

建材試験 情報

2025. 7・8

J T C C M J O U R N A L

VOL.
61

特集

西日本地域における産官学の連携

寄稿

耐震設計の100年の変遷、そして免震建築・制振建築の時代／和田 章
検査技術の進歩と生成AIによる仕様書検索の可能性について／石田航星

【新】試験装置図鑑

多層構面用水平加力試験装置、500kN曲げ試験機



- 寄稿 ● **02** **耐震設計の100年の変遷、そして免震建築・制振建築の時代**
 東京工業大学(現 東京科学大学) 名誉教授 **和田 章**
- **06** **検査技術の進歩と生成AIによる仕様書検索の可能性について**
 早稲田大学理工学術院 創造理工学部 建築学科 准教授 **石田航星**
- **14** **特別企画**
あの人に聞いてみた!
- 特集 ● **15** **西日本地域における産官学の連携**
 寄稿
粗骨材の長さ変化率のひずみゲージによる試験法
 大阪産業大学 建築・環境デザイン学部 建築・環境デザイン学科 准教授 **山田 宏**
- **18** 寄稿
宮島町家に用いられる壁土の特徴と土塗壁の特性
 広島工業大学 環境学部 建築デザイン学科 准教授 **光井周平**
- **24** **西日本試験所の紹介及び特徴**
 総合試験ユニット 西日本試験所 副所長 **矢埜和彦**
- **26** **山口県及び県内大学・機関との連携**
 総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主幹 **早崎洋一**
- 技術紹介 ● **28** **試験報告**
梁受金物を用いた木製軸組柱梁接合部の準耐火等性能試験
 総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ 主任 **佐山 諒**
- **31** **職員紹介** — 総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主任 **滝口悠太** —
- **32** **試験報告**
外壁構造体の熱貫流率試験
 総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主幹 **馬淵賢作**
- **37** NEWS
- **38** **試験設備紹介**
人工気候室
 総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主任 **小出水翔平**
- **40** **JSTM紹介**
JSTM C 2101 引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法
 総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主任 **齊藤辰弥**
- **42** **JSTM紹介**
JSTM C 2105 コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法
 工事材料試験ユニット 工事材料試験所 船橋試験室 室長 **秋山隆文**
- **44** **JSTM紹介**
JSTM H 8001 土工用製鋼スラグ碎石
 工事材料試験ユニット 工事材料試験所 浦和試験室 主任 **佐島 淳**
- **48** **試験装置図鑑**
- 連載 ● **50** **大樹七海の知財教室**
 vol.10 はじめての弁理士
 弁理士・作家(雅号) **大樹七海**
- **56** REGISTRATION

耐震設計の100年の変遷、 そして免震建築・制振建築の時代

東京工業大学(現 東京科学大学) 名誉教授

和田 章



「戦前の耐震基準は強かった」

関東大震災は1923年9月に起きた。1924年に市街地建築物法の規則に震度法が導入されたことは、建築構造に関わる技術者は誰でも知っている。この当時は材料安全率によってコンクリートや鉄筋、鉄骨で構築される構造物の安全性を確保しようとしており、今のように荷重や外力の種類によって異なる許容応力度はなく、材料強度の半分ほどの長期許容応力に相当するものしか決められていなかった。1924年に震度0.1以上の地震荷重を決めたときにも、材料に設定した安全率が十分であることを前提に、若干低めの地震荷重が設定されていた。

戦後の教育を受けた我々は、戦時中に資材不足が理由で許容応力度を少しずつ大きくした経緯の説明を受けつつ、「戦後に、地震時には戦前の2倍の短期許容応力度を決めたから、震度も2倍の0.2以上に変更した」と学んだ。多く

(前略)

所謂豫想震度(0.3~0.4)を計算に採用する代りにその3分の1程度即ち約0.1を以て震度の標準としこれに依る各所應力を計算し許容応力度を対象として部材を算定するのである。震度の標準を0.1程度となすの根拠は次の如くである。

許容応力度を f とすれば

1. 固定荷重と積載體重による応力度 a
2. 假定震 k に依る応力度 β

に對し

$$a + \beta \leq f$$

なる關係にあるやうに設計することゝなる。

今豫想震度が假定震度の數倍に増大しても $(a + \beta)$ の中の β が數倍に増大するだけだから全應力度は其倍數だけ増大する譯ではなく材料の安全率以上の相當な安全率あるものと考へることが出来る、この點を考へ震度の標準を0.1となしたのである。

但しこの方法の缺點は出來上つた設計に豫想震度が作用したときにその全應力度が建物の状態により且つ建物の部分により必ずしも耐力度に合致はしないと云ふことである。率直に云へば震度の標準を0.1として設計するときはその終極の強さに於てその耐へ得る震度は建物の状態により且つ又建物の部分により恐らく0.25~0.5の間を彷徨するやうになつて0.3とか0.4と云ふやうに一定しないと云ふことである。

(後略)

建築物の耐震計算法(日本學術振興會編(特別委員長:佐野利器)
「建築物耐震構造要項」,岩波書店,1943より作成)

の教科書には、「戦後には、許容応力度と震度を共に2倍したから、耐震性は戦後も戦前と同じだ」と書かれている。

実はそうではない。関東大震災直後の建築物の強度計算では、材料の最大強さの1/2が許容応力度であり、「建築物の重量と積載荷重による鉛直荷重による部材力」と「地震水平力によって生じる部材力」の和による応力度がこの許容値を超えないように、構造設計が進められていた。鉛直荷重による応力度は地震時には変動しない。そして水平震度を0.1から徐々に増やしていったとき、増えるのは地震力に関係する応力度だけなので、部材に生じる応力度が長期許容応力度の2倍(現在の短期許容応力度)に達するのは、水平震度が0.2の時ではなく、0.3や0.5などの大きな水平震度のときになる。

真珠湾攻撃の1941年12月に東京帝国大学教授佐野利器が中心となり「建築物耐震構造要項」がまとめられ、1943年3月に岩波書店から出版された重要な書物が手元にある。震度を0.1以上と決めたときの考え方が書かれている部分を**囲み記事**で転載するが、想定していた震度は0.5程度であると書かれている。

「1981年の新耐震設計法」

日本の耐震設計の1981年以降の一次設計には短期許容応力度設計が用いられ、二次設計には保有体力計算が用いられている。二次設計には1G以上の応答を考え、構造物の変形能力に応じてDs(0.25から0.55まで)を乗じて求めた必要保有水平耐力に比べて、構造物の保有水平耐力の方が大きいことを確認する方法である。

大地震時に骨組の塑性変形能力に期待して倒壊を防ごうとする耐震設計を、粘り強い耐震設計と呼び、建物内部にいる人々の命を守る絶大な効果がある。日本や世界で大きな地震が起こるたびに建物が倒壊し、多くの人命を失うのは、建物の強度不足だけではなく、粘りの無さが大きな原因である。これを克服するために構造物に粘りを持たせることが必要である。しかし、構造物の粘りに過剰に期待して十分な強度を持たせていない建物は、中地震さらに大きな地震を受けると、構造物にひび割れが生じ、塑性変形が生じ、残留変形が残り、傾いたままになり、使えなくなる可能性が高い。そして日本では最後に公費によって解体さ

れてしまう。

研究者は塑性変形と塑性変形能力が重要だと言い、設計者も大地震時に塑性変形を起こすことは良いことだと考えている。しかし、住人にとっては「塑性変形は建物の大きな被害」であり、多くのひび割れが生じ傾いた戸建住宅や集合住宅、事務所に戻りたいと思う住人はいない。

発注者、建築家、構造設計者は建築の初期建設費の多寡を考察しながら、耐震設計を進める。そして粘りに期待した強度の低い構造設計に陥りやすい。このとき、地震後に建物が使えなくなり取り壊され、再建しなければならなくなることに想いが及んでいない。大きな都市の中で使えなくなる建築が多くなると都市の命が失われてしまうことも考えられていない。

ニュージーランドのクライストチャーチにはCanterbury大学があり、「柱を強く・梁を弱く作り、梁の曲げ降伏による靱性に期待した耐震設計」が研究され、世界に靱性構造を広めた。この考え方で建てられてきたクライストチャーチの建物は、2011年2月22日の地震を受けてほとんどの建物は人命を守ったが、**地図**に赤マークで示すように2/3の建物が取り壊されてしまった。この都市の再建には免震構造・制振構造が多用され、以前のような高層建築は建てられていない。

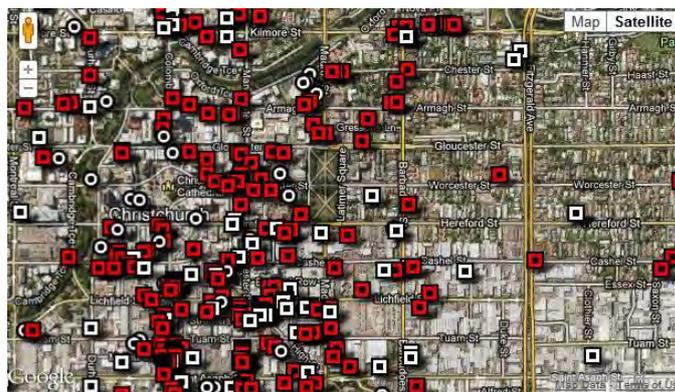
建築物の耐震設計において、極めて稀に起こる大地震動に対して構造物のひび割れや塑性変形を許容する方法は、ニュージーランド、日本だけでなく、米国、中国、トルコなどでも使われている。2023年2月6日にトルコ南部で発生した大地震では、トルコとシリアでおよそ5万9000人以上の命が奪われ、トルコではおよそ80万の住宅や店舗などが全半壊した。**写真**はトルコ・カフラマンマラシュの高層住宅群の地震後を示しているが、倒壊は免れたが損傷がひどく、これら高層住宅には誰も住んでいない。

「耐震診断と耐震改修の薦め」

戦時中から戦後に建てられてきた建築は、十分な耐震性を持たないことを初めに述べた。そのため新耐震基準施行(1981年)前の建築については、耐震診断と耐震改修が必要である。

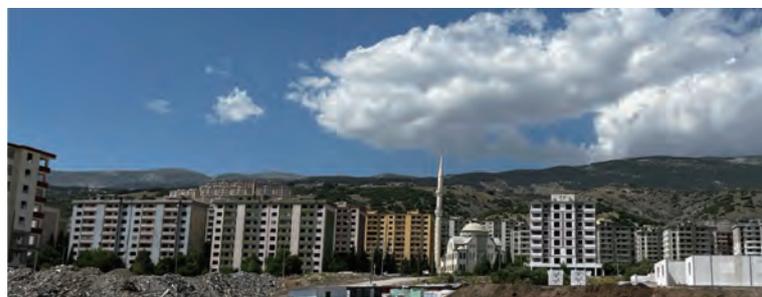
もう一つ気になることは、1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災、2016年の熊本地震、そして2024年の能登半島地震などで繰り返している木造住宅の倒壊である。木造住宅の倒壊による死者が多いだけでなく、傾いた木造住宅に続けて住むことができず、長い避難生活を強いられる人が多くなる。この環境が悪いために生じる災害関連死が大きな問題になっている。木造住宅は個人のものであり、耐震診断・耐震改修を行政の強制によって実施することはできない。しかし、これらの対策には補助金制度があるので、是非、実行してほしい。

CHRISTCHURCH 2010-2011 Earthquake Sequence



Courtesy: Professor Gregory MacRae, University of Canterbury

赤四角は取り壊された建物を示す



トルコ カフラマンマラシュ 2023.02.06(提供:関戸博高)
地震後、これらの集合住宅に誰も住んでいない

日本は沖縄から北海道まで数千kmに及ぶ細長い国であり、震源深さは10kmから50kmなので、各地で起こる大地震は独立に起こると考えられる。日本を例えば40の地域に分けて考えると、500年に一度の大地震は日本のどこかで12.5年に一度起こることになる。次の大地震でも多くの木造住宅が倒壊するに違いない。これらの耐震性向上は日本全体で真剣に取り組む必要がある。

「阪神・淡路大震災直後に高められた耐震基準」

今年が阪神・淡路大震災から30年である。この震災の直後の1996年に旧建設省は、この震災が甚大であったことを受け「官庁施設の総合耐震計画基準」を定めた。官庁施設をI類、II類、III類に分け、建築基準法に比べI類は1.5倍、II類は1.25倍の地震入力を考えることとされた。

住宅建築については、2000年に「住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)」が施行された。ここでは、建築基準法を満たした建築を耐震等級1、この1.25倍の強さを持たせた建築を耐震等級2、1.50倍の強さを持たせた建築を耐震等級3として、住宅建築の耐震性向上を推奨している。

上記の官庁施設の基準も住宅の品確法ともに、1.25倍、1.5倍を推奨している。この数字は震度に換算すると0.25と0.30であり、今の耐震基準の二次設計のDsも考慮すると、戦前の耐震基準の強さに戻ったことになる。

「免震構造と制振構造の勧め」

2024年1月の能登半島地震では、七尾の恵寿病院と金沢の石川県立図書館の免震建築が素晴らしい性能を発揮した。40年以上の経験と実績のある免震構造である。免震構造は数階建て以上の建物の場合には必ずしも建設費は高くなく、整った設計をすれば安価に作ることもできる。同時に技術開発されてきた制振構造も建設費は高くない。両者とも地震時の構造物の過剰な変形を抑制し、地震後に建物の機能を維持できる素晴らしい建築構造である。

建築は大地震のあとでも地震前と同じ形に戻り、続けて使えるようにすることが基本である。免震構造や制振構造を用いれば、これが可能である。地震時の内部の加速度の低減効果は免震構造が圧倒的に優れているが、制振構造にも揺れの低減効果が大いにある。建築は人間活動のための空間を構成するだけでなく、地震時の揺れを抑えて人々の安全な生活・活動を守る空間でなければならない。

免震構造、制振構造は大地震を受けても、地震前と同じように利用できる。南海トラフ地震、首都直下地震などは「今後30年に80%の確率で起きる」と言われている。現在、設計・施工している建築がその寿命の間に大地震を受ける可能性は100%だと思った方がよい。

1981年に施行された新耐震設計法の二次設計（保有水平耐力）を行う場合、一般的な構造の1階の標準層剪断力係数は1.0以上と決められている。同じ頃に研究の始まった免震構造では、同レベルの地震動に対して上部構造の1階に考えるべき層剪断力係数は、0.15以下になり一般的な構造の1/6.6である。一般的な構造の一次設計で使われている1階の標準層剪断力係数は0.2以上であり、免震構造の二次設計レベルの0.15はこれより小さい。免震構造の上部構造はこの小さな層剪断力に対して許容応力度設計を容易に行うことができる。結果として上部構造の設計の自由度が大きく広がる。

専門家は、「免震建築は数百年に一度の大地震を受けても被害を受けない技術」とであると説明してきた。しかしこの説明では、一般の人々に「遠い将来になるまで役立つことはない技術」だと思われてしまう。これについて、2023年の日本建築学会の大会で、「免震建築には明日から享受できる良さがある」ことが議論された。これを整理して以下に纏める。

- 1) 意匠設計、構造設計、設備設計に際し、地震の少ない国のような自由な設計が可能になる。
- 2) 建物内部に激しい揺れが起きないため、快適で美しい建築空間の設計が可能になる。
- 3) 免震構造は層間変形角が小さいため、天井、設備配管、間仕切り壁、サッシュ、ガラス窓などの設計が自由になり、美しい意匠が可能になる。

4) 免震構造の大地震動時の設計層剪断力係数は0.15以下、基礎固定の建物の中小地震動時（一次設計）の0.2より小さいため、1981年までに使われていた許容応力度設計法が使える。

5) 新耐震設計法の二次設計（保有水平耐力）は不要になり、骨組の不可解な増分応力解析も不要になる。

6) 設計用層剪断力が小さく弾性設計が可能のため、柱本数を減らすことができ、柱・梁の断面を小さくすることもできる。

7) 耐震壁や筋違を活用して、剛性と耐力を外郭または中央のコアなどで集中的に確保し、その他の部分の柱や骨組を軽快にすることができる。

8) 上部構造に偏心があっても構造物全体として免震層に偏心が無く、上部構造が低層のときは、1981年以前のように弾性的な揺れ変形を考慮すれば良い。

9) 鉄筋コンクリート構造で求められる靱性保証のための過剰な剪断補強筋などが不要になり、コスト軽減と施工性向上が図られる。

10) 鋼構造で求められる鋼部材の幅厚比制限が緩和でき、接合部は存在応力で設計できるので保有耐力接合は不要になり、鋼材量の軽減だけでなく施工性の向上が図られる。

11) 集合住宅、病院や行政施設、計算センター、美術館、事務所、工場、大型倉庫など、大地震直後に機能を維持しなければならない建築の構造に最も適している。

12) もし大地震を受けても、建築の機能が維持されるだけでなく、建物を取り壊さなくても良い、建て直す必要もない。まちや都市の中で免震構造が増えると、都市の命も続く。これは地球温暖化対策に通じる。

制振構造にはいろいろな取り組みが行われているが、ここで考察する制振構造（damped structures, passive controlled structures）は、骨組の設計を工夫し、上部構造の骨組の弾性限界の変形域を一般の構造物より若干大きく取るように柔らかく設計し、一方で、小さな層間変形からエネルギー吸収を発揮する制振部材を骨組の要所要所に組み込む構造法である。結果として、大地震時の応答変形が骨組の弾性変形域を超えないようにすることができる。制振部材（damped members, sacrifice members）は座屈拘束筋違、摩擦筋違、粘性壁、オイルダンパーなど多様であるが、骨組を守るために進んで地震エネルギーを吸収する尖兵の役割をする。大地震時には柱梁などの主要部材は弾性変形内であり大きな損傷は起きず、地震後に制振部材の性能確認を行えば良い。1990年代から鉄骨の高層ビルに適用が始まり、高層鉄筋コンクリート構造、最近では低層建築にも応用されている、ほとんど全ての建築に使える技術であり、免震構造と同様、上手に設計すれば、一般の耐震建築より安くできる。上に述べたように、近い将来に

地震が起こるとされているから、地震後に使えなくなり建て直す建築に比べ、制振建築は圧倒的に価値がある。

「何年何月何日にどこで大地震が起こる」という地震予知は現在の科学ではできない。もし正確な予知が1週間前にはできて、数百万人の人々が避難し、大地震が起きて全ての人命が救われたとする。しかし、現状の建築やインフラは大地震時に塑性変形を許容して作られていて、避難者が戻ってきたまちや都市には以前のように暮らすことはできない。長期の取り組みになるが、免震構造・制振構造を増やして建物やインフラが続けて使える都市作り、国作りを続ける必要がある。

{免震レトロフィット}

兵庫県南部地震から30年が過ぎたが、この地震の直後から上野にあるル・コルビュジェ設計の国立西洋美術館の耐震改修の検討が始まった。著名な建築史家の鈴木博之がピロティの円柱を絶対に触ってはいけないと言ったということもあり、免震構造の技術を用いた耐震性向上が行われた。このあと、順不同になるが、日本橋の日本銀行本店、三越本店、東京駅丸の内駅舎、国土交通省、外務省、日本郵政（旧郵政省）、経済産業省、財務省などの重要建築物が次々に免震化により耐震性向上が図られた。最近の喜ばしい話題では、国会議事堂が免震化されることになった。



国会議事堂 (提供 朝日新聞社)

「実大、実荷重、実変位、実速度の免震・制振試験機」

免震・制振の技術を発展させ、信頼性を高めることを目的に、2023年3月に兵庫県の三木市にE-Isolationが竣工した。36,000kNの鉛直荷重を受ける免震支承（積層ゴム、滑り支承、球面滑り支承、ベアリングなど）に正負1,300mmの水平変位を、800mm/secの最大速度で与えることができる。免震建築が増えるなか、想定外の現象を起こすことは許されない。ほとんどの橋梁に用いられている免震装置、大規模な建築から小規模な建築にまで用いられている免震装置、制振装置が動的に過大な変形や力を受けたとき

の挙動を把握することが必須である。発注者も設計者・施工会社のこの重要性を理解している。この試験機は制振構造に用いられる各種のダンパー（オイルダンパー、摩擦ダンパー、座屈拘束筋違など）に5,100kNまでの推し引き動的試験を行うこともできる。

2年3ヶ月、各種の試験を行ってきたが、世界初の高精度試験機であり今後1年先まで予約が入るほど盛況である。

動的性能認証制度として、(a) 動的性能認証と (b) 個別動的性能認証を設けている。年月の経過により両者の試験実績・情報が蓄積され、免震装置・制振装置への信頼と理解が深まることを期待している。

(a) 動的性能認証：メーカーの依頼により、免震装置・制振装置の動的性能を認証する。同じ型番の3体の製品について、実大免震試験機を用いて各種の静的・動的試験を行い、この試験結果から製品の動的性能を認証する。認証は3年間有効とし、定期的に動的性能認証を行うことによって、免震装置・制振装置の長期に亘る信頼性を確保することができる。製品のシリーズの中にはいくつかの型番があり、これらは大きさなどが異なるが、シリーズに属する製品群の動的性能は、認証試験を行った製品の動的性能から、メーカーの技術者、これを用いる設計者によって推定できると考える。

(b) 個別動的性能認証：個別の建築プロジェクトに設置される免震装置・制振装置の動的性能を認証する。実際の建築物に組み込まれる製品の一部を選び、実大免震試験機を用いて動的性能を把握し認証する。これにより、この免震構造・制振構造の信頼性をより高めることができる。大きな建築プロジェクトの場合、設置する製品と同じ製品を2体ほど多く製作し、(a) 動的性能認証と同じように多様な限界試験を行う方法もあり、この免震構造・制振構造の信頼性確保のためにさらに意義がある。

参考資料

2024年6月24日、国土交通省からプレスリリース「令和6年能登半島地震でも効果を発揮した免震構造！世界トップクラスの実大免震試験機による「免震動的性能認証制度」が7月よりスタート」が発せられた。

日本経済新聞の2024年7月10日朝刊に「世界初の試験機による免震認証制度が始動」を載せた。

E-Isolationのホームページ (<https://jsil.or.jp/>) をぜひ見て戴きたい。

<プロフィール>

東京工業大学(現 東京科学大学) 名誉教授
主な受賞歴：

1. 建築構造物の非線形挙動の解明とその応用に関する一連の研究、日本建築学会賞・論文(1995.5)
2. Fazlur R. Khan Lifetime Achievement Medal, CTBUH(Chicago)(2011.10)
3. 耐震建築の構造デザインに関する研究・開発および国際活動への貢献、日本建築学会大賞(2019.5)

検査技術の進歩と生成AIによる仕様書検索の可能性について

早稲田大学理工学術院 創造理工学部 建築学科 准教授

石田航星



1. はじめに

2010年代に日本にディープ・ラーニングが紹介されて以来、約10年に渡り、AIブームとでもいえる状況が発生している。特に2022年に、一般向けに公開された生成AIであるChatGPTをきっかけとしたAIブームは第4次AIブームとも呼ばれる。この生成AIは、爆発的に社会全体で活用が進んでおり、我々の仕事の仕方も生成AIに頼ったものに変化していく可能性を内包している。その結果として、建築産業における標準仕様書や各種基準なども、生成AIの活用を前提としたものに変化する可能性がある。また、生成AIをはじめとしたAI全般が、ここまで活用できるようになったのは、ソフトウェア技術やPCの性能向上に加えて、大量のデータを取得する技術の確立が欠かせなかった。このような大量のデータを取得する技術が建築分野においても広く使われるようになり、点による検査から面による検査が可能になってきている。

そこで本報では生成AIが登場するまでの技術の変遷を簡単に確認した上で、建築分野における大量のデータを取得する技術の紹介、そして生成AIのカスタマイズ方法について紹介を行う。

以下に本報におけるトピックを示す。

- (1) 生成AIと巨大なデータベース作成に至る技術の変遷
- (2) 建築物を対象とした計測技術の進歩
- (3) 独自の生成AIの作成方法と訓練データの特徴
- (4) まとめ

2. 生成AIに至る道

2022年ごろから始まったと考えられる生成AIブームは、日本国内においても多くの話題を呼び、技術開発における重要テーマとして扱われている。ただ、この生成AIを実

現するためには、大量のデータが必要であり、このデータを誰もが入手できる環境的な下地が必要であった。このことを確認するためにビッグデータや生成AIなどのニュースがいつ、どのように増加したのかを集計することで考察したい。具体的には日経テレコンリを用いて、日本経済新聞社が発行する新聞の記事の推移をみることで確認する。

図1は日本経済新聞社が発行する新聞におけるAI関連用語の記事数の推移をまとめたものである。スマートフォンと人工知能は記事数が多いため右軸となっている。図1に示す記事数の推移を見ると、2008年ごろから「クラウド」が、2009年ごろから「スマートフォン」が、2010年より「タブレット端末」が急速に増加していることが確認できる。これら3つの技術が日本社会に幅広く受け入れられることで、クラウドによりデータの蓄積や共有が行いやすくなるとともに、スマートフォンやタブレット端末の登場により、データへのアクセスがどこでも行える環境が登場したと言える。また、スマートフォンやタブレット端末の登場は、どこでも写真や文章をデジタルデータとして作成できる時代がこの頃に到来したことを意味する。このように、写真などのデータをどこでも、いつでも、誰もが作成可能になるとともに、データの共有においても、即時に行う手法が登場したことで、これら技術が登場する以前では作成しづらかった巨大なデータ群が作成される時代が2010年代に到来したと考えられる。そのため、図1においても2011年より「ビッグデータ」が急速に広がりを見せていることが確認できる。

このようなビッグデータの活用が話題になってからしばらく経った後に、ディープ・ラーニングが米国を中心に流行し、人工知能の活用が日本においても2014年より広がったことが確認できる。人工知能の記事は、その後も継続的に大量に掲載され続けている。2022年には生成AIが日本国内でも話題になり、その活用方法について、多くの企業において模索が続いている。

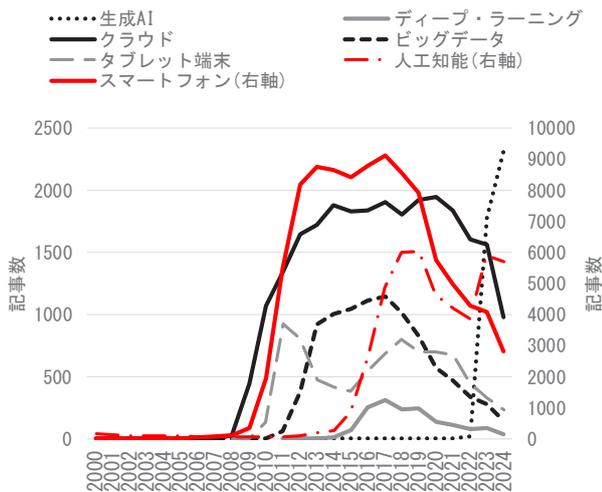


図1 日本経済新聞社が発行する新聞におけるAI関連用語のキーワードごとの掲載数の推移

また、このスマートフォンやクラウドが登場した2010年代には、人工知能以外の領域でも大きな変化が訪れた時代である。図2は各種先端技術の記事数の推移を示したグラフである。

2010年代にはIoT、自動運転、ドローン、VRなどの新技術群が次々と注目技術として取り上げられた時代である。そのうち、ドローンやVR技術のように建築産業において広く使われるようになった技術も2010年代の前半に登場している。このような新技術が次々と登場する状況下で、複数の新技術を導入するとともに、これら新技術を前提としたビジネス・プロセスの再構築をコンセプトとして、「デジタル・トランスフォーメーション」が2019年頃から急速に注目されるようになった状況も図2より確認できる。

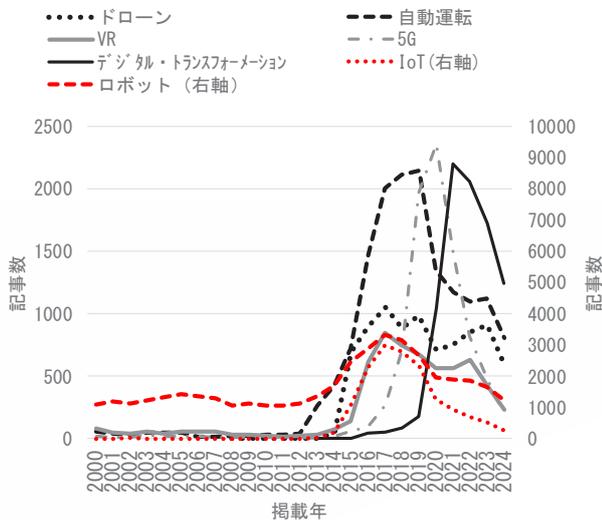


図2 日本経済新聞社が発行する新聞における先端技術のキーワードごとの掲載数の推移

このような新技術群が急速な広がりを見せたのが2010年以降の日本社会であり、日本社会全体において、AIなどの舶来の新技術をなんとか社会実装しようとする状況が新聞記事の推移からも確認できる。一方で、建築や材料への関心は図3に示すように低下傾向である。図3は人工知能やDXなどの新技術を包含する用語の記事数と、「建築」「鉄鋼」「木材」「コンクリート」などの建築分野に関連する用語の記事数の推移をまとめたものである。2000年以降、これら建築分野に関連する用語の記事数は減少傾向にあり、人工知能などの2010年以降に登場した新技術の記事数が急速に広がったことと対照的である。

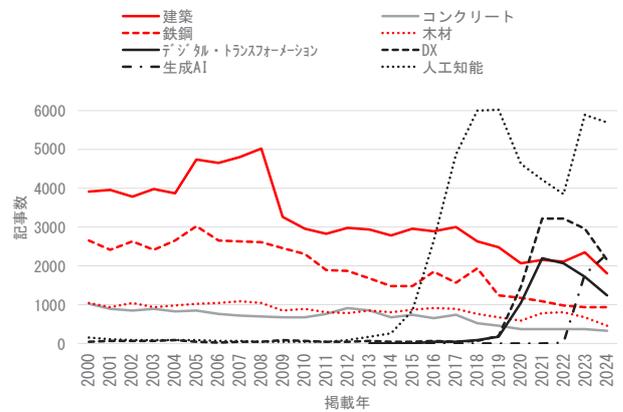


図3 新技術と建築材料の記事数の推移

3. 建築物を対象とした計測技術の進歩

図1、2で示したように、この15年で様々な新技術が社会で広く利用されるようになったが、これは建築分野における計測や検査に関する技術においても同様である。これら計測や検査に関する技術のうち、仮想空間上に建物の3次元形状を記録する技術について紹介した上で、これら新技術の登場により、現実の建物の計測が「点と点」の計測から、「面」の計測に変化したことについて紹介したい。

まず、建物の3次元形状の記録は、「3次元形状を記録したデータ形式」と「3次元形状の計測手法」の2つの技術の組み合わせにより実現される。例えば1つ目の「3次元形状を記録したデータ形式」には、性質の異なるものがあり、主要なものとして図4に示す4つの形式が存在する。

建築分野において、最もよく用いられる3次元形状の記録方法としては、3次元CADやBIMソフトウェアを用いて3次元形状を表現するCAD/BIMデータがある。CADデータやBIMデータは、属性情報の有無などの差異があるものの、いずれも3次元座標をXYZ座標で表現し、敷地内におけるローカル座標系により計測されたデータを基に3次元形状を表現している。このような建物の3次元形

状を表現する類似のデータ形式としてGISデータが存在する。GISデータは、日本では都市計画基礎調査などの公的機関が建物の現状を把握するための都市データとしても用いられている。このGISデータは建物の形状に加えてBIMデータのように属性情報を付与できる。ただ、CADデータやBIMデータと異なる点として、建物の形状を記録する大元の3次元座標が、緯度経度・楕円体高である点がある。また、これら緯度経度・楕円体高は世界測地系やWGS84のようないくつかの測地系が存在している。緯度経度を直交座標系に近似した平面直角座標系も広く用いられている。このようにGISデータでは座標系がやや複雑であるが、GISデータでは地球上の位置が正確に定められているため、異なるGISデータの位置合わせが完了しているなどの特徴が存在する。

このような建物の3次元形状を専用のソフトウェアを介して表現する方法以外に、何らかの3次元計測技術を用いて建物の3次元形状をスキャンして記録する方法も存在する。3次元計測技術に基づく3次元形状の記録方法では、「点群データ」や「メッシュデータ」がしばしば用いられる。点群データは、建物などの計測対象の3次元形状を、点描のように点の集合で示したデータである。点にはXYZによる3次元座標に加えて、RGBによる色や法線ベクトル、レーザー光線の反射強度などの情報が付与される。主に3次元レーザースキャナにより取得したデータに用いられる。非常に簡便な表現方式であるため、多くのソフトウェアで点群データの読み込みが可能であることから、互換性のないソフトウェア間で3次元形状をやり取りする際にも用いられる。メッシュデータは、計測対象物の3次元形状を三角形の集合で表現した形式である。点の集合である点群データとは異なり、建物形状を三角形の面を貼った状態で表現している。このメッシュに、写真などのデータを基に作成したテクスチャを貼ることも可能である。主に写真測量法により作成した3次元モデルに用いられる。

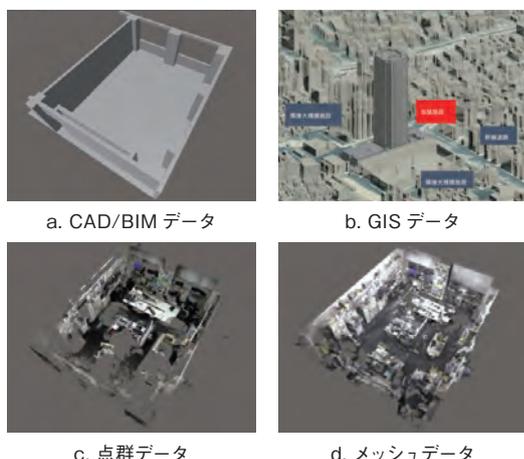


図4 建物の3Dモデルの表現の例

このような建物の3次元形状を記述する方法の多様化と同時に、3次元計測機器も多種多様な方式が開発され、実際に使用されるようになってきている。図5に主な3次元計測機器を示す。かつては3次元計測といえば、トータルステーションが主流であった。このトータルステーションは、機器の利用者が計測箇所を視準して3次元座標を求める点において、従来の測量機器に類似する計測方法であり、データの取得や管理も理解がしやすかった。ところが20年ほど前から、大量の写真を基に3次元モデルを復元するPhotogrammetryやレーザー光線の応答により距離を計測する3次元レーザースキャナなどの従来の計測機器とは異なる概念の3次元計測機器が登場し、その後、3D モーションセンサや3D Lidarなどの手法も登場し、3次元計測機器の種類がより一層多様化した。近年では、iPadなどのタブレット端末やスマートフォンにLidarつきカメラが搭載されるなど、一般の機器にも3次元計測機器が搭載される時代が到来した。このように、3次元計測機器は多様化し、2000万円を超えるハイエンド機から、通常のデジタルカメラで複数枚の写真を撮影し、専用のソフトウェアに通すことで3次元モデルを作成できるPhotogrammetryまで、価格や精度、仕組みなどが多様化している。



図5 3次元計測機器の多様化

このような3次元計測機器の進歩は、従来では調べることが難しかった建物の性能を素早く把握することを可能にしている。例えば、図6のように地上設置型3次元レーザースキャナを用いてコンクリートスラブを計測して、その傾斜が設計条件に合致しているかを把握することも可能である。また、3次元レーザースキャナにより取得した点群データを基に、現実の3次元形状を反映した3次元モデルを作成することで、流体シミュレーションなどと組み合わせることも可能²⁾である。

このように3次元計測機器を用いることで新たな分析手法が実現できるため、非常に可能性を秘めた技術である一

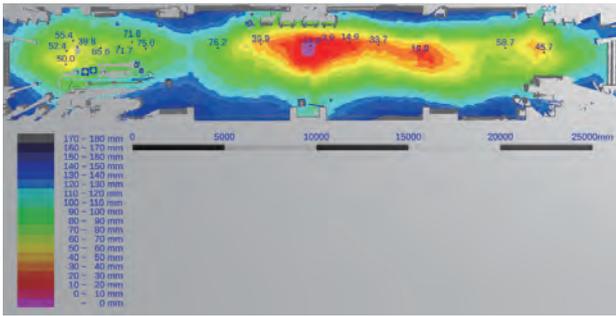


図6 コンクリートスラブの勾配の分析例

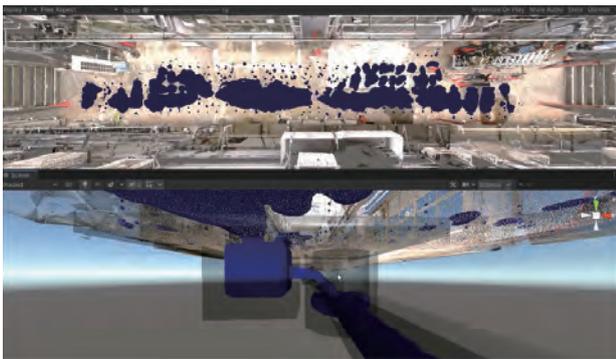


図7 流体シミュレーションとの組み合わせ

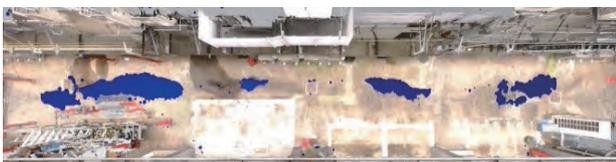
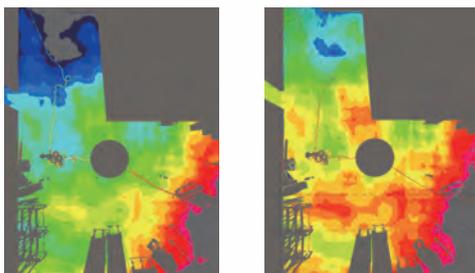


図8 シミュレーション結果

方で、そのデータの正確さを担保することが、これまで以上に重要になる。

例えば、前述の3次元レーザースキャナは、機械内部に水平補正装置がついていることから、点群データにおけるZ軸方向が、現実の鉛直方向に対応することとなっている。ただ、3次元レーザースキャナの設置時に内蔵の電子気泡管などである程度、人力で水平に保った状態で3次元計測を行わないと、図9aに示すように点群データの水平性が狂うことが多い。



a. 傾いたもの b. 水平なもの

図9 水平性に誤りのあるデータの例

このように3次元計測機器により取得したデータには機器固有の注意点や誤差が含まれることがあり、機械の性質を理解して用いるが必要になる。

なお、3次元レーザースキャナなどの光波を用いた機器によるデータと、Photogrammetryのようにソフトウェアを介して3次元モデルを復元したデータとでは誤差の出方が異なる。

光波を用いた計測機器である地上設置型3次元レーザースキャナにより取得した点群データの性質を把握するために図10に示すような球ターゲットを設置した例を示す。この時に取得した球体の面上にある点群データを抽出し、最小二乗法により球ターゲットの中心を求めた。その結果を図11に示す。地上設置型3次元レーザースキャナでは、点群データを大量に取得できることから、最小二乗法などの統計的手法を用いることで、より正確な結果を求めることができる。また、ターゲットの距離にかかわらず誤差が一定の範囲に収まることが多いという性質を有する。一般に地上設置型3次元レーザースキャナは、一式購入で1000万円以上かかることが多く、高価であるが、大量に点群を取得できることと、他の3次元計測技術よりも精度が高く、誤差の性質も把握しやすいという特徴がある。

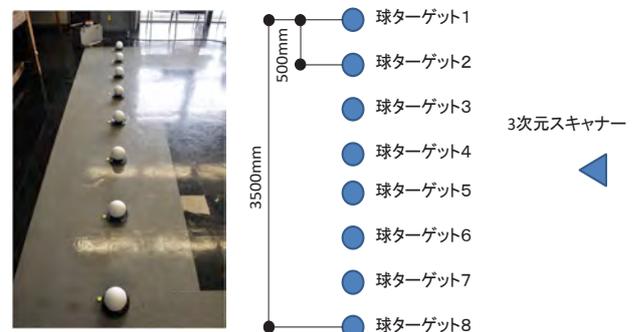


図10 3次元レーザースキャナによる球ターゲット中心の算出

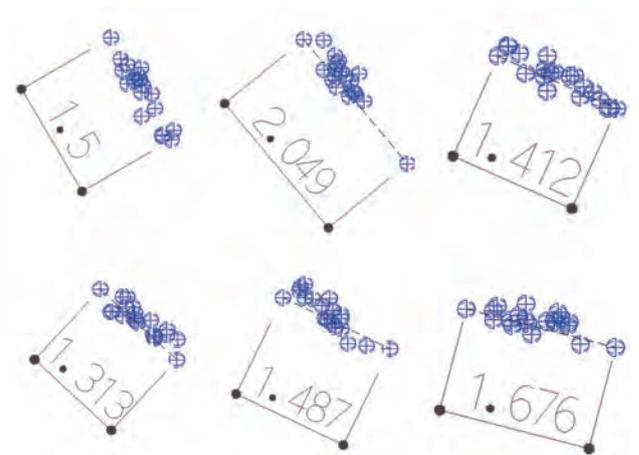


図11 3次元レーザースキャナによる球ターゲット中心の算出の結果 (寸法の単位はmm)

一方、近年、急速に利用が広がってきた技術がPhotogrammetryである。和訳すると写真測量法というような意味になる。このPhotogrammetryは、3次元レーザースキャナなどの光波による測量機とは異なり、ソフトウェア技術により3次元モデルを復元する技術である。そのため、写真を取得する機器については、ある程度の自由度があり、市販のデジタルカメラやスマートフォンで取得した写真、測量用に専用で開発された撮影機器などで取得された写真など、様々な機器で取得した写真が用いられる。また、写真の取得方法や撮影枚数も実施者により変化する。そのため、写真測量法により作成したメッシュデータが有する3次元形状の誤差は、数多くの要因により変化する点が写真測量法の特徴である。

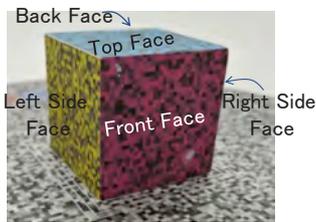


図12 計測対象とした立方体



図13 SfMによる3Dモデル

なお、このような写真測量法による3次元モデルの誤差の性質を著者が研究³⁾した例を紹介する。図12に示す1辺50mmの立方体を、周囲を取り囲むように写真撮影し、3次元形状を作成している。この際に、被写体の立方体上面が写真の中心となる状態で撮影している。この条件下で、被写体である立方体上面とカメラの距離や撮影角を変化させることで、立方体形状に変化が起こるのかを確認している。

実験手順や分析方法は既報³⁾で確認してもらうとして、概要を説明すると、図14、15にあるように被写体との角度や距離により変化している状況が確認できる。なお、図14、15のデータは同一のデータであるので、同一データの対応を示したものを図16に示す。

立方体の高さ50mmを正確に取得できている撮影条件としては、被写体との撮影角が小さい条件のものが多い。ここでは、写真測量法では2次元の写真から3次元モデルを復元することに起因すると考えられる。写真の面内方向では、3次元モデルの復元において写真に記録された位置関係をそのまま反映することで行える。一方で奥行き方向においては、2次元の情報から3次元空間における長さを再現することになるため、誤差が生じやすいものと考えられる。

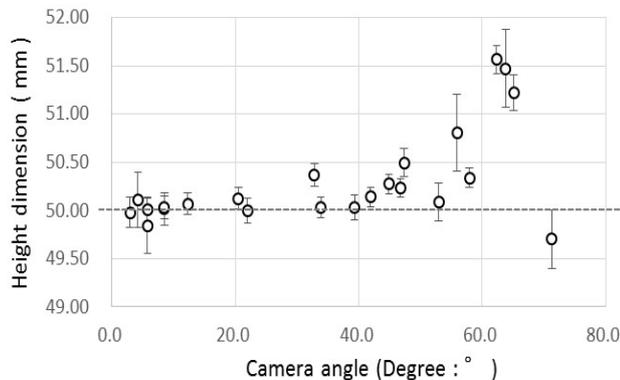


図14 被写体とカメラのなす角と立方体の高さの計測結果

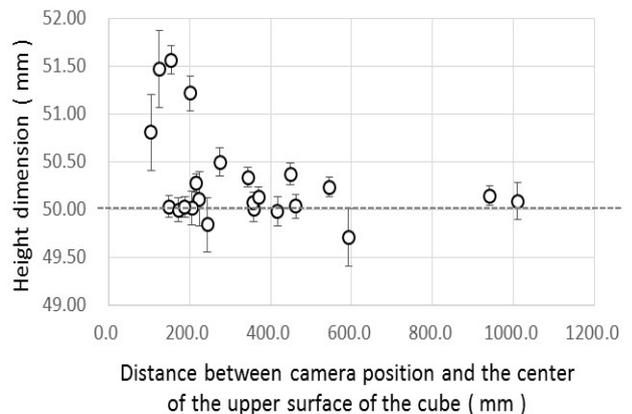


図15 被写体とカメラの距離と立方体の高さの計測結果

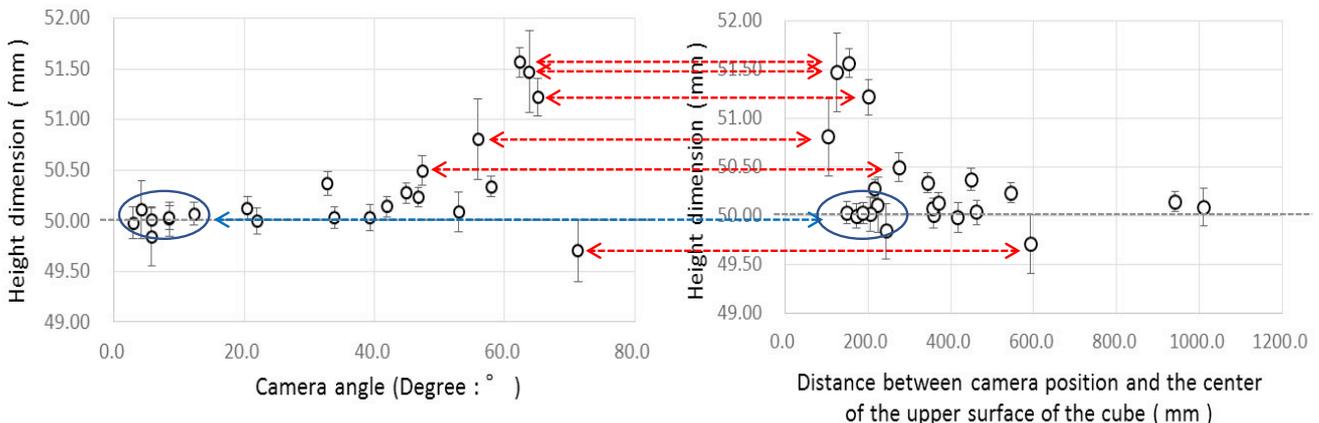


図16 図14-15のグラフにおけるデータの対応関係

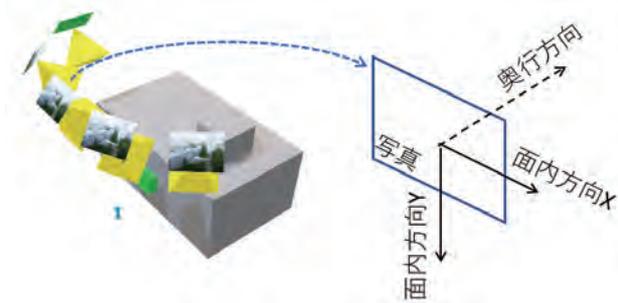


図17 写真の面内方向と奥行方向

このように写真測量法と3次元レーザースキャナでは取得されるデータの性質が異なることになる。これはこれら以外の3次元計測機器それぞれに言えることであり、検査技術の高度化は、巻き尺のように誰もが理解できる計測方法とは異なることから、データの信頼性への注意が必要になってきている。

加えて、3次元計測機器に限らず、データロガーなどのデジタル機器を用いたデータの収集では、大量のデータによる分析が前提となる。これは従来用いられてきた、巻き尺のような計測方法のように、ある一点や時点を計っている計測方法における記録や分析方法とは異なった方法をとることになる。つまり、旧来の計測方法が点の計測だったものが、デジタル機器を用いたデータの収集では空間的、或いは時間的広がりを持ったデータになるということを意味する。そのため、図18に示すように、計測データを分析した結果におけるイメージが点的なものから面的なものに変化すると考えられる。この際に、旧来からある基準が適用できなくなることが往々にして存在するため、基準の変更が適時求められる。特に点の検査では、全数検査のよ

うなことが出来ない時代であったことからサンプル調査の形式をとることになる。この点の検査の時代の基準を面の検査に導入すると、サンプル調査による検査基準を全数検査に適用することになり、意図せずして厳しい基準を適用することになる点に注意が必要である。

4. 生成AIの訓練方法と性能向上のための規則の記述方法

図1で示したように、昨今、生成AIが急速に日本社会において受け入れられ、公私を問わず利用され始めている。この生成AIを建築産業において利用する動きも活発であり、社内文書の検索などにも活用され始めている。建築産業における生成AIの活用例として、特に期待が大きい分野は、建築工事標準仕様書などの建築物の諸元を定めるために求められる法令、仕様書、要領書などの規則集への適用である。生成AIに質問し、これら規則集に基づいた回答を得ようとする、建築産業の中で独自に生成AIをカスタマイズすることが求められる。

我々のような情報産業の外にある技術者がLLM自体をゼロから構築することは現実的ではない。そのため、生成AIを用いた検索システムを作成する場合、現実的に実行出来る手段は以下の3つとなる。

- (1) プロンプト・エンジニアリング
- (2) RAG (Retrieval-Augmented Generation)
- (3) ファインチューニング

このうち、大規模な文書データベースの検索に向くRAGを用いた、独自システムの実装手順を解説する。

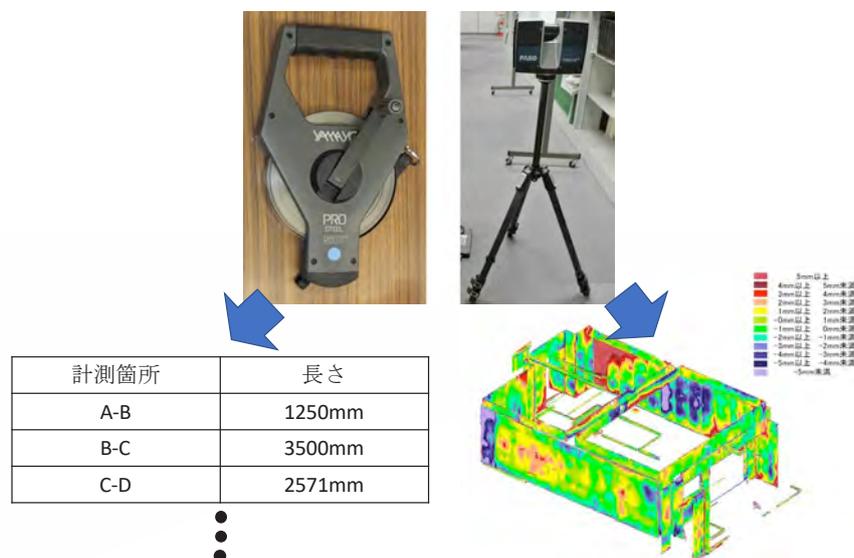


図18 点の計測と面の計測

RAGは2020年にKiela Douwe⁴⁾やLewis Patrick⁴⁾により開発され、生成AIと検索システムを組み合わせた手法である。独自の文書データベースからの回答するシステムを構築しつつ、膨大なコストが発生する生成AIの再訓練が必要なく、広く使われる技術となっている。

このRAGにおいて、標準仕様書などのデータを実装するには、例えば以下の手順が必要になる。

- (1) 仕様書などのデータ収集：標準仕様書や施工要領書などの文書の収集
- (2) チャンク化：回答精度の向上を目的として、データベース内の文書のある程度の文字数のまとまりに分割する行為。
- (3) ベクトル化：テキストなどのデータをベクトル形式に変換したベクトルデータベースを構築すること。
- (4) セマンティック検索：文脈やキーワードの関連性を考慮した検索手法
- (5) LLMによる応答の実装：LLM (Large Language Model) にプロンプトを送り、回答を得る部分

このRAGでは、質問が入力された際に、いきなりLLMに入力せずに、入力情報とベクトルデータベースを比較することで、事前に回答と思われる文章を抽出する点に、特徴がある。ここでのベクトルデータベースとは、事前に用意した文書のデータベースをなんらかの処理により、高次元の数値データに置き換えたものである。よく用いられるモデルとして、multilingual-e5-largeなどが知られている。このモデルでは、文章のまとまりを1024次元のベクトルデータに変換してくれるモデルである。

例えば、筆者の論文タイトル20編、Ciniiで「文学」と検索して上位に来た論文タイトル20編、ひらがな数字アルファベットの羅列11個をmultilingual-e5-largeによりベクトルデータに変換した例を図19に示す。

この1024次元のベクトルデータのままだでは、3次元空間で生きる人間が視覚的に理解することが難しいので、主成

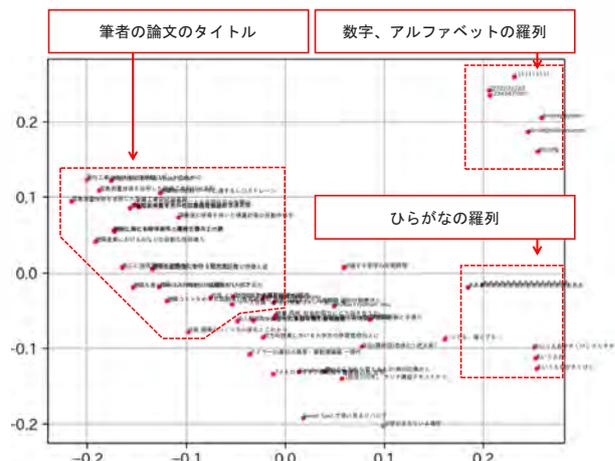


図20 ベクトルデータ化した文字列の位置の視覚化

分分析を用いて2次元データに次元圧縮したものを図20に示す。次元圧縮しているため、情報損失が発生している可能性がある点において注意が必要であるが、筆者が書いた論文タイトルがある程度、まとまって分布していることが確認できる。

これら手順のうち、RAGにおける肝になる部分が「チャンク化」である。チャンクとはもともとは大きな塊の意味であるが、コンピュータサイエンスにおいてはデータを元の大きさよりも小さいまとまりで分割することを意味する。RAGにおけるチャンク化では、膨大な文書データを一定の量の文章に分ける行為を指す。この際に、400字など決まった文字数で決め打ちをしてチャンク化するよりも、文章の意味を踏まえたまとまりで分ける方が精度が向上する。ただ、仕様書や論文においては、その内容の専門性が高く、建築学に精通している人間が介在しながら、自動化技術なども併用しつつ、チャンク化処理を適切に行う必要がある。

RAG以外には独自のデータベースの内容に対する応答を実装する方法として「ファインチューニング」も存在する。このファインチューニングとは、学習済みのAIのモ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 ...	1014	1015	1016	
深層強化学習を用いた自律走行搬送ロボットの動作の生成手法に関する基礎研究	0.020624	-0.002631	-0.011250	-0.026851	0.000525	-0.019660	-0.007506	0.044737	0.052413	-0.035749	...	-0.023333	-0.005480	0.045155
建築生産組織における職務満足度の特徴と従業員エンゲージメントに影響する要因	0.023650	-0.012583	-0.048878	-0.031237	0.019195	-0.015480	-0.022103	0.036752	0.043594	0.000320	...	0.007398	-0.003972	0.025949
自分のための建設DXの必要性	0.015966	0.000750	-0.039661	-0.022087	-0.001910	-0.018581	0.005054	0.049560	0.059316	-0.028211	...	-0.002476	-0.017578	0.048945
対談 インフラDXで協調を加速する	0.017087	0.013501	-0.014180	-0.040992	-0.002846	-0.007163	-0.014024	0.062736	0.076816	-0.016902	...	-0.001486	-0.027390	0.058800

図19 1024次元のベクトルデータに置き換えた例

デルを用いて、新たに用意したデータを追加で学習させる仕組みである。生成AIに限らず、AIの学習において広く用いられる手法である。生成AIにおいてファインチューニングを用いる場合、生成AIのモデルに新たな専門的文書に基づいた知識を内在することで、高精度なモデルの開発や回答の高速化などの多くのメリットが存在する。一方で以下の3つの課題が存在する。

- (1) 学習済みのAIモデルを応用するとはいえ、AIの学習を行うため、演算能力の高い学習環境が必要になる
- (2) 学習に用いるデータの形式が質問形式となるため、従来の文章を基に、質問形式に作り直す必要がある
- (3) ハルシネーションが発生することがある

1つ目の学習環境については、RAGがAIモデルの再学習を行わない点とは異なることから明らかである。

2つ目の学習に用いるデータであるが、これは表1のような質問と回答をセットで用意したものになる。これら質問と回答は、独自のデータベースを構成する文書などを既存の生成AIの力を借りるなどしながら、質問と回答のセットに作り替えていく。ただ、このデータセットが正確なのかを再度確認しながら、膨大な量の質問と回答のセットを作成するなどの努力が必要となる。

表1 ファインチューニングにおける学習データの例

質問	回答
早稲田大学の創設者は？	大隈重信です。
早稲田大学の所在地は？	東京都新宿区早稲田に本部があります。ただ、新宿区大久保や埼玉県所沢市、福岡県北九州市などにもキャンパスがあります。

3つ目のハルシネーションは、不正解の回答を正解のように回答してしまう生成AIにおけるエラーを指す用語である。これはChatGPTなどの既存の生成AIでも発生する課題であり、規則集などの検索においては重要な問題を引き起こす可能性がある。

このような課題があることから筆者は、現時点では建築分野の専門的な文書をChatGPTのような質問形式で回答するシステムに変換する際に、RAGの方が現実的であると考えて研究を実施している。

また、RAGに限らず生成AIによる応答システムを作成するためには、仕様書などの専門的文書が簡潔で明確な表現をとっているかが、その精度に大きく影響を与える。そのため、生成AIを前提とした仕様書などの構造についても標準化することが望ましい。

5. まとめ

本報では、AI時代における検査方法や各種基準の在り方について考えるために、まず、日本社会にAIが席卷するまでにどのような技術が普及してきたのかについて復習した。その上で、建築産業でもよく用いられるようになりつつある新たな検査技術に関する考察の一環として、3次元計測技術に関する精度などの紹介を行った。この新たな検査技術の共通する特徴としては、大量のデータを取得できることで、点のデータから面のデータに代わっており、計測結果の分析や整理を、統計学的見地から行うことが重要な時代に代わりつつあることを述べた。この後に、2022年以降に流行している生成AIにおいて、建築分野の知識を詰め込んだ独自の生成AIにカスタマイズする方法について紹介した。このうち、RAGやファインチューニングについて、事例をもって解説を行った。生成AIを用いた仕様書などの検索システムは現状でも十分、技術的には実用化可能な水準に達していると筆者は考えている。ただ、膨大な労力を基に作成している標準仕様書を始めとして規則集を作成する費用は、講習会や標準仕様書などの書籍の販売により賄われている場合もある。そのため、これら費用を、生成AIをベースとした検索システムに変化した際に、どのように徴収するのかなどの、社会的課題が存在する。

検査技術の高度化と生成AIの進歩は、建築分野における検査の考え方や、検査の基準になる規則集の在り方も変化が求められるようになってきていると言える。

参考文献

- 1) 日経テレコン : <https://t21.nikkei.co.jp/g3/CMN0F11.do>, 日本経済新聞社, (2025/5/12閲覧)
- 2) Ishida Kosei :Evaluation of drainage gradient using three-dimensional measurement data and physics engine, Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2020) , pp. 1219-1226, 2020
- 3) Ishida Kosei: Investigating the accuracy of 3D models created using SfM, Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2017) , pp. 834-839, 2017
- 4) Kiela Douwe, Lewis Patrick, Perez Ethan, Piktus Aleksandra, Petroni Fabio, Karpukhin Vladimir, Goyal Naman, Kuttler Heinrich, Lewis Mike, Yih Wen-Tau, Rocktäschel Tim, Riedel Sebastian : Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks, arXiv:2005.11401, 2020

<プロフィール>

早稲田大学理工学術院 創造理工学部 建築学科

専門分野：建築施工、建築経済

最近の研究テーマ：建築測量に用いられる技術の整理と精度検証を重点的に実施しています。

あの人に聞いてみた!

様々な分野の気になる「あの人」に、研究のトレンドや最新の動向など多岐にわたる話をお伺いする企画「あの人に聞いてみた!」。第2回目となる今回は、長年にわたり建築材料研究の第一線で活躍されてきた田中先生に、これまでの研究人生の歩みを伺いました。研究者を志したきっかけから、苦労話、センターへの期待まで、貴重なお話を紐解きます。



interviewee 田中享二先生

建築防水技術の第一人者・田中享二先生が語る研究者の心

❶ 建築学科を選んだきっかけを教えてください。

立派な話ではなくて恥ずかしいのですが、実は受験のとき、地元の医科大学にも合格していました。でも、当時は「総合大学の方が楽しそうだ」という漠然とした思いがあり、学園生活という響きに惹かれて北海道大学に進学しました。大学二年で専攻を選ぶのですが、当時アルバイトで北海道開発庁の土木試験所に行っていた事もあり、土木を専攻するかどうかで迷いました。でも、周りの人の勧めもあって土木に近い建築の道を選びました。建築の勉強は楽しかったので、結果的には選んでよかったです。国際会議等に参加すると、発表後に現地の建築物を視察することができるというのは、建築系のいいところですね(笑)。

❷ 建築防水の研究に携わるようになったのはいつ頃からですか?

もともと建築と言えばビル工事だと思って建築学科を専攻していましたから、卒論は割と自然に建築材料の講座になりました。その中でも防水のことは何も知らないまま、小池研究室で論文を書くことになりました。対象材料が、アスファルトやルーフィングで、コンクリートに比べたら汚れないかなと思ったのがそもそものスタートでした。

❸ 若手時代や研究で困った思い出などはありますか?

東京工業大学に赴任した当初は、研究室に研究機器類が全くなくて本当に困りました。すぐに必要だと思ったのは力学系の試験機です。強度や伸びというのは材料物性の基本中の基本ですから。引張試験機がなかったので、民間会社の研究所に行って測定したこともありました。

また道具もなくて、最初にベンチを買いに近所の金物屋に行った時のことは今でもよく覚えています。ベンチがあれば何の作業でもできるので大事です。ベンチと引張試験

機は研究必需品と今でも思っています。

❹ 昔の防水材料や性能について教えてください。

小池先生のもとで卒論に着手した頃は、新しいポリマーが次々と開発されて、劣悪な製品も含めて、建築分野に次々と流れ込んでいる時代でした。そのような背景があったから、高分子系防水材料のJIS規格を作ろうという機運が高まったと思います。それが契機になって、当時はあまり品質が良くなかったウレタンや塩ビシートといった防水材料が、今は優等生と呼ばれるほど高品質になりました。この状況を見ると、日本の技術力のすごさを感じます。

❺ センターの役割や試験方法の進化についてどうお考えですか?

新しい試験方法を運用する際、メーカーは自社製品が持つ価値を評価されることを望みます。一方、試験方法を設計する側は、品質の管理を目指します。調整は難しいですが、最終的には消費者の目線に立つことが一番大切だと思います。日本のメーカーは目標を高く設定しても、必ず要求に答えてくれる実力があります。

ただ唯一問題になることがあって、試験費用がちょっと…(笑)。試験は合理化できない部分があるので、どうしても費用が高くなりがちです。でも、きちんと評価を受けて市場に出すのはメーカーの使命だと思います。もう少し安ければうれしいのですが、それでも正しい評価を重視したいですからね。

❻ これからのセンターについてどう考えていますか?

建材試験センターは優秀な技術者の集団ですので、試験業務だけでなくコンサルタント的業務にも積極的に取り組んでほしいと思います。知恵やアイデアを活かせれば、もっと大きな価値を生みますし、単純な試験だけでセンターのパワーを消耗するのはもったいないです。技術で困ったらセンターに相談できる、そんな存在になってほしいです。



〈インタビューー感想〉

先生には1986年から現在まで合計で24回も本誌に執筆をいただいております。今回はインタビュー形式という初めての試みでしたが、先生の学生時代や若手時代のエピソードなどを伺う事ができ、個人的にも貴重な経験をさせていただきました。(志村)

寄稿

粗骨材の長さ変化率の
ひずみゲージによる試験法

大阪産業大学 建築・環境デザイン学部 建築・環境デザイン学科 准教授

山田 宏



1. はじめに

骨材は、コンクリートを構成する材料の約7割を占める。このうち、粗骨材は骨材体積のおよそ4～7割を占める材料であり、その品質によって、コンクリートの特性は大きく異なる。JIS A 5308「レディミクストコンクリート」付随書Aでは、レディミクストコンクリート用骨材の品質を規定しており、表1に示すようなJISの各種骨材試験によって評価される。通常のコンクリート工事には、JISに規定される品質を満足する骨材を用いたレディミクストコンクリートを用いることが一般的である。

しかし、JIS規格を満たすコンクリートを用いて、施工や養生などに不備のない場合でも、硬化後のコンクリートに不具合を生じるケースが存在する。有名な例としては、橋梁上部工において多数のひび割れ等が発生した問題である。この問題の原因のひとつとしては、コンクリートの乾燥収縮に対する粗骨材自体の影響が指摘¹⁾された。一般的に、コンクリートの乾燥収縮に与える骨材の影響度は、通常のJISの骨材試験の結果から推定困難とされる。こういった問題も踏まえて、コンクリート工学会では、収縮問題に対する調査研究委員会を2012年に設置した。本委員会

の成果のひとつとしては、粗骨材自体の乾燥収縮率をひずみゲージで直接評価する試験法などを提案²⁾したことが挙げられる。

また、上記の収縮問題の他にも、骨材はコンクリートの熱的特性にも大きな影響を与える。その中でも、コンクリートの熱膨張係数は、骨材種類等の影響によって、最大2倍程度異なる。骨材の熱膨張係数は、乾燥収縮率と同じく、JISの骨材試験から推定することが難しい特性である。なお、骨材自体の熱膨張係数を実測する場合、特別な骨材加工や測定機器などが必要となり、簡易かつ迅速な試験法とは言えない状況である。そこで、粗骨材の熱膨張係数をより簡易に直接的に把握する試験法を開発するために、建材試験センター西日本試験所と連携した検討^{3)~5)}をこれまでに実施しており、新たな試験法の提案に至っている。

また、骨材に関するテーマ以外についても、建材試験センター西日本試験所と連携する案件が少しずつ増えてきているため、そのあたりも紹介したいと思っていたが、本稿では、粗骨材自体の長さ変化率（乾燥収縮率および熱膨張係数）のひずみゲージによる試験法について、連携事例なども踏まえて紹介する。

2. 粗骨材の乾燥収縮率のひずみゲージによる試験法

コンクリートの乾燥収縮率に大きな影響を与える粗骨材かどうか試験によって把握する場合、JISによる試験では、JIS A 1129「コンクリートの長さ変化試験方法」による方法で従来から評価されているが、この方法は、6ヶ月程度の試験期間を必要とする。材料選定の段階で、粗骨材がコンクリートの乾燥収縮率に与える影響度を評価するため、従来の試験法を適用すると比較的長期間の時間を要するため、その実施はあまり現実的ではない。

コンクリート工学会に設置された調査研究委員会によってまとめられた報告書で提案された試験試案1「ひずみゲージによる粗骨材の乾燥収縮率試験方法」は、比較的早期に粗骨材の乾燥収縮率を把握できるため、従来の方法に比べて、大幅な省力化などが期待できる試験法である。まずは、この試験法について概説する。

表1 JIS規格における骨材試験法（抜粋）

JIS規格番号	試験方法
A 1102	骨材のふるい分け試験方法
A 1103	骨材の微粒分量試験方法
A 1104	骨材の単位容積質量及び実積率試験方法
A 1105	細骨材の有機不純物試験方法
A 1109	細骨材の密度及び吸水率試験方法
A 1110	粗骨材の密度及び吸水率試験方法
A 1121	ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法
A 1122	硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験方法
A 1137	骨材中に含まれる粘土塊量の試験方法
A 1145	骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）
A 1146	骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）

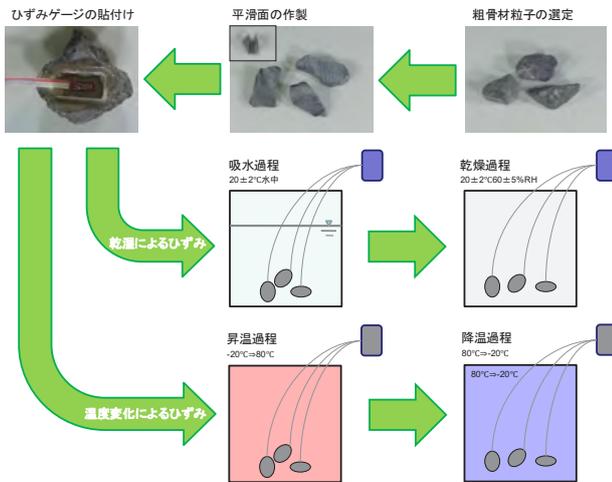


図1 粗骨材の長さ変化率のひずみゲージによる試験法の流れ

図1に粗骨材の長さ変化率のひずみゲージによる試験法の流れを示す。次の章で説明する温度変化によるひずみ測定の流れについても併記している。まずは、最大寸法付近の粗骨材粒子を、切断あるいは研磨して、ひずみゲージを貼り付ける平滑面を出す。平滑面にポリエステル系接着剤(PS接着剤)の薄層によって防水処理した後に、シアノアクリレート系接着剤でひずみゲージを貼付けて、さらにひずみゲージ全体をPS接着剤で防水処理する。なお、図中に例示されるひずみゲージは、1軸計測の防水型のひずみゲージ(検長3mm)である。

図1の中段の流れのとおり、吸水過程(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の水中に浸漬)および乾燥過程(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60 \pm 5\%$ の乾燥環境下に静置)での粗骨材のひずみを測定する。それぞれの過程でひずみの変動が安定した状態(1日当たりのひずみの変動が $\pm 5 \times 10^{-6}$ 以下になった時点を目安としてよい)になるまで試験を継続する。なお、試料の数量の標準は、5以上である。

図2に上記方法によって粗骨材の乾湿による長さ変化率の測定例のイメージを示す。吸水過程開始時のひずみ(原点ひずみ)と吸水過程終了時(乾燥開始時)のひずみの差分 ϵ_1 と、原点ひずみと乾燥過程終了後のひずみの差分 ϵ_2 を用いて、次式のとおり、粗骨材の乾燥収縮率 ϵ_G を求めることができる。

$$\epsilon_G = \epsilon_1 - \epsilon_2 \quad (1)$$

次に、本試験の有用性を説明する。図3は、コンクリートの乾燥収縮率と本試験によって得られた粗骨材の乾燥収縮率の関係である。なお、図のとおり、粗骨材の乾燥収縮率を用いてコンクリートの乾燥収縮率を推定できると言える。

本試験法が提案されてすでに10年以上経過している。

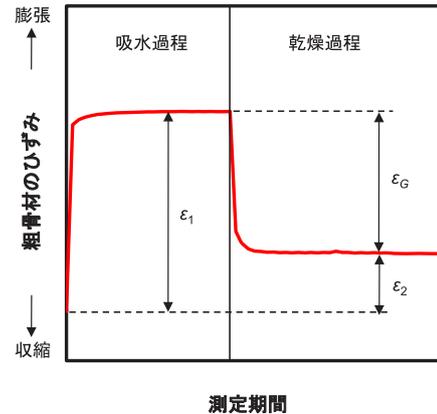


図2 粗骨材の乾湿による長さ変化率の測定例

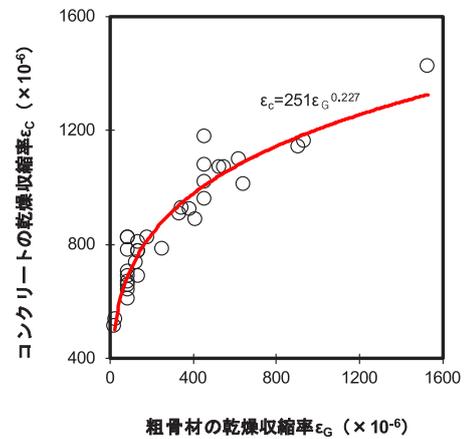


図3 コンクリートの乾燥収縮率と粗骨材の乾燥収縮率の関係⁶⁾

私自身、粗骨材の寸法安定性を専門としている関係もあり、粗骨材の乾燥収縮に関する相談などを受けることがある。その中で、建材試験センターを紹介するなどして、試験実施に至るケースもあり、少しずつ本試験の有用性が認識されてきたと感じているところである。本試験の普及などには、建材試験センターなどの公的な試験機関の存在は必須であり、今後さらなる活躍が期待される場所である。

3. 粗骨材の熱膨張係数のひずみゲージによる試験法

コンクリートの温度変化による長さ変化は、温度ひび割れの発生に直接的な影響を与える。コンクリートの熱膨張係数は、 $7 \sim 13 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 程度であることが一般的であるが、実際には使用材料の影響、特に骨材の影響を顕著に受ける。コンクリートの熱膨張係数は、JIS A 1325「建築材料の線膨張率測定方法」によって求めることができるものの、その実施はあまり容易ではない。そのため、コンクリートの熱膨張係数を推定するために、骨材の熱膨張係数

を把握することが省力化などに繋がると考えられる。そこで、粗骨材の乾燥収縮率のひずみゲージによる試験法を応用して、粗骨材の熱膨張係数のひずみゲージによる試験法を建材試験センター西日本試験所と協働してこれまでに検討してきた。その成果をここで概説する。

試験手順としては、図1のとおり、ひずみゲージを貼り付けるまでは乾燥収縮率の試験法とほぼ同様である。その後、接着剤のプレキュアリングを行った後に、図1の下段のとおり、試験サイクルを開始する。なお、1軸計測のひずみゲージを用いた場合、表面処理の有無、温度負荷の条件(7.5~30℃/h)、粗骨材粒子の含水状態が測定結果に与える影響はほとんどないことを明らかにしている。

図4に粗骨材の温度変化による長さ変化率の測定例を示す。この図は、-20℃から80℃までの温度履歴(15℃/h)を与えた粗骨材のひずみを測定したものであり、ひずみゲージの温度変化によるひずみを考慮して、粗骨材の実ひずみを算出した結果を示している。粗骨材の熱膨張係数は、粗骨材粒子の実ひずみと温度の関係をプロットしたデータを直線回帰させた時の傾き a となる。

表2に、本試験法によって得た粗骨材の熱膨張係数の値をまとめる。表のとおり、粗骨材の熱膨張係数を比較的簡単に把握することができる。

上記のとおり、粗骨材の熱膨張係数を直接測定する試験法は、建材試験センター西日本試験所との連携によって、迅速に開発することができた。本稿で紹介した粗骨材の長さ変化率のひずみゲージによる試験法は、主に物理作用による長さ変化量を把握するための試験である。硫酸塩などの化学作用による長さ変化量についても、測定可能かどうかを今後検討していく予定である。

4. おわりに

汎用的な建設材料であるコンクリートは豊かな社会経済活動を行う上で、必要不可欠な社会基盤を形成する極めて重要な材料である。我々の暮らしの「安全・安心」に資する社会基盤を整備し続けてゆくためには、コンクリートの生涯を適切にマネジメントする必要がある。コンクリートは未だ解明されていない特性を有しており、完全な理論体系の構築には、まだまだ時間を要するものと考えられる。設計、施工、維持管理のあらゆる段階のコンクリートおよびその構成材料の特性を把握するための最も直接的な方法は、「実験・試験」である。

本稿で紹介した試験法は、これまでのJISの品質試験で推定できなかった構成材料レベルの特性を直接評価できる方法である。従来の試験に加えて、新たな試験法の普及や国際的な規格への対応など、公的な試験機関に求められる使命の重要性は、今後、益々大きくなるものと期待される。

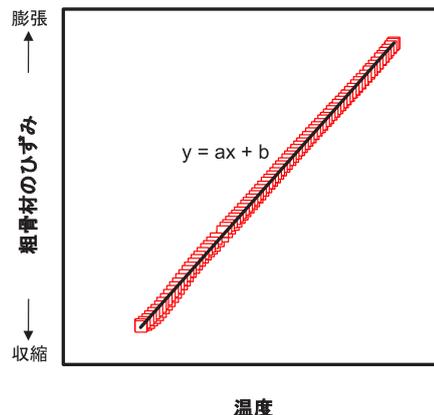


図4 粗骨材の温度変化による長さ変化率の測定例

表2 粗骨材の熱膨張係数の数値例

岩種	熱膨張係数(×10 ⁻⁶ /℃)
チャート	11.6
砂岩	7.9
石灰岩	4.4
安山岩	5.7
粘板岩	6.2
角閃岩	7.5
玄武岩	5.3
花崗岩	8.2

参考文献

- 1) 垂井高架橋損傷対策特別委員会：垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会最終報告書，土木学会，2008。
- 2) 日本コンクリート工学会：コンクリートの収縮特性評価およびひび割れへの影響に関する調査研究委員会報告書，pp.195-201，2012。
- 3) 山田宏，徳永拓哉，杉原大祐：粗骨材の熱膨張係数のひずみゲージによる測定，材料，第70巻，第8号，pp.604~609，2021。
- 4) 徳永拓哉，山田宏，杉原大祐：ひずみゲージによる粗骨材の熱膨張係数の測定に関する研究，日本建築学会中国支部研究発表会，材料施工118，2022。
- 5) 山田宏，杉原大祐，片平博：規格外骨材の熱膨張係数の測定および算出法に関する検討，材料，第73巻，第7号，pp.576-581，2024。
- 6) 山田宏，片平博，渡辺博志：コンクリートの乾燥収縮率と粗骨材の品質の関係，コンクリート工学，第58巻，第3号，pp.223-228，2020。

<プロフィール>
 大阪産業大学 建築・環境デザイン学部 建築・環境デザイン学科 准教授
 専門分野：建設材料学、コンクリート工学
 最近の研究テーマ：骨材、GP/AAM、補修材

寄稿

宮島町家に用いられる壁土の特徴と土塗壁の特性

広島工業大学 環境学部 建築デザイン学科 准教授

光井周平



1. はじめに

厳島神社で有名な広島県廿日市市宮島町ではもみじ饅頭や焼き牡蠣などを売る商店が連なる表参道商店街が有名であるが、その南側の町家通りと呼ばれる通り沿いには写真1に示すように江戸期から昭和初期にかけて建てられた町家建築（以下、宮島町家）が建ち並んでいる。令和3年に国の重要伝統的建造物群保存地区に選定されたエリアでは現在137件の伝統的建築物が特定物件に指定されている。宮島町の重伝建地区は、栈橋から厳島神社の東側にある千畳閣や五重塔が建つ塔の岡にかけての「東町」と呼ばれるエリアと、厳島神社から宮島水族館や大聖院にかけての「西町」と呼ばれるエリアに大別される。両者はその形成過程が異なり、東町は商家町、西町は社家町の特徴を有しており、両者が連携した厳島神社の門前町として発展してきた。



写真1 宮島町の伝統的な町家の家並み（町家通り）

著者らは、令和元年度から廿日市市と連携して宮島町家の構造特性に関する調査、研究に取り組んでいる。本稿では、宮島町家の特徴について紹介するとともに、令和6年度に実施した宮島町家の土塗壁に用いられている壁土の成分分析と土塗壁の面内せん断試験結果について報告する。

2. 宮島町家の特徴

令和6年度に実施した調査によると、宮島町の重伝建地区の特定物件のうち、間口が狭く奥行きが長い平面形状を有する「町家タイプ」が全体の約6割を占めている。町家タイプのうち平屋が17.1%であり、二階建てで総二階のものが50.0%であった。したがって、総二階の町家タイプが最も現存数の多い宮島町家の典型であると言える。

その一つが写真2に示す旧若狭家である。江戸後期に建てられたと推定されている旧若狭家は、宮島でも最も古い町家の現存事例とされている。令和6年度に廿日市市が購入し、今後の改修を経て活用・公開される計画である。



写真2 宮島町家の例（旧若狭家）

旧若狭家の平面図を図1に示す。図面の右側が前面道路であり、主屋は通り土間に沿ってミセ・オウエ・ザシキと呼ばれる三室が並ぶ、いわゆる一列三室型の平面構成を有している。主屋の奥には中庭を介して渡り廊下で結ばれた台所、風呂、便所などの附属屋がある。附属屋は後世の改修により当初の姿を推定することは難しいが、主屋は改修の影響があるものの比較的当初の姿を残していると思われる。特に、写真3に示すオウエの吹抜け空間は、宮島町家の特徴的な要素の一つであると言える。オウエとは、写真

にも見られるように神棚を設置した空間で、古い町家では神棚の上部を吹抜けとしている。建築時期が新しくなると、次第にオウエの上部にも床を張って室化されるようになる。旧若狭家のようにオウエの上部が吹抜けとなっている町家の現存事例は比較的少なく、貴重であると言える。

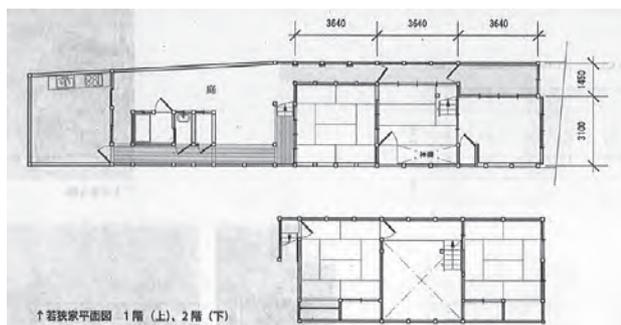


図1 旧若狭家の平面図²⁾



写真3 宮島町家の「オウエ」の空間

これまでの研究で、上述のオウエの上部を吹抜けとするか否かで、図2に示すように架構形式が異なることが分かってきた。旧若狭家の場合には柱が通し柱となっており、柱と母屋で構成される門型フレームが奥行方向に連なって屋根を支える形式となっている。一方、比較的建築年代が新しいオウエの上部を室化している事例では、一階の柱の上に胴差を設け、その上に二階の柱が載る形式となっている。調査事例が少ないため今後の追加調査が必要であるが、時代の変遷とともに生活様式も変化し、それに合わせて宮島町家の構法も変化したものと考えられる。この点は引き続き調査を行いたい。



(比較的古い形式)

(比較的新しい形式)

図2 宮島町家の架構形式の例

さて、上述のように間口が狭く奥行が長い平面形状の町家では、他の地域と同様に間口方向の耐震要素が極端に不足しており、耐震性能が著しく低くなる傾向にある。これまでに調査を実施した町家の間口方向の上部構造評点はいずれも0.4を下回る結果となった。また、部材が華奢で接合部が脆弱な特徴も見られる。加えて瀬戸内の温暖な気候の影響で部材の腐朽や虫害も多く、経年劣化とともに構造的な性能低下が進行している。現在、廿日市市では宮島町家を対象とした耐震化の手引きの作成を進めており、今後は耐震改修の事例が増加して知見が蓄積されていくことが期待される。

3. 宮島町家の壁土の特徴

建築物の耐震性能を的確に評価するためには、その建物が有する耐震要素の性能を把握しておくことが重要であることは自明である。宮島町家においては主たる耐震要素は土塗壁であるが、過去に宮島町家の土塗壁を対象とした研究は行われてこなかった。そこで、今回は実際の宮島町家の土塗壁に用いられている壁土がどのような特徴を有しているのか、壁土の成分分析を実施した。

宮島町家に用いられている壁土について論ずる前に、文献3)を参考にまずは広島県内で現時点で購入可能な荒壁土が他の地域の壁土と比較してどのような特徴があるのかを見てみよう。文献3)では、全国の主要な産地の壁土について、荒壁土が6種類、中塗り土が4種類の計10種類の壁土を対象に、その化学的性質や物理的性質を調査している。ここで、文献3)で用いられる試料の呼称について、本報に関連するものだけ抜粋して表1に示す。参考までに、文献3)では京都で産出される土が京Hと京Nの二種類取り扱われているが、両者の違いは壁土の製造会社である。

表1 壁土試料の呼称と産出地³⁾

呼称	地域	産出地
京H荒	京都H	京都市伏見区深草大亀谷
広荒	広島	広島市安佐北区
滋荒	滋賀	近江八幡(あま土)
埼荒	埼玉	埼玉県児玉郡吉田町

文献3) に示されている粒度組成から算出した粒度組成区分ごとの質量構成比を表2に示す。ここに、壁土の粒度組成をJIS A 1204「土の粒度試験方法」の規定に準じて粒径が大きい順に、粗礫分(19~75mm)、中礫分(4.75~19mm)、細礫分(2~4.75mm)、粗砂分(0.85~2)、中砂分(0.25~0.85mm)、細砂分(0.075~0.25mm)、シルト分(0.005~0.075mm)ならびに粘土分(0~0.005mm)に分類するものとする。

表2 各地の壁土の粒度組成ならびに壁土用粗粒率

粒度組成区分	粒径(mm)	粒度組成(%)の累計値			
		広荒	京H荒	滋荒	埼荒
粗礫分	19-75	0.0	0.0	0.0	0.0
中礫分	4.75-19	1.2	2.3	0.4	0.0
細礫分	2-4.75	9.5	3.4	3.4	0.1
粗砂分	0.85-2	23.0	7.8	7.1	0.2
中砂分	0.25-0.85	50.5	28.8	12.3	8.6
細砂分	0.075-0.25	64.4	51.4	24.3	25.4
シルト分	0.005-0.075	78.0	76.9	66.1	64.2
粘土分	0-0.005	100.1	100.1	100.0	99.9
合計		326.7	270.7	213.6	198.4
壁土用粗粒率		3.267	2.707	2.136	1.984

※文献3) を基に筆者作成

また、試料間の比較を容易にするために、壁土用粗粒率と称する値を導入する。粗粒率とは、一般にコンクリートに用いられる骨材の粒度分布を表す際に用いられる値であり、JIS A 0203「コンクリート用語」では、以下のように定義されている。

—80mm、40mm、20mm、10mm、5mm、2.5mm、1.2mm、0.6mm、0.3mm、及び0.15mmの網ふるいの一組を用いてふるい分けを行った場合、各ふるいを通らない全部の試料の分率の和を100で除した値—

ここでは、粗粒率における各ふるい寸法を表2の各粒度

組成区分に読み替えて、壁土用粗粒率を算出するものとする。したがって、例えば壁土が粘土分だけで構成される場合の壁土用粗粒率の値は1となり、粗礫分だけで構成される場合の壁土用粗粒率の値は8となる。表2より、広島荒壁土の壁土用粗粒率の値が最も大きく、他の地域と比較して相対的に粒度が荒めであることが分かる。

図3には表2をもとに作成した粒径加積曲線を示す。滋賀と埼玉の壁土が相対的に粒度が細かく、次いで京都、広島の順になっている。文献3) では京都の壁土を3種類実験しているが、この3種類はいずれも「滋賀・埼玉」と「広島」の間に粒径加積曲線が入る結果となっている。

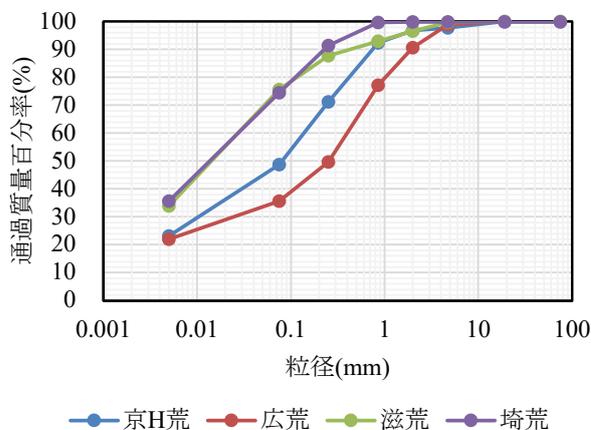


図3 各地の荒壁土の粒度(粒径加積曲線)

次に、実際に宮島町家に用いられている壁土の成分を調査した。今回は改修工事や解体に伴って試料が入手できた町家4件について分析を行った。試料採取時には仕上げ、中塗りが脱落した部分から荒壁土のみを採取しよう試みたが、現場で完全に荒壁土以外を分離することはできないため試料中に中塗り土などが混入している可能性があることに注意されたい。粒度組成の分析結果を表3に示す。表中「広島」の試料は文献3)の「広荒」と同じ製造会社の荒壁土を用いて別途試験を行ったものである。

表3 宮島町家の壁土の粒度組成と壁土用粗粒率

試料	密度 [g/cm³]	粒度組成(%)								壁土用粗粒率
		粘土分	シルト分	細砂分	中砂分	粗砂分	細礫分	中礫分	粗礫分	
A	2.618	25.0	26.7	15.5	17.2	6.6	5.6	2.2	1.2	2.853
B	2.610	12.8	14.8	9.3	22.5	16.5	15.7	8.4	0.0	3.958
C	2.629	14.5	16.0	9.1	23.7	17.9	14.1	4.7	0.0	3.756
D	2.635	15.3	9.6	9.4	31.4	25.0	8.9	0.4	0.0	3.695
平均	2.623	16.9	16.8	10.8	23.7	16.5	11.1	3.9	0.3	3.565
広島	2.646	19.3	21.3	13.7	21.4	14.8	9.1	0.4	0.0	3.200

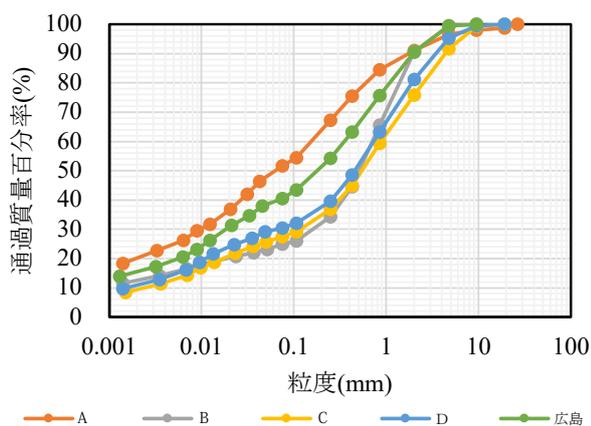


図4 宮島町家の壁土の粒度（粒径加積曲線）

図4に壁土の粒径加積曲線を示す。図3と見比べると、全体的に粒度が荒めであることが分かる。今回調査した4件を比較すると、AとB、C、Dとで特性が異なることが分かる。Aの町家は建築年代が江戸後期から明治初期と伝えられており、試料採取時に土塗壁の劣化が激しかったことから、4件の中では最も荒壁土のみを採取できたと推察される。一方、B、C、Dの3件は試料中に含まれる中塗り土の影響で粒度が相対的に荒くなり、グラフが右側に推移したものと考えられる。文献3) など既往研究と比較すると、地域差に比べれば今回の4件の町家の壁土の粒度分布は近い形状をしていると言えるが、今後調査件数を増やして分析を行い、宮島町家の壁土成分と建築年代や町家規模、用途などとの関係について研究を進めたい。

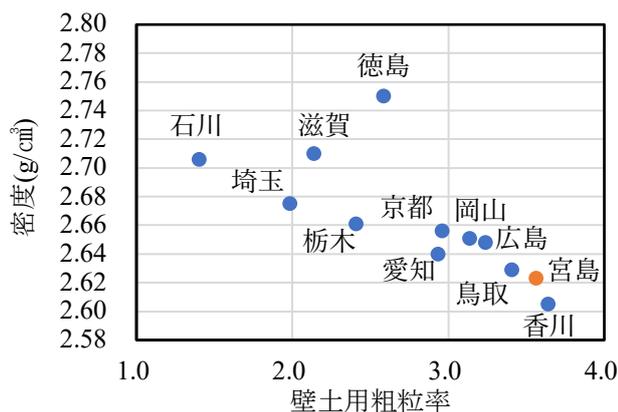


図5 壁土の密度と壁土用粗粒率

文献3) から9) の既往研究のデータと、今回分析を行った宮島町家4件の壁土の密度と壁土用粗粒率との関係性を図5に示す。図中、宮島町家の値は4件の平均値としている。壁土の密度と壁土用粗粒率との間には負の相関があることが分かる。また、他地域と比較すると香川、鳥取などと壁土の成分が近い性質を有していると言える。

4. 宮島町家を模した土塗壁の特性

ここでは、宮島町家に用いられる土塗壁を想定して実施した面内せん断試験の結果について紹介する。詳しくは文献10) を参照されたい。

宮島町家に用いられる土塗壁の特徴として、以下のような点が挙げられる。

- ・前述のオウエの空間では通し柱に挟まれた縦長の土塗壁が存在し、二階床高さに横架材が設けられない事例が見られる。柱頂部にも横架材がなく、垂木まで壁が塗られている場合もある。
- ・隣接家屋が近接して建てられており、後から建てられた町家では外側から壁を塗ることができず片面のみとなっている土塗壁が多く見られる。
- ・柱脚部や柱頭部の横架材との仕口が短ほぞであり、込栓が用いられていないなど接合部の固定度が低い事例が見られる。
- ・左官職人からの指摘として、一般的な土塗壁と比較して壁土の感触がパサパサしており、真砂土が混ざっている可能性がある。なお、宮島周辺は花崗岩で構成された地質の場所が多く、真砂土が採取しやすい。

土塗壁の性能に関する研究はこれまでも数多く行われているが、上記のような宮島町家の特徴を踏まえた実験は研究事例が少ない。宮島町家の耐震性能を的確に評価するためには、こうした土塗壁がどのような挙動を示すのか明らかにする必要がある。

そこで、表4に示す6体の試験体を作成し、実験を行った。実験は一般財団法人建材試験センター西日本試験所で実施した。架構の構成ならびに部材寸法等については文献11) を参考に決定した。試験体2が標準試験体であり、試験体1は片面のみに壁を塗った場合、試験体3はオウエに見られる縦長の壁を想定した場合、試験体4は柱頭・柱脚の接合部に短ほぞを用いた場合、試験体5は壁土に真砂土を混ぜた場合の効果を検証するための試験体である。試験体6はフレームのみの場合の効果を確認するために試験体1の実験終了後に壁土を落として再度実験を行ったものである。

表4 試験体一覧

試験体番号	架構	荒壁	中塗り	柱頭・柱脚接合部
1	標準	片面	片面	長ほぞ・角込栓
2	標準	両面	両面	長ほぞ・角込栓
3	二階梁無	両面	両面	長ほぞ・角込栓*1
4	標準	両面	両面	短ほぞ・込栓なし
5	標準	両面*2	両面*2	長ほぞ・角込栓
6	標準	なし	なし	長ほぞ・角込栓

*1: 梁との接合部は丸込栓としている

*2: 壁土に真砂土を混ぜている



写真4 土塗壁の施工風景

試験体の土塗壁の施工風景を写真4に示す。壁土には文献3)の「広荒」や表3の「広島」と同様に、広島市安佐北区の壁土製造会社の製品を使用した。試験体の製作は令和6年7月中旬から下旬に実施し、実験は同年9月下旬に実施した。試験体の養生期間は荒壁が18日、大直しが8日、中塗りが22日である。なお、試験体の左官工事は株式会社竹内左官技工に依頼した。

試験体3については、試験体寸法を同一とした上で二階部分の重量に相当する鉛直荷重を付加するために、以下の手順で試験体作成を行った。

- (1) 試験体上部の梁下に実験時に錘を載せるための100mm程度の空間を設けるため、埋木を入れた状態で土塗壁を施工する。この際、壁土のみで錘を支持するように柱はぞ、馬渡竹、貫は他の試験体と同様に施工する。
- (2) 土壁が乾燥した後に埋木を取り外す。
- (3) 二階部分の壁土の重量を約600kgと想定し、梁下の空間に設置した治具を介して土塗壁の面外方向の前後に錘をぶら下げて鉛直荷重を作用させ、その状態のまま他の試験体と同様に水平方向荷重の載荷を行う。

試験体への載荷方法はタイロッド式とし、真のせん断変形角が1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50ならびに1/30radでそれぞれ3回ずつの正負交

番繰返し載荷を行い、最後は1/15radまで変形させた。

図6に各試験体の荷重-変形角関係を示す。真のせん断変形角は柱脚部の鉛直方向変位と梁及び土台の水平方向変位から算出した。試験体1は1/150rad時、その他の試験体は1/100rad時に最大荷重に達した。標準試験体である試験体2を見ると、1/50rad時に荷重が0.8P_{max}を下回り、1/50rad以降は繰返しによる荷重低下が顕著となった。片面のみに壁を施工した試験体1では、最大荷重を迎えた後も1/50radまで荷重は0.8P_{max}以上を維持した。その後も耐力は徐々に低下するものの、載荷終了まで大幅な耐力低下は見られなかった。いずれの試験体についても1/30rad以降の変形角では似たような挙動となった。

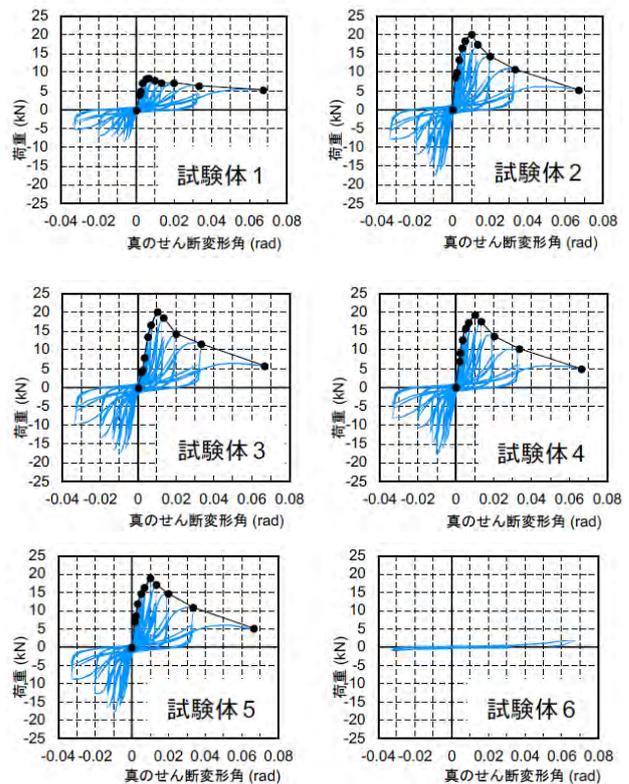


図6 土塗壁の荷重-変形角関係¹⁰⁾

表5 各試験体の特性値¹⁰⁾

試験体番号	初期剛性 K (kN/mm)	最大耐力 P _{max} (kN)	構造特性係数 D _s	(a) 降伏耐力 P _y (kN)	(b) 終局耐力 P _u × 0.2/D _s (kN)	(c) 2/3P _{max} (kN)	(d) P _{1/150} (kN)	壁倍率
1	0.83	8.45	0.31	5.54	5.11	5.63	8.37	1.4
2	1.64	20.35	0.43	10.87	8.62	13.57	18.35	2.4
3	0.98	20.18	0.61	14.17	6.38	13.45	16.76	1.8
4	1.54	19.31	0.43	12.40	8.14	12.87	17.29	2.3
5	1.34	18.90	0.46	11.55	7.42	12.60	16.35	2.1

オウエの吹抜け部分を想定した試験体3では、標準試験体と比較して1/600rad時の耐力が半分程度となり、1/150radまでは目標変形角に到達した際の耐力が試験体2と比べて低い結果となった。変形角が1/450rad時には設置していた錘が壁土に押し上げられることで試験体上部の梁と接触し、それ以降は梁による抑え込みの効果により標準試験体と同様の剛性が得られた。1/50radのサイクルからは錘を取り外して载荷を継続したが、その後は標準試験体と同様の挙動が見られた。

実験結果から算出した各試験体の特性値を表5に示す。壁倍率算定に用いる短期基準せん断耐力は、いずれの試験体も表中の(b)により決定されている。片面のみ施工した試験体1は、初期剛性、最大耐力ともに最も低い値となったが、標準試験体と比較して1/3を上回る耐力が確認された。また、壁土に真砂土を混ぜた試験体5では、標準試験体と比較して初期剛性、最大耐力ともに低い結果となった。

5. まとめ

本報では、令和6年度に実施した宮島町家の土塗壁に用いられている壁土の成分分析の結果を示すとともに、宮島町家の土塗壁を模した試験体の面内せん断試験を実施した結果について紹介した。

壁土の成分分析では、広島で産出される壁土や宮島町家から採取された壁土は、全国的に見て粒度が荒い傾向にあり、既往研究と比較すると香川や鳥取の壁土の成分と似ていることが明らかとなった。

土塗壁の面内せん断試験では、宮島町家に見られる片面のみに壁土を施工した場合やオウエと呼ばれる吹抜け空間の縦長の壁、柱頭柱脚部の接合部の固定度が低い場合などを想定した試験体について、標準試験体と比較して初期剛性、最大耐力ともに低めの結果が得られた。

土塗壁の特性には地域性が見られるものの、町家をはじめとした各地の伝統的建築物の耐震性能評価を行う際には、ある程度の統一した手法により適切な評価ができることが望ましい。宮島町家の耐震性能を正しく評価し、効果的に耐震化が進められるように、今後もこうした知見を積み重ねていきたい。

最後に、前節に示した実験については計画から実施、分析まで広島大学の森拓郎教授の指導をいただくとともに、建材試験センター西日本試験所の早崎洋一氏から多大なる指導・助言をいただいた。近隣の試験機関に経験豊富なスタッフがおられることを心強く思うとともに、今後も引き続きご協力をお願いしたい。

謝辞

本研究の一部は、2024年度の廿日市市からの委託研究（研究課題：宮島町家の耐震化に向けた基礎調査（家屋及び地盤の常時微動測定ならびに耐震診断））に基づき実施した。また、3節の内容は安部陽翔氏（広島工業大学環境学部建築デザイン学科）、4節の内容は松井基嗣氏（広島大学工学部第四類建築プログラム）が卒業研究として取り組んだ内容に基づいている。ここに記して関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 石橋まどか, 光井周平: 宮島町家の構造特性に関する研究 (その5) 構造に関する項目に着目した宮島町家の類型分析, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第48巻, pp.219-222, 2025.3
- 2) 廿日市市教育委員会: 厳島神社門前町 廿日市市厳島伝統的建造物群保存対策調査報告書, p.94, 2007
- 3) 輿石直幸, 位田達哉: 主要産出地における荒壁土および中塗土の性質 小舞土壁に用いる壁土に関する研究 その1, 日本建築学会構造系論文集, 第73巻, 第631号, pp.1467-1474, 2008.9
- 4) 山田宮土理, 輿石直幸: 藁スサを混入した荒壁土および中塗土の性質 小舞土壁に用いる壁土に関する研究 その2, 日本建築学会構造系論文集, 第78巻, 第689号, pp.1209-1218, 2013.7
- 5) 山田宮土理, 輿石直幸: 塗付け各層の一体性に影響を及ぼす要因 小舞土壁に用いる壁土に関する研究 その3, 日本建築学会構造系論文集, 第78巻, 第693号, pp.1831-1839, 2013.11
- 6) 山田宮土理, 輿石直幸: 塗付け各層の抵抗要素が力学特性および破壊形状に及ぼす影響 小舞土壁に用いる壁土に関する研究 その4, 日本建築学会構造系論文集, 第82巻, 第734号, pp.503-512, 2017.4
- 7) 宇都宮直樹, 高橋繁二, 宮本慎宏, 山中稔, 松島学, 大西泰弘: 練り混ぜ時間が壁土の強度特性に及ぼす影響, 日本建築学会技術報告集, 第20巻, 第45号, pp.457-460, 2014.6
- 8) 山本智大, 浦憲親, 後藤正美, 鈴木祥之: 土壁の性質に関する基礎実験 その1 地域産土の基本的性質, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.883-884, 2013.8
- 9) 宇都宮直樹, 山口秀史: 香川県における土塗壁の強度に関する研究 その2 壁土の物理的特性, 職業能力開発報文誌, VOL.21, No.1 (40), 2009
- 10) 松井基嗣, 森拓郎, 光井周平, 早崎洋一: 広島の土を用いた土塗壁のせん断性能, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第48巻, pp.123-126, 2025.3
- 11) 土塗壁等告示に係る技術解説書作成編集委員会: 土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書, 財団法人日本住宅・木材技術センター, p.151, 2004

<プロフィール>

広島工業大学 環境学部 建築デザイン学科 准教授

専門分野: 建築構造学(木質構造・木質材料)

最近の研究テーマ: 宮島町家の耐震性能ならびに振動特性に関する研究、旧呉鎮守府関連遺産の研究、木質構造接合部の弾塑性解析手法に関する研究

西日本試験所の紹介及び特徴

1. はじめに

西日本試験所は、JIS Q 17025に適合する品質マネジメントシステムを構築・運用し、JNLA 試験事業者、国際MRA対応認定試験事業者として登録されています。

その設立は1974年に山口県山陽小野田市に開設された「中国試験所」に遡ります。開設当時は、コンクリートや骨材などの工事現場に密接した工事用材料の試験を中心に行っていました。その後、1977年には防火材料試験が建設省の指定試験機関に登録され、1986年には防耐火構造試験も建設省の指定試験機関に登録されました。これらの登録により、試験分野としては工事用材料の試験に加えて、材料・構造・防耐火の3分野に広がり、中国、九州地方では最大級の第三者試験機関となりました。また、2003年には業務対象エリアの拡大を鑑みて、「中国試験所」から「西日本試験所」に名称を改称し、名実ともに西日本地域で欠かせない試験所へと成長することができました。

2013年にはさらなる業務範囲の拡大を目指し、構造分野においては、壁、梁、RCなどの大規模試験体に対応する構造試験棟を新設しました。また、材料分野においては、新しい試験装置の導入や材料系の試験装置を集約し、業務の効率化を図ることで、耐候性や耐久性試験に柔軟に対応できるように材料試験棟を新設し、多種多様な試験に対応できる試験所へと進化しております。一方で、2023年3月末をもって防耐火構造試験の業務を中央試験所に集約し、2024年4月からは材料試験分野（防火材料試験を含む）と構造試験分野に特化した業務体制へと移行しています。

2. 依頼状況の特徴

西日本試験所はこれまで、全国各地のお客様から様々な依頼をいただき、試験を実施してまいりました。（2024年度の依頼実績は年間4749件）

その依頼状況について、過去3年の実績をもとに材料試験分野及び構造試験分野の特徴を地域別に図1及び図2に示します。

材料試験分野の特徴としては、中国地域（山口県）からの依頼が圧倒的に多く、全体の8割以上を占めています。これは、山口県内でのコンクリート、モルタル、アスファルトなどの工事用材料の依頼を多くいただいていることが主な理由です。また、九州・沖縄地域では、アルカリ骨材試験をはじめとする各種骨材試験、さらに耐震関連のコン

クリートコアの依頼が主なものとなっています。その他の地域からは、促進耐候性試験をはじめ、複合サイクル試験やオゾン劣化試験など、耐候性・耐久性に関する依頼が多い傾向にあり、長時間の試験に対応可能な試験装置を所有している強みを活かし、遠方からの依頼も多くいただいております。

構造試験分野の特徴としては、大きく3つの地域に分かれています。九州・沖縄地域（特に福岡県、大分県）からの依頼が多く、依頼内容は木質壁の面内せん断試験やCLTの強度試験などの木質系試験が主な依頼内容となります。

中国地域では、特に広島県からの依頼が多く、手すりの試験、ガードレール支柱の試験、耐震天井などの二次部材の試験が主な依頼内容となります。関東地域においては、性能評価試験関連（壁倍率）の木質壁の面内せん断試験やあと施工アンカー試験が主な依頼内容となります。

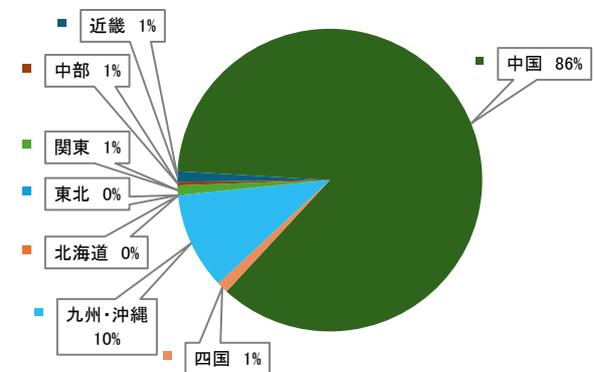


図1 材料試験分野の依頼地域

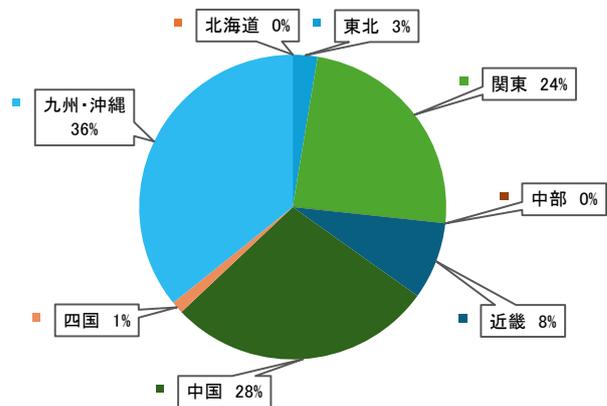


図2 構造試験分野の依頼地域

3. 西日本試験所の特徴

山口県庁や大学の先生方から、西日本試験所の強みや期待、存在価値について以下のご意見をいただきました。

- ①「**信頼性**：試験結果の精度と信頼性が高い」
- ②「**充実した設備**：広大な試験所で多様な試験が可能かつ大型実験にも対応」
- ③「**専門性の高さ**：高度な技術力を持つ職員がおり、幅広い試験を行う能力がある」
- ④「**第三者試験機関としての役割**：学会活動や評価試験において貴重な存在」
- ⑤「**試験自由度の高さ**：規模や内容に対応できる高い実験の自由度がある」
- ⑥「**教育・コラボレーション**：学生への教育や研究において実験・試験対応が臨機応変である」
- ⑦「**地域貢献**：公共建築工事や地産地消の取り組みでの試験実施が評価されている」

特に地域貢献については、山口県をはじめ西日本、九州地域の企業にとって、試験設備の豊富さや立ち会い試験の利便性が大きな利点となっているようです。また、山口県建築士会と連携し、地産地消を目指した講演会や公開試験の実施など、今後も地域にどのような形で貢献できるのかを検討しながら、引き続き公開試験や試験所の一般公開などを実施して、地元の方や企業の方々に、より多く西日本試験所を知っていただけるように企画しております。

なお、西日本試験所は、当財団の技術委員の先生方と強力な連携を構築しており、この協力関係により、お客様への結果・評価の活用方法が迅速かつ確に行われ、「西日本試験所」、「技術委員の先生方」、「お客様」の三者間の強固なトライアングルが形成されています。

4. 今後の取り組み

材料試験分野においては、西日本試験所の広い敷地を活用した暴露試験の検討を行います。また、耐候性・耐久性試験装置をはじめとした豊富な試験設備を活かし、これまで以上に様々な試験に柔軟に対応していきます。さらに、工事中材料試験については、今後も迅速対応を継続するとともに工事情報などの収集に努めます。

構造試験分野においては、新たに木質構造用ねじ試験装置（写真1参照）を導入しました。これにより、木質構造用ねじの曲げ試験やねじり試験が可能となります。また、あと施工アンカー試験については、施工場所を大幅に拡張し、一度に多くのコンクリート板の打設が可能となり、効率的な試験の実施が可能となりました（写真2参照）。

また、大規模な試験体の製作やあと施工アンカー試験の試験場所などとして旧防耐火試験棟を活用し、試験環境の充実・整備も図っていきます。



写真1 木質構造用ねじ試験装置



写真2 あと施工アンカー施工場所

さらに、西日本試験所では外部機関での振動台試験実施について、今後の重要な検討課題としています。県内においては山口県との連携を一層強化し、各種協会や工業会との情報ネットワークを活用して、最新の技術情報を積極的に収集していきます。加えて、当財団の技術委員の先生方による講演会も開催し、引き続き知識の共有と職員の技術の向上を図ります。

5. おわりに

西日本試験所は、製品認証本部 西日本支所としても業務を行っておりますので、JIS認証に関するご相談等がございましたらお気軽にお問い合わせください。

今後とも、西日本試験所をよろしく願いたします。

author



矢埜和彦

総合試験ユニット 西日本試験所 副所長

山口県及び県内大学・機関との連携

1. はじめに

西日本試験所では、山口県及び県内大学・機関と長年にわたり強固な連携体制を築いてまいりました。今回は、その過去の実施事例をご紹介しますとともに、現在進行中の取り組みについてもご紹介いたします。

2. 山口県との連携

2.1 【農林業産学公連携プラットフォーム】

山口県農林水産部が所管する山口県農林総合技術センター（「農林業の知と技の拠点」）では、山口県の農林業を取り巻く多様な現場課題に対する有効な解決方法を導き出すため、生産現場及び民間企業や大学、関係団体等の外部連携会員などと「産学公連携プラットフォーム体制（以下、プラットフォームと呼ぶ）」を構築し、産学公が連携して課題解決に取り組んでおります。プラットフォームの役割を下記に挙げます。

《プラットフォームの役割》

- ・現場ニーズの的確な把握
- ・多様なシーズの集積
- ・ニーズとシーズのマッチング
- ・新たなシーズの創出

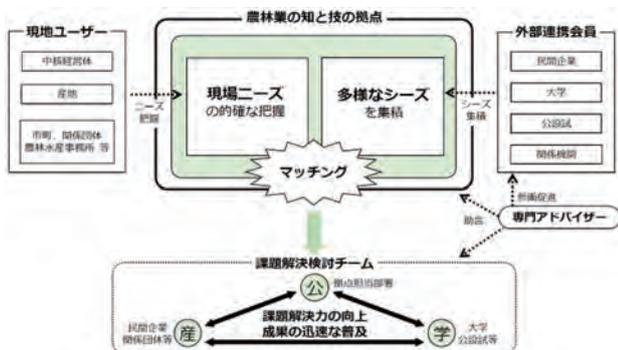


図1 プラットフォームのイメージ

（山口県、「山口県「農林業産学公連携プラットフォーム」について」、<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/122/208944.html>、2025年5月9日閲覧）

建材試験センター（以下、当センターと呼ぶ）は、この外部連携会員に名を連ね、新技術開発分野への登録を行っており、建築・土木関係の開発に関わる構造・材料試験に加え、「建築基準法等の法令に基づく性能評価・型式認定」、「建設資材・技術の適合証明」、「JIS認証」による協力を行っております。

2.2 【令和5年度やまぐちの中大規模木造建築設計者養成講座】

山口県では、「建築物等における木材の利用促進に関する基本方針」（令和4年3月策定）に基づいて、県産木材の利用拡大に取り組んでおり、その一環として、県産木材を利用した中大規模木造建築物の構造設計ができる人材を創出するための養成講座を実施しています。令和4年度は、「やまぐちの中大規模木造建築構造設計者養成講座」を開催し、県内の一級建築士等を対象に、県産木材の実情、木造建築概論、構造設計、防耐火をテーマに講義を実施しています。

令和5年度の講座では、当センターも共催にて参画し、山口県内を西部・中部・東部の3チームに分け、構造設計経験者、意匠設計経験者、製材・プレカット関係者によるグループにて木造トラス等の木質構造体の設計・製作・曲げ試験を実施しました。（写真1及び写真2参照）

詳細につきましては、建材試験情報2024年5・6月号に掲載されておりますので、ぜひご一読ください。

また、試験結果及び試験の動画は、山口県HPにて「木造トラス等構造体の曲げ試験等結果（令和5年度設計者養成講座）」として公開されておりますので、併せてご覧いただければ幸いです。



写真1 施工の様子

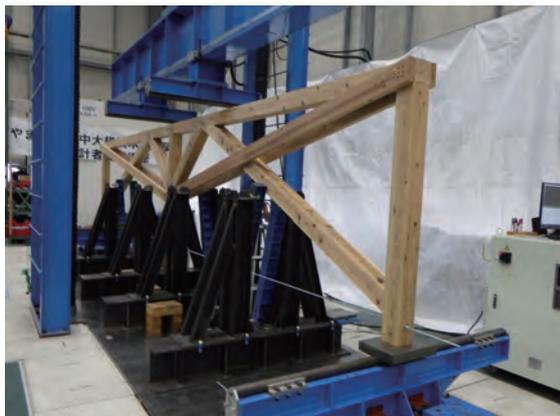


写真2 試験の様子



写真4 十字鉄骨接合部の試験の様子

3. 山口県木材協会との連携

平成28年に一般社団法人山口県木材協会及び山口県主催の研修会「平成28年度木材利用専門技術研修」を開催いたしました。研修会は、山口県産木材の更なる利用拡大を図るため、新たな木造技術など県産木材の利用促進に必要な知識の習得を目的として開催されたものです。

研修会は、座学と試験見学の2部構成とし、試験見学では、CLT耐力壁の面内せん断試験を実施しました。(写真3参照)

研修会には、山口県内の行政機関(県・市町営繕担当者)、民間建築関係事業者、西日本地域の大学、関係団体などから約50名の参加となりました。



写真3 CLT耐力壁の面内せん断試験の様子

4. 山口大学との連携

西日本試験所では、当センターの試験装置の容量を超える試験依頼に対し、山口大学の試験設備を借用した試験実績があります。(写真4参照)

さらに、材料分野においては山口大学へ非常勤講師を派遣しており、これは当センターの技術力を示す機会となっています。

5. 山口県産業技術センターとの連携

西日本試験所は、地方独立行政法人山口県産業技術センター(以下、産業技術センターと呼ぶ)と緊密な連携体制を構築しております。産業技術センターでは実施困難な試験について相互に依頼・紹介を行うことで、山口県内のものづくりを支援してまいりました。

産業技術センターでは、地域に密着した多岐にわたる試験が可能である一方、当センターでは大規模な構造試験と第三者証明という強みを有しております。今後も両機関の特性を活かし、より一層連携を深めることで、多様なニーズに応える試験実施体制を構築してまいります。

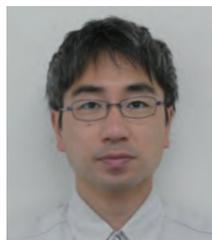
6. おわりに

当センターは、「第三者証明」を通じて、安心・安全な住まいと社会基盤づくりをお手伝いしております。

西日本試験所では、山口県、県内の大学、様々な研究機関と連携し、建築・土木分野における多様な試験業務を幅広く支援しています。具体的には、開発に不可欠な各種試験(構造、材料試験など)はもちろんのこと、建築基準法等に基づく性能評価・型式認定、建設資材・技術の適合証明、さらにはJIS認証取得のサポートまで、多岐にわたるニーズにお応えいたします。

試験や認証に関するご質問等がありましたら、お気軽にご相談ください。

author



早崎洋一

総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主幹

<従事する業務>
構造試験業務(木質構造、あと施工アンカー、仮設部材等)

燃えしろ設計を採用した木質構造接合部の火災安全性を検証

梁受金物を用いた木製軸組 柱梁接合部の準耐火等性能試験

comment

近年では木材利用促進法や建築基準法の改正によって木造建築が増加しているが、準耐火建築物の場合、燃えしろ設計によって木材をあらわしで使用することができる。柱や梁のような主要構造部材に対しては告示により必要な燃えしろが示されており、接合部に対しても同様に防火上安全な措置を取るよう規定されているが、接合部では部材を切り欠いたり、隙間が空いて接合金物が高温になる可能性があったりと、一般部と同様な耐火性能が確保されているかどうかは判断が難しい。そのため実験により接合部の耐火性能を検証することは重要である。

今回は、木造建築用接合金物メーカーであるBXカネシン株式会社から、自社の接合金物を燃えしろ設計で使用した際の準耐火性能を検証したいとの依頼を受けたため、その試験結果について報告する。

試験の対象とした金物は、同社金物工法の板厚2.3mmの梁受金物で、ボルト・ドリフトピンを用いて柱と梁または梁同士を接合する。通常の燃えしろ設計では、金物が高温になって構造性能が低下しないように木材の切り欠き部及びドリフトピン先端部は告示で示された燃えしろ寸法以上の木栓で被覆するが、この場合、木栓の厚み分の断面を付加することになり大断面の集成材が必要となるため、コストや入手の難しさが課題となっていた。

本試験ではそれらの課題を解決するため、一般的に流通している120mm幅の木材を2本合わせた仕様が考案され、その準耐火性能を確認した。本試験結果を基に設計指針が整備され、接合金物の施工マニュアルが示されている。

1. 試験内容

BXカネシン株式会社から提出された、梁受金物を使用した柱梁接合部試験体について、梁部に荷重を加えた載荷加熱試験と、荷重を加えずに内部温度を測定した非載荷加熱試験を行った。

2. 試験体

試験体図を図1～図3に示す。試験体は載荷加熱試験体1体と非載荷加熱試験体2体を同時に加熱できるように配置したものとした。

3. 試験方法

試験方法図を図4に示す。載荷加熱試験体の梁部分に、載荷ジグを介して依頼者から指定されたせん断荷重を加えた後、当センターが定めた「防耐火性能試験・評価業務方

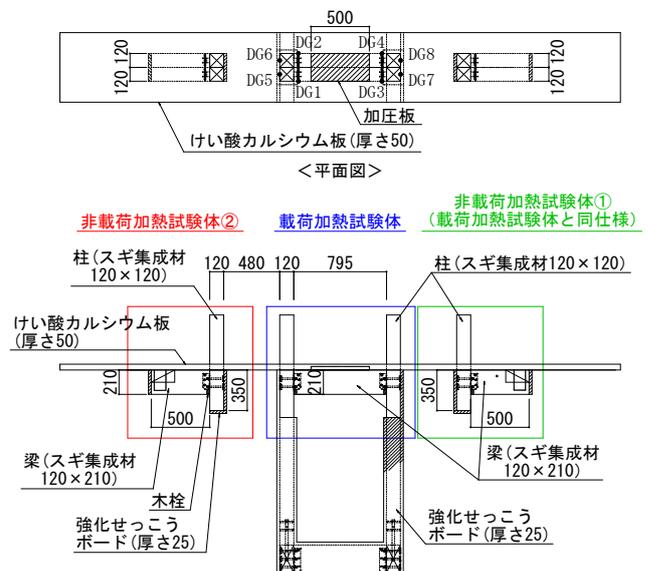
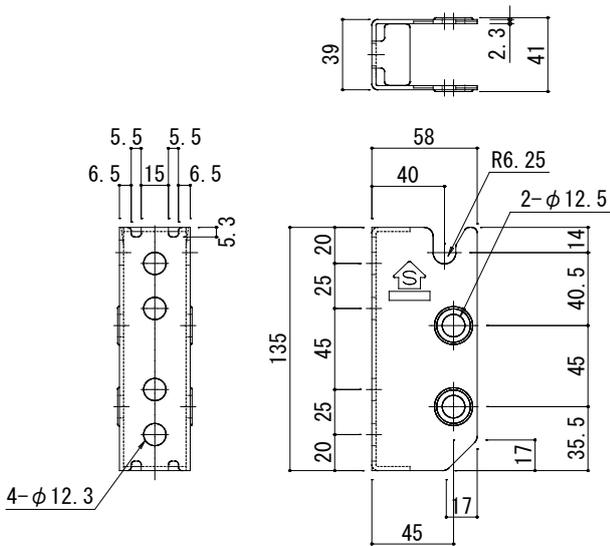
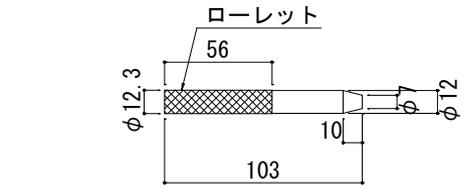


図1 試験体図(全体)

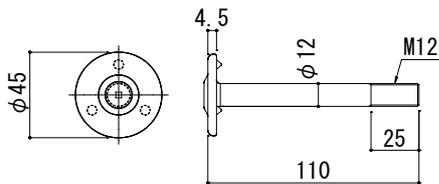


<接合金物>
材質：ZAM MSM-HC-DZC-90

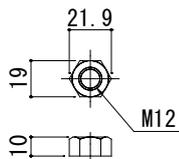
図2 試験体図(接合金物)



<ドリフトピンDP-103>
材質：引張り強さ400N/mm²以上の炭素鋼
(GB/T 701-2008 Q235)



<P S座付ボルト>
材質：JIS B 1180 (六角ボルト) に規定する
機械的性質の強度区分 4. 6 または 4. 8 に
適合する炭素鋼



<六角ナットM12>
材質：JIS B 1181 (六角ナット) に規定する
機械的性質の強度区分 4 T に適合する炭素鋼

図3 試験体図(接合具)

法書」の準耐火等性能試験に示された標準加熱曲線に従って目標加熱時間45分間の荷重加熱試験を実施し、変位及び内部温度の測定を行った。45分経過後、試験体に異状が見られなかったため加熱を延長し、加熱時間が60分を経過した時点で試験を終了した。なお、非荷重試験体も同時に加熱を行い、内部温度を測定した。

4. 試験結果

試験結果を図5～図8に、加熱中及び試験後の試験体の状況を写真1～写真3に示す。

5. 試験の期間、担当者及び場所

期 間：2024年3月27日

担当者：防耐火グループ

統括リーダー 内川恒知

常世田昌寿

赤石直樹

佐山 諒(主担当)

場 所：中央試験所

(発行報告書番号:第23A4080号)

※この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋・編集して掲載)。

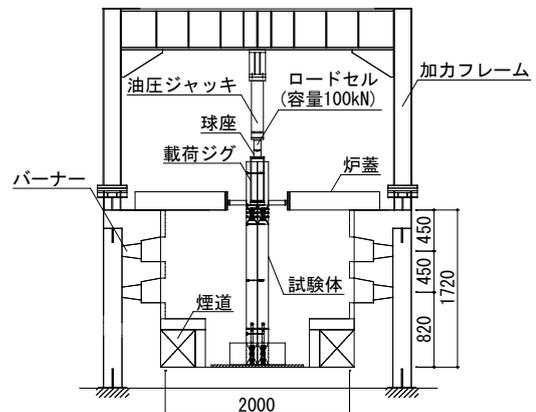
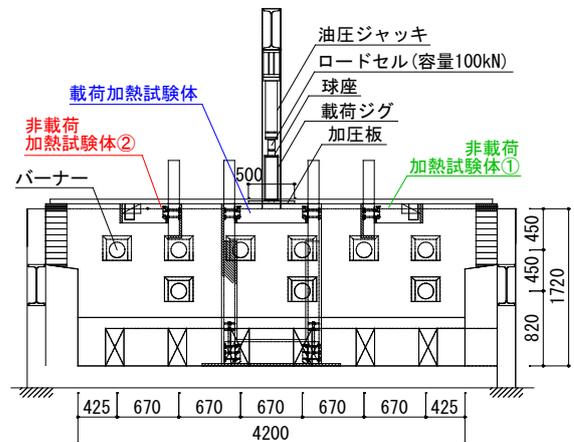


図4 試験方法図

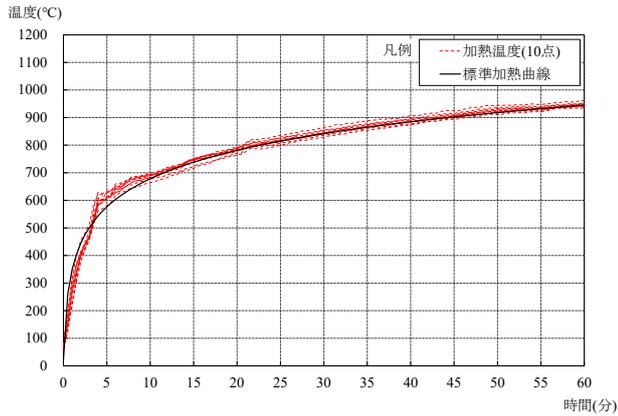


図5 加熱温度測定結果

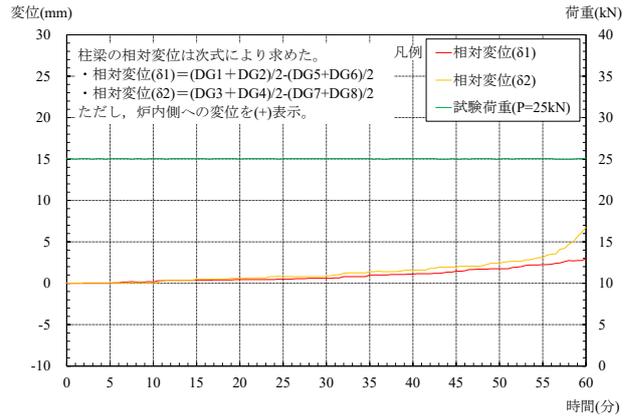


図6 変位及び荷重測定結果

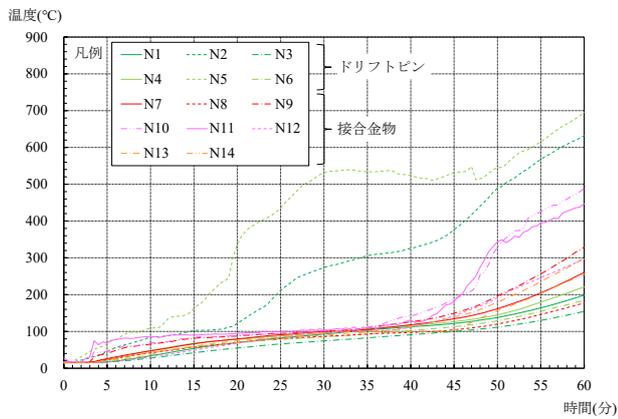


図7 内部温度測定結果 (荷加熱試験体)

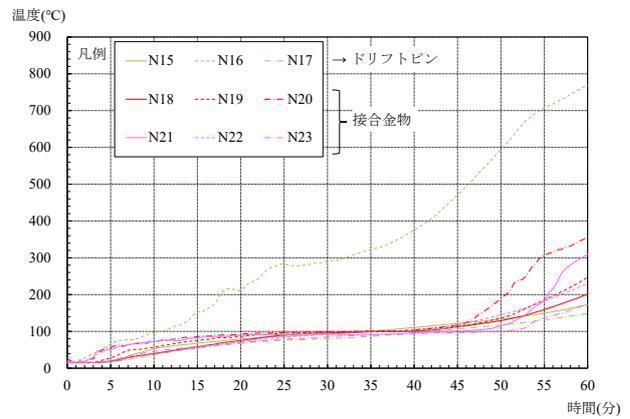


図8 内部温度測定結果 (非荷加熱試験体①)

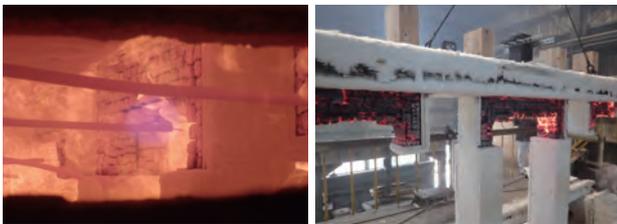


写真1 試験体の状況：(左)加熱中(右)試験後



写真2 消火後の試験体状況：
(左)荷試験体 (右)非荷試験体①



写真3 試験後の梁内部の状況：(左)一般部(右)接合部

information

防耐火グループでは性能評価試験だけでなく、荷重装置、加熱試験機、多目的スペース等を用いて各種試験に対応可能です。詳細につきましては一度お問い合わせいただけますと幸いです。

author



佐山 諒

総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ
主任
(本稿の試験実施当時：防耐火グループ)

<従事する業務>
構造試験(木質系、RC系、鉄鋼系、
ガラス系など)

【お問い合わせ先】

中央試験所 防耐火グループ
TEL : 048-935-1995 FAX : 048-931-8684

職員紹介

～バラエティ豊かなバックグラウンドを持つ職員たち～

建材試験センターには、中途採用職員をはじめ、出向経験者など、異なる分野の経験を持つ職員が多くいます。そんな職員たちを順次紹介していきますので、意外な一面を覗いていきましょう。

1. はじめに

中央試験所材料グループに所属している滝口悠太と申します。現在の部署では、建築材料等を対象とした品質性能試験および化学分析業務に携わっています。主な業務内容は、各種建材の強度試験、耐久性試験、ホルムアルデヒド放散量などの分析業務です。試験データの整理や報告書作成にあたっては、VBAなどを活用し、業務の効率化にも積極的に取り組んでいます。材料という視点から建築・土木分野の安全性向上に貢献できることに、日々やりがいを感じながら仕事に向き合っています。今回は、これまでの経験と、それを現在の業務にどのように活かしているかについてご紹介いたします。

2. 前職について

2.1 前職の概要及び主な業務内容

- ・ 事業内容：化学プラント・石油精製プラントなどの設計、機材調達、建設工事
- ・ 在籍期間：4年間
- ・ 業務内容：プラント用産業機械・パッケージ設備の設計・調達業務

具体的には、重力式油水分離装置（オイルセパレータ）や、LNG受入プラント向けの窒素供給設備、石炭ガス化複合発電プラント向け水処理設備の設計に携わりました。仕様書作成から機器選定、設計図確認、立会検査に至るまで、プロジェクト全体を俯瞰しながら業務を遂行し、クライアントの多様なニーズに応えるための調整力や提案力を、実務を通じて養うことができました。

2.2 前職で身に付けた知識、資格など

設計業務を通じて、仕様調整や課題解決に主体的に取り組み、機器設計・調達に関する幅広い知識を習得しました。また、プロジェクトごとに異なる仕様に柔軟に対応する中で、提案力と現場を見据えた実行力も磨かれました。AutoCADや3DCADを活用した設計経験も重ね、図面をもとに現場のイメージを具体化する力を高めることができました。

2.3 転職理由、きっかけ

前職では、多様な設備設計に携わるやりがいを感じる一方で、プロジェクトの大型化とともに担当業務の専門特化が進んだ結果、かえってより幅広い分野に関わりたい、大学時代に学んだ地球資源分野の知識を生かしたい、という思いが次第に強くなりました。また、海外案件の増加により、柔軟な働き方をする機会が増え、効率的な時間の使い方が求められるなど、成長につながる環境ではありましたが、今後はより安定した働き方のもとで、自身のスキルをより多角的に伸ばせる環境を志向し、転職を決意しました。

3. 現職での取り組み

現職では、前職での機器設計や現場対応の経験を活かし、試験体を実際にどのように施工・使用されるかを意識しながら、より現場での使用状況を踏まえた、実用的かつニーズに即した試験・分析に努めています。また、前職で培ったプロジェクトマネジメント能力や品質管理の視点を、試験プロセスの改善や新たな試験手法の提案にも応用し、業務全体の高度化に貢献しています。

4. 最後に

これまでに培った設計・試験に関する幅広い経験と、現場感覚に基づいた分析・提案力を強みに、今後も試験・評価業務の品質向上に貢献してまいります。また、ITスキルやデータ活用力にも一層磨きをかけ、業務の効率化や組織全体の生産性向上にも貢献していきたいと考えています。常に学び続ける姿勢を持ち、変化に柔軟に対応しながら、より良い成果を積み重ねてまいります。



author

滝口悠太

総合試験ユニット 中央試験所
材料グループ主任

<従事する業務>
有機系及び無機系材料の性能試験

通気層より外側に配置する部材の断熱性測定

外壁構造体の熱貫流率試験

comment

2022年に改正された建築物省エネ法により、2025年4月以降に着工する原則全ての住宅・建築物について省エネ基準適合が義務付けられるようになりました。省エネ基準の要求事項のうち外皮平均熱貫流率は、壁体（屋根、壁、床など）を構成する各材料の熱抵抗などから求めます。ところが、外装材（仕上げ材、下地材、胴縁などを含む）については、断熱性の高い材料を用いたとしても“通気層がある場合は、外装材の熱抵抗を加算することはできない”ことになっています。これは、通気層内を流れる空気の温度が外気温と変わらないのであれば、室内から室外、又はその逆方向の熱移動は、外装材が無いのとほぼ変わらないという考え方に基づいています。

一方、夏季における通気層のある壁体では、外装材が吸収した日射熱を通気によって排熱させる日除けのような効果が期待されます。当センターでは、この排熱分を加味した断熱性能（以降、遮熱性能と呼ぶ）を定

量化する方法として、JSTM J 6112²⁾を制定・運用し、試験業務を行っています。

本報告では、外装材の構成のみ変えた3種類の外壁構造体を対象として、JSTM J 6112に準じて通気層に空気を流した状態での夏季及び冬季の遮熱性能及び断熱性能を測定した結果を報告しています。冬季の条件はJSTM J 6112に規定がありませんが、冬季を想定した室内外空気温度差をつけることで、同じ原理での測定が可能になっています。

結果としては、外装用下地材がビーズ法ポリスチレンフォーム製である試験体①②は、外装材が窯業系サイディングである試験体③と比べて、夏季条件だけではなく冬季条件でも熱抵抗が大きく、外装用下地材によって遮熱性能及び断熱性能が増す傾向が出ました。

中央試験所環境グループでは、壁体、開口部などの各種部位部材を対象に、遮熱性能・断熱性能を測定する試験を行っていますので、お気軽にご相談ください。

1. 試験内容

オメガジャパン株式会社から提出された外壁構造体について、夏季及び冬季を想定した条件での熱貫流率試験を行った。

2. 試験体

試験体の概要を表1に、試験体図を図1～図3に、オメガ通気ボードの詳細を図4に示す。なお、試験体の概要、試験体図及びオメガ通気ボードの詳細は、依頼者提出資料による。

3. 試験方法

(1) 熱貫流率（夏季条件）

試験は、JSTM J 6112（建築用構成材の遮熱性能試験方

法）に準じて行った。試験条件を表2に、試験装置の概要を図5に、試験状況を写真1及び写真2に示す。

式(1)及び式(2)より、通気層から外気への排熱量を求めた。

$$q_v = \frac{c \cdot \rho \cdot (\theta_{vo} - \theta_{vi}) \cdot Q}{3600} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{353.25}{273.15 + \left(\frac{\theta_{vo} + \theta_{vi}}{2}\right)} \quad (2)$$

ここに、 q_v ：通気層から外気への排熱量（W）

c ：空気の比熱 [=1008 J/(kg・K)]

ρ ：空気の密度（kg/m³）

θ_{vo} ：通気層上部の空気温度（℃）

θ_{vi} ：通気層下部の空気温度（℃）

Q ：通気層の換気量（m³/h）

表1 試験体の概要

名称	外壁構造体			
	①	②	③	
試験体番号				
断面構成	↑外気側	アクリル樹脂混入けい砂・パーライト系塗料	アクリル樹脂混入けい砂・パーライト系塗料	窯業系サイディング+アクリル樹脂塗装 t=14mm
		樹脂モルタル+耐アルカリ性ガラス繊維ネット	樹脂モルタル+耐アルカリ性ガラス繊維ネット	
		外壁用下地材「オメガ通気ボード」(材質:ビーズ法ポリスチレンフォーム) t=39mm	外壁用下地材「オメガ通気ボード」のリップをカットしたもの(材質:ビーズ法ポリスチレンフォーム) t=21mm	通気層 t=18mm
			通気層 t=18mm	
		透湿防水シート	透湿防水シート	透湿防水シート
		火山性ガラス質複層板 t=9mm	火山性ガラス質複層板 t=9mm	火山性ガラス質複層板 t=9mm
		中空層 t=105mm	中空層 t=105mm	中空層 t=105mm
	室内側↓	せっこうボード t=12.5mm	せっこうボード t=12.5mm	せっこうボード t=12.5mm
寸法	W500mm×H1820mm	W500mm×H1820mm	W500mm×H1820mm	

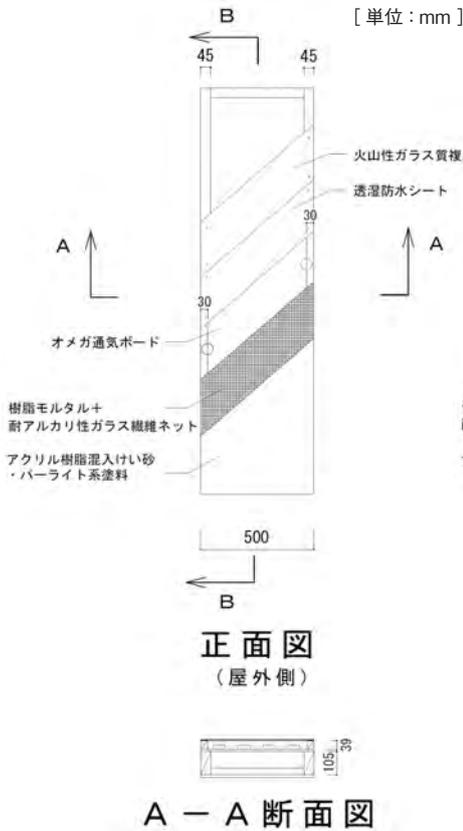


図1 試験体図 (試験体番号①)

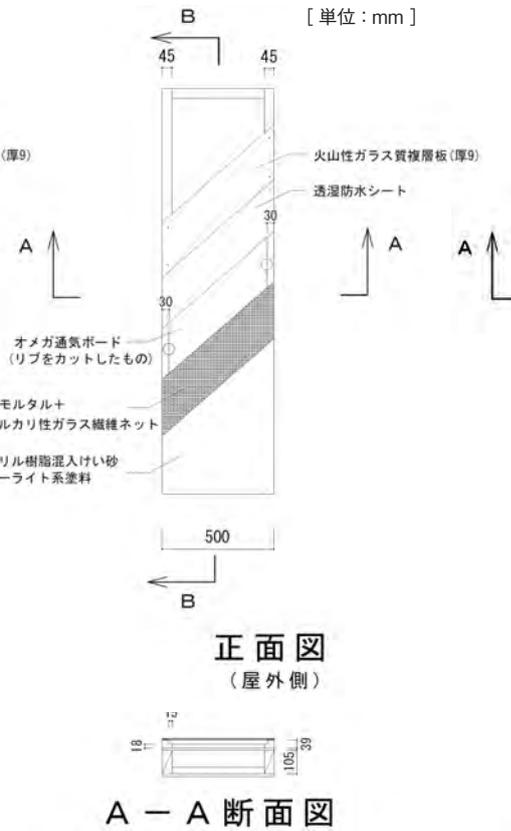


図2 試験体図 (試験体番号②)

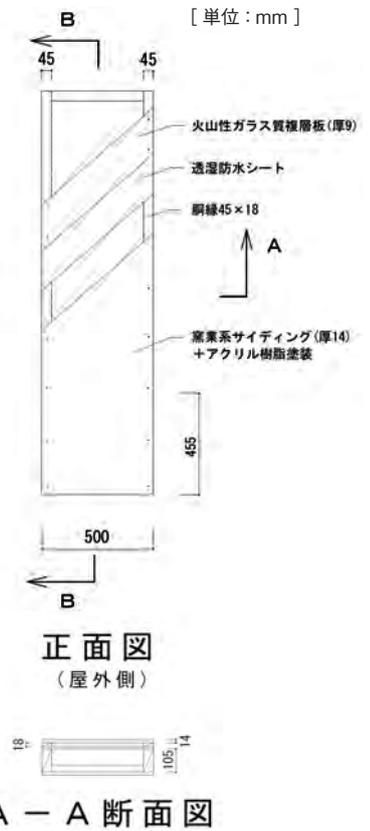


図3 試験体図 (試験体番号③)

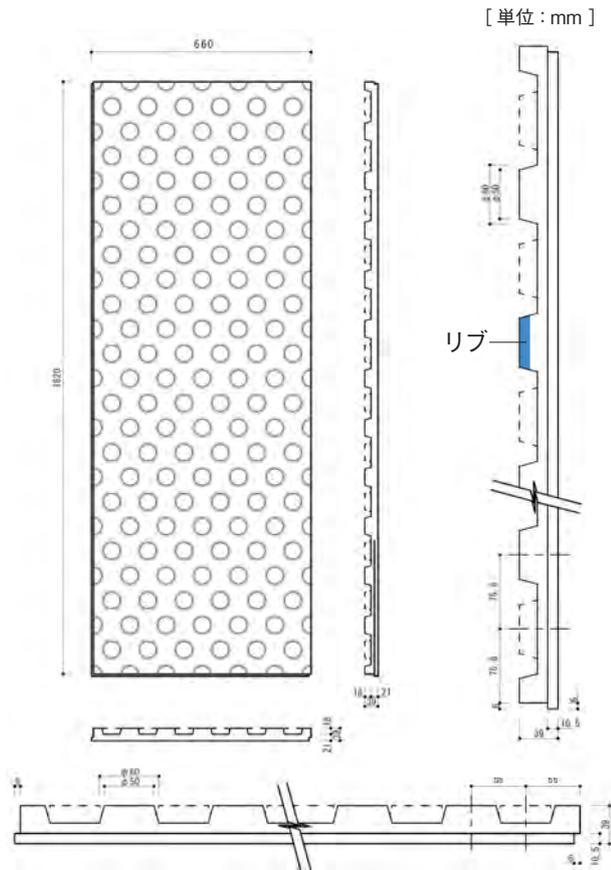


図4 オメガ通気ボードの詳細 (外寸は製品の代表寸法)

表2 試験条件 (夏季、冬季)

項目	条件	
	夏季	冬季
赤外線ランプの照射	有	無
試験体外気側表面温度	60℃	—
外気側空気温度	40℃	0℃
室内側空気温度	26℃	20℃
通気層風速 ^{a)}	0.2m/s	0.2m/s

注 a) 試験体①のオメガ通気ボードは一般部の断面形状が一定ではないが、中空部分 (厚さ 18mm) においてリブ部の体積割合 (依頼者提出: 28.54%) を差し引いた断面積を通気層断面積として、風速条件に対応する風量を設定した。

(2) 熱貫流率 (冬季条件)

(1) と同一の試験体及び装置を用い、赤外線ランプの照射のない状態で室内外の空気温度を表2に示す条件に設定した。各部の温度及び通過熱量が安定したときの測定結果を用いて、(1) と同様に熱貫流率及び通気層から外気への



写真1 試験状況 (夏季条件)
(外気側、左から試験体③、②、①)



写真2 試験状況 (夏季条件)
(室内側、左から試験体①、②、③)

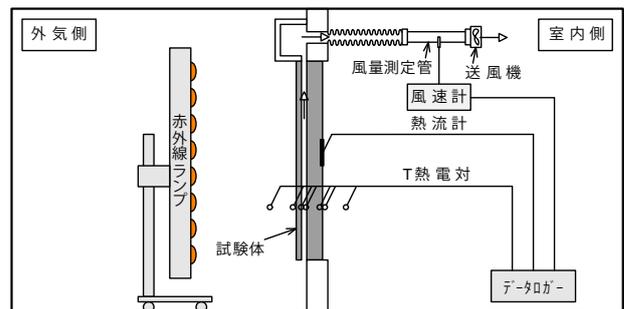


図5 試験装置の概要

排熱量を求めた。試験状況を写真3に示す。

4. 試験結果

試験結果を表3及び表4に、赤外線カメラによる室内側表面温度分布測定結果を図6及び図7に示す。



写真3 試験状況(冬季条件)
(外気側、左から試験体③、②、①)

5. 試験の期間、担当者及び場所

期 間 2024年 1月22日から
2024年 1月31日まで

担当者 環境グループ

統括リーダー 萩原伸治
松原知子
馬淵賢作(主担当)
牧田智明
新井太一
石山国義
珠玖楓真

場 所 中央試験所(埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号)

(発行報告書番号:第23A3347号)

※この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋・編集して掲載)。

information

JSTM J 6112については、本誌 [2024年5・6月号](#)でも紹介しておりますのでそちらもご覧いただければ幸いです。

表3 試験結果(夏季条件)

項目		結果		
		①	②	③
試験体番号				
外気側空気温度	θ_{ae} (°C)	40.5		
室内側空気温度	θ_{ai} (°C)	25.9		
外気側表面温度	θ_{se} (°C)	61.6	60.4	58.3
室内側表面温度	θ_{si} (°C)	29.1	29.6	31.9
通気層上部の空気温度	θ_{vo} (°C)	43.2	43.7	54.3
通気層下部の空気温度	θ_{vi} (°C)	40.8	41.9	43.7
試験体表面温度差	$\Delta\theta_s = \theta_{se} - \theta_{si}$ (K)	32.5	30.8	26.4
通気層上下空気温度差	$\Delta\theta_v = \theta_{vo} - \theta_{vi}$ (K)	2.4	1.8	10.6
通過熱量	q (W/m ²)	33.5	33.0	51.3
通気層通気量	Q (m ³ /h)	4.36	5.30	5.47
通気層風速 ^{a)}	v (m/s)	0.21	0.20	0.21
通気層から外気への排熱量	q_v (W)	3.3	3.0	17.8
熱抵抗	$R = \frac{\theta_{se} - \theta_{si}}{q}$ (m ² ·K/W)	0.97	0.93	0.51
熱貫流率 ^{b)}	$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{se}} + R + \frac{1}{h_{si}}}$ [W/(m ² ·K)]	0.85	0.88	1.4

注 a) 通気層風速 v は、通気層通気量 Q を通気層断面積で除した値とした。
注 b) JSTM J 6112 より、外気側表面熱伝達率 $h_{se}=13.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、室内側表面熱伝達率 $h_{si}=7.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ とした。

表4 試験結果 (冬季条件)

項目			結果		
			①	②	③
試験体番号					
外気側空気温度	θ_{ae}	(°C)	0.0		
室内側空気温度	θ_{ai}	(°C)	20.3		
外気側表面温度	θ_{se}	(°C)	2.1	2.1	3.6
室内側表面温度	θ_{si}	(°C)	17.8	17.5	16.6
通気層上部の空気温度	θ_{vo}	(°C)	10.3	9.7	7.8
通気層下部の空気温度	θ_{vi}	(°C)	1.7	1.9	1.7
試験体表面温度差	$\Delta\theta_s = \theta_{se} - \theta_{si}$	(K)	15.7	15.4	13.0
通気層上下空気温度差	$\Delta\theta_v = \theta_{vo} - \theta_{vi}$	(K)	8.6	7.8	6.1
通過熱量	q	(W/m ²)	20.0	20.4	22.9
通気層通気量	Q	(m ³ /h)	4.26	5.47	5.44
通気層風速 ^{a)}	v	(m/s)	0.21	0.21	0.20
通気層から外気への排熱量	q_v	(W)	13.0	15.1	11.8
熱抵抗	$R = \frac{\theta_{se} - \theta_{si}}{q}$	(m ² ·K/W)	0.79	0.75	0.57
熱貫流率 ^{b)}	$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{se}} + R + \frac{1}{h_{si}}}$	[W/ (m ² ·K)]	1.0	1.0	1.3

注a) 通気層風速 v は、通気層通気量 Q を通気層断面積で除した値とした。
 注b) JSTM J 6112 より、外気側表面熱伝達率 $h_{se}=13.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、室内側表面熱伝達率 $h_{si}=7.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ とした。

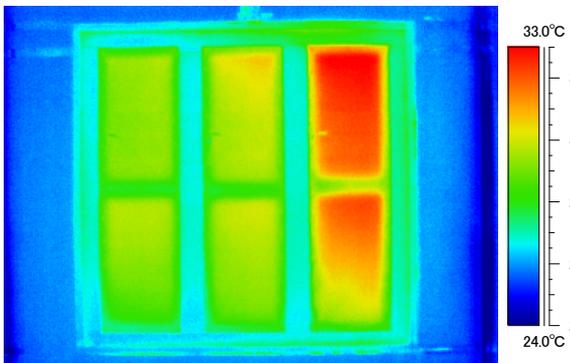


図6 赤外線カメラによる室内側表面温度分布測定結果 (夏季条件)
(左から試験体①、②、③)

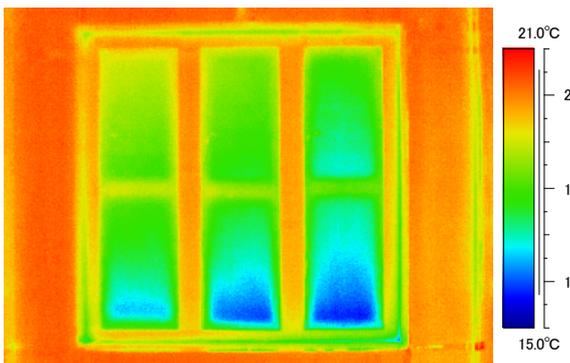


図7 赤外線カメラによる室内側表面温度分布測定結果 (冬季条件)
(左から試験体①、②、③)

参考文献

- 1) 平成28年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報 (住宅) 現行版 <https://www.kenken.go.jp/becc/house.html> (2025.4.22参照)
- 2) JSTM J 6112 : 2011, 建築用構成材の遮熱性能試験方法

author



馬淵賢作

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主幹

<従事する業務>

建築材料の熱・湿気・光学特性試験、建築部材の断熱・日射遮蔽・防露試験、調査研究業務など

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ
TEL : 048-935-1994

役員人事に関するお知らせ

[総務部]

当センターでは、2025年6月6日開催の第160回理事会および2025年6月24日開催の第122回評議員会において、役員および評議員の改選が行われました。改選後の役員および評議員は以下のとおりです。

役員名簿

2025年6月24日現在
(順不同、敬称略)

氏名	役職	担当分野・所属
渡辺 宏	理事長	代表理事
真野孝次	常務理事	事務局長
萩原明美	常任理事	認証ユニット長
芭蕉宮総一郎	常任理事	工事材料試験ユニット長
白岩昌幸	常任理事	総合試験ユニット長
野口貴文	理事(非常勤)	東京大学大学院工学系研究科教授
田邊新一	理事(非常勤)	早稲田大学創造理工学部建築学科教授
寺家克昌	理事(非常勤)	(一社)日本建材・住宅設備産業協会専務理事
白井浩一	理事(非常勤)	(一社)プレハブ建築協会専務理事
木下一也	理事(非常勤)	(一財)建築行政情報センター専務理事
阿部道彦	監事(非常勤)	工学院大学名誉教授
荒井常明	監事(非常勤)	(一財)建材試験センター監事

評議員名簿

2025年6月24日現在
(順不同、敬称略)

氏名	所属・役職
河野 守	東京理科大学教授
坂本 功	東京大学名誉教授
辻 幸和	群馬大学・前橋工科大学名誉教授
加藤信介	東京大学名誉教授
田中享二	東京科学大学名誉教授
北坂昌二	(一社)石膏ボード工業会専務理事
橋本公博	(一財)日本建築センター理事長
朝日 弘	(一財)日本規格協会理事長
金井 甲	(一社)日本建設業連合会専務理事
永井裕司	(一財)日本ウエザリングテストセンター専務理事
伊藤正秀	(一財)土木研究センター理事長
福山 洋	(国研)建築研究所理事長

室内外の温熱環境を再現

人工気候室

1. はじめに

人々が安全かつ快適な住環境で生活する上で、建物外皮の性能は重要です。建物外皮に求められる性能は多岐にわたりますが、快適性や省エネ性に関わる性能としては、断熱性、日射遮蔽性などが挙げられます。また、建物の長寿命化の観点から、耐久性などが求められることも増えてきています。

これらの性能を試験するため、当センターでは、室内外の温熱環境を再現し、その時の試験対象の各種性能を測定できる環境試験室「人工気候室」を保有しています。本稿では、この人工気候室を紹介します。

2. 機器概要

人工気候室の外観を写真1に、赤外線ランプ照射時の外気側の環境試験室（外気側条件設定チャンバー）内の様子を写真2に示します。人工気候室は、図1に示すように室内外のそれぞれの温熱環境を再現するため、2つの環境試験室を組み合わせた構造となっています。表1に示すよう



写真1 人工気候室の外観



写真2 赤外線ランプ照射時の外気側の環境試験室内の様子

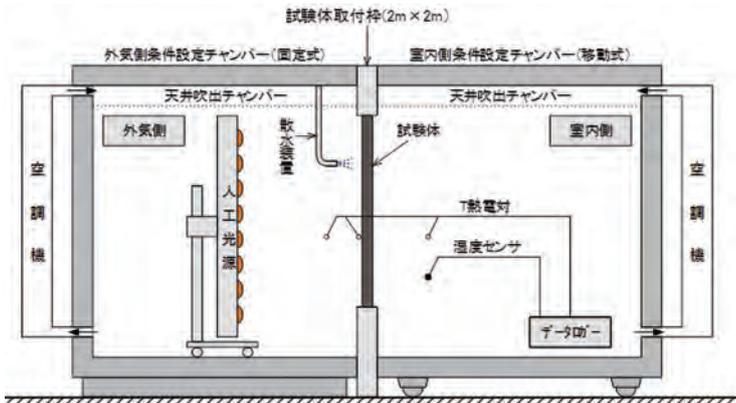


図1 人工気候室の概要

表1 人工気候室の仕様

環境試験室	室内側 (室内側条件設定チャンバー)	外気側 (外気側条件設定チャンバー)
チャンバー内寸	W3000mm × H3200mm × D4050mm	
最大開口寸法	W3000mm × H3000mm × D300mm	
温度制御範囲	10℃ ~ 40℃	-20℃ ~ 40℃
相対湿度制御可能範囲	図2をご参照下さい。	
吹き出し方式	天井全面ダクト	
人工光源	—	有(赤外線ランプ)
散水装置	—	有

に、室内外ともに任意の温湿度環境に設定することが可能です。

外気側の環境試験室は-20℃～40℃の範囲、室内側の環境試験室（室内側条件設定チャンバー）は10℃～40℃の範囲の任意の温度に設定できます。また、両室ともに、図2に示す水色の範囲内で任意の相対湿度に設定できます。加えて、外気側の環境試験室には人工光源と散水装置が設置されています。これらにより、日中の建物外皮の表面温度を再現したり、急激な温度変化を与えたりすることが可能です。人工光源には赤外線ランプを使用しており、最大1.2kW/m²の熱量を試験体外気側表面に照射できます。照射熱量は、試験体表面温度が一定温度になるように制御し、一定の照射熱量を与えることも可能です。散水装置は脱着式になっており、散水ノズルを設置することで試験体正面から一定量の水を噴霧します。

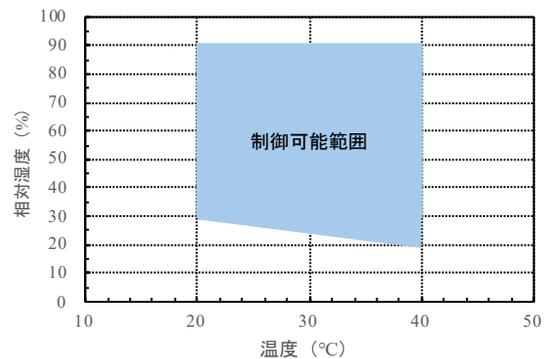


図2 室内外の環境試験室の相対湿度制御可能範囲

外気側と室内側の環境試験室の間には、試験体を取り付けるための開口があります。この開口の標準サイズは2m×2mとなりますが、最大で3m×3mの試験体まで設置可能です。室内側の環境試験室は可動式になっており、前後に最大1.5m移動するため、重量のある試験体も移動式クレーンにより設置できます。

3. 代表的な試験について

人工気候室では、室内外の温湿度及び外気側の照射熱量・散水条件を設定することで、目的に応じたさまざまな試験を実施できます。代表的な試験項目とその試験方法は、表2のとおりです。

表2 代表的な試験項目及びその試験方法

試験項目	試験方法
遮熱性	JSTM J 6112 ¹⁾
結露防止性	壁内部や建具表面の結露試験
熱変形性・耐久性	JSTM J 7001 ⁵⁾

3.1 遮熱性試験

主にJSTM J 6112¹⁾により実施しています。この規格では、一般的な断熱性試験方法のJIS A 1420²⁾及びJIS A 4710³⁾の測定条件(冬季の温度条件かつ日射のない条件)とは異なり、「夏季の温度条件かつ夏季南中時の最大日射量を想定した条件」で熱貫流率を測定します。試験方法の詳細は、本誌2024年5・6月号の「[JSTM J 6112 建築用構成材の遮熱性能試験方法](#)」⁴⁾をご覧ください。

3.2 結露防止性試験

室内外の環境試験室を任意の温湿度に設定して実施します。結露防止性試験には、試験対象となる部材表面での結露の有無を確認する「表面結露試験」と部材内部での結露の有無を確認する「内部結露試験」とがあり、両方の試験を実施できます。表面結露は、主に室内側表面で発生するものが問題になるため、冬期を想定した温熱環境で実施するのが一般的です。一方、内部結露試験は、冬期・夏期ともに問題になる可能性があるため、冬期だけではなく夏期を想定した温熱環境で試験を行うこともあります。

3.3 熱変形性・耐久性試験

主にJSTM J 7001⁵⁾により実施しています。室内外の温湿度を設定した上で、照射と散水を繰り返し、日中と夜間に生じる温度変化を実際よりも短期間で与えることで、外装材の表面の不具合などを確認する試験です。外観観察のほか、変位(たわみ)、ひずみ(熱応力)、含水率などを測定することで不具合などを確認します。試験方法の詳細は、本誌2024年9・10月号の「[JSTM J 7001 実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法](#)」⁶⁾をご覧ください。

3.4 その他の試験

JIS A 1326⁷⁾、JIS A 1414-3⁸⁾、JIS A 5430⁹⁾ 8.11耐加熱散水性試験、建材の温湿度変形性等の試験にも対応しています。また、試験体取付開口を塞ぐことで、それぞれの環境試験室を独立して使用いただくことも可能です。

4. おわりに

本稿では、試験の目的に応じてさまざまな温熱環境を再現できる人工気候室をご紹介しました。当センターでは、今回ご紹介した人工気候室に加え、断熱防露試験室を2基所有しております。これらの試験室を使用した試験をご検討の際は、お問い合わせいただけますと幸いです。

参考文献

- 1) JSTM J 6112 : 2011, 建築用構成材の遮熱性能試験方法
- 2) JIS A 1420 : 1999, 建築用構成材の断熱性測定方法-校正熱箱法及び保護熱箱法
- 3) JIS A 4710 : 2015, 建具の断熱性試験方法
- 4) JSTM J 6112 建築用構成材の遮熱性能試験方法, 建材試験情報, pp.28-29, 2024年5・6月号
- 5) JSTM J 7001 : 1996, 実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法
- 6) JSTM J 7001 実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法, 建材試験情報, pp.24-25, 2024年9・10月号
- 7) JIS A 1326 : 2019, 外装用難燃薬剤処理木質材料の促進劣化試験方法
- 8) JIS A 1414-3 : 2010, 建築用パネルの性能試験方法 - 第3部 : 温湿度・水分に対する試験
- 9) JIS A 5430 : 2024, 繊維強化セメント板

author



小出水翔平

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主任

<従事する業務>
建材の熱・湿気・光学性能に関する試験

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ

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

簡易的に鉄筋とコンクリートとの付着強さを測定

JSTM C 2101

引抜き試験による鉄筋と コンクリートとの付着強さ試験方法

1. 対象とする材料／部材

本稿では、引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法について紹介します。この規格は、昭和48年～50年に実施された通商産業省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する標準化のための調査研究」を基に作成¹⁾されました。

規格タイトルのとおり、対象は、異形棒鋼（本稿においては以下、鉄筋とする）とコンクリートで、両者の付着強さを測定する試験です。鉄筋の付着性能を試験するほか、コンクリート材料、配合、養生条件などが付着強さに及ぼす影響を測定する場合等にもこの試験方法を準用することができます。

2. 試験により把握できる性能

通常のかぶりを有する鉄筋コンクリート部材内の異形鉄筋の付着破壊は鉄筋に沿う縦ひび割れに起因します²⁾。そのため、縦ひび割れ発生時の付着応力度は重要です。本規格では、鉄筋の表面形状やコンクリートの品質による縦ひび割れ発生時の付着応力度を求めることを目的としています。具体的には、引抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強さ（最大付着応力度）および鉄筋のすべり量が0.002D（Dは鉄筋の直径）時の初期すべり時の付着強さを把握することができます。

3. 試験結果（報告書）を活用できる場面

鉄筋の形状変化や錆、防錆処理によって、鉄筋とコンクリートの付着強さは変化します。この試験結果を活用して検討することは可能ですが、鉄筋コンクリート構造物内の鉄筋とコンクリートの付着性状は多様であり、単一の簡単な試験で評価することは極めて困難²⁾です。そのため、本試験結果が直接構造計算の資料となるわけではありません。試験は、構造物内の応力状態にできるだけ近い状態で行うことが望ましく、本規格ではその点に配慮しています。

4. 試験概要

前述のとおり、本試験は鉄筋に沿う縦ひび割れに起因し、鉄筋の引抜きによるコンクリートの割裂荷重を求めるものです。そのため、供試体の寸法は鉄筋の直径に正確に比例させる必要があります。また、本規格ではコンクリートの品質について、粗骨材の最大寸法を20mmまたは25mmの普通骨材とし、スランプを 10 ± 2 cm、材齢28日での圧縮強度を 30 ± 3 N/mm²としています。

(1) 供試体

供試体は、コンクリートの割裂前に鉄筋が破断しないことなどを考慮して、表1に示すとおり、コンクリート供試体の一辺の長さを鉄筋直径の約6倍、付着長さを鉄筋直径の4倍とし、かぶりは鉄筋直径の約2.5倍となります。また、載荷側には鉄筋直径の約2倍の非付着長さを設けています。これは、端面の影響を消去し、応力の均等化を図

表1 供試体の寸法

鉄筋の呼び名	供試体の一辺の長さ (cm)	付着長さ (cm)	非付着長さ (cm)
D16	10	6.4	3.6
D25	15	10.0	5.0
D32	20	12.8	7.2
D41	25	16.4	8.6
D51	30	20.4	9.6

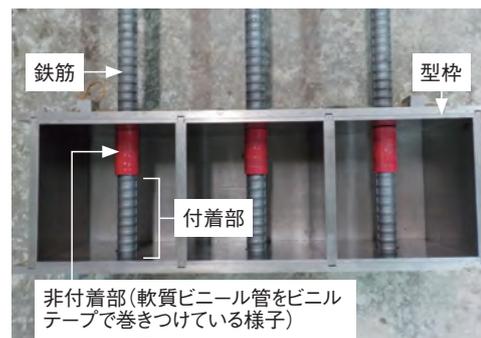


写真1 供試体作製状況 [型枠への設置]

り、試験誤差が小さくなるよう配慮したため²⁾です。非付着部は、**写真1**のように鉄筋の最外径とほぼ等しい内径の軟質ビニール管等で被覆すると便利で、被覆部分の外径は、鉄筋の直径の1.2～1.5倍としています。作製した供試体は、材齢2日で脱型し、その後、材齢28日の試験時まで 20 ± 3 ℃の水中で養生します。本規格では、代表的な鉄筋の呼び径D16、D25、D32、D41およびD51を規定しています。

(2) 試験方法

試験は、同一条件の供試体につき3体行います。**写真2**に示すように、載荷板および球座を用いて正しく設置し、供試体に偏心荷重が加わらないように載荷します。載荷板の穴の直径は鉄筋の直径の2倍としています。載荷は衝撃を与えないように一様な速度で行い、その速度は鉄筋の引張応力度が毎分 49 N/mm^2 以下となるように調整します。載荷時には、鉄筋の自由端側に変位計やダイヤルゲージを取り付けて鉄筋のすべり量(引抜け量)を測定し、0.002D時の荷重および最大荷重を記録します。前述のとおり本試験は、コンクリートの割裂破壊で終了します。試験後の供試体状況を**写真3**に示します。

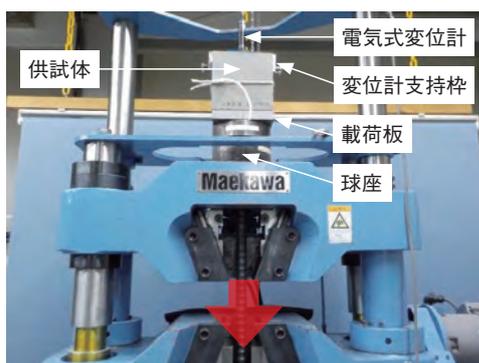


写真2 引抜き試験状況 [D25供試体]



写真3 試験後の供試体状況

(3) 試験結果

試験によって得られたデータから、0.002D時と最大時の付着応力度を式(1)によって計算し、3体の平均値を算出します。コンクリートの圧縮強度に対する補正係数は、 $200 \sim 400 \text{ kgf/cm}^2$ ($19.6 \sim 39.2 \text{ N/mm}^2$)の範囲ではほぼ直線関係とみなしてよいこと³⁾から、本試験条件であるコンクリートの圧縮強度 $30 \pm 3 \text{ N/mm}^2$ の範囲では、式(1)のように定めています。

$$\tau = \frac{P}{4\pi D^2} a \quad (1)$$

ここに、 τ ：付着応力度 (N/mm^2)

P ：引張荷重 (N)

D ：鉄筋の直径 (mm)

a ：コンクリートの圧縮強度に対する補正係数

$$a = 30 / \sigma_c$$

σ_c ：同時に作製した円柱供試体の材齢28日の圧縮強度 (N/mm^2)

(4) 判定

本規格は、「すべり量が0.002Dの付着応力度は、 3 N/mm^2 以上とする。」「最大付着応力度は、 8 N/mm^2 以上とする。」という2つの判定条件が設けられています。この判定条件は、本規格制定時の実験結果の下限値から約80%以上としたもので、本試験による付着性能の一部を目安として示したものと²⁾です。

5. 試験に要する期間

コンクリートの養生期間があるため、供試体の作製から付着強さ試験までに28日間必要です。試験条件や日程の打ち合わせが必要となりますので、お早めに担当部署までご連絡いただけますと幸いです。

6. 試験料金

試験料金は、試験条件により異なります。詳しくは担当部署までお問い合わせいただけますようお願いいたします。

引用／参考文献

- 1) 若林和義：防錆剤を塗布した鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法における供試体の小形化に関する検討，建材試験情報，Vol.58，pp.18-23，2022.7
- 2) 建材試験センター規格：JSTM C 2101T-1992，引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法，解説
- 3) 村田二郎：引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法(案)，コンクリート工学，Vol.23，No.3，pp.8-11，1985.3

author



齊藤辰弥

総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 主任

<従事する業務>
無機材料の品質性能試験

【お問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

TEL：048-935-1992 FAX：048-931-9137

統一された基準で確保する、品質の信頼性

JSTM C 2105

コンクリートの圧縮強度試験用 供試体の平面度及び 直角度測定方法

1. 対象とする材料／部材

本規格の対象は、JIS A 1132：2020（コンクリートの強度試験用供試体の作り方）に基づいて製作されたコンクリート供試体です。この供試体は、JIS A 1108：2018（コンクリートの圧縮強度試験方法）に従い圧縮強度試験が実施されるものであり、その試験の目的は、JIS A 5308：2024（レディーミクストコンクリート）の品質（呼び強度）の確認、構造体コンクリート強度（設計基準強度）の確認、建築基準法に定められた強度に達しているかの確認など多岐にわたります。

供試体の形状および寸法は、コンクリートの圧縮強度に大きな影響を与えます。例えば、供試体の直径に対する高さの比が小さいほど、見掛けの圧縮強度は大きくなり、供試体の寸法が大きいくほど、圧縮強度は小さくなります。また、載荷面の凹凸も強度に影響を及ぼす要因の一つです。

そのためJIS A 1132では形状および寸法に関する許容差が規定されていますが、その測定方法は標準化されていません。そこで建材試験センターでは、供試体の平面度および直角度を統一した方法で測定するために自主規格JSTM C 2015：2016（コンクリートの圧縮強度用供試体の平面度及び直角度測定方法）を制定しました。この規格に基づき、中央試験所、西日本試験所、工事材料試験所などの各試験室で統一された測定方法が運用されています。

2. 試験により把握できる性能

JIS A 1132では、圧縮強度試験に使用するコンクリート供試体の寸法について以下のように規定しています。

- ①供試体は、直径の2倍の高さをもつ円柱形とする。
- ②その直径は、粗骨材の最大寸法の3倍以上かつ100mm以上とする。
- ③供試体の標準直径は、100mm、125mm、150mmとする。

したがって、圧縮強度試験を行う際には、事前に供試体の寸法（直径及び高さ）を測定し、記録するとともに寸法

の許容値を確認することが原則です。

ただし、JIS A 5308の10.2.1（圧縮強度）では、「精度の確認された型枠を用いて作製された供試体の場合、その直径は、公称の寸法を用いてもよい。」と規定されています。

また、JIS A 1132の5.5（供試体の形状及び寸法の許容差）では、以下の内容が規定されています。

- ①供試体の寸法の許容差：直径で0.5%以内、高さで5%以内とする。
- ②載荷面の平面度：直径の0.05%以内とする。
- ③載荷面と底面の平行度：1mm以内とする。
- ④載荷面と母線との角度： $90^\circ \pm 0.5^\circ$ 以内とする。

これらについても、圧縮強度試験の前に測定し、規定値内であることを確認する必要があります。本規格に基づいて、円柱供試体の平面度および直角度が許容範囲内であることを確認することで、供試体の形状や寸法に起因する試験結果のばらつきを抑え、圧縮強度試験の信頼性を間接的に向上させることができます。

3. 試験概要

平面度、平行度、直角度の具体的な測定方法について紹介します。

(1) 平行度

図1に示すように円柱供試体を4分割するように直行する2本の直線を罫書き、供試体の高さを4か所についてノギスを用いて測定し、0.1mmまで求めます。4点の測定値

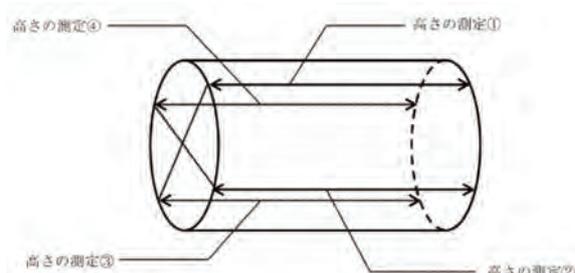


図1 平行度の測定位置

のうち、最大値と最小値の平均値をその供試体の平均高さとし、最大値（又は最小値）と平均高さの差が平行度となり、平行度が $\pm 1\text{mm}$ であることを確認します。

(2) 平面度

写真1に示す測定器（ダイヤルゲージ、測定用ブリッジ、円形支持台）を用いて測定します。

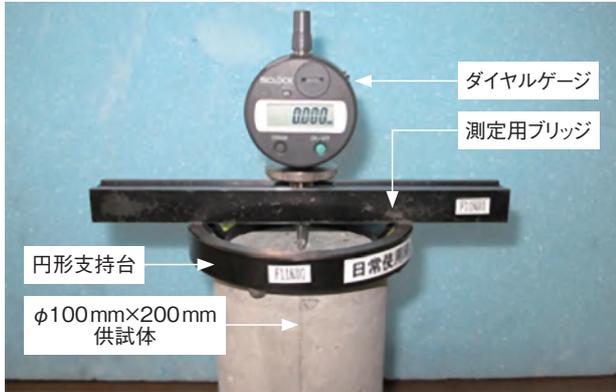


写真1 平面度測定器の構成

なお、使用している測定器は市販されているもので、各機器の仕様は、表1のとおりです。

表1 平面度測定器の仕様

機器名	仕様
型式	MIC-167-101【(株) マルイ製】
ダイヤルゲージ	JIS B 7503 (ダイヤルゲージ) 適合品 測定範囲：12mm、最小表示値：0.001mm
測定用ブリッジ	長さ：230mm
円形支持台	外径：126mm、内径：88mm 平面度：5 μ 以内(内規)

測定は、供試体載荷面に図2に示すように測定するポイントを罫書き、測定器を用いて9点の高さを測定します。中心を基準(0点)として0.001mmまで測定し、供試体の両端面について行います。

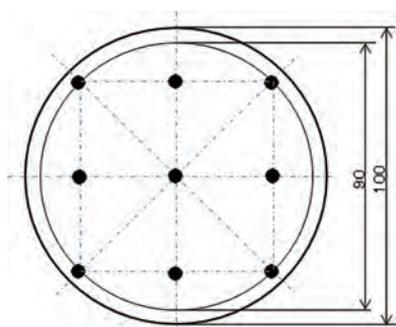


図2 平面度の測定点(9点)の例

測定した9点のダイヤルゲージの読み値の最大値と最小値の差を測定面の平面度とみなし、平面度が直径の0.05%以内であることを確認します。

(3) 直角度

直角度は、写真2に示す直角度測定器を用いて測定します。

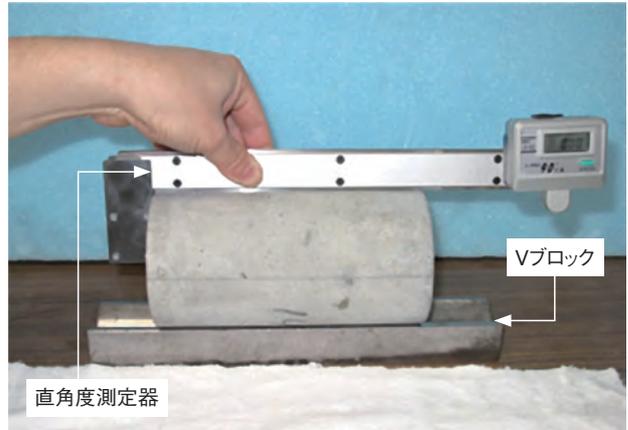


写真2 直角度測定状況

直角度の測定準備として、キャリブレーション用機器を用いて0.0°の調整を行った後、直角定規に0.5°基準ゲージを設置し、直角度測定器の作動確認を行います。

測定は、平行度の測定時に罫書いた4分割した2方向の直線上で行い、供試体の端面と側面がなす角度を測定し、両端面について行い、90° \pm 0.5°以内であることを確認します。

4. 試験に要する期間

測定は、半日程度で完了します。供試体を早めに搬入しただけであれば、圧縮強度試験もスムーズに進行できます。

5. 試験料金

詳しくは各担当部署へお問い合わせください。

author



秋山隆文

工事材料試験ユニット 工事材料試験所
船橋試験室 室長

<従事する業務>
コンクリートや鉄筋、地盤改良材など工事に使用される材料の試験業務

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 企画管理課

TEL：048-858-2841

中央試験所 材料グループ

TEL：048-935-1992

西日本試験所

TEL：0836-72-1223

土工用材料として使用される製鋼スラグの基準

JSTM H 8001

土工用製鋼スラグ砕石

1. 対象とする材料

対象とする材料は、未舗装道路及び整地に使用する土工用製鋼スラグ砕石（製鋼スラグを素材として、破碎、加工して製造した砕石）である。製鋼スラグとは、主原料の銑鉄又は鉄スクラップ及びその他の副原料から鋼を製造する精錬工程で生成する副産物であり、主原料中のけい素、りん、鉄の一部などが酸化され、副原料の生石灰などと結合した酸化物である。なお、製鋼スラグには、鋼の製造方法の違いによって、転炉系スラグと電気炉系スラグとがある。製鋼スラグは、その性状から天然の路盤材料と同様な粒状材料として扱うことができ、また、天然の路盤材料に比べて単位容積質量及び内部摩擦角が大きいという優れた土質力学的特性があるが、石灰分を含むため膨張と高アルカリ水溶出の性質がある。これらの特質を十分理解したうえで、製鋼スラグ製品の特性を十分生かしうる利用方法や工法により、合理的で経済的な構造物を得ることが期待できる。

2. 試験により把握できる性能

使用箇所による区分を表1に、検査項目を表2に示す。検査項目は、使用箇所による区分によって必要な検査項目が分かれており、それぞれ○印で示す項目について検査を行い、すべての検査項目に適合した場合に合格となる。なお、区分Cの修正CBRは、受渡当事者間の協議によって検査項目から省略することができる。

表1 使用箇所による区分

区分	使用箇所
A	周囲に構造物や工作物などがある箇所で、上層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。
B	膨張特性が周辺構造物や工作物などに影響を及ぼす可能性がない箇所で、上層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。
C	膨張特性が周辺構造物や工作物などに影響を及ぼす可能性がない箇所で、下層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。

表2 検査項目

検査項目	区分A	区分B	区分C
溶出量	○	○	○
含有量	○	○	○
粒度	○	○	○
修正CBR	○	○	○
水浸膨張比	○	—	—

3. 試験結果(報告書)を活用できる場面

基準に適合した材料は、アスファルトコンクリート、セメントコンクリート版等で舗装しない道路（仮設道路含む）に使用する道路材及びアスファルトコンクリート、セメントコンクリート版等で舗装しない駐車場、広場、資材置き場などにおいて土地を平坦に整えるための整地材として使用することができる。

なお、製鋼スラグは、一部に生石灰が残存し、施工後に生石灰と水が反応して膨張することがある。この膨張を防ぐために周辺に構造物や工作物などがある使用箇所による区分Aに用いる製鋼スラグは、エージング処理が必要となる。

エージング処理とは、冷却固化した製鋼スラグを破碎後、スラグ中の膨張性反応物質を水和反応などによって化学的に安定させる処理であり、製鋼スラグを山積みし空気及び水と反応させる通常エージングと蒸気などを使用して反応時間を短縮する促進エージングがある。なお、通常エージングは長期にわたり広大なエージングヤードを必要とすること、また、促進エージングを行った路盤材の実績が蓄積されてきたことで、現在では促進エージングが一般的になっている。

区分Aに用いる製鋼スラグは、通常エージングを一定期間（6か月以上、ただし水浸膨張比が0.6%以下の電気炉系スラグは最短3か月まで短縮）、またはそれと同等以上の効果を有する促進エージングを行うことが必要である。

4. 試験概要

4.1 溶出量試験

溶出量試験は、「平成15(2003)年3月6日環境省告示第18号土壤溶出量調査に係る測定方法を定める件」に従って行う。試験の概要を下記に示す。

(1) 検液の調整

検液は、「環境庁告示第四十六号」の溶出操作により試料から表3に示す項目の化学物質を溶出させたものを用いる。

なお、製鋼スラグは、製造工程において、1300℃～1600℃の高温で溶融されることから、VOCや農薬・PCB等は本来混入されることがないが、万が一混入されたとしてもスラグの製造工程で熱分解し、重金属等のうちのシアンは分解・揮発してガス側に移行するため基準設定項目としないこととし、重金属等のうちのカドミウム、鉛、六価クロム、ひ素、水銀、セレン、ふっ素、ほう素の8項目を設定した。

表3 基準値(溶出量・含有量)

項目	溶出量* (mg/L)	含有量* (mg/kg)
カドミウム	0.01以下	150以下
鉛	0.01以下	150以下
六価クロム	0.05以下	250以下
ひ素	0.01以下	150以下
水銀	0.0005以下	15以下
セレン	0.01以下	150以下
ふっ素	0.8以下	4000以下
ほう素	1以下	4000以下

※溶出量及び含有量の基準値は、土壤の汚染に係る環境基準及び土壤汚染対策法に基づく指定区域の指定に係る基準と同等であり、その最新の基準値が適用される。

(2) 測定

表3に示す項目の溶出量について、ICP発光分光分析装置等で測定する。

(3) 判定

表3に溶出量の基準値を示す。

4.2 含有量試験

含有量試験は、「平成15(2003)年3月6日環境省告示第19号土壤溶出量調査に係る測定方法を定める件」に従って行う。試験の概要を下記に示す。

(1) 検液の調整

検液は、「環境庁告示第四十六号」の溶出操作により試料から表3に示す項目の化学物質を溶出させたものを用いる。

(2) 測定

表3に示す項目の含有量について、ICP発光分光分析装置等で測定する。

(3) 判定

表3に含有量の基準値を示す。

4.3 粒度試験

粒度試験は、JIS A 1102(骨材のふるい分け試験方法)に従って行う。表4に粒度の基準値を示す。

表4 基準値(粒度)

粒度範囲		mm	80~0	40~0	30~0	20~0
通過百分率 %	公称目開き mm	106	100	—	—	—
		75	—	—	—	—
		53	100未満	100	—	—
		37.5	—	100未満	100	—
		31.5	—	—	—	—
		26.5	—	—	100未満	100
		19	—	—	—	100未満

なお、製鋼スラグ碎石の粒度分布は一般にJIS A 5001(道路用碎石)で規定するクラッシュランの粒度分布を満足するため、層厚に影響を及ぼす最大粒径のみを規定した。通常の使用場所における製鋼スラグ碎石の最大粒径はJIS A 5015(道路用鉄鋼スラグ)のクラッシュラン鉄鋼スラグと同様に20mm、30mm、40mmの3種類で十分であるが、原地盤が極端に軟弱な場合は、粒度はできるだけ大きい方が食込みも少なく施工しやすいので、最大粒径80mmを設けた。

4.4 修正CBR試験

修正CBR試験は、「E001 修正CBR試験方法、舗装調査・試験法便覧第三章試験編(第4分冊)、社団法人日本道路協会、平成19(2007)年6月」に従って行う。試験の概要を下記に示す。

(1) 最適含水比の測定

試料は予想される最適含水比を挟んで6種類～8種類の含水比に調整したものを準備する。所定の含水比に調整した試料を層数に分けてモールド(図1)に投入し、各層毎にランマーを所定回数自由落下させ突固め(写真1)、乾燥密度と含水比の関係より最適含水比を求める。

(2) 供試体の作製

37.5mmふるいを通させた試料を最適含水比±1%に調整し、これを試験用モールド(内径15cm)へ3層に分け

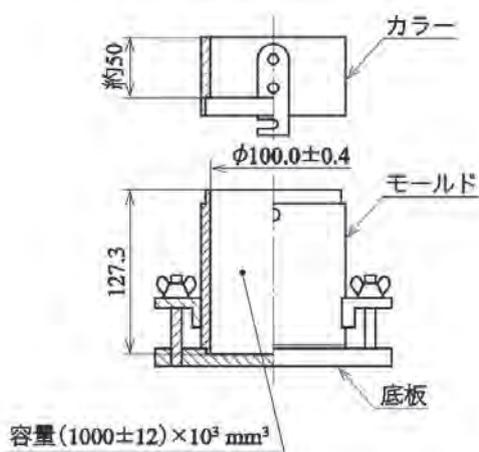


図1 モールドの一例

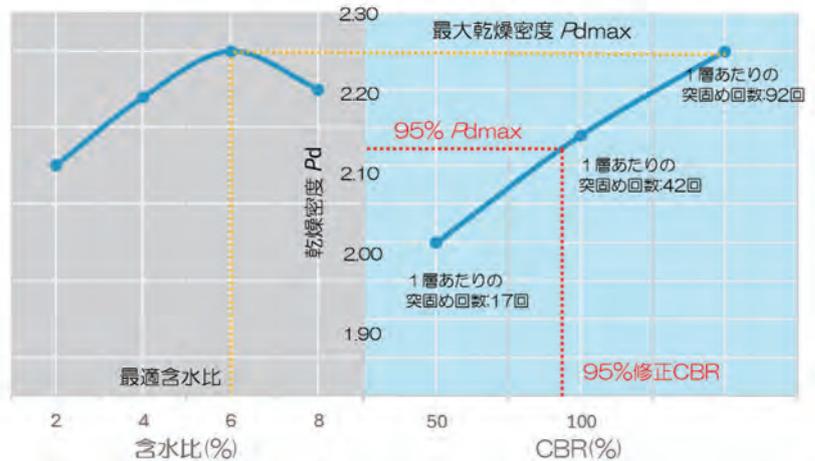


図2 締固め曲線及びCBR-乾燥密度の関係



写真1 突固め試験状況



写真2 貫入試験状況

て投入し、各層毎に質量4.5kgのランマーを45cmの高さから所定回数自由落下させて供試体を作製する。突固め回数は、広範な乾燥密度-CBR関係が得られるよう92、42、17回/層の3段階とする。

(3) 貫入試験

供試体を4日間水浸膨張させてから貫入試験を行い、締固め曲線及びCBR-乾燥密度の関係(図2)から、最大乾燥密度の95%の締固め度に対応する修正CBRを求める。貫入試験状況を写真2に、基準値を表5に示す。

4.5 水浸膨張比試験

水浸膨張比試験は、JIS A 5015附属書B(規定)道路用鉄鋼スラグの水浸膨張試験方法に従って行う。試験の概要を下記に示す。

(1) 供試体の作製

試料を最適含水比 $\pm 1\%$ に調整し、これを試験用モールド(内径15cm)へ3層に分けて投入し、各層毎に突き棒(直

表5 基準値(修正CBR・水浸膨張比)

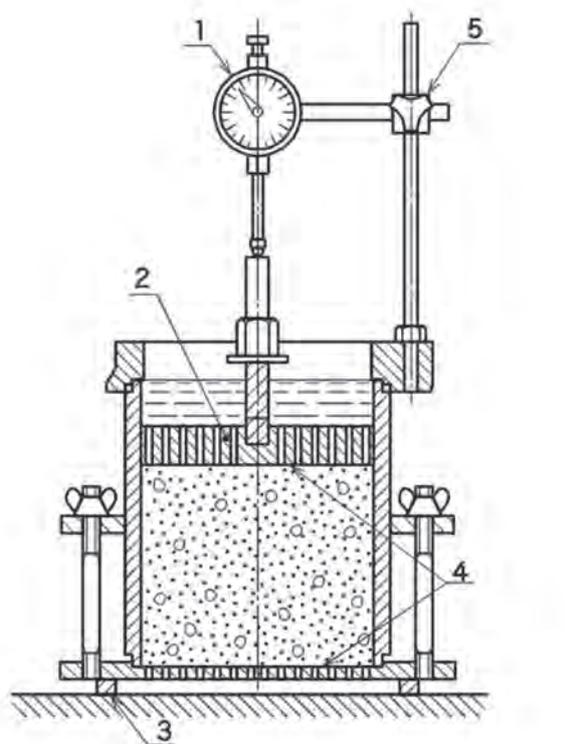
項目	区分A	区分B	区分C
修正CBR %	80以上	80以上	30以上
水浸膨張比* %	1.0以下	-	-

*水浸膨張比の値は、「鉄鋼スラグ路盤設計施工指針平成27(2015)年3月」に基づく値である。

径約9mm、長さ約30cmの丸鋼)で周囲に沿って約15回突いた後、質量4.5kgのランマーを45cmの高さから92回自由落下させて供試体を作製する。

(2) ダイアルゲージの最初の読み

供試体の上面のろ紙の上に軸付き有孔板を載せ、変位計(ダイアルゲージ)及びその取付具(ゲージホルダ)を正しく設置する(図3)。これを養生装置に浸し、ダイアルゲージの最初の読み値を記録する。



1 変位計 2 軸付き有孔板 3 スペーサー
4 ろ紙 5 変位計取付具

図3 水浸膨張試験の一例

(3) 養生方法

養生方法は、 $80 \pm 3^\circ\text{C}$ で6時間保持した後、養生装置内で放冷する。この操作を1日1回で、10日間繰り返す。

(4) ダイヤルゲージの終わりの読み

養生期間が終了後、ダイヤルゲージの終わりの読み値を記録する。

(5) 計算

水浸膨張比の計算は、次式によって算出し、四捨五入によって小数点以下1桁に丸める。

$$\gamma_e = \frac{DF \times DS}{H} \times 100$$

γ_e : 水浸膨張比 (%)

DF : ダイヤルゲージの終わりの読み (mm)

DS : ダイヤルゲージの最初の読み (mm)

H : 供試体の最初の高さ (125mm)

5. 試験に要する期間

当センター工事材料試験所で実施した場合の試験期間を表6に示す。なお、溶出量試験及び含有量試験は、当センターでは対応外である。

表6 試験期間

試験項目	試験期間
粒度試験	約1週間
修正CBR試験	約2週間～3週間
水浸膨張比試験	約2週間～3週間

6. 試験料金

2025年4月現在の試験料金を表7に示す。なお、修正CBR試験及び水膨張比試験は、突き固め試験料金76,000円が別途必要となる。詳しくは担当部署までお問い合わせください。

表7 試験料金

試験項目	試験料金 (税別)
粒度試験	33,000円
修正CBR試験	127,000円
水浸膨張比試験	150,000円

author



佐島 淳

工事材料試験ユニット 工事材料試験所
浦和試験室 主任

<従事する業務>
工事用材料試験

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 浦和試験室

TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838

試験装置 図鑑

今号より建材試験センターに設置されている試験装置を紹介していきます。装置に関連するYouTube動画や過去に建材試験情報へ掲載された記事も併せて掲載していきますので是非ご覧ください。

【お問い合わせ先】

中央試験所 構造グループ

TEL : 048-935-9000

FAX : 048-935-1720

構造-1

多層構面用水平 加力試験装置

仕様

最大荷重：水平方向±500kN
試験体最大寸法：幅約6m 高さ約7.5m
静的・動的加力が可能

試験例

連層カーテンウォールの層間変位試験
連層耐力壁の水平加力試験
外装材の変形追従性試験 他

関連記事

【試験設備紹介】
[建材試験情報 vol.55, 2019年9・10月号](#)



関連動画

【YouTube動画】
[【超大型！】2層面内せん断試験](#)





構造-2

500kN曲げ試験機

【お問い合わせ先】

中央試験所 構造グループ

TEL : 048-935-9000

FAX : 048-935-1720

仕様

最大荷重：±500kN
変位：最大約600mm
支持スパン：最大10m 幅2.3m
加力高さ：最大4.4m

試験例

パネルの曲げ試験
梁部材の曲げ試験
接合部の引張・圧縮・せん断試験 他

関連記事

【特集：構造試験に関する新たな取り組み】
[建材試験情報Vol.53,2017年3・4月号](#)



J T C C M

試験装置
図鑑

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

Vol.10

はじめての弁理士

- ・弁理士のイメージ 科学技術&知的なアイデアとの縁が深い
- ・20世紀最大の物理学者アインシュタインは特許庁職員
- ・世界を席卷したコピー機の発明者チェスター・カールソンは弁理士
- ・弁理士の技術、弁理士と他士業の関係、弁理士の選び方と依頼できること

1. はじめての弁理士 知的財産権のプロ

今までで、一通りの知財分野の重要ポイントについて、解説してきました。今回は、さらにその知識を深め活用する上で、重要なパートナーとなる**知的財産権のプロである弁理士**について解説します。

いままで、ありきたりな弁理士の仕事の紹介等では、結局、本質的になが重要なかが一般の方には伝わらない、と思ってきましたので、今までにない切り口で解説してみようと思います。

さて、**弁理士は知名度が低く、しばしば弁護士と間違えられます**。わかりやすい例えに、「医者」と「歯医者」というのがあります。身体を診る医者に対して、身体の中でも歯科領域に特化した技量を持つのが歯医者です。法の専門家である弁護士に対して、法の中でも**知的財産法領域に特化した技量を持つのが弁理士**というわけです。

ちなみに、弁理士が弁護士と間違えられるのは、法学部よりのイメージを持たれているケースがあるからですが、弁理士の多くは、先に理系の各分野で科学技術を学び、その後**知的財産法**を修めています。また、文系出身で弁理士資格取得後に科学技術を学んだ人もいます。そこで、**科学技術と縁の深いことが印象づけられる、世界的に著名な二人の人物**を紹介したいと思います。

そして、**弁理士と他士業**ですが、**弁理士が他士業とどのように連携をしているのか**、という観点の解説も加えることで、より社会での役割が見えてくると思います。

今回、弁理士について理解を深めて頂くことで、技術と法が人間社会にどう関わりあってきて、人間のアイデアを知的資産に変換することで、社会でどのように活用されていくのか、ということも、同時に感じ取って頂ければと思います。弁理士は国家資格者ということで、知財業務に最も責任を持つ職責であるために、その矜持から弁理士を取り上げますが、知財に関わる人たち、そうした技術や考え方を共有し、矜持を持ちうる人たちは、同じだと思っています。またその矜持がない弁理士であれば風上にも置けないであろうと思います。

肝要なのは、**技術と法について学び、社会制度を正しく使い、クリエイティブな発想を、技術的思想に落とし込み、それを法で担保し、知的資産に変え、成長の資力とし、世の中に貢献していく力に転換していく、という目的が達せられる力があるか**、ということです。ここで取り上げる弁理士は、これを育むためのメンター的な位置づけです。

コラム 弁理士と聞いて 浮かんでもらいたいイメージ

歯医者者の例えも良いですが、「弁理士」より、「発明」や「商標(ロゴマーク、ネーミングなど)の知名度が高いので、弁理士とは、そうした**知的なアイデア**を思い着いたら、それらを元に、自らの資産、権利にできるように考えてくれる人たち、と連想してイメージして貰えると良いと思います。



出典：『弁理士にお任せあれ』著 大樹七海より

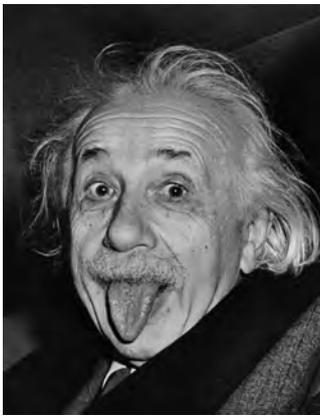
2. 著名人の弁理士 / 特許庁審査官

それでは、世界的に著名な人物を2人ご紹介しましょう。**科学技術と弁理士 / 特許庁の業務が近い**というイメージが掴めると思います。



出典：弁理士は発明者の代理人として、特許庁の審査官に発明の内容を伝えて、特許を受けられるようにサポートします。
『弁理士にお任せあれ』著 大樹七海より

20世紀最大の物理学者は特許庁職員 『アインシュタイン』(1879-1955 年76歳没)



出典：1951年、Arthur Sasseに撮影された有名な写真。アインシュタインは度重なる写真に笑顔を求められるのに嫌気がさし、使えない写真をとって舌を出すも、それが人気となり、本人も気に入ったという逸話あり。

アインシュタインが素晴らしい理論を研究し続けられた背景には、多数の発明理論と数式に触れる仕事を生業とする特許庁審査官という環境がありました。

彼の父は町工場の経営者で、アインシュタイン誕生(1879年)の翌年に電気機器の会社を創業しましたが、経営不振に陥りました。工科大学を卒業したアインシュタインの進路ですが、大学の先生と不仲で大学には残れず、その後、伝手(つて)を頼り、スイスの特許庁に審査官として就職します(1902年)。

アインシュタインは特許審査を通して、数多くの発明の理論や数式を見ながら、プライベートの時間を独自の研究に充てていました。この博士号ももたない無名の特許庁職員により、人類の偉大な成果が創出されていくのです。26歳だった1905年は奇跡の年と呼ばれていますが、この年に「光子仮説」「ブラウン運動」「特殊相対性理論」、そしてかの有名な $E=mc^2$ 方程式に帰結される「質量とエネルギーの等価性」に関する、現代物理学の基礎となる重要な4つの論文を発表しています(のちのノーベル物理学賞受賞対象)。これら重要な業績は大学の研究室ではなく、特許庁勤めの傍ら自宅で成されたのです。その後、1909年に特許庁を退職して、チューリッヒ大学の助教授となり、同年にジュネーブ大学より名誉博士号を贈られ、1921年にノーベル物理学賞を受賞しました。

ゼロックス/コピー機の発明者は弁理士 『チェスター・カーソン』(1906-1968 年62歳没)



出典：1988年にゼログラフィー技術の発明50周年を記念して、偉大なアメリカ人シリーズとして米国で発行された、発明者チェスター・カーソン切手。

1950年頃、当時画期的な、感光紙を使わずに今のような普通の紙にコピーができるコピー機(乾式複写機)が登場したばかりの頃、時代としては、のちにアップルを創設するスティーブ・ジョブズ(1955-2011年56歳没)と、マイクロソフトを創設するビル・ゲイツ(1955-)が生まれた頃ですが、その技術の特許で守りを固めて、独占的に販売した会社がありました。

同社の開発した世界初の事務用コピー機(PPC複写機)は世界を席卷し、コピー機の代名詞としてゼロックスと呼ばれるほどの知名度を誇ったため、同社は社名をゼロックスと改称し、ゼロックスはコピー機業界の巨人となりました。

この莫大な富を生み出すコピー機の発明(電子写真技術、ゼログラフィー)をしたのが、弁理士のチェスター・カーソンです。そもそも、コピー機の発明をしたのも、特許の仕事で書類を大量に作成しなければならないので、それを効率的にしたいという思いからでした。カーソンは図書館に通って理論を追求し、根気よく実験で検証を繰り返し、弁理士の知識と技術を駆使して、発明と特許取得を行いました。そのカーソンの特許を事業化するためにゼロックスに投資をし続けてきた投資家達も報われ、みな億万長者となったのです。カーソンは得た多額のお金を慈善活動に使いました。

知的なことを財産とするために重要なのは、まずアイデアを出すことがいかに重要であるかを知っていることです。そのためには、アイデアを生むために必要な知識にアクセスでき(特許庁データベースや図書データベースなど)、アイデアを生むことに没頭できる環境に身を置き、なおかつ、そのアイデアを根気よく具体化することの重要性と、それらのアイデアを適切に権利化して、活用していくことの筋道を知っていること、があります。

弁理士/特許等の知識を活用するとは、この道筋を活用できるということです。

(発明事業への成功の道筋に興味のある方は、連載中『発明事業列伝』大樹七海著 知財ぷりずむ誌 発明推進協会)をどうぞ!)

コラム 各士業の人数

人数順に表を作成してみました。弁理士の数が少ないことも、知名度の低い理由でしょう。

資格名	成立年	人数	時点
税理士	1951年	81,538	2025年4月末
行政書士	1951年	52,734	2025年4月1日
社会保険労務士	1968年	45,386	2024年3月31日
弁護士	1893年	46,974	2025年4月1日
司法書士	1935年	23,387	2025年4月1日
弁理士	1921年	11,748	2025年3月31日

出典：各会の公式HPより算出。(女性の割合は、税理士 推測3割、行政書士 推測2割、社会保険労務士 35.1%、弁護士 20.5%、司法書士 20.0%、弁理士 17.5%)

上記の6士業に入っていない**中小企業診断士**や**技術士**ですが、独占業務を認められていませんが、技術系企業の支援において、弁理士と相性が良く、経営・技術・知財の各方面から共にプロジェクトを担うことも多いです。また弁理士で、中小企業診断士や技術士の資格を持ち合わせている人もいます。

行政書士は、知財業務について弁理士にクライアントの紹介をしたり、逆に弁理士から知財業務以外を行政書士に紹介したりします。公務員(条件に該当すれば)や弁理士(無条件で)は、無試験で登録をすれば行政書士の仕事ができるため、必要に応じて登録している人もいますが、その逆、つまり無試験で行政書士が弁理士の知財業務を行うことは認められていません。

弁護士と弁理士ですが、社会科学系と科学技術系とが、法というツールを通じてタッグを組み、戦いに挑むという、お互いを頼もしく思う関係です。弁理士としては、権利侵害を見越して勝てるように、発明者の意図を汲んで知的財産権を創り上げていくのですが、その権利が争われる時が来た場合、弁理士は弁護士に、権利の生成過程と技術戦略を伝え、弁護士はその意図を汲み、社会情勢を鑑み訴訟戦術に落とし込んで、クライアントを勝ちに導きます。

知財訴訟がそもそも日本では少なく、また技術をベースにロジックを組んでいくので、各技術分野の特殊性を法と絡めて理解する必要があり、知財を専門に扱う弁理士は少ないです。そのため、**権利生成過程に関わっている弁理士は、各案件に応じた知財紛争に対応できる弁理士を判断して紹介することも多いです。また付記弁理士は知財訴訟の共同代理をすることも可能で、さらに弁理士から弁護士の資格を取り、知財業務に特化していく弁理士弁護士もいます。**

3. 弁理士と他の士業との関係

弁護士・行政書士・中小企業診断士・技術士

士業の中でも、戸籍謄本や住民票等の請求権限が与えられている士業に、8士業があります。弁護士、弁理士、司法書士、税理士、行政書士、社会保険労務士、土地家屋調査士、海事代理士です。8士業には特定の資格を持つ者だけが行える独占業務があります。

4. 弁理士になるきっかけの多くは…

弁理士への進路は、どういういきさつからなる人が多いのでしょうか。本誌の読者の方々は、土木・建築・工学・理学出身の方が多いと思います。一般的には親族や先輩の伝手、大学の就職課や研究室で紹介された等のルートで進路を決めることが多いと思います。また弁護士の場合、弁護士資格の取得を目指して、最初から法学部を選ぶ人が多いと思います。

一方で、弁理士の場合、昔は知財専攻等がなく、また初めから弁理士を目指したり、知財部への配属を希望して弁理士を目指したり、卒業後すぐに特許事務所に就職したりというのは、そもそもの弁理士の知名度も高くありませんので、身近にそうした人がいて、なり方を知っている以外にルートはなかったと思います。

コラム 「弁理士」と「弁護士」 旧字体では「弁」の漢字が それぞれ違う理由

「弁理士」と「弁護士」は、現在では同じ「弁」という漢字を用いていますが、旧字体ではそれぞれ、「辨理士」と「辯護士」として、別の漢字が当てられていました。

この**辨理士(弁理士)**の「辨」の字ですが、中央にある「リ」は「刀」が由来で、「**区別する、道理を辨える(わかまえる＝理解する)**」という意味があります。

一方、**辯護士(弁護士)**の「辯」の字ですが、中央にある「口」は“くち”であり、「**論じる、語る、辯ずる(べんずる)**」という意味があります。

つまり、**弁理士は、物事を区別し万物の道理である自然法則を理解することを本質とする「士」で、弁護士は、法廷で弁舌を奮い議論することを本質とする「士」と言えます。**旧字体は職業の本質が異なることを捉えていました。

知財訴訟において、弁理士が作成した権利書面にに基づき、弁護士が法廷で論争する場面はまさに両者の違いを感じさせられます。

(出典：「弁理士にお任せあれ」著 大樹七海)

多くの場合、理系出身者が入社後に、研究や開発に必要な法律として知的財産法を学ぶ必要が出てきて、本格的に勉強しはじめると、それを教えてくれるのが弁理士で、技術と法律を扱う専門職があるのだということを知ります。

そこで、発明家や開発者として弁理士に相談するところから、発明をする仕事よりも、発明者の相談にのり、権利化する仕事である、弁理士の業務の方に興味を持った人は、企業の知財部に異動したり、特許事務所に移籍したりして、様々な知財の法律と実務に対応できるように研鑽を深めていくケースが多いです。

(昔は、知財を専門に学べる学校はありませんでしたが、2002年に日本政府から出された「知的財産立国宣言」以降、知財人材養成のために知財専門の大学院が開校しました。)

また、商標を専門とする弁理士の場合は、文系出身者が多く、意匠の場合はデザイン系出身者も加わってきます。彼ら彼女らの場合も、特許事務所の事務員として就職したり、商品開発部門に配置されたりして、入社後に弁理士という仕事を知り、興味を持って、目指した人が多いです。また技術系公務員として、特許庁に就職し、条件を満たすと弁理士の資格を得られます。特許庁から特許事務所へいずれは移籍することが多く(定年退職後も民間で知識を活用して働ける)、審査官や審判官を経験された方は特許庁業務への理解が深いです。

5. 弁理士の書き方によって 発明の価値が変わる?



出典：丸島儀一先生
KIT 虎ノ門大学院

元キヤノンの専務・元弁理士会副会長、弁理士 丸島儀一先生という方がおられます(筆者の恩師です)。

先ほど、弁理士チェスター・カールソンの発明により、鉄壁の知財防壁を敷き、コピー機業界の巨人となっていたゼロックスですが、その難攻不落の知財の壁を突破したのが、キヤノンの開発陣とその守護神として立ち向かった丸島儀一先生でした。一中小企業だったキヤノンを、大企業に飛躍させた知財戦の激闘は、NHKのプロジェクトX

でも放送され話題となりました。日本の草分けとなる、徹底した知財戦略を組み立てていった丸島先生ですら、ある失敗談を語られています。ちなみに、先生は後進の勉強に役立つとして、失敗談も包み隠さず教えてくれました。

当時、対ゼロックス戦において、丸島先生はコピー機に関わる知財戦略を日夜練っていたところ、寝耳に水で、キヤノンの別の開発陣が、計算機の発明を発表して商業化するという話が飛び込んできて、公開前に慌てて特許出願せざるを得なくなります。理由は、その開発陣は、途中で研究を止めさせられないよう経営陣に内緒で、ものになるまで秘密裡に進めていたからでした。知財に疎いエンジニアたちは、知財戦術の重要性までは認識していませんでした。いきなり発明品を目の前にした丸島先生も、素晴らしいのはわかるけれども、この発明品の発明の本質を追求し、権利化する時間が全くありません。寝ずに一晩考えて時間切れ。丸島先生いわく、最低の書き方という、実施形態をそのまま書いて出さざるを得ませんでした(次のコラムの例でいえば、六角鉛筆、として書いて出したようなものです)。後でわかったのは、その発明は世界初の「テンキー式」で(同時発売の他社製品はどれもフルキー式だった)、その発明思想を権利範囲に捉えきれておらず、すぐ模倣され、事業を長く守り続けることができなかったことを強く後悔し、この経験を二度と繰り返さないぞ、と心に誓い、より一層知財普及に励んだことを教えて頂きました。

このように、権利化の技術のある弁理士でも、発明者が彼らに情報と時間を与えなければ、より良い権利をつくることは難しい、ということ、肝に銘じておいて下さい。素晴らしい発明ほど、権利の創り方も素晴らしく創り上げる情熱と知識が必要なのです。

6. 弁理士の選び方

さて、弁理士になる人は、もともと、発明者の意図を持ち得ていた人が多いですから、相談者の気持ちがわかるもので、依頼したい発明分野を手掛けた経験のある弁理士は、権利のより良い取り方への知見を蓄積しています。自身の依頼分野を手掛けた経験があるかどうか、聞いてみると良いでしょう(公開情報である特許ですから自分で調べすることもできます)。

やはり人ですので、話をしてみても、ピンとくる人であるか、責任感があり、熱心に対応してくれる人であるかが、重要であると思います。

知的財産の権利は、丸島先生の例のように、権利書にどのように書くかで、権利の範囲が変わってきてしまいます。その価値を高めることも無くすことにもなり得ます。その範囲の良し悪しというのは、発明の本質を見抜く力、(ここには、時代を見抜く力も必要なのです。つまり、ビジネスモデルが念頭にあるか?)、それを踏まえた用語の

技術的な定義づけと、それを繋げていく理論構成によって、変わってきます。つまり、どういう知見のある人が書くかによって、権利の範囲が変わってしまいう人依存性の高い、職人技ともいえる技巧的な面を持っています。従って、発明者から発明の本質を聞き出すことができ、その本質を法律用語に落とし込む技術が高く、そして臨機応変に、発明者の望む状況に即した対応を取れる選択肢を沢山持ち得る人を選びます。

個人的には、話をされていて、質問の上手な方が良いと思います。お互いに、どこまで理解しているのかを、掘り下げ、確かめ合いながら、最善の策を練っていくためです。

7. 知財界の変遷

知財法の運用というのは、技術進歩と密接で、最も新しいことを扱うため、法律の中でも改正頻度が甚だしく、時代によって、知財の界隈もだいぶ変化してきました。

また、各国の産業政策や国力の影響も受け、知財を守りに行く場合と、知財を攻めに行く場合では、逆の戦術となり、これを繰り返して来ています。

近年の動向としては、経済圏が地政学的な影響を受けつつあり、米国と中国を始め予断を許さない状況とみえています。つまり、知財制度がどれだけの影響力を駆使できるか

コラム 転がらない鉛筆の発明をどう表現する？



出典：弁理士は発明をブラッシュアップしてくれる『弁理士にお任せあれ』著 大樹七海より

簡単な発明のたとえ話として、まだ世の中に、断面が円い鉛筆しか存在しない状況だったとします。円い鉛筆では転がってしまうという問題があり、そこで転がらない六角鉛筆を発明したとします。ここで「断面が六角形である鉛筆」と特許請求の範囲に書くと、断面六角形のみ権利範囲が限定されてしまいます。発明の記載としては間違っていないので、発明者はこの記載が良いと思うかもしれませんが、弁理士はここから更に思考を拡げていきます。

発明の目的が「転がらない」であれば、六角形にこだわる必要はなく、三角形でも五角形でも良く、そうであれば、「断面が多角形である鉛筆」という表現が良いのでは？と考えます。しかし、そうすると半円等は含まれないので、「周囲に平坦面を有する鉛筆」という書き方なら、より権利範囲が広がると考えたとします。更に進んで、それでは「平坦面」にこだわる必要はあるのだろうか？と考え、例えば断面楕円形も含めるよう「軸心からの距離が一定でない周面を持つ鉛筆」や、さらに断面が円形で重心をずらしたようなものも含めるよう「重心からの距離が一定でない周面を持つ鉛筆」も考えられるので、そうすると、先ほどの平坦面を有する、という書き方では、これらの鉛筆は権利の範囲から外れてしまうから、平坦面にこだわる必要はない、といったように、「転がらない」という技術的思想の「発明の本質」を捉えていくために、要素を探索し、それを具体的にどのような文言で表現し、構成して、

権利にしていけるかということ、発明者と共に考えていきます。

また優れた弁理士は、事業（ビジネスモデル）を考えて権利範囲を考えます。例えば、シャープペンシルの発明をした場合、将来的に替え芯（消耗品）も含めて事業利益を考えている場合は、替え芯も含めて権利が確保できるように文言を検討します。これは特許のみではありません。商標や意匠においても弁理士は少しでも権利範囲を拡げられるよう考えるのです。この拡げ方や単語の選び方にはノウハウが欠かせません。ちなみに、特許請求の範囲には、請求項1、請求項2、請求項3・・・等のように発明を段階的に記載することができます。そのため弁理士はチャレンジとして請求項1は広めの権利で出願をし、審査官から受け取った拒絶理由通知を見て、下位の請求項に落とし込んだり、明細書の記載に基づいて限定したりして、必要に応じて権利範囲を絞っていくこともします。

また、特許法と実用新案法と商標法と意匠法と、著作権法や不正競争防止法、その他がカバーする権利範囲を組み合わせ、知財ミックス戦略を打ち立てることができます。

このようにすることで、権利範囲をギリギリまで広く、権利期間をできるだけ長く確保できるようにして、次の開発資金を獲得できるように頑張るのです。ここが弁理士の腕の見せ所であり、知的財産の権利化プロセスの肝となるところなので、ぜひとも弁理士を上手に使いこなしてください。

は、知財制度だけの問題ではないのです。

大きな時代の変化を見ながら、しかし技術と法律の組み合わせにて、これまでなされてきた成果を着実に定着させることになり、常に風向きの変化や法改正に気を配りながら、事業リスクをコントロールできるように、対処しておくことが肝心です。欧米に比べ中国の知財制度の情報乏しいため、『中国知的財産権標準テキスト』監修 白剛 知成堂 (2024年12月) を刊行しました。中国進出企業の方は参考にして頂ければと思います。

8. 弁理士に依頼できること

弁理士 (弁護士や様々な専門家と協力しながら) が知財分野を通じて行ってきた支援に以下があります。

弁理士に依頼できること* (案件によって弁護士や国内外の専門家と協働します)
発明発掘支援
先行技術調査 (出願前先行技術調査)
日本国特許、実用新案、商標、意匠などの出願・中間処理
外国特許、実用新案、商標、意匠などの出願・中間処理
著作権登録 (日本国・外国)、電子公証
国内外の特許、実用新案、商標、意匠の維持年金管理・納付代行
鑑定 (無効鑑定・有効鑑定)
無効資料調査
侵害調査 (抵触性調査)
不服審判、無効審判
審決取消訴訟
外国訴訟支援
他社出願監視 (日本国・外国)
不正使用対応、税関対応
侵害品に対する警告書対応
企業買収時 (出資時) 調査
自社知財価値分析、自社技術売却可能性調査
事業戦略調査
知財ビジネス評価書作成
知的財産管理DB提供サービス
社員知財教育 (知財創出、ノウハウ・秘密情報漏洩防止等)
ライセンス交渉支援
企業知財部代行

※弁理士 (特許事務所) によって、規模や注力している分野が違うので、上記のリストに当てはまらない場合もあり、また上記にはないサービスを提供している弁理士もいます。

例えば、弁護士と協働して「仲裁」による紛争解決手段を提供したり、デザイナー等と協働して「ロゴデザイン等の商標作成」から支援したり、知財と合わせて「規格・標準化」の支援を提供したり、「事業承継」の支援をしたり、知財系の「助成金情報」を提供したり、「政策見地からのアドバイス」を提供できたり、金融機関と協働して「知財金融」についてのサービスを提供する等があります。ご要望がありましたら、各専門家と連携をして対応しますので、ご連絡頂ければと思います。

弁理士については、拙書『弁理士にお任せあれ』(2020年)著 大樹七海にて、詳述しています。本連載の方は、部分的なアップデート版の位置づけになるかと思えます

9. むすびに変えて

弁理士について、ダイジェスト的に解説を加えさせて頂きました。これまでの流れを読まれてきた皆様に、次回も知財力のつく内容を提供できればと思っています。

参考文献

- ・弁理士にお任せあれ, 大樹七海 著, 発明推進協会, 2020
- ・アインシュタイン物語, コンドー 著, 杉元賢治 訳, 東京図書, 1985.11, 国立国会図書館デジタルコレクション, <https://dl.ndl.go.jp/pid/12221765>
- ・アインシュタインの生涯 新訳版, C.ゼーリッヒ 著, 広重徹 訳, 東京図書, 1974, 国立国会図書館デジタルコレクション <https://dl.ndl.go.jp/pid/12285159>
- ・アインシュタイン, 井野川潔 著, 岩崎書店, 1966
- ・ゼロックスとともに, ジョン・H.デサウアー 著, 田中融二 訳, ダイヤモンド社, 1973
- ・日本税理士会連合会: 税理士登録者・税理士法人届出数 (令和7年4月末日現在), <https://www.nichizeiren.or.jp/cpta/about/enrollment/>
- ・日本行政書士会連合会: 組織概要 (令和7年4月1日現在), <https://www.gyosei.or.jp/about/organization/outline>
- ・全国社会保険労務士会連: 社会保険労務士白書2024年, <https://www.shakaihokenroumushi.jp/Portals/0/doc/nsec/souken/2024/hakusho/zentai2024.pdf>
- ・日本弁護士連合会: 日弁連の会員 (2025年7月1日現在), https://www.nichibenren.or.jp/library/pdf/jfba_info/membership/members.pdf
- ・日本司法書士会連合会: 会員数データ (2025年4月1日現在), <https://www.shiho-shoshi.or.jp/association/release/rengokai-data/>
- ・日本弁理士会: 会員分布状況 (2025年3月31日現在), https://www.jpaa.or.jp/cms/wp-content/uploads/2025/04/distribution_20250331.pdf
- ・キヤノン特許部隊, 丸島儀一 著, 光文社, 2002

profile



大樹七海 (おおきななみ・雅号)

弁理士, 芸術・科学・知財クリエイター
知成堂 代表取締役

<https://note.com/ookinunami>
政刊懇談会第21回本づくり大賞優秀賞受賞。国立研究開発法人 (理化学研究所、産業技術総合研究所) にて半導体・創薬研究開発・国際業務を経て弁理士、知財専門の出版社 株式会社知成堂 代表取締役。著書『世界の知的財産権』(経済産業調査会)、『弁理士にお任せあれ』(発明推進協会)、『ストーリー漫画でわかるビジネスツールとしての知的財産』(マスターリンク)、内閣府知財教選定書『マンガでわかる規格と標準化』(日本規格協会)、経済産業省「くらしの中のJIS」他。

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

JISマーク表示制度に基づく製品認証

製品認証本部では、以下のとおり、JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

JISマーク認証取得者

認証番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TC0325001	2025/4/28	JIS A 5406	建築用コンクリートブロック	株式会社関東	群馬県伊勢崎市東小保方4003
TC0325002	2025/4/28	JIS G 3532	鉄線	株式会社英慎製作所	新潟県燕市八王寺1497
TC0325003	2025/5/26	JIS A 5371 JIS A 5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品	ピーシーコンクリート工業株式会社	神奈川県相模原市緑区町屋4丁目29番地25号
TC0825001	2025/5/26	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	株式会社谷口TAS.MA	福岡県福岡市中央区荒津2-3-55
TCCN25093	2025/5/26	JIS A 6111	透湿防水シート	江蘇青昀新材料有限公司	中国江蘇省南通市開発区江海路166号
TCCN25094	2025/5/26	JIS A 5908	パーティクルボード	広西一家美人造板有限公司	中国広西壮族自治区柳州市鹿寨県鹿寨鎮十里亭(広西桂中現代林業科技産業園一期二区A08地塊)

JISマーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/certification/product/jis-search>

Editor's notes

—編集後記—

本号が発行されるこの時期は梅雨も明け、夏の陽射しを感じさせる季節となっている頃でしょう。そして、年々厳しさを増す猛暑に、うんざりしている方もいるでしょうか。この機関誌が、読者の皆様にとって、季節の移ろいとともに目にしていただける存在であってほしいと願っております。

世間では、4月から開催されています大阪・関西万博が賑わいを見せておりますが、私は今のところ行く予定がないため、メディアを通じて、その様子を羨ましく見るだけで終わりそうです(ちなみに、私が最後に行った万博は1985年に開催されたつくば万博です)。特に注目すべきはそのシンボルとなる「大屋根リング」で、世界最大の木造建築物としてギネス世界記録に認定されました。環境へ配慮した日本の伝統的な木造技術と現代的な美しいデザインが融合したこの建築は、国内外から注目を集めており、建築業界における木造建築の可能性を示す重要な事例になるとも言われています。その一方で、これほど大規模な会場を建設するには、やはり危険も伴ったようです。メタンガスによる引火爆発事故、鋼製資材落下による事故、木製パネルの転倒による事故など、工事中においていくつかの安全関連の出来事が報告され

ており、これらの事例は、建設業界における安全管理の重要性を再認識させるものとなりました。当センター中央試験所においても、「関連法規を遵守し、試験及び試験環境の安全衛生管理を徹底する。また、労災事故の発生件数を0件にする。」を2025年度事業目標の1つとして掲げていますので、気を引き締めて取り組む所存です。

さて、話は変わりますが「JISマーク表示制度」が、2005年10月1日に施行されてから今年で20年となります。そこで次号では、「JISマーク表示制度施行20年を振り返って」の特集をする予定です。さまざまな視点から情報をお届けできればと考えておりますので、是非ご覧いただければと思います。

最後に、この編集後記が私の編集委員としての最後の仕事となります。2年間という短い期間でしたが、多くの方々に支えられ、貴重な経験を積むことができました。引き続き、当センターや業界に関する有益な知識、情報をお届けできるよう、今後は違った立場から関わっていただければと思っております。

今後とも、変わらぬご支援を賜りますようお願い申し上げます。

(緑川)

建材試験情報編集委員会

委員長	小山明男(明治大学 教授)
副委員長	芭蕉宮総一郎(常任理事)
委員	荻原明美(常任理事) 白岩昌幸(常任理事) 萩原伸治(経営企画部 部長) 中里侑司(経営企画部 企画調査課・経営戦略課 参事) 原田七瀬(経営企画部 企画調査課 主査) 大西智哲(経営企画部 経営戦略課 主査) 小林直人(経営企画部 経営戦略課 主査) 疋島宗哉(経営企画部 経営戦略課)
事務局	黒川 瞳(経営企画部 経営戦略課)

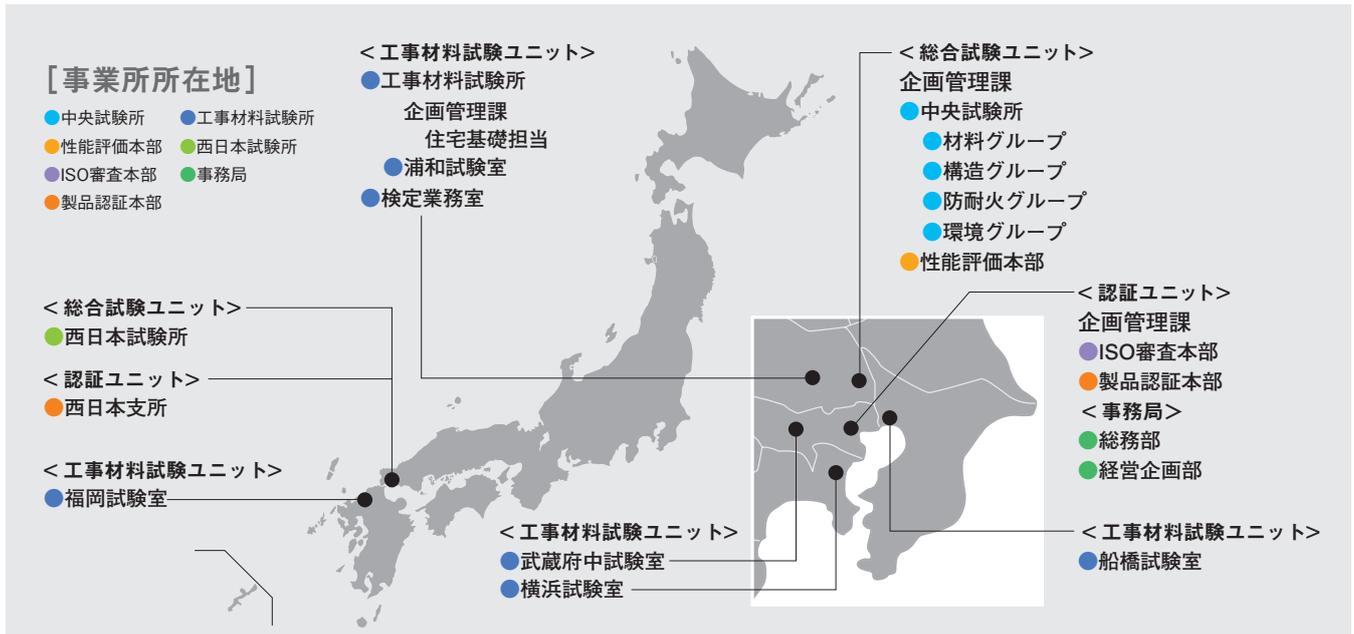
建材試験情報 7・8月号

2025年7月31日発行(隔月発行)	
発行所	一般財団法人建材試験センター 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル
発行者	真野孝次
編集	建材試験情報編集委員会
事務局	経営企画部 TEL 03-3527-2131 FAX 03-3527-2134 本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いいたします。



ホームページでは、機関誌アンケートを実施しています。
簡単にご回答いただける内容となっておりますので、ぜひ皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。
<https://www.itccm.or.jp/tech-provision/magazine/questionary>
または左記QRコードよりアクセスできます。

事業所一覧



< 総合試験ユニット >

企画管理課
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20
TEL : 048-935-1991(代) FAX : 048-931-8323

● **中央試験所**
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20
材料グループ TEL : 048-935-1992 FAX : 048-931-9137
構造グループ TEL : 048-935-9000 FAX : 048-935-1720
防耐火グループ TEL : 048-935-1995 FAX : 048-931-8684
環境グループ TEL : 048-935-1994 FAX : 048-931-9137

● **西日本試験所**
〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川
TEL : 0836-72-1223(代) FAX : 0836-72-1960

● **性能評価本部**
〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20
TEL : 048-935-9001 FAX : 048-931-8324

< 認証ユニット >

企画管理課
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階
TEL : 03-3249-3151 FAX : 03-3249-3156

● **ISO審査本部**
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階
TEL : 03-3249-3151 FAX : 03-3249-3156

● **製品認証本部**
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階
TEL : 03-3808-1124 FAX : 03-3808-1128

西日本支所
〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川(西日本試験所内)
TEL : 0836-72-1223 FAX : 0836-72-1960

< 工事材料試験ユニット >

● **工事材料試験所**
企画管理課
〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8
TEL : 048-858-2841 FAX : 048-858-2834

住宅基礎担当 TEL : 048-711-2093 FAX : 048-711-2612
武蔵府中試験室 〒183-0035 東京都府中市四谷 6-31-10
TEL : 042-351-7117 FAX : 042-351-7118

浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8
TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838

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

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

福岡試験室 〒811-2115 福岡県糟屋郡須恵町大字佐谷 926
TEL : 092-934-4222 FAX : 092-934-4230

● **検定業務室** 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8
TEL : 048-826-5783 FAX : 048-858-2834

< 事務局 >

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 9階
● **総務部** TEL : 03-3664-9211(代) FAX : 03-3664-9215
● **経営企画部**
経営戦略課・企画調査課 TEL : 03-3527-2131 FAX : 03-3527-2134

