

# 建材試験 情報 2024.5・6

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

VOL.  
60

## 寄稿

重量床衝撃音対策と設置共振の誤差を低減できる計測技術／富田隆太

## 技術紹介

JSTM K 6101

人工太陽による窓の日射遮蔽物(日除け)の日射熱取得率及び  
日射遮蔽係数試験方法

JSTM J 6112

建築用構成材の遮熱性能試験方法

## 業務報告

「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」の報告





- 02 寄稿  
重量床衝撃音対策と設置共振の誤差を低減できる計測技術  
日本大学 理工学部 建築学科 教授 富田隆太
- 技術紹介 ● 08 技術レポート  
内陸地殻内地震動の位相特性を用いた  
設計用地震動に対するRC造建物の応答変位  
総合試験ユニット 性能評価本部 性能評定課 主幹 伊藤嘉則
- 16 試験報告  
超高強度繊維補強コンクリートの熱伝導率試験  
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 珠玖楓真
- 18 試験設備紹介  
土の一軸圧縮試験機  
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 福岡試験室 主査 釜堀武志
- 20 試験設備紹介  
無収縮モルタルの品質性能試験に用いる試験装置一式  
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 齊藤辰弥
- 22 規格基準紹介  
JIS A 5559(木質構造用ねじ)の制定  
総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ 主査 中里匡陽
- 26 JSTM紹介  
JSTM K 6101 人工太陽による  
窓の日射遮蔽物(日除け)の日射熱取得率及び日射遮蔽係数試験方法  
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 主幹 松原知子
- 28 JSTM J 6112 建築用構成材の遮熱性能試験方法  
総合試験ユニット 性能評価本部 性能評定課 主査 牧田智明
- 30 業務報告  
「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」の報告  
総合試験ユニット 西日本試験所 試験課 主幹 早崎洋一
- 連載 ● 32 骨材の系譜  
Vol.4 甲子園の土  
工学院大学 名誉教授 阿部道彦
- 37 事業報告  
2023年度調査研究事業報告 経営企画部 企画調査課
- 38 事業計画  
2024年度事業計画
- 42 特別企画  
「巻頭言」を振り返って
- 44 部門紹介 — 総合試験ユニット 性能評価本部 —
- 45 資格取得者紹介  
ISO 9001 審査員研修を受講して  
認証ユニット ISO審査本部 マネジメントシステム認証課 係長 長崎 新
- 46 VISITOR
- 48 REGISTRATION

# 重量床衝撃音対策と 設置共振の誤差を 低減できる計測技術



日本大学 理工学部 建築学科 教授

富田隆太

## 1. はじめに

国土交通省が5年おきに実施している「平成30年度マンション総合調査結果報告書」<sup>1)</sup>によると、過去1年間に発生したトラブルの具体的内容について、「生活音」が38.0%と最も多い。また、筆者らが2020年に行った、新型コロナウイルス感染症によるステイホーム中に共同住宅を対象として住宅性能の満足度合を調査した結果<sup>2)</sup>でも、「住戸内の防音、遮音」の不満足合が最も高く、次いで「住戸内の防露、防湿」であった。さらに、気になる音の種類としては、「上階からの足音」・「子供の飛び跳ね・走り回る音」・「物の落下音」が上位3位を占めており、いずれも『床衝撃音』と呼ばれる音であった<sup>2)</sup>。

『床衝撃音』には大きく2種類あり、「上階からの足音」・「子供の飛び跳ね・走り回る音」のような重くてやわらかい衝撃源による床衝撃音は『重量床衝撃音』、「物の落下音」のような軽くてかたい衝撃源による床衝撃音は『軽量床衝撃音』と呼ばれている。

『軽量床衝撃音』は衝撃源がかたいため、対策は容易であり、カーペット等のやわらかい床仕上げ材を施工することで効果が得られる。

一方で、『重量床衝撃音』は、床構造の剛性・質量が遮断性能に大きく影響し、例えば、RC造のコンクリートスラブの場合には、その厚さが重要な要因とされている。そのため、建設後の対策が非常に困難で、床仕上げ材や床仕上げ構造等での対策は非常に難しいと言われている。

そのため、筆者らは、音のトラブルが多いにも関わらず、建設後には対策不可である重量床衝撃音について、防振と遮音を考慮した「畳付収納家具」や防振を考慮した「畳」を中心に居住性向上を目的とした研究を継続している。

本稿の2章、3章では、筆者らの床衝撃音対策に関する研究の一部を紹介させていただきたい。

一方、都市の高密度化や建物の床の大スパン化等により、建物を取り巻く環境振動の問題も増加してきている。環境省が実施した「令和3年度振動規制法施行状況調査」<sup>3)</sup>

によると、振動に係る苦情件数は、平成11年度頃から増加しており、令和3年度には平成11年度の約2倍の件数となっている。また、筆者らが建物の振動について、東京圏を中心として平成28～29年に実施したアンケート調査<sup>4)</sup>では、過去1年間の振動について感じると回答した割合が約37%であった。また、コロナ禍であった令和3年度に同様のアンケート調査<sup>5)</sup>を行った結果、過去1年間の振動について感じると回答した割合が約44%であった。

筆者らは、環境振動に関する研究として、設置共振の誤差を低減できる計測技術の提案、環境振動に対する感覚評価尺度の提案に関する研究等を継続している。

本稿の4章では、筆者らの環境振動の計測に関する研究の一部を紹介させていただきたい。

## 2. 防振と遮音による重量床衝撃音対策の提案

2015年4月「子ども・子育て支援新制度」<sup>6)</sup>の施行に伴い、小規模認可保育所は、都市部では待機児童問題解決の切り札として、地方では人口減少時代の新たな保育形態の雛型として期待されている。小規模認可保育所は、0歳から2歳までの子どもを対象に、定員規模6人以上19人以下でも開設できるようになり、マンションの空き室やビルの一室などの比較的面積が小さい場所でも、保育所を開設できるようになった。また、2017年9月より国家戦略特別区域内では0～5歳の一貫した保育が可能であったが、2023年5月からは市町村の柔軟な判断により、全国でも可能となった<sup>7)</sup>。2歳までの乳幼児と異なり、体力の向上により運動量も増すことが予想される。また、体重の増加に伴い、マンションやビル内に開設するとすると、下階への床衝撃音の対策がとても重要な課題となってくるのが推測される。

そこで、小規模認可保育所を対象として、重量床衝撃音の対策方法について検討を行った。なお、小規模認可保育所では、設置期間が短いケースや、予算も限られている場合もあることから、より短期間・低予算で重量床衝撃音対策を行える可能性を検討するため、市販品(畳付収納家具)

を用いて、重量床衝撃音レベル低減量の効果が得られるかの基礎的検討を行った。

畳付収納家具を用いた理由としては、用途変更により、保育所において不足する可能性がある収納を少しでも確保したいということ、また数年後に保育所が充足され、他の用途に変更する際に、撤去が容易にできるということも挙げられる。

そこで、文献<sup>8)~11)</sup>では、既存のマンションやビル内に小規模保育施設がコンバージョンされることを想定し、畳付収納家具による重量床衝撃音対策を提案した。

そもそも、前述したように、重量床衝撃音遮断性能は床構造により性能が決定されることが多く、床仕上げ構造や床仕上げ材の効果は小さい。むしろ、乾式二重床のような床仕上げ構造では重量床衝撃音遮断性能が低下するのが一般的である。本研究では、床構造を変えずに、床構造（コンクリートスラブ）への衝撃入力を低減させることを考えた。市販の畳付収納家具そのものでは、重量床衝撃音遮断性能が低下したが、そこに防振・遮音技術を導入し、検討を行った。

文献<sup>8)</sup>では、畳付収納家具（600×600×450mm）1台を用いて、適切な防振を行い、かつ収納部分に仕切り板を入れるような遮音対策を併せれば、タイヤ加振時における63Hz帯域の床衝撃音レベル低減量で最大14dBの性能向上が実現できることを明らかにした。

文献<sup>9)</sup>では、畳付収納家具（600×600×315mm）1台を用いた高遮音仕様の提案を目的に実験的検討を行った。畳付収納家具は、収納家具内部に、高さ方向を2分割させる

ために、床と平行方向の仕切り板を用いた。上部空間は収納に、下部空間は重量床衝撃音対策のための空間を想定した。重量床衝撃音対策のために、防振と遮音技術を利用するため、下部空間には質量付加を行った。**図1**は質量付加の違いを示している。タイヤ加振時における実験の結果、**図2**に示すように、畳付収納家具について防振及び遮音対策を適切に行うことで、実験No.18～実験No.22のように、重量床衝撃音における重要な63Hz帯域で、18～22dB程度、コンクリートスラブ素面に比べて性能向上を達成できた。

畳付収納家具による床衝撃音対策方法は、既存状態をそ

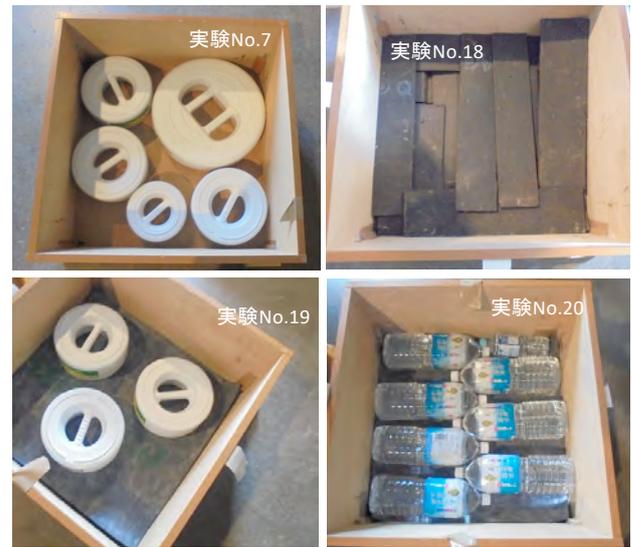


図1 質量付加の種類の違い<sup>9)</sup>

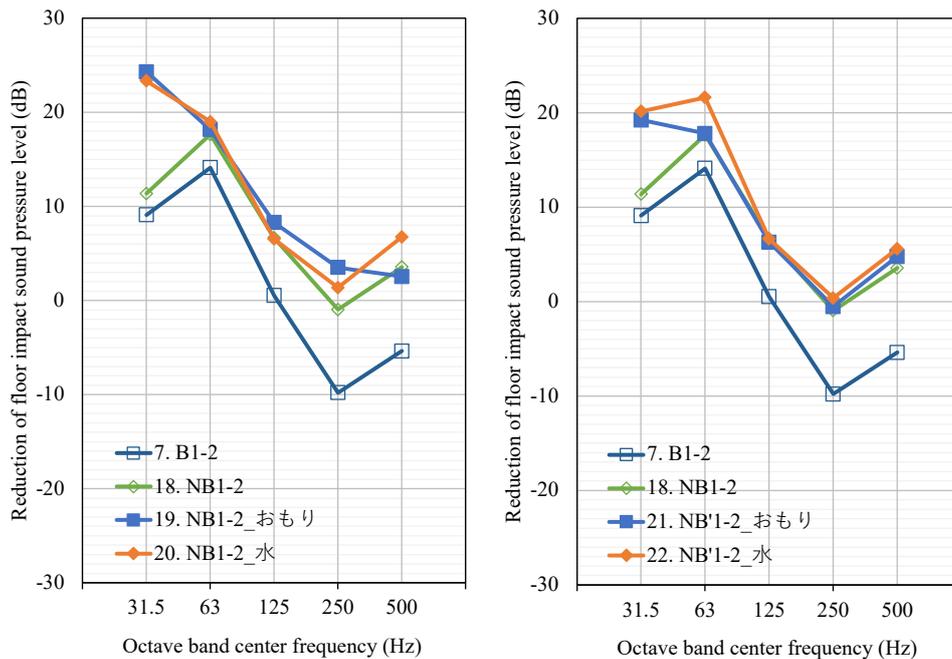


図2 質量付加の種類の違いによる実験結果<sup>9)</sup>

のまま活用し、既存床に防振材と畳付収納家具を設置することで、工期短縮や費用を抑えられる面もあることから、乾式二重床に設置した場合についても検討を行っていく必要があると考えた。そこで、文献<sup>10)</sup>では、乾式二重床を実験室に施工し、その上に畳付収納家具を設置した際の重量床衝撃音について実験的検討を行った。タイヤ加振時における実験の結果、家具サイズを1200×600×315mmと大きくした試験体No.4 (NB2-2\_おもり)では、63Hz帯域で25dB程度の効果が得られた。また、JIS A 1440-2:2007、実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法—第2部：標準重量衝撃源による方法に準拠し、5点加振、5点受振による実験の結果、63Hz帯域で15～20dBの性能向上が実現できた。

文献<sup>11)</sup>では、鉄筋コンクリート造の実建物を対象として、四畳半程度の面積の畳付収納家具を施工し、標準衝撃源を用いた床衝撃音遮断性能の検討を行った。既報<sup>8)~10)</sup>の畳付収納家具1台を対象とした実験の知見を活かし、10台連結し面積を拡張した実用的な検討を行った。図3に畳付収納家具の施工写真を示す。図4に、標準重量衝撃源に



図3 畳付収納家具の施工<sup>11)</sup>

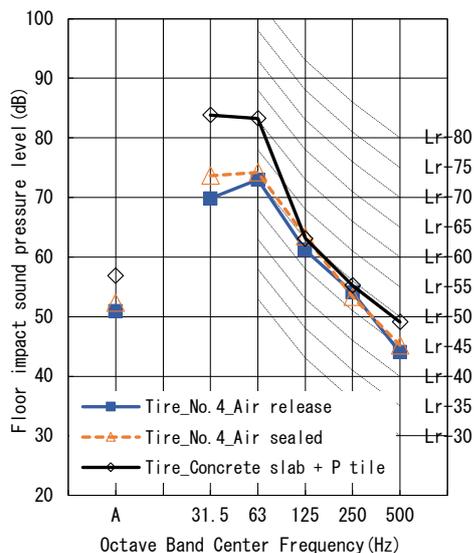


図4 標準重量衝撃源による床衝撃音レベル測定結果 (タイヤ加振)<sup>11)</sup>

よる床衝撃音レベル測定結果を示す。JIS A 1418-2:2019、建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第2部：標準重量衝撃源による方法の衝撃力特性(1)のタイヤ加振時では、コンクリートスラブ+Pタイルの場合には $L_{i, Fmax, r, H(1)}-60$ であり、畳付収納家具を施工した場合には、 $L_{i, Fmax, r, H(1)}-50$ となった。文献<sup>12)</sup>には保育所はないが、集合住宅では3級から1級に、学校では2級から特級の適用等級となる。また、図3を見ると、畳付収納家具を支持している防振材の位置に空気層が50mmある。畳付収納家具の外周部分を養生テープで密閉 (Air sealed) しても、Lr等級の評価対象周波数帯域である63Hz～500Hz帯域では、空気開放時 (Air release) と床衝撃音レベルに変化は見られなかった。

以上のように、畳付収納家具を7.2m<sup>2</sup>施工した場合の効果について検討を行った結果、タイヤ加振時の場合には実建物で10dB程度性能向上することが明らかになった。ここで、重量床衝撃音がコンクリートスラブ厚のみに依存すると仮定すれば、重量床衝撃音遮断性能については、150mmの既存コンクリートスラブが、約270mmのコンクリートスラブに厚くなった場合の性能と同程度となる。

### 3. 防振畳による重量床衝撃音と転倒衝突時の硬さの対策

建築空間で利用者が快適かつ安全に過ごすために、人と常に接する「床」は重要である。床の性能 (安全性や快適性) を向上させることは、子ども・成人・高齢者などすべての世代において重要な課題と考えられる。内閣府の政策を見ると、「子ども・子育て支援」、「共生社会」は重要視されており、「子ども・子育て支援」では、社会全体で子育てを「量」と「質」の両面から支える政策、「共生社会」では高齢社会対策が推進されている。床の性能についても、子ども、高齢者への配慮を検討して行くことで、成人を含めた人々の生活に有用となると考えられる。

畳が床仕上げ材として部屋全体に敷きつめられたのは鎌倉時代から室町時代とされており<sup>13)</sup>、我が国の伝統的な床仕上げ材である。現代の住宅床にはフローリングが多用されているが、高齢者の寝室では畳床が7割以上使用されていた<sup>14)</sup>。以上のように、高齢者には馴染み深い畳であるが、清掃性や車いすでの生活に不向きとされ、長年、介護現場では敬遠されてきた。しかしながら、2018年には衝撃緩和型畳床がJISで制定され<sup>15)</sup>、さらに介護保険による住宅改修では最大9割の補助が受けられるなど再注目されている。JIS A 5917:2018、衝撃緩和型畳床は、資料<sup>16)</sup>によれば、高齢者等の転倒による骨折等によって、そのまま病床につく事例が多く報告されており、歩きやすく、転倒時の衝撃緩和性能を有する高機能畳床のニーズが高まっている背景の中、衝撃緩和性能を有する畳床の性能値は規格化されていないこと等から、JISを新たに制定したと記載

されている。

文献<sup>17)</sup>の国民生活センターの調査によれば、高齢者の事故では住宅内が77%と多く、かつ家庭内事故では転落・転倒が53%と多い。

また、家庭内では住宅の洋室化から畳の居室が減少しており、子どもが幼少期に畳と触れ合う機会が少なくなっている。以上から、安全で快適な、かつ伝統的な床を子どもにも継承する畳の開発は重要であると考えられる。

そこで、文献<sup>18),19)</sup>では、子ども・高齢者にとって安全で快適な、かつ子どもの動作による床衝撃音の問題がクリアできる、「遮音性能と安全性に配慮した畳の開発及び設計指針の策定」を目的として研究を行った。また、厚生労働省による宅幼老所の取組<sup>20)</sup>では、デイサービスセンターと保育園の「幼老一体化施設」などの事例が示されている。このような施設では、特に、「遮音性能と安全性」に配慮した畳が、建築設計やコンバージョンに有用となる可能性がある。

文献<sup>18)</sup>では、市販の本畳、建材畳に加えて、防振に着目した畳を5種類試作し、床衝撃音と転倒衝突時の硬さ、歩行時の硬さに関する実験的検討を行った。その結果、従来の本畳、建材畳は、63Hz帯域の重量床衝撃音レベル低減量に効果はなく、0~-1dB程度であることを確認した。また、文献<sup>18)</sup>で試作した防振を考慮した畳では、タイヤ加振時により、重量床衝撃音で重要な63Hz帯域において、3dBの性能向上を実現できた。転倒衝突時の硬さについては、従来の本畳、建材畳の50~53Gに対して、試作した畳は、20~31Gと衝撃緩和効果が大きい結果であった。重量床衝撃音と転倒衝突時の硬さの対策を実現できた試作畳の内、T4、T5は歩行時の歩きやすさも良い結果であった。

文献<sup>19)</sup>では、文献<sup>18)</sup>に続く検討として、重量床衝撃音レベル低減量の更なる向上の検討を行った(図5)。その結果、図6に示すように、防振パッドのばね定数を文献<sup>18)</sup>よりも小さくすることにより、重量床衝撃音で重要な63Hz帯域で4dBの重量床衝撃音レベル低減量を有する畳(T8)の試作が実現できた。また、図7に示すように、転倒衝突時の硬さについては、試作した畳は、27~32Gと衝撃緩和効果が大きい結果であった。なお、T8は歩行時の歩きやすさも良い結果であった。

以上のように、文献<sup>18),19)</sup>で提案した防振畳は、重量床衝撃音と転倒衝突時の硬さの対策を実現できることが示唆された。今後は、畳を1畳ではなく、4.5畳等に拡大して、実用的な研究に発展させていく予定である。

#### 4. 設置共振の誤差を低減できる計測技術の提案

設置共振とは、建築物内の場合には、カーペット等のやわらかい床仕上げ材に振動ピックアップを置くことで、床仕上げ材のバネと振動ピックアップの質量により振動系が作られ、共振周波数で振動が増幅する現象をいう。設置共



図5 タイヤ加振による畳床の測定

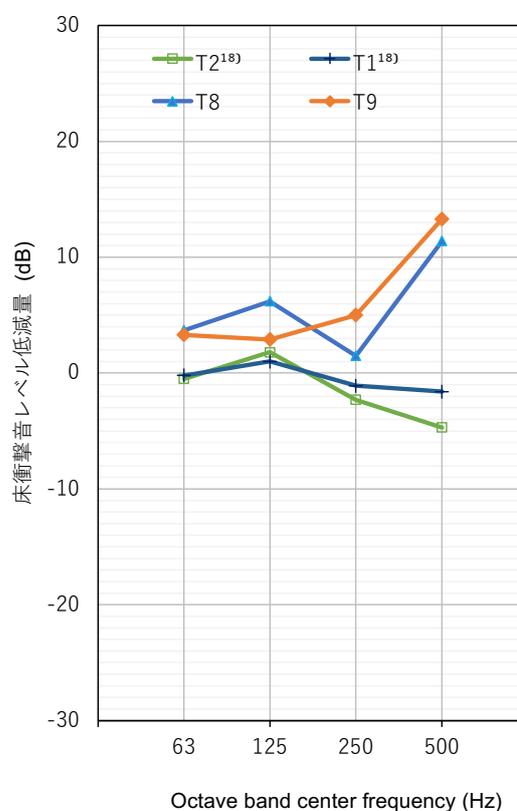


図6 重量床衝撃音レベル低減量<sup>19)</sup>

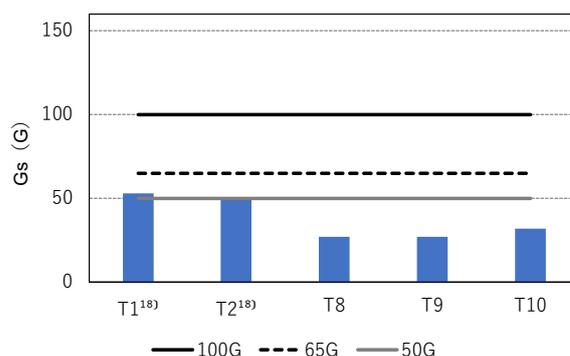


図7 床の硬さ<sup>19)</sup>

振が、環境振動測定において問題になることは、文献<sup>21)</sup>でも、『床上にタイルカーペットやじゅうたんなどの柔らかい表面仕上材が施工されている場合には、可能な限り仕上材を取り除き躯体上に設置する』と記載されていることから明らかである。

文献<sup>22)</sup>では、実建物の床で設置共振に関する実態調査を行った。その結果、カーペットの鉛直方向の場合には、20Hz程度から高周波数帯域で、設置共振が生じることを確認した。

以上のような長年に渡る設置共振の問題を解決するために、筆者らは床材を剥がさずに設置共振の誤差低減を目的とした計測技術の検討を行った。

文献<sup>23)</sup>の提案は、カーペットを剥がさずに、カーペットを剥がした床スラブの振動加速度レベルを精度よく推定する方法として、防振材の振動伝達率を利用した。カーペットと振動ピックアップの間に、カーペットよりばね定数の小さい防振材を挿入し、振動加速度レベルを計測する方法である。その計測結果から、「事前に計測した防振材と振動ピックアップの振動伝達レベル」を減算し、カーペットを剥がした床スラブの振動加速度レベルを推定する方法である。結果の一部を、図8に示す。文献<sup>23)</sup>の提案方法による推定値と実測値が非常に精度よく対応していること

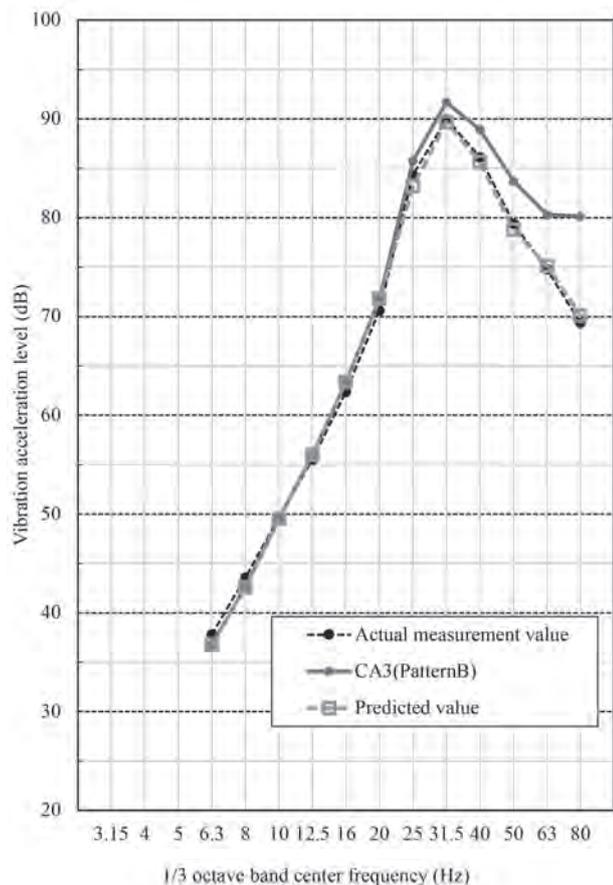


図8 CA3の実測と推定値の比較<sup>23)</sup>

を明らかにした。なお、CA3 (PatternB) は、カーペット上に振動ピックアップを設置した測定であり、25Hz～80Hzで設置共振が生じていることがわかる。

文献<sup>24)</sup>では、カーペットを対象に、加振器を用いて鉛直・水平振動に関する実験的検討を行い、鉛直振動については、文献<sup>23)</sup>の提案の検証を行い、加振器の実験でも設置共振の誤差を低減することができた。水平振動についても、文献<sup>23)</sup>で提案した方法を応用することで、設置共振の誤差を小さくすることができた。

なお、このような発想は国内外では見られなかった。文献<sup>25)</sup>では、鉛直振動について、DIN 45669-2で規定されている方法と本研究の提案方法を比べた。図9 (0dBであれば、設置共振の誤差がない) に示すように、DIN 45669-2で規定されている方法は、薄いカーペットのNC3のみ設置共振の誤差がほとんどないが、他のカーペットでは設置共振が見られる。一方、本研究の推定値は、5種類のカーペットで設置共振の誤差がほとんどないことを明らかにした。

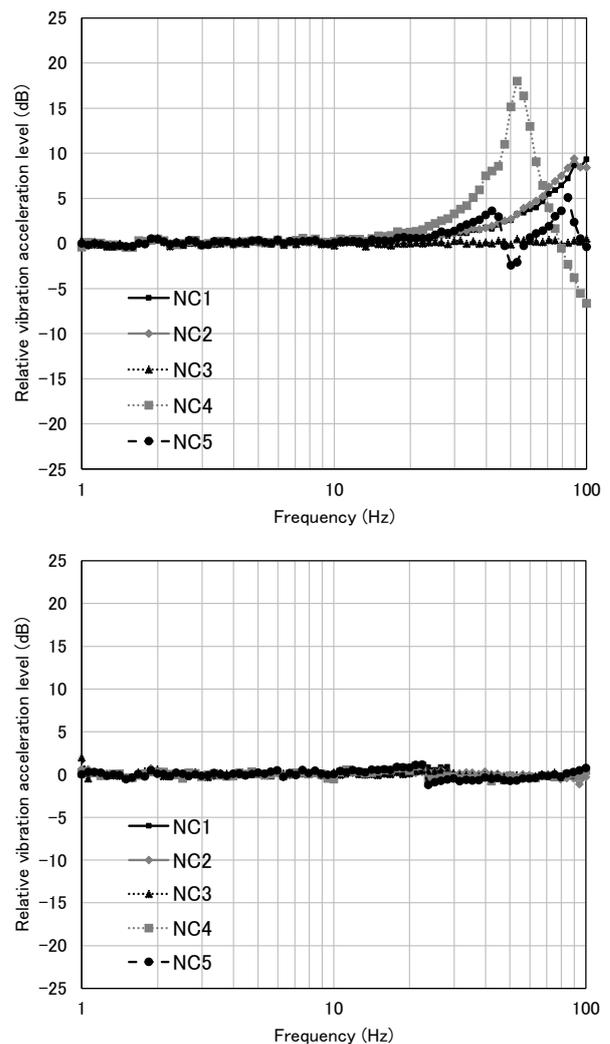


図9 DIN 45669-2で規定されている方法(上)と本研究の推定値(下)<sup>25)</sup>

文献<sup>26,27)</sup>では、次の研究課題として、カーペットに比べて厚さのある建材畳を対象とした。その結果、建材畳を施工した場合にも、鉛直・水平振動で、設置共振による誤差を小さくすることができた。

文献<sup>28,29)</sup>では、これまで課題であった本畳について、文献<sup>23~27)</sup>で提案した推定方法を拡張した修正推定方法について実験的検討を行った結果、従来の推定方法に比べて、設置共振の誤差が小さい結果となった。

## 5. まとめ

本稿では、筆者らの床衝撃音対策に関する研究、環境振動の計測に関する研究の一部を紹介させていただいた。貴重な機会をいただきました。関係各位に御礼申し上げます。

### 【謝辞】

本研究(2章、3章)の一部は、日本大学理工学部の助成、JSPS 科研費 16H03274 の助成及び日本大学理工学部理工学研究所プロジェクト研究助成金による助成を受けたものである。

### 参考文献

- 国土交通省：平成30年度マンション総合調査結果，[https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku\\_house-tk5\\_000058.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house-tk5_000058.html)，2019年4月26日(2024年1月3日アクセス)
- 富田隆太，阿部今日子：新型コロナウイルス感染症によるステイホーム中を対象とした共同住宅の音環境に関するアンケート調査，日本建築学会技術報告集，第27巻，第67号，pp.1303-1308，2021.10
- 環境省：令和3年度振動規制法等施行状況調査について(概要)，<https://www.env.go.jp/air/sindo/index.html>，2023年2月24日(2024年1月3日アクセス)
- 坪井恒太郎，井上勝夫，富田隆太：住宅の周辺条件を考慮した環境振動評価に関するアンケート結果の分析，日本音響学会騒音・振動研究会，N-2018-27，pp.1-8，2018.6
- 佐藤勇輝，富田隆太，青木怜依奈：コロナ禍における環境振動評価に関するアンケート調査結果の分析，日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集，pp.103-106，2022.11
- 全国小規模保育協議会：小規模保育白書 2016年版，2016.3
- 内閣府：小規模認可保育所における対象年齢の拡大に係る特例措置の一部全国展開について，2023年6月21日，[https://www.chisou.go.jp/tiiki/kokusentoc/230621\\_hoiku.html](https://www.chisou.go.jp/tiiki/kokusentoc/230621_hoiku.html) (2024年1月3日アクセス)
- 富田隆太，岡庭拓也，大瀧友多，阿部今日子：小規模認可保育所を対象とした畳付収納家具による重量床衝撃音対策方法に関する基礎的検討，日本建築学会技術報告集，第27巻，第65号，pp.277-282，2021.2
- 富田隆太，岡庭拓也，阿部恭子，大瀧友多，阿部今日子：畳付収納家具を用いた重量床衝撃音対策仕様の提案，日本建築学会技術報告集，第27巻，第67号，pp.1309-1314，2021.10
- 富田隆太，岡庭拓也，阿部今日子：乾式二重床に畳付収納家具を設置したときの重量床衝撃音対策に関する検討，日本建築学会環境系論文集，第87巻，第798号，pp.515-521，2022.8
- 富田隆太，岡庭拓也，阿部今日子：実建物における畳付収納家具を用いた重量床衝撃音対策の検討，日本建築学会技術報告集，第30巻，第74号，pp.176-180，2024.2
- 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]，1997.12
- 全国畳産業振興会：畳の歴史，<http://www.tatami.in/history/> (2024年1月3日アクセス)
- 富田隆太：住宅における床仕上げ材のかたさ感覚と振動応答物理量に関する研究，博士論文(日本大学)，2007.6
- JIS A 5917：2018，衝撃緩和型畳床
- 経済産業省：衝撃緩和型畳床に関するJIS 制定，資料3，2018.5
- 国民生活センター：医療機関ネットワーク事業からみた家庭内事故—高齢者編—，2013.3
- 富田隆太，阿部今日子：畳を対象とした床衝撃音と転倒衝突及び歩行時の硬さに関する実験的検討，日本建築学会環境系論文集，第86巻，第790号，pp.873-882，2021.12
- 富田隆太，阿部今日子：防振を考慮した畳の床衝撃音と転倒衝突及び歩行時の硬さに関する実験的検討，日本建築学会技術報告集，第28巻，第70号，pp.1260-1265，2022.10
- 厚生労働省：宅幼老所の取組，2013.1
- 日本建築学会編：環境振動・固体音の測定技術マニュアル，1999.3
- 富田隆太，松田貴：床仕上げ材における鉛直方向の振動増幅量に関する実験的検討，日本建築学会技術報告集，第24巻，第58号，pp.1093-1096，2018.10
- 富田隆太，後藤佑太：防振ゴムを利用したカーペット上での環境振動測定方法の提案，日本建築学会環境系論文集，第84巻，第761号，pp.635-641，2019.7
- 富田隆太，後藤佑太，足立大：カーペット上での水平振動に関する防振ゴムを利用した環境振動測定方法の検討，日本建築学会環境系論文集，第85巻，第769号，pp.205-213，2020.3
- Ryuta TOMITA, Yuta GOTO, Dai ADACHI: Comparison of vibration transmission rate when using vibration control rubber and DIN 45669-2 method for countermeasures to contact resonances of vertical vibration, Acoustical Science and Technology, Vol. 43, No. 6, pp.316-321, 2022.11
- 富田隆太，後藤佑太，青木怜依奈：畳上での防振ゴムを利用した環境振動測定方法の検討，日本建築学会技術報告集，第27巻，第65号，pp.283-287，2021.2
- 富田隆太，足立大：畳上での水平振動に関する防振ゴムを利用した環境振動測定方法の検討，日本建築学会技術報告集，第27巻，第67号，pp.1315-1320，2021.10
- 富田隆太，足立大：防振材による本畳の鉛直・水平振動の設置共振の誤差低減を対象とした加振器での実験的検討，日本建築学会環境系論文集，第88巻，第812号，pp.751-762，2023.10
- 富田隆太，青木怜依奈：本畳の鉛直振動を対象とした防振材による設置共振の誤差低減に関する実験的検討，日本建築学会技術報告集，第29巻，第73号，pp.1383-1388，2023.10

<プロフィール>

日本大学 理工学部 建築学科 教授

専門分野：建築環境工学(音環境、環境振動)

最近の研究テーマ：建築物の固体音に関する研究、建築物の環境振動に関する研究

防災・減災の普及・促進を意図した耐震性能評価を目指して

# 内陸地殻内地震動の位相特性を用いた設計用地震動に対するRC造建物の応答変位

## 1. はじめに

### 1.1 本研究に関わる社会的背景

中低層鉄筋コンクリート造(以下、RCとする)の建物は、新耐震設計法が導入された1980年以降膨大な数の建物が建設されており、その多くは保有水平耐力計算による設計がなされている(最新版として<sup>1)</sup>)。保有水平耐力計算では、極めて稀に起こる地震動レベルに対して、部材の変形性能が確保できる場合は構造特性係数により必要耐力を低減できる。これにより、地震時の建物には塑性変形が生じる、つまり建物に損傷が生じることを許容した設計法となっている。しかし、建物に保有すべき耐力をクライテリアとしているため、地震時に生じる応答変位を陽には確認していない以上、<sup>2)</sup>。

### 1.2 本研究に関わる技術的背景

想定する地震動に対して建物に生じる応答変位を陽に算定する手法として、建築基準法では限界耐力計算と時刻歴応答解析による2つの方法を提示している<sup>3)</sup>。

限界耐力計算では、想定する地震動を解放工学的基盤位置での加速度もしくは速度応答スペクトル(以下、告示スペクトルと称す)で定義し、これに表層地盤の増幅特性係数を乗じることで地震荷重が評価される。そして、限界耐力計算では、時刻歴応答解析を行わずに告示スペクトルから直接応答変位の解を算定することができる。

時刻歴応答解析では、告示スペクトルに適合した設計用地震動を作成する必要がある。設計用地震動を作成するためには、地震動の加速度波形の経時特性(振幅特性と継続時間)と位相特性を設定する必要がある。経時特性は、包絡線形状で定義される。位相特性は、過去の観測地震動の実位相(以下、観測位相とする)を用いる場合と乱數位相を用いる場合の2つの方法がある。しかし、時刻歴応答解

析から得られる応答変位は、入力波が告示スペクトルに適合していても、位相特性によって異なる値をとる場合がある。

### 1.3 本研究の課題

本研究は、限界耐力計算のように、設計用地震動を用いずに告示スペクトルから直接求める応答変位と、設計用地震動を用いた時刻歴応答解析から得られる応答変位について、両者の解の乖離に関する問題点に着目した。

図1に、2つの観測地震動(1940年El Centro地震波、1994年Northridge地震波)の観測位相を用いて作成した設計用地震動(第2種地盤、目標継続時間60s)の速度応答スペクトルと加速度波形を示す。図中には、2章で述べる包絡線形状と継続時間も示す。図より、問題提起として、応答スペクトルの形状が類似していても、加速度波形の包絡線形状(図(a)のEl Centroは加速度振幅が全継続時間

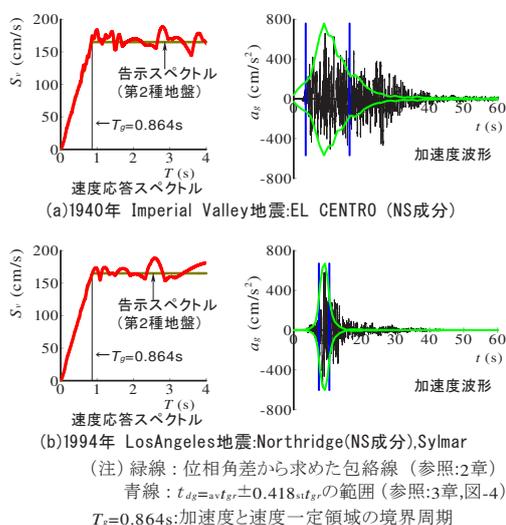


図1 観測位相を用いて作成した設計用地震動の応答スペクトルと地震動の加速度波形の代表例

にかけて繰返し作用、図 (b) のNorthridgeは加速度振幅が短い時間に作用が異なっている。これにより、応答変位に差異が生じることとなる。しかし、応答変位の差異は、応答スペクトルの形状から確定的に推定することはできない。

#### 1.4 本研究の目的

本研究は、応答変位の差異（以下で定義する「応答変位の不確定」）に与える物理的要因の考察を目的とする。ここでは、時刻歴応答解析をもとに考察を進める。また、応答変位の不確定性を、継続時間の観点で考慮して評価する応答変位の予測式を示す。

ここで、告示スペクトルに適合した設計用地震動においても、位相特性によって異なる応答変位が生じる現象を次の2つに分けて考える。

A) 一つに、乱數位相を用いた際に生じる応答変位の差異は、地震動の作成に付随する告示スペクトルとの誤差に起因し、その誤差には物理的意味はない。これを、「応答変位のばらつき」と定義する。

B) 一つに、観測位相を用いた際に生じる応答変位の差異は、地震動がもつ固有の位相特性に起因して生じる。しかし、位相特性は応答スペクトルの形状には反映されず、応答スペクトルの形状から応答変位を確定的に推定できず、上述のばらつきとは異なる。これを、「応答変位の不確定性」と定義する。本研究は、B) に着目する内容である。

## 2. 最大応答変位の不確定性に関する検証方法

### 2.1 フーリエ変換に基づく位相特性の位置づけ

地震動の加速度波形に有する振幅の大きさとその周期成分は、時間軸から周期軸へ変換するフーリエ解析によって書き与えられる。フーリエ解析は、時間軸と周期軸の相互変換を行うものであり、式 (1) に示すオイラーの法則による複素数をもとに数式展開される。ここで、 $i = \sqrt{-1}$  である。

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \cdot \sin \theta \quad (1)$$

そこで、地震動の加速度波形  $\ddot{z}(t)$  による外力を  $e^{i\omega t}$  で与えると、 $\ddot{z}(t)$  に対するフーリエ変換  $Z(\omega)$  が式 (2) で得られる。

$$Z(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \ddot{z}(t) e^{-i\omega t} dt \quad (2)$$

地震動の加速度波形  $\ddot{z}(t)$  は、フーリエ変換  $Z(\omega)$  と1対1の関係 ( $\ddot{z}(t) \leftrightarrow Z(\omega)$ ) にあるので、フーリエ逆変換による加速度波形  $\ddot{z}(t)$  が式 (3) で与えられる。ただし、 $t < 0 : \ddot{z}(t) = 0$  および  $\omega < 0 : Z(\omega) = 0$  とする。

$$\ddot{z}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} Z(\omega) e^{i\omega t} d(\omega) \quad (3)$$

一方、式 (2) において、 $k$  番目の成分による角振動数が  $\omega_k$  のときの複素フーリエ係数  $F(\omega_k)$  は、フーリエ振幅  $C_k(\omega_k)$  とフーリエ位相角  $\varphi_k$  による2つの関数で書き与えられる。

$$F(\omega_k) = C_k(\omega_k) \cdot e^{-i\varphi_k(\omega_k)} \quad (4)$$

$C_k$  : 角振動数  $\omega_k$  に対するフーリエ振幅

$\varphi_k$  : 角振動数  $\omega_k$  に対するフーリエ位相角

地震動の加速度波形  $\ddot{z}(t)$  が刻み時間  $\Delta t$  秒で全継続時間が  $T_d$  のとき、そのデータ数は  $N = T_d / \Delta t$  となる。このときの  $\ddot{z}(t)$  に対する有限フーリエ級数は、式 (5) で与えられる。

$$\ddot{z}(t) = \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}} C_k \cos(\omega_k t + \varphi_k) \quad (5)$$

式 (5) 中のフーリエ位相角  $\varphi_k$  は、式 (6) より得られる。

$$\varphi_k = -\tan^{-1} (I_m [C_k] / R_e [C_k]) \quad (6)$$

$I_m [ ]$ 、 $R_e [ ]$  : それぞれ、複素数の虚部と実部

ここで、フーリエ位相角  $\varphi_k$  より得られる隣接する2つの位相角の差（以下、位相角差  $\Delta\varphi_k$  とする）を、式 (7) で表す。

$$\Delta\varphi_k = \varphi_{k+1} - \varphi_k \quad (7)$$

また、位相角差  $\Delta\varphi_k$  を隣接する2つの位相角の角振動数の差で除した値（以下、群遅延時間  $t_{gr}$  とする）を、式 (8) で表す。

$$t_{gr} = \Delta\varphi_k / \Delta\omega_k \quad (8)$$

$$\Delta\omega_k = \omega_{k+1} - \omega_k, \quad k = 1, 2, \dots, (N/2 - 1)$$

### 2.2 フーリエ変換を利用した設計用地震動の作成方法

設計用地震動は、2.1節で示したフーリエ解析を利用して作成される。その手順は、はじめに式 (5) のフーリエ振幅  $C_k$  およびフーリエ位相角  $\varphi_k$  の初期値を設定し、これを式 (3) によるフーリエ逆変換により加速度波形を計算する。得られた加速度波形から速度応答スペクトルを計算し、これと告示スペクトルとの比が、規定された適合率(例えば、4)を満足するかの判定を行う。適合率を満足しない場合は、式 (4) のフーリエ係数  $C_k$  を補正し、再び式 (5) に戻り、適合率を満足するまで収束計算を行う。つまり、設計用地震動は、式 (5) に基づく正弦波の合成により作成され、現代の主流な方法となっている。なお、厳密には、式 (5) に時刻歴波形の経時特性を表す包絡関数  $E_t$  を乗じた形で書き与えられる。

$$\ddot{z}(t) = E_t \cdot \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}} C_k \cos(\omega_k t + \varphi_k) \quad (9)$$

なお、正弦波の合成による方法では、フーリエ振幅  $C_k$  およびフーリエ位相角  $\phi_k$  をそれぞれ独立に与え、収束計算を行う際に位相特性は変化させずフーリエ振幅のみを調整する形がとられる。一方で、フーリエ振幅とフーリエ位相は、ヒルベルト変換<sup>5)</sup>による相互変換が成立する。しかし、フーリエ振幅とフーリエ位相角を独立に与える手法では、繰り返しの収束計算をする過程で、ヒルベルト変換による相互変換の関係が失われる問題がある。そのため、位相スペクトルを参照したときの地震動とは、物理的な性質が幾分異なる地震動が作成されることがある。ただし、ここでは、設計用地震動の作成方法の改良を目的とする研究ではなく、慣用の作成方法から得られた設計用地震動に対する観測位相の影響を分析することとした。

### 2.3 位相特性と地震動の加速度波形の経時特性の関係

式(7)による位相角差の頻度分布の形状は、地震動の加速度波形の包絡線形状に類似することが、古くに大崎らの研究<sup>6)</sup>により指摘されている。

式(8)による群遅延時間の平均値と標準偏差は、地震動の加速度波形の中心位置とその広がりを表すことが、古くに勝倉・和泉の研究<sup>7)</sup>により指摘されている。

中村・壁谷澤<sup>8)</sup>は、式(5)の有限フーリエ級数から地震動の速度応答波形を算定し、これを位相角差スペクトルと関連付けた継続時間を用いて、内陸地殻内地震動と海溝型地震動の応答変位の差異を、継続時間の観点で説明する理論的背景を示した。

つまり、位相特性の差異は、地震動の加速度波形の経時特性(包絡線形状と継続時間)と密接な関係を有することといえる。したがって、内陸地殻内地震動と海溝型地震動による位相特性の差異による応答変位の不確定性に関する問題は、地震動の主要動を表す継続時間を検証することに帰着する。

そこで、本研究では、応答変位の不確定性に与える物理的要因を、2.4節で述べる地震動の主要動継続時間(以下、記号:  $t_d$ とする)で考察する。

### 2.4 主要動継続時間の取り扱い

図2に、時刻歴波形の包絡関数  $E_I$  として、Jenningsの提案式<sup>9)</sup>に基づく包絡線を示す。図より包絡線は、放物線で表される立ち上り部 ( $t_1 \sim t_2$ )、振幅一定部 ( $t_2 \sim t_3$ )、指数関数で表される減衰部 ( $t_3 \sim t_4$ ) で構成されている。図2(a)中の振幅一定部 ( $t_2 \sim t_3$ ) は、建物の応答に直接的な影響を与える主要動継続時間と扱われている。本研究では、主要動継続時間を式(10a)に示す加速度波形  $a_g$  の自乗積分値において、式(10b)に示す全継続時間との比  $D_u(t)$  が、表1に示す5%~75%となるときの時間とした。また、全継続時間  $T_d$  (図2(a)中の  $t_0 \sim t_4$ ) に対する主要動継続時間  $t_d$  の比 ( $t_d/T_d$ ) を有効継続時間比と定義した。

$$I_{E0} = \int_0^{T_d} a_g^2 dt \quad (10a)$$

および

$$D_u(t) = \int_0^t a_g^2 dt / \int_0^{T_d} a_g^2 dt \quad (10b)$$

$a_g$ : 時刻  $t$  のときの地震動の加速度

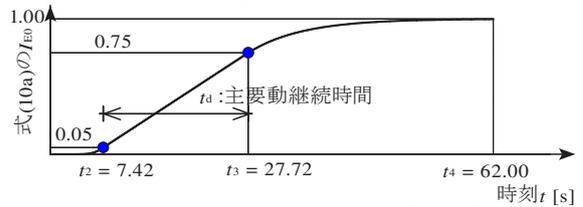
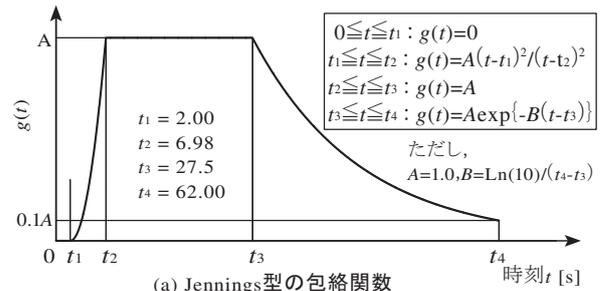


図2 Jenningsの包絡関数<sup>7)</sup>と式(10a)の積分計算

表1 有効継続時間を求めるための積分範囲

$\alpha_b = \frac{\int_0^{t_b} a_g^2 dt}{\int_0^{T_d} a_g^2 dt} = 0.05$	$\alpha_c = \frac{\int_0^{t_c} a_g^2 dt}{\int_0^{T_d} a_g^2 dt} = 0.75$
$T_d$ : 全継続時間、 $a_g^2$ : 地動の加速度波形	

Jenningsの包絡関数において、 $t_4$ は図中の振幅  $A$  に対して  $0.1A$  となる時の時間とし、継続時間  $60s$  に対して  $t_1 = 2.0s$ 、 $t_2 = 6.98s$ 、 $t_3 = 27.5s$  および  $t_4 = 62.00s$  とした。また、図2(a)中の振幅  $g(t)$  を式(10a)の  $a_g$  に代入して求めた積分計算値  $I_{E0}$  を、図2(b)に示す。図において、 $t_2 = 7.42s$  および  $t_3 = 27.72s$  となり、図2(a)で示した  $t_2 = 6.98s$  および  $t_3 = 27.5s$  と概ね一致している。

## 3. 地震動の選定

### 3.1 過去の観測地震動

図3に、告示で規定する速度応答スペクトル(地震動の入力レベル: 極めて稀に起こる地震動、地盤種別: 簡略法の第1種地盤~第3種地盤)を示す<sup>9)</sup>。

告示スペクトルは、過去に発生した数多くの観測地震動の統計的処理にもとづき、内陸地殻内地震動と海溝型地震動を包含するものとしてモデル化されている<sup>10)</sup>。同様に、フーリエ振幅のモデル化も、統計的処理によってモデル化

が可能である。しかし、フーリエ位相角については、定形的なモデル化ができるものではない。モデル化というよりは、地震動が発生する震源を特定し、震源の破壊機構と評価対象地点までの伝播過程および表層地盤の特性などを考慮して定まるものである。耐震工学では、震源を特定せずに、過去に記録された特定の観測地震動を選定し、そのフーリエ変換から得られる位相特性を直接用いている。

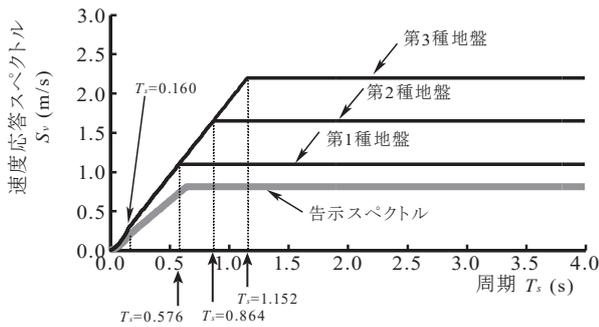


図3 告示で規定する速度応答スペクトル (極めて稀に起こる地震動)

### 3.2 地震動の分類

日本国内で発生する地震動は、A) 海溝やトラフで発生するプレート間のズレに起因したプレート境界の破壊による地震、B) 海溝のスラブ内での断層破壊による地震、C) 内陸地殻内の活断層のずれに起因した断層破壊、による3つの地震に分類される<sup>11)</sup>。近年、A) の海溝型地震動は、長周期および長時間の地震動に対する発生予測が精力的に行われ、国土交通省においても技術的助言を掲示している<sup>12)</sup>。一方、C) の内陸地殻内地震動は、震源近傍で発生する強震動パルスの波形となり、短時間に多くの地震エネルギーが建物に入力される。この特徴は、地震動が繰り返し作用する海溝型地震動と異なる点となる。そして、中低層RC造建物に対して大きな被害を齎すとされている。そのため、内陸地殻内地震動が首都圏直下型地震動として発生すると、社会的・経済的な被害が大きくなる懸念がある<sup>13)</sup>。

### 3.3 検討用の位相特性に用いる観測地震動

本研究では、位相特性の検討に用いる観測地震動として、中低層RC造建物の地震応答に影響を与えと考えられる内陸地殻内地震動に着目した。表2に、観測地震動の検討を行った文献14) で採用した地震動のうち、本研究で検討する観測地震動を示す。

表2において、No.1～No.5は2000年以前の耐震設計の際に多用されていた文献15) の代表波であり、比較用として採用した。なお、No.1とNo.2は、内陸地殻内地震動に分類されるが、破壊伝播の逆方向で観測されたランダム性を有する波形であり、同じ内陸地殻内地震動でもパルス性の波形ではない<sup>16)</sup>。そのほかは、海溝型地震動となる。

表2 位相特性に用いた観測地震動の一覧

No	地震波名	地震波数
1	1940年 Imperial Valley 地震 (EL CENTRO)	2
2	1952年 Kern Country 地震 (TAFT)	2
3	1962年 Sendai501	2
4	1968年 十勝沖地震 (八戸港湾)	2
5	1978年 宮城県沖地震 (東北大学)	2
7	1994年 Los Angeles 地震 (Northridge), Sylmar	2
8	1995年 兵庫県南部地震	10
10	2000年 鳥取県西部地震	10
12	2004年 新潟県中越地震	8
13	2005年 福岡県西方沖地震	6
14	2008年 岩手宮城内陸地震	8

(注) 表中の地震動のNoは、文献14)と同じとした。

No.7の1994年Los Angels地震動は、米国で観測された波形であるが、内陸地殻内地震動として大きな地震被害を齎したことから採用した。No.8、No.10、No.12～No.14は、国内で観測された内陸地殻内地震動である。

目標スペクトルは、平成12年建設省告示1461号で規定する告示スペクトル(第2種地盤)とした。入力レベルは極めて稀に起こる地震動、包絡関数はJennings型、継続時間は60sとした。

### 3.4 位相特性に用いる観測地震動の有効継続時間

式(10b)の比 $D_v(t)$ が5%～75%となる時の有効継続時間比 $t_d/T_d$ と、群遅延時間より得られる有効継続時間比 $t_{dg}/T_d$ の関係を調べた。図4に、 $t_d/T_d$ と $t_{dg}/T_d$ の関係を示す。最小二乗法を用いて相関係数が最も高くなる時の群遅延時間の平均値 $avt_{gr}$ と偏差 $st_{gr}$ を求めたところ、 $t_{dg} = avt_{gr} \pm 0.418 st_{gr}$ が得られた。この関係式を、図1中に、位相角差から得られた加速度波形の包絡線および $t_{dg} = (avt_{gr} \pm 0.418 st_{gr})$ による主要動継続時間を図示した。図より、位相特性は、地震動の包絡線形状や主要動継続時間を表し得ている。

なお、同じ内陸地殻内地震でも、断層の破壊伝播方向による方位性の影響(一般にディレクティビティ効果と称される)を受ける。それは、断層面と平行方向に伝播するフリリングステップと、その直交方向に伝播する指向性パルスである。フリリングステップは、表2中にはないが2016年熊本県地震でみられた。指向性パルスは、表2中のNo.8である。また、ディレクティビティ効果は、破壊伝播方向は継続時間が短い波形(No.8)となるが、破壊伝播の逆方向は表2中のNo.1およびNo.2のように継続時間が長い波形となる。しかし、詳細は記載していないが、No.12で用いたK-Net小千谷は、破壊伝播の逆方向の波形であるにもかかわらず継続時間の短い短周期パルス波であるとの見知がある<sup>17)</sup>。つまり、活断層の位置を明らかにする取り組みが内閣府で行われその調査結果が公表されているが<sup>18)</sup>、活

断層を考慮して作成する予測地震動は断層のモデル化によって全く異なる地震動が作成されることを暗に意味している。その様な中で、**図4**の結果によれば、上記の特徴を有する**表2**中の内陸地殻内地震動の位相特性は有効継続時間で把握できることになる。

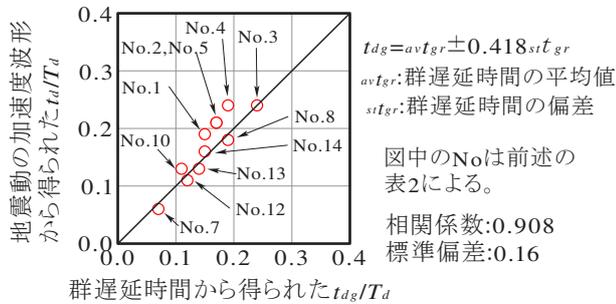


図4 有効継続時間と群遅延時間の関係

## 4. 地震応答解析に基づく考察

### 4.1 解析の概要

位相特性の検討に対する目的を達成するために、地震応答解析を行った。対象建物は、曲げ降伏先行型で等価1質点系への縮約が可能な中低層RC造建物とした。**表3**に、解析パラメータを示す。各階平面寸法(10m×30m)、各階階高( $h_0=3.3\text{m}$ )、各階重量( $W_i=3600\text{kN}$ )は、同じとした。

縮約1質点系の骨格曲線は、ひび割れ点および降伏点から構成されるトリリニア型とした。復元力特性は、曲げ降伏先行型建物の汎用的なTakedaモデルを参照し、 $K_{yi}/\mu^{0.4}$ で表す剛性低下型とした。ここで、 $\mu$ は、塑性率である。

等価1質点系への縮約は、等価高さ $H_e$ と等価質量 $M_e$ をそれぞれ式(11)の2式で与えた。降伏耐力 $Q_y$ と降伏変位 $\delta_y$ は、 $Q_y=C_{yb}M_e g$ および $\delta_y=H_e R_y$ より求める。ここで、 $g$ は重力加速度である。ひび割れ時の耐力 $Q_c$ と剛性 $K_c$ は、 $Q_c=Q_y/3$ および $K_c=3K_y$ とした。 $K_y$ は、降伏点時の等価剛性 $K_y=Q_y/\delta_y$ である。

$$H_e = (2N+1) \cdot h_0 / 3 \quad (11a)$$

$$M_e = \{ 1.5N \cdot (N+1) \} \cdot m_0 / (2N+1) \quad (11b)$$

$H, M, N$ : 建物の総高さ、総質量、総階数

$h_0, m_0$ : 各階の階高および質量

地震応答解析の数値積分は、Wilsonの $\theta$ 法で刻み時間は0.001sとした。減衰は、減衰定数を5%とする瞬間剛性比例型とした。

表3 解析パラメータ

項目	変数
降伏せん断力係数	$C_{yb} = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$
建物階数	$N = 3, 7, 11$
降伏変形角	$R_y = 1/150\text{rad}$

### 4.2 最大応答変位と最大応答変位時の減衰補正係数

地震応答解析から得られる最大応答変位 $s\delta_{max}$ は、正負絶対値の最大値とした。塑性率 $s\mu_{max}$ は、最大応答変位を建物の降伏変位で除した値とした。

**図5**に、最大応答変位 $s\delta_{max}$ と建物の降伏点周期 $T_y$ の関係(**表2**中のNo.1~No.5, No.7の代表例)を示す。図中には、告示スペクトルから求めた応答変位の計算値を示す。図より計算値は、地震動No.1~No.5に対しては $s\delta_{max}$ の傾向を建物階数に依らず概ね捉えており、観測位相による応答変位の不確定性がみられない。一方、地震動No.7については、計算値を2倍程度上回る $s\delta_{max}$ が建物階数に依らず散見する。

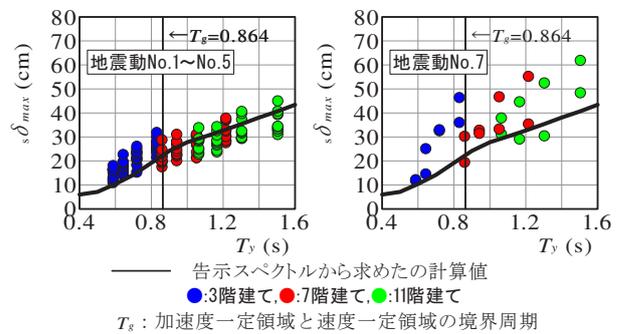


図5 最大応答変位と降伏点周期の関係(代表例)

### 4.3 最大応答変位時の減衰補正係数

**図6**に、最大応答変位時の減衰補正係数 ${}_{\text{exa}}F_h$ と塑性率 $s\mu_{max}$ の関係を示す。 ${}_{\text{exa}}F_h$ は、文献2)および文献14)で示した方法より求めた。概略としては、最大応答変位時の履歴1ループ面積から等価減衰 $h_{eq}$ を求め、最大応答変位時の割線剛性から求まる周期点 $T_{max}$ に対して、減衰定数 $h_{eq}$ 時の速度応答スペクトルと減衰定数5%時の速度応答スペクトルの比( $S_v(T_{max}, h_{eq})/S_v(T_{max}, h_{0.05})$ )とした。黒実線は、式(12)に示す告示式の計算値を表す。

図より、黒実線の告示式の計算値は、地震動No.1~No.5の ${}_{\text{exa}}F_h$ の平均値を、地震動No.7の ${}_{\text{exa}}F_h$ の下限値を、それぞれ捉える傾向にある。図中には、非線形最小二乗法から得られた係数 $\alpha$ を示し、地震動No.1~No.5が $\alpha=10.1$ および地震動No.7が $\alpha=5.4$ と異なる値を得た。なお、地震動No.7については、NS成分とEW成分を区別して図示したが、震源地が同じ地震動でもNS成分とEW成分で異なる ${}_{\text{exa}}F_h$ が得られている。ただし、建物条件の違いによる ${}_{\text{exa}}F_h$ の差異を含めて平均的には $\alpha=5.4$ とする式(12)で把握できると考える。

$${}_{\text{law}}F_h = (1 + 0.05\alpha) / (1 + \alpha h_{eq}) \quad (12)$$

$\alpha$ : 内陸型、海溝型など地震動ごとに定まる係数、告示式は $\alpha=10$

$h_{eq}$  : 等価粘性減衰定数、

告示式は  ${}_{law}h_{eq} = 0.25 (1 - 1/\sqrt{\mu_{eq}}) + 0.05$

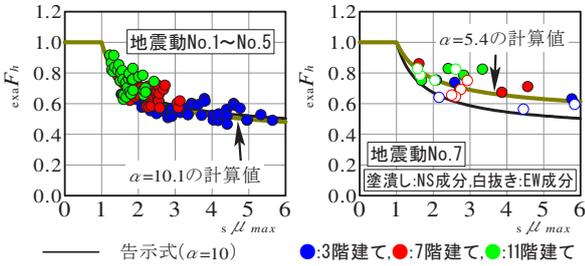


図6 最大応答変位時  ${}_{exa}F_h$  と  $s/\mu_{max}$  の関係(代表例)

上記と同様な係数  $\alpha$  を、表2において震源地が同じ地震動Noごとに、表3のパラメータの違いを考慮せずに求めた。図7に、得られた係数  $\alpha$  と有効継続時間比  $t_d/T_d$  の関係を示す。図中には、文献14)で得られた観測地震動の結果および定式化した式(13)を示す。

図より、式(13)は、本研究の結果も捉える傾向にある。

$$0.05 \leq t_d/T_d \leq 0.20 : \alpha = 35 t_d/T_d + 3 \quad (13a)$$

$$0.20 \leq t_d/T_d : \alpha = 10 \quad (13b)$$

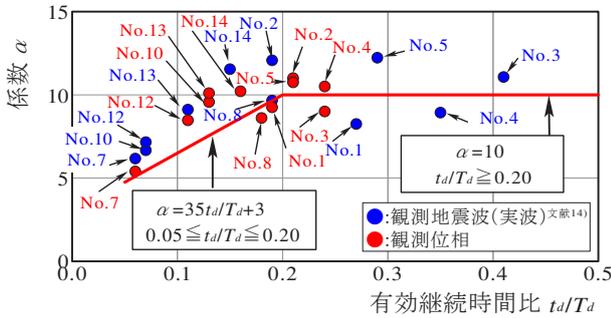


図7 地震動ごとの係数  $\alpha$  と  $t_d/T_d$  の関係

#### 4.4 減衰補正係数の係数 $\alpha$ の考察

式(13)の2式中の係数  $\alpha$  の違いが速度一定領域を対象とした応答変位の予測式の計算結果(つまり、変位一定則)に与える影響を、塑性率に応じた  $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  の計算値に基づく考察を行う。

速度一定領域に対する弾塑性最大応答変位を  ${}_{v}\delta_{max}$ 、その割線剛性に対する弾性変位を  ${}_{v}\delta_m$  とすれば、非線形時の最大応答変位が減衰補正係数を用いて  ${}_{v}\delta_{max} = F_h {}_{v}\delta_m$  で与えられる。また、降伏点時の割線剛性に対する弾性変位を  ${}_{v}\delta_e$  とすれば、 ${}_{v}\delta_{max}$  が塑性率  $\mu_{eq}$  を用いて  ${}_{v}\delta_{max} = F_h\sqrt{\mu_{eq}} {}_{v}\delta_e$  で与えられる。つまり、 $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  が1.0のときに  ${}_{v}\delta_e = {}_{v}\delta_{max}$  となる変位一定則の関係を得る。これを文献14)では、式(12)で係数  $\alpha=10$  のとき  $F_h\sqrt{\mu_{eq}} \doteq 1$  と定義した。

ここで、式(12)より  $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  が式(14)で書き表せる。

$$F_h\sqrt{\mu_{eq}} = \frac{(1 + 0.05 \alpha) \mu_{eq}}{(1 + 0.3 \alpha) \sqrt{\mu_{eq}} - 0.25 \alpha} \quad (14)$$

図8に、係数  $\alpha=6, 8, 10, 12$  のときの式(14)の計算値  $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  と塑性率  $\mu_{eq}$  の関係を示す。図中の青実線は、 $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  の平均値が1.0となる塑性率  $\mu_{eq}$  の範囲を示す。例えば、 $\alpha=6$  は  $\mu_{eq}=1 \sim 1.52$  および  $\alpha=8$  は  $\mu_{eq}=1 \sim 2.76$  となる。この塑性率を  $D_s=1/\mu_{eq}$  による変位一定則の関係に代入すると、 $\alpha=6$  は  $D_s=1 \sim 0.70$  および  $\alpha=8$  は  $D_s=1 \sim 0.47$  となる。つまり、変位一定則そのものは地震動に影響を受けるものではないが、係数  $\alpha$  に応じて変位一定則の関係を得る塑性率(または  $D_s=1/\mu_{eq}$ )の範囲が異なっている。これを、図9に示す加速度と変位の応答スペクトルの関係による等価線形化法で説明する。図において、青実線の  $\alpha=6$  および緑実線の  $\alpha=8$  の要求曲線は、それぞれ  $D_s=1 \sim 0.70$  および  $D_s=1 \sim 0.47$  の範囲では、 $F_h\sqrt{\mu_{eq}} \doteq 1$  を仮定した  $\alpha=10$  と同様に変位一定則の関係を得る。しかし、それ以下の  $D_s$  では、変位一定則で推定する変位(図9中の点AD)より応答変位が大きくなることを意味している。ただし、これらの過程を  $\alpha$  ごとに詳細に求めることは煩雑性がある。そこで、これらの簡略的評価を次節で述べる。

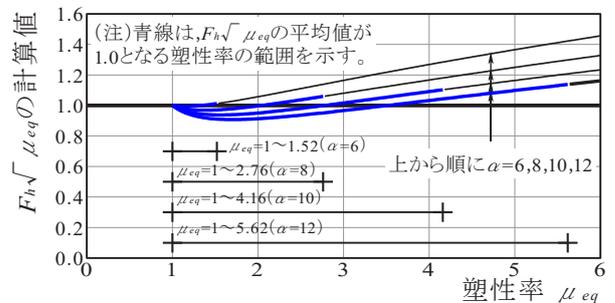


図8 係数  $\alpha$  ごとに求めた  $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$  の計算値

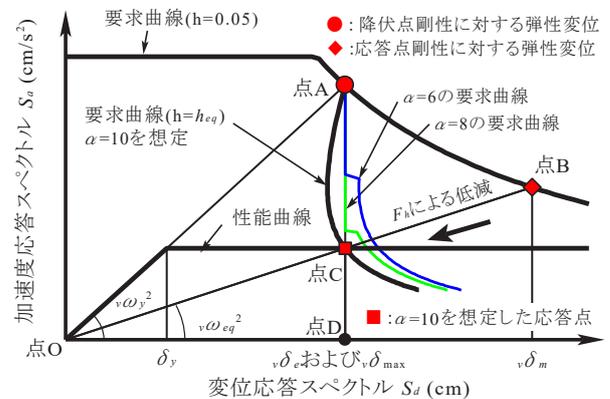


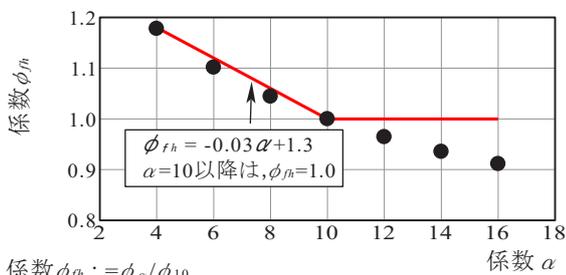
図9 等価線形化法による応答変位の予測法

#### 4.5 $\alpha = 10$ を基準とした $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$ に対する修正係数

塑性率 $\mu_{eq} = 1 \sim 3$ の範囲の $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$ の計算値について、式(12)中の係数 $\alpha = 10$ における平均値を $\phi_{10}$ 、任意の係数 $\alpha$ における平均値を $\phi_\alpha$ とし、両者の比を $\phi_{fh} = \phi_\alpha / \phi_{10}$ とする。図10に、比 $\phi_{fh}$ と係数 $\alpha$ の関係を示す。図において、告示式では係数 $\alpha$ が10となっていることを踏まえて、係数 $\alpha$ が10以上は安全側の仮定として $\phi_{fh} = 1.0$ とし、 $\phi_{fh}$ と $\alpha$ の関係を式(15)で定義した。式(13)の2式より $t_d/T_d$ に応じた $\alpha$ を求め、得られた $\alpha$ から係数 $\phi_{fh}$ を算定することで地震動の主要動継続時間の違いが考慮できる。

$$\alpha \leq 10 : \phi_{fh} = -0.03\alpha + 1.3 \quad (15a)$$

$$\alpha > 10 : \phi_{fh} = 1.0 \quad (15b)$$



係数 $\phi_{fh} = \phi_\alpha / \phi_{10}$   
 $\phi_{10}$ : 塑性率1~3の範囲の $\alpha=10$ の $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$ の平均値  
 $\phi_\alpha$ : 塑性率1~3の範囲の任意の $\alpha$ の $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$ の平均値

図10 係数 $\phi_{fh} (= \phi_\alpha / \phi_{10})$ と係数 $\alpha$ の関係

## 5. 既往の応答変位の予測式の修正

### 5.1 既往の応答変位の予測式

式(16)に、文献2)で提案した応答変位の予測式を示す。提案式は図9中で $F_h\sqrt{\mu_{eq}} \cong 1$ による変位一定則を基本とし、速度一定領域(減衰定数は5%とする)を対象に応答点の等価周期に対応する速度応答スペクトル $S_v(T_{eq}, h_{0.05})$ と降伏点周期に対応する速度応答スペクトル $S_v(T_y, h_{0.05})$ が等しいとした。このとき、5%減衰の応答スペクトルに有する凹凸形状は減衰定数が大きくなるにつれ平滑化されることを考慮し、建物の降伏点周期 $T_y$ に応じて周期範囲を変化( $0.9T_y \sim 1.1T_y$ )させて求める平均値を応答スペクトルとして採用した。

$${}_{pro} \delta_{max} = F_h\sqrt{\mu_{eq}} \cdot \frac{T_y}{2\pi} \cdot \frac{1}{0.2T_y} \int_{0.9T_y}^{1.1T_y} S_v(T_y, h_{0.05}) \cdot dT \quad (16)$$

$F_h$ : 減衰補正係数、 $\mu_{eq}$ : 塑性率、 $T_y$ : 降伏点周期、 $S_v(T_y, h_{0.05})$ : 降伏点周期に応じて求まる減衰定数5%の速度応答スペクトル

### 5.2 式(16)の修正計算法

#### 5.2.1 加速度一定領域に対する修正

速度一定領域を対象とした式(16)に対して、文献19)

では、応答変位点が加速度一定領域に属する場合の応答変位の算定法を述べた。つまり、後述の係数 $\phi_{av}$ を、式(16)に乗じて評価する方法である。係数 $\phi_{av}$ は、加速度と速度一定領域を区別する判定指標値として、建物の降伏点周期 $T_y$ と告示スペクトルにおける加速度と速度一定領域の境界となる周期 $T_g$ の比( $T_y/T_g$ )に建物の降伏せん断力係数 $C_{yb}$ を加算した値で定義した。

ここで、 $\phi_{av} = {}_{ep} \delta_{max} / \epsilon \delta_{max}$ と $T_y/T_g + C_{yb}$ の関係として、 $C_{yb} = 0.9 \sim 0.3$ 、 $T_y \cong 0.4s \sim 1.2s$ によるパラメトリックスタディの結果を示す。 $T_g$ は、告示スペクトルの第3種地盤種のコーナー周期の1.152sとした。図11に、 $\phi_{av}$ と $T_y/T_g + C_{yb}$ の関係を示す。弾性最大変位 $\epsilon \delta_{max}$ は、降伏点周期 $T_y$ 時の弾性応答変位とした。図の結果から回帰式を求め、係数 $\phi_{av}$ を式(17)で定義した。なお、 $\phi_{av} \geq 1.0$ とした。

$$\phi_{av} = 1.9 (T_y/T_g + C_{yb})^{-1.9} \quad (17)$$

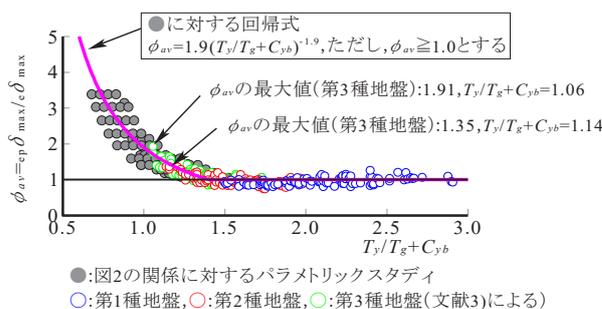


図11  $\phi_{av}$ と $T_y/T_g + C_{yb}$ の関係

#### 5.2.2 塑性率に応じた修正

文献2)では、 $F_h\sqrt{\mu_{eq}}$ と塑性率 $\mu_{eq}$ の関係として式(18)が得られた。これを、式(16)の評価に考慮する。

$$\mu_{eq} \leq 3 : \phi_\mu = 0.96 \quad (18a)$$

$$\mu_{eq} \leq 3 : \phi_\mu = 0.25 \mu_{eq} + 0.21 \quad (18b)$$

#### 5.2.3 修正法

図12に、式(16)の修正計算法を示す。はじめに、式(16)で $F_h\sqrt{\mu_{eq}} = 1$ とし、式(17)より加速度と速度一定領域に応じた応答変位( ${}_{pro} \delta_{max} \cdot \phi_{av}$ )を算定する。これを塑性率に換算して式(18)の係数 $\phi_\mu$ を計算すると、図中の赤線で示す塑性率に応じた修正計算値( ${}_{pro} \delta_{max} \cdot \phi_{av} \cdot \phi_\mu$ )を得る。

ついで、別途式(13)より $t_d/T_d$ に応じて求めた係数 $\alpha$ から式(15)の係数 $\phi_{fh}$ を計算し、これに乗じた計算値( ${}_{pro} \delta_{max} \cdot \phi_{av} \cdot \phi_\mu \cdot \phi_{fh}$ )を観測位相の影響を考慮した応答変位(参照: 図中の青線は $\alpha=6$ 、緑線は $\alpha=8$ を想定)とする。

以上の過程から、応答変位が簡易に予測できる。なお、ここでは、提案式の推定精度は説明を割愛する。

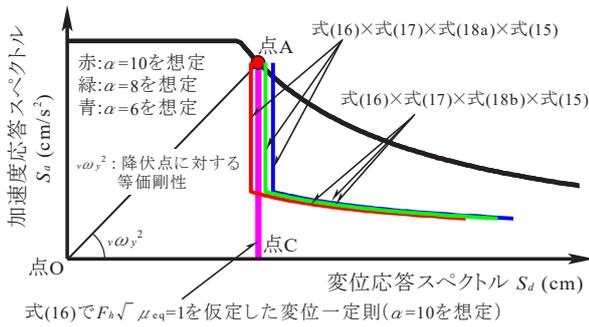


図12 式(16)と修正計算法(速度一定領域を対象)

## 6.まとめ

本研究では、観測位相に着目して告示スペクトルに適合した設計用地震動において、応答スペクトル形状からは把握できない応答変位の不確定性に与える物理的要因の考察を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 観測位相を用いた場合に生じる応答変位の不確定性は、観測位相ごとに減衰補正係数の値が異なることに起因していることを明らかにした。
- 2) 観測位相ごとの減衰補正係数の値の差異は、地震動の主要動継続時間の関係で説明できることを明らかにし、その関係を定式化した。
- 3) 減衰補正係数と主要動継続時間の関係式を筆者ら既往研究で提案した応答変位予測式に考慮して評価する手法を考察したことで、観測位相を用いる場合の応答変位の予測式を示した。

## 謝辞

本研究は、東京大学地震研究所の楠浩一教授、毎田悠承准教授の指導のもと遂行した。また、東京大学地震研究所の勅使川原正臣客員教授に貴重な助言を頂戴いたしました。この場をもって、深い感謝の意を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・解説，2021
- 2) 伊藤嘉則，楠浩一，毎田悠承，勅使川原正臣：設計用地震動に対する減衰性能に基づいた中低層RC造建築物の応答変位の評価法，構造工学論文集，Vol.69B，pp.315-325，2023.3
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課（他）：2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書，2020
- 4) 北川良和，大川出，鹿嶋俊英：設計用入力地震動作成手法，建築研究所資料No.83，1994.11
- 5) A. Papoulis, Signal Analysis, 1977
- 6) 大崎順彦，岩崎良二，大川出，政尾亨：地震波の位相特性とその応答に関する研究，第5回日本地震工学シンポジウム，pp.201-208，1978
- 7) 和泉正哲，勝倉裕：地震動の位相情報に関する基礎的研究，日本建築学会論文報告集，第327号，pp.20-26，1983.5
- 8) 中村友紀子，壁谷澤寿海：地震動特性に基づく応答変位の時刻歴期待値の評価法，日本建築学会構造系論文集，第532号，pp.51-56，2000.6
- 9) P.C.Jennings, G.W.Housner, N.C.Tsai: Simulated earthquake motions, Earthquake Engineering Research Laboratory, California Institute of Technology, 1968. April
- 10) 勅使川原正臣：限界耐力計算法の適用とその背景，建築技術フォーラム2001，限界耐力計算法の理論と実例，pp.1-24，建築研究振興協会，2001.1
- 11) 総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会編：日本の地震活動-被害地震から見た地域別の特長-(追補版)，平成11年第1版追補版
- 12) 国土交通省：平成28年6月24日付，国住指発第1111号に基づく長周期・長時間地震動の影響を考慮するための「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について(技術的助言)」
- 13) 日本建築学会：地震荷重-内陸直下地震による強震動と建築物の応答，3章 地震動の評価，pp.37-109，2000年第1版第1刷
- 14) 伊藤嘉則，楠浩一，勅使川原正臣：中低層RC造建物における地震応答変位最大時の減衰性能の考察，日本コンクリート工学年次論文集，Vol.44，No.2，pp.157-162，2022
- 15) 日本建築センター高層建築物構造評定委員会：高層建築物の動的解析用地震動について，ビルディングレター，pp.49-50，1986.6
- 16) 久田嘉章，他：建築の振動 応用編(シリーズ建築工学 4)，6章 地震と地震動，pp.80-140，朝倉書店，2017年第5刷
- 17) 野津厚：内陸地殻内地震によるやや短周期地震動の再現に適した震源のモデル化手法，港湾空港技術研究所報告，Vol.50，No.4，pp.133-195，2011.12
- 18) 地震調査研究推進本部：活断層の地域評価 [https://www.jishin.go.jp/evaluation/long\\_term\\_evaluation/regional\\_evaluation/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/regional_evaluation/)，2024年2月参照
- 19) 伊藤嘉則，楠浩一，毎田悠承，勅使川原正臣：加速度一定領域に対する応答変位予測式に関する再考察，日本建築学会学術講演梗概集(構造IV)，pp.391-392，2023

## author



### 伊藤嘉則

総合試験ユニット 性能評価本部 性能評定課 主幹

<従事する業務>  
建築基準法に係る性能評価事業および適合証明事業  
(構造性能評価委員会、評価員)

主に文献値を使用してきた建築材料の断熱性能を評価

# 超高強度繊維補強コンクリートの熱伝導率試験

## comment

これまで建築物の断熱計算などでは、コンクリートのような断熱材以外の熱伝導率は文献値が使用されることが一般的であった。しかし、2022年に改定された建築物省エネ法により、全住居・建築物が対象となることが決定され、断熱計算がより重要なものとなった。実際に、今まで文献値が使用されてきた建材の熱伝導率測定も増えている。これを踏まえ一例として、本稿では株式会社エスイー（以下、依頼者と呼ぶ。）から依頼された超高強度繊維補強コンクリート「ESCON」の熱伝導率試験について報告する。

「ESCON（エスコン）」とは、Extra-High Strength Concreteの略称で、依頼者が開発した“超高強度合成繊維補強コンクリート”である<sup>1)</sup>。「ESCON」の特性として、シリカフェームによる組織の緻密化により、超高強度化・高耐久化・高流動化・劣化抑制などの効果があり、また、合成繊維を使用していることから、鋼繊維に比べワーカビリティの改善や防火性能向上の効果もある。その性能から「ESCON」はグレーチン

グ、受圧板、カバープレート、保護パネル及び歩道床版などに採用されている<sup>2)</sup>。

一般的に熱伝導率は、含水率によって変化することが知られている。コンクリートはセメントと水の結合体であることから、試験体内部に水分が含まれていることが予測される。そこで、本稿で紹介する試験では、試験中に含水状態が変化することを防ぐために、ポリ塩化ビニリデン系の包装用フィルムで試験体をラッピングした。また、試験時の含水状態の記録のために、試験後に試験体を105℃で絶乾状態になるまで乾燥させ、試験体の質量を測定し、試験時の含水率を求めた。ラッピング前の試験体を写真1に、ラッピング後の試験体を写真2に、試験実施状況を写真3に示す。今後も建築物の高断熱化の動きは加速し、自社の販売する建材の熱伝導率を把握することは重要になっていくと考える。我々もその一助となるよう、断熱材以外の熱伝導率測定を行っていく。

## 1. 試験内容

株式会社エスイーから提出された超高強度繊維補強コンクリートについて、熱伝導率試験を行った。

## 2. 試験体

試験体の詳細を表1に示す。

## 3. 試験方法

JIS A 1412-2 [熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第2部：熱流計法（HFM法）]に従って行った。なお、平均温度は23℃とした。

表1 試験体の詳細

名称	超高強度繊維補強コンクリート
商品名	ESCON (超高強度合成繊維補強コンクリート)
材質	モルタル
打込日	2023年11月15日
寸法	199mm×200mm、厚さ31.1mm
密度	$2.35 \times 10^3$ (kg/m <sup>3</sup> )
含水率	$3.9 \times 10^{-2}$ (kg/kg)

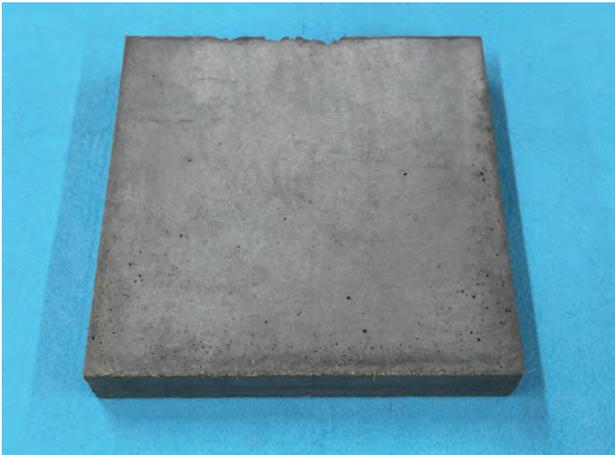


写真1 試験体 (ラッピング前)

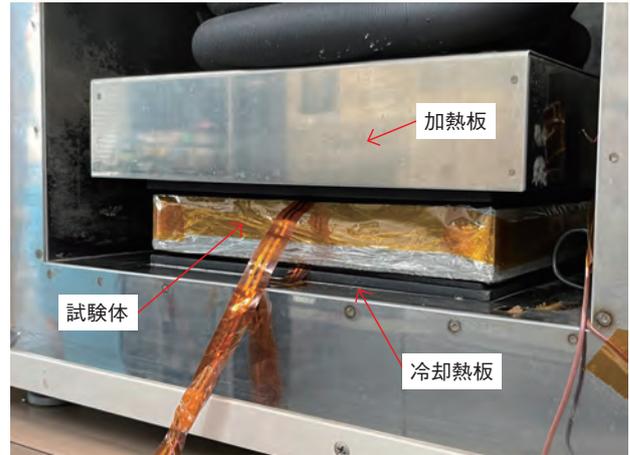


写真3 試験実施状況

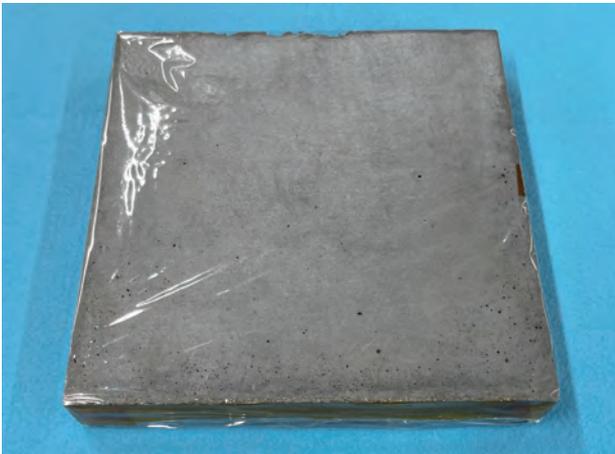


写真2 試験体 (ラッピング後)

表2 試験結果

厚さ (mm)	平均温度 (°C)	温度差 (K)	試験片を通過する熱流密度 (W/m <sup>2</sup> )	熱伝導率 [W/(m・K)]
31.1	22.9	6.8	256	1.17

## 4. 試験結果

試験結果を表2に示す。

## 5. 試験日、担当者及び場所

試験日 2023年11月27日

担当者 統括リーダー 萩原伸治  
新井太一 (主担当)

場 所 中央試験所

(発行報告書番号：第23A2855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

本誌2022年5・6月号の試験報告でも、超高強度繊維補強コンクリート「ESCON」の付着強度試験結果が取り上げられています。また、熱伝導率測定装置につきましては、2024年3・4月号の試験設備紹介で更新した装置の紹介もしておりますのでそちらもご覧いただければ幸いです。

## 参考文献

- 1) ESCON 協会HP：ESCONとは等  
<https://escon.gr.jp/> (参照日：2024年3月7日)
- 2) 株式会社エスイー：<https://se-escon.jp/> (参照日：2024年3月6日)

## author for comment

### 珠玖楓真

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ  
<従事する業務>  
建築材料の熱性能・湿気性能試験

### 【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

## 地盤改良土の圧縮試験に対応

## 土の一軸圧縮試験機

## 1. はじめに

品質管理が厳しく問われる現代社会では、圧縮試験による改良土（セメント系固化材等を添加して固化させた地盤改良体）の測定に対する需要が増加傾向にあります。

福岡試験室においても、年々、改良土の一軸圧縮試験の依頼が増えています。

今までも当試験室では改良土の圧縮試験について一軸圧縮試験機を用いて試験を行っていましたが、今回導入した一軸圧縮試験機では専用システムを搭載しており、より正確かつ効率的な試験実施が可能となりました。

本稿では、新規導入した一軸圧縮試験機について紹介します。

## 2. 土の一軸圧縮試験

## (1) 一軸圧縮強試験とは

一軸圧縮試験は、供試体に対して拘束圧が作用しない状態で圧縮する試験で、その最大圧縮応力を一軸圧縮強さ  $q_u$  と言います。主として乱さない粘性土を対象としていますが、練り返した試料、または締め固めた土、砂質土などの供試体にも適用でき、現地盤の土圧、支持力、斜面安定などの強度定数算出や、固化材の添加量を決定する場合、施工後の改良土の強度や変形係数を算出する場合などに実施します。

## (2) 試験方法

試験方法はJIS A 1216（土の一軸圧縮試験方法）で規定されており、一軸圧縮試験機は、圧縮装置、加圧板、荷重計及び変位計から構成されています。

供試体の形状は円柱とし、その高さは直径の1.8～2.5倍とし、ノギス等により平均直径及び平均高さを求めます。一軸圧縮試験は毎分1%の圧縮ひずみが生じる割合を標準として、連続的に供試体を圧縮します。

圧縮試験は、以下のいずれかの条件に達したら終了します。

- 1) 圧縮力が最大となってから、引き続きひずみが2%以上生じた時
  - 2) 圧縮力が最大値の2/3程度に減少した時
  - 3) 圧縮ひずみが15%に達した時
- 試験終了後の状況を写真1に示します。



写真1 試験終了後の状況

## 3. 本試験機の概要

今回導入した一軸圧縮試験機の外観を写真2に、一軸圧縮試験機的主要な仕様を表1に示します。荷重容量は、100kNまで対応しています。また、供試体の寸法は、直径100mm×高さ200mmまで対象としています。

一軸圧縮試験機専用のシステム(写真3)は、ひずみ制御だけでなく荷重制御を設定することができます。このシステムを使用することで、JIS A 1216（土の一軸圧縮試験方法）やJIS A 1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）に規定されている載荷速度を自動制御で試験することができます。

表1 一軸圧縮試験機の仕様

名称	テンシロン万能試験機
型式	RTH-2410
最大負荷容量	100kN
ストローク	1160mm
有効ストローク	620mm
クロスヘッド速度範囲	0.0001～1000mm/min
クロスヘッド速度精度	±0.1%
試験力測定精度	指示値の±0.5%以内 (ロードセル定格の1/1～1/1000の範囲内)
サンプリング速度	0.2msec
大きさ (幅×奥行×高さ)	1144×700×2275mm
製造会社	株式会社 エー・アンド・デイ



写真2 一軸圧縮試験機外観

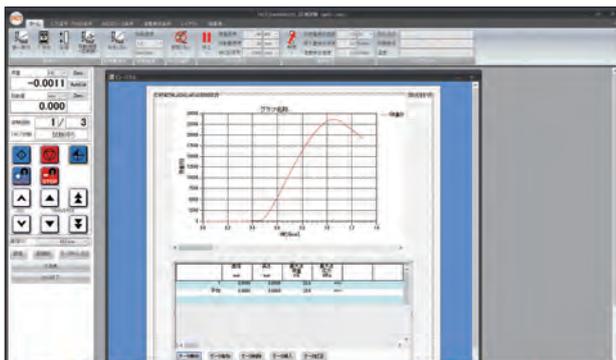


写真3 一軸圧縮試験機専用システム画面

#### 4. 福岡試験室における実施試験

福岡試験室で主に行っている試験は、改良土をモールドに指定密度で詰めた供試体や、改良体からボーリングにより採取した供試体による試験です。JIS A 1216に準じて指定材齢で圧縮試験を行い、最大荷重を試験前の断面積で除して簡易な一軸圧縮強さを求めます。

また、圧縮力と同時にひずみを計測し、自動作成された応力-ひずみ曲線から一軸圧縮強さや粘着力、変形係数を求めることも可能です。

#### 5. 終わりに

福岡試験室では、改良土の試験以外にも、コンクリート・モルタルの圧縮試験、モルタルの角柱供試体(4cm×4cm×16cm)の曲げ強さ・圧縮強さ試験、全長約1.7m、つかみ間隔約1.1mまでの長尺物の鉄筋、機械式継手、建築用ターンバックルなどの引張試験も行っています。試験のご依頼、ご不明な点、お問い合わせなどございましたら、お気軽にご連絡ください。職員一同お待ちしております。

#### 参考文献

- 1) 株式会社 エー・アンド・デイ HP : [http://www.aandd.co.jp/Products/test measurement/test/test-pull compression/rth\\_rti/](http://www.aandd.co.jp/Products/test%20measurement/test/test-pull%20compression/rth_rti/) (参照日: 2023.3.6)

#### author



#### 釜堀武志

工事材料試験ユニット 工事材料試験所  
福岡試験室 主査

<従事する業務>  
工事用材料の品質試験

#### 【お問い合わせ先】

工事材料試験所 福岡試験室

TEL : 092-934-4222 FAX : 092-934-4230

複数試験項目がある規格を一貫して行う

# 無収縮モルタルの品質性能試験に 用いる試験装置一式

## 1. はじめに

無収縮モルタルは、収縮に対して優れた性能を発揮する材料で、構造物の基礎や支承、コンクリート構造物の補修などに使用されます。無収縮モルタルは使用用途によって要求性能が定められ、それぞれの規格で品質性能評価のための試験方法が定められています。

本稿では、橋梁用支承の据付けに使用される無収縮モルタルの品質管理を目的とした試験方法である「NEXCO試験方法 第3編 コンクリート関係試験方法 試験法312-1999 (無収縮モルタル品質管理試験方法)<sup>1)</sup>」(以下、NEXCO試験法 312) に使用する試験装置をご紹介します。

## 2. 試験及び装置概要

試験及び装置の概要を表1に示します。NEXCO試験法312では、以下に示す6つの試験項目があります。各試験の概要は以下の通りです。

### 2.1 コンシステンシー試験

コンシステンシーとは、無収縮モルタルのまだ固まっていない状態(以下、フレッシュな状態)において、「変形または流動に対する抵抗性<sup>2)</sup>」のことを指します。装置は、主に写真1に示すJロートを用います。試験は、Jロートの流出部を指で押さえながら、フレッシュな状態の無収縮モルタルをJロート内の上面まで流し込み、上面をならします。その後、流出部の指を離してモルタルを流出させてから、連続して流出しているモルタルが初めて途切れるまでの時間を測定し、適切な流動性を持つことを確認します。

### 2.2 ブリーディング試験

ブリーディングとは、無収縮モルタルのフレッシュな状態において、「固体材料の沈降または分離によって、練混ぜ水の一部が遊離して上昇する現象<sup>2)</sup>」のことです。装置は、主に写真2に示す金属製の円筒容器及びメスシリン

ダーを用います。試験は、練混ぜ後所定の時間に遊離して上昇した水をスポイト等で吸い取り、メスシリンダーに移して、ブリーディング水の量を測定します。測定結果から適切なブリーディング水量であることを確認します。

### 2.3 膨張収縮試験

膨張収縮試験は、無収縮モルタルが収縮しないことを確認する試験です。装置は、主に写真3に示す膨張収縮試験用金属容器一式とマイクロメータを用います。試験は、無収縮モルタルを型枠につめて、径40mm、厚さ1.5mmのプラスチックまたはガラス板をのせ、押型枠を用いて上面を同一レベルにします。直後にマイクロメータで測定用ブリッジ上面から押型枠の上面までの深さを測定し基長とします。その後は、ブリッジ上面からプラスチックまたはガラス板の上面までの深さを測定し、材齢7日においてモルタルが収縮していないことを確認します。

### 2.4 凝結時間試験

凝結時間試験は、無収縮モルタルが凝結するまでの時間を測定します。装置は、主に写真4に示すプロクター貫入抵抗試験装置を用いて、無収縮モルタルに貫入針を貫入させて、凝結する過程の抵抗値を測定していきます。具体的には、抵抗値が3.5N/mm<sup>2</sup>の凝結始発時間と28N/mm<sup>2</sup>の終結時間を測定し、凝結時間が適切であることを確認します。

### 2.5 圧縮強度試験

圧縮試験は、写真5に示すように直径50mm×高さ100mmの供試体を用いて行い、材齢3日及び28日で所定の圧縮強度を満足しているかを確認します。

### 2.6 付着強度試験

付着強度試験は、無収縮モルタルと鋼材との付着性能を評価する試験です。供試体は、φ19mmの鉄筋コンクリート用棒鋼(丸鋼)が中心に設置された付着試験用型枠(幅150mm×長さ150mm×高さ150mm(写真6参照))に無収縮モルタルを打込み、作製します。装置は、写真7に示

表1 試験及び装置の概要

試験項目	主な試験装置	主な試験装置の概要
1 コンシステンシー	Jロート	上端内径70mm、下端内径14mm、高さ395mm
2 ブリーディング	金属円筒容器、メスシリンダー	金属円筒容器：内径140mm、高さ130mm
3 膨張収縮	金属容器一式(測定用ブリッジ等) マイクロメータ	金属容器(型枠)：内径50mm×高さ100mm
4 凝結時間	金属容器 プロクター貫入抵抗試験装置	プロクター貫入抵抗装置の最大圧力：1000N 貫入針の断面積：100、50、25、12.5mm <sup>2</sup>
5 圧縮強度	型枠、圧縮試験機	型枠：内径50mm×高さ100mm
6 付着強度	型枠、万能試験機	型枠：幅150mm×長さ150mm×高さ150mm



写真1 Jロート



写真2 金属円筒容器  
及びメスシリンダー



写真3 膨張収縮試験状況



写真4 プロクター貫入  
抵抗試験装置



写真5 圧縮試験状況

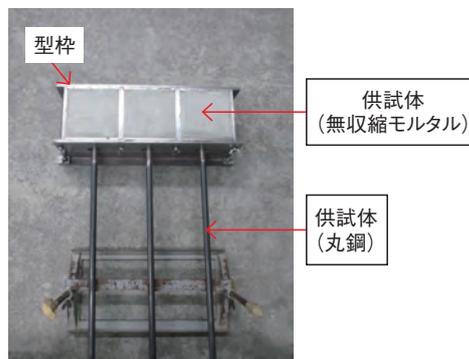


写真6 付着試験用供  
試体作製状況

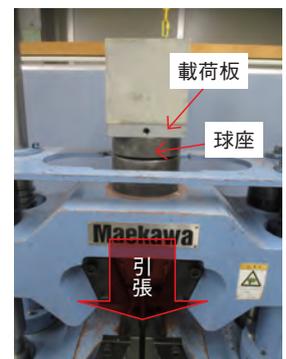


写真7 付着試験状況

すように万能試験機を用いて丸鋼を引っ張り、付着強度を測定します。無収縮モルタルと鋼材の付着強度が材齢28日で所定の強度を満足しているかを確認します。

### 3. おわりに

当センターでは、NEXCO 試験法 312に用いる試験装置一式を所有しておりますので、試験をお考えの際は是非当センターをご利用ください。

#### 参考文献

- 1) NEXCO 試験方法 第3編 コンクリート関係試験方法：試験法 312-1999 (無収縮モルタル品質管理試験方法)
- 2) JIS A 0203：2019、コンクリート用語

#### author



#### 齊藤辰弥

総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ

<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

## 中・大規模木造建築物に使用されるねじに関する製品規格

JIS A 5559 (木質構造用ねじ)の  
制定

## 1. はじめに

木質構造用ねじは、中・大規模木造建築物のはり(梁)、柱、壁などの構造部材を接合するときに用いるねじで、特に構造性能に優れたねじである。一般に木造住宅については、専用のねじが存在せず汎用のねじ等が使われているが、中・大規模木造建築物は、構造部材を確実に接合させる必要があり、汎用のねじと比較するとより強度が高い木質構造用ねじの開発が必要となる。しかし、本規格の制定前は、当該ねじに関する製品規格が標準化されておらず、その安全性の保障の可否は、設計者・施工業者の判断に委ねられていた。本規格の制定により、使用者等による製品品質の判断の容易化が期待される。

木質構造用ねじは、木材の種類や寸法、接合箇所に応じて様々な使い方ができるため、仕様及び性能を一意に与えることは難しい。しかし、性能はねじの選択に不可欠であるため、本規格では、外観及び形状・寸法による規定は限定的なものにとどめ、機械的性質による必要性能値を規定している。

なお、本規格の原案は、(一社)日本木質構造用ねじ工業会によって組織された原案作成委員会(委員長:稲山正弘 東京大学教授)により、EN 1995-1-1 Eurocode5(木造建築物の設計-共通ルールと建築のルール)及びEN 14592(木造構造物-だば型接合具-要求事項)を参考に、地震が多い日本の事情を考慮して作成されたものである。

以下に、本規格の規定内容を示す。

JIS A 5559 木質構造用ねじ	
1 適用範囲	7 材料
2 引用規格	8 試験方法
3 用語及び定義	9 検査
4 記号	10 製品の呼び方
5 機械的性質	11 表示
6 外観及び形状・寸法	12 報告

## 2. 規格の概要

## 2.1 適用範囲

適用範囲では、木質構造用ねじを「主として木造建築物の主要構造部において、木材又は木質材料相互を接合するために使用する木質構造用ねじ」と規定しており、接合できる材料が限定されている。これは、木質構造用ねじを使用した接合部の耐力はEYT (European Yield Theory) 式により算出することを想定しているが、ねじが十分に塑性変形する前にねじ頭部の破断により脆性的な破壊を生じる可能性があるため、現状では、鋼材やセメント板などの硬い材料を使用する場合を対象外としているためである。写真1に木質構造用ねじの例を示す。

## 2.2 引用規格

引用規格では、本規格に係る用語JIS、試験方法JIS、材料の引用元となる製品JISなどを記載している。

なお、JIS A 1503(木質構造用ねじの試験方法)は、本規格に用いる目的で先立って開発し、2022年に制定されたものである。

## 2.3 用語及び定義

用語及び定義では、本規格に係る用語(木質材料、木質構造用ねじ、ローレット部、表示寸法、ビット)のほか、性能値を算出するための統計処理を表す用語(信頼水準75%、95%下側許容限界値)を定義している。

## 2.4 記号

記号では、形状・寸法を示す記号のほか、必要性能値を示す記号について規定している。表1に記号を示す。

## 2.5 機械的性質

機械的性質は、耐力を期待する部位について必要性能値を規定している。耐力を期待する部位とは、「外力に抵抗する部位のことであり、木質構造用ねじの使い方に応じて、木質構造用ねじを構成する各部(円筒部、ローレット部、ねじ部など)及びそれぞれの部位の境目」と規定しており、製造者が決定する(受渡当事者間の協定により追加可能な)部位である。図1に耐力を期待する部位の例を示す。耐力を期待する部位について、それぞれの部位の性能値を示す

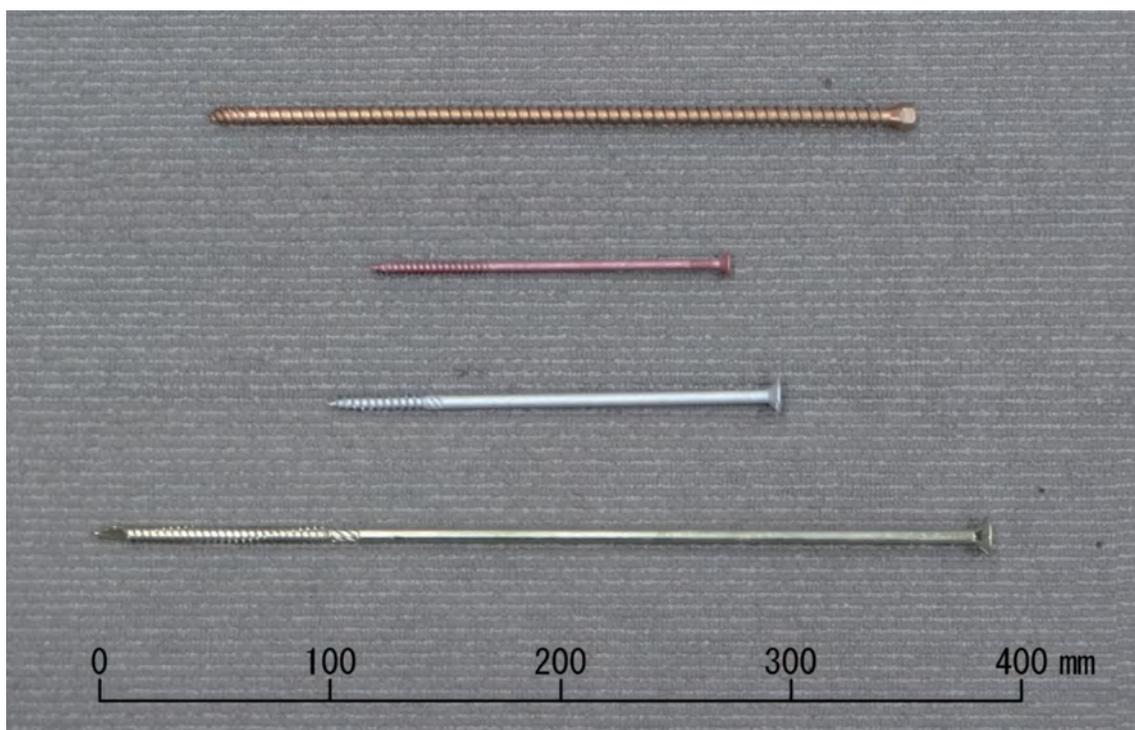


写真1 木質構造用ねじの例

表1 記号

記号	単位	内容
$d$	mm	呼び径 (おねじの外径)
$d_1$	mm	谷径
$d_2$	mm	円筒部径
$d_3$	mm	ローレット部外径
$L$	mm	呼び長さ
$L_t$	mm	ねじ部長さ
$L_r$	mm	ローレット部長さ
$M_{p, 0.05}$	N・m	全塑性曲げモーメントの信頼水準75%における95%下側許容限界値
$N_{f, 0.05}$	回	繰返し曲げ回数の信頼水準75%における95%下側許容限界値
$F_{t, 0.05}$	kN	引張耐力の信頼水準75%における95%下側許容限界値
$T_{r, 0.05}$	N・m	最大ねじりトルクの信頼水準75%における95%下側許容限界値
$F_0$	N/mm <sup>2</sup>	木質構造用ねじの基準材料強度
$X$	—	ねじり強さと引張強さとの比

ことにより、設計者がねじの使い方に応じて、設計に用いる強度を選択することが可能となっている。必要性能値を規定している項目は、全塑性曲げモーメント、繰返し曲げ回数、引張耐力、最大ねじりトルクの4項目である。表2に木質構造用ねじの性能項目及び必要性能値を示す。

なお、EN 1995-1-1 Eurocode5では、EYT式にローブ効果と呼ばれる接合具が木材から引き抜ける強度をせん断強度に加算する手法が採用されているが、現状、日本ではローブ効果を加算することは認められていないため、本規格の項目から引抜強度は除外されている。

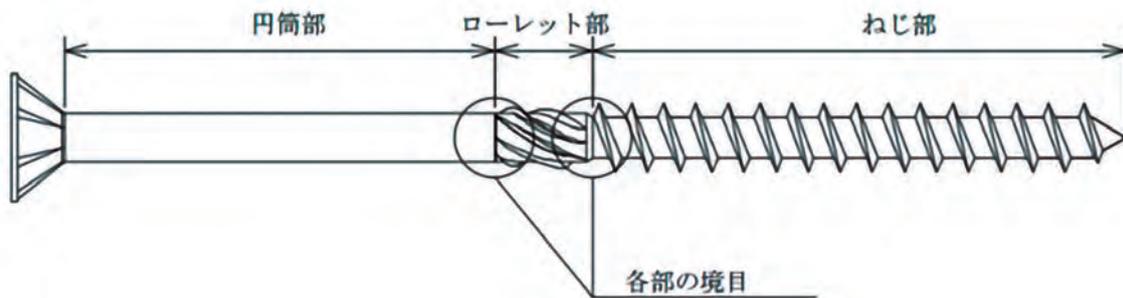


図1 耐力を期待する部位の例

表2 木質構造用ねじの性能項目及び必要性能値

性能項目	必要性能値
全塑性曲げモーメント	$M_{p,0.05}$ が $F_0 \times (1.1 \times d_1)^3 / 6 / 1\,000$ (N・m) 以上
繰返し曲げ回数	$N_{t,0.05}$ が 7.0 回以上
引張耐力	$F_{t,0.05}$ が $F_0 \times \pi \times (1/2 \times 1.1 \times d_1)^2 / 1\,000$ (kN) 以上
最大ねじりトルク	$T_{r,0.05}$ が $X \times F_{t,0.05} \times (1.1 \times d_1) / 4$ (N・m) 以上

記号の説明は、次による。

- ・ $d_1$ には、表示寸法を用いる。
- ・ $F_0$ には、500N/mm<sup>2</sup>を用いる。ただし、製造上の工夫などで500N/mm<sup>2</sup>を超える値が妥当と考えられる場合は、受渡当事者間の協定によって、別の値を用いてもよい。
- ・最大ねじりトルクを求める場合、 $F_{t,0.05}$ には、箇条8.1(機械的性質)の試験によって算出した引張耐力の信頼水準75%における95%下限許容限界値を用いる。
- ・ $X$ には、0.5を用いる。ただし、製造上の工夫などで0.5を超える値が妥当と考えられる場合は、受渡当事者間の協定によって、別の値を用いてもよい。

## 2.6 外観及び形状・寸法

外観は、「ねじの表面は、滑らかで、使用上有害な割れ、きず、かえり、ばり、さびなどの欠点があってはならない。」と規定している。

形状は、「木材又は木質材料に下穴を設けることなくねじ込むことができる先端部、ねじ山をもつ軸部及び締め付け手段を設けた頭部があるものとする」と規定している。

寸法は、表示寸法について、各値の表示桁数及び許容差を規定している。

なお、外径に対して谷径が太すぎると、ねじ山が効かなくなる恐れがあるため、EN 14592と同じ規定となるように、ねじの谷径を「外径の60%以上、90%以下にしなければならない」と規定している(ただし、安全上問題がないことが確認される場合は、受渡当事者間の協定によりこの限りではない)。表3に木質構造用ねじの許容差を示す。

## 2.7 材料

材料では、「JIS G 3505、JIS G 3507-1、JIS G 3507-2、JIS G 3508-1、JIS G 3508-2、JIS G 4308、JIS G 4309、JIS G 4315又はこれと同等以上の品質をもつもの」と規定している。本規格は、製造方法を規定するのではなく、完

成した製品のもつ機械的性質を規定することを目的としている。そのため、一般的にねじの製造に用いられる炭素鋼及びステンレス鋼を例示し、かつ、近年のねじ製造状況から日本国内だけでなく諸外国でも作られることを想定して、諸外国の規格の鋼材なども使えるようにしている。

## 2.8 試験方法

### (1) 機械的性質

機械的性質の試験方法は、JIS A 1503(木質構造用ねじの試験方法)を引用しており、本規格の性能項目とJIS A 1503の試験項目との関係を規定している。表4に木質構造用ねじの性能項目とJIS A 1503との関係を示す。

### (2) 外観及び形状・寸法

外観検査は、目視により行い、JISの箇条6.1(外観)に適合しなければいけないことを規定している。

形状・寸法は、測定方法について「JIS B 1071(締結用部品-精度測定方法)又はこれと同等以上の方法」によって行うことを規定している。

## 2.9 検査

検査では、形式検査と受渡検査に区分して規定している。機械的性質については、材料及び木質構造用ねじの構

表3 木質構造用ねじの許容差

部位	表示寸法に対する許容差 <sup>a)</sup>
呼び径 ( $d$ )	±2.5%の範囲内
谷径 ( $d_1$ )	±2.5%の範囲内
円筒部径 ( $d_2$ )	±2.5%の範囲内
呼び長さ ( $L$ )	±2.5%の範囲内
ねじ部長さ ( $L_1$ )	±2.5%の範囲内

注<sup>a)</sup>下限値については表示桁数の小数点以下第二位を切り上げし、上限値については表示桁数の小数点以下第二位を切り捨てとする。

表4 木質構造用ねじの性能項目とJIS A 1503との関係

性能項目	JIS A 1503の試験項目
全塑性曲げモーメント	6.2 (単調曲げ試験)
繰返し曲げ回数	6.3 (繰返し曲げ試験)
引張耐力	6.4 (引張強さ試験)
最大ねじりトルク	6.5 (ねじり強さ試験)

表5 判定基準

検査項目	検査方法	試験体の数	合否の判定基準
機械的性質	箇条8.1 (機械的性質) による。	耐力を期待する部位について、それぞれ6体以上	信頼水準75%における95%下側許容限界値が表2に適合
寸法	箇条8.2 (外観及び形状・寸法) による。	5体	表示寸法 $\leq$ 平均測定値かつ全数が表3に適合

造により安定した値となることから形式検査項目とし、受渡検査項目からは除外している。

なお、判定に必要な試験体の数は、機械的性質に対して「耐力を期待する部位について、それぞれ6体以上」、寸法に対して「5体」と規定している。表5に判定基準を示す。

### 2.10 製品の呼び方

製品の呼び方では、使用者（設計者）の製品の識別容易性を考慮し、識別に必要不可欠である規格名称、規格番号、呼び径、呼び長さ、ねじ部長さ及び谷径で呼ぶことと規定している。

### 2.11 表示

表示では、使用者（設計者）の製品の選択容易性を考慮し、規格名称及び規格番号、表示寸法、製造業者名又はその略号、並びにピットの種類（形状、大きさなど）を表示することを規定している。なお、他のJISねじで表示されているねじ山のピッチや頭部径は、真に必要な実用特性ではないので表示からは除外されている。

### 2.12 報告

報告では、注文者から要求がある場合に「形式検査の試験報告書」を提出することを規定している。

なお、試験報告書に記載する項目は、「耐力を期待する部位」、「耐力を期待する部位の機械的性質」、「必要性性能値の算出に用いた値」及び「寸法」と規定している。

## 3. おわりに

本稿では、JIS A 5559の概要及び原案作成委員会における審議内容を紹介した。この規格基準紹介が本規格を使用する皆様の一助となれば幸いである。なお、本規格に関する製品認証をご希望の方は、お気軽にお問合せ下さい（担当部署：認証ユニット製品認証本部）。

### 参考文献

- 1) JIS A 1503 (木質構造用ねじの試験方法)
- 2) EN 1995-1-1 Eurocode5 (Design of timber structures)
- 3) EN 14592 (Timber structures. Dowel-typefasteners)

### author



#### 中里 匡陽

総合試験ユニット 中央試験所 構造グループ  
主査

<従事する業務>  
構造試験

日除けの効果(日射遮蔽性能)を測定します

# JSTM K 6101

## 人工太陽による窓の日射遮蔽物 (日除け)の日射熱取得率及び 日射遮蔽係数試験方法

### 1. 対象とする材料／部材

本試験規格は、窓から入射する日射を遮蔽するために取り付ける、ブラインド、ロールスクリーン、カーテンなどの日射遮蔽物(日除け)を試験対象としています。その他、一般的な板ガラスの日射熱取得率の計算(JIS R 3106など)ができない特殊なガラス、例えば、太陽電池モジュールが内蔵されたガラスなどを対象とすることもあります。

### 2. 試験により把握できる性能

本試験規格は、遮蔽係数の定義をもとにした、厚さ3ミリのフロート板ガラス(以下、FL3と示す)との比較試験です。太陽光を模擬した人工光源(以下、人工太陽と示す)を用いて、FL3の窓に日射遮蔽物を取り付けた場合の、日射遮蔽係数及び日射熱取得率を求めます。

ここでいう日射遮蔽係数は、FL3単体における日射熱取得量に対して、FL3に試験体を設置した場合の日射熱取得量の割合です。また、日射熱取得率は、窓に入射する日射熱量に対する室内に流入する日射熱量の割合です。日射熱取得率は、0～1の値となり、その値が小さいほど室内に流入する熱量が小さい、すなわち日除けの効果が高いことを示します。

### 3. 試験結果(報告書)を活用できる場面

日射遮蔽物をFL3に取り付けた場合の日除けの効果を、日射熱取得率として比較をすることができます。また、1から日射熱取得率を差し引き、日射熱除去率(日射熱カット率)として求めることも可能です。その他、窓中央部(グレーディング部)の日射熱取得率として、JIS A 2103などの窓の日射熱取得率の数値計算に結果を使用することもあります。

### 4. 試験概要

試験装置の概要を図1に示します。装置は、おもに人工太陽、熱量測定箱、装置内の循環風量測定装置、冷却装置、試験体取付枠などで構成されています。人工太陽は、太陽光のスペクトルに近似した人工の光源で、2灯のキセノンランプを用いています。人工太陽の詳細は、本誌2012年9月号をご参照ください。

試験体は、1m×1mの窓ガラスを覆える寸法、または実際の製品で1m×1mの開口部に設置できる寸法のものを使用します。窓の外付け、内付けなど、使用条件にあわせて試験体取付枠に試験体を設置します。

試験は、窓ガラス面に人工太陽の光を照射して行います。測定は、窓ガラス面が、①FL3のみの場合と、②FL3に試験体を設置した場合の2回行い、それぞれの定常状態における日射熱取得量を求めます。なお、試験中の熱箱内外は等温(20℃)に保ち、窓面からの熱貫流が生じないようにしています。試験状況を写真1に示します。

測定で得られた日射熱取得量から、式(1)より日射遮蔽係数を、式(2)より日射熱取得率を求めます。

$$SC = Q/Q_3 \quad (1)$$

$$\eta = SC/\eta_3 \quad (2)$$

ここに、

SC：日射遮蔽係数(-)

Q：FL3に試験体を設置した場合の日射熱取得量(W)

Q<sub>3</sub>：FL3の日射熱取得量(W)

η：FL3に試験体を設置した場合の日射熱取得率(-)

η<sub>3</sub>：FL3の日射熱取得率(-)(= 0.88)

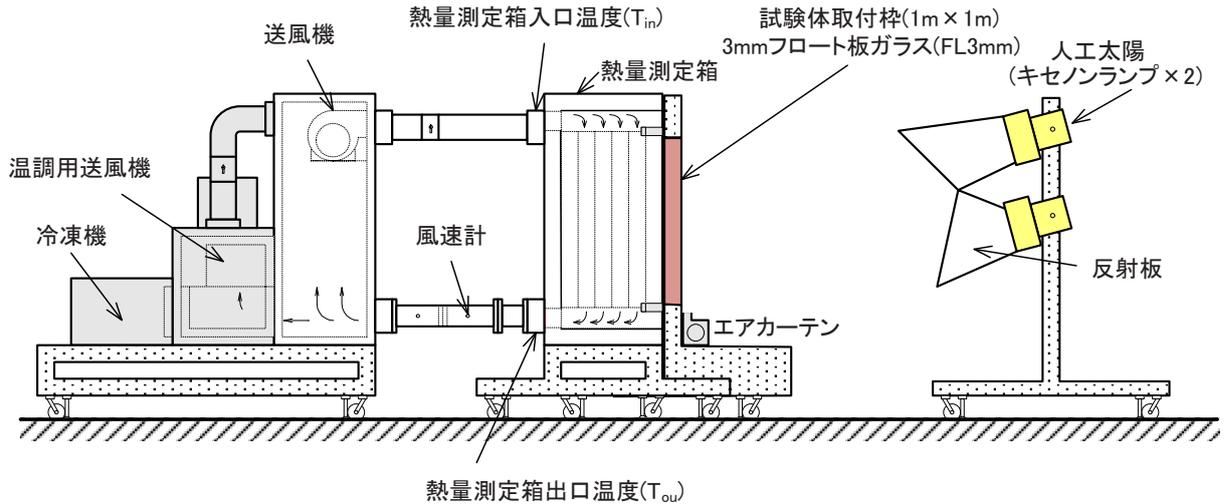


図1 試験装置の概要

本試験は、人工太陽を用いた試験室レベルで行う試験のため、実際の太陽光を用いた試験とは異なり常に一定条件下で測定できるという利点があります。しかし、人工太陽は太陽光のように平行光線ではなく、照射むらが生じるなどの課題もあり、入射角特性などを目的とした測定には不向きです。現在は、JISA1493などの装置を用いた日射熱取得率の試験方法、JIS A 2103などの計算による日射熱取得率の算定方法など、JIS規格が制定されていますが、当所では実際の試験体を用いて、比較的簡単に日射熱取得率を測定できる方法として、試験のご依頼をいただいております。

## 5. 試験に要する期間

試験は、定常状態にするまでの調整にもよりますが、おおよそ開始から1週間程度で終了します。装置の空き状況につきましては、担当部署にご相談ください。

## 6. 試験料金

試験料金は、試験体1体目が20万円程度、同時に複数の試験体をご依頼いただける場合は、2体目以降が1体につき14万円程度です。

なお、上記料金は測定のみのおおよその金額になっております。試験体の設置状況等により追加料金が発生する場合がありますので、詳しくは担当部署にお問い合わせください。



写真1 試験状況 (FL3のみの場合)

## author



### 松原知子

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、温熱環境に関する試験など

## 【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ

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

## 参考文献

JIS A 1493 : 2021, 窓及びドアの熱性能—ソーラーシミュレータを用いた日射熱取得率の測定

JIS A 2103 : 2014, 窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算

JIS R 3106 : 2019, 板ガラスの透過率・反射率・放射率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法

屋根や外壁の遮熱性能を評価する

# JSTM J 6112 建築用構成材の遮熱性能試験方法

## 1. 対象とする材料／部材

本試験規格は、木造建築物の屋根または外壁を対象としています。なお、本規格の適用範囲は、鉄骨造のような金属熱橋を含まない構成部材とし、木造においても柱等の熱橋を含まない屋根や外壁の一般部を対象としています。

## 2. 試験により把握できる性能

本試験規格は、夏季の日射における屋根や外壁から屋内への侵入熱量（試験体の遮熱性能）を定量的に把握する試験方法になります。本規格では、その侵入熱量を熱貫流率と日射侵入率の2項目で示しています。なお、本規格で把握できる熱貫流率は、夏季南中時の最大日射量を想定した照射条件、かつ屋内外の温度条件における性能を示すものとなります。一方、部材の断熱性能を表す熱貫流率の物性値は、冬季の温度環境かつ日射のない条件での値が一般的であり、JIS A 1420等で測定されます。

本規格による熱貫流率と日射侵入率の算出方法については、『建材試験情報2011年8月号の規格基準紹介』で詳しく説明していますのでご参照ください。

## 3. 試験結果（報告書）を活用できる場面

建物外被において屋根や外壁、開口部など夏季の日射の侵入量を減らし、冷房負荷低減による省エネルギー効果を図る目的で遮熱に対する様々な製品や工法が開発されています。屋根や外壁の場合、放射熱の抑制だけでなく通気層の通気による排熱効果を併用した工法もあり、それらの遮熱性能の評価が重要となります。

本規格では、後述する各試験条件のように外被材表面の反射特性の違いや、通気層の有無及び通気量設定を考慮した試験規格となりますので、様々な製品や工法の遮熱性能

を評価することができます。

## 4. 試験概要

試験は、人工光源を備えた試験装置（写真1）で行います。図1及び図2に示すように、試験装置は試験体屋内外の温度を設定できる2室の恒温室からなり、試験体は試験装置の開口部へ垂直に設置します。



写真1 試験装置（屋外側）

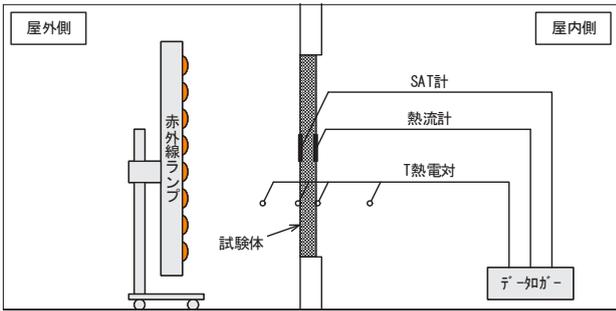


図1 試験装置(通気層のない試験体の場合)

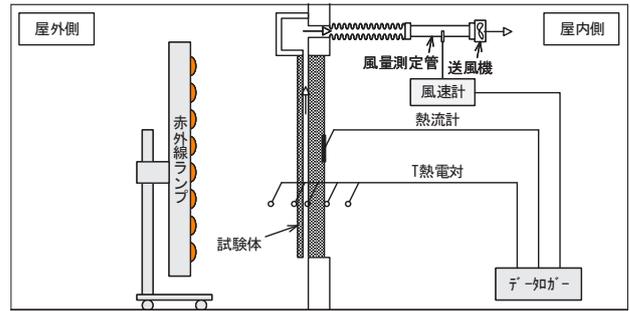


図2 試験装置(通気層のある試験体の場合)

表1 試験条件

部材	試験体屋外側 設定温度	屋外側 空気温度	屋内側 空気温度
外壁	表面温度：60℃	40℃	26℃
	SAT温度：65℃		
屋根	表面温度：75℃	40℃	26℃
	SAT温度：80℃		

表2 通気層内設定風速条件

部材	設定風速
外壁	0.1 ~ 0.3m/s
屋根	0.1 ~ 0.5m/s

試験条件を表1に示します。試験体屋外側の設定温度は、試験体表面温度またはSAT温度（外気温度に日射及び長波放射による影響を温度として加味した仮想の空気温度）のいずれかを用いて実施します。また、試験体に通気層がある場合は、表2に示す通気層内設定風速条件のもと、一定の通気量を制御したまま試験を行うことも可能です。

本試験から熱貫流率は、屋内側表面の熱流計を用いて測定した通過熱量と試験体内外表面温度差、所定の内外表面熱伝達率を用いて算出されます。日射侵入率は、測定で求められた熱貫流率と別途、JIS K 5602に準じて測定した外装材表面の日射吸収率を用いて、試験体の日射侵入率を算出します。

## 5. 試験に要する期間

試験準備から試験終了まで約1週間（試験準備2～3日、試験2日程度）の期間を要します。

試験体は原則完成状態で搬入願います。（試験に要する期間には、試験体作製の期間は含まれていません。）

## 6. 試験料金

試験料金は、約50万円（赤外線カメラによる屋内側表面温度分布の撮影含む）からとなります。試験体の幅が500mm程度の場合、最大3体まで同時に試験を実施することが可能です。試験体数や通気層の有無、通気量設定の有無により試験料金が異なりますので、詳しくは担当部署にお問い合わせください。

### 参考文献

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

JIS K 5602：2008、塗膜の日射反射率の求め方

### author



### 牧田智明

総合試験ユニット 性能評価本部 性能評定課 主査

<従事する業務>  
建築基準法に係る性能評価事業及び適合証明事業

### 【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

# 「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」の報告

西日本試験所

## 1. はじめに

昨年度は、「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」を、やまぐちの農林水産物需要拡大協議会と共催にて開催致しましたので、ご報告致します。

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、県産木材の実状、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。

昨年度の講座では、建材試験センターも共催にて参画し、山口県内の構造設計経験者、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。

以下、概要の報告となります。

## 2. 概要

本講座は、計3回に分けて実施致しました。講座カリキュラムを図1に示します。本講座の目的は以下の通りです。

- ①山口県産木材の利用促進
- ②木材架構の検討・開発手順を知る  
(意匠・構造計画、接合部の計画、予算、施工、試験)
- ③山口県内の地域ごとの意匠設計・構造設計・製材工場・プレカット工場でチームを組み、今後の連携促進機会を創出する
- ④コスト観点から市販の接合部材を知る
- ⑤木質構造物の評価方法や手順を知る  
(建材試験センターの業務内容の理解と評価方法について)

第1回では、建材試験センターの施設見学、チーム分け、木構造振興・原田浩司先生による、構造試験体の課題提示を行いました。チームは、山口県内を東部・中部・西部の3つに分けて、各地域の意匠設計・構造設計・製材工場・プレカット工場にて編成致しました(写真1参照)。課題内容を図2に示します。

やまぐちの中大規模木造建築 設計者養成講座カリキュラム				
	10:00~10:15	10:15~12:00	13:00~14:00	14:00~16:00
第1回 6/20 (火)	開講	建材試験センター 西日本試験所の概要	班分け、 木造トラスの取組課題	班打合せ、質疑応答
	趣旨説明	概要説明、視察、 試験装置の説明、 木造トラス等の試験事例	木造トラスの設計・ 製作・曲げ試験の 条件等の説明	方向性・今後の計画など の確認
		早崎洋一 他 【建材試験センター】	原田浩司【木構造振興】 早崎洋一【建材試験センター】	
一般財団法人 建材試験センター西日本試験所 (山陽小野田市大字山川)				
自主活動 (各班)				
第2回 8/31 (木)	10:00~12:00	13:00~13:40	13:40~15:00	15:00~16:00
	設計のプレゼンテーション(各班)、 討議		講義	班打合せ、質疑応答
	設計内容の確認、 意見交換、 アドバイス		ヤング係数・含水率、 技術的助言、接合部材による 木質構造設計のポイント	方向性・今後の計画など の確認
	森 拓郎【広島大学】 原田浩司【木構造振興】 早崎洋一【建材試験センター】		森 拓郎 【広島大学】	森 拓郎【広島大学】 原田浩司【木構造振興】 早崎洋一【建材試験センター】
山口市近辺予定				
自主活動 (各班)				
第3回 11/28 (火) 11/29 (水) 11/30 (木)	11/28(火)	11/29(水)	11/30(木)	
	時間未定	10:00~18:00	10:00~12:00	13:00~14:30
	(自主活動) 木造トラス組立	曲げ試験	木造トラス解体	講評、閉講
	トラス組立作業 (各班)	各班製作のトラスの たわみ、壊れ方等の確認	細部までの観察	試験結果の分析等
		田尾玄秀【縦建築事務所】、森 拓郎【広島大学】 原田浩司【木構造振興】、早崎洋一【建材試験センター】		
一般財団法人 建材試験センター西日本試験所 (山陽小野田市大字山川)				

※第1回の午前中は、建築・設計に携わる方などを対象とした公開講座として実施

図1 講座カリキュラム(募集時のもの)



写真1 各チームによる検討状況

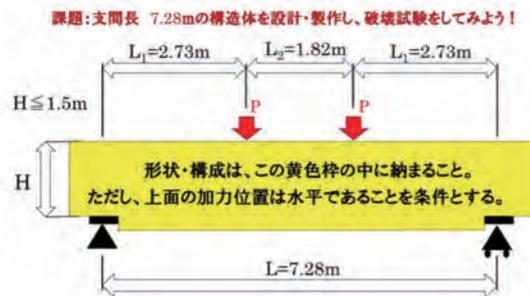


図2 課題内容 (一部抜粋)

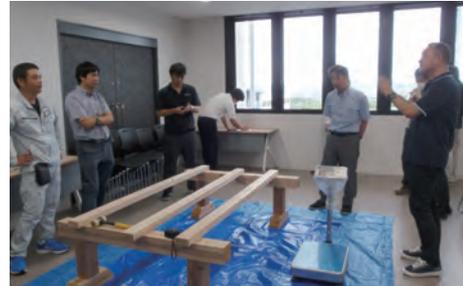


写真2 森拓郎先生による講義



写真3 各チームによる施工状況



写真4 曲げ試験実施状況



写真5 集合写真(修了者・講師等)

第2回では、各チームの途中経過について、プレゼンテーションを行い、広島大学・森拓郎先生による講義「木造トラスのための木材基礎」を実施致しました(写真2参照)。

第3回では、検討した構造体をチームごとに施工し(写真3参照)、曲げ試験を実施致しました(写真4参照)。曲げ試験の加力は、自重によるたわみ測定を行った後、支持スパンのL/300まで載荷し、一旦除荷した後、試験体が破壊に至るまで載荷を行いました。

実験では、実験前に予想した荷重、変位値、破壊想定箇所の整合性に着目しながら実施致しました。また、実験後は、講師の先生方と意見を交えながら破壊状況の観察を行いました。

試験の翌日は、試験結果を踏まえた、各チームの最終プレゼンを実施し、縦建築事務所・田尾玄秀先生による講義「木造トラス設計事例」を行いました。

本講座の修了者は、山口県より修了書が授与されております(写真5参照)。

### 3. おわりに

建材試験センターは、「第三者証明事業を通し、住生活・社会基盤整備へ貢献する」の理念のもと、業務を運営しております。

西日本試験所におきましては、今後も山口県と連携を取り、山口県の木材利用促進のため、試験、技術に関する情報促進に努めて参ります。試験のご相談等、お気軽にお問い合わせください。

### 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・あと施工アンカー試験等)

連載

# 骨材の系譜

工学院大学 名誉教授 阿部道彦

## vol.4 甲子園の土

### 1. はじめに

これまで本シリーズでは「骨材とは」、「砂利・砂」、「海砂」と題して、コンクリート用骨材を対象とした話をしてきた。今回は趣向を変えて、阪神甲子園球場（以下、甲子園球場）の土について述べてみたい。プロ野球12球団の本拠地球場のうち、この球場は外野から写した**写真1**に示すように、唯一外野が天然芝で内野が全面土となっており、かつ、その整備は神整備と言われるほど定評がある<sup>1)</sup>。

甲子園といえば、だれもが高校野球（全国高等学校野球選手権大会）を連想すると思われる。高校野球（当初の名称：全国中等学校優勝大会）は1915（大正4）年に開始され、2023年度で第105回を迎えた。当初は豊中球場（現大阪府豊中市にあった）で開催され、2年後から鳴海球場（現名古屋市緑区にあった）、1924年からは同年建設された甲子園球場で行われ<sup>2)</sup>、そこから数えると今年（2024年）で100周年となる。

甲子園球場では毎年記憶に残る名勝負が行われ、野球部員の多くが、球場のグラウンドの土を持ち帰っている<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>。2020年には新型コロナウイルスの流行で大会を開催できず、阪神タイガースと甲子園球場が高野連に加盟する高校の野球部員の3年生約5万人に球場の土の入ったキーホルダーを贈っている<sup>5)</sup>。この土は、正確には土だけでは

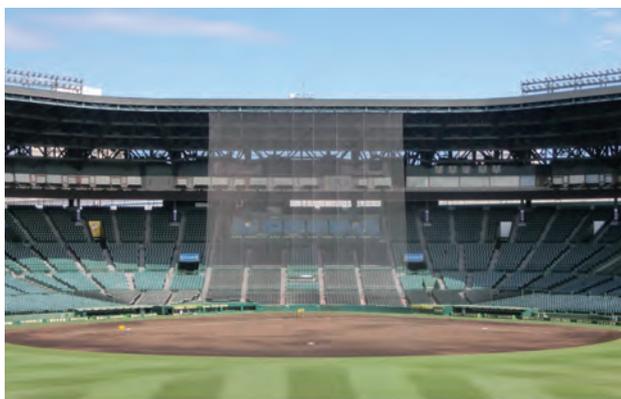


写真1 甲子園球場のグラウンド

なく、それに砂が混ざったものであるが、この砂もコンクリート用の砂と同様、幾多の変遷を経て今日に至っている。

本稿は各種情報に基づいて執筆しているが、筆者の調査不足で曖昧な部分が多々あることをご容赦願いたい。

### 2. 甲子園球場の土の経緯

阪神本線をさらに西へ進むと御影（みかげ）という駅がある。昔は六甲山の石をこの地から日本各地へ運んだことから花崗岩のことをみかげ石と呼ぶようになったことからわかるように、甲子園一帯は花崗岩質の地層のため、付近の土は白色で太陽の光に反射してプレーに影響が出ることが懸念され、また、観衆も目が疲れるという理由でこの土をそのまま使用することができなかった<sup>6)</sup>。このため、まず野球選手でもあった石川真良（しんりょう）氏が、甲子園球場建設の用度課工事中セメント係としてグラウンドに適した土の作製に取り組んでいる。おそらく当初は文献<sup>5)</sup>～<sup>7)</sup> および甲子園歴史館の説明文にあるように、神戸・熊内（くもち）（現在の神戸駅の東側）の黒土と淡路島の赤土を混ぜ、赤黒い粘りけのある土に仕上げ、その後、文献<sup>8)</sup>に述べられているように、淡路島の黒土と海砂を混ぜ合わせたものに移行していったと考えられる。なお、文献<sup>8)</sup>でいう海砂は、当時はまだ海底砂を採取する状況ではなかったことから、球場周辺の浜砂と推測される。その後、黒土の産地は三重県鈴鹿市、京都府亀岡市、鳥取県浦安町（現東伯郡琴浦町浦安）、岡山県津山市日本原など、そして1987年当時は、鹿児島市桜島で<sup>9)</sup>、文献<sup>9)</sup>～<sup>10)</sup>では上記のほか、大分県大野郡三重町（現豊後大野市）、鳥取県西伯郡大山町、鹿児島県鹿屋市、鹿児島県曾於郡志布志（現志布志市）などをあげているが、これらの土は毎年決まっているわけではない<sup>9)</sup>。また、砂は当初**図1**に示すように球場に近い甲子園浜（**写真2**）とその西の香櫛園浜（**写真3**）社有地の砂であったが、その後、瀬戸内産の浜砂、中国福建省の川砂、京都府城陽市の山砂と推移してきている<sup>9)</sup>、<sup>10)</sup>。

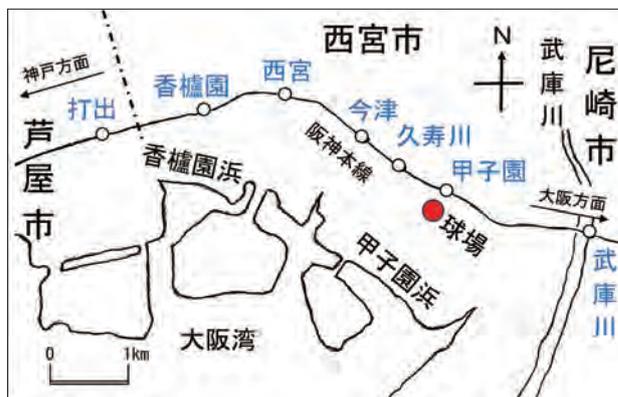


図1 甲子園球場と浜砂採取箇所の位置関係



写真2 甲子園浜 [右下、1目盛1mm]



写真3 香櫨園浜 [右下、1目盛1mm]

石川氏の作った土を整備したのが1928年にグラウンドキーパー長となった米田長治氏で、その後、藤本治一郎氏<sup>8)</sup>、<sup>注3)</sup>、辻啓之介氏、金沢健児氏へと引き継がれていく<sup>1)</sup>。

### 3. 土と砂

砂の定義・意味については、本連載のvol.1およびvol.2で触れた。土は広義では礫のような大きな粒子も含むが、狭義では砂より小さい粒子の集まりである。広辞苑によると、土とは「地殻の最上層。地殻表面の岩石が崩壊・分解して地表に堆積し、それに動植物の遺体が加わって生成したもの。」<sup>11)</sup>、<sup>注4)</sup>であり、無機質のものに有機質のものが混入しているものであるが、粒子の大きさには触れていない。地盤工学会の土質材料の土質区分の概要は表1に示すとおりで、これは中分類、小分類とさらに細分化されるが、おおまかには土は細粒土、砂は粗粒土の中の砂質土と考えればよいであろう<sup>注5)</sup>。

なお、黒土・赤土の意味は表2に示すとおりである。

### 4. グラウンドの断面

通常の球場では降雨に対してグラウンドの水はけのよいことが試合を円滑に進める上で重要である。雨が降り出す

表1 土質材料の土質区分(大分類)の概要

大分類		粒子の大きさ
粗粒土	礫質土	粗粒分のうち4.75mm以上が50%以上
	砂質土	粗粒分のうち4.75mm以下が50%以上
細粒土	粘性土	細粒分(0.075mm以下)が50%以上
	有機質土	
	火山灰質粘性土	

注) 表記は簡潔な表記に変更している。粗粒分とは、0.075mm以上の粒子のこと。

表2 黒土と赤土の意味(広辞苑)

種類	意味
黒土(くろつち)	黒色の土。こくど。腐植質を含む黒色または黒褐色の肥沃な土。
赤土(あかつち)	鉄分を含み、赤く黄ばんだ粘土。赤色土。黄色土。赭(しゃ)土。

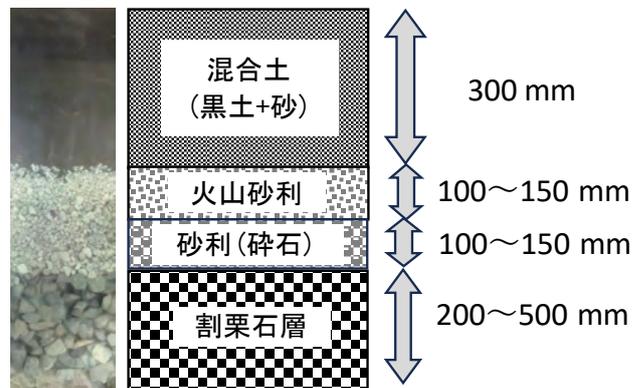


図2 グラウンドの断面

とピッチャーマウンドと各ベースはシートで覆われるが、それ以外の場所は覆われない。しかし、雨が止むと短時間でグラウンドに溜まった水が引いていくのを見ることが出来る。甲子園球場の隣の甲子園歴史館には、グラウンドの断面が実際の材料を用いて展示されており、図2はその概要を写真とポンチ絵で示したもので、上から混合土(黒土+砂)、火山砂利、砂利(碎石)、割栗石層となっていて、下にいくほど粒子の寸法が大きくなり、水を通しやすくなっていることがわかる。

### 5. グラウンドの土に求められる性質

#### 5.1 色

グラウンドの色は、選手だけではなく観客からもボールが見えやすいように、また、季節によって異なる雨量や太陽光量などを考慮して、春は日差しが弱く雨が多いため砂を多め(黒土4:砂6)<sup>8)</sup>、(黒土5.5:砂4.5)<sup>13)</sup>に、夏は日差しが強く白球を見やすくするため黒土を多め(黒土6:砂4)<sup>8)</sup>、<sup>13)</sup>に入れるなどして、黒土と砂の比率を変えている<sup>注6)</sup>。

## 5.2 硬さと弾力性

グラウンドは打者が打って走ったり、投手が踏ん張って投げたり、内野手が打球を取りに行ったりするため、ある程度の硬さが必要である。一方、打球がグラウンドを転がるときに適度な速度やバウンドで転がること、つまり弾力性も必要である。グラウンドには、この硬さと弾力性という相反する性質が求められることになり、土に適当な割合で砂を混ぜた混合土とすることが必要になってくる。また、弾力性については土の厚さと締め固めの程度も重要で、甲子園球場の場合、もともと50cmの厚さ<sup>8)</sup>の混合土を、**図2**に示すように30cmの厚さになるようにローラーで適切に締め固めることで弾力性の確保を図っている<sup>9)</sup>。

## 5.3 水はけ(透水性)と水持ち(保水性)

内野のグラウンドは、ピッチャーマウンドを頂点として各方向に向かって一定の勾配が取られており、これがグラウンドの表面部分の排水を良好にしている。また、土は一般に微粒子を多く含むため、土のみでは水はけの悪い状態になり、反対に砂のみでは水はけは良いが水持ちの悪い状態となる。このため、土に適度な砂を混ぜることにより、水はけと水持ちの良い状態を保っている。なお、混合土は、時間が経つと土が下の方へ移動して不透水層を形成してしまうので、頻繁に掘り返して均質な状態を保つようにしている<sup>1)</sup>。

## 6. コンクリート用の砂との関連

### 6.1 川砂の採取規制

**図3**は甲子園球場のグラウンドの土の変遷を示したもので、日本経済新聞の田村城記者が阪神園芸の金沢健児甲子園施設部長への取材をもとに1980年代以降について作成したもの<sup>10)</sup>に、それ以前の情報およびコンクリート用の砂に関連する情報を加筆したものである。日本全体でみると、本連載vol.2で示したように、1964年の東京オリンピックに向けて川砂の採取量は増加していくが、それ以降は河川の環境保護等のため、1966年に河川砂利基本対策要綱<sup>11)</sup>が出され、河川骨材の採取規制が始まり、河川骨材の採取量は急激に減少することになり、代わりに海砂や山砂が使用されていく。

### 6.2 海砂への移行

甲子園球場に毎年追加する砂は10トン程度<sup>10)</sup>であるが、砂は各種運動施設や公園等にも用いられるため、コンクリート用の砂の需給状況の影響を間接的に受けることになったと思われる。瀬戸内地区では、1960年代からコンクリート用の砂として海砂(海底砂)が使用され始める<sup>14)</sup>が、海砂には貝殻が含まれており球場の砂としては選手にとって危険で不適なため浜砂が用いられたものと考えられる。

### 6.3 海砂の採取規制と中国砂

その後は瀬戸内地区における海砂の採取規制が強化され<sup>15)</sup>、代わりにコンクリート用の砂として中国福建省の川砂が使用され<sup>16)</sup>、それと連動して球場の砂も同様のもの

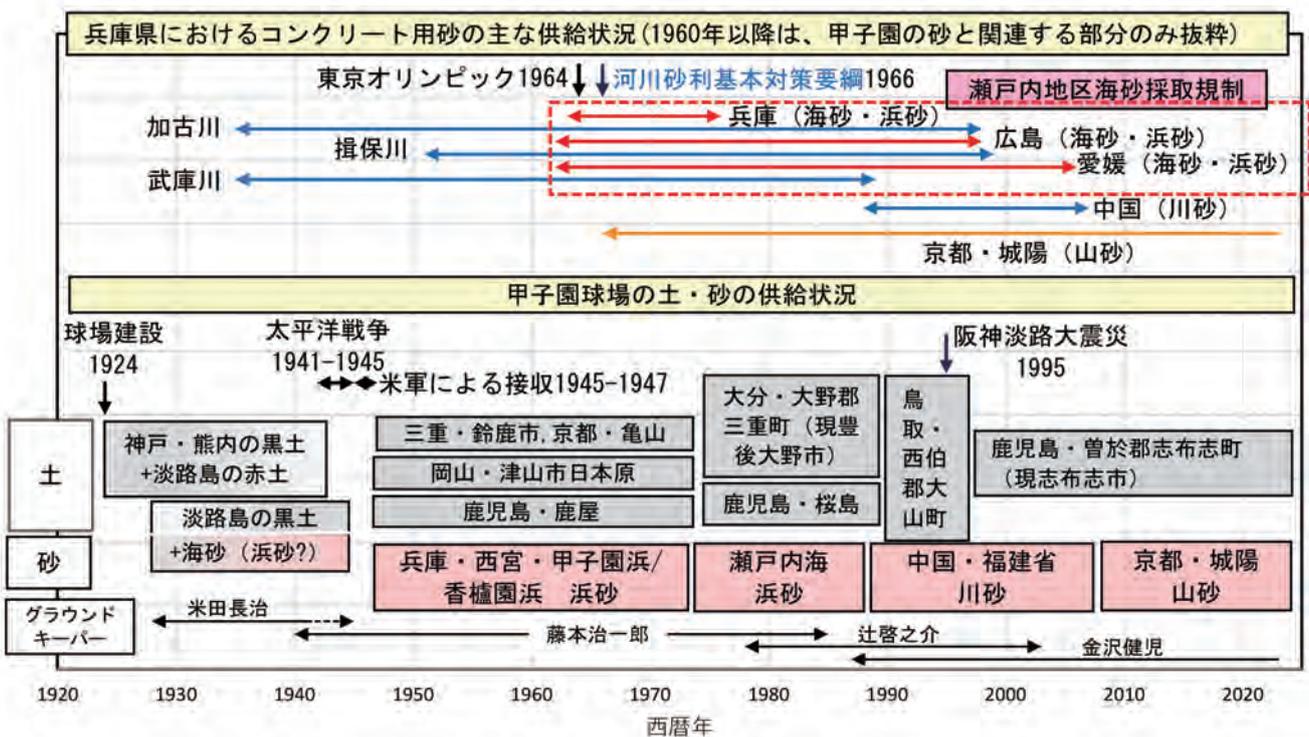


図3 甲子園球場のグラウンドの土の変遷



写真4 中国福建省ミン江産川砂  
(峯秀和氏提供)



写真5 中国川砂の貯蔵状況  
(栗延正成氏提供)

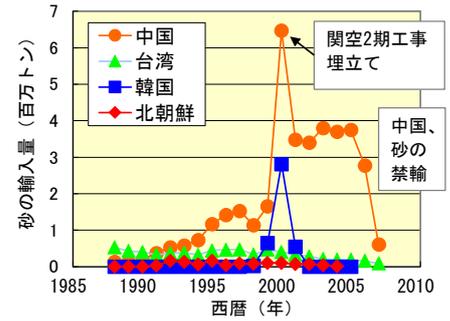


図4 輸入砂の推移  
(財務省貿易統計より作成)



写真6 城陽産山砂 [1目盛1mm]  
(日本砂利協会関西支部提供)



写真7 甲子園球場の土と同等の土  
(阪神園芸提供)

が使用されるようになる。写真4～5に福建省ミン江産川砂の例を示す。日本建築総合試験所によると「鉱物砂粒が多く、その大半が石英であり一部に長石類、雲母類、角閃石および不透明鉱物を含む骨材」<sup>16)</sup>とのことである。

図4には財務省の貿易統計に基づき1988年以降の輸入砂の推移を示しており<sup>17)</sup>、中国からの輸入が極めて多かったことがわかる。しかしながら、中国における砂の需要の増大により、2007年3月に中国は日本への砂を禁輸することになる。

#### 6.4 山砂の利用

京都の城陽市産山砂は、1960年代からコンクリート用砂として関西で使用され始め<sup>18)</sup>、海砂の採取規制や中国砂の禁輸を受けて、次第に供給範囲を広げてきているが、城陽市においても開発・都市化が進行し、今後の増産は期待できないようである<sup>19)</sup>。写真6に城陽市の山砂の例を示す。須藤氏によると、城陽市の山砂は、「石英・頁岩・砂岩・チャートなどの粒子」からなっている<sup>19)</sup>とのことである。

近年、コンクリート用砂については、砕砂が重要な役割を果たしてきているが、砕砂は一般に角張っていて微粒分量も多いため、グラウンドの砂として適切かどうか今後検討を要すると考えられる。

## 7. おわりに

甲子園球場は今年で100周年を迎えている。写真7は甲子園球場の土と同等の土である。この土について、それに

混合される砂を中心にコンクリート用の砂との関連について述べた。コンクリート用の砂も供給が逼迫するなか、甲子園球場の砂として今後も適切な砂が供給され、神整備のもと熱い戦いが繰り広げられることを願っている。

#### 謝辞

本稿執筆に際し、阪神甲子園球場各位、峯秀和氏（関電パワーテック）、栗延正成氏（大阪兵庫生コンクリート工業組合）、崎島毅昇氏（日本砂利協会関西支部）、山崎順二氏（浅沼組技術研究所）、水谷貴義氏（阪神園芸）のご協力を得ました。記して謝意を表します。

#### 注

- 注1) 土の持ち帰りの歴史については諸説ある。文献13) 参照。なお、公式には土の持ち帰りは禁止とのこと。
- 注2) コロナの影響により2020年8月の交流試合から土の持ち帰りは禁止されたが、2023年8月に解除された。
- 注3) 米田氏は「甲子園の宝」、藤本氏は「甲子園の土守」と呼ばれた。
- 注4) 広辞苑、第7版、2018年では、さらに詳細な説明がなされているが、煩雑となるため、第3版の説明を記載している。
- 注5) 砂質土は、さらに砂、礫質砂、細粒分混じり砂に分類され、厳密にはこの中の砂に該当する。
- 注6) 文献10) では、黒土6:砂4とのみ記載している。
- 注7) 1966年制定の河川砂利基本対策要綱は1974年に廃止され、同年、同名の要綱が新たに定められている。

## 参考文献・資料

- 1) 金沢健児：土は生き物，阪神園芸 甲子園の神整備，毎日新聞出版，pp.28-45，2018.8，または，毎日文庫，pp.28-46，2023.2
- 2) 日本体育学会監修：スポーツ科学事典，平凡社，p.473，2006.9
- 3) 阪神 & 球場が甲子園の土をプレゼント！矢野監督と選手が相談し発案，高3球児5万人に，サンケイスポーツ，2020.6.9
- 4) <https://yakyutaro.jp/r.php?hash=ym671>：高校球児も仰天！甲子園球場誕生秘話，週間野球太郎，2015.7.30
- 5) 日外アソシエーツ編集：20世紀日本人名事典あ～せ，p.183，2004.7
- 6) 森岡浩編：甲子園高校野球人名事典，東京堂出版，p.17，2004.7
- 7) 男鹿市弘戸出身石川真良（甲子園球場の土の生みの親），秋田人名録，2019.8.13
- 8) 藤本治一郎：甲子園球児 一勝の土，講談社，pp.40-44，1987.6
- 9) <https://koshien.hanshin.co.jp/qa/answer06.html#a51>：よくある質問，その他，甲子園球場の黒土について教えてください。掲載年不詳
- 10) 田村城：水はけも弾力も甲子園球場の土、配合の妙，日本経済新聞，2020.10.13
- 11) 新村出編：広辞苑，第3版，岩波書店，1983.12
- 12) <https://omorey.com/article/21626>：引き継がれる「甲子園の土」の心，2020.6.9
- 13) ベースボール・マガジン社編：土，甲辞園，第1版，pp.205-206，2018.7
- 14) 日本コンクリート会議：海砂に関する調査研究報告書，pp.61-62，1974.3
- 15) [https://www.env.go.jp/nature/koen\\_umi/umi02\\_5.pdf](https://www.env.go.jp/nature/koen_umi/umi02_5.pdf)：海砂採取の全国的傾向，国立・国定公園に係る海域の保全及び利用に関する懇談会，第2回，p.2，2007.3.14
- 16) 峯秀和，朝比奈俊和，今浦善行，二村誠二：関西圏の海砂枯渇に伴う輸入砂の利用，コンクリート工学，Vol.40，No.4，pp.19-26，2002.4
- 17) 阿部道彦：天然骨材の現状と課題，コンクリート工学，Vol.46，No.5，pp.4-10，2008.5
- 18) 関西生コンクリート協会 技術委員会 骨材分科会，田中尚：京都産山砂を用いたモルタルおよびコンクリートの2,3の性質，セメント・コンクリート，No.227，pp.14-22，1966.1
- 19) 須藤定久：近畿の骨材資源，地質ニュース614号，pp.53-57，2005.10



## profile

### 阿部道彦

工学院大学 名誉教授・工学博士

1952年 札幌生まれ

専門分野：コンクリート工学

# 2023年度調査研究事業報告

企画調査課

business report 2023

## 1. はじめに

建材試験センターでは、官公庁・自治体や民間企業・団体等からの依頼を受け、政策の普及促進や国内外の標準化活動、技術開発を支援する試験・評価方法の開発等を目的とした調査研究を実施している。調査研究の課題はその時々々の社会ニーズに沿ったものが多く、近年では「省エネルギー」、「地球温暖化対策」、「居住環境の安全・安心」といった課題を中心に、試験・評価方法の開発を進めている。

本稿では、2023年度に受託し実施した“リフォーム等における適切なアスベスト処理のための調査／「石綿（アスベスト）含有建材データベース」の維持管理及び運営に関する検討事業”について、その成果概要を報告する。

## 2. リフォーム等における適切なアスベスト処理のための調査／「石綿（アスベスト）含有建材データベース」の維持管理及び運営に関する検討事業

### 2.1 概要

「石綿（アスベスト）含有建材データベース」（以下、「データベース」という。<https://asbestos-database.jp/>）は、建設事業者、解体事業者、住宅・建築物所有者等が、解体、改修及びリフォーム対象の建築物に使用されている建材の石綿（アスベスト）含有状況を把握する調査の際に、情報を簡易に収集できるようにすることを目的に構築され、国土交通省及び経済産業省より、2006年12月から公表されている。本事業では、2,131建材の情報を登録しているデータベースの維持管理のほか、適切な情報の提供及びユーザーの利便性の向上を目的とした改善・検討を実施している。なお、本事業は、国土交通省の補助事業として（一社）住宅リフォーム推進協議会の実施に際して、当センターは同協議会より受託し務めている。実施にあたり、行政・学識者・建設関連団体・建材関係団体・調査診断関係機関から構成される運営委員会を組織して行った。

### 2.2 成果

2021年4月の改正石綿障害予防規則及び大気汚染防止法の施行により、建築物の解体や改修の際には事前に全ての建材について石綿の有無を調べる事前調査が必要となった。

このような動向を受け、データベースのアクセス数は従来の5倍程に増加している。事前調査にデータベースが活用されていることを踏まえ、以下の通り取り組んだ。

#### (1) データベースの維持管理

データベースの登録情報の追加や修正依頼に対応し情報の整備に努めた。また、検索のしやすさを目指し、4年前から進めてきたあいまい検索の実装は、利用者の検索履歴の状況から、一定の効果を果たしたことを確認できた。

#### (2) データベースの登録情報の追加に関する検討等の継続

データベースの整備に当たっては、可能な限り多くのデータの収集に努めてきたが、建材メーカーの廃業等によりメーカーの確認が取れていないものなど、完全な情報整備には至っていない。事前調査による含有証明書や分析結果などの情報を追加登録することを想定した検討体制の維持を今年度も継続した。

#### (3) データベースの利用に関する調査に向けた対応

データベースの利用者の利便性を向上するために利用者に対して定期的に調査を実施している。今年度は、住宅リフォーム業者へ9回のヒアリングを実施した。結果、データベースに対する要望と共に、関係法令改正に伴う住宅リフォーム業者における課題が明らかになった。関係各省、関係団体から構成される委員会にて情報を共有することができ、一連の改正後の対応を考えていくことのできる機会となった。

### 2.3 今後の計画・取り組み

改正関係法令の施行後、2022年4月には一定規模以上の解体や改修に対して施工業者は事前調査結果の報告が義務となり、2023年10月には事前調査は建築物石綿含有建材調査者が行うこととなり、完全施行された。今後はこのような情勢を踏まえ、関係団体のご協力をいただきながら取り組んで参りたい。

author

緑川 信 経営企画部 経営戦略課 課長

木村 麗 認証ユニット ISO 審査本部 マネジメントシステム認証課 主幹

# 2024年度事業計画

## 計画の概要

2023年度は、コロナ禍が収束していく中で景気の回復が進み、名目、実質ともにGDPの上昇がみられ、また、価格転嫁の進展や広範な賃上げ等により、デフレ脱却に向けた動きも進んできた。2024年度においては、雇用・所得環境が改善する下で緩やかな回復が続くことが期待される一方で、世界経済の成長減速の影響が懸念される状況である。

また、政府の公表する月例経済報告における景気の総括判断においては、2024年2月では「景気は、このところ足踏みもみられるが、緩やかに回復している。」とされている。

建材試験センターの2023年度第3四半期までの受注状況は、コロナ禍前の2019年度比88%、前年度の2022年度比98%（いずれも金額ベース）となっており、また、2023年10月に取りまとめた2023年度執行見込みによれば、2023年度の経常収益見込は約39億円（予算比1億円減）、経常損益見込は約2.5億円（予算比5千万円増）となっている。

2024年度においては、2020年度以降行ってきた、

- ・効率的業務運営や積極的営業活動等の実施
- ・ユニット化による業務の効率化と事業所間の連携強化
- ・各ユニットの業務支援システム等の全面運用に向けた改善・修復の推進

などにより各種の試験や審査の事業を推進していく。

また、2023年度に策定した新たな中期計画である「発展計画2023」に基づき、計画的な業務の効率化や新規展開、施設やシステムの整備を進めていく。

一方で、2024年度予算については、2023年度に行った試験や審査の料金見直しの通年適用等を前提に、収益は約40億円と想定している。また、近年の施設整備による減価償却費の増加や人件費、光熱水料費等の増加により費用は約37億円を想定し、これらの差し引きで、損益としては約3億円の想定である。一方で、営業キャッシュフローについては、約7億円の確保を見込んでいる。

中央試験所の第2期整備計画である新防耐火試験棟については、2023年度までに当面整備予定である5基の耐火試験炉及び多目的試験場の設置を終えたところであり、今後はそれらの性能を最大限活用して試験の円滑な実施を進める。

また、次の第3期以降の施設整備に向けて、2023年度に工事材料試験所の一部試験室を取り込んだ形でのマスタープランを作成したところであり、2024年度においては第3期整備計画分の設計に取りかかることを予定している。

更に、業務支援システム等の見直しについては、「IT化、

クラウド化からDX化へ」を念頭に整備を進め、2023年度には性能評価本部新基幹システム「IROHA」を全面運用したものの、認証ユニット新基幹システム「BAITAL」及び工事材料試験ユニット新基幹システム「CON-PAS」については、不具合の発生により部分運用にとどまっている。2024年度中の完全運用を目指して、不具合の修正や追加整備、ブラッシュアップ等を進めていく。

一方、希望者に対する週4日勤務（週休3日）や副業許可基準設定による副業対応の明確化等による「働き方改革」を引き続き推進するとともに、オフィス部門を中心としたテレワークについては、各種の業務支援システム等を有効に活用し、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務（いわゆるハイブリッドワーク）を推進する。併せて、オフィスの執務環境についてもこれに対応したものとすべくその整備を進める。

また、高い専門性やマルチスキルを有する職員の育成の観点から、職員の能力、資質や希望等を踏まえて、一層積極的な教育研修を実施する。

これらの効率的な業務実施や施設整備等による業務実施能力向上などにより、顧客からの試験等の依頼に対して、より迅速かつ確かな対応が可能となることを目指す。また、職員の就業環境向上により持続的な発展を目指していく。

なお、試験体製作会社の撤退に伴い、2023年度末をもって西日本試験所での防耐火構造試験の実施を終了した。これに伴い、西日本試験所の業績の落ち込みが見込まれるところであるが、材料試験分野、構造試験分野における中国九州地域を中心とする潜在顧客の開拓に努めるなどにより、持続可能な運営を図る。

建材試験センターは、今後とも引き続き「第三者証明事業を通し住生活・社会基盤整備に貢献する」ことを使命として、試験事業、性能評価事業、認証事業等を的確かつ公正に実施していく。

各事業における2024年度の取組みを以下に示す。

## 1. 総合試験事業

### (1) 品質性能試験事業（中央試験所及び西日本試験所）

総合試験ユニットの中央試験所及び西日本試験所（以下「両試験所」という。）においては、建設分野における材料・部材等の品質・性能を証明するための試験事業を、材料・構造・防耐火・環境の各分野において総合的に実施する。

2020年4月に実施した組織再編（総合試験ユニットへの移行）については、両試験所の受託業務の相互融通（振り分け）、性能評価本部と試験所の連携による新規技術評価事業の提案や迅速な顧客対応、共通顧客に対する営業活動

の実践、防火材料試験の一元処理(ワンストップサービス)など、業務の集約化、効率化の効果が表れてきている。今後は、試験材料等の共同購入等も含めて更なる集約化、効率化を進め、西日本試験所の業績回復にも寄与していくことを目指す。

また、中央試験所の整備事業の成果を発揮し新たな顧客ニーズに対して積極的かつ柔軟に対応していくとともに、試験・評価の早期計画・着手・完了を徹底し顧客満足度の向上を図る。

一方、2023年度より両試験所の品質管理部門をユニットの企画管理課に集約し、両試験所品質管理の一元化を進めているところであるが、今後は企画管理課と業務管理担当との統合を含めた将来的な役割分担のあり方についても検討を進める。

更に、財務、経理及び労務に関する内部研修に積極的に参加するとともに、職員の要望を聴取した上で積極的に外部講習の受講を推進し、高い専門性やマルチスキルの確保に努める。また、安全対策を最優先とし、労災ゼロを目標に職場環境(試験環境)の整備に積極的に取り組むとともに、要員補完の充実を進める。併せて、ハラスメントやサービス残業の防止を徹底するとともに、働きやすい職場環境づくりを推進する。

なお、ここ数年、試験料金の改正効果等で事業収益の微増が続いているが、業務量(受託件数)は減少傾向にある。この点を全職員が再認識し、受託の増加に向けた営業活動に力を入れるとともに、諸費用の削減に努め、収支状況の改善に取り組んでいく。また、性能評価本部と試験所との連携で開始した「新たな評価制度」の受託増に努める。

#### ①材料試験分野

多種多様な試験に対応することに伴い多くの設備・機器の維持管理が必要となっていることに対して、試験設備等点検記録システムの本格運用により時間・コストの縮減を図る。また、定型試験について迅速な報告書発行のために効率化・システム化を進める。

一方、業務繁忙度のフラット化に向けて、引き続き、業務量の平準化、ナレッジの継承・共有や職員のマルチスキル化によるグループ内要員補完を進める。

#### ②構造試験分野

木造軸組の技術評価について性能評価本部と連携して対応する。また、早期の試験実施を要望する依頼者には西日本試験所も選択肢として示し情報を共有しながら連携して対応する。

また、得意先顧客への定期的な連絡や休眠顧客への連絡などにより特徴ある試験をアピールし営業活動を継続して行っていく。

#### ③防耐火試験分野

新防耐火試験棟と既存棟との併用により効率的に試験を実施する。特に、需要が見込める柱・梁及び新設設備の能力向上や多目的試験場を生かした試験受託増を目指す。また、西日本試験所の主要顧客を中央試験所に移行する。

また、2022年度から始めた防火材料及び飛び火についての性能評価本部との兼務体制を継続し、マルチスキルを習得させるとともに属人化を防止する。

#### ④環境試験分野

気候変動に伴う突風や豪雨等の自然災害、エネルギー事情に関連した省エネ化・脱炭素化への取り組み等社会情勢の影響による試験が多いため、継続して情報を収集し試験実施に向けた適切な対応を行う。併せて、土木・建築以外の分野からの依頼についても積極的に対応していくことにより、様々な分野・業界に貢献していく。

また、性能評価本部と連携し、優良断熱材認証制度及び建築物省エネ法関連における適合証明事業を進めるとともに、チーム間の相互補完を利用しグループ内でのマルチスキル職員の育成を図る。

#### (2)性能評価事業(性能評価本部)

総合試験ユニットの性能評価本部においては、建築基準法及び住宅の品質確保の促進等に関する法律などに基づく指定機関並びに登録機関として、引き続き評価・認定等を実施する。また、試験体製作及び管理についても効率的で確実な業務を行う。

また、新防耐火試験棟における試験能力向上を生かした幅広い評価試験提供による依頼増を図るとともに、試験所とコラボレーションした新規適合証明事業を提案し付加価値の高いサービスの提供を進める。

新基幹システム「IROHA」については2023年度に全面運用を開始したところであるが、新たに電子受付機能を追加する等により顧客対応の充実を図る。

なお、性能評価の料金は国土交通省令で定められているものであるが、物価動向を反映した人件費、燃料費等の高騰を背景に省令料金の改正(既存の認定項目の料金見直しは2025年1月1日施行)が行われる見込である。

## 2. 工事材料試験事業(工事材料試験所)

工事材料試験ユニットの工事材料試験所においては、コンクリート・鋼材等の建築用材料試験、アスファルト・路盤材等の土木用材料試験について、迅速かつ公正な試験事業を実施する。

2023年度においては、新基幹システム「CON-PAS」の本格稼働を念頭に、

・受付、入力業務の効率化(電子受付、依頼者による試

験体へのバーコード貼付)

- ・入力確認、請求、報告の事務の企画管理課集約(電子情報活用とテレワーク化)
- ・試験業務の効率化と不適合業務縮減(電子情報活用による転記作業縮減)
- ・請求書、報告書の電子発行(システムのクラウド化)
- ・適正な料金設定(全般的な料金見直しと手間に応じた料金設定)

を進めてきたが、不具合の発生等整備の遅れによりコンクリート試験に限定した導入を優先してきた。2024年度においては、年度内全面運用を目標に段階的に適用範囲を拡大していくとともに、試験付帯事務の遠隔支援も進めている。

また、これと併せて行ってきた試験単価の見直し(大口顧客向け割引の段階的廃止と電子対応割引の導入)については、2024年度は経過措置の2年目となり若干の単価増となる。また、住宅基礎についても2023年12月から受託単価を引き上げた。

一方で、一時的な試験需要増等に対応するため相互補完や派遣職員の活用を積極的に行うとともに、内部講習会実施等によりコンクリート主任技士の資格取得を促進する。なお、安定的に運営可能な試験所規模の確保や継続的に試験業務実施可能な立地環境の確保等の観点から、首都圏4試験室の再編についての具体的検討を進める。

### 3. 認証事業

認証ユニットにおいては、ISO審査本部と製品認証本部のユニット化に併せて、審査員等に関する管理業務を一元化し、共通する事業活動の効果的な運営を行う。

2023年度においては、ユニットの統一的な新基幹システム「BAITAL」の全面稼働を目標としていたが、不具合の発生等整備の遅れによりISO審査事業に限定し不具合の解消に努めてきた。2024年度においては全面運用に向けて不具合の解消に努めるとともに、将来的な展開方法についての検討も進めることとしている。

また、この新基幹システム「BAITAL」を有効に活用し、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務(いわゆるハイブリッドワーク)を進める。

更に、審査を実施できる人材を保有(契約)しているユニットとして、認証にこだわらない「審査」や「研修」を行うことを中心とした事業展開の整備を進める。

なお、2023年度から、品質管理については企画管理課で一括して実施してきており、今後、将来を見据えたユニット内組織の再編についても検討を行う。

#### (1) ISO審査事業(ISO審査本部)

JIS Q 17021sに基づく信頼性の高いマネジメントシステム認証機関として、品質(ISO9001)、環境(ISO14001)及び労働安全衛生(ISO45001)の審査を業務の3本柱とし認証事業を展開する。また、GHG検証業務を行う。

2024年度においては、新たに、ISO 45001のJAB認定取得を目指す。また、マネジメントシステム全体に対して、多様化する顧客ニーズに対応できるオーダーメイド型の審査について企画・検討し、現在の認証範囲の外縁等の市場の開拓を図る。

また、台湾経済部の標準検閲局より認定を受けた台湾BSMI認証制度に基づく適合性評価の認証機関として、海外での相互認証制度に対応出来るようにしていく。

併せて、審査員の世代交代に対応した専門性の拡大と教育訓練の推進、職員審査員の複数規格の審査への対応、登録組織数減少の中での新規登録組織の拡大、新規業務の開発・開拓等を進める。

#### (2) 製品認証事業(製品認証本部)

JISマーク表示制度の登録認証機関として、JIS Q 17065に基づき信頼性が高く適格な認証業務を遂行していく。

2023年度においては、19年ぶりの審査料金の見直しや出張諸経費の定額請求方式への変更等を行ってきた。2024年度においては、この新料金へのスムーズな誘導と改定効果の検証を行う。また、2025年度にピークとなる定期維持審査の受審予定者に、前倒し審査への協力を依頼し、審査件数の平準化を引続き推進する。

一方、製品認証本部では、西日本試験所内に製品認証本部西日本支所を設けて西日本地域での活動を行ってきている。西日本試験所の試験機器導入等も踏まえつつ新たな製品認証ニーズの発掘等に努めるべく、西日本支所の拠点強化を図り、西日本地区の事前相談対応等を継続する。また、西日本支所を活用したセミナーを開催し、西日本試験所とのコラボレーションを図る。

### 4. 公益目的支出計画実施事業

#### (1) 調査研究事業

試験事業との連携を図りつつ、社会ニーズが高く、かつ、当センターの業務と密接に関連する分野を中心に調査研究業務を進めるとともに、第三者証明機関としての信頼性と試験・調査研究の実績を生かした技術相談・技術支援業務についても今後とも依頼があれば的確に対応していく。

#### (2) 標準化事業

当センターの実施する試験事業と関連する分野を中心に、JIS原案及び当センターの自主規格(JSTM)の作成業

務・メンテナンス業務を行う。また、国際標準化の分野で、ISOに関連する国内委員会の事務局業務や関連機関における国際標準化活動への協力を継続する。

### (3) 情報提供事業

機関誌「建材試験情報」、ホームページ、SNS、メールニュース等を活用して、試験技術、認証制度等に関する知識・情報の普及を図る。

### (4) 技術研修・検定事業

建設工事現場においてフレッシュコンクリートの採取試験を行う技能者を対象として試験を実施し、技能者の認定・登録・更新、事前講習を行う。

## 5. その他の事業活動

### (1) 品質マネジメントシステムの維持・管理

各事業所において、JIS Q 17025、17021、17065等に基づいた品質マネジメントシステムを維持・向上させるとともに、センター全体を対象に、品質管理活動の合理化、品質保証活動の一元化に向けた取り組みを実施し、信頼性の高い第三者証明機関として顧客の要請に応える。

なお、2023年度においては、品質管理の窓口を各事業所から各ユニットの企画管理課に変更するという品質管理体制見直しにより事務手続きの合理化を進めてきており、2024年度においては、その円滑な実施を継続するとともに、品質管理全般に係る電子化システム開発に向けた検討を進める。

### (2) ナレッジマネジメント活動の推進

2021年度に導入したナレッジマネジメントは、登録件数も順調に増加しており、組織及び個人が蓄積した知識や経験について、組織内での共有及び有効活用に大きく寄与している。

2024年度も引き続きナレッジマネジメントの活動を積極的に推進する。

### (3) 施設・機器等の整備

#### ① 施設整備

中央試験所の第3期以降の施設整備に向けて、2023年度に作成したマスタープランを踏まえ、第3期整備計画分の設計に取りかかる。

#### ② 試験機器等の更新・導入

紫外・可視・近赤外分光光度計、恒温恒湿槽（以上中央試験所）、あと施工アンカー試験場所のコンクリート舗装（西日本試験所）、1000kN万能試験機（工事材料試験所）等の試験機器等の計画的な更新・導入を行う。

### (4) 将来に向けた新たな業務展開の検討

経営企画部で行っている技術指導を発展させ、センター各部門で行っている試験や認証等の周辺領域での付加的業

務（顧客要望事項の審査やコンサルティング、アドバイスなどの新たなサービス提供）の展開可能性について、各事業部門とも調整しつつ検討を進めていく。

また、試験・認証等における報告書への生成AIの活用方策等の各部門に共通する課題についての検討・調整を進める。併せて、各ユニット単位では改善しづらい事項についての企画・調整を進めるために、経営企画部を窓口として各ユニット企画管理課間の意見交換の場を設ける。

### (5) 職員の教育・研修等

技術の進歩、事業環境の変化等に柔軟に対応できる職員を育成するため、新人から管理職に至るまで一貫した教育・研修計画を策定し、各層別を実施する。高い専門性やマルチスキルを有する職員の育成の観点から、職員の能力、資質や希望等を踏まえつつ積極的に行う。

また、外部の学会活動や委員会活動への参加、業務等の成果発表会の開催、提案研究の実施等を通じた能力の向上、自己啓発の促進に努める。併せて、提案研究制度について「自発的な調査・研究活動が促進される制度」への見直しを図り、建設業界にとって有益、かつ、センターらしい情報を継続的に発信していける土台づくりに取り組む。

更に、これまでの要員補完制度に加え社内副業（複業）制度を検討し、新たな「ヒトの補完」のあり方を示すとともに、「モノの補完」も促進される体制づくりを進める。これらの取り組みにより、職員のマルチスキル化を促進していく。併せて、ハラスメントやサービス残業の防止を徹底するとともに、働きやすい職場環境づくりを推進する。

一方、業績と能力の双方についての的確な人事考課と本人へのフィードバックと併せて、人事考課結果の昇級や賞与への反映を進め、本人の能力向上へのインセンティブとしていく。

希望者に対する週4日勤務（週休3日）、副業許可基準設定による副業対応等による「働き方改革」を一層推進し、職員のワーク・ライフ・バランスの充実に支援するとともに、テレワークについては、在宅勤務と職場勤務が連携したハイブリッド型在宅勤務（いわゆるハイブリッドワーク）を推進する。

なお、2023年4月の統合職職員の住居手当・配偶者手当相当分の基本給繰り入れに併せた追加的な上乘せや、2023年10月の給与表見直し等により、通常の昇給等とは別に、各統合職職員の年間給与増加率の平均で4.3%程度（平均年間給与の増加率で3.4%程度。いずれも通年適用想定での試算）の給与見直しを行ってきた。2024年度においても社会状況等を踏まえながら適切に役職員の給与見直しを行っていくこととしている。

以上

# 「巻頭言」を振り返って

Vol.3

1997年6月号 Vol.33 巻頭言より

## 巻頭言

### 自分を大きくする



名古屋工業大学長 岡島達雄

私の

#### ここが選定ポイント!

私は1997年6月号の巻頭言「自分を大きくする」を選びました。文末の「自分のことや自国のことだけを考えて、現在の自分や家族のことだけを考えた、現在の人類のことだけを考えた、他の国のこと、動物や植物のこと、そして次世代のことを考えないで行動すれば、我々の人類は自滅する他ない」は耳が痛い文章で、次世代へと繋がる持続可能な世界を実現させるための取り組みが大切だと改めて考えさせられました。(黒川)



自分を大きくするとは何のことか。自分の身体の大きさを自分の意志で大きくすることなどできる訳がない。自分の身体を大きくみせるような衣裳や仕種のこともない。また、自分が偉く大ものであるようにみせる話術の話しでもない。

人は、広大な宇宙に、無限とも言える時間の流れの中に生かされている。この点からみれば、我々の存在は零ではないにしても無限小である。一方、我々個人の意識から考えると、有頂天になった時など自分自身が無限大に思える時もある。

何かあった機会を捉えて、私は若い人に言う。人やモノとの付き合いは、その場かぎりではだめだよと。その場かぎりの言い訳、言い開き、言い逃れ、言い捨て、そして言いくるめなどである。これらも社交上、処世上のことばで、相手がそのことを諒解している場合なら許される。しかし、だましやカンニングはよくない。3日で露顕するような嘘なら、事情も変わったのだからやむを得ないと思われる。数10年なら、だまされた方が悪い。そういう意味では、モノも言葉と同じ。使い込むほど味が出るほどでなくても、数日や数半日で地が出るモノを製造・販売すれば、信頼を失ない、元も子もなくなる。5年、10年だますなら、これはむしろ企画であり設計といふべきだろう。場合によっては耐用年数を考慮した設計である。

自分というとき、個人としての自分をいうことが多い。しかし、自分という意識の中には、自分

達あるいは身内を含む時がある。自分の家族、自分の仲間、企業の代理者や代表者にとっての自分とは、社員や株主を含めてのことであろう。外交交渉にのぞむ外交官にとっての自分とは、彼の所属する国民全体である。自分を、地球に生活する全人類や動植物までもを含めるまで広げることはできないのだろうか。

一方、人が自分を考える時、自然に子供や孫のことまでもその中に含めて考えることがある。自分という概念を、その子孫、後継者、自分達の後に続く人類、それと共存する動物や植物にまでも拡大することができないだろうか。

こうして、自分を我から我々へと、空間的にも時間的にも広げて大きくしていくことを考えよう。世の中が広く深く味わえるようになるのではないだろうか。利己というが、自分の意識が拡大されてくると利己と利他の区別がなくなる。ナショナリズムもなくなり、インタナショナリズムになる。

実際、自分のことや自国のことだけを考えて、現在の自分や家族のことだけを考えて、現在の人類のことだけを考えて、他の国のこと、動物や植物のこと、そして次の世代のことを考えないで行動すれば、我々の人類は自滅する他ない。

モノを生産し、モノを販売し、モノを購入し、モノを利用し、モノを捨てる時、時には高い視点に立つ必要があると思う。

# 1996

「建材試験情報」の前身である「建材試験センター会報」が発刊されてから2024年で創刊60周年を迎えます。

これまで、機関誌では数多の記事を掲載してきましたが、その中の「巻頭言」記事から印象に残った記事を編集委員が選びました。当時へ思いを馳せてみてはいかがでしょうか。

2000年8月号 Vol.36 巻頭言より

## 巻頭言

# 心地よい言葉の響きは 懐の痛みを伴う

明治大学理工学部建築学科教授 菊池雅史



20世紀も大分押し詰まってきた。この100年間の人類の目標やそれを達成するための手段等について、大雑把に表現すると「豊かな生活の追求」であり、「生産性向上」であり、結果として「大量生産・大量消費」につながってきた。資源の枯渇問題や生活の豊かさの格差が表面化しはじめたのは、1970年代の始めのことであり、また、この生産活動方式による廃棄物や環境汚染がメディア等で話題として取り上げられ、社会問題化したのは、1980年代の後半のことである。この頃から、「地球に優しい」とか「エコ」という言葉が、企業のロゴ等として使用されはじめている。この頃はどちらかといえば、それに要する費用は企業サイドの負担であり、エンドユーザーの費用負担、すなわち直接個人の懐が痛むということはあまりなかったように思う。また、地球に対する優しさの程度や、エコの度合いを適正に評価する基準がないまま、世間はその表示を信用していた。筆者もこのような表示をしている製品のなかで、納得のいかないものについては、「エゴマテリアル」とか「エコひいき」と呼んでいた。

1997年代に入り、「持続的発展が可能な経済社会」や「環境負荷が少なく循環を基調とした経済社会」という言葉が、ようやく市民権を得はじめた。まことに心地よい響きをもって「ゼロエミッション」という言葉が登場したのがこの頃である。この言葉は、行政や学・協会、企業等が主催するシンポジウム、パネルディスカッションに多用されはじめ、現在も頻繁に目にする。「ゼロエミッション」が、論じられるとき経済的な成立の可能性や、費用負担を誰がするのかという、持続的な発

展の根幹に係わる部分の検討を抜きにして、理想論で語られることがあまりにも多いことが気にかかっている。

2000年6月には、環境基本法を推進するための基本的枠組みとして、「循環型社会形成推進基本法」が施行され、さらにその一般的な仕組みとして「資源有効利用促進法」、「廃棄物処理法」、改正、整備、新規制定され、あるいは今後制定される予定であり、ゼロエミッションはさらに多用されることになりそうである。電化製品や電子商品のように費用負担の代償として、「利便性や品質の向上」が直接目に見えるものと、間接的あるいは大きなタイムラグでしか影響や効果が確認できない環境問題では、現時点では無理もない話といえる。しかし、誰が費用負担するかについては、さておくとしても、効果的な費用負担の方法について真剣な討議を開始しないと、遅れば遅れるほど費用負担の額は大きくなることだけは確実である。

ゼロエミッション、本当に心地よい響きであるが、当面の間は懐が痛むことを覚悟しておく必要がある。その地道な積み重ねにより、近い将来、人類の叡知は必ずや費用負担が少なくても、心地よく懐の痛みも少ない生活の場を提供してくれることを信じている一人である。幸い、最近では「環境会計」という言葉も市民権を得て、上場企業は先を争う感じで公開しはじめている。この環境会計の開示が、将来の企業および商品を選定する際の基準となり、これをもって消費者の費用負担が少なくなる可能性を大いに期待している。

私の

ここが選定ポイント!

私が選んだ巻頭言は、2000年8月号の「心地よい言葉の響きは懐の痛みを伴う」です。現在、「ゼロエミッション」の実現に向けて、建築分野ではZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）やZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）などの取り組みが推進されているところです。2050年、政府の掲げる「カーボンニュートラルの社会」は実現されているのでしょうか。懐の痛みを伴わないと良いのですが…、26年後が楽しみです。（田坂）





# 部 門 紹 介



## 総合試験ユニット 性能評価本部

### 大臣認定申請のご相談は性能評価本部まで!

#### 1. 業務内容の紹介

性能評価本部では、主に建築基準法に基づく大臣認定の性能評価・型式認定業務、建設資材・技術の適合証明事業を行っております。普段自宅でくつろいでいる時に建築基準法や大臣認定制度について考えることはあまりないかもしれません。しかし、緊急時の安全に大きく影響するこれらの業務は、非常に重要であり、誇りをもって行っております。

大臣認定申請にご興味がございましたら、ぜひ建材試験センター性能評価本部までご相談ください。

当センターYouTubeチャンネルでは性能評価業務の一部を動画でまとめたものを紹介しています。初めて大臣認定を行いたい皆様にもわかりやすいよう作成しておりますので、一度ご覧いただけましたら幸いです。今後も性能評価について知っていただくために様々な動画をご提供させていただきます。



YouTubeで紹介している動画の一例  
リンク：[https://www.youtube.com/watch?v=QhSipfYY2\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=QhSipfYY2_o)

#### 2. 試験グループとの連携

2020年5月に中央試験所内（埼玉県草加市）へ移転しました。性能評価試験は、仕様の性能確認のため実際に試験を行い、その結果より判断いたします。そのため試

験所の各グループとの連携は非常に重要になり、各試験グループとの連携をより強化し、ワンストップによる性能評価を行えるよう努めています。試験でお立ち寄り頂いた際について性能評価本部へ相談も、といったことも可能ですので、お気軽にお声がけください。

#### 3. IROHA導入について

2023年4月からは案件管理システムとしてIROHAを導入しました。申請いただきました案件情報の確認がオンライン上で可能に、また、郵送にて送付させていただいた書類も電子データでお渡しすることが可能になりました。2024年4月からは性能評価書についても電子発行へ切り替わります。より便利に、迅速にご対応してまいります。引き続き、申請者の皆様にとって利便性の高いシステムとなるよう、改修を重ねてまいります。IROHAについてのご要望がございましたらお気軽にご相談ください。



IROHA操作画面の一例  
※本誌2023年11・12月号で紹介しています。

#### 4. 職場の雰囲気

性能評価本部では防耐火構造・防火設備・防火材料・構造・遮音といった分野ごとに班体制をとっております。各班や班相互において、相談しやすい環境が十分に整っており、各分野の知見を活かしながら担当の案件をすすめております。職員は誠実で落ち着いた性格の者が多いように感じます。これからも申請者の皆様のご要望に耳を傾け、業務を行ってまいります。

## ISO 9001 審査員研修を受講して

[認証ユニット ISO審査本部 マネジメントシステム認証課 係長 長崎 新]

### 1. はじめに

当センターでは企業のマネジメントシステムの第三者認証を行っています。認証するにあたり、企業のマネジメントシステムが適切に運用されているか審査をすることになります。今回は審査員になるための第1歩として必須の「審査員研修コース」を受講してきたので紹介をします。

### 2. 審査員の資格取得の流れ

ISO 審査員の資格を取得することとは、「審査員登録機関に審査員登録する」こととなります。審査員登録には、実務経験、審査員研修コースの合格修了等、いくつかの要件があります。日本国内の審査員登録機関は一般財団法人日本要員認証協会 (JRCA) と国際審査員登録機構 (IRCA) の2機関があります。登録の条件はそれぞれの機関で異なりますが、登録機関の認定した「審査員研修コース」を受講し筆記試験に合格することが求められます。

### 3. 審査員研修コースについて

登録機関の認定した「審査員研修コース」は各登録機関で公開されている研修機関に申し込むことで受講できます。研修は5日間で朝の9時前に始まり19時過ぎに終了と遠方から通学する場合はハードなスケジュールとなっていますが、研修機関によってはカリキュラムの一部をWEBで開催するコースも開催されています。

研修内容はISO規格の解説が初日にあり、その後の4日間はほとんどが審査に向けての演習や審査場面を想定したロールプレイングが中心となってきます。ISO規格にはほとんど触れてこなかった私ですが、事前学習の課題も用意されており講義についていけないということはありませんでした。審査報告書を作成する演習では、紙に書く習慣がない私にとっては指が軽い腱鞘炎のような痛みで最終日の試験を迎えることとなりました。

### 4. 修了試験について

私が受講した研修機関ではJRCAとIRCAの両方の機関から認定されたコースとなっており、JRCAとIRCAの2つの修了試験を受けることが可能でした (どちらか1つの受験も可能でした)。

修了試験について、JRCAのコースでは規格とテキストの持ち込みが可能となっており、規格の内容についての選択肢及び用語の穴埋め問題と審査場面を設定され、それに

対する報告書の作成などの記述問題が出されます。一方IRCAのコースではISO9001の規格のみ持ち込みが可能で、すべての問題が記述で回答する形式で出題され、試験問題を読み込み考えていると試験時間が足りなくなりました。記述問題は空欄で終わらないことが重要だと講師から説明があり、わからない箇所も含めてすべて記入しました。試験はどちらもセクションごとに設定された最低点を上回り総合点で7割以上が合格となります。不合格の場合は1年以内に1度だけ再試験を受けることが可能です。

### 5. 合格後の流れについて

試験に合格した場合はコースの修了書と合格通知書が1か月後を目安に送付されてきます。JRCAとIRCA2つ合格をした場合は通常どちらかの登録機関に登録申請をします。私は当センターの審査員の多くが登録をしているJRCAに登録しました。登録はしたと言ってもすぐに審査員になれるわけではなく、審査員補 (審査員の見習い) としてのスタートとなり、実際の審査にオブザーバーや訓練審査員として参加し実績を積むことで正式な審査員になることができます。

### 6. おわりに

今回審査員研修コースについて書かせていただきました。審査員としての第1歩としてだけではなく、ISO規格の理解や内部監査の実践としてもとても有効な研修と感じました。私が受けた際も審査機関や審査員を目指して受講する方はほとんどおらず、マネジメントシステムや品質保証に係る部門の方にも大変参考となる研修でした。今回受講して得られた知識を生かし、より良い審査ができるように励んでいきたいです。

最後になりますが当センターではISO審査員を募集しております。審査員研修コースを受講し審査員補になられた方や、これから受講するという方で審査員になりたい・興味がある方はぜひご応募ください。



author

長崎 新

認証ユニット ISO 審査本部  
マネジメントシステム認証課 係長

## 各試験所および試験室への施設見学来訪情報

2024年3月～4月の期間に以下の方にご訪問いただきました。

常時、各試験所及び試験室への見学を受け付けておりますのでお気軽に以下の連絡先までお問い合わせください。  
また、見学いただいた際の様子を当誌やSNSに掲載させていただける団体・企業の方、大歓迎です。

日付	来訪団体企業等	訪問先	目的
2024年3月4日	構造デザインスタジオ 株式会社 清隆工業	工事材料試験所 福岡試験室	試験実施前の試験機見学

当センターでは、各試験所および試験室への見学を受け付けております。  
以下までお気軽にお問い合わせください。

### [中央試験所]

へのお問い合わせ

#### 総合試験ユニット 企画管理課

(所在地：埼玉県草加市)

TEL：048-935-1991

FAX：048-931-8323



### [西日本試験所]

へのお問い合わせ

#### 総合試験ユニット 西日本試験所

(所在地：山口県山陽小野田市)

TEL：0836-72-1223

FAX：0836-72-1960



### [工事材料試験所]

へのお問い合わせ

#### 工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課

(所在地：埼玉県さいたま市 他)

TEL：048-858-2841

FAX：048-858-2834



# — 中央試験所 —

新防耐火試験棟が全面稼働開始  
多様な試験ニーズにお応えします



## Pick UP! <sup>🔥</sup> 【多目的試験場】

飛び火試験や NEXCO 試験方法 試験法 738 「トンネル補修材料の延焼性試験方法」のほか、新たに性能評価にかかわる模型箱試験、JIS A 1320 「建築内装用サンドイッチパネルの箱型試験体による燃焼性状試験方法」の試験が可能となります。また、建材に限らずお客様の様々な目的に対応した小規模な燃焼試験が実施可能ですのでお気軽にお問合せください。

 一般財団法人  
**建材試験センター**  
Japan Testing Center For Construction Materials

<https://www.jtccm.or.jp>

もっと知りたい!

JTCCM

検索 

### 【総合試験ユニット】

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20

企画管理課 TEL : 048-935-1991

中央試験所

材料グループ TEL : 048-935-1992

構造グループ TEL : 048-935-9000

防耐火グループ TEL : 048-935-1995

環境グループ TEL : 048-935-1994

性能評価本部 TEL : 048-935-9001

# REGISTRATION

## ISO 14001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織の環境マネジメントシステムを ISO 14001:2015 (JIS Q 14001:2015) に基づく審査の結果、適合と認め登録しました。これで、累計登録件数は 739 件になりました。

### 登録組織

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RE0739	2024/3/18	ISO 14001:2015 (JIS Q 14001:2015)	2027/3/17	株式会社ハンシン建設 本社及び関連事業所	大阪府大阪市西淀川区 佃 2-10-5	土木構造物の施工 建築物の設計、 工事監理及び施工

## ISO 45001 認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織の労働安全衛生マネジメントシステムを ISO 45001:2018 (JIS Q 45001:2018) に基づく審査の結果、適合と認め登録しました。これで、累計登録件数は 86 件になりました。

### 登録組織

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RS0086	2024/2/19	ISO 45001:2018 (JIS Q 45001:2018)	2027/2/18	東急建設株式会社 国際事業部	東京都渋谷区渋谷 1-17-4 PMO 渋谷 3 階	土木構造物の施工

## 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

認証登録番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TCCN23078	2024/1/29	JIS A 5908	パーティクルボード	寿光市魯麗木業股份有限公司	中国山東省寿光市侯鎮黃海路東長江西街北
TC0623001	2024/2/26	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	益田興産株式会社 鹿足工場	島根県鹿足郡津和野町河村 701 番 1
TCCN23080	2024/2/26	JIS G 3502	ピアノ線材	江蘇永鋼集团有限公司	Yonglian Industrial Park, Zhangjiagang City, Jiangsu Province, China
TCCN23081	2024/2/26	JIS H 4100	アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材	Xiamen BROAD New Energy Technology Co.,Ltd.	17th Floor, Bldg F05, Software Park Phase III, Jimei District, Xiamen City, Fujian Province, China
TCCN23082	2024/2/26	JIS H 4100	アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材	マイベト (厦門) エナジー有限公司	中国福建省廈門市集美区蘇山路 45 号
TCCN23083	2024/2/26	JIS H 8601	アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜	マイベト (厦門) エナジー有限公司	中国福建省廈門市集美区蘇山路 45 号
TCIN23001	2024/2/26	JIS A 9504	人造鉱物繊維保温材	ROXUL ROCKWOOL Insulation India Pvt Ltd	Plot- Z/4, Dahej-SEZ, Dahej, Dist. Bharuch, Gujarat, India

JIS マーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/biz/ninsho/search/tabid/341/Default.aspx>

## 建築基準法に基づく構造方法等の性能評価

性能評価本部では、2023 年 10 月～2024 年 3 月の期間において、下記のとおり建築基準法に基づく構造方法等の性能評価書を発行しました。

### 性能評価完了状況 (2023年10月～2024年3月)

※暫定集計件数

分類	件数
防耐火関係規定 (防耐火構造、防火設備、区画貫通部措置工法、屋根飛び火、防火材料等)	264
その他規定 (耐力壁の壁倍率、界壁の遮音構造、ホルムアルデヒド発散建築材料、指定建築材料)	41

# Editor's notes

—編集後記—

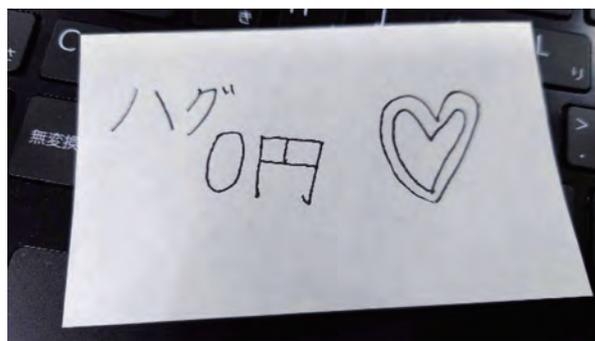
小学生の息子がかたもみ店をはじめた。お店の名前は「おにぎり」。ネーミングの理由は教えてくれない。でも、はじめた理由は知っている。私が重度のかたこりであることもあるけれど、彼が大好きなオンラインゲーム「ロブロックス」に課金したいのだ。

メニューは、1分1円コース、3分3円コース、5分5円コース、10分30円コースの4種類。ネーミングも料金もコース設定もナゾだらけ。でも、彼の自主性を大事にしたかったから何も言わずにいた。肝心のかたもみスキルはどうか。10歳になるとそれなりに力も付いていて、期待以上に気持ちいい。破格の安さと適度な気持ちよさもあり、毎週末通っている。

彼の初月の収入は390円であった。最近の小学生のお小遣い事情はよく知らない。きっと多くはないと思う。でも、愚痴もこぼさずに楽しそうに働いている。一方の私はどうか。それなりの収入があるくせに、家に帰れば「〇〇はイヤだ!」、「〇〇〇〇が大変だ!」、「〇〇〇〇〇〇が1なんてありえない!」などなど、愚痴ばかりこぼしているのではないか。

さて、毎日ゲーム三昧の彼も掛け算はマスターしている。この稼ぎだと課金できるのが半年以上先になることには、比較的すぐに気付いた。そして何やら新しいメニューを考えている。私は値上げを勧めた。物価が高騰しているからだ。でも、彼が考案したメニューは、マクド

ナルドのスマイル0円ならぬ『おにぎりのハグ0円♥』。これにはやられた。気づけば、ハグ欲しさにはほぼ毎日「おにぎり」に通っている。



そんな折、建材試験センター技術委員の大久保孝昭先生（広島大学 名誉教授・安田女子大学 教授）の講演会に参加した。この講演会で先生が最後におっしゃっていたことのひとつが、いまでも頭から離れない。「シーズよりもニーズ」である。息子の発想が、まさにシーズではなく私の潜在ニーズのド真ん中を捉えたものだったからだ。不本意ながら、建材試験センターで「田坂のハグ0円」はメニューにできない。けれど、「顧客の潜在ニーズは何か?」、息子にかたもみをされながら、そんなことを考える日々を過ごしている。（田坂）

## 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	真野孝次 (常務理事) 萩原明美 (常任理事) 萩原伸治 (経営企画部 部長) 緑川 信 (経営企画部 経営戦略課 課長) 中里侑司 (経営企画部 企画調査課・経営戦略課 参事) 志村重顕 (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)
事務局	黒川 瞳 (経営企画部 経営戦略課)

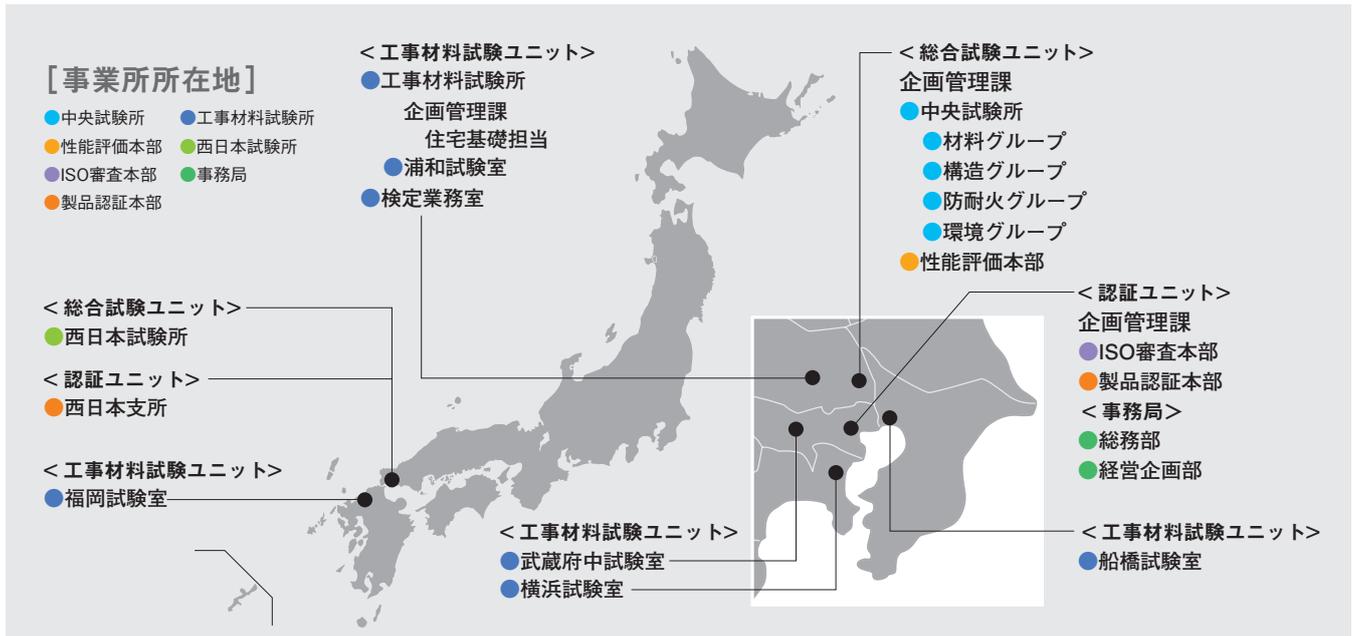
## 建材試験情報 5・6月号

発行所	2024年5月31日発行 (隔月発行) 一般財団法人建材試験センター 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル
発行者	松本 浩
編集	建材試験情報編集委員会
事務局	経営企画部 TEL 03-3527-2131 FAX 03-3527-2134 本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いいたします。



ホームページでは、機関誌アンケートを実施しています。簡単にご回答いただける内容となっておりますので、ぜひ皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。  
<https://www.jtccm.or.jp/publication/tabid/670/Default.aspx>  
または左記QRコードよりアクセスできます。

## 事業所一覧



### < 総合試験ユニット >

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

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

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

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

### < 認証ユニット >

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

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

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

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

### < 工事材料試験ユニット >

● **工事材料試験所**  
企画管理課  
〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8  
TEL : 048-858-2841 FAX : 048-858-2834  
住宅基礎担当 TEL : 048-711-2093 FAX : 048-711-2612  
武蔵府中試験室 〒183-0035 東京都府中市四谷 6-31-10  
TEL : 042-351-7117 FAX : 042-351-7118

浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8  
TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838  
横浜試験室 〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田 東 8-31-8  
TEL : 045-547-2516 FAX : 045-547-2293

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

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

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

### < 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

