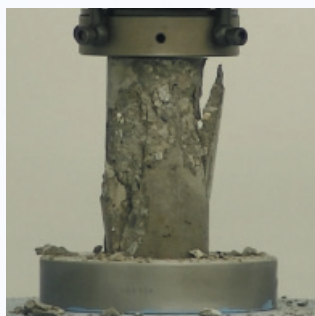


JTCCM JOURNAL

2014.2

建材試験

情報 Vol. 50



巻頭言 ————— 棚野博之

研修・検定事業の先にある生涯教育

寄稿 ————— 坂田弘安

木質系建造物の力学的挙動の解明と
安全性確保に関する研究

技術レポート — 清水市郎

外壁接合部における目地防水の
性能設計に関する検討

試験報告 ————— 山下平祐

けやき製材はりの載荷四面加熱による
準耐火性能評価試験

I n d e x

p1

巻頭言

研修・検定事業の先にある生涯教育

／(独)建築研究所 材料研究グループ長 棚野 博之

p2

寄稿

木質系構造物の力学的挙動の解明と安全性確保に関する研究

／東京工業大学 教授 坂田 弘安

p8

技術レポート

外壁接合部における目地防水の性能設計に関する検討

／材料グループ 参与 清水 市郎

p13

試験報告

けやき製材はりの載荷四面加熱による準耐火性能評価試験

／防耐火グループ 主任 山下 平祐

p16

規格基準紹介

スラグ骨材に関する規格の動向

その1: JIS A 5011-1 (コンクリート用スラグ骨材-第1部: 高炉スラグ骨材)の改正について

／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p22

連載

国産木材・林業との歩み

第六回「ヨーロッパの木造建築と木材」

／山佐木材(株) 代表取締役社長 佐々木 幸久

p24

基礎講座

安全衛生マネジメントのススメ (15)

安全マネジメントの最新動向

／ISO 審査本部 審査部 主幹 香葉村 勉

p26

試験設備紹介

電位差自動滴定装置

／工事材料試験所 浦和試験室 北村 保之

p28

たてもの建材探偵団

長谷寺(花の御寺) / 本堂(国宝)

／品質保証室 特別参与 柳 啓

p29

コンクリートの基礎講座

Ⅲ 耐久性編 「その2. アルカリシリカ反応, 凍害ほか」

／工事材料試験室 副所長 真野 孝次

p35

建材試験センターニュース

p38

あとがき・たより

巻頭言

研修・検定事業の先にある生涯教育

(独) 建築研究所 材料研究グループ長 棚野 博之

建材試験センターでは、鉄筋コンクリート造建築物の安全確保のために必要な工事現場での品質管理技術の向上を目的に、コンクリート打設時および型枠脱型時の試験・検査に携わる方の技術研修・検定事業が行われている。現在、「コンクリート採取試験技能者認定制度」、「コンクリート採取実務講習会」、「電磁誘導法による鉄筋探査測定実務講習会」、「コンクリートの単位水量及び塩化物量の測定実務講習会」の4つの技能検定・研修があり、恩師の一人である榊田佳寛先生と共に私もこのうちの3つの事業に、立上げ時から副委員長、主査等として協力させていただいている。

これら技能研修・検定で行われる試験・検査方法はすべてJISまたはJASS5に基づいている。ただし、「コンクリート採取試験技能者認定制度」は検定事業であるため、実技と学科の両方の試験が課せられている。検定事業の開始当初、実技試験は受験者の行為とJISに記されている手順・方法との違いを採点項目としていたが、驚かされることが度々起こった。例えば、JIS A 1101のスランプ試験やJIS A 1150のスランプフロー試験で使用されるスランプゲージやノグス等の専用ゲージの取り扱い方法を間違えたり、JIS A 1128の空気量試験で、無注水で操作をしているにもかかわらず注水用目盛で読み取るなど、試験器具の基本的な取り扱い方法を間違える受験者が少なからずいた。また、JISには試験器具の材質や寸法は明記されているが、検定義務等がないため、高さの異なるスランプコーンや変形した定規、先端の尖った突き棒等、正確な測定が困難な器具を使用している受験者もいた。このため、建材試験センターでは講習会の充実を図ると共に、実技試験で間違いの多い事項や器具の整備不良箇所等を整理した資料等を配布し、単なる技能検定ではなく採取技能者の育成に向けた事業を進めている。既に上記検定事業も14年目に入り、開始当初のような基礎的間違いや不良器具を使用する受験者はほとんど見られなくなったが、最近では高齢化の影響か更新受験者の不合格が増える傾向があり、運営委員会等で新たな対応が検討されている。

私のもう一人の恩師である重倉祐光先生が諏訪東京理科大学学長をされていた際、生涯教育の重要性についてお話されたことがある。当時はまだ教育という言葉をも十分に理解していなかったし、その余裕もなかったが、昨年建築研究所の材料研究グループ長を拝命し、少しずつではあるがその重要性について考える機会が増えたが、実行の難しさも実感している。



木質系構造物の力学的挙動の解明と 安全性確保に関する研究



東京工業大学 教授 坂田 弘安

1. はじめに

日本が過去に経験した大地震では、耐震性が不足した建物が倒壊したことで多くの人命が失われた。また、損傷が大きく継続使用ができなくなった建物の取り壊しや再建による経済的損失も大きく、社会に大きな影響を与えた。これからは、人命も社会も守り、地震後も安心して継続使用可能な耐震性の高い構造物を作るとともに、耐震性が不足した既存建物の補強を早急に進める必要がある。

筆者は、研究室のメンバーと木質系構造物の力学的挙動の解明と安全性確保を目指して研究を行っており、その成果の一例をここで紹介する。

2. 木造住宅の高耐震化を目指した制振技術の適用¹⁾

2.1 木造住宅の耐震化の現状

我が国の住宅の耐震化率は2003年において75%であり、耐震性が不足する住宅は約1,150万戸であった。そのうち木造住宅に限れば耐震化率は40%で、耐震性が不足する住宅は約1,000万戸であり、木造住宅の耐震化が最も重要であることが分かる。2008年には住宅の耐震化率が79%まで上昇したが、2015年で目標とする90%まで増進させるのは今のところ難しいといわざるを得ない。図1に示すように、2011年3月の東日本大震災後には、一般住民が耐震補強工事にかけてもよいと考える金額は増加しているが、免震改修のような高額な工事ではなく、100万円前後の補強工事であれば実施するという住民の意識がうかがえる。一方、新築の住宅においても従来の「大地震でも倒壊しない」という最低限の目標だけでなく、大地震時にも損傷せず、補修費用を最小限にとどめた「財産保持性の優れた」戸建住宅に対するニーズが増加している。

このような背景のもと、筆者らは、戸建木造住宅に安価かつ高性能な制振技術を適用し、その普及を目指している。ここでいう戸建住宅とは、主にその大多数を占める木造住

宅、特に在来軸組工法の住宅を指す。制振技術は主に中高層の鉄骨構造を対象に、地震・風に対する応答制御を目的として発展してきたが、それを小規模建築の代表である木造住宅にも展開しようというものである。在来軸組工法はトラス構造であり、ブレース型、間柱型などさまざまなダンパーを容易に取り付けられるメリットがあるが、木質構造において顕著である接合部の変形などに留意しないと、制振ダンパーが機能しない、いわゆる「効かない制振」になってしまう。

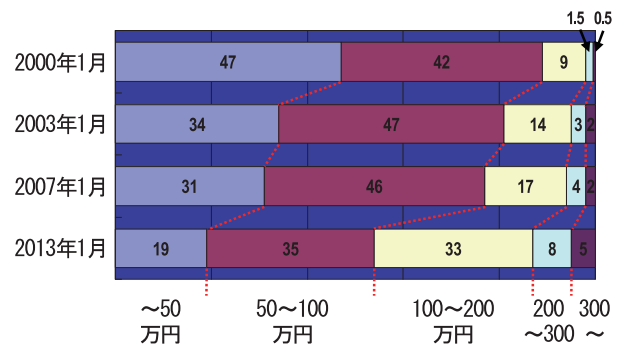


図1 耐震診断を受け、補強工事を実施しなかった住民への耐震補強工事にかけてもよいと考える金額の意識調査
(資料：日本木造住宅耐震補強事業者協同組合)

2.2 高性能木質制振壁実用化へ向けた技術的課題

制振構造とは、エネルギー吸収性能に優れたダンパーを外力への抵抗要素として用いることで、地震エネルギーなどを効率的に消散できるようにした構造である。周辺の架構は水平力に抵抗する必要はなく、鉛直荷重を支え、ダンパーの動きを阻害しないことが大切である。

図2は木造住宅の中で最も一般的な耐力壁である筋かい(ベイツガ90×45mm)の荷重-変形関係の一例である。幅1P(910mm)の壁でも、最大で約10kNの耐力があるが、エネルギー吸収(グラフの面積)の観点から見ると、性能が良いとはいえない。つまり、一度載荷した後の二回目以降の載荷では、変形の小さいところで荷重の上昇が小さくなっている。また、グラフは第1象限と第3象限のみにあり、膨らみの小さなスリップ挙動のループを描いている。

これは、木質部材が一度損傷すると、めり込みなどの局所的な変形が残留してしまうためであり、これを回避するには、木質部材をできるだけ損傷させずにダンパーなど特殊な部材に変形を集中させなければならない。

以上を踏まえ、制振壁の開発にあたっては、木質架構のスリップ挙動を極力排除した架構、すなわち接合部変形に十分留意し、ダンパーへの変形集中を達成できる架構の開発が重要であることが分かる。

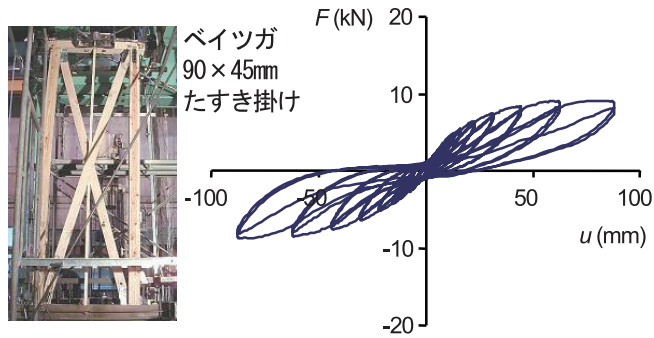


図2 筋かい耐力壁の荷重—変形関係

2.3 高性能木質制振壁の開発

図3は筆者らが開発した制振壁の一つである、K プレース型制振壁である。K 型の鋼製ブレースによる、いわゆるシアリンク機構を用いており、壁が水平力を受け、せん断変形すると、図中のダンパー取付部に上下方向のせん断変形が生じる。木質構造で弱点になりがちな柱脚接合部は、鋼製ブレースと一体のホールダウン金物を用いることで浮き上がりが抑制されるが、回転に対しては比較的自由に動けるため、ダンパー部への変形集中が達成される。ダンパー取付部には、粘弾性ダンパーなどの楕円の履歴を描く速度依存ダンパーや、鋼材ダンパー、摩擦ダンパーなど平行四辺形の履歴を描く変位依存ダンパーなど、多様なダンパーを取り付けることができる。このほか、構造用合板を用いた制振壁や、住宅の開口部に用いることが可能な方杖型制振壁も開発した。

図4に制振壁の荷重—変形関係の一例を示す。図4左は粘弾性ダンパー付き合板パネル制振壁、図4右は摩擦ダンパー付きK プレース型制振壁である。ダンパー自体の性質が示すように、履歴ループはそれぞれ傾いた楕円と、平行四辺形になる。そして、ループが描く面積(吸収エネルギー)は、従来の木質構造のもの(図2)に比べて格段に大きく、さらに繰り返しの载荷に対してもほぼ同じループを描き続けており、スリップ挙動は全く見られないことが分かる。つまり、余震など複数の地震に対しても性能を保ち続け、建物の財産保持性も確保できる。

どちらのダンパーが優れているか?という質問をよく耳にするが、それぞれに特長がある。粘弾性ダンパーを用いた場合は、小振幅から大振幅までほぼ相似形の履歴ループのため、一定の剛性と減衰を保持することができる。ただし、速度・温度依存性が大きな場合は、設計に際しその考慮が必須となり、難しい判断をする必要がある。摩擦ダンパーを用いた場合は、ダンパーが滑るまではエネルギー吸収がないが、滑った後にそれ以降の変形に比例してエネルギー吸収が増加する。また、荷重が頭打ちになることは、接合部や基礎の設計が容易になるというメリットがある。

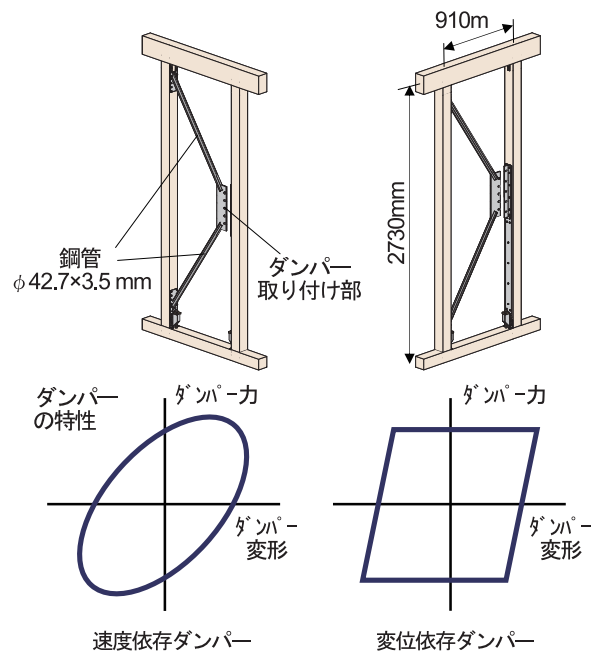


図3 筆者らが開発したK プレース型制振壁

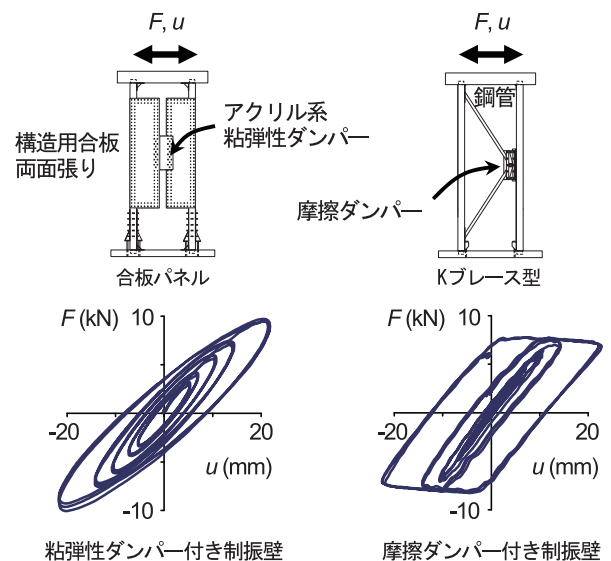


図4 制振壁の実験結果

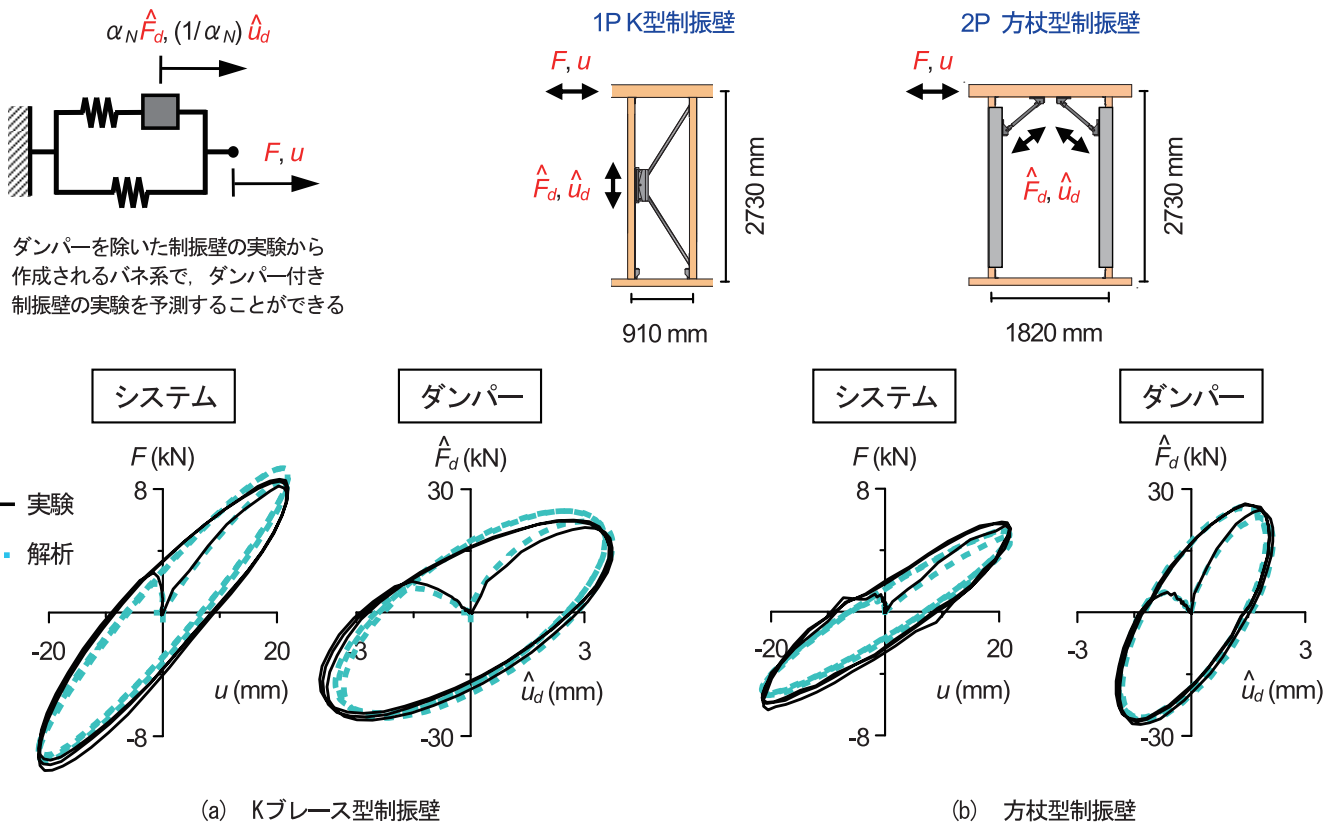


図5 Kブレース型制振壁と方杖型制振壁の動的載荷実験結果と簡易バネ系の時刻歴解析による予測結果の比較 (層間変形角=1/120rad, 加振振動数=1.8Hz)

2.4 制振壁の性能評価と数値解析シミュレーション

上述したように、ダンパー単体で優れた性能を有していたとしても、それを保持する架構が制振に適した性質を有していないと効果が得られない。そこで、ダンパーを取付ける前の架構の実験(あるいは解析)から、ダンパーを取付けた後の性能を予測することができれば、制振壁の開発に要する労力を大幅に削減するとともに、架構としての優劣を合理的に判断することができる。その方法が、以下に述べる「状態 N/R 法」²⁾である。

これは、ダンパーを除去した状態 N (No damper) と、ダンパーを固定した状態 R (Rigid damper) という2状態を考え、その2状態での特性値とダンパーの特性値を使って、ダンパー付き架構の性能を予測するものである。状態 N はダンパー力がゼロの状態、状態 R はダンパー変形がゼロの状態に対応し、これらの状態はダンパー付き架構において必ず発生するということが、本手法の骨子である。本手法を用いれば、任意の制振壁を図5左上に示すようなバネ系に置き換えることができ、その時刻歴解析によって実験結果

をシミュレートすることができる。図5下段に示すように、実験結果と解析結果がよく一致していることが分かる。

2.5 振動台実験による性能確認

制振壁単体での有効性を確認できたため、それを実大木質架構に組み込んだときの性能確認へと発展させた。

図6に示すような2層木質架構の振動台実験を行った。図7(a)は一般的な合板耐力壁からなる架構、図7(b)は粘弾性ダンパー付きKブレース型制振壁からなる架構であり、入力地震波は最大加速度を0.6Gに基準化したJMA神戸NS波(原波の最大加速度は0.83G)である。ここまでも述べてきたように、制振壁からなる架構はエネルギー吸収性能に優れ、耐力壁からなる架構に比べて最大変形が1層で1/3程度、2層で1/2程度になっていることが分かる。本実験では耐力壁をすべて制振壁に置き換えて比較したが、実際の住宅では、既存の耐力壁に制振壁を数枚追加する、あるいは既存の耐力壁の何枚かを制振壁に置き換える、といったさまざまな解があり得る。それは目標とする性能にも依存し、次に述べる設計法によって決めることができる。

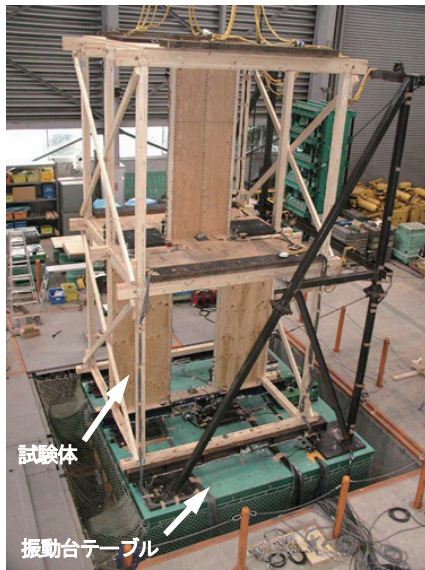


図6 実大木質架構の振動台実験

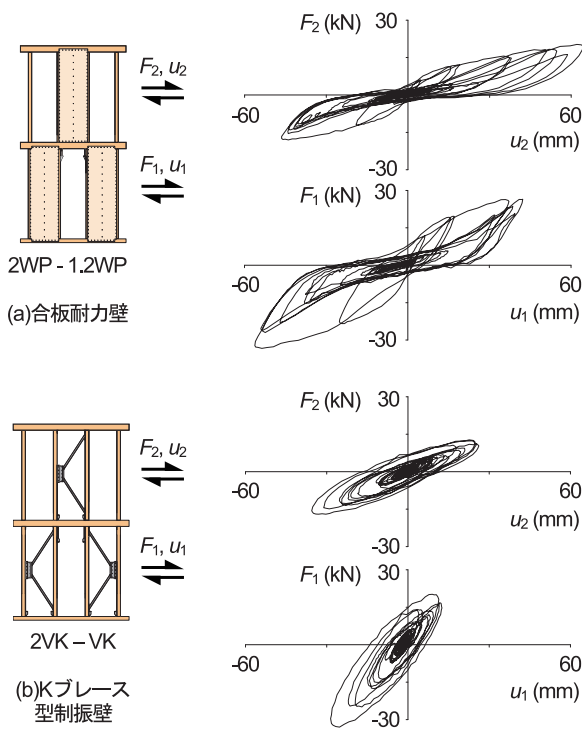


図7 制振壁の有効性を調べる振動台実験結果
JMA 神戸 NS 波 (PGA=0.6G) 入力時

2.6 実用化に向けた活動

戸建住宅に対する制振技術適用の普及、実用的な設計法構築に向け、「小規模建築物制振設計マニュアル（仮称）」出版を目標として、建築研究開発コンソーシアム（会長：村上周三）で住宅制振構造研究会（委員長：笠井和彦）が2007年に組織され、現在も継続中である。その中の解析法・実験法WG（主査：坂田弘安）を中心に、目的や対象とする設計者に応じ、以下の3種類の設計法を提案している。

- 1) 壁許容耐力に基づく簡易制振設計法
- 2) 等価線形理論による制振設計法
- 3) 時刻歴解析による制振設計法

1) は壁量計算、2) は限界耐力計算に近い方法といえる。1) は簡便化が図られている反面、余裕をもった設計となるように配慮しており、2)、3) になるにつれ労力が増えるが、真の性能に近づくようになって考えられる。3) の時刻歴解析による制振設計法では串団子モデルを用い、基本的な非線形要素（バイリニア要素、スリップ要素など）のみで解析できるが、精度を落とさないように諸々の工夫が施してある。従来の木造住宅は壁量計算に基づく設計が主流であるため、1) がその役割を担うものであるが、最近ではフリーの地震応答解析ソフトが公開されているので、将来的には時刻歴解析がもっと身近になるのではないかと考えている。

なお、筆者らが開発した制振壁（図3など）は民間企業2社が製品化しており、新築住宅だけでなく既存住宅の耐震補強として、既に200棟以上の施工実績がある。

3. 木鋼ハイブリッド部材の開発³⁾

近年は、意匠上の要求や戦後植樹された国産材の有効利用という観点から、大型建築物に対して集成材等の木質材料を使用する例が増えている。筆者らは木材を主に鋼材の座屈補剛材として用いたハイブリッド部材を開発してきた。木材と鋼材の接合法として、シアリングを用いた方法と、施工性と初期すべりを除去した摩擦接合による方法を提案した。図8はハイブリッド部材の実物件への適用例であり、大スパン構造物の屋根架構に用いている。ここでは、摩擦接合型ハイブリッド部材の開発と実験について紹介する。

図9はハイブリッド部材の全体図、図10は木材-鋼材接合部の組立図である。直径50mmの厚肉パイプを自身の外径より小さい、直径49.5mmの木孔に圧入することで、木材

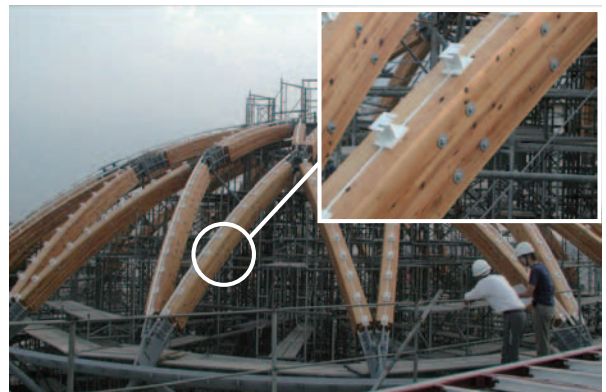


図8 木鋼ハイブリッド部材の屋根架構への適用

と一体化する。この厚肉パイプ付木材で鋼板を挟み、高力ボルトで接合することで厚肉パイプと鋼板が摩擦接合され、木材と鋼材が一体化される。高力ボルトは、摩擦面のズレが生じないように M20 ~ M24 の中から選定する。

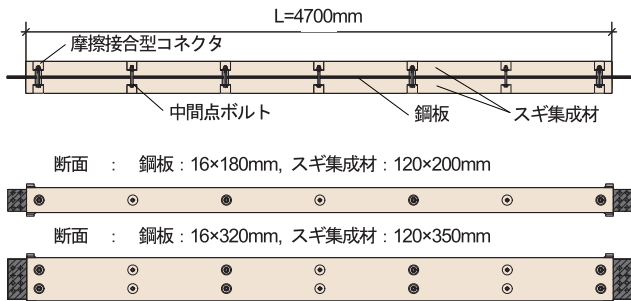


図9 木鋼ハイブリッド部材の全体図
(鋼板, 集成材断面, コネクタ配置など, ほかにさまざまある)

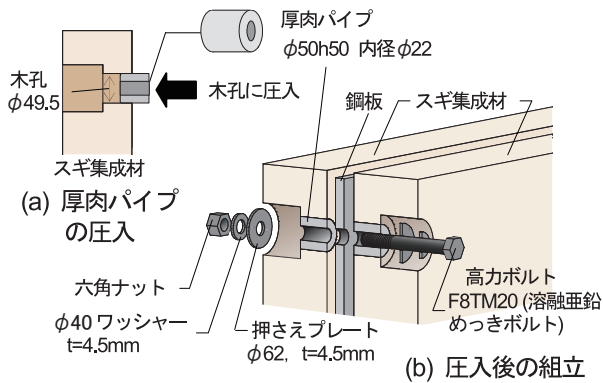


図10 摩擦接合型コネクタの組立

圧縮力は鋼板に作用し、木材へはシアコネクタを介して力が伝達される。シアコネクタのすべり剛性が十分高ければ両者を一体として扱うことができるが、木材の局所的な変形が生じるため、木材と鋼材を完全に一体として扱うことはできない。また、木材と鋼材の荷重分担はコネクタのすべり剛性に依存し、さらに木材へはコネクタ群のせん断耐力以上の力を伝達できないため、コネクタのせん断力-すべり関係を実験などにより精確に把握しておくことが重要である。特に、部材端のコネクタ群が最も大きなせん断力を負担するため、端距離・縁距離、加力方向(繊維方向・繊維直角方向)、コネクタ個数などが、コネクタのせん断耐力に及ぼす影響を調べる実験を行った。

ハイブリッド部材の軸圧縮耐力は、図11のような実験で確認した。図11に示す試験体では最大耐力は約1000kNであり、全体座屈によって耐力が低下した。このほか、コネクタ配置によっては、全体座屈ではなくコネクタのせん断破壊が生じる場合もあるが、そのような破壊モードの判別も含めた耐力評価式を提案している。

木材のヤング係数が鋼材の1/30ほどであるため、木材の断面積が大きい割には、それほど大きな力が木材に流れず、木材は鋼板の座屈補剛材としての役目も果たすことができる。ちなみに、木材と鋼材それぞれの負担応力を、断面積とヤング係数の比によって評価すると、部材耐力に対して木材が30 ~ 40%、鋼材が60 ~ 70%となる。

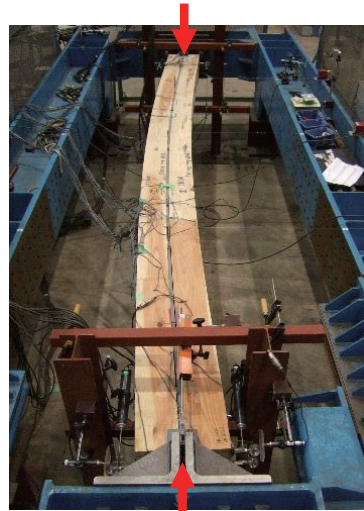


図11 木鋼ハイブリッド部材の軸圧縮実験

鋼板 : 16 × 350mm
スギ集成材 : 120 × 350mm
端部コネクタ : 1 × 2個

4. 各種工法の接合部実験と数値解析シミュレーション

木質構造物の耐震性能は接合部の力学的挙動によるところが大きい。制振技術の適用においても最も配慮したのは接合部のすべりをいかに抑制するかであり、ハイブリッド部材においてもコネクタ接合部の性能が木材の鋼材に対する座屈補剛性を決定づけている。

筆者らは、在来工法だけでなく、我が国に古くから存在する伝統的工法や、最近増え始めた木質ラーメン工法においても、接合部挙動の詳細なデータの取得、そして性能評価を行っている(図12, 図13)。接合部挙動をマイクロに見れば、木材のめり込み(繊維直角方向の圧縮)、接合具のせん断や引抜抵抗など、簡便な要素実験で評価できる挙動に分解できるため、まずはそのような簡便な要素実験から得た結果の蓄積から、接合部の挙動の評価を行う。これが精度良くできれば、架構全体の挙動の追跡へと展開可能になる。図14は在来軸組住宅の架構を模擬した架構の実験と解析によるシミュレーションである。ホールダウン金物を接合するビスの実験に基づいて解析モデルにおけるバネの特性を決定しており、これがいかに精確であるかが架構全体のシミュレーションの鍵を握っている。実験結果と解析結果は概ね一致していることが確認できる。

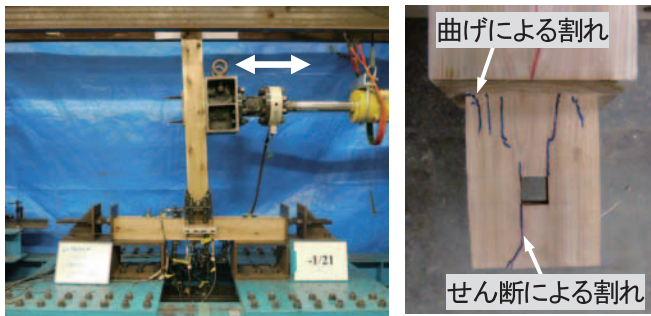


図12 伝統的工法による長ほぞ差し込釘打ち接合部の曲げせん断実験

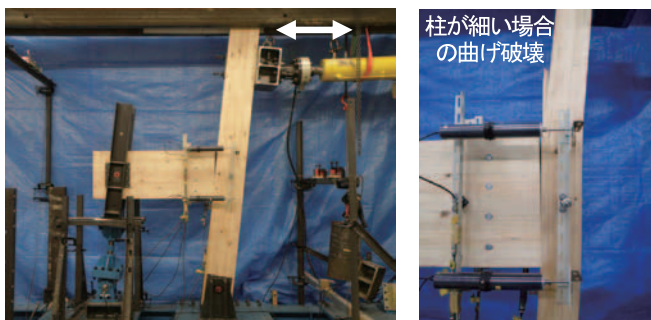
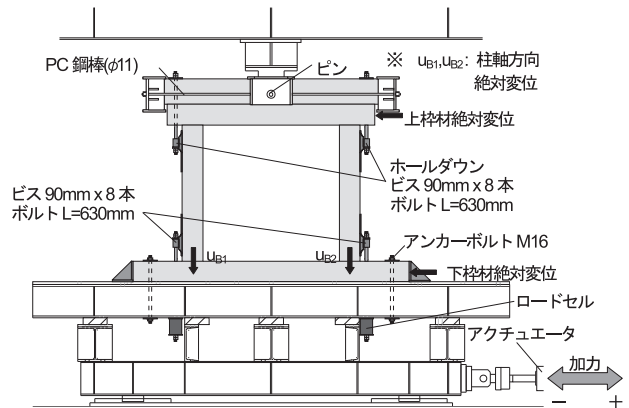
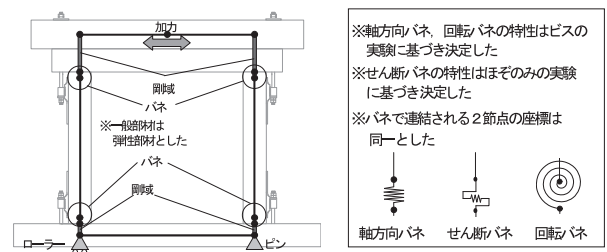


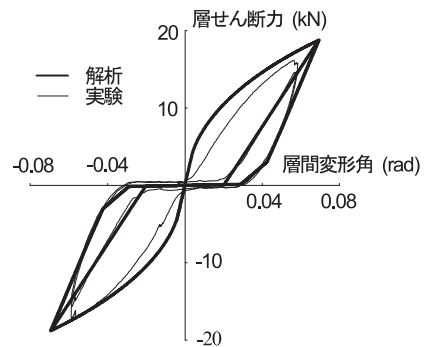
図13 大断面集成材と金物を用いた木質ラーメン接合部の曲げせん断実験



(a) 試験体と実験方法



(b) 解析モデル



(c) 実験と解析の比較

図14 在来軸組木質住宅の架構を模擬した実験と解析によるシミュレーション⁴⁾

5. おわりに

本稿では、まずは木造住宅の高耐震化を目指した制振技術の適用について述べた。我が国では木造というと、ほとんどが戸建住宅であるが、最近では木材利用促進の観点から中大規模構造でも木造で建てられており、さまざまな工法への応用なども紹介した。木質構造物の耐震安全性確保には、木材や接合具などの要素の特性を積み上げることで、架構全体の挙動を解析的に再現することも可能であることを示したように、力学に基づいて実現象を把握・理解していくことが重要であると考えている。

【参考文献】

- 1) 例えば、坂田弘安、笠井和彦、和田章、緑川光正、大木洋司、中川徹、松田和浩：速度依存ダンパーをもつ木質架構の振動台実験、日本建築学会構造系論文集、第615号、pp.161-168、2007.5
- 2) 笠井和彦、山崎義弘、大木洋司、坂田弘安：方杖型ダンパーを持つ木質架構の動的挙動と簡易評価法、日本建築学会構造系論文集、第664号、pp.1109-1118、2011.6
- 3) 例えば、坂田弘安、上角充広、富本淳、中村泰教：摩擦接合型コネクタを用いたスギー鋼板ハイブリッド部材の軸方向特性、日本建築学会構造系論文集、第627号、pp.811-817、2008.5
- 4) 坂田弘安、陶山高資、松田和浩：在来軸組住宅におけるビス・引寄せボルトを用いた接合部の履歴モデルに関する研究、日本建築学会構造系論文集、第645号、pp.2061-2067、2009.11

プロフィール

坂田 弘安 (さたか・ひろやす)

東京工業大学 建築物理研究センター 教授
工学博士

専門分野：建築構造学

最近の研究テーマ：

集成材モーメント抵抗接合における接合部の挙動
木骨煉瓦構造の耐震性能評価と耐震補強
損傷制御型コンクリート構造
RC構造の外付け耐震補強

外壁接合部における目地防水の性能設計に関する検討

清水 市郎

1. はじめに

持続可能な社会、あるいは循環型・低炭素型社会を構築するためには、建築物の長寿命化が一つのキーワードとなる。法制度の面では平成20年に「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」が公布され、建築物を長寿命化するために耐久性を有する材料の使用と定期的な診断の重要性が示された。また、平成21年には「住宅瑕疵担保履行法」が本格施行され、外壁も含め雨水の侵入を防止する部分に対して、10年間の瑕疵担保責任が義務付けられた。建築物の長寿命化は住宅だけではなく、一般の建物やオフィスビルなどのすべての建築物に要求されており、これら建築物の外壁の接合部も雨水の侵入を長期間防止できる材料・工法を使うことが求められている。さらには、計画や材料選定、施工、維持管理を通じて建築物として長期間にわたって当初の性能を維持していく必要がある。

このようなことから、筆者も委員として参画している日本建築学会シール材性能設計研究小委員会では、外壁接合部における目地防水の設計に関して、現状の課題、必要とされる諸性能の考え方や評価方法について検討を行っている。

本報告では、これらの検討内容のうち、外壁接合部の目地防水に使用されるシーリング材を長期間使用するための性能設計の考え方やその性能を評価する試験方法について紹介する。

2. 仕様規定から性能設計へ

外壁接合部からの雨水の侵入を防ぐ目的で使用されるシーリング材は、現在JIS A 5758 (建築用シーリング材) の耐久性区分の表示や、材種により規定される一律の設計伸縮率と設計せん断変形率、あるいは適用する接合部や部位とシーリング材の種類の組み合わせによる仕様規定によって供用されている。また、耐用年数の予測では、建設省総合技術開発プロジェクトで採用された標準的な年数として10年を基準にした耐用年数の推定値の算出方法が示され、シーリング材の種類によって係数が定められている。日本建築学会は、JASS8「防水工事4節シーリング工事」に施工の標準化、「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」に耐久設計の考え方、性能設計の必要性を示している。

建築物の長寿命化には、指針に示された考え方に基づき仕様規定を性能による規定に変更し、長期間の使用に対応できるシーリング材を性能設計において選択できるようにする必要がある。そのためにも、長期間の使用におけるシーリング材の要求品質を適切に評価できる試験方法が必要となる。

3. 目地防水における性能設計について

3.1 外壁の接合部における要求性能

外壁接合部に要求される性能は、建築物の供用期間において目標期間中に雨水などの侵入による漏水を起こさないこ

表1 被着体や目地の種類別要求性能の重要度 (例)

目地の条件	要求性能	接着性			耐水性	耐疲労性			汚染防止性	
		ガラス	金属塗装	セメント系		硬化過程	伸縮繰返し	引張繰返し	露出仕上げ	塗装仕上げ
WJ	金属CW	5	5	—	5	5	5	2	3	—
	コンクリートCW	4	4	5	4	4	4	2	5	—
	金属パネル	5	5	—	5	3	3	2	3	—
	ALCパネル	3	3	5	2	3	3	2	—	5
	窯業系サイディング	3	3	5	3	3	3	5	5	5
NWJ	RC壁	3	3	5	3	2	2	1	5	5

注1: WJ ワーキングジョイント, NWJ ノンワーキングジョイント

注2: 表中の数値は重要度を示し, 5 (重要度大) ~ 2 (重要度小)

とにある。そのため、外壁の接合部に充填するシーリング材には、水密性と水密性の長期信頼性、温度ムーブメント追従性、層間変位ムーブメント追従性、湿気ムーブメント追従性、硬化収縮ムーブメント追従性、耐風圧性、接着信頼性、耐候性、塗装非汚染性、目地周辺非汚染性、石材非汚染性などの性能が要求される。これらの性能を材料特性で分類すると、接着性、耐候性、耐疲労性および汚染防止性に区分でき、表1に示すように被着体や目地の種類により重要度が設定できる。

3.2 シーリング材の耐用年数

図1はシーリング材の故障率を発現の経年で模式的に表示するときに用いられるバスタブ曲線である。耐用年数は、シーリング材を充填した目地（シーリング目地と称す）が要求性能を満たし得る期間の長さである。すなわち、シーリング目地が雨水を入れない接着系を維持する期間であり、外観の意匠状態も継続使用に耐え得る状態で、磨耗故障の直前までの期間が耐用年数といえる。一方、品質保証はシーリング目地に係る設計、材料、施工が適切に行われたことを建物引渡し時に証明・約束することであり、JASS8や監理指針に沿ったシーリング工事が行われたことを保証する。従って、シーリング目地の保証年数は耐用年数ではなく初期故障期を対象とするべきである。なお、建築以外の分野では、多くが初期故障期を含め耐用年数の1/3～1/5に設定される。

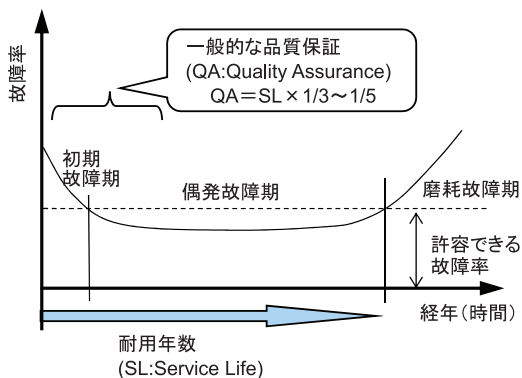


図1 シーリング材の故障率と耐用年数

3.3 シーリング材の性能設計案

シーリング材の耐用年数を左右する最大の外的要因は、繰返し変形と作用する温度、雨水、紫外線などの気象条件と考えられる。これらは材料特性として、それぞれ耐疲労性と耐候性に対応する。また、汚染防止性及び接着信頼性を含め、これら性能の評価結果をシーリング目地の性能設計に適用することで、耐用年数として考える設計上の使用期間を設定し、目地の種類に対応した目地幅、部材寸法などを決定する

方法を検討している。次に各性能の評価方法について解説する。

1) 耐疲労性の評価

目地設計において、シーリング材の設計伸縮率を大きく設定すれば耐疲労性は低下して耐用年数は短くなり、逆に設計伸縮率を小さく設定すれば耐疲労性は向上して耐用年数は長くなる。また、使用されている環境の違いによって、シーリング材に作用する温度が高ければ耐用年数は短くなり、比較的低い温度であれば耐用年数は長くなる。

耐疲労性の評価は、合格する試験温度と試験変形率の対で与えられるもので、概念的には図2に示す外周弧の内側の範囲が合格となる。試験温度と試験変形率を適用温度と設計変形率にそれぞれ変換することで性能設計に用いることができる。なお、試験温度は促進劣化要因としても用いられ、高温ほど長期使用に、低温ほど短期使用の設計ということになる。また、図3に示すように適用温度と設計変形率および計画使用期間の3次元マトリックスから、計画使用期間に応

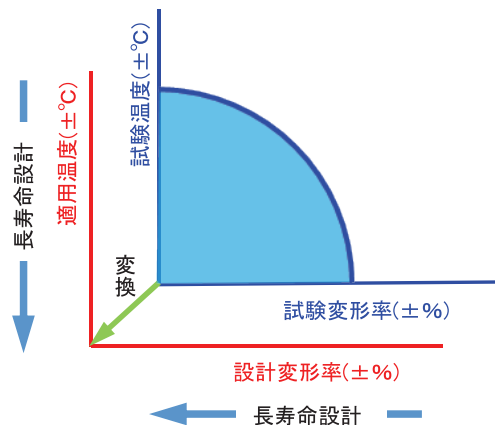


図2 試験条件と設計条件の相関

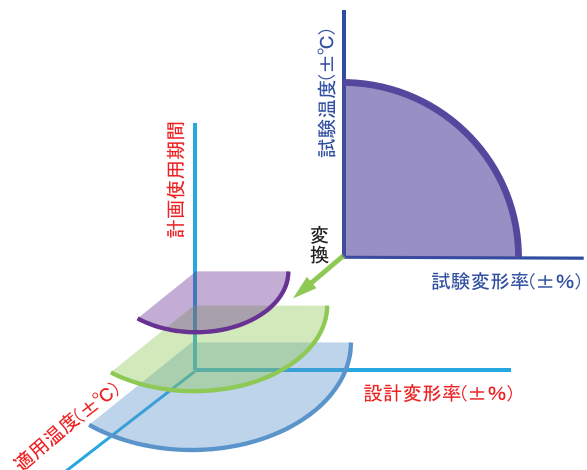


図3 試験条件と設計条件の変換

じて目地の種類別に目地幅と設計変形率を選択することになるが、現状は、適用温度と設計変形率から個々に計画使用期間を設定する。具体的な設計上の耐用年数に対応する計画使用期間は、長期（長寿命設計）、標準、短期（短寿命設計）の3水準とし、評価は提案の温度ムーブメントに対する伸縮耐疲労性試験方法（案）および、層間変位ムーブメントに対するせん断耐疲労性試験方法（案）に従って行う。

2) 耐候性の評価

新たに考案した目地幅可変型試験体を適用し、ムーブメントを付与する試験により、耐候劣化による外観変化を定量化する方法によって耐候性を評価する。図4に試験装置および試験体形状の概要を示す。シーリング材を充て込んで硬化養生させた後、片側に幅26mmの固定板を挿入してシーリング材の一方を伸張状態、その反対側を縮小状態とする。この時、伸張側の目地幅は26mm、縮小側の目地幅は14mmとなり、これは初期の目地幅20mmに対してそれぞれ引張30%、圧縮30%に相当する。この状態で暴露試験を開始し、シーリング材の表面劣化を評価する。

表面劣化の評価は、表面のクラック状態を表2に示す基準およびISO4628-4：1982のクラックのスケール図によってそれぞれQ値（クラックの量）およびS値（クラックの大きさ）を判定し、式（1）によって求めたQS値によって評価する。

$$QS \text{ 値} = Q \text{ 値} \times S \text{ 値} \quad (1)$$

この方法に基づき、A；露出目地での長期使用に適用可、B；露出目地での標準使用に適用可、C；露出目地に適用不可（塗材仕上げが必要）の3段階に区分して評価を行うとともに、耐疲労性の評価と併せて計画使用期間の設定を行う。

3) 汚染防止性の評価

汚染防止性の評価では、石目地、仕上塗材および外装材目地周辺部などの汚染について主に評価を行う。これらの評価は、A；適用可、B；適用注意、C；適用不可の3評価区分とし、被着体ごとのシーリング材を選定する際の判断基準として利用する。

石目地におけるシーリング材の汚染性試験は、石材目地に使用したシーリング材に含有される可塑剤などの液状成分の移行に伴い、目地周辺に発生する濡れ汚染を確認することが目的である。試験方法を図5に示す。試験は、可塑剤の移行に伴う石材の汚染の危険性を評価する試験方法（試験方法Ⅰ）と、プライマーがある場合とない場合を条件としてシーリング材を打設し、シーリング材含有液状成分の移行に伴う汚染を評価する試験方法（試験方法Ⅱ）によって評価を行う。

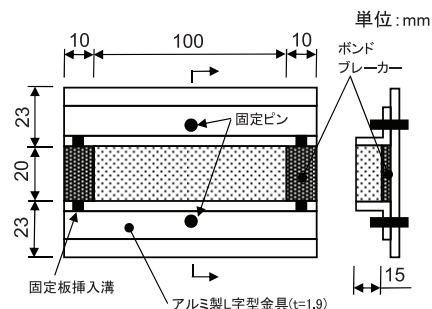


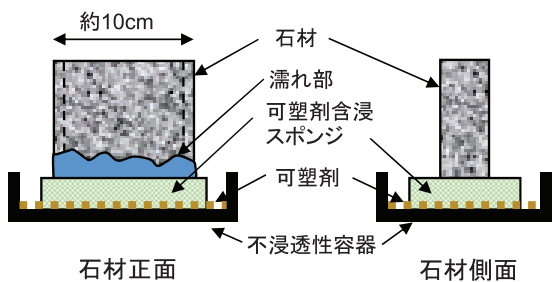
図4 試験体形状および伸縮付与方法

表2 Q値およびS値の判定基準

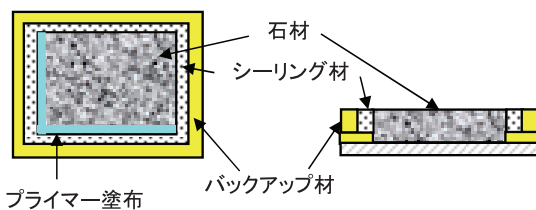
Q値（クラックの量）		S値（クラックの大きさ）	
評価値	判定基準	評価値	判定基準
0	なし	0	10倍に拡大しても見えない
1	極僅か	1	10倍に拡大すれば見える
2	僅か	2	正常に補正された視力でやっと見える
3	若干	3	正常に補正された視力でははっきり見える
4	かなり	4	大きなクラック
5	密	5	非常に大きなクラック

シーリング材上に仕上塗材が施工された場合の仕上塗材の汚れは、異種の有機系高分子材料同士が接触した場合に、高分子骨格の内部に取り込まれていない成分が材料間の濃度差と相溶性の条件によって、他方の材料へ移行するために生じる現象である。この現象による汚染性は、日本シーリング材工業会規格JSIA003：2001（建築用シーリング材に施工された仕上塗材の促進汚染性試験方法）に準拠して評価を行う。

外装材目地周辺部の汚染性の評価は、日本建築学会「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」の「屋外暴露による汚染発生評価試験」試験方法案または「マーキング法による汚染発生評価試験」試験方法案によって行う。



注) 両端10mm幅は測定対象外
(試験方法 I)



注) 目地形状: 幅15mm×深さ15mm
(試験方法 II)

図5 石材の非汚染性評価方法の試験体形状

4) 接着信頼性の評価

建築用シーリング材の接着性に関する試験方法としては、JIS A 1439 (建築用シーリング材の試験方法) の引張接着性試験や JASS8-2008: 簡易接着性試験で評価することが一般的であるが、これらの既往の試験方法では、ムーブメントの大小の影響や経年劣化に対する接着性の判断が適切にできないこと、また、材種やプライマーのタイプなどによって試験結果が変わることがあり、接着性の判定が困難な場合もある。そのため、JIS A 1439に準拠した試験体を用いて、50℃の温水に一定時間浸漬させた後に接着状況を確認する温水伸張試験を考案し、この方法によって接着信頼性の評価を行う。

誌面の都合上詳細は割愛するが、さまざまな条件によって検討を行った結果、50℃温水・60%伸張条件の温水伸張試験による評価方法は、試験実施者による結果のばらつきが生じやすい簡易接着性試験よりも結果が安定しており、また、JISの引張接着性試験よりも厳しい条件でシーリング材の接着性を評価できるものとの結果を得た。また、実績のない被着体との組み合わせなどの接着性を評価する際は、JISの引張接着性試験や簡易接着性試験を同時に実施することで、接着信頼性をより精度よく評価できるものと考えられる。なお、本提案の試験方法や引張接着性試験のどちらかで接着性が低い結果が得られた場合はB; 適用注意と評価し、いずれの試験方法でも接着性が低い結果の場合は、C; 適用不可と評価する。

3.4 性能設計の適用方法

1) 計画使用期間と耐用年数の目安

シーリング目地の性能設計案では、耐疲労性区分と使用温度区分を設定して、これらの組み合わせで耐用年数に対応する設計上の使用期間を設定する。この計画使用期間は、長期使用、標準使用、短期使用に区分し、標準的な設計伸縮率や設計せん断変形率と各耐疲労性区分ごとの標準温度を用いた設計を標準使用と位置付ける。また、設計伸縮率や設計せん断変形率と耐疲労性区分ごとの標準温度のどちらかを小さく設定した場合を長期使用とし、逆にこれらの設定値のどちらかを大きくした場合を短期使用とみなす。

耐疲労性の評価区分と計画使用期間の目安を表3に示す。標準使用の期間は、耐疲労試験の結果と試験に使用したシーリング材の種類の現行の耐久性の位置付けなどから目標値として設定した。また、短期使用と長期使用の期間の年数幅は根拠となるデータはないが、現行のシーリング材の使用期間を考慮して設定した。

表3 耐疲労性評価区分ごとの計画使用期間

耐疲労性評価区分※	計画使用期間(年)		
	短期	標準	長期
TA, DA	15	20	25
TB, DB	10	15	20
TC, DC	7	10	15
TD, DD	5	7	10

※TA～TD: 温度ムーブメントに対する耐疲労性評価区分
DA～DD: 層間変位ムーブメントに対する耐疲労性評価区分

2) 性能設計案の設計フロー

図6にシーリング材の評価区分を用いたシーリング目地の性能設計フローを示す。目地に要求される設計条件を整理した上で、温度、計画使用期間に対応した材料と設計変形率を耐疲労性、耐候性評価区分に応じて選定し、非汚染性や接着信頼性を確認する流れとなっている。

4. おわりに

本報告では、目地防水におけるシーリング材の性能設計について、設計条件に基づき各種の要求性能の考え方について取りまとめ、さらには、これらの性能を評価する基本的な考え方について言及した。また、性能設計を行う際の設計フローを提示した。これら性能設計を具現化するために、耐疲労性や耐候性についてそれぞれ適切に評価するための試験方法がいくつか提案されているが、性能設計としての基本要件である耐用年数は、技術的な裏付けが十分とはいえないことから、計画使用期間に置き換えられている。今後、これら

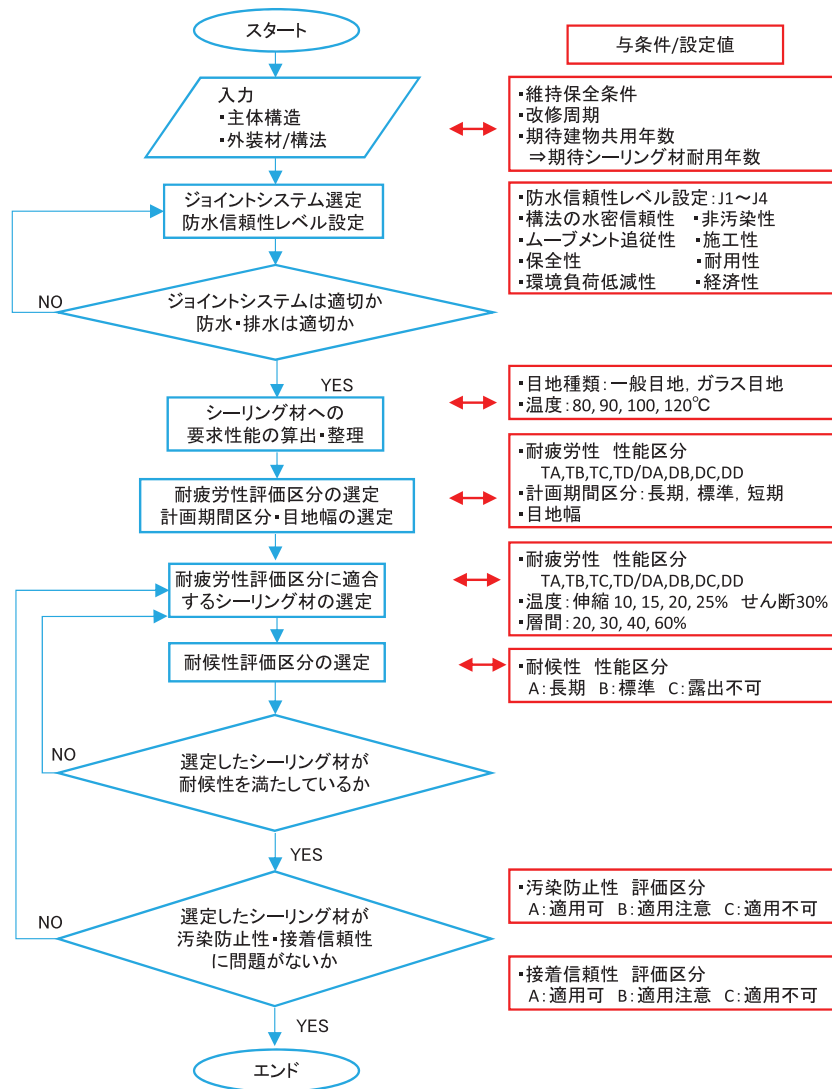


図6 性能設計案の設計フロー図

の使用期間を設定するためのさらなる技術的なデータの蓄積が課題であり、継続的に検討していく必要があると考えている。

【参考文献】

- 1) 杉山, 山田, 小野, 高橋, 久住, 添田: シーリング材における性能設計の考え方の提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013.8
- 2) 廣瀬, 久住, 高橋, 小野, 岩崎: シーリング材の耐疲労性評価方法に関する研究その1 温度ムーブメント追従性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2011.8
- 3) 高橋, 久住, 岩崎, 小野, 廣瀬: シーリング材の耐疲労性評価方法に関する研究その2 層間変位ムーブメント追従性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2011.8
- 4) 久住, 高橋, 岩崎, 梶山, 廣瀬, 小野: シーリング材の耐疲労性評価方法に関する研究その4 性能設計を考慮した耐疲労試験方法(案), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013.8
- 5) 榎本, 伊藤, 竹本, 田中: 建築用シーリング材の耐候性評価のための新しい試験体及び試験方法, 日本建築学会構造系論文集, 第604号, 2006.6

- 6) 榎本, 田中, : 建築用シーリング材の短期間屋外暴露試験をもとにした耐候性予測方法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第653号, 2010.7
- 7) 添田, 榎本, 廣瀬, 竹本, 久住: シーリング材による石目地汚染の評価・予測方法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, その1 各種石材とシーリング材の組み合わせによる暴露試験および促進試験, 2011.8
- 8) 日本建築学会シール材性能設計研究小委員会シンポジウム資料: 外壁接合部の目地防水における性能設計に向けて, 2012.1

* 執筆者

清水 市郎(しみず・いちろう)
 中央試験所 材料グループ 参与
 従事する業務: 仕上材料などの材料
 特性・耐久性試験



けやき製材はりの載荷四面加熱による 準耐火性能評価試験

(発行番号：第12EL756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	建築基準法施行令第115条の2の2第1項第一号の認定に係る準耐火構造の準耐火性能試験		
申請者	会社名：松浦建設株式会社 所在地：石川県能美市湯谷町ニ48番地1		
試験体	構造名：けやき製材はり 商品名：— 建築物の部分：はり 製作日：平成25年 3月20日 形状・寸法：図1に示す。 密度：けやき製材 0.61g/cm ³ (105℃, 19日間乾燥) 含水率：けやき製材 10.3質量% (105℃, 19日間乾燥) 備考：(1) 密度及び含水率の値は、試験体製作時に採取した試料から求めた。 (2) 試験体図及び構成材料は、申請者の提出資料による。		
試験方法	(一財) 建材試験センターが定めた「防耐火性能試験・評価業務方法書」の準耐火性能試験・評価方法に基づく準耐火性能試験。 要求耐火時間：60分(加熱時間60分) 試験荷重：91.3kN 建築基準法施行令第89条における木材の繊維方向の長期に生ずる力に対する曲げ許容応力。試験体の試験荷重を表1に示す。 載荷加熱方法及び変位測定位置：図1に示す。		
試験結果	試験体記号	A1	A2
	試験年月日	平成25年 5月 8日	平成25年 5月10日
	試験体の大きさmm	390×300×5500	390×300×5500
	加熱面	4面	4面
	加熱時間	60分	60分
	加熱温度測定曲線	図2に示す。	図2に示す。
	たわみ測定曲線	図2に示す。	図2に示す。
	試験体の支点間距離(L)	5100mm	5100mm
	最大たわみ量	71mm [規定値167mm]	62mm [規定値167mm]
	最大たわみ速度(参考)	2.6mm/分	2.0mm/分
	判定	合格	合格
[備考] (1) 規定値算出時のdは、はりせい寸法の390mmとした。 (2) 試験体の状況を写真1に示す。			
試験期間	平成25年 5月 8日 ~ 10日		
担当者	防耐火グループ 統括リーダー 西本俊郎 統括リーダー代理 白岩昌幸 主幹 木村匡亮 主任 赤石直樹 主任 佐川修 主任 山下平祐(主担当) 中西隆		
試験場所	中央試験所		

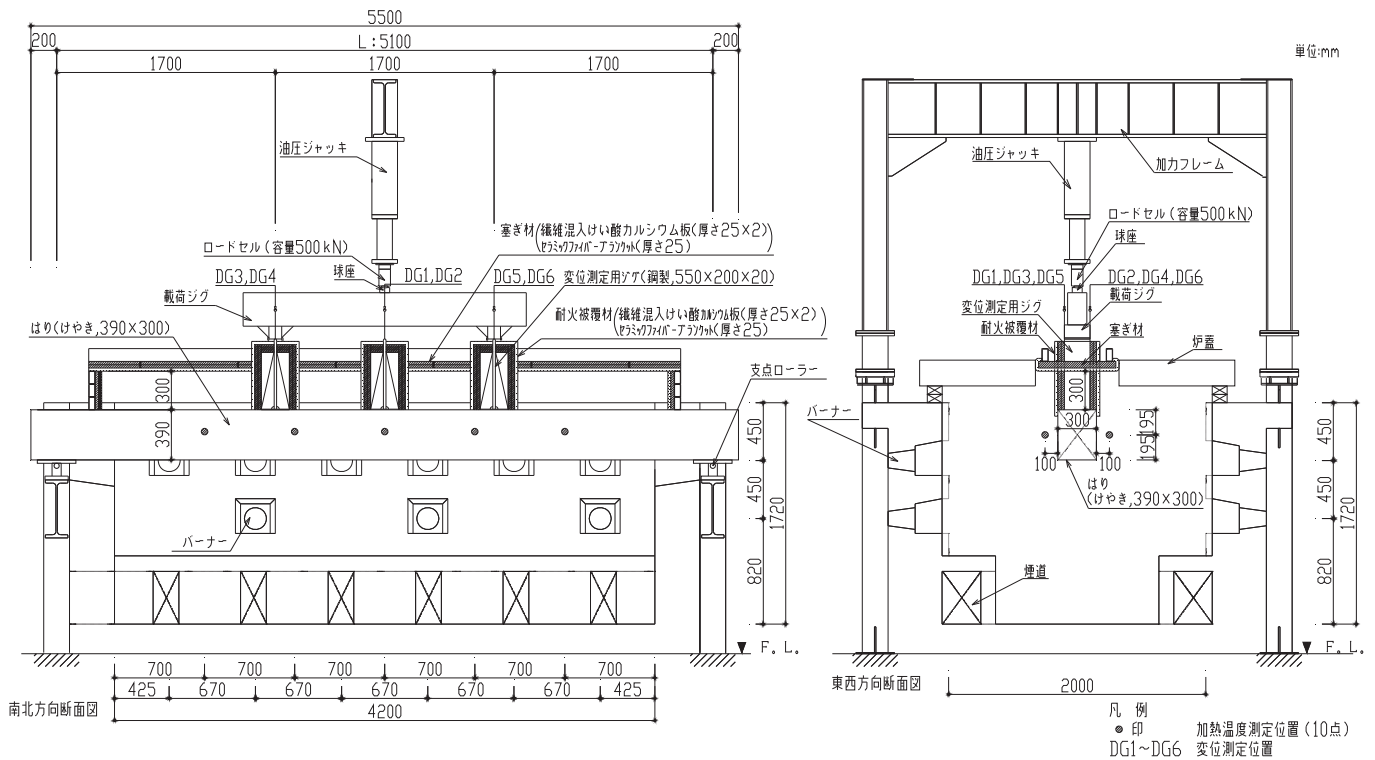


図1 試験体図及び試験方法図

表1 試験体の試験荷重

材種	長期許容応力度	支点間距離 (L)	はりの曲げ応力度 (σ)	はりの断面係数 (Z)	はりの単位質量 (W)	試験荷重 (P)
		mm	N/mm ²	mm ³	N/mm	kN
無等級材 (けやき)	1.1F/3	5100	10.78	7605×10 ³	1.36	91.3

(注) 1. 長期許容応力度のFは、無等級材(けやき)の曲げに対する基準強度29.4N/mm²の値を示す。
 2. はりの単位質量は、実測した値を示す。
 3. はりの断面寸法は、390×300mmである。
 4. 試験荷重(P)は次式より求めた。

$$\sigma = \frac{M}{Z}$$

ここで、 L: 支点間距離 mm
 σ : 曲げ応力度 N/mm²
 Z: 断面係数 mm³
 W: はりの単位質量 N/mm

$$M = \sigma \cdot Z$$

$$\frac{WL^2}{8} + \frac{PL}{6} = \sigma \cdot Z$$

$$P = \frac{6\sigma Z}{L} - \frac{6WL}{8}$$


写真1 試験体の状況(試験体記号A1)
(上: 試験前, 下: 試験後)

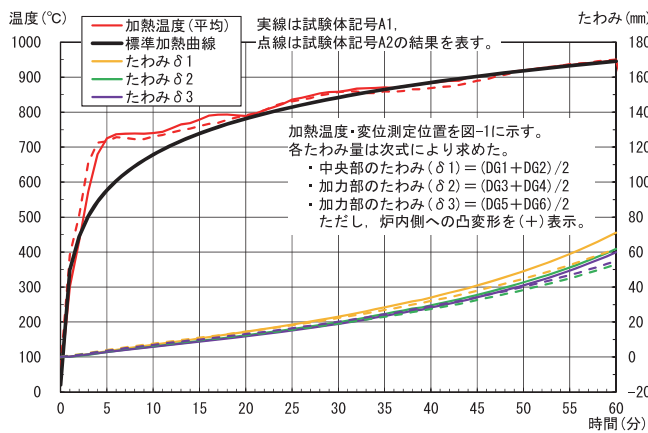


図2 加熱温度及びたわみ測定結果

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回は、松浦建設㈱から申請を受け実施した“けやき製材はりの載荷四面加熱による準耐火性能評価試験”について紹介した。

建築基準法では、可燃物である木材をはりや柱といった構造部材として用いる場合、火災時における人命や財産の保護の観点からその使用法に対して厳しい規制を設けている。例えば、高さが13mを超える大規模木造建築物においては、その柱とはり^①を1時間の準耐火性能を有する、つまり火災による火熱が1時間加えられても構造耐力上支障のある変形等が生じない構造として、次のいずれかとしなくては^②いけない。

- ・国土交通大臣認定を取得した構造
(性能評価機関での性能確認・評価が必要。)
- ・「燃えしろ設計」を行った構造
(JASで規定される集成材・単板積層材(LVL)・針葉樹製材のみ建築基準法に燃えしろ量が明記されている。)

「燃えしろ設計」とは、木材が加熱された場合に生じる炭化層は荷重支持能力を有さないとみなし(図3)、部材断面に生じる長期応力度を計算する際、あらかじめ部材表面から内側に燃えしろ量(集成材・LVL:45mm, 針葉樹製材:60mm)を除いた断面積を用いる方法である。

申請者である松浦建設㈱は文化財建造物や神社・寺院の設計・施工を請け負う会社である。受注を受けた寺院が前述の大規模木造建築物に相当し、かつ建築主の要望により柱・はり^①を広葉樹であるけやきの製材とする必要があったため、国土交通大臣認定を取得するための性能評価試験を当センターで実施した。なお、通常のはり^②は床が取付いているため、火災時に梁の上面が加熱されることはなく、試験も3面加熱で性能評価を行っている。しかし、申請されたはり^③は床が取付かない、いわゆる「虹梁(写真2)」として用いる可能性があったため、本試験では4面加熱で性能評価を行った(図4)。その際、はりの耐火試験方法について示したISO規格に基づき、はり上面と塞ぎ材の距離をはり幅(300mm)と同じだけ確保することで、はり上面も十分に加熱されるようにした。また、試験体の変形(たわみ量)は変位測定用ジグを介して炉外の変位計で測定するが、炉内で加熱されるジグが熱変形すると正確なたわみが測定できないため、十分な耐火被覆を施した(図1)。

試験では、試験体を標準加熱曲線に従い1時間加熱した結果、最大たわみ量は規定値に達せず、構造耐力上支障のある変形は生じないことが分かった。また、試験体の上面

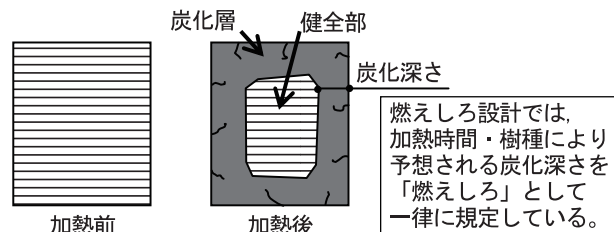


図3 木製部材断面の加熱前後における状況

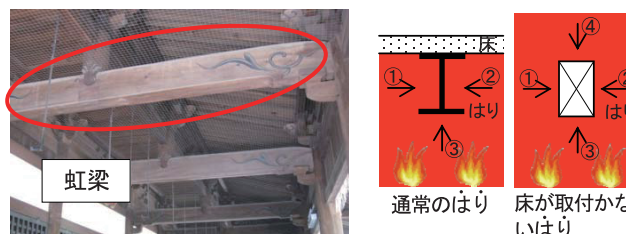


写真2 虹梁の例

図4 はりの加熱面数の考え方

表2 1時間の標準加熱後におけるけやき製材の炭化深さ(mm)

部材 試験体 記号	はり		柱	
	A1	A2	A1	A2
最大	60	62	49	56
平均	41	43	40	45

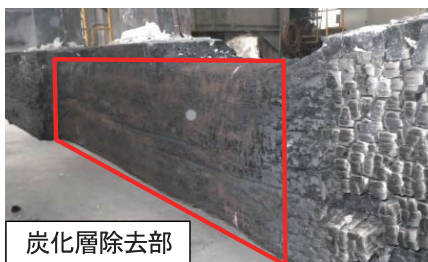


写真3
試験後の試験体
から炭化層を除去
した状況

は他の3面と同様に十分に加熱されており、ジグ温度も80℃未満(熱変形量0.5mm未満)に抑えることができた。表2に、本試験、および本試験と併せて実施されたけやき製材柱(断面320×320mm)の1時間準耐火性能評価試験におけるけやき製材の炭化深さ、写真3に試験後の試験体から炭化層を除去した状況を示す。

中央試験所防耐火グループでは、国土交通大臣の認定に係る性能評価試験をはじめ、防耐火関係のさまざまな試験を実施している。今回の試験のように特殊な試験条件が求められる場合でも柔軟に対応していく所存であるので、試験のご要望がある場合はぜひご相談いただきたい。

【お問い合わせ】

中央試験所 防耐火グループ

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

(文責: 中央試験所 防耐火グループ 主任 山下 平祐)

スラグ骨材に関する規格の動向

その1：JIS A 5011-1(コンクリート用スラグ骨材—第1部：高炉スラグ骨材)の改正について

1. はじめに

コンクリート用骨材の種類および品質は多種多様であり、現在、砂利・砂、碎石・砕砂、スラグ骨材、人工軽量骨材、再生骨材などがコンクリート用として使用されている。

スラグ骨材とは、JIS A 0203(コンクリート用語)によると、「金属製錬などの際に発生するスラグを原材料として製造した骨材」と定義されており、現在、表1に示す4種類のスラグ骨材の品質がJIS A 5011(コンクリート用スラグ骨材)に規定されている。これら4規格のうち、JIS A 5011-1およびJIS A 5011-4の内容が2013年に大幅に改正された。

今回の改正は、JIS A 5005(コンクリート用碎石及び砕砂)の改正内容を踏まえてスラグ骨材の品質規格値が見直されるとともに、2011年に定められた「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針 附属書I—コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」に従い、新たに環境安全品質およびその検査方法が導入されたことが大きな特徴である。

そこで、今月号から2回に分けて、JIS A 5011-1およびJIS A 5011-4の主な改正内容について紹介する。1回目の今回は、JIS A 5011-1の改正内容を取り上げて概説する。

表1 コンクリート用スラグ骨材(JIS A 5011)

規格番号	規格名称
JIS A 5011-1:2013	コンクリート用スラグ骨材—第1部：高炉スラグ骨材
JIS A 5011-2:2003 ¹⁾	コンクリート用スラグ骨材—第2部：フェロニッケルスラグ骨材
JIS A 5011-3:2003 ¹⁾	コンクリート用スラグ骨材—第3部：銅スラグ骨材
JIS A 5011-4:2013	コンクリート用スラグ骨材—第4部：電気炉酸化スラグ骨材

注1)：JIS A 5011の第2部および第3部は、2008年に確認されている。

2. 「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針」について

JIS A 5011-1の改正内容を紹介する前に、今回の改正に深く関連する「建設分野の規格への環境側面の導入に関する

指針(以下、指針という。)」の内容について概説する。

この指針は、1998年に制定されたJIS Q 0064(ISOガイド64)「製品規格に環境側面を導入するための指針」を受けて、2003年に日本工業標準調査会 標準部会 土木技術専門委員会および建築技術専門委員会が共同で策定したものである。指針の内容は、建設分野に関係するJIS(日本工業規格)への環境側面の導入に際し、構造物のライフサイクルの観点に立って留意すべき事項を示したものであり、いわゆるJIS Q 0064の建設版という位置付けである。

なお、この指針の制定を受けて、2005年にはスラグ類の環境安全品質に関する試験方法として、JIS K 0058-1(スラグ類の化学物質試験方法—第1部：溶出量試験方法)およびJIS K 0058-2(スラグ類の化学物質試験方法—第2部：含有量試験方法)が制定されている。

その後、あらゆる循環資材に対する共通の「基本的考え方」について検討が重ねられ、具体的な製品としてコンクリート用スラグ骨材を取り上げ、2011年に指針の附属書として「附属書I—コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針(以下、附属書という。)」が制定された。

この附属書は、適用範囲を「高炉スラグ骨材」、「フェロニッケルスラグ骨材」、「銅スラグ骨材」、「電気炉酸化スラグ骨材」および「熔融スラグ骨材」とし、スラグ骨材の環境安全品質を規定している。また、この附属書では、環境安全品質を確保するための検査方法を「環境安全形式検査」と「環境安全受渡検査」とに区分して規定し、これらの規定をそれぞれの製品規格に導入するための考え方を示している。なお、スラグ類については、道路用スラグを対象とした附属書(附属書II—道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針)も制定されている。

スラグ類など循環資材の環境安全品質および検査方法に関する基本的な考え方を表2および図1に示す。なお、この指針および附属書の詳細については、日本工業標準調査会のHP「スラグ類に化学物質評価方法を導入する指針について—総合報告書を策定—」を参照していただきたい。

表2 循環資材の環境安全品質および検査方法に関する基本的な考え方

項目	内容
(1) 最も配慮すべき曝露環境に基づく評価	環境安全品質の評価は、対象とする循環資材の合理的に想定し得るライフサイクルの中で、環境安全性において最も配慮すべき曝露環境に基づいて行う。
(2) 放出経路に対応した試験項目	溶出量や含有量等の試験項目は、(1)の曝露環境における化学物質の放出経路に対応させる。
(3) 利用形態を模擬した試験方法	個々の試験は、試料の調整を含め、(1)の曝露環境における利用形態を模擬した方法で行う。
(4) 環境基準等を遵守できる環境安全品質基準	環境安全品質の基準設定項目と基準値は、周辺環境の環境基準や対策基準等を満足できるように設定する。
(5) 環境安全品質を保証するための合理的な検査体系	試料採取から結果判定までの一連の検査は、環境安全品質基準への適合を確認するための「環境安全形式検査」と、環境安全品質を製造ロット単位で速やかに保証するための「環境安全受渡検査」とで構成し、それぞれ信頼できる主体が実施する。

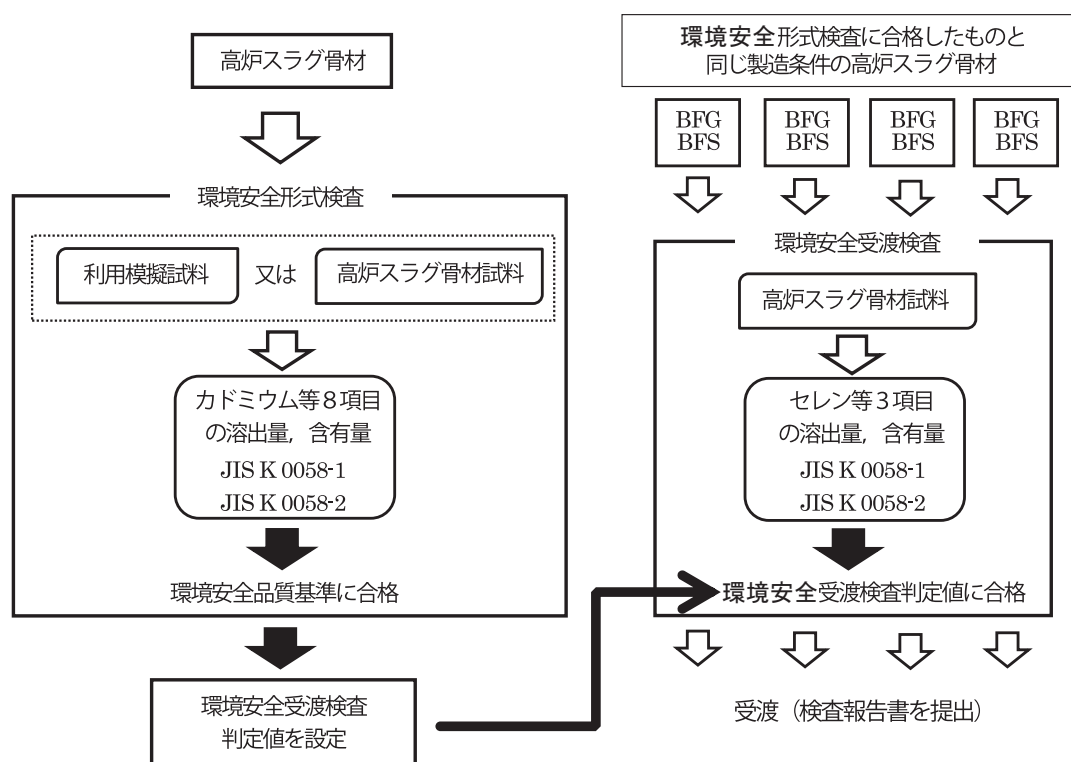


図1 環境安全品質検査の流れ(例: 高炉スラグ骨材, 一般用途)

3. JIS A 5011-1の構成と概要

JIS A 5011-1は、溶鉱炉でせん鉄と同時に生成する溶融スラグを冷却し粒度調整した高炉スラグ骨材(高炉スラグ粗骨材, 高炉スラグ細骨材)を適用範囲とした製品規格である。このJISは、1977年に制定されたJIS A 5011(コンクリート用高炉スラグ粗骨材)および1981年に制定されたJIS A 5012(コンクリート用高炉スラグ細骨材)を統合し、1997年にJIS A 5011-1として制定され、その後2回の改正
 建材試験センター 建材試験情報 2'14

を経て今日に至っている。

JIS A 5011-1は、本体に高炉スラグ骨材の種類、区分、呼び方、品質、試験方法、検査、表示、報告等に関する事項を規定し、本体を補完するため、附属書A(規定)(高炉スラグ骨材の化学成分分析方法)、附属書B(参考)(高炉スラグ細骨材の貯蔵の安定性の試験方法)、附属書C(規定)(高炉スラグ骨材の環境安全品質試験方法)および附属書D(参考)(技術上重要な改正についての新旧対照表)が定められている。

JIS A 5011-1に規定される高炉スラグ骨材の種類を表3

に、高炉スラグ骨材の区分を表4および表5に、高炉スラグ骨材の品質を表6～表8に示す。なお、高炉スラグ骨材は、化学成分および使用実績からアルカリシリカ反応を生ずる恐れがないため、アルカリシリカ反応性による区分に関する規定がないことが大きな特徴である。

表3 高炉スラグ骨材の種類

種類	記号	摘要
高炉スラグ粗骨材	BFG	溶鉱炉でせん鉄と同時に生成する溶融スラグを除去し、粒度調整したもの。
高炉スラグ細骨材	BFS	溶鉱炉でせん鉄と同時に生成する溶融スラグを水、空気などによって急冷し、粒度調整したもの。

表4 高炉スラグ骨材の粒度による区分

種類	区分	粒の大きさの範囲 mm	記号
高炉スラグ粗骨材	高炉スラグ粗骨材 4005	40～5	BFG40-05
	高炉スラグ粗骨材 4020	40～20	BFG40-20
	高炉スラグ粗骨材 2505	25～5	BFG25-05
	高炉スラグ粗骨材 2005	20～5	BFG20-05
	高炉スラグ粗骨材 2015	20～15	BFG20-15
	高炉スラグ粗骨材 1505	15～5	BFG15-05
高炉スラグ細骨材	5mm 高炉スラグ細骨材	5以下	BFS5
	2.5mm 高炉スラグ細骨材	2.5以下	BFS2.5
	1.2mm 高炉スラグ細骨材	1.2以下	BFS1.2
	5～0.3mm 高炉スラグ細骨材 ¹⁾	5～0.3	BFS5-0.3

注1)：BFS5-0.3は、他の骨材との混合使用を前提とする。

表5 高炉スラグ粗骨材の絶対密度、吸水率及び単位容積質量による区分

区分	絶対密度 g/cm ³	吸水率 %	単位容積質量 kg/L
L	2.2以上	6.0以下	1.25以上
N	2.4以上	4.0以下	1.35以上

表6 高炉スラグ骨材の化学成分及び物理的性質

項目	高炉スラグ粗骨材		高炉スラグ細骨材
	L	N	
化学成分	酸化カルシウム(CaOとして) %	45.0以下	45.0以下
	全硫黄(Sとして) %	2.0以下	2.0以下
	三酸化硫黄(SO ₃ として) %	0.5以下	0.5以下
	全鉄(FeOとして) %	3.0以下	3.0以下
絶対密度 g/cm ³	2.2以上	2.4以上	2.5以上
吸水率 %	6.0以下	4.0以下	3.0以下 ¹⁾
単位容積質量 kg/L	1.25以上	1.35以上	1.45以上

注1)：今回の改正で3.5%以下から3.0%以下に引き下げられた。

表7 高炉スラグ骨材のその他の品質

項目	高炉スラグ粗骨材	高炉スラグ細骨材
粗粒率 ¹⁾	協議値に対して±0.30	協議値に対して±0.20
微粒分量 ²⁾	協議値	許容差の範囲内であればらつきが生じても5.0%を超えない値
	許容差	許容差の範囲内であればらつきが生じても7.0%を超えない値
高気温時における貯蔵の安定性	—	附属書Bによる試験で判定結果がAの場合は安定とする。

注1)：誌面の都合で粒度に関する規定は省略した。

注2)：微粒分量は、今回の改正で新たに規定された品質項目である。

表8 高炉スラグ骨材の環境安全品質基準

項目	一般用途		港湾用途
	溶出量 mg/L	含有量 ¹⁾ mg/kg	溶出量 mg/L
カドミウム	0.01以下	150以下	0.03以下
鉛	0.01以下	150以下	0.03以下
六価クロム	0.05以下	250以下	0.15以下
ひ素	0.01以下	150以下	0.03以下
水銀	0.0005以下	15以下	0.0015以下
セレン	0.01以下	150以下	0.03以下
ふっ素	0.8以下	4000以下	15以下
ほう素	1以下	4000以下	20以下

注1)：ここでいう含有量とは、同語が一般的に意味する“全含有量”とは異なることに注意を要する。

4. 今回の改正の趣旨と主な改正点

今回の改正の趣旨と主な改正点を次に示す。

(1) 引用規格の見直しおよび用語に関する規定

今回の改正では、引用規格を最新版に改正するとともに、本体および附属書の改正内容を踏まえて引用規格が追加された。また、環境安全品質に関連する用語の定義が規定された。新たに規定された環境安全品質に関連する用語の定義を次に示す。

・環境安全品質

高炉スラグ骨材の出荷から、コンクリート構造物の施工、コンクリート製品の製造時及び利用時までだけでなく、その利用が終了し、解体後の再利用時又は最終処分時も含めたライフサイクルの合理的に想定し得る範囲において、高炉スラグ骨材から影響を受ける土壌、地下水、海水などの環境媒体が、各々の環境基準などを満足できるように、高炉スラグ骨材が確保すべき品質。

・環境安全形式検査

コンクリート用骨材として使用するために粒度調整及

び他の材料との混合など（他のスラグ骨材を混合する場合を含む。）の加工を行った後、環境安全品質を除く品質要求事項を満足することを確認した高炉スラグ骨材が、環境安全品質を満足するかどうかを判定するために行う検査（以下、形式検査という）。

・**環境安全受渡検査**

形式検査に合格したものと同一製造条件の高炉スラグ骨材の受渡の際に、その環境安全品質を保証するために行う検査（以下、受渡検査という）。

・**利用模擬試料**

高炉スラグ骨材の出荷から、利用が終了し、解体後の再利用時又は最終処分時を含めたライフサイクルの合理的に想定し得る範囲の中で、環境安全性に関して最も配慮すべき高炉スラグ骨材の状態を模擬した試料。この試料は、形式検査に用いる。

・**高炉スラグ骨材試料**

形式検査又は受渡検査に用いるために、適切な試料採取方法で採取した高炉スラグ骨材。

・**環境安全品質基準**

環境安全品質として必要と認める検査項目について定められた、溶出量及び含有量で示される基準値の総称。ただし、港湾用途に限っては、溶出量だけで示される。形式検査結果の判定において参照する。

・**環境安全受渡検査判定値**

受渡検査において、環境安全品質基準への適合性を高炉スラグ骨材試料を用いて保証するために参照とする値（以下、受渡検査判定値という）。

・**環境安全形式試験**

形式検査において、高炉スラグ骨材の環境安全品質基準に対する適合性を判定するために実施する試験（以下、形式試験という）。溶出量試験及び含有量試験で構成される。ただし、港湾用途に限っては溶出量試験だけによる。

・**環境安全受渡試験**

受渡検査において、高炉スラグ骨材の受渡検査判定値に対する適合性を判定するために実施する試験（以下、受渡試験という）。溶出量試験及び含有量試験で構成される。ただし、港湾用途に限っては溶出量試験だけによる。

・**一般用途**

高炉スラグ骨材を用いるコンクリート構造物又はコンクリート製品（以下、コンクリート構造物などという。）の用途のうち、港湾用途を除いた一般的な土木・建築用の用途。

・**港湾用途**

高炉スラグ骨材を用いるコンクリート構造物などの用途のうち、海水と接する港湾の施設又はそれに関係する施設で半永久的に使用され、解体・再利用されないことのない用途。港湾に使用する場合であっても再利用を予定する場合は、一般用途として取り扱わなければならない。（注記 用途の具体例としては、岸壁、防波堤、護岸、堤防、突堤などが該当する。）

(2) **環境安全品質基準および検査方法に関する規定**

前述の指針および附属書に基づき、高炉スラグ骨材の環境安全品質基準およびその検査方法が規定された。

高炉スラグ骨材の環境安全品質基準は表8に示したとおりである。なお、高炉スラグ骨材の環境安全品質の検査は、形式検査と受渡検査とに区分され、それぞれの検査における検査項目は表9の○印で示す項目である。また、検査方法の概要は表10に示すとおりである。

(3) **高炉スラグ骨材の形式検査に関する規定**

形式検査には、スラグ骨材そのものを試料とする方法（スラグ骨材試料を用いる方法）とスラグ骨材を用いたコンクリートを試料とする方法（利用模擬試料を用いる方法）がある。前者の方が試料の調製は簡便であるが、コンクリートとして満足すればよい品質基準をスラグ骨材そのもので満足しなければならないため、より厳しい評価となる。

現在流通している高炉スラグ骨材の場合、前者でも品質基準を満足するが、今後、新たな高炉スラグ骨材のソースが生まれる可能性を考慮して、指針および附属書と同様、2種類の方法が規定された。

表9 高炉スラグ骨材の環境安全品質の検査項目

項目	一般用途 ¹⁾				港湾用途	
	形式検査		受渡検査		形式検査	受渡検査
	溶出量	含有量	溶出量	含有量	溶出量	溶出量
カドミウム	○	○	—	—	○	—
鉛	○	○	—	—	○	—
六価クロム	○	○	—	—	○	—
ひ素	○	○	—	—	○	—
水銀	○	○	—	—	○	—
セレン	○	○	○	○	○	○
ふっ素	○	○	○	○	○	○
ほう素	○	○	○	○	○	○

注1)：用途が特定できない場合、及び港湾用途の場合でも再利用を予定する場合は、一般用途として取り扱う。

表10 高炉スラグ骨材の環境安全品質の検査方法の概要

項目	概要
検査方法	
(1) 環境安全形式検査 [一般]	溶出量試験及び含有量試験を実施する。ただし、港湾用途に限っては、溶出量試験だけでよい。溶出量試験及び含有量試験のいずれの場合も、利用模擬試料又は高炉スラグ骨材試料のいずれかを選択する。利用模擬試料を選択した場合は、受渡検査判定値を設定するため、利用模擬試料の調製に用いたものと同じの製造ロットの高炉スラグ骨材試料を用いて受渡試験を実施する。
(2) 環境安全形式検査 [判定]	所定の方法で試験を行い、高炉スラグ骨材を用いるコンクリート構造物などの用途に応じて、それぞれの環境安全品質基準に適合した試料の製造ロットを合格とする。
(3) 環境安全受渡検査 [一般]	溶出量試験及び含有量試験を実施する。ただし、港湾用途に限っては、溶出量試験だけでよい。溶出量試験及び含有量試験のいずれの場合も、高炉スラグ骨材試料を用いる。
(4) 環境安全受渡検査 [判定]	所定の方法で試験を行い、受渡検査判定値に適合した試料の製造ロットを合格とする。これに適合しなかった場合、同一の製造ロットから同一の方法で試料を採取して2回の再試験を行い、2回とも受渡検査判定値に適合した場合は、その製造ロットを合格とすることができる。ただし、2回の再試験のうち、1回でも不適合となった場合は、その製造ロットは不合格とする。
環境安全受渡検査判定値	
(1) 利用模擬試料の場合	形式試験のデータと形式検査に用いた試料と同じ条件で製造された高炉スラグ骨材試料を用いた受渡試験のデータに基づき設定し、高炉スラグ骨材の性状のばらつき又は他の材料の影響などの変動要因を十分に考慮した値としなければならない。なお、この場合の受渡検査判定値は、形式検査を実施する都度、高炉スラグ骨材の製造業者が設定する。
(2) 高炉スラグ骨材試料の場合	環境安全品質基準のそれぞれの検査項目の基準値と同じ値を用いる。
検査の頻度	
(1) 環境安全形式検査	形式検査結果の有効期限は、合否判定を行った日を起点として3年間を最大とする。ただし、製造方法（設備、工程、原材料等）の変更、利用模擬試料の配合条件を新たに定める場合等は検査を実施する。
(2) 環境安全受渡検査	受渡検査は、製造ロットごとに行う。

(4) 高炉スラグ骨材の受渡検査の検査項目

環境安全品質の検査項目は、指針および附属書では、カドミウム、鉛、六価クロム、ひ素、水銀、セレン、ふっ素およびほう素の8項目であり、形式検査においてはすべての項目について検査を行う必要がある。しかし、高炉スラグ骨材の受渡検査については、次の理由から、検査項目がセレン、ふっ素、ほう素の3項目に軽減されている。

- 1) 物理化学的にほとんど混入しない物質 [カドミウム、ひ素、水銀]

カドミウム、ひ素および水銀は、沸点が低く高炉内で蒸発するため、物理化学的に高炉スラグにほとんど混入することがない。

- 2) 鉄鋼原料にほとんど含まれない物質 [鉛、六価クロム]

鉛および六価クロムは、鉄鉱石や石炭などの鉄鋼原料にはほとんど含まれないため、高炉スラグにほとんど混入することがない。

- 3) 鉄鋼原料に含まれる物質 [セレン、ふっ素、ほう素]

セレンおよびほう素は、鉄鉱石や石炭に微量に含まれるため、高炉スラグ中に含まれる可能性がある。また、ふっ素は、ふっ素を少量含有する鉄鋼スラグを、石灰石代替として鉄鋼原料に使用するため、高炉スラグ中に含まれる可能性がある。

(5) 高炉スラグ細骨材の吸水率の規格値の改正

製造技術の改善による品質向上に伴い、高炉スラグ細骨

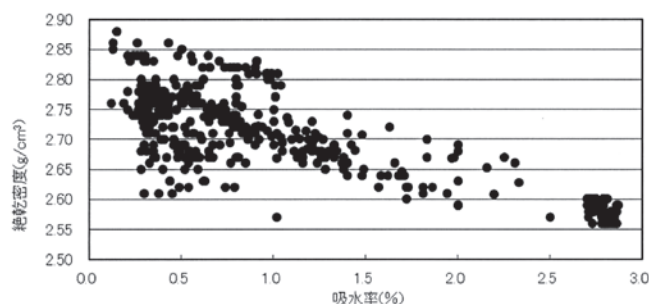


図2 高炉スラグ細骨材の吸水率と絶対密度との関係 (2005年度～2007年度)

材の吸水率の規格値が3.5%以下から3.0%以下に引き下げられた。図2 (JIS A 5011-1の解説から引用) は、全国13ヵ所の製造所において、2005年度から2007年度に製造された高炉スラグ細骨材の吸水率と絶対密度との関係を示したものである。この図によると、絶対密度が2.5g/cm³以上であれば、吸水率は3.0%以下であることが分かる。

(6) 高炉スラグ粗骨材の水中浸せき試験の廃止

鉄の還元が不十分な高炉スラグ粗骨材は、鉄化合物の含有量が多いことから水と反応すると崩壊するといわれている。このため、1977年のJIS A 5011の制定時から海外の規格を参考とした水中浸せき試験が規定されていた。しかし、現在、我が国で流通している高炉スラグ粗骨材は鉄の還元が十分に行われており、スラグに含まれる鉄含有率は1%未満であること、これまでに水中浸せき試験で不合格となった報告例がないこと等を踏まえて、従来規定されてい

表 11 高炉スラグ骨材の化学成分分析方法の主な改正点

定量成分	JIS A 5011-1 : 2003	JIS A 5011-1 : 2013
酸化カルシウム	・ 過マンガン酸カリウム滴定法	・ 過マンガン酸カリウム滴定法 ・ EDTA 滴定法 ・ 蛍光 X 線分析法 (ガラスビード法) ・ 蛍光 X 線分析法 (ブリケット法) ・ ICP 発光分光分析法
全硫黄	・ 硫酸バリウム質量法	・ 硫酸バリウム質量法 ・ 熱分解-赤外線吸収法 ・ 熱分解-よう素酸カリウム滴定法 ・ ICP 発光分光分析法
三酸化硫黄	・ 硫酸バリウム質量法	・ 硫酸バリウム質量法
全鉄	・ 三塩化チタン還元二クロム酸カリウム滴定法 ・ 原子吸光分析方法	・ 三塩化チタン還元二クロム酸カリウム滴定法 ・ 原子吸光分析方法 ・ 1,10-フェナントロリン吸光光度法 ・ 蛍光 X 線分析法 (ガラスビード法) ・ 蛍光 X 線分析法 (ブリケット法) ・ ICP 発光分光分析法

た品質規定が削除された。

なお、海外から輸入された高炉スラグ粗骨材については、鉄含有率が不明であるため、水中浸せき試験を実施して安全性を確認することが望ましい。

(7) 高炉スラグ粗骨材の紫外線照射試験の廃止

紫外線照射試験は、高炉スラグ粗骨材中のけい酸二石灰の相転移の安定性を確認するもので、水中浸せき試験と同様、1977年のJIS A 5011の制定時に海外の規格を参考にして規定された。しかし、我が国で製造された高炉スラグ粗骨材について、X線回折試験によってけい酸二石灰が確認されたという報告および紫外線照射試験で不合格となった事例がないことから、従来規定されていた品質規定が削除された。

なお、海外から輸入された高炉スラグ粗骨材については、水中浸せき試験と同様、紫外線照射試験を実施して安全性を確認することが望ましい。

(8) 高炉スラグ骨材の微粒分量の規格値の新設

JIS A 5005の2009年の改正で碎石および砕砂の微粒分量に関する規格値が改正された。このことを踏まえて、高炉スラグ骨材の微粒分量に関する品質規格が新たに定められた。

高炉スラグ骨材の微粒分量は、各製造所の実績およびJIS A 5005の規格値を参考として、高炉スラグ粗骨材は5.0%、高炉スラグ細骨材は7.0%を超えないこととし、それらの許容差はいずれも±2.0%と提案された。しかし、コンクリート実験で確認した結果、コンクリートの単位水量および乾燥収縮の観点から、高炉スラグ粗骨材については、許容差を小さくした方が妥当であるとの判断から、最終的には±1.0%と規定された。

(9) 高炉スラグ骨材の化学成分分析方法の追加

高炉スラグ骨材の化学成分分析方法として、セメント、鉱石などの原材料およびスラグ骨材の分析方法として採用されている蛍光X線分析法、ICP発光分光分析法などの機器分析が使用できるように、JIS A 5001-2～JIS A 5011-4に規定されている化学成分分析方法を参考にして分析方法が追加された。

高炉スラグ骨材の化学成分分析方法の主な改正点を表11に示す。

5. おわりに

今回は、2013年に改正されたJIS A 5001-1の改正内容について概説した。近年、天然骨材の枯渇や品質の低下に伴い、スラグ骨材の需要量が増加している。しかし、スラグ骨材をはじめとする循環資材の場合、原材料に含まれる有害物質が蓄積され、環境に対する影響が懸念される。今回のJISの改正で、高炉スラグ骨材の要求品質の一つに環境安全品質が追加されたことは、高炉スラグ骨材の信頼性をさらに高めることにつながると期待される。

なお、2013年には、日本建築学会から「高炉スラグ細骨材を使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説」が30年ぶりに改定・刊行されている。同指針は、JISの改正内容を取り込むとともに、高炉スラグ細骨材の高強度コンクリートへの適用についても検討されており、高炉スラグ細骨材を実際に使用する際の参考になるので、ここで併せて紹介する。

今後、建設分野で高炉スラグ骨材をより有効に活用していくために今回の記事が少しでも役立てば幸いである。

(文責：工事材料試験所 副所長 真野 孝次)

連載

国産木材・林業 との歩み

第六回 「ヨーロッパの木造建築と木材」

山佐木材株式会社 代表取締役社長
佐々木 幸久

昨秋10月27日から11月3日にかけて、ヨーロッパに行きました。私も所属員である国産材製材協会を呼びかけ人とする視察団で、視察団名が「欧州における木によるサステナブル戦略の視察ツアー」というユニークなものです。内容が「木造建築、製材産業、木質エネルギーの活用形態等を見る」と幅広く、さまざまな視察目的を持った人に対応できるようになっています。

同協会の所属協会員を含めて、参加者は北海道から鹿児島、宮崎まで、年代は20歳代から70歳代まで総勢17名、いずれも大変向学心に満ちた方々でした。極めてハードなスケジュールながら、楽しくも誠に有意義な視察となりました。

以前の視察でヨーロッパでは省エネへの関心が極めて高く、建物の断熱レベルは我が国と比べて桁違いに高いことは承知していました。今回、改めてそのことを認識しました。原子力や化石エネルギーから自然エネルギーへの転換という方向性は間違いないのですが、実はもっと重要なことは、徹底した省エネルギーが先行するべきだということです。徹底した省エネが実現すれば、冷暖房に要するエネルギーは極めてわずかで済みます。

積雪1.5mという高地の村で、断熱の徹底、三層ガラス、二重ルーフ、日照の活用など省エネの行き着くところ、地熱利用と換気のみで、暖房エネルギーゼロを実現しているという事例がありました（オーストリア フォアアールベルク州 ザンクト・ゲーロール村、写真1）。

オーストリア第2の都市グラーツ市ヴェッツェルスドル



写真1 陽光を取り入れた部屋 窓下の渓谷が美しい

フ (Wetzelsdorf) 地区で建設中の新しい街で、建築中の集合住宅を見学することができました。

5階建てでメインの構造材料は、壁が14cm、床が18cmのCLTですが、開口部の梁には構造用集成材も使われています。使用したCLTは4,500m³だったとのこと、かなりの規模とあってよいでしょう。

耐火に関しては、木材は耐火75分（日本流でいうと準耐火？）ということでした。その木材を耐火ボードで被覆している部分、していない部分があり、それぞれ半々くらいの感じです（写真2）。



写真2 耐火被覆

写真3で分かるように、中央部の階段室は鉄筋コンクリート造りになっています。



写真3 木造の集合住宅 CLTの構造体, 下から断熱材を施工中。階段室は鉄筋コンクリート



写真4 断熱材の厚さに注目

なお外壁にはCLTの上に厚い断熱材(30cmくらい?写真4)が直付けになっています。極めて高い断熱性能が確保され、冷房はなく、暖房と給湯のすべてを賄うのは地熱と太陽熱、それに5,000リットルのバッファタンク(貯湯槽)のみです。このアクティブハウスと呼ばれる建物でのエネルギー消費は、ここで生産されるエネルギーより少ない、つまりエネルギー収支はプラス(エネルギー消費 \leq エネルギー生産)ということでした。

ちなみにこれで分譲価格は、90m²のとき、3,500～4,000万円(1ユーロ140円として)だそうです。

これだけ徹底した省エネのためには、良質の断熱材が大量に必要になります。断熱材はその性格上比重が軽く、空気を運ぶようなもので、安価に入手するためにはなるべく近くで生産、供給されることが望ましく、今回の視察中に見た材料は、鉱物系あり、羊毛あり、セルローズ系あり、発泡スチレンありと、その地域で入手しやすいものが使われるのでしょうか。あれだけの量が使われるなら、安価での供給体制も整うと思います。

我が国でかつて高度成長期に、全国津々浦々に生コン工場ができたようなものでしょう。旺盛な需要があれば生産体制は整い、競争原理からコストは下がるのです。

これと反対の現象が、防腐・防蟻処理でしょう。我が国の処理費は海外に比べかなり高いと聞きますが、悪循環になっているように思います。費用が高いから、土台など限られた部分に使用する。さらには耐久性が高いと思われて

いる樹種を使用することで、処理を免れることもあります。その結果、処理量は伸びず、コスト低減はさらに遠のくという悪循環にあるように見受けられます。木造建築の長寿命化を図るには、安価で良質の保存薬剤により家全体の木材の処理をすることが重要で、同時に処理量の増大により、コストの半減も可能になります。

今我が国では膨大な国民負担による自然エネルギー造成対策が行われつつありますが、併行して居住空間の省エネルギー対策も徹底して講じていかなければ、エネルギー対策としては片手落ちだろうと思います。

それには新築はもちろん、既存建物も徹底した省エネ対策を進めることが必要です。省エネの推進には良質の断熱材を安価に供給されることが不可欠です。そして安価な供給を可能にするにはかなりの量を使用することが欠かせません。この善循環を構築できれば、我が国のエネルギー問題は大いに進捗を見るように思います。

プロフィール

佐々木 幸久(ささき・ゆきひさ)

山佐木材㈱ 代表取締役社長

最近の研究テーマ:木質材料, 木材加工



安全衛生マネジメントのススメ (15)

安全マネジメントの最新動向

香葉村 勉

1. ISO/PC283－労働安全衛生マネジメントシステム－要求事項の標準化について

国際標準化機構 (ISO) は、このたび、労働安全衛生マネジメントシステムの分野における標準化に取り組むことになりました。



労働安全衛生マネジメントシステムの国際規格化については、これまでも度々話題にあがってきた議事ではありますが、ISOの新規作業項目提案 (NWIP: New Work Item Proposal) において、今回初めて賛成多数となりました。ISO化は時代の要請ともいえますが、これまで反対を表明してきたILO (国際労働機関) が、条件付きで規格開発の進行を容認したことが、やはり大きいといえます (ただし、現状でも異議を唱えており、開発が始まった規格の閲覧を求めています)。もしかすると、後述のISO39001 (道路交通安全マネジメントシステム) が先行して発行されたことが影響しているのかもしれません。

これまでISO化が遅れていたため、BSI (英国規格協会) を中心とするOHSASグループが発行した「OHSAS18001:2007」が、事実上の標準規格として世界中で使用されていることを踏まえ、本プロジェクトもBSIが事務局となります。ISO/TMB (技術管理評議会) は、新しい「第283プロジェクト委員会 (PC283)」を設置し、規格作成が開始しています。新規格のナンバリングは「ISO45001」となる予定です。

「既に「OHSAS18001」が世界中で利用されているのだから、「ISO18001」にしないの?」という声もあると思いますが、既に、ISO18000シリーズは、「情報技術」の категорияとして使用されています*1。ただ、確かに「18001」「ISO」



で検索して出てくるのは、今でもほとんど労働安全衛生マネジメント絡みです。「45001」が浸透するにはしばらく時間がかかるかもしれません。

国際規格の策定は、いくつかの作業段階を経て完成しますが、このうちWGによるCD (委員会原案) 作成の段階が最も重要です。WG会議ではWGへの積極参加を表明した国 (Pメンバー) から数十名の専門委員が集まり、委員間の意見の違いを調整しながら国際規格を作り上げていきます。なお、今回、日本は残念ながらオブザーバー (Oメンバー) です。

ISO45001は、OHSAS18001:2007に基づいて作成される予定です。また同時に、他の新規発行された／または改訂中のISOマネジメントシステム規格 (ISO MSS) と同様に、ISO/TMBの決定した上位構造に従います。これは各ISO MSSの共通要素を、完全に共通化するためのもので、今後はISO9001 (品質) やISO14001 (環境) のような、著名なISO MSSもこれに従うことになっており、現在おのおの改訂作業中です。

OHSAS18001は、これまでISO14001を規範として策定されていた経緯があるため、プロジェクト委員会PC283は、今回のISO45001作成についても、ISO14001の国際原案 (DIS) がでるまで、委員会進行を遅らせるようです。ISO14001のDIS発行は2014年度と見込まれるため、ISO45001の発行は、概ね2016年ごろではないかと思われます。

2. ISO39001－道路交通安全マネジメントシステム 要求事項の動向

① ISO 39001の広がり

国際規格ISO39001(道路交通安全マネジメントシステム)が2012年に発行された後、日本では、ISO対訳版が2013年4月に、また日本規格協会発行の解説が同10月に刊行されています*2。



(独)自動車事故対策機構(NASVA)は、(公財)日本適合性認定協会(JAB)に対してISO39001認定スキーム案を持ちかけているようですが、話し合いの段階であり、一貫性のある認定・認証事業は現状では未定です。

ただ、上記のスキーム不確定状態とは別に、組織の取組みは先行しており、既に各認証機関で審査が始まっています。日本国内では既に60事例前後(2014年1月現在)が認証登録されており、JTCCMでも審査が始まっています。従って、現在はそれぞれの認証機関のプライベートブランドにおいて、審査が進んでいる状態です。上記の登録数も、全体を把握しきれているかは不明です。

②交通安全MSへの取組み

上記のように、ISO39001は、まだまだ急速な普及とはいえませんが、じわりと浸透を始めたといえるでしょう。

「道路交通安全」に対する取組みの必要性については言うまでもありません。しかし、「道路交通安全マネジメントシステムとしての運用」となると、少々ハードルを感じる組織が多いようです。

自分が、特にあまり自動車にも乗らず、物流とも関係ない部署に居れば、やはり「面倒くさいなあ」と感じることでしょう。リスクを捉えることができても、特定したリスクが身近に感じられなければ、リスクの大きさは低く見積もられ、マネジメントの必要性が「ない」と判断されてしまいます。



しかし、それは、勘違いです。確かに、2012年の交通事故死者数は4411人、1951年(4429人)以降最少となりました。一方、1951年の交通事故負傷者数は3万1274人、2012年は82万4539人です。最新の緊急体制、医療、車両構造が死亡者を減らしているのです。日本国民の、150人に一人が1年の間に交通事故で負傷しているということは、10年もすれば、15人に一人がそれを体験するということです。

周りを見渡して下さい。必ず、間違いなく、交通事故の関係者がいます。加害者本人、被害者本人、あるいはその家族、友人。「交通事故は宝くじのような非常にまれは出来事ではなく、身近に起こり得るごく一般的な悲劇である」ということを認識する必要があります。

マネジメントシステムは、適用する組織の全体的な取組みです。「自分は関係ないから知らない」というのではなく、身近な問題として道路交通安全を捉え、安全活動を推進していただきたいと考えます。

願わくは、致命的な衝突事故等が身近に発生する前に、何らかの道路交通安全マネジメントシステムへの取組みを始めてほしいものです。ISO39001は、その取組みへのヒントが散りばめられています。冒頭に紹介した解説版等をぜひ一読することをお勧めします。

【参考文献】

- ・「OHSAS18001:2007労働安全衛生マネジメントシステム 日本語版と解説」第1版(発行:日本規格協会、監修:吉澤正)
- *1 ISO18000番台のナンバリングは、例えば、「ISO/TS18001情報技術-アイテムマネジメントのための無線周波数識別-アプリケーション要求事項プロファイル」等の情報技術が割り振られている。
- *2 「ISO39001:2012 道路交通安全マネジメントシステム日本語版と解説」(発行:日本規格協会、監修:中條武志、2013年10月15日第1版発行)。

*執筆者

香葉村 勉(かはむら・つとむ)
建材試験センター ISO審査本部
審査部 主幹



試験設備紹介

電位差自動滴定装置

工事材料試験所 浦和試験室

1. はじめに

東日本大震災以降、建築物の耐震に関する注目度が上がり、さらには首都直下地震の切迫性が指摘され、平成23年度には「東京における緊急輸送道路沿道建築物の耐震化を推進する条例」が公布されました。工事材料試験所浦和試験室では、コンクリート構造物の耐震診断に関するコンクリートコアの試験を受託しています。コンクリートコアの試験項目として、圧縮強度、中性化深さ、見掛け密度、全塩化物イオン量、静弾性係数があります。その中でも全塩化物イオン量、すなわち塩分含有量は、鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造における鉄筋の腐食発生要素の大きな一因として挙げられます。鉄筋の発錆状況の例を写真1に示します。



写真1 鉄筋の発錆状況の例

コンクリート中に塩化物イオンが侵入する要因には、使用した材料による内在塩化物イオンと、飛来塩化物による外来塩化物イオンが挙げられます。外来塩化物イオンには、海風等の飛来塩化物のほか、寒冷地で使用される融雪剤や凍結防止剤等の塩化物があります。

鉄筋コンクリート構造物は塩化物イオンの侵入により、次のように劣化していきます。

- ①塩化物イオンが鉄筋の位置まで侵入・移動

- ②鉄筋（鋼材）表面の不動態被膜の破壊
- ③不動態被膜の破壊による鉄筋（鋼材）の腐食
- ④錆の体積増加による膨張圧で、コンクリートにひび割れ発生
- ⑤ひび割れから酸素が供給され鉄筋腐食を加速
- ⑥ひび割れが拡幅しコンクリートは剥落、鉄筋は腐食進行により断面欠損
- ⑦構造体の強度、耐久性が著しく低下

このたび、浦和試験室では、硬化コンクリート中の塩化物イオンを測定する「電位差自動滴定装置」を新たに導入しました。ここでは、本装置の仕様、塩化物イオンの測定原理、試験方法について紹介します。

2. 電位差自動滴定装置

電位差自動滴定装置は試料内の測定目的物質と濃度既知の試薬が定量的に反応することを利用し、試薬を滴下し、図1に示すように当量点までの試薬消費量より試料中に測定目的物質がどのくらい含まれているかを自動的に測定する装置です。

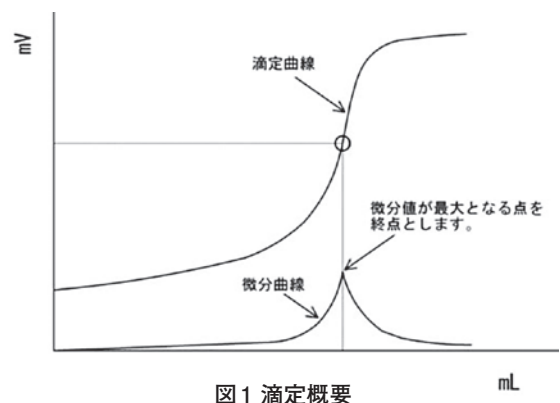


図1 滴定概要

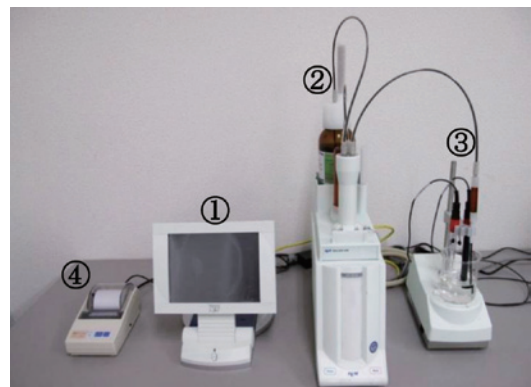


写真2 電位差自動滴定装置

電位差自動滴定装置(写真2)は、①メインコントロールユニット、②測定ユニット、③スターラー部(検出部)、④インパクトドットプリンタにより構成されています。検出は主に塩素イオン電極、比較電極、ビュレットを用いて行われ、備えたビュレットの容量は20mlです。

3. 塩化物イオン量測定

前述したように、塩害を受けたコンクリート内における鉄筋の錆は、元の体積の2～3倍程度まで膨張し、コンクリートに引張応力を与え、ひび割れを発生させます。土木学会のコンクリート標準示方書では鋼材腐食発生限界濃度を全塩化物イオン量で $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ と規定しています。

塩化物イオン量測定に用いる試料は、採取されたコンクリートコアのほか、コアを深度方向にスライスした試料片、あるいはドリル穿孔時に採取されたドリル粉など多様であり、1測定あたり質量50g程度を目安としています(写真3)。

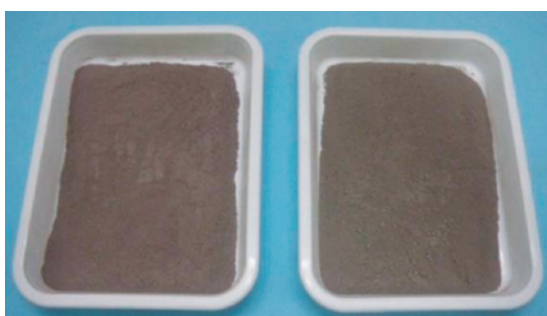


写真3 粉砕・粒度調整後の状況

なお、工事材料試験所は、(一社)ソフトコアリング協会に加盟し、 $\phi 25\text{mm}$ 程度の小径コンクリートコアの各種試験を行っています。そのうち「ソフトコアリングC+」の試験項目となっている全塩化物イオン量試験については、本装置で実施することができます。

4. 試験方法

試験はJIS A 1154(硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法)9.塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法に従って行います。

抽出過程における加熱煮沸状況を写真4に、塩化物イオン電極を用いた滴定状況を写真5に示します。



写真4 加熱煮沸状況
(ホットプレート使用)

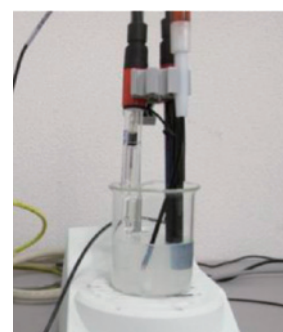


写真5 塩化物イオン電極を用いた滴定状況

5. スライス試料による分析

コンクリートコアの連続的なスライス片(厚さ10～20mm程度)により、深度方向に対する塩化物イオン濃度分布を調べることができるので、より詳しい耐震診断への対応も可能となっています(写真6)。JIS A 1152(コンクリートの中性化深さの測定方法)で得られた中性化深さと併せて劣化予測に用いられます。



写真6 スライス試料

6. おわりに

今回紹介した電位差自動滴定装置導入に加え、浦和試験室ならびに工事材料試験所では、今後も必要な装置等の充実を目指してまいりますので、より多くの方々にご利用いただければ幸いです。なお、コンクリートコアの試験に関するお問い合わせは、下記の各試験室までお願いします。

【お問い合わせ先】

武蔵府中試験室(東京都府中市) TEL:042-351-7117
浦和試験室(埼玉県さいたま市) TEL:048-858-2790
横浜試験室(神奈川県横浜市) TEL:045-547-2516
船橋試験室(千葉県船橋市) TEL:047-439-6236

(文責:工事材料試験所 浦和試験室 北村 保之)

たてもの建材探偵団

はせでら みてら 長谷寺(花の御寺) / 本堂(国宝)



今回は、奈良県桜井市初瀬にある長谷寺(本堂)を紹介し
ます。長谷寺へは京都駅から近鉄京都線と近鉄大阪線を大和
八木で乗り継ぎ2時間足らずで近鉄長谷寺駅へ、そこから、
門前町を徒歩で約30分行くと辿り着きます。

長谷寺は、山号を「豊山神楽院」¹⁾と称し、末寺三千、檀信徒
二百万を擁するといわれる真言宗豊山派の総本山です。初瀬
川の溪流を見下ろす初瀬山の中腹に懸造²⁾の舞台を持つ国
宝本堂(写真1)を中心とした大伽藍を持つ大寺ですが、創建
以来十数度に及ぶ火災³⁾にあり、現在の主要な堂宇はみな江
戸時代以降のものであるといわれています。山門である仁王
門から本堂へはなだらかな石段を連ねた長い登廊(写真2)⁴⁾
が続きます。長谷寺は牡丹(写真3)をはじめ、桜、紫陽花の
名所でもあり、秋の紅葉も見事で、これらを総じて「花の御寺」
と称されています。

縁起によれば朱鳥元年(686)に僧道明⁵⁾が中心になって天
武天皇のために建立した「本長谷寺」と、それより50年の後、
徳道上人が聖武天皇の勅願を受け、楠の霊木をもって十一面
観世音菩薩の尊像を造立し、「後長谷寺」を建立したとされ、
これらの本・後二つの長谷寺が一つになることで、現在の長谷
寺が成立したと伝えられています。

本堂は、正堂と礼堂が一体となった桁行9間、梁行9間、
本瓦葺の仏堂で、正面には舞台(懸造)が付属している複雑
な構造を持つ建物です。

この建物は、東大寺大仏殿に次ぐ規模を持つといわれる巨
大なもので、本尊(十一面観世音菩薩)を安置する桁行9間、



写真1 長谷寺本堂東側



写真2 登廊



写真3 長谷寺の牡丹
(遠方に本堂を望む)

梁間4間の正堂(内陣)⁵⁾とそ
の前面に細長い通路状の拝
所を介して連なる桁行9間、
梁間3間の礼堂(外陣)⁶⁾から
なり、さらにその前面に懸造
の広い舞台(写真4)がありま
す⁷⁾。

現在の本堂は、徳川3代将
軍家光公の再建で正保2年
(1645)に起工し、慶安3年
(1650)に落慶供養があった
と伝わっています。

長谷寺は、こもりくの泊瀬⁸⁾
といわれる山懐の地にあり、
四季折々の草花と堂塔坊舎が織りなす様はえもいわれぬ景観
を醸し出しており、いつでも参詣したいお寺の一つです。



写真4 長谷の舞台(懸造)

【引用文献/参考文献】

- 1) 朝日百科「日本の国宝」第4巻 近畿2「奈良」288頁 朝日新聞社 1999年9月刊
- 2) 懸造：山または、崖に持たせかけ、あるいは、川の上に掛け渡して建物を造ること。
- 3) 火災：天慶7年(944)に始まって天文5年(1536)に至るまで7度に及ぶ本尊の焼失、9度を超える伽藍の羅災などがあってその後の復興事業が著しい。
- 4) 登廊：上、中、下の3廊に分かれた全長108間(約200m)の長い石段。仁王門(山門)から本堂にいたる緩やかな勾配の石段で399段ある。
- 5) 正堂(内陣)：寺院の本堂で、御神体または本尊を安置してある部分。
- 6) 礼堂(外陣)：社寺の内陣の外側で人々が拝礼する所。
- 7) 週間 古寺を行く 12巻「長谷寺と飛鳥の名刹」小学館発行
- 8) こもりくの泊瀬：「こもりくのは」、「隠国の又は、隠処の」のことで、泊瀬にかかる枕詞。泊瀬は、初瀬、長谷の古い呼称。こもりくの泊瀬は、山に囲まれた地であることからいう。

(文責：品質保証室 特別参与 柳 啓)

コンクリートの基礎講座

Ⅲ 耐久性編 「その2. アルカリシリカ反応, 凍害ほか」



今回は、前回に引き続き、“耐久性編”のその2として、「アルカリシリカ反応, 凍害ほか」について紹介します。

なお、本文中で下線を付した用語は、用語の解説を参照して下さい。また、今回は誌面の都合で「知っていましたか!」は割愛します。

1. アルカリ骨材反応とは

アルカリ骨材反応 (alkali aggregate reaction) とは、コンクリートの細孔溶液中の水酸化アルカリ (KOH, NaOH) と、骨材中の反応性珪物との化学反応のことです。一般的には、反応生成物の生成や吸水に伴う膨張によってコンクリート (コンクリート構造物) にひび割れなどが発生する現象をアルカリ骨材反応と総称しています。

アルカリ骨材反応は、1940年頃北米で発見され、我が国でも1950年頃から調査報告例はありましたが、1980年代になって、アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の早期劣化が顕在化しました。

(1) アルカリ骨材反応の概要

1) アルカリ骨材反応の種類

アルカリ骨材反応は、かつては、アルカリシリカ反応 (ASR)、アルカリ炭酸塩岩反応、アルカリシリケート反応の3つに分類されていました。しかし、最近では、アルカリシリケート反応をアルカリシリカ反応と同一視し、アルカリシリカ反応 (ASR) とアルカリ炭酸塩岩反応の2種類に分類されています。

なお、我が国でアルカリ骨材反応といわれているものは、一般にアルカリシリカ反応 (ASR: alkali silica reaction) を示します。そこで、本編では、ASR (アルカリシリカ反応) と称して概説します。

2) 反応性珪物と岩種

ASRを引き起こす骨材には、反応性珪物が含まれていますが、その種類はさまざまです。反応性珪物としては、非石英質系のシリカ珪物 (トリジマイト, クリストパライト) および非晶質のシリカガラス、潜晶質あるいは微晶質の石英などがあります。前者の反応は比較的早期に発現し、後者の反応は比較的遅れて発現する特徴を有しています。

なお、反応性珪物を有する岩種としては、安山岩, 玄武岩, 建材試験センター 建材試験情報 2'14

流紋岩, チャート, 砂岩, 粘板岩, 片麻岩などがあげられます。しかし、すべての骨材 (岩石) が有害な反応性を示すわけではないので誤解しないよう注意して下さい。

3) ASRによる劣化現象

ASRが進行すると、コンクリート (コンクリート構造物) には、ひび割れ, ゲルの析出, 目地のずれなどの現象が顕在化します。ひび割れの形態は、膨張を拘束する状態によって異なり、拘束力の小さな無筋コンクリート構造物の場合には亀甲状のひび割れが発生します。また、鉄筋コンクリート構造物では主筋方向に、部材両端が強く拘束されている構造物では拘束されている面に対して直角にひび割れが発生します。

ASRによるひび割れは部材内部まで達しない場合が多いため、ひび割れが発生してもコンクリート部材の耐力が直ちに低下することは少ないといわれています。しかし、近年、ASRによる膨張力によって、伸び能力の低い鉄筋の曲げ加工部や圧接部周辺で鉄筋が破断したという事例が報告されています。

なお、前回も紹介しましたが、ASRに伴うひび割れは、中性化, 塩害, 凍害などの劣化現象を促進する場合 (複合劣化) もあります。

4) ASRの特徴

ASRによる有害な膨張は、①反応性珪物を含む骨材が一定量以上存在すること、②細孔溶液中に水酸化アルカリが一定量以上存在すること、③コンクリートが湿潤状態に置かれていること。という3つの条件が同時に成立して初めて生じます。従って、反応性珪物を含む骨材をコンクリートに使用しても、細孔溶液中の水酸化アルカリを低減するか、コンクリートへの水分の供給を遮断すればASRによる有害な膨張を抑制することが可能です。

なお、ASRによる膨張は、コンクリート中に含まれる反応性骨材の量が多いほど大きくなるわけではありません。ASRによる膨張が最も大きくなる時の反応性骨材の割合をペシマム (ペシマム量) といいます。ペシマムは、セメント中のアルカリ量, 骨材の種類・粒度などによって変化します。また、ペシマムのない骨材も存在します。

反応性骨材の混合率とモルタルバーの膨張率の関係の一

例を図1に示します。図中の記号F以外の反応性骨材は、すべてベシマムを有しています。

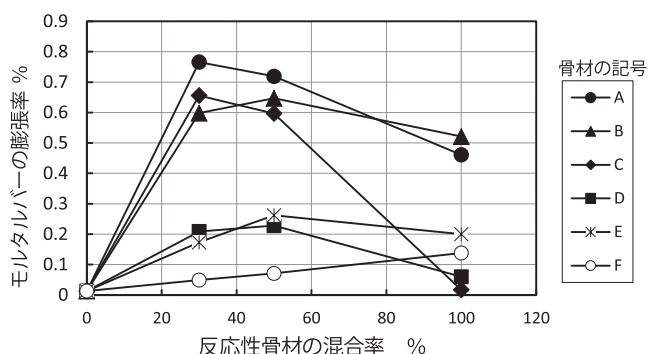


図1 反応性骨材の混合率とモルタルバーの膨張率との関係の一例

5) アルカリの供給源

コンクリート中のアルカリの主な供給源はセメントであり、セメント原料である粘土鉱物などから Na_2O や K_2O が供給されます。セメント中のアルカリ量は生産工場によって異なり、かつては、全アルカリ($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)が1%を超えるセメントも流通していましたが、JIS R 5210 (ポルトランドセメント)が1992年に改正され、ポルトランドセメントの全アルカリは0.75%以下という規定が設けられました。なお、現在流通している普通ポルトランドセメントの全アルカリは概ね0.5%前後の値です。

アルカリの供給源としては、セメントのほかに、細骨材に付着した塩化物(NaCl など)や化学混和剤に含まれる塩化物、硬化後に外部から侵入する塩化物などがあります。また、コンクリート中の水分の移動に伴ってアルカリが濃縮される現象もあるといわれています。

(2) 骨材の反応性試験方法

現在、骨材の反応性試験方法として、次に示す3種類の試験方法がJISに規定されています。

- ① JIS A 1145 [骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (化学法)]
- ② JIS A 1146 [骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (モルタルバー法)]
- ③ JIS A 1804 [コンクリート生産工程管理用試験方法—骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (迅速法)]

また、再生骨材を対象とした再生骨材迅速法(JIS A 5021, 附属書D)が2011年に制定されています。

化学法は、比較的短期間で骨材の反応性の有無を判断できます。しかし、モルタルバー法に比較して判定基準が厳しいといわれています。一方、モルタルバー法は、試験期間が6カ月以上と長い場合、骨材の反応性の有無を判定す

るまでに長期間を要するというのが欠点といわれています。通常は、化学法によって反応性の有無を確認し、「無害でない」と判定された場合にモルタルバー法を行うのが一般的です(化学法で「無害でない」と判定され、モルタルバー法で「無害」と判定された場合、その骨材の反応性は「無害」と判定します)。

ただし、複数の骨材を混合して使用する場合は、それぞれの骨材について試験を行い、1種類でも「無害でない」と判定された場合は、この骨材全体を「無害でない」と判定します。これは、前述したベシマムを考慮して規定された判定基準です。

なお、迅速法は、コンクリートの生産工程管理用の試験方法と位置付けられていますが、化学法と同程度の期間で骨材の反応性の有無が判断できるため、モルタルバー法の代替試験方法としても利用されています。

骨材の反応試験方法の概要を次に紹介します。

1) 化学法

化学法はアルカリに対する骨材の潜在的な反応性を化学的に試験する方法です。所定の粒度の粉碎した骨材を 80°C のアルカリ溶液で反応させ、その溶液のアルカリ濃度減少量(R_c)と溶解シリカ量(S_c)の関係から骨材の反応性を判定します。なお、アルカリシリカ反応性の判定方法は、次の3種類となっています。

- a) S_c が 10mmol/L 以上で、 R_c が 700mmol/L 未満の範囲では、 $S_c < R_c$ となる場合、その骨材を“無害”と判定し、 $S_c \geq R_c$ となる場合、その骨材を“無害でない”と判定する。
- b) S_c が 10mmol/L 未満で R_c が 700mmol/L 未満の場合、その骨材を“無害”と判定する。
- c) R_c が 700mmol/L 以上の場合には判定しない。

2) モルタルバー法

モルタルバー法はモルタルの長さ変化を測定することにより骨材の潜在的な反応性を判定する方法です。試験方法の概要は次の通りです。

- ・ 試料(細骨材、粗骨材)を粉碎・分級して所定の粒度分布(細骨材)に調整する。
- ・ セメント：水：細骨材(表乾状態) = 1 : 0.5 : 2.25 (質量比)、セメントのアルカリ量を1.2%に調整(水酸化ナトリウムを添加)して供試体(モルタルバー、 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$)を作製する。
- ・ 供試体を温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度95%以上の条件下に6カ月間(26週)保存し、膨張量を測定する。
- ・ 供試体3体の平均膨張率が26週後に0.100%未満の場合は、“無害”とし、0.100%以上の場合は“無害でない”と判定します。

参考として、モルタルバーの膨張率測定状況を写真1に、モルタルバーの表面に発生したひび割れの一部を写真2に示します。

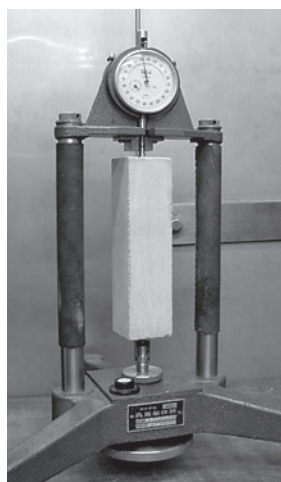


写真1 モルタルバーの膨張率測定状況

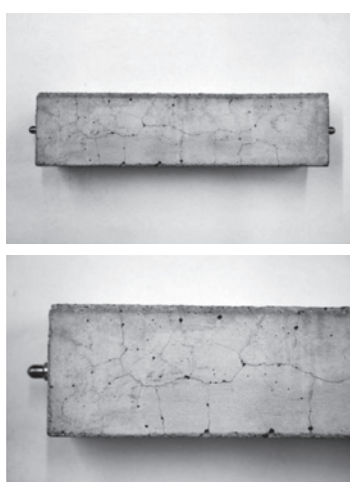


写真2 モルタルバーの表面に発生したひび割れの一例

3) 迅速法

迅速法は、主としてコンクリートの生産工程管理用に適用する試験方法であり、モルタルバーを高温・高圧で養生し、その特性の変化を測定することによって、骨材のアルカリシリカ反応性を迅速に判定する試験方法です。

モルタルバー法との違いは、供試体の養生方法のほか、試料の1/2に標準砂（JIS R 5201）を混合して供試体を作製すること、セメントのアルカリ量を2.5%に調整することなどが挙げられます。また、迅速法では、モルタルの特性の測定方法として、長さ変化、超音波伝ば速度、動弾性係数の3種類の方法が規定されています。

なお、判定基準は、化学法とモルタルバー法の中間程度といわれていますが、化学法やモルタルバー法と判定結果が異なる場合がありますので注意が必要です。

4) その他の試験方法

その他の試験方法としては、日本建築学会JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事に規定されるJASS 5NT-603「コンクリートの反応性試験方法」、全国生コンクリート工業組合連合会規格ZKT-206（コンクリートのアルカリシリカ反応性迅速試験方法）、前述したJIS A 5021（コンクリート用再生骨材H）の附属書D（規定）「コンクリート用再生骨材Hのアルカリシリカ反応性試験方法（再生骨材迅速法）」などがあります。

また、関連団体の団体規格や海外規格には、コンクリート構造物から採取したコンクリートコアを対象とした各種の促進膨張率試験方法が規定されています。

(3) アルカリ骨材反応の抑制対策

JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の附属書A 建材試験センター 建材試験情報 2'14

（規定）「レディーミクストコンクリート用骨材」では、骨材をアルカリシリカ反応性により表1に示すように区分しています。

JIS A 5308では、一時期、アルカリシリカ反応性を有する骨材の使用を制限（禁止）する旨が規定されていました。しかし、その後の調査・研究により、反応性を有する骨材でも適切な抑制対策を講ずれば、通常の骨材と同様に使用できることが確認されたため、反応性を有する骨材の使用制限は撤廃されました。現行のJIS A 5308の附属書B（規定）「アルカリシリカ反応抑制対策の方法」では、アルカリシリカ反応抑制対策として次に示す3種類の方法を規定しています。

なお、抑制方法の詳細については、JIS A 5308の附属書B（規定）で確認して下さい。

① コンクリート中のアルカリ総量を規制する抑制対策

[アルカリ総量を 3.0kg/m^3 以下に規制]

② アルカリシリカ反応抑制効果のある混合セメントなどを使用する抑制対策

[高炉セメントB種若しくはC種、フライアッシュB種若しくはC種を使用。高炉セメント微粉末又はフライアッシュを抑制効果があると確認された単位量で使用]

③ 安全と認められる骨材を使用する抑制対策

[区分Aの骨材（“無害”と判定された骨材）の使用]

今回は誌面の都合で、JIS A 5308に規定されているアルカリシリカ反応の抑制対策について概説しましたが、アルカリ骨材反応の抑制対策については、国土交通省（旧建設省）から各種の通達や通知が出されています。それらの詳細、経緯や背景などについては、別の機会に紹介します。

表1 アルカリシリカ反応性による区分

区分	摘要
A	アルカリシリカ反応性試験の結果が「無害」と判定されたもの。
B	アルカリシリカ反応性試験の結果が「無害でない」と判定されたもの、又はこの試験を行っていないもの。



写真3 反応促進装置（JIS A 1804）

2. コンクリートの凍害とは

コンクリートの凍害とは、コンクリートの細孔中に含まれる水分が凍結し、水の凍結膨張に伴う膨張圧、水分の移動圧などによって、コンクリートの表面劣化、強度低下、ひび割れ、ポップアウトなどコンクリートが劣化する現象のことです。JIS A 0203 (コンクリート用語) では、「凍結又は凍結融解作用によって、表面劣化、強度低下、ひび割れ、ポップアウトなどの劣化を生じる現象」と定義しています。関連する用語として、かつては、凍結融解作用に対する抵抗性といわれていましたが、最近では、耐凍害性といわれるようになってきました。

凍害による劣化は、初期にはひび割れが観察され、より進行した段階で組織的な崩壊となります。ひび割れは、亀甲状の形態を示し、エフロレッセンスを伴う場合もあります。コンクリート表面のひび割れが著しくなった段階、つまり、内部のコンクリートの膨張が限界を超えた段階で、その部分のコンクリートは崩壊します。

なお、凍害による破壊現象は、セメントペースト中、骨材中および両者の界面に生じるほか、コンクリート表面のスケーリング、ポップアウトなどの劣化を引き起こす場合があります。

(1) 耐凍害性に影響を及ぼす要因

1) 骨材の品質

耐凍害性が劣る骨材を使用すると、骨材の破壊に起因するコンクリートの劣化が生じます。また、吸水率の大きい軟石を用いたコンクリートでは、凍結時に骨材自身が膨張し、表面のモルタルをはじき出すポップアウトを生じる場合があります。

一般に吸水率が大きい骨材は耐凍害性が劣るといわれていますが、JISの規格値(3.0～3.5%以下)を満足する骨材であれば実質的な問題はないといえます。また、骨材の耐凍害性を判断する試験方法として、JIS A 1122 (硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験方法)がありますが、最近の研究成果によると、骨材の安定性試験結果とコンクリートの耐凍害性は必ずしも整合しないといわれています。

なお、コンクリートは凍結融解の過程で大きな温度変化を受けるため、骨材とセメントペーストの線膨張係数の相違、表面の付着性なども耐凍害性に影響を及ぼす要因(骨材の品質)となります。

2) コンクリートの配(調)合

コンクリートの耐凍害性は空気量と密接な関係があり、粗骨材の最大寸法に応じて3～6%程度のエントレイドエアを連行することにより、コンクリートの耐凍害性は大きく向上します。これは、エントレイドエアは、微細な独

立した空気泡であるため、コンクリートの硬化後も水で満たされることなく、凍結時の移動水分の逃げ道になるためと考えられています。JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) では、空気量の標準値を $4.5 \pm 1.5\%$ としていますが、この値は、コンクリートの耐凍害性を確保することも一つの目的としています。また、同一空気量の場合は、気泡が小さいほど、すなわち、気泡間隔係数が小さいほど耐凍害性は向上します。一般に、気泡間隔係数が200～250 μm 以下であれば、優れた耐凍害性が期待できるといわれています。

一方、水セメント比は、コンクリート組織の緻密さ、つまり細孔構造の特性を決定する基本的な要因です。水分の凍結がコンクリートの細孔径に依存することから、水セメント比が低い緻密なコンクリートほど耐凍害性に優れるということになります。さらに、細孔径がある限界値以下であれば、その内部の水分が凍結しないことを考慮すると、極めて水セメント比が低い高強度コンクリートの場合には、non-AEコンクリートでも凍結融解試験で優れた結果が得られる場合もあるといえます。

3) 環境条件

海水の作用と凍結融解作用が複合すると、劣化作用は著しく大きくなります。寒冷地の港湾コンクリート構造物には、スケーリングやひび割れが発生している事例が数多く見受けられます。また、凍結防止剤が散布される構造物では、塩類と凍結との複合作用によりスケーリングが著しく促進されます。

(2) 骨材およびコンクリートの耐凍害性試験方法

1) 骨材の耐凍害性試験

骨材の耐凍害性は、JIS A 1122によって評価されます。

骨材の安定性試験は、骨材中に含まれる水が凍結する時の膨張と同様の作用を硫酸ナトリウムの結晶圧によって与えることにより、凍害に対する骨材の抵抗性を調べる試験です。一般に吸水率が大きい骨材ほど安定損失質量が多く、耐凍害性は劣ります。また、凍害に及ぼす影響は細骨材よりも粗骨材の方が著しいといわれています。ただし、前述しましたが、骨材の耐凍害性とコンクリートの凍害性は必ずしも整合しないという研究報告もあります。

2) コンクリートの耐凍害性試験

コンクリートの耐凍害性は、凍結融解作用を人工的に所定の回数繰返し、相対動弾性係数の保持割合(耐久性指数)により評価します。試験方法は、JIS A 1148 (コンクリートの凍結融解試験方法) にA法(水中凍結融解試験方法)とB法(気中凍結水中融解試験方法)が規定されています。

一般に、凍結融解の繰返し回数300サイクル時の相対動弾性係数が60%以上の場合、そのコンクリートは耐凍害性に優れていると判断します。

3) コンクリートの耐凍害性に関する規定

日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 コンクリート工事」では、激しい凍結融解作用を受ける構造体に使用するコンクリートについて、使用する骨材およびコンクリートの品質基準を規定しています。骨材の品質基準は、表2に示すとおりであり、吸水率の値が一般のレディーミクストコンクリート用骨材の品質規格値より厳しくなっています。また、コンクリートについては、特記のない場合は、JIS A 1148に規定される凍結融解試験で300サイクルにおける相対動弾性係数が85%以上であることを定めています。

表2 凍結融解作用を受けるコンクリートの骨材の品質基準

品質項目	細骨材	粗骨材
吸水率 (%)	3.0以下	2.0以下
安定性損失質量 (%)	10以下	12以下

3. その他の劣化現象

その他、コンクリートの耐久性に関連する劣化現象には次のようなものがあります。

1) アルカリシリカ反応以外の骨材による劣化

アルカリシリカ反応を起こす鉱物以外に、物理的または化学的に不安定でコンクリート用骨材として使用すると、ひび割れやポップアウトなどの劣化現象を生じさせる鉱物類があります。有害鉱物とコンクリートの劣化現象の関係の一例を表3に示します。

なお、表に示した鉱物が常にコンクリートの劣化現象を引き起こすものではありません。

2) 化学的侵食

化学的侵食とは、外部環境から供給される化学物質とコンクリートとが化学反応を起こすことによって生ずる劣化

現象の総称です。具体的には、次に示す3種類に大別されます。

- ①セメント水和物と反応し、水に溶けにくいセメント水和物を可溶性物質に変化させ、コンクリート組織を多孔質化したり分解するなどの劣化を生じさせる現象です。劣化因子の例としては、酸、動植物油、無機塩類、腐食性ガス、炭酸ガス、硫酸の生成を伴う微生物の作用などが挙げられます。
- ②セメント水和物と反応して新たに膨張性化合物を生成し、生成時の膨張圧によってコンクリートを劣化させる現象です。劣化因子の例としては、動植物油、硫酸塩、海水、アルカリ濃厚溶液などが挙げられます。
- ③コンクリートが長期間にわたって地下水や海水などに接することにより、コンクリート中のセメント水和物の成分が外部に溶脱して硬化体組織が多孔化し劣化する現象です。

3) すりへり

舗装路面や倉庫・駐車場の床、水路やダムの越流部のように、走行車両や流水によってコンクリートが摩耗作用を受ける構造物があります。このような構造物では、摩耗作用(すりへり作用)によって、コンクリート表面から除々に劣化する場合があります。

コンクリートの耐摩耗性に対しては、セメントペーストおよび骨材の耐摩耗性、コンクリートの配(調)合などが影響要因となりますが、中でも粗骨材の耐摩耗性が大きく影響するといわれています。

粗骨材の耐摩耗性は、JIS A 1121(ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法)に従って試験を行い、すりへり減量(摩耗減量百分率)を指標として評価されますが、すりへり減量は、粗骨材の種類や岩種によって大きく異なります。すりへり試験結果の一例を表4に示します。

表4 粗骨材のすりへり試験結果の一例

川砂利	山砂利	砕石				
		安山岩	硬質砂岩	玄武岩	石英斑岩	石灰石
14.8	13.4	14.8	13.4	16.1	15.4	21.6

表3 有害鉱物とコンクリートの劣化現象との関係の一例

分類	鉱物の例	劣化現象(発生する可能性がある現象)
粘土鉱物	モンモリロナイト、クロライト、加水雲母、パーミキュライト	異常凝結、水和・吸水膨張、ひび割れ、ポップアウト、強度低下
沸石類	ローモンタイト(濁沸石)	乾湿繰返しによる骨材の破壊、表面剥離、強度低下、ポップアウト、崩壊
硫化物	黄鉄鉱、白鉄鉱、磁硫鉄鉱	エトリンガイトの生成 → 膨張、崩壊ポップアウト
硫酸塩	二水石膏、無水石膏、明ばん石	エトリンガイトの生成 → 膨張、ひび割れ
酸化物	CaO, MgO, FeO	水和・酸化膨張、ポップアウト
炭酸塩岩	ドロマイト質石灰岩	セメント中のアルカリと反応 → 膨張、ひび割れ

4) 電流の作用による劣化

鉄筋コンクリートの場合、電流が鉄筋からコンクリートに向かって流れる(鉄筋が陽極)と、鉄筋が錆び、体積膨張を引き起こしてコンクリートにひび割れが発生します。このような劣化現象を電食といい、コンクリート中に塩化カルシウムなどの塩化物を含むと劣化は著しくなります。

一方、コンクリートから鉄筋に過大な電流が流れる(鉄筋が陰極)と、鉄筋近傍のコンクリートが軟化して付着強度が低下します。また、過大な電流の作用は陰極となる鉄筋の表面および内部に水素を発生させ、PC鋼材などは水素脆化が生じることが知られています。

なお、鉄筋が陰極となるように電流を与えることは鉄筋の電気化学的防食工法の原理であり、供給電流量が適正であれば、付着強度の低下や水素脆化を招くことなく、鉄筋の腐食を電氣的に抑制することができます。

近年、地球環境問題や循環型社会の構築が大きな課題となっています。コンクリート構造物もスクラップ&ビルド

から長期供用のための維持管理の重要性が指摘されています。コンクリート構造物は、建設後100年以上、社会の利便性に貢献し、豊かな生活を提供することも可能です。そのためには、コンクリート構造物および使用するコンクリートの耐久性の確保が必要不可欠となります。コンクリートの耐久性に影響を及ぼす要因はさまざまですが、骨材の品質もコンクリートの耐久性に影響を及ぼす大きな要因の一つです。

読者の皆様には、この点について再認識していただき、コンクリートおよびコンクリート構造物の耐久性の確保に寄与していただければ幸いです。

今回は、「IV 製造・調合編:レディーミクストコンクリート、調合設計」について紹介します。

(文責: 工事材料試験所 副所長 真野 孝次)



用語の解説

・水酸化アルカリ

カリウムやナトリウムなどアルカリ土類金属の水酸化物のこと。

・反応性鉱物

アルカリシリカ反応を引き起こす可能性のあるシリカ質などの鉱物のこと。

・アルカリシリカ反応

セメント中のアルカリと骨材中に含まれる反応性シリカとが水の存在下で反応してアルカリシリケートゲルを生成し、膨張を引き起こす現象のこと。我が国でアルカリ骨材反応といわれているものは、一般にアルカリシリカ反応を示す。

・アルカリ炭酸塩岩反応(炭酸塩反応)

セメント中のアルカリとドロマイド質の石灰石との反応のこと。

・アルカリシリケート反応

骨材中の活性度の高いシリカ質とセメントその他に含まれるナトリウム分との反応で、コンクリートの膨張を引き起こす現象のこと。最近ではアルカリシリケート反応をアルカリシリカ反応と同一視する説が有力となっている。

・ゲル

コロイド溶液が固まったゼリー状の固体のこと。

・圧接部

圧接とは鉄筋の継手方法の一つで、圧接部とは鉄筋をガス圧接によって接合した部分のこと。

・外部から侵入する塩化物

海水飛沫や海からの飛来塩化物、融雪剤や凍結防止材に含まれる塩化物などがある。

・アルカリ総量

セメント、骨材、混和剤などからコンクリート中に供給されるアルカリの総量のこと。 Na_2O および K_2O の含有量の和を、これと等価な Na_2O の量($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$)に換算して表した値で、 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}(\%) = \text{Na}_2\text{O}(\%) + 0.658\text{K}_2\text{O}(\%)$ と計算する。

・反応抑制効果のある混合セメント

高炉セメントB種もしくはC種、フライアッシュセメントB種もしくはC種がある。ただし、高炉セメントB種の高炉スラグ分量は40%(質量%)以上、フライアッシュセメントB種のフライアッシュの分量は15%(質量%)以上必要。

・ポップアウト

軟石の凍結膨張などが原因で生じた膨張圧によって、コンクリート表面が剥がれ、浅い円錐状のくぼみが生じる現象のこと。

・エフロレッセンス

硬化したコンクリートの表面に発生する白い綿状の結晶物のこと。白華ともいう。

・スケーリング

コンクリートの表面部分のモルタルが剥離・剥落する現象(表面劣化)のこと。

・軟石

黄銅棒でひっかくと傷が付くような軟らかい骨材粒のこと。

・線膨張係数

単位温度、単位長さ当たりの熱による膨張長さの割合のこと。線膨張率ともいう。

・エントレイドエア

化学混和剤などによってコンクリート中に連行される微小な独立した空気泡のこと。

・気泡間隔係数

硬化コンクリート中の気泡と気泡の間隔のこと。同一空気量の場合、気泡の径が小さいほど気泡間隔係数は小さくなる。

・non-AEコンクリート

化学混和剤などによってエントレイドエアを連行していないコンクリートのこと。

・相対動弾性係数

試験開始時のコンクリートの動弾性係数に対する試験中または試験終了後のコンクリートの動弾性係数の比率のこと。なお、コンクリートの動弾性係数は、強度が低下したり組織が緩むと低下する。

・耐久性指数

コンクリートの耐久性を表す指標のことで、凍結融解試験を終了したときの相対動弾性係数の値のこと。

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (12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25年12月6日付で登録しました。これで、累計登録件数は2249件になりました。

登録事業者 (平成25年12月6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
RQ2238*	2002/12/16	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/12/15	柳生設備(株)	大阪府大阪市北区南森町二丁目4番32号 <関連事業所> 本店, 京都支店, 兵庫支店	空調設備、給排水・衛生及び消防・防災設備の施工
RQ2239*	2005/12/27	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/12/26	(株)三高製作所	兵庫県尼崎市神崎町45番23号	金属製建具(各種カーテンウォール、アルミサッシ・ドア、スチールサッシ・ドア、ステンレスサッシ・ドア及び製作金物)の設計、製作及び取付工事
RQ2240*	2004/1/19	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/1/18	(有)エイト・テック	千葉県柏市正連寺238-3	路面切削工事の施工
RQ2241*	2006/4/21	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/4/20	(株)北尾組	奈良県大和郡山市伊豆七条町203-1	建築物、土木構造物及び舗装工事の施工
RQ2242*	2004/2/15	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/2/14	(株)サンコーレミテック	奈良県吉野郡吉野町大字香東5番地	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2243*	2001/11/27	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/11/26	三共エンジニアリング(株) メインマリン事業部	愛媛県四国中央市中之庄町1700番地 <関連事業所> 宇都宮営業所, 埼玉営業所, 静岡営業所, 名古屋営業所	陸上用発電設備及び非常用発電設備の保守、整備
RQ2244*	2003/2/19	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/2/18	(株)丸昭建材	千葉県柏市高田1116番地32 <関連事業所> 本社, 本社工場	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2245*	2003/2/19	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/2/18	(株)吉岡丸昭開発工事	千葉県柏市高田1116番地32	土工事及び解体工事の施工
RQ2246*	2004/1/19	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/1/18	(株)扇港電機 システムエンジニアリング事業部	愛知県名古屋市中村区名西通一丁目1番	電気・通信設備の施工
RQ2247*	2002/11/18	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/11/17	(株)京電工 本社	宮城県仙台市太白区南大野田2番6号	電気通信設備工事の設計及び施工
RQ2248*	2004/6/18	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/6/17	今井工業(株)	京都府南丹市園部町内林町上ヲサ6番地の2 <関連事業所> 事業所	土工事及び建築物の施工
RQ2249*	2004/6/18	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/6/17	イマコー生コン(有)	京都府南丹市園部町越方ヒヅミ1番地1	レディーミクストコンクリートの設計及び製造

*他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が異なります。

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業（8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25年12月27日付で登録しました。これで、累計登録件数は688件になりました。

登録事業者（平成25年12月27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
RE0681	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	㈱アークノハラ	東京都新宿区新宿一丁目1番11号 友泉新宿御苑ビル <関連事業所> 北関東営業所、西関東営業所、名古屋営業所	㈱アークノハラ及びその管理下にある作業所群における「道路標識・サイン、遮音壁・防音壁、トンネル内装板、フェンス・防球ネット、防護柵等の施工及びそれらの構成材の販売」に係る全ての活動
RE0682	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	三洋工業㈱ 福岡工場	福岡県古賀市古賀61-1	三洋工業㈱ 福岡工場における「建築用鋼製下地材、体育館用鋼製床下地構成材、フリーアクセスフロア構成材、アルミ製建材製品(笠木、ブラインドボックス、カーテンボックス等)の製造」に係る全ての活動
RE0683	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	チヨダウーテ㈱ 四日市工場	三重県三重郡川越町高松928番地	チヨダウーテ㈱ 四日市工場における「せっこうボード製品の製造」に係る全ての活動
RE0684	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	㈱田代建設	鹿児島県肝属郡錦江町田代麓3105番地	㈱田代建設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
RE0685	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	双栄電気㈱	鹿児島県鹿児島市西陵六丁目19番13号	双栄電気㈱及びその管理下にある作業所群における「電気設備の施工」に係る全ての活動
RE0686	2013/12/27	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/12/26	三金興業㈱	福島県白河市新白河一丁目73番地 <関連事業所> 鏡石営業所、那須営業所	三金興業㈱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」、「建築物の設計及び施工」に係る全ての活動
RE0687*	2011/3/9	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2014/3/8	東京二十三区清掃一部事務組合 世田谷清掃工場	東京都世田谷区大蔵一丁目1番1号	東京二十三区清掃一部事務組合 世田谷清掃工場における「一般廃棄物(可燃ごみ)の焼却及び灰の溶融処理並びに廃熱の有効利用による発電及び熱供給サービス」に係る全ての活動
RE0688*	2007/3/24	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/3/23	㈱関電工 中央支店	東京都港区海岸1-9-1 浜離宮イン ターシティ 3F <関連事業所> 中央支社、東部支社、西部支社、南部支社、北部支社	㈱関電工 中央支店及びその管理下にある作業所群における「一般電気設備に関する施工及び建築設備施工」に係る全ての活動

※他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が異なります。

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25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25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)	126
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)	29
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)	5

あとがき

建材試験情報

2 2014 VOL.50

建材試験情報 2月号
平成26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

春川真一 (建材試験センター・理事)

委員

小林義憲 (同・技術担当部長)

鈴木利夫 (同・総務課長)

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)

齋藤邦吉 (同・工事材料試験所管理課主任)

今川久司 (同・ISO 審査本部副本部長)

齊藤春重 (同・性能評価本部主幹)

中里侑司 (同・製品認証本部課長代理)

大田克則 (同・西日本試験所主幹)

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)

佐竹 円 (同・企画課主任)

靄岡美穂 (同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

今月開催されるソチ冬季オリンピックでは、アイススケートが熱くなりそうです。今回から団体戦が新種目に組み込まれ、開会式前の2月6日から始まります。我らの期待の星 浅田真央選手のトリプルアクセル(前向き踏み切りの3回転半)や小気味良いステップが、国中を釘付けにさせてくれることでしょう。

アイススケートのジャンプには種類がいくつもあって中々見分けがつかえません。前向き踏み切りがアクセル、このほか後ろ向き踏み切りにルッツ、フリップ、ループ、サルコウ、トゥループなどあるようですが、素人目には区別がつかないので、解説者にお任せして、“すご〜い”と感激することにします。

さて、彼女達の登場は、団体戦が加わったことでショートプログラム、フリースケーティング、エキシビションと4回お目にかかる機会がありそうです。気になる登場時間は、順当に行けば(行くに決まっていますが)競技開始時間が現地時間19時ですから時差5時間を考えると、深夜2時ごろでしょうか？

眠い目をこすりながらの観戦は、翌日の仕事に支障がないように祈るばかりです。がんばれ につぼん！ (今川)

編集をより

国内の森林資源の整備・保全や地球温暖化防止を背景に、建築物への木材利用の拡大が進んでいます。2013年には、欧米で普及が進んでいるCLT(直交集成板)に関して、国内でも日本農林規格が制定され、2014年1月からJASマーク付きCLTの流通が始まります。

そんな中、連載では、執筆者の佐々木幸久氏が参加された欧州視察ツアーに関して、建設中のCLT集合住宅を中心に、欧州での木材利用や省エネルギー対策の状況などをレポートしていただきました。

また、寄稿では、東京工業大学の坂田弘安教授に「木質系構造物の力学的挙動の解明と安全性確保に関する研究」と題して、木造住宅や大規模木造建築物の安全や新たな展開を見据えた要素技術の研究・開発について、詳細にご紹介いただきました。

今後、木材のさらなる利用拡大に向け、新たな製品や技術の開発がますます活発になっていくものと思われます。当センターも試験・評価・認証といった業務を通して、このような製品や技術の開発・普及に貢献していきたいと思っております。(室星)

〈訂正とお詫び〉

本誌2014年1月号において、次の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。

・28頁 特集・本文

(正)	(誤)
左段4行目 : 兵動山口大学教授	← 兵藤山口大学教授
左段8行目 : 兵動教授:メタンハイドレートについて	← 兵藤教授:メタンハイドレートについて
左段21行目 : といわれるメタンハイドレートは、	← といわれるメタンハイドレートは、

事業所・アクセス

●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

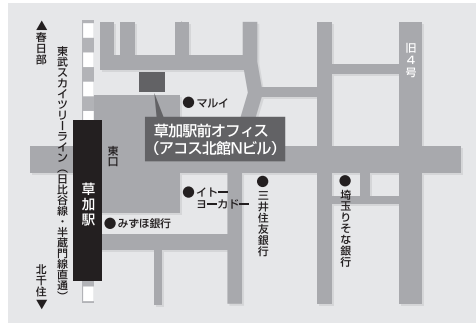
●性能評価本部 (6階)

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

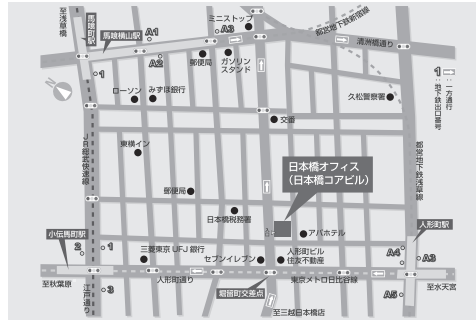
開発部, GHG検証業務室

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

防耐火グループ

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

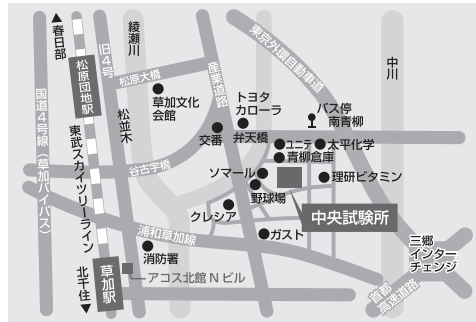
環境グループ

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

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.048-858-2841 FAX.048-858-2834

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

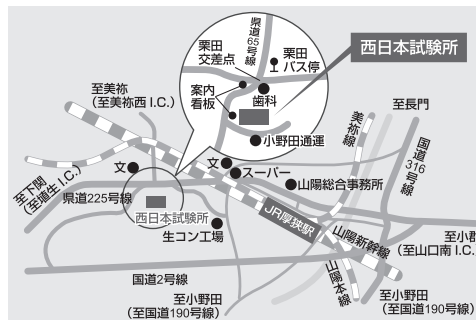
TEL.0836-72-1223(代) FAX.0836-72-1960

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駅からタクシーで約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3号IC西出口から約10分
- 外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て約15分

最寄り駅

- 埼京線南と野駅徒歩15分

高速道路

- 首都高大宮線浦和北出口から約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 美祿西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かう
- 【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