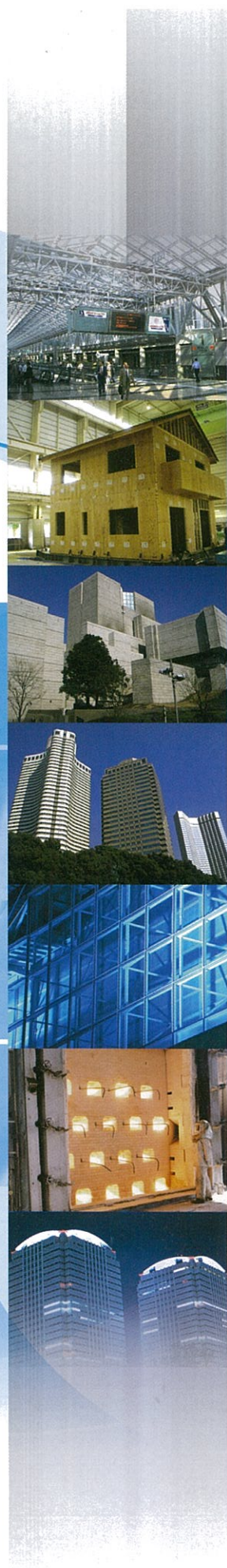


# 建材試験

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

# 情報

SEPTEMBER 2011.9  
Vol.47



**巻頭言**——重富光人  
防耐火建築材料における  
グローバル化の必要性

**寄稿**——田中享二  
屋上緑化と防水  
—屋上緑化で考えなければならない三つの外力—

**技術レポート**——中村陽介  
組立鉄筋ユニットを配筋した  
鉄筋コンクリート造基礎梁に関する実験的研究



## I n d e x

p1

### 巻頭言

「防耐火建築材料におけるグローバル化の必要性」  
／せんい強化セメント板協会 会長 重富 光人

p2

### 寄稿

屋上緑化と防水

－屋上緑化で考えなければならない三つの外力－

／東京工業大学 名誉教授 田中 享二

p11

### 技術レポート

組立鉄筋ユニットを配筋した鉄筋コンクリート造基礎梁に  
関する実験的研究

／中村 陽介

p17

### 試験報告

トンネル補修材料の防火性能試験／内川 恒知

p19

### かんきょう随想 (第31回)

太陽熱で冷房や涼房や除湿／国際人間環境研究所代表 木村 建一

p22

### たてももの建材探偵団

長野県松本市の重要文化財「旧開智学校」／若林 和義

p23

### 基礎講座

木造部材等の試験・評価

⑤筋かい耐力壁／高橋 仁

p26

### 規格基準紹介

JSTM G 7101 (防水材料等の耐根性評価のための

模擬針を用いた試験方法) の制定について／清水 市郎

p30

### 設備紹介

塩水噴霧試験機／大田 克則

p32

### 50周年企画

建材試験センターと私

／宇都宮大学 名誉教授 小西 敏正

p34

### 建材試験センターニュース

p36

### あとがき・たより

## 巻頭言

# 「防耐火建築材料における グローバル化の必要性」

せんい強化セメント板協会 会長 重富 光人

私どもせんい強化セメント板協会は昭和12年に石綿スレート工業組合として発足以来、70余年にわたって波形スレートをはじめけい酸カルシウム板等に代表される防耐火建築材料を提供することによって、社会に安心と安全を届けてまいりました。

そのような中で最近では石綿問題、耐火偽装問題、世界的経済不況等建築材料を取り巻く多くの問題の影響により、建築材料の国内出荷量は大きく落ち込んでおります。その打開策として国内における販路の拡大だけでなく広く海外の市場を視野に入れた展開を図る必要があると思われま

す。当協会の出荷量に占める輸出量は最近の5年間でおよそ3%から10%前後に増加しております。海外との商取引を行う上で必要不可欠なことは同じ基盤に立って材料の性能を評価することです。その点、これまで日本の製品の性能はJIS（日本工業規格）によって保証されてきておりますが、それだけでは海外の市場に展開することは困難です。

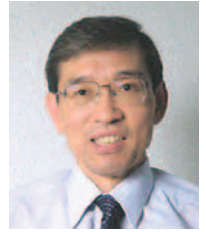
最近のJISの改正に当たってはJISを国際標準に整合化することを大きな目標の一つに挙げています。代表的な国際標準としてISO（国際標準化機構）が出版した国際規格があります。JISをこの国際規格に整合させることによってJISで管理されている国内の製品を広く海外に展開することが可能になります。しかしながら、この国際規格はヨーロッパ中心に検討が進められた規格であり、建築材料について考えると、日本を含むアジアと比較すると石と木など家の骨格となる材料や気温、湿度などの使われる環境が大きく異なっております。そのようなことからJISの国際規格への整合化において、国際規格をそのまま取り入れるのではなく、使われる環境に適した規格に咀嚼しなおしてから取り入れる必要があると考えます。そうすることが海外市場を見据えたうえでの国内の発展につながるものと考えます。

今後も(助)建材試験センターをはじめとする関係各方面のご支援を宜しくお願い致します。



# 屋上緑化と防水

## －屋上緑化で考えなければならない三つの外力－



東京工業大学 名誉教授 田中 亨二

### 1. はじめに

もともと屋上に敷設される防水層は、防水が目的であって、木や草花を植えるためのものではない。だから、本当のことをいうと、屋上に植物を植えることはやめてもらいたい。これは筆者だけの意見ではない。大方の設計者もそうである。理由は、そうでなくても屋上からの漏水に悩まされているのに、さらに漏水の危険性を増す植物を背負いこみたくないのだ。我が国も最近では、急速に訴訟の時代に突入しつつあり、屋上からの漏水があると、設計者も裁判所に呼びつけられて、被告席に立たされる時代である。一応建前は緑化と叫ぶが、内心は、それとは裏腹にできれば避けたいと思っている。

ただそれは設計者だけの責任ではない。もともと屋上では植物を植えることを前提としていないので、屋上緑化防水技術もまだ十分とはいえないのだ。特に見よう見まねで、土を入れ、そこに植物を植えてハイおしまい、という感じで作られた緑化屋根は特に危なく、トラブル予備軍は相当多いと思う。

とはいうものの屋上緑化のメリットは大きい。ヒートアイランド防止、都市型洪水防止に有効であり、何よりも人々に安らぎを与える、というようにいいことづくめである。これからの環境の時代を支える重要な技術要素である。そして市民がそれを求めているとしたら、技術者としてはこれに答えていく義務もある。そのようなこと背景があり、今や建築関係者が全力で取り組まねばならない重要課題となっている。

### 2. 緑化防水に求められること・その1：耐根性

何度もいうが、防水の目的は水を止めることである。

|             |     |
|-------------|-----|
| 根 . . . . . | 耐根性 |
| 風 . . . . . | 耐風性 |
| 火 . . . . . | 耐火性 |

図1 屋上緑化で考えなければならない外力

これに尽きる。ただこれに植栽を施すとなると、今まで防水では考えたこともない外力が登場してくる。それでは新たな外力とは何であろうか。これを整理して図1に示す。

まずは根である。通常我々のめぐる植物は、地上より上の葉や花の部分である。だがそれを支えているのは、地面の中の地下茎や根である。普通は土壌が深いので根は自由に伸びていけるが、屋上緑化では必ず防水層とぶつかる。そうすると弱い防水層では突き破られたり（写真1）、シート状の材料ならばその接合部にもぐり込まれたりといったトラブルを引き起こす（写真2）。防水層は孔ひとつ隙間ひとつあれば、漏水事故となるので、その時点でアウトである。

もう一種類、根に係るトラブルがある。街路などでは根が太くなり、アスファルト舗装面を持ち上げている光景を時々目にする（写真3）。今のところ、大きなクレームとされていないようであるが、屋上ならばたちどころに苦情である。最近の屋上緑化では土壌層が薄いので、木の根が歩行面に入り込むとそのダメージは大きいのだ。さらに屋上には縁石やガーデンファニチャー類が置かれているが、これらも簡単に動かされてしまう。筆者の見たなかで根の力による強烈的な破壊例は、何といってもカンボジアのアンコール遺跡のタ・プロムである。根が組積建造物を今も破壊し続けている（写真4）。

さてこれらを外力としてみた時、どの程度の力なのだろうか。世の中にはそのような力を測定する装置はな





写真1 クマザサ地下茎の防水層の貫通



写真3 根の肥大によるアスファルト歩道舗装の持ち上げとひび割れ



写真2 シートのジョイント部への地下茎や根の侵入(一部剥がして撮影)



写真4 アンコール遺跡タ・プロムの組石造の根の肥大による破壊

い。自分で作るより仕方がない。ということで自ら、突き破ろうとする押し付け力と肥大力を測定するための装置を作ることになった。

ただ相手は噛み付いたりはないが、生き物である。そう易々と人間のいうことを聞いてはくれない。そして植物と付き合うこと数年、何とか測定を可能とした。

まず地下茎の押し付け力である。対象はクマザサである。これは屋上緑化によく用いられ、特に屋上を和風にする時には欠くことのできないアイテムである。そしてその先端は図2に示すように、鉛筆の芯のように尖っていて硬い。ちなみに緑化といえはすぐ頭に浮かぶシバも、これとほぼ同様の根系をもつ。

さてこの地下茎をどのように手なずけるかである。根や地下茎はいつも真っ直ぐ伸びてくれるという保証はな

いのだ。専門家に話を伺うと、植物の根は水と栄養を求めて伸長してくるとのことである。そうすると水をエサにしていうことをきかせることができるかも知れない。図3はそういう、だましのテクニックを用いて作り上げた装置である。仕組みは極めて簡単である。地下茎の伸びようとする前方に、真ん中に小さな孔をあけたじゃま板を用意しておく。孔の向こう側には湿った土壌を入れ

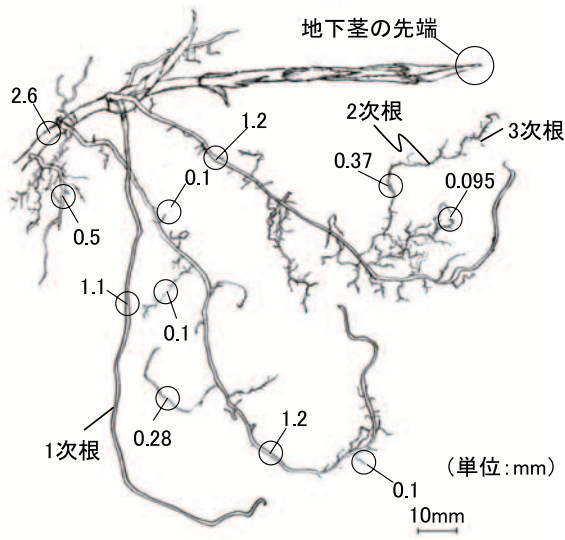


図2 クマザサの地下茎と根の寸法

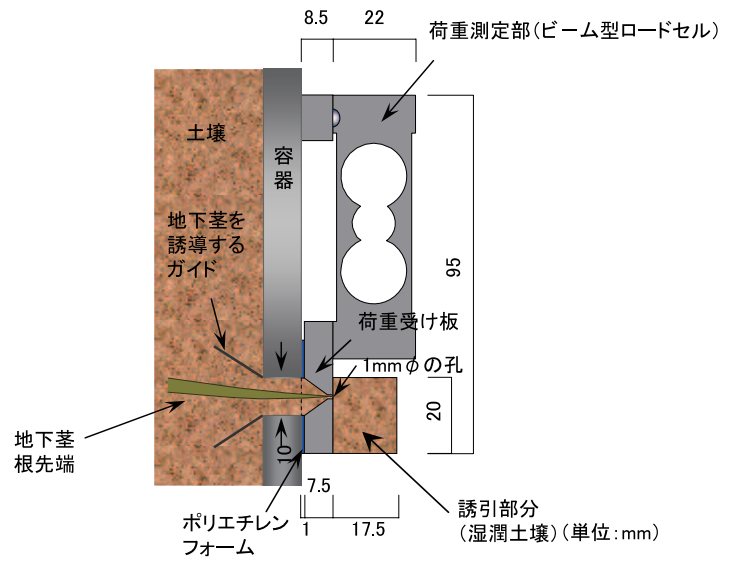


図3 地下茎先端の押し付け力測定装置

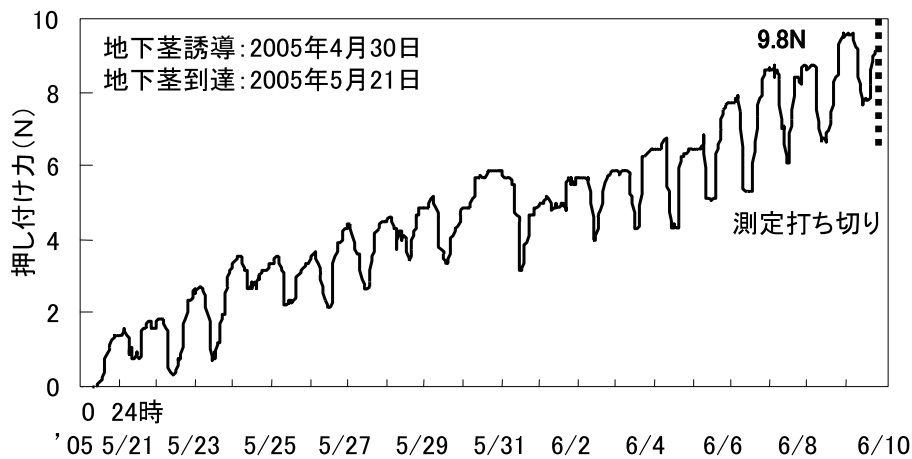


図4 クマザサ先端の押し付け力測定結果

であるので、水分につられて地下茎は伸びようとしてそのじゃま板を押し付ける。じゃま板にはビーム型のロードセルが取り付けられており、押し付け力を測ることができる。とまあ、ざっとこのような装置である。

これにクマザサを植え込んだ。そして待つこと数週間、ついに地下茎の先端がじゃま板に到達したとみえ、図4に示すような押し付け力が観測され始めた。そしてどんどん大きくなっていく。測定は、押し付け力が次第に鈍化したことと、ロードセルの測定限界に近づいたため3週間くらいで打ち切られたが、それでも驚くべき力、約

9.8N (1kgf) が観測された。数字だけいわれてもぴんときないと思うのでわかりやすく説明すると、この力は爪楊枝の先を少し柔らかくして、これに1リットルのペットボトルを載せた位という、少しはイメージできるであろうか。ちなみに自分の手でやってみるとわかるが、結構痛い。ここでは測定が中途半端で終わっているが、最近測定されたタケ(ダイミョウチク)の地下茎の測定結果によると20Nを超えたとのことである。これだと2リットルのペットボトルを載せることになる。もう「痛い」を通り越している。



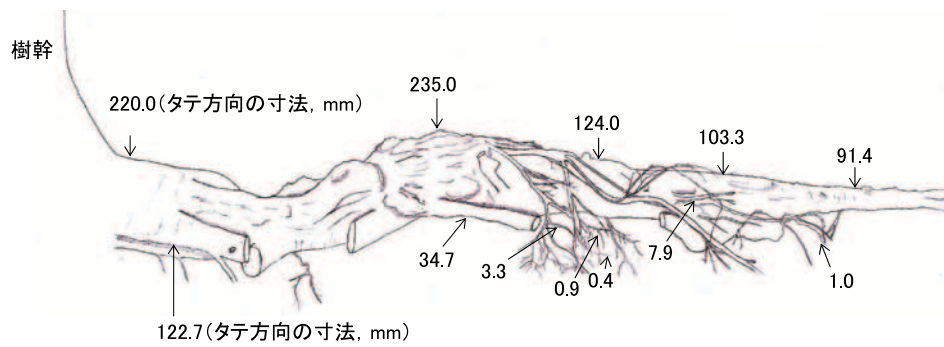


図5 測定に使用したソメイヨシノの根の寸法

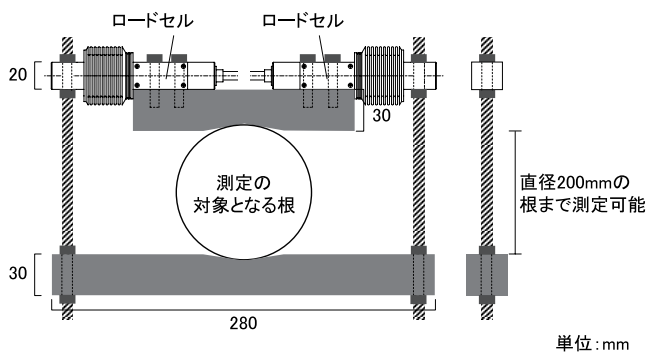


図6 根の肥大力測定装置



写真5 肥大力測定装置の設置状況

もうひとつ注目すべきは、この押し付け力が脈動していたことである。昼間に下がり、夜間に上昇するのだ。最初は どうしてこんなことになるのか見当もつかなかったが、その後の別な樹液流速の測定でわかった。樹液流速とは木のなかの水分の移動速度のことであり、木の幹や枝に特殊な装置をつけて測定する。

そして脈動した理由である。葉には気孔がある。これは昼間に開き、夜間には閉じる。中学校の理科で習ったとおりである。昼間は気孔が開いているため、根から吸い上げられた水は気孔からどんどん蒸散する。水分が抜けっぱなしなので、押し付け力はそれほど増加しない。一方夜間はそれが閉じられる。そのため吸い上げた水は地下茎内にたまる一方である。それが押し付け力になるのである。人間の血圧に似ていて、何となく親しみがわく。

今度は根の肥大力である。対象としたのは日本人になじみの深いソメイヨシノである。その根系は図5に示す

ようであり、太い主根から側根が出て、さらに細根が地中に広がっている。このなかでアスファルト舗装を持ち上げ、路面にひび割れを作ったり、部材を動かしたりするのは、根の太い部分である。そのことを考慮して、幹から近い1m位の部分で、肥大力を実際に測定してみた。これも測定装置が市販されているわけではないので、自分で作った。測定の原理は簡単で、図6に示すように、根をアルミニウム製の角棒ではさみ、根が肥大しようとする力を角棒で受け、角棒の上部に左右対称に取り付けたロードセルにより測定するのである。

写真5が作製した肥大力測定装置である。これを先ほどの根の部分に取り付けた。実際の測定では、根の乾燥防止のため、その周りに吸水性のある紙を何層にも巻き付け、できるだけ土壌内に近い状態にしてある。そして測定は、根が活動を始めると思われる春先の3月から行った。

測定結果を図7に示すが、しばらくは何の音沙汰もな

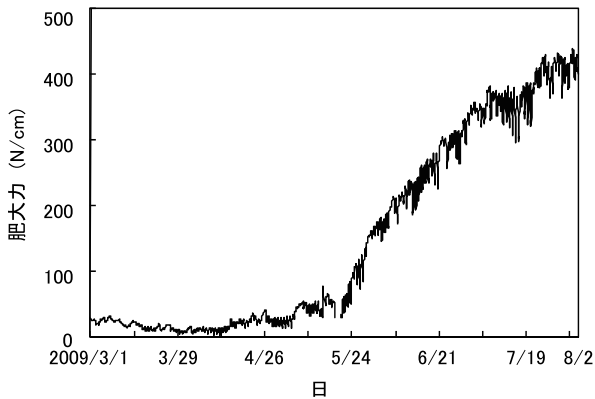


図7 ソメイヨシノの根の肥大力測定結果

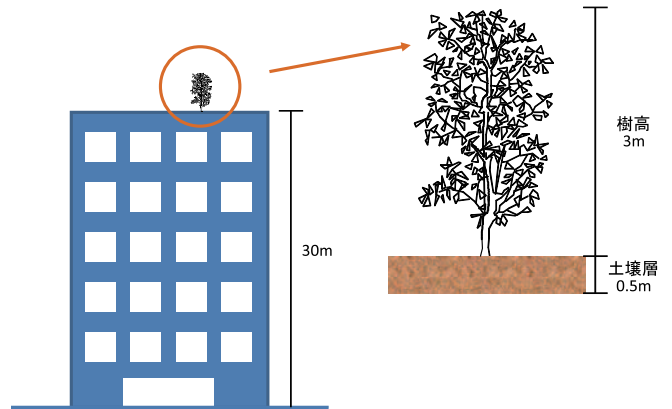


図8 ビル屋上樹木植栽

かった。しかし4月後半になると、肥大力は、やはり葉の気孔からの蒸散によると思われるが、一日単位での脈動を繰り返しながら増加しはじめ、最大440N/cmに達した。この数字だけを聞かされてもピンとこないかも知れないが、根の長さが1mもあれば、それだけで44kN（約4.5tf）の力となる。ちょっとした起重機である。このような力持ちなので、石を動かすことやアスファルト舗装にヒビを入れるなどは、たやすいことになる。いやはや恐るべき植物の力である。

### 3. 緑化防水に求められること・その2：耐風性

知ってのとおり、風が吹けば物は吹き飛ばされる。屋上緑化の樹木も同様である。特に屋上は建物の一番高いところにあるので、風も強くなる。それではどの程度の力が作用するのであろうか。これはおおざっぱに計算により、求めることができる。

日本建築学会、建築物荷重指針・風荷重によると、物体に作用する風荷重は次式で表すことができる。

$$W_D = q_H C_D G_D A$$

ここに  $W_D$ ：風荷重 (N)

$q_H$ ：速度圧 (N/m<sup>2</sup>)

$C_D$ ：風力係数

$G_D$ ：ガスト影響係数

$A$ ：見付面積 (m<sup>2</sup>)

それでは実際に樹木にはどの程度の力が作用するので

あろうか。今、図8に示すような高さ30mのビルの屋上に、土壌が50cmほど盛られ、高さ3mの木が植えられているとする。場所は東京で、中層の建物の散在する地域とする。

対象がゆらゆらした樹木なので、風荷重計算にはいくつかの仮定が必要である。まず風の受ける面積である。当然樹種によって枝葉の量が異なるが、ざっと3m<sup>2</sup>位とする。次に力の受ける位置である。もちろん枝、葉も含め全体で受けるのであるが、計算が面倒になるので簡略化する。樹木は枝や葉が高い位置にあり、頭でっかちの状態であることを考慮して、樹高の2/3とする。これらを整理して、地上から32.5m (30m+0.5m+2/3×3m) に3m<sup>2</sup>の面積をもつ物体にモデル化して、風荷重を計算することになる。

実際に、再現期間100年での風（基本風速36m/s）を対象に試算してみると、途中は割愛するが、 $q_H = 799\text{N/m}^2$ 、 $C_D = 0.8$ 、 $G_D = 2.3$ （平成12年建設省告示より計算）、 $A = 3\text{m}^2$ となり、風荷重は4413N、約450kgfの横力を受けることになる。

通常の地面ならば、樹木は根を地中深く十分張ることができるので、強風に耐えることはできるが、屋上では屋根荷重を低く抑えたいという構造設計側からの制約条件のため、十分な深さの土壌層を確保できないことが多い。その結果、転倒の恐れがでてくるのである。特に頭に入れておかねばならないのは、樹木は植えた時は小さくとも、成長するという点である。園芸に興味をお持ちの方は理解していただけたらと思うが、樹木は3次元的に



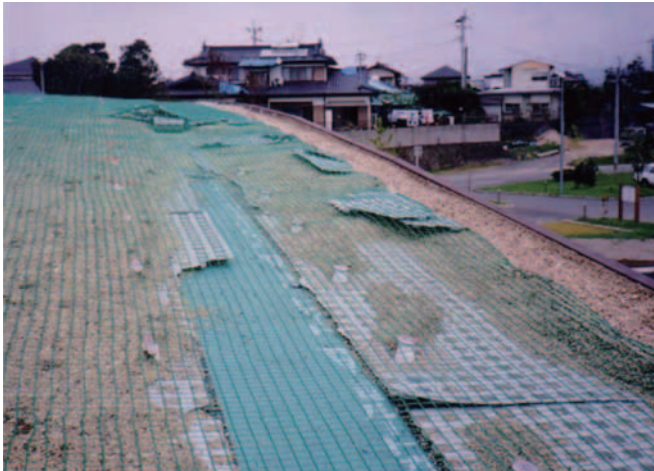


写真6 軽量緑化システムの強風による被害例

成長するので、当初のサイズは小さいと思っても途中から、手入れが憂鬱になるほど急速に巨大化する。それに伴い、当然風荷重も増加する。

風については、もうひとつ考えておかねばならない外力がある。上方に吸い上げられる力である。これは軽量の土壌を用いた芝等の屋上緑化で考慮すべき外力である。我々は普段の生活で、屋根の吸い上げ力を実感する機会は少ないが、屋根も強風時には飛行機の翼状態になる。建物は十分重いので空に舞い上がることはないが、軽量土壌を敷設した緑化システムでは、軽量であるため吸い上げ力に耐えきれずに被害を起こすことがある。写真6はその例であるが、耐根シートより上方の芝、軽量土壌が一部消失している。写真にはワイヤーネットが写されているが、これはその後の被害拡大防止のために仮敷設されたものである。

この風荷重も日本建築学会建築物荷重指針の次式により計算することができる。

$$W_c = q_H \hat{C}_c A_c$$

ここに  $W_c$  : 風荷重 (N)

$q_H$  : 速度圧 (N/m<sup>2</sup>)

$\hat{C}_c$  : ピーク風力係数

$A_c$  : 受圧面積 (m<sup>2</sup>)

ここで注意すべきは、フラットルーフでは屋根面の位置により、ピーク風力係数が異なっていることである。図9にその分布を示すが、屋根の周囲で高い値となって

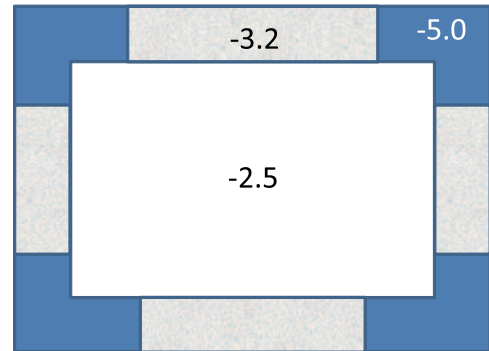


図9 フラットルーフ屋上面の風力係数の分布。周囲隅角部で高くなる。

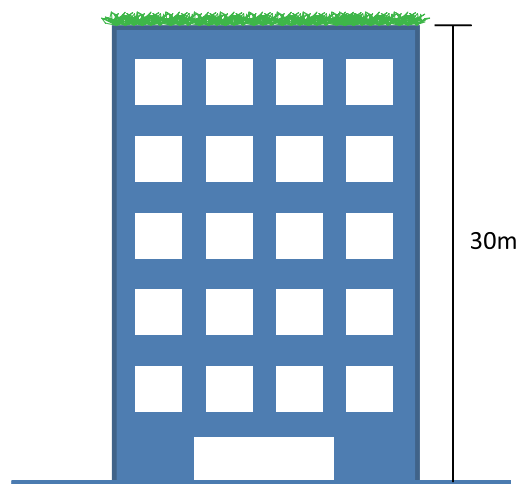


図10 ビル屋上植栽

おり、特に隅角部には大きな吸い上げ力が生じる。

この場合も途中の計算は省略するが、図10に示す高さ30mのビルの、屋上緑化層に作用する吸い上げ力（マイナスの風圧力）を、横力と同じく基準風速36m/sで試算してみると、 $q_H = 773 \text{ N/m}^2$ 、 $\hat{C}_c = -2.5$ （中央部）、 $-5.0$ （隅角部）であり、受圧面積  $A_c = 1 \text{ m}^2$  では屋根中央部では  $-1,993 \text{ N}$  ( $-197 \text{ kgf}$ )、隅角部では  $-3,864 \text{ N}$  ( $-394 \text{ kgf}$ ) の吸い上げ力が作用することになる。先ほどの写真に示す軽量緑化システムでは、1m<sup>2</sup>の重量がせいぜい40~50kg/m<sup>2</sup>であり、強風時に被害を受けたのは当然と思われる。

#### 4. 緑化防水に求められること・その3：耐火性

屋上緑化に用いられる植物は、いつも青々としている

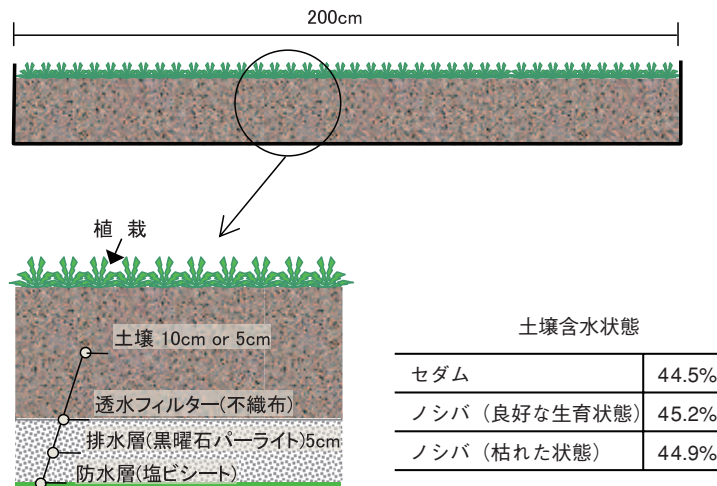


図11 試験体の構成



写真7 試験状況

わけではない。一部の常緑樹を除き、多くのものは冬期間枯れてしまう。そして可燃物と化す。ここに火種があると、火災発生が懸念される。さらに関係者が心配しているのは、夏期であっても水不足の時のことである。最近では少なくなったが、以前は東京でも、ダム渇水のために給水制限がしばしば実施された。このような状況では、植物への気楽な水やりは憚られる。特に軽量緑化システムは植栽基盤としての土壌層が薄いので、水不足のために植物の枯れてしまうことが懸念される。ということで、火が外力といえるかどうかは疑問のあるところであるが、屋上緑化も火に対しての備えを考えておかねばならない。

それでは屋上緑化に使う植物は、本当に燃えるのだろうか。もちろん山火事が世界中のあちこちで発生して

いるから、森林の燃えることは知っている。だがこれはスケールが大きすぎる。我々の知りたいのは、屋上緑化程度の小規模のものである。

これについても公表されているデータはあまりない。ということで実験をしようということになった。幸いにも屋根の分野では、飛び火試験という火に対する抵抗性評価試験方法が整備されていて、建材試験センターで試験を受け付けている。

試験方法は写真7に示すように、斜めに設置した試験体に、ブナ材で作った木片に火をつけて屋根面に置き、その後の延焼を調べるといものである。この時、屋根面には送風機により風速3m/sの風が吹きつけられている。試験体のサイズは幅1m、長さは2mである。なお試験体の構成は図11に示すように、世の中で多く行われている軽量土壌を用いた緑化システムである。

さて問題は試験体である。当時の研究室にはおあつらえ向きに、枯れた芝の試験体があった。もともとは緑化システムの雨水排水遅延効果の研究に使用されたものであるが、試験終了により屋上に放置されたままになって、枯れてしまったものである。これを使うことにした。

また比較のために生きている芝も必要である。30cm角のものならば園芸センターで入手できるが、2㎡となると簡単に入手できず、仕方がないので我が家の小さな庭の芝を剥がして使用した。むろん家人は大反対であったが、世のため人のためとあきらめてもらった。さらに、多肉植物であり水やりが少なくすむセダムにも参加してもらった。これも先ほどの雨水排水遅延効果の研究に



ノシバ



枯れたノシバ

セダム  
(メキシコマンネングサ)

写真8 飛び火試験前の植物の状態



写真9 ノシバ試験終了後



写真10 枯れたノシバ試験中状況



写真11 セダム試験終了後

表1 飛び火試験結果

| 植 物      | 延焼時間               |                   | 火種近傍の完全に燃えた部分の面積<br>(植物がほとんど残っていない部分) |
|----------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
|          | 火種から風下<br>1500mmまで | 火種から風上<br>500mmまで |                                       |
| 生育状態のノシバ | ほとんど拡大せず           |                   | 9cm×9cm, 9cm×9.5cm                    |
| 枯れたノシバ   | 16秒                | 1分40秒             | 11cm×8.5cm                            |
| セダム      | ほとんど拡大せず           |                   | 10.5cm×10cm, 13.5×12.5cm              |

利用したものであるが、試験後の数カ月間、屋上に放置されていたにもかかわらず、天水だけで生き延びていたからである。

これら植物の試験前の状況を写真8に示す。さらに試験結果を表1と写真9～11に示す。まず生育状態にある芝であるが、火種を置いてもそこで燃えているだけでほと

んど延焼しなかった。次に枯れたシバであるが、これは一気に燃え広がった。火種から試験体上端まで1.5mあるが、火炎はわずか16秒で駆け上ってしまった。正式な試験方法では火種は一個目を置いてから4分後にもう一個の火種を載せることになっているが、その間もなかった。そして追加の試験体であるセダムであるが、これも生育



写真12 枯れたノシバの延焼部分断面

状態にあるシバと同様、燃え広がることはなかった。

このように実際に試験をしてみて、植物が枯れることの怖さを改めて思い知らされた。屋上緑化では山火事と違って、外からの火はそう強力なものではない。現実にはタバコのポイ捨て位であろう。それでも植物が枯れているとやはり火は燃え広がるのだ。

ただ激しく燃え広がりはするが、枯れた芝がすっかり燃え尽きてしまったかという点、必ずしもそうでもない。写真12に延焼部分を掘り起こした断面写真を示すが、実は燃えているのは、芝の上半分、下半分はそのまま残っている。当然土壌は何ともなく、さらにその下の防水層も健全なままである。これを防耐火の立場から、どのように評価すべきかについては、筆者はその分野の専門家でないので、発言は差し控えるが、少なくとも下側の防水層には影響はなさそうである。ただ防水層には立ち上がり部もあるので、その部分の耐火性には影響を与える危険は残る。

## 5. 終わりに

屋上緑化に施される防水の立場から、従来にはない外力が新たに出てきたこと、そしてそれがどの程度の外力であるかを概説した。このことを理解すれば、防水層の上に土を盛って植栽すれば簡単に緑化ができるという短絡的な考えは、いかに危険をはらんだものであるかを理

解していただけたと思う。

このなかで、耐根性については最近研究も進み、試験方法も整備され、しっかりした手続きを踏めば安全な緑化防水層を作りあげることが可能になってきている。耐風性についても同様であり、風荷重計算を行い、しっかりした耐風対策を施せばかなり安全なものとして行うことができる。特に大型の樹木を植える場合は、必ず専門家が関与するので、その辺の技術的備えは十分である。ただこの中で軽量薄層緑化型の緑化システムには心配が残る。これは素人でも簡単にできそうに思えるし、建築以外の専門家は屋根に働く吸い上げ力のことを、ほとんど認識していないので、問題をはらんでいる実施例は多いと思う。

最後に屋上緑化の耐火性であるが、今まで議論が避けられてきている。もともと建築基準法では屋根は不燃材料で葺きなさいと書かれているので、ここでの実験結果の判断は微妙である。さらに屋上は植物だけでなく、木製のいすやフェンスなど可燃性のガーデンファニチャー類もある。

ちなみにこのことに関して米国では、2010年に External Fire Design Standard for Vegetative Roofs という設計指針が整備された。(ついでに風についても Wind Design Standard for Vegetative Roofing Systems という設計指針が整備されている)。何も外国のまねをする必要はないと思うが、わが国の健全な屋上緑化普及を望むとしたら、これら外力に対して安全な屋上緑化をどのように作り上げていけば良いのかという、研究と議論を早急に開始すべき時期にあると思う。

### プロフィール

田中 享二 (たなか・きょうじ)

東京工業大学名誉教授

資格：工学博士、一級建築士

最近の研究テーマ：台風時の防水層の挙動解明と防水層の耐風性評価方法の開発、建築部材に及ぼす植物の根の力の観測と耐根性評価方法の開発、地下防水層の性能評価方法の開発、都市型洪水防止のための屋上からの雨水排水遅延化構法の開発



# 組立鉄筋ユニットを配筋した鉄筋コンクリート造基礎梁に関する実験的研究

中村 陽介

## 1. はじめに

建物の基礎は、上部構造が地盤に対して構造上支障のある沈下・浮き上がり・転倒・横移動を生じないように、安全に支持できる構造形式とすることが求められ、建物の規模・重量及び地盤の各種許容応力度を考慮して適切な形状（布基礎、べた基礎、くい基礎など）とする必要がある。

平成12年建設省告示第1347号では、布基礎とする場合の仕様規定は、図1に示すように底盤の厚さ15cm以上、根入れ深さ24cm以上かつ凍結深度以深、立上がり部分の高さ地上30cm以上、立上がり部分の厚さ12cm以上とされているが、主筋と補強筋端部の定着に関しては、「主筋は補強筋と緊結すること」と示されているだけで具体的な規定はない。

一般的に、木造住宅及び低層の鉄骨造建物の布基礎は、立上がり部分の厚さが120mm～150mmと狭くなるため、鉄筋が断面の幅方向に対して1列に配筋されるシングル配筋が多く見られる。この場合、補強筋端部と主筋の定着に関しては、補強筋端部に180°フックを設け主筋と定着する現場配筋に変わり、工場組立てにより施工性、品質管理に優れた補強筋端部と主筋をスポット溶接接合（写真1）した工法が普及してきている。一方で、組立鉄筋の構造性能は、溶接熱による主筋や補強筋への影響など不明確な部分があり、180°フックと同等以上の強度を有するかどうか重要なポイントの一つとなっている。

そこで、本報では3階建て住宅用基礎を対象に、主筋と補強筋をスポット溶接接合した組立鉄筋による鉄筋コンクリート造基礎梁（以下、RC造梁と略記）について、せん断実験を行い、せん断耐力、変形性能、破壊状況等について検討を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

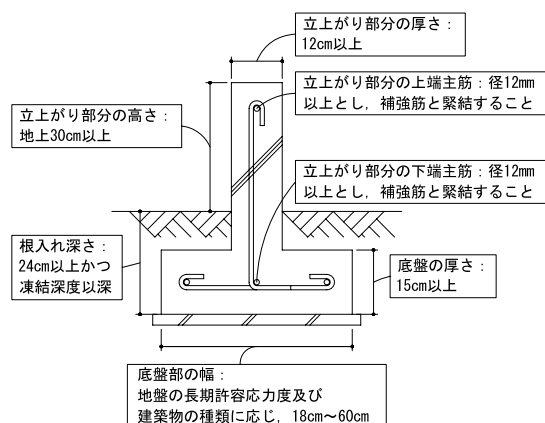


図1 布基礎の仕様規定



写真1 スポット溶接接合

表1に試験体諸元一覧を、図2に代表的な試験体形状を示す。

試験体は、2008年<sup>1)</sup>及び2009年<sup>2)</sup>に実施した住宅用基礎を想定したRC造梁であり、SS-type（シングル配筋—せん断破壊先行型）：17体、SF-type（シングル配筋—曲げ降伏先行型）：3体、SJ-type（シングル配筋—曲げ降伏先行型、継手試験体）：2体及びDF-type（ダブル配筋—曲げ降伏先行型）：3体の合計25体である。

表1 試験体諸元一覧

| 年               | type     | 試験体記号           | 寸法      |                  |      | 主筋               |         |                                 | せん断補強筋          |           |         |                                  | コンクリート                              |                                 |      |
|-----------------|----------|-----------------|---------|------------------|------|------------------|---------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------|
|                 |          |                 | b<br>mm | D<br>mm          | M/QD | 配筋               | pt<br>% | $\sigma_y$<br>N/mm <sup>2</sup> | 形状              | 配筋        | pw<br>% | $w\sigma_y$<br>N/mm <sup>2</sup> | F <sub>c</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_B$<br>N/mm <sup>2</sup> |      |
| 2008            | SS-type  | S1-W            | 150     | 530              | 2.0  | 4-D22<br>(SD345) | 1.18    | 386                             | 組立鉄筋<br>180°フック | D10@200   | 0.24    | 358                              | 24                                  | 26.7                            |      |
|                 |          | 1.20            |         |                  |      |                  | 27.1    |                                 |                 |           |         |                                  |                                     |                                 |      |
|                 |          | S2-W            |         |                  |      |                  | 1.18    | 364                             | 組立鉄筋<br>180°フック | D10@150   | 0.32    | 346                              |                                     | 25.3                            |      |
|                 |          | S2-H            |         |                  |      |                  | 1.20    |                                 |                 |           |         |                                  |                                     | 25.2                            |      |
|                 |          | S3-W            |         |                  |      |                  | 1.18    | 386                             | 組立鉄筋<br>180°フック | D10@100   | 0.47    | 358                              |                                     | 27.6                            |      |
|                 |          | S3-H            |         |                  |      |                  | 1.20    |                                 |                 |           |         |                                  |                                     | 27.8                            |      |
|                 |          | S4-W            |         |                  |      |                  | 1.18    | 386                             | 組立鉄筋<br>180°フック | D13@150   | 0.56    | 364                              |                                     | 26.4                            |      |
|                 |          | S4-H            |         |                  |      |                  | 1.20    |                                 |                 |           |         |                                  |                                     | 27.0                            |      |
|                 | DF-type  | F-W             | 300     | 530              | 2.0  | 8-D22<br>(SD345) | 1.18    | 386                             | 組立鉄筋<br>180°フック | 2-D10@150 | 0.32    | 358                              | 29.7                                |                                 |      |
|                 |          | F-H             |         |                  |      |                  | 1.20    |                                 |                 |           |         |                                  | 29.4                                |                                 |      |
| F-C             |          | 1.20            |         |                  |      |                  | 閉鎖型     |                                 |                 |           |         |                                  | 29.1                                |                                 |      |
| 2009            | SS-type  | S21-24-O-2      | 150     | 400              | 2.0  | 4-D22<br>(SD390) | 1.63    | 437                             | 組立鉄筋            | D10@200   | 0.24    | 374                              | 21                                  | 27.7                            |      |
|                 |          | S21-48-O-2      |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D10@100   | 0.48    |                                  |                                     | 26.9                            |      |
|                 |          | S21-56-O-2      |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D13@150   | 0.56    |                                  |                                     | 357                             | 27.9 |
|                 |          | S36-48-O-2      |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D10@100   | 0.48    |                                  |                                     | 374                             | 35.6 |
|                 |          | S36-56-O-2      |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D13@150   | 0.56    |                                  |                                     | 357                             | 35.8 |
|                 |          | S21-48-H-2      |         |                  |      |                  |         |                                 | 180°フック         | D10@100   | 0.48    | 374                              | 27.5                                |                                 |      |
|                 |          | S21-56-H-2      |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D13@150   | 0.56    | 357                              | 28.9                                |                                 |      |
|                 |          | S21-48-O-1.5    |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | D10@100   | 0.48    | 374                              | 24.9                                |                                 |      |
|                 |          | S21-56-O-1.5    |         |                  |      |                  |         |                                 | 組立鉄筋            | D13@150   | 0.56    | 357                              | 25.7                                |                                 |      |
|                 |          | 1.5             |         |                  |      |                  |         |                                 |                 | 25.7      |         |                                  |                                     |                                 |      |
|                 | SF-type  | F21-32-O-2      | 2.0     | 4-D19<br>(SD345) | 1.21 | 384              | 組立鉄筋    | D10@150                         | 0.32            | 374       | 21      | 24.7                             |                                     |                                 |      |
|                 |          | F21-48-O-2      |         |                  |      |                  |         | D10@100                         | 0.48            |           |         | 24.6                             |                                     |                                 |      |
|                 |          | F21-56-O-2      |         |                  |      |                  |         | D13@150                         | 0.56            |           |         | 357                              | 25.6                                |                                 |      |
|                 | SJ-type* | J21-48-O-2.3-45 | 2.3     | 4-D19<br>(SD345) | 1.29 | 384              | 組立鉄筋    | D10@100                         | 0.48            | 374       | 21      | 26.2                             |                                     |                                 |      |
| J21-48-O-2.3-40 |          | 0.48            |         |                  |      |                  |         | 26.5                            |                 |           |         |                                  |                                     |                                 |      |

b: 幅, D: 高さ, P: 引張鉄筋比,  $\sigma_y$ : 主筋降伏強度, pw: せん断補強筋比,  $w\sigma_y$ : 補強筋降伏強度, F<sub>c</sub>: コンクリート設計基準強度,  $\sigma_B$ : 実験時コンクリート強度  
\*: SJ-type 試験体は継手有りとする。

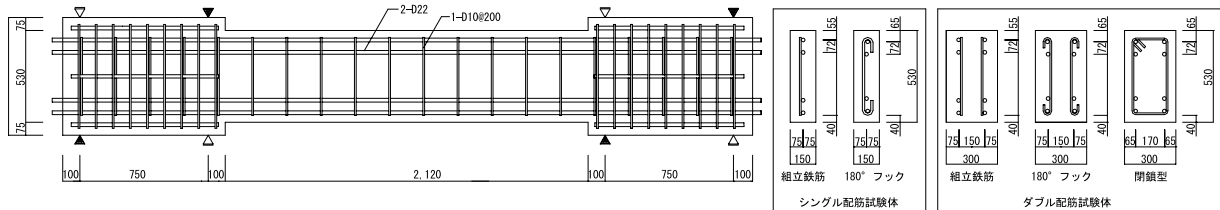


図2 試験体形状

SS-typeの共通因子は、主筋：4-D22とし、変動因子は、断面寸法2種類（2008年；150×530mm, 2009年；150×400mm）、補強筋比4種類（pw=0.24,0.32,0.48,0.56%）、せん断スパン比2種類（M/QD=2.0及び1.5）、コンクリート設計基準強度3種類（F<sub>c</sub>=21,24,36N/mm<sup>2</sup>）、補強筋の定着方法2種類（組立鉄筋及び180°フック）とした。

SF-typeの共通因子は、断面寸法：150×400mm、主筋：4-D19、M/QD=2.0、F<sub>c</sub>=21N/mm<sup>2</sup>とし、変動因子は、補強筋比3種類（pw=0.32, 0.48, 0.56%）とした。

SJ-typeの共通因子は、断面寸法：150×400mm、主筋：4-D19、M/QD=2.3、pw=0.48%、F<sub>c</sub>=21N/mm<sup>2</sup>とし、変動

因子は、継手長さ2種類（40d及び45d）とした。

## 2. 2 実験方法

実験方法を図3に、実験実施状況を写真2に示す。加力は、大野式逆対称モーメント形式による正負交番繰返し载荷とし、载荷履歴は、部材角R=±1/400, ±1/200, ±1/133, ±1/100, ±1/67, ±1/50, ±1/30radとした。

## 3. 実験結果

表2に実験結果及び計算値の一覧を示す。

### 3. 1 破壊性状

写真3に代表的な試験体の破壊状況を、図4に割裂ひび



表2 実験結果及び計算値の一覧

| 年    | type       | 試験体記号           | 実験結果         |                          |         | 計算値                         |                              |                              |                             | せん断余裕度  |   |  |      |
|------|------------|-----------------|--------------|--------------------------|---------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|---|--|------|
|      |            |                 | exQmax<br>kN | R <sub>u</sub> *1<br>rad | 破壊形式 *2 | calQ <sub>fu</sub> *3<br>kN | calQ <sub>su1</sub> *4<br>kN | calQ <sub>su2</sub> *5<br>kN | calQ <sub>bu</sub> *6<br>kN | min(calQ <sub>su2</sub> ,<br>calQ <sub>bu</sub> ) | calQ <sub>su1</sub> /<br>calQ <sub>fu</sub> | min(calQ <sub>su2</sub> ,<br>calQ <sub>bu</sub> )/calQ <sub>fu</sub> |      |
| 2008 | SS-type    | S1-W            | 124.3        | 1/106                    | F→SP    | 107.8                       | 97.2                         | 141.7                        | 154.5                       | 141.7   | 0.90  | 1.31   |      |
|      |            | S1-H            | 121.7        | 1/105                    | F→SP    | 99.4                        | 94.9                         | 137.4                        | 156.8                       | 137.4   | 0.95  | 1.38   |      |
|      |            | S2-W            | 117.0        | -1/62                    | F→SP    | 96.0                        | 101.7                        | 158.4                        | 152.7                       | 152.7   | 1.06  | 1.59   |      |
|      |            | S2-H            | 115.9        | 1/64                     | F→SP    | 93.8                        | 98.8                         | 151.6                        | 152.9                       | 151.6   | 1.05  | 1.62   |      |
|      |            | S3-W            | 122.6        | 1/48                     | F→SP    | 101.8                       | 116.3                        | 211.6                        | 168.1                       | 168.1   | 1.14  | 1.65   |      |
|      |            | S3-H            | 119.9        | 1/50                     | F→SP    | 99.4                        | 113.3                        | 201.8                        | 169.0                       | 169.0   | 1.14  | 1.70   |      |
|      |            | S4-W            | 122.4        | 1/50                     | F→SP    | 101.8                       | 121.3                        | 237.3                        | 167.3                       | 167.3   | 1.19  | 1.64   |      |
|      |            | S4-H            | 121.5        | 1/50                     | F→SP    | 99.4                        | 118.7                        | 226.3                        | 169.5                       | 169.5   | 1.19  | 1.71   |      |
|      | DF-type    | F-W             | 255.0        | 1/50                     | F→SP    | 203.5                       | 215.5                        | 340.9                        | 272.7                       | 272.7   | 1.06  | 1.34   |      |
|      |            | F-H             | 250.8        | 1/49                     | F→S     | 198.9                       | 208.9                        | 326.1                        | 260.6                       | 260.6   | 1.05  | 1.31   |      |
| F-C  |            | 242.3           | 1/43         | F→S                      | 198.9   | 208.2                       | 338.5                        | 269.2                        | 269.2                       | 1.05  | 1.35  |  |      |
| 2009 | SS-type    | S21-24-O-2      | 99.5         | 1/102                    | SP      | 120.3                       | 90.0                         | 102.6                        | 107.1                       | 102.6   | 0.75  | 0.85   |      |
|      |            | S21-48-O-2      | 121.7        | 1/99                     | SP      |                             | 102.7                        | 146.9                        | 111.8                       | 111.8   | 0.85  | 0.93   |      |
|      |            | S21-56-O-2      | 112.7        | 1/100                    | SP      |                             | 106.9                        | 160.3                        | 116.9                       | 116.9   | 0.89  | 0.97   |      |
|      |            | S36-48-O-2      | 125.4        | 1/99                     | F→SP    |                             | 113.6                        | 159.1                        | 132.6                       | 132.6   | 0.94  | 1.10   |      |
|      |            | S36-56-O-2      | 124.0        | 1/94                     | F→SP    |                             | 116.8                        | 171.2                        | 135.8                       | 135.8   | 0.97  | 1.13   |      |
|      |            | S21-48-H-2      | 118.9        | 1/85                     | F→SP    |                             | 103.4                        | 147.8                        | 113.3                       | 113.3   | 0.86  | 0.94   |      |
|      |            | S21-56-H-2      | 121.5        | 1/84                     | F→SP    |                             | 108.1                        | 161.8                        | 119.5                       | 119.5   | 0.90  | 0.99   |      |
|      |            | S21-48-O-1.5    | 123.5        | 1/130                    | SP      |                             | 160.4                        | 116.9                        | 150.0                       | 118.6   | 118.6                                       | 0.73   | 0.74 |
|      |            | S21-56-O-1.5    | 129.0        | 1/124                    | SP      |                             |                              | 121.2                        | 162.2                       | 123.3   | 123.3                                       | 0.76   | 0.77 |
|      |            | SF-type         | F21-32-O-2   | 87.2                     | 1/66    |                             |                              | F→SP                         | 78.2                        | 87.8  | 113.0                                       | 99.8   | 99.8 |
|      | F21-48-O-2 |                 | 87.1         | 1/60                     | F→SP    | 96.2                        |                              | 143.1                        |                             | 103.1   | 103.1                                       | 1.23   | 1.32 |
|      | F21-56-O-2 |                 | 88.1         | 1/64                     | F→SP    | 100.4                       | 156.6                        | 107.8                        |                             | 107.8   | 1.28  | 1.38   |      |
|      | SJ-type    | J21-48-O-2.3-45 | 72.3         | 1/50                     | F       | 63.9                        | 85.4                         | 143.0                        | 111.1                       | 111.1   | 1.34  | 1.74   |      |
|      |            | J21-48-O-2.3-40 | 74.1         | 1/49                     | F       |                             | 85.6                         | 143.4                        | 111.9                       | 111.9   | 1.34  | 1.75   |      |

\*1: 限界変形角は、Q-R曲線の包絡線上で最大耐力の80%に低下した時点の部材角とした。  
 \*2: 破壊形式の記号は、次の内容を表す。 SP: 上面割裂ひび割れを伴う、せん断破壊、F→SP: 曲げ降伏後、上面割裂ひび割れを伴う、せん断破壊、F→S: 曲げ降伏後、せん断破壊、F: 曲げ降伏後、圧縮縁コンクリートの圧壊及び上面割裂破壊  
 \*3: calQ<sub>fu</sub>: RC 規準<sup>3)</sup>の略算式より求めた曲げ耐力時せん断強度  
 \*4: calQ<sub>su1</sub>: 大野・荒川 mean 式<sup>3)</sup>によるせん断終局強度  
 \*5: calQ<sub>su2</sub>: 終局強度型耐震設計指針<sup>4)</sup>によるせん断終局強度  
 \*6: calQ<sub>bu</sub>: 松崎らが提案している付着割裂強度式<sup>5)</sup>によるせん断終局強度

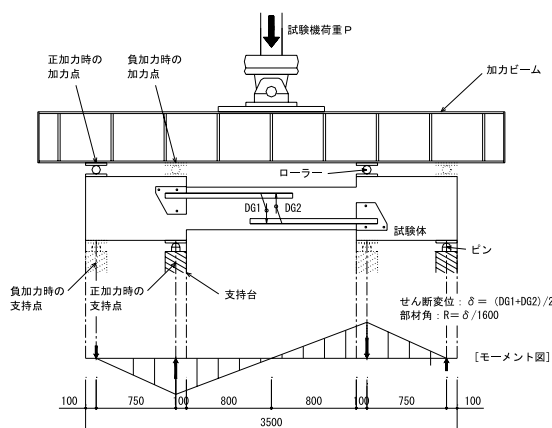


図3 実験方法



写真2 実験実施状況

割れ発生せん断応力-補強筋比の関係を示す。なお、割裂ひび割れせん断応力は、割裂ひび割れ発生時のせん断力を各断面積で除したものとした。

(1) シングル配筋試験体 (SS-type, SF-type, SJ-type)  
 各試験体とも、曲げ、せん断、上面割裂のひび割れの順で生じ、主筋降伏の有無に関わらず、最終的にはSS-

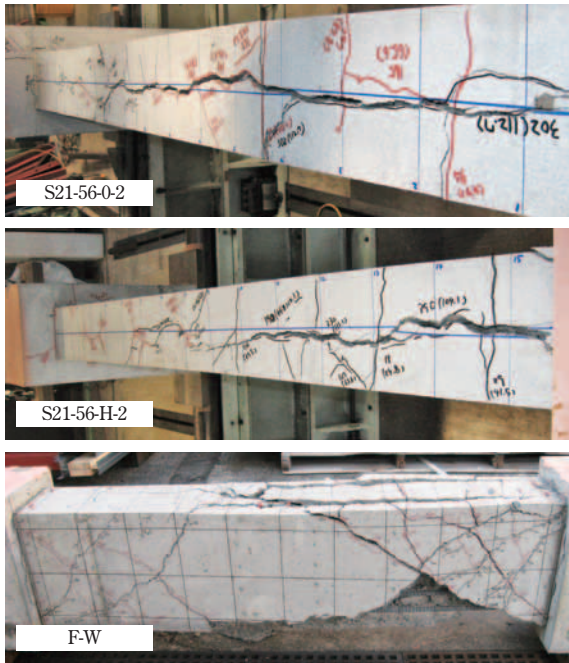


写真3 破壊状況

type及びSF-typeは、上面割裂ひび割れ及びせん断ひび割れの進展により、SJ-typeが圧縮縁コンクリートの圧壊及び上面割裂破壊により急激な耐力低下を示した。各ひび割れ発生応力は、変動因子による大きな差は見られなかった。

### (2) ダブル配筋試験体 (DF-type)

各試験体とも、曲げ、せん断、上面割裂のひび割れの順で生じ、主筋降伏後に、組立鉄筋試験体がせん断ひび割れ及び割裂ひび割れの進展(写真3)、180°フック試験体がフックの開き及びコンクリートの脱落を伴うせん断破壊、閉鎖型試験体はせん断破壊により耐力低下を示した。曲げひび割れ及びせん断ひび割れ発生応力は、変動因子に関わらずシングル配筋試験体と同等であったが、割裂ひび割れ発生応力は、従来の閉鎖型試験体が、シングル配筋試験体より高い傾向を示した。(図4中の○で示した試験体の比較)

### 3. 2 変形状

図5にせん断応力と部材角包絡線の間を代表的な試験体について変動因子別に示す。

図5.a及び図5.bより断面寸法及び補強筋定着方法の違いによる変形状に大きな差は見られなかった。図5.cより補強筋比0.24%から0.48%の範囲では、補強筋比の増大により、最大耐力の上昇が見られた。

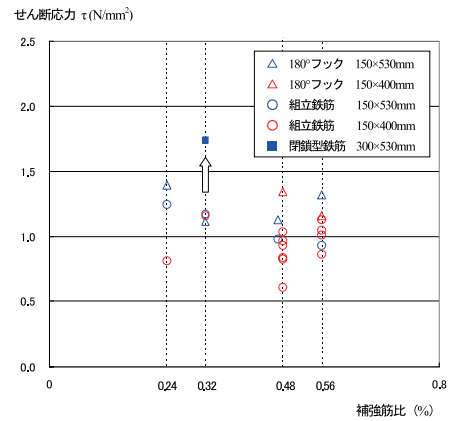


図4 割裂ひび割れ発生せん断応力-補強筋比の関係

図5.dより、コンクリート強度の増大及びせん断スパン比の減少に伴い、剛性が上昇する傾向が見られた。図5.eより継手の有無及び継手長さによる剛性の差、継手長さ(40d及び45d)による変形性能の差は見られなかった。図5.fよりシングル配筋試験体とダブル配筋試験体の剛性に差は見られないが、閉鎖型試験体は曲げ降伏後の耐力低下割合が補強筋による横拘束のないシングル配筋試験体に比べ小さい傾向を示した。

## 4. 計算値と実験値の比較

### 4. 1 曲げ耐力時せん断強度

図6に曲げ降伏が先行した20体の最大せん断力 ( $exp Q_{max}$ ) と計算値 ( $cal Q_{fu}$ ) との比較を示す。これより、シングル配筋試験体の曲げ耐力時せん断強度は、RC規準<sup>3)</sup> 曲げ略算式により推定可能といえる。

### 4. 2 せん断終局強度

曲げ降伏以前に割裂ひび割れを伴うせん断破壊を生じた5体の最大せん断力 ( $exp Q_{max}$ ) と大野・荒川mean式<sup>3)</sup> ( $cal Q_{su1}$ ) による計算値の比較を図7に、終局強度型耐震設計指針<sup>4)</sup> によるせん断終局強度 ( $cal Q_{su2}$ ) と松崎らの提案している付着割裂強度式<sup>5)</sup> によるせん断終局強度 ( $cal Q_{bu}$ ) の最小値との比較を図8に示す。

これより、シングル配筋試験体の上面割裂ひび割れを伴うせん断終局強度は、前述の計算式により推定可能といえる。

## 5. 限界変形角

図9に曲げ降伏が先行した20体の限界変形角 ( $R_u$ ) とせん断余裕度 ( $\min (cal Q_{su2}, cal Q_{bu}) / cal Q_{fu}$ ) の関係を示す。

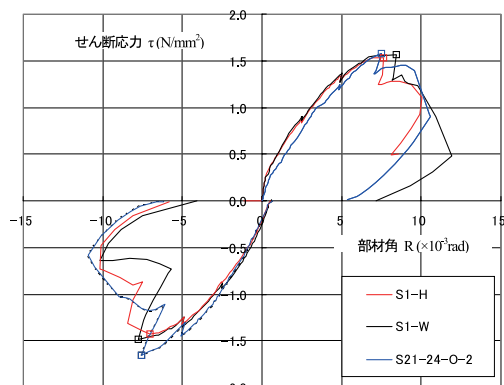


図5. a 変動因子：断面寸法，補強筋定着方法

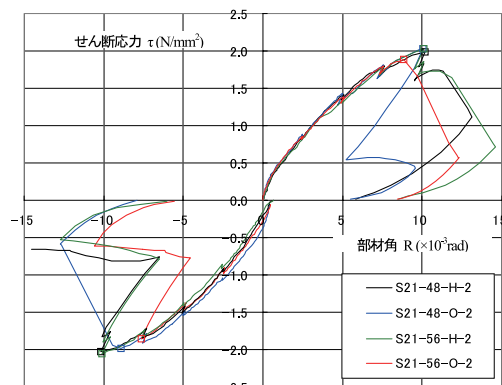


図5. b 変動因子：補強筋定着方法

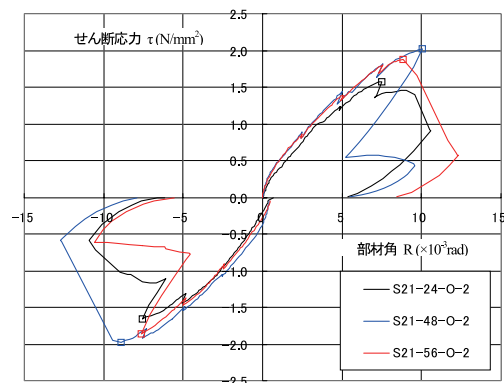


図5. c 変動因子：せん断補強筋比

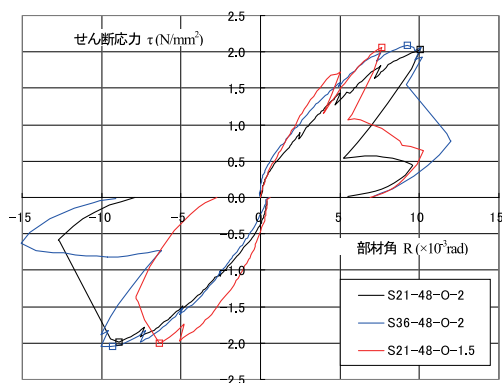


図5. d 変動因子：コンクリート強度，せん断スパン比

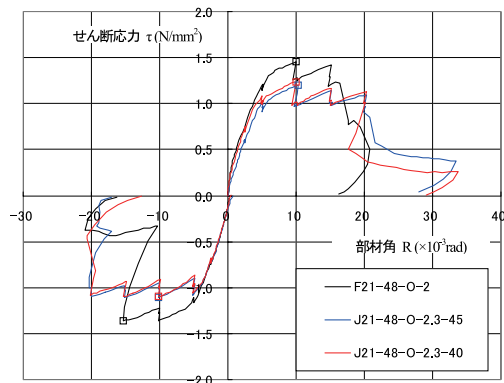


図5. e 変動因子：継手筋の有無，継手長さ

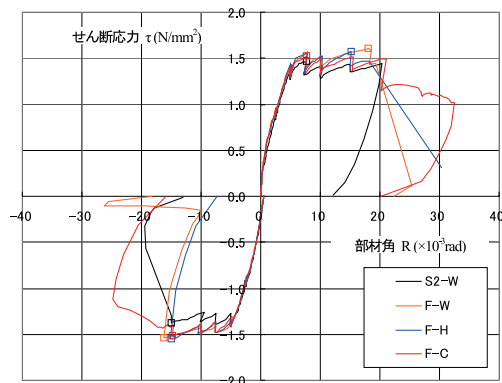


図5. f 変動因子：シングル配筋-ダブル配筋，補強筋定着方法

図5 せん断応力-部材角曲線包絡線の関係（変動因子別）

これより、シングル配筋試験体はせん断余裕度の上昇に伴い、限界変形角が増大する傾向が見られた。また、組立鉄筋と180°フックの限界変形角に大きな違いはないが、閉鎖型ほどの韌性は有していないことが分かる。(図4中の㊦で示した試験体の比較)

## 6. 結論

- (1) シングル配筋試験体において、組立鉄筋と180°フックとの比較では、せん断応力-部材角曲線、破壊性状、最大耐力、限界変形角についての差は認められなかった。
- (2) シングル配筋試験体は、補強筋比0.24%から0.48%の範囲では、補強筋比の増大により、最大耐力の上昇が、



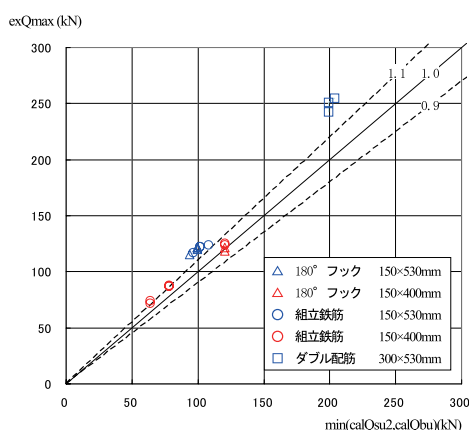


図6 実験値—計算値 (RC規準曲げ略算式)

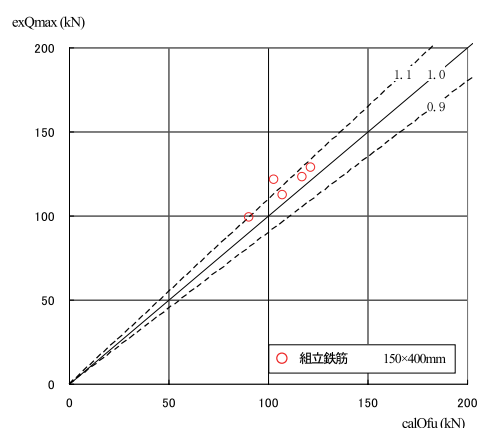


図7 実験値—計算値 (大野・荒川mean式)

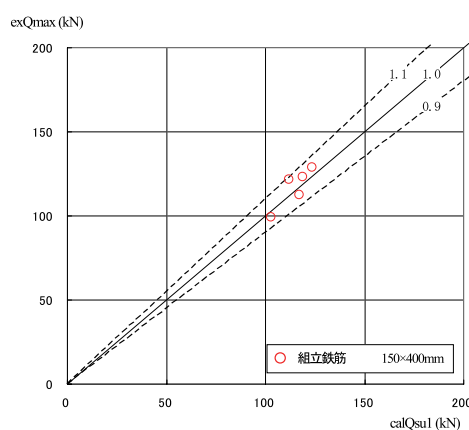


図8 実験値—計算値 (min (calQsu1, calQbu))

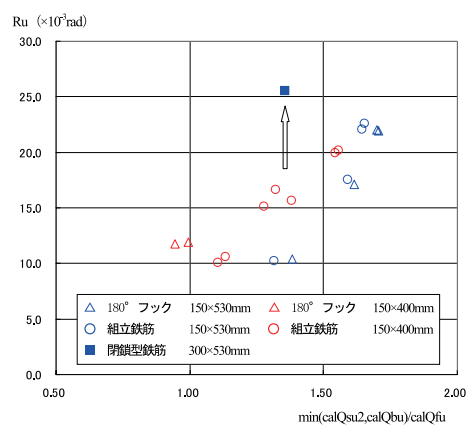


図9 限界変形角—せん断余裕度

また、コンクリート強度の増大及びせん断スパン比の減少に伴い、剛性が上昇する傾向が見られた。

- (3) シングル配筋の継手試験体は、本実験範囲の継手長さ40d及び45dでは、継手長さ及び継手の有無による変形性能に差は見られなかった。
- (4) シングル配筋試験体は、せん断余裕度の上昇に伴い限界変形角が増大する傾向が見られた。
- (5) シングル配筋試験体の曲げ耐力時せん断強度は、RC規準<sup>3)</sup> 曲げ略算式により、上面割裂ひび割れを伴うせん断終局強度は、大野・荒川mean式<sup>3)</sup> 及び終局強度型耐震設計指針<sup>4)</sup> と付着割裂強度式<sup>5)</sup> による最小値により推定可能といえる。
- (6) シングル配筋試験体と従来の閉鎖型試験体との比較では、剛性、曲げひび割れ及びせん断ひび割れ発生応力に差は見られないが、シングル配筋は、閉鎖型に比べ、割裂ひび割れ発生応力、曲げ降伏後の靱性は低い傾向を示した。

#### 【参考文献】

- 1) 中村陽介, 室星啓和, 川上修, 佐久間順三: 住宅用基礎に用いる組立鉄筋ユニットを配筋した鉄筋コンクリート造梁に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp429-430, 2008
- 2) 中村陽介, 高橋仁, 小杉雅男: 組立鉄筋ユニットを配筋した鉄筋コンクリート造梁に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp177-178, 2010
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 1999
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説, 1990
- 5) 松崎育弘, 中野克彦, 杉山智昭: 主筋がシングル配筋されたRC梁部材の構造性能に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1013-1016, 2008

\* 執筆者

中村 陽介 (なかむら・ようすけ)

(財)建材試験センター 中央試験所  
構造グループ



# トンネル補修材料の防火性能試験

(受付第10A4258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 | トンネル補修材料の防火性能試験   |  |             |                   |             |                                 |
| 依頼者  | 電気化学工業株式会社  |  |             |                   |             |                                 |
| 試験体  | 材料名   | アクリル樹脂系塗装/けい酸カルシウム板 (基材)                   |             | 商品名               | —           |                                 |
|      | 形状  | 平板   | 厚さ          | 0.95mm<br>(基材を除く) | 質量          | 0.9kg/m <sup>2</sup><br>(基材を除く) |
|      | 材料構成  | 構成断面図 (mm)                                 |             |                   |             |                                 |
|      | (1) アクリル樹脂系接着剤 (上塗り) :<br>厚さ0.2mm, 質量 0.2kg/m <sup>2</sup><br>(2) ガラスクロス : 厚さ0.25mm, 質量 0.2kg/m <sup>2</sup><br>(3) アクリル樹脂系接着剤 (下塗り) :<br>厚さ0.3mm, 質量 0.3kg/m <sup>2</sup><br>(4) プライマー (アクリル樹脂系) :<br>厚さ0.2mm, 質量 0.2kg/m <sup>2</sup><br>(5) けい酸カルシウム板 (基材) : 厚さ10mm<br>(注) 材料構成は依頼者の提出資料による。 |  |             |                   |             |                                 |
| 試験方法 | 試験は、NEXCOが定めた「トンネル補修材料の延焼性試験方法 (案)」(JHS738 H20案) に準じて実施した。また、試験実施前にバーナーの炎の温度が1200℃以上になることを確認した。試験体設置状況を写真1に、バーナーの炎の温度確認状況を写真2示す。  |  |             |                   |             |                                 |
| 試験結果 | 試験体   | 種類   | トップコートなし    |                   |             |                                 |
|      |   | 番号   | No.1        | No.2              | No.3        |                                 |
|      |   | 試験体の大きさ (mm)                               | 600×900     | 600×900           | 600×900     |                                 |
|      |   | 試験体の厚さ (mm)                                | 10.6        | 10.5              | 10.6        |                                 |
|      |   | 加熱後の残炎の有無及び残炎時間                            | なし<br>(0秒)  | なし<br>(0秒)        | なし<br>(0秒)  |                                 |
|      |   | 試験体の燃焼による火炎が着火点より600mm (試験体上端) の位置を超えたかの有無 | なし          | なし                | なし          |                                 |
|      |   | 試験年月日                                      | 平成23年 4月20日 | 平成23年 4月20日       | 平成23年 4月20日 |                                 |
|      | [備考]<br>試験実施状況を写真3~写真5に、試験終了後の試験体の状況を写真6に示す。<br>[判定基準]<br>(1) バーナーの炎を取り去ってから、30秒以内に炎が消えること。<br>(2) 試験体の燃焼による火炎の先端が着火点より600mm (試験体上端) の位置に達しないこと。  |  |             |                   |             |                                 |
| 試験期間 | 平成23年 4月20日   |  |             |                   |             |                                 |
| 担当者  | 防耐火グループ 統括リーダー 西 本 俊 郎<br>試験責任者 内 川 恒 知<br>試験実施者 内 川 恒 知  |  |             |                   |             |                                 |
| 試験場所 | 中央試験所   |  |             |                   |             |                                 |

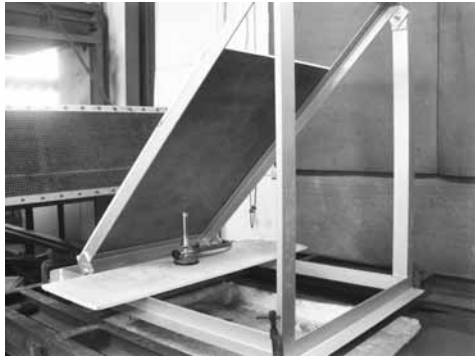


写真1 試験体設置状況

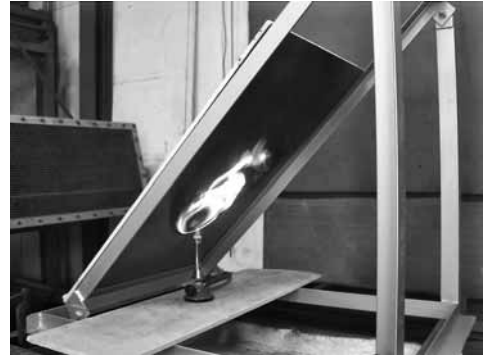


写真4 試験実施の状況 (試験体番号: No.2)



写真2 バーナーの炎の温度確認状況

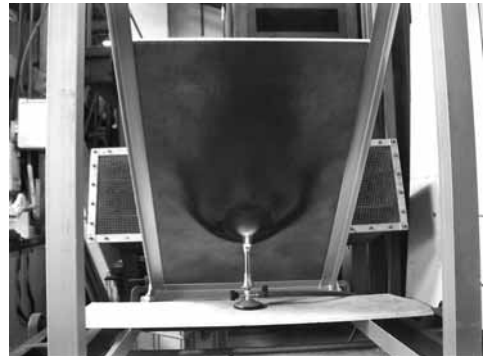


写真5 試験実施の状況 (試験体番号: No.3)



写真3 試験実施の状況 (試験体番号: No.1)

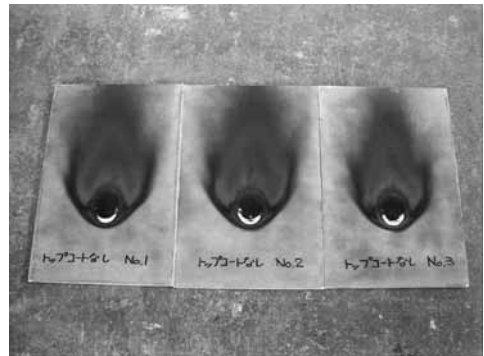


写真6 試験終了後の試験体の状況

## コメント・・・・・・・・・・

高速道路などのトンネルでは、トンネル内装部分のコンクリートやモルタルのひび割れによる剥落防止のためトンネル補修材料が用いられる。

トンネル補修材料はアクリル系樹脂をはじめとする有機質系材料を使用するものが多くみられる。このため、トンネル火災が発生したときに、この有機質系材料が火種となり、火災をさらに拡大させる可能性がある。

本試験報告書はNEXCOが定めた「トンネル補修材料の延焼性試験方法(案)」\*を実施した一例である。試験体は、コンクリートやモルタルで仕上げられたトンネル内表面を想定した600mm×900mm×10mmの繊維混入けい酸カルシウム板にトンネル補修材料を実施工と同等に施工したものである。試験方法は、試験体を斜め45°に設置し、メッセルバーナーを用いて試験体下端から300mmの中心部分を1200℃

以上の火炎で10分間加熱する試験である。要求される性能は、加熱終了後30秒以内に試験体の燃焼による火炎が消えること、かつ試験体の燃焼による火炎の先端が着火点より600mm(試験体上端)に達しないことが要求されている。今回実施した試験では、要求された性能を満了した。

当センターでは、今回報告した以外の防火関係の材料試験を実施している。ご相談等下記にご連絡いただきたい。

防耐火グループ TEL 048-935-1994 FAX 048-931-8684

\*今回報告した試験の試験方法は、試験実施時には「トンネル補修材料の延焼性試験方法(案)」の段階であったが、平成23年7月にNEXCO試験方法 第7編 トンネル関係試験方法の改正に伴い「トンネル補修材料の延焼性試験方法」として新規の試験方法として追加されている。

(文責:防耐火グループ 内川恒知)



連載

# かんきょう 随想

第31回

## 太陽熱で 冷房や涼房や除湿

国際人間環境研究所代表  
早稲田大学名誉教授

木村建一

太陽の“熱”で冷房するという手品のような話。このかんきょう随想第7回でとりあげたサンシャイン計画の中の目玉として1974年から研究開発が始まった。手品といっても当時すでにその技術はあった。ガス冷蔵庫の原理と同じといえばそれまでだが、ガスの焔の代わりに太陽熱を使うには高温集熱器と100℃以下で作動する吸収冷凍機との開発が必要であった。ガス冷蔵庫では吸収冷凍機が使われるが、この吸収というのは、例えば塩を空気中に放置すれば空気中の水分を吸収して潮解するときの「吸収」であって、それを熱すれば乾いてまた水分を吸収する能力が再び生まれる。この過程は「再生」といわれ、吸収冷凍機では普通の塩NaClの親類でより吸収能力の強い臭化リチウムLiBrの水溶液が使われる。この濃溶液は液体でも水分を吸収して稀溶液となるので、太陽の熱で温めれば水分が蒸発して再び濃溶液になり再生される。この濃溶液を冷却塔で常温近くまで冷却し、これを水の入った容器に通して真空にすると蒸発して水が冷えるので、この冷水を空気と熱交換すれば冷風となりそれを部屋に送れば冷房となる。この太陽熱



写真1 塩化リチウム水溶液を用いた太陽熱利用開放型涼房・給湯装置の1981年モデル，早稲田大学理工学部58号館屋上にて

による冷房の技術はサンシャイン計画の初期に完成し、国庫補助もあって1980年前後には多くの大型ビルで実用化された。

ところがその後、サンシャイン計画では太陽光発電に主力が注がれ、太陽冷房は補助金が打ち切られて、集熱器をはじめ吸収冷凍機などの機器メーカーも撤退し、20年後には部品の取り換えもできなくなってしまった。太陽冷房はシステムが複雑なため、住宅には不向きで、当初から実用例が少なかった。住宅用には小型で簡易なシステムが望ましいことから、私の研究室では、吸収冷凍の原理を踏襲しながら、真空を使わない開放型の太陽熱涼房システムの開発に10年以上の期間毎年夏休みを費やした。

まずシリカゲルを使って室内の水蒸気を吸収させ、これを太陽熱で温めて水蒸気を追い出して再生させるという単純なシステムを住宅の屋根裏を想定した模型で実験した。つまり太陽熱除湿システムで、学生達は面白がって装置の設計から製作して実際に除湿された空気が出てくるのを体験し、測定データをまとめる作業まで行った。ところが、これでは除湿はできるが、エアコンのような冷風は出てこない。プランターに水を入れ、布を上から垂らして毛細管現象で湿らせ、除湿された空気をそこに通せば加湿冷却されて、打ち水の原理で涼風が出てくる。これは冷凍機を使わないパッシブなシステムだというわけで、「涼房」システムと命名した。後にこの「涼房」はパッシブ・クーリン

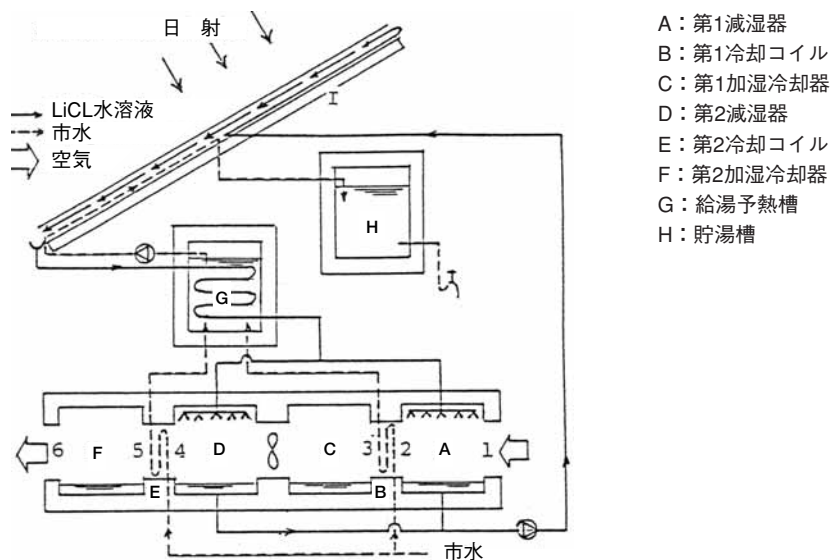


図1 1981年製作の開放式太陽熱涼房・除湿・給湯システム系統図

グを意味する公用語になった。

シリカゲルのような吸湿剤をデシカントと呼び、シリカゲルの他にもいくつか固形のデシカントがある。しかし一般の吸収冷凍機に使われる臭化リチウム水溶液のような強力な液体のデシカントもある。研究室ではそれより吸収能力は劣るが安価な塩化リチウム水溶液を用いて、さらにいろいろな実験を重ねた。室内の水蒸気を吸収して稀溶液となった塩化リチウム水溶液をガラスカバーの付いた緩やかな傾斜の平板の上からちよろちよろと流せば太陽熱で水分が蒸発して濃溶液になる。しかし、吸湿剤を再生するのに太陽熱で加熱してしまうのは部屋を冷やそうとするのと矛盾する。それでその濃溶液を何とか冷却する方法を考えなければならない。上記の加湿冷却も温度は下げられるが湿度を上げてしまう。そこで、この濃溶液を水道水と熱交換すれば冷却されると同時に給湯に利用できると考えた。それを槽に蓄えておき、必要なときに取り出して室内の湿った空気に当てれば室内は除湿・冷却されることになる。

毎年卒業論文の学生は前期の試験期間が終わってから装置の製作に取り掛かるので、装置が完成したころには8月も半ばになり、一日中快晴の日は滅多にない。いいデータが得られるのは夏休みを通して1~2日しかないことが多い。こうして学生は毎年入れ替わるが、指導する側は毎年夏休みが休めないことになる。写真1は1981年に学生が製作した装置で、冷却除湿される小さな部屋が組み込まれて

いる。また給湯予熱と貯湯槽も加えてあって、住宅の小屋裏のスペースに納まる大きさとなっている。図1はシステム系統図を示す。この装置の運転に要した搬送動力は100Wのファンと30Wと20Wとの2台のポンプだけの150Wで、測定結果によると、これに対する涼房熱量はその約5倍で、給湯熱量を含めると10倍となり、5~8畳用の市販のルームクーラーの5分の1の電力使用量となった。

この太陽熱による涼房・除湿システムに力を注いであったのが、韓国からの留学生の崔光煥君であった。彼は非常に優秀な国費留学生で、大学院の博士後期課程まで在籍し、このテーマで学位を取得した。熱を蓄えておく槽を蓄熱槽というが、彼は除湿に使う濃溶液を蓄えておく槽、つまり「乾」を蓄える槽という意味から、これを「蓄乾槽」と名付けて、さらに除湿器、加湿冷却器にも改良を加えて、実用化に向けたシステムの開発に取り組んだ。<sup>2)</sup> 彼はその後韓国Busanの大学で教授として活躍し、太陽熱利用の研究も継続している。

この炎天下の太陽熱涼房・除湿の実験研究に関わった学部・大学院の学生は数多く、松浦肇、小松正樹、須山善美、田畑宗孝、田辺新一、藤井晴行、百瀬隆、染川信行、大浜三摩、田村富士雄、織間正行、鴫田泰弘などの諸君であり、内外の学会で多くの研究発表を行った。

デシカント空調としては産業界では一般に使われているが、多くは吸収剤の再生にガスまたは石油など化石燃料が

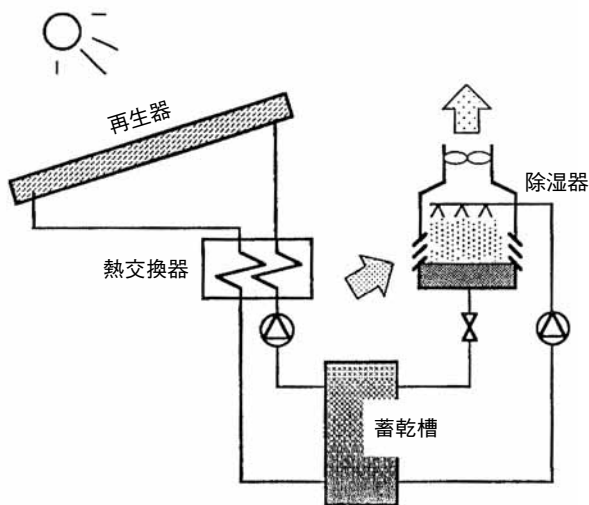


図2 開放型太陽熱除湿・乾燥システム

使用されている。太陽熱ではそれらに比べて高温が得られないため、さまざまな建築的な工夫が要求される。高温が得られないということは逆に室温に近い条件であるため、いわゆるパッシブ的な考え方を基本にすることができる。

この太陽熱涼房除湿システムを大成建設技術研究所で実用化に向けた大掛かりな実験装置で性能試験が行われ、その結果を基に関西電力の宮津にある研究所に建設された実験住宅に採用された。その完成直後に見学させていただいたが、機械室には複雑な配管が絡み合うように施され、ヒートポンプによる補助熱源や自動制御装置も組み込まれていて、パッシブシステムとは程遠い装置になっていた。その実証実験の結果は発表されていないが、非常に大げさな装置の故に不評であった、と後に関西電力の技術者の方から伺った。

その後、私の研究室では屋上での実験に区切りをつけ、この流れを汲むテーマとして塩化リチウム水溶液をポーラスな珪酸カルシウム板などに含浸させた調湿建材の開発に移行することになる。これには後に九州大学教授となる谷本潤君が取り組み、塩化マグネシウムや塩化カルシウムの吸湿材をも用いた実験と理論とによる研究で学位を取得した。<sup>3)</sup> これは民家の土壁に見る吸放湿の現代版ともいべきもので、特許を取得した。

東日本大震災の後、脱原発の動きがある中で、真夏の昼間のピーク電力需要の3分の1を占める冷房エネルギーを何



写真2 カッセル大学の開放型吸収除湿システムとその研究に取り組むジャラダット氏

とかしなくてはならない状況に立ち至っている。住宅用のエアコンの性能が著しく向上してきたので、これが太陽電池で作動するようにすれば一つの解決の道が開けるだろうが、それはパッシブシステムとは言えない。大型ビルでは太陽熱冷房、住宅では開放型涼房・除湿・給湯システムが陽の目を見るような時代になることを希っている。

ところがたまたまドイツのカッセル市で2011年8月28日～9月1日の4日間開かれた世界太陽エネルギー会議に出席していたところ、太陽熱冷房に関する研究発表が数多く行われていたのには驚いた。その中に開放型吸収冷房除湿システムの研究がいくつかあり、上述のような塩化リチウム水溶液を用いたシステムの研究発表を行ったカッセル大学のジャラダット氏とはファイエン教授を通して事前連絡を取り合っていたので、都合をつけてもらい、研究室を見学させていただいた。特にシステムの中核となる除湿器がユニークで興味を抱いた。一時中断していたかに見えた太陽熱利用の開放型吸収除湿システムが真夏の電力不足を補う重要な役割を果たすような燭光を感じて非常に嬉しく思った。

#### 【文献】

- 1) 木村建一, 田村富士雄: 塩化リチウム水溶液を用いた太陽熱利用簡易涼房・給湯システムの実験研究(その3, その4), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1982.10) pp.553-556.
- 2) Kwang-hwan Choi: Experimental Study on the Model Regenerator of Open Cycle Solar Absorption Dehumidifying and Drying System, Transactions of Society of Heating, Air Conditioning and Sanitary Engineering of Japan, No.51, (Feb.1993), PP.43-51.
- 3) 谷本潤: 土壁に代わる現代の調湿建材, 木村建一編著「民家の自然エネルギー技術」, 彰國社, (1999) pp. 197-210.



たてもの建材探偵団

## 長野県松本市の 重要文化財「旧開智学校」



長野県松本市にある旧制小学校「旧開智学校」について紹介します。

和風と洋風がいきりまじる擬洋風木造二階建て建築の開智学校は、日本で最も古い小学校の一つとされています。

開智学校は明治6年に、廃仏毀釈で廃寺となった建物を仮校舎として開校しました。新校舎は明治9年に市街地の中央を流れる女鳥羽川のほとりに竣工されました。設計施工は、地元の大工棟梁・立石清重が手がけました。お城が町中で一番大きい建物だったこの時代では、松本城築城以来の大工事です。学校としてはとても大きな建物でした。月給が20円の時代で、新校舎の建設費は11,000円におよびましたが、七割が町民寄付によるもので、子供の教育に対する町民の深い理解をうかがい知ることができます。

昭和36年に近代学校建築として最初の重要文化財に指定され、昭和38年に小学校としての90年の歴史を閉じた後、現在地へ移転し保存修理がおこなわれました。現存する校舎は新築当初の形に復元したもので、昭和40年より教育資料を保存する博物館として今日まで公開されています。

校舎正面（写真1）に見える中央の八角塔は明治の学校建築のシンボルで、内部に時報用の鐘が吊られています。また中央玄関部が特徴的で、端雲の彫刻を施したバルコニーの下には竜の彫刻があります。校舎の外壁（写真2）は漆喰仕上げの大壁となっています。校舎の四隅及び下部には灰黒色の漆喰を用いて化粧石やレンガ積みイメージした仕上げが施されています。

教室として使用されていた1階の部屋（写真3）は、木の床となっており、当時の木の机や筆記用具（チョークと黒板）などが展示してあります。また、講堂として使用されていた2階の部屋（写真4）は、スタンドガラスの窓、竹網された床、シャンデリアなど特徴的なものが数多く見られます。移築復元前は音楽室としても使われていたようです。



写真1 校舎正面



写真2 校舎の外壁



写真3 教室



写真4 講堂

松本市を訪れる機会がありましたら、是非この歴史ある学校建築に立ち寄ってみてはいかがでしょうか。

（文責・構造グループ 若林和義）

## 木造部材等の試験・評価

## ⑤ 「筋かい耐力壁」



## 1. はじめに

以前、木造住宅の地震に対する耐震要素の重要な1つになっている壁—耐力壁について、耐力壁の種類、壁倍率、基準法上の必要壁量、存在壁量等をお話ししました。

今回は、軸組構法による木造住宅でよく見かける筋かいの取り付け耐力壁を取り上げ、使用される筋かいの断面形状、筋かい端部に取り付け接合金物（筋かい金物）のタイプ、並びに筋かい金物の実験方法と評価方法等について考えてみます。

## 2. 筋かいの取り付け耐力壁

筋かいは、地震によって建物に作用する水平力に対して効果的に抵抗するように、軸組の柱と横架材（梁、土台）の接合部に対角線上（片筋かいタイプ）に、またはX型（両筋かいタイプ）に取り付けられます。

軸組に作用する水平力の方向によって筋かいには圧縮力と引張力が作用しますが、圧縮力が作用する場合は筋かい本体が負担し、引張力が作用する場合は筋かい端部に付ける筋かい金物が負担するようになることから、この筋かい金物が重要な要素になります。

ここで、筋かいの断面形状としては、厚さ1.5cm×幅9cm、厚さ3cm×幅9cm、厚さ4.5cm×幅9cm、厚さ9cm×幅9cm等が挙げられますが、一般の木造住宅によく使用されるのは、厚さ3cm×幅9cmの3つ割り筋かいと厚さ4.5cm×幅9cmの2つ割り筋かいと考えられます。

筋かい端部に付ける筋かい金物については、平成12年建設省告示第1460号第一項により、使用する筋かいの断面形状によって仕様（接合金具や金物の板厚等）が決まっていますが、仕様と同等以上の引張耐力を有する接合法も認められています。仕様と同等以上の引張耐力を有する接合法を明らかにするには、実験によって確認・証明する必要があります。

筋かい金物には幾つかのタイプがありますが、代表的なものを挙げると次のようになります。

## (1) 筋かいプレートタイプ

柱、横架材、筋かいの接合面に、平プレートの形をした筋かい金物を接合金具で取り付けるもの

## (2) 柱—横架材タイプ

柱、横架材、筋かいの接合部に、箱型の筋かい金物を接合金具で取り付けるもの

## (3) 柱タイプ

柱と筋かいに、L型の筋かい金物を接合金具で取り付けるもの

## 3. 筋かい金物の実験方法と評価方法等

平成12年建設省告示第1460号第一項による筋かい金物と同等以上の引張耐力を有する筋かい金物については、当初は下記の文献①をもとに実験を行って検討をしてきましたが、2008年に改訂版が出ましたので、現在は文献②で行うことになっています（①、②とも企画編集は財団法人日本住宅・木材技術センター）。

文献①「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」（2001年版）

文献②「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」（2008年版）

上記文献②では、試験体の形状寸法、試験体数、試験方法、評価方法等が示されていますが、文献①と大きく異なる点は、次の2点になります。

- 1) 試験体数が、同等以上と考えられる筋かい金物を使用したもの3体以上、及び告示第1460号に対応する筋かい金物を使用したもの3体以上になったこと。
- 2) 同等性の評価は、1) による試験体の荷重—変形角曲線を作成してそれぞれ比較し、剛性、靱性、諸耐力等で同等以上であることを確認すること。

それでは、文献②をもとに、具体的に試験体、試験方法、評価方法等について述べていきます。

## (1) 試験体

筋かい端部の仕口及び接合金物は、実状に合わせた現実的なものとし、標準的な試験体例として図1に示す。

①軸組寸法は幅910mm（又は1000mm）、高さ2730mm程度の1Pを標準とする。

②軸組は、柱、土台、間柱、梁、筋かい等で構成する。各部材の断面寸法は、柱及び土台が105×105mm、梁が105×180mm、間柱が30×105mm、筋かいが30×90mm又は45×90mm程度とし、樹種は、柱、間柱及び土台はすぎ、梁はべいまつ、筋かいはべいつが等とする。

③柱脚、柱頭の仕口は、短ほぞ（深さ50mm、厚さ30mm、幅85mm程度）とし、面内せん断試験時に筋かい端部の仕口が先行破壊し、柱頭、柱脚の仕口が先に破壊しない構造方法とする。

④試験体数は、対象となる接合部仕様のもの3体以上、かつ、告示に規定する接合部仕様3体以上とする（試験体数は揃える）。

### ⑤柱頭・柱脚の仕口

#### ・柱脚固定式の場合

柱頭は短ほぞ十くぎN90 2本打ち十羽子板ボルト締め、柱脚は短ほぞ十くぎN90 2本打ち十引き寄せ金物締りを標準とする。仕口が先行破壊する可能性がある場合、適切な接合方法に代える。

#### ・タイロッド式の場合

柱頭、柱脚とも、短ほぞ十くぎN90 2本打ち程度とする。仕口が先行破壊する可能性がある場合、適切な接合方法に代える。

## (2) 試験方法

### ①試験体の設置

試験体の土台部分を試験装置の反力台に固定する場合は、柱芯から外側に200mm離れた位置とし、ボルトM16と角座金W9.0×80mmを用いて強固に締め付ける（トルクレンチで40N・m程度とする）。引き寄せ金物の引き寄せボルトは、最初にトルクレンチ等で締め付けて馴染ませ（トルクレンチで20N・m程度とする）、その後ゆるめ、試験時には手で締める程度の圧縮とし、ボルトに大きな拘束力を与えないこととする。

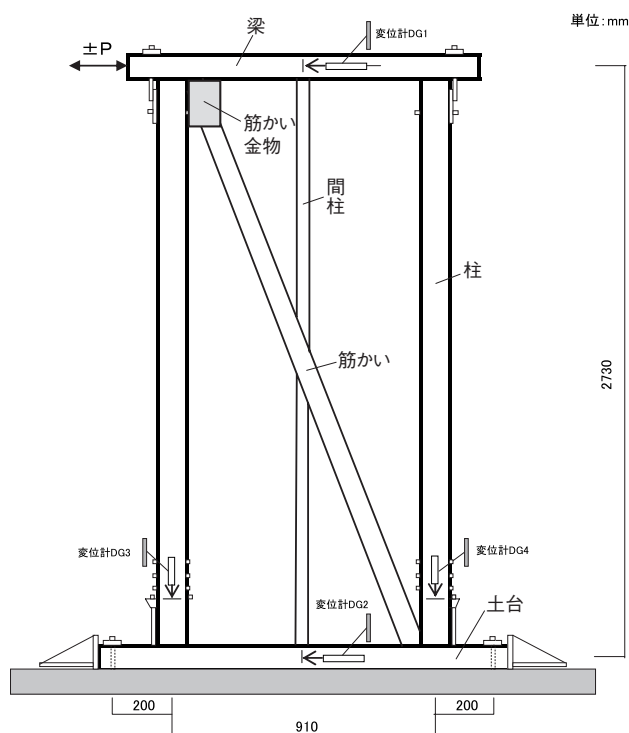


図1 片筋かいの試験体と試験方法の例

### ②加力方法

1) 加力は、正負交番繰返し加力とし、繰返し加力の履歴は、次のようにする。

#### ・柱脚固定式の場合

見掛けのせん断変形角が筋かいの引張側1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50rad, 圧縮側1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/120, 1/120, 1/120radの正負変形時とする。

#### ・タイロッド式の場合

真のせん断変形角が筋かいの引張側1/600, 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50rad, 圧縮側1/600, 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/120, 1/120, 1/120radの正負変形時とする。

なお、圧縮加力を行った場合、部材より筋かい接合部が先行破壊する可能性がある場合には、引張側と同様の繰返し加力を行うものとする。

2) 繰返し回数は、履歴の同一変形段階で3回を原則とする。



3) 加力は、正加力側で最大荷重に達した後、最大荷重の80%に低下するまで、または1)に示す変形角が1/15rad以上に達するまで行うこととする。

4) 筋かい耐力壁の場合、引張側で破壊させること。

### ③変位の測定

変位の測定方法は、図1に示すように梁又は桁の水平方向変位DG1、土台の水平方向変位DG2、柱脚部の上下方向変位DG3、DG4とする。

## (3) 評価方法

### ①せん断変形角の算出

測定した横架材の水平方向変位及び柱脚部の上下方向変位から、見掛けのせん断変形角 $\gamma$   $((DG1-DG2)/H_0)$ 、 $H_0$ はDG1~DG2の測定間距離、脚部の回転角 $\theta$   $((DG3-DG4)/B)$ 、 $B$ はDG3~DG4の測定間距離、真のせん断変形角 $\gamma_0$   $(\gamma - \theta)$ 等を算出する。

### ②荷重-変形角曲線の作成

荷重-変形角曲線は、試験を行った接合部仕様と告示に規定する接合部仕様を同じグラフにプロットし、目視で両者の違いが区別出来るようにする。

### ③同等性の評価

上記②で作成した荷重-変形角曲線から剛性、靱性等の強度性能が同程度以上であることを比較する。

なお、対象となる接合部仕様の試験結果にばらつきが認められる場合においては、せん断耐力と剛性を算出し、ばらつき係数を加味した数値の比較も行う。

耐力壁に使用される筋かいや筋かい金物について述べてきましたが、前述したように2008年以降から試験並びに評価方法が変わりましたので、こららの点に十分ご注意ください、開発や試験を進めて頂きたいと考えております。

なお、試験等についてご不明な点がございましたら、構造グループまでご連絡をお願い致します。

TEL：048-935-9000 FAX：048-931-8684

\*執筆者

高橋 仁 (たかはし・ひとし)

(財)建材試験センター 中央試験所  
構造グループ 統括リーダー



## ● 品質性能試験のご案内 ●

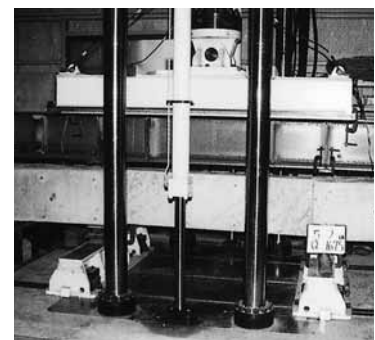
### ▶ 構造系試験

建築、土木の各種構造物及びこれを構成する部材の強度試験並びに構造物の耐力診断を行っています。

- 構造耐力(面内せん断試験、変形能試験、曲げ試験、軸圧縮試験、局部荷重試験、衝撃試験、引張・圧縮・せん断試験)
- 振動(水平振動台試験、動的変形能試験)
- 疲労(引張、圧縮、曲げ試験)
- 耐力診断(建築物の耐力診断、建築物の調査)
- 現場試験(あと施工アンカー試験、構造部材等の加力試験)



木造耐力壁の面内せん断試験



PC梁の大野式せん断試験

お問い合わせ：中央試験所構造グループ TEL 048-935-9000

## JSTM G 7101（防水材料等の耐根性評価のための 模擬針を用いた試験方法）の制定について

### 1. 制定の経緯

建築物の屋上緑化は、効果的なヒートアイランド抑制策の一つであり、国や自治体などの支援により普及の促進が図られている。従来の屋上緑化は、保護コンクリート上に植栽がなされるなど、防水層がしっかり保護される手法で行われていたが、近年は、構造躯体の軽量化の観点から、保護コンクリートを省略し、防水層の上に直接土壌を置き植栽するケースが多く見られるようになった。このような場合、植物の根や地下茎の先端が防水層や防水シートの貼り合わせ部分に貫通又は侵入する可能性があり、防水層からの漏水につながる危険性が指摘されてきた（文献1, 3）。

このような背景から、日本建築学会防水工事運営委員会では、「建築工事標準仕様書・同解説JASS8防水工事」（日本建築学会）の中で、「JASS8T-401屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性試験方法（案）」を制定し、屋上緑化用防水層の耐根性に関する評価法を提案するとともに、安全な緑化用防水層を施工するための一助としている。しかし、この試験法は試験に2年の期間を要することから、簡便で再現性がある試験方法が求められていた（文献2）。

耐根性評価の原則は、植栽による土壌・保水・肥料の影響を考慮すれば、「JASS8T-401屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性試験方法（案）」に従うことが望ましい。しかしながら、前述のようなことを考慮し、耐根試験のスクリーニング的な意味合いでの使用を想定し、当センターは2011年5月9日にJSTMとして本試験方法規格を制定した。

### 2. 適用範囲

本規格は、屋上緑化基盤の下部に用いられる防水材料や、耐根シートを対象として、植物の根や地下茎の貫入抵抗性

を比較的簡便に評価することを目的とする。実植物による試験では、土壌・土壌中の農薬・水分による防水材料の物性への影響があるため、評価結果は実植物の貫入抵抗性や、長期に渡り防水材料等の性能を担保するものではない。

### 3. 試験室及び試験体の標準状態

試験室は、JIS Z 8703（試験場所の標準状態）の温度23℃2級、湿度50%10級（温度23±2℃、湿度50±10%）とする。防水層は、主材料が高分子材料であり温度の影響を受けることが考えられる。しかし、屋上緑化の基盤、防水層及び耐根シートは、植栽用土壌に覆われ、防水材料は、最下層に位置して日射からは絶縁されているため、屋根のような高温にはなりにくいと考えられる。文献4によれば、10、20、30℃の3水準で検討したところ、低温になるに従い荷重の高くなる傾向は多少見られたが、実際の根や地下茎の侵入が問題となる変形量の小さい領域では、それほど大きな差は見られなかったことが示されている。この規格では、試験室の温度は、植栽土壌中の温度を考慮し、23℃とした。

試験体は、試験前24時間以上標準状態の試験室に静置する。

### 4. 試験体

試験体は、現場で使用される状態の製品とし、製品から試験体を採取し試験に供する。

一般部から採取する場合で、材料がシート状の場合は、同材料から試験体を採取する。現場で施工し硬化させる材料の場合は、離型材等で処理された型枠で、厚さ等現場の仕様と同様に、シートを作製し養生後試験体とする。

接合部（ジョイント部又は塗継ぎ部）から採取する場合

で、シート状の場合は、材料からジョイント部を製造業者の指定する仕様あるいは実際の施工方法と同様となるように模擬して作製し、養生後に試験体とする。詳細は次のとおりである。

#### 4. 1 防水材料又は耐根シートの一般部の場合

試験体は、防水材料等の製品から、試験に必要な長さを切りとり、平面に広げて標準状態にした後、採取する。

##### ①成型材料

防水材料等の製品から、直径60mm以上の円形状の試験体採取する。

##### ②液状材料

防水材料等の液状製品は、製造業者の指定する方法によって、一辺が350mm以上のガラス板等の上に塗り、硬化養生させ、シート状とした後、直径60mm以上の円形状の試験体採取する。

#### 4. 2 防水材料又は耐根シートの接合部の場合

防水材料等製品の接合部を接着剤、熱融着又は溶剤溶着等で接合する試験体は、製造業者の指定する方法によって、2枚の防水材料等を重ねて張り合わせ、接合部を含み、幅50mm長さ100mm以上の形状の試験体採取する。試験体作製例を図1に示す。

#### 4. 3 試験体の数量

試験体の数量は5体とする。試験回数は試験のばらつきを考慮して5回とし、1試験片から5体の試験体採取することとした。

## 5. 試験装置

### 5. 1 模擬針貫入装置

模擬針貫入装置は、試験体に一定速度で模擬針を貫入でき、同時に荷重が測定できるものとする。一般には、電気機械式万能試験機といわれている。

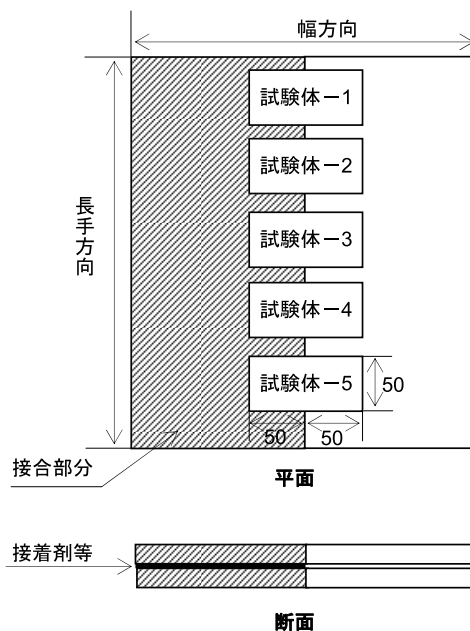
### 5. 2 模擬針

模擬針は、図2に示す形状とする。材質はステンレス鋼(JIS G 4303 (ステンレス棒鋼)に規定するSUS440C) 製又はこれと同等以上の硬さのステンレス鋼材とする。

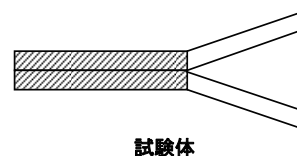
なお、円錐部分の研磨表面粗さは0.2~0.3 $\mu$ mとする。

植物の根や地下茎は防水層に侵入することが多いが、特

単位 mm



(a) 試験片の切り出し方の一例



(b) 出来上りの試験体の一例

図1 試験体作製例

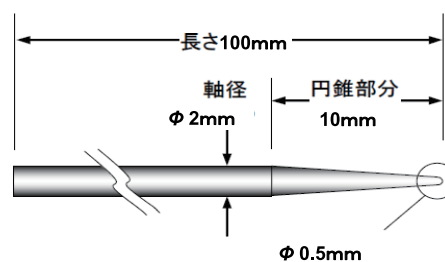


図2 模擬針

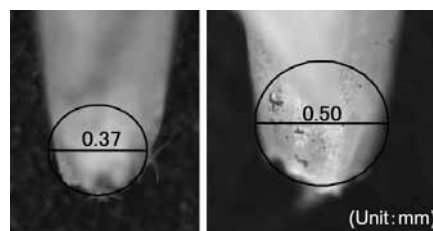


写真1 クマザサの地下茎の先端



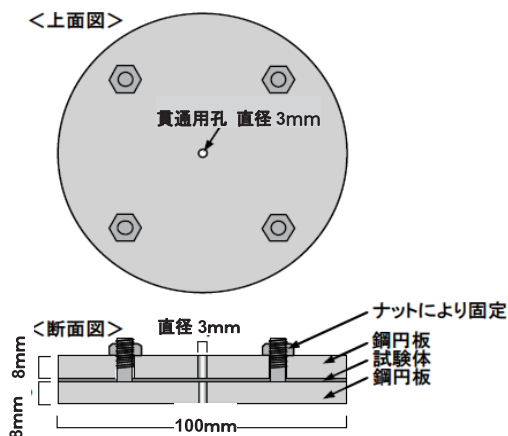


図3 一般部の模擬針貫入試験装置（例）

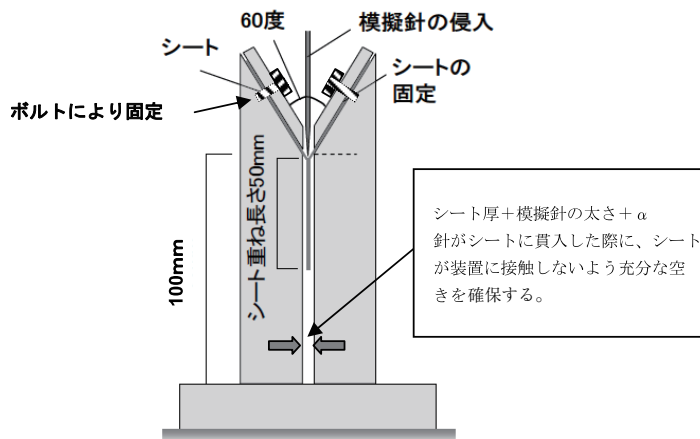


図4 接合部の模擬針貫入試験装置（例）

に破損の被害を起こさせるのは地下茎であることが多い。文献4によれば、耐根性評価では地下茎の先端の形状が大きな影響を与えると考え、クマザサとノシバを顕微鏡を用いて先端の観察を行っている。育成の程度や時期によって差はあるが、直径は概ね0.1～0.5mm程度であることが写真1のように示されており、この規格では、先端の直径を $\phi$ 0.5mmとした。また、軸部は、試験途中で座屈しないことが必要であるため、軸径は $\phi$ 2mmとした。

### 5.3 模擬針貫入試験装置

#### ①防水材料又は耐根シートの一般部の場合

試験体を固定できる装置とする。装置の例を図3に示す。

#### ②防水材料又は耐根シートの接合部の場合

試験体を固定できる装置とする。装置の例を図4に示す。

一般部の模擬針貫入試験装置の場合、模擬針の貫入時に、試験体を固定する目的で孔の開いた鋼製円板に試験体を固定し、模擬針を試験体表面に垂直に当て、模擬針を押込む。文献4では、この時、孔の大きさにより、孔直径が大きいと変位量が大きくなる一方、荷重は孔の直径に依存せず、同じ値となる。従って、この規格では、孔の直径を3mmとして例示している。

接合部の模擬針貫入試験装置の場合、ジョイント部又は塗継ぎ部の試験体は、平行に重ね合わせて接着されており、接合部分に模擬針を押込む事は技術的に難しい作業である。

このため、文献5では、シート間を左右に多少開くことにより、針を侵入しやすくする方式を考案し、角度を変えて予備的試験を行い、試験体接合部の開角度を60度としている。この規格でも開角度は60度として例示している。図4に示したように模擬針貫入装置の空きは、試験するシート厚と模擬針の太さを考慮し、模擬針をシートに貫入した時に、シートが装置に接しないよう、十分な空きを確保する必要がある。

## 6. 試験方法

- 試験体を模擬針貫入試験装置に固定し、模擬針貫入装置に静置する。
- 試験体を模擬針貫入試験装置に固定する場合は、防水材料の厚さが薄くならないよう、かつ、ずれ落ちないようにボルト等で保持する。
- 模擬針を速度1.0mm/minで、試験体の対象部分に垂直に貫入し、模擬針の移動量（0.1mmの単位）と荷重（0.1Nの単位）の関係を測定する。一般部の場合は、模擬針が試験体を貫通するまで、又は50Nに到達するまで測定する。接合部の場合は、移動量が10mmになるまでまたは50Nに到達するまで測定する。なお、補強のための織布等が積層されている部分は織布以外の部分を試験の対象とする。試

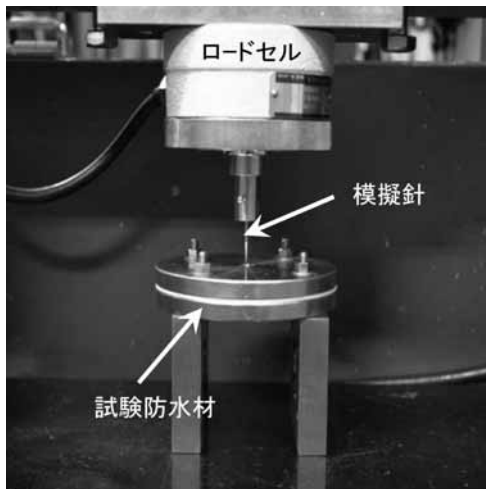


写真2 一般部の模擬針貫入試験状況 (例)

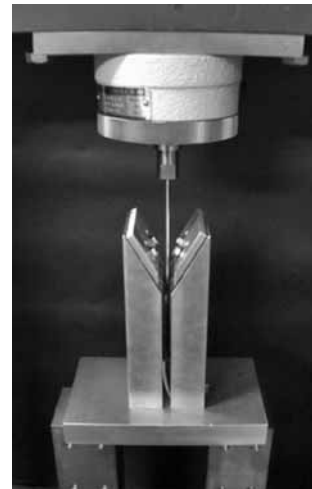


写真3 接合部の模擬針貫入試験状況 (例)

験状況を写真2及び写真3に示す。

模擬針の押し込み速度は、試験装置の制御等の評価試験の行いやすさ考慮し、1.0mm/minとした。防水材料や耐根シートの一部には、シートの補強を目的に不織布等が積層されている材料がある。不織布等は防水材料等と比較して、根系に対する物理的抵抗性が高い。従って、補強のための織布部分以外で測定するのは、防水材全体の中で、その部分の耐根性が乏しいと考えられるためである。タケ類では、大きな荷重が測定される時もあり、別途取り扱う。

## 7. 報告

次の事項について報告する。なお、荷重値は安全を考慮し5体の最低値とした。

- ・試験体5体の模擬針貫入時の最大荷重 (N) 及びその最低値
- ・試験体の材質、構成、形状、厚さ
- ・接合部試験体の接合方法
- ・その他必要事項

## 8. 評価

文献3及び4の模擬針を用いた試験及び実植物を用いた耐根性試験方法の検討で得られた結果により、現在は1つの評価基準として、模擬針貫入時の最大荷重が50N以上では十分な耐根性があり、20N～50Nではほぼ耐根性があり、20N以下の時では耐根性が無いとして設定している。なお、タケ類を植栽として用いる場合は、データの整備が十分とはいえないので別途検討が必要である。

### 【参考文献】

- 1) 田中享二, 橘大介, 清水市郎, 澤西良三, 三輪隆, 立山富士彦, 大森僚次, 後藤良昭, : 屋上緑化用防水の耐根性試験方法の開発, 日本建築学会技術報告集,第14巻,第27号,pp.13-16,2008.06
- 2) 日本建築学会編; 建築工事標準仕様書・同解説JASS8防水工事,pp.410-437,2008.09
- 3) 田中享二, 宮内博之, 表淳珠: 防水層に対する地下茎先端の押し付け力測定装置の開発と測定結果; 日本建築学会構造系論文集, 第602号pp.67-71.2006.4
- 4) 表淳珠, 宮内博之, 田中享二: 防水層の耐根性評価のための簡便な試験方法の開発; 日本建築学会構造系論文集, 第606号pp.35-41.2006.8
- 5) 表淳珠, 石原沙織, 宮内博之, 田中享二: 防水層・耐根シートのジョイント部の耐根性評価のための簡便な試験方法の開発; 日本建築学会構造系論文集, 第623号pp.43-48.2008.1

(文責: 材料グループ 清水市郎)

## 試験設備紹介

# 塩水噴霧試験機

西日本試験所

### 1. はじめに

西日本試験所では、平成22年度末に中性塩水噴霧試験を対象とした塩水噴霧試験機を更新しました。

私たちの身の回りにある金属の多くは、空気中の二酸化炭素や水分、塩素等の影響によりさび（腐食）が発生します。さびに強いステンレス鋼などもありますが、多くの場合は安価な鉄にめっきや塗装等の表面処理を行うことにより、さびにくい状態を長時間維持できるように工夫されています。塩水噴霧試験はこれらの表面処理された金属が、さびに対してどれだけの抵抗力を持っているかを評価するのに適した試験です。

試験方法は、塩水を霧状にして空気中に漂わせ、並べた試験対象である試料に、重力で自然に塩水の霧が降りかかる状態にします。温度を一定の状態に、決められた時間を維持し、その結果さびがどれだけ発生したかを評価するという方法です。

### 2. 塩水噴霧試験機の構成

塩水噴霧試験は、人工環境下での腐食発生を評価するため、毎回同じ試験結果を得ることができます。

まず、塩水を霧状に発生させる装置が必要になります。

これには、**図1**のように噴霧塔（ミストマイザー）を使います。下から空気を吹き出すと側面のノズルから、塩水が引き出されて空気と混ざって霧状になります。このように発生させた塩水の霧を噴霧塔を通して半密閉された箱の中に放散させます。

噴霧塔を通すことで、塩水は箱の中で均一に充満され、自然に垂直に塩水の霧が落下し、一定角度（垂直に対し $20^\circ$ ）に並べられた試料に付着することになります。この時、塩水の霧の水分が空気中で蒸発してしまうと、塩水の濃度が当初の値よりも濃くなってしまいます。試験結果に



写真1 塩水噴霧試験機の全景

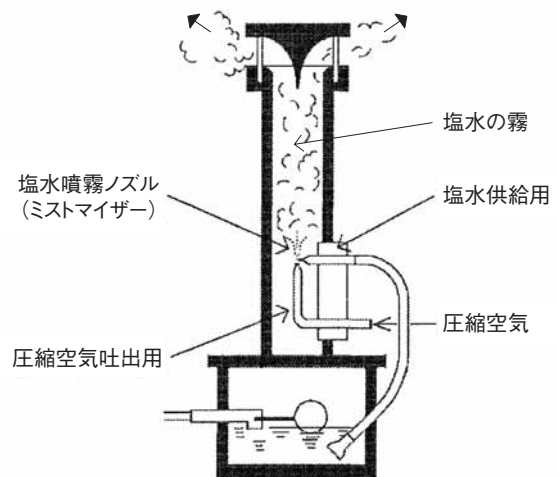


図1 噴霧塔の構成

も当然影響してきます。

これを防ぐために、箱の中は高湿の状態にしておかなければなりません。同時に噴霧に使う空気も高湿の飽和空気になっている必要があります。また、試験時には箱の中の温度を一定に保っておかなければいけません。

### 3. 噴霧溶液の種類

塩水噴霧試験に使う塩水には3種類あり、それぞれ塩濃度とpHが規定されています。(表1)

中性塩水噴霧試験は、水1リットル中に塩を50g(5%)溶かして作ります。ここまでは、他の試験方法でも同様です。この液を塩酸、水酸化ナトリウムを使って、噴霧後の



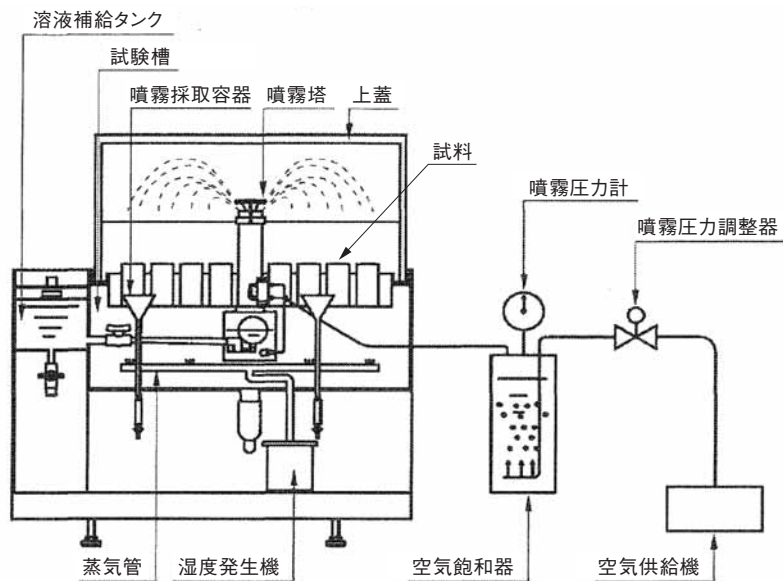


図2 塩水噴霧試験機の構成

表1 塩水噴霧試験の種類

| 試験方法       | 試験槽温度 | 噴霧溶液塩濃度 | 噴霧後採取溶液pH |
|------------|-------|---------|-----------|
| 中性塩水噴霧試験   | 35±2℃ | 50±5g/L | 6.5~7.2   |
| 酢酸酸性塩水噴霧試験 | 35±2℃ | 50±5g/L | 3.1~3.3   |
| キャス試験      | 50±2℃ | 50±5g/L | 3.1~3.3   |



写真2 噴霧塔からの霧の発生状況

採取溶液がpH6.5~7.2になるように調整します。

酢酸酸性塩水噴霧試験は、5%塩水に酢酸を加え、噴霧後の採取溶液がpH3.1~3.3になるように調整します。

キャス試験は、5%塩水1リットル中に0.26gの塩化銅(Ⅱ)二水和物を溶かした後、酢酸を加えて噴霧後の採取溶液がpH3.1~3.3になるように調整します。また、試験時の温度は中性塩水噴霧試験、酢酸酸性塩水噴霧試験では35℃ですが、キャス試験のみ50℃となります。

注意点として、一度使用した装置を他の噴霧溶液で再利用するのは困難です。装置内を洗浄した後に溶液を入れ替えても、前の溶液の影響が残ってしまいます。十分ならし運転をした後に、噴霧後の採取溶液の確認を行い、使用する必要があります。

#### 4. おわりに

西日本試験所では、塩水噴霧試験をはじめ、様々な構成材料の耐久性試験に対応できるよう試験装置を充実させており、多くのお客様にご利用頂いております。

試験方法、試験料金等に関するお問い合わせ：

西日本試験所 TEL 0836-72-1223 FAX 0836-72-1960

〈参考文献〉東京科学機器協会「科学機器入門新シリーズ50塩水噴霧試験機」

(文責：試験課 大田 克則)



## 建材試験センターと私



宇都宮大学 名誉教授 小西 敏正

建材試験センターは、2013年に設立50周年を迎えられるとのこと、心からお祝い申し上げます。

50年前というと1963年で、そう古いことでもないような気がする。ケネディー大統領の暗殺された年で、センターは暗殺の数ヶ月前に設立されている。ベトナム戦争の最中で、アメリカは1972年に撤退することになる。1973年、1979年の二度のオイルショック、1989年天安門事件、1990年東西ドイツ統合、1991年ソ連崩壊、その他、バルカン半島やアラブ諸国の興亡など、世界を揺るがせたことだけでも枚挙にいとまがない。勿論、国内での変化も数多くあった。鴨長明ではないが世の中が激しく変わる中で存続し続けるということは大変なことといえる。改めて50年を振り返ってみると実にお目出度いことだと思う。

### 風洞実験

試験センターとお付き合いは、修士の学生であった1967年にオープンジョイントの雨仕舞の実験のために建材試験センターの風洞をお借りすることになり、当時、建研におられた瀬尾文彰さんと草加に通ったのが始まりである。コンクリートの固まりで試験体をつくり、目地幅とその断面形状を変えたものを風洞の開口全面に積み上げ風圧を掛け散水し実験を行った。実験を終えて、試験体を取り外している最中に突然積み上げたコンクリートの試験体が崩れ、あわや下敷きになるところであった。修論が終わってからも瀬尾さんの実験の手伝いに何遍か草加の試験所に通った。そのころはまだ周囲は田圃に囲まれ敷地の中には鉄骨に波形スレートの実験棟が並びその廻りに雑草が生えていたような記憶がある。勿論今のような立派なビルは建ってなかった。当時、学生紛争が盛んな時代で、大学は封鎖されており、修論の発表も田町の日本建築学会の会議室で行われた。一応ちょっと話を聞くから出て来いということで行ったら、先生方が並んでおられ準備なしに発表することになった。それでも何とか修了することができた。もっとも、発表をボイコットした何人かの同級生も修了している。

この実験は、私の修論にもなったが、後に瀬尾さんの博士論文の一部になった。そのころオープンジョイントはヨーロッパで実践されていたが、日本の建築界で殆ど認知されておらず防水の専門の先生からは趣味の研究だと揶揄された。国内でオープンジョイントが等圧ジョイントなどと名を変えて定着したのは1970年代後半になってからではないだろうか。

その後暫くは、委員会等で、建材試験センターの研究員の方々と御一緒させて頂くことはあったが、センターのお手伝いをするようなことはなかった。

### JISの標準化

建材試験センターの委員会に始めて参加し、しかも今でも印象に残るのは、通産省の髭をはやしパイプをくわえた担当者がおられた規格の標準化の委員会、委員長は岸谷孝一先生であった。

委員会の正式名称は長くて覚えていないが、建築材料には性能に関する規格が幾つもあるが、主として材料ごとの規格になっており、材料相互の性能比較がしにくい。勿論、それぞれ材料メーカーのそのことに対する理由付けはあるのだが、ユーザーにとってみればはなはだ迷惑な話である。そのための標準化を推進させるにはどうしたらよいか調査するのがこの委員会の目的であった。規格をユーザーからの目で捉え始めた時代の流れを先取りした話であり、担当者の熱弁に圧倒されたこともあり、興味を覚え、委員の先生方、事務局もかなり熱心に対応したことを覚えている。その頃、建材試験センターの東京の事務局は、小舟町にあった。

## JISとISO

そんなことで、統合化がスタートし、曲がりなりに軌道に乗り始めた。

ところが、ほぼ時期を同じくして、ISOの旋風が吹き荒れ始めた。9000シリーズや14000シリーズなどの新しい規格は別にして、一般の建材に関するISOは、各国の戦略的思惑もあって、決してユーザー志向ではない。ISOというと国際的で何か先進的に感じられたが決してそんなことはない。従来のJISと同様に各材料毎に独立している。そんなこともあって、まだ統合化が進んでいなかったJISとの統合化が比較的スムーズに行われた。この統合化のお陰でせつかくの標準化はストップしてしまった。日本はどうしてこんなにISOの受け入れに素直でなければいけないのか、当時そんな印象を持ちながら標準化のお手伝いに終止符を打つことになった。前後して、建築材料のライフサイクルの調査研究が始まり数年にわたりお手伝いをさせて頂くことになる。東京理科大の真鍋先生や工学院大学の吉田先生とともにイギリスのBBAやワシントンに調査に行った。この頃、大学にいるよりも建材試験センターにいる方が多いのではないかとからかわれたこともあった。

## TAG8

規格づくりは国相互の戦略である。どういうことかといえば、建築の話してはいるが、ビデオの事なら分かりやすい。会社の規格があり、国内の規格がある。国内市場を抑えるために主導権争いが生じる。それと同様に国際間にも競争が起こる。国内規格は押さえたが、国際的には流通が望めないことも出て来る。携帯電話も規格で国際的広がりをもてないのが日本であると聞く。今やスイカやパスモが普及し多くの人々がその便利さの恩恵に浴しているが、このカードの反応速度が早すぎて、国際規格に合わず、実施が遅れたと聞いている。何で、国内しか使えないのに国際規格に関係するかといえば、銀行のカードに近い働きも持つからのようだ。もたもたしているうちに外国のカード会社が参入してくる可能性もなかったとはいえない。

それはともかく、TAG8の委員会のお手伝いもさせて頂いている。TAG8はISOの規格のうち建築の規格を取り扱う。かつては建築にはそれほど国際的な対応は必要ないのではないかという意見もあったが、これだけ世の中が流動的になると、他人ごとではなくなってくる。委員長の代理で数回TAG8の国際会議に出席したが、各国の対応を見ると日本でも各業界から基本的な意見や具体的な要望がもっと上がってきて良いと思える。

## 建材試験情報

もう一つ、建材試験センターとの長いお付き合いは「建材試験情報」の編集である。岸谷孝一先生が編集委員長をされていた頃からお手伝いをさせて頂いたが、先生が逝去された後、副委員長をしていた私があとを引き継ぐ形となり、長いこと勤めさせて頂いた。会議は殆ど茅場町で行われたが、この委員会には建材試験センターの各部署から年度ごとに担当者が出てこられたから、建材試験センターの様々な方とご一緒させて頂くことになった。建材情報は当時まだB5サイズで、規格との関係もありA4への移行を2度ほど提言したが、当時はまだ時期尚早だったようだ。その後、編集委員長を田中享二先生が引き継いで下さり、充実度を加えている。サイズもすでにA4になっている。

## 終わりに

建材試験センターとの個人的な繋がりのお話しに終始してしまったが、この間、いざなぎ景気、バブルとその崩壊、リーマンショック、東日本大震災と景気動向を左右する大きな波に翻弄された50年であったと思う。センターは初期にはその業務の大半が建材の試験であったと聞いている。時代の波の中でその業務はハードだけでなくソフト面にも拡大し総合的な力を付けてきている。しかし、試験を行う核を持つことが建材試験センターの強みであることも確かである。試験業務全体を通して日本の試験技術や内容について50年を鳥瞰し、その変貌と発展の概要をまとめられるのは建材試験センターおいてないのではと考えている。この機会をとらえられてはいかがかと思う。

時代の流れが速いとはいえ、まだ50年である。組織は人の一生よりも長く続いてこそ、その価値が評価される。100年を目指して、今後ますますの発展を願ってやまない。



## ニュース・お知らせ

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

### 国内クレジット制度 審査業務のご案内

ISO審査本部

当センターISO審査本部は、7月27日に国内クレジット制度の審査機関に登録され、審査業務を開始しました。

国内クレジット制度は、京都議定書目標達成計画において規定されている、大企業等による技術・資金等の提供を通じて、中小企業等が行った温室効果ガス排出削減量を認証し、自主行動計画や試行排出量取引スキームの目標達成等のために活用できる制度です。平成20年10月に政府全体の取組みとして開始され、今年7月末で累計事業721件、累

計クレジット404件(227,812t-CO2)が認証されています。詳しくは国内クレジット制度ホームページ(<http://jcdm.jp/>)をご覧ください。

#### <国内クレジット制度審査業務に関するお問い合わせ>

ISO審査本部 GHG検証業務室

担当：山口、香葉村（かはむら）

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2丁目8番4号

日本橋コアビル5階

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

[ghg-kensyou@jtccm.or.jp](mailto:ghg-kensyou@jtccm.or.jp)

<ホームページ> [http://www.jtccm.or.jp/ghg\\_info](http://www.jtccm.or.jp/ghg_info)



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

### 第33回Japan Home & Building Show に出展します

経営企画部

9月28日(水)～30日(金)の3日間、東京ビックサイトの東2・3ホールにて開催されるJapan Home & Building Showに当センターが出展します。ブースは、東3ホールの出入口に近い3P-03(右図参照)となっています。

ブースでは、当センターが実施している品質性能試験、マネジメントシステム認証、性能評価、製品認証、調査研究等をショートガイダンス(下表参照)及びパネル展示により紹介します。また、当日は複数の専門スタッフを配置し、ご質問等にお答えする体制を整え、皆様のお越しをお

待ちしています。

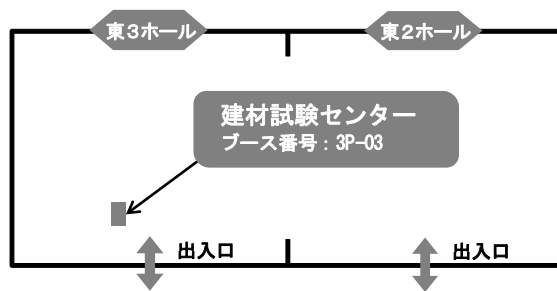
来場を希望される方は、下記のいずれかのURLから来場事前登録の手続きをお願いします。

<http://www.jtccm.or.jp> (当センターホームページ)

<http://www.jma.or.jp/jhbs/> (公式サイト)

<お問い合わせ>

TEL: 048-920-3813 FAX: 048-920-3821 企画課 室星



ショートガイダンス日程

| 月日<br>時 | 9月28日(水)                           | 9月29日(木)                          | 9月30日(金)                              |
|---------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 11:00～  |                                    |                                   | コンクリート構造物の耐震診断試験<br>(材料グループ)          |
| 13:00～  | 温室効果ガス(GHG)削減の必要性<br>(ISO審査本部)     | 大臣認定と防火・耐火試験<br>(性能評価本部・防耐火グループ)  | 構造試験・評価<br>(構造グループ)                   |
| 14:00～  | 建設用リサイクル材料<br>(材料グループ)             | ISOマネジメントシステム導入の意義<br>(ISO審査本部)   | 住宅基礎コンクリートの品質管理試験<br>(工事材料試験所・西日本試験所) |
| 15:00～  | 環境負荷低減技術の試験・調査研究<br>(環境グループ・調査研究課) | JIS原案作成から製品認証まで<br>(調査研究課・製品認証本部) | 建築材料の耐久性<br>(材料グループ)                  |

## 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23年6月13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://www.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

| 認証登録番号    | 認証契約日     | 工場又は事業場名称   | JIS番号 | JIS名称      |
|-----------|-----------|---|-------|------------|
| TC0211001 | 2011/6/13 | (有)旭鋳螺製作所 本社工場  | A5540 | 建築用ターンバックル |
| TC0311001 | 2011/6/13 | YKK AP(株) 京葉工場, ガラス製造・技術部 ガラス技術課<br>及び 商品品質センター 中央試験所 滑川試験室 | R3209 | 複層ガラス      |

## ISO 9001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(1件)の品質マネジメントシステムをISO9001(JIS Q 9001)に基づく審査の結果、適合と認め平成23年7月8日付で登録しました。これで、累計登録件数は2179件になりました。

登録事業者(平成23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                               |
|--------|----------|------------------------------------|----------|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| RQ2179 | 2011/7/8 | ISO 9001:2008<br>(JIS Q 9001:2008) | 2014/7/7 | 大成建設(株) 原子力本部 | 東京都新宿区西新宿6-8-1<br>新宿オークタワー9階 | 原子力関連施設に関する設計, 調査・研究開発, 実証試験及び技術支援 |

## ISO 14001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(4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23年7月23日付で登録しました。これで、累計登録件数は646件になりました。

登録事業者(平成23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   |
|--------|-----------|--------------------------------------|-----------|--------------|---|--|
| RE0643 | 2011/7/23 | ISO 14001:2004<br>(JIS Q 14001:2004) | 2014/7/22 | 成武建設(株)      | 鹿児島県肝属郡南大隅町根占山本<br>4108-1                     | 成武建設(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動                |
| RE0644 | 2011/7/23 | ISO 14001:2004<br>(JIS Q 14001:2004) | 2014/7/22 | 徳林工業(株)      | 山口県山口市徳地堀1680番地1                              | 徳林工業(株)及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動                |
| RE0645 | 2011/7/23 | ISO 14001:2004<br>(JIS Q 14001:2004) | 2014/7/22 | (株)井原組       | 山口県山口市徳地堀1981番地4                              | (株)井原組及びその管理下にある作業所群における「土木構造物の施工」に係る全ての活動                 |
| RE0646 | 2011/7/23 | ISO 14001:2004<br>(JIS Q 14001:2004) | 2014/7/22 | (株)大米建設 那覇本社 | 沖縄県那覇市高良3丁目1番地1<br><br><関連事業所><br>宮古本店, 八重山支店 | (株)大米建設 那覇本社及びその管理下にある作業所群における「建築物の施工」, 「土木構造物の施工」に係る全ての活動 |

## あ と が き

東北地方太平洋沖地震から改めて学んだことは助け合いの心、思いやりの心、譲り合いの心。これらのふれ合いを現地で直接、肌で感じた1人でもあります。

小生の母校の大槌高校は被害を免れましたが、残念なことに岩手県大槌町は津波と火災で甚大かつ壊滅的被害を受け、復興どころか復旧さえ進んでいない状況であります。避難民は避難所において肩を寄せ合い、それぞれの心のふれ合いで耐え忍んできましたが、ようやく最近になって仮設住宅の普及が一段と進み劣悪な環境から解きはなされ、一つの山を越えたことに安堵を覚えます。

この間、母校は避難所として利用され、先生初め後輩達が心を一つにして支援したことに誇りを持ちつつ、感謝の気持ちで一杯になりました。また、当センター職員及びお客様から沢山の支援のお言葉をいただき感謝しつつ、改めて人の繋がり大切さを体験した人生の1ページでもあります。

小生は、顧客業務部の相談窓口でお客様の心とふれ合う部署にいます。震災から学んだ心を持って、今まで以上にお客様の視線を大切に、お客様満足を追求してまいります。(川端)

### 編集たより

ヒートアイランドの有効な対策の一つとして建築物の屋上緑化が普及しています。しかし、近年この屋上緑化に関して、建築物の耐久性を保護している防水層の破壊や劣化の原因につながる危険性が指摘されています。今月号では、東京工業大学名誉教授の田中享二先生より、防水の視点から「屋上緑化で考えなければならない三つの外力」についてご執筆いただきました。また、植物等の根が防水層を破壊する状況を模擬的に再現し、根の貫通力に対する防水材料の耐力性能を調べることを目的として当センターが制定した「JSTM G 7101 (防水材料等の耐根性評価のための模擬針を用いた試験方法)」について紹介しました。

省エネルギー対策と同様に資源枯渇の観点から建築物の長寿命化は重要なテーマとなっています。そのためにも屋上緑化を採用する際は、建築物各部の耐久性が損なわれることのないよう十分な配慮が求められます。

東日本大震災では、日本はとてつもなく大きい自然災害のリスクを常に背負っているということを改めて思い知らされました。またこの震災に端を発した電力の欠乏は我々の生活活動を脅かすほどの影響を及ぼしています。今後安定的な生活活動を継続して行くためにも、省エネルギーに関してこれまで以上に真剣に取り組まなければなりません、一つの視点にとらわれることなく、その他の視点への配慮も忘れてはなりません。(室星)

# 建材試験情報

## 9

2011 VOL.47

建材試験情報 9月号  
平成23年9月1日発行

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

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

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

### 建材試験情報編集委員会

#### 委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

#### 副委員長

尾沢潤一(財団法人建材試験センター・理事)

#### 委員

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

青鹿 広(同・中央試験所管理課長)

柴澤徳朗(同・防耐火グループ主幹)

石川祐子(同・材料グループ主幹)

松井伸晃(同・工事材料試験所主任)

香葉村勉(同・ISO審査本部主幹)

常世田昌寿(同・性能評価本部主任)

新井政満(同・製品認証本部上席主幹)

川端義雄(同・顧客業務部特別参与)

山邊信彦(同・西日本試験所試験課長)

#### 事務局

藤本哲夫(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課主幹)

宮沢郁子(同・企画課係長)

高野美智子(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社



# SERVICE NETWORK

## 事業所案内

### ●草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

### ●総務部、経営企画部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

### ●顧客業務部 (6階)

TEL.048-920-3815 FAX.048-920-3822

### ●性能評価本部 (6階)

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

### ●検定業務室 (6階)

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

(草加駅前オフィス)



### 最寄り駅

- ・東武伊勢崎線草加駅東口徒歩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
- ・都営地下鉄新宿線 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.048-931-7208 FAX.048-935-1720

(中央試験所)



### 最寄り駅

- ・東武伊勢崎線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10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て15分

### ●工事材料試験所

#### 管理課

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

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

#### 浦和試験室

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

#### 三鷹試験室

〒181-0013 東京都三鷹市下連雀8-4-11

TEL.0422-46-7524 FAX.0422-46-7387

#### 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

- ・埼京線南与野駅徒歩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号線を経由して県道225号線に入る
- ・中国自動車道 美祿西ICから県道65号線を経由して「山陽」方面に向かい車で15分
- 【九州方面から】
- ・山陽自動車道 植生ICから国道2号線を経由して県道225号線に入る



財団法人 **建材試験センター**

*Japan Testing Center for Construction Materials*

