

建材試験情報

JTCCM JOURNAL

2022

7・8

July / August

Vol.58



- 寄稿 ● **02** **しなやかな建築** 芝浦工業大学 最終講義の概要
芝浦工業大学 名誉教授 **南 一誠**
- **06** 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**
東京都市大学 建築都市デザイン学部 建築学科 講師 **落合 陽**
- 特集 ● **10** **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
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 **菊地裕介**
- **14** **促進耐候(光)性試験**
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主査 **杉原大祐**
- 技術紹介 ● **18** **技術レポート**
**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**
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 浦和試験室 主査 **若林和義**
- **24** **試験報告**
獣進入防止回転棒の曲げ試験
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主査 **早崎洋一**
- **26** **試験設備紹介**
データ通信システムの構築
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主任 **新井太一**
- **28** **規格基準紹介**
**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**
国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ グループ長 **鹿毛忠継**
- **34** **業務報告**
大学生の皆様を招いて中央試験所個別見学会を実施
- **36** **業務紹介**
JIS認証制度に関する各種セミナーのご案内
- 連載 ● **38** **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。
東京工業大学 名誉教授 **田中享二**
- **42** **大樹七海の知財教室**
Vol.1 知財知識を身につける意義
弁理士・作家(雅号) **大樹七海**
- **48** **基礎講座**
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
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 浦和試験室 主査 **若林和義**
- **55** **資格取得者紹介**
溶接管理技術者評価試験を受験して
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課 主幹 **佐藤直樹**
- **56** **部門紹介** — 認証ユニット ISO 審査本部 —
- **57** VISITOR
- **58** NEWS
- **60** REGISTRATION

しなやかな建築

芝浦工業大学 最終講義の概要

芝浦工業大学 名誉教授

南 一誠



1. はじめに

2015年5月から2019年7月まで、15回にわたって建材試験情報に連載させていただきました。それをもとに、拙著「しなやかな建築」¹⁾を上梓しましたが、今後の建築は変化に柔軟に対応できるべきとの考えが通底しています。最終講義の内容は、私が芝浦工業大学で17年間、担当していた建築学科3年前期の「建築構法計画論」や大学院の「建築計画特論」の講義で話をしてきたことに基づいていますが、そのタイトルも「しなやかな建築」です。私が芝浦工業大学に入職した2005年頃、我が国の建築界ではコンバージョン（用途転用）が話題でした。ブリティッシュテレコムの事務所ビルが共同住宅に模様替えされた事例、郵便局が集合住宅になった事例、立川市旧庁舎を子どもためのマンガミュージアムに再生した事例など、しなやかに改修された創造的な事例を数多く講義で紹介しました。

20歳代の時にMITの講義で聞いたハブラーケン先生の言葉「変化をみれば本質がわかる」が今でも鮮明に記憶に

残っています。先生は世界各地のいろいろな集落の事例を説明され、アーバンティッシュや住宅の経年変化を見ることによって、居住環境を構成する本質が見えると説明されました。そういう考え方を芝浦工業大学で伝えたいと思い、私の講義でも、建築と時間の関係やアダプタブルな建築について話をしてきました。

ハブラーケン先生はインドネシアで幼少期を過ごされ、大学進学にあたってオランダに戻られ、卒業後はオランダで建築の実務をされた方ですので、アジアやヨーロッパの集落や都市を分析して一連の理論を構築されたと思います。オープンビルディングの理論は、居住環境を誰が意思決定するのか（power of control、インターベンション）に着目します。時間軸上で居住環境を考えることにも特色があります。時間軸で考えると、変化（トランスフォーメーション）が見えてきます。その変化の様態は都市レベル、地区レベル、サポートレベル、インフィルレベルによって異なります。各レベル（ヒエラルキー）は意思決定する主体も違えば、変化のスピードも違います。

図1はアムステルダムの写真です。町の中心部の400年前に開発された運河沿いは一つの敷地が狭く、ファイングレーン（小さな粒）とすることができます（図1中③）。運河沿いの建物は、一見、300年、400年前からのもののように見えますが、ハブラーケン先生によると昔の姿を継承しつつ建て替わっているものが多いそうです。郊外に行くにしたがって敷地は大きくなり（図1中④～⑥）、郊外のベルマミアの大規模団地は非常に大きな敷地です。その団地のコミュニティーが崩壊し、団地の再生に苦勞したことは有名です。何十年、何百年という長い年月において、建物が更新され、街が円滑に変容して行くためには、敷地の規模は大きすぎないことが重要だとオープンビルディングの研究者たちは考えています。

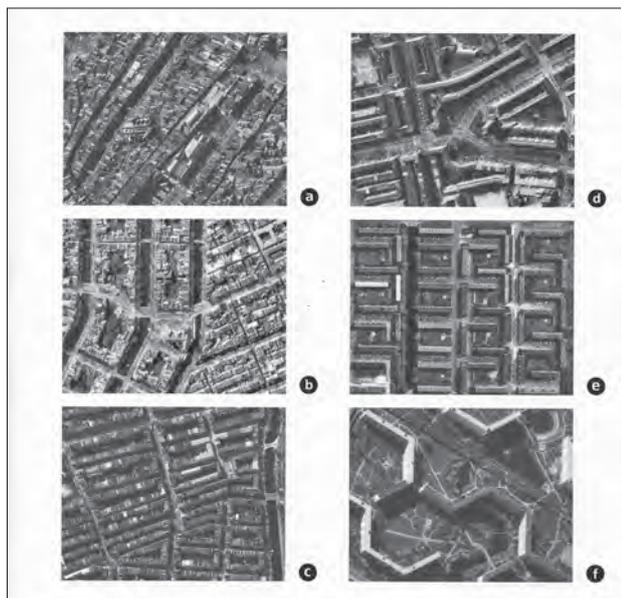


図1 アムステルダムの航空写真

出典：N. John Habraken, The Structure of the Ordinary, 1998

2. ルースフィット(Loose Fit)な建築

オープンビルディングの考え方に基づいて、世界各地にいくつかの先進的なプロジェクトが計画されました。1993年に竣工した大阪ガスのNEXT21はその代表的な実験プロジェクトです。設計チームはオランダを訪問し、初期の

オープンビルディングの事例であるモーレンフリート団地などを調査されました(写真1)。公的な賃貸住宅ですが入居予定者が設計に参加したことに特色があり^{#2}、124戸の内装(インフィル)はすべて異なり、一戸たりとも同じものではなく、立面も多様で変化に富んでいます。設計者のフランス・ファン・デル・ヴェルフさんは、その後も居住者参加型の住宅を設計しています。最近、設計された集合住宅では、居住者は従前の住いからインテリアの一部を移設してもよく、認知症対策にも役立っているとのこと。

アムステルダム湾の沿岸地区アイブルグの都市開発では、街の将来像を事前に決めることをしないで、市当局は建てられる建物の用途の規制緩和をしたため、開発の自由度が高まりました。ある民間事業者はスケルトン賃貸方式を採用するとともに、インターネットオークションで最も高値をつけた事業者が入居する手法を導入しました。この革新的な事業手法を考えたのは、80歳代の建築家ビーデン・ダイクさんです。彼は事務所としても住宅としても使用できるようにするには、イニシャルコストが多少高くなるが、一方で空室率が下がり、いつの時代も一番高い家賃を払う人が入居することになるので、15年ぐらいで元が取れると考えたそうです。このイノベティブなプロジェクトの手法を考え出したのが、80歳代の人だということに勇気づけられます。

フィンランド、ヘルシンキにも、スケルトン状態で供給され、内装は自由設計という集合住宅が建設されています。5メートルの躯体天井高さの中央部分、床から約2.5メートルの高さに梁受けの金物が設けられています。フィンランドの建築基準法では平均天井高さが3メートル以上必要なため、部屋全体に中2階の床を設けることはできなく、必ず、吹き抜けの空間が設けられることとなります。設計者の女流建築家のイロネンさんは、計画段階でヘルシンキの建築行政、消防と戦ったと言っていました。防火、避難関係の判断が難しく、避難出口までの避難時間で判断されたとのことですが、その後の計画建物でも安全性評価について議論が継続しているそうです。

海外の専門家から、日本ではNEXT21の後、どのような取り組みをしているのかとよく聞かれます。私は汐留のUR都市再生機構の超高層集合住宅を紹介することにして、スケルトン賃貸の手法で上層部は入札で決まった民間事業者が内装を設けて、貸し出しています。上層階、中層階、低層階の床下の懐高さに違いがあり、上層階ほど床下懐が大きく、その結果、水回りの配置など、設計の自由度が高くなっています。建物の躯体(スケルトン)は100年以上、場合によっては200年ぐらい使用できる長寿命のものになってきていますので、将来の改修工事に備えて、できるだけシンプルな形状にすることが大切です。その結果、施工ロボットなどの利用もしやすくなります。3次元スキャナーで、躯体を竣工時に高い精度で測定しておく



写真1 オランダ、モーレンフリート 自由設計の賃貸住宅

と、将来のリノベーションがやり易くなります。

ヨーロッパの建築界では、最近Long Life, Loose Fit and Low Energyという言葉が再評価する動きがあり、私も良い言葉だと思い、授業で紹介していました。この言葉は英国建築家協会RIBAのジョン・ゴードン会長が1971年の就任以降、折に触れ述べておられた言葉です²⁾。1970年代前半の第一次石油危機の前に、ゴードン会長はこれからの建築はロングライフで、ルースヒットに造ろう。ルースフィットとはどういうことかということ、背広は少し太ると着られなくなりますね。一方、日本の着物は丈の調整もできるし、多少太っても痩せても着こなせます。建築も設計時点で要求される使用目的に合わせて、ジャストフィットで造ると、時代が変わり、要求条件が変わるとフィットしなくなる。だから建築にも少し余裕を持たせてルースに作っておくと、長期に渡って使用できる。その結果、省資源、省エネルギーになりますので、ヨーロッパの建築界もゴードン会長の言葉を再評価しています。私もLoose Fitな建築という考え方は、カーボンニュートラル(CN)が社会的な重要課題になっている今こそ、目指すべき考え方だと思います。

3. 南研究室における居住履歴、改修履歴の研究

研究室では2005年以降、継続して、多摩ニュータウンにあるKEP(Kodan Experimental housing Project)の技術開発成果に基づく団地の居住実態と改修履歴の調査を実施してきました。竣工翌年に都市公団が、10年目に東京理科大の初見学先生らが実態調査をされ、2005年以降は、南研究室が、23年目、30年目、35年目調査をし、現在、40年目の調査をやっているところです。KEPは移設可能な収納壁と可動間仕切壁を導入することにより、入居後の間取りの可変性を充実させた集合住宅(図2)です。入居開始後あまり時間が経過していない時期に調査をして、可変性が活用されていないと指摘する論文もあったので、きちんと学術的に調査をして正しい評価をしたいと思っていました。ハブラーケン先生がMITの講義で「変化をみれば、

本質がわかる」と言われたことも、この調査研究を実施した動機となっています。長期間の調査することにより、KEPの変容の有効性を示すエビデンスを示せたと思っています。40年間にも渡って継続的に調査をしている団地は世界でも稀です。

日本の集合住宅の住戸面積は狭いので、変容を導入するなど、家族が住み続けるための工夫が求められます。調査した中層棟のある住戸では、折に触れ、収納壁をご主人と息子さんの2人で簡単に動かして、部屋の大きさの調整をしていました。移設可能な収納壁、可動間仕切壁を効果的に使えば、模様替えに伴う出費や改修工事に伴う資源の浪費はなく、廃棄物もほとんど発生しません。

低層棟のある住戸は、最初は2階をオープンな状態で入居し、子供が成長するに従って子供部屋を設けています。その逆に最初は学齢期の子供のための部屋を確保し、子供が独立した後、2階を広い空間に模様替えした世帯もありました。中には、スケルトン状態まで内装を解体して、全面的にリフォームした住戸もあります。

この団地でも高齢化が進んでいますので、高齢化に対応するための住戸内部の改修工事が実施されていますが、共有部分の改修に必要な管理規約の整備が遅れています。この団地では、膝を悪くしたご婦人が自宅の玄関前の段に手摺を設けなかったのですが、理事会や総会での合意形成に大変、苦勞されたとおっしゃっていました。現在、入居開始後40年目の調査を進めています。居住者の高齢化が進んだためか、直近の5年間は、住戸改修の頻度は低かったようです。40年間の調査結果からこの団地では、子供の成長期に改修工事や間取り変更、住みこなしが多く行われ、その後は定年退職時などに終の住まいとして住み続けることを想定した改修を一部の住戸が行っていることが確認できました。ただ、ある入居者は、「入居した時、何人の子供を持つか分からなかった。しかし移設可能な収納壁や間仕切壁が用意されており、いつでも変更できることが魅力に感じられ、購入の動機となった。結果的には一回も動かさなかったが、動かすことができるということは、心理的な助けになった。建築家はそのことをわかってほし

い。」と言われました。何%の人がKEPの変容性を利用したということだけではなく、非常に重要な指摘だと思いました。

4. これから取り組むべき研究開発課題

社会が大きく変化していますが、変化に対応していくことが、今後、住宅・建設産業にイノベーションをもたらすと考えます³⁾。気候変動、エネルギー危機、人口問題など、よく日本は課題先進国などとも言われますが、それらの課題に取り組むことが、これからの仕事になり、社会に新しい価値を生み出します。基本的に生活者のニーズに立脚して研究開発された成果が、新たな市場を生み出します。住宅・建設産業は生産性の向上が強く求められていますが、個々の企業、現場での努力だけでなく、サプライチェーン全体の再構築により生産性が向上する余地があるのではないかと思います。先ほど述べたように、アムステルダムの都市開発では市の規制緩和とスケルトン賃貸の不動産開発の革新的な手法が連携して、新たな不動産市場が生まれました。国や自治体などの制度改革、すなわち社会システムの改革と民間の技術開発が連携し、車の両輪となって、社会にイノベーションを生み出すことが大切です。ステイプ・ジョブズは、リベラルアーツとテクノロジーの交点にイノベーションが生まれると言っていましたが、社会システムの改革と民間の技術開発の連携と共通する部分があると思います。

先ほどKEPの住宅団地の調査結果について述べましたが、当時、国、公団、大学、企業が一体になって産官学連携で研究開発した成果です。世界を見渡しても、産官学がうまく連携し、かつ継続的に取り組んでいる国はありません。ある意味、日本の競争力の源泉でもあるので、今後、この良い連携を継続することが重要だと思います。

日本建築センターの建築技術研究所の研究活動の一環として住宅・建設産業のイノベーションに関するアンケート調査を実施したことがあります⁴⁾。将来の我が国のあり方として、東京への一極集中を是正し、分散型の国土構造に変えるべきという意見がありました。スタートアップも含



図2 移設可能収納壁、間仕切り壁を活用したある住戸の居住履歴
(赤色が移設可能なインフィル)



写真2 中国、安徽省宏村 集落の中央にある月沼



写真3 島根県大社町鷺浦 北前船が寄港した天然の良港

めて、色々な新技術が生み出されていますが、それらを住宅・建設産業で活用するためのプラットフォームや、コーディネーターの役割を担う人材が欲しいと言う意見もありました。イノベーションをもたらす新しい技術を生み出すのは簡単ではなさそうですが、シュンペーターはニューコンビネーション（新結合）と述べ、既存技術の新しい組み合わせでイノベーションが生まれると言っていました。住宅・建設産業でも既存技術の新しい組み合わせにより、イノベティブな仕事を始めている人がいます。

大地震や気候変動などの災害に備えることも重要です。都市住宅学会誌の第98号で、「近年の大災害における仮設住宅の教訓と今後の課題」について特集を企画させていただいたことがあります⁵⁾。東日本大震災の際に仮設住宅を担当された方々に経験と教訓を執筆していただきました。都市住宅学会誌はインターネットで論文が読めますので、いざというときに、インターネットが繋がればこれまでの経験を読めるようにしておこうと思い、企画しました。

戦後70年間に、日本の全人口の約3割が東京圏に住むほど、東京への集中が進んでいます。首都直下地震などが発生した時のBCPを考えると、人口や経済活動を地方に移し多極分散型の国土構造にすることが必要です。若いころ建設省に出身した時、国の機関移転の仕事にかかわったことがあります。地方への移転は進んでいません。まず地方の大学を充実させて、若い人たちが地方で伸び伸びと学べる環境を整備することから始めると良いと思っています。

我が国は、2050年にカーボンニュートラルを目指すという、非常に高い水準の目標を掲げています。建築分野においても、カーボンニュートラルに真剣に取り組む必要があります。新型コロナウイルスの感染前は、毎年、学生の皆さんと中国の伝統的な集落を訪問していました。その一つ、安徽省の宏村は環境のことをよく考えた美しい集落です（写真2）。川から水を集落に引き入れ、水路を毛細血管のように巡らして、防火用水、生活用水として使っています。集落の中央には月沼という半円形の人口の池がありクールスポットになっています。集落の南側には大きな人

工の池があり、水路から流れ込む排水の汚れを取り除いてから、川に水を戻すように計画されています。このように古の人が環境を配慮して造った集落や民家から学べることは多いと思います。建材試験情報に連載した拙稿に「先人に学ぶ建築の知恵」とタイトルをつけたのもその思いがあるためです。日本にも環境や自然を考えた建築や集落はたくさんありますので、今後は日本の集落のすばらしさ、特に自然、環境と建築の関係に関する先人の知恵を解き明かしてみたいと思っています（写真3）。

[注]

- 1) 本稿は2022年3月19日に芝浦工業大学で行った最終講義の内容をもとにしている。
- 2) ハブラーケン教授は、建築家が行う設計に住民が参加するとの認識ではなく、意思決定の主体は本来、住民であるべきと、「『サポート』建築家ジョン・ハブラーケンについて」などで発言している。
<https://vimeo.com/81987812>

参考文献

- 1) しなやかな建築、南一誠、単著、2020年5月
- 2) Japanese innovation in adaptable homes, Kazunobu Minami, Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change, Architectural Design Special Issue, Vol. 87 Num. 5, pp. 38-45, 2017. 9
- 3) 住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化をもたらすものー、南一誠、建材試験情報 2016年12月号、pp.14-19
- 4) 建築・住宅産業におけるイノベーション創出に向けた戦略、南一誠、日本建築センター 建築技術研究所、第3号アニュアルレポート、2021.4、pp.8-9
- 5) 近年の大災害における仮設住宅の教訓と今後の課題、都市住宅学、2017巻98号、2017年7月

<プロフィール>

芝浦工業大学名誉教授／奥村組技術本部技術部長／東京都市大学・大阪市立大学客員教授
専門分野：建築計画、建築構法、建築設計、2022年日本建築学会賞（論文）受賞
最近の研究テーマ：居住環境の経年変化、日本の集落や民家に潜在する自然、環境と建築の関係に関する特性

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

東京都市大学 建築都市デザイン学部 建築学科 講師

落合 陽



1. 私の経歴

1986年福岡県生まれ。幼少期の私は建築に全く興味がなく、ゲームや漫画に熱中していた。特にスーフファミはかなり熱中していた記憶がある。親に決められていた一日のゲーム時間を何かと言い訳をして延長してまで遊んでいた。阪神淡路大震災は母と家でTV報道を見ていた記憶がある。これをきっかけに将来は建築構造の研究者になりたい、と決意をするなどそんな高邁な志を当時の私が持っているはずもなく、どこか遠い世界の話だと思っていた。

小学校を卒業して地元の中学に行くのではなく、お受験をして、九州では有名な全寮制の中高一貫の進学校に進学した。とにかく厳しい学校だった。小学校の時は勉強をすれば褒められるので嬉しいくらいの動機で勉強をしていたが、この学校に入ってからには更に勉強をしていい大学に入学するということが目的になった。必死に勉強して目標を達成したらまた新しい勉強が始まる。これは、まだ精神的に幼かった私には堪えた。成績は入学時から急降下してしまった。田舎の進学校の成績優秀者の王道将来プランは、地元の国立大学の医学部に合格し、将来は医者になって地元で過ごす、というものだ。しかし、急降下してしまった私の成績ではとてもじゃないけどそれを目指せる土俵に立っていない。中学3年生の時の三者面談で、気持ちと目標との折り合いがつかなくなった私が苦し紛れに出した結論

が、東大に行くというものだった。

結果として、1年の浪人生活の末、東大に入学した。(ちなみに現役生の頃は成績が悪すぎて東大の受験すらできなかった。)ここでまた私の悪い癖なのだが、東大に入学してから勉学へのモチベーションが落ちてしまった。そして特にやりたいことも見つからず、漫然と大学生活を過ごした。進学先もなんとなく定員割れしている専修を選んだ。運命の“木質構造科学専修”への進学があっさりとしたのであった。

木質構造科学専修に進学して早1年で衝撃を受けたことが3つあった。一つ目は弥生講堂アネックス。授業中に建設中の現場を見学させていただいたのを覚えている。二つ目は木造耐力壁ジャパンカップ(現・カベワンGP)。自分自身が設計する耐力壁同士を戦わせてNo.1を決める大会で大の大人が必死になっているのに驚いた。そして三つ目は木造パビリオン制作。いつか私の作品も作りたいと思った。これらの超実践的教育の仕掛け人が、稲山正弘教授(当時、准教授)であった。この衝撃的な出来事は、私が木造建築の世界にのめり込むきっかけとなった。

その後、修士課程～宮田構造設計事務所～博士課程～東大助教という経歴を経て、2021年4月から現職の東京都市大学講師となり、現在は木造建築・木質構造・木質材料の専門家として、研究活動と教育活動に日々邁進している。



東大弥生講堂アネックスの前に制作した木造パビリオン(2020年)



木造耐力壁ジャパンカップの後継イベントのカベワンGP(2019年)



東京都市大学での木造パビリオン1作目のSQUWAVE



お茶会イベント“銀杏庵”



照明計画研究室とコラボしてのライトアップ

2. 活動の軸

きっかけは“なんとなく”だったものの、木造建築・木質構造・木質材料に関わり始めて、10年が過ぎた。初めは誰しも同じように先輩方の背中を見て真似をしていただけだったが、今では私自身が後輩の手本になる機会も増えた。先頭を走る時はただただ闇雲に走る、ということではいけない。何か自分自身のゴールを決めようと考えた。そこで思いついたのが、“22世紀の地球のために何ができるか”ということであった。すなわち、現在、地球温暖化・資源枯渇・生態系の維持などが地球環境保全のために問題視されているが、いかに現代の環境を損なわずに22世紀に残していけるか？、それに対して木造建築はどういったアプローチができるのか？、ということを一に考え行動している。現在、木造建築は環境問題解決の糸口になると注目されているが、環境問題解決のためには一人が頑張るのではなく、なるべく多くの人が参加した方がいい。そうした思いを持って研究活動や教育活動を行っている。

3. 巨大木造パビリオンの制作

人生のステップアップは、一つ一つ経験を積み、与えられたノルマをこなしていくこと、一段一段階段を登るように継続していくことだ。と、思い、のんびり構えていたのだが、急に東京都市大学への異動が決まってしまった。

階段を2段飛ばしで一気に駆け上がってしまったような状態である。これは決して爽快感があるわけではなく、むしろ靴ひもが緩んでいないか心配だとか、登っていくための装備は万全か心配だとか、心配事が多く不安にさいなまれた。こうした経緯でとにもかくにも、人生で初めて、自分の名前を冠した研究室、“落合研究室”が誕生してしまった。

当研究室の1期生は5名だった。当時は誰が来るかもわからない研究室を選んだ酔狂な学生の集まりだ、なんて思っていたが、実際は第一志望の研究室から溢れ、泣く泣く来てしまった、というのが本音のようだった。

落合研究室の学生はまずは、木造建築が好き、になって欲しい。好きでないことは決して続かない。研究室を卒業した学生が、木造建築に関する仕事に就き、将来一緒に仕事する、というのが目標だ。（他業種・他業界に行った学生も応援しています！）

木造建築を好きになるために、いわゆる座学的な勉強ではない、学びのプログラムを取り入れている。その一つが木質パビリオン制作である。これは、私の出身研究室である東大木質材料学研究室の学園祭での恒例行事を暖簾分けのような形で、東京都市大学でも実施することになった。高さ3m程度の木製パビリオンを学生のセルフビルドで作するという企画だ。今となっては全国津々浦々でこのような取り組みが行われるようになった。それ自体は非常に望ましいことであるが、我々としてもせっかく取り組むの

であれば他に負けないようなパビリオンを作りたい。そこで私の研究室で課したのは、①設計～製作～解体まで学生自身の手で行うこと、②電動工具は丸ノコ・インパクトドライバーのみしか使わないこと、③制作に先立ち構造検討を行い安全性を確認すること、ということである。

まず、学生のみでこのプロジェクトを行っていくことについて、このプロジェクトは、ゼネコンやビルダーの建築生産活動を縮小して行っているのと同じである。建築生産活動についてはこれまで座学でさんざん習ってきたのであろう。しかし、実際に自分自身でやってみると、上手くいかない。この時にいろいろなアイデアを出して解決するというのが何よりも大事で、この体験が学生を成長させてくれる。

次に、電動工具は丸ノコ・インパクトドライバーのみしか使わないこと。これは単純に私の研究室の設備がこれしかない、ということでもあるのだが、限られた環境かつローテクで美しいものを作る、という挑戦でもある。

そして、制作に先立ち構造検討を行い、安全性を確認すること。パビリオンはただただ作って楽しかった、で終わるのではなく、どのようにして工学的に安全性を確認するのか実践的に確認するのである。

そして何より私は、研究室の学生が将来美しい木造建築を設計して欲しいと思っている。木造建築の構造設計において最も肝要なのが接合部の設計である。美しい接合ディテールを提案するためには自分自身で木材加工機械を使ってどのような加工ができるのかを身をもって体感することが一番の近道である。

そのようにして東京都市大学で制作した木造パビリオンの第1作目となる“SQUWAVE”が誕生した。SQUWAVEはHPシェル構造を主体とした木造パビリオンである。このシェル曲面は、小径の木材（ツーバイ材）のフレームを3度ずつ回転させて連続させて接合することで作られる。構造的に合理的でありながら美しい作品となった。

SQUWAVE完成後は、照明計画研究室（東京都市大学・

小林研究室）とコラボして夜間のライトアップを行ったり、茶室と見立てお茶会を実施したり、実際に人に載ってもらい載荷実験を行ったりと、木造パビリオンを巡るイベントを通じてコロナ禍で分断された学生が集まる場所となった。

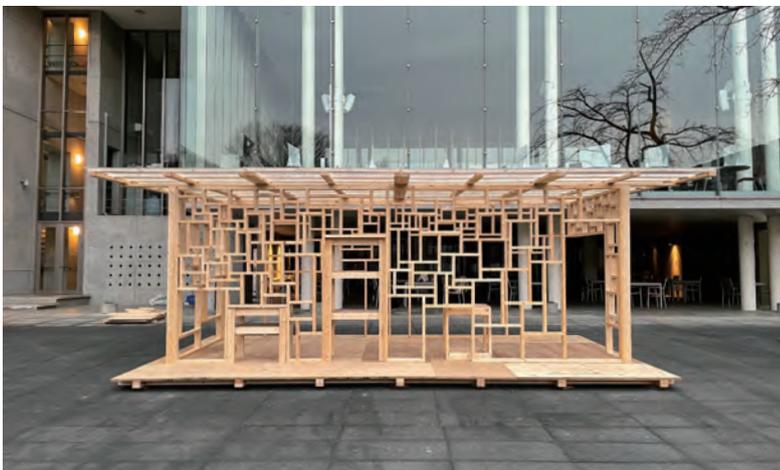
そして、展示期間終了後は東京都市大学の意匠系研究室である堀場研究室とコラボしてその解体材を用いたパビリオン“モノカベハウス”を制作した。モノカベハウスはSQUWAVEとは違う構造システムである卍格子を主体としたパビリオンであった。

4. カベワンGP

私の活動のもう一つの軸になっているのがカベワンGPである。これは、木造建築の耐震性確保の要となっている耐力壁のNo.1を決めるトーナメント大会である。年々参加チームも増えており、民間企業や大学・専門学校、北は東北・南は沖縄まで全国の猛者たちによって競いあう耐力壁設計競技の大会である。これは、私が2018年に前職の東大助教になったタイミングで、前身イベントである木造耐力壁ジャパンカップを引き継ぐ形で始まった。何を隠そう私は木造耐力壁ジャパンカップの常連出場者であり、カベワンGP発足と同時に実行委員長に就任した（言い出しっぺで後に引けなくなった？）のである。

カベワンGPは各チームが設計・制作した耐力壁を反力フレーム内に2体同時に並べ、柱脚を固定した状態で桁を油圧ジャッキで引き合い、一方の耐力壁を破壊に至らしめるかジャッキを引き切った段階で変形量の小さい方を勝利とするトーナメント大会である。強度以外にもデザイン性、加工・施工点、環境負荷点など様々な視点から総合的に評価し、部門ごとの表彰及び総合評点による表彰を行っている。

私が実行委員長ではあるが、実行委員長自ら大会に出場してしまうというのは耐力壁ジャパンカップからの伝統で、その伝統に漏れず、昨年は東京都市大学チームとして



SQUWAVEの解体材を使って制作したモノカベハウス



カベワンGPで制作した耐力壁“あつぷるばい”

出場を行った。(ちなみにこれは卒論のテーマの一つでもある。)制作した耐力壁はMDFを曲げて編み込んだ面材を主体構造とする耐力壁“あっぷるばい”である。学生自身が主体となってMDF編み込み架構を提案し、その後予備試験で調整を行いながら完成した耐力壁だが、残念ながら初戦で強豪チームと対戦し、あっさりと敗退してしまった。結果としては振るわなかったが、学生にとっては自分自身のアイデアを具現化するとともにその壊れ方まで見れてしまう、という稀有な体験をすることができ、木質構造を学ぶいい機会になったと思える。私自身も大会の運営が学生の学びに、そして未来の技術発展に繋がれば本望である。

5. 東京都市大学での教育活動

大学時代の自分を振り返ると、まさか自分が教壇に立つことになるとは、と思う。(おそらく周りの人もそのように思っているはず。)着任早々、担当の授業も持つことになり、現在では、木質構造・建築構法・設計製図・建築設計・建築実験・SDPBLなどの授業を行っている。

農学部出身の私にとっては、特に建築設計の授業が新鮮である。何もない状態の敷地から建築を作り出すためには思想が必要であるが、学生が十人十色で自身の思想について話してくれ、それを身をもって体感することができる。普段、私たちが見る建築は既に形として出来上がったもので、元となる思想を推測することはできるが、建築家から話を聞くことはできない。一方で、建築設計の授業は、未来の建築家である学生から未完の建築の裏話を聞かせてもらえる貴重な機会なのである。

また特色のある授業としてSDPBL (Sustainable Development Project Based Learning) という授業がある。これは持続可能なプロジェクトについて、学生だけで自ら考え、その解決法を提案する、という授業である。座学主体の教育では学生のインプット中心の受け身のものになってしまうが、この授業ではアウトプットに重きを置いている。昨年は構造系の先生方とともに、A4用紙一枚で10cmのスパンを飛ばし、一口チョコをたくさん載せられたグループが優勝、という授業を行った。すなわちA4用紙を使って強固な折板構造を作ってください、という課題であった。これはコロナ禍で学生が大学に登校できなくなってしまったため、自宅でも作業ができるようにと、提案した課題である。学生には好評で、学生自身で深くリサーチをして知見を深めたり、そして様々な折板構造の提案をしたりと、教員の立場から見ても非常に刺激的であった。

また、研究室としては、上述のパビリオン制作・カベワンGPをはじめ、学外のコンペ参加(昨年はアイス棒タワーコンテストに出場)・建物見学・工場見学など、研究室の中だけの活動にならないように積極的に外部へ足を運ぶことを念頭に置いて活動を行っている。



A4用紙で作った折板構造にチョコレートを載荷



パビリオン制作時の風景



ゼミの様子: アイス棒を使った木製タワーの制作

6. 木造建築の未来に思いを馳せる

2010年に“公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律”が施行され、それ以降木造建築の大規模化が加速してきた。前の職場では大規模化する木造建築技術の研究に力を入れていた。東京都市大学でも中大規模木造建築の最新の技術研究を進めていくが、これまで以上に教育にも力を注ぎ木造建築に携わる技術者の育成にも努めたい。学生は、ただただ小手先のテクニックを磨くだけでなく、本質的な技術を磨き、美しい構造美を見せる木造建築を作ることに心を燃やして欲しい。

<プロフィール>

東京都市大学 建築都市デザイン学部 建築学科 講師

専門分野: 木造建築・木質構造・木質材料

最近の研究テーマ: 巨大木質パビリオン制作を通じた技術開発と教育活動、美観に優れた高強度耐力壁の開発、プレカット接合部の構造検証、木材の割裂耐力推定式の提案など

耐久性試験概論

1. はじめに

建築物・土木構造物の長期使用が社会的関心事となる中、使用する建築材料、建設材料には総じて「耐久性」が求められ、製品・技術開発が進められています。当センターでも様々な「耐久性試験」に用いる設備・装置を保有し、建設業者、建材製造業者等の皆さまから依頼をいただき、日本産業規格 (JIS) や各協会・団体の仕様書等に基づいた試験を行っています。

このたび本誌では「耐久性試験特集」として、本号 (2022年7・8月号) から4回にわたって、当センターで行っている各種耐久性試験をご紹介しますことといたしました。今回は特集の第1回として、前半で耐久性試験の概略を整理してお示しし、後半では主要な耐久性試験のひとつである促進耐候性試験についてご紹介します。特集を通じて製品・技術開発や、耐久性試験をご依頼いただく際のご参考になれば幸いです。

2. 耐久性と耐久性試験

「耐久性」、「耐久性試験」とは、例えば、建築学用語辞典 (社団法人日本建築学会編) では表1のように定義されています。

表1 耐久性に関する用語の定義¹⁾

耐久性	劣化外力の作用を受けてある期間経過した時点における機械的性質、密度、形状などの変化の評価
耐久性試験	長期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

この定義のように、耐久性試験は、ある期間という「時間軸」と、その期間における「劣化因子」の作用を考慮した試験であることが特徴です。今回の特集では、当センターで行っている性能試験のうち、特に時間軸に伴う性能変化を考慮した試験を「耐久性試験」として取り上げたいと思います。

材料の長期的な性能変化は、その材料が実際に使用される環境において想定される期間にわたって試験を行えば、最も正確な評価をすることができますが、評価結果を得るまでに長い期間を要するという課題があります。そこで、実際の劣化因子の作用よりも強い負荷を与えることで、この時間軸を短縮して行う試験を「促進試験」、「促進劣化試

験」などといい、材料の耐久性試験方法として様々な方法がJISなどで標準化され、製品・技術の評価の場面で採用されています。

耐久性試験で扱う性能変化は、通常は性能劣化 (低下) となります。建築物・土木構造物は、内部・外部から様々な劣化因子による影響を複合的に長期間にわたって受けており、同時にそれらに使用する建材にも劣化因子が作用しています。建築物に劣化を及ぼす因子は、例えば、ISO 6241:1984では表2のように分類されています。

耐久性試験では、これらの劣化因子を個々に分けて、または複数を複合して、所定の期間与えることで、性能変化の程度を評価しています。

表2 劣化因子の分類例²⁾

劣化因子の分類		種類 (例)
機械的因子	自重	積雪荷重、雨水、土圧
	作用力と強制力	水結、熱伸縮、湿潤収縮、使用時の力、クリープ
	運動エネルギー	風、ひょう、滑雪、摩耗
	振動と騒音	風、交通、設備機器
電気・磁氣的因子	放射線	太陽放射、放射線物質
	電気	電食、静電気
熱的因子		熱、凍結、熱衝撃
化学的因子	水	湿気、結露、降水
	溶剤	有機溶剤
	酸、酸化	酸素、オゾン、酸性雨、炭酸ガス、腐食有機物
	塩、塩基	塩分、塩基
生物的因子	その他	油脂
	植物と微生物	腐朽菌、植物根
	動物	白蟻、ペット

3. 主な耐久性試験

3.1 外装材・仕上材の耐久性試験

屋根、外壁、開口部など建築物の外装部を構成する材料や、コンクリートなど構造部材の保護機能を有する仕上材、塗料などは、熱、紫外線、雨・雪、汚染物質などからの劣化作用を直接受けるため、特に耐久性が求められ、様々な耐久性試験の対象となっています。

(1) 促進耐候性試験

耐候性試験とは、気象作用による材料の性能低下の程度を調べる試験です。特に太陽光の照射による材料の耐久性を、人工光源を用いて促進的に与える試験を促進耐候性試験として紹介します。

この試験方法は、建材分野ではJIS A 1415（高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法）、JIS K 5600-7-7 [塗料一般試験方法－第7部：塗膜の長期耐久性－第7節：促進耐候性及び促進耐光性（キセノンランプ法）]などが標準試験方法として、建材製品のJIS規格などで引用されています。

【劣化因子】紫外線、熱、雨

【主な対象建材】窯業系サイディング、住宅屋根用化粧スレート、建築用塗膜防水材、建築用シーリング材、建築窓ガラス用フィルム、建築用仕上塗材など

(2) オゾン劣化試験

オゾン劣化試験は、大気中のオゾン濃度よりも高い負荷を与えて、オゾンによる劣化を促進的に調べる試験です。大気中に含まれるごく微量なオゾンがゴム製品の亀裂、ひび割れの要因のひとつと考えられており、JIS K 6259-1（加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－耐オゾン性の求め方－第1部：静的オゾン劣化試験及び動的オゾン劣化試験）として試験方法が標準化されています。当センターでは、合成高分子系ルーフィングシート、建築用塗膜防水材の伸び時の劣化性状試験として、ひび割れ、変形の有無などを確認する試験を行っています。

【劣化因子】オゾン

【主な対象建材】建築用構造ガスケット、合成高分子系ルーフィングシート、建築用塗膜防水材、建築免震用積層ゴム支承など

(3) 熱劣化試験

熱劣化試験は、高温環境に試験体を曝して、熱による劣化を調べる試験です。プラスチック、ゴムなどの高分子系材料の中でも、直接日射熱を受ける防水材料や、防湿・透湿などの機能を有するシート・フィルム類が、主な対象となっています。当センターでは、JIS K 6257（加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－熱老化特性の求め方）、JIS K 7212（プラスチック－熱可塑性プラスチックの熱安定性試験方法－オープン法）に対応した空気置換率の制御が可能なギア式熱老化試験機を保有しており、建築用塗膜防水材、透湿防水シート、住宅用プラスチック防湿フィルムなどの熱劣化試験で使用しています。

【劣化因子】熱

【主な対象建材】建築用塗膜防水材、建築用仕上塗材、透湿防水シート、住宅用プラスチック防湿フィルムなど

(4) 疲労試験

疲労試験は、コンクリート構造物の亀裂に発生する隙間、プレキャストコンクリート部材の目地部などに生じるムーブメントを試験装置を用いて再現し、所定の温度環境、周期、変位量、回数で繰返し負荷を与えて、隙間や目地の回りに使用する材料に生じるひび割れ、変形などの異状の発生を確認する試験です。コンクリートスラブ上に施工する防水材料や、目地部に施工するシーリング材、仕上塗材の耐疲労性能を確認する試験を行っています。

【劣化因子】ムーブメント

【主な対象建材】建築用シーリング材、改質アスファルトルーフィングシート、建築用塗膜防水材、建築用仕上塗材など

3.2 構造材の耐久性試験

建築物・土木構造物の主要な構造材であるコンクリートは、外装材と同様に気象に由来する劣化作用を受けるほか、化学的侵食作用、物理的摩耗作用などがあり、これらの劣化外力を長期間にわたり継続的に受けます。コンクリートの劣化は、建築物・土木構造物の耐久性に大きく影響するため、様々な観点で耐久性試験が行われています。

(1) 凍結融解試験

凍結融解試験は、凍結・融解作用を人工的に急速に繰り返すことで、その抵抗性を確認する試験です。凍害は、建築物・土木構造物のコンクリート表面劣化、強度低下、ひび割れなどの劣化を引き起こすため重要な品質管理項目となっています。この試験方法はJIS A 1148（コンクリートの凍結融解試験方法）として標準化されています。

また、構造材とは別に、窯業系サイディング、住宅屋根用化粧スレート、陶磁器質タイルなどの無機質系の外装材料には、JIS A 1435（建築用外装材料の凍結融解試験方法）として標準化され、建材製品のJIS規格などで引用されています。

【劣化因子】水分

【主な対象建材】硬化コンクリート、窯業系サイディング、住宅屋根用化粧スレート、陶磁器質タイルなどの無機質系の外装材料

(2) 促進中性化試験

促進中性化試験は、試験装置内の二酸化炭素濃度を大気より高くすることで、コンクリートの中性化を促進させて、中性化深さを測定し、その結果から中性化に対する抵抗性を評価する試験です。この試験方法は、JIS A 1153（コンクリートの促進中性化試験方法）として標準化されています。中性化深さがコンクリート構造物の内部の鉄筋まで達すると、鉄筋の腐食、さびの発生に繋がりがコンク

リートのひび割れ、はく離・はく落に至ることになるため重要な品質管理項目となっています。

【劣化因子】空気中の炭酸ガス

【主な対象建材】硬化コンクリート

(3) アルカリシリカ反応性試験

アルカリシリカ反応とは、水と反応性を有する骨材がセメントや混和剤等からのアルカリ分と反応することで、コンクリートが体積膨張を起こし、ひび割れ等の劣化を生じさせる現象です。これらの反応性を材料レベルで確認する方法は、JIS A 1145 [骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)]、JIS A 1146 [骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)]があり、工程管理用の試験方法としてJIS A 1804 [コンクリートの生産工程管理用試験方法-骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)]が規定されています。

アルカリシリカ反応は、反応性骨材とアルカリ分と水分の存在によって起こる化学反応であり、骨材単体での試験や試料調整を行い作製したモルタルでの試験だけでは十分であるとはいえません。特に原子力発電施設は、一般の建築物に比較して、より高い耐久性が求められます。そのため、建築工事標準仕様書・同解説「JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」³⁾では、実際に施工に用いる材料を使用して作製したコンクリートに、3水準のアルカリ分を添加した場合の長さ変化(体積膨張)を測定することで、アルカリシリカ反応性を判定する方法が規定されています。

【劣化因子】コンクリート中のアルカリ分、水分

【主な対象建材】骨材、硬化コンクリート

(4) クリープ試験

クリープとは、部材に持続荷重が作用することで、時間の経過とともに増大するひずみのことです。コンクリートのクリープは、鉄筋コンクリート部材のたわみの増大や、プレストレストコンクリートのプレストレスの減少などと深い関連性をもつことから、クリープ試験はコンクリート構造物を合理的に設計するための基礎資料として活用されています。

この試験方法は、JIS A 1157 (コンクリートの圧縮クリープ試験方法)として標準化されており、当センターでもこの方法に則った試験を行っています。

【劣化因子】持続荷重

【主な対象建材】硬化コンクリート

3.3 建具・設備などの耐久性試験

建築物の開口部に設置されるドア、窓などの建具は、人の出入りや、換気を行う際に開閉の操作が行われてい

ます。建築物の長期使用を考えると、この繰返し操作がひとつの劣化作用として働くことから、建具には開閉繰返しに対する耐久性が求められています。

また、開口部や設備まわりには多くの金属製品が使用されています。金属製品は、空気中の酸素や水分に長時間曝されることで酸化によってさびなどが発生し腐食が進むことから、腐食に対する耐久性が求められています。さびによる腐食を防ぐために、金属材料にはめっきなどの無機皮膜、塗膜などの有機皮膜を施した金属製品が開発されており建材にも多く用いられています。

(1) 建具の開閉繰返し試験

建具の開閉繰返し試験は、人の出入りや、換気を行う際に生じる繰り返しの開閉操作を再現した試験です。

この試験方法は、JIS A 1530 (建具の開閉繰返し試験)として標準化され、ドアセット、サッシなど各種建具製品のJIS規格などで引用されています。

【劣化因子】繰返し開閉

【主な対象建材】ドアセット、サッシ

(2) 塩水噴霧試験

塩水噴霧試験は、金属材料、めっきなどの無機皮膜、塗膜などの有機皮膜を施した金属材料の耐食性を確認する試験で、専用の試験機を用いてさびを発生しやすい環境を作り出して試験を行う促進試験のひとつです。

試験方法は、JIS Z 2371 (塩水噴霧試験方法)として標準化され、金属材料を用いた部材・設備製品のJIS規格などで引用されています。

【劣化因子】塩分

【主な対象建材】防火ダンパー、自動ドア開閉装置、太陽熱温水器などの設備製品、システム天井構成部材、工業用ステーブルなどの金属製品

4. 耐久性の評価

耐久性の評価は、促進劣化処理を与えた後に試験を行ってその結果から判断する方法と、促進劣化処理を与える前・後の試験結果を比較することで性能変化(低下)の程度から判断する方法とで行っています。

例えば、外装材のひとつである窯業系サイディングは、JIS A 5422で要求品質・性能とその試験方法が規定されています。耐候性に関しては、JIS A 1415に規定するオープンフレームカーボンアークランプ(WS-A)によって1000時間の促進劣化処理を行った後、表面の剝離、膨れなどの面積率が2%以下であること、変色の程度が色差 ΔE^*_{ab} が6.0以下であることを求めています。

また、建築工事標準仕様書・同解説「JASS5 鉄筋コンクリート工事」⁴⁾では、凍結融解作用を受ける箇所を使用す

表3 耐久性試験の試験・評価の例

建材の大分類	耐久性試験の種類 [試験方法規格]	対象建材 [規格・仕様等]	耐久性の試験・評価(注)	
			試験条件・方法	評価・判断の基準
外装材・仕上材	促進耐候性試験 [JIS A 1415]	窯業系サイディング [JIS A 5422]	JIS A 1415のWS-Aで1000時間照射する。	表面の剝離、膨れ面積が2%以下 色差 ΔE^*_{ab} が6.0以下
		建築窓ガラス用フィルム [JIS A 5759]	JIS A 1415のWS-Aで500時間(内貼用)又は1000時間(外貼り用)照射する。	膨れ、ひび割れ、剥がれがないこと 耐候性試験前の遮蔽係数±0.10であること 粘着力2N以上
	オゾン劣化試験 [JIS K 6259-1]	建築用塗膜防水材 [JIS A 6021]	温度40±2℃の槽内で濃度75±7.5pphmのオゾンを与え168時間与える。	ひび割れ、著しい変形が生じないこと
	熱劣化試験 [JIS K 6257・JIS K 7212]	住宅用プラスチック防湿フィルム [JIS A 6930]	温度90±2℃で34週間加熱処理する。	加熱処理前の伸び率の50%以上
	疲労試験	建築用塗膜防水材 [JIS A 6021]	振幅量±1.0mm、速度5mm/minの振幅を2000回与える。	穴あき、裂け、破断が生じないこと
構造材	凍結融解試験 [JIS A 1148]	凍結融解作用を受ける箇所に使用するコンクリート [JASS5]	JIS A 1148のA法で300サイクル凍結融解処理する。	相対動弾性係数が85%以上(特記がない場合の例)
	促進中性化試験 [JIS A 1153]	硬化コンクリート	温度20±2℃、相対湿度(60±5)%、CO ₂ 濃度(5±0.2)%で26週間、中性化処理する。	—
	アルカリシリカ反応性試験 [JIS A 1146]	骨材	JIS A 1146(モルタルバー法)によって測定材齢26週で判定する。	平均膨張率が0.100%未満の場合は「無害」、0.100%以上の場合は「無害でない」
	クリープ試験 [JIS A 1157]	硬化コンクリート	JIS A 1157によって所定の載荷持続期間で測定する。	—
建具・設備など	開閉繰返し試験 [JIS A 1530]	ドアセット [JIS A 4702]	JIS A 1530による開閉10万回	開閉に異常がなく、使用上支障がないこと
		サッシ [JIS A 4706]	JIS A 1530による開閉1万回(掃き出し窓の場合、3万回)	開閉に異常がなく、使用上支障がないこと
	塩水噴霧試験 [JIS Z 2371]	太陽熱温水器 [JIS A 4111]	JIS Z 2371による中性塩水噴霧を96時間	割れ、膨れ、剥がれ、さびが生じないこと

(注) 耐久性の試験・評価方法は、代表的なものを抜粋して示した。各規格・仕様に適用する全ての要求事項を示したものではない。また、全ての材料区分に適用されるものではない。

るコンクリートに対して、JIS A 1148のA法で300サイクルの凍結融解試験をした結果、特記がない場合、相対動弾性係数が85%以上であることを求めています。

ここでご紹介した主な耐久性試験について、試験条件・方法と評価・判断基準の一例を表3に示します。

5. まとめ

以上のように、当センターで行っている各種耐久性試験の概略をご紹介しました。今回を含めて4回にわたって特集を組んでまいりますので、各試験方法の詳しい紹介は、今号の後半以降をご覧ください。当センターで発行している書籍「設計施工・技術開発・品質管理に携わる技術者のための建築材料・部材の試験評価技術」⁵⁾でも各試験方法について詳しく解説していますので、参考にいただければ幸いです。

近年、自然災害の激甚化、頻発化など、建築物・土木構造物を取り巻く環境は一層厳しいものになっております。当センターでは、住生活・社会基盤整備へ貢献するという経営理念のもと、耐久性試験についても、新たな社会ニーズを捉えて、試験設備の整備、試験業務を進めてまいります。

参考文献

- 1) 建築学用語辞典(社団法人日本建築学会)
- 2) ISO 6241:1984 (Performance standards in building-Principles for their preparation and factors to be considered)
- 3) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事(一般社団法人日本建築学会)
- 4) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事(一般社団法人日本建築学会)
- 5) 設計施工・技術開発・品質管理に携わる技術者のための建築材料・部材の試験評価技術(一般財団法人建材試験センター)

author



菊地裕介

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>
防水材料の性能試験、耐久性試験など

促進耐候（光）性試験

1. 耐候（光）性とは

耐候性（weather resistance、たいこうせい）と耐光性（light resistance、たいこうせい、たいひかりせい）、どちらも似たような用語ですが、何が違うのでしょうか。

JIS B 7753:2007¹⁾では、耐候性とは、「光だけでなく、熱、温度、湿度、風などの影響によって生じる、物質の物理的・化学的变化に耐える性質。」とされ、耐光性とは、「光の照射を受けて生じる物質の物理的・化学的变化に耐える性質。」とされています。一方、JIS K 5500:2000²⁾では、耐候性とは、「屋外で、日光、風雨、露霜、寒暖、乾湿などの自然の作用に抵抗して変化しにくい塗膜の性質。」とされ、耐光性とは、「顔料及び塗膜の性質。特に色が、光の作用に抵抗して変化しにくい性質。」とされています。このように、評価対象や使用される分野によって定義は多少異なるものの、建築分野では古くから「耐候性は長時間にわたる気象作用（太陽の熱・光、風、雨など）に対する物質の抵抗性能」、「耐光性は長時間にわたる紫外線・可視光線・赤外線などの作用による物質の性能劣化に抵抗する性質」³⁾などとして用いられることが一般的なようです。

それでは、どのような材料が光の影響を特に受けやすいのでしょうか。材料は、金属材料、非金属材料、複合材料の3つに分類されることが多く、一般的に非金属材料である有機材料（高分子材料）が光の影響を受けやすいことが知られています（ただし、複合材料は金属材料や非金属材料を2つ以上組み合わせた材料であり、場合によっては影響を受けやすいことがあります）。有機材料とは、プラスチックやゴムなどの材料をはじめとした、炭素を主要元素とした水素、酸素、窒素原子などで構成されている物質の総称です。建築分野では、外装塗装、目地材、防水材等といった用途で有機材料が使用されています。外壁塗装を例として挙げると、**写真1**に示すように、外壁を手で触った際に白い粉状の物質が付着した経験はありませんか。これは白亜化（チョーキング）と呼ばれる現象で、塗膜中の合成樹脂が紫外線と水分によって次第に分解され、紫外線では分解しきれなかった顔料などが表面に残ることによって生じます。建材などに用いられる樹脂の劣化は、主に長波長の紫外線（290～400nm）が原因となって生じると考えられており、材料の耐候（光）性能を評価する際には条件としてよく用いられます。しかしながら、材料によって光



写真1 外壁塗装の白亜化(チョーキング)現象の例

の吸収波長は異なるため、評価を行う際には材料の特性を十分に把握し、再現性を高めることが極めて重要となります。

2. 促進耐候（光）性試験とは

促進耐候（光）性試験の歴史は古く、100年ほど前に初めて紫外線カーボンアーク光源が登場したとされています。建材の耐候（光）性を求める場合、太陽光の下で自然暴露（屋外暴露）を行う方法が最も理想的であると考えられますが、劣化の程度を評価するためには長い時間が必要であり、自然暴露を行う地域の環境や気象条件などにより、劣化状況に差が生じます。このため、主な劣化因子を光と熱（条件により水分）に特定し、人工光を安定した状態で照射する事で試験の再現性を高めた促進耐候（光）性試験が行われています。促進耐候（光）性試験は、屋外暴露試験と比較して、より短期間で紫外線に対する抵抗性の評価が可能となるため、分野を問わず様々な場面で採用されています。

建材の促進耐候（光）性試験において広く用いられる試験機は、キセノンアークランプ式、サンシャインカーボンアーク（オープンフレームカーボンアーク）灯式、紫外線カーボンアーク灯式などが挙げられ、標準的な条件は**表1**に示すとおりです。

それでは、主な耐候（光）性試験装置の種類と特徴についてご紹介いたします。なお、屋外の太陽光の分光放射照

表1 標準的な促進耐候(光)性試験の条件

光源の種類	放射照度 W/m ² (波長域 nm)		ブラックパネル温度 ℃	相対湿度 %	標準的な 暴露サイクル ^(注1)
キセノン アークランプ	550 (290~800nm)	60.0 (300~400nm)	63±3	50±5	102分間照射後 18分間照射+水噴霧
	—	180 (300~400nm)	63±3	50±5	102分間照射後 18分間照射+水噴霧
サンシャイン カーボンアーク	255 (300~700nm)	78.5 (300~400nm)	63±3	50±5	102分間照射後 18分間照射+水噴霧
紫外線 カーボンアーク	500 (300~700nm)	366.0 (300~400nm)	63±3	50±5	連続照射

(注1) 標準的な暴露サイクルを示すものであり、試験対象によっては異なる場合があります。

例えば、水噴霧なしで連続照射を行う暴露サイクルや、水噴霧12分間後、噴霧停止時間48分間の条件などがあります。

度分布は、実際には地域、季節、天候、方角、大気中の不純物、時間帯といった様々な影響を受け刻々と変化するものであるため、**図1～図3**に示す屋外の太陽光の分光放射照度分布はあくまでも一例となります。

2.1 キセノンウェザーメーター

キセノンウェザーメーターは、キセノンアークランプを光源とした促進耐候(光)性試験機です。キセノンアークランプの分光放射照度分布を**図1**に示します。キセノンアークランプは他の光源に比べて紫外部から可視部の分光放射照度分布が太陽光に近似しているという特徴があります。また、使用するフィルタ(インナーフィルタおよびアウターフィルタ)の組合せにより、多くの耐候(光)性試験方法に対応が可能です。

キセノンウェザーメーターは、中央試験所および西日本試験所で所有しています。また、西日本試験所で所有するキセノンアークランプ式耐候性試験機は、促進効果を大幅に高める試験条件として、波長域が300~400nmにおいて最大180W/m²の高放射照度での試験が可能であり、塗料やプラスチックなどの様々な分野において需要が高まっています。

2.2 サンシャインウェザーメーター

サンシャインウェザーメーターは、サンシャインカーボンアーク灯を光源とした促進耐候(光)性試験機です。サンシャインカーボンアークの分光放射照度分布を**図2**に示します。サンシャインカーボンアークは、紫外部の分光放射照度分布において、太陽光と比べ350nm付近までの立ち上がりが近似し、350~430nm付近までは強いエネルギーを有するという特徴があります。また、フィルタ(サンシャインガラスフィルタ)の種類を変えることにより、条件に応じた設定が可能です。

サンシャインウェザーメーターは、中央試験所および西日本試験所で所有しています。

2.3 紫外線フェードメーター

紫外線フェードメーターは紫外線カーボンアーク灯を光源とした促進耐光性試験機です。紫外線カーボンアークの

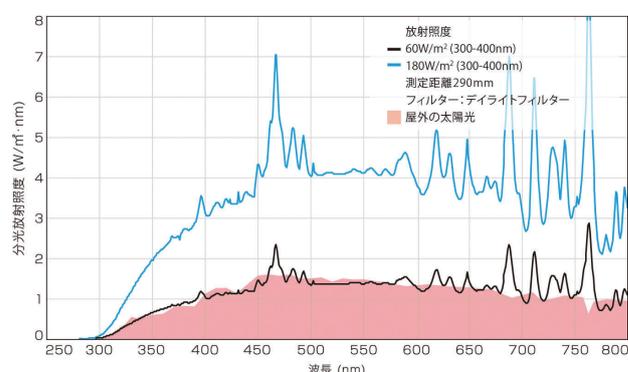


図1 キセノンアークランプの分光放射照度分布⁴⁾

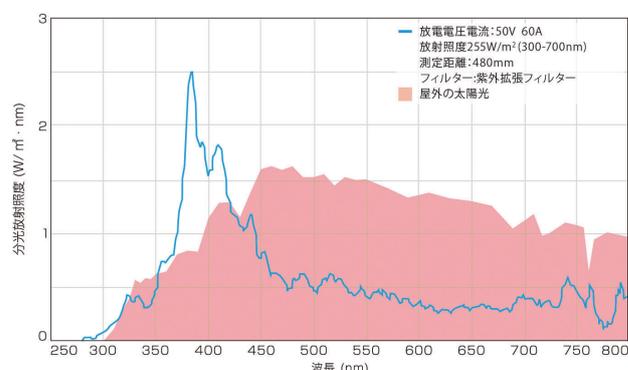


図2 サンシャインカーボンアークの分光放射照度分布⁴⁾

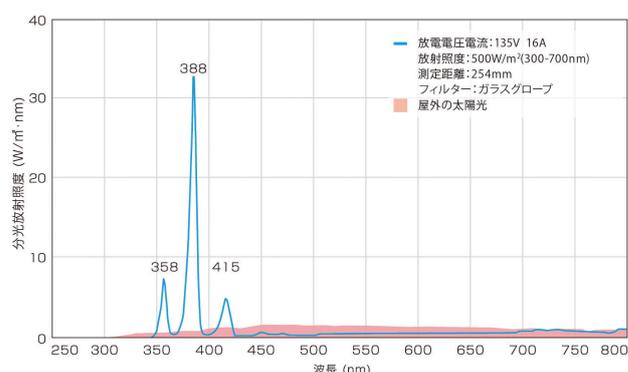


図3 紫外線カーボンアークの分光放射照度分布⁴⁾

分光放射照度分布を図3に示します。紫外線カーボンアークは、太陽光の分光放射照度分布とは大きく異なり、紫外部(386nm付近)に強力なエネルギーを有するという特徴があります。

紫外線フェードメーターは、西日本試験所で所有しており、同装置は、JIS B 7751:2007(紫外線カーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機)で規定されている紫外線カーボンアーク灯式耐光性試験機(F形)となります。なお、JIS B 7751では、噴霧装置を有する紫外線カーボンアーク灯式耐候性試験機(W形)も規定されています。このように、規格により該当する試験機の種類が異なりますので、注意が必要です。

3. 対象材料と試験方法

表2に示すように、様々な建材において耐候(光)性能が規定されており、実際に使用される部位により試験方法や評価方法が異なります。

外装材や屋根材といった雨水の影響を直接受ける材料の促進耐候性試験には、一般的にキセノンアークランプおよびサンシャインカーボンアークランプが用いられます。一方、内装材や主に屋内で使用される材料についても、窓ガラス越しに太陽光を浴びるため、多くの建材で耐光性能が求められています。試験に用いられる光源の種類は、一般的にキセノンアークランプ、サンシャインカーボンアークおよび紫外線カーボンアークです。

表2 促進耐候(光)性試験が規定されている建材規格および試験方法規格の例

光源の種類	規格番号	規格名称	箇条番号および試験項目
キセノンアークランプ	JIS A 1415 :2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法	6.1 キセノンアークランプによる暴露試験方法
	JIS A 6909 :2021	建築用仕上塗材	7.18 耐候性試験A法 7.19 耐候性試験B法
	JIS A 6021 :2022	建築用塗膜防水材	7.9 劣化処理後の引張性能試験 促進暴露処理 7.10 伸び時の劣化性状試験 促進暴露処理
		再生プラスチック製標識くい	7.7 耐候性
	JIS K 5600-7-7 :2008	塗料一般試験方法—第7部：塗膜の長期耐久性—第7節：促進耐候性及び促進耐光性(キセノンランプ法)	—
	JIS K 7350-2 :2008	プラスチック—実験室光源による暴露試験方法—第2部：キセノンアークランプ	—
サンシャインカーボンアーク	JIS A 1415 :2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法	6.2 オープンフレームカーボンアークランプによる暴露試験方法
	JIS A 5402 :2002	プレスセメントがわら	7.7 耐候性試験
	JIS A 5422 :2019	窯業系サイディング	7.8 耐候性試験
	JIS A 5759 :2016	建築用窓ガラスフィルム	6.10 耐候性試験
	JIS A 6021 :2022	建築用塗膜防水材	7.9 劣化処理後の引張性能試験 促進暴露処理 7.10 伸び時の劣化性状試験 促進暴露処理
		再生プラスチック製標識くい	7.7 耐候性
JIS K 7350-4 :2008	プラスチック—実験室光源による暴露試験方法—第4部：オープンフレームカーボンアークランプ	—	
紫外線カーボンアーク	JIS A 1415 :2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法	6.3 紫外線カーボンアークランプによる暴露試験方法
	JIS A 5905 :2014	繊維板	7.25 耐変退色性試験
	JIS A 5908 :2015	パーティクルボード	7.20 耐変退色性試験
	JIS A 6901 :2014	せっこうボード製品	7.8 耐変退色性試験
	JIS A 6909 :2021	建築用仕上塗材	7.21 耐変退色性試験

促進耐候（光）性試験の評価方法は建材の要求性能によって様々であり、色や光沢の変化、試験体の評価面のひび割れ・膨れ・剥がれ、白亜化発生の有無等といった外観の変化に加え、強度や伸び率といった物性の変化について評価を行うものがあります。

4. より長期的な耐候（光）性能を求めて

近年、建築物の長寿命化に伴い、建築物に使用される建築材料についても50年以上といった高耐久性を求められることも多くなってきており、耐候（光）性能も例外ではありません。しかしながら、材料が曝される環境は必ずしも一定ではなく、様々な自然環境下で使用されるため、材料品質の評価や寿命予測は容易なことではありません。特に太陽光の年間放射露光量は、世界ではもちろんのこと、日本各地でも大きく異なり、使用される環境に見合った条件を把握した上で検証を行うことが極めて重要となります。

長期的な耐候（光）性能を評価するための一つの手段として、表3に示すように、太陽光のうち樹脂等の高分子材料の劣化に影響を及ぼす紫外部（300～400nm）のみを考慮し、促進耐候（光）性試験装置を使用して試験体の耐候（光）性能を推測する手法もあります。ただし、この算出方法はあくまでも特定の波長域におけるエネルギーによるものであり、実際の自然暴露結果との相関関係は、光以外の劣化因子の影響や物質の組成などにより一律ではないこと、建物の立地、方位、角度はもちろんのこと、雨がかりの有無なども検討項目の一つとなりますので、十分な注意が必要です。なお、方位と紫外線量の関係については、当センターが2011年に実施した調査研究事業である「窯業系サイディングの長期耐久性評価手法に関する標準化調査研究成果報告書⁹⁾」において、建物の水平面に対する垂直面の比を実験結果より0.4と算出し、垂直面が受ける年間の紫外線量の算出を試みています。

近年では、より促進性の高い高放射照度における試験も建材に適用され、2021年11月にはJIS A 1501（樹脂製建具のメタルハイドランプによる促進耐候性試験方法）が制定されました。メタルハイドランプによる促進耐候性試験装置は、他の光源よりも遥かに強い紫外線量を照射する事が可能ですが、屋外暴露との相関についての事前の検討を行うことが重要となります。樹脂製建具のように長期の耐久性が求められる製品では、長期の耐久性を短期間で評価できる促進耐候性試験方法として活用されています。

5. まとめ

本稿では、促進耐候（光）性試験についてご紹介をさせていただきました。促進耐候（光）性試験をご検討の際には、材料が曝される環境によって条件が異なるという点に

表3 日本の太陽光の年間放射露光量⁵⁾

波長域 nm	構成比 ^(注1) %	放射露光量 ^(注2) MJ/m ²
300～400	6.8	306
400～700	44.6	2007
700～3000	48.6	2187
計	100.0	4500

(注1) CIE Publication No.85 1st Edition (TC2-17)

(注2) JIS D 0205 (自動車部品の耐候性試験方法)

留意され、より相関性の高いデータを得ることが重要です。

当センターでは、2021年1月より耐候（光）性試験をお気軽にお試しいただけるよう、[促進耐候性トライアル制度](#)の受付を開始しておりますので、製品開発や品質管理にお役立ていただければ幸いです。

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

参考文献

- 1) JIS B 7753：2007，サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機
- 2) JIS K 5500：2000，塗料用語
- 3) 下出源七：建築大辞典，彰国社，p.882，1974.10
- 4) スガ試験機株式会社：過酷な自然環境を再現する－促進耐候性試験機総合カタログ，pp.5-6，2018.6
- 5) スガ試験機株式会社：I，耐候性を極める。－促進耐候性試験機総合カタログ，pp.3-4，2015.3
- 6) 財団法人建材試験センター：窯業系サイディングの長期耐久性評価手法に関する標準化調査研究成果報告書，pp.107-111，2011.3

author



杉原大祐

総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主査

<従事する業務>
材料試験

建材試験センター規格JSTM C 2101の追加検証(その3)

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

1. はじめに

鉄筋とコンクリートの付着強度を確認する比較的簡易な試験方法として、コンクリートから鉄筋を引き抜く「引抜き試験」がある。我が国では標準試験規格として、約45年前実施の通商産業省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する標準化のための調査研究」¹⁾を基に作成された建材試験センター規格 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)がある(以下、JSTM)。

同方法では、付着強度試験供試体の一辺が鉄筋径Dの6倍と規定している。試験方法はわかりやすい一方で、鉄筋が太径になる程に供試体質量が大きくなるため、養生や万能試験機上への設置が困難、供試体の割裂破壊時および除去時に試験者や測定機器へ危険が及ぶ等の問題がある。

近年、太径を含む多種の鉄筋の付着試験需要が増えているため、筆者らは試験の「安全化」「省力化」を目的として供試体を小形化した場合に、鉄筋の付着性能の確認が可能か検討を始めた。

本報では既報^{2), 3)}を踏まえ、付着強度試験供試体を現行の2/3に小形化し、らせん筋を配したコンクリート供試体を再計画し、防錆剤塗布鉄筋を用いて、コンクリートとの付着性能の評価が可能か、試験にて検証した。

2. 現行のJSTM C 2101の概要

現行の供試体はスランプ 10 ± 2 cmで材齢28日圧縮強度 30 ± 3 N/mm²となるコンクリートに鉄筋を埋め込んだもので、一辺6Dの立方体形状、付着区間(付着長)4Dとしている。載荷板からの応力均等化と試験誤差を減らすため載荷側に非付着区間2Dを設けている。

付着応力度を式(1)で求め、載荷時には鉄筋の自由端のすべり量を電気式変位計で測定し、付着応力度-すべり量

曲線を求める。すべり量0.002D時の初期付着強度 $\tau_{0.002D}$ および最大付着強度 τ_{max} を評価する。判定では規格作成時の実験結果の下限值を元にした、 $\tau_{0.002D} \geq 3$ N/mm²、 $\tau_{max} \geq 8$ N/mm²という基準を示している。

また、防錆剤塗付鉄筋、表面形状の特殊な鉄筋、既存構造物から採取した鉄筋等に対する付着性能評価を目的として行われ、無塗布の基準鉄筋との相対評価とすることも多い。例えば、土木学会規準JSCE-E 102(エポキシ樹脂塗装鉄筋の品質規格)では付着強度比85%以上としている。

$$\tau = \alpha P / (4 \pi D^2) \quad (1)$$

τ : 付着応力度 (N/mm²)

P : 引張荷重 (N)

D : 鉄筋の直径(公称直径) (mm)

α : コンクリートの圧縮強度に対する補正係数 ($30/\sigma_c$)

σ_c : 同時に作製した円柱供試体の圧縮強度 (N/mm²)

3. 既報の実験結果からの課題

既報²⁾では、供試体寸法を3サイズに限定し、付着長は一辺の半分、割裂防止用のらせん筋を施した供試体とし、試験を行った。同一径内の鉄筋での相対比較試験として活用できる可能性は見出せたものの、鉄筋径によって現行JSTMの強度に対する強度比が大きく異なる等の問題が残った。よって、全体的なバランスの保持が課題となった。

既報³⁾では、現行JSTM同様に供試体寸法を鉄筋径毎に比例する方法とし、一辺を現行の2/3に小形化、付着長さを3Dとした。無補強のまま小形化したため割裂が早期に起こり、最大付着強度は現行の6~8割程度となり、すべり量曲線の測定範囲が小さくなった。また、非付着長が約1Dと短くなり、径によっては非付着処理作業が難しくなった。よって、測定範囲保持と供試体作製作業性が課題となった。

4. 本報提案の概要

本報では既報の課題を踏まえ、供試体を変更した。既報³⁾と同様に、供試体寸法は鉄筋径毎に比例させ、現行の一边の2/3である4Dとし、付着長も現行の2/3である2.67Dとした。既報との比較を表1に、現行の標準供試体と小形供試体の寸法及び質量の一覧を表2に示す。

D41の供試体まで試験者一人で扱える質量、かぶり厚さを

表1 既報と本報提案の供試体の概要

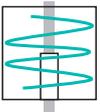
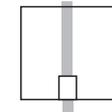
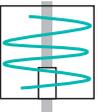
項目	既報 ²⁾	既報 ³⁾	本報提案
形状			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・Sは100-150-200の3サイズ限定 ・Lは供試体毎に異なり0.5S ・らせん筋@40mm 	<ul style="list-style-type: none"> ・Sは鉄筋径毎に異なり4D ・Lは鉄筋径毎に異なり3D ・らせん筋なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・Sは鉄筋径毎に異なり4D ・Lは鉄筋径毎に異なり2.67D ・らせん筋@50mm
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋径毎の関連性がない ・鉄筋径によっては拘束効果が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・早期の割裂破壊が起こる危険 ・破壊時に危険 ・非付着長が短く作業性が悪い 	—
備考	S：供試体の一边、D：鉄筋の公称直径、L：付着長を示す。		

表2 現行と小形の供試体の寸法と質量

鉄筋の呼び名	供試体の一边 (mm)		供試体質量 (約) (kg)	
	標準 (現行)	小形 (提案)	標準 (現行)	小形 (提案)
D25	150	100	12	5
D32	200	130	23	10
D41	250	165	43	18

表3 供試体の一覧

供試材 (鉄筋) の呼び名	供試体寸法 (立方体の一边) S (mm)	供試体の付着長さ L (mm)	供試体種類	供試体種類	付着強度試験供試体記号	数量 (体)	バッチ記号*
D25	150	102	標準 (現行)	無塗布	D25-N-6D-N	3	A
				塗布	D25-A-6D-N	3	
	100	68	小形 (提案)	無塗布	D25-N-4D-SR	3	
				塗布	D25-A-4D-SR	3	
D32	200	127	標準 (現行)	無塗布	D32-N-6D-N	3	C
				塗布	D32-A-6D-N	3	B
	130	85	小形 (提案)	無塗布	D32-N-4D-SR	3	C
				塗布	D32-A-4D-SR	3	B
D41	250	165	標準 (現行)	無塗布	D41-N-6D-N	3	C
				塗布	D41-A-6D-N	3	B
	165	110	小形 (提案)	無塗布	D41-N-4D-SR	3	C
				塗布	D41-A-4D-SR	3	B
備考	各バッチのコンクリートの圧縮強度 (材齢28日) はA；32.0N/mm ² 、B；29.7N/mm ² 、C；29.5N/mm ² であった。						

を1.5D確保、D16の供試体の場合でもコンクリートが充填可能などに配慮した。また、割裂防止のらせん筋φ6mm@50mm、SR235を供試体寸法に合せて設置し、安全化とすべり量が初期付着強度時の5倍以上は測定できるように配慮した。試験方法の概要を図1に示す。

なお、付着応力度は付着長8D/3を考慮した式 (2) で算出し、初期付着強度 $\tau_{0.002D}$ 評価も現行の2/3時の $\tau_{0.002D \times 2/3}$ とした。

$$\tau = 3 a P / (8 \pi D^2) \tag{2}$$

5. 試験計画

D25、D32及びD41の3径の防錆剤を塗布した鉄筋及び無塗布の鉄筋について、現行の標準供試体および小形供試体を計画した。計画した供試体の一覧を表3に示す。コンクリートは、A～Cの3バッチに分けて打設を行った。なお、載荷方法などの条件は現行JSTMと同一とした。

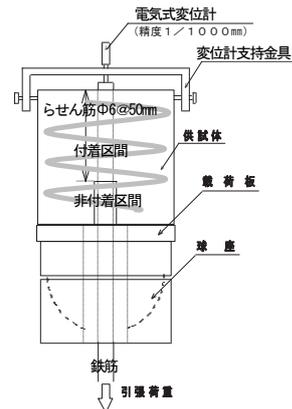


図1 試験方法の概要

6. 試験結果

付着強度試験結果の一覧を表4に示す。なお、D41-N-4D-SR No.2は、供試体作製不良で未実施である。

6.1 各径の個々の試験結果

D25の各供試体の付着応力度-すべり量曲線を図2～図5に示す。初期付着強度はD25-A-6D-NのNo.3でややばらついたものの、その他の種類では個体差によるばらつきは小さかった。付着応力度-すべり量曲線も0.2mm程度までは概ね一致した。最大付着強度では、D25-A-4D-SRでややばらつきがみられたものの、変動係数は10%未満の範囲におさまった。なお、小形供試体では一旦荷重が低下あるいは横ばいとなったのちに再上昇し、最大強度が確認されたものもあった。

D32の各供試体の付着応力度-すべり量曲線を図6～図

9に示す。初期付着強度は、標準供試体のD32-N-6D-Nで変動係数16%、D32-A-6D-Nで変動係数24%とばらつきが大きくなる結果となった。一方、小形供試体D32-N-4D-SR及びD32-A-4D-SRは、変動係数は5%未満とばらつきは小さく、付着応力度-すべり量曲線も0.2mm付近までは個体差が小さく概ね重なった。最大付着強度も、標準供試体に比べて小形供試体のばらつきが小さく変動係数は5%未満であった。

D41の各供試体の付着応力度-すべり量曲線を図10～図13に示す。初期付着強度および最大付着強度は、各種類とも変動係数10%未満であり、供試体の種類による明確な差はなかった。標準供試体は最大時に割裂破壊して一気に荷重が低下するのに対し、小形供試体はコンクリートの割裂をらせん筋が拘束することで、すべり量0.5mm以降は荷重の変動が続いたと思われる。

表4 付着強度試験結果の一覧

供試体記号	供試体番号 又は 項目	鉄筋の呼び名					
		D25		D32		D41	
		$\tau_{0.002D}$ $\tau_{0.002D \times 2/3}$ (N/mm ²)	τ_{max} (N/mm ²)	$\tau_{0.002D}$ $\tau_{0.002D \times 2/3}$ (N/mm ²)	τ_{max} (N/mm ²)	$\tau_{0.002D}$ $\tau_{0.002D \times 2/3}$ (N/mm ²)	τ_{max} (N/mm ²)
N-6D-N	No.1	4.15	11.1	4.58	11.2	4.08	10.4
	No.2	4.21	11.7	3.37	11.4	3.62	11.1
	No.3	4.17	11.7	3.80	12.0	3.79	10.6
	平均	4.18	11.5	3.92	11.5	3.83	10.7
	標準偏差	0.03	0.35	0.61	0.42	0.23	0.36
	変動係数%	0.7	3.0	15.7	3.6	6.1	3.4
	$\alpha [\sigma_c \text{ (N/mm}^2\text{)}]$	0.938 (32.0)		1.017 (29.5)		1.017 (29.5)	
A-6D-N	No.1	2.95	11.0	2.21	11.0	2.34	9.57
	No.2	2.71	10.7	1.72	9.86	2.47	9.80
	No.3	2.10	10.4	2.77	10.0	2.16	9.71
	平均	2.59	10.7	2.23	10.3	2.32	9.69
	標準偏差	0.44	0.30	0.53	0.62	0.16	0.12
	変動係数%	16.9	2.8	23.5	6.0	6.7	1.2
	$\alpha [\sigma_c \text{ (N/mm}^2\text{)}]$	0.938 (32.0)		1.010 (29.7)		1.010 (29.7)	
N-4D-SR	No.1	4.52	12.2	5.03	12.7	3.38	11.2
	No.2	4.94	12.1	5.17	12.4	—	—
	No.3	4.63	11.7	5.12	12.0	3.30	11.1
	平均	4.70	12.0	5.11	12.4	(3.34)	(11.2)
	標準偏差	0.22	0.26	0.07	0.35	(0.06)	(0.07)
	変動係数%	4.6	2.2	1.4	2.8	(1.70)	(0.6)
	$\alpha [\sigma_c \text{ (N/mm}^2\text{)}]$	0.938 (32.0)		1.017 (29.5)		1.017 (29.5)	
A-4D-SR	No.1	3.23	12.5	3.05	11.9	2.88	10.2
	No.2	2.82	11.7	2.84	11.4	2.99	11.3
	No.3	3.00	10.6	3.00	11.2	2.63	10.4
	平均	3.02	11.6	2.96	11.5	2.83	10.6
	標準偏差	0.21	0.95	0.11	0.36	0.18	0.59
	変動係数%	6.8	8.2	3.7	3.1	6.5	5.5
	$\alpha [\sigma_c \text{ (N/mm}^2\text{)}]$	0.938 (32.0)		1.010 (29.7)		1.010 (29.7)	
備考	供試体記号は鉄筋の呼び名以降を示す。(例：D25-N-6D-N；D25無塗布鉄筋を用いた標準供試体)						

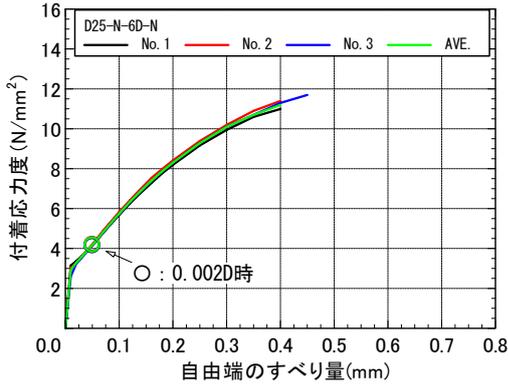


図2 付着応力度—すべり量曲線 (D25-N-6D-N)

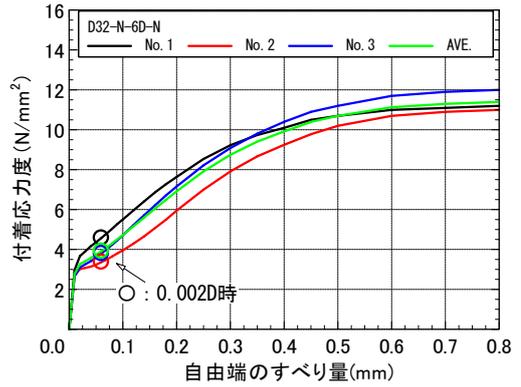


図6 付着応力度—すべり量曲線 (D32-N-6D-N)

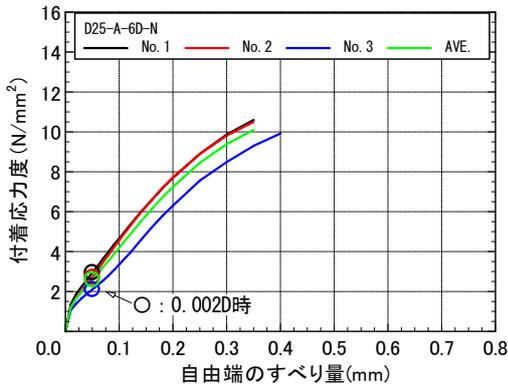


図3 付着応力度—すべり量曲線 (D25-A-6D-N)

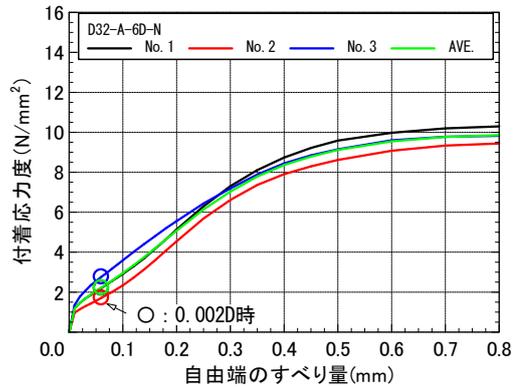


図7 付着応力度—すべり量曲線 (D32-A-6D-N)

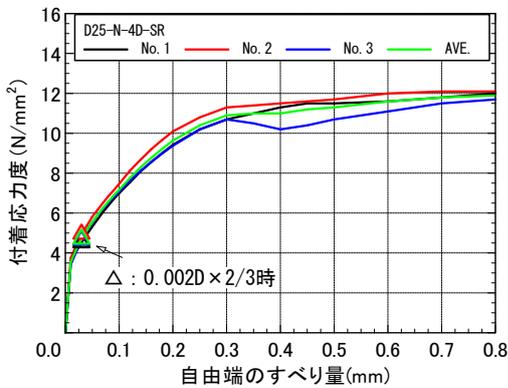


図4 付着応力度—すべり量曲線 (D25-N-4D-SR)

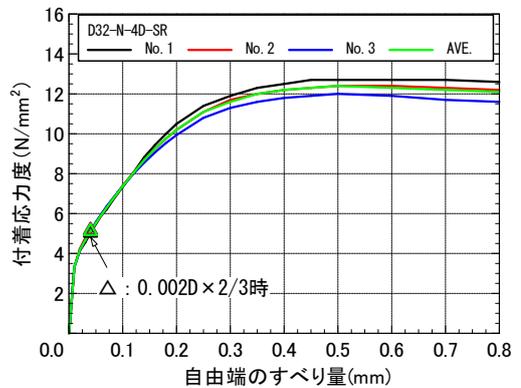


図8 付着応力度—すべり量曲線 (D32-N-4D-SR)

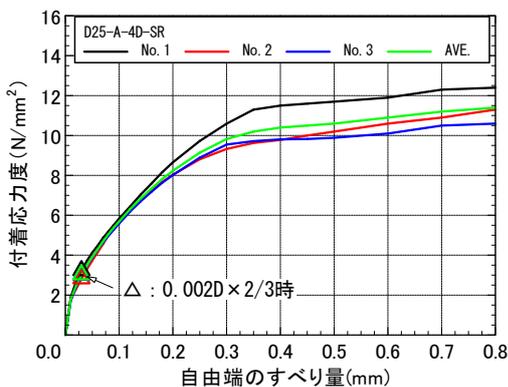


図5 付着応力度—すべり量曲線 (D25-A-4D-SR)

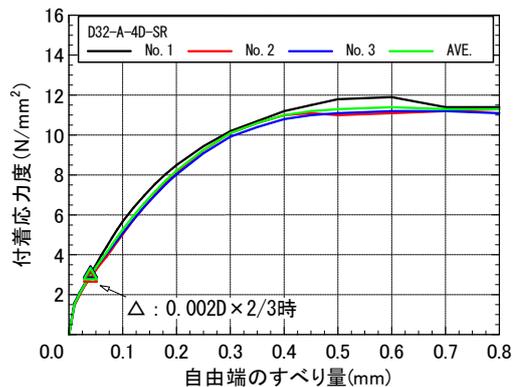


図9 付着応力度—すべり量曲線 (D32-A-4D-SR)

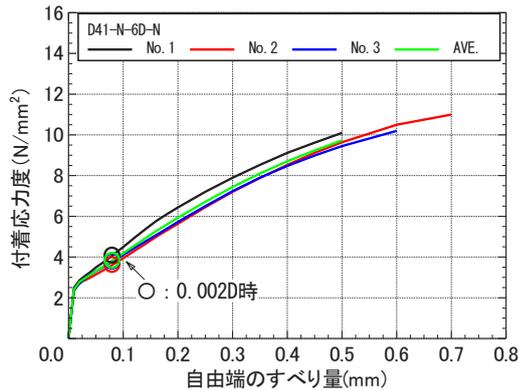


図10 付着応力度-すべり量曲線(D41-N-6D-N)

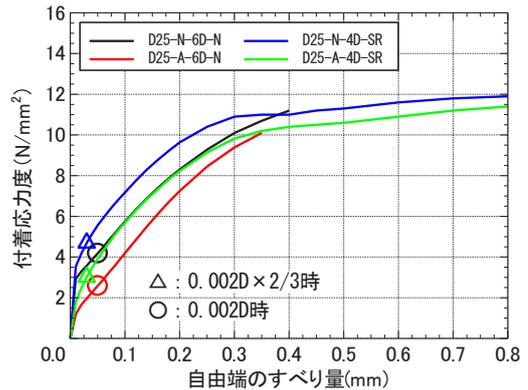


図14 付着応力度-すべり量曲線(D25各種平均)

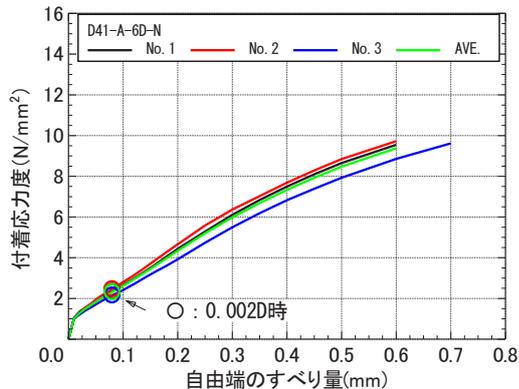


図11 付着応力度-すべり量曲線(D41-A-6D-N)

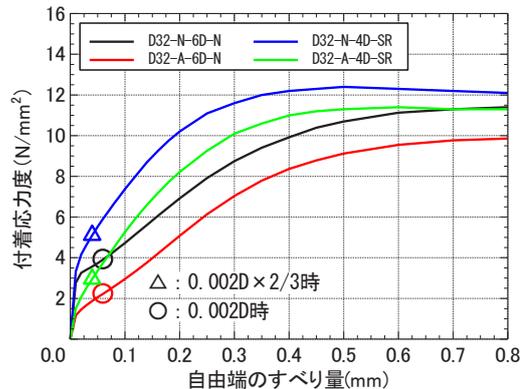


図15 付着応力度-すべり量曲線(D32各種平均)

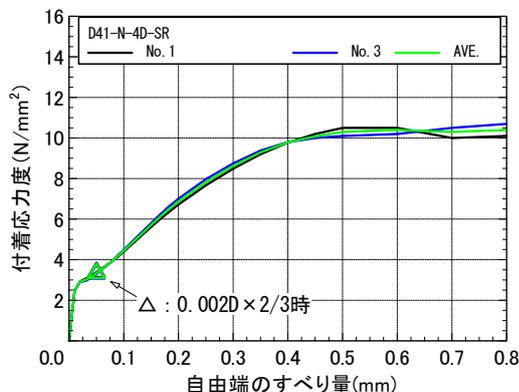


図12 付着応力度-すべり量曲線(D41-N-4D-SR)

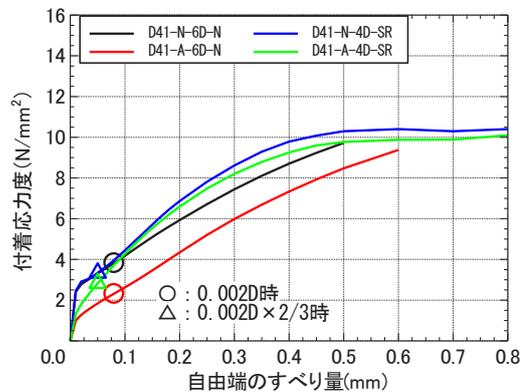


図16 付着応力度-すべり量曲線(D41各種平均)

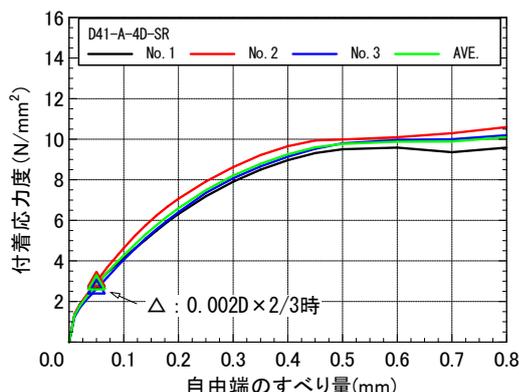


図13 付着応力度-すべり量曲線(D41-A-4D-SR)

6.2 各種の平均曲線の比較

D25、D32、D41 毎の各種を平均化した付着応力度-すべり量曲線を図14～図16に示す。

D25およびD32では、標準・小形ともに、防錆剤塗布の影響で無塗布に比べるとすべりやすい傾向が確認できた。どちらの径・種類でも、小形供試体のほうがすべり出し直後の勾配が高くなったが、これは付着長を短くしたことや、らせん筋の拘束効果が出たことによると思われる。

一方、D41では防錆剤塗布のすべり量曲線への影響が、標準と小形で異なり、小形では防錆剤塗布によるすべり量曲線の勾配への影響が小さかった。

6.3 防錆剤塗布または供試体小形化による強度比

各径毎の防錆剤塗布による付着強度比を図17に、小形化による付着強度比を図18に示す。強度比は「無塗布に対する塗布の強度」または「標準に対する小形の強度」の比率を意味する。

塗布による強度比は、D25・D32の標準・小形ともに初期付着強度で6割程度であったが、D41では標準で6割に対し小形は8割となった。最大付着強度では、各径とも標準で9割程度、小形で9割～同等程度であった。全体的に、小形供試体は標準供試体より若干付着性能の差異が小さくなる傾向が確認できた。

小形化による初期付着強度比は、D25およびD32では無塗布と塗布で、それぞれ同程度の強度比であった。一方、D41では無塗布と塗布による差異の傾向が異なり、フリーディングなど作製時による影響や、らせん筋選定が適切でなかったか等、検討の余地が残る。小形化による最大付着強度比は、無塗布・塗布共に小形化による影響は同等～1割増程度で、小形が標準より若干大きくなった。

7. まとめ

現行JSTMによる標準供試体とその2/3の寸法の小形供試体によって、防錆剤塗布鉄筋とコンクリートとの付着強度試験を行い、以下の事項を確認した。

(1) 防錆剤塗布の付着性能への影響

D25およびD32において、小形供試体でも防錆剤塗布の影響が、付着応力度－すべり量曲線より確認できた。一方、D41無塗布鉄筋の小形供試体の初期付着強度では、塗布による影響が小さくなった。塗布による最大付着強度比は、小形供試体は全体的に標準供試体に対してやや大きくなる傾向があった。付着強度比の目安は現行の強度比より高めに出ることを考慮する必要がある。

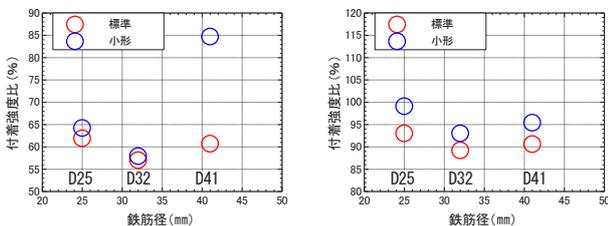


図17 防錆剤塗布による初期付着強度比(左)・最大付着強度比(右)

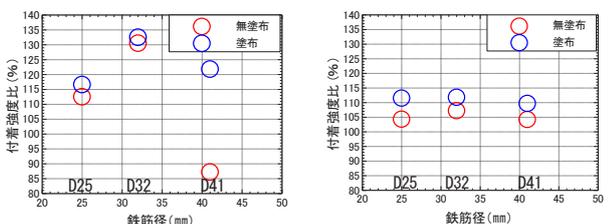


図18 供試体小形化による初期付着強度比(左)・最大付着強度比(右)

(2) 供試体を小形化した影響

小形供試体では、すべり出し直後のすべり量曲線の勾配が標準供試体に比べ高くなった。初期付着強度はD25およびD32では、同等～3割程度大きくなったのに対し、D41無塗布では1割程度小さくなった。最大付着強度は各径とも小形化によって同等～1割程度大きくなる傾向があり、ばらつきは同程度であった。

(3) 供試体作製における影響

小形化によって型枠や供試体の質量が小さくなり、供試体の作製は効率的で安全になったが、D25の小形供試体ではらせん筋を配したことで、供試体作製の作業性が低下した。らせん筋のピッチや径を変更するなどの工夫が必要である。

(4) 今後の検討事項

小形供試体のデータ数が限られているので今後もデータを増やす必要がある。現行の標準供試体と小形供試体の結果の関係を明らかにして評価法を検討したい。

【謝辞】

本実験にあたり、信越産業株式会社へ供試体作製のご協力を頂きました。ここに感謝の意を記します。

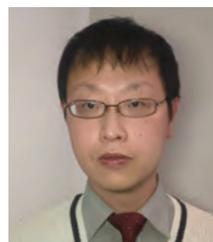
【備考】

本報は、当センターの提案研究制度を利用して行った実験成果の一部である。また、日本コンクリート工学会(JCI)主催のコンクリート工学年次大会2021(名古屋)内の「第43回コンクリート工学講演会」で発表した内容⁴⁾を、一部編集したものである。

参考文献

- 1) 建材試験センター：昭和48～50年通産省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する調査研究報告」
- 2) 若林和義：引抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強度試験の供試体小形化に関する検討，建材試験情報，Vol.52，pp.8-13，2016.5
- 3) 若林和義：引抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強度試験の供試体小形化に関する検討(その2)，建材試験情報，Vol.54，pp.12-17，2018.7・8
- 4) 若林和義，中村則清，齊藤辰弥，藤巻敏之：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，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，1036，2021.7

author



若林和義

工事材料試験ユニット 工事材料試験所
浦和試験室 主査

<従事する業務>
工事用材料の品質試験

獣進入防止設備の車両通行時の強度性能確認

獣進入防止回転棒の曲げ試験

comment

株式会社 三州コンクリート工業（以下、依頼者と呼ぶ。）から依頼された獣進入防止回転棒の曲げ試験について報告する。

令和2年度の鳥獣による農作物被害は、農林水産省の統計「全国の野生鳥獣による農作物被害状況（令和2年度）」によると、被害金額が約161億円で、中でもイノシシ、シカ（以下、獣と呼ぶ。）による被害は、約101億円と全体の約63%を占める。この背景から、獣から農作物を保護する目的で開発されたのが、今回試験実施した製品「獣進入防止設備（以下、製品と呼ぶ。）」である。製品は、U字溝の立ち上がり部に凹凸加工を施したコンクリート二次製品（以下、U型受材と呼ぶ。）に外装材に塩ビパイプを用い、モルタルと鉄筋を充填した獣進入防止回転棒（以下、回転棒と呼ぶ。）で構成される。

写真1に林道での製品の施工状況を示す。施工手順は道路幅に合わせ、地均しを行い、U型受材を敷き並べて、その上に回転棒を設置する。獣が驚いて近づかない仕組みは、獣が足元の音や微動を嫌がるという習性を利用し、獣が回転棒を踏むと、回転棒が回転音が鳴る仕掛けからなる。また、製品は車両も通行可能という特長がある。

今回の曲げ試験は、車両が通行する際に回転棒に生じる耐荷重を調べる目的で実施した。

試験は、実際のU型受材の内法寸法を模した鋼製架台に回転棒を設置して行った。U型受材に回転棒を直接設置して試験を行わなかったのは、コンクリートの影響を除いた回転棒単体の曲げ性能を確認したいとの理由からである。

結果から、最大荷重は平均値で31.9kNとなり、破壊状況は、外装材の塩ビパイプの変形と充填コンクリートの曲げ破壊であった。

試験後、依頼者からは、今回得られた曲げ性能値は依頼者が想定する車両の負担荷重を満足する結果であったと報告を受けている。



写真1 製品の施工状況

表1 試験体

名称	獣進入防止回転棒
商品名	びっくり棒
材料	外装材；硬質ポリ塩化ビニル管（JIS K 6741） 呼び径；φ 50mm（外径φ 60mm） 充填材；セメントモルタル 鉄筋；D16（SD345）
数量	3体
備考	記載事項は、依頼者提出資料による。

1. 試験内容

株式会社 三州コンクリート工業から提出された獣進入防止回転棒について、曲げ試験を行った。

2. 供試体

試験体の詳細を表1に示す。

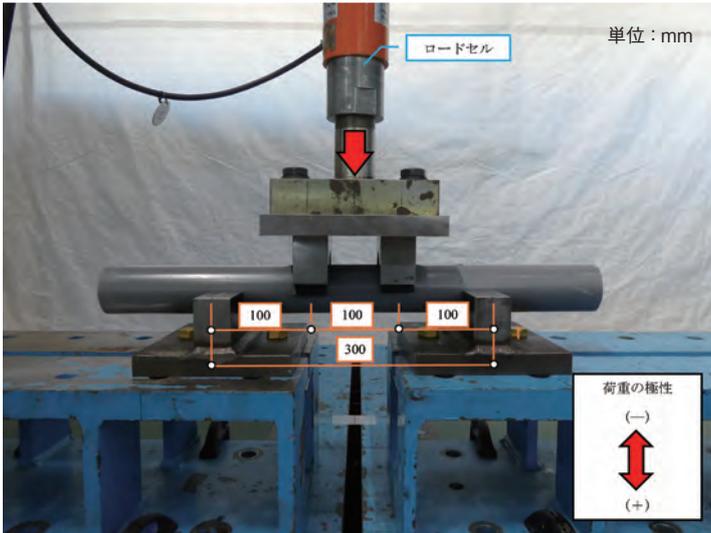


写真2 試験実施状況



写真3 試験体の状況 (試験体名: No.3)

表2 試験結果

試験体名	最大荷重時			試験体の状況
	荷重 P (kN)	曲げモーメント ¹⁾ M (kN・m)	曲げ応力度 ¹⁾ σ_b (kN/cm ²)	
No.1	31.6	1.58	7.45	外装材の変形及び曲げ破壊
No.2	31.8	1.59	7.50	外装材の変形及び曲げ破壊
No.3	32.4	1.62	7.64	外装材の変形及び曲げ破壊
平均	31.9	1.60	7.53	—

(注1) 曲げモーメント及び曲げ応力度は、依頼者と協議し次式により算出した。

$$M = \frac{PL}{6} \quad \sigma_b = \frac{M}{Z}$$
 ここで、L: 支持スパン, Z: 断面係数 (21.21 cm³; 依頼者提出資料)

3. 試験方法

試験実施状況を写真2に示す。試験は試験体を支持スパン300mmで支持し、加力治具(幅: 50mm)及びゴム板を介して3等分点載荷を行った。載荷は、試験体が破壊(最大荷重経過後、荷重が低下する点)に至るまで連続的にを行い、この間、荷重を測定するとともに、試験体の状況を目視観察した。

4. 試験結果

試験結果を表2に、試験後の試験体の状況を写真3に示す。

5. 試験日、担当者および場所

試験日 2021年7月26日
 担当者 試験課長 藤村俊幸
 早崎洋一(主担当)
 小森谷誠
 品末竹彦
 場所 西日本試験所

information

西日本試験所(所在: 山口県山陽小野田市)の構造試験棟は、大型面内せん断試験装置(水平加力最大500kN対応)、1000kN構造物曲げ試験装置(最大支持スパン10m対応)の試験装置を備えております。試験のご依頼については、試験規格・規準が明確に定まっていない定型外の試験も依頼者と協議を行い柔軟に対応しております。試験をご検討の際には、まずは、ご一報頂ければ幸いです。

(発行番号: 第21C0234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)

author for comment

早崎洋一

総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主査
 <従事する業務>
 構造試験業務(木質構造、あと施工アンカー試験等)

【お問い合わせ先】

西日本試験所 試験課
 TEL: 0836-72-1223 FAX: 0836-72-1960

テレワークでも装置設定を遠隔操作可能に

データ通信システムの構築

1. はじめに

中央試験所 環境グループにおいて、試験の利便性の向上を目的として試験データの通信システムを構築しました。本稿では、構築したデータ通信システムの概要及び活用例をご紹介します。

2. データ通信システムの概要

(1) 導入機器

今回導入した機器は、恒温恒湿槽・恒温恒湿室に対応したLAN通信用機器(写真1)、Wi-Fi対応の温湿度計(写真2)、PCで各種データを確認するためのデータロガー(写真3)、ノギス・天秤をUSB通信可能にする機器(写真4及び写真5)となります。

(2) 恒温恒湿槽・恒温恒湿室

恒温恒湿槽・恒温恒湿室はLAN通信機器を介することにより、Web上から現在の温湿度を一覧表示することが

可能となります(写真6)。この画面から、恒温恒湿槽・恒温恒湿室の温湿度制御をすることができます(写真7)。

(3) 温湿度計

従来は、温湿度計でデータを記録しているときは、表示された温湿度を確認するのみで、経時変化を見ることは出来ませんでした。そのため記録データを確認するときは、その都度PCに温湿度計を接続して、データを出力していました。

これをWi-Fi対応の温湿度計に変えることにより、PC内のフォルダにデータが自動で保存され、記録データの確認作業の効率化につながり、また、経時変化をリアルタイムで確認することが可能となりました。

(4) データロガー・ノギス・天秤

これらはすべてUSBでPCに通信する機器となります。データロガーは計測データ確認用、ノギス・天秤はデータ測定用です。

データロガーはPCにリモート接続することで、事務室



写真1 恒温恒湿槽用LAN通信機器



写真2 Wi-Fi対応温湿度計



写真4 ノギス用USB通信機器



写真3 データロガー



写真5 天秤用USB通信機器

からでもデータ確認が可能となります。

3. 活用例

(1) 温湿度制御

恒温恒湿槽・恒温恒湿室とWi-Fi対応温湿度計、データロガーを併用することにより、離れた試験棟にある恒温恒湿槽を、事務室等から遠隔操作での温湿度の微調整を行うことができます(図1)。

この温湿度の遠隔制御により、コロナ禍でもテレワークをしながら遅滞なく試験をすることが可能です。

(2) データ測定

ノギス・天秤は、これまで紙の測定用紙に記録し、それをExcelのデータシートに転記していました。しかし、通信機器を使用することにより、Excelのデータシートに直接データを送れるようになり(写真8)、転記の必要がなくなりました。これにより、転記ミスなどのヒューマンエラーの軽減に寄与いたしました。

4. おわりに

本稿では、構築したデータ通信システムについてご紹介致しました。こちらはコロナ禍におけるテレワークの推奨、将来のDX化に向けた準備として、環境グループが先行して行ったものとなります。

No.		1	2	3	4	5
値	mm	299.82				
長さ	mm	299.69				
厚さ1	mm	50.84				
厚さ2	mm	50.81				
厚さ3	mm	50.73				
厚さ4	mm	50.87				
試験前質量	g	122.62				
径丸め	mm	299.8				
長さ丸め	mm	299.7				
厚さ丸め	mm	50.8				
試験前質量丸め	g	122.62				
密度	kg/m3	26.9				

写真8 データシート

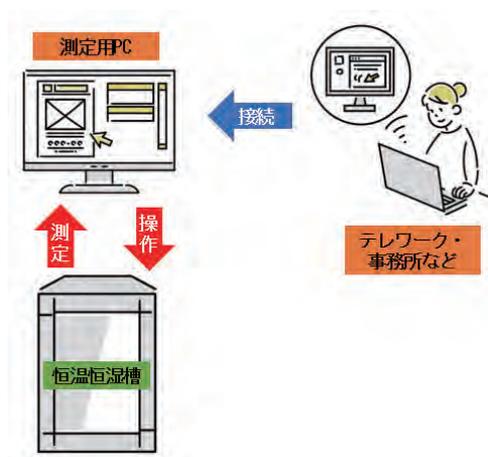


図1 温湿度制御概要

今回導入したシステムを活用することによって、作業の効率化を図るとともに、早期着手・早期発行に努めてまいります。また、お客様のご意見・ご要望にお応えするために、社会ニーズを捉えて試験環境および試験設備の整備を行いたいと思います。皆様からの試験のご依頼・お問い合わせをお待ちしております。

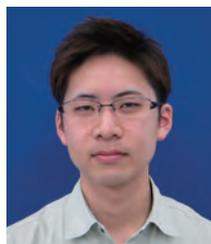


写真6 恒温恒湿槽・恒温恒湿室一覧画面



写真7 恒温恒湿槽・恒温恒湿室制御画面

author



新井太一

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主任

<従事する業務>
各種建築材料の熱・湿気物性試験、光学性能試験など

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ

TEL : 048-935-1994 FAX : 048-931-9137

鉄筋コンクリート造建築物のさらなる品質・性能の向上に向けて

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

1. はじめに

建築分野における高流動コンクリートのさらなる普及と標準化・体系化を目的に、1997年に制定された日本建築学会「高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説」¹⁾(以下、旧指針)を2021年12月に改定(以下、本指針)した。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では、「高流動コンクリート研究小委員会(2016.4～2020.3)」、「高流動コンクリート指針改定小委員会(2020.4～2022.3)」、同時にフレッシュコンクリート評価法検討WG、適用範囲拡大検討WGの2つのWGを設置し、指針の改定方針を検討するとともに改定作業を行った。旧指針および本指針の目次を表1に示す。

本稿では、本指針の改定のポイントについて紹介する。

そのため、本指針の改定の背景や逐条解説については、文献2)および3)を別途参照されたい。なお、スランプは“SL”、スランプフローは“SF”と表記した。

2. 「高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針・同解説」の改定のポイント

高流動コンクリートの普及拡大に向けて、適用箇所を明確にし、適切な材料、調合、製造、施工および検査に関する指針を整備することを目的として、主に以下に示す6つの改定のポイントについて検討を進め、旧指針を改定した。

(1) 自己充填性を備えていなくても軽微な振動・締固めにより型枠内に充填することができる高流動コンクリートを標準とし、高流動コンクリートの適用範囲を拡大する。

表1 旧指針(1997)および本指針(2021)の目次

旧指針(1997)	本指針(2021)
1章 総則	1章 総則
2章 高流動コンクリートの施工計画・品質管理計画	2章 高流動コンクリートの性能および品質
3章 高流動コンクリートの品質	3章 高流動コンクリートの選定
4章 材料	4章 材料
5章 調合	5章 調合
6章 コンクリートの製造	6章 コンクリートの製造
7章 コンクリートの施工	7章 コンクリートの施工
8章 試験および検査	8章 試験および検査
9章 特殊な配慮を要するコンクリート (寒中・暑中施工における留意点、マスコン、軽量コン)	9章 流動化コンクリート (あと添加で流動性を増大させたコンクリート)
付1 高流動コンクリートのコンシステンシーの評価試験方法	付1 JASS 5 M-406:2021 増粘剤含有高性能AE減水剤の品質基準(案)
付2 JASS 5T-503 スランプフロー試験方法	付2 高流動コンクリートのフレッシュ性能に関する評価試験方法および評価基準、高流動コンクリートの材料分離状態の目視判定実施方法
付3 高流動コンクリートの施工実績	付3 高流動コンクリートの調合の性能設計に関する技術の現状
付4 高流動コンクリートの施工性実験	付4 高流動コンクリートの施工実績
—	付5 高流動コンクリートに関する実験

- (2) 高流動コンクリートの要求性能と品質を明確にし、材料選定および調査を行う。
- (3) 建築物の種類、構造条件、施工条件、入手可能な材料、コンクリート製造工場の制約条件等を考慮し、使用材料、高流動コンクリートの種類を選定する。
- (4) 使用材料や高流動コンクリートに関連する技術やJIS等の標準化の現状を考慮する。
- (5) 混和剤をあと添加し、流動性を増大させたコンクリートを「流動化コンクリート」と定義し、標準的な仕様等を提示する。
- (6) JASS 5 M-406:2021 (増粘剤含有高性能AE減水剤の品質基準(案))を提案し、高流動コンクリートの性能評価のための試験方法、最新の施工事例および性能設計の現状について示す。

2.1 ポイント(1)について

当時、旧指針で対象とした高流動コンクリートは、いわゆる高強度コンクリートが主体であり、高層鉄筋コンクリート造建築物の評定や大臣認定を受けたコンクリートを主な対象とした指針であったと考えられる。

近年、コンクリート用化学混和剤として、増粘剤含有高性能AE減水剤(以下、VSPと称す)が開発・販売されたことにより、普通強度領域において、必ずしも自己充填性は有さずに、締固め作業を軽減できる流動性が高いコンクリートの必要性が各所で再認識された。図1⁴⁾は(一社)日本建設業連合会が施工者を対象として、今後普及を望むSL値およびSF値のアンケート結果である。“SL21cm以下で可”との回答は少なく、SL 23cmまたはSF 45~60cmまで適材適所に流動性の高いコンクリートを求めていることが分かる。

これらを踏まえ、旧指針では自己充填性を有することを前提にSF 50~70cmの高流動コンクリートを対象としたが、本指針では、対象とする高流動コンクリートを、荷卸し地点または打込み地点の目標SF 45~65cmの範囲(SF

表2 日本建築学会および関連規格・基準類におけるSFの範囲(単位:cm)

規格・基準類	荷卸し地点の目標SF	許容差	SFの範囲
旧指針(1997)	55, 60, 65	±5	50~70
JASS 5(2018) 16節	55, 60, 65	±7.5	50~70
JIS A 5308(2019)	45, 50, 55	±7.5	37.5~70
	60	±10	
日建連ガイドライン(2020)	45, 50, 55	±7.5	37.5~70
	60	±10	
本指針(2021)	45, 50, 55	±7.5	37.5~70
	60, 65*	±10	

*SF65の許容差は、-10, +5cm

の最大値は原則70cm)とすることで、いわゆる「中流動コンクリート」、「高流動性コンクリート」と呼称されたコンクリートまで適用範囲を拡大し、これらも「高流動コンクリート」として表記を統一した。参考に、日本建築学会および関連規格・基準類におけるSF管理のコンクリートのSFの範囲を表2に示す。

2.2 ポイント(2)について

基本方針として、高流動コンクリートを使用することによって期待される効果を明確にし、建築物の構造体および部材の要求性能に応じて、使用する高流動コンクリートに必要な性能項目と品質を設定する。具体的には、高流動コンクリートの使用目的および使用箇所の施工条件に応じて適切な高流動コンクリートを選定し、構造体および部材の要求性能を満足させる所定の品質の構造体コンクリートが得られるように調査、製造を行うとともに、施工計画および品質管理計画を定める。

高流動コンクリートの使用による効果として、①通常のコンクリートでは充填が困難と考えられる部位に確実な充填が可能、②充填不良箇所が生じにくくなる、③均質で精度の高い構造体を得られる、④打込み作業の合理化が図れる、⑤締固め作業に伴う騒音・振動の発生の抑制、等があげられる。

高流動コンクリートに求められる性能や品質は、基本的には、一般のコンクリートと同じであるが、高流動コンクリートは、要求される性能項目のうち、特に施工にかかわる性能項目およびそれらを満足させる品質が確保されることが最も重要である。図2は、高流動コンクリートに要求されるフレッシュコンクリートの性能を階層的に示したものであり、最終的に必要なコンクリートの性能は、図中の「施工性能」の領域に示された性能である。すなわち、打込み箇所や部位・部材の構造体コンクリートが必要とする充填性や均質性を施工結果として満足することである。しかし、これらの性能は施工条件と密接にかかわるため、施

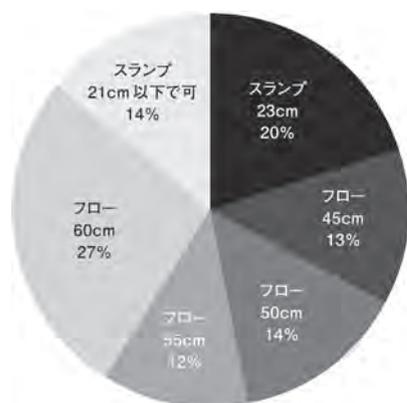


図1 普及を望むSLおよびSF値⁴⁾

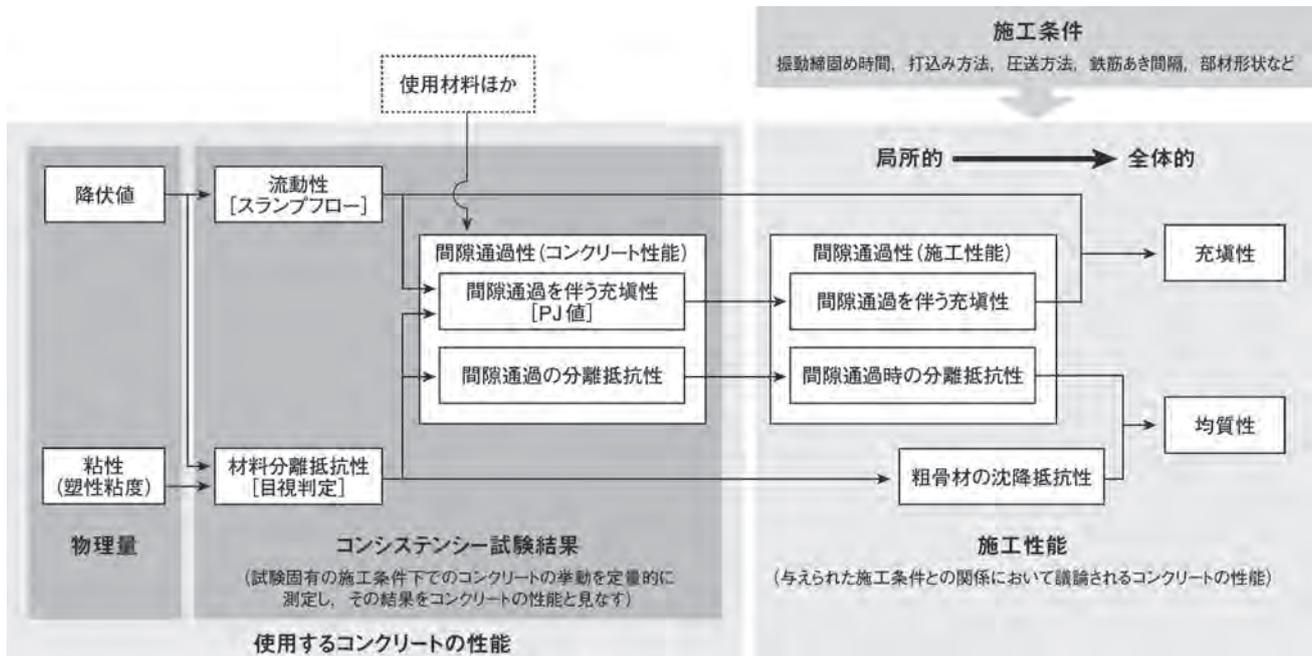


図2 コンクリートの性能および施工性能

工条件ごとにこれらの施工性能を満足させるためのフレッシュコンクリートのポテンシャルとしての性能は異なる。そのため、施工者は、施工条件を勘案して、図中の「使用するコンクリートの性能」に示された性能を適切に定め、レディーミクストコンクリート工場に高流動コンクリートを発注することになる。

本指針では、高流動コンクリートの性能項目は、「施工にかかわる性能項目」と「施工以外にかかわる性能項目」とした。「施工にかかわる性能項目」は、フレッシュコンクリートの性能および構造体コンクリートの施工上要求される強度発現性とし、「施工以外にかかわる性能項目」は、構造設計、耐久設計、使用、火災時の安定性および環境配慮にかかわる性能項目とした。フレッシュコンクリートの性能は、①流動性、②材料分離抵抗性、③間隙通過性、④流動保持性、⑤ブリーディング、⑥沈降、⑦仕上げ可能時間、の7つとし、それぞれに要求される品質を表3に示した。なお、本指針では自己充填性はコンクリートに必要な不可欠な性能としておらず、前述のとおり、充填性は施工の結果として要求される。そのため、コンクリートの「充填性」は、ここでは規定していない。

高流動コンクリートの計画調査は、荷卸し地点または打込み地点における所要の流動性、材料分離抵抗性、間隙通過性および構造体コンクリートの所定の性能が得られるように定め、計画調査を定めるための調査計算は、コンクリートの練上がり時を基準に行う。

ここで示した調査方法は、高流動コンクリートの調査を

なるべく合理的な視点で設計するための原則的なものであり、レディーミクストコンクリート工場では、本指針に示した考え方を踏まえた上で、工場の実情等に応じた調査方法を採用すればよい。また、必要に応じて、Jリングフロー試験のPJ値で評価される間隙通過性の要求性能を満足させる調査計算の手順を新たに取り入れている。

なお、本指針では、いずれの種類の高流動コンクリートにも対応可能な調査計算の標準的な手順と調査の調整方法の考え方・手順も併せて示し、高流動コンクリート特有の調査要因として、①練上がりSF、②練上がり材料分離抵抗性、③単位粉体量、④（必要に応じて）練上がりPJ値、等をあげている。

2.3 ポイント(3)について

本指針では、高流動コンクリートの種類を、①強度およびSF、②構成材料、③製造方法、によって分類している。高流動コンクリートは、建築物の種類、構造条件、施工条件、入手可能な材料、コンクリート製造工場の制約条件等を考慮し、所要の強度および目標SFに応じて、表4に示した構成材料による高流動コンクリートの種類の中から選定する。その際、それぞれの特徴や適用範囲をよく理解した上で選定することが重要である。なお、増粘剤含有減水剤系高流動コンクリートは、JIS A 5308:2019（レディーミクストコンクリート）で示されるSFと呼び強度の範囲を、目安として同一SFで1ランク下の強度クラスの範囲まで適用することができる（図3参照）。

高流動コンクリートの目標SFは、表5を参考に適切な

表3 施工にかかわる性能項目と品質

分類	特徴
①流動性	構造物の打込み箇所、部位・部材および施工条件に応じて、SFで定める。試験はJIS A 1150による。許容差は±7.5cm (目標SF60cm未満)、±10cm (目標SF60cm以上)。ただし、SF最大値は70cm。
②材料分離抵抗性	SF試験後のコンクリートの状態を目視で評価。広がったコンクリートの中央部に粗骨材が偏在しておらず、周辺部にペーストや遊離した水が偏在していないこと。
③間隙通過性	試し練りにおいて確認し、構造物の打込み箇所、部位・部材に応じてJIS A 1159 (PJ値) または信頼できる試験方法によって評価する。なお、PJ値または信頼できる試験方法における特性値は、打込み箇所の断面形状や配筋状態等に応じて、必要な場合に定める。
④流動保持性	RM工場出荷時から荷卸し地点までの時間経過または荷卸し(あるいは受入れ)から打込み完了までにおけるフレッシュコンクリートの時間経過に伴うSFの変化(経時変化量)によって定める。
⑤ブリーディング	JIS A 1123など信頼できる試験方法によって確かめる。CFTなどのブリーディング量は、0.1cm ³ /cm ² 以下とする。
⑥沈降	信頼できる試験方法によって確かめる。CFTの沈降量は、JASS 5 T-503により測定し、2.0mm以下とする。
⑦仕上げ可能時間	凝結時間で評価し、施工上支障のないように定める。試験は、JIS A 1147により、始発20時間以内を原則とする。ただし、高流動コンクリートを床スラブ等の水平部材に使用する場合に確認する。

表4 構成材料による高流動コンクリートの分類

分類	使用材料					特徴
	B	P	SP	VSP	VMA	
粉体系	✓	(✓)	✓			粉体(結合材および非結合材)によって材料分離抵抗性を確保
増粘剤含有減水剤系	✓			✓		増粘剤を含有した各種の減水剤によって材料分離抵抗性を確保
増粘剤系	✓		✓		✓	増粘剤によって材料分離抵抗性を確保
併用系	✓	(✓)	✓		✓	粉体と増粘剤を併用して材料分離抵抗性を確保

B: 粉体(結合材), P: 粉体(非結合材: 必要に応じて使用される), SP: 高性能 AE 減水剤
VSP: 増粘剤含有高性能 AE 減水剤, VMA: 増粘剤

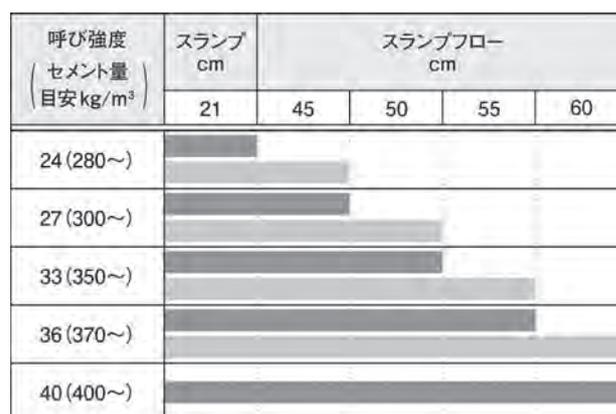
SFを選定するとともに、重視する性能に応じて、高流動コンクリートに必要な性能項目と品質を設定し、確認する。

目標とする間隙通過性は、打込み箇所の断面形状や配筋状態等に応じて、必要な場合に定める。具体的には、表6を参考に、間隙通過性の区分A～Dを選定する。また、間隙通過性をJリングフロー試験のPJ値により設定する場合は、表7を参考に目標PJ値を定める。

また、高流動コンクリートの種類を、強度およびSFにより、①JIS A 5308:2019に適合するレディーミクストコンクリートのうち呼び強度27～45(普通コンクリート)においてSFで区分される高流動コンクリート、②呼び強度50～60(高強度コンクリート)においてSFで区分される高流動コンクリート、③それ以外の高流動コンクリート(建築基準法第37条第二号によって国土交通大臣から指定建築材料として認定を受けたSFで製造管理されるコンクリート)の3つに分類することとした。

2.4 ポイント(4)について

(一財)建材試験センターでは、2015～2016年度の2カ年にわたって、「増粘剤含有高性能AE減水剤を用いた高流動コンクリートの性能評価試験方法に関するJIS開発委



■ 高性能 AE 減水剤 (SP) の使用
■ 増粘剤含有高性能 AE 減水剤 (VSP) の使用

図3 呼び強度(単位セメント量)に対するSFの目安

員会(委員長: 梶田佳寛・宇都宮大学名誉教授)」を組織し、VSPを用いた高流動コンクリートの性能評価試験方法に関するJIS原案の作成を行った。その結果、2018年には、JIS A 1159(コンクリートのJリングフロー試験方法)および

びJIS A 1160 (増粘剤含有高性能AE減水剤を使用した高流動コンクリートのワーカビリティの評価基準)が制定され、2019年には、JIS A 5308が改正され、普通強度領域の高流動コンクリートが標準化された。これに伴い、建告第1446号(材料告示)も改正され、特に制度面において高流動コンクリートが一般化/標準化されたと考えられる。

前述のとおり、本指針では、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を向上させるための化学混和剤としてVSPを規定し、JASS 5 M-406:2021として提案した。使用するコンクリートの流動性はSFで評価し、間隙通過性を評価する場合は、目標SF 50cm以上のコンクリートを対象とした比較的簡便な試験方法(JIS A 1159)とその評価基準(JIS A 1160)に準拠することとした。

2.5 ポイント(5)について

単位水量の減少を目的とした従来の流動化コンクリートとは異なり、コンクリートの流動性を増大させることを目的とした流動化コンクリートの検討が進んでいる。これは、荷卸し後のベースコンクリートに対して、(増粘剤含有)流動化剤、(増粘剤含有)高性能AE減水剤などを“あ

と添加”して材料分離抵抗性を損なわずに流動性を高めたコンクリートである。

本指針では、新たに「流動化コンクリート(あと添加で流動性を増大させたコンクリート)」を規定した。流動化コンクリートは、高流動コンクリートを周辺工場から入手することが困難な場合には有効な製造方法であり、(一社)日本建設業協会「現場添加型高流動性コンクリートの製造・品質管理要領書」⁵⁾が取りまとめられていることも受け、その内容を反映させた。なお、本指針では、流動化コンクリートを「あらかじめ練り混ぜられたコンクリートに混和剤をあと添加し、これを攪拌してその流動性を増大させた高流動コンクリート」として、JIS A 0203(コンクリート用語)とは異なる定義をしている。

ベースコンクリートのSLおよび流動化コンクリートのSFの組合せは表8に示す範囲とした。なお、流動化の前で責任の区分が異なるため、レディーミクストコンクリートの製造者と施工者は、その責任区分について事前に十分協議しておく必要がある。

表5 打込み箇所ごとに推奨するSFおよび重視する性能

打込み箇所	推奨するSF/SL							重視する性能							
	21	23	45	50	55	60	65	流動性	材料分離抵抗性	粘性	流動保持性	間隙通過性	充填性	ブリーディング	沈降
一般RC造(締固めあり)			■					○	○	△	△	○	○	-	-
一般RC造(締固めなし)								◎	◎	△	○	◎	◎	△	△
過密配筋RC造(締固めあり)			■					○	◎	△	△	◎	○	△	-
過密配筋RC造(締固めなし)								◎	◎	△	○	◎	◎	△	△
鋼管充填(圧入)								◎	◎	△	◎	△	◎	◎	◎
鋼管充填(落とし込み)								◎	◎	△	○	△	◎	○	○
免震基礎下部								◎	◎	△	○	△	◎	◎	○
場所打ち杭								○	○	△	△	○	○	-	-
打放し(意匠性)								○	◎	△	△	○	◎	△	△
狭小・狭隘部								◎	○	△	○	◎	◎	△	-
耐震改修・補修・補強								○	○	△	△	◎	◎	△	△

推奨するSFまたはSL: □推奨する値, ■最も推奨する値

重視する性能: ◎最重要, ○重要, △留意

※ SL23はSF45と同程度の流動性であるため、SF45と読み替えることが望ましい

表6 目標とする間隙通過性の区分

打込み方法	鉄筋のあき間隔		
	40mmより狭い	40mm程度	40mmより十分に広い
自己充填での打込み	A	B	D
振動締固めを伴う打込み	C		

表7 目標PJ値

区分	目標PJ値	状態
A	信頼できる方法により定める	-
B	30mm以下	
C	60mm以下(目標SF50cm) 40mm以下(目標SF60cm)	Jリングフロー試験結果に極端な閉塞が生じていない
D	定めない	-

2.6 ポイント(6)について

付録の内容は、表1に示すとおりである。付録1に、JASS 5 M-406:2021 (表9)を示している。VSPは、高性能AE減水剤(以下、SPと称す)と増粘剤を一液混合することによって汎用のSPよりも材料分離抵抗性を改善した製品であり、その効果も確認されているが、SPとVSPの違いを高流動コンクリートの製造者や使用者が確認できる規格や基準は整備されていない。そのため、JIS A 5308:2019で対象としたSF管理のコンクリートはSPでも製造可能と判断される範囲となっている。

付録2では、材料分離抵抗性の評価として用いられる目視評価について、その妥当性および代替可能な評価方法について検討を進め、「目視判定実施方法」を提案した。ここでは、粗骨材の沈降に対する抵抗性を目視判断により評価できる可能性が高いことを確認し、定性的な判断となる目視評価を「目視判定指数」として数値化し、その評価結果とその他の試験方法による評価結果との相関性を確認した。付録3では、高流動コンクリートの調合の性能設計に関する技術の現状、付録4および5では、近年の施工実績および本指針作成のために実施した実験の概要について示している。

3. おわりに

2016年度より指針の改定に着手し、その後コロナ禍の影響もあり、約6年間を費やしたが、ようやく指針の改定に至った。この間、2016年度の日本建築学会大会材料施工部門研究協議会「高流動コンクリートの活用に関する課題と 展望—高流動指針の改定に向けて—」、2018年度のJIS A 1159およびJIS A 1160の制定、2019年度のJIS A 5308および建告第1446号(材料告示)の改正等を経て、今後予定されているJASS 5の大改定によって、建築分野で高流動コンクリートを積極的かつ効率的に選択・使用するための学術的・制度的な環境も概ね整備される。

一方、建築分野では生コン工場における高流動コンクリートの標準化は進まず、その普及は土木分野と比べ停滞している。これには、生コン単価の設定や、一般に施工者に恩恵をもたらすと考えられる高流動コンクリートを設計・仕様採用することが躊躇されること等が要因としてあげられる。そのため、高流動コンクリートの普及拡大には、本指針などを上手く活用し、高流動コンクリートの必要性、有効性について十分に理解するとともに、決して技術を過信せずに、発注者、設計者、施工者の間に共通認識が持たれることが必要であろう。また、指針改定にあたって一つの目標としていた高流動コンクリートの計画調合における性能設計の採用については、要求性能と品質の明確化を図り、間隙通過性に関する提案はできたものの、構造

表8 流動化コンクリートのSF(単位: cm)

調査管理強度 (N/mm ²)	ベースコンの SLの目標値	あと添加後の SFの目標値
40以上45以下	21以下	45, 50, 55, 60
36以上40未満		45, 50, 55
33以上36未満		45, 50
27以上33未満		45

表9 増粘剤含有高性能AE減水剤の品質基準(案)

項目	品質基準
JIS A 6204 高性能AE減水剤	適合
JP漏斗流下時間の差 ^{*1} (秒)	2以上

*1 0打フローが250±5mmにおける流下時間の差で表される

体コンクリートに要求される均質性と材料分離抵抗性に関して、現状では、より定量的な性能評価にまでは至らなかったこと等は課題として残った。

最後に、日本建築学会「高流動コンクリート指針改定小委員会」メンバおよび関係各位に深く感謝するとともに、本指針が高流動コンクリートに関するさらなる技術の普及と鉄筋コンクリート造建築物の品質・性能の向上に寄与することを期待している。

参考文献

- 1) 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，2021.12
- 2) 鹿毛忠継，小泉信一：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」の概要，コンクリート工学，Vol.60，No.4，pp.307-313，2022.4
- 3) 鹿毛忠継：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」の概要，セメント・コンクリート，No.903，pp.33-41，2022.5
- 4) 神代泰道，河野政典，依田和久，梅本宗宏，浦川和也：日本建設業連合会「建築分野における高流動性コンクリートの普及に関する研究会」の活動概要，コンクリート工学，Vol.58，No.7，pp.493-500，2020.7
- 5) (一社)日本建設業連合会：現場添加型高流動性コンクリートの製造・品質管理要領書，2020.9

author



鹿毛忠継

国立研究開発法人建築研究所
材料研究グループグループ長

専門分野：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の
品質確保・性能評価

大学生の皆様を招いて 中央試験所個別見学会を実施

中央試験所・経営企画部

1. はじめに

世間の感染状況が少し収まってきた2021年度末に、大学生の皆様をお招きし、当センター中央試験所の個別見学会を行いました。本稿では見学会の様子を紹介します。

2. 日本工業大学建築学部の学生2名様の見学

3月15日に、日本工業大学建築学部建築学科の工藤研究室(仕上材料・人間工学研究室)の卒研2名が来所されました。卒業研究の実験方法について調べられていた時に、当センター公式Twitter (@jtccm5) の関連投稿をご覧になったようで、それがきっかけでご連絡を頂き、今回の個別見学会につながりました。

見学の前には、卒業研究の実験で正確なデータを安定的に取るにはどうすればよいかなどの相談に対し、豊富な試験経験を持つ当センター試験所職員が試験のコツや注意点などをアドバイスさせて頂きました。

その後、材料試験棟の防水試験室や多目的試験室、家具建具試験室など、仕上材料・建具類などに関連する多種多様な試験設備を見学して頂きました。すべり試験装置では、同試験に用いる大学の装置と当センターの装置の違いに関心を示されていました。

そして、構造試験棟では大型多層構面や複合加力、100t構造物曲げ試験機などの大規模試験装置の大きさを感じて頂きました。

最後に、竣工間近の工事中的新防耐火試験棟の建屋も少しご覧頂き、見学会が終わりました。

後日、当センター職員のアドバイスを元に、卒業研究の実験に取り組まれているとのご連絡を頂きました。

3. Doboku Lab (ドボクラボ)の学生2名様の見学

3月22日には、Doboku Lab (@Doboku Lab) に所属する学生の方2名が来所されました。Doboku Labは、「土木が広がる。」をキャッチコピーとする日本全国の土木系学生による団体で、企業と土木系学生のつながりをつくる、土木系学生の大学間の交流、SNSやブログで“土木の魅力”を発信する、など様々な活動をされています。

当センター公式Twitterの投稿をご覧頂き、当センター試験所を見に行ってみたいというお声掛けを頂き、今回の個別見学会につながりました。今回はコロナ禍時期ということもあり、代表して早稲田大学創造理工学部社会環境工学科4年生の2名の方に来所頂きました。

材料試験棟では、防水試験室、コンクリート試験室、養生槽、多目的試験室、耐久性試験室など、構造材料から仕上材料に関連する試験設備を見学して頂きました。用途に応じた大小様々な容量の万能試験機、凍結融解試験や塩水噴霧試験など多種の耐久性試験装置に興味を示されていました。

動風圧試験棟では、大型断熱防露試験室や各種動風圧試験装置(動風圧チャンバー)、そして大型送風散水試験装



当センター職員より試験器具の解説



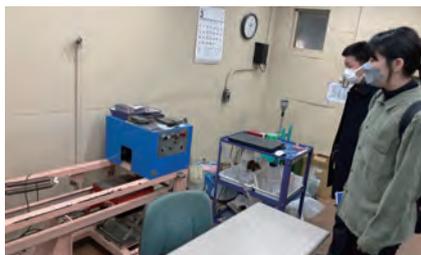
透水性試験装置



JASS8 対応水密試験用水槽



20kN 定速型万能試験機



すべり試験装置



大型多層構面試験装置

日本工業大学建築学科工藤研究室の皆様の見学の様子



JASS8 対応水密試験用水槽



塩水噴霧試験装置



恒温槽付き定速型万能試験機



標準養生水槽



電位差滴定装置



大型断熱防露試験室



大型送風散水試験装置



大型送風散水試験装置の裏側



送風機の風を体験

Doboku Lab の皆様の見学の様子

置を見学して頂きました。今回は特別に、大型送風試験装置による送風を体験して頂きました。同装置は日本に2台しかない装置で、台風の時期などにはメディアにも度々取り上げられており、貴重な体験となったのではないのでしょうか。

その他、構造試験棟や竣工直後の新防耐火試験棟の建屋内も少しご覧頂き、見学会が終わりました。

後日、「見学の際は様々な試験を紹介していただき、ありがとうございました。“土木・建築の材料試験”という新しい世界を見ることができました。またお話をお伺いしたいです。」とご連絡を頂きました。

4. おわりに

この2年はコロナ禍の影響で、大学でも実験実習授業や外部施設見学や建設現場見学などの授業が、十分に実施できなかったと聞いております。今回来所頂いた皆様は大学4年生ということで、社会に出られる或いは大学院に進学される前に、当センター試験所見学が大学時代の「学び」に少しでも貢献できたなら幸いです。

当センター試験所の見学を希望される方は下記よりお問い合わせ下さい。日本の「住生活・社会基盤整備」に貢献する建材試験設備と、豊富な試験経験・知識を持つ職員がお待ちしております。

◎見学のお問い合わせ先

総合試験ユニット 企画管理課 (中央試験所内)
TEL : 048-935-1991

総合試験ユニット 西日本試験所
TEL : 0836-72-1223

工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課
TEL : 048-858-2841

公式ホームページ (お問い合わせフォーム) :
<https://www.jtccm.or.jp/contact/tabid/518/Default.aspx>

公式 Twitter : <https://twitter.com/jtccm5>

【本稿へのお問い合わせ】

経営企画部 経営戦略課 TEL : 03-3527-2131

JIS認証制度に関する各種セミナーのご案内

製品認証本部

認証ユニット 製品認証本部では、JISマーク表示認証制度に関するセミナーを毎年開催しています。また、ご要望に応じて出前講座も開催しております。各セミナー及び出前講座の概要を紹介します。

JIS認証制度セミナー

JIS認証制度セミナーは、JISマーク認証制度に興味をお持ちの方を対象として、また、JIS認証取得事業者様への情報提供を兼ねて、JIS認証制度の最近の情報と認証維持審査などに関する説明を行っております。各地の経済産業局が開催していた各地区のブロックセミナーが廃止された今では、品質管理責任者の方は必見です。今年度も、事前収録した内容をYouTubeで視聴いただくウェビナー方式により実施します。

今年度のセミナーは、以下の内容について説明を行います。

セミナーのお申込み方法につきましては、[当センターホームページ](#)でご案内しております。

2022年度のJIS認証制度セミナーは、2022年6月30日から8月31日まで公開します。YouTube方式ですので、期間内であれば繰り返し閲覧することが可能です。



主なセミナー内容

1.2021年度認証審査の総括

2021年度に当センターが実施した認証審査の概況を報告します。

2.JIS改正情報

前年度のセミナー以降に改正となったJISの概要と、認証事業者がとるべき対応につきまして報告します。また、今後改正予定のJISにつきましても報告します。

3.指摘事項及び是正報告について

2021年度に実施した審査にて発生した指摘事項と、是正報告の事例を紹介します。

4.品質管理責任者の職務について

品質管理責任者の9つの職務のほか、品質管理責任者の選任につきましてご紹介します。

5.維持審査の手順及び変更申請について

定期維持審査の受審に向けた手続きを紹介します。また、品質管理体制の変更時に必要となる変更申請と臨時審査につきまして紹介します。

6.JISマーク及び付記事項について

JISマーク表示を適正に行うための留意事項を紹介します。

7.その他

認証書・附属書の様式変更、災害発生時の対応等につきまして紹介します。

JIS認証制度基礎セミナー

JIS認証制度基礎セミナーは、JISマーク制度やJIS認証制度に関して、基礎的な事項について学習できるセミナーとなります。これからJISマーク認証に関わる新入社員の方、品質管理責任者のサポートを行う品質管理担当の方のほか、新規にJISマーク表示製品認証の取得を考えている方を対象に行っております。例年、以下の内容について説明を実施しております。セミナーは、オンラインでのウェビナーによる開催を予定しております。また聴講を見逃した方向けに、YouTubeの見逃し閲覧も可能としております。

主なセミナー内容

1.産業標準化法とJISマーク認証制度

日本産業規格(JIS)、JISマーク、認証制度のルールを決めている産業標準化のあらましのほか、標準化に関する各種キーワードの解説を行います。

2.JISマーク製品認証の取得まで

JISマーク製品認証の取得方法、取得によるメリット等をご紹介します。

3.その他

JISマークに関するQ&A、便利な情報についてご紹介します。

セミナーのお申込み方法につきましては、[当センターホームページ](#)でご案内しております。

2022年度のJIS認証制度基礎セミナーは、2022年11月に開催予定です。詳細が決まり次第、当センターSNS・メールニュースでご案内の予定としております。



出前講座

出前講座は、JISマーク製品認証制度に関する普及活動の一環として実施しています。当センターの職員がお伺いしてJIS認証制度に関する各種説明を行っております。

主なセミナー内容

お申込みの条件

- ・複数の参加者又は事業者等の参加予定があること。
- ・講習に関する会場を提供いただけること（Zoom等のオンラインでも可）
- ・講師派遣料（基本料金：22,000円から）及び旅費交通費（実費）をご負担いただけること。

講義は、質疑含めて60分～90分程度です。

講義内容の事例（応相談）

- ・JISマーク表示製品認証制度に関する最新の動向
- ・生コン工場又はプレキャスト工場に関する最近の話題
- ・品質管理の向上のために注意すべき事項及び是正対応の事例



出前講座の開催状況

その他のセミナー

当センターでは、日本産業規格の改正に伴う説明会を適宜開催しております。また、日本規格協会が主催する品質管理責任者セミナーへの講師派遣も実施しております。

各種講習会、出前講座の概要は[当センターホームページ](#)に掲載しております。また、開催時にはご不明な点やご相談事項等がありましたら、下記までお気軽にご相談ください。

【お問い合わせ先】

認証ユニット 製品認証本部 JIS 認証課

一般のお問い合わせ：jis_ninsyoka@jtccm.or.jp

個別セミナーのお問い合わせ：jis-seminar1124@jtccm.or.jp

ホームページからのお問い合わせ：

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

TEL：03-3808-1124 FAX：03-3808-1128

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。

前にも書いたかもしれないが、私は北海道で生まれ育った。そして当時の北海道の住宅の多くはトタン葺き三角屋根で、青、緑、赤色といったクレヨンのような単純な色で塗られていた。鮮やかな色は白一色の吹雪の中でも家の存在がわかるのである。また梅雨もない比較的からっとした風土には、クレヨンの色遣いがマッチしていたのかもしれない。

大学を終えて就職のため上京したのは昭和46年4月である。そして数か月後に生まれて初めて梅雨を経験した。本当に雨続きでそれが日曜日だったりすると、独身者にはそこしか洗濯のチャンスはなかったから、下宿の狭い6畳間にロープを張っての洗濯物干しには、本当に苦労した。

ただ梅雨は意外と気に入った。静かで落ち着くのである。洗濯物に囲まれてはいるものの、本を読んだり、ラジオの音楽に耳を傾けたりするには最適であった。窓のすぐのところには柿の木があり、緑の葉の先端から雨粒がぼたぼたと落ちるのが見え、さらに通りの向こうの家は灰色に煙った墨絵のように見えた。

総じてみれば、やはり日本は高温多湿の国であると思う。多分そのせいだと思うが、伝統的にあまり極端に彩度の高い色は好まれずに、微妙な色合いが、そして控えめで上品な色使いが好まれるだという、説明を読んだことがある。それが「わび」とか「さび」といった英語に翻訳しにくい言葉が生まれたことに通じるのかもしれない。

そして伝統色の主役は何といっても灰色である。中でも有名な色は図1に示す「利休鼠」である¹⁾。多分これを有名にしたのは、城ヶ島の雨（作詞：北原白秋）という歌だと思う。出だしの「雨はふる、ふる、城ヶ島の磯に、利休鼠の雨がふる。」の一節に登場するからである。私も北海道にいたころから時々口ずさんでいた。ただ利休鼠とは雨

表1 白・灰・黒系の色の和名

薄墨色(うすずみいろ)	墨色(すみいろ)
空五倍子色(うつぶしいろ)	石板色(せきばんいろ)
葡萄鼠(えびねず、ぶどうねず)	象牙色(ぞうげいろ)
灰白色(かいはくしょく)	消炭色(けしずみいろ)
生成(きなり)	茶鼠(ちゃねず)
銀鼠(ぎんねず)	鉛色(なまりいろ)
黒椽(くろつるばみ)	鈍色(にびいろ)
濃鼠(こいねず)	乳白色(にゅうはくしょく)
桜鼠(さくらねず)	鼠色(ねずみいろ)
紫黒色(しこくしょく)	灰色(はいいろ)
漆黒(しっこく)	利休鼠(りきゅうねず)
砂色(すないろ)	蠟色(ろういろ)
純白(じゅんぱく)	

<https://kotonohaweb.net/color-name-japanese>

にくすんだ灰色くらいだろうとは思っていたが、実際どんな色なのかはよく知らず、想像をめぐらすだけであった。ただ上京して梅雨空を毎日見るうちに、多分このような中に感じる色なのだということが少しずつ分かってきた。

ただ梅雨空の灰色といっても様々である。そこで手短かに、白から黒に至るまでの灰色の和名をネットで調べてみた²⁾。驚きである。表1に示すようにたくさんある。たかが灰色とあなどるなかれ、である。

コンクリートの灰色

ここからは建築材料の話である。建築で灰色の代表選手は何といってもコンクリートである。どこの大学でも建築材料の講義で一番時間を割いて教えるのはコンクリートである。昔はコンクリートを裸のまま使うことは、建築では少なかったとのことであるが、戦後打ち放しコンクリートという名のコンクリートの地肌を見せる建築が多くなった。近代建築を可能とした建築材料は、鉄、コンクリート、ガラスの三つであると教わるが、その時のコンクリートの位置付けは構造用である。ただガラスとペアになると一転して建物外皮構成材料となる。著名な建築家の中には打ち放しコンクリートを得意とする人も多くいる。そして打ち放しコンクリートの建物は現在も作り続けられている。それほど魅力的な材料なのである。

ちなみに私の学生時代のへたくそな卒業設計も時流に乗り、打ち放しコンクリートとした。そのため提出したパースも建物を灰色に塗った。(今は模型を作ることが多くな



図1 利休鼠の色

色彩図鑑 (日本の色と世界の色)

カラーセラピーライフ (<https://i-iro.com/dic/rikyunezu>)

ったと思うが、私の学生の頃は彩色パースが提出図面のひとつに指定されていた。)ただ日頃感じていると思うが、コンクリートは水に濡れると濡れ色に一変する。私の稚拙なパースも灰色に塗る時、どの程度の灰色にすればよいのか、白と黒の絵具をどのくらいの割合で混ぜればよいのか、人並みに悩んだ記憶がある。

ただ完全に濡れたコンクリートの色の話はたくさん聞くが、その途中はどうなっているのだろうか? 濁って白っぽい色から、突然暗い色に変わるはずはない。いろいろ文献を調べてみたが、途中について述べたものはない。そしてこの私の疑問に興味をもってくれた仲間がいた。劉靈芝さんと菅野拓君である。劉さんは着色コンクリートの研究をしていたことがあり、また菅野君は面白い研究をしたいとの希望をもっていただけ、3人でがんばることになった。

本当に湿度変化で色が変わるのか

まず乾いて白っぽい灰色から濡れ色までの、コンクリートの色の変化を調べてみようということになった。さて色の変化をどのように測るかである。幸い灰色は無彩色である。有彩色のような赤とか青とかいう、いわゆる色が無い。あるのは明るいか暗いかといった明度だけである。そうすると話は簡単で、色差計で明度変化を測ればよい。

早速そのための準備に取り掛かった。試験体は本物のコンクリートだと骨材があり面倒なので、セメントペースト(水セメント比: 40%、30%、22%)とし、円形の型枠に打ち込み、写真1に示すように薄くスライスしたものをを用いた。半月状としてあるのは単に立たせておくための配慮である。これを表2に示すいろいろな飽和塩溶液で調湿したデシケータ内に静置した。こう書くと簡単そうに見えるが、セメントペーストの水分状態が安定するまで待たなければならないので、意外と根性を要する大変な作業であった。そして実験は、一度絶乾燥してからデシケータに入れたものと、逆に十分濡らした後にデシケータに入れたものの、2系列で行った。

図2が測定結果である。乾いた環境下ではセメントペーストは白っぽく明度も高い。しかし湿度の高い環境下では予想通り明度が下がってくる。要すれば少しずつ暗くなってゆく。ただこの図を見て気づかれると思うが、乾いたものを湿らせて行く過程と濡れたものを乾かして行く過程とは、途中が同じではない。

湿らせて行くときは湿度が85%位まではそれほど明度は変わらず、それを超えると急激に下がる。しかし一度濡れていたものを乾かして行く時は、割と素直に環境湿度に合わせて明度が上昇する。

建物でいうと、乾いた状態のコンクリートの色は、湿度が高くなっても結構長い間明るい色を保っており、雨模様になり相当湿度が高くなってから暗い色になり始める。そして雨が上がり乾燥し始めると割と素直に明るい色に戻ってゆく。こんなイメージである。そしてこの結果を見ると、コンクリートの色がダイナミックに変わるのは、明らかに高い湿度



写真1 セメントペースト試験体と塩類の飽和水溶液で調湿したデシケータ

表2 各湿度環境を作るための飽和水溶液

相対湿度	調湿方法
0%	105℃,24時間→常温
8%	SiO ₂ ・nH ₂ O
33%	MgCl ₂ ・6H ₂ O 飽和水溶液
55%	Mg(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O 飽和水溶液
75%	NaCl 飽和水溶液
85%	KCl 飽和水溶液
93%	KNO ₃ 飽和水溶液
98%	K ₂ SO ₄ 飽和水溶液
100%	吸水後→表面水除去

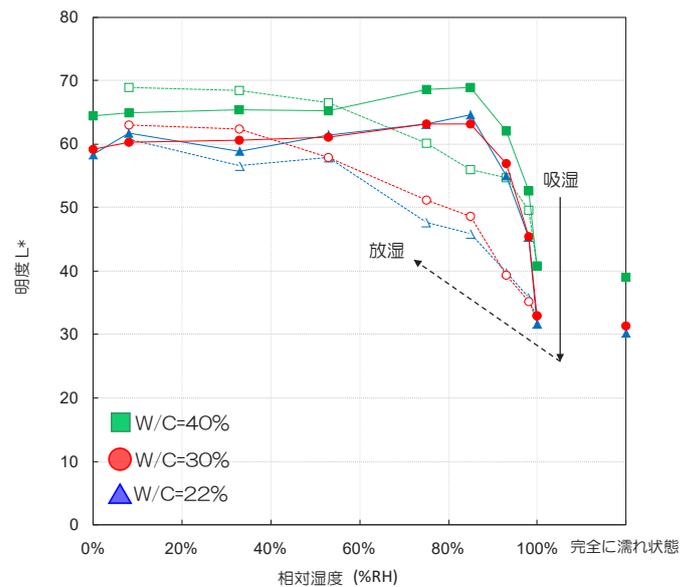


図2 明度湿度との関係

領域である。季節で言えば、梅雨の時期か秋の長雨の湿度の高い日が続く時期である。高湿度域のわずかな湿度変化が、微妙にコンクリートの明度を変える。雨の多い国ならではの、打ち放しコンクリートの密やかな演出である。

コンクリートの色の変化は吸脱着曲線に似ている

ところでこの図を見て何か似ているな、と気づかれた方も多いと思う。そう、いわゆるコンクリートの吸脱着曲線である。我々の使った試験体の水分の吸脱着はどうなっているのか。早速データをとってみた。図3は各湿度環境

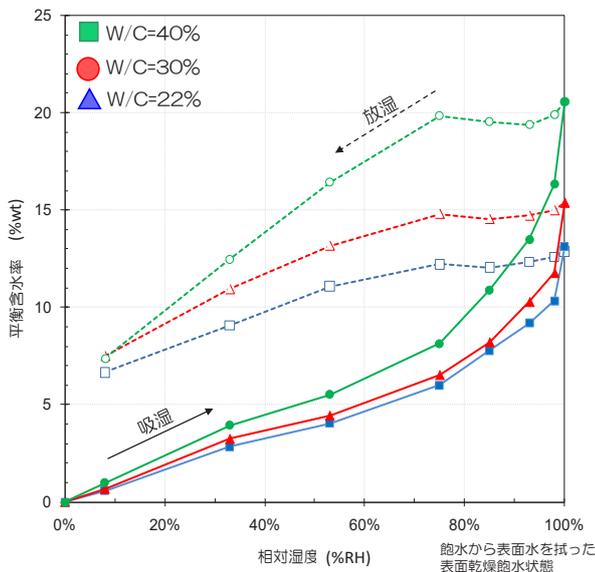


図3 平衡含水率と湿度との関係

下での平衡含水率*の測定結果である。下側の線は、絶乾状態からの吸湿過程での変化である。当然周りの湿度が高まるに従い含水率は上昇する。そして完全に濡れると最大になる。当然水セメント比の影響があり、水セメント比の大きい試験体では平衡含水率が高くなる。理由は水セメント比の大きい試験体では内部の細孔量が多いため、水を貯めこむ空隙が多いからである。

さて次はこれを乾燥させていった時どうなるかである。これは上方の破線である。周りの湿度が低下するに従い、水を放出し始める。ただ一度貯めこんだ水は余程放出したくないらしく、低下は緩慢となる。そして今回の実験では、最も低湿8%RHの時でも平衡含水率は約7%wtまでにしか下がらなかった。ちなみに加湿過程での同じ湿度環境下での平衡含水率は約1%wtであったから、7%-1%=6%wt位の水は離さず、内部に隠し持ったままということになる。この辺はコンクリートの専門書に書いてある通りである。

どうしてコンクリートは水を吸脱着するか

ここで話が終わってはつまらないので、これがどうしてそうなるかの理屈の話である。ただここからはマニアックな話となるので、興味のある人だけ付き合ってくださいれば良いです。

コンクリートが濡れるのは、コンクリートの細孔に水が吸着されるからである。ただ吸着にはルールがある。一般には細孔を円筒形と仮定した次のケルビン式⁹⁾で表されることである。

$$rk = \frac{2 \gamma M \cos \theta}{\rho RT (\ln P/P_s)} \quad (1)$$

(rk:ケルビン半径、 γ :表面張力、M:分子量、 ρ :液体の密度、R:気体定数、T:絶対温度、P/P_s:相対湿度)

この式をいきなり見せられても何のことかわからないと

思うが、意味するところは細い細孔から順番に湿分が凝縮し始めるということである。乱暴な言い方であるが、環境湿度が低い環境下では細い細孔にしか水は凝縮していないが、湿度が高くなると太い細孔でも凝縮するというイメージである。当然材料全体の含水率は高まることになる。

コンクリートは以前「細孔構造の見える化」のところで書いたように、空隙は細いものから太いものまで入り組んでたくさん存在している。従って水セメント比が大きいほど、空隙量が多くなる。だから水セメント比の大きなコンクリートでは抱え込む水分量が多くなる。このことを踏まえると、先ほどのデータも少しは理解しやすくなると思う。

さてここからはさらに面倒な話である。湿度が高くなり順調に水蒸気を吸着し、すべての細孔が満タンになった。それではこれを乾燥環境下に戻すとどうなるかである。本来ならば来た道をたどり素直に元に戻るはずである。ところがこれが違う道に行ってしまうのだ。素直に吸着水を放出してくれないのだ。

実はこれもコンクリートを研究している人には常識のことであり、理由として細孔が単純な円筒形ではなく、**図4**に示すようなインクボトル型の細孔もあるからだと説明されている。インク瓶では口が容器本体より狭くなっている。口のところが狭まっているので中に閉じ込められた水は外に出にくい。そのために水の脱着は遅れる。乾くのが遅れる理由はこのように説明されている。

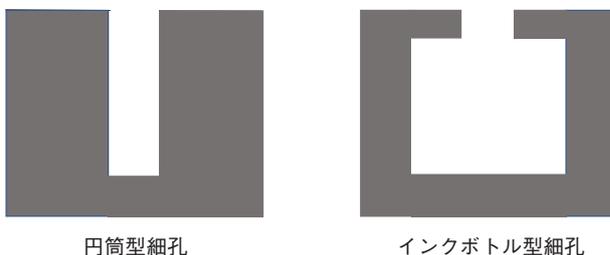


図4 水の出入りする口径は同じ細孔の円筒型モデルとインクボトル型モデル

細孔に水分吸着するとなぜ明度が変わるか

ここからは本からの引き写しである。外部からの光(入射光)は物体の表面に当たると反射する。ところが表面に水膜があると、**図5**に示すようにもちろん一部は表面で反射するが、残りは屈折して水の中に入り込む。ただそれは外に出てくるのが全く出来なくなるわけではなく、水膜下の物体表面で反射して表面に向かう。そして一部が表面から外に出てゆく。残りは内部反射によりまた物体表面に向かう。そしてまた物体表面で反射して・・・、という現象が繰り返される。その度ごとに減衰が起き、結果として明度が低下する。

これをセメントペースト内の細孔表面に当てはめて考えると、細孔内に凝縮水が生じる時、入射した光はそこで屈折し、内部に入り込み素直に反射できなくなる、すなわち入り込んだ光の外部への出方が悪くなる。環境湿度が高く

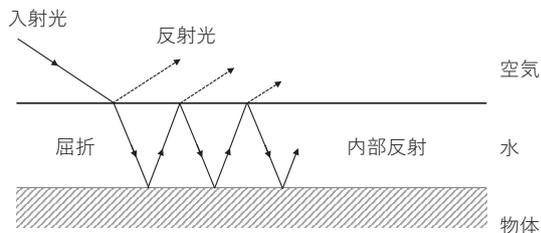


図5 物体が水が吸着した時の光の反射

なると大きい細孔まで凝結するので、水膜量が増え、入りこんだ光の外へ出る量が減り、さらに明度は下がる。

ただ明度の変化と水の吸脱着とは微妙に違う

このように明度の変化も水の吸脱着の結果と思われるから、基本的には同じ挙動をする。このことは先ほどの図3の吸脱着曲線を上下反対にして比較すると納得がゆく。図6はこのようにして明度変化と上下反転させた含水率変化図を並べて示したものである。似ていることを実感していただけたと思う。

ただ似ているとはいえ、両者は微妙に異なる。どのあたりかというが高湿度領域である。さらに両者の関係を詳細

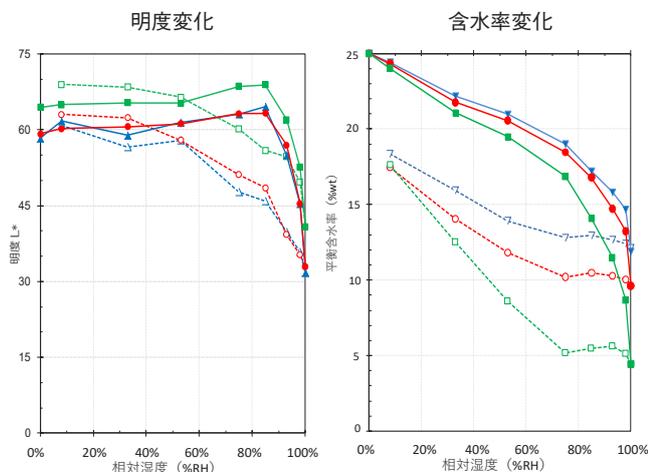


図6 明度変化と含水変化の比較
(右側の含水率変化図は図2の上下を反転したものである。)

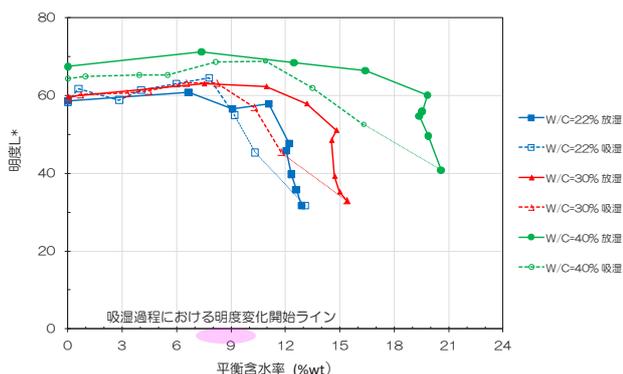


図7 明度と含水率の関係

に調べたものが図7である。はっきりしたラインがあるわけではないが、平衡含水率でいうと10%wt前後である。すなわち明度が変わるのは、かなり材料内部に水が入ってからということになる。ある程度大きい細孔まで凝結水が出現してくれないと明度は変化してくれない。

もともと明度変化は試験体表面に限った現象であるのに対して、水の吸脱着曲線は試験体内部も含めた全体の変化である。表面だけを観測した物理量と全体の変化を示す物理量とは意味が違う。この辺が両者に違いをもたらす理由ではないか。いろいろ想像をめぐらすと、本当のところは良くわからない。

コンクリートの色は生きている。

ここまで到達したところで、3人がかかりの研究⁴⁾をおしまいにした。特に後半の理屈の部分はかなり想像が混じっている。だからコンクリート表面に吸着した水量と明度の関係など、ていねいに解明しなければならない課題は山ほど残っている。ただこの成果で菅野君は無事修士論文をまとめることができた。また研究室としても何の役に立つかわからない、この研究課題を遂行するための軍資金も底をついた。そしてここまでわかれば、梅雨時期の打ち放しコンクリートの日本的風情を楽しむには十分である。

コンクリートの色はまさしく生きている。この研究がそのことを改めて教えてくれたことは事実である。

* 平衡含水率：一定の温度、湿度の空気中において材料の水分量がその雰囲気中で平衡（一定）に達した状態における含水率。ここではそれを重量含水率で表した。

参考文献

- 1) 色彩図鑑 (日本の色と世界の色) カラーセラピーライフ：
<https://i-iro.com/dic/rikyunezu>
- 2) 日本の色「色彩の和名」：<https://kotonohaweb.net/color-name-japanese>
- 3) 近藤連一：多孔材料一性質と利用：技報堂出版、1986
- 4) 劉 靈芝，菅野 拓，塚越雅幸，田中享二：セメントペーストの表面明度に及ぼす水分環境変化の影響，日本建築学会構造系論文集，第75巻，第655号，pp.1595-1600，2010.9



profile

田中享二

東京工業大学 名誉教授

1945年 札幌生まれ

専門分野：建築材料、建築構法、防排水学

～学術・実務・生活上のバランスを考えた、はじめて知財に接する方への誌上講義～

Vol.1 知財知識を身に着ける意義

1. はじめに

本号から、「知財」に関する講座を連載させて頂く、大樹七海と申します。なお、「知財とはなにか?」というご質問も後ほど解説しますので、ご安心下さい。

本誌では遡ること昨年2021年9・10月号において、「[建設業における知的財産活動の概観と展望](#)」という題で寄稿させて頂いています。こちらは、土木・建材・工法分野での知財活動の概要を掴める内容となっています。

さて、本連載は、誰もが、知財について興味関心を持って、分かるような講座を目指したいと思います。そのため、出来るだけ専門用語に走らない解説としますが、時代の先読みもできるよう、硬軟織り交ぜ、最前線かつ高度な知財の話題も含め、幅広く取り上げていく予定です。各分野の専門家から見れば、大雑把な表現とも成り得ますが、何卒ご容赦頂ければと思います。なお詳細な情報の補完や、もっと知りたいという意欲的な読者のために、末尾に参考文献を記載しますので、ぜひ学習にお役立て下さい。

2. 知財・知的財産権・知的財産権法とは?

まず、用語について、簡単に説明をしたいと思います。「知財」とは、「知的財産」の略で、人間の幅広い知的創造活動の成果が財産となります。例えば、発明やデザイン、絵画や音楽などが知財に含まれます。法律の定義における「知的財産」では、「情報」であると示されています¹⁾。昨今の情報社会において、情報の法律的扱いを理解する事は、事業を行う上での必修事項となりつつあります。この「知的財産」に「権」が加わった、「知的財産権」は、特許権や商標権、著作権などの利益に係る権利です²⁾。そして、その「知的財産権」に「法」が加えられた、「知的財産権法」は、「財産的価値を有する情報の利用に制限」をかける法律です²⁾。では、なぜ社会は、「情報の自由な利用を制限する法律が必要である」という結論に至ったのでしょうか。

「情報」は、「モノ」とは異なり、容易に模倣される性質を持っています。利用により消費されても無くなりませんし、多くの方が同時に利用することができます。情報化社

会において、財産的価値を有する情報にアクセス制限がなされなければすぐに公共財となります。そうすると、情報を創作した方への利益の還元がなされません。創作者に利益を与える手段を用意できなければ、創作へのインセンティブが失われ、それは社会にとって良いことではない、という考え方があります³⁾。法律用語では、モノを「有体物」と呼ぶのに対し、「知財＝情報」を「無体物」と呼びます。この無体物へのアクセス制限をどうするか、という扱いについては、有体物に対する所有権の考え方では、上述の通り、情報とモノの性質の違いから馴染まないところがあります。そこで私人間の権利調整に関わる私法の原則である一般法の「民法」とは別に、特別法として、「知的財産権法」が設けられています。そして、財産的価値を有する情報の性質の違いに応じて、「特許法」、「商標法」、「著作権法」、「不正競争防止法」等によりアクセス制限方法を規定しているのです。なお、「知的財産権法」という名称の法律が存在するわけではありません。特許法や商標法、著作権法等の知的財産権を扱う法律を総称した名称となります。一般に知的財産権の種類は図1となります。

「産業財産権」という言葉も馴染みがないと思いますが、知財では類出の用語です。知的財産権のうち、「特許権」、「実用新案権」、「意匠権」及び「商標権」の4つを指します。なお、これらの権利の手続窓口は特許庁です。この手続きも今後連載で解説します。


 図2 産業財産権の例
 INPIT 知財総合支援窓口HP

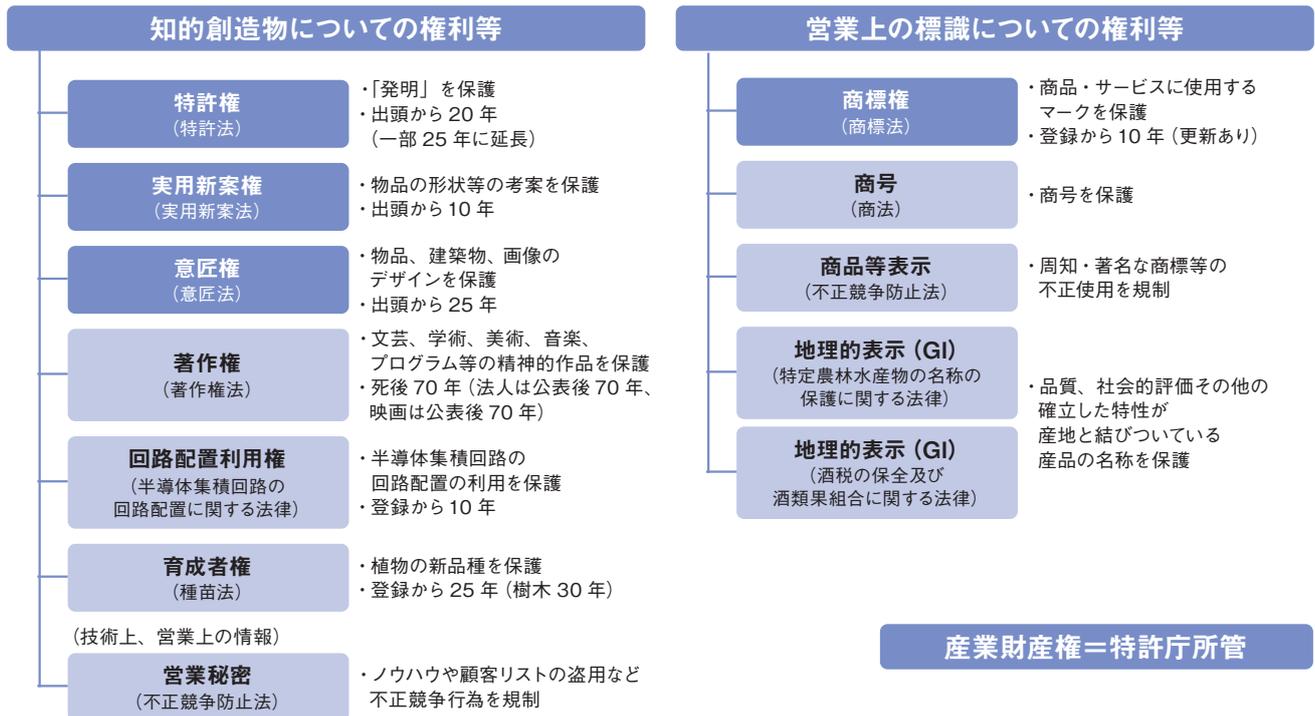


図1 知的財産権種類
特許庁 2021 年度「知的財産権制度入門」テキスト

ちなみに、「肖像権」や「商品化権」という言葉を耳にしたことのある方もいらっしゃるかもしれませんが。しかし、肖像権法や、商品化権法という法律があるわけではなく、肖像権は民法、商品化権は著作権法・特許法・商標法・意匠法などの法律で扱います。

ところで、法律の専門家である「弁護士」になるための「司法試験」では、知的財産権法は必須の科目ではなく、選択科目に知的財産権法を選んだ場合にのみ、特許法と著作権法が問われます。一方で、「弁護士」になるための試験では、特許法、実用新案権法、意匠法、商標法、著作権法、不正競争防止法、条約といった知的財産権法の殆どが必須科目となります。そのため弁理士は、「知財の専門家」と呼ばれます。弁理士にご興味を持たれた方は、知財初心者の方が初めて弁理士に依頼するときに読む本「弁理士にお任せあれ」(知的財産権取得のメリット、弁理士とは、弁理士の仕事とは、弁理士に依頼するメリットと探し方&選び方、依頼前の準備リスト等を載せた、知財取得のための

総合ガイド本となります)を参考下さい⁴⁾。

3. 知的財産権法の理解には、バランス感覚が必要

3.1 知的財産権法の功罪をみる

(1) 税関の水際対策が可能

皆様は知的財産権法にどのようなイメージをもたれていらっしゃるでしょうか。例えば税関の水際対策をご紹介します。知的財産権法の存在により、税関の方々の多大な労力で、昨年は2万8千件を超える海外からの知的財産侵害物品の輸入が食い止められました(令和3年の税関における知的財産侵害物品の差止状況 令和4年3月4日財務省)。もし、知的財産権を取得していなかったら、泣き寝入りするしかなかったことになります。

(2) 一国の科学技術力・産業競争力として

一国の科学技術力・産業競争力を示す重要な国際取引指標の一つに「技術貿易額」というものがあります。こちらでも知的財産権が貢献しています。「技術貿易額」とは、特許権、実用新案権、商標権、意匠権、著作権といった知的財産権や、ノウハウといった技術知識の輸出と輸入額を示すものですが、技術貿易額は主要国で増加しています。日本の経常収支におけるサービス収支の内訳をみると、令和2年度の最も稼ぎ頭であった「旅行」が、コロナ禍において大打撃を受けてしまった中で、黒字額1位と健闘したのは、「知的財産権使用料」でした。つまり、貿易におい



図3 弁理士の仕事「弁理士にお任せあれ」大樹七海⁴⁾

て、知的財産権は重要な地位を占めています⁵⁾。従って、海外事業でも大いに頑張りたいところなのですが、海外では、日本では考えられない知財リスクが存在します。そこで、海外事業における知財リスクの回避手段については、「世界の知的財産権」という書籍にまとめていますので、参考になさってください⁵⁾。本連載でも海外の知財リスクについて執筆予定です。

3.2 独占と自由利用のバランス

知的財産権制度はグローバルな視点で捉えられるもので、上手く活用されている例を紹介しましたが、一方で「知的財産権法が無い方が、社会にとって良いのではないか」というような主張があることもご紹介しておきます。というのも、知的財産権制度の功罪の知識なしに、いきなりそちらの方から聞いてしまうと、ありかなしかの二択の単純な見方によって、知的財産権制度に不信感を持ち、全てを拒絶してしまう方もおられるからです。知的財産権制度の理解には、バランス感覚が必要だということを話しておきたいので、色々な視点を入れたいと思います。さて、皆さんは、例えば1つのプリンタ製品あたりに特許は幾つ関わっていると思いますか？答えは約3,000件です(図4)。驚かれましたでしょうか。こうなると、製品開発をすれば、特許という地雷を踏んでしまうことになり、そのために割かざる負えない労力やコストはイノベーションを阻害している、という意見があります。こうした状況は、専門家の間では「特許の藪(やぶ)」⁶⁾と呼ばれ、とりわけ半導体分野などでは深刻で、様々な試行錯誤がなされています(例えば、標準化と特許に関してはオープン&クローズ戦略として取り上げられています⁷⁾)。

また、国の経済政策に出てくる類出用語に、「アンチパテント政策」、「プロパテント政策」、という言葉があります。「アンチパテント政策」とは、特許権を取らせないで

自由利用を促す方向にするもので、「プロパテント政策」とは、逆に特許権を取らせて独占を進ませる方向にするものです。この二つを行き来することで自由競争を調整する経済政策が行われています⁸⁾。世界の国々がこうした政策を取ると、当然ながら我が国の経済も影響を受けることになり、それに合わせて法律の運用変化が起きたり、法改正がなされたりします。

著作権法では、日本ではAI開発がしやすい様に、権利を制限する規定が設けられています。他にも学校教育や障害等を抱える方々の利用等も一定の条件下で権利を制限する規定があります⁹⁾。このように、知的財産権法では、なんでもかんでも独占がまかり通るというわけでもありません。自由利用については、「権利を取らない」、または「国等が権利を取らせない」、「法律で権利の一部を制限する」という方法だけではなく、「権利を取った企業が(自発的に一部)権利を制限して、他社の自由利用を許可する」という方法もあります。例えば、「知的財産に関する新型コロナウイルス感染症対策支援宣言」として、我が国の企業が主体となり、927,897件(5月2日現在)の特許による支援を表明しています¹⁰⁾。また近年のオープンイノベーションという考え方は、独占と自由利用の関係を上手に用いるというものです¹¹⁾。このように、知的財産権法の使い方は、常に保護と利用のバランスの上に成り立つものであることを念頭に置いて頂ければと思います。特に、技術の進歩や社会情勢の変化で、保護と利用のバランス調整機能が社会制度に求められるので、この要請に応えるべく、知的財産権法は頻繁に改正がなされます。例えば令和2年4月1日に行われた意匠法の大改正は、IoT・AIなどの新技術の発展により広がってきたビジネスの実状に対応するために、「画像」「建築物」「内装」が保護対象に追加されました。知的財産権法は、常に最新の情報に照らし合わせる必要がありますので、詳細は弁理士に相談するようにして下さい。

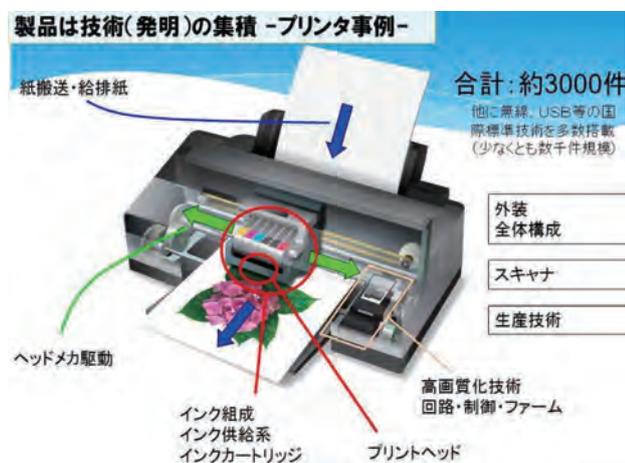


図4 一製品が数千の特許で構成
産業構造審議会知的財産分科会第3回特許制度小委員会
(平成26年4月14日)

4. 知財活動と知財教育の現状

(1) 知財の考え方や知財の活用方法を身につける意義

「知財」という言葉に慣れておられる方は、まだそう多くはありません。ですから、わからなくても、心配はいりません。今から知るだけでもアドバンテージが発生します。知財に関する本格的なストーリー漫画がありますので、参考文献に記載します¹²⁾。そもそも、社内に知財を専門的に扱う部署である、知財部を有する企業は限られています。また、自社に知財部を有していても、知財部の方が他部署の方から所属先を聞かれ、「ちざいぶ(知財部)です」と伝えたと、「ちざい(知財)」という言葉が認識できずに、「しざいぶ(資材部)」ですか？と勘違いされたという悲しいエピソードも聞きます。しかし、知財が発生するところも、



図5 手遅れになる前に!「弁理士にお任せあれ」大樹七海⁴⁾

知財で問題が起きるところも現場です。知財を意識しておらず、知財の専門家から遠い(あるいは知財の専門家との連携が上手くいっていない)という状況は、「常に事後に」、法律含めた問題の対処が始まることとなります。しかし、事後に打てる策というのは限られ、「攻め」が出来ないのももちろんのこと、「守り」もできない状況に陥ります。また知財の流出=情報流出ですから、被害を回復させることは至難か、無理だという悲劇が多く起こります。事件は、知財部でも法務部でも特許事務所でも起こるわけではなく、彼らの位置づけは後方支援です。そのため、様々な現場を見ている、その場にいる方の気づき、初動、個の力同士の連携が小さなことですが、未然に大事故を防ぎ、大きな力を生んでいきます。そうした意識で、どなたでも知財の考え方や活用方法を身に着けることに意義があります。

ちなみに、知財部ではどのような仕事をしているのかという疑問があると思いますので、以下にまとめてみました(**Box1**)。多種類の難しそうな事が書かれていると思われるかもしれませんが、一人知財部と呼ばれ、お一人の方がこなされているケースも多々あり、このうちの幾つかを仕事とされておられます。一般には、外部専門家である弁理士や弁護士等と連携して業務が行われますので、初めは知財について分からなくても、上司や外部専門家の手引きにより研鑽を積まれていきます。

Box1 知財部の仕事

一般に、主に特許・商標・意匠を筆頭とする知的財産の創出・保護・活用に関わる、調査・出願・申請手続き・契約・交渉などに関する業務が行われます。自社及び他社の権利の質や内容、競争力、市場規模と将来予測、リスクの大きさなどを多岐にわたって把握・判断し、事業戦略に活かすことが求められます。近年では、コンプライアンスの観点から、技術情報発信時における著作権のトラブル防止、不正競争防止法等を念頭に、自他社秘密情報の不用意な漏洩防止のためのリスク管理、オープン&クローズ戦略として標準化分野も手掛ける場合もあります。

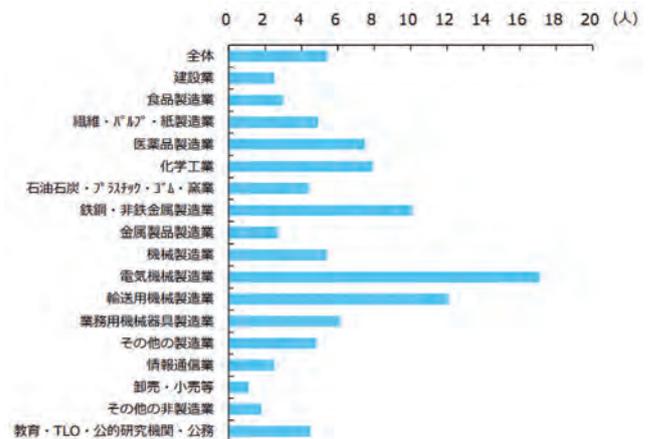


図6 業種別の知的財産担当者数(1者あたり平均値)

資料: 特許庁 令和2年知的財産活動調査結果の概要

特許庁がまとめた知財部担当者数の調査結果があるのでご紹介します(図6)。業種によってばらつきがあり、1.1人(卸売・小売等)~17.1人(電気機械製造業)、建設業では2.2人ですので、規模感がお分かりになると思います。

(2) 知財教育について

一般の方々に、知財が馴染まない遠因としては、勤労世代の多くは教育課程で知財教育を受けた経験がなく、また知財教育を受けられた方も、一部の先進的な教師の取り組みにより恩恵を受けられたケースであったためと思われます。近年は、日本の知財教育をどうするかについて議論が始められています¹³⁾。また、知財教育と一概にいても、学校教育(小学校、中学校¹⁴⁾、高校、高専¹⁵⁾、音楽学校¹⁶⁾、大学/学部による)、また企業・大学・団体・官公庁等(分野、素材系、電機系¹⁷⁾、化学系、デザイン系、IT系、バイオ・医療系、商社系、土木建築系など)、職種(経営者、エンジニア、研究者、デザイナー、クリエイター、営業、事務の方々)など、さまざまな目的の違いにより、扱う知財の種類や質、レベルがそれぞれ異なり、知財活動の頻度や重要性が異なることは、想像に難くないと思っ頂けるかと思えます。(もしカスタマイズされた知財教育講座が必要であれば、ご連絡頂ければと思います)。

(3) 個人の知財活用能力を高める意義

現代は、個人の力を発揮し易くなっています。会社でTwitterやFacebook、Instagram、LINE等の担当に命じられる事もあれば、個人名のアカウントで、企業アカウントとしての役割を果たされる方もおられます(特に採用担当やマーケティング担当の方)。便利な各種ITツール(業務支援のクラウド型含むツール等)で、一人もしくは少数で、新規プロジェクトを即座に立ち上げたり、社内ベンチャーを起こされたり、副業により個人事業を開業されたりする方も増えています。平成30年1月に「モデル就業規則」と「副業・兼業の促進に関するガイドライン」が改訂

(その後も改訂続く)され、政府としても副業を後押ししています (Box2)。背景には、年金問題や雇用の維持、生産性の向上等があります。しかしここで、情報漏洩の懸念、従業員の秘密保持義務、競業禁止義務、知財の帰属などの問題について対応が必要となってきます。また転職等による人材の流動性は高まり続けています。

Box2 兼業・副業の企業事例 (五十音順)

1. 株式会社 I H I
2. ANAホールディングス株式会社
3. S M B C日興証券株式会社
4. カゴメ株式会社
5. 株式会社 J T B
6. 株式会社静岡銀行
7. 株式会社新生銀行
8. ダイハツ工業株式会社
9. 株式会社ディー・エヌ・エー
10. 東京海上日動火災保険株式会社
11. 株式会社みずほフィナンシャルグループ
12. 三菱地所株式会社
13. ライオン株式会社
14. ライフネット生命保険株式会社
15. ヤフー株式会社

資料：副業・兼業の促進 働き方改革フェーズⅡと
エンゲージメント向上を目指して 2021年10月12日 経団連

組織や事業運営の成功あるいは失敗は、企業という顔のないものではなく、「どのような人がどのように動かれるか」で決まっていると感じます。そのため、個々人の知財力を高めるということは、現場や部署や企業、さらには事業分野自体が変わっても、組織の飛躍に繋がる判断と行動が起こせる即戦力となります。裏を返せば、一人の悪手は組織全体に大きなダメージを与えかねない時代ともなっています。ではどういった知財の知識があると良いのでしょうか。

5. 役に立つ知財知識

(1) 自身・自社活動への導入に、まず何からすればよいか

最初に役に立つ知財知識の優先順位としては、「著作権法」の知識、次にロゴやネーミング等を扱う「商標法」の知識であると思います。それから、知名度抜群の「発明」を扱う「特許法」の知識となります。特許法がわかると、他の法律の理解も楽になります。特許法の基本的な考え方は、小発明を扱う「実用新案権法」やデザインを保護する「意匠法」にも通じる場所があるからです。これらの法域に適宜、不正競争防止法を絡めて、各法域間の違いや使



図7 知財の活用に明るい体制を作る
「弁理士にお任せあれ」大樹七海⁴⁾

い分け、あるいは重畳的な使い方を解説したいと思います。これらを駆使すると、知財戦略となります。

イメージとしては、知的財産権は、自社の財産的価値を有する情報(知財)を攻防するための武器や防具といった道具(ツール)に当たります。道具の性能や扱い方を知り、修練すればするほど、戦いに強くなるものです。

各法の単元毎に話をしましたが、社内に知財活動を取り入れていくための段取りの話をするれば、まずは、自社の「知財ポリシー」という社内方針を作るところから始め、「職務発明規定」の整備、自社の各事業段階における知財リスクの把握、知財契約(秘密保持契約、共同研究契約等、知財の帰属)、他社製品やサービス、外部事業者を使う場合の知財条項の確認、知財予算の考え方、また知財関連の助成金情報の取得、広報においては、SNS含め情報発信において気を付けるべき知財リスク、こちらは自社だけでなく外部デザイナー等に依頼する場合等においても起こり得ます。そこで、こうした事項も連載で解説していきたいと思っています。

(2) 知財に関する幅広い情報に触れる

他山の石とする、同じ轍は踏まない、といった諺がありますが、他社の知財活用(失敗から始まる)事例は自社の知財活用を考える上で、多くのヒントが与えられます。また知財活用は、分野(競合他社)、企業の規模(人員や予算)、事業の段階、目標等によって、全く異なる戦術が取られます。そこで、タイプの異なる中小企業の事例の紹介、時事ニュース、知財動向ダイジェストなどの解説も挟んでいきたいと思っています。なお、大企業やスタートアップ企業の事例では、「経営における知的財産戦略事例集」¹⁸⁾があり、素晴らしい資料です。ただ、中小企業の現状を見ていると、これを実現する前にまだハードルがあると感じることも多いため、もう少し身近に出来る例も取り上げる予定です。

(3) 海外の知的財産権について

世界を見渡すと、WTOにおいて、2019年に発展途上国の地位を放棄した韓国に対して、放棄宣言をしていない中

国ですが、先進諸国を徹底研究した上での知財制度構築並びに知的財産権の獲得に動いています。規模では、例えば特許出願件数は世界の出願件数のほぼ半分を占めるまでに至っています¹⁹⁾。しかし、昨今のロシア情勢も踏まえて、欧米を中心に、社会主義国等での生産拠点の見直しも始まっており、日本企業として民主主義国での市場開拓が出来る機会と捉える事もできます。あまり認識されていないところですが、知的財産権法は各国によって異なりますので、輸出先国で、当該国の法律に沿った知的財産権の取得に動かねばなりません。特許や商標などを解説する回、並びに世界の知的財産権の回を設けて、解説したいと思います。なお、海外の知的財産権について詳しくは「世界の知的財産権」²⁰⁾を参考にしてください。

6. まとめ

第一回目は、知的財産権法の入り口である、知財の性質の理解に重点を置き、個人が知財知識を身に付ける意義に

ついて述べ、多角的な視点から今後の展開についてお話しさせて頂きました。次回からは、いよいよ知財リスクの回避に繋がる知識を身に付けられるように、各法律の特徴や具体的な使い方について、普段の生活や実際のビジネスと絡めながら解説していきたいと思います。



profile

大樹七海 弁理士・作家(雅号)

<https://note.com/ookinanami/>
政刊懇談会第21回本づくり大賞優秀賞受賞。国立研究開発法人(理化学研究所、産業技術総合研究所)にて半導体・創業研究開発・国際業務を経て弁理士。主著『世界の知的財産権』(経済産業調査会)、『弁理士にお任せあれ』(発明推進協会)、『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』(マスターリンク)、内閣府知財教育選定書『マンガでわかる規格と標準化』(日本規格協会)他。

参考文献および学習に役立つ情報

- 1) 「知的財産権基本法」(平成14年法律第122号)
第2条 この法律で「知的財産」とは、発明、考案、植物の新品種、意匠、著作物その他の人間の創造的活動により生み出されるもの(発見又は発明がされた自然の法則又は現象であって、産業上の利用可能性があるものを含む。)、商標、商号その他事業活動に用いられる商品又は役務を表示するもの及び営業秘密その他の事業活動に有用な技術上又は営業上の情報をいう。
2 この法律で「知的財産」とは、特許権、実用新案権、育成者権、意匠権、著作権、商標権その他の知的財産に関して法令により定められた権利又は法律上保護される利益に係る権利をいう。
- 2) 知的財産の理解を深める書を以下に挙げる。
・中山信弘, 知的財産の『無体』財産たる所以 - 知的財産権と所有権との違い -, 西村知的財産権研究会, 2008.5.14
・田村善之, 知的財産法第5版, 有斐閣, 2010.5.30, pp.3-7
- 3) 知的財産権の正当化根拠について理解を深める書を以下に挙げる。
・田村善之, 知財の理論, 有斐閣, 2019.12.20, pp.3-34
- 4) 大樹七海, 弁理士にお任せあれ, 発明推進協会, 2020.3.12
- 5) 大樹七海, 世界の知的財産権, 経済産業調査会, 2021.12.1, pp.48-50
- 6) 特許の藪(やぶ)に関する簡単な解説を挙げる。
・大樹七海: 知的財産権制度は、なんのためにあるのか? ~特許制度の意義、特許の哲学、特許の理論について~, 2020.12.20, <https://note.com/ookinanami/n/nf7b7eee99bd7> (参照2022.4.26)
- 7) 過去事例から学ぶ書を以下に挙げる。
・江藤学, 標準化ビジネス戦略大全, 日本経済新聞出版, 2021.7.20
・小川統一, オープン&クローズ戦略, 翔泳社, 2015.12.4
・小川統一, 国際標準化と事業戦略, 白桃書房, 2009.10.26
- 8) 世界に大きな影響を与える米国のアンチパテント・プロパテント政策の歴史的変遷についての解説を挙げる。
・大樹七海, 世界の知的財産権, 経済産業調査会, 2021.12.1, pp.179-181
- 9) デジタル化・ネットワーク化の進展に対応した柔軟な権利制限規定(著作権法30条の4、47条の4、47条の5等)、教育の情報化に対応した権利制限規定等(著作権法35条等)、障害者の情報アクセス機会の充実に係る権利制限規定(著作権法37条)
- 10) 知的財産に関する新型コロナウイルス感染症対策支援宣言, <https://www.gckyo.com/covid19> (参照2022.5.2)
- 11) オープンイノベーションに関する提言書を挙げる。
・NEDO, オープンイノベーション白書 第三版, 2020.5.29
- 12) 大樹七海, マスターリンク, 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, 2021.2.1
- 13) 内閣府, 知財創造教育推進コンソーシアム, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tizaikyoku.html> (参照2022.5.2)
- 14) 14~17以下、著者の取り組みが参考となる。
原口直, AKB48から学ぶ知財教育~中学校音楽科~, パテント, 2018年6月号
- 15) 山崎祐二, 工業高校における知財教育の取り組み事例, パテント, 2018年6月号
- 16) 城田晴栄, 音楽専門学校と知財教育, パテント, 2018年6月号
- 17) 渡辺健一, 企業における若手技術者向け知財教育の取り組み事例, パテント, 2018年6月号
- 18) 特許庁, 経営における知的財産戦略事例集, 2019.6
- 19) 大樹七海, 世界の知的財産権, 経済産業調査会, 2021.12.1, pp.15
- 20) 大樹七海, 世界の知的財産権, 経済産業調査会, 2021.12.1

硬化コンクリートの耐久性

1. はじめに

前回¹⁾は硬化コンクリートの諸物性について紹介しました。今回は硬化コンクリートの耐久性について紹介します。耐久性に関する内容は、種類が多く内容が深いため、本稿では主に中性化・凍結融解・アルカリシリカ反応について取り上げます。

2. 硬化コンクリートの耐久性

2.1 耐久性の概要¹⁾²⁾

(1) コンクリート構造物の耐久性

コンクリート構造物の耐久性とは、「構造物の性能の経時的低下に対する抵抗性」のことです。具体的には、気象作用、化学的浸食作用、物理的磨耗作用、その他の劣化作用に対して抵抗し、長期間にわたってコンクリート構造物や部材に要求される性能を発揮する能力のことです。

なお、本講座第1回でも紹介しましたが、土木学会の2017年制定コンクリート標準示方書で、耐久性は「構造物が設計耐用期間にわたり安全性、使用性および復旧性を保持する性能」と定義され、主としてコンクリート構造物に対して指す用語となりました。従来用いられてきたコンクリートの耐久性は、「劣化に対する抵抗性」「物質の透過に対する抵抗性」と記述されています。

(2) コンクリートの劣化

コンクリートの劣化現象には、「中性化」、「塩害」、「アルカリシリカ反応」、「化学的侵食」などの化学

的なものと、「凍害」、「すりへり作用」などの物理的なものがあります。これら劣化現象は単独でも進行しますが、複合して進行することが多くあります。

コンクリート中ではセメントの水和反応などの化学反応が長期間進行し、反応過程と反応生成物は、コンクリート中に含まれる化学物質の種類・量、外部から侵入する化学物質の種類・量および環境条件などの影響を受けます。

また、コンクリートは連続した微細な空隙を有する「多孔質物質」であり、空隙を通り気体、イオン、水分などの浸透や移動が生じます。具体的には、酸素・二酸化炭素、塩化物イオン・アルカリ金属イオン・硫酸イオンなどがあります。

(3) コンクリート構造物の寿命

コンクリート構造物の寿命(共用期間)は、土木構造物と建築物では異なります。

土木構造物の多くはインフラ関連の構造物で、その共用期間は、通常50～100年程度です。一方、建築物の場合は、意匠や設備等の関係もあり、土木構造物に比較して短く設計されます。具体的には建築基準法は一世代(25～30年程度)を標準としています。また、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(品確法)では劣化対策等級が規定されており、3級は3世代以上(90年程度)、2級は2世代以上(60年程度)、1級は1世代以上(25～30年程度)と級分け

されています。

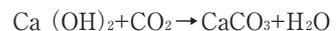
何れにしてもコンクリート構造物の寿命を持たせるには、「コンクリートの耐久性」の把握が重要です。

2.2 中性化¹⁾²⁾³⁾

2.2.1 中性化とは

コンクリートはセメントの水和によって生成する水酸化カルシウムによって、pHが12～13の「強いアルカリ性」を示しています。鉄筋コンクリート中の鉄筋は、このコンクリートの強いアルカリ性によって表面に「不動態皮膜」が形成され、腐食から保護された状態にあります。従って、一般の大気中では容易に腐食することはありません。

しかし、コンクリートのアルカリ性は、大気中の二酸化炭素CO₂や酸性溶液などの作用により時間の経過とともに表面から徐々に失われていきます。この現象を「中性化」といい、次式で表されます。



中性化の深さが内部鉄筋の表面まで達すると防蝕機能が失われていき、水と酸素が同時に供給されると腐食が進行し易くなります。鉄筋の腐食が進むと酸化によって発生する錆の膨張圧によってかぶりコンクリートにひび割れやはく離が発生し、腐食が更に促進されます。

中性化だけに限りませんが、鉄筋の腐食が進むと構造耐力の低下を引き起こす恐れがあるので、中性化は鉄筋コンクリート構造物の耐久性を評価する上で大事な項目の一つです。

2.2.2 中性化に影響を及ぼす因子

中性化抵抗性は、コンクリートの配(調)合条件、使用材料、環境条件などによって異なります。中性化(中性化速度)に影響する因子を、以下に示します。

- 1) 密実なコンクリートほど中性化の進行が遅くなる。従って、水セメント比(W/C)が小さい、密実な材料が使用された、施工上欠陥がないコンクリートほど中性化の進行は遅い。
- 2) 同一水セメント比で比較すると、普通ポルトランドセメントに比較して混合セメントを使用したコンクリートの方が中性化速度は速くなる。
- 3) 環境条件として、CO₂濃度が高い、温度が高い、湿度がある程度低いほど中性化速度は速い。従って、屋外側に比較して室内側のコンクリートの方が中性化速度は速くなる。相対湿度40~60%程度の条件で中性化進行速度は最大となる。
- 4) コンクリートの含水率が高い(湿った状態)と中性化は進みにくい。従って、水中構造物や地中構造物では、中性化はほとんど進行しない。なお、著しく乾燥している場合も中性化は進みにくい。
- 5) タイルや石張りなど仕上げ材、吹付け材は、中性化進行を遅らすことができる。
- 6) 中性化の進行に伴い、コンクリート中に固定された塩化物イオンが遊離し、コンクリート内部へ移動して濃縮される。従って、中性化の進行は塩害を助長する可能性がある。

2.2.3 中性化試験方法

(1) 促進中性化試験方法

中性化抵抗性を検討するには、実際にコンクリートを使用する条件下に長期間保存(屋外暴露)するのが、最も実状に近い方法です。しかし、この場合時間が掛かりすぎてしまい

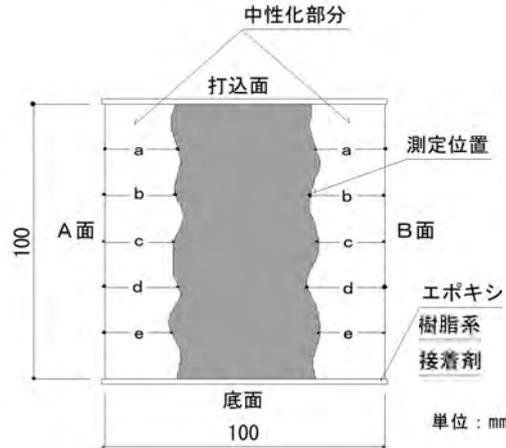


図1 中性化深さの測定位置²⁾



写真1 促進中性化試験状況²⁾
(上: 促進試験装置外観、下: 呈色反応)

実用的ではありません。

コンクリートの配合条件や使用材料の種類が中性化の及ぼす影響を比較検討する場合には、促進中性化試験が行われています。JIS A 1153(コンクリートの促進中性化試験方法)では、大気中より二酸化炭素濃度の高い中性化を促進する条件下にて保存して、中性化深さ及び中性化速度を測定し、その結果に基づいて長期使用後の中性化深さを推定する試験が規定されています。

供試体は、100mm×100mm×400mmの角柱供試体とし、JIS A 1132(コンクリートの強度試験用供試体の作り方)およびJIS A 1138(試験室におけるコンクリートの作り方)に従って作製し、標準養生4週⇒温度20℃・相対湿度60%で気

中養生4週、と前処理を行ったのちに促進試験を行います。

標準的な促進条件は、温度20±2℃、相対湿度(60±5)%、CO₂濃度(5±0.2)%です。仮に大気中のCO₂濃度が380ppmとすれば、試験槽内のCO₂濃度は130倍の高濃度となります。促進期間は目的によって定められ、1、4、8、13、26週になったときに次項の“中性化深さ測定”を行うとよいとされています。

(2) 中性化深さ測定方法

中性化深さの測定は、JIS A 1152(コンクリートの中性化深さの測定方法)に従い、測定面に1%濃度のフェノールフタレイン溶液を噴霧した時の呈色反応により判別します。アルカリ性であれば赤紫になり、中性化部分は呈色しません。コン

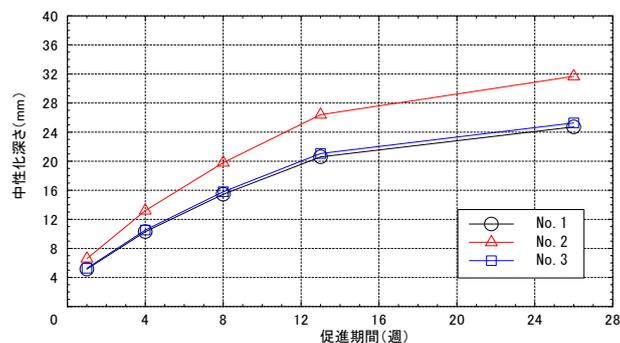


図2 中性化深さと促進期間の関係²⁾

リートは粗骨材分布が一様でないため、測定位置によって異なる値を示すので、**図1**に示すように側面を等間隔に各5点測定します。試験状況の一例を**写真1**に示します。

(3) 中性化試験結果

中性化深さと促進期間の関係の一例を**図2**に示します。中性化の速さを表す方法として、中性化深さを促進開始時からの期間(週)の平方根で除して求めた中性化速度係数(mm/√週)が用いられることがあり、「√t則」と呼ばれています。

$$x = b\sqrt{t}$$

ここに、

x：中性化深さ(mm)

t：時間(週)

b：中性化速度係数

JIS A 1153は試験方法を規定した規格で、試験結果の評価に対する規定は含んでいません。JIS内で実構造物の耐用年数を予測する評価方法は定められていませんが、コンクリートの各種要因を考慮した中性化速度として、以下の予測式など多くの式が提案されています。

1) 水セメント比が60%以上のとき

$$t = \frac{0.3(1.15+3\omega)}{R^2(\omega-0.25)^2} x^2$$

2) 水セメント比が60%以下のとき

$$t = \frac{7.2}{R^2(4.6\omega-1.76)^2} x^2$$

ここに、

t：期間(年)

x：中性化深さ(cm)

ω：水セメント比

R：中性化比率(骨材、混和剤、セメントの種類によって決まる定数)

2.3 凍結融解(凍害)¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

2.3.1 凍害とは

コンクリートの“凍害”とは、細孔中に含まれる水分が凍結し、水の凍結膨張に伴う膨張圧、水分の移動圧などによってコンクリートの表面劣化、強度低下、ひび割れ、ポップアウトなどコンクリートが劣化する

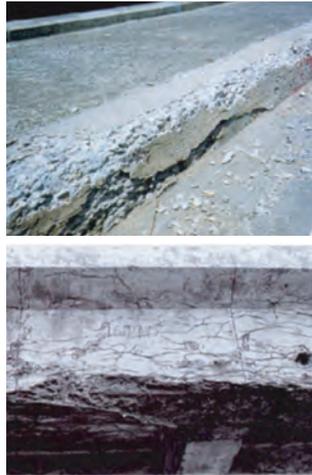


写真2 凍害による劣化⁵⁾
(上：スケーリング、下：ポップアウト)

現象のことです。寒冷地では典型的な劣化現象として知られています。

凍害による劣化は、初期にはひび割れが観察され、より進行した段階で組織的な“崩壊”となります。ひび割れは亀甲状の形態を示し、エフロレッセンスを伴う場合もあります。コンクリート表面のひび割れが著しくなった段階、つまり、内部コンクリートの膨張が限界を超えた段階で、その部分のコンクリートは崩壊します。なお、凍害による破壊現象は、セメントペースト中、骨材中及び両者の界面に生じるほか、コンクリート表面のスケーリング、ポップアウトなどの劣化を引き起こす場合があります。凍害による劣化状況の一例を**写真2**に示します。

2.3.2 凍害に影響を及ぼす因子

コンクリートの配(調)合条件、使用材料の種類や品質、気象条件、設計施工方法などが、凍害の発生に複雑に影響を及ぼします。耐凍害性に影響を及ぼす因子を、以下に示します。

1) 耐凍害性が低い骨材を用いると、骨材が割れることにより、コンクリートの劣化を生じる。吸水率が高い軟石を用いたコンクリートは、凍結時に骨材自身が膨張し、表面のモルタルをはじき出

すことがある。

- 2) 耐凍害性と空気量は密接に関係し、同一空気量の場合は微小な独立気泡が連行されている(“気泡間隔係数”が小さい)ほど、耐凍害性は向上する。
- 3) 凍結融解作用を受ける部材は、凍結融解の繰り返しによって劣化するため、日の当たらない部分より、日の当たる部分の方が凍結融解の繰り返し作用が多く、劣化程度が大きくなる。
- 4) 海水の作用と凍結融解作用が複合すると、劣化作用は大きくなる。

2.3.3 凍結融解試験方法

(1) 凍結融解試験方法

コンクリートの凍結融解に対する抵抗性(耐凍害性)を評価する試験方法としては、JIS A 1148(コンクリートの凍結融解試験方法)に“A法”(水中凍結融解試験方法)と“B法”(気中凍結水中融解試験方法)が規定されています。

供試体の作製についてはJIS A 1132に規定されており、促進中性化試験同様の100mm×100mm×400mmの角柱供試体で、標準養生を4週行ったのちに試験に供します。

凍結融解試験A法では、ゴム容器内に供試体と水を入れて試験槽に設置します。供試体中心温度が凍



写真3 凍結融解試験状況
(上：促進試験装置外観、下：凍結状況)

結：+5℃～-18℃、融解：-18℃～+5℃となるよう凍結融解サイクルを設定し、凍結融解負荷を繰り返し与え、標準的には300サイクルまで行います。凍結融解試験状況の一例を写真3に示します。

なお、B法の場合は、ゴム容器には入れず、供試体をそのまま試験槽に入れて全面が空気または水に覆われるようにします。いわば冷凍庫に入れて凍結させ、融解時に水で溶かすイメージです。

(2) 相対動弾性係数試験方法⁶⁾

凍結融解試験開始時に、供試体の質量およびたわみ振動による一次共鳴振動数を測定します。一次共鳴振動数はJIS A 1127 (共鳴振動数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) によって測定します。

凍結融解試験を開始すると、30回毎に測定と供試体の状況確認を行います。相対動弾性係数、耐久性指数および質量減少率を次式により算出します。

たわみ振動による一次共鳴振動数測定状況を写真4に示します。

$$\text{相対動弾性係数 (\%)} = \frac{f_n^2}{f_0^2} \times 100$$

ここに、

f_n : nサイクル終了時の一次共鳴振動数 (Hz)

f_0 : 試験開始時の一次共鳴振動数 (Hz)

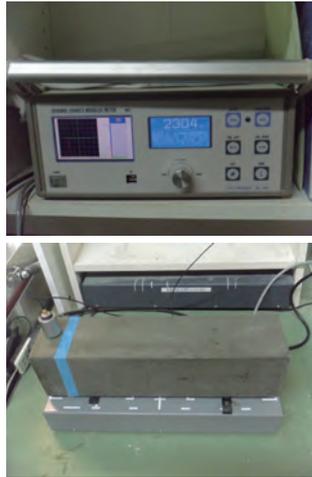


写真4 一次共鳴振動数測定状況⁶⁾
(上: 共鳴振動数測定装置モニター、
下: ピックアップ設置状況)

$$\text{耐久性指数} = \frac{P \cdot N}{M}$$

ここに、

N : 相対動弾性係数が60%になるサイクル数、又は300サイクルのいずれか小さいもの

P : Nサイクルにおける相対動弾性係数 (%)

M : 300サイクル

$$\text{質量減少率 (\%)} = \frac{W_0 - W_n}{W_0}$$

ここに、

W_n : nサイクル終了時の質量 (kg)

W_0 : 試験開始時の質量 (kg)

(3) 凍結融解試験結果

凍結融解試験結果の一例を図3および図4に示します。相対動弾性係数が60%を下回ってくると、劣化

が激しくなり、共鳴振動数の測定が安定しくなくなります。繰り返し回数300サイクル又は相対動弾性係数60%以上を目安に試験終了とします。なお、ここでは質量変化率を示していますが、“質量減少率”とすると質量が減っていくほどグラフが正側になっていきます。

凍結融解試験前後の供試体の外観の一例を写真5に示します。凍結融解処理後の供試体の表層がスケリングしていますが、外観が劣化していても相対動弾性係数が低下していない場合もあります。逆に外観は劣化していなくても、相対動弾性係数が低下している場合もあります。

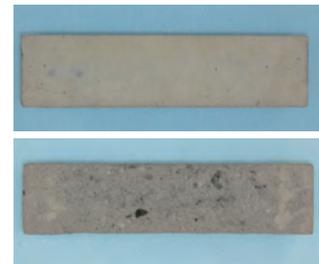


写真5 凍結融解試験前後の供試体⁵⁾
(上: 凍結融解処理前、下: 凍結融解処理後)

(4) 判定基準の一例

試験終了の一条件を相対動弾性係数60%に設定した根拠は、既往の文献によると、測定の困難さではなく、劣化の許容限界のひとつの目安として決められたものであるとされています。凍結融解試験は、コンクリートの耐凍害性を相対評価するた

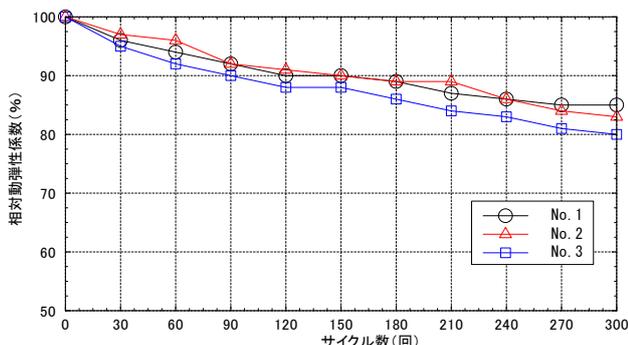


図3 相対動弾性係数とサイクル数の関係²⁾

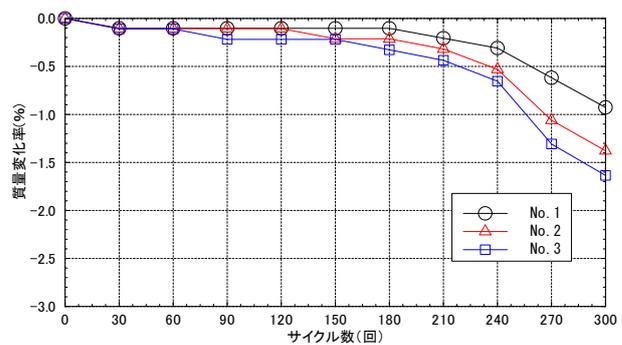


図4 質量変化率とサイクル数の関係²⁾

めに用いられますが、絶対評価による判定基準を採用している団体規格や仕様書もあります。

日本建築学会の建築工事標準仕様書・同解説JASS5（鉄筋コンクリート工事）では、凍結融解作用を受ける箇所に使用するコンクリート（計画供用期間が標準級）に対しては、同試験による300サイクルの相対動弾性係数が85%以上であることを定めています。また、本講座第4回でも紹介しましたが、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）にも同試験は引用されています。AE剤、AE減水剤、高性能AE減水剤および流動化剤の試験項目となっており、相対動弾性係数60%以上が求められています。

(5) 留意点

凍結融解試験結果だけで、すべての構造物（部位）の凍害発生の可能性を正確に判断することは困難といわれています。

これは、凍害のメカニズムが必ずしも解明されていないこと、凍結融解試験と屋外暴露との関連性が不明確であることなどがあげられます。しかし、凍結融解試験を行い、凍結融解作用に対して優れた抵抗性を有すると判断されたコンクリートを実構造物に使用すれば、凍害発生の可能性を大きく低下させることが期待できます。日本は凍害の危険性が高い地域も多く、コンクリートの凍結融解試験を実施することは重要です。

2.4 アルカリシリカ反応¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

2.4.1 アルカリシリカ反応とは

(1) アルカリシリカ反応の概要

骨材の中には、コンクリート中の水酸化アルカリ（KOHやNaOH）を主成分とした細孔溶液と反応して、異常膨張やひび割れを引き起こす鉱物をもつものがあります。このような反応を“アルカリ骨材反応”といい、アルカリシリカ反応性鉱物を含む骨材を“反応性骨材”といいます。

高いアルカリ性を示す水溶液と反応して、反応性骨材粒子にアルカリシリカゲルが生成され、骨材周囲のセメントペーストより水を吸収し、反応性骨材粒子の膨張圧によって反応性骨材周囲のセメントペーストが破壊する、という現象です。

アルカリ骨材反応は、①アルカリシリカ反応（ASR）、②アルカリ炭酸塩岩反応、③アルカリシリケート反応、の3種類に分類されていましたが、最近ではいずれもが骨材中のシリカ分が反応する“ASR”であると考えられています。

(2) ASRによるひび割れ

ASRが進行すると、反応性骨材の周囲に発生した微視的なひび割れが進行し、やがてコンクリート構造物の表面にひび割れ、ゲルの滲出、目地のずれなどが生じます。コンクリート構造物に生じるASRによるひび割れは一様ではなく、構造物の置かれた環境条件、鋼材量や外部拘束の有無による拘束条件の影響を大きく受けたものになります。

拘束の小さな無筋コンクリート構造物などでは、網の目状または“亀甲状のひび割れ”がコンクリートの内部にまで発達します。鉄筋コンクリートおよびプレストレスコンクリート構造物では主筋方向に、部材

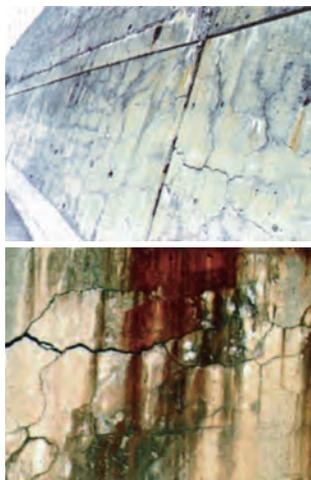


写真6 ASRによる劣化⁵⁾
(壁全面の亀甲状のひび割れ)

両端が強く拘束されている構造物では拘束されている面に直角にひび割れが生じます。ASRによる劣化状況の一例を写真6に示します。

2.4.2 ASRに影響を及ぼす因子

(1) ASRは以下の3条件が同時に成立すると生じると言われています。

- ①反応性鉱物を含む骨材が一定量以上存在する。
- ②細孔溶液中に十分な水酸化アルカリが存在する。
- ③コンクリートが多湿または湿潤状態に置かれている。

(2) 反応性鉱物（火山ガラス、クリストバライト、トリディマイト、オパール、カルセドニー、隠微晶質石英など）を含む骨材をコンクリートに使用しても、細孔溶液中の水酸化アルカリを低減する、またはコンクリートへの水分の供給を遮断すればASRによる有害な膨張を抑制することが可能です。

(3) ASRによる膨張は、コンクリート中に含まれる反応性骨材の量が多いほど大きくなるわけではありません。ASRによる膨張が最も大きくなる時の反応性骨材の割合を“ベシマム量”（またはベシマム混合率）といいます。ベシマム量は、セメント中のアルカリ量、骨材の種類・粒度などによって変化します。

(4) アルカリの供給源としては、セメントや混和剤のほかに、海砂に付着した塩化物や外部から侵入する塩化物、凍結防止剤などがあります。

2.4.3 アルカリシリカ反応試験方法

(1) 骨材の反応性試験方法

骨材のアルカリシリカ反応性試験は、コンクリートに使用される前の骨材について、反応性を有しているか否かを調べる試験で、JISに2種類の方法が規定されています。試験方法の概要を以下に、試験状況の一例を写真7に示します。

1) JIS A 1145 [骨材のアルカリシリカ



写真7 骨材のアルカリシリカ反応性試験⁵⁾
(上：化学法、下：モルタルバー法)

反応性試験方法 (化学法)

所定粒度に粉砕した骨材を80℃のアルカリ溶液中で反応させ、その溶液のアルカリ濃度減少量Rcと溶解シリカ量Scから骨材のアルカリシリカ反応性を判定する。Sc \geq 10mmol/LかつRc<700mmol/LのときRc \leq Scを「無害でない」とし、それ以外を「無害」とする(図5参照)。

2) JIS A 1146 [骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)]

粒度調整を行った試料を用いて、水酸化ナトリウム水溶液の添加によりセメントのアルカリ量を1.2%としたモルタル供試体を作製する。そして、温度40℃・相

対湿度95%以上の条件下で6か月間の供試体の膨張量が0.1%以上の骨材を「無害でない」、0.1%未満の骨材を「無害」と判定する(図6参照)。

一般に、化学法のほうが短期間で反応性の有無を判定できるものの、モルタルバーに比べて、判定基準が厳しいとされています。このほかに、モルタルバー法の類似試験として、短期間で試験結果を判定するJIS A 1804 [コンクリート生産工程管理用試験方法-骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)]も定められています。

(2) コンクリートの反応性試験方法 (コンクリートバー法)

ASRは複雑な反応であり、コンクリートに有害な反応を生じるか否かは、骨材の性質のみならず、他の材料の性質や配(調)合、温度・水分等の環境条件にも影響されます。骨材単独の評価となる(1)の試験に対し、実際に使用される材料・配(調)合を用いたコンクリートでASRを判定する方法もあります。コンクリートの反応性試験あるいは“コンクリートバー法”と呼ばれており、日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N「原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」の付3.JASS5N T-603「コンクリートの反応性試験方法」⁷⁾や、日

本コンクリート工学会のJCI規準 JCI-S-010 (コンクリートのアルカリシリカ反応性試験方法)に規定されています。

JASS5N T-603では、練り上がったフレッシュコンクリートを3つに取り分け、酸化ナトリウム(Na₂O)当量で、各々1.2kg/m³、1.8kg/m³及び2.4kg/m³となるよう“粒状水酸化ナトリウム”を添加します。添加量の下限値1.2kg/m³はセメント等のアルカリ変動量に安全率を考慮した数値となっており、アルカリ量を3段階とし、膨張を起こす最低アルカリ量の推定を考慮しています。

供試体作製状況の一例を写真8に示します。

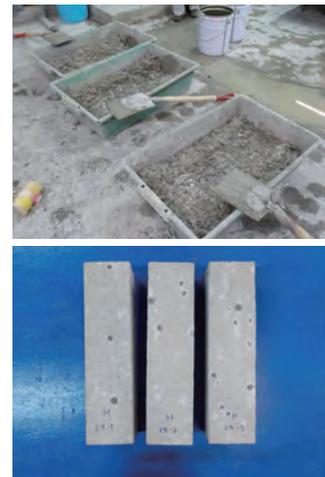


写真8 反応性試験の供試体作製状況⁸⁾
(上：フレッシュ試料にアルカリ添加、下：脱型直後の供試体)

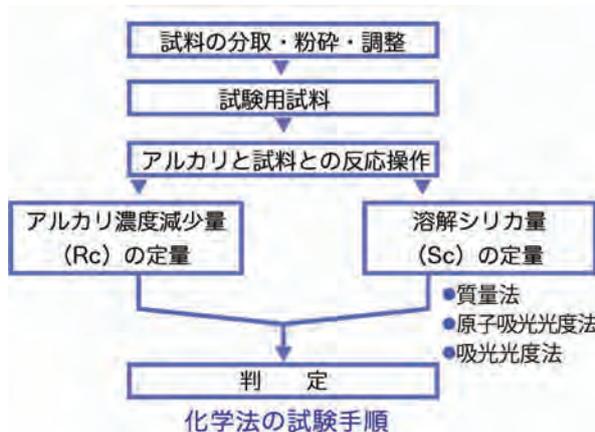


図5 JIS A 1145 (化学法) の手順⁵⁾

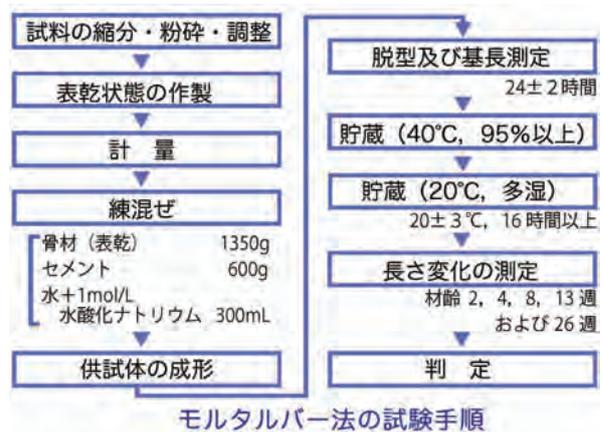


図6 JIS A 1146 (モルタルバー法) の手順⁵⁾

試験は、供試体表面を吸水紙で覆い、ビニール袋等で密封して温度40℃の恒温室内に鉛直に貯蔵し、促進養生による長さ変化率（膨張率）を材齢6か月まで毎月測定するものです。反応性の有無は、次の2つの条件が同時に満たされる場合に“反応性なし”と判定し、そうでない場合は“反応性あり”と判定します。

- 1) 材齢6か月における膨張率が、いずれのアルカリ添加量においても0.1%未満であること。
- 2) 材齢6か月において、膨張率が0.1%になるときのアルカリ添加量推定値（臨界アルカリ量）が -1.2kg/m^3 以下、または $+3.0\text{kg/m}^3$ 以上であること。



写真9 コンクリートの反応性試験状況⁸⁾
 (上：40℃恒温室内での被覆養生、
 下：長さ変化率の測定)

試験状況の一例を写真9に、試験結果の一例を図7および図8に示します。

2.4.4 ASR規制の経緯

アルカリシリカ反応性試験方法の制定は1986年、ポルトランドセメントの全アルカリ総量規制の制定は1992年であり、それ以前の構造物に使用された骨材については、アルカリシリカ反応性の有無についての検査は実施されていません。そのため、アルカリシリカ反応の疑いがある既存の構造物も多くあるとみられています。コンクリートコアを用いた実構造物の調査方法については、また違う回で紹介したいと思います。

現在は、コンクリート中のアルカリ量低減対策として、ポルトランドセメントのアルカリ量が酸化ナトリウム等量で 3.0kg/m^3 と規制されています。そのほか、低アルカリ型セメントの使用、フライアッシュセメントや高炉セメントの使用、フライアッシュや高炉スラグ微粉末の混和材としての使用などは、ASR抑制効果があることがわかっています。

3. おわりに

硬化コンクリートの耐久性について紹介しました。ここでは紹介できませんでしたが、耐塩害性、耐化学的浸食性、耐電流性など他にも様々な耐久性項目があります。

本号（7・8月号）の耐久性特集でも耐久性の概要を紹介しているほか、本誌2022年11・12月号では無機材料の耐久性試験について特集予定です。

本講座は次回から執筆者が交代しますが、引き続きお付き合い頂ければ幸いです。次回はコンクリートの配（調）合計画について紹介します。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリート技術の要点'21, 2021
- 2) 建材試験センター：建築材料・部材の試験評価技術, 2014
- 3) 谷川恭雄, 太田福男, 尾形素臣ほか：構造物材料実験法〈第3版〉: 2003
- 4) 日本建築学会関東支部：コンクリートの調査と施工, 2015
- 5) 建材試験センター西日本試験所：試験設備機器紹介リーフレット, 2014
- 6) 牛田真一郎：共振法動弾性係数測定器, 建材試験情報 vol.53, pp.16-17, 2017.7・8
- 7) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N「原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」, 2013
- 8) 若林和義：コンクリートのアルカリシリカ反応性試験方法における供試体形状及び貯蔵方法の検討, 建材試験情報 vol.55, pp.14-19, 2019.7・8

author

若林和義

工事材料試験ユニット
 工事材料試験所 浦和試験室 主査

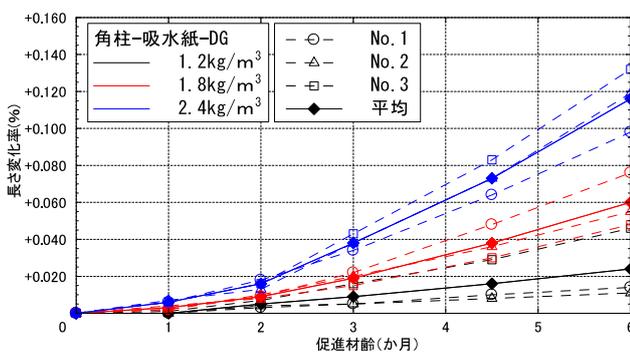


図7 膨張率と促進材齢の関係⁸⁾

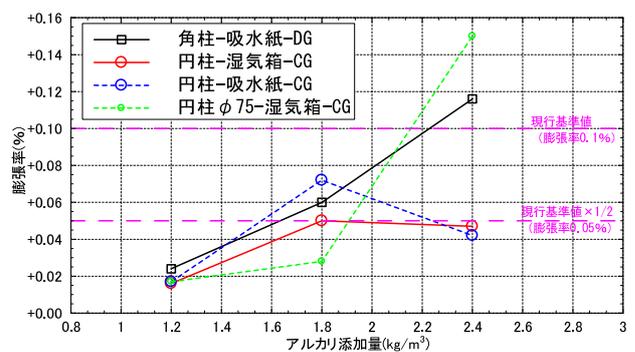


図8 膨張率とアルカリ添加量の関係⁸⁾

溶接管理技術者評価試験を受験して

【工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課 主幹 佐藤直樹】

1. はじめに

前号、前々号とコンクリート関連の資格の紹介がなされました。今回は気分を変えて、2017年に取得した溶接に関連する資格である「溶接管理技術者」を紹介致します。

2. 溶接管理技術者の受験

2.1 資格について

溶接管理技術者は、(一社)日本溶接協会(以下、JWES)が管轄し、JIS Z 3400「溶接の品質要求事項」において要求される技術者に必要な資格で、溶接技術に関する技術的知識を有し、施工及び管理に関する職務能力が求められ、工場認定あるいは官公庁における工事発注の際の必須条件として、認定者保有又は常駐の要求事項とされています。なお、溶接実施工をするには、別途「溶接技能者」の資格が必要となります。

溶接・接合技術は、建設分野においては、橋梁や建築物の鉄筋や鉄骨、鋼板の溶接でなじみがあるかと思いますが、これ以外、造船、化学プラント、発電設備をはじめ、身近なものでは、家電製品や自動車、鉄道など我々の豊かな生活を支えている重要な技術であります。また、有資格者はこれら様々な分野で活躍しております。

溶接管理技術者試験は、技術者の責務、知識及び職務能力ごとに「特別級」、「1級」、「2級」と3種類あり、試験は筆記試験と口述試験により評価され、合格者には「適格性証明書」が交付されます。興味をお持ちの方、もしくは受験を検討される方は、JWESのHPをご覧ください。

2.2 受験の動機・経緯

試験室で溶接継手の試験に約10年間従事していた中で、溶接欠陥により満足な試験結果が得られず、何度も再試験されたお客様がいました。この際、欠陥の発生原因とその防止策はどうすればよいのか尋ねられた際、適切な助言ができず、悔しい思いをしました。

そんなこともあり、かつての上司に相談したところ、「溶接管理技術者」を紹介され、元々溶接に興味があり、当時建材試験センターには有資格者がおらず、自分が第一人者になろうと「2級」の受験を決意しました。

2.3 勉強方法

溶接に関する知識はほぼゼロな上、業務で触れることのない工法や金属の特性、加工技術など初めて触れる事柄が多く、独学では歯が立たず、JWESの「溶接管理技術者のための研修会」に参加することとしました。なお、本研修会に参加し、修了証書が授与されると2年間口述試験が免

除されます。

「2級」の研修会は3日間延べ20時間とハードなスケジュールでしたが、非常に有意義で、時間の経過を忘れるくらいで、日常業務で疑問に感じていたことを毎回講師に質問をしたため、顔を覚えられくらいでした。

研修会から試験本番まで約40日あり、その間はテキストを通勤電車内で読み、休日は時間を決めて過去問題集を繰り返し解いて、分からないところはテキストを読み返す学習をしました。溶接施工の実務経験が無いので、テキストを読んだだけではイメージできず、溶接会社の社長に教えを乞うたこともありました。

2.4 当日の試験

口述試験は免除されるため、筆記試験のみ受験いたしました。合格判定基準は、全問の総得点の60%以上で合格となります。また、「2級」の合格率は約60%であることから、1点の重みを感じ、周りの受験生が退席し、最後の一人になるまで粘り、分からない問題にも真剣に挑みました。

2.5 合格発表

合格する自信は無く、めげずに引き続き学習し、更に理解を深めてから再チャレンジをしようと考えていたところ、一発で合格でき、まずは安堵しました。しかし、不思議なことに学習の機会が無くなったことにはがっかりもしました。

3. おわりに

資格は取得することも重要ではあるが、取得した後がより重要であると考えております。せっかく試験勉強で得た知識も、受けっぱなしではさび付いてしまいます。

今回、溶接に関して学習し、無事資格取得することができたことは、様々なきっかけや周りのサポートがあったからだと考えております。

自身の復習を兼ねて、これまで所内職員向け研修会を2回実施しました。これにより組織全体がレベルアップし、今まで以上に正確で迅速な試験の消化に繋がり、顧客満足度の向上につながるものと確信しております。



author

佐藤直樹

工事材料試験ユニット 工事材料試験所
企画管理課 主幹

<従事する業務>
試験所の品質管理業務



部 門 紹 介



認証ユニット ISO審査本部

公正・公平なマネジメントシステム認証

ISO 審査本部では、ISO 9001 (QMS: 品質)、ISO 14001 (EMS: 環境)、ISO 39001 (RTSMS: 道路交通安全)、ISO 45001 (OHSMS: 労働安全衛生)、ISO 55001 (AMS: アセット) に基づくマネジメントシステムの適合性認証を行っております。品質、環境、アセットについては、一部を除いて公益財団法人 日本適合性認定協会 (JAB) からの認定を受けており、国際的なルールに基づいたスキーム構築のうえ、業務を実施しております。また、マネジメントシステム認証のほか、東京都・埼玉県温室効果ガス (greenhouse gas, GHG) 排出量検証に係る業務も行っております。

当部署では、ISO 審査本部長及びマネジメントシステム認証課長を含めた課員 13 名、これに企画管理課のサポートを受けてマネジメントシステム認証事業を運営し

ております。

2020 年 10 月に日本橋コアビルオフィスから今の事務所 (事務局 9F) と同じ“JL 日本橋ビル”の 8F) に移転し、業務を行っております。新型コロナ禍の影響もあり、テレワークと出勤のハイブリッドによる業務を推進しており (これは部署の品質目標にも設定されております)、それぞれおよそ半数ずつで順番に出勤している状況です (写真)。

最後に宣伝的になりますが、当本部では、上記規格に関する契約審査員を募集しております。詳しくは、当センターホームページ掲載の募集要項をご確認ください。

募集情報はこちらから

<https://www.jtccm.or.jp/recruitment/tabid/546/Default.aspx>



写真 ハイブリットによる業務の実施状況

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4月～5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、各試験所およ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4月8日	一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会 運営委員会	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年4月25日	経済産業省 産業技術環境局	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年4月26日	株式会社 三浦組	工事材料試験所 武蔵府中試験室	三浦組の新入社員を迎えて研修会および施設見学会
2022年5月11日	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年5月19日	一般財団法人 日本建築総合試験所	中央試験所	品質性能試験施設の視察
2022年5月24日	パナソニック ハウジングソリューションズ株式会社 パナソニック株式会社エレクトリックワークス社	中央試験所	品質性能試験施設の視察

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>

田中享二東京工業大学名誉教授 2022年日本建築学会大賞 受賞

この度、当センターの非常勤監事にご就任いただいております田中享二東京工業大学名誉教授が2022年度日本建築学会大賞を受賞されました。謹んでお祝い申し上げます。

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本会個人会員に対して建築学会大賞を授与しています。

田中先生は建築の材料・施工分野において、特に防水を中心とした新しい研究領域を創出し、建築防水技術の課題解決に向けた研究開発を先導的に進められました。また、日本建築学会を含めた国内外における研究・教育・産業の広範な領域において多大な貢献を果たされました。

当機関誌で、「研究を通して学んだこと」を連載いただいています。今号では「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。」と題し、

コンクリートの色や色の変化についてご寄稿いただきました。非常に興味深い内容となっておりますので是非ご一読ください。



授賞式の様子

(写真左：田辺新一 日本建築学会会長、写真右：田中享二 東京工業大学名誉教授)

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

役員人事に関するお知らせ

[総務部]

当センターでは、2022年6月6日開催の第149回理事会および2022年6月27日開催の第118回定期評議員会において、役員および評議員の改選が行われました。改選後の役員および評議員は以下のとおりです。

役員名簿

2022年6月27日現在
(順不同、敬称略)

氏名	役職	担当分野・所属
渡辺 宏	理事長	代表理事
松本 浩	常務理事	事務局長
真野孝次	常務理事	総合試験ユニット長
砺波 匡	常任理事	工事材料試験ユニット長
荻原明美	常任理事	認証ユニット長
野口貴文	理事(非常勤)	東京大学大学院工学系研究科教授
阿部道彦	理事(非常勤)	工学院大学名誉教授
寺家克昌	理事(非常勤)	(一社)日本建材・住宅設備産業協会専務理事
平松幹朗	理事(非常勤)	(一社)プレハブ建築協会専務理事
田中享二	監事(非常勤)	東京工業大学名誉教授
荒井常明	監事(非常勤)	(一財)建材試験センター監事

評議員名簿

2022年6月27日現在
(順不同、敬称略)

氏名	所属・役職
菅原進一	東京大学名誉教授
坂本 功	東京大学名誉教授
辻 幸和	群馬大学名誉教授
榊田佳寛	宇都宮大学名誉教授
加藤信介	東京大学名誉教授
井上照郷	日本建築仕上材工業会専務理事
北坂昌二	(一社)石膏ボード工業会専務理事
橋本公博	(一財)日本建築センター理事長
朝日 弘	(一財)日本規格協会理事長
上田洋平	(一社)日本建設業連合会専務理事
相沢幸一	(一財)日本ウエザリングテストセンター専務理事
伊藤正秀	(一財)土木研究センター理事長
福山 洋	(国研)建築研究所理事
河野 守	東京理科大学教授

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

ISO 45001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織の労働安全衛生マネジメントシステムを ISO 45001:2018 (JIS Q 45001:2018) 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 83 件になりました。

登録事業者

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
RS0083	2022/04/25	ISO 45001:2018 (JIS Q 45001:2018)	2025/04/24	大成建設株式会社 土木本部及び関連事業所	東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル	土木構造物の施工

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
TCTH21005	2022/3/7	JIS A 5908	パーティクルボード	Panel Plus Co., Ltd.	417/14 Kanjanavanich Road, Patong Sub District, Hat Yai District, Songkhla Thailand 90230
TC0221004	2022/4/5	JIS R 3223	耐熱強化ガラス	株式会社エヌビーエス 東日本工場	福島県双葉郡楢葉町大字下繁岡字北谷地 1-1
TC0321008	2022/4/5	JIS A 5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品	上越建設工業株式会社	新潟県上越市柿崎区直海浜 1945 番地 50
TCCN21069	2022/4/5	JIS A 5508	くぎ	天津市森博恒通金属制品有限公司	中国天津市子牙经济技术開發区高新産業園天宇路 16 号
TC0322001	2022/4/22	JIS A 6517	建築用鋼製下地材(壁・天井)	八千代建工株式会社	神奈川県横浜市中区錦町 9 番
TCCN22070	2022/5/30	JIS A 5508	くぎ	SUZHOU YAOTIAN METAL PRODUCTS CO.,LTD. 蘇州耀田金属制品有限公司	中国江蘇省蘇州市太倉市瀏河鎮珠江路 55 号
TC0222001	2022/5/30	JIS G 3532	鉄線	昭和花泉株式会社	岩手県一関市花泉町油島字南沢 97-143
TC0222002	2022/5/30	JIS G 3551	溶接金網及び鉄筋格子	昭和花泉株式会社	岩手県一関市花泉町油島字南沢 97-143

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—

ついこの間明けたと思っていた2022年も、気付けばもう折り返しとなりました。時が経つのは早いと感じると同時に、世界の情勢は刻一刻と変わり、少し先のことですら、想像もつきません。

最大で10連休となった今年のGWは、観光地での賑わいが戻ってきたり、何年かぶりに帰省する人が増加したりと、各地で人出が増えたというニュースをよく見ました。また、通勤時でも、私は地下鉄を利用していますが、徐々に混雑していく車内を見渡しながら日常が戻りつつあることを実感しています。ただ、そんな状況でも、コロナ禍以前ほどの混み具合ではありません。完全に元の生活に戻ったわけではないという理由だけでなく、テレワークの推進により在宅で仕事をするのが世の中に受け入れられ、「当たり前」になったことも関係しているだろうと思います。

約1年半前、私はコロナ禍の真っ只中に経営企画部に配属となりました（以前は試験業務を行っていました）。事務局ではテレワークも、ペーパーレスでの業務も「当たり前」となっていたことに衝撃を受けたことを思い出します。それが今では、ZoomやTeamsを利用したりモート会議をごく普通にこなし、紙に印刷する頻度は極端に減り、PC上で完

結するシステムにも慣れてきました。わずか数年の間でも身の回りの生活はめまぐるしく変化して、「当たり前」だと思っていたことがあっさり変わっていく様子を目の当たりにし、変化を受け入れること、そして対応していくことの重要性を学んだ日々でもありました。

さて、本号では「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」と題して、特集として当センターで行っている耐久性試験をご紹介します。2015年の国連サミットでSDGsが採択され、17の目標が定められるなど、「持続可能」というキーワードの広がりに伴い、長寿命化に向けて様々な材料の開発が進められています。今後も本誌では耐久性試験の特集が続く予定ですので、本号と併せてぜひ今後の特集もご覧いただき、試験をご依頼いただく際の一助となれば幸いです。

当センターでは、顧客のニーズに対応できるように、また「持続可能な発展」に向けて体制の整備を行う等、様々な工夫をしながら事業に取り組んでおります。これからも変化に柔軟に対応しつつ、本誌においても、より充実した内容を発信できるよう努めてまいります。

(武田)

建材試験情報編集委員会

委員長	小山明男 (明治大学 教授)
副委員長	砺波 匡 (常任理事)
委員	真野孝次 (常務理事) 荻原明美 (常任理事) 西脇清晴 (経営企画部 部長) 緑川 信 (経営企画部 企画調査課 課長) 志村重顕 (経営企画部 経営戦略課 主査) 数納宣吾 (経営企画部 企画調査課・経営戦略課 主任) 武田愛美 (経営企画部 経営戦略課・企画調査課)
事務局	長坂慶子 (経営企画部 経営戦略課 参事) 黒川 瞳 (経営企画部 経営戦略課)

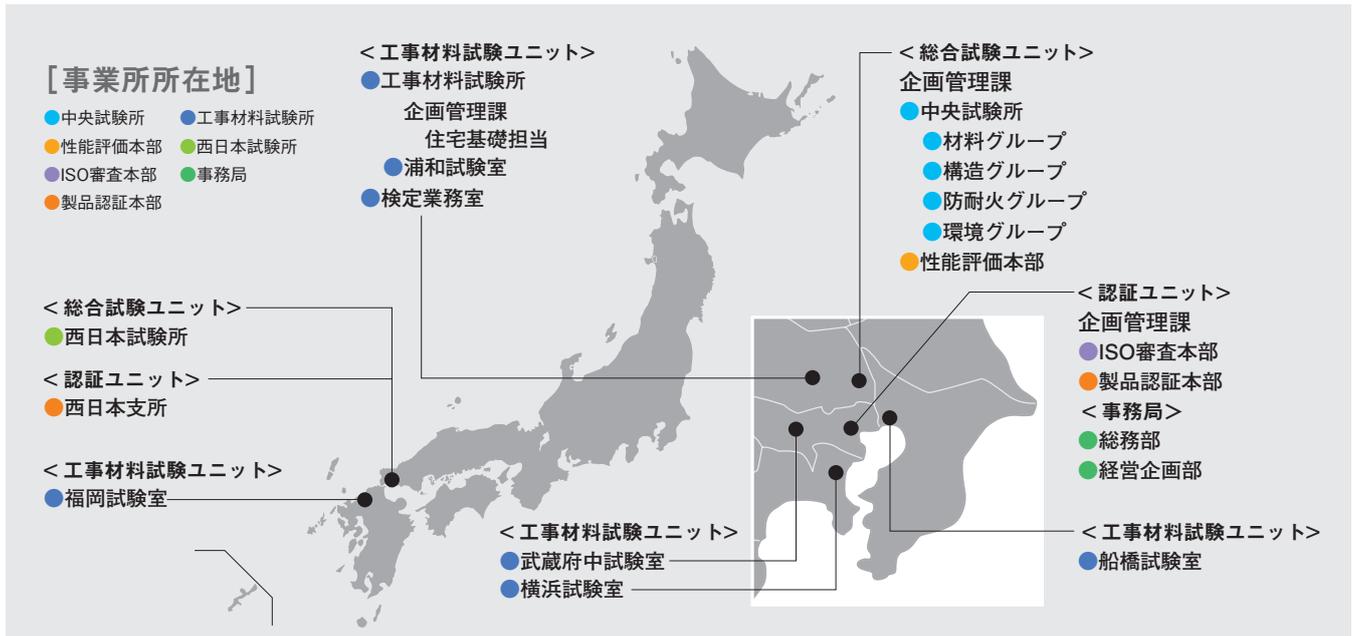
建材試験情報 7・8月号

2022年7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

