-9 サイクルA		JIS K 5600-7-9 サイクルD		JIS K 5621		JASO M 609 JASO M 610	
負荷 工程	環境	設定値	時間 (h)	設定値	時間 (h)	設定値	時間 (h)	設定値	時間 (h)	設定値	時間 (h)	設定値	時間 (h)
噴霧	温度 (°C)	35	約1	35	2	35	2	30	0.5	30	0.5	35	2
	湿度 (%)	98		98		98		98		98		98	
乾燥	温度 (°C)	50	約4	60	4	60	4	—	—	—	—	60	4
	湿度 (%)	30以下		20～30		20～30		—		—		20～30	
湿潤	温度 (°C)	40	約3	50	2	50	2	30	1.5	30	1.5	50	2
	湿度 (%)	90		95以上		95以上		95		95		95以上	
乾燥	温度 (°C)	—	—	—	—	—	—	50	2	50	2	—	—
	湿度 (%)	—		—		—		—		—		—	
乾燥	温度 (°C)	—	—	—	—	—	—	30	2	30	2	—	—
	湿度 (°C)	—		—		—		—		—		—	

表5 複合サイクル試験機の仕様

所有場所	中央試験所	西日本試験所
装置の外観		
メーカー	スガ試験機株式会社	スガ試験機株式会社
型式	CYP-90A	CCT-1L
サイクル条件	①塩水噴霧試験 (JIS Z 2371) 試験温度：35℃±1℃、50℃±1℃	①塩水噴霧試験 (JIS Z 2371) 試験温度：35℃±1℃、50℃±1℃
	②乾燥試験 噴霧室内温度：室温+10℃～70℃±1℃ 噴霧室内湿度：25%RH±5%RH (温度60℃において)	②乾燥試験 噴霧室内温度：20℃～70℃±1℃ 噴霧室内湿度：25%RH±5%RH (温度60℃において)
	③湿潤試験 噴霧室内温度：室温+10℃～50±1℃ 噴霧室内湿度：60%RH～95±5%RH (温度50℃において)	③湿潤試験 噴霧室内温度：50℃～70±1℃ 噴霧室内湿度：60%RH～95±5%RH (温度50℃において)
	④浸せき試験 対応不可	④浸せき試験 塩水濃度：5%中性塩水 浸せき液温度：(外気温度+10℃)～60±1℃
	⑤外気導入試験 噴霧室内温湿度：制御なし(成り行き)	⑤外気導入試験 噴霧室内温湿度：制御なし(成り行き)
	⑥低温試験 対応不可	⑥低温試験 噴霧室内温度：-20℃～20±1℃
	⑦湿潤高湿試験 噴霧室内温度：50℃±1℃ 噴霧室内湿度：95%RH以上 (温度50℃において)	⑦湿潤高湿試験 噴霧室内温度：50℃±1℃ 噴霧室内湿度：95%RH以上 (温度50℃において)
	以上、①～③、⑤、⑦の組合せによるサイクル試験が可能	以上、①～⑦の組合せによるサイクル試験が可能
噴霧室内寸法 ^(注1)	約幅900mm×奥行600mm×高さ500mm	約幅960mm×奥行610mm×高さ860mm
噴霧室材質	耐熱塩化ビニル製	チタン製
試験片取付数 ^(注2)	保持角15°または20°で48枚	保持角15°または20°で100枚
耐荷重	6kg (均等荷重)	100kg (均等荷重)

(注1) 製品等を試験する場合は、噴霧室内の噴霧塔を避けて設置できるものが対象となります。
(注2) 試験片150mm×70mm (厚さ1mm) 時の最大設置数となります。

表6 対応可能な規格の一例(複合サイクル試験機)

対応可能規格	所有場所	
	中央試験所	西日本試験所
JIS G 0594 : 2019 表面処理鋼板のサイクル腐食促進試験方法 4.2 中性塩水噴霧サイクル試験 C法	○	○
JIS H 8502 : 1999 めっきの耐食性試験方法 8.1 中性塩水噴霧サイクル試験方法	○	○
JIS K 5600-7-9 : 2006 塗料一般試験方法—第7部：塗膜の長期耐久性—第9節：サイクル腐食試験方法—塩水噴霧/乾燥/湿潤	サイクルA	○
	サイクルB	×
	サイクルC	×
	サイクルD	×
JIS K 5621 : 2021 一般用さび止めペイント 7.12 サイクル腐食性	×	×
JIS Z 2371 : 2015 塩水噴霧試験方法 6.2 中性塩水噴霧試験	○ ^(注2)	○ ^(注3)

(注1) 要相談となります。
(注2) 噴霧室内に設置可能な寸法・形状で、総荷重(均等荷重)が6kg以内の試験体が試験対象となります。
(注3) 耐食性試験後の引張試験は要相談となります。

4.3 複合サイクル試験機の仕様

複合サイクル試験機は、塩水噴霧試験機のような連続した塩水噴霧に加えて、乾燥、湿潤、低温や浸せきなどの条件を組み合わせた試験が可能です。ただし、装置により対応可能な条件は異なります。

当センターでは、複合サイクル試験機を中央試験所で1台、西日本試験所で1台所有しています。試験装置の仕様を表5に、対応可能な規格の例を表6に示します。表6に示す試験規格はあくまでも一部であり、サイクル条件の中からお要望に合わせた設定も可能です。

なお、西日本試験所で所有する複合サイクル試験機は、耐荷重が100kg（均等荷重）で設計されており、噴霧室の大きさを活かして成型品や組立完成品の状態での試験も可能です。

5. おわりに

本稿では、塩水噴霧試験および複合サイクル試験と、当センターの保有している機器についてご紹介しました。この二つの試験方法は多くの規格に引用されており、ここでご紹介させていただいたものはごく一部です。また、腐食の経過を詳細に確認するための定期的な外観観察や写真撮影など、各種ご相談も承っています。

塩水噴霧試験および複合サイクル試験についてご興味をお持ちの方は、お気軽にお問い合わせください。

参考文献

- 1) JIS Z 0103：防せい防食用語
- 2) さびのおはなし [増補版]：増子 昇, pp.81-84, 1997
- 3) コンクリートの診断技術'22：(公社)日本コンクリート工学会, pp.35-42, 2022
- 4) R.T.Foley：鉄の腐食における塩素イオンの役割, 防蝕技術, 第20巻, 5号, pp.227-239, 1971
- 5) 丸屋 剛, Somnuk TANGTERMSIRILUL, 松岡 康訓:コンクリート表層部における塩化物イオンの移動に関するモデル化, 土木学会論文集, 第585巻, 4号, pp.79-95, 1998
- 6) 日本溶融亜鉛鍍金協会：溶融亜鉛めっきとは, <https://www.aen-mekki.or.jp/mekki/tabid/72/Default.aspx> (参照：2022.11.1)

author



吉田仁美

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>
塩水噴霧試験、床材の性能試験、ホルムアルデヒド放散試験等



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>
セメント系材料や土質系材料の物理試験など



松原竜馬

総合試験ユニット 西日本試験所 試験課
専門職
<従事する業務>
コンクリートコアの各種試験、耐久性試験等

【お問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

TEL：048-935-1992 FAX：048-931-9137

西日本試験所 試験課

TEL：0836-72-1223 FAX：0836-72-1960

建具の開閉繰返し試験

1. はじめに

建具は、人の出入り口、採光の確保、換気などを目的として、建築物の開口部に設置されるドアや窓です。開閉方式には複数の方式があり、ドアを例に代表的な開閉方式を図1及び図2に示します。建具は、日常生活で生じる開閉操作の繰返しにより、丁番の摩耗、留め付けねじの緩み又はねじの外れが生じることがあります。その場合、戸の動きが悪くなることや、戸が枠に接触して開閉ができなくなる場合があります。このような不具合が供用期間中に生じない品質を確認するために、開閉繰返しに対する耐久性能が要求されています。

2. 開閉繰返し試験に関する規格

建具の開閉繰返し試験は、JIS A 1530 (建具の開閉繰返し試験方法) に従って行います。また、評価項目の一つである開閉力試験は、JIS A 1519 (建具の開閉力試験方法) に従って行います。建具の開閉繰返しに関する製品規格と繰返し回数の関係を表1に記載します。ドアセットでは、開閉繰返し回数を10万回と定め、1日当たり約30回開閉

した場合、約10年間の使用に相当します。サッシでは、主として換気を目的とした窓については1万回とし、人の出入りを伴う掃き出し窓は、開閉頻度を考慮して3万回と定めています。1万回の繰返し回数は、1日当たり約3回開閉したとして、約10年間の使用に相当します。

表1 製品規格と繰返し回数の関係

規格	開閉繰返し回数
JIS A 1530 (建具の開閉繰返し試験方法)	—
JIS A 1519 (建具の開閉力試験方法)	—
JIS A 4702 (ドアセット)	10万回
JIS A 6512 (可動間仕切)	10万回
JIS A 4706 (サッシ)	開閉回数は1万回とする。ただし、掃き出し窓においては3万回とする。
JIS A 4709 (サッシ用網戸)	1万回

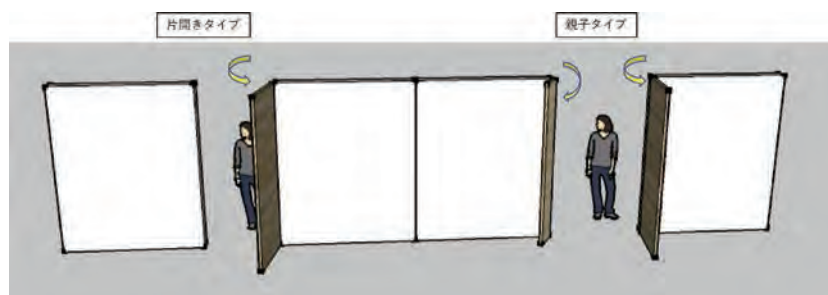


図1 スイング式開閉方式の一例

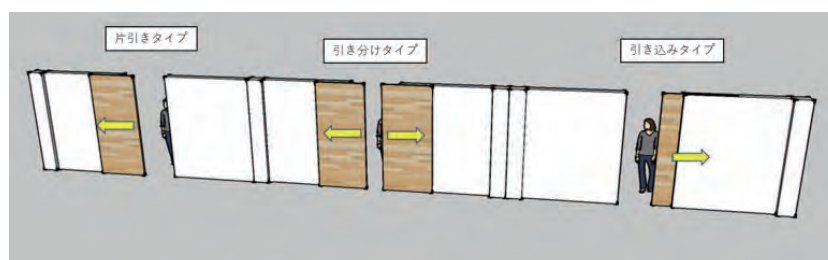


図2 スライディング式開閉方式の一例

3. 試験概要

建材試験センターでは、スイング式とスライディング式で試験装置を使い分けて試験を行っています。

3.1 スイング式（片開き方式）

当センターで所持しているスイング式開閉繰返し試験装置は、**図3**に示すようにドアの開閉装置が3基設置されており、個別に条件を設定し同時に試験を進めることができます。試験装置の構成は、試験体を設置するフレーム、ドアを開閉させる駆動部、試験体と駆動を繋ぐアーム及び制御盤から成っています。

試験体は、**図4**に示すようにドア枠に山形鋼（100mm ×

100mm、t3～5mm）を6個設置しています。山形鋼と試験装置のフレームにクランプで固定するためです。また、試験体には実際に使用する錠前も取り付けられています。

JIS規格の開閉繰返し条件を**表2**に、測定項目を**表3**に示します。測定項目は、開閉確認、開閉力の測定及び面内残留変位を測定します。開閉確認は、5回戸を開閉し、正常に作動することを確認します。開閉力は、**図5**に示すようにハンドルにワイヤーを固定し、滑車を介して荷重を加えます。JIS A 4706では50Nで戸が開閉できることを確認しますが、JIS A 1519では1Nずつ荷重を加えて、戸が開閉する最小の荷重を求めます。面内残留変位は、戸を閉じた状態で**図6**に示す位置でノギス等を用いて測定します。

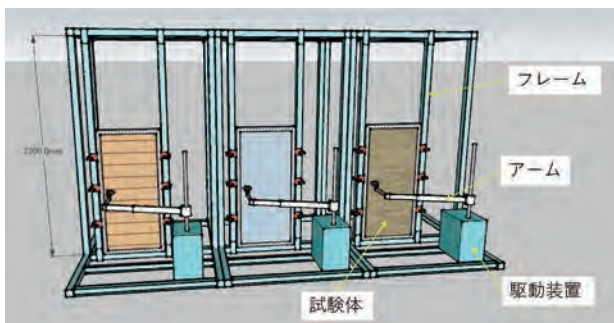


図3 スイング式開閉繰返し試験装置

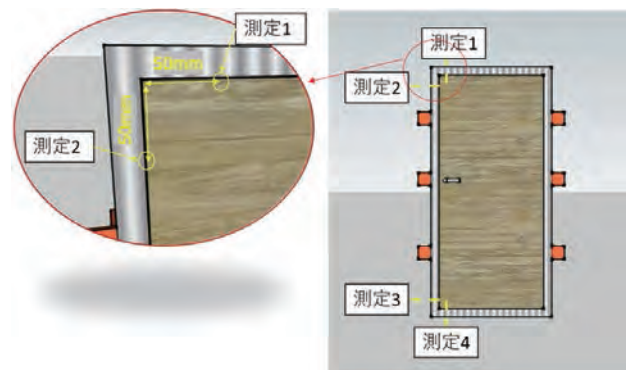


図6 面内残留変位の測定位置

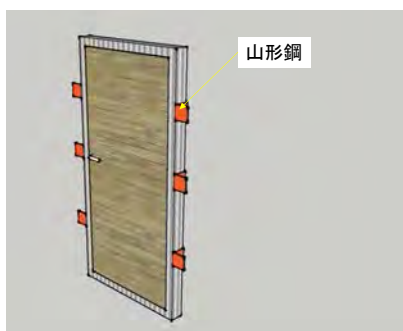


図4 スイング式開閉繰返し試験体の一例

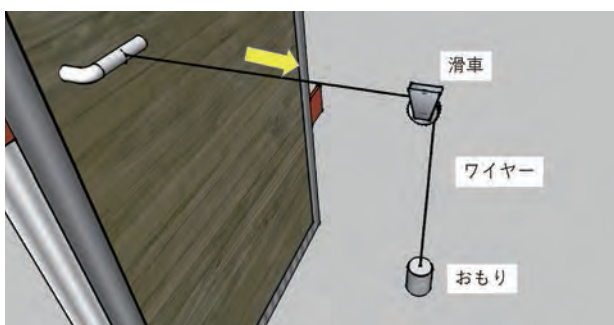


図5 開閉力の測定

表2 開閉繰返し条件

項目	内容
戸の開き角度	80° ± 5°
戸の1分間当たりの開閉回数	通常、5～10回とし、開く・閉じるをもって1回とする。

表3 測定項目

項目	内容
開閉確認	JIS A 1530に従って5回戸を開閉し、正常に作動することを確認する。
開閉力	JIS A 1519に従って測定する。
面内残留変位の測定	戸先の上端・下端の各端面から50mm ± 5mmの位置とし、戸の面内位置を測定する。

3.2 スライディング式

スライディング式開閉繰返し試験装置は、エアシリンダを用いて行っています。制御装置により開閉繰返し速度と回数の制御を行います。

JIS規格の開閉繰返し条件を表4に、測定項目を表5に示します。

試験体は、図7に示すようにサッシ枠をリップ溝形鋼で周囲を囲い剛性を保てる状態にして、試験に供します。リップ溝形鋼と鋼製定盤のフレームをクランプで固定し、開閉繰返し試験装置を取り付けて開閉繰返し試験を行います(図8参照)。なお、スライディング式試験体の場合、開閉操作や開閉力を測定するため、サッシに治具を取り付ける場合が多いです。

測定項目は、開閉確認及び開閉力とし、スイング式で記載した内容と同じ規格で行います。開閉力測定の一例を図9に示します。

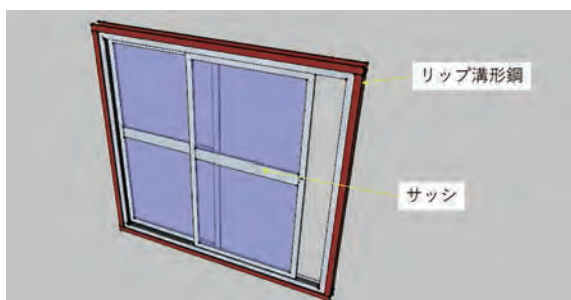


図7 スライディング式開閉繰返し試験体の一例

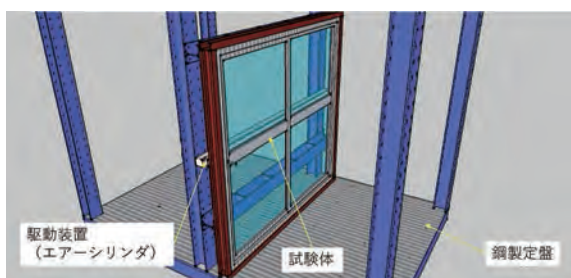


図8 スライディング式試験体の取り付けの一例



図9 開閉力測定の一例

4. おわりに

建具においては、今回ご紹介した建具の開閉繰返し試験以外に、錠前、ドアクローザー及びクレセントなどにもそれぞれに耐久性が要求され、各JIS規格では繰返し耐久性が定められています。建具を安全に快適に使用するためにも耐久性試験を行って性能を確認することは重要なことだと考えます。なお、ご紹介したスイング式の開閉繰返し試験装置は、家具専用にもう1基あり、収納家具や耐火金庫などの開閉繰返し試験に使用しています。

また、同装置は制御盤によって、開き角度、開閉の速度、開閉方向(右開き又は左開き)、開閉繰返し回数及び試験機の駆動方式を自由に設定することが出来る他、スライディング式の開閉繰返し試験装置も、家具の巻上げ戸や軽量シャッターの開閉繰返し試験にも対応が可能ですので、是非ご利用頂ければ幸いです。

表4 開閉繰返し条件

項目	内容
戸の開き量	閉じ位置から戸の走行可能な距離の(90±10)%
戸の1分間当たりの開閉回数	通常、5～10回とし、開く・閉じるをもって1回とする。

表5 測定項目

項目	内容
開閉確認	JIS A 1530に従って5回戸を開閉し、正常に作動することを確認する。
開閉力	JIS A 1519に従って測定する。

author



渡辺 一

総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ
統括リーダー代理
<従事する業務>
建具の耐久性試験、家具の性能試験及び金属材料など

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

東京理科大学 理工学部 建築学科 教授

兼松 学



1. はじめに

2022年7・8月号から2023年1・2月号の特集「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」では、建材試験センターで実施可能な耐久性試験について全体像から個別の試験まで概説いただいた。本稿では、微力ながら一連の内容を総括させていただき、改めて、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評価について考えたい。

2. 耐久性試験とは

一般に、耐久性の評価の目的は、科学的観点から、材料の性質、劣化因子、劣化メカニズムなどを研究し、実際の環境下における劣化を科学的に予測し記述することに重点がある場合と、工学的観点から、建築材料・部材及び建築物の耐用年数を予測することに重点を置いている場合がある。ここで、標準化されているような一般的な耐久性試験の多くは後者を目的としており、明示的に耐用年数を求める場合は少ないものの、なんらかの使用に耐える期間を把握することを目的としている点に異論はないと思う。

改めて「耐久性試験」とは、第1回の菊地氏原稿でも解説いただいているように、「長時間にわたる環境条件の作用下における材料の耐久性を評価する試験」と定義される。一方、「耐久性」とは、分野や時期に応じて相当な幅をもって捉えられている用語であるが、近年的な考え方では、着目する性能や機能を維持する性能を指すことが多く、性能・機能の低下のスピードが遅いものほど「耐久性が高い」ということになる。

この耐久性を知るもっとも確実な方法は、実使用環境下において長期に性能・機能を観察することにあるが、実際にこれを計画的に行うことは容易ではないことは想像に難くない。例えば、実構造物調査を行えば調査時点での性能・機能の評価は可能であるが、それらが供用開始時点でのどのような性能・機能を持っていたかといった情報が得られることは少ない。また、実使用環境を正確に把握するの

も容易ではなく、調査で得られた知見を一般化することは容易ではない。

耐久性試験は、材料の性能・機能の低下を促進的な手法で確認することが出来るため、材料の品質管理や材料開発には必要不可欠なものとして、製品の規格や仕様書などに紐づけられているものも少なくない。耐久性試験をより広義にとらえて分解してみると、材料に劣化を生じさせる「痛め試験」と、それに応じた劣化程度を確認する「評価」からなることがわかる。「痛め試験」としての位置づけの理解は、材料を使用する部位・部材における様々な環境条件に対してどのような劣化因子を想定するかが重要であるが、劣化因子は7・8月号にも紹介があったように、機械的因子や熱的因子、化学的因子など広範におよぶ。その一方で、「評価」は、冒頭でも述べたように「着目する性能や機能」が定まっていることが重要であり、まずは複数ある材料に要求される性能や機能を把握したうえで、どの性能や機能に着目するかを決める必要がある(図1参照)。

ここで、今般出版された日本建築学会「建築物の耐久設計支援ガイドブック」¹⁾にまとめられた劣化による耐用年数予測の考え方が大変参考となるので紹介したい。

耐久性評価の究極の目的は先述したように、どれぐらいつつのか? どれぐらいつつのか? 耐用年数が見込めるかを知ることにある。本ガイドブックでは、耐用年数評価手法として「実績及び経験による予測」と「調査・試験データに基づく予測」があるとしたうえで、後者に対してはさらに、「実

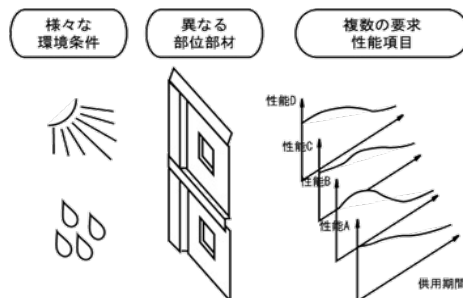


図1 耐久性能評価にあたって考慮すべき条件

「実験室による促進試験」、「屋外曝露試験」、「劣化実態調査」、「実際の使用条件下での曝露試験」の4項目を挙げている。今回特集で解説された耐久性試験は、「調査・試験データに基づく予測」に分類され、その中でも「実験室における促進試験」に分類されるといえる。

そのうえで、「実験室における促進試験」について、次の特徴があるとしている。

- (1) 他の実験的方法と比較して短時間に結果が得られる。
- (2) 新しい材料・部材についても適用可能であるが、実際の耐用年数と相関性が問題となる。
- (3) 促進試験のなかには、特定材料の特定現象を想定したうえで標準化されているものもあり、そのような中で新しい材料が既知の材料と比較される。

このような特徴の捉え方は、メカニズムの理解等よりは工学的耐用年数の評価に重点が置かれていることを示すもので、「実験室における促進試験」の特徴を理解するうえで示唆的な考え方を示しているといえる。

その一方で、当該マニュアルでは促進試験を以下の細目に分類している。

- (1) 耐久性適合性試験
- (2) 相対的耐久性試験
- (3) 環境シミュレート促進試験

3. 建物の長寿命化に伴い求められる建設材料の耐久性について

本章では、本特集の趣旨であった「建物の長寿命化に伴い求められる建設材料の耐久性について」について、私見を述べさせていただく。

ここまでの議論を踏まえれば、「建築物の長寿命化に求められる建設材料の耐久性」は、対象とする建築材料ごとに異なることは言うまでも無く、一概にひとくくりで述べるようなものではないことをお分かりいただけるかと思う。ただ、建築物の長寿命化に資する耐久性を求めた場合には、以下のような状況が想定され、必ずしも従来の評価手法がそのまま使えるわけではない。以降に述べるように、目的と状況を見極めた耐久性評価方法の選定・検討が必要であり、さらにはそれらが標準化・規格化されて利用されるようになるまでにはさらに長い期間と労力を必要とする。

- (1) 高い耐久性が求められた結果、より劣化の促進倍率の高い耐久性試験が求められるようになった。
- (2) メカニズムに対する理解が進み、現状の試験方

法では十分な評価が出来ないことが明らかになった。

- (3) 要求性能項目が変わり、評価が不十分となった。
- (4) 新しい材料が開発され、同様のメカニズムで評価が出来なくなった。

(1) は、既存材料のさらなる長期間利用や、新しい高耐久材の開発などにより、従来の促進方法では合理的な時間内に耐久性評価が出来なくなる場合が想定される。その結果、より促進倍率の高い促進方法が必要となる場合が多い。

例えば、耐候（光）性試験が良い例で、高分子系材料において、より高い促進倍率の試験方法を求めてメタルハライドランプを用いた耐候性試験が開発され、2021年にはJIS A 1501（樹脂製建具のメタルハライドランプによる促進耐候性試験方法）が定められている。

あらたな促進方法の開発には、自然曝露結果との相関などの情報蓄積が不可欠であり、対象とする劣化現象に関する十分な知識と、材料が用いられる曝露環境に対する深い理解が求められる点に注意が必要である。

(2) は、長寿命化に限ったことでは無いが、最新の研究成果などを踏まえた劣化メカニズムの理解の変化が、測定方法に影響を与える場合が考えられる。例えば、コンクリートに用いられる骨材の材料レベルでのアルカリシリカ反応性評価は、骨材単体やモルタルを用いた試験方法が用いられているが、それでは十分な評価ができないことが明らかになり、いくつかの新しい測定方法が提案されるに至っている。

耐久性の評価に劣化メカニズムの理解は必要不可欠であることは言うまでもない。

(3) は、要求される性能項目や、性能レベルに変化がある場合を想定しており、多くの場合には新たな耐久性評価方法の開発が必要となる場合が多い。

例えば、コンクリートの耐久性を評価するうえで重要な指標である中性化は、仕上材料によって抑制されることが知られているが、近年では仕上材料に対する要求性能項目として「中性化抑制効果」が求められる場合が出てきた。これまで仕上材の中性化抑制効果は、仕上材のないコンクリートの中性化深さに対する仕上げを施したコンクリートの中性化深さの比を中性化率として、中性化率の大小によって評価することが一般的であり、例えば日本建築学会「コンクリート工事標準仕様書 JASS 5」²⁾では、調査などを踏まえた参考値が示されていた。しかしながら、近年の研究成果³⁾に基づき、個々の仕上材の中性化抑制効果を評価する方法として、JIS A 6909（建築用仕上塗材）附属書 A（規定）に二酸化炭素透過度の試験方法が規定されるに至り（図2参照）、2022年版のJASS 5では二酸化炭素透過度が0.5 [mol/(m²·24 h)] 以下の場合には、中性化率が0.6以下となることを解説している。

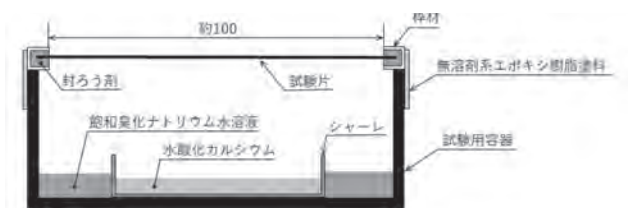


図2 二酸化炭素透過度測定試験 概要図²⁾

これらは、建築物のより長寿命化を指向した結果、材料に新しい要求性能項目が加わり、さらに要求性能の水準が検討された事例として捉えることが出来る。

(4)は、新たな材料の登場により、従来の耐久性評価システムでは十分な評価が出来なくなるケースを想定している。

例えば、近年活発に開発されている環境配慮型コンクリートでは、セメントの大部分を高炉スラグ微粉末やフライアッシュといった活性無機質微粉末に置換したものが多くみられる。こういったコンクリートの耐久性を促進中性化試験で評価しようとする、従来のコンクリートと比して中性化速度係数が大きくなる傾向があるが、実曝露環境においてはそこまで差がないといった報告も散見される。そのため、こういった材料が本当に耐久性に乏しいのかを評価するために、JIS A 1153 (コンクリートの促進中性化試験方法)で規定されている二酸化炭素濃度は5%を、より低い濃度で設定して評価した場合にはどうなるのか?といったことが検討される場合がある。こういった検討においては、単に耐久性の評価方法に対する興味にとどまらず、その背景にある炭酸化現象の二酸化炭素濃度依存性についてそのメカニズムの解明が重要である。

また、まったく新しい建築材料の登場により耐久性評価方法が検討された事例としては、近年、利用拡充が期待される外装用難燃薬剤処理木質材料が、風雨にさらされたとき及び経年劣化したときの火災安全性能の低下を評価する標準的な試験方法として定められたJIS A 1326 (外装用難燃薬剤処理木質材料の促進劣化試験方法)などが挙げられる。この規格は、促進劣化試験方法とその薬剤の性能項目である火災安全性能の両者を規定している点が特徴であり、促進劣化の前後でJIS A 1310 (建築ファサードの燃えひろがり試験方法)による性能評価を行う方法を規定している。本規格の作成にあたっては、海外規格を下敷きとする一方で、日本の気候にあった促進試験方法とすることを意図して、実曝露によるメカニズム分析を進めるとともに、建材試験センター規格JSTM J 7001:1996 (実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法)を援用した促進劣化手法が規定された(図3参照)。

4. おわりに

ここまで述べたように、「建物の長寿命化に伴い求められる建設材料の耐久性」の評価においては、既存の標準的

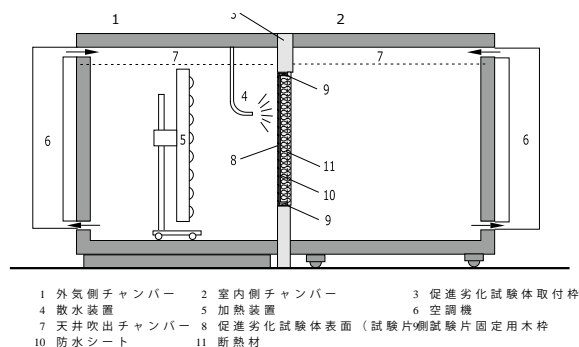
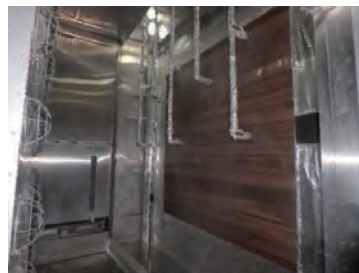


図3 JIS A 1326 (難燃薬剤処理木質材料の促進劣化試験方法)における促進劣化試験装置の概要図と実施状況(建材試験センター)

な方法で評価が可能な場合は少なく、対象とする材料の状況に応じた対応が必要であり、場合によっては新たな評価方法の構築が必要となる。

いずれの場合においても、本質的には材料に求められる性能項目を正しくとらえ、施工・使用される環境を正確に理解したうえで、そこで生じうる材料劣化のメカニズムに関する正しい知識に基づいて評価方法を検討する必要があり、新たな評価を行うには専門的知識を有するエンジニア・サイエンティストのサポートが不可欠である。

また、常に背後にあるメカニズムを厳密に記述する学術分野の側面も重要である。コンプライアンスなどの問題もあると思うが、専門分野を超えた情報共有・切磋琢磨が強く望まれており、試験で得られた知見を学術的に昇華し、コミュニティ間で共有することも重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 日本建築学会, 建築物の耐久設計支援ガイドブック, 2022
- 2) 日本建築学会, 建築工事標準仕様書 コンクリート工事 JASS 5, 2022
- 3) 令和2年度 建築基準整備促進事業成果報告会 M8 仕上塗材の性能評価に基づくRC造劣化対策の評価方法基準等の合理化に関する検討 報告書概要
(https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/r2_ki-seisoku_m8_1.pdf)

<プロフィール>

東京理科大学 理工学部 建築学科 教授
 専門分野：建築材料学、コンクリート工学
 最近の研究テーマ：鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計
 中性子利用技術を用いた鉄筋コンクリートの評価、亜鉛めっき鉄筋、難燃薬剤処理木質材料、ジオポリマーなどの新しい建築材料評価

地下構造物で飛来塩分?トンネル内での塩害を考える!

塩水噴霧を行ったコンクリート 供試体の塩化物イオン濃度の測定

comment

新型コロナウイルス感染症が始まって早3年、リモートでの働き方や講義が普及し、会社や学校等への通勤・通学客はコロナ以前と比較して減少している¹⁾。鉄道会社も利用状況に合わせて列車の運転本数の見直しを行っており²⁾、その影響を身近に感じている方もいるのではないだろうか。

本試験報告では、鉄道の中でも主に線路に使用されるコンクリート製まくらぎに焦点を当てたものである。まくらぎは、レールを固定することにより軌間を保持し、列車荷重をレール下にある道床に分散させる役割を担っている。³⁾近年、地下トンネルにおいて海水を多く含む漏水箇所でコンクリート製まくらぎが劣化する事例^{4)、5)}を受け、原因の1つとして考えられる塩害について材料の観点から対策を検討するため、本試験は実施された。コンクリートの配合等いくつか条件を変えたコンクリートについて、塩害環境下を想定した塩水噴霧処理を行い、コンクリート表層の塩化物イオン濃度を測定したものが本試験の概要である。

試験の結果、塩水噴霧された面（以下、評価対象面とする）からの距離が0~5mmの位置の塩化物イオン濃度についてNo.3~No.4が約0.2%、他は約0.3%とな

った。No.3とNo.4の値が低い理由は、混和材として高炉スラグ微粉末を使用したことにより塩化物イオン浸透抵抗性が上昇したためと考えられる。なお、参考文献⁶⁾によると、同一水セメント比であれば普通ポルトランドセメントよりも高炉セメントB種の方が塩化物イオン拡散係数は小さくなる傾向にあり、多少条件は異なるが本試験結果とも概ね合致している。一方で、表面含浸材の有無と鋼材の種類の違いによる塩化物イオン濃度の差は、混和材の有無による差と比較すると小さいことが分かった。

依頼者との事前打ち合わせでは、試験予定の供試体の水セメント比が低く塩化物イオンが浸透しにくいこと、塩化物水溶液に浸漬する方法では長期間必要なこと、ある程度塩化物イオンが浸透しないと条件を変えても有意差が見られないことなどの懸念点を伝えた上で、最終的に製品の置かれる環境を想定し、塩化物イオンの浸透方法に塩水噴霧での処理を選択された。このように、建材試験センターでは試験方法が定められていない試験についても可能な範囲で、試験条件の提案を行っている。試験をご検討の際は、お気軽にお問い合わせいただきたい。

1. 試験内容

東日本旅客鉄道株式会社より塩水噴霧を行ったコンクリート供試体について、塩化物イオン濃度の測定を行った。

2. 供試体

供試体は、**図1**に示すように、100mm×100mm×400mmの鋼製型枠に仕切りを設け100mm×100mm×100mmとし、両端から幅30mm、高さ50mmの位置に鋼

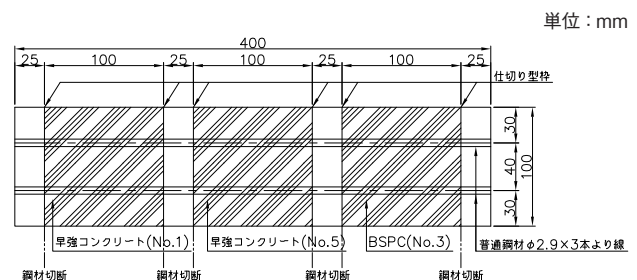


図1 供試体の概要の一例（依頼者提出の資料による）

材を2本設置した後、表1に示す配合のコンクリートを打込み材齢28日まで養生したものである。表2に示すように、混和材や表面含浸材の有無、鋼材の種類を変えた供試体を8個準備し、JIS H 8502（めっきの耐食性試験方法）の7.連続噴霧方法に準じて鋼材切断面1面に塩水噴霧を行った。塩化ナトリウム溶液の濃度は5%、噴霧時間は240時間とした。搬入時の供試体の外観を写真1に示す。



写真1 搬入時の供試体の外観 (No.2、4、6)

3. 試験方法

供試体の評価対象面から深さ方向に3種類（0～5、5～10、10～15mm）の試験片を採取した後、鋼材を除去して粉砕・粒度調整したものを試料とした。試験片の外観を写真2に、粉砕・粒度調整後の試料を写真3に示す。

塩化物イオン試験は、JIS A 1154（硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法）の9.塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法に従って行った。試験状況を写真4及び写真5に示す。

4. 試験結果

試験結果を表3に示す。

5. 試験の期間、担当者および場所

期 間 2021年12月15日～2022年1月31日
 担当者 試験監督者 赤 城 立 也
 試験責任者 高 藤 典 明
 試験実施者 岡 田 裕 佑
 場 所 横浜試験室

（発行番号：工試第Y-2021110105-202111004626、
 工試第Y-2021110105-202201000454）

※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）

information

今回ご紹介した試験のうち、塩水噴霧試験は中央試験所材料グループで試験を行っている。また、工事材料試験所横浜試験室では、コンクリートの塩化物イオン以外にコン

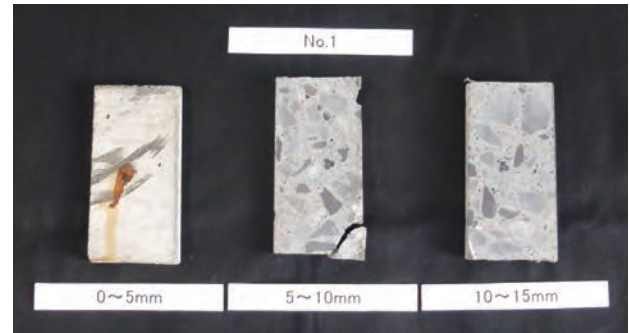


写真2 試験片の外観 (No.1)

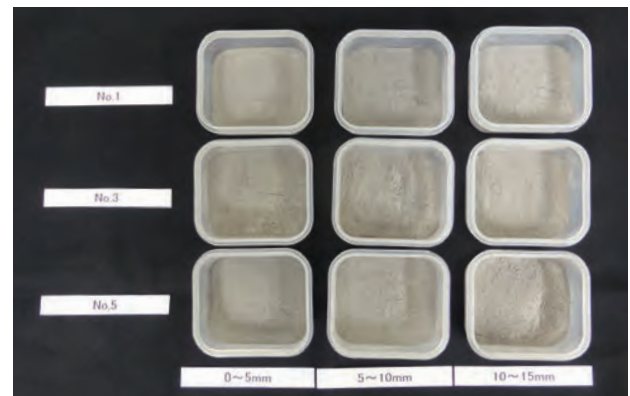


写真3 粉砕・粒度調整後の試料 (No.1、3、5)



写真4 煮沸状況 (No.1)

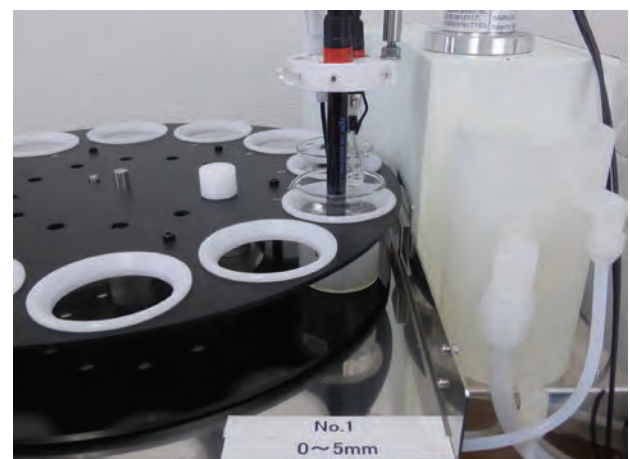


写真5 滴定状況 (No.1)

クリートやモルタルの圧縮強度試験や鋼材の引張強度試験も行っている。これらの試験に関するご依頼・ご質問については、以下の【お問い合わせ先】までご連絡頂ければ幸いです。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：2020年度駅別乗車人員等のデータ公開について、2021.7.9, https://www.jreast.co.jp/press/2021/20210709_ho02.pdf (参照：2022.10.30)
- 2) 東日本旅客鉄道株式会社：2022年3月ダイヤ改正について、2021.12.17, https://www.jreast.co.jp/press/2021/20211217_ho01.pdf (参照：2022.10.30)
- 3) 東日本旅客鉄道株式会社：JR EAST Technical Review-No.48-SUMMER_2014, 2015.1.9, https://www.jreast.co.jp/development/tech/pdf_48/tech-48-61-66.pdf (参照：2022.10.30)
- 4) 公益社団法人土木学会：地下鉄箱型トンネルにおける塩害対策システムの構築, 2018, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejmcs/74/4/74_275/pdf-char/ja (参照：2022.10.30)

- 5) 公益財団法人鉄道総合研究所：塩害環境下における経年PCまぐらぎの性能評価, 2021, https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_12204806_po_0001004759.pdf?contentNo=1&alternativeNo= (参照：2022.10.30)
- 6) 日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術'18 [基礎編], 2018, pp.38

author for comment

岡田裕佑

工事材料試験ユニット 工事材料試験所 横浜試験室
主任
<従事する業務>
建設工事に関わるコンクリート系材料の圧縮強度試験、鉄筋の引張強度試験、コンクリートコアの各種試験等

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 横浜試験室
TEL：045-547-2516 FAX：045-547-2293

表1 コンクリートの配合 (依頼者提出資料による)

供試体 No.	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水結合材比 (%)	単位量 (kg/m³)						
					水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	AE剤	減水剤
1,2,5~8	20	14±2.5	4.5±1.0	34.1	150	440	—	755	1015	0.035	3.079
3,4	20	12±2.5	4.5±1.0	32.0	153	239	239	765	949	0.191	2.152

表2 供試体 (依頼者提出資料による)

供試体 No.	コンクリート 打込日	設計基準強度 (N/mm²)	混和材	表面含浸材 塗布	鋼材種類	寸法 (mm)	数量
1	2021.9.14	49.1	無し	無し	普通鋼材	100×100×100	各1
2	2021.11.16				ステンレス鋼材		
3	2021.9.14	50	有り	無し	普通鋼材		
4	2021.11.16				ステンレス鋼材		
5	2021.9.14	49.1	無し	有り	普通鋼材		
6	2021.11.16				ステンレス鋼材		
7	2021.11.16				アラミド繊維		
8	2021.11.16				無し		

(注) 混和材：高炉スラグ微粉末 6000
普通鋼材：φ 2.9×3本より線、ステンレス鋼材：φ 3.05×3本より線

表3 試験結果

評価対象面 からの距離	塩化物イオン (Cl-) %							
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
0~5mm	0.322	0.270	0.197	0.198	0.300	0.297	0.278	0.303
	0.319	0.278	0.204	0.208	0.299	0.292	0.270	0.300
5~10mm	0.111	—	0.045	0.052	0.076	0.085	0.066	0.065
	0.111	—	0.047	0.051	0.079	0.086	0.065	0.065
10~15mm	0.048	—	0.041	0.053	0.053	0.074	0.061	0.045
	0.050	—	0.040	0.052	0.055	0.072	0.060	0.046

カーボンニュートラルについて考えるきっかけ ~GHG検証主任者の資格取得を通じて~

【総務部 総務課 係長 藤沢有未】

1. はじめに

今回は、GHG 検証主任者資格についてご紹介いたします。前号までに本コーナーでご紹介しておりますコンクリート関連や溶接管理といった資格とやや違ったジャンルのものでしょうか、少しでもご興味を持っていただけたら嬉しいです。

2. 資格・制度について

東京都が導入している「総量削減義務と排出量取引制度（キャップ&トレード制度）」に基づき、原油換算で年間1,500kL以上のエネルギーを消費する大規模事業所はCO₂排出量の削減義務が課されています。対象となった事業所は、年度ごとに排出量の報告を行います。そして、その排出量が正しく算定されているか、第三者機関による検証を受けて都に報告することが義務付けられています。

GHG 検証主任者の資格は、こうした検証業務へ携わる為に必要となる資格です。検証業務を請け負うことができるのは様々な要件を満たし東京都に登録された機関のみであり、検証主任者はそうした登録検証機関に所属しております。

東京都は、2030年までに温室効果ガス排出量を2000年比で50%削減するという「カーボンハーフ」を表明しています。その実現に向けて、本制度では2010年より5年ごとに計画期間を区切り、期間ごとに段階的な削減義務率を設定することで、その取り組みを推進しています。また、埼玉県も「目標設定型排出量取引制度」を設け、東京都と同様に温室効果ガスの排出量削減に向けて取り組んでいます。

3. 資格取得まで

私が本資格を取得したのは、約6年前になります。当時、ISO 審査本部では新たに始まったGHG 検証業務を盛り立てようと、資格取得を推進しておりました。そうした取り組みがきっかけとなり、私は本資格試験の受験に至りました。

資格試験は、当時は年に2回開催されていました。受験者は、東京都環境局による講習会を受講の上、修了試験に臨みます。全くの専門外であったこともあり、私にとってはこの試験が大変難関でした。制度概要から具体的な算定方法まで、内容を詳細に理解していることが求められますが、見慣れない言葉も多く、当時は分厚いガイドラインを前に絶望的な気持ちになっていたのをよく覚えています。とにかく繰り返し読み込み、制度や検証の具体像を少しずつ理

解していきました。

結果として、私は4回目の受験でようやく合格することができました。試験の度に繰り返し勉強してきた積み重ねによってようやく知識が身につけてきた、という成果だったように思います。何回も不合格となればやる気を失うかと思いきや、負けず嫌いな性格が発揮され、「絶対合格してやるんだから〜!」と当時の私はかえってやる気になっていたように思います。それでも最後まで自信は持てないまま、合格した際も発表を見るまでは不安でいっぱいでした。

4. 資格取得後のお仕事

いざ合格すると、自分が実際に検証に行く、ということにとっても緊張しました。試験に受からない期間が長かったことで、いつの間にか合格すること自体が目的になってしまっていたようです。しかし、実務で得た経験は、私にとって大変有意義なものとなりました。

検証はデータ照合など地道な作業に始まり、ヒアリングや目視といった実際の現地での確認も重要となります。届け出内容が正しく記載されているか、事業所の敷地範囲を確認するためにひたすら境界線を辿ったり、普段はあまり人が立ち入らないような敷地の奥にあるガスメーターを確認するために蜘蛛の巣をくぐったり、なんていうこともしばしばあります。

こうした現場でいろいろな方と接する機会は、様々な気づきを得ることができます。実際の業務を重ねるうち、資格取得を目指していた頃よりも強くこの資格を取得できてよかったな、と思うようになりました。

5. おわりに

入社した時は、自分が地球温暖化対策に関わる仕事に携わる機会があるとは思っておりませんでした。こうしたチャンスをいただいたことで、様々な経験を得ることができました。

これからも、本資格や制度への理解を深めるとともに、脱炭素の新たな未来について、自分なりに考えていきたいと思います。



author

藤沢有未

総務部 総務課 係長

<従事する業務>

ITインフラの管理業務、採用に関する業務、労務・福利厚生に関する業務

環境配慮・高品質化・合理化・効率化を目指して13年ぶりに大改定

JASS 5(日本建築学会・鉄筋コンクリート 工事標準仕様書)の改定の概要

1. 制定・改定の歴史

日本建築学会・建築工事標準仕様書・鉄筋コンクリート工事(JASS 5)は、1953年に制定されて以来、使用材料の変化、工法・構法の進歩、法令・規格の改正などに対応すべく、表1に示すように、数年ごとに改定がなされ、特に昨今は、十数年おきに鉄筋コンクリート工事に対する日本建築学会の方針・方向性に関わる抜本的な見直しを含む大改定がなされてきた。

1975年の大改定では、必要な性能に応じた品質のコンクリートおよび鉄筋コンクリート造建築物を供給することを目的として、コンクリートの品質・材料・施工方法に級が設けられた。また、工法規定による技術の発展阻害を避けることを目的として、可能な範囲で性能規定・結果規定が取り入れられた。1986年の大改定では、当時社会問題となっていたコンクリートクライシスへの対策として、鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上を目的として、単位水量、スランプ、塩化物量などに具体的な規定が導入された。1997年の大改定では、JASS 5に基づいて施工される鉄筋コンクリート造建築物の構造体・部材に対する要求性能が明示され、これを目標としてコンクリートの品質や各種工事の仕様が規定される形となり、計画供用期間の級、耐久設計基準強度、品質基準強度などの規定が導入された。2009年の大改定では、環境配慮の概念が示されるとともに、計画供用期間の級に「超長期」(200年)が追加され、鉄筋コンクリート造建築物の品質向上を図るためにヤング係数・乾燥収縮率などの目標値が導入された。

2. 改定の方針

前回の改定がなされた2009年から今日に至るまでの13年間、建設業界に関わる様々な出来事があった。2011年における東日本大震災の発生とそれに伴う福島第一原子力発電所事故の発生、2012年における笹子トンネル天井板落下事故の発生、2015年における国連気候変動枠組条約締約国会議(COP21)での「パリ協定」の採択、2018年に

おける西日本豪雨災害以降に頻発する豪雨災害の発生、2020年における菅前首相によるカーボンニュートラル宣言、2021年における東京オリンピック・パラリンピック開催にむけた社会資本整備などである。これら昨今の出来事やその他の社会情勢の変化に対応すべく、建設業界が取り組むべき課題として、国土強靱化・防災・減災の推進、少子高齢化に伴う建設技能労働者不足への対応、建設業の生

表1 JASS 5の制定・改定の歴史(太字は大改定年)

西暦	制定・改定内容
1953	所要強度、現場練り主体、容積調合
1957	調合部分(標準調合表)の改定
1965	土木学会との用語の統一、各種改正JISへの対応、設計基準強度と所要強度との関係の明確化、特殊コンクリートの充実
1969	JIS A 5308改正への対応、生コン主体への移行
1975	性能規定(高級、常用、簡易)の導入、契約図書としての性格付け(記述の簡潔明瞭化)、性能規定化・結果規定化
1979	JIS A 5308改正への対応、「呼び強度」の定義化、各種制定・改正JISへの対応
1984	法改正(強度規定)への対応、各種制定・改正JISへの対応
1986	耐久性向上のための「単位水量185kg/m ³ 以下」「スランプ18cm以下」「塩化物量0.30kg/m ³ 以下」の規定、特殊コンクリートの充実
1991	SI単位(鉄筋、鋼材)への対応、住指発244号指導課長通達(アル骨対策)への対応
1993	JIS A 5308改正への対応、各種改正JISへの対応
1997	構造体の要求性能の明示、「計画供用期間の級」「耐久設計基準強度」「品質基準強度」の設定、特殊コンクリートの充実
2003	法改正への対応、各種改正JISへの対応、環境問題への対応(再生骨材)
2009	環境への配慮、各種目標性能・目標品質の明示、強度管理規定(S値)の整備、品質管理規定の充実、特殊仕様のコンクリートの充実
2015	各種改正JISへの対応、制定・改定指針類の取込み、改定鉄筋コンクリート構造計算規準への対応
2018	各種告示(指定建築材料、型枠取外し、構造体コンクリート強度)改正への対応

産効率低迷の克服に向けたIT・ICT・IoTの活用の推進、環境負荷低減を含むSDGsへの配慮などが取り上げられた。

一方、2009年以降におけるコンクリートおよび建築工事に関連する技術的な進歩としては、化学混和剤の高機能化、センシング・モニタリング技術の向上、化学分析技術・数値解析技術の高度化などが挙げられる。このような様々な社会情勢の変化や技術の進歩に対応すべく、2009年版JASS 5の大改定を行う必要性が高まってきたため、2017年、日本建築学会・材料施工委員会・鉄筋コンクリート工事運営委員会傘下にJASS 5大改定検討小委員会を設置し、大改定の基本方針として、

- 性能に基づく規定・検査の推進
- 環境配慮の促進
- 施工・品質管理の合理化・効率化
- コンクリートの高性能化・高品質化

を掲げて、5年間半に渡る改定作業が実施された。

また、今回の大改定では、JASS 5の位置付けを原点に立ち戻って明確にすることとした。すなわち、仕様書とは、工事で用いるべき材料の種類・品質や採用すべき工法・施工手順を設計者が施工者に対して指示したものであり、2017年に改訂された「建築工事標準仕様書制定の趣旨と執筆方針」に示されている「建築工事標準仕様書は、工事請負契約図書を構成する設計図書の一部として使用・引用できるものとする。」という方針に則り、JASS 5が契約図書としても機能するように本文の表現を整理した。

3. 主要な改定点

3.1 全体構成

2022年版JASS 5の目次を表2に示す。全体の構成については1997年版から大きな変更はなく、1節、2節および31節がJASS 5全体に関わる内容であり、「3節 コンクリートの種類および品質」から「11節 品質管理および検査」までが一般的な仕様のコンクリートを用いる場合の鉄筋コンクリート工事的な基本的な仕様（一般仕様）を示しており、「12節 寒中コンクリート工事」から「30節 無筋コンクリート」までが特別な種類のコンクリートに対する仕様（特別仕様）を示している。

ただし、旧版では、27節は「エコセメントを使用するコンクリート」であり、29節は「住宅基礎用コンクリート」であった。「エコセメントを使用するコンクリート」については、2016年の建設省告示第1446号の改正により、普通エコセメントを用いるコンクリートに対しては大臣認定が不要となったため、一般仕様に取り込むこととし、特殊仕様から削除した。また、「住宅基礎用コンクリート」については、その根源は2003年版までの「簡易コンクリート」であり、標準的な計画供用期間の級を「短期」（耐用年数30年）と想定して規定内容が定められていた。しかしながら、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づい

て2000年に定められた「日本住宅性能表示基準」においては、戸建の木造住宅や軽量鉄骨造住宅にも劣化対策等級3（3世代75～90年の耐用年数）が適用されたにも関わらず、その基礎となる鉄筋コンクリート造の耐用年数が30年という不釣り合いな状態が継続していた。そこで、住宅基礎に用いるコンクリートも、一般の鉄筋コンクリート造建築物に用いるコンクリートと同等の性能・品質を有するべきとの判断から、一般仕様に組み込むこととした。

表2 2022年版JASS 5の目次

1節	総則		
2節	構造体および部位・部材の要求性能		
3節	コンクリートの種類および品質	一般仕様	
4節	コンクリートの材料		
5節	調合		
6節	コンクリートの発注および受入れ		
7節	コンクリートの運搬、打込みおよび締固め		
8節	養生		
9節	型枠工事		
10節	鉄筋工事		
11節	品質管理および検査		
12節	寒中コンクリート工事		特別仕様
13節	暑中コンクリート工事		
14節	軽量コンクリート		
15節	高流動コンクリート		
16節	流動化コンクリート		
17節	高強度コンクリート		
18節	鋼管充填コンクリート		
19節	プレストレストコンクリート		
20節	プレキャスト複合コンクリート		
21節	マスコンクリート		
22節	遮蔽用コンクリート		
23節	水密コンクリート		
24節	水中コンクリート		
25節	海水の作用を受けるコンクリート		
26節	激しい凍結融解作用を受けるコンクリート		
27節	低収縮コンクリート		
28節	再生骨材コンクリート		
29節	現場練りコンクリート		
30節	無筋コンクリート		
31節	特記		

一方、コンクリートのひび割れ（特に、乾燥収縮ひび割れ）の抑制に関する社会の要望に対応し、対策技術の進歩、および関連指針の充実を反映させるために、「27節 低収縮コンクリート」を新設した。また、現在使用しているコンクリートのほとんどは、工場で練り混ぜられる標準化されたレディーミクストコンクリートであり、コンクリートを工事現場で調合して練り混ぜることは極めて稀な状態になっている。ただし、特殊な事情がある場合（工事現場近くに工場がない場合、特別な製造設備・管理が必要な場合など）には、工事現場にプラントを設置してコンクリート

を練り混ぜることがあることから「29節 現場練りコンクリート」を新設することとした。なお、旧版の「6.6 工事現場練りコンクリートの製造」は削除され、その内容は29節に移行されている。

節の名称が変更となったのは、2節、6節および26節であり、それぞれ旧版の「構造体および部材の要求性能」、「コンクリートの発注・製造および受入れ」および「凍結融解作用を受けるコンクリート」が、表2に示すように変更となった。2節に「部位」を追加したのは、劣化環境を区分して仕様を特記する場合には、部材（柱、梁、壁、床など）よりも部位（屋外側、屋内側など）を特定して区分する方が便利であることが多いためであり、6節から「製造」を削除したのは、上述のとおり工事現場でコンクリートを製造することが極めて稀であるという理由による。

また、旧版の「1.4 環境配慮」に関しては、今回の大改定における最上位の課題であるため、2節および3節に「環境性」という項を設け、鉄筋コンクリート工事において最も配慮すべき環境に関わる性能・品質として、「資源循環性」、「低炭素性」および「環境安全性」を採り上げ、それぞれ具体的な規定内容を示すこととした。

3.2 「1節 総則」

「適用範囲」、「適用の方法および原則」、「工事監理者の

承認・指示・検査」および「施工計画、品質管理計画および工事報告」には、旧版からの大きな変更・追加はないが、「用語」には改定がなされている。定義を新たに設けたり修正したりした主な用語とそれらの定義を表3に示す。なお、セメント、結合材、粉体および混和材の関係は、図1のように表される。

3.3 「2節 構造体および部位・部材の要求性能」

2節は、構造体および部位・部材に対する要求性能が示された節であり、設計者に対しては、設計における目標性能が、一方、施工者に対しては、3節以降においてコンクリートの材料選定や調査設定、および鉄筋工事・型枠工事・コンクリート工事の仕様設定を行う際に、構造体および部位・部材で、実現すべき目標性能が示されている。

2節の主な改定点は、「2.4 耐久性」において劣化環境の分類・区分を整理し直したこと、および要求性能として、新たに「2.7 環境性」を追加したことである。劣化環境は表4に示すように分類・区分され、特記がない場合は一般劣化環境（腐食環境）にあるものとなる。一方、「環境性」については、コンクリートに深く関連する性能として「資源循環性」、「低炭素性」および「環境安全性」が採り上げられ、それぞれの性能に対する要求が表5のように規定された。

表3 定義を新設・修正した主な用語

用語	定義
部位	単一または複数の部材の部分
粉体	結合材および結合材と非活性無機質微粉末とを混合したものであり、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性に寄与する微粉末状の物質の総称
単位セメント量	フレッシュコンクリート1m ³ 中に含まれるポルトランドセメントの質量
単位結合材量	フレッシュコンクリート1m ³ 中に含まれる結合材の質量
単位粉体量	フレッシュコンクリート1m ³ 中に含まれる粉体の質量
水セメント比	フレッシュコンクリートにおいて、単位セメント量に対する単位水量の割合（百分率）
水結合材比	フレッシュコンクリートにおいて、単位結合材量に対する単位水量の割合（百分率）
水粉体比	フレッシュコンクリートにおいて、単位粉体量に対する単位水量の割合（百分率）
残コンクリート	工事現場において、建築物等の建設に使用されずに残ってしまったコンクリート

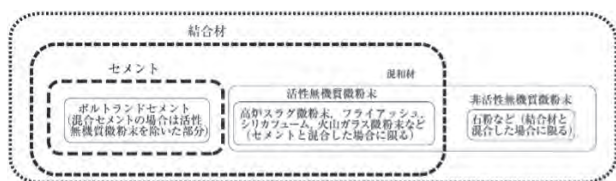


図1 セメント、結合材、粉体および混和材の関係

表4 劣化環境の区分

分類	区分	摘要
一般劣化環境	非腐食環境	外気に接することのない屋内空間にある部位で、直接の水濡れ、結露などによる水分供給の可能性のない部位
	腐食環境	非腐食環境以外の部位
特殊劣化環境	海水の作用	25節を適用
	激しい凍結融解作用	26節を適用
	その他の劣化作用	仕様は特記

表5 環境性に対する要求

種類	レベル	摘要
資源循環性	資源循環等級0	再生材料を使用しない
	資源循環等級1	構成材料の1つに資源循環に貢献する再生材料を使用
	資源循環等級2	構成材料の複数に資源循環に貢献する再生材料を使用 構成材料の1つに資源循環に大きく貢献する再生材料を使用
	資源循環等級3	構成材料の複数に資源循環に大きく貢献する再生材料を使用
低炭素性	低炭素等級0	0% ≤ CO ₂ 削減率 ≤ 5%
	低炭素等級1	5% < CO ₂ 削減率 ≤ 20%
	低炭素等級2	20% < CO ₂ 削減率 < 40%
	低炭素等級3	40% ≤ CO ₂ 削減率
環境安全性		建築物の供用期間において有害化学物質が有害量溶出しない

3.4 「3節 コンクリートの種類および品質」

3節は、2節で示された構造体および部位・部材の要求性能を満足するためのコンクリートの品質を規定した節である。今回、設計基準強度および耐久設計基準強度に関わる改定がなされるとともに、2節で示された資源循環性、低炭素性および環境安全性を満足するための材料・調合に関する具体的な標準仕様が新たに規定された。

諸外国における高強度コンクリートの強度範囲との整合化を図るべく、「17節 高強度コンクリート」の適用が設計基準強度48N/mm²を超える範囲に引き上げられたことを受けて、一般仕様における設計基準強度の範囲が18N/mm²以上48N/mm²以下と定められた。また、2節で設定された一般劣化環境（非腐食環境）における耐久設計基準強度の扱いについては、表6のように規定された。なお、旧版では耐久設計基準強度の標準値が示されていないが、結合材（高炉セメントC種など、フライアッシュセメントC種など、エコセメント）についても、新たに耐久設計基準強度が設定された。

資源循環性については、表7に示すように、使用材料の

表6 耐久設計基準強度の標準値

	結合材の種類	計画供用期間の級			
		短期	標準	長期	超長期
一般劣化環境（腐食環境）	ポルトランドセメント、高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種など	18	24	30*	36**
	高炉セメントB種、フライアッシュセメントB種など	18	24	30*	—
	高炉セメントC種、フライアッシュセメントC種など	24*	27*	33*	—
	エコセメント	18	24	—	—
一般劣化環境（非腐食環境）		設定しない			

* 設計かぶり厚さ・最小かぶり厚さを10mm増やした場合は、3N/mm²減じることができる。

** 設計かぶり厚さ・最小かぶり厚さを10mm増やした場合は、6N/mm²減じることができる。

表7 資源循環サブ等級の水準・ポイント

使用材料	サブ等級	種類・量	ポイント
練混ぜ水	0	回収水以外の水	0
	1	上澄水	1
	2	スラッジ水	2
結合材	0	原料に廃棄物・副産物を利用していることが不明なセメント	0
結合材	1	ポルトランドセメント、高炉セメントA種・B種、フライアッシュセメントA種・B種など	1
	2	高炉セメントC種、フライアッシュセメントC種、エコセメントなど	2
細骨材／粗骨材	0	普通骨材	0
	1	副産物起源の骨材の質量分率が細骨材量／粗骨材量の20%以下のもの	1
	2	副産物起源の骨材の質量分率が細骨材量／粗骨材量の20%を超えるもの	2

表8 資源循環等級に応じたサブ等級ポイントの合計値

水準	資源循環サブ等級のポイントの合計値
資源循環等級0	0
資源循環等級1	1
資源循環等級2	2以上4以下
資源循環等級3	5以上

表9 低炭素等級に応じた結合材の種類

水準	結合材の種類
低炭素等級0	ポルトランドセメント
低炭素等級1	高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種・B種・C種など
低炭素等級2	高炉セメントB種など
低炭素等級3	高炉セメントC種など

種類・量ごとに資源循環サブ等級のポイントが定められ、これらの合計値が表8を満足するように、使用材料の種類・量を設定することとなった。一方、低炭素性については、結合材の種類によってほぼ支配されることから、低炭素等級に応じて表9に示す結合材を選定することとなった。また、環境安全性については、使用材料の環境安全品質がJISの規定値を満足していれば問題ないと判断されることとなった。

3.5 「4節 コンクリートの材料」

改正された建設省告示1446号、および新規に制定されたJISに対応させるため、一般仕様のコンクリートで用いることのできる材料として、エコセメント、再生骨材H、火山ガラス微粉末およびコンクリート用砕石粉が追加された。また、収縮低減剤の品質はJISに適合するものと規定された。そして、資源循環を促進するという大改定の趣旨に則り、計画供用期間の級が超長期の場合にのみスラッジ水を使用しないこととなった。

3.6 「5節 調合」および「6節 コンクリートの発注および受入れ」

現在、工事現場で調合設計を実施することはほとんどなく、標準化されたJISマーク表示製品を生コン工場に発注しているという実態に鑑み、5節は、調合設計の方法を示すのではなく、生コン工場が調合を定める場合に基準とすべき条件（たとえば、各材料の種類と使用量、調合強度算定時における許容不良率の最大値、水粉体比の最大値など）を3節および4節の規定内容に基づいて決定することとした。それを受けて、6節には、生コン工場への調合設計の依頼を行うための規定、および配合計画書の内容が指定した使用材料・調合の条件に合致することの確認を行うための規定を追加した。

3.7 「7節 コンクリートの運搬、打込みおよび締固め」および「8節 養生」

7節では、残コンクリートの発生抑制を主目的として、運搬・打込み・締固め計画を定めるように規定されると

もに、受入れ後に化学混和剤を添加してスランプや空気量を回復させることを可能とする規定が設けられた。

8節では、湿潤養生を可能とする養生剤の性能把握のための試験方法がJASS 5 T-407（コンクリート養生剤の水分逸散抑制効果試験方法）として新設され、湿潤養生効果が確認された養生剤を用いるよう規定された。

3.8 「9節 型枠工事」および「10節 鉄筋工事」

9節では、型枠の構造計算における型枠設計用のコンクリートの側圧を液圧とすることが規定された。

10節では、鉄筋の加工・組立て作業に有資格者を配置することが規定されるとともに、鉄筋の種類については、改正されたJIS G 3112への整合化が図られた。また、ガス圧接継手に加えて、機械式継手と溶接継手に関しても、それらの施工は日本鉄筋継手協会の標準仕様書によるものとされた。

3.9 「11節 品質管理および検査」

品質管理の合理化を促すため、検査・試験・確認等の方法として、標準として示されていないIT（センサーやAIなど）を用いた方法であっても、工事監理者の承認を受ければ適用可能となるよう規定された。「使用するコンクリートの品質の確認」については、3節で定められた環境性および気乾単位容積質量の確認方法が規定された。環境性については、配合計画書で材料の種類・量を確認することとなり、気乾単位容積質量については、配合計画書から計算される値を下式に代入して求めた値が3節で定められた値の±0.1t/m³の範囲にあることを確認することが規定された。

$$\gamma_h = 0.832 \gamma_p + 0.387$$

γ_h ：気乾単位容積質量 (t/m³)

γ_p ：配合計画書より求められる単位容積質量 (t/m³)

「レディーミクストコンクリートの受入れ時の検査」については、一般仕様における設計基準強度の範囲の拡大に伴い、36～48N/mm²のコンクリートについても圧縮強度試験用供試体の採取ロットが150m³単位となった。また、塩化物イオン量の検査は、JISマーク表示製品であれば生コン工場の製造管理のための試験結果を確認することで受入れ検査に代えることができることとなった。「構造体コンクリート強度の検査」では、受入れ時の検査における圧縮強度試験と併用できる方法(A法)が示され、コンクリート強度の検査の合理化が図られた。

3.10 特別仕様のコンクリート (12～30節)

特別仕様のコンクリートについては、各節の主要な改定・制定項目を表10に示す。

「12節 寒中コンクリート工事」については、構造体強度補正值 m_{Sn} が特記されておらず、気温に基づく積算温度が840° D・Dを下回る場合には、養生期間中の計画養生温度から次式により算出される MC_t に基づいて、 $28S_{91}$ を3、6、9N/mm²のいずれかに定めることが可能となった。

$$MC_t = \sum_{y=1}^t (\theta_y + 10)$$

MC_t ：養生温度に基づく積算温度 (° D・D)

t ：計画養生期間 (日)

y ：材齢 (日)

θ_y ：養生期間中の材齢 y 日における計画養生温度 (°C)

表10 特別仕様のコンクリートの主要な改定・制定項目

	主要な改定項目
12節 寒中コンクリート工事	積算温度に基づく構造体強度補正值 m_{Sn} の決定
13節 暑中コンクリート工事	受入れ時のコンクリート温度が35°Cを超えることが予想される期間を酷暑期とし、その対策を規定
14節 軽量コンクリート	設計基準強度が27N/mm ² を超える場合でも、混合セメントB種まで使用可能
15節 高流動コンクリート	軽微な振動・締めめで型枠内に充填できるコンクリートまで適用範囲とし、スランプフロー45cm以上65cm以下を標準 JASS 5 M-406 (増粘剤含有高性能AE減水剤の品質基準)の制定
16節 流動化コンクリート	流動化の範囲をスランプ21cm以下に留めず、スランプフロー60cmまで拡大
17節 高強度コンクリート	設計基準強度の適用範囲を「36N/mm ² を超え60N/mm ² 以下」から「48N/mm ² を超え80N/mm ² 以下」に変更
18節 鋼管充填コンクリート	鋼管充填コンクリートの構造体強度補正值の推奨値の見直し ブリーディング試験方法の追加
19節 プレストレストコンクリート	スランプ上限規定の撤廃 計画供用期間の級が長期および超長期の場合における乾燥収縮率 8×10^{-4} 以下
20節 プレキャスト複合コンクリート	ハーフプレキャスト部材の接合に関する規定の追加
21節 マスコンクリート	調査管理強度の考え方の見直し マスコンクリートの構造体強度補正值 $28SM_{91}$ の標準値の追加
22節 遮蔽用コンクリート	複雑な断面形状や過密配筋された部分などへの確実なコンクリートの打込みを可能とするため、スランプ15cm以下を標準とする規定を撤廃
23節 水密コンクリート	受入れ時のコンクリート温度が30°Cを超える場合には「13節 暑中コンクリート工事」
24節 水中コンクリート	材料分離を生じない範囲でスランプフロー50～60cmも可能 設計基準強度36N/mm ² 以下の場合、高炉セメントB種を結合材の標準
25節 海水の作用を受けるコンクリート	セメント・劣化環境区分に応じた最小かぶり厚さ・耐久設計基準強度の標準値 耐久設計基準強度を3N/mm ² 増大 最小かぶり厚さの許容不良率7%以下
26節 激しい凍結融解作用を受けるコンクリート	適用範囲 (湿潤状態で凍結融解作用を受ける部位)の明確化 混合セメントC種に関する規定の追加
27節 低収縮コンクリート	3水準の低収縮等級に対応するコンクリートの乾燥収縮率の範囲 収縮低減剤を使用するコンクリートの製造方式
28節 再生骨材コンクリート	再生骨材コンクリートMおよび再生骨材コンクリートLに限定
29節 現場練りコンクリート	コンクリートの製造計画書の作成 コンクリートの調査設計 コンクリートの製造
30節 無筋コンクリート	コンクリートの品質規定を緩和 (3節の規定によらず) (よく) 混合セメント・エコセメントを標準

表11 流動化コンクリートのスランプフローの標準値

調合管理強度 (N/mm ²)	ベースコンクリートのスランプの目標値(cm)	あと添加後のスランプフローの目標値(cm)
40以上45以下	21以下	60以下
36以上40未満		55以下
33以上36未満		50以下
27以上33未満		45

表12 高強度コンクリートの mS_n の標準値(単位:N/mm²)

結合材の種類	mS_n	品質基準強度の範囲	
		48< f_c ≤ 60	60< f_c ≤ 80
普通ポルトランドセメント	$28S_{91}$	12	15
中庸熱ポルトランドセメント	$28S_{91}$	5	6
	$56S_{91}$	10	14
低熱ポルトランドセメント	$28S_{91}$	3	3
	$56S_{91}$	10	14

表13 マスコンクリートの $28SM_{91}$ の標準値

結合材の種類	コンクリートの打込みから材齢28日までの期間の予想平均養生温度 θ の範囲(°C)			
	$0 \leq \theta < 8$	$8 \leq \theta$	—	暑中期
普通ポルトランドセメント	—	$0 \leq \theta$	—	暑中期
高炉セメントB種など	—	$0 \leq \theta$	—	—
フライアッシュセメントB種など	—	$0 \leq \theta$	—	—
中庸熱ポルトランドセメント	—	—	$0 \leq \theta$	—
低熱ポルトランドセメント	—	—	$0 \leq \theta$	—
高炉セメントC種など	$0 \leq \theta < 13$	$13 \leq \theta$	—	暑中期
マスコンクリートの構造体強度補正值 $28SM_{91}$ (N/mm ²)	6	3	0	6

表14 海水の作用を受けるコンクリートにおける最小かぶり厚さおよび耐久設計基準強度

特殊劣化環境(海水の作用)の区分	計画供用期間の級	最小かぶり厚さ(mm)	耐久設計基準強度(N/mm ²)	
			普通ポルトランドセメント 高炉セメントA種 フライアッシュセメントA種	高炉セメントB種 フライアッシュセメントB種 高炉セメントC種 フライアッシュセメントC種
塩害環境	短期	50	39	36
		60	36	33
準塩害環境	短期	40	33	27
		50	27	27
	標準	40	39	36
		50	36	33
		60	33	27
		長期	50	39
60	36	33		

表15 低収縮コンクリートの等級と乾燥収縮率

水準	目標とする乾燥収縮率
低収縮等級1	650×10^{-6} 以下
低収縮等級2	500×10^{-6} 以下
低収縮等級3	400×10^{-6} 以下

「16節 流動化コンクリート」については、流動化コンクリートのスランプフローの標準値が表11のように規定された。

「17節 高強度コンクリート」については、構造体強度

補正值 mS_n の標準値が表12のように規定された。

「21節 マスコンクリート」については、構造体強度補正值 $28SM_{91}$ の標準値が表13のように規定された。

「25節 海水の作用を受けるコンクリート」については、劣化環境区分および計画供用期間の級ごとに、結合材の種類に応じた最小かぶり厚さおよび耐久設計基準強度の標準値が表14のように規定された。

「27節 低収縮コンクリート」については、低収縮等級の水準ごとに目標とする乾燥収縮率の標準値が表15のように規定され、それを達成するための手法が解説に示された。

4. 将来の改定の方向性

今回のJASS 5大改定が取り纏め作業に取り掛かろうとした矢先、日本のみならず全世界のあらゆる産業においてカーボンニュートラル化に大きく舵が切られ、コンクリート分野も御多分に漏れず低炭素から脱炭素へと方向転換がなされ、加えて回収炭素の利用先としての期待が急速に高まった。現在、各方面で、コンクリートによる炭素固定の研究開発が進められている。近い将来、この固定量を評価する仕組みが標準化されると予想され、JASS 5においても低炭素性の評価に炭素固定量を組み込む必要が生じるであろう。

また、ITの進化は目覚ましく、ITを用いた品質管理・検査が様々な工事で試行されている。これについても近い将来標準化が進み、JASS 5においても具体的な手法を本文で規定することが可能になるであろう。

さらに、2023年には再生骨材に関するJIS A 5021・5022・5023の改正が、2024年にはJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の改正がなされる予定であるが、その他のコンクリート用材料に関しても、幾つかはJIS改正がなされると考えられ、それらへの対応も必要となるであろう。

以上を鑑みると、数年後にはJASS 5の小改定が必要になると予想され、大改定が一段落したのも束の間、再び調査活動をスタートさせる予定である。

author



野口貴文

東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻 教授

専門分野：建築材料学、建築防火工学
最近の研究テーマ：カーボンニュートラル
コンクリート、建築工事におけるIT活用、
燃え広がり

ISO/TC146/SC6 (Air Quality/Indoor Air) バーチャル・オンライン会議2022報告 (Virtual Conference 2022)

国際会議報告

1. はじめに

2019年末から続く新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界規模のパンデミックは本稿執筆時点の2022年9月末時点で未だ終息には至っていないものの、特に米国や欧州においては街中でマスク着用者が少数派になり、Indoor Air 2022 (フィンランド)やCOBEE 2022 (カナダ)といった室内環境関連の国際会議も対面で開催されるようになってきた。この流れのなかで、当初はISO/TC146/SC6もフランス・パリ(対面)での開催が期待されていたようであるが、結果的には、一昨年(2020年)、昨年(2021年)に引き続き、本年度(2022年)もオンライン会議システムを利用したオンライン会議として開催されることになった。ISOはそもそも欧州EN関連の規格の優位性を確保する意図から欧州各国が主導で進むものであり、その点では、欧州では既に移動に制約は無い状況であることから(欧州のどこかで)対面で実施する可能性もあったように思うが、やはり多少はアジア諸国への配慮が働いたようにも思う。SC6事務局はドイツDINが仕切っていることから、会議時間はドイツ主導で決定される。この会議報告は、欧州各国に都合の良い欧州標準時間の昼間に開催されたSC6関連会議に、日本の夕方から深夜にかけてオンライン参加した記録を報告するものである。この時間帯は米国の深夜から早朝となる。昨年度は、各WGとSC6のPlenaryまでが每晚連続する形で比較的単位期間に濃縮して開催されたのであるが、なぜか本年度は9月6日夜のWG20から始まり、最後は9月26日深夜のTC146会議まで、ほぼ3週間に渡ってバラバラと各WGが開催された。忘れた頃に慌てて夜中のWGに参加するという苦行であったが、オンライン会議(昨年度まではZoomであったが、なぜか本年度は基本的にTeamsに統一)の利点を最大限に生かして何とか議論には参加し、記録をとったものが本稿である。

昨年度の報告では、2013年のオーストリア・ウィーン会議報告から休み無く(ほぼ)毎年、建材試験情報誌にISO/TC146/SC6 (Air Quality / Indoor Air) 会議報告を投稿していることを述べ、一部の説明が二重投稿(もしくはコピー・ペースト)になってしまうことに言い訳したが、それは本年度の報告も同様である。大変恐縮で遺憾ではあると思いつつ、例年どおりまずはSC6の位置づけから報告しようと思う。

ISO/TC146はAir quality(大気)に関する規格化を

担当しており、その傘下には6つのSC(SC1~SC6)が設置されている。その中でもSC6はIndoor Air(室内空気)に関連する規格化を担当しており、一般環境中での室内空気質関連の国際標準化を目的として活動している。当初のIndoor Airの定義は建築空間内の空気であったが、近年はTC22と協力しながら自動車やバスなどの車室内等を含めた閉鎖空間一般の空気質まで守備範囲が拡張する方向にある。現在までに、室内空気のサンプリング方法、化学物質の分析方法、小形チャンバー法、臭い、微生物、粒子状物質関連のサンプリング法や同定法等の標準化が行われてきた。SC6で取り扱うISOは16000という切りの良い番号が割り振られており、Part1から順次番号が付されている。

我が国では、1990年代後半から2000年代前半に掛けて、揮発性有機化合物による室内空気汚染問題(シックハウス・シックビル問題)への対応として、関連JISが数多く制定されており、国際規格であり上位規格となるISOと整合性を維持することが大切な課題となっている。国際産業規模がそれなりに大きく、国際競争力のあった(古き良き)時代であれば、国内規格であるJISを定めることで、他国が勝手に忖度してくれた可能性もあるが、我が国が産業競争力を失った現在では、国際規格の作成に受け身であれば、欧州主導で定められたルールに従って我が国の規基準の一方的な修正が求められる。少なくとも国際競争力を現

表1 SC6傘下のActive WGの一覧

SC/WG/(Chairman/Convener)	
SC6	Indoor air (Shin-ichi Tanabe, Japan)
WG3	VOCs (Derrick Crump, UK)
WG10	Fungi (Judith Meider, Germany)
JWG13	Determination of volatile organic compounds in car interiors (Roland Kerscher, Germany)
WG17	Determination of phthalates (Michael Wensing, Germany)
WG18	Strategies for the measurement of airborne particles (Benjamin Bergmans, Belgium)
WG20	IAQ Management System (Paulino Pastor Perez, Spain)
WG21	Air cleaning technology (Kazuhide Ito, Japan)
WG24	IAQ Management System (Paulino Pastor Perez, Spain)
WG25	Air cleaning technology (Kazuhide Ito, Japan)

状維持していくためには、我が国からも積極的な情報発信を行い、国際規格作成に深くコミットする態度が求められている。SC6では既存規格の改定作業（5年毎の定期見直し）、室内化学物質濃度測定関連、室内エアロゾル粒子関連やバクテリア・真菌関連、空気清浄装置の性能評価法などの標準化に向けて活発に活動しており、また新規提案NWIPも多い。ISO/TC146/SC6で審議されている各種の原案に関してWGレベルでの議論に参加・貢献することは、我が国の国益の観点からも重要なタスクである。

本年度（2022年）のSC6では、本稿の筆者である伊藤がコンビーナを担当している空気清浄装置の知覚空気質（Perceived Air Quality）による評価法に関するWG25の第3回会議が開催され、また、早稲田大学の田辺新一先生のSC6議長としての最終年度でもある。

本年度（2022年）に開催されたWG一覧を表1に示す。自動車関連のJWG13はTC22とのジョイントWGとして開催された。

以下、本年度の各WGの審議概要を順に報告する。

2. オンライン・バーチャル(Virtual Conference) 会議2022の概要と報告

2.1 ISO/TC146/SC6/WG3 : Volatile Organic Compounds (揮発性有機化合物)

今回のWGをもってDerrick Crump博士(UK)が引退されることになり、WG3コンビーナはMan-Goo Kim博士(韓国)が引き継ぐこととなった。本年度のWGでは、チャンバー法の規格であるISO AWI 16000-9 (Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing -- Emission test chamber method)の改訂に関して、特に韓国からの提案であるAnnex Eのオンドル(床暖)の記述内容の妥当性に関して議論を行い、Emission Cellの記述はISO 16000-10の内容と重複することから、ISO 16000-9からは削除する方針などを決定した。同様に、ISO CD 16000-11 (Determination of emission of volatile organic compounds from building products and furnishing -- Sampling, storage of samples and preparation of test specimens)の改訂に関しても、韓国からの提案であるAnnex Bの液体製品測定とAnnex Dの試験片(cut edges)、オンドル(床暖)の記述に関して議論が行われた。Cut edgeやオンドルの測定は、韓国のKim先生がISO化に並々ならぬ野望を抱いており、3年以

上に渡って粘りの交渉を続けてきたが、各国エキスパートも反論に疲れ果てたという印象で、最終的にはInformative AnnexとしてISOに追記されることになりそうな状況にある。オンドル効果などは非常にローカルな話題であり、国際標準化する意義は低いと感じるが、韓国にとっては重要な課題なのであろう。ここ数年、韓国はSC6に対して非常に多くの専門家集団を送り込んでおり、継続したキャンペーンが最終的に実ったことになる。韓国国内規格や研究成果のISO化へのモチベーションも非常に高いように見受けられ、今後、韓国がSC6の主要なプレーヤーとなることは間違いないように思われる。

2.2 ISO/TC146/SC6/WG10 : Microbial Contaminants (室内微生物)

昨年度に引き続き、Judith Meider博士(ドイツ)がコンビーナ、Lisa Rogers博士(米国)が共同コンビーナを務め、昨年度と同様にVDI/DINよりJochen Theloke博士(ドイツ)がZoomマネジメントと議事録担当で参加する体制で審議が行われた。韓国主導で標準化されたBacteriaを用いた空気清浄装置の性能試験法ISO 16000-36の関連規格として、Culturable airborne Fungiに着目した同様の試験法ISO/WD 16000-43は、昨年度の時点でCD投票をスキップしてDIS投票へ進める方針となっていたが、韓国側の作業が停滞していたということで、今回のWGでエディトリアルな修正を行ったうえで、(再度)速やかにDIS投票に進める方針を確認した。

Lisa Rogers博士(米国)より提案されていた酵素反応を対象としたマイクロバイオーム(真菌)分析がやっとのことでISO WD 16000-22として承認されたことから、その内容に関して議論を行ったが、各国エキスパートから寄せられた修正コメントが非常に多く、また多岐にわたることから、まずはLisa Rogers博士が全体の修正案を作成し、その後にキスパートに配布して内容確認する方針となった。その後に大きな問題がなければDISに進める方針を確認した。

5年の改定時期となっているISO 16000-19 (Sampling strategy for moulds)は来年度のWGまでに修正ドラフト案を作成するスケジュールで進めることとなり、各国エキスパートに修正項目などに関して意見を求めることになっている。また、インフォーマルな議論として、空気中のウイルスを対象としたHEPAフィルタの性能評価方法をWG10で検討できないか、既存のチャンバー法によるISO

をベースに議論を開始する可能性に関して議論があった。こちら韓国主導でドラフト作成を検討する方針が同意されており、特に室内化学物質分析関連のWG3と室内微生物関連のWG10で韓国の存在感が年々増している。

2.3 ISO/TC146/SC6/WG13 : Determination of volatile organic compounds in car interiors (車室内のVOC 試験法)

コンビーナであるRoland Kerscher博士(ドイツ)の他は、日本から自動車会社と分析会社所属のエキスパートを中心に9名、韓国からはKim先生の他、現代自動車から2名の参加があり、参加者の過半がこの2カ国となる状況でWG13が開催された。

ドイツの国内規格であるVDA 278-Thermal desorption analysis of organic emissions for the characterization of non-metallic materials for automobilesをベースとして作成が進められているISO/WD 12219-11の進捗状況に関する議論があり、コンビーナのRoland博士からVDA278に従った測定結果の説明の後、世界中の28研究機関で実施したラウンドロビンテストの結果が報告された。このラウンドロビンテストに日本は不参加。テストの結果は上々で、十分な精度であるとの結論に至った。また、Michal Holzwarth博士から(昨年度のWGで宿題となっていた)キャリブレーションの際のThermal desorptionの温度依存性に関する実験結果も報告された。温度依存性の他、本来は加熱時間の検討も必要であるが、その点の検討結果は無し。ISO/WD 12219-11はスクリーニング法のため、アカデミックな分析精度は求めない、との結論になり、Annexに収録する方針となった。ISO/WD 12219-11はCDをスキップしてDISへ進める方針が同意されている。

続いて、日本からの提案であるISO/WD 12219-12 Fogging testに関して日本からCD案の作成状況と追加実験の状況が報告され、合成繊維PVCとポリウレタンレザーのみを対象としたFogging methodに関する規格案であるが、今後の測定事例の蓄積を踏まえて対象を増やす可能性に関して言及があった。まずは早めにCD案を作成してWG内で回覧する方針となった。

ISO 12219-2ならびにISO 12219-3は5年の改訂時期を迎えるため、改定の必要性を確認するレビュー段階にあることから、我が国でも状況確認して必要に応じてコメントを提出する必要がある。

その他の重要事項として、ISO 16000-3の改定に伴い対

象物質からアクロレインが削除されたが、車室内空間を対象とした場合にはアクロレインの分析は重要であること、中国の国内基準ではアクロレインが規制対象となっていること、などを鑑み、アクロレインを対象とした分析法の標準化の必要性に関して議論が行われた。

2.4 ISO/TC146/SC6/WG20 : Determination of phthalates (フタル酸)

昨年度の会議よりドイツのWKIの研究者であるErik Uhde博士がコンビーナを担当している。本WGではISO/CD 16000-33の改定作業、特に日本の酒井先生からSVOCの測定に関してODS (Octadecyl silica) 法を含んだAnnex B (Informative) の内容に関して継続審議が行われ、特に昨年度からの宿題であったRecovery Rateの計算方法やブランク値、クリーニング方法などのQuality Parameterに関する最新情報が酒井先生より報告され、各国エキスパートの承認が得られたことから、速やかにDIS投票へ進める方針が同意された。

2.5 ISO/TC146/SC6/WG21 : Strategies for the measurement of airborne particles (微粒子測定)

ベルギーのBenjamin Bergmans博士がコンビーナを担当している。本年度のWGでは、ISO/DIS 16000-42 (CPCを用いたナノ粒子の測定) に関してDIS投票の際に寄せられた各国からのコメントに関して議論を行ったが、過半はエディトリアルな指摘であることから、コンビーナが責任をもって修正した上で、FDIS投票へ進める方針となった。また、WG21で検討すべき新たな基準として、特に空気清浄装置の性能評価を前提とした安価で簡易なPMセンサーを用いた測定方法、室内微粒子の粒径分布測定を可能とする測定方法(最低限、モード径やピーク粒子濃度の測定が可能な方法)の規格化に関してNWIPの可能性を検討する方針が同意されている。

2.6 ISO/TC146/SC6/WG24 : IAQ Management system (室内空気質管理システム)

WG24のコンビーナはスペインのPaulino Pastor Pérez博士であるが、ここ数年は欠席続きのために、SC6事務局担当のElisabeth Hösen博士とオーストリアのPeter Tappeler博士が主に司会進行を担当してWGが開催された。

ISO/DIS 16000-41 Assessment and Classificationに関してDIS投票期間中に寄せられたコメントについて議論を行った結果、過半がエディトリアルな指摘であることから、事務局で責任を持って修正した上で、速やかにFDIS

投票に進める方針を確認した。WG24では新たに規格化を議論するテーマもないことから、ISO/DIS 16000-41の審議が終了次第、WGを解散することとなった。

2.7 ISO/TC146/SC6/WG25 : Testing air cleaners by the assessment of perceived air quality (知覚空気質による空気清浄装置の評価法)

伊藤がコンビーナを担当するWGであり、正式なWG25となり3回目の会議である。このWGは、Olesen教授がISO/TC142で議論を主導している知覚性空気質を用いた空気清浄装置の評価法に関する基準に対し、SC6で知覚性空気質の測定法のみに着目した基準の制定を求められたことに対応して設置されたものである。2020年12月30日を締めきりとして実施他投票の結果、NWIとして承認され、その後2021年のWGを経て、DIS段階にある規格案である。本年度のWGではDIS投票の際に寄せられたデンマークならびにドイツからのコメントに関して修正案を議論した。

デンマークから、評価者 (panel) 自身が臭気放散限を含む実験室内に直接入室して評価する方法の提案があり、特にドイツのエキスパートから、評価者入室に伴う室内空気質の変化や擾乱に対して強い懸念が示され、Sniffing deviceを用いた実験方法と比較して、精度保証や再現性保証が困難になるとの意見が出された。結果として、直接入室による評価法は、本文ではなく Normative Annexとして情報を記載する方針となった。

また、Perceived Odour Intensityの評価スケール (カテゴリースケール) がISO 16000-28から削除されたことに伴い、これまでの臭気測定で実績のあるYaglouスケールを採用する方針が同意された。これらの修正事項を反映させた上で、本年度中にFIDS投票へ進める手順が同意されている。

2.8 ISO/TC146/SC6 : Plenary Meeting (SC6全体会議)

SC6議長の前早稲田大学田辺新一先生の司会でSC6全体会議が行われ、各WGからの活動報告、Recommendationの承認といった議事が審議された。今回の最大の審議事項は、本年度で3期 (1期3年) の満期を迎えるSC6議長の前田先生の後任に関する議論であり、最終的には、米国のKurt Thaxton博士 (ゲステル社) が次期SC6 Chair候補として推薦されることになり、後日のTC146全体会議で承認されている。

また、本年度 (2022年) から中国がP-member登録されており、今回のSC6会議にはNWIP (新規の規格案) の提

案をするために中国から6名の参加者があった。中国からは、ホルムアルデヒドを対象とした室内壁面コーティング塗料による濃度低減効果に関する中国国内規格GBを中心とした試験法が説明され、ISO化の可能性に関して議論が行われた。密閉系バックを用いた静的な方法であり、定期的に空気をチャンバー内に供給する動的法であるISO 16000-23 (ホルムアルデヒドを対象とした吸着建材の性能試験法) とは思想が根本的に異なる、簡易的なスクリーニング法と云える。この提案に対し、室内空気を扱うTC146/SC6で審議対象とすることが妥当か、材料としての塗料を扱うTC35/SC6とのジョイントWGとするか、などが議論され、最終的にはSC事務局レベルで相談した上で方針を決定することとなっている。

本年度から中国がSC6の正式メンバーとなったことは、今後のSC運営の点でも大きな転換期になると推察され、慎重に動向を注視する必要があるように思う。

2.9 ISO/TC146 : Plenary Meeting (TC146全体会議)

ここ数年のISO関連会議がオンラインとなったことから、本来隔年開催であったTC146全体会議は、毎年連続して開催する方針に変更になっており、本年 (2022年) も2020年から3年連続でオンライン開催された。(主要メンバーとDIN関係者はドイツのデュッセルドルフにあるDINのHead Quarterに集合していたようである。)

司会はTC146議長のJames Webber氏 (米国)、議事録担当の秘書官は本年度よりElisabeth Hösen博士が担当する体制となっている。昨年度まで秘書官を担当していたDINのRolf Kordecki博士は、DINはリタイアということであるが、ドイツ代表のエキスパート登録されており、主にCEN/TC264 Air Qualityとの調整役などを継続して担当するようである。

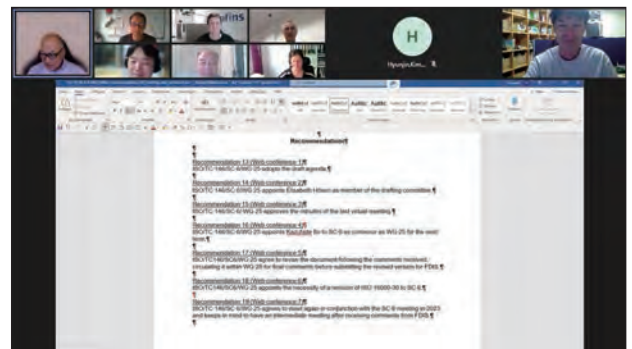


図1 Teamsを利用したVirtual Conferenceの様子 (WG25)

SC6関連では、ISO 16017-1ならびにISO 16017-2の改訂作業をSC2ならびにSC3と協力して進める方針が確認され、まずは事務局レベルで調整する方針となっている。

議論の内容とは直接関係ないが今回のTC146全体会議に韓国から10名の参加があったようである。韓国はAir Quality関連の国際標準化に対して並々ならぬ熱量を持っているように見え、また、中国がSC6のPメンバー登録されたことも含めて今後の動向を注視しておく必要があるように思う。

最後に、TC146議長のJames Webber氏より、オンライン会議の問題点と対面会議の利点が述べられ、来年度は対面で開催したいとの希望が述べられた。COVID-19の状況にも依存するが、来年度は対面の割合が増えそうではある。

3. 最後に

早稲田大学の田辺先生がSC6の議長を担当されて本年度10年目(5年任期の2回目)を迎えるということで、規定により議長が交代することとなった。2023年からのSC6新議長は米国のKurt Thaxton博士が担当されることになった。この人事はTC146議長の将来人事を見据えた(かなり)政治的な駆け引きのもとで決定したように風の噂で聞いたのであるが、どちらにしても、我が国がSC6議長ポストを失ったことは、非常に大きな損失であろう。これまで、SC6のPlenaryやWGでの審議の際に、議長である田辺先生の最終判断にゆだねられた審議事項が多くあり、バランスを取りながらも我が国の状況に配慮した判断が下されていたことが多かったように(個人的には)感じる。本年度は、フタル酸関連の規格化を扱うWG20に酒井先生(国立医薬品食品衛生研究所)と金先生(山口大学)が参加された他は、既にISO歴20年近くのシニアになっている田辺新一先生と伊藤が手分けしてSC6傘下のすべてのWGに参加し、司会などを担当しながら同時に動向調査も行った。この体制は殆ど変化が無く、そろそろ若手世代の参加を促す仕組みが必要であると強く感じている(これも、ここ数年同じ主張を繰り返している)。

今回のSC6では、微生物に関連した規格化を担当するWG10でインフォーマルな議論の一つとして、新型コロナウイルス感染症問題に関連して、室内環境中のウイルス濃度の測定法・評価法の必要性に関して議論が行われた。時宜を得た重要なテーマであると深く同意したが、この話題を提案したのは韓国のSeong-Hwan Kim先生であり、こ

こ数年は韓国エキスパートの発言力や提案力が非常に大きくなっていると感じる。今後、規格化に関して韓国から提案がある可能性もあり、WG10の動向をキャッチアップすることは重要と思う。

参考文献

現在、TC146/SC6で審議中もしくは新規提案中の規格タイトル一覧

- 1) ISO/AWI 12219-11 Interior air of road vehicles – Part 11: Thermal desorption analysis of organic emissions for the characterization of non-metallic material for vehicles
- 2) ISO/AWI 12219-12 Interior air of road vehicles – Part 12: Synthetic PVC or polyurethane leather–Specification and methods for the determination of fogging characteristic of trim materials in the interior of automobiles
- 3) ISO/FDIS 16000-3 (revision) Indoor air – Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor and test chamber air — Active sampling method
- 4) ISO/AWI 16000-9 (revision) Indoor air – Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method
- 5) ISO/AWI 16000-11 (revision) Indoor air – Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens
- 6) ISO/AWI 16000-19 (revision) Indoor air – Part 19: Sampling strategy for moulds
- 7) ISO/AWI 16000-22 (revision) Indoor air; Part 22: Detection and quantification of mould by beta- N-acetyl hexosaminidase enzyme activity
- 8) ISO/CD 16000-33 (revision) Indoor air; Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)
- 9) ISO/DIS 16000-41 Indoor air – Part 41: Assessment and classification
- 10) ISO/DIS 16000-42 Indoor air – Part 42: measurement of sub-micron particles
- 11) ISO/CD 16000-43 Indoor air – Part 43: Standard method for assessing the reduction rate of culturable airborne fungi by air purifiers using a test chamber
- 12) ISO/DIS 16000-44 Indoor air – Part 44: Test method for measuring perceived indoor air quality for use in testing the performance of gas phase air cleaners

現在、TC146/SC6でSystematical Reviewの段階にある規格タイトル一覧

- 1) ISO 16000-4 Indoor air – Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method
- 2) ISO 16000-8 Indoor air – Part 8: Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions
- 3) ISO 16000-10 Indoor air – Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method
- 4) ISO 16000-12 Indoor air – Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
- 5) ISO 16000-25 Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds for building products – Micro chamber method
- 6) ISO 16017-1 Indoor, ambient and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 1: Pumped sampling
- 7) ISO 12219-6 Interior air of road vehicles – Part 6: Method for the determination of the emissions of semi-volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials at higher temperature; Small chamber method
- 8) ISO 12219-7 Interior air of road vehicles – Part 7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements

TC146/SC6で既に規格化されたISOタイトル一覧（アスベスト関連規格がISO 16000シリーズから移動している）

- 1) ISO 12219-1 Interior air of road vehicles – Part 1: Whole vehicle test chamber – Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors
- 2) ISO 12219-2 Interior air of road vehicles – Part 2: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Bag method
- 3) ISO 12219-3 Interior air of road vehicles – Part 3: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Micro-scale chamber method
- 4) ISO 12219-4 Interior air of road vehicles – Part 4: Method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and

materials – Small chamber method

- 5) ISO 12219-5 Indoor air – Road vehicles – Part 5: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Static chamber method
- 6) ISO 12219-6 Interior air of road vehicles – Part 6: Method for the determination of the emissions of semi-volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials at higher temperature; Small chamber method
- 7) ISO 12219-7 Interior air of road vehicles – Part 7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements
- 8) ISO 12219-8 Indoor air of Road vehicles – Part 8: Handling and packaging of materials and components for emissions testing
- 9) ISO 12219-9 Indoor air of Road vehicles – Part 9: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Large bag method
- 10) ISO 12219-10 Interior air of road vehicles – Part 10: Measurement methods of diffused volatile organic compounds (VOC) – Truck and buses
- 11) ISO 16000-1 Indoor air – Part 1: General aspects of sampling strategy
- 12) ISO 16000-2 Indoor air – Part 2: Sampling strategy for formaldehyde
- 13) ISO 16000-3 Indoor air – Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air – Active sampling method
- 14) ISO 16000-4 Indoor air – Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method
- 15) ISO 16000-5 Indoor air – Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)
- 16) ISO 16000-6 Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and chamber air by active sampling on TENAX TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID
- 17) ISO 16000-8 Indoor air – Part 8: Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions
- 18) ISO 16000-9 Indoor air – Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method
- 19) ISO 16000-10 Indoor air – Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method
- 20) ISO 16000-11 Indoor air – Part 11: Determination of the

- emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens
- 21) ISO 16000-12 Indoor air – Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
 - 22) ISO 16000-13 Indoor air – Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters
 - 23) ISO 16000-14 Indoor air – Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like PCBs and PCDDs/PCDFs – Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography/ mass spectrometry
 - 24) ISO 16000-15 Indoor air – Part 15: Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO₂)
 - 25) ISO 16000-16 Indoor air – Part 16: Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration
 - 26) ISO 16000-17 Indoor air - Part 17: Detection and enumeration of moulds – Culture-based method
 - 27) ISO 16000-18 Indoor air – Part 18: Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction
 - 28) ISO 16000-19 Indoor air – Part 19: Sampling strategy for moulds
 - 29) ISO 16000-20 Indoor air – Part 20: Detection and enumeration of moulds – Determination of total spore count
 - 30) ISO 16000-21 Indoor air – Part 21: Detection and enumeration of moulds – Sampling from materials
 - 31) ISO 16000-23 Indoor air – Part 23: Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde and other carbonyl compounds concentrations by sorptive building materials
 - 32) ISO 16000-24 Indoor air – Part 24: Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound concentrations by sorptive building materials
 - 33) ISO 16000-25 Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds for building products – Micro chamber method
 - 34) ISO 16000-26 Indoor air – Part 26: Sampling strategy for carbon dioxide (CO₂)
 - 35) ISO 16000-28 Indoor air – Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers
 - 36) ISO 16000-29 Indoor air – Part 29: Test methods for VOC detectors
 - 37) ISO 16000-30 Indoor air – Part 30: Sensory testing of indoor air
 - 38) ISO 16000-31 Indoor air – Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds – Phosphoric acid ester
 - 39) ISO 16000-32 Indoor air – Part 32: Investigation of constructions on pollutants and other injurious factors – Inspections
 - 40) ISO 16000-33 Indoor air – Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)
 - 41) ISO 16000-34 Indoor air – Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles
 - 42) ISO 16000-36 Indoor air – Part 36: Test method for the reduction rate of airborne bacteria by air purifiers using a test chamber
 - 43) ISO 16000-37 Indoor air – Part 37: Strategies for the measurement of PM_{2.5}
 - 44) ISO 16000-38 Indoor air – Part 38: Determination of amines in indoor and test chamber air – Active sampling on samplers containing phosphoric acid impregnated filters
 - 45) ISO 16000-39 Indoor air – Part 39: Determination of amines in indoor and test chamber air – Analysis of amines by means of high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled with tandem mass spectrometry (MS MS)
 - 46) ISO 16000-40 Indoor air – Part 40: Indoor air quality management system
 - 47) ISO 16017-1 Indoor, ambient and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 1: Pumped sampling
 - 48) ISO 16017-2 Indoor, ambient and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 2: Diffusive sampling

profile

伊藤一秀

九州大学 総合理工学研究院 環境理工学部門 教授
 専門分野：建築環境工学、数値流体工学
 最近の研究テーマ：数値人体モデル開発と in silico モデリング、室内環境解析、環境リスク解析

V I S I T O R

各試験所および試験室への施設見学来訪情報

2022年10月～11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10月7日	積水ハウス株式会社	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年10月21日	全日本外壁ピネット工事業協同組合	西日本試験所	試験室及び試験機の見学
2022年10月28日	TOTO株式会社	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年11月9日	建築研究開発コンソーシアム 「2022年度若手技術者交流会」	中央試験所	交流会活動の一環としての品質性能試験施設見学
2022年11月15日	大和ハウス工業株式会社	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年11月16日、17日*	国際協力機構 (JICA)、 カンボジア王国 (国土整備・都市計画・建設省)	工事材料試験所 浦和試験室	試験所設立に向けた試験等の研修

※詳細は次号で紹介いたします

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>

土木と建築を支える技術を教えるケンスケさん！

建材試験 図鑑

ハイ！
ナノウサさん＆皆さん！
楽しい建材試験
ワールドに
お連れします！

工事用材料試験編 その1
フレッシュコンクリートの
採取試験

NANAUSA

Created by
OOKINANAMI KENSUKE
大樹七海 x 建介

KENSUKE

Mission

No. 1 建材試験図鑑カード

注文どおりのコンクリートが来たかな？調べよう！
(今回の検定試験詳細は末尾に)

コンクリートの配(調)合は、作る構造物によって異なります(パン用、ケーキ用で小麦粉の配合が違うみたいに！)

今回の試験「フレッシュコンクリートの採取試験」は見ただけではわからないフレッシュコンクリートの性状を調べます

フレッシュコンクリートの採取試験



Method of sampling fresh concrete

採取試験とは

START

生コン工場

ミキサー車
(アジテータ車)

生コンを建設現場まで運搬

現場で技能者が採取試験を行います

予備知識:フレッシュコンクリートとは? 固まる前のコンクリートで通称「生コン」と呼びます。

採取試験を行う技能者の認定試験会場へ

レッツゴー!

バーン!

到着~!

採取試験の意図

あ、ミキサー車だ！



テンションあがりますよね！

採取試験は、コンクリートを打ち込んでから

「注文したのと違う！」とならないためですか

OK

そうなのです！

施工者の責任で納入された生コンの「受入検査」として採取試験※を行い、

配(調)合計画通りのコンクリートか確認します

※都市圏では施工者の代わりに、採取試験会社が検査作業を行うことが多い

こちらが採取試験で使われる器具です

使用器具は寸法や材質がJISで規定されています

器具

スランブコーン

測定尺

平板

湿布

突棒

スコップ

三角水平台

コテ

水準器

例えば、試料を突き固める突き棒！

先端が「半球状」と定められているものが尖っていたら、測定に影響を与えます



定められた試験は定められた器具ということです！

①生コン採取

いよいよ生コンを「ネコ」に採取します！



ネコ??

呼んだ？

正解！

いえいえ！一輪車のことですね！

これがなかなか重い！7割くらい入れます

バランス感覚がいりそうですね！

②温度測定

ネコに入れた試料をスコップでよく練り混ぜて、



温度測定容器に試料をとり、温度計を垂直に挿入します

③スランプ試験

次はスランプ試験です！

Slump

スランプ??

いえいえ！

生コンのスランプとは、柔らかさの程度です

まず生コン試料を
スランプコーンへ、3層等量に分けて
25回突き固めながら詰めます



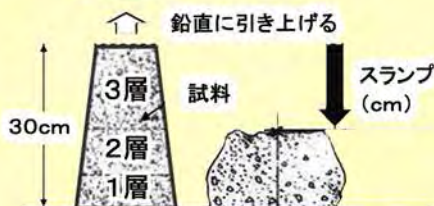
スランプコーンの固定、
試料の詰め方、
突き方、
突き回数など
正しく行わないと、

ポイントが
たくさん！

試料が下から漏れたり、
スランプの形が崩れたりと
正しい値が
出なくなってしまいます

そして
スランプコーンを
鉛直に引き上げた
直後に

コンクリート
中央部の頂部
からの
"下がり量"が
"スランプ"です



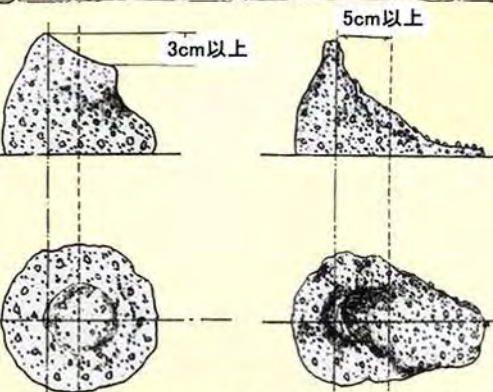
下がり量を
測定尺で測定し、
0.5cm 単位
で記録します

一番高い所
ではなく、
上面の中央部を
測定します



スランプの最高・最低の差が
3cm以上のとき、

拡がりの中央部と
コーン中心軸のずれが
5cm以上の場合は
再試験を行います。



端っこばかり
沢山突くと
こうになってしまう
わけですね！



スランプ試験は、
コンクリートのコンシステンシー
(変形または流動に対する抵抗性)を
測定する簡便な試験とされています



例えば、
土木では
やや固めの
12cm

建築では
やや軟らかめ
18cm が
標準的です



作るもので
配合が違う
のですね



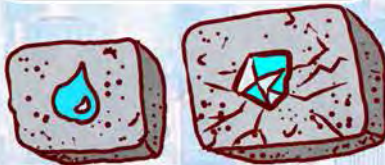
次に空気量試験です

④空気量試験

例えば、
コンクリート中の水分が
凍る・溶けるを繰り返すと
内部組織が痛み
劣化することがあります

この劣化を防ぐためにも
3~6%程度の空気量が
必要といわれています

ただ、
空気を入れたら
弱くなりませんか？



ええ、
空気量が1%増加すると、
圧縮強度は約3~6%程度
低くなるので
入れすぎもよくありません

こちらも
3層に分けて試料を入れて、
各層 25回突き固めて
木づちで叩いたのちに、
上面を均します



この上面仕上げは、
まさに“職人”ですね



そのあと蓋をして、空気室圧力方法で
空気量を測定します

配(調)合計画では空気量 4.5%が標準で、
1000 リットル(1m³)の中の
45 リットルが空気ということになります



目盛りは
0.1%まで読む
のですね！



ええ、
目が痛い
のですが



⑤ 圧縮供試体の作製

検印証

コンクリート用検印証

施工者 ○○○株式会社
 工事名称 ○○○新築工事
 打設箇所 基礎
 打設日 ○○年○○月○○日
 一般財団法人建材試験センター



- 1) 施工者
- 2) 工事名称
- 3) 打設箇所
- 4) 採取日:年・月・日
- 5) ロット番号
- 6) 試験材齢

供試体作製中に
 検印証を入れる
 ことで

工事件名や
 打設日が
 わかるよう
 しておきます

忘れない
 ように
 型枠内側に
 貼りつける

←できあがり

スランプ値や空気量が
 配(調)合通りであれば、
 圧縮強度試験用供試体
 の作成を行います

ちなみに
 ここで作った供試体は
 次回使います！

供試体の説明は次回！
 つぎの建材試験をお楽しみに♪

二層に
 分けて詰め、
 各層8回ずつ※
 突き固めて、
 木づちで
 叩いたのちに
 表面を平坦に
 仕上げます

使う型枠の
 断面積毎に
 突き回数が
 決まってくる
 のですね

※直径10cmの場合

Finish

これで終了です！※

熟練技術者の方
 の作業は
 素晴らしかった～！

※ ほかに塩分や単位水量を測定する場合があります

今回の
おはなし
業務解説
コーナー

コンクリート採取試験技能者認定制度

建材試験センターでは、レディーミクストコンクリート受入れ時の採取試験実務者に対して要求される技能と知識についての資格制度を設立し、認定試験を開催しています！

認定試験は実技試験および学科試験から成ります。
認定区分はコンクリートの品質・性能によって「一般」および「高性能」があります！

一般

(スランブ試験対象の普通コンクリート)

(1) 採取・試験の技能

- ① 試料採取 (JIS A 1115)
 - ② 温度測定 (JIS A 1156)
 - ③ スランブ試験 (JIS A 1101)
 - ④ 空気量試験 (JIS A 1128)
 - ⑤ 圧縮強度試験用供試体の作製 (JIS A 1132)
- (2) コンクリートの一般的品質管理に関する知識

高性能

(スランブフロー試験対象の高強度・高流動コンクリート)

(1) 「一般採取試験技能者」に要求される事項(左記)

- (2) 高強度コンクリート・高流動コンクリートに関する知識と技能
- (3) スランブフロー (JIS A 1150) に関する試験の技能

学科試験



実技試験



一般区分



高性能区分

本制度は、「鉄筋コンクリート工事標準仕様書-JASS5」及び「建築工事監理指針」でも紹介されています！

次回予告

今回は供試体の
圧縮強度試験を
体験します！

お楽しみに！



プロフィール

大樹七海(オオキナナミ) 弁理士・作家(雅号)
第21回本づくり大賞優秀賞受賞。理研、産総研にて
半導体、創業研究開発を経て弁理士・クリエイター。
著作『世界の知的財産権』『弁理士にお任せあれ』
『ストーリー漫画でわかるビジネスツールとしての
知的財産』、内閣府選定『マンガでわかる規格と標準
化』(日本規格協会)、経産省「暮らしの中のJIS」他。

建介(ケンスケ)

建材試験センターで構造、材料、工事材料の分野の
試験業務を経験した技術者。
好きなものはマンガ、SNS、ナマケモノ。
専門はコンクリート工学、建築材料学。

「各種建築構成部材の
変遷の概略」後編

東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博

今回の内容は前回の続きで、後半部分である。

4：合板の変遷

4-1. 合板の登場

1907 (M40) 年、名古屋の浅野吉次郎が、木を剥いで薄板にするロータリーレース (図20-1) という機械を開発し、我が国で初めて合板が製造された。これを契機に、我が国における合板生産が開始された。当初は主に家具の材料として使われていたが、1919～1920 (T08～09) 年頃からは建築分野でも使われるようになった。



図20-1 浅野式ロータリーレース

4-2. ラワン合板の登場

我が国初の南洋材を使った合板は、1919 (T08) 年に三井物産によって製材品として輸入され、その一部を東京の日本プライウッドがスライサーで単板に剥き、合板を試作したと言われる。ラワン合板の登場は合板価格の引き下げにつながった。当時のラワン合板の販売価格は平方尺で厚さ1分5厘 (4.5mm) が12銭、1分8厘 (5.4mm) が13銭、2分 (6.1mm) が15銭であった。

これに対し従来の北海道広葉樹によるものは、厚さ1分

5厘の平方尺で、シナ35銭、ナラ、カバ、セン、シオジ、キハダが40銭、タモ42銭、カツラ、トチ、ホホが45銭等となっていた。南洋材を利用した大量生産と安価での供給が一般的な需要を捉え、その後長期にわたって原料の主流となった。

4-3. 関東大震災の影響

関東大震災による被害の復興資材としての木材需要の拡大は極めて大きいものであった。米材の輸入は1920 (T09) 年から急増したが、この震災による輸入は、その後の日本における米材の定着をもたらすものとなった。また、南洋材の輸入も復興資材としての輸入をきっかけに増加し始めた。

4-4. 新たな合板製品の登場

戦後の合板生産は、昭和30年代に合成樹脂接着剤の使用の一般化もあって、プリント合板を中心とした薄物による二次加工合板が登場したが、昭和40年代になると、合板の特性を生かした新しい用途開発が行なわれるようになった。

1) 難燃合板・防災合板

1969 (S44) 年8月、建設省はビル防火対策強化のための「建築基準法施行令」を改正し、1970 (S45) 年1月から施行された。さらに12月には建築基準法の改正で一般住宅の内装制限の強化として1971 (S46) 年1月から調理室及び浴室の天井・壁面に使用する建材は準不燃材もしくは不燃材とした。これに基づき、建設省は1969 (S44) 年11月、防火材料の第一次認定を行い、合板関係は12月に個別認定として準不燃材料、難燃材料の認定を受け、1970 (S45) 年3月に日本合板工業組合連合会が通則による団体認定を受けた。

2) 構造用合板

昭和40年代には合板の厚物化が進んだが、その内で特徴的なものは、構造用合板 (図20-2) の登場である。1972 (S47) 年、木造住宅の軸組合板張り構造が住宅金融公庫の融資対象となった事や、1974 (S49) 年、建設省によって枠組壁構法の技術基準が定められた事から、構造用合板の用



図20-2 構造用合板 (床材に使用)

途が確立し、2×4住宅や一部の在来軸組構法住宅で用いられるようになったが、本格的な普及には至らなかった。しかし阪神・淡路大震災を契機に、耐震性強化のために木造軸組構法の壁面の耐力が重要視され、構造用合板が積極的に用いられた事が、近年の構造用合板の普及の要因である。構造用合板はその後、合板生産量の約75%を占めるようになり、製品の約80%が12mm厚以上である。

4-5. 針葉樹合板への転換

1919 (T08) 年に南洋材を原料とした合板が誕生して以降、ラワン材は合板原料の主流であった。昭和60年代には、熱帯林の減少が世界的に問題となり、我が国では1991～1992 (H03～04) 年に、東京都・大阪市等において熱帯材合板利用削減の方針が打ち出された。これに対応して日本合板工業組合連合会は、再生可能な樹種と認識されている針葉樹に転換を決定した。

2002 (H14) 年には、合板用原木の入荷量は針葉樹 (図20-4) が広葉樹 (図20-5) より高い割合を示し、その後は外地材は北米材が多くを占めるようになって行った。

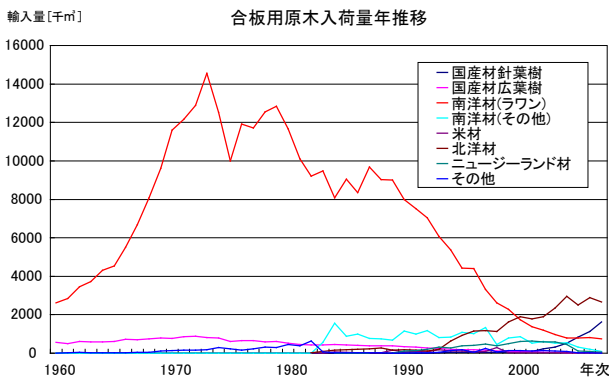


図20-3 合板原木入荷量の推移 (1960～2007年)

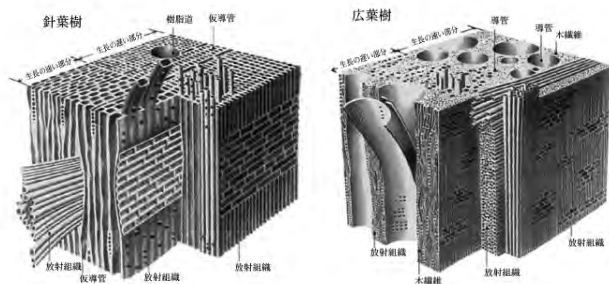


図20-4 針葉樹の組織構造

図20-5 広葉樹の組織構造

5：合繊維板・パーティクルボードの変遷

5-1. パーティクルボードの変遷

1) パーティクルボードの誕生・工業化

1800年代から1930年代前半までは、主として鋸屑と血液アルプミンを使用して熱圧による人造木材の製造が試み

られた。

1946 (S21) 年にフェルニーが考案した方法による最初の工場が、スイスの合板工場に建設され、パーティクルボードの工場生産が安定期に入った。

1946～51 (S21～26) 年にかけて、西独、スイス、英国等の木材輸入国では、建築材料の大量需要に伴う木材の欠乏が、ボード工場の設立を促進されるようになった。

パーティクルボードの製造期間の短縮と、均一なボードの製造のために、全ての工程が機械化されるようになって来た。原材料の節約のため、内層に定価格材を、表層には薄い高級材を使用して3層ボードを造ることが非常に有効であった。

この頃、広葉樹と針葉樹の材料がボード製造に混用が可能であることも見出された。

2) 日本のパーティクルボード業界

終戦直後「日本レーヨン」が大鋸屑を原料とした乾式セミハードボード「エコーライト」を生産した。この時期に発生したボードは、まだパーティクルボードの形態をなしておらず、むしろ乾式セミハードボードと称すべきものであった。

1951 (S26) 年には、「日本楽器」が我が国独自のパーティクルボードの製造を開始した。その後、諸外国からホモゲン法やノボパン法等、様々な製造技術の導入があり、それらは国産技術工場の刺激になった。しかし、これらの導入技術は多くの特許を持っていたため、国産の製造機械の発展については大きな制約を受けることとなった。

1970 (S45) 年頃になると外国特許は期限切れとなり、それとともに「ミヤコボード(株)」が国産機械による3層ボードパーティクルボードの生産を開始した。この頃から外国からの導入技術と国産技術によって、急速な発展が遂げられた。

スピーカー生産が海外に移行され始めた昭和60年代以降には、住機建築分野への耐水、耐湿ボード供給、低ホルマリン化への対応の為の商品開発及びMDFと同様に細密化でラッピング加工に適した商品開発が行われた。

3) 原材料について

パーティクルボードの原料は全て木材であるが、小片化して使用しているため、合板の製材の端材や木材加工工程で発生する残廃材の有効利用に役立つ。都会の工場では、原材料の殆どを建築廃材やパレット廃材など産業廃棄物で賄っており、環境に優しいエコマーク商品として使用された。

5-2. 繊維板の変遷

1) インシュレーションボードの誕生

日本で初めて外国から製品が導入されたのは1926 (T15/S01) 年であり、その後1929 (S04) 年に「王子製紙(株)」から国産インシュレーションボードが市販された。1931 (S06) 年頃からは各大学等において研究が行われるようになった。

2) テックス時代

パルプ工場の屑パルプやワラ、大鋸屑等廃材を原料とし、比較的簡単な設備で生産できる材料は「テックス」と呼ばれ、終戦直後の復興建築資材として広く使用された。1946～1949 (S21～24) 年頃には工場数も100近くまでになったが、製品は粗製乱造で材質の悪いものが多かったため、経済の立ち直りとともに急激に姿を消していった。

3) インシュレーションボードの工業化

1958 (S33) 年に日本ハードボード工業(株)と大建ウォールボード工業(株)にA級インシュレーションボードの工

場が設立され、ビル建築の天井等に大量の吸音板が使用された。しかし、冷暖房設備の普及が一般化されるに至って、ビル以外の建築にも良質なインシュレーションボードが必要とされ、テックス時代とは異なり、材質も格段に良好となった。

昭和50年代に入ると省エネルギー住宅政策の高まりの中で、断熱下地材としてのシーディングボードの拡大、同時にインシュレーションボードを畳床の下地材に使う技術開発によるT級ボードの進出で1990 (H02) 年には畳床がトップシェアとなった。

表 20-1 パーティクルボードの変遷の概要

	明治	大正	昭和初期	昭和10年代	昭和20年代	昭和30年代	昭和40年代	昭和50・60年代	平成初期～		
	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
社会背景			●28 関東大震災 ●24 同済会設立 ●27 同済会アパート供給開始	●41～45 太平洋戦争	●48 建設省設置 ●49 都営戸山ハイツの火事 ●50 建築基準法制定 ●50 住宅金融公庫設立	●59 内装制限 ●64 東京リビック	●69 内装制限の強化 ●73 第1次オイルショック ●74 2×4オフサイト	●79 第2次オイルショック	●86 石綿製品禁止提案公表 ○マンションブーム ○超高層マンション普及	●00 建築基準法改正	●03 シックハウスに関する法令
製法・規格等			●33 合成樹脂接着剤	●37 3層ボード特許公開 製造技術公開 ○乾式セミアトボード「エコーライト」発売開始	●51 ホモゲンボルク法導入 ●51 我が国独自のパーティクルボード製造開始 ●53 「ホモゲンボルク」製造開始	●57 パーティクルボードJIS制定 ●57 繊維板工業会設立 ●58 建築利用技術研究会設置	●60 ノボルク法製造開始 ●61 同時期に7工場が閉業開始	●69 改良型ホモゲンボルク工場操業開始 ●71 シンバルカワチ工場の操業開始 ●71 国際機械による多層パーティクルボード生産開始	●77 JIS大幅改訂 ●83 JIS改正		
動向								●67 頃 景気回復による業界の成長期 ○75 頃 建築構造用としての利用が活発化			

表 20-2 繊維板の変遷の概要

	明治末期	大正	昭和初期	昭和10年代	昭和20年代	昭和30年代	昭和40年代	昭和50・60年代	平成初期～		
	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
社会背景			●28 関東大震災 ●24 同済会設立 ●27 同済会アパート供給開始	●41～45 太平洋戦争	●48 建設省設置 ●49 都営戸山ハイツの火事 ●50 建築基準法制定 ●50 住宅金融公庫設立	●59 内装制限 ●64 東京リビック	●69 内装制限の強化 ●73 第1次オイルショック ●74 2×4オフサイト	●79 第2次オイルショック	●86 石綿製品禁止提案公表 ○マンションブーム ○超高層マンション普及	●00 建築基準法改正	●03 シックハウスに関する法令
概要			インシュレーションボード(テックス)	MDF	インシュレーションボードに改名 量産開始 ハードボード	量産開始	量産開始	量産開始	量産開始	量産開始	量産開始
インシュレーションボード			●09 カナダで碎木パルプ原料の工場設立 ●14 アメリ インシュレーション材が生産開始 ○22 頃 アメリからパルプ原料の工場設立、大量生産 ●25 アメリから「セテックス」が輸入される ●28 (国内初)王子製紙(株)がパルプ原料で製造開始	●45 復興資材としての利用開始	●58 頃 テックスの衰退 ●58 日本ハードボード工業(株)が製造開始 ○63 頃 畳床下地への使用開始	●60 「昭和初木材産業(株)」が乾式法ハードボード工場を設立 ●64 貿易の自由化 ●65 工場の新設が低調化 ○66 不況加増率5%	●71 ノボルク法やエボルク法などの二次加工品が普及	●75 断熱下地用シーディングボードを使用 ●75 畳床下地としての需要拡大 ●76 新規工場とハードボードからの進出 ○76 畳床下地としてのシェアがトップになる	●85 頃 耐震壁面材として利用開始 ○85 頃 食器棚等に使用		
MDF				●36 櫻田化学工場(株)が製造開始「SKボード」 ●42 軍需用に利用 ○45 頃 復興資材に利用	○55 頃 吸音板として販売開始 ○63 頃 工場の増設が相次ぐ						
ハードボード			●24 マンナイト法開発 ●26 マンナイト法による生産開始 ●32 アスブルンド法開発 ●34 アスブルンド法による生産開始	●37 国産初のハードボード「サンライト」製造開始 ●54 ハードボード量産開始	●54 「三井木材(株)」がチップマノ方式による生産を開始 ●58 「日本ハードボード工業(株)」がアスブルンド法による生産を開始 ●58 「大建工業(株)」がエボルク方式による生産を開始						

4) ハードボードの誕生

終戦後、進駐軍宿舎建設等に関連して良質なボードが要求されたことにより、日本レイヨン(株)とジャパンナイト(株)がハードボードの製造を開始した。目黒の林業試験場や北海道立林業指導所でファイバーボードの研究が進められ、諸外国の事情も次第に明らかになり、ハードボードが新建材として世の注目を受けるようになった。

5) ハードボードの工業化

1953(S28)年に三井木材工業(株)がチャップマン方式のハードボードを量産し、またアスプルンド方式の工場が各地に誕生するなど、外国方式の工場が設立されて生産量が増加した。その一方で、竹・笹やパルプ工場の廃材を原料とした国産プラントの工場も出現して、木材利用合理化の線に沿って発展して行った。

1960(S35)年には松岡木材産業(株)が乾式法のハードボード工場を建設し、製品も多種多様になった。

1964(S39)年のハードボードサイディングが生まれるに及んで、弱電関係、自動車産業等の発展に伴い、建材・工業資材両面に大きな需要を呼んで、その後は合板の市況に左右されない安定製品となった。

1990(H02)年頃からは、電機器やサイディングのシェア低下の中で、自動車内装や梱包用途を中心に展開した。

6) セミハードボードからMDFへ

最初の工場が設立されたのは1936(S11)年であった。しかし本格的な生産が始まったのは、1937(S12)年に入って、日本化学製板(株)が製造し始めてからである。第2次世界大戦が始まったころから各地に工場も出現し、戦時中は軍管理工場となって軍用にボードを提供した。戦後には難燃ボードも生産されて、ハードボードの出現までは、有力な建材の地位を占めていた。

ハードボードの生産量増大によって影を潜めたが、1972(S47)年にはホクシン(株)がMDFを国産化し、その後の地道な需要開拓によって次第に需要が伸びて行った。MDFとは「中質繊維板」であり、繊維状にした木材に接着剤を混ぜて熱圧成形した板で、建材などに用いられる。

7) 原材料について

繊維板は木材が原料だが、繊維状にして使用しているため、合板や製材の端材や木材加工工程で発生する残廃材の有効利用に役立つとされた。また原材料が環境に優しい材料であるため、ヨーロッパではパーティクルボードと共に主流となった。

6: 公団住宅の内装構法の変遷

6-1. 概要

我が国における本格的な集合住宅の建設は、戦後しばらく経ってからの事である。高度経済成長時代を迎え、良質な住宅を大量に供給するために、1955(S30)年に日本住宅

公団が設立され、公団住宅が相次いで建設されるようになった。今日の様な民間主導のマンションが建設される以前の事であり、公団の設計基準は集合住宅における建築の基準をリードしていた。

集合住宅は、各室用途によって採用される内装構法が異なり、また高層階では消防法による内装制限を受け下地構法にも影響を受けるが、ここでは一般的な居室について主に述べ、断熱構法については対象外とした。

6-2. 日本住宅公団の成り立ち

日本住宅公団は、1995(S30)年に、高度経済成長期で人口の都市部集中による住宅不足のため、中堅所得者に良質な住宅を大量に供給する事を目的に設立された。1960年代には、東京や大阪近郊にてほぼ画一化された多数の団地(大規模ニュータウン、分譲及び賃貸住宅)を建設し、1970年代には都市開発事業も手掛けるようになった。そのため、設立当時の建物自体は、プレハブ化が図られたが、同様に内装構法に関しても大量供給を目的としたシステム化が図られた。

6-3. 公団住宅内装構法の変遷

6-3-1. 床構法の変遷

1) 概要

公団住宅の床下地構法の変遷(図20-6)として、現場作業の合理化と界床遮音性能の向上に向けた取り組みが行われて来た。初期の床下地構法は、当時木造戸建住宅に一般的に用いられていた「大引・根太構法」に準じたものであり、床スラブ面の不陸に対する取り組みが課題であった。

PC構法の導入に伴って合理化は容易となったが、畳下パネル構法、モルタルダンゴ構法、直床構法などがその効果の事例として挙げられる

近年になると、上下階間の生活騒音トラブルの増大に伴って、界床遮音性能の向上のための構法開発が取り込まれるようになった。床遮音性能のうちで重量床衝撃音については、仕上げ材と床下地材の対応での開発が行われてきた。その後は「発泡プラスチック」と「乾式遮音二重床」が主に使用されるようになり、特に乾式遮音二重床が占める割合が大きくなった。

2) 遮音性能の変遷

床の遮音性能については、1974(S49)年以降、公団独自の目標値を定めて来た。1980(S55)年に学会基準が制定されたのに伴って、重量床衝撃音についてLH55の性能水準が定められた。

1995(H07)年度からは、LH50を目標にスラブ厚200mm以上として、さらに床遮音性能の向上に努めることになった。

軽量床衝撃音については、フローリング床の一般化に対応して、1991(H03)年度にLL60の性能が定められ、その後1995(H07)年度からはLL55を設計目標値とされた。

項目	年度		1970	1975	1980	1985	1990	1995
			S.45	S.50	S.55	S.60	H.2	H.7
在来スラブ (30m ² 以下)	厚さ		11cm以上	12cm以上	13cm以上		15cm以上	20cm以上
遮音性能水準 (L _r 、L _i 、D)					L _r -55 D-45		L _r -55 L _i -60 D-45	*L _r -50 *L _i -55 D-55

注) *は設計目標値を示す。

図20-6 公団住宅の床遮音性能の変遷

3) 各床構法の変遷

①木造根太床

従来の床構法は、洋室床は木造大引・根太構法、和室床は木造ころがし根太床構法で、昭和40年代後半まで躯体構法に関係なく使用されていた。構法的には、スラブ面の不陸や床下配管のために、部材を削ったり、パッキンで調整したりしたが、きしみ音の発生の要因となった。しかしその後、床遮音性能の向上や構法合理化による床構法が開発され、従来の仕様は完全に姿を消した。

②直床

直床構法は、重量床衝撃音に対する遮音性に優れ、コストも安かったので、特にカーベットの床仕上げが、昭和50年代の分譲住宅に多く使用された。構法については、床レベルの精度、転倒等に対する安全性などの面で改良すべき点がある。

③発泡プラスチック床(図20-7)

発泡プラスチック床構法は1972(S47)年頃から畳下用として採用され、洋室床には、遮音性能を向上させたものが1984(S59)年から導入され、現在は水回りを除く洋室に使用されている。また、1階では床下の断熱も兼ねている。

④乾式遮音二重床(図20-8)

乾式遮音二重床構法は、1977(S52)年頃に開発された。軽量床衝撃音性能や施工性に優れ、床下の配管も容易なため、当初から水回りを中心に、その後は居室を含め、広く使われている。

6-3-2. 壁構法の変遷

(1) 概要

公団住宅は1955(S30)年以降、中堅勤労者を対象とした住宅の不足を解消するために、大量の住宅供給が必要とされていた。そのため、建物の躯体はプレハブ化を行い、寸法を揃えるなどのシステム化が図られた。同様に内装構法においても、一定の大きさのパネルを用いて施工の合理化を目的としたパネル構法(図20-9)と、木軸組による間仕切り壁の2種類が、間仕切り構法(図20-10)が主流として採用されていた。

昭和50年代後半頃からは住宅のニーズが量から質に変わり、個々に差別化が図れるような住まい方が提案されるようになった。パネル構法の採用はほとんどなくなり、木軸組が主流構法となった。

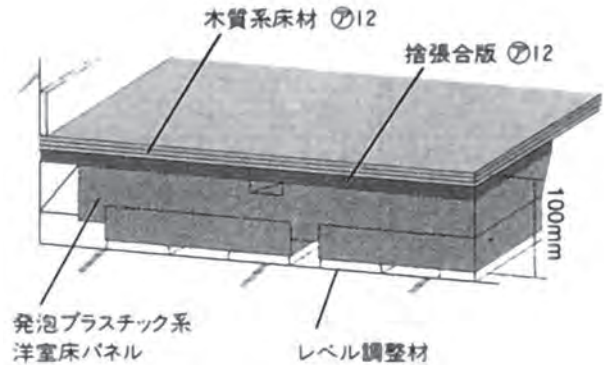


図20-7 発泡プラスチック床

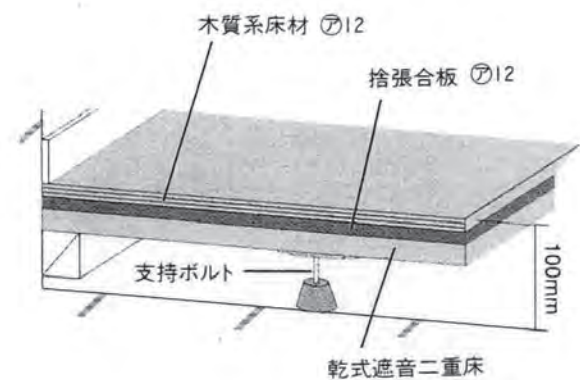


図20-8 乾式遮音二重床

公団住宅の躯体壁は、発足以来、直貼り構法が主流であった。発足した昭和30年以降はプaster塗り、その後はコンクリート精度の向上と共に、ビニルクロス直貼りに移行していった。

(2) 各壁構法の変遷

①プaster仕上げ

プaster仕上げは昭和30年代の代表的な構法であったが、その後の躯体精度の向上や、乾式構法への移行によって、昭和40年代後半には採用されなくなった。

②クロス

ピンホールの発生しやすいコンクリート下地(MF構法など)の直仕上げ材として、化繊クロス(アンダリアクロス)が使用された。その後はセメントフィラーの採用によって下地処理の精度が向上し、色柄選択の幅が広いビニルクロスが主流になっていった。

③フレックスコート

公団が内装合理化の一環として開発したフレックスコートは、下地調整から仕上げまでをワンフィニッシュで行う省力化構法である。また、フレックスコートの上から直にクロス張りやペンキ塗りを施工することが可能な、フレキシビリティを持った仕上げ材として多く使用された(図20-11)。

6-3-3. 天井構法の変遷

(1) 概要

天井の構法は、公団住宅発足当初は直仕上げ構法が一般



図20-9 ユニットパネル構法



図20-10 木造軸組み間仕切壁



図20-11 フレックスコート

的であった。二重天井は一時期の最上階住戸やその後の分譲住宅の和室に多く採用されている。

一般階天井にビニルクロスの直仕上げの採用が増えた背景として、配管・配線をスラブ内に埋設できるようにしたことと、床スラブ下面の施工精度が高まったことがあげられる。

天井仕上げ材は、モルタル塗りの上にプラスター吹付けだけであったものから、コンクリート素地にひる石吹付けに変わり、その後はビニルクロス直貼りが標準になった。

(2) 各天井構法の変遷

①ビニルクロス張り(図20-12)

居室天井のビニルクロス直貼りは、コンクリート下地の精度向上によって、躯体構法には拘らず、その後の標準的な天井仕上げとなった。



図20-12 ビニルクロス直貼り構法

②二重天井

二重天井は、和室らしい雰囲気のある天井として1975(S50)年頃から分譲住宅の和室に多く用いられるようになった。この二重天井の仕様は、杉柂模様の化粧石膏ボード張りが標準となっている。その後はビニルクロス直貼りが天井の主要構法になり、二重天井構法の採用数は少なくなった。

③ひる石天井(図20-13)

居室等の天井仕上げ材としての「ひる石」は、軽量で吸音・調湿性もあり、シームレスに仕上がるので、昭和40年代に大量に使用された。しかし、入居後、経年とともに「ひる石」が天井からバラバラと落ちる事から、使用されなくなった。



図20-13 ひる石吹付け構法

(3) 天井修繕を目的とした構法について

①膜天井(図20-14・15)

既存のひる石天井に於けるひる石の落下防止を目的として、ビニルシートで覆う構法が1991(H03)年度から採用された。作業中の養生がほとんど不要で、かつ作業も短時間で1室を終えることができるものであった。

材料は無方向伸縮性のある軟質ポリ塩化ビニル樹脂製であり、防炎性能やガス有害性試験をクリアしたものが採用された。この構法は、既存の天井回り縁に専用回り縁を取り付け、これにシートを引っ掛けて膜天井を構成するものであった。



図20-14 膜天井



図20-15 膜天井(修繕後)

②ボード天井(図20-16)

高さ31mを超え、内装制限を受ける住宅を対象に、膜天井に代わる構法として1993(H05)年から採用したものである。

材料は、片面化粧表面材付き硬質イソシアヌレートフォーム製の難燃天井ボードである。

構法は1室(6帖程度)を3枚の長大ボードで張り上げるもので、膜天井と同様、作業性の良い修繕構法として採用されるようになった。

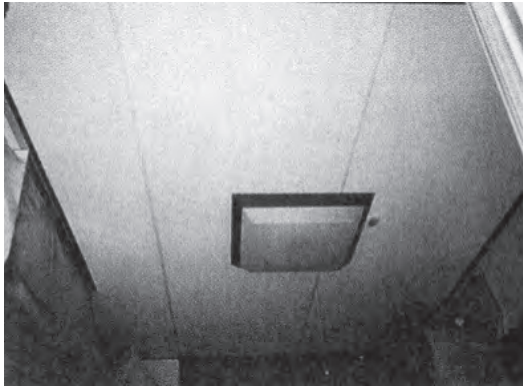


図20-16 ボード天井

6-4. 公団住宅における住宅生産の工業化について

6-4-1. 概要

1955(S30)年発足以来、日本住宅公団は広く国民のために良質で安価な住宅を大量に建設するため、在来技術の合理化を推進し、自ら工業化技術を産み出し、その技術の普及定着を図り、その結果進歩した民間の生産技術の導入を図るなど、その時代ごとの社会要請に基づき最も必要とされる方策を取って来た。

6-4-2. 住宅内部構成材の部品化

住宅の内部構成材については、標準設計による部品の規格化と量産化により、品質の向上、均一化と価格の低廉化を図ると同時に、現場における作業の省力化を考慮しながら、内部構成材の部品化を進めてきた。

このような動きの中で、1960(S35)年以降は、こうした公団の規格部品を広く公共住宅全般にも適用できるように「公共住宅規格部品」(KJ部品)制度を設けて公共住宅用標準規格部品委員会で指定し、今までより以上に部品化、規格化が発展していった。そして生産量も増大して一時期は非常に安定したものとなり、最終的には30種類以上の規格化が行われた。

それに伴い開発された部品化システムに間仕切り壁がある。これは、MF構法による躯体精度の比較的高い構法において採用されたもので、木造間仕切り枠の間に、パーティクルボードをはめ込んでいうものであり、後に内装間仕切りをすべて工場製品(厚さ40mmのフラッシュパネルと40mm×80mmの枠材)で構成するという、いわゆる内装パネルに発展して、多くの標準設計の中に取り入れられた。

このようなKJ部品、公団の開発部品は、発注者側すべての設計内容を決めてしまう単一規格部品であったため、性能及び技術についてメーカー間の自由な競争の場がなくなり、同一の部品を多数のメーカーが作るということ

でメーカー当たりの生産量が徐々に低下し始め、大量生産から計画的生産のメリットが薄くなったほか、生産組織の大型化でモデルチェンジが容易ではなくなり、性能の固定化や、価格面での不安定要素となる傾向になって来た。

そのため1973(S48)年からは、公共住宅専用の部品だけでなく、一般住宅にも使用可能でKJ部品の問題点を解消するよう、キッチンユニットや給湯器ユニットなどの「優良住宅部品(BL部品)」の建設大臣認定制度が住宅部品開発センターで発足した。またKJ部品の指定制度は52年度限りで廃止された。

MF構法は、在来構法の木製型枠にかえて鋼製型枠を使用し、未熟練工でも組立が可能であり、躯体精度の向上で型枠工事費節減のために採用された構法である。しかし住宅の多様化に対応できなかったことや、PC構法ほど生産性の向上が図れず労働力の確保が難しくなった事などの理由で、1975(S50)年からは公団住宅の建設には使用されなくなった。

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諸君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改めて驚く。原本はかなりのヴォリュームなので、ここでは要点だけに絞ったものとした。

このシリーズで書いてきた「各種建築部品・構法の変遷」は、多くの学生諸君が書いた論文をもとに、要点に絞った内容を筆者が書いたものである。これまでの20回の他にも書くべき事はまだまだありそうだが、19~20回目を書いた頃から体調不安定となり、気付いたら書いた文章があまりにも酷くて、もう笑ってしまうほど(笑っている場合じゃない)。

残念ながらこのシリーズも終了とせざるを得ない状況です。こんな結末になってしまい、誠に申し訳ありません。長い間のご購読には心から感謝する次第です。

真鍋恒博 拝

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。



部 門 紹 介



工事材料試験ユニット 工事材料試験所 福岡試験室

お客様第一の明るい試験室

1. 業務内容の紹介

工事材料試験所では、建築・土木工事の建設現場で 사용되는各種材料（コンクリート・鉄筋・モルタル類など）の品質管理・施工管理に係わる試験を実施しています。

福岡試験室では2000kN横型引張試験機を所有しており、全長約1.7m、つかみ間隔約1.1mまでの長尺物の鉄筋、機械式継手、建築用ターンバックルなどの引張試験も行っています。その他にも、モルタルの角柱供試体（4cm×4cm×16cm）の曲げ強さ・圧縮強さ試験、土の一軸圧縮試験など幅広く試験を行っています。

コロナ禍でも、安心して試験をご依頼していただけるように、コロナウイルス感染予防対策を徹底し、日々業務を行っています。

2. 周辺環境の紹介

福岡試験室は、2020年春に福岡県糟屋郡志免町から現在の福岡県糟屋郡須恵町に移転新築しました。

福岡試験室の裏には、子供から大人まで、いつでも手軽にスポーツをしたり、自然に触れあえる、緑豊かな運動公園「須恵町運動公園・若杉の森」があります。この運動公園は照明設備を備えた多目的の広場や軟式野球場があり、多目的広場では夕方になると小中学生が元気にサッカーの練習をしています。また、朝はウォーキングをしている人たちを見かけます。

運動公園の隣には、雑木林があり、野生のイノシシの子（ウリ坊）が林から顔を出している姿を見かけたり、夜になると野生のタヌキやイタチを見かけたりします。このように、自然に囲まれた静かな場所で試験業務を行っています。

3. 終わりに

福岡試験室は、お客様を第一に考え、お客様の立場に立った業務を遂行するために、職員一同一丸となって頑張っています。ぜひ福岡試験室にお越しください。笑顔でお客様をお迎えいたします。



福岡試験室外観



2000kN 横型引張試験機



須恵町運動公園・若杉の森

構造物の調査と試験の方法 (コア)

1. はじめに

コンクリート構造物は、竣工後も供用期間にわたって構造物に要求される性能を確保するよう、維持管理していくことが重要です。構造物の維持管理は、点検→調査・試験→劣化予測・評価→対策の必要性の判定→対策の実施のフローで行われることが一般的です。その中でも本号では、構造物の調査と試験の方法について紹介します。

2. 構造物の調査

コンクリート構造物は、使用材料や立地などの環境条件により、段階的に劣化が進行していきます。劣化したコンクリート構造物に対策が必要かどうか、必要であれば対策を行うための情報を収集・確認する作業を「調査」と言います。その調査結果を基に劣化度を判定し、劣化により低下した性能・機能の改善や耐久性の回復と向上（補修）、あるいは力学的な性能低下の回復や向上（補強）などの対策の方針を決めることを「診断」と言います。ここで、調査・診断と補修のフロー¹⁾を図1に示します。フローによると、構造物の調査は建物概要調査、外観目視調査、詳細調査の3項目に分類されます。それぞれの調査の種類と調査項目²⁾を表1に示します。

2.1 建物概要調査

建物概要調査は、人間を例にとると病院へ受診した際に記入する問診

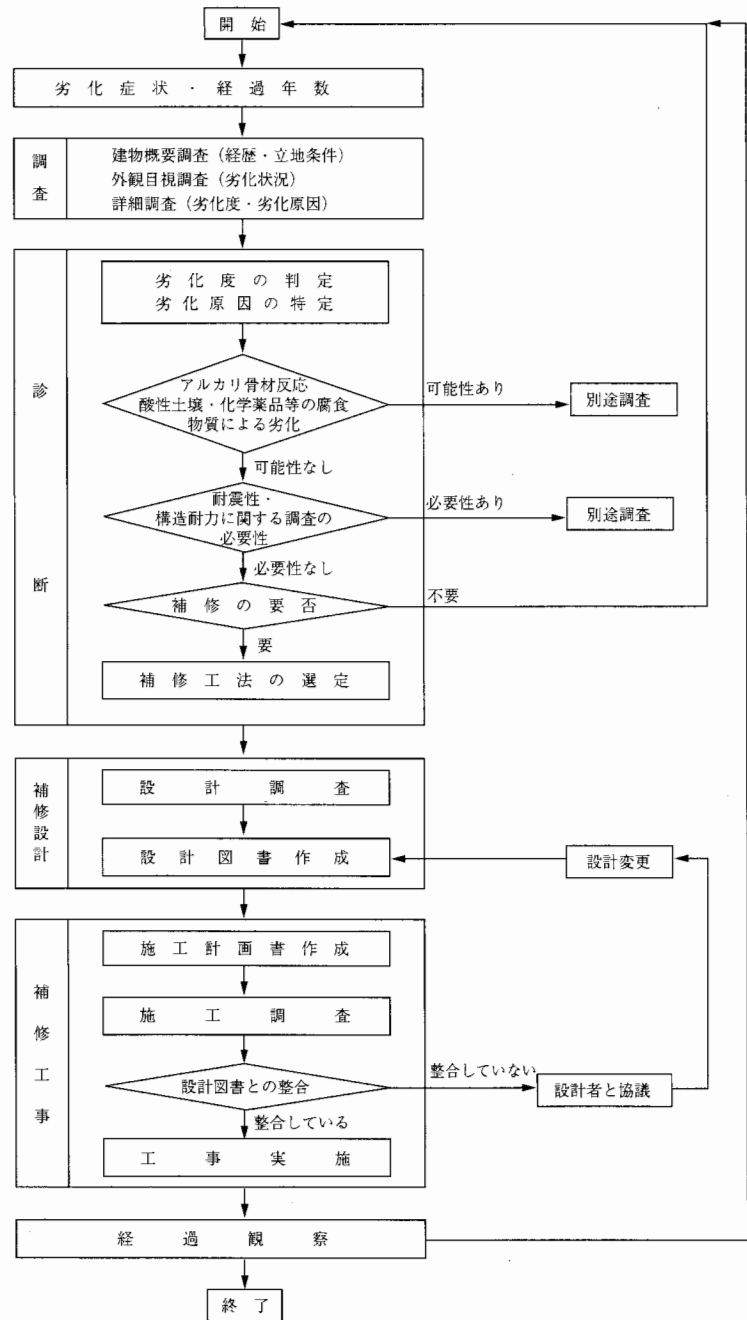


図1 調査・診断と補修のフロー

表1 調査の種類と調査項目

調査の種類	調査項目
建物概要調査	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物の名称および所在地 ・建築物の設計者および施工者 ・施工年月 ・立地条件 ・補修・補修歴 ・用途、規模、構造形式 ・使用材料 ・使用上のクレーム ・仕上げ材の有無と種類
外観目視調査	<ul style="list-style-type: none"> [劣化症状] ・ひび割れ ・鉄筋露出 ・漏水後 ・仕上げ材の浮き ・錆汚れ ・変形 ・コンクリートの剥離 [機能障害の有無および発生箇所] ・異常体感（振動、大たわみ）
詳細調査	<ul style="list-style-type: none"> ・仕上げ材の施工状況 ・鉄筋の種類と径および配筋状況 ・鉄筋の腐食状況 ・塩化物のイオン量 ・コンクリートの材料・調合 ・コンクリートの中酸化深さ ・コンクリートの含水率 ・仕上げ材の劣化状況 ・かぶり（厚さ） ・コンクリートの圧縮強度 ・コンクリートのポロシティー、気泡分布 ・ヤング係数

票と似ています。問診票では個人情報や症状、薬の処方歴などの詳細を記入するように、建物概要調査では、書類調査やヒヤリングによって得られた名称や所在地、竣工年月、立地条件、使用材料、補修・補強歴などの情報を記録しています。

2.2 外観目視調査

外観目視調査は、人間を例にとると病院での医師による診察と似ています。国家資格を持つ医師が対面あるいはリモートによって患者の症状を確認するように、外観目視調査では、一級建築士やコンクリート主任技士などの有資格者またはこれらと同等の知識や経験を有する者が、目視で見られる外観の劣化症状や機能障害の有無・発生箇所などについて調査し、記録しています。調査にはクラックスケールやハンマー、双眼鏡などの簡易な道具を使用し、特徴的な劣化症状についてはカメラによる写真撮影や、近年ではドローンを用いて撮影する新しい技術³⁾も開発されています。

2.3 詳細調査

詳細調査は、人間を例にとると病院で行う検査と似ています。検査では、一例としてCTやMRIなど装置

を使用して患者の異状の有無などを調べるように、詳細調査では、上記同様有資格者（または準ずる者）が、主に現地調査と採取試料の分析調査を行います。現地調査では、はつりまたはコア採取による調査、非破壊試験による調査などを行います。採取試料の分析調査では、採取したはつり片やコンクリートコアを用いて微破壊試験や破壊試験（化学分析および物理試験）を行います。コア採取の様子を写真1に示します。



写真1 コア採取の様子

詳細調査で行われる試験項目および方法・装置について表2に示します。ここからは、表2で示した非破壊試験と微破壊試験の一部について、簡単に概要をご紹介します。

(1) サーモグラフィ法

サーモグラフィ法は、物体表面か

ら放射される赤外線を二次元的に検出し、映像として表示する方法です。コンクリート中に内部欠陥が存在すると、健全部と比較して熱的性質が異なるため、サーモグラフィ法により物体の表面温度分布を測定することで、その表面温度差から内部欠陥の存在を推定することが可能です。

(2) 弾性波

弾性波法は、コンクリート表面に設置した発振子や衝撃入力装置によって内部に弾性波を発生させ、受振子で測定する方法です。利用する周波数や弾性波の発生・受信方法の違いにより、超音波法、衝撃弾性波法、打音法の3種類に分類されます。

(3) AE法(アコースティック・エミッション)

AEとは、材料に変形やき裂が生じる際、内部に蓄えていた弾性エネルギーが、音響信号である弾性波として放出される現象です。AE法はその特徴を利用し、AEセンサーやAE測定器を用いて、主に過剰な交通荷重や地震時の荷重、鋼材腐食などが原因で発生したコンクリートのひび割れの検出に利用されています。

表2 詳細調査の試験項目および方法・装置

劣化原因	試験項目	方法・装置		
		非破壊試験	微破壊試験	破壊試験（化学分析および物理試験）
全般	C：ひび割れ	弾性波、AE法	—	—
	C：はく離	弾性波	—	—
	C：空洞	サーモグラフィ法、弾性波、電磁波レーダ法	—	—
	S：鉄筋探査	電磁波レーダ法、電磁誘導法、X線透過撮影法	—	—
	埋設物	電磁波レーダ法、X線透過撮影法	—	—
	S：腐食状況	自然電位法、分極抵抗法、電気抵抗法	—	はつり調査、▲鋼材の腐食評価方法（JCI-SC1）
強度	C：圧縮強度	▲反発度法（JIS A 1155）	●小径コア、 ●ボス供試体（NDIS3424）	●圧縮強度（JIS A 1107）、 ●割裂引張強度（JIS A 1114）
	C：静弾性係数	—	—	●ひずみゲージ・ ●コンプレッソメータ（JIS A 1149）
	C：配合推定	—	—	●セメント協会法（F18）、ICPを用いる方法、 ●グルコン酸ナトリウムを用いる方法（NDIS3422）
	S：引張試験	—	—	●降伏点・●引張強度（JIS Z 2241）
中性化	C：中性化深さ	—	●小径コア、 ●ドリル削孔粉	●フェノールフタレイン（JIS A 1152）、TG-DTA、 XRD、EPMA
塩害	C：塩化物イオン	—	●小径コア、 ●ドリル削孔粉	●塩化物イオン（JIS A 1154）、EPMA
凍害	C：気泡間隔係数	—	—	リニアトラバース法
	C：細孔径分布	—	—	水銀圧入式ポロシメータ
アルカリシリカ反応	C：膨張率	—	—	●JCI-DD2（40℃、95%以上）、 ●カナダ法（80℃、1NのNaOH溶液）、 ●デンマーク法（50℃、飽和NaCl溶液）
	C：析出物	—	—	化学成分分析（●SEM-EDS、XRD、TG-DTA）
	C：アルカリ量	—	—	●水溶性アルカリ：建設省総プロ法 ●全アルカリ：原子吸光度計（JIS R 5202）
化学的腐食	C：骨材	—	—	●化学法（JIS A 1145）、偏光顕微鏡観察、岩石学的試験（JCI-DD3、DD4）
	C：腐食深さ	—	—	EPMA
	C：析出物	—	—	化学成分分析（●SEM-EDS、XRD、TG-DTA）

備考：表中における試験項目の記号は、それぞれCはコンクリート、Sは鉄筋を表しています。
方法・装置の前に付いた記号は、●：建材試験センターで実施している試験項目、▲：条件付きで建材試験センターで試験実施している項目、記号無し：建材試験センターで実施していない試験項目を表しています。

(4) 電磁波レーダ法

電磁波は、比誘電率や導電率などの電氣的性質が異なる物体との境界面で反射する性質があります。電磁波レーダ法はその特徴を利用し、主にコンクリート構造物内の異物調査（鉄筋や埋設物、空洞など）に利用されています。

(5) 電磁誘導法

電磁誘導法は、試験コイルに交流電流を流すことによってできる磁界内に試験対象物を設置することに

よって探査を行います。探査対象物は、磁束に影響を与える金属や強磁性材料であり、主に鉄筋径および鉄筋位置の推定に利用されています。

(6) X線透過撮影法

X線透過撮影法は、内部の様子をほぼ実態に近い状態で確認できる唯一の非破壊試験方法です。コンクリート構造物にX線を照射すると、構造物内の物質の密度に比例してX線が減弱します。その透過したX線の強さに応じて、白黒の投影像が

フィルムに写し出される特徴から、建築構造物では壁や床の鉄筋位置や版厚の測定、土木構造物では橋梁のPC桁のシーす内のグラウトの充填確認、床版の空洞の検出などに適用されます。

(7) 反発度法

反発度法は、リバウンドハンマーによってコンクリートの表面を打撃し、その反発度とコンクリートの硬さ・強度に相関があることを利用して、コンクリートの圧縮強度を推定

する方法です。なお、JIS A 1155 (コンクリートの反発度の測定方法)では、反発度の測定方法のみ規定されているため、反発度から圧縮強度を推定する方法は、JIS以外の日本建築学会や土木学会などの団体規格をご参照ください。ちなみに、リバウンドハンマーで広く使用されているものに、シュミットハンマーがあります。

(8) ボス供試体

ボス供試体は、ボス型枠を用いてコンクリート構造物と一体で成型された突起状の供試体のことであり、コンクリート構造物と同様な方法で養生したのち供試体を割り取り、JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)に従って圧縮強度試験を行います。コンクリート構造物の損傷が小さいことから、微破壊試験に位置付けられています。

(9) 小径コア

小径コアは直径25mm程度の供試体のことであり、小径コアを用いて圧縮強度や中性化深さ、塩化物イオン量の試験を行います。小径コアを用いる方法には、柱や梁などの主要構造部材からの採取や過密配筋下での採取が可能、採取跡の補修が容易などの利点が挙げられます。

3. 試験の方法

建材試験センターで実施されるコンクリートコアを用いた試験の方法について、いくつか紹介します。詳細についてはJISや関連規格をご参照ください。

(1) 圧縮強度試験・見掛けの密度試験

構造物に使用したコンクリートの圧縮強度は、製品検査結果や施工管理記録などで確認できますが、構造体コンクリートの圧縮強度は、施工条件によって変動します。また、凍害やアルカリシリカ反応など環境条件による劣化、中性化や塩害による鋼材腐食などの原因により、圧縮強

度が低下することもあるため、実構造物のコンクリートの圧縮強度を調査することがあります。

圧縮強度試験は、JIS A 1107 (コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法)に従って行います。同JISには、コンクリートの見掛けの密度を算出する方法も規定されており、平均直径と平均高さを使用して体積を求めたのち質量を測定し、見掛けの密度を算出します。中性化深さ試験と供試体を共有して圧縮強度試験を行う際は、中性化深さ測定面の処理(キャッピングまたは欠損量に分かる対策をした上で研磨)と供試体の破損を避けること(最大荷重に到達した後は速やかに除荷)に注意して試験を行います。また、補正後のコンクリートの圧縮強度が $100\text{N}/\text{mm}^2$ 以下であり、コア供試体の高さとの比が1.00以上1.90未満の場合、圧縮強度が高くなる傾向があるため補正を行い、直径の2倍の高さをもつコア供試体の圧縮強度に換算しています。

(2) 中性化深さ試験

中性化は、大気中の二酸化炭素と水分の反応により生成した炭酸イオンが、コンクリート中の水酸化カルシウム(pH12~13)と反応・消費されることにより細孔溶液のpHが低下する現象です。pHの低下に伴って中性化領域が鉄筋位置に到達すると、鋼材表面の不動態被膜が消失し、水分と酸素の供給により鉄筋が腐食する場合があります。鉄筋が腐食すると、鋼材の断面が減少し、腐食生成物の体積膨張が原因でコンクリートにひび割れやはく離を引き起こすため、中性化の状況や今後の進行状況の確認を目的として、中性化深さ試験が行われます。

中性化深さ試験は、JIS A 1152 (コンクリートの中性化深さの測定方法)に従って行います。コア供試体の場合は、割裂面または側面に1% (w/v) フェノールフタレイン溶

液 [溶媒:90% (v/v) エタノール] を噴霧し、測定面から赤紫色に呈色した距離までを測定します。測定箇所には骨材がある場合は、両端の赤紫色を結んだ直線状で測定し、薄赤紫色に呈色した場合は、濃い赤紫色までの距離を測定します。一例として、中性化状況を写真2に示します。

なお、近年では、火害調査における中性化深さ試験で使用するフェノールフタレイン溶液の溶媒に無水エタノールを用い、噴霧後数十分以内に測定する方法の研究⁴⁾も行われています。

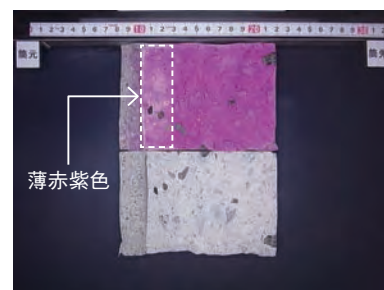


写真2 中性化状況

(3) 塩化物イオン試験

塩化物イオンは、コンクリート中の鋼材を腐食させることにより、コンクリート構造物の性能を低下させる物質です。塩化物イオンは、①製造時に材料から供給される場合[JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート)で、荷卸し地点における塩化物含有量の上限値が規定されていなかった1986年以前の構造物など]と②海水や凍結防止剤など外部環境から供給される2つのケースがあります。②のケースでは、構造物表面と内部で塩化物イオン濃度に差があり、さらに濃度勾配による拡散で内部へ移動するため、深さ方向に切断した試料片を用いて試験を行い、塩化物イオン濃度分布を調査することがあります。

塩化物イオン試験は、JIS A 1154 (硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法)に従って行います。粉末にした試料に硝酸

(1+6)を加えて加熱煮沸し、pH調整、再加熱、吸引ろ過して定容したものを試験溶液とします。試験溶液中の塩化物イオンの定量方法は4種類あり、その中でも電位差滴定法が広く利用されています。一例として、滴定状況を写真3に示します。なお、試験溶液中に塩化物イオンが存在すると、滴定溶液の硝酸銀溶液と反応し、白色の塩化銀が生成されます。

また、塩化物イオンは中性化深さとも関係があります。中性化の進行によりコンクリート中の固定化された塩化物イオンが遊離し、内部へ移動するため、鋼材腐食に影響を及ぼします。

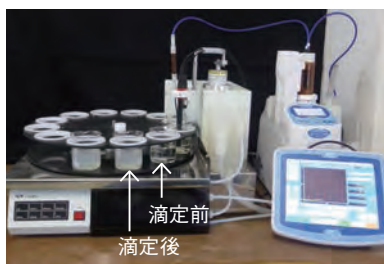


写真3 滴定状況

(4) 配合推定試験

配合推定は、化学分析結果に基づいてコンクリートを構成する材料（水、セメント、骨材の3種類）の割合を推定する試験です。打設されたコンクリートが配（調）合通りであるかの確認や、健全部と劣化部のコンクリートの構成材料割合の比較を目的として試験が行われています。

配合推定試験は、一般社団法人セメント協会で報告されているコンクリート専門委員会報告F-18（硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告）に従って行うことが一般的です。コンクリート粉末を希塩酸に溶解し、ろ過した溶液のカルシウム量からセメント量を、希塩酸に溶解しない不溶残分から骨材量を、附着水量と600℃の強熱減量から水量を求めます。骨材に石灰石や貝殻が混入した海砂を使用している場合は

適用できないため、グルコン酸ナトリウムを溶媒に使用する方法（NDIS 3422）や、骨材の酸可溶性シリカに着目したICPを用いて測定する方法などが適用されることもあります。

(5) アルカリシリカ反応性試験

アルカリシリカ反応性による区分が無害でないと判定された骨材を使用した場合、環境条件によってアルカリシリカ反応による劣化が生じる場合があります。アルカリシリカ反応による劣化を調査する試験項目として、一般社団法人日本コンクリート工学会のJCI-DD2 [アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法（案）] で提案されており、コンクリートコア採取直後の膨張率（解放膨張率）や、促進養生条件下における膨張率（残存膨張率）を測定する方法があります。また、その他の促進膨張試験としては、温度80℃、1NのNaOH溶液中に供試体を浸せきする方法（カナダ法）、温度50℃、飽和NaCl溶液中に供試体を浸せきする方法（デンマーク法）などがあります。

また、化学分析の試験としては、アルカリ量の定量や析出物の分析などがあります。コンクリートコア中のアルカリ量を分析する場合、粉末試料にしたのち強酸溶解法や熱水抽出法により水溶液にし、原子吸光度計を用いて測定します。析出物の分析としては、走査型電子顕微鏡にエネルギー分散型X線分析装置を付けたSEM-EDSを用いて、析出物（ゲル）の表面状態の観察と元素の簡易定量分析結果を報告し、アルカリシリカゲルかどうか判断しています。一例として、SEMによる観察画像を写真4に示します。

4. おわりに

今回は、構造物の調査と試験の方法（コア）をテーマに、調査の手順や内容、コアを用いた試験方法につ

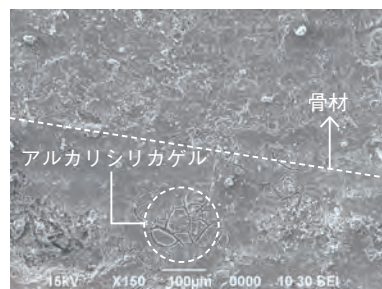


写真4 SEMによる観察画像

いて紹介しました。細かい内容については情報を取捨選択し、分かりやすさに重点を置いて執筆しましたが、いかがでしょうか。読者の皆様が少しでもコンクリート構造物の調査や試験の方法について理解を深めていただければ幸いです。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術'18 [基礎編]，2018，pp.76
- 2) 一般社団法人日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術'18 [基礎編]，2018，pp.80
- 3) 株式会社ジャスト西日本：ドローン，2021，<http://www.just-nishinihon.jp/business/drone/>（参照：2022.11.7）
- 4) 一般財団法人日本総合試験所：GBRC183_883，2021.1，https://www.gbrc.or.jp/assets/documents/gbrc/GBRC183_883.pdf（参照：2022.11.14）

author

岡田裕佑

工事材料試験ユニット工事材料試験所 横浜試験室 主任

<従事する業務>

建設工事に関わるコンクリート系の圧縮強度試験、鉄筋の引張強度試験、コンクリートコアの各種試験等

第三者証明事業を通し 住生活・社会基盤整備へ貢献する

品質性能試験

建築物・土木構造物に使用される材料、部材、建具、設備機器などを対象に試験を行っています。地震・台風・火災などの災害や地理・気候・使用などの環境条件に対して要求される安全性・機能性・居住性・耐久性などについて、試験を行っています。

工事中材料試験

建築・土木工事に使用されるコンクリート・モルタル・鉄筋・鋼材・アスファルト・路盤材などの試験、耐震診断に関連したコンクリートコアの強度試験・中性化試験、住宅基礎コンクリートなどの品質管理試験を行っています。

性能評価

「建築基準法」に基づく性能評価・型式適合認定及び「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく試験の結果の証明・住宅型式性能認定を行っています。また、建設資材や技術の安全性、環境貢献などに関する適合証明を行っています。

製品認証

「産業標準化法」に基づく登録認証機関として、建築・土木分野を中心とした8分類（約160規格）と幅広い製品及び加工技術のJISマーク表示の認証を国内のみならず海外事業者も対象に行っています。

マネジメントシステム認証

ISO9001・14001・55001・45001・39001などのマネジメントシステム認証を行っています。また、東京都・埼玉県条例に基づく温室効果ガス（GHG）の排出量検証を行っています。

調査研究・標準化

建築・土木分野における技術開発を支援する調査・研究を行っています。また、JIS原案作成団体としてJISの原案作成及び維持管理やISO/TC146/SC6、TC163/SC1の国内事務局を運営するなど、国内外の標準化活動を行っています。

建材試験情報

JTCCM JOURNAL — 2022年年間総目次—

項目	1・2月号	3・4月号	5・6月号
ご挨拶など		—変化に即した事業運営へ—(渡辺 宏) 2022年度に向けて(松本 浩)	
寄稿	オンライン授業デビューから今日までの記録 建築構造分野のオンライン授業に関する一考察 (渡部 洋)	外装仕上材の中性化抑制効果の評価方法および 評価基準に関する検討 (濱崎 仁)	建設3Dプリンティング技術の開発と現場適用 (小倉大季)
特集	東京都の建築工事における 材料の試験・検査について	安全性・快適性・環境貢献等の 指標を付与する性能評価事業	
	東京都における建築材料試験の概要(渡邊秀仁)	座談会 平成に果たした木造技術と令和に果たすべき木造 技術(稲山正弘 他)	
	都知事登録機関による鉄骨溶接部検査及び鉄筋 継手部検査(安藤純二)	寄稿 真の性能と性能評価試験(河野 守)	
	東京都の建築工事におけるコンクリート採取試験 会社の役割(稲垣 栄)	防耐火性能評価試験に供する試験機の紹介 (福田俊之)	
		性能評価の変遷(志村孝一) 防耐火性能評価にかかわる試験体製作メーカーの 紹介	
技術レポート		コンクリートの爆裂に関する試験方法(常世田昌 寿)	JIS A 1503(木質構造用ねじの試験方法) の原案作成のための試験方法に関する調査 研究(中里匡陽、早崎洋一)
試験報告	下水道管きよの更生材(SPR-SE工法)に使用され るめっき鋼板の引張試験(渡辺 一)		付着層を設けた超高強度合成繊維補強コン クリート(ESCON)と普通コンクリートの付 着強度試験(齊藤辰弥)
試験設備紹介	耐破壊型コンプレッソメータ	観察カメラの導入～中央試験所 動風圧試験室及 び大型送風散水試験室～(大西智哲) 土の一軸圧縮試験機(日詰康志)	防耐火構造試験用自動荷重装置の導入(小 椋智高)
規格基準紹介	JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)の2020年改 正について(玉田 基)	JIS A 6916(建築用下地調整塗材)の改正につい て(越中谷光太郎)	JIS A 1503(木質構造用ねじの試験方法) の制定(中里匡陽) JIS S 0122「乳幼児に配慮した製品の共通 試験方法—部品の外れ」の制定(鹿野歩子)
連載	各種建築部品・構法の変遷 vol.17 「製品から見たエレベーターの変遷」 (真鍋恒博)	研究を通して学んだこと vol.4 塗床ふくれの謎解き研究から学んだこと : 研究は推理小説というエンターテイメントである。 (田中享二) 建材への道のり Vol.13 茅材編 (田村雅紀)	各種建築部品・構法の変遷 vol.18 「わが国における住宅用エレベ ーター変遷の概要」 (真鍋恒博)
業務報告・ 国際会議報告	ISO/TC146/SC6(Air Quality/Indoor Air)バー チャル・オンライン会議報告(Virtual Conference) (伊藤一秀) ISO/TC163/SC1 (Thermal performance and energy use in the built environment/Test and measurement methods) 会議報告(武田愛美)	「コンクリート採取試験技能者認定制度」下期認 定試験を船橋試験室で開催	「中央試験所新防耐火試験棟(建屋)竣工」 のお知らせ
事業報告・ 事業計画			2021年度 調査研究事業報告(企画調査課) 2022年度事業計画
基礎講座	コンクリートの試験の基礎知識 Vol.6 フレッシュコンクリートの試験 (若林和義)	コンクリートの試験の基礎知識 Vol.7 硬化コンクリートの性質～強度性状～ (若林和義)	コンクリートの試験の基礎知識 Vol.8 硬化コンクリートの性質～物性(変形 性状、体積変化、水密性など)～(若林和義)
資格取得者 紹介	コンクリート主任技士試験を受験して(徳永拓哉)	コンクリート技士試験受験に関して(菱沼 匠)	3度目の正直～コンクリート診断士の資格取 得を通して～(岡田裕佑)
部門紹介	事務局 総務部 総務課・財務課	工事材料試験ユニット 工事材料試験所 武蔵府 中試験室	総合試験ユニット 中央試験所 構造グル ープ



7・8月号	9・10月号	11・12月号
	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 (荻原明美) 退任にあたり (丸山慶一郎)	工事材料試験所長就任にあたって (芭蕉宮総一郎) 建材試験センターの将来に託して (退任ご挨拶) (砺波 匡)
しなやかな建築 芝浦工業大学 最終講義の概要 (南 一誠) 研究室紹介 模型作りからものづくりへ 超実践的木造建築教育 (落合 陽)	現代社会における従業員教育の重要性について (山本 諭) 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 (齋藤宏昭)	産業標準化法の施行及び JISマーク表示制度動向 (関野武志) 住宅を支える柱状改良体が抱える課題 (神村 真)
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		
耐久性試験概論 (菊地裕介)	耐オゾン性試験 (徳永拓哉)	アルカリシリカ反応性試験 (佐藤晃起)
促進耐候 (光) 性試験 (杉原大祐)	熱劣化試験 (志村重顕)	促進中性化試験 (佐藤晃起)
	耐疲労性試験 (泉田裕介)	乾燥収縮試験 (徳永拓哉)
		クリープ試験 (齊藤辰弥)
		凍結融解試験 (耐凍害性試験) (松原竜馬)
		耐薬品性試験 (耐硫酸性試験) (滝口悠太)
防錆剤を塗布した鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験 方法における供試体の小形化に関する検討 (若林和義)	金属屋根葺材の耐風圧性試験方法：葺材の厚さ及び 水材の有無による耐力の検討 (松本知大)	
獣進入防止回転棒の曲げ試験 (早崎洋一)	パーソナル・ミーティング・ボックスの通気試験 (松本知大)	結晶化ガラスに取り付けたシアコネクターの固定耐力試験
データ通信システムの構築 (新井太一)	高機能多様型2000 kN 万能試験機について (小出水翔平)	テーバー形摩耗試験機 (JIS A 1453対応) (安岡 恒)
日本建築学会「高流動コンクリートの材料・調合・製造・ 施工指針・同解説」改定のポイント (鹿毛忠継)	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 (田坂太一)	JIS A 6008 (合成高分子系ルーフィングシート) の改正 について (菊地裕介) JIS A 6021 (建築用塗膜防水材) の改正について (菊地裕介)
研究を通して学んだこと vol.5 コンクリートの濡れ色研究から学んだこと：コン クリートの灰色は生きている。 (田中享二)	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 (真鍋恒博)	研究を通して学んだこと Vol.6 防水層の耐根性研究から学んだこと： 相手の出方をよく見る。 (田中享二)
大樹七海の知財教室 Vol.1 知財知識を身に着ける意義 (大樹七海)	建材への道のり Vol.14 蘭草編 (田村雅紀)	大樹七海の知財教室 Vol.2 SNS時代に身に着きたい著作権リテラシー (大樹七海)
大学生の皆様を招いて中央試験所個別見学会を実施	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 (室星啓和)	
JIS認証制度に関する各種セミナーのご案内	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	
コンクリートの試験の基礎知識 Vol.9 硬化コンクリートの耐久性 (若林和義)	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 (中村則清)	コンクリートの試験の基礎知識 Vol.11 コンクリートの品質管理・検査 (佐伯智寛)
溶接管理技術者評価試験を受験して (佐藤直樹)	フォークリフト運転技能講習修了証を取得して (珠玖楓真)	クレーン運転士免許について (小野雄大)
認証ユニット ISO 審査本部	総合試験ユニット 中央試験所 事務部門	工事材料試験ユニット 工事材料試験所 船橋試験室

建築研究開発コンソーシアム「若手技術者交流会」が中央試験所において開催されました

[中央試験所]

さる11月9日(水)に「若手技術者交流会」が行われました。

「若手技術者交流会」は、建築研究開発コンソーシアムが主催する、原則、各会員から選出された若手メンバーによる交流会です。参加者が興味を共有出来るテーマに対する意見交換等を通じて、知的ネットワーク構築及び各人の研究テーマ創出の一助として開催されており、当センターも毎年、有望な若手職員が教育の一環として参加しております。同会は年に5回ほど開催され、第3回目となる今回は当センターの中央試験所で開催いただきました。

まず、2班に分かれ中央試験所内の各試験棟で試験装置などを見学していただきました。速足で、また一部の紹介ではありましたが、興味深くご覧いただき、質問なども活発にされていた印象でした(写真1、2)。

見学の後は、即興ディベートを行っていました。テーマは、多数決で決定し、事務局から役割を指定された通りA班(肯定)とB班(否定)、審判、議事録係、タイムキーパーに分かれて議論をしてグループ討議を行っていました。

当センターの施設見学とグループ討議を通し、参加者の皆さんが交流を深められたと感じました(写真3)。



写真1 新防耐火試験棟見学の様子



写真2 動風圧試験棟見学の様子



写真3 討議の様子

国内最大規模の新防耐火試験棟の竣工及び新試験炉の運用開始について

[中央試験所]

中央試験所の新防耐火試験棟が2022年3月30日に竣工しました。2022年12月に新試験炉の設置が完了し、2023年4月より本格運用を開始いたします。特に初めての試みとして多目的試験場を設置し、建材以外でも様々な試験・実験に活用できるようになります。

なお、新試験棟と併用して、既存試験棟での試験も実施しておりますので、皆様からのご依頼・お問い合わせをお待ちしています。



新防耐火試験棟



多目的試験場



1号壁炉



2号壁炉(载荷壁炉)



水平炉

【お問い合わせ先】

総合試験ユニット 中央試験所 防耐火グループ
TEL : 048-935-1995

R E G I S T R A T I O N

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 737 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
RE0737	2022/11/21	ISO 14001:2015 (JIS Q 14001:2015)	2025/11/20	株式会社神谷商会 リサイクルセンター	愛知県弥富市東末広 9-59	産業廃棄物の収集運搬及び産業廃棄物の中間処理(圧縮・選別)(但し自動車等破砕物、石綿、水銀を除く)、コンクリート廃棄物の中間処理(破砕)

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
TCMY22005	2022/10/28	JIS A 6301	吸音材料	Knauf Insulation Sdn.Bhd. Johor Bahru Plant	PLO 157,Jalan Teruntum 4,Kawasan Perindustrian Tanjung Langsat,81700 Pasir Gudang,Johor Darul Ta'zim,MA-LAYSIA
		JIS A 9504	人造鉱物繊維保温材		
		JIS A 9521	建築用断熱材		
TC0322005	2022/11/17	JIS A 5908	パーティクルボード	EN ボード株式会社	静岡県駿東郡小山町湯船字下原 1278-11
TC0422001	2022/11/28	JIS R 3209	複層ガラス	YKK AP 株式会社 滑川製造所 住宅製造部 富山婦中工場	富山県滑川市杉本 3003
TC0522001	2022/11/28	JIS R 3223	耐熱強化ガラス	日本板硝子ビルディングプロダクツ株式会社 製造部 八尾センター及び品質技術室	[製造部 八尾センター] 大阪府八尾市神武町 123 番地-1 [品質技術室] 千葉県市原市姉崎海岸 6
TCVN22005	2022/11/28	JIS A 9510	無機多孔質保温材	JIC VIETNAM ONE MEMBER COMPANY LIMITED	Tan Trung Industrial and Handicraft Cluster,Phu Tan District, An Giang Province,The Socialist Republic of Viet Nam
TCCN22071	2022/11/28	JIS A 5905	繊維板	賀州三威新材料有限公司	中国廣西壯族自治區賀州市昭平縣馬江鎮江唐村馬江工業園

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—

新年明けましておめでとうございます。2020年度に編集委員長に就任して3年目となりました。世間はまだまだコロナ禍は収まりそうもありませんが、本誌を発行できていることは、ひとえに編集委員の皆さまや関係各位のご厚意・ご尽力のお陰であり、厚くお礼申し上げます。

この原稿を書いている今、サッカーのワールドカップの開催中で、ドイツ、スペインという過去の優勝国を撃破した日本代表の話題で持ちきりです。勤務先・自宅とも川崎市にあってフロンターレ川崎のファンである私にとっては、三苦、田中碧などの活躍がうれしくてたまりません。

さて、コロナ禍にあって忘年会・新年会などを自粛された組織もあれば、気にせず実施した方々もいると思います。大学では、学内での飲食を伴う懇親会が禁止されていましたが、制限付きではあるもののゼミ旅行も解禁され、学生からの絶対行きたいという声に押されて、3年ぶりに明治村の移築建築見学などに行ってきました。マスクはしているものの、学生たちも旅行や友人たちとの懇親を非常に楽しんでいました。実施してよかったと思う反面、その前の2年間ゼミ旅行に行けなかった学生さんたちには可哀そうなことをしました。

また、旧年は関東の一部の建築材料関連の研究室で実施しているソフトボール大会も3年ぶりに開催しました。これは、東京大学・東京理科大・工学院大・東京都市大・芝浦工大・宇都宮大・東海大(旧年は欠席)・明治大が参加する大会で、工学院大の田村先生が第1回に参加した大学の頭文字を取って「TRMK(タルマック)杯」と名付けられ、今回で10回目の開催となりました。総参加者が100名を超える大会のため、懇親会は流石に中止となりましたが、最下位は翌年の幹事となるお約束のため、血で血を洗う争いが行われました。そうはいっても試合中はワイワイと、試合が終わった後も他校の学生とインスタのアドレス交換なども行われる姿は非常にほほえましい光景でした。最下位校がどこになったかここでは触れませんが、今年は餃子がふんだんに出る懇親会付きで、他校の教員・学生さんと交流できることを楽しみにしています。

今年こそはコロナ禍を乗り越える年になって、皆様が楽しく・充実した生活を送れることを祈っています。また、建材試験情報についても、誌面をより充実したものとするよう努めますので、忌憚ない意見をお寄せいただければ幸いです。

(小山)

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	芭蕉宮総一郎(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)

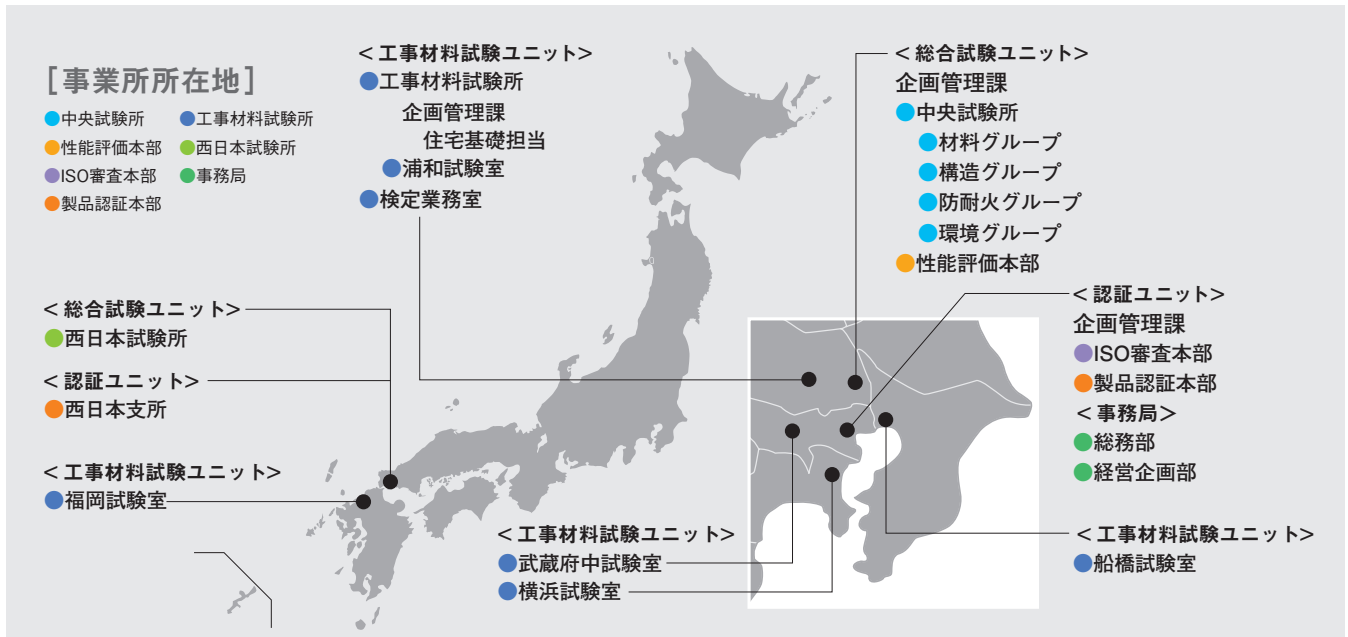
建材試験情報 1・2月号

2023年1月31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

