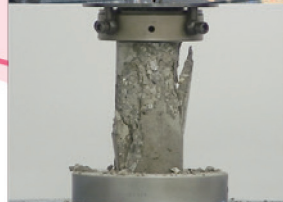
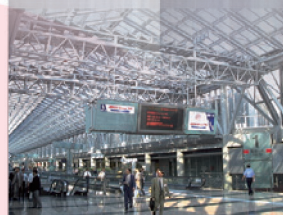


建材試験

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

情報 12

Vol.49
2013



巻頭言 ————— 吉野 博
ISO作成作業を通しての
建材試験センターにおける国際貢献

寄稿 ————— 大橋 宏和
耐火集成木材「燃エンウッド®」の開発と適用

試験報告 ————— 高橋 慶太
防災シェルター「ノア2」の载荷試験

I n d e x

p1

巻頭言

ISO作成作業を通しての建材試験センターにおける国際貢献
／(一社)日本建築学会 会長 東北大学名誉教授 吉野 博

p2

寄稿

耐火集成木材「燃エンウッド®」の開発と適用
／(株)竹中工務店 技術研究所 大橋 宏和

p8

試験報告

防災シェルター「ノア2」の載荷試験
／構造グループ 高橋 慶太

p10

国際会議報告

ISO/TC146/SC6(Air Quality/Indoor Air)
オーストリア・ウィーン会議報告
／九州大学 総合理工学研究院 エネルギー環境共生工学部門 准教授 伊藤 一秀

p16

規格基準紹介

建築物における天井脱落対策に係る法令・告示の制定・改正に伴う
技術基準解説書の概要について
／経営企画部 調査研究課 課長 鈴木 澄江
経営企画部 調査研究課 野田 孝彰

p24

業務案内

吸音性能試験
／環境グループ 参与 鶴澤 久雄

p26

基礎講座

有機系建築材料の劣化因子とその試験
③オゾンによる劣化とその試験
／材料グループ 主任 志村 重顕

p28

連載

建物の維持管理〈第15回〉
／(有)studio Harappa 代表取締役 村島 正彦

p30

たてもの建材探偵団

昔ながらの伝統的芝居小屋「嘉徳劇場」
／事務局 技術担当部長 小林 義憲

p31

コンクリートの基礎講座

Ⅲ 耐久性編 「その1. 中性化, 塩害」
／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p36

建材試験センターニュース

p38

あとがき・たより

巻頭言

ISO作成作業を通しての 建材試験センターにおける国際貢献

一般社団法人 日本建築学会 会長
東北大学名誉教授 吉野 博

建材試験センターは、国際的な活動の一環として海外事業者を対象としたJISマーク表示制度に基づく認証審査やフラウンホーファー研究機構（ドイツ）などとの技術協力、建築関連のISO（国際規格）の作成作業などを行っている。ISO作成業務の一環として2003（平成15）年から、当センターはISO/TC163/SC1の国内審議団体となっている。

さて、ISO/TC163（専門委員会163）は「建築環境における熱的性能とエネルギー使用」に関する国際規格を扱っている委員会である。その中のSC1（分科委員会1）は、「試験及び測定方法」に関する規格を扱っており、筆者は2006（平成18）年より国内対策委員会の委員長を務めている。現在、SC1では7つのWGにおいて作業が進行しているが、その中の3つは日本がコンビナ（取りまとめ役）を務めている。WGの名称とコンビナは次の通りである。すなわち、WG8「含水率及び透湿特性」（水谷章夫名古屋工業大学教授）、WG10「建築物の気密性」（筆者）、WG16「断熱性の現場測定法」（加藤信介東京大学教授）。新たにWG17「窓及びドアの日射熱取得率」が設置されたが、そのプロジェクトリーダーとして鹿児島大学大学院の二宮秀興教授が務めることが決まった。このようにSC1における日本の活躍には目を見張るものがある。

ISOの作成のためには3～5年ぐらいの期間が費やされ、その間、作業原案（WD）、照会原案（DIS）、最終国際規格案（FDIS）の3ないし4段階の原案が作成され審議されて成案につながっていく。日本がコンビナを務めている3つのWGでは、これまで多くのISOが日本からの提案で新規に作成され、あるいは改訂されている。筆者がコンビナを務めるWG10では、現在ISO/DIS9972（気密性測定方法）に関するDIS案が審議されている。気密性能測定方法は、1996年に制定されたが、その後、改訂の時機に当センターの中の委員会が作成した、JIS A 2201（送風機による住宅等の気密性能試験方法）の内容を大幅に取り入れて2006年に改訂された。今回はさらに改訂作業が行われているところである。ヨーロッパでは、EPBD（建築物のエネルギー性能に係る欧州指令）が制定され建築分野の省エネルギーが強力に推進されており、気密性能の測定に関しても極めて大きな関心が持たれている。そのことから、先に行われたDIS投票では、WGの各国メンバーから100を超えるコメントが寄せられており、現在、対応しているところである。

ISO作成にかかわる担当委員や事務局の作業は膨大であるが、国際貢献として果たす役割は極めて大きい。この機会に心から御礼申し上げる次第である。



耐火集成木材「燃エンウッド®」の開発と適用



(株)竹中工務店 技術研究所 大橋 宏和

1. 背景と目的

関東大震災をはじめとする広範囲に及ぶ木造建築の火災、大型台風による木造建築の被害、戦後枯渇した国内林産資源保護などを理由に、我が国は1950年の建築基準法制定によって一定規模を超える建築物の木造化を禁止してきた。しかし、2000年に建築基準法が性能規定化に向けて改正され、所定の耐火性能を満足した木構造を耐火構造として取り扱うことが可能となった。

一方、木材の活用は近年の環境意識の高まりとともに大きく注目されるようになった。中でも森林のCO₂固定化による温室効果ガスの削減、森林や里山の荒廃を一因とした自然災害の防止などに向けた森と人間が共生できる持続可能な社会の実現、すなわち“植林～育林～伐採～木材活用”を繰り返す「森林サイクル」の活性化が強く求められるようになった(図1参照)。特に伐採した木材からのCO₂の放出を抑制するという点で、木材を建築物に活用することが重要とされている。そのため、我が国では2010年に「公共建築物等の木材利用促進法」を制定し、建築分野における木材利用を高めることで「森林サイクル」の活性化を推進している。



図1 森林サイクルと建築の関係

このような背景のもと、竹中工務店では2001年より木造化が困難であった市街地において木材現しの大規模木造建築を実現するため、これまでに類をみない独創的な3層構造の燃え止まり耐火集成木材「燃エンウッド®」の研究開発に取り組んできた。開発初期段階の2008年までは“可燃性と耐火性”の相反する性能の確保、2010年からはこの新たな耐火集成木材をプロジェクトに適用するための技術開発等を進めてきた。この開発の実績としては、2013年に国内初となる市街地の大規模木造建築3件を実現し、これ以外に何件かのプロジェクト適用も進めている。また、本開発およびこのプロジェクト適用は、新たな木造建築の可能性を社会に広くアピールし、市街地の大規模木造建築という新たな分野の先導および「森林サイクル」活性化に向けた環境意識の高揚に対して大きく貢献した。

比較対象となる技術としては、集成材の表面を石膏ボードで被覆したメンブレン型、鉄骨の表面を木材で被覆した鋼材内蔵型(木質ハイブリッド)などがある。前者は戸建て住宅などで実績が多いが、木材が表面に見えない。後者は大規模木造建築に数件の適用実績はあるが構造を鉄骨造とする点で本技術とは異なっている。

2. 技術開発の概要

本技術開発では、市街地での大規模木造建築の実現を目的とし、次に示す目標の達成に向けて技術開発を行った。

- ① 表面および荷重支持部分に一般的な集成材(薬剤処理等を施さない可燃性の木材)を使った1時間耐火認定(柱・梁)部材の開発
- ② 上述の耐火集成木材を適用した大規模建築の実現(スパン9m程度)に向けた各種技術課題の解決

一連の研究開発成果(論文)については表1にそのリストを掲載した。

表1 研究開発成果（論文）

1	質構造部材の燃え止まりに関する研究, 山口ほか, 平成16年度日本火災学会研究発表会概要集, 2004
2	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その1), 堀ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2004
3	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その2), 丹羽ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2004
4	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その3), 大橋ほか, 日本建築学会大会(関東), 2006
5	耐火性能を有する木質構造部材の開発, 安部ほか, 竹中技術研究報告 No.62 2006
6	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その4), 岡ほか, 日本建築学会大会(九州), 2007
7	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その5), 山口ほか, 日本建築学会大会(九州), 2007
8	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その6), 大橋ほか, 日本建築学会大会(九州), 2007
9	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その7), 堀ほか, 日本建築学会大会(四国), 2008
10	燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究(その8), 岡ほか, 日本建築学会大会(四国), 2008
11	モルタルを内蔵したスギ集成材の燃え止まりに関する研究, 岡ほか, 竹中技術研究報告 No.64 2008
12	国産スギを用いた耐火集成材の開発, 岡ほか, 竹中技術研究報告 No.65 2009
13	A Study on Self-charring-stop of Glued Laminate Timber Made of Japanese Cedar Installing Mortar Pieces, Hideo Oka, 10th World Conference on, 2008
14	耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その1, 大橋ほか, 日本建築学会大会(東海), 2012
15	耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その2, 永盛ほか, 日本建築学会大会(東海), 2012
16	合板補剛木造面格子壁の構造特性に関する実験的研究, 楠ほか, 日本建築学会 技術報告集, 2013.6
17	耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その3, 大橋ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
18	耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その4, 金城ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
19	耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その5, 永盛ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
20	大阪木材仲買会館の構造設計, 福本ほか, 日本建築学会大会デザイン発表(北海道), 2013
21	3層構造の燃え止まり型大断面耐火集成材の部材性能に関する研究 その1, 栗原ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
22	3層構造の燃え止まり型大断面耐火集成材の構造性能に関する研究 その2, 麻生ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
23	3層構造の燃え止まり型大断面耐火集成材の構造性能に関する研究 その3, 花井ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
24	3層構造の燃え止まり型大断面耐火集成材の構造性能に関する研究 その4, 大野ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
25	集成材梁とRC床版の一体効果を考慮した合理的部材設計手法の構築 その1, 畔柳ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
26	集成材梁とRC床版の一体効果を考慮した合理的部材設計手法の構築 その2, 鈴木ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
27	集成材梁とRC床版の一体効果を考慮した合理的部材設計手法の構築 その3, 蒲池ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
28	せん断ボルト接合の集成材柱-鉄骨梁接合部に関する実験的研究, ハッサンほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013
29	集成材有孔梁の構造特性に関する実験的研究, 楠ほか, 日本建築学会大会(北海道), 2013.10

3. 開発の経緯

耐火集成木材の開発では、十分な耐火性能および構造性能を確保するため、従来の集成材に耐火性能を向上させる材料を組み合わせる方策を検討した。具体的には、外層に集成材からなる「燃え代層」、中層に燃焼を食い止める「燃え止まり層」、内層に集成材からなる「荷重支持部」に層別しそれぞれの機能を明確化した独創的な断面構成を考案し、開発を進めた(図2)。外層の「燃え代層」は、加熱中に炭化することで遮熱効果を発揮し、内部への熱エネルギーの流入を低減する層とした。中層の「燃え止まり層」は、熱容量の大きな材料を用いて加熱終了後においても自己燃焼(主に赤熱)を続ける燃え代層の熱エネルギーを吸収することで燃焼を止める、もしくは断熱性能に優れた材料を用いて荷重支持部への熱の侵入を抑制する役割を持つ。外層(燃え代層)の厚さについては、加熱終了時に炭化部分が燃え止まり層まで到達しない程度に設定することで、燃え止まり層の厚さを最小限にとどめた。燃え止まり層の選定につい

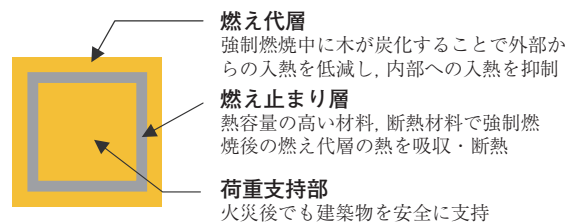


図2 耐火集成木材の断面構成の考え方

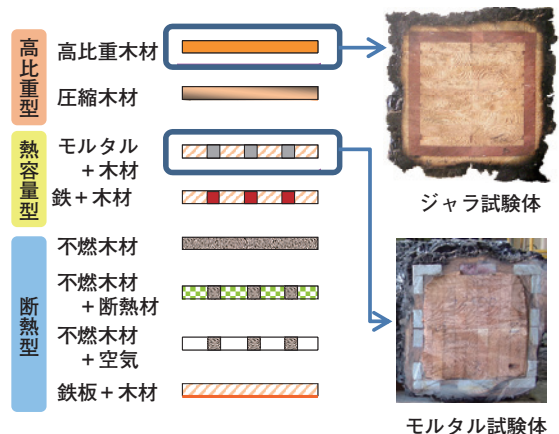


図3 燃え止まり層の選定試験仕様

では、「高比重型」、「熱容量型」、「断熱型」の3タイプに分類しての性能確認実験を繰り返し、材料、配置方法等を検討した(図3)。この結果、高比重型ではジャラ、セランガンバツといった比重1.0程度の高比重木材、熱容量型ではモルタルと木材の交互配置等で「燃え止まる」ことが確認できた(図3)。この結果に、材料の入手、集成材の製造、コストなどの条件を加味し、熱容量型のモルタル+木材タイプを最終的に選定し、スギおよびカラマツの2樹種で柱および梁の1時間耐火認定を取得した(図4)。

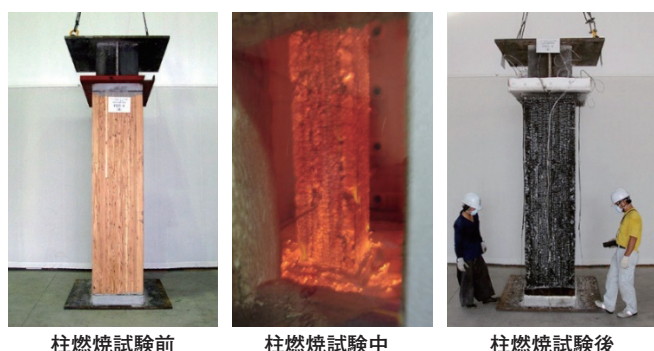


図4 耐火集成木材認定試験(大規模建築対応)

耐火集成木材の構造性能については、縮小および実大サイズの柱および梁試験体を用いた載荷試験により、構造設計に必要な不可欠な部材性能を確認した。具体的には、耐火集成木材全体で内層の「荷重支持部」の耐力および剛性の計算値(基準特性値に基づく計算値)を上まわること、耐火集成木材の破壊まで燃え代層が分離、脱落しない性能の確認とした。実験では、すべての試験体でこの性能を満足することを確認するとともに、この研究を深度化することで燃え代層の耐力・剛性を加味した構造設計の可能性も確認した。

一方、本研究開発ではスパン9mを超える大規模建築の実現を開発の目標としたため、スギに比べ耐力および剛性の高いカラマツの柱および梁(図5)で以後の各種技術開発を

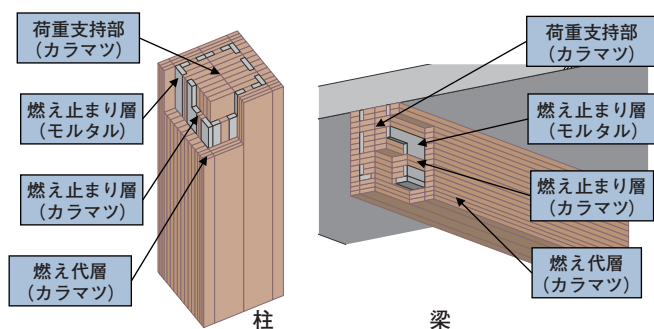


図5 耐火集成木材の柱および梁イメージ

深度化した(現在はカラマツでの開発はほぼ完了し、最大スパン8m程度に対応したスギで各種技術開発を進めている)。

4. 課題とその解決

1時間耐火認定(柱・梁)部材の開発は上述の通りであるが、大規模木造建築の実現に向けて各種技術課題を解決する必要があった。ここでは、課題とその解決について記述する。

4.1 柱梁接合部の開発

柱梁接合部については、建築物の架構形式を設定して開発を行った。取り扱う建築物の架構は、耐火集成木材を用いた木造の柱梁架構、および昇降設備、水回りおよび階段等を支持するRC造もしくはS造の架構を組み合わせた混構造とした。水平力(地震力など)についてはRCもしくはS架構ですべて処理するものとして、接合部には、意匠性に優れた実績の多いボルトやドリフトピンといった接合金物を採用することとした。

一方、これら接合金物を採用したことで、火災時にドリフトピン等が火炎にさらされ荷重支持部に熱を伝えること、柱梁接合部の目地部分からの燃え込みが懸念された。そのため、柱梁接合部についても1時間の耐火性能と柱梁間の応力伝達およびコア架構への追従性(一次設計レベル弾性、終局レベルまで接合部耐力が低下しない構造性能)を確保することとした。

この性能を満足するため、柱梁接合部は、梁端の荷重支持部を鋼板挿入式ドリフトピン接合、これと直交する鋼板を柱の荷重支持部に引きボルトで固定する形式とした。耐火性能の確保には、火災時に熱橋となる接合金物類すべてを燃え止まり層の内側に納め、柱梁の目地部分を耐火性能に優れたロックウールを充填し木栓仕上げ、ドリフトピン貫通孔は木栓で塞ぐ仕上げとした(図6)。

柱梁接合部の構造性能については、実大の試験体を用いた曲げ試験により、柱梁接合部が一次設計範囲である変形角 $1/200\text{rad}$ 以下で弾性であること、終局状態である変形角 $1/50\text{rad}$ をはるかに超え変形角 $1/10\text{rad}$ まで脆性的な破壊に至らず、かつ燃え代層が分離、脱落しないことを確認した。耐火性能については、実大試験体の載荷加熱実験により柱・梁と同様の1時間耐火性能を有することを指定性能評価機関立ち合いのもと確認した(図7)。

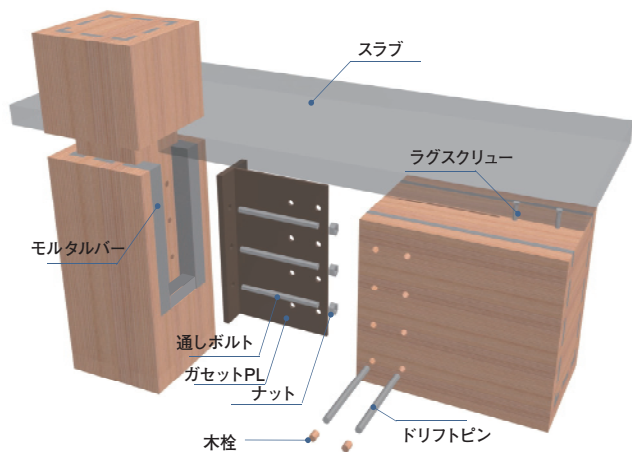
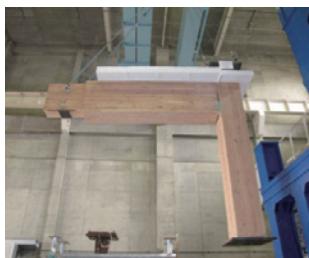
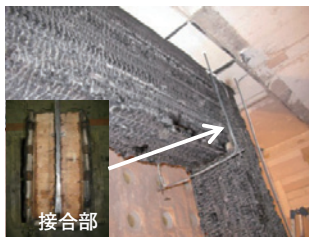


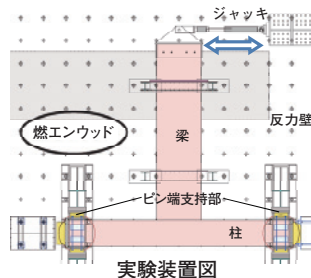
図6 柱梁接合部イメージ



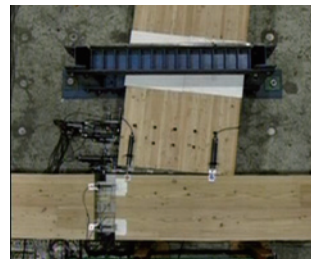
燃焼試験前



燃焼試験後



実験装置図



最大変形時 (1/10rad)

図7 柱梁接合部の燃焼試験および曲げ試験

4.2 耐火区画壁, 梁貫通孔の開発

本開発では、建築計画、設備計画の自由度を高め大規模木造建築の普及を図るため、耐火集成木材と耐火区画壁取り付け部の耐火性能、および貫通孔を有する梁の耐火性能の確保が必要であった。そのため、実大の耐火集成木材と耐火区画壁（非耐力壁）の取り付け部の燃焼実験を行い、1時間の耐火性能を有していることを確認した（図8）。また、モルタル管と熱発泡性塩ビパイプを組み合わせた梁貫通孔仕様を考案し、燃焼実験により1時間の耐火性能を確認し、最大径100mmの梁貫通孔を実現した（図9）。

4.3 その他の開発

これまでに類をみない独創的な3層構造の耐火集成木材を用いた建築物の建設にあたり、上述のほかにも多くの課
建材試験センター 建材試験情報 12 '13



図8 耐火集成木材梁と耐火区画壁取り付け部燃焼試験



図9 梁貫通孔の実験検討（耐火および構造）

題があった。集成材の製造については集成材メーカーで全く経験のないモルタルと木を一体で圧縮（集成材の接着工程）する製造技術の確立、施工段階においては燃え代が仕上げ材となる耐火集成木材の防汚・養生に配慮した施工の実施、建築物の竣工後については維持管理方法や管理基準の整備を行った。中でも、建物供用期間中に生じる耐火集成木材のひび割れについては、木材の性質上避けることのできない課題であったため、実大試験体による燃焼試験を行い、ひび割れの許容値等を定めた。

5. 適用事例（大阪・横浜）

本開発の成果である耐火集成木材については、2012年よりスパン9mを超える市街地の大規模木造建築工事に適用を開始して、現在3件が竣工している。大阪に建設した「大阪木材仲買会館」、横浜に完成した「サウスウッド」は環境に優しい、これまでにない市街地の大規模木造建築を実現したとしてNHK クローズアップ現代で放映されるなど、多くのメディアに取り上げられている（表2参照）。

大阪木材仲買会館（図10～12参照）

木材卸売市場の買方組織である大阪木材仲買協同組合のオフィスビルとして竣工した。普段は商品として取り扱っている木材の可能性を建築で表現することをテーマとしている（建築主：大阪木材仲買協同組合、設計：竹中工務店、

表2 研究開発成果の掲載(新聞・雑誌等)

No.	新聞名または雑誌名	刊行年月日	刊行書店名
1	建設通信新聞	2012年5月11日	日刊建設通信新聞社
2	神奈川新聞	2012年6月28日	神奈川新聞社
3	工業新聞	2012年6月28日	日刊工業新聞社
4	Fujisankei Business i.	2012年6月28日	産経新聞社
5	電気新聞	2012年6月28日	社団法人 日本電気協会
6	建設工業新聞	2012年6月28日	日刊建設工業新聞社
7	建設通信新聞	2012年6月28日	日刊建設通信新聞社
8	建設産業新聞	2012年6月28日	日刊建設産業新聞社
9	日本経済新聞	2012年6月29日	日本経済新聞社
10	木材新聞	2012年6月29日	日刊木材新聞社
11	毎日新聞	2012年7月21日	毎日新聞社
12	日経アーキテクチュア980号	2012年7月25日	日経BP社
13	木材新聞	2012年7月20日	日刊木材新聞社
14	建築技術2012年9月号	2012年8月17日	建築技術
15	日経エコロジー159号	2012年8月8日	日経BP社
16	産経新聞	2012年8月15日	産経新聞社
17	Fujisankei Business i.	2012年8月20日	産経新聞社
18	Housing Tribune Vol.441	2012年11月23日	創樹社
19	林野 No.70	2013年1月	林野庁
20	日経産業新聞	2013年1月25日	日本経済新聞社
21	木材建材ウィークリー No.1906	2013年2月4日	日刊木材新聞社
22	建設通信新聞	2013年2月1日	日刊建設通信新聞社
23	日経アーキテクチュア997号	2013年4月10日	日経BP社
24	ケンブラッツ	2013年4月17日	日経BP社
25	林経新聞	2013年4月15日	林経新聞社
26	Japan Lumber Journal	2013年5月31日	JLJ
27	建設人	2013年5月号	建設人
28	日本経済新聞	2013年5月1日	日本経済新聞社
29	日本経済新聞(神奈川・首都圏経済版)	2013年4月13日	日本経済新聞社
30	建設工業新聞	2013年4月15日	日刊建設工業新聞社
31	建設通信新聞	2013年4月15日	日刊建設通信新聞社
32	建設通信新聞	2013年4月15日	日刊建設通信新聞社
33	建設産業新聞	2013年4月15日	日刊建設産業新聞社
34	工業新聞	2013年4月16日	日刊工業新聞社
35	林経新聞	2013年4月22日	林経新聞社
36	林政ニュース	2013年4月24日	日本林業調査会
37	東京新聞	2013年5月10日	中日新聞社
38	新建築	2013年6月1日	新建築社
39	エコチャンネル	2013年6月1日	NHK
40	新住宅ジャーナル	2013年8月1日	New Housing Journal
41	神奈川新聞	2013年6月6日	神奈川新聞社
42	建設工業新聞	2013年8月9日	日刊建設工業新聞社



図10 大阪木材仲買会館(正面外観)



図11 大阪木材仲買会館(2, 3階外観)



図12 大阪木材仲買会館(吹抜け内観)

建築地：大阪市西区，用途：事務所，延床面積：1,093m²。

サウスウッド(図13～15参照)

港北ニュータウンの駅前に建設された環境配慮型大規模商業施設。“Green Neighborhood”をテーマとし，都市環境に“木材”をふんだんに取り入れた先駆的なプロジェクト(建築主：横浜都市みらい，プロデュース：CIA inc | the brand architect group，設計：武松幸治+E.P.A 環境変換装置建築研究所(構造設計：竹中工務店)，建築地：横浜市都筑区，用途：商業施設・事務所，延床面積：10,874m²)。

また，上記のプロジェクト以外で1件の省CO₂をテーマにしたショッピング施設も完成しており，さらに2件のプ

ロジェクトがまもなく着工する予定である。

ここで，環境面の有効性等について試算するため，4階建，延べ面積2,850m²の事務所ビルの55%に本耐火集成木材を適用した耐火木造建築モデル(図16～17参照)を設計した。この結果，延べ面積の約4倍の面積の森林を伐採し，新たなサイクルに組み込めること(1haの山林から原木430本程度が主伐・出荷されることを想定)，同規模の総RC建築物に比べ建設時のCO₂排出量を約20%削減(伐採された森林に植えられた木が貯蔵するCO₂を評価)できることなどを確認した。このような新たな木材利用は木材生産地の経済の活性化に繋がる。



図13 サウスウッド (耐火集成木材建て方時)



図16 耐火木造建築モデル (外観パース)



図14 サウスウッド (西面外観)



図17 耐火木造建築モデル (内観パース)



図15 サウスウッド (2階内観)

6. まとめ

純木の「荷重支持部」、モルタルと木で構成された「燃え止まり層」、純木の「燃え代層」の3層で構成された新たな耐火集成木材技術、この耐火集成木材を適用した建築物の実現・普及に不可欠な関連技術を開発した。また、この開発成果を3件のプロジェクトに適用することで、国内初となる防火地域での大規模木造建築を実現した。本技術開発および本技術のプロジェクト適用は、サステナブルで環境と人に優しい社会の実現に貢献できることを直感できる、新たな建築技術として社会に広くPRされ、建築分野のイ

メージアップに貢献するとともに、今後の市街地の大規模木造建築の道標になると考えている。

【参考文献】

- 1) 上原ら「燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究」(その1～8) 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道) 2004年(関東) 2006年(九州) 2007年(中国) 2008年
- 2) 大橋ら「耐火木造部材の耐火性能に関する研究」(その1～5) 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 2012年(北海道) 2013年

本技術開発には、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、国土交通省の助成を受けた。

プロフィール

大橋 宏和 (おおはし・ひろかず)
 株竹中工務店 技術研究所 構造部 防火グループ
 一級建築士
 最近の研究テーマ：木造耐火建築物の開発

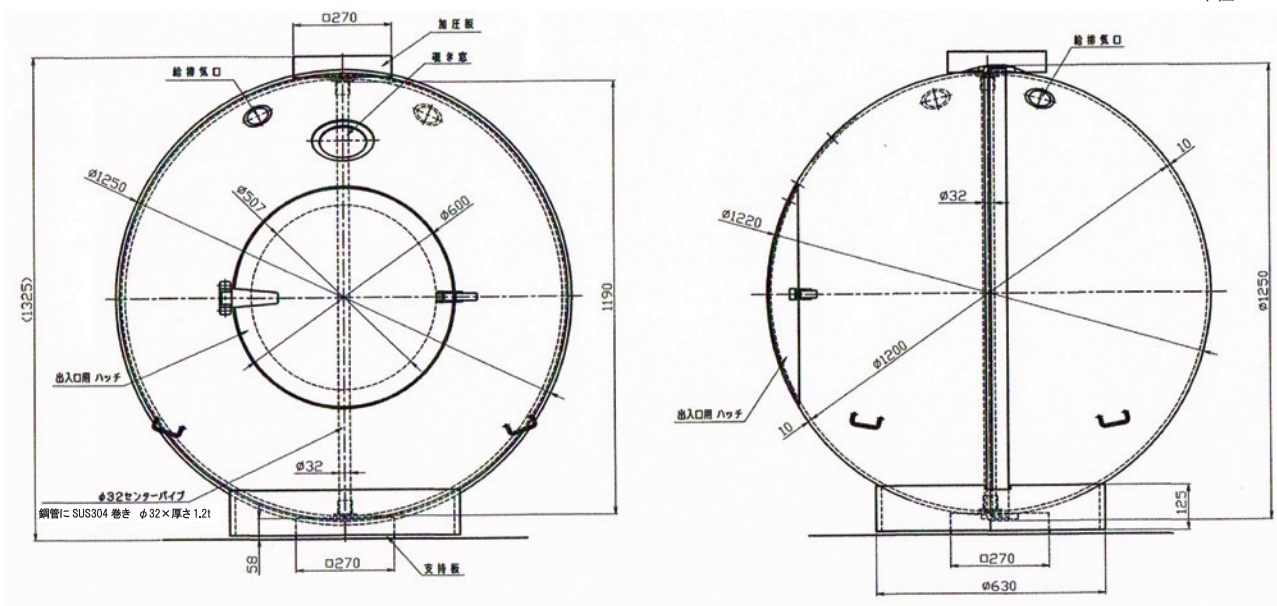
防災シェルター「ノア2」の載荷試験

(発行番号：第13A1454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。

試験名称	防災シェルター「ノア2」の載荷試験		
依頼者	シェルターJAPAN株式会社		
試験体 (依頼者 提出資料)	試験体記号	寸法(mm)	主な材質
	N2	φ1250	本体：FRP
	参照：図1(試験体)		
試験方法	概要：写真1に示すように、試験機鋼製床に試験体を支持板で支持した後、加圧板を介して鉛直方向の荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。この間、目視により試験体の状況を観察した。		
	加力装置：1000kN構造物試験機(荷重レンジ：200kN) 測定装置：データロガー(荷重測定用)		
	参照：写真1(試験方法)		
試験結果	試験体記号	最大荷重(Pmax)kN	目視観察による試験体の状況
	N2	95	・加力点下で本体の割れ ・本体の圧縮変形による出入口用ハッチの開き
	参照：写真2～写真5(破壊状況)		
試験期間	平成25年 8月13日		
担当者	構造グループ	統括リーダー 統括リーダー代理 主 任	川上 修 赤城 立也 中村 陽介 高橋 慶太(主担当)
試験場所	中央試験所		

単位 mm



本体材質：FRP

(依頼者提出資料)

図1 試験体 試験体記号：N2

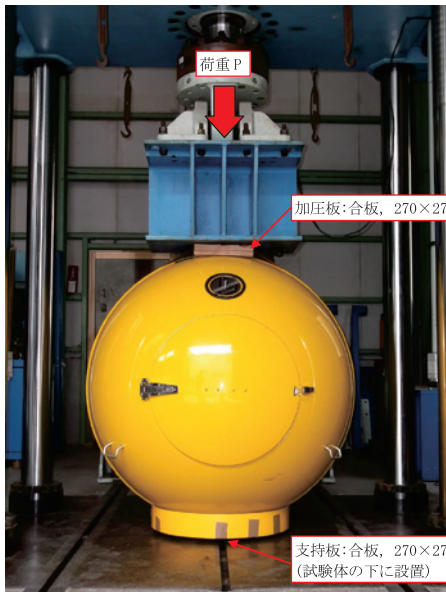


写真1 試験方法
試験体記号: N2



写真4 破壊状況
試験体記号: N2 Pmax=95kN
・加力点下で本体の割れ(外側)



写真5 破壊状況
試験体記号: N2 Pmax=95kN
・加力点下で本体の割れ(内側)



写真2 破壊状況
試験体記号: N2
Pmax=95kN
・全景



写真3 破壊状況
試験体記号: N2
Pmax=95kN
・本体の圧縮変形による出入口用ハッチの開き

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回は、シェルター JAPAN 株式会社の依頼により実施した防災シェルターの載荷試験について紹介した。

防災シェルターは、地震や津波などの災害が起きた際、たとえ家屋が倒壊したとしても安全な空間を一時的に確保することにより、居住者の身を守ることを目的としている。

東日本大震災以降、防災意識の高まりから一般個人向けなど家族・家庭での利用を想定した小型のシェルターが各社から数多く商品化されており、その性能を確認するための試験依頼が増加している。

今回行った試験体は、本体がFRPでできており重量が軽く、津波の際には水に浮くことも想定しているのが特徴である。

試験では、屋内に防災シェルターが設置された状況下で、地震などの災害により家屋が倒壊したことを想定し、防災シェルター上部に鉛直方向の局部荷重を破壊に至るまで連続的に加え、その状況の確認を行った。

中央試験所構造グループでは、構造部材の性能試験のほか、今回行った防災シェルターの載荷試験のように目的に応じた各種の性能試験を実施している。多くの方々にご利用いただければ幸いです。

【お問い合わせ】

中央試験所 構造グループ

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

(文責: 中央試験所 構造グループ 高橋 慶太)

ISO/TC146/SC6 (Air Quality / Indoor Air) オーストリア・ウィーン会議報告

九州大学 総合理工学研究院
エネルギー環境共生工学部門 准教授
伊藤 一秀



1. はじめに

筆者のISO/TC146/SC6との出会いは、ちょうど10年前、2004年のストックホルム会議まで遡る。当時、我が国のJIS A 1905、「室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—小形チャンバー法によるホルムアルデヒド低減性能試験」のISO化に向けてNWIP（新規業務項目提案）の準備を進めていたが、提案の前に各国エキスパートの感触を探っておいた方が良く、との判断で、ISO/TC146/SC6ストックホルム会議に出向いて行った。本来ならば、加藤信介先生（東京大学）、田辺新一先生（早稲田大学）が参加されて説明されるのが最良であったが、両先生とも大変お忙しいということで、当時、大学院博士課程を修了してすぐの筆者にお鉢が回ってきたのが実情である。ちょっと荷が重いなあ、と弱気になりながら参加したことが昨日のことに思い出される。その当時は、我が国とSC6議長のB. Seifert博士（ドイツ）やSecretaryのH. Bollmacher博士と、特別に強いコネクションがあった訳でも無く、SC6 Plenaryの際にプレゼンの時間を確保してもらうことさえ、難儀したことが懐かしい。我が国の代表として参加されていた保母敏行先生（当時、東京都立大学）に助けて戴かなければ

らばどうなっていたことや…。

不思議なことにそれから一度もサボること無く、本年（2013年）のウィーン会議まで10年連続して参加しているが、その間に日本のプレゼンスも大きく変化した。現在、日本はドイツと並んでSC6の主要メンバ（P-memberの中でも特に影響力があるという意味で）といっても過言では無く、貢献度も非常に高く評価されている。これは、本稿の筆者である伊藤が頑張った訳では無く、偏に、保母敏行先生、加藤信介先生、田辺新一先生の尽力による。

ISO/TC146（Air Quality：大気の質）のなかで、SC6はIndoor Air：室内空気を扱っており、所謂、閉鎖空間を対象とした空気質に関する全般を守備範囲としている。SC6では単にオフィスや住宅といった建築室内のみならず、現在は車室内の空気質も対象としており、その対象範囲は拡大を続けている。この守備範囲の境界領域においては、他のTCやSCと縄張り（主導権）争いが生じることもある。毎年開催されるSC6国際会議に参加する各国のエキスパートは、化学、特に化学分析をバックグラウンドとする研究者・技術者が多い。現在までに、室内空気のサンプリング方法、化学物質の分析方法、小形チャンバー法、臭い、微生物関連のサンプリング法等の標準化が進められており、またTC22

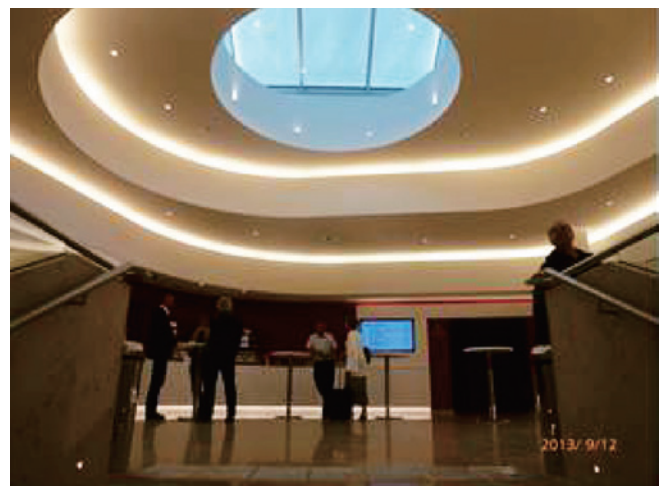


図1 審議会場の Austrian standard Institute のエントランスと会議室前のロビーの様子

と共同で車室内の化学物質濃度測定法等の標準化が行われてきた。我が国では、室内化学物質による空気汚染問題（シックハウス対策）のため関連JISが多く制定されているが、その中で、我が国独自の規格であった吸着建材の試験法ならびにSVOC測定法に関しては、加藤信介先生、田辺新一先生がSC6/WGのコンビーナを務め、ISO 16000-23, 24, 25として既にISOとなっている。

さて、本稿は2013年9月10日から13日の4日間にかけて、オーストリア・ウィーンのAustrian standard Institute（オーストリア標準局）を会場として開催されたISO/TC146/SC6国際会議の審議の概略を報告するものである。今回のウィーン会議はSC6設立後19回目であり、様々な意味でSC6の節目となる国際会議となった。

図1の写真は本年度のSC6の会場となったAustrian standard Institute（オーストリア標準局）の建物エントランスと会議室前のロビーの様子である。

以下、ウィーン会議で審議された各WGの概要を報告する。

2. ウィーン会議の概要と報告

2.1 TC146/SC6/WG4 “Asbestos/Mineral fibers”（アスベスト/鉱物繊維）

アスベスト関連は本来SC3で審議される項目であるが、室内空気に関連する部分のみSC6/WG4として開催されている。そのため、通常のSC6傘下のWGに参加するエキスパートの面々と比べると、WG4のエキスパートは全く別であり、雰囲気も異なる。

WG4のコンビーナはカナダのEric Chatfield博士であるが、急病で欠席とのことで、オランダのエキスパートが代理で司会を務めていた。SC6の構成メンバは比較的高齢の方が多く、このようなことが毎年どこかのWGで生じている。WG4では、SEMによるアスベストの同定方法に関する規格であるISO/DIS 16000-27の審議を担当しており、ウィーン会議ではDIS投票の際に寄せられた各国からのコメントに対し、一つずつ議論を行ったのであるが、「コメントの内容は過去に審議して既に決着がついているものばかりである！」「このコメントは4年前に議論済みだ！」といった指摘が司会者等からあり、実質的には深い議論も無くDISとして了承されている。投票権をもつ国（P-member）であっても、毎年開催されるSC6国際会議に必ず参加する（出来る）訳ではなく、Face to Faceで議論に参加している国と、規格案を書面で確認してコメントのみを提出する国では、（多少）温度差が感じられる。WGメンバは一つの共同体を構成しており、独特の仲間意識を共有している。こ

の雰囲気を知る者にとっては、国際会議に参加せず、書面のみで自国の主張を通すことは大変困難であると感じる。

その他、WG4では、ISO 14966で規定されたアスベスト分析に関するValidation Workを実施している。ヨーロッパ8ヶ国の41研究機関が参加する大規模な測定精度検証プロジェクトで、現在も継続中であり、本年10月から新たなラウンドテストを実施予定とのこと。残念ながら日本から参加している研究機関は、無い。

2.2 TC146/SC6/JWG13 “Determination of VOC in car interiors”（車室内のVOC試験法）

WG13はTC22との合同WGであり、車室内の空気質関連の測定法に関して議論を行っている。ジョイントWGであるWG13が出来るまでの複雑な経緯（所謂、縄張り争い）の詳細は本稿での対象ではないが、日本自動車工業会JAMAとの取り決めでSC6関連の我が国エキスパートはWG13に（積極的には）参加しないことになっている。とはいえ、折角、ウィーンまで来ているし、同時開催の他のWGも無いということで、会議室の隅に座って必要最小限の情報収集を行った。

JWG13で議論中の規格は、実は大変な状況にあるが、その詳細報告は伊藤の守備範囲外ということで、残念ながら本稿からは割愛されることになった。誠に残念…。

図2はWG13での審議の様子である。一部、写真に写っていないが今回は各国からの18名のエキスパートが参加して、審議が行われた。



図2 JWG13の審議の様子

2.3 TC146/SC6/WG20 “Determination of phthalates”（フタル酸類の測定法）

昨年のアムステルダム会議の際に標準化の可能性を議論したフタル酸類の測定法は、既にNWIPの投票が完了して

おり、各国より議論開始の賛成が得られていることが事務局より報告された。まずは、コンビーナとしてドイツWKIのMichael Wensing博士がノミネートされ、WG20として活動することが承認された。その後、ISO/AWI (approved working item) 16000-33 “Determination of phthalates with GC/MS”のNWIP投票の際に寄せられた各国からのコメントが報告された。特に本質的な修正に関する指摘事項が無いこと、また審議時間を節約する目的で、今回のWG20では詳細の審議をせず各国エキスパートからのコメントを反映させた修正版をコンビーナが作成し、2014年1月までに各国に送付することとなった。また、CD案として進めることも同意された。

ISOでは無料のWEB会議システムを提供しているが、本年度よりその積極的な利用を行う方針が示され、WG20においても、インターネット会議にて情報交換する方針が提案され、同意されている。インターネット会議は2014年3月頃を予定しているとのことで、我が国もヘッドセットの準備が必須である。

2. 4 TC146/SC6/AHG “Brominated flame retardants” (臭素化難燃剤)

臭素化難燃剤Brominated flame retardantsに関するNWIP 16000-35 “Measurement of polybrominated diphenylether, hexabromocyclododecane and hexabromobenzene”が投票の結果承認され、WG22として活動を開始することが確認された。コンビーナとして韓国のMan-Goo Kim教授がノミネートされ、参加メンバより承認された。SC6はドイツDINが事務局を担当していることもあり、ドイツからの提案が圧倒的に多い。しかしながら、ドイツ人には彼らなりの配慮があるようで、自国のみから多くのコンビーナを出し過ぎないように配慮(根回し)しており、今回は急遽、韓国のKim先生が担当することになった。どのような理由であれ、韓国から初のコンビーナ誕生である。

臭素化難燃剤の測定法に関しては、NWIPとしての投票が完了したばかりであり、これから各国エキスパートにコメントを求める予定とのこと。その後、WG22の活動に関してもISOのインターネット会議システムを利用した会議の推進計画が事務局より提案され、了承された。

この規格で規定されるHBCD (hexabromocyclododecane)は日本で断熱材として多く使用されているが、日本では最近、第一種特定化学物質(PCB, DDT等と同等の規制物質)に指定されたため、今後、使用が禁止されることになるようである。この点で重要な規格であり、日本からも積極的な貢献が必要であろう。

図3はWG22のコンビーナに選出された韓国のKim教授とSC6の新しいSecretaryであるNehr博士。

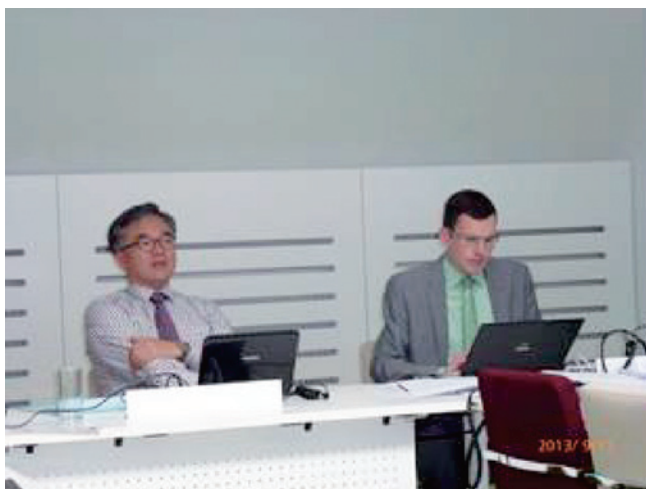


図3 WG22のコンビーナ

2. 5 TC146/SC6/WG10 “Fungi” (カビ孢子)

コンビーナはドイツのRegine Szewzyk博士。大変精力的なRegine Szewzyk博士の努力によって、カビ孢子関連の規格が多く制定されている。特に今回のウィーン会議では、ISO/CD 16000-20に関して議論を行い、空気中の真菌孢子数の計測法に関して、サンプリング空気量の差異が孢子カウント数に与える影響を考慮するため、複数のサンプリング空気量で計測することが提案され、了承されている。

また、韓国のKim先生より、NWIPへ向けた提案として、空気清浄装置の性能評価法“Test method for the airborne bacterial reduction rate of air purifier using a test chambers”の詳細案と実験例が紹介された。8m³チャンバ内に設置した空気清浄装置の性能を、運転開始から30分後のバクテリア濃度低下率を測定することで評価するというものである。なぜ30分後か、なぜOne-Passの除去効率を評価しないのか、といった不確定な部分も多く見られたが、韓国にて修正案を作成した上で、NWIP投票に進めることとなった。我が国では多くのメーカーが空気清浄装置を開発・販売しており、本提案がISO化された場合のインパクトは小さくない。我が国も韓国からの提案に対して積極的に修正案を示す必要があろう。

最後に、米国より酵素反応を用いたカビ孢子の検出法“Detection of fungi using enzyme activity”に関してNWIPを検討している旨が報告された。

2. 6 TC146/SC6/WG 16 “Test methods for VOC detectors” (VOC検出器の評価法)

WG16は我が国が提案しているISO案であり、各種の

VOCセンサのキャリブレーション法、試験法の標準化に関するものである。コンビーナは産業技術総合研究所の松原一郎博士である。現在DIS投票が完了した段階であり、その際にエディトリアルな指摘を含め、120を超えるコメントが寄せられているとのこと。過半はISO/CS(中央事務局)からの編集上のコメントであり、容易に修正が可能であるが、一部、技術的な指摘事項があることから、コンビーナが採用否としたコメントに関して各国エキスパートの意見を再度伺うこととなった。最近のISOは規格化審議の時間管理に傾く、NWIPの提案からISO化まで基本的には3年間でプロジェクトを完了させるよう要求している。本規格案は本年12月9日までにFDIS投票に進めなければプロジェクトがキャンセルされてしまうため、締め切り日に神経質になりながら対応を進める必要がある。しかしながら、規格案の重要性や内容の充実度はドイツの事務局を含めて各国のエキスパートが認めるところでもあり、来年度には順調にISO化されるものと期待される。

図4はWG16のコンビーナである松原先生。

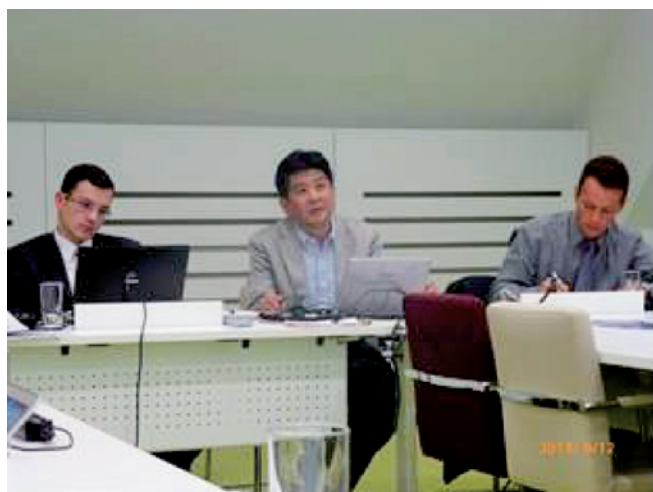


図4 WG16のコンビーナ

2.7 TC146/SC6/WG17 “Sensory testing of indoor air” (室内空気の知覚性空気質試験法)

コンビーナであるドイツのBirgit Müller博士が欠席のため、WKIのMichael Wensing博士が代理で司会を担当してWG17が開催された。室内空気を対象とした知覚性空気質の試験法を規定したISO/DIS 16000-30は既にDIS投票が終了しており承認済みであるが、実験の評価時間に関して、本文とAnnexの記述で不整合があったとのことで、まずはDIN事務局にて可能な限りの編集作業を行い、テクニカルな点で問題があれば、各国エキスパートに問い合わせを行うとの方針が示され、了承された。このまま問題なくFDIS登録され、来年にはISO化の予定。

2.8 TC146/SC6/WG 18 “Flame retardants” (難燃剤)

コンビーナはドイツWKIのMichael Wensing博士。難燃剤の試験法を定めたISO 16000-31もDIS投票が完了しており、ドイツ、イタリアならびにISO/CSからのエディトリアルなコメントを反映させた修正版を早々に作成し、FDISとして登録する方針が確認された。

難燃剤の分析方法に関して、近年、新しい手法が提案されているようであるが、ISO 16000-31が既にDIS段階であることを鑑みて、新たな分析法の追加は3年毎の見直し時期の際に加筆・修正を検討することとなった。

2.9 TC146/SC6/WG19 “Investigation of constructions” (建築物の調査)

コンビーナはオーストリアのHeinz Kropiunik博士。ISO/DIS 16000-32はオーストリアの国内規格を元にISO提案されたもので、少なくともオーストリアでは「建築物の調査」を意図した規格として定められている。ISO提案された規格案のタイトルは「Construction」の調査となっており、英国エキスパートより、Constructionには「建築物」といった意味は無いとの指摘があり、一悶着あった。英語ネイティブ以外の各国エキスパートは、Constructionとの用語に建築物を対象としたニュアンスを理解したものの、英語本来の意味には建築物という意味は含まれていないようで、結局、タイトル中のConstructionをBuildingsに修正することとなった。その他に重大な指摘事項は無く、このままISO化される予定。

2.10 TC146/SC6/WG21 “Airborne particles” (エアロゾル粒子)

ベルギーのBenjamin Bergmans博士がWG21のコンビーナに選任され、WG21がスタートした。WG21では室内環境中のエアロゾル粒子の試験法を扱うが、対象粒子としてPM2.5のみに着目するか、その他の粒径粒子を含めるかで議論があり、結局のところ、まずはエアロゾル粒子一般を対象とした測定法のStrategiesに特化した規格を一つ作成し、同時並行作業として、エアロゾル粒子(まずはPM2.5を優先)のMeasurementに特化した規格作成を進める方針が同意された。また粒径分布や個数濃度よりも、重量濃度に着目した測定法を対象とする方針も確認されている。

各国とも、室内環境中のエアロゾル粒子に関する問題意識は高い様子で、WG21には22名のエキスパートが参加して議論が進められた。

図5はWG21の審議の様子。



図5 WG21の様子

2.11 TC146/SC6/AHG “IAQ Management system” (室内空気質管理システム)

スペインのPaulino Pastor Perez氏の提案により、室内空気質管理システムIAQ Management systemのNWIPとSC6で審議する可能性・妥当性を探る目的で、アドホックミーティングが開催された。まずはPaulino Pastor Perez氏よりスペインでのIAQ管理の手順と測定例が紹介された。スペインにはAENOR/UNE 171330 Part 1, Part 2, Part 3といった国内規格があり、建築物の室内空気質管理の方法が規定されているようである。提案された規格案のタイトルはIAQ Management Systemとなっているが、実際にはもう少し広範な室内環境管理Indoor Environmental Quality Managementを対象としているようで、審議の結果、SC6だけではなく、他のTCとの協調が必要であるとの結論に至っている。特に、ISO/TC205の活動内容・動向を調査した上で、インターネット会議を開催して議論する方針が同意された。日本も参加予定。

2.12 TC146/SC6 “Plenary meeting” (SC6全体会議)

SC6議長はドイツのMichael Ball博士、Secretaryは本年度よりドイツDINのNehr博士が担当。Nehr博士は大学院博士課程修了したばかりの28歳、大気環境科学が専門とのこと。

まずは、SC6の年間の活動を整理したSecretariat Reportの内容が報告され、引き続いて、ウィーン会議で議論された各WGの内容が報告され、全ての審議事項が了承された。

その他、NO_x測定法であるザルツマン法に関するSC3とSC6の合同WGの活動状況(ほとんど進展無し)が事務局のNehr博士より報告された。また、SC3議長より、タイヤ

からの微粒子発生に関する問題に関して、ジョイントWG、コンソーシアムの提案があった。具体的な活動方針が示された訳では無いが、日系企業のプリジストンが関与しているようで、情報収集を継続した上で、動向を見守る必要があるだろう。

次回のSC6に関しては2014年9月22日から26日の期間に、TC146全体会議と合同で南アフリカのダーバンにて開催予定、2015年はイタリア・ボローニャ、もしくはスペインでの開催を検討するとのことであった。

図6はSC6議長のMichael Ball博士とSecretaryのNehr博士。



図6 SC6 Plenary meetingの様子

3. 最後に

SC6 Secretaryを長く務め、我が国からのISO提案を積極的にサポートしてくれていたH. Bollmacher博士は前回のアムステルダム会議を最後に引退する予定であったが、本年度から新しくSecretaryに就任したNehr博士のサポートのためにウィーン会議にも参加していた。今回が本当に最終のSC6参加とのことで、本当に寂しい限りである。10年前は結構つれない扱いであったけれど、ここ数年は個人的にも密な関係が構築されていただけに、本当に残念である。

SC6議長のM. Ball博士も今回のウィーン会議を最後に引退することになり、後任の議長として、田辺新一先生が全会一致で選出された。田辺先生のSC6における貢献と存在感を考えれば至極当然の結果とも云えるが、我が国がSC6議長のポストを担当することの意義は大変大きく、SC6にとっても日本にとっても画期的なことであろう。産官学を挙げてのサポート体制の構築が必須ではなかろうか。

さて、ISO/TC146/SC6の国内事務局は建材試験センター内に設置されている。筆者がSC6に参加するようになった2004年以降、天野氏、田口氏、宮沢氏、佐竹氏と担当者の交代があったものの、各位の尽力で経済産業省との折衝、国内対策委員会の運営と国際会議参加が可能となっている。最後に、ISO/TC146/SC6の国内事務局を担当している建材試験センターのスタッフ各位に深甚なる謝意を表したい。

【参考文献】

現在, TC146/SC6で審議中の規格タイトル一覧

- [1] ISO/DIS 12219-5 Indoor air – Road vehicles – Part 5: Static chamber method
- [2] ISO/CD 12219-6 Indoor air – Road vehicles – Part 6: Determination of the emissions of semi-VOCs – Small chamber method
- [3] ISO/AWI 12219-7 Indoor air – Road vehicles – Part 7: Odour determination by olfactory measurements
- [4] ISO/CD 16000-20 Indoor air – Part 20: Detection and enumeration of moulds – Determination of total spore count
- [5] ISO/DIS 16000-21 Indoor air – Part 21: Detection and enumeration of moulds – Sampling from materials
- [6] ISO/DIS 16000-27 Indoor air – Part 27: Standard method for the quantitative analysis of asbestos fibres in settled dust
- [7] ISO/DIS 16000-29 Indoor air – Part 29: Test methods for VOC detectors
- [8] ISO/DIS 16000-30 Indoor air – Part 30: Sensory testing of indoor air
- [9] ISO/DIS 16000-31 Indoor air – Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds – Phosphoric acid ester
- [10] ISO/DIS 16000-32 Indoor air – Part 32: Investigation of constructions on pollutants and other injurious factors - Inspections
- [11] ISO/AWI 16000-33 Indoor air – Part 33: Determination of phthalates with GC/MS
- [12] ISO/NP 16000-34 Indoor air – Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles (PM_{2.5} fraction)
- [13] ISO/NP 16000-35 Indoor air – Part 35: Measurement of polybrominated diphenylether, hexabromocyclododecane and hexabromobenzene

TC146/SC6で既に規格化されたISOタイトル一覧

- [1] ISO 12219-1 Interior air of road vehicles – Part 1: Whole vehicle test chamber – Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors
- [2] ISO 12219-2 Interior air of road vehicles – Part 2: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Bag method
- [3] ISO 12219-3 Interior air of road vehicles – Part 3: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Micro-scale chamber method
- [4] ISO 12219-4 Interior air of road vehicles – Part 4: Method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Small chamber method
- [5] ISO 16000-1 Indoor air – Part 1: General aspects of sampling strategy
- [6] ISO 16000-2 Indoor air – Part 2: Sampling strategy for formaldehyde
- [7] ISO 16000-3 Indoor air – Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air – Active sampling method

- [8] ISO 16000-4 Indoor air – Part 4: Determination of formaldehyde – Diffusive sampling method
- [9] ISO 16000-5 Indoor air – Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)
- [10] ISO 16000-6 Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and chamber air by active sampling on TENAX TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID
- [11] ISO 16000-7 Indoor air – Part 7: Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations
- [12] ISO 16000-8 Indoor air – Part 8: Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions
- [13] ISO 16000-9 Indoor air – Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method
- [14] ISO 16000-10 Indoor air – Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method
- [15] ISO 16000-11 Indoor air – Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens
- [16] ISO 16000-12 Indoor air – Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
- [17] ISO 16000-13 Indoor air – Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters
- [18] ISO 16000-14 Indoor air – Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like PCBs and PCDDs/PCDFs – Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography/mass spectrometry
- [19] ISO 16000-15 Indoor air – Part 15: Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO₂)
- [20] ISO 16000-16 Indoor air – Part 16: Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration
- [21] ISO 16000-17 Indoor air – Part 17: Detection and enumeration of moulds – Culture-based method
- [22] ISO 16000-18 Indoor air – Part 18: Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction
- [23] ISO 16000-19 Indoor air – Part 19: Sampling strategy for moulds
- [24] ISO 16000-23 Indoor air – Part 23: Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials
- [25] ISO 16000-24 Indoor air – Part 24: Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials
- [26] ISO 16000-25 Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds for building products – Micro chamber method
- [27] ISO 16000-26 Indoor air – Part 26: Sampling strategy for carbon dioxide (CO₂)
- [28] ISO 16000-28 Indoor air – Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers

プロフィール

伊藤 一秀 (いとう・かずひで)

九州大学 総合理工学研究院 エネルギー環境共生工学部門
准教授 博士 (工学)

専門: 建築環境工学, 公衆衛生工学

建築物における天井脱落対策に係る法令・告示の 制定・改正に伴う技術基準解説書の概要について

1. はじめに

建築基準法施行令第39条第1項では、「屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものは、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならない」と規定されており、天井についても脱落対策を講じることが求められている。しかし、これまでこれを担保する詳細な評価基準は示されていなかった。

平成13年の芸予地震、平成15年の十勝沖地震、平成17年の宮城沖地震などによる体育館や大規模空間における天井落下や脱落など、過去の地震における被害を踏まえ、国土交通省では、振れ止めの設置、クリアランスの確保等についての技術的助言がなされてきた。しかし、平成23年3月11日に発生した東日本大震災およびその余震において、体育館、大規模ホール等の多数の建築物において、多くの天井が脱落し、かつてない規模で甚大な人的・物的被害が発生した。これらの被害を鑑み、天井脱落対策に係る建築基準法施行令および同施行規則の関係条項ならびに関係技術基準告示が制定・改正された。

ここでは、建築物における天井脱落対策に係る設計や審査の実務において参考となる政令・省令・告示に定められた各規定の解釈や技術上の留意事項を取り纏めた技術基準解説書について、その概要を紹介するものである。

2. 技術基準解説書発行の背景

東日本大震災で発生した甚大な被害を鑑み、平成23年度建築基準整備促進事業（国土交通省）により、（社）建築性能基準推進協会が、（独）建築研究所との共同研究として「地震による天井脱落対策に関する検討委員会（委員長 坂本功 東京大学名誉教授）」を設置し実施した調査研究を踏まえ、国土技術政策総合研究所に設置した建築構造基準委員会（委員長 久保哲夫 東京大学名誉教授）における技術的検討に基づき、平成24年7月に「建築物における天井脱落対

策試案」が取り纏められた。この試案について平成24年7月31日から9月19日まで意見公告の受付が行われ、国土技術政策総合研究所が（独）建築研究所の技術的支援を得て追加の技術的検討を行い、平成25年2月に建築基準法施行令および関係省令の改正案ならびに関連告示の制定・改正案が作成された。これらの政省令および告示案については、平成25年2月28日から3月29日まで再度の意見公告の受付が行われ、最終的な検討を経て、平成25年7月12日に建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成25年政令第217号）と建築基準法施行規則及び建築基準法の基づく指定資格検定機関等に関する省令の一部を改正する省令（平成25年国土交通省令第61号）が公布され、平成25年8月5日に天井脱落対策に係る一連の技術基準告示が公布された（施行日は平成26年4月1日）。

3. 天井脱落対策に係る政令・省令・告示

天井脱落対策に係る政令、省令及び告示を表1に示す。本技術基準解説書は、建築物における天井脱落対策に係る政令、省令、告示に規定された解釈や技術上の留意点を取りまとめたものであり、政省令・告示案に対する意見公告で寄せられた内容に対応するものである。

4. 技術基準解説書の目次および解説書編集委員会について

技術基準解説書の目次（抜粋）を表2に、同編集委員会の委員名簿を表3に示す。技術基準解説書の構成は、第I編が技術基準の逐条解説、第II編が天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法、第III編が特定天井の設計例になっている。特定天井の設計例では、オフィスビルの仕様ルート、計算ルート、落下防止措置および体育館の計算ルートと落下防止措置が紹介されている。

表1 天井脱落対策に係る政令・省令・告示

建築基準法施行令	第36条第1項, 第39条第3項及び第4項, 第81条第1項, 第82条の5, 第137条の2
建築基準法施行規則	第1条の3, 第3条の2, 第二号様式, 第十九号様式, 第二十六号様式
関係技術基準告示	
告示名(告示番号)	関係根拠規定
特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件(平成25年国土交通省告示第771号)	令第39条第3項
超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件(平成12年建設省告示第1461号)	令第81条第1項第四号
損傷限界変位, T_d , B_d , 層間変位, 安全限界変位, T_s , B_s , F_h 及び G_s を計算する方法並びに屋根ふき材等及び外壁等の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件(平成12年建設省告示第1457号)	令第82条の5第七号
免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件(平成12年建設省告示第2009号)	令第81条第2項第一号ロ
プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件(昭和58年建設省告示第1320号)	令第81条第2項第一号ロ
エネルギーの釣合いに基づく耐震計算等の構造計算を定める件(平成17年国土交通省告示第631号)	令第81条第2項第一号ロ
建築物の倒壊及び崩落並びに, 屋根ふき材, 特定天井, 外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準並びに建築物の基礎の補強に関する基準を定める件(平成17年国土交通省告示第566号)	令第137条の2第一号ハ, 第二号ロおよび第三号イ
建築基準法施行令第36条の2第五号の国土交通省が指定する建築物を定める件(平成19年国土交通省告示第593号)	令第36条の2第五号
確認審査等に関する指針(平成19年国土交通省告示第835号)	法第18条の3第1項

表2 建築物における天井脱落対策に係る技術基準解説書 目次(抜粋)

第I編 建築物における天井脱落対策に係る技術基準の逐条解説
第1章 技術基準の構成
第2章 仕様ルート
第3章 計算ルート
第4章 大臣認定ルート
第5章 既存建築物に対する落下防止措置
第6章 確認申請手続き
第II編 天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法
第1章 試験・評価の概要
第2章 部材単体の試験・評価
第3章 接合部の試験・評価
第4章 天井ユニットの試験・評価
第III編 特定天井の設計例
設計例1 Mビル エントランスロビー(9階建て SRC造 オフィスビル)仕様ルート, 計算ルート(水平震度法, 簡易スペクトル法)
設計例2 Jビル 大会議室(10階建てS造 オフィスビル)計算ルート(応答スペクトル法)
設計例3 N体育館/計算ルート(水平震度法)
設計例4 N体育館/ネットによる落下防止措置
設計例5 Mビル エントランスロビー(9階建て SRC造 オフィスビル)ワイヤーによる落下防止措置

表3 天井脱落対策に係る技術基準解説書編集委員会委員名簿

	氏名	所属・役職
委員長	坂本 功	東京大学名誉教授
委員	清家 剛	東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授
委員	元結正次郎	東京工業大学大学院総合理工学研究科教授
委員	福山 洋	独立行政法人建築研究所構造研究グループ長
委員	五條 渉	独立行政法人建築研究所住宅・都市研究グループ長
委員	長谷川直司	独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ長
委員	長谷川 隆	独立行政法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
委員	喜々津仁密	独立行政法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
委員	石原 直	独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ主任研究員
協力委員	石崎 和志	国土交通省住宅局建築指導課建築物防災対策室長
協力委員	前田 亮	国土交通省住宅局建築指導課企画専門官
協力委員	岩崎 和明	国土交通省住宅局建築指導課構造係長
協力委員	森岡 信人	国土交通省住宅局建築指導課構造係長
協力委員	向井 昭義	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部長
協力委員	安藤 恒次	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部基準認証システム研究室長
協力委員	脇山 善夫	国土交通省国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター主任研究官
協力委員	壁谷澤寿一	国土交通省国土技術政策総合研究所総合技術政策研究官
協力委員	東條 旭	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部研究官
事務局	一般社団法人新・建築士制度普及協会	
事務局	一般社団法人建築性能基準推進協会	
事務局	一般財団法人建材試験センター	
事務局	株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所	
協力団体	日本建築行政会議	
協力団体	一般社団法人日本建設業連合会	
協力団体	一般社団法人日本建築構造技術者協会	

5. 建築物における天井脱落対策に係る技術基準の逐条解説

5.1 技術基準の構成

技術基準の構成では、技術基準の概要、技術基準の根拠規定（政令）、用語の定義、特定天井の範囲、耐久性等関係規定について記されている。ここで対象となるいわゆる「特定天井」とは、「脱落によって重大な危害を生ずるおそれのある天井」であり、天井高さ6m超、水平投影面積200m²超、単位面積質量2kg/m²超の吊り天井で、人が日常利用する場所に設置されているものと規定されている。

天井脱落対策に係る技術基準は、本来、極めて稀な大地震においても天井が脱落しないことを目標とすべきである。しかし、現在の技術的知見では、大地震時に構造躯体に吊られている天井の性状を明らかにすることが困難であるため、当技術基準では、天井の性状をある程度想定することが可能な稀な中地震時において、天井の損傷を防止することにより、中地震を超える地震時でも、天井の脱落の低減を図ることを目標として検討がなされたものである。

特定天井の構造は、構造耐力上安全な天井として国土交通大臣が認める構造方法を用いることとされており、告示において、一定の仕様に適合するもの（仕様ルート）、計算により構造耐力上の安全性を検証するもの（計算ルート）が示されている。また、これらに該当しない新たな技術的知見に基づく構造方法でも、別途、国土交通大臣認定を受けることによって採用することが可能となっている。

5.2 仕様ルート

仕様ルートに規定されている内容は、天井面構成材等の単位面積質量、緊結、支持構造部の仕様、吊り材の規格、斜め部材の配置、天井面構成部材と壁等とのクリアランスなどである。

特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件（平成25年国土交通省告示第771号）の第3項（特定天井の構造方法）では、「特定天井の構造方法は、次の各号の基準に適合するものとする」と規定し、天井面構成部材等の単位面積質量は、20kg以下とすることが定められている。天井材の緊結は、ボルト接合、ねじ接合、その他これらに類する接合方法により相互に緊結することが規定されている。

東日本大震災等における天井脱落被害の調査によれば、吊り材や天井下地材を接合するために一般的に用いるクリップやハンガーは、地震時に繰り返し荷重を受け滑り、外れなどが生じ、天井に生じる慣性力を的確に構造耐力上、

主要な部分に伝達できないものが多く見受けられる。そこで、緊結状態を確認できる性能とその確認方法についても記されている。また、現場溶接による接合は行ってならない旨も規定されている。これは、天井下地材や斜め部材として通常用いられる薄板の鋼材については、溶接で、十分な耐力を確保することが難しいことによるものである。

5.3 計算ルート

計算ルートに規定されている内容は、水平震度法、応答スペクトルおよび簡易スペクトル法、限界耐力計算を用いて構造計算した建築物の検証方法、免震建築物の検証方法、プレストレストコンクリート造の建築物の検証方法、エネルギー法を用いて構造計算した建築物の検証方法である。

水平震度法は、天井告示第3第2項第一号に規定されている吊り天井の水平方向の固有周期を用いずに計算できる検証法である。在来工法の吊り天井であれば、天井面は十分な面内剛性を有しているものと考えて差し支えないが、システム天井は、天井板と天井下地材が緊結されておらず、天井面は十分な面内剛性を有していないことから、原則として水平震度法の対象にはならない。

応答スペクトル法および簡易スペクトル法は、令第82条の5第三号の地震力（稀に発生する地震動）を考慮して行うものである。いずれの方法も解析対象は、水平震度法と同様に天井面構成部材が一体となって挙動することを前提条件としている。そのため、天井面構成部材の各部分が、地震の震動により生ずる力を構造耐力上有効に当該天井面構成部材の他の部分に伝えることができる剛性および強度を有することが求められる。よって、面内剛性の小さいシステム天井や段差部を含む天井等でひと続きの天井の内部の応力・変形等を求める必要がある場合は対象とされていない。

限界耐力計算による建築物の検証方法としては、限界耐力計算告示第11第二号イ～ニの規定に基づく応答スペクトル法（または簡易スペクトル法）によるもののほか、天井告示第3第1項に規定する「仕様ルート」によるもの、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けたものまたは天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート（水平震度法）」によるものが認められている。

免震構造物検証方法としては、天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート（水平震度法）」に準じる方法が規定されている。免震構造物では、水平震度は天井を設ける階にかかわらず0.5以上とすることができる。なお、その他の検証方法として「仕様ルート」によるもの、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けたものについても認められている。

プレストレストコンクリート造の建築物およびエネルギー法を用いて構造計算した建築物に特定天井を設ける場合は、限界耐力計算を用いて構造躯体の構造計算をした建築物の検証方法と同様となる。

5.4 大臣認定ルート

大臣認定ルートとしては、時刻歴応答計算を用いた建築物に設ける特定天井として法第20条第一号の規定に基づく大臣認定を受けるものと、天井告示第3に規定されている構造方法によらない特殊な構造の特定天井として令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けるものがある。

法第20条第一号の規定に基づく大臣認定を受ける必要がある特定天井は、時刻歴応答計算の場合のほか、天井告示第3第1項に規定する「仕様ルート」、天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート(水平震度法)」または限界耐力計算告示第11第二号イ～ニの規定に基づく「計算ルート(応答スペクトル法または簡易スペクトル法)」による場合が対象となる。

認定の詳細については、指定性能評価機関の業務規定において、超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件(平成12年建設省告示第1461号)第七号の取り扱いとして、仕様ルート、計算ルート(水平震度法、応答スペクトル法または簡易スペクトル法)と同様の検証方法が規定されている。

天井告示第3に規定されている構造方法によらない特殊な構造の特定天井については、その構造耐力上の安全性が確保されていることについて、実験または数値計算等を用いて別途検証し、指定性能評価機関の性能評価を受けることにより、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けることができる。詳細については、指定性能評価機関の業務規定において、令第39条第3項の取扱いとして規定される。

なお、建築基準法施行令の一部を改正する政令(平成25年政令第217号)附則第2項により、法第20条第一号、令第39条第3項の規定による国土交通大臣の認定ならびにこれに関して必要な手続き等は、この政令の施行前(平成26年3月31日以前)であっても、当該各認定に係る指定性能評価機関が指定され、業務規定が国土交通大臣により認可されれば、各認定に係る手続きを行うことが可能となる。

5.5 既存建築物に対する落下防止措置

本技術基準の施行にあたり、既に存在する建築物(既存建築物)に「特定天井」に該当する天井が設けられている場合においては、法第3条第2項の規定により、令第39条第3項等の技術基準が遡及的に適用されることはない。しかしな

がら、当該建築物について増改築または大規模の修繕・模様替を行う場合には、法第3条第3項の規定により、原則として令第39条第3項等の技術基準が適用される。なお、法第86条の7においては、法第20条の規定に係る既存不適格建築物について、一定の範囲の増改築や大規模修繕・模様替え時の制限の緩和の特例が設けられている。令第137条の2第一号から第三号までに定める範囲の増改築については、特定天井について令第39条第3項等の技術基準の代替として落下防止措置を講じることが認められている。なお、令第137条の2第四号に定める範囲の増改築(小規模な増改築)、令第137条の12に定める大規模の修繕・模様替えについては、特定天井の令第39条の規定への適合や落下防止措置は求められない。ここでいう落下防止措置とは、天井材の落下による衝撃が作用した場合においても、脱落および破断を生じないことが確かめられたネット、ワイヤー、ロープ等の部材による天井の落下を防止する措置である。これらの部材は、永続的に特定天井を保持し、脱落を防ぐことを性能として求めるものではなく、地震時に利用者が避難できるよう、脱落した天井を一時的に保持する性能を要求するものである。従って、天井がネット等で保持されている状態で、余震などが生じた場合において、天井の一部または全部の脱落を抑止することを担保するものではないことを留意しておく必要がある。

5.6 確認申請手続き

今回の技術基準の制定に伴い、建築基準法施行規則(昭和25年建設省令第40号)第1条の3において、確認申請書に添付すべき図書および書類として、特定天井の腐食、腐朽その他の劣化のおそれの程度と防腐、劣化防止のための措置について明示した仕様構造材料一覧表を、令第39条第3項の規定の適用を受ける場合は、その構造方法への適合性審査に必要な事項を明示した図書の添付が要求されることとなった。また、確認申請書、完了検査申請書および中間検査申請書の様式において、特定天井に関する記載欄が追加されている。

省令第3条の2第十一号において、計画の変更に係る確認を要しない特定天井の軽微な変更としては、使用する建築材料の変更または強度・耐力が減少する変更以外の変更、天井面構成部材等の単位面積質量の減少、天井高さの変更(減少)などである。

なお、「大臣認定ルート」による特定天井の変更については、軽微な変更該当する場合であっても認定書またはその別添(構造図等)に係る構造方法の変更である場合には、当該変更に係る大臣認定を受けることが要求される。

このため、設備機器との取り合い等により変更が生じる可能性がある事項については、あらかじめ幅を持った検討を行い、変更が生じる可能性のある事項を包含した内容で大臣認定を受けておくことが肝要である。

6. 天井およびその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法

天井およびその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法を規定するために、部材・接合部の各試験が行われた。部材単体、接合部、斜め部材および天井全体の試験・評価について、次にその概要を記す。

6.1 試験・評価の概要

試験・評価の概要には、試験・評価法の種類、天井告示に定める計算ルートとの関係、解説書に記されている方法以外の試験・評価法の取り扱いについて記されている。

試験・評価の対象範囲を表4に示す。試験体の種類は、(1)部材単体、(2)複数の部材から構成される接合部、(3)天井ユニットの3通りに分けられ、通常(1)は部材単体の構造耐力上の品質に係る剛性および強度、(2)および(3)は天井全体の許容耐力および剛性を評価する場合にそれぞれ用いられる。また、(2)の試験は仕様ルートにおける当該接合部の「緊結」の判断に援用することも可能である。

天井告示に定める計算ルートとの関係を図1に示す。天井全体の許容耐力および剛性を評価するためには、各種接合部の試験または天井ユニットの試験のいずれかを行うことが必要となる。

技術解説書に記されている方法以外の試験・評価法につ

いては、解説書に示す方法と同等の結果が得られるものであれば、その採用を制限することを意図するものではないとされており、実際の構造方法を反映した試験体とする旨等の留意点が記されている。

6.2 部材単体の試験・評価

部材単体の試験・評価に記されている内容は、金属製の天井下地材を対象とした曲げ試験方法および評価方法である。

天井告示の第3第2項第一号イでは、計算ルートを適用できる条件として「天井面構成部材の各部分が、地震の震動により生ずる力を構造耐力上有効に当該天井面構成部材の他の部分に伝えることができる剛性及び強度を有すること」を確かめることとされている。この規定に基づき鋼製下地材の曲げ剛性および曲げ許容耐力を試験によって確かめる場合、ここに記されている曲げ試験の方法を参考に試験を行うことができる。

試験は、試験体(3体以上)の支点間鉛直方向または水平方向の2等分点1線または3等分点2線荷重を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階ごとの荷重に対応した変位量を変位計等で測定する。変位の測定位置は支点間の加力部および支点部とし、支点に対する相対たわみを測定できるようにする。

6.3 接合部の試験・評価

接合部の試験・評価には、吊りボルトの上端接合部の試験、クリップの接合部の試験、ハンガーの接合部の試験、斜め部材の上端接合部・下端接合部の試験、接合部の許容耐力・剛性の評価、天井全体の許容耐力・剛性の評価について記されている。

表4 試験・評価の対象範囲

試験体の種類 加力方向・荷方法			(1)部材単体	(2)接合部				(3)天井ユニット
			天井下地材	吊りボルトの上端	クリップ	ハンガー	斜め部材の上・下端	
曲げ	鉛直	一方向	●					
	水平	一方向	(●) ^{※1}					
引張		一方向		● ^{※4}	●	●		
圧縮		一方向			(●) ^{※2}	●		
水平		一方向及び正負繰り返し			●	(●) ^{※3}	● ^{※5}	●
試験結果に基づき評価される数値			当該部材の曲げ許容耐力・曲げ剛性	当該接合部の許容耐力・剛性 天井全体の許容耐力・剛性				天井全体の許容耐力・剛性

※1 当該天井下地材が天井板と一体的に挙動し、水平方向に大きな曲げ力が作用しないことが想定される場合(例 システム天井材のHバー)には省略できる。
 ※2 圧縮時に野縁と野縁受けが直接接触することにより、クリップに圧縮力が伝達しないことが想定される場合には省略できる。
 ※3 斜め部材の取り付け箇所に応じて、ハンガーが水平力を負担しないことが想定される場合には省略できる。
 ※4 試験体の吊りボルト上端近くに斜め部材が取り付けく場合には、斜め部材にも同時に一方向の引張力を作用させる。
 ※5 上端接合部の試験では、斜め部材の材軸方向に加力する。

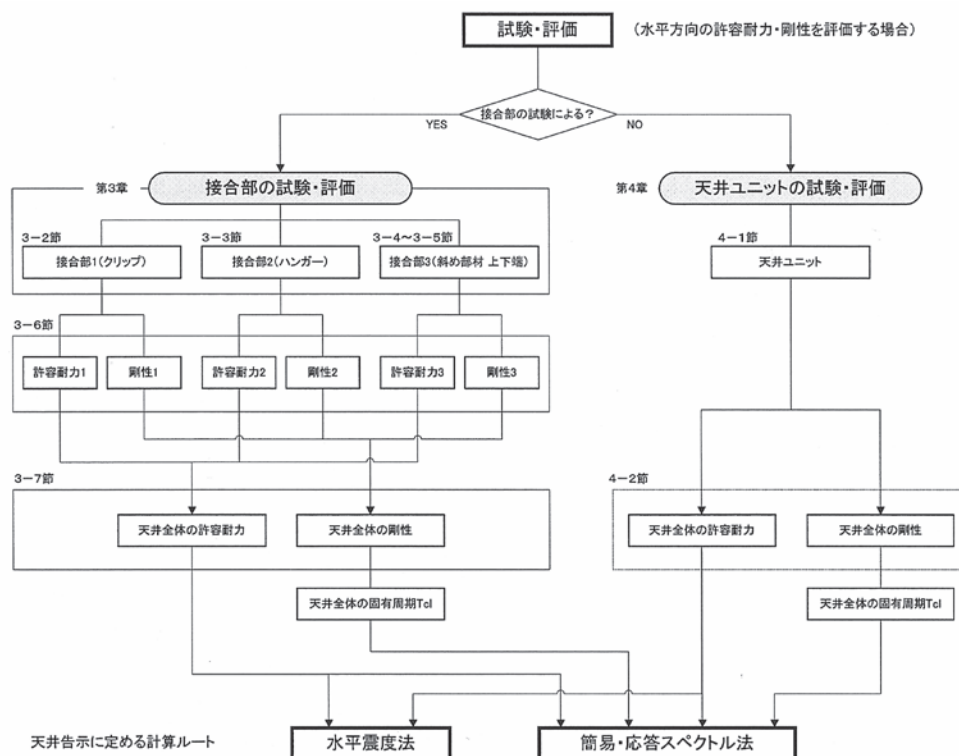


図1 天井告示に定める計算ルートとの関係

各試験の概要は、次のとおりである。

6. 3. 1 吊りボルトの上端接合部の試験

試験体は、実際の施工で採用する製品を実況どおりに取り付けたものとし、試験体数3体以上とする。試験は、吊りボルトに取り付けた治具に一方方向の引張力を加えることを基本としているが、試験体の吊りボルト上端付近に斜め部材が取り付く場合には、斜め部材の材軸方向にも同時に引張力を作用させる必要がある。

6. 3. 2 クリップの接合部の試験

試験体は、実況どおりを組み合わせたものとし、必要に応じて回転防止治具等を取り付ける。試験体数は加力方向およびクリップの掛け方ごとに3体以上とする。試験は原則として、引張・圧縮方向、水平方向（野縁方向・野縁受け方向）について行う。ただし、圧縮時に野縁と野縁受けが直接接触することにより、クリップに圧縮力が伝達しないことが想定される場合には、圧縮方向の試験を省略することができる。引張方向および圧縮方向の試験は、一方方向の加力を原則としている。水平方向の試験は、正負繰り返し加力によることが原則とされ、一方方向の载荷によって許容耐力に対応する制御変位の基準値を把握した上で、正負繰り返し载荷による。

6. 3. 3 ハンガーの接合部の試験

試験は原則として、引張・圧縮方向、水平方向（野縁方向・野縁受け方向）について行うものとし、試験の方法は、クリップを含む接合部の場合と同様である。なお、斜め部材の取り付け箇所に応じて、ハンガーが水平方向の地震力を負担しないことが想定される場合には、水平方向の加力を省略してもよいとされている。

6. 3. 4 斜め部材の上端接合部の試験

試験は、斜め部材の軸方向へ加力するものである。試験方法は、クリップまたはハンガーを含む接合部の水平方向加力の場合と同様であり、試験体を組み立てる際には、斜め部材の角度だけでなく、斜め部材の端部が吊りボルトに取り付く位置についても実況どおりとする必要がある。

6. 3. 5 斜め部材の下端接合部の試験

試験は、斜め部材の下端が野縁受け等に取り付く部分を対象にしたものである。試験方法は、クリップまたはハンガーを含む接合部の水平方向加力の場合と同様である。試験体を組み立てる際には斜め部材の角度だけでなく、斜め部材の組の下端が野縁受け等に取り付く形状（V字状等）についても実況どおりにする必要がある。また、野縁受け方向に加力する場合には野縁受けに平行に取り付く治具、野縁方向に加力する場合には加力方向に直交する野縁受けをしっかりと掴む治具をそれぞれ用意する。

表5 建物概要および設計手法

設計例	建物概要	設計手法
吊り天井の耐震設計	1-1	仕様ルート
	1-2	Mビル 9階建てSRC造 オフィスビル エントランスロビー
	1-3	計算ルート (簡易スペクトル法)
	2	Jビル 10階建てS造 オフィスビル 大会議室
	3	N体育館
既存吊り天井 落下防止措置	4	N体育館
	5	Mビル 9階建てSRC造 オフィスビル エントランスロビー

6.3.6 接合部の許容耐力・剛性の評価

引張方向および圧縮方向の許容荷重は、損傷時の荷重の平均値を1.5以上の数値で除することにより得ることができる。

水平方向の許容耐力は、正負それぞれについて、正負繰り返し加力試験の結果が一方加力試験の結果と同等であることが認められる場合には、正負それぞれの許容耐力について、一方加力試験での正負の損傷時の荷重の平均を、制御変位の基準値の設定に用いた1.5以上の数値で除することによって算出する。

接合部の剛性は原則として、加力方向ごとの荷重-変位曲線に基づき、損傷時の荷重に相当する点と原点を結ぶ直線によって得るものとする。

6.3.7 天井全体の許容耐力・剛性の評価

天井全体の許容耐力は、接合部ごとに得た許容耐力に基づき、天井材の構成その他の実況を考慮した数値とする。

天井の剛性は、接合部等を線形のバネに置換したモデルを設定して評価する。

6.4 天井ユニットの試験・評価

天井ユニットの試験・評価には、天井ユニットの水平試験の方法および天井全体の許容耐力・剛性の評価について記されている。

天井ユニットの規模は吊りボルトの本数で規定し、加力方向は3本以上(2スパン以上)、加力方向に直交する方向は3本(2スパン)とした。水平方向加力の方法は、接合部の試験と同様であり、一方向の載荷によって許容耐力に対応する制御変位の基準値を把握した上で、正負繰り返し載荷による。

7. 特定天井の設計例について

特定天井の設計例には、平成25国土交通省告示第771号「特定天井及び特定天井の構造上安全な構造方法を定める件」で新たに規定された、「仕様ルート」、「計算ルート(水平震度法、簡易スペクトル法、応答スペクトル法)」および「落下防止措置」のそれぞれの理解を助けるためのプロセスが設計例1-1～設計例5において、具体的に示されている。各設計例の建物概要および設計手法を表5に示す。

これらは、できるだけ実際に想定されるようなものが選定されているが、あくまでも告示や技術解説書に従った少数の例示であり、実際には、これらの事例を参考に、各物件

の状況や個々の設計等に応じて、具体的な方法を考える必要がある。参考として、設計例1-1における吊り天井の耐震設計フローを図2に示す。

また、実際の確認申請に添付する図書の作成にあたっては、構成・内容について、この参考資料のまま用いるのではなく、これを参考のそれぞれの物件に応じて適宜修正する必要がある。

次に、各設計例における記載項目を示すが、詳細は、技術解説書を確認されたい。

7.1 設計例1-1

設計例1-1では、9階建てSRC造オフィスビルのエントランスロビーにおける仕様ルートの設計手法について記されている。具体的には、吊り天井の耐震設計概要、水平震度の算定、斜め部材の設計、天井材の緊結、クリアランスの設計、設計図面について記されている。

7.2 設計例1-2

設計例1-2では、設計例1-1と同様の建物について、計算ルート(水平震度法)における設計手法について記されている。具体的には、吊り天井の耐震設計概要、水平方向の地震力算定、斜め部材の設計、クリアランスの設計、接合部材の設計、図面について記されている。

7.3 設計例1-3

設計例1-3では、設計例1-1と同様の建物について、計算ルート(簡易スペクトル法)における設計手法について記されている。具体的には、吊り天井の耐震設計概要、水平方向の地震力算定、斜め部材の設計、クリアランスの設計、接合部材の設計、図面について記されている。

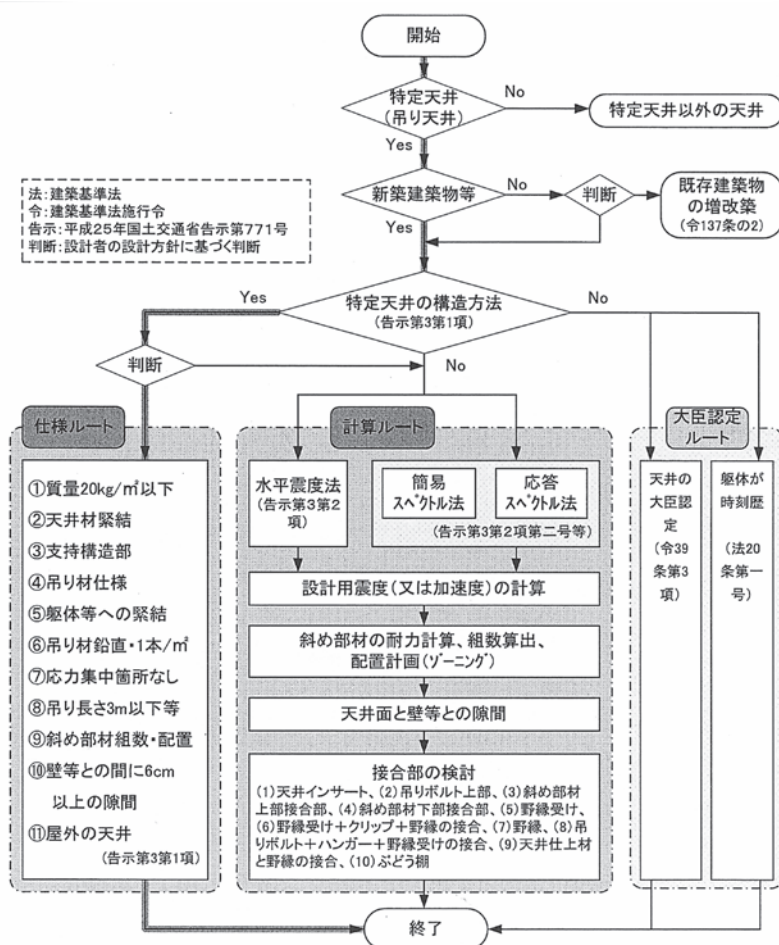


図2 設計例1-1における吊り天井の耐震設計フロー

7.4 設計例2

設計例2では、10階建てS造オフィスビルの大会議室における計算ルート（応答スペクトル法）の設計手法について記されており、吊り天井の耐震設計概要、固有値解析、天井面に作用する加速度の算定、斜め部材の設計、クリアランスの計算、接合部材の設計、設計図面について記されている。

7.5 設計例3

設計例3では、体育館の計算ルート（水平震度法）における設計手法について記されており、吊り天井の耐震設計概要、水平方向および上下方向の地震力算定、斜め部材の設計、クリアランスの設計、接合部材の設計、図面について記されている。

7.6 設計例4

設計例4では、体育館におけるネットによる落下防止措置について記されており、ネットによる落下防止措置の設計方針、使用材料および許容応力度、設計荷重、各部材の設計について記されている。

7.7 設計例5

設計例5では、9階建てSRC造オフィスビルのエントランスロビーにおけるワイヤーによる落下防止措置について記されており、落下防止ワイヤー工法の設計概要、落下による衝撃荷重の算定、落下防止ワイヤー工法の設計、天井伏図・ワイヤー配置図・詳細図について記されている。

8. おわりに

建築基準法施行令第39条に係る政省令・告示の改正に伴う技術基準解説書の概要について紹介した。当該法令の施行は、平成26年4月1日の予定である。東日本大震災の教訓を踏まえ、建築物における特定天井の脱落対策を進める上でさらなる技術の発展が求められる時代である。本稿が、関係各位の参考になれば幸いである。

（文責：経営企画部 調査研究課 課長 鈴木 澄江
経営企画部 調査研究課 野田 孝彰 (JSAより出向中)）

業務案内

吸音性能試験

環境グループ

1. はじめに

吸音用の材料は、グラスウール、ロックウール、あなあきボード類等の平面材料と椅子、ロッカー等の個別吸音体があり、これらは壁や天井・床構造の空気層内に挿入してその遮音性能を高めたり、室内内装に使用し室内の静ひつ性を高めたりする。また、講堂、体育館、スタジオ、音楽ホールなどの大空間で残響時間を調整して声の明瞭度や演奏環境を改善して、それぞれの目的に適した音環境にするためにも使用されている。

吸音用の材料の吸音性能は、一般的に平面材料は残響室法吸音率（≒ランダム入射吸音率）で表し、個別吸音体は試験体1個当たりの等価吸音面積（吸音力）で表す。中央試験所では残響室法吸音率および吸音力の試験を実施しているのでここに紹介する。

2. 試験の概要

試験は、JIS A 1409（残響室法吸音率の測定方法）に従って行う。試験手順の概要を次に示す。

- ① 試験体を入れない状態（空室）の残響室の残響時間を測定周波数ごとに測定する。
- ② 試験体を設置した状態（試料室）の残響室の残響時間を測定周波数ごとに測定する。
- ③ 測定した残響時間から（1）式により空室および試料室の吸音力を求める。

$$A_R = \frac{55.3V}{cT} \quad (1)$$

ここに、 A_R ：室の吸音力（ m^2 ）

V ：残響室の容積（ m^3 ）

c ：音速（ m/s ）

T ：空室または試料室の残響時間（ s ）

- ④ 平面材料の場合、（2）式から吸音率を求める。

個別吸音体の場合、（3）式から吸音体1個当たりの吸音力を求める。

$$\alpha = \frac{A_2 - A_1}{S} \quad (2)$$

$$A = \frac{A_2 - A_1}{N} \quad (3)$$

ここに、 α ：平面材料の残響室法吸音率

A_1 ：空室の吸音力（ m^2 ）

A_2 ：試料室の吸音力（ m^2 ）

S ：平面材料の面積（ m^2 ）

A ：吸音体の吸音力（ m^2 ）

N ：吸音体の個数

なお、音は空気中で吸音されるが、試験中の温度・湿度の変化は、空気中の吸音効果に大きく影響する。このため、JISでは試験中の残響室内の相対湿度が40%より高いことを規定しており、また、温度および相対湿度の許容変化範囲を表1のとおり推奨している。

表1 試験中の温度および相対湿度の許容変化範囲

相対湿度	相対湿度の許容変化範囲	温度の許容変化範囲	測定温度の下限
40%～60%	3%	3℃	10℃
60%<	5%	5℃	10℃

3. 試験装置

中央試験所が保有する残響室法吸音率試験を行える残響室は、表2に示す2室である。また、残響時間の測定装置は、建築音響測定システムDS-2000（小野測器製）であり、広帯域ノイズにより1/3オクターブバンドの100Hz～5000Hzを同時に測定している。

吸音性能試験において、残響室の空室の吸音力が大きいと精度よく試験体の吸音率や吸音力を測定できないため、

JISでは空室の吸音力を表3のとおり規定している。しかし、日本国内では、冬季に低温・低湿の気候になるため高周波数帯域の音の空気による吸音が大きくなるため、この規定を満足するのは難しくなっている。中央試験所では、冬季（概ね11月中旬～4月中旬）の期間は4000Hzにおいてこの規定を満足できなくなるため、できるだけ試験実施を避けているが、どうしても必要な場合は、4000Hzの試験結果を参考値として試験を実施している。

表2 残響室

残響室名称	中央試験所 第4残響室	第1音響試験棟 第1残響室
形状	不整形	不整形
容積	243 m ³	225.29 m ³
表面積	228 m ²	227.10 m ²
備考	—	JNLA*に登録

* JNLA：JIS法に基づく試験事業者登録制度

JNLAロゴマーク付報告書が必要な場合は、第1音響試験棟第1残響室で試験を行う。

表3 残響室の最大吸音力

周波数(Hz)	125	250	500
吸音力(m ²)	6.5 × k	6.5 × k	6.5 × k
周波数(Hz)	1000	2000	4000
吸音力(m ²)	7.0 × k	9.5 × k	13.0 × k

ただし、 $k = (V/200)^{(2/3)}$

ここに、V：残響室の容積(m³)

4. 試験体の種類および設置

試験の対象となる材料は、JIS A 6301(吸音材料)に規定するロックウール吸音材、グラスウール吸音材、吸音用あなあきせっこうボードなどのほかに、プラスター等の吹付またはこて仕上げの材料、道路防音壁やカーテン、ブラインド、椅子、ロッカーなどの家具も含まれる。

平面材料の試験体の形状および面積は、短辺と長辺の比が0.7～1の矩形で、面積が10～12m²である。

平面材料の試験体は、残響室床面上に設置するが、その際、試験体四周の側面を音響的に反射性の材料で確実に覆い、側面からの吸音を避ける。

背後空気層を持つ平面材料の場合、残響室床面上に面密度10kg/m²以上の金属、木材等の枠で空気層を構成し、そ

の枠の上部に試験体を設置する。なお、空気層内と外部の空気の入りを防ぐため、枠のすき間は完全に密封する(写真1参照)。



写真1 背後空気層の施工例

カーテン、ブラインド等の室内に垂直に吊り下げて使用する平面材料の試験体は、残響室の垂直な壁面に平行に設置する。

プラスター等の吹付またはこて仕上げの材料の試験体は、厚さ12.5mmの石こうボード上に仕上げ、平面材料として残響室床面上に設置する。

個別吸音体の試験体は、3個以上を互いに2m以上離してランダムに残響室床面上に設置する。また、劇場用の椅子のように配列を有するものは、配列の両端を音響的に反射性の材料で覆う。

5. おわりに

吸音率は、材料に入射する音波の角度により異なった値となることから、入射角度によって垂直入射吸音率、斜入射吸音率、ランダム入射吸音率などと区別している。

ここで紹介した吸音性能試験は、残響室法吸音率についてであるが、中央試験所では、JIS A 1405-1(音響管による吸音率及びインピーダンスの測定—第1部：定在波比法)に従った垂直入射吸音率の試験も行っており、残響室法吸音率試験とあわせて皆様のご活用を願いたい。

【吸音性能試験に関するお問い合わせ】

中央試験所 環境グループ

TEL：048-935-1994 FAX：048-931-9137

(文責：中央試験所 環境グループ 参与 鶴澤久雄)

有機系建築材料の劣化因子とその試験

③オゾンによる劣化とその試験

1. はじめに

オゾンは3つの酸素原子からなる酸素の同素体であり、分子式は O_3 で表されます。オゾンは自然界においては空気に紫外線が触れることによって発生しますが、不安定な分子であるため放置しておくとならば酸素に変換されます。そのため空気中に含まれる量は季節や時間帯によって異なり、夜間で約3pphm、日中で約10pphm程度とされています。

オゾンは光化学スモッグの原因物質である光化学オキシダントの主成分のひとつでもあり、高濃度の場合には中毒性がある一方で、強力な酸化作用によって殺菌・脱臭などの効果があります。使用後は自動的に酸素に分解するため、洗剤のように残留の心配がないことから、塩素の代わりに水道水の殺菌に使用されるほか、農業では農薬の代わりに病害菌の殺菌、畜産においても臭気の分解やサルモネラ菌、鳥インフルエンザウイルスの殺菌など、そのほかにも医療・食品といった分野で広く利用されています。

このように、オゾンは近年利用頻度が増加傾向にあり、それに伴い、建築材料が受けるオゾンの影響も増加することが考えられます。

当センターでは有機系建築材料の耐オゾン性能について、さまざまな性能試験を多数実施し、主に日本工業規格に定めた性能を保持しているかの確認や評価を行っています。今回は「オゾンによる劣化とその試験」と題してオゾン劣化の影響を受けやすい有機系建築材料とその試験方法、試験設備などについて解説します。

2. オゾンの影響を受けやすい建築材料について

オゾンによる劣化の影響を受ける材料としては、代表的なものにゴムが挙げられますが、すべてのゴムがオゾンの影響を受ける訳ではありません。ゴムの耐オゾン性は、ゴムの種類(分子構造)によって左右され、シリコンゴムやアクリルゴムはオゾンに対する抵抗性が高い反面、ニトリルゴムや天然ゴム、ウレタンゴムなどはオゾンの影響を受けやすい種類といえます。オゾンの影響を受けやすいゴムについては、ワックスや老化防止剤を配合することでオゾンに対する抵抗性を高め、その効果を試験によって確認する必要があります。

ゴムが使用される建築材料としては塗膜防水材、合成高分子系ルーフィングシート、建築用シーリング材、ガスケット、ゴムパッキンなどがあり、表1に示すように、材料ごとに耐オゾン性についての試験条件が定められています。

オゾンの影響を受けたゴム製品は、表面にひび割れ(クラック)が生じます。このひび割れはゴムに応力がかかった状態の方が発生しやすい傾向にあり、時間の経過とともに幅・深さともに増大し、最終的には破断に至ります。ひび割れ自体は紫外線照射による影響でも発生しますが、紫外線によるひび割れは方向がランダムであるのに対し、オゾンによるひび割れは応力に対して垂直に発生することから、目視によって原因を判断することが可能です。写真1にオゾン劣化によってひび割れが生じた塗膜防水材を示します。

表1 オゾン劣化の関連規格と試験条件

規格番号	規格名称	試験条件		
		オゾン濃度 (pphm)	試験温度 (°C)	試験期間 (時間)
JIS A 5756	建築用ガスケット	50 ± 5	40 ± 2	96
JIS A 5760	建築用構造ガスケット	200 ± 10	40 ± 2	96
JIS A 6008	合成高分子系ルーフィングシート	75 ± 7.5	40 ± 2	168
JIS A 6021	建築用塗膜防水材	75 ± 7.5	40 ± 2	168
JIS K 6259	加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-耐オゾン性の求め方	50 ± 5	40 ± 2	2,4,8,24,48,72,96
JASS8 T-601	メンブレン防水層の耐久性試験方法	100	40	1344

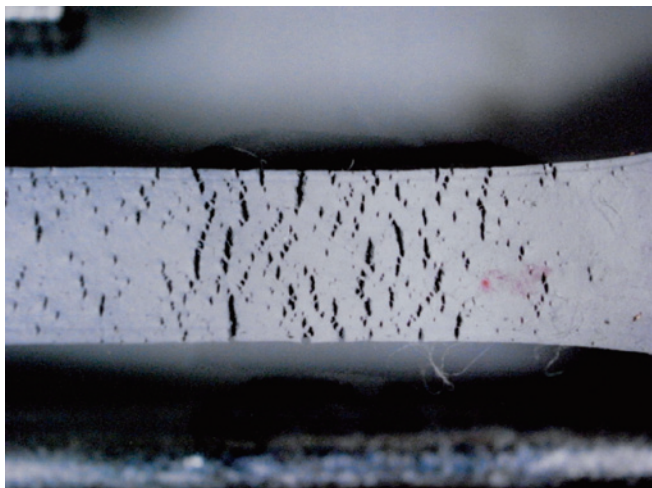


写真1 オゾン劣化によってひび割れが生じた塗膜防水材料

3. オゾン劣化試験装置について

表2に当センター西日本試験所で保有しているオゾンウェザーメーターの仕様を、写真2にオゾンウェザーメーターの外観を示します。オゾンによる劣化は応力が加わった状態の方が発生し易いことから、ガスケットや加硫ゴムの耐オゾン性試験では、試験片に繰返し引張応力を加えながらオゾン暴露を行う「動的試験」が採用されています。また、建築用塗膜防水材料や合成高分子系ルーフィングシートは、ダンベル状に切り出された試験片を所定の長さに伸張した状態で暴露を実施する「静的試験」を実施した後、表面のひび割れの発生を確認することで判定を行います。

表2 オゾンウェザーメーターの仕様

オゾン濃度範囲	20～250pphm	
試験槽温度範囲	(RT+10℃)・40℃・60℃±1℃	
オゾン発生方式	オゾン灯方式	
オゾン濃度自動調節計	紫外線吸収法	
試験槽内空気置換量	210ℓ/min	
試験槽内寸法	500×500×500mm	
動的試験	引張ひずみ	最大50%
	繰返し速度	0.5Hz±0.025Hz
	回転速度	2rpm
	試料寸法	長さ最大120mm,幅最大25mm
	試験片取付数	12枚
静的試験	伸張率	最大100%
	掴みしろ	上下角10mm
	チャック間距離	最小40mm,最大175mm
	試料寸法	長さ最大120mm,幅50mm
	試験体取付数	ホルダー16個まで



写真2 オゾンウェザーメーターの外観

4. おわりに

過去には、「オゾンは体に有害なもの」との認識が一般的でしたが、近年は除菌や消臭などの用途で利用が増え、一般家庭用の家電製品にも空気清浄機やエアコン、掃除機、洗濯機など多くの製品にオゾンを利用するものがあります。家電製品の発生するオゾンの濃度は、人体にとって有害なほど高くありませんが、オゾンを除菌や消臭に使用する発想は「毒をもって毒を制する」考えだといえ、建築材料、特にゴムにとってのオゾンは毒以外の何物でもありません。

冒頭でも述べたように、オゾンは太陽光(紫外線)によって発生するため、空気中のオゾン濃度は屋内よりも屋外の方が高い傾向にありました。そのため、これまで紹介したオゾン劣化暴露試験は、屋外のオゾン濃度を考慮した上で設計されています。しかし、屋内でオゾンが発生する家電製品などを使用した場合、その付近にある有機系材料は屋外よりもはるかに高い濃度のオゾンにさらされることとなります。そのため、今後は屋内で使用される建築材料についても、高い耐オゾン抵抗性が要求されるようになると考えられます。

【参考文献】

- 1) 建築工事標準仕様書・同解説JASS8 防水工事(日本建築学会)
- 2) 大石不二夫：高分子材料の耐久性(1993 工業調査会)
- 3) Wolfram Schnabel：高分子の劣化(1993 中央印刷)

(文責：中央試験所 材料グループ 主任 志村 重頭)

建物の維持管理

<第15回>

(有) studio harappa 代表取締役
村島 正彦

建物の維持保全には、市民レベルの維持保全への意識を変える、変わっていくことも必要だと考えられる。

欧州では歴史的建造物が多く、その維持保全については、社会的にコンセンサスが得られているという。一方、現代日本の都市・建築は、近代化以降、その多くが戦後以降に建てられた近代建築で構成されており、市民レベルの愛着という面でも「老朽化して使いづらくなったのであれば、建て替えるのが合理的」という認識で、そもそも都市の街並み、それを構成する建築や住宅への関心は薄い。

ただし、近年は歴史的建築を見直す気運も生まれてきている。東京の顔というべき、東京駅丸の内駅舎(1914年)は、2007年に工事着手し2012年に保存・復元工事が完成した。震災で焼け落ちた南北ドームや3階部分の復元など辰野金吾による当初の設計に戻され話題となり、東京の新名所となった。

その一方で、道一本隔てた東京中央郵便局(1933年・吉田鉄郎設計)は、その再開発に当たって、建築の専門家らによる「東京中央郵便局を重要文化財にする会」や、超党派国会議員による「東京中央郵便局庁舎を国指定重要文化財とし、首都東京の顔として将来世代のために、永く保存・活用を進める国会議員の会」などが同庁舎の保存を申し入れた。また、旧庁舎取り壊し中に当時の鳩山総務相が抜き打



東京駅の丸の内駅舎北ドーム天井。八角形のドームには十二支のうち8つの干支のレリーフが創建当時の姿に再現された。

ちで現地視察するなど、一悶着があった。ただし、保存部分を一部増やす(2割を3割に)軽微な変更が行われた後、2012年、地上38階建て、高さ約200mの超高層ビル「JPタワー」に生まれ変わった。

我が国では建築の保存については、建築の専門家、一般の市民を含めて、その考え方はいまだ過渡期にある。成熟した街並みを形成しているといわれる欧州には、日本と違う特別な「何か」があるのだろうか。

1. 1960年代にはじまる歴史街区保全の取り組み

歴史的街並みを残していると感じる欧州であるが、その具体的な取り組みについて調べてみると、さほど古いものではない。

最も古い取り組みとしては、イギリスにおけるナショナル・トラスト(1895年～)がある。活動は会員からの年会費による基金を活用し、歴史的建造物および自然遺産を買い取り、所有することによって保存していきこうというものだ。

ただ、具体的に都市の歴史的・美的な要素について、法的・包括的に保存・保全に取り組まれるのは、1960年代に入ってからだ。第二次大戦の混迷期を脱して、欧州の都市においても、歴史的地区に近代建築が何の制約もなく建てられるようになってきたことから、景観に対する危機感が芽生えはじめたことが理由であろう。

フランスの作家でもあったアンドレ・マルロー文化相(1901～76年)が、1962年に制定した法律・制度がそれだ。正式な名称を「フランスの歴史的、美的文化遺産の保護に関する立法を補完し、かつ不動産修復を促進するための法律」という。通称「マルロー法」と呼ばれる。

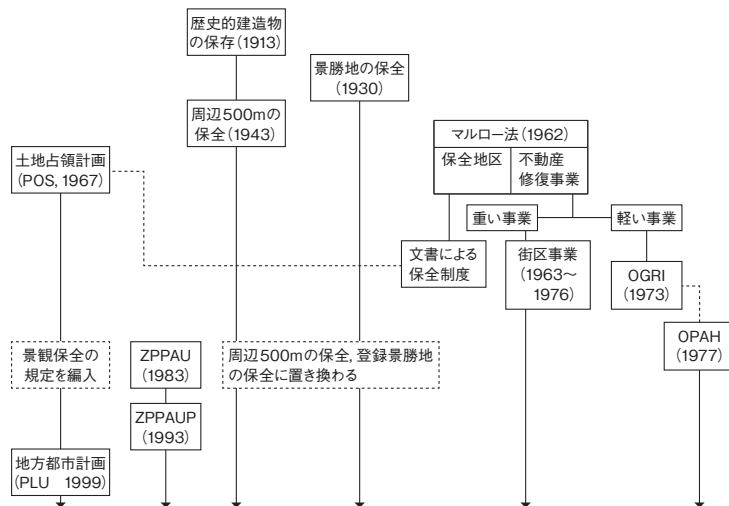
この法律は、都市の歴史的、文化的、美的な価値は、歴史的建造物に限らず市街地を構成する建造物と空間全体にあるという考えのもと旧市街地の保護、修復、利用を目的とした。歴史的建造物の周囲にある価値の高い建物を修復するなど、群としての建築の再生を目指した都市計画的な視点が特徴的である。

マルロー法に基づき、都市計画の制度として「保全地区」が設定された。この保全地区において、不動産修復事業により歴史的建物ばかりでなくその周辺の価値の高い建物についても建物を修復する事業を行う。

例えば、パリ・オペラ座など歴史的・美観的に重要な建物だけではなく、その周辺の指定された地区においては、比較的新しい建物についても一律に「保全地区」として定めて保全していきこうというものである。

このマルロー法は、他のヨーロッパの歴史的景観に対する政策に大きな影響を及ぼし、イギリスやドイツでも同様の地区保存や都市保存へと波及していくことになった。

保全制度の変遷



マルロー法を含む、景観や建物保全について制度の全体像。「欧米のまちづくり・都市計画制度」より

従って、歴史的景観が保全されていると感じる欧州においても、こうした取組みは始まって半世紀に過ぎない。ちなみに、わが国ではマルロー法の影響下、1975年に文化財保護法が改正され「伝統的建造物群保存地区（伝建地区）」制度が導入されたといわれている。

2. 住環境改善・リフォームまで包括的に展開

マルロー法が注目に値するのは、その不動産修復事業が、街並みを構成する一般住宅の改良事業も包括的に展開している点だ。

1977年に、住環境改良プログラム事業（OPAH）が制度化された。フランスにおける市民に最も身近な自治体であるコミューンがOPAHの実施を決めるとともに、対象区域を定め、事業を実施する事業団を任命する。

OPAHは補助金を交付する事業であり、対象区域とはここに住宅を所有する人々が有利な条件で補助金を受け入れ、また事業団が補助金の申請手続きを代行する地域を表す。実際の住宅改良の工事を、補助金を受け取った住宅の所有者が行い、OPAHそのものに工事の実施は含まれない。

OPAHは住宅改良事業として、住宅の内部、特に居住最低水準と呼ばれるトイレ、風呂、中央暖房の改良を行う一方、外部はそのまま保存する。この結果、一般住宅の外観の保存を通して、旧市街地の景観維持に大きく寄与している。

また、OPAHでは、空き家を改良して借家として利用することもできる。つまりOPAHは、旧市街地に住宅を供給するシステムにもなっている。空き家になると建物の老朽化が進み、都市景観が損なわれるだけでなく街の活気が失われる。この点、OPAHは空き家や老朽家屋を改良、修復することで市街地景観を保つだけでなく、人口を中心市街地に呼び戻すことで市街地の活性化にも役立っている。

3. 景観保全の観点も含む建物の保全の議論を

我が国では戦後の経済成長期を経て、都市を構成する業務・商業建築は、その多くを近代建築に取って変わられた。また、住宅についても、茅葺き屋根などに代表される民家はその多くが、ハウスメーカーをはじめとする近代的住宅に建て替えられてきた。

その意味では、我が国においてこの半世紀は景観の議論がほとんどされないままに、建替・新築が容認されてきた背景がある。ただし、東京駅をはじめとして日本各地の歴史ある建物の保全に関心が持たれ、地域に残る古民家などを見直す気運も市民のなかに高まっている。

建物・住宅を、個々の所有物・不動産としての経済的・効率的側面から見ればかりでなく、地域の街並みや景観を構成する要素として考え、適切に維持保全していくことが成熟社会のなかで求められるようになっている。

【参考文献】

- ・「英国の建地区保存と都市再生 歴史を活かしたまちづくりのあゆみ」大橋竜太著、鹿島出版会、2007年
- ・「欧米のまちづくり・都市計画制度」監修・伊藤滋ほか、ぎょうせい、2006年
- ・「フランスの景観を読む 保存と規制の現代都市計画」和田幸信著、鹿島出版会、2007年

プロフィール



村島正彦（むらしま・まさひこ）

住宅・まちづくりコンサルタント
 (有)studio harappa 代表取締役
 NPO くらしと住まいネット 副理事長

著書：「自分スタイルの住まいづくり コーポラティブハウス体験記」廣済堂出版、「ヨーロッパにおける高層集合住宅の持続可能な再生と団地地域の再開発」共訳・経済調査会等

たてもの建材探偵団

昔ながらの伝統的芝居小屋 かほ 「嘉穂劇場」



6月下旬、当センターの技術支援事業の一つである「コンクリート採取認定試験」のため福岡県飯塚市を訪れた際、市内にある「嘉穂劇場」という建物を見学してきたので紹介します(写真1)。

劇場の場所は、JR筑豊本線新飯塚駅より南西に徒歩20分の当時炭鉱の栄えた時代を思わせる飲食店が並ぶ商店街の外れにあります。商店街は金曜日の夕方にもかかわらず人通りはほとんどなくシャッターが閉まっている店が多い印象でした。

建物の特徴は、柱を必要としない小屋組トラス形式で、その構造は、木造2階建て入母屋造り、開口十五間(27m)、奥行二十三間(42m)、廻り舞台は直径15m手動回転式、1,200人を収容する客席は、国内にある芝居小屋の中でも最大級で、伝統の職人技がなすとげた大空間だそうです。また、大正時代からある歌舞伎劇場で、現在でも営業を続けているのは全国でもこの劇場だけだそうです。

嘉穂劇場の前身は大正10年に大阪・中座を模して建てられた木造3階建てで(株)中座として設立、大正11年に開場、昭和3年に全焼し新たに再建をしましたが、昭和5年



写真1 嘉穂劇場



写真2 正面入口



写真3 舞台・桟席(2階客席より)

に台風により倒壊したため(株)中座が解散したあと、伊藤隆氏により再建、昭和6年に嘉穂劇場として落成しました。名前の由来は、明治29年4月1日に群制に基づき嘉麻郡・穂波郡が合併し嘉穂郡飯塚町となったことから群制当時の嘉穂の名前を付けたとされています。

観客は当時筑豊地域の中心産業であった石炭炭鉱の労働者とその家族が中心で、大衆演劇や歌手の講演などで賑わったそうです。しかし石炭産業の衰退により徐々に講演数が落ち込んだそうですが、レトロな雰囲気が人気となり近年では平成12年に椎名林檎の「一夜限りのライブ・イベント」、平成16年に「嘉穂劇場第九」講演などが開催され、平成18年には国の登録有形文化財に、また、平成19年には経済産業省近代化産業遺産として認定され、現在も年間30～40日の講演が行われているそうです。

(文責：事務局 技術担当部長 小林 義憲)

コンクリートの基礎講座

Ⅲ 耐久性編 「その1. 中性化, 塩害」



コンクリート基礎講座は、今回から“耐久性編”に入ります。今回は、その1として中性化、塩害について紹介します。

なお、本文で下線を付した用語は解説欄をご参照下さい。

1. はじめに

コンクリート(コンクリート構造物)の耐久性とは、コンクリート(コンクリート構造物)の性能や機能の低下の経時変化に対する抵抗性のことで、具体的には、気象作用、化学的浸食作用、機械的摩耗作用、その他の劣化作用に対して長期間にわたって耐えられるコンクリートの性能のことです。

コンクリートの耐久性を理解するためには、あらかじめコンクリートの基本的な特徴を理解しておくことが重要です。耐久性に関連するコンクリートの主な特徴は次のとおりです。

- ① 鉄筋コンクリートは、性質の異なる鉄筋とコンクリートで構成される複合材料である。
- ② コンクリートは、長期にわたって水和反応が進行する。水和反応は内在する化学物質だけでなく、外部から侵入する化学成分や環境条件の影響を受ける。
- ③ 打設直後のコンクリートはアルカリ性であり、鉄筋(鋼材)の腐食を防止している。
- ④ コンクリートは連続した微細な空隙を有する多孔質な物質であり、この空隙を通して気体(酸素、二酸化炭素)、イオン(塩化物イオン、アルカリ金属イオン、硫酸イオン)、水分などの浸透や移動が生じる。

コンクリートの劣化現象には、中性化、塩害、化学的浸食、アルカリ骨材反応などの化学的なものと、凍害、すりへり作用などの物理的な現象が挙げられます。これらの劣化現象は、単独で進行する場合がありますが、複数の劣化作用が複合して進行(複合劣化)することも少なくないと言われています。

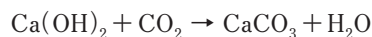
今回は、上記の劣化現象の中から、最も代表的な「中性化」および「塩害」について概説します。

2. コンクリートの中性化

(1) 中性化とは

中性化とは、硬化したコンクリート $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ が大気中の二酸化炭素 $[\text{CO}_2]$ の作用によって、徐々に炭酸カルシウム $[\text{CaCO}_3]$ になり、コンクリートのアルカリ性が低下(pH

が低下)する現象のことで、次式によって表されます。



なお、同様な用語として、炭酸化がありますが、一般に、炭酸化は各種の中性化の一つの現象として位置付けられています。

コンクリートの中性化は、フェノールフタレイン溶液(95%エタノール90mlにフェノールフタレインの粉末1gを溶かし、水を加えて100mLとした溶液: JIS A 1152)をコンクリート表面に噴霧し、赤紫色に呈色しない部分を中性化部分と判断します。このフェノールフタレイン溶液は、pHが8程度では無色ですが、pHが10を超えると赤紫色に呈色するため、pHが10を下回ると中性化と判断されます。従って、一般的な中性(pHが7前後)とは、判断が異なるので注意する必要があります。

なお、水酸化カルシウム $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ のpHは通常12以上です。

(2) 中性化がコンクリートの性能に及ぼす影響

中性化は、コンクリート(コンクリート構造物)の劣化現象の一つですが、コンクリートが中性化しても直ちにコンクリートの性能やコンクリート構造物の機能が低下するわけではありません。

中性化に伴ってコンクリートの組織が緻密になり、強度や硬さが向上する場合があります。しかし、中性化がコンクリート中の鉄筋位置まで達すると、鉄筋の不動体被膜が破壊され、水や酸素の浸透によって鉄筋が錆び、構造物の耐荷性や耐久性が損なわれます。

コンクリートの中性化深さ(コンクリート表面から赤紫色部分までの距離)と劣化状況の関係は概ね表1のとおりです。

(3) 中性化に影響を及ぼす要因

中性化(中性化速度)は、コンクリートの配(調)合条件、使用材料、環境条件などによって異なります。中性化(中性化速度)に及ぼす主な要因を次に示します。

- ・密実なコンクリートほど中性化の進行が遅くなる。従って、水セメント比が小さく、施工上の欠陥がないコンクリートほど中性化の進行は遅い。
- ・同一水セメント比で比較すると、普通ポルトランドセメ

表1 コンクリートの中性化深さと劣化状態の関係

状態	中性化深さと かぶり厚さの関係	劣化の状態
潜伏期	中性化深さは小さく、鉄筋位置まで達していない。	外観上の変化なし。
進展期	中性化深さが一部鉄筋位置まで達している。	少数の錆び汁が見られる。 少数の腐食ひび割れが発生する。
加速期	中性化深さがかなり鉄筋位置まで達している。	多数の錆び汁が見られる。 多数の腐食ひび割れが発生する。 部分的に、かぶりコンクリートの浮き・剥離・剥落が発生する。
劣化期	中性化深さが鉄筋位置まで半分以上達している。	多数の錆び汁が見られる。 多数の腐食ひび割れが発生する。 ひび割れ幅が大きい。 多数のかぶりコンクリートの浮き・剥離・剥落が発生する。 変位・たわみが大きい。

ントに比較して混合セメントを使用したコンクリートの方が中性化速度は速くなる。

- ・中性化速度は、期間(年)の平方根に比例 $[\sqrt{t}]$ する。
- ・環境条件として、一般に二酸化炭素濃度が高いほど、温度が高いほど中性化速度は速い。従って、屋外側に比較して室内側のコンクリートの方が中性化速度は速くなる。
- ・コンクリートの含水率が高い(湿った状態)と中性化は進みにくい。従って、水中構造物や地中構造物では、中性化はほとんど進行しない。なお、著しく乾燥している場合も中性化は進みにくいといわれている。
- ・タイル、石張りなどの仕上げは、中性化の進行を遅らす上で有効となる。
- ・中性化の進行に伴い、コンクリート中に固定された塩化物イオンが遊離し、コンクリート内部へ移動して濃縮される。従って、中性化の進行は、後述する塩害を助長することになる。

(4) 中性化に関する試験方法

現在、JIS(日本工業規格)には、中性化について2つの試験(測定)方法が規定されています。

JIS A 1152(コンクリートの中性化深さの測定方法)は、コンクリート構造物の**はつり箇所**やコンクリート構造物から採取した**コンクリートコア**の中性化深さの測定方法に関する規定です。また、JIS A 1153(コンクリートの促進中性化試験方法)は、施工現場や試験室で作製したコンクリート供試体を二酸化炭素濃度を高めた条件下(CO₂濃度:5±0.2%)に暴露し、コンクリートの中性化に対する抵抗性を試験する方法です。促進条件と自然環境の関係は概ね把握されていますが、通常は、コンクリートの種類や使用材料

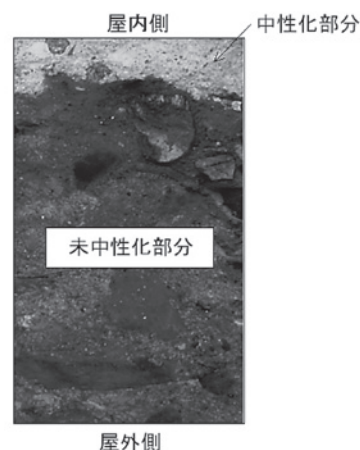


写真1 コンクリートコアの中性化状況

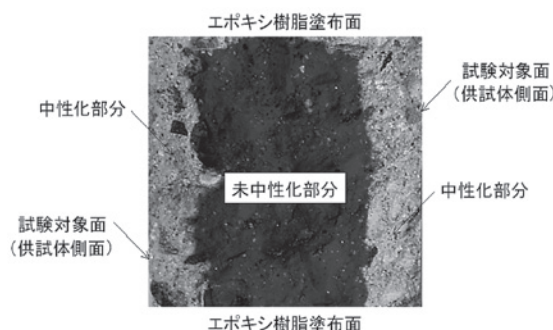


写真2 促進中性化試験を行った供試体の中性化状況

等が異なる場合のコンクリートの中性化深さ(中性化速度)を相対的に比較する方法として利用されています。

参考として、コンクリートコアの中性化状況を写真1に、促進中性化試験を行った供試体の中性化状況を写真2に示します。

なお、コンクリートの中性化深さを非破壊試験によって求める方法として、(社)日本非破壊検査協会からNDIS 3419(ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化深さ試験方法)が提案されています。同方法は、直径約10mmのドリルを用いてコンクリートを削孔し、削孔粉の呈色反応から中性化深さを求める方法であり、コンクリート構造物の中性化深さの分布状況を確認する場合などに利用されています。

3. コンクリートの塩害

(1) 塩害とは

塩害とは、コンクリート中に存在する塩化物イオン(Cl⁻)の作用により、コンクリートの鉄筋(鋼材)が腐食し、コンクリート構造物に損傷を与える現象のことです。

打設直後のコンクリートは、アルカリ性が高いため、コンクリート中の鉄筋(鋼材)の表面には、緻密な不動態被膜

が形成されています。しかし、コンクリート中に塩化物イオンが一定量以上存在すると、不動態被膜が部分的に破壊され、鉄筋は腐食しやすい状態になります。不動態被膜が破壊されると、鉄筋表面の電位が不均一となり、アノード部(陽極)とカソード部(陰極)が生じて電流が流れ、鉄筋の腐食が始まります。

鉄筋の腐食に伴って生じた錆の体積は、もとの鉄筋の数倍になるため、その膨張圧によって鉄筋に沿ってコンクリートにひび割れが発生します。ひび割れが発生すると、酸素と水分の供給が容易となり、鉄筋の腐食が加速し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋の断面積の減少により部材の耐力が低下します。この一連の現象(図1、写真3参照)が塩害です。

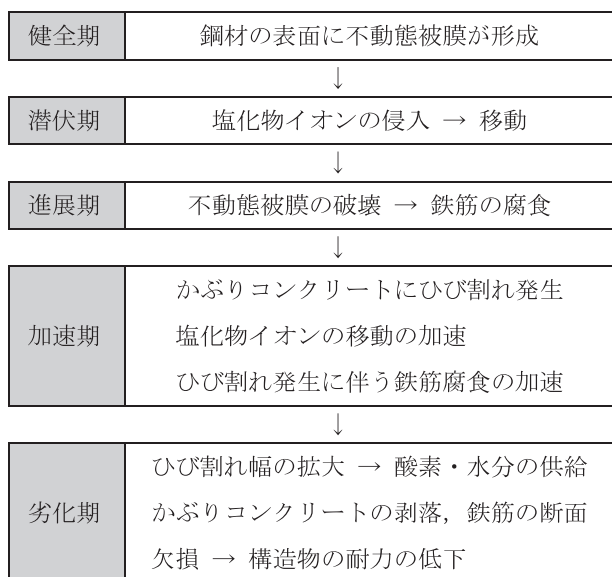


図1 コンクリート構造物の塩害の進行状況

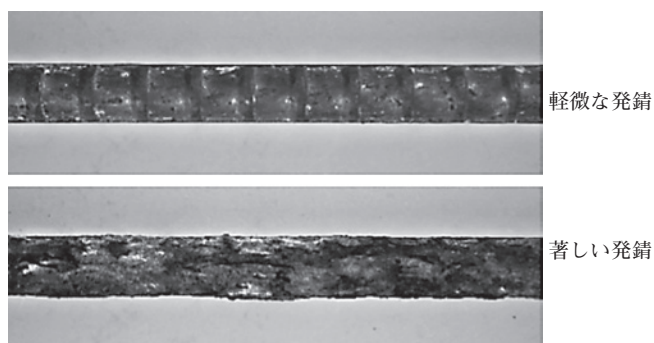


写真3 鉄筋の発錆状況の一例

(2) 塩害の対策(その1)

コンクリート中の鉄筋(鋼材)の腐食は、酸素や水分が供給されやすく、塩化物イオンが存在する場合に著しくなります。従って、コンクリート中の鉄筋(鋼材)の腐食を防止

するためには次の事項について配慮する必要があります。

- ・コンクリート製造時に混入する塩化物イオン量を制限する[塩化物含有量の制限]。
- ・外部からコンクリートへの塩化物イオンの侵入・浸透を抑制する[仕上げ材の使用、コンクリートの密実性の向上、かぶり(厚さ)の確保、ひび割れ幅の制御]。
- ・鉄筋表面への塩化物イオンの到達を抑制する[エポキシ樹脂塗装鉄筋、亜鉛めっき鉄筋等の使用]。
- ・コンクリート内部の鉄筋の電位を抑制する[電気防食(外部電源方式、流電陽極方法)]。
- ・混和剤として防せい剤を使用する[防せい効果を有する混和剤(JIS A 6205に適合)の使用]。

(3) 塩害の対策(その2)

コンクリートに塩化物イオンが侵入する要因には、使用材料(海砂、セメント、混和剤、練り混ぜ水)に起因する場合(内在塩化物イオン)と、海水飛沫や海からの飛来塩化物などがコンクリート表面から浸透する場合(外来塩化物イオン)とがあります。

内在塩化物イオンについては、塩害を防止するためにJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)やJASS5では塩化物含有量(塩化物イオン総量)を0.30kg/m³以下(購入者の承認を受けた場合には0.60kg/m³以下)と規定しています。また、表2に示すように、関連JISには各種使用材料の塩化物イオン量(塩化物量)の上限値が規定されています。

表2 各種使用材料の塩化物イオン量(塩化物量)の上限値

使用材料	塩化物イオン量(塩化物量)の規格値	対象規格
ポルトランドセメント	塩化物イオン(Cl) : 0.02%以下	JIS R 5210
砂*	塩化物量(NaCl) : 0.04%以下	JIS A 5308 附属書A
練混ぜ水	塩化物イオン(Cl) : 200ppm以下	JIS A 5308 附属書C
化学混和剤	塩化物イオン(Cl) : 0.02%以下(I種) 0.02~0.20%(II種), 0.20~0.60%(IV種)	JIS A 6204

* 0.04%を超過のものについては、購入者の承認を必要とする。ただし、その限度は0.1%とする。
プレテンションプレストレストコンクリート部材に用いる場合は、0.02%以下として購入者の承認があれば0.03%以下とすることができる。

なお、塩化物量(NaCl)と塩化物イオン量(Cl⁻)との関係は次式のとおりです。

$$\begin{aligned} \text{塩化物イオン量}(\%) &= \text{塩化物量}(\%) \times 35.5 / (35.5 + 23) \\ &= \text{塩化物量}(\%) \times 0.607 \end{aligned}$$

ここに、35.5 : 塩素(Cl)の原子量
23 : ナトリウム(Na)の原子量

一方、外来塩化物イオンについては、土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕では、照査の判定基準として、 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を鋼材腐食発生限界濃度としています。

なお、外来塩化物イオンとしては、海水飛沫や飛来塩化物が体表的な例ですが、寒冷地では冬期に融雪剤や凍結防止材が散布されます。融雪剤や凍結防止材に含まれる塩化物イオンも外来塩化物イオンとして注意する必要があります。また、凍害との複合劣化も懸念されます。

(4) コンクリート中の塩化物含有量に関する試験方法

フレッシュコンクリート中の塩化物含有量は、コンクリート中の水の塩化物イオン濃度と配合設計に用いた単位水量の積として求めます。フレッシュコンクリート中の塩化物イオン濃度は、JIS A 1144 (フレッシュコンクリート中水の塩化物イオン濃度試験方法) に従って求めることが原則ですが、レディーミクストコンクリートの場合は、購入者の承認を得た上で、JASS5 T-502 (フレッシュコンクリート中の塩化物量の簡易試験方法) 等に従って、(一財)国土開発技術研究センターの技術評価を受けた「塩化物量測定器 (試験紙法, イオン電極法, 電極電流測定法など)」を

用いて測定するのが一般的です。

一方、硬化コンクリート中の塩化物イオン量は、JIS A 1154 (硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオン試験方法) に従って測定されています。同方法は、コンクリートを粉末にし、酸で溶解して塩化物を抽出し、その溶液中の塩化物イオン濃度から総塩化物量を求める方法です。

今回は、コンクリートの耐久性に関連する劣化現象の中から中性化と塩害について紹介しました。コンクリート構造物は、耐久性が確保されれば、100年以上供用することも可能です。

資源の有効利用という観点から、今後、コンクリート構造物の耐久性の確保はますます重要となってきます。読者の皆様には、この点について再認識いただければ幸いです。

次回は、「耐久性編：その2. アルカリシリカ反応、凍害」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

・不動態被膜

ある条件下で金属表面に反応生成物の被膜が形成され不動態の状態(金属が腐食されず安定である状態)になることがあり、その被膜を不動態被膜と呼ぶ。鉄筋コンクリートにおいては、コンクリートがアルカリ性であることが不動態被膜を形成する条件となる。

・かぶりコンクリート(表1)

鉄筋表面を覆う部分のコンクリートのこと。「かぶり(厚さ)」を参照。

・中性化速度

コンクリートが中性化する速度のこと。中性化深さ X と時間 t の間には、 $X=A\sqrt{t}$ の関係があり、 A を中性化速度係数と呼ぶ。

・配(調)合条件

コンクリート中のセメント、水、骨材、混和材、空気量などの割合(容積比、質量比)のこと。土木分野では配合条件、建築分野では調合条件といい、両者を併せて配(調)合条件という用語を使用する場合がある。

・水セメント比

コンクリート中のセメントに対する水の質量比または百分率(W/C)のこと。一般に水セメント比が小さい(セメントの質量に対して水の質量の割合が小さい)ほど、コンクリート強度が高く、密実になる。

・はつり箇所

コンクリート内部の状態を確認するために、たがね等でコンクリート表面を削りとった箇所のこと。

・コンクリートコア

コンクリート構造物から試験用として抜き取った円柱状の試験体のこと。抜き取りには専用のコアドリルやコアビットを使用する。なお、供試体の直径は、一般に粗骨材の最大寸法の3倍を超える寸法とする。

・アノード部(陽極)

金属が腐食する際に酸化(酸素と化合すること)する部分(陽極)のこと。

・カソード部(陰極)

金属が腐食する際に還元(酸化化合物から酸素を奪うこと)する部分(陰極)のこと。

・かぶり(厚さ)

鉄筋表面とこれを覆うコンクリート表面までの最短距離のこと。土木では「かぶり」、建築では「かぶり厚さ」という。

・エポキシ樹脂塗装鉄筋

塩化物イオンによる鉄筋の腐食を防止するために、エポキシ樹脂を塗装した防食鉄筋の一種。

・亜鉛めっき鉄筋

防食のために鉄筋の表面に亜鉛をめっきした鉄筋のこと。めっきの方法には、溶融亜鉛めっきと電気亜鉛めっきの2種類がある。

・電気防食

電気によって金属の腐食を防止すること。正確には電気化学防食という。外部から微小電流を流す方法と、犠牲電極を用いる方法がある。

・防せい剤

コンクリート中の鉄筋が使用材料に含まれる塩化物イオンによって腐食することを抑制するために用いる混和剤のこと。JIS A 6205(鉄筋コンクリート用防せい剤)に品質が規定されている。

・照査

照査とは、設計・計画された内容が要求された性能を満足しているかどうかを実施工が始まる前の段階で判定する行為のこと。一方、検査は、材料、製造・施工されたコンクリート、部材および構造物が要求性能を満足し、受け取り可能かどうかを判定する行為のこと。

知っていましたか！ コンクリートの耐久性のア・レ・コ・レ

・鉄筋コンクリートの特徴

コンクリートは圧縮力に強いが引張力に弱いという性質があります。一方、鉄筋（鋼材）は、引張力には強いものの、大気中では錆びやすく、また、高温下では強度が著しく低下します。しかし、両者を複合した鉄筋コンクリートでは、鉄筋はコンクリートに保護され、錆びにくく（コンクリート中は、アルカリ雰囲気）、優れた耐火性も期待できます。さらに、鉄筋とコンクリートの線膨張率は概ね同様であるため、気温が変化しても同じように伸び縮みします。このように、鉄筋コンクリートは、両者の長所を複合した極めて合理的な構造材料です。

・コンクリートクライシス

従来、コンクリート構造物は、維持管理や保全などのメンテナンスが不要な永久構造物と思われてきました。しかし、昭和50年代の後半、塩害や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マスコミ等で大きく取り上げられ、番組のタイトルであった「コンクリートクライシス（コンクリートの危機）」が大きな社会問題となりました。この問題を契機に、コンクリート中の塩化物総量の規制やアルカリ骨材反応に対する抑制対策が導入され、以降、新築されたコンクリート構造物においては、塩害やアルカリ骨材反応による早期劣化が著しく減少したといわれています。

その後、平成11年に「コンクリートが危ない」（小林一輔著、岩波書店）という書籍が出版され、それから約1カ月後に、複数のトンネルや高架橋からのコンクリート塊の落下事故が相次ぎました。こういった一連の事故から再び「コンクリートクライシス」が社会問題となり、これを契機にコンクリート構造物の維持管理の重要性が改めて認識されるようになりました。

・屋内と屋外の二酸化炭素濃度

環境条件は、屋内よりも屋外の方が厳しいのが一般的です。しかし、コンクリートの中性化に関しては、屋外よりも屋内の方が厳しい条件となります。屋外の二酸化炭素濃度は、概ね0.03～0.04%程度ですが、屋内

の二酸化炭素濃度は、居室の用途によって異なりますが、概ね0.1%程度であり、屋外の3倍程度の値です。日本建築学会の鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計指針（案）・同解説では、大気中の二酸化炭素濃度の測定値がない場合は、屋外では0.05%、屋内では0.20%を標準とすることになっています。

なお、気象庁の観測結果によると、大気中の二酸化炭素濃度は、年に約1.8ppmの割合で上昇しており、この傾向は世界的に認められ、全世界の二酸化炭素平均濃度は、産業革命以前の濃度より3割程度増加したといわれています。

・山間部でも塩害は生じます

海洋構造物や海岸近くのコンクリート構造物の塩害は広く知られていますが、山間部でも塩害は発生します。寒冷地では、冬期に道路や橋梁の凍結を防止するため、融雪剤や凍結防止剤が散布されます。これらの材料には塩化ナトリウムが含まれる場合が多く、外来塩化物イオンとしてコンクリートに侵入し、塩害が発生する場合があります。

また、寒冷地では、凍害と塩害による複合劣化が発生する場合も少なくありません。さらに、塩素イオン（Cl）は、塩害の原因となりますが、ナトリウムイオン（Na）は次回紹介するアルカリシリカ反応を助長する場合があります。寒冷地では、凍害、塩害、アルカリシリカ反応による複合劣化も懸念されます。

・アルカリ性とアルカリ金属イオン

コンクリートの耐久性に関連する用語に「アルカリ」があります。今回紹介した中性化に関連する「アルカリ」は、酸性・アルカリ性の「アルカリ性」であり、主にOHなどのマイナスイオンが関係します。一方、次回紹介する「アルカリシリカ反応」に関連する「アルカリ」は、アルカリ土類金属のことで、NaやKなどのプラスイオンが関係します。

両者は全く異なるものですが、マスコミ等で両者を混同して報道している例が見受けられます。読者の皆様も気を付けて下さい。

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 (3件) について平成25年9月9日付で JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

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

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0213006	2013/9/9	沼田コンクリート工業(株) 製品部	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0313009	2013/9/9	ジオスター(株) 金谷工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TCTW13011	2013/9/9	竹洲工業股份 有限公司 南崗廠	A5508	くぎ

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (6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10月11日付で登録しました。これで、累計登録件数は2231件になりました。

登録事業者 (平成25年10月11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
RQ2226*	2004/6/18	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/6/17	太陽セメント工業(株)	大阪府大阪市福島区吉野四丁目22番9号 <関連事業所> 本社、関西営業本部・大阪支店、泉北工場・泉北サービスセンター、泉北第二工場・泉北第二サービスセンター、高槻工場・高槻サービスセンター、兵庫営業所・兵庫サービスセンター、京滋営業所・京滋サービスセンター、中部営業所・中部サービスセンター、つくば工場・つくばサービスセンター、東京営業本部・東京支店、関東支店・川口サービスセンター、西東京営業所・国立府中サービスセンター、東関東営業所・千葉サービスセンター	建築用コンクリートブロック、舗装用コンクリート平板、インターロッキングブロック及びプレキャストコンクリート製品の設計及び製造
RQ2227*	2003/3/17	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/3/16	大阪アサノコンクリート(株)	大阪府大阪市東淀川区豊新二丁目14番9号 <関連事業所> 淀川工場、津守工場、泉北工場	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2228*	2006/3/17	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/3/16	株應矢建設	広島県廿日市市串戸二丁目16番11号	土木構造物の施工
RQ2229*	2006/6/9	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/6/8	須崎建材工業(株)	埼玉県朝霞市大字上内間木700番7 <関連事業所> 生コン部	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2230*	2004/10/22	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/10/21	泉谷電気工事(株)	大阪府泉大津市北豊中町2丁目3番1号 <関連事業所> 本社、和泉支店	電気通信設備工事の設計及び施工
RQ2231*	1999/11/1	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/10/22	株東畑建築事務所	大阪府大阪市中央区高麗橋二丁目6番10号 <関連事業所> 本社、大阪事務所、広島支所、東京事務所、東北支所、横浜支所、名古屋事務所、北九州事務所、北九州支所	建築物の設計及び工事監理

*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。

あとがき

本州と北海道を結ぶ青函トンネル内の海底駅「竜飛海底駅」が北海道新幹線の工事に伴い11月10日に使用休止になりました。すでに休止中となっている北海道側の「吉岡海底駅」とともに、日本国内の海底トンネル内すべての駅が来春に姿を消すことになり、残念に思います。

両駅は、災害時の避難用に1988年の青函トンネル開通に合わせ、世界初の海底駅として開業しました。工事着工から24年の歳月をかけて作られた、青函トンネルの施工当時のリアルな写真が掲載されており、観光客の見学コースとしても利用され好評だったそうです。

北海道新幹線が開通すると、今後は「世界初の海底駅」が「世界最長の53.85キロメートルの海底トンネル」に生まれ変わります。また世界一の鉄道技術（新幹線）で本州と北海道との距離が短縮され、今まで以上に利用が増えることでしょう。

高校の修学旅行で開業したばかりの北斗星に乗り、青函トンネルを通過し北海道に着いた時、高校生ながら長いトンネルに感動したことが最近の出来事のように思い出されます。

(齋藤)

編集たより

西日本試験所の新構造試験棟・新材料試験棟が稼働を開始しました。西日本試験所では、昭和49年の開設以来、初となる大規模な施設整備となりました。これにより、防耐火試験設備、構造物試験設備、耐久性試験設備を有する西日本地域最大規模の第三者試験所になるとともに、南海トラフ巨大地震対策などの国土強靱化にかかわる試験や建物の長期利用、木材の利用促進などの地球温暖化防止にかかわる試験の要請に応じていく体制が強化されました。2014年1月号では特集を組み、今回導入された新設備の仕様や実施可能な試験などについて紹介します。

さて、今月号の寄稿では、(株)竹中工務店技術研究所の大橋宏和様に“耐火集成木材「燃エンウッド®」の開発と適用」と題して、昨今注目を集める大規模木造建築物を実現するための要素技術の開発過程や実際の適用事例について、詳細にご紹介いただきました。なお、本要素技術に関しては、当センターも一部の防耐火試験を担当させていただきました。このように、さまざまな分野で住生活を取り巻く環境の変化を見据え、新たな試みや開発研究が進められています。当センターも社会の要請に適切に対応していくためにも、引き続き試験設備の拡充、技術レベルの向上に取り組んでまいります。

(室星)

建材試験情報

12

2013 VOL.49

建材試験情報 12月号
平成25年12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)
新井政満(同・製品認証本部上席主幹)
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)
霧岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

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

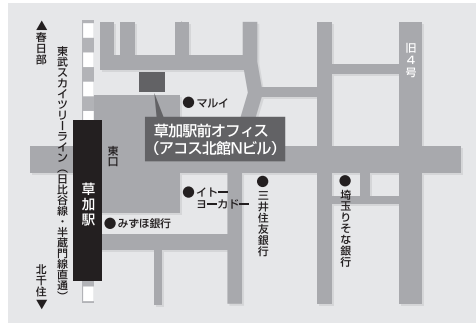
●性能評価本部 (6階)

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)



最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

●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)



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

●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)



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郷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

●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)



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

●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

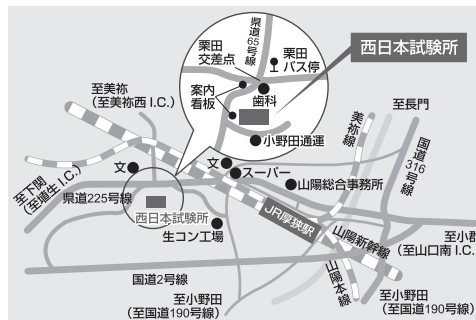
TEL.0836-72-1223(代) FAX.0836-72-1960

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

- ・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

