

JTCCM JOURNAL

2015.3

建材試験

情報 Vol. 51



巻頭言 ————— 寺家克昌

経済産業行政について、
そして、建材試験センターへの期待

寄稿 ————— 松本慎也

FRPの活用によって
木の弱点をおぎなって
ねばり強い木造建築をつくろう

技術レポート ——— 中里匡陽

全ねじボルト接着接合の引張耐力に
関する研究

～木材のせん断弾塑性特性の推定～

I n d e x

p1

巻頭言

経済産業行政について、そして、建材試験センターへの期待
／経済産業省住宅産業窯業建材課長 寺家 克昌

p2

創刊50周年特集

アーカイブス「巻頭言」
建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

p4

寄稿

FRPの活用によって木の弱点をおぎなって
ねばり強い木造建築をつくろう
／近畿大学工学部建築学科 准教授 松本 慎也

p10

技術レポート

全ねじボルト接着接合の引張耐力に関する研究
～木材のせん断弾塑性特性の推定～
／中央試験所 構造グループ 中里 匡陽

p16

海外インターンシップ報告

Malaysian Timber Industry Board (MTIB) でのインターンシップを終えて
／中央試験所 材料グループ 熊谷 瑤子

p22

連載

ダニと住環境

第4回 II. ダニの増殖と住環境要因
「ダニと建物」編
／(株)ペスト マネジメント ラボ 代表取締役社長 高岡 正敏

p28

規格基準紹介

JIS A 5422 (窯業系サイディング) の改正について
／日本窯業外装材協会 専務理事 森田 育男

p33

試験報告

有機系被覆工法の性能試験
／中央試験所 材料グループ 主任 志村 重頭

p36

業務報告

仙台支所開設記念「JTCCMセミナー（仙台）」の開催報告
／経営企画部

p38

基礎講座

鉄筋継手の基礎講座

シリーズⅢ 溶接継手
／本部事務局 技術担当部長 小林 義憲

p41

たてもの建材探偵団

札幌軟石と建築
／東京工業大学 名誉教授 田中 享二

p42

建材試験センターニュース

p44

あとがき・編集たより

巻頭言

経済産業行政について、 そして、建材試験センターへの期待

経済産業省住宅産業窯業建材課長
寺家 克昌

安倍内閣が発足して2年が経ちました。アベノミクスの「三本の矢」の経済政策により、有効求人倍率は22年ぶりの高水準となるほか、経常利益は過去最高水準となるなど、雇用や企業収益を中心に、経済の好循環が生まれ始めています。一方で、将来的には、人口減少・少子高齢化の進展に伴う国内需要の影響等、今後大きく社会構造が変化していくことが予想されます。

こうした中、例えば、住宅関連産業における今後の発展を考えれば、新築だけではなく既築住宅市場の活性化が必要不可欠になってくると考えられます。経済産業省では、「先進的なリフォーム事業者表彰」を始めるなど、リフォーム事業の活性化に向けた施策を講じ、住宅・建材産業全体の活性化を図りたいと考えています。

また、対応を迫られている大きな課題として省エネルギーや地球温暖化対策が挙げられます。中でも、住宅・建築物等の民生部門での対策のより一層の強化も重要な位置付けとなっており、これに寄与する省エネ性能の高い建材を普及させていくことが必要となります。新築住宅においては2020年までの省エネ基準適合義務化が控えておりますし、経済産業省におきましても、エネルギー使用の合理化等に関する法律に基づく建材トップランナー制度を創設しました。その中で、断熱材、サッシ、ガラスを新たな対象とするなどの施策を講じ、より高機能・高品質な建材の開発・普及を促進し、省エネルギー化を図るとともに市場の成長につなげたいと考えております。

こうした高機能建材ニーズの高まりの中においては、第三者試験機関による試験・評価や各種標準化などの要請がますます大きくなっていくことは疑いありません。貴センターにおかれましては、このような社会の変化や技術動向の進展に柔軟に対応しつつ、確固とした技術力を有する信頼される試験センターとして、今後の建材業界の発展に貢献し続けていかれることを強く期待している次第です。

今後ますますの御発展を遂げられるよう心から祈念しております。



創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る



所感

使用者の立場から見たJIS

中 邨 嘉 幸

JIS原案の審議に使用者の立場から参加する機会が度々あったのでその経験したこと。業務上の必要から品質証明を公的機関より直接あるいは建設業者を通じて受けた場合に感じたことの一部をのべてい。

設計において建物の材料を選定するにあたっては、その使用される部分、目的によってそれらに必要な性能を持っている材料である必要がある。この際一般に特殊なものでないかぎりJISの建築部門における規格品が採用される。

すなわち材料の指定は標準仕様書では該当品目についてそれぞれの規格番号が示される。特殊なもの、又は特にメーカー名、商品名をあげる必要のあるものは特記仕様で示される。

最近テレビの情報処理についての番組で、情報の処理における電気計算機やシステムにおける系統図の中で或る機能断面を持つセクションなどをそれらの仕事の流れとして考えるとき、それらの内部構造はそれぞれの機能を完全にたはたしていると考えられる。従ってこの場合内部機構、組成などは暗箱として考えられるのだと言う放送をきいた。

丁度上記の仕様書と言うシステムを考えると、規格で指示している事項はあたかもこの暗箱に相当するのではないか、一般に設計者、請負者なども同様な考えになっている様である。最近の技術の進歩、発展はめざましく、建材も多種多様であり各材料の性能について検討する時間を持ち合せない。従ってJIS規格についても上記の様な考え方で差支えないし将来の進み方としての必然性を認める。

たまたまある暗箱の一部をのぞく機会があり、感ずる所があったのでそれらの一部をのべておきたい。

第一の点は原案作成委員会の構成メンバーの立場上の相違による諸々の問題点、特に性能判定基準の取り方についての意見の相違とこれから定められた基準値であろう。

JIS化の目的は品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の公正化、使用消費の合理化にある。構成メンバーがそれぞれそのメリットを得る様になっている。が少なくともJIS化の審議においてはその要求される性

能に合ったものであることが第一義的でなければならないと思う。即ち審議の重点は技術主体でなければならない。専門小委員会では大体この様な状態で進められるが、本委員会になると利益代表的な考えが審議の中心思想となる傾向が多い。使用者側は性能の高いものを要求し、メーカー側は製作技術の問題をとりあげ製造困難を主張する。このばあい採択される標準値が問題となる。

JIS製品と称するものが、それらの製品の品質の保証とならなくて、使用者側ではそれらの中から高性能のものを指定することがしばしばある。せつかくのJIS化が使用者を満足させない例も多い。

第二の点は公的試験結果の信頼性である。

JISにおける性能基準値はそれぞれの材料についての既往のデータや新たに別途実施して確認した公的試験結果によって確認される。従ってそれらの試験は公正で適確である必要がある。私が関係してきたJIS案における実験は民間、公的機関それぞれ同一項目について行なった。試験の結果は後者が前者よりしばしば間違っていると思われるものを示していた。問題は公的機関だけで品質証明を受ける様な場合、折角メーカーが製作したものが、試験の結果不幸にして不合格となることである。公的機関のものが常100%に正確でなければならないとは要求しないが、少なくとも疑問のありそうな結果が予測されるものについては立会を認めるなどの官民一体の協力的姿勢がのぞましい。

以上二点は特に私の経験から感じた最も大きい審議における影の部分と伝えられる面であるが。

JIS審議の過程においてそれぞれの立場から技術的検討を重ねることは大いに私達の立場において学ばなければならない点が多かったことをつけ加えておきたい。

JIS化の目的についてはさきにあげた通りであり。

将来JIS製品による品質の保証が得られ、仕様書の中でJIS規格品が完全な暗箱として我々の期待を充分満足してくれるであろうが、現在の所まだ時々この暗箱内部をのぞいて見る必要がある。又特にJIS建築部門では性能のきめ方その他数々の箱の中の整備が必要と痛感する。

<筆者：株式会社 日建設計研究室次長>



創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る



建材試験の変遷

四王天政信

わが国は地震や風水害が多いので、建築物がそれ等の災害に対して安全であることを目的として、建材の試験・検定も主要構造部に使用されているコンクリート及び鋼材について行なわれてきた。北海道立寒地建築研究所が設置されてから16年になるが、その前身の、ブロック建築指導所(昭和27年設置)時代には、28年に制定された建築用ブロック品質保全条例に基づく、ブロックの抜き取り検査が検定業務の主務であった。その後一般のコンクリート及び鉄筋の試験依頼件数は増加の一途をたどり、一方43年には保全条例が廃止されて抜き取り検査がなくなったので、検定内容はコンクリート等が主となってきた。鉄筋では異形鉄筋のガス圧接が普及してその試験もかなり多くなってきた。また、道内には民間の試験依頼を手軽に受けられる土木材料の公的試験機関がないので、土木用のヒューム管、U字こう、護岸ブロック等の試験依頼が増加している。ただし、これは土木用といっても、建築の宅地造成にも使用されているので、当所としては依頼を引き受けている。

以上の試験はいずれも建物の構造強度上の安全に関するものであるが、今後は都市の発展、建築の大型化に伴って、建築物(特にその中の人命)を火災から守るために、建物の防耐火性能を大いに向上させなければならない。北海道のような寒冷地では、暖房期間が長いので、火災発生割合も全国平均を上回っており、また積雪が消火活動の支障となるなどのため、火災による死亡者も全国で上位にランクされており、特に内装制限の強化、拡大が必要となってきた。そこで、従来の防耐火性能、内装材の燃焼性試験のほかに、発煙性試験もあわせて実施することになった。いわゆる新建材は発煙量が多く、そのために煙による死者が多く出る傾向があるので、時宜に適した試験となろう。外装材料については、寒冷地特有の凍害があるので、コンクリート、セメントモルタル、気ほうコンクリート、外部用塗料、陶磁器タイル等の水中における凍結融解試験を行ない、耐凍害性の判定

も盛んに行なっている。また、冬期の低温時においても施工が可能な、特殊なプラスチックモルタル、セメント、接着剤等の性能試験や、施工方法等についての試験、研究を行ない、冬期施工において実際に活用されている。このほか、寒冷地における防水材料や工法については、寒冷地特有の諸現象が起りやすいので、各種防水材料について性能試験を行なっている。われわれの手でなかなか新しい材料を開発することはできないが、多くの企業でつぎつぎと開発される建材について、寒冷地での適応性を試験することが任務と考えている。

建築物の居住性能が主要視されるようになると、また新しい試験や検定が必要になる。北海道に寒住法が施行されたのは昭和28年であるが、その後16年ぶりに一部改正が行なわれて、建物各部位の熱貫流率が道内を2地区に分けて規定された。熱貫流率の規準は、今から20年程前から、故渡辺 要博士によって提案されていたが、今回のように法規で規定されると、断熱材料の熱伝導率も材料メーカーがカタログに表示するため自主測定したものでなく、相当安全側に見た公知の数値を用いるか、または、公的機関の測定値が必要となる。そこで権威を持った熱伝導率の測定試験も今後必要になる。又複合材料による壁体等の熱貫流率も、一応計算することは可能であるが、大型試験体で実測する必要も生じて来ると思われる。このような熱的性能の試験には多大の時間を要するもので、単一材料の熱伝導率でも1件に約1日を要し、熱貫流率は約1週間を必要とする。更にはこのような装置の維持管理と運転経費もなかなか大きいものである。

今後建築の各部位の性能に対する要求が高まり、音響とか、通気・換気等に関する試験が増加するものと思われるし、住宅のプレハブ化が進むにつれて、プレハブ部材の強度その他の性能試験も多くなろう。

<筆者：北海道立寒地建築研究所長>



FRPの活用によって木の弱点をおぎなって ねばり強い木造建築をつくろう



近畿大学工学部建築学科 准教授 松本 慎也

1. はじめに

木材は異方性材料であり、作用する力の方向に対し強度的に強い方向と弱い方向が存在します。特に木材は繊維直交方向の引張力に対しては裂けやすく、脆い破壊性状を示します。これらの材料特性は、割り箸を割った時や薪割りをした時に経験的に実感できる特性かと思えます(写真1参照)。



写真1 木は裂けやすい

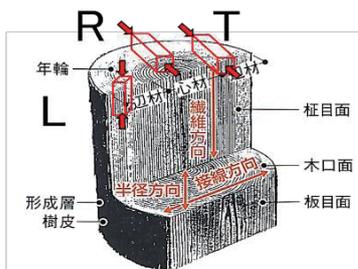


図1 木材の直交異方性

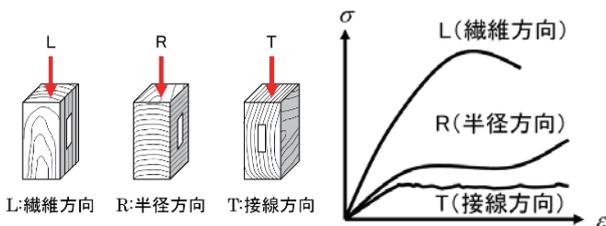


図2 木材の強度特性(圧縮)

木材を直交異方性材料として扱う場合、一般に図1に示すように、繊維(L)方向、半径(R)方向、接線(T)方向の3つの基本軸を定めてこれらに対して力学的な考察がなされ

ます。このとき木材は図2に示すように、繊維方向の圧縮特性は他の方向に比べ強度が高いことが知られています。しかしながら写真1に示したように、繊維を切り裂く力に対しては、脆くて弱い特性を持っており、構造的にはそのような脆い特性が木材の弱点となります。

2. 木材の弱点をおぎなうために使う新素材

木材の強度的な弱点をおぎなうために、本研究では繊維強化プラスチック(Fiber Reinforced Plastics = FRP)を用いることを検討しています。本研究では扱いやすさを考慮し、ガラス繊維やビニロン繊維に光硬化性樹脂を含浸させたプリプレグシートとなったFRP(図3参照)の適用を検討しています。このシートは硬化前に部位の形状に応じて容易に加工が行えます。シート中の樹脂は紫外線の照射によって20分程度の短時間で硬化します。写真2にこの紫外線硬化型FRPの外観を示します。

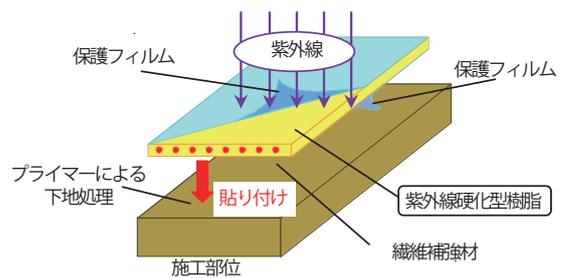


図3 紫外線硬化型FRP(構成)



写真2 紫外線硬化型FRPの外観

3. FRPの引張強度特性

FRPの引張特性を把握するために図4に示すような引張試験体を作成し、引張試験を実施しました(JIS K 7054:1995)。表1に引張試験体一覧を示します。

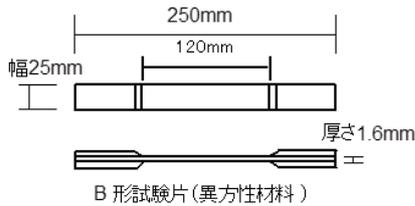


図4 FRP引張試験体

表1 FRP引張試験体一覧

試験体記号	補強繊維の種類	繊維の配置	繊維目付量 (g/m ²)	層数
GC6	G: ガラス繊維	C: クロス (直交2方向)	600	1
GUD12	G: ガラス繊維	UD: ユニ・ダイレクション (1方向)	1278	1
VC8	V: ビニロン繊維	C: クロス (直交2方向)	840	1
VC8W	V: ビニロン繊維	C: クロス (直交2方向)	1680	2

表2にFRPの引張実験によって得られた各FRPシートの最大荷重, 最大荷重時変位(試験機増分ストローク変位), 最大荷重時ひずみ(試験機増分ストローク変位を試験体基準長120mmで除した値により算出), 単位幅あたりの耐力の各3試験体の平均値を示します。実験から得られた最大荷重(3試験体の平均値)は, GC6試験体では4.54 kN, GUD12試験体では25.8 kN, VC8試験体では4.76 kN, VC8W試験体では8.62kNであり, 繊維の種類, 繊維の配置, 繊維目付量に対する強度特性がわかります。また各試験体の破断状況を写真3~写真6に示します。ガラス繊維は強度が高く, ビニロン繊維は変形性能が大きいという特徴が確認されました。

表2 引張試験結果(3試験体の平均値)

試験体記号	最大荷重 (kN)	最大荷重時変位 (mm)	最大荷重時ひずみ (%)	単位幅あたりの耐力 (N/mm)
GC6	4.54	3.89	3.24	178
GUD12	25.8	7.61	6.34	994
VC8	4.76	24.3	20.2	190
VC8W	8.62	26.2	21.8	331



写真3 ガラスクロス(GC6)の破断性状

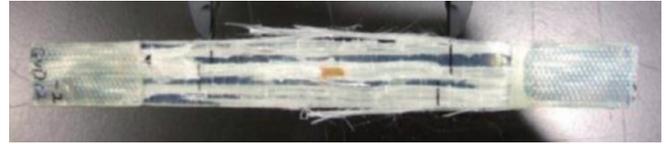


写真4 ガラスユニダイレクション(GUD12)の破断性状



写真5 ビニロンクロス(VC8)の破断性状



写真6 ビニロンクロス2層(VC8W)の破断性状

4. FRPと木材との接着性能

FRPと木材との接着性能の評価を行う目的で, 図5に示すような試験体を作製し, JCI式2面せん断試験¹⁾を実施しました。これらの試験体は100×100×450mmのスギ材(表面含水率: 平均11.8%, 最小8.9%, 最大13.5%)を木口面で突き合わせ, その両側2面に50×750mmのFRPシートを施工しています。実験に用いるFRPシートは, GC6, VC8, GUD12, VC8W(VC8の2層貼り)の4種類で, このシートの種類を実験因子とし, それぞれ3体ずつ試験体を作製しました。また, 試験区間以外でのFRPの剥離破壊を防止するため, 補強用FRPを非試験区間に施工しています。試験体に加工した直径φ30mmの穴に治具を挿入し, 図5に示す矢印方向に加力することで, FRPシートと木材との接着界面にせん断力を作用させ, 破壊性状を確認しました(写真7参照)。表3に2面せん断接着試験結果を示します。

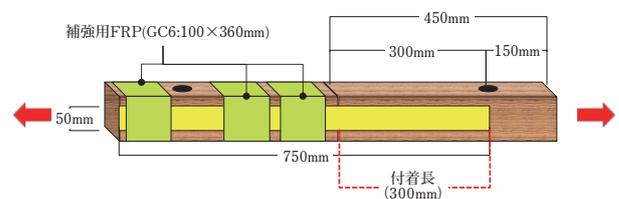


図5 2面せん断接着試験体

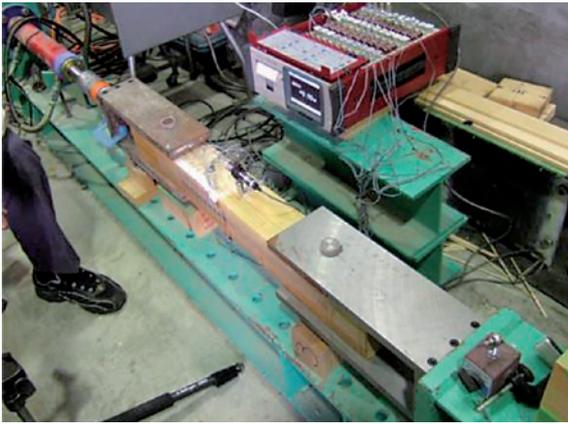


写真7 2面せん断接着試験体の実験風景

表3 2面せん断接着試験結果

		ガラスクロス (GC6)	ビニロンクロス (VC8)	ガラスユニ ダイレクシ (GUD12)	ビニロン クロス2層 (VC8W)
単位幅当 たりのせん 断接着耐力 (N/mm)	平均値	168	137	300	263
	最小値	163	119	287	258
	基準値	153	71	239	248
有効付着 長さ(mm)	平均値	34	82	103	46
	最小値	28	73	86	41
	最大値	37	100	127	57

5. FRPの劣化特性(屋外暴露試験)

FRPと木材の接着力に対する耐久性を調べるために、試験体を屋外暴露しました。試験体の劣化環境は、自然環境における屋外暴露とし、屋外暴露を行った後に、2面せん断接着試験を実施することで接着界面の接着力の劣化度を検討しました。このとき1回の試験に対し試験体数は3体としています。



写真8 屋外暴露試験体

試験体は2つの角材(構造用集成材:強度等級E105-F300)を小口面で突合せ、FRPシートにより両側面を接着することで作成しました。暴露期間は1年間を計画し、東広島市において建物東面の敷地に設置し、日射、風雨を直接受ける屋外環境に暴露しました(写真8参照)。また、FRPの耐久性の比較のために金物接合(山形プレート、専用釘:メッキ加工材)による暴露試験体も作成し、同様に暴露試験を行いました。

表4に屋外暴露試験結果一覧を示します。表中の数値は2面せん断接着試験による最大耐力(kN)を表します。加力試験において対象接合部での破壊が生じずに、加力装置固定部側において破壊した試験体がFRP試験体には若干ありましたが、それらには表中*記号をつけて示しています。図6にこれらの試験結果における最大耐力の変化の比(最大耐力比)をグラフで示します。これらの図表より、金物に比べFRPの屋外暴露に対する耐力劣化は小さいことがわかります。また、写真9、写真10に暴露試験体の破壊性状を示します。

表4 屋外暴露試験結果一覧

暴露期間	最大耐力(kN)				
	0ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	9ヶ月	12ヶ月
FRP	37.0	42.8	36.5	36.0	39.7*
	41.7	39.7	37.4	30.6	40.0*
	39.4*	45.3	39.5	43.0*	39.8
平均	39.4	42.6	37.8	36.5	39.8
金物	18.7	14.8	-	-	16.2
	20.8	14.6	-	-	14.3
	20.8	19.2	-	-	12.3
平均	20.1	16.2	-	-	14.3

*固定部側が破壊した試験体

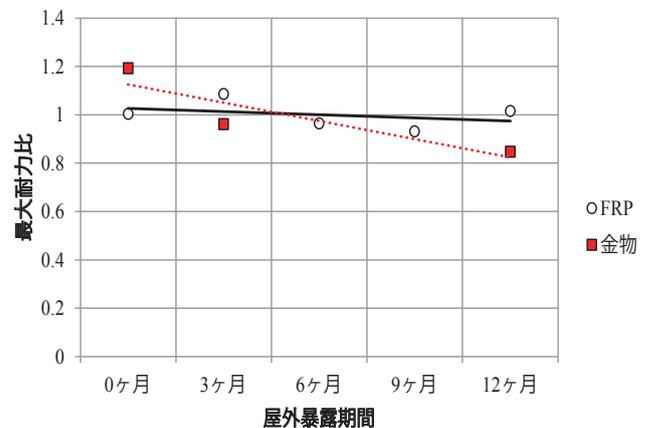


図6 屋外暴露試験結果耐力比



写真9 暴露試験体の破壊性状(FRP試験体)



写真10 暴露試験体の破壊性状(金物試験体)

本研究で検討したFRPの特徴を以下にまとめます。

- 樹脂と補強繊維が一体となったプリプレグシートであり、貼り付け自由度が高い
- 補強繊維種別・量により強度調整が可能
- 耐久性がある(錆びない、腐らない)
- 透明であり目立たない

6. 木質接合部への適用(鋼板挿入型ドリフトピン接合)

木質構造において接合部の強度特性は非常に重要です。本研究では前節に示したFRPを鋼板挿入型ドリフトピン接合による木質ラーメン構造の接合部へ適用することを検討しています。検討する接合部のイメージを図7に示します。

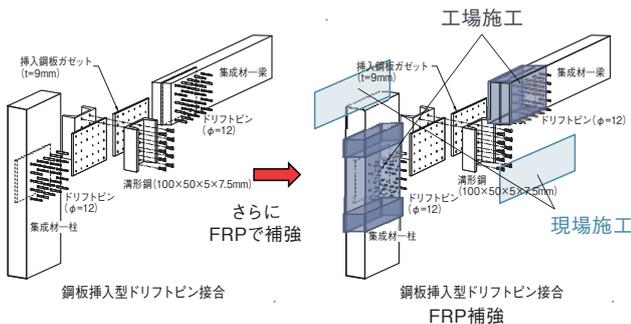


図7 鋼板挿入型ドリフトピン接合 (1方向木質ラーメン接合部)

FRPの施工方法は、工場での作業と、現場での作業の2つに分けて図8、図9に示すような柱脚仕様(I型接合部)、柱梁接合部・柱勝ち仕様(T型接合部)、柱梁接合部・梁勝ち仕様(L型接合部)を提案しています。これらの提案する接合部の強度特性を調査するために、各試験体の接合部曲げ実験を実施しました。

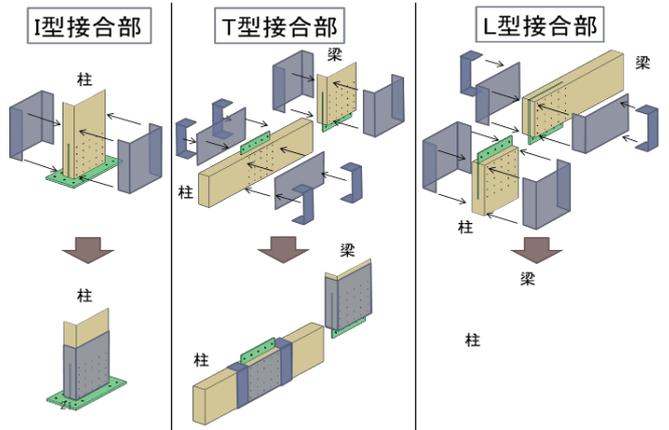


図8 鋼板挿入型ドリフトピン接合 (工場での作業)

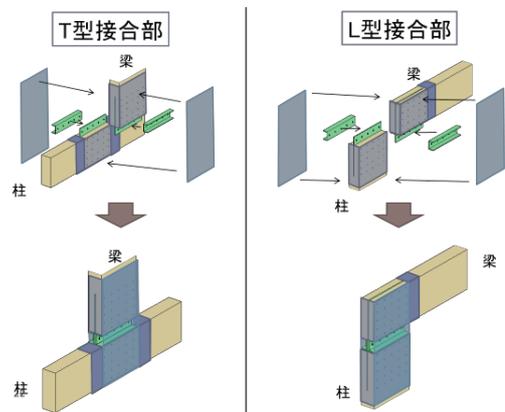


図9 鋼板挿入型ドリフトピン接合 (現場での作業)

写真11に柱脚仕様試験体(I型接合部)を示します。柱頭に錘1tonを載荷した状態で水平方向に繰り返し荷重を作用させ、試験体の破壊性状を確認しました。図10に接合部における曲げモーメント-回転角関係を示します。また、写真12、写真13に試験体の破壊性状を示します。FRPを施工した試験体とFRPを施工していない試験体を比べると、FRPなしの試験体は、引張端部における木材が割裂破壊をおこし、耐力劣化が生じているのに対し、FRPありの試験体では、最大耐力以後も靱性が確保されていることがわかります。



写真11 柱脚仕様(I型接合部試験体)

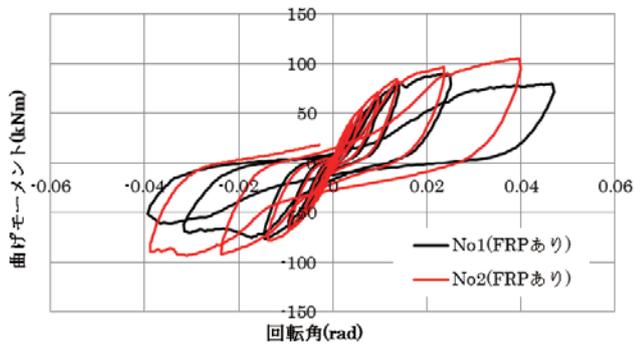


図10 曲げモーメント-回転角関係 (I型接合部試験体)



写真12 I型接合部試験体破壊性状(FRPなし)

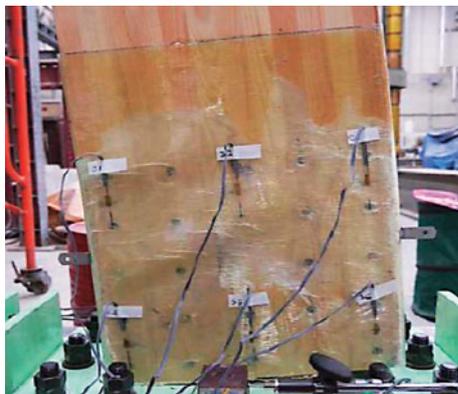


写真13 I型接合部試験体破壊性状(FRPあり)

写真14に柱梁接合部・柱勝ち仕様試験体(T型接合部)を示します。図11に接合部における曲げモーメント-回転角関係を、写真15、写真16に各試験体の破壊性状を示します。FRPを施工した試験体とFRPを施工していない試験体を比べると、FRPありの試験体では、耐力が向上していることがわかります。



写真14 柱梁接合部・柱勝ち仕様(T型接合部試験体)

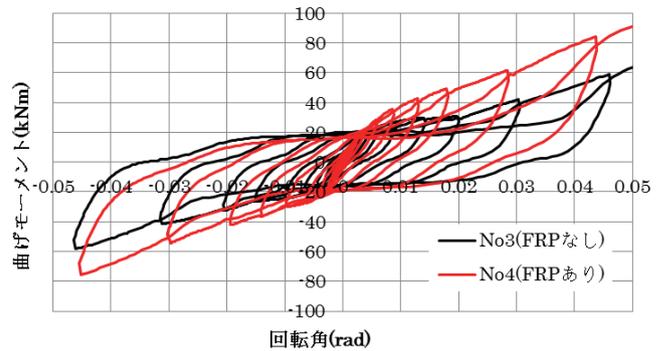


図11 曲げモーメント-回転角関係 (T型接合部試験体)

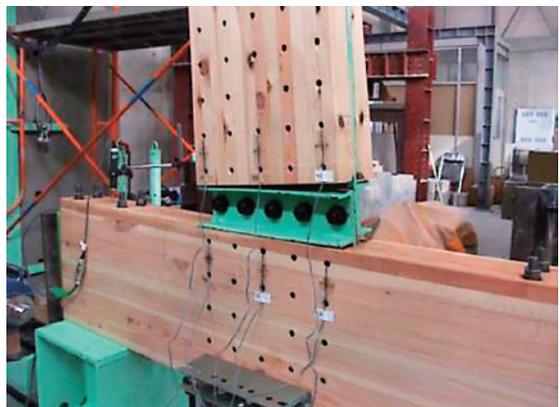


写真15 T型接合部試験体破壊性状(FRPなし)



写真16 T型接合部試験体破壊性状(FRPあり)



写真18 L型接合部試験体破壊性状(FRPなし)

同様に写真17に柱梁接合部・梁勝ち仕様試験体(L型接合部)を示します。図12に接合部における曲げモーメント一回転角関係を、写真18、写真19に各試験体の破壊性状を示します。FRPを施工した試験体とFRPを施工していない試験体を比べると、FRPありの試験体では、耐力が向上していることがわかります。



写真19 L型接合部試験体破壊性状(FRPあり)



写真17 柱梁接合部・梁勝ち仕様(L型接合部試験体)

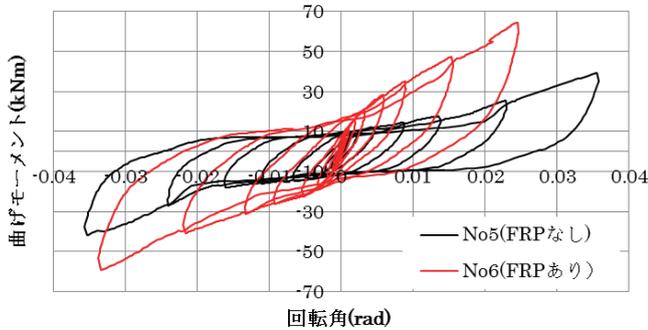


図12 曲げモーメント一回転角関係 (L型接合部試験体)

7. まとめ

本稿では、木材の靱性に乏しい割裂破壊性状をFRPで補強することで、ねばり強い木造建築をつくる研究を紹介しました。木質構造の接合部をより高強度高靱性に接合することができれば、様々な構造への応用が期待できます。

最後に、本研究の一部は科研費(課題番号23686080)の助成を受けたものです。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の補強技術研究委員会報告書，2003.7
- 2) 松本慎也，大久保孝昭，渡辺康明，紫外線硬化型FRPによる既存木造住宅の筋かい軸組要素の耐震補強 既存木造住宅の耐震補強工法の開発(その1)，日本建築学会構造系論文集，第77巻，第672号，pp.221-230，2012.2

プロフィール

松本 慎也(まつもと・しんや)
 近畿大学 工学部 建築学科 准教授 博士(工学)
 専門分野：建築構造・材料
 最近の研究テーマ：木質構造に関する研究

全ねじボルト接着接合の引張耐力に関する研究 ～木材のせん断弾塑性特性の推定～

中里 匡陽

1. はじめに

1.1 全ねじボルト接着接合

大規模木造建築物を設計する際、構造的に最も問題となるのは接合部の性能である。特にラーメン構造やトラス構造では、高耐力かつ高剛性な接合部が必要となる。近年、接着剤の性能が目覚ましく進歩するなか、接着剤を用いて木材にボルトや鉄筋を埋設するグルード・イン・ロッド接合が使われ始めている。この接合方法は、荷重を効率よく木材に伝達することができ、従来の曲げ抵抗によるボルト接合よりも耐力、剛性ともに飛躍的に向上することができる構法である。

本研究の対象となる接合部は、グルード・イン・ロッド接合の一つである「全ねじボルト接着接合」である。その概要を写真1、断面詳細図を図1、施工手順の一例を図2に示す。

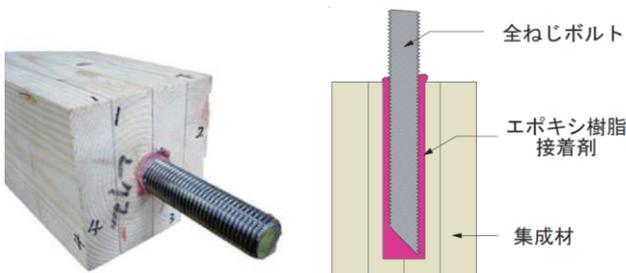


写真1 接合部の概要

図1 断面詳細図

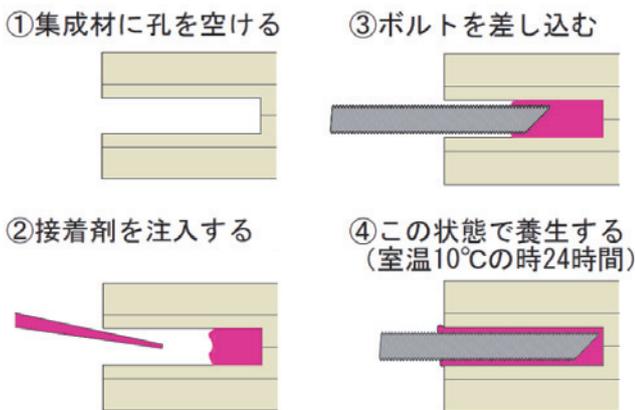


図2 施工手順の一例

1.2 既往の研究および本研究の目的

写真2に引張応力下における全ねじボルト接着接合の破壊状況、図3に木材に生じるせん断応力度(イメージ図)を示す。

既往の研究¹⁾より、本接合の引張耐力を決定する破壊メカニズムは、ボルト周りの木材に生じるせん断応力度によるせん断破壊となる。また、有限要素法による弾性解析により、本接合における引張耐力の推定が行われているが、ボルトの埋め込み長さやボルト径の違いにより、実験値に対し解析値が過小評価になってしまう範囲が存在することが指摘されている。その要因は木材の塑性特性を考慮していないためであると推測されている。

そこで、本研究では、木材の塑性特性を考慮した解析を行うために必要となる、木材のせん断弾塑性特性を実験および解析により推定することを目的とする。

なお、本研究の解析では、有限要素法汎用非線形構造解析プログラムであるMSC.MARC (ver.2010)を使用し、直交異方性を考慮した3次元要素による有限要素解析を行った。

2. 木材の材料実験

2.1 実験方法

木材のせん断弾塑性特性を取得するために、面内せん断実験を実施した。写真3に実験実施状況を示す。

測定は、せん断力 Q (試験機荷重)と試験体中央位置のせん断ひずみ γ について行った。なお、せん断ひずみ γ は、裏表2ヵ所に貼付した2軸のひずみゲージ(検長:1mm)によ

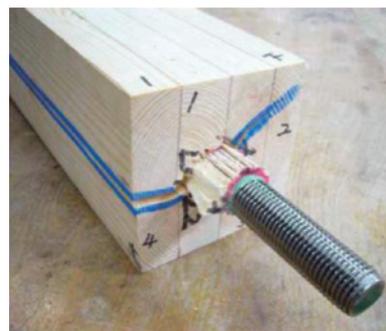


写真2 破壊状況

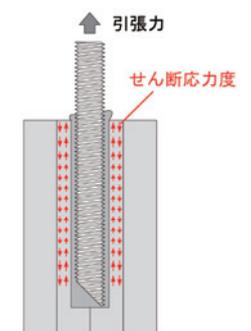


図3 せん断応力度

り測定した。また、実験は、ねじ駆動式の加力試験機を使用し、加力速度は、 $Q=5000N$ までが $20N/sec$ 、それ以降は試験機のストローク変位で $0.003mm/sec$ と、塑性域ではかなりゆっくりとした速度で、破壊に至るまで連続的に加力した。

2.2 試験体木材

試験体となる木材は、同一等級構成構造用集成材（樹種：おうしゅうあかまつ、強度等級：E105-F345）3本（No.1～No.3）から、それぞれ10～11体（合計31体）切り出したものである。対象とする繊維方向は、全ねじボルト接着接合で最大耐力の決め手と考えられるLR（まさ目）方向のみとし、試験体中央位置（破壊面）の断面積 A は約 $100 \times 8mm^2$ とした。試験体の形状については、次項に示す。

また、同集成材から別途切り出した試験体（各材、LRおよびLT方向について、それぞれ12～14体、合計76体）において、いす型せん断試験（JIS Z 2101）を実施した。その結果一覧を表1に示す。各繊維方向におけるせん断強さの平均値は、LR方向が $9.5N/mm^2$ 、LT方向が $9.9N/mm^2$ であった。

2.3 試験体形状の決定

木材の真のせん断弾塑性特性を取得するためには、試験体に生じるせん断ひずみが単純な分布となり、その最大値の位置が明確な試験体による材料実験が必要となる。

そこで、予備解析（弾性解析）を行い試験体の形状を決定した。表2に入力した木材の材料定数、図4に予備解析の結果（ $Q/A=4N/mm^2$ 時のせん断ひずみ分布）を示す。また、

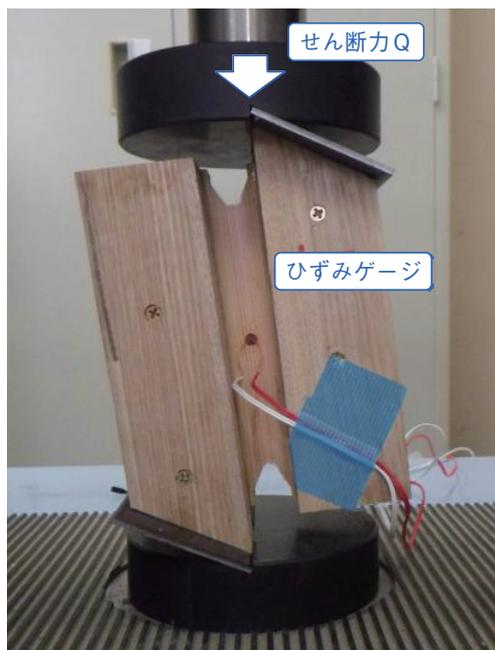


写真3 実験実施状況

図5に最終的に決定した試験体形状の詳細、図6に解析モデル（Type-D）を示す。なお、解析モデルは、試験体形状の対称性より、試験体の厚さ方向について対称軸により分けられた半分をモデル化し、モデルを構成する要素はすべて直交異方性のアイソパラメトリック要素とした。

試験体形状決定の経緯として、まず、試験体となる集成材の形状などの制約より、補強材（樹種：なら）の断面寸法を $40 \times 25mm$ 、補強材の間隔を $20mm$ 、破壊面の厚さを $8mm$ とし、最大せん断ひずみ γ が試験体の中央位置となるように決定した。Type-Aについては、JASに規定される合板の面内せん断試験における試験体の形状を参考に、試験対象部分の縦一横寸法の比を $10:1$ とした。予備解析によるとこの場合、試験体中央位置のせん断ひずみは最大とならず、中央からそれぞれ左上および右下の加力点の方へ偏った分布となった。

表1 いす型せん断試験結果一覧

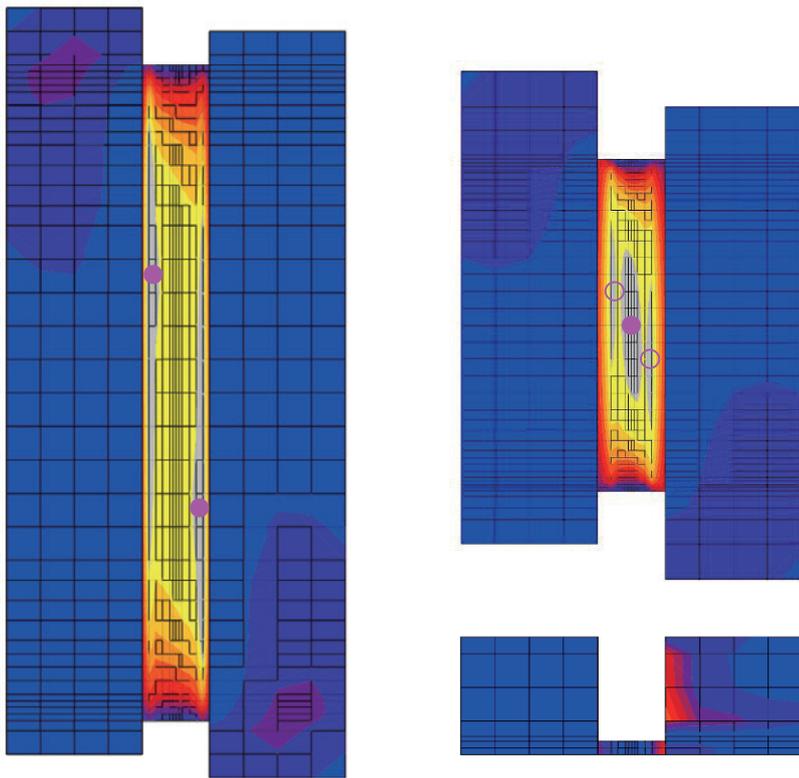
試験体	LR方向（まさ目）		LT方向（板目）	
	数量 [体]	せん断強さ [N/mm^2]	数量 [体]	せん断強さ [N/mm^2]
No.1	13	10.0	14	9.6
No.2	12	8.9	13	9.9
No.3	12	9.5	12	10.3
平均		9.5		9.9
標準偏差	-	1.2	-	1.3
5%下限値		7.4		7.5

（注）表中の平均、標準偏差および5%下限値は、全試験体数（LR方向：37体、LT方向：39体）に対する値を示す。

表2 予備解析における入力材料定数

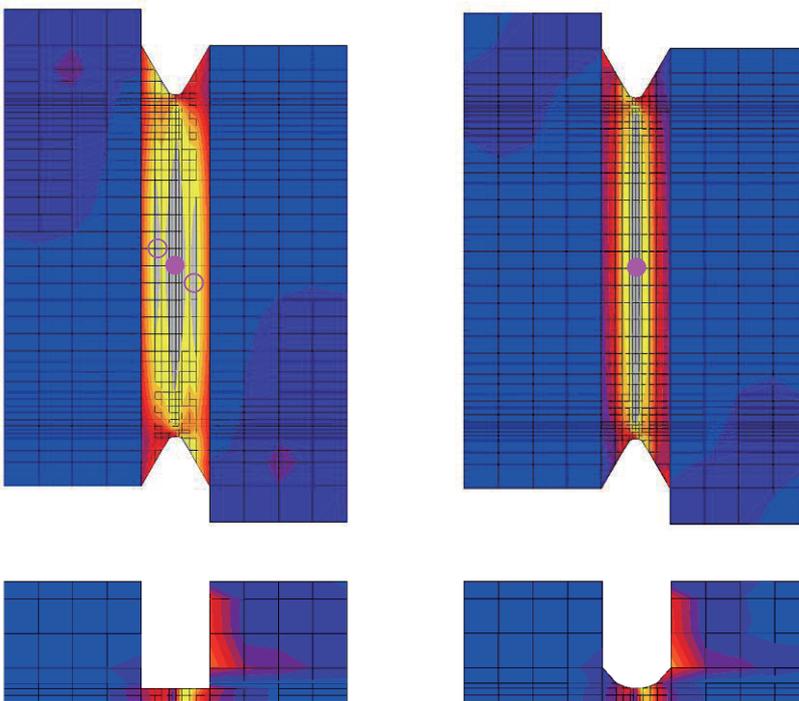
樹種		おうしゅうあかまつ	なら
ヤング係数 [N/mm^2]	E_L	16300	11280
	E_R	1100	1420
	E_T	570	740
せん断 弾性係数 [N/mm^2]	G_{LR}	1157	932
	G_{LT}	677	686
	G_{RT}	66	147
ポアソン比	ν_{LR}	0.42	0.4
	ν_{LT}	0.51	0.6
	ν_{RT}	0.68	0.6

（注）表中の値は、木材工業ハンドブック²⁾より引用した。



Type-A

Type-B



Type-C

Type-D



(注) 図中の●は最大ひずみ位置, ○はひずみの偏りが大きい位置を示す。

図4 予備解析の結果 (Q/A=4N/mm²時のせん断ひずみ分布)

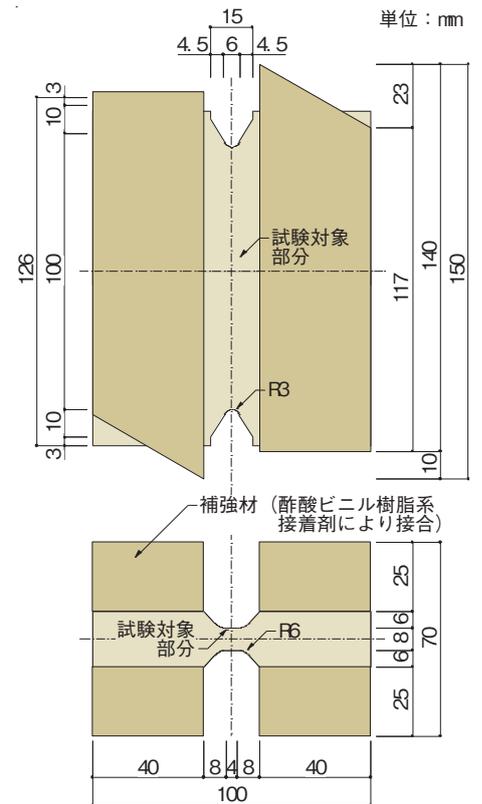


図5 試験体形状の詳細

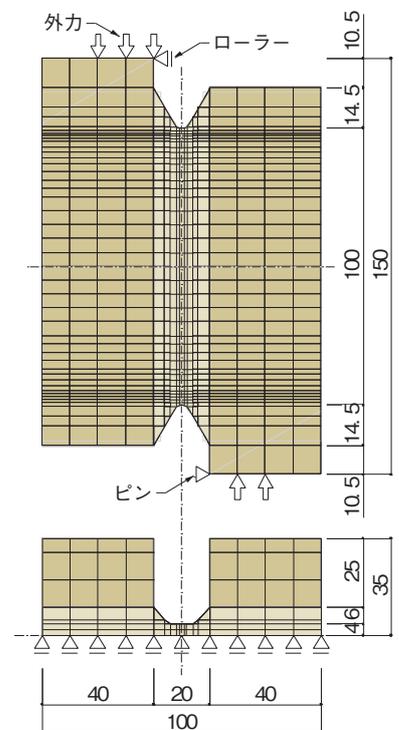


図6 解析モデル (Type-D)

そこで、Type-Bでは、試験体中央位置が最大ひずみとなるように、試験対象部分の縦寸法を半分（縦—横寸法の比は5：1）とした。その結果、せん断ひずみが最大となる部分は、試験体中央位置となったが、それ以外にType-Aと同様なせん断ひずみの偏りが見られ、その値は試験体中央位置の値とほぼ同じであった。そこで、Type-Cでは、試験体中央位置以外の部分のせん断ひずみを抑えるために、応力を負担する断面積を増やす目的で、試験体に面内方向のテーパを付加した形状とした。それでもなお、せん断ひずみの偏りが解消されなかったため、Type-Dでは、面外方向にもテーパを設けた。その結果、試験体中央位置を最大せん断ひずみとすることができ、この形状を材料実験の試験体形状と決定した。

2.4 実験結果

(1) 破壊状況、見掛けのせん断応力度および剛性

表3に実験結果一覧、写真4に破壊状況、図7に実験結果（各試験体における最大荷重および降伏時の見掛けのせん断応力度 Q_y/A および Q_{max}/A 、見掛けのせん断剛性 G ）を示す。なお、図7中の白抜きのプロットは、全試験体個々の値を示す。ここで、前項の予備解析で示したように、試験体中央位置の（破壊）断面について、ひずみ分布は一定とはならない。よって、せん断力 Q を断面積 A で除した値を見掛けのせん断応力度 Q/A 、降伏時の見掛けのせん断応力度 Q_y/A をせん断ひずみ γ_y で除した値を見掛けのせん断弾性係数 G と呼ぶ。

表3 実験結果一覧

試験体	数量 [体]	降伏時		最大荷重時		見掛けの せん断剛性 G [N/mm ²]	密度 [g/cm ³]	含水率 [%]
		見掛けの せん断応力度 Q_y/A [N/mm ²]	せん断 ひずみ γ_y [$\times 10^{-6}$]	見掛けの せん断応力度 Q_{max}/A [N/mm ²]	せん断 ひずみ $\gamma_{Q_{max}}$ [$\times 10^{-6}$]			
No.1	10	5.9	6086	9.9	13031	964	0.49	8.4
No.2	10	4.6	5874	8.7	15600	781	0.48	8.1
No.3	11	5.5	5457	9.4	12461	1006	0.49	8.2
平均		5.3	5794	9.3	13657	920	0.49	8.2
標準偏差	-	1.0	936	1.0	2889	132	0.02	0.7
5%下限値		-	-	7.4	-	-	-	-

(注) 表中の平均、標準偏差および5%下限値は、全試験体（31体）に対する値、その他の値は各試験体における平均値を示す。



写真4 破壊状況（試験体中央部での木材のせん断破壊）

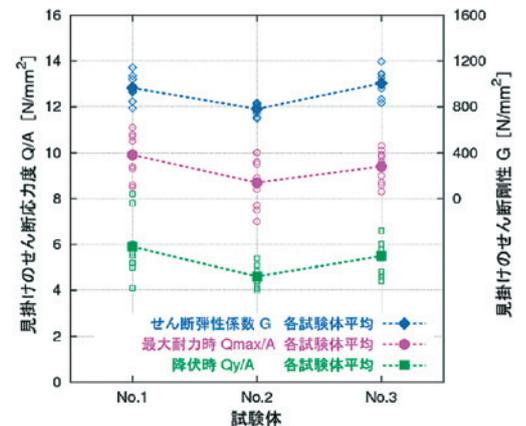


図7 実験結果（ $Q_{max}/A, Q_y/A, G$ ）

破壊状況は、試験体中央位置での木目に沿ったせん断破壊であった。また、それぞれ最大荷重および降伏時の見掛けのせん断応力度、見掛けのせん断剛性の値には、ばらつきが見られ、No.2については、No.1およびNo.3の値よりも1～2割小さい値であった。

(2) 見かけのせん断弾塑性特性

図8に見掛けのせん断応力度およびせん断ひずみと見掛けのせん断剛性の関係を示す。なお、同図では各試験体の平均値と、全試験体の値について最小二乗法により算出した回帰直線を併せて示す。

最大荷重および降伏時の見掛けのせん断応力度、最大荷重時のせん断ひずみと見掛けのせん断剛性の関係は、寄与率R²が0.3～0.35の相関関係が見られた。また、降伏時のせ

ん断ひずみと見掛けのせん断剛性の関係では、相関関係が小さく、ばらつきはあるもののほぼ一定の値であった。

図9に見掛けのせん断弾塑性特性を示す。なお、同図では全試験体の値による回帰曲線を併せて示す。

回帰曲線は、せん断ひずみが 5800×10^{-6} (降伏時 γ_y)までを直線、それ以降から 13000×10^{-6} までを2次曲線により近似し、見掛けのせん断応力度Q/Aが 9.3 N/mm^2 までとした。式(1)および式(2)にその回帰式を示す。

降伏時まで

$$Q/A = 927\gamma \quad \dots (1)$$

降伏時から最大せん断応力度時まで

$$Q/A = -3.7 \times 10^4 (\gamma - \gamma_y)^2 + 8.2 \times 10^2 (\gamma - \gamma_y) + 5.4 \quad \dots (2)$$

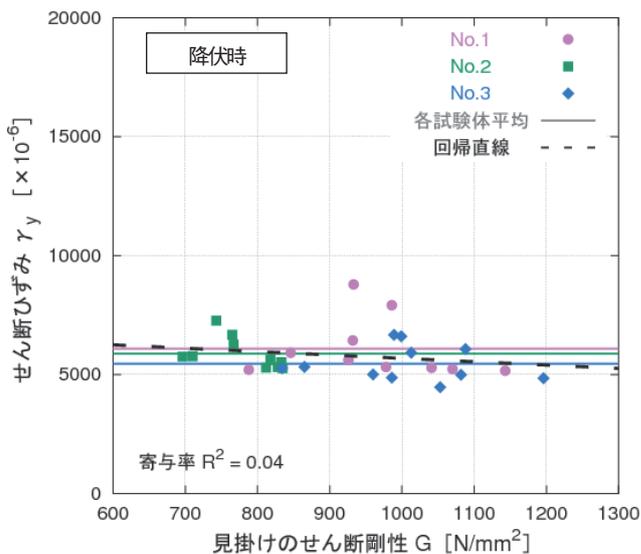
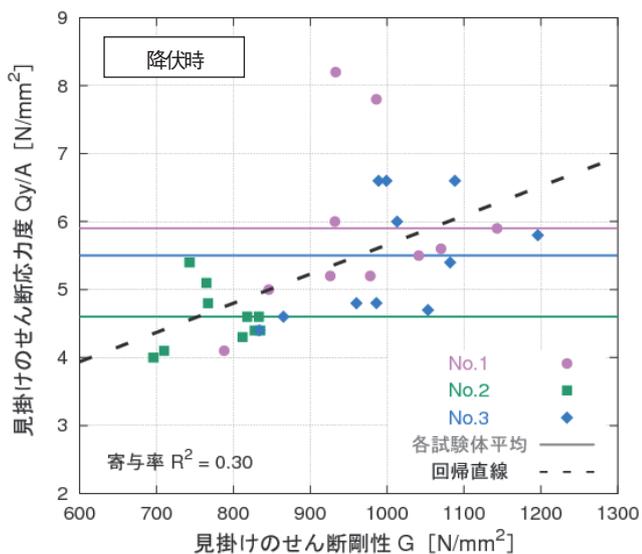
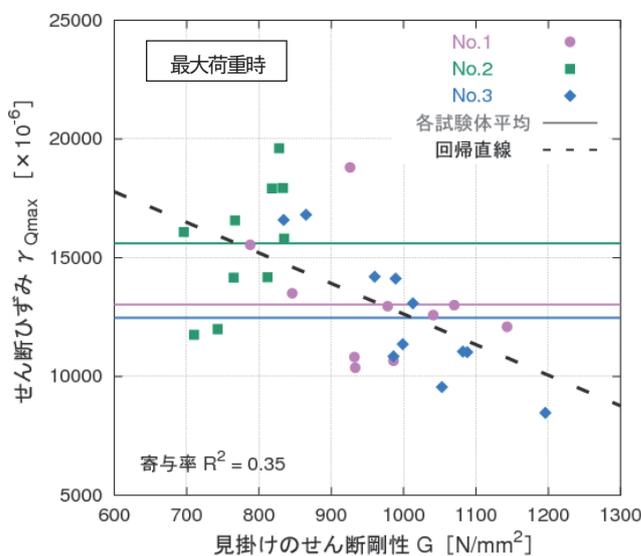
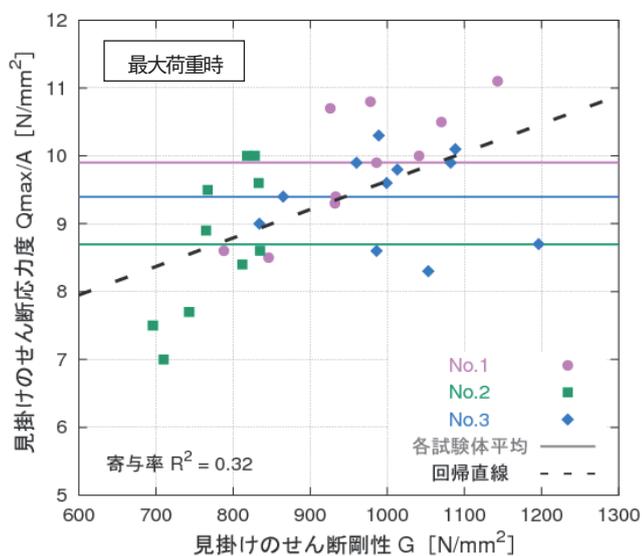


図8 見掛けのせん断応力度およびせん断ひずみと見掛けのせん断剛性の関係

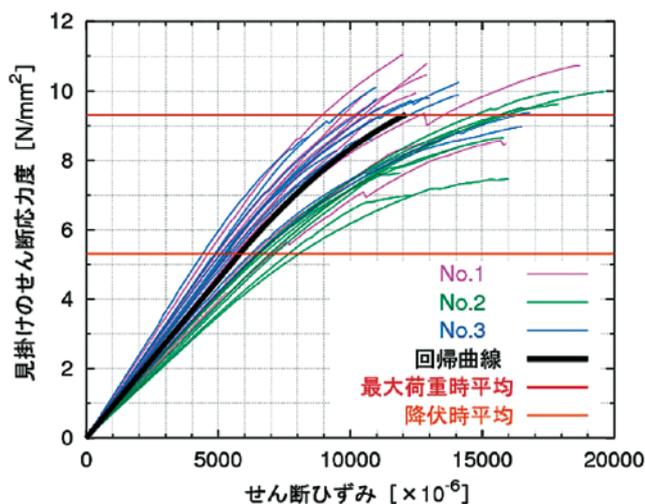


図9 見掛けのせん断弾塑性特性

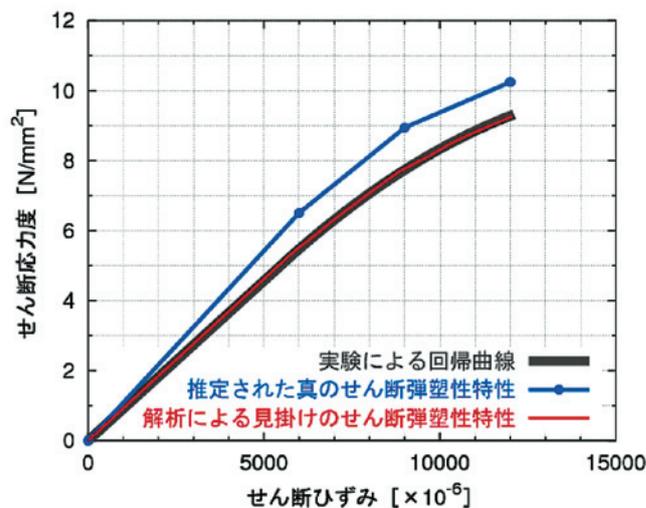


図10 真のせん断弾塑性特性

3. 真のせん断弾塑性特性の推定

木材の材料実験より得られた見掛けのせん断弾塑性特性の回帰曲線をもとに、逆解析により真のせん断弾塑性特性を推定した。真のせん断弾塑性特性は、表4に示すようにトリリニアモデルとして設定し、表2における G_{LR} の値のみを変化させ、その他の材料定数は、そのまま流用した。図10に真のせん断弾塑性特性を示す。同図では、解析より得られた見掛けのせん断弾塑性特性と実験より得られた回帰曲線を併せて示している。なお、弾性範囲における見掛けに対する真のせん断応力度の比は、1.17であった。

4. まとめ

木材の(真の)せん断弾塑性特性について、以下の手順により推定した。

- 1) 木材の繊維方向をLR方向とした試験体について、面内せん断実験を実施し、全試験体の結果をもとに回帰曲線を作成することにより、見掛けのせん断弾塑性特性を取得した。
- 2) 見掛けのせん断弾塑性特性をもとに逆解析を行うことにより、木材の真のせん断弾塑性特性を推定した。

5. 今後の取り組み

次の段階として、今回推定した木材の真のせん断弾塑性特性を入力データとした、全ねじボルト接着接合における弾塑性解析を行い、実験値と比較することによりその有効性を検証し、ボルトの埋め込み長さやボルト径についてパラメトリックスタディを行うことにより耐力および剛性の推定式を算定することが挙げられる。

表4 推定された真のせん断弾塑性特定

トリリニアモデル			
せん断 応力度 τ_0 [N/mm ²]	せん断 ひずみ γ [$\times 10^{-6}$]	せん断 剛性 G_{OLR} [N/mm ²]	初期剛性 に対する 低下率
6.5	6000	1084	1.00
9.0	9000	813	0.75
10.3	12000	434	0.40

【参考文献】

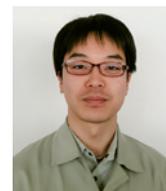
- 1) 坪内啓一,野口弘行 ほか:全ねじボルト埋込み接着接合部の基本性状に関する研究,日本建築学会学術講演概集,pp.115-116,2009
- 2) 林業試験場:木材工業ハンドブック/2001.1

【謝辞】

本研究を行うにあたり、明治大学理工学部野口弘行教授にご指導およびご意見をいただき、また、実験の実施や試験体の作製において、木質構造研究室の数納宣吾氏、牧島元気氏にも多大なるご協力をいただきました。ここに心より感謝いたします。

*執筆者

中里 匡陽(なかざと・まさはる)
中央試験所 構造グループ
従事する業務:構造試験および実大振
動台試験



Malaysian Timber Industry Board (MTIB) での インターンシップを終えて

熊谷 瑤子

1. 背景

昨今の当センターの海外展開としては、海外工場の審査、海外製品の性能試験、JISの国際提案・採択などが挙げられる。ここ数年の傾向として、ISO認証やJIS認証に対する海外ニーズが高まっている。中央試験所においては、海外からの来訪もあり、特に東アジア、東南アジア、ロシアなどの近隣諸国からの来訪が多い。かつては、当センターからも職員を長期的に海外（インドネシア、メキシコ）へ派遣し、相互的な人材交流を活発に行っていたが、このような長期派遣は20年ほど前に途絶えてしまっていた。昨年度、当センターは財団創立50周年を迎え、海外でも通用する人材を育成する必要性を再確認し、経済産業省「貿易投資促進事業（国際即戦力育成インターンシップ事業）」[実施事業者：一般財団法人海外産業人材育成協会（HIDA）および独立行政法人日本貿易振興機構（JETRO）]への参加を開始した。

上記国際即戦力育成インターンシップ事業の目的のひとつに、「新興国とのビジネスにおいて重要な政府系機関とのコネクション獲得促進」が挙げられている。当センターは、2014年1月、マレーシア木材産業局[Malaysian Timber Industry Board (MTIB)]からの来訪者に対して、合板などの試験に関する研修を4日間に渡って実施した経緯があり、マレーシアの主要産業である木材産業を司るMTIBを重要なパートナーとして認識するとともに、継続的な交流の必要性を感じていた。

これらの背景を踏まえて、本年度は筆者が上記国際即戦力育成インターンシップ事業へ、MTIBへのインターンシップを提案・応募し、インターン生として選考され、約3カ月に渡るマレーシアへの派遣が実現した。

2. 目的

本インターンシップは、当センターとMTIBとのより強固かつ継続的な関係を築くことを目的として実施された。目的達成のために次の4つの課題を設定した。

- ① マレーシアの文化・風習およびワークスタイルを学ぶこと。
- ② マレーシアの木材産業の基礎知識を得ること。

- ③ 各職員と積極的にコミュニケーションを取り、良い関係を構築すること。
- ④ 当センターについて周知し、今後の交流を提案すること。

3. MTIBについて

MTIBは、Ministry of Plantation Industries and Commodities 下の政府機関であり、1973年に創設され、昨年度に40周年を迎えた。MTIBは、マレーシアの木材産業の発展を持続可能かつより確かなものとするために、マレーシアの木材産業の各分野における開発を行い、技術、マーケティングなどの視点から産業を支援している。MTIBの組織図を図1に示す。職員数は525名（2014年2月1日現在）であり、ほとんどがマレー人である。

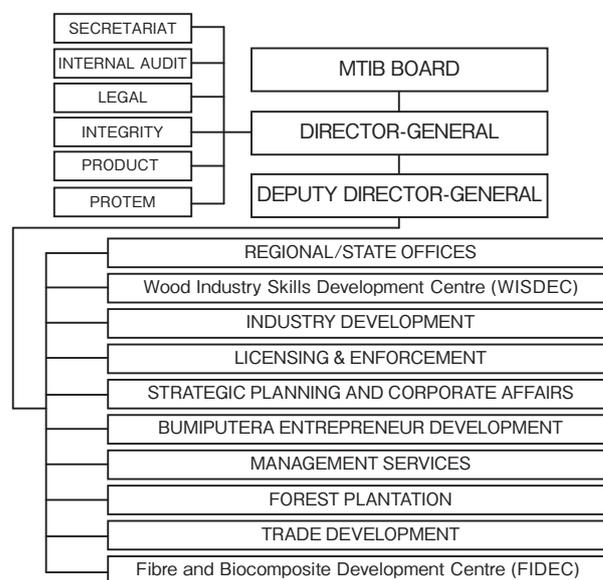


図1 MTIBの組織図

4. インターンシップの内容について

4. 1. 全体の概要
2. に示した目的を達成するために、派遣前よりMTIBの

担当者と調整を重ね、インターンシップ計画を作成した。実施内容の概要を表1に示す。派遣期間は、2014年9月18日から2014年12月19日までの93日間であった。図1に示した部署のうち、Wood Industry Skills Development Centre (WISDEC)にて約1カ月半、Fibre and Biocomposite Development Centre (FIDEC)にて1カ月強、本部にて1週間の研修を受けた。

WISDECおよびFIDECは、首都のKuala Lumpurから車で一時間程度かかる場所に位置しているBanting Selangorにある。筆者は、WISDECが所有するコンドミニアムに滞在した。コンドミニアムのバルコニーからは、遠くまで続くプランテーションや森林に加え、ワニがいると言われる川を望むことができた(写真1)。コンドミニアムの前には大通りがあり、その道を20分程かけて、各部署の専用バスもしくは専用車の送迎でWISDECおよびFIDECへ通った。大通りの横道を少し入るとオイルパームプランテーションが広がる中に家が点在しており、高床式の伝統的な家屋(写真2)もちらほらあった。

最終週の研修は、Kuala Lumpur市内のMaluri駅の近くにある本部にて行われ、筆者は市内のホテルに滞在し、モ



写真1 コンドミニアムからの風景



写真2 高床式の家屋

ノレールなどの公共交通を利用して通勤した。

4. 2. WISDECでの研修について

WISDECでは、木材産業界における若手技術の育成が行われている。第六次マレーシア計画(1991年～1995年)下に政府により設立され、Banting, Selangorとカリマンタン島のKota Kinabalu, Sabahの2か所に施設がある。WISDECには、いくつかの研修コースが用意されており、何ヶ月もかかるものから、数日で終わるものまである。それらのコースのうち、筆者は、2ヵ月間に渡って実施されたFurniture Design and Making (FDM) コースへ途中から参加した。

現在、マレーシア政府は、国内の若手家具デザイナーの育成に注力している。これには、木材製品の輸出品を、一次製品から付加価値を高めた二次製品へと重きを転換してきた背景がある。現に2013年のマレーシアにおける木材製品の輸出額の割合を見ると、家具製品が29%を占めており、最も多い。

今期のFDMコースには、筆者を含め13人が参加した。参加者は、デザインに関する専門学校を卒業したばかりの20代前半の方々、前職を辞め次の仕事に繋げるために参加している方、フリーのデザイナーなど様々であった。国内からの参加が主であり、遠方からの参加者は、WISDECが所有するホステルに滞在し、共同生活をしていた(彼らのホステルとWISDECとの間に筆者の滞在していたコンドミニアムがあり、筆者は、彼らと一緒にWISDECのバスで送迎してもらっていた。)。国外からの参加は、シリア人1人と筆者であった。授業はマレー語と英語を交えて行われた。マレー語のみの説明の際は、ほかの参加者らが英語で要点を説明してくれたため、どうにかコースについていくことができた。

参加初日から3日間は、MelakaとJohor Bahruへ業界見学に赴いた。見学先のひとつであった家具工場では、木材の切り出しから製品の梱包までの一連の流れを見学し、機械による木材の継ぎ方、品質の管理方法など様々なことを学習することができた。初日から寝食を共にする集団行動となり気苦労もあったが、お陰でほかの参加者らとの距離

表1 インターンシップ実施内容の概要

日程	活動内容	研修場所
9/22 ～9/24	MTIBの事業概要の紹介 World Bamboo day ceremony への参加	本部(Kuala Lumpur)
9/25 ～9/27	業界見学	Rumah Melaka(Melaka) Kalas Plantaion(Melaka) LY Furniture SDN. BHD(Johor Bahru) Galeri Glulam(Johor Bahru)
9/29 ～11/10	FDM (Furniture Design Making) コースへの参加	Wood Industry Skills Development Centre (WISDEC) (Banting)
11/11 ～11/20	ホルムアルデヒドに関する 試験体験 力学特性に関する試験体験	Fibre and Biocomposite Development Centre (FIDEC) (Banting)
11/24 ～11/26	アブラヤシの幹の保存方法 に関する調査の見学および 補助	Plus Intervest Factory (Bahau)
11/27 ～12/8	Anatomyに関する試験体験	FIDEC (Banting)
12/9 ～12/10	木炭製造過程の学習	KHAY HOR HOLDIN , Mangrove Plantation (Taiping)
12/11 ～12/14	マーケティングおよびプロ モーションに関する学習	本部(Kuala Lumpur)
12/15	現地JETROでの中間報告 会	JETRO KL(Kuala Lumpur)
12/16	森林管理に関する学習	Forest (Klang)
12/17	報告会	本部(Kuala Lumpur)

を一気に縮めることができた。その後の1カ月強の期間は、Bantingの施設において、授業の受講、家具の設計および製作を行った。授業では、木材の寸法、コスト計算、道具・機械の使い方などを教わった。授業と並行して設計を進め、コンセプト、設計図、使用材料などをまとめた中間プレゼンテーションを行い、設計した家具の製作作業へと移った。設計は、コンセプトを決めてスケッチを行い、模型や3Dソフトを用いて進めていった。筆者は、使い慣れない3Dソフトに四苦八苦し。ほかの参加者らはデザインに慣れているためか、彼らのスケッチや3D画像はとても綺麗で、それらを見せてもらうのは日々の楽しみであった。中には日本人の意見を聞きたいと、デザインを変更する度に筆者に見せてくれる方もおり、良い刺激になった。ほかの参加者らは、椅子やテーブルを計画していたが、筆者は、日本へ持ち帰ることを想定して卓上照明を計画・製作した。卓上照明は、寄木細工の特徴を少し取り入れ、材料は、マレーシア産

のパインおよびニャトーを採用した。冷房機器のない作業場はとても暑かったが、皆と額に汗して協力しながら製作を進められたことは良い思い出である(写真3および写真4)。最後に内外の講師や参加者らの前で、作品、パネルおよびワークブックを用いたプレゼンテーションを行い、同コースを卒業した。

WISDECでの研修期間中は、日々笑い声の溢れるバスで行き来した。日中は、家具の計画および製作を行い、昼には屋外のフードコートで皆とマレー料理を食べた。コース外でも、彼らのホステルでバーベキューを行ったり、筆者の滞在先へ招いたり、ショッピングや映画に出かけるなど、周りにいた職員らや参加者らと共有する時間が多く、異国での寂しさを感じる暇はなかった。

卒業時には、参加者らへ日本で撮影した写真にメッセージを書いたものと、屋久杉の葉をプレゼントした(写真5から写真7)。



写真3 作業場の様子



写真4 家具製作の様子



写真5 プレゼンテーションの様子



写真6 参加者らへのプレゼント



写真7 作品とFDMコース参加者ら

4. 3. FIDECでの研修

FIDECは、マレーシアの繊維材やバイオコンポジット産業の発展を目的とし、商業化前の開発活動とそれらの調整に関する情報発信の中心的役割を担うべく、2006年9月に設立された。FIDECは事務所を含むメイン棟と、新設されたばかりの試験棟から構成されている。(写真8)。これら2棟の他に、FIDECから歩いて5分程のところにあるWISDECの裏にも新しい試験棟が建設されており、施設拡充の最中にある。メイン棟の1階には、開発品の数々が展示されているスペースがあり、来訪者はこの展示スペースに案内されることが多いようである。FIDECは、様々な省庁、学術機関、産業界および海外の研究者との繋がりが強く、国内外から多くの来訪がある。

FIDECでは、木材のホルムアルデヒドに関する試験、力学試験などを体験したほか、職員らとともに外部の工場やプランテーションに赴き、業界調査を行った。

ここで、本インターンシップの中で筆者が最も興味を持った研修を紹介したい。

それは、Bahau, Negeri Sembilanにあるベニヤ工場で4日間に渡り見学および補助をしたアブラヤシの幹[Oil Palm Trunk (OPT)]の有効利用に関する調査である。アブラヤシの実から得られるパーム油はマレーシアの主要産業のひとつであり、2013年におけるマレーシアのパーム油の輸出額は、632億リングットで、これは、第1位の電気・電子製品の2,368億リングットに次いで第2位の輸出額である。アブラヤシのプランテーションは、国土の約15%を占めており、パーム油を得るために年間約1100万本ものアブラヤシが切り倒されているとのことである。パーム油の収穫後、アブラヤシの枝や幹などは、その場で腐り腐葉土となることが通例である。そこで、この幹(OPT)を活用すべく、MTIBを中心に、2006年より幾つかの工場にてOPTをコア材としたベニヤを製造している。しかし、OPTが腐るまでの期間は2~3週間と短く、この期間にコア材へと精製できるOPTの量には限りがある。このため、保存期間の延長を目的に、切り出したOPTの切り口に数種類のオイルを塗布し(写真9)、これらの効果について調査が行われている。経過日数ごとにOPTをコア材へと精製し、予め設定した基準に照らして品質を評価していた(写真10)。筆者が参加したのは、切り出しから3ヵ月経過したOPTに対する調査であった。3ヵ月目ともなると、樹皮を剥かずとも中身が腐っていると判断できる幹が少なくなく、それらは、その場で除外された。この工場では、油を搾取した後の実や、幹の切れ端などを集め、それらを燃料としたスチームをコア材の乾燥過程に利用しているほか、幹の芯の部分の家畜の餌にしており、アブラヤシを最大限に活用しようとする循環システムに感心した。このプロジェクトがうまく進み、OPTの保存期間を引き延ばすことができれば、より多くのOPTが活用され、輸出の可能性も期待できる。また、プラ



写真8 FIDECの施設



写真9 切り口にオイルを塗布した幹



写真10 OPTのベニヤコア材を評価している様子

ンテーション農家がOPTを売ることによって収入を増やすこともできる。OPTは他の木材よりも含水率が高いため、コア材への精製が比較的難しく、普及には多くの課題が残されているが、新しい有効活用サイクルを構築しようとする調査に対し、期待で胸が一杯になった。

4. 4. MTIB本部での最終報告会について

最後にMTIB本部にて、局長、各部署の所属長、担当者らとの最終報告の機会が設けられた(写真11および写真12)。報告会では、当センターとMTIBの業務内容とを比較しながら紹介した。今回の研修を通して気付いた互いの共通点や強みを取り上げ、今後の関係発展を提案した。意見交換を行い、局長であるDr.Jeraruddinらと今後も交流を続けていくことを確認した。具体的な交流の方途にも話が及んだが、その点については、帰国後に当センター内で今回の報告をした上で検討したい旨を伝えた。

また、研修中の写真や、プライベートで体験したマレーシアの風習・文化に関する写真を見ながら、各々の職員と談話し、3ヵ月を振り返った。最後にMTIBよりプレゼントをいただき、和やかな雰囲気での閉会した。



写真11 MTIB本部での最終報告会



写真12 本部の職員らと(最終報告会にて)

5. マレーシアについて

マレーシアは、年間を通して気温が25℃から30℃程の熱帯性気候の国であり、面積は日本よりやや小さい。人口は3千万人弱であり、その構成はマレー人が6割強、中国人が2割強およびインド人が1割弱である。

言語は、マレー語、英語、中国語、タミール語などが使用されている。街中の看板にはこれらの言語が併記されており、中国語(漢字)から意味を察することが容易であった。ほとんどの国民がマレー語を話せるほか、小学校から英語教育が導入されているため、英語も比較的通じやすい。た

だし、田舎に行くと英語が少々通じにくくなる。筆者は、田舎での研修期間が長かったため、マレー語を少し習得した。短期間での習得には限りがあったが、マレー語は、アルファベットを使い、語順も英語に似ているため比較的簡単に感じた。

国教はイスラム教で、そのほかの宗教としては、仏教、儒教、道教、ヒンドゥー教などがあり、様々な宗教建築が混在している様子を見ることができた(写真13)。マレー人は原則イスラム教徒(イスラム教徒のことをムスリムと呼ぶ)である。ムスリムの生活は祈りと共にあり、モスクのほかにも、仕事場、ショッピングセンター、ガソリンスタンドなどには祈りの場であるスラオがある。派遣中のほとんどをマレー人と過ごした筆者は、何度かスラオと一緒にしてもらい、祈りが終わるまで待たせてもらった。マレーシアのムスリムの女性は、外出の際、ヒジャブという布を顔の回りに巻き、髪の毛や首元を隠し、家族ではない男性には極力肌を見せない。スラオは男性のスペースと女性のスペースに分けられており、女性はスラオの中でヒジャブを外し、祈り用の白い衣装を纏う。そこで初めて彼女らの髪の毛の長さや顔の輪郭を知り、改めて本当の意味で出会えたような不思議な感覚に陥った。

女性の民族衣装であるバジューロンに触れておきたい。写真12の女性たちが身につけている服がバジューロンである。一見特別な衣装にも見えるが、フォーマルな場にはもちろん、職員らは日常的にバジューロンを身に着けていた。バジューロンには種類がいくつかあり、筆者はバジューロンモダンというものを着用して最終報告会に出席した。種類・



写真13 様々な宗教建築

形もさることながら、模様や装飾、ヒジャブとのコーディネートも必見で、女性のバジューロンファッションを観察するのはひとつの楽しみであった。

そして、食事については、多国籍国家のマレーシアには様々な食べ物があり、短期間で制覇するのは不可能である。

筆者にとってマレー料理はどれも美味しく、色々な料理を楽しむことができた。中華料理を扱う店舗も多く、飽きることはない。ただし、どれも油の量が多いため、注意しなくてはならない。油はもちろんパーム油である。

派遣中に体験したマレー式の結婚式と、イスラム教の祝祭であるハリ・ラヤ・ハジについても紹介したい。派遣3日目にFIDECの守衛の娘さんの結婚式があり、FIDECの所長であるMr.Kamaruddinの家族と共に参加した。式と言っても、日本のように畏まったものではなく、皆でバイキング形式の食事を食べ、プレゼントをもらって帰るといったものであった。マレー人の多くは右手を使って食べる。この日、筆者も手で食べることに挑戦したが、なかなか難しく、完食までに多くの時間を要した。また、プレゼントは花(造花)にゆで卵をくくりつけたものであった。これはマレーシアの伝統的な結婚式用のプレゼントであり、卵は子に恵まれることを願うものとのことである(写真14)。



写真14 結婚式での食事とプレゼント

滞在中に、ハリ・ラヤ・ハジというイスラム教の祝日(10月5日(日)と6日(月))があった(イスラム教の祝日はイスラム暦によって決まるため、毎年、西暦上の日付は変化する)。この祝祭中、ムスリムは帰省し、家族と共に過ごす。土曜日からのこの連休中、筆者はMTIBの女性職員の帰省にご一緒させてもらった。金曜日の夜に出発し、車で職員の実家のあるKedah Darul Aman(タイ王国の国境に近い)を目指した。ムスリムが一斉に帰省することに加え、主要道路が限られているため、大渋滞となり、本来8時間程度の道を12時間もかけて帰省した。職員の実家は農業を営んでおり、水田に囲まれた家で過ごした日々はとても長閑であった。マレー人の家族は、兄弟姉妹が多く、皆が家族を連れてくるため、家の中は老若男女で賑やかであった。また、祝祭には親戚や近所を訪問する慣例があり、各々の家庭の味を堪能しながら団らんの時を楽しんだ。ハリ・ラヤ・ハジは、「犠牲祭」とも呼ばれ、祝祭には、牛などを犠牲としてさばき、親戚や近所で分けるほか、貧しい家庭に分けるといった儀式がある。この儀式には時間がなく、参加できなかった(参加したとしてもムスリムでない筆者は牛を食べることはできない)。テレビでは、メッカやモスクに集まったムスリムの男性たちの儀式に関する番組が多く流れていた。家族の大事なひと時にお邪魔する形となり恐縮していたが、皆が気さくに話しかけてくれて、親戚や近所との繋

がりの大切さを感じながら、とても温かい時間を過ごすことができた。

6. まとめ

派遣前に設定した課題は概ね達成することができ、MTIBとの良好な関係作りに貢献できたのではないかと認識している。一方で、当センターのねらいであったグローバル化に対応できる人材の育成に対しては、インターンシップ中に習慣やバックグラウンドが異なる人たちへ自らの意志を伝え、交渉することの難しさを痛感することが多く、今後も精進が必要であると感じている。帰国後の当センターへの報告において、筆者より、当センターとMTIBとの関わり方について、両組織が施設拡充の計画を持っていることを取り上げ、相互の技術協力の可能性を提案した。その他にも今後も情報交換を続け、時期を伺って、人材交流の機会を設けることを提案していきたい。

7. おわりに

この度のインターンシップを無事に終えることができたのは、経済産業省、HIDA、JETROおよび当センターのきめ細やかなバックアップ、そしてMTIBの心強いサポートや現地出会った方々の心遣いのお陰であり、心より感謝を申し上げたい。異国での生活は、言語もさることながら生活上の困難も多くあった。しかし、いつもMTIBの職員や友人たちが支えてくれた。他に日本人がいなかったため、より必死になって現地の方々から情報を得たり、協力を求めながら生活することとなり、多くのことを経験することができた。マレーシアの衣食住、言語など色々なものに触れてきたが、最も筆者に影響を与えたのは、人であった。元気で勢いのある皆の目は輝いており、共に過ごした時間はとても清々しいものであった。また、同年代の女性達の活発さは刺激となり、彼女らに出会えて本当に良かった。そして、自分が日本人であることを改めて強く認識するとともに、そのアイデンティティーの大切さにも気付いた。

今後の当センターのさらなるグローバル化へ貢献するために、今回得たものを基にさらに意識を高めていきたい。また国際社会の中で、日本人として真摯に対応し、互いを尊重しつつも、意見をぶつけながら交渉していけるような関係を多くの人と築いていきたい。

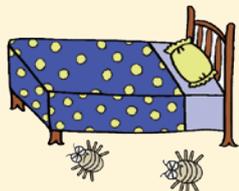
*執筆者

熊谷 瑤子(くまがい・ようこ)
中央試験所 材料グループ
従事する業務:防水材,補修材,仕上げ材
などの性能試験



ダニと住環境

第4回



II. ダニの増殖と住環境 要因 「ダニと建物」編

(株)ベスト マネジメント ラボ
代表取締役社長 高岡 正敏

今回(第4回)からは、わが国の住宅様式や居住者の住まい方の視点から、住居とダニ類の生態との関係について、これまで筆者らが行ってきた調査結果を示しながら論じることにする。

これまでの連載でも述べてきたように、戦後、わが国の住宅は、欧米の建築様式を取り入れ、和洋混合型の住宅に転換していった。それに伴って、居住者の生活様式も大きく変貌した。

この住環境の変化は、住居内に生息するさまざまな生物、とりわけ生息数が最も多いダニ類に多大の影響を及ぼした。住居内でダニ類が生息するには、空気、食べ物、温度、湿度、それに適当な繁殖場所が必要であるが、現代の住宅の多くは、これらがすべて適度に満たされたダニ類にとって好適な環境に保たれている。筆者は、このような住環境の変化は「建物の高断熱・高气密化」に起因しているのではないかと考えている。

住環境の変化は、住居内に生息するダニ類の生態にどのような影響を及ぼしたのか。またこの変化は、住宅内の最優位種であるチリダニの繁殖および増殖にどのような影響を及ぼしたのか。これらを明らかにすることは、住宅様式の変化が生物に及ぼす影響力の大きさを示すことにつながり、その問題解決の一助となる。

1. 戦後の住宅の変化とダニ類の増加

わが国の住宅は、昭和30(1955)年から昭和50(1975)年頃にかけて、革命的な変化を遂げたといわれている。今回は、これ以降に建てられた住宅を対象に、住居内の最優位種であるチリダニについて、その数の推移と室内環境の関係について論じていく。

わが国の住宅は、戦前までは木造住宅が大多数であった

が、戦後はRC造および鉄骨造などの非木造住宅が増加する傾向が続いている(図1)。また、戦後20年から30年の間には、インテリア産業の発展に伴い、合成繊維によるカーペット、じゅうたん、カーテンなど、新しいインテリア材料が開発され、普及していった。さらに、ビニール製品やアルミニウム合金などが建材へ応用され、これらを原料とした壁紙やサッシなどが次々と生産された。

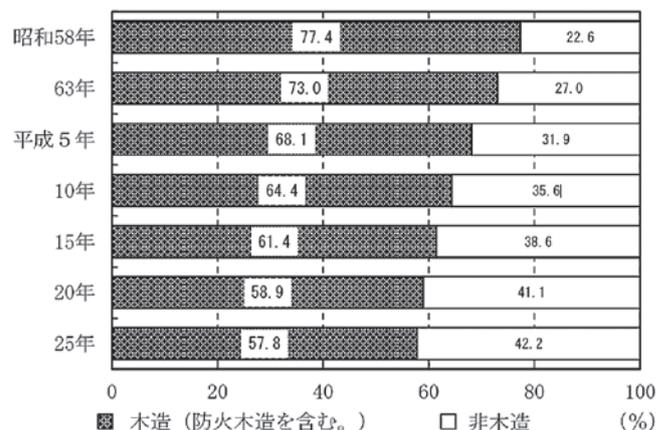


図1 住宅の構造別割合の推移—全国(昭和58年~平成25年)
(出典:総務省統計局,平成25年住宅・土地統計調査)

このような住宅産業の発展が、わが国の住環境を著しく変化させるとともに、われわれの住まい方を大きく変貌させたといえる。

材料・構法の権威である飯塚五郎蔵は、著書「デザイン具象—材料・構法」(1989年)において、戦後の住宅の部位(屋根と壁)について、形態の変化と推移を調べている。それによると、壁に使用される材料は、木質材料が減少し、不燃材料(例えば、モルタルや石こうボード)に変わったとされている。また、非木造住宅が増加し、窓にはアルミニウム合金製サッシや樹脂製サッシ、床にはフローリングが使われるようになっていったことが記されている。

飯塚五郎蔵が指摘した住宅形態の変化について、筆者は建物に高断熱・高气密化が求められてきたことも関係していると考えている。ダニ類(特にチリダニ)の増加に関わっていると考えられる住宅の変化を整理してみると、1) 構造・構法、2) 材料、3) 住まい方の3つに大別することができる。

1) 構造・構法

- ・ 構造の変化:木造住宅が減少し、非木造(RC造・鉄骨造(プレハブ))住宅が増加。
- ・ 様式の変化:洋風化、個室化された住宅が増加。都市部では、密集化、集合化、高層化された住宅が増加。
- ・ 性能の変化:高断熱・高气密化された住宅が増加。

- ・床下形状の変化：基礎の高さの低下。床下通気口の面積の減少(換気量の減少)。

2) 材料

- ・内装材の変化：畳敷きの床が減少し、フローリング(カーペット敷き, じゅうたん敷き)が増加。土質・木質系の内装仕上げが減少し、ビニール壁紙など湿気を通しにくい材質のものが増加。

3) 住まい方

- ・水回りの変化：住居と一体化(室内湿度の上昇)。
- ・その他の変化：家具・家電の増加(通気性の低下)。

2. 住宅構造がダニ類へ及ぼす影響

住居とダニ数との関係について、筆者らが行った木造住宅とRC造住宅におけるダニ数の比較調査では、ダニ数は木造住宅に比べRC造住宅の方が多くなる傾向が見られたが、著しい差は認められなかった。これは、ダニ数の増減には、建物の構造以外のさまざまな要因が関与していることを示唆している。

そこで、経年による影響を除外するため、築年数5年未満の比較的新しい住宅のみを対象に、同様の比較調査を行った(図2)。その結果、チリダニ数は、木造住宅に比べRC造住宅の方が顕著に多いことがわかった。

また、埼玉県内のRC造住宅と木造住宅(各3戸)を対象に、ダニ類の生息調査および温湿度の測定を1年間行った(図3, 図4)。

温度は1週間を通じての最高温度および最低温度を測定した。湿度は1週間に1回、夜9時(この時間帯は居住内の

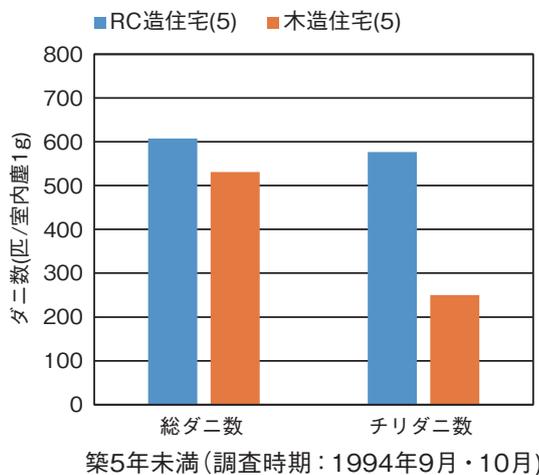


図2 木造住宅とRC造住宅におけるダニ数の比較
(埼玉県戸田市に居住する木造住宅とRC造住宅におけるダニ数の比較)

相対湿度が上昇する)に測定した。同時に、各住宅における室内塵1m²当たりの平均チリダニ数を調べ、温湿度との関係を検討した。

最低温度は、RC造住宅が木造住宅に比べ1年を通じて高く、最高温度と最低温度の差はRC造住宅の方が小さい結果となった。冬季における最低温度は、木造住宅では0℃付近まで低下するのに比べて、RC造住宅では10℃前後と明らかに高い値を示した。

一方、相対湿度は、6戸ともに1年を通じて概ね70%以上に保たれ、高い値を示した。湿度は温度にみられるような明瞭な季節変動パターンは認められないものの、RC造住宅及び木造住宅ともに、7月、8月は他の月に比べて高くなる傾向を示した。

住宅内の1m²当たりの検出ダニ数(6戸の平均)は、夏季(8月)が205.4匹であるのに対して、冬季は34.4匹と少なく、夏

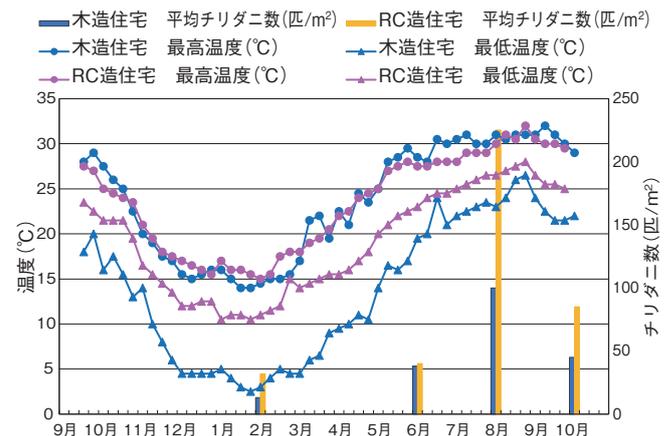


図3 埼玉県内の住宅の最高・最低温度と平均チリダニ数の推移

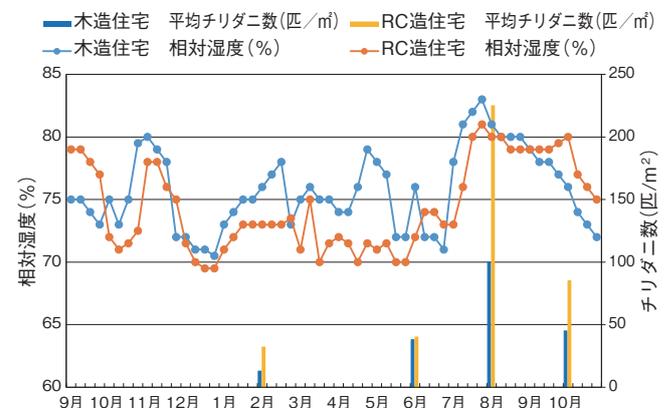


図4 埼玉県内の住宅の午後9時における相対湿度とチリダニ数の推移

増加型の季節消長を示した。また、木造住宅(3戸)とRC造住宅(3戸)のダニ数を比較すると、年間を通じてRC造住宅のダニ数が木造住宅より概ね2倍多い傾向を示した。

この調査結果から、ダニ数の季節消長は、住宅内の温度の変動と関連していることが認められた。また、最高湿度と最低湿度の差もダニ数に影響していることが示唆された。

3. 部屋の位置(方位・高さ)がダニ類へ及ぼす影響

住居内の各部屋に生息するダニ相およびダニ数は、部屋の位置(方位・高さ)などにも大きく影響されると考えられる。ここでは、住居内のダニ類の分布にかかわる部屋の位置(方位・高さ)とダニ類の生息状況との関係について、筆者らが過去に行った調査結果を基に考察する。

3.1 部屋の方位とダニ数の関係

筆者らのこれまでの調査では、ダニ数は、北側の部屋の方が南側の部屋に比べ多くなる傾向が把握されている。

そこで、北側と南側の部屋が同一床材(畳床またはフローリング床(じゅうたん敷き))の住宅(4戸)を対象に、各部屋のダニ数および畳の含水率について調査を行った(表1)。畳の含水率は、4戸で差がみられるものの、いずれも北側の部屋の方が南側の部屋よりも高くなる結果となった。また、北側の部屋の方がダニ数も多くなる結果となった。じゅうたん敷きの部屋でも、北側の部屋の方がダニ数が多くなる結果となった。

このことから、同じ建物であっても、部屋の方位によって床材の含水率に差が生じ、それらがダニ数に影響を与えることがわかった。

表1 部屋の方位とダニ数および畳の含水率

住宅	調査月	北側の部屋		南側の部屋	
		畳の含水率(%)	総ダニ数(匹/m ²)	畳の含水率(%)	総ダニ数(匹/m ²)
A	5	8.2	46.2	8.0	27.4
B	5	9.2	243.2 (145.4)	8.4	46.2 (117.6)
C	9	10.3	85.6 (43.4)	9.3	38.2 (25.0)
D	5	11.7	228.2	8.2	70.4

注) 表中の()内の値は、じゅうたん敷きの部屋の総ダニ数を示す。

3.2 部屋の高さとダニ数の関係

共同住宅(5階建て)を対象に、居住階数とダニ数との関係について実態調査を行った。また、居住者の有無による影

響を把握するため、夏季休暇中の学校(高等学校・RC造・5階建て)についても調査を行った(図5)。

その結果、学校については、相対湿度の推移と同様に、下層階はダニ数が多く上層階はダニ数が少ない垂直分布を示した。これに対し、共同住宅は、相対湿度は上層階に行くほど低くなる傾向を示したが、ダニ数の傾向は認められなかった。住宅の場合は、湿度だけではなく住まい方も関係してくるためと考えている。

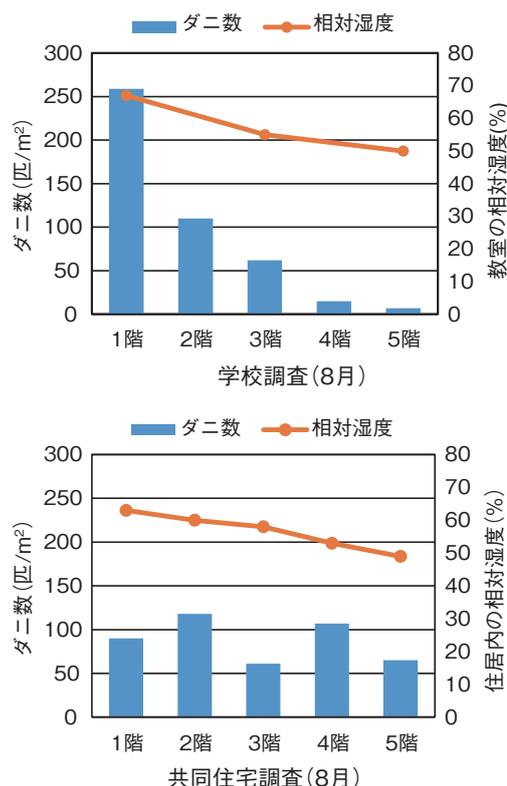


図5 学校および共同住宅におけるダニ数と湿度の関係

4. 住宅の築年数がダニ類へ及ぼす影響

4.1 築年数とダニ相の関係

過去に調査した100戸の住宅を対象に、ダニ類と住宅の築年数との関係を検討した(図6)。住宅は、築年数によって5群(3年未満, 3年~5年, 9年~14年, 15年~19年, 20年以上)に分けた。

調査の結果、各群ともにチリダニ類が多数を占めていた。チリダニ類の多くは、ヤケヒョウヒダニ, コナヒョウヒダニであった。また、築年数3年未満の新築住宅ではコナダニ類(主にケナガコナダニ, ヒゲダニ)・ニクダニ類が、築年数3年~5年の住宅ではササラダニ類(主にイエササラダニ, カ

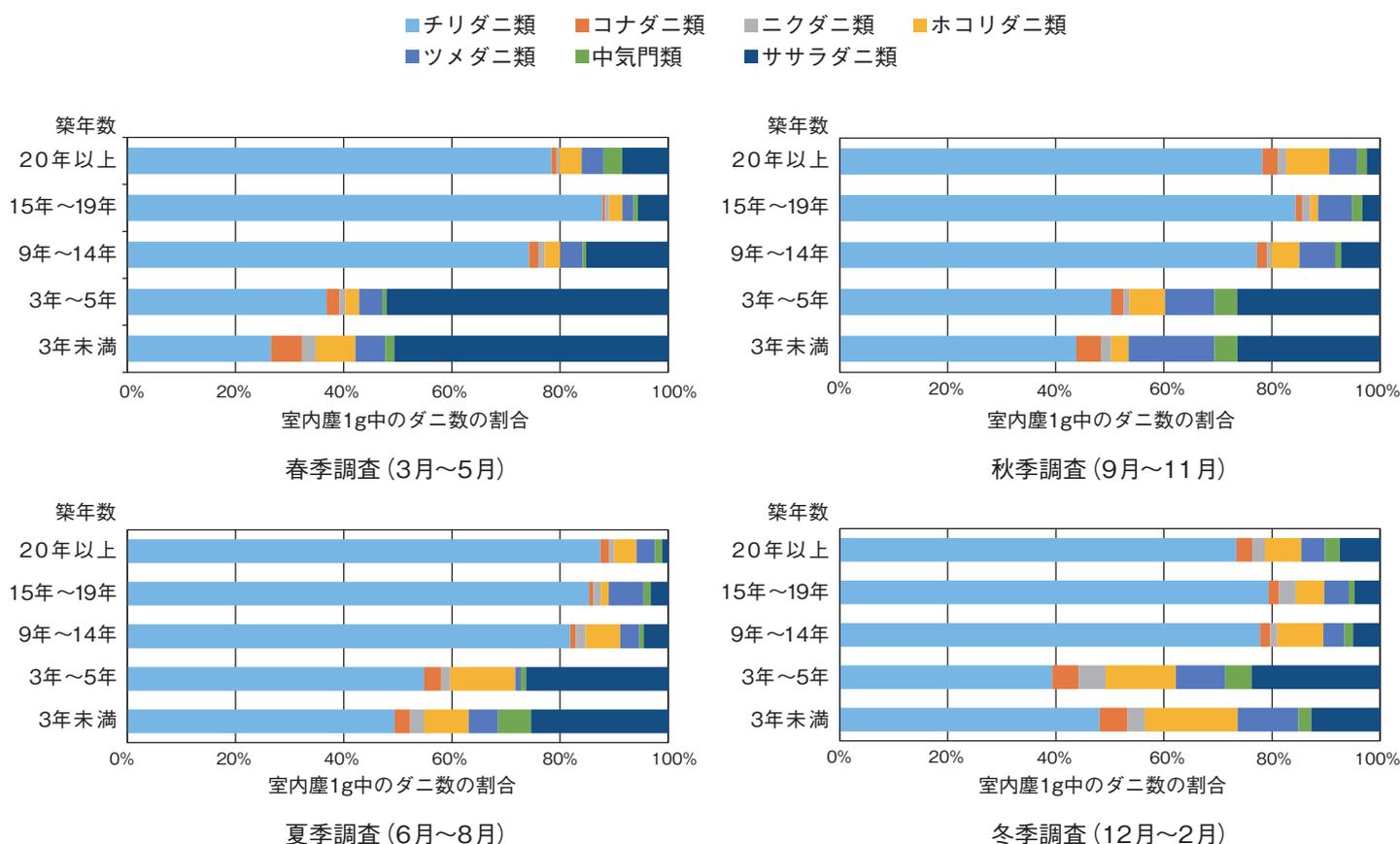


図6 住宅の築年数とダニ相の関係

ザリヒワダニ)が、築年数9年から19年の住宅はチリダニが多くを占め、ダニ相が安定する結果となった。

4.2 築年数とダニ数の関係

4.1で調査した100戸について、季節ごとに分けて、築年数とダニ数との関係を検討した(図7)。

その結果、ダニ数は、夏期が最も多く、冬季が最も少なくなる傾向を示した。チリダニは、築年数の経過とともに漸次増加する傾向を示し、築20年以上の住宅では減少する傾向を示すものの、基本的に優位を占めていた。これに対し、チリダニ以外のダニ類は、築5年までは増加傾向を示し、それ以降は減少する傾向を示した。なお、チリダニ以外のダニ類のうち、ササラダニ類は、築5年未満の住宅で多数検出され、築5年以降の住宅では減少した。また、春期に最も多く検出された。

また、この他にも、次の傾向が把握された。

- ・ ニクダニ科に属するダニ類は、春季に減少するが、秋季に増加する。

- ・ コナダニ科と中気門類は、春季に減少する。

- ・ ホコリダニ類は、夏季に減少する。

この調査をつうじて、住宅の経年変化は、そこに生息するダニ相に大きな影響を及ぼすことがわかった。

4.3 増改築とダニ相の関係

ダニ相は、築年数以外に増改築や畳替えなどによっても変化すると考えられる。ここでは、これらの影響について、筆者らが行った調査結果を紹介する。

築12年を経過した住宅について、継続的に室内塵中のダニ数を調べたところ、調査の途中(1982年春季)からダニ相が激変した(図8)。1981年冬季まではチリダニが60%以上を占めていたが、1982年春季以降はコナダニ、ホコリダニといったダニ類が顕著に増加した。この間の住宅に関する変化を確認したところ、ダニ相が変化する1ヵ月前に増改築が行われていた。それ以外の変化はなかったため、この増改築が室内塵中のダニ相に影響を及ぼしたと考えている。

ちなみに、同時期に筆者らが行った築9年以上の住宅から

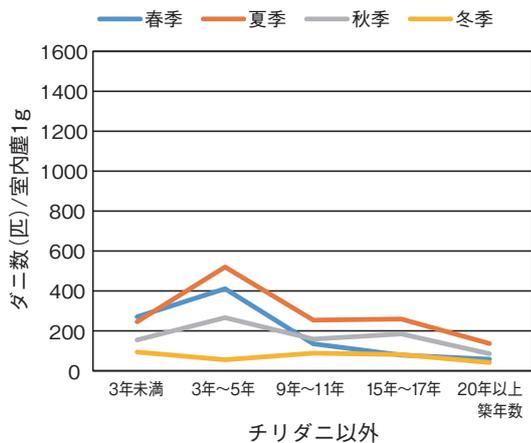
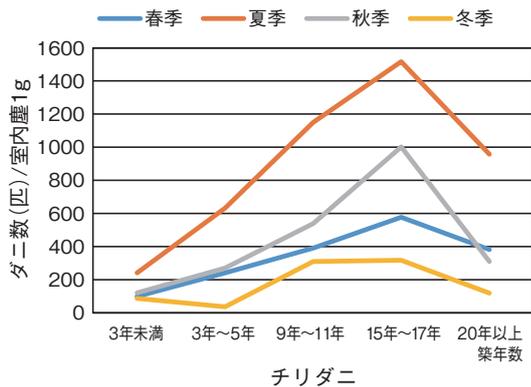


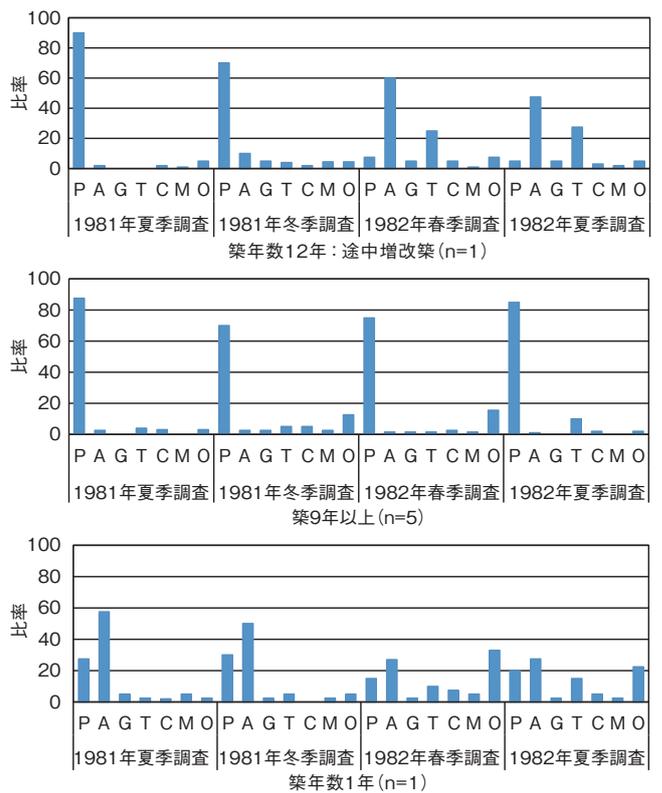
図7 築年数とダニ数の個体数の推移

はチリダニが多数検出され、調査時期(季節)が変わってもその構成比に変化は認められなかった。また、新築に近い築1年の住宅からは、チリダニ以外のダニ類が多数検出された。

1981年から1983年にかけて、埼玉県内の住宅を対象に、1週間分の室内塵中のダニ類の調査を行いA群(築5年以内・31戸)、B群(築9年以上・48戸)、C群(3年以内に増改築を実施・23戸)に分け、室内塵中のダニ数を比較した(表2)。

その結果、チリダニの占有率は、B群は80%以上であったのに対し、A群は36.8%、C群は49.2%と大きな差がみられた。また、C群は、1戸当たりのチリダニ数(平均値)は273匹で、B群(平均605匹)に比べて著しく少なく、優位な差が認められた。またC群は、ササラダニ類、コナダニ類、ホコリダニ類および捕食性の前気門類や中気門類のダニ数が、B群よりも多くなる結果となった。

本稿では、住宅の構造、築年数、増改築の影響とダニとの関係を紹介した。次回は、床材とダニとの関係を紹介する予定である。



図中の記号は、次のダニ類を示す。
P: チリダニ, A: コナダニ, G: ニクダニ, T: ホコリダニ, C: ツメダニ, M: 中気門類, O: ササラダニ

図8 住宅の築年数と各種ダニ類の割合

【参考文献】

- ・ 飯塚五郎蔵：デザインの具象—材料・構法，1989
- ・ Arlian,L.G.,Berstein,I.L. and Gallagher,J.S. (1982) : The prevalence of house dust mits. Dermatophagoides spp. and associated environmental conditions in homes in Ohio. J. AllergyClin. Immunol. 69,527-532
- ・ van Bronswijk, J.E.M.H. (1981) : House Dust Biology for Allergists. Acarologists and Mycrologists. HIB Publishers, Zeist, The Netherlands.1981
- ・ Hewitt, M and Turk, S.M. (1974) : Cheyletiella sp. in the personal environment. With notes on the defference between C. Parasivorax Megnin and C.vasguri Smiley. Br. J. Dermatol., 90 : pp.679-683.
- ・ 松尾陽, 村上周三, 宮田紀元, 鎌田元康, 坂本雄三 (1989) : 建築と気象, 朝倉書店, 東京
- ・ Mulla, M.S.,Harkrider,J.R.,Galant,S.p. and Amin,L. (1975) : Some house dust control andadundance of Dermatophagoides mites in southern California. J.Med. Entomol. 12,pp.5-9,1975

表2 築年数および増改築がダニ相・ダニ数へ及ぼす影響

検出ダニ類	A群：築5年以内(n=31)			B群：築9年以上(n=48)			C群：増改築3年以内(n=23)		
	総ダニ数 (匹)	1戸あたりの 平均ダニ数 (匹/室内塵1g)	各ダニの 占める割合 (%)	総ダニ数 (匹)	1戸あたりの 平均ダニ数 (匹/室内塵1g)	各ダニの 占める割合 (%)	総ダニ数 (匹)	1戸あたりの 平均ダニ数 (匹/室内塵1g)	各ダニの 占める割合 (%)
無気門類									
チリダニ類	6901	222.6	36.8	29040	605	80.8	6279	273	49.2
コナダニ類	192	6.2	1	451	9.4	1.3	695	30.2	5.4
ニクダニ類	74	2.4	0.4	902	18.8	2.5	773	33.6	6.1
ヒゲダニ類	6	0.2	0	10	0.2	0	28	1.2	0.2
前気門類									
ホコリダニ類	961	31	5.1	1181	24.6	3.3	1716	74.6	13.5
シラミダニ類	19	0.6	0.1	10	0.2	0	60	2.6	0.5
ヒサシダニ類	19	0.6	0.1	0	0	0	18	0.8	0.1
コハリダニ類	6	0.2	0	10	0.2	0	9	0.4	0.1
テングダニ類	87	2.8	0.5	48	1	0.1	9	0.4	0.1
オソイダニ類	37	1.2	0.2	29	0.6	0.1	60	2.6	0.5
ミナミツメダニ類	2244	72.4	12	1440	30	4	658	28.6	5.2
ハダニ類	62	2	0.3	29	0.6	0.1	37	1.6	0.3
その他前気門類	43	1.4	0.2	38	0.8	0.1	37	1.6	0.3
中気門類	192	6.2	1	365	7.6	1	313	13.6	2.5
ササラダニ類	7880	254.2	42	2371	49.4	6.6	2038	88.6	16
その他(ダニ類)	19	0.6	0.1	19	0.4	0.1	32	1.4	0.3
総ダニ数	18743	382	63.2	35942	143.8	19.2	12760	281.8	50.8

- ・ Lehman, E.L. (1975) : Nonparametrics, Holden-day Ins. California USA, p.324 (鍋谷, 刈谷, 三浦 訳, 森北出版, 東京)
- ・ 大島司郎, 杉田和子, 中村謙, 山本* (1971) : 新築団地における集団虫咬症とダニ. 横浜衛研年報, 9 : 63-66
- ・ 大島司郎, 中村謙, 杉田和子, 米山悦夫, 北爪稔, 吉永洋治 (1972) : タタミの水分とダニの発生との関係, とくに駆除への応用. 横浜衛研年報, 11 : pp.62-69
- ・ 大内忠行, 石井明, 高岡正敏, 梶沢靖弘 (1977) : 小児ぜんそく患者の生活環境のダニ相について. 衛生動物, 28 : pp.377-383
- ・ 大内忠行, 宮本詢子, 石井明 (1976) : 新築集団住宅の室内塵のダニ相の推移について. 衛生動物, 27 : pp.427-429
- ・ 斎藤平蔵 (1974) : 建築気象, 共立出版, 東京
- ・ 佐々学・青木淳一 (1977) : ダニ学の進歩. 北隆館, 東京
- ・ 佐々木隆 (1982) : 健康と気象, 朝倉書店, 東京
- ・ Spieksma F.Th.M. and M.I.A. Spieksma-Boezeman (1967) : The mite fauna of house dust with particular reference to the house-dust mite Dermatop. hagioides pteronyssinus (Trouessart, 1897). Acarologia, 9 : pp.226-241.
- ・ 須藤千春, 彭城郁子, 伊藤秀子, 道端正孝 (1991b) : 木造と高層住宅におけるヒョウヒダニ類の生息状況に対する居住環境の影響. 衛生動物, 42 : pp.255-256.
- ・ 須藤千春, 彭城郁子, 伊藤秀子, 道端正孝 (1992a) : 木造住宅における室内塵性ダニ類の生態に関する研究, とくに部屋比率, ダニ類の生息状況およびアレルギー-患者の居住環境について. 衛生動物, 43 (3) : pp.217-228.
- ・ 須藤千春, 彭城郁子, 伊藤秀子, 道端正孝 (1992b) : 高層共同住宅にける室内塵性ダニ類の生息状況に及ぼす階層の影響. 衛生動物, 43 (4) : pp.307-318.
- ・ 高岡正敏, 岡田正次郎 (1984) : 埼玉県下における住宅内ダニ相の生態学的研究衛生動物, 35 (2) : pp.129-137.
- ・ 高岡正敏, 藤本義典 (1985) : 室内塵ダニ相と住宅の築年数(および増改築)の関連について. アレルギー, 34 (9) : pp.866 ~ 873
- ・ 高岡正敏 (1987) : 住環境の変化-ダニ数の関係 アレルギー性疾患は増えているか. (宮本昭正編, 国際医学出版, 東京, pp.54-57
- ・ 高岡正敏 (1987) : セミナー健康居住学, (高野・前田・長田編), 住居内のダニとその問題 清文社, 東京, pp.105-130
- ・ 高岡正敏 (2000) : ダニの増加と住環境の変化について. アレルギー・免疫 7 (4) : pp.23-31
- ・ 高岡正敏 (2008) : 住居内におけるダニ類-住環境とダニ疾患- 八十一出版, 東京, 2008
- ・ Wharton, G. W. : House dust mites. J.Med. Entomol. 12 : pp.577-621, 1976

プロフィール



高岡 正敏 (たかおか・まさとし)

(株) ペスト マネジメント ラボ
代表取締役社長 医学博士

主要業務：環境調査, 害虫駆除・対策, 講演活動他
主要著書：「ダニ病学 ～暮らしのなかのダニ問題～」(東海大学出版会), 「住居内におけるダニ類 ～住環境とダニ疾患～」(八十一出版), 「予防医学事典」(朝倉出版), 「アレルギー病学」(朝倉出版), 「ダニの生物学」(東京大学出版) ほか

JIS A 5422 (窯業系サイディング) の改正について

1. 変遷

窯業系サイディングの最初の製品規格は、当時防・耐火通則認指定を申請するために平成5年(1993)に制定された日本窯業外装材協会(以下NYGという)の団体規格NYG S-0007であった。

1995年には、石綿スレート協会(改正原案作成協力者)のJIS A 5422(石綿セメントサイディング)の規格内容は同JIS A 5403と統合整理され、1995年制定のJIS A 5430「繊維強化セメント板」に吸収された。一方、規格番号JIS A 5422は、同1995年に日本窯業外装材協会(改正原案作成協力者)により改正がなされ、新たにJIS A 5422 窯業系サイディングとなった。

2002年の改正では、使用されなくなった長さ寸法などの整理統合、国際単位系への切り替えが行われた他、当規格が部位・性能型規格を目指した規格であること、またいろいろな原料や製造方法が用いられ、開発されようとしていることから、新技術の開発を阻害することが無いよう、原料と製造の項目が削除された。

2008年の改正では2006年(平成18年)に制定された住宅生活基本法に示されているように、わが国における住宅生産は、“安全・安心で良質な住宅ストックの形成”が求められ、また環境に適合した住宅外観意匠としての外壁材などの供給が重要となる中で、2008年の改正においては、従来以上の性能基準を規定するとともに、消費者を含むユーザーに分かりやすく、また、選択幅の広い製品の種類構成を目指し、学識経験者、設計者などの指導を受け、品質・性能向上に重点を置き、最小厚さを12mmから14mmに変更し、仕上げ化粧種類を2種類に統合した。

難燃性試験については、ISOとの整合化の観点から現在国土交通省の指定性能評価機関が、建築基準法に基づく防火材料などの性能評価・試験を行うために規定した“防耐火性能試験・評価業務方法書”の中の“不燃性試験・評価方法”としてISO 5660-1(コーンカロリメーター試験)に準拠した“発熱性試験”を、新たに附属書A(規定)として規定した。

さらに、2006年(平成18年)9月1日付で施行された“労

働安全衛生法施行令の一部改正”及び“石綿障害予防規則等の改正”に対応するため、「窯業系サイディングの原料として“石綿”を使用しないことを明確に表示することになった。

2. 2008年の改正で残された課題

サイディングの諸性能向上を目指して、材料の最少厚さを12mmから14mmに変更したことなどから新たに変形・反りの規格を設けた(本体の4.3)。そこで、サイディングの反りについては、最も汎用的な働き幅(455mm)の規定値(3mm以下)の妥当性について審議されたが、協議の結果、反りは今回の改正で初めて設定した項目であり、過去のデータも欠しいこと、今後最低厚さが12mmから14mmに変更になることから、次回の規格改正時に実績データを踏まえて規定値を検討することにした。

3. 今回の主な改正点

JIS A 5422-2014は2014年9月22日に改正公示された。JIS A 5422窯業系サイディング原案作成委員会の委員長および主査は以下のとおり。

委員長 菊 池 雅 史 明治大学理工学部
主 査 小 山 明 男 明治大学理工学部

ここでは、今回の主な改正項目とその概要を紹介する。

3. 1 (1適用範囲)

1適用範囲にあった主原料に関する規定を4.1原料に移し「主原料としてセメント、けい酸質原料、石綿以外の繊維質原料、混和材料などを用いて板状に成形する。」とし、ここで石綿を使わないことを明確にした。

3. 2 (4.3反り)

上記「2. 2008年改正で残された課題」で示した反りの判定基準の見直しは、市場及び製造の実情を確認の上、最も汎用的な幅において、反りの規格値を3mm以下から2mm以

表1 材幅と反りの規格値

代表的な全幅又は働き幅 (範囲)	反り	
	現行規格	旧規格
182 (160 ~ 241)	1以下	1以下
300 (242 ~ 378)	1以下	2以下
455 (379 ~ 527)	2以下	3以下
600 (528 ~ 754)	3以下	4以下
910 (755 ~ 1100)	5以下	5以下

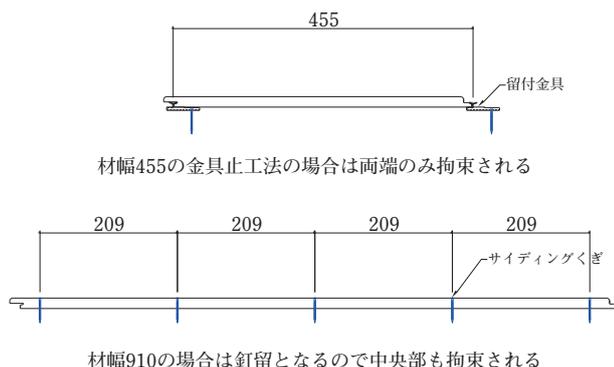


図1 材幅による拘束条件の違い

下に変更した。他の幅の反り量も、これに応じて決定した(表1参照)。反り量と板幅との関係は、曲率半径の比較、板幅による留付け方法の違いなどから、使用者の意見も踏まえ総合的に判断した(図1参照)。

3.3 (6 性能)

曲げ破壊荷重の規格値は、厚さが26mmを超える製品について、当事者間の協定によって認められる厚さまで規定した。

3.4 (7.5 曲げ破壊荷重試験)

同じ曲げ強度の試験体でも試験体の幅とスパンの比率が異なると曲げ破壊荷重は異なることから、「表6-試験体の大きさ」に規定する試験体のうちa)の試験体(JIS A 1408に規定する3b号試験体)で得られた数値には、曲げ破壊時の最大曲げ応力度が同じになるよう7/6を乗じて判定することとした。

以上が大きな変更点であるが、住宅の長寿命化の要求に対応するサイディングの長期的耐久性評価方法については、規格の中に盛り込むことはできなかった為、その研究成果は、次回の改正時に再度挑戦すべく解説に記載した。

4. 新たな促進劣化試験方法の必要性

平成20年度より平成22年度の3箇年に亘って建材試験

センターで行われた経済産業省委託事業「住宅用外装材の長期耐久性評価手法に関する標準化」成果報告書¹⁾において促進劣化試験方法が提案された。

4.1 提案の概要

窯業系サイディングの製造者は、10年ごとのメンテナンス(塗装の塗替えやシーリングの打替え)を前提に30年程度の使用までを想定している程度であり、昨今求められている50年以上の長寿命化を考えていく上では、多くの課題が残されている。

表2 窯業系サイディングのクリティカルな作用劣化因子と予想される劣化現象の相関

劣化現象	材料(素材)										塗膜・被膜								
	汚れ・しみ	かび	変退色	寸法変化	反り・たれ	き裂・ひびわれ	破断・割れ	はく離	摩耗	風化	硬化	強度低下	透水	腐食	変退色	白亜化	ふくれ	割れ	はく離
劣化因子																			
二酸化炭素				○	○	○	○				○								
乾燥・湿潤				○	○							○	○						
紫外線													○		○		○	○	○
凍結融解				○			○					○	○			△			

窯業系サイディングの長期耐久性評価として取り上げる促進劣化試験としては、炭酸化、耐候性、耐湿冷耐湿性、耐凍害性およびこれらの複合劣化を想定した(表2)。

長期耐久性評価のためのフローとしては、図2に示すとおりである。

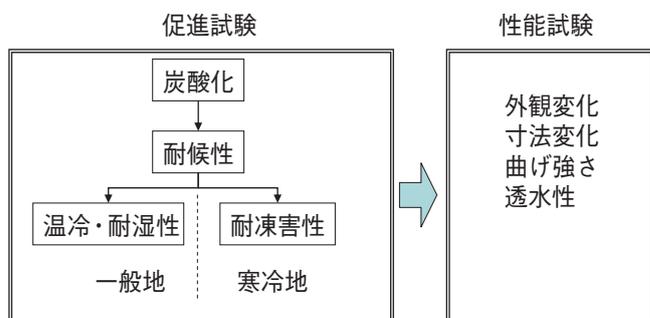


図2 窯業系サイディングにおける長期耐久性の評価フロー

課すべき促進期間については、①10年相当分の促進試験を想定する耐用年数分だけ繰り返す方法、②想定する耐用年数分だけの単体試験を順番に実施する方法、があるが、②の方法では、炭酸化、耐候性、温冷または凍結融解の10年、30年、50年に相当するサイクル等の条件を標準として示し、各単体試験を課す。実劣化が同時並行で進行していくことを考えると、劣化メカニズムの再現性の面からは、余り望ましい試験方法とはいえない。そこで、炭酸化、耐候性、温冷または凍結融解をそれぞれ10年相当分で促進試験を課す①の方法が適切と考えた。この場合、促進試験を次々に課すことで20年、30年と耐用年数を明確にできる。

また、例えば10年で塗膜を塗り替えることを標準として考えていけば、塗膜を塗り直した上で繰り返すので対応も可能となる。

試験項目

- 1) 炭酸化試験：試験装置は、JIS A 1153による。
- 2) 耐候性試験：JIS A 1415による。ただし、メタルハライドランプを追加する必要性が高い。
- 3) 凍結融解試験：JIS A 1435による
- 4) 耐温冷耐湿性試験：JIS A 1437による。ただし、1サイクルの温度および湿度の条件は、図3を標準とする。なお、メーカー保有の装置の都合では、低温・低湿領域は15℃、50%の方が望ましい。

4. 2 複合劣化促進試験方法

複合劣化促進試験方法は、寒冷地とその他一般地域がある。使用期間および使用地域に応じて複合劣化促進処理のサイクル数を定め、10年相当分の複合促進劣化試験を1セットとする。

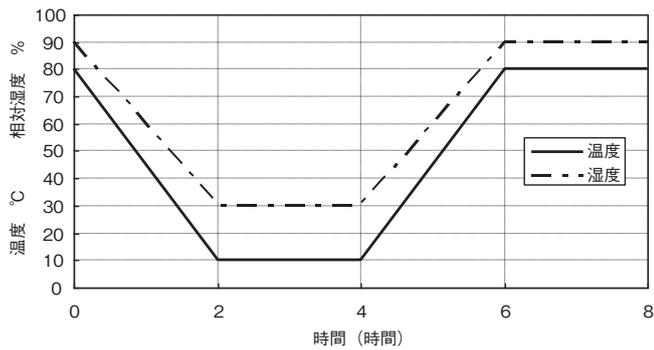


図3 温冷・乾湿繰り返し試験における1サイクルの温度および湿度の条件

寒冷地を想定した試験の例 (1セット)

1) 炭酸化試験

- a) 試験体搬入時の含水率は20%以下とし、保管期間1週間以上、温度20℃、相対湿度60%の部屋で保管した後、促進試験に供する。また、保管時において、試験体の小口面をシールする。
- b) 促進期間56日まで炭酸化促進試験を行う。ただし、56日までの間で質量変化を材齢7日ごとに測定する。材齢7日間の質量変化率が0.1%以下となった場合は、炭酸化促進試験を終了して良い。

2) 耐候性試験

- a) 炭酸化終了後、直ちに行う。直ちに行えない場合は、含水率が変化しないよう必要な措置をとる。
- b) 10年相当の耐候性試験を行う。10年相当の試験時間は、実験室光源の種類に応じて表3を参考に定める。なお、使

用を想定する代表的な地域の紫外線量に基づき、表3の値を修正してもよい。

表3 実験室光源の種類ごとの促進試験時間

試験方法 (光源)	時間 ¹⁾
キセノンアーク光源	5500
オープンフレームカーボンアークランプ	4500
メタルハライドランプ	350

注1) 表3の時間は、北緯35度程度(つくば、銚子等)を参考に定めている。

3) 耐凍害性試験

- a) 試験の前処理として、試験体を温度5～35℃の清水中に24時間(48時間)以上浸漬する。
- b) 10年相当の耐凍害性試験を行う。10年相当の試験サイクルは、使用を想定する地域に応じて表4にしたがって定める。

表4 想定地域ごとの促進試験時間

地域の区分 ¹⁾	サイクル数 ²⁾
I	200～300
II	100～200
III	50～100
IV, V, VI	—

注1) 地域の区分は、住宅に係わるエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準(平成18年経済産業省・国土交通省告示第3号平成21年経済産業省・国土交通省告示第1号一部改正)における「別表第1」による。

注2) I地域は旭川、II地域は岩手、III地域は宇都宮の気温を参考に定めている。

本研究で提案した促進試験方法では、それでも長期間を必要とするため、メタルハライドランプによる促進試験方法の標準化を行うことが喫緊の課題である。

5. 課題は耐候性促進試験の時間短縮 (JIS A 1415改正への期待)

JIS A 5422規格改正に先立って、JIS A 1415(高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法)が改正された。本規格は、キセノンアーク光源、紫外線蛍光ランプ、オープンフレームカーボンアークランプ及び紫外線カーボンアークランプによる暴露試験方法について規定したものであったが、この規格にメタルハライドランプによる試験方法を追加されることを期待したが残念ながら、今回の改正では成らず、解説に次のように記載された。

「メタルハライドランプ光源については、建材の長期耐久

性に係る既往調査研究より規格化が求められており、本規格への追加可能性について検討を行った。メタルハライドランプ光源は、オープンフレームカーボンアーク光源の十数倍の紫外線量を含むことから、光による劣化状況を短期間で把握できる光源種として、近年、超促進耐候性試験機と称されて普及している。国内の実情を調査した結果、国内における試験機製造業者は3社であった。しかし、光源として使われる封入金属化合物の組成が製造業者各社で異なり、この違いが試験結果へ大きく影響を及ぼすことが確認された。なお、封入する金属化合物については、各社のノウハウで詳細は開示されていない。今回の改正においては、メタルハライドランプ光源を用いた促進試験は、屋外暴露との相関性が明確でないなどの指摘もあり、メタルハライドランプ光源を追加することは時期尚早であるとし見送ることとなった。建材分野では、メタルハライドランプ光源を用いた試験機の普及が進んでいるが、上記に示した幾つかの課題があるため、試験結果の取扱いについては注意が必要である。」

また、「メタルハライドランプ光源の標準化について、今回の改正では見送ったが、建材分野では規格化のニーズが高いため、引き続き関連情報の収集を行っていく必要がある。」とされた。これらを踏まえ今後とも評価を継続していくことにした。

6. 次回 JIS 改正に向けた準備

6.1 メタルハライドランプ耐候性試験と SWOM

メタルハライドランプ耐候性試験機メーカーである岩崎電気株式会社、ダイブラウインテス株式会社、スガ試験機株式会社の3社及び、建材試験センターの協力でメタルハライドランプ光源とオープンフレームカーボンアークランプ光源による促進耐候性試験の比較を行った(表5, 表6参照)。

表5 試験条件

試験条件	a1,a2	b	c
試験方法の種類	i	ii	i
放射照度 (W/m ²)	1500~1550	1100	1400
波長 (nm)	295~450	295~780	295~780
測定波長域 (nm)	300~400	300~400	300~400
照射時間 (hr)	6	16	4
ブラックパネル温度 (°C)	63 ± 3	65 ± 3	63 ± 3
照射湿度 (%)	50 ± 5	70 ± 5	50 ± 5
暗黒時間 (hr)	—	2	—
暗黒温度 (°C)	—	65 ± 3	—
暗黒湿度 (%)	—	70 ± 5	—
結露時間 (hr)	2	6	4
結露温度 (°C)	30 以下	30 ± 3	30 ± 3
結露湿度 (%)	95 以上	95 以上	95 以上

表6 試験方法の種類

記号	概要
i	照射・結露及び水噴霧のサイクル試験による。
ii	照射・暗黒・結露及び水噴霧のサイクル試験による。

表7 試験条件ごとの色差のばらつき

	100h				1000h	150h				1500h	200h				2000h
	a1	a2	b	c	SWOM	a1	a2	b	c	SWOM	a1	a2	b	c	SWOM
MAX	1.82	2.24	18.65	0.81	2.30	2.95	3.47	—	—	3.10	3.38	6.93	8.07	1.15	3.40
MIN	0.08	0.08	0.11	0.09	0.10	0.04	0.05	—	—	0.10	0.13	0.00	0.16	0.12	0.10
Avg.	0.44	0.50	1.44	0.32	0.63	0.57	0.93	—	—	0.84	0.98	1.42	1.37	0.43	0.79
σ	0.40	0.51	3.41	0.19	0.52	0.59	0.90	—	—	0.65	0.88	1.79	1.78	0.29	0.69

放射照度、波長、運転条件等の試験条件の相違によって、劣化の程度にはかなり大きな誤差が生じることが明らかで、また塗装仕様との組合せによっても SWOM との間に差異が生じることもうかがえた(表7)。メタルハライドランプ光源方式を窯業系サイディングの促進耐候性試験に適用するためには、種々塗装仕様と試験条件の組合せでのデータをさらに蓄積し、SWOM や実曝との相関を取っていく必要がある。

6.2 市場の要求

現規格で規定している SWOM は試験に長期間を要するため(1000時間照射で約2か月、長期耐久性評価を行う場合は約5000時間)、メタルハライドランプ光源方式が適用できれば大幅な試験期間の短縮が可能になる。しかし一方で、太陽光との類似性が低いことなどの課題もある。そこで、メタルハライドランプ光源方式の適用に対する要望と課題について、表8に示すアンケート調査を行った。

メタルハライドランプ光源方式の導入の可否に対して、学識者・団体(類似製品を扱う)、試験機メーカーと使用者(主として住宅メーカー)で回答の傾向が分かれた。学識者および団体では時期尚早という回答が90%以上を占めたが、使用者では現時点で導入すべきが回答の半数であった。なお、使用者側の意見として、試験時間の短縮、長寿命化部材の開発などへの有効性から規格化の要望が多くあった。

課題としては、学識者からの、導入が時期尚早という回答で、理由として試験装置・条件が標準化されておらず、SWOM や実曝との相関が明確でないことが多くの意見であり。また、試験結果のばらつきを指摘する声もあった(図4参照)。

表8 アンケート調査概要

アンケート対象	学識者	団体	評価機関	試験機メーカー	使用者(団体)
依頼数	6	4	3	3	5
回答数	5	4	3	3	8(加盟企業)
Q1	JIS A 5422 窯業系サイディングへのメタルハイドランプ方式の導入の可否				
Q2	メタルハイドランプ方式の問題点				
Q3	規格化のステップ ①団体規格→②データ収集→③JIS規格の妥当性				

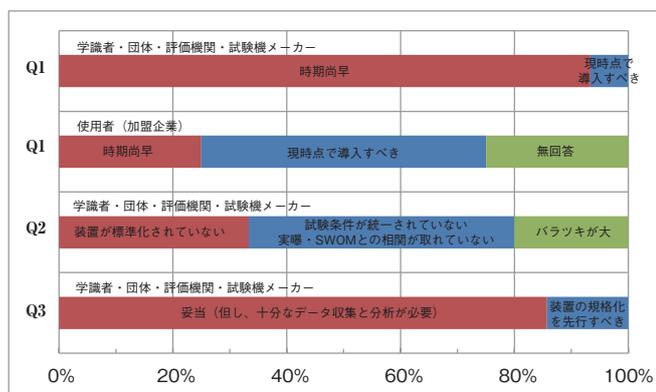


図4 アンケート結果

成果は解説に盛り込んだので、解説5.3の「附属書(案) 窯業系サイディングの生産工程管理用試験方法—メタルハイドランプ光源による早期判定暴露試験方法」を参照戴きたい。また、2011年の日本建築仕上学会 大会学術講演会、2013年の日本建築仕上学会大会学術講演会と日本建築学会北海道大会でも逐次報告^{2), 3)}を行っている。

7. メタルハイドランプ光源の適用への展開

7.1 基本方針

現時点での導入は、メタルハイドランプ光源による試験評価では、JIS A 1415に規定されている光源に比べて、劣化メカニズムが明確で無く、実曝との関係もやや不明瞭であることから、JISとしての標準化は困難と考えられる。しかし一方で、特に使用者や生産者側からは促進性のメリットから本方法に対する要望は強いものがあり、導入に

向けての検討を行うことは、決して間違ったことではない。

主として、導入に向けての課題としては以下のものが挙げられる。

- ①実曝との相関性の確認
- ②異なる試験機が試験結果に及ぼす影響の確認
- ③試験条件の統一化・標準化

現状では、異なるメーカーの試験機で、各サイディング製造業者が、それぞれの評価方法で試験に用いおり、これらの課題をクリアすることはできない。まずは何らかの形で統一的な試験方法を作成し、そのもとで各社が試験を実施して、得られた膨大な実験データを分析することが肝要である。

7.2 次回の改正に向けて

実曝との相関を取っていく必要があることから、東京理科大学兼松研究室の指導で実曝試験を宮古島、つくば、旭川の3ヵ所で行っている。また、促進劣化耐候性試験を明治大学小山研究室の指導の下メタルハイドランプ耐候性試験機メーカー3社の協力でスタートしている。



写真1 宮古島ウェザーリングセンター暴露場

【参考文献】

- 1) 財団法人建材試験センター：経済産業省委託事業 住宅用外装材の長期耐久性評価手法に関する標準化成果報告書、平成22年3月
- 2) 小山明男，他：窯業系サイディングの長期耐久性評価手法に関する標準化調査研究(その1～その3)，日本建築仕上学会 大会学術講演梗概，pp.37-39，2011
- 3) 北野公一，小山明男，他：JIS A 5422(窯業系サイディング)における促進耐候性試験方法に関する検討(その1，その2)，日本建築仕上学会 大会学術講演梗概，pp.41-42

*執筆者

森田 育男(もりた・いくお)
日本窯業外装材協会 専務理事



有機系被覆工法の性能試験

(発行番号: 第12A4554号)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

1. 試験の内容

株式会社ダイフレックスからの依頼により、有機系被覆工法「CVスプレー工法」による試験体について、以下に示す項目の試験を行った。

- (1) 耐候性(サンシャイン 1200 時間)
- (2) 付着性
- (3) 耐摩耗性
- (4) ひび割れ追従性
- (5) 一体化性
- (6) 寸法安定性
- (7) 耐凍害性

2. 材料及び試験体

試料の概要を表1、試験体の概要を表2に示す。

なお、試験体は表1に示す工法及び仕様によって、依頼者が中央試験所職員立会いのもとで作製した。

表1 試料 (依頼者提出資料による)

一般名称	有機系被覆工法	
工法名	CVスプレー工法	
材料名	プライマー	レジプライマーPW-F (セメント25%混入)
	有機系被覆材料	CVスプレーR3-E
	不陸調整材	ダイラックススーパー#60
使用量	レジプライマーPW-F (セメント25%混入)	0.2kg/m ²
	CVスプレーR3-E	厚さ2.0mm以上
	ダイラックススーパー#60	5～20mm

表2 試験体の概要

試験項目	対象となる材料	試験体の形状・仕様
耐候性	有機系被覆材のみ	70mm×70mm×20mmのモルタル板に施工
付着性	有機系被覆材のみ	300mm×300mm×60mmのコンクリート板に施工
	有機系被覆材+不陸調整材	300mm×300mm×60mmのコンクリート板に施工
耐摩耗性	有機系被覆材のみ	195mm×145mm×40mmのコンクリート板に施工
ひび割れ追従性	有機系被覆材のみ	195mm×145mm×40mmのコンクリート板に施工
一体化性	不陸調整材のみ	φ50mm×100mmに成形
寸法安定性	不陸調整材のみ	40mm×40mm×160mmに成形
耐凍害性	不陸調整材のみ	400mm×100mm×100mmに成形

3. 試験方法

農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)平成25年10月 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室第3章 3.2.1.2有機系被覆工法の品質規格に従って行った。

4. 試験結果

試験結果一覧を表3に示す。

なお、耐摩耗性試験は水利施設機能保全研究会が島根大学で実施した。

5. 試験の期間, 担当者及び場所

期 間 平成25年12月13日から
平成26年6月2日まで
担 当 者 材料グループ
統括リーダー 鈴木 敏 夫
主任 志村 重 顕(主担当)
場 所 中央試験所
国立大学法人 島根大学

表3 試験結果一覧

試験体の構成	試験項目		試験結果	評価基準
有機系被覆材のみ	耐侯性 (サンシャイン1200時間)		3体とも塗膜表面に膨れ、ひび割れ、剥れは発生しなかった。	塗膜表面に膨れ、ひび割れ、剥れがないこと。
	付着性	標準条件 N/mm ²	2.0	1.5以上
		多湿条件 N/mm ²	1.9	
		低温条件 N/mm ²	1.6	
		水中条件 N/mm ²	1.8	1.0以上
		乾湿繰返し条件 N/mm ²	1.9	
		温冷繰返し条件 N/mm ²	1.9	
	耐摩耗性	摩耗深さ比	0.04	標準供試体に対する平均摩耗深さの比が0.5以下
ひび割れ 追従性	伸び量 mm	10.5	中追従：0.4以上 高追従：1.0以上	
	破断の有無	3体とも塗膜表面に破断はなかった。	塗膜表面に破断がないこと	
有機系被覆材 + 不陸調整材	付着性	標準条件 N/mm ²	2.4	1.5以上
		多湿条件 N/mm ²	2.2	
		低温条件 N/mm ²	2.4	
		水中条件 N/mm ²	2.2	1.0以上
		乾湿繰返し条件 N/mm ²	2.7	
		温冷繰返し条件 N/mm ²	2.0	
不陸調整材のみ	一体化性	圧縮強度 N/mm ²	51.5	21.0以上
	寸法安定性	長さ変化率 %	0.05	0.05以下
	耐凍害性	相対弾性係数 %	99	85以上

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回試験を行った有機系被覆材と不陸調整材は農業用水利施設である開水路の補修を目的とした材料です。開水路とは、用語の定義としては水面を持つ水の流れとされ、例としては運河や下水道などが挙げられます。農業用としては、農業用水の供給及び排水の際に水を流下させる目的で設置されます。

農業用の開水路は土中に埋設される事から常に水分が供給され、冬期は外気温の変動によって凍結融解作用が頻繁に発生します。また、水路を通る水と共に土砂が流れる事で摩擦による損傷が発生します。

このように開水路の部材は鉄筋コンクリート製品としては非常に過酷な環境に置かれますが、開水路に不具合が生じた場合、送配水性能の低下や周囲への漏水が引き起こされる事から、適切な材料によるメンテナンスが不可欠と言えます。

開水路の補修用材料に対する要求性能は、屋外で使用される事や水気の多い環境で施工される事が反映され、濡れた下地に対する接着性能や過酷な環境下での耐久性が求められている他、土砂による摩擦への抵抗性も求められます。

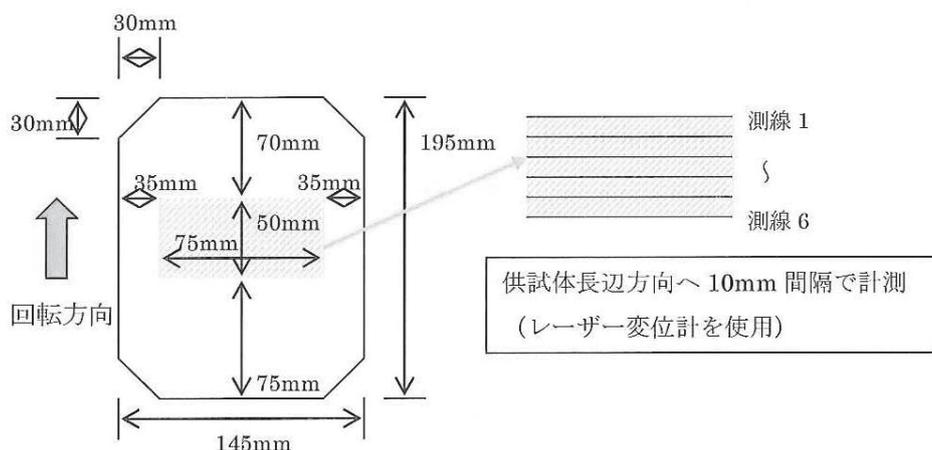
開水路の表面被覆工法は大別するとポリマーセメントなどによる無機系工法、ウレタン樹脂やエポキシ樹脂による有機系工法、FRPや塩ビ製パネルを取り付けるパネル工法、EVA(エチレン酢酸ビニル)樹脂などのシートを貼り付けるシート工法に

分けられ、今回試験を行った表面保護工法はウレタン樹脂系の材料をスプレーによって吹付け施工するものです。この工法の長所として、広い面積を短時間に施工可能な点が挙げられます。

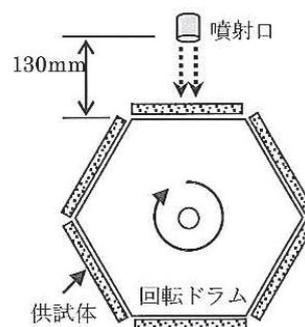
今回行った一連の試験の中でも特徴的な試験として、耐摩耗性試験が挙げられます。居室の床材を対象とした摩耗試験では、砂や砥石等の研磨材を試験体にこすりつける様に力を加え摩耗させるのが一般的ですが、この試験方法では水路の摩耗を再現するため、水と砂を試験体に噴射する事で摩耗に対する抵抗性を確認しています。解説図1に耐摩耗性試験の摩耗量計測位置を、解説図2に耐摩耗性試験の水砂噴射方法を示します。この摩耗性試験では、標準試験体(セメント：砂：水=1：3：0.5、材齢28日、ISO標準砂を使用)に対して平均摩耗深さの比0.5以下が評価基準ですが、今回の試験結果は0.04と評価基準の10分の1以下であり、摩耗に対する高い抵抗性が確認されました。

当センターでは、今回ご紹介した有機系被覆工法以外にも、剥落防止工法など、補修・改修に関わる様々な材料の試験に対応しており、ご活用頂ければ幸いです。

(文責：中央試験所 材料グループ 主任 志村 重顕)



解説図1 耐摩耗性試験の摩耗量計測位置



解説図2 耐摩耗性試験の水砂噴射方法

仙台支所開設記念「JTCCMセミナー（仙台）」の 開催報告

経営企画部

1. 仙台支所について

当センターでは、「東北地方における土木・建築分野の復旧・復興へのご協力」を目的に、宮城県仙台市（宮城県管工事会館・7階）に「仙台支所」を開設し、昨年7月1日より、東北地方における当センター全事業所の窓口として、業務を行っております。また、当センターの各事業所においても、同支所を拠点としたさまざまな事業展開を進めており、工事材料試験所では、新たに「工事材料試験機関認定制度」を導入し、昨年11月に宮城県内の2試験機関の認定を行っております（詳しくは、本誌2015年1月号をご覧ください）。

2. セミナー開催の趣旨

同支所開設により約9か月が経過しましたが、これまで同支所には、関係団体・企業の方々より、多くのお問い合わせをいただいております。

そこで、当センターの東北地方における取り組みや全体の業務内容について関係団体・企業の皆様に改めてご理解

いただくこと、また、皆様からのお問い合わせの多い項目である「JISマーク表示制度に基づく第三者認証制度」および「コンクリートの現場品質管理」に関する内容についてご紹介することを目的に、去る1月31日（土）、宮城県仙台市（宮城県管工事会館・大会議室）にて、セミナーを開催いたしました。

本稿では、本セミナーの開催概要について報告します。

3. セミナーの参加者

本セミナーを企画した当初は、50名程度の参加者を想定しておりましたが、関係団体・企業の皆様に開催主旨・目的などをご理解いただき、東北全6県より、想定のほぼ倍となる96名の方々にお申し込みいただきました。開催当日は、前日の降雪による影響を懸念しておりましたが、生コンクリート製造業、コンクリート製品製造業、砕石製造業、セメント製造業の関係者を中心に、86名の方々にご参加いただきました。

表1 セミナーの概要

名 称	仙台支所開設記念「JTCCMセミナー（仙台）」
開催日時	2015年1月31日（土） 13：00～16：00
場 所	宮城県管工事会館9階 大会議室（住所：宮城県仙台市青葉区本町3丁目5番22号）
プログラム	13：00～ 開会挨拶（長田直俊 理事長） 13：05～ JISマーク製品認証における最近の課題（製品認証本部 JIS 認証課 丸山慶一郎 課長） 14：05～ 建材試験センターの事業紹介（経営企画部企画課 鈴木澄江 課長） 14：25～ 休憩 14：40～ コンクリートの基礎講座（工事材料試験所 真野孝次 所長） 15：40～ コンクリートの現場品質管理に関する採取試験技能者認定制度の紹介（工事材料試験所 真野孝次 所長） 16：00 閉会
主 催	一般財団法人 建材試験センター
後 援	経済産業省 東北経済産業局、全国生コンクリート工業組合連合会 東北地区本部 一般社団法人 東北コンクリート製品協会、一般社団法人 日本砕石協会 東北地方本部

4. セミナーの概要

セミナーは、当センター長田直俊理事長からの開会の挨拶に引き続き、表1に示すプログラムに基づき行いました(写真1および写真2)。

各講演の概要は、次のとおりです。

4.1 JISマーク製品認証における最近の課題

製品認証本部JIS認証課 丸山慶一郎課長より、当センターにおけるJISマーク表示制度に基づく認証業務の沿革、認証の実績および認証取得者の傾向などについてご説明しました。引き続き、JISマーク表示制度に関連する「一般認証指針」の改正概要の説明、JISマーク認証取得者に対する具体的な指摘事例やその防止策などについてご紹介しました。

4.2 建材試験センターの事業紹介

経営企画部企画課 鈴木澄江課長より、当センターの経営理念、組織、事業所の所在地、および各事業所の業務内容などについてご紹介しました。また、情報提供事業の一環として出版している機関誌「建材試験情報」、建材試験ガイド「コンクリート骨材試験のみどころ・おさえどころ」、試験方法教育ビデオ「骨材試験シリーズDVD(企画・製作：一般財団法人日本規格協会)」、ならびに、当センターの50周年を記念して中央試験所が企画・出版した「建築材料・部材の試験評価技術」などについてもご紹介しました。

4.3 コンクリートの基礎講座

工事材料試験所 真野孝次所長より、当センター機関誌に掲載していた「コンクリートの基礎講座」をまとめた冊子をもとに、概要をご説明しました。その後、「コンクリート基礎講座【番外編】」と題して、冊子には掲載していないコンクリートの基本的事項について、種々のデータを用いた解説を行いました。

4.4 コンクリートの現場品質管理に関する採取試験技能者認定制度

工事材料試験所 真野孝次所長より、採取試験技能者認定制度について、制度発足の背景、概要、認定対象などについてご説明しました。また、当センターが公益目的事業の一環として行っている各種講習会(試験実務講習会)をご紹介するとともに、2015年度上期の講習会の開催についてもご案内しました。

5. おわりに

本セミナーに参加された皆様は、終始熱心に講演を聴講されていました。また、セミナー終了後には、参加者の方々より多くのご質問をいただき、「JISマーク表示制度」や「コ

ンクリートの現場品質管理」に対する関係者の関心の高さがうかがえました。今回のセミナー開催が、少しでも「東北地方における住環境・社会基盤整備」の一助になれば幸いです。

また、本セミナーで実施したアンケートでは、参加者の皆様より多くのご意見・ご要望をいただきました。当センターでは、仙台支所開設に伴い、東北地方での取り組みについて協議する「仙台連絡会議」を設置し、東北地方における復旧・復興の現状および今後の動向などについて、全事業所での情報共有化に努めております。今後も皆様のご意見・ご要望に応えられるよう、東北地方での取り組みについて同会議で協議していく予定です。

なお、当センターでは、技術的支援の一環として、セミナー、各種研修会および講演会などを各地で開催しています。ご要望がございましたら、ぜひお問い合わせください。

最後に、今回のセミナーの開催にあたりご後援賜りました、経済産業省 東北経済産業局、全国生コンクリート工業組合連合会 東北地区本部、一般社団法人 東北コンクリート製品協会、一般社団法人 日本砕石協会 東北地方本部の関係者の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



写真1 長田直俊理事長の開会挨拶の様子



写真2 会場の様子

鉄筋継手の基礎講座

(シリーズⅢ 溶接継手)

鉄筋継手の基礎講座3回目となる今回は溶接継手について紹介します。

溶接継手は、鉄筋の高強度化・太径化及び鉄筋工事の工業化の推進に伴って普及した工法であり、近年、超高層・中高層のRC集合住宅、沈埋トンネル、RC高架橋、地下連続壁ならびに地震で被災した構造物の復旧工事等で採用されています。

1. 溶接継手の概要

鉄筋などの金属をつなぐ方法には、「科学的接合」、「冶金学的接合」、「機械的接合」があります。また、冶金学的接合法には、シリーズⅡで紹介した「圧接」の他、「融接」、「ろう接」があります。「融接」とは、用語の解説に記していますが、溶融状態において材料に機械的圧力を加えずに行う接合方法の総称であり、「溶融溶接」の略称です。

今回紹介する溶接継手は、この溶融溶接法によって接合された継手のことで、結合のメカニズムは以下のとおりです。

- ① 金属材料を加熱すると結合力は少しずつ失われ、原子間の距離が長くなる。
- ② 熱膨張の状態を超えて更に加熱すると原子同士の結合が失われ、原子が自由に動き回る液体の状態になる。
- ③ 接合しようとする2つの材料を溶融させることにより互いの原子が混じりあった状態になる。
- ④ 混じり合った相互の原子が引き合うため新たな結晶となって接合する。

溶接継手の主なものとしては、フレア溶接継手、アーク突合せ溶接継手、突合せ抵抗溶接継手などがあります。また、ワイヤメッシュ筋に使用される重ね抵抗溶接継手、鉄骨梁に鉄筋を接合する場合等に行われるアークスタッド溶接継手などがあります。

フレア溶接継手は、比較的古くから使用されてきた継手工法であり、せん断補強筋やスラブ筋等の細径鉄筋の溶接に使用されることもあります。

突合せ溶接継手は、鉄筋端面間に開先を設け、軸心を一致させてセットし、開先間に溶接棒あるいは溶接ワイヤを溶融させて鉄筋を接合させる工法です。同工法は、高層建築物における鉄筋先組み工法やプレキャスト工法に伴って開発された継手方法であり、柱梁主筋等の太径鉄筋の接合に使用されています。

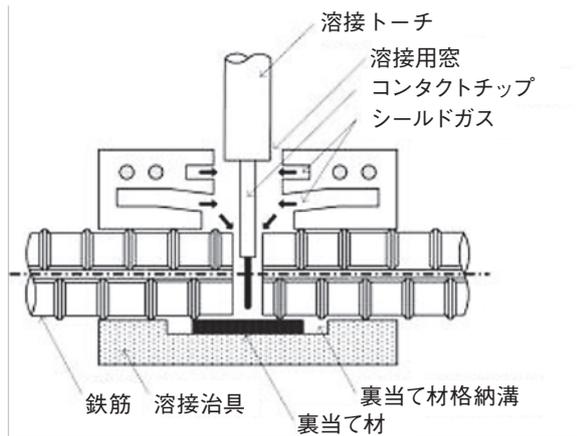
突合せ抵抗溶接継手は、圧接継手と同様なメカニズムで、鉄筋の端面同士を突き合わせて接合する継手工法であり、主に、閉鎖型せん断補強筋の接合に使用されています。フレア溶接継手以外は、(一財)日本建築センター等による審査を経てA級と認定された工法が採用されています。

2. 溶接継手(シールドガス方式)の概要

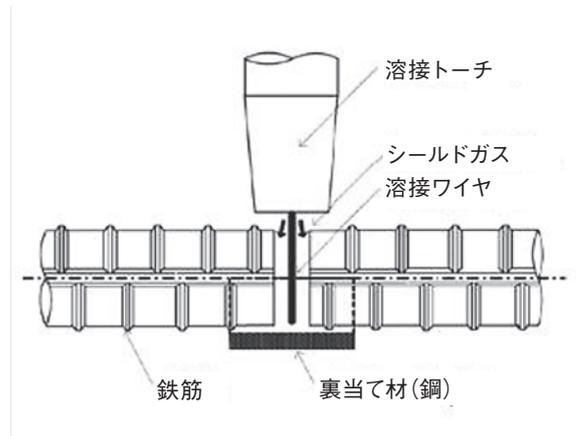
前述したように、溶接継手には様々な種類があります。ここでは、最も一般的な工法であり、公益社団法人日本鉄筋継手協会が取扱い対象としている「突合せガスシールドアーク半自動溶接継手」(シールドガス方式)の概要について紹介します。

この溶接継手は、鉄骨の溶接技術を応用して鉄筋を接合する工法として開発されたものです。接合する鉄筋の端部に所定の間隔の隙間を設け、溶融金属を介して鉄筋を一体化する工法です(図1参照)。この工法では、鉄筋端部に隙間を設けるため、溶融金属が流出しないように裏当て材が必要ですが、裏当て材には、銅製、セラミック、鋼製などが用いられます。なお、シールドガス方式は、治具内シールド方式とトーチシールド方式に大別されます。表1に溶接継ぎ手の種類を示します。

ガスシールドアーク溶接法は、CO₂(二酸化炭素)・



a. 治具内シールド方式の例



b. トーチシールド方式の例

図1 溶接継手の原理¹⁾

表1 溶接継手の種類¹⁾

シールドガス方式	裏当て方式	溶接継手の例
治具内シールド	銅	
トーチシールド	セラミック	
	銅	

Ar-CO₂ (アルゴン-二酸化炭素) 混合ガスなど酸化性のシールドガスをアークの周囲に送り、溶融部を大気から遮断しながら、アーク長さを一定に保ち行う溶接方法です。

シールドガスはアーク溶接で溶融金属・アーク等を大気(空気)から保護する働きはご存知の方が多いと思います。他にもシールドガスはアークを安定的に維持し、持続し続けさせることができます。

治具内シールド方式は、溶接治具で溶接部を囲むため、耐風性に優れ、通常の状態では5～6m/secの風速まで対応が可能です。一方、トーチシールド方式は、通常の状態では2～3m/secの風速まで対応が可能です。

それぞれの方式で裏当て材の種類が異なりますが、銅製とセラミックは、溶接後に撤去できるため、溶接部の全周について外観検査が可能です。

なお、溶接時の姿勢は、①下向き姿勢 ②縦向き姿勢 ③横向き姿勢 ④上向き姿勢に分類されますが、横向き姿勢(梁筋)と縦向き姿勢(柱筋)では、溶接の難易度が異なるため、それぞれの資格が必要です。

3. 溶接継手の特徴

溶接継手は、鋼同士を溶融して接合する継手です。従って、接合部分の材質は一樣ではなく、溶接金属部、熱影響部、熱影響を受けない母材部といった、元々は同じ材質であったものが加熱することにより異なる材質に変わった連続的な接合体となります。

ここで溶接金属(weld metal)とは、継手の開先を充填する溶接材料と母材とが、約1500℃の高温で溶融し急冷され凝固した部分で、いわゆる鑄造金属の組織および機械的性質を持っています。また、充填する溶接材料は、通常母材とほぼ同成分で強度的には母材よりも若干高い強度の材料を使用します。

また、熱影響部(HAZ: heat affected zone)とは、溶接金属に隣接した母材部で局部的に1000℃以上までの急速加熱・急速冷却の熱サイクルを受けたため粗大なオーステナイトからの焼入れ組織となり、一般的には靱性が著しく低下します(写真1参照)。

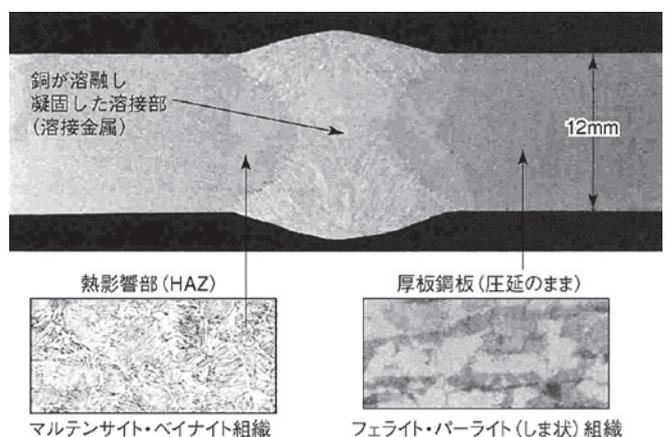


写真1 溶接継手部の断面と組織の一例²⁾

4. 溶接施工時の留意点

- ① 溶接施工時、鉄筋の切断は、原則として機械切断とする必要があります。この場合、鉄筋冷間直角切断機の使用が推奨されます。
- ② 溶接作業に先立ち、開先面に油脂、錆、土砂などが付着していないか確認し、付着物をワイヤブラシ、グラインダーなどを用いて除去し清掃します。
付着物は、溶接欠陥発生の原因につながります。
- ③ 各溶接継手工法の施工要領書で定められた開先形状、ルート開先であることを確認します。また、ルート間隔が7mm未満の場合は、高温割れなどの溶接欠陥が発生するおそれが高くなります。
- ④ 電流、電圧、シールドガス流量及び溶接ワイヤは、溶接継手工法の施工要領書に定められたものか確認する。
- ⑤ 降雨時または強風時は原則として溶接作業を中止するか、またはシールドガス流量を増やし養生を行うなど暴風対策を施す必要があります。

5. 溶接継手に要求される品質・性能と検査

検査は、告示第1463号に規定されている「構造耐力上支障のある欠陥がないものとする」ことを担保するとともに、継手の施工品質が設計で要求された性能を満足することを確認し保証する意味で重要な行為です。

溶接継手の検査には、溶接施工会社が工事管（監）理者に対して自主責任として行う自主検査と工事管（監）理者が工事発注者に対して責任として行う受入検査があります。

溶接欠陥を検出するための検査としては、外観検査と超音波探傷検査があります。外観検査は、溶接部のアンダーカット、オーバーラップ、偏心、曲がり及び割れなどについて必要に応じてノギス、その他適当な計測器具を用いて行います。また、超音波探傷検査は日本鉄筋継手協会規格JRJS0005（鉄筋コンクリート用棒鋼ガス溶接部の超音波探傷試験方法及び判定基準（案））に基づき行います。

更にA級継手の場合は、破断に至るまでの伸び性能なども必要となるので、外観検査と超音波探傷検査の他に引張試験による検査を行う必要があります。



用語の解説

融接：溶融状態において材料に機械的圧力を加えずに行う接合方法の総称で、溶融溶接の略称。この溶接には、アーク溶接、テルミット溶接、一部のガス溶接、その他がある。（JIS Z 3001 溶接用語）

ろう接：ろう又ははんだを用いて母材をできるだけ溶融しないで、ぬれ現象で接合する、ろう付及びはんだ付の総称。（JIS Z 3001 溶接用語）

シールドガス：溶接中にアークと溶融金属とを覆い、空気が溶接雰囲気内に新入することを防ぐために用いるガス。

熱影響部：溶接・切断などの熱で組織、冶金適性質、機械的性質などの変化を生じた融接していない母材の部分。

機械的性質：金属など工業材料の諸性質のうち、硬さや対変形・耐熱・対疲労の強さなどの性質。

靱性：個体の持つ性質の1つで、材料の粘り強さ。

告示第1463号：平成12年建設省告示第1463号 鉄筋の継手の構造方法を定める件（抜粋）

3 溶接継手にあつては、次に定めるところによらなければならない。

- 一 溶接継手は突き合せ溶接し、裏当て材として鋼材又は鋼管等を用いた溶接とすること。ただし、経が25ミリメートル以下の主筋等にあつては、重ねアーク溶接継手とすることができる。
- 二 溶接継手の溶接部は、割れ、内部欠陥等の構造耐力上支障のある欠陥がないものとする。
- 三 主筋等を溶接する場合にあつては、溶接される棒鋼の降伏点及び引張強さの性能以上の性能を有する溶接材料を使用すること。

【引用または参考とした文献】

- 1) 公益社団法人日本鉄筋継手協会
http://www.tekkin-tsugite.or.jp/tsugite_tech03.html (2015.1.30)
- 2) 公益社団法人日本鉄筋継手協会：鉄筋継手マニュアル，p.119，2005.10.7
- 3) 日本鉄筋継手協会：溶接継手監（管）理の手引き
- 4) 林静雄・中澤春生・矢部喜堂：鉄筋継手講座③ 機械式継手および溶接継手 コンクリート工学，Vol49，No4，2011，4
- 5) 日本溶接協会：JWES接合・溶接技術Q & A1000

（文責：本部事務局 技術担当部長 小林義憲）

たてものでの建材探偵団

札幌軟石と建築



私の生まれ育った札幌には札幌軟石と呼ばれる凝灰岩ぎょうかいがんの石材がある。近郊にはこの石がふんだんにあったので、明治後半から大正にかけてこれを使った建物が沢山作られた。私の育った家の近くにも何棟もあったが、今はほとんど取り壊されてしまった。

写真1は1904年に札幌軟石で作られた日本基督教団札幌教会（設計：間山千代勝）である。これは市内にまだ現存している。昔は幼稚園が併設されていて、実は私はそこに2年間通わされていた。ただ祖母の家が農家をしており、まわりは自然が豊富で、しかも馬、羊、鶏、犬と遊び相手に事欠くことがなく、当時の私はそこでの生活がよっぽど気に入っていて、幼稚園はサボりにつぐサボりであった。今もって時々再発するサボり癖はその頃の名残かもしれない。

ところで凝灰岩とは火山灰が堆積して石材と化したものである。これも30年以上も前の話であるが、1977年夏たまたま帰省で札幌にいた時、有珠山噴火（噴火予知に成功した2000年の前の噴火）があり、70km以上も離れている札幌市内にも多量の火山灰が降った。ずいぶん遠くまで火山灰は飛んでくるものだと驚かされたが、札幌軟石はこうして出来上がったのだらうということも納得できた。

さて札幌軟石であるが、率直に言ってあまり高級感のある石材ではない。特に子供心には、冬のどんよりした雪空と2重写しになり、ひたすら暗いイメージしかない。長じて建築材料学を専攻することになり、これにはすぐれた性

質がたくさんあることを知った。

長所は、何といってもすぐれた耐火性である。特にセメントが高価で、気楽にコンクリートを作ることができなかった時代には、うってつけの耐火建築材料であったに違いない。さらに加工が容易という点も見逃せない。大した手間をかけることもなく、適当なサイズの部材にすることができた。また吸放湿性があるため室内環境を安定化させることにも役立った。これは倉庫建築などには好都合であった。ということで札幌軟石の利用は大いに進んだのだと思う。

一方、弱点もある。強度が低いのである。軟らかいといことはそういうことでもある。だからこれだけで純粋な組積造とすることは避けられた。内側にはしっかりとした木構造が控えているのである。写真2は倉庫として利用された建物内部である。倉庫なので余計な内装材がないので構造が良く見える。木造の柱があり、それに長尺の板が筋交いのように斜めに打ち付けられている。そしてその隙間から積まれた札幌軟石が見える。木材と石材との協業により建物は作られている。だからこれは木骨石造と呼ばれる。

さらに凝灰岩は吸放湿性に富むことの裏腹の関係として、吸水率が高い。これは北海道のような寒冷地では心配事となる。水分の凍結による凍害が懸念されるからである。その確認のため昨年の秋、亡父墓参の折、100年以上を経ている前述の教会を訪ねてきたが、全体としては意外と良好な状態にあった。水処理をうまくしてやれば劣化はそう心配しなくてもよいのかもしれない。

写真3は札幌軟石の切り出されたところが保存されている採石場跡である。そんなに丈夫な材料ではないので、切り出し面が滑らかになっている。まさしく石切り場の跡である。場所市内から車で20、30分のところにある藻南公園内。札幌に出かける機会があれば立ち寄るとよいと思う。

（文責：東京工業大学 名誉教授 田中 享二）



写真1 日本基督教団札幌教会



写真2 木骨石造の倉庫内部



写真3 採石場跡（藻南公園内）

あとがき

昨年9月から本誌に掲載されている創刊50周年特集、アーカイブス「巻頭言」を通して、建材試験センター設立当時の建築、建材に関する背景や規格化の必要性、更には、試験技術の確立など、建材試験センターに対する先人の苦勞や期待、希望がつけられていることに改めて感激し、また、その責務に身が引締まる思いをいたしました。

半世紀も前、試験装置や測定機器が充実しているとはいえない時代に、試験の再現性や測定精度を維持することの重要性、そのためには日々の試験装置の保守整備とともに試験担当者のレベルを高め、維持することなど人材の育成が先決であり大切であることなど、今も昔も変らぬ厳格な姿勢と、長年引き継がれてきた技術や知識の積み重ねに、現在の技術力と信頼性の原点があると思えました。ご指導いただいた先人の方々に心から感謝申し上げます。（斉藤）

編集たより

本誌1月号でもご紹介しましたが、戦後に植林された森林が資源として利用可能な時期を迎える一方、森林の管理が十分に行われず森林の機能低下が懸念されていることを背景に、木材の利用を促進するさまざまな取り組みが行われています。

今月号は、「FRPの活用によって木の弱点をおぎなってねばり強い木造建築をつくろう」と題して、近畿大学 工学部 建築学科 松本慎也准教授にご寄稿いただきました。木材の強度的な弱点を補うため、繊維強化プラスチック（FRP）を補強材として適用し、強度や耐久性について検討を行った結果をご執筆いただきました。

木材は、耐火性能や構造耐力などに対する課題から、これまで住宅以外の建築物についてはあまり使われておりませんでした。上記を含む技術開発が進み、住宅のみならず公共建築物などへの利用が推進されています。

当センターにおいては、木質構造に関する品質性能試験や木質系耐火構造の性能評価などを行っています。これらの業務をつうじて、新しい技術の開発に貢献していきたいと思えます。

（佐竹）

建材試験情報

3 2015 VOL.51

建材試験情報 3月号
平成27年3月1日発行

発行所 一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
<http://www.jtccm.or.jp>
発行者 村山浩和
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 経営企画部 企画課
TEL 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二（東京工業大学・名誉教授）

副委員長

春川真一（建材試験センター・理事）

委員

小林義憲（同・技術担当部長）

鈴木利夫（同・総務課長）

中村則清（同・調査研究課課長代理）

志村明春（同・材料グループ主幹）

伊藤嘉則（同・構造グループ統括リーダー代理）

穴倉大樹（同・防耐火グループ）

鈴木秀治（同・工事材料試験所主幹）

深山清二（同・ISO 審査部主任）

斉藤春重（同・性能評価本部主幹）

中里侑司（同・製品認証本部課長代理）

大田克則（同・西日本試験所上席主幹）

事務局

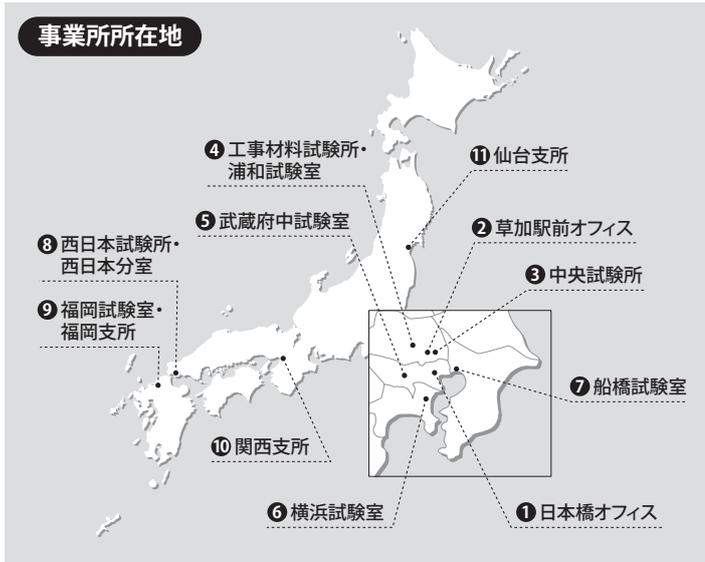
鈴木澄江（同・企画課長）

田坂太一（同・企画課主任）

佐竹 円（同・企画課主任）

靄岡美穂（同・企画課）

制作協力 株式会社工文社



1 日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
ISO審査本部(5階)
審査部
TEL:03-3249-3151 FAX:03-3249-3156
開発部・GHG検証業務室
TEL:03-3664-9238 FAX:03-5623-7504
製品認証本部(4階)
TEL:03-3808-1124 FAX:03-3808-1128

最寄り駅から

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線人形町駅(A4出口)より徒歩3分
- ・都営地下鉄新宿線馬喰横山駅(A3出口)より徒歩5分
- ・JR総武本線快速馬喰町駅(1番出口)より徒歩7分
- ・JR各線・新幹線東京駅(八重洲中央口)からタクシーで約15分

2 草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル
性能評価本部(6階)
TEL:048-920-3816 FAX:048-920-3823
総務部(3階)
TEL:048-920-3811(代) FAX:048-920-3820
経営企画部(6階)
企画課
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
調査研究課
TEL:048-920-3814 FAX:048-920-3821
顧客サービス室
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
検定業務室(3階)
TEL:048-920-3819 FAX:048-920-3825

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅(東口)より徒歩1分

3 中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL:048-935-1991(代) FAX:048-931-8323
管理課
TEL:048-935-2093 FAX:048-935-2006
材料グループ
TEL:048-935-1992 FAX:048-931-9137
構造グループ
TEL:048-935-9000 FAX:048-931-8684
耐火火グループ
TEL:048-935-1995 FAX:048-931-8684
環境グループ
TEL:048-935-1994 FAX:048-931-9137
校正室
TEL:048-931-7208 FAX:048-935-1720

右段へつづく

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅(東口)または松原団地駅(東口)からタクシーで約10分

高速道路から

- ・常磐自動車道・首都高速三郷IC(西口)から約10分
- ・東京外環自動車道草加ICから国道298号線を三郷方面に向かい約15分

4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
管理課/品質管理室
TEL:048-858-2841 FAX:048-858-2834
浦和試験室
TEL:048-858-2790 FAX:048-858-2838
住宅基礎課
TEL:048-858-2791 FAX:048-858-2836

最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅(西口)より徒歩15分

5 武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10
TEL:042-351-7117 FAX:042-351-7118

最寄り駅から

- ・京王線中河原駅よりバスで約15分
四谷六丁目循環バス四谷六丁目下車し徒歩2分
都営泉2丁目バス四谷泉下車し徒歩1分

高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

6 横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8
TEL:045-547-2516 FAX:045-547-2293

最寄り駅から

- ・横浜市営地下鉄新羽駅(出口1または出口2)より徒歩15分
- ・東急東横線綱島駅よりバスで約15分
新横浜駅行, 新羽駅行, 新羽営業所行バス貝塚中町下車し徒歩約2分

7 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26
TEL:047-439-6236 FAX:047-439-9266

最寄り駅から

- ・JR武蔵野線船橋法典駅よりバスで約10分
桐畑・市川営業所行, 桐畑・中沢経由ファイターズタウン鎌ヶ谷行バス藤原5丁目下車し徒歩3分

8 西日本試験所・西日本分室

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川
TEL:0836-72-1223(代) FAX:0836-72-1960

最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

- ・山陽自動車道増生ICから国道2号線を小郡・広島方面に向かい約5分
- ・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を下関方面に向かい約40分
- ・中国自動車道美祿西ICから国道65号線を国道2号線(山陽方面)に向かい約15分

9 福岡試験室・福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
福岡試験室
TEL:092-622-6365 FAX:092-611-7408
福岡支所
TEL:092-292-9830 FAX:092-292-9831

最寄り駅から

- ・福岡市営地下鉄福岡空港駅より徒歩10分
- ・JR各線・新幹線博多駅よりバスで約20分
西鉄バス(30, 32, 33番路線)別府で下車し徒歩1分

高速道路から

- ・九州自動車道福岡ICから都市高速または国道201号線を福岡方面に向かい約20分
- ・九州自動車道太宰府ICから国道3号線を福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約20分
- ・福岡都市高速空港通ランプを福岡空港国内線ターミナル方向に向かい約5分
- ・福岡都市高速榎田ランプを福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約10分

10 関西支所

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14
新大阪グランドビル10階
TEL:06-6350-6655 FAX:06-6350-6656

最寄り駅から

- ・市営地下鉄御堂筋線東三国駅(4番出口)より徒歩2分
- ・JR東海道新幹線・山陽新幹線新大阪駅(新幹線中央改札出口)より徒歩8分

11 仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22
宮城県管工事会館7階
TEL:022-281-9523 FAX:022-281-9524

最寄り駅から

- ・仙台市営地下鉄勾当台公園駅(北2出口)より徒歩5分
- ・JR各線・新幹線仙台駅(西口)より徒歩20分

