

建材試験

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

情報 2^{Vol.49} 2013



巻頭言 ————— 河野 広隆

材料の品質と構造物の品質

寄稿 ————— 田原 幸夫 清水 正人 清水 悟巳

東京駅丸の内駅舎保存・復原の設計理念と手法

— 重要文化財を使い続けるためのデザイン —

技術レポート ————— 佐川 修

土の一軸圧縮試験における不確かさの評価



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center for Construction Materials

I n d e x

p1

巻頭言

材料の品質と構造物の品質
／京都大学大学院 教授 河野 広隆

p2

寄稿

東京駅丸の内駅舎保存・復原の設計理念と手法
—重要文化財を使い続けるためのデザイナー—
／(株)ジェイアール東日本建築設計事務所 田原 幸夫 清水 正人 清水 悟巳

p8

技術レポート

土の一軸圧縮試験における不確かさの評価
／防耐火グループ 主任 佐川 修

p13

試験報告

雨水貯留槽「アクアパレス」の長期ひずみ試験
／構造グループ 主任 上山 耕平

p17

規格基準紹介

JIS Z 8807 (固体の密度及び比重の測定方法)の改正について
／校正室 室長代理 古里 均

p22

連載

国産木材・林業との歩み
第三回「木材の“強さ”について」
／山佐木材(株) 代表取締役社長 佐々木 幸久

p24

連載

明治期の国産化建材探訪記(7) 最終回
ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み-工部省品川工作分局②
／防耐火グループ 主任 木村 麗

p28

試験設備紹介

スチーミングテスター
／材料グループ 参与 大島 明

p30

創立50周年企画

建材試験センターと私
／芝浦工業大学 工学部 建築工学科 教授 本橋 健司

p32

創立50周年企画

建材試験センターに望むこと
／工学院大学 建築学部 教授 河合 直人

p34

たてもの建材探偵団

アクロス福岡
／福岡試験室 主任 釜堀 武志

p35

建材試験センターニュース

p38

あとがき・たより

巻頭言

材料の品質と構造物の品質

京都大学大学院 教授 河野 広隆

2012年9月にベトナムで土木学会コンクリート標準示方書の講習会が開催された。その時の質問の多さに、現地技術者の熱気を感じた。ただし、その建設現場の品質はまだまだのようである。一方、日本の構造物の品質の高さは誇れるものではあるが、気になることがある。

最近の生コンのデータで、28日材齢の実測強度が呼び強度の強度値(以下f)の1.7倍以上あるものが散見される。理由は、「購入者が供試体1本たりともfを下回ることを許さないため」。生コンの強度はJIS A 5308の検査の判定条件を満たせば合格である。供試体3本一組の平均値がfの85%以上、3組の平均値がf以上、で合格である。極端な場合、9本の試験体のうち7本がfを少し下回っても合格になる可能性はある。これに対し、供試体1本たりともfを下回ることを許さないとなると、配合強度を大幅に増加させる必要が出てくる。

この問題は昔からあるが、品確法施行後、総合評価制度が一般化し、コンクリートの品質向上策が頻繁に評価項目とされる状況では、考えさせられることである。

エンジニアリングの肝は、相反する諸要素についてどう折り合いをつけるかである。コンクリートの場合最終的に欲しいのは構造物の性能や品質である。材料の品質はその一要素である。ところが構造物の品質より、目前の材料強度の確保が最優先となっている。前述の例では、呼び強度24程度でセメント量が $360\text{kg}/\text{m}^3$ にもなり、温度ひび割れの可能性が増大する。一方最近では、ひび割れが極端に敵視され、「ひび割れ一本許さない」という状況である。そのため総合評価制度では、ひび割れ対策として「高性能AE減水剤の使用」、「ひび割れ誘発目地の増加」、「膨張材の使用」が必須となっている。耐久性や美観に影響を与えない程度のひび割れは許容し、JISの強度検査以上のことを要求しなければ、構造物の品質は確保しながらも、どれだけ全体が合理的なものになるかと思う。

この背景には「技術者を信頼しないシステム」という根深い問題があると思う。土木学会へ寄せられる示方書に対する質問でも、「発注者から質問されたが、公式文書がないと信用されない」というのが多い。総合評価制度の趣旨である技術力の評価とは明らかに逆の方向を向いていると思うが、皆さんはどう思われますか？



東京駅丸の内駅舎保存・復原の 設計理念と手法

— 重要文化財を使い続けるためのデザイン —



田原 幸夫



清水 正人



清水 悟巳

(株)ジェイアール東日本建築設計事務所

1章 基本理念と手法

1. はじめに

重要文化財・東京駅丸の内駅舎の保存・復原プロジェクトは、2002年に基本調査がスタートし、その後基本・実施設計を経て2007年5月より保存・復原工事が進められてきましたが、2012年10月に無事グランドオープンを迎えることができました。本稿では、東京駅丸の内駅舎の保存・復原における設計という行為が、どのような「理念」と「手法」に基づき進められてきたかを振り返り、我が国において今後ますます増えるであろう重要文化財の現代的活用というテーマにおける課題と可能性につき考えてみたいと思います。



図1-1：創建時の東京駅丸の内駅舎



図1-2：戦災復興後の東京駅丸の内駅舎（提供：大林組）



図1-3：保存復原された東京駅丸の内駅舎（夜景）*

2. 設計における基本的課題

2-1. 安全性の確保

丸の内駅舎は重要文化財のため文化財保護法が適用されますが、建築基準法は適用除外となります。しかし丸の内駅舎は駅・ホテル・ギャラリー（美術館）として将来的に使い続けられる現役の建築物でもあり、単なる文化財ではありません。特に駅は1日に何十万という旅客が利用し、ホテルは宿泊施設として150室の客室と宴会場を持ち、さらに美術館も含むという一大複合建築なのです。つまり重要文化財として建築基準法が適用除外とされた場合、何を基準としてどのように安全性を担保するのか、という設計方針の明確化が必要でした。

2-2. オーセンティシティの維持

丸の内駅舎は1914年の竣工から約100年を経過している鉄骨レンガ造の建築です。その間、関東大震災には耐えたものの、1945年の戦災によって屋根や内装などが失われ、痛みが激しかった3階と、線路側の意匠を大部分撤去した上で、戦災復興工事による改修のデザインのまま60年以上生き続けてきました。この場合、保存すべきものの明確化、オリジナルへの復原という行為の位置づけ、活用のための設計のあり方等、重要文化財としてのオーセンティシティ（本物としての価値）を守りつつ使い続けるために、どのように保存しどのように手を加えるかといった、具体的設計手法の確立が必要でした。

3. 設計の基本理念

JR 東日本では2002年に、丸の内駅舎保存・復原に関するプロジェクト推進委員会のもとに、歴史・意匠・材料および構造に関する分科会を「専門委員会」として組織しました。これは外部の学識経験者を含む社内委員会であり、2003年の基本設計スタート以降、2. で述べたような設計にかかわる重要な課題については、全てこの専門委員会の中で議論し設計に反映されていきました。そのための合意事項として纏められた「東京駅丸の内駅舎保存・復原基本方針」は次のとおりです。

【方針1】

- ① 残存するオリジナルを最大限尊重し、保存に努める
- ② オリジナルでないもののうち、オリジナルの仕様が判明しているものは、可能な限りオリジナルに復元する。
- ③ オリジナルでないもののうち、オリジナルの仕様が明確でないものは、デザインに関する全体の印象を損なわないように配慮し、手の加え方を設定する。
- ④ ただしオリジナルではない、後世の補修や変更に関しては、意匠的・技術的に優れたものは保存・活用する。

【方針2】

安全性、機能性、メンテナンス性等を考慮し、将来を見据えたスペックを設定する。(※)

(※) 方針1よりも方針2を優先させる場合には細心の注意を払う。

方針1は、重要文化財・丸の内駅舎に手を加える場合の基本的ルールを明確にしたものです。文化財の修復において過去に築きあげられてきた理念に学び、丸の内駅舎を使い続けるための設計の方針としました。①では、当初の意匠・材料の保存という、文化財としての基本的精神を述べています。②では、復元するにあたっては、あくまでも信憑性のある根拠によることを明確にしました。③では、推測による復元を禁止しつつ、新たなデザインを導入する場合にも、既存部分と調和し、丸の内駅舎全体のイメージを損なわないデザインとすべきことを謳っています。④では、当初のデザイン以外の各時代の貢献についても重視すべきことを表明しました。つまり歴史的遺産の価値とは、単にオリジナルの姿にあるのではなく、その後の長い年月の間に積み重ねられた多くの人々の努力の上に成り立っている、という考え方です。

方針2は、現代的用途で将来にわたり使い続ける建築として、通常の文化財では見落とされがちな各種建築性能の重要性につき、方針1を補足する意味で書かれたものです。

4. 設計の手法

4-1. 安全性確保のための手法

(1) 構造に関して

丸の内駅舎は鉄骨レンガ造であり1923年の関東大震災でもほとんど被害を受けていません。しかし現行の建築基準法に適合させるためには補強をすることが必要なため、各種の補強方法が検討された結果、重要文化財部分の補強を最小限に抑えるために、免震化することを決定しました。既存の丸の内駅舎を杭で仮受けしつつ、逆打ち工法にて地下部を増築し、地上部と地下部の間に免震層を構築するという手法です。地上部については、保存部分は既存レンガ壁・鉄骨を極力構造体として生かし、復元部分はSRC架構やRC壁によって構成しました。既存構造体と復元架構の接合部は力が適切に伝達されるように、既存の内蔵鉄骨などを有効に活用しています。また建築基準法適用除外である地上部分は、建築性能評価機関による耐震判定書を取得し、建築基準法以上の性能があることを確認しています。

(2) 避難に関して

前項で述べたように、今回の計画では、建物は地上の重

要文化財部分と新設の地下部から構成されるため、地上・地下を一体とした全館避難安全検証を行い、建築性能評価機関による性能評価を取得しました。なお地上部は建築基準法適用除外ですが、地下からの避難ルートが1階となるため、一部重要文化財部分も避難計画に関しては確認申請の範囲となっています。

4-2. オーセンシティ維持のための手法

(1) 保存に関して

丸の内駅舎の保存にあたっては、残されている創建当初の意匠・材料を大切に保存するとともに、後世に手を加えられた部分についても、優れたものは保存するように努めました。戦災復興の仕事については、当時の材料が既に耐久性の限界であるものも多く、詳細に調査を行った上で、記録保存に努めました。さらに、丸の内駅舎のような使い続ける文化財の保存に関しては、建物を将来使い続けるためのメンテナンスやコスト、施設活用上の条件といった運用面にも十分配慮する必要があります。計画・設計においては、建物オーナーやユーザーを交えた管理運営についての多くの会議が設定され、専門委員会においても、オーセンシティと活用のための諸条件について多くの議論が行われました。それらの結果は適宜、設計の中に盛り込まれ施工に反映されていきました。

(2) 復原に関して

今回のプロジェクトにおいては、復原というものを「現存する建造物について、後世の修理で改造された部分を原形にもどすこと」と定義しています。つまり1945年の戦災によって失われた部分は信頼性のある資料に基づき「原形」に戻すことを原則としました。ただ戦災復興工事で手が加えられた部分においても、状態が良好なものは「各時代の貢献」として、一部保存することとしました。なお復原によって既存部分に新しく付加された部分のデザイン的処理については、復原された部分は注意して見れば新規の仕事であることが識別できるようにし、復原という行為によって、重要文化財としてのオーセンシティが損なわれないよう配慮しました。具体的には、新材への刻印(2012の年号)、新旧の境界を示すディテールデザイン(化粧レンガの目地)等です。

(3) 活用に関して

丸の内駅舎は工事竣工後は再び、駅・ホテル・ギャラリーとして使い続けられますが、重要文化財を現代の施設として活用する場合、将来的な施設の更新は避けられませんので、内装については、ある程度改装の自由度を確保する必要があります。設計としては、既存の躯体部分と新設の内装の仕上がり分けられるように乾式工法を原則とし、内装の変更によって重要文化財の保存部分が影響を受けないよう配慮しました。また、新旧部分が調和しながらも区別できるデザインとし、オリジナルの躯体レンガや鉄骨も一部現しつつ、重要文化財としての価値が直接見て感じられる工夫をいたしました。

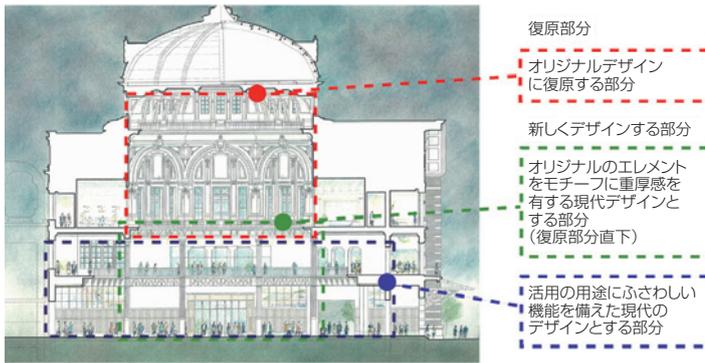


図1-4：南ドームにおけるデザインの考え方



図2-2：復原部の完成した状況 **

2章 保存・復原について

1. 基本理念・手法

建物外装およびドーム内上部については次の理念・手法により設計を行いました。

◆未来へ継承すべき貴重な歴史的建造物として、残存している建物を可能な限り保存するとともに、創建時の姿へ復原する。

【保存】・戦災後も残されていた既存レンガ躯体と鉄骨および広場側の既存外壁（化粧レンガ・花崗岩・擬石）を保存する。

【復原】・広場側、線路側の失われた外壁は新躯体を設置の上、化粧レンガ、花崗岩、擬石で復原する。

- ・線路側の外壁は既存モルタルを撤去の上、化粧レンガ、花崗岩、擬石で復原する。

- ・屋根は天然スレート、銅板で創建時の姿に復原する。

- ・ドーム3、4階の内部見上げを創建時の姿に復原する。

(注) オリジナルの仕上げ材料について

- ・化粧レンガ：外壁の仕上に用いられている小口サイズのタイル状のレンガ。乾式プレス工法で製作されており、躯体レンガの表面の凹凸（下駄菌積）に応じて、15mmと45mmの2種類の製品が段毎に貼り分けられている。

- ・花崗岩：一般の部分は稲田石、腰周りと中央部御車寄せは北木石が使われている。創建当時は北木石のほうが高級品であった。

- ・擬石：花崗岩を砕いた粒を入れたモルタルを塗り、洗い出しを行った石風仕上げ。丸の内駅舎には多くの部分に擬石仕上げが使われている。



図2-1：復原部のモックアップによる検討 **

2. 丸の内側外壁の保存・復原の手法

丸の内側外壁は、既存部分を大切に保存するとともに、3階が残されている南北ドーム部と中央部を除いた、戦後2階建てに変えられていた部分を当初の3階建てに復原（増築）することとしました。なお既存部の外壁の化粧レンガ、石、擬石は創建当初の形状、材料を概ね保っており、極力当初材を保存することを原則としました。また、設計の基本方針に基づき、後世の変更部分についても、優れたものは残すように心掛けています。



図2-3：丸の内側立面図

3. 線路側外壁の復原・整備の手法

創建当初は広場側と同様に化粧レンガが貼られ、石や擬石による柱形や窓枠の装飾類で飾られていました。しかし、昭和20年（1945年）の空襲によって火災に遭い、その結果、劣化した化粧レンガなどの仕上げを全面はつり落とし、モルタル補修の上塗装が施されました。モルタル下地の状況は、構造レンガの「下駄菌積」の凸部が削除され、また、窓台などの石も装飾部が切り落とされた状態で残存していました。復原にあたっては、モルタルを撤去し、創建時の壁面線に合わせ新たに化粧レンガを貼り、擬石の柱形やバンド、石による開口部枠などを、一部乾式工法を用いながら復原しています。また壁面の一部は、建物としての歴史を正しく表現するため、戦災復興の記憶を残し、開口部であった部分、室内の壁であった部分などは、復原された外壁と区別できるように覆輪目地ではなく、平目地としました。1階コンコースに面した旧外壁には、構造レンガの躯体が直接見えるよう、仕上げを施さない部分も残しています。



図2-4：線路側立面図

4. 屋根の復原手法

戦後長い間、八面の寄棟であった南北ドームの屋根は、創建当初は曲面のドーム形状であり、中央屋根は現在の大きさよりひと回り小さい屋根でした。その他に南北切妻部の中央付近に角塔、両端部に八角塔、さらに各隅部には小尖塔が配置されていました。今回これらを創建当初のデザインに復原しましたが、安全性・メンテナンス性等への配慮によって、スレート落下防護のための銅網、屋根メンテナンス用の丸環・タラップなどを付加しています。

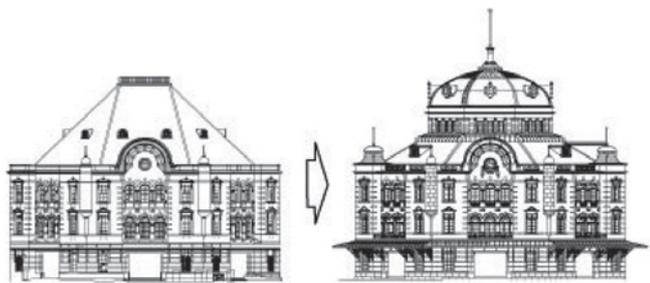


図2-5：ドーム屋根/戦災復興から創建時のデザインへ

5. 南北ドーム内装レリーフの復原手法

設計を進める中で、いくつかの写真や文献から、創建当初のレリーフの様子が概ね明らかになりました。写真と文献からは、壁のレリーフに兜、剣の他、干支等の日本的モチーフが用いられていたこと、また、天井の漆喰の色が「黄卵色」で、全体として「麗（はれ）やか」な色彩であったことなどが解りました。ただ視覚情報としてはモノクロ写真のみで、色彩に関する確実な根拠はありませんでした。従ってモノクロ写真の濃淡をもとに、文献による表現・類似事例の調査などによって、「黄卵色」による濃から淡へ3段階の色を設定し、モックアップによる確認、専門委員会での議論等を経て、色彩を決定しました。

なお、戦後作られたドーム天井（通称：ジュラミンドーム）の裏の壁には、創建当初の漆喰レリーフの一部が残存しており、その表面のほとんどは焼け落ちていましたが、下地の躯体（レンガを砕いて骨材とした「レンガ片コンクリート」）は健在でした。また戦災で焼けながらも現地に残っていた石膏のレリーフの一部は大切に活かし取りし、強化剤を含浸の上、復原したレリーフ面の当初の位置に再設置しましたが、新たに塗装は行わず、撤去時のままの姿で当初材であることが解るように配慮しています。



図2-6：復原された南ドームレリーフ（黒い部分は当初材）*

3章 施設計画

1. 重要文化財を使い続けるために

国指定重要文化財である東京駅丸の内駅舎は、駅・ホテル・美術館・店舗等を有する複合建築物です。重要文化財で不特定多数が利用するこの規模の建物は他に例がありません。各施設の設計にあたっては、求められる性能・機能を満足させるとともに、文化財としての建物の価値を損なわないことを基本方針としました。

まず、建物全体としては地上部を免震化することにより、重要文化財部分である丸の内駅舎の構造補強を極力減らし、創建時の空間をなるべくそのまま生かせるようにしています。各階の床は古いスラブを撤去し新設スラブとしましたが、既存の鉄骨梁を撤去する範囲は最小限にとどめ、なおかつ新しい設備計画にも適合した設計としました。

また、既存の構造レンガ壁（内壁）は、新しい活用計画と施設配置には整合しない部分が多くありました。しかし、文化財としてのレンガ壁を極力尊重し、既存躯体の撤去を最小限に抑える設計としています。

以下、各用途別に具体的設計手法について紹介していきます。

2. 施設設計概要

2-1. 駅

当然ながら駅施設の機能は、創建当時からは大きく変わっています。昔の出札業務はすべて駅員が行っていましたが、現在はその役割の多くを自動券売機が担っています。さらに今回の工事においては、復原されるドーム空間のコンコースに、出札機能と旅行案内窓口が一体となった施設が計画されました。それらの施設のファサードは現代的でありながらも、レリーフが復原された上部歴史的空間との調和を配慮したデザインとしています。

中央改札口においては、工事着工以前には塞がれていた創建当時の吹抜け空間を再現しました。1階駅施設と2階のホテルを視覚的に繋ぐ、インターフェースとしての役割を期待したものです。



図3-1：中央改札口の吹き抜け*

2-2. ホテル

「東京ステーションホテル」は今回の保存復原にあたって大幅に規模を拡大し、総客室数150室のホテルとして計画されました。しかし重要文化財であることから、既存レンガ壁は壊すことはできず、窓の位置も当初の外壁のデザインにより決まっているため、既存の条件に合わせて客室の配置計画を行う必要がありました。既存レンガ躯体を極力保存した結果、客室数150室に対して30タイプ近いプランのバリエーションが発生しています。

また、創建当時は外観デザインを整えるために必要であった各尖塔部、およびドーマー窓の付いた屋根裏部分を客室として活用することにより、空間の有効利用を最大限に図りました。

中央部の屋根裏空間は主に宿泊客が朝食会場として使用するゲストラウンジとして有効活用することとしました。全長が300メートルを超えるホテルにおいて、中心部にゲストサービスのための大空間を確保することは重要な設計条件でしたが、3階までには既存のレンガ壁があり、そうした空間を確保することが困難でした。そこで、屋根裏空間の活用という手法によって、文化財の保存と現代の活用を両立させた結果です。また、線路側の屋根を全面ガラスにすることにより室内の採光を確保し、魅力的なラウンジ空間としました。夜間は、ガラス屋根から外部に光が放たれ、今回の保存活用を象徴する場所となりました。



図3-2：中央部屋根裏を活用したゲストラウンジ*

2-3. 美術館

美術館施設としての「東京ステーションギャラリー」で特徴的なのは、旧ギャラリーでも高い評価を得た赤レンガ展示室です。今回の計画でギャラリーの位置は北端部に移り

ましたが、新しいギャラリーにおいても、既存レンガ壁を積極的に生かし、特徴的な赤レンガをより身近に感じられる空間をデザインしました。さらに2階の展示室を中心に、レンガだけでなく創建時の鉄骨や階段のササラといった「本物」が見られる設計としています。

また、駅の中の美術館というユニークな存在を生かし、北ドームのコンコースに面してエントランスを設け、2階の回廊もギャラリーの鑑賞空間に取り込んで、1階の旅客の動きや、上部の復原されたレリーフが見えるように計画しました。

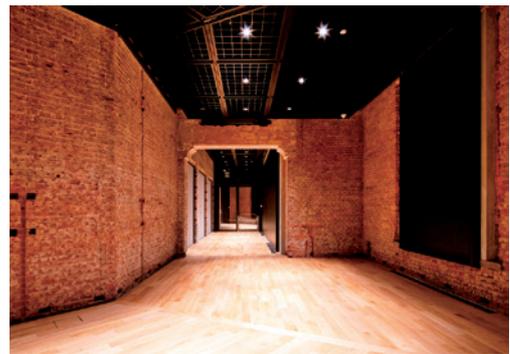


図3-3：赤レンガの展示室*

2-4. 南北ドームコンコース

工事着工前はドーム部分でネックになっていた南北をつなぐ2階の動線を改善するため、創建時に存在していた回廊を、幅員を広げた形で再生することにより、豊かなドーム空間の意匠と機能を両立させました。駅・ホテル・美術館という3つの機能が立体的に交流・融合することにより、魅力的な空間となっています。3階以上の復原されたドームレリーフに囲まれた歴史的空間と、1・2階の機能的な現代的空間を調和させ、「歴史と未来をつなぐデザイン」を目指しました。

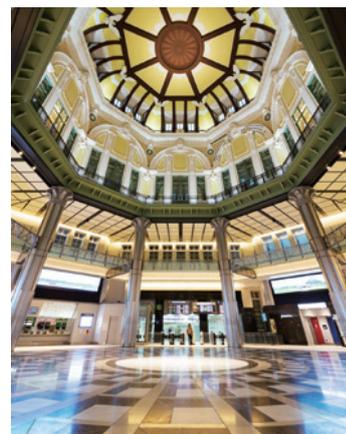


図3-4：南ドームのインテリア*

2-5. 線路側コンコース

工事着工前のコンコースは、丸の内駅舎側に店舗や壁が存在したため、東京駅を利用する人々が歴史的壁面を見ることができませんでした。また、外壁は戦災を受け、モルタル補修に赤い塗装がされたままの状態でした。今回の計画

では、この外壁を復原・整備し、駅舎側の店舗や壁を取り除き、上部には自然光の入るトップライトを新設して、直接、復原・整備された丸の内駅舎の外壁が見える、明るいコンコース空間をデザインしました。



図3-5：線路側コンコース *

2-6. 総武階段

総武階段とは、丸の内駅舎内から総武線地下駅への主動線となっている大階段です。工事着工前は外壁部が閉じられ、丸の内駅舎内を通過していることが感じられませんでした。工事完成後もプランは全く同じですが、丸の内側からは復原された窓を通して外光が取り入れられ、また、既存レンガ面を一部見えるようにして、丸の内駅舎の下を通過していることが感じられる空間としました。またこの部分では、地下の非免震部から地上の免震部（丸の内駅舎）をまたいで、地上非免震部（一般コンコース）に直接つなぐ床の構造計画を行い、地震時の旅客への安全性を確保しています。



図3-6：総武階段 *

2-7. 南北ドームの庇

創建時の庇は外壁から3m程度の出でしたが、当初の材料は長い歴史の中でほとんどが失われ、また機能的な要求で、大きな庇が外側に増設されていました。

その庇としての機能を満たしつつ、今回の工事においては次のような設計方針によって、歴史と現代のデザインの調和を図りました。

- ①創建時の庇を復原する（残されていた創建時の鉄骨は保存再利用）。
- ②付加する新設庇は、復原庇と対比する軽快でシャープな

現代的なデザインとする。

- ③復原庇（免震部）と新設庇（非免震部）との境界はエキスパンションジョイントも兼ねたガラス屋根とし、明快に新旧を区別する。



図3-7：南ドーム庇 **

2-8. 設備計画

保存復原された外壁においては、給排気ガラリなどの空調設備との整合をとるのが難しい課題でした。その解決策として、南北に1個所ずつ「設備タワー」を計画し、そこに給排気口を集中的に配置することにより創建当時の外観デザインは極力変えない計画とすることができました。また線路側の屋根のドーマー部分に縦ルーバー状のガラリを組み込み、給排気・排煙等の建物に必要な機能を補完しています。機械室の外壁となる部分は、すべての建具をガラリとする必要があったことからあえて復原はせず、戦災復興の記憶を残しながら機能優先のデザインとしました。

3. まとめ

文化財を大切に維持し、長い将来にわたって使い続けられる建物にするには、オリジナルの意匠・材料を保存しつつ、その建物が有している技術・性能や芸術性、精神性というものを理解して、それらを継承しながら新しい施設の計画をしていくことが重要です。多くの関係者によるこうした総合的な努力によって文化財は守られ、また人々に愛され、長い期間有効に使い続けられる建物になるのです。

東京駅丸の内駅舎を、我が国における重要文化財の保存と活用のモデルとして、長い将来にわたり見守っていただきたいと思えます。

図版・写真提供：東日本旅客鉄道
撮影 *印：SS東京 **印：筆者

プロフィール

田原 幸夫（たはら・ゆきお）

（株）ジェイアール東日本建築設計事務所
丸の内プロジェクト室 室長、一級建築士

清水 正人（しみず・まさひと）

同 丸の内プロジェクト室 次長、一級建築士

清水 悟己（しみず・さとみ）

同 丸の内プロジェクト室 次長、一級建築士

土の一軸圧縮試験における不確かさの評価

佐川 修

1. はじめに

普段、我々が何げなく接している地盤は、地球の長い歴史の中での続成作用によって形成された自然地盤と、沿岸部の埋立地などの人工地盤に大別することができる。特に、後者については、阪神淡路大震災および先の東日本大震災で見られたように、液状化によって地盤上の建造物に多大に損害をもたらすなど、地盤の品質について関心が高まりつつある。ここで、地盤を形成する土は自然由来の材料であるため自ずとばらつきのある材料であり、このような材料によって形成された地盤から採取した土質材料の力学定数も、ばらつきを有することとなる。このため、自然地盤から採取された土(粘性土)や固化剤を添加して改良された安定処理土の強度を用いて地盤構造物を設計する場合は、統計的手法を用いて力学定数等の評価を行うこととしている^{1),2)}。

近年、地盤工学の分野においても他分野と同様に信頼性設計の概念が導入されているが、設計値の採用において地盤の不均質性については検討がなされているものの、土質試験から得られた測定データ自体に包含されている測定値のばらつきについては、ほとんど検討されていないのが現状である。

本研究は、JIS A 1216：土の一軸圧縮試験方法³⁾(以下、

JIS)における不確かさの評価方法について検討した結果^{4),5)}を報告するものである。具体的には、複数の機関で一軸圧縮試験を実施し、事前に抽出した個別の要因に対して分散分析等によって標準不確かさを求めるものである。次いで、これらを合成した合成標準不確かさおよびそれを拡張した拡張不確かさを算出し、一軸圧縮強度の不確かさの評価を行うものである。さらに、破壊ひずみおよび変形係数についても同様の手法によって不確かさの算定を行うとともに、標準不確かさに及ぼす各要因の定量的評価を試みた。

2. 一軸圧縮試験における不確かさの要因

2.1 不確かさ要因の抽出

一軸圧縮試験から得られる試験結果(一軸圧縮強度、破壊ひずみ、変形係数等)の不確かさに影響を及ぼす要因は、厳密に言えばJISに規定されている項目の全てである。

図1にJISの規定項目から抽出した一軸圧縮試験における不確かさの要因をフィッシュボーン図として示した。主要因として、試験環境、試験器具・装置、測定対象物、測定器および試験時の操作方法を取上げ、これらの主要因に付随する個別の要因を示した。このうち、試験環境および測定器に付

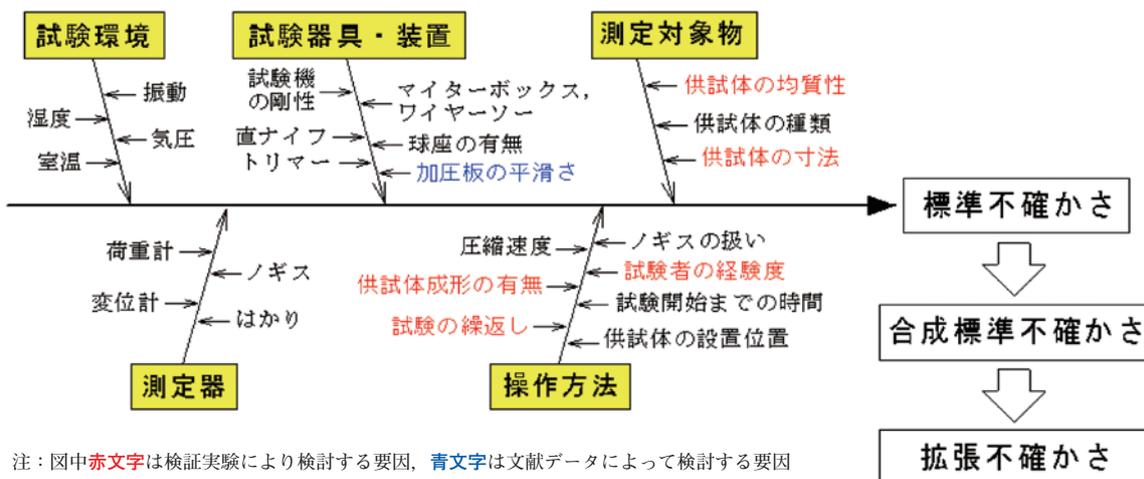


図1 一軸圧縮試験における不確かさの要因(フィッシュボーン図)

表1 一軸圧縮試験における不確かさ算出の検討条件

機関	試験者/ 経験(知識)度※	試験条件			試験の繰返し (供試体数)	供試体数量
		目標強度	成形の有無	材齢		
民間A	A-1 / 大	100kN/m ²	2パターン ① なし 直径5cm 高さ10cm ※端面成形は実施 ② あり 直径3.5cm 高さ8cm	28日	3回 (3体)	11×1×2×1×3 =66体
	A-2 / 中					
	A-3 / 小					
民間B	B-1 / 大					
	B-2 / 中					
	B-3 / 小					
大学C	C-1 / あり					
	C-2 / なし					
大学D	D-1 / 大					
	D-2 / あり					
	D-3 / なし					

※経験度を示す記号は、一軸圧縮試験等の土質試験を業務として経験している年数に応じて、“10年以上：大”、“5～6年程度：中”および“2年程度以下：小”と区分した。また、大学における“あり”、“なし”は、一軸圧縮試験の実施経験はないが、知識・知見(授業等)としての有無を示したものである。

随する個別要因は、後述する結果としての一軸圧縮強度や試験者の違いにその影響が含まれるため、ここでは、個別に評価することはしない。

2. 2 測定量および供試体

表1に今回検討する要因のうち、検証実験を行う項目についてまとめた。検討に参加した機関は4機関(民間:2社, 大学:2研究室)である。試験者の経験度は、一軸圧縮試験等の試験業務に従事した期間が10年以上の“経験大”、従事期間が5～6年程度の“経験中”および2年程度以下の“経験小”の3水準とした。また、大学では土質試験に従事する者が限られていることから、主に学生を対象として講義等で土質試験の知識はあるが、土質試験の経験が実習や研究室の研究レベルで“ある”者および全く“ない”者の2水準とした。

供試体は、所定の含水比(=70%)となるよう調整された荒木田粘土に、目標強度： $q_u = 100\text{kN/m}^2$ (以下、試料A)となるようにセメントを添加して作製されたセメント改良土(直径 $d = 5\text{cm}$ 、高さ $h = 10\text{cm}$ 、材齢28日)を用いた。供試体の寸法は、直径5cm、高さ10cmのもの、直径3.5cm、高さ8cmの2種類である。一軸圧縮試験のようないわゆる破壊試験において不確かさの算出を行う場合、同一の供試体を繰返し用いて試験を行うことができないため、できるだけ均質な供試体を作製して試験を行うことが必要となる。今回は、同一条件で3体の供試体を試験し、これを試験の繰返し3回としている。また、供試体作製時における均質性を確保するため、1機関(民間A)で必要個数の供試体を作製し各機関に配布した。

3. 測定のモデル式と不確かさの算定式

3. 1 測定のモデル式

一軸圧縮強度 q_u 、破壊ひずみ ϵ_{max} は、次式によって算出する。

$$q_u = \frac{P_{\text{max}}}{A_0} \times \left(1 - \frac{\epsilon_{\text{max}}}{100}\right) \times 10 \quad (1-1)$$

ここに、 q_u ：一軸圧縮強度(kN/m²)、 P_{max} ：圧縮ひずみが15%に達するまでに供試体に加えられた圧縮力の最大値(N)、 A_0 ：圧縮する前の供試体の断面積(cm²)、 ϵ_{max} ：圧縮ひずみが15%に達するまでの圧縮ひずみの最大値(%)

また、変形係数 E_{50} は、次式によって算出する。

$$E_{50} = \frac{q_u}{\frac{\sigma}{\epsilon_{50}}} \times \frac{1}{10} \quad (1-2)$$

ここに、 E_{50} ：変形係数(MN/m²)、 q_u ：一軸圧縮強度(kN/m²)、 ϵ_{50} ：圧縮応力 $\sigma = q_u/2$ の時の圧縮ひずみ(%)

一般に、ある測定量の不確かさを求める場合は、ある測定量を求めるために使用した個別の器機や条件(その他の測定量等)に起因した標準不確かさをそれぞれ求め、最終的にこれらを合成して対象とする測定量の不確かさを算定する(この方法を“積み上げ方式”と称す)。一方、ある測定量の不確かさを算出する際に留意すべき点として、複数の個別の測定値もしくは測定器に付随した不確かさが影響を及ぼし、それらが対象とする諸量の不確かさに加算されることがある場合は、個別の測定値もしくは測定器に付随した不確かさは算出せずに、結果としての測定量の標準不確かさを求める方法(この方法を“一括評価方式”と称す)が合理的であることが報告されている⁶⁾。文献6)では、土の湿潤密度の不確かさの算定において、一括評価方式による拡張不確かさの値は、積み上げ方式による拡張不確かさの値の約2/3であり、この要因として、積み上げ方式では試験者および試験の繰返しの影響を質量、高さ、直径の3要素で別々に求めており、これらの影響が加算されたためと言及している。2.2で示したように、本検討では試験の繰返し等を不確かさの要因として考えているため、積み上げ方式では土の一軸圧縮強度等の不確かさを過大に評価する可能性がある。以上を踏まえ、本検討では一括評価方式によって土の一軸圧縮強度の不確かさを評

表2 加圧板表面粗さの違いによる一軸圧縮強度の違い(文献7)のデータより引用)

	繰返し回数	加圧板の表面粗さ(μm)				
		0.3	0.35	1.2	6	12
一軸圧縮強度 (kN/m ²)	1	97	93	93	110	141
	2	93	90	91	102	115
	3	89	87	88	92	93

表3 分散分析結果および加圧板の平滑さに起因した標準不確かさ

変動要因	変動 (kN/m ²) ²	自由度	分散 (kN/m ²) ²	分散の期待値	標準偏差 (kN/m ²)	標準不確かさ(kN/m ²)	
グループ間(A)	244.9167	3	81.6389	$\sigma_e^2 + 3\sigma_A^2$	σ_A	4.2219	u(平滑さ) 4.2219
グループ内(e)	225.3333	8	28.1667	σ_e^2	σ_e	5.3072	u(繰返し) 3.0641
合計(T)	470.2500	11			σ_T	6.5383	

値することとし、式(1-1)および(1-2)に含まれる P_{max} 、 A_0 、 ϵ_{max} ならびに q_u を個別に評価して不確かさを算定することはしない。従って、不確かさ評価における測定モデル式は、2章に挙げた要因に起因したばらつき・偏差を考慮してそれぞれ次のようになる。

$$q_u = q_{u\mu} + s_q + h_q + r_q \quad (2-1)$$

$$\epsilon_{max} = \epsilon_{max\mu} + h_\epsilon + m_\epsilon + r_\epsilon \quad (2-2)$$

$$E_{50} = E_{50\mu} + h_E + m_E + r_E \quad (2-3)$$

ここに、 q_u ：一軸圧縮強度の測定値(kN/m²)、 $q_{u\mu}$ ：一軸圧縮強度の真値(kN/m²)、 ϵ_{max} ：破壊ひずみの測定値(%)、 $\epsilon_{max\mu}$ ：破壊ひずみの真値(%)、 E_{50} ：変形係数の測定値(MN/m²)、 $E_{50\mu}$ ：変形係数の真値(MN/m²)、 s ：加圧板の平滑さによる偏差、 h ：試験機関・試験者の違いによる偏差、 m ：成形の有無(供試体の寸法)による偏差、 r ：試験の繰返しによる偏差

3.2 不確かさの算出式

式(2-1)～(2-3)に不確かさの伝播則を適用すると、一軸圧縮強度、破壊ひずみおよび変形係数の合成標準不確かさは次のようになる。

$$u_c(q_u) = \sqrt{u_{sq}^2(q_u) + u_{hq}^2(q_u) + u_{mq}^2(q_u) + u_{rq}^2(q_u)} \quad (3-1)$$

$$u_c(\epsilon_{max}) = \sqrt{u_{hc}^2(\epsilon_{max}) + u_{me}^2(\epsilon_{max}) + u_{re}^2(\epsilon_{max})} \quad (3-2)$$

$$u_c(E_{50}) = \sqrt{u_{hE}^2(E_{50}) + u_{mE}^2(E_{50}) + u_{rE}^2(E_{50})} \quad (3-3)$$

ここに、 $u_c(q_u)$ ：一軸圧縮強度の合成標準不確かさ(kN/m²)、 $u_c(\epsilon_{max})$ ：破壊ひずみの合成標準不確かさ(%)、 $u_c(E_{50})$ ：変形係数の合成標準不確かさ(MN/m²)、 u_c 成分：加圧板の平滑さに起因した標準不確かさ、 u_h 成分：試験機関・試験者の違いに起因した標準不確かさ、 u_m 成分：成形の有

無(供試体の寸法)に起因した標準不確かさ、 u_r 成分：試験の繰返しに起因した標準不確かさ

4. 標準不確かさの算出

4.1 加圧板の平滑さに起因した一軸圧縮強度の不確かさの算定

文献7)の図16のデータから、分散分析によって加圧板の平滑さに起因した標準不確かさについて検討を行う。図16のデータを読取ったものを表2に示す。表2の15個の読取り値の標準偏差は14.3kN/m²であり、文献7)の表23の加圧板の平滑さの違いに起因した標準偏差の値(14.4kN/m²)とほぼ同じ値であることから、表2は妥当な読取りデータであるといえる。

加圧板の表面粗さについてはJISに規定はなく、また、今回の参加機関の試験機の加圧板の平滑さは不明であるが、各機関がJISに規定されている試験機の要件項目を満足していることを考慮して、今回は極端に粗い値12μmのデータを除いた12個のデータより分散分析を行うと表3が得られる。従って、加圧板表面の平滑さに起因する一軸圧縮強度の標準不確かさは、4.2219kN/m²となる。後述する一軸圧縮強度の合成標準不確かさの算定は、これを考慮して評価を行う。

4.2 試料Aの標準不確かさ

(1) 成形の有無、試験機関・試験者の違い、試験の繰返しによる一軸圧縮強度の標準不確かさ

表1に従い、各機関で実施された試料Aの一軸圧縮試験の結果を表4に示す。ここでは、試験機関・試験者(以後、試験者)は11名(民間A大・民間A中・民間A小・民間B大・民間B中・民間B小・大学Cあり・大学Cなし・大学D大・大学Dあり・大学Dなし)、成形の有無は2種類(無・有)、繰返しは3回(1・2・3)の66個の一軸圧縮強度を用いた。これらを二元配置の分散分析で解析した結果が表5である。

表5中の交互作用は、成形の有無と試験者の違いの両者が影響する変動を意味するもので、今回の試験では交互作用はないため、ここではこれを試験の繰返し誤差に算入して再計算し、併せて標準偏差および標準不確かさを算出し表6にそ

表4 一軸圧縮試験結果

試験者	試料名	供試体 No.	成形	ρ_t (g/cm ³)	q_u (kN/m ²)	破壊ひずみ (%)	変形係数 (MN/m ²)	試験者	試料名	供試体 No.	成形	ρ_t (g/cm ³)	q_u (kN/m ²)	破壊ひずみ (%)	変形係数 (MN/m ²)
民間A / 大	A2	1	無	1.619	84.6	6.10	12.8	大学C / あり	A3	1	無	1.613	94.8	7.33	11.9
		2		1.621	78.5	4.65	13.5			2		1.617	103.5	7.68	15.2
		3		1.611	74.7	4.57	14.7			3		1.614	110.0	8.91	11.4
		1	有	1.631	90.0	6.37	26.5			1	1.599	110.4	8.87	10.2	
		2		1.628	98.2	7.44	13.5			2	1.592	102.5	8.70	10.7	
		3		1.656	142.3	7.19	23.1			3	1.590	99.2	8.72	10.8	
民間A / 中	A2	1	無	1.616	79.8	4.43	15.3	大学C / なし	A3	1	無	1.595	95.1	5.99	12.3
		2		1.639	88.3	5.96	15.4			2		1.615	114.1	7.91	17.2
		3		1.626	90.7	4.69	18.4			3		1.606	97.6	7.76	8.2
		1	有	1.632	130.5	8.38	27.9			1	1.581	98.1	7.29	12.0	
		2		1.621	105.9	7.09	19.1			2	1.571	97.3	7.64	7.3	
		3		1.619	95.3	7.79	8.0			3	1.596	98.6	7.28	12.0	
民間A / 小	A2	1	無	1.624	76.7	2.71	18.2	大学D / 大	A4	1	無	1.614	107.4	8.19	11.2
		2		1.620	85.9	4.80	14.0			2		1.618	100.4	7.77	6.9
		3		1.617	75.2	5.16	10.8			3		1.625	95.8	6.58	8.1
		1	有	1.593	76.6	3.46	10.7			1	1.610	84.9	3.86	11.0	
		2		1.611	89.6	7.23	9.4			2	1.639	103.7	8.68	11.5	
		3		1.612	87.4	8.62	8.1			3	1.645	100.3	3.82	17.2	
民間B / 大	A3	1	無	1.643	117.0	7.31	24.5	大学D / あり	A4	1	無	1.613	103.8	7.32	13.4
		2		1.638	100.0	7.18	18.2			2		1.620	104.8	8.04	11.4
		3		1.635	108.0	7.36	18.7			3		1.618	113.2	6.83	15.7
		1	有	1.631	90.8	9.18	20.9			1	1.643	118.8	8.42	9.3	
		2		1.627	98.3	7.65	21.6			2	1.638	118.7	8.30	10.0	
		3		1.629	96.1	5.89	21.4			3	1.613	110.5	8.03	8.3	
民間B / 中	A1	1	無	1.628	93.8	7.56	14.1	大学D / なし	A4	1	無	1.617	108.4	7.97	16.3
		2		1.629	96.7	6.73	15.8			2		1.654	104.8	6.88	11.0
		3		1.631	97.8	5.96	17.2			3		1.658	105.0	6.67	14.9
		1	有	1.618	87.9	7.16	13.5			1	1.609	85.6	4.91	5.8	
		2		1.623	102.0	7.92	20.7			2	1.597	76.6	4.62	13.0	
		3		1.622	90.5	8.66	12.1			3	1.612	83.7	5.03	6.5	
民間B / 小	A1	1	無	1.637	103.0	6.95	8.6	大学D / なし	A4	1	無	1.617	108.4	7.97	16.3
		2		1.637	85.5	6.84	7.0			2		1.654	104.8	6.88	11.0
		3		1.635	102.0	6.21	9.0			3		1.658	105.0	6.67	14.9
		1	有	1.633	120.0	7.56	15.1			1	1.609	85.6	4.91	5.8	
		2		1.631	112.0	7.19	21.9			2	1.597	76.6	4.62	13.0	
		3		1.626	79.8	4.67	22.0			3	1.612	83.7	5.03	6.5	
				平均値	1.621	98.2	6.83	14.0							
				標準偏差	0.017	13.4	1.51	5.1							
				変動係数 (%)	1.05	13.67	22.17	36.64							

表5 二元配置の分散分析表(一軸圧縮強度)

変動要因	変動 (kN/m ²) ²	自由度	分散 (kN/m ²) ²	分散の期待値
成形の有無 (σ_A)	109.9855	1	109.9855	$\sigma_e^2 + 3\sigma_{AB}^2 + 33\sigma_A^2$
試験者の違い (σ_B)	3213.5033	10	321.3503	$\sigma_e^2 + 3\sigma_{AB}^2 + 6\sigma_B^2$
交互作用 (σ_{AB})	3650.9445	10	365.0945	$\sigma_e^2 + 3\sigma_{AB}^2$
繰返し (σ_e)	4725.8533	44	107.4058	σ_e^2
合計	11700.2867	65		

表6 分散分析表の再計算と標準偏差・標準不確かさの算出(一軸圧縮強度)

変動要因	変動 (kN/m ²) ²	自由度	分散 (kN/m ²) ²	分散の期待値	標準偏差 (kN/m ²)		標準不確かさ (kN/m ²)		
					①	②	u (試験者)	u (繰返し)	
成形の有無 (σ_A)	109.9855	1	109.9855	$\sigma_e^2 + 33\sigma_A^2$	σ_A	—	0	u (成形)	0
試験者の違い (σ_B)	3213.5033	10	321.3503	$\sigma_e^2 + 6\sigma_B^2$	σ_B	5.2635	5.2764	u (試験者)	5.2764
繰返し (σ_e)	8376.7979	54	155.1259	σ_e^2	σ_E	12.4550	12.4220	u (繰返し)	7.1718
合計	11700.2867	65							

表7 二元配置による分散分析表(破壊ひずみ)

変動要因	変動 (%) ²	自由度	分散 (%) ²	分散の期待値	標準偏差 (%)		標準不確かさ (%)	
					σ_A	σ_B	u (成形)	u (試験者)
成形の有無(σ_A)	4.1852	1	4.1852	$\sigma_e^2 + 33\sigma_A^2$	σ_A	0.2699	u (成形)	0.2699
試験者の違い(σ_B)	48.5779	10	4.8578	$\sigma_e^2 + 6\sigma_B^2$	σ_B	0.7160	u (試験者)	0.7160
繰返し(σ_e)	96.2282	54	1.7820	σ_e^2	σ_E	1.3349	u (繰返し)	0.7707
合計	148.9914	65						

表8 二元配置による分散分析表(変形係数)

変動要因	変動 (MN/m ²) ²	自由度	分散 (MN/m ²) ²	分散の期待値	標準偏差(MN/m ²)		標準不確かさ (MN/m ²)		
					①	②	u (成形)	u (試験者)	
成形の有無(σ_A)	5.8742	1	5.8742	$\sigma_e^2 + 33\sigma_A^2$	σ_A	—	0	u (成形)	0
試験者の違い(σ_B)	672.1866	10	67.2187	$\sigma_e^2 + 6\sigma_B^2$	σ_B	2.8349	2.8419	u (試験者)	2.8419
繰返し(σ_e)	1026.0158	54	19.0003	σ_e^2	σ_E	4.3589	4.3315	u (繰返し)	2.5008
合計	1704.0766	65							

の結果を示した。表6中の標準偏差①は、分散と分散の期待値からそれぞれ算出したが、成形の有無の標準偏差 σ_A が虚数となった。従って、この要因の標準偏差を0(kN/m²)として、変動・自由度を繰返し誤差に繰入れて標準偏差②として求め直した。この標準偏差から試料Aの一軸圧縮強度の標準不確かさを求めた。なお、標準不確かさは普段の一軸圧縮試験結果の求め方に基づき、試験者は1人、試験の繰返しは3回の平均値に対して計算するため、試験の繰返しについては標準偏差を $\sqrt{3}$ で除して算出した。

(2) 破壊ひずみおよび変形係数の不確かさの算定

(1)と同様に、破壊ひずみおよび変形係数に対して二元配置の分散分析によって標準不確かさを算出すると表7および表8を得る。破壊ひずみおよび変形係数の分散分析について、一軸圧縮強度に対する分散分析と同様に交互作用はないものとして分析を行った。破壊ひずみは、標準偏差を算定する過程において虚数を示すことはなく、得られた結果から適切に不確かさの評価が行えた。一方、変形係数の標準偏差を求める過程においては、一軸圧縮強度と同様に、成形の有無の標準偏差 σ_A が虚数となったため、変動・自由度を繰返し誤差に繰入れて標準偏差②として求め直した。

5. 一軸圧縮試験における合成標準不確かさと拡張不確かさの算出

4章で得られた標準不確かさに基づいて、試料Aの一軸圧縮強度、破壊ひずみおよび変形係数の合成標準不確かさならびに拡張不確かさ(k=2)を算出し、表9にバジェットシートとして示した。以上の結果より、今回の検討で得られた一軸圧縮試験における一軸圧縮強度、破壊ひずみおよび変形係数は、それぞれ次のように表すことができる。

一軸圧縮強度： $q_u = 98.2$ (kN/m²) \pm 19.7 (kN/m²) (k = 2)

破壊ひずみ： $\epsilon_{max} = 6.8$ (%) \pm 2.2 (%) (k = 2)
 変形係数： $E_{50} = 14.0$ (MN/m²) \pm 7.6 (MN/m²) (k = 2)

今回得られた一軸圧縮強度の変動係数は、表4より13.7%となった。自然地盤から採取された試料を対象とした一軸圧縮強度のばらつきを検討した既往の文献^{8),9)}において、一軸圧縮強度の変動係数は30~40%であることが示されており、今回の結果は、既往の報告よりも小さな値となった。これは、人為的に作製された比較的均質な供試体を用いたためと考えられる。一方、供試体の均質性の検討を目的とした関連文献⁴⁾では、試料Aと同等の条件で作製された供試体の変動係数は7.6%であり、今回の検討の半分程度となっている。すなわち、供試体の均質性をある程度確保できていても、それ以外の要因(人の違い、試験器具等の精度)によって、得られる結果がばらつくことを示唆している。

ここで、合成標準不確かさの二乗に対する各要因の標準不確かさの二乗の百分率を寄与率と定義して、表9の最右欄に示した。寄与率は次式で算出した。

$$R_x = \frac{u_i^2(x)}{u_c^2} \times 100 \tag{4}$$

ここに、 R_x ：ある要因の寄与率(%)、 $u_i^2(x)$ ：ある要因*i*の標準不確かさ、 u_c^2 ：合成標準不確かさ

各パラメータの寄与率をみると、一軸圧縮強度および破壊ひずみとも試験の繰返し(供試体の違い)が最も影響を及ぼす結果となった。一方、変形係数については、試験機関・試験者の違いが最も影響を及ぼす結果となった。変形係数は、得られた応力-ひずみ曲線の初期の変曲点の補正等に試験者の主観が入りやすいため、このような結果になったものと考えられる。

表9 バジェットシート

a) 一軸圧縮強度

要因	標準不確かさ $u_i(x)$		感度係数 c_i	標準不確かさ $u_i(q_u) = c_i \times u_i(x)$		寄与率 (%)
加圧板の平滑さの違い	us (x)	4.2219 kN/m ²	1	us (q _u)	4.2219 kN/m ²	18.4
試験機関・試験者の違い	ue (x)	5.2764 kN/m ²	1	ue (q _u)	5.2764 kN/m ²	28.7
成形の有無	um (x)	0 kN/m ²	1	um (q _u)	0 kN/m ²	0.0
試験の繰返し (供試体の違い)	ur (x)	7.1718 kN/m ²	1	ur (q _u)	7.1718 kN/m ²	53.0
合成標準不確かさ				uc (q _u)	9.8539 kN/m ²	
拡張不確かさ (k=2)				Uc (q _u)	19.7 kN/m ²	

b) 破壊ひずみ

要因	標準不確かさ $u_i(x)$		感度係数 c_i	標準不確かさ $u_i(\epsilon) = c_i \times u_i(x)$		寄与率 (%)
試験機関・試験者の違い	ue (x)	0.7160 %	1	ue (ε)	0.7160 %	43.5
成形の有無	um (x)	0.2699 %	1	um (ε)	0.2699 %	6.2
試験の繰返し (供試体の違い)	ur (x)	0.7707 %	1	ur (ε)	0.7707 %	50.4
合成標準不確かさ				uc (ε)	1.0860 %	
拡張不確かさ (k=2)				Uc (ε)	2.2 %	

c) 変形係数

要因	標準不確かさ $u_i(x)$		感度係数 c_i	標準不確かさ $u_i(E_{50}) = c_i \times u_i(x)$		寄与率 (%)
試験機関・試験者の違い	ue (x)	2.8419 MN/m ²	1	ue (E ₅₀)	2.8419 MN/m ²	56.4
成形の有無	um (x)	0 MN/m ²	1	um (E ₅₀)	0 MN/m ²	0.0
試験の繰返し (供試体の違い)	ur (x)	2.5008 MN/m ²	1	ur (E ₅₀)	2.5008 MN/m ²	43.6
合成標準不確かさ				uc (E ₅₀)	3.7856 MN/m ²	
拡張不確かさ (k=2)				Uc (E ₅₀)	7.6 MN/m ²	

6. まとめ

本検討で得られた知見を要約すると、次のとおりである。

- ① 土の一軸圧縮強度の不確かさ要因をフィッシュボーン図として示した。
- ② 一軸圧縮強度等得られた結果から各要因の標準不確かさを求め、一括評価方式によって合成標準不確かさを算定した。
- ③ 試験結果のばらつきには、供試体の均質性のほか、試験者の違い等が影響を及ぼす。
- ④ 寄与率によって各要因の影響を定量的に示した。この結果、一軸圧縮強度および破壊ひずみは試験の繰返し、変形係数は試験機関・試験者の違いが影響を及ぼす結果となった。

今後は、測定装置等に起因した不確かさの定量的評価を行うとともに、地盤構造物等の設計における各パラメータへの不確かさの適用について検討を行うことが必要となる。

謝辞

本検討で示したデータは、土質試験における不確かさの評価方法について検討する目的で、(公社)地盤工学会内に設置された「地盤材料試験結果の精度の分析と表記方法についての研究委員会(委員長：澤孝平、2009年～2011年)」の活動によって得られたものを取りまとめたものである。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) (社)セメント協会：セメント系固化剤による改良体の強さの試験方法，pp.1～10，2006。
- 2) 地盤工学会：JGS 4001「性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則」，2004。
- 3) JIS A 1216-2009，土の一軸圧縮試験方法：日本規格協会
- 4) 木村勝・佐川修・三上武子・小関潤一・林泰弘・城野克弘：一軸圧縮試験における不確かさの評価(その1)，地盤材料試験・地盤調査の精度とばらつきに関するシンポジウム論文集，地盤工学会，pp.21-26，2012.5。
- 5) 佐川修・木村勝・三上武子・小関潤一・林泰弘・城野克弘：一軸圧縮試験における不確かさの評価(その2)，地盤材料試験・地盤調査の精度とばらつきに関するシンポジウム論文集，地盤工学会，pp.27-34，2012.5。
- 6) 協同組合関西地盤環境研究センター機関紙「CENTER NEWS」：不確かさの実践④～⑥，2012.2月号～4月号
- 7) 鈴木直文・真島淑夫・柴田東：室内土質試験結果の不確かさ，地盤工学ジャーナル，Vol.2，No.4，pp.339-352，2007。
- 8) 下辺悟・風間秀彦：室内土質試験データの変動係数について，第52回土木学会年次学術講演概要集，pp.684-685，1997。
- 9) Lee, I. K., White, W. and Ingles, O. G.: Geotechnical Engineering, Pitman, pp.60-62, 1983.

*執筆者

佐川 修(さがわ・おさむ)

中央試験所 防耐火グループ主任 博士(工学)
 専門分野：地盤工学
 従事する試験業務：構造部位(柱・梁・壁等)
 の耐火性に関する試験



雨水貯留槽「アクアパレス」の長期ひずみ試験

(発行番号：第12A2503号)

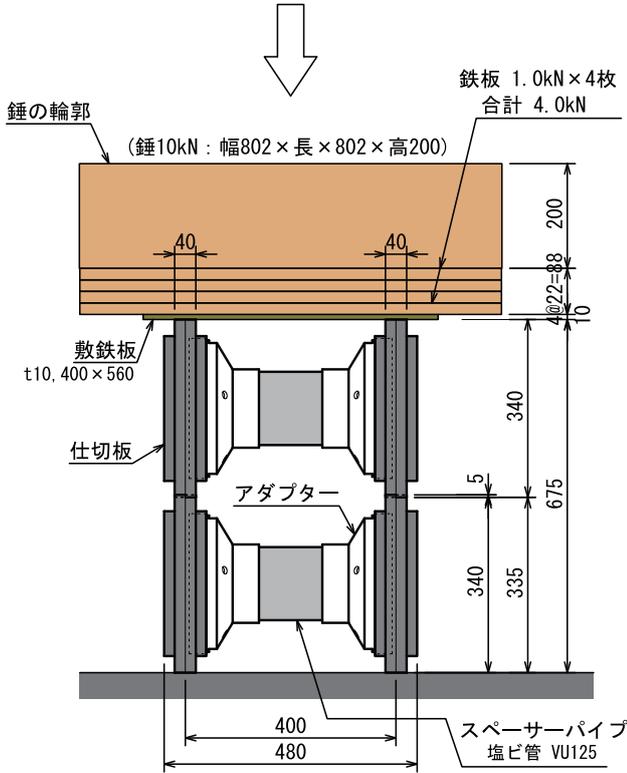
この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋して掲載)。

試験名称	雨水貯留槽「アクアパレス」の長期ひずみ試験									
依頼者	株式会社トーテツ									
試験体 (依頼者提出資料)	試験体記号	寸法・材質 mm								
	水平	寸法：480×340×675 材質：ポリプロピレン								
	鉛直	寸法：670×670×1118 材質：ポリプロピレン								
	参 照：図1 (試験体)									
試験方法	試験は、プラスチック製雨水地下貯留浸透施設技術マニュアル(発行：財団法人下水道新技術推進機構)付属書2.貯留構造体長期ひずみ試験方法に従って行った。載荷荷重は水平：14.0kN、鉛直：21.0kN(依頼者提出資料)とした。なお、試験室の温度は21.4～23.5℃だった。									
試験結果	試験体記号	高さ mm	載荷 10 時間後		載荷 1000 時間後			50 年後の推定値		長期 ひずみの 推定値
			変位 (δ) mm	ひずみ %	変位 (δ) mm	ひずみ %	試験体 の状況	変位 (δ) mm	ひずみ %	ひずみ %
	水平	675	5.49	0.81	7.98	1.18	異状なし	11.39	1.69	0.88
鉛直	1118	5.98	0.53	6.97	0.62	異状なし	8.33	0.75	0.22	
(注) 長期ひずみの推定値は50年後の推定値(ひずみ)から載荷10時間後のひずみを差し引いて算出した。 参 照：図2(変位-載荷時間の関係) 写真1及び写真2(試験体の状況)										
試験期間	平成24年10月19日～11月30日									
担当者	構造グループ 統括リーダー 川上 修 主 任 上山 耕平(主担当) 庄司 秀雄									
試験場所	中央試験所									

立面図

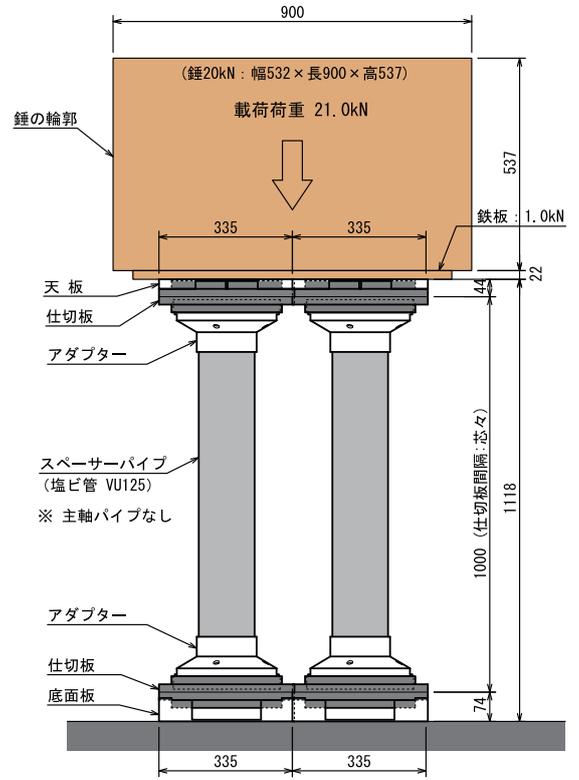
単位 mm

載荷荷重 14.0kN



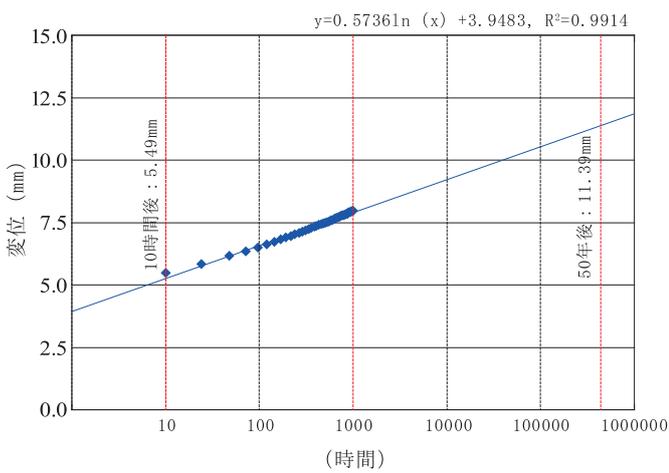
試験体記号：水平

立面図

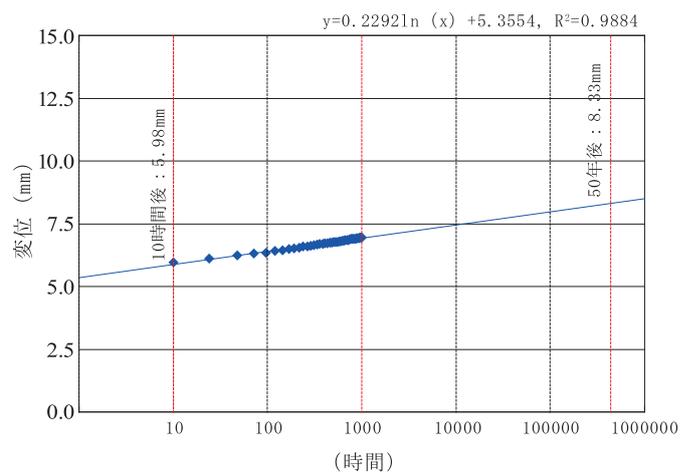


試験体記号：鉛直

図1 試験体(依頼者提出資料)



試験体記号：水平



試験体記号：鉛直

図2 変位-載荷時間の関係

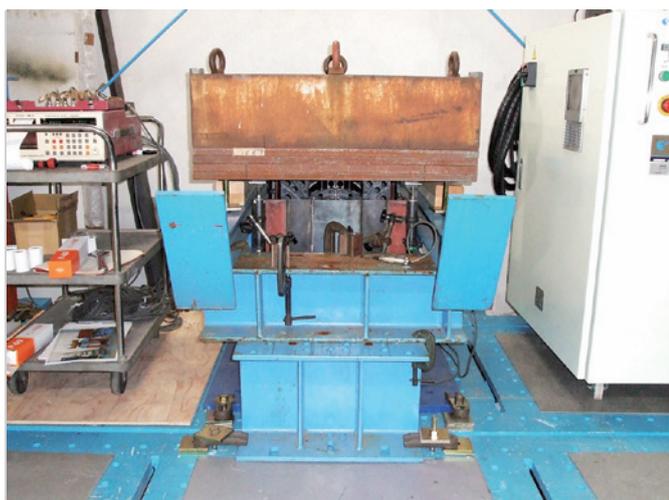


写真1 1000時間経過後の試験体状況
試験体記号：水平
・異状なし



写真2 1000時間経過後の試験体状況
試験体記号：鉛直
・異状なし

コメント・・・・・・・・・・

今回、(株)トーテツから依頼のあった雨水貯留槽の長期ひずみ試験を紹介した。試験を行った雨水貯留槽は雨水の流出抑制を目的として地中に埋設されるものであり、浸水対策の1つとして近年、施工件数が増加している。設置される場所も校庭、公園、駐車場、緑地等多岐にわたり、強度や耐久性の確認が必要になっている。雨水貯留槽はプラスチックで構成されており、地中に埋設され、長期間にわたり荷重を受ける場合、クリープ変形を起こすため、長期ひずみ試験を行う必要がある。

試験と評価の方法は「プラスチック製雨水地下貯留浸透施設技術マニュアル」(発行：(財)下水道新技術推進機構、(社)雨水貯留浸透技術協会)に定められており、試験の実施にあたりいくつか条件がある。試験温度：23±2℃、測定点数：載荷方向の変位を2個所以上、機器精度：0.1mm以上の精度を持つ測定機器等である。当センター構造グループには、平面寸法6m×4mの鋼製反力床と天井クレーンを設置した恒温・恒湿試験室があり、求められる精度の変位計等の測定機器を所有していることから、今回の試験の受託が可能であった。

長期ひずみの推定方法は、図2(変位-載荷時間の関係)に示すように、50年相当変位を載荷10時間から1000時間の試験データを用い、最小二乗法により求める。求めた変

位を載荷方向の試験体寸法で除し、50年相当ひずみとする。ひずみの許容値は50年相当ひずみから載荷10時間後のひずみを差し引いた値が1%以下であることと定められている。実施工では、雨水貯留槽を埋設し、アスファルト敷設までに、10時間から半日くらいの時間を要するため、推定に用いるデータを載荷10時間から1000時間としている。今回紹介した雨水貯留槽の長期ひずみの推定値は、水平方向で0.88%、鉛直方向で0.22%となっており、許容値を満足している。

構造グループでは、今回、紹介した以外の建築部材・部品に関してもクリープ試験を行うことが可能である。載荷方法は圧縮荷重だけでなく、曲げや引張での載荷にも対応することができる。その他、荷重継続時間、載荷する荷重量もご要望に応じられるよう体制を整えており、活用いただければ幸いである。

【構造部材の性能試験に関するお問い合わせ】

中央試験所 構造グループ

TEL：048-935-9000 FAX：048-931-8684

(文責：中央試験所 構造グループ 主任 上山 耕平)

JIS Z 8807 (固体の密度及び比重の測定方法) の改正について

1. はじめに

2012年12月号に掲載したJIS Z 8804 (液体の密度及び比重の測定方法) に関連して、本号では、JIS Z 8807 (固体の密度及び比重の測定方法) の改定概要について紹介する。

2. 改定までの経緯および改定の主旨

JIS Z 8807は、比重瓶、ルシヤテリエ比重瓶、液中ひょう量法、幾何学的測定による方法、音響法、液体置換法を用いた“固体の密度及び比重の測定方法”ならびにこれらの測定における計量計測トレーサビリティを確保する方法について規定した規格である。この規格は、1962年に制定され、その後2回(1966年および1976年)の改定を経て今回の改定に至ったものである。

今回の改定は、前回の改定から35年が経過し、密度および比重測定を取り巻く環境が大きく変化したことによるものである。計量標準の分野においても国際相互承認が加速し、計量計測トレーサビリティを明確にすることが求められ、さらに、国際単位系(SI)における単位の定義にトレーサブルなかたちで密度を計測することが求められるようになってきている。このようなニーズに応えるべく、2001年からJCSS (Japan Calibration Service System, 計量法に基づく計量標準供給制度) による密度校正事業がスタートし、広範囲な密度計測器の国家標準へのトレーサビリティを確保することが可能となっている。これらの状況を鑑みて、計量計測トレーサビリティの確保、新たな測定方法の採用、新標準物質の活用、主要国際文書への整合性などを主に改定が行われた。

3. 審議課題と主な改正点について

3.1 規格名称と規定内容について

改正前の旧規格では、規格名称が「固体比重測定方法」であった。固体の比重を計算する場合には、水を基準物質とし、測定した物質の密度と水の密度との比として無次元数

である“比重”として表す。これは、水の密度との大小関係が直感的に把握しやすいことから、物質の特性を表す指標として古くから利用されている。

今回の改定にあたり、これまで定義された“比重”に加え、単位体積当たりの質量を表す“密度”を定義し用いることとなった。これは、これまで用いられてきた比重の算出において、水の密度および温度が不明確な場合が多く、物理量としての厳密な観点からみれば、比重ではなく密度を用いるほうが望ましいことによるものである。しかし、「国税庁所定分析法」や「日本薬局方」に比重が用語として記載されていることなどから、“比重”の全面的な“密度”への置き換えは困難であると判断され、密度および比重の両方の測定方法を規定した。ここでは、まず、密度の測定方法を規定し、求めた密度を国際的に推奨された水の密度値で除することで比重を算出するように改定した。これに伴い、規格名称が“固体の密度及び比重の測定方法”に変更されたものである。

3.2 適用範囲

旧規格では、“比重びんによる測定方法”、“ルシヤテリエ比重びんによる測定方法”、“液中でひょう量する測定方法”、“固体比重天びんによる測定方法”、“体積からの測定方法”、“浮遊による測定方法”、“かさ比重測定方法”および“見掛け比重測定方法”が規定されていた。これらのうち、現在ほとんど用いられないことがない方法である“固体比重天びんによる測定方法”および“浮遊による測定方法”と、“かさ比重”および“見掛け比重”の定義が明確でなく、前回の改定においても明確な規定がない“かさ比重測定方法”および“見掛け比重測定方法”について、今回の改定では削除された。また、今回の改定では、新たに“音響法による密度及び比重の測定方法”および“気体置換法による密度及び比重の測定方法”の2つの測定方法が追加され、表1に示す6つの測定方法が規定された。

表1 JIS Z 8807に規定されている固体の密度・比重の測定方法

測定方法の名称	測定原理・特徴など
比重瓶による密度及び比重の測定方法	標準物質のみで比重瓶を満たした時の質量と、比重瓶に試料固体を入れ、標準物質を加えて比重瓶を満たさせた時の質量との差を用い、標準物質密度から計算し、試料固体の密度及び比重を求める。 ・ほとんどの固体に対して使用できる。 ・標準物質(液体)の密度を基準とする密度及び比重の測定方法。
ルシャテリエ比重瓶による密度及び比重の測定方法	液体を入れたルシャテリエ比重瓶に質量が既知の試料固体を入れ、試料固体による液面上昇から試料の体積を求め、試料固体の質量及び体積から密度及び比重を求める(図1参照)。 ・ほとんど全ての固体に対して使用できる。 ・標準物質(液体)の密度を基準とする密度及び比重の測定方法。 ・通常の比重瓶と異なり、メニスカスを標線に合わせる必要がないため、操作が比較的簡単である。
液中ひょう量法による密度及び比重の測定方法	試料固体を液中に懸垂し、試料固体に作用する浮力の測定によって試料固体の密度及び比重を求める(図2参照)。 ・極めて精度の高い密度及び比重の測定が可能。 ・標準物質(液体)の密度を基準とする測定方法と、標準物質(固体)の密度を基準とする二つの測定方法がある。
幾何学的測定による密度及び比重の測定方法	試料固体の質量及び体積を直接測定し、試料固体の密度及び比重を求める。 ・標準物質を用いないため、試料固体の密度を絶対測定できる。 ・試料固体を液体に浸さずに密度及び比重の測定ができる。 ・液体に浸すことで起こる溶解及び膨潤する試料固体の測定に有効である。
音響法による密度及び比重の測定方法	二つの槽(測定槽及び基準槽)をスピーカで仕切り、そのスピーカから正弦波信号を発振すると、二つの槽に微小な体積変化が与えられ、その結果、二つの槽に微小な圧力変化が生じる。この二つの槽の圧力の比は二つの槽の体積比に依存するという原理を用いて、測定槽に試料固体設置の有無による体積変化の圧力の比を求め、また、測定槽に標準物質(体積が校正された)設置の有無による体積変化の圧力の比から検出感度を校正し、標準物質と試料固体との体積差を測定し、密度及び比重を求める(図3参照)。 ・試料固体を液体に浸さずに密度及び比重の測定ができる。 ・液体に浸すことで起こる溶解及び膨潤する試料固体の測定に有効である。 ・標準物質(固体)の密度を基準とする方法である。
気体置換法による密度及び比重の測定方法	試料室を試料固体及び不活性ガスで満たし、その後、試料室に膨張室を接続し、不活性ガスを膨張させ、膨張に伴う試料室内の圧力変化によって試料固体の体積を求め、密度及び比重を求める(図4参照)。 ・粉体の体積、密度及び比重の測定ができる。 ・試料固体を液体に浸さずに密度及び比重の測定ができる。 ・液体に浸すことで起こる溶解及び膨潤する試料固体の測定に有効である。 ・標準物質(固体)の密度を基準とする方法である。

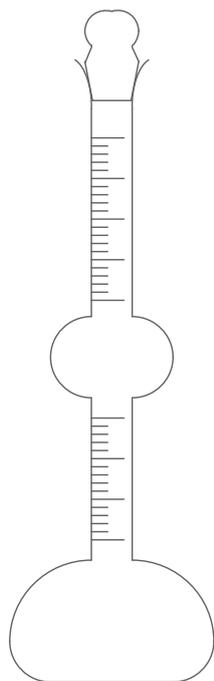


図1 ルシャテリエ比重瓶(例)
(JIS A 8807より引用)

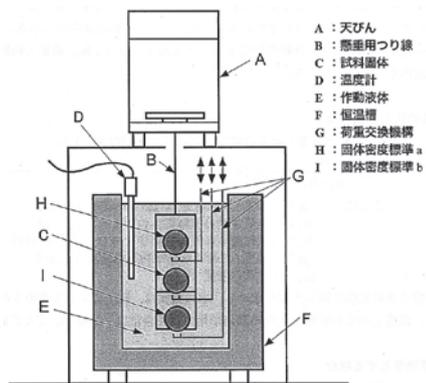


図2 液中ひょう量法による密度及び比重の測定装置
(例: 固体を標準物質する場合) (JIS A 8807より引用)

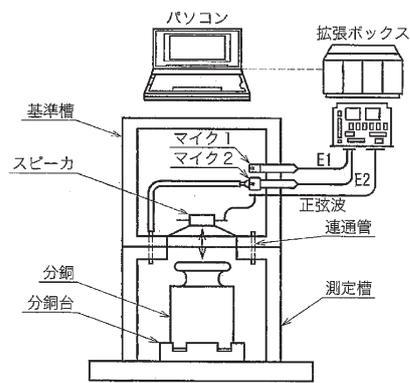


図3 音響法による密度及び比重の測定装置(例)
(JIS A 8807より引用)

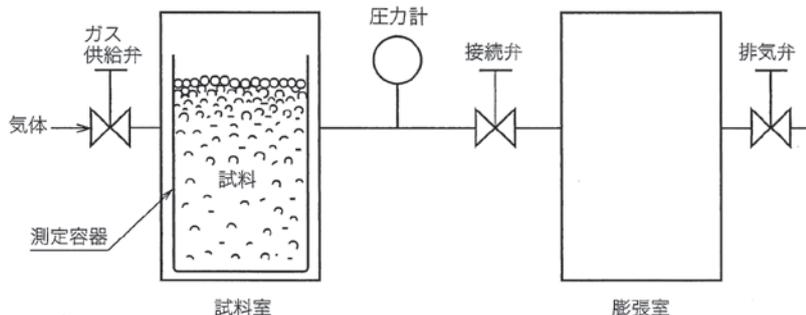


図4 気体置換法による密度及び比重の測定装置(例) (JIS A 8807より引用)

3.3 用語及び定義

改定により新たに規定された“用語及び定義”の主なものを記するとともに補足事項や背景等について解説する。

1) 密度 (density)

試料固体の単位体積当たりの質量。

2) 比重 (specific gravity)

試料固体の密度を、圧力101 325Paの下における水の密度で除したもの。温度 $t^{\circ}\text{C}$ における試料固体の密度を $t_0^{\circ}\text{C}$ の水の密度で除した場合は、比重 $t/t_0^{\circ}\text{C}$ と表記する。

注記 比重 $t/t_0^{\circ}\text{C}$ を比重 $t/4^{\circ}\text{C}$ に換算する場合は、比重 $t/t_0^{\circ}\text{C}$ に温度 $t_0^{\circ}\text{C}$ の水の比重 $t_0/4^{\circ}\text{C}$ を乗じる。

3) 計量計測トレーサビリティ (metrological traceability)

個々の校正が不確かさに寄与する、文書化された切れ目ない校正の連鎖を通して、測定結果を計量計測参照に関連付けることができるという測定結果の性質。

注記 校正とは、計測器若しくは測定システムによって指示される量の値、又は実量器若しくは標準物質によって表される値と、標準によって実現される対応する値との関係を、特定の条件下で確定する一連の作業をいう (JIS Z 8103 参照)。

4) JCSS (Japan Calibration Service System)

計量法に基づく計量標準供給制度。この制度における校正は、国家標準または国家標準との比較の連鎖によって、計測機器へのつながり (計量計測トレーサビリティ) を証明する行為をいう。

現在では、密度の校正された固体を基準として標準の供

給が各国で行われている。我が国においても、(独)産業技術総合研究所計量標準総合センター (NMIJ) が2001年までにJCSSによる密度標準供給のために、密度が絶対測定された単結晶シリコン球体を頂点とするトレーサビリティ体系を構築した (図5参照)。

光波干渉計による体積測定および電子天びんによる質量測定から密度が絶対測定された単結晶シリコン球体を頂点とするトレーサビリティの頂点とし、これに連鎖して校正されたシリコン単結晶がISO/IEC 17025に適合した校正事業者の最上位の標準器 (特定二次標準器) として用いられる。JCSSに登録された校正事業者は、この特定二次標準器または特定二次標準器に連鎖して校正された標準器を基準として浮ひょう、密度標準液、振動式密度計などの計測器を校正し、一般ユーザーに供給している。

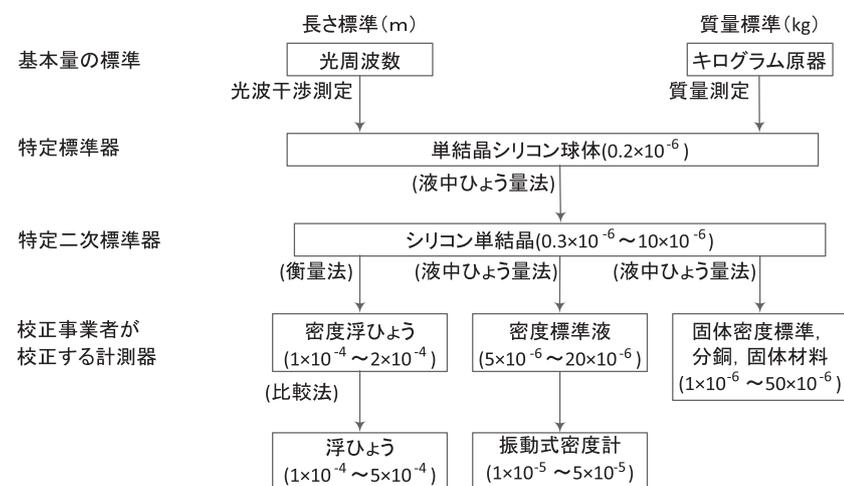
なお、密度標準については、国際度量委員会質量関連量諮問委員会密度作業部会にて、国際同等性の評価が行われており、日本のNMIJを含む8カ国の計量標準研究機関でシリコン単結晶球体の密度を測定した結果に基づき基幹比較されている。

5) 密度標準液 (density standard liquid, density reference liquid)

JCSS登録校正事業者によって密度が校正された液体。水、有機液体、水溶液体などを含む。

6) 固体密度標準 (density standard solid, density reference solid)

JCSS登録校正事業者によって密度が校正された固体。シリコン単結晶、金属、ガラスなどを含む。



注：()内の数値は95%の信頼の水準における相対拡張不確かさを表す

図5 単結晶シリコン球体の密度を頂点とするトレーサビリティ体系 (JIS A 8807の解説より引用)

3.4 単位

今回の改定により、国際単位系 (SI) 基本単位である kg/m^3 となった。今まで用いられてきた単位として g/cm^3 があり、二つの単位間には、 $\text{kg}/\text{m}^3 = 10^{-3}\text{g}/\text{cm}^3$ の関係がある。また、比重については、単位のない、無次元数である。

3.5 標準物質

1) 標準物質の定義

JIS Z 8807で規定された“密度及び比重の測定”に用いる標準物質は、次のように定義されている。

- ① JCSS 登録校正事業者によって校正された密度標準液及び固体密度標準
- ② JIS Z 8807で規定した測定方法で密度が校正された固体
- ③ JIS Z 8804で規定した測定方法で密度が校正された液体
- ④ シリコン単結晶、水、空気などのよく知られた物質を用いる。
- ⑤ 空気の密度のおよその値が分かればよい場合は、シリカゲルなどを用いて十分に乾燥させた空気を用いる。

なお、④および⑤については、JIS Z 8807で規定されている式、純水の密度または空気の密度の値を用いて計算する。

2) 水の密度と純度

旧規格では、密度測定のための標準物質として水が規定され、その密度が定められていた。しかし、その引用元が明確でないため、より正確で国家計量標準にトレーサブルな測定を可能とするため、JCSS 校正事業者から供給されている密度標準液および固体密度標準などの利用が新たに規定された。

しかし、国家標準にトレーサブルな標準物質を入手できない場合、もっとも利用しやすい密度標準物質は水となる。水を今まで密度を測定する標準物質としてきたが、近年、求められてきている“測定の不確かさ”を算出する際、水の同位体組成の不確かさに起因する問題が残されていた。

水の密度は、溶解ガス影響および同位体組成の変動によって変化するため、正しい値を求めるには実際の使用状況に応じたいくつかの補正が必要となる。今回の改正では、最近の測定結果に基づく国際的に承認された水の密度値を基に0℃～100℃の標準平均海水 (SMOW) の密度の表を作成し、規定した。一般に、精製した水 (蒸留した水道水など) の密度は同位体組成の違いによって SMOW の密度 (ρ_{SMOW}) より相対的に 3×10^{-6} 程度小さくなる。精密な値が必要な場合には同位体組成を測定し、 ρ_{SMOW} からの偏差を計算することが必要となる。また、十分に脱気した水であっても空气中に放置すると極短い時間でも空気が溶解し飽和して水の密度は減少することとなる。空気の溶解度は温度減少とともに増加し、空気が飽和状態で溶解した水の密度は、0℃において ρ_{SMOW} より相対的に 4.6×10^{-6} 程度小さくなる。

また、水の純度については、旧規格において単に“純粋な水”を標準物質として規定していた。今回の改正では、JIS K 0577 (用水・排水の試験に用いる水) で規定される A3お

び A4の水を用いると規定された。A3の水とは水道水などをイオン交換樹脂などを通した後に蒸留によって精製した水に相当し、A4の水とは A3の水をさらに精製した超純水に相当する。これらのことにより、今回の改正で、より明確な水の品質が定められることとなった。

3) 空気の密度

JIS Z 8807で規定された多くの測定方法において、試料などの質量を空气中で天びんによって測定する必要がある。正確な質量測定には、空気浮力の補正が必須となる。補正には空気の密度の値が必要であり、特殊な分銅を用いて直接実験的に求める方法と、湿り空気の状態方程式を用い、大気圧および湿度の測定値から算出する方法がある。一般的な用途では後者の方法が用いられ、気体定数、乾燥空気の実質量等を用いて算出する。1992年に国際的に推奨された状態方程式として、CIPM-81/91式が提案され、用いられてきた。最近になって、実験的に決定した密度と CIPM-81/91式によって計算した密度との間に、空気中のアルゴン濃度の変動に起因すると考えられる無視できない差が報告され、このため、CIPM-81/91式中の気体定数などのパラメーターを変更した密度式 (CIPM-2007式) が提案された。今回の改定では、CIPM-2007で計算した0℃～100℃の温度範囲での空気密度が新たに規定された。

3.6 トレーサビリティの確保された計測器の利用

今回の改定により、密度測定の計量計測トレーサビリティを確保するため、国家計量標準にトレーサブルな密度標準物質に加え、測定の不確かさに大きな影響を与える要因である計測器についても、必要に応じて、国家計量標準にトレーサブルしたものを利用することが規定された。

3.7 新たな密度および比重の測定方法

今回の改定では、次の2つの測定方法が新たに規定された。

- ① 音響法による密度及び比重の測定方法
- ② 気体置換法による密度及び比重の測定方法

ここでは、新たに規定された測定方法の概要を紹介する。

1) 音響法による密度及び比重の測定方法

音響法とは、二つの槽 (測定槽および基準槽) をスピーカで仕切り、そのスピーカから正弦波信号を発振すると、二つの槽に絶対値が等しく符号が反対の微小な体積変化が与えられ、その結果、二つの槽に符号が反対の微小な圧力変化が生じる。この二つの槽の圧力の比は二つの槽の体積比に依存するので、測定槽に試料固体設置の有無による体積変化を圧力の比として検出できる。測定槽に標準物質 (体積

が校正された) 設置の有無による圧力の比により検出感度を校正し、標準物質と試料固体との体積差を測定し、密度および比重を求める方法である。主に分銅の密度を測定する場合に用いられる方法である (図3参照)。

この測定方法の特徴は、試料固体を液体に浸すことなく密度および比重の測定ができ、液体に浸すことで溶解および膨潤する試料固体の測定には有効である。また、標準物質 (固体) の密度を基準とする方法である。

2) 気体置換法による密度および比重の測定方法

気体置換法とは、試料室を試料固体および不活性ガスで満たし、その後、試料室に膨張室を接続し、不活性ガスを膨張させ、膨張に伴う試料室内の圧力変化によって試料固体の体積を求め、密度および比重を求める方法である。主に粉体の密度を測定する場合によく用いられる方法である (図4参照)。

この測定方法の特徴は、粉体の体積、密度および比重の測定ができ、また、試料固体を液体に浸すことなく密度および比重の測定ができ、液体に浸すことで溶解および膨潤する試料固体の測定には有効である。また、標準物質 (固体) の密度を基準とする方法である。

3. 8 測定結果の信頼性評価

測定結果の信頼性を評価するための方法として、1993年に“計測における不確かさの表現ガイド (GUM, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)”が国際文書として公表され、現在においては、規格化 (ISO/IEC Guide 98) され、国際機関および学術組織でもその概念が採用され、普及してきている。国際規格との整合化を図り、JIS Z 8807で規定された各々の密度の測定方法の不確かさを見積もる場合に考慮する要因を挙げ、ユーザがより容易に不確かさの算出が可能となるよう規定が改正されたものである。

各測定法における測定の不確かさを見積もる場合の要因を表2に示す。計量計測トレーサビリティを確保する場合に、表2に挙げた要因を考慮して求める必要がある。不確かさの評価の一般的な方法については、JIS Z 8404-1 (測定の不確かさ—第1部: 測定の不確かさの評価における併行精度、再現精度及び真度の推定値の利用の指針)、JIS Z 8404-2 (測定の不確かさ—第2部: 測定の不確かさの評価における繰返し測定及び枝分かれ実験の利用の指針) およびISO/IEC Guide 98-3 (Uncertainty of measurement-Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement) を参照するとよい。

表2 密度・比重の測定方法における測定の不確かさを見積もる場合の要因

測定方法の名称	測定の不確かさを見積もる場合の要因
比重瓶による密度及び比重の測定方法	・標準物質の不確かさ
	・試料固体の温度測定の不確かさ
	・天びんによる試料ひょう量の不確かさ
	・実験標準偏差
ルシヤテリエ比重瓶による密度及び比重の測定方法	・体積目盛の不確かさ
	・試料固体の温度測定の不確かさ
	・天びんによる比重瓶ひょう量の不確かさ
	・実験標準偏差
液中ひょう量法による密度及び比重の測定方法	・標準物質の不確かさ
	・試料固体の温度測定の不確かさ
	・天びんによる標準物質ひょう量の不確かさ
	・実験標準偏差
幾何学的測定による密度及び比重の測定方法	・体積測定の不確かさ
	・質量測定の不確かさ
	・温度測定の不確かさ
	・実験標準偏差
音響法による密度及び比重の測定方法	・体積標準物質の不確かさ
	・体積測定の不確かさ
	・質量測定の不確かさ
	・温度測定の不確かさ
	・実験標準偏差
気体置換法による密度及び比重の測定方法	・水分などの試料固体への吸着による影響の不確かさ
	・体積標準物質の不確かさ
	・体積測定の不確かさ
	・質量測定の不確かさ
	・温度測定の不確かさ
・実験標準偏差	

4. おわりに

JIS Z 8807の概要について紹介した。2012年12月号に掲載した“JIS Z 8804 (液体の密度及び比重の測定方法)”と、本号の“JIS Z 8807 (固体の密度及び比重の測定方法)”は、各種の材料物質の基本特性を求めるための測定方法である。個々の物質ごとに密度試験方法等が規定されている場合があり、今回紹介したものが引用されているとは限らないため、注意していただきたい。固体の密度および比重の測定する場合には、再度、JIS Z 8807の規格票を確認いただき、測定する物質の特性に合わせた適切な測定方法を選定していただくことを推奨する。本稿が、物質の“密度及び比重の測定方法”を正しく理解いただく一助となれば幸いです。

(文責: 中央試験所 校正室 室長代理 古里 均)

連載

国産木材・林業 との歩み

第三回 「木材の“強さ” について」

山佐木材株式会社 代表取締役社長
佐々木 幸久

木材に加工や建築の現場で、「木材の強さ」が話題になる時、通常は文字通り強度のことを言っているのですが、時に「耐久性」のことをさしていることがあります。腐れやシロアリに「強い」ことを、「木材は心材が強い」、「〇〇（の樹種）が強い」などと言っているのです。

今回は現場で言う「木材の強さ」、すなわち木材の強度と耐久性のことを述べてみます。

●弱いスギを強くする

生物材料である木材は、柔らかく若干たわみ易い（ヤング係数が低い）ものの、曲げ強さや圧縮力などは、比重の割にはかなりの性能があります。また外力が加わればある程度変形しますが、その後の復元性能が高いのが特徴です。

この点コンクリートは、鉄筋が入ることによって強固な構造物になりますが、外力によって少しの変形が生じればひびが入り、補修が必要になる場合もあります。従って鉄筋コンクリートの建物を作るときは少しの変形も極力押さえる考え方に立たざるを得ません。

木造建築もそれに倣っていることから、木材のたわみを極力押さえて、変形の少ない建物を作るべくさまざまな工夫が行われています。

スギは強靱で、荷重がかかってたわんでもなかなか折れないため、足場板はスギに限るといわれます。ただ非常にたわみ易く、変形を嫌う現在の建築現場主流からは必要以上に遠ざけられ、輸入材に押されています。

このような事情から木材（中でもスギ）を鉄や炭素繊維で補強して、たわみを押さえる試みが行われてきました。山佐木材では集成材の外層板にベイマツ（ダグラスファー）を、

内層にはスギを使った「異樹種集成材」を開発しました。

●異樹種集成材

応力負担の大きい外層に強度性能の高いベイマツを、比較的少ない内層にスギを用いたのがベイマツスギ異樹種集成材です。平成10年頃中国木材社長の堀川さんから一緒に技術開発しないか、とのお申し入れをいただきました。

一般に普及しているベイマツラミナは中径材から全量をラミナに加工しています。この中から高い品質性能を要求される異樹種用外層ラミナのみ抽出すると、心材部を含む残りの用途振り向け先がありません。従って理屈上は製作可能でも、ビジネスとしては成立しない現実がありました。

その点同社は良質の大径材を用いて、心材部を含む中心部から平角を大量に生産しており、側材から良質ラミナのみを供給できる体制にありました。

山佐木材としても、スギ若齢材や曲がり材の有効活用が可能と思われ、両者で取り組んできました。スタートして四年後の平成14年7月、我が国初のJAS認可を山佐木材（株）と中国木材（株）が同時取得しました。



異樹種集成材（上下各2枚がベイマツ、内層はスギ）

●CLT国産化の取り組み

また木材は繊維に沿って縦に使うと大変強く、横に使うと弱いのですが、これを木材の「異方性」と呼んでいます。利用の際に留意すべきことで、他の建築材料と大きく違う点です。この異方性を見事に解消したのが、繊維方向を互いに直交させて作る合板であり、そのコストパフォーマンスの高さと相まって住宅などで大量に使われています。

この十数年ヨーロッパで急速に進展したのがCLT（Cross Laminated Timber）です。合板がかつら剥きしたベニヤ単板



を使用するのに対して、こちらは製材を直交させて作っています。合板よりも幅や長さ、厚みともに大きなサイズの物が作られていて、ビルや集合住宅など、大規模な建物に使用されます。

国内でも早急に供給体制を整えようと、「日本 CLT 協会」が結成され、山佐木材も参加しています。林野庁から「木材利用技術整備等支援事業」を受託、材料性能や音響の床の性能試験など、2013年3月には成果を報告できるよう取り組んでいます。



CLT の曲げ性能試験

●耐久性の高い(強い)木材

ヒノキは耐久性の高い木材として定評があります。劣化対策等級の中でも、ヒバやクリ、サワラなどと共に防腐処理をした物と同等の扱いをされています。

ところが最近驚くべきことがありました。先般鹿児島県内の離島で、かなりの規模の木造工事が行われました。設計にヒノキ土台が指定されており、木工事を受注していた山佐木材は材料を準備して、加工の開始に備えておりました。

ところが地元から「ヒノキは弱いのでスギに変更して欲しい」という強い要請があったのです。真に迫った切実なお願いであり、設計事務所さん、山佐木材も要望を受け入れざるを得ませんでした。もちろんこの時の強い、弱いは強度のことではなくて、冒頭で紹介した耐久性のことです。その地域ではこのような認識が広く普及しているのです。

●木造施設の耐久性

これまでの二十数年間にかかわった施設が、さまざまな劣化による被害を受けてきました。これらの苦い体験からいくつかの原則を列記してみます。

- 1) 木造施設は、保存について何の配慮もしなければ、屋外で7年、屋内でも厳しい条件下では10～12年で腐朽する。
- 2) 屋外施設についてはメンテナンスフリーはあり得ないと考えるべき。何年かおきの定期的なメンテナンスが必須。
- 3) 浴室周り、食品加工など耐久性から見て厳しい条件の用途では、なるべく使用木材すべての防腐防蟻処理が望ましい。
- 4) 事例・山佐木材所在地の温泉棟で、建築数年後にカビなどの劣化が見られたのでメンテナンス処理をした。その後10年近く経過するも、健全な状態を維持している。この時足場代を入れて約500万円かかった。
- 5) この施設で最初から1棟分の木材すべてを防腐防蟻処理していたら、概ね100万円もあれば十分であったろう。
- 6) 上記施設と同じ頃建設された他の木造温泉棟では、腐朽と蟻害により最近木造で再建されたが、解体・新設費に約2億円かかった。
- 7) 認定薬剤であっても条件下では効果があまり期待できない物がある。

プロフィール

佐々木 幸久 (ささき・ゆきひさ)

山佐木材(株) 代表取締役社長

最近の研究テーマ：木質材料、木材加工





明治期の 国産化建材 探訪記 (7)

ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み - 工部省品川工作分局②

中央試験所 防耐火グループ 木村 麗

現在では代表的な建材である、鉄鋼部材、セメント、板ガラス。これらの建材は、明治に入りわが国での製造が始まりました。このコーナーでは、明治初期に国産化された建材の黎明期を、工部省工作分局の取組みに視点をおき、全7回で辿りました。

第1回 明治初期に設置された工部省
第2・3回 鉄製部材や機械の製造—工部省赤羽工作分局
第4・5回 セメントや耐火れんがの製造—工部省深川工作分局
第6・7回 ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み—工部省品川工作分局

品川工作分局で製造されたもの

明治に入り、洋風建築物が建ち始めると、窓に用いる板ガラスの需要が高まりました。民営興業社で始まった品川の工場は、明治9(1876)年に官営工場となり板ガラスの製造を目指します。しかし、板ガラスの生産には至らなかったことを前回紹介しました。

今回は、品川工作分局で板ガラス以外に製造されたものと、品川工作分局廃止後、各地で継続して板ガラスの製造が試みられた様子を紹介します。

ガラス器具や化学的物品の製造

明治初期、ガラスは、ビードロやギヤマン、瑠璃とか玻璃といわれていました。硝子といわれるようになったのは、明治9(1876)年に始まるといわれています。硝の字は、ガラスの原料の一つである硝石に由来しているようです。ガラスは、原料によって表1の種類に分類されます。品川の工場では、板ガラスの製造を目指し、次のものが製造されました。

◇**舷燈玻璃・弗焔篤玻璃**：工部省は、興業社で雇っていた英人技師をそのまま雇い、最初に、舷燈玻璃(左舷に用いる紅色ガラス)や弗焔篤玻璃(クリスタルガラス)の製造を始めました。

◇**食器・常用器具**：ガラス工の英人を雇い、食器や常用器具の製造を始めました。また、明治14(1881)年の第二回内国勸業博覧会へ出品したり、明治16(1883)年に東京府京橋区出雲町(銀座八丁目付近)にガラスの売さばき所を開いたりして販売を図りました。製造された斑色硝子瓶や斑色硝子筆筒は、東京国立博物館に所蔵されています(図1)。

◇**化学的物品**：明治12(1879)年には化学実験所を新設し、赤鉛や炭酸カリウムなどの化学的物品の製造も行いました。工部大学校の英人化学教師ダイフルスを監督に、同校化学科の生徒を実地の操業に充てました。販売費は、ガラス製造の作業費に充てられました。

表1 ガラスの成分による種類

原料	種類	用途
珪砂, 硝石, 石灰石等	カリ石灰ガラス (ボヘミアガラス)	透明度が高く、薬品に侵されにくい。食器のほか、理化学用品や工芸品など
珪砂, 炭酸カリ, 酸化鉛等	カリ鉛ガラス (フリントガラス・クリスタルガラス)	光線屈折率や分散率が高い。高級食器や光学用レンズなど
珪砂, ソーダ灰, 石灰石等	ソーダ石灰ガラス (普通ガラス)	一般建築用として窓ガラスや、ビン類など
このほか、グラスウール等の用途となるけい酸ガラスや、塗料などの用途となる水ガラスもある。		



図1 東京国立博物館所蔵の斑色硝子瓶と筆筒イメージ(以下 寸法(cm))
左：斑色硝子瓶 高さ=21.8, 口径=2.8, 底径= 6.4
中：斑色硝子筆筒 高さ=17.0, 口径=8.5, 底径= 9.4
右：斑色硝子筆筒 高さ=15.0, 口径=9.1, 底径=10.2

品川工作分局廃止後も継続された板ガラス製造の試み

官営時代、工場を整備して前述の日常的なガラス器具を製造したものの、市中には安価な粗製品がいきわたり、収支が合いませんでした。また、工場払下概則も出され、板ガラスは生産されずに、明治16(1883)年に官営工場は廃止されました。

民営となった品川の工場は、有限責任品川硝子会社となり、陸軍用水壘、薬用壘、ランプや油壺の火屋、食器および理化学用品の製造を行いました。また、ビール瓶を製造し、横浜の麒麟麦酒会社に販売しました。事業が安定してきた

ため、明治22(1889)年に板ガラス製造を計画しましたが、当時の経済状況は不況となり、操業することはありませんでした。そして、明治25(1892)年に解散しました。

このほか、^{せいみきよく}舎密局(明治3-14年 京都府営)、日本硝子会社(明治8-23年 伊藤契信)、磐城硝子会社(明治20-23年 渋沢栄一・浅野惣一郎)でも、板ガラスの製造を試みますが、生産には至りませんでした。

明治33(1900)年、品川で窓ガラスの試製に従事した岩城滝次郎は、品川の工場を譲り受け、60cm四方の窓ガラスを一枚作り出しましたが、これにとどまり、翌年、工場は閉鎖されました。

依然として上手いかない窓ガラスの製造ですが需要は増加していました。明治34(1901)年「窓硝子製造保護奨励に関する建議案」が帝国議会に提出され、翌年、可決されました。政府は民営の設立を勧誘し、西村勝三らが願ひ出しましたが、対露問題に絡み無期延期となりました。

明治末期ようやく販売された国産板ガラス

品川や日本硝子会社で窓ガラスの試製に従事した島田孫市は、日本硝子会社の工場を買収し、明治35(1902)年に多少の製品を出し、商標を付し市場に販売しました。これが、国産窓ガラスの市場に現れた最初といわれています。

その後、岩崎俊弥は、島田と合資会社を設立しましたが、資金的に困難と考え、明治40(1907)年、岩崎により兵庫県尼崎に旭硝子(株)が設立されました。そして、明治43(1910)年、赤菱や黒菱などの商標を付し本格的に販売されました(図2)。この当時もまだ、息をふきながらガラスの円筒を造り、縦に切って平らにする手吹式円筒法と呼ばれる初期の方法で生産されていました。製造時の不完全な円筒からできる^{じわ}皺やその他欠点などを目視中心で判断し、品等を決めていたようです。



図2 明治期と現在の旭硝子の商標

“明治期の国産化建材 探訪記”の最終回を迎えて

明治に入ると、日本の建造物を構成する材料は、従来の「木・土・紙」に新たに「鉄・セメント・ガラス」が加わりました。この背景には、外国を強く意識し近代国家の構築にあたり、列強対抗策の一つとして、海防、都市の不燃化、景観の西欧化を目指すようになったことが挙げられます。工部省の赤羽・深川・品川工作分局は、建材の殖産興業を目指し、こうした目的に応える一翼を担った機関として捉えられます。

深川・品川の仕事分局に関する情報は、引継がれた民間の各社史にも詳述され、史跡には標識が設置されています。一方、鉄鋼一貫による生産体制以前に置かれた赤羽工作分局に関する情報は、前記に比べてわずかで、史跡としての標識も設置されていません。また、赤羽工作分局で製造されたもののうち、現存しているものに関する情報も充分ではありません。例えば、第3回で紹介した八幡橋(旧弾正橋)は国の重要文化財ですが、文化庁や東京都、移築先の江東区にも報告書の類は見受けられないようです。重要文化財の指定を受けてから35年余りが経過しています。現在では、金属材料の非破壊成分分析の技術も向上してきています。最新の方法で調査を行うことで、改めて技術的な事実を知ることができるのではないかと考えられます。

本連載は、2011年8月号から今月号まで2カ月おきに、我が国における建材製造の黎明期を、工部省(図3)の3つの工作分局に視点を置き紹介してきました。文献情報のほか、各工作分局の跡地について当時と現在の様子を紹介し、また、製造されたものを紹介し、製造の背景の一面を見てきました。当時の様子を思い浮かべながら訪ね歩くのも楽しいものです。参考に、次頁に見学ルート例を紹介します。

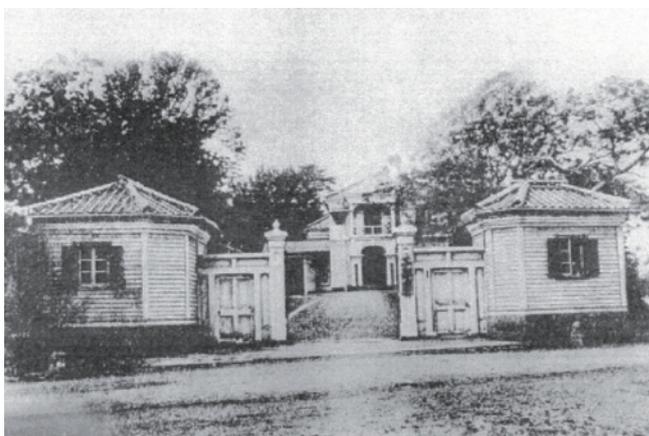


図3 明治6年頃の工部省庁舎
東京都港区虎ノ門2丁目付近/産業革命を推進していた肥前(佐賀県)鍋島藩中屋敷跡付近に位置した。(写真：国立国会図書館蔵)

工部省跡；東京都港区虎ノ門2丁目付近（見学ルート例 ■■■約1.3km）

2011.8号参照

工部省：M3～M18。殖産興業を目指し、「民間に工業を勃興させるため、啓蒙的、教導的な任務を引受けること」、「国営工業による財政的、軍事的その他各種利益の期待」を目的に創設。初代工部卿は伊藤博文。鉄道の敷設、鉱山の採掘、電信電話の架設、諸工場の営みなど、ほとんどの工業の部門を包括。後に、財政悪化により工場払下概則が布達。残務機能は農商務省に引継がれた。産業革命を推進していた肥前（佐賀県）鍋島藩中屋敷跡地である。

【周辺情報】

- ① 工部省工学寮跡；M4設置，M10工部大学校に改称。東大工学部の前身。
- ② 霞が関ビルディング；S43竣工。高さ147m，36階建て。
- ③ JTビル；H7竣工。入口にテンセグリディーのオブジェがある。テンセグリティーとは，tension（張力）とintegrity（完全な）を合わせた造語。連続した引張材と不連続な圧縮材から成る。
- ④ 復興庁；東日本大震災の復興を目的にH24.2.10設置。
- ⑤ アメリカ合衆国大使館；M23に現在地に移転した。
- ⑥ 国立印刷局虎ノ門工場；M4大蔵省紙幣司として創設。大手町工場，市ヶ谷工場を経てS37現在地に。
東京都道環状2号線（マッカーサー道路）建設に伴い，印刷局工場は数年後に北区に移る予定。
- ⑦ 国家公務員共済組合連合会虎の門病院；S33設立。



この背景地図等データは、国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである。

赤羽工作分局跡（鉄製部材製造工場）；東京都港区三田1丁目付近（見学ルート例 ■■■約1.6km）

2011.11号，2012.2号参照

赤羽工作分局；M4～官営（工部省），M16海軍省に引継がれる。現在のような銑鋼一貫ではなく，釜石鉱山→赤羽製作所→横須賀造船所を構想し，横須賀造船所の分工場的な意味合いを持って創設された。しかし実態は，鉄橋，機械，門扉等を製作。工学寮生徒の工学教育の場としても供された。佐賀藩から納付された機械を活用。水利のある久留米藩邸跡地を利用した。

【周辺情報】

- ① 東京都済生会中央病院；T4恩賜財団済生会芝病院設立。
- ② 国際医療福祉大学三田病院；S8大蔵省所管病院設立，S24日本専売公社東京病院となり，H17譲渡。
- ③ 元神明宮；平安時代に創建。H6現社殿完成。H17御鎮座一千年記念。
- ④ かんぽ生命保険 東京サービスセンター；S4通信省の設計。
- ⑤ 綱町三井倶楽部；M43ジョサイア・コンドルの設計。
- ⑥ 港区立赤羽小学校；T15赤羽尋常小学校を前身。
- ⑦ 東京都立三田高校；T12東京府立第六高等女学校を前身。
- ⑧ 三田国際ビルヂング；S50竣工。
- ⑨ 日本建築学会；M19造家学会を前身。S57現在地へ移転。



この背景地図等データは、国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである。

品川工作分局跡（ガラス製造工場）；東京都品川区北品川4丁目付近（見学ルート例 ■■■約1.7km）

2012.11号，2013.2号参照

品川工作分局；M6～民営（興業社），M9～官営（工部省），M18西村勝三に交付。後に品川硝子（株）となるがM25に解散。板ガラスの製造を目指し創設されたが，官営時代に製造は困難。本格的に製造販売されるのは，旭硝子によって明治末期になってからである。官営工場建物はS30代まで現存し使用され，このうち，M9に建てられたれんが造はS44に博物館明治村へ移築された。

【周辺情報】（ゴシックは工部省関連の所・○は碑や解説文のある所）

- ① 耐火れんが製造工場跡；深川にあった官営の耐火れんが工場はM17西村勝三に交付される。M20ここ品川に移転。後に品川白煉瓦（株）（現；品川リファクトリーズ（株））となる。
- ② 東海寺墓地；ガラス製造，耐火れんが製造に携わった西村勝三（1837-1907）が眠る。工部省の工部大輔を歴任し，鉄道の父ともいわれる井上勝（1843-1910）もここに眠る。
- ③ 東海寺；徳川家光が沢庵和尚を招聘し創建される。
- ④ 第一三共東京物流センター；M32三共商店（現；第一三共（株））設立。M41三共合資会社品川工場開設。



この背景地図等データは、国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである。

深川工作分局跡（セメント製造工場）；東京都江東区清澄1丁目付近（見学ルート例 ■■■約4.5km）

2012.5号, 2012.8号参照

深川工作分局跡；M6～官営（大蔵省），M7～官営（工部省），M17浅野野一郎に交付。後に浅野セメント（現；太平洋セメント(株)）となる。明治初期の横須賀造船所ドライドックの建設やM5大火を機に創設。M40頃まで，原料の粘土は隅田川や仙台堀川の川底から採取。現在は，太平洋セメントの直系生コン会社アサノコンクリート(株)の工場。

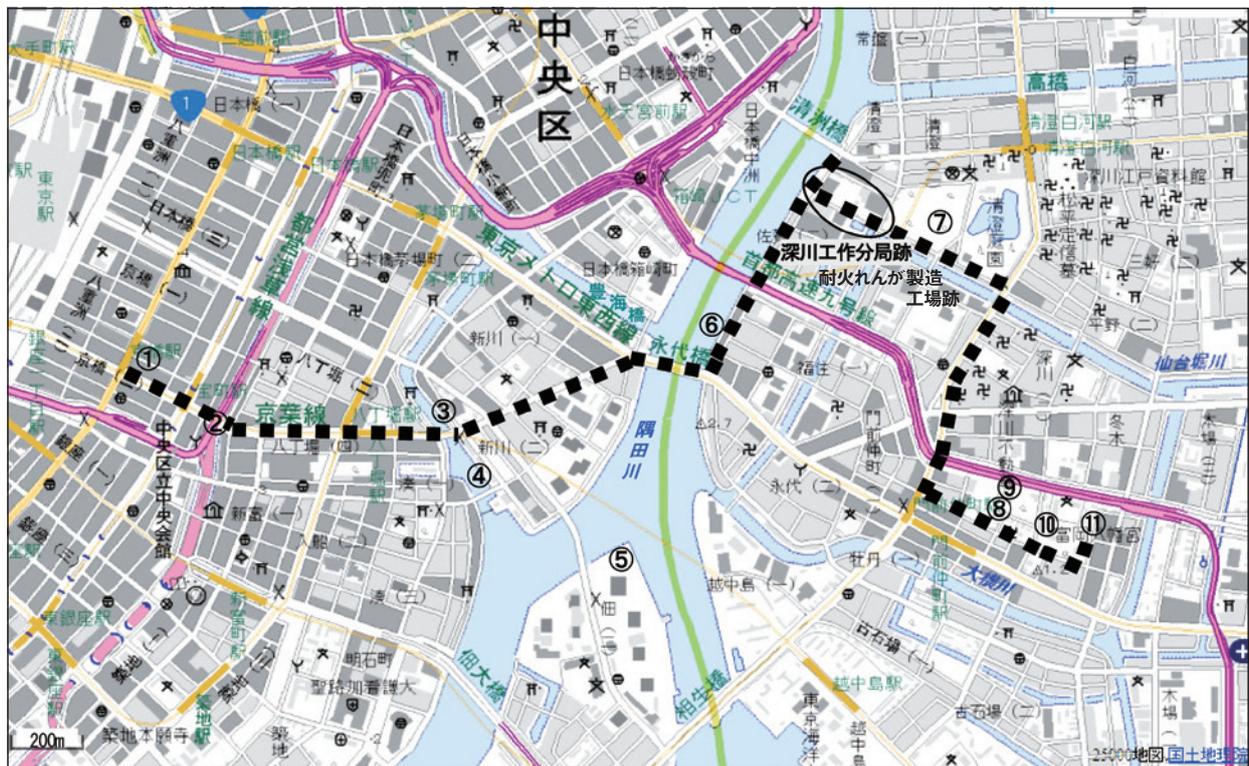
耐火れんが製造工場；M6～赤羽の管轄で伊豆に業を興すが，質が不十分のため，M11深川の管轄となり，ここにも耐火れんが工場を設置。M17西村勝三に交付。後に伊勢勝白煉瓦製造所を設立。M20品川に移転。

【周辺情報】（ゴシックは工部省関連の所・圏は碑や解説文のある所）

- ① AGC スタジオ；旭硝子の建築用ガラスのショールーム。国産板ガラスは，旭硝子によって明治末期に本格的に生産されるようになった。
- ② 弾正橋圏；かつて現在地より下流に位置していた弾正橋は，M11木橋から鉄橋に架け替えられた。鉄橋は，東京府の依頼により赤羽製作所（後の赤羽工作分局）で製作。T2市区改正により新しい弾正橋が現在地に架かり，下流の鉄橋は，元弾正橋と呼ばれるようになった。T15関東大震災後の帝都復興計画で道路が拡幅され，現在の弾正橋に架け替えられた。この時，元弾正橋は廃橋となり，後に江東区に移築された。現在，この地には，鉄橋の模型が設置されている（⑪参照）。
- ③ 高橋；M15木橋から鉄橋に架け替えられた。鉄橋は，赤羽工作分局で製造。初の日本人技師原口要による設計。現在の橋はS58に架橋。弾正橋と同じ鍛冶橋通り沿いにある。明治期，主要な橋は木橋から石橋または鉄橋に架け替えられた。この鍛冶橋通りは，当時は主要な幹線道路であった。
- ④ 南高橋；S8高橋の下流に架橋。旧両国橋（M37三径間トラス）の中央径間を一部補強し幅員を狭め再利用。
- ⑤ 大川端リバーシティ 21；石川島播磨重工業（現；(株)IHI）の跡地。
- ⑥ 隅田川テラス；永代橋，清洲橋，豊海橋ともに震災復興橋。永代橋，清洲橋にはデュコール鋼（高強度鋼材）が用いられている。豊海橋はフィレンゼール橋。隅田川大橋はS54架橋。
- ⑦ 清澄公園・清澄庭園；江戸の豪商・紀伊國屋文左衛門の屋敷跡。M11岩崎弥太郎所有。T13東側は東京市に寄付（清澄庭園），S7公開。S52西側は開放公園（清澄公園）。
- ⑧ 永代寺；1624創建。富岡八幡宮の別当寺だった。M29再興。
- ⑨ 深川不動尊；1703創建。成田山別院。H22竣工の新北堂での護摩の儀式は荘厳。
- ⑩ 富岡八幡宮；1627創建。3年に1度の大祭の神輿は見もの。伊能忠敬像，横綱の碑などがある。
- ⑪ 八幡橋（元弾正橋）圏；M11赤羽製作所（後の赤羽工作分局）製造の鉄橋。T15廃橋となった元弾正橋を，東京市最古の鉄橋を記念するため，S4ここ油堀川支川（S51埋立）に移築し再用。富岡八幡宮の東隣であるため，八幡橋と改められた。（②参照）M11架橋時：橋長8間2尺（約15.2m）橋幅5間（約9.1m）。現在：橋長15.2m，橋幅2m ポーストリング形，アーチは鑄鉄製，その他引張材は錬鉄製の鑄錬混合。S52国指定重要文化財，H1ASCE土木学会栄誉賞



⑪ 八幡橋（元弾正橋）



この背景地図等データは，国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである。

試験設備紹介

スチーミングテスター

材料グループ

1. はじめに

中央試験所材料グループでは平成24年10月に合板や集成材の熱耐久性試験を対象としたスチーミングテスター(加速寿命試験装置)を導入しました。合板の日本農林規格では「接着の程度」として「特類」,「1類」および「2類」の耐久性能を設定していますが、今回導入した装置はこれらの熱劣化処理の一つとして推奨されているものです。また、一般的な接着剤の熱劣化試験機としても使用でき、木材製品や樹脂製品の試験研究にも応用できます。

ここでは、本装置の仕様や対象となる試験などについて紹介します。

2. 装置の特徴と構成

スチーミングテスターの基本的な構成は圧力釜やオートクレーブと同様ですが、温度制御が可能であることに特徴があります。本装置は自動スターターが付いており、試験

表1 スチーミングテスターの仕様

項目	仕様
型式	PC-305Ⅲ
寸法	幅75cm,高さ101cm,奥行55cm
試験温度範囲	105～158℃
最高使用圧力	0.490Mpa
温度制御方法	デジタルPID制御
時間設定	デジタルTimer,最大999時間
材質	SUS304
安全装置	空炊き防止,圧力安全装置等
電源	AC200V,3kw
重量	約100kg
付属	安全カバー,時間-温度記録装置

温度および時間を設定すると、試験開始から終了まで自動的に運転が行われる機構になっています。また、空炊き防止装置、圧力安全弁および漏電ブレーカー等が装備されており、安全面においても万全の配慮がなされています。主な仕様を表1に、装置の構造を図1に、装置の外観を写真1に示します。

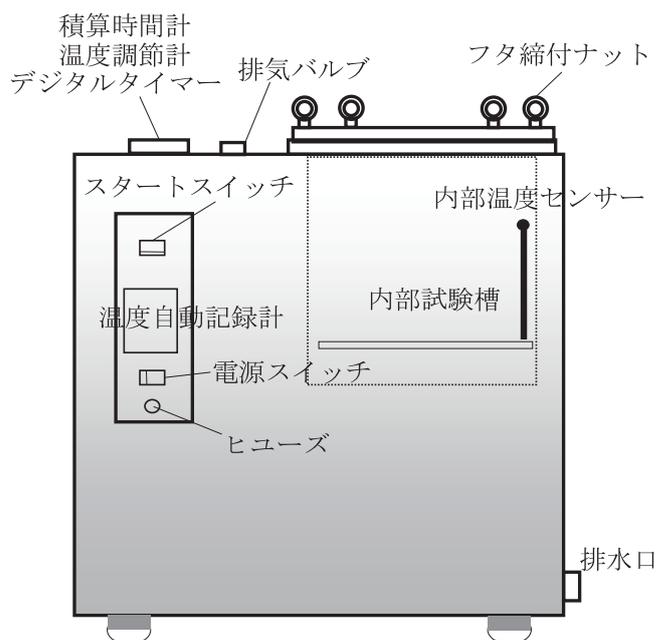


図1 スチーミングテスターの構造



写真1 スチーミングテスターの外観

3. 試験対象および試験の概要

合板の日本農林規格では第3条合板接着の程度において、耐熱および耐水性を3種類の等級で分類していますが、そのなかで「特類」, 「1類」は煮沸試験, スチーミング試験または減圧加圧試験のいずれかを行うことが規定されています。試験対象製品は、普通合板, コンクリート型枠用パネル, 構造用合板, 天然木化粧合板, 特殊加工化粧合板となります。これらの製品はスライスされた単板をユリア樹脂やフェノール樹脂などの接着剤で加熱・圧縮して製造されます。従って接着力の耐久性は重要な性能項目となります。

スチーミングテスターは比較的簡易な装置であり、かつ短時間で処理ができるため、作業効率に優れています。処理条件および手順を表2に、試験片の設置状況を写真2に示します。写真中央のかごの中に設置されているものが試験片です。なお、最終的に接着の程度を評価するには、この熱処理をした後に引張せん断接着試験を行うことが必要です。参考に引張せん断接着試験の実施状況を写真3に示します。この試験は単板のせん断接着力を測定するために試験対象とする1層を残して表面から切れ込みを入れ、上下に引張るものです。

表2 試験条件および手順

工 程	条 件
スチーミング	温度 130 ± 3℃, 2時間
流水に浸せき	温度 20 ± 2℃, 1時間
スチーミング	温度 130 ± 3℃, 2時間
水中冷却	温度 20 ± 2℃
せん断接着試験	温度 20 ± 2℃, 湿度 (60 ± 5) %



写真2 試験片の設置状況

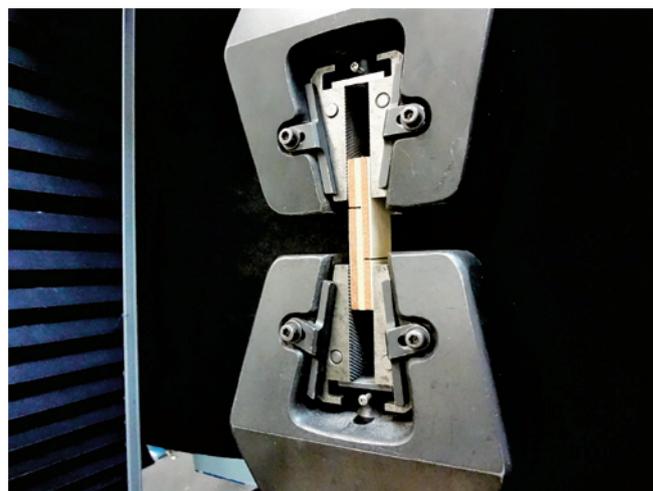


写真3 引張せん断接着試験の実施状況

4. おわりに

日本農林規格の林産分野において製材, 合板, 集成材, フローリング, 構造用パネル等を規定していますが、試験方法や試験条件が若干 JIS と異なっております。これらの製品は生物を素材としているため、測定値のばらつきを考慮して試験個数も多くかつ試験方法も独自の内容が盛り込まれています。

従来中央試験所では、合板, 集成材およびフローリングの日本農林規格について、接着の程度, 各種はく離試験および摩耗試験について実施してきましたが、現在、化粧合板の一部を除いて全項目の試験が実施できる体制を整えつつあります。これらの試験につきましてご要望のある場合はぜひお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ】

中央試験所 材料グループ

TEL : 048-935-1992 FAX : 048-931-9137

(文責：中央試験所 材料グループ 参与 大島 明)



建材試験センターと私



芝浦工業大学 工学部 建築工学科 教授 本橋 健司

建材試験センターが2013年に創立50周年を迎えられますことを、心よりお慶び申し上げます。私は、建築研究所時代から建材試験センターのJIS原案作成委員会や研究委員会などに参加しています。このような委員会に参加することは、研究情報を収集する上でも、協力して研究開発を行う上でも、また研究成果の普及を図る上でも大変有意義であると認識しています。建材試験センターの委員会に参画できることを感謝しています。

建材試験センターで知り合い、お世話になった方は多いのですが、本文では、特にお世話になった二人を紹介したいと思います。

私がお世話になった(今でも、お世話になっている)方として筆頭にあげるべきは、大島明さんです。大島さんは私と同年代です。大島さんは1993年度に建築研究所に部外研究員として半年間派遣され、私と一緒に研究活動を行いました。宇都宮大学の梶田先生が本欄に書いているように、建材試験センターからは柳啓さん、真野孝次さんのようにコンクリート分野では建築研究所への部外研究員の派遣はあったのですが、大島明さんまで有機材料分野への派遣はありませんでした。大島さんは建材試験センターの有機材料分野からの最初の部外研究員でした。これには、建研OBであった飛坂基夫さんの配慮があったと考えています。記憶によれば、大島さんの研究テーマは「高耐久性樹脂塗料のカビ抵抗性評価」でした。当時、ふっ素樹脂塗料やアクリルシリコン樹脂塗料の防かび性の研究を実施していたのが理由ですが、結果的に高耐久性塗料の耐候性評価全般に大島さんは巻き込まれました。さらには、有機系接着剤を利用した外装タイル張りシステムの開発研究が大規模に進められていて、これにも大島さんは巻き込まれました。

半年間ということでしたが、派遣期間が終了してからも、それ以後ずっと2年間ぐらいは精力的に研究協力をいただきました。派遣期間の間も建材試験センターの業務から解放されるということではなかったように思います。大島さんは、草加の試験所とつくばの建築研究所の間を頻繁に往復していたのです。本当に心から感謝しています。

大島さんは建材試験センターで有機系建築材料の性能評価を中心に活躍していると認識しています。同時に、大島さんは建築分野の中で微生物学的知識・技術に関する第一人者であると認識しています。もちろん、防菌防黴学会や木材腐朽菌等の分野には著名な研究者・技術者がいます。けれど、建築材料の性能評価と微生物学的知識・技術・経験を合わせ持つのは大島さんだけです。建築材料の防かび性、防藻性等の評価に際しては大島さんの知識・技術・経験に大いに助けられています。

大島さんと私は大学は異なりますが同じ農学部林産学科出身です。大島さんの微生物学の師匠は著名な東京農工大学原口隆英名誉教授です。建築研究所から工学院大学教授となった今泉勝吉先生と原口先生は東京大学農学部と同級生でした。私が大学院生のころ、原口先生は木材学会誌の編集委員長であり、東大で編集委員会が開催された時は、しばしば私の研究室を訪れ飲み会をしていました。私は、その席で原口先生とご一緒することができました。このような個人的つながりもあり、大島さんに勝手に親近感を感じていろいろな仕事を依頼しています。現在、私の研究室では、木材保護塗料の耐候性、防かび性の評価方法、光触媒を利用した塗料の防かび・防藻性(本当は、抗ウィルス性もやりたいが)の評価方法に関

する研究を実施しています。大島さんは、私の研究室の学生をととても丁寧に指導してくれます。大変感謝しています。

もう一人、紹介したいのは、乙黒利和さんです。乙黒さんは作業環境測定士の資格を有する技術者で、アスベストの粉じん濃度測定に関して大変お世話になりました。建築分野におけるアスベスト問題は1987年頃からマスコミ等に取り上げられ社会問題化しました。その後、沈静化しましたが、2005年のクボタショックで再燃し現在に至っています。建築研究所では1987年の時からアスベスト対策技術の開発・標準化に関する研究を進めていました。環境庁や建設省から研究費を得てプロジェクト研究を推進したのですが、その中で膨大な量のアスベスト粉じん濃度測定を実施する必要がありました。アスベスト粉じん濃度は、位相差顕微鏡観察により繊維状物質を観察しカウントすることにより求めます。測定の正確さは測定者に依存します。このような測定に経験を有する技術者が建築分野にいるだろうかと探しました。そこで建材試験センターの乙黒さんを紹介していただいたのです。

当時、建築研究所では高橋泰一室長、遊佐秀逸主任研究員と私がアスベスト研究を実施していました。私たちは濃度測定の原理は学習しましたが、実際の測定作業となると手に負えません。可能であれば、信頼性の高い第三者機関に測定作業をお願いしたいと考えていました。そして、幸運にも乙黒さんを紹介していただきました。乙黒さんには実験計画の段階から適切な助言をいただきました。限られた予算の中で丁寧な測定作業をしていただきました。本当に、感謝しています。

さて、建材試験センターは建築材料の性能評価や標準化事業を中心に幅広い事業を行っていると認識しています。建築研究所、ベターリビング、日本建築総合試験所、ゼネコンや材料製造業者の研究所、大学のように建築材料に関する評価研究を実施している機関は数多く存在します。それぞれの機関にはそれぞれの設置目的があり、目的に沿った事業活動がなされているか、成果はどうかという点について、厳しい評価が行われます。このような状況の中で、建材試験センターが50周年を迎えられることは非常に喜ばしいことです。今後も厳しい評価を乗り越えて、建材試験センターが60周年、70周年・・・と続くことを祈念しています。

私は、研究所や試験センターで最も大事なものは、「優秀な研究者・技術者」を確保すること、あるいは育てることだと思っています。(彼らが、「優秀な管理者」になれるとは限りませんが、)とにかく研究所や試験センターであるからには「優秀な研究者・技術者」が必要です。私は、建材試験センターには「優秀な研究者・技術者」を育てるポテンシャルがあると思います。とても大切な財産です。財政赤字は避けなければいけません。が、「優秀な研究者・技術者」を育てるポテンシャルを失ってはなりません。

現在でも、微生物学的試験については大島さんそして石川祐子さんにお世話になっています。また、クボタショック後の石綿飛散防止剤の評価に関しては、乙黒さんの後を引き継いだ菊池英男さん、吉田仁美さんにお世話になっています。

建材試験センターが「優秀な研究者・技術者」を育てるポテンシャルを維持し、必要な研究、必要な技術を今後も継続できるよう祈念して、御祝いの言葉とします。



建材試験センターに望むこと



工学院大学 建築学部 教授 河合 直人

はじめに

創立 50 周年おめでとうございます。機会をいただきましたので、僭越ではありますが「建材試験センターに望むこと」として、試験業務に関し日頃考えていることを交えて述べることにいたします。

建材試験センターに望むことは、当たり前かもしれませんが、建材の試験を適正に行うプロフェッショナルであって欲しい、あり続けて欲しい、ということです。

建材の試験を行うというのは、ただ機械的に定められた試験法評価法に従って試験を実施しデータを整理し、定められた書式で報告書を書くことではありません。もちろん、試験をきちんと手続き通りに行うことも、豊富な経験と知識が必要であり、大事な業務であることは言うまでもありません。しかし、建材試験センターに求められているのは、おそらくさらに上のレベルではないかと考えます。

木造耐力壁の試験法評価法

世の中の動きは速く、材料や構法が変われば、あるいは建築物に対する要求性能が変われば、建材の試験法もそれに合わせて変化します。変化しなければ適切な試験とは呼べなくなります。

具体的な話をしましょう。私が主に関係しているのは、木造建築物の地震や風に対する安全の確認方法である「壁量計算」に用いる軸組の倍率、いわゆる耐力壁の「壁倍率」の認定のための性能評価です。業務方法書もあり、試験法評価法は定まっているかのように見えますが、実際にはさまざまな難しい判断が求められる業務であるともいえます。

木造の壁倍率の認定に掛かるものとしては、現行規定にない面材や新たに開発されたビスなどの接合具を用いたものが多くを占めます。業務方法書も主としてそのような場合を念頭に置いて書かれていますので、これらは通常の試験で大きな問題はないといえます。耐力壁の高さが異なるものをどこまで一つの申請として認めるか、などの判断が必要な場合もありますが、基本的には想定範囲内です。

しかし、さまざまな技術開発があって、中には予想を超える耐力壁を考案して申請が出されてくる場合もあります。

そうすると、そもそも、木造建築物の仕様規定で用いる耐力壁として適当かどうか、という入り口の議論から始まります。そして、業務方法書に書かれた標準的な方法で、試験や評価を行うことが適切か、むしろ部分的に変更を加えるべきか、さらに異なる試験、評価を行う必要がないかどうか、その判断を強いられる場面が珍しくありません。業務方法書の適用範囲を外れるのかどうかの判断や、新しい材料や構法について、通常の試験法評価法では見逃してしまう「危険」が潜んでいないかどうかという判断が難しい所です。

例えば柱が折れるといった危険な破壊モードが生じないか、併用される他の耐力要素とあまりにも異なる荷重変形関係になっていないか、といったような純粋に構造安全性に関する判断も必要です。また、耐力壁の試験は基本的には面内せん断に対する性能の確認ですが、仕様によっては、鉛直荷重や面外風圧など、他の力に対して、通常の住宅で使用されたときに支障がないか、といった注意も必要となる場合があります。さらには、耐久性や施工性についても通常とは違った確認を行う必要が生じる場合もあります。

建築基準と試験法評価法

こうした判断を行うには、そもそも木造住宅の構造安全性のために、どういう主旨で試験法評価法の細部が定められているかを熟知している必要があります。耐力壁の仕様に応じて、仕様の変化に対応した挙動や性能の変化の予測が必要な場合もあります。さらに言えば、壁量規定の前提となっている在来軸組構法や枠組壁工法の耐震性能、耐風性能確保の考え方、規定に含まれている各種の数値の根拠、さらには鉛直荷重など他の荷重に対する構造性能確保の方法を理解している必要がある、ということにもなります。

建築基準法は2000年に改正されて性能規定化が進められましたが、試験法評価法は、性能規定の要であると言っても過言ではありません。仕様書的な規定から外れる材料や構法に対しては、試験によって性能を数字で表すことが設計上不可欠になります。実際、基準法全体の性能規定化に先駆けて、1998年に枠組壁工法告示の性能規定化が行われましたが、その際に最も時間を掛けて行われたのが、材料、接合部、耐力壁等の試験法評価法を体系的にとりまとめることでした。この時の検討作業は、その後、2000年の基準法性能規定化に際しての耐力壁の試験法の見直しや、法第37条における木質材料の認定における試験法評価法に活かされ、今日に至っています。

試験法評価法の妥当性をうんぬんするということは、それを必要としている建築基準そのものにかかわることでもあると思います。

研究の重要性

従って、申請に基づいて試験業務をこなすだけでなく、耐力壁のせん断性能や、あるいは実大の木造住宅の耐震性や耐風性能に関する幅広い研究を行うことが、先に述べたような判断力を高めることに繋がり、円滑な試験の実施にも繋がると思います。

建材試験センターでは、2004年から数多くの木造住宅の実大振動実験を行い、地震時挙動や耐震性能に関する貴重なデータを得ることに成功しています。こうした研究を行うことは、その研究成果自体が広く世の中のためになります。試験業務を適正に行うという観点からも極めて有意義なことだと思います。

こうしたまとまった研究ができれば言うことはありませんが、普段の仕事の中でも注意していると、いろいろな場面で、現在の試験方法や評価方法に関連して疑問に思うこと、確かめておきたいことが多数出てくると思います。特に若い方には、こうした意識を持って日常業務に取り組んでいただき、新たな研究テーマの発掘をしていただきたいと思います。

まとめ

試験を行うということは、その試験結果がどのように使われるかを見通していなければできない仕事です。また、そのことは、世の中が変わって新しい材料や構法が現れたときに、新たな試験法評価法の策定にも役立つことであるといえます。軸組の倍率に関する性能評価を行うことは、木質構造の最新動向を把握することでもあり、試験法評価法、さらには建築基準の将来像を考える立場にあるということでもあります。

これまでもそうでしたが、これからも、トップレベルのプロフェッショナルとして建材の適正な試験を実施し、我が国の安全で快適な建築物の実現に貢献し続けていただきたいと思います。

たてものでの建材探偵団

アクロス福岡



今回は、「アクロス福岡」を紹介します。

この施設がある福岡市の中心部、天神と中洲にはさまれた場所は、1876年（明治9年）以来100年以上の間、県庁舎があり、県行政の中心として県民に親しまれてきました。しかし、1977年7月の福岡県議会において県庁舎を博多区東公園に移転する条例案が可決。1978年11月に新庁舎の建設に着手し、1981年11月に完成、移転しました。

この移転により、旧県庁舎跡地約4万1000㎡のうち、県庁舎南側約2万8000㎡は「天神中央公園」として整備され、県民の憩いの場となり、北側跡地約1万3000㎡には“西日本における国際・文化・情報の交流拠点となる施設”として、「アクロス福岡」が建設されることになりました。

1995年（平成7年）に竣工し、鉄骨鉄筋コンクリート造地上14階地下4階建て、延床面積97,493㎡の建物は、世界一のフルオーケストラから室内楽、コンクールまで幅広い演奏を楽しむことができる福岡シンフォニーホールや6カ国語の同時通訳設備を持つ国際会議場、約70社の事業所や約30社の服飾店・飲食店が入った複合施設で“建築業協会賞”，“福岡市都市景観賞”，“第1回 JIA 環境建築賞”，“屋上緑化賞”等多くの賞を受賞しており、2010年には都市緑化基金主催の「生物多様性保全につながる企業のみどり100選」に選出されました。

この建物の一番の特徴は、段状の「ステップガーデン」と呼ばれる大規模緑化施設です。「ステップガーデン」とは文字通り“階段状の公園”です。隣接する天神中央公園との一体化を意図し、都市と自然が共生した豊かな環境となりました。緑化面積は5,400㎡と日本における屋上緑化施設の中でも最大級規模を誇り、ヒートアイランド現象の緩和や土と緑の断熱効果による冷房負担の軽減（CO₂の排出削減）など、今世界中で叫ばれている地球温暖化防止に効果を上げています。建設当初は全体で76種類、37,000本が植栽され、その後、補植や野鳥等が運んだ種子の自然発芽により、現在では120種類、50,000本にもなっています。このステップガーデンは誰でも自由に上ることができ、頂上からは福岡市を一望、博多湾まで見渡すことがで



写真1 竣工時の外観

写真: Kouji Okamoto (Techni Staff)



写真2 現在の外観

写真: Kouji Okamoto (Techni Staff)

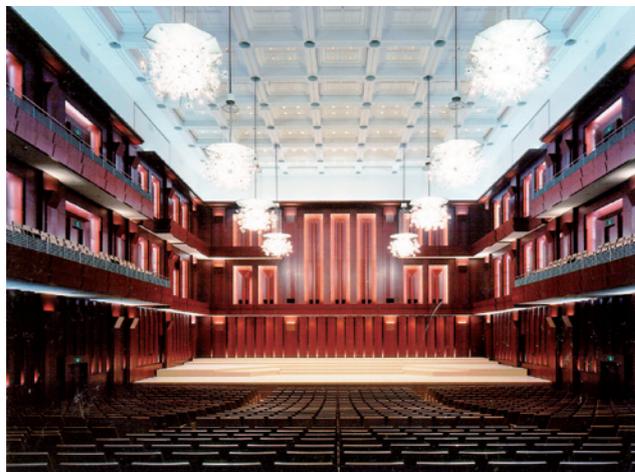


写真3 福岡シンフォニーホール

写真: Kouji Okamoto (Techni Staff)

きる「都心のオアシス」の役割を果たしています。

福岡にお越しの際にはぜひ「都心のオアシス」で癒されてはいかがでしょうか。

【参考資料】

- 1) 『日経アーキテクチャ』1995年6月19日号
- 2) アクロス福岡ホームページ (<http://www.acros.or.jp/>)

(文責：西日本試験所 福岡試験室 主任 釜塚 武志)

ニュース・お知らせ

(((((.....))))))

「住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)」に基づく 住宅型式性能認定完了案件について

性能評価本部

当センターでは、「登録住宅型式性能認定等機関」として、住宅または住宅部分等について評価方法基準への適合性を審査する住宅型式性能認定を行っています。平成24年度の品確法に基づく住宅型式性能認定完了案件(平成24年12月現在)を下表に示します。

また、平成24年度以前の住宅型式性能認定完了案件一覧は、右記のURLより閲覧できます。

URL : http://www.jtccm.or.jp/seino/seino_anken_list/seino_anken_jyukata.html

なお住宅型式性能認定に関するお問い合わせは、下記までお願いします。

【お問い合わせ】

性能評価本部 性能評定課

TEL : 048-920-3816 FAX : 048-920-3823

E-mail : seinou@jtccm.or.jp

【平成24年度完了分】

証明書 No.	完了日	性能表示の区分	型式の等級	型式の内容	商品名	申請者名
T170404Aa139013a T170404Aa139014a T170404Aa139015a	2012/4/13	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分3, 4, 5	プラスチック系断熱材を使用した充填断熱工法(一部外張断熱工法併用)により, 省エネルギー対策を講じた住宅	フェノバボード次世代省エネ床断熱工法(3, 4, 5地域)	積水化学工業(株)
T170404Aa149001a T170404Aa149002a T170404Aa149003a T170404Aa149004a	2012/5/23	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分1, 2, 3, 4	プラスチック系及び繊維系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	ウッドワン工法(外張)	(株)ウッドワン
T170404Aa148001a T170404Aa148002a T170404Aa148003a T170404Aa148004a T170404Aa148005a	2012/5/24	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分1, 2, 3, 4, 5	プラスチック系及び繊維系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	-	大建工業(株)
T170404Aa129011a T170404Aa129012a T170404Aa129013a T170404Aa129014a T170404Aa129015a T170404Aa129016a	2012/6/5	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分1, 2, 3, 4, 5, 6	発泡プラスチック系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	通気断熱WB工法	(株)ウッドビルド
T170404Aa150003a T170404Aa150004a T170404Aa150005a	2012/6/13	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分3, 4, 5	プラスチック系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	三交ホームオリジナル充填断熱工法	三交不動産(株)
T170404Aa151004a T170404Aa151005a	2012/7/11	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分4, 5	プラスチック系断熱材及び繊維系断熱材を使用した外張断熱工法と充填断熱工法の併用工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	美建築 4, 5地域仕様	(株)ミツワ
T170404Aa152004a T170404Aa152005a	2012/11/2	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分4, 5	繊維系断熱材及びプラスチック系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	改訂フェノバボード次世代省エネ床断熱工法(1)(4, 5地域)	積水化学工業(株)
T170404Aa153002a T170404Aa153003a T170404Aa153004a	2012/11/20	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分2, 3, 4	プラスチック系断熱材及び繊維系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	ゼロエネ優良住宅	(株)ヤマチコーポレーション
T170404Aa154004a	2012/12/25	5-1省エネルギー対策等級	等級4, 地域区分4	繊維系断熱材及びプラスチック系断熱材を使用した充填断熱工法により, 省エネルギー対策を講じた住宅	Robinスタンダード工法	(株)ロビン

(((((.....))))))

ISO 審査本部関西支所移転のお知らせ

ISO 審査本部

当センター ISO 審査本部関西支所は、業務拡充および業務体制の充実を目的として、平成 25 年 2 月 12 日（火）をもって、右記の所在地へ移転しました。

引き続き関係者の皆様のご期待に添えるよう、サービスの向上に努めてまいります。

◆所在地

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 2 丁目 14 番 14 号
新大阪グランドビル 10 階

TEL：06-6350-6655 FAX：06-6350-6656

※電話番号が変更になりましたのでご注意ください。



【最寄駅から】

- ・大阪市営地下鉄御堂筋線「東三国駅」
4 番出口から徒歩 2 分
- ・JR「新大阪駅」
新幹線中央改札から徒歩 8 分

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、平成 24 年 10 月～ 12 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（平成 24 年 10 月～ 12 月）

※暫定集計件数

分類	件数
防火関係規定に係る構造方法（耐火・準耐火・防火構造、防火設備、区画貫通部措置工法、屋根飛び火等）	123
防火材料（不燃・準不燃・難燃材料）およびホルムアルデヒド発散建築材料（F☆☆☆☆等）	19
その他の構造方法等（耐力壁の壁倍率、界壁の遮音構造、指定建築材料（コンクリート等）等）	3

JIS マーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、下記企業 (5件) について平成24年11月5日付で JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

<http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0112005	2012/11/5	日本高圧コンクリート(株) 栗山工場	A5372 A5373	プレキャスト鉄筋コンクリート製品 プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0312007	2012/11/5	ヤマリ日軽住建(株) 本社工場 及び 裁断工場	R3209	複層ガラス
TC0312008	2012/11/5	(株) ホクエツ関東 群馬工場	A5371 A5372	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
TC0312009	2012/11/5	富山コンクリート工業(株) 真岡工場	A5371 A5372	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
TCCN12033	2012/11/5	Accurist (Guangzhou Panyu) Plastic & Metal Industries Limited	S1037	耐火金庫

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (1件) の品質マネジメントシステムを ISO9001 (JIS Q 9001) に基づく審査の結果、適合と認め平成24年12月7日付で登録しました。これで、累計登録件数は2194件になりました。

登録事業者 (平成24年12月7日)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RQ2194	2012/12/7	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/12/6	WPC コーポレーション(株)	東京都港区虎ノ門1-17-1 虎ノ門5森ビル 5階	木材・プラスチック再生複合材の 設計・開発、製造及び販売

OHSAS 18001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (2件) の労働安全衛生マネジメントシステムを OHSAS 18001:2007 に基づく審査の結果、適合と認め平成24年12月22日付で登録しました。これで、累計登録件数は62件になりました。

登録事業者 (平成24年12月22日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RS0061	2012/12/22	OHSAS 18001:2007	2015/12/21	内藤建設工業(株)	埼玉県本庄市児玉町金屋1220	内藤建設工業(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動
RS0062	2012/12/22	OHSAS 18001:2007	2015/12/21	榊倉産業(株)	山口県防府市大字台道1155-1	榊倉産業(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動

あ と が き

昨年の節分は家族で豆まきをするにあたり鬼の面を自作しました。主要部分は赤い紙袋、アパレル系専門店のとても明るく鮮やかな赤でちょっと高級な紙質のものを使用。少々もったいないと思いつつ開けたのぞき孔は鼻の穴ということにして、油性ペンで描いた両目は間隔が広い三白眼に仕上がりました。ツノは真ん中に大きいのを一本、ダンボールを切り出したトゲトゲしい物をガムテープで固定。口はあえて省略したところが表情のポイントだったと思います。サイズとしてはA3版(横)より若干大きく、これを被ると頭がすっぽりと納まるものでした。

さあ豆まき開始、となったところで父親である私は玄関に移動し収納から取り出した鬼マスクを装着。それを見た当時1歳4カ月の娘は一瞬で無表情に。間もなく号泣し、妻にしがみつ、私は玄関に一人取り残されました。ちなみに首から下も詳しくは書けませんが鬼をモチーフとした服装で、寒々しいことこの上無しでした。その後しばらく娘は玄関収納を見ると怯えてしまうようになり、妻(お面付きの豆を買いそびれた人)には豆まきの趣旨から逸脱しているとこっぴどく叱られ、私も大いに反省し来年は成田山を見習い福は内だけにしようかなどと思いました。

それから一年が経ちましたが、なぜか鬼マスクは捨てられずに玄関収納の奥に残っているようなので、やっぱり2歳となった娘の成長を確認してみようかと思っています。(常世田)

編集をよ

今月号は、東京駅丸の内駅舎の保存・修復について、(株)ジェイアール東日本建築設計事務所の田原幸夫様、清水正人様、清水悟巳様にご寄稿いただきました。国の重要文化財であると同時に、1日に何十万もの人が利用する現役の施設でもあることから、保存・修復に向けてさまざまな点について長年議論が重ねられたことが分かります。日本の鉄道の起点と言える駅であり注目度も高く、昨年秋にオープンした後は、東京駅に行ってきた、という話をあちらこちらで聞きました。乗り入れている路線も多く、立ち寄る機会がある方も大勢いらっしゃると思います。本誌が、東京駅の1世紀近い歴史とこれを支える新しい技術を知る一助となり、また、見学のお供になりましたら幸いです。(宮沢)

建材試験情報

2 2013 VOL.49

建材試験情報 2月号
平成25年2月1日発行

発行所 一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
<http://www.jtccm.or.jp>

発行者 村山浩和
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 電話 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

副委員長

尾沢潤一(建材試験センター・理事)

委員

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

志村重顕(同・材料グループ主任)

上山耕平(同・構造グループ主任)

佐川 修(同・防耐火グループ主任)

大角 昇(同・工事材料試験所所付主幹)

今川久司(同・ISO 審査部副部長)

常世田昌寿(同・性能評価本部主任)

新井政満(同・製品認証本部上席主幹)

山邊信彦(同・西日本試験所試験課長)

事務局

藤本哲夫(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課課長代理)

宮沢郁子(同・企画課係長)

木本美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

SERVICE NETWORK

事業所案内

●草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

●総務部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

●検定業務室 (3階)

TEL.048-920-3819 FAX.048-920-3825

●性能評価本部 (6階)

TEL.048-920-3816 FAX.048-920-3823

●経営企画部(企画課) (6階)

TEL.048-920-3813 FAX.048-920-3821

(草加駅前オフィス)



●日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル

●ISO審査本部 (5階)

審査部

TEL.03-3249-3151 FAX.03-3249-3156

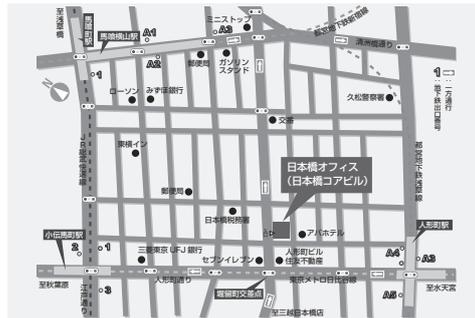
開発部、GHG検証業務室

TEL.03-3664-9238 FAX.03-5623-7504

●製品認証本部 (4階)

TEL.03-3808-1124 FAX.03-3808-1128

(日本橋オフィス)



●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20

TEL.048-935-1991(代) FAX.048-931-8323

管理課

TEL.048-935-2093 FAX.048-935-2006

材料グループ

TEL.048-935-1992 FAX.048-931-9137

構造グループ

TEL.048-935-9000 FAX.048-931-8684

耐火火グループ

TEL.048-935-1995 FAX.048-931-8684

環境グループ

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

校正室

TEL.048-935-7208 FAX.048-935-1720

(中央試験所)



●工事材料試験所

管理課

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL.048-858-2791 FAX.048-858-2836

浦和試験室

TEL.048-858-2790 FAX.048-858-2838

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

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

(工事材料試験所・浦和試験室、管理課)



●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

福岡試験室

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

TEL.092-622-6365 FAX.092-611-7408

(西日本試験所)



最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

最寄り駅

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線
人形町駅A4出口徒歩3分
- ・都営地下鉄新線
馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- ・JR総武線快速
馬喰町駅1番出口徒歩7分

最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅または松原団地からタクシーで約10分
- ・松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分
(南青柳下車徒歩10分)
- ・草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分
(稲荷五丁目下車徒歩3分)

高速道路

- ・常磐自動車道・首都高三郷IC西出口から10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て15分

最寄り駅

- ・埼京線南与野駅徒歩15分

高速道路

- ・首都高宮線浦和北出口から5分
- ・外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

最寄り駅

- ・山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路

- 【広島・島根方面から】
・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を經由して県道225号に入る
- ・中国自動車道美祢西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かい車で15分
- 【九州方面から】
・山陽自動車道 埴生ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center for Construction Materials

