BLつくば

Vol. 27
2023

第27号

建築試験研究センター情報

令和5年7月

＜巻頭言＞

技術と創造

（常務理事に着任して）

＜特集＞

◎建築物の省エネに関する話題と

TBTLの取組み

一般財団法人
ベターリビング つくば建築試験研究センター

Tsukuba
Building
Research and Testing
Laboratory

CONTENTS

巻　頭　言

技術と創造（常務理事に着任して）
呉 祐一郎 …… 3

特　集

建築物の省エネに関する話題とTBTLの取組み

・建築物の省エネに関する話題とTBTLの取組み
BLつくば編集委員会 …… 5
・建築物の省エネについて
澤地 孝男 …… 6
・省エネルギー基準におけるエネルギー消費性能評価法（非住宅建築物）の概要
宮田 征門 …… 10
・3室型恒温恒湿試験装置の運用開始
黒鳥 皓史 …… 15
・パッケージエアコン、全熱交換器の性能試験
黒鳥 皓史 …… 17
・断熱性試験
菅　哲俊 …… 19
・優良住宅部品認定における省エネに関する取り組み
江口 俊一 …… 21
・住宅・建築物に対する環境関連評価（省エネ適判、BELS）に関する取り組み
齋藤 卓三 …… 25

事業報告

令和4年度の事業報告
柳澤 嘉成 …… 29
令和5年度のTBTL事業計画
佐久間 博文 …… 30
インターンシップ充実に向けて
鈴木 竜一 …… 32

試験・研究情報

研究報告　木質構造に関する試験紹介（TBTLの役割と技術・知識）
津田 千尋 …… 34
研究報告　加撃体発射装置（エアキャノン試験機）に関わる試験について
大野 吉昭 …… 38
研究報告　防耐火部材開発の省コスト化
野中 峻平 …… 40
研究報告　練り混ぜ水に海水を用いた地盤改良配合試験に関する実験的研究　３か年計画の３年目
菅谷 憲一、井上 宏一、山形 雄太、山田 宗範 …… 41
研究報告　融合不良が溶接部の力学的性能に与える影響
切欠き先端近傍における構造用鋼材の延性破壊発生条件
服部 和徳 …… 44
研究報告　補助ダクト接続法によるダクト端末換気口の圧力損失特性の測定精度に関する検討
菅　哲俊 …… 47
研究報告　ガス有害性試験の評価方法の検討
福田 泰孝 …… 48
研究報告　火災の燃焼生成ガスがマウスに与える影響およびその改善方法に関する研究
福田 泰孝 …… 52
研究報告　節付き既製コンクリート杭における節の影響　～一軸載荷試験～
高橋　豪 …… 54
研究報告　画像計測の試み
津田 千尋 …… 55

試験・研究情報

2022年日本建築学会大会（北海道）
・外壁複合改修工法のタイル直張り仕上げ外壁に対する要求性能　その３　実験結果
　下屋敷 朋千 …… 58
・基礎杭の根固め部の三軸応力下における圧縮強度特性
　久世 直哉、 井上 波彦、 横山 雅樹、平山 勇治、依田 侑也、二木 幹夫 …… 58
・軸力を受ける節を有する杭の非線形FEM解析
Nonlinear FEM Analysis of Nodular Piles which Receives the Axis Power.
　高橋　豪、 杉本 訓祥、藤本　効 …… 59
・インテグリティ試験結果の活用方法の検討
　その1：杭のインテグリティ試験結果により求めた見掛けのヤング係数
　山田 宗範、小谷 直人、久世 直哉
　その2：インパルスハンマーを用いた波形振幅の補正方法
　小谷 直人、山田 宗範、久世 直哉 …… 59
・ボルト、構造用木ねじ、くぎを用いた木質接合部のせん断試験における終局強度比及び終局変位・塑性率
　岡部　実、小林 研治、安村　基 …… 60

施設紹介

第2試験棟
　菅　哲俊 …… 61
音響試験棟の紹介
　高橋　央 …… 63
床衝撃音試験施設の紹介
　高橋　央 …… 64

トピックス

博士課程修了報告
　下屋敷 朋千 …… 65
日本建築仕上学会「2023年度卒業研究賞」受賞
　梅田 栞合 …… 66
つくば建築試験研究センター施設見学のご案内
　柳澤 嘉成 …… 67

その他

令和４年のお餅つき行事
　津田 千尋 …… 68
自己紹介
　關　俊力、樋口 翔太郎、梅田 栞合 …… 69
コロナ禍の、石の上にも約三年
　永谷 美穂 …… 72
TBTLでの思い出
　南雲 祐輝 …… 73
名古屋ライフ
　福田 卓矢 …… 74
TBTL職員の一日
　田井 秀迪 …… 75

編集後記

表紙写真撮影：山形 雄太

巻 頭 言

技術と創造
（常務理事に着任して）

（一財）ベターリビング 常務理事　呉 祐一郎

令和 4 年 10 月 1 日に常務理事に着任しました、呉祐一郎です。半年余りが過ぎ、多くの関係の皆さまや職員の方とはすでにお話もさせていただいていますが、改めましてどうぞよろしくお願いいたします。

少し自己紹介から始めさせていただきます。私は大学では都市計画の研究室で 3 年間学んだ後（卒論、修論は「分譲マンションの今後の建替えの方向性に関する実態的研究」）、平成 2 年に建設省（当時）に建築職で入省し、住宅、建築、都市分野に関わる仕事に携わり、昨年、退職しました。

その中でつくば建築試験研究センター（以下、TBTL）の皆さま方と関わったのは、平成 26 年にベターリビングに出向の機会を得て、9 か月程の期間でしたが総合企画室長として在籍し、つくばの施設や試験の実施状況などについても教えていただきました。また財団の当年度の事業報告や次年度の事業計画のとりまとめを担当する中で、当時引き合いの多かった性能評価に係る加熱炉の増設、名古屋試験分室の開設や杭強度試験施設整備などによる業務の拡大についてやりとりをさせていただいたことを記憶しています。

私のその後の経歴の中では、ベターリビングの後に国土技術政策総合研究所の建築研究部基準認証システム研究室長としてつくば勤務となり、隣の建物に通いました。観桜会に誘っていただきましたし、西山常務理事が当時は建築研究所の理事でいらして、国総研、建研における建築基準策定に関する技術的なことや本省との調整ごとまでいろいろ教えていただきました。また、この期間に熊本地震が発生して木造住宅をはじめ多数の建築物に被害が生じ、その実態調査と原因を分析する委員会を事務局として担ったことなどが印象に残っています。

平成 28 年からは本省に戻り、住宅局建築指導課建築安全調査室長として違反建築物への対応や大臣指定の建築確認検査機関の指導監督等の仕事を担当しました。この中でも、建築基準法違反と判断された建築物の部材などについて、安全性を追いかけて確認する試験を速やかに行うことを求めることが多く、その試験においては TBTL にもずいぶんご協力をいただいてお世話になっていました。

仕事以外では、私は大学以来、山に惹かれ歩くことやスキーで滑ることが好きで、現在でも時々出かけています。国総研からは毎日美しい筑波山を望んでいましたし、隣の加波山や栃木あたりの山にもつくばから出かけました。昨年からは思ってもみなかったゴルフも始めることになり、こちらはまだまだ練習中ですが、いずれも皆さんとご一緒できることがあればぜひ楽しみたいと思っています。

今年は、ベターリビングが設立されてちょうど 50 年となる節目の年を迎えましたが、TBTL も昭和 56（1981）年 9 月に「性能試験場」として設置されてから 42 年の歴史を重ねてきました。

当初は住宅部品の試験を主として業務を開始しましたが、その後、多くの先輩方のご尽力に

より、TBTL は、中立的な立場における、公平性、客観性を有する第三者試験機関としての評価を確立し、業務分野は、一般試験を主とする試験業務、評定等、建築基準法に基づく性能評価、調査研究等へと広げてきました。TBTL の決算額（収入）は、私が以前にベターリビングに在籍した平成 26 年度の 5.9 億円と比べても、令和 4 年度は 7.3 億円の見込みと、試験・評価業務の環境が厳しいこの間にも事業規模は約 1.23 倍程に着実に伸ばしています。スタッフも質、量ともに充実させてきました。このように、わが国の住宅、建築分野のニーズに応えながら順調に業務を拡大させてきたことに敬意を表します。

私が TBTL に対して、勤務する皆さんと接する中で感じることは、ひとつは高度な知見や多くの経験を持つ多様な人材を擁することによる、高い水準の技術能力をもって社会への貢献に取り組んでいることです。TBTL には博士を有する職員が 13 名在籍しているなど、多くの資格所有者がいることは特筆すべきことです。

もう一つは、技術を突き詰める業務に由来するものと思いますが技術が生む創造力と自由さです。比べることが適切ではないとも思いますが、私が関わった役所の仕事は政策を作ることが中心で、技術的な知識や検討は背景にあるものの時間の多くは関係者との協議に費やします。TBTL では中立の立場で常に技術に正面から向き合い、試験等の過程や結果を含めた技術的な思考を現在や次の業務に反映することを通じて、住宅や建築の質の向上、ひいては利用者や社会の満足や幸せに直接に結びつけていくことができる、建築技術者における職場環境としては、とても恵まれた、うらやましい環境にあると感じます。

一方で、経済社会構造の変化の進行は早く、住宅建築分野の仕事が関わる範囲も、求められる機能や性能の拡大とともに大きく広がり、他分野、他業種とも明確な境目が見えなくなっていく状況が進行しています。そのような環境の中では、これまでの仕事の進め方を常に見直し、新しい要請やニーズに応えられるよう、幅広い分野や違う立場の業種や人との連携、協働することが必要となり、新しい柔軟な発想、そして創造力がより一層大切になります。

今年度の事業計画では、TBTL では三室型恒温恒湿型試験装置の稼働や既存杭再利用の試験、評定等の新しいニーズに技術的に応える取り組みの拡大に加えて、提案型の試験の強化を図ることを掲げています。

先日、部品メーカーの方とお話する中で、防火材料の性能が向上していることから、例えば集合住宅の玄関を明るくしたいニーズとベターリビングが持つ知見を結びつけてメーカーにつないで製品開発を進めることができるのではないかという話題もありました。この例に限らず、本部との連携を強化してもっと積極的にメーカーや消費者のニーズを捕まえにいって提案する仕事の仕方も考えられます。

また、試験等を TBTL に依頼する民間企業等に向けて、投じた研究開発費の業績への効果について企業内でシビアに判断されることに対して、試験やその成果の意義について、国内外の政策や社会の動向、さらに将来に想定される価値を含めてわかりやすく訴えるなど、企業の立場を理解し、ともに考えることも必要でしょう。

このような、技術をより上手に活用する、創造性をより磨くことが、ベターリビング、また TBTL が、住宅、建築産業界から一層頼られる存在になる道ではないかと思います。

TBTL が本部とともに、より良き住まい、より良き住環境、より良き建築の実現を目指して、有する技術力、創造力を最大限に発揮して、邁進していただくことを期待しております。

特集

建築物の省エネに関する話題とTBTLの取組み

BLつくば編集委員会

今回の特集テーマは「建築物の省エネに関する話題と TBTL の取組み」としました。

世界中いたるところで、「地球温暖化防止のための CO_2 排出削減」、「カーボンニュートラルなシステム整備」が大きくクローズアップされる昨今ですが、われわれベターリビング職員一同も日々の業務の中で、これらを意識しないでいることは不可能といってもよいでしょう。

建築分野では特に「建物全体の消費エネルギーを抑える」という目標に向かっての動きが活発化していますが、つくば建築試験研究センター（TBTL）のみならず、ベターリビング全体として、これらの動きに貢献していかねばならないことは言うまでもありません。この状況を踏まえて設定したのが今回の特集テーマで、下記 7 編としました。

1. 建築物の省エネについて
2. 省エネルギー基準におけるエネルギー消費性能評価法（非住宅建築物）の概要
3. 3 室型恒温恒湿試験装置の運用開始
4. パッケージエアコン、全熱交換器の性能試験
5. 断熱性試験
6. 優良住宅部品認定における省エネに関する取り組み
7. 住宅・建築物に対する環境関連評価（省エネ適判、BELS）に関する取り組み

1. と 2. は建築物省エネ法と関連する具体的施策についての外部有識者よりの寄稿です。

3.、4. 及び 5. は、今年度より運用開始した 3 室型恒温恒湿試験装置の紹介とそれを用いた「住宅設備等の省エネ性能評価」のための試験実務についてです。

6. はベターリビングの基幹業務である優良住宅部品認定に関して、7. はベターリビングが実施する環境関連評価業務に関して、それぞれ省エネルギーの観点から述べます。

日本の国際公約でもある 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、それに少しでも貢献するようベターリビングが忘れてならない視点は何なのか、この特集を通じて再確認していきたいと考えています。

建築物の省エネについて

国立研究開発法人建築研究所 理事長　澤地 孝男

1．はじめに

世界の先進諸国は、我が国を含めて2050年における温室効果ガスの排出量実質0を目標としている。我が国はパリ協定に基づく国際公約を行っており、そこでは2013年度比で2030年度までに国全体で排出量を46％削減すること、そのために「業務その他」部門と「家庭」部門において各々66％削減と51％削減の目標を掲げている。前者は非住宅建築物に関する目標、後者は住宅に関する目標と考えて差し支えない。

温室効果ガスの削減は、二つの方策により実現される。それらはエネルギーの脱炭素化（例えば、再生可能エネルギー源の増強によって電力1kWh当たり温室効果ガス発生量を減らすなど）と、省エネルギーによってエネルギー消費量自体を削減する方策である。では、前述の目標のためにどの位の省エネルギー目標が掲げられているかと言えば、2013年度と比較して2030年度には「業務その他」部門と「家庭」部門において各々15％削減（59→50百万kL）と43％削減（53→30百万kL）の省エネルギー目標が掲げられている。

図1は1990年度以降の推移と2030年度における省エネルギー目標値の関係を示すものであるが、2005～2006年度辺りから建築におけるエネルギー消費量は大勢としては削減傾向にあり、建物の建設や設備機器の開発に関わる専門家や利用者の努力の成果を見ることができる。最新統計（2021年度）においては業務その他部門の減少と家庭部門の増加が見られ、当該年度の2月頃に始まったコロナ禍との関係性（業務時間縮減と在宅時間増加）が疑われる。

以下では、住宅と非住宅建築物に関して、省エネルギー対策の骨子をまとめた。

2．住宅の省エネルギーのためのポイント

住宅におけるエネルギー消費量の用途別構成を見ると、表1に掲げるような特徴があることがわかり、住宅の省エネルギー設計を考える際に優先すべきポイントを知ることができる。

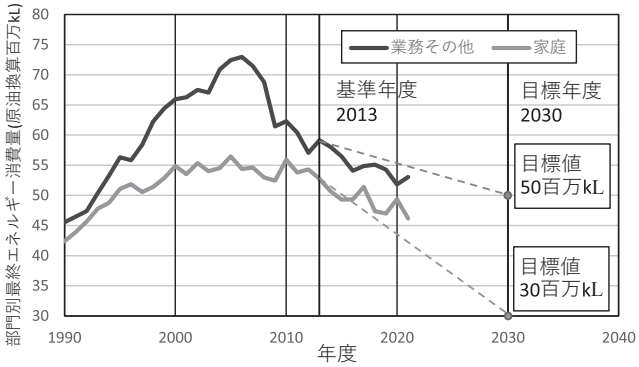


図1　非住宅建築物及び住宅が関係する部門におけるエネルギー消費量の推移及び2030年度の削減目標値

表１　住宅の省エネルギー設計を考える上での基本的なポイント

●寒冷地・準寒冷地では戸建・共同を問わず暖房エネルギー消費の占める比率が高く、外皮の断熱性能の増強（開口部、壁、床、屋根又は天井）、冬期における日射熱取得増加、暖房設備の高効率化（熱源の効率向上等、配管等の断熱）、熱交換換気採用の検討等の優先度が高い。
●温暖地では給湯エネルギー消費の占める比率が高く、給湯設備の効率化（熱源効率の向上、給湯配管仕様の工夫、湯水混合栓仕様の工夫、太陽熱給湯設備の採用）の優先度が高い。
●ただし、温暖地であっても暖房エネルギー消費の占める比率は決して小さくなく、外皮性能については最低でも省エネルギー基準（表１）を遵守することが不可欠となる。
●特に南九州や沖縄等の７･８地域では、冷房エネルギー消費量の占める比率が高くなり、日射遮蔽の工夫、通風の工夫、内部発熱低減の工夫（照明や家電の高効率化）、冷房設備の効率化（エアコンの効率向上、能力の適正化）の優先度が高い。
●換気設備のエネルギー消費の占める比率は、戸建住宅で４～10%、共同住宅で３～9% であり無視できない。高効率モーターの採用やダクト等の圧力損失の低減により省エネを図る必要がある。
●照明設備のエネルギー消費の占める比率は、戸建住宅で９～23%、共同住宅で７～24% であり無視できない。LED 照明器具の採用や照度設計の適正化により省エネを図る必要がある。

３．非住宅建築物の省エネルギーのためのポイント

非住宅建築物には、多種多様な用途の建物が含まれる。省エネルギー基準においてもその点に配慮して、地域区分及び建物用途（8 種類）の組み合わせ毎に、さらに室用途（例えば建物用途「事務所等」の「事務室」や「会議室」など、「ホテル等」の「客室」や「宴会場」など）毎に基準一次エネルギー消費量原単位（床面積当たりの年間値）が定められている。

住宅のエネルギー消費量の計算においても、含まれる室用途毎に在室時間・設定温湿度・換気量・内部発熱量に関する条件を仮定した他、住宅の広さに応じた給湯量についても仮定を置いている。非住宅建築物のエネルギーの多寡も、単に建物の外皮や設備の仕様によってのみ決まるわけではなく、使用時間（例えば事務室であれば執務時間、客室であれば滞在時間）や営業日数の影響が小さくはない。エネルギー消費量の総量やエネルギー用途毎の重みをより正しく推定評価するためには、このような室単位での空調や給湯の負荷の評価、そしてエネルギー消費量計算が不可欠であると言える。

非住宅建築物の建築設備の設計（基本設計、実施設計）や施工（設備施工、計測制御機器施工、機器製造及び組み立て）には、多くの職種や製造業種、施工業種が関わることが少なくない。実際の契約形態や工期の条件下で建築士が建築設備の省エネルギー性能向上にコミットできる部分は限られるかもしれないが、外皮性能とともに建築設備の省エネルギー性能をコーディネートする役割の重要性は論を待たない。特に非住宅建築物においては、省エネルギーにおける建築設備の設計施工の良し悪しの比重が極めて大きい。

非住宅建築物の外皮性能に関する性能指標としては、次式のように定義される PAL*（パルスター、屋内周囲空間の年間熱負荷係数）が使われている。また、基準では評価対象ではないものの外皮の気密性の確保が重要であり、気密層が連続するように設計･施工する必要がある。

建築設備に共通して省エネルギー上で注意しなければならないことに、設計において容量設計を定量的・合理的に履行することを挙げることができる。求められる機能を果たすためにはある程度の余裕を見た容量設計が不可欠ではあるが（例えば、酷暑時にも快適さを在室者に与えられるような冷房能力の余裕、ホテル客室のピーク使用時間帯の湯使用に対しても湯切れを起こさない給湯能力の余裕など）、計算に基づかずに無配慮に過大な機器を選択した場合には、その機器の寿命にわたって過大な電力などエネルギーの浪費が生じることになる。

1）空気調和設備

空気調和設備は、大型の少数の熱源を用いる中央方式と、比較的に小型で多数の熱源と多数の室内機を配管で接続し構成する個別方式に分類することができる。

紙面の関係からここでは個別方式に限って述べる。個別方式の空気調和設備の典型的構成を図２に示す。いわゆるパッケージエアコンディショナー又はガスヒートポンプ冷暖房機（ガスエンジンによって圧縮機を駆動し冷温熱を生成する）と呼ばれる暖冷房設備であり、熱源部（室外機）、空調対象室に設置される放熱部（室内機）及びそれらの間の冷媒配管が設けられ、冷媒によって熱搬送が行われる。換気（新鮮外気導入）のためには、第一種換気システムが設けられることが多いと言えるが、図２のように全熱交換換気ユニット（全熱交換器と給排気送風機が一体化されたユニット）が用いられる場合が少なくない。

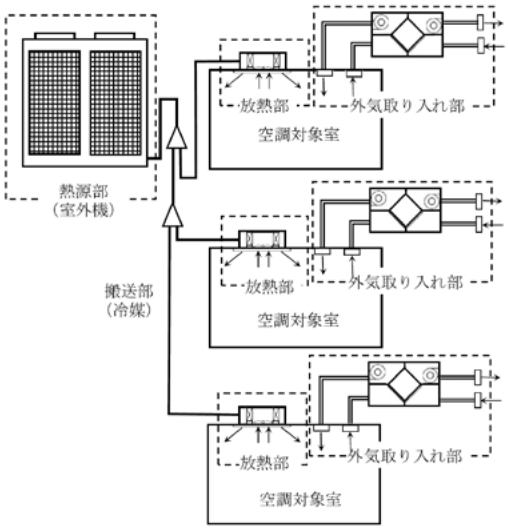


図２　個別方式の空気調和設備の構成と特徴

個別分散方式の空気調和設備においても、室外機及び室内機に関して、容量設計が合理的な方法に従って履行されることが重要である。パッケージエアコンディショナー又はガスヒートポンプ冷暖房機に関しても、中央方式の場合と同様に、低い部分負荷率条件（特に 30% 以下）では効率が低下する。また、室内機の標準能力（複数台ある場合には合計能力）が室外機の標準能力と同等以上とすることが必要である。冷媒配管の長さとともに冷媒の搬送抵抗が増加し冷暖房能力が低下すること、冷媒は高温となる場合があるため配管の断熱により熱損失を低減する必要のあること、などに注意が必要である。

換気のための送風機システムには、できるだけ比消費電力（単位：W/（㎥/h）、換気量１㎥/h 当たりの消費電力 W）の小さいものを選択できるとよい。そのためには、可能な限りダクト径を大きく、ダクト長を短くできるとよい。全熱交換換気ユニットの場合には、冷房時及び暖房時の全熱交換効率値がなるべく高く、熱回収効果の高い機種を選択することが望まれる。

2）給湯設備

非住宅建築物のエネルギー消費量に占める給湯エネルギー消費量の比率は、建物用途により異なる。入浴・シャワー施設や食器などの洗浄施設を有する建物、例えば、ホテル、病院、老健施設、体育館、飲食店などの建物用途では給湯エネルギー消費量の比率が大きくなり、建物全体の省エネルギーを考える上で給湯設備の重要性が高まる。逆に、手洗いで湯を使用する便所のみに給湯需要が限られる建物用途、例えば事務所や物販店舗などでは給湯エネルギー消費量の占める比率は小さくなる。

給湯需要が比較的小さく給湯箇所が限られている建物においては局所給湯方式が、給湯需要が大きく給湯箇所が多数存在する建物においては中央式給湯方式が採用される傾向にある。前者のような建物にあって、給湯需要が便所の手洗いなどに限られる場合であって、燃焼式の給湯器の設置が困難な場合には、電気温水器の採用が妥当な場合もある。また、後者のような建物であっても低層の建物（例えば郊外立地の老健施設など）では局所給湯方式の採用も可能である。

中央式給湯方式の例（図３）を用いて給湯設備の省エネルギー設計施工のポイントをまとめると、表２のようになる。

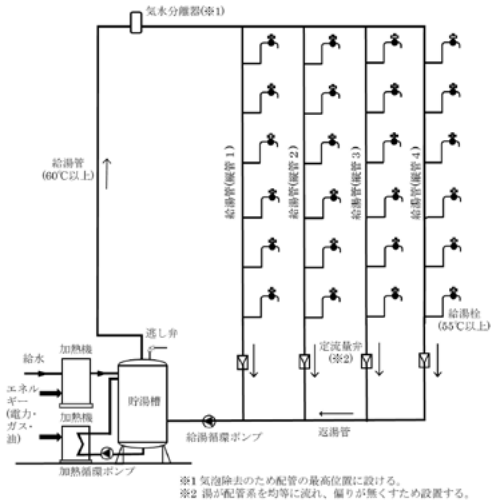


図３　中央式給湯方式の構成の例

表２　給湯設備の省エネルギー設計施工のポイント

①エネルギー効率の高い熱源の採用（燃焼式熱源とヒートポンプ熱源の適切な選択）※1 ・ヒートポンプ熱源はエネルギー効率が高いが、燃焼式熱源と比べて能力が小さめであるため、急激な給湯需要への対処は苦手であり、貯湯タンクとの組み合わせが必要。 ・燃焼式熱源を単独で用いる場合には、部分負荷効率の高い（ターンダウン比が大きい）機種が推奨される。
②貯湯槽及び給湯管（循環配管）の断熱による熱損失低減
③温水循環ポンプの適切な容量設計（既存の容量選定の手順を参考とする）
④節湯器具の採用　※2

※1・※2 は局所式給湯方式にも当てはまる。

空調設備及び給湯設備以外の設備についても省エネ対策の余地は多々あり、整理すると表３のようになる（参考資料[1]による）。

表３の項目１は、空調設備の熱源に加えて送風機やポンプに当てはまる。それらの容量設計は例えば参考資料[2]のような、明確な基準や規定に則って行うことが省エネルギーの第一歩であると言え、これを怠ると省エネルギーに成功はあり得ないと言っても過言でない。なぜならば、容量の大きな機器ほど定格エネルギー消費（定格消費電力等）は大きく、それに運転時間を乗じたものがエネルギー消費量を大きく左右するためである。基準や規定には、設計者の裁量の幅があるため、その部分については経験に基づいて判断すればよい。

表３　非住宅建築物の省エネルギー設計・施工のポイント

1. 空調設備の各構成部の容量設計は明確なルールに則って合理的に行うべきこと、
2. 空調設備の各部のエネルギー効率をより高いものとすること、
3. 空調設備の各部の部分負荷時のエネルギー効率向上のための対策をとること、
4. トイレや機械室等の換気が同フロアの居室の換気に及ぼす影響を最小限とすること、
5. 外気取り入れ量安定化の対策をとった上で、デマンド換気により換気負荷を低減すること、
6. 竣工前に風量・流量及びバランスの調整、送風機・ポンプの出力調整を行うこと、
7. 外皮断熱性の確保による特に冬期の室内温熱環境分布の均一化を図ること、
8. 外皮気密性の確保を図ること、
9. 高効率照明器具、タスク・アンビエント照明及び昼光利用制御の採用、
10. 給湯需要の多い建物における中央式給湯設備の高効率化の工夫、
11. 再生可能エネルギー源の導入

4. まとめ

本稿では、住宅及び非住宅建築物の省エネルギー性能を高めるために設計上配慮の必要と考えられる事項について触れた。

最初に図１を用いて両部門のエネルギー消費の推移を見たが、2030 年度の目標達成のためにはこれまでの対策を継続するとともに、特に設備機器の実働エネルギー効率（実際に建物に設置され使用されている条件下での効率）をより高い信頼性で、より簡便に、より広範な種類のものを評価できる技術の開発と制度の整備が必要とされている。

【参考資料】

1）澤地他：省エネルギー建築のための設計ガイドライン、建築研究資料 No.202、国立研究開発法人建築研究所、2021 年３月
2）国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修：建築設備設計基準、平成 30 年版など

省エネルギー基準における エネルギー消費性能評価法（非住宅建築物）の概要

国土交通省国土技術政策総合研究所 主任研究官　宮田 征門

1．エネルギー消費性能計算プログラム（WEBPRO）

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）では、非住宅部分の床面積が 300 ㎡以上の建築物を新築または増改築する際、省エネルギー基準への適合を義務づけている（適合義務制度）[1)]。また、300 ㎡未満の建築物については、省エネルギー基準への適合を努力義務として求めると共に、基準への適合性について書面等を交付して建築主に説明することを義務づけている（説明義務制度）。省エネルギー基準は一次エネルギー消費量基準（空調、換気、照明、給湯、昇降機、太陽光発電、コジェネ等のエネルギー消費性能に関する基準）と外皮基準（壁、屋根、ピロティ床、窓の断熱性能、日射遮蔽性能に関する基準）の2つから成り、前者の指標として「一次エネルギー消費量」、後者の指標として「外皮性能指標（住宅は U_A 値及び η_{AC} 値、非住宅はPAL＊）」を算出してエネルギー消費性能を評価することを求めている。これらの指標を算出し基準に適合しているか否かを判定するためのプログラムが「エネルギー消費性能計算プログラム（WEBPRO）」である。

WEBPRO は、国土交通省国土技術政策総合研究所（国総研）及び国立研究開発法人建築研究所（建研）が中心となり開発したプログラムであり、クラウドサービスを利用したオンラインプログラムである[2)]。プログラムは「住宅用」と「非住宅用」に分かれており、「非住宅用」については次の3つのプログラムが提供されている。

(1) エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）
https://building.app.lowenergy.jp/
(2) モデル建物法入力支援ツール
https://model.app.lowenergy.jp/
(3) 小規模版モデル建物法入力支援ツール
https://small-model.app.lowenergy.jp/

「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」は、いわゆる詳細計算法として位置づけられている「標準入力法」による評価を実施するためのプログラムである（図1）。評価対象建築物の形状や室用途構成、設備機器や制御の仕様等を Excel ファイルに入力してプログラムにアップロードすると、当該建築物の一次エネルギー消費量及びPAL＊が算出される（評価結果が印字された PDF をダウンロードすることができる）。

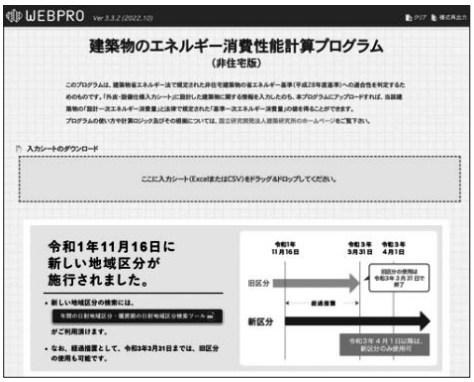


図1　エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）

「モデル建物法入力支援ツール」は、簡易評価法である「モデル建物法」による評価を行う

ためのツールである（図２）。評価対象建築物における代表的な外皮及び設備の仕様のみをExcelファイルに入力してアップロードすると評価結果が得られる。「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」と比較すると、入力項目が少ないため評価に要する労力は小さいが、評価可能な省エネ技術が限定されている等の制約を設けており、評価結果は「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」よりも少し厳しめに算出される。

「小規模版モデル建物法入力支援ツール」は、「モデル建物法入力支援ツール」の入力項目を限定し、最小限の入力項目で評価ができるようにしたツールである（図3）。説明義務制度での使用を想定して開発されたツールであり、300㎡未満の非住宅建築物にのみ適用可能である。他のツールと異なりExcelシートを作成する必要はなく、ブラウザ上で設計仕様をクリックして選択することにより評価が可能である。

「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」と「モデル建物法入力支援ツール」の関係性を図４に示す。プログラム毎に入力項目は異なるが、裏で動いている計算エンジン（計算ロジック）自体は同じものである。

図２　モデル建物法入力支援ツール

図３　小規模版モデル建物法入力支援ツール

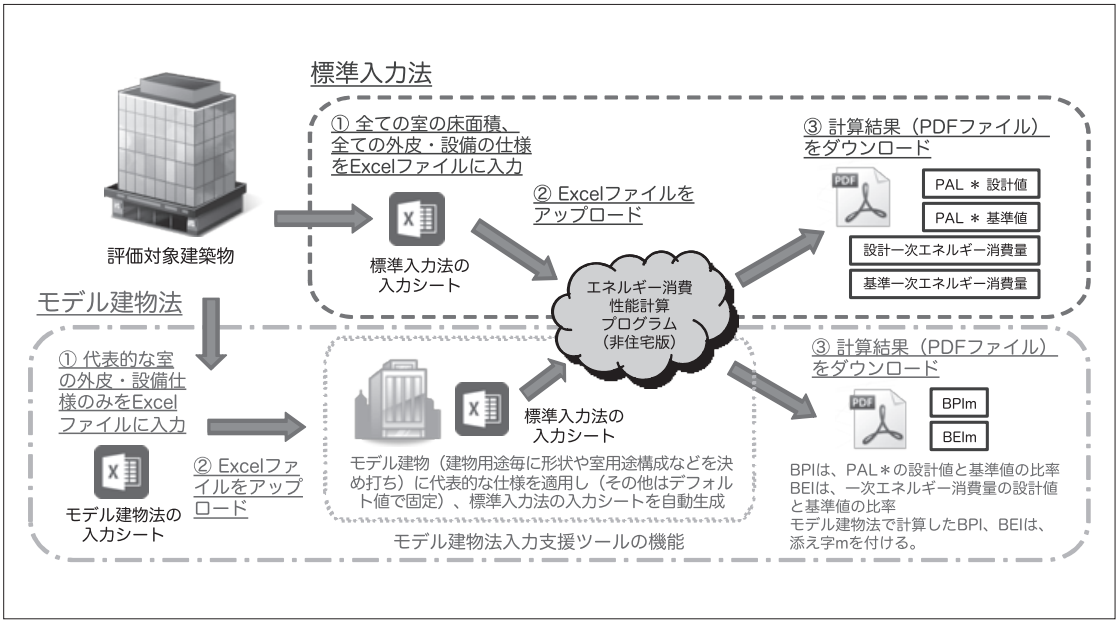


図４「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」と「モデル建物法入力支援ツール」の関係

2. ビッグデータ収集装置としての WEBPRO

WEBPRO の入力データ（外皮・設備設計仕様）及び計算結果は暗号化したうえでサーバ上に保存している。国総研では、プログラム利用者の許諾のもとでサーバ上に保存された入力情報を収集し、省エネルギー基準改正等の施策立案のための基礎的情報を得るための研究を行っている。

データ収集スキームを図５に示す。これまでも、省エネルギー基準の評価結果に関する情報については、国交省からの依頼で所管行政庁等が集計して報告を行っていたが、紙の資料から手作業で値を転記しなければならず、負担が大きく、入力ミス等も多かった。また、国交省側としても、所管行政庁等の負担を考慮して収集する情報を限定していたため、詳細な情報が入手できないという課題があった。WEBPRO のデータベースを利用した情報収集のスキームを構築することにより、行政負担を大幅に減らし、かつ省エネ施策や省エネ設計に関する有益な情報を網羅的に収集することが可能になった。

調査結果は年度毎に国総研資料として公開している[3)]。国総研資料では基準適合状況の他、地域別、用途別、規模別に、外皮の断熱仕様（熱貫流率、日射熱取得率）、窓面積率、空調設備の熱源機種・能力・効率、換気設備の消費電力・制御の採用率、照明設備の消費電力・制御の採用率、給湯設備の熱源効率・保温仕様、昇降機の制御仕様、太陽光発電の容量などの分析結果を掲載している。

3. WEBPRO における先進技術の評価

これまでは、適合義務化を混乱無く円滑に施行することを第一目標として、エネルギー消費性能評価法の開発やプログラム類の整備を行ってきたが、一方で、これらの評価法が ZEB（Zero Energy Building）などの最先端の建築物のエネルギー消費性能評価のためにも使われ始めている。WEBPRO は適合性判定において白か黒かを公平に判断することを主目的として開発された「行政ツール」であるため、①確認申請時には概略の仕様しか決まらず施工段階において当該建築物の条件に合わせて仕様を決定していく技術、②採用事例が少なく検証が不充分で実態としての性能が明らかではない技術、③ JIS 等によって、その定義や性能値が規格化されて

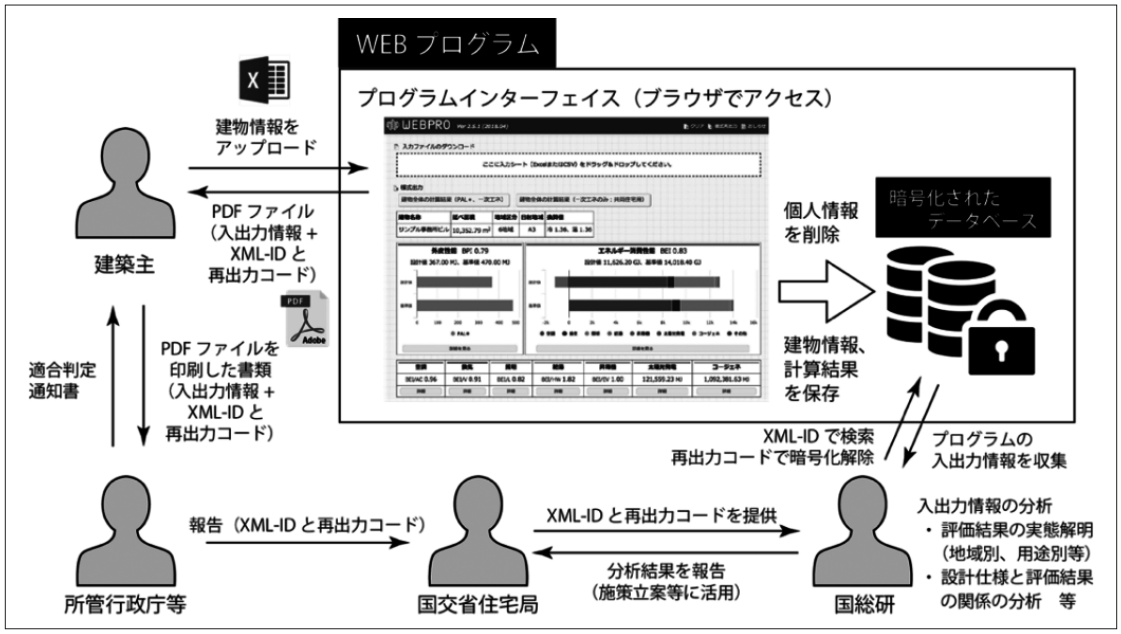


図５　WEBPRO によるデータ収集スキム

いない技術については、現状の WEBPRO では評価ができない。しかし、最先端の建築物には、このような特徴を持つ先進的な技術が多く採用されているため、これら技術についても適切な評価法の確立が望まれている。

この問題の解消法として、国土交通大臣による「大臣認定制度」、そして、一般社団法人住宅性能評価・表示協会による「任意評定制度」がある。「大臣認定制度」は個別の建築物毎に登録建築物エネルギー消費性能評価機関（登録省エネ評価機関）による性能評価に基づき、国土交通大臣が基準と同等以上の性能を有することについて認定するものである。大臣認定を受けた場合には、適合判定通知書の交付を受けたものとみなすなどの特例が適用されるが、大臣認定書の交付に至るプロセスが多く、交付に至るまでの期間が予見できない等の理由から、現時点では取得実績はない。一方、「任意評定制度」は、現状の省エネルギー基準の評価方法では評価ができない技術について、予め定めたガイドラインに基づいて当該技術の性能を試験（もしくは計算）し、その試験結果の妥当性を任意評定実施機関（登録省エネ評価機関であり、かつ住宅性能評価・表示協会に登録された機関）が承認すれば、当該技術の性能値を使用して省エネルギー基準の一次エネルギー消費量計算をすることが可能になるものである。ガイドラインは技術毎に作成するものであり、任意評定の対象とする技術の定義と範囲、性能を算出する試験方法（試験体の仕様や試験体数、試験実施機関に求められる能力等）や計算方法（シミュレーションによる計算の場合は、そのシミュレーションに求められる機能や計算条件等の規定）等の記載が必要とされている[4)]。

本稿執筆時点では、次の７つのガイドラインが策定されており、このガイドラインで規定された技術については任意評定を受けることができる。

(1) 一次エネルギー消費量計算に用いる未利用熱による給水予熱を行う給湯設備の機器性能等に関する任意評定ガイドライン
(2) クローズドループ型地中熱ヒートポンプシステムにおける相当熱交換器長さ換算係数に関する任意評定ガイドライン
(3) 一次エネルギー消費量計算に用いる下水熱利用システムの熱源水温度の設定方法等に関する任意評定ガイドライン
(4) 在室検知制御（下限調光方式）の係数の算出方法に関する任意評定ガイドライン
(5) オープンループ型地中熱ヒートポンプシステムにおける回転数制御を行うポンプを含む熱源水ポンプ群の合計消費電力算出方法に関する任意評定ガイドライン
(6) 電気室における換気代替空調機の必要冷却能力及び年間平均負荷率に関する任意評定ガイドライン
(7) 土間床等の外周部の線熱貫流率に関する任意評定ガイドライン

先進技術の評価については、2022 年 2 月 1 日に国土交通大臣に対して答申された「今後の住宅・建築物の省エネ対策のあり方（第三次答申）及び建築基準制度のあり方（第四次答申）」において「現在評価されていない省エネルギー技術の評価方法の整備を図る必要がある」と記されており、政府が定めた 2030 年の温室効果ガス削減目標の達成に向けてより一層加速しなければならない。この点について、2023 年 1 月 25 日に社会資本整備審議会建築分科会建築環境部会建築物エネルギー消費性能基準等小委員会が開催され議論がなされた。この小委員会の中で、①大臣認定プロセスを改善する（プロセスを簡素化することで、大臣認定に至るまでの期間の短縮を図る）、②性能評価において守られるべき評価の枠組み（室使用条件、気象条件、基準値、省エネ制御の閾値等の評価の想定条件）について整理して予め提示（業務方法書のひな形、ガイドライン等を想定）する、③登録省エネ評価機関による「性能評価書」を建築物エネルギー消費性能表示制度の第三者認証（BELS 等）に活

用可能とし、性能評価の機会拡大を図るという案が出され、議論が行われている。詳細は小委員会資料をご覧いただきたい。

- 建築物エネルギー消費性能基準等小委員会第28回

https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/house04_sg_000191.html

4．まとめ

政府は非住宅建築物からの温室効果ガス排出量を2030年までに51%削減（2013年比）するという高い目標を立てている。省エネルギー基準の適合義務化はこの目標を達成するための重要な施策であり、この適合義務化を円滑に社会実装するためにWEBPROは開発された。本稿で述べたように、WEBPROは設計時点におけるエネルギー消費性能が国の定める基準に適合しているかを判断するためのプログラムであるが、同時に今後の施策を検討する際に必要となる実態データを収集するという役割も果たしている。

今後、2030年の削減目標達成に向けて建築物に対する省エネ規制が順次強化されることが予定されている。WEBPROを介して収集したデータを分析して、強化された基準にどのように対応すればよいかを建築主や設計者にフィードバックするとともに、先進技術の開発や普及を促進するためのスキームの構築をより精力的に行っていきたい。

【参考文献】

1）国土交通省住宅局：建築物省エネ法について
https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html
2）建築研究所、国土技術政策総合研究所：建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報、
https://www.kenken.go.jp/becc/index.html
3）国総研資料第1229号：2021年度申請データの分析
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1229.htm
4）任意評定のためのガイドライン策定要領
https://www.hyoukakyoukai.or.jp/nini_hyoutei/pdf/guideline.pdf

3室型恒温恒湿試験装置の運用開始

性能試験研究部　黒鳥 皓史

1．概要

つくば建築試験研究センターでは、2023 年 4 月より 3 室型恒温恒湿試験装置の運用を開始いたしました。本項では試験装置の性能、および実施可能な試験について説明いたします。

2．施設性能

本恒温恒湿装置は A 室～ C 室の 3 室からなり、それぞれ内部の環境温湿度を設定することが可能です。

各室個々に温湿度条件を設定するだけでなく、A,B 室、B,C 室間には壁面に開口が設けられており、それを利用して後述の各試験を実施可能です。

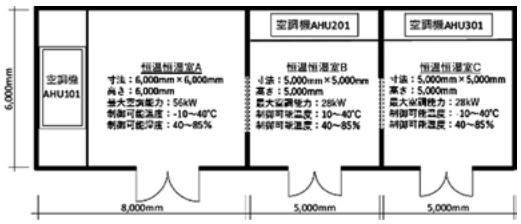


図 1　概略平面図および各室仕様

写真 1　施設外観

3．実施可能な試験

○パッケージエアコンの性能試験

A 室に室外機を、B,C 室に室内機を設置し、B,C 室にそれぞれ任意量の熱負荷を与えることで、負荷量ごとのエネルギー消費量を測定できます。この試験結果をもとに各パッケージエアコンの機種ごとのエネルギー消費特性を評定する任意評定ガイドラインが現在策定作業中です。

写真 2　室外機設置例

写真 3　室内機設置例

○全熱交換器の性能試験

B,C 室間開口部に全熱交換器を設置し、熱交換効率試験や有効換気量試験を実施することが可能です。B 室で室内側、C 室で室外側条件を再現し、夏冬両条件を試験体の再設置なく迅速に実施できます。

各室 28kW の高い空調能力により、回転型のような高い熱交換能力を持つ全熱交換器の性能試験が可能となっております。

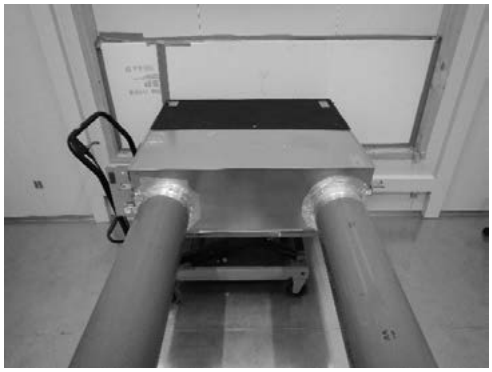


写真 4　全熱交換器設置例

○断熱性能（熱貫流率）試験、結露防止試験

A,B 室間または B,C 室間の開口部に試験体を設置し、熱貫流率試験や結露防止試験を行うことが可能です。A または C 室が室外側、B 室が室内側となり、B 室側に試験用熱箱を設置します（熱貫流率試験の場合）。

A,B 室間開口は試験体最大高さ 3m まで対応可能であり、これまでより大型の試験体を試験することが可能です。

室外側　　室内側（熱箱）

写真 5　断熱性能試験体設置例

○その他の試験

1 室に任意の温度環境を設定し、床暖房ユニットの性能試験や、浴槽の断熱性試験といった試験を実施可能です。また、規格化されていない試験についても幅広く対応いたします。施設レンタルも行っておりますので、性能確認や研究等でご検討の際はお気軽にご相談ください。

パッケージエアコン、全熱交換器の性能試験

性能試験研究部　黒鳥 皓史

1．はじめに

パッケージエアコンは主にビル等に設置されるエアコンであり、1台の室外機で複数台の室内機を運転するシステムとなります。また、全熱交換器は換気装置の一種であり、取り入れる室外空気と排出する室内空気との間で顕熱、潜熱を移動させることで換気に伴う熱損失（例：冬季において、暖房された室内空気の熱を外気に放出してしまう）を減少させることができます。全熱交換器は熱交換部の構造により、静止型と回転型に大別されます。

近年では、パッケージエアコンと全熱交換器を統合制御することで、より高いエネルギー効率となる空調システムが展開されています。

図1は事務所等における設備ごとのエネルギー消費割合を示しています。図の通り、空調設備による消費エネルギーが過半を占めており、この空調による消費エネルギー量を削減することが、将来的な省エネ対策として重要となることが予想されます。

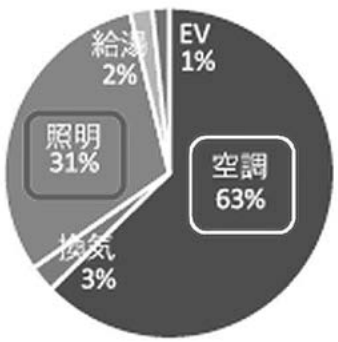


図1　事務所等のエネルギー消費割合[1)]

2．パッケージエアコンの性能試験

パッケージエアコンのエネルギー消費特性は、現在のところJIS B 8615-3:2015等に規定された方法で実施されています。この既存規格においては、試験は定格出力等の指定出力で連続運転となるよう、圧縮機回転数等の運転状態を固定した状態で行われます。これは実際の建築物に設置された際の運転状態とは大きく異なりますが、主に結果の再現性確保という面からの要求により行われています。

現在のパッケージエアコンに関する省エネルギー指標（APF等）や、非住宅建築物に関する省エネルギー基準に準拠したプログラム（以下Webプログラム）に内蔵の部分負荷特性は前述の試験結果より算出されたものとなりますが、この算出特性は事務所での実測データとの乖離があることが確認されています[2)]。また、Webプログラム内蔵の部分負荷特性は全てのパッケージエアコンで同一となっており、これも機種ごとの特性の違いを反映できておりません。

パッケージエアコンごとに実際のエネルギー消費特性を適切に評価することで、設計者にはより適切なシミュレーション結果に基づく設計手法の確立、メーカーには高性能機器の性能評価による需要拡大といった利点が生じることが期待されます。このため、ベターリビングでは任意評定制度を利用した「一次エネルギー消費量計算に用いるパッケージエアコンディショナ（空冷式）のエネルギー消費特性に関する任意評定ガイドライン」（以下、ガイドライン）策

定に向け作業を行っており、このガイドライン中で実働負荷試験方法を定義しています。

実働負荷試験では、JIS 規定の試験方法と異なり、エアコンの動作状態は実使用状態と同一の状態で試験を行います。室内側試験室に任意量の熱負荷を与え、エアコン自身の制御により試験条件となる空調出力を発生させます。出力比 100% から 20% までの複数点で測定を行い、その結果から機種固有の部分負荷特性を算出します。

3. 全熱交換器の性能試験

全熱交換器の試験方法は JIS B 8639:2017 に定められており、つくば建築試験研究センター（以下 TBTL）では風量試験、有効換気量試験、熱交換効率試験を主に実施しております。それぞれの試験方法を簡単に紹介します。

○風量試験

吸気系統、排気系統にそれぞれ風量測定装置、ダンパーと送風機を設置し、静圧ごとの風量を測定します。

○有効換気量試験

全熱交換器の熱交換エレメントは、水蒸気を給排気間で移動させるため、不織布等の通気性のある素材が使用されており、このため吸い出された室内空気の一部はエレメントを介して外気と混ざり室内に戻ってくることになります。これを内部漏れと呼びますが、このような漏れがあるため全熱交換器の換気量は風量と一致しません。

有効換気量試験では、還気側（RA）にトレーサーガス（二酸化炭素）を与え、給気（SA）、外気（OA）、還気（RA）の二酸化炭素濃度を測定することで、RA から SA に漏れている空気比率を測定し、有効換気量を算出します。

○熱交換効率試験

室内側、室外側試験室にそれぞれ夏、冬を模した温湿度条件を与え、SA、OA、RA の各温湿度を測定し、全熱交換器が熱交換した割合を風量ごとに測定します。

4. まとめ

空調設備に関する試験として、パッケージエアコンおよび全熱交換器の試験について述べてまいりました。これらの試験をご検討の際はぜひ TBTL までご相談ください。

5. 用語解説

○非住宅建築物に関する省エネルギー基準に準拠したプログラム

国立研究開発法人建築研究所が公開している計算プログラムであり、建物の基本情報（床面積、外壁材料、空調機器種別等）を入力することで、その建物の一次エネルギー消費量（BEI）を算出することができるものです。

URL：https://building.lowenergy.jp/

○任意評定ガイドライン

一般社団法人日本住宅性能表示・評価協会が実施している制度であり、現在の試験方法では正しく評価できない設備等について、任意評定実施機関が評定を実施することで、そのエネルギー消費性能を計算プログラムに反映させることが可能となるものです。

URL：http://www.hyoukakyoukai.or.jp/nini_hyoutei/

【出展】

1）大規模非住宅建築物の省エネ基準の引上げについて（国土交通省）
2）業務用建築物のエネルギー消費量評価手法に関する基礎的調査（建築研究資料 No.176, 宮田 征門）

断熱性試験

性能試験研究部　菅　哲俊

1．はじめに

断熱性試験は、建物の外皮を構成する壁、屋根、天井、床、ドア、窓などの断熱性能として熱貫流率と熱抵抗を測定するものです。

1979年に省エネ法（エネルギー使用の合理化に関する法律）が制定され、その後に数回の改正が行われました。これと並行して、1980年に制定された、住宅や建築物の省エネルギー性能を評価するための基準（通称、省エネ基準）において改正と基準強化が行われてきています。2017年には、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」（通称、建築物省エネ法）が公布され、従来の省エネ法で措置されていた300㎡以上の建築物の新築等の「省エネ措置の届出」や「住宅トップランナー制度」等の措置が建築物省エネ法に移行されました。さらに、一定規模以上の非住宅については、省エネ法時の届出義務から適合義務になるなど新たな措置も設けられています。建築物省エネ法も公布されてから改正が行われ、省エネ基準の強化も進められています。例えば、中規模建築物（非住宅、住宅）の届出義務や住宅トップランナー制度などの措置が行われています。届出義務の場合でも、基準に適合せず必要と認める場合には指示・命令等が行われる等措置が強化されています。

建築物省エネ法において、住宅を対象にした省エネ基準には二つの基準が含まれています（図1参照）。外皮の熱性能試験（外壁、屋根、ドア、窓などの断熱性能に関する基準）と一次エネルギー消費量基準（暖冷房、換気、照明、給湯、創エネに関する基準）です。つくば建築試験研究センターで行う断熱性試験は、住宅の省エネ基準の外皮の熱性能に関する試験に関係します。以下、住宅の省エネルギー基準に関連付けながら、断熱性試験を説明します。

外皮の熱性能基準
・外皮平均熱貫流率の基準
・冷房期の平均日射熱取得基準

＋

一次エネルギー消費量基準
・暖冷房　・換気　・照明
・給湯　・創エネ（太陽光発電等）

図1　住宅の省エネルギー基準

2．断熱性試験に関する規定・等級

断熱性能試験と密接な関係があるのは住宅の省エネルギー基準における外皮の断熱性能を示す「外皮平均熱貫流率」ですが、ここではまず日本国内の地域区分について説明したいと思います。日本は寒冷地と温暖地の外気条件の差が大きいため、住宅の省エネルギー基準では、日本全国を8地域に区分しています。図2に住宅の省エネルギー基準における地域区分を示します。年間暖房消費エネルギーと関連性の深い、

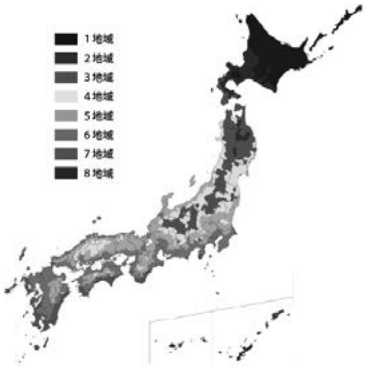


図2　住宅の省エネルギー基準における地域区分

地域の気候条件を示す暖房デグリーデーの値に基づいて地域を区分しています。さらに、住宅の省エネルギー基準では、この建設地の地域区分により外皮平均熱貫流率の基準値が定められています。外皮平均熱貫流率とは、温度差当たりの外皮熱損失量を外皮の各部位の合計面積で割った値である。表1に、地域区分により定められた外皮平均熱貫流率の基準を示します。例えば､地域区分1（北海道）では0.46W/（㎡･K）以下と定められています。この外皮平均熱貫流率は、外皮の各部位である外壁、屋根、床、ドア、サッシの熱貫流率（断熱性能）と直接な関係があります。

ドアとサッシの断熱性能については、JIS A 4706：2021「サッシ」とJIS A4702：2021「ドアセット」で断熱等級が示されています。表2に示すように、熱貫流率によってH-1～H-8まで8の等級に分けています。断熱性試験を実施すると測定結果の熱貫流率及び熱貫流抵抗から、測定対象のドアやサッシの断熱等級が分かるようになります。

3. 断熱性試験項目および試験装置概要

表3に主な断熱性試験規格と測定対象を示します。断熱性試験は、外壁やドア、サッシ等の試験体に温度差20℃を与えた状態での熱貫流率及び熱貫流抵抗を測定する試験です。熱貫流率（記号U）は、温度差1℃時に試験体面積1㎡を流れる熱流を表します。ドアやサッシ等の断熱性能を熱貫流率で表すことによって、異なる部材の断熱性能を比較することができます。熱貫流抵抗は、熱貫流率の逆数です。

図3に示すドアやサッシの断熱性試験装置の概要を用いて測定方法を説明します。図3の断熱性試験装置はJIS A 4710：2015「建具の断熱性試験方法」の校正熱箱法です。校正熱箱と試験体を含む装置全体を恒温室内に設置します。熱箱内空気温度20℃、低温室側空気温度を0℃に設定した状態で試験体（ドアやサッシ）の熱貫流率を測定します。試験体をとおる熱流は、加熱箱内の供給熱量（ヒータとファン発熱量）から、熱箱からの損失熱量 Φ_I 及び取付パネルからの熱移動量 Φ_{sur}、境界端部の熱量 Φ_{edge} を差し引くことによって求めます。

天窓の試験方法などほかの断熱性試験方法も測定原理は同じです。

4. 最後に

（一財）ベターリビング つくば建築試験研究センターでは2室型恒温恒湿室を用いて表3に示す断熱性試験を実施して来ました。4月からは大型の断熱性試験も実施できる3室型恒温恒湿試験装置の運用も始めました。断熱性試験実施等についてお気軽にご相談ください。

表1　地域区分により定められた外皮平均熱貫流率基準

地域区分	1	2	3	4	5	6	7	8
外皮平均熱貫流率の基準値［W/（㎡・K)］	0.46	0.46	0.56	0.75	0.87	0.87	0.87	－

表2　ドアとサッシの断熱等級

等　級	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8
熱貫流率［W/（㎡・K)］	4.7 以下	4.1 以下	3.5 以下	2.9 以下	2.3 以下	1.9 以下	1.5 以下	1.1 以下

表3　主な断熱性試験規格

測定対象	試験規格
ドア、サッシ	JIS A 4710：2015 建具の断熱性試験方法
壁、屋根、天井	JIS A 1420：1999 建築用構成材の断熱性測定方法 - 校正熱箱法及び保護熱箱法
出窓、天窓	JIS A 1492：2006 出窓及び天窓の断熱性試験方法
天窓	有料住宅部品性能試験方法書 冊子（天窓）BLT WDR：2023　BLT WDR－021

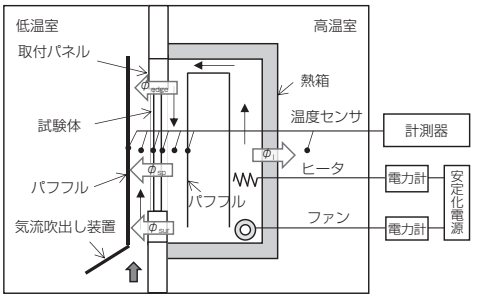


図3　断熱性試験装置概要（校正熱箱法）

優良住宅部品認定における省エネに関する取り組み

住宅部品･関連事業推進本部　江口 俊一

1．はじめに

2020 年 10 月、我が国は「2050 年カーボンニュートラル（CN）」を宣言し、気候変動への対策が必須の国家戦略となった。世界においても CN 目標を表明する国地域は 120 超と急増、その GDP 総計は世界の約 90% を占め、ESG 投資が拡大する金融市場の動向も相俟って、あらゆる産業が脱炭素社会に向けた大競争に突入した。

エネルギーの CN 化を起点とした「グリーン成長戦略：グリーントランスフォーメーション（GX）」による産業構造の転換が求められおり、GX 時代のエネルギー・インフラ（化石から非化石へのエネルギー転換等）について、規制改革、早期市場創出等に拍車が掛かり、官民連携による検討が進んでいる。また、家庭、業務、運輸部門についても、災害時のレジリエンス等を踏まえ、現実的かつ段階的な構造転換（GX）について議論が始まっている。

当財団では 2021 年 4 月、国連が提唱する SDGs の目標を踏まえ、BL-bs 部品（社会貢献優良住宅部品）の「テーマ」について、「防災・減災」「家事楽」「健康」といった社会的要請を新たに加え再構成を実施したが、さらに CN や GX、頻発・激甚化する災害への対応等、急激に変化していく事業環境や課題への対応を明確にするため、図 1 に示すように、BL-bs のテーマのもと 3 つの目標を設定した。大きく変化・進展していく環境対策における切迫度が高い課題への対応として、「A. 住まいと暮らしの CN 化への対応」、頻発・激甚化していく災害に向けて、防災・減災に加え、居住継続性への対応として、「B. レジリエントで安心・安全な生活の実現」、さらに、コロナ禍や人生 100 年時代等を契機とする新たなニーズへの対応として、「C. 多様な生活スタイルへの対応・良質な生活環境の実現」を掲げ、BL-bs 部品の基準整備や普及方策を策定し、戦略的に取り組んでいく。

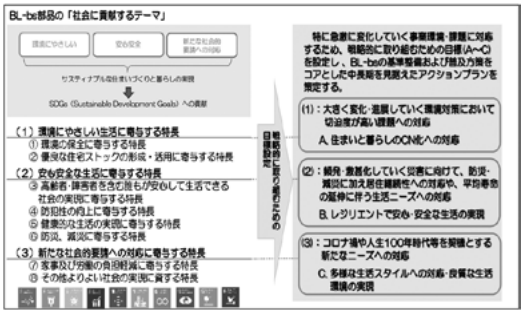


図 1　事業環境の変化に対応し戦略的に取り組むための目標

2．目標 A ～ C と達成に向けた方策について

A．すまいと暮らしの CN 化への対応

2021 年 8 月、家庭分野における CN 化の加速や ZEH の普及推進等に向けて「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方に関するロードマップ（国交省・経産省・環境省）」が策定された。明示されている重要な道標としては、2025 年新築住宅の省エネ基準適合義務化、2030 年 ZEH 基準適合化、そして図 2 に示す現況から達成に向けての困難度が計り知れない、2050 年ストック平

均でZEH･ZEB水準の省エネ性能確保である。

このようにCN化に向けた環境規制が経時的に強化・進展していくなか、これらに相応するBL-bs部品（高断熱、省エネ、創エネなど）の検討・基準化への対応を確実に進めることが必要である。

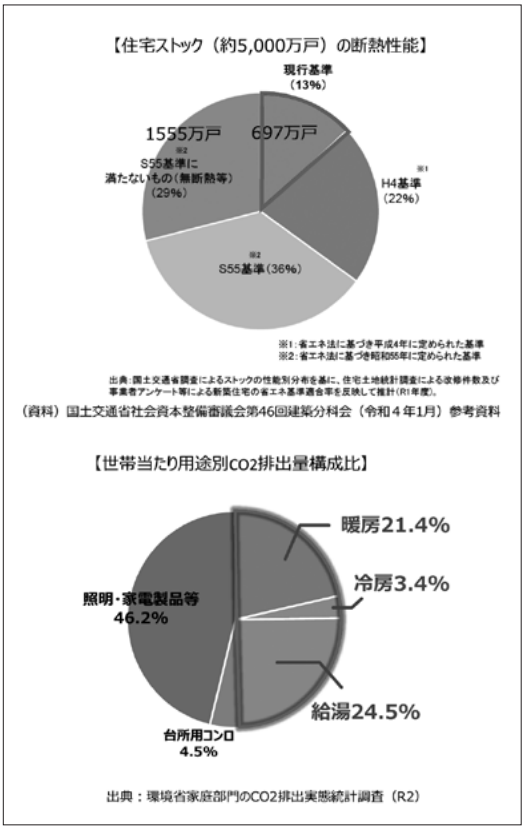


図２　住宅ストックの断熱性能と用途別 CO_2 排出量比

一方、熱産業分野における長期的ビジョンにおいては、在来ガスからグリーンガス（メタネーションによる合成メタン等再生可能エネルギー由来のガス）への転換によるパイプライン等の既存インフラ、ならびに従来機器を無駄なく継続利用するシナリオが描かれているが、そこに至る道筋として、2030NDC（温室効果ガスの排出削減目標2013年度比▲46%）実現のためには、高効率給湯機エコジョーズ（EJ）ストック3,050万台の目標達成が肝要であり、EJデファクト化をはじめ、さらに図3に示すような高効率な給湯システムの着実な拡販推進が必要であり、業界と連携した取り組みを進めていく。

図３　家庭用燃料電池システムとハイブリッド給湯機

他方、循環利用に資する材料を使用した住宅部品、CO_2 固定に資する木材活用、木造建築物の普及・拡大に対応したBL-bs部品の検討・基準化、さらには環境規制法令（プラスチック循環促進法等）に相応する材料を使用したBL-bs部品の検討・基準化についても同時に進めていくことが求められる。

また、CN誘導策として今後予定されている住宅の販売・賃貸時に省エネ性能（外皮性能および一次エネルギー消費量の性能）表示義務に相応するBL-bs部品の検討・基準化、またカーボンプライシング（CP）の本格導入に向けた対応としてカーボンクレジット市場に欠かせないカーボンフットプリント（CFP）をBL-bs部品の評価対象とすること等の検討も併せて行っていく必要がある。

B. レジリエントで安心・安全な生活の実現

地球温暖化に伴い頻発・激甚化する自然災害に対して、普段は快適に過ごしながら、災害時はリスク回避の威力を発揮して素早く回復できる、そんな住まいを実現する機能、安心・安全なレジリエンス機能の向上に資する住宅部品、ならびに日常生活の維持に関わる電気、ガス、

水道等ライフラインの確保等、居住継続性能（LCP）に資する住宅部品および生活インフラを構成する設備・機器システムついての BL-bs 部品制度の検討と基準づくりが求められる。

そのためには、レジリエンス機能の定量化が課題であるが、再生可能エネルギー導入による CN 化推進に加え、レジリエンス機能の向上に資する太陽光発電システム、家庭用コージェネレーションシステムや蓄電池等を組み込んだ ZEH の普及拡大の進展に併せた、新たな住宅性能評価法の制定等に注視し対応していく。

一方、外出のし易さ、トイレ・浴室等利用のし易さ等の自助ラク・介護ラクを実現する高齢期に健康で快適に暮らすためのリフォームに対応する住宅部品・機器の検討も急がれるところである。

また、ヒートショック等のリスクを軽減する在来浴室のユニット化等、一定条件下において図 4 に示すような性能を有する、水回りの部分断熱改修による省エネ、かつ良好な温熱環境を実現する BL-bs 住宅部品・機器の普及促進も併せて推進していく。

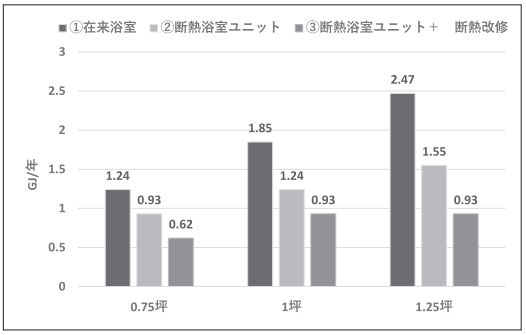


図 4　作用温度 18℃到達に必要な浴室暖房エネルギー消費量

C. 多様な生活スタイルへの対応・良質な生活環境の実現

コロナ禍や人生 100 年時代を契機とする多様な生活スタイル、新たな住まい方・働き方、家事負担軽減、感染症対策等のニーズを踏まえ、DX 化や遠隔・非接触化等への対応も含めた、今後のスタンダードとなる住宅部品について BL-bs の基準化に向けた検討が求められる。

具体的には、図 5 に例示する多様な生活スタイルや、ライフステージの進展等に合わせた間取り変更ニーズへ柔軟に対応可能な新たな内装システムの検討、住生活空間の質の向上に資する遮音、防音、遮熱、省エネ効果の高い建材・設備についての検討、家事負担軽減に資する住宅設備等についての指標検討、非接触等による感染症リスク軽減可能な住宅部品、除菌・抗菌機能を有する建材等についての検討、加えて住戸内換気に有効な建材・設備について検討等である。

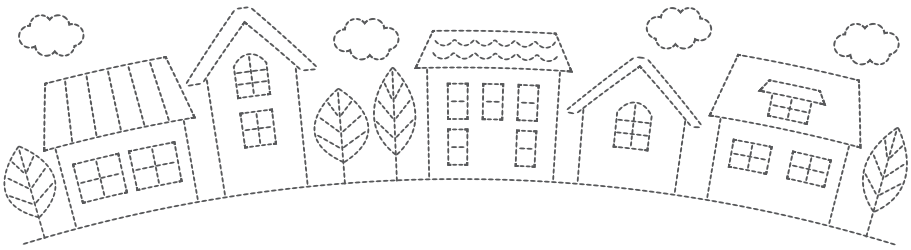
図 5　多様なニーズに対応する住宅部品の例

一方、スマートホーム化に向け、IoT により操作可能な住宅設備や家電に対応する住宅部品の検討、省力化により誰でも施工が可能な住宅部品や、建設業界の人手不足に対応可能な住宅部品の検討、さらには介護ロボットやドローン活用等の新たな支援システムに対応する住宅部品の検討へも併せて取り組んでいくことが必要である。

３．結びに

「省エネ」は、消費者が住宅設備機器を選択する際の大切なキーワードであり、CO_2削減、脱炭素化等2050CN化に向けて加速していく環境政策においても貢献していくものである。しかしながら、上述してきたように「省エネ」という固定化された一つの物差しのみで選択される時代は過ぎ去りつつあり、レジリエンス機能面でどうなのか、安心・安全に健康で快適な暮らしに役立つのか、多様な生活スタイルに対応できるのか等々、異なる価値観による住宅部品へのニーズは複合して高まっていくため、優良住宅部品認定についての制度･基準に関しても、それらに相応していかなければならない。

３つの目標とその達成に向けた方策について縷々解説をしてきたが、SDGs目標を拠り所とする、優良な住宅部品認定の枠組みの再構築を着実に進め、「BL-bs部品」の普及拡大に努めていく所存である。



住宅・建築物に対する環境関連評価（省エネ適判、BELS）に関する取り組み

住宅・建築評価センター　認定・評価部　齋藤 卓三

住宅・建築評価センターから省エネ適合性判定とBELS評価についてご紹介します。

1．省エネ適合性判定

2017年4月1日に「建築物のエネルギー消費性能の向上等に関する法律」[1]が施行され、一定規模以上の非住宅建築物を新築・増改築する場合は、工事着手前に所管行政庁又は登録建築物エネルギー消費性能判定機関[2]にて建築物省エネ法に基づく基準[3]への適合判定[4]を受けることが義務付けられました。省エネ適合性判定は、設計一次エネルギー消費量が基準一次エネルギー消費量を下回っていることを確認することにより行いますが、BEI（Building Energy Index、ビー・イー・アイ）という指標を用いて、省エネ基準にどの程度余裕を持って適合しているかを表すケースが一般的となっています。ここでBEIは以下の式によって求めることとなります。

$$BEI = \frac{設計一次エネルギー消費量}{基準一次エネルギー消費量}$$

建物の設計図面に基づいて算出した一次エネルギー消費量（設計一次エネルギー消費量、その他エネルギー消費量は除く。）を、建物用途・室使用条件・地域の区分などによって定められる一次エネルギー消費量の基準値（基準一次エネルギー消費量、その他エネルギー消費量は除く。）で除した値がBEIとなり、BEIが1.0以下（新築の場合）であれば省エネ基準に適合していると判定されます。適合していない場合、確認済証や検査済証が交付されず、工事着工や建物を使用することができません。この法律は2021年4月1日に改正され、省エネ適合性判定が義務付けられる非住宅部分の床面積の下限が2,000㎡から300㎡に引き下げられ、義務化対象が拡大されました。

ベターリビング（以下、当財団）は、2017年4月1日付けで国土交通大臣より建築物エネルギー消費性能判定機関の登録を受け、建築物エネルギー消費性能適合性判定業務を開始しました。業務区域は全国となります。

図1に当財団における省エネ適合性判定の手続き概要を示します。はじめに、省エネ適合性判定を申請する建築物の確認申請等のスケジュールなどを確認するため、電話またはメールにて当財団担当者に事前相談ください。その後、提出が必要な省エネ計画書等を作成・整理し担当者まで送付頂き（電子申請にも対応しています。）、その後担当者が記載漏れ・不足等がないことを確認した後、受付を行います。受

1　建築物省エネ法
2　国土交通大臣又は地方整備局長等の登録を受けた民間機関
3　省エネ基準
4　省エネ適合性判定

付後、引受承諾書及び請求書を提出者に発行し、業務の引受を行います。判定は、当財団が定める建築物エネルギー消費性能適合性判定業務規程に従い、適合性判定員が書類審査により行います。審査において生じた質疑は、指摘事項等回答書に整理し、提出者等に対して原則、E-mail にて通知します。質疑に対する是正・回答を回答書として作成し、担当者へご提出ください。質疑により省エネ計画書等の差替えが必要となった場合には、差替図書の提出も併せて行ってください。適合性判定が終了後、適合判定通知書を交付します。また、適合判定通知書の交付と同時に、当財団が最終版図書である旨の押印をした省エネ計画書等の副本を返却します。完了検査の申請を行う際は、当初省エネ判定を受けた省エネ計画からの変更の有無により、事前に省エネ判定機関による確認を受けるなどの手続きが必要となる場合があります。省エネ計画の変更を行った場合、完了検査の申請を行う前に、必要手続き等を事前に担当者までご確認ください。

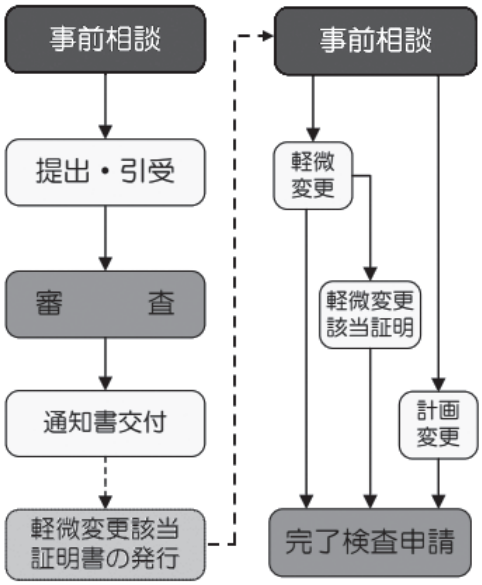


図１　省エネ適合性判定の流れ

また、当財団では、確認検査業務を実施しているため、省エネ適合性判定と同時申請することにより、合理的な手続き及び料金にて審査することも可能となります。

2. BELS（建築物省エネルギー性能表示制度）に係る評価

建築物省エネルギー性能表示制度（BELS：Building Housing Energy efficiency Labeling System）とは、建築物の省エネルギー性能を第三者機関が評価し、省エネルギー性能の表示を的確に実施することを目的にした制度です。

2013 年に「非住宅建築物に係る省エネルギー性能の表示のための評価ガイドライン（2013）」が国土交通省において制定され、一般社団法人住宅性能評価・表示協会の運営により同制度が始まりました。その後、2015 年に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」が公布され、建築物の販売・賃貸を行う事業者は、建築物のエネルギー消費性能を表示するよう努めることが求められました。これに伴い、国土交通省は建築物のエネルギー消費性能の表示に関する指針（ガイドライン）を告示として制定し、住宅も対象に含むよう改正されました。

当財団は、（一社）住宅性能評価・表示協会の BELS 評価機関に登録されており、同制度の評価業務を行っています。

BELS では、建物の BEI 値を「星の数」に換算し、エネルギー削減率を段階的に評価・表示します。表１に示すように、BEI が小さいほど星の数が多く（最大５つ）、エネルギー削減率が大きいことを表します。なお、住宅においては BEI と外皮性能である U_A 値（外皮平均熱貫流率）および、η_{AC} 値（冷房期の平均日射熱取得率）の基準を満たしている必要があります。

評価は新築・既存、あるいは非住宅・住宅等の用途を問わずあらゆる建物が対象となる他、建築物全体、建物用途、フロア、テナントの部分毎など、任意の範囲で評価を行い表示することも出来ます。

表１　星の数と BEI 値の水準

用途 ＼ 星の数	住宅	非住宅用途１（事務所等、学校等、工場等）	非住宅用途２（ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等）
☆☆☆☆☆（誘導基準相当）	0.8	0.6	0.7
☆☆☆☆	0.85	0.7	0.75
☆☆☆	0.9	0.8	0.8
☆☆（省エネ基準）	1.0	1.0	1.0
☆（既存省エネ基準）	1.1	1.1	1.1

BELS 評価のメリットとして、①評価結果が分かりやすくマーク表示されるため、建築知識が無くても省エネ性能を判断しやすい、②第三者機関の客観的評価による信頼性の高さ等が挙げられます。また、各種補助金制度の利用要件として BELS 表示が求められている場合も多く、当財団における BELS 評価件数は大きく増加傾向にあります。

図２に、表示マークと併せて交付される BELS 評価書の例を示します。BELS 評価書には、マーク表示には記載されない、より詳細な評価結果に関する内容が記載されています。

・評価対象となる建築物の名称、所在地などの基本情報
・設計仕様におけるエネルギー消費量、削減率、外皮性能などの省エネ性能
・設備種別ごとのエネルギー消費性能
・星マークの数
・ZEB（Net Zero Energy Building：ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）、ZEH（Net Zero Energy House：ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）などの省エネ目標達成状況
・二次エネルギー消費量等の参考値　など

BELS 評価書

申請者の連絡先
東京都新宿区神楽坂＊＊＊
申請者の氏名又は名称
○○○株式会社

下記の建築物に関して、BELS 評価業務方法書に従って評価を行った結果について証します。
なお、評価結果については、提出を受けた図書にて評価したものであり、それ以降の計画の変更や時間経過などによる変化がないことを保証するものではありません。

建築物の所在地　地域区分　6
東京都千代田区○○
名　称
A ビル
建築物に関する基本的事項
階　数　地上 26 階　地下 2 階　構　造　鉄骨鉄筋コンクリート造
延べ面積　120,000 ㎡
新築竣工時期（計画中の場合は予定時期）　20○○年○月○日
申請対象部分に関する基本的事項
用　途　事務所、飲食店、百貨店
改修の竣工時期（※1）
（※1）申請対象部分を改修する場合のみ記載されます。

評価結果
■一次エネルギー消費量基準
評価手法（※2）　非住宅部分　通常の計算法（平成 28 年基準）　住戸部分（共用除く）
BEI の値（削減率）（※3）　新築（改修後等）　0.63（37%削減）　改修前
単位面積当たりの一次エネルギー消費量（MJ/㎡・年）　設計値（その他除く）　965　設計値（その他含む）　1,322
基準値（その他除く）　1,552　基準値（その他含む）　1,906
■外皮性能基準
外皮性能　非住宅部分　適合　住戸部分
（※2）平成 28 年基準とは、建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令（平成 28 年経済産業省令・国土交通省令第 1 号）に基づく基準をいいます。
（※3）削減率とは、設計一次エネルギー消費量（その他一次エネルギー消費量除く）の基準一次エネルギー消費量（その他一次エネルギー消費量除く）からの削減率をいいます。

特記事項
■「ZEB マーク」又は「ZEH マーク」、「ゼロエネ相当」、「ZEH-M マーク」に関する事項
再生可能エネルギーを除いた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率（※4）
再生可能エネルギーを加えた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率（※4）
（※4）設計・基準一次エネルギー消費量は、「その他一次エネルギー消費量」を除きます。また、再生可能エネルギー量の対象は電池内（オンサイト）に限定し、自家消費分に加え、売電分も対象に含められます。住宅の場合、再生可能エネルギーは再生可能エネルギー等とし、太陽光発電システム、コージェネレーションシステムの逆潮流によるエネルギーをいいます。

評価書交付年月日　２０○○年○月○○日
評価書交付番号　○○○−○○−○○○○−○○○○○
評価機関名　××××××××××××××　印
評価員氏名　△△△　△△

図２　評価書の例

また、評価結果をシンプルにまとめたプレート・シールを作成することもできます。図３～４と写真１にプレート・シールのデザイン例とプレートの写真を示します。

図３　プレートデザインの例

図４　シールデザインの例

写真１　室内用カウンター置きプレート

前述したZEB・ZEHの条件を満たしている場合、評価書・プレートにZEB、ZEH等の達成度を表示することが出来ます。

ZEB（ゼブ）とは、非住宅建築物において「省エネ」とエネルギーを作り出す「創エネ」により年間のエネルギー収支を正味（ネット）ゼロにすることを目指した建物を指します。ZEBの達成度表示については、BEIや創エネの利用状況により「ZEB」、「Nearly ZEB」、「ZEB Ready」「ZEB Oriented」の４段階に分けられます。

次にZEH（ゼッチ）とは、年間の消費エネルギー収支をゼロにすることを目指した住宅を指します。ZEHは、住宅の建て方とBEIや創エネの利用状況により達成度が異なり、戸建て住宅にあっては「ZEH」、「Nearly ZEH」、「ZEH Oriented」の３段階、共同住宅にあっては「ZEH-M」、「Nearly ZEH-M」、「ZEH-M Ready」「ZEH-M Oriented」の４段階に分けられます。

また、非住宅用途と異なり、住宅用途に関しては、強化外皮基準に適合することが求められるなど、評価対象とする建築物の用途や、省エネルギー性能等の達成度により、細かく表示が区分されています。

ZEB・ZEHの詳細については、当財団ホームページを参照ください。

3. おわりに

今般、令和３年に行われた建築物省エネ法の改正（令和４年公布）を受け、これまでは一部の用途・規模（300㎡以上の非住宅用途。）に限られていた省エネ基準への適合義務が、令和７年には住宅用途を含む全ての建築物を対象とすることが予定されています。

本稿では、当財団で実施する建築物省エネ適合性判定とBELS評価についてご紹介しましたが、今回紹介した内容はあくまでも概要となりますので、より詳しい情報は、当財団ホームページを参照していただくか、下記宛に直接お問い合わせください。

・省エネ適合性判定
https://www.cbl.or.jp/standard/shoene_tekihan/hantei.html

・BELSに係る評価
https://www.cbl.or.jp/standard/bels/index.html

・一般財団法人ベターリビング
住宅・建築評価センター　認定・評価部
TEL：03-5211-0591
Mail：info-ene@cbl.or.jp

事業報告

令和4年度の事業報告

技術評価部　**柳澤 嘉成**

つくば建築試験研究センターにおける令和4年度の事業報告を4つの事業、1. 試験等事業、2. 評定等事業、3. 建設技術審査証明事業、及び、4. 建築基準法等に基づく性能評価事業に分けて、事業概要と実施件数を報告します。

試験等事業

企業などからの依頼により、住宅部品をはじめ建築等に係る製品、工法、材料などに対する各種の性能評価試験、及び都市再生機構、住宅金融支援機構、JIS、各種学会や団体などで定められている品質試験を行っています。

令和4年度は、住宅部品、部材に係る性能試験21,559件（一般性能試験420件、コンクリート及び地盤改良体の圧縮試験等21,139件）を実施しました。なお、一般性能試験のうち、優良住宅部品（BL部品）認定に係る試験は29件でした。

評定等事業

住宅等の構造、工法や部材・材料等を対象として、中立的な立場から各種基規準への適合性の評価や各種の技術的基準による試験を行い、その結果を評定書として提供する業務を行っています。

令和4年度は計49件を実施しました。

建設技術審査証明事業

本事業は、民間企業等において研究・開発された、新しい技術が建設事業等に適切かつ円滑に導入されることを目的として行われるものです。審査は、依頼者が設定した申請技術の開発目標が達成されていることを客観的に「審査」し、審査結果に基づき「技術審査証明書」の発行及び広報を行います。

令和4年度は計26件を実施しました。

性能評価事業

国土交通大臣の認定取得に必要な技術的な評価が「性能評価」です。性能評価は、国土交通大臣の認可を受けた業務方法書に基づき、性能評価の業務分野において高度な専門的知識を有する学識経験者等の評価員によって実施されます。

令和4年度は計76件を実施しました。

各事業に関するお問い合わせ先

試験等事業（一般性能試験）
つくば建築試験研究センター 性能試験研究部

評定等事業、審査証明事業、性能評価事業
つくば建築試験研究センター 技術評価部

〒305-0802　茨城県つくば市立原2番地
TEL：029-864-1745㈹　FAX：029-877-0050
E-mail：info-tbtl@tbtl.org
HP：https://www.cbl.or.jp/tbtl/index.html

事業報告

令和５年度のＴＢＴＬ事業計画

つくば建築試験研究センター 所長　**佐久間 博文**

一般財団法人ベターリビングの令和５年度事業計画が策定されました。ベターリビング設立50年を経て、次の50年へむけた最初の計画となります。

TBTL関係部分の抜粋を次頁に示します。

今年度のTBTL事業方針の骨子は以下の3点です。

1. 他機関との差別化を図る観点から、TBTLが長年培ってきた高度な知見を活かしつつ、また、他機関にはない試験装置等を活用しつつ、提案型試験や得意分野とされる試験・評価の掘り起こしを行い、受注強化につとめる。
2. 上記を実現するため、TBTLの認知度向上に資する活動について、今まで以上に注力する。
3. 職員の資質向上、デジタル化等による業務効率化促進については、従来以上に積極的に行う。

特に1.については、今年度から導入した3室型恒温恒湿試験装置の活用による「非住宅を含む設備系機器の省エネ性能評価」、「大型全熱交換機の性能試験」などの環境・設備系分野の業務拡大を図るとともに、汎用小型加熱炉や加撃体発射装置（エアキャノン）など比較的導入時期の新しい装置等について対象範囲の拡大を含めた受注強化に努めていきます。さらに、建築基礎・地盤関連では「既存杭の再利用促進」に力点を置いて、関連試験・調査業務や評定等業務の掘り起こしを行います。

2.については、設立40周年を越えたTBTLの業務内容について、いまだに世間の認知度が高くないと言わざるを得ない点に鑑み、従来以上に情報発信に努め、これを補完しようというものです。

3.については、特に今年度から始めることではありませんが、例えば職員の資質向上につながる内部研修の充実を検討し、随時実施していくことや、旧態依然のまま見直されてこなかった一部業務の根本的な見直しを行い、可能なデジタル化などを積極的に進めていき、全体として少しずつでも業務効率の向上を図ろうとするものです。

＊　　＊　　＊　　＊

新型コロナウィルスの「5類感染症移行」にともない、業務の受注状況も少しずつ以前の状態に戻りつつあるとはいえ、その他の社会的不安要因は数多く残ったままです。決して安心できるとは言えない状況ですが、TBTLの将来を考えれば、たとえ遠回りに見えるとしても、今できることを、地道に、確実に行っていくことが一番求められていることなのではないかと考えています。

＜財団の令和５年度事業計画より、つくば建築試験研究センターの関係部分を抜粋＞

2. 材料・構法の試験等に関する事業（つくば建築試験研究センター）

中期的な計画を持ちながら施設整備等を着実に実施し、それぞれの業務分野で安定的な業務運営が可能となる事業規模を目指す。特に３室型恒温恒湿試験装置の稼働により、環境・設備系分野の業務拡大を図る。また、他の建築に係る試験研究機関との差別化を図る観点から、高度な知見を基とした提案型試験や基礎・地盤関連業務の強化を図る。

あわせて事業の拡大・強化の基盤である試験設備等の効率的運用の推進、職員の資質向上に加え、試験機関としての認知度向上を図るための積極的な広報活動を含む受注促進活動を強化し、新規受注とリピーターの獲得に取り組む。さらに、社会情勢を注視しつつ、エネルギー価格高騰等を踏まえた適正な試験料金等の見直しを実施するとともに、業務フローにおけるボトルネックを解消し、全般的な業務効率化につなげるよう常に意識して取り組む。

(1) 試験等事業

BL 部品認定に係る試験のほか、構造、材料・施工、環境・設備、防耐火分野の試験や試験内容に対する技術的提案を的確に実施する。3 室型恒温恒湿試験装置、汎用小型加熱炉、加撃体発射試験機（エアキャノン試験機）などの試験装置を活用した業容拡大を図るとともに既存杭再利用に関連した試験業務の積極的な拡大を目指す。また、試験責任者制度の効率的運用による職員の多能工化促進、資機材管理・保管方法の見直しや再ルール化、事務手続きの電子化、試験実施以外のリモート作業化等による業務効率化を推進する。なお、住宅部品・関連事業推進本部における BL 部品認定基準の制定・改正等に関し、連携しながら実施する。

(2) 評定・審査証明事業

構造、材料・施工、環境・設備、防耐火、基礎・地盤分野の評定業務、住宅等の施工、構造方法、維持管理、改修、解体、部品、部材、有効活用に係る技術の審査証明業務を実施する。評定については、引き続き業務の迅速化を図るとともに、試験業務との一体的運用を進める。環境・設備系分野では３室型恒温恒湿試験装置の稼働を契機とした関連評定等業務の掘り起こし、建築基礎・地盤業務では既存杭再利用に関連した評定等業務の拡大を目指す。

(3) 建築基準法等に基づく防耐火試験等の事業

防耐火構造、壁倍率等の性能評価を実施する。また、指定建築材料の性能評価については、的確に業務を実施するとともに、鋼材関連及び CLT の評価業務を拡充する。さらに、住宅の品質確保の促進等に関する法律（以下、「品確法」という。）に係わる性能評価を実施する。

(4) その他試験サービス

地盤改良体、コンクリート、セメントミルク、モルタル等の試験サービスについては、つくば建築試験研究センターと名古屋試験分室で連携のうえ、需要に的確に対応する。

(5) 建築全般に関する調査研究・広報活動

つくば建築試験研究センターの有する知見やノウハウを活用した受託研究を行うとともに、将来の事業展開に資する自主研究を行う。また、機関誌「BL つくば」の発刊やホームページコンテンツの充実、新規導入施設・設備の積極的な広報活動を行う。また、一級建築士事務所として業務を開始した住宅・建築評価センターの任意の調査業務等に関し、積極的な連携を図る。

＜以上＞

事業報告

インターンシップ充実に向けて

総務・企画グループ　鈴木 竜一

1．はじめに

インターンシップは、学生が職場で業務を実際に体験し、仕事の楽しさや厳しさ、難しさなどを認識することで、自らの能力を見極めるきっかけになるものとして多くの企業、行政等が実施している。2025 年からは一定の要件を満たすプログラムを実施する企業等においては、受け入れた学生の情報を採用選考に利用できるようになり、今後、インターンシップを活用した採用活動に力をいれる企業等が増えることが予想される。

当財団においても、2013 年から、学生インターンを毎年 2 ～ 3 名程度受け入れており、今後、少子高齢化による労働人口、特に若年人口の減少が急激に進むなか、財団に真に必要な人材の獲得に向け、戦略的な新卒採用の強化を目的に、実施方法の改善を進めており、今回は、これまでの実績や今後の対応策等について紹介する。

2．これまでの実績

これまで、インターンシップの公募は、新卒就職支援サイトなどは利用しておらず、業務で関係する大学等からの依頼により受け入れている。実績としては、BL 部品の基準制定、評価、認定を行う住宅部品・関連事業推進本部（部品本部）で 2022 年に 1 名、建築基準法等に基づく住宅及び建築物の評価を行う住宅・建築評価センター（JKHC）で 2013 年から毎年 1 名程度（延べ 11 名）、住宅部品・建築材料等の性能試験を行うつくば建築試験研究センター（TBTL）で 2015 年から毎年 2 名程度（延べ 14 名）であり、このうち、TBTL で受け入れた 2 名を職員として採用している。建築を専攻する学生が多く、大学院生は数名となる。受入れ期間は 2 日間から 32 日間まで、短期から長期のプログラムを実施しており、時期は夏休みを利用した 8 月が多い。

表 1　実施期間と人数

実施期間	部品本部	JKHC	TBTL
2 日間			1
5 日間		2	1
7 日間	1※		1※
10 日間		6	9
11 日間		2	
13 日間		1	
31 日間			1
32 日間			1

※ 部品本部 2 日間、TBTL5 日間

3．実施内容

部品本部では、職場ツアー、業務紹介、住宅部品メーカの実験施設の見学、アフターコロナや SDGs、人生 100 年などをテーマとした座談会を開催し、仕事の理解増進をめざして実施している。JKHC では、住宅性能評価の事務補助、審査補助、現場検査補助など、業務の補助体験を主体としている。TBTL では試験施設見学及び試験補助作業が主体となるが、表 2 に示す多様な分野の試験の実施等ができる充実したプログラムを提供している。

表２　TBTL の実施内容の一例

●材料試験
コンクリート圧縮試験／鉄筋の引張試験／金属材料の引張試験／地盤改良土の一軸圧縮試験／地盤改良土の配合試験／コンクリート・モルタル・骨材などの無機材料および木材・プラスチック・塗料などの有機材料に対する各種性能試験　等
●耐久性試験
各種建築材料の耐久性試験／床暖房ユニットの耐久性試験　等
●構造試験
優良住宅部品 (BL 部品) に係わる各種構造試験／木質構造・鉄骨造・鉄筋コンクリート造・基礎構造に係わる部材や接合部に関する構造試験／木質構造における耐力壁に関する試験／非構造部材の各種強度試験　等
●防耐火試験
耐火及び準耐火構造試験／防火及び準防火構造試験／防火戸・防火設備・庇及び区画貫通部の遮炎性試験／防火材料試験（不燃材料、準不燃材料、難燃材料）等
●環境試験
建具（サッシ・天窓などの開口部や壁材等）の熱貫流試験・結露試験・熱伝導率試験／暖・冷房システム・床暖房ユニットの各種性能試験／換気ユニットの各種性能試験　等
●音響試験
壁・サッシ・ドア・換気口等の遮音性能試験／床衝撃音試験　等
●動風圧試験
サッシ・ドア・外壁・屋根などの雨、風に対する気密性、水密性、耐風圧試験　等

4. 参加者の声

TBTL のインターンシップの参加者からのアンケートでは、参加して良かった点として、自分の専門分野に限らず様々な試験に携われたこと、試験の見学だけでなく実際に手を動かすことができたことなどがあげられている。また、改善すべき点としては、インターンシップ募集の周知方法や、職員との交流の機会の拡大、就職相談への対応窓口の設置などがあげられている。

TBTL での実施状況　防・耐火構造試験
（右手前が受講生）

5. 改善策

これまでのプログラムについても、参加者から一定の評価は得ているが、より充実したものとすべく、これまでの実績等を踏まえた、次のような改善策を計画している。

(1) 周知方法の見直し
大学等への採用募集の際にインターンシップも同時に案内するほか、学内の就職説明会への参加、新卒就職支援サイトを活用したインターンシップ開催の告知などを行う。

(2) 職員との交流機会等の設定
働くことの面白さや働き方などをテーマに、年齢の近い新卒入社の若手職員や子育て世代の女性職員との座談会の開催、人事担当者による就活相談への対応などを行う。

(3) BL 部品制度の業務の魅力の発信
これまで受入れ実績の少ない部品本部では、BL 部品制度の業務の魅力が伝わる募集資料の作成、担当者との座談会の開催、人生 100 年時代や新しい生活様式等に対応した部品の開発プロジェクトへの参加など、実務を通して業務の魅力が伝わる取組を行う。

6. まとめ

インターンシップの普及は、実社会への適応力のより高い実践的な人材の育成につながり、その実施を通じて大学等に産業分野の動向を踏まえた産業界等のニーズを伝えることができる。また、産業界や企業等の業態、業種又は業務内容についての理解の促進、魅力の発信につながり、就職希望の促進が期待できる。当財団のインターンシップの取組みが、住宅・建築分野の人材確保・育成に貢献するだけでなく、当財団が公正・中立な第三者機関として今後真に必要とする有用な人材の採用に向け戦略的・効果的に実施されるよう、取り組みを進めていきたい。

試験・研究情報

研究報告

木質構造に関する試験紹介（TBTLの役割と技術・知識）

性能試験研究部　津田 千尋

1．はじめに

樹木は光合成により二酸化炭素をとりこみ木材として炭素を貯蔵していること、この木材を建材として使うことにより建築物は炭素をストックしていること、加えて、鉄やコンクリート等の資材に比べて製造や加工にかかるエネルギーが少ないため二酸化炭素の排出量が少ないことなど、木材の建材利用は地球温暖化防止に貢献してきています。このような背景のもと、昨今の日本では、中高層建築物の木質化を実現すべく、木質構造の高度な最新技術の研究開発が活発となっています。

（一財）ベターリビングつくば建築試験研究センター（以降、TBTL）では、脱炭素社会化と木質構造の高度な技術開発に貢献するために、（国研）建築研究所（以降、建研）の最先端の研究開発にかかわる多くの木質構造の実験を受託してきました。そのうちの、「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM [1)]）」や「木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発」の実験概要と TBTL の役割の一部について、建研研究代表者の許可のもとに紹介します。

2．実験等の概要

木質構造に使われる集成材ラーメンの接合部や架構、および木質複合材料の性能検証実験（表 1）を行いました。検証結果は、最新の設計マニュアルや設計式、割裂防止などの接合部仕様の提案に反映されたりしています。また、検証結果や最新技術は集成材構造にとどまらず CLT 工法などの構造部分にも利用されたりしてきています。

表 1　TBTL と建研の取組み（実験）

鋼板挿入ドリフトピン式モーメント抵抗接合部の曲げ試験	2018
鋼板添え板式集成材接合部の構造実験業務	2019
引きボルト式柱脚接合部の曲げ試験業務	
引きボルト式柱脚接合部の定軸力下曲げ試験	
集成材ブレース 2 層架構の水平加力実験	2020
ブレース端部を想定した鋼板挿入ドリフトピン接合部の要素実験業務	
集成材の繊維方向めり込み試験	
鋼板添え板式集成材接合部の構造実験	
鋼板挿入 DP 接合柱脚接合試験（軸力負荷曲げ実験）	
実大 2 層集成材ラーメン水平加力試験	
引きボルト式柱梁接合部の軸力負荷曲げ実験	2021
靭性能の改善を企図した集成材ブレース構造の部分架構実験	
柱梁集成材接合の曲げ実験	
炭素繊維束単体の短期引張試験・引張クリープ載荷試験	
集成材構造による高耐力壁の面内せん断実験	2022

3．TBTL の役割

これらの実験は一般的な壁や接合部実験などの定型の試験方法と異なり、高度な試験技術や構造力学的な知識と感覚が必須になります。

2 層実大架構の加力制御・計測、水平鉛直の同時加力制御・計測などの試験方法を実現するために、TBTL は建研研究員と詳細な打合せを行います。そして、試験方法や様々な設備や設備の組合せ方法を模索、提案し、繰り返しの応力度等計算チェックの実施などを経て、実験の基礎案を具現化しています。

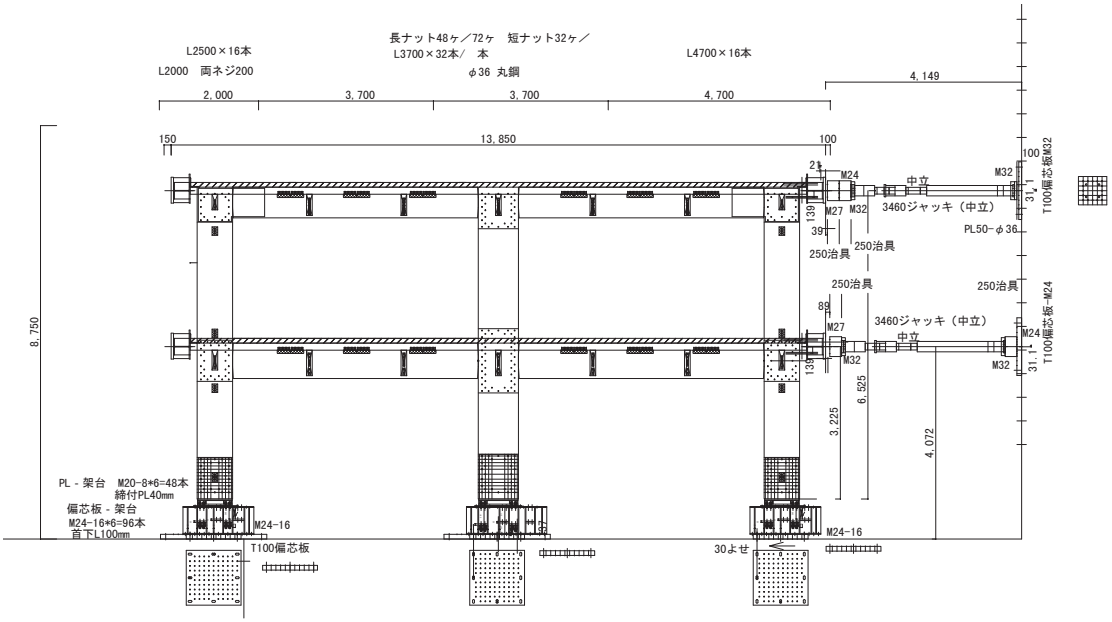


図１　２層実大加工実験の実施計画図例

実施計画では実施スケジュールや詳細な実施図（図1）を作成します。現場で試験治具や試験体が確実に取付けられるかなどを何度も事前確認し、詳細なスケジュールを立て、試験治具の仕様が適切であるかなどの確認をおこないます。このようにして総合的に実施試験内容と方法を取り纏めています。

このような過程を経て、TBTL は写真１から写真８（試験実施状況の抜粋）および図２から図５（試験結果の抜粋）のような高度な試験を適切に実施しています。

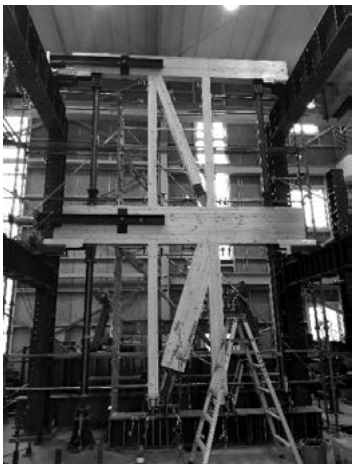


写真１　集成材ブレース２層架構の水平加力実験

４．まとめ

このように、TBTL は木質構造の技術開発に係る高度な実験を実施するノウハウを持っており、加えて、様々な性能評価の試験や評価、技術的な相談対応に最新の知識と経験を生かして取りまとめていくことができます。

写真２　実大２層集成材ラーメン水平加力試験

1）　官民研究開発投資拡大プログラム「バイオ技術領域」によるアドオン施策「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の「汎用型高層集成材構造の設計技術の開発」の一環

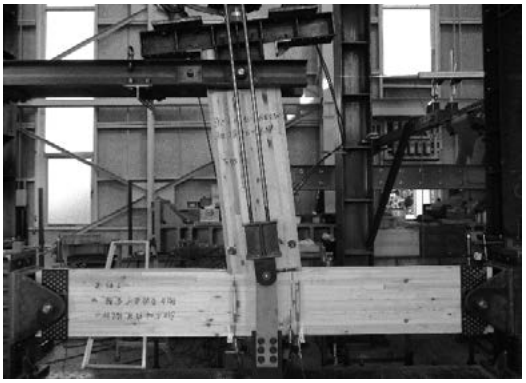


写真３　引きボルト式柱梁接合部の軸力負荷曲げ実験

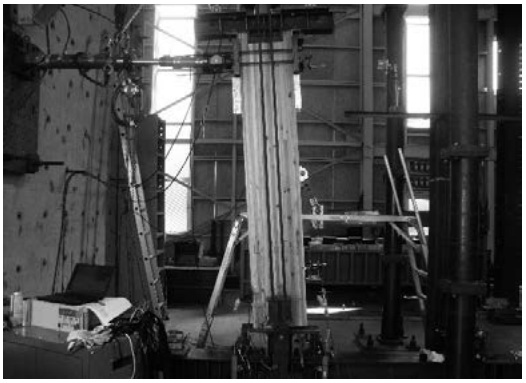


写真６　引きボルト式柱脚接合部の定軸力下曲げ試験

写真４　集成材の繊維方向めり込み試験

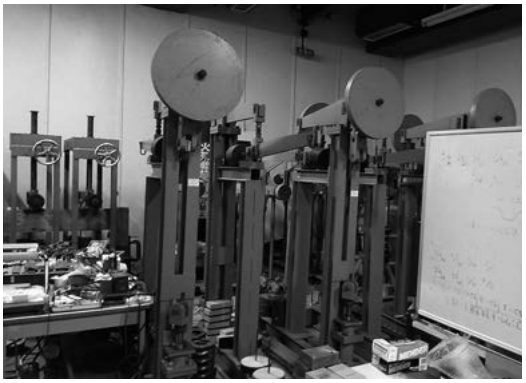


写真７　炭素繊維束単体の短期引張試験・
引張クリープ載荷試験

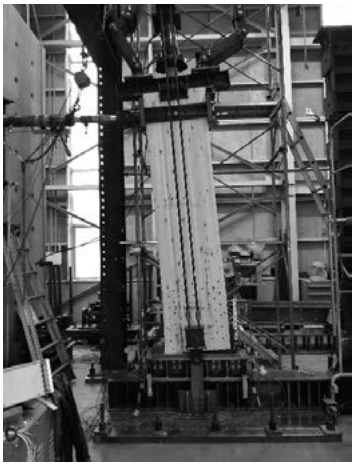


写真５　鋼板挿入 DP 接合柱脚接合試験
（軸力負荷曲げ実験）

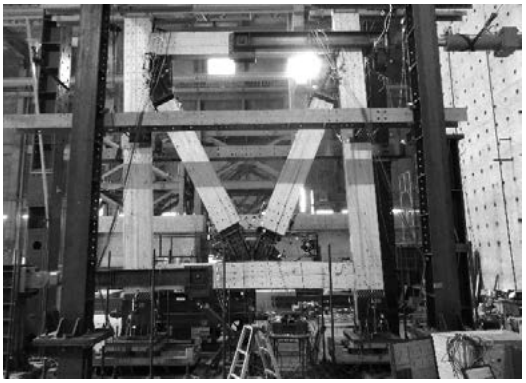


写真８　集成材構造による高耐力壁の面内せん断実験

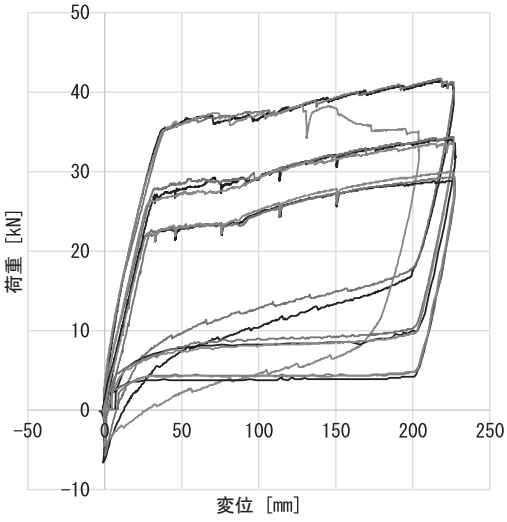


図２　引きボルト式柱脚接合部の定軸力下曲げ試験

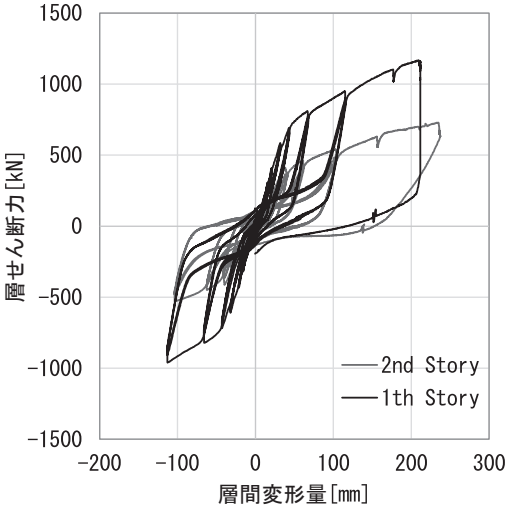


図３　実大２層集成材ラーメン水平加力試験

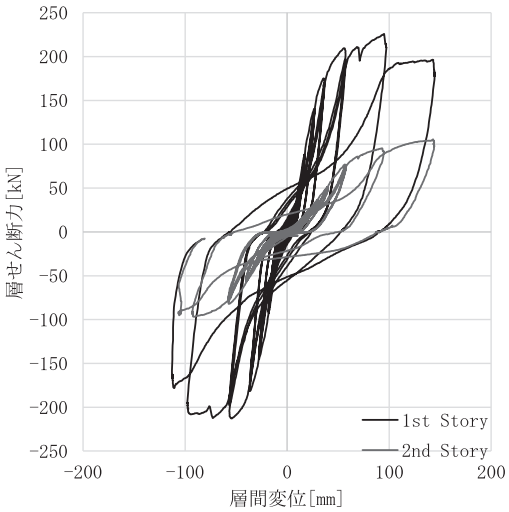


図４　集成材ブレース２層架構の水平加力実験

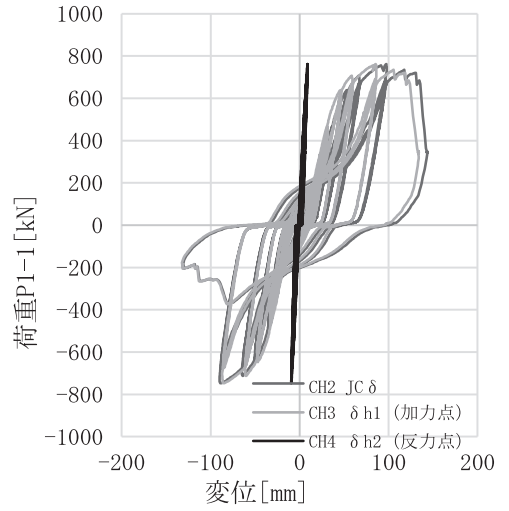


図５　集成材構造による高耐力壁の面内せん断実験

試験・研究情報

研究報告

加撃体発射装置（エアキャノン試験機）に関わる試験について

性能試験研究部　大野 吉昭

1．はじめに

一般財団法人ベターリビングは、優良住宅部品認定制度において、社会的要請への対応として「より良い社会の実現に寄与する特長」を備えた住宅部品を社会貢献優良住宅部品（BL-bs部品）として認定しています。近年、新型コロナウィルスの感染拡大、台風や地震等の自然災害の増加、働き方改革などの社会的課題への対応として、BL-bs部品では、(1) 環境にやさしい生活に寄与する特長、(2) 安心安全な生活に寄与する特長、(3) 新たな社会的要請への対応に寄与する特長を大きなテーマとして認定しています。

今回は、(2) 安心安全な生活に寄与する特長の中から「防災・減災に寄与する特長」を有するBL-bs部品に関わる要求性能とその試験方法についてご紹介します。

防災・減災に寄与する特長を有する優良住宅部品認定基準（BL認定基準）として、安全合わせガラスを2020年8月27日に制定しました。なお、2023年4月21日付にBL認定基準の最新版が公表・施行されています。安全合わせガラスのBL認定基準では、飛来物衝突に対する安全性を求めており、その確認のために加撃体衝突試験を行います。

この試験は、表1に示す何れかの加撃条件において、安全合わせガラスに貫通等が生じないことを要求しています。更に、BL-bs部品においては、表1の加撃体のうちC・JD・D・Eの性能を有するものを「防災安全合わせガラス」として認定しています。

表1　加撃体の種類及び衝突速度

種類	質量（材質）	衝突速度
A	2g±0.1g（鋼球）	39.7m/s±2%
B	1kg±0.1kg（木材）	15.3m/s±2%
C	2.05kg±0.1kg（木材）	12.2m/s±2%
JD	3.0kg±0.1kg（木材）	15.3m/s±2%
D	4.1kg±0.1kg（木材）	15.3m/s±2%
E	4.1kg±0.1kg（木材）	24.4m/s±2%

2．飛来物衝突に対する安全性に関わる加撃体衝突方法

飛来物衝突に対する安全性は、JIS R 3109：2018（建築用ガラスの暴風時における飛来物衝突試験方法）により試験で確認します。

つくば建築試験研究センターでは、写真1に示す加撃体発射装置（通称、エアキャノン試験機）を用いて、試験を行っています。

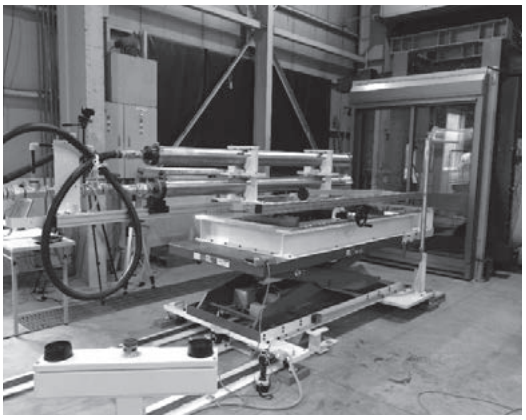


写真1　加撃体発射装置（エアキャノン試験機）

表２　防護レベル及び強風域区分によって推奨される加撃体

強風域区分	防護レベル							
	レベル１		レベル２		レベル３		レベル４	
	開口部設置高さ（m）		開口部設置高さ（m）		開口部設置高さ（m）		開口部設置高さ（m）	
	＞10	≦10	＞10	≦10	＞10	≦10	＞10	≦10
強風域１	N	N	C	C	C	JD	C	D
強風域２	N	N	C	C	C	JD	C	D
強風域３	N	N	C	JD	C	D	D	E
強風域４	N	N	C	JD	C	D	D	E

※C、JD、D、E は、表１で定義される加撃体の中で該当する種類を示す。N は、試験が不要であることを意味する。

表３　強風域区分及び繰返し圧力載荷試験に要求される最大圧力差 P

強風域区分	基本風速 V（m/s）	最大圧力差 P（Pa）
強風域１	30 ≦ V ＜ 38	2490
強風域２	38 ≦ V ＜ 41	2970
強風域３	41 ≦ V ＜ 45	3450
強風域４	45 ≦ V ＜ 48	3640

＜出典：JIS R 3109:2018「建築用ガラスの暴風時における飛来物衝突試験方法」9.4「強風域区分」＞

試験は、飛来物を模擬した加撃体（木片または鋼球）を空圧で発射し、その加撃体の速度を高速度ビデオカメラシステムによって測定しています。また、エアキャノン試験機は、表１に示す衝突速度を許容差内で制御可能な性能を有しています。

防災安全合わせガラスは、加撃体衝突試験に合格した試験体について、繰返し圧力載荷試験を実施します。先ず、建物の設計条件により、表２の防護レベル、強風域区分、開口部の設置高さを決め、この中の強風域区分より表３に示す最大圧力差 P を決めます。この最大圧力差 P から、表４に示す圧力差と圧力繰返し回数によって試験を行い、試験体に貫通等が生じないことを確認します。

気密性の高い戸建て住宅の場合、暴風時による飛来物が窓ガラスに衝突して開口が生じると建物の内部の圧力が増加して、外装材や構造体に損傷を与える可能性があります。このため、加撃体衝突試験で試験体に貫通等が生じないことを確認しておくことが重要です。

表４　繰返し圧力載荷の試験サイクル

載荷順序	載荷の向き	圧力差	圧力繰返し回数
1	正	0.2P ～ 0.5P	3500
2	正	0.0P ～ 0.6P	300
3	正	0.5P ～ 0.8P	600
4	正	0.3P ～ 1.0P	100
5	負	0.3P ～ 1.0P	50
6	負	0.5P ～ 0.8P	1050
7	負	0.0P ～ 0.6P	50
8	負	0.2P ～ 0.5P	3350

３．その他の関連試験について

BL 部品である「窓用シャッター」でも飛来物衝突に対する安全性を要求しており、エアキャノン試験機による試験を用いて、防災・減災に向けた製品の性能試験を行っています。

また、BL 部品以外にも、飛来物の安全性を確認するための試験ができますので、ご希望の際は、当試験センターのエアキャノン試験機をご活用ください。加撃体衝突試験をご依頼の際、ご不明な点、独自の試験のご希望がございましたら、つくば建築試験研究センターまでお問い合わせください。

試験・
研究情報

研究報告

防耐火部材開発の省コスト化

性能試験研究部　野中 峻平

1．はじめに

防耐火構造における大臣認定取得を目的とした性能評価試験（以降、評価試験）では、建築基準法の要求性能に応じた実大試験体による性能確認が必要とされる他、評価試験に供する試験体は評価機関の製作・管理を伴い、一般依頼試験に比べその費用負担は大きくなります。そのため、事前に対象部材の耐火性能検証は重要となりますが、必ずしも評価試験同様に実大試験体でなくとも良い場合があります。評価の予備試験以外にも、試験規格によっては必要最低限の試験体サイズに縮小化することで製作コストを抑えることが可能となります。そこで本誌では、小型加熱炉により検証可能な事例をピックアップしました。

2．壁や床の遮熱性

実製品と同一の断面構成とすることで、壁や床の一般的な部分の遮熱性能（非加熱側の温度上昇）をある程度把握することが可能です。非耐力壁のようにスケール効果が比較的小さい部材であれば目地のような弱点となり得る部分も検証対象とすることができます。

3．梁や柱部材の必要被覆厚さ

鉄骨梁・柱では加熱による鋼材温度上昇を抑制するため、無機系断熱材を用いた被覆方法の他に、木材や耐火塗料が用いられるケースもあります。鋼材断面寸法（熱容量）を考慮した被覆材厚さとの組み合わせ、特に耐火塗料の発泡性状については、無載荷加熱による基礎データ取得から始めていただくことを推奨します。（下図に試験体設置例を示します）

4．その他

コンクリート等の耐爆裂性に関する試験は実大炉で複数試験体を一度に加熱できる反面、激しい爆裂により試験を中断せざるを得ないリスクも生じます。コンクリートの爆裂試験方法（リング拘束供試体法、JCI-S-014-2018）やポリマーセメントモルタル等補修材料の耐火試験（かぶり厚さ確保のための補修材料・工法選定マニュアル）では小型部材試験が示されており、余分に大きな壁・床を模擬する必要はないため、小型炉による試験が可能です。

5．おわりに

以上、小規模な試験によって性能検証に要するコストを削減可能な事例について紹介させていただきました。これから製品開発を検討される皆様の参考となれば幸いです。

★小型加熱炉の詳細スペックは当財団 HP をご覧ください。
https://www.cbl.or.jp/tbtl/about/home.html

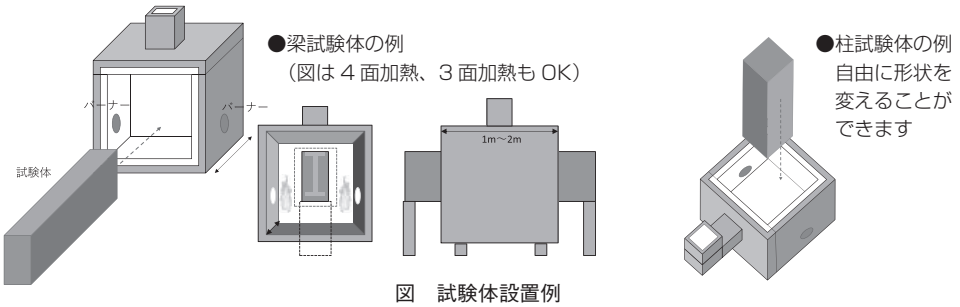


図　試験体設置例

試験・
研究情報

研究報告

練り混ぜ水に海水を用いた地盤改良配合試験に関する実験的研究

3か年計画の3年目

技術評価部　菅谷 憲一
性能試験研究部　井上 宏一、山形 雄太、山田 宗範

1．はじめに

軟弱な地盤に構造物を建てる場合、構造物の安定性に必要な支持力（以下、地耐力）を得るための一手法として地盤改良が行われています。近年、多用されている地盤改良に深層混合処理工法があります。この工法は、原地盤中で結合材（セメント系固化材など）と練り混ぜ水を混合・撹拌し地盤を固結化することで地耐力を向上させます。この固結化した地盤は改良体と呼ばれます。深層混合処理工法の練り混ぜ水には水道水等が用いられますが、現場によっては水道水等の確保が困難な場合があります。

本研究では、水道水等の確保が困難な現場の一例として鹿児島県の離島を想定し、練り混ぜ水に海水を用いた深層混合処理工法の室内配合試験により、海水が改良体の強度に及ぼす影響について検証することにしました。練り混ぜ水に用いた海水が改良体の強度等に与える影響を把握することで、離島でも現地調達可能な水資源を有効活用できる可能性があります。練り混ぜ水に海水を用いた既往の類似研究として、コンクリートの練り混ぜ水に海水を用いた場合は、初期のコンクリート強度発現が高いことや長期の強度が低下しにくい（上昇を続けている）ことが報告されています[1)]。同様の現象は地盤改良においても得られる可能性が高いと考えています。

本稿では、①本研究の試料土に用いた海砂および火山灰質土（以下、シラス）の特徴（粒度分布）、②材齢1年までの強度発現履歴、③シラスを地盤改良の混和材として添加した結果（ブリーディング率および一軸圧縮強さについて）、以上の3点を報告します。

2．試料土の特徴

シラスは火山活動によって噴出され堆積した斜面から崩落して自然堆積した風化シラスを採取したもの、海砂はコンクリート用に粒度調整された細骨材を使用しました。各試料の粒度分布を図1に示します。海砂は標準的なコンクリート用細骨材の粒度分布を示しています。シラスは粒度調整などの処理は行っておらず有機質土なども含むものであり、粒度は均等に分布し、細かな（0.1mmより小さい）粒を10%程度含んでいることが確認できました。

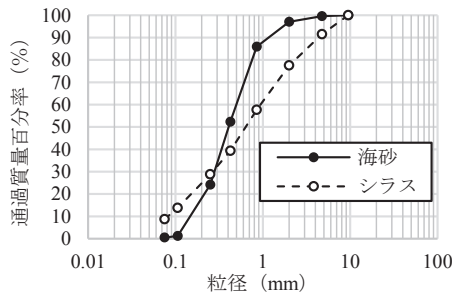


図1　粒度分布

3．材齢1年までの強度発現履歴

室内配合試験の配合条件を表1に示します。試験体は直径が50mm、高さが100mmの円柱型枠により成形し、材齢3日で脱型しました。試験体の養生方法は、水温約20℃の練り混ぜ

水中としました。試験体の強度は、N 数を 6 ～ 9 として材齢 1 週、4 週、13 週、26 週および 52 週に一軸圧縮試験を行いました。

一軸圧縮強さの発現履歴を図 2 および図 3 に示します。材齢 1 週における一軸圧縮強さは、結合材の添加量に依らず、練り混ぜ水に水道水を用いた供試体に対し、海水を用いた場合の一軸圧縮強さが高い傾向でした。材齢 13 週以降、シラスを試料土とした試験体は水道水と海水で同程度、海砂を用いた試験体は海水が水道水を下回る結果となりました。シラスは材齢 52 週の一軸圧縮強さに練り混ぜ水による差は確認されなかったのに対し、海砂では練り混ぜ水に海水を用いることにより一軸圧縮強さが低下することを確認しました。この現象の要因として、試験体の作製方法や養生方法（養生に用いた海水が試験体に及ぼす影響）、若しくは他の要因が考えられますが、詳細な分析については今後の課題です。

4. シラスを地盤改良の混和材として添加した影響（ブリーディング率および一軸圧縮強さ）

配合条件等を表 2 に示します。水セメント比が 60% のセメントミルクおよび「3. 材齢 1 年までの強度発現履歴」における海砂（結合材の添加量が 400kg/m^3）の配合を対象に、セメントの質量に対して 5 ～ 100% の割合（以下、添加割合）でシラスを添加した場合のブリーディング率および材齢 4 週における一軸圧縮強さを確認しました。

シラスの添加割合とブリーディング率の関係を図 4 に示します。セメントミルクにおいて、

表 1　配合条件（材齢 1 年までの強度発現履歴）

試料土（産地）	練り混ぜ水（採取場所）	結合材（製造元）	添加量	水結合材比
火山灰質土（鹿児島県）・海砂（鹿児島県）	水道水（試験室内にて採取）・海水（鹿児島県錦江湾にて採取）	高炉セメント B 種（太平洋セメント）	200kg/m^3・400kg/m^3	60%

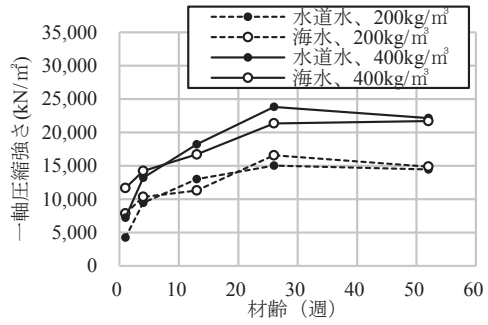


図 2　一軸圧縮強さの発現履歴（シラス）

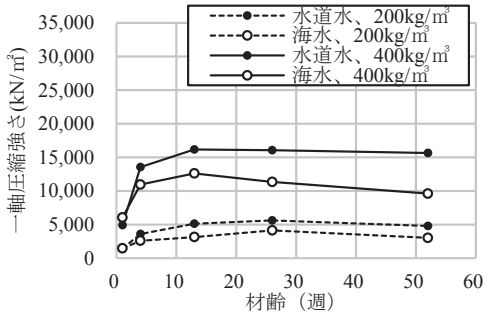


図 3　一軸圧縮強さの発現履歴（海砂）

表 2　配合条件（シラスを地盤改良の混和材として添加）

種類	結合材	配合条件	結合材質量に対するシラスの添加割合
セメントミルク	高炉セメント B 種（太平洋セメント）	水結合材比：60%	0% 10% 20% 30% 50% 100%
地盤改良体（海砂）		水結合材比：60% 添加量：400kg/m^2	0% 5% 10% 20% 30% 50% 100%

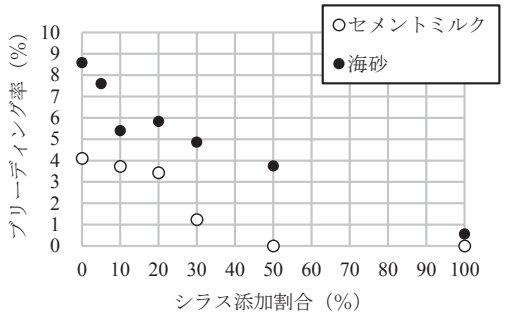


図 4　シラス添加割合とブリーディング率の関係

シラスを添加することによりブリーディング率が低下することが確認できました。シラスの添加割合を増やすほどブリーディング率は低下傾向にあり、添加割合が 30% のブリーディング率が 1.2%、50% で 0% となりました。海砂の配合でも、同様の傾向が確認でき、混入割合 0% のブリーディング率が 8% 以上であるのに対し、100% のブリーディング率は 0.6% となりました。

コンクリート用細骨材表面に拘束する水量に関する既往研究では、細骨材の表面積と拘束水比に相関があることが報告されています[2)]。今回の海砂のように粒度分布が一様な試料は透水性が高い一方で、細かな粒子を多く含むシラスを添加することにより、試験体中における拘束される水分が増えることでブリーディング率の抑制効果があると考えられます。

シラスの添加割合と一軸圧縮強さの関係を図 5 および図 6 に示します。一軸圧縮強さは、シラスを無添加の場合が最も高く、本研究における配合条件においてはシラスの添加による一軸圧縮強さの低下は 10% から 25% 程度であることが確認できました。

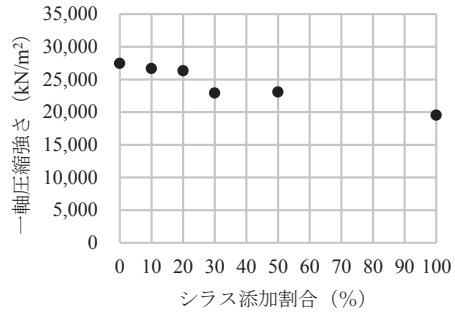


図 5　シラス添加割合と材齢 4 週における一軸圧縮強さの関係（セメントミルク）

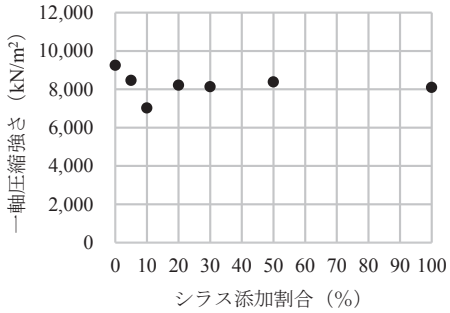


図 6　シラス添加割合と材齢 4 週における一軸圧縮強さの関係（海砂の配合）

5. まとめ

3 か年計画の 3 年目が終了しましたが、今後、材齢 2 年、3 年と一軸圧縮強さを確認します。強度発現の結果を確認し、その後の長期材齢についても検討したいと思います。

3 年目の研究結果から、混和材としてシラスを使用した場合に、ブリーディング率の低下や必要とされる強度発現があることがわかりました。今後は、混和材として火山灰等の自然噴出物や産業廃棄物等の再利用と資源化の可能性について研究を行う予定です。

【参考文献】

1）American Mineralogist 誌オンライン版
2）山下彩，桜井邦昭，平田隆祥：細骨材表面が拘束する巣量の算定方法に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，2017.

試験・研究情報

研究報告

融合不良が溶接部の力学的性能に与える影響

切欠き先端近傍における構造用鋼材の延性破壊発生条件

性能試験研究部　服部 和徳

1．はじめに

融合不良などの溶接欠陥は、溶接接合部の継手性能（耐力は変形性能）を低下させることが知られている。通常、建築鉄骨における溶接欠陥の検査および評価には、日本建築学会『鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説』[1]（UT 規準）が適用されている。UT 規準の合否判定基準は、欠陥断面率（欠陥面積）から定められているが、昨今の研究成果より、欠陥断面率のみならず、溶接欠陥の位置も継手性能に影響を与えることが示唆されている。

筆者らは、これまで、溶接欠陥位置をパラメータとした破壊実験を実施してきている。その結果、欠陥面積が同じであっても、溶接欠陥位置が異なると継手性能に差異が生じることを確認している。

これまで実施してきた破壊実験において、破壊性状は、溶接欠陥から延性き裂が発し、延性き裂が進展し脆性破壊に呈している。溶接欠陥位置により、延性き裂の発生タイミングが異なるのではないかと想像している。延性き裂を正確に目視で観察することは困難である為、延性き裂の発生タイミングについては、破壊力学や FEM を用いた検討を開始している。

延性き裂発生条件を求めることを目的として、昨年度は、切欠き先端半径（R = 0.5、1.0、1.5 mm）を変えた円周切り欠き付き丸棒の引張試験ならびに FEM 等を実施している[2]。今年度は、鋼種や切欠き先端半径を変えて検討を進めた。

2．試験概要

試験片形状を図 1 に示す。使用する鋼材は 4 種類（SN400B，SN490B，BCP325，BCP325T）とする。切欠き先端半径は 3 種類とする。既往の研究[2]において切欠き先端半径が 2.0mm では表面からのき裂が観察できなかったため、切欠き半径を 1.5mm 以下と設定した。切欠き付き丸棒試験はき裂観察のため常温（標点距離：27mm）で行い、マイクロスコープを用い延性き裂の発生を観察した。応力歪関係を得るため ϕ 6mm の 14A 号試験片の素材引張試験を常温で実施した。素材引張試験の結果を表 1 に示す。

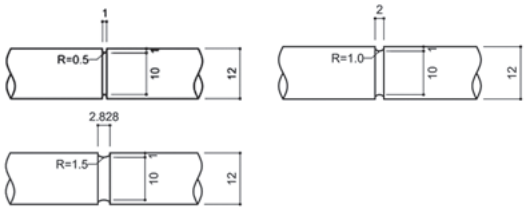


図 1　円周切欠き付き試験片形状

表 1　素材引張試験結果

記号	鋼種	σ_{YL}, $\sigma_{0.2}$	σ_u	EL.	Y.R.	vEo	ϕ	ε_u	e_u
		N/㎟		%		J	%		
4	SN400B	267	422	38	63	295	67	21	19
N	SN490B	386	540	37	72	160	68	17	15
5	BCP325	317	520	30	61	187	72	16	15
T	BCP325T	440	541	28	81	268	69	13	12

σ_{YL}：降伏点，$\sigma_{0.2}$：0.2%耐力，σ_u：引張強さ，EL.：伸び
Y.R.：降伏比，$_v$Eo：0°Cシャルピー吸収エネルギー，ϕ：絞り
ε_u：一様伸び，e_u：真一様伸び

3．有限要素法解析概要

試験片形状の対称性を考慮し、1/4 の回転対称モデルとし、標点距離の 1/2 である 13.5mm

の範囲とした。要素分割は切欠き底近傍で1辺の大きさを0.1mmとした。R1.0について図2に要素分割を例として示す。載荷条件は変位制御とした。

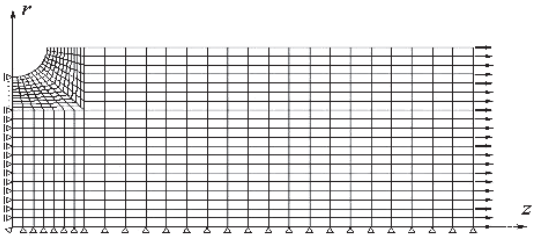


図2　要素分割例（R1.0）

4. 試験結果および解析結果

図3に実験値の荷重変位関係と解析値の荷重変位関係およびき裂発生点を示す。

実験と解析結果は荷重低下以降の部分以外は、概ね対応している。R1.5の一部で、き裂発生点が最大荷重以降になっているものが見られた。

5. 延性き裂発生パラメータ

き裂発生時の応力三軸度と相当歪の分布状況を図4に示す。応力三軸度 τ は以下で得られる。

$$\tau = s_h / s_{eq} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここで、s_h：*平均垂直応力（静水圧）*、

s_{eq}：*Mises の相当応力*

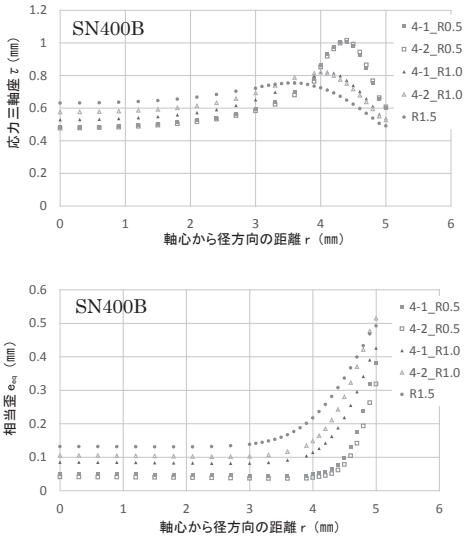


図4　き裂発生時の応力三軸度と相当歪の分布状況

切欠き先端半径が小さいものが τ が高く、歪集中が大きいことが分かる。

図5に桑村ら[3]によって提案された延性き裂発生条件式（2）および本研究結果を併せて示す。

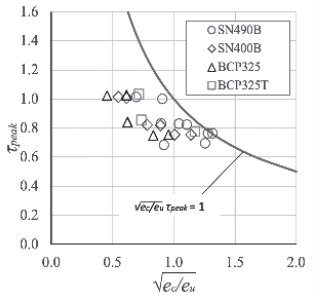


図5　き裂発生条件および本研究結果

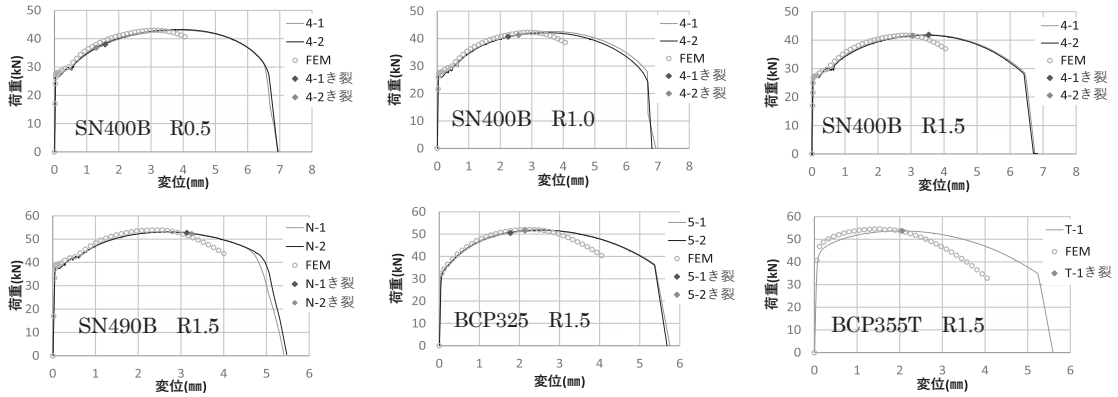


図3　荷重変位関係およびき裂発生点

$$\sqrt{\frac{e_c}{e_u}}\cdot\tau_{peak}=1 \quad \cdots\cdots(2)$$

ここで、τ_{peak}：応力三軸度のピーク値、

e_c：き裂発生時の平均真歪、

e_u：素材の一様伸び

τ_{peak}が高いほど歪が小さくなっている傾向は桑村らが提案されたものと同様であるが、$\sqrt{e_c/e_u}\cdot\tau_{peak}$は全体的に1を下回る結果であった。

本研究では、上記と類似の形の次式（3）の指標Dを用い、延性き裂発生の評価について検討する。桑村式では、平均真歪（グローバル歪）を用いて評価しているが、本研究ではローカルな相当歪を用いて評価することを試みる。

$$D=\sqrt{\frac{e_{eq}}{e_u}}\cdot\tau \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

e_{eq}、τはFEMの各要素の相当歪と応力三軸度であり、指標Dがある値に達すると延性き裂が生じると考える。図6にき裂発生時の指標Dの分布を示す。切欠き先端近傍で大きな値となっており、1.0前後の値に近づいた。

6. まとめ

4種類の鋼材を対象に切欠き丸棒試験片の破壊試験を実施し、延性き裂発生条件について検討した。延性き裂は断面内に生じている応力三軸度と相当歪との相互関係で生じるということが確認できた。また、ローカルひずみを用いることでより高い精度で延性き裂発生評価が可能となることを示唆した。

7. 謝辞

本研究にあたり、見波進教授（東京電機大学）に終始適切な助言を賜り、丁寧に指導して頂きました。実験および解析では、後藤拓紀氏（東京大学大学院生）に御協力を賜りました。ここに記して、感謝申し上げます。

【参考文献】

1）日本建築学会『鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説』

2）見波進，服部和徳，宗川陽祐：切欠き先端近傍の延性き裂発生における構造用鋼材の破壊条件，日本建築学会大会講演梗概集，C-1, pp.1019-1020, 2022.9

3）桑村仁，山本恵市：三軸応力状態における構造用鋼材の延性き裂発生条件，日本建築学会構造系論文集，No.477, pp.129-135, 1995.11

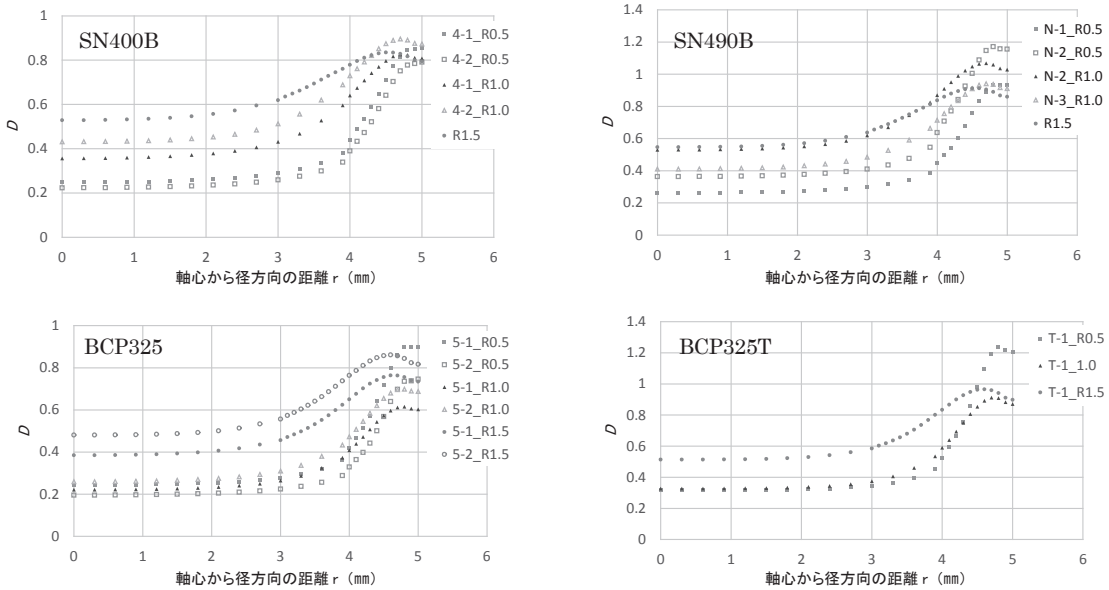


図6　指標Dの分布

試験・
研究情報

研究報告

補助ダクト接続法によるダクト端末換気口の圧力損失特性の測定精度に関する検討

性能試験研究部　菅　哲俊

1．はじめに

空調換気のための空気搬送システムにおいては、必要な風量を確保した上で送風機のエネルギー消費量を削減することが求められています。そのためには、空気搬送経路を構成する部材の圧力損失特性データを入手しやすくすることが重要と考えます。本自主研究では、短い補助ダクトを用いて簡易に換気部材の風量 - 静圧特性を求める補助ダクト接続法を提案することを目的にします。

2．試験装置と測定方法

図１に圧力損失特性を求める風量 - 静圧特性測定装置の概要を示します。端末換気口の吹き出し方向の風量 - 静圧特性を測定する場合には、補助ダクトの末端に端末換気口を設置した状態で風量 - 静圧測定を行います。そのあとに、端末換気口を外した状態で補助ダクトを対象に風量 - 静圧特性を測定します。最後に、上記測定した２回の差分から端末換気口の風量 - 静圧特性を算出します。

3．検討結果及びまとめ

昨年の報告[1)]では補助ダクト接続法の位置づけを明確にし、精密な測定方法である静圧分布法による測定結果との比較から、測定結果に影響を及ぼす要因を整理し、測定精度の範囲を明確にしました。今回は測定精度の向上を目指して、補助ダクトに気流整流用の網（大）、網（小）を設置し、差分法により端末換気口の風量 - 静圧特性を求めた結果を報告します。

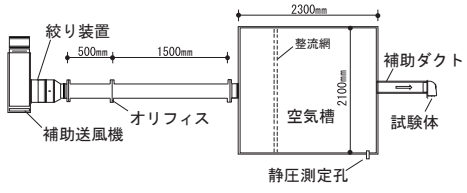


図１　風量 - 静圧特性測定装置の概要

図１に示す試験装置の補助ダクトの先端に網（大）、網（小）を設置した状態で補助ダクト接続法により端末換気口の風量 - 静圧特性測定を行いました。また、比較のために補助ダクトのみ（網を補助ダクトに設置しない）の場合における風量 - 静圧特性測定も行いました。

事前に、気流整流用の網（大）と網（小）の通気性能を確認するために、風量 - 静圧特性測定を行いました。測定結果の風量 - 静圧特性曲線を図２に示します。図３に端末換気口の測定結果の比較を示します。今回の結果では補助ダクトのみの場合と比較して、網（大）時の静圧損失が小さく、網（小）時の静圧損失が大きい結果になりました。気流整流用網の通気性能が測定結果に影響を与えることを確認しました。

【参考文献】

1）菅哲俊：補助ダクト接続法によるダクト端末換気口の圧力損失特性の測定精度に関する検討，BL つくば Vol.26 2022.

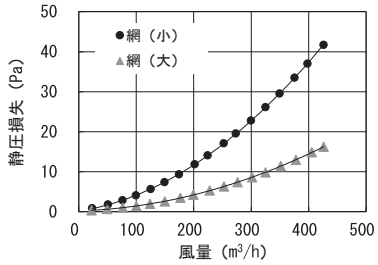


図２　網（小）と網（大）の風量 - 静圧特性曲線

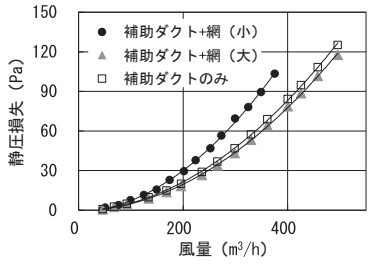


図３　端末換気口の風量 - 静圧特性曲線の比較

試験・
研究情報

研究報告

ガス有害性試験の評価方法の検討

性能試験研究部　福田 泰孝

1．はじめに

防火材料の大臣認定のための性能評価方法として防耐火性能試験・評価業務方法書（以下、業務方法書）に定められた実験用マウスをによるガス有害性試験に対して、その代替方法として、これまで、フーリエ変換赤外分光連続ガス分析装置（以下、FTIR）を用いて燃焼時に発生するガスの種類や濃度を測定することにより毒性評価を行う方法を検討してきた。

今回は、(1) ガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間と FTIR によるガス分析結果の相関を確認すること、(2) ガス有害性試験におけるマウス行動停止時間とスモークチャンバー試験（以下、SDC 試験）におけるガス分析による毒性値との相関を確認することを目的として、それぞれ実験を行った。

2．研究、実験の概要

(1)「ガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間と FTIR によるガス分析」

アクリルクロス、赤ラワン 2 種類、エポキシ接着剤、MDF について、マウス行動停止時間とガス成分、濃度を測定し、その相関を確認した。

なお、アクリルクロスについては、バイパスの中間（図 1 点線枠部分）から、マウスを設置するチャンバーへ流れるガスを希釈することを目的とする排気の流量について、この流量をゼロとすることにより、マウスに暴露するガス濃度が大きくなることが推測され、これによる影響も確認した。

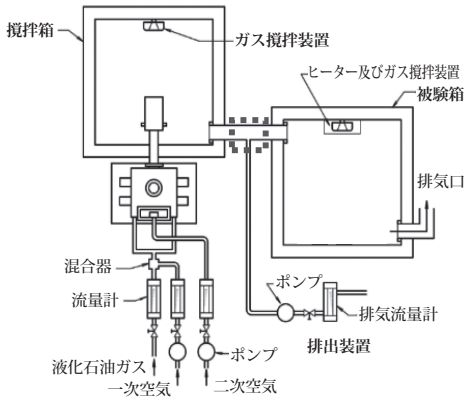


図 1　ガス有害性試験装置概略図

(2)「マウス行動停止時間と SDC 試験におけるガス分析による毒性値との相関」

SDC 試験では、規格 ISO 19021[1]、ISO 5659-2[2] に従って加熱試験を行い、FTIR を用いてガス分析を行った。SDC 試験装置の主な部分の装置図を図 2 に示す。

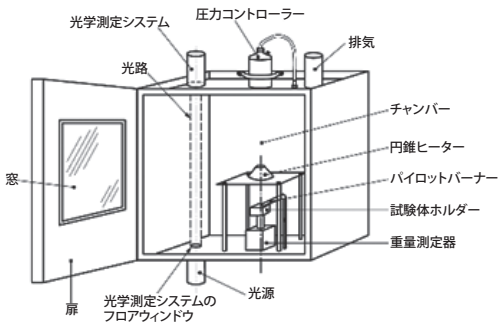


図 2　SDC 試験本体部分装置図 [2]

SDC 試験では、75 mm 角の試験体をチャンバー内で水平に保持し、その上面を一定熱放

射で曝露し、生成ガスをチャンバー内に蓄積させる。一般的に、壁や天井のように広範囲に加熱される材料は口火なし 50kW/m^2、火炎からより少ない放射熱を受ける床材は口火あり 25kW/m^2 で加熱させることが多い[3)]。本研究では、それぞれの加熱条件下における各種材料の燃焼性状について調べるため、加熱条件は 25kW/m^2 口火あり、50kW/m^2 口火なしとした。

試験体はアクリルクロス A、B、赤ラワン A、B、スギ、ウレタンフォーム、塩化ビニル（PVC）の計 7 種を用いた。また、チャンバー天井中央部に固定したプローブから生成ガスをサンプリングし、FTIR を用いて測定を行った。

3. 実験結果

(1)「ガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間と FTIR によるガス分析」

各材料によるマウス行動停止時間と生成ガスのうち、毒性が高いとされる窒息性ガスである一酸化炭素 CO とシアン化水素 HCN の濃度の測定結果を表 1 に示す。マウス行動停止時間は、業務方法書に則り、 8 匹のマウスの平均行動停止時間から標準偏差を引いた値とした。

また、CO,HCN それぞれのマウス行動停止時間の相関を図 3、4 に示す。

表 1　測定結果一覧

材料名	マウス行動停止時間（分）	試験後の質量減少（g）	CO（ppm）	HCN（ppm）
			最高	最高
アクリルクロス 1	5.87	8.4	1077	366
アクリルクロス 2	6.70	8.7	1282	540
アクリルクロス 3（排気流量 0L）	6.12	7.7	1338	549
アクリルクロス 4（排気流量 0L）	5.90	8.6	1610	648
赤ラワン A	11.86	47.1	5946	36
赤ラワン B	10.51	46.2	8047	55
赤ラワン A（絶乾）	6.94	53.7	12142	165
エポキシ接着剤	6.41	52.6	6463	843
MDF12 ㎜	7.76	70.5	5949	247
MDF15 ㎜	7.25	75.7	6858	306

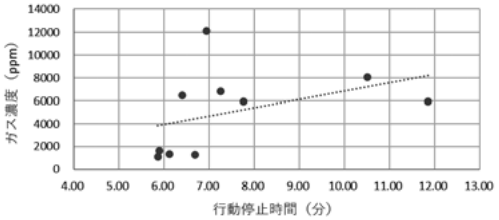


図 3　マウス行動停止時間と CO 濃度（最高）

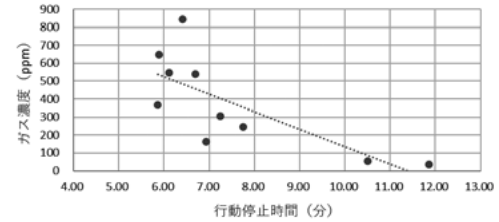


図 4　マウス行動停止時間と HCN 濃度（最高）

図 3 からは、CO 濃度のみでマウス行動停止時間への影響を推測することは難しいと考えられる。

図 4 では HCN は濃度が大きいほど、行動停止時間が短くなるという大まかな傾向は確認できるが、行動停止時間 6 分付近から 7 分の間での濃度の差が大きく、一定濃度を超えると行動停止時間と濃度に相関が見られなかった。

排気流量による影響については、表 1 から、行動停止時間には傾向は見られなかったが、ガス濃度については、排気による希釈の影響はある程度確認された。

(2)「マウス行動停止時間と SDC 試験におけるガス分析による毒性値との相関」

① FTIR の結果のうち、主な燃焼生成ガスの成分および濃度を図 5 の（a）～（h）に示す。FITR の測定は SDC 試験を開始する 3 分前から行ったが、図 5 は SDC 試験開始時から 10 分間の結果を示す。

すべての試験体から一酸化炭素 CO が生成した。アクリルクロス A、B から共に一酸化窒素 NO、シアン化水素 HCN および二酸化硫黄 SO_2 が両加熱条件下で生成した。赤ラワン A からは 50kW/m^2 で加熱した時の

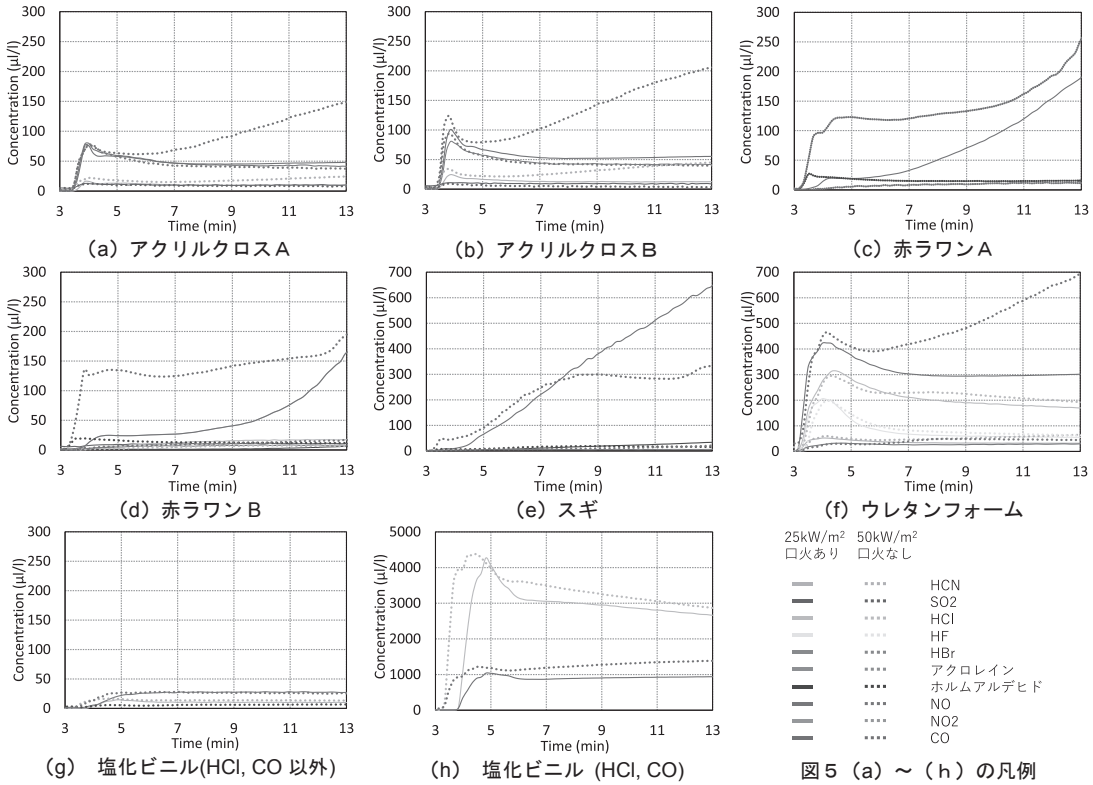


図５（a）～（h）の凡例

図５　主な燃焼生成ガスの成分および濃度

みホルムアルデヒドとNOが生成し、赤ラワンBはそれに加え塩化水素HClと二酸化窒素NO_2が両加熱条件下で生成した。スギからは赤ラワンAと同じホルムアルデヒドとNOが両加熱条件下で生成した。ウレタンフォームからは塩化水素HCl、フッ化水素HF、HCN、NOが両加熱条件下で生成した。塩化ビニルからは、NO、HCNが両加熱条件下で生成し、ホルムアルデヒドが50kW/m^2で加熱した時のみ生成し、さらに高い濃度のHClが両加熱条件下で生成した。

② SDC試験における材料の毒性を評価するため、FTIRにより測定した複数のガス濃度を用いて算出する毒性値CIT_G値（EN 17084[4]）とマウス行動停止時間との相関を確認した。なお、CIT_G、試験開始10分間で最も高い値を用い考察を行った。

SDC試験とガス有害性試験のマウスの行動停止時間を比較するために、ガス有害性試験は既往実験の結果[5]を用いた。SDC試験におけるCIT_G値およびマウス行動停止時間を行動停止時間が長いものから順に並べたものを表2に示し、CIT_G値とマウスの行動停止時間の関係を図6に示す。

表2および図6より、ガス有害性試験の判定基準の基になっている赤ラワンと比較し、アクリルクロス、塩化ビニル、ウレタンフォームはいずれも、CIT_G値は大きく、マウス行動停止時間は早く、どちらの結果も赤ラワンより毒性が高い結果となっている。また、CIT_G値がより低いスギは、行動停止時間がより遅く、今回の実験で用いた試験体については、CIT_G値と行動停止時間の順は同じであり、加熱条件による違いはほとんど見られなかった。塩化ビニルは、CIT_G値が最も高かったが、行動停止時間は3番目に早かった。これは塩化ビニルから高い濃度の塩化水素HClが生成し、HClは刺

激性ガスであり、急性ガス中毒においてマウスの行動停止に与える影響が低いためと考えられる。

表２　CIT_G 値の結果

	CIT_G		行動停止時間 [min]
	25kW/m^2 口火あり	50kW/m^2 口火なし	
スギ	1.35	2.08	12.55
赤ラワン B	1.67	1.92	7.95
赤ラワン A	1.43	1.52	7.28
アクリルクロス B	2.64	3.81	6.19
PVC	95.69	98.60	5.87
アクリルクロス A	2.58	3.16	5.76
ウレタンフォーム	15.64	15.11	5.53

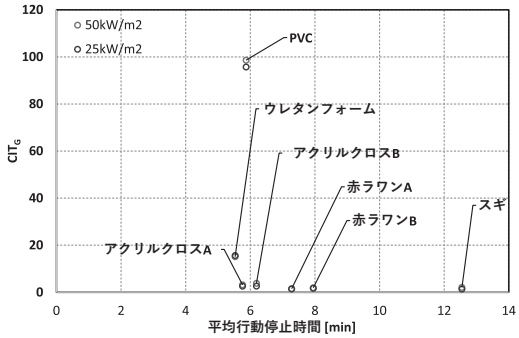


図６　CIT_G 値とマウスの行動停止時間の関係

３．まとめ・今後の課題

今回の結果からは、個々のガス濃度のみによる毒性の判断は難しいことが確認されたが、複数のガス成分を評価する毒性値 CIT_G 値の大小とガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間の長短の順番はほぼ同じであり、ガス有害性試験の代替手法として使用できる可能性がある。

今後の課題として、HCl のような刺激性ガスでマウス行動停止への影響が小さい成分を考慮し、毒性値に反映させることが挙げられる。

【参考文献】

1) ISO/TS 19021:2018, Test method for determination of gas concentrations in ISO 5659-2 using Fourier transform infrared spectroscopy
2) ISO 5659-2:2017, Plastics -- Smoke generation -- Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test
3) A. Stec, R. Hull, Fire toxicity, Woodhead Publishing in Materials, 2010
4) EN 17084:2018/AC2020, Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Toxicity test of materials and components.
5) 趙玄素ら：燃焼時生成ガスがマウスの行動停止時間に与える影響に関する研究，2020 年度日本火災学会研究発表会概要集，pp.127-128

試験・研究情報

研究報告

火災の燃焼生成ガスがマウスに与える影響およびその改善方法に関する研究

性能試験研究部　福田 泰孝

1．はじめに

ガス有害性試験におけるマウス行動停止時間と発生する燃焼ガス成分の関係については、別の自主研究で確認しているところであるが、行動停止に至ったマウスが窒息性ガスである一酸化炭素（CO）とシアン化水素（HCN）を吸収し、体内でどのような状態になっているか把握できていない。

今回、燃焼ガスに曝露されたマウスの血中濃度の測定を同志社大学の協力により行い、ガスのCO、HCN濃度やマウスの行動停止時間との関係を確認した。なお、以下に報告する内容は、2023年度火災学会発表会[1]に投稿したものから抜粋した内容である。

2．研究の概要

業務方法書[2]に定めるガス有害性試験の試験装置を用いて加熱試験を行った。

燃焼させる試験体は、アクリルクロス、MDF15mm、ウレタンフォーム、赤ラワンの４種類とし、これまでに行ってきた各材料によるガス有害性試験でのマウス行動停止時間から試験時間を10分とした。また、通常８匹のマウスが一度の実験で使用されるのに対し、４匹のマウスを用いた。

試験終了後にマウスから血液サンプルを採取した。なお、採血時のマウスは全て呼吸停止状態であった。

マウスから採取した血液について、血中CO-Hb飽和度（COとヘモグロビンが結合した一酸化炭素ヘモグロビンの濃度）とHCN濃度を測定した。血中CO-Hb飽和度には吸光度測定法を用い、血中HCN濃度はピリジン－ピラゾロン法によるシアン化物イオンの比色定量法を用いて測定を行なった。

燃焼生成ガス成分は被験箱中央（マウスと同等の高さ）よりFTIRを用いて測定を行った。

3．実験結果等

血中CO-Hb飽和度とHCN濃度の血液分析結果とマウスの行動停止時間の結果を表１に示す。

FTIRによる測定結果からCO及びHCNの濃度のCt値（Concentration-time）を計算した。Ct値とは、ガスの濃度と曝露時間の積から算出されるものである。各試験体におけるマウス行動停止時間とCO,HCNのCt値及び血中濃度の関係をそれぞれ図１、３に示す。図２には各マウスの行動停止時間までのCOのCt値とCO-Hb飽和度の比較を示す。

表１　血中CO-Hb飽和度とHCN濃度の結果及びマウスの行動停止時間

試験体	マウスNo.	行動停止時間(min)	平均行動停止時間	血中濃度 CO(%)	CO平均値	HCN(μg/ml)	HCN平均値
アクリルクロス	1	5.71	6.48	17	16.86	0.8	0.96
	3	6.51		16.12		1.03	
	5	6.64		17.12		1.31	
	7	7.05		17.2		0.7	
MDF 15㎜	1	6.94	7.35	64.08	66.08	0.87	0.74
	3	7.92		63.08		0.7	
	5	7.49		68.26		0.54	
	7	7.07		68.88		0.85	
ウレタンフォーム	1	5.60	5.60	52.51	55.49	1.34	1.21
	3	5.49		50.35		1.22	
	5	6.07		68.26		0.98	
	7	5.23		50.84		1.28	
赤ラワン	1	8.27	7.35	69.1	75.21	0.1	0.04
	3	6.85		78.66		0.024	
	5	6.49		70.48		0.035	
	7	7.77		82.61		0.012	

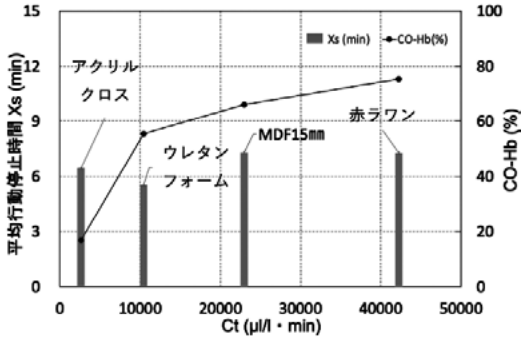


図１　CO の Ct 値とマウスの平均行動停止時間と CO-Hb 飽和度の比較

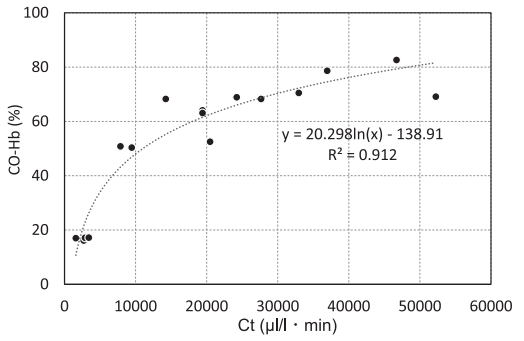


図２　CO の Ct 値と CO-Hb 飽和度の比較

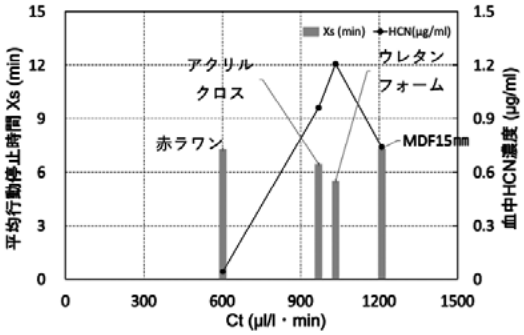


図３　HCN の Ct 値とマウスの平均行動停止時間と HCN 濃度の比較

表１から、本研究で用いた試験体では全てマウスが試験開始から 5 分 30 秒頃から 8 分 30 秒頃までの間に行動停止している。また、アクリルクロスにおける CO-Hb 飽和度が低く、赤ラワンの血液サンプルから HCN はほとんど検出されなかった。

マウスやラットにおいては、CO-Hb の最小致死濃度は 50 ～ 70% であり [3]、血中 HCN 濃度 0.61 ～ 0.97 μg/ml で行動不能に至り、1.5 ～ 4.67 μg/ml で死に至るため [4]、本実験において、アクリルクロスは HCN、赤ラワンは CO、ウレタンフォームと MDF が CO と HCN の両方の影響で行動停止に至った可能性が高い。

図１、２からは、CO のガス濃度（Ct 値）が高くなるほど、CO-Hb 飽和度が高くなる傾向を示し、CO の Ct 値と CO-Hb 飽和度の関係は図２に示された式で表すことができる。

図１においてアクリルクロスの CO の Ct 値および CO-Hb 飽和度が MDF や赤ラワンより低い値となったにもかかわらず、より短い時間で行動停止したことから、CO の Ct 値及び CO-Hb 値のみでは決まらないことが明らかであり、HCN やその他のガスも影響していることが確かめられた。

図３は、HCN 濃度（Ct 値）が増えると血中 HCN 濃度も増加する傾向を示すが、Ct 値が最も大きい MDF でも血中濃度は最大とはなっておらず、本実験では CO のような明確な関係性は見られなかった。

HCN については、CO 同様、Ct 値及び血中濃度と平均行動停止時間の間に明確な関係性は見られなかった。

4. まとめ

今回の実験では、測定された血中濃度から CO と HCN がマウスの行動停止に影響していることが確認された。

今後の課題として、FTIR のデータを精査し、試験体のサンプル数を増やし、CO 及び HCN がマウスの行動停止時間に与える影響についてさらに検討を行う予定である。

【参考文献】

1）趙玄素ら：ガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間と血中 CO-Hb 飽和度及び HCN 濃度の相関性について , 2023 火災学会発表会
2）（一財）ベターリビング制定「防耐火性能試験・評価業務方法書」
3）Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 8
4）Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals Volume 2

試験・
研究情報

研究報告

節付き既製コンクリート杭における節の影響
～一軸載荷試験～

性能試験研究部　高橋　豪

1．はじめに

節付き既製コンクリート杭（以下、節杭）の設計において、終局状態設計は強く求められていない。一方、節杭における既往の研究において、節付け根部に圧縮応力集中を生じることが報告されているが、杭体設計においてそれは特に考慮されていない。しかしながら、杭体の曲げ耐力が圧縮側コンクリートにより決まる場合、危険側評価となることが危惧される。本研究は、節がその付け根部周辺の挙動に与える影響を確認することを目的として一軸載荷試験を実施したものである。

2．試験結果

試験体は、軸部径 500mm の節杭を 16/25 スケールに縮小したものとし、節部の大きさをパラメータとした。試験体数は 4 体で、うち一体は無節（ストレート杭）とした。加力は一方向繰返し載荷とした。結果として、節付き試験体はすべて節部の爆裂破壊により最大耐力が決定した。ストレート杭は、加力不良により偏心が生じたため、節杭と比較して最大耐力が低くなった。

節付け根部の軸方向ひずみは、節の大きさに相関して大きくなる傾向を示しており、節が大きくなるほど軸部挙動に影響することが実験から確認出来た。また、節付け根部から 1t（t=51mm）離れた軸部では、全試験体ともほぼ同じ挙動を示しており、節部が軸部に影響を及ぼすのは、節付け根部にほぼ限定されていることが確認出来た。

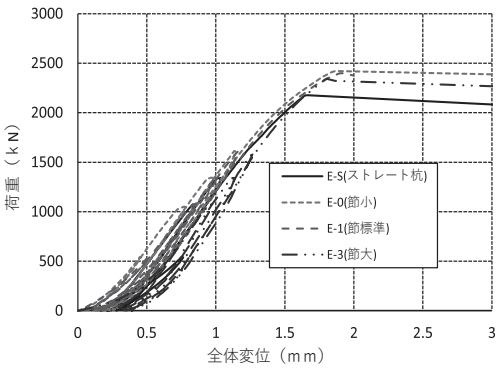
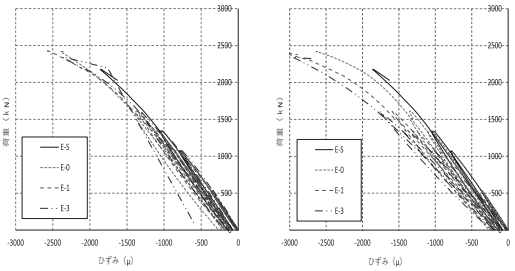
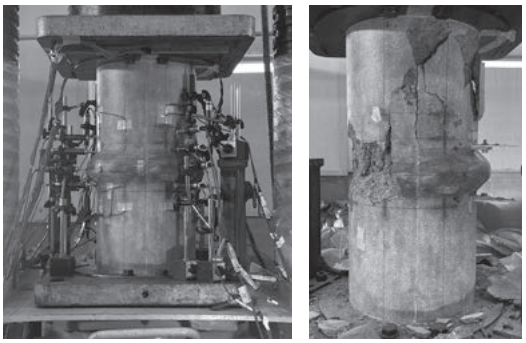


図１　荷重 - 変位関係



（a）軸部　　（b）節付け根部

図２　荷重 - ひずみ（軸方向）関係



（a）加力状況　　（b）最終状況

写真１　試験状況

試験・
研究情報

研究報告
画像計測の試み

性能試験研究部　津田 千尋

1．はじめに

近年、構造材料試験での画像計測の活用の機運が高まってきており、大学や研究所、試験所などからの画像計測に関する報告を目にすることが多くなってきました。当方が専門としている木構造分野の建築学会口頭発表数をざっと調べただけでも 13 件以上あります[1)]。また、数年前の受託実験[2)]でも、集成材の試験体接合部のひずみ分布を測定する試み（写真 1 および写真 2）がおこなわれています。

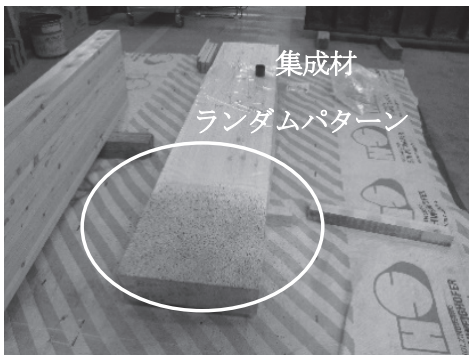


写真 1　DIC 計測の試験体測定部の模様（ランダムパターン）つけ

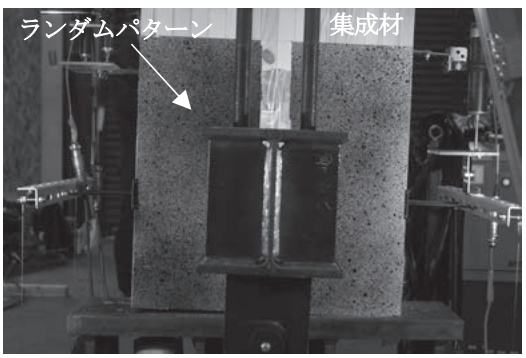


写真 2　DIC 測定の試験状況（集成材）

構造・材料の試験では一般的にひずみ・レーザー式の変位計やひずみゲージが多く用いられています。ただ、試験体が大変形したときには計測値に補正が必要になる場合が多く、また、計測部分が狭い時には機器が設置できないことなどもあります。部材（材料）の面的なひずみを計測したいときには、ひずみゲージを面的に数多く貼り付ける必要があります。このような事例を解消するために画像計測が活用されていることが多いようです。

以上を踏まえて、（一財）ベターリビングつくば建築試験研究センター（以降、TBTL）の構造グループでも画像計測の活用の検討を始めました。

2．調査結果の概要

昨今の建築業界で用いられている画像計測の主流は全体の大きな変位を計測している光学式のモーションキャプチャー（以降、mocap 発光マーカー、反射マーカーまたはマーカーが使用されています。図 1）と局所または局部の微小変位・ひずみを計測しているデジタル画像相関法（以降、DIC　図 2）の 2 つの方法に分けられます。実大の構造物や部材の変位を mocap で計測し、部材や試験片の微小変位・ひずみを DIC で計測しています。それらを活用した報告をざっと見てみると、DIC では有限要素法解析や電気抵抗式ひずみゲージなどの解析・計測値と DIC の計測値を比較する内容が多く、mocap では mocap と変位計の計測値を比較する内容の報告が多いように思えます。

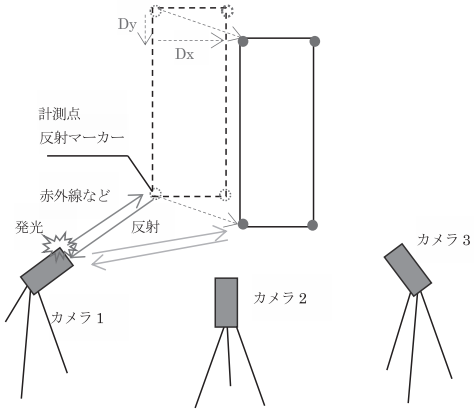


図 1　光学式モーションキャプチャー（mocap 反射マーカー）概要 [3)]

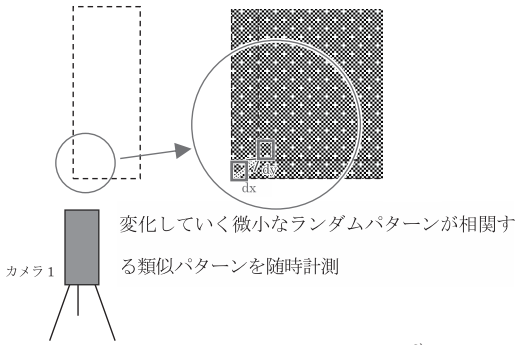


図 2　画像相関法（DIC 法）概要 [3)]

3. 試測定の概要

昨年度より、TBTL の構造グループでは、計測器メーカーの協力のもとに、業務試験に画像計測を活用する試みを行いました。mocap（反射マーカー）と DIC による構造試験の試計測（写真 3 から写真 7 および図 3）をおこない、

写真 3　mocap の試験状況

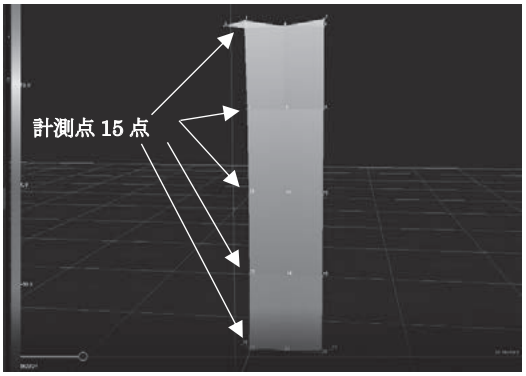


写真 4　mocap の測定結果（コンタ図）

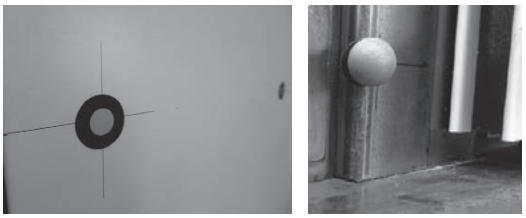


写真 5　mocap で使用した反射マーカー

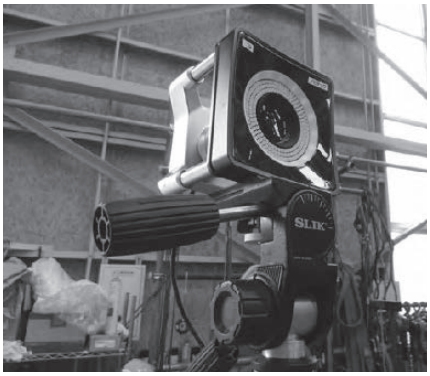


写真 6　mocap で使用したカメラ

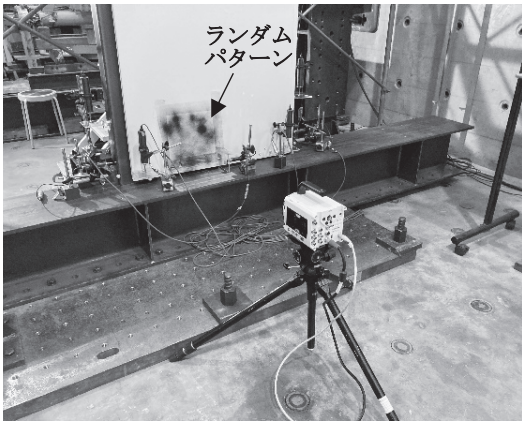


写真 7　DIC 測定状況

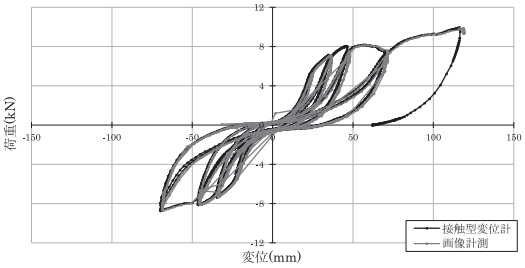


図３　mocap と変位計計測値の荷重 - 変位曲線の比較

TBTL の構造材料試験棟内のセットアップ環境での変位計の計測値との比較をおこないました[1)]。結果、画像計測の計測値は変位計の計測値を概ねトレースできていました。

4. まとめ

計測値は、試験環境（光源、照度、輝度、振動など）やカメラ台数、カメラ配置などによりトレース度合いが変化します。試験内容によりこれらの条件を変化または合わせることにより計測精度が安定し、条件を一般化できれば汎用的に運用でき、測定の不確かさを把握できるのだということが確認できました。今後、これらを活用していくために、TBTL 職員の画像計測に関する知識と経験を向上させていく予定です。

1）BL つくば 26 号を参照
2）引きボルト式柱脚接合部の定軸力下曲げ試験、官民研究開発投資拡大プログラム「バイオ技術領域」によるアドオン施策「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の「汎用型高層集成材構造の設計技術の開発」の一環
3）原理の詳細は BL つくば 26 号を参照

試験・研究情報

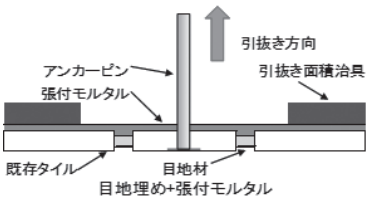
2022年
日本建築学会大会
（北海道）

外壁複合改修工法のタイル直張り仕上げ外壁に対する要求性能 その3　実験結果

下屋敷 朋千（ベターリビング）

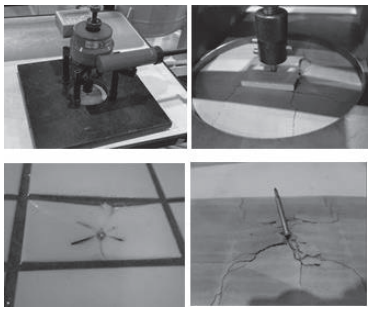
前報まで外壁の剥落防止工法である外壁複合改修工法のタイル直張り仕上げに対するアンカーピンの引抜耐力の確認方法及び実験計画について報告しており、本報では実施した実験結果を報告した。

タイル直張り仕上げのタイル陶片に対するアンカーピンの引抜耐力を確認するために、UR 都市機構の仕様登録集に規定される複合改修層に対するアンカーピンの引抜き試験方法を参考にして実施した。本実験では、仕上塗材が透明樹脂系の場合を想定し、多くの工法で採用されているタイル陶片を「脳天打ち」で固定し、その上に塗料を塗布することでタイル張り仕上げを一体化させる工法について確認した。



試験概要

試験方法は、タイル陶片に打ち込んだアンカーピンをタイル裏面側から引っ張ることにより、アンカーピンの頭抜けを含めたタイル張り面の面外方向の耐力を得るものである。タイルの固定条件は、目地埋め及び張付けモルタルを塗布したものとした。


試験実施状況

結果として、引抜き対象の面積が大きいほど耐力は小さくなるが、透明樹脂による改修によって、その耐力の低下は小さくなること。アンカーピンの引き抜きによってタイルが割れもしくはアンカーピンが抜けても改修層とタイル面は一体化したままであることが分かった。

※QR コードを読み取ると全文（PDF）を閲覧できます。

試験・研究情報

2022年
日本建築学会大会
（北海道）

基礎杭の根固め部の三軸応力下における圧縮強度特性

久世 直哉（ベターリビング）、井上 波彦（国土技術政策総合研究所）、横山 雅樹（三谷セキサン）
平山 勇治（テノックス）、依田 侑也（清水建設）、二木 幹夫（ベターリビング）

基礎杭の根固め部は、根固め液の注入や反復工程を行う深度の地盤構成や施工方法との関係によって、混入する泥水や土の量と種類が変化し、その混入土の種類や量に応じて、根固め部の一軸圧縮強度や剛性が低下する場合があることが既往の検討により報告されている。

しかし根固め部は地盤中に築造されるものであるため、三軸応力下における圧縮強度特性を考慮して、杭の鉛直支持特性に対する品質検査基準を設定することが適当であると考えられるが、これに関する知見は少なく課題となっている。そこで、根固め部を模擬した供試体（以下、根固め供試体）の圧密非排水三軸試験（以下、（CU）試験）を行い、根固め部に混入する土の量と種類が三軸応力下における圧縮強度特性に及ぼす影響を把握した。

試験の結果、すべてのケースにおいて拘束圧の増加に伴う圧縮強度の増加が確認された。また、砂や礫が混入した場合は、基本配合に対して圧縮強度及び初期剛性は同等であったが、粘土及び粘土塊が混入するとこれらは低下する傾向を示し、基本配合よりも小さくなる場合があり、品質管理上の留意すべき事項と考えられる。

※QR コードを読み取ると全文（PDF）を閲覧できます。

試験・研究情報

2022年
日本建築学会大会
（北海道）

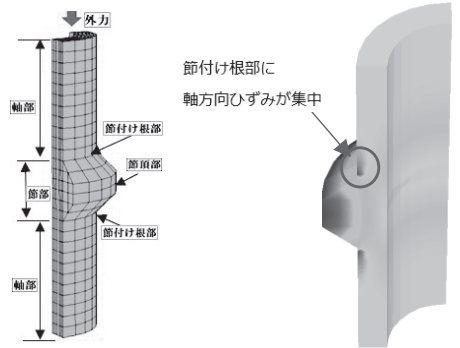
軸力を受ける節を有する杭の非線形FEM解析

Nonlinear FEM Analysis of Nodular Piles which Receives the Axis Power.

高橋　豪（ベターリビング）、杉本 訓祥（横浜国立大学大学院）、藤本　効（ベターリビング）

近年、様々な要因により杭体に高い支持能力が求められることから、高軸力下における杭体の終局挙動の把握が重要となっている。既往の研究では、節付け根部に圧縮応力集中部が生じることが確認されている。しかしながら、現状では杭体の終局設計は行われておらず、節付け根部の応力集中については特に考慮されていない。杭体の曲げ耐力が圧縮側コンクリートにより決まる場合、終局設計において、その応力集中現象を無視することは危険側評価となることが危惧される。本研究は、高軸力下における節部付近の応力状態に関する知見を得ることを目的とし、解析的手法により検討したものである。その結果、節部が軸部に対して拘束効果を有すること、節の大きさと拘束効果に関連があること、節の近傍にひずみ集中部が生じることが明らかとなった。特に、ひずみ集中部に関しては、軸部に対して節が大きいほど、節付け根部のひずみ値が高くなることが分かった。

※QR コードを読み取ると全文（PDF）を閲覧できます。



解析モデル　　コンター図

（青＝軸方向ひずみが大きい箇所　　赤＝軸方向ひずみがほぼ生じていない）

試験・研究情報

2022年
日本建築学会大会
（北海道）

インテグリティ試験結果の活用方法の検討

その1：杭のインテグリティ試験結果により求めた見掛けのヤング係数

山田 宗範（ベターリビング）、小谷 直人（ベターリビング）、久世 直哉（ベターリビング）

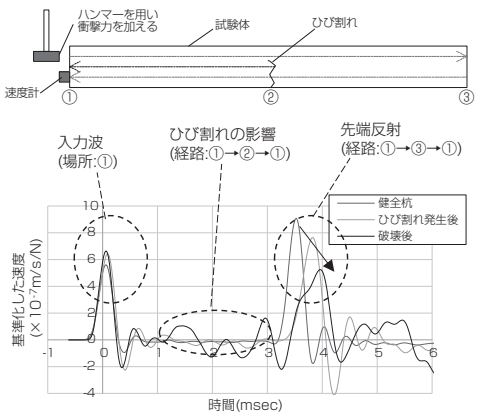
その2：インパルスハンマーを用いた波形振幅の補正方法

小谷 直人（ベターリビング）、山田 宗範（ベターリビング）、久世 直哉（ベターリビング）

インテグリティ試験（以下、「IT 試験」という。）は、杭長および杭の損傷の有無を簡易的に推定する手法である。しかし、IT 試験により得られる情報を定量的に評価するための知見は少ない。筆者は IT 試験の精度を向上し、IT 試験をより活用するための情報収集を目的とした実験を行った。

その 1 では、杭の損傷と IT 試験の結果の関係に着目し、既製杭の曲げ試験の前後に IT 試験を実施することで、IT 試験により算出した見かけのヤング係数が杭の損傷状況と相関があることを示した。その 2 では、IT 試験で得られる波形を、インパルスハンマーを用いて補正する方法を提案した。

今後も、IT 試験の結果をより定量的に判断するための知見を蓄積していく予定である。



その 1　　その 2

※QR コードを読み取ると全文（PDF）を閲覧できます。

試験・研究情報

2022年
日本建築学会大会
（北海道）

ボルト、構造用木ねじ、くぎを用いた木質接合部のせん断試験における終局強度比及び終局変位・塑性率

岡部　実（ベターリビング）、小林 研治（静岡大学）、安村　基（静岡大学）

木質構造における接合部の剛性、耐力、靱性が木造建築物の剛性、耐力、靱性に与える影響は大きいことから、既往のボルト、構造用木ねじ及びくぎの接合部実験で得られた結果から、終局変位 D_u 及び塑性率 μ について整理することを目的とする。なお完全弾塑性モデルに置換した場合の面積 W と D_u、μ の関係は下式のようになる。

$$W = D_u \times \left(1 - \frac{1}{2\mu}\right)$$

接合部毎の終局変位 D_u と塑性率 μ の関係を図 1 に示す。図中の点線は、終局変位 D_u=10mm、塑性率 μ=5.0 で求めた面積 W と等価な終局変位及び塑性率を示している。くぎ接合部は剛性が高く、塑性率は 10 を超えるものが多い。逆に構造用木ねじは、繊維平行方向、直角方向加力とも終局変位が 20mm を超えるものが多い結果となっている。構造用 LVL では A 種と B 種で異なる傾向を示した。構造用集成材のボルト接合では、多くの試験結果が終局変位 10mm 以下であり、靱性型接合部を設計するにはボルト配置は十分注意する必要がある。

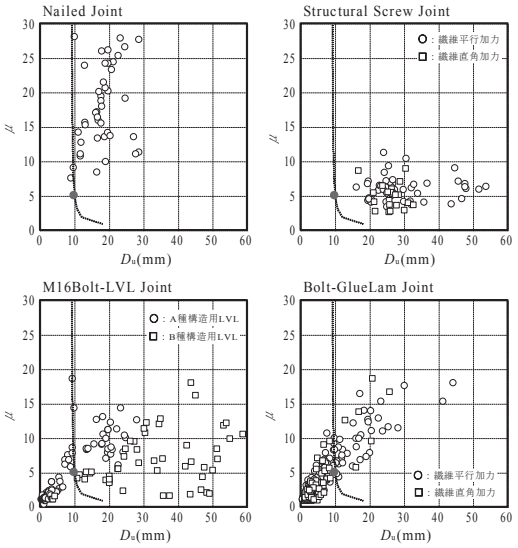


図 1　接合部毎の Du と μ の関係

※QR コードを読み取ると全文（PDF）を閲覧できます。

第２試験棟

性能試験研究部　菅　哲俊

つくば建築試験研究センターの第２試験棟について紹介させていただきます。第２試験棟は、環境設備分野の熱性能試験や換気性能試験をメインに行う試験施設です。図１に現在の第２試験棟の平面図を示します。

熱性能試験は、1985 年ごろから２室型恒温恒湿室で実施してきました。窓や玄関ドアの断熱性試験からはじめ、建具の結露防止性能試験、床暖房パネルの放熱特性試験や表面温度分布試験、運転開始後の昇温特性試験などを多く実施しました。最近は、住宅用全熱交換器の熱交換効率試験（全熱交換効率、顕熱交換効率、潜熱交換効率）の実施件数も多いです。ほかに、温水放射パネルの熱性能試験や給湯配管の放熱係数を求める試験なども実施しています。

換気性能試験は、JIS C 9603「換気扇」に示された空気槽（チャンバー）を用いた換気部材の風量 - 静圧特性試験を多く実施してきました。レンジフードファンやダクトファンの風量 - 静圧特性試験、端末換気口の静圧損失試験、空気搬入用ダクトの静圧損失試験などを多く実施しています。空気槽を用いない試験としては、全熱交換器の風量試験や有効換気量率試験、レンジフードの排気捕集効率試験、油捕集効率試験なども数多く実施しています。

今年の４月には、3 室型恒温恒湿試験装置（最大空調能力 56kW）を導入し、運用を開始しました。今まで実施することができなかったパッ

写真１　３室型恒温恒湿試験装置

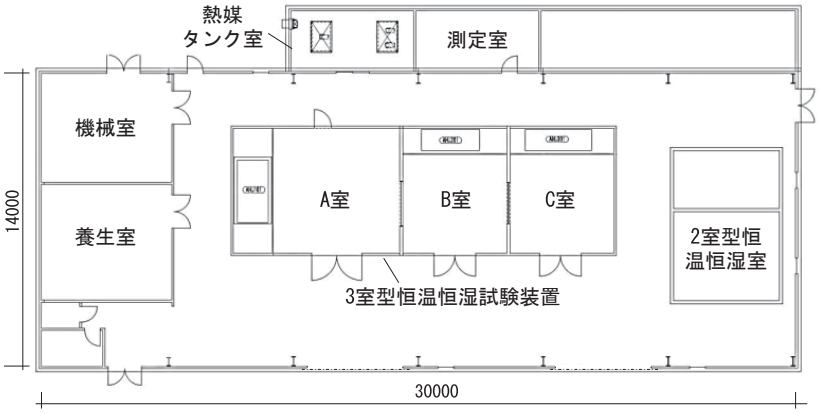


図１　第２試験棟の平面図と試験装置の配置

ケージエアコンのエネルギー消費特性試験や大型熱交換器（非住宅用）など空調設備機器の性能試験業務も実施できるようになりました。表1に、第2試験棟で実施できる主な性能試験を示します。

今後も、充実した試験装置や今まで蓄積してきた経験、知見を活かして、少しでも皆様に多くの貢献ができるように努力してまいりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

表1　第2試験棟で実施する主な性能試験

試験名	試験対象	試験方法・規格
断熱性能試験	玄関ドア、サッシ	JIS A 4710：2015 建具の断熱性試験方法
断熱性能試験	天窓	優良住宅部品性能試験方法書 サッシ（天窓） BLT WDR:2023　BLT WDR-02①
運転開始後の昇温特性	床暖房ユニット	優良住宅部品性能試験方法書 暖・冷房システム（床暖房ユニット） BLT HS/B- b -801
表面温度分布	床暖房ユニット	優良住宅部品性能試験方法書 暖・冷房システム（床暖房ユニット） BLT HS/B- b -802
放熱特性試験	床暖房ユニット	優良住宅部品性能試験方法書 暖・冷房システム（床暖房ユニット） BLT HS/B- b -803
風量試験	レンジ用フードファン	JIS C 9603:9603 換気扇
消費電力試験	換気扇、ファン	JIS C 9603:9603 換気扇
排気捕集効率試験	レンジ用フードファン	優良住宅部品性能試験方法書 換気ユニット（台所用ファン）BLT VU-07
油捕集効率試験	フィルター	優良住宅部品性能試験方法書 換気ユニット（台所用ファン）BLT VU-08
通気量試験	換気口部品	優良住宅部品性能試験方法書 換気ユニット（換気口部品）BLT VU-06
風量試験	全熱交換器	JIS B 8628:2017 全熱交換器
消費電力試験	全熱交換器	JIS B 8628:2017 全熱交換器
熱交換効率試験	全熱交換器	JIS B 8628:2017 全熱交換器
有効換気量試験	全熱交換器	JIS B 8628:2017 全熱交換器
パッケージエアコンディショナのエネルギー消費特性	パッケージエアコン	一次エネルギー消費量計算に用いるパッケージエアコンディショナ(空冷式)のエネルギー消費特性に関する任意評定ガイドライン（案）

音響試験棟の紹介

性能試験研究部　高橋　央

平成元年から運用を開始している音響試験棟は、これまで建築部品や住宅部品の遮音性能試験を数多く実施してまいりました。当試験施設では、界壁、外壁、玄関ドア、内装ドア、窓、換気口など、さまざまな対象物の遮音性能試験を実施しています。これらの対象物は、直径約 50mm の小形なものから約 10 ㎡の大型なものまで、多様なサイズを持っています。そのため、試験毎に試験体設置用の開口部の大きさを調整する必要があります。

以前は、厚さ 200 ㎜のコンクリート版を試験用開口部に設置して開口部の調整を行っていましたが、平成 20 年に開口部の改修工事を行い、調整扉を設置しました。現在では、調整扉の開閉作業によって開口寸法の調整を行っております。これにより、よりスムーズかつ効率的な試験が可能となりました。

当試験施設は、長年にわたる経験と実績に基づき、確かな試験結果と信頼性のあるデータの提供を常に心がけています。お客様の製品開発や品質向上において、当試験施設をぜひご活用ください。

表 1　残響室の仕様

形　状	不整形 7 面体（RC 造）
容　積	251 ㎥（第 1 残響室）、182 ㎥（第 2 残響室）
開口部寸法	W3,775mm×H3,175mm（最大）

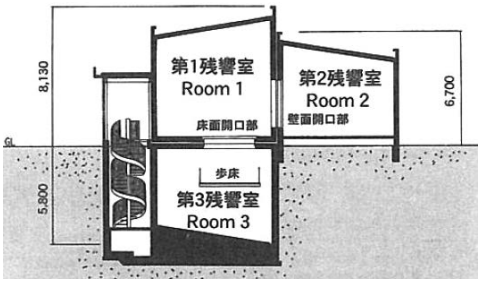


図 1　音響試験棟の断面図

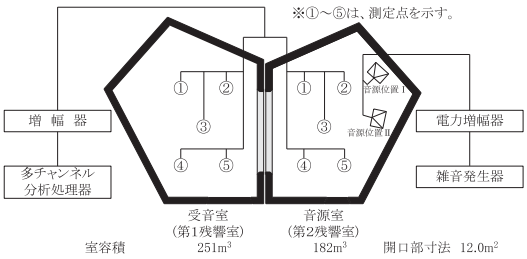


図 2　音響試験棟の平面図

表 2　音響試験棟で実施している主な試験内容

建築部品（サッシ、ドア、界壁等）の遮音性能試験（音響透過損失試験）	
規　格	JIS A 1416:2000“実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法” JIS A 4702:2021“ドアセット” JIS A 4706:2021“サッシ” JIS A 1428:2016“実験室における小形建築部品の空気音遮断性能の測定方法”
方　法	測定周波数範囲：100 ～ 5,000Hz（1/3oct.band） 測定点：音源室 5 点、受音室 5 点 音源位置：2 カ所
吸音材（グラスウール、ロックウール等）、天井材等の吸音率試験（残響室法）	
規　格	JIS A 1409:1998“残響室法吸音率の測定方法”
方　法	測定周波数範囲：100 ～ 5,000Hz（1/3oct.band） 測定点：室内 5 点 音源位置：2 カ所 　各音源位置において、5 回の残響時間を測定。 　測定点 5 点 × 繰り返し 5 回 × 音源位置 2 カ所の合計 50data から吸音率を算出。

床衝撃音試験施設の紹介

性能試験研究部　高橋　央

床衝撃音試験施設は、平成 12 年（2000 年）に住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅品確法）の制定と同時に運用を開始しました。実際の集合住宅を模した 2 階建てのコンクリート壁式構造を採用し、目的や用途に応じて厚さ 150mm と 200mm の 2 つの床スラブを使い分けることができます。

■床衝撃音遮断性能試験でさまざまな材料の性能を評価

直張り木質フローリング床、乾式二重床、畳床、カーペットなどさまざまな材料の床仕上げ材を対象に、床衝撃音遮断性能試験を行っています。さらに、ユニットバス・ジェットバスの騒音測定や運転音測定、洗濯機や掃除機の運転音測定など、上階の生活音が階下へどのように伝達するかを検証する実験も可能です。実建物に近い構造を活かして、より実生活音に近いデータを提供します。

■身近な床仕上げ材での聴感比較実験も実施

ホームセンターやインテリアショップで手軽に入手できるフローリング、カーペット、ラグマットなどの床仕上げ材や敷物を用意し、上室と下室での聴感比較実験も行っています。JIS の標準衝撃源の他に、椅子の引きずり音や食器、ウェイトトレーニング用具の落下音などさまざまな音源を使用して、階下室に届く発生音を体験することができます。

■実際の流水音による排水騒音測定も可能

当試験施設には 2 階床と 1 階壁に貫通孔が設けられており、実験室を貫通する形で配管を設置することができます。建物の 2 層分に限られますが、実際の配管経路を実験室内に再現し、流水音による排水騒音測定を行い検証することができます。

床衝撃音試験施設は、実際の集合住宅を模した建物構造で、試験規格に基づいた床衝撃音遮断性能試験はもとより、実生活に近い発生音対策実験を行い、快適な生活環境の実現を支援します。ぜひ、当試験施設をご利用ください。

表 1　床衝撃音試験施設の仕様

構　造	コンクリート壁式構造 2 階建（地上 2 階）
スラブ厚	150mm、200mm
試験体施工面積	3,680mm×2,770mm　（10.2 ㎡）

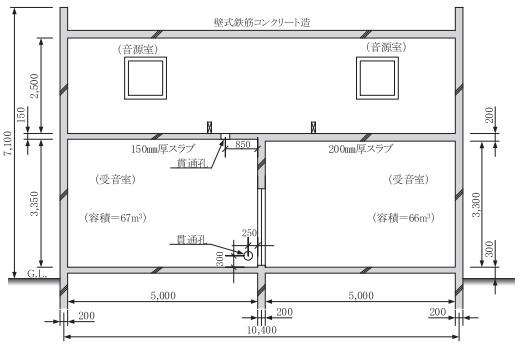


図 1　床衝撃音試験施設の断面図

表 2　床衝撃音試験施設で実施している主な試験内容

床仕上げ材（直張フローリング、二重床）の床衝撃音レベル低減量試験	
規格	・JIS A 1440-1:2007「実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法－第 1 部：標準軽量衝撃源による方法」 ・JIS A 1440-2:2007「実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法－第 2 部：標準重量衝撃源による方法」 ・UR 都市機構　機材の品質判定基準　Ⅱ . 建築編 3. 床下地材 別紙 床下地材の性能試験方法
方法	測定周波数範囲：63 ～ 4,000Hz（オクターブバンド） 衝撃源：軽量衝撃（タッピングマシン）、重量衝撃（バングマシン、シリコンボール） 衝撃位置：5 ～ 8 点（基本は 5 点） 受音位置：5 点
実験施設が実建物構造を模擬している事を利用した試験	
項目	・ユニットバス、ジェットバスの階下騒音試験 ・排水管の騒音試験

博士課程修了報告

住宅部品・関連事業推進本部　下屋敷 朋千

このたび、東京都立大学都市環境科学研究科建築学域 橘高義典教授（当時：2023年3月退職）のご指導の下、博士論文「タイル直張り仕上げ外壁に対する透明樹脂系仕上塗料を用いた外壁複合改修工法に関する研究」を提出し、2023年3月に博士（工学）の学位が授与されました。ご指導いただいた橘高先生をはじめ、ご支援いただきました皆様に心より御礼申し上げます。

外壁の剥落防止工法である「外壁複合改修工法」は、私が当財団への就職当初から試験や評価等の業務で携わってきました。本研究は、これまで得られた知見等を基に検討を重ねたものであります。

当該工法は、モルタル塗り仕上げ外壁やタイル張り仕上げ外壁等の改修に用いられる工法で、上市から約30年の歴史があります。当該工法はピンネット工法とも呼ばれ、既存外壁仕上げ層を存置したまま、アンカーピンと繊維ネットを複合して用いることにより、アンカーピンによる仕上げ層の剥落防止と、繊維ネット等による既存仕上げ層の一体化により安全性を確保しようとするものです。

この工法は、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「建築改修工事監理指針 令和元年版」に採り上げられており、また、当財団でも実施している建設技術審査証明や任意評定を取得した工法があるものの、公にされている性能基準等としては、独立行政法人都市再生機構（以下、UR都市機構）の「保全工事共通仕様書 機材及び工法の品質判定基準 仕様登録集 令和2年版」（以下、仕様登録集）に外壁複合補修工法（UR都市機構では、工法の名称を「外壁複合改修工法」ではなく、「外壁複合補修工法」と記載）に対する要求性能として、項目・判定基準・試験方法が定められているのみです。

これらUR都市機構の仕様登録集で定められる当該工法の要求性能は、当該工法の開発当時はセメントモルタル塗り仕上げが一般的であったため、基本的に下地モルタル層ありの既存外壁仕上げを想定しています。

近年、タイル直張り仕上げ外壁は下地となる躯体コンクリート仕上げ面の施工精度の向上や、工期の短縮ができること等により採用が増えています。しかしながら、上市されている当該工法は、タイル直張り仕上げ外壁にも適用できるとしながらも性能等については各開発業者が各々検討しているのが現状です。

本研究は、公な基準等がないタイル直張り仕上げ外壁に対する当該工法について、同じくタイル張り仕上げ外壁において採用が増えている透明樹脂系仕上塗料を用いた改修について着目し、新たに性能基準等を検討し、結論として要求性能・試験方法等を取り纏め、示しました。

私の住んでいるマンションの外壁はタイル直張り仕上げです。行く行くは私の住むマンションを含め、本研究の成果が外壁の剥落安全性の向上に活用されることを望みます。

日本建築仕上学会「2023年度卒業研究賞」受賞

性能試験研究部　梅田 栞合

この度、日本建築仕上学会の 2023 年度卒業研究賞をいただきました。

研究題目は、「文豪井上靖／上の家の保存再生に向けた既存漆喰仕上げ壁の復元工事と性能評価」です。

ストック化社会に貢献するために、歴史的建築物の保存再生や耐久性の調査をし、建築物・建材の価値を持続させることが必要です。そこで、本研究では、築 150 年を経過した井上靖の本家である“上の家”を研究対象とし、現存する漆喰仕上げ土壁の補修・復元保存改修のための性能評価と実施工を行いました。

写真 1 は補修前の土壁、写真 2 は補修後の土壁です。壁下部（基礎上）と中央の竹小舞が見えている箇所は、土壁の埋め直し補修を行いました。写真 3 は補修の様子です。土壁の表面剥離を防ぐため、壁全体にアクリル樹脂補修を行いました。

2021 年 10 月から産学連携により静岡県伊豆市と協働で、“文学の里”として地域文化の継承を目的に取り組みを行ってまいりました。

これまで注力してきた卒業研究が形となり、評価して頂けたことを大変嬉しく思います。今後とも皆様のご指導ご鞭撻を頂ければ幸いです。

写真 1　補修前土壁

写真 2　補修後土壁

写真 3　補修の様子

つくば建築試験研究センター 施設見学のご案内

企画管理部　柳澤 嘉成

つくば建築試験研究センター（以下、当センター）の施設見学会はコロナ禍となってから数年、少人数の受け入れとしてきましたが、今年度からは通常の受け入れに戻します。

当センターでは各種試験を行っていますが、特別な事業がある場合を除き、下記の試験に係る施設・設備が見学できます。

【環境関係】
・エアコンや熱交換器等の断熱性試験
・壁や建具等の熱還流率測定
・壁や床、屋根、建具等の遮音性試験
・防露性能試験
・温湿度変形試験　など

【材料関係】
・屋根瓦等の飛来物衝突試験
・コンクリートや鉄筋の強度試験
・ドアやサッシ、外壁等の水密性、気密性、耐風圧試験　など

【構造関係】
・構造部材や建築材料の強度試験（反力壁、反力床）　など

【防耐火関係】
・材料や構造の防火性能試験（壁炉、水平炉、小型炉）　など

【基礎・地盤関係】
・杭強度試験　など

当センターの施設見学をご希望の方は右記の記載内容を確認頂き、ご連絡いただければと思います。

つくば建築試験研究センターの施設見学をご希望の方へ

施設見学に関するお問い合わせは､当センターでは電話またはメールにてお願いします。

見学を検討される際は下記をご参考願います。

◆対応可能な人数は 40 名までとなります。
◆施設や試験装置の見学時間は、会議室での動画による説明が 30 分程度、現地による案内の時間が 1 時間～ 1 時間半程度、合計 1 時間半から 2 時間程度です。
◆機密保持等の理由で当該試験中の装置を見学ルートから除外する場合があります。
◆お申し込みの期限は、見学希望日の 1 か月前までに、下記 URL にあります､「施設見学申込書」を FAX でお送りください。
◆ご希望の日時や内容に沿うことが難しい場合があることを予めご了承ください。
URL：https://www.cbl.or.jp/tbtl/index.html

お問い合わせやご相談は、下記まで連絡して下さい。

つくば建築試験研究センター　企画管理部
TEL：029-864-1745　FAX：029-864-2919
E-mail：info-tbtl@tbtl.org

◆つくばサイエンスツアーオフィスを介してのお申し込みも対応しています。
URL：https://www.i-step.org/tour/index.html

令和４年のお餅つき行事

性能試験研究部　津田 千尋

（一財）ベターリビング つくば建築試験研究センターの恒例行事に餅つきがあります。年末の 12 月に開催し、職員が実際に、もち米を蒸し、杵と臼を使ってつきたての餅を作ります。最近では、つきたての餅を食べる機会が少なくなったと思いますが、何度食べても格別な美味しさを感じます。

コロナ禍が始まり、残念ながら、この餅つき行事は数年の間、中断してきました。令和 4 年はコロナ禍に落ち着きが見られたため、感染状況の様子を見ながらですが、12 月 27 日に餅つき行事の開催に至りました。

事前に臼と杵と蒸し器を準備し、前日にもち米の買い出しです。餅つきの担当になった私は、餅つき経験が薄く、どの位の量のもち米が必要なのかがわかりません。1 升が何合で何 kg なのかもピンとこない始末。お酒の 1.8 リットルならすぐにわかるのですが。更には、コロナ禍前に餅つき準備を担当されていた方は現在在籍していないとのこと。ということで、経験のある方のなんとなくの記憶の話を聞きつつ、WEB で検索してみました。すると準備から餅を丸めるまでの方法が詳細に掲載されているではないですか。これで失敗しないことがわかり一安心です。これらを参考にして、なんとなく進めましょう、ということで自己納得して準備を始めました。もち米 16kg を購入して、夕方に米をとぎ、大きいザルにいれて、たっぷりの水に一晩つけます。これで、前日準備完了です。

餅つき当日の朝から、炭、薪を使って火おこしを始めます。たくさんのお湯を沸かしつつ、蒸し器で水を沸騰させていきます。もち米を蒸し器のせいろに入れて、約 60 分間蒸します。45 分間ぐらいでつまみ食いしてみると、むちゃくちゃおいしいではないですか。餅よりも、これに塩をかけて食べたい気持ちが強くなりましたが、諦めつつ 60 分間蒸して終了です。上手に蒸しあがりました。

蒸したもち米を臼にいれ、希望する職員がつぶしこねていきます。続いて、杵でついて、手で返して、を繰り返し、さあ出来上がりです。皆さん見事な杵捌きでした。

コロナ禍の事も考え、その場で食べつつ、大半は丸餅をビニール袋に入れて持ち帰っていただくようにしました。約 50 名の全職員に行きわたる数が作れて、また、おいしい丸餅が作れて、食べられてよかったです。

今年の年末はどんな感じになるでしょうか。期待して待つばかりです。

自己紹介

性能試験研究部　關　俊力

1．はじめに

皆様、初めまして令和４年10月から嘱託職員に採用されました關 俊力（セキ トシカツ）と申します。どうぞ宜しくお願いいたします。關という漢字は私にとってとても運気の良い漢字で、職員になったことを機に使うようになりました。

2．生い立ちなど

生まれは愛知県の名古屋市で、20歳からは愛知県の刈谷市にて育ちました。

５人兄弟の末っ子で生まれ、騒がしい環境の中を過ごしてきたせいか、現在静かな生活にあこがれています。

私の父は設計事務所を営んでおり、幼いころから建築分野に触れてきました。そのおかげで、兄弟全員が建築分野に進んでおり、自分も自然と建築の道に進んで行きました。

大学は、愛知工業大学の建築学科に進学し、大学では、赤外線を用いた非破壊検査方法について研究を行っておりました。

3．BLとの出会い

ベターリビングとの出会いは、大学で研究生として所属しているときに大学の先生からの紹介でした。ちょうど就職先を探しているタイミングでもあり、お世話になることになりました。

4．最近の私生活について

私生活では、結婚をしてから４年目になり、一昨年息子が生まれました。結婚をして子供が生まれたことで、責任感的なものが生まれたかどうかはわかりませんが、自分にも変化があったような気はしています。

最近は、子供の成長を見守ることが唯一の楽しみになっています。現在１歳８か月の息子の成長はとても早く毎日が驚かされることの連続です。

5．趣味

私の趣味は映画鑑賞です。最近はあまり観ることができていませんが、私の思考の一部は映画からできていると言っても過言ではありません。ここで私の人生ベスト映画をご紹介します。

第３位　レザボア・ドッグス

・タランティーノの初監督作品

第２位　ゴッドファーザー

・ベタですが名作です

第１位　トレインスポッティング

・衝撃的でした。映画にはまるきっかけとなる作品です。

古い映画ばかりですが、観たことがない人は是非ご覧ください。感想お待ちしております。

6．おわりに

簡単ですが、自己紹介させてもらいました。もう少し、若ければ熱のこもった意気込みで締めるところですが、そんな年齢でもないのでさらっと終わらせてもらいます。

今後ともどうぞよろしくお願いします。

自己紹介

建築基礎・地盤業務部　樋口 翔太郎

1. ご挨拶

2023年4月3日より、つくば建築試験センターの建築基礎・地盤業務部に試験研究員として嘱託採用となりました樋口翔太郎と申します。

ご迷惑をおかけすることも多いと思いますが、一生懸命頑張りますので、どうかご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願い致します。

2. 出身

1996年3月5日に、愛知県春日井市で生まれ、高校まで地元の学校に通っておりました。中部大学へ進学し、ベターリビングで勤務されていた余川先生のご指導のもと、中部大学大学院 修士課程まで進学しました。その後、岐阜大学大学院 博士後期課程に進学し、八嶋先生、沢田先生のご指導のもと、博士（工学）の学位を所得することができました。

3. 研究内容

研究内容は、既設住宅を対象とした液状化対策工法の1つである薬液注入工法による地震時住宅沈下抑制効果を検討していました。他にも、地盤調査手法の1つである表面波探査法の既設住宅への適応性も検討しておりました。

4. 趣味

趣味は主にゲーム･釣り･登山をしております。もともとインドアな性格なので、ゲームを好んでおりました。しかし、中部大学の余川先生がきっかけで釣りを、岐阜大学の八嶋先生がきっかけで登山を始めました。どちらも自分だけでは発見できなかった楽しさなので、とても感謝しております。そのため、つくば建築試験センターでも皆さまに気軽に遊びに誘っていただければ幸いです。

5. 今後の目標

①どんな業務でもチャレンジする

土木分野で地盤の勉強や研究を行ってきたため、建築分野では知らないことが多くあります。そこでわからないからやらないのではなく、楽しくチャレンジし、自身の理解を深め、知識を増やしていこうと思います。その際、先輩方に伺うこともたくさんあると思いますが、その時はよろしくお願い致します。

②1か月に1冊、本を読む

恩師の1人である八嶋先生に、「本を読むこと」を勧められていました。学生時代は諸事情により、1，2冊読んだところで読むのをやめてしまい、その習慣は続きませんでした。しかし、これからは休日に建築・土木だけでなく、様々な分野の本を少しずつ読み進めて、多くの知識を集めていこうと思います。

③少林寺拳法を再開する

幼稚園から大学2年生まで、少林寺拳法を行ってきました。大学では遊びまくるために1度やめてしまったのですが、就職を機に少林寺拳法を始めたいと思っております。

6. 最後に

これまで多くの人の縁に助けられてきました。ベターリビングでも人の縁を大切にし、皆さんの助けになるように精進します。

自己紹介

性能試験研究部　梅田 栞合

1. はじめに

今年度、新卒採用していただきました梅田栞合（うめだ しおり）と申します。配属はつくば建築試験研究センター・性能試験研究部です。どうぞよろしくお願いいたします。

2. 住まい

出身は東京都板橋区です。落ち着いた雰囲気で都心へのアクセスが良いところが板橋区の魅力の一つだと思います。今春からは、生まれてから22年間暮らしてきた地元を離れ、TBTLがあるつくば市へ転居いたしました。地元での生活スタイルと大きく異なる点は交通手段です。地元ではどこへ行くにも電車を利用していましたが、これからは車での生活になります。

慣れない土地での生活は､不安もありますが､少しずつ色々な所へ足を運び、つくばの魅力を見つけて行きたいと思います。

3. 学生時代

大学では建築学科に所属、建築材料学を専攻し、卒業研究では漆喰仕上げ土壁の研究を行いました。明治初期に施工された土壁の復原工事と性能評価を行いました。

4. 趣味

趣味の一つは観葉植物集めです。部屋に緑を置くことで、毎日とても癒やされています。最近のマイブームは、多肉植物です。水やりの頻度も少なく、育てやすいためお勧めです。

多肉植物

また、休日にはクッキーやチーズケーキなどの簡単なお菓子作りもします。これからはお菓子作りだけでなく、自炊も頑張りたいと思います。

お菓子作り

5. 終わりに

先輩社員の方々から学んだことを少しずつ自分の知識として身に付けて参ります。何かと不慣れでご迷惑をお掛けする点もあるかと思いますが、今後ともよろしくお願いいたします。

コロナ禍の、石の上にも約三年

住宅部品評価部　永谷 美穂

私が本部へ異動の内示を受けたのは、コロナ禍に突入直後の2020年3月のこと。新型コロナウィルスの恐ろしさが浸透し始めた時期で、本来は4月1日付で異動のところ、7月まで猶予がついた。つくばから本部勤務となってもうすぐ3年が経過するが、異動当時に感じたことを思い出して書いてみた。

○事務所内の生活

本部勤務で最初につくばとの“違い”を感じたのは、「始業・終業時間、昼休み開始・終了時間にチャイムが鳴る」ということ。しかも、昼休み開始と同時に容赦なく照明オフ。

些細なことだが、私にはカルチャーショックに近い感覚。チャイムで生活にメリハリがつくのはよいことで、つくばにもチャイム導入はありかもしれない。

業務上では、優良住宅部品（BL部品）認定基準の制定・改正の実務を担うことができ、これには“仕事のやりがい”を感じた。基準の制定・改正には、つくばと本部の連携が必要な場面がある。基準をつくる上で、つくばでの性能確認試験と知見に基づく技術的助言は大きな役割を果たしていることを思い知る。本部勤務となって改めて気づいたが、つくばと本部の“連携”には、強化の余地がある。技術アドバイザーとして、メーカーや関係団体との繋役として等々、互いの得意とするところを掛け合わせることが必要だと思う。先ずは壁を取っ払って気軽に連絡を取り合う仲になろう。

○事務所外の生活

・2020年後半～2021年後半：地下鉄も街中も、人の少なさに戸惑いながらも、通勤ラッシュもランチの混雑もなく、不謹慎な表現だが、快適な都内勤務。ある意味ゴーストタウンのような怖さを感じつつ、貼り紙がなければその店が廃業したのかいずれ再開するのかもわからない。

・2021年後半：ランチ営業を再開する店が増え始める。近くの居酒屋の店頭にバインミー（ベトナム風サンドイッチ）の屋台が出現し、その美味しさに驚く。しかし、4回ほど購入したが、自分以外のお客さんに会うことはなかった。ベトナム出身の店員さんがその場で中身を調理しパンに挟んでくれる。中身はもちろん、パンが絶品で、仕入れ先を教えてもらった（近くのファリーヌ○○ラヤ）。つくばから本部へ出張の際にたまたま購入したことがあって、総菜パンの美味しさは知っていたが、調べによると、創業100年を超える老舗パン屋らしい。ちなみに私のお勧めはホッケのフライを挟んだフィッシュフライサンド（写真）。もちろん中身も自家製。コロナ禍でも昼時は行列で、100年続くことに納得。

フィッシュフライサンド（左）

・2022年以降：通常営業に戻る飲食店が多く、バインミー屋台もいつの間にか終了していた。目に見えて人出の多さを感じ始め、2020年当時の快適さも感じなくなった。フィッシュフライのパンと具材のように、つくばと本部がそれぞれの長所を生かして、しっかりと役割を果たすことができれば、BLも100年続くのではないだろうか。

TBTLでの思い出

住宅・建築評価センター　認定・評価部　南雲 祐輝

つくば建築試験研究センター（以下、TBTL）から東京の本部へ異動してもうすぐ一年が経ちます。入社してから昨年5月までの約4年間、TBTLでお世話になりました。東京本部では住宅・建築評価センターという部署で建築物省エネ法関連の業務に携わっています。

TBTLでは建築設備関連の試験・研究を主に担当していました。初めて担当した業務は全熱交換器に関する受託研究だったことを覚えています。試験室がある建築研究所に毎日通い、朝から夜まで試験を行っていました。全熱交換器の試験は、試験体が設置された恒温恒湿室内を定められた試験条件（温度、湿度、静圧等のパラメータ）に調整してから行います。最初の頃は試験条件の調整に手間取り、測定用モニターとにらめっこをしながら思い通りにならないパラメータに悪戦苦闘していました。また、試験装置に接続された測定センサー類を交換するため、試験室の狭い空間に身体を無理やりねじ込んで作業をしたり、重い試験体を手作業で入れ替えたりと、試験の準備作業に四苦八苦していました。学生の頃から様々な試験を経験してきましたが、TBTLでの実務を通して「試験を行う」ということの難しさを再認識しました。

私は腰痛持ちのため、作業時はギックリ腰にならない様に気を付けていましたが、帰宅してから気が抜けたせいか、家の中でギックリ腰になることが数回ありました。その際は所長をはじめ皆さんにご迷惑をおかけしました。

また、TBTLは自然が多い場所だったという印象があります。私はTBTLから歩いて10～15分ほど離れたところにマンションを借りていましたが、玄関を出てすぐ目の前につくば山が見えていました。晴れた日、特に雨が降った翌日は空が澄み渡り、つくば山の緑がより一層映えて綺麗に見えていたことを覚えています。

自然が多いということで思い出しましたが、事務所の外壁側天井付近から壁を素早く小突く様な音が聞こえたことがありました。改修工事の音かと思いましたが、作業をしている人の姿が見えないので不思議に思っていました。ある日、事務所の屋根付近を小さな鳥がウロチョロしているのを見かけ、キツツキと同じ習性を持つ鳥（目測ですがおそらくコゲラ）が事務所の木部分を突いている音（ドラミング）だと分かりました。業務中に野鳥が木を突く音に気をとられるなど、東京の本部ではまず無いことです。自然が多いとこんな事があるのかと妙に関心した記憶があります。

まだまだ書き尽くせない思い出話（異動に伴う引っ越しでゴールデンウィークがほぼ潰れてしまった話など）がたくさんありますが、このあたりで締めたいと思います。

TBTLの皆様、今日もご安全に。

名古屋ライフ

性能試験研究部 名古屋試験分室　福田 卓矢

性能試験研究部名古屋試験分室（通称「名古屋ラボ」）の福田と申します。2022 年 10 月 17 日付で名古屋に単身で赴任し、半年が経過しました。名古屋での生活を簡単ではございますがご紹介いたします。

1．近所

相生山の UR 都市機構の団地に居を構えております。家から徳重の職場の方向を見ると大きな配水塔が見えます。明け方に見ると朝焼けに照らされた配水塔がきれいです。

2．遠出

車を名古屋に持ってきており、車の運転が好きなので、この半年間様々なところにドライブに行ってきました。

①伊勢神宮

東京からはなかなか行くことができない伊勢神宮に正月に行ってまいりました。名古屋を夜中に出発し、朝五時の開門に合わせて参拝をしてきました。人がほとんどいない中での参拝は玉砂利を踏みしめる音と葉の音しかしない中での参拝となり、厳かな雰囲気の中で参拝することができました。

②城巡り

趣味の城巡りで様々な所に行ってきました。岡崎城、長篠城、伊賀上野城、松坂城などです。名古屋城、犬山城は過去に行ったことがありましたので、愛知県と三重県の百名城は制覇しました。（写真は伊賀上野城）

簡単ではございますが名古屋での生活の一部をご紹介いたしました。名古屋は歴史があり、東海地方の中心でもあるので行きたいところはたくさんあります。

時間の許す限り名古屋を拠点に様々なところに訪れたいと思います。

TBTL職員の一日

性能試験研究部　田井 秀迪

今年の10月で当財団に入職してから10年が経過しようとしています。月日が経つのは早いものです。ということで、10年目職員のとある一日をご紹介します。

7：00　起床

朝起きて、寝ている子供を叩き起こし、お着換えをさせ、朝ごはんを準備します。個人的に、ZIP！の「GOGOおどろん」にハマってます。

8：10　子供の送迎、出勤

保育園に子供達を送った後、一度家に帰って自分の支度をし、愛妻（？）弁当を携えて出勤。

8：50　職場到着

出社時に、最近導入された、ICカードによるタッチ操作で出勤登録を行い、作業着に着替えます。

9：00　始業開始

今日は、試験体の搬出作業のため、フォークリフトを操作してトラックに積み込みます。TBTLでは、様々な物体を移動するため、玉掛け、床上操作式クレーン、フォークリフトの資格は必須です。

10：00　試験のWeb打合せ

会議用アプリケーションを用いたWeb打ち合わせを行います。新型コロナウイルス感染症が5類感染症へ移行した後も、Webによる打ち合わせは継続的に行われています。スケジュールの合間で、場所に関係なく打ち合わせができるため、利用する方が多いのかと思います。最近では、Webによる試験立会を希望される方もおり、TBTLでも積極的にITを活用しています。

12：00　昼食

愛妻（？？）弁当を頂きます。食べ終わった弁当箱は職場で洗い物まで済ませます。

13：00　午後開始

午後は、BL部品である内装ドアの性能試験の準備を行います。最近、腰痛が酷くなってきたので、力の使い方に気を付けながら行います。BLでは今回のように、JISや基準類等に定められている試験を実施する場合が多いです。試験方法がない場合は、依頼者様と相談・検討しながら決め、オーダーメイドな試験を実施することもあります。様々な経験や知識を駆使して、幅広い試験に対応できるよう心がけています。

18：00　退勤

着替えをして、ICカードによるタッチ操作で退勤処理を行います。今日は月曜日なので、コンビニでジャンプを立ち読みして帰宅。

18：30　帰宅

帰宅後は、子供のご飯、お風呂、歯磨き、寝かしつけ。その後に親のご飯のため、夕食は22時になることも。食後に洗い物をして、一息つく頃には23時。溜め込んだドラマを見たり携帯ゲームをして就寝。おやすみなさいー！

編集後記

現在、我々が直面している世界共通の環境問題、「地球温暖化」。温暖化の要因とされている温室効果ガスは年々増加の一途を辿っており、日本での年平均気温は長期的にみると100年あたり約1.19℃の割合で上昇しているそうです（「環境省:STOP　THE温暖化　2017」より）。そんな中、2020年10月26日、所信表明演説にて菅義偉総理大臣（当時）は、2050年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言しました。一方、世界に目を向けてみると、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された、2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標「SDGs」では、17のゴール・169のターゲットが構成され、日本でも様々な取り組みを行っております。

つくば建築試験研究センターもその例外ではなく、当センターでは建築物の省エネ問題に焦点を当て、試験・評価実務を経て環境問題に貢献していく所存です。本号をお読みになってTBTLの環境取り組みにご興味を持たれた読者様に於かれましては、是非とも当センターまでご相談頂ければと存じます。

末筆ではございますが、本号の発刊にあたり記事をご提供いただきました国立研究開発法人建築研究所理事長　澤地孝男様、国土交通省国土技術政策総合研究所主任研究官　宮田征門様、他記事提供、編集にご協力いただいた皆様には感謝申し上げます。ありがとうございました。

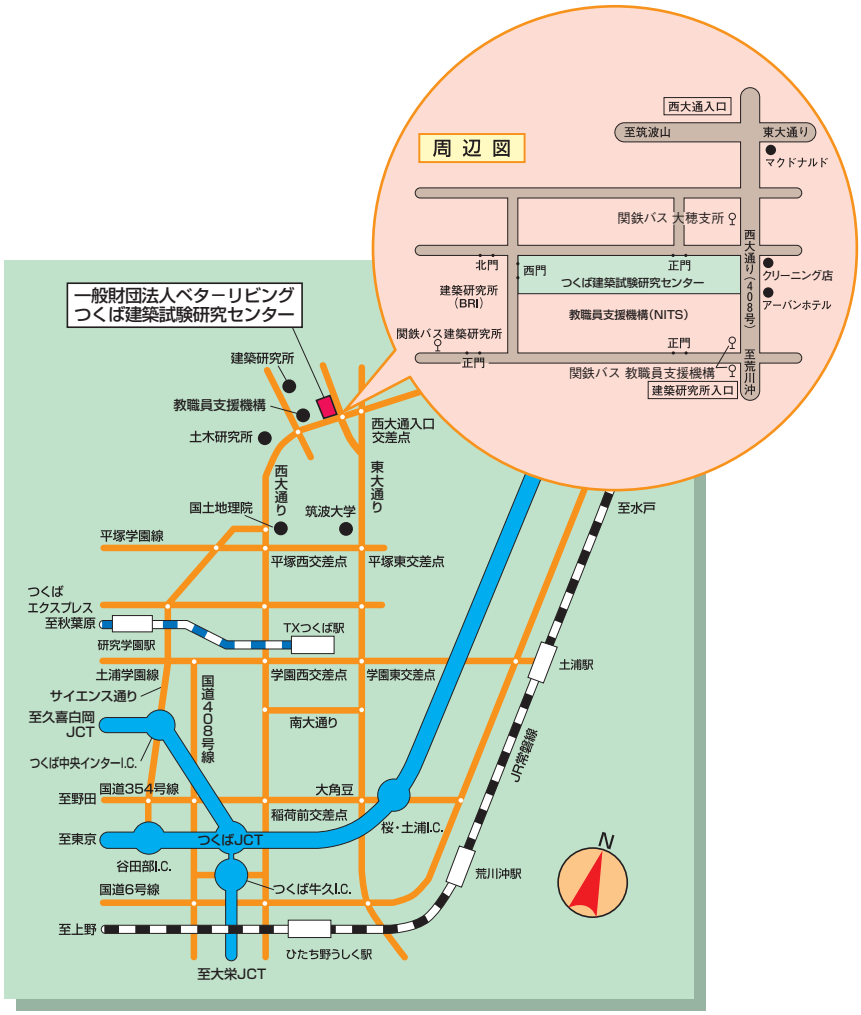
寳田 裕貴

BL つくば編集委員会

委員長　佐久間　博文
主　査　服部　和徳
委　員　椎名　幸子、宗川　陽祐、寳田　裕貴、福田　卓矢
　　山形　雄太、山田　宗範、柳澤　嘉成

BL つくば　第 27 号

発行年月日　令和 5 年 7 月 31 日
発　行　所　一般財団法人ベターリビング
　　つくば建築試験研究センター
発　行　者　佐久間　博文
　　〒 305-0802　茨城県つくば市立原 2 番地
　　TEL：029（864）1745　FAX：029（864）2919
　　http://www.cbl.or.jp　E-mail：info-tbtl@tbtl.org
印　　刷　株式会社かいせい



【交通機関のご案内】

■つくばエクスプレスご利用の場合

「つくば」駅下車
- タクシーにて約15分
- 関鉄バス「下妻駅」または「建築研究所」行き
  「教職員支援機構」下車　徒歩約10分
- つくバス北部シャトル「筑波山口」行き
  「大穂窓口センター」下車　徒歩約10分

「研究学園」駅下車
- タクシーにて約10分

（バスの便数は限られているためご利用の際にはご注意ください）

■常磐自動車道ご利用の場合

「つくば中央I.C.」または「桜土浦I.C.」より
学園都市方面へ約15km
西大通り「教員研修センター北」交差点を西へ

※上の地図ご参照。教職員支援機構と建築研究所に隣接した角地です。

一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター

〒305-0802　茨城県つくば市立原2番地

TEL：029-864-1745（代）　FAX：029-864-2919

http://www.cbl.or.jp　E-mail: info-tbtl@tbtl.org