

建材試験 情報 vol. 52

2016

11

JTCCM
JOURNAL

巻頭言

耐久性を証明することの難しさ

寄稿

ISO55001 アセットマネジメントシステムの
認証取得について

技術レポート

火災加熱を受けるコンクリートの荷重時熱ひずみに及ぼす
水分の影響に関する実験的研究

Environment

Testing

Life



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

耐久性を証明することの難しさ

／一般財団法人土木研究センター 理事長 西川 和廣

p2

寄稿

ISO55001アセットマネジメントシステムの認証取得について

／株式会社パスコ 技術統括本部 本社技術部 部長 岡本 芳樹

p6

技術レポート

火災加熱を受けるコンクリートの載荷時熱ひずみに及ぼす

水分の影響に関する実験的研究

／中央試験所 防耐火グループ 主任 山下 平祐

p14

国際会議報告

国際会議 SiF2016 参加報告

／中央試験所 防耐火グループ 主任 山下 平祐

p18

試験設備紹介

コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度測定「平面度測定器」

／工事材料試験所 横浜試験室 山口 裕士

p20

規格基準紹介

JSTM C 2105 (コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法)

制定について

／経営企画部 調査研究課 主幹 室星 しおり

p26

試験報告

パイプサポートの両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度試験

／中央試験所 構造グループ 大西 智哲

p30

連載

建材への道のり

第2回 石材編

／工学院大学 教授 田村 雅紀

p34

建材試験センターニュース

p38

あとがき・編集たより

巻頭言

耐久性を証明することの難しさ



一般財団法人土木研究センター
理事長 西川 和廣

私事になりますが、筆者は旧建設省に採用されて以来、土木研究所の橋梁研究室に都合19年間勤務をしておりました。その間、前半は研究員として鋼構造、後半は室長として道路橋の上部構造全般が守備範囲でしたが、時代の要請と個人的な興味が一致して、一貫して橋の耐久性にかかわる研究が中心でした。

道路橋の耐久性といえば、疲労か腐食ということになりますが、対策のために新しい材料や工法を導入しようとする、どのように性能を証明するかが必ず問題になります。防食性能の証明には、一般に室内での促進試験が用いられますが、比較的短時間で実施可能ではあるものの、実際の環境条件を必ずしも正確に再現できるわけではなく、十分な説得力を持たない場合が多いのが実情です。一方、現地での暴露試験という方法がありますが、これとて実構造物の諸条件を厳密に再現できているかどうかの議論は必ずついて回りますし、何よりも時間がかかります。

どうしたものかと思案した結果、誰もが知っているものとの相対比較することを思いつきました。例えば鋼材の防食機能材料である高耐久性塗装、金属溶射などの試験で、亜鉛めっきの送電鉄塔を比較対象とすることにしました。電力会社に尋ねたところ、一般に60年程度は防食性能が期待できるとのこと。亜鉛めっきの送電鉄塔といえば、ほとんどの技術者はその姿がイメージできますから、それと同等の亜鉛めっき供試体と並べて促進試験や暴露試験を行えば、相対的ではあってもその結果は相当の説得力を持ちます。もちろん、厳密な意味で性能を証明したことにはならないかもしれませんが、優れた技術が速やかに普及することは、それを補って余りあるものと考えました。

現在筆者が所属している土木研究センターでは、建設技術審査証明や性能証明など、建材試験センターと共通点の多い業務を行っています。建材試験センターとのお付き合いはまだ始まったばかりですが、さまざまな機会を通じ勉強させていただきながら、少しでもご協力できることを願っています。

ISO55001 アセットマネジメントシステムの 認証取得について



株式会社パスコ 技術統括本部 本社技術部 部長 岡本 芳樹

1. はじめに

当社は、1953年（昭和28年）に航空測量会社として創業しました。現在では、人工衛星・航空機・ヘリコプター・専用車両および船舶などに搭載された各種センサーを用いて、地球上のあらゆる空間を「正確」「精密」に計測しています。また、「行政機関」や「民間企業」において空間情報を快適に利用して頂けるようにデータを解析・加工、GIS（地理情報システム）やデータベースとして提供し、社会の課題解決に貢献しています。

空間情報は、国土の発展や公共インフラの維持管理、土地利用や防災対策、会社経営における意思決定に必要不可欠な社会システムの基盤情報と認識され重要性を増しています。高度成長期以降に整備した社会資本が今後急速に老朽化することを踏まえ、国土交通省は2013年を「社会資本メンテナンス元年」と位置付け、戦略的・計画的な公共インフラのメンテナンスの実施を開始しています。また、国際規格であるISO5500xシリーズ（アセットマネジメントシステム）が2014年1月に発行されました。

当社では今後、ISO5500x（国際規格）のJIS（国内規格）化も計画されていることを踏まえ、「受注機会の維持と増大を図ること」および「社内マネジメントシステム構築による一層の効果効率的な業務の実施」を目的に2015年10月「ISO55001（アセットマネジメント）認証取得プロジェクト」を発足しました。そして、2016年8月「ISO55001」の認証を取得いたしました。

本稿では、当社の認証取得に向けて取り組んだ経緯をご紹介します。

2. アセットマネジメントシステムとは

「ISO55001」はアセットマネジメントに関するマネジメントシステムを規定した国際規格です。マネジメントシステムは「ISO9001」が品質マネジメントシステム（QMS）として

よく知られていますが、アセットマネジメントシステム（AMS）も同様のマネジメントシステムであり、アセットを計画的かつ確実に維持管理するためのPDCAサイクル（継続的な改善の仕組み）を構築することを求めています。

この規格はアセットの点検・維持管理、ライフサイクルコストやリスク管理を含めたマネジメントシステムという階層的なPDCAの組み合わせ構造からなっています。特に、アセットの状況の変化や様々なリスクの変化のような時間の概念を取り入れていること、財務的な要素（例えばライフサイクルコスト）を含むこと、戦略的な目標を立てて活動することを求めている点の特徴と言えます。以下に、アセットマネジメントシステムの全体像を示します（参照：図1）。

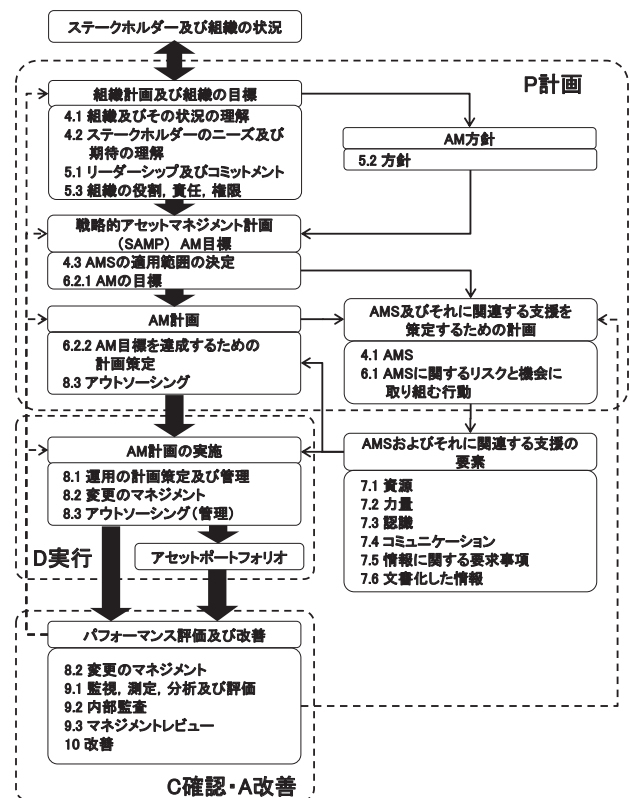


図1 アセットマネジメントシステムの全体像

3. 外部・内部環境

3.1 外部環境

前述したように国土交通省では、戦略的・計画的な公共インフラのメンテナンスの実施を開始しています。日本国内の公共インフラは長期にわたり整備され、膨大なストックを有しています。しかし、近年それらの老朽化が急速に進むと予想されており、トータルコストを最適化し効率的な維持管理が求められています。そのような中、国際規格であるISO5500xシリーズ(アセットマネジメント)が2014年1月に発行され、今後、ISO5500x(国際規格)のJIS(国内規格)化も計画されています。また、国内でもいくつかの組織が認証を取得しています。既に認証取得をしている組織の特徴は、アセットを保有する組織が中心となっています。

3.2 内部環境

当社はインフラアセットを保有しておらず、インフラアセット保有組織である自治体などの行政機関が発注する委託業務を通じてアセットマネジメントの一翼を担っています。したがって、当社の位置づけは、インフラアセット保有組織である行政機関の機能を「補完する組織」として位置づけられます。よって、内部環境は委託元であるインフラアセット保有組織および補完組織の両側面の視点から状況を把握する必要があります。

行政機関では、地域住民・利用者ニーズを考慮したインフラアセットの維持管理・更新の実施と財源確保の両立、その継続に対する意識が高まっています。継続していくためには、インフラアセットの現状を的確に把握した上で将来の予測を行う必要があります。これらを踏まえて、更に戦略的な維持管理・更新の取り組みも必要となります。

一方で、公共インフラの現状を把握し、将来を予測する上で、空間情報を収集・解析・加工・評価する技術は重要性を増しています。これらを用いて外部環境および行政機関の状況を的確に捉え、行政機関の課題解決のための効果的な提案技術につなげていく意識も高まってきました。

さらに、行政機関からも空間情報の活用に向けた期待が高まっています。

4. 取り組みの時系列

4.1 当社の認証取得目的

公共インフラの維持管理の重要性が増していく中で、当社では、これまでも道路の路面性状調査や下水管路や道路施設の長寿命化計画などの調査・評価業務を手がけてきました。今後の社会ニーズの高まりに応え、当社が公共インフラの管理運営関連業務を拡大していく上で、外部に対してアセット

マネジメントに精通した企業であることを証明することが必要であると考えました。

また、今後、公共インフラの包括維持管理、民間活用、PFI活用、PPP活用の時代に入るとは確実であり、アセットマネジメント技術がビジネスの展開、拡大の機会と確信しています。そのためにも、業界をリードする当社の認証取得は業界で一番でなくてはなりません。アセットマネジメントシステムの国際規格の認証を取得することで国内外にその能力をアピールする事が重要であると考えました。

4.2 認証までの歩み

認証取得にあたり2015年10月に技術統括本部長を総括責任者としたISO55001認証取得プロジェクトを発足し、本社技術部長をプロジェクトリーダーとしたプロジェクトチームが検討・準備を進めました。プロジェクトメンバーは認証登録対象部署である中央事業部・東日本事業部・関西事業部の各技術センターの部課長を中心として構成しました。

マニュアル(案)は事務局において2015年12月に作成し、審査機関である一般財団法人建材試験センター(JTCCM)に提出し文書審査を受けました。合わせて認証登録対象部署において社内勉強会などの教育訓練を行いました。マネジメントシステムの運用は、2016年2月の内部監査およびマネジメントレビューを経て、2016年4月に事前審査を受けました。その後、3ヶ月かけて指摘事項等の是正に取り組み、2016年7月末に本審査を受審し、8月末に認証を得ることができました。

プロジェクト発足から認証取得までの流れを図2に示します。

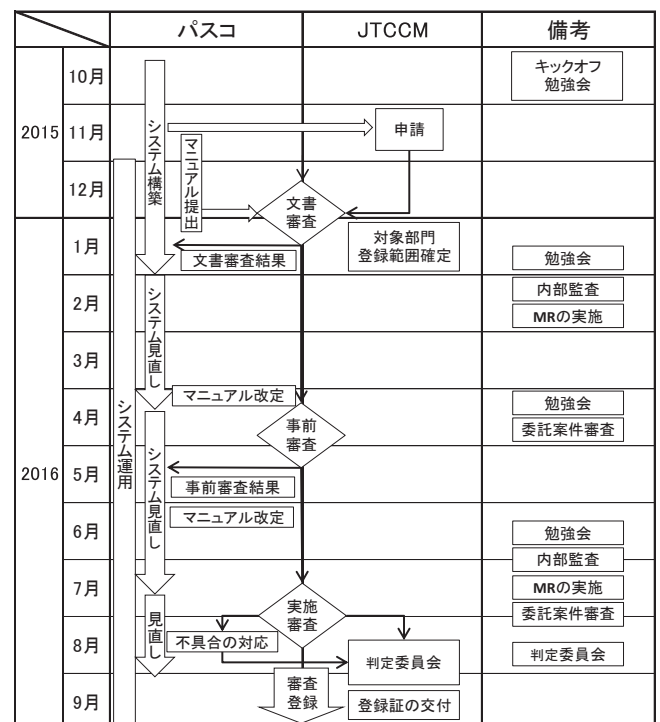


図2 プロジェクト認証までの流れ

5. 当社のシステム

5.1 当社のAMSの特徴

当社のアセットマネジメントの特徴は、一言で言えば「いわゆる公共アセットを保有していない」ということです(参照:図3)。しかし、当社は空間情報を基軸としたコンサルティングを行っていますから、行政機関等のアセット保有組織の維持管理活動を外から補完する組織と位置づけられます。

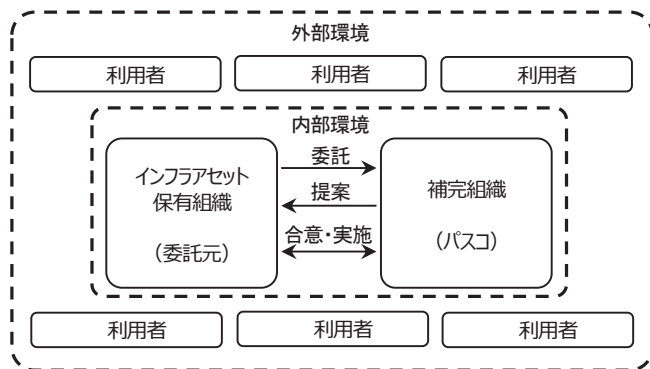


図3 パスコのアセットマネジメントシステムの位置づけ

国などが定めるアセットの維持管理の流れは、PDCAによりメンテナンスサイクルを形作っています。また、ISO55001はアセットに対するマネジメントシステムであり、計画→運用→評価→改善といったメンテナンスサイクルを包含するものです。

そのため、今回の認証取得にあたっては、社内において既に長年運用しているQMS・EMS・ISMSなどのマネジメントシステム(MS)を基礎とし、それらを改良することでAMSを構築することができました。当社におけるアセットポートフォリオの基本的な考え方は、補完組織として公共アセットの公共的価値を高めることに重点を置きました。SAMP(戦略的アセットマネジメント計画)においては、3次元空間から時間軸にも配慮した4次元空間を意識して策定しています。

5.2 登録内容

登録分野は、既にアセットマネジメントのコンサルティング業務を実施している道路(舗装・橋梁)、下水道(管路施設)を対象としました(参照:表1)。

また、対象部署は、マネジメントシステムの運用・維持を確実に実施するため技術統括本部を中心とし、アセットマネジメント業務を実施している各事業部技術センターとしています(参照:図4)。

表1 登録概要一覧表

| | |
|---------------|---|
| 管理するアセットおよび活動 | 道路(舗装・橋梁)、下水道(管路施設)のアセットマネジメントに関するコンサルティング業務及び情報システムの構築運用サービス |
| 対象部署 | 技術統括本部 中央事業部技術センター 東日本事業部技術センター 関西事業部技術センター |
| 登録日 | 2016年8月27日 |
| 登録番号 | RA0003 |
| 認証登録機関 | 一般財団法人建材試験センター |
| 適用規格 | ISO55001:2014 |

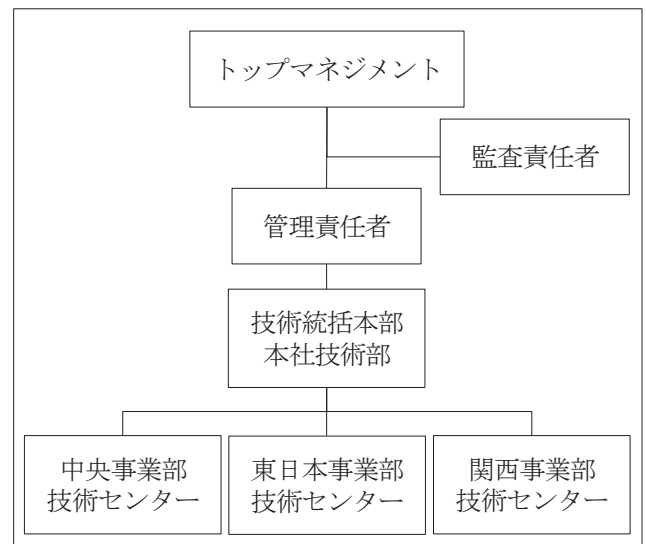


図4 社内認証組織体制



写真1 登録証授与式

左から、(一財)建材試験センター 長田直俊理事長、(株)パスコ 古川顕一社長



図5 登録証および登録証付属書

6. 今後の取り組み(おわりに)

認証を取得することで当社の公共インフラの維持管理に関するマネジメント能力を証明できました(参照:写真1, 図5)。今後はこの認証を契機として公共インフラのマネジメント技術の高度化を図ると共に、公共インフラマネジメント関連のコンサルティング業務の積極的受注を目指していきます。また、道路・下水道以外の分野への拡大認証も目指す予定です。

最後に、今回の認証取得にあたり的確な審査をして頂いた一般財団法人建材試験センター ISO 審査本部の皆様へに深甚なる謝意を表します。

【引用文献】

- 1) ISO55000:2014 (アセットマネジメントー概要, 原則, 用語), 一般財団法人日本規格協会
- 2) ISO55001:2014 (アセットマネジメントーマネジメントシステムー要求事項), 一般財団法人日本規格協会
- 3) ISO55002:2014 (アセットマネジメントーISO55001 適用のためのガイドライン), 一般財団法人日本規格協会

【参考文献】

- 1) ISO55001 要求事項の解説編集委員会編 (2015):ISO55001:2014 アセットマネジメントシステム要求事項の解説, 一般財団法人日本規格協会
- 2) 澤井克紀 (2012):アセットマネジメントシステムの国際標準化 (ISO5500x シリーズの動向を踏まえて) (http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/201206_no45/pdf/348.pdf), 土木学会ウェブサイト
- 3) 下水道分野におけるISO55001適用ユーザーズガイド検討委員会 (平成26年度) (http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000348.html), 国土交通省ウェブサイト

プロフィール

岡本 芳樹 (おかもと・よしき)

株式会社パスコ 技術統括本部 本社技術部 部長
 技術士 (建設, 農業, 情報工学, 総合技術監理部門)
 測量士, 1級土木施工管理技士, 空間情報総括監理技術者

火災加熱を受けるコンクリートの載荷時熱ひずみに及ぼす水分の影響に関する実験的研究

山下 平祐

1. はじめに

火災時においては、高温に曝されることにより生じる構造部材の大きな熱変形が建築物の耐火性に影響を及ぼすことが知られている。平島ら¹⁾による3層の鉄筋コンクリート構造物を対象とした火災応答フレーム解析では、火災室の梁が熱膨張することにより、隣接する柱の柱頭が外側に押し出される結果、外柱の部材角は50分の1を超えることが報告されている。この部材角は、地震力に対する許容値の倍以上に相当する。同様の現象は実際の火災においても発生しており、海外では柱がせん断破壊した例も報告されている²⁾。そのため、コンクリート系構造物の耐火性を適切に検討するためには、架構レベルでの変形性状を把握する必要がある。火災応答フレーム解析はその有効な手段となる。そして、解析では部材に生じるひずみを温度と応力状態に応じて算出するため、部材を構成する材料ごとの高温時ひずみ構成則が必要となる。コンクリートの場合は、一定圧縮応力下で温度上昇する際に生じる高温時ひずみの構成則が用いられており、Anderbergら³⁾、Khouryら⁴⁾、Schneider⁵⁾によってモデル化されている。これらのモデルにおいて、高温時ひずみは熱膨張ひずみ (Free Thermal Strain) と載荷時熱ひずみ (Load-Induced Thermal Strain, LITS) の総和である全ひずみ (Total Thermal Strain) として表されている (式1)⁴⁾。

$$\epsilon_{tot} = \epsilon_{th} + LITS \quad \dots (1)$$

ここに、 ϵ_{tot} : 全ひずみ

ϵ_{th} : 熱膨張ひずみ

LITS : 載荷時熱ひずみ

載荷時熱ひずみは、圧縮応力に起因する収縮ひずみであり、温度上昇に伴う弾性係数低下により生じる弾性ひずみ、ひび割れの増加などにより生じる塑性ひずみ、蒸発性水分の蒸発やセメント水和物の脱水に伴い生じるクリープひずみなどから成ると考えられる。その発生量は熱膨張ひずみを打消すほど大きいため、解析の精度を高めるためには載荷時熱ひずみを適切に再現できる数式モデルが必要となる。

既往の高温時ひずみモデル³⁾⁻⁵⁾では、載荷時熱ひずみは温度を主要因とした数式モデルで表されている。しかし、載荷時熱ひずみと温度の関係はコンクリート中の水分の影響を受けることが報告されている。これは、載荷時熱ひずみがセメント水和物の物理的・化学的反応の進行に伴い発生するためであり、例えば、事前乾燥により水分を蒸発させたコンクリートでは100℃から250℃にかけて載荷時熱ひずみは小さくなり^{4),6),7)}、コンクリートの水セメント比が小さいほど載荷時熱ひずみは大きくなる⁸⁾。そのため、温度を主要因とした数式モデルを水分条件の異なるコンクリートに対して汎用的に適用することは困難であり、従来の解析では、対象とするコンクリートごとに載荷時熱ひずみを定式化する必要があった。一方、載荷時熱ひずみとセメント水和物の物理的・化学的反応の関係は水分の影響を包含したものになることが報告されている⁹⁾。両者の関係に基づく数式モデルであれば、載荷時熱ひずみに及ぼす水分の影響を包括的に評価でき、より効率的で精度のよい火災応答フレーム解析を行うことが可能になると考えられる。このような数式モデルを作成するためには、セメント水和物の反応をコンクリート試験体の重量減少で定量化する必要があるが、載荷時熱ひずみと重量減少の関係を検討した研究は見当たらない。さらに、国内における載荷時熱ひずみに関する研究は、主に高強度コンクリートを対象にして行われており、水セメント比が40%以上のコンクリートに関する載荷時熱ひずみの実験データはいまだ不足しているのが実状である。

以上を踏まえ、本研究では、水セメント比が40%~65%の、養生条件が異なるコンクリートについて全ひずみ測定実験を実施し、載荷時熱ひずみに及ぼす水分の影響を定量的に検討した。さらに、全ひずみ測定実験と同じ試験体を用いて重量減少測定実験も実施した。そして、これらの実験から得られる載荷時熱ひずみと重量減少の関係に基づき、水分の影響を包括的に評価できる載荷時熱ひずみの数式モデルの提案を試みた。

2. 試験体

表1に実験条件を示す。水セメント比(W/C)の条件は、65%、50%、40%の3水準とした。養生条件は、気中養生、105℃での事前乾燥、封かん養生の3種類とした。試験体は直径75mm、高さ150mmの円柱形状であり、使用したセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は硬質砂岩である。使用材料および調合条件の詳細については既報¹⁰⁾を参照されたい。

各試験体の養生工程を図1に示す。試験体は打設の翌日に脱型した後、材齢28日まで標準水中養生を行った。試験体上面の研磨は材齢7日に実施した。標準水中養生後は、20℃・60%R.H.に設定された養生室内で160日間以上養生を行った。養生室内で気中養生を行った試験体を気乾試験体と称す。また、気乾試験体と同様に養生するが、標準水中養生後、ポリ塩化ビニリデン製フィルムとポリエチレン製の袋で封かんにした試験体を封かん試験体と称す。封かん試験体は、封かんを解除してから実験に供した。また、気乾試験体と同様の養生を行い、実験前に105℃に設定された乾燥機内で14日間の事前乾燥を行った試験体を絶乾試験体と称す。絶乾試験体は、常温になるまでデシケータ内で冷却してから実験に供した。実験時の試験体材齢は348～485日である。気乾試験体および封かん試験体の養生時における重量変化率を図2に示す。材齢の経過に伴い、養生室内での気乾試験体の重量減少は徐々に少なくなり、実験期間中は殆ど生じなかった。一方、封かん試験体は若干の重量減少が継続した。図3に、絶乾試験体の養生工程において気乾試験体を105℃で事前乾燥した際の重量変化率を示す。図には、封かん試験体を105℃で乾燥した際の重量変化率も併せて示す。全ての試験体において乾燥開始直後に大きな重量減少が生じた後、徐々に重量減少は緩やかになり、乾燥開始から7日以降、重量の変化は殆ど生じなかった。本報では、試験体を105℃で14日間乾燥することによって生じた重量減少量を蒸発性水分量、乾燥前の重量に対する蒸発性水分量の割合である湿量基準含水率を含水率(R_{wc})と称す。各試験体の含水率の平均値を表2に示す。封かん試験体(65S)の含水率は気乾試験体(65A)の3倍程度であった。また、絶乾試験体については、蒸発性水分が殆ど含まれていないことを別途確認した。各試験体の高温時における力学的特性の測定結果¹⁰⁾を図4に示す。

なお、実験期間は約5ヶ月にわたるが、実験期間前後における試験体の含水率や圧縮強度・弾性係数に大きな変化は確認されなかったことから、試験体間の材齢の違いが実験結果に及ぼす影響は小さいと考えられる。

表1 実験条件

| W/C | 養生条件(試験体名) | 加熱温度 | 応力レベル(σ/σ_b) [*] |
|-----|------------|-------------------------|--|
| 65% | 気中養生(65A) | 常温～ 800℃ (1.5℃/分) | 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 ----- 常温時圧縮強度 σ_b (N/mm ²): 26.5(W/C=65%) 37.0(W/C=50%) 49.2(W/C=40%) |
| | 事前乾燥(65D) | | |
| | 封かん養生(65S) | | |
| 50% | 気中養生(50A) | | |
| | 事前乾燥(50D) | | |
| 40% | 気中養生(40A) | | |
| | 事前乾燥(40D) | | |

*全ひずみ測定実験のみに適用。

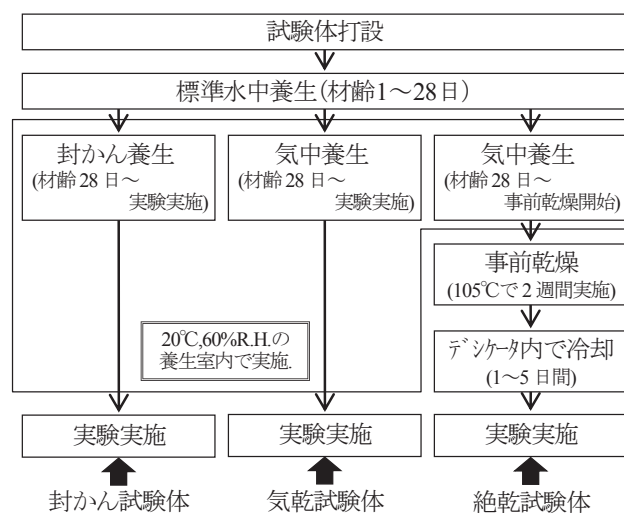


図1 試験体の養生工程

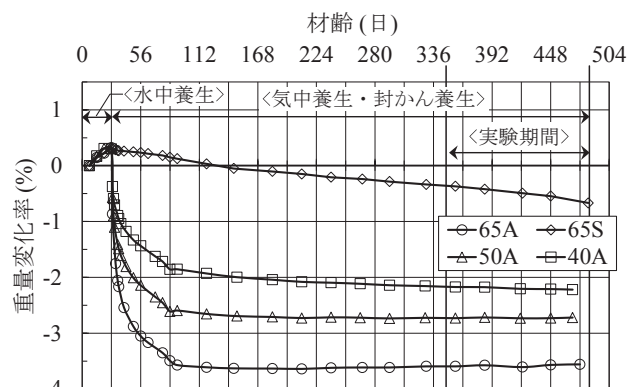


図2 養生時の試験体重量変化率

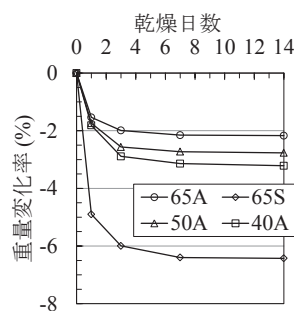


図3 事前乾燥時の重量変化率

表2 試験体の含水率

| 試験体名 | 含水率(R_{wc}) |
|------|-----------------|
| 65A | 2.10% |
| 65D | ≒0% |
| 65S | 6.08% |
| 50A | 2.73% |
| 50D | ≒0% |
| 40A | 3.19% |
| 40D | ≒0% |

3. 重量減少測定実験

3. 1 実験概要

重量減少測定実験は、表1に示した実験条件ごとに2体ずつ行った。使用した実験装置を図5に示す。実験では、箱型電気炉を用いて同条件の試験体を2体ずつ、合計4体の加熱を同時に行い、同条件の試験体のうちの1体で試験体重量、残りの1体で試験体内部温度を測定した。試験体は、電気炉の上方からステンレスワイヤで吊るしたステンレス籠に入れた状態で加熱した。重量測定用試験体は、ワイヤの途中にロードセルを介して吊るした。また、温度測定用試験体には熱電対を埋め込み、重量測定用試験体の内部温度は温度測定用試験体と同じとみなした。実験時における試験体内部温度と時間の関係の一例を図6に示す。本報では、試験体内部温度の平均値を「試験体温度」とした。

3. 2 重量減少と温度の関係

各実験条件における重量減少率と試験体温度の関係を一例ずつ図7に示す。なお、同じ実験条件では同等の測定結果が得られた。重量減少率は下式より算出した。

$$R_{wl} = (W_{init.} - W_{pres.}) / W_{init.} \times 100 \quad \dots (2)$$

ここに、 R_{wl} : 重量減少率 (%)、

$W_{init.}$: 重量測定用試験体の初期重量
(1430.0g ~ 1538.5g)

$W_{pres.}$: 重量測定用試験体の測定時の重量

気乾試験体および封かん試験体の重量減少率は100℃から急激に増加する一方、絶乾試験体の重量減少率は200℃までほとんど変化しなかった。気乾試験体および封かん試験体の急激な重量減少は、重量減少率が含水率に達すると緩やかになることから、蒸発性水分の蒸発に因ると考えられる。蒸発性水分の蒸発は、気乾試験体では約200℃、封かん試験体では約250℃まで継続した。200℃からは絶乾試験体の重量減少も生じた。これは、ケイ酸カルシウム水和物(C-S-H)や水酸化カルシウムを主成分とするセメント水和物において、化学吸着水の放出などの脱水反応が生じることによる¹¹⁾。

気乾試験体および封かん試験体の蒸発性水分の蒸発が終了した250℃以降、同じ水セメント比の気乾試験体と絶乾試験体では、重量減少率と試験体温度の関係から得る勾配が同等になった。一方、図8に示すように、250℃から500℃にかけて、水セメント比65%の封かん試験体における重量減少率の増加は、同じ水セメント比の気乾試験体・絶乾試験体の1.2倍程度になった。また、同じ温度領域では水セメント比が小さい試験体ほど重量減少率の増加が大きくなり、水セメント比40%は水セメント比65%の1.5倍程度の増加となった。封かん試験体や水セメント比が小さい試験体はセメント水和

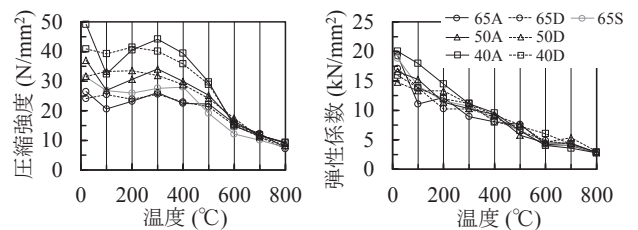


図4 高温時力学的特性(左:圧縮強度,右:弾性係数)¹⁰⁾

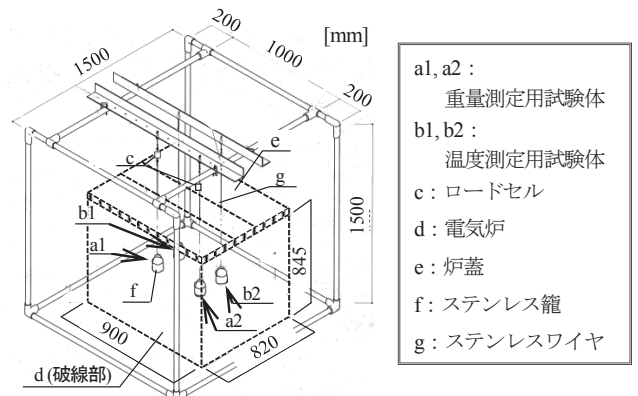


図5 実験装置(重量測定実験)

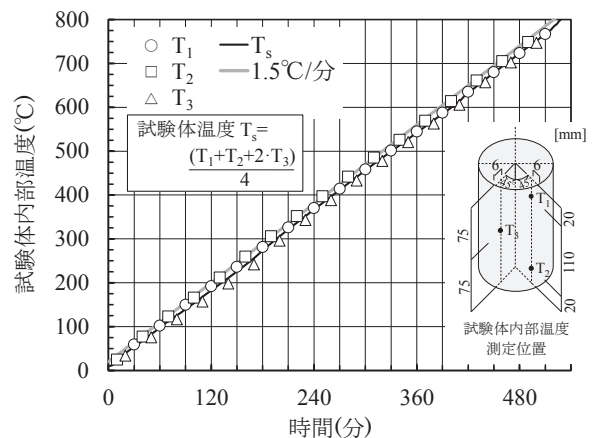


図6 試験体内部温度(重量測定実験,試験体65S)

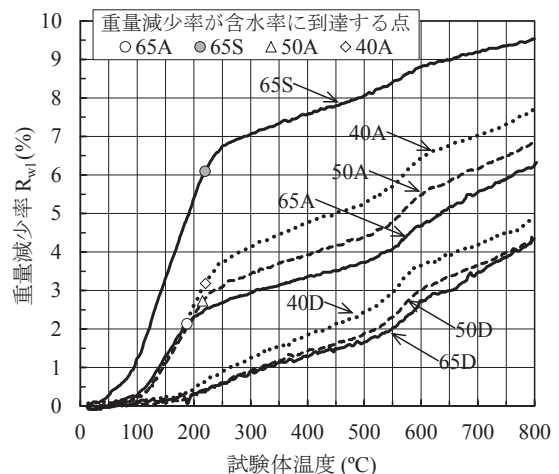


図7 養生時の試験体重量変化率

物の含有量が比較的多いため、セメント水和物の脱水による重量減少が多くなったと考えられる。

500℃～600℃では、全ての試験体において重量減少率の勾配が急になった。この要因として、水酸化カルシウムの分解による重量減少が考えられる。600℃以降では、セメント水和物内の化学吸着水の放出は終了する一方、ケイ酸カルシウム水和物(C-S-H)の分解が発生する¹¹⁾。重量減少測定実験で生じた試験体の反応と温度の関係を表3にまとめる。

4. 全ひずみ測定実験

4.1 実験概要

全ひずみ測定実験は、表1に示した実験条件ごとに1体ずつ行った。載荷応力 σ は水セメント比毎に設定し、表1に示した気乾試験体の常温時圧縮強度 σ_0 に応力レベルを乗じた値とした。使用した実験装置を図9に示す。試験体の加熱は、設定応力レベルに相当する荷重を試験体に載荷した直後

表3 実験で生じた試験体の反応と温度の関係

| 試験体温度 | 試験体の反応 |
|----------|----------------------|
| 100～200℃ | 気乾試験体の蒸発性水分の蒸発 |
| 100～250℃ | 封かん試験体の蒸発性水分の蒸発 |
| 200～600℃ | 化学吸着水の放出などセメント水和物の脱水 |
| 500～600℃ | 水酸化カルシウムの分解 |
| 600～800℃ | ケイ酸カルシウム水和物の分解 |

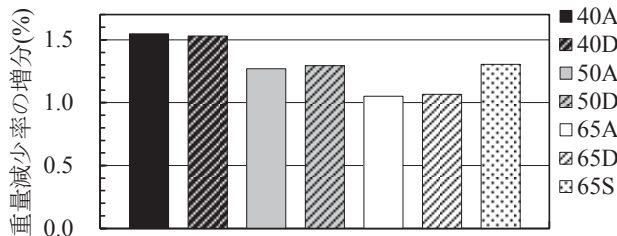


図8 250～500℃における重量減少率の増分

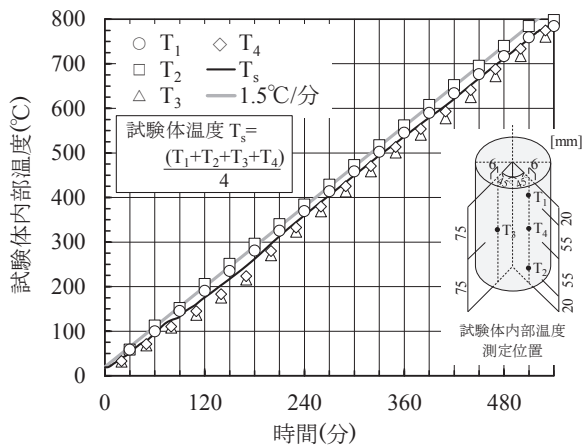


図10 試験体内部温度(全ひずみ測定実験, 試験体65S)

から開始した。そして、試験体への載荷荷重を一定に保ったまま、試験体内部温度が800℃に達するか、試験体が破壊するまで加熱を継続し、その間に生じる試験体の上下端部間の鉛直相対変位を測定した。実験時における試験体内部温度と時間の関係の一例を図10に示す。

4.2 全ひずみと温度の関係

図11に全ひずみの測定結果の一例を示す。なお、図の縦軸は膨張ひずみを正、収縮ひずみを負として表している。また、載荷時熱ひずみの影響を分かりやすくするため、初期応力ひずみは差引いて示した。全ひずみは応力レベルの増加に伴い減少し、応力レベルが0.7の実験では概ね0となった。これは、応力レベルの増加に伴い、熱膨張ひずみを打消すほどの載荷時熱ひずみが生じることを意味する。応力レベル0.5と0.7の実験では800℃に到達する前に試験体が破壊した。次章では、全ひずみから熱膨張ひずみを差引くことで算出した載荷時熱ひずみについて考察する。

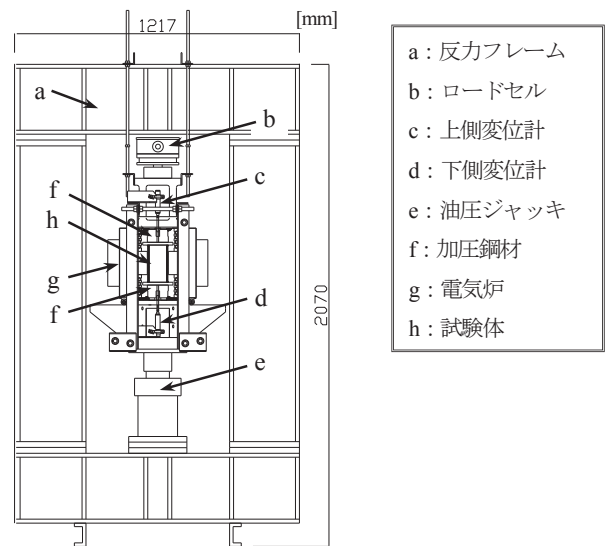


図9 実験装置(全ひずみ実験)

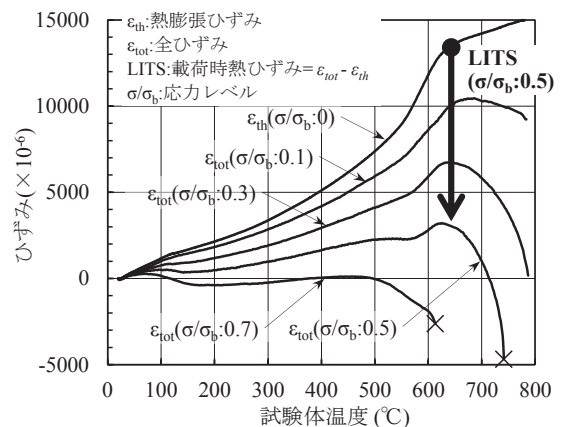


図11 全ひずみ測定結果(試験体65A)

5. 載荷時ひずみと温度の関係

5.1 養生条件の影響

載荷時熱ひずみに及ぼす養生条件の影響を図12に示す。蒸発性水分の蒸発が載荷時熱ひずみに及ぼす影響は、100℃～200℃において顕著に表れた。気乾試験体では、蒸発性水分の蒸発が活発に生じる約100℃～200℃で載荷時熱ひずみが発生した。一方、絶乾試験体では、約200℃まで載荷時熱ひずみはほとんど発生しなかった。気乾試験体の蒸発が終了する200℃以降、両試験体の差は一定、もしくは小さくなった。同様の傾向は、水セメント比が35%以下の高強度コンクリートにおいて報告されている^{4), 6), 7)}。また、既報⁷⁾と同様、約200℃までの温度域では、両試験体の差は応力レベルが大きくなるほど増加し、応力レベル0.7の実験では最大で約2500 ($\times 10^{-6}$) となった。100℃～200℃で気乾試験体の載荷時熱ひずみが発生したのは、乾燥クリープが発生するためと考えられる。蒸発など水分の移動がある状態で生じるクリープひずみは、水分の移動がない状態で生じる場合よりも発生

量が増大することが知られており、この増分が乾燥クリープと呼ばれている¹²⁾。応力レベルが大きくなると、気乾試験体の乾燥クリープの発生量がより多くなるため、絶乾試験体との差が増加したと考えられる。

水セメント比65%の封かん試験体では、気乾試験体よりも載荷時熱ひずみが増加する傾向が見られた。この傾向は100℃を超えると表れ始め、セメント水和物の脱水が始まる200℃程度からより顕著に表れた。両試験体の差は応力レベルが大きくなるほど増加し、応力レベル0.7の実験では約9000 ($\times 10^{-6}$) に達した。封かん試験体と気乾試験体の載荷時熱ひずみに差が生じた要因として、載荷時熱ひずみを構成するひずみの一種である脱水クリープ⁹⁾の発生量が両試験体で異なることが挙げられる。3章2節で示したように、封かん試験体は気乾試験体よりもセメント水和物の脱水による重量減少率の増加が大きいため、脱水に伴い生じる脱水クリープの発生量が多くなったと推察される。

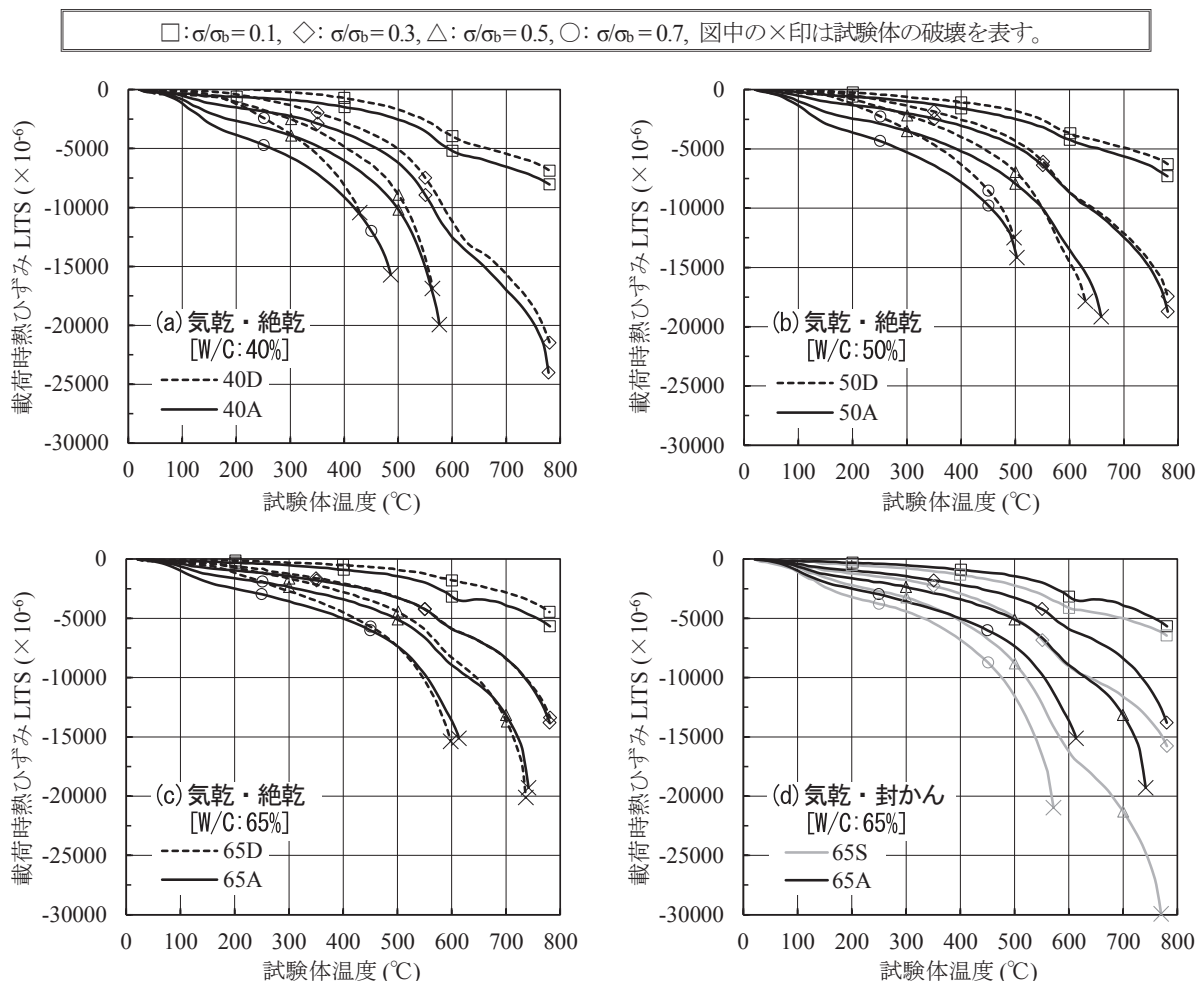


図12 載荷時熱ひずみと温度の関係（養生条件の影響）

5. 2 水セメント比の影響

載荷時熱ひずみに及ぼす水セメント比の影響を図13に示す。水セメント比の違いによる影響は気乾試験体、絶乾試験体ともに、セメント水和物の脱水が始まる200℃程度から顕著に表れた。試験体の水セメント比が小さいほど載荷時熱ひずみが大きくなる傾向がみられ、応力レベル0.3の気乾試験体で比較すると、水セメント比が65%と40%の試験体の差は800℃で約10000 ($\times 10^{-6}$) に達した。水セメント比の違いによる差は応力レベルが大きくなるほど増加した。また、試験体の破壊温度は、水セメント比が小さい試験体ほど低くなる傾向が見られた。既往の研究では、水セメント比による影響は300℃以上で大きくなることが報告されており、その要因として、高温時強度に対する載荷応力の比である有効応力の変化などが挙げられている。本研究においても、水セメント比が小さい試験体ほど高温時強度残存率の低下が大きいため¹⁰⁾、温度上昇に伴い高温時圧縮強度に対する載荷応力の割合が大きくなる。これにより載荷時熱ひずみ中の塑性ひ

ずみが増大し、破壊温度も低下したと考えられる。ただし、水セメント比の違いによる強度残存率の低下が顕著になるのは400℃を超えてからである¹⁰⁾。そのため、より低い200℃から400℃の温度域では、試験体間の脱水量の違いにより脱水クリープの発生量が変化することで、載荷時熱ひずみの差が表れたと考えられる。

6. 載荷時熱ひずみと重量減少の関係

載荷時熱ひずみと重量減少率の関係の一例を図14に示す。両者の関係は、3章で報告した試験体の重量減少率—温度関係および5章で報告した載荷時熱ひずみ—温度関係を、温度を媒介変数として組み合わせることで得た。図14に示すように、載荷時熱ひずみと重量減少率の関係は養生条件ごとに分かれる。同じ養生条件で比較すると、載荷時熱ひずみと重量減少率の関係は水セメント比によらず同等であり、この性状は全ての応力レベルにおいて確認された。応力レベル0.3では、水セメント比の違いによる載荷時熱ひずみの差

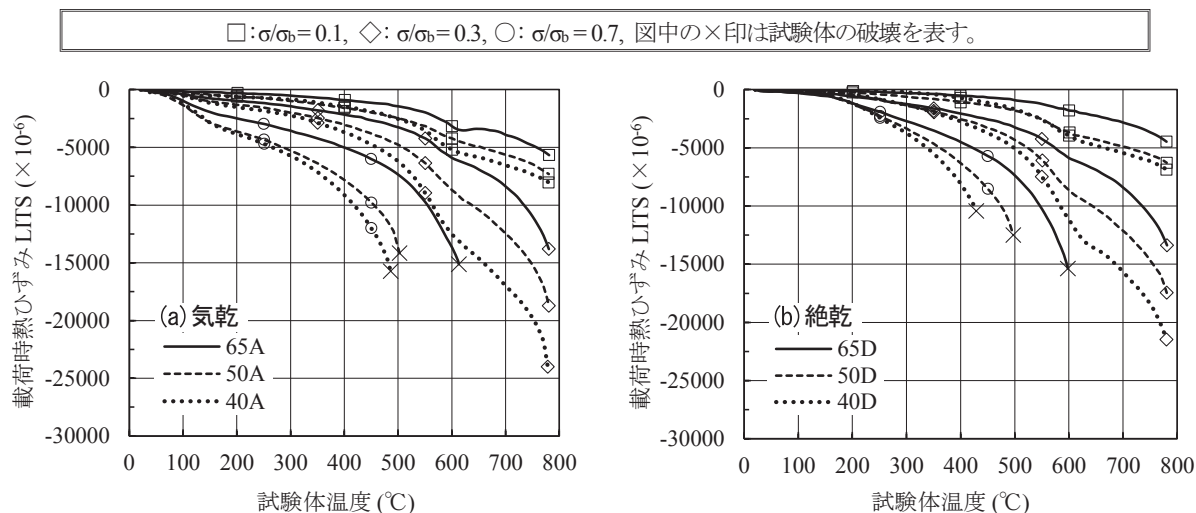


図13 載荷時熱ひずみと温度の関係（水セメント比の影響）

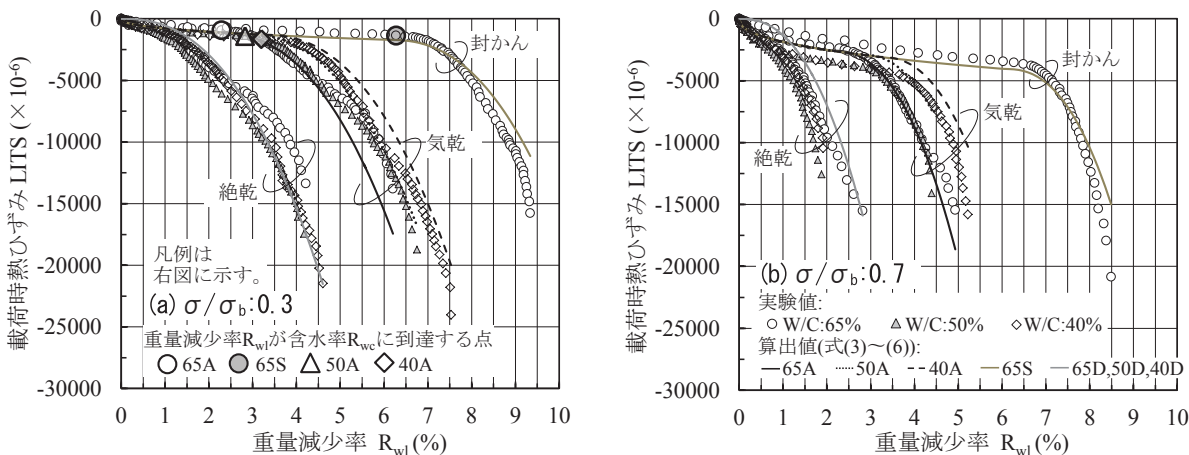


図14 載荷時熱ひずみと重量減少率の関係

は5000 ($\times 10^{-6}$) 以下であり、図13に示す温度との関係における差(約10000 ($\times 10^{-6}$))の半分以下となった。

図14の応力レベル0.3における関係に示すように、気乾試験体および封かん試験体では、重量減少率が含水率に到達するまで荷重時熱ひずみの増加は比較的小さい。この荷重時熱ひずみの大部分は水分の蒸発に伴い生じる乾燥クリープと考えられる。一方、各試験体の重量減少率が含水率を超えると、荷重時熱ひずみは重量減少率の増加に伴い急激に増加することが確認された。このことから、荷重時熱ひずみの大部分はセメント水和物の脱水および分解に伴うクリープであると考えられる。蒸発性水分を含まない絶乾試験体の荷重時熱ひずみも大部分は脱水・分解に伴うクリープであり、重量減少率の増加に伴い急増した。以降、重量減少率が含水率に到達する前に発生した荷重時熱ひずみを「乾燥荷重時熱ひずみ ($LITS_{ev}$)」、重量減少率が含水率に到達した後に発生した荷重時熱ひずみを「脱水荷重時熱ひずみ ($LITS_{dh}$)」と呼ぶ。

応力レベル0.3における乾燥荷重時熱ひずみおよび脱水荷重時熱ひずみと重量減少率の関係を図15に示す。両荷重時熱ひずみと重量減少率の関係は養生条件および水セメント比によらず概ね同等であり、図15に示すようにそれぞれ1つの曲線に収められた。これより、荷重時熱ひずみを重量減少率との関係で表すことで、試験体の水セメント比や養生条件の違いによる影響を包含した関係が得られることを確認した。他の応力レベルにおいても、荷重時熱ひずみと重量減少率の関係からは同様の性状が得られた。

7. 荷重時熱ひずみの数式化

6章で検討したように、応力レベル0.3における荷重時熱ひずみは乾燥荷重時熱ひずみと脱水荷重時熱ひずみの和として表せる。

$$LITS(R_{wl}, 0.3) = LITS_{ev}(R_{wl}, 0.3) + LITS_{dh}(R_{wl}, 0.3) \quad \dots (3)$$

まず、図15に示すように、乾燥荷重時熱ひずみと脱水荷重時熱ひずみを重量減少率のべき関数として近似した。

$$LITS_{ev}(R_{wl}, 0.3) = -785 \times 10^{-6} \times R_{wl}^{0.43} \quad \dots (4)$$

ただし、 $R_{wl} > R_{wc}$ の場合、 $R_{wl} = R_{wc}$ とする。

$$LITS_{dh}(R_{wl}, 0.3) = -560 \times 10^{-6} \times (R_{wl} - R_{wc})^{2.39} \quad \dots (5)$$

ただし、 $R_{wl} \leq R_{wc}$ の場合、 $R_{wl} = R_{wc}$ とする。

つぎに、荷重時熱ひずみと応力レベルの関係について検討する。荷重時熱ひずみと応力レベルの関係を図16に示す。なお、図中の荷重時熱ひずみは、応力レベル0.3における値で除すことで標準化したものである。その結果、荷重時熱ひずみと応力レベルの間には、概ね同一の勾配を持つ比例関係が見られた。これは、養生条件や水セメント比によらず荷重

時熱ひずみと応力レベルは比例関係にあるためである。この比例関係に基づき、荷重時熱ひずみを応力レベルの一次関数として近似した(図16)。その際、近似式を応力レベル0.3での値と原点を通る直線として定めることで、無荷重の状態では荷重時熱ひずみが生じない条件とした。この近似式を用いて、各応力レベルにおける荷重時熱ひずみを応力レベル0.3における値との比による関数として表した。

$$LITS(R_{wl}, \sigma/\sigma_b) = 3.4 \cdot \sigma/\sigma_b \cdot LITS(R_{wl}, 0.3) \quad \dots (6)$$

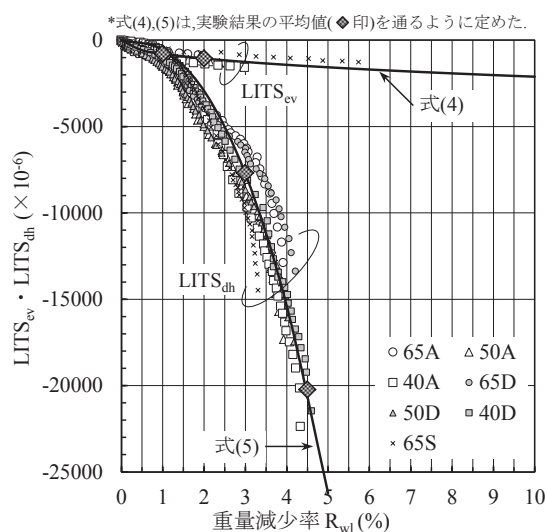


図15 $LITS_{ev} \cdot LITS_{dh}$ と重量減少率の関係(応力レベル:0.3)

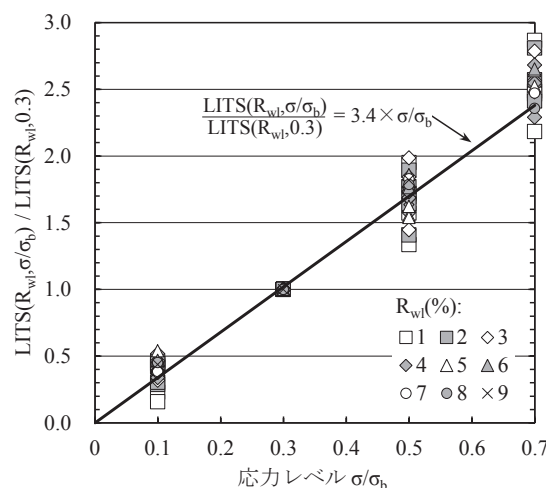


図16 荷重時熱ひずみと応力レベルの関係

図14中には、式(3)～(6)を用いて算出した荷重時熱ひずみの値と実験値の比較を示す。応力レベル0.3では、実験結果と算出値は概ね一致する結果となった。一方、応力レベル

0.7では、算出値が実験値よりも小さくなるケースが見られた。これは、図16において、応力レベル0.3に対する応力レベル0.7の荷重時熱ひずみの比を実験値よりも小さめに見積もる形で数式化を行ったためである。

8. まとめ

本報では、コンクリートの養生条件（気中養生、封かん養生、105℃での事前乾燥）および水セメント比（40%、50%、65%）がその荷重時熱ひずみに及ぼす影響を、加熱速度1.5℃/分の全ひずみ測定実験および重量減少測定実験によって検討した。また、実験から得られた荷重時熱ひずみと試験体の重量減少率の関係を検討した。以下に本研究から得られた知見を示す。

- (1) コンクリート中の蒸発性水分の蒸発が荷重時熱ひずみに及ぼす影響は100℃～200℃において顕著であり、全ての水セメント比において気乾試験体は絶乾試験体よりも荷重時熱ひずみが大きくなった。
- (2) 200℃以上の温度域では、セメント水和物の脱水および分解が荷重時熱ひずみに及ぼす影響が顕著になり、水セメント比65%では封かん試験体の荷重時熱ひずみが気乾試験体よりも大きくなった。また、気乾試験体、絶乾試験体ともに、水セメント比が小さくなると荷重時熱ひずみは大きくなった。
- (3) 荷重時熱ひずみに及ぼす影響は、蒸発性水分の蒸発よりも、200℃以上の温度域で生じるセメント水和物の脱水および分解による方が著しく大きかった。
- (4) 応力レベルが0.1～0.7の範囲で、荷重時熱ひずみは、養生条件や水セメント比によらず応力レベルに比例して増加した。
- (5) 以上の結果を踏まえ、試験体の重量減少率を要因とした荷重時熱ひずみの数式モデルを提案した。そして、提案モデルが本報で検討した養生条件や水セメント比のコンクリートに対して汎用的に適用できることを示した。

今後は、既報¹⁰⁾と本報で得たコンクリート試験体の応力-ひずみ関係および全ひずみに関する構成則を用いてひずみ拘束実験の熱応力解析を行い、本報で提案した荷重時熱ひずみモデルの妥当性をより詳細に検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 平島岳夫, 豊田康二: 火災加熱を受ける鉄筋コンクリート構造骨組の応力変形解析, 安全工学シンポジウム2010講演予稿集, pp.226-229, 2010
- 2) 安部武雄, 金和中: 鉄筋コンクリート構造物の火災事例について,

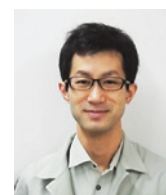
- 安全工学シンポジウム2009講演予稿集, pp.234-237, 2010
- 3) Anderberg Y. and Thelendersson S.: Stress and Deformation Characteristics of Concrete at High Temperature 2.Experimental Investigation and Material Behaviour Model, Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Lund Institute of Technology, Bulletin No.54, Lund, Sweden, 1976
 - 4) Gavriel A. Khoury, Brian N. Grainger, Patrick J.E. Sullivan: Strain of concrete during first heating to 600° C under load, Magazine of Concrete Research, Vol.37, No.133, pp.195-215, 1985.12
 - 5) Schneider U.: Concrete at High Temperatures-A general Review, Fire Safety Journal, 13, pp.55-68, 1988
 - 6) 右田周平, 平島岳夫, 前田孝一: 高強度コンクリートの高温時力学的特性に及ぼすポリプロピレン繊維および水分の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1126-1131, 2012
 - 7) 山下平祐, 平島岳夫, 吉田徹: 火災加熱を受ける超高強度コンクリートの力学的特性に関する実験的研究-その4.コンクリートの高温時全体ひずみに与える水分の影響-, 構造工学論文集, Vol.61B, pp.1-7,2015
 - 8) 丹羽博則, 長尾寛博, 江戸宏彰, 上杉英樹, 齋藤光: 20℃～600℃までの高温荷重加熱を受けるコンクリートのひずみ挙動, 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2, pp.249-250, 1999.9
 - 9) Hassen Sabeur, Fekri Meftah: Dehydration creep of concrete at high temperatures, Materials and Structures, pp.17-30, 2008
 - 10) 山下平祐, 常世田昌寿, 鈴木澄江, 白岩昌幸, 平島岳夫: コンクリートの高温時力学的特性に及ぼす養生条件と水セメント比の影響 コンクリートの高温時特性に及ぼす水分の影響 その1, 日本建築学会構造系論文集 第720号, pp.385-393, 2016.2
 - 11) U. シュナイダー著, 森永繁, 山崎庸行, 林章二訳: コンクリートの熱的性質, 技報堂, 1983.12
 - 12) Z.P. Bazant, J.C. Chern: Concrete creep at variable humidity: constitutive law and mechanism, Materials and Structures, Vol.18, No.103, pp. 1-20, 1985

【謝辞】

本研究は、筆者が千葉大学大学院博士課程在籍時に行った研究の一部をまとめたものです。本研究を含む学位論文の審査においては、千葉大学大学院 平島岳夫教授から懇切丁寧なご指導を賜るとともに、同大学院 高橋徹教授, 中村友紀子准教授, 宗方淳教授, 元千葉大学大学院准教授 前田孝一先生には貴重なご意見を頂きました。また、研究室の方々および当センターの皆様には様々な面でご協力いただきました。ここに、改めて厚く御礼申し上げます。

*執筆者

山下 平祐 (やました・へいすけ)
中央試験所 防耐火グループ 主任
博士 (工学)
従事する主な業務:
建築部材の防火性能に関わる試験



国際会議 SiF2016 参加報告

1. はじめに

SiF (International Conference on Structures in Fire) は、構造耐火をテーマとした国際会議であり、2000年から2年ごとに開催されている。筆者は、本年6月に開催されたSiF2016に参加する機会を得たため、本稿にて報告する。

2. 会議の内容

2.1 開催概要

SiFは構造耐火をテーマとした唯一の国際会議である。火災に関する国際会議としては、国際火災安全科学会 (IAFSS) シンポジウムがあるが、避難モデル、煙流動、リスク分析など火災全般を扱う会議であり、構造耐火に関する研究はごく少数に限られる。そのため、構造耐火に関する研究者が国際会議で研究成果を発表しようとする、火災分野以外の会議になってしまうことも多く、研究者相互の交流は滞りがちであった。この状況を危惧したJean-Marc Franssen教授(リエージュ大学)らによって、構造耐火の研究者が定期的集い、研究発表を通して交流を図る場としてSiFは設立され、2年ごとに欧州、アジア・オセアニア、アメリカ大陸の3つの地域で順番に開催されている(表1)。第9回にあたる本会議は、6月8日から10日まで米国のプリンストン大学で開催された。組織委員長はMaria Garlock 准教授(プリンストン大学)、学術委員長はVenkatesh Kodur 教授(ミシガン州立大学)である。本会議で設けられたテーマは以下である。

1. 構造火災安全工学の適用
2. コンクリート構造
3. 木構造・耐火被覆
4. 数値解析モデル
5. 合成構造
6. 鋼構造

2.2 参加者

本会議では、投稿された約250件の論文梗概に対して査読が行われ、最終的に135件の論文が採択された。プリンストンへは、世界中から総勢211名の研究者が集った(写真1)。日

本からの参加者は筆者を含め総勢6名であったのに対し、同じアジア圏でも中国出身の研究者は30名以上が参加していた。昨年、つくばで開催されたアジア・オセアニア火災科学技術シンポジウムには国内から100名以上が参加していることから、日本でも火災分野の研究が国際的な水準で活発に行われていることは間違いない。国外での会議になると参加者が減少してしまうのは、やはり、参加費用の調達が困難であるためであろう。筆者も建材試験センターから支援を受けなければ、本会議に参加することはできなかった。

近い将来、日本でもSiFが開催されることを切に願う。

表1 SiFの開催場所

| 開催年 | 開催場所 |
|----------------|--|
| 第1回 2000 | Danish Institute of Fire Technology, Copenhagen, Denmark |
| 第2回 2002 | University of Canterbury, Christchurch, New Zealand |
| 第3回 2004 | National Research Center, Ottawa, Canada |
| 第4回 2006 | University of Aveiro, Aveiro, Portugal |
| 第5回 2008 | Nanyang Technological University, Singapore |
| 第6回 2010 | Michigan State University, East Lansing, USA |
| 第7回 2012 | ETH Zurich, Zurich, Switzerland |
| 第8回 2014 | Tongji University, Shanghai, China |
| 第9回 2016 | Princeton University, USA |
| 第10回 2018 (予定) | Ulster University, Belfast, UK |



写真1 参加者全員の集合写真

2.3 スケジュール

本会議のスケジュールを表2に示す。会議は、朝8時からMcDonnell Hallと呼ばれる会議場で行われた。口頭発表は、各日とも最初のセッションのみ1つのホールで行われ、その後のセッションは2つのホールで並行して進められた(写真2)。また、ポスターセッションは、口頭発表が行われるホールに隣接したホワイエで行われた。ホワイエには軽食も用意されており、セッションの合間に参加者が集い、ポスターについて議論を交わすなど大変賑わっていた(写真3)。

2.4 口頭発表

1題あたりに割り当てられた時間は15分であり、発表が12～

13分、残りの時間が質疑に与えられた。すべての発表に対して活発な質疑が行われたが、特に木構造への関心は高いように感じた。日本から参加した大橋氏(竹中工務店)は、当センターでも性能評価を行った「耐火性能を有する木製柱・梁工法」について発表を行った¹⁾。この工法は、日本特有の要求事項である火災終了後の耐火性能も満足するものであり、会場の注目を集めた。本会議では他にも、加熱終了後の炭化性状や耐力低下に着目した研究が報告された^{2), 3)}。これらの知見は、現状では火災終了後の耐力低下が考慮されていないユーロコード(欧州の耐火設計法)の改訂方針に影響を与える可能性がある。

表2 第9回 SiF のスケジュール

| | |
|-------------|---|
| 6/8 (Wed) | |
| 8:00- 8:30 | Opening |
| 8:30- 9:30 | [OS] 1-A: Numerical Modeling |
| 9:30-10:00 | [PS] |
| 10:00-11:45 | [OS] 1-B.1: Concrete Columns and Walls [OS] 1-B.2: Steel Connections and Floor Beams |
| 11:45-13:00 | Lunch |
| 13:00-14:45 | [OS] 1-C.1: Concrete Slabs & Beams [OS] 1-C.2: Metal Structures |
| 14:45-15:15 | [PS] |
| 15:15-16:45 | [OS] 1-D.1: Timber [OS] 1-D.2: Numerical Modeling |
| 18:00-20:00 | Reception |
| 6/9 (Thu) | |
| 8:00- 9:15 | [OS] 2-A: Concrete Slabs & Beams |
| 9:15- 9:30 | 1-minute Oral "Commercials" of Posters |
| 9:30-10:00 | [PS] |
| 10:00-11:45 | [OS] 2-B.1: Concrete Spalling [OS] 2-B.2: Bridges |
| 11:45-13:00 | Lunch |
| 13:00-14:45 | [OS] 2-C.1: Concrete Material Characterization [OS] 2-C.2: Experimental Methods + Traveling Fires |
| 14:45-15:15 | [PS] |
| 15:15-17:00 | [OS] 2-D.1: Fiber Reinforcement and Strengthening [OS] 2-D.2: Fire Protection Materials |
| 19:00-22:00 | Dinner |
| 6/10 (Fri) | |
| 8:00- 9:15 | [OS] 3-A: Timber |
| 9:15- 9:45 | [PS] |
| 9:45-11:00 | [OS] 3-B.1: Applications of Fire Safety [OS] 3-B.2: Composite Columns |
| 11:00-11:30 | [PS] |
| 11:30-12:30 | [OS] 3-B.3: Probabilistic Approaches [OS] 3-B.4: Steel Material Characterization |
| 12:30-13:45 | Lunch |
| 13:45-15:15 | [OS] 3-C: Steel Structures |
| 15:45-16:30 | Closing Ceremony |

* [OS] は口頭発表, [PS] はポスターセッション



写真2 口頭発表が行われた会場の様子



写真3 ホワイエの様子

筆者はコンクリートの荷重時熱ひずみ (Load Induced Thermal Strain) の数式モデル⁴⁾について発表を行った。荷重時熱ひずみに関する報告は他にも数件あり、海外での関心の高さがうかがえ喜ばしかった。なかでも、Giacomo Torelli 氏 (マンチェスター大学) は、拘束係数を用いることで一軸応力下のみでなく三軸応力下にも適用できる数式モデルを提案した⁵⁾。これにより、熱応力解析において、より実状に近い応力状態を再現できると考えられるため、非常に興味深かった。

3. プリンストン大学

ここで、会場となったプリンストン大学について簡単に紹介する。

プリンストン大学があるニュージャージー州プリントン市は米国北東部に位置し、ニューヨークからは約80km、電車で1時間ほどの距離である。大学の周囲はのどかな学生街といった趣で、非常に過ごしやすい環境であった。かの Albert Einstein は20年以上にわたりプリンストンに居を構えており、現在も生前に暮らしていた家が残っている。

プリンストン大学は、米国で8番目に古い歴史を誇る私立大学であり、アメリカの大学ランキングではハーバード大学と常にトップを争う名門校でもある。スクールカラーがオレンジと黒であることから、トラが大学のシンボルになっており、大学の門をくぐる人はまず2匹のトラに出迎えられる (写真4)。

会議の初日には学生ボランティアを案内役としたキャンパスツアーが開催され、参加者はキャンパス内を見学することができた。緑に溢れた広大なキャンパスの中には、ゴシック様式の教会 (写真5) から Frank Gehry が設計した近代的な図書館 (写真6) まで多種多様な建築が点在しており、さながら一つの街のようであった。大学付属の美術館は無料で一般に公開されており、会議期間中にもヨガ教室が開催されるなど市民の憩いの場となっていた。筆者もセッションの合間に鑑賞したが、Andy Warhol や Claude Monet の作品が展示されるなど、一流の美術館に引けを取らない内容であった。

4. 夕食会

2日目の夕方には、Prospect House で夕食会が開催された。この建物は、かつては学長の邸宅として使われていたもので、美しい庭園は、学長を務めた第28代大統領 Woodrow



写真4 大学のシンボルであるトラの銅像



写真5 University Chapelの様子



写真6 Lewis Libraryの様子

Wilsonの妻が設計したという(写真7)。ピアノと弦楽器による生演奏が行われるなど、和やかな雰囲気にもまれる会場で、参加者は交流を深めた(写真8)。夕食会の最後に、次回のSiFは英国のアルスター大学で開催されることが発表され、会場内は一層賑わった。アルスター大学が位置するベルファストは英国北アイルランドの首府で、豊かな自然に包まれた歴史ある港町であるらしい。英国では初の開催となるが、国民投票で英国がEU離脱を決めて以来、北アイルランドでは独立の機運が高まっているようなので、アイルランドで初の開催となる可能性もある。どちらにしても楽しみである。

5. 次回に向けて

最終日は、全てのセッションが終了した後にクロージングセレモニーが開催された。その中で、Kodur教授やJean-Marc Franssen教授を中心に、参加者全員で次回への改善点について話しあった。最も議論が盛んであったのは、発表時間に関する話題である。本会議では、一題あたりの発表時間が前回に比べ5分短くなっており、多くの参加者は発表、質疑ともに時間が短すぎると感じたようである。発表件数と発表時間のバランスをどう取るか、次回の主催者は大いに悩むことであろう。

6. おわりに

今回は筆者にとって3回目の国際会議への参加であったが(1回目はポスターセッション、2回目は自国開催)、得る経験は毎回大きく、もし機会が得られれば、次回ベルファストにもぜひ参加したいと思う。本稿を読んで興味を持たれた方は、SiFのホームページ(<http://www.structuresinfire.com/>)に次回の日程や場所が公開されているため、参照いただきたい。なお、ホームページでは、第1回から本会議までのプロシーディングも公開されている。

最後に、今回の参加にあたっては一緒に日本から参加された方々に大変お世話になり、とても有意義な時間を過ごさせていただきました。この場を借りて感謝申し上げます。



写真7 Prospect Houseの様子



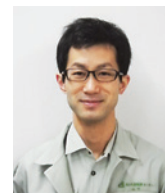
写真8 夕食会の様子

【参考文献】

- 1) Hirokazu Ohashi ほか: "Development of Wood Structural Elements for Fire Resistant Buildings", Proceedings of the 9th SiF, pp.635-642, 2016. 6
- 2) Norman Werther: "External and Internal Factors Influencing the Charring of Timber - an Experimental Study with Respect to natural Fires and Moisture Conditions", Proceedings of the 9th SiF, pp.650-658, 2016. 6
- 3) Yusuke Katakura ほか: "Deflection Behavior and Load-Bearing-Period of Structural Glued Laminated Timber Beams in Fire Including Cooling Phase", Proceedings of the 9th SiF, pp.667-674, 2016. 6
- 4) Heisuke Yamashita ほか: "Influence of Water on Load Induced Thermal Strain of Concrete", Proceedings of the 9th SiF, pp.316-323, 2016. 6
- 5) Giacomo Torelli ほか: "Numerical Modelling of Load-Induced-Thermal-Strain of Prestressed Concrete Pressure Vessels", Proceedings of the 9th SiF, pp.1038-1045, 2016. 6

* 執筆者

山下 平祐 (やました・へいすけ)
中央試験所 防耐火グループ 主任
博士(工学)
従事する業務: 構造部材の防耐火試験,
コンクリートの高温特性



試験設備紹介

コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度測定「平面度測定器」

工事材料試験所

1. はじめに

コンクリートの圧縮強度試験は、レディーミクストコンクリートの品質（呼び強度）の確認、構造体コンクリート強度の確認等を目的として幅広く行われています。

通常、供試体は、JIS A 1132（コンクリートの強度試験用供試体の作り方）に従って作製し、圧縮強度試験は、JIS A 1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）に従って実施されます。この際、試験結果は、供試体の公称寸法を用いて算出し、形状寸法の許容差については、必要に応じて、目視や簡易な方法で確認することが慣例となっています。

一方、独立行政法人製品評価技術基盤機構が認定している「試験事業者登録制度（JNLA）」においては、JIS A 1108の認定・登録条件として、これまでの供試体の寸法測定に加え、今年度から供試体の形状寸法の許容差を確認（測定）し、記録として保管することが義務付けられました。

工事材料試験所では、この要求事項の追加変更を踏まえて、4試験室（武蔵府中、浦和、横浜、船橋）で、圧縮強度試験用供試体の載荷面の平面度を確保するための「平面度測定器」及び載荷面と母線との角度（直角度）を確認するための「直角度測定器」を新たに導入しました。

今回は、新たに導入した測定器のなかから、「平面度測定器」を取り上げて紹介します。

2. 圧縮強度試験用供試体の形状寸法

JIS A 1132では、圧縮強度試験に供するコンクリート供試体の形状寸法を以下に示すように規定しています。また、供試体の形状寸法の許容差は表1のとおりです。

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

したがって、圧縮強度試験に際しては、あらかじめ、供試体の寸法（直径、高さ）を測定すると共に、形状寸法の許容差を確認することが原則となります。

ただし、JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の9.2.1（圧縮強度）では、「供試体の直径は、公称の寸法を用いてよい。」と規定しています。また、JIS A 1132の4.5（供試体の形状寸法の許容差）の注記には「精度の確認された型枠を用いて供試体を作る場合は、供試体の寸法、平面度、直角度の測定は省略してもよい。」と記載されています。

なお、供試体の載荷面の仕上げ方法には、「キャッピングによる方法」と「研磨による方法」がありますが、どちらの場合も載荷面の平面度は、表1に示す許容差を満足する必要があります。

表1 圧縮強度試験用供試体の形状寸法の許容差

| 項目 | 許容差 |
|---------|-------------------|
| 供試体の寸法 | 直径：0.5%以内、高さ：5%以内 |
| 載荷面の平面度 | 直径の0.05%以内 |
| 直角度 | 90 ± 0.5° |

3. 平面度測定器

前述したJNLAでは、供試体の形状寸法の確認を確実に実施するため、測定器は、SI単位へのトレーサビリティに基づく校正を受けた機器であることを要求しています。

今回、工事材料試験所で導入した「平面度測定器」は、圧縮強度試験用供試体を成型する鋼製型枠の底板の平面度測定用として市販されている測定器です。

測定器は、写真1に示すように、デジタルインジケータ、測定用ブリッジ、円形支持台で構成されており、各 부품の仕様は表2に示すとおりです。

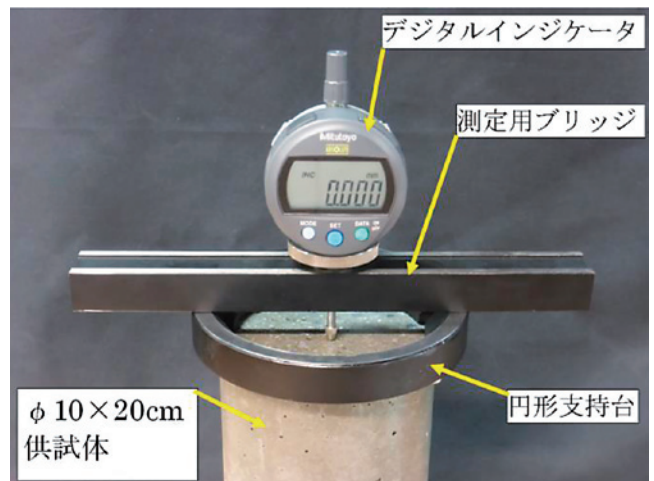


写真1 平面度測定器の構成と外観

表2 平面度測定器および各部件の仕様

| 項目(部品名) | 仕様 |
|------------|---|
| 型式 | MIC-167-101 [(株) マルイ製] |
| デジタルインジケータ | JIS B 7503 (ダイヤルゲージ) 適合品 [MRA 対応校正品] 測定範囲: 12mm, 最小表示値: 0.001mm |
| 測定用ブリッジ | 長さ: 230mm |
| 円形支持台 | 外径: 126mm, 内径: 88mm 平面度: 5 μ 以内(内規) |

4. 平面度の測定方法

圧縮強度試験用供試体の載荷面の平面度の測定方法は標準化 (JIS 化) されていません。そこで、工事材料試験所では、JIS A 5308 の附属書 E (規定) 軽量型枠の E.5.3.2 (平面度) に準拠した方法で平面度を測定しています。

具体的には、図1および図2に示すように、供試体の載荷面の中心を通り、直交する2本の直線を測線として、測線上の両端部と中央部の高低差を平面度測定器で測定し、測定値の最大値と最小値の差を、測定面の平面度と見なすという方法です。写真1および図2は、 $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の供試体を例示していますが、今回導入した測定器は、 $\phi 125\text{mm} \times 250\text{mm}$ の供試体についても対応可能です。

なお、当センターの経営企画部 調査研究課では、建材試験センター規格 (JSTM) として、JSTM C 2105 (コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法) を2016年9月30日に制定しました (本号の規格基準紹介参照)。工事材料試験所では、同規格の制定に伴い、平面度の測定方法を一部改正する予定でいます。

5. おわりに

今回は、圧縮強度試験用供試体の平面度を確認するために新たに導入した「平面度測定器」を紹介しましたが、同測定器は、当センターの中央試験所や西日本試験所では、本来の用途である鋼製型枠の定期点検 (底板の平面度の確認) にも使用しています。また、工事材料試験所の品質管理室では、本機関誌 (2015年7月号) で紹介したように、研磨機の性能を確認 (研磨面の平面度の確認) するための測定器として、同測定器を別途導入して利用しています。

なお、工事材料試験所では、「平面度測定器」と同時に圧縮

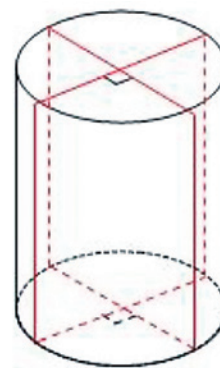


図1 平面度測定用の測線 (直交する2直線)

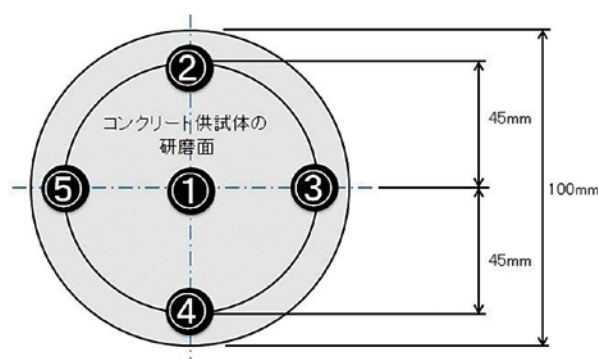


図2 平面度の測定位置 [$\phi 100\text{mm}$ の例]

強度試験用供試体の直角度を測定するための「直角度測定器」も4試験室に導入しました。今回は、紙面の都合で「直角度測定器」の紹介は割愛しましたが、同測定器の仕様および直角度の測定方法については、本機関誌の2015年7月号 (前掲) で紹介していますので参考して頂ければ幸いです。

工事材料試験所は、首都圏に4試験室を設置し、コンクリートの圧縮強度試験をはじめ、土木・建築工事に使用する各種材料 (鉄筋、鋼材、モルタル、アスファルト、路盤材など) の品質試験や建築物などの耐震診断に伴うコンクリートコアの物性試験を実施しています。また、現場試験 (モルタル・仕上げ材等の接着強さ試験、リバンドハンマーによる圧縮強度の推定試験、あと施工アンカーの引張試験など) も実施しています。試験に関するご質問やご依頼は最寄りの試験室にお気軽にお問い合わせ下さい。

(文責: 工事材料試験所 横浜試験室 山口裕士)

JSTM C 2105 (コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法) 制定について

1. はじめに

コンクリートの圧縮強度用供試体の平面度および直角度は、JIS A 1132 (コンクリートの強度試験用供試体の作り方) にその定義と許容差が規定されているが、その測定方法については標準化されていなかった。当センターの中央試験所、西日本試験所および工事材料試験所の各試験室は、独立行政法人製品評価技術基盤機構 (NITE) 認定センターで試験所認定制度の登録認定機関であり、平成28年度よりJIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法) によって試験をする供試体について、平面度および直角度の許容差の管理が義務付けられた。試験所および試験室では、供試体の平面度および直角度の測定方法についてそれぞれ独自の手順書を有していたが、引用規格が異なっているため細かい部分が一致していなかった。このような背景から、測定方法を統一する必要性が議論され、平成28年5月に当センター内にJSTM専門委員会 (主査：鹿毛忠継 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築新技術統括研究官) を設置し、測定方法についての原案を作成した。原案は、平成28年8月8日にJSTM専門委員会の親委員会であるJSTM標準化委員会 (委員長：菅原進一 東京理科大学総合研究機構 教授) での審議をもとに、指摘事項の修正を行い、平成28年9月30日付でJSTM C 2105 (コンクリートの圧縮強度用供試体の平面度及び直角度測定方法) として制定した。

2. 原案作成に当たり審議・検討した内容について

この規格原案作成中に、以下の項目について審議・検討を行った。

2.1 平面度について

2.1.1 平面度の定義 (簡条3)

コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度は、JIS A 1107 (コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法) およびJIS A 1132 (コンクリートの強度試験用供試体の作り方) において、次のように定義されている。

平面度は、“平面部分の最も高い所と最も低い所を通る二つの平面の距離”であり、測定した面の最大値と最小値の差を平面度として表している。従って、図1に示すような平面のねじれや傾き (いわゆる平行度) を含んだものとなる可能性があるが、写真1のように円形支持台を測定面 (供試体端面) に設置して測定する場合は、傾きによる影響は概ね緩和

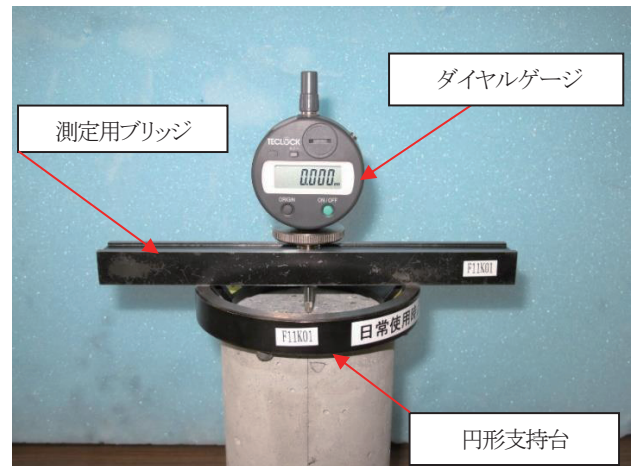


写真1 平面度測定器の構成 (例)

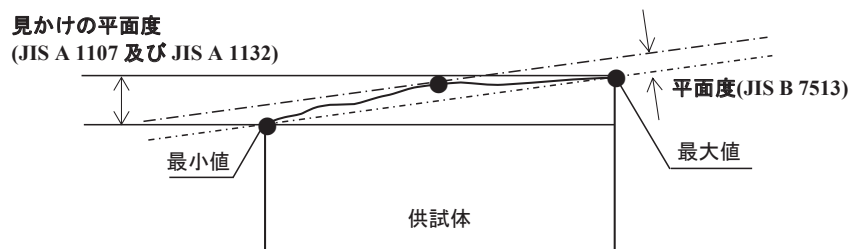


図1 平面度の考え方

できていると考えられる。しかし、円形支持台を回転移動させたときに、供試体中央部の測定値が変動する場合があります、これら変動の補正が必要となる。

JIS B 7513 (精密定盤) の対角線法による平面度は、測定面の全体的な凹凸を考慮しながら、凹凸によるばらつきが最小となるような基準面を算出するので、平行度などによる傾きを含まない幾何学的な面が平面度と定義されている。従って、2つの方法から得られる結果は図1に例示したように、必ずしも一致しない。

そのため本規格では、JIS A 1107およびJIS A 1132による平面度を“見かけの平面度”，JIS B 7513による平面度を“平面度”と箇条3で定義し、コンクリート供試体の平面度の

評価は“見かけの平面度”で行うこととした。

2. 1. 2 平面度の測定方法 (箇条5 5.2平面度, 附属書A)

平面度の測定方法を検討するにあたり、中央試験所、西日本試験所および工事材料試験所の各試験室における測定手順書、コンクリートの平面度に関する論文¹⁾、精密定盤の規格およびそれらに関する書籍²⁾などを参考とした。平面度の測定方法については、測定点数および測定位置、測定装置、平面度と平行度の関係などについて議論がなされた。

a) 平面度の測定方法

審議の際に特に問題となったのは、測定点の数である。供試体の受入れ時の測定を“迅速かつ正確”に行うため、“JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) 附属書E”に従って

表1 測定点数とその用途

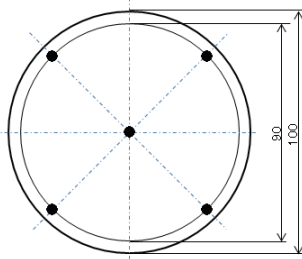
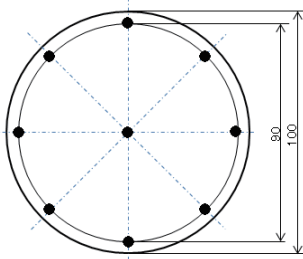
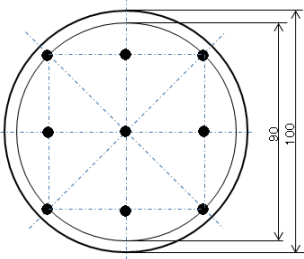
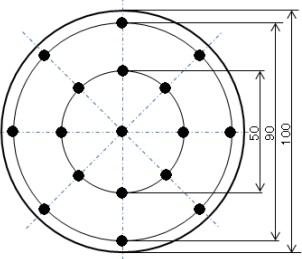
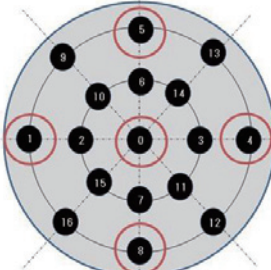
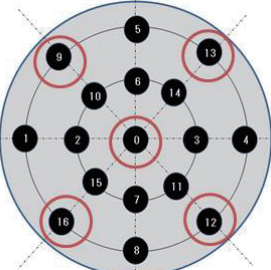
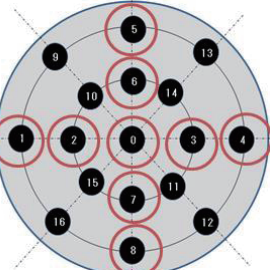
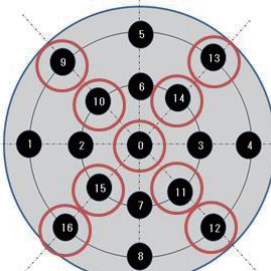
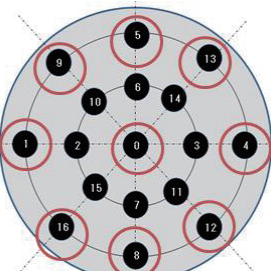
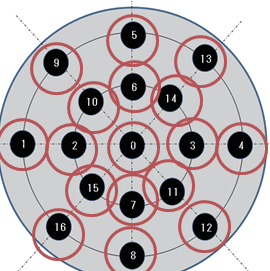
| | | | |
|--|--|---|---|
|  <p>図2 平面度の測定位置 (5点) の一例</p> |  <p>図3 平面度の測定位置 (9点) の一例</p> |  <p>図4 平面度の測定位置 (対角線法) の一例</p> |  <p>図5 平面度の測定位置 (17点) の一例</p> |
| <p>【用途等】 普通コンクリート供試体の受入検査 (JIS A 5308に準拠)</p> | <p>【用途等】 普通コンクリート供試体の受入検査 (5点で許容値を超えた場合) 等</p> | <p>【用途等】 研磨機の校正等 (JIS B 7513の精密定盤に準拠)</p> | <p>【用途等】 研磨機の校正や超高強度コンクリート供試体の受入れ等</p> |

表2 測定点数および位置

| | | |
|--|--|--|
|  <p>図6 記号① 5点 (基本)</p> |  <p>図7 記号② 5点 (45°)</p> |  <p>図8 記号③ 9点 (基本)</p> |
|  <p>図9 記号④ 9点 (45°)</p> |  <p>図10 記号⑤ 9点 (外周)</p> |  <p>図11 記号⑥ 9点 (外周)</p> |

測定点を5点とし、疑義が生じた場合は9点とすればよいのではないか。”との意見が出された。また、既往の研究¹⁾では、“超高強度コンクリートのような平面度が圧縮強度に大きく影響及ぼす可能性があるものについては、測定点は最低でも17点は必要である。”との報告があった。一方、研磨機の検定を行うのであれば、“精密定盤の平面度測定方法に従ったほうがよいのではないか。”という意見も出された。測定点数とその用途について議論した結果を表1(図2～図5)に示す。

図2～図4に示すように、引用規格や用途によって測定点数や測定位置が異なっていることから、測定点数を変更した場合の“見かけの平面度”への影響について、実測データに基づき測定点数および測定位置について整理した。測定点数の評価は、5点、9点および既往の研究で推奨された17点を比較対象とした。なお、“見かけの平面度”は、所定の測定点で測定した値の最大値と最小値の差として求めた。

なお、図4に示す対角線法については、一部の測定点のデータが得られなかったことから、ここでは検討対象外とした。

測定点数および測定位置を表2(図6～図11)に示す。

測定点数17点の“見かけの平面度”を基準とした各測定点数および測定位置との比較結果を、図12および表3に示す。

図12に示したとおり、測定点数5点および9点(図6～図9)の場合は、基準とした測定点数17点(図11)とした場合に比べ、JIS A 1132に定める許容値 0.050mmを超える値の評価

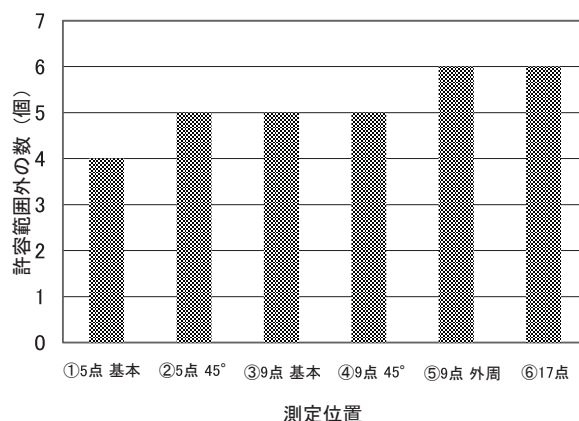


図12 測定点数および測定位置と許容範囲外の数の関係

表3 各種測定方法による測定点および測定位置と見かけの平面度

| 番号 | 測定方法の引用規格など | JIS A 5308 | | JIS A 5308に準ずる | | JTCCM マニュアル | 論文 ¹⁾ | |
|----|-------------|------------|----------|----------------|----------|----------------|------------------|-------|
| | | 測定点数 | ① 5点(基本) | ② 5点(45°) | ③ 9点(基本) | ④ 9点(45°) | ⑤ 9点(外周) | ⑥ 17点 |
| 1 | 研磨面 | | 0.028 | 0.034 | 0.028 | 0.034 | 0.034 | 0.034 |
| | 底面 | | 0.134 | 0.090 | 0.134 | 0.090 | 0.134 | 0.134 |
| 2 | 研磨面 | | 0.043 | 0.026 | 0.043 | 0.030 | 0.043 | 0.047 |
| | 底面 | | 0.107 | 0.093 | 0.107 | 0.099 | 0.107 | 0.113 |
| 3 | 研磨面 | | 0.036 | 0.020 | 0.036 | 0.020 | 0.036 | 0.036 |
| | 底面 | | 0.037 | 0.030 | 0.042 | 0.037 | 0.037 | 0.042 |
| 4 | 研磨面 | | 0.015 | 0.012 | 0.015 | 0.012 | 0.015 | 0.015 |
| | 底面 | | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.021 | 0.010 | 0.021 |
| 5 | 研磨面 | | 0.010 | 0.007 | 0.016 | 0.007 | 0.011 | 0.016 |
| | 底面 | | 0.015 | 0.015 | 0.025 | 0.015 | 0.016 | 0.025 |
| 6 | 研磨面 | | 0.014 | 0.010 | 0.014 | 0.010 | 0.014 | 0.014 |
| | 底面 | | 0.015 | 0.019 | 0.017 | 0.019 | 0.019 | 0.019 |
| 7 | 研磨面 | | 0.012 | 0.016 | 0.018 | 0.016 | 0.024 | 0.024 |
| | 底面 | | 0.024 | 0.028 | 0.024 | 0.028 | 0.029 | 0.029 |
| 8 | 研磨面 | | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.014 |
| | 底面 | | 0.024 | 0.016 | 0.026 | 0.017 | 0.024 | 0.026 |
| 9 | 研磨面 | | 0.005 | 0.007 | 0.012 | 0.009 | 0.007 | 0.013 |
| | 底面 | | 0.008 | 0.013 | 0.008 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| 10 | 研磨面 | | 0.018 | 0.024 | 0.018 | 0.024 | 0.024 | 0.024 |
| | 底面 | | 0.048 | 0.036 | 0.048 | 0.036 | 0.048 | 0.048 |
| 11 | 研磨面 | | 0.042 | 0.031 | 0.045 | 0.034 | 0.042 | 0.045 |
| | 底面 | | 0.031 | 0.025 | 0.031 | 0.025 | 0.037 | 0.037 |
| 12 | 研磨面 | | 0.027 | 0.019 | 0.035 | 0.026 | 0.027 | 0.035 |
| | 底面 | | 0.037 | 0.026 | 0.044 | 0.028 | 0.037 | 0.044 |
| 13 | キャッピング | | 0.049 | 0.040 | 0.063 | 0.042 | 0.059 | 0.063 |
| | 底面 | | 0.041 | 0.026 | 0.043 | 0.034 | 0.041 | 0.043 |
| 14 | キャッピング | | 0.017 | 0.023 | 0.033 | 0.023 | 0.023 | 0.035 |
| | 底面 | | 0.098 | 0.087 | 0.098 | 0.087 | 0.098 | 0.098 |
| 15 | キャッピング | | 0.036 | 0.061 | 0.038 | 0.061 | 0.063 | 0.065 |
| | 底面 | | 0.052 | 0.056 | 0.052 | 0.056 | 0.056 | 0.056 |

注) 網掛け部分は、“見かけの平面度”がJIS A 1132における許容差(直径100mmで0.050mm)を超えていることを示す。

は少なくなり、危険側の評価となることが明らかとなった。

一方、**図10**に示す⑤ 9点(外周)であれば、基準とする測定点数17点と同様の評価が可能であることが明らかとなった。また、**表3**に示した測定結果の値について着目してみると、① 5点(基本)と② 5点(45°)の“見かけの平面度”の値が0.010mm以上異なるものが1/3程度認められた。測定位置を45°回転させただけで、“見かけの平面度”の評価に影響するほどの差が認められたこと、判定結果もそれぞれ⑥ 17点とは異なっていることから、5点では測定点数が不足であるという見解に至った。

次に、③ 9点(基準)と④ 9点(45°)の結果を比較すると、こちらも“見かけの平面度”が0.010mm以上異なるものが1/3以上認められた。5点では測定点数が不足であったことから、測定点数を9点としたが、2本の直交する線上に測定点を増やしたため、平面全体の凹凸を評価することができなかつたと考えられる。また、判定結果もそれぞれ⑥ 17点とは異なっていることから、測定位置について課題があることが明らかになった。

一方、⑤ 9点(外周)は、① 5点(基本)と② 5点(45°)の測定位置を合体させたものであり、測定点が外周上に45°間隔に配置されていることから、平面全体の凹凸を捉えることができる結果となり、JIS A 1132に定める許容範囲の判定も基準とする⑥ 17点のもの完全に一致した。

これらの結果から、測定位置は円の中心を基準(1点)とし、外周上に測定点8点を等間隔にとれば、面全体の凹凸を評価できるという結論に至った。

b) 測定装置と測定位置について

測定位置は、円の中心を基準(1点)とし、外周上に測定点8点を等間隔にとる方法を採用した。そこで、平面度を測定する装置について検討したところ、一般に広く市販されている円形支持台の中には、45°間隔で測定ができないものがあることが分かった(**写真2**参照)。

この場合、⑤ 9点(外周)を測定するには、円形支持台を45°回転させなくてはならず、円形支持台をコンクリートの測

定面に設置しているため、回転させることによって測定面の傾きが測定値に影響を及ぼすことが確認された。そこで、**図13**に示すJIS B 7513による平面度の測定方法(対角線法)をコンクリートの平面度の測定方法として適用できないか検討することとなった。

今回は、一般に市販されている平面度測定器を使用して各点における高さを測定し、対角線法がコンクリートの平面度の測定方法として適用できるかについて検討を行った。



写真2 円形支持台の形状

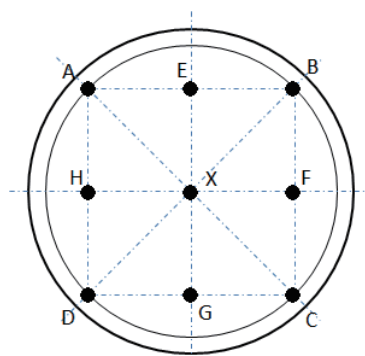
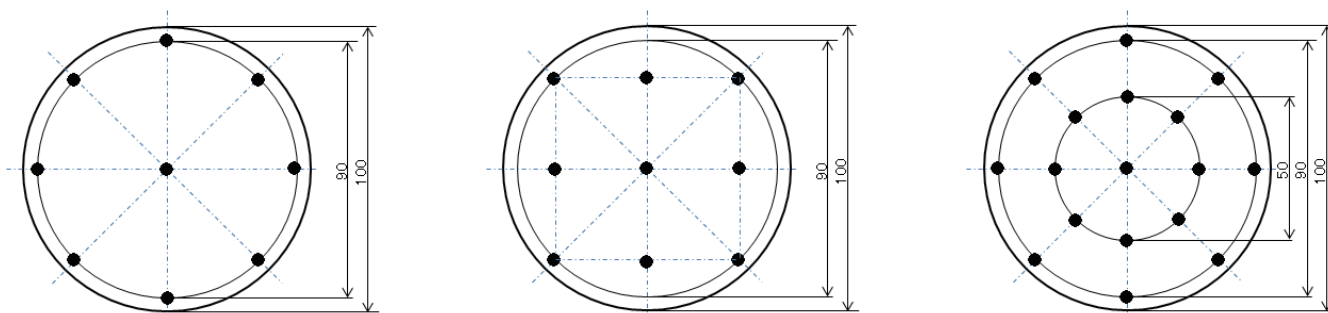


図13 平面度の測定点(対角線法)

供試体端面に**図13**に示すような正方形を罫書いて、市販されている平面度測定器を用いて測定を行った結果、円形支持台を移動させることなく測定することができた。また、測定点数17点の結果と比較しても、JIS A 1132で規定してい



a) 9点(外周に沿って測定した場合)

b) 9点(対角線法によって測定した場合)

c) 17点

図14 平面度の測定点の例

る許容値を明らかに外れているものに対しては、判定結果が一致することが確認された。

以上の結果を踏まえ、専門委員会で審議した結果、本試験規格の平面度の測定点数および測定位置については、**図14 a)** および **b)** に示す9点を基本とし、超高強度コンクリートのように載荷面の平面度が試験結果に大きな影響を及ぼす可能性がある場合は、**図14 c)** に示す17点を測定し、“見かけの平面度”を求めることとした。また、附属書A(対角線法による平面度の計算方法)によって“平面度”を求める場合は、“平行度”を測定し、“平面度”と“平行度”をあわせて評価することとした。

2. 2 直角度について

2. 2. 1 直角度の定義(箇条3)

コンクリートの圧縮強度試験用供試体の直角度は、JIS A 1107では“コア供試体の端面とコアの軸とのなす角度”，JIS A 1132では“載荷面と母線との間の角度”と定義されており、表現は異なっているが直角度の認識は一致している。本規格ではこの二つの規格を参考に、“供試体端面と側面(母線)がなす角度の最大値”と定義した。

2. 2. 2 平面度の測定方法(箇条5.5.3直角度, 附属書B)

直角度の測定方法は、①直角度測定器による方法(写真3参照)、②ダイヤルゲージによる測定方法(図15参照)および③すきまゲージによる直角度(図16参照)の確認方法の3つの測定方法を定めた。

直角度の測定箇所についてはJIS A 5308附属書Eに従って、供試体を90°回転させたに方向について行い、その最大値を直角度とした。また、測定は供試体の両端面について行うこととした。(図17参照)

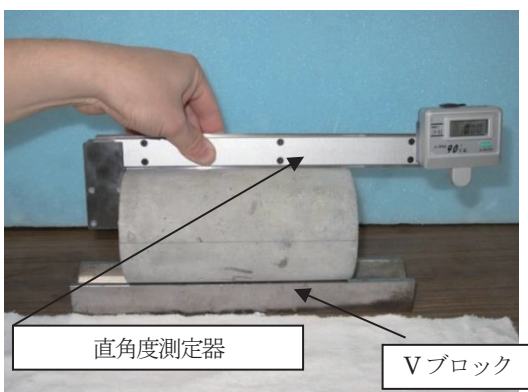


写真3 ①直角度測定器による測定方法

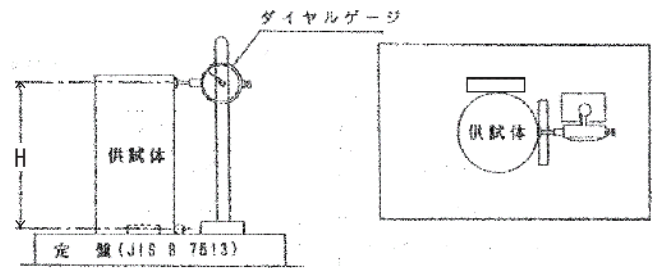


図15 ②ダイヤルゲージによる測定方法

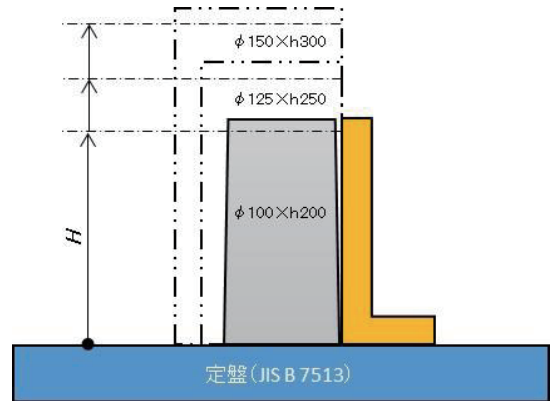
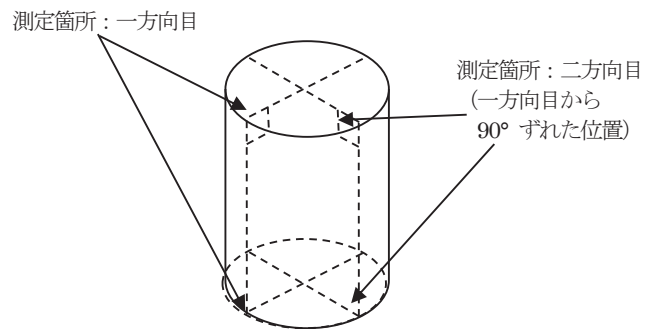


図16 ③すきまゲージによる測定方法



直角度の測定は両端面について行う。

図17 直角度測定位置の例

3. 今後の課題

今回の原案作成にあたり、コンクリートやコンクリート以外の平面度の測定方法に関する規格や論文について調査した。

本規格では、円形支持台の形状を配慮し、測定点数および測定箇所を定めた。また、直角度では、各規格に規定されている測定方法を規定した。今回の原案作成では、時間的な制約もあり平面度や直角度が圧縮強度に及ぼす影響に関する検討ができなかった。今後、データを蓄積し、平面度や直角度が圧縮強度に及ぼす影響について検討を行い、平面度の測定点数、測定箇所、許容範囲について再検討する必要がある。

4. おわりに

本規格の講習会を、平成28年12月15日に日本橋オフィスで開催する予定である。是非、講習会にもご参加いただきたい。詳細については、当センターのホームページをご参照いただきたい。

参考文献

- 1) 小山義行, 早坂光敬, 陣内浩, 今西正尚: 超高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼす端面処理の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, 2007
- 2) 中野賢一: 精密形状測定の実際, 海文堂出版, 1992

JSTMへのお問合せ・ご注文は、経営企画部 調査研究課で承っております。

【JSTMセミナーに関するお問い合わせ先】

経営企画部 調査研究課

TEL : 048-920-3814 FAX : 048-920-3821

<http://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jstm.html>

(文責：経営企画部 調査研究課 主幹 室星しおり)

表4 JSTM C2105の規格の構成

| |
|-----------------------------|
| 目次 |
| 1 適用範囲 |
| 2 引用規格 |
| 3 用語及び定義 |
| 4 供試体 |
| 5 測定方法 |
| 5.1 寸法及び平行度 |
| 5.2 平面度 |
| 5.3 直角度 |
| 6 報告 |
| 附属書A (規定) 対角線法による平面度の計算方法 |
| 附属書B (規定) すきまゲージによる直角度の確認方法 |

建材試験センター規格(JSTM)のご案内

当センターでは、団体規格としてJSTMを制定・販売しています。
JSTMは、主に建設材料、建設部材および建設物の品質・性能を評価するための試験方法を定めたものです。
JSTMの内容やご購入は、以下までお問い合わせください。

【JSTMのお問い合わせ・ご購入先】

経営企画部 調査研究課

TEL : 048-920-3814 FAX : 048-920-3821

<http://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jstm.html>



パイプサポートの両端ナイフエッジ押し
による圧縮強度試験

(発行番号: 第16A0731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)。

| | | | | |
|----------------------|--|---------------|--|------------------------|
| 試験名称 | パイプサポートの両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度試験 | | | |
| 依頼者 | 中央鋼管建材株式会社 | | | |
| 試験体 (依頼者 提出資料) | 試験体記号 | 試験体長さ (mm) | 主な構成材 (mm) | 数量 (体) |
| | CKK-40-N | 2000 | <ul style="list-style-type: none">台板及び受け板 寸法: 140×140, 厚さ: 6, 材質: SS400 (JIS G 3101)腰管 外径: 60.5, 厚さ: 2.3, 材質: STK400 (JIS G 3444)差込み管 外径: 48.6, 厚さ: 2.5, 材質: STK500 (JIS G 3444)調節ねじ(おねじ) 外径: 60.5, 厚さ: 3.2, 材質: STK400 (JIS G 3444)調節ねじ(めねじ) 長さ: 30.5, 材質: FCD450-10 (JIS G 5502)支持ピン 直径: 12, 長さ: 100, 材質: S45C (JIS G 4051) | 5 |
| 試験方法 | 試験は, JIS A 8651 (パイプサポート) の6.2両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度試験に準じて行った。 試験装置: 1000kN 構造物試験機 測定装置: データロガー 参照: 写真1 (試験方法) | | | |
| 試験結果 | 試験体 | | 最大荷重 Pmax (kN) | 破壊性状 |
| | 記号 | 番号 | | |
| | CKK-40-N | 1 | 48.5 | 支持ピンの曲げ変形を伴うパイプサポートの座屈 |
| | | 2 | 50.1 | 支持ピンの曲げ変形を伴うパイプサポートの座屈 |
| | | 3 | 54.3 | 支持ピンの曲げ変形を伴うパイプサポートの座屈 |
| | | 4 | 50.2 | 支持ピンの曲げ変形を伴うパイプサポートの座屈 |
| | | 5 | 55.8 | 支持ピンの曲げ変形を伴うパイプサポートの座屈 |
| 平均 | | 51.8 | — | |
| 参照: 写真2及び写真3 (破壊状況) | | | | |
| 試験期間 | 平成28年 5月31日 | | | |
| 担当者 | 構造グループ 統括リーダー 室 星 啓 和 統括リーダー代理 上 山 耕 平 主 任 林 崎 正 伸 大 西 智 哲 (主担当), 小 山 博 由 | | | |
| 試験場所 | 中央試験所 | | | |

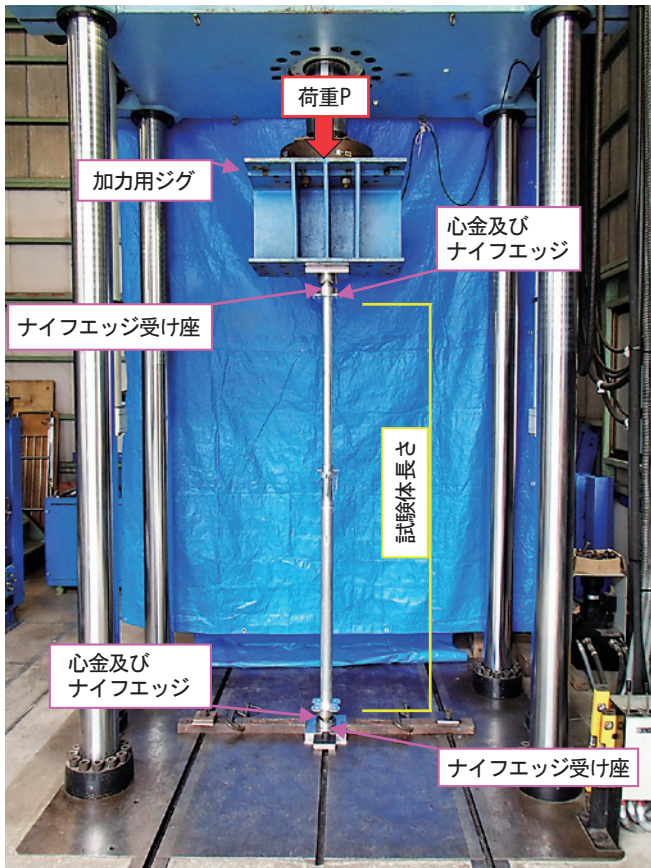


写真1 試験方法 (試験体記号: CKK-40-N)

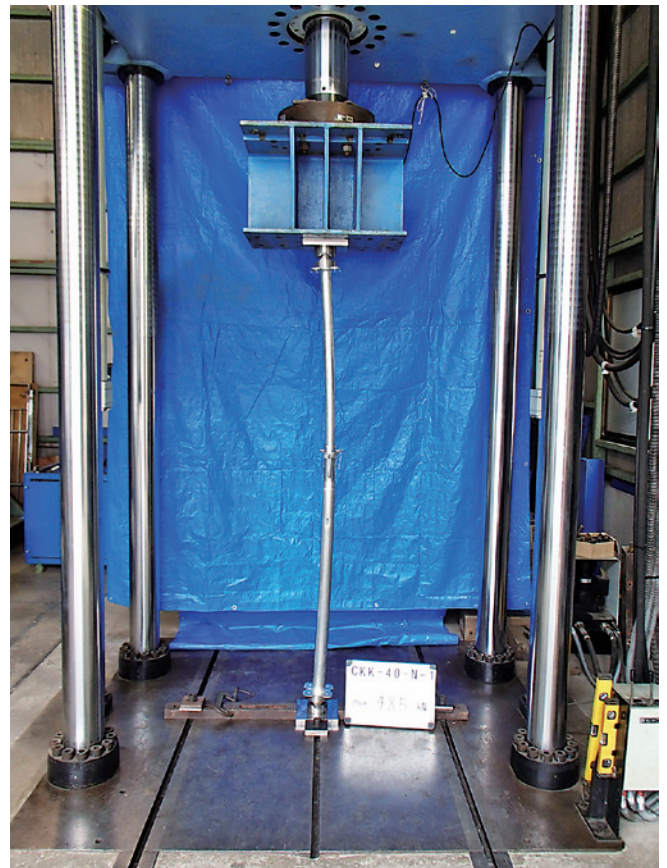


写真2 破壊状況 (試験体記号: CKK-40-N)
 番号: 1
 $P_{max}=48.5 \text{ kN}$
 ・パイプサポートの座屈



写真3 破壊状況 (試験体記号: CKK-40-N)
 番号: 1
 $P_{max}=48.5 \text{ kN}$
 ・支持ピンの曲げ変形

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回は、中央鋼管建材株式会社の依頼により実施したパイプサポートの両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度試験について紹介する。

パイプサポートは、コンクリート工事の型わく支保工（主にスラブ及び梁等からの鉛直荷重を支えるために用いる仮設構造物）として使用される仮設機材の一つである。パイプサポートについては、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）第42条に基づき、厚生労働大臣が定める型わく支保工用のパイプサポート等の規格（昭和56年労働省告示第101号、改定：平成12年労働省告示第120号）が定められているほか、日本工業規格「JIS A 8651-1995 パイプサポート」などがある。これらの規格には、材料・構造・寸法・圧縮強度・圧縮強度試験方法等が規定されているが、そのうちの圧縮強度試験方法については、規格の違いに関わらず同様な試験方法が定められている。

圧縮強度試験は、両端ナイフエッジ押しによるものと両端平押しによるものの2種類の方法がある。両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度試験方法は、材端条件を両端ピン支持（移動

なし)とした方法でパイプサポートの座屈に関する性能を確認ができる。両端平押しによる圧縮強度試験方法では、材端条件を固定支持(移動なし)とした方法で、座屈、支持ピン及び調節ねじ部の強度等を確認することができる。

両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度については、厚生労働省告示で定められている圧縮強度(式1)がある。また、日本工業規格では、厚生労働省告示で定められている圧縮強度より厳しい圧縮強度(式2)及びばらつきを考慮した圧縮強度(式3)がある(以上、表1)。同様に、両端平押しによる圧縮強度については、表2に示す規格値が定められている。

今回の試験体(長さ:2000mm)を例にとり説明すると、厚生労働省告示では39.2kN以上、日本工業規格では39.227kN以上、日本工業規格の平均では44.13kN以上の圧縮強

度が必要となる。試験の結果は、最小値で48.5kN、平均で51.8kNと規定の強度以上であったことから、いずれの規格値よりも上回っていた。上記一例のようにパイプサポートには、厳しい法令及び規格が整備され、製品の品質を保持している。

今回は試験体長さ2000mmのパイプサポートの試験について紹介したが、中央試験所構造グループでは、さらに長いパイプサポートの試験も可能であり、より多くの方々にご利用いただければ幸いである。

【お問い合わせ】

中央試験所 構造グループ

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

(文責:中央試験所 構造グループ 大西 智哲)

表1 両端ナイフエッジ押しによる圧縮強度の規定

| 規格 | 算定式 | 規定 |
|---------|--|----------------------------------|
| 厚生労働省告示 | $P(kN) = 1.78 \times 10^4 \times \frac{(146-0.15l)}{l^2}$ (式1) | 計算値が39.2を超えるときは、39.2以上であること。 |
| 日本工業規格 | $P(N) = 1.82 \times 10^6 \times \frac{(146-0.15l)}{l^2} \times 9.80665$ (式2) | 計算値が39 227を超えるときは、39 227以上であること。 |
| | $P'(N) = 1.1 \times 1.82 \times 10^6 \times \frac{(146-0.15l)}{l^2} \times 9.80665$ (式3) | 計算値が44 130を超えるときは、44 130以上であること。 |

(注) 算定式中の*l*は、最大使用長(cm)の数値に14を加えた数値を表す。

表2 両端平押しによる圧縮強度の規定

| 項目 | 強度 | ばらつきを考慮した強度 |
|---------|----------------|-------------|
| 厚生労働省告示 | 最大値 35.3 kN以上 | — |
| 日本工業規格 | 最小値 39 227 N以上 | 44 130N以上 |



第三者証明事業を通し 住生活・社会基盤整備へ貢献する



品質性能試験

建築物・土木構造物に使用される材料、部材、建具、設備機器などを対象に試験を行っています。地震・台風・火災などの災害や地理・気候・使用などの環境条件に対して要求される安全性・機能性・居住性・耐久性などについて、試験を行っています。

工事中材料試験

建築・土木工事に使用されるコンクリート・モルタル・鉄筋・鋼材・アスファルト・路盤材などの試験、耐震診断に関連したコンクリートコアの強度試験・中性化試験、住宅基礎コンクリートなどの品質管理試験を行っています。

性能評価

「建築基準法」に基づく性能評価・型式適合認定及び「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく試験の結果の証明・住宅型式性能認定を行っています。また、建設資材や技術の安全性、環境貢献などに関する適合証明を行っています。

製品認証

「工業標準化法」に基づく登録認証機関として、建築・土木分野を中心とした製品及び加工技術のJISマーク表示の認証を行っています。また、「農林物資の規格化等に関する法律」に基づく登録認定機関として、国内外を対象に木材加工製品のJASマークの認定を行っています。

マネジメントシステム認証

ISO9001・14001・50001・39001・55001、OHSAS18001などのマネジメントシステム認証を行っています。また、東京都・埼玉県の条例に基づく温室効果ガス（GHG）の排出量検証を行っています。

調査研究・標準化

建築・土木分野における技術開発を支援する調査・研究を行っています。また、JIS原案作成団体としてJISの原案作成及び維持管理やISO/TC146/SC6、TC163/SC1の国内事務局を運営するなど、国内外の標準化活動を行っています。

建材への道のり

第2回 石材編

工学院大学 教授 田村 雅紀

1. はじめに

第2回は、石材に関するトピックスを紹介する。今、街を歩けば、石による建材を見かけないことはないほど、世界各地で石材が使われている。今回は、遙か昔から、生活・都市の基盤を形成するうえで重要な役割を担ってきている石材を紹介する。

2. 石材の歴史

本稿8月号第1回の「素材と材料」で述べたが、地球表面の3割を占める陸地は、地球内部の地殻構成部よりも軽い岩石成分で構成されることから、いわば、時間をかけて地球の中から外に向けて浮きあがり大陸などとして形成されたものといえる。つまり、陸地全体はある程度まとまった化学組成で

構成され、似たような密度を持つ岩石群により存在している。人類は、そのような大陸の上で、旧石器の時代より農耕を始め、生活を営み、住居を構築するために多様な石を用いてきたと考えられる。やがて後に文明が発達し、ピラミッドなどの巨大建造物に主要材料として用いられ、世界中にあふれる建材としての地位を築くことになる(表1参照)。

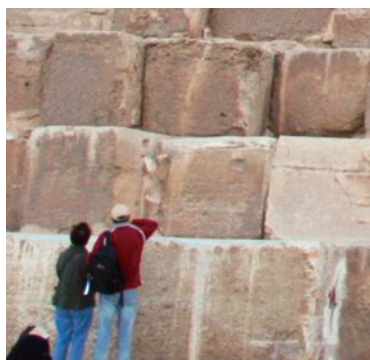
国内では、地域性はあるものの、1900年頃まで建築の歴史といえば石造建築の歴史であったともいえる。構造材料、仕上げ材料ならびに床材料に至る数多くの部位に使用されてきた。近年は、建築の工業化生産の流れの中で、構造材料としての使用ではなく、内外装仕上げ材料を中心に、石材の色彩並びにテクスチャーなどをうまく活かして、建物の意匠的価値、更には景観的価値にまで影響を与える存在となってきた。

3. 石材の種類

表2に主な建築石材の種類と性質を示す。石材の成因上の分類は、火成岩(A)、堆積岩(B)および変成岩(C)で構成され、建築・土工石材をはじめ、墓石・工艺品等に加工され、広く社会に流通してきた。その中でも、過去の使用実績が豊富で、建築石材としての性質や施工方法が一般化しやすいものは、花崗岩、砂岩、石灰石、大理石の4種類であり、その性質を体系的に整理することができる。なお、これらに共通することとして、自然石を原料としていることから、機械的な性質におけるばらつきを有している。このため、各部位ごとに使用上の安全性を確保した上で、耐久的な使われ方を提案することが重要な課題となる。

表1 石材に関わる歴史

| 年 | 項目 |
|-----------|------------------------------------|
| BC10000年迄 | 石器を用いた農耕文化が始まり、住居にも石が使用されたと考えられる。 |
| BC3500年 | メソポタミア文明において、建物の礎石として使用が確認 |
| BC2500年 | エジプト文明において、オベリスク、ピラミッドなど巨大石材建造物に使用 |
| BC25年 | ローマ・パンテオン、世界最古の教会建築の石造ドーム等に使用 |



ピラミッドとその石、そして周辺の砂

表2 主な建築石材の種類と性質

| 種類 | 見掛け比重 | 圧縮強さ (N/mm ²) | 曲げ強さ (N/mm ²) | 熱膨張率(×10 ⁻⁶ /°C) | ショア硬度 |
|-----------|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------|
| 花崗岩 A系 | 2.5-2.7 | 90-310 | 9-39 | 3.7-6.0 | 85-100 |
| | 火成岩の代表。結晶質で硬く耐久性に富むため、建築の外装を中心に、用途・設計条件に合わせて適切な仕上げが施され使用される。鉱物組成は主に長石、石英、雲母からなり、化学組成はケイ酸質を65～70%以上有している。硬質で加工費は一般的に高い。 | | | | |
| 砂岩 B系 | 2.0-2.6 | 52-110 | 7-18 | 3.7-6.3 | 20-70 |
| | 堆積岩の代表。様々な岩石片が細粒分となり堆積し、異方性がある。ケイ酸塩や炭酸塩を主成分としており、前者は一般に硬く耐久性に富むが、汚れや苔などが付着しやすく、清掃等が必要となる。 | | | | |
| 石灰石 B系 | 1.8-2.9 | 14-260 | 4-37 | 1.7-6.8 | 10-60 |
| | 堆積岩の代表。大理石に変成していない岩石といえる。異方性があり、軟らかく加工性に富む一方、酸性雨による溶出や凍害劣化を受ける場合があり、内装の壁材や床材として用いることが望ましい。 | | | | |
| 大理石 C系 | 2.4-3.2 | 70-250 | 4-28 | 2.7-5.1 | 45-56 |
| | 変成岩の代表。堆積岩である石灰岩が熱と圧力により変性、再結晶化しており、鉱物は無白色の方解石で、炭酸カルシウムを主成分とする。混入鉱物による様々な色彩を有し、表面研磨で彩りのある光沢感が得られるが、化学組成上、酸性雨などで溶出するので内装で用いるのが適切である。なお、大理石の呼称は、中国の雲南省大理府で産出する石材に由来する。 | | | | |

備考) A, B, Cの記号は、成因区分を簡易に理解するために、本稿で区分したものである

4. 石の製造・性質

写真1に石材の製造・加工の状況を示す。国内における建築石材の大半はイタリア、スペイン、中国などからの輸入品であり、国内の採石量は極めて少ない状況が続いている。

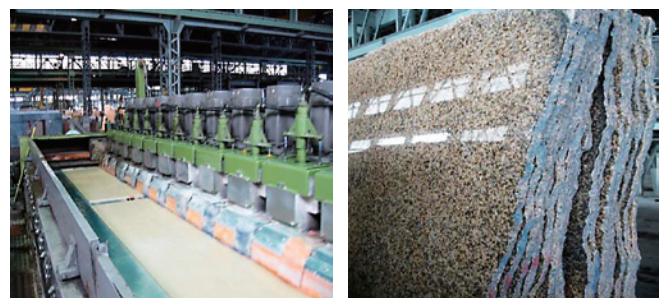
建築石材は、主に天然石と人工石を用いたものに区別される。天然石を用いた建築石材は、JIS A 5003 (石材)の規定に基づき、主に板・棒・塊状に成型後、製品化されている。板状の石材は、板の寸法精度と切断効率を踏まえ、大鋸(ガンクソー)や大口径丸鋸(ダイヤモンドソー)などの複数の専用切断機を用いて加工されている。人工の建築石材は、テラゾと擬石があり、テラゾはJIS A 5411 (テラゾ)の規定に基づき、裏打ちモルタルに大理石や花崗岩を種石としたモルタルを塗り、振動加圧成型の後、上塗り層を光沢仕上げとして製造されている。

表3に石材種類と表面仕上げ工法を示す。石材の表面仕上げ工法は、のみ切りなどの手加工による伝統的な仕上げから、たたき、びしゃん、ジェットバーナー、割り肌などの手加工または機械加工によるもの、そしてウォータージェット、ブラスト、各種磨きなどのように機械加工に限定し、自動・量産化に対応するものまでの広がりがある。これらの仕上げ方法により、同一産地の石材でも多様な外観を形成することができる。

天然および人工石材は、石材の基本特性と製造方法を理解した上で、建築の外部・内部並びに壁部・床部などの部位に適切に用いる必要があるが、中でも花崗岩は、全ての仕上げ工法に対応が可能な石材で、適用部位もとても幅広く用いられている。



a) 輸入された大理石の原石 (1.5×1.5×3.0m程度) b) ダイヤモンドソー切断機



c) 磨き仕上げの状況 d) 研磨後の花崗岩

写真1 石材の製造・加工の状況

5. 石材の施工・使用

最後に、図1に張り石工事の流れを示す。施工計画を皮切りに、材料の選定、石材の加工、製品受入検査がなされた後、外壁の場合は外壁湿式・乾式工法や石先付けPC工法を、内壁の場合は内壁空積工法を、内・外部の床・階段の場合は床階段湿式工法を適用する。

工事における安全性、施工性、経済性などの観点から、外壁乾式工法の場合、石材は厚さ30mm以上、幅・高さは矩形

表3 石材種類と表面仕上げ工法

| | 手加工 | 手加工または機械加工 | | | | 機械加工 | | | | |
|-----|------|------------|------|----------|------|-----------|------|-----|-----|-----|
| | のみ切り | びしゃん | こたたき | ジェットバーナー | 割りはだ | ウォータージェット | プラスト | 粗磨き | 水磨き | 本磨き |
| 花崗岩 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 大理石 | — | — | — | — | ○ | — | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 砂岩 | — | — | — | — | ○ | — | ○ | ○ | ○ | — |
| 石灰岩 | — | — | — | — | ○ | — | ○ | ○ | ○ | ○ |
| テラゾ | — | — | — | — | — | — | — | ○ | ○ | ○ |
| 擬石 | — | — | ○ | — | — | — | ○ | — | — | — |

解説図

のみ切り仕上げ

びしゃん仕上げ

こたたき仕上げ

バーナー仕上げ

割り肌仕上げ

水磨き仕上げ

本磨き仕上げ

手加工

手加工または機械加工

機械加工

備考) ○：標準 —：標準外

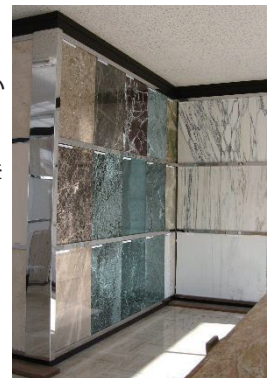
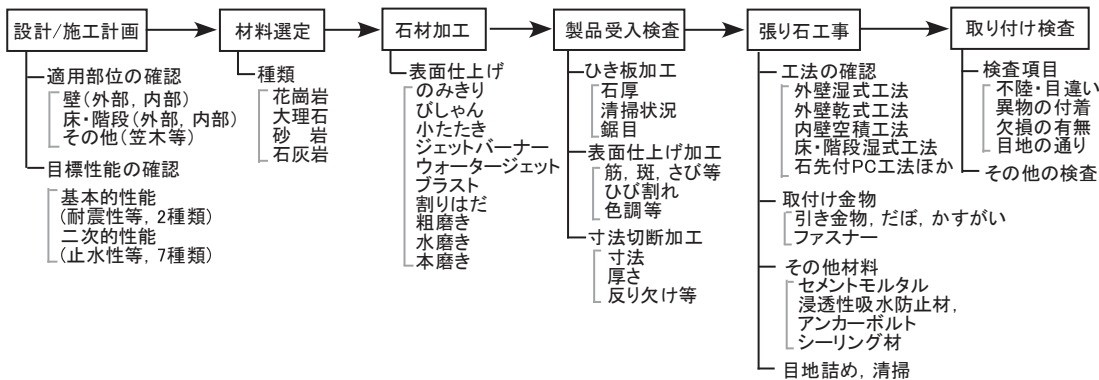


図1 張り石工事の流れ

形状1200mm以下、石材面積0.8m²以下、重量70kg以下を標準に定めるなどの配慮が必要となる。

石材と躯体との取り合いに関しては、ステンレス鋼(SUS304)による接合金物(ファスナー、引き金物等)の取り付け手順および施工上の留意点などの確認が必要であり、建物の躯体保護機能をはじめ、使用・維持管理の容易性、更には意匠性などに至る多様な要求を満足するように施工を

行う必要がある。

以上により、建築の内外装を守り・彩りを生み出す張り石壁による空間が成立する。そのテクスチャーは、表面仕上げ工法の違いはもとより、岩石の成因や鉱物・粒子の色や粒径・寸法などの影響も受けることから、発注・設計・施工・使用の立場にある関係者等による、長期的で多様な観点からの仕上がり性能を満足させることが重要となる。

【解説】

解説表1 主な石張り工法とその概要

| 目標性能 | | 概要 |
|-------|--------------------|---|
| 外壁 | 外壁湿式工法 | 外部からの衝撃に強いため、外壁乾式工法の1階部分などを高さ10m以下の外壁に取り付ける工法であり、石材厚さ70mm以下30mm以上、石材面積0.8m ² 以下の花崗岩の使用が標準となる。取り付けはコンクリート面への埋込アンカーに接続する流し筋を用いた工法等により、緊結下地にステンレス鋼(SUS304)による引き金物を介して石材と接合し、裏込めモルタルを全面に打ち込み張り付ける。なお、裏込めモルタルの収縮、汚れの問題をはじめ、工期の長期化ならびに壁面の変形追随性等の問題により、施工数が減少する傾向にある。 |
| | 外壁乾式工法 | 花崗岩の使用を原則とし、石材をコンクリート下地である外壁に乾式で取り付ける工法であり、石材厚さ30mm以上、幅・高さは矩形形状で1200mm以下、石材面積0.8m ² 以下、重量70kg以下を標準としている。取り付けはステンレス鋼(SUS304)の金物を用い、耐震性はファスナーの層間変位追随性で、耐風圧性はだぼの固定耐力で確保する。取付け高さは、足場工事に関わる基準類を踏まえ45m程度以下が限界である。 |
| | 石先付けプレキャストコンクリート工法 | 花崗岩の使用を原則とし、石材をプレキャストコンクリート部材に先付けし、非構造部材のカーテンウォールとする工法。取り付けはステンレス鋼(SUS304)のシアコネクターを用いる。部材の重量が高むために、コンクリートは特記がない場合は軽量コンクリートI種とする。部材表裏の乾燥収縮量が異なるため、剛性を高める配慮などが必要となる。 |
| 内壁 | 内壁空積工法 | 内壁に一般的に用いられる工法であり、取り付け高さは天井高さ4m以下、石材厚さ20mm以上、矩形形状で面積が0.8m ² 以下を標準とし、石材種は、風雨に曝されないため、花崗岩に加え大理石も用いられる。下地と石材は引き金物により緊結し、そのまわりを圧縮材として機能する取り付け用モルタルで被覆し、残りは空洞とする。 |
| 内部・外部 | 床・階段湿式工法 | 建物の内外部の床・階段に石材をモルタルもしくはペーストによる湿式で取り付ける工法である。床・階段は、足裏や靴等を通じ、直接人体に接する部位であるため、石材の摩耗性、防滑性、排水処理、段差等に留意する必要がある。石材の含水の影響を避けるための浸透性吸水防止材や、張付モルタル等の接着力低下を避けるための石裏面処理材等を適切に使用する必要がある。 |

備考) 日本建築学会, 建築工事標準仕様書・同解説 JASS9張り石工事を参照

国内では、伝統的木造建築において、掘立柱から石場建てへ変化を遂げたことは建築構法の重要な転機を与えたものといえよう。日本建築学会では1960年に石工の標準仕様書が制定されているが、仕様書の序で「従来、石工の仕様は明確を欠く点が多く、施工の段階においてしばしば困惑する場合もあった」と記され、近代的な建築生産技術として確立する上での苦心が伺える。現在は、解説表1に示したとおり石工をめぐると材料・工法は合理的な変化を遂げているとはいえ、さらには躯体との接合方法や構法の変化に伴う新しい加工・適用方法などが生まれつつある状況にある。

【参考文献】

野口貴文, 今本啓一・兼松 学・小山明男・田村雅紀・馬場英実, ベーシック建築材料, 彰國社, 2010.

*執筆者

田村 雅紀 (たむら・まさき)

工学院大学 教授

1973年 岐阜県生まれ

専門分野: 環境材料学

主要著書: 「ベーシック建築材料」,

「ものづくりからみた建築の仕組み」



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

講習会および秋期採取試験技能者認定試験を開催

検定業務室

去る2016年9月10日(土)、定期のコンクリート採取試験実務講習会を当センターの工事材料試験所 船橋試験室で開催しました。

この講習会は、認定試験を受験しようとする実務者で経験が1年未満の方を対象とした講習会です。午前はテキストおよびビデオを用いた学科講習を行い、午後は実際の生コンクリートを使用し実技講習を行いました。今回の講習会には、6名が参加され、熱心に受講されていました。

合否結果は、11月の認定委員会で審議された後、各受験者に送付されます。



学科講習の様子



宮城会場

また、2016年度秋期採取試験技能者認定試験を、2016年10月1日(土)の鹿児島認定試験から順次開催しました。開催場所は、鹿児島会場が鹿児島工業高等専門学校、宮城会場がポリテクセンター宮城(宮城職業能力開発促進センター多賀城実習場)の施設を借りて行いました。東京会場は、船橋試験室で開催し、合計64名が受験されました。



東京会場



鹿児島会場

下期予定は、採取試験実務講習会は12月、採取試験技能者認定試験は明けて1月に開催します。詳しい内容についてはホームページに掲載しています。

当センターでは、「コンクリートの現場品質管理に関する採取試験技能者」に基づく認定試験及び実務講習会を随時実施しています。

【認定試験および実務講習会に関するお問い合わせ先】

経営企画部 検定業務室

TEL : 048-920-3819 FAX : 048-920-3825

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

中央試験所 新構造試験棟・動風圧試験棟が竣工

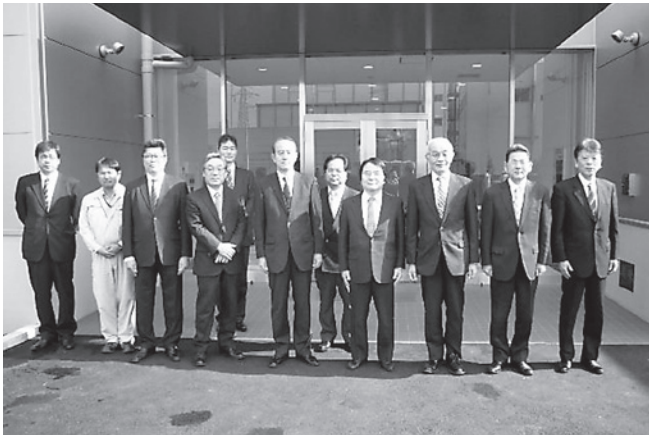
中央試験所

去る10月31日(月)、中央試験所 拡張・整備計画 第一期工事として進められていた新構造試験棟・動風圧試験棟が竣工し、施工者である(株)巴コーポレーションから引き渡しが行われました。

今後、新しい試験装置の設置および既存装置の移設などを行い、平成29年1月より新試験棟での試験業務を開始する予定です。

新試験棟では、自然災害などにより増加、多様化する試験ニーズに対応するため、中大規模木造建築物に用いられる部位・部材の強度試験や屋根材、部材などの防水性試験、水密・気密・耐風圧試験などを実施する予定です。

新試験棟の試験設備や試験業務などについては、今後、本誌で詳しくご紹介してまいります。



新試験棟の引き渡しを記念して
(左：巴コーポレーション関係者 右：当センター理事)



新試験棟(左：構造試験棟 右：動風圧試験棟)

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(1件)について平成28年9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 | JIS 番号 | JIS 名称 | 工場または事業場名称 | 住所 |
|-----------|----------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| TC0316001 | 2016/9/5 | JIS A 5308 | レディーミクストコンクリート | 鴨川生コン株式会社 鴨川工場 | 千葉県鴨川市坂東391番地の3 |

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28年9月9日付で登録しました。これで、累計登録件数は2278件になりました。

登録事業者(平成28年9月9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 |
|--------|----------|------------------------------------|----------|----------|--|--------------|
| RQ2278 | 2016/9/9 | ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015) | 2019/9/8 | 道央舗道株式会社 | 北海道札幌市白石区平和通11丁目北9番20号 <関連事業所> 後志出張所 | 舗装及び土木構造物の施工 |

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (2 件) の環境マネジメントシステムを ISO14001 (JIS Q 14001) に基づく審査の結果、適合と認め平成 28 年 9 月 24 日付で登録しました。これで、累計登録件数は 714 件になりました。

登録事業者 (平成 28 年 9 月 24 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 |
|--------|-------------------------|--------------------------------------|------------|--------------------------|----------------------|---|
| RE0713 | 2001/12/21 [*] | ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004) | 2016/12/20 | 東京二十三区清掃一部事務組合 墨田清掃工場 | 東京都墨田区東墨田一丁目 10-23 | 一般廃棄物 (可燃ごみ) の焼却並びに廃熱の有効利用による発電及び熱供給に係る業務 |
| RE0714 | 2002/1/23 [*] | ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004) | 2017/1/22 | 東京二十三区清掃一部事務組合 豊島清掃工場 | 東京都豊島区上池袋二丁目 5 番 1 号 | 一般廃棄物の処理に係る業務 |

※他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なっています。

OHSAS 18001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (1 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 28 年 9 月 24 日付で登録しました。これで、累計登録件数は 75 件になりました。

登録事業者 (平成 28 年 9 月 24 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 |
|--------|-----------|------------------|-----------|---------------------|--|--|
| RS0075 | 2016/9/24 | OHSAS 18001:2007 | 2019/9/23 | イソライト工業株式会社 生産本部 | 愛知県豊川市萩町向山 7 番地 <関連事業所> 音羽工場, 七尾工場, 技術開発本部 中央研究所, 営業本部 工業炉部 | 各種セラミックス製品 (耐火断熱れんが製品, セラミックファイバー及びそれらを用いた製品類, 電子部品焼成用セッター, 吸音材, 土壌改良材) の設計・開発及び製造 |

ISO 39001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (1 件) の道路交通安全マネジメントシステムを ISO 39001:2012 に基づく審査の結果、適合と認め平成 28 年 9 月 9 日付で登録しました。これで、累計登録件数は 3 件になりました。

登録事業者 (平成 28 年 9 月 9 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 |
|--------|----------|----------------|----------|----------|--|-----------------------------------|
| RT0003 | 2016/9/9 | ISO 39001:2012 | 2019/9/8 | 日栄産業株式会社 | 東京都大田区京浜島 3 丁目 5 番 2 号 <関連事業所> 京浜運送株式会社 収集運搬部門 | 産業廃棄物等の収集運搬, 再生碎石の配達及び京浜島拠点内の運転活動 |

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 28 年 7 月～ 9 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 28 年 7 月～ 9 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) | 180 |
| 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) | 7 |

あとがき

私と妻の実家は熊本県熊本市内にあります。先の熊本地震では、私と妻の両実家ともに被害の程度は軽微であったため、幸いにも親族に怪我はありませんでした。

震災後は帰省する機会も増え、帰省の際には、被害を受けた地域の状況を見てまわるようにしています。先日の帰省の際には、熊本市南区の近見、日吉地区の状況を見てきました。ここは、液状化により大きな被害を受けた地域です（液状化は地下水位の高い砂質地盤が振動により液体状になる現象です）。実際に見てまわると、新築と思われる建物も基礎の沈下により大きく傾いていました。被害が大きかったエリアには小学校があり、私が訪れた時は登校の時間帯で、子供達が私とすれ違う度に元気な挨拶をしてくれました。震災後の状況を見てまわる中で少しほっとした瞬間でした。

今後も自分の目で情報収集を行い、故郷のため何ができるのかを考えていきたいと思えます。

(早崎)

編集をより

先月、東京の一部地域において大規模な停電が発生しました。原因は、送電ケーブルの老朽化でしたが、ケーブルの設置から35年以上もの間ケーブルの交換が一度も行われていなかったという事実が明らかになり、世間に衝撃を与え話題となりました。

国土交通省では、2012年12月の笹子トンネル事故を契機として、社会資本整備が直面する構造的課題の1つとしてインフラの老朽化を挙げておりましたが、今回の事故を機に、さらに国内のインフラ関連で整備・点検が重要課題となると考えられます。

さて、今月号では、株式会社パスコ 岡本芳樹様に「ISO55001 アセットマネジメントシステムの認証取得」と題してご寄稿いただきました。

公共インフラの維持・管理の重要性と認証取得に向けた取り組みについて、詳しくご紹介いただいております。

当センターでは、2014年からISO55001の認証を開始し、現在までに3企業を認証しております。なお、2016年8月号の業務紹介において、当センターのISO55001の認証について詳しく紹介しております。ご一読いただけましたら幸いです。

(齋岡)

建材試験情報

11
2016 VOL.52

建材試験情報 11月号
平成28年11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 松本 浩
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 経営企画部 企画課
TEL 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

阿部道彦（工学院大学・教授）

副委員長

砺波 匡（建材試験センター・理事）

委員

石井俊靖（同・総務課主任）

守屋嘉晃（同・中央試験所構造グループ
統括リーダー代理）

田坂太一（同・中央試験所環境グループ主幹）

穴倉大樹（同・中央試験所耐火グループ）

佐藤直樹（同・工事材料試験所浦和試験室
室長代理）

深山清二（同・ISO審査本部審査部主任）

木村 麗（同・性能評価本部性能評価課主幹）

山本圭吾（同・製品認証本部管理課）

早崎洋一（同・西日本試験所試験課主任）

事務局

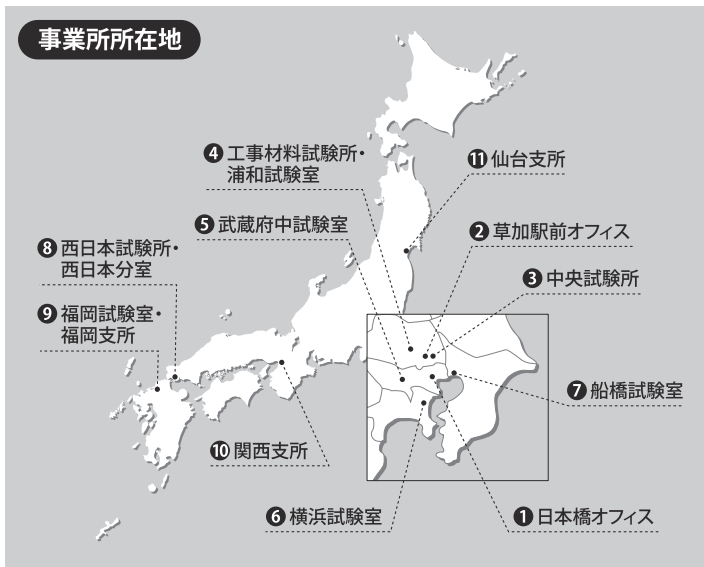
鈴木澄江（同・経営企画部部長）

伊藤嘉則（同・企画課課長代理）

佐竹 円（同・企画課主任）

藤沢有未（同・企画課）

制作協力（印刷・製本） 株式会社工文社



1 日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル5階

ISO審査本部

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

TEL:03-3808-1124 FAX:03-3808-1128

最寄り駅から

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

2 草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル
性能評価本部 (6階)

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

総務部 (3階)

TEL:048-920-3811 (代) FAX:048-920-3820

経営企画部 (6階)

企画課
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
調査研究課
TEL:048-920-3814 FAX:048-920-3821
顧客サービス室
TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821
検定業務室
TEL:048-920-3819 FAX:048-920-3825

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口)より徒歩1分

3 中央試験所

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

管理課

TEL:048-935-2093 FAX:048-935-2006

技術課

TEL:048-931-7208 FAX:048-935-1720

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

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

➤ 右段へつづく

最寄り駅から

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

高速道路から

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

4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

管理課 / 品質管理室

TEL:048-858-2841 FAX:048-858-2834

浦和試験室

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

住宅基礎課

TEL:048-858-2791 FAX:048-858-2836

最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅 (西口)より徒歩15分

5 武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10

TEL:042-351-7117 FAX:042-351-7118

最寄り駅から

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

高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

6 横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

TEL:045-547-2516 FAX:045-547-2293

最寄り駅から

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

7 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

TEL:047-439-6236 FAX:047-439-9266

最寄り駅から

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

8 西日本試験所 西日本分室 (製品認証本部)

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

最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

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

9 福岡試験室 (西日本試験所) 福岡支所 (ISO審査本部)

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

福岡試験室 (西日本試験所)

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

福岡支所 (ISO審査本部)

TEL:092-292-9830 FAX:092-292-9831

最寄り駅から

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

高速道路から

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

10 関西支所 (ISO審査本部)

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14

新大阪グランドビル10階

TEL:06-6350-6655 FAX:06-6350-6656

最寄り駅から

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

11 仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22

宮城県管工事会館7階

TEL:022-281-9523 FAX:022-281-9524

最寄り駅から

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



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

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

| | |
|----------|----|
| 建材試験センター | 検索 |
|----------|----|