

建材試験 情報^{vol.} 52

2016

9

JTCCM
JOURNAL

巻頭言

知財四題

寄稿

ジオポリマーおよびその建材分野における実用化に向けて
その1 硬化機構および反応生成物

技術レポート

自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究

Environment

Testing

Life



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center For Construction Materials

I n d e x

p1

巻頭言

知財四題

／(一社)日本建材・住宅設備産業協会 専務理事 奥田 慶一郎

p2

寄稿

ジオポリマーおよびその建材分野における実用化に向けて
その1 硬化機構および反応生成物

／山口大学大学院 准教授 李 柱国

p8

技術レポート

自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究

／中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 松本 知大

p12

試験報告

軽量シャッター（手動式）の開閉繰返し試験

／中央試験所 材料グループ 主幹 渡辺 一

p14

基礎講座

木材と建築

第3回 木造軸組耐力壁の試験・評価方法

／中央試験所 構造グループ 統括リーダー代理 上山 耕平

p18

規格基準紹介

JIS A 5706（硬質塩化ビニル雨どい）の改正について

／経営企画部 調査研究課 村井 陸

p20

連載

建築に学ぶ先人の知恵

世界の伝統的建築構法

第6回 清らかなモダニズム建築 吉田鉄郎が目指したもの

／芝浦工業大学 教授 南 一誠

p26

試験室紹介

船橋試験室

／工事材料試験所 船橋試験室 主任 成毛 勝

p28

業務報告

「コンクリートテクノプラザ2016」の出展報告

／経営企画部 企画課 課長代理 伊藤 嘉則

p30

建材試験センターニュース

p34

あとがき・編集たより

巻頭言

知財四題



一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会
専務理事 奥田 慶一郎

米国では発明は著作権と同じく基本的人権である。著作者や発明者が保有する排他的な権利であるが、いつまでも独占されたのでは学問や芸術が進歩しないので、合衆国憲法は一定期間が経過したらその権利を制限する権限を連邦議会に与えている。

欧州や日本では教育を受ける権利の方が優先される。学ぶとは真似ること、Learnとは先人が残した道をたどってその技術を身につけること、他人のよいところを真似して盗むことは人間が持って生まれた権利である。しかしながら、何でもかんでも盗まれ放題では産業も経済も進歩しないので、特許という制度を設けて、一定の期間は勝手に模倣ができないよう制限している。

所変われば品変わる。管理の仕方も変わる。ドイツにいたとき日米独の合弁企業の知財部長の話聞く機会があった。ドイツ本社では素材開発が主軸であり知財は研究所が管理、他方、デザインが主軸の日本の会社では開発部が、また、全てを外注している米国の会社では法務部が知財を管理していた。ドイツの研究所と日本のデザインセンター、そして米国の法務部に橋を渡して知財を相互活用させるのが部長のミッションとのことだったが、同じ国内、同じ会社の中でさえ、しばしば言葉が通じないこれら三つの部門に、他所の国、他所の会社との国際協調を求めることは、かなり難儀な仕事と見受けられた。

管理が難しければ、いっそ標準にしまえばよい。秦の始皇帝は車軌を統一した。当時の車は道路にできた轍を走っていた。車軸の幅をそろえれば轍の幅が揃う、即ち、全国の道路の規格を統一することになるわけだが、これには二つの効果がある。ひとつは物流の促進による経済の活性化である。同じ規格の車で全国どこにでも物を運べるようになる。そしてもうひとつは諸侯の軍備の陳腐化である。古い規格の車では規格が統一された後の道路を進軍できない。逆に秦の軍隊は全国どこにでも支障なく進軍できる。市場経済と安全保障を同時に手に入れるための標準化である。

さて、我々はいま、どのあたりにいるのだろうか。

ジオポリマーおよびその建材分野における実用化に向けて その1 硬化機構および反応生成物



山口大学大学院
准教授 李 柱国

1. はじめに

コンクリートは、主要な建設材料として、人間がより豊かな生活を送るのに必要不可欠な材料である。世界のコンクリートの生産量は、1990年の11.5億トンから2009年の28.0億トンへと2倍以上となっている¹⁾。

セメントはコンクリートの製造に必要な不可欠な原材料であるが、その生産過程では石灰石の化学分解とエネルギーの消費によって、CO₂が大量に排出される。日本の場合、ポルトランドセメント(OPC)のCO₂排出原単位は約0.755トンで、セメント産業のCO₂排出量は、全国の総排出量の約4%を占めている(2008年度)²⁾。現在、セメント製造の原料のうち粘土は石炭灰や都市ごみ焼却灰などに代替されているが、石灰石はいまだ使われている。このため、いくら省エネルギーの措置をとっても、CO₂排出量を最大4割程度しか減らせない。石灰石の採掘は、山と森林を破壊して生態系の問題をもたらしている(図1を参照)。したがって、新たなバインダー(binder)の開発が望まれている。

一方、金属イオンを溶出する能力に優れるアルミノシリケート材料(aluminosilicate mineral, 活性フィラーと略称)は、アルカリ溶液の刺激で非晶質の縮重合体を生じて硬化する。このような縮重合化(polycondensation)による硬化体は、ジオポリマー(geopolymer, GP)と呼ばれる。このようなポリマーを製造するのに、最初は鉱物材料(カオリンの焼物)が用いられ、これが“ジオポリマー”という名称の由来にもなっている。セメントを使わず、廃棄物や副産物を主原料とするジオポリマーのCO₂排出量は、セメント硬化体より少な



図1 石灰石の採掘鉱区の例

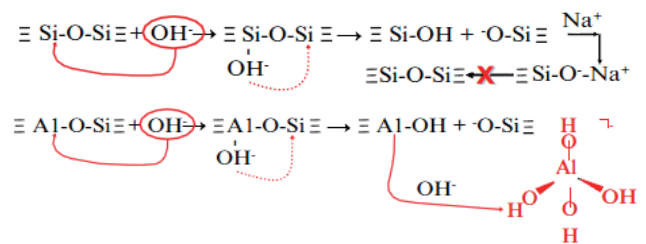
い³⁾。Davidovits⁴⁾は、1979年にジオポリマーの名称を初めて使って1984年に製法の特許を公開して以来、GPは注目されており、その研究が国内外で活発化しており、コンクリートの新たなバインダーとしてその実用化が期待されている。

本稿(その1)では、ジオポリマーの硬化機構、生成物およびその構造を述べ、高炉スラグ微粉末のアルカリ刺激反応生成物との違いを考察する。

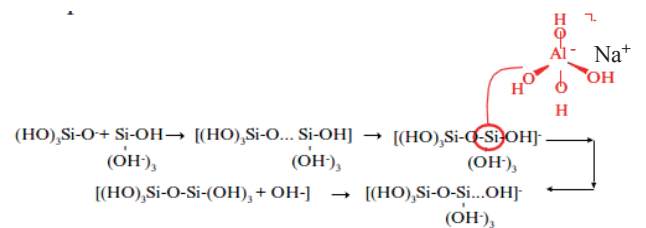
2. 縮重合反応 (Geopolymerization)

GPの硬化原理は、縮重合反応と一般に考えられている。筆者は、海外の研究成果を整理し、ここにGPの硬化機構の説明を試みる。

図2に示すように、縮重合反応の第1段階では、アルカリ溶液のOH⁻は、活性フィラーの(Si-O-Si)と(Si-O-Al)ボンド(bond)を破壊して、(-Si-OH)、(-Al-OH)および(-Si-O⁻)が生じる。金属イオンNa⁺やK⁺などは、(-Si-O⁻)の負電荷と平衡して(-Si-O⁻-Na⁺)となり、(-Si-O⁻)から(Si-O-Si)と(Si-O-Al)への復帰を阻止する⁵⁾。



(a)第1段階: Si⁴⁺, Al³⁺の溶出と単量体の形成



(b)第2段階: 単量体の結合

図2 縮重合反応⁵⁾

第2段階では、OH⁻の作用によって縮重合反応が始まり、二つのSi(OH)₄四面体(単量体, monomer)が共通の酸素原子で連結されて脱水しながら、(HO)₃-Si-O-Si-(OH)₃というSi-O(H)二量体(dimmer)になる。Si-O(H)二量体はさらに各方向に発展してポリマー(多量体)になる。Al(OH)₄四面体も縮重合反応に参加してSi-O(H)多量体中の一部のO-Si-(OH)₃四面体を図2に示すように置換して、(HO)₃-Si-O-Si-(OH)₃は(HO)₃-Si-O-Al-(OH)₃になる。

多量体の拡大、即ち縮重合反応程度の増加に伴って、Si(OH)₄とAl(OH)₄四面体は、水素原子Hが次々に脱落する。最後に、図3に示すように、SiO₄四面体とAlO₄四面体になる^{5), 6), 7)}。したがって、縮重合反応は脱水反応である。その水は、ポリマーの細孔に存在するか、または外に排出する。また、Al(OH)₄やAlO₄四面体におけるAl原子の4配位で負電荷が生じるため、金属イオンNa⁺やK⁺などはAl原子と結合して正負の電荷平衡をとる(図4を参照)⁶⁾。このため、GPは重金属および放射性物質を固定できる機能を有すると考えられる⁸⁾。

GPの生成条件によって、SiO₄とAlO₄四面体の個数比(Si:Al原子数比)は異なる(図4を参照)。GPの性能は、Si:Al原子数比に依存し、Si:Al=2のGPはバインダーに適する⁶⁾。

縮重合反応の生成物は、無定形質のアルミノシリケート(amorphous aluminosilicate)であり、N-A-S-Hゲル(N:Na⁺, A:Al, S:Si, H:OH)と略記し、その分子式は次のように表される^{9), 10)}。



ここに、Mは金属イオンK⁺, Na⁺などの記号、nは縮重合の程度を示すもの、zはSiとAlの原子数比(=1, 2, 3, ...)である。

メタンカオリン(MK)やFAを用いた場合には、非晶質のN-A-S-Hゲルが主に生成する^{11), 13), 14)}。N-A-S-HゲルのSi/AlとNa/Alの原子数比は、NaOHのみを使う場合には、それぞれ1.6~1.8と0.46~0.68であることにに対して、水ガラスも使う場合には2.7と1.5となる¹⁵⁾。

N-A-S-Hゲルの一例として、フライアッシュ(FA)を活性フィラーとしたGPのN-A-S-Hゲルを図5に示す。GPは、図3に示すように、SiO₄とAlO₄四面体を酸素原子Oで連結する3次元構造をもつ^{9), 16)}。この3次元構造は、ゼオライトの構造と似ている。

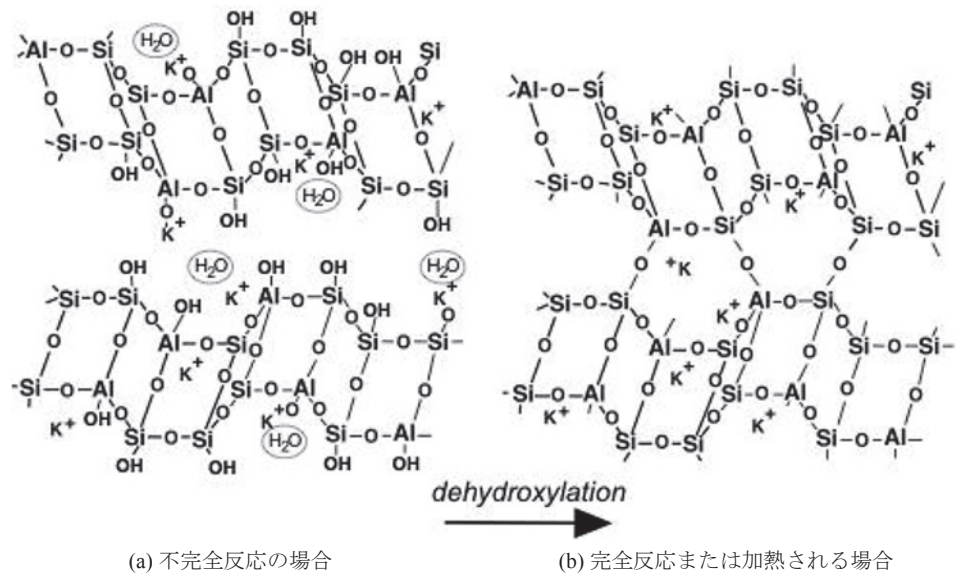


図3 ジオポリマーの構造モデル¹²⁾

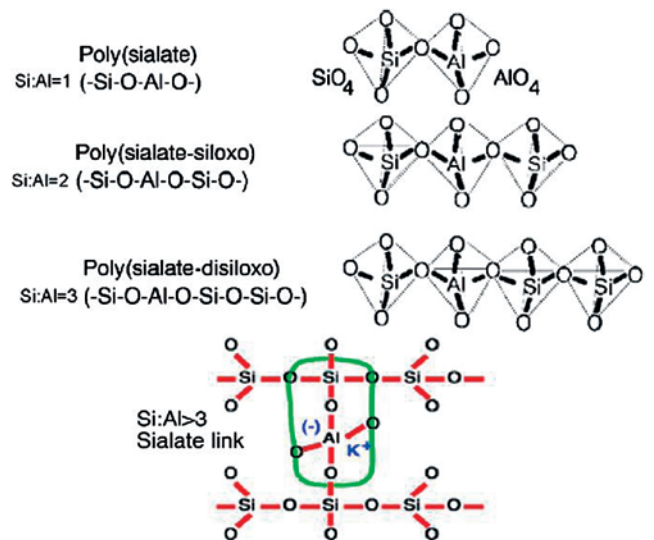


図4 SiO₄四面体とAlO₄四面体の縮重合反応¹⁰⁾

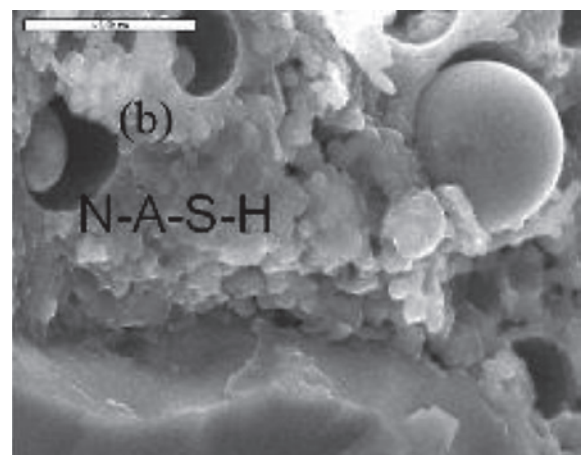


図5 フライアッシュジオポリマー中のN-A-S-Hゲル⁵⁾

3. 高Ca²⁺含有量の活性フィラーの反応生成物

3.1 高炉スラグを用いた場合の生成物

Ca含有量が多い高炉スラグ微粉末 (BFS) を単独使用する場合に、C-S-Hゲルが主に生成する^{17), 18)}。この種類のC-S-Hゲルは、Na⁺を含有する低結晶性の珪酸カルシウム水和物 (low or semi-crystalline calcium silicate hydrate) である。OPCの水和生成物C-S-Hゲル (Ca/Si比: 1.5 ~ 2.2) に比べ、Ca/Si比が小さく (0.8 ~ 1.2)、Alの含有量が大きいため、C-A-S-Hゲルと呼ばれる^{5), 19)}。次にC-A-S-Hゲルの構造を説明する。

OPCの水和生成物C-S-Hゲルは、SiO₄四面体からなる2つのシリケートアニオン線形鎖 (2重鎖と呼ばれる) がCa-O層の両側において、Ca-O層でパッキングされた1次元の構造となる (SiO₄四面体とCa(OH)₂は酸素原子Oを共有してSi-O-Ca-OHバンドになる)。つまり、トバモライト (tobermorite) 構造である²⁰⁾。線形鎖に3つのSiO₄四面体があり、そのうち2つは、酸素原子を介してCa-O層とリンクし、

3番目のSiO₄四面体が架橋四面体として他の2つの四面体を連結する⁵⁾。

一方、BFSは強アルカリ剤と混合されると、Al³⁺はBFSから溶出して、AlO₄四面体は縮重合反応に参加する¹⁹⁾。図6に示すように、NaOHを使う場合、AlO₄四面体はC-S-Hゲルの架橋SiO₄四面体を代替する⁵⁾。この代替はC-S-HゲルはC-A-S-Hゲルになり、線形鎖が長くなるが、依然として1次元の構造 (no-cross-linked tobermorite-based structure) である。しかし、水ガラスをアルカリ溶液として使う場合、AlO₄四面体の介在で近隣の線形鎖は連結され、2次元の層状C-A-S-Hゲルが局所に形成される (cross-linked tobermorite-based structure)⁵⁾。

Myersら²¹⁾は、BFSとアルカリ刺激剤の硬化体の構造モデルがCross-linked四面体とNo-cross-linked四面体の混合構造であると提案している。また、7日と28日材齢のC-A-S-HゲルにQ⁴ (網目状: 立体結合手, 四方向への結合) を発見できず、56日材齢にQ⁴ (4Al) とQ⁴ (3Al) をそれぞれ2個と1個を検出したと報告している²¹⁾。

Puertasら¹⁹⁾も、C-A-S-Hゲルの線形鎖はC-S-Hゲルよ

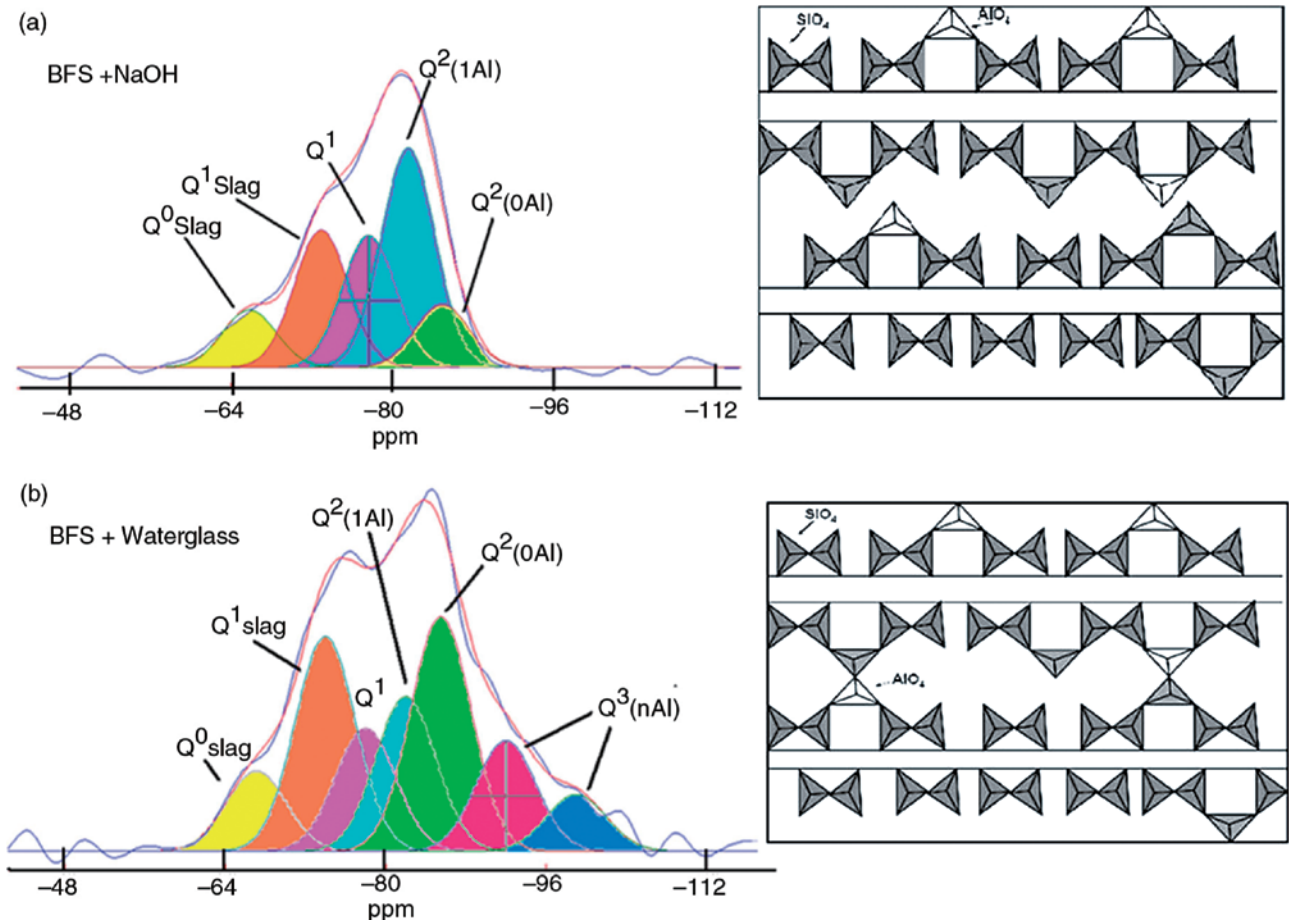


図6 アルカリ溶液の刺激によるBFSの反応生成物の構造 (上-アルカリ溶液-NaOH, No-cross-linked, 下-アルカリ溶液-水ガラス, Cross-linked)⁵⁾

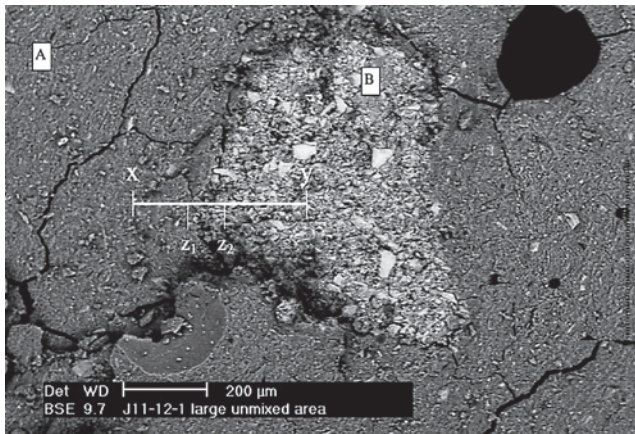


図7 MK と BFS を併用した GP の生成物 (A 区域: N-A-S-H ゲル, B 区域: C-A-S-H ゲル, $z_1 \sim z_2$: 遷移帯)²⁴⁾

り長いと報告した上で、増長の理由として、C-A-S-Hゲルの Ca/Si比がC-S-Hゲルより小さく、Alの含有量が多いためであると指摘している。線形鎖の平均長さは、C-S-Hゲルの場合には3～5個のSiO₄四面体モノマーであることに対して、NaOHを使って生成したC-A-S-Hゲルの場合には9個の四面体モノマーとなり、水ガラスを使う場合には約11個となる。したがって、アルカリ刺激によるBFSの反応生成物の縮重合度はBFSの水和反応の場合より高い。

3. 2 BFSとFAやMKを用いた場合の生成物

BFSとMKやFAを併用する場合は、N-A-S-HとC-A-S-Hゲルは硬化体に共存する^{12), 22), 23), 24)}。OPCの水和生成物C-S-Hゲルに比べ、この場合に生成したC-A-S-HゲルもCa/Si比が小さく、Alを多く含有する^{14), 24)}。例えば、50%BFSと50%FAを使用する場合のC-A-S-Hゲルの原子数比は、Ca/Si=0.8, Al/Ca=0.6, Si/Al=2～3である¹⁴⁾。

Yipら²⁴⁾は、BFSとMKを併用する場合にN-A-S-HとC-A-S-Hゲルがそれぞれ独自に生成すると指摘している(図7を参照)。また、BFSから溶出してくるCa²⁺は、C-A-S-Hゲルの生成に寄与するが、Na⁺のようにAl³⁺の電荷平衡に参加せず、N-A-S-Hゲルに含まれない。なお、C-A-S-Hゲル区域にあるNa⁺は、アルカリ刺激剤に由来すると主張している。

文献²⁵⁾と²⁶⁾は、アルカリ溶液の刺激下で生成したC-(A)-S-Hゲルの構造を示している。図8に示すように、C-S-Hゲルは、SiO₄四面体のシリケートアニオン2重鎖がCa-O層によってパッキングされた構造となる。SiO₄四面体の2重鎖中の架橋SiO₄四面体がAlO₄四面体に代替されると、C-A-S-Hゲルになる。Puertasら¹⁴⁾は、Na⁺が電荷平衡のためにC-A-S-Hゲルに存在すると指摘している。Palomoら⁵⁾によって、図6に示すように、SiO₄四面体の線形鎖(linear chain)とCa(OH)₂層の結合物であるC-S-Hは1次元構造

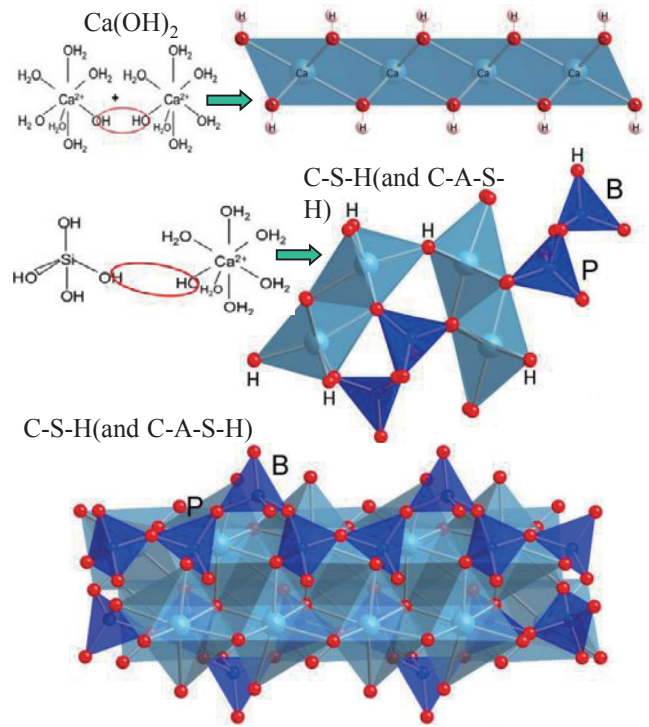


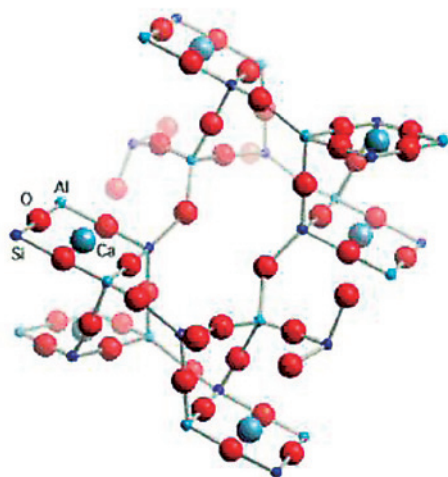
図8 C-(A)-S-Hゲルの生成と構造^{25), 26)}

であるが、AlO₄四面体が組みこまれると、図6(b)に示すように2重鎖とCa-O層からなる1次元の構造を連結して2次元構造になる。

一方、Deventerら¹⁷⁾は、BFSとFAを併用した場合、Ca²⁺の存在がN-A-S-Hゲルの生成を抑え、N-A-S-HとC-A-S-Hゲルがそれぞれ単独に存在せず、二者の混合体(新型ゲル)で硬化体に存在すると指摘し、この新型ゲルをC-(N)-A-S-Hと記している。しかし、C-(N)-A-S-Hの構造が提示されていない。文献²⁷⁾は、Ca²⁺が含まれるN-A-S-Hゲルの構造を与えている。図9に示すように、Ca²⁺はSiO₄やAlO₄四面体の二つの酸素原子Oを連結して、Si-O-Ca-O-Si(or Al)バンドをもつ構造になっている。

Palomoら⁵⁾は、1次元のC-S-Hゲルと3次元のN-A-S-Hゲルが最初にそれぞれに生じるが、AlO₄四面体がN-A-S-HゲルからC-S-Hゲルに移動して、2種類のゲルは最終的に2次元のC-A-S-Hゲルになると指摘している。C-A-S-Hゲルになるのに、1年以上の時間がかかり、Ca²⁺イオンの濃度が適切であり、かつ、硬化体中の液相が高いpHを有する必要がある。

Macpheeら²⁵⁾も、Ca²⁺がある場合の3次元N-A-S-Hゲルの安定性はCa²⁺量および液相のpHに依存し、Ca²⁺量が多く、かつ液相のpHが12以上であれば、C-A-S-Hゲルが主に生成すると報告している。



Calcium-Poly(disialate)
Anorthite framework Ca-PS

図9 Ca²⁺を有するN-A-S-Hの構造²⁷⁾

4. アルカリ刺激セメントとの関係およびジオポリマー概念の適用範囲

アルカリ刺激セメント (alkali-activated cement, AAC) は、20世紀40年代に開始したものであり、石灰、ポルトランドセメントの次に第3代のセメントと言われている²⁸⁾。AACの早期の研究では、主にBFSとアルカリ刺激剤を用いたものである。Davidovitsは、1979年に“ジオポリマー”という名称を初めて使った。

BFSとセメントやCa(OH)₂を混合すると、C-S-Hゲルが生じると一般に知られている。また、MKは、最初のGP活性フィラーとして使ったが、Ca(OH)₂と混合する場合にはアルカリ性が低く、主な生成物はC-S-Hゲルである。アルカリ溶液のモル濃度を5Mから10Mに上げると、N-A-S-Hゲルは主に生成する²⁴⁾。したがって、使用したアルカリ剤によって、反応の生成物は異なる。Palomoは、AACを2種類に区分して、それぞれCa + Si系とSi + Al系である²⁸⁾。前者は、BFSを用いたもの (アルカリ刺激スラグ, alkali-activated slag, AAS) が代表であり、後者はMKやFAなどを用いた (geopolymer, GP) である。つまり、GPをアルカリ刺激セメントの一種としている。

アルカリ刺激によるBFSの生成物であるC-A-S-Hゲルは、葉状の半結晶水和物 (leaf-like semi-crystalline hydrate) で、その構造はアルカリ溶液の種類によって異なる²⁹⁾。NaOHを使う場合、Q¹ (端鎖: 連鎖状結合手の端) とQ² (鎖中: 連鎖状結合手の中間部) があるが、Q³ (分岐鎖: 平面状結合手の分岐箇所) がないNo-cross-linked構造 (1次元) である。ただし、水ガラスを使う場合は、Q³を有するCross-linked構造 (2次元) となる。つまり、C-A-S-Hゲルは、単量体の縮重

合度が低く、基本的に3次元の構造ではないと思われる。しかし、MKやFAの生成物は、縮重合度が高い多量体であり、Q⁴ (網目状) を有する3次元の非晶質N-A-S-Hゲルである。

即ち、ジオポリマーの最も重要な特徴は、1) 構成物質が無定形や非晶質N-A-S-Hゲルであり、2) SiO₄四面体とAlO₄四面体の高度縮重合による3次元のネットワーク構造をもつことである。この非晶質特性によって、ジオポリマーは、OPCの硬化体に比べて耐酸性と耐火性が優れている。

なお、現在二つの問題がある。その一つとして、海外ではCa + Si系AASと区別してジオポリマーをAACの2種目としている傾向がある。しかし、国内ではジオポリマーという概念の適用範囲はまだ明確されていない。AASとGPを区別する必要があるかどうかについて検討すべきである。

二つ目は、BFSとFAや他のフィラーを併用して得られる硬化体は、Si + Al系GPとCa + Si系AASのどちらに分類するかについてはまだ不明確である。Davidovitsは、BFSとMKを併用するものをGPに帰している³⁰⁾。これは、DavidovitsはBFSとMKの硬化体が(N, C)-A-S-Hゲルであり、図9に示す構造をもつと考えているためであろうと思われる。しかし、BFSの混合率が高く、生成物が主にC-A-S-Hゲルである場合は、硬化体をGPと呼べるかに疑問の余地がある。

上記の問題について、筆者の私見として、GPは、アルカリ刺激で硬化したものであるため、AACの一種に位置づけ、Ca + Si系AASと区別すべきである。区別しないと、GPの性質や特徴を統一的に論述し難くなる。

また、BFSとFAや他のフィラーを併用しても、硬化体が主に無定形ゲルで構成され、3次元の構造を有していれば、ジオポリマーと称してもよい。しかし、硬化体の成分と構造の判別は容易ではない。学協会は、ジオポリマーに成り立つためのBFSの混合率、または原料のCa/Si比などの限界を明確すれば良いと思われる。開発者は、成分・構造分析の結果を基に、開発した硬化体をGPとAASのどちらに主張しても良い。

Criadoら³¹⁾は、BFSとFAを併用する場合に、BFSの混合率が60%以上であれば、主にC-A-S-Hゲル、40%以下であれば、主にN-A-S-Hゲルが生成したと報告している。

5. おわりに

本稿(その1)では、ジオポリマー (GP) の硬化機構および生成物を既往の研究成果を整理して紹介した。また、ジオポリマーと、Ca含有量が多い高炉スラグのアルカリ刺激による生成物との違いを考察した。

GPは、アルカリ剤の刺激でアルミナシリケート材料から

溶出したSiO₄とAlO₄四面体の縮重合によって生成した、3次元構造をもつ非晶質材料である。廃棄物や産業副産物を主原料とするGPは、循環型社会の構築に貢献できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) <http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/5590.html>
- 2) <http://www.jcassoc.or.jp/cement/ljpn/jg1.html>
- 3) L. K. Turner, and F. G. Collins: Carbon dioxide equivalent (CO₂-e) emissions: A comparison between geopolymer and OPC cement concrete, *Construction and Building Materials*, Vol.43, pp.125-130, 2013
- 4) J. Davidovits: Synthetic mineral polymer compound of the silicoaluminates family and preparation progress, US Patent No.4472199, 1984.9.18
- 5) A. Palomo, et al.: A review on alkaline activation: new analytical perspectives, *Material and Construction*, Vol.64, No.315, 2014.9
- 6) M. M. A. Abdullah, et al.: Mechanism and chemical reaction of fly ash geopolymer cement-A review, *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, Vol. 6, No.1, pp. 35-44, 2011
- 7) 池田攻: ジオポリマー/バインダーによる鉱物質粉体の常温固化と材料化, 資源と素材, Vol.114, pp.497-500, 1998.
- 8) E. Hermann, et al.: Solidification of various radioactive residues by geopolymer with special emphasis on long-term-stability, *Proc. of 2nd International Conference on Geopolymer '99*, pp.1-15, 1999
- 9) J. Davidovits, Properties of GP cements, *Pro. of 1st Conf. on Alkaline Cem. & Conc.* (Ukraine), pp.131-149, 1994
- 10) J. Davidovits: Geopolymer chemistry and sustainable development, the poly (sialate) terminology: a very useful and simple model for the promotion and understanding of green-chemistry, *Proc. of the World Congress Geopolymer* (France), Vol.1, pp. 9-15, 2005
- 11) A. Palomo, M.W. Grutzeck, M.T. Blanco: Alkali-activated fly ashes: A cement for the future, *Cement and Concrete Research*, Vol.29, pp.1323-1329, 1999
- 12) <https://en.wikipedia.org/wiki/Geopolymer>
- 13) F. ŠKVARA: Alkali activated materials or geopolymers?, *Ceramics - Silikáty*, Vol.51, No.3, pp. 173-177, 2007
- 14) F. Puertas, et al.: Mineralogical and microstructural characterization of alkali-activated fly ash/slag pastes, *Cement & Concrete Composites*, Vol. 25, pp.287-292, 2003
- 15) A. Fernández-Jiménez, and A. Palomo: Composition and microstructure of alkali activated fly ash binder: Effect of the activator, *Cement and Concrete Research*, Vol.35, pp.1984-1992, 2005
- 16) V. F.F. Barbosa: Synthesis and characterisation of materials based on inorganic polymers of alumina and silica: Sodium polysialate polymers, *International Journal of Inorganic Materials*, Vol. 2, pp.309-317, 2000
- 17) J. S. J. Deventer, et al.: Microstructure and durability of alkali-activated materials as key parameters for standardization, *Journal of Sustainable Cement-Based materials*, Vol.4, No.2, pp.116-128, 2014
- 18) H. T. Türker, et al., Microstructural alteration of alkali activated slag mortars depend on exposed high temperature level, *Construction and Building Materials*, Vol.104, pp.169-180, 2016
- 19) F. Puertas, et al.: A model for the C-A-S-H gel formed in alkali-activated slag cements, *Journal of the European Ceramic Society*, Vol. 31, pp. 2043-2056, 2011
- 20) 松下文明ほか: 水蒸気吸着等温線による珪酸カルシウム水和物の細孔構造解析, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.599-604, 2006
- 21) R. J. Myers, et al.: Generalized structural description of calcium - sodium aluminosilicate hydrate gels: the cross-linked substituted tobermorite model, *Langmuir*, American Chemical Society, Vol. 29, pp. 5294-5306, 2013
- 22) M. Chi, Y. Liu, and R. Huang: Mechanical and microstructural characterization of alkali-activated materials based on fly ash and slag, *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 7, No. 1, pp. 59-64, 2015.2
- 23) M. C. Bignozzi, et al.: Mix-design and characterization of alkali activated materials based on metakaolin and ladle slag, *Applied Clay Science*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2012.09.015>, 2012
- 24) C. K. Yip, and J. S. J. Van Deventer: Microanalysis of calcium silicate hydrate gel formed within a geopolymeric binder, *Journal of Materials Science*, Vol.38, pp.3851-3960, 2003
- 25) D. Macphee, and I. Garcia-Lodeiro: Activation of aluminosilicates - some chemical considerations, *Proc. of 2nd International Slag Valorisation Symposium* (Belgium), pp.51-61, 2011.4
- 26) I.G. Richardson : Tobermorite/jennite- and tobermorite/calcium hydroxide-based models for the structure of C-S-H: applicability to hardened pastes of tricalcium silicate, β-dicalcium silicate, Portland cement, and blends of Portland cement with blast-furnace slag, metakaolin, or silica fume, *Cement and Concrete Research*, Vol.34, pp.1733 - 1777, 2004
- 27) <https://www.geopolymer.org/science/examples-geopolymer-frameworks/>
- 28) C. Li, H. Sun, and L. Li: A review: The comparison between alkali-activated slag (Si+Ca) and metakaolin (Si+Al) cements, *Cement and Concrete Research*, Vol. 40, pp.1341-1349, 2010
- 29) A. Fernández-Jiménez, et al.: Structure of calcium silicate hydrate formed in alkaline activated slag. Influence of the type of alkaline activator, *Journal of the American Ceramic Society*, Vol.86, No.8, pp.1389-1394, 2003
- 30) J. Davidovits: A review on GP cement, *Geopolymer Institute* (<http://www.geopolymer.org/>), pp.1-10, 2003.1.
- 31) M. Criado, W. Aperador, and I. Sobrados: Microstructural and mechanical properties of alkali activated colombian raw materials, *Materials*, Vol. 9, No. 158, 2016

プロフィール

李 柱国 (リ・ヅウグオ)

山口大学大学院 准教授 博士 (工学)

専門分野: 建築材料学, コンクリート工学

最近の研究テーマ:

①フレッシュコンクリートのレオロジー, 性能評価試験および数値解析による施工性設計法, ②火災で損傷したコンクリートの性能回復挙動と補修・補強技術, ③コンクリートの環境配慮型設計・製造技術 (環境影響評価方法と評価支援ツール, ジオポリマーコンクリートの性能解明と実用化技術および気泡コンクリートによるCO₂の固定技術) など。

自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究

松本 知大

1. はじめに

平成25年10月に起きた福岡の診療所火災では、死者10名、負傷者5名といった人的被害が発生した。多数の被害者が出た理由は、通報が遅れたこと、施設内の防火扉が適切に作動しなかったこと、要介護認定者を含む入院患者に対して、施設職員の人数が極めて少なく、初期消火をはじめ避難誘導が適切に実施されなかったためとされている。通常、火災が発生した場合には、消防への通報及び初期消火を行う一方で、火災が発生した建物から外部へ避難することが要求されている。しかし、要介護認定者等を含む自力避難困難者が居る診療所及び特別養護老人ホーム等では、すべての人を避難させるには多大な時間を要することが考えられ、対策が必要である。

そこで、本報は、特別養護老人ホーム等の施設で火災が発生した場合に自力避難困難者が消防隊到着までの間、火災室から離れた居室（以下、一時退避場所と称す）に一時避難することで、安全性を図ることができるかを検討したものである。今回は、その研究において実施した一時退避場所と廊下間に設置される扉の気密性試験を主に報告する。なお、本報は、日本火災学会研究発表会（2016年5月16、17日、於 シティーホールプラザ アオーレ長岡）にて発表した内容に加筆、修正したものである。

2. 研究の概要

一時退避場所の安全性を考えれば、火災時に発生する煙及び有害ガスを極力この一時退避場所に流入させないことが必要である。煙及び有害ガスの流入経路は、火災室から廊下へと流れ、一時退避場所の出入口に設けられた扉を通過し入るものと考えられるため、この扉の気密性が安全性を左右するといえる。そこで、特別養護老人ホーム等で一般的に使用されている扉を選定し気密性試験を実施することで、現在使用されている扉の性能を明らかにし、その結果を用いた煙流動シミュレーションを通して安全性の検討を行った。

3. 試験体

特別養護老人ホーム等では、スライド式で、開閉が容易な鋼製吊戸が広く使用されている。そこで、今回の気密性試験では、開口寸法0.85m×1.90mの鋼製吊戸を採用した（図1参照）。この鋼製吊戸は、通常、気密性を必要とすることが少ないため、枠と扉の間に気密材は設置されていない。本試験では、この気密材が設置されていない仕様を標準仕様と定めた。

一方、先に述べたように、一時退避場所の安全性を考えれば煙や有害ガスの流入は少ない方が良く、そのためには入口扉の気密性を向上させる必要がある。そこで、標準仕様の扉に簡易的な処理を行うことで、気密性の向上が図れるかの検証を行った。この検証では、表1に示す標準仕様に気密材を追加したもの、気密材を追加した扉に表面側及び裏面側から

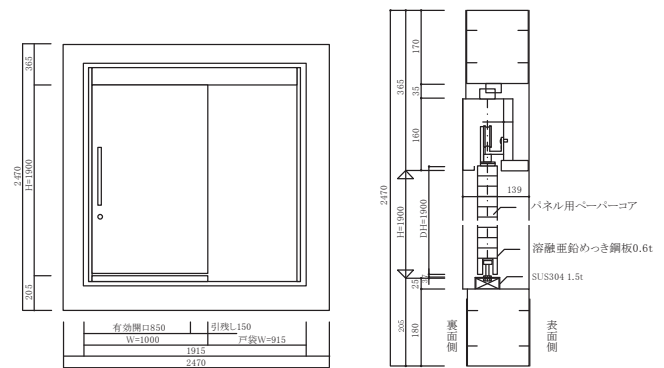


図1 鋼製吊戸（標準仕様）

表1 試験体の仕様

試験体仕様	仕様の詳細
①標準仕様	気密材等の設置なし (図1,写真1,写真2)
②気密材追加	試験体仕様①の扉と四周枠の間に 気密材を追加(写真3,写真4)
③表面側に アルミテープ	試験体仕様②に表面側アルミテープ処理 (写真5,写真6)
④裏面側に アルミテープ	試験体仕様②に裏面側アルミテープ処理 (写真7,写真8)



写真1 ①標準仕様

写真2 ①標準仕様

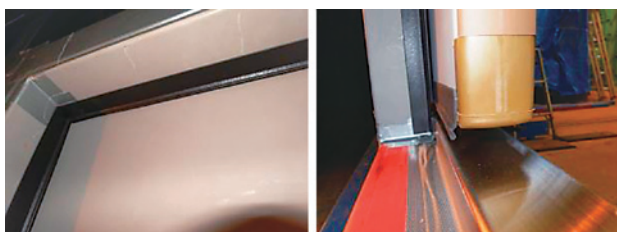


写真3 ②気密材追加仕様

写真4 ②気密材追加仕様

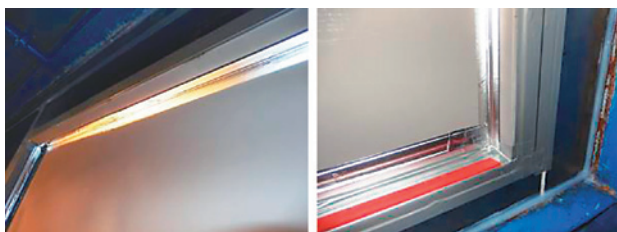


写真5 ③表面アルミテープ仕様

写真6 ③表面アルミテープ仕様



写真7 ④裏面アルミテープ仕様

写真8 ④裏面アルミテープ仕様

アルミテープで四周隙間を塞いだものによる計4仕様を取り上げた(写真1参照)。ここで、気密材を追加する仕様は、既設の扉に後から気密材を貼り付け使用することを想定している。一方、アルミテープによって隙間を塞ぐ仕様は、一時避難した際、居室内に事前に用意したアルミテープを貼ることを想定したもので、居室側が扉の表面となる場合と裏面側となる場合が考えられる。

4. 試験方法

試験の方法は、JIS A 1516「建具の気密性試験方法」に準じて行った。この試験は、動風圧試験装置と言われる空気の圧力を载荷する装置と通気量測定装置を用いて行われる。試験体前後に圧力差を設け、その際、試験体を通過する空気量(通気量)を20℃、1気圧の標準状態に換算して求める試験方法である(図2参照)。なお、通気方向は、扉表面及び裏

面側からの2方向とした。加えて、測定結果から各扉の仕様における流量係数(α)を算出した。この流量係数(α)とは、流速係数とも呼ばれ、開口面積に対して通気に用いられている面積の割合を示す係数である。一般開口では、0.6～0.7の値をとるとされている。今回の鋼製吊戸の開口面積を A とすれば、 αA は抵抗による見かけの開口の減少と解釈できる。 αA は、有効開口面積と呼ばれている。

算出方法を以下に示す。

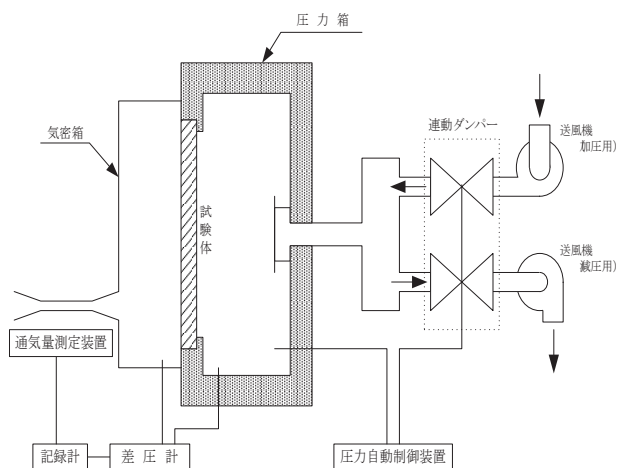


図2 動風圧試験装置

試験体前後に設けた圧力差と通気量は、一般的に(1)式で示す通気特性式によって回帰できる。また、抵抗のある開口部を通過する時の通気量は、(2)式で表すこともできる。(1)式と(2)式を連立させることで(3)式が得られ、有効開口面積(αA)が求まる。なお、この有効開口面積(αA)を鋼製吊戸の開口面積(A)で割ることで、流量係数(α)を算出した。

$$Q = a \cdot \Delta P^{1/n} \quad \dots (1)$$

Q : 通気量 (m^3/h)

a : 通気率 [$(\text{m}^3/\text{h}) / \text{Pa}^{1/n}$]

ΔP : 圧力差 (Pa)

n : 隙間特性値 (通常1～2)

$$Q = 3600 \alpha A \cdot \left(\frac{2\Delta P}{\rho}\right)^{1/2} \quad \dots (2)$$

α : 流量係数

A : 鋼製吊戸の開口面積 (m^2)

ρ : 空気密度 (kg/m^3)

$$\alpha A = \frac{1}{3600} \cdot \left(\frac{\rho}{2}\right)^{1/2} \cdot a \cdot \Delta P^{(1/n-1/2)} \quad \dots (3)$$

備考: (3)式によれば、隙間特性値 n の値が2を示さない時、有効開口面積(αA)と流量係数(α)は一定値を示さず、圧

力差によって変化する。本試験では、隙間特性値 n の値が2を示さない場合、測定の最大圧力差における流量係数(α)を結果とすることにした。

5. 試験結果

各仕様の気密性試験結果を表2及び図3～図6に示す。

図3より、標準仕様は他の仕様と比べ通気量が格段に多く、気密性能が非常に低いことが明らかとなった。また、標準仕様の流量係数(α)は、通気2方向ともに 1.2×10^{-2} であった。

一方、図4による気密材を追加した仕様では、標準状態に比べ気密性能の向上が認められ、圧力差10Pa時の通気量で比較すると、およそ1/6に減少している。なお、この気密材を追加した仕様の流量係数(α)は、表面側への通気で 0.2×10^{-2} 、裏面側への通気で 0.3×10^{-2} であった。

図5及び図6のアルミテープを貼る仕様では、気密材を設置した仕様よりも更に高い気密性能を有することが確認できた。ただし、アルミテープを貼る方向が扉の表面と裏面で異なると、気密性能に大きな差(10Pa時でおよそ20倍)が生じることがわかった。これは、枠の形状、枠と扉の位置が関係していると考えられる。表面側にアルミテープを貼る場合、枠と扉の間にテープ処理を行う事が可能で(写真5及び写真6参照)、ほぼ完全に隙間を塞ぐことができる。一方、裏面側から貼る場合は、上枠端部に生じるレール溝の隙間には深さがあり、手が入りづらく完全に塞ぐことは難しいためである(写真8参照)。なお、表面側にアルミテープを貼った場合の流量係数は両方向ともに 0.2×10^{-4} 、それに対して裏面側にアルミテープを貼った場合は 0.1×10^{-2} であった。

表2 試験結果一覧

仕様	通気方向	回帰式	流量係数(α)
①標準	表面→裏面	$Q=97.2 \times \Delta P^{1/2.0}$	1.2×10^{-2}
	裏面→表面	$Q=94.6 \times \Delta P^{1/2.0}$	1.2×10^{-2}
②気密材追加	表面側への通気	$Q=12.8 \times \Delta P^{1/1.72}$	0.2×10^{-2}
	裏面側への通気	$Q=14.6 \times \Delta P^{1/1.69}$	0.3×10^{-2}
③表面側にアルミテープ	表面側への通気	$Q=0.06 \times \Delta P^{1/1.43}$	0.2×10^{-4}
	裏面側への通気	$Q=0.14 \times \Delta P^{1/1.91}$	0.2×10^{-4}
④裏面側にアルミテープ	表面側への通気	$Q=4.71 \times \Delta P^{1/2.0}$	0.1×10^{-2}
	裏面側への通気	$Q=2.33 \times \Delta P^{1/1.43}$	0.1×10^{-2}

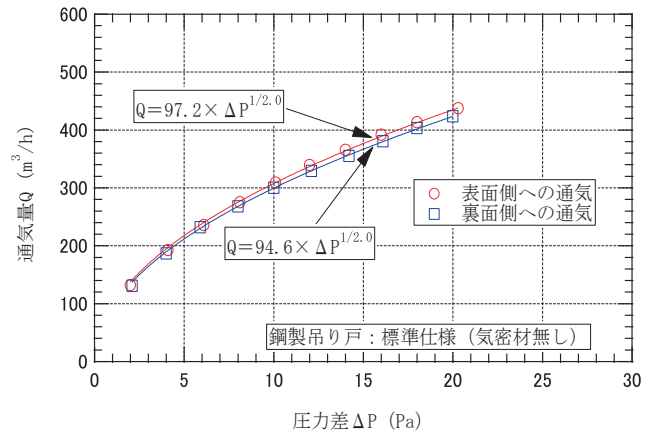


図3 圧力差と通気量の関係 (①標準仕様)

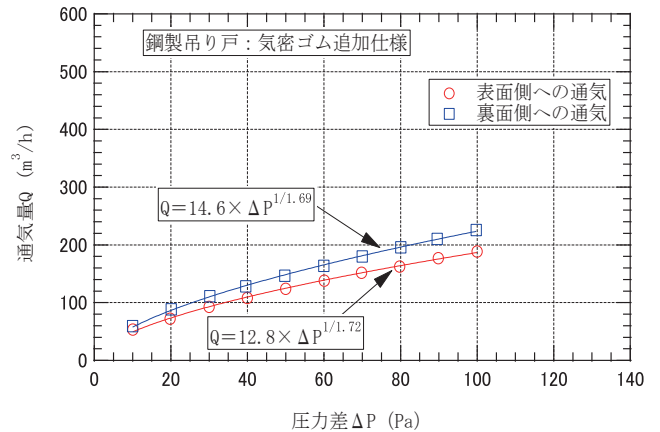


図4 圧力差と通気量の関係 (②気密材追加仕様)

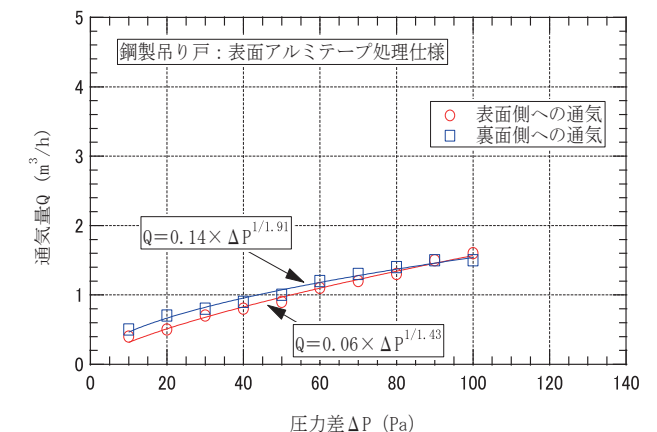


図5 圧力差と通気量の関係 (③表面アルミテープ仕様)

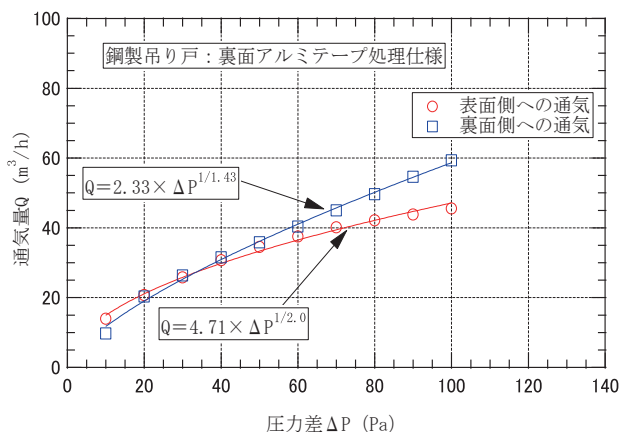


図6 圧力差と通気量の関係
(④裏面アルミテープ仕様)

6. 気密性試験のまとめ

今回、特別養護老人ホーム等で一般的に使用されている鋼製吊戸の気密性試験を実施し、性能の実態を確認した。その結果、標準仕様は気密性能が極めて低いが、この標準仕様に対して気密材やアルミテープといった簡易的な処理でも、これらを追加することで気密性能が格段に向上することがわかった。

7. 煙流動シミュレーションによる安全性の検討

気密性試験結果で得られた各仕様における流量係数 (α) を用いて、火災時の煙流動シミュレーションを行った。このシミュレーションは、日本大学工学部森山修治教授によって行われたものである。シミュレーションでは、対象を2階建てグループホームとし、BRI2002 (二層ゾーン建物内煙流動モデルと予測計算プログラム) を用いた。なお、火源強度の設定では、特定水道連結型スプリンクラー設備が設置され、作動により抑制されていることを前提としている。

その結果、標準仕様の場合、20分後における一時退避場所のCO₂濃度は3.7%、煙層高さは0.85mとなり、気密材を追加した場合は、CO₂濃度は1.5%、煙層高さは1.36mと改善が認められた。また、アルミテープ処理を行った場合は、CO₂濃度は0.6%、煙層高さは1.65mとなり、更なる改善が認められ、一時退避場所の室内環境を向上させることがシミュレーション結果で明らかとなった。

8. まとめ

本報告では、特別養護老人ホーム等で一般的に使用されている鋼製吊戸と簡易的な処理を追加した仕様についての気密性能を求め、一時退避場所の安全性をシミュレーションによって検討した。

現在、日本は高齢化社会を迎えており、特別養護老人ホーム等の介護施設の拡充が求められている。特別養護老人ホーム等では自力避難困難者がいる場合が多く、火災が発生した場合に今回検討した一時退避場所の設置を含め、有効な避難方法を検証することが重要である。

【謝辞】

本報告は、総務省消防庁によって行われた「自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究」によって行われた試験結果をまとめたものである。ご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 田中俊六, 武田仁, 足立哲夫, 土屋喬雄共著. 「最新建築環境工学」. 井上書院, 2001.10
- 2) 鈴井修一, 池田哲朗, 新田勝通. 「建築環境工学Ⅱ—熱・湿気・換気—」. 朝倉書店, 2002.2
- 3) 森山修治, 関澤愛, 千葉周平, 桂川真路, 中村真也, 小林左門, 松本知大: 自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究-その1 煙流動シミュレーション-, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.126-127,2016.5
- 4) 松本知大, 森山修治, 関澤愛, 千葉周平, 桂川真路, 中村真也, 小林左門: 自力避難困難者の一時退避場所の安全性に関する研究-その2 扉の気密性試験-, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.128-129,2016.5
- 5) 日本経済新聞2013.10.19

* 執筆者

松本 知大 (まつもと・ともひろ)
中央試験所環境グループ 統括リーダー代理
従事する主な業務:
開口部材の気密性・水密性・耐風圧性試験
など



軽量シャッター（手動式）の開閉繰返し試験

(発行番号: 第 15A3930 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	軽 量 シ ャ ッ タ ー の 性 能 試 験	
依頼者	会 社 名 : 株式会社 安中製作所 所 在 地 : 新潟県新潟市中央区女池神明2丁目10番地3	
試験項目	開閉繰返し	
試験体	名 称 : 軽量手動シャッター 開 閉 方 式 : 手動式 (スプリング式) 材 質 ¹⁾ : スラット; CGLCC-20 AZ120 (JIS G 3322), 厚さ 0.5mm 座 板; CGLCC-20 AZ120 (JIS G 3322), 厚さ 0.8mm ガイドレール; SGHC-SCX F12 (JIS G 3302), 厚さ 1.6mm 開 口 寸 法 : W1800mm × H2400mm 数 量 : 1体 備 考 : 1)は依頼者提出資料による。	
試験方法	JIS A 4704 (軽量シャッター構成部材) 11.3.2 手動式 (スプリング式) シャッターの開閉繰返し試験に従って行った。 なお、開閉繰返し回数は5000回とした。	
試験結果	開閉繰返し試験結果	JISの性能
	シャッターカーテンの開閉は、円滑に作動した。	シャッターカーテンの開閉が、円滑に作動しなければならない。
試験期間	平成28年2月15日 ~ 2月23日	
担当者	材料グループ 統括リーダー 鈴木 敏 夫 主幹 渡 辺 一 (主担当)	
試験場所	中 央 試 験 所	

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

軽量シャッターは、比較的小さな建築物および工作物の開口に設置され、主に防犯を目的としたものである。駆動方式に手動式と電動式がある。日本工業規格には、軽量シャッターの規格としてJIS A 4704（軽量シャッター構成部材）があり、2015年2月20日に改正された。規格改正の主なポイントは次の2つである。

- ① 障害物感知装置（一般型）の動作試験の圧迫荷重測定の最大値の見直し及びサンプリングタイム（1/100秒）の追加
- ② 開閉繰り返し試験が新たに追加

今回行った試験は、新たに追加された軽量シャッターの開閉繰り返し試験である。試験体は、手動式（スプリング式）の軽量シャッターで、解説写真1に示す反力フレームに設置した2本の角形鋼管（100mm×100mm、肉厚2.3mm、長さ3000mm）に組み立てたものである。試験の内容は、シャッターカーテンの全開と全閉を繰り返し行うものである。解説写真2に示すよう自動開閉装置を試験体の座板に取り付けてシャッターカーテンの開閉繰り返しを行った。自動開閉装置はエアシリンダを利用したものであり、タイマーによって開閉の切り替えを行っている。試験の回数は手動式および電動式ともに5000回である。JISの解説によると、開閉回数の基準は、1日に1回開閉したと仮定し、10年程度の開閉回数に相当することで決められた。また、参考までに類似の建材製品のドアセット（JIS A 4702）およびサッシ（JIS A 4706）の開閉回数基準を解説表1に示す。試験の評価については、開閉繰り返し5000回を行ったのち、手動操作でシャッターカーテンを開閉させ、円滑に開閉操作を行うことができるか否かで評価する（解説表1）。

今回の行った試験体は、開閉繰り返し5000回後にシャッターカーテンを手動操作で操作した結果、開閉は円滑に作動し、開閉耐久性があることが確認できた。

材料グループでは、開閉繰り返し試験の他に障害物感知装置（一般型）の動作試験の圧迫荷重測定の測定についても行っている。また、ドアセットやサッシについても開閉繰り返し試験を行っている。是非ご利用頂ければ幸いである。

解説表1 開閉回数基準の一覧

種類	開閉回数	1日当たりの想定開閉回数	相当使用年数
ドアセット (JIS A 4702)	10万回	約30回	10年
サッシ (JIS A 4706)	1万回	約3回	10年



軽量シャッターを設置するための角形鋼管

解説写真1 試験体設置用の角形鋼管



座板に自動開閉装置を固定

開閉繰り返しを行うための自動開閉装置

解説写真2 試験実施状況

（文責：中央試験所 材料グループ 主幹 渡辺 一）

木材と建築

第3回 木造軸組耐力壁の試験・評価方法

1. はじめに

木質構造は、構造耐力上主要な部分（土台・柱・梁・壁・床・など）を木質材料で構成している構造である。国土交通省の建築着工統計によると^{1), 2)}、平成27年の国内の新規戸建住宅の約9割を占めている。更に、このうちの約7割は、木造軸組構法となっている。

木造軸組構法には、対象部位ごとに様々な試験方法があるが、連載3回目となる今回は、耐力壁の壁倍率を算定するための面内せん断試験・評価方法について紹介する。

2. 壁倍率と面内せん断試験

2.1 壁倍率について

木造軸組構法の耐力壁は、柱や横架材等の軸組内に図1に示すような筋かいや面材等の抵抗要素を設けたもので、地震・風によって作用する水平力に対して抵抗する。

木造軸組構法に関する建築基準法の構造規定は、仕様規定と構造計算で構成されている。木造建築物の仕様規定は、施行令第3章第3節「木造」に示されている。一定規模（2階建、延べ床面積500m²以下、高さ13m以下、軒の高さ9m以下）のいわゆる4号建築物において、構造計算を行わない場合は、施行令第46条に示された耐力壁の量を定めた「必要壁量」を満足することを確認する壁量計算を行い、安全性を担保している。

壁量計算の基本となる耐力壁の倍率（耐力壁の短期許容せん断耐力の指標、以下、壁倍率という）は、水平力に抵抗する耐力壁の耐力を基準強さで除して求めた値であり、耐力壁の長さ1mあたり1.96kNの水平荷重に抵抗すると壁倍率1.0となる。施行令第46条及び昭和56年建設省告示第1100号に耐力壁の種類に応じた具体的な壁倍率が示されている。これ以外の耐力壁の壁倍率は、指定性能評価機関において、性能評価を受けて国土交通大臣の壁倍率認定を取得する方法があり、壁倍率の上限となる5倍の耐力壁も認定されている。当センターにおいても、制度の発足に伴い、性能評価を行うための業務方法書³⁾を作成し、大臣認定のための面内せん断試験、壁倍率性能評価を行っている。

2.2 面内せん断試験について

耐力壁の面内せん断試験は、水平外力が繰返し作用する

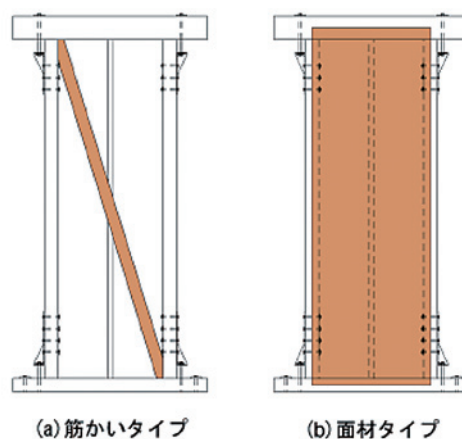


図1 耐力壁のタイプ（一例）

状況を再現した試験で、壁倍率のもととなる短期基準せん断耐力の算出、許容応力度設計に必要な諸数値の算出や破壊性状の把握（仕口の先行破壊や柱の折損など脆性的な破壊をしないことの確認）を目的としている。

3. 試験体

3.1 形状

標準的な試験体例の形状を図2に示す。試験体は、軸組寸法（芯々寸法）：幅1820mm又は2000mm、高さ2730mm程度の2P×3P（1Pは、910mm又は1000mm）を標準とする。幅2Pを標準にしている理由としては、面材の割り付けの違いや面材継手部の影響等を考慮した壁のせん断性能を確認することが可能となるためである。

3.2 使用木材

試験体に使用する標準的な木材仕様を表1に示す。表中の柱、土台材等は安全側の選択として強度の低いすぎの製材とし、梁材は現実性を考慮してべいまつの製材を示している。なお、試験に使用する木材の物性確認として、試験時には含水率及び密度の測定を行っている。

3.3 仕口

柱脚、柱頭の仕口は、短ほぞ（深さ50mm、厚さ30mm、幅85mm程度）とし、以下に仕口の構造方法を示す。

- ① タイロッド式：ほぞに2本のN90くぎ打ちとする。
- ② 柱脚固定式（載荷式又は無載荷式）：試験時に柱脚、柱頭の仕口が先行破壊しない仕口の構造方法とする。

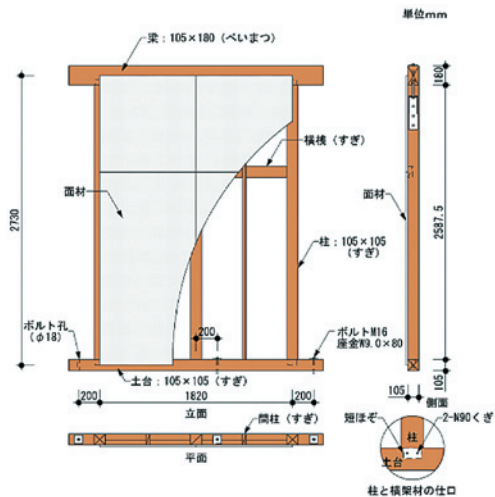


図2 面材系耐力壁の標準的な試験体例

表1 試験体に使用する標準的な木材仕様

項目	仕様
樹種	柱・土台・間柱・横棧等：すぎの製材 梁：べいまつ製の製材
品質	柱・土台：構造用製材のJASの乙種構造材3級程度 梁：構造用製材のJASの甲種構造材3級程度
断面寸法	柱・土台：105×105mmを標準 梁：105×180mmを標準
乾燥の程度	含水率20%以下
密度	すぎの製材：0.42g/cm ³ 程度 べいまつ製の製材：0.54g/cm ³ 程度

(注) 密度は参考文献4)に示されている含水率20%時の値である。

3.4 施工

試験体は、実施工の方法を可能な限り再現して作製する。なお、試験体の面材くぎ打ち部や仕口をなじませるため、施工の翌日以降に試験を実施することが望ましい。

3.5 試験体数

試験体数は3体以上とする。

4. 試験方法

4.1 加力形式

面内せん断試験装置例を図3及び図4に示す。

試験方法は、タイロッド式と柱脚固定式の2種類があり、試験体の特性により、どちらの試験方法を選択するかを決める必要がある。以下に、各試験方法の特徴を示す。

・タイロッド式

壁脚部の浮き上がりをタイロッド(鋼棒φ20mm程度)で拘束し、壁頂部に水平力を加える試験方法である。この方法は、壁脚部の接合部の性能を除く面内せん断性能が確認できる。主に、面材系耐力壁に採用される。しかし、高いせん断性能がある壁では、壁の浮き上がり等を

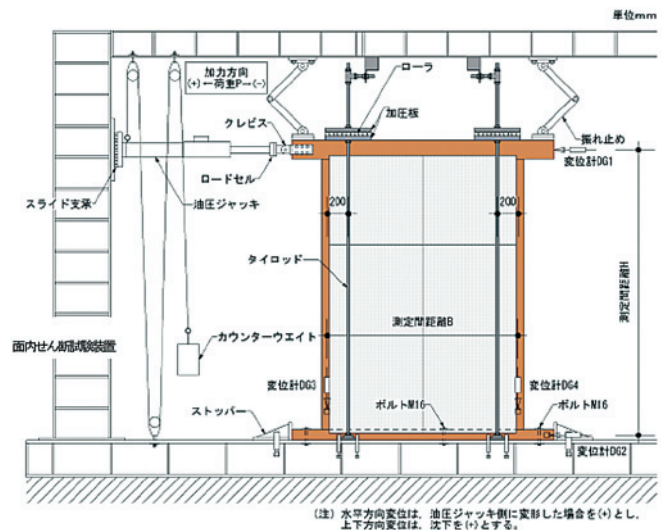


図3 タイロッド式の試験装置例

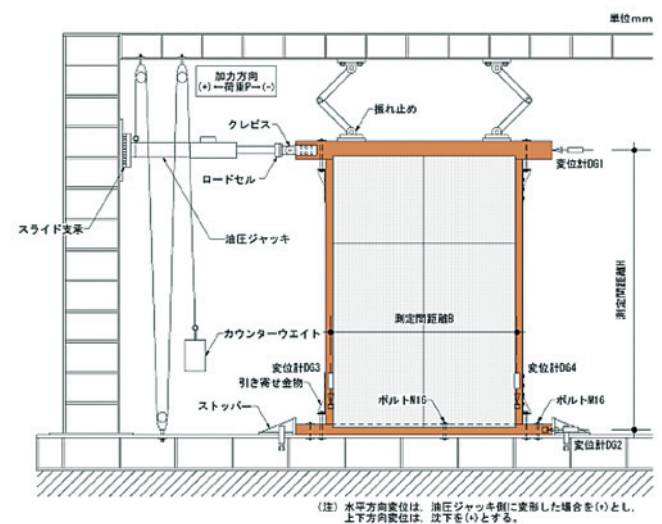


図4 柱脚固定式の試験装置例

過度に拘束している場合があるので注意が必要である。

・柱脚固定式

本方式では、試験体端部の柱頭・柱脚に引き寄せ金物等を設置し、試験体の浮き上がりを拘束する方式である。引き寄せ金物の選定にあたっては、同部が先行破壊しないように注意する必要がある。無載荷式と載荷式があり、載荷式は鉛直荷重の影響を考慮するため、建物の固定荷重及び積載荷重に相当する鉛直荷重(通常は2000N/m程度)を梁に載荷して試験を行う。鉛直荷重の影響が無視できない場合や柱頭・柱脚に実際の接合仕様を考慮した試験体などに採用している。

なお、柱頭・柱脚の接合部については評価対象外なので、実際の建物では、耐力壁の性能に応じて柱頭・柱脚接合部仕様を決める必要がある。

4.2 加力装置

試験では、試験体に適切な繰り返し荷重が加えられる加力装置を使用する。当センターでは、面内せん断試験装置とコンピューターによる自動制御式の加力試験機(写真1)を使用し、迅速かつ人的要因(試験実施者)によるばらつきが少ない試験の実施に努めている。



写真1 コンピューターによる自動制御式加力試験機

4.3 測定方法

ロードセル及び電気式変位計を使用し、荷重及び変位データを連続的にコンピューターに記録する。

測定は、梁及び土台の水平方向変位(DG1及びDG2)、柱脚部の鉛直方向変位(DG3及びDG4)について行う。

4.4 試験体の設置

試験体は、M16ボルトと座金t9.0×W80mmを用いて、土台の3箇所程度を試験装置にトルクレンチ(トルク値:40N・m程度)にて固定する。以下に、タイロッド式と柱脚固定式の相違点を示す。

・タイロッド式

タイロッドは、最初に工具で締め付けてなじませた後、一端緩める。その後、手締めする。試験時には、タイロッドの浮き上がり拘束力を測定している。

・柱脚固定式

柱頭、柱脚の仕口部分が先行破壊しないように取り付けした引き寄せ金物等の締め付けは、アンカーボルトをトルクレンチ(トルク値:20N・m程度)で締め付けてなじませた後、一端緩める。その後、アンカーボルトを手締めにする。

4.5 加力方法

加力中の試験体の面外倒れを防ぐため、梁には振れ止め

を設置する。梁に加力用ジグを介して、水平荷重を加え、試験体にせん断変形を与えていく。加力方法の詳細を以下に示す。

・タイロッド式

加力は、正負交番繰り返し加力とし、繰り返しは、真のせん断変形角 γ_0 が1/600, 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50radの正負変形時を各3回行う。

その後、正加力側を行い最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで又は真のせん断変形角 γ_0 が1/15rad以上に達するまで加力する。

なお、真のせん断変形角 γ_0 は次式による。

$$\text{見掛けのせん断変形角 } \gamma = (DG1 - DG2) / H \quad \dots (1)$$

$$\text{脚部のせん断変形角 } \theta = (DG3 - DG4) / B \quad \dots (2)$$

$$\text{真のせん断変形角 } \gamma_0 = \gamma - \theta \quad \dots (3)$$

H: DG1とDG2の測定間距離

B: DG3とDG4の測定間距離

・柱脚固定式

加力は正負交番繰り返し加力とし、繰り返しは、見掛けのせん断変形角 γ が1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50radの正負変形時を各3回行う。

その後、正加力側を行い最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで又は見掛けのせん断変形角 γ が1/15rad以上に達するまで加力を行う。

5. 評価方法

試験で得られた荷重-せん断変形角曲線を用いて、荷重-変形角包絡線及び完全弾塑性モデルの作成、短期基準せん断耐力の算出を行う。なお、タイロッド式で試験を実施した場合には真のせん断変形角 γ_0 、柱脚固定式で試験を実施した場合には見掛けのせん断変形角 γ を用いる。図5に、荷重-変形角包絡線及び完全弾塑性モデルの作成例を示す。

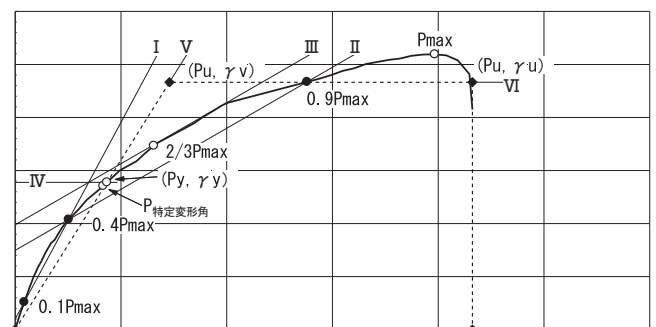


図5 荷重-せん断変形角包絡線及び完全弾塑性モデル

5.1 包絡線の作成

試験で得られた荷重-せん断変形角曲線をもとに各加力段階1回目の最大点を連続的につなぎ合わせ、上位包絡線を作成する。なお、最大荷重は破壊荷重時のせん断変形角が

1/15rad以下の場合には、その値を最大荷重として扱い、破壊荷重が1/15radを超える場合には、変形角が1/15radに達するまでに得られた荷重の最大値を最大荷重としている。

5. 2 短期基準せん断耐力

短期基準せん断耐力 (P_0) は、次の (a) ~ (d) で求めた耐力の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値とする。ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準75%の50%下側許容限界値をもとに(4)式より求める。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k \quad \dots (4)$$

ここに、CV：変動係数

$$k : 0.471 (n=3)$$

- (a)降伏耐力 P_y
- (b)終局耐力 P_u に $(0.2/D_s)$ を乗じたもの
- (c)最大耐力 P_{max} の $2/3$
- (d)特定変形角時の耐力
(タイロッド式：真のせん断変形角 γ_0 1/150rad,
柱脚固定式：見掛けのせん断変形角 γ 1/120rad)

(注) すべての試験体において降伏変形角 γ_y が真のせん断変形角 $\gamma_0 = 1/300\text{rad}$ より小さく、かつ、真のせん断変形角 $\gamma_0 = 1/300\text{rad}$ 時に著しい損傷がない場合にあつては、(d) に掲げる特定変形角時の耐力を試験方法にかかわらず真のせん断変形角 $\gamma_0 = 1/300\text{rad}$ 時の耐力として (b) ~ (d) で求めた耐力の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値とすることができる。

なお、降伏耐力 P_y を含め、初期剛性 K 、終局耐力 P_u 及び構造特定係数 D_s は、荷重-せん断変形角曲線の包絡線より以下の手順に従って求める。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線 (第 I 直線) を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結ぶ直線 (第 II 直線) を引く。
- ③ 包絡線に接するまで第 II 直線を平行移動し、これを第 III 直線とする。
- ④ 第 I 直線と第 III 直線との交点の荷重を降伏荷重 P_y とし、この点から X 軸に平行に直線 (第 IV 直線) を引く。
- ⑤ 第 IV 直線と包絡線との交点の変位を元モデルの降伏変形角 γ_y とする。
- ⑥ 原点と (γ_y, P_y) を結ぶ直線 (第 V 直線) を初期剛性 K と定める。
- ⑦ 最大荷重後の $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変形角または $1/15\text{rad}$ のいずれか小さい変形角を終局変形角 γ_u と定める。
- ⑧ 包絡線と X 軸及び γ_u で囲まれている面積を S とする。
- ⑨ 第 V 直線と γ_u と X 軸及び X 軸に平行な直線囲まれる台

形の面積が S と等しくなるように X 軸に平行な直線 (第 VI 直線) を引く。

- ⑩ 第 V 直線と第 VI 直線との交点荷重を完全弾塑性モデルの降伏耐力と定め、これを終局耐力 P_u と読み替える。そのときの変形角を完全弾塑性モデルの降伏点変形角 γ_v とする。

- ⑪ (γ_v/γ_u) を塑性率 μ とする。

- ⑫ 塑性率 μ を用い、 $D_s = 1/\sqrt{(2\mu-1)}$ とする。

5. 3 短期許容せん断耐力の算定

短期許容せん断耐力 (P_a) は、(5) 式より算定する。

$$P_a = P_0 \cdot \alpha \quad \dots (5)$$

ここに、 P_0 ：5.2節で求めた短期基準せん断耐力 (kN)

α ：耐力低下の要因を評価する係数で、耐力壁等構成材料の耐久性、使用環境の影響、施工性の影響、壁量計算の前提条件を満たさない場合の影響等を勘案して定める係数

5. 4 壁倍率の算定

倍率は (6) 式により算定し、算定した数値は $0.5 \sim 5.0$ までの範囲内の数値とし、原則として 0.1 毎に端数を切り捨てる。

$$\text{壁倍率} = P_a / (1.96L) \quad \dots (6)$$

ここに、 P_a ：短期許容せん断耐力 (kN)

1.96：壁倍率 = 1 を算定するための数値 (kN/m)

L ：試験体の壁長さ (m)

6. おわりに

ここでは、軸組耐力壁の試験・評価方法について紹介した。耐力壁は、地震等の外力に抵抗する重要な構造要素であり、耐力壁の性能を十分に発揮させるためには耐力壁を構成する柱に適切な接合金物を設置しなければならない。接合金物の選択にあたっては、平成12年建設省告示第1460号「木造の継手及び仕口の構造方法を定める件」の表から選択する方法がある。これ以外の接合金物を採用する場合は、試験を行い、同表にある方法と同等以上の接合方法であることを確認する必要がある。

次回は、基礎に土台を固定するための座金についての試験・評価方法を紹介する予定である。

【参考文献】

- 1) 国土交通省 建築着工統計調査報告、
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/jouhouka/sosei_jouhouka_tk4_000002.html, (参照 2016-08-09)
- 2) 国土交通省 平成27年度住宅経済関連データ、
http://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2_tk_000002.html, (参照 2016-08-09)
- 3) (一財) 建材試験センター：木造耐力壁及びその倍率の試験・評価業務方法書
- 4) 日本住宅・木材技術センター。「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」。(2008年版)

(文責：中央試験所 構造グループ 統括リーダー代理 上山耕平)

JIS A 5706 (硬質塩化ビニル雨どい) の改正について

1. はじめに

硬質塩化ビニル製の雨どいは、機能的に優れ、施工性も容易であることから、住宅の屋根に使われてきている。JIS A 5706は硬質塩化ビニル雨どいについて規定した規格で、1967年に制定された後、1978年、1990年、1995年、2006年の改正を経ている。これまでの改正経緯の概要は、次に示すとおりである。

- a) 1990年改正では、1978年改正以降、形状・寸法・性能など実状とそぐわない点が出てきたため、改正を行った。
- b) 1995年改正では、平成2年6月1日第399回日本工業標準調査会標準会議議決の“日本工業規格における国際単位系(SI)の導入の方針”に基づき国際単位系(SI)を採用すること、及びJIS Z 8301(規格票の様式)に従い項目配列順序、用語、字句などの修正を行った。
- c) 2006年改正では、引用規格を最新版に置き換えるために、追補による形式的な改正を行った。

2006年改正を最後に、この規格の改正は行われていなかったが、今回、規定内容の明確化を図る観点から、試験結果における有効数字の桁数表記を規格内で統一するなどの見直しを目的に、一般財団法人建材試験センターにJIS原案作成委員会(委員長:本橋健司 芝浦工業大学 工学部 建築工学科 教授)を組織し、JIS改正原案を作成した。本稿では、今回の改正趣旨および改正概要を紹介する。

2. 今回の改正趣旨

今回作成したJIS A 5706改正原案の構成は、表1に示すとおりである。現行のJIS A 5706では、適用範囲の備考で引用規格が記載されていたが、今回作成したJIS改正原案では、最新のJIS Z 8301(規格票の様式及び作成方法)の様式にあわせて、引用規格を記載する箇条を新たに設けるよう変更したが、実質的な構成に変更はない。この構成において、各規定項目の内容をより明確にすることを目的に改正作業

を行った。今回改正作業を行ったのは、箇条3の「品質」、および箇条7の「試験」に関する項目であり、主には、試験結果における有効数字の桁数表記を規格内で統一するなど、見直し・検討を行った。

表1 JIS A 5706改正原案の構成

1	適用範囲
2	引用規格
3	種類
4	品質
5	形状・寸法及び許容差
6	材料及び製造方法
7	試験
8	検査
9	製品の呼び方
10	表示
11	取扱い上の注意事項

3. 今回の改正概要

今回作成した改正原案の改正概要を、次のとおり紹介する。

3.1 品質

a) 引張強さの規格値

引張強さの規格値を“3922.7 N/cm²”から“39.20 N/mm²”に変更し、有効数字4桁とした。

b) 外径変化率

加熱変化における外径変化率を“±3%”から“±3.0%”に変更した。

c) 外観

外観について、JIS改正原案作成委員会では、外観を確認するための試験方法を新たに規定するかどうかの審議を行ったが、外観を定量的に確認する方法を規定するのは難しいとする意見であった。また、外観は、雨水を排水するという雨どいの基本品質ではないため、品質規定から外し、試験方法も新たに規定しないとする意見もあった。審議の結果と

して、外観試験は新たに規定せず、既存の外観規定のなかで、目視などで確認するよう追記することで対応した。

3. 2 試験

a) 測定器具

現行のJIS A 5706では、硬質塩化ビニル雨どい及び試験片の寸法測定において測定器具を明記していないが、改正原案では、用いる測定器具を規定し、かつ、既存のJISがある測定器具の場合には、JISを引用するようにした。なお、測定器具の規定で引用した規格は、JIS B 7507(ノギス)、JIS B 7512(鋼製巻尺)などである。

b) 引張強さ試験結果の処理

現行のJIS A 5706では、測定値の丸め方について明記していないが、改正原案では、四捨五入によって小数点以下2桁に丸めて処理するようにした。

c) 引張強さ試験片の寸法測定箇所

現行のJIS A 5706では、引張強さ試験における試験片の寸法測定箇所を明記していないが、改正原案では、測定箇所を3点とした。

d) 引張強さ試験片の処理

引張強さ試験片は、実使用環境を考慮し、改正原案において、試験片の暴露面を規定するようにした。なお、ここでの暴露面は、太陽光に暴露される面である外面(排水が流れない面)のことである。

e) たわみ試験結果の処理

現行のJIS A 5706では、測定値の処理について明記していないが、改正原案では、平均値を求めて四捨五入によって整数値に丸めるようにした。

f) 衝撃試験の台

現行のJIS A 5706では、衝撃試験で用いる試験片の設置について、“…水平台上に動かないように支えておき…”と規定しているが、衝撃試験の台は、幅寸法を固定でき、錘を傷つけないため、改正原案では、素材は木製と明記した。

g) 加熱変形試験結果の処理

現行のJIS A 5706では、測定値の処理について明記していないが、改正原案では、平均値を求めて小数点以下1桁に丸めるようにした。

h) 加熱変形試験の冷却時間

現行のJIS A 5706では、冷却時間の規定がなかったため、改正原案では、冷却時間を60分以上と規定した。なお、60分以上の冷却時間における変形率の推移は、表2のとおりで、120分、24時間冷却した場合でも変形率に変化はない。

表2 加熱冷却試験の冷却時間による変形率の推移

冷却時間		60分	120分	24時間
測定	①	0.34%	0.34%	0.34%
	②	0.25%	0.25%	0.25%
	③	0.42%	0.42%	0.42%

3. 3 その他の事項

今回の改正概要に示した以外の解説事項を、次のとおり紹介する。

a) JIS A 5706は、JISマーク認証に活用されている。今回の改正内容によって、JISマーク認証取得工場に生産条件等の変更を生じさせることはないと考えている。しかしながら、場合によっては何らかの対応が必要なケースもあっては困るので、今回の改正に当たっては、経過措置期間を6ヶ月間設けられる予定である。改正原案のまえがきには、その旨を記載した。

b) JIS A 5706で規定する硬質塩化ビニル雨どいの形状は、軒どいについては、断面形状が半円形のもの、たてどいについては、断面形状が円形のものとしているが、これ以外の形状の規格化の必要性についても一部に意見があった。

4. おわりに

本稿では、2015年度に作成したJIS A 5706改正原案の紹介を行った。JIS A 5706は、JISマーク認証にも活用されている規格であることを踏まえれば、本稿が関係メーカーへの情報提供に資すれば幸いである。また、JIS A 5706改正原案は、現在、経済産業省等において改正公示に向けた、種々の手続きを取り計らって頂いているところである。そこでの審議状況を注視しながら、本稿をご一読頂くとともに、改正公示された際には、最新のJIS A 5706の内容に基づいた対応をお願いしたい。

(文責：経営企画部 調査研究課 村井 陸)

世界の伝統的建築構法

第6回 清らかなモダニズム建築 吉田鉄郎が目指したもの

芝浦工業大学 教授 南 一 誠

2016年6月、衆議院議員鳩山邦夫氏が急逝された。心からご冥福をお祈りします。筆者は鳩山議員が総務大臣をされていた2009年3月、東京中央郵便局を重要文化財にする会の方と共に大臣室にお伺いしたことがある。2月に開催された衆議院総務委員会において、河村たかし議員（現名古屋市長）の質問に対して、「重要文化財であるものを重要文化財でなくするというのは、トキを焼き鳥にして食っちゃうような話でしょう。」と答弁されたことが報道された直後であり、大臣室は記者で埋め尽くされていた。私たちとの面会の直後、鳩山議員は、解体工事が進む東京中央郵便局の現場を電撃訪問され、工事をストップされた。その直後、日本郵政株式会社は旧庁舎の保存部分を倍増することに計画を変更する。東京駅丸の内駅舎に面した旧東京中央郵便局の立面のほぼ全体が保存されることになったのは、この時の鳩山邦夫議員の実行力の賜物である。大臣室で伺った話では、子供の頃、東京中央郵便局でお兄様の鳩山由紀夫氏と一緒に記念切手を購入した思い出があるとのことであった。一市民として郵政事業を愛し、また文部大臣経験者として文化財保護の重要性を深く理解された信念に基づく行動であったと思う。心から御礼を申し上げたい。

今回は、日本のモダニズム建築の嚆矢とされる東京中央郵便局、大阪中央郵便局を設計した建築家、吉田鉄郎を取り上げ、その業績から、私たちが今日、学ぶべきことを考えることとしたい^{注1}。

1. はじめに

吉田鉄郎（旧姓、五島）は明治27年（1894）5月18日、富山県東砺波郡福野町に生まれた。大正8年（1919）、東京帝国大学を卒業後、通信省経理局営繕課に勤務し、東京中央郵便局（1931、写真1）、大阪中央郵便局（1939、写真2～4）を始めとする数多くの庁舎建築を設計した。両中央郵便局の無駄を排し極限まで洗練された構造体の表現は、日本における近代建築の中で最も優れた建築である。通信省営繕課の同僚、山田守¹⁾によると吉田は海外の本から日本の古い建築まで全部研究した上で、最後に自分の個性を発揮する創造的

作品をつくっていたと言う²⁾。プロポーションを重視し、部分と全体の究極的な調和を目指す設計手法や、隅々まで高い完成度を有した建築をつくる姿勢は、その後、通信建築、郵政建築の真髄となり、小坂秀雄³⁾、薬師寺厚、内田祥哉、高橋誠一らの、日本を代表する建築家に継承されていった。戦後、郵政建築をリードした小坂は、「吉田さんの作品は、外国のどの国にも見られない、正当な意味での純粋な日本的現代建築であると言えよう⁴⁾」と評価している。

吉田は、終戦1年前の昭和19年（1944）3月に通信省を退官し、一旦故郷に戻っていたが、昭和21年（1946）5月、日本大学教授となり、病に倒れるまで4年近く、後進の教育に情熱を傾けた。また、堪能な語学力を活かしてドイツ語で「日本の住宅⁵⁾」、「日本の建築⁶⁾」、「日本の庭園⁷⁾」を出版し、日本建築、日本文化を広く海外に紹介したことも有名で、昭和27年度日本建築学会賞が授与されている。晩年は脳腫瘍を患いながらも口述筆記で上記の図書などを纏め上げ、昭和31年（1956）9月8日、東京荻窪の自宅で亡くなった。

鉄郎の生家、五島家は江戸時代、代々薬種問屋を営んでおり、明治初年まで寺子屋を開いて地元の子どもの教育に当たっていたとされる²⁾。父・五島寛平は安政2年（1855）生まれで、明治24年（1891）に福野郵便局長に就任している。母・るくは、石動郵便局長・小沢宗八の長女として慶応3年



写真1 旧東京中央郵便局



写真2 旧大阪中央郵便局(駅前広場側)

「地味に、手堅く、しかもごく控え目にこさえたものは、いつまでたっても、あきることがない」と吉田はオーギュスト・ペレーを評したが、薬師寺厚はその言葉はそのまま大阪中央郵便局に当てはまると言った。



写真3 旧大阪中央郵便局 南側 立面詳細

堅く引き締まった柱と壁梁のデザイン。屋上の手摺を含めて縦のラインが強調されている。吉田は「外装のタイルは防空上の見地のみからではなく、煤煙の多い大阪市として汚れが目立たぬ様特に灰紫色のものにした」(現代建築, 1939年12月)と述べている。郵便区分作業を行う1～3階は階高が高く、事務室がある4階や、宿直室や食堂が入る5階は階高が低い。郵便物は一旦、最上階に上げられ、落下方式により区分処理された。建物の4つの立面には、多様な開閉方式の建具が設けられているが、建具の見付寸法は統一されている。



写真4 旧大阪中央郵便局(JR線路敷に接した立地)

(1867)に生まれ、15歳で寛平に嫁いできた。郵政事業と縁の深い家系である。兄弟姉妹は5人である。長兄の寛平(幼名、達二)は明治18年(1885)生まれで、20歳の時に福野郵便局長を継いでいる。絵が得意で、金沢英学院に学び、福野農学校の英語講師をしたこともある。次兄・健三は明治19年(1886)生まれ。地元の県立農学校に学んだ後、東京美術学校に進み、卒業の年には文展に入選。短い期間だが、鹿児島師範学校に勤務した洋画家である。姉の岩倉だけは明治(1981)に他界した。

五島家の三男が鉄郎で、明治27年生まれである。大学を卒業した大正8年、吉田芳枝と結婚し、吉田家の養子となった。妹の廣瀬はるは、明治37年(1904)生まれで10歳年下になる。はるの次男、故廣瀬龍夫氏は富山通信病院長などを歴任された医学博士であるが、絵を得意とされ、若い頃、建築に進むか、医学を志すべきかを鉄郎に直接相談された経験をお持ちである。生前、奥様のみき子様と一緒に、富山県福野町に残る鉄郎の足跡を案内していただいたことがあるが、吉田鉄郎の建築を心から愛しておられることをひしひしと感じた。鉄郎の長男・純は旧制東京商科大学を卒業したが、落馬による怪我が原因で体調を崩し、早世している。

生涯に100を超える建物を設計した吉田であるが、没後半世紀以上が過ぎ、現存するものが少なくなっている。“近代化した日本において、真に日本的なものを表現した最初の現代建築”と評せられる、吉田の代表作品、東京中央郵便局、大阪中央郵便局は、郵政事業の民営化に伴い不動産開発が進められた。その過程では建築家や建築史家だけでなく、国会議員や多くの市民⁹⁾が保存要望活動を展開、日本建築学会などの団体も保存要望書を提出し、公開シンポジウムを開催している。平成20年(2008)5月には富山テレビが特集番組を放送して⁹⁾、専門家だけでなく誰にでも分かるかたちで、吉

田の建築作品の意義や建築家としての生きざまを伝えた。以下、本稿では、東京、大阪中央郵便局庁舎とほぼ同時期に設計されながら、紹介されることがあまりない2つの住宅を取り上げ、吉田鉄郎の建築の特色である「平凡さに潜むモダニズム建築の真髄」を考えてみたい。

2. 旧・福野郵便局の離れ

富山県旧福野郵便局は大正12年(1923)に完成した木造2階の小規模な郵便局である。局舎建て替えの時は、長兄の寛平が郵便局長であった。通信省では大正11年(1922)1月に東京中央郵便局の仮庁舎が焼失したため、本庁舎の計画が進められていた。しかし関東大震災が発生したため、当初の設計案は大幅な見直しが必要となった。震災後、吉田は東京中央郵便局の設計に本格的に取り組むことになるが、その直前にこの福野郵便局を設計していたことになる。局舎は郵便局としての使命を終えた後も生命保険会社の事務所として使われていたが、既に建て替えられて現存しない。ただ、郵便局の離れとして設けられた住宅部分と蔵が、40年ほど前に隣家に曳家され、2009年に筆者が訪問した時は、ほぼ建設当時の姿のまま、大切に住み続けられていた(写真5)。2階の座敷は天井が高く、欄間に明かり取りが設けられていて室内が明るい。雪国、富山の天候を意識した設計であり、大きな開口部を持つ東京中央郵便局の設計とのつながりを感じた(写真6)¹⁰⁾。

福野町には、郵便局が所在した場所の近くにある「山田邸」など、幾つか吉田の作品が残っている。西方寺境内に建つ「授眼蔵図書館」は学生時代に設計したものとされる。富山県立福野高等学校(旧・農学校)には国指定重要文化財の「巖浄閣」が保存されているが、玄関ホール部分の壁に、若き吉田が描いた農学校の鳥瞰図が掲げられている。福野農学校は創立40周年記念事業として、「農業博物館」および「報徳会館」を昭和10年(1935)に完成させたが、その図面が保管されていた。通信省の木造庁舎を彷彿とさせるこの建物については、これまで紹介されていないが¹¹⁾、設計図には吉田のサインがある。

3. 旧・馬場氏烏山別邸

昭和12年(1937)、世田谷の広大な敷地の中に、芝生に面して白いタイル張りの、モダニズム建築を象徴したような鉄筋コンクリート2階建ての住宅が建てられた(写真7)。大阪中央郵便局が竣工したのが昭和14年(1939)であるから、ほぼ同時期に設計された建物であると言える。十分な天井高をとった伸びやかな室内空間は、先に述べた福野郵便局の離れや、東京、大阪の中央郵便局と共通するものである。1階の居間は広々とした芝生に面し、また東側ではガラスに囲まれ



写真5 旧・福野郵便局の離れ 北西外観

曳家されて現在の位置にある。鉄郎の甥・廣瀬龍夫氏は幼少の頃、よく遊びに来た思い出があるとのこと。鉄郎の母・あきは、中庭に面した1階の居間で過ごしていた。当時、庭には大きな樫（いちい）の木があった。



写真6 旧・福野郵便局の離れ 光あふれる2階の座敷

左手に見える押入の上部に高窓がある。縁側の軒垂れを防ぐための補強材は最近、設置されたもの。



写真7 旧・馬場氏烏山別邸

世田谷区にある広大な敷地の中に建つ。現在は企業のレクリエーション施設の管理棟として使用されており非公開。吉田は馬場正治との縁で、馬場氏牛込邸のほか、馬場氏那須山荘（1928）、馬場氏烏山別邸、馬場氏熱海別邸（1940）と数多く設計した。はるが晩年、避寒のために過ごした熱海別邸は2006年に解体されたが、枡田隆一郎氏が馬場家本邸のある富山市岩瀬地区に再建することなどを検討されている。

たサンルームにつながっており、開放的で光に満ちあふれている。2階にはベッドルームの他、小規模の落ち着いた洋間と和室が各1室ある（写真8～11）。随所に建築化された造付けの収納や家具があり、その仕掛けが機知に富んでいて面白い。吉田の庁舎建築は完成度の高い設計を目指したため、ある意味、緊張感すら感じられるが、住宅の設計では、吉田らしい骨太の建築の構成美とともに、細部の意匠に住まう人を優しく思う設計者の人柄が感じられる。

4. 吉田鉄郎の人柄、後世へのメッセージ

建築はよく、その作者の人柄を表すと言われる。吉田と同じく通信省に勤務した経験をお持ちの内田祥哉 東京大学名誉教授は、とにかく真面目で誠実な人であったと述べられている。吉田は退官後も囑託として時々、通信省を訪れ、ご自身が設計された建物の追加工事の打ち合わせや、後進の指導に当たっていた。若い頃に結核を患ったためか、衛生面に神経質だったようで、宴会などでは料理に手を付けなかったと伝えられる。余計な装飾を排し、“清純な建築”を目指した吉田は、生涯、真っすぐに建築だけを追い求めていたのであろう。

吉田の日本大学時代の教え子である故矢作秀雄氏からお伺いした話によると、吉田は亡くなる1日前、荻窪の自宅で「明日は人生の終わりだ。日本中に平凡な建築をいっぱい建てました」と奥様に語っている。「平凡な建物」というのは、吉田らしい謙虚な表現であるが、筆者は建築の真実とは何か、究極の建築表現とは何かを追い求めた結果として導き出された“普遍性ある建築”と理解するのが良いと思う。

病に侵されながらも口述筆記で纏めた「スウェーデンの建

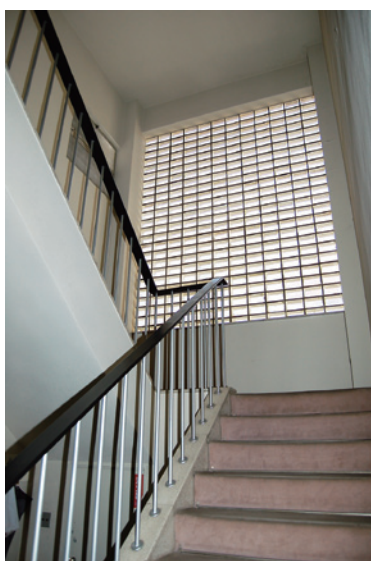


写真8 旧・馬場氏烏山別邸階段室
階段室手摺の笠木は幅広で、郵便局舎の
階段手摺を彷彿させる。



写真10 旧・馬場氏烏山別邸 2階東側の寝室
ベランダを通して芝生の庭に南面する。窓の鉄格子は雲がたなびくようなデ
ザインである。ベランダへの出入り口手前に洗面ブースがあり、反対側の壁面
には収納を兼ねた化粧台がある。

築家¹²⁾の後書きは、吉田の遺言とも言うべきものである。その中で「…日本住宅をみても、それは徹頭徹尾、経済的、合理的であり、かつ、きわめて近代的である。こういう建築を今日実現すれば、世界の人びとは驚くであろう。…芭蕉もいっているように、古人のあとをおわず、古人の求めたところを、求めればよいであろう。…わが国には古来、清らかさという特殊な美の観念があり、…もっとも合理的な、もっとも経済的な、かつ、清らかな建築は、きわめて日本的である。…かつて、ブルーノ・タウトは、清らかさを讃美して、日本文化が世界文化に貢献したものだといったが、この種の建築も、日本人のみでなく、世界の人びとに貢献することが



写真9 旧・馬場氏烏山別邸 2階西側の和室
天井に達するまでの建具を入れた開放的なデザインは、同年に完成した馬
場清彦邸 (1937, 木造) などと共通する。



写真11 旧・馬場氏烏山別邸 2階中央の洋間
竹を使った和風のデザインだが、壁面収納など、現代的な工夫も随所に見ら
れる。

できるであろう」と述べている。

吉田が設計した東京中央郵便局は既に再開発され、大阪中央郵便局は解体された。別府市公会堂 (1928) は2016年、耐震補強、バリアフリー化、設備更新、正面大階段の復原、外壁タイルの張り替え、サッシュの更新などの改修工事が実施されている。吉田の木造住宅の代表作「旧馬場氏牛込邸」 (1928, 写真12) は、施設を保有する最高裁判所関係者が、その保存・活用策について検討されていると聞く。大正15年に竣工した吉田の初期の作品、京都中央電話局は、旧庁舎を保存しながら、現在、再開発工事が進められている。残された数少ない吉田鉄郎の作品の将来を考える時、吉田が残した言葉は示唆に富んでいる。

バッハを愛した吉田は、「ちょっとでも動かしたら全体がくずれてしまうといったような究極的な調和を保ちながら、がっちり組合わされ、しかも淡々と流れていく構造的な美



写真12 旧馬場氏牛込邸（重要文化財）

木造2階, 1,067m²。現在, 最高裁判所の付属施設として使われており, 公開されていない。馬場家は北陸の五大北前船主のひとつ。馬場家9代目・道久に嫁いだのは, 37歳で未亡人となったが, 海運業で得た資金を県に寄付し旧制富山高等学校の開校に尽くした。はるが子弟の教育のために牛込若宮町に建てたのが牛込邸である。当時, まだ学生だった10代目・正治は自ら木場に足を運び, この邸宅を建設したと伝えられる。1930年来日したリチャード・ノイトラがドイツ工作連盟の機関紙ディ・ホルムに日本住宅の代表として紹介している。

しき。あつといわせるようなものではなく, きくもの心にしづかに, またふかくしみこんでくる類のもの。建築もやはりこうなくては…と, つくづくおもう¹³⁾と述べている。また日本建築学会誌に寄稿した「くずかご」¹⁴⁾と題した論文の最後には, 下記の文章がある。私たちに対する吉田からのメッセージとして受け止めたい。

「…名建築の改修などは, 非常に重要な, やり甲斐のある, また非常におもしろい仕事ではあるまいか。こういふ仕事をやるさいにまず必要なことは, その建物の価値を十分に認識して, それにふかい愛情をもつことであろう。それから, たしかな技術と同時に謙虚な気持をもつて, しかも念には念をいれてやることだ。もちろん, 経費がたりないとか, 当局者がやつかない注文をだすとかいうことがあつて, なかなか思うようにはいかないものかもしれないが, しかし要するに, すべては建築家の認識と熱情とその技量にかかっているのではあるまいか。焼けビルの改修といったようななげやりな気持とか, 自分の個性をだそうといったようなけちくさい考えなどは, もちろん, たれにもあるはずがなかりうが, それにしても貴重な文化的遺産をそこなわないように慎重のうえにも慎重を期してほしいものだ。それらは将来, 日本の新しい建築の歴史において, たとえば法隆寺がふるい建築の歴史において占めているような, それほど重要な地位をしめるものかもしれないから…」

注) 本稿は, 拙著, 平凡さに潜むモダニズム建築の真髄, INAXレポート April 2009, No.178 生き続ける建築—完 吉田鉄郎, pp.4-14, 2009年4月を元に, 加筆・修正したものである。

【注釈】

- 1) 山田守(1894～1966), INAX REPORT No.174, 2008年4月, p.4
- 2) 建築家吉田鉄郎とその周辺, 向井覚著, 相模書房, 1981年
- 3) 小坂秀雄(1912～2000), 元郵政大臣官房建築部長。外務省本庁舎などを設計。
- 4) 建築家・吉田鉄郎の手紙, 吉田鉄郎著, 向井覚・内田祥哉編, 鹿島出版会, 1969年
- 5) DAS JAPANISCHE WOHNHAUS, 吉田鉄郎著, ヴァスマート社, 1935年。建築家・吉田鉄郎の「日本の住宅」, SD選書237, 近江榮監修, 向井覚・大川三雄・田所辰之助共訳, 鹿島出版会, 2002年
- 6) JAPANISCHE ARCHITEKTUR, 吉田鉄郎著, ヴァスマート社, 1952年。建築家・吉田鉄郎の「日本の建築」, SD選書238, 薬師寺厚訳, 伊藤ていじ注解, 鹿島出版会, 2003年
- 7) DER JAPANISCHE GARTEN, 吉田鉄郎著, ヴァスマート社, 1957年。建築家・吉田鉄郎の「日本の庭園」, SD選書239, 近江榮監修, 大川三雄・田所辰之助訳, 鹿島出版会, 2005年
- 8) 東京中央郵便局を重要文化財にする会
- 9) 2008年5月19日, 吉田の生誕地の富山テレビ局が特集番組「平凡なるもの～建築家吉田鉄郎物語～」を放映した。番組取材の中で, 吉田の著書「日本の住宅」, 「日本の建築」, 「日本の庭園」を出版したドイツ・ヴァスマート社を訪問し, 50年前に吉田が送った原稿を発見するなど, 学術的な成果もあった。
- 10) 私が訪問した前年, 旧福野郵便局の施工を担当した棟梁の子孫が図面を3枚, 保管していたことが分かった。筆者が故廣瀬龍夫氏から頂いた図面は, 日本建築学会建築博物館に寄贈した。
- 11) 吉田鉄郎建築作品集, 吉田鉄郎建築作品集刊行会編, 東海大学出版会, 1968年には掲載されていない作品。2009年, 筆者が富山県立福野高等学校を訪問した際, 元教員で蔵書保存活用委員会委員の中島良夫氏が, 学校の倉庫に保管されていたとして9枚の設計図を提示された。吉田鉄郎の図面が発見されたとして北日本新聞(2009.3.12)が紹介している。
- 12) スウェーデンの建築家, 吉田鉄郎著, 彰国社, 1957年
- 13) 吉田鉄郎の建築と古さ新しさ, 樋口清, 建築, 1968年10月をもとに一部, 簡略化している。
- 14) くずかご, 吉田鉄郎, 建築雑誌, 1950年3月, p.27～31

プロフィール

南 一誠 (みなみ・かずのぶ)
 芝浦工業大学 工学部 建築学科 教授
 最近の研究テーマ: 建築ストック活用,
 建築構法



試験室紹介

船橋試験室

工事材料試験所

1. はじめに

船橋試験室は、千葉県および茨城県とその周辺における建設工事に用いる材料試験の試験需要に応えるため、平成10年に千葉県船橋市に開設しました。開設から約20年間、近隣の採取試験会社や工事関係者の方々に支えられて今日に至っています。また、平成26年の仙台支所開設に伴い、宮城県や福島県等の東北方面からも試験依頼の御用命をいただいております。わずかながら復旧・復興の支援に携わっています。

2. 業務案内

船橋試験室では、主に下記の工事に用いる材料に関する試験を行っています。

- 1) コンクリート、グラウト材、モルタル、セメントミルクなどの圧縮強度試験・曲げ強度試験（曲げはモルタル類のみ）
- 2) 鉄筋コンクリート用棒鋼の試験（単位質量・引張試験・曲げ試験）
- 3) 鉄筋コンクリート用棒鋼ガス圧接継手・溶接継手・機械式継手の引張試験・曲げ試験
- 4) 耐震診断に関連したコンクリートコアの圧縮強度試験および中性化深さ測定
- 5) 地盤改良材等の一軸圧縮試験

その他、各種鋼材の引張試験・曲げ試験、頭付きスタッド溶接部の引張試験、繊維補強材の2面せん断（土木学会の連続繊維補強材のせん断試験方法）も行っていきます。

船橋試験室の特徴として、平成23年よりアンカーボルトセットの引張降伏耐力試験、また平成24年からはターンバックルの引張試験（写真1）を実施しています。両試験ともに試験体の長さが長いので、長尺対応の引張試験機を有する試験室のみが対応でき、船橋試験室は長さが約3mに及ぶ試験体に適用できる2000kN多用途型万能試験機を用いて試験を行うことが可能です。

また、船橋試験室は試験機関として、次の認定及び登録を受けています。



写真1 ターンバックルの引張試験

- ・東京都試験機関（A類：I - A, 試A-14-(4)-7）
- ・JNLA認定試験事業者（認定事業所番号 000156JP, 平成12年認定）

3. 試験設備

前述の試験に対応するため、船橋試験室では表1に示す試験設備を所有しています。

表1 船橋試験室の主な試験設備

区分	試験機の名称	台数
コンクリート系	2000kN圧縮試験機	2台
	1000kN圧縮試験機	1台
	500kN圧縮試験機	1台
	標準養生水槽	13m ²
	現場水中養生槽	—
	コンクリートカッター 研磨機	2台 2台
鋼材系	2000kN多用途型万能試験機 （写真2参照）	1台
	1000kN万能試験機	1台
	500kN万能試験機	1台
	300kN曲げ試験機	1台



写真2 2000kN多用途型万能試験機

船橋試験室は室長，職員あわせて13名のスタッフがおります(写真3)。試験室一同，お客様に対して親切丁寧，迅速な対応を常に心がけております。試験依頼，料金等不明な点がございましたらお気軽にお問い合わせください。



写真3 船橋試験室外観および職員

船橋試験室へのアクセス(図1参照)

〒273-0047

千葉県船橋市藤原3-18-26

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

最寄駅：JR船橋法典駅よりバス10分(京成バス桐畑・市川営業所・ファイターズタウン鎌ヶ谷行き，「藤原5丁目」下車 徒歩3分)

自動車：市川印西線(木下街道)の中央道交差点を北上約500m

4. 船橋市

試験室がある船橋市は，千葉県北西部に位置し，都心や成田空港から近いばかりでなく，京葉港や豊かな交通網を併せ持つなど，非常に恵まれた立地条件を備えた街です。

成田山に参拝する佐倉街道の宿場町として栄え，昭和12年4月1日に船橋町，葛飾町，八栄村，法典村，塚田村の2町3村が合併して，「船橋市」が誕生しました。

やがて東京に近いという地理的条件を生かして近代的な都市へと発展し，市制施行時には4万3千人ほどだった人口も，現在は60万人を擁する全国有数の都市に成長しました。

ただし，試験室は市街地から少々離れ，周辺は梨畑が広がる自然豊かな環境となっています。周辺の観光スポットとして，ふなばしアンデルセン公園や中山競馬場があり，競馬開催日は近くの船橋法典駅や周辺道路は大混雑します。

また，船橋市の南側は東京湾に接しており，干潟があるため，貝類などが特産物になっております。

試験室にお立ち寄りの際は，船橋市のグルメを堪能してみたいはいかがでしょうか。



図1 船橋アクセスMAP

【参考文献】

船橋市役所HP (<http://www.city.funabashi.lg.jp/index.html>)

(文責：工事材料試験所 船橋試験室 主任 成毛 勝)

「コンクリートテクノプラザ2016」の出展報告

経営企画部 企画課

1. はじめに

2016年7月6日(火)から7月8日(金)までの3日間、福岡国際会議場(福岡県福岡市博多区)において、公益社団法人日本コンクリート工学会が主催する「コンクリート工学年次大会2016(博多)」が開催されました。当センターからは、3名の職員が論文発表を行ったほか、大会開催期間中に同一会場の多目的ホールにて開催された展示会「コンクリートテクノプラザ2016」にブースを出展いたしました。ここでは、展示会の内容について、概要をご報告いたします。

2. 出展概要

コンクリートテクノプラザは、総合建設業、セメント・同製品製造業、混和剤メーカー、試験機器メーカーなど、コンクリートに係るさまざまな企業がブースを出展し、最新技術、製品、機器などの紹介を行う場となっております。大会事務局の発表によると、出展企業数は73社であり、期間中における大会全体への来場者数約14,200人(延べ数)、展示会への来場者数は約7,700人(延べ数)との報告でした。

【コンクリートテクノプラザ2016の概要】

- (1) 会 期：2016年7月6日(水)～8日(金)
- (2) 会 場：福岡国際会議場 2階「多目的ホール」
- (3) 参 加 料：無料

当センターにおきましては、試験・評価・認証業務などを通して、建築物・土木構造物に使用される材料・部材などに対する信頼性を付加する役割を担う第三者証明機関であることから、今回の展示会ではコンクリートをはじめとする建設材料の価値や品質を高めていただくことを目的としたテーマ「第三者証明で信頼をプラスします」で出展いたしました。また、福岡県で開催されたこともあって、西日本地域で最大級の公的試験所となる西日本試験所(山口県山陽

小野田市)と福岡試験室(福岡県糟屋郡)を中心とした業務紹介も行いました。

展示ブースの大きさは、間口2.7m、奥行き1.8m、高さ2.4mによる壁3面で構成され(写真1)、西日本試験所、福岡試験室をはじめとし、中央試験所、工事材料試験所のパネルを掲載するとともに、各事業所のパンフレット、リーフレットなどを用いて業務紹介をさせていただきました(写真2)。



写真1 展示ブース

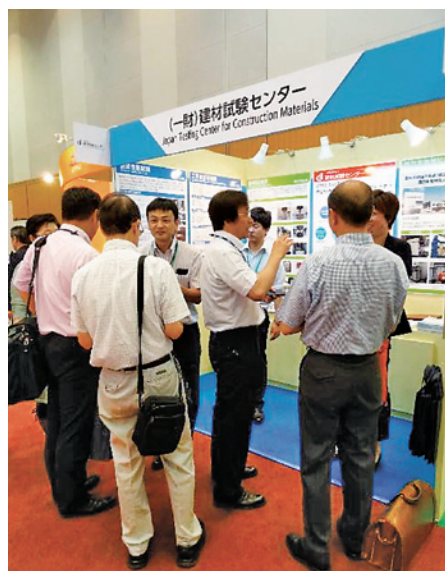


写真2 開催期間中の展示ブースの様子

そのほか、本誌4月号にて紹介させていただきました中央試験所の拡張・整備計画における動風圧試験棟、構造試験棟の建設(本年10月竣工予定)につきましてもパネルを展示(図1および図2)、ブース来場者に試験装置の概要や特徴、さらには、取り扱える試験体の種類や大きさなどの説明をさせていただきました。

また、開催期間中に行われた技術セッション(ブース出展者に割り当てられた15分間の発表時間による技術紹介)におきましては、「西日本エリア最大級の試験所」というテーマにて西日本試験所および福岡試験室の業務内容を発表し、多くの方にご聴講いただき盛況に終わりました(写真3および写真4)。

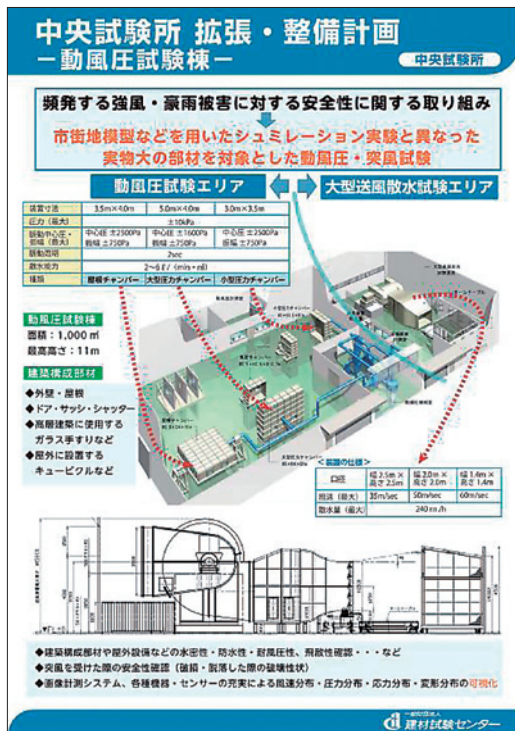


図1 パネル(動風圧試験棟)



写真3 技術セッションの様子



写真4 技術セッションにおける西日本試験所流田副所長による講演

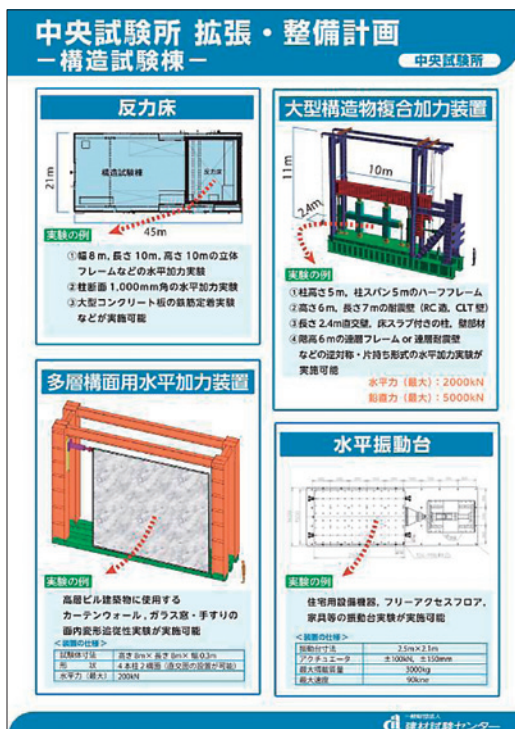


図2 パネル(構造試験棟)

3. おわりに

当センターブースには、官庁、大学・研究関係者、建設業関係者、コンクリート用材料・製造業関係者、コンクリート製品製造業関係者、生コンクリート製造業関係者など、多数のおお客様にご来場いただきました。お客様からは、当センターで行っている試験や認証、あわせて中央試験所の拡張・整備計画の内容などについて、ご意見・ご要望を賜りました。今後、頂戴しましたご意見・ご要望などを業務に活かし、よりよい試験・評価・認証サービスの提供に取り組んでまいります。

当センターの業務内容について、ご不明な点などがありましたら、お気軽にご相談・お問い合わせください。

(文責：経営企画部 企画課 課長代理 伊藤嘉則)

平成 28 年 9 月 1 日

機関誌「建材試験情報」の電子版発行に伴う改編のお知らせ

一般財団法人建材試験センター
建材試験情報編集委員会

平素は当センターの機関誌「建材試験情報」をご愛読いただき誠にありがとうございます。

「建材試験情報」は、広報委員会および建材試験情報編集委員会において、これまでの読者アンケートを踏まえ、読者の皆様より頂きました要望にお答えすべく協議を重ねた結果、来年1月から、冊子版に加え、電子版（電子ブック）の発行を行うことといたしました。

今回の電子ブック化に伴い、過去の機関誌についても、順次、電子ブック化を進めてまいります。それにより、これまでの機関誌の検索・閲覧が容易に行えるようになります。

電子版の発行に伴い、読みやすい紙面構成に変更し、幅広いお客様へ当センターの情報を提供してまいります。なお、発行回数および発行日につきましては、下記のとおり変更となります。

「建材試験情報」の発行をつうじて、当センターの使命である住生活・社会基盤整備の発展に資する情報の提供に努めてまいります。

今後も変わらぬご支援・ご協力を賜りますよう、よろしくごお願い申し上げます。

記

1. 電子版の提供

電子版の発行は、平成 29 年 1・2 月号より当センターの HP で開始いたします。

2. 発行回数及び発行日

年 6 回・奇数月の隔月発行

奇数月の月末（月末が休日・祝日となる場合はその前）

【お問い合わせ先】

一般財団法人建材試験センター 経営企画部 企画課

TEL：048-920-3813 FAX：048-920-3821

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

環境技術実証事業(ETV事業) セミナー 「省エネルギー照明技術の研究・実証動向」を開催

経営企画部

去る7月12日(火)、日本橋社会教育会館8階ホールにて、平成28年度のETV事業に関するセミナー「省エネルギー照明技術の研究・実証動向」を開催しました(主催:環境省、運営:当センター)。

当日は、サプライヤー、ユーザー、関連団体などから計55名が参加しました。主催者挨拶(環境省 太田志津子室長)に始まり、「環境技術実証事業の概要と今後の展開」(環境省 高松達朗主査)、「建築のゼロ・エネルギー化に向けた照明の課題」(千葉工業大学 望月悦子教授)、「昼光利用技術の開発動向について」(太陽光採光システム協議会 田村洋二氏)、「ETV取得の意義と活用について」(株式会社エックス都市研究所 土井麻記子氏)、「実証対象技術及び実証項目の説明・実証申請の方法について」(中央試験所 環境グループ

松原知子主幹および経営企画部 調査研究課 泉田裕介職員)の講演に参加された皆様は熱心に聴講されており、省エネルギー照明技術の研究・実証動向への関心の高さがうかがえました。

今年度のETV事業 地球温暖化対策技術分野(照明用エネルギー低減技術)における対象技術の公募は、9月30日(金)まで実施しています。



【ETV事業に関するお問い合わせ】

経営企画部 調査研究課 担当: 泉田
TEL: 048-920-3814 FAX: 048-920-3821
E-mail: light_etv@jtccm.or.jp

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(2件)について平成28年7月11日付でJISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

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

認証登録番号	認証契約日	JIS番号	JIS名称	工場または事業場名称	住所
TC0216001	2016/7/11	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート	角田レミコン(株) 震災復興生コン	宮城県亘理郡亘理町荒浜字我妻79
TC0716001	2016/7/11	JIS A 5914	建材豊床	岡部商事(株) 四国営業所	香川県丸亀市柞原町541番地

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業（2件）の品質マネジメントシステムをISO9001（JIS Q 9001）に基づく審査の結果、適合と認め平成28年7月8日付で登録しました。これで、累計登録件数は2277件になりました。

登録事業者（平成28年7月8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
RQ2276	2002/10/10 [*]	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2017/10/9	(株)北海道ライン興業	北海道札幌市西区発寒9条9丁目1番33号	道路標示・各種区画線及び道路標識の設計、施工
RQ2277	2016/7/8	ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)	2019/7/7	東洋ヘッジ(株)	滋賀県草津市上笠4丁目2-28 <関連事業所> 事業所	土木構造物の施工 舗装工事に係る施工

※他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なります。

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業（1件）の環境マネジメントシステムをISO14001（JIS Q 14001）に基づく審査の結果、適合と認め平成28年7月23日付で登録しました。これで、累計登録件数は712件になりました。

登録事業者（平成28年7月23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
RE0712	2016/7/23	ISO 14001:2015 (JIS Q 14001:2015)	2019/7/22	東洋ヘッジ(株)	滋賀県草津市上笠4丁目2-28 <関連事業所> 事業所	土木構造物の施工 舗装工事に係る施工

あとがき

日頃、関心を持った構造物や建築物、鉄鋼などの建材について、その成り立ちに関わった地を、機会を見つけて訪ねている。そのいくつかは、本誌の「明治期の国産化建材探訪記」(7回連載2011.8～2013.2)や、「たてもの建材探偵団」のコーナーで何度か紹介してきた。

これまで訪ねた地は、昨夏「明治日本の産業革命遺産-製鉄・鉄鋼、造船、石炭産業」として世界遺産リストに登録された影響を受け、最近でこそ、多くの観光客が訪ねている所もあるが、多くは閑散とし、情報も多くない。そのため、簡単な事前調査を行い、計画をたてて訪ねるようにしている。役所や関係者へ問い合わせたり、現地の案内人による案内を依頼したり、ペーパードライバーの私にとっては、公共の交通機関の時刻を調べることも必須事項である。かつては運行していたバスが廃線となりタクシーでしかたどり着けない所を訪ねたこともあった。一方、計画外の事柄が起きることもある。現地の鉄山を守ってきた方と話をし、山を案内していただく機会を得たり、テレビ局と同行の旅となったり、一般には立ち入れない所を思いもよらず見学させていただいたり、本誌記事には紹介していないちょっとした出来事も度々起き、旅を印象付ける良い思い出となっている。

近々、我が国の産業革命発祥の地とも云える佐賀県を訪ね、反射炉跡などを見学する予定だ。どんな出来事が起こるか、楽しみである。

(木村麗)

編集たより

今月号は、山口大学大学院 李柱国准教授に「ジオポリマーおよびその建材分野における実用化に向けて その1 硬化機構および反応生成物」と題してご寄稿いただきました。ジオポリマーの構造や硬化する原理などについて、先行研究とともに詳しくご紹介いただいております。また、ジオポリマーを用いたコンクリートが環境負荷低減に役立つと考えられているため、将来的に期待できる建材と考えられます。

李准教授は、研究論文「フレッシュコンクリートのレオロジー的性質の解明に関する一連の理論的研究」において2016年度の日本建築学会賞(論文)を受賞されております。この研究は、コンクリートの打設時における様々な問題を解決するために応用できると期待されております。

李准教授には、2016年12月号でもジオポリマーについてご寄稿いただく予定です。今月号と12月号を合わせてご一読いただけましたら幸いです。(鶴岡)

〈訂正とお詫び〉

本誌2016年8月号におきまして、次の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。

[業務紹介]アセットマネジメントシステムの概要と現状

23頁 右段上から10行目

(誤)・・・, 道路分野, → (正)・・・, 空港分野,

建材試験情報

9
2016 VOL.52

建材試験情報 9月号
平成28年9月1日発行

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

発行者 松本 浩
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 経営企画部 企画課
TEL 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

阿部道彦(工学院大学・教授)

副委員長

砺波 匡(建材試験センター・理事)

委員

石井俊靖(同・総務課主任)

守屋嘉晃(同・中央試験所構造グループ
統括リーダー代理)

田坂太一(同・中央試験所環境グループ主幹)

穴倉大樹(同・中央試験所防耐火グループ)

佐藤直樹(同・工事材料試験所浦和試験室
室長代理)

深山清二(同・ISO審査本部審査部主任)

木村 麗(同・性能評価本部性能評価課主幹)

山本圭吾(同・製品認証本部管理課)

早崎洋一(同・西日本試験所試験課主任)

事務局

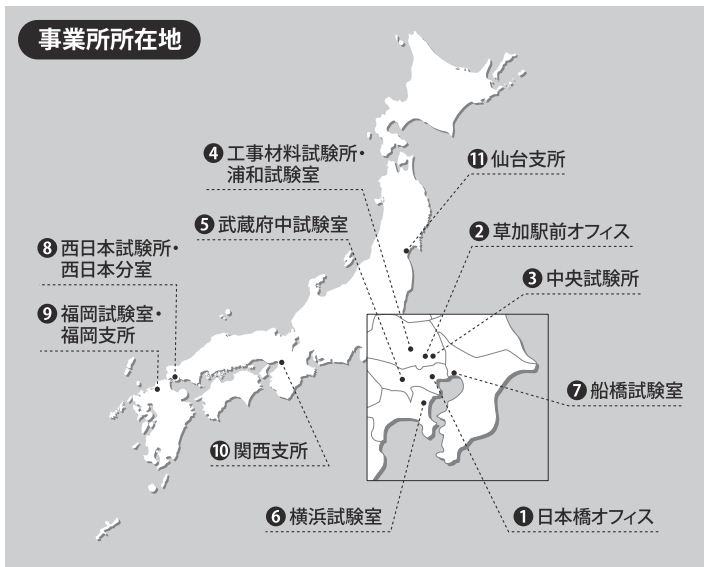
鈴木澄江(同・経営企画部部長)

伊藤嘉則(同・企画課課長代理)

佐竹 円(同・企画課主任)

鶴岡美穂(同・企画課)

制作協力(印刷・製本) 株式会社工文社



1 日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル5階

ISO審査本部

審査部
TEL: 03-3249-3151 FAX: 03-3249-3156
開発部・GHG検証業務室
TEL: 03-3664-9238 FAX: 03-5623-7504

製品認証本部

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

最寄り駅から

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

2 草加駅前オフィス

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

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

総務部 (3階)

TEL: 048-920-3811 (代) FAX: 048-920-3820

経営企画部 (6階)

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

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口) より徒歩1分

3 中央試験所

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

管理課

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

技術課

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

材料グループ

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

構造グループ

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

防耐火グループ

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

環境グループ

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

➤ 右段へつづく

最寄り駅から

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

高速道路から

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

4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

管理課 / 品質管理室

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

浦和試験室

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

住宅基礎課

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

最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅 (西口) より徒歩15分

5 武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10

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

最寄り駅から

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

高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

6 横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

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

最寄り駅から

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

7 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

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

最寄り駅から

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

8 西日本試験所 西日本分室 (製品認証本部)

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

最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

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

9 福岡試験室 (西日本試験所) 福岡支所 (ISO審査本部)

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

福岡試験室 (西日本試験所)

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

福岡支所 (ISO審査本部)

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

最寄り駅から

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

高速道路から

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

10 関西支所 (ISO審査本部)

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14

新大阪グランドビル10階

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

最寄り駅から

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

11 仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22

宮城県管工事会館7階

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

最寄り駅から

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



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

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

建材試験センター	検索
----------	----