

つくば

Vol. 25
2021

第25号

建築試験研究センター情報

令和3年11月

＜巻頭言＞

TBTL40周年にあたりあえて問う！

—TBTLはいくらで売れるのか—

＜40周年特集2＞

◎これまで これから



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



巻 頭 言

TBTL40周年にあたりあえて問う！－TBTLはいくらで売れるのか－ 井上 俊之	3
---	---

寄 稿

TBTL40周年を迎えて 緑川 光正	7
TBTL40周年と私 西山 功	9
TBTL40周年を迎えて 二木 幹夫	11

特 集

これまで これから	
・ つくば建築試験研究センターここ10年のうごき 吉田 邦彦	13
・ 環境分野に係る業務の変遷 高橋 央、菅 哲俊	14
・ 構造分野を振り返って 服部 和徳、岡部 実、高橋 豪	18
・ ベターリビング鉄筋コンクリート構造評定委員会の最近十数年の活動とこれから 勅使川原 正臣	29
・ 鋼構造評定委員会を振り返って 小河 利行	31
・ これまでの木質構造評定と今後の展望 安村 基	34
・ 環境性能評定委員会を通しての10年間 永田 明寛	36
・ 耐震診断評定委員会を通しての10年間 塩原 等	38
・ TBTLでの思い出 平光 厚雄	41
・ TBTLと地震調査と鉄筋コンクリートと木造と 新藤 健太	43

試験・研究情報

杭の非破壊試験 小谷 直人、久世 直哉	45
2020 年TBTL 自主研究報告「ガス有害性試験の評価方法の検討」 福田 泰孝	47

試験・研究情報

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 菅谷 憲一、井上 宏一、田井 秀迪	49
地盤材料の最大径が根固め供試体の圧縮強度に及ぼす影響 山田 宗範	51
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2実験計画 下屋敷 朋千	53
木質繊維板の遮炎および遮熱性能に関する性能確認実験 野中 峻平	54
自主研究「小型炉を用いた被覆材の耐火性能優劣比較手法の検討」 野中 峻平	56
35度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し載荷実験 服部 和徳	58
2021年度 日本建築学会大会（東海）梗概紹介	
・【木質構造】スギ5層5プライCLTパネルの面内せん断性能における強軸方向鉛直荷重の影響 岡部 実	63
・基礎杭の施工状況に対応した根固め品質の確認実験 ～未固結供試体及びコア供試体による品質確認について～ 久世 直哉	64

トピックス

博士（工学）学位取得の報告 久世 直哉	66
TBTL所長就任にあたって 佐久間 博文	67

その他

自己紹介 長谷川 芳彦	68
就任挨拶 渡辺 一弘	70
名古屋ライフ 山形 雄太	71

編集後記

TBTL40周年にあたりあえて問う！ —TBTLはいくらで売れるのか—

(一財) ベターリビング 理事長 井上 俊之

つくば建築試験研究センター（以下「TBTL」といいます。）が昭和56年（1981年）、当時の財団法人住宅部品開発センター性能試験場として開設されてから40年の月日が流れました。

この間、TBTLの発展に関わっていただいたすべての皆様に心から感謝の意を表したいと思っています。

また、西山常務理事、藤本上席参与、佐久間所長、二木総括役はじめTBTLの役職員の皆様と一つの節目を迎えた喜びを分かち合いたいと思います。

さて、本稿に少し刺激的なタイトルを付けてしまいました。私が理事長に就任して約1年後の平成28年（2016年）6月、TBTL10億円達成プロジェクトチームを設置し、約2年にわたり12回の検討会を開催しました。私もその都度つくばに出かけ、役職員の皆さんと議論を交わしました。その初回か2回目に私が提起したのは、「TBTLはいくらで売れるのか考えたことがあるか」という問いでした。

もちろん、今やベターリビングの宝とも言えるTBTLを売ろうなどと誰も考えないでしょう。2haの敷地と延べ5,000㎡余りの施設面積を有しながら、年間事業規模数億円という現状が、経済的にはどういう評価を得るべきものなのか、日々試験業務に邁進し、ともすると埋没している職員の皆さんに、ちょっと違った視点から考えてほしいと思い問題提起したのです。

TBTLの価値について、少し数字で追ってみましょう。

○TBTLへの投資総額は以下の通りです。それぞれの時期の実額であり、物価変動や金利は考慮していない単なる足し算の数字で、既に償却したもの、滅失したものも含んでいます。また、数字は以下で述べる場合も含めて一部を除き1千万単位の概数です。

敷地4億5千万円、建物7億4千万円、設備・機械装置等（固定資産税の課税対象であるもの、以下同じ。）12億5千万円、総計24億4千万円。

○現在の財団のB/S上の数字は次の通りです。

敷地4億5千万円、建物3億円、設備・機械装置等2億2千万円、総計9億8千万円。

償却や滅失により減価していることがわかります。

○別の評価額として固定資産税の課税標準額では以下の通りとなります。

敷地3億円、建物1億8千万円、設備・機械装置等2億3千万円、総計7億円。

ちなみに、TBTLの3～4倍程度の事業規模と考えられる某財団の試験場の敷地は約1.2ha、延べ床面積9,000㎡であると聞いており、施設規模から見たTBTLの生産性が劣ることは明らかです。

TBTLの創設時は、まさに住宅部品に係る性能試験場でした。当時の財団は住宅部品に関す

る業務が大半を占めていました。TBTLは試験場単独の採算を考える必要もなく、投資は本部の資金で行い、金利も払うことなく、住宅部品の性能評価に関する試験を淡々とこなしていればよかったのだと思います。

TBTLが転機を迎えたのは、平成元年（1989年）に当時の建設省から建築基準法上の遮音性能に係る性能試験機関として指定を受けた時でしょう。その後、新たに平成3年（1991年）に耐火・防火構造の指定を、平成5年（1993年）に防火材料の指定を受け、当然そのための試験設備も整備し、その他の業務も含めて業容を拡げてきました。

事業規模と人員、一人当たりの事業量の推移を図に示します。

直近では少々停滞気味ですが、最近5年で着実に7～8億円規模の事業量に成長してきました。事業規模10億円達成の目標年度である令和4年度（2022年度）に向けては、コロナ禍の影響もあり相当の努力が必要かもしれません。

それでは利益はどうでしょうか。TBTLの最近の経常利益相当額は4千万円程度です（過去5年平均の概数）。

これらの数字をもとに、本題の「いくらで売れるのか」について考えてみましょう。

○まず単純売却を考えてみます。

敷地を戸建て住宅用地として売った場合について検討します。

近傍の基準地価から想定される戸建て住宅用地の売値は㎡当たり3万2千円程度と考えられます。有効宅地率0.7とすると可処分面積は1万4千㎡、従って売値は4億4千8百万円となります。そのうえで実際には必要経費として、建物除却費1.3万円×4,000㎡（建築面積）として5千2百万円、造成費1万円×20,000㎡として2億円、諸経費が売値の1割として4千5百万円かかると考えられます。従って、住宅用地としての売却価格は1億5千万円程度にしかありません。しかも職員の皆さんの雇用維持等も考えなければなりません。敷地の売却という解は現実的にはあり得ないことがわかります。

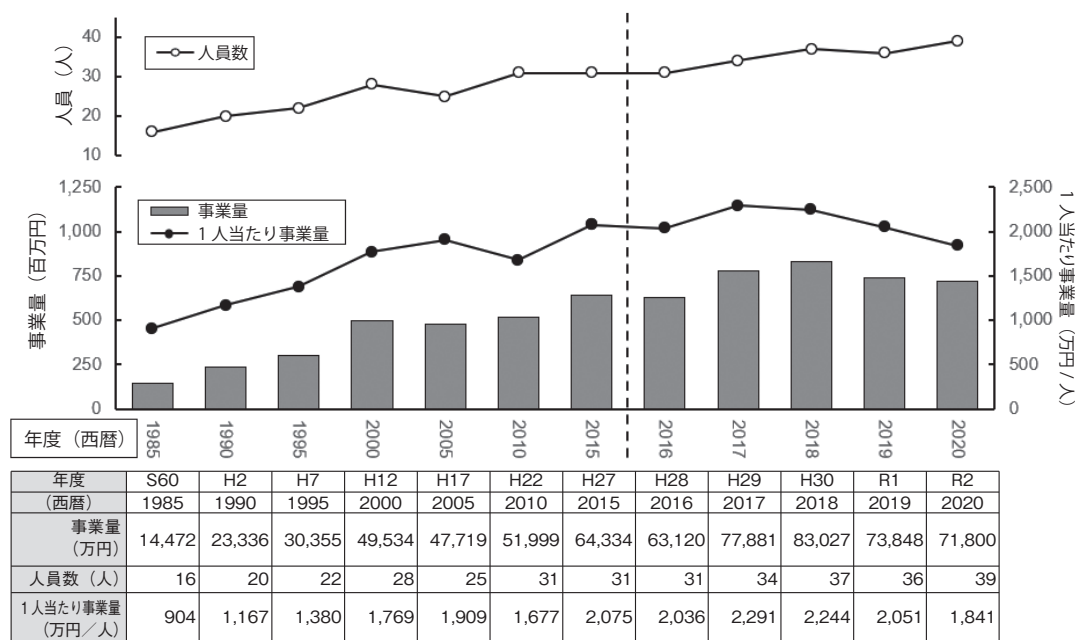


図 事業量・人員・1人当たり事業量の推移（2015年度までは5年毎）

○最近 M&A が盛んです。M&A のありように詳しいわけでもなく、また、実務的にも売り手と買い手の希望価格が一致したときそれが企業の売買価格だというようなことも言われています。ここでは大雑把ですが、2つの方式で検討してみましょう。

・時価純資産価値 + 営業権、の考え方。

純資産価値は、単純化のため固定資産税評価額の総額とし、営業権は通常経常利益の2年分程度とされていることから、

$7 \text{ 億円} + (4 \text{ 千万円} \times 2) = 7 \text{ 億} 8 \text{ 千万円}$

・営業キャッシュフロー（税引き後利益 + 償却費）をもとにした計算

資本コスト（利回り）を10%とし、これをもとに直接還元法で算定すると

$(4 \text{ 千万円} \times 1 / 2 + 7 \text{ 千万円}) \div 10\% = 9 \text{ 億円}$
大体8～9億円とみていいようです。

私たちは一般財団法人です。民間企業とどこが違うのか。株主に配当する必要がない、ギリギリ利益を追う必要がない、経営資源を成長分野にとあくせくする必要に迫られない、こんなことは言えようかとも思いますが、しっかりとした仕事をするためにも、TBTL 単独でも事業が維持できるように、自ら安定的にしっかりと賄っていかななくてはならないと思います。さらに、企業価値（TBTL のブランド価値）を上げることにより、より充実した業務を呼び込むことにもなるでしょう。

それでは、より高い企業価値を目指した今後の展開について考えてみましょう。TBTL は建築関係の総合試験機関としては後発です。後発であるがゆえに、他の機関で収益の柱になっているような業務について必ずしも強くありません。

これまででもそうでしたが、得意分野を生かし、伸ばせるところを伸ばすといった柔軟な姿勢が必要です。

○住宅部品開発センター性能試験場の原点に回帰

住宅部品の性能試験が TBTL の原点です。TBTL が業容を拡大してから本部部品グループと TBTL の連携は不十分だったように思います。原点に帰って、連携を深めるべきです。「安全合わせガラス」の認定試験のために導入したエアキャノン試験は本部と TBTL の久々のコラボです。この試験をもとにした窓用シャッターの基準作成等の新しい動きが始まっています。

○カーボンニュートラル時代への貢献

これからの建築・住宅分野のキーワードが「カーボンニュートラル」であることは間違いないでしょう。この分野での第三者機関による試験の役割も拡大することと思います。本部の環境性能評価業務の高度な専門性には定評のあるところ、環境分野においても本部とのコラボにより他機関にはない多様な試験サービスを機動的に提供できるのではないのでしょうか。

○新しい試験サービス、きめ細やかな試験サービスの提供

各種試験は長年の蓄積のもとに法制度に組み込まれ、またデファクト・スタンダードとして確立してきました。一方で、新しい試験ニーズ、新しい部品・部材の登場により、常に新しい試験サービスの提供が求められています。「実大試験体」を用いずとも、材料レベル、部材レベルの防耐火性能確認（予備試験）を可能にする小型防火炉等の導入はその一例です。また、例えば構造・材料分野で、対象の形状や規模が定型ではない試験、性能の証明や確認の方法が公知でないものの試験などを求められることがあります。依頼者と試験のイメージを共有しながら、専門性を生かして試験体形状、試験・計測装置、治具等について試行錯誤しながら、新しい試験を提案していく、そんな取り組みも積極的に進めるべきだと思います。

○基礎・地盤関係への取り組みをさらに強化

基礎・地盤関係はTBTLが得意分野として取り組みを強化してきました。

今後、増加すると考えられる「既存杭再利用」に関しては、既存構造物調査や再利用計画策定等の総合的マネジメントが必要です。一般社団法人建築基礎・地盤技術高度化推進協議会とも適切に連携して、これらについての技術支援を行うことにより、杭の再利用が着実に定着していくことを期待します。

また、基礎・地盤に関しては、試験計画から試験の実施、結果の評価、認証等の発行までワンストップで対応できるのがTBTLの強みであり、利点を意識した業務展開に努めることが顧客サービスにもつながるでしょう。

○人が財産、高度な専門性を有する人材の育成

「いくらで売れるのか」のところでは、人材についての評価は出てきません。理屈の上では優れた人材の集積が高い収益を生むということになるのだと思いますし、実際のところもそうであるべきです。あらゆる業種について言えることとは思いますが、事業活動は最終的には「人」だと思います。特に、TBTLのように高い専門性を持った業務を行うためには人材の確保・育成が欠かせません。また、それは一朝一夕では成しえないことです。

一つの指標として「博士号」の取得状況を見ますと、役職員（事務職を除く）36名中、博士号取得者は13名です（他にTBTLから本部に出向中2名）。

今後も、中堅・若手職員を中心に博士号取得にチャレンジするなど技術・専門知識に磨きをかけていただきたいと思います。

私たちは株式会社ではありません。株主の顔色を見ながら、ひたすら利益を追い、拡大を図る必要はありません。しかしながら、建築住宅に関する総合試験研究機関として安定的に各分野の業務をこなしていくためには、TBTLは未だ規模的に中途半端であると思います。そのために人材確保も進めており、図をご覧くださいとわかるように、直近では一人当たりの事業量は下降気味です。

今後に向けて、人材、施設、業務量のバランスの取れたしなやかな組織にしていく必要があると思います。

業務品質、コンプライアンスの確保を第一に置きながら、役職員の皆さんがTBTLの価値にも日々関心をもって業務に取り組んでいただき、次の50周年においては、現在の倍の20億円の価値があると評価されるように邁進してまいりましょう。



TBTL40周年を迎えて

国立研究開発法人建築研究所 理事長 緑川 光正

つくば建築試験研究センター（TBTL）が40周年を迎えられましたこと誠におめでとうございます。また、TBTLの活動を支えてこられた皆様に心より敬意を表します。

1981年に筑波郡大穂町（現つくば市）に性能試験場として開設され、1988年に筑波建築試験センターに改称され、2008年には現在の名称に変更されています。建築研究所とは隣り合わせの場所にあり、1980年に建築研究所に異動した私とほぼ同じ年月をつくばで過ごしてきたことを思うと感慨深いものがあります。

TBTL開設当初は業務の殆どは優良住宅部品認定試験だったということで、構造分野を専門とする私との関わりは余りありませんでした。

現在では、TBTLが扱う試験の内の構造分野は木造、鉄骨構造、鉄筋コンクリート構造、建築基礎・地盤と多岐にわたります。試験機の載荷能力の変遷を見ると、開設から十数年間は10kN以下でしたが、1997年に第1試験棟新設に伴って反力床が設置され載荷能力は数百kNに上がりました。2004年に構造・材料試験棟の新設で反力壁・反力床が整備され水平力2MNの大型試験まで実施可能となり、2015年には杭強度試験棟の建設に伴う杭曲げ試験装置の整備で5MN油圧ジャッキが導入され、構造試験能力は着々と増強されてきたことが分かります。

TBTLとの最初の関わりは1988年から5年間の建設省新素材総合プロジェクト「建設事業への新素材・新材料利用技術の開発」の一環として行われた「金属系新素材・新材料の利用技術の開発」にTBTLの方が参加したことだっ

たように記憶しています。その後、TBTLの構造試験能力の増強と相まって、種々の構造実験の実施を協力依頼する機会が増えていきました。例えば、地震エネルギー吸収金属系ダンパーの部材や架構の加力実験、柱浮上り構造システムのベースプレート降伏型柱脚部や柱中間浮上り部など各種要素の加力実験などが思い出されます。このように構造実験の実施において長年にわたり協力して頂きました。

2000年には建設省から建築基準法に基づく性能評価機関・認定機関として指定を受け、公正・中立な第三者機関として構造方法等の認定に係わる性能評価や評定を行って社会に貢献しています。評価・評定には建築研究所からも学識経験者の委員として複数参加しており、彼らにとって実務における技術レベルの現状を知る貴重な経験の場になっています。

また、筑波研究学園都市などを拠点とする建築関係研究機関で構成されるBRIC（筑波建築研究機関協議会）の事務局として情報交流活動の促進に貢献されていることに感謝申し上げるとともに、この活動がTBTLの一層の活性化に繋がることを期待しています。

今年3月には新たな時代における住宅政策の今後10年間の基本的な考え方である「住生活基本計画2021」が公表されました。ここでは2つの方向性と8つの目標が示されています。即ち、1) 社会環境の変化を踏まえ新たな日常や豪雨災害等に対応した施策（目標1、目標2）、2) 2050年カーボンニュートラルの実現に向け

た施策（目標6）です。目標1は「新たな日常やDXの進展等に対応した新しい住まい方の実現」で多様な住まいの場を柔軟に考えようということです。目標2は「頻発・激甚化する災害新ステージにおける安全な住宅・住宅地の形成と被災者の住まいの確保」で近年進化しつつ多発する自然災害を気候変動の影響に起因するものと捉えています。目標6は「脱炭素社会に向けた住宅循環システムの構築と良質な住宅ストックの形成」で柔軟な住み替えや耐震性能・省エネルギー性能・バリアフリー性能等の向上、そして良好な温熱環境を備えた良質な住宅ストックへの更新を進めることとしています。

上記の住生活基本計画や国連が提唱するSDGs（持続可能な開発目標）などはTBTLの活動に深く関わるものですが、特に目標6の住宅性能の高度化と良質な住宅ストック形成は、今後TBTLが目指すべき方向と言えるでしょう。そして最終目標としての真に豊かさを実感できる住生活の実現に繋がるものと考えられます。

近い将来に発生が懸念されている南海トラフ巨大地震や首都直下地震では甚大な被害の発生が想定されています。南海トラフ地震の最悪の条件下では、死者30万人以上、被害額200兆円以上、必要な応急仮設住宅200万戸以上などと予測されています。ただし、適切な事前防災対策がなされれば死者と被害額は半分程度以上減らすことが出来るという推計もあります。

1923年関東地震の被害額は当時の国家予算の2～3倍だったとも言われ、そうならないような事前対策が急務とされ、全国各地で様々な対策が進められると同時に、各方面の研究機関でも対策に係わる研究開発が実施されています。その中に、建築基準法を超えるレベルで建築物の耐震性能を総合的に確保しようという動きがあります。すなわち、従来は人命保護のために建築物の終局耐震性能が重視されてきましたが、近い将来に発生が懸念される巨大地震への対策はそれだけでは不十分で、地震後の継続

使用性を確保することが重要だと認識されるようになってきました。

現在では、国土交通省住宅局を中心に「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」が提示されています。ここでは防災拠点となる新築の建築物とともに既存の建築物を対象としています。これは2004年新潟県中越地震の企業サプライチェーン寸断の被害経験から注目されるようになった事業継続計画（BCP）の一つと言えますが、将来は一般の建築物や住宅にも適用が広がることが期待されます。そうした段階になればBCPに加えて生活継続計画（LCP）が考慮される時代が到来するでしょう。

建築基準法が制定された当時のような経済が貧弱な時代に比べて経済が成熟した現在では、巨大地震を乗り越えて持続可能な社会を構築することが求められています。そこでは、建築物に求められる耐震性能が、人命保護ばかりでなく、地震後の継続使用性の確保という一段進んだレベルに変わる必要があります。これこそが、現在までに長い年月をかけて我々が地震被害から学んできた貴重な経験の一つだと言えます。

こうした世の中の動きにTBTLが今後対応しつつ力を発揮するような場面が来ることも期待したいと思っています。

新型コロナウイルスの感染拡大の影響で毎年楽しみにしているTBTL恒例の春の花見会、そして秋のバーベキューが残念ながら中止になりましたが、早く再開されて皆さんと歓談できる状況に戻ることを願っている今日この頃です。

TBTLが40周年を迎えて、より高度な試験研究そして人材育成に今後も引き続き取り組み、より良き住まい・住環境・建築の実現のための試験研究機関として一層躍進されることを祈念いたします。また、二木総括役、西山常務理事、藤本上席参与を始めTBTLの方々には様々な場面でご協力頂いていることに感謝申し上げますとともに、今後とも様々な交流が続けられることを期待しています。



TBTL40周年と私

常務理事 西山 功

はじめに

今年9月、つくば建築試験研究センター(TBTL)は開設(1981年9月)から40年を迎える。私もつくばに移り住んで同じく40年であり、その間、近くからTBTLを見てきたので、振り返ってみたい。今後の40年、そこまできなくとも10～20年を考える上で示唆となることがあれば幸いである。

筑波研究学園都市との出会い

私が筑波研究学園都市(筑波大学は1978年、公的研究機関は1980年に移転完了)を初めて訪れたのは、1980年の夏の終わりである。大学院で作成していた論文の全体像がやっと出来上がった時期で、翌春の就職に向け、TBTLの敷地のすぐとなりの建築研究所を訪問した時である。

浅草の実家を朝出発して、地下鉄、列車、路線バスを乗り継いで建築研究所の裏手のバス停に到着したのは午後2時過ぎであった。当時は、列車や路線バスにエアコンはなく、建築研究所に到着した時は、暑さも手伝って疲れ果てていた。「遠いところだ」「陸の孤島のような」というのが最初の印象であった。このバス停は、TBTLの最寄りでもあったので、TBTL職員も、またTBTL訪問者も、私と同じ印象を持ったに違いない。

建築研究所にはその後約36年間お世話になった。縁とは不思議なもので、建築研究所の当時の就職担当(本稿では具体名は書きません)は、後にTBTL所長、ベターリビング(CBL)

顧問となられた。

開設当時のTBTL

TBTLにどなたがいらしたか、実は、まったく記憶がない。敷地の中にポツンポツンと建物が建っていたことをおぼろげに覚えている程度である。試験の時だけ東京から職員が出向いていたと聞くので、記憶にないのも当然なのだろう。

私の専門は建築構造である。今でこそ、建築構造の研究者が建築非構造などの研究テーマに取り組むようになってきたが、当時は、そのような研究者はほとんどいなかった。そのため、手すりユニットや収納ユニットなどの住宅部品の性能試験を生業としていたTBTLの職員と仕事上で一緒にする機会はない時代であった。

その後のTBTLとの係わり

このような状況がしばらく続き、私とTBTLとの直接的な係わりがない時期が続いた。一方で、建築研究所での仕事では、行政協力など研究以外にも忙しくなり、大学などと違って実験などを手伝ってくれる学生はいないし、アルバイトの採用も難しかったことから、研究を実施する上で実験補助の必要性が高まってきた。最初は、TBTLに実験補助のみをお願いすることから始め、安心して実験を任せられることがわかってからは、お願いする範囲が次第に拡大し、最後の頃は、研究目的を説明した上で、実験の多くの部分をお願いするようになった。

建築研究所では、JICAを通じた技術協力も

していた。東南アジア、中東、東欧、中南米や北アフリカなど世界中を対象としていた。試験装置などの援助では、装置の仕様は相手国機関と相談して建築研究所が決め、その後の装置の詳細や現地設置後のオペレーションの指導などは TBTL にお願いすることも何度かあった。

これらの仕事では、TBTL には大変お世話になったのだが、主に担当して下さった方は、現在、CBL の上席参与を務めている。

大学や建築研究所のような公的研究機関の研究者は、複数の研究テーマを同時に担当することもあるが、基本的には最も重視する研究テーマに注力している。一定の研究成果をあげるには、最低でも 3 年程度を要するので、研究者が一生で経験できる研究に伴う試験はごく限られる。これに対し、TBTL 職員は、依頼者からの要請により短期間で数多くの試験を経験することが出来るので、本人の努力次第だが、技術の向上という意味では、TBTL の業務は宝の山と言える。

直近 4 年間の TBTL

4 年前に縁あって CBL (主な職場は、TBTL) で働くこととなった。その時点で、建築構造に限れば、大型の試験施設としての構造・材料試験棟や杭曲げ試験棟などが整備されていて、しかも、これらの施設を TBTL 職員が自在に使いこなしていた。40 年前の開設時にここまでは想定していなかったのではないだろうか。

業務を通じた職員の能力向上、社会人コースなどを利用した学位（博士）取得の推進、大学で研究を行ってきた職員の積極的な採用など、組織の運営方針の成果と言える。

直近では、住宅部品部門との連携によるエアクャノン試験機、防耐火試験の効率化の動きに対応した小型加熱炉の整備などが進んでいる。また、脱炭素社会の実現への貢献として恒温恒湿室の機能向上を伴う更新も待ち構えている。昨年来のコロナ禍対応として一段と進んだウェブ会議やウェブ（立会）試験における通信の高品質化のための構内全域での LAN 敷設の準備も着々と進められている。

今後の TBTL は？

以上、建築構造の専門家という目線で、TBTL の 40 年間を振り返った。

立派な試験施設を持ち試験の依頼に答える、より多くの試験を経験する、宝の山から技術向上のヒントを見つける、業務を通して依頼者の信頼を勝ち取る、これに加え、意欲・能力のある仲間を積極的に迎え入れる、これまでの 40 年間、TBTL はこれらを実践してきた。今後も、この PDCA サイクル（？）を回し続けていくことを期待している。

最後に、コロナ禍でややもすると希薄となりがちな人と人との関係ですが、良い塩梅の距離感を守りつつ関係を深めることの重要性を再認識して頂きたい。



TBTL40周年を迎えて

総括役 二木 幹夫

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（TBTL）が、その前身である性能試験場として活動を始めてから40年が経過しました。その間、住宅産業を取り巻く社会環境の変化に対応しつつ、業務の内容も住宅部品に関連した試験が中心であった時代から、今では、ほとんどの建築分野を対象とした生産技術に関する試験を業務として、新たな技術開発、研究分野の事業をも展開しています。今回、前回の30年周年記念誌からの10年間の社会の変化や世界の動向などを概観して、40周年を迎えた本組織の将来の有り様について述べてみたいと思います。

大きな社会変革の捉え方には、個人差がありますが、大きな災害の発生も、その契機になることがあります。10年前の東北地方太平洋沖地震（2011.3.11）では、住宅を中心として、津波による大規模災害や宅地災害への警鐘があり、その結果、津波防災拠点の指定や住宅の高台移転、大規模盛土造成宅地の耐震化や地盤の液状化対策などが国策として打ち出されましたが、住宅の敷地や基礎に関連した問題の解決は、今後の大きな課題になっています。また、原子力施設での放射能災害は、回復が極めて困難な危険と隣り合わせである原子力技術からの脱却への世論を世界的に創出し、同時に、この10年で、地球温暖化対策の必要性の議論から、エネルギー源転換への具体的な事業への取り込みや人々の行動規範の転換が叫ばれています。建築関連では、建築物への具体的な省エネルギー対策の義務化などが制度化され、必要な事業へ

の展開が期待されます。

通信速度の大幅な高速化と普及によって、デジタル技術の実用化の範囲が急速に広まっています。我々は、その変化に驚いていますが、今、我々が経験している現象は、比較的、対象規模が大きな分野など、一部の極限られた領域でしかないことに気づきます。恐らく、現代社会の大凡の対象で何らかの変革が可能であり、また、その必要性を自覚して、具現化する活動をしなければ、これからの事業展開に遅れが生じうるだろうと思います。ある程度時間が経つと、デジタル技術に支えられた分野が有機的に繋がり、さらに高度化した社会が当たり前になる時代を迎えることは想像に難くありません。コミュニケーションの高速化と簡素化は、同時に、多くの誤差や齟齬に関しても、急速にその影響を大きくしています。また、悪意を持った操作（フェイクニュース、ハッカー被害など）による混乱なども生じやすくなります。当財団を含めて多くの企業が「安全・安心」の付与を標榜して事業展開を行っていますが、それらを担保する仕組みも、デジタル社会にあった能力を関係者が身につけ、必要な制度、形態に作り替えていかねばなりません。しかし、これを使いこなすには、難しい課題が山積しているように思います。このような社会では、企業間同士のコミュニケーションをベースに構築されていた事業の運営が、社会の末端の構成員である個人から直接的な反応を受ける機会とスピードが圧倒的に支配的になり、また、無視することが難しくなりますので、「B to C」の高度な構築が必須です。

「アラブの春」という現象も、つい10年前の現象ですが、閉塞感や抑制された社会から自由と民主主義を求めて展開されました。自由や平等、公平を制限するもとは、宗教、政治体制など、各国、各地域で事情が違っていると思われるのですが、デジタル技術は、これらの社会では、監視用などの道具としても強力な武器になることが想像できますし、事実、そのような報道も聞かれます。しかし、デジタル技術は、やはり、「自由／平等／公平」を基本とする社会に似合った技術であり、そのようにあって欲しいと願っています。我が国においても、デジタル庁が創設され、本格的な社会機構の変更整備に向かって一步を踏み出した感がありますので、この機に合わせて、必要な準備を急ぐことが大切だと思っています。

地球温暖化の問題も、この10年で、世界の取り組み方に一定の方向性が出てきているように感じています。しかし、具体的な成果につながるかどうかは、今後の環境に関する数値の推移を見定める必要がありますが、環境指標のトレンドが逆転するには、まだ、多くの時間を要するということが、世界の共通認識かと思えます。その間、地球の気候変化に伴う異常気象一大規模災害への備えを続けなければなりません。最近の異常降雨による土砂災害や洪水災害などへの具体的な対応策が次々と打ち出されており、具体的な施策提案が行われ始めています。社会の発展に伴い、人々の生活範囲が、災害を被る危険区域と共存しているのは、最近に始まったことではありません。異常災害を引き起こす原因（台風や地震）である「ハザード」に対して、それと遭遇する対象を「暴露」と言い、その現象への抵抗の度合いを「脆弱性」と言いますが、災害の発生は、これらの3つの要素の関係と対策の程度で決まります。河川改修の技術で済んでいた脆弱性への備えでは、地域によっては不十分となり、ハードな防災対策の限界が議論されています。このような場所では、ハザードを受けないようにするための居住移

転、また、暴露をなくするための建築規制、一時的な緊急避難などの検討が必要になります。

次に、生命科学に関する目覚ましい技術革新があります。本来は、「生命とは何か？」という基本的な解明への動機をもって始まったものと思われますが、その仕組みが次第に明らかになると、遺伝子組み換え技術を使った医療への応用から、新しい生命体創造の可能性までと、ここ10年の成果の見える化が顕著です。技術開発は、基本的に物理的、機械的な合理化や発展が基本となることが多いのですが、その結果が人類に及ぼす影響（自然環境や住生活、福祉など）などへの配慮を欠いた経済活動へと繋がることもあり、原子力に関する技術の展開は、一つの事例であると言われます。しかし、生命科学に関する技術開発への適応は、これからの社会が避けて通れない段階に来ており、この技術は、人類や地球環境への貢献と危険性を併せ持った非常に難しい技術であることを忘れてはならないと思います。最後に、自然現象なのか、技術開発の過程で生じた事故なのかは今後明らかになっていくものと思われますが、現在、猛威を奮っている新型コロナウイルスによる世界的感染拡大による人類への影響の議論は、経済活動へのマイナス面などが主体とならざるを得ませんが、感染終息後の世界にあって、この度の世界的感染現象がワクチンや治療薬の開発で、忘れ去られる事象となる可能性があります。また、新型コロナへの対応が短期間で成功することは、逆に類似の新技術が持つ可能性を考えれば、マイナスの脅威を生み出す可能性も否定できないと思われます。

TBTLでは、最近の世の中の変化を捉えて、各分野での対応を図りつつ、組織のミッションを実現していくことになりますが、世の中の仕組みや活動の速度、技術などが進展し変化しても、人々の精神と肉体は、これらに対応することは簡単ではありません。これらの変化とのバランスを欠くことがないような方法を模索することが大切になるものと思います。

つくば建築試験研究センター ここ10年のうごき

企画管理部 吉田 邦彦

この9月で設立40周年を迎える当つくば建築試験研究センターですが、ここ10年間での人員の増加や新設した施設などについて時系列で少し書かせていただきます。

まずは2010年3月に「試験研究本館」が竣工し、それまで構内に点在していた執務室を1か所にまとめることで職員間のコミュニケーションが向上し、管理面においても効率化が図れました。

試験施設の新設では、2014年に「杭強度試験棟」が竣工し、高強度既製コンクリート杭などの終局耐力および変形性能を把握するための曲げ試験を実施できるようになりました。

2015年には、愛知県名古屋市に「名古屋ラボ」を開設し、地盤改良体・コンクリート・セメントミルク・モルタルの圧縮強度試験や地盤改良体の室内配合試験を実施しております。

2016年に「第2防耐火試験棟」が竣工し、壁加熱炉を増設し1000kNまで載荷可能な試験などが出来るようになりました。

また最近の新しい施設としては、「汎用小型加熱炉」を導入し、複数のパネルを組み合わせることにより加熱面の大きさ、開口方向を設定できる特徴を有している他、バーナー設置数や

温度測定位置も変更可能な設備での試験サービスの提供を開始致しました。

最も直近では、「加撃体発射試験機（通称、エアキャノン試験機）」を導入し、これを用いた飛来物衝突試験業務を開始致しました。

暴風による屋根瓦等の飛来物に対する建材（窓ガラス、雨戸・シャッター、外壁材等）の耐衝撃性能を確認するための施設であり、お客様からのご依頼が増えてきております。

簡単ですが、10年間で整備した施設について述べました。その他にも多種にわたる試験を実施するための設備を有しておりますので、建築に係る試験分野できっとお役に立てることがあると思いますのでお気軽にお問い合わせください。

最後となりますが、この10年間で技術系職員数が24名から36名に増加しました。少しずつではありますが、平均年齢も若くなってきております。

なるべく多くのニーズに柔軟に答えられるよう人も設備も整備してまいりたいと思いますので、今後とも当センターをどうぞ宜しくお願い申し上げます。

環境分野に係る業務の変遷

性能試験研究部 高橋 央、菅 哲俊

■音環境分野について

1. はじめに

2021年は当試験研究センター（以下、TBTLと称します）開設40周年という節目にあたる年ということです。音環境分野について、過去を振り返ってみたいと思います。

2. 施設について

TBTLでは、2つの音環境試験専用の施設があります。1つは、平成元年から運用を開始している音響試験棟で、不整形7面体の残響室で構成されています。（つまり、今年で32歳になる試験棟です。）この試験棟では、建築部品や住宅部品を主体として様々な対象物の遮音性能の試験を実施しています。試験対象物は、界壁や外壁・玄関ドアや内装ドア、窓、換気口など多岐にわたります。壁体の場合は約10m²程度の試料面積になりますが、小型建築部品の換気口の大きさは直径100mm程度のものが多く、試験対象によって大きく変化します。そのため、試験対象物によって試験体設置用開口部の大きさをその都度調整する必要があります。試験棟運用開始当初からしばらくの間は、この開口部調整にはそれぞれの大きさに合わせて製作した厚さ200mmのコンクリート版を試験用開口部にその都度設置して調整を行っていました。この作業が大変で、2人で約3日かかる作業量でした。また、重量物を扱うので、ある程度危険を伴います。時間的な効率化と安全性の向上をめざして、平成20年に開口部の改修工事を行っ

ております。

もう1つは、西暦2000年から運用を開始している床衝撃音試験施設です。当初は日本建築センターと共同出資で設立された施設ですが、現在はTBTL所有の試験施設となっております。この施設では、主に集合住宅で使用される床仕上げ材の床衝撃音遮断性能に関する試験を実施しています。試験対象物は、直貼りフローリング床、乾式二重床、畳床、カーペットなど基本的には床仕上げ材ですが、実建物に近い建物構造という点を活用してユニットバス・ジェットバスの運転音測定や洗濯機や掃除機の運転の測定など、上階の生活音の階下への伝達程度の検証実験なども行っています。この施設でも2012年に改修工事を行い、2階床と1階壁に貫通孔を設けました。この貫通孔を利用して配管を設置し、実建物に近い環境で流水音による排水音測定を行うことができます。

各試験棟の詳細については、過去のBLつくばでも何度か紹介していますので、ご興味のある方はそちらもご参照ください。（Vol.1 施設紹介「床衝撃音試験施設・音響試験棟と音響測定機器の紹介」、Vol.6 施設紹介「音響試験棟の改修」、Vol.22 施設紹介「床衝撃音試験施設で実施している試験の紹介」）

3. 優良住宅部品について

当財団の根幹事業の一つに、優良住宅部品（通称BL部品）認定制度があります。この認定制度は、その名の通り「住宅部品」全般を対象としているので、ホームページでも15のカテゴリ



記念樹植樹の様子（1989 年）



現在の記念樹（2021 年）

写真 音響試験棟竣工記念樹

リーに分けて紹介しています（キッチン、バスルーム、洗面・トイレ、インテリア、玄関周り、窓・手すり、エクステリア、給水・排水、給湯機、暖冷房・換気・融雪、蓄電システム、テレビ共同受信機器、光配線システム・防災機器、エレベーター、その他）。昭和の時代から運用を続けているので、当然ですが認定基準の定期的な見直しが行われており、廃止基準や復活基準などもいくつかありますが、現在運用されているのは 78 品目となっております。その中で音に関する性能について言及しているのは 44 品目あり、全体の半数以上になります。性能を評価するための試験方法は、関連している日本産業規格 JIS を活用しているものが主流ですが（表 1 参照）、なかには BL が独自に定めている試験方法もいくつかあります。

例えば、ガス給湯器の運転音に関する試験方法をみてみると、測定の方法自体は JIS に基づいて残響室での音響パワーレベルを測定するものですが、測定開始前に 15 分間の予備運転を行うこととしています。この試験を行う場合は、密閉された空間（残響室内）でガス給湯器を連続運転させているため、測定に時間をかけすぎると給湯器が不完全燃焼を起こしてしまうため緊急停止してしまうこともあったようです。

また、試験装置の本来の用途とは異なる使い方を採用している、ユニークな試験方法があります。自由提案型の認定品目「樹脂製住宅用束」では、束本体の強度を確認するための試験

の一つとして「繰り返し衝撃力試験」を定めています。束本体に繰り返し衝撃を加える装置として、本来は床衝撃音試験の標準衝撃源として使用するバングマシンを採用しています。バングマシンは、専用タイヤを高さ約 80cm から自

表 1 引用されている試験方法規格一覧

引用規格	名称
JIS Z 8731	環境騒音の表示・測定方法
JIS A 1416	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 Z 8734	音響－音圧法による騒音源の音響パワーレベル及び音響エネルギーレベルの測定－残響室における精密測定方法
JIS S 3031	石油燃焼機器の試験方法通則
JIA C 002	家庭用ガス機器の検査規程（一般財団法人日本ガス機器検査協会）
JIS A 4113	太陽蓄熱槽
JIS B 8346	送風機及び圧縮機－騒音レベル測定方法
JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法
JIS A 4007	ファンコンベクタ
JIS C 9603	換気扇
JIS A 1418-1	建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法－第 1 部：標準軽量衝撃源による方法
JIS A 1418-2	建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法－第 2 部：標準重量衝撃源による方法
JIS A 1440-1	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	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
JIS C 62282-3-201	燃料電池技術－第 3－201 部：定置用燃料電池発電システム－小形定置用燃料電池発電システムの性能試験方法
JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法

由落下させて床面に衝撃を加える装置で、衝撃力は約 4,000N あります。繰り返し衝撃力試験では、この衝撃を 50,000 回連続で加えた時に、支障のある変形やゆるみが生じないことを確認する内容となっています。

4. 建築学会、建築基準法関連

近年の建築学会発行物を表 2 に示します。2008 年に、AIJES-S-001「学校施設の音環境保全規準・設計指針」が音環境分野として初の日本建築学会環境基準（AIJES）刊行物となり、2020 年に第 2 版として刊行されております。新設の託児所や放課後児童クラブにおじゃました時、室内の仕上り材をよく見てみると音響的に反射性の高い材料が使われている残念な状態である事が多くあります。吸音処理の大切さが現場レベルまではまだまだ普及されていない印象があります。

建築基準法では 2019 年の改正により、長屋又は共同住宅の界壁の遮音性能に関して、天井の構造方法について新たに追加されました。天井の構造方法についても過去の BL つくばで紹介しておりますので、ご興味のある方はご参照ください。（Vol.23 特集「環境業務における試験業務の変化・改善について」）

表 2 近年の建築学会刊行物（音環境関連）

発行年	タイトル
2010.10.	環境振動性能設計ハンドブック
2010.10.	住宅の設備機器を対象とした低周波数領域の音と振動問題への対応資料
2011.11.	AIJES-S0002-2011 都市・建築空間における音声伝送性能評価規準・同解説
2016.1.	集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方
2018.11.	AIJES-V0001-2018 建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説
2020.6.	居住性能確保のための環境振動設計の手引き
2020.6.	AIJES-S0001-2020 学校施設の音環境保全規準・設計指針
2021.1.	AIJES-S0003-2021 スピーチプライバシーの評価規準と設計指針ー音声による情報漏洩防止ー

■熱・換気分野について

1981 年、当試験センターの開設当時から BL 認定のための太陽熱集熱器の試験などを行いましたが、本格的に試験業務を始めたのは、1985 年の優良住宅部品「断熱型サッシ」の認定のための熱貫流率測定からになります。1985 年に、第二試験棟の竣工と同時に試験棟内に、可変恒温室を整備しました。当初は、オイルショック後に制定された最初の省エネルギー基準に関連する断熱型サッシの性能試験を実施しましたが、新省エネルギー基準が施行された 1992 年前後には、玄関ドアが試験対象に含まれることになり、ほとんど毎日のようにサッシや玄関ドアの断熱性能試験を実施されました。1 日に 1 件しか行えないサッシや玄関ドアの熱貫流率測定業務を、年 200 件以上実施した年もあったと聞いています。数多く実施したサッシや玄関ドアの測定データをもとに得た住宅開口部の断熱性能に関する知見について、日本建築学会や空気調和・衛生工学会に数多く発表してきました。

また、1990 年頃からは断熱性能試験などで得た知見をもとに、JIS や ISO で試験方法が定められていない床暖房ユニットの床上放熱量と床下放熱量の比率を求める試験方法を開発しました。試験方法の詳細は「床暖房パネルの放熱量に関する研究」として、1999 年の日本建築学会計画系論文集にも掲載されています。この試験方法は、BL 優良住宅部品の試験方法として使用されるかではなく、住宅金融公庫の融資基準の試験方法として使用されるようになりました。試験業務を開始した当初は、床暖房の床下への放熱量に関する理解度が低く、床下に断熱材を入れる必要がないと主張する依頼者も多く、供給エネルギーの約 50% が床下に放熱される場合もあったと聞いています。最近では、高効率を目標にした床上放熱量の比率が 80% 以上の試験体も増えてきています。これまでの知見をもとに、試験方法への改善に関する試みはまだ続いており、試験結果の標準化方法に関

する研究論文を2021年の空気調和・衛生工学会論文集に発表しています。

上記までの試験では、湿度制御の必要性はありませんでしたが、2000年の住宅の性能表示制度が制定されてから、木造住宅では金物を使用した壁などへの補強が多くなり、このような金物による熱橋による壁内雨結露に起因する建物の劣化防止の防湿対策等の確認が必要になりました。そこで、2005年に当初整備した可変恒温室を改良し、湿度制御と温湿度のプログラムができるようにして、可変恒温恒湿室になりました。湿度制御もできるようになってからは、壁の結露試験やJIS A1514「建具の結露防止性能試験方法」に示したサッシや玄関ドアの結露試験などが実施できるようになり、近年では換気ユニットや換気部材の結露確認試験なども行うようになりました。さらに、後で紹介する全熱交換器の線熱交換効率や全熱交換効率測定もできるようになりました。

換気関連の業務は1980年代のレンジフードファンを中心とする厨房換気に関する基礎実験からになります。当時は集合住宅の気密化がすすみ、レンジフードファン使用時に室内が負圧になり、玄関ドアの開閉が難しくなる事例や、電化厨房に対応した換気量の検討が必要になってきました。現在も継続しているBL換気ユニットでは、レンジフードファンに関する各種の性能基準値を定めていますが、その中の排気捕集効率試験などいくつかのBL独自の試験方法として定められています。これらの基準作成に必要な多くの検証実験は当試験センターで実施していました。1990年代には、都市再生機構から「気密住宅における室内環境向上に関する研究」を受託し、気密住宅に起こっている問題点を抽出するとともにその改善策を検討することになりました。改善方法としては、常時小風量換気システムを提案してその詳細を検討

することになりましたが、検証に必要な部材の風量・静圧特性データが不足しており、当試験センターで測定することになりました。この時のデータは、建築基準法改正の際にマニュアル作成の際に活用されています。2000年代には、シックハウス対策として建築基準法で機械換気を行うことが義務付けることになりますが、送風機や端末換気口、搬送部材などの性能を測定する方法は、JISやISOなどに定められていません。そこで、換気に使用する部材性能の測定方法を国土交通省の公営住宅関連事業推進事業費を活用した国土交通省、経済産業省、厚生労働省、民間団体等で組織した「室内空気対策実態調査・実証実験委員会」（事務局：（財）住宅リフォーム・紛争処理支援センター）の換気SWG（主査：澤地孝男）で検討し、試験方法が作成されました。この試験方法検討のための基礎実験は当センターで実施しました。上記の実験業務をとおり、マニュアル作成や試験方法確立に多く関わり貢献しただけではなく、その過程で多くの知見を得ることもでき、現在も継続している換気試験業務に関する貴重な知見にもつながることになりました。

設備機器性能に関する業務は、2000年代からに制定された全熱交換器に関するJIA規格やJIS規格の影響もあり、全熱交換器の風量試験や熱交換効率試験を実施してきました。特に2017年に全熱交換器のJIS規格が改正された際には、その内容が大幅に改正された影響もあり、多くの試験業務を実施してきました。風量試験、熱交換効率試験、有効換気量試験がメインになります。ほかに、この2～3年はビルマルエアコンの性能測定に関する実験業務やエアハンドリングユニットの性能調査に関する実験業務にも参画しています。今後は、設備機器の性能評価に関する業務も積極的に展開していきたいと思っています。

構造分野を振り返って

性能試験研究部 総括試験研究役心得 服部 和徳 (S造・全般)
 担当部長 岡部 実 (W造)
 試験研究員 高橋 豪 (RC造)

1. はじめに

つくば建築試験研究センター (TBTL) が 40 周年を迎えられたことを機に、構造分野のこれまでの動向について振り返ってみることにします。

本誌では、試験施設・試験設備の変遷について記載させていただきます。

建築構造分野は構造種別で分けると理解しやすく、その分野は、主に木質構造 (W造)、鉄骨構造 (S造)、鉄筋コンクリート構造 (RC造) に大別されると思います。W造、S造、RC造、その他構造について、これまで実施してきた試験を簡単にご紹介できればと考えます。なお、下部構造 (基礎構造や地盤等) に関する事項については、建築・基礎地盤業務部に筆を譲ることとし、詳しい内容についてはそちらの記事をご参照にできれば幸いです。

2. 構造分野の変遷

1) TBTL 設立

つくば建築試験研究センター (TBTL) は、1981 年 (昭和 56 年) に優良住宅部品 (BL 部品) 認定に係る試験業務を実施する試験所として設立されました (執筆者である服部は、2008 年入社ですから、当然その当時のことは知り得ません。過去の状況については、先輩方からお聞きした情報をもとに記載しています)。

最初に認定品目となったのが集合住宅用手すりであり、その強度性能が重要な評価項目であるため、水平、鉛直方向の加力試験を実施して

きたと聞いております。これが、TBTL 構造分野の始まりです。

その後、墜落防止手すり、物置、自転車置き場、郵便受け箱、ドア等の BL 部品の品目が増えていき、それらの構造試験を実施してきました。

設立から十数年間は、TBTL で実施できる試験の載荷能力は 10kN 以下程度だったと聞いております。

2) 反力床の新設

1997 年 (平成 9 年)、「第 1 試験棟」内に反力床を新設致しました。反力床の大きさは 6m × 12m であり、許容曲げ耐力 220kN・m/m、許容せん断耐力 670kN/m の能力です。(表 1 参照)

載荷能力が 10kN 程度だったものが、反力床の設置に伴い、数百 kN レベルまで上がり、試験の幅がグッと広がったと思われます。

反力床の新設に伴い、パネルや梁部材などの曲げ試験等が比較的簡単に対応することが可能になったと思われます。(写真 1 参照)

表 1 第 1 試験棟 反力床の仕様

幅 × 長さ	6m × 12M (揚程: 4M)
許容曲げ耐力	220kN・m/m
許容せん断耐力	670kN/m
カブラ	D23 異形 PC 鋼棒カブラ 住友電工 (製品名: ゲビンデスタープ) 降伏点荷重: 386kN 500 ピッチで配置 一部、1000 mm ピッチ

また、コンピューターの進歩に伴い、汎用計測ソフトを用いながらのデータ収録が始まったのは1995年頃だと聞いております。



写真1 第1試験棟 反力床

3) 構造・材料試験棟（反力壁）の新設

構造分野における最も大きな出来事としては、2004年（平成16年）「構造・材料試験棟」の建設であると思います。「構造・材料試験棟」の建設は、当時の二木所長（現在、総括役）および藤本部長（現在、上席参与）のご尽力によるものだと聞いております。また、建物ならびに反力床・反力壁の構造設計は、菅谷さん（現在、技術評価部長）がご担当されたと聞いております。

「構造・材料試験棟」の反力床・反力壁の特徴を示したいと思います。

反力床は、北側、南側の2面設けております。北側エリアは5.5×5.0mであり、南側エリアは5.5×7.5mの大きさであります。

表2 構造・材料試験棟 反力床・反力壁の仕様

反力壁	幅：5.5m、高さ：5.0m（揚程：8M） 許容曲げ耐力：6000kN・m 許容せん断耐力：2000kN
反力床	南側エリア 幅：5.5m、長さ：7.5m 北側エリア 幅：5.5m、長さ：5.0m
固定カブラ	D32 異形PC 鋼棒カブラ 許容引張力：500kN 高周波熱錬（製品名：ネジボン） 500ピッチで配置

反力壁の幅は5.5m、高さ5.0mの大きさであり、許容曲げ反力は6000kN・m、許容せん断耐力は2000kNです。

水平力2000kN程度までの試験が実施可能となり、大型試験に対応することが出来るようになりました。反力壁の建設により、試験の自由度が広がり、構造試験のバリエーションが大きく広がったと思います。



写真2 構造・材料試験棟の反力床・反力壁

4) 300kN 動的アクチュエータの整備・ 100kN 動的アクチュエータの整備

2008年（平成20年）に300kN 動的アクチュエータを整備致しました。（表3参照）

このアクチュエータの整備により、20Kineまでの動的試験が実施できるようになりました。

適用試験としては、木造耐力壁の動的試験、外壁材等の層間変形追従性試験や構造物の疲労試験などに用いられることとなりました。

その後、2013年（平成25年）に100kN アクチュエータを整備しています。（表4参照）

もう少し加振速度の速いアクチュエータを導入しようという考えから、受圧面積を300kN シリンダの1/3にし、最大推力は±100kNまで低減させ、シリンダ移動速度を3倍にしたアクチュエータを新しく整備しました。

100kN 動的アクチュエータを用いた簡易振動台も作成し、小規模建築物や外壁等の振動実験を実施いたしました。（図3参照）

表 3 300kN アクチュエータの仕様

最大推力	±300kN
ストローク	500 mm (±250 mm)
最大速度 (sin 波) 理論値	200 mm /sec (20kine) :100kN 150 mm /sec (15kine) :200kN 120 mm /sec (12kine) :300kN
加振周波数	0.01 ~ 10Hz ※ 限界性能線図参照
制御方法	変位および荷重
制御波形	正弦波、三角波、矩形波、ランプ波、 任意波

表 4 100kN アクチュエータの仕様

最大推力	±100kN
ストローク	600 mm (±300 mm)
最大速度 (sin 波) 理論値	600 mm /sec (60kine)
加振周波数	0.01 ~ 10Hz ※ 限界性能線図参照
制御方法	変位および荷重
制御波形	正弦波、三角波、矩形波、ランプ波、 任意波

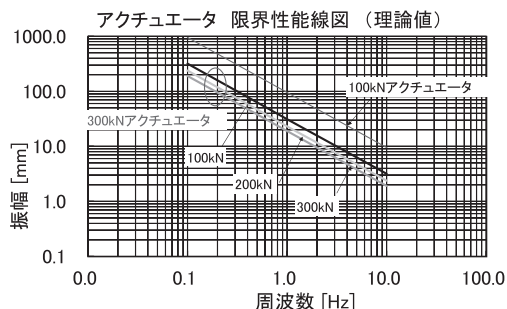


図 1 アクチュエータの性能曲線

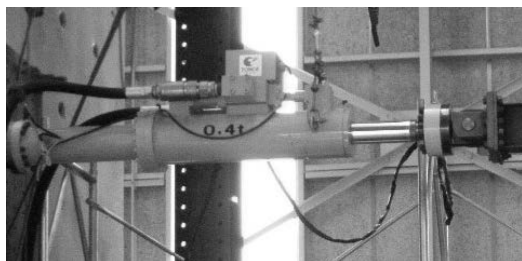


写真 3 アクチュエータ

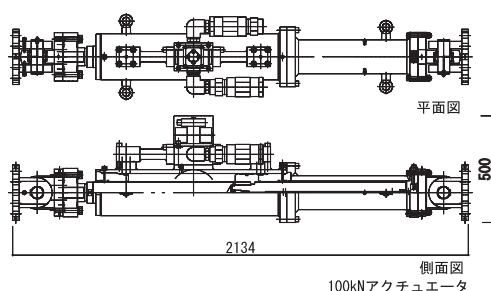


図 2 アクチュエータ

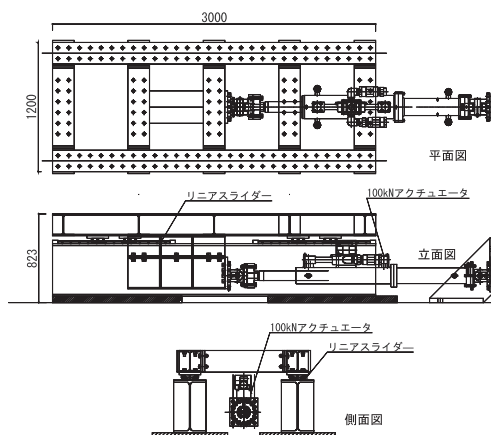


図 3 簡易振動台

5) 杭強度試験棟：杭曲げ試験装置の建設

2015 年（平成 27 年）には、杭強度試験棟が建設されました。杭曲げ試験装置は、その名の通り、既存杭（コンクリート既存杭、鋼管杭等）の曲げ試験を実施するために整備された試験装置です。（表 5、写真 4 参照）

杭曲げ試験装置では、5000kN 油圧ジャッキを整備しており、かなり大きな荷重まで加力を行うことが可能となりました。

荷重能力が大きくなったため、杭体の曲げ試験にとどまらず、鉄骨部材（H 形鋼梁や冷間成形角形鋼管、覆工板）の曲げ試験や、鋼管接合部の圧縮試験にも対応が可能です。

さらには、5000kN を超える 3 点曲げ試験を実施したいという要望もありました。その時は、5000kN 油圧ジャッキを両側に配置し、5000kN 以上の加力を実現致しました。

表 5 杭曲げ試験装置の仕様

最大荷重	5000kN
最大ストローク	500 mm
支持点性能	スライド量：±500 mm 回転角度：±10°
対応可能な試験体サイズ (目安)	杭径：φ300～1200 mm 杭長さ：4～11m
最大曲げ支点区間	10m



写真 4 杭強度試験棟

6) 杭曲げ試験装置の改造

杭曲げ試験装置は、屋外から試験体を搬入しておりました。その際、作業員が4名程度必要であり、時間と作業手間が多くかかっておりました。

また、試験実施場所もかなりの高所での作業が多く、危険があることも危惧されておりました。

その様な不具合を解消すべく、以下の2点の改良を施しました。

1. 反力架台を可動式に改良

2. 常設足場の設置

これらの改良により、試験効率および安全性が飛躍的に向上しました。

また、常設足場の設置により、安全に作業が実施でき、また、作業員の疲労などもかなり低減することが出来ました。(写真5、6参照)

表6に構造分野の変遷を記します。



写真 5 杭強度試験棟（改良後）全景



写真 6 杭強度試験棟（改良後）拡大

表 6 構造分野の変遷

年	イベント	イベント内容	試験可能荷重能力
1981 年 (昭和 56 年)	TBTL 設立	開所	10kN 以下 (鉛直、水平)
1997 年 (平成 9 年)	反力床の新設	荷重能力 UP	500kN 以下 (鉛直)
2004 年 (平成 16 年)	構造・材料試験棟：建設	反力床の新設：荷重能力 UP	2000kN 以下 (鉛直、水平)
2008 年 (平成 20 年)	300kN 動的アクチュエータ	動的試験の対応	—
2013 年 (平成 25 年)	100kN 動的アクチュエータ	動的試験；加振速度 UP	—
2015 年 (平成 27 年)	杭強度試験棟：建設	荷重能力 UP	5000kN 以下 (鉛直)
2019 年 (令和元年)	杭曲げ試験装置改	良安全性確保、作業効率 UP	—
将来	—	荷重能力 UP	5000kN 以下 (水平) ?
	—	荷重能力 UP	10000kN 以下 (鉛直) ?
	計測システムの改良 (AI などの活用) ?	安全性確保、作業効率 UP	—

7) 構造分野の変遷まとめ

TBTL 構造グループの変遷について、簡単に紹介させて頂きました。

開所当時は、荷重 10kN 以下のものしか試験が実施できなかったのに対し、今では 5000kN まで試験をすることが可能となりました。

幸いにして、これまで 40 年間、大きな事故もなく試験業務が実施出来てきました。

荷重が大きくなればなるほど、当然危険が増えるものかと思います。今後も、チャレンジ精神を忘れず、安全第一で試験業務を実施していきたいと思っています。

少しずつですが、施設や設備が大きく成長し、いったことを改めて確認することが出来ました。

今後も、さらなる成長(職員のスキルの成長も)ができる様に、努力を続けていたいと思います。

3. 試験実施例

本章では、TBTL でこれまで実施してきた試験(最近の試験を中心に)について、各構造種別毎に(木質構造(W造)、鉄骨構造(S造)、鉄筋コンクリート構造(RC造)、その他構造)紹介をさせていただきます。

1) 木質構造(W造)

木質構造(W造)分野は、耐力壁の面内せん断試験、各種接合具で面材を緊結した接合部のせん断試験、接合金物の引張試験及びせん断試験などを実施しています。

耐力壁の面内せん断試験は、壁倍率の大臣認定取得を目指した性能試験から、中大規模木造に対応するための高耐力仕様の面内せん断試験に移行しています。そのため壁倍率換算で5倍(単位長さ当たり 9.8kN/m)を超える許容せん断耐力となる耐力壁仕様の案件が増えています。

2018 年版枠組壁工法建築物構造計算指針(一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会編)では、第4章で中層枠組壁工法建築物の構造設計上のポイントが記載されています。その中で高耐力仕様の耐力壁として Midply Wall System が紹介されています。この耐力壁はカナダの FP Innovationsⁱ⁾ と British Columbia 大学ⁱⁱ⁾ が開発したシステムですが、日本の建築基準法に対応するため、面内せん断試験を実施し、その成果が構造計算指針に反映されました。(写真7参照)



写真7 MPW 耐力壁の水平加力実験

また階高が高い木造建築物に用いる耐力壁の性能確認の依頼も増えています。ベタリビングでは高さ 5m の反力壁を用い、 $\pm 300\text{kN}$ ストローク $\pm 250\text{mm}$ の油圧ジャッキで耐力壁に水平力を加えることができます。試験体高さが 4m の場合 $1/30\text{rad}$ で $\pm 134\text{mm}$ での繰り返しを行った後 $1/15\text{rad}$ (267mm) まで加力することが可能です。(写真8参照)



写真8 高さ 4m 耐力壁の面内せん断試験

i) FP Innovations ホームページ; <https://web.fpinnovations.ca/>

ii) British Columbia 大学 Wood Science ホームページ; <https://team.forestry.ubc.ca/>

海外では大規模木造建築の接合具に長尺の木質構造用木ねじを用いる事例が増えています。このような接合具のせん断実験、引き抜き実験を行い、性能を確認する依頼が増えています。木質構造設計規準・同解説（日本建築学会2006）では、木ねじの許容せん断耐力、許容引抜耐力の計算式が示されていますが、適用範囲はJISで規定されている木ねじのみが対象となっているため、長尺の木ねじについて実験で性能を確認し、別途木質構造用木ねじの性能を評定する業務も行っています。

一面せん断試験の実験では、ISO 16670:2003; Timber structures - Joints made with mechanical fasteners- Quasi-static reversed-cyclic test method に対応した正負繰り返し試験を実施し、繰り返し加力による木ねじの破壊モードの確認を行っています。単調加力では木ねじの破断は見られないことが多いのですが、繰り返し加力では多くが軸部で破断するため、最大荷重までは単調加力と繰り返し加力がほぼ同一性能となることを確認しています。

2) 鉄骨構造（S造）

鉄骨構造（S造）分野の試験は、大雑把に分類すると表7に分類されるかと思います。

本章では、表7に示される分類毎にTBTLで実施した試験事例等を紹介したいと思います。

表7 鉄骨構造に関する試験分類

材料特性	材料特性
部 材	梁材、柱材
接合要素	ボルト・高力ボルト、溶接
接 合 部	柱-梁接合部、梁接合部、柱接合部、柱脚、トラス接合部
骨 組	平面骨組、立体骨組

2-1) 材料特性試験

鋼材（炭素鋼、アルミニウム合金、ステンレス鋼、鋳鉄など）の材料特性を調べる試験は様々あり、大きくは機械的試験、化学成分試験、組織観察等に分けられます（表8）。これらの試

験は、JISに示される試験方法に則り、実施されます。

機械試験においては、当センターにおいて硬さ試験を除いて実施が可能です。化学成分分析および組織観察については残念ながら、当センターでの実施は現在では、試験装置が整備されておらず難しい状況であります。当センターで実施が出来ない試験については、今後、整備を整えていかなければと思っています。

昨今では、建築分野においても超高張力鋼と呼ばれる鋼材などの新しい鋼材が多く開発されつつあります。今後も、新たな建築用の鋼材が開発される事が想像されます。

また、当センターは、国土交通大臣より指定性能評価機関（指定番号第3号）の指定を受け、建築材料の認定に係る評価業務を実施しています。告示の改正に伴い、大臣認定を申請する場合には、公平公正な立場での第三者での試験が求められています。今後も試験業務・評価業務とのコラボレーションにより、公正中立な第三者の立場で性能評価が出来ればと考えております。

表8 材料試験の分類

機械的試験	引張試験 せん断試験 疲労試験 硬さ試験	圧縮試験 曲げ試験 衝撃試験 破壊靱性試験
化学成分分析	腐食試験	
組織観察	マクロ組織 結晶粒度	ミクロ組織 非金属介在物

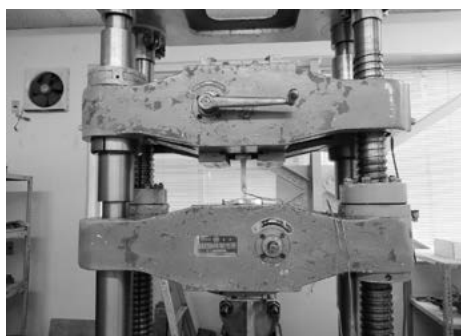


写真9 金属材料引張試験（1000kN以下）

2-2) 部材試験

鋼構造建築物は、部材（柱、梁やブレースなど）により骨組みが構成されています。安全性の観点から、外力（固定荷重、積載荷重、地震荷重、風荷重、雪荷重など）に対抗できる強い骨組を形成しているような建築物でなければなりません。

部材試験の大きな目的としては、外力が作用した場合における、部材の力学的特性や破壊性状を把握するという事です。

当センターにおいては、前述の通り反力床、反力壁を保有しております。また、加力ジャッキなども多く持ち合わせており、これらを上手く活用する事で、あらゆる試験に対応する事が可能です。（写真 10～16 参照）

昨今は、鋼構造建築物の高層化、大スパン化に伴い、建築構造用鋼材としては大断面、厚肉、高強度鋼材のニーズが高まっております。それに伴い、試験体や試験荷重が大きなものが必要とされる事が多くなってきております。

写真 13 は、H 形鋼の曲げ試験の試験状況で

す。部材長さが長く、また荷重もそれなりに大きい為、杭強度試験棟で実施致しました。

TBTL は、（国研）建築研究所に隣接しております。TBTL で実施出来ない場合は、お隣の建築研究所の実験施設を借用して試験を実施させていただくことも多々あります。写真 14 はブレース材の実大試験であり、高さ 3.8m、長さ 5.9m です。写真 15 はエスカレータトラスの実大試験であり、高さ 4.7m、長さ 12.6m のため、建築研究所の反力壁を借用して実施した例です。



写真 12 シャルピー衝撃試験



写真 10 金属材料引張試験（100kN 以下）



写真 13 H 形鋼の曲げ試験

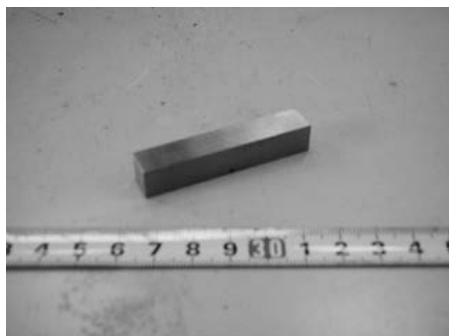


写真 11 シャルピー衝撃試験片

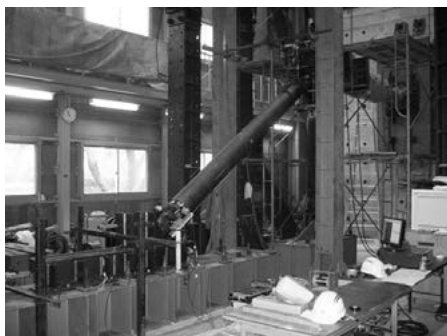


写真 14 ブレース材の実大試験



写真 15 エスカレータトラスの実大試験

2-3) 接合部試験

鋼構造建築物は、部材をボルトや溶接で接合して構成されています。接合部は、時に、耐力的にクリティカルな部分になるケースが多くあります。特に溶接接合部は、地震時に最も応力状態が厳しい位置に配置されている事が多いため、破壊の起点になる事が多々あります。

接合部実験は、実大試験とする事が多いです。そのため、部材試験とは異なり、試験装置が複雑になる事が往々にあります。従って、計測方法や反力をとる為の加力冶具の設計などが高度になり、テクニックや知恵が必要となることが接合部試験の特徴です。逆に、テクニックや知恵をいかに出すかが、当センターの技術者の腕の見せ所なのかもしれません。

写真 17 は、杭強度試験棟を使用して実施した試験です。試験荷重が 600 トン必要となり、油圧ジャッキ（容量 500 トン）では容量が足りませんでした。その為、試験体の両側に油圧ジャッキを設置し、試験可能とした事例です。



写真 17 梁継手曲げ試験



写真 18 柱梁接合部試験（L 形）



写真 16 高力ボルト摩擦接合部試験



写真 19 柱梁接合部試験（T 形）



写真 20 柱端接合部試験



写真 21 物置の振動実験

2-4) 骨組み試験

骨組みの試験の代表として、振動実験が挙げられます。その他、実大構造物を静的加力で実施することもあります。

写真 21 は物置の振動実験の例です。この試験は、先述した 100kN 動的アクチュエータを用いた簡易振動台を使用して実施した試験例です。

写真 22 および図 4 は、3 層実大 1×3 スパンの静的加力試験です。試験は、建築研究所の実大構造物実験棟で実施しました。本試験は、H24 年度基準法整備促進事業（27-2）の一環の実験であり、長周期地震動が鉄骨梁端接合部の性能に与える影響を調査した試験であります。本試験は、計画から試験終了まで約半年間に渡って実施し、非常に長丁場で大変記憶に残る大きな試験でした。

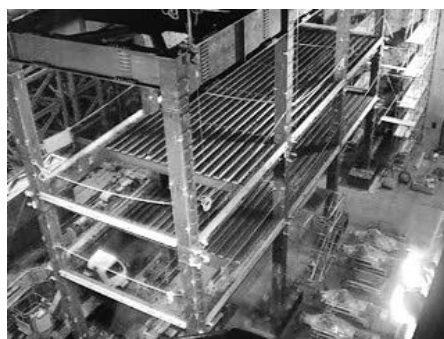


写真 22 3 層実大 1×3 スパン試験

3) 鉄筋コンクリート構造 (RC 造)

近年の RC 造の実験は、部材実験から架構実験への推移や実大スケールに近い実験が増えたこと、試験体の多様化とそれに伴う荷重値の増加が特徴として挙げられます。BL でも 5, 6 年前までは 200kN ジャッキの使用が最も多く、続いて 500kN、2000kN ジャッキが使用されていました。しかし、ここ 2, 3 年に関しては鉄筋コンクリート構造の試験において 500kN オーバーの試験依頼を多く頂き、2000kN ジャッキの使用がメインとなっております。

BL ではそのような多様化する試験への対応

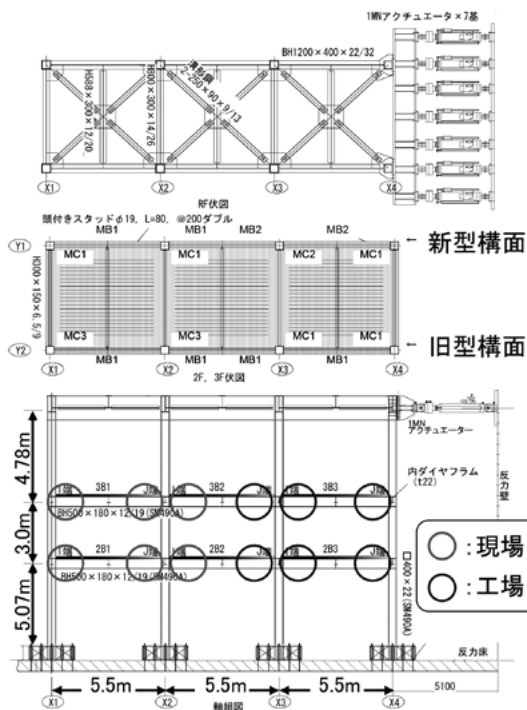


図 4 3 層実大 1×3 スパン試験
出典元：平成 24 年度建築基準整備促進事業 事業報告

の一環として、建研式加力装置（逆対称曲げ試験装置）を導入しました。（表9参照）

建研式加力装置とは、パンタグラフ（下図5の灰色部分）を用いて試験体の上面と下面を平行に保ちながら水平方向に加力する装置です。

この装置を使う事により、部材に逆対称曲げをかけることができ、柱や梁などの地震に対する強さや変形の性状などを調べることができます。

BLでもこの試験装置を3年前に導入し、実際に柱RC梁S接合部載荷試験や、実大スラブ付き梁の曲げ試験、RCフレーム架構実験などを実施しています。また、大型の油圧ジャッキも新たに1本整備し、高軸力下での試験実施にも対応できるようにしております。ベターリビングでは今後も社会とお客様のニーズに対応していきたいと考えています。

4) その他構造

木質構造、鉄骨構造、鉄筋コンクリート構造の実験例について紹介しました。

表9 建研式加力装置概要

水平荷重容量	2000 (kN)
軸力（鉛直荷重）容量	2000 (kN)
試験体高さ	3.5 (m)

本節では、その他の試験事例について簡単に紹介します。

写真23は、戸建て住宅のべた基礎と捨てコンクリートの間に摺動材を設けた免震システムの実験です。建築研究所の振動台を借用して実施しました。

写真24は、展示ケースなどの什器の下面に免震装置を施し、減衰効果を確認した実験です。



写真23 免震システムの振動実験

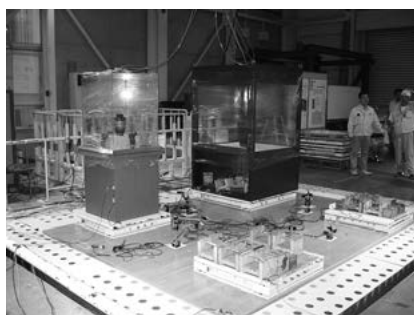


写真24 什器の振動実験

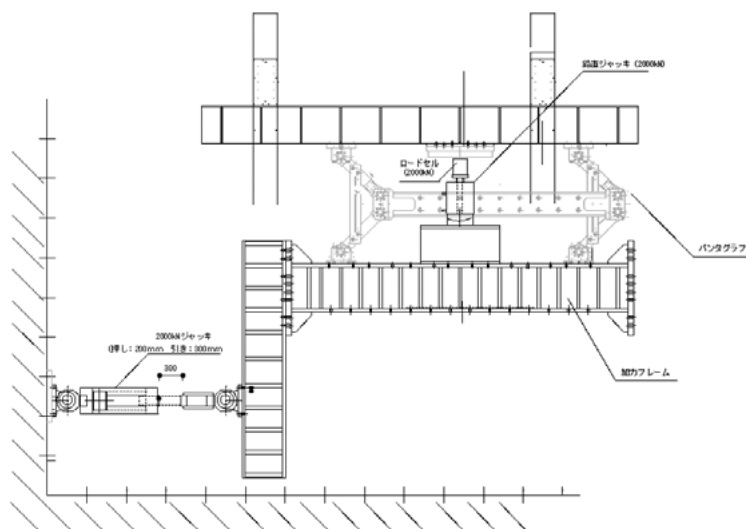


図5 建研式加力装置概要

UR 都市再生機構の技術研究所の振動台を借用して試験を実施しました。

写真 25 は、柱中間部浮き上り機構デバイスの性能について確認した実験です。デバイスには鋼材履歴ダンパーが用いられております。地震時に変動軸力を想定しながら、水平力を与えております。建築研究所の建研式加力装置を借用して試験を実施致しました。

写真 26、27 はアルミ断熱パネルの面内圧縮

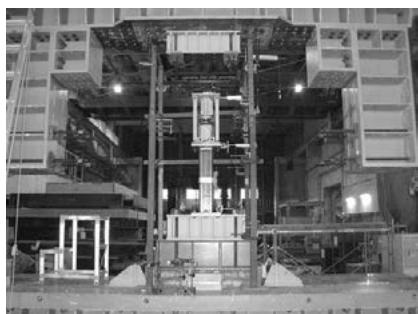


写真 25 柱中間部浮き上り機構デバイス試験

試験および面内せん断試験の様子です。その他、面外曲げ試験も実施しております。

写真 28～30 は、プラスチック製雨水貯留槽の試験です。写真 28 は圧縮試験、写真 29 はクリープ試験、写真 30 は正負交番繰り返し試験の試験状況を示しております。

雨水貯留槽は、地中に埋設されるものであり、建築物の上部構造ではなく、下部構造についても試験を実施している事例です。



写真 28 プラスチック雨水貯留槽クリープ試験

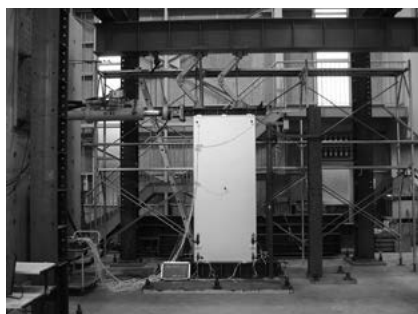


写真 26 アルミ断熱パネルの面内せん断試験



写真 29 プラスチック雨水貯留槽圧縮試験



写真 27 アルミ断熱パネルの面内圧縮試験



写真 30 プラスチック雨水貯留槽正負交番繰り返し試験

ベターリビング鉄筋コンクリート構造評定委員会の 最近十数年の活動とこれから

中部大学工学部建築学科 教授／東京大学地震研究所 客員教授
名古屋大学 名誉教授／BL鉄筋コンクリート構造評定委員会 委員長
勅使川原 正臣

一般財団法人ベターリビング「鉄筋コンクリート構造評定委員会」は、つくば建築試験研究センター（TBTL）の業務の一つとして中立的な第三者の立場から建築基準法への適合性評価するべく設置された評定委員会である。つくば建築試験研究センターは、一般財団法人ベターリビングの試験研究機関として、1981年9月“筑波研究学園都市”に設立された「公正中立」な立場で建築全般に関する各種の認定試験、性能試験、評定、調査・研究ならびに当財団の基幹業務であるBL部品（優良住宅部品）の認定に関する試験・研究を実施している。20周年に当たる2001年には筑波建築試験センター、更に2008年にはつくば建築試験研究センターと名称変更され今日に至っている。更に30周年を翌年に控えた2010年には試験研究本館を竣工、TBTLは技術研究を基底に据え常に全体を俯瞰できる体制を構築した。この事は、鉄筋コンクリート構造評定委員会に於ける性能評価が的確かつ効率的に実施できる大きな支えでもある。今後、申請受領から試験・性能評価に至るまでの多岐に渡る手続き過程では、TBTLの力量が遺憾なく発揮されるものと期待致している。建築構造性能を業務方法書に従って性能評価するには背景となる組織力が強固であることが不可欠で、その主要な一角を技術研究の推進に置かれていることに敬意を表する。

鉄筋コンクリート構造評定委員会では、主に

鉄筋継ぎ手、機械式定着工法、梁貫通孔補強筋、他について評定を行ってきた。私が当委員会委員長として参加した30周年を翌々年に控えた2009年からこれまでの12年間の当評定委員会における鉄筋コンクリート構造評定について少し思ったことを述べさせていただく。

図1は2009年から2020年までの評定件数を示したグラフである。毎年5～7件であり変化していない。この件数は、新規、変更、更新の件数の合計で、新規の件数に限れば年間2～3件である。複数の申請者が共同で申請した物件は複数の申請数で示されているため件数が多くなっている年がある。件数が少ないのは、当委員会が建築基準法への適合審査を厳格に行っていることの裏返しではないかと自負している。2000年の建築審査関係の民間開放に伴いこれまで（財）日本建築センターが独占していた評定・評価業務を行う業者が複数設立された。他の評定・評価機関の運営方法は知る由もない

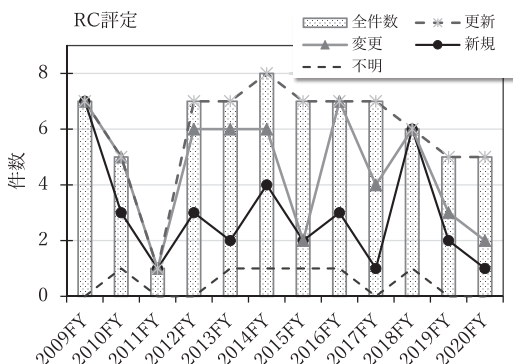


図1 鉄筋コンクリート構造評定委員会の評定件数

が、多くはきちんと決められた期間内に評価・評価結果が出てくるようである。当委員会では、純民間と一線を画した BL の評価委員会として厳正な審査をすべく表 1 に示す委員構成で申請者とも納得がいくまで審査を行ってきている。また、件数が少ないのは、RC 構造の技術が成熟してきたこと、RC 関連の規定が整備されたこともあると思われる。

本評価委員会で新規に評価した技術は、柱 RC 造・梁 S 造が 2 件、デッキスラブが 3 件、鉄筋の継手・定着工法・せん断補強筋関係が 5 件、プレキャスト擁壁が 2 件、プレキャスト RC 塀が 1 件（評価中）、杭頭構法が 1 件（5 社の共同申請）、耐震補強・改修が 9 件、プレキャスト工法（圧着）が 1 件、EV シャフトが 2 件である。耐震補強・改修関係は、耐震要素そのものにも増して、既存躯体との接合方法、応力の伝達方法の是非が評価の主対象になっている。民間建物の補強工事を促進させるためにも今後も申請が増えることを期待したい。鉄筋の継手・定着工法・せん断補強筋関係は、RC 構造特有のコンクリートと鉄筋の複合した挙動に関することであり、付随する付着の問題も含めて鉄筋コンクリート構造のネック、肝であり、たとえコンクリート、補強筋が新しい材料となった RC 構造（補強された固まったものの構造）でも評価・評価の対象となる技術である。柱 RC 造・梁 S 造、プレキャスト（圧着）、杭頭構法、EV シャフト、デッキスラブ、プレキャスト擁壁、プレキャスト RC 塀は、RC 構造・

工法の合理化を目指すもので、合理化が進んだ RC 構造ではあるが今後申請が続くであろう。

各法人格（財団法人、社団法人、株式会社など）を有する評価機関が多くあるが、申請者側からすれば日程が決まっている評価・評価を行っているところに申請するのが便利である。ところが、当評価委員会では慎重に審議を行っているため予定通りにはなかなか審議が進まず、申請者は予定が立てにくいことも当評価委員会への申し込みが少ない原因の一つであろう。営業成績が上がらないので BL には申し訳ないが、慎重に審議しレベルを確保することを優先したい。耐震補強技術はほぼ出尽くした感があるが、既存躯体との一体化技術はこれからも必要になる。高強度材料の認定、免制震構造は動的解析の委員会が担当であり、保有水平耐力計算については、技術基準解説、日本建築学会の諸規準が整備され、部材種別や架構の Ds の設定などで悩みは少なくなったと思われる。法律、規定が整備されてきたとみるのか、挑戦する気概がないのか、合理化の限界か、2000 年ごろ熱を上げた性能設計に向かっているとは思えない。高級な仕様設計が普及しているような気がする。この閉塞感を打破するような性能評価を目指した限界耐力計算を適用する評価・評価が申請されることを望む。評価・評価のレベルを維持し、コロナ禍を考慮した本委員会の運営方針を検討されることも次の 10 年に向けた課題の一つであろう。

表 1 鉄筋コンクリート構造評価委員会 委員

委員長	勅使川原 正臣	中部大学／名古屋大学大学院（～ 2019）
委 員	楠 浩一	東京大学地震研究所／横浜国立大学大学院（～ 2013）
	杉本 訓祥	横浜国立大学大学院（2018 ～）
	菅谷 憲一	第一工業大学（2017 ～ 2019）
	井上 芳生	INO 建築構造研究室／（株）UR リンケージ（2010 ～ 2014）
	迫田 丈志	（株）堀江建築工学研究所（2020 ～）
	福山 洋	（国研）建築研究所（2009 ～ 2016、2021 ～）
	向井 智久	（国研）建築研究所（2015 ～）
BL 委員	上之園 隆志	(2009 ～ 2010) (2011 ～ 2017)
	小室 達也	
	藤本 効	(2009 ～ 2016、2020 ～) (2017 ～)
	菅谷 憲一	
	加藤 博人	

鋼構造評定委員会を振り返って

鋼構造評定委員会 委員長／東京工業大学 名誉教授 小河 利行

1. はじめに

つくば建築試験研究センター（TBTL）が40周年を迎えられたことに、心よりお祝い申し上げます。

貴センターにおかれましては、建築全般に関する各種試験、評定、評価、調査・研究等について「公正中立」な立場の機関として、大きな役割を果たされてきたものと思います。

この40年間、理事長をはじめとした役員・職員の皆様の今日までに築き上げてこられたご功績とご努力に深い敬意と感謝の意を表する次第です。

私は、これまで鋼構造評定委員会の委員長として、TBTLとは長年お付き合いをさせて頂いております。ここでは、鋼構造評定委員会の歴史などを振り返りたいと思います。

2. 鋼構造評定委員会の歴史を振り返る

私の記憶が確かであれば、第1回目の鋼構造評定委員会は、2007年だったと記憶しております。従って、早いもので第1回目の評定委員会から約14年が経過したこととなります。

一番最初の案件は、耐震補強枠に用いる接合工法の構造安全性についてだったと思います。その当時のメンバーは、私が委員長を務めさせて頂き、建築研究所の福田さん、ベターリビングの藤本さんでスタートしました。

その後、建築研究所の緑川さん、飯島建築事務所の飯嶋さん、日本大学の藤本先生、宇都宮大学の中野先生、建築研究所の石原さんや岩田さんにも委員として参画して頂き、事務局には

ベターリビングの服部さんも参画されました。また、4年程前からは、ベターリビングの西山常務も参画されております。

本委員会のメンバーは、大学・設計事務所・行政等の学識経験者ならびに実務者で構成されており、大変バランスのとれた人員構成であると思われます。

評定案件としては、共同住宅用エレベーター昇降路、溶接接合部、高力ボルト摩擦接合部、ノンダイアフラム工法、柱脚、H形鋼梁部材、ブレース材、耐震補強部材などの構造安全性や、PC鋼棒の高温リラクセーション特性などの素材特性に関する事項など、多岐に渡る評定を実施してきました。

3. 評定の位置付け・活用方法

建築物を建設する場合、建築基準法令に準拠することは言わずもがなです。建築基準法では、設計上の自由度を狭めない様に「特別な調査・研究」をおこなって直接性能を確認し適合判断を可能とする「ただし書き等」の規定が設けられている場合があります。確認審査や中間検査などで、指定確認検査機関が「ただし書き規定」の適用判断をおこなう場合において、工学的な妥当性を示す根拠資料を添付する必要があります。

この様な工学的な妥当性を示す根拠資料として、「評定書」が大きな役割を果たすと考えられます。今後、新技術や新商品等の開発を期待し、益々多くの「評定書」が発行できればと考えております。

技術を適切に判断するためにも、当然、評定委員も日々研鑽し、努力する必要があるかと思っています。

4. 評定依頼者へ

折角の機会ですので、この紙面をお借りして、評定依頼者へ評定申請資料を作成する際の注意事項等を紹介します。事務局を務めている服部さんがご苦勞されているので、記載することと致しました。

評定依頼をされる際の手助けとなれば幸いです。

①法的適合性

上記に示しました通り、明らかに建築基準法に抵触するような技術は、評定では取扱うことができません。建築基準法に抵触するか否かについて判断に悩む場合は、あらかじめ指定確認検査機関や国土交通省等にもご相談頂くことをお勧めしたいと考えます。

②適用範囲

評定の適用範囲を明確にお示し頂きたいと考えます。どの様な建築物に適用されるのか、どの様な設計思想・設計方法を考えているのかなど、建物全体像が分かる資料作りをお願いしたいと思います。一方、接合部ディテールや使用材料などは、詳細に記載願います。これらの適用範囲や技術の考え方等については、評定委員のみならず確認検査機関・設計者・施工者・エンドユーザーにも適切に伝わる様な資料作りをお願いしたいと考えております。

③評定内容・開発目標

申請する評定内容・開発目標を明確にお示してください。例えば、「従来工法と同等以上の性能である。」という開発目標は、最終的な目標かもしれませんが、少し漠然としております。もう少し具体的な開発目標を示して頂けると、評定審査する内容が整理され分かり易いかと思

います。例えば、提案する耐力評価式が妥当である、提案する耐力値が妥当であるとか。また、性能とは何かについても具体的に示して頂いたほうが良いかと思っています。性能とは耐力のみではなく剛性や靱性などもあるかと思っています。

④技術の妥当性

申請する評定技術の妥当性については、試験や数値解析等に基づき立証し、ご説明されることがほとんどかと思われます。

試験方法などは、写真などを添付し適切に明記願います。試験については、自社試験ではなく、第三者での試験や評定委員の立会試験の方が、試験データの信頼性や妥当性等がより増すかと思われます。

試験体の選定理由は、明確にお示し頂けると良いかと思っています。試験体を選定した根拠、選定した試験体の試験結果で、適用範囲の全てを十分に網羅し、説明が出来るのかがポイントになるかと思っています。

また、プルーフテスト（耐力確認試験）により、試験結果が期待する耐力を上回っていることのみを確認するのでは、不十分な場合があります。何故、その様な試験結果が得られたのかについて、応力伝達機構やメカニズムを想定しながら、論理的な説明が出来るかとベターかと考えます。

数値解析についても同様に、モデル化や解析条件（境界条件や材料特性）を分かり易くご提示願います。

実際の建設現場等では予期せぬ状況も考えられます。当該技術が最悪のケースで使用される状況についても想像しながら、様々な角度からご検討を加えて頂けると良いかと思っています。

評定委員会では、公平公正で適切な評定を心掛けております。それ故、時には評定委員会で厳しい意見や質問もあるかと思っています。

より安全で、より良い新しい技術や製品を世へ発信するためにも、真剣に取り組んでいるが

故に厳しい指摘になってしまうことについて、何卒ご理解・ご容赦頂ければ幸いです。

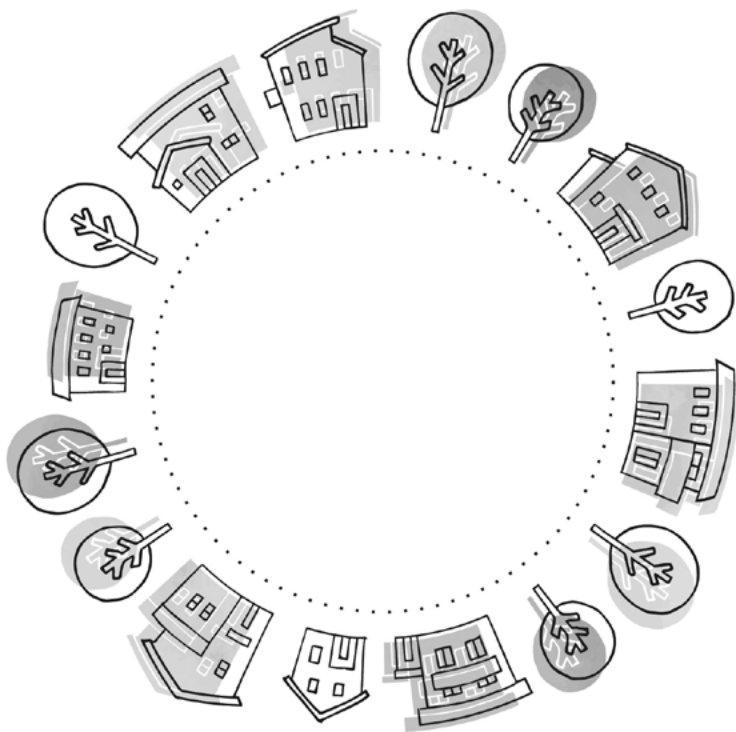
銅構造評定委員会においても、より良い建築が提供できる一助となるよう努力してまいります。

5. 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におかれましては 40 年を節目に、

これまで培った経験を活かし、銅構造業界のみならず、建築業界の向上により一層のご尽力をいただきますようお願い申し上げます。併せて、つくば建築試験研究センターの今後益々のご発展と、ご活躍を期待したいと思います。

なお、本稿の執筆にあたり、記憶がおぼろげな部分については、服部さんに古い資料などの確認をして頂きました。ここにお礼申し上げます。



これまでの木質構造評定と今後の展望

木質構造評定委員会 委員長／静岡大学 名誉教授 安村 基

1. 木質構造評定

つくば建築試験研究センターは、一般財団法人ベターリビングの試験・研究機関として、優良住宅部品（BL 部品）の性能試験や建築基準法における指定性能評価機関としての役割を担っています。建築基準法に関連した木質構造分野の評価業務では、施行令第46条第4項表1（8）項の性能評価、いわゆる木造軸組工法耐力壁の壁倍率及び施行規則第8条の3の性能評価、いわゆる枠組壁工法耐力壁の壁倍率評価が行われています。

一方木質構造評定は、BL 評定規定によると「第三者の立場で、住宅等の構造、工法、材料等について、建築基準法令その他に定められ公表されている技術的基準、又は当該構造、工法、材料等に即して設定する評価基準に照らし、その性能を評価すること。」となっています。すなわち評価は法令に基づく第三者評価であり、評定は法令のみならず公表されている技術的な基準もしくは新たに委員会で設定する評価基準に照らし、その性能を第三者が評定するといった部分が前述の性能評価の業務と異なっています。

第三者評定の意義は大きく、委員会での評定案件の審議では、極力わかりやすい評定書が発行できるよう、申請書の不明点について、数多くの質疑が行われ、様々な対応を申請者をお願いしています。また評定内容は、試験データを用いて技術基準に適合しているかを検証しますが、ベターリビングの評定は、つくば建築試験

研究センターで行った試験データを用いることが多く、試験結果の説明において第三者性が確保され、かつ力学的な検証を行う上で必要なデータが予め測定されている場合もあり、木質構造評定委員会の円滑な業務の遂行に大きく寄与していると言えます。

2. 中層大規模木造建築物

過去の木質構造分野の評定では、建築基準法第6条で規定する4号建築物に対応した評定案件が多い傾向でした。しかしながら平成22年（2010）の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に始まり、2015年の持続可能な開発目標（SDGs）が国連サミットで採択されたことで、世界的にも中層大規模木造建築物の普及が進んでいます。木造住宅の壁量計算では対応できない中層大規模木造建築の設計では、許容応力度設計、保有耐力設計、限界状態設計、時刻歴応答解析を用いる構造計算など上位の設計法で対応する必要があり、接合部など細部の設計においては木質構造設計規準（2006年 日本建築学会）等が参照されることが多いですが、海外では従来のくぎやボルトでの接合とは異なる高耐力な接合方法の提案があり、今後我が国においてもその利用が期待されます。欧州ではEN 1995-1-1：Eurocode 5¹⁾で設計を行い、また北米カナダでは2018 NDS for Wood Construction²⁾が用いられています。

1 EN1995-1-1:2004+A2:2014; Eurocode 5: Design of timber structures. General. Common rules and rules for buildings.

2 2018 National Design Specification® (NDS) for Wood Construction; American Wood Council <https://awc.org/codes-standards/publications/nds-2018>

欧州やカナダでは、限界状態設計法が木造建築物にも適用されており、接合部の設計においても許容耐力は適用されず終局耐力に基づいた評価が行われています。したがって海外で評価された接合部の耐力を、そのまま我が国で適用することはできないため、関連する海外の基規準を読みかえることが必要となっています。

3. 木質構造評定における今後の展望

持続可能な開発目標（SDGs）を達成するために、光合成で成長する樹木・森林から CO₂ を固定した木材を切り出し、より価値の高い木

質材料として我々の生活と係わり合う社会を形成するといった木材利用促進の考え方は、世界的な流れとなっています。一方これらの木材・木質材料を用いた木造建築物は、地震、台風、積雪など様々な外力に対し、安全・安心な設計を行わなければなりません。中層大規模木造建築の設計において、現段階では標準化が進んでいるとは言いがたく、建築確認において実験データに裏付けされた第三者評定が役に立てるものと信じています。

表 1 にこれまでの評定案件と該当する基規準をまとめています。

表 1 木質構造評定案件と該当基規準等

件 名	該当基規準等
木造柱脚補強工法を用いた木造仕口の構造方法	平成 12 年建設省告示第 1460 号
厚さ 24mm 又は 28mm の幅はぎ集成床板を、その四周をはり等の横架材又は幅はぎ集成床板の継手部分に補強のために設けられた受け材に対し、鉄丸釘 N 75 を用いて 150mm 以下の間隔で打ち付けた床組の床倍率	住宅の品質確保の促進等に関する法律
木造軸組工法住宅の床根太及びたるぎに所定の枠組壁工法構造用製材を用い、所定の面材を所定のくぎで緊結した水平構面の許容せん断耐力詳細計算法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計
厚さ 24mm 構造用合板 2 級床板 / 厚さ 30mm 構造用単板積層材連結材及び補強材 / CN50 くぎ打ち / 鋼製束支持床システムを枠組壁工法建築物の 1 階床版に用いた場合の長期許容耐力	平成 13 年国土交通省告示第 1540 号
構造用集成材 / 鉄筋コンクリートスラブ / ドリフトピン又はラグスクリュー接合 / 合成梁の応力及びたわみの計算方法	AIJ 木質構造設計規準、各種合成構造設計指針等
ソーラー発電用木製架台の構造設計	JIS C 8955
「全ネジボルト / 一般構造用炭素鋼鋼管 / ねじ込み式アンカーボルト」と木造建築物用接合金物 Z マーク表示金物のアンカーボルトの同等性	平成 12 年建設省告示第 1460 号
厚さ 12mm 構造用合板 / 構造用木ねじ / 外周部 100mm 中通り 200mm / 枠組壁工法耐力壁の短期許容せん断耐力及び剛性	枠組壁工法建築物構造計算指針
構造用木ねじ接合部の短期許容せん断耐力、短期許容引抜耐力及び短期許容ねじ頭貫通耐力	EN1995-1-1 及び AIJ 木質構造設計規準
メタルプレートコネクタの許容耐力	NDS 及び AIJ 木質構造設計規準
木造軸組工法建築物の屋根構面を枠組壁工法構造用製材を用いたトラスで構成し、この架構を所定の面材と所定のくぎで緊結した屋根水平構面の許容せん断耐力詳細計算法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計
厚さ 27mm の幅はぎ集成床板を、その四周をはり等の横架材又は幅はぎ集成床板の継手部分に補強のために設けられた受け材に対し、鉄丸釘 N 75 を用いて 150mm 以下の間隔で打ち付けた床組の床倍率	住宅の品質確保の促進等に関する法律
RC 造 CLT 耐震壁の地震力に対する設計指針	AIJ RC 設計規準・木質構造設計規準
高耐力 Midply Wall System を用いた木造軸組工法建築物の水平力に対する構造設計法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計
木造軸組工法における高耐力仕様耐力壁の耐力評価	木造軸組工法住宅の許容応力度設計
CLT 床板と添え板鋼板ラグスクリューボルトを用いて緊結した接合部の短期許容せん断耐力	AIJ 木質構造設計規準

備考：件名は商品名を削除し一般化した名称に変更している。（BL つくば建築試験研究センター提供資料）

環境性能評定委員会を通しての10年間

環境性能評定委員会／東京都立大学 教授 永田 明寛

1. はじめに

私が環境性能評定委員会の委員になったのは2012年度ですので、今回依頼のあったテーマ「評定委員会を通しての10年間」の期間にちょうど当てはまります。ただ、残念ながら環境性能において評定案件は年に1件あるかないかという状況ですのであまり語るべき内容がございません。そこで、私がベターリビングつくば建築試験研究センター（BLつくば）と大きく関わるきっかけになった窓の断熱性能の実証試験のことも含め、個人的な思い出話を中心となってしまおうかと思いますがご容赦ください。

2. 窓断熱性能の実証試験

評定委員になる2年前である2010年度にNEDO委託「窓の熱性能計算方法に関する標準化」の取りまとめを私が行うことになりました。当時、窓の断熱性能はガラスとサッシにそれぞれ分かれて表示されていたのですが、2011年度から窓として一体として表示されることが決まっていました。以前から窓の断熱性能試験方法（JIS A4710）はあったもののすべてを試験するのは実際的でないことから、試験法に加えて計算法（JIS A2102）が整備されることになりました。しかし、試験法と計算法の対応が標準的な窓サイズ（FIX 窓 1690W×1370H）でしか確認されていなかったため、サイズの影響も確認しておく必要性が指摘され、サッシの種類と窓サイズに関する試験を実施し計算法と比較することになったのです。このとき、試験を実施して頂いたのがBLつくばです。BLつくばには断熱性能試験で必要となる2室型恒温恒

湿室・熱箱・バッフルなどがそろっており、窓の断熱性能試験に詳しい清水則夫さんがいらっしました。研究室の卒論生にBLつくばまで補助にってもらい、FIX 窓（Low-E ペアガラス）を対象に、4種類（アルミ、アルミ樹脂複合、樹脂、木）のサッシと3つのサイズ（幅1690固定、高さ570, 1370, 2070）の組み合わせ計12の試験を行いました¹⁾。

更にこの後2012年度に窓の内外付属物に関する試験²⁾をBLつくばで実施しております。窓の断熱性能試験をする際には、室内側を熱箱、室外側をバッフルで覆い、表面の対流熱伝達（風速によってかわる）を制御できるようにすることがJIS A4710では決まっていますが、室外側に付属物としてシャッター（シャッターボックス付）を設置したときにバッフルを設けることができませんでした。このとき参考になったのがBLT WDW-1「ベターリビング優良住宅部品性能試験方法断熱性試験（測定法）」です。これはバッフルを設けず室外側正面から軸流ファンの気流を直接当てるものでBLつくばでは多くの測定例がありました。

その他にも、窓の断熱性能試験装置や測定者によるばらつきを評価するために公的試験機関3箇所（BLつくば、建材試験センター、日本建築総合試験所）、メーカー試験所3箇所（YKK AP、三協立山、LIXIL）の計6箇所で、窓表面の熱伝達率分布を測定できる標準試験体を用いたラウンドロビンをテストを実施しているのですが、その際にもBLつくばに協力して頂きました。

なお、窓性能の実証試験においてサイズの影響などはみられたものの、試験法自体の精度（試験設備によるばらつき）を勘案すれば、計算法

によっても十分な精度で性能評価ができるという結論になっています。

3. 環境性能評定委員会

窓の断熱性能実証の試験の後、清水さんからお声がけ頂き、2012年度から環境性能評定委員会に委員として参加することになりました。東京大学名誉教授の安岡正人先生が委員長、東京都市大学教授の坊垣和明先生、私、ベターリビングから清水さんという体制でした。2019年度からは私が委員長になり、建築研究所の西澤繁毅さん、ベターリビングからは菅哲俊さん(+1名程度)が委員になっています。

ところで環境性能分野で対象としているのは、「室内環境（音響、温熱、化学物質を含む。）」となっているようなのですが、私が委員になってからは温熱分野のみにとどまっています。安岡先生が委員長をされていたことやBLつくばには音響関係の試験設備も充実していることからかつては音響関係の事案もあったのでしょうか、ホルムアルデヒドなどの空気質や換気設備の試験装置もあるので空気質関係も以前はあったのだろーと思いますが残念ながら近年は無いようです。温熱も10年間でわずか3件ですので、環境分野は構造や材料分野と比べるとずいぶんと不活発な状況です。環境分野は試験などのニーズは高いですし、評定委員会が関与しない性能評価業務は多々行われているはずですが。評定は既存のスキームでは評価できないものが対象なため数が少ないのでしょうか。

さて、数は少ないですがこの10年の評定事案を振り返ってみたいと思います。3件とも建材でしたが、うち2件は遮熱性能を有する透湿防水シートでした。透湿防水シート自体にはJIS A6111という製品規格がありますのでそれだけでは評定対象にはなりません。戸建住宅の通気層において放射伝熱を抑制する遮熱材は遮熱性能向上に有効なものなのですが、現行の省エネルギー基準の計算体系では評価されません。研究はありますし基準整備促進事業で検討もされているためそのうち評価されるように

なる可能性もありますが、まだそれに至っていないということで評定対象となっています。残りの1件は断熱レベラーでした。断熱材はJIS A9521では熱伝導率 $0.065\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下となっているのですが、それより熱伝導率が大きくてもある程度の厚さがあればRC造で断熱補強材として利用できます。レベラーの機能に加えて断熱補強材としても利用できれば有用なのですが、現場施工品ですので断熱性能を保証する必要がありそのための評定でした。

これらを通じて議論となったのは製品の性能値そのものに係る部分ではなく、品質管理に係る部分が多かったように記憶しています。工場生産品に関しては、工場での性能測定の種類や海外工場での品質管理試験、輸入された段階でのサンプリング・測定、現場施工品に関しては施工後の養生管理や初期性能変化について議論がなされました。性能試験によって断熱性や遮熱性、透湿性の測定はできるし、その意味も明確です。測定方法自体はJISなどで規定されているものの、製品規格がなかったりあっても温熱環境性能が記述されていないようなときに十分な性能を有していることを保証するというのが評定の位置づけになっているようです。

環境分野には様々な性能指標がありますが、性能が高いものは直接建築主の利益につながるから法的に規制するという形がもともとあまりとられていませんでした。しかし近年は基準やラベリング制度が整備されてきており、住宅省エネルギー基準の適合義務化も現在再議論されています。JISや基準に取り込まれる前の過渡的なものが対象ではありますが、評定対象になりうるものはまだ眠っており、発展の余地は残されているのではないのでしょうか。

【参考文献】

- 1) 木村敏朗・永田明寛・中山哲士・田代達一郎：窓の断熱性能計算規格の検証および実証試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、pp.325-326、2011。
- 2) 于海源・永田明寛・清水則夫・宮澤千顕・佐久間英二：付属物のある窓の断熱性能に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、pp.127-128、2013。

耐震診断評価委員会を通しての10年間

東京大学 工学系研究科 塩原 等

1. はじめに

耐震診断評価委員会の評価は、個別の既存建築物の耐震診断の結果と耐震補強設計の内容の確認を通じて、建築主や補助金の支給者のために、利益相反のない建築構造の専門家として、第三者の立場から建築物の耐震性向上のための投資がその価値に見あう妥当なものであることを確認するとともに、構造設計者にとって、技術者の個々の判断の誤りが出来るだけなくなるよう、それぞれの判断について検討し必要に応じてアドバイスをを行なって、より高い品質の耐震補強設計が行われるよう協力することを目標として行われている。

2. 評価の方針

本委員会では、確認やアドバイスが、客観的かつ中立的な立場から行われるよう、原則として日本建築防災協会の耐震診断基準と耐震改修設計指針の方法が適切に適用されているかに基づいて行なわれる。個々のケースに応じて、申請者の判断により選択された別基準に基づいた審査を行うこともある。技術評価を受けた耐震補強工法が用いられる場合には、それらの指針に基づき審査が行われている。その際には、選択された別基準の採用の妥当性についても審査を行なっている。

3. 審査体制と審査方法

本委員会は、建築構造の研究・教育に携わっている学識経験者と、耐震診断・耐震補強設計の実務で経験と実績を有する構造設計技術者、

ならびに BL に所属する担当技術者から構成されている。

審査は、提出された設計図書に基づいて行われ、全体委員会における申請者による説明の後、質疑を行い、主な検討事項の洗い出しを行ない、さらに、少数の委員からなる部会による詳細な質疑を行う。申請者は議事録を作成し、質疑の過程の記録を残すとともに、必要に応じて提出資料の修正や追加を行い確認を受ける。修正された資料は、部会担当者と BL 委員の責任により、追加修正の妥当性の確認を行ったのち評価が完了する。

4. 最近 10 年間の評価件数

2010 年度から 2019 年度までの 10 年間の評価件数は、耐震診断が 88 件、耐震補強が 81 件、耐震診断と補強が 52 件となっており、のべ 221 件の評価が行われた。建物の用途別では、共同住宅が 82 件で最も多く、ついで学校校舎が 60 件であり、体育館、公共建物が 27 件、25 件と続き、これらで全体の 90% 程度を占める。

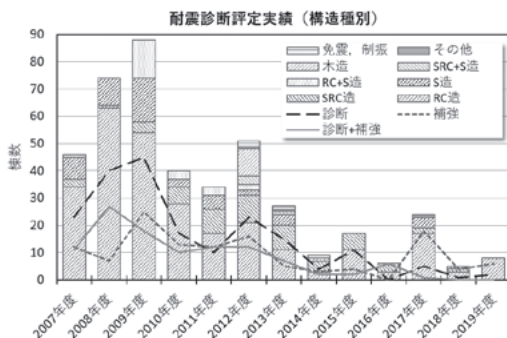


図1 耐震診断評価実績（構造種別）

建物の構造種別では、鉄筋コンクリート造が全体の58%を占め、ついで鉄骨鉄筋コンクリート造が23%、鉄骨造が6%で、全体の86%となる。残りは、混合構造、木造、壁式RC造、コンクリートブロック造、免制震構造などとなっている。

5. 最近の評価件数の推移

2007年度以降2019年までの年度別の評価件数の推移を図1に示している。2009年度に88件でピークを迎えた後、2010年に大幅に減少している。2012年度は一旦51件と増加したが、2013年度に再び減少し2014年度には10件を切り、2015年度と2017年度に10件を超えたのを除いて最近の評価件数は低調となっている。

用途別に評価件数の推移を示した図2で見ると、2008年度に特に多かった公共建物の件数が2010年度までになんまり減少しており、さらに、2012年度まで多数を占めていた学校校舎、体育館の評価件数も2013年度には非常に少なくなっている。

この傾向は、耐震診断・耐震改修の対象となる1981年以前に竣工した建物において、耐震診断や耐震改修もしくは建て替えが進んでいることがその理由といえる。

中央防災会議が2005年に策定した2015年までに耐震化率の目標を90%とする地震防災戦略を実行性のあるものとするため、いわゆる耐震改修促進法が2006年に改正され、耐震診断・改修を早急に進めるため、数値目標を盛り込んだ計画の作成が都道府県に義務付けられた。この制度によって学校建物や体育館、ならびに公共建物の耐震診断と耐震改修が促進された。しかし、2012年度に駆け込み需要的な学校校舎の耐震診断が増えた後、2013年度以降めっきり減少した。一方でこれまで相対的に進捗が遅かった共同住宅の耐震改修が増加しており、2010年度以降は、評価件数に占める割合が増加しているものといえる。なお、共同住宅の評

価件数は年度によって変動が大きい。

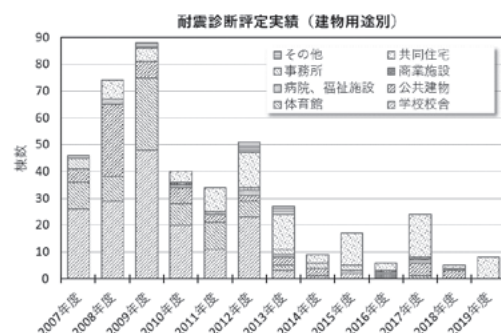


図2 耐震診断評価実績 (建物用途別)

さらにその後、2013年の耐震改修促進法の改正では、不特定多数の方が利用する大規模建築物等や都道府県又は市町村が指定する避難路沿道建築物、都道府県が指定する防災拠点建築物の所有者に対し、耐震診断を実施し、その診断結果の報告を義務付け、所管行政庁がその結果を公表することとされた。これも、共同住宅の耐震診断・耐震補強件数の割合が増加している要因となっているものと思われる。

6. 最近の評価の傾向と課題

耐震診断と耐震補強設計のニーズは、市町村や国が主体になって実施してきた学校建物、体育館でほぼ一巡し、これまで耐震補強が後回しにされてきた集合住宅に移行しているものといえよう。

特に最近目立つのは、耐震診断の基準点を若干下回る程度の既存建物の耐震診断・補強が多くなっていることである。これからもこの傾向は続くものと考えられる。一般にIs値などの耐震点数は、モデル化や実材料強度の評価の上での判断の違いにより増減する場合があり特に第三次診断を適用した場合に起こり得る。補強に影響を及ぼし、極端なケースでは、当初補強が必要と判断され耐震補強計画が提案されたにも関わらず、モデルの見直しの結果、補強方法が大幅に変更できると判断されることがある。資源の有効活用や社会コストが不合理に過

大とならないよう、耐震診断評定委員会の評定においては、これからも慎重な判断が求められる。

7. 謝辞

2009 年度から 2019 年度の 10 年間において、耐震診断評定委員会で評価を担当したのは以下の 18 名である。塩原等（委員長）、上之蘭隆志（副委員長以下同じ、着任順）、井上哲郎、楠浩一（委員、以下同じ、着任順）、井上芳生、横

尾格美、桑原賢司、田尻清太郎、山本正幸、奥園敏文、関松太郎、栢山健二、藤本効（BL 委員、以下同じ、着任順）、上之蘭隆志、小室達也、小駒勲、加藤博人、山口佳春。

ご協力いただいた皆様方には、代表して心より感謝をいたします。

また、本稿に示された、最近の評価件数の推移のデータの取りまとめと、グラフの作成は、BL 委員の加藤博人氏によるもので、ここに記して感謝いたします。



TBTLでの思い出

国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部設備基準研究室 室長 平光 厚雄

TBTL 開設 40 周年迎えられ、心よりお祝い申し上げます。私は 2001 年 11 月から 2005 年 3 月の 3 年 5 カ月の間、TBTL（筑波建築試験センター試験第二部環境性能試験室および環境・防耐火試験部）に所属していました。この度、「BL つくば」への執筆という機会をいただきましたので、TBTL での思い出を少し回顧してみたいと思います。

2001 年 10 月までは、某ゼネコンに所属し技術研究所や工事管理（現場監督）などを行っていました。一身上の都合により退職し、TBTL にお世話になることになりました。つくばは修士論文のための実験で毎週通っていた馴染みのある場所でしたが、立原を訪れたのは初めてでした。土日祝日が休暇であることや残業が殆どないことなど、前職と比較して環境の大きな変化に驚いたことを記憶しています。さらには、採用日から 10 日も経たずに、別府・湯布院へ研修旅行にも行かせていただきました。（写真 1）その 2 年後の研修旅行では、石垣島・那覇に行き、第一牧志公設市場で食べたアオブダイの骨が喉にささり、帰ってから病院で取り除いてもらったことも淡い思い出です。



写真 1 研修旅行での阿蘇山
（2001 年 11 月 10 日撮影）

当時は、BRIC（筑波建築研究機関協議会）の下部組織の Natural（ナチュラル）の活動も活発でした。Natural は、BRIC に所属する独身若手研究員の交流の場ということで、そこそこの予算をいただき、様々なイベントが開催されていました。猪苗代湖方面のスキーツアー（写真 2）や、筑波ハムでのベーコン・ソーセージ作り体験などを行っていました。

また、部活活動も盛んで、ゴルフ部とアウトドアクラブに所属していました。（TBTL でゴルフを始めました。）ゴルフ部では北海道までゴルフに行きました。アウトドア部ではスキーに行き、凍った湖上でのワカサギ釣りも記憶に残っています。（写真 3）



写真 2 Natural での猪苗代湖の白鳥
（2003 年 1 月 18 日撮影）



写真 3 アウトドア部での荏原湖のワカサギ釣り
（2005 年 3 月 13 日撮影）

ここまでレクリエーションの話ばかりなので、業務の内容を思い出してみます。環境性能試験室・環境・防耐火試験部に所属し、主に音環境の試験業務を行っていました。音響試験棟や床衝撃音試験施設によく籠り、現場測定にも行っていました。

依頼試験が主な業務でしたが、自主研究も少し行うことができました。上階での歩行音や飛び跳ね音などの「重量床衝撃音」は、集合住宅で問題となることが多くなっています。重量床衝撃音を測定は、標準重量衝撃源で上階を加振し、下階で音を測定します。測定方法を規定する JIS A 1418-2 が 2000 年に改定され、従来のタイヤ衝撃源（バングマシン）に加えて、新たな衝撃源としてゴムボール衝撃源が追加されました。（写真 4）これらの標準重量衝撃源に関する自主検討を行っています。



写真 4 ゴムボール衝撃源

参考文献 1) と 2) では、2 つの標準重量衝撃源のタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源のそれぞれの衝撃力暴露レベル差を用いて規準化する方法を提案し、衝撃源の比較をしています。参考文献 3) では、タイヤ衝撃源の設置位置やゴムボール衝撃源の測定者の立ち位置の違いによる影響について検討を行っています。参考文献 4) では、測定者の違いや再現性などの測定の「不確かさ」の検討を行っています。これらは、今

でも有益な知見が得られている文献であると自負していますので、参考文献を参照していただければと思います。

今回、TBTL での思い出を書かせていただきました。退職してからも、敷地の北東に植樹した桜の苗木（写真 5）が大きく育ったように、新たな試験施設や職員の方々も充実していると感じております。未来に向けてますますのご発展をお祈りいたしますと同時に、今後も研究等で連携することができれば幸いです。



写真 5 桜の苗木の植樹
(2003 年 5 月 1 日撮影)

【参考文献】

- 1) 高橋央、清水則夫、平光厚雄、坪川剛：標準重量床衝撃源の違いによる床衝撃音レベルの検討：その 1 現場測定による検討、日本建築学会大会講演梗概集、環境工学 I、pp.47-48、2003.7
- 2) 平光厚雄、清水則夫、高橋央、坪川剛：標準重量床衝撃源の違いによる床衝撃音レベルの検討：その 2 実験室測定による検討、日本建築学会大会講演梗概集、環境工学 I、pp.49-50、2003.7
- 3) 平光厚雄、高橋央：標準重量床衝撃源の違いによる床衝撃音レベルの検討：その 3 乾式二重床における標準重量衝撃源の設置位置が床衝撃音レベルに与える影響について、日本建築学会大会講演梗概集、環境工学 I、pp.187-188、2004.7
- 4) 平光厚雄、高橋央：床衝撃音レベル測定における不確かさの実験的検討、日本建築学会大会講演梗概集、環境工学 I、pp.63-64、2005.7

TBTLと地震調査と鉄筋コンクリートと木造と

森林研究・整備機構 森林総合研究所 新藤 健太

TBTL が40周年を迎えられたとのこと、まずはお喜びを申し上げるとともに、関係者の皆さまの弛まぬご努力に敬意を表する次第である。

私がTBTLにいたのは1998年4月から2004年9月までのちょうど6年半であった。ただTBTLとの出会いは、もう少し前にさかのぼる。私が研究室（関東学院大学）に所属していた1995年、兵庫県南部地震（いわゆる阪神淡路大震災）が発生した。私たちの研究室は、鉄筋コンクリート（以下RC）構造の実験研究を多く手がけていたこともあり、予備調査を行ったりしていた。そんな折、工学院大学の広沢先生が中心となり、RC造建物の応急危険度調査ボランティアが組織されることになった。日程や対象建物の調整をしていたところ、他チームと合同で行えとの指令があり、ここに登場されたのが他でもないTBTLチームの藤本さんと東ヶ崎さんであった。なおこのあたりからしばしば、いろんな方が登場するが、「〇〇室長（当時）」「技術主任（当時）」などと書いている

と読み辛いものになってしまうので、大変失礼ながら「〇〇さん」と統一して記述することをお許しいただきたい。話は戻り、現地入りしたTBTLチームの調査手法は、実務の部分で大変勉強になった。一例をあげると、座屈をおこしてレベル差が生じた非常階段の写真を撮る際に、2つのメジャーを直交させてレベル差を計測しつつスケッチブックだったかに位置や概況を書き込んだ即席の看板を作って1枚の写真に写し込んでいくのである。後で見返してみると（当時デジカメは普及していなかったので現像所からあがってくるまで何が写っているか解らなかった）、その情報量は一目瞭然であり、プロの仕事を見る思いであった。ちなみに当時の写真が残っていないかとあたってみたが、残念ながら探し出せなかった。

さてその後、縁あって1998年に入所させていただくことになるのだが、最初の1年間は半ば見習い期間のようであった。私の場合は大学院博士課程4年生（＝留年生？）との掛け持ちでもあったため、落ち着かなかったが、一方で学位が棚ざらしになるような心配は全くしていなかった。かなりに楽観的ではあるが、いま考えれば上村克郎先生に学位論文の副査を引き受けてもらえたことが大きかったように思う。周囲の心配をよそに、1999年3月に無事、学位を取得した。ただ学位以上に大きかったのは、この間TBTLの業務として堂々と建築研究所に出入りし、飯場さん、倉本さん、西山さんら、そうそうたる方々と面識を持つことができたことであろう。これはTBTLの大きな武器であ



中間層破壊した神戸市庁舎（1995年）

ると、今でも感じている。

そうこうしているうちに、また状況が変わってきた。1999年11月から半年間、本部（CBL）で研修してこい、との指令が出たのである。研修先は開発部とのことであった。が、行ってみると少々事情は異なっていた。開発部は当時、BL部品認定基準の総見直しと自由提案型BL部品の導入という大きな仕事を抱えていた。いずれも認定基準の改訂もしくは新設にともなって試験方法にも波及するため、想像以上に途方もない作業であった。それに加えて今から考えれば一大プロジェクト（以下PJ）なのであるが、「階段室型共同住宅用エレベータ設計コンペ」の事務局も抱え込んでいて、要するに新人に近い人間を研修させる状況ではなかった。ただ、いま考えてもこの時の開発部には、公団から来ていた佐野さんをはじめ、山内さん、西さん、細井さん、小室さんなど自ら動ける精鋭が集まっていたように思う。もとい、その段室型エレベータPJの委託元実質的責任者が、住宅局の井上さんであった。私は本来、研修目的で本部へ行っていたのでそういう身分ではなかったはずなのであるが、とにかく建設省で打ち合わせがあるたびに同行することになってしまった。そればかりか、PJの委員会や会議にまで連れて行かれた。当時は右も左もわからなかったため、ただ戸惑っているだけであったが、今にして思えば貴重な経験であった。現在は縁あつてか森林総合研究所に所属しており、ときおり行政的な会議等に出席することもあるが、あの時のような行政判断が求められる場面に遭遇したことはない。農林水産省系の立ち位置が違うのかもしれない。この間にもいろいろ事件は起こるのであるが、詳細は割愛する。

ひとつ披露するなら、研企にいた日野さん自ら、残業している我々に秘蔵のそうめんを茹でて振る舞ってくれた。意外と言っては失礼だが、茹で方が絶妙で美味しかった。また当時おそらく20代だった遠山さんもいた。現在は木造住宅振興室長とのことだが、委員会等での再会は果たしていない。これらの役者たちも、ほぼ全員、戻るべき場所に戻ったり、やめたりしてしまった。

そんなこんなで2000年5月にTBTLに戻り、2004年9月までの4年は、構造性能試験室で比較的平穏な日々を過ごした。BL認定試験は手すり系が多く、なじみのあったRC造系はたまに建築研究所からの依頼がある程度であった。TBTLには岡部さんがいるので基本的に木構造はやらなくてよかったが、1度だけ西山さんの波浪振動試験装置を使って、五十田さんの大断面集成材の柱-はり接合部2方向加力試験をしたことがある。いわゆるGIR（グルーインロッド）接合による十字型試験体で、定軸力+それぞれのはりを左下+右上、左上+右下と正負交番繰り返し載荷するものである。やっているうちに、案外興味深いものであることがわかってきた。話は戻るが、私の学位論文は「プレキャスト・RC構造のせん断性能」で、簡単に言えば工場で製作したRC部材同士を構造物として組み立てる際、接合部をいかに一体化させるか、ということが課題となる。すべり変形を主筋のダボ効果等でいかにせん断抵抗させるか、その時せん断キーと母材の強度的バランスをどう取るかといったあたりが鍵になるが、よく考えてみると、プレキャスト工法と大断面集成材工法は、克服すべき課題が酷似していた。これらが現在の業務に直結していくのであるが、残念ながら紙面が尽きてしまった。



杭の非破壊試験

建築基礎・地盤業務部 小谷 直人、久世 直哉

1. はじめに

近年、杭の再利用などを目的とした杭の健全性調査の需要が増加している。既存杭の構造性能を確認する方法の1つとして静的載荷があるが、静的載荷はコスト面の負担が大きい。そこで、本研究では、地盤と杭頭間の杭頭初期剛性を簡易に、かつ精度良く推定する非破壊試験手法を確立するための実験を行った。本非破壊試験手法を使用する事で、簡易的に杭の健全性を推測する事ができる。なお、本研究は戸田建設他11社と共同で実施した。

2. 静的実験（非破壊試験）

実際に杭を施工し、杭頭初期剛性を推定した。使用するデータは、インパルスハンマー（衝撃力を測定できるハンマー）で杭頭を打撃した際の衝撃力と、杭頭の数値応答（写真1）である。

剛性の推定値は振動数が十分に小さい領域の動的ばね剛性とした。動的ばね剛性は、頭部変位と杭頭加振からクロススペクトル法を用い算出したインパルス応答の逆数とした。



写真1 打撃試験状況

3. 載荷実験（破壊試験）

杭頭初期剛性は、「2. 静的実験」で用いた杭に静的力を加えたときの実測値から算出した（写真2）。

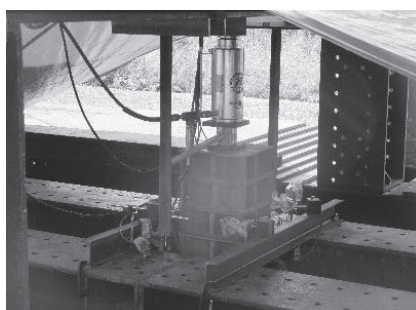


写真2 載荷試験

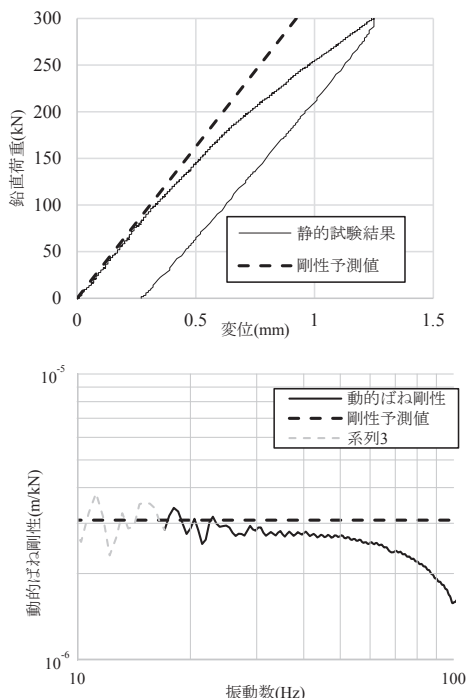


図1 載荷試験との比較

4. おわりに

本研究で、杭頭初期剛性を簡易的に推測する手法を確立した。本紙では概要のみを記載しており、詳細は右記参考文献を参照されたい。

【参考文献】

- [1] 成田 修英 他：人力加振による杭頭のインパルス応答を用いて弾性領域における杭頭の静的ばねを推定する方法 日本建築学会構造系論文集 2021 年 86 巻 779 号 p. 65-75
- [2] 成田 修英 他：人力加振による杭の簡易載荷試験とその数値シミュレーション, 第 56 回地盤工学研究発表会



2020 年TBTL 自主研究報告 「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）に定められたガス有害性試験について、実験用マウスを用いる実験方法であることから、動物実験に代わる燃焼ガスの毒性評価方法の開発を目的として、研究を行っております。これまでの研究では、ガス有害性試験を行いながらフーリエ変換赤外分光連続ガス分析装置（以下、FTIR）を用いてガス成分分析を実施し、ガスの種類や濃度から計算された毒性値とマウスの挙動を比較し、関係性を調べる方法を検討してきました。今回は、FTIR のガスをサンプリングするため使用するステンレスの管（以下、サンプリング管）のサンプリング位置、長さや被覆条件、試験装置の清掃方法などの条件を変えることにより得られた結果を比較し、FTIR を用いた際により信頼性の高いデータを得るための実験手順について調べました。

2. 研究の概要

今回の実験では、マウスは使用せず、以下の条件の違いによるガス成分分析結果を比較しました。燃焼させる試験体はすべて同種のアクリルクロスを用いています。

- ①サンプリング位置：サンプリング管の入り口の位置を排気口までのライン上で右から5cm、16.5cm、22cm（被験箱中央）、39cmの4箇所（図1の×の位置）
- ②サンプリング管の長さ：30cm および 80cm

- ③サンプリング管のセラミックファイバーブランケットによる被覆の有無

※FTIRではサンプルガスの温度を高温（180℃）に加熱しながら測定することを考慮し、加熱できないサンプリング管部分をセラミックファイバーブランケットで被覆（図2）し保温する。

- ④攪拌箱および被験箱内の清掃方法：洗剤および水による清掃

各種条件は基本1回ずつ実験を行い、必要に応じて追加実験を行っています。

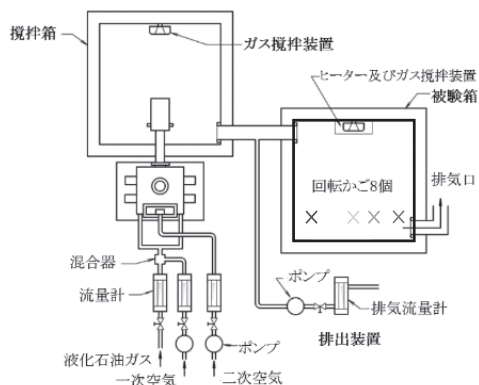


図1 ガス有害性試験装置概略図



図2 サンプリング管被覆の様子

3. 実験結果

各条件による実験結果の違いの比較は、測定結果から計算された加熱時間6分間のCOとHCNの収率(yield)によって行いました。(収率とは「実際に生成されたガスの質量」の「燃焼で消費された燃焼物の質量」に対する割合)

①サンプリング管の測定位置

排気口まで22cmのライン上(被験箱中央)で測定を行った場合の収率が一番高い値となったため、安全側に評価するためには中央での測定が望ましいと考えられます。

②サンプリング管の長さ

80cmと比べ、30cmの方の収率が大きい結果となり、サンプリング管が長くなるとガスがより多くサンプリング管内に付着する可能性が考えられます。

③サンプリング管の被覆の有無

今回の条件下では、大きな違いはありませんでした。

④清掃方法

水で清掃した場合と比べ、洗剤で清掃した場合の方が高い収率になり、残った洗剤の成分が影響している可能性があります。

4. まとめ

FTIRを使用してガス有害性試験の生成ガスを分析する際のより良い条件の傾向が確認できました。ただし、今回は実験回数が少ないことから、結論の正しさを確かめるためにはさらなる検証実験が必要と考えます。

これらを踏まえて、今後、別の加熱方法による検証実験や毒性の評価方法の検討を進めていく予定です。



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

技術評価部 菅谷 憲一
性能試験研究部 井上 宏一、田井 秀迪

1. はじめに

ローマンコンクリートや海洋コンクリート等では練り混ぜ水に海水を用いている。この方法は、コンクリート強度が低下しにくい（上昇を続けている）ことや初期のコンクリート強度発現が高いことが報告されている¹⁾。この報告では、古代ローマのコンクリートは、セメントおよびポッツォーリ（イタリア・ナポリの町）の塵と呼ばれる火山灰が主成分で、これと海水を用いてコンクリートを練ることにより火山灰と海水が化学反応を起こしてコンクリートの中にアルミナ質のトバモライト結晶が生成されていることがわかったとされている。また、長崎県の軍艦島（端島）における鉄筋コンクリート（以下、RC）構造の建物および護岸調査を行った結果、練り混ぜ水として海水が使用された可能性が高いことが報告されている²⁾。建築学会で練り混ぜ水としての海水の使用が規制された昭和8年以前のコンクリート構造物では、鉄筋の錆の進展等に海水（その他の塩化物量）が大きな影響を与えていると考えられる。鉄筋の錆を防ぐための対策をしなければ、練り混ぜ水に海水を用いたコンクリートでRC構造の建物等を建設することは困難である。一方、地盤改良の柱状改良等では、鉄筋（あるいは鋼材）で補強することは稀である。ここでは、地盤改良の練り混ぜ水に海水を用いる技術について検討することにした。

2. 目的

ローマンコンクリートや軍艦島のRC構造の建物に採用されていると考えられるコンクリー

トのように、練り混ぜ水に海水を用いて地盤改良体の配合試験を実施する。この時、練り混ぜ水に海水を用いても地盤改良体の圧縮強度に影響を与えないことおよび初期の圧縮強度発現が高いことを確認することを目的とする。

3. 実験方法

地盤改良体の配合試験により圧縮強度の発現履歴を確認する。配合試験は、以下の項目をパラメータとした。

- ・練り混ぜ水：海水・水道水
- ・対象土：シラス（含水率20%近傍に調整）
- ・W/C（水セメント比）：60%
- ・固化材（ジオセメント）：200
- ・添加量 $200 \cdot 400 \text{ kg/m}^3$
- ・養生：水中（練り混ぜ水に海水を用いた試験体は海水湿潤状態で密閉袋に入れ水槽内で養生）
- ・圧縮強度試験の材齢：7・28・91日



写真1 錦江湾の海水採取状況（背景は桜島）

古代ローマのコンクリートを参考に、海水と火山灰質土の組合せを採用することに、鹿児島県の錦江湾の海水（写真1参照）を練り混ぜ水

に使用し、対象土をシラス（崖から崩落して堆積したもの：写真2参照）とした。



写真2 崖地から崩落し堆積したシラスの状況
（第一工業大学建築実習棟隣接の崖）

地盤改良体の配合試験の圧縮強度試験実施状況を写真3に示す。



写真3 地盤改良体の圧縮強度試験状況

4. 実験結果

地盤改良体の配合試験の圧縮強度試験結果を図1に示す。なお、試験体凡例記号は練り混ぜ水を示し、S:水道水、K:海水で表記している。数値の200,400は固化材の添加量（ kg/m^3 ）を表記している。

5. まとめ

地盤改良体の配合試験の結果、固化材の添加量 $200\text{kg}/\text{m}^3$ では地盤改良の練り混ぜ水の影響はほとんどなく、材齢7・28・91日の圧縮強度は近似している。固化材の添加量 $400\text{kg}/\text{m}^3$ では、地盤改良の練り混ぜ水に海水を用いた方が初期の圧縮強度（材齢7・28日）が高くなったが、材齢91日では圧縮強度は逆転した。

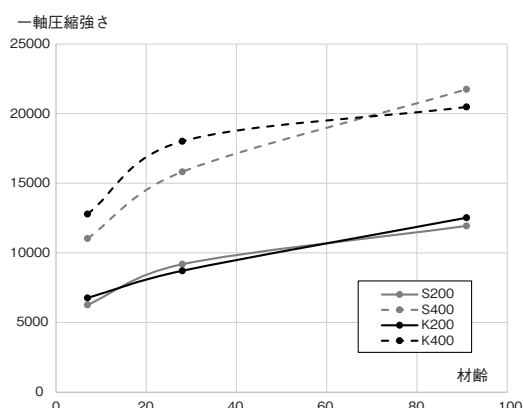


図1 地盤改良体配合試験の圧縮強度試験結果

6. 今後の予定

地盤改良体の配合試験・試験練りによる実験的研究は、筆者（菅谷）が第一工業大学在職中に卒業研究のテーマとして特殊土（沖縄県と鹿児島県）を対象に実施し、材齢500日程度の予備実験を実施している。今後は、鹿児島県のシラス、海砂、火山灰等を対象とした配合および海水（海水含有割合）採取地等もパラメータに十分な材齢での実験データを蓄積する予定である。また、簡易な海水中養生方法も検討し、養生方法の影響についても確認する予定である。

7. 謝辞

第一工業大学 工学部 建築デザイン学科 菅谷研究室卒業研究生、嵩元樹君、三上虎次郎君、松岡巧君、谷村蓮君、保科貴文君等の協力ならびに彼らの指導に協力してくれた皆様（火山灰の採取、海砂の提供、成分分析等）に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) American Mineralogist 誌オンライン版
- 2) 公益社団法人 日本コンクリート工学会：コンクリートジャーナル・バックナンバー 2016年7月 (jci-net.or.jp)
https://www.jci-net.or.jp/j/public/technology/archive/201607_article_1.html



地盤材料の最大径が根固め供試体の 圧縮強度に及ぼす影響

建築基礎・地盤業務部 山田 宗範

1. はじめに

杭の根固め部の品質を確保するための方法は、品質を直接的に確認することへの要求の高まりや、根固め部の築造において地盤と根固め液を混合攪拌する施工法が増加していることにより、根固め液の注入直後に根固め部から採取した未固結状態の試料を用いた供試体の強度確認等が行われている。改良地盤の関係指針¹⁾においては、杭の根固め部を地盤改良体と同等の状態であるものと見なした上で地盤改良の品質管理手法を適用する場合の考え方が示されているが、礫などの地盤材料が混入した根固め部の基本的な力学特性について未解明となっている事項がある。

そこで、地盤材料の最大径および混合割合が圧縮強度に及ぼす影響を把握することを目的とし、根固め液に礫を混合した供試体の圧縮強度試験を実施した。

2. 試験概要

試験体は、根固め液、「泥水」、地盤材料を用いて、室内配合により作製した供試体である。根固め液は、普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比(W/C)を60%とした。「泥水」は、砂(珪砂6号)、粘土(木節粘土)、水の体積比を36:17:47として混練したものである。地盤材料は礫(最大粒径を5mmあるいは13mmに調整した碎石)とした。配合は、根固め液に対して「泥水」を体積比で30%混ぜたもの(試験体記号:N)を基本配合(表1参照)とした。基本配合の供試体および基本配

合に体積比20%および40%の割合で地盤材料(礫)を混合した供試体を作製した。養生方法は封かん養生、試験材齢は28日とした。供試体一覧を表2に示す。

試験は、「JIS A 1108:2018 コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行い、供試体の圧縮強度(q_u)を把握した。

3. 試験結果及び考察

圧縮強度 q_u (N/mm^2) は、(1)式により算定した。Nに対する各配合における q_u の平均値の比(以下、圧縮強度比: r_{qu})を(2)式より算出した。既往研究⁴⁾における根固め液に地盤材料を混合した実験結果と併せた試験結果一覧を表3、 r_{qu} と地盤材料の混合割合の関係を図1に示す。

表1 基本配合(Nの配合(根固め液+泥水))

見かけのW/C (%)	単位量 (kg/m^3)			
	水 W	セメント C	砂質土 S	粘性土 CL
79	599	763	286	135

表2 供試体一覧

記号	混合した地盤材料		供試体径 D (mm)	d/D (%)
	種類	最大径 d (mm)		
0.4-S*	砂	0.2	50	0.4
4-G	礫	5	125	4
10-G	礫	5	50	10
13-G	礫	13	100	13
20-G*	礫	10	50	20

※ 既往研究⁴⁾から引用

表3 試験結果一覧

記号	供試体径 D (mm)	混合割合 (%)	圧縮強度 平均値 q_u (N/mm ²)	標準偏差 σ (N/mm ²)
N (0.4-S)	50	—	22.6	1.56
N (4-G)	125	—	19.0	1.14
N (10-G)	50	—	20.3	2.35
N (13-G)	100	—	20.8	1.63
0.4-S ^{※1}	50	10	22.7	2.43
	50	20	24.5	1.68
	50	30	24.9	1.44
	50	40	24.0	1.57
4-G	125	20	19.4	1.33
	125	40	20.7	0.49
10-G	50	20	21.9	1.23
	50	40	22.1	1.80
13-G	100	20	22.6	1.63
	100	40	18.6	0.82
20-G ^{※1※2}	50	10	22.0	2.18
	50	20	17.7	3.04
	50	30	19.2	2.01
	50	40	18.4	2.20

※1 既往研究⁴⁾ から引用

※2 基本配合 N の結果は 0.4-S と共通

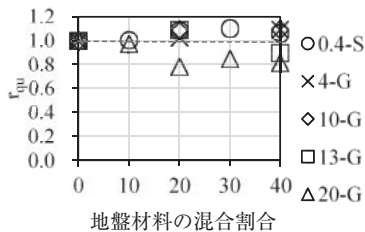


図1 r_{qu} と地盤材料の混合割合の関係

$$r_{qu} = \frac{P}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad (1)$$

$$r_{qu} = \frac{q_u}{q_n} \quad (2)$$

P : 試験最大荷重 (N)

d : 供試体の直径 (mm)

q_n : 基本配合 N における圧縮強度 (N/mm²)

地盤材料の混合割合が20% および 40% のときにおける圧縮強度比 (r_{qu}) と供試体径に対する地盤材料の最大径の比 (d/D) の関係を図2に示す。供試体径 (D) に対し混合した地盤材料の最大径 (d) が圧縮強度に及ぼす影響を整理するにあたり、供試体径に対する地盤材料の最大径の比 (d/D) に着目した。圧縮強度比 (r_{qu}) と

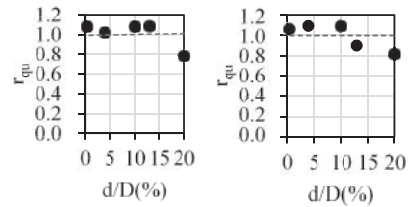


図2 r_{qu} と d/D の関係
(左: 混合割合 20%、右: 混合割合 40%)

地盤材料の混合割合の関係は、 d/D の大きさに応じて異なる傾向を示した。 d/D が10% 以下では、混合割合に依らず基本配合 N と同程度 (r_{qu} が1.0 ~ 1.1) の圧縮強度であった。しかし、 d/D が10% よりも大きくなると、 d/D の増大に伴い r_{qu} は小さくなる傾向を示した。さらに、混入割合が増加するほどその傾向は顕著であった。

4. おわりに

コンクリート材料分野においても、 d/D が大きい場合に圧縮強度が低下する傾向を示す既往の報告⁵⁾ がある。根固め部の品質評価についても、コンクリートと同様に評価できることを示唆した。一方で、根固め部においては、コンクリートと比較して粘土塊のように軟弱な地盤材料や、砂礫のように径の大きな地盤材料の混入が考えられる。未固結供試体により品質評価を行う際には、 d/D に応じて地盤材料が供試体の圧縮強度に及ぼす影響を考慮する必要があると考えられる。

【参考文献】

- (1) 日本建築センター、ベターリビング：2018年版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針、2018年11月
- (2) 安川真知子、藤永直樹、川崎恵：高支持力埋込杭の根固め部強度確認試験結果及び考察、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、pp509-510、2013年8月
- (3) 建築基礎構造設計指針：日本建築学会、2019年
- (4) 久世直哉、井上波彦、平山勇治、横山雅樹、二本幹夫、山形雄太：杭の根固め部の品質に混入土が及ぼす影響、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、pp451-452、2020年9月
- (5) 谷川恭雄、山田和夫：コンクリートの圧縮強度の寸法効果について、日本建築学会論文報告集、vol.262、pp13-21、昭和52年12月

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2実験計画

性能試験研究部 下屋敷 朋千

1. はじめに

既報¹⁾では、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について検討した。今年度は、検討した確認方法に基づき次の3つの実験計画を策定した。

2. 実験計画

2.1 タイル陶片に対するアンカーピンの引抜耐力

まず、仕上塗材が透明樹脂系の場合の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こととした。

試験方法は、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するとし、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。(図1参照)

実験の水準は、アンカーピン引抜き対象の面積、タイルの種類(45角、45二丁)、タイル固定条件(目地埋めのみ、目地埋め及び張付モルタル)等とした。

2.2 仕上塗材がポリマーセメント系の場合のアンカーピンの引抜耐力

続いて、仕上塗材がポリマーセメント系の場合について検討した。仕上塗材がポリマーセメント系の場合は、仕上塗材が透明樹脂系の場合と異なり既存タイルは仕上塗材で覆われ、アンカーピンの打込み位置が指定されることはないため、アンカーピンの頭抜け耐力が不利側と考えられる目地及び目地交差部を実験の水準とした。

2.3 既存タイル施工面不具合状況下のアンカーピンの引抜耐力

前述の2実験は、仕上塗材が透明樹脂系の場合のタイル陶片からのアンカーピンの引抜耐力、仕上塗材がポリマーセメント系の場合の改修層からのアンカーピンの引抜耐力を確認するもので、更にはタイル施工面が躯体から浮いた状況下も想定している。しかし、タイル施工面の劣化・損傷状態は、張付モルタルと躯体との界面の浮きやタイル陶片の浮きだけではなく、目地モルタルとタイル小口の剥離や目地モルタル自体のひび割れもある。そこで、ここでは目地モルタル損傷時についても確認することとした。

なお、目地モルタルのひび割れ・剥離等の再現方法は、改修層の施工前に面外曲げを加える、またはバッカー材等を挟み込み、目地モルタル自体を施工しない方法が考えられるが、ここでは次年度の検討事項とした。

【参考文献】

- 1) 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1 検討内容 pp.527-528,2020-9

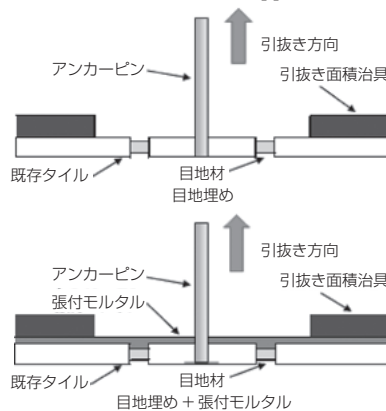


図1 試験イメージ



木質繊維板の遮炎および遮熱性能に関する性能確認実験

性能試験研究部 野中 峻平

1. はじめに

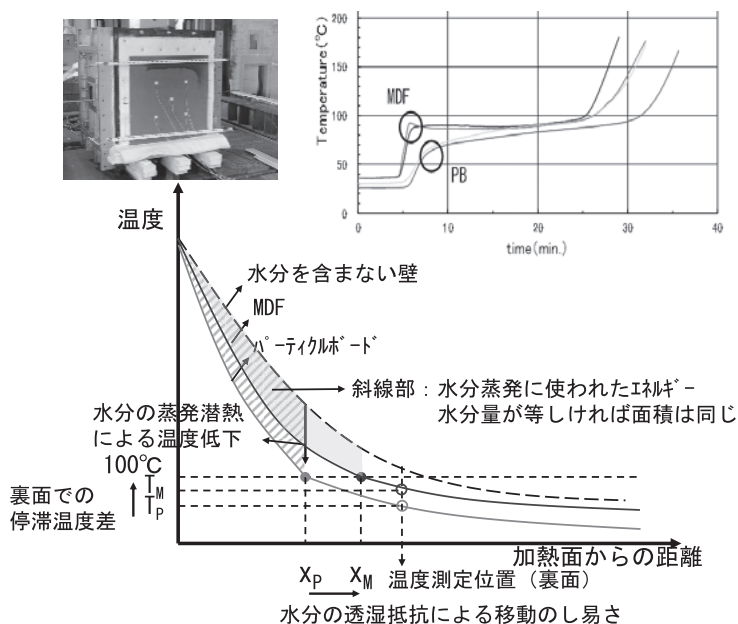
木質系内装材の利用については難燃材料仕上げに準ずるものとして平成 12 年告示第 1439 号で天井を準不燃材料で仕上げた場合、壁に用いることが可能となっている。この場合、下地を難燃材料にする等、壁内部での火災伝播を有効に防止することできる取付方法が同時に求められるが、厚さが 25mm 以上ある場合は燃えぬけまで一定時間を稼げることからこの限りではない。本研究では、同告示で扱われる木質系材料、特に市場流通品の密度が総じて大きいパーティクルボード（以下、PB）および繊維板（対象を MDF とした）について遮炎および遮熱性の確認実験を行った。

2. 試験体

PB および MDF については厚さ、密度、木片の樹種や接着剤種類をパラメーターとして計 8 種用意し、その他の木質系材料として合板、OSB、クロスパネルを実験対象とした。すべての試験体を大きき 900mm×900mm に切り出し、厚さは 24mm または 25mm とした。

3. 実験方法

汎用小型加熱炉により ISO834-1 に準拠した加熱を、以下に示す 2 通りの方法により行った。計測は炉内温度を 2 点、各試験体裏面温度を 5 点とした。



【実験1】ボード単体加熱

PB および MDF を対象に、W1,000mm、H1,000mm に設定した小型炉で1体ずつ加熱し、試験体裏面の温度上昇平均値が 140℃ 上昇した時点で加熱を終了する。試験体を脱炉した後、すみやかに消火を行う。

【実験2】ボード2体同時加熱

全ての試験体を対象に、W2,000mm、H1,000mm に設定した小型炉で2体同時に加熱し、両方の試験体が燃えぬけた時点で加熱を終了する。試験体非加熱面に赤熱等が生じた時点

を燃えぬけ時間と判断し、加熱開始からの経過時間を記録した。

4. 実験結果まとめ

本実験により以下の知見が得られた。

- ・実験1によるPBとMDFの温度上昇履歴(図1)の差異は、透湿抵抗が影響しており、遮熱・遮炎性能の詳細な検討には密度や水分量の他に透湿抵抗も一役を担うことを確認した。
- ・ボード単体の遮熱・遮炎性能において、PB および MDF はその他木質系材料と比べ優位な結果(図2)を示した。

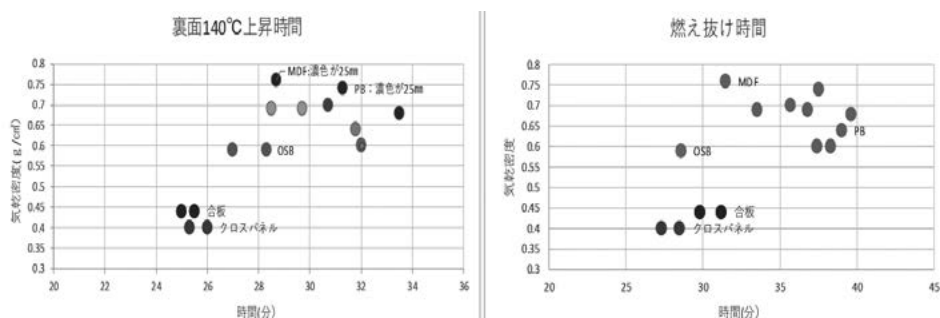


図2 遮熱性および燃えぬけ時間



自主研究「小型炉を用いた被覆材の耐火性能優劣比較手法の検討」

性能試験研究部 野中 峻平

1. はじめに

既往研究¹⁾で提案されている小型炉を用いた材料単体の性能確認手法について、既往実験で確認されていない主要耐火被覆材を対象とし、その実験結果の妥当性確認および物性値・耐火性能に関するデータベース構築を目的とする。

2. 試験体

耐火被覆材として広く用いられるせっこうボードおよびけい酸カルシウム板について、厚さを2種用意し、計4仕様（N数は2体）を対象とする。試験体の大きさは900mm×900mmであり、試験体中央には切断面突き付けによる鉛直方向の目地を設け、軽量型鋼で形成された枠材に取り付ける。試験体図を図1に示す。

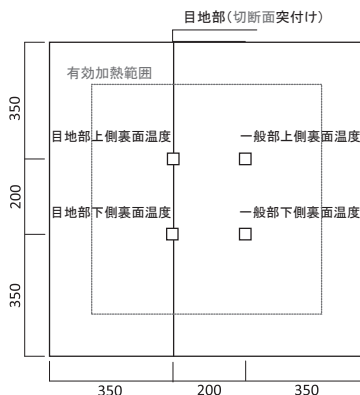


図1 試験体

3. 試験方法

3.1 加熱方法

有効加熱寸法を700mm×700mmに設定した小型炉へ試験体を設置し、ISO834-1標準加熱曲線による加熱を行うとともに、炉内圧力は20Pa以下となるよう制御する。

3.2 漏気量測定方法

試験体非加熱側には大きさ850mm×850mmの小型チャンバーを設置し、試験体とチャンバー設置面から気体の移動が生じないように密閉する。チャンバー出口にはベンチュリー管を配して差圧を測定し、チャンバー内温度により気体流量に換算する。チャンバー内温度が300℃に到達した時点で加熱を終了する。試験装置概略を図2に示す。

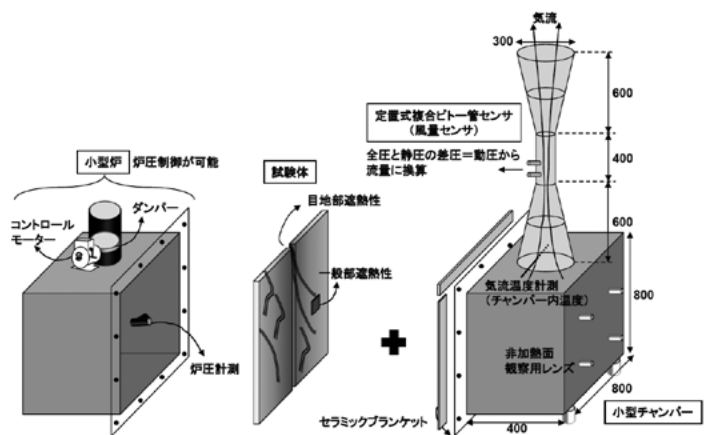


図2 試験装置概略

4. 試験結果

表1に試験結果一覧を示す。各材料の遮熱性および目地収縮性を確認することができた。また、既往の遮熱性能予測式²⁾と本試験結果が概ね一致することを確認した。

【参考文献】

- 1) 野中峻平、水上点晴、長谷川友哉：防耐火構造の比較試験および性能評価の合理化に関する研究（その4）強化せっこうボードの同等性確認試験、平成年度建築学会大会梗概集、2019.8
- 2) T. Mizukami and T. Tanaka, The moisture evaporation rate of walls revisited and Predicting temperature profile of moisture containing walls exposed to fire, 11th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 2A-7, 2018

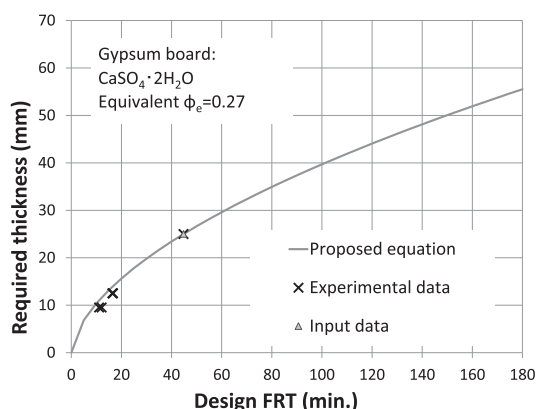


図3 遮熱性能の予測式

表1 試験結果一覧

材料種別	暑さ (mm)	遮熱性および高温時収縮性の平均 (min)	
		一般部 140K 上昇時間	漏気量 20m ³ 到達時間
せっこうボード	9.5	11.6	13.0
	12.5	16.6	19.5
けい酸カルシウム板	12	8.2	18.1
	25	23.0	72.4
強化せっこうボード	12.5	16.4	21.6
	25	44.8	56.1

※ 強化せっこうボードは既往実験の結果



35度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し载荷実験

性能試験研究部 服部 和徳

1. はじめに

溶接欠陥が接合部の強度や伸び能力を低下させることは知られている。近年の研究において、溶接欠陥が鋼部材の塑性変形能力に及ぼす影響について検討がなされており、溶接欠陥寸法だけではなく、その位置が大きく影響していることが明らかとなっている。これらの研究成果を受けて、日本建築学会：鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規程・同解説¹⁾においても、溶接欠陥位置を考慮したより合理的な合否判定基準を将来設定する可能性を示唆している。

具体的には、中央欠陥より端部欠陥の方が変形能力は低くなることが明らかとなっている。既往の研究では、中央欠陥と端部欠陥の比較検討²⁾は行われているが、中央欠陥と端部欠陥の間に存在する欠陥について検討された事例はほとんどない。

本研究では、欠陥位置（フランジ端部からの距離）をパラメータとした試験体の繰返し曲げ破壊試験を実施し、溶接欠陥位置が部材の塑性変形性能に及ぼす影響について実験的に把握することが目的である。

2. 試験体

試験体の形状を図1に示す。各試験体は開先角度35°の開先面に沿った溶接欠陥を有するモデルを対象とし、中央欠陥から端部欠陥の間で欠陥位置を変えて実験を行うこととする。欠陥の位置を図2に示す。試験体一覧を表1に示す。本研究では欠陥の位置のみについて検討

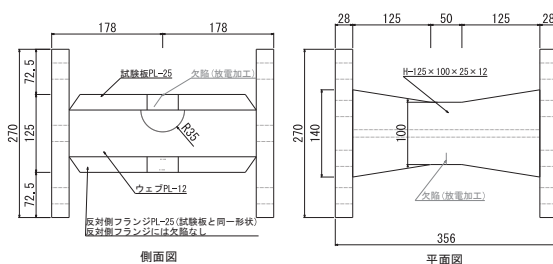


図1 試験体形状

表1 試験体一覧

No.	端部からの距離 ※1 (mm)	欠陥寸法 (mm)			欠陥率 ※2 %	備考
		高さ	長さ	幅		
1	10	10	20	0.6	8.0	端部欠陥
2	15	10	20	0.6	8.0	—
3	20	10	20	0.6	8.0	—
4	35	10	20	0.6	8.0	—
5	50	10	20	0.6	8.0	中央欠陥

※1：フランジ端部から溶接欠陥中央までの距離

※2：欠陥率＝欠陥面積 ÷ フランジ断面積 × 100

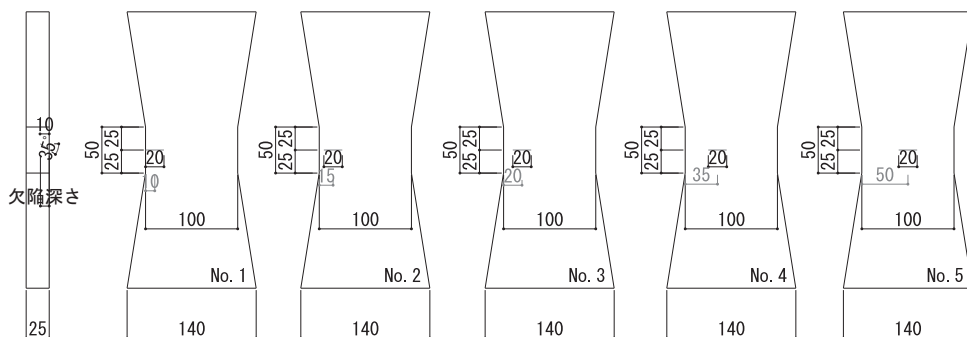


図2 欠陥の位置

をすることとして、溶接は行なわず、均質な母材に切欠き状の欠陥を人工的に設けることとした。試験板は幅 140mm（試験部 100mm 幅）、長さ 300mm、板厚 25mm の SN490B 鋼材に欠陥を放電加工で作成した。欠陥寸法は、欠陥高さ：10mm、欠陥長さ：20mm とし、いずれの試験体も欠陥率は 8.0% と統一した。使用鋼材の機械的性質を表 2 に、化学成分を表 3 に示す。

表 2 供試材の機械的性質

試験片 採取位置	試験 温度	σ_{yH}	σ_{yL}	σ_u	Y.R.	EL.	vEo
	℃	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%	%	J
フランジ	常温	388	383	527	74	29	194
	0℃	395	382	538	73	28	

σ_{yH} ：上降伏点、 σ_{yL} ：下降伏点、 σ_u ：引張強さ、
Y.R.：降伏比、EL.：伸び、vEo：0℃シャルピー吸収エネルギー

表 3 供試材の化学成分（ミルシート）

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Sn	B	Ceq	Pcm
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
100	1000	100	10000	10000	100	100	100	10000	10000	100	100	10000	100	100
12	24	130	15	5	14	8	7	3	11	33	19	5	38	21

Ceq：炭素当量、Pcm：溶接割れ感受性組成

3. 荷重方法

実験装置は 1000kN アムスラー型油圧万能試験機を用いた。図 3 に示すように試験体と加力ビームをボルトでつなぎ、荷重点ビームを載せ 2 点荷重として荷重を加える。試験体に曲げ荷重を加えることにより、表面付近に存在する欠陥により厳しい条件を負荷するように考慮した。繰り返し荷重は、全塑性耐力 cPp ：236.8kN 時の変位量 $c\delta p$ ：6.82mm を基準とし加力を実施した。

弾性範囲の $\pm 100kN$ を 1 回行い、その後正負を交互に繰り返し、全体中央変位 δ が $\pm 13.6mm$ （1、2 サイクル）、 $\pm 27.3mm$ （3、4 サイクル）、 $\pm 40.9mm$ （5、6 サイクル）、 $\pm 54.6mm$ （7、8 サイクル）となるように各 2 回

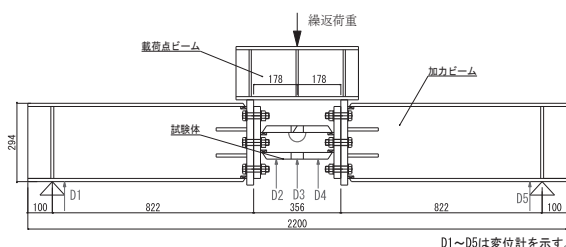


図 3 試験装置

ずつ行い、その後は押切り（9 サイクル）とする計画とした。試験温度は 0℃ と設定した。

ドライアイスで冷やしたエタノールをビニル袋に入れ試験板フランジに密着させて冷却した。試験体の鋼板の内部まで十分に冷やすため加力前から 30 分程度冷却し、荷重中も冷却し続けた。

4. 測定方法

変位の測定は、変位計を 5 箇所を設置して行った。加力点に 3 箇所、支持点に 2 箇所とした。測定位置を図 3 中に示す。全体中央変位 δ は以下の式で算出し、この値に基づき荷重の変位の制御を行った。荷重は、アムスラー型油圧万能試験機の荷重計により測定した。

$$\delta = D3 - (D1 + D5) / 2$$

温度は試験体フランジの表面および人工欠陥の切欠き底に熱電対を取り付け測定した。

5. 応力拡大係数

クラックを持つ部材の強度や変形を取扱う分野として破壊力学が多用される。本研究においても破壊力学パラメータの一つである応力拡大係数 K を用いて、検証を試みる。

本研究では、縁の一方に偏った位置にき裂（偏心き裂）をもつ帯板が一様に引張られる場合の応力拡大係数 K を用いる。応力拡大係数 K は、下式により算出されることが示されている³⁾。各試験体で a 寸法は同一である。従って、形状係数 $F_{LA}(\lambda, \varepsilon)$ を比較することで、破壊のしやすさを相対比較できるものと考えられる。なお、 $F_{LA}(\lambda, \varepsilon)$ は、文献 3) の早見表の数値を引用している。

表 4 に形状係数 $F_{LA}(\lambda, \varepsilon)$ および形状係数を算出するためのパラメータを示す。なお、端部からの距離 $b1 = 10mm$ の試験体 No.1 は、片側き裂と考え $F_{LA}(\lambda, \varepsilon) = 2.0$ としている。

$$K_{(LA)} = \sigma \sqrt{\pi a F_{(LA)}(\lambda, \varepsilon)}$$

$$K_{(LB)} = \sigma \sqrt{\pi a F_{(LB)}(\lambda, \varepsilon)}$$

$$\varepsilon = e/b, \lambda = a/b1$$

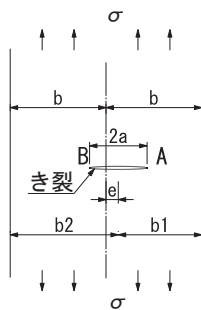


図4 応力拡大係数 K 算出方法の模式図

表4 形状係数 $F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$

試験体 No.	b	e	ε	a	b1	λ	F_{IA} (λ, ε)
1	50	40	0.8	10	10	1.00	2.0000
2	50	35	0.7	10	15	0.67	1.3460
3	50	30	0.6	10	20	0.50	1.1483
4	50	15	0.3	10	35	0.29	1.0507
5	50	0	0	10	50	0.20	1.0246

図5より、端部欠陥は中央欠陥に対し指数関数的に $F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$ の値が大きくなり、破壊に敏感になるものと想定される。

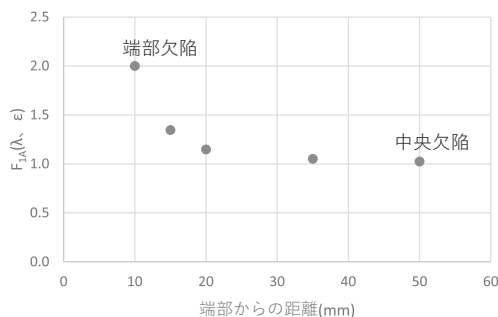


図5 形状係数 $F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$ —端部からの距離関係

6. 実験結果

表5に実験結果一覧を示す。表5には、応力拡大係数の形状係数 $F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$ を併せて示す。図6に荷重-変位関係を示す。また、図7に荷

重-変位関係から求めたスケルトン曲線の比較を示す。累積塑性変形倍率 η_w は、実験結果から得られた荷重-変位曲線の正側のすべてのループについて足し合わせたもの (= W_{total}) を以下のように P_p 、 δ_p で除して算出した。

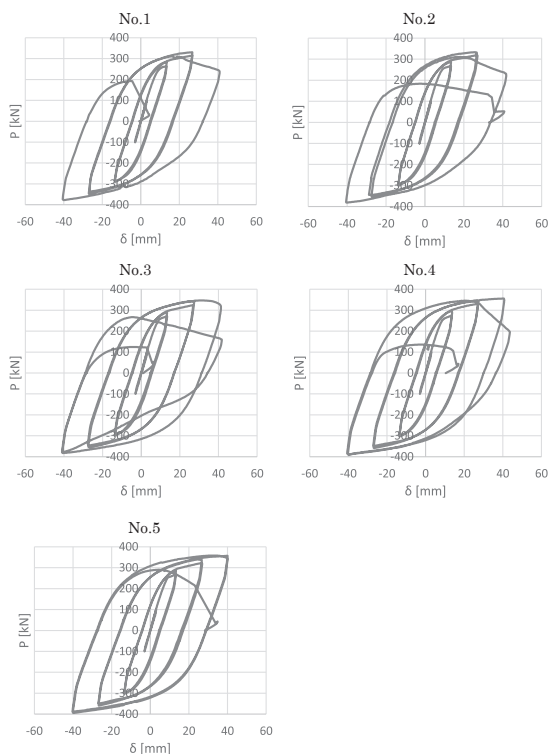


図6 荷重-変位関係

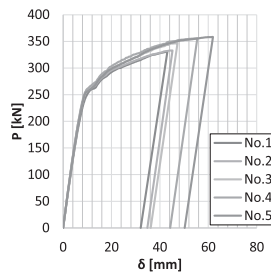


図7 スケルトン曲線

表5 実験結果一覧

試験体名	欠陥長さ	欠陥深さ	欠陥率	端部からの距離	Pmax	δ_{max}	η_s	η_w	$F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$	亀裂発生 サイクル	破壊 サイクル	破壊性状
	mm	mm	%	mm	kN	mm						
No.1	20	10	8.00	10	330.44	26.75	5.97	22.5	2.0000	4	6	延性、脆性
No.2	20	10	8.00	15	333.04	26.01	6.55	27.3	1.3460	4	6	延性、脆性
No.3	20	10	8.00	20	346.76	30.59	7.01	32.5	1.1483	4	7	延性、脆性
No.4	20	10	8.00	35	355.80	40.60	8.89	36.5	1.0507	4	7	延性、脆性
No.5	20	10	8.00	50	358.24	33.06	10.12	39.3	1.0246	4	7	延性

Pmax：最大荷重、 δ_{max} ：最大荷重時の変位、 η_s ：スケルトン曲線から算出した累積塑性変形倍率

η_w ：累積塑性変形倍率、 $F_{IA}(\lambda, \varepsilon)$ ：偏心き裂をもつ帯板が一様に引張られる場合の応力拡大係数 K の形状係数

累積塑性変形倍率 η_s は、スケルトン曲線（正側：最大荷重まで）のエネルギー W を $P_p \times \delta_p$ で除して算出した。

$$\eta_w = \frac{W_{total}}{P_p \times \delta_p} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$\eta_s = \frac{W_{total}}{P_p \times \delta_p} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

W_{total} ：破壊までの累積エネルギー（正側）

W ：スケルトン曲線から求めたエネルギー（正側：最大荷重まで）

P_p ：全塑性時荷重

δ_p ：全塑性時弾性変位

7. 破壊性状

破壊性状を写真1に示す。いずれの試験体も溶接欠陥から延性亀裂が進展している。No.1～No.4 試験体は、溶接欠陥から延性亀裂が進展しながら荷重低下を呈し、最終的には延性亀裂を起点に脆性破断をしている。No.5 試験体は、他の試験体と同様に溶接欠陥から延性破壊が進展し、ゆっくりと荷重が低下し延性的に破断した。

8. 考察

図8に最大耐力 P_{max} —端部からの距離関係を示す。既往の研究と同様、中央欠陥に比べ、端部欠陥の方が最大耐力は、小さい結果であった。また、端部からの距離が大きくなるにつれて、最大耐力は大きくなる傾向であった。

図9に η_s —端部からの距離関係を示す。図10に η_w —端部からの距離関係を示す。 η_s および η_w についても、最大耐力と同様の傾向があり、端部からの距離が大きくなるにつれて、変形能力は大きくなる傾向であった。

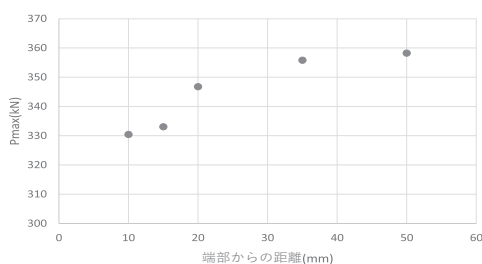


図8 P_{max} —端部からの距離関係

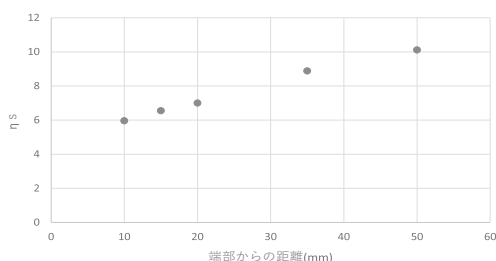


図9 η_s —端部からの距離関係

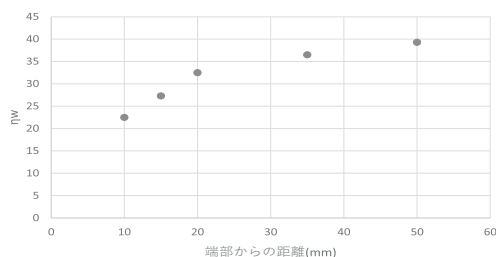


図10 η_w —端部からの距離関係

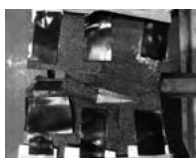
端部からの距離が大きくなるにつれて、応力拡大係数は小さくなり、一方、変形能力は逆に大きくなることが分かった。そこで、中央欠陥の値（試験体 No.5）を基準にして、その逆数を無次元化した結果の一覧表を表6に示す。無次元化逆数は、下式により算出した。

$$\text{無次元化逆数 } (\eta_s) = \frac{1}{\eta_s \div \eta_s(\text{中央欠陥})}$$

$$\text{無次元化逆数 } (\eta_w) = \frac{1}{\eta_w \div \eta_w(\text{中央欠陥})}$$



No.1



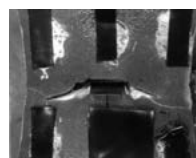
No.2



No.3



No.4



No.5

写真1 破壊性状

表 6 無次元化逆数 (η_s , η_w) および $F_{I,A}(\lambda, \varepsilon)$

試験体 No.	η_s	η_w	$F_{I,A}$ (λ, ε)	無次元化逆数	
				η_s	η_w
1	5.97	22.5	2.0000	1.70	1.75
2	6.55	27.3	1.3460	1.54	1.44
3	7.01	32.5	1.1483	1.44	1.21
4	8.89	36.5	1.0507	1.14	1.08
5	10.12	39.3	1.0246	1.00	1.00

η_s : スケルトン曲線から算出した累積塑性変形倍率、

η_w : 累積塑性変形倍率、

$F_{I,A}(\lambda, \varepsilon)$: 偏心き裂をもつ帯板が一樣に引張られる場合の
応力拡大係数 K の形状係数

図 11 に無次元化逆数と端部からの距離の関係を示す。フランジ端部からの距離と変形能力の関係について、応力拡大係数 K の形状係数 $F_{I,A}(\lambda, \varepsilon)$ の傾向と累積塑性変形倍率 (η_s および η_w) の傾向は概ね対応していることが見てとれる。

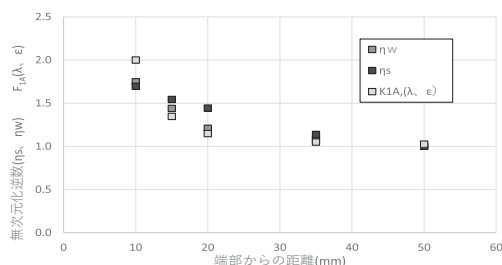


図 11 応力拡大係数との比較 (無次元化)

9. まとめ

欠陥の位置に着目した曲げ破壊試験を実施した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 欠陥位置がフランジ端部からの距離が大きくなるにつれて、耐力および塑性変形能力は大きくなる。
- 2) フランジ端部からの距離と変形能力の関係については、破壊パラメータ応力拡大係数 K で概ねその傾向は説明が出来る。
- 3) 欠陥率が同じであっても、欠陥位置により耐力および変形性能は異なる。

【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：pp.107～111, 2018
- 2) アルムニフ サミル、服部和徳、見波進、笠原基弘：
35 度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し載荷
実験（その 1～2）、日本建築学会大会学術講演梗概
集, A-1, pp.1043-1046, 2015.9
- 3) 石田誠：亀裂の弾性解析と応力拡大係数、培風館、
pp.146-147, 1976

【木質構造】

スギ5層5プライCLTパネルの面内せん断性能における
強軸方向鉛直荷重の影響

性能試験研究部 岡部 実

1. はじめに

直交集成板（以下 CLT とする）を壁パネルとして中層木造建築物を設計する場合、CLT 壁パネルには鉛直力と水平力が作用する。既往の研究において、ヒノキ CLT（厚さ 270mm）を用いた面内せん断実験の報告⁽¹⁾があるが、本報では、スギ CLT パネル（厚さ 150mm）を用い、強軸方向に圧縮の長期許容応力度に対して 1.11 倍の鉛直荷重を載荷した状態と鉛直荷重なしの状態、正負繰り返し面内せん断実験を行い、CLT パネルのせん断弾性係数 G 、せん断強度 τ_{max} を比較することを目的とする。

2. 試験体及び試験方法

試験体は、幅 $w=2000\text{mm}$ 、高さ $h=1800\text{mm}$ 、厚さ $t=150\text{mm}$ のエ形 CLT パネルで、中央せん断部は幅 $B=840\text{mm}$ 高さ $h=420\text{mm}$ とした。CLT は日本農林規格 JAS 3079 (2019) : 直交集成板に規定する同一等級構成直交集成板で、強度等級 S60-5-5、ラミナ厚さ 30mm、ラミナ幅 120mm（樹種：スギ ラミナ等級：M60A）の 5 層 5 プライ幅はぎ接着なしである。

試験装置は、2 基の面外変形拘束パンタグラフを連結し、加力梁と反力床を平行に保ちながら水平加力する「建研式加力」であり、試験装置内にエ形 CLT パネルを設置した。

鉛直荷重有りの実験は、CLT の圧縮の長期許容応力度 $f_{c, long}$ (N/mm^2) の 1.11 倍の 500kN とした。加力装置図を図 1 に示す。

加力スケジュールは荷重制御とし、CLT の面内せん断基準耐力 Q_s の 1.1 倍 ($F_s=2.7\text{N}/\text{mm}^2$) に対し 1.1/3 ($=125\text{kN}$)、2/3 ($=227\text{kN}$) 及び $1.1 \times Q_s$ で正負 1 回の繰り返しを行い、ジャッキ引側（正側）で試験体を破壊させた。

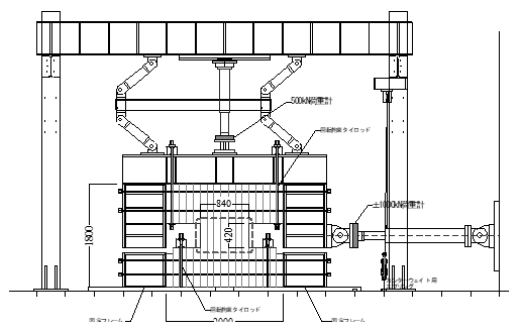


図 1 試験装置への試験体設置図
(点線：せん断エリア)

3. 試験結果

図 2 にせん断応力度 τ とせん断変形角 γ の関係を示す。図中の実線は鉛直荷重 500kN 載荷時、点線は鉛直荷重 0kN を示す。面内せん断強度 τ_{max} は鉛直荷重による影響はなく、CLT の面内せん断基準強度 F_s ($2.45\text{N}/\text{mm}^2$) の 1.37 倍となった。また τ_{max} 発現以降の急激な低下は認められなかった。

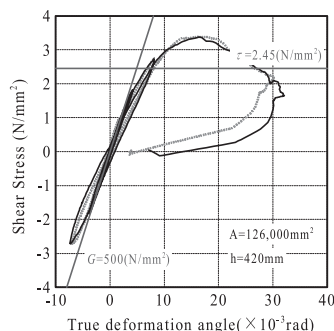


図 2 セン断応力度 τ とせん断変形角 γ の関係
(実線：鉛直荷重 500kN 点線：鉛直荷重 0kN)

【参考文献】

- (1) 荒木康弘, 中島昌一, 岡本滋史, 小谷竜城: 9 層 9 プライヒノキ CLT の面内せん断性能に関する実験的研究, 日本建築学会技術報告集 第 25 巻, 第 59 号, P141-145, 2019

基礎杭の施工状況に対応した根固め品質の確認実験 ～未固結供試体及びコア供試体による品質確認について～

建築基礎地盤業務部 久世 直哉

1. はじめに

標記の確認実験について、連続3編のうちの3編目の報告として、2021年度の日本建築学会大会梗概に投稿しました。以下に概説します。詳細は、当該梗概を参照して頂ければと思います。さて本報では、基礎杭の施工において、根固め液の注入直後に根固め部から採取した未固結状態の試料を用いて作製した供試体（以下、未固結供試体）と、杭施工後に固化した根固め部からコアボーリングにより採取した供試体（以下、コア供試体）の圧縮強度等を把握し、施工方法の違いが根固め改良体の品質に及ぼす影響について分析した結果を報告しています。

2. 試験体

(1) 未固結供試体：根固め部の中央（GL-20.0m）から採取した未固結試料を用いて供試体（直径100mm、高さ200mm）を作製しました。
(2) コア供試体：ボーリングマシンを用いて、根固め部（図1参照）から根固め改良体のコア試料を採取し、コア供試体（直径約90mm、高さ約200mm）を作製しました。

3. 試験内容

(1) 未固結供試体：圧縮試験により圧縮強度（ q_u ：N/mm²）を把握しました。(2) コア供試体：目視観察によるコアの出来映え（コア採取率、土塊・礫の混入状況、凹みの有無等）及び q_u を把握しました。

4. 試験結果及び考察

各種の試験結果により、施工方法の違い（No.1-2,7-2～10-2：図2参照）がコアの出来映えや圧縮強度に影響することを確認しました。コアの観察結果によりⅡ領域においては、未固化部分がほとんどないもの、上方に未固化部分や粘土塊が混入しているものなどが確認されました。また、圧縮強度試験と本件2編目の梗概に示す成分分析結果により算出したC/Wとの間には、ある程度の相関性があることが確認されました。

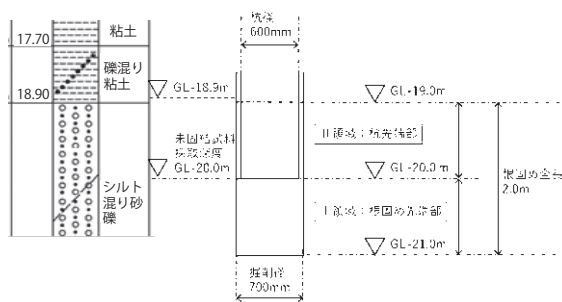


図1 試料採取深度

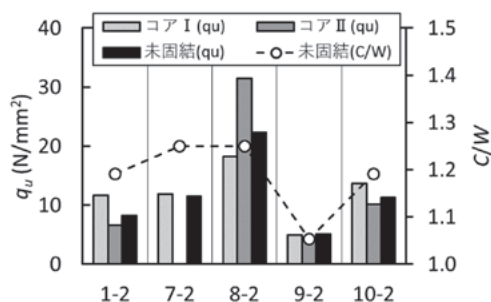


図2 各施工方法における q_u 及びC/W

5. まとめ

本検討により施工方法の違いが、根固め改良体の品質に影響を及ぼすことを確認しました。しかし、根固め改良体の品質は、杭の支持性能を確保する観点から設定されるものであるため、 q_u だけでなくコア採取率のような出来映えに関する指標も必要であり、課題であると考え

られます。このため本検討における q_u の結果だけから施工方法の優劣に言及することは、現時点では早計であると考えられます。なお、本検討は、（一社）建築基礎・地盤技術高度化推進協議会「根固め改良体の品質管理指針検討委員会」による事業の一環として行われたものです。関係各位に謝意を表します。





博士（工学）学位取得の報告

建築基礎・地盤業務部 久世 直哉

2021年3月4日付けで東京都市大学より博士（工学）の学位を授与されました。学位論文のタイトルは、「粘性土地盤における羽根付き杭の水平抵抗特性」です。

建築分野において、水平力に対する杭の検討方法は、杭の施工方法に因らない方法が採用されていますが、実際に施工された杭の地表面付近の状態は、杭の周りに土が盛り上がっている場合もあれば、凹んでいる場合や隙間が生じている場合もあるなど様々な状態であり、これらは同じ水平抵抗特性であるとは思えない、という設計と実態のギャップを覚えたことが研究のきっかけでした。

実験においては、目に見えない地盤中の状態が杭の施工によりどのように変化するのか、ということを種々の方法により把握することを試行錯誤しながら進めました。そのため各試験の目的に応じて、独自の装置や方法、結果の分析方法を採用しました(写真1, 写真2参照)。また、想定と異なる結果になった際には、その要因分析と、再検証のための実験を行うことの繰り返しでした。

建築分野における基礎構造は、建築基準法上は許容応力度計算により長期並びに短期に生ずる応力が許容値以下であれば良いとされていますが、基礎地盤の影響により上部構造に与える影響を考慮すると、それだけでは不十分な場合があります。個々の事案に応じて、防災上必要な検討が行われる際には、基礎地盤の変形特性の評価が必須となると思います。

現在、学位論文の成果を活かして、杭の水平抵抗特性（水平剛性）に関する評価基準の策定

を行っております。まだまだ課題は山積みですが、一歩ずつ踏み込んだ内容で、かつ実態に即した評価業務を行うことを意識して、これからも勉強していきます。実務上の課題や、評価内容に関するご意見などありましたら、お申し付けいただければと思います。これからも皆様より、お力添えを賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

最後に、指導して頂いた末政直見 先生（東京都市大学 教授）をはじめ、審査して頂いた若井明彦 先生（群馬大学 教授）、伊藤和也 先生（東京都市大学 教授）、丸山収 先生（東京都市大学 教授）には、懇切丁寧な、ご指摘・ご意見を頂きました。また、公聴会には多くの方々に参加して頂きました。感謝申し上げます。ありがとうございました。

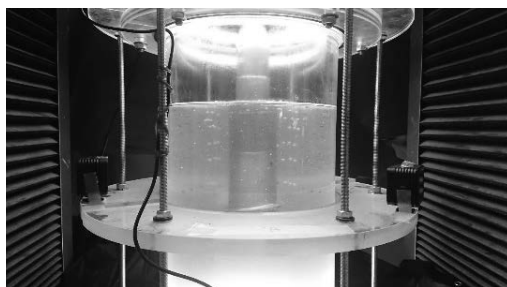


写真1 透明地盤を用いた杭施工に伴う地盤挙動の可視化実験装置

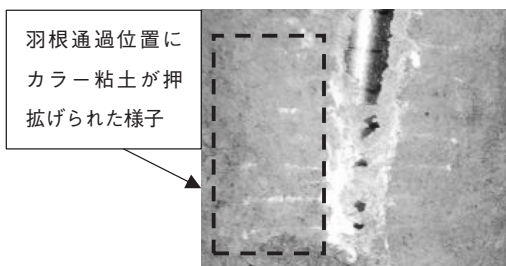


写真2 カラー粘土を用いた杭施工に伴う地盤の押上げ状況の確認結果



TBTL所長就任にあたって

つくば建築試験研究センター 所長 佐久間 博文

本年6月4日付にて、つくば建築試験研究センターの所長を拝命いたしました。

略歴は文末に示す通りですが、ベターリビングに拾っていただいてから早いもので足掛け23年となります。その間、終始一貫つくばを基盤として過ごしてまいりました。

TBTL40周年ということですので、その後半20年余を見てまいったこととなります。

私が奉職以来の「TBTL所長」ということで振り返りますと、最初が上村 克郎先生（元建研所長）、故 楡木 堯先生（元建研第二部長）、二木 幹夫総括役（元国総研建築研究部長）など錚々たる方々が務められてきており、また、藤本 効前所長（現 上席参与）はいわゆる“BLプロパー”として所長になられた嚆矢です。このような方々の後を引き継ぐのだと考えると、自然と背筋が伸びるというものです。さらに従来の“TBTL所長”のイメージと、今の私のキャラクターとのギャップは如何ともしがたいものですが、そもそも「大過なく過ごす」ことが難しいポジションであると思っておりますので、愚直に、かつ積極的に行動していきたいと考えます。

今振り返ってみれば「牧歌的」ともいえる新入職員当時と比べますと、TBTLの規模は人員も、収入も2倍近くに膨らんでおります。

個人的な印象ではありますが、昔は限られた施設を駆使しながら、複数の“ひとり親方”が縦横に仕事に励んでいたのに対し、近年は「試験責任者」が中心となってチーム戦を繰り広げ

ている、との感があります。

おそらく、今後昔の状況に戻ることはありませんので、対応分野ごとのチーム戦を効率よく差配していくことが所長としての大切な仕事のひとつであると考えます。

また、せっかく藤本前所長が作り上げてきた道筋（BLプロパー→TBTL所長）をきちんとつなぎ、後進を育成していくことも私の務めです。

この先10年、20年、TBTLが、財団全体とともに発展していくにあたって、少しでもその助けとなるような役割を果たすことができれば本望です。

今後、来る50周年の時点でしっかり役割を果たせる人材にバトンを渡しておくことができれば、まずは成功といえるのではないのでしょうか。

至らない点多々ございます。というよりも、現時点では至らない点ばかり、という忸怩たる思いもあります。TBTLの皆さん、どうぞご協力の程、よろしくお願いいたします。皆でつくばを盛り上げていきましょう。

【略歴】

1996.3 東京大学大学院農学生命科学研究科（林産学専修）修了、学位取得：博士（農学）

1996.3～1998.3 国際協力事業団（当時）「サラワク木材有効利用研究計画」長期派遣専門家（木材積層接着）^{*1}

1998.4～1998.8 東京大学大学院農学特定研究員

1998.9 ベターリビングに奉職、筑波建築試験センター配属（材料・部材性能試験室）

企画管理部（旧）次長、性能試験研究部長等を経て現職。

*1：お暇があればBLつくば6号（2008.12）「サラワの木橋」をご覧ください。



自己紹介

当初の念願叶って、つくば建築試験研究センターへ



試験研究推進役 長谷川 芳彦

昨年、ベターリビング本部（東京）を定年退職し再雇用で嘱託として、今年1月につくば建築試験研究センター（以下、「センター」）に配属されました長谷川芳彦と申します。よろしくお願いします。生まれも育ちも茨城県です。趣味は、ゴルフ、チェス、将棋などですが、共通して言えるのは「下手」ということでしょうか。

大昔の話になりますが、茨城県出身ということもあって、大学4年の時には、センターを就職希望し、夏休みの暑いさなかセンターで防火試験のお手伝いのアルバイトをしました。そんな苦労も実り、採用通知が届きましたが、なんと配属先は、ベターリビング本部（東京）ということでした。それから、約38年間、東京勤務となりました。

最初は、優良住宅部品（BL 部品）を認定する業務に携わりました。住宅部品の性能、生産品質、アフターサービス体制などについて基準を定め、適合する住宅部品をBL 部品として認定するものです。認定に際しては、センターの性能試験結果も基準適合の判断材料になりますので、センターとの連携も重要でした。

BL 部品の普及については、当時、消費者への認知度を上げることが重要視されていたので、テレビCM、カタログ（データブック）作成、各種展示会への出展などにも携わりました。

臨時的な業務としては、阪神・淡路大震災の

復興住宅の建設に向けて、供給される住宅部品の仕様の標準化を図る業務に携わり、地震発生年の年末ごろからは、月に1回程度、現地に赴いて公営住宅関係の方と検討会等も行いました。

ベターリビングの内部の業務としては、ミッション及びスピリットを決めるための基礎資料を作成する業務に携わりました。センターも含めて職員一人一人に、ベターリビングの使命や職員としての心構え等について、アンケートをとり、取りまとめていく業務です。改めて職員に聞くと、様々な考え方があることを認識しました。

ベターリビングは、法律に基づく各種の指定機関や登録機関になっていますが、その内の「住宅の品質確保の促進等に関する法律」（品確法）に基づく登録住宅性能評価機関の評価員として、主に共同住宅の評価を行いました。評価に当たっては、定められた工程ごとに建設現場に4回以上出向いて検査を行うことになります。住宅の建設を基礎から理解する良い機会となりました。

他の機関への出向もしました。（一社）すまいづくりまちづくりセンター連合会では、補助金交付業務を行いました。補助要件を満たすことを確認した申請者（工務店等）に補助金を交付する業務です。（一社）住宅性能評価・表示協会では、品確法に基づく登録住宅性能評価機関や「建築物のエネルギー消費性能の向上に関

する法律」に基づく登録建築物エネルギー消費性能判定機関などを会員としており、その会員の共通的な課題の解決に向けて業務を行いました。

その他、様々な業務を行ううちに約38年の年月が流れてしまいました。一言で言えば、「浅く広く仕事をしてきた」ということでしょうか。

そして、人生ゲームの賽の目は、「大学4年の時」に戻ると出たようで、当初の念願叶って、

センターに配属されました。

業務の内容は、就職当初のBL部品を認定する業務の関係ですが、今度は、センター側から本部との連携を深めていく業務になります。

センターでは、建築物の構造、環境など専門的な分野で「深く」研究し業務を行っていく職員がほとんどですので、私などは、異色の存在だと思いますが、長年の経験を活かして、微力ながら、本部とセンターとの連携の支えになればと思いますので、よろしくお願いします。





就任挨拶



建築基礎・地盤業務部長 渡辺 一弘

7月1日付で、つくば建築試験研究センター建築基礎・地盤業務部長に就任いたしました。これまでの私とベターリビングとの関りは、昭和62年頃から始まり、当初は公団工事共通仕様書作成委員会への出席、その後は、先進的事案について、技術的な指導を受けながら最終的には技術評価を取得するという業務に直結した事柄でお世話になったと記憶しております。特に、「浜見平団地における砂地盤の液状化判定方法及び液状化防止対策を考慮した基礎工法の評価」においては、解体建物のコンクリート塊を現地で再生砕石化し地盤改良の材料としてリサイクルしました。当時としては初めての試みで環境面からも事業コスト面においても内外から高く評価されました。地盤改良は施工中の品質管理が重要であり、施工管理に関しても技術指導を受けるとともに貴重な施工データが収集され多数の論文投稿につながりました。その後、東日本大震災が発生しましたが、被害は全く有りませんでした。「大規模分譲住宅改築における既存杭再利用に関する評価」では、当時、既存杭の再利用は実績がなく、行政手続きが難航しましたが、ベターリビングの評価を取得することにより当該業務の実施が可能となりました。それ以上に驚いたのは、ベターリビングの説明によって関係者・所有者の方々の技術的な理解が進み、信頼関係が構築できるようになり、その後はトラブル無く円滑に業務が遂行できました。利害が対立するような場面においての第三者機関の重要性を明確に認識することができました。

最近では、「ピンネット外壁改修工法の検討」、「長期利活用検討委員会」など、サステイナブル社会を代表する課題が多く、いずれも高経年集合住宅を適切に維持管理することにより、さらに長期間に渡る利活用を図るもので、まさに今日のカーボンニュートラル問題に直結する課題で有ったと改めて感じております。

人口減少社会・成熟社会を迎え、少子高齢化、地球環境、デジタルトランスフォーメーション、ポストコロナ、ニューノーマル、災害対応など多くの課題が短期間で迫って来ると言われておりますが、この様な時こそ安全・安心の確保に関してより一層の取り組みを求められていますし、これらの課題は住宅・建築のあり方にもかかわる課題でもあります。環境の変化に迅速かつ柔軟に対応し、顧客である国民に安心かつ満足してもらえるためには、専門領域以外の最新技術情報に至るまで幅広く情報を収集し活用できる状態にしておくことが大切であり、日々の努力の積み重ねのみならず異業種の動向も含め、広い視野を持つことも重要と考えます。今日ご縁があって私がベターリビングに在籍できたのは、これまでの業務を通じて深く皆様方と関わり、親切丁寧にご指導を受けたことによるものと感謝しております。今後は、ベターリビングの発展のために微力ではありますが努力して参りたいと考えておりますので、引き続き皆様のご指導ご鞭撻をよろしくお願いいたします。

名古屋ライフ

性能試験研究部 山形 雄太

ご挨拶

名古屋ラボの山形です。2020年4月にTBTLから名古屋ラボに転勤になりました。名古屋での生活も一年半ほどが経ちますので、私の名古屋ライフをご紹介します。

名古屋ライフ

私の名古屋ライフは、コロナ禍での緊急事態宣言と共に始まりました。本来であれば、観光地を巡ることや地元の人たちとの交流を楽しみたい所でしたが、緊急事態宣言やまん延防止等重点措置の中での自粛により、その願いは叶いませんでした。その中でも、些細な楽しみとして、お昼の食事にプチ贅沢をしています。今回は、名古屋ラボ近辺で味わえる贅沢ランチをいくつか皆様にご紹介します。

お肉

・おしわら

高級な焼肉店ではありますが、ランチタイムには、上質な赤身肉や厳選した希少部位がリーズナブルなお値段で味わうことができます。また、カルビや牛タンなどのお弁当をテイクアウトすることもできます。

・インディアンズステーキハウス

思う存分お肉が食べたいればここに行けば間違いありません。1ポンド(約450g)のステー

キや肉が何重にも重なったマウンテン丼を満足いくまで楽しむことができます。しかし、食後に仕事ができるかどうかは保証しません。



写真1 おしわらランチ



写真2 おしわら弁当

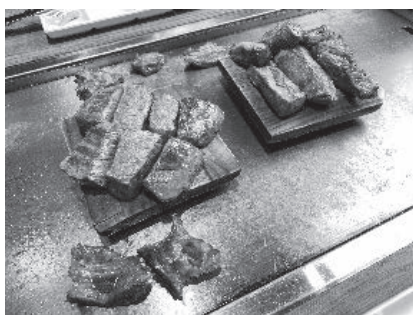


写真3 1ポンドステーキ



写真4 マウンテン井

お魚

・まぐろや石亭

お魚が船に乗ってやってきます。まぐろの専門店ですので、赤身からトロまでどれをとっても絶品です。勿論、テイクアウトもOKです。

・にぎり長次郎

まぐろだけでは満足できないという方にはこちらもおススメです。季節のメニューなど、ネタの種類も豊富で、何度行っても飽きません。



写真5 まぐろや石亭



写真6 にぎり長次郎

麺

・麵屋はなび

台湾まぜそば発祥のお店です。台湾まぜそばとは、台湾ミンチを極太麺に乗せた汁なし麺の一種です。少しピリ辛で、具の絡んだ極太麺は食べ応えがあります。

・歌志軒

油そばの専門店です。10種類以上のトッピングがあり、様々な組み合わせで好みの味を作ることや味の変化を楽しむことができます。その楽しみ方は無限大です。



写真7 台湾まぜそば



写真8 油そば

デザート

・ピネード

定番のショートケーキやオリジナルケーキなど、可愛くて美味しいケーキと出会える場所です。

・きりむきり

シフォンケーキの専門店です。しっとりとふわふわしたシフォンケーキにクリームとフルーツがトッピングされており、一口で幸せな気持ちになります。



写真 9 スノーマン（オリジナルケーキ）



写真 10 シフォンケーキ

食後には・・・

美味しいご飯を食べた後には、しっかりと身体を動かしてトレーニングをしています。毎日の筋トレとウォーキングは、一年以上、今でも継続しています。



写真 11 筋トレ（懸垂）



写真 12 ウォーキングコース（扇川公園）

終わりに

僅かではございますが、私の名古屋ライフをご紹介させていただきました。皆様が名古屋に来られる際の参考になれば幸いです。

また、名古屋ラボにお越しの際には、素敵なお食事と素敵なトレーニングにご招待しますので、お気軽にお申し付けください。

今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。



TBTLは令和3年9月で40周年を迎えました。今号の内容は、前号に引き続き40周年特集としております。40年前の1981年の出来事を調べたところ、「初代IBM PC 発売」の記事がありました。今現在、実験の計測は当然のようにパソコン、データロガーを使用しておりますが、当時の計測はほとんど手動だったと想像しております。私が仕事をして5年、このような大きな時代の変化は感じていませんが、恐らく気づかないうちに徐々に変化しているのでしょう。最近、新たに画像計測を取り入れた例も聞いており、試験に取り組む際は新しい挑戦も必要なのかと感じています。

最後になりましたが、本号を発行するにあたり、記事のご提供をいただきました先生方、OBの方々、編集に係わった各委員に御礼申し上げます。

小谷 直人

BL つくば編集委員会

委員長 佐久間 博文

主 査 菅 哲俊

委 員 津田 千尋、福田 卓矢、椎名 幸子、柳澤 嘉成
小谷 直人、黒鳥 皓史、宗川 陽祐、有馬 諒
山形 雄太

BL つくば 第25号

発行年月日 令和3年11月30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

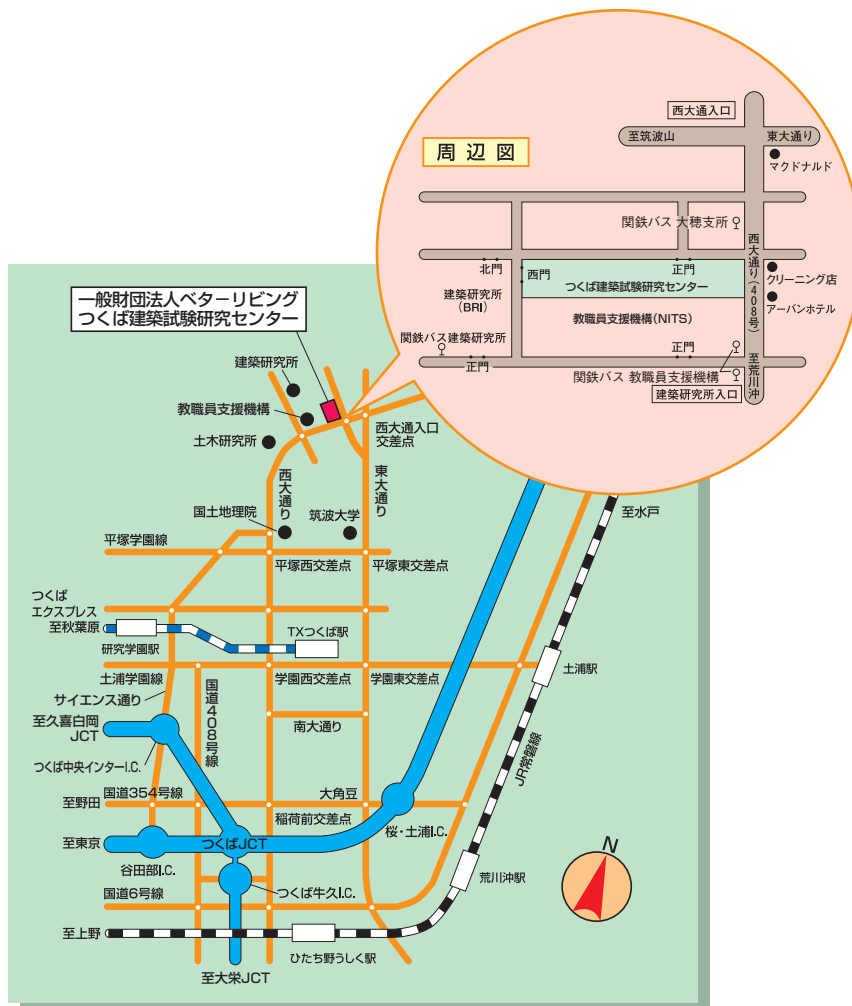
発 行 者 佐久間 博文

〒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