

建材試験情報

JTCCM JOURNAL Vol.59

5・6
May / Jun
2023

寄稿

建築物の火災拡大性状予測手法に関する研究

特集

ISO審査本部及び製品認証本部の均一なサービスのご提供とDX化に向けての取り組み

【新】連載

骨材の系譜

【最終回】基礎講座

コンクリートの試験の基礎知識

【新】基礎講座

音と室内環境について



- 寄稿 ● **02** **建築物の火災拡大性状予測手法に関する研究**
東京理科大学 創域理工学部 建築学科 教授 大宮喜文
- 特集 ● **06** **ISO審査本部及び製品認証本部の均一なサービスのご提供とDX化に向けての取り組み
認証ユニット新基幹システム「Baital(バイタル)」のご紹介**
認証ユニット 企画管理課 課長 田中 勝
- 技術紹介 ● **10** **技術レポート**
屋外用難燃処理木材の促進劣化を考慮した火災反応性能の研究
総合試験ユニット 中央試験所 防火グループ 兼 性能評価本部 性能評定課 中村美紀
- **15** **部門紹介** — 総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ —
- **16** **試験報告**
**温度ヒューズ連動防火ダンパー(ガス圧式 遠隔復帰型)用
自動閉鎖装置の性能試験**
- **18** **試験設備紹介**
ホイールトラッキング試験機
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 武蔵府中試験室 室長代理 萱田健太郎
- **20** **規格基準紹介**
JIS A 5905(繊維板)及びJIS A 5908(パーティクルボード)の改正について
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主査 安岡 恒
- **22** **事業報告**
2022年度調査研究事業報告
経営企画部 企画調査課
- **23** **資格取得者紹介**
「東京都知事の認定する建築材料試験業務実務講習」を受講して
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課 主任 山本圭吾
- 連載 ● **24** **骨材の系譜**
vol.1 骨材とは
工学院大学 名誉教授 阿部道彦
- **30** **基礎講座**
コンクリートの試験の基礎知識
vol.13 コンクリートに関する試験の重要性と将来について
明治大学 理工学部 教授 小山明男
- **34** **音と室内環境について**
vol.1 音の基本
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主査 森濱直之
- **36** **事業計画**
2023年度事業計画
- **40** NEWS
- **42** VISITOR
- **43** REGISTRATION

建築物の火災拡大性状予測手法に関する研究

東京理科大学 創域理工学部 建築学科 教授

大宮喜文



1. はじめに

2000年に建築基準法の防火関係規定が改正され、いわゆる性能規定が導入された。この改正により、建築物の個々の特徴に対し、火災安全性について合理的な対策等の実現が期待された。性能規定の導入に際し、例えば、避難安全検証法、耐火性能検証法等が明示された。これら検証法は、火災安全性を検討する際に用いられる検証式等で構成され、それらは建築火災安全設計に関係する研究成果に基づき提案された工学的予測手法（実務的設計ツール）等を踏まえながら明文化された背景がある。

そのような性能規定に関連し、本稿では、タイトルの通り、筆者がこれまで行ってきた研究の中から、建築物の火災拡大性状予測手法に関する研究について紹介する。なお、筆者は「建築火災安全設計の合理化に資する火災拡大性状予測手法に関する一連の研究」と題した論文に対し、日本建築学会において2021年日本建築学会賞（論文）を受賞したことから、今回、この原稿を依頼された経緯があり、本稿では、その受賞論文の一部を抜粋しながら研究内容を説明する。

本稿では、建築物の火災性状に関する物理モデル等を導出するための基礎データや設計実務での活用を念頭に火災拡大性状の物理的機構を踏まえた予測式の構築等、筆者が行った研究内容を以下の3つのテーマに分け概説する。

- (1) 区画火災に関する研究
- (2) 区画間の火災拡大に関する研究
- (3) 火災拡大抑制に関する研究

2. 区画火災に関する研究

耐火建築物等の室内で火災が発生し、火災継続中に崩壊しない周壁等で囲われた空間を区画とした場合、その火災性状は、区画内に持ち込まれる可燃物の条件等の影響を受けることになる。区画内に持ち込まれる可燃物の量が多くなれば、火災の激しさが増したり、火災の継続時間が長くなる可能性がある。建築基準法では、建築物内に持ち込まれる可燃物について、その室の用途ごとに収納可燃物の床面積一平方メートル当たりの発熱量 (MJ/m^2) を画一的に

定めている。もともと、これらの値は建築物内の可燃物調査で得られた可燃物の重量等を参考にしながら定められた経緯がある。筆者は、これまで可燃物の実態調査を実施してきたが、室の用途が同じであっても、その可燃物の密度にはばらつきがあり、そのばらつきを火災継続時間の分布に置き換える手法を構築し、個々の建築物の条件から主要構造部の柱梁等に要求される耐火時間の算出方法を提案した¹⁾。仕様規定では、耐火建築物の主要構造部の柱梁に要求される耐火時間は、最上階からの階数により主に1~3時間で定められているが、この方法を用いることで、火災による建築物の崩壊確率は建築物の規模や階数によらず一定と考え、リスクの概念に基づき階ごとに合理性のある要求耐火時間の算出手法を提案した。このリスク概念の考え方は、避難安全に関わる研究等にも導入され、リスクベースの建築火災安全設計手法の構築に展開されている。

また、耐火性能検証法の中で、可燃物が局所的に燃焼することを想定した局所火災が定義された。局所火災の性状は、燃焼する可燃物の配置状況等が影響すると考えられる。そこで、筆者らは、建築物内の可燃物調査を継続的に進め、局所火災の設定に必要な可燃物条件の調査項目等を整理し、可燃物の実態調査から空間内の可燃物の配置に関する偏在状況や可燃物の材料別（木質系、プラスチック系）の発熱量比率等を整理した。なお、調査を実施する場合、日頃、使用されている空間を対象とすることが多いため、調査時間等に制約が生じるケースもあり、より効率的な可燃物調査方法の構築に向け、図1のような3Dスキャナーや360°カメラ等を用いた可燃物調査方法の検討を進めている。

前述したように区画内の火災性状は、可燃物条件の影響を受けるが、火災性状の予測では温度が重要な物理量の一つになり、区画内の火災温度は、燃焼速度 (kg/s)（可燃物が単位時間当たりに減少する重量）を用いた熱収支式で予測する手法が知られている。この燃焼速度の予測手法として、1950年代に建設省建築研究所の川越邦雄博士らが、開口因子 $A\sqrt{H}$ (A : 開口面積 (m^2)、 H : 開口高さ (m)) を用い、 $0.1 A\sqrt{H}$ (kg/s) で予測する算定式を提案している²⁾。この式は、簡便に燃焼速度を求めることができ、今日に至るまで建築火災安全設計で使用されている。一方、

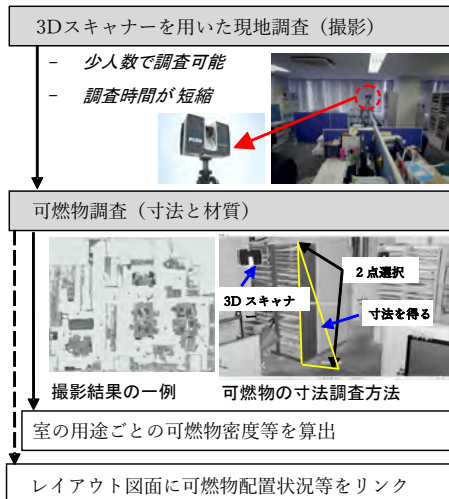


図1 3Dスキャナーを用いた可燃物調査

図2に示したように、理論的に火災区画内の熱収支や質量収支を考えると、この式は可燃物条件や区画内の熱的条件を考慮しておらず、近年、建築物内に持ち込まれる可燃物の変化に対しこの式の適用可能な条件等を明らかにすることが課題となった。そこで、筆者らは、開口条件および可燃物条件を考慮した実験を実施し、区画内の燃焼速度は、区画の大きさが決まれば、開口因子の値が増加するほど、開口因子に比べ可燃物表面積（可燃物が区画内の空気等に曝される面積（ m^2 ））に依存する傾向が顕著になることを定量的に示した。この結果から、川越博士らにより提案された燃焼速度の算定式の適用範囲を示すとともに³⁾、開口因子を可燃物表面積で除したパラメータを燃焼型支配因子と定義し、その燃焼型支配因子を用い、区画内の火災性状について換気支配型火災（開口から区画内に流入する空気量に支配される火災）と燃料支配型火災（区画内の可燃物に支配される火災）を判別する手法の提案を行った。この新たに提案した燃焼型支配因子をパラメータとして用いた可燃物の一秒間当たりの発熱量（燃焼速度を可燃物の燃焼熱を用い変換した燃焼発熱量）の算定式は、平成12年（2000）「建設省告示第1433号」に採用され、建築物の耐火性能検証の中で算定ツールとして用いられている。

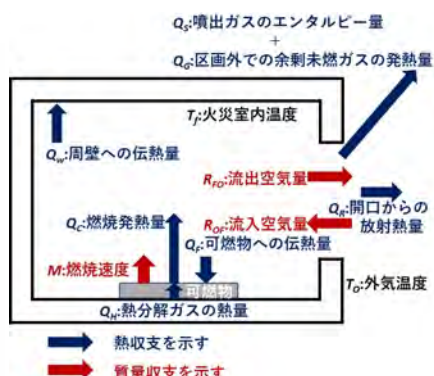


図2 火災区画内の熱収支および質量収支

3. 区画間の火災拡大に関する研究

建築物内の区画火災は、火災が進展し盛期火災に至れば、区画外へ火災拡大する危険性が高まる。例えば、火災が発生した区画の開口から火炎等を含む高温の熱気流が噴出し、その開口噴出熱気流が隣接する区画や建築物等への火災拡大の原因となる。

建築物内の可燃物の種類や量の変化は、この開口噴出熱気流の性状に対しても影響することが考えられ、開口からの噴出火災の伸長や熱気流の高温領域の増大等が懸念されるようになった。開口噴出熱気流性状については、1950年代から1960年代にかけて、建築研究所の横井鎮男博士によって研究が行われ、その中で提案された開口噴出熱気流の温度予測手法⁴⁾は世界的に知られている。一方で、この予測手法についても、区画内の可燃物の燃焼速度と同様に、可燃物条件の変化等に対する影響を考慮する必要性が指摘されるようになった。そこで、筆者らは、可燃物条件を考慮した開口噴出熱気流性状予測手法の構築を目的とした研究を実施し、区画内で可燃物から発生する可燃性ガスが、開口から流入する空気に含まれる酸素だけではすべてが燃焼せずに、その一部が未燃焼の状態で開口から区画外へ噴出した後に燃焼することに着目し、実験的にその余剰未燃ガスの発生量を推定した⁵⁾。この結果から、開口噴出熱気流中に多くの余剰未燃ガスが含まれる条件では、外部の空気と燃焼反応することにより開口噴出火災が増大し、従来の手法では開口噴出熱気流の温度分布を低く予測する可能性があることを示した。そして、可燃物の表面積や可燃物の種類等の可燃物条件を考慮した開口噴出火災高さや開口噴出熱気流の温度分布等の予測式を提案した。なお、区画内で燃焼可能な可燃性ガスの燃焼発熱量を開口噴出火災の発生限界発熱量と定義し、その発生限界発熱量について区画内周壁面積と開口因子を用いた算定式を新たに提案した。この算定式は、令和2年（2020）「国土交通省告示第522号」やISO基準（ISO24678-9）で引用されている。

さらに、意匠性や環境性能等に配慮した開口形状や開口の周囲に庇、袖壁等が設けられるような建築デザインがみられるが、そのような建築的形状が開口噴出熱気流に及ぼす影響に着目した研究を進めた⁶⁾。例えば、図3のように開口上部に庇やバルコニーのような水平部材を設置することがある。この水平部材は、開口噴出熱気流の流量を増大させる可能性があり、建築物内の吹き抜け空間に面して開口を持つ区画で火災が発生した場合、開口噴出熱気流により吹き抜け空間内に形成された煙層の降下速度を増加させる可能性等が懸念されていた。そこで開口形状とその開口上部に設置された水平部材の条件を変化させた実験を実施し、開口噴出熱気流の流量測定結果等に基づき、水平部材を考慮した煙流動性状予測モデルを提案した。

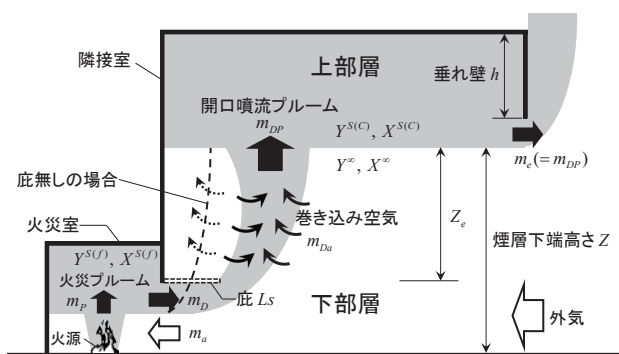


図3 煙流動性状概念図

また、開口のアスペクト比（縦横比）に着目し、横方向に長い開口の場合、その開口噴出熱気流は、図4のように開口上部の壁に寄る傾向がみられる。そのため、開口噴出熱気流による上階延焼の危険性が高まる可能性があり、そのような横長開口からの開口噴出熱気流の温度予測手法を検討し構築した。

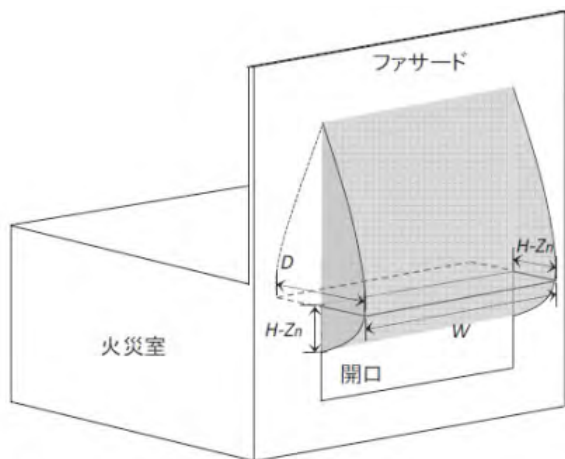
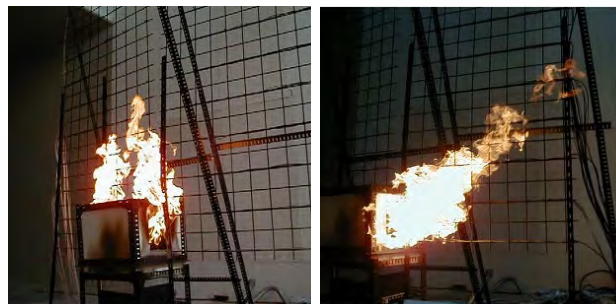


図4 横長開口からの開口噴出熱気流の概念図

これらの研究成果は、建築物の開口形状やその周囲の建築的形状、そして可燃物条件等を考慮した開口噴出熱気流性状の予測に寄与する知見であり、開口を介した火災拡大防止のための合理的な対策への展開が期待される。

ここまで紹介した研究は、主に単体の建築物の火災を想定しているが、複数の建築物等から構成される市街地を考えた場合、建築物間の延焼拡大性状は、外気風の影響を受ける。そこで、筆者らは、図5のような開口を有する区画内に可燃物を配置した模型を用い、実大火災風洞で実験を実施し、有風下の区画周囲に形成される火炎形状や風下側の熱気流温度に関する簡便な予測モデルを構築した。この有風下の開口噴出熱気流の物理的予測モデルは、建築研究所建築研究報告「市街地の延焼危険性評価手法の開発」の内容に反映される等、市街地火災の延焼拡大予測等の参考にされている。



a) 無風時 b) 有風時

図5 火災風洞実験

4. 火災拡大抑制に関する研究

室内で火災が発生した場合、その早期の段階で消火あるいは火災の拡大をコントロールすることができれば、建築物の火災被害を効果的、効率的に低減できる可能性が高くなる。そのため防火関係規定では、建築物の規模や用途等に応じ、スプリンクラー設備（以後、SP設備）等に関する基準を明文化している。一方、SP設備等を設置した場合であっても、建築設計の自由度の拡大につながる制限の緩和は限定的となる傾向がある。その原因の一つとして、SP設備等の火災拡大の抑制に関する物理的な知見の不足がある。日本では、古くからSP設備に期待する性能は消火（燃焼現象の停止）が中心であったため、散水時に可燃物の燃焼発熱速度が減少、抑制される効果に関連した定量的知見が乏しい状況であった。つまり、図6のように散水時に火災が消火に至らない状況であっても、建築物内の煙の温度を低く抑えられるような現象も考えられるが、散水時に消火に至らない状況を想定した系統的な研究は稀な状況であった。そこで、筆者らは、SP設備等の火災拡大抑制に関する研究を先導的に取り組んだ。

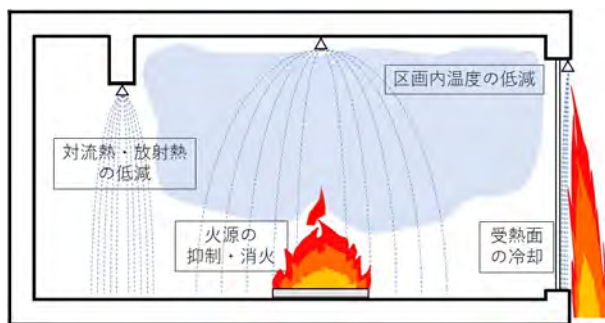


図6 散水設備作動時の区画火災性状

研究を進めるにあたり、図7のように天井にSP設備等の散水設備の設置が可能な区画を新設し、散水設備が作動した場合の可燃物の燃焼性状に関する物理量の計測手法の検討を行った。そして、散水量や水滴粒径等を変化させた実験を行い、散水設備作動時の可燃物が燃焼する区画内の

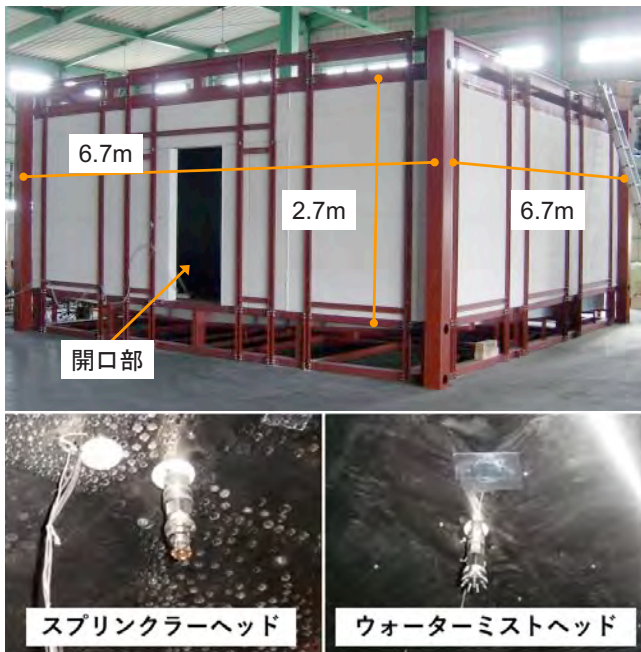


図7 散水設備用実験区画



図8 鋼製シャッターを用いた水膜流実験

温度や熱流束の分布、可燃物の発熱速度等を計測し、散水設備作動時の火災拡大抑制効果を定量的に明らかにした⁷⁾。近年、国土交通省建築基準整備促進事業「多様なニーズに配慮した避難安全確保に係る規定の合理化に関する検討」(2018-2019)等で、この火災拡大抑制に関する考え方に基づく研究が行われている。

また、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」(2010)が施行されたことを受け、大規模木造建築物の火災拡大防止のための技術開発が多面的に検討されるようになった。筆者らは、水膜流を用いた火災拡大抑制に関する基礎研究を進め、平らな木材や鋼材の部材表面に水膜流を形成させ、その部材表面を加熱した場合の水膜流による部材の受熱低減効果等の定量的知見を収集した。そして、実験結果に基づきながら部材表面の水膜流の性状を巨視的に捉えた熱収支モデル等を提案し、さらに、図8に示したような凹凸や曲面のある鋼製シャッター等の表面の水膜性状やそれらを加熱した場合の水膜流による温度上昇抑制効果モデルを提案した⁸⁾。これらの成果を参考にし、遮熱性を有しない防火設備などの延焼拡大防止性能の補完や木質化された内装などの燃え広がりなどの抑制が期待される防火技術として関連研究が進められている。

5. まとめ

本稿では、筆者がこれまで行ってきた建築物の火災拡大性状予測手法に関する研究の一部を抜粋し概説した。建築物の火災拡大性状は、現象が複雑なため簡単に説明することは容易でない。一方で、実務的に建築火災安全設計で使用するような設計ツールを構築するために、複雑な現象を解明しながら火災拡大性状の物理的機構を的確に捉え、工

学的に物理モデル等を導出する必要がある。そのために実験等を実施しながら基礎的知見の収集から始めることが未だ少なくない。今後も建築火災安全設計に関わる手法の充実に寄与するような研究を継続できればと考えている。

参考文献

- 1) 大宮喜文, 田中喙義, 野竹宏彰: リスク概念に基づく建築物の設計可燃物密度, 日本建築学会計画系論文集, 第67巻, 第551号, pp.1-8, 2002.1
- 2) 川越邦雄: 耐火造室内の火災性状, 建築研究報告, No.27, 1958.9
- 3) 大宮喜文, 佐藤雅史, 田中喙義, 若松孝旺: 区画内における可燃物の燃焼速度と噴出火炎の発生限界, 日本建築学会構造系論文集, 第60巻, 第469号, pp.149-158, 1995.3
- 4) 横井鎮男: 耐火造火災時の窓からの噴出気流の温度分布, 日本建築学会論文報告集, 第60号, pp.513-516, 1958.10
- 5) 大宮喜文, 堀雄兒: 火災区画外への余剰未燃ガスを考慮した開口噴出火炎性状, 日本建築学会計画系論文集, 第66巻, 第545号, pp.1-8, 2001.7
- 6) 大宮喜文, 平山貴至, 山口純一, 申易澈: 底面下の拡散を考慮した開口噴流ブルーム流量算定式, 日本建築学会環境系論文集, 第81巻, 第721号, pp.263-271, 2016.3
- 7) 大宮喜文, 田中太, 菅原進一, 森田昌宏, 松山賢, 水野雅之: 散水設備作動時における区画火災性状の研究, 日本建築学会技術報告集, 第11巻, 第22号, pp.243-246, 2005.12
- 8) 大宮喜文, 丹下学, 中村浩司, 宮澤佑弥: 鋼製シャッター表面の水膜流の流下性状および加熱時の温度上昇抑制効果, 日本建築学会環境系論文集, 第85巻, 第768号, pp.97-105, 2020.2

<プロフィール>
 東京理科大学 創域理工学部 建築学科 教授
 専門分野: 建築火災安全工学、建築避難計画
 最近の研究テーマ: 群集歩行性状予測手法、消防防災に関わるドローン技術など

認証ユニット新基幹システム 「Baital(バイタル)」のご紹介

1. はじめに

日頃より当センターの認証事業をご利用いただきありがとうございます。

認証ユニットでは、ISO審査本部が所管するマネジメントシステム認証事業、製品認証本部が所管する製品認証事業において、お客様との円滑な情報共有を目指し、基幹システムの整備を進めており、間もなくお客様と当センター及び当センターが派遣する審査員との3者が相互利用するシステムをお客様にご利用いただけるようになります。

本記事では、旧基幹システムからの変更点を中心に、新基幹システムを、いくつかの画面と共にご紹介してまいります。

2. 新基幹システム:Baital(バイタル)

新たな基幹システム名は「Baital(バイタル)」と呼びます。当該システムの導入により、お客様の審査に関わる資料のやり取りを含む情報共有につつまして、一元管理を行うことで、スムーズなサービスのご提供をしてまいります。

当該システムは、今までに寄せられたお客様のご要望に基づき、特に重要と考えた3つの基本方針を中心に開発を進めてまいりました。

- (1) お客様のご都合に合わせた資料・情報のご提供
- (2) 電子化された資料のスムーズな共有
- (3) リアルタイムな情報共有

Baital

図 バイタルロゴ

3. 基幹システムの変更点のご紹介

3.1 迷わないタスク管理

Baitalでは、お客様にご案内したメールの内容に沿ったタスクをログイン後の画面に一覧表示する仕様としております。ログインさえしていただければ、今、何をやるのかが一目でわかるようになっているため、ご担当者様がメールを削除してしまっても、必要な書類のアップロード、ダウンロード等、いつでも行っていただくことが可能です。また、社内でアカウント情報を共有していただければ、請求に関しては直接経理のご担当者様がご確認しダウンロードすることも可能です。

3.2 審査希望日程の適時登録

審査のご希望日程について、今までは当センターより審査日程のご案内をするまで、お客様よりご要望をお伺いすることができませんでした。

本システムでは、一連の審査・認証業務が完了後に、お客様のご希望する次回の審査日程について、Baital上で随時登録が可能になります。また、Baitalではご要望日の登録へ変更となり、今までのご希望時期のアンケート形式から、よりお客様のご要望に合わせた審査日程のご案内ができるものへ業務の対応も変更しております。



図 Baitalログイン画面

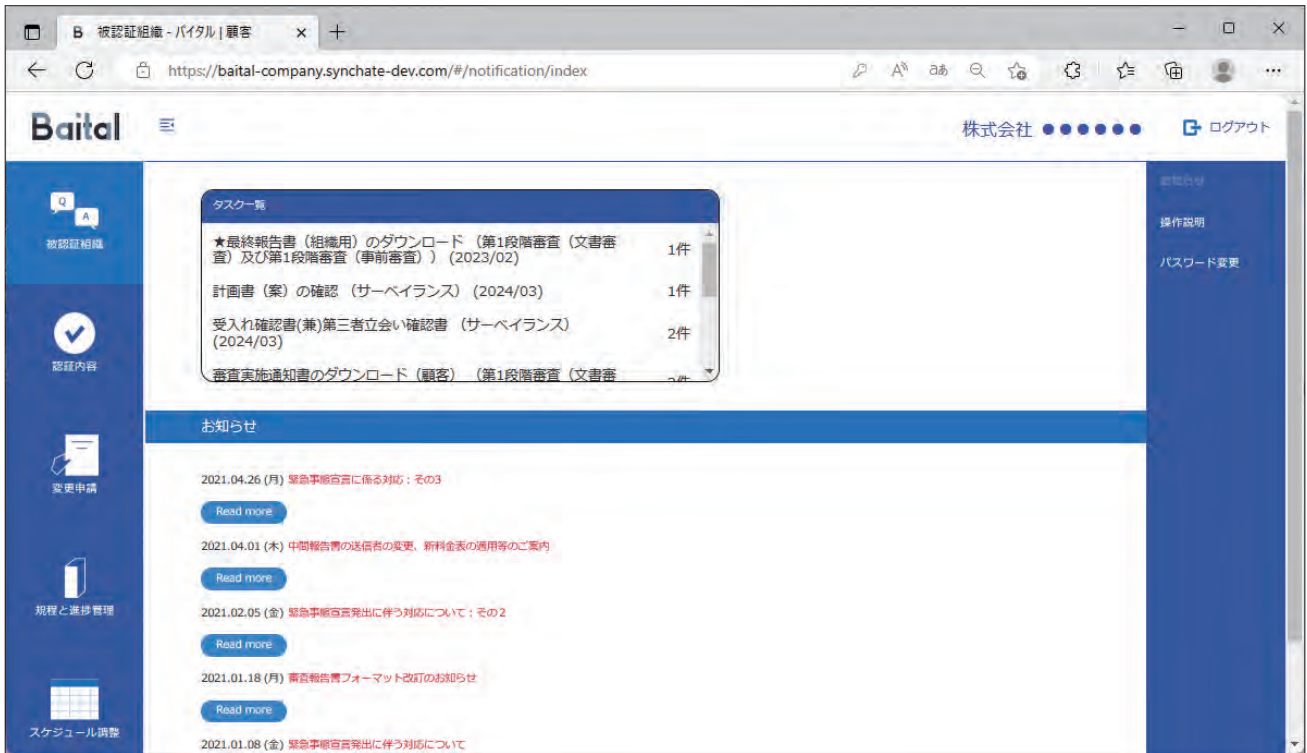


図 ログイン後の画面
(タスクが一覧で表示され、何をやるかがこの画面でわかる)

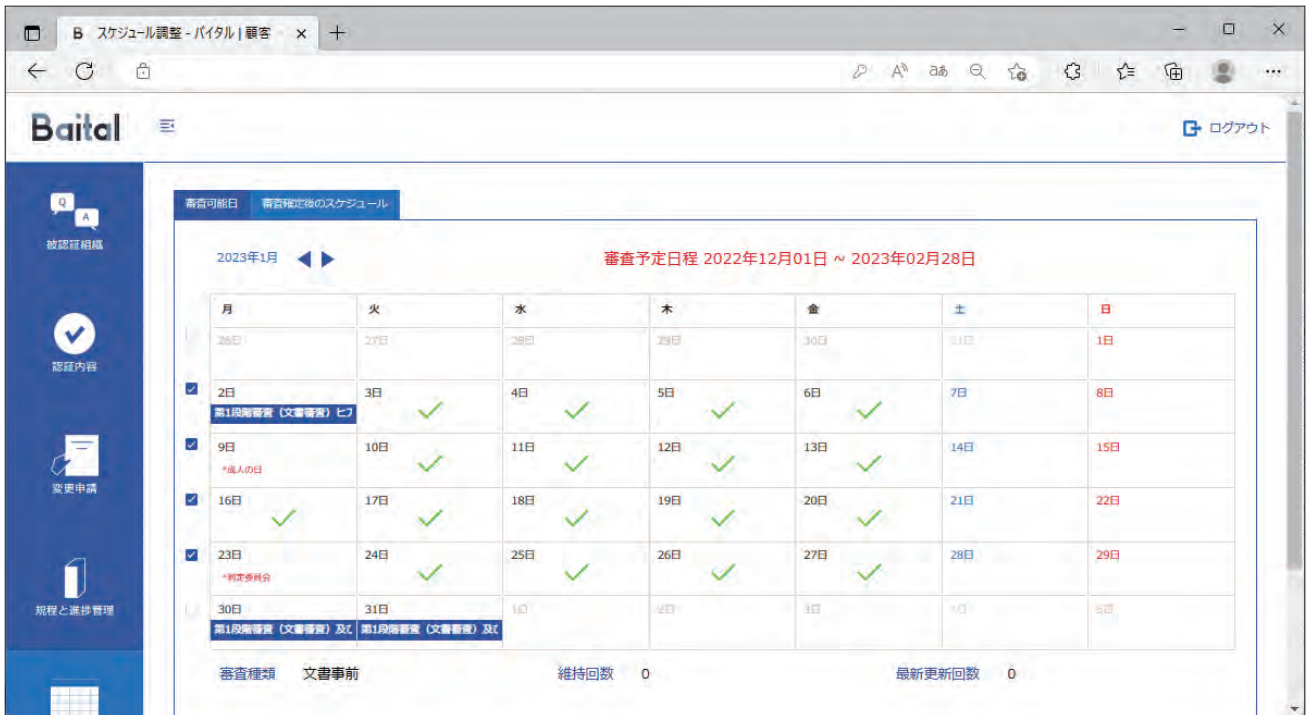


図 オンラインでの審査日程登録画面
(審査のご希望日の登録状況や審査の予定が確認できる)



図 過去の審査の結果とこれからの審査の一覧画面
(審査ごとに情報を格納しており、過去の審査資料を確認できる)

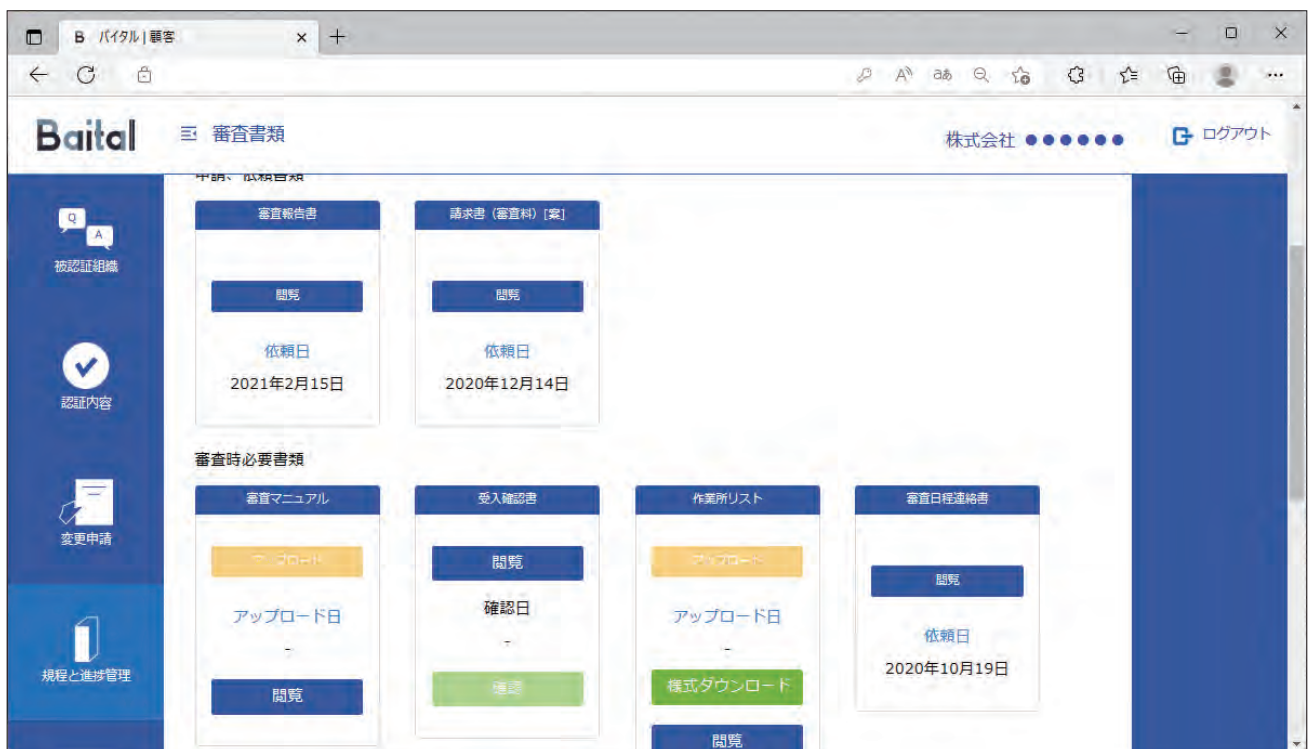


図 審査資料のアップロード・ダウンロード画面
(必要な資料はいつでも確認でき、いつでも提出することができる)

3.3 審査ごとに分けて格納される資料

審査ごとに資料の格納先を分けて管理するため、いつの審査に対して、どういう資料を提出していたのか、過去の報告書がどうだったのか、請求金額がいくらだったのか等、お客様側でも必要なときに必要な資料をご確認いただくことが可能です。

3.4 審査資料の適時登録

審査の設定をすると、その審査に必要な書類を適時登録が可能です。

登録された書類については、担当する審査員はもちろんですが、お客様側でもお好きな時にどの書類(版)を提出済みなのか確認することが可能です。これにより、品質マニュアルなどの改訂に合わせて、お客様のタイミングでアップロードをしていただくことが可能です。

また、提出方法についても、今までの紙やCD、USB等のメディアを利用した郵送によるご提出が不要となることや、メールでの資料のご提出でもデータ容量が10Mbyteまでの制限がございましたが、1ファイル50Mbyteまでシステム上でご提出いただく事が可能で、お客様のご負担の軽減を図っております。

3.5 報告書及び請求書のオンライン発行

2020年度よりISO審査本部では報告書の電子発行をはじめ、2022年には両事業部の請求書の電子化、現在では当センター全体で請求書の電子化を進めております。

認証ユニットでは、できる限りの請求書につきましてはメールにて配信させていただいておりましたが、情報セキュリティが厳しくなる中、お客様の社内セキュリティによっては、添付資料が開けないといったご意見など、様々なご要望がありました。

Baitalでは、当センターが請求書や報告書を発行しましたらシステムから発行のご案内メールを配信致します。このメールには、厳格な情報セキュリティを運用されているお客様でも受け取ることが可能なように、PDF等の添付資料もありません。メール受信後にシステムにログインいただき、トップページに設置されたタスク一覧に揭示された情報から移動できるダウンロード画面において、請求書や報告書の閲覧及びダウンロードが可能です。

3.6 ダウンロード回数の制限撤廃

既に、ISO審査本部では審査報告書を電子発行していましたが、ダウンロード回数については、1回限りとしておりました。このBaitalでは過去の審査報告書などのダウンロードも可能な仕様とすることから、当センターの運用を変更し、審査報告書や請求書などは、必要なときに何度でもダウンロードが可能な仕様としております。

なお、請求書などの資料をダウンロードした場合は、お客様がいつダウンロードをしたのかを記録・表示いたしま

す。既にダウンロードをしたことのある書類につきましては、閲覧ボタンの付近にダウンロード日の表示がされますので、二重のお支払いの回避などにお役立て下さい。

3.7 見積書、各種申請のオンライン化等

審査に関わる費用の見積書発行をBaitalで承ります。また、登録証や認証書の副本などの各種書類の発行も、お客様で特別な書類を作ることなくBaitalで申請が可能です。

4. まとめ

本記事では、認証ユニットで2023年度中に本格導入を開始するBaitalのご紹介をいたしました。

認証ユニットでは、コロナウイルス感染症の拡大に伴い、遠隔審査等の審査に関する整備はもちろんですが、積極的なテレワーク勤務を実施する中で、どのようにお客様に均一なサービスのご提供が可能なのかを検討しながら、業務運営の見直しと合わせて、当該システムの開発を進めてまいりました。

すべてのご要望にお応えできていないかとは存じますが、認証ユニットの所管する事業が同一の基幹システムを基盤とする事で、全てのお客様に均一なサービスの提供と、リアルタイムの情報共有による、より一層タイムラグの少ないスピーディな業務運営をしてまいります。

5. おわりに

本新基幹システムBaitalにつきましては、当初2022年4月より運用開始を予定しておりましたが開発が遅れが生じ、ご期待されていたお客様には大変ご迷惑をおかけしております。誠に申し訳ございません。

author



田中 勝

認証ユニット 企画管理課 課長

<従事する業務>

認証ユニット内の運営管理業務

【お問い合わせ先】

認証ユニット企画管理課

E-Mail : iso_kanri@jtccm.or.jp

ISO審査本部

TEL : 03-3249-3151

製品認証本部

TEL : 03-3808-1124

●認証ユニットでは在宅勤務を推進しております。お問い合わせにつきましては、できる限り認証ユニット企画管理課のメールアドレスにいただけますようお願いいたします。

(注) 本稿に掲載の図中の書類等の表現については、事業部により異なります。

難燃処理木材の外装材としての利用における技術的課題の検討

屋外用難燃処理木材の促進劣化を
考慮した火災反応性能の研究

～JIS A 1326, EN 13823, ISO 11925-2による検討～

1. はじめに

2021年6月に策定された「森林・林業基本計画」では、森林を適正に管理して林業・木材産業を「持続性」を高めながら成長・発展させ、世界的な潮流である2050年カーボンニュートラル目標をも見据えて豊かな社会経済を実現していくことを基本方針としている。そして、2021年10月には「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が改正され、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」として施行され、木材利用促進の対象が公共建築物から建築物一般に急速に拡大されつつある。

建築物外壁において木材の利用拡大を図るためには、難燃薬剤処理木材の建築ファサードでの火災を想定し、燃えひろがり試験を実施して確認しておく必要がある。従来、難燃薬剤処理木材は主に内装材として利用されているため、屋外での過酷な気象条件下での難燃性能に関する試験データは皆無に近い。そのため、本研究では難燃薬剤処理

木材を火災安全性に基づいて建築物外壁等に使用するため、難燃薬剤処理木材に対して促進劣化（JIS A 1326：2019）を行なった試験体について、着火性試験（ISO 11925-2）、発熱性試験（EN 13823）、燃えひろがり試験（JIS A 1310：2019）を行い、屋外での経年的な難燃性能の変化を定量的に示すこととした。

2. 試験水準

試験水準（試験体A～C）を表1に示す。試験体は、各難燃薬剤をスギ材に加圧注入して作製した。試験体B、Cにおいては、防腐・防蟻処理の後に難燃薬剤処理が行われた。各試験体には薬剤処理後に塗装が施されており、試験体Aでは含浸型アルキド系、試験体B、Cは造膜型ウレタン系を用いた。

3. 促進劣化試験（JIS A 1326:2019）

屋外での実際の暴露を想定して促進劣化試験方法（JIS A 1326：2019）を実施した。規格で規定している試験サイ

表1 試験水準

	試験体A	試験体B	試験体C
防腐・防蟻処理	-	アゾール・第四級アンモニウム・ネオニコチノイド化合物系	アゾール・ネオニコチノイド化合物系
防腐・防蟻剤の吸収量	-	9.0kg/m ³	0.32kg/m ³
難燃処理薬剤	リン酸アミノ系	リン・窒素系	ホウ酸・リン酸アンモニウム系
平均薬剤吸収量	121kg/m ³ (偏差7kg/m ³)	167kg/m ³ (偏差6kg/m ³)	210kg/m ³ (偏差9kg/m ³)
塗装	含浸型 アルキド系	造膜型 ウレタン系	造膜型 ウレタン系
平均塗布量	80g/m ²	260g/m ²	210g/m ²

クル数の180回は、関東地域での野外暴露の約3年であることが報告されている¹⁾²⁾。

同規格では、塗装を紫外線劣化する試験方法(サンシャインカーボンアークランプ耐候性試験、キセノンランプ式耐候性試験)が一般化されているが、当該面積(4m²)の試験体を劣化させる手法の検討は不十分である。また、難燃薬剤の溶脱を防止するような機能をもつ塗装を施した材料の適用は除外されている。本研究では、この点は承知して塗装を施した試験体についても促進劣化試験を行った。

3.1 試験方法

試験は、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)の「4 促進劣化試験」により行った。「4.8 促進劣化後の試験項目及び試験方法」に従い、促進劣化による試験体のa) 質量減少率の測定及びc) 外観の目視観察を行った。なお、b) 難燃薬剤減少率については、a)のデータが試験体の種類により大きく変動したため計算は行わなかった。質量減少率は促進劣化前の質量と促進劣化後の質量から差異により計算した。促進劣化後の質量は、促進劣化180サイクル終了後80±3℃の条件下で24時間加熱照射により乾燥させ、その後2週間養生してから測定した。

促進劣化試験の試験条件を表2に、試験装置の概要を図1に示す。なお、表面温度は試験体Bの一部で82~85℃、試験体Cの一部で70~72℃となり、80±3℃の規定範囲

内に収めることは出来なかった。これは、促進劣化試験において3種類の試験体を同時に供したことにより、各試験体の色調が影響したためである。

3.2 試験結果

促進劣化試験後の試験体の質量減少率と外観目視観察結果を表3に示す。試験体Aでは、全ての試験体において質量減少率が0%~5%の範囲で生じており平均値は2%となった。試験体Bでは、質量が最大2%減少したものと最大4%増加したものがあった。試験体毎の増減の割合はほぼ半々であり、質量減少率の平均値は0%となった。試験体Cでは、全ての試験体で質量増加が1%~19%の範囲で見られ平均は7%となった。

質量減少の傾向が試験体間で大きく異なった要因は、塗装型(含浸型、造膜型など)の相違と考えられる。試験体Aは含浸型塗装のため、造膜型塗装(試験体B、Cと比較して散水が試験体表面から浸入しやすく、難燃薬剤の一部が溶脱し2%の質量減少が生じたと考えられる。塗装により薬剤の溶脱は大きく抑えられることが、推察される。

ひび割れの発生は、試験体A、B、Cともに無かった。一方、剥離の発生は、試験体Cにおいて微小なものが見られた。溶出物質は「無し」ではあるが、試験体A、B、Cともに木材表面や目地や釘穴などに難燃薬剤の溶脱によると思われる白色の物質が見られた。

表2 促進劣化試験の試験条件

項目		乾燥過程 (ランプ照射)	散水過程	サイクル数
外気側表面	温度	80±3℃ ^{注)}	成り行き	180回 (1サイクル 3.5時間)
	時間	1.5時間	2時間	
外気側空気	温度	成り行き		
室内側空気	温湿度	20±5℃、60%以下		

注) 試験体により日射吸収率が異なるため、加熱過程においては外気側表面温度が80±3℃を超える試験体がある。

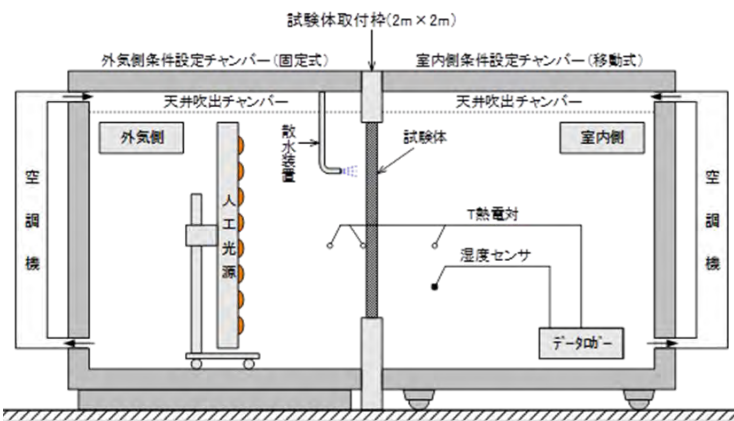


図1 促進劣化試験装置の概要

表3 質量減少率と外観目視観察結果

	試験体A	試験体B	試験体C
平均質量減少率	2%	0%	7%増加
ひび割れの発生の有無	無	無	無
剥離の発生の有無	無	無	有 (微小剥離 4枚)
溶出物質の有無	無	無	無
変色・退色などの状況	有	有	有

4. 着火性試験 (ISO 11925-2)

4.1 試験方法

本着火性試験 (ISO 11925-2 : Reaction to fire tests — Ignitability of products subjected to direct impingement of flame — Part 2 : Single-flame source test) は5.2におけるSBI試験法の結果と併せて、EN13501-1における欧州性能等級 (EUROCLASS) の判定 (表5を参照) のために行った。

試験体の加熱状況を写真1、2に示す。試験体寸法は、 250 ± 0.7 mm (長さ)、 90 ± 1.9 mm (幅)、 18 ± 0.6 mm (厚さ) で、加熱面は「エッジ (端部) 加熱」と「表面 (サーフィス) 加熱」をそれぞれ3試験体で行なった。比較の参考として、難燃薬剤処理を施していない試験体Dも併せて実施した。接炎時間は30秒、接炎開始からの観察継続時間は60秒とした。



写真1 端部加熱状況



写真2 表面加熱状況

4.2 試験結果

試験結果の一覧表を表4に示す。試験体A、B、Cともに、接炎後60秒の間に接炎部から150mmの位置に達する火炎が無く、滴下 (有炎滴下物あるいは有炎落下物) 及びフィルター紙への着火も無かった。試験体Bにおいては、難燃薬剤処理を施していない試験体D (促進劣化無し) よりも火炎高さが高くなったが、これは塗装による影響と考えられる。本試験の結果は、SBI試験 (EN13823) の結果 (表6) と併せ、欧州性能等級 (EUROCLASS) の判定 (表5) に使用した。

5. SBI試験 (EN 13823)

5.1 試験方法

SBI試験 (EN 13823 : Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item) の火災伝播試験を行ない、火災成長速度を測定した。

試験装置を写真3に、試験状況を写真4に示す。試験体寸法は、短翼 $1,500 \pm 5$ mm (高さ)、 495 ± 5 mm (幅) で、長翼 $1,500 \pm 5$ mm (高さ)、 $1,000 \pm 5$ mm (幅) のL字型で、 18 ± 0.6 mm (厚さ) である。L字型のコーナー部分の床面に40mm幅の軽量溝形鋼 (U-profile) を介して接する正三角型のプロパンバーナーから発熱速度30kWの火炎により20分の加熱を行い、発熱速度を測定し、規定に従った計算式によって火災成長速度 (FIGRA0.2MJ・FIGRA0.4MJ) 及び加熱開始から10分間の総発熱量 (THR600s) を求めた。

5.2 試験結果

試験結果を表6に示す。(LFS : 翼部の水平方向の火災伝播距離、火炎に伴う滴下物の観察及び測定は本試験では行なったが、SMOGR : 煙成長速度は対象外として行わなかった。) 試験結果の評価として欧州建築材料のクラス分け (EN13501-1) に基づいて、火災反応性能 (reaction to fire performance) の分類を行った (表5)。

表4 ISO11925-2 試験結果

	試験体 A				試験体 B				試験体 C				試験体 D	
	促進劣化無し		促進劣化有り		促進劣化無し		促進劣化有り		促進劣化無し		促進劣化有り		難燃薬剤処理無し	
加熱部	端部	表面	端部	表面	端部	表面	端部	表面	端部	表面	端部	表面	端部	表面
平均質量 (g)	166.5	168.1	139.1	153.3	213.1	215.3	222.9	206.6	224.3	257.6	256.1	242.4	137.2	155.1
着火の有無 (体)	0/3	1/3	0/3	0/3	3/3	3/3	3/3	3/3	0/3	3/3	0/3	3/3	3/3	3/3
150mm位置に達する火炎の有無	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
滴下の有無	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
フィルター紙の着火の有無	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
平均火炎高さ (mm)	30	43	20	40	83	83	60	83	20	50	30	53	47	60
試験面	木表	木表	木表	木表	木表	木表	木裏	木表	木表	木表	木表	木裏	木表	木表

表5 EN13501-1におけるEN13823及びISO11925-2 組合せ試験結果による分類基準

分類試験方法	B	C	D
EN ISO 11925-2 接炎=30s	60秒以内のFs ≤ 150mm EN ISO 11925-2の紙に着火すると、d2分類になる		
EN 13823	FIGRA0.2MJ < 120W/s LFS < 試験体の端部 THR600s < 7.5MJ	FIGRA0.4MJ < 250W/s LFS < 試験体の端部 THR600s < 15MJ	FIGRA0.4MJ 750W/s
煙生成	s1 = SMOGRA < 30m ² /s ² 及び TSP600s < 50m ² s2 = SMOGRA < 180m ² /s ² 及び TSP600s < 200m ² s3 = s0 又は s1 ではない		
火炎を伴う 滴下物・落下物	d0 = EN 13823において600秒以内に滴下物・落下物 d1 = EN 13823において600秒以内に10秒以上 持続するような火炎を伴う滴下物・落下物がない d2 = d0 又は d1 ではない		

表6 EN13823試験結果

測定項目	試験体A		試験体B		試験体C	
	促進劣化無し	促進劣化有り	促進劣化無し	促進劣化有り	促進劣化無し	促進劣化有り
	平均値・合否	平均値・合否	平均値・合否	平均値・合否	平均値・合否	平均値・合否
FIGRA0.2MJ [W/s]	56.0	84.0	396.0	397.0	45.0	46.0
FIGRA0.4MJ [W/s]	31.0	56.0	383.0	384.0	22.0	18.0
THR600s [MJ]	2.3	2.6	4.7	3.9	0.9	1.1
LFS < 端部	適合	適合	適合	適合	適合	適合
SMOGRA [m ² /s ²]	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず
TSP600s [m ²]	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず	実施せず
火炎を伴う滴下物	無し	無し	無し	無し	無し	無し
- 火炎 < 10 s	適合	適合	適合	適合	適合	適合
- 火炎 > 10 s	適合	適合	適合	適合	適合	適合
欧州建築材料のクラス	B	B	D	D	B	B

試験体A、CがクラスB、試験体BがクラスDと判定された。クラスBとはEN13501-1によれば、実大区画火災試験(ISO9705-2) 300kW加熱でも「フラッシュオーバーは起こらない」と分類される。クラスDでは実大区画火災試験(ISO9705-2) 100kW加熱2分後に「フラッシュオーバーが起こる」と分類される。

試験体BがクラスDとなった要因は、試験体全面に厚い塗装を施しており、この燃焼の影響と考えられる。一方で試験体Cについても同様に塗装を施しているが、クラスBに抑えられた。前章の着火性試験の結果をふまえると、塗材への着炎はするものの、難燃処理薬剤の種類や薬剤吸収量の違いにより火災成長速度を抑えられたと考えられる。各試験体において、促進劣化無しと有りと比較すると、いずれもEN13501-1の分類としての有意な差は見られなかった。

6. 燃えひろがり試験(JIS A 1310:2019)

難燃薬剤処理有り(試験体A)の促進劣化有り及び無し、難燃薬剤処理無し(試験体D)において、既往の研究¹⁾で実施したJIS A 1310燃えひろがり試験(ファサード試験)



写真3 試験装置

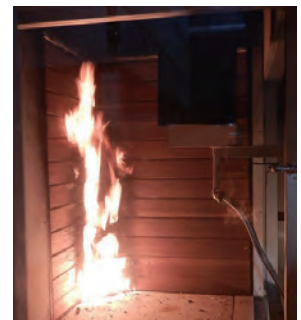


写真4 試験状況

の結果を図2、3に示す。ファサード試験は、開口面に設置した試験体(高さ4.10m×幅1.82m)が開口噴出火炎にあぶられた際の燃えひろがり測定する試験である。

試験体Dは試験体上端まで燃え抜けているが、試験体Aの促進劣化無しは、燃え抜けが開口上端から1,300mmまでとなっており、促進劣化有りと比較しても損傷状況に有意な差は見られなかった。また、開口上端より2,000mm、

2,500mmの高さにおいて、500℃を超えたのは、試験体Dのみであり、試験体Aでは促進劣化の有無によらず、開口上端より1,500mm以上の高さで計測温度が500℃を超えない結果となった。促進劣化試験により薬剤が溶脱した場合においても、薬剤がある程度残存することで燃えひろがり及び燃え抜けは抑えられることが考えられる。

7. まとめ

本研究では、屋外での経年的な難燃性能の変化を図るため、JIS A 1326 促進劣化試験、ISO11925-2 着火性試験、EN13823 SBI試験、JIS A 1310 燃えひろがり試験を実施

した。難燃薬剤処理木材（試験体A及び試験体C）は欧州建築材料のクラス分け（EN13501-1）において不燃に準ずると評価されるクラスBという結果を得た。表面塗装を施すことで経年劣化による薬剤溶脱を抑制すること²⁾が考えられるが、含浸する難燃処理薬剤や吸収量によっては塗装が火災成長速度に影響するという結果を得られた。

一方、促進劣化有りとしを比較すると火災成長速度及び燃えひろがりには劣化による有意な差は見られず、これらは屋外での利用を見込める結果になったと考える。今後は、長期での屋外暴露試験や耐候性試験を実施し、経年劣化による難燃性能への影響について検討していきたい。

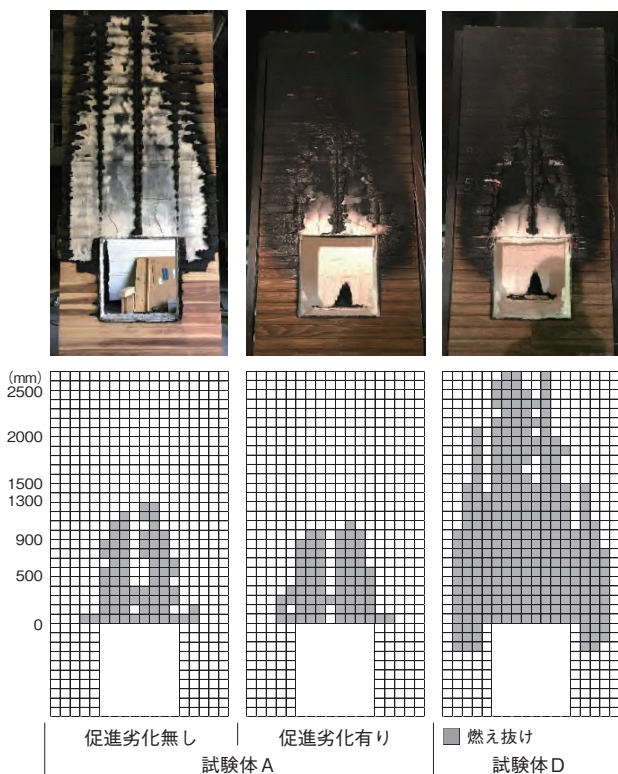


図2 試験後の状況(上: 損傷状況、下: 燃え抜け部)

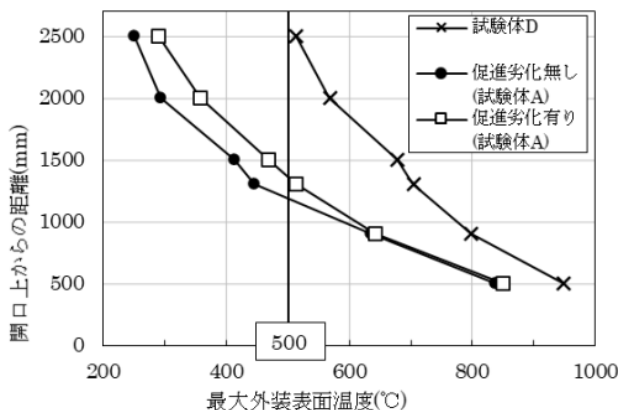
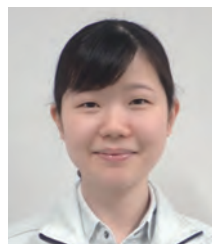


図3 各高さでの最大外装表面温度

参考文献

- 1) 中村美紀, 兼松学, 西尾悠平, 吉岡英樹, 萩原伸治, 杉田敏之, 清水賢, 野口貴文: 外装用難燃処理木材の経年劣化を考慮した防火性能評価に関する研究, 日本建築学会技術報告集/25巻60号, pp.709-714, 2019
- 2) 公益社団法人日本木材保存協会: 令和元年度 合板・製材・集成材国際競争力強化・輸出促進対策のうちCLT建築実証支援事業のうちCLT等木質建築部材技術開発・普及事業「難燃処理木材の外構材への利用拡大を図るための屋外使用における難燃性評価試験事業成果報告書」, 2021年2月
- 3) 原田寿郎, 片岡厚, 松永浩史, 上川大輔, 亀岡裕史, 木口実: 屋外暴露後の難燃処理塗装木材の耐候性と防火性能, 木材保存, 39(1), pp.16-23, 2013
- 4) 原田寿郎, 上川大輔, 片岡厚, 石川敦子, 亀岡祐史: 5年間屋外暴露後の難燃処理塗装木材の防火性能, 木材保存, 43(6), pp.322-327, 2017
- 5) 高瀬椋, 石川敦子, 上川大輔, 松永浩史, 原田寿郎: 難燃処理塗装木材からの薬剤溶脱に及ぼす吸湿の影響—促進耐候性試験におけるぬれ時間の効果—, 木材保存, 46(2), pp.80-88, 2020

author



中村美紀

総合試験ユニット 中央試験所
防耐火グループ 兼 性能評価本部 性能評定課

<従事する業務>
防火材料関連試験、大臣認定に関する業務

部 門 紹 介



総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ

チャレンジ精神のなんでも屋 建材試験にとどまりません

1. 業務内容の紹介

材料グループでは、モルタル（左官）系材料、コンクリート系材料、ボード類、床材料、屋根葺き材料、石材、高分子材料などの試験、そのほかに建築金物を含む家具・建具類などの試験を行っています。

これらの品質性能試験は、日本産業規格の他に、NEXCO・都市再生機構・公共建築協会・日本建築学会・日本建築仕上学会・土木学会等の仕様書などに基づいて実施しています。

また、お客様からの色々なご相談に応じ、建築材料ではないものを試験する事もあります。

過去に試験したものを一部ご紹介しましょう。

- ・冷凍魚につけるタグ（魚市場で使うもの）
- ・ボール、ヘルメット等のスポーツ用品
- ・水族館の水槽
- ・香水
- ・給食用のしゃもじ
- ・理科室の実験台の天板
- ・金属製の時計バンド
- ・はがせるステッカー
- ・看板
- ・姿勢の良くなる椅子

「一体どんな試験をしたんだろう？」と思いませんか。こんな製品のこんな性能を確認したいというご希望があれば、一緒に試験方法を考えさせていただきます。

2. 周辺環境の紹介

中央試験所の周辺は、緑豊かな田畑や民家（タイミングが合えば、無人の野菜販売所で新鮮な野菜を買うことができます）、桜並木で有名な葛西用水、小学校や市営の野球場（建材試験センター野球部も利用しています）などがあり、都会とは違った贅沢さに恵まれた環境です。

飲食店はうどん屋さんやコンビニエンスストアがあります。

桜の季節には葛西用水沿いに出店している屋台で昼食を買い、お花見をしながらの食事を楽しむ事ができますよ。

3. グループの雰囲気

材料グループは朗らかで優しい雰囲気です。

男性が多い中央試験所の中でも女性が多く、女性が働きやすい職場でもあります。

また、建材試験センター音楽部は材料グループが中心メンバーとなっており、演奏で皆を元気づけています。

創意工夫とチャレンジ精神の材料グループは、お客様のご希望に添えるよう、日々努力しております。

どうぞ、お気軽にご相談下さい。



2023年4月よりメンバーが変わりました。左が2022年度、右が2023年度です。

防火ダンパー用自動閉鎖装置の耐腐食試験

温度ヒューズ連動防火ダンパー
(ガス圧式 遠隔復帰型)用
自動閉鎖装置の性能試験

comment

防火区画を貫通する風道に設置される防火設備である防火ダンパーは、防災機器として高い信頼性を求められている。そのため、建築基準法施行令第112条の防火区画に関連する告示において、防火ダンパーに使用する可動部材は、腐食しにくい材料を用いたものである事と定められている。

本報告では、防火ダンパー用自動閉鎖装置の耐腐食性について、JIS A 1314 (防火ダンパーの性能試験方

法)の附属書F(規定)自動閉鎖装置の耐腐食試験方法に従って、亜硫酸ガス耐食と塩水噴霧を行い、機能の異常の有無及び腐食度合い(外観観察)を確認した結果について紹介する。

建材試験センターでは、本報告で紹介する試験体形状以外にも、様々な形状、仕様のダンパーについて耐腐食性試験の実施が可能である。試験をご検討の際は、お気軽にお問い合わせ頂きたい。

1. 試験内容

依頼者から提出された試験体(温度ヒューズ連動防火ダンパー(ガス圧式 遠隔復帰型)用自動閉鎖装置)について、耐腐食試験を行った。

2. 試験体

試験体の概要を表1に、試験体の図面を図1に、試験前の試験体を写真1及び写真2に示す。

3. 試験方法

試験は、JIS A 1314(防火ダンパーの性能試験方法)の附属書F(規定)自動閉鎖装置の耐腐食試験方法に従って行った。ただし、電気的な構造を持たない自動閉鎖装置のため、絶縁抵抗試験は行わなかった。

なお、機能の異常の有無の確認は以下の手順で行った。

- ①装置が復帰状態の時、窒素ガスを最低作動圧力0.9MPaに調整し、シリンダーに送り込み、作動の確認をした。
- ②装置が作動状態の時、窒素ガスを除圧して0MPaとし、復帰の確認をした。
- ③温度ヒューズを直火で加熱し、温度ヒューズの溶断に連

動する自動閉鎖装置の作動を確認した。

4. 試験結果

耐腐食試験結果を表2に、試験後の試験体を写真3及び写真4に示す。

5. 試験の期間、担当者および場所

期 間	2022年10月7日～28日
担当者	材料グループ 統括リーダー 鈴木敏夫 主幹 石川祐子 主幹 吉田仁美(主担当)
場 所	中央試験所(埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号)

(発行番号:第22A2161号)

※この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋・編集して掲載)

【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

表1 試験体の概要 (依頼者提出資料)

名称	温度ヒューズ連動防火ダンパー (ガス圧式 遠隔復帰型) 用自動閉鎖装置
自動閉鎖装置 商品名	PFD用自動閉鎖装置
自動閉鎖装置 型式	KDGF-2
数量	亜硫酸ガス耐食試験用；3体 塩水噴霧試験用；3体

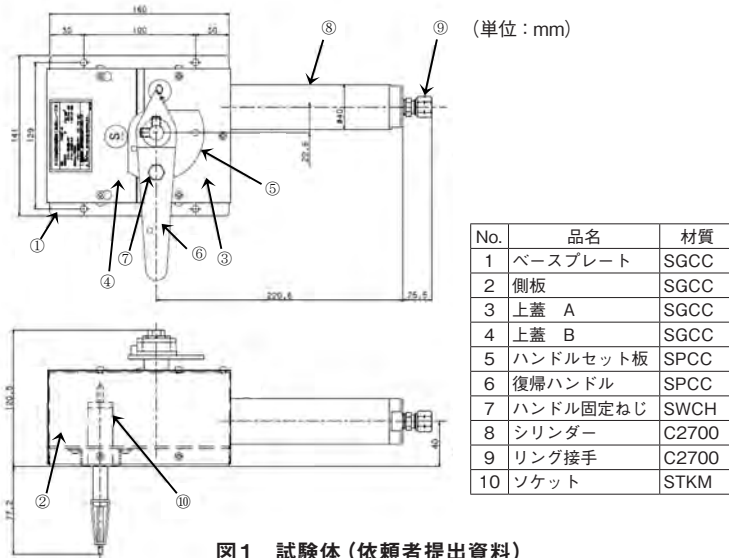


図1 試験体 (依頼者提出資料)

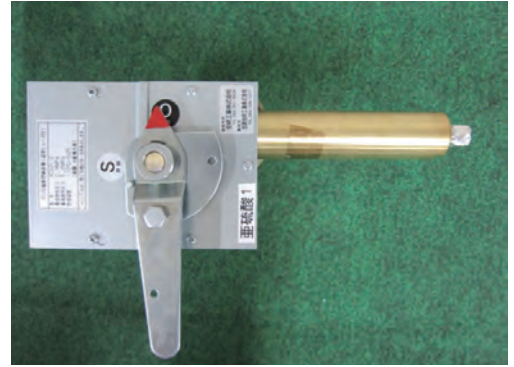


写真1 亜硫酸ガス耐食試験前の試験体 (試験体記号：亜硫酸1)

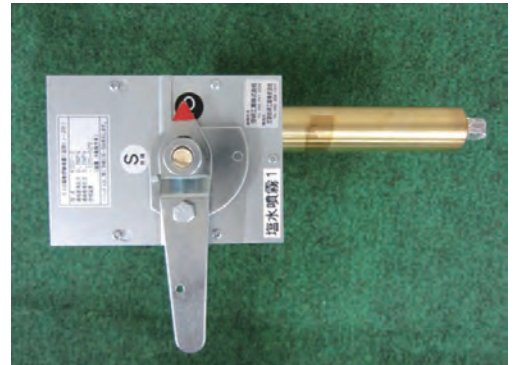


写真2 塩水噴霧試験前の試験体 (試験体記号：塩水噴霧1)

表2 試験結果

試験項目		試験結果				
亜硫酸 ガス耐食	処理前	機能の異常の有無	①ガス圧0.9MPaの負荷による作動 ②除圧による復帰 ③温度ヒューズの溶断による作動	3体とも異常なし 3体とも異常なし 3体とも異常なし		
		処理後	機能の異常の有無	①ガス圧0.9MPaの負荷による作動 ②除圧による復帰 ③温度ヒューズの溶断による作動	3体とも異常なし 3体とも異常なし 3体とも異常なし	
			腐食度合い (外観観察)		3体とも、全体に白色腐食生成物と黒色の腐食生成物が見られた。また、ハンドル固定ねじ、六角穴付き止めねじ、側板の端部、上蓋A及び上蓋Bの端部、ハンドルセット板の一部にさびが見られた。シリンダー部分には、緑色と茶色の腐食生成物が見られた。	
	塩水噴霧		処理前	機能の異常の有無	①ガス圧0.9MPaの負荷による作動 ②除圧による復帰 ③温度ヒューズの溶断による作動	3体とも異常なし 3体とも異常なし 3体とも異常なし
		処理後		機能の異常の有無	①ガス圧0.9MPaの負荷による作動 ②除圧による復帰 ③温度ヒューズの溶断による作動	3体とも異常なし 3体とも異常なし 3体とも異常なし
				腐食度合い (外観観察)		3体とも、全体にわずかに白色腐食生成物が見られた。また、側板の端部、上蓋A及び上蓋Bの端部、ハンドルセット板の一部にさびが見られた。シリンダー部分には、白色腐食生成物と黒色及び茶色の腐食生成物が見られた。



写真3 亜硫酸ガス耐食試験後の試験体 (試験体記号：亜硫酸1)

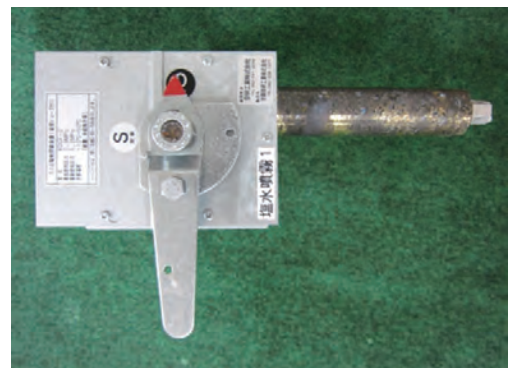


写真4 塩水噴霧試験後の試験体 (試験体記号：塩水噴霧1)

アスファルト混合物の動的安定度を測定する

ホイールトラッキング試験機

1. はじめに

道路舗装に使用される材料にアスファルト混合物があります。アスファルト混合物は、主に骨材とフィラー（石粉）と石油アスファルトで構成されています。また、種類としては、細粒度、密粒度、粗粒度や開粒度など様々なものがあり、種類ごとに骨材の粒度分布やアスファルト量、安定度や密度などの品質基準値が設定されています。大型車両の交通量が多い箇所に使用されるアスファルト混合物については、耐流動対策（わだち掘れ対策）が必要とされ、動的安定度の品質基準値も設定されています。

今回は、耐流動対策の評価基準となる動的安定度を測定するためのホイールトラッキング試験機について紹介させていただきます。

2. 試験機の概要

ホイールトラッキング試験機は、制御装置と試験用恒温室で構成されています（写真1）。試験用恒温室内には試験機の本体であるホイールトラッキング試験機が設置されています（写真2）。

ホイールトラッキング試験機は、（公社）日本道路協会舗装調査・試験法便覧 第3分冊 B003 ホイールトラッキング試験方法¹⁾の試験器具の項目に条件が記載されてい

ます。条件としては、適用される供試体、試験に使用される走行試験輪、載荷装置、試験輪の走行速度及び走行距離、変形量の計測装置、温度計、供試体を試験機に設置する型枠があります。ホイールトラッキング試験機の仕様を表1に示します。

また、ホイールトラッキング試験機が設置されている試験用恒温室は、恒温室内を $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に保つことができます。

供試体を試験機に設置する型枠は、アルミ製で $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 50\text{mm}$ の供試体を固定できる型枠を使用しています。側板は底板にボルトで固定することができ、がたつきのないよう固定できるようになっています。

3. 試験の目的と試験方法

ホイールトラッキング試験は、試験の測定結果より動的安定度を求める試験です。動的安定度は、高温時における加熱アスファルト混合物の耐流動性を評価する指標となっています。武蔵府中試験室では、東京都発注の土木工事現場からの依頼試験が多いこともあり、舗設された現場から切り取った $\phi 200\text{mm} \times 50\text{mm}$ のコア供試体の試験を多く実施しています。

切り取りコア供試体（以下、コア供試体）でのホイールトラッキング試験の手順を説明します。



写真1 制御装置と試験用恒温室



写真2 ホイールトラッキング試験機

表1 ホイールトラッキング試験機の仕様

製造会社	株式会社 ナカジマ技販
型式	NA-546
走行形式	クランク駆動水平直進往復方式(1連)
走行試験輪	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法：直径 × 幅 × ゴムの厚さ φ 200mm × 50mm × 15mm ・ゴムの硬さ(デュロメータ硬さ) 20℃：A84 ± 4、60℃：A78 ± 2 ・接地圧：0.630 ± 0.015MPa (輪荷重：686 ± 10N)
載荷方法	錘重ダイレクト負荷方式
走行速度	42 ± 1 回/min
走行距離	230mm
計測装置	ラックタイプ制御盤組込方式
変形量計測器	リニアゲージ(測定範囲50mm)
適用供試体	<ul style="list-style-type: none"> ・300mm × 300mm × 50mm(通常供試体) ・φ 200mm × 50mm(切取りコア供試体)

コア供試体を型枠の中心に設置し、コア供試体の周囲に水と石こうを混合したものを流し込み、型枠に固定します(写真3)。その際、コア供試体を置く方向は、試験で試験輪を走行させる方向と、コア供試体の実際の現場での車輛の走行方向とを一致させる必要があり、設置する向きには注意が必要となります。写真3のコア供試体では、白の矢印の方向が車輛の走行方向を示しています。

型枠に固定したコア供試体を試験開始5時間以上に60 ± 2℃に保った試験用恒温室で養生します。

養生完了後、型枠に固定したコア供試体をホイールトラッキング試験機に設置し、試験用恒温室の温度が60 ± 0.5℃になっていることを確認し、試験を開始します。

試験は、コア供試体の中央部を試験輪の走行位置とし、経過時間(min)と変形量(mm)の測定を行います。試験時間は、試験開始から60分となります。

測定結果より45分経過時と60分経過時の変形量から動的安定度(回/mm)を求めます。

試験の操作は全て制御装置で行います。また、経過時間(min)と変形量(mm)は、制御装置に接続したパソコンにデータとして取り込まれ、リアルタイムで測定値の確認が可能となっています(写真4)。

4. おわりに

今回は、ホイールトラッキング試験機について紹介させて頂きました。武蔵府中試験室では、アスファルト混合物の試験として、ホイールトラッキング試験の他に、密度試験、抽出試験(骨材の粒度、アスファルト量)も行っています。皆様のご相談、ご依頼をお待ちしております。

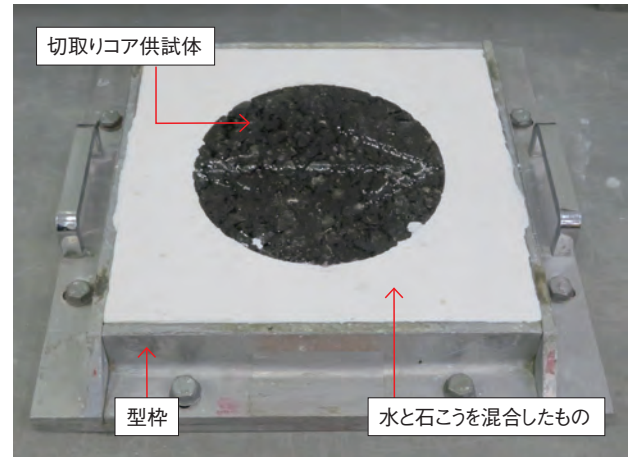


写真3 切取りコア供試体と型枠の固定



写真4 経過時間と変形量

参考文献

- 1) (公社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧(平成31年版) 第3分冊 B003, ホイールトラッキング試験方法, p. [3] -44

author



菅田健太郎

工事材料試験ユニット 工事材料試験所
武蔵府中試験室 室長代理

<従事する業務>
建築・土木材料の品質試験

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 武蔵府中試験室

TEL：042-351-7117 FAX：042-351-7118

非ホルムアルデヒド系接着剤使用時の表示追加&一部試験方法の運用合理化

JIS A 5905(繊維板)及びJIS A 5908
(パーティクルボード)の改正について

1. はじめに

JIS A 5905及びJIS A 5908は、共に木材を主原料としたボード状の建材であり、建築物の構成材や家具などに広く用いられている。

JIS A 5905は1957年に制定され、現在まで9回の改定・確認を経て、今回の改正に至った。

JIS A 5908は1957年に制定され、現在まで11回の改定・確認を経て、今回の改正に至った。

今回の改正は、日本繊維板工業会内に改正原案作成委員会を組織し、原案の作成を行ったものである。本稿では、JIS A 5905及びJIS A 5908の両規格の主な改正内容について規格の解説^{1,2)}を基に紹介する。

2. 改正の趣旨

市場ニーズ及びイソシアネート系等の新規接着剤が普及し、それに伴い製品にホルムアルデヒド系接着剤を使用していないことを表示する要望が出されたことを受け、非ホルムアルデヒド系接着剤の表示を追加することを目的として改正が行われた。

また、幅及び長さ測定、直角度、及び吸水厚さ膨張率試験において、規格の確実な運用を図るため、品質を担保でき、かつ、合理的な測定位置及び判定方法の選択肢等を追加することも目的とした。

3. 主な改正内容

今回のJIS A 5905及びJIS A 5908の改正内容は概ね共通しているため、この共通した改正内容について紹介する。

(1) 表示

旧規格：

言及なし

新規格：

なお、製品にホルムアルデヒドを含む接着剤を使用していない場合には、その接着剤情報を併記することが可能である。

製品にホルムアルデヒドを含む接着剤を使用していない場合には、使用接着剤の情報を注意書きとして併記できるように規定した。

(2) 寸法及び直角度の測定 幅及び長さ

旧規格：

周辺から約100mm内側で…

新規格：

周辺から100mm以内の位置で…

旧規格では、周辺から約100mm内側で各辺に平行に測定するように規定していたが、辺に沿う測定も可とするために、周辺から100mm以内の位置で測定できるように設定した。辺に沿う測定は、製造工程中の衝突等による角つぶれの影響を受けやすく、旧規格では避けられていたが、製造事業者の判断で、より厳しい工程管理が必要となるものの、辺に沿う測定を選択できるように変更した。

(3) 寸法及び直角度の測定 直角度

旧規格：

平行直角定規1級の呼び1000の定規又はこれと同等以上の精度をもつ直角定規に当てて、定規の長辺の端部(角から約940mmの箇所)での…

新規格：

平行直角定規2級の呼び1000の定規又はこれと同等以上の精度をもつ直角定規に当てて、定規の長辺の端部(角から約940mm又は1000mmの箇所)での…

旧規格では、測定法Aにおいて平行直角定規1級を規定していたが、規格値3mmに対しては2級でも十分な精度で測定して判定できることから、2級又はこれと同等以上の制度を持つ直角定規に変更した。また、角から1000mmの箇所を測定できる直角定規の大型特注品を使用すれば判定が合理化できるため、測定箇所の選択肢として角から1000mmの箇所を追加した。

(4) 吸水厚さ膨張率試験

旧規格：

試験片の中央部の厚さを…

新規格：

試験片の中央部又は周辺から20mm以上中央寄りの箇所の厚さを…

旧規格では、試験片の中央部を測定するように規定していたが、試験片の寸法が50mm角であり、周辺から25mm内側を測定するためには、標準的なマイクロメーターでは懐深さが不足してしまうことがある。そこで、通常の測定器具を利用できる範囲として、周辺から20mm以上中央寄りの箇所を測定することもできるように変更した。吸水による厚さ膨張は中央部分が最も小さくなるため、中央部での測定の方が有利であることから、安全側の結果が出る測定方法として、通常の測定器具が利用できる測定位置を選択できるようにした。

4. 主な懸念事項

今回のJIS A 5905及びJIS A 5908の懸念事項は概ね共通しているため、この共通した懸念事項について紹介する。

(1) 厚さ

構造用製品については、前回改正（JIS A 5905：2014、JIS A 5908：2015）で新設した際に、当時の販売実績及び使用用途を考慮して、厚さを9mmに限定して規格設定を行ったが、その後の市場ニーズから厚さの追加要望が生じた。

→審議の結果、追加する厚さの製品について必要な性能を確認するためのデータが十分ではないと判断されたため、改正を見送り今後の検討課題とした。なお、9mm厚さ新設時には、森林総合研究所での検証結果を踏まえて曲げ強さによる区分及び品質項目を設定したという経緯がある。

(2) てい(釘)頭貫通力試験及びくぎ側面抵抗の試験片数

前回改正の際に構造用製品に設定した二つの試験については、試験片の個数が10個と規定されているが、実態としての品質が安定しているとして、試験片の個数を減らす合理的要望が出された。

→審議の結果、減らした場合の性能担保を裏付けるデータが十分ではないと判断されたため、改正を見送り、今後の検討課題とした。

(3) 木材以外の原料

適用範囲では、“木材などの小片を主な原料”とあるところ、再生可能材料の有効活用という社会的要請や使用者委員会からの要望もあり、パーティクルボードの製造に対する木材以外の原料使用の可能性が原案改正委員会で話題となった。審議の中で、旧規格の解説を引用して、前回改正

時点での懸念事項が以下のとおり紹介された。

“竹材(竹チップ)の混入率が10%までなら強度の影響を与えないというデータについて検討を行い、通常のパーティクルボードの品質(特に、強度)の変動係数が10%程度とみれば、品質に影響を与えない通常のレベルであろうとの意見に集約された。強制法規中の木質材料の定義として、原料は木材ということになっており、耐力要素として、構造用パーティクルボードを使用する場合に、原料に木材以外の材料の混入がどの程度まで含まれてもよいのかという判断を行うためには、試験研究結果のデータが少なく、次回の改正時に耐久性に関する事案も検討することとした”

→その後においても試験研究結果のデータが少なく、耐久性に関する判断を行える状況にはないため、引き続き将来の検討課題とした。

5. おわりに

JIS原案作成委員会の主な審議事項及び改正内容について紹介した。JIS A 5905及びJIS A 5908は建築物の構成材や家具の材料において重要な製品規格である。なお、2023年2月現在、当JISの英文版発刊に向けて作業が行われており、海外からの需要に対する対応も容易になると思われる。

この規格基準紹介がJIS A 5905及びJIS A 5908を使用する皆様の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) JIS A 5905：2022, 繊維板, 解説
- 2) JIS A 5908：2022, パーティクルボード, 解説

author



安岡 恒

総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ
主査

<従事する業務>
有機系材料の性能試験

【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

2022年度調査研究事業報告

企画調査課

business report 2022

1. はじめに

建材試験センターでは、官公庁・自治体や民間企業・団体等からの依頼を受け、政策の普及促進や国内外の標準化活動、技術開発を支援する試験・評価方法の開発等を目的とした調査研究を実施している。調査研究の課題はその時々々の社会ニーズに沿ったものが多く、近年では「省エネルギー」、「地球温暖化対策」、「居住環境の安全・安心」といった課題を中心に、試験・評価方法の開発を進めている。

本稿では、2022年度に受託し実施した“リフォーム等における適切なアスベスト処理のための調査／「石綿（アスベスト）含有建材データベース」の維持管理及び運営に関する検討事業”について、その成果概要を報告する。

2. リフォーム等における適切なアスベスト処理のための調査／「石綿（アスベスト）含有建材データベース」の維持管理及び運営に関する検討事業

2.1 概要

「石綿（アスベスト）含有建材データベース」（以下、「データベース」という。https://asbestos-database.jp）は、建設事業者、解体事業者、住宅・建築物所有者等が、解体、改修及びリフォーム対象の建築物に使用されている建材の石綿（アスベスト）含有状況を把握する調査の際に、情報を簡易に収集できるようにすることを目的に構築され、国土交通省及び経済産業省より、2006年12月から公表されている。本事業では、2,129建材の情報を登録しているデータベースの維持管理のほか、適切な情報の提供及びユーザーの利便性の向上を目的とした改善・検討を実施している。なお、本事業は、国土交通省の補助事業として（一社）住宅リフォーム推進協議会の実施に際して、当センターは同協議会より受託し務めている。実施にあたり、行政・学識者・関係建材メーカー・調査診断関係機関から構成される運営委員会を組織した。

2.2 成果

2021年4月の改正石綿障害予防規則及び大気汚染防止法の施行により、建築物の解体、改修やリフォームの際には、事前に全ての建材について石綿の有無を調べる事前調査が必要となった。

このような動向を受け、データベースのアクセス数は従来に比べて数倍に増えている。事前調査にデータベースが活用されていることを踏まえ、以下の通り取り組んだ。

(1) データベースの維持管理

データベースの登録情報の追加や修正など、データベースの維持管理に当たっては、データの信頼性確保の観点から、委員会で定めた「石綿（アスベストデータベース）の情報更新要領」（以下、「更新要領」という。）に基づき対応している。

データベースの利用者からの登録情報の更新依頼に対しても更新要領を用いて継続的に対応し情報の整備に努めた。また、利用者からの要望に応えるべく、あいまい検索の実装を進めるなど、新規の利用者に対しても、検索しやすいよう対応を図った。

今後も利用者の増加や利用者層の拡大を意識して対応していく。

(2) データベースの登録情報の追加に関する検討

データベースの整備に当たっては、委員会にて情報更新の妥当性を確認し検討している。情報の更新に際しては、原則、メーカーの確認が取れたものとしてきたが、メーカーの廃業等によりメーカーへの確認が取れていないものなどもあり、確認は容易ではない。しかし、可能な限り多くのデータの収集に努めるべく、事前調査による含有証明書や分析結果などの情報を追加登録することを想定した検討を継続し、一部試行的に実施した。

今後はデータベースへの情報の出し方についても検討を行う必要があることを確認した。

(3) データベースの利用に関する調査に向けた現状把握

データベースの利用者の利便性を向上するために利用者に対して定期的に調査を実施している。事前調査はリフォームに対しても強化され、リフォーム分野におけるデータベースの利用拡大が予測されることから、まずは、住宅リフォーム業界の現状について情報を共有した。

今後の実態調査や問題点の抽出などにつなげていく。

2.3 今後の計画・取り組み

改正関係法令の施行により、2022年4月からは、一定規模以上の解体や改修に対して施工業者は事前調査結果の報告が義務となり、2023年10月から事前調査は建築物石綿含有建材調査者が行う必要がある。

今後はこのような情勢を踏まえ、関係団体のご協力をいただきながら、より有用なデータベースとなるよう取り組んで参りたい。

author

緑川 信 経営企画部 企画調査課 課長

木村 麗 経営企画部 企画調査課 主査

「東京都知事の認定する建築材料試験業務実務講習」を受講して

[工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課 主任 山本圭吾]

1. はじめに

今回は、この度私が修了した「東京都知事の認定する建築材料試験業務実務講習」(以下、本件講習と略す)についてご紹介させていただきます。

2. 資格について

この資格について簡単に説明します。1000万人超えの都市である東京都、その建築インフラの安全性は人々の日常の安全性に直結しているといっても過言ではありません。過去に東京都のインフラ基盤及び人命の安全性を脅かした代表的な出来事としては、構造計算偽造問題や東日本大震災が挙げられます。前者は品質管理の偽装という人的要因、後者は天災的要因と捉えることができますが、それらが残した爪痕は深く社会不安にまで及びました。東京都はこれらの要素から建築物の安全性ひいては、人の命を守るため従来から施行されていた建築基準法第12条第5項に基づく一定の条件下での構造物建築に対しての工事監理・施工監理・品質管理・検査報告義務制度を強化しました。なお、この一連のプロセスに携わる者は本件講習の修了が必須となっています。

3. 建材試験センターの関わり

建材試験センター工事材料試験所の浦和試験室、武蔵府中試験室、船橋試験室、横浜試験室は東京都を取り囲むように試験室を構え、この制度に参画しています。試験機関にも登録の形態が2種類あり、船橋試験室と横浜試験室は試験機関A類として、浦和試験室と武蔵府中試験室は高強度コンクリート試験が可能なB類試験機関として登録を受けています。上記4試験室で東京都のこの制度に携わる職員は全てこの講習を修了しています。この度、私はこれら試験室を統括する企画管理課に異動となったため本講習を受講することとなりました。

4. 受講にあたって

受講するにあたり、東京都から「建築工事施工計画の報告と建築材料試験の実務手引き」が配布され、これを基に受講の対策を練ることになりました。このテキスト、総数約450ページにも及ぶ分厚さですが、私はポイントを大きく2点に分類し、対策を行いました。

① 試験機関としての要件及び手続的事項

1つ目に、まず絶対条件として、試験機関として独立性

が維持されていることが求められます。これは、潜在的な利害衝突・公平性の欠如・内外的压力からの回避をする上で重要な要素であり、意思に反する判断(試験結果の改ざん等)を防止することが出来ます。2つ目に、要員の管理です。試験機関で実施する各種試験について、どの試験員が担当可能なのか、担当する上でどのような力量や資格が要求されるのか、要員を管理する技術管理者が存在しているか、といった点がポイントになります。3つ目に、試験設備の管理です。所持すべき試験装置を所持しているか、適切な校正や点検が実施されているか、といった点です。これは、試験結果の正確性を担保する上で非常に重要なポイントとなります。4つ目が、各手続き及び手順が文書化されているか、という点です。各試験についての手続き例としては、試験受付や試験結果の判定や報告方法が挙げられ、手順の例としては試験手順や不適合発生時の解決手順等が挙げられます。特に、試験で不合格が発生した場合は所定のプロセスを踏む必要があることを学ぶ必要があります。

② 暗記すべき事項

大分類の二つ目としてまとめたのは「暗記項目」です。暗記というと少し聞こえが悪いかもしれませんが、こればかりは記憶するしかない、というものでした。ここに分類したものの例は、コンクリートや鉄筋といった建築材料の特性値や強度判定基準といったものです。コツはありませんでした。ただひたすら念仏のように唱えました。

5. 受講を終えて

受講当日、久しぶりの試験ということもあり少し緊張しましたが、試験としては特に癖の強い印象はありませんでした。手続き論よりも技術的事項の方が問題数としては多かったように感じました。手応えの自信はあまりありませんでしたが、後日無事に修了通知書を受け取ることが出来ましたのでほっとしました。本件講習で学んだことを、今後の日々の試験業務の基礎とし、建築インフラと人命の安全性の確保に少しでも貢献出来たらと思っています。



author

山本圭吾

工事材料試験ユニット
工事材料試験所
企画管理課 主任
<従事する業務>
経理業務

連載

骨材の系譜

工学院大学 名誉教授 阿部道彦

vol.1 骨材とは

1. はじめに

読者の皆様には骨材ということばが耳慣れない方もいらっしゃるかもしれない。その方は骨材とは小粒の石と考えてここを読み流してほしい。この小粒の石は、コンクリートだけではなく、我々が毎日目にして道路や鉄道の道床、公園の敷石などにも用いられている。

道路の場合、表層は多くの場合、**写真1**に示すように黒っぽい色のアスファルト舗装（骨材をアスファルトで接着したもの）で、表面のアスファルトのすり減った一部を拡大してみると、写真の右下に示すようにそこには20mm以下のかなり角張った碎石が露出しているのがわかる。また、目には触れないが、この道路の表層を支える路盤材にも骨材が用いられている。

道床とは、**写真2**に示すように鉄道のレールや枕木の下に敷かれた砂利や碎石などのことで、この例では枕木の間隔が70cm程度であることから類推されるように、**写真1**のアスファルト舗装に用いられていた骨材より寸法がかなり大きい60mm程度の碎石が用いられていることがわかる。

写真3は公園に敷き詰められた30cm×60cmのコンクリート製の敷石で、10mm程度のいわゆる丸い豆砂利が表面に最初から露出した仕上げとなっている。

このように、骨材は我々を取り巻く様々なところで使用されており、用途によって形状や寸法も異なっている。この連載で対象とするのは、この中のコンクリート（セメントコンクリート）用の骨材である。残念ながら、コンクリート造の建物の場合には、上述した3つの例のように骨材を直接目にする機会がほとんどなくわかりづらい。**写真**

4は、ある建物に使用されたコンクリートから採取した供試体（直径10cm、高さ20cm）の切断面であるが、20mm以下の様々な大きさ、形、色の骨材が使用されていることがわかる。

コンクリートとは、人工の石材と考えればよい。ただし、石材は所定の形に成形するのに相当の手間がかかるということで、昔の人は小粒の石をセメントペースト（セメント糊 [のり]）という接着剤（結合材）を用いて繋ぎ合わせることで、容易に自由な形の石材にすることを思いついたものと想像される。この小粒の石、すなわち岩石が流水・雨・風・凍結融解・温度変化といった自然作用や人工的な破碎により小粒となったものが骨材というものであるが、骨材という用語は、一般の人、あるいは一般の建築技術者にとってもなじみの薄い用語である。

大学で教鞭をとっていたときのこと、コンクリートについてまだ全く予備知識のない学生に「骨材とは何だと思えますか」と聞いたところ「鉄骨のことですか」という答えが返ってきたことがある。ただ、この答えはあながち的外れなものではなく、田村浩一氏はその著書⁵⁾の中で「工学会誌第210巻（明治32 [1899] 年7月, p.462~）の中に、「コンクリートハ骨材ニ用キタル鉄ノ張力ヲウクルトキ・・・」という文章が見られ、考えてみれば砂利、砂より鉄筋の方がコンクリート中では骨格を形成する骨材という文字が適しているようにも考えられる。」と述べていることから、結構妥当な答えであったと言えるのである。

この連載では様々な骨材を紹介する予定であるが、今回は初回ということで、骨材という用語の経緯、骨材の種類・役割・生産量・変遷などについて概説する。なお、執筆にあたり参考文献^{1)~10)}に掲載していない文献からも多くの情報を参照させていただいていることをお断りしておく。

2. 骨材という用語の経緯

2.1 骨材という用語が定着するまで

骨材は英語の aggregate の訳である。aggregate は、もともと集合体という意味であったのが、おそらく大小様々な大きさの石の粒の集合体ということで、骨材のことも意味するようになったのであろう。**表1**には、骨材という用語に至るまでに提案されてきた様々な用語を示している。



写真1 アスファルト舗装の路面に露出した骨材



写真2 鉄道の道床に敷かれた碎石



写真3 公園に敷かれた敷石の表面の豆砂利



写真4 直径10cmのコンクリート供試体の切断面

表1 aggregateの訳に関する用語の変遷

西暦	元号	用語	文献	著者
1889	明治22	硬物(アグリゲート)	建築雑誌第25号	中村達太郎
1905	明治38	骨になる堅き品	建築學講義録	瀧大吉
1907	明治40	アグレゲート	建築土木材料便覧	田口俊一
1912	大正元	硬質物	実用建築材料編	天野郁介編
1916	大正5	凝漿料	鉄筋混凝土の理論及其應用上巻	日比忠彦
1919	大正8	凝元體	英和建築語彙	建築学会
1924	大正13	凝漿材料(凝原體)	大建築學	三橋四郎
1924	大正13	骨材	道路の改良第6巻第6号	ジエーエモンス
1925	大正14	凝原體	建築工事標準仕様書	建築学会
1925	大正14	骨材	道路の改良第7巻第1号	松本栄
1926	大正15	骨材又は凝漿材	混凝土及び鉄筋混凝土	宮本武之輔
1929	昭和4	骨材	コンクリート及鉄筋コンクリート標準仕様書	建築学会
1931	昭和6	骨材(細骨材、粗骨材)	鉄筋コンクリート標準示方書	土木学会
1933	昭和8	骨材(細粒骨材、粗粒骨材)	高等建築學第3巻建築材料	田中正義
1934	昭和9	骨材(粗骨材、細骨材)	建築雑誌第48輯第586号	日本工学会用語統一調査委員会
1936	昭和11	骨材(細粒骨材、粗粒骨材)	建築材料學	岩科遼一

コンクリートの骨格になる硬い材料というイメージから様々な用語が用いられてきたわけであるが、1924年にジエーエモンス氏がアスファルト舗道に関する報文の中で骨材という用語を用いており、翌1925年には松本栄氏がアスファルトプラントに関する報文の中で同じく骨材という用語を用いていることから類推すると、まずは道路の分野で用いられ始め、それがコンクリートの分野に波及していったものと推測される。

1926年には宮本武之輔氏がコンクリートを構成する2大要素の一つとして骨材という用語を用い、以後次第に骨材という用語が一般化していくこととなる。そして、1929年(昭和4年)に制定された建築学会の仕様書の中で骨材という用語が「砂・砂利・碎石」と定義され、その2年後に制定された土木学会の示方書には、それに加えて「細骨材」と「粗骨材」が定義される。そして、1934年には、その前後に細粒骨材・粗粒骨材なる用語も一部で用いられるが、土木と建築を含む関係学協会の委員で構成される日本工学会用語統一委員会で、「骨材」、「粗骨材」および「細骨材」という用語が決定されることになる。

2.2 骨材という用語のイメージは

日比忠彦氏、三橋四郎氏および宮本武之輔氏の用いた用語では、砂利・碎石のほか砂を含んでいるが、中村達太郎氏の用いた硬物という用語は砂利などの大粒のものを指し、砂は含んでいない。瀧大吉氏の用語も同様である。田口俊一氏のアグレゲートは、砂利や碎石を指し、その空隙をモルタルというマトリックスが充てんするとしている。

1925年に制定された建築学会の建築工事標準仕様書のコンクリート工事では、コンクリートを構成する材料として、セメント、砂、凝原体をあげており、凝原体として、川砂利・碎石と石炭滓(石炭の燃えがらのこと)を示してい

る。このように、当初わが国ではaggregateは砂を含まないものとして考えていた方々もかなりいたこととなる。今でも、一般の技術者と話をしていると「骨材と砂」という言い方をされることがあり、骨材という用語は、砂より大きな石粒がイメージされているようである。

3. 骨材の種類区分

これについては、すでに本誌2021年7・8月号の基礎講座に若林和義氏が詳細に説明されている。

まず、大きさによる区分であるが、これは細骨材と粗骨材に分けられている。両者の境界は、アメリカや日本ではもともとふるいの寸法体系がインチ(1inch=25.4mm)をベースにしていたため5mm(ふるいの目の開き3/16インチをmmに換算して4.75mmとし、丸い数値にしたもの)となっているが、ヨーロッパではミリメートルをベースにしていたため1mmの倍のまた倍ということで4mmとなっている。

なお、表2に示す細骨材と粗骨材の意味はJIS A 0203(コンクリート用語):2022と類似のものであるが、日本建築学会、土木学会および各種骨材のJISの粒度規定では、表2の85%が、細骨材および最大寸法20mmと25mmの粗骨材については90%、最大寸法40mmの粗骨材については95%になっている。

表3は、密度と出所による区分を示したものである。密度については、JASS 5:2022ではおおむね2.5~2.8g/cm³の骨材を普通骨材とし、それより大きい骨材を重量骨材、小さい骨材を軽量骨材と称している。具体的には、普通骨材に対して軽量骨材の密度はその約半分、重量骨材は約2倍である。なお、上述のJISのコンクリート用語には、軽

表2 骨材の大きさによる区分


種類	意味	
細骨材	5mmふるいを85%以上通るもの	
粗骨材	5mmふるいに85%以上とどまるもの	

表3 密度・出所による区分

出所	密度	軽量骨材	普通骨材	重量骨材
天然骨材		火山礫・火山砂	砂利・砂	
人工骨材		人工軽量骨材	碎石・砕砂	重晶石 磁鉄鉱など
副産(物起源)骨材		膨張スラグなど	スラグ骨材 熔融スラグ骨材 再生骨材	

量骨材と重量骨材は用語として定義されているが、普通骨材については用語として定義されていない。

出所による区分では、天然骨材、人工骨材および副産(物起源)骨材に大別される。人工骨材には、山の岩石を砕いて製造した碎石・砕砂なども含まれる。なお、国際規格であるISO 19595:2017では、標題がNatural aggregate for concrete (コンクリート用天然骨材)となっているが、碎石・砕砂も含めている。

図1はそれぞれの骨材の絶乾密度の最大値と吸水率の最小値および絶乾密度の最小値と吸水率の最大値を記号で○や△などで示し、その2点を線で結んだもので、縦軸は対数目盛で示してある。軽量骨材、普通骨材および重量骨材の絶乾密度と吸水率のおおよその範囲がわかることと思われる。なお、スラグ骨材は現在5種類のものでJIS A 5011(コンクリート用スラグ骨材)に規定されており、種類によっては単独で用いた場合に重量骨材の範囲に入る密度をもったものもあるが、一般には普通骨材に混合して用いられることが多いため、普通骨材として扱われている。

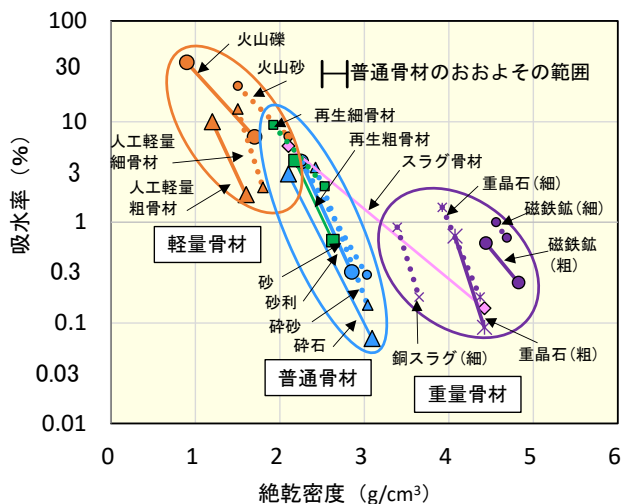


図1 骨材の絶乾密度と吸水率の関係と密度による区分(各種文献より作成)

ここに示した個々の骨材については、この連載で順次説明していくことになる。なお、表2の名称のほか、その骨材が持っている性質、使用方法、出所などに着目して、低品質骨材、反応性骨材、混合骨材、海外産骨材(輸入骨材)、回収骨材などの名称が用いられることがある。

4. 骨材の役割

一般に、良いコンクリートをつくるためには、経済的で、堅硬かつ物理的・化学的に安定であり、適度な粒度・粒形を持ち、有害量の不純物・塩分等を含まず、コンクリートに要求される性能を満足する骨材を使用することが基本とされているが、その具体的な中身をみてみよう。

4.1 セメントの使用量を少なくすること

コンクリートを構成する材料である骨材をセメントペーストという接着剤(結合材)が結び付けているわけであるが、昔はセメントが非常に高価であったために、できるだけセメントを使わないようにするために、骨材は密実に充填されている必要があった。このため、当初は最も密実に充填できる骨材の粒度(大小の粒の割合)について多くの検討が行われた。そして、密実に充填できる粒度の骨材を用いることにより施工性が多少悪くなくても、振動機などを用いてしっかり締固めを行えばよいとの考えが主流となっていたようである。

しかしながら、セメントの価格が相対的に安価となってきたこと、そのような粒度の骨材を使用することによるコンクリートの施工性の悪さや骨材の粒度を調整することの煩雑さが相俟って、セメント量を少なくするという役割は、以前ほどには重要視されなくなっていると思われる。

4.2 適切な寸法の骨材であること

1920年に制定された市街地建築物法(以下、物法という)施行規則第88条の二には「砂利又ハ碎石ハ二種二分ノ目篩(目の開きが25mmのふるいのこと)ヲ通過シ且鉄筋相互間及鉄筋ト仮構(せき板のこと)トノ間ヲ自由ニ通過スルモノナルコト」と規定されていた。密実に充填できる粒度の骨材となると、骨材の最大寸法は大きくしたほうがよいわけであるが、それによってコンクリートが型枠の隅々まで行きわたらないようでは所定の品質の部材をつくることができなくなる。

1950年に制定された建築基準法施行令第72条では、部材の寸法や配筋状態を考慮して25mmふるいの部分は削除されており、JASS 5では基礎には最大寸法40mmの粗骨材まで使えることとしている。

4.3 収縮を小さくすること

それでは施工性を良くするためにセメントペーストという接着剤の量を多くすればよいかといえば、そうとも言えない。セメントは水と反応して硬化する過程で収縮(化学収縮・水和収縮)し、さらに大気にさらされると乾燥によ

り収縮（乾燥収縮）する。セメントペーストの量が増えればその分収縮も大きくなる。このため、骨材の量を増やすことは、コンクリートの収縮を減らすのに有効である。また、セメントペーストの収縮に抵抗するのが骨材であるため、骨材の弾性係数が大きいことに加えて、骨材自身の乾燥収縮の小さいことが求められる。JASS 5：2022ではコンクリートの収縮を小さくする手段の一つとして、石灰石骨材などの弾性係数が大きく乾燥収縮の小さい骨材への置換があげられている。

図2には、全国生コンクリート工業組合連合会が平成20（2008）年度と21（2009）年度に調査した保存期間6ヶ月におけるコンクリート供試体の乾燥収縮率を示している。平均的には石灰石骨材を使用したコンクリートはそれを使用しないコンクリートより乾燥収縮率は170 μ ほど小さくなってはいるが、石灰石を使用していないコンクリートでも83%が乾燥収縮率800 μ を下回る結果となっている。

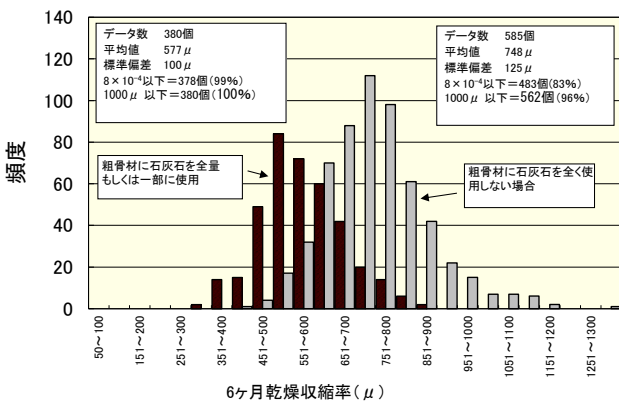


図2 全国における乾燥収縮率の度数分布（石灰石とそれ以外の比較）

4.4 鉄筋を錆びさせないこと

物法施行規則第88条の一には、「砂ハ泥土、塩分等ヲ含マサルモノナルコト」と規定され、これが建築基準法施行令第72条に引き継がれている。鉄筋が錆びる原因は、コンクリートの中酸化（コンクリートが空気中の二酸化炭素の浸透により次第にアルカリ性を失っていく現象）によるものと塩化物イオンによるものがあり、後者の一つとして海砂の使用がある。海砂の塩化物の許容量については1957年改定のJASS 5にNaClとして砂に対して0.01%と規定され、1975年にはそれが0.04%（条件により0.1%）と緩和されているが、それを超える塩化物を含む海砂が使用されたことによる塩害が多数報告されている。

写真5にはその1例を示すが、鉄筋が横筋、縦筋とも著しく錆びているのがわかる。

4.5 セメントの硬化を妨げないこと

1932年に前述した物法施行規則第88条が改正され、泥土、塩分に加えて有機物が追加された。ここでいう有機物

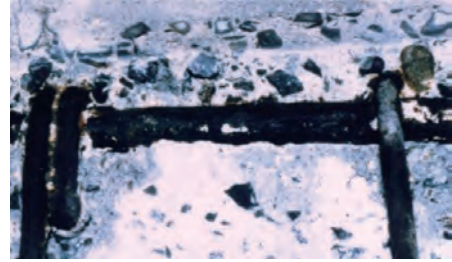


写真5 除塩しない海砂による鉄筋腐食

は、主には有機不純物のことで、腐植土などに含まれるフミン酸やタンニン酸などがセメントの水和反応を阻害し、コンクリートの強度を低下させるとされている。旧河川敷で田んぼや畑になっているところの表土をはがして採取される陸砂や山林から採取される山砂などでこの種の有機不純物を多く含む場合には、洗浄して用いる必要がある。

4.6 コンクリートの強度を確保すること

コンクリートを骨材とセメントペーストとの二相材料と考えると、コンクリートの強度は骨材の強度、セメントペーストの強度および骨材とセメントペーストの界面の強度のいずれかで決まることになる。

界面の強度というのは評価のむずかしいところがあるが、ガラスのように表面が円滑だったり、骨材の表面が泥などでおおわれていたりすると、セメントペーストと骨材の付着が阻害されるおそれがある。

界面の強度が確保されていると、コンクリートの強度は、一般には骨材の強度とセメントペーストの強度で議論されることになる。そして、堅硬な骨材の強度はセメントペーストの強度よりかなり大きいので、コンクリートの強度はセメントペーストの強度、つまりD. A. Abrams氏が1918年に提唱したように水セメント比で決まることになる。

一方、堅硬でない骨材を用いると、同じ水セメント比・材齢でもコンクリートの強度は小さくなる。図3は、一般的な密度の碎石をモルタルに混入していった場合には、強度レベルにかかわらずモルタルとほぼ同等の強度となる

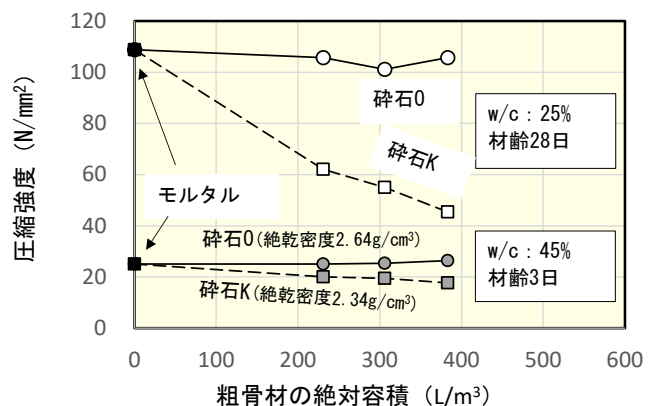


図3 骨材の堅硬さがコンクリートの強度に及ぼす影響（文献7より作成）

が、密度の小さい碎石をモルタルに混入していった場合には、低い強度レベルではその影響は小さいが、高い強度レベルになるとその影響が顕著に表れることを示している。

4.7 コンクリートを軽くしたり重くしたりすること

コンクリートの単位容積質量（密度）は、普通骨材を使用した場合は $2.2\sim 2.4\text{t/m}^3$ 程度であるが、設計によってはもっと軽くしたい場合や放射線を遮蔽するコンクリートのようにもっと重くしたい場合があり、前者では軽量骨材が、また、後者では重量骨材が使われる。

写真6は、人工軽量骨材を床スラブのコンクリートに用いた高層建物の例で、これにより建物の自重を減らすことができています。

4.8 物理的に安定であること

ここは気象作用に対して安定であることと言い換えた方がわかりやすいかもしれない。骨材はコンクリートの表面に表れていなくても外界の気象作用（温度変化、乾湿の繰返し、凍結融解の繰返しなど）によりポップアウト（表面にはじけ出ること）やひび割れなどを生じることがある。

写真7の左は、乾湿または凍結融解に起因すると思われるポップアウトで、右は鉄筋腐食ではなく鉄分を含む骨材から生じた錆汁の例で、物理的というより次に述べる化学的安定性に属する現象である。

4.9 化学的に安定であること

骨材は、以前は不活性なもの、すなわちセメントとは化学的な反応を生じないものとされていたが、1930年代にアメリカでコンクリート構造物に原因不明のひび割れが発見され、Stantonによりその原因がセメント中の Na^+ や K^+ と骨材中の反応性珪物との反応（アルカリ骨材反応）によることが明らかにされた。この現象はその後各国で発見され、日本でも1980年代後半以降にそれによる被害が多く報告された。

写真8は、集合住宅の入り口の手摺壁に生じた亀甲状（地図状ともいう）のひび割れであるが、仕上げモルタルだけの収縮ひび割れとの区別がむずかしい場合が多い。

4.10 耐火的であること

コンクリートは鉄筋を火災時の高温から守る必要があるが、そのためには骨材自体も加熱により脆弱にならないも

のでなければならない。1961年に制定されたJIS A 5005（コンクリート用碎石）では、使用できる原石の種類が規定されていたが、その後の検討により1993年にこの規定は削除された。ただし、特に高い耐火性を要求される場合には、耐火的な岩種の骨材を選定するのが望ましい。

5. 骨材の生産量

わが国では、生産される品物については古くから統計がとられており、骨材についても同様である。骨材のうち、砂利については日本砂利協会により砂利採取業務状況報告書が、また、碎石については日本碎石協会により碎石統計年報が作成されていた。コンクリート用骨材は、レディーミクストコンクリート（生コン）、コンクリート製品（二次製品と呼ばれることもある）およびダムコンクリートに用いられ、生コンについては、全国生コンクリート工業組合連合会により生コン統計年報が作成されていた。

2017年度までは経済産業省が上記の資料等に基づいて骨材需給表を作成し、ホームページに公表していた。しかし、それ以降は作成を中止したため、関係する各組織の調査結果に基づいて推計することとなるが、ここでは公表されている2017年度までの結果について述べることにする。

図4は、骨材全体およびコンクリート用と道路用の骨材の需要の推移を示したもので、1945年（終戦）以降、骨材需要が増加しているのがわかる。コンクリート用と道路用を比較すると、道路用はコンクリート用の半分程度となっている。また、1960年以降は、1964年の東京オリンピックへ向けて急激に需要が増大している。その後、1973年・1979年の第1次・第2次石油危機、1991年のバブル崩壊を経て急激に落ち込み、2010年以降は横ばいで推移している。

図5は、砂利・砂と碎石・砕砂の需要の推移を示したものである。1960年代からの高度経済成長により砂利・砂の供給が厳しくなってきたことに伴い、それに替わるものとして碎石・砕砂の需要が増大し、1970年代に両者ほぼ同等となる。そして、1980年からは碎石・砕砂が砂利・砂を上回り、両者漸減しながら現在に至っている。



写真6 人工軽量骨材を床スラブに用いた都庁
（東京都提供）



写真7 骨材に起因するポップアウトと錆汁



写真8 アルカリ骨材反応による
亀甲状のひび割れ

6. 骨材の種類の変遷とそれによる不具合発生

わが国は急峻な河川に恵まれていたために、当初は全国的に河川産の骨材が使用されていた。しかしながら、地域により次第に良質の河川産骨材が採取できなくなり、また、河川の保護のために、砂利・砂は河川産から河川以外の陸、山、海から採取されるものおよび碎石・砕砂に移行していく。1980年代からは碎石・砕砂が砂利・砂より多くなり、そして、粗骨材については砂利から碎石へ、細骨材については、砂と砕砂を混合して用いる場合へ移行していき、この傾向は今後しばらくの間、続くものと考えられる。

しかしながら、当初は骨材の量的確保が優先され、質的な面はややおろそかにされていたきらいがあったと考えられ、この間、骨材の種類等の変更に伴う様々な問題が発生することとなる。最初に問題となったのは最大寸法20mm程度の砂利の供給不足から過大な最大寸法の砂利が使用され、コンクリートに「す」(粗骨材の周囲にモルタルが十分に行きわたらない不具合部分。豆板とほぼ同義)が発生したことで、これが砂利から碎石への移行を後押しすること

になる。次に問題となったのは河川産の骨材の採取が困難となった西日本で、除塩の不十分な海砂の使用による塩害が発生したことである。それからやや遅れて問題となったのは、反応性のおそれのある骨材が使用されてしまったことである。1986年には当時の建設省より塩害およびアルカリ骨材反応に対する暫定対策が示され、以後、各学会の仕様書・示方書やJIS A 5308における規定が整備され、骨材に起因する問題はひとまず小康状態にあるが、骨材の品質に対する注意を怠るとまた問題が起きかねないことをこれまでの歴史は教えている。

7. おわりに

骨材とはということを書き始めたが、通り一遍の説明になってしまったのではと危惧している。最近では骨材の需要が低迷しているとはいっても、新幹線や高速道路が作られ、建物の高層化が始まった1964年の東京オリンピックのときと同等の需要があるのは驚くべきことで、より慎重に骨材問題に取り組んでいく必要性を痛感している。次回からの説明が、読者の皆様のお役に立てれば幸いである。

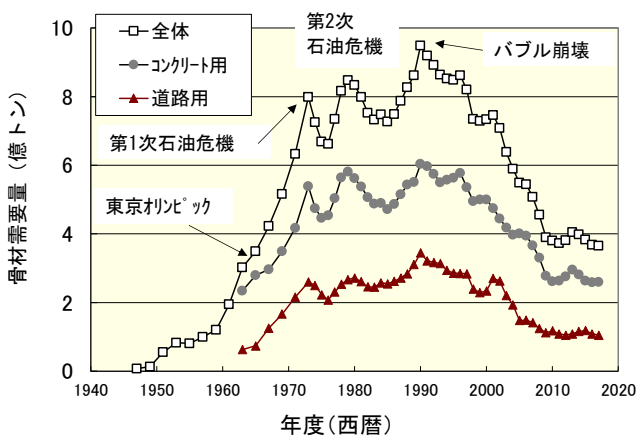


図4 用途別骨材需要の推移

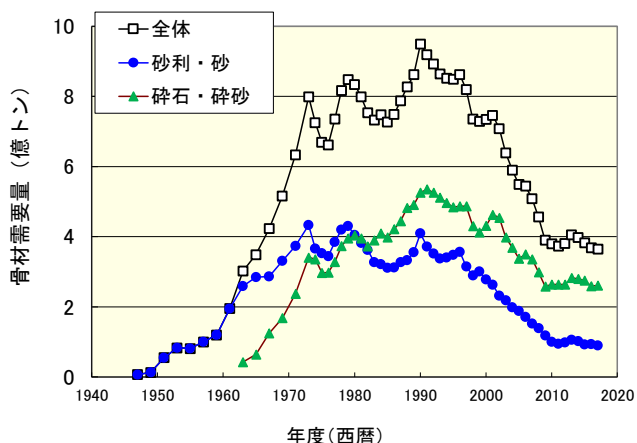


図5 種類別骨材需要の推移

参考文献

- 1) 建築研究所編集(白山和久ほか): 骨材, 建築技術, No.43, pp.20-44, 1954
- 2) 浦憲親, 土田嘉彦: コンクリート用骨材の移り変わり, 骨材資源, No.28, pp.41-46, 1976
- 3) 友沢史紀: 骨材について(1),(2), コンクリート工学, Vol.16, No.8, pp.87-94, 1978.8, およびNo.9, pp.115-123, 1978.9
- 4) 伊東茂富, 白山和久: 土木から見た骨材の移り変わり, 建築から見た骨材の移り変わり, コンクリート工学, Vol.18, No.10, pp.65-73, 1980.10
- 5) 田村浩一: コンクリートの歴史, 最新コンクリート技術選書別巻, 山海堂, 1984
- 6) 加賀秀治: コンクリート材料の変遷とその問題点, コンクリート工学, Vol.24, No.9, pp.4-12, 1986.9
- 7) 真野孝次, 他2名: 高強度コンクリート用骨材の品質判定規準に関する研究 その1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A, pp.167-168, 1989.10
- 8) 依田彰彦: コンクリート用骨材事情, コンクリート工学, Vol.32, No.8, pp.14-23, 1994.8
- 9) 清水昭之: 材料—骨材—, コンクリート工学, Vol.39, No.1, pp.55-60, 2001.1
- 10) 鈴木康範: コンクリートの構成材料 §3 骨材, セメント・コンクリート, No.678, pp.54-61, 2003.8



profile

阿部道彦

工学院大学 名誉教授

1952年 札幌生まれ

専門分野: コンクリート工学

コンクリートに関する試験の重要性と将来について

1. はじめに

本誌では10年近く前に、「コンクリート基礎講座」が連載され、その後にもまとめたものが冊子として発刊され、優良なテキストとして読者に好評を得ています。今回の基礎講座では、第三者試験機関である建材試験センターとして、読者にさらなる有益な情報を発信したいとの思いから、コンクリートに関わる試験について情報発信することとなりました。

本講座全体の概要は表1のとおりで、全体で50ページほどにまとめられており、コンクリートの性能確

保に必要なさまざまな試験方法を紹介しています。今回は、その締めくくりとして、全体を振り返るとともに、近年その重要性が増している生産性向上や環境配慮について紹介します。

2. コンクリートに関する試験

2.1 試験を行う目的

良いコンクリートを作るための条件は以下のとおりで、これらが適切でなければなりません。

- ・材料
- ・調(配)合
- ・製造方法

さらに、良質なコンクリート構造物を造るためには、打込み、締固め、養生など、施工において適切な方法をとることも重要です。コンクリート技術者にとっては当たり前のことですが、これらのことが適切にできるか、なされているかを確認するために試験が必要です。

表2は、種々の場面における評価の例です。評価はできるだけ定量化されることが重要で、企業における利益、学校における試験は主に達成度の判定に用いられますが、建材(ここではコンクリート)であれば、品質・性能を確認するために試験が行われます。

評価は評価者・被評価者はもちろん、多くの人が納得できる内容について、納得できる方法で行われるのが望ましく、建材では主にJISなどで試験方法が決められています。また、信用される評価がなされるには、評価者に評価についての技術が伴っており、評価基準の知識を熟知している必要があります。このことから、本講座に限らず、コンクリート技術者は各種の試験について常に情報を入手する必要があります。

2.2 コンクリートに関する試験

一般にコンクリートは鋼材と共に使用され、鉄筋コンクリート構造として建設に用いられます。しかし、コンクリートと鋼材の性能や品質は、かなり異なっています。鋼材の性能や品質は、製造時のばらつきや安全率を含めて製造者が提示・保証

表1 コンクリートの試験の基礎講座の概要

	タイトル
vol.1	コンクリートに関する法令・基準およびコンクリートに要求される性能・品質
vol.2	コンクリートに使用される材料～セメントおよび水～
vol.3	コンクリートに使用される材料～骨材～
vol.4	コンクリートに使用される材料～混和材料：混和剤～
vol.5	コンクリートに使用される材料～混和材料：混和材～
vol.6	フレッシュコンクリートの試験
vol.7	硬化コンクリートの性質～強度性状～
vol.8	硬化コンクリートの性質～物性(変形状、体積変化、水密性など)～
vol.9	硬化コンクリートの耐久性
vol.10	コンクリートの調(配)合設計
vol.11	コンクリートの品質管理・検査
vol.12	構造物の調査と試験の方法(コア)
vol.13	総括：コンクリートに関する試験の重要性と将来について

表2 種々の場面における評価

対象	方法・指標	目的	
企業	業績	売上げ、利益	達成度確認・効率改善
学校	学生	試験	達成度の判定
製品	骨董品	鑑定	価値
	建材	試験	品質・性能の確認

します。構造物の設計者や施工者は、鋼材の性能や品質の検査・確認を、製造者、問屋、加工業者等の押印等のある納入書、および鋼材検査証明書（ミルシート）等と照合して行います。

一方で、コンクリートは安価で、入手が容易で、任意の形状・寸法に成型できるといった特長があるものの、その性能や品質はセメントや骨材など材料の選択、調（配）合設計、練混ぜ、運搬、打込み、締固め、養生によって変化します。これらの一部でも不適切なことがあると、所要の性能や品質を確保することは難しくなります。したがって、所要の性能や品質を得るため、材料の選択から養生に至るすべての段階で、性能や品質を適切に検査・確認することが必要不可欠になります。

性能や品質の確認のためには、種々の試験が必要となり、これまでの講座で述べられてきたとおり、表3や表4に示す使用材料に関する試験やフレッシュコンクリートに関す

表3 使用材料に関する試験項目²⁾

試験目的	試験項目	試験内容
コンクリートに使用する材料の品質を確認するための試験	セメント	適切な構成成分および物理的・化学的性質を有するか
	練り混ぜ水	有害な物質を含んでいないか
	骨材	所要の品質を有しているか
	混和材	所要の品質を有しているか
	化学混和剤	所要の品質を有するか

表4 フレッシュコンクリートに関する試験項目²⁾

試験目的	試験項目	試験内容
フレッシュコンクリートの性質	コンシステンシー	所定の値を満足している
	ワーカビリティ	所定の値を満足している
	空気量	所定の値を満足している
	コンクリート温度	所定の値を満足している
	単位容積質量	所定の値を満足している
	ブリーディング	所定の値を満足している
	凝結時間	所定の値を満足している
フレッシュコンクリートの調合	単位水量	調査表に適合する
	単位セメント量	調査表に適合する

る試験が行われます。また、コンクリートは、vol.10の調（配）合設計において述べられているように、各種材料の構成比率を変えることで種々の性能や品質を確保することができます。そのため、設計者や施工者が

指定する所要の品質を確保するため、表5に示す調（配）合設計および構造設計に関する試験が行われます。

さらに、構造物の竣工後は環境条件や経年によって不具合が発生することもあり、竣工以降の定期的な調

表5 調（配）合設計および構造設計に関する試験項目（参考文献²⁾を元に作成）

試験目的	試験項目	試験内容	
目標となる硬化コンクリートの性能を確認するための試験	強度特性に係わる性能の確認	圧縮強度	JIS A 1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）、JIS A 1805（コンクリート生産工程管理用試験方法）
		引張強度	JIS A 1113（コンクリートの割裂引張強度試験方法）
		曲げ強度	JIS A 1106（コンクリートの曲げ強度試験方法）
		付着強度	JSTM C 2101（引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法） ASTM C 234（Standard Test Method for Comparing Concretes on the Basis of the Bond Developed with Reinforcing Steel）
		弾性係数	JIS A 1149（コンクリートの静弾性係数試験方法） JIS A 1127（共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数、動せん断弾性係数及び動ポアソン比試験方法）
		クリープ	JIS A 1157（コンクリートの圧縮クリープ試験方法）
		耐久性に係わる性能の確認	長さ変化
	収縮拘束応力およびひび割れ抵抗性		JIS A 1151（拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法） JCI-SAS3-2（コンクリートの自己収縮応力試験方法）
	中性化抵抗性		JIS A 1152（コンクリートの中性化深さの測定方法）、JIS A 1153（コンクリートの促進中性化試験方法）
	凍結融解抵抗性		JIS A 1148（コンクリートの凍結融解試験方法）
	熱的性質（断熱温度上昇量、線膨張率、熱伝導率）		JCI-SQA3（コンクリートの断熱温度上昇試験（案）） JIS A 1325（建築材料の線膨張率測定方法） JIS A 1412-1（熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第1部：保護熱板法（GHP法）） JIS A 1412-2（熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第2部：熱流計法（HFM法））
	アルカリシリカ反応		JASS5N T-603（コンクリートの反応性試験方法） ZKT-206（コンクリートのアルカリシリカ反応性迅速試験方法）

査・診断が維持管理上は不可欠で、そのためvol.12で述べたような試験もあります。つまり、コンクリート構造物を建設し、その後何十年も維持するためには、コンクリートに関する多くの試験が行われるため、コンクリート技術者には、各種の試験

について、試験の目的、内容、評価方法などの正しい知識を付けることが必要です。

3. コンクリート生産の将来

3.1 生産性向上

建設分野においては、就労者の高

齢化や減少から生産性向上が喫緊の課題とされています。そのような中、建築の設計・施工・維持管理まで、一貫して関連情報の活用を行うBIM (Building Information Modeling) やICT活用を建設現場に導入するi-Constructionの取り組みが行われ、建築生産技術の変革が必要とされています。図1に示すように建設プロセスのあらゆる場面で、AI、ICT、IoT等のデジタル技術を取り入れて複合的に活用するDX(デジタルトランスフォーメーション)が注目を集めています。

また、図2にコンクリート試験におけるDXの取り組み例を示します。これまで荷下ろし時に行われた試験を、センシングやモニタリング技術によって代替しようというものです。アジテータ車のドラム部分に取り付けられたプローブセンサーが、生コンの圧力、回転方向、温度などを測定し、圧力計測値からスランプ値や積載量を求められます⁴⁾。

あるいは、荷下ろしする現場にビデオカメラを取り付けておき、動画を確認することで、AIが自動認識して、コンクリートの性状や施工性をリアルタイムに判定するなどの取り組みも行われています⁵⁾。

情報化技術の進展は目覚ましく、近い将来は、これまで実施していた手間のかかる試験が、省略されることもあるかも知れません。

3.2 環境配慮

生産性向上とともに、今後重要性が増すといわれているのが環境配慮です。図3にコンクリート構造物のライフサイクルを示します。コンクリートの原料である石灰石や骨材は天然の山を削って得ており、その量は膨大です。また、セメント製造時には脱炭酸によるCO₂排出が、材料輸送、構造物の施工・維持管理時などの工程においてエネルギー消費やCO₂排出などが生じ、建設業の及ぼす環境影響は非常に大きいといわれ

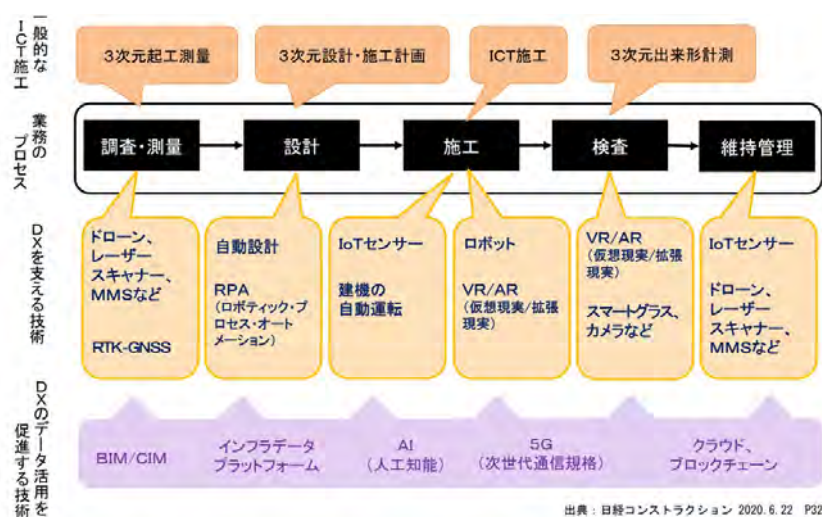


図1 建設のプロセスにおけるDXの取り組み例³⁾

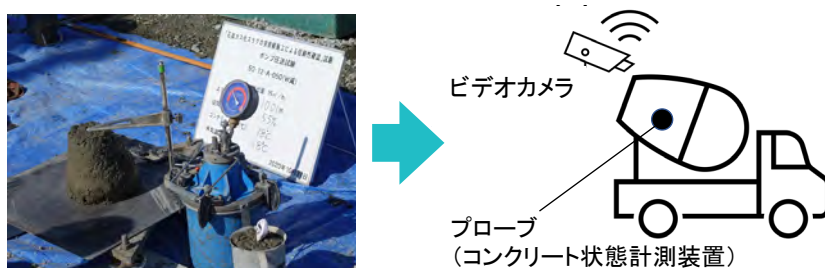


図2 コンクリート試験におけるDXの取り組み例

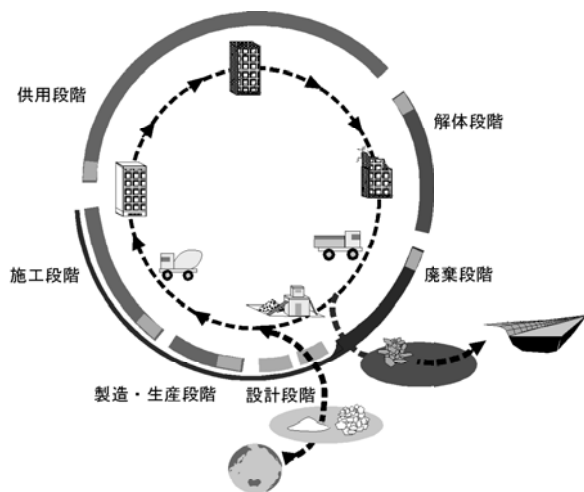


図3 コンクリート構造物のライフサイクル⁶⁾

表6 コンクリート構造体および部材に要求される性能⁷⁾

要求性能	概要
構造安全性	計画供用期間中に、自重・積載・風・雪および地震の各荷重・温度・疲労・衝撃およびその他の特殊な作用によってもたらされる外力に対して、構造体の崩壊または許容できない変形が生じないこと
耐久性	一般的な劣化作用および特殊な劣化作用に対して、計画供用期間中は構造体に鉄筋腐食やコンクリートの重大な劣化が生じないこと
耐火性	火災に対して一定時間、崩壊または許容できない変形が生じず、延焼を生じる熱が裏面に伝わらず、かつ炎が噴出する損傷を生じないこと
使用性	構造体および部材は、常時荷重下において有害な変形および振動を生じないこと。また、通常の降雨および水の使用によって漏水等による被害が生じないこと
環境性	鉄筋コンクリート造建築物のライフサイクルにわたる環境負荷の低減を図るため、資源循環性(再生材料を用いる)、低炭素性(CO ₂ 削減率の大きい結合材を用いる)および環境安全性(供用期間において、有害化学物質が有害量溶出し)を有すること
部材の位置・断面寸法の精度および仕上がり状態	打ちあがった構造体が、設計図書に示された所定の位置にあり、所定の断面寸法を持ち、次工程へ悪影響を及ぼさないこと

表7 資源循環性の等級⁷⁾

等級	概要
0	再生材料を使用しない
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するもの
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するもの、または構成材料の1つに資源循環に大きく貢献する再生材料を使用するもの
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するもの

表8 低炭素性の等級⁷⁾

等級	概要
0	0% ≤ CO ₂ 削減率 ≤ 5%
1	5% < CO ₂ 削減率 ≤ 20%
2	20% < CO ₂ 削減率 < 40%
3	40% ≤ CO ₂ 削減率

ています。

そこで、限りある資源の有効活用やカーボンニュートラル社会の実現に向けた変革(GX: グリーントランスフォーメーション)が必要とされています。また、JASS 5では表6に示すように、2022年の改定版において、コンクリート構造体および部材に要求される性能の一部に、環境性が追加されました。鉄筋コンクリート造建築物において環境影響が大きい資源循環性と低炭素性、そして環境安全品質の確保が求められます。資源循環性は再生材料の種類と使用量が構成材料ごとに評価され、それを組み合わせて表7のように総合的に評価されます。低炭素性はコンクリートのCO₂削減率によって評価されます(表8)。結合材に混和材を利用することでCO₂を削減することが評価されますが、最近ではCO₂を生コンやその原料に吸収させる技術なども開発されており⁸⁾、今後はカーボンニュートラルの実現に向けて低炭素性の評価は益々重要視され、CO₂固定量の測定・評価方法の開発あるいはJIS化などの動きもあ

ります⁸⁾。

4. おわりに

今回は、本講座の全体を総括する形で、コンクリートに関する試験の重要性と概要について述べました。また、後半では今後のコンクリート生産や要求性能について触れました。生産システムや技術が進化したら、求められる性能が変わったりすれば、それに伴って評価方法や試験方法も新しく追加されます。コンクリート技術者は、コンクリートに関

する知識はもとより、実構造物の品質確保のために、各種の試験や評価に精通している必要があります。本講座が皆さまの役に立てば幸いです。

author



小山明男

明治大学 理工学部
教授

参考文献

- 1) 建材試験センター：コンクリートの基礎講座，2014
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法，2007
- 3) 国土交通省：国土交通省におけるDXの推進について，https://www.jacic.or.jp/kenkyu/22/data/r02_6_hirose.pdf (出典：日経コンストラクション，2020.6.22，p.32)
- 4) 曾我部直樹ほか：アジテータ車に設置したプローブによるコンクリートの連続管理技術の適用性
- 5) kenkey：鹿島が生コンを全量チェック！荷下ろし中の動画からスランプ値を読む，<https://kenkey.jp/news/article/1030>
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の環境配慮施工指針(案)・同解説，2008
- 7) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事，2022
- 8) 野口貴文：2050年カーボンニュートラルに対するコンクリートの挑戦，JICE REPORT, 42号, pp.38-53, 2023.1

音の基本

1. はじめに

今年度の基礎講座では、建築における音に関する基礎知識や測定方法、評価方法を1年間かけて、紹介していきます。

2. 音とは

音とは、振動が物質を介して伝播していくものです。このため、振動を伝えることができる物質が存在すれば、音はどのような場所にも存在します。また、この振動を伝える物質のことを「媒質」と呼びます。媒質によって、振動の伝え易さが異なります。このため、音が伝播する速度や距離は、媒質によって異なります。このような特徴を持った音ですが、私たち人間は、空気によって伝播した振動を耳から脳に伝えることで、聴覚という感覚として認識しています。このため、建築分野での音は、空気によって伝わる空気伝播音を主に考えています。

次に、空気中を音がどのように伝わるかについて紹介します。図1は、太鼓を叩いた際の空気の動きを模擬した図です。この図に示すように、太鼓を叩くと太鼓の面（以下、「面」という）が窪むことで、面近傍の空気が面に引っ張られ、空気密度が減少します。その後、面が外側に孕み出すことで、面近傍の空気が圧縮され、空気密度が増加します。この空気の運動が隣の空気に伝わることで、音が空気中を伝わっていきます。

す。このような空気の密度が減少（疎）、増加（密）を繰り返して、伝わっていく波を「疎密波」と呼びます。また疎密波は、振動方向と伝播方向が平行な波であるため、「縦波」とも言われます。一方、振動方向が伝播方向に対して垂直な波は「横波」と言われます。横波としては、水面に広がる波紋がよく知られています。この縦波と横波を比較すると、縦波の方が横波よりも伝播速度が速く、減衰しにくい特徴があり、横波の方が縦波よりエネルギー量大きい特徴があります。余談ですが、地震のP波は縦波で、S波は横波です。このため、P波の方が速く広域に振動が伝わり、S波の方が大きな被害をもたらします。

このような音の特性を決める要素として、「音の大きさ」、「音の高さ」及び「音色」というものがあります。それでは、次に各要素について詳しく紹介していきましょう。

3. 音の大きさ

図2に疎密波による圧力変動と時間経過を示します。空気の圧力は、空気が疎になると低くなり、密になると高くなります。この圧力変化を一定の大きさと間隔で繰り返すと、正弦波という波形で表すことができます。音の大きさは、この最大圧力と最小圧力との差（以下、「音圧」という）によって決まります。人間が認識できる音圧は、 2×10^{-5} (Pa) から 20 (Pa) までとされています。

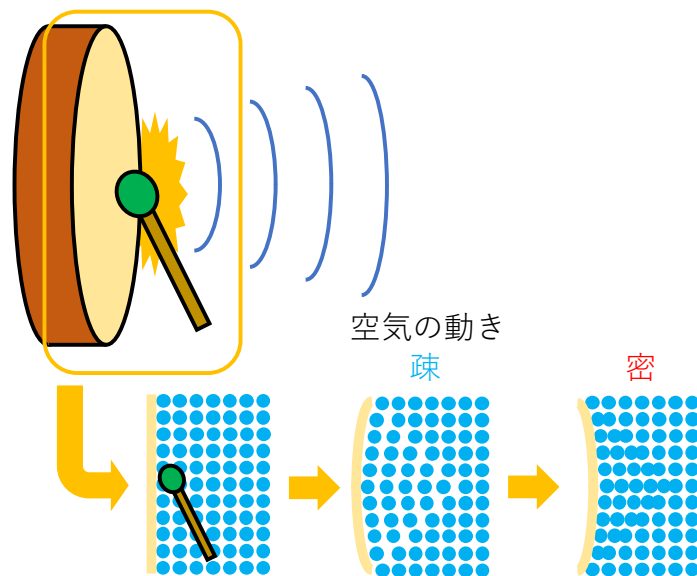


図1 音の伝わり方

この音圧の下限値は最小可聴音圧と呼ばれます。一方、音圧の上限値に近づくほど、鼓膜では音の認識から痛みとしての認識になります。この下限と上限の音圧では、 10^6 という非常に広い幅があるため、取り扱いが不便です。また、音の快、不快を判断するのは、人間の感覚であるため、物理量よりも感覚量として捉えた方がより便利です。ここで、物理量と感覚量を紐づける法則として、「ウェーバー・フェヒナーの法則」があります。この法則は、まず、ウェーバーがある物理量に対する物理量の増加量の比が感覚量の増加量に比例するという考えを提唱しました。具体例を挙げると、100 (g) の重りを手のひらに載せている状態で10 (g) 増やした時の感覚と、1000 (g) の重りを手のひらに載せている状態で100 (g) 増やした時の感覚が等しくなります。これを式で表すと(1)式になります。

$$\Delta y = k \cdot \frac{\Delta x}{x} \quad (1)$$

ここに、 Δy ：感覚量の増加量
 Δx ：物理量の増加量
 x ：ある物理量
 k ：比例常数

次にフェヒナーが、(1)式を積分し、 $y=0$ の時の物理量を x_0 として解くと、(2)式になるという考えを導き出しました。

$$y = K \log_{10} \frac{x}{x_0} \quad (2)$$

ここに、 y ：感覚量
 x ：物理量
 x_0 ：基準の物理量
 K ：比例常数

これを「ウェーバー・フェヒナーの法則」といい、この法則を基に先ほどの音圧について考えたものが、「音圧レベル(単位：dB)」SPL (Sound Pressure Level) と呼ばれ、(3)式で表されます。

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \quad (3)$$

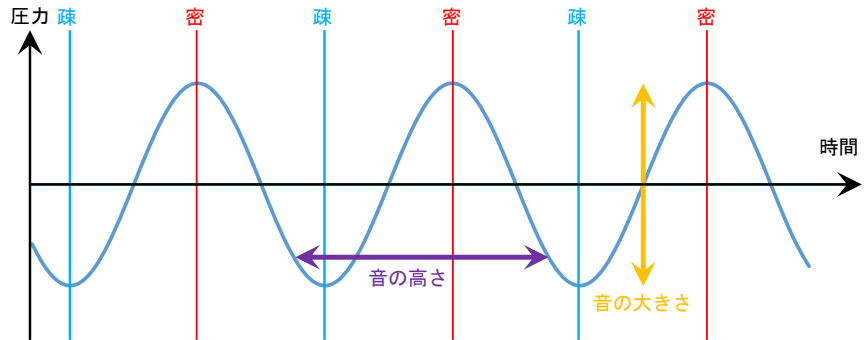


図2 時間に伴う圧力変化

ここに、 P ：音圧 (Pa)

P_0 ：最小可聴音圧 2×10^{-5} (Pa)

なお、音圧レベルは(3)式が示す通り、対数表記となっています。このため、音圧レベルが20 (dB) から40 (dB) となった場合、圧力変化は2倍ではなく100倍の変化があることを留意しなければなりません。また、単純な足し算、引き算ができないため、注意が必要です。

4. 音の高さ

次に、音の高さに関して紹介します。音は、空気のス疎と密を一定の間隔で変化しながら伝わります。この間隔が短くなったり、長くなったりすることで、音の聞こえ方が変わります。この間隔が短いと一定時間の圧力変化が多くなり、逆に長いと一定時間の圧力変化が少なくなります。この一定時間の圧力変化の回数を「周波数(単位：Hz)」と呼びます。この周波数が高いほど高い音とされ、低いほど低い音とされます。人間は、一般的に20 (Hz) から20000 (Hz) までの音を聞くことができますと言われていています。しかし、年齢や個人差によっては、聞き取り易い周波数帯域や聞き取りにくい周波数帯域があります。例として、蚊の飛ぶ羽音に似た高い周波数帯域の「モスキート音」があります。このモスキート音は、年齢を重ねることで高い音に対する聴覚が鈍り、聞こえにくくなると言われています。

また、周波数の逆数となる一定の圧力変化に有する時間を「周期(単位：s)」と呼びます。こちらも波の特性を有する音を知るうえでは重要な用語となります。

5. 音色

最後に、音の特性を決める音色について紹介します。先ほどもで紹介してきた図2では、一定の大きさで変化で繰り返される正弦波形でした。しかし、実際の音は正弦波形ではなく、複雑な波形をしています。この波形こそが、音色ということになります。具体的には、一つの音を表すためには、音の大きさや音の高さがどのような波形で形成されているかを知ることが必要となります。

次回以降は、この波形をどのように捉え、特性を把握するかを紹介していきます。

参考文献

- 1) 田中俊六, 武田仁, 足立哲夫, 土屋喬雄 共著：最新 建築環境工学 [改訂版], 井上書院, 1985
- 2) 木村翔：新建築技術叢書-9 建築音響と騒音防止計画, 彰国社, 1977

author



森濱直之

総合試験ユニット
 中央試験所
 環境グループ 主査

<従事する業務>
 建築部材の遮音性試験、
 建築材料の吸音性試験
 など

2023年度事業計画

計画の概要

2022年度は、コロナ禍からの社会経済活動の正常化が進む一方で、世界的なエネルギー・食料価格の高騰や欧米各国の金融引締め等により、我が国を取り巻く経済環境は厳しさを増してきており、また、2022年の年間ベースの企業物価指数の上昇率は、9.7%となっている。

また、政府の公表する月例経済報告における景気の総括判断は、2022年12月までは、「景気は、緩やかに持ち直している」とされていたものの、2023年1月には「景気は、このところ一部に弱さがみられるものの、緩やかに持ち直している」と下方修正されてきている。

このような状況の中で、2023年度においては、物価は引き続き上昇するものと思われ、また、景気動向は弱含みながらも緩やかに持ち直していくものと思われる。

建材試験センターの2022年度第3四半期までの受注状況は、コロナ禍前の2019年度比90%、前年度の2021年度比103%（いずれも金額ベース）となっており、また、2022年10月に取りまとめた2022年度執行見込みによれば、2022年度の経常収益見込は約41億円、経常損益見込は約6億円となっている。

2023年度においては、2020年度以降行ってきた、

- ・感染症の影響下での効率的業務運営や積極的営業活動等の実施
- ・ユニット化による業務の効率化と事業所間の連携強化
- ・各ユニットの業務支援システム等の見直し推進

などを生かして各種の試験や審査の事業を推進していく。

また、2023年度初頭には、新たな中期計画である「発展計画2023」を策定予定であり、これに基づき、計画的な業務の効率化や新規展開、施設やシステムの整備を進めていく。

一方で、2023年度予算においては、光熱費等の物価上昇に対応するために試験や審査の料金見直しを予定しているものの、製品認証関係が3年周期の一番事業量の少ない年に当たることもあって、収益は前年度より少ない約40億円と想定している。また、近年の施設整備による減価償却費の増加や人件費、光熱水料等の増加により費用は約38億円と増嵩してきている。これらの差し引きで、損益としては約2億円の想定である。一方で、営業キャッシュフローについては、約5億円の確保を見込んでいる。

2021年度に建築した中央試験所新防耐火試験棟については、2022年度中に3基の耐火試験炉及び多目的試験場の設置を行ったところであり、2023年度中に更に2基の耐火試験炉の設置を目指す。

更に、業務支援システム等の見直しについては、「IT化、クラウド化からDX化へ」を念頭に、2023年度には、認証ユニット新基幹システム「BAITAL」、工事材料試験ユニット新基幹システム「CON-PAS」、性能評価本部新基幹システム「IROHA」の本格稼働や総合試験ユニットの試験管理システムの改修を進める。

これらの新基幹システム導入と併せ、工事材料試験ユニ

ットでは電子申請での申込受付やバーコード貼付の試験体受け入れを開始し、また、認証ユニットではWeb審査と現地審査を組み合わせたハイブリッド審査の実施を進める。

また、試験所における「点検及び点検記録の電子化システム」「自動データ送信システム」の本格稼働や、事務局における「人事管理システム」の更新、「予算作成システム」の導入、「入金報告のシステム化」などを進める。品質管理においては、体制見直しによる事務手続きの合理化やITを活用した日常管理の効率化を進める。

一方、希望者に対する週4日勤務（週休3日）や副業許可基準設定による副業対応の明確化等による「働き方改革」を引き続き推進するとともに、オフィス部門を中心としたテレワークについては、各種の業務支援システム等を有効に活用し、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務（いわゆるハイブリッドワーク）を推進する。

また、高い専門性やマルチスキルを有する職員の育成の観点から、職員の能力、資質や希望等を踏まえて、一層積極的な教育研修を実施する。

これらの効率的な業務実施や施設整備等による業務実施能力向上などにより、顧客からの試験等の依頼に対して、より迅速かつ確かな対応が可能となることを目指す。また、職員の就業環境向上により持続的な発展を目指していく。

なお、試験体製作会社の撤退に伴い、2024年度以降は西日本試験所での防耐火構造試験の実施が困難となる可能性が高いことを念頭に、あらかじめ対応策を検討し確かな対応に繋げる。

建材試験センターは、今後とも引き続き「第三者証明事業を通し住生活・社会基盤整備に貢献する」ことを使命として、試験事業、性能評価事業、認証事業等を的確かつ公正に実施していく。

各事業における2023年度の実績を以下に示す。

1. 総合試験事業

(1) 品質性能試験事業（中央試験所及び西日本試験所）

総合試験ユニットの中央試験所及び西日本試験所（以下「両試験所」という。）においては、建設分野における材料・部材等の品質・性能を証明するための試験事業を、材料・構造・防耐火・環境の各分野において総合的に実施する。

2020年4月に実施した組織再編（総合試験ユニットへの移行）については、両試験所の受託業務の相互融通（振り分け）、性能評価本部と試験所の連携による新規技術評価事業の提案や迅速な顧客対応、共通顧客に対する営業活動の実践、防火材料試験の一元処理（ワンストップサービス）など、業務の集約化、効率化の効果が表れてきている。今後とも、試験の早期計画・着手・完了の方針を徹底し、顧客満足度の向上を図る。

2023年度においては、2022年度に実施した請求書及び試験報告書の発行方法の改正（クラウド化）を踏まえ、両試験所が連携し、試験管理システムの改修を実施する。また、両試験所の品質管理部門をユニットの企画管理課に集

約し、両試験所品質管理の一元化を進める。

施設整備については、中央試験所新防耐火試験棟において、2022年度の耐火試験炉3基及び多目的試験場の設置に引き続き、2023年度に耐火試験炉2基の整備を進める。また、「点検及び点検記録の電子化システム」「自動データ送信システム」の成果の水平展開を進める。

一方で、職員の要望を聴取した上で積極的に外部講習の受講を推進し、高い専門性やマルチスキルの確保に努める。また、要員補完の充実を進める。

なお、コロナ前と比べ収益が戻りきらない一方で、近年の施設整備による減価償却費の増加や物価上昇による光熱水料増加等の費用増により、2023年度の管理会計上の損益は中央試験所がほぼゼロ、西日本試験所はマイナスとなっている。2023年4月には試験料金の改正を行う（ただし防耐火試験分については性能評価の省令料金との関係から見送り）こととしているものの、2024年度の再改正についても検討する必要がある状況となっている。

①材料試験分野

試験設備についての「点検及び点検記録の電子化システム」の本格運用を開始するとともに、その成果の水平展開を図る。

一方、業務繁忙度のフラット化に向けて、引き続き、業務量の平準化、職員のマルチスキル化によるグループ内要員補完を進める。また、両試験所での試験装置の稼働状況を踏まえて、試験装置の共用及び受託業務の割り振りを合理的に行う。

②構造試験分野

木造軸組の技術評価について性能評価本部と連携して対応する。また、早期の試験実施を要望する依頼者には西日本試験所も選択肢として示し情報を共有しながら連携して対応する。

また、得意先顧客への定期的な連絡や休眠顧客への連絡など特徴ある試験をアピールし営業活動を継続して行っていく。

③防耐火試験分野

新防耐火試験棟の耐火試験炉整備及び多目的試験場新設を受けて、スムーズに業務移行を進め、これらを活用した増収を見込む。

また、2022年度から始めた防火材料及び飛び火についての性能評価本部との兼務体制により業務が効率化され早期完了につながっており、業務の属人化を防ぐことにも貢献している。2023年度もこの体制を有効に活用し、顧客満足度を向上させリピーター確保につなげる。

④環境試験分野

「点検及び点検記録の電子化システム」を活用し日常使用時点検、測定・観察記録等の電子化を図るとともに、「自動データ送信システム」の未対応機器への対応推進や他部門への水平展開を図る。

また、性能評価本部と連携し、優良断熱材認証及び建築物省エネ法関連における適合証明事業を進めるとともに、チーム間の相互補完を利用しグループ内でのマルチスキル職員の育成を図る。

(2) 性能評価事業（性能評価本部）

総合試験ユニットの性能評価本部においては、建築基準法及び住宅の品質確保の促進等に関する法律などに基づく

指定機関並びに登録機関として、引き続き評価・認定等を実施する。また、試験体製作及び管理についても効率的で確実な業務を行う。

また、試験所と連携し、防火材料（飛び火を含む）の兼務体制による受付～試験～評価書発行までのワンストップサービスの実施、新規適合証明事業（エネルギー消費性能評価）の提案等を進めてきており、今後、新防耐火試験棟建設効果による新たな顧客（模型箱試験）の取り込み等も進める。

2023年度においては、新基幹システム「IROHA」の運用による顧客、センターとの双方向の連絡システムを活用したスピーディーな対応により、業務の効率化を進めるとともに顧客の利便性を向上させる。また、評価図書の子発向に向けて「IROHA」のシステム追加開発を行う。

なお、性能評価の料金は国土交通省令で定められているものであるため、他評価機関と連携し、物価動向を反映した燃料費、試験材料費、減価償却費等の高騰を省令料金へ反映できるよう働きかけを行う。

2. 工事材料試験事業（工事材料試験所）

工事材料試験所においては、コンクリート・鋼材等の建築用材料試験、アスファルト・路盤材等の土木用材料試験について、迅速かつ公正な試験事業を実施する。

2023年度においては、新基幹システムの本格稼働を念頭に、

- ・受付、入力業務の効率化（電子受付、依頼者による試験体へのバーコード貼付）
- ・入力確認、請求、報告の事務の企画管理課集約（電子情報活用とテレワーク化）
- ・試験業務の効率化と不適合業務縮減（電子情報活用による転記作業縮減）
- ・請求書、報告書の電子発行（システムのクラウド化）
- ・適正な料金設定（全般的な料金見直しと手間に応じた料金設定）

を進めていく。

併せて、繁忙に合わせた効率的な業務実施の観点から、試験室間での要員補完や新基幹システムを活用した試験付帯事務の遠隔支援を実施する。また、内部講習会実施等によりコンクリート主任技士の資格取得を促進する。

一方で、安定的に運営可能な試験所規模の確保や継続的に試験業務実施可能な立地環境の確保等の観点から、将来を見据え、首都圏4試験所の再編についての検討を開始する。

3. 認証事業

認証ユニットにおいては、ISO審査本部と製品認証本部のユニット化に併せて、審査員等に関する管理業務を一元化し、共通する事業活動の効果的な運営を行う。

2023年度には、ユニットの統一的な新基幹システム「BAITAL」が全面的に稼働することから、これを活用した効率的な事業実施を進める。2023年度には、ISO、JISともに出張諸経費が定額請求方式となり、管理業務の円滑化にも資することが期待される。

また、この新基幹システム「BAITAL」を有効に活用し、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務

(いわゆるハイブリッドワーク)を進める。

なお、2023年度から、品質管理については企画管理課で一括して実施することとしており、今後、将来を見据えたユニット内組織の再編についても検討を行う。

(1) ISO審査事業 (ISO審査本部)

JIS Q 17021に基づく信頼性の高いマネジメントシステム認証機関として、品質 (ISO9001)、環境 (ISO14001) 及び労働安全衛生 (ISO45001) の審査を業務の3本柱とし認証事業を展開する。また、GHG検証業務を行う。

2023年度においては、新たに、ISO 45001のJAB認定を取得するとともに、多様化する顧客ニーズに対応できるオーダーメイド型の審査について企画・検討し、現在の認証範囲の外縁等の市場の開拓を図る。

また、新基幹システム「BAITAL」の活用により工程の早期確定や事務処理プロセスの改善・合理化により効率的な業務運営を進めるとともに、Web活用による遠隔審査を継続的に実施する。

(2) 製品認証事業 (製品認証本部)

JISマーク表示制度の登録認証機関として、JIS Q 17065に基づき信頼性が高く適格な認証業務を遂行していく。

2023年度においては、新基幹システム「BAITAL」の活用により業務プロセスの標準化や電子化等により業務の効率化を図るとともに、19年ぶりの審査料金の見直しや出張諸経費の定額請求方式への変更等を行い、これらと併せて3年周期の平準化の働きかけを強化する。

また、2名の審査員がWeb審査と現地審査をそれぞれ担当するハイブリッド審査の実施体制を構築する。

4. 公益目的支出計画実施事業

(1) 調査研究事業

試験事業との連携を図りつつ、社会ニーズが高く、かつ、当センターの業務と密接に関連する分野を中心に調査研究業務を進めるとともに、第三者証明機関としての信頼性と試験・調査研究の実績を生かした技術相談・技術支援業務についても今後とも依頼があれば的確に対応していく。

(2) 標準化事業

当センターの実施する試験事業と関連する分野を中心に、JIS原案及び当センターの自主規格 (JSTM) の作成業務・メンテナンス業務を行う。また、国際標準化の分野で、ISOに関連する国内委員会の事務局業務や関連機関における国際標準化活動への協力を継続する。

(3) 情報提供事業

機関誌「建材試験情報」、ホームページ、SNS、メールニュース等を活用して、試験技術、認証制度等に関する知識・情報の普及を図る。

(4) 技術研修・検定事業

建設工事現場においてフレッシュコンクリートの採取試験を行う技能者を対象として試験を実施し、技能者の認定・登録・更新、事前講習を行う。

5. その他の事業活動

(1) 品質マネジメントシステムの維持・管理

各事業所において、JIS Q 17025、17021、17065等に基づいた品質マネジメントシステムを維持・向上させるとともに、センター全体を対象に、品質管理活動の合理化、品

質保証活動の一元化に向けた取り組みを実施し、信頼性の高い第三者証明機関として顧客の要請に応える。

なお、2023年度においては、品質管理の窓口を各事業所から各ユニットの企画管理課に変更するという品質管理体制見直しにより事務手続きの合理化を進めるとともに、ITを活用した日常管理の効率化を進める。

(2) ナレッジマネジメント活動の推進

2021年度に導入したナレッジマネジメントは、登録件数も順調に増加しており、組織及び個人が蓄積した知識や経験について、組織内での共有及び有効活用に大きく寄与している。

2023年度も引き続きナレッジマネジメントの活動を積極的に推進する。

(3) 施設・機器等の整備

①施設整備

2021年度に建築し2022年度に耐火試験炉等の整備を進めてきた中央試験所新防耐火試験棟については、2023年度に更に2基の耐火試験炉を設置する。

②試験機器等の更新・導入

模型箱試験計測システム、熱伝導率試験装置 (HFM法) (以上中央試験所)、プレハブ式恒温室 (西日本試験所)、改良土圧縮試験機 (工事材料試験所) 等の試験機器等の計画的な更新・導入を行う。

(4) 組織の改正

中央試験所の品質管理担当の業務を企画管理課に移し、品質管理担当の組織を廃止する。

(5) 職員の教育・研修等

技術の進歩、事業環境の変化等に柔軟に対応できる職員を育成するため、新人から管理職に至るまで一貫した教育・研修計画を策定し、各層別に実施する。高い専門性やマルチスキルを有する職員の育成の観点から、職員の能力、資質や希望等を踏まえつつ積極的に行う。

また、外部の学会活動や委員会活動への参加、業務等の成果発表会の開催、提案研究の実施等を通じた能力の向上、自己啓発の促進に努める。

更に、ユニット、事業所、課室グループを超えた要員補完の円滑化や、大規模災害・感染症時のBCP対策の観点からも、各職員のマルチスキル化を推進する。

一方、業績と能力の双方についての的確な人事考課と本人へのフィードバックと併せて、人事考課結果の昇級や賞与への反映を進め、本人の能力向上へのインセンティブとしていく。

希望者に対する週4日勤務 (週休3日)、副業許可基準設定による副業対応等による「働き方改革」を一層推進し、職員のワーク・ライフ・バランスの充実を支援するとともに、テレワークについては、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務 (いわゆるハイブリッドワーク) を推進する。

なお、2023年4月より、統合職職員の住居手当と配偶者手当を廃止するとともに、当該手当の平均額相当分を基本給に上乘せする。併せて、若年層に傾斜配分した追加的な基本給の上乗せ等を行う。これらにより、通常の昇給等に加えて、平均で3%程度の年間給与増を見込む。また、嘱託職員についても一定額の上乗せを行う。

以上

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・埼玉県の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。

2022年度 業務発表会を開催

[経営企画部]

去る2022年12月14日(水)に2022年度業務発表会を開催しました。この発表会は当センター業務の活性化を図り、各事業所の業務に関する理解や、業務連携の促進に寄与することを目的としています。今年度は対面形式とオンライン形式を組み合わせたハイブリット開催で行われました。業務改善・提案研究の報告や、本年度の大きなテーマとして「10年後の建材試験センターの〇〇〇」と題し、所属している部署・自身の課題やこれからの未来像などについての発表がありました。どの発表も活発な質疑応答がなされるなど有意義な一日となりました。

2022年度 業務発表会 プログラム

番号	テーマ	所属	発表者
発表1	HP改修に向けた取り組みについて	経営企画部 経営戦略課	武田愛美
発表2	試験設備の遠隔操作・データ取得への取り組みについて	総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ	新井太一
発表3	審査活動について	認証ユニット ISO 審査本部 マネジメントシステム認証課	下田ひかり 山口奈穂子
発表4	性能評価本部 新基幹システム IROHAの開発について	総合試験ユニット 性能評価本部 業務管理担当	小林みほ
発表5	粗骨材のひずみゲージによる熱膨張係数の測定	総合試験ユニット 西日本試験所 試験課	徳永拓哉
発表6	高温域における熱伝導率測定の信頼性向上に関する検討	総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ	田坂太一
発表7	10年後を考える 工事材料試験ユニットのこれから	工事材料試験ユニット 工事材料試験所 武蔵府中試験室	岡本和也
発表8	10年後の中央試験所構造グループについて	総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ	中里匡陽
発表9	10年後の建材試験センターの性能評価本部について	総合試験ユニット 性能評価本部 性能評定課	馬淵賢作
発表10	10年後の西日本試験所について	総合試験ユニット 西日本試験所 試験課	小椋智高
発表11	建材試験センター 製品認証本部—10年後の姿	認証ユニット 製品認証本部 JIS認証課	松山航平
発表12	10年後の建材試験センターの働き方	経営企画部 企画調査課	数納宣吾



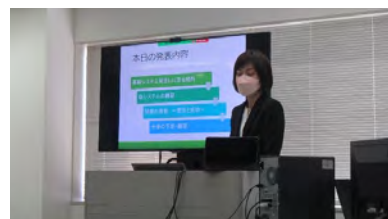
聴講の様子 (オンライン)



聴講の様子 (対面)



発表の様子 (オンライン)



発表の様子 (対面)

東京工業大学名誉教授 田中享二先生の日本建築学会大賞を祝う会が行われました

[経営企画部]

2023年2月28日、アルカディア市ヶ谷にて「田中享二先生 日本建築学会大賞を祝う会」が行われました。

日本建築学会では、建築に関する学術・技術・芸術の発展向上に長年の業績を通じて、特に著しく貢献した会員に対して日本建築学会大賞の表彰をしており、当センターの監事である東京工業大学名誉教授 田中享二先生が、2022年日本建築学会大賞を受賞されました。

田中享二先生のこれまでの功績には、「建築防水からの建築物の長寿命化への貢献」、「建築防水と建築材料・構法分野における横断的研究の展開」、「日本の建築防水への国際的貢献」、「建築防水における研究・教育・産業への貢献」等が挙げられます。

また、田中享二先生にはこれまで当機関誌へ数々の記事をご寄稿いただいております。2021年3・4月号からは、「研究を通じて学んだこと」と題した連載記事をご寄稿いただいております。次号(7・8月号)では「根の肥大力研究から学んだこと：研究協力者はどこにでもいる。」の掲載が予定されています。これまでご執筆いただいた連載と合わせ、是非ご覧いただくと幸いです。

祝う会の当日はコロナ禍という事もあり、立食ではなく着席形式の会となりましたが、防水関係をはじめ多くの関係者が先生のお祝いに集まり、和やかな会となりました。



スピーチをされる田中享二先生



花束贈呈の様子

メールニュース配信中

機関誌の発行は、メールニュースでお知らせしております。
メールニュースの登録はウェブサイトから。

<https://www.jtccm.or.jp/>

JTCCM

検索

機関誌「建材試験情報」は、以下のURLから閲覧いただけます。

<https://www.jtccm.or.jp/publication/tabid/720/Default.aspx>



【お問い合わせ先】

経営企画部

TEL : 03-3527-2131

E-mail : kikaku@jtccm.or.jp

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

2023年2月～3月の期間に以下の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
2023年3月6日、3月13日、3月22日、 3月29日	長州産業株式会社	西日本試験所 材料棟	耐光性試験に関わる試験体確認及び耐久性試験機の見学

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

[中央試験所]

へのお問い合わせ

総合試験ユニット 企画管理課

(所在地：埼玉県草加市)

TEL：048-935-1991

FAX：048-931-8323



[西日本試験所]

へのお問い合わせ

総合試験ユニット 西日本試験所

(所在地：山口県山陽小野田市)

TEL：0836-72-1223

FAX：0836-72-1960



[工事材料試験所]

へのお問い合わせ

工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課

(所在地：埼玉県さいたま市 他)

TEL：048-858-2841

FAX：048-858-2834



〈ホームページからのお問い合わせはこちらから〉

<https://www.jtccm.or.jp/contact/tabid/518/Default.aspx>

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

ISO 9001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織の品質マネジメントシステムを ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015) 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 2320 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
RQ2319	2023/3/20	ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)	2026/3/19	近畿アルミニウム 株式会社	奈良県北葛城郡広陵町 大字中 290 番地	浴室ドアの製品の開発・設計及び 製造 浴室ドアの製品に係る加工品の製造
RQ2320	2003/4/15*	ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)	2026/1/31*	株式会社エーアンド エーマテリアル 建材事業本部 滋賀工場	滋賀県東近江市池之尻 町 2-3	繊維強化セメント系化粧板の製造

※他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限は移転前の情報です。

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 738 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
RE0738	2023/2/20	ISO 14001:2015 (JIS Q 14001:2015)	2026/2/19	株式会社 J・クリエイト	東京都中央区東日本橋 3-7-19 友泉東日本橋駅前ビル 9 階	建築用金属建材 (アルミルーバー、 チャンバーボックス、アルミパネル等) の設計、製造及び施工

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
TCCN22072	2023/2/28	JIS H 4100	アルミニウム及びアルミ ニウム合金の押出形材	廈門ウイントップ新エネルギー 科技有限公司	中国福建省厦门市湖里区枋湖西路 189 号 四海智慧園 502 号室
TCCN22073	2023/2/28	JIS H 4100	アルミニウム及びアルミ ニウム合金の押出形材	廈門カセング金属科技有限公司	中国福建省厦门市湖里区枋湖北二路 891 号 匯鑫財富大廈 6 階、7 階 (703 号室)、 8 階 (802 号室)
TC0322008	2023/3/17	JIS H 8641	溶融亜鉛めっき	横浜ガルバー株式会社 鶴見本社工場及び鶴見駒岡工場	[鶴見本社工場] 神奈川県横浜市鶴見区 上末吉 2 丁目 16 番 5 号 [鶴見駒岡工場] 神奈川県横浜市鶴見区 駒岡 2 丁目 9 番 3 号

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

REGISTRATION

建築基準法に基づく構造方法等の性能評価

性能評価本部では、2022年10月～2023年3月の期間において、下記のとおり建築基準法に基づく構造方法等の性能評価書を発行しました。

性能評価完了状況（2022年10月～2023年3月）

※暫定集計件数

分類	件数
防耐火関係規定（防耐火構造、防火設備、区画貫通部措置工法、屋根飛び火、防火材料等）	286
その他規定（耐力壁の壁倍率、界壁の遮音構造、ホルムアルデヒド発散建築材料、指定建築材料）	11

フレッシュコンクリート試験 解説動画好評販売中! (普通・高流動)

社員教育や
学校教育に
活用頂けます

【解説動画内容】

- ・ 試料採取
- ・ スランプ・スランプフロー
- ・ 空気量
- ・ 供試体作製 など

ダイジェスト版を
無料公開中!



お申込みはこちら

建材試験センター 動画販売

検索

【お問い合わせ先】

経営企画部 経営戦略課
TEL : 03-3527-2131

Editor's notes

—編集後記—

編集委員に就任してちょうど1年が経過し、この原稿を執筆している今年の春も桜が咲き始めました。就任した1年前と大きく違うのは、花見を楽しんでいる姿が多くみられるようになったことでしょうか。

東京都では、上野公園など都立公園での宴会を伴う花見について自粛を求めない方針とし、また政府はマスクについて3月13日から、「個人の主体的な選択を尊重し、着用は個人の判断が基本となります」という方針を示しました。気になるコロナの感染状況については、「専門家会合の分析によると、全国的に減少傾向が続いており、今後もこの傾向が続くと見込まれる」というニュースを見ました。ここ数年色々な面で自粛していたこの時期のイベント（卒業式や歓送迎会など）も、確かに少しずつですがコロナ前のように戻りつつあるような気がいたします。暗く長かったトンネルにもようやく光が見えてきた、そんな気がするのは私だけではないはずですよ。

明るいニュースとしてもう1つ、先日WBCで日本が優勝を果たしました。実に14年ぶりということで、あれからもうそんなに経っているのか、と月日が経つのは早いものだとしみじみ感じたのはさておき。強豪国に立ち向かい、最後まであきらめずに勝利を掴んだその姿に多くの人が勇気をもらい、

感動したことかと思います。因みに私もその1人です。

4月から新しい年度を迎えましたが、このように明るい話題がいくつかあると気持ちも前向きにスタートが切れるものです。当センターも新たなスタートという点では、2023年度、新防耐火試験棟（中央試験所）が稼動し始めました。中でも、これまで当センターには無かった「多目的試験場」は、性能評価にかかわる各種試験のほか、建材に限らずお客様の様々な目的に対応した小規模な燃焼試験（家具・家電・衛生機器等）が実施可能となります。ご興味のある方は、是非お気軽に中央試験所防耐火グループまでお問い合わせいただければと思います。

当センターはこれまで「建材の分野といえば建材試験センター」を目指してきたところではありますが、先ほどご紹介した「多目的試験場」のように、今後は多種多様な分野にも対応していくことが求められているのかもしれませんが、めまぐるしく変わる社会状況の中、今後予測のつかない課題に直面した時、建材試験センターに何ができるのか。逆に言うとその可能性があるととも考えられます。これからの「建材試験センター」に是非期待して頂きたいと思っています。（緑川）

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) 森田 薫 (総務部・経営企画部 部長) 緑川 信 (経営企画部 企画調査課・経営戦略課 課長) 田坂太一 (経営企画部 経営戦略課 課長代理) 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・ 総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ 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)

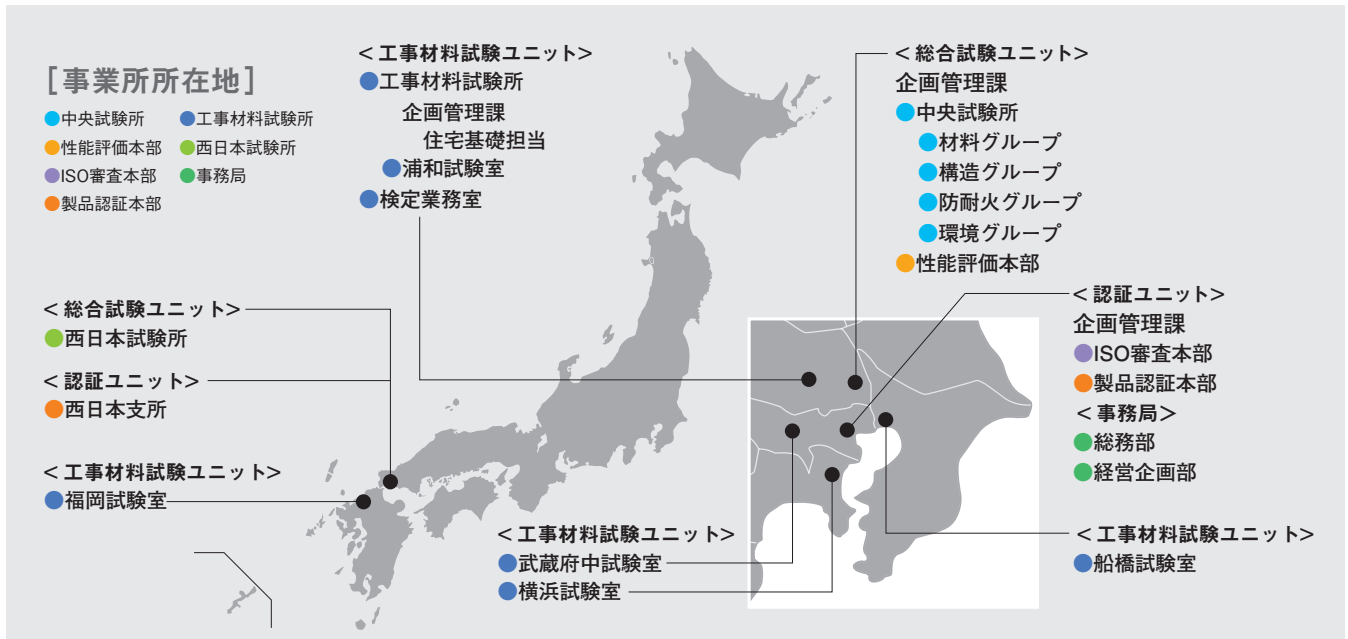
建材試験情報 5・6月号

発行所	2023年5月31日発行 (隔月発行) 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 : 048-858-2834

< 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

