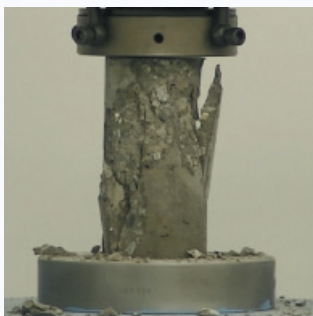


JTCCM JOURNAL

2014.1

# 建材試験

# 情報 Vol. 50



巻頭言 ————— 長田直俊

## 二度目の東京オリンピック

特集

西日本地域の空間の快適づくりを  
ささえるパートナーを目指して

連載 ————— 岩井一幸

スタンダードを思い巡らして  
(8) 物的環境から情報環境へ

## I n d e x

p2

### 巻頭言

二度目の東京オリンピック

／(一財)建材試験センター 理事長 長田 直俊

### 特集／西日本地域の空間の快適づくりをささえるパートナーを目指して

p5

西日本試験所における材料・耐久性試験の展望・取組みについて

／西日本試験所 試験課 杉原 大祐

p11

西日本試験所における構造試験の展望・取組みについて

／西日本試験所 試験課 主任 早崎 洋一

p16

西日本試験所における防耐火試験の展望・取組みについて

／西日本試験所 試験課 主幹 岡村 憲二

p21

西日本試験所における工事中材料試験の展望・取組みについて

／西日本試験所 試験課 主幹 大田 克則

西日本試験所 福岡試験室 佐島 淳

p25

福岡支所におけるマネジメントシステム認証の活動について

／ISO 審査本部 福岡支所 支所長 徳永 幸一

p29

コンクリート分野における研究動向

／広島工業大学 工学部 教授 十河 茂幸

p34

建築物の長寿命化のための建築材料・部材レベルの試験・研究に関する私見

／広島大学大学院 教授 大久保 孝昭

p40

中大規模木造建築は建築分野を革新するか

－ CO<sub>2</sub> 排出削減と林業活性化への道筋 －

／福岡大学 工学部 建築学科 教授 稲田 達夫

p46

既存鉄筋コンクリート造建物の枠付鉄骨ブレース耐震補強工法について

／山口大学大学院 理工学研究科 教授 稲井 栄一

p52

### 連載

スタンダードを思い巡らして

(8) 物的環境から情報環境へ

／東京家政学院大学名誉教授 岩井 一幸

p55

たてもの建材探偵団

勝鬃橋

／製品認証本部 上席主幹 新井 政満

p56

建材試験センターニュース

p58

年間総目次 (2013)

p60

あとがき・たより

# 謹賀新年

本年もよろしくお願ひ申し上げます。

2014年 元旦



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center for Construction Materials

# 巻頭言

## 二度目の東京オリンピック

(一財) 建材試験センター 理事長 長田 直俊

新年、明けまして、おめでとうございます。  
今年がよい年になりますように、心からお祈り申し上げます。

昨年は、私ども建材試験センターにとりまして、創立50周年の節目の年に当たり、記念行事などを通じてさまざまな形で励ましのお言葉をいただきました。常日頃のご支援と合わせ、深く感謝申し上げます。

当センターは、1963年(昭和38年)8月に発足しました。この年は昭和39年の東京オリンピックを翌年に控え、高度経済成長期の最中、我が国の随所で槌音の響きが聞かれた時期でありました。前年(1962年)には第一次全国総合開発計画が作られ、新産業都市・工業整備特別地域といった全国レベルでの開発が行われる一方、東海道新幹線も翌年(1964年)に開業されるなど、世をあげての建設ブームのまっ最中、こうした時代に、当センターは住生活・社会基盤の質的水準確保という社会的要請に応えるべく、設立されたわけです。我が国は、国をあげての成長と活性化を謳歌していました。人口の移動も大変活発であった時期です。こうした背景の下に開催された1964年の東京オリンピックは、私たちに大きな自信と、一つの大きな転換期であるという自覚をもたらしました。経済白書が「もはや戦後ではない」と述べたのが1956年のことでしたが、戦後からの脱却と高い経済成長を成し遂げた自信の象徴が、このときの東京オリンピックであったような気がします。

その後、経済環境の変化といった視点から見ると、二度の大きな転換期がありました。最初は1973年の第一次オイルショックであり、次は1991年のバブル経済の崩壊です。実際、我が国の平均の経済成長率は、この二回の転機の前後で、それぞれ10%弱から4%強へ、4%強から1%弱へと大きく低下しました。二回の転機をはさんで、高度成長期、中成長期(安定成長期)、経済停滞期といわれるゆえんです。

これを建築関係の指標で見ると、住宅着工件数は1973年に年間190万戸というピークに達し、その後は漸次減少に転じ、現在は年間80万戸程度に至っております。建設投資は1992年に約84兆円を記録し、現在は40兆円台前半に低下しています。



どうも、建築の視点から見ると、我が国の高度成長期は住宅を中心とする量的不足解消の時期であり、社会基盤については、整備期といった色合いが強い感じがしますし、中成長期は、住環境については量から質への転換期、社会基盤は引き続いての充実期といったところでしょうか。しかしながら、経済停滞期に入ると、住宅も社会基盤の整備も大きく落ち込み、最近ではいずれもピーク時の半分程度になっています。必要なメンテナンス、リフォームも必ずしも十分に行えない時代、最近では、さまざまな問題が顕在化してきました。

こうした時代背景の変化の中で、当センターは、建材に関する公正な品質・性能の試験機関として、官界、学会、研究機関、民間業界の暖かい支援を受け、発展をしております。現在では、年間約18.7万件の建材の試験（品質性能試験約7千件、工事用材料試験約18万件）を実施しているほか、ISOでは約1,250件の登録事業所を有し、JISでは約2,350件の認証を行っております。性能評価事業でも、年間約550件の事業実績を有しております。

さて、創立50周年の昨年、2020年のオリンピックが、再び東京で開催されることが決まりました。創立の時といい、50周年の昨年といい、当センターは、何かと東京オリンピックに縁があるようです。前回と比較して、次回の東京オリンピックは、我々にどのような自信なり、効果をもたらしてくれるのでしょうか。前回の東京オリンピックの時のような高い成長感、躍動感といったものは望めないにしろ、高い充足感と未来への展望の持てるものであってほしいと考えております。

2020年東京オリンピックに向けての経済の高揚の見通しに加え、アベノミクスへの期待感やデフレの克服の見込みも徐々に高まり、そろそろ長かった景気停滞期からの脱却への期待が膨らんできました。少子高齢化、年金、財政といった多くの課題もまだありますが、前回の東京オリンピック開催時に作られた施設やインフラも築後50年ということで、建て替え、補修の必要が生じてきています。二度目の東京オリンピックの開催に象徴されるこうした周辺環境の変化の中で、当センターは、そのミッション「第三者証明事業を通し住生活・社会基盤整備に貢献する」という理念の下、引き続き良質な住環境・社会基盤の充実に貢献していきたいと考えております。

50周年を迎えた昨年に向けて、当センターは、武蔵府中試験室を建設・開業し（2012年度）、西日本試験所に新材料試験棟・新構造試験棟を建設し（2013年度）、中央試験所に新しい防耐火試験設備を増設（2013年度）しました。また、50周年を機に、試験事業に関する技術的蓄積、ISO審査登録事業に関する蓄積をそれぞれ書籍としてまとめ、刊行いたしました。今後は、さらなる発展を目指して、中核試験施設である中央試験所の整備・充実に努力をしております。

建材試験センターは、今年新しい半世紀に向けて歩み始めます。これまで、50年の間、ご指導、ご支援いただきました関係機関、学識経験者、建材企業、工業会の皆様へ深く感謝申し上げますと共に、引き続きの変わらぬご協力、ご支援をお願い申し上げます。



# 特集

## 西日本地域の空間の快適づくりをささえるパートナーを目指して

昭和40年代の後半、土木、建築工事の大型化、複雑化に伴い、建設資材の高品質化、技術の高度化が強く求められていました。このような要請が全国的な広がりを見せる中、中国地方における建設資材の第三者試験機関の設置が叫ばれ、1974年、山口県などの協力を得て、西日本試験所(当時中国試験所)を現在の山陽小野田市に開設しました。以来、西日本試験所は40年間にわたり、試験・認証事業を通して、西日本地域を中心に社会基盤の整備、住生活の向上、建設分野の発展に取り組んできました。

財団創立50周年にあたる2013年度、南海トラフ巨大地震対策など建物の耐震化にかかわる試験、建物の長期利用や木材の利用促進といった地球温暖化防止にかかわる試験など、社会的な要請に適切に対応していくため、西日本試験所に新材料試験棟と新構造試験棟を開設しました。これにより、西日本試験所は、西日本地域最大規模の防耐火試験設備、構造物試験設備、耐久性試験設備を有する第三者試験所として、地域の建設分野の活動に貢献していく体制がよりいっそう強化されました。

特集「西日本地域の空間の快適づくりをささえるパートナーを目指して」では、西日本試験所に新たに導入された試験設備の紹介をはじめ、西日本地域における当センター各事業の取組み、建設各分野における研究動向を取り上げ紹介します。

## 西日本試験所における材料・耐久性試験の 展望・取組みについて

西日本試験所 試験課  
杉原 大祐



### 1. はじめに

我が国の建築物は、高度経済成長期以降に大量に供給されたが、現在ではそれらの建築物の多くが老朽化に悩まされ、大規模な改修・更新を必要とする課題に直面している。建築分野の課題として、ストック主体の循環型社会の構築や、長期耐用型で生産や解体過程での廃棄物排出量を極力抑えた建築づくりが挙げられる。それに伴い、従来からの造っては壊すという「スクラップ&ビルド」の考え方から、補修・改修を行い、建築物を維持管理する「ストック&リノベーション(メンテナンス)」という考え方への転換が求められている。また、これらの建築物の維持管理を環境問題への対応や経済性の観点に鑑み、優良な建築ストックを形成するために循環型社会形成推進基本法、品確法、長期優良住宅制度など、建築物をできる限り長期に使用する行政施策が施されている。

建築物を長寿命化し、長期間供用するには、このような保全方針の転換や、建築物の耐久性を向上させる技術の開発が早急に必要である。

このような時代の背景から、このたび西日本試験所では、材料・耐久性試験の多種多様なニーズに応えることができるよう材料試験棟を新設し、関連する試験機を一つの棟に集約した。新材料試験棟の外観を写真1に、新材料試験棟平面図を図1に示す。新材料試験棟は、試験室が計7部屋(うち2部屋は発熱性、表面・不燃性試験室)あり、計13台の材料・耐久性に係る試験設備を集約した試験棟である。ここでは、各試験機の仕様や関連する規格等について、紹介する。



写真1 新材料試験棟の外観

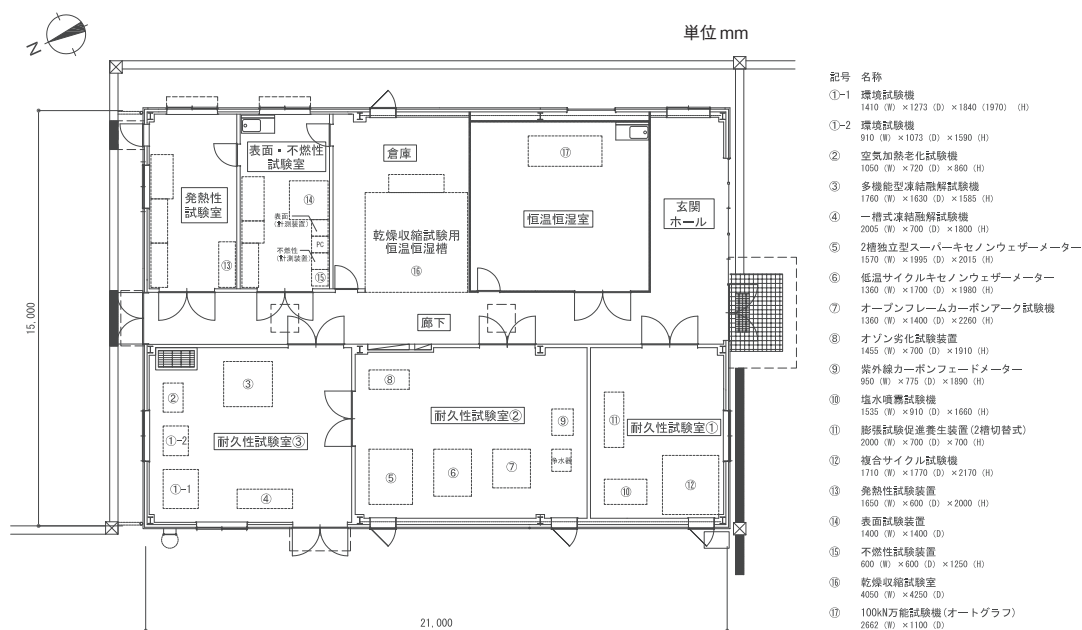


図1 新材料試験棟平面図

## 2. 主な設備

建材の耐久性の定義は、日本工業規格ではコンクリートに関する耐久性のみが定義付けされており、JIS A 0203 : 2006<sup>1)</sup>では、「気象作用、化学的侵食作用、機械的摩耗作用、その他の劣化作用に対して長期間耐えられるコンクリートの性能」とされている。すなわち、自然環境下におけるさまざまな劣化因子に対して測定対象物がどれだけ長く耐えられるかを示す性能が耐久性である。自然環境下における劣化因子の分類とその種類を表1に示す。劣化因子の分類については、さまざまな提案がされているが、ここではISO 6241 : 1984<sup>2)</sup>を参考とした。このように、劣化因子は時間・場所・環境などによりさまざまである。また、自然環境下で劣化因子が単独で作用することはほとんどなく、多くの場合は複合的に作用する。しかし、建設材料の耐久性を一度の耐久性試験で確かめるのは非常に困難であるため、劣化因子別に試験を行い、建設材料を評価するというのがほとんどである。

西日本試験所では、これらの劣化因子に対応する試験機を各種取りそろえており、それぞれの劣化因子別にまとめたものを次に述べる。なお、試験機一覧表の機器の名称欄に記載した番号は図1に対応しており、これを参照していただきたい。

### 2.1 促進耐候(光)性試験

耐候性を求める場合、太陽光の下で自然暴露(屋外暴露試験)を行う方法が理想と考えられるが、劣化の影響が生じるまでに長い時間が必要であり、地域の環境により、劣化状況に差が生じることがある。そこで、人工光源を用いた促進耐候(光)性試験が行われている。耐候(光)性試験機には、光源別で分けると次の4種類と、これらの光源よりさらに促進性を高めた強エネルギーフェードメーターがある<sup>3)</sup>。

- ①紫外線ウェザー(フェード)メーター
- ②サンシャインウェザー(フェード)メーター
- ③キセノンウェザー(フェード)メーター
- ④デュパネル光コントロールウェザーメーター

促進耐候(光)性試験機一覧を表2に、促進耐候(光)性試験機を写真2および写真3に示す。

促進耐候(光)性試験にかかわる試験機は計4台あり、大きく分けると紫外線フェードメーターが1台、サンシャインウェザーメーターが1台、キセノンウェザーメーターが2台である。

表1 劣化因子の分類とその種類

劣化因子の分類 <sup>2)</sup>		種類
機械的因子	自重	積雪荷重, 雨水, 土圧, 水圧
	作用力と強制力	氷結, 熱伸縮, 湿潤伸縮, 使用時の力, クリープ
	運動エネルギー	風, ひょう, 滑雪, 摩耗
	振動と騒音	風, 交通, 設備機器
電気・磁氣的因子	放射線	太陽放射, 放射線物質
	電気	電食, 静電気
熱的因子		熱, 凍結, 熱衝撃
化学的因子	水	湿気, 結露, 降水, 水しぶき
	溶剤	有機溶剤
	酸, 酸化	酸素, オゾン, 酸性雨, 炭酸ガス, 腐食有機物
	塩, 塩基	塩分, 塩基
	その他	油脂
生物的因子	植物と微生物	腐朽菌, 植物根
	動物	白蟻, ペット

表2 促進耐候(光)性試験機一覧

機器の名称	型式	仕様
⑤ 2槽独立型 スーパーキセノン ウェザーメーター	SX2D-75	7.5kW 水冷式キセノンランプ2灯 放射照度: 60 ~ 180W/m <sup>2</sup> (300 ~ 400nm) BPT温度: +63 ± 3°C, 湿度: 50 ~ 60%RH 試料取付数: 96枚* <sup>1</sup> (70 × 150mm) 照射, 暗黒, 照射+水噴霧が可能 耐荷重: 100kg(均等荷重)
⑥ 低温サイクル キセノンウェザー メーター	XL75	7.5kW 水冷式キセノンアークランプ1灯 放射照度: 60 ~ 180W/m <sup>2</sup> (300 ~ 400nm) BPT温度: +63 ± 3°C, 湿度: 30 ~ 70%RH* <sup>2</sup> 試料取付数: 108枚* <sup>2</sup> (70 × 150mm) 照射, 暗黒, 照射+水噴霧が可能 耐荷重: 100kg* <sup>2</sup> (均等荷重)
⑦ オープンフレーム カーボンアーク 試験機	S80B	サンシャインカーボンアークランプ1灯 フィルターの分光透過率: 255nmで1%以下, 紫外・可視部(375 ~ 700nm)で90%以上 放射照度: 78.5W/m <sup>2</sup> (300 ~ 400nm) ①照射試験 温度条件: BPT温度+63 ± 2°C(湿度制御なし) 湿度条件: BPT温度+63 ± 2°Cにおいて30, 50, 70% ± 5%RH ②照射+水噴霧試験 温湿度制御なし 試料取付数: 70枚(70 × 150 × t15mm) 耐荷重: 100kg(均等荷重)
⑨ 紫外線カーボン フェードメーター	U48	紫外線カーボンアークランプ フィルターの分光透過率: 275nmで2%以下, 可視部(400 ~ 700nm)で90%以上 放射照度: 366W/m <sup>2</sup> (300 ~ 400nm) BPT温度+63 ± 3°C, 湿度50%RH以下 試料取付数: 108枚(65 × 55 × 1mm) 照射のみ

\*1 左右試験槽を合わせた数であり、一層あたり48枚  
\*2 試験回転枠がφ960mmの場合  
試験回転枠がφ580mm[放射照度が60 ~ 180W/m<sup>2</sup>(300 ~ 400nm)]の場合も試験可能





写真2 促進耐候(光)性試験機

(左:低温サイクルキセノンウェザーメーター、右:2槽独立型スーパーキセノンウェザーメーター)



写真3 促進耐候(光)性試験機

(左:オープンフレームカーボンアーク試験機、右:紫外線カーボンフェードメーター)

## 2.2 促進腐食試験

大気に含まれるオゾンはごく微量であるが、建材、電気部品等に使用されているゴム製品を劣化、変退色させたりする。また、電気めっきや表面処理を施した金属材料は、大気中や海水中に含まれる塩化ナトリウムにより錆や腐食の発生の危険性がある。これらの劣化因子に対する耐久性を検証する試験が促進腐食試験である。

促進腐食試験機一覧を表3に、促進腐食試験機を写真4に示す。このうち、複合サイクル試験機は、このたび新規に導入した試験機であり、塩水噴霧、乾湿、浸漬、低温、湿潤高湿等の各種条件を組み合わせるのサイクル試験に対応した。これにより、これまで実施が困難であった電気めっき、無電解めっき等の中性塩水噴霧サイクル試験や、一般用さび止めペイントのサイクル腐食性の試験が可能となった。

## 2.3 凍結融解抵抗性試験

硬化したコンクリートや建築物の外装材などの劣化因子の一つに凍害が挙げられる。一般的にこれらセメントを使用する材料は、凍結と融解作用を繰り返すことにより、水の凍結膨張とそれに見合う水分の侵入圧が発生し、材料の表面に

表3 促進腐食試験機一覧

機器の名称	型式	仕様
⑧ オゾン劣化試験装置	OMS-LN	オゾン濃度:20~250pphm 温度:+40±2℃,湿度:制御なし ①静的オゾン劣化試験 試料ホルダー回転数:2rpm 試料ホルダー:16カ所取付け可能 試料寸法:最小60mm,最大120mm 幅50mm ②動的オゾン劣化試験 試料ホルダー回転数:2rpm 引張ひずみ最大:50% 繰り返し速度:0.5Hz±0.025Hz 試料ホルダー:12カ所取付け可能 試料寸法:最小60mm,最大120mm 幅最大25mm,厚さ最大3mm
⑩ 塩水噴霧試験機	STP-90V-2	試験温度:+35±1℃ 試料寸法:150×70mm(t=1mm) 取付数:48枚(保持角15°または20°) 耐荷重:6kg(均等荷重)
⑫ 複合サイクル試験機	CCT-1L	①塩水噴霧試験 JIS Z 2371に規定される試験が可能 試験温度:+35±1℃, +50±1℃ ②乾燥試験 温度:+20~+70±1℃ 湿度:25±5%RH(温度60℃) ③湿潤試験 温度:+50~+70±1℃ 湿度:60~95±5%RH(温度60℃) ④浸漬試験 塩水濃度:5%中性塩水 浸漬液温度:(外気温度+10)~+60±1℃ ⑤外気導入試験 温度制御なし ⑥低温試験 温度:-20~+20±1℃ ⑦湿潤高湿試験 温度:+50±1℃ 湿度:95%RH以上(温度50℃) ①~⑦の組合せによるサイクル試験が可能 試料寸法:150×70×0.4mm以上 (ただしt=3.2mm以下) 取付数:100枚(保持角15°または20°) 耐荷重:100kg(均等荷重)



写真4 促進腐食試験機

(左:オゾン劣化試験装置、右:複合サイクル試験機)

ひび割れなどの劣化が生じることが知られている。

凍結融解抵抗性試験機一覧を表4に、多機能型凍結融解試験機を写真5に示す。このうち、多機能型凍結融解試験機は、

2012年度に導入された試験機であり、かねてより要望の強かったJIS A 1148に規定される気中凍結水中融解試験方法(B法)に対応した。また、本体床面の耐荷重を増すことにより、これまで実施が困難であったコンクリート以外の測定対象物も300kgまで対応可能となった。さらに、本体プログラムにおいて、各種試験条件の設定が可能となり、さまざまなプログラムでのサイクル運転が可能となった。

表4 凍結融解抵抗性試験機一覧

機器の名称	型式	仕様
③ 多機能型凍結融解試験機	MIT-692-1-22	① JIS A 1148に規定される気中凍結水中融解試験(B法) 供試体寸法：100×100×400mm 収納本数：24本* ② JIS A 1435に規定される気中凍結気中融解および気中凍結水中融解試験 試験体寸法：200×100mm 収納本数：80本* (試験体厚さが10mm) 40本* (試験体厚さが30mm) ③ 温冷繰返し試験(設定温度で維持も可能) +20℃融解→-20℃凍結→+50℃乾燥 耐荷重：300kg(均等荷重)
④ 一槽式凍結融解試験機	MIT-683-0-61	JIS A 1148に規定される水中凍結水中融解試験(A法)に対応 供試体寸法：100×100×400mm 収納本数：16本(内1本は中心温度管理用)

\*収納本数のうち1体は中心温度管理用供試体



写真5 凍結融解試験機  
(多機能型凍結融解試験機)

## 2.4 環境試験

建材の劣化因子の一つに熱が挙げられる。一般に材料は、さまざまな熱環境条件の下で使用され、その材料特性や性能が求められる。従って、北海道などの寒冷地における低温条件、沖縄などの温暖地などにおける高温条件、さらには極地における超低温条件、乾燥地における低湿条件等における特性を把握する必要がある。

環境試験機一覧を表5に、環境試験機を写真6に示す。このうち、空気加熱老化試験機は、300℃までの試験条件の設

表5 環境試験機一覧

機器の名称	型式	仕様
①-1 環境試験機	PL-4KPH	温度範囲：-40～+150℃ 湿度範囲：20～98%RH 槽内寸法：1000×1000×800mm 床面耐荷重：300kg(均等荷重)
①-2 環境試験機	PL-2S	温度範囲：-40～+100℃ 湿度範囲：20～98%RH 槽内寸法：500×750×600mm 床面耐荷重：70kg(均等荷重) 棚板耐荷重：10kg(均等荷重)
② 空気加熱老化試験機	AG-1110	JIS K 6257に規定される試験が可能 温度：+40～+300℃ 平均風速：0.5±0.1m/sec 空気置換率：3～10回/h(可変) 試料ホルダー回転数：6rpm 内槽寸法：450×450×500mm



写真6 環境試験機  
(左：環境試験機, 右：空気加熱老化試験機)

定が可能であり、JIS B 7757に規定されるI形に対応する試験が可能である。

## 2.5 その他の試験

これまで自然環境下に存在するさまざまな劣化因子に対応する試験機を紹介してきたが、このほかにも材料には多岐の性能が要求される。

コンクリートに関しては、2009年にJASS 5が改定され、一般的な建築物においては、乾燥収縮率 $8 \times 10^{-4}$ 以下とすることが掲げられた。それに伴い、JIS A 1129も2010年に改正され、附属書A(参考)として「モルタル及びコンクリートの乾燥による自由収縮ひずみ試験方法」が盛り込まれた。

また、硬化コンクリートの劣化現象の一つとしてアルカリシリカ反応が挙げられる。その中のコンクリートコアの促進膨張試験として、以前までは(社)日本コンクリート工学協会(当時)が2004年4月に発行したJCI規準集に提案されるJCI-DD2や、(財)土木研究センター(当時)が1989年5月に発行した建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発(土木構造物に関する研究成果)」に

提案されるコアの膨張量試験が盛んに行われていたが、近年ではASTM C 1260-01に準拠した試験依頼も多くなりつつある。

これらの社会情勢に柔軟に対応するため、このたび新規に乾燥収縮専用の試験室および膨張試験促進養生槽の整備を行った。また、従来から所有していた100kN 万能試験機を新材料試験棟に移設することにより、機能性の向上を図った。

その他の試験機一覧を表6に、乾燥収縮試験室内の様子を写真7に示す。このほか、測色計や光沢度計等の各種試験機も取りそろえている。

## 2.6 主な関連規格

これまで様々な劣化因子と試験機の間を述べたが、これらの劣化因子にかかわる試験は、国外規格も合わせると無数に存在する。その一部を補遺として文末に記載するので、参考としていただきたい。

表6 その他の試験機および試験設備一覧

機器の名称	型式	仕様
⑯ 乾燥収縮試験室	MIT-643-3-51	温度制御範囲：+20±1℃ 湿度制御範囲：60±5%RH 内寸法：3600×3600×2150mm (突起部除く) 内装材質：SUS304 槽内風速：0.10～0.25m/sec (実測値)
⑰ 100kN 万能試験機 (オートグラフ)	AG-100kNIS MO形	高分子材料の各種引張、曲げおよび圧縮試験が可能* 負荷容量：最大100kN 試験速度：0.0005～1000mm/min クロスヘッド～テーブル間距離：1250mm 寸法：1170×750mm (幅×奥行き) 付属の恒温槽にて-35℃～+250℃までの条件下で各種試験が可能* 恒温槽槽内寸法：300×300×600mm 付属のビデオ式非接触伸び計にて試験片の伸びを非接触で計測可能*
⑪ 膨張試験 促進養生装置 (2槽切替式)	MIT-637-3-52	ASTM C 1260-01に準拠した試験が可能 水酸化ナトリウム溶液の濃度：1mol/l 溶液の温度：80±2℃ (一定) 本体寸法：390×420×450mm×2槽 収納本数：6体/1槽 (φ100mmの場合)

\*試験片の大きさに制限あり



写真7 乾燥収縮試験室内

## 3. 今後の取組みについて

建材の耐久性を評価する際、床や壁等の建物の部位での評価を行うことが望ましい。これは、実環境により近い評価が行えるためである。しかし、試験が大掛かりとなりやすく、試験を実行することは困難であることが多い。そのため、作業の簡素化のために部位から部材へ、あるいは材料への変換プロセスが可能であるのであれば、試験の実行が容易となり、より現実に近い耐久性試験を行うことができる<sup>4)</sup>。従来は素材(材料)そのものが部位や部材を形成していたが、近年の材料複合化傾向の中では、素材(材料)数が増えることにより、試験項目が多くなる傾向にある。また、先に述べたとおり自然環境下における劣化因子は多種多様に存在し、そのほとんどが複合的に作用する。この場合、一般には「単独の劣化因子を加算した場合よりも厳しい劣化となりやすい」傾向にある。しかし、過度の劣化負荷は、実際に起こりうる現象とは異なる挙動を示す可能性があり、実際の環境との相関性を十分に把握した上で評価することが大変重要である。

このたび材料試験棟を新設し、「今の時代に求められているもの」を主に考え、試験機の新規導入を行った次第である。しかし、西日本試験所では実施が困難な試験も数多くある。例えば、疲労試験や現在所有する促進耐候(光)性試験機よりもさらに促進性を高めたメタルハライドランプを使用した促進耐候性試験である。今後の展望としては、「将来求められるであろうもの」を見据えて試験機の整備を行い、社会に貢献することが我々の使命であると感じる。

今後、西日本試験所が試験業務だけでなく、これまでに蓄積された高い技術力を基に社会に貢献し、よりよい快適空間づくりのパートナーとなれば幸いである。

### 【参考文献】

- 1) JIS A 0203：コンクリート用語，2006.4.25
- 2) ISO 6241：Performance standards in building - Principles for their preparation and factors to be considered:First edition, 1984.5.1
- 3) 須賀長市：耐候光と色彩，1988
- 4) 田中享二：建築部位性能の耐久性評価方法の考え方，ウエザリング技術研究成果発表会，pp13-14，2002.11

## プロフィール

杉原 大祐 (すぎはら・だいすけ)

西日本試験所 試験課

従事する業務：有機系・無機系材料試験

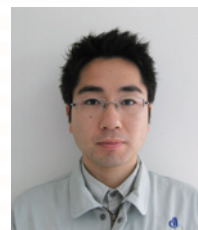
補遺 主な関連規格一覧

機器の名称	規格番号	規格名称
2槽独立型 スーパーキセノン ウェザーメーター  低温サイクル キセノンウェザー メーター	JIS A 1415:2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法
	JIS A 6909:2010	建築用仕上塗材
	JIS K 6932:2007	再生プラスチック製標識くい
	JIS B 7754:1991	キセノンアークランプ式耐光性及び耐候性試験機
	JIS K 7350-2:2008	プラスチック実験室光源による暴露試験方法 —第2部:キセノンアークランプ
	JIS L 0843:2006	キセノンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験方法
	JIS L 0891:2007	キセノンアーク灯光又はサンシャインカーボンアーク灯光を用いた促進耐候堅ろう度試験方法
オープンフレーム カーボンアーク 試験機	JIS A 1415:2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法
	JIS A 5422:2008	窯業系サイディング
	JIS A 6021:2011	建築用塗膜防水材
	JIS K 6932:2007	再生プラスチック製標識くい
	JIS A 5759:2008	建築窓ガラス用フィルム
	JIS A 5402:2002	プレスセメントがわら
	JIS B 7753:2007	サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機
	JIS K 7350-4:2008	プラスチック実験室光源による暴露試験方法—第4部:オープンフレームカーボンアークランプ
	JIS L 0891:2007	キセノンアーク灯光又はサンシャインカーボンアーク灯光を用いた促進耐候堅ろう度試験方法
紫外線カーボン フェードメーター	JIS A 1415:2013	高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法
	JIS A 6921:2003	壁紙
	JIS A 6909:2010	建築用仕上塗材
	JIS A 5905:2003	繊維板
	JIS A 6901:2009	せっこうボード製品
	JIS A 5908:2003	パーティクルボード
	JIS B 7751:2007	紫外線カーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機
	JIS L 0842:2004	紫外線カーボンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験方法
	オゾン劣化 試験装置	JIS K 6259:2004
JIS A 6021:2011		建築用塗膜防水材
JIS A 6008:2006		合成高分子系ルーフィングシート
JIS L 0890:2006		オゾンに対する染色堅ろう度試験方法

機器の名称	規格番号	規格名称
塩水噴霧 試験機	JIS Z 2371:2000	塩水噴霧試験方法
	JIS H 8502:1999	めっきの耐食性試験方法
	JIS K 5600-7-1:1999	塗料一般試験方法—第7部:塗膜の長期耐久性 —第1節:耐中性塩水噴霧性
複合サイクル 試験機	JIS Z 2371:2000	塩水噴霧試験方法
	JIS H 8502:1999	めっきの耐食性試験方法
	JIS K 5621:2008	一般用さび止めペイント
	JIS K 5600-7-9:2006	塗料一般試験方法—第7部:塗膜の長期耐久性 —第9節:サイクル腐食試験方法 —塩水噴霧/乾燥/湿潤
多機能型 凍結融解試験機	JIS A 1435:2013	建築用外装材料の凍結融解試験方法
	JIS A 1148:2010	コンクリートの凍結融解試験方法
	JIS A 5208:1996	粘土がわら
	JIS A 5402:2002	プレスセメントがわら
	JIS A 5422:2008	窯業系サイディング
	JIS A 5423:2013	住宅屋根用化粧スレート
	JIS A 5430:2008	繊維強化セメント板
	JIS A 5441:2003	押出成形セメント板(ECP)
	JIS A 5557:2010	外装タイル張り用有機系接着剤
	JIS A 1509-9:2008	陶磁器質タイル試験方法 —第9部:耐凍害性試験方法
一槽式 凍結融解試験機	JIS A 1148:2010	コンクリートの凍結融解試験方法
	JIS A 1127:2010	共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数、動せん断弾性係数及び動ポアソン比試験方法
空気加熱 老化試験機	JIS B 7757:1995	強制循環式空気加熱老化試験機
	JIS A 6008:2006	合成高分子系ルーフィングシート
	JIS A 6021:2011	建築用塗膜防水材
	JIS A 6909:2010	建築用仕上塗材
	JIS A 5557:2010	外装タイル張り用有機系接着剤
乾燥収縮試験室	JIS A 1129-1:2010	モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法 —第1部:コンパレータ方法
	JIS A 1129-2:2010	モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法 —第2部:コンタクトゲージ方法
	JIS A 1129-3:2010	モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法 —第3部:ダイヤルゲージ方法
膨張試験 促進養生装置 (2槽切替式)	ASTM C 1260-01	Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

## 西日本試験所における 構造試験の展望・取組みについて

西日本試験所 試験課  
早崎 洋一



### 1. はじめに

昨今、各地で災害による甚大な被害が起きている。東日本大震災の記憶はまだ新しく、将来予測される南海トラフ巨大地震に対する建築・土木建築物の耐震性についても多くの議論がなされている。これら災害から人命を守るため構造安全性の検証を行うことは大変重要なことであり、その一翼を担うことは、当センターの責務であると考えている。

例えば、木質構造の分野では耐力壁・仕口接合部の性能試験がこれにあたり、この試験は地震・台風時に建物が崩壊しないための性能確認を行うものである。また、外装材の変形性能試験もある。この試験は、地震・台風時に建物が変形した際に非耐力要素が損傷・破壊しないことを確認するものである。

西日本試験所では、以前より、これらの構造試験の依頼を受注し、その内容は表1に示すように多岐にわたる。

西日本試験所の構造試験の歴史を遡ると、旧構造試験棟は平成6年に既存鉄骨フレームに上屋および走行クレーンを設置し完成した。その後、当センターが2000年7月より改正建築基準法に基づく性能評価業務を開始したことに合わせ、当センター中央試験所では性能評価にかかわる試験業務を開始した。

西日本試験所においても2001年にハイブリッドアクチュエータ式加力試験機を設置し、これにより、建築基準法の「木造耐力壁及びその倍率」にかかわる試験、品確法に基づく仕口および継ぎ手の性能試験等を実施してきた。また、2010年には、100kNハイブリッドアクチュエータ式加力試験機を追加し、さらなる構造試験の整備を行ってきた。

しかし、西日本試験所では、近年の社会情勢の変化、それに伴う試験ニーズの多様化に既存の試験装置では十分に依頼者の要望に応えることが難しくなっていた。

表1 主な構造試験の実績(2008～2012年)

種類	試験内容・準拠規格
JISに関する試験	金属製折板屋根構成材の試験：JIS A 6514:1995
	フリーアクセスフロアの試験：JIS A 1450:2009
	木材の試験：JIS Z 2101:2009
	ドアセットの砂袋による耐衝撃性試験：JIS A 1518:1996
	プレキャスト鉄筋コンクリート製品の試験：JIS A 5372:2010
	建築用ターンバックルの試験：JIS A 5540:2008
	軽量気泡コンクリートパネルの試験：JIS A 5416:2007
	固定はしごの試験：JIS B 9713-4:2004
	構造用転造両ねじアンカーボルトセットの試験：JIS B 1220:2010
	構造用切削両ねじアンカーボルトセットの試験：JIS B 1221:2010
平パレットの試験：JIS Z 0602:1988	
団体規格等に関する試験	木質耐力壁・床の面内せん断試験：当センター「業務方法書」等
	仕口の試験、筋かいの面内せん断試験：(公財)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)」
	木材の曲げ試験：JAS等
	手すりの性能試験：(一財)ベターリビング「優良住宅部品性能試験方法書 墜落防止手すり」
	二重折板屋根の各種試験：(一社)日本金属屋根協会、(一社)日本鋼構造協会「鋼板製屋根構法標準SSR2007」
	あと施工アンカー試験：(一社)日本建築あと施工アンカー協会「あと施工アンカー標準試験法・同解説」
依頼者と協議して試験方法を設定した試験	避難器具用ハッチの性能試験：(一社)全国避難設備工業会「避難器具用ハッチの実施要領」
	グレーチングの荷重試験、フラットデッキの曲げ試験：(一社)公共建築協会「建築材料・設備機材等品質性能評価事業 建築材料等評価名簿」
	壁の変形性能試験、LVLの縦圧縮試験、住宅基礎の曲げ試験、ベンチの水平・鉛直試験、ソーラーパネル用留付け金具の強度試験、パイプサポートの圧縮試験、落下防止用ネット・落下防止補助ネットの性能試験、杭の曲げ試験、ラーメン接合部の強度試験、外壁用サンドイッチパネルの曲げ試験、柱-梁鉄骨接合部のモーメント抵抗試験

# 特集

このような背景があり、2013年度、多様化した試験ニーズに対応すべく、構造試験棟を新設し、拡充を行った。新構造試験棟の仕様を表2に、平面図を図1に、新構造試験棟の外観を写真1に示す。

今回の拡充において、新規に導入した主な試験装置は次のとおりとなっている。

- ① 1000kN 構造物曲げ試験装置
- ② 大型面内せん断試験装置
- ③ 200kN 構造物試験装置
- ④ 構造反力床

表2 新構造試験棟の仕様

延床面積	420m <sup>2</sup> (15 × 28m)
最高軒高	13.4m
シャッター開口	5m (W) × 5.5m (H)
屋根	二重折版 (ガルバリウム鋼板, t0.8+0.6)
壁	断熱サイディング (t35)
その他	天井クレーン (2.8t, 2台)



写真1 新構造試験棟の外観

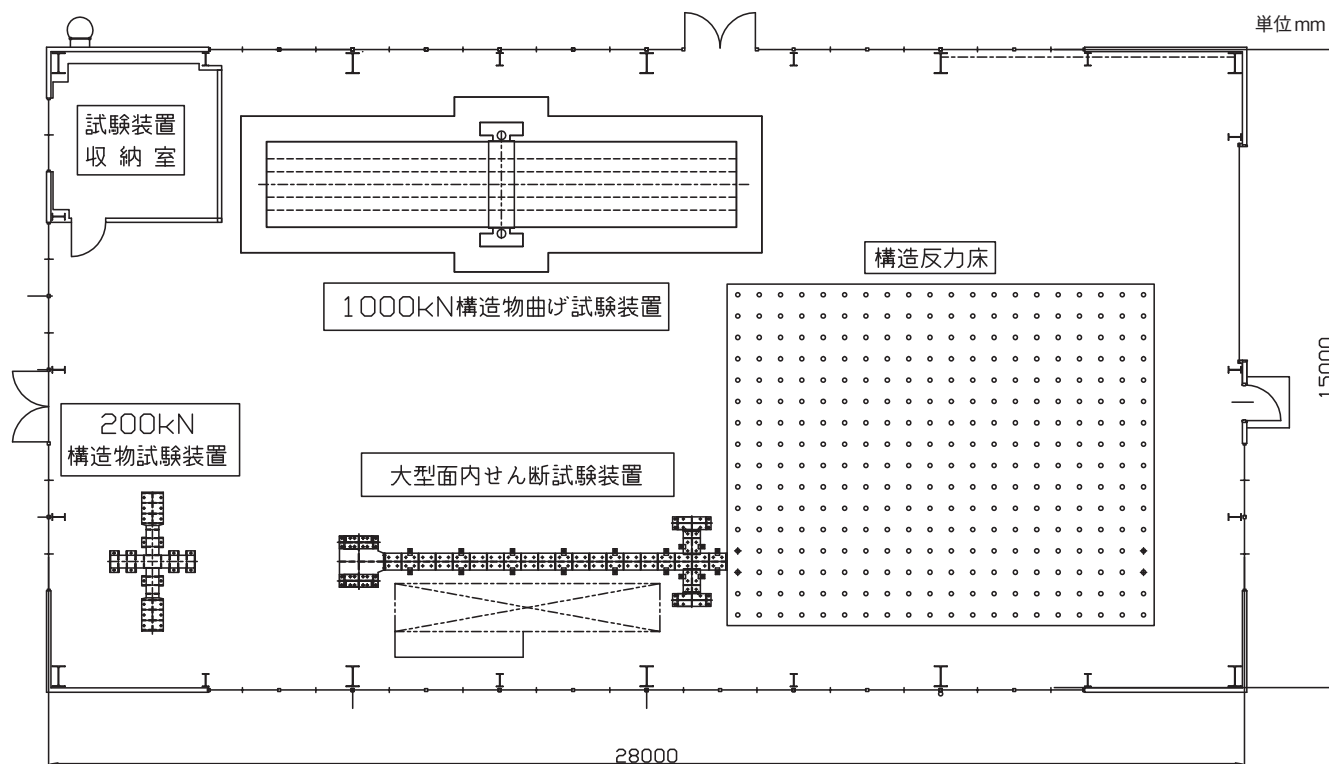


図1 新構造試験棟の平面

## 2. 主な設備

以下、導入した試験装置についての説明を行う。

### 2.1 1000kN 構造物曲げ試験装置

試験装置の仕様を表3に、試験装置の施工状況を写真2に、完成後の試験装置の全景を写真3に示す。

最大の特徴は、10m 支持スパンでの曲げ試験が可能で、実大規模でのRC 杭の曲げ試験等が行えることである。

また、曲げ試験に加え、圧縮・引張試験にも対応している。付属の底盤を試験装置に設置することでパレットの圧縮試験、木材の座屈試験ができ、試験体に応じた引張ジグを設置することで、CLT (Cross Laminated Timber) 接合部等の実大規模の引張試験も行うことができる。

表3 1000kN 構造物曲げ試験装置の仕様

1000kN 構造物曲げ試験装置	機 構	自己吊り合い型ネジ柱式門型フレーム
	加 力	圧縮・引張・曲げ
	最大耐力	1000kN
	最大試験体高さ	4.4m
	最大試験体幅	2m
1000kNハイブリッドアクチュエータ式加力試験機	最大支持スパン	10m
	形 式	TH100S4001
	油圧シリンダ	φ320×φ160×400st
	推力(押し共)	1000kN(1MN)
	速度(押し共)	定格0.05～5mm/sec
	使用圧力	押し側 12.4MPa, 引側 16.6MPa
	必要流量	0.24～24.1 L/min
	サーボモータ出力	AC200V, 11kw
作 動 油, タンク容量	ISO_VG46, 35L	
	ポンプ押し のけ容積	14cm <sup>3</sup> /rev
	重 量	約755kgf



写真2 1000kN 構造物曲げ試験装置の施工状況



写真3 1000kN 構造物曲げ試験装置の全景  
(10m 支持スパンでの試験実施状況)

### 2.2 大型面内せん断試験装置

試験装置の仕様を表4に、試験装置の施工状況を写真4に、完成後の試験装置の全景を写真5に示す。

最大の特徴は、高さ4.5m位置での水平加力が可能であり、耐力壁では壁長さ4mに対応していることである。これにより、壁高さをパラメータとした水平加力試験を行うことができる。

また、試験装置を構造反力床に併設しているため、4mを超える長さの試験体でも、土台用H型鋼を構造反力床に設置することで、試験が可能となっている。

この装置にはフレーム内に鉛直載荷試験装置も組み込まれており、ここでは200kNの鉛直載荷加力が行える。また、木質接合部の引張試験等も想定している。この鉛直載荷用の支持反力は十字型となっているため、隅柱のようなL型の試験体形状にも対応している。また、偏心防止用の振れ止めジグも完備している。

表4 大型面内せん断試験装置の仕様

機 構	自己吊り合い型複合載荷フレーム
寸 法	9300mm(長さ)×5900mm(高さ)×2100mm(幅)
最大耐力	鉛直・水平200kN
水平載荷点	4500mmまで可能
そ の 他	面外拘束装置, タイロッド治具, 水平スライド支承(3m), 水平カウンターバランス



写真4 大型面内せん断試験装置の施工状況

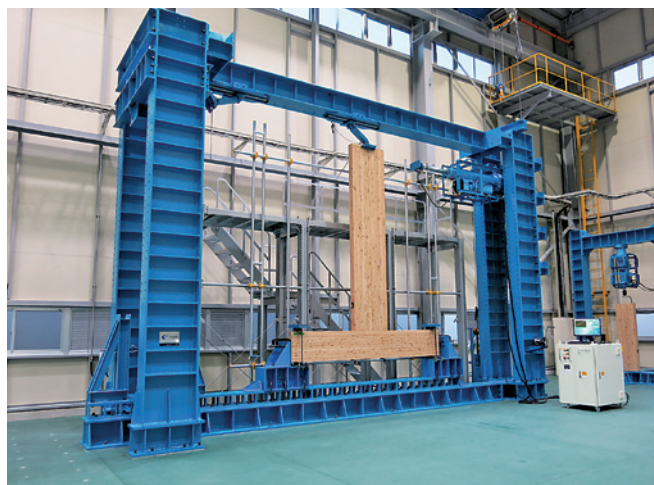


写真5 大型面内せん断試験装置の全景

表5 100kN・200kN ハイブリッドアクチュエータ式加力試験機の仕様

	100kN ハイブリッド アクチュエータ式 加力試験機	200kN ハイブリッド アクチュエータ式 加力試験機
形 式	TH10D10002	TH20S5002
油 圧 シ リ ン ダ	φ160×φ100×1000st	φ160×φ71×500st
推 力( 押 引 共 )	100kN	200kN
速 度( 押 引 共 )	定格 0.05 ~ 5mm/sec	定格 0.05 ~ 5mm/sec
使 用 圧 力	押側 5.0MPa, 引側 8.2MPa	押側 10MPa, 引側 13MPa
必 要 流 量	0.04 ~ 6.0 L/min	0.05 ~ 6.0 L/min
サーボモータ出力	AC200V, 2.9kw	AC200V, 2.9kw
作動油, タンク容量	ISO_VG46, 11.5L	ISO_VG46
ポンプ押しのけ容積	7cm <sup>3</sup> /rev	4cm <sup>3</sup> /rev

なお、西日本試験所では、100kN、200kNのハイブリッドアクチュエータ式加力試験機を所有しており、試験体の耐荷重に応じてアクチュエータを付け替えることができる。アクチュエータの仕様を表5に示す。次に説明する200kN構造物試験装置についても同様に100kN、200kN両方のアクチュエータの設置が可能である。

### 2.3 200kN 構造物試験装置

試験装置の仕様を表6に、試験装置の全景を写真6に示す。

この装置は、大型面内せん断試験装置の鉛直載荷試験装置と同様で支持反力が十字型となっている。この装置は、門型となっているため、任意の位置での加力高さの設定が可能である。試験は、圧縮・引張・曲げ試験に対応しており、パイプサポートの圧縮試験、木質接合部の引張試験、各種小スパンの曲げ試験が可能である。なお、試験体の耐荷重に応じて適切な荷重計を取り付け試験を行う。

また、この試験装置は、大型面内せん断試験装置に併設しているため、大型面内せん断試験装置の柱を反力として使用することで複合加力試験（水平・鉛直の二方向加力試験）の対応も可能である。

表6 200kN 構造物試験装置の仕様様

機 構	鉛直載荷用門型フレーム
加 力	圧縮・引張・曲げ試験が可能
寸 法	3200mm(幅)×4300mm(高さ)×2032mm(奥行き)
最 大 耐 力	200kN
最大試験体高さ	2000mm
最大試験体幅	2100mm



写真6 200kN 構造物試験装置の全景



## 2.4 構造反力床

構造反力床の仕様を表7に、構造反力床の施工状況を写真7に、完成後の構造反力床の全景を写真8に示す。

反力床は10m×8mの広さがあり、床に埋設されたアンカーボルトを利用して試験反力用のH型鋼を設置することで各種試験を行うことができる。例えば、実際に使用に供される状態で床構面や屋根構面の面内せん断試験を行うことが可能である。また、天井クレーン（フック高さ約8.5mまで）を用いて衝撃落下試験も行うことができる。

表7 構造反力床の仕様

寸法	10×8m
アンカーサイズおよびピッチ	M27, @500mm
アンカーの許容耐力	190kN (1本あたり)



写真7 構造反力床の施工状況



写真8 構造反力床の全景

## 3. 今後の取組みについて

新構造試験棟の試験装置を使用した試験予定を次に示す。

- 1) 大断面木質構造接合部のモーメント抵抗試験  
(使用装置：大型面内せん断試験装置)
- 2) シェルターの実大圧縮試験  
(使用装置：構造反力床)
- 3) 木質構造梁の10m支持スパンの曲げ試験  
(使用装置：1000kN 構造物試験装置)

今後、木質構造分野では、CLT技術の導入により高耐力仕様の試験装置が不可欠となる。このため、既存の大型面内せん断試験装置のフレーム補強を行い、500kNの水平加力に対応できるよう整備計画を行う。また、1000kN 構造物曲げ試験装置の利用効率を高めるため、各種構造様式の試験体に対応したジグの整備を検討している。

人材育成の面では、国土交通大臣認定の試験のための評価員の育成や、多くの試験依頼、産官学での共同研究を通じて、職員の知識・技術の向上を行っていく。

当センターの基本理念である社会貢献については、西日本エリアでの中心的な試験機関となり、産官学での連携を通じて地域の技術発展に寄与したいと考える。また、当センター中央試験所構造グループとの連携を強めることにより、さらなるサービスの向上に努めたい。

地域貢献の面では、山口県では林業試験所が存在しないため、山口県産の木材の性能試験を通じて、地域活性化にも尽力したいと考える。

このたびの新構造試験棟の開設により、多様な試験ニーズにも柔軟に対応できる体制を整えることできた。なお、今回記載した試験以外の構造試験についても実施したいと考えている。今後は、この試験装置を最大限に活用し、地域貢献・社会貢献に尽力していく次第である。

### プロフィール

早崎 洋一（はやさき・よういち）

西日本試験所 試験課 主任

従事する業務：構造試験

## 西日本試験所における防耐火試験の 展望・取組みについて

西日本試験所 試験課  
岡村 憲二



### 1. はじめに

近年、建築物の高層化、住宅地の密集化が進み、ひとたび火災が発生すれば甚大な被害となる可能性がある。火災による被害を未然に防ぐために、都市計画法によって防火地域、準防火地域などが指定され、建築基準法によって建築物の建築構造や内装材料は性能が定められている。

西日本試験所では、建築基準法で定められている建築構造や内装材料、耐火金庫などの火災に対するさまざまな安全性を確認するための試験業務として、「防耐火構造試験・防火設備試験」、「防火材料試験」を行っている。

当試験所のこれらの業務の開始とその時代の流れを振り返ると、昭和40年代に、ホテルなどの大規模な建築物での重大火災が発生し、その原因の一つとして煙や有害ガスの大量発生が被害を拡大し重大な問題となり、防火材料（内装材料）の安全性が重要視された。このような背景から1977年に防火材料の個別認定（旧 建築基準法）に係る試験業務を開始した。

防耐火構造試験・防火設備試験は、昭和50年代の民間企業の省エネ工法などの新工法の開発による試験増加に伴い、1983年に試験業務を開始し、1986年には、防耐火構造の個別認定（旧 建築基準法）に係る試験業務を開始した。

1995年に発生した阪神・淡路大震災時の火災現場では耐火金庫内部の資産が消滅した例が多く報告され、通商産業省工業技術院からの委託業務に携わり、UL規格<sup>1)</sup>適合製品とJIS適合製品の耐火性能の比較試験を実施した。この比較試験の実施結果は、1998年JIS改正の基礎データとなった。

2000年6月に改正建築基準法が施行された。これまでの旧建築基準法38条に基づく大臣認定が廃止され、性能規定が導入された新しい大臣認定制度となった。試験方法はISOに準拠したものとなり、「防耐火構造試験・防火設備試験」加熱炉の改造、新たに防火材料試験装置を設置した。

2013年度から「長期的発展基盤の整備」に取り組んでおり、ハード面である設備の拡充を行っている。防耐火試験では、

その第1歩として2012年度末に耐火炉（壁炉）のガス化および改修工事を行った。次に施設および環境の整備拡充として、2013年度に新構造試験棟と新材料試験棟の建設を行い、狭隘していた旧試験棟より新材料試験棟に防火材料試験装置を移設し、試験業務の効率化を図った。試験棟の外観を写真1に示す。

本稿は、2012年度から2013年度に整備拡充した防耐火構造試験・防火設備試験の設備、防火材料試験の設備について紹介する。



写真1 試験棟の外観  
（左より）防耐火試験棟、新構造試験棟、新材料試験棟

### 2. 主な設備

#### 2.1 防耐火構造試験・防火設備試験設備

建築基準法に基づく指定性能評価機関として、防耐火構造、防火設備等の試験および評価を行っている。その他、建築設備、耐火金庫等の耐火・燃焼試験も行っており、防耐火試験棟に次の設備を所有している。

- ①壁炉
- ②水平炉

### (1) 壁炉

壁炉の仕様を表1に、外観を写真2に、二次燃焼炉を写真3に、マスクパネルを写真4に示す。

壁炉では、壁、軒裏、防火戸、区画貫通部、防火ダンパーなど鉛直構面を構成する建築部材・設備について防耐火性能を確認する試験を行っている。载荷装置も備えており、ISO834に準拠した载荷加熱試験が可能である。また、試験体の大型化、有機質系建築材料に伴う排煙処理として二次燃焼炉も備えており環境にも配慮している。

壁炉で実施する試験の精度のさらなる向上のために、2012年度には熱源をガス化する工事を行った。

マスクパネルは申請者の試験実施に伴う負担軽減を目的とした小型試験体用パネルである。防耐火構造の壁部材の個別認定試験では、試験体の幅および高さが3m以上で実施するように定められており、申請者の試験体製作費、運搬費および廃棄費用等の負担が発生する。マスクパネルは幅1m×高さ1mの開口を上下2箇所配置し、2種類の小型試験体の試験を同時に実施することが可能であり、大臣認定試験前の製品開発などとして使用する。

表1 壁炉の仕様

加熱有効面	W3050mm×H3000mm
バーナー	フラットフレームガスバーナー (16基) 10万 kcal/h (1基あたり)
燃料	LP ガス
最大発熱量	120万 kcal/h (推定) (全面ガラス, 加熱開始後5分間)
制御	制御盤にて温度・圧力とも制御 (自動・手動切替え可能)
試験体寸法	非载荷試験 (最大) W3250mm×H3200mm 载荷試験 (最大) W3000mm×H3000mm



写真2 壁炉



写真3 二次燃焼炉



写真4 マスクパネル(壁炉に設置した状況)

### (2) 水平炉

水平炉の仕様を表2に、外観を写真5に示す。

水平炉では、はり、屋根、床、区画貫通部、耐火金庫など水平構面を構成する建築部材・設備について、防耐火性能を確認する試験を行っている。载荷装置も備えており、はり、床の試験体ではISO834に準拠した载荷加熱試験が可能である。

耐火金庫の耐火試験については、JIS S 1037 (耐火金庫) に従って実施しており、急加熱・衝撃落下併用試験については、当センターでは西日本試験所でのみ行っている。

表2 水平炉の仕様

炉壁内寸法	3000mm×4000mm×深さ2000mm
バーナー	オイルバーナー (24基) ※オイルバーナーの点火にはプロパンガスを使用
燃料	灯油
制御	制御盤にて温度・圧力とも制御 (自動・手動切替え可能)



写真5 水平炉

## 2.2 防火材料試験設備

壁紙や内外装材などの防火材料について、建築基準法に基づく指定性能評価機関として、防火材料(不燃材料, 準不燃材料, 難燃材料)の試験および評価を行っている。その他 JIS 認証を取得するために建築材料の防火性能を確認する試験等も行っており、次の4種類の設備を所有している。

- ① 発熱性試験装置
- ② 不燃性試験装置
- ③ 表面試験装置
- ④ 45° 燃焼性試験装置

### (1) 発熱性試験装置

発熱性試験装置の仕様を表3に、外観を写真6に示す。

発熱性試験は、ISO5660Part1に準拠した試験方法であり、一定の輻射熱を試験体に照射し、試験中の酸素消費量等を測定し、発熱速度や発熱量を算出する。また、試験後は防火上有害な亀裂・貫通等の有無を確認する。

建築基準法で定められた、防火材料(不燃材料, 準不燃材料, 難燃材料)の性能の確認, JISに規定された材料の性能を確認するための試験である。

表3 発熱性試験装置の仕様

コーンヒーター	構造 温度制御	ISO5660Part1 準拠 PID制御
輻射計	測定範囲	0 ~ 100kW/m <sup>2</sup>
質量減少測定	最大質量 方式	1000g ロードセル
煙濃度測定	光源	1.0mW He-Ne レーザー
酸素分析計	測定範囲	0 ~ 25%
CO/CO <sub>2</sub> 分析計	方式	非分散型赤外線吸収法 (NDIR)
試験体寸法	99mm×99mm×厚さ50mm 以下	



写真6 発熱性試験装置

### (2) 不燃性試験装置 (ISO 基材加熱炉)

不燃性試験装置の仕様を表4に外観を写真7に示す。

不燃性試験は、ISO1182に準拠した試験方法であり、750℃に安定させた炉の中に、試験体を挿入し、温度上昇や質量減少率などを測定する。

建築基準法で定められた、防火材料(不燃材料)の性能を確認するための試験である。

表4 不燃性試験装置の仕様

加熱炉	炉心管 ヒーター	耐火アルミナ(密度2.8±0.3g/cm <sup>3</sup> ) 80/20ニッケル/クロム抵抗テープ (幅3mm, 厚さ0.2mm)
制御装置	温度制御 電力制御	K 熱電対 レンジ: 0 ~ 1200℃ 出力: 4-20mA 1-5V 電圧入力 レンジ: 0 ~ 100%
試験体寸法	φ 44mm×高さ50mm	



写真7 不燃性試験装置

### (3) 表面試験装置

表面試験装置の仕様を表5に、外観を写真8に示す。

表面試験は、JIS A 1321 (建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法) に規定された試験方法であり、加熱された試験体から発生する煙の濃度や残炎時間、排煙温度などを測定する。JISに規定された材料の難燃性能を確認するための試験である。

表5 表面試験装置の仕様

加熱炉	主熱源 副熱源 排気温度測定	石英ヒーター LPガスバーナー K熱電対
集煙箱	内面寸法 煙かくはん装置付き 光量測定装置煙吸引煙突付き	W1.41m×D1.41m×H1m
光量測定装置	光源ランプ 煙吸引ブローア 煙付着防止用ヒーター	6V-3A タングステンランプ 吸引量約1.5ℓ/分 25W×4
試験体寸法	220mm×220mm×厚さ50mm以下	



写真8 表面試験装置

### (4) 45°燃焼性試験装置

45°燃焼性試験装置の仕様を表6に、外観を写真9に示す。

45°燃焼性試験装置は、メッセルバーナ法やマイクロバーナ法など各JIS試験方法にあわせ、バーナを交換することができ、試験体を燃焼した後の残炎、炭化長などを測定し、難燃性能や防炎性能を確認するための試験である。

表6 45°燃焼性試験装置の仕様

バーナ	エアーミックスバーナ メッセルバーナ マイクロバーナ 接炎バーナ	(安定器内径φ6mm) (バーナ内径φ20mm) (バーナ内径φ6.4mm) (バーナ内径φ2mm)
制御装置	加熱時間の設定	1～999秒 (1秒単位で設定可能)



写真9 45°燃焼性試験装置

## 2.3 主な規格

ここまで、防耐火構造試験・防火設備試験設備、防火材料試験設備を紹介したが、試験装置と主な規格を補遺として文末に記載するので参考としていただきたい。

## 3. 今後の取組みについて

2000年から施行された建築基準法が改正(建築基準の性能規定化等)され、13年が経過した。その間、性能評価試験の不正受験が相次いで判明し、再発防止策として試験体管理の厳格化が実施された。申請者の試験体製作立会、使用材料の組成分析など多大な時間と費用が申請者には発生している。また、近年の性能評価試験の増加に伴い、防耐火試験全体が長期的なスケジュール待ちとなっている。

近々の課題として、試験の延期やキャンセル時の対応を速やかかつ効率よく行い、柔軟に申請者および依頼者に対応

し、試験の早期実施の取組みを行う。長期的に発展していくための課題や展望として、信頼できる試験業務を実施するために、次世代への技術継承を図るとともに、計画的な試験設備の更新を行い、試験需要に応じて設備の拡充を行わなければならない。2010年10月には、「公共建築物における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、国土交通省では「木造建築基準の高度化推進事業」として、大規模木造建築物の実大規模火災実験が実施<sup>2)</sup>されている。今後、建築基準法が改正されれば、国産木材利用の促進が期待できる。西日本地域には豊富な森林資源があり、建築物への木材需要が増加すれば、林業生産活動・製材・加工など地域産業の活性化につながる。当試験所の試験業務が西日本地域産業の活性化へつなげるための一翼を担いたい。

最後に建築物や設備において「火災に対する安全性」は、

最も重要な項目の一つである。中国、四国、九州で唯一の防耐火試験設備を備えた西日本試験所が、西日本地域においての第三者試験・評価機関のリーダーとして住生活・社会基盤整備に貢献することができれば幸いである。

### 【参考文献】

- 1) 米国保険業者安全試験所 (Underwriters Laboratories) 規格
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kasai/h23/top.htm>

### プロフィール

岡村 憲二 (おかむら・けんじ)

西日本試験所 試験課 主幹

従事する業務：防火材料試験

補遺1 防耐火構造試験・防火設備試験に関する主な規格

試験装置	試験対象	試験項目	試験方法
壁炉	壁、軒裏	耐火・準耐火性能 防火・準防火性能	防耐火性能試験・評価業務方法書 <sup>(1)</sup>
	防火戸(窓、シャッター、ドア)	遮炎・準遮炎性能	防耐火性能試験・評価業務方法書 <sup>(1)</sup>
	区画貫通部	防火区画などを貫通する管の性能	防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書 <sup>(2)</sup>
水平炉	屋根、床、はり	耐火・準耐火性能 防火・準防火性能	防耐火性能試験・評価業務方法書 <sup>(1)</sup>
	区画貫通部	防火区画などを貫通する管の性能	防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書 <sup>(2)</sup>
	耐火金庫	標準加熱試験 急加熱・衝撃落下試験	JIS S 1037:2013

(1)、(2) 指定性能評価機関が制定

補遺2 防火材料試験に関する主な規格

試験装置	試験対象	試験方法
発熱性試験装置	不燃材料、準不燃材料、難燃材料 (国土交通大臣の認定が必要なもの)	防耐火性能試験・評価業務方法書 <sup>(1)</sup>
	木材プラスチック再生複合材	JIS A 1456:2010
	木質系セメント板	JIS A 5404:2007
	窯業系サイディング	JIS A 5422:2008
	住宅屋根用化粧スレート	JIS A 5423:2013
	繊維強化セメント板	JIS A 5430:2008
	火山性ガラス質複層板 (VSボード)	JIS A 5440:2009
	吸音材料	JIS A 6301:2007
	せっこうボード製品	JIS A 6901:2009
不燃性試験装置	不燃材料 (国土交通大臣の認定が必要なもの)	防耐火性能試験・評価業務方法書 <sup>(1)</sup>
表面試験装置	建築物の内装材料および工法	JIS A 1321:1994
	建築用薄物材料	JIS A 1322:1966
45°燃焼性試験装置	高分子系張り床材	JIS A 1454:2010
	繊維製品	JIS L 1091:1999

(1) 指定性能評価機関が制定

## 西日本試験所における 工事用材料試験の展望・取組み

西日本試験所  
試験課  
大田 克則



西日本試験所  
福岡試験室  
佐島 淳



### 1. はじめに

工事用材料試験業務は、土木、建築工事の進行に伴って必要となる材料の品質確認、あるいは受渡しの際の検査時に、第三者機関による試験結果の報告を目的とするものである。その試験の内容は主に、コンクリート、鉄筋コンクリート用棒鋼、モルタルの強度試験、路盤、路床材料の品質試験、コンクリート用骨材の品質試験等である。これらの業務は、工事地域と密接に関係し、かつ短期間のうちに試験結果の報告が求められている。西日本地域における工事用材料試験はこれまで、県が設立した工業試験場、生コン共同試験場あるいはコンサルタント会社によって実施されてきた。しかし、土木、建築工事に使用する材料全般にわたって試験を実施できる中核的役割を担う第三者試験機関はなかった。このため、西日本地域を中心とした生コンクリート製造者、骨材生産者、施工者等の工事関係者、各種部材メーカーの方々の要望に応えるべく、西日本試験所は1974年に開設した。福岡試験室は、福岡県建築材料試験室の廃止に伴い、1980年に開設。これにより、西日本地域における中核的役割を担う試験機関が誕生し、試験依頼への対応が可能となった。また、西日本試験所および福岡試験室は、試験所としての品質向上、依頼者へのサービス向上のため、2006年6月、JIS Q 17025に適合する品質マネジメントシステムを構築・運用し、MRA対応事業者、JNLA試験事業者として登録。第三者証明事業を通し住生活、社会基盤整備に貢献している。

土木、建築工事に使用する材料の種類は年々増加しており、使用目的に応じて試験内容もさまざまである。それらの社会的ニーズに対応するため、試験所として設備の拡充に努めているところである。ここでは、主な設備について紹介する。

### 2. 主な設備

西日本試験所および福岡試験室が所有する主な試験装置を次に示す。

#### 2.1 圧縮試験機

近年、コンクリート構造物に使用する材料は、高強度化し、試験機容量も大型化が進んでいる。また、操作の自動化、デジタル化により、試験開始から終了までを自動で制御するシステムになっており、試験の迅速性を向上させている。西日本試験所には、圧縮試験機を2台所有しており、その最大容量は2000kNおよび500kNである。また、福岡試験室は圧縮試験機を3台所有しており、その最大容量は3000kN、2000kNおよび500kNである。試験機にJIS A 1106に規定する曲げ試験装置を取り付けることにより、コンクリート曲げ強度試験の実施が可能である。3000kN圧縮試験機の仕様を表1に、全景を写真1に示す。

圧縮試験機による試験の内訳は、コンクリートの圧縮強度試験、コンクリートの割裂引張強度試験、空洞ブロックの圧縮強さ試験、インターロッキングブロックの圧縮強度試験、れんがの圧縮強さ試験、補修工事・基礎工事に使用するグラ

表1 3000kN圧縮試験機の仕様

型式	ACA-300A-B2
最大容量	3000kN
荷重レンジ (5段)	3000, 2000, 1000, 500, 300



写真1 3000kN圧縮試験機の全景

# 特集

ウト・セメントミルクの圧縮強度試験，構造物の耐震診断のため採取するコンクリートコアの圧縮強度試験などである。福岡試験室では，住宅基礎に打設するコンクリートの品質確認のため，宅配サービス用の「圧縮強度検査セット」を用意し，コンクリートの圧縮強度試験を行っている。

## 2.2 引張(万能)試験機

引張(万能)試験機は主に鉄筋コンクリート棒鋼や鋼材の圧接継手，溶接継手，機械式継手の引張試験に使用している。圧縮試験機同様，自動化，デジタル化により試験の迅速性を向上させている。西日本試験所には，引張(万能)試験機を2台所有しており，その最大容量は1000kNおよび500kNである。また，福岡試験室は引張(万能)試験機を3台所有しており，その最大容量は2000kN，1000kNおよび500kNである。福岡試験室に設置している2000kN横型引張試験機の仕様を表2に，全景を写真2に示す。

表2 2000kN横型引張試験機の仕様

型式	HZA-200-F2
最大容量	2000kN
荷重レンジ(4段)	2000, 1000, 500, 300
ラムストローク	約350mm
ラムスピード	約70mm/min
左右チャック間隔	150～900mm



写真2 2000kN横型引張試験機的全景

2000kN横型引張試験機は，太径鉄筋(D51)や1.5mの長尺鉄筋の引張試験を可能にするため，2002年に導入した試験機である。九州新幹線の工事で使用された機械式継手の引張試験では本試験機を使用しており，西日本地域では数少ない試験機である。

1000kN万能試験機の仕様を表3に，全景を写真3に示す。

1000kN万能試験機は，異形棒鋼D10～D38と細径から太径までの鉄筋の引張試験が可能であり，操作性，利便性に優れている。鋼材の試験は，引張試験のほかに，曲げ試験や，西日本高速道路(株)の「構造物施工管理要領」に規定されている鉄筋フレア溶接継手の断面マクロ試験を行っている。

西日本試験所および福岡試験室では，容量の異なる試験機を設置することにより，同時に複数の試験体の試験実施が可能となり，試験の迅速化を図っている。

表3 1000kN万能試験機の仕様

型式	MRA-100-F2
最大容量	1000kN
荷重レンジ(6段)	1000, 500, 200, 100, 50, 20
ラムストローク	約300mm
ラムスピード	約60mm/min
上下チャック間隔	0～750mm



写真3 1000kN万能試験機的全景

## 2.3 100kNオートグラフ万能試験機

100kNオートグラフ万能試験機は，西日本試験所に設置しており，金属，プラスチックの引張・曲げ試験をはじめ，土の一軸圧縮強度試験やコーン指数試験など変位の測定や，微弱強度試験体の試験を実施している。また，本試験機は恒温槽やCCDカメラを備えており，異なる温度環境での強度試験や離れた場所から試験体のひずみを測定することが可能

表4 100kNオートグラフ万能試験機の仕様

負荷容量(kN)	100	
試験速度(mm/min)	0.0005～1000	
引張・圧縮精度	指示値の±1%以内	
クロスヘッド速度精度	±0.1%以内	
恒温槽	最高温度(℃)	250
	最低温度(℃)	-35
ビデオ伸び計	精度	60mm以下 ±3μm
		60mm～120mm ±6μm



となっている。100kNオートグラフ万能試験機の仕様を表4に、全景を写真4に示す。



写真4 100kN オートグラフ万能試験機の全景

#### 2.4 土の突固め試験装置

突固め試験装置の全景を写真5に示す。土の突き固め試験装置は、主に路床、路盤材料、埋め戻し材料の最大乾燥密度、最適含水比の測定およびCBR試験のための突固めを行う装置である。路床、路盤に使用する材料には国や地方自治体毎にCBR値が規定されており、使用者、生産者は、試験機関で品質確認を行っている。



写真5 土の突固め試験装置の全景

#### 2.5 道路用鉄鋼スラグの水浸膨張試験装置

道路用鉄鋼スラグには、少量の硫黄が含まれている。この硫黄が水と接触することにより、変色や膨張を起こす場合がある。水浸膨張試験は、鉄鋼スラグのこれらの性質によって道路用資材として適性の有無を確認するための試験である。

道路用鉄鋼スラグの水浸膨張試験装置の全景を写真6に示す。西日本試験所における土質試験は、上記試験のほか、粒度試験、塑性限界・液性限界試験、コーン指数試験、土の透水試験等を行っている。近年では、コンクリート廃材を破砕して再利用する再生路盤材の品質試験、鉄鋼スラグを道路用材料として利用するための品質試験が増加傾向にある。



写真6 道路用鉄鋼スラグの水浸膨張試験装置の全景

#### 2.6 電位差自動滴定装置

西日本試験所では、構造体コンクリートの耐震診断にかかわる試験の中で、硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの測定を行う電位差自動滴定装置を設置し、JIS A 1154に従い、コンクリートコアに含まれる塩化物イオン量の測定を行っている。

電位差自動滴定装置の仕様を表5に、装置の全景を写真7に示す。コンクリートコアによる塩化物イオン量の測定は、コンクリート構造物における鉄筋の腐食の影響を判断する

表5 電位差自動滴定装置の仕様

本体名称	電位差自動滴定装置 AT-510
ソフト	ウインドウズソフトウエア AT-Win
滴定様式	全量滴定(終点自動検出) 自動終点停止



写真7 電位差自動滴定装置の全景

重要な指標である。今後、社会インフラ整備が急速に進むと予測される中で、さらに設備を拡充したいと考えている。

## 2.7 西日本試験所・福岡試験室の主な試験装置と関連試験規格

本稿では、工事中材料試験に関する主な試験装置を紹介した。このほかにも多くの試験装置を所有している。表6および表7には、概説できなかった試験装置も含め、関連する試験規格とともに示した。

表6 西日本試験所の主な試験装置と関連試験規格

試験の種類	試験装置の名称	適用規格
コンクリート・モルタルの試験	2000kN圧縮試験機	JIS A 1108
	500kN圧縮試験機	JIS A 1107
	コンクリート曲げ試験装置	JIS A 1106
	静弾性係数測定装置	JIS A 1149
	動弾性係数測定装置	JIS A 1127
	モルタル透水試験装置	JIS A 1171
鋼材の試験	1000kN万能試験機	JIS Z 2241
	500kN万能試験機	JIS G 3112
	鋼材曲げ試験機	JIS Z 2248
土の試験	100kNオートグラフ万能試験機	JIS A 1216
	土の粒度試験装置	JIS A 1204
	土の突固め試験装置	JIS A 1210
	土のコーン指数試験装置	JIS A 1228
	水浸膨張試験装置	JIS A 5015
	土の透水試験装置	JIS A 1218
骨材試験	骨材試験器具一式	JIS A 1102他
その他の試験	電位差自動滴定装置	JIS A 1154
	建研式接着強さ試験装置	構造物施工管理要領
	pH測定装置	JGS- 0211
	ブロック透水試験装置	JIS A 5406
	滑り抵抗試験装置	ASTM E303

表7 福岡試験室の主な試験装置と関連試験規格

試験の種類	試験装置の名称	適用規格
コンクリート・モルタルの試験	3000kN圧縮試験機	JIS A 1108 JIS A 1107
	2000kN圧縮試験機	
	500kN圧縮試験機	
	コンクリート曲げ試験装置	JIS A 1106
	静弾性係数測定装置	JIS A 1149
鋼材の試験	2000kN横型引張試験機	JIS Z 2241 JIS G 3112
	1000kN万能試験機	
	500kN万能試験機	
	鋼材曲げ試験機	JIS Z 2248

## 3. 今後の取組みについて

最近の建設業界をとりまく状況に鑑みると、内閣府が公表した「地域経済2013年版」によれば、建設業が自動車産業などとともに「経済の好循環」を下支えしている。西日本地域では、北近畿自動車道、四国横断自動車道、東九州自動車道といった高速道路関係の大型事業が進んでいる。また、沖縄では、国際線ターミナルビルの建設等がある。雇用動向をみると、徳島、愛媛、高知、長崎、熊本、宮崎、鹿児島では、建設業の有効求人倍率が、バブル期以降の最高値を記録するなど、西日本地域においても建設業の好循環が顕著であることが報告されている。

一方、東日本大震災以降、首都直下地震や南海トラフ巨大地震に対する防災意識が高まる中で、道路や橋、港湾の岸壁、上下水道などの社会インフラの老朽化対策が課題になっている。20年後には全国の半分以上のインフラが建設後50年を迎えるといわれている。これらのインフラについて早めの予防保全を行うことは、インフラの強度を保つだけでなく、コストの圧縮につながる。西日本地域においても今後、防災設備や社会インフラに対する補修・修繕、耐震化がさらに推進されるものと考えられる。

今後、西日本試験所が西日本地域において、建設工事の品質管理にかかわる中核的役割を計画的に構築していかねばならない。

私たちが暮らす地域社会が、自然災害に強く、安全、安心な社会でありつづけてほしいと願うことは、万人に共通している。今後も、設備や環境を拡充し、事業の信頼性向上に寄与していきたい。

### プロフィール

大田 克則 (おおた・かつのり)

西日本試験所 試験課 主幹

従事する業務：無収縮モルタル、断面修復材、セルフレベリング材などセメント系材料の品質試験および工事中材料試験

### プロフィール

佐島 淳 (さじま・あつし)

西日本試験所 福岡試験室

従事する業務：コンクリート、鉄筋など工事現場で使用される建設資材の試験

## 福岡支所におけるマネジメントシステム認証の活動について

ISO 審査本部 福岡支所  
徳永 幸一



### 1. はじめに

福岡支所は、2003年6月に九州、山口、沖縄地区のISO認証活動の拠点として開設された。その後、2009年3月に現在の福岡試験室2Fに移転し、活動している。当初、品質MS（マネジメントシステム）認証審査が主な活動であったが、ISO規格解釈セミナー、環境および労働安全衛生のMS認証審査、CPDS（継続学習制度）セミナーと活動範囲を広げている。今後、道路交通安全MS、エネルギーMSへの展開も期待され、建設、建材業界に対する普及活動の幅を広げつつある。開設当初から現在、ならびに今後の展開について紹介する。

### 2. 支所開設と運用

1993年4月から始まった国際規格の認証業務は、爆発的に普及し、全国規模組織の認証取得が一段落すると、地方の組織でも取得する傾向が強まってきた。そのような状況の中、当センターにおいても、九州、沖縄、山口地区において申請が増加傾向にあり、顧客対応、審査員の拠点として、2003年6月に、福岡支所が開設された。

当初、常駐3名で運営していたが、現在は、審査員を含め9名で活動している。業務改善として、チーフ制度による顧客対応の強化、TV会議による判定委員会の実施、審査員・セミナー講師の養成などを実施してきた。

2009年3月には、試験所との連携強化、交通の利便性、経費節減を考慮して、福岡試験室に移転している。試験所、製品認証部との共通顧客も存在し、企業ニーズに対して、効果的に対応している。

### 3. 顧客開拓

支所開設当初、300件の認証組織の登録を目標に活動してきた。2010年までは、毎年20件程度の新規登録を行っており、2010年度末には300件を超えていた。

近年までの建設業界の受注減、事業的体力の減退、新興審

査機関の台頭により、取消、移転が発生し、登録数が240件弱まで減ってきている。

表1 年度別 新規申請・登録状況[福岡支所]

年度	支所全体	品質MS	環境MS	労働安全衛生MS
2006	30	14 (6)	16	0
2007	19	9	10	0
2008	44	25 (18)	14	4
2009	21	4	16	1
2010	23	5	15	3
2011	14	3	6	5
2012	7	2	1	4

※（）は他機関の一時停止、取消による当センターへの移転

全国的に、2003年ごろから認証機関の一時停止、取消が発生してきた。その影響を受けて、2006年、2008年は、他の審査機関の辞退、取下等により、当センター（福岡支所）への移転登録が24件あり、登録数が急増した。

2008年は、品質MSの移転分を考慮すると、環境MSの新規登録が品質MSを上回っている。全国的には、品質MSのピークは、2006年ごろとなっており、地方では、幾分遅れて、推移しているものと考えられる。

2010年ごろからは、労働安全衛生MSが徐々に増えてきている。今後、新規登録の主体は、道路交通安全MS、エネルギーMSへ移ると考えられる。

2010年ごろから認証登録事業のコモディティー化が進み、外資系・新興認証機関が台頭するようになり、当センターから他機関へ移転する組織が出始めてきた。合わせて、建設業界の受注減による取消も少しずつ増えてきた。

そのような厳しい状況下でも、当センターの安定性、公平性を信用し、認証を継続し、積極的に運用する組織も少なくない。信頼関係を構築しながら、MS認証を普及していきたいと考えている。

### 4. 審査員研修とその成果

ISO 審査本部では、審査員の養成、能力向上のための研修

を計画的に実施している。福岡支所においても、独自の研修を次のとおり実施しており、審査員のレベルアップに努めている。

□福審会(1回/2カ月)

新人審査員の教育、審査技術の徹底と研鑽、事例研究

□自主研修会(1回/月)

専門性の向上(法規制等の改訂、固有技術等)、個人別スキルアップ教育、複数MS審査の手法

事業活動を意識したMS審査、業界に精通した専門審査員による改善提案により、組織に良い影響を与えることができている。九州地区における直近10年間での好事例は次のとおりである。

- ・トップによる全体最適の運用
- ・目標展開による工事成績評定点、顧客満足度の向上
- ・是正・予防による不適合の発生抑制
- ・監視活動による事業リスクの低減
- ・教育訓練による従業員の能力向上

最近では、品質MS、環境MS、労働安全衛生MSだけでなく、道路交通安全MS、エネルギーMSなど新規格の発行により、統合的に運用している登録組織が増えてきている。審査手法も統合的な審査が求められており、複数のMS審査ができる審査員を養成する必要がある。複合、統合審査を行うことにより、複数のMSにおける受審負担を軽減できる。

以上のように、高い専門技術を有した審査員が、複数のMS審査に対応し、企業文化に整合した審査を実施することにより、登録組織にとって有益で、役立つ審査を行っている。

## 5. 西日本試験所との営業協力

西日本地区の普及活動において、試験所の協力により建設・建材関連企業の認証登録が促進されている。特に、山口県においては、有力企業の登録が目立ち、1社で3つのシステムを運用している事例が多くなっている。

当センターの強みでもあるJIS認証を行っている製品認証本部との連携においては、西日本分室と協力し、普及活動を推進している。生コン、瓦業界などの認証登録が増加している。

各種セミナーにおいては、参加している建設業者への試験業務の紹介を行い、コンクリートの圧縮強度試験、鉄筋の強度試験などの受注促進を図っている。

## 6. ISOセミナー

ISO普及のために、規格解釈、内部監査、効果的な運用などに関するセミナーを実施している。

2004年度に九州各県で5回(延べ日数10日、45名の出席)実施したのが最初となる。その後、毎年3～5回程度、開催している。

受講者アンケート結果から、顧客のニーズを抽出し、次年度の実施方法、カリキュラム内容を検討している。次のとおり、改善しながらセミナーを推進している。

- ・開催場所の選定
- ・複数マネジメントシステムの運用
- ・事業と整合したシステムの運用
- ・規格改訂の動向と対応

年度ごとに、成熟度、社会的変化、規格の変遷に合わせたセミナーを実施してきたが、組織が成熟するにつれ、参加者が少なくなり、開催頻度が低下してきている。そのような中でも、運用担当者、内部監査員の世代交代は、どの組織でも進んでおり、初級者を対象とした内部監査セミナーは、継続して開催している。

今後は、新しい認証スキームである労働安全衛生MS、道路交通安全MS、エネルギーMS、および統合MSの運用など、組織の効果的運用、システム改善につながるセミナーを開催していきたいと考えている。

## 7. CPDSセミナー

当センターの登録組織のうち、建設業者は、総合評価方式の入札において、CPDS(継続学習制度)のユニット数を獲得することが求められている。

審査を行っていく中で、「教育の有効性」という概念があり、当センターの持つ技術・情報、審査員の豊富な経験は、有効な教育手段と成り得ることを確信している。登録企業の数社からは、「従業員の力量向上のための研修を・・・」という意見もあり、開催の検討を行ってきた。

2011年度に、試験的にCPDS対象セミナーを実施し、満足度を調査したところ、評判も良く、今年度まで、継続して開催している。

講師には、当センターのISO審査員、職員が担当し、セミナーの内容については、建設生産プロセス全体を意識したカリキュラム、他のセミナーにない当センターの独自性、ISO審

査業務の啓発活動（サービス）などを考慮して実施している。

2012年度（2年目）以降は、アンケート結果を考慮し、改善しながら、次のような内容で開催している。

- ・ 工事成績評定点の仕組みと向上について
- ・ 事前対応型安全管理
- ・ 環境法規制の改正、労働安全衛生法に関する通達
- ・ 技術提案と創意工夫について
- ・ コンクリートの維持管理 他2件

2012年度は、九州、山口地区の10会場で開催した。

表2 開催場所と参加状況

開催場所	参加社数	参加者人数
沖縄県浦添市（5月）	24社	43名
沖縄県浦添市（5月）	23社	41名
鹿児島県鹿屋市	10社	24名
大分県大分市	14社	29名
福岡県福岡市	9社	15名
鹿児島県鹿児島市	10社	23名
山口県山口市	24社	58名
鹿児島県薩摩川内市	3社	4名
鹿児島県根占地区	6社	18名
長崎県長崎市	1社	36名
長崎県長崎市	1社	36名
沖縄県浦添市（8月）	22社	34名
沖縄県浦添市（8月）	17社	27名
宮崎県宮崎市	9社	25名
合計	173社	413名

当センターの知名度により、参加者人数に差があることが分かる。離島（石垣島、宮古島）は、開催のタイミング（建設業の催し、他のセミナーとの重複）が悪く、参加者少数で開催できないこともあった。1社での開催を希望する組織もあり、参加人数により柔軟に対応している。

受講者におけるセミナー開催情報の入手方法は、次のとおりであり、登録企業が大半を占めているが、徐々に新規顧客へと広がってきている。

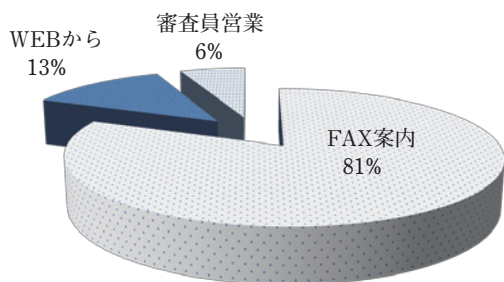


図1 セミナー情報の入手方法

WEBからの参加動機は、ユニット数不足で緊急に取得したい、大手企業の地方勤務者で全国的視野の情報がほしい、目新しい講義内容を聞きたい、などであり、地方の建設業界に対応したセミナーとなっている。毎回、アンケートを収集し、ニーズに合致していたかを確認している。

地方ほど、評価が高くなっており、技術情報、最新の動向について、渴望している状況がうかがえる。

直近の1年間では次のような評価を受けている。

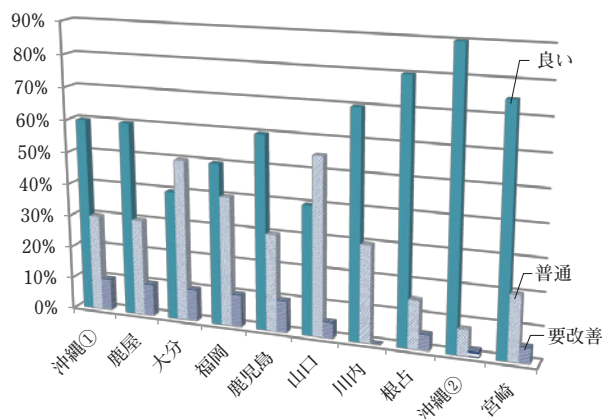


図2 県別のアンケート結果

【好意的意見】

- ・ 説明がわかりやすかった（佐賀）
- ・ マニフェストの記入について勉強になった（熊本）
- ・ 意見を言える手法がよかった（大分）
- ・ 法律の全体概要が理解できた（福岡）
- ・ 受講者が眠くならなかった（鹿児島）
- ・ コンクリート維持管理の現状が理解できた（山口）

【改善を必要とする意見】

- ・ 時間が足りない（沖縄）
- ・ 事例を使っの講習を希望する（福岡）
- ・ 実際のサンプルがほしい（鹿児島）
- ・ 計算問題はない方がよい（山口）
- ・ 質問が多すぎる（宮崎）
- ・ 聞き取りにくい（大分）

受講者における今後の期待として、リスクアセスメントの手法、積算関係、技術提案、工事成績評定点の向上、コンクリート品質管理、安全管理、環境法規制などがあり、カリキュラムの研鑽、開催方法、集客方法などの改善を行いながら、業界のニーズに合ったセミナーを実施していきたい。

## 8. 内部研修

2004年度から2009年まで、内部研修を実施してきた。その中には、西日本試験所との合同で企業見学会を実施したこともある。

2006年10月には、西澤中央大学名誉教授、兵動山口大学教授を迎え、石灰石鉱山の見学を行った。



写真1 鉱山用シヨベルの大きさに驚いて・・・

### 講義内容(概要)

西澤名誉教授：石灰石の利用について

兵動教授：メタンハイドレートについて

見学内容：鉱山発破作業、石灰石の製造工程

セメント、コンクリート、石灰石製品の業界は、多くの組織が、ISOの認証登録を行っている。石灰石の利用については、次の内容について説明があり、審査技術、CO<sub>2</sub>排出量の認識向上につながった。

- ・石灰の国内需要と世界の動向(中国・インド、急増)
- ・産業界におけるセメント生産におけるCO<sub>2</sub>排出量
- ・石灰石の利用3業界：セメント、鉄鋼、骨材の状況
- ・【番外】：鐵、鉄、鉄の違いを旁で考える

《鐵》は良く切れる：〇〇製鐵

《鉄》は金を失う：〇〇鉄工所

《鉄》は矢のように早い鉄道：〇〇旅客鉄道

「燃える氷」といわれるメタンハイドレートは、今般、注目されてきているが、当時、聞きなれない資源名で、海底には多くの資源が眠っていることに驚かされた。地盤の力学的性質の見地から、水とガスを分解する技術の一端を学んだ。新しく認証スキームとなったエネルギーMSとの関連性が高く、6年も前にエネルギーの切り札的技術を知り得たことは、審査技術の向上、有効なシステム審査に役立っている。

当センター内外の技術情報は、高度でかつ幅が広く、審査

員、職員の力量向上に、高い有意性があると感じている。

登録組織、各大学、西日本試験所、福岡支所の交流を促進し、西日本におけるマネジメントシステム認証、研修・セミナー等に役立てていきたいと考えている。

## 9. 九州、山口地区の開発展開

既存の品質MS、環境MS、労働安全衛生MSについては、複合、統合審査を推進する必要がある、新認証スキームの道路交通安全MS、エネルギーMSについては、効果的なシステム構築、運用、審査の実施が重要な課題となってくる。

審査機関としての信頼性、安定性を継続していくためには、顧客との信頼関係構築、審査員の養成が不可欠であると考え。これらを支えているのが審査チーフである。当センターの審査チーフ制度は、きめの細かい顧客管理、審査員養成が可能であり、他の審査機関には類をみない制度として、顧客満足につながっている。

今まで以上に、登録組織とエモーショナル(感性)なつながりを持ち、審査の背景にある企業能力の向上に共感していただきながら、共に成長する普及活動に努めていきたいと考えている。

## 10. 終わりに

日本経済は、災害インフラ対策、アベノミクス、東京五輪の影響で、復興期に入ってくると思われる。建設業界は、既に、受注増加、材料の高騰、人材不足などの影響が出ている。

審査機関も審査の複雑化、審査員の高齢化、審査員不足、専門性を有した優秀な審査員の減少など、影響が出てくると予想される。

建設、建材業界が苦境の時代にも、コモディティー化対策として、安定性、信頼性、公平性を重点課題とし、顧客と共感できる施策を推進してきた。審査技術、手法を改善し、当センターのブランド、プレミアムを高めることにより、九州、山口地区の顧客満足につなげ、普及活動を推進していきたいと考えている。

### プロフィール

徳永 幸一(とくなが・こういち)

ISO 審査本部 福岡支所 支所長

従事する業務：MS 認証業務、研修・開発業務

## コンクリート分野における研究動向

広島工業大学 工学部 教授  
十河 茂幸



### 1. はじめに

コンクリートの歴史は古いが、水硬性セメントから近代のポルトランドセメントに変わった時代からは200年にもならない。我が国では、セメントの生産が行われるようになって約140年経過したが、大量に社会資本整備に使用されるのはその後70年以上を経た戦後の急成長の時期以降となる。つまり、ここ60余年で我が国のコンクリート構造物のほとんどが建設されているため、今後次第に60歳を迎えるコンクリート構造物が増加し、コンクリート分野においても少子高齢化を迎えることになる。

一方で、我が国の社会においても少子高齢化は進み、コンパクトシティー構想も現実のものとなりつつあり、国家予算をいかに効率的に活用するかも近未来の課題として挙げられ、費用をかけない社会資本整備の必要性が叫ばれている。

このような社会環境を考慮すれば、社会資本整備をいかに効率的に行うかは喫緊の課題であり、老朽化しつつあるインフラストラクチャーの延命化と今後建設される構造物の高耐久化は必須の要件となる。従って、コンクリート分野の研究テーマも、当然ながら社会ニーズを反映させ、耐久性にかかわる技術開発および維持管理にかかわる構造物の点検、測定、調査、分析、診断、補修・補強などの研究開発が盛んに行われている。

### 2. 学会発表に見られる研究動向

コンクリートに関する研究動向は関係学会の論文および報告に見ることができる。公表される論文は1～2年前に研究された成果であり、最新とは言い難いが大きな流れでその時代に必要とされている研究動向と見ることができる。

コンクリートに関係する学会、協会としては、土木学会、日本建築学会、日本コンクリート工学会、セメント協会、全国生コンクリート工業組合連合会、化学混和剤協会、日本砕

石協会などがあり、それぞれ毎年あるいは隔年に研究報告をする場を設け、成果の報告により広く社会に紹介するとともに研鑽を重ねている。

コンクリート関連技術の代表的な研究報告の場としては、土木学会年次学術講演会、コンクリート工学年次論文報告会、セメント技術大会、生コン技術大会、碎石技術大会などがあるが、ここでは、コンクリート工学年次論文報告から最近の研究動向を見ることとする。

論文・報告の公表の場は、関連の技術をそれぞれのセッションに分けて会場が設けられるため、大きな傾向としては、どのようなセッションが設けられ、各セッションにおける投稿論文数により盛んに研究されている分野を見分けることができる。図1は、内容別に見た論文数である。

コンクリートの研究を大きく分類すると構造関連と材料施工関係に分けることができるが、構造関連では耐震技術に関する研究が圧倒的に多く、近年の大地震の影響が大きく反映されている。

一方、材料・施工関係の分野では、材料および施工にかかわる基礎的な研究は少ないながら新材料の出現から関連の研究が行われている。この分野で増加している研究は維持管理にかかわる研究が目立つ。

もとより、コンクリートは耐久性に優れることが最大の特徴であり、そのために維持管理をしないでも長期間の供用が可能であると考えられていた。そのことが早期の劣化を引き起こしているが、そのために一時は各種の劣化因子の影響を研究する事例が多かったが、近年は維持管理にかかわる非破壊試験、診断、補修・補強関連の研究が多い。

なお、コンクリートの基本的性質である収縮・クリープの研究はひび割れに影響することから研究され、混和材料に関する研究は、ひび割れを抑制する混和剤と廃棄物の有効利用の観点から各種の混和材の研究が行われているため、一見基礎研究の分野に見えるが実は応用分野の研究である。各セッ

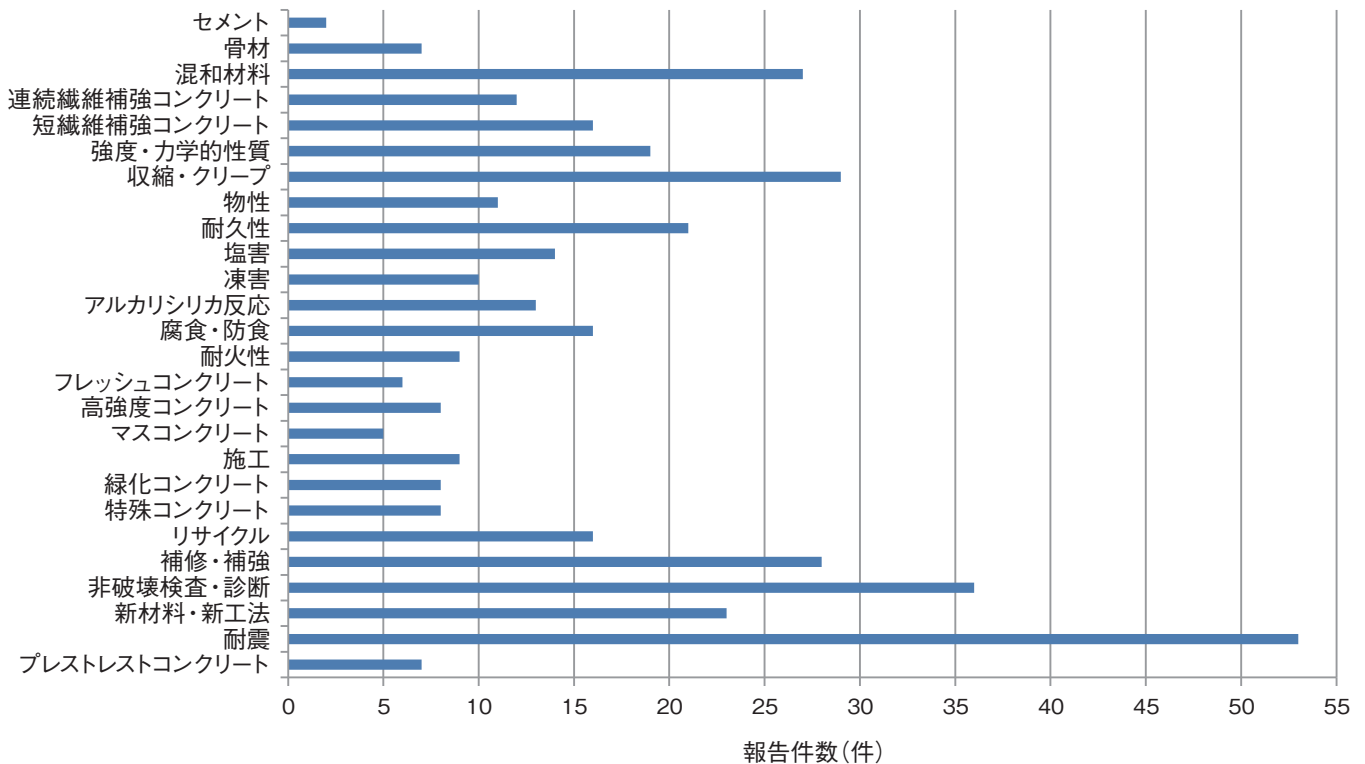


図1 コンクリート工学年次論文報告における各セッションの発表件数

セッション分野だけでなく、内容にも注視しなければならない。

### 3. 材料に関する研究動向

新素材に関する研究に終わりはない。化学混和剤の変遷から見ても、コンクリートの性能を向上させている材料の主役は化学混和剤である。もちろん結合材においても進化を遂げているが、結合材に関しては副産物の利用が主役と言っても過言ではない。

化学混和剤の研究では、第1に高強度を実現する高性能減水剤の進化が挙げられる。40年前には、従来のAE減水剤が一般のコンクリートの主役の座を獲得し、高強度の要請に対してはナフタリンスルホン酸を主成分とする高性能減水剤が出現した。その後、現場で施工できる高強度コンクリートに対して流動化剤が開発され、さらにスランプ保持性能と気泡の安定性能の付与により、高性能AE減水剤が主流となる。近年では高機能AE剤と称される混和剤が主役となりつつある。これらは、主成分であるポリカルボン酸系の混和剤の高性能化の進化が功を奏している。

最近では水セメント比が10%台になる超高性能といえる性能を保有し、通常使用されるコンクリートの強度の10倍程度までの高強度化が可能となっている。

結合材の研究では、コンクリートの高強度化に寄与したシリカフェームが挙げられるが、同じ副産物では、高炉スラグ微粉末やフライアッシュも研究の対象となって終わりを見ない。これらの活用はセメントの代替として用いられることから二酸化炭素の削減をスローガンとできるため、積極的に結合材の一部とする利用方法の研究である。副産物の活用を広げる目的と、細骨材の一部に使用し細骨材の品質改善効果を狙った研究なども試みられている。

コンクリートの補強材としての素材も、鋼材から化学繊維の活用などへと研究対象が変化している。コンクリートの靱性向上、剥落抑制、ひび割れ抑制のために用いられていた鋼材、鋼繊維の研究は近年では減少し、化学繊維を用いたコンクリートの研究が増加している。化学繊維の研究内容では、対象となる化学繊維が炭素繊維、アラミド繊維、ビニロン繊維などからポリプロピレン繊維の研究に移行している。

これらの新しい素材の出現は、従来のコンクリートの性能



を変えることから、性能の向上を評価することを目的とした研究だけでなく、用いることによる耐久性などを低下させるリスクを確認する研究までと幅が広い。さらに、使用することのメリットが確認されると、次はこれらを用いた施工方法に関する研究が始められる。新素材の出現は、多くの研究を誘発することになる。

表1～表5は、材料施工分野における各セッションの論文・報告で使用されているキーワードをまとめたものである。これらのキーワードから論文の内容を類推することができるので、参考にされたい。

表1 研究論文・報告内容のキーワード(主として材料分野)

セッション	キーワード
セメント	セメントモルタル 流動性 水和特性 高硫酸塩スラグセメント 耐薬品性
混和材料	フライアッシュ 高炉スラグ微粉末 収縮低減型AE減水剤 ボゾラン反応火山灰 高炉スラグ高含有セメント 多機能混和剤 新型耐寒剤 コンクリートスラッジ 有機系混和剤
連続繊維補強 コンクリート	BFRPメッシュ 曲げ挙動 連続繊維シート 付着性能 せん断補強 CFRPシート CFSS接着補強法 耐疲労性 AFRPシート 耐荷性状
骨材	銅スラグ細骨材 高炉スラグ細骨材 乾燥収縮 実積率 流動性 建設汚泥固化物 花崗岩碎石副産物
リサイクル	石炭灰 低炭素コンクリート 家屋解体廃瓦 コンクリートがれき高電圧パルス放電 セメント系固化材 鋳物廃砂 乾燥スラッジ微粉末 遠心成形コンクリートスラッジ ごみ熔融スラグ細骨材
短繊維 コンクリート	ひび割れ 繊維混入率 圧縮疲労特性 鋼繊維 非晶質鋼繊維 繊維配向 変形性能 超高強度繊維 耐衝撃性

表2 研究論文・報告内容のキーワード(主として物性分野)

セッション	キーワード
物性	せん断付着強度 空隙構造モデル 含水率分布 明度 光沢度 表面性状 透気性状
収縮・クリープ	乾燥収縮 引張クリープ ひび割れ 収縮性状 収縮挙動 圧縮卓越型クリープ 微視的破壊 収縮試験 ひずみ挙動 体積変化
フレッシュ コンクリート	スランプロス 粘度 MPS法 圧送性簡易評価手法スランプ ブリーディング
強度・力学的性質	支圧荷重 変形特性 破壊基準 圧縮強度 圧縮破壊 解放ひずみ 割裂引張強度 接着強度 圧力変動 圧力解析

表3 研究論文・報告内容のキーワード(主として耐久性分野)

セッション	キーワード
耐久性	白華 微細ひび割れ 化学的浸食 中性化 劣化 透気係数 物質移動抵抗性 水分浸透深さ 炭酸化 鉄筋腐食
塩害	塩分浸透 鉄筋腐食 塩分移動 電気泳動法 漏水履歴 塩化物イオン 拡散係数 乾湿繰返し作用
アルカリシリカ 反応	ASR構造物 ASR劣化 ASR簡易診断 ASR膨張 ひび割れ進展挙動 アルカリ含有量
腐食・防食	耐食性 腐食生成物 鉄筋腐食 腐食量 腐食速度 電気防食 防食効果 腐食ひび割れ マクロセル腐食
凍害	耐凍害性 凍結融解作用 寒冷環境 塩化物浸透予測技術 凍害 内部変状 積雪寒冷地 外界気象条件
耐火性	内部水蒸気圧力 爆裂特性 火害 爆裂評価 物質移動抵抗性 残存強度

表4 研究論文・報告内容のキーワード(主として施工分野)

セッション	キーワード
施工	剥離 コンクリート被覆 表層透気性 乾式吹付施工 圧送 モルタル吹付工法 色むら 杭頭処理工法 レディーミクストコンクリート
マス コンクリート	ひび割れ抑制手法 外気温モデル 断熱温度 温度ひび割れ照査
高強度 コンクリート	せん断特性 圧送性 塩化物イオン 鉄筋腐食抵抗性 構造体コンクリート ケイ酸カルシウム水和物 耐衝撃性 CFT充填コンクリート 中流動コンクリート
緑化 コンクリート	植物生育能力 再生細骨材 温度上昇抑制 夏季温度特性 曲げ性状 ポリマー 耐根性 空隙率 再生粗骨材 圧送性 破壊性状
特殊 コンクリート	ポーラスコンクリート 放射線量 重量コンクリート 遮水性 自己充てん型コンクリート X線遮蔽性能 一次覆工コンクリート スリップフォーム工法用
新材料・新工法	超吸水性ポリマー ジオポリマー 廃ブラウン管ガラスカレット ハイブリッド型繊維補強セメント SENS一次覆工コンクリート 表面塗布剤 高密度軸方向鉄筋 プレバッキングコンクリート

表5 研究論文・報告内容のキーワード(主として維持管理分野)

セッション	キーワード
補修・補強	屋外暴露実験 ひび割れ補修 曲げ耐荷挙動 表面含浸材 躯体保護性能 ゼオライト 耐震補強 疲労寿命 耐疲労性 せん断補強
耐震	パンチングシア耐力 残留変位 内巻きスパイラル筋 制振補強 変形性能算定式 静的漸増載荷解析 耐震性能
非破壊検査・診断	鉄筋腐食性状評価 豆板探査 衝撃弾性波 空隙検出 水分移動 剥離空洞存在領域 流水試験 鉄筋腐食 PCグラウト充填率
プレストレスト コンクリート	高耐久性プレテンションPC桁 有効プレストレス 十字型部分架構 プラスチック製シース アンボンド PC箱桁橋

## 4. 企業と大学の研究開発

企業の研究開発は、通常は企業戦略の中で行われ、同業他社との差別化を目指す。従って研究内容は、さらに高性能化を目指し、さらに効率的な施工を可能にする研究、さらに安全な工事が可能となる研究、そしてさらに安価にできる材料および施工に関する研究を目指している。これらの方針に従って各企業はそれぞれの営業目標を定め、材料メーカーは生産者に対してアピールし、生産者は施工者、発注者へのアピールをすることになる。

これに対して、大学の研究開発は、企業との共同研究を除けば、社会に貢献できることを目的として行われる。研究内容は、直接営利に結びつかなくても構わない。社会に貢献できることであれば、企業が差別化のために使えないテーマを選定することができるし、そのような研究は大学で行うことが半ば義務と考えるべきである。

たとえば、関連業界の共有の技術は、規格・規準とされる場合が多いが、いったん規準化されると規準が存在するために測定し、データを集めることが義務化される傾向がある。一例を挙げると、塩化物イオンの測定は海砂が主流の時代に規準化され、コンクリート内部に初期に含まれる塩化物イオンの総量規制として役立った。しかし、海砂の採取が規制されて以降、砕砂を主流とした時代が続いており、海砂を使用する場合においても砕砂との混合により細骨材とするのが一般的である。従って、測定が行われても基準値を超える可能性は皆無に近いが、規準が存在するために測定が継続されている。海砂のみを使用する可能性がないわけではないため、測定方法の規準は存続させるべきであるが、現場に応じた検査の在り方は検討に値する。別の事例を挙げると、レディーミクストコンクリートの空気量の規格が全国で統一されているが、そもそも空気量は耐凍害性を主目的にしており、コンクリートが凍結する可能性が皆無の沖縄県では規制の必要性を感じない。少なくとも上限と下限の規定は地域により異なるはずである。このような規準にかかわる研究は企業には戦略になりえない。従って、大学の研究テーマとして取り上げ、規準の在り方、検査の簡素化などを目指すべきである。そうでなければ、日本中で無駄な試験、測定が行われることになる。

## 5. 地域に根差した研究開発

コンクリートが凍結する可能性がある地域では、耐凍害性に関する研究がなされ、夏季にコンクリートが高温になる地域では、施工時の不具合を抑制する研究が行われる。これらは、地域の要請に応じたテーマ選定である。構造物の置かれる環境は耐久性に関係するため維持管理者に必要とされ、施工環境に対する効率化の研究は建設業者に必要とされる。

一方、地産地消の観点からは、地域で生産される建設資材や他産業から副産される材料の活用は、できる範囲で地域での使用が望まれる。建設材料は一般に重量物である場合が多く、流通が確立されている場合を除くと運搬に費用が掛かるためである。

このような配慮から、各種のスラグや廃瓦などの研究が行われるが、一般化が難しく、ローカルルールを構築しての活用が望まれる。

## 6. 中国地方における研究課題

高度成長期に新幹線は西に向かって急速に延伸し、中国自動車度は中国地方の山間部を東から西に貫通した。戦後の劣悪な道路事情を解消し、高速道路と新幹線は我が国の経済を世界の上位に押し上げたが、40年が経過した近年になってそのつげが回ってくるとはだれも想像できなかった。

急増する建設工事は、材料事情の変化をきたし、河川骨材の枯渇化を懸念させる事態から碎石へと移行し、それまで路盤材としての役割を担っていた碎石がコンクリート用へと転用された。このとき我が国には存在しないとされていたアルカリシリカ反応（ASR）を生じさせる骨材が供給され、関西で生じたASRとは異なる碎石が広島、山口を中心に後に被害を拡大させた。この地域のASRは、現在もそのまま供用され、ASRの補修・補強の研究課題を残している。

細骨材についても河川産から、海砂へと供給源が変化し、急速な施工を余儀なくされる中で、海砂中の塩化物イオンを洗浄しない状態で使用する骨材生産者や建設業者が少なからず存在し、飛来塩分のない環境においても塩害を生じさせた。それでもかぶりが高めに確保されていると早期劣化はそれほど顕著にはならなかったと考えられるが、急速施工の割には熟練技術者の不足がかぶり厚さの不足を生じさせ、中性化との複合劣化が近年になって顕在化している。

このような過去の建設事情は、本来耐久性に優れるはずのコンクリート構造物の維持管理の検討時期を早め、公共工事に対する予算不足とともに、耐久性および維持管理としての点検、診断、補修・補強の研究課題を喫緊の研究課題とした。このことは、中国地方特有の課題ではないかもしれないが、簡単に更新を検討できない社会資本整備の研究テーマとして挙げられる。

特に、塩害とASRの劣化は、その後は適切な予防対策の提案により新規構造物には生じなくなったが、既存構造物の延命化の課題となっている。

なお、海砂の採取は、環境問題から広島県の採取禁止を皮切りに、瀬戸内海全域で採取禁止となり、現在は九州の一部から運搬される以外は使用されていない。そのため、細骨材中の塩化物イオンの含有量は基準値を大幅に下回る値となり、研究課題とはなっていない。

## 7. おわりに

近年のコンクリート分野における研究動向を概観したが、十分な分析を行ったわけではなく、日頃から感じている私見を述べたところが多い。企業から大学に移籍して研究環境が変化したことから思うところが多く、参考にならないところは独り言として聞き流していただきたい。

### 【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリート工学年次論文集第35巻、2013

### プロフィール

十河 茂幸（そごう・しげゆき）

広島工業大学 工学部 都市デザイン工学科 教授

工学博士 技術士（建設部門）

専門分野：コンクリート工学

最近の研究テーマ：試験の簡素化に関する研究、ポリプロピレン短繊維補強コンクリートに関する研究

## 建築物の長寿命化のための建築材料・部材レベルの試験・研究に関する私見

広島大学大学院 教授  
大久保 孝昭



### 1. 省エネは建前から実践へ

本稿は表題の内容に関し、今後、西日本試験所の技術者の皆様と一緒に取り組みたい検討内容を頭に描きながらまとめたものである。個人的な見解であるが、今後の試験・技術開発や読者の皆様の参考となれば幸いである。

建築物、土木構造物など、都市や社会基盤となる構造物を生産する業界はスクラップ&ビルドからストック&リノベーションに大きく舵を切った。行政および研究レベルにおいて、建築物の長寿命化のための法整備や技術開発が活発に進められている。建築物の長寿命化を達成するためには、①耐久設計技術、②診断技術、③補修・改修・補強技術に加えてこれらの連携を可能とする④情報管理技術が、自動車における四輪に相当すると常々考えている。しかし、スクラップ&ビルドの社会に慣れ親しんできた建築生産分野においては、これらの技術が十分に整備されているとは言い難い。その結果、建築教育においてさえ意匠設計、構造設計、設備設計に関連する講義の充実度に比較して、耐久設計や補修・改修に関する講義が手薄となっているのはどこの大学も同様であろう。

ここでは、建築物の長寿命化のための「建築材料・建築部材レベルの試験・研究」について、上記①～④に関して、筆者がこれまで実施してきた検討事例を基に、現在考えていることを紹介させていただく。

### 2. 耐久設計技術について

#### 2.1 耐久性という用語

「この建築材料(建築部材)は耐久性が優れている」

上記の文章に違和感を覚える方は多くないと推察する。しかし耐久性という用語は、材料の物性を表す用語ではなく、「物性の経時変化」を表す用語である。従って、「防水性に関する耐久性が優れている」、「美観に関する耐久性が優れている」というような、「○△物性に関する耐久性」という使

い方をする必要がある。しかし冒頭の例のように、現実には耐久性という用語は一人歩きして用いられることが多いように思える。

スクラップ&ビルドの考えに基づく建築生産では初期値の重要性が最も高く、「竣工時の性能が高ければ良い」というポリシーのもとに設計・施工がなされてきた。概念的な例であるが、図1に示すような材料Aと材料Bが存在したとき、初期性能のみのデータが与えられれば誰もが材料Aを選択することは明らかである。しかし、同図の矢線で示すような経年変化のデータが存在すれば、技術者はどちらの材料を選択するであろうか。

合理的な耐久設計を行うためには、同図における矢線で示すような物性値の経時変化のデータが必要である。このようなデータを提供するために、実験室内の促進劣化試験や屋外暴露試験を行うことが現状では主流であるが、日本全国の気環境に対するデータを得るためには膨大な実験を行うことが必要となる。各物性ごとに地域特性、対象部材の位置や方角等を考慮できる合理的な劣化シミュレーション技術の確立が必要であろう。

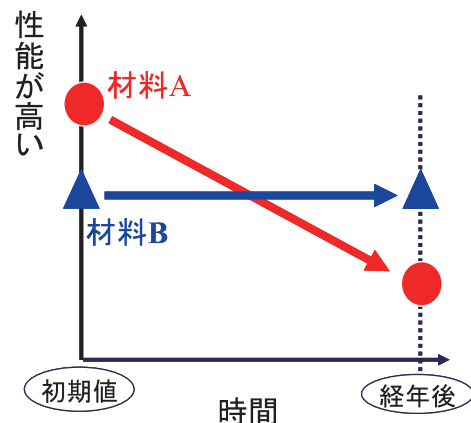


図1 建築材料の物性値の経時変化の事例

## 2.2 目的指向型耐久設計の意義

1997年、建築審議会は「21世紀を展望し、経済社会の変化に対応した新たな建築行政の在り方に関する答申」において建築基準の在り方を仕様規定から性能規定への変換を求めた。この答申を受け1998年、当時の建設省は建築基準法の根本的な改正を行い、2000年6月に性能規定部分の施行がなされた。また、2000年4月には「住宅の品質確保の促進等に関する法律」が施行され、この法律の根幹を形成する「住宅性能表示制度」も開始された。「性能」というキーワードを核とするこのような動向は、建築物の一般ユーザーの立場に立った優れた行政施策といえる。性能規定型の建築生産が実現し、そして最終的に性能発注が可能となれば、建築物の一般ユーザーにとってメリットであることは間違いない。

しかし、法律の性能規定化から10数年が経過した現在でも建築物の長寿命化に関しては、性能表示のために評価する対象は「性能値」ではなく、「性能を発揮するための仕様」とどまっているのではないだろうか。筆者は、建築物の長寿命化を実現する建築生産を実施するための鍵が目的指向型の耐久設計技術の確立と考えている。

「目的指向」は、設計や施工時に材料選定や仕様決定を行うときに、明確な目的を設定することを意味する。建築生産において、材料や工法を選定するときに、目的を明確に示すことが基本となる。図2に示すように、例えばある建築部材の設計や施工において、建築材料とその工法の組合せとして「材料A・工法A」を選定した場合には、選定理由を「目的A」として明確に残すことが必要となる。換言すれば、建築生産の各プロセスでは必ず目的を明確に設定しなければならない。当然、他の技術「材料B・工法B」を選択した場合も同様に「目的B」を明確に残すことが必要となる。例えばある防水仕様Aを選択したときに「防水性能に関し15年間のメンテナンスフリーを目的として仕様Aを選択した」というような、材料選定の理由を明確に残すこととなる。この例では15年後に、この目的が達成されたか否かによって仕様Aが事後評価され、その後の設計に活かされることとなる。目的を明確に残すことにより、失敗・成功事例が蓄積でき、将来の耐久設計に活かすという考えが「目的指向型」の基本である。「目的」と「材料・工法」の組合せが増加すれば、たとえば目的が「X」の場合には「材料X・工法X」、目的「Y」に対しては「材料Y・工法Y」というように、あたかも性能指向型

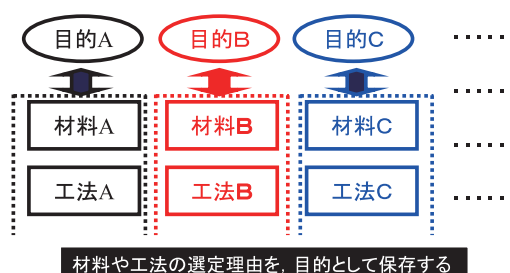


図2 目的指向のイメージ

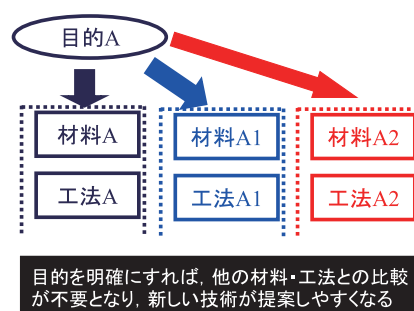
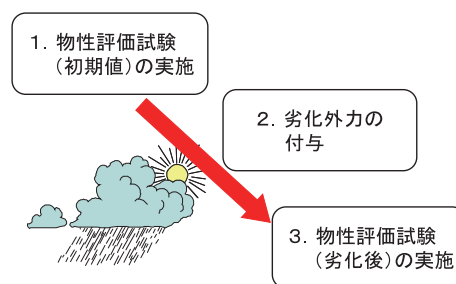


図3 目的指向による代替技術の評価



物性評価値の低下の割合を蓄積する

図4 データ蓄積のための実験室での試験

の材料・工法の選択が可能となる。

また、このことは新しい技術の開発を促進する。今、図3に示すように、「目的A」に対する技術として「材料A・工法A」が確立しているとする。「材料A1・工法A1」という新たな技術が生じたとき、「A1」が「A」と同等あるいはそれ以上の技術であることを証明するよりも、「A1」が「目的A」を達成できることを証明することが容易であり、論理的である。すなわち、目的を明確にすることにより、代替技術が生まれやすくなるのである。

## 2.3 建築材料・建築部材レベルの研究

合理的な耐久設計を達成するためには、建築材料・部材レベルの研究において、先の図1のような各物性の経時変化の

データを蓄積し、広く公開することが必要となる。しかもこれらのデータは材料単体ではなく、部材レベルあるいは建築レベルでのデータが必要となる。

このデータを得るためには、さまざまな仕様の建築部材について、図4に示すような実験を実施することが必要となる。

同図に示すように、最初に対象とする物性の評価試験により初期値を得る。次にこの部材に劣化外力を与え、劣化後の物性評価試験を行って物性値の低下の割合を求める。すなわち、建築部材の耐久性を評価する試験における評価尺度は評価物性値の初期値に対する劣化試験後の評価値の変化の割合で表すこととなる。

建築材料や部材の各種物性の評価試験については、その手法がかなり確立されているように思えるが、劣化外力の付与の方法に関しては、特に建築部材レベルに対して現段階では十分に標準化が達成されていない。従って、さまざまな性能(物性)に関し、合理的な劣化外力の付与の方法(促進劣化試験)を確立することが重要である。これは単なる促進劣化試験ではなく、日本の各地域における経年劣化外力を想定することが重要であり、部材の置かれた環境を分類し、例えば寒冷・蒸暑・直達日射の有無および降水量などの外気環境を分類整理して、劣化試験方法を提案することが重要と考える。促進劣化試験法が標準化されれば、日本全国の研究者が同様の方法で試験体を促進劣化させることとなり、多くの材料や部材仕様の比較が可能となる。建材試験センターを中心にこの標準化を達成してほしいと希望している。

## 3. 診断技術について

### 3.1 実際の建築物で経年劣化を計測する技術の重要性

建築物の維持管理に関しては耐震補強に代表される「予防保全」が重要視されるようになってきている。予防保全は、「小さな劣化や欠陥が蓄積し、ある時に深刻な(取返しのつかない)不具合が生じることを防止するための備え」を基本としており、人間の健康同様、極めて重要な技術といえる。建築材料学分野における予防保全の重要性は認識されているものの、予防保全を実施・実現するための合理的な点検技術が確立していないために、予防保全を普及させる基盤が整っていないというのが現状である。

建築物の合理的な予防保全を可能とするためには、実際の

建築物において「点検、モニタリング技術の確立」および「点検等で得られた計測値(物性値)より診断(判定)を下す技術」を確立することは極めて重要である。加えて、実際の建築物で経年劣化のデータを収集することは、さまざまな地域・環境における多くの建築物の部材・材料で図1の矢線のような経年変化データの収集することに相当とする。

すなわち、実際の建築物でのモニタリングや定期点検技術の確立は、「建築物の耐久設計の高度化」と「実務における予防保全技術の高度化」の両面から建築物の長寿命化技術の確立に貢献することができる。

### 3.2 モニタリング技術開発の方向性

前項に示したように、建築物の長寿命化に寄与する合理的な予防保全を実施するためには、建築物および建築部材の性能・品質を定期的に点検すること(場合によっては常時モニタリング)が重要である。そのためには、建築物にセンサを設置したり、点検時に装置を持ち込んで計測や検査をすることが必須である。この点検に関する最大の問題は、センサと計測装置との間の配線を代表とする計測業務の煩雑さである。建築物の規模が大きくなるほどこの問題は顕在化し、建築物を使用しながら計測することが非常に困難となる。これを解決するのが無線技術である(図5参照)。

無線センサ技術に関しては、近年、無線通信機能を持つ多数の小型センサを用いた自律的なネットワークが普及しつつあり、これらは「センサネットワーク」と呼ばれ注目を集めている。総務省は「ユビキタスセンサネットワークに関する調査研究会」で先導的な検討を行い<sup>1)</sup>、2009年には次世代通信方式技術を活用したセンサネットワークの実証実験に着手

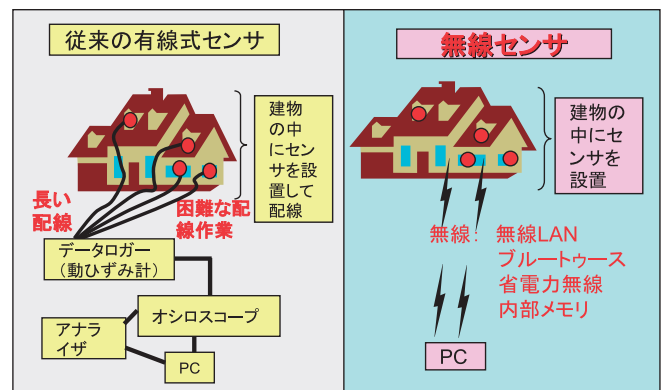


図5 有線センサと無線センサの計測システムの違い

した。土木分野ではあるが国土交通省も2013年に社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会を組織し、センサ技術によるモニタリングの推進を開始した<sup>2)</sup>。

現在、建設分野においては、防災・災害対策、構造物の安全性管理の合理化のために無線センサやセンサネットワークを応用する試みがなされてきている。ひずみやコンクリート充てん性を確認するためのセンサ機能付きICタグ<sup>3)</sup>、建築物の構造モニタリングのための無線加速度センサネットワーク<sup>4)</sup>、ダムの漏水量を測定するための無線センサシステム<sup>5)</sup>および多数の温度・湿度センサを組み込んだ無線センサネットワークの構築<sup>6)</sup>などはその例である。

筆者は、センサ技術者との共同研究により、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて建築物、建築部材の健全度(劣化度)を簡便に計測・モニタリングするための無線振動計測システムを作製し、これまで多くの建築物(一部、土木構造物)に適用してきた。その結果、無線技術は計測の準備や手間を大幅に低減でき、また長期モニタリングを可能とすることを確信している。

開発したセンサを建築部材に適用した事例を次に示す。**写真1**は、RC外壁に生じたひび割れ部の補修工事の品質管理にこのセンサを用いた事例である。同写真に示すように、ひび割れの生じたRC外壁にセンサを張り付け、軽い打撃により壁面に振動を生じさせて、壁面の振動性状を、補修前後で比較した。**図6 (a)**、**(b)**はRC壁面に生じたひび割れをエポキシ樹脂注入工法で補修した前後での卓越周期の変化である。補修後は壁面の振動周期が小さくなり、また振幅も小さくなっていることが分かる。

また、木造住宅におけるサイディング材に関し、典型的な計測結果の例として、健全な部材と経年劣化した部材(実際には強制的にひび割れを生じさせた部材)の波形を**図7 (a)**、**(b)**に示す。同図は上からそれぞれ、サイディング材の横方向、縦方向および面外方向の振動を示している。これらの図より、サイディング材の縦方向の振動に次のような変化が認められる。劣化前の部材(同図**(a)**)は打撃による振動の減衰が大きく、また21Hz程度の固有周期で振動していることが分かる。劣化した試験体(同図**(b)**)は卓越周期が明確ではなく、多くの周波数の振動が重ね合わされていることが分かる。

現時点でこれらの計測で特筆すべきことは、1カ所あたり

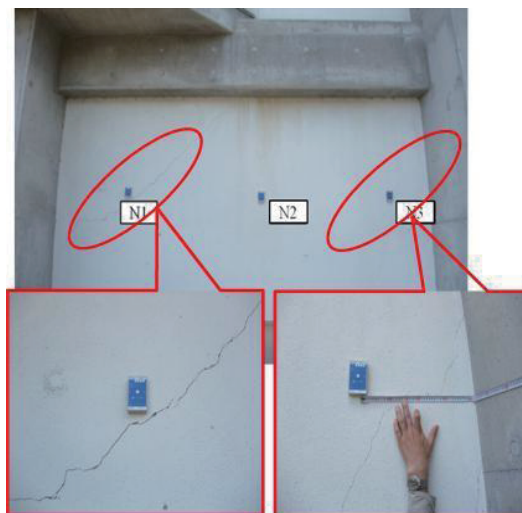
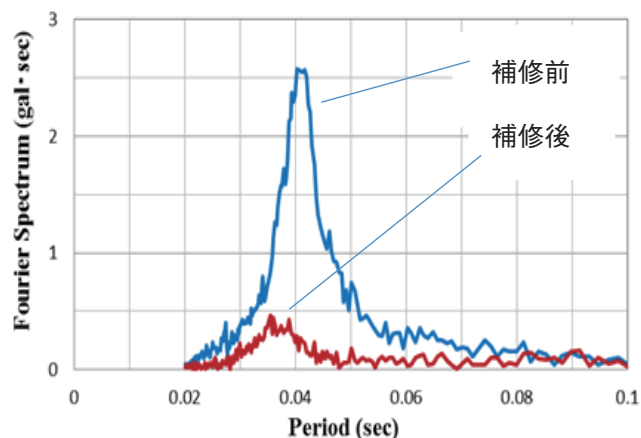
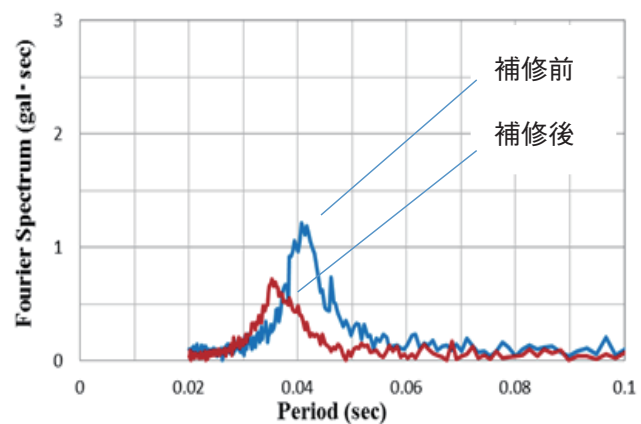


写真1 壁面のひび割れと無線センサの設置状況

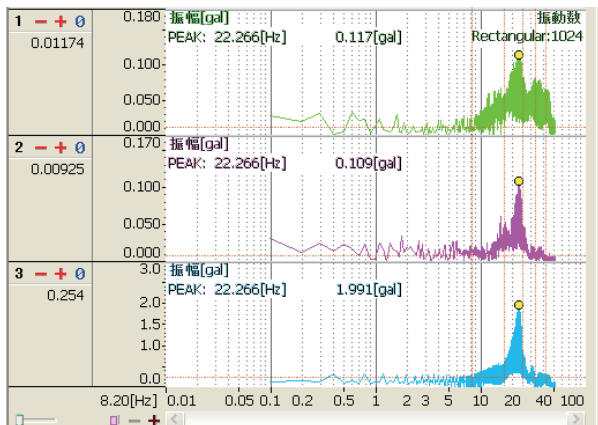


(a) ひび割れ補修工事前後のフーリエスペクトルの変化(ひび割れ幅0.5mm近傍)

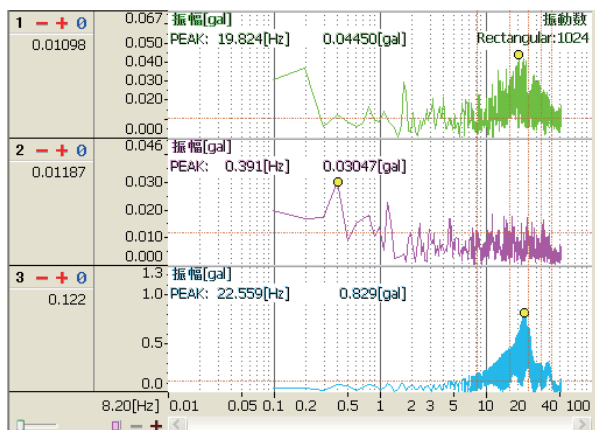


(b) ひび割れ補修工事前後のフーリエスペクトルの変化(ひび割れ幅0.2mm近傍)

図6 計測事例1(RC外壁ひび割れ補修前後の違い)



(a) 劣化前のサイディング材打診時のフーリエスペクトル



(b) 強制劣化後のサイディング材打診時のフーリエスペクトル

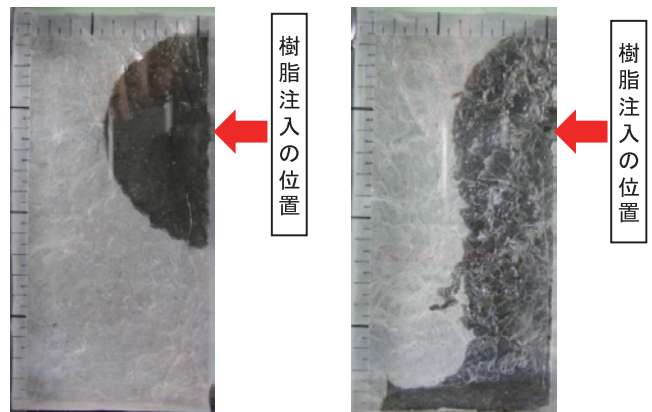
図7 計測事例2(サイディング外壁劣化前後の違い)

の設置と計測時間は数分程度であり、簡便に計測を行うことができたことである。現場適用型の簡易な試験検査技術の確立は建築物の長寿化にとって重要な課題と考えている。

## 4. 補修技術について

建築物の耐震補強技術に関しては、多くの構造分野の研究者が総力を挙げて取り組み、さまざまな補強技術が提案されている。建築材料分野における研究も、補修技術分野の研究は活性化している。筆者も紫外線硬化型FRPの活用技術やRC壁面に生じたひび割れの補修技術に関する検討を行っているが、補修工事の品質や補修の効果・持続性を検査する技術の必要性を強く感じている。

ここでは、検討事例として、補修工事品質の確保を目的と



(a) 補修材A

(b) 補修材B

写真2 ひび割れ部に補修材を注入したときの注入性状の可視実験

したひび割れ部への補修材の注入性の可視化実験を紹介する。写真2(a), (b)に低圧樹脂注入工法による補修材の注入性を可視化した実験結果を示す。3Dスキャナを活用してコンクリートひび割れ部をモルタルと透明樹脂板とで再現した試験体を複数作製して、さまざまな樹脂を注入してみた。写真はその一例であるが、充填性状や液垂れの状況の違いが明確に観察できる。同写真(a)の補修材を用いた場合、ひび割れ部を連続的に補修するためには注入間隔も明確に求めることができる。ひび割れ注入用のエポキシ樹脂に関してはJIS A 6024で品質規格が規定されているが、一方で、市販されている補修材をメーカーカタログで抽出すると、その品質が設計者や施工業者には非常に分かり難い表現で示されていると感じる。筆者はこの可視化実験に示したような、できる限り分かりやすい情報で物性を示すことが重要と考えている。

## 5. 情報管理技術について

建築物の生産過程における情報伝達・情報共有は非常に重要な事項である。そして維持保全段階では、生産情報を有効に活用できる技術の構築が重要となる。すなわち設計・施工段階で意図したことや生産情報を維持保全に必要な情報に変換して伝達することが必須であり、それらの情報を簡便に入手できることが重要となる。

近年の電子情報技術の飛躍的な進歩は、我々の日常生活を一変させた。筆者は、建築生産技術そのものは、電子情報技



術のようにドラスティックかつ華やかな技術革新を達成することのできる分野ではないと思っている。しかし、このような電子情報技術を建築生産に有効活用しない手はないと強く思っている。

筆者はその技術の一つとしてICタグを情報保管に用いるための検討を実施している。これはICタグが現場で簡単に情報を保管し、技術者同士で伝達するための技術としての可能性に着目したのが研究の発端である。

ICタグは書き込み可能なICチップと小型アンテナを内蔵したRFID (Radio Frequency IDentification : 電波を利用した非接触による自動認識技術) の一技術であり、電子タグ、RFIDタグまたはRFIDとも呼ばれる。

建築生産分野においてはICタグを活用するための研究開発が盛んに行われるようになってきた。

筆者もICタグをコンクリート中に埋め込んで、トレーサビリティ確保に活用するための基礎的な実験を行い、コンクリート中に埋め込むことを想定していない市販のICタグでも十分に情報の読み書きができることを確認した。また、ICタグを活用して、工事写真に補修の情報をデジタル化して付加するシステムを試作した。写真3はそのシステムを活用した補修工事現場での適用実験の例である。工程情報を保管したICタグを工事現場で、工事種別ごとに読み込んで、写真を撮影することにより、自動的に工事情報を写真に刻印するシステムである。工事現場では黒板写真が不要となり、写真に多くの情報を持たせることが可能となった。この例では、補修工事に日時、施工業者、補修に用いた材料・工法などの情報を写真に付加した。維持管理段階において、工事途中や品質管理段階の写真は有効な情報源である。後の維持管理において画像記録とともにこれらのデジタル情報が有効活用



写真3 ICタグより入手した工程情報と写真画像とのリンクの結果

を想定したものであるが、まだ検討の余地は残している。

建築物の維持管理情報の保管に関して、ICタグに限定せず、どのような情報技術が有効であるかは今後の検討課題と考えるが、まずは建築物の長寿命化のためにデータベースで管理すべき情報を明確に整理することが急務といえる。

## 6. 終わりに

2011年3月の東日本大震災により、我が国を取り巻く状況は一変した。建築技術者の心の中には、一人の人間としても、専門家としても、復興のために何かを行わなければならないという意志が満ち溢れている。合理的な復興を達成し、人にとって安全で長寿命の空間を確保するために、組織や分野の垣根を越えて、さまざまな技術者と連携を深め、新しい技術開発を強く推進することが重要と考える。

2013年11月、西日本試験所の新しい試験棟・設備見学会に参加した。すばらしい試験施設、すばらしい技術者を有する西日本試験所と連携し、ともに社会貢献できることに期待の胸を膨らませている次第である。

### 【参考文献】

- 1) ユビキタスセンサネットワーク技術に関する調査研究会, 「ネットワークの実現に向けて」2004.7  
[http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806\\_4\\_b2.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806_4_b2.html)
- 2) 国土交通省HP, 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会, <http://www.mlit.go.jp/tec/monitoring.html>
- 3) 小川彰一, 江里口玲, 佐藤達三, センサ機能付ICタグのコンクリートへの適用, セメントコンクリートNo.749 pp44-50, 2009.7
- 4) 倉田成人, 無線センサネットワークによるユビキタス構造モニタリング, セメントコンクリートNo.749 pp65-70, 2009.7
- 5) 大谷知樹, 重力式コンクリートダム堤体観測データ取得のための無線通信技術の適用性, セメントコンクリートNo.749 pp51-57, 2009.7
- 6) (独) 産業技術総合研究所  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2006/pr20061109/pr20061109.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2006/pr20061109/pr20061109.html)

## プロフィール

大久保 孝昭 (おおくぼ・たかあき)

広島大学大学院 工学研究院 (工学研究科建築学専攻)

教授 工学博士

専門分野：建築材料学・建築生産

最近の研究テーマ：無線センサを活用した建築物の診断技術の確立, 建築部材の最適補修工法の選定技術, 建築物の設計・施工・維持管理の高度化のためのICタグの活用技術の開発など

## 中大規模木造建築は建築分野を革新するか — CO<sub>2</sub> 排出削減と林業活性化への道筋 —

福岡大学 工学部 建築学科 教授  
稲田 達夫



### 1. はじめに

最近になって、非住宅中大規模建築（オフィスビル、大規模店舗等）の木造化が話題を集めている。その背景としては、戦後、植林された木材が資源として利用可能な時期を迎える一方、木材価格の下落等の影響により森林の手入れが十分に行き届かず、国土保全などの観点から森林の多面的機能の低下が懸念されること、および、地球温暖化対策の観点からも、植林することにより再生可能という点でエコマテリアルである木質材料を、再評価しようという機運が盛り上がっていることが上げられよう。

このような状況の下、筆者らは昨年10月、CO<sub>2</sub> 排出削減と森林資源の積極活用を旗印に、「超高層ビルに木材を使用する研究会」を立ち上げた。本論では、この研究会の設立の顛末を中心に、超高層ビルならびに環境問題について、最近の筆者の考えを述べようと思う。

### 2. 第10回日中建築構造技術交流会に参加して

#### 2.1 中国の超高層ビル事情

11月30日から12月1日の2日間、第10回日中建築構造技術交流会が南京で開催された。南京に向かう途上、乗り継ぎのため上海に立ち寄ったが、上海中心大廈（632m）が上棟を迎えた所であった。これにより上海浦東新区には、金茂大廈（420m）、上海環球金融中心大廈（492m）と並んで3棟の400m超の超高層ビルが建ち並んだことになる。

構造技術交流会でも中国側からは、上海中心大廈を始めとする400m超の超高層ビルの紹介が多数あった。上海中心大廈の場合は、建物中央にRC造のコア壁を、建物周辺にはRC造と鉄骨の混合構造である巨柱（断面積が20m<sup>2</sup>もあるという）を配置し、2重のベルトトラスとアウトリガーで、巨柱を締め付けるという構造である。その他の400m超の超高層ビルについても、いずれもが上海中心大廈と同様の構造形式で

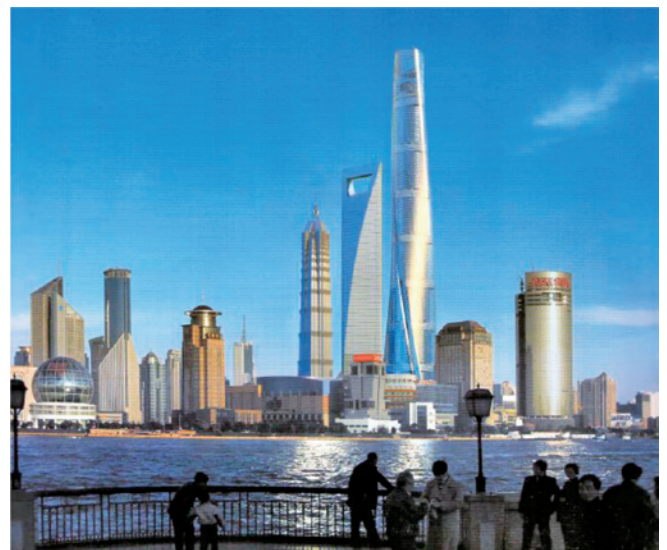


図1 上海中心大廈完成後の浦東新区の風景イメージ  
(上海中心大廈視察時にいただいたパンフレットより引用)

あったことに驚かされた。また、いずれの建物も縦横比が10対1程度のスリムな形態のため、水平力が働いた際の引き抜き力の処理をどうしているのか等、気になることがいくつかあったので、この構造形式の合理性について中国の技術者に率直に聞いてみることにした。

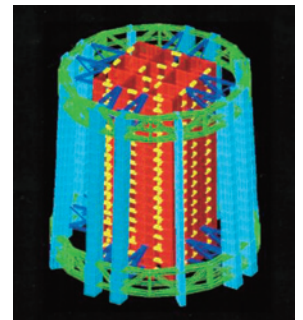


図2 上海中心大廈の主構造

応えとしては、引き抜き力の処理には大変に苦労しているということ、そのため、巨柱の中に鉄骨を組み込んでいることや、必ずしも絶対的な合理性を求めているわけではなく、むしろ主としてコストダウンのため、この構造形式を採用したとのことであった。

華麗な景観が形成されており、地域のランドマークとして永く親しまれることは間違いないと思うが、例えばどの程度の耐久性を想定しているのかなど、まだまだ聞いてみたいことはあったので、少し不完全燃焼の思いもしたのである。

## 2.2 福建土楼と超長期耐用建築

南京の会議の後、厦門に立ち寄り福建土楼を視察した。土楼は図3に示すような建築形態であり、中国福建省に数多く存在する。外壁は1m以上の厚い土壁で覆われており、円形と角形のものがある。大きさも、高さは15m程度で、直径も30m以上のものもある。土壁の内部がどのようになっているのかいろいろ想像を張り巡らして見たが、中に入ってみると、正に大規模木造建築と分かった(図4)。内部の下層には、仏教のお寺を始め、家畜舎や、土産物屋、食料品店などがあり、上層は住宅となっている。一つの村や町の多様な機能を、一つの建物に収納した形となっており、実に魅力的な空間となっている。このような建築が500～800年にわたり維持され続けてきたことに、改めて中国文明の奥の深さを感じ、敬意の念を抱いたのである。



図3 福建土楼の概観



図4 福建土楼の内観

## 3. 超高層化は環境問題克服に貢献するか

超高層ビルと歴史的建築物を視察して、環境問題とのかかわりについて少し考えるところがあったので、述べておきたい。最近、コンパクトシティという言葉をよく耳にする。都市の発展過程で、多くの住民がより良い環境を求め郊外に移動した結果、中央部が過疎と化した街(いわゆるドーナツ化現象)を、もう一度都市中央部に集積した魅力的な街区を再構築することにより、そこに人口を呼び戻そうとする試みのことである。これにより、拡大した都市面積を縮小させ、少しでも地方自治体のインフラ整備負担額を軽減しようというのが主な狙いである。当然、コンパクト化することにより、自動車交通等の移動範囲も縮小し、CO<sub>2</sub>の排出削減も期待される。表1は日本の各都市の規模別に求めたCO<sub>2</sub>排出

表1 都市の規模別に見たCO<sub>2</sub>排出量の比較

市町村		人口 (万人)	CO <sub>2</sub> 排出量		排出源構成				
			全体 (万t-CO <sub>2</sub> )	一人当たり (万t-CO <sub>2</sub> /万人)	家庭	業務	運輸	産業	その他
					一人当たり(万t-CO <sub>2</sub> /万人)				
都市中心市街地	千代田区	85.00	260.80	3.10	0.12	2.30	0.58	0.07	0.00
大都市圏	北九州市	98.50	1,560.00	16.00	1.12	1.22	1.46	10.45	1.58
	福岡市	146.80	649.30	4.42	1.15	1.42	1.37	0.31	0.18
	神戸市	154.20	1,036.00	6.72	2.80	1.17	1.28	1.02	0.17
地方中心都市	富山市	41.70	416.00	9.98	1.52	1.18	2.61	4.65	0.00
	豊田市	42.10	584.00	13.87	1.33	1.42	2.20	8.54	0.38
	つくば市	21.70	151.20	6.97	0.88	2.69	1.41	1.86	0.13
小規模都市	下川市	0.42	5.59	13.31	2.62	2.86	2.62	4.76	0.45
	西栗倉町	0.20	1.30	6.50	2.00	1.50	0.50	3.00	0.00

量を比較したものである。大都市圏が中小都市あるいは山間地に比べ、単位当たりのCO<sub>2</sub>排出量が少ないのが見てとれるであろう。

超高層ビル建設が都市のコンパクト化のために有効なことは明らかなが、超高層建物が建設時に通常の建物に比べ多くのCO<sub>2</sub>排出を伴うことを考えれば、省CO<sub>2</sub>型のビル建設と超長期耐用型の建築計画が不可欠である。また、福建土楼に見るような魅力的な街造りも考えていかねばならないと思っただ次第である。

## 4. 超長期耐用型ビルの要件

気候変動の問題が深刻化する中、建設段階で多くのCO<sub>2</sub>排出を伴う建築の長寿命化は重要な課題である。中でも、超高層ビルのような大量の建設資材の使用を伴う建築にあつては、特にその点について配慮が行われなければならない。前節でも述べたように、超高層ビルそのものは、大規模化のスケールメリットに伴う運用段階の省エネ効果や、輸送エネルギーの削減などにより、環境問題の克服に対する貢献は大いに期待できるはずである。ただし、それは建物が超長期耐用仕様になっていることが前提となる。超長期耐用ビルの要件を列記してみると、次の通りとなる。

- ① 建物が地域住民にとって魅力的存在であること。特に高齢者や子供など、弱者に対する配慮は不可欠である。
- ② 将来の用途や機能の変化に対し柔軟に対応可能な可変性を持っていること。
- ③ 永年にわたり継続して行かなければならない、ビルの維持管理に対しても対応が容易であること
- ④ 永い再現期間を想定した大災害等に対しても、十分な安全性を有すること

本論では以上の観点から、超高層ビルの床木造化が、超長期耐用型ビル実現のためにいかに貢献可能かを考察する。

## 5. 超高層ビルに木材を使用する研究会

### 5.1 研究会設立の目的

我国の木質構造建物の新築着工床面積は、総着工床面積の約35%を占めるが、その多くは低層の戸建て住宅であり、今日の少子化の状況等を考えると、今後戸建て住宅の需要が

大幅に増加することは見込めない。従って、国産木材の利用促進を低層戸建て住宅市場に求めるためには、床面積の増加ではなく、外材を国産材に置き換えることが、現実的な対応となるが、実はそれはあまり得策とはいえない。なぜならば、地球温暖化問題が、全地球規模の問題であることを考えると、外材を国産材に置き換えるだけでは、本質的な問題の解決にはならないと思われるからである。

我が国の国産木材の利用促進を図るためには、国内に新たな木材市場を開拓することが必要である。近年北米および北欧、スイス、北イタリアなどの先進諸国を中心に、中大規模木造建築の増加傾向が見られる。その多くは、クロスラミナティンバーやツーバイフォー等の壁式工法であるが、木材が地球環境にも優しい高級な建築構造材料として、見直されていることが背景にあると思われる。建設段階の構造資材製造時に排出されるCO<sub>2</sub>量が無視できない量であることを考慮すると、植林により再生可能な木材の新たな市場の開拓を図ることは有意義なことと思われる。以上により、従来我が国では木材の積極的利用が行われることのなかった比住宅の超高層ビル等への木質材料の使用促進を進めることを目的として、本研究会の設立を提案した。

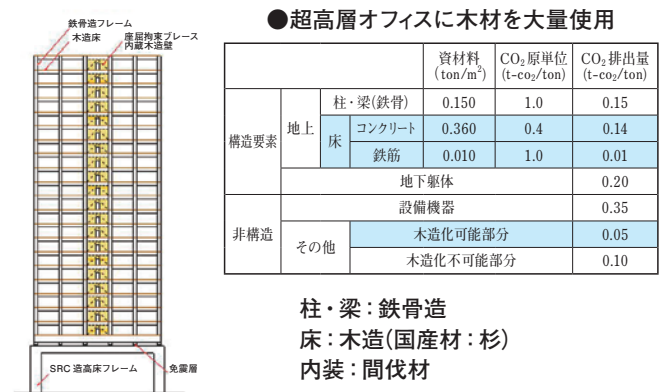


図5 研究会が提案する超高層ビルのイメージ

### 5.2 超高層ビル等で木材を大量に使用することの意義

超高層ビルに木床・木壁・木天井など、木質材料を大量に使用することの意義は次の通りである。

#### 1) 建物の軽量化

- ・耐震性の確保を考える場合、建物の軽量化は、極めて有効な方法の一つである。例えば、地上部の床をすべて木質化すれば、積載荷重を含めて約2割の建物重量の削減となる。

・超高層ビルを考える場合、当該敷地で想定される地震動の卓越周期と建物の固有周期が合致することは、共振現象を引き起こし、耐震性の観点からは大きな脅威となる。この現象を回避する方法は、従来は建物の剛性を調整するしか方法がなかったが、木質材料を大量に使用して軽量化を図ることにより、その調整の幅を大幅に広げることが可能となる。試みに30階建の建物について、1次固有周期の調整幅の度合いを見てみると、概ね0.5秒から1秒程度の固有周期の短縮が可能であることが見てとれる(図6参照)。

レベル	地震波	PGA (Gal)	PGV (kine)	位相	再現期間	地震像	備考	
稀	レベル1	告示波	63.6	9	ランダム	50年	プレート型大地震	基準法レベル
		既存観測波 (EL CENTRO 等)	250	24				過去の建物との比較用
極稀	レベル2	告示波	318	43	ランダム	500年	プレート型大地震	基準法レベル
		既存観測波 (EL CENTRO 等)	500	49				過去の建物との比較用
	レベル3	告示波	609	98	JMA-KOBE	1000年	直下型地震	
	レベル4	告示波	658	104	JMA-KOBE	2000年		長周期地震
	告示波	639	107	ランダム				

建物竣工後も柔軟に対応が可能となる。図7にテナントニーズに従って、床を取り除いたオフィスの模型の一例を示す。将来にわたっての、建物の用途・機能の変更等に柔軟に対応するためには、このような自由度を確保することは重要と思われる。



図7 建築計画上の自由度の拡大

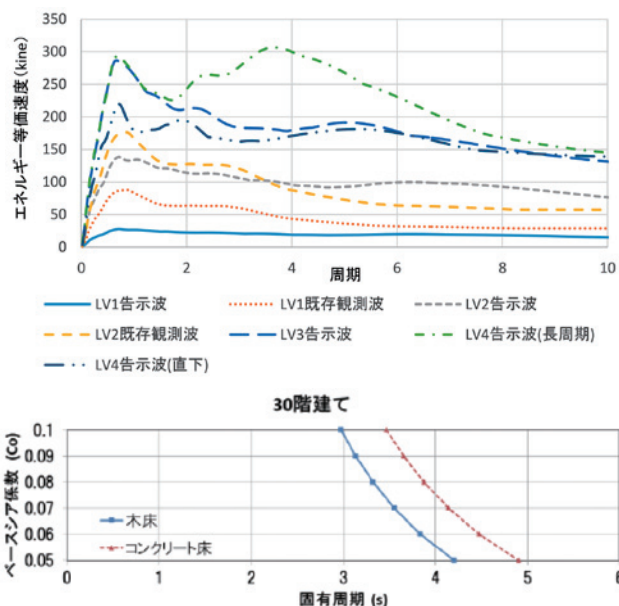


図6 長周期地震を想定した場合の固有周期調整の可能性

## 2) 建築計画上の自由度の拡大

・超高層オフィスビルでは、従来より上下隣接する2層のフロアを階段でつなぎたい等のテナントニーズが潜在的に存在したが、床がコンクリートでは、そのような要求に対し応えることはほとんど不可能であった。床を木造とすることにより、そのようなテナントニーズに対しても、

## 3) 環境価値の創出

・床、壁は建物の中でも最も多くのコンクリート材料を使用する部位である。コンクリートはその製造段階において、CO<sub>2</sub>排出が極めて多いことが知られるが、その床・壁のコンクリートを木材に置き換えることは、大量のCO<sub>2</sub>排出削減につながる。標準的なオフィスビルで床木造化によるCO<sub>2</sub>排出削減効果を見てみると、建設時に排出されるCO<sub>2</sub>量が約20%削減されることになる。これが、環境価値として制度的にも評価されるようになれば、結果としては、ビル事業者等に対しても、大きな環境価値をもたらす可能性がある。

## 4) 製品化の容易さ

・木床の製品化を考える場合、オフィスビルの床は、デスクプレート、エレベータ等の納まりの関係から、モジュールが3~4mと寸法の統一化が図られており、製品化を進めることは比較的容易である。

## 5) 森林資源の有効活用

・従来ほとんど使用されることのなかった非住宅大規模建物の床・壁・天井等に、木材の大量使用を進めることは、森林資源の新しい市場分野の開拓の観点からも極めて有意義である。試算によれば、1年間に建設される非住宅建築のすべての床を木材に置き換えれば、年間で約1,000万m<sup>3</sup>の丸太の需要拡大につながる。

## 6) 地球環境問題への貢献

- ・植林することにより、比較的短期間で再生可能という意味で、環境共生材料である木材の大量使用を進めることは、地球環境問題、とりわけ気候変動問題への対策としても、有効である。

## 5.3 超高層ビルで木材を大量使用することの問題点

### 1) 防耐火の問題

- ・想定する木床の厚さは、120mmから210mm程度と十分な厚みがあり、また必要に応じて耐火被覆を行うことを想定すれば、1から2時間程度の耐火性能は十分確保は可能と思われる。2014年度、耐火性能の確認実験を行うことを予定している。

### 2) 遮音性能について

- ・住宅とは異なり、オフィスについては重量衝撃音等に対する要求は、それほど厳しいものではなく、十分対応可能であると考えている。

### 3) 構造性能について

- ・木床の構造性能については、柱梁とは異なり弾性論の範囲で解決可能なことから、比較的容易に対応可能と考えている。なお、剛床の確保、鉄骨梁との接合方法等まだまだ課題は存在するが、それについては現状における検討状況を次章で述べる。

### 4) その他

- ・防水、電磁遮蔽、防腐・防蟻処理など、解決しなければならない問題は多々ある。また経済性、建築としての効率性を考えれば、床厚をいかに薄くするかは、重要な課題と思われる。コンクリート床を木床とした場合、建設コストにどのような影響があるかは、重要な問題である。そのようなさまざまな問題についても次章で現在の検討状況を述べることにする。

## 6. 想定される木床の具体像

現在、私の研究室で製品化を検討している木床は、**図8**のようなイメージのものである。

- ①防水仕様：工事中、あるいは竣工後の日常的な水に関する事故等を想定すると、防水の問題はある程度考えておかなければならないことは明らかである。特に工事中を想定した撥

	Aグレード	Bグレード	Cグレード
防水仕様	シート防水(上面)	撥水处理(上面)	対応なし
耐火仕様	珪酸カルシウム板貼付(下面)	石膏ボード貼付(下面)	対応なし
電磁遮蔽	電磁シールドフィルム等貼付	鉄筋による効果を期待	対応なし
表面材	合板		対応なし
構造材	CLT(140mm厚)	乾燥材(105mm+35mm)	生材(105mm角2段)
配筋	D13@100ダブル	D13@200シングル	配筋なし
防腐・防藻	ホウ酸処理		対応なし

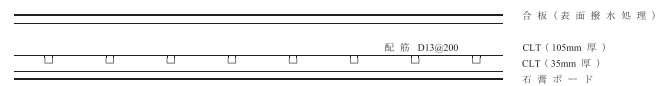
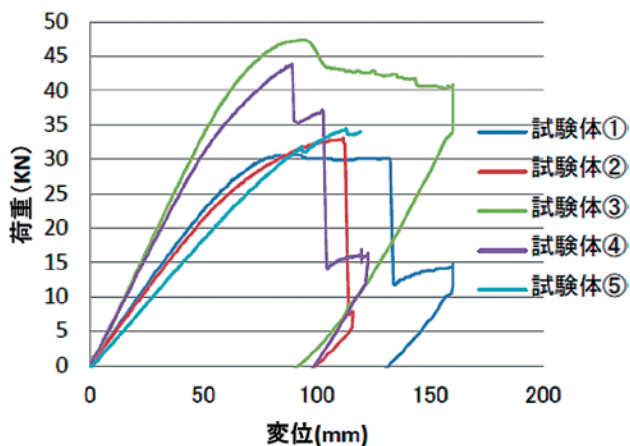


図8 木造床の製品化のイメージ

水处理の有効性の確認については、2014年度実験等を行いたいと考えている。

- ②耐火仕様：防耐火の問題については前節でも述べたように、2014年度、耐火被覆材の有効性を含め、性能確認実験を行うことを計画している。
- ③電磁遮蔽：電磁遮蔽については、木床に配筋を施すことにより、ある程度の効果が得られないか、実験等で性能を確認したいと考えている。
- ④構造材：木床を構成する床材としては、XY両方向に剛性を有する点で優れていることから、CLT(クロスラミナティンバー)が最も有力と考えている。ただし、CLTの普及は未だ不十分であることを考えると、当面は角材を組み合わせた集成材の採用も検討する。
- ⑤配筋の有無：集成材に配筋を施すことは比較的容易なことから、床厚を薄くすることを目的として、木床に配筋を施すことも視野に入れる。2013年度行った実験で、配筋の有効性が示されている(図9参照)。
- ⑥その他：床とS造梁の接続方法、床と床の接続方法を**図10**、**図11**に示す。



試験体	せい	鉄筋	配筋方法	規格	幅	材長
1	120	D13@100	シングル	SD295	315	3200
2		D13@200				
3	135	D25@200	ダブル	なし	なし	なし
4	120	D13@100				
5		なし	なし			

図9 木床に対する配筋の有効性についての実験

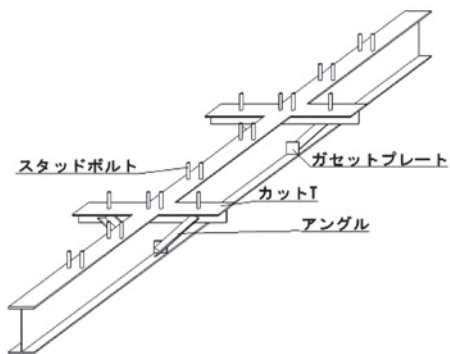
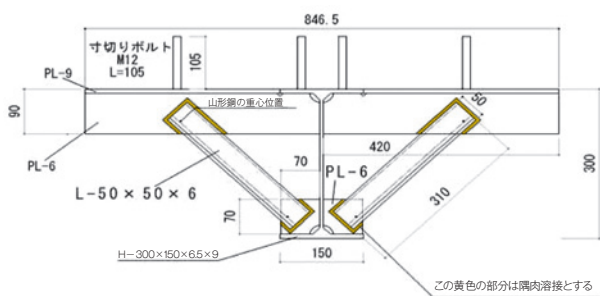


図10 木床と鉄骨梁の接合方法の想定

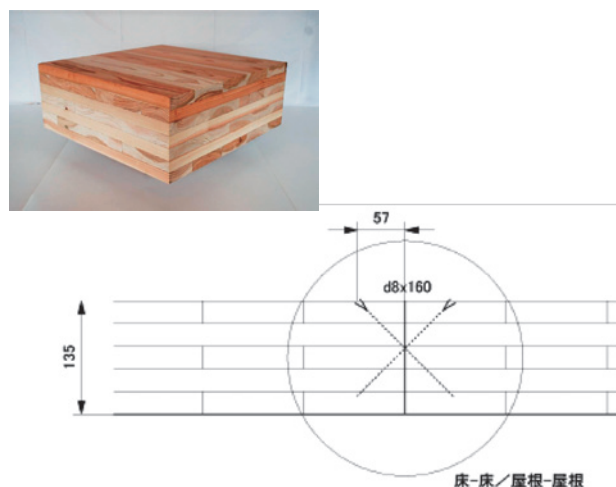


図11 CLT床の接合方法の想定

## 7. 研究会の設置の意義

以上より、超高層ビルにおいて木材の大量使用を進めることは、地球環境保全、林業活性化等の観点からも、極めて有益であることは明らかである。しかし、その普及を迅速に進めるためには、建築生産に携わるさまざまな人々の間で、その有益性と課題についての共通認識を得ることが不可欠である。そのためには、広く社会から賛同者を募り、幅広い関係者間の連携を図ることが不可欠である。そのような、目標達成に向けての活動を一丸となって進める体制づくりを行う主旨から、本研究会の立ち上げを提案した次第である。

### 【参考文献】

- 1) 超高層ビルに木材を使用する研究会 設立総会ならびに記念講演会資料, 2013.10
- 2) 稲田達夫, 建築分野における木材活用のシナリオ 新築着工木造率70%・木材自給率40%を目指して, 木材工業, vol.66, 2011年, No.12, 日本木材加工技術協会

### プロフィール

稲田 達夫 (い나다・たつお)

福岡大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

専門分野：鋼構造, 木質構造, 地球環境問題, 地球温暖化, 構造設計学

最近の研究テーマ：非住宅中大規模柱梁S造床木造建築システムの開発, 大梁の開口補強工法の開発, ステンレス鋼を利用した超高性能制震装置の開発

## 既存鉄筋コンクリート造建物の 枠付鉄骨ブレース耐震補強工法について

山口大学大学院 理工学研究科 教授  
稲井 栄一



### 1. はじめに

既存鉄筋コンクリート造建物の耐震補強においては、枠付鉄骨ブレース耐震補強工法が広く用いられている。一般に枠付鉄骨ブレースを鉄筋コンクリート造既存躯体に取り付ける場合、柱梁躯体内面全周にドリルで孔をあけ、あと施工アンカー筋を配置し、間接接合により接合する。また、通常、補強架構はブレース降伏型の破壊形式を想定して設計がなされている。

本稿では、枠付鉄骨ブレース耐震補強工法におけるあと施工アンカー筋の役割、および、枠付鉄骨ブレースを設置した補強架構の破壊性状について、筆者等が実施した構造実験の結果を報告し、枠付鉄骨ブレース耐震補強工法におけるあと施工アンカー筋の合理的な設計方法を紹介する。

### 2. あと施工アンカーを部分的に集中して配置する枠付鉄骨ブレース耐震補強工法

図1に示すように、本補強工法は、柱梁内面全周にあと施工アンカー筋を設置するのではなく、鉄骨ブレースと枠材の交差部等に部分的にあと施工アンカー筋を配置し、あと施工アンカー筋周囲および鉄骨枠と既存躯体との間に、40N/mm<sup>2</sup>級の有機繊維混入のポリマーセメントモルタルを充填して一体化を図ったものである。アンカー筋は、フランジを一部切断した鉄骨枠のウェブを挟み込んで配置（ウェブの手前アンカー筋は長ナット継手式）され、スチフナーとウェブで囲まれたモルタルブロック内に定着されている。

### 3. 試験体の加力実験

#### 3.1 試験体

試験体の実験変数を表1に、試験体の形状を図2に、使用鋼材の試験結果を表2に示す。試験体は5階建て程度の学校

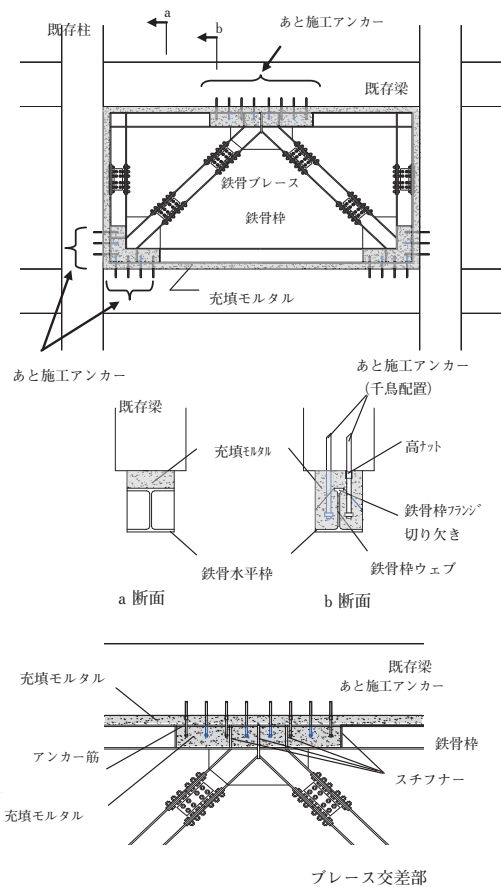


図1 補強工法の詳細

建物を想定した1/2.5縮尺の1層1スパンのRC造フレームを枠付鉄骨ブレース（H-100x100x3.2x4.5）で補強した縮小試験体5体である。

全試験体とも、柱・梁の断面、配筋および鉄骨ブレースの仕様は同じであり、主として水平接合部のアンカー筋の本数を実験変数としている。PA1～PA4試験体は、柱のせん断破壊（F=1.0相当）を想定した断面およびコンクリート強度（12.6～14.1N/mm<sup>2</sup>）とし、補強後の破壊形式は、引張側柱の柱頭部のパンチングシア破壊を伴う鉄骨水平枠-RC梁間の接合部破壊を想定した。PA5試験体はコンクリートの圧



表1 試験体の実験変数

試験体	水平接合面		コンクリート圧縮強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )
	アンカー筋(アンカー筋比)	スタッド	
PA1	—	—	12.6
PA2	8-D10 (0.29%)	—	13.6
PA3	8-D10 (0.29%)	2-6φ@120	12.8
PA4	16-D10 (0.58%)	2-6φ@60	14.1
PA5	18-D10 (0.65%)	—	39.9

表2 使用鋼材の試験結果

種類	部位	仕様	降伏点強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
鉄筋	主筋	D13 (SD295)	393.6	557.9
	せん断補強筋	D4 (SD295)	411.0	575.0
	アンカー筋	D10 (SD295)	357.0	502.0
鉄骨	フランジ	t4.5 (SS400)	339.0	428.0
	ウェブ	t3.2 (SS400)	373.0	446.0

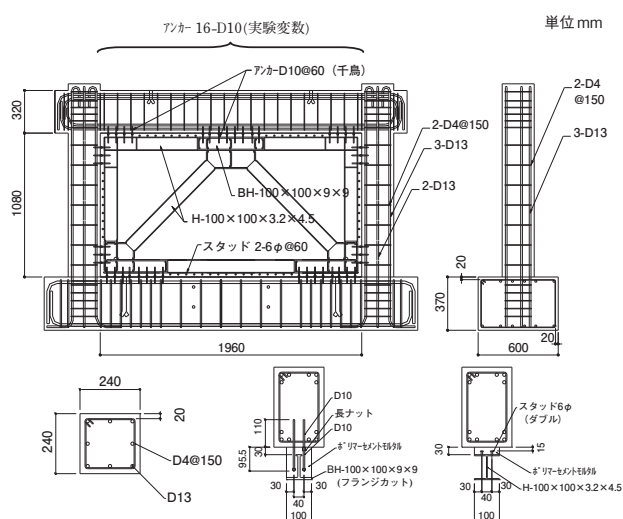


図2 試験体形状(例: PA4 試験体)

縮強度を40N/mm<sup>2</sup>級とし、アンカー筋を増やすことにより、鉄骨ブレース降伏型の破壊形式を想定している。表1に示すように、PA1試験体はアンカー筋のない試験体で、PA2～PA5試験体の順にアンカー筋の量を増やしている。なお、PA3およびPA4試験体においては、図2に示すように、アンカー筋を設置していない部分の鉄骨柱にスタッドを取り付けているが、後述のように、この効果はほとんど観られなかった。また、PA4およびPA5試験体では、アンカー筋量を増やすために、上側の水平鉄骨柱の角部においても、アンカー筋を設置している。

### 3.2 加力方法

図3に加力装置を示す。加力は柱に長期軸力を想定した一定の圧縮軸力(想定建物のコンクリート強度18N/mm<sup>2</sup>の1/6の軸応力度)を載荷した状態で、正負交番の繰返し水平力(正加力は押し荷重、負加力はPC鋼棒を介した引き荷重)を上梁端に載荷した。制御は層間変形角R(=δ/h δ:梁

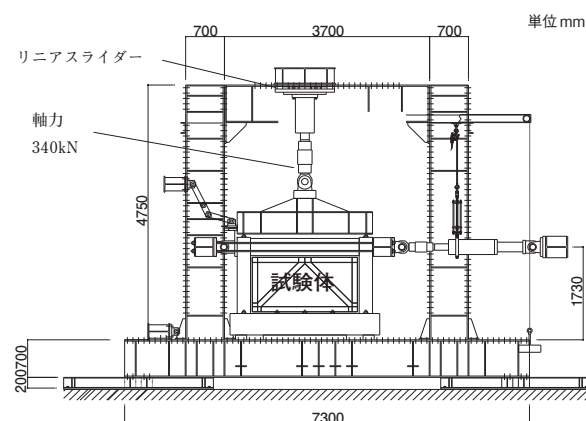


図3 加力装置

せい中心での水平変位, h: スタブ上面から上梁上面までの高さ)による変位制御とした。

加力スケジュールは靱性指標F値との対応を考慮し、R=±0.00125rad.を1サイクル、R=±0.002rad. (F=0.8), R=±0.004rad. (F=1.0), R=±0.0067rad. (F=1.27), R=±0.01rad. (F=1.75), R=±0.015rad. (F=2.24)をおのおの2サイクル繰り返した後、R=±0.02rad. (F=2.59)まで強制的に変形させた。

### 3.3 破壊経過

図4に各試験体のR=0.01rad.時のひび割れ状況を示す。また、図5に各試験体の水平力Q-層間変形角R関係を示す。想定通り、PA1～PA4試験体では引張側柱頭部のパンチングシア破壊を伴った接合部破壊と圧縮側柱のせん断破壊が生じ、PA5試験体では鉄骨ブレースに降伏と座屈が生じる結果となった。各試験体の破壊経過は次のとおりである。

アンカー筋のないPA1試験体では、R=0.00125rad.で引張側柱脚部に曲げひび割れ、R=0.004rad.で引張側柱頭部に水平のひび割れが生じた後、R=0.0067rad.で引張側柱頭部にパ

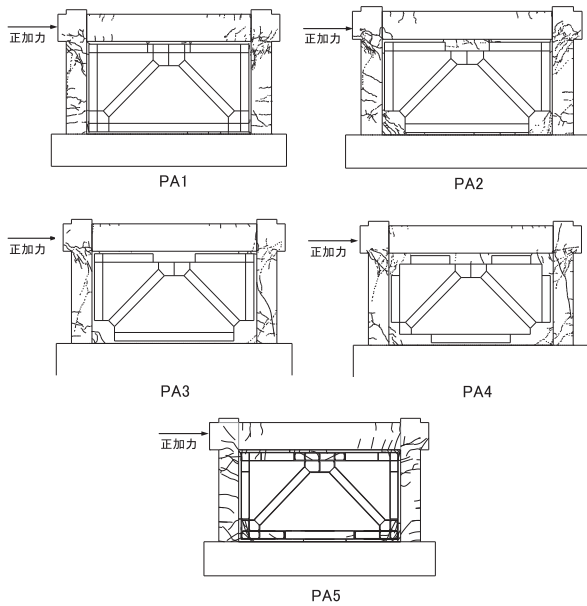


図4 ひび割れ状況( $R=0.01\text{rad}$ .時)

パンチングシア状のせん断ひび割れが生じた。その後、 $R=0.01\text{rad}$ .のサイクルでパンチングシア状のせん断ひび割れが拡大し水平耐力が低下した。

水平接合面にアンカー筋を8本配置したPA2試験体では、 $R=0.00125\text{rad}$ .で引張側柱脚部に曲げひび割れ、 $R=0.002\text{rad}$ .で曲げひび割れの進展および引張側ブレース脚部接合部のモルタルに斜めひび割れが生じた後、 $R=0.004\text{rad}$ .で引張側柱頭部に水平のひび割れが生じた。 $R=0.0067\text{rad}$ .で引張側柱頭部にパンチングシア状のせん断ひび割れが生じ、 $R=0.01\text{rad}$ .のサイクルでパンチングシア状のせん断ひび割れの進展により水平耐力が低下した。耐力低下後、ブレース中央交差接合部のモルタルに水平方向のひび割れが生じた。

水平接合面にアンカー筋を8本配置するとともに、鉄骨棒にスタッドを設置したPA3試験体は、概ねPA2試験体と同様な水平力 $Q$  - 層間変形角 $R$ 関係を示し、破壊経過も同様であった。スタッドの効果はほとんど観られなかった。

水平接合面にアンカー筋を16本配置したPA4試験体では、 $R=0.00125\text{rad}$ .で引張側柱脚部に曲げひび割れ、 $R=0.002\text{rad}$ .で鉄骨棒上角のアンカー接合部のモルタルにひび割れが生じた後、 $R=0.004\text{rad}$ .で引張側柱頭部に水平のひび割れ、脚部に曲げせん断ひび割れおよび引張側ブレース脚部接合部のモルタルに斜めひび割れが生じた。 $R=0.0067\text{rad}$ .で引張側柱頭部と脚部にせん断ひび割れが生じた後、

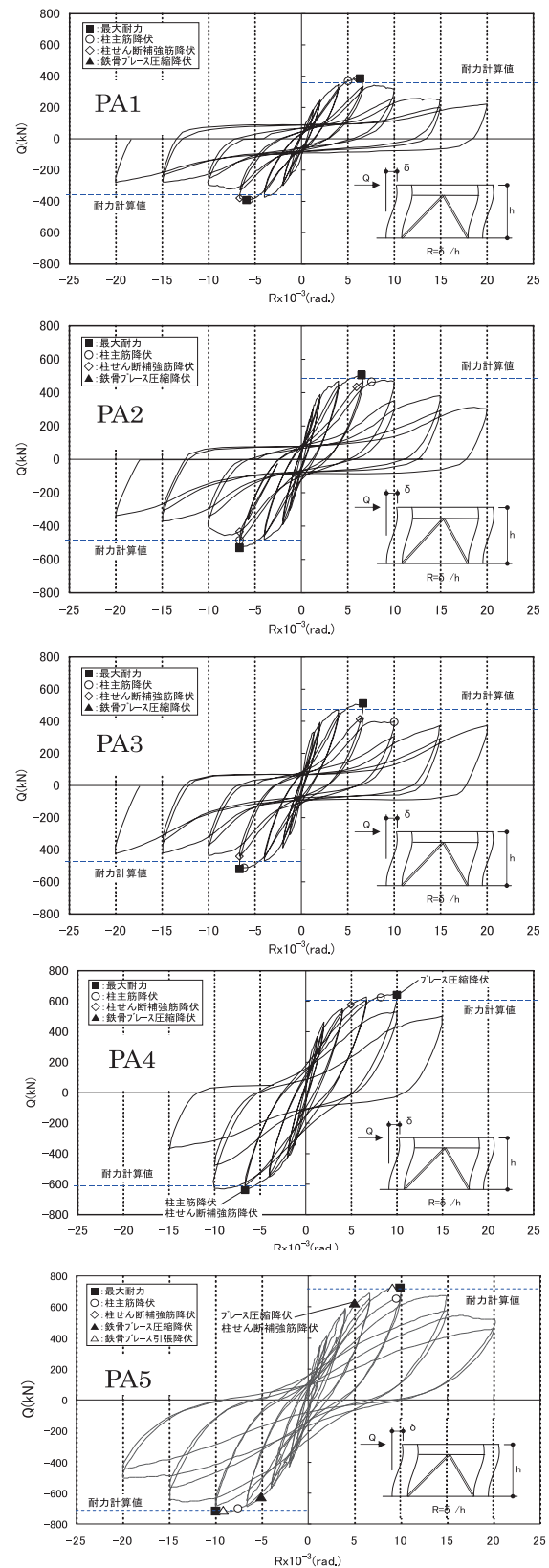


図5 水平力 $Q$  - 層間変形角 $R$ 関係

R=0.01rad.で、ブレースの圧縮降伏が生じたものの、柱頭のパンチングシア状のせん断ひび割れが進展・拡大し、繰り返しのサイクルで水平耐力が低下した。

PA5試験体は、R=0.00125rad.で引張側柱に曲げひび割れ、R=0.002rad.で鉄骨柱上角のアンカー接合部のモルタルにひび割れが生じ、R=0.004rad.で引張側柱頭部に水平のひび割れ、脚部に曲げせん断ひび割れおよび引張側ブレース脚部接合部のモルタルに斜めひび割れが生じた。R=0.0067rad.で圧縮ブレースの降伏、R=0.01rad.で引張ブレースの降伏および圧縮ブレースの座屈が生じた後、R=0.015rad.の繰り返しサイクル時に圧縮ブレースの面外座屈が進行し、水平耐力が徐々に低下した。

なお、PA1～PA4試験体ではR=0.0067rad.まで、PA5試験体ではR=0.01rad.までアンカー筋接合部（鉄骨ブレースの中央交点と鉄骨柱の四隅）に顕著な損傷は観られなかった。

#### 4. アンカー筋量と破壊形式

実験結果より、アンカー筋がない場合またはアンカー筋が少ない場合は、引張側柱頭のパンチングシア破壊を伴う水平接合部破壊型となり、アンカー筋を増やすと水平接合部の耐力が増大し、補強架構の水平耐力が増大するとともに、破壊形式がブレース降伏型に移行することが分かる。また、水平耐力が最大耐力の80%を維持できる層間変形角を限界変形角 $R_u$ と考えると、PA1、PA2およびPA3試験体では $R_u=0.0067rad.$ 、PA4試験体では $R_u=0.0067rad. \sim R=0.01rad.$ 、PA5試験体では $R_u=0.01rad. \sim 0.015rad.$ が限界変形角となる。アンカー筋を増やすと破壊形式が移行することにより、限界変形角も増大するが、水平接合部破壊型の場合でも $R_u=0.0067rad.$ は確保できている。

軸力支持能力については、R=0.02rad.まで強制変形させたが、すべての試験体で鉛直荷重支持能力の喪失は生じていない。

#### 5. 補強架構の水平耐力の評価

補強架構の水平耐力の評価は、鉄骨ブレース降伏型の場合は(1)式、水平接合部破壊型の場合は(2)式を用いて検討した。(1)式は、ブレース自体の圧縮耐力と引張耐力の水平成分に引張柱と圧縮柱の耐力を累加する形となっており、文

献<sup>1)</sup>に記載の式を用いている。

(2)式は、図6に示すように、水平接合部の抵抗要素として、引張側柱頭部のパンチングシア耐力 $pQ_c$ に、アンカー筋のせん断耐力 $aQ_j$ 、引張柱側の鉄骨縦枠の軸方向力により生じる上梁境界面での摩擦抵抗 $fQ_j$ 、および、圧縮側柱の水平耐力 $Q_{c2}$ を累加する形としている。

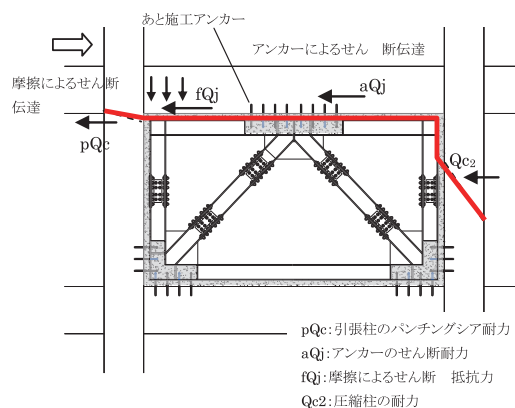


図6 水平接合部の抵抗要素

$$cQ_{su1} = sQ_u + Q_{c1} + Q_{c2} \quad (1)$$

$cQ_{su1}$  : 鉄骨ブレース降伏型の補強架構の水平耐力 (kN)

$sQ_u$  : 鉄骨ブレースの終局耐力 (kN)

$$sQ_u = (N_c + N_0) \cdot \cos \theta$$

$$N_c = f_{cr} \cdot A_B$$

$$f_{cr} = [1 - 0.4 \cdot (\lambda / \Lambda)^2] \cdot F$$

$\Lambda$  : 限界細長比     $\lambda$  : 有効細長比

$F$  : 降伏強度

$A_B$  : ブレースの断面積

$$N_0 = F \cdot A_B$$

$\theta$  : ブレースと水平材との角度

$Q_{c1}$  : 引張側柱の終局耐力 (kN)<sup>1)</sup>

$Q_{c2}$  : 圧縮側柱の終局耐力 (kN)<sup>1)</sup>

$$cQ_{su2} = pQ_c + aQ_j + fQ_j + Q_{c2} \quad (2)$$

$cQ_{su2}$  : 水平接合部破壊型の補強架構の水平耐力 (kN)

$pQ_c$  : 引張側柱のパンチングシア耐力<sup>1)</sup> (kN)

$$pQ_c = k_{min} \cdot \tau_0 \cdot be \cdot Dc$$

$$k_{min} = 0.34 / (0.52 + a/Dc)$$

$a$  : 鉄骨水平材芯から上梁下端までの鉛直距離

$$\tau_0 = 0.98 + 0.1\sigma_B + 0.85\sigma \quad 0 \leq \sigma \leq 0.33\sigma_B - 2.75$$

$$\tau_0 = 0.22\sigma_B + 0.49\sigma \quad 0.33\sigma_B - 2.75 < \sigma \leq 0.66\sigma_B$$

$$\sigma = P_g \cdot \sigma_y + \sigma_0$$

$be$  : パンチングシアを受ける柱の有効幅

$Dc$  : パンチングシアを受ける柱のせい

- ${}_aQ_j$  : アンカー筋のせん断耐力 (kN)  
 ${}_aQ_j = n \cdot \Delta_a Q_j$   
 $\Delta_a Q_j = \min(Q_{a1}, Q_{a2})$   
 $Q_{a1} = 0.7 \phi \cdot \sigma_{ay} \cdot s_a e$   
 $Q_{a2} = 0.4 \sqrt{Ec \cdot \sigma_B} \cdot s_a e$   
 $s_a e$  : アンカー筋の断面積  
 $\sigma_{ay}$  : アンカー筋の降伏点強度  
 $\phi$  : 高ナット継ぎ手による低減係数 = 0.9  
 $n$  : 水平接合面に設置されたアンカーの本数
- ${}_fQ_j$  : 摩擦による水平抵抗力 (kN)  
 ${}_fQ_j = \mu \cdot sN$   
 $sN = \min[(pQc + {}_aQ_j) \cdot H_0/L_0 - {}_T aQ_j, pQg, N_0 \cdot \sin \theta]$   
 $H_0$  : 鉄骨柱の鉄骨梁芯間高さ (m)  
 $L_0$  : 鉄骨梁の鉄骨梁芯間高さ (m)  
 ${}_T aQ_j$  : ブレース脚部アンカーの鉛直方向引張抵抗力  
 $pQg$  : 梁端のパンチングシア耐力  
 $\mu = 0.5$  : 摩擦係数

表3に各試験体の水平耐力の実験値 $eQu$ と計算値 $cQu$ の比較を示す。表中、 $cQsu_1$ の行の $cQu$ はブレース降伏型の補強架構の水平耐力計算値で(1)式によるものである。また、 $cQsu_2$ の行の $cQu$ は水平接合部破壊型の補強架構の水平耐力計算値で(2)式によるものである。

水平接合部が破壊したPA1～PA4試験体の( $eQu/cQsu_2$ )の値は1.11～1.26で、計算値は実験値を安全側に良好に評価している。また、( $eQu/cQsu_1$ )の値は0.53～0.95であり、破壊形式の判定に用いることもできる。ブレースが

表3 水平耐力の実験値と計算値の比較

試験体	実験値 $eQu$ (kN)	計算値 $cQu$ (kN)								$eQu$ $cQu$
		耐力種別	$pQc$	${}_fQ_j$	$Q_{c1}$	$Q_{c2}$	${}_aQ_j$	$sQu$	$cQu$	
PA1	354.7	$cQsu_1$	—	—	55	60.6	—	555.2	670.8	0.53
		$cQsu_2$	190.9	48.8	—	60.6	0	—	300.3	1.18
PA2	505.2	$cQsu_1$	—	—	55.7	61.4	—	555.2	672.3	0.75
		$cQsu_2$	206	43.5	—	61.4	114.8	—	425.7	1.19
PA3	511.7	$cQsu_1$	—	—	55.1	60.8	—	555.2	671.1	0.76
		$cQsu_2$	193.9	40.1	—	60.8	110.2	—	405.0	1.26
PA4	638.7	$cQsu_1$	—	—	56.1	61.9	—	555.2	673.2	0.95
		$cQsu_2$	213.6	67.7	—	61.9	234.6	—	577.8	1.11
PA5	715.7	$cQsu_1$	—	—	76.3	84.0	—	555.2	715.5	1.00
		$cQsu_2$	306.8	99.1	—	84.0	263.9	—	753.8	0.95

降伏したPA5試験体の( $eQu/cQsu_1$ )の値は1.00、( $eQu/cQsu_2$ )の値は0.95であり、こちらも破壊形式の判別を含めて良好に対応する結果となった。これらより、本補強工法の鉄骨ブレース降伏型の水平耐力は(1)式で、水平接合部破壊型の水平耐力は(2)式で評価可能と考えられる。

なお、(2)式中の摩擦による水平抵抗力に関しては、検証した試験体の数も少なく、摩擦係数の値を含めて今後さらに検討を進める必要がある。

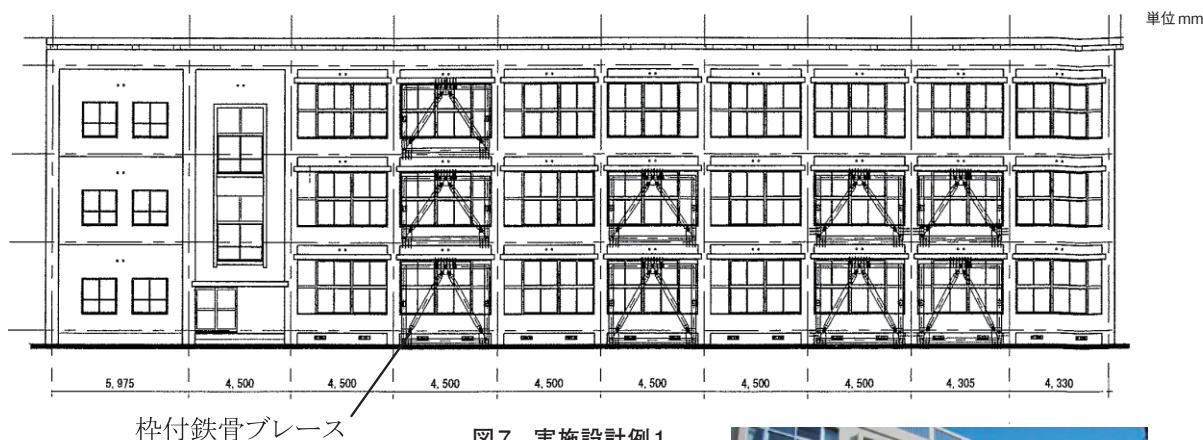
## 6. 実験結果のまとめ

ブレース交差部および鉄骨柱角部にアンカーを部分的に集中して配置する形式の枠付鉄骨ブレース補強架構の水平加力実験により得られた知見は、次の通りである。

- ・水平接合部のアンカー筋量を増やすと接合部耐力が向上し、水平接合部破壊型から鉄骨ブレース降伏型に破壊形式が移行する。
- ・アンカー筋がない場合およびアンカー筋量が少ない場合の水平接合部破壊型試験体の限界変形角は $Ru=0.0067rad$ 。(靱性指標F値換算で1.27)程度であり、補強架構の水平耐力は(2)式で安全側に評価できる。
- ・アンカー筋量を増やした鉄骨ブレース降伏型の試験体の限界変形角は $Ru=0.01 \sim 0.015rad$ 。(F値換算で2.0)程度であり、水平耐力は(1)式で評価できる。
- ・水平接合部が破壊した試験体および鉄骨ブレースが座屈した試験体とも、 $R=0.02rad$ まで鉛直荷重支持能力を保持した。
- ・なお、柱内側に通常設置されるアンカー筋は、鉄骨縦枠からRC梁端部に作用するせん断力を低減する役割を持つが、本実験の試験体のようにRC梁に十分なパンチングシア耐力がある場合には、低減あるいは省略が可能となる。

## 7. 実施設計例

実施設計例1を図7に示す。本建物は、RC造3階建て杭基礎形式の学校建物である。コンクリートの設計基準強度は $13.5N/mm^2$ であり、コア試験結果から、診断強度として設計基準強度の1.25倍の $16.9N/mm^2$ が採用された。また、杭頭のディテールが設計図書に記載されていないことから、杭



枠付鉄骨ブレース 図7 実施設計例1

頭は定着が不十分として取り扱い、基礎の浮き上がりによる回転を考慮した第三次診断法で診断が実施された。その結果、桁行方向の1～3階で $I_s$ が $I_{so}$ (=0.7)を下回ったため、内付け枠付鉄骨ブレースによる補強が計画された。

補強設計においては、連層の内付け枠付鉄骨ブレース補強架構の水平耐力が浮き上がり回転で決定され、回転耐力が鉄骨ブレース降伏時の水平耐力の約60%となったことから、回転耐力に見合った水平接合部耐力を確保することとし、あと施工アンカー筋を部分的に集中して配置する枠付鉄骨ブレース耐震補強工法が採用された。

水平接合部の設計については、アンカー筋をなしとした場合、水平接合部の耐力が回転耐力を下回ったことから、水平接合部にあと施工アンカー(D19)を8本設置し、接合部耐力を回転耐力の約1.3倍確保することとしている。

改修後の診断は第三次診断法により実施され、連層枠付鉄骨ブレース補強架構の破壊形式を浮き上がり回転とした場合で構造上の安全を確認するとともに、回転が生じない場合も想定し、補強架構が水平接合部破壊型となった場合でも $I_s$ が $I_{so}$ を上回ることを確認している。

このように、本例は、通常の枠付鉄骨ブレース補強工法と異なり、所要の水平耐力および想定する破壊形式に応じて、設計者がアンカー筋を設計することにより、あと施工アンカーを大幅に低減し、工期短縮およびコスト削減を実現した一例である。

図8の実実施設計例2は、増設した外付けフレームの内側に鉄骨ブレースを取り付けた一例である。この場合も、採用する外付けフレームの部材断面およびブレースの耐力に応じて、アンカー筋が設計されている。



図8 実施設計例2

なお、本稿に示した補強工法に関連した構造実験等の詳細に関しては、文献3)～5)を参照されたい。

【参考文献】

- 1) 日本建築防災協会：2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針同解説、2002年1月
- 2) 菊池憲一、金田和浩：摩擦によるせん断伝達を評価した耐震補強、その2 補強骨組の耐力設計式、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、pp.419-420、2000年9月
- 3) 河本孝紀、稲井栄一、渡辺賢一、原山賢：あと施工アンカーを集中配置する枠付鉄骨ブレース耐震補強工法、日本建築学会技術報告集、第16巻、第32号、pp.161-166、2010年2月
- 4) 原山賢、稲井栄一、河本孝紀、松金佑典、井上慶洋：あと施工アンカーを集中して配置する枠付鉄骨ブレース耐震補強工法の応用例、日本建築学会技術報告集、第18巻、第38号、pp.193-198、2012年2月
- 5) 柿原巧弥、河本孝紀、稲井栄一、南宏一：あと施工アンカーを集中配置する枠付鉄骨ブレース工法による低強度コンクリート建築物の耐震補強、テクニカルレポート、コンクリート工学、2013年11月

プロフィール

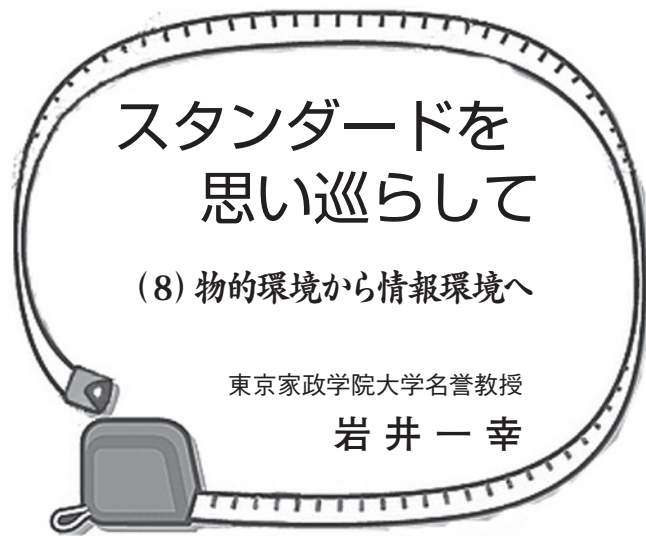
稲井 栄一 (いない・えいいち)

山口大学大学院 理工学研究科 建築デザイン工学分野 教授

博士(工学) 構造設計一級建築士

専門分野：建築構造、耐震設計

最近の研究テーマ：RC造建物の耐震性能評価、既存RC造建物の耐震改修技術



障害者の差別禁止や社会参加を促す国連による「障害者の権利に関する条約（略称：障害者権利条約）」が、2013年12月の国会で批准されることとなった。国際条約は、国内法と同じ地位を持ち、施行されるためにはすべての法、規則、手続等が国内法制と整合している必要がある。日本では国内対策充実の点から、2013年6月障害者差別解消法を成立させるなど対応してきた。1948年すべての人が生まれながら持っている権利は、国連のすべての加盟国によって署名され「世界人権宣言」となり、すでに「女性の差別撤廃条約：1979年国連採択」、「子どもの権利条約：1989年国連採択」等は国会で批准している。これに、2006年国連で採択し、世界137カ国と欧州連合がすでに批准し、「ユニバーサルデザイン」が謳われた障害者権利条約が加わることになる。

この条約の批准により、ユニバーサルデザインは、超高齢社会を迎えつつある日本の生活環境構成の基本となり、障害者のみでなく、すべての人にとって一般的義務として必須となり、従来の物的配慮中心から、物的配慮を含む人間総体の人権の観点からの、構築環境、製品、情報、サービスの設計の標準となるものとなった。障害者権利条約では、「ユニバーサルデザインとは、調整又は特別な設計を必要とすることなく、最大限可能な範囲ですべての人が使用することのできる製品、環境、計画及びサービスの設計をいう」とし、「特定の障害者の集団のための支援装置が必要な場合には、これを排除するものではない」と記述されている。

この理念は、国際規格の分野では1976年ISO/TC59建築

構成委員会で「障害者のニーズは一般的アプローチの中で考え、特別な尺度を廃する」とするガイドライン提案に展開し、2011年ISO21542「Building construction – Accessibility and usability of the built environment」へと発展した。

ユニバーサルデザインは、1988年ニューヨーク近代美術館での展示会にニュージーランドで発表されたユニバーサルデザインの語を使用したのが世界初である。1968年アメリカで建築障壁法が制定され、建築物の障壁をとり除くという「バリアフリーデザイン」の概念に到達した。これを提唱していたロン・メイスは、障害者中心のバリアがある空間の障壁を除去するという考え方から、すべての人のために初めから障壁のない環境を形成することを目指せばよいというユニバーサルデザインの概念に到達したのであった。ここではよく考えられたユニバーサルデザインは、ほとんどのユーザに意識されず、市場性があり、適応性があり、安全で、身体的にも情緒的にもアクセスしやすいものとされた。が、欧州では、「すべての人」では解決すべき目標があいまいになり、「市場性」は公的施設も対象とすることから、「インクルーシブデザイン」の概念が提唱されたが、国際的には徐々にユニバーサルデザインの概念に収斂してきた。



日本で初めて公的に障害者に配慮した施設づくりが問題となったのは、1974年大阪万博の時であった。当時こうした配慮基準の存在を知らず、各施設は、施工途中で設計変更して、対処したのであった。1981年神戸ポートアイランド博覧会で、車いす利用者を中心とした配慮ガイドラインが完成し、それ以降、イベント、施設では、車いす利用者を中心に配慮がなされてきた。1980年通産省新住宅プロジェクトの高齢者・障害者ケアシステムの開発では、高齢者も対象に含むことが提案され、1994年には、建設省により建築物のバリアフリー化を進めるため「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築促進に関する法律（ハートビル法）」を、2000年には「高齢者・身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律（交通バリアフリー法）」が施行された。

2005年、バリアフリーからユニバーサルデザインへの流れの中で、「ユニバーサルデザイン政策大綱」が国交省に

よってまとめられ、これにそって2006年には、ハートビル法と交通バリアフリー法を統合し、情報に関するサイン等の規定を充実し、「身体障害者」から全「障害者」へと、「高齢者、障害者の移動等の円滑化に関する法律（バリアフリー法）」として一体的総合的運用によりユニバーサルデザインを目指すこととなった。2013年には、「公共交通機関の移動等円滑化の促進に関する基本方針」において、外見では分かりづらい多様な障害を持つ人にも配慮する目標の再設定が行われた。

これらのガイドラインにより、物的環境の充実を目標とした公共施設や交通機関の整備は着々と行われ、大きな成果を上げてきた。特に交通機関各社のバリアフリー化は急速に進み、優先席、エレベータ、エスカレータ、スロープ、階段手すり、誰でもトイレ、蝕知地図、ホームドアの設置、電車とホームの段差解消、誘導ブロックの整備、車いす乳母車対応、バスでは低床式バスの導入が行われている。



物的環境配慮の充実に対して、情報環境配慮の整備は、日本では遅れ、情報に係る障害者を含む多様な障害者を含む社会に整備すべく、1999年、一般案内用図記号検討委員会が設置された。2001年標準案内用図記号125種類を設定、これをもとに2002年JIS Z 8210「案内用図記号」として110種を定め、色彩、形、色覚配慮、日本語、英字、数字等字体が定められ、広く交通機関施設、公共施設等で使用されるようになって、分かりやすい視覚表現が重要な位置を占めるようになった。2011年、1963年に独自に制定した公団ゴシックを検討し、高速道路の案内標示盤も読みやすい字体、レイアウトに変わっている。

ISO/TC145グラフィックカルシンボル委員会は、1970年から活動を開始し、安全色彩や機器のシンボルの規格化を行ってきた。1978年の国際リハビリテーション協会総会で、今日普及している「車いすの国際シンボルマークの使用に関する決議」を採択し、車いすマークの普及とともに日本でもその重要性が認識されてきた。もともと欧州では、国をまたぐ国際列車が運行されており、案内用図記号は、必須で鉄道機関、道路交通標識、さらに民間航空機関等が図記号を提案してきた。1982年ISO/TC59によるガイドライン「建築における障害をもつ人のニーズ」では、公共施設の建築空

間のサインは、読みやすいようにデザインされ、配置される等の条件が提示されていただけであった。施設等ハードな条件が充実してきたことにより、物的環境形成のための諸計画から、情報および通信を利用する機会を提供する計画に重点をシフトするようになってきたわけである。

周りを見れば、スマートフォン、家電製品、情報機器、取扱説明書、パッケージ、書類、標識、案内板などに、ことばや文字に代わって一目でわかるメッセージを示す視覚記号がある。記号（サイン）、絵文字、絵表示などと呼ばれる、シンボル、マーク、シグナル、ピクトグラム（図記号）など、イメージ情報に取り囲まれ、ユニバーサルデザインでは、この有効な利用がすべての人に求められるようになってきている。使用者とのコミュニケーションを的確にするための配慮は、高速道路の案内盤の見やすさなど、交通機関、公共施設の図記号から、財務省・日銀による紙幣の区別しやすさのための改良、各メーカーによる製品の使い方説明書、最近話題の食品名表示、目や耳の不自由な人を考えた映画の音声と字幕づくり、色弱者を配慮した表示、厚生省による大衆薬の添付文書の表示改良、新聞各社の字体の改良拡大、高層建物の火災避難の標識など、生活世界全般に広がっている。が、個別の記号化は、進んでいるものの、そのつながりとなると日本だけでは完結しない国際標準の種々問題が生じる。



新宿駅は、JR、京王、京王新線、小田急、東京地下鉄（メトロ）、都営大江戸線、新宿線が集まり、自動改札機、乗車券発売機、乗越精算器、駅名ロゴ、駅名表示システム（シンボル・漢字・日本語・ローマ字・英字・韓国語・中国語）等、会社別にシステムが混在している。乗客は、同じ改札空間に出てくるのに、改札口名が異なり、京王線は京王百貨店口、JRは中央西口、改札上部案内は、両改札口とも上向き矢印（JR口でも、京王線固有の矢印）と進入禁止マーク、自動改札機は、京王線は横向き矢印と進入禁止マーク、JRは上向き矢印と進入禁止マーク、と個々のピクトグラムでは以前と比べて整理されているのに、改札口だけ見ても、システムで見るとピクトグラム、使用色彩、字体等について首都圏の交通網の一環という意識より、独自色をだそうとする企業色が濃厚である。初めて日本に来る客を「おもてなし」するには、

表1 主な自動改札機通行可および不可のピクトグラム例  
(主に乗車経験による。各社を調査したものではない。)

グループ	通行可	通行不可	鉄道会社
①	矢印上向き↑	交通標識車両進入禁止マーク	JR北海道・JR東日本・JR東海・小田急・東京地下鉄
②	矢印上向き↑ および○印	×印	近鉄
③	矢印横向き→	交通標識車両進入禁止マーク	JR西日本・JR九州・JR四国・東武・京成・京王・東急・京急・都営地下鉄
④	矢印横向き→	×印	西武・大阪地下鉄
⑤	○印	×印	南海・阪急

複雑すぎる。

自動改札機のカードや切符を挿入する側にある通行可を示す上向き矢印は、「この方向に進め」の意味であり、横向き矢印は、「この間を通行しなさい」の意味である。鉄道各社に設置されている自動改札機に着目すると、表1のようなグループになる。珍しいものでは下向き矢印、斜横下向き矢印もある。アローヘッドにシャフトをつけた矢印で統一されているように見えるが、この矢印が多様である。関西では、通行可には○印もある。通行不可は、なぜかもとは交通標識の車両進入禁止の○印に横棒のピクトグラムが使われ、ピクトグラム自体を赤で示すものと、○印の背景を赤で示すものがある。分かりやすいが、関西を中心に、通行不可に×印で示したものもある。社内では統一しても、相互乗入があり、かつ乗客が移動するのであるから、JR東海の駅で乗り、JR九州の駅で降りれば、上向き矢印で乗り、横向き矢印で降りるということになる。



製品の識別の記号(サイン)であるマークやピクトグラム、シンボルは、その物自体の広報であるが、公共交通や公共施設のサインは、社会的な公共財産であり、乗客はステークホルダーである。地下鉄入口を示すサインは、営団が民営化される前まで、サブウェイの「S」をシンボルとしたものであった。民営化されると東京地下鉄は、メトロとして、「M」をシンボルとしたものに変えている。都営地下鉄は、東京都のシンボルである「T字を銀杏の葉のようにデザインしたグリーン」で、共に会社のマークである。私鉄入口は、国際的に通用する「電車」のシンボルである。無料で配られる両社の地下鉄マップは、その基本パターンが、東京地下鉄と都営地下鉄では異なり、運賃表は、自社のマップとも違って

いる。行く先の確認には2つのマップを持ち、頭の中で置き換えないといけない。これだけ独自性を主張しても、JR線車内の英語乗換案内では、東京地下鉄も都営地下鉄も共に「サブウェイ」と放送される。乗客は会社を選択するのではなく、どこに行くかである。ドイツや英国ロンドンの鉄道、地下鉄、バスの一貫した記号化は、デザインポリシーの成功例として、よく知られている。

公共交通や公共施設のサイン計画は、各社が競争する個別のピクトグラムの問題ではなく、それらシステムと利用者とのインターフェースとしてのピクトグラムシステムの問題であろう。高齢社会に対応する公共サインは、個人の使いやすさからコミュニティの使いやすさに、使い慣れたたユーザブルな、アクセシブルな環境をユーザ視点で構成することが求められ、ユニバーサルに使用することによって標準化の意味が生まれる。日本では、軌道幅や集電方式、車両のドア位置、鉄道運賃システムなどの違いを乗り越え、相互乗り入れシステムを実現し、乗換の不便さを克服してきた。首都圏の電車、バス等、公共交通機関の協議会を作り、知恵を出し、超高齢社会対応の利用しやすい首都圏のピクトグラムシステムの運用を望みたい。



2020年には、東京オリンピック・パラリンピックが開催される。施設整備が話題となっている。このようなハード面の充実とともに、この機会に住まいやすい街づくりが進められてほしいと思う。1964年東京オリンピックに際しては、勝見勝によるディレクティングにより、競技種目、施設等をピクトグラム化し、海外で高く評価され、以後オリンピックにおいては、各国で個性的なシンボルが提案され、使用されてきた。乗客視点の個々の見やすさや理解しやすさのピクトグラムから、システムとしてのすべての人の使いやすさの運用へ、バリアフリーデザイン目標の物的配慮から、ユニバーサルデザインを謳う障害者権利条約の批准による人権の観点へ、乗客もまた一般的義務を構成する一員に組み込まれた。情報環境に配慮した2020年目標のユニバーサルデザインによって、点(東京)より、面(日本全国)、そして世界へ展開し、住まい易く安全な生活の質が高い生活大国日本を世界に売り込むチャンスとしたい。



## たてももの建材探偵団

### かちどき 勝 関 橋



隅田川は、東京都北区の新岩淵水門で荒川から分岐し、新河岸川・石神井川・神田川・日本橋川などの支流河川を合わせ、東京湾に注ぐ全長23.5kmの一級河川です。今回は、東京の隅田川の最も下流に架かる可動橋(跳開橋)で有名な勝関橋を紹介します。

明治時代から架橋の計画はありましたが実現せず、月島と築地との連絡は、佃の渡し、月島の渡し、勝関の渡しの三つの渡しに頼っていました。埋め立てが完了した月島には石川島造船所の工場などが完成しており多数の交通需要があったため昭和4年(1929年)「東京港修築計画」に伴う4度目の計画で架橋が実現しました。

橋の両端部はアーチ橋となっており、中央部が上方に開く構造となっています。開く角度は最大70度、約70秒で全開したそうです。開閉は当初1日5回開閉していました。昭和22年から1日3回、昭和36年からは1日1回でした。交通手段が船や鉄道から自動車に転換し、晴海通りの交通が激しくなり、昭和45年11月29日を最後に開閉が中止されています。

橋梁の歩道の上部の小屋には運転室、見張室、宿直室が設けられており、8名の作業員によって、開閉が行われていました。橋が開く際には、警報サイレンの後、跳開部分と両岸アーチ部の中間にある信号機が赤になり、橋上の往來を停止させていました。

勝関の名は、明治38年(1905年)に日露戦争における旅順陥落祝勝記念として、築地と月島を結ぶ「かちどきの渡し」に由来しています。

当初から路面電車のレールが敷設されており、昭和22年から昭和43年まで都電が通行していましたが、写真3のように現在レールは取り除かれています。

橋のもとには「かちどき橋の資料館」があり、橋脚内見学ツアーが開催され、平成10年からは夜間ライトアップが始まりました。お近くにおいでの際は、ぜひブルーのライトに浮かび上がる橋をご覧ください。

(文責：製品認証本部 上席主幹 新井 政満)

橋 長：246m  
有効幅員：22m  
支 間 長：可動部25.8m  
固定部86.0m  
工事期間：昭和8年6月10日～15年6月14日  
工 事 費：418万円  
平成19年6月18日 国重要文化財指定



写真1 当時の様子  
(かちどき橋の資料館パンフレットより引用)

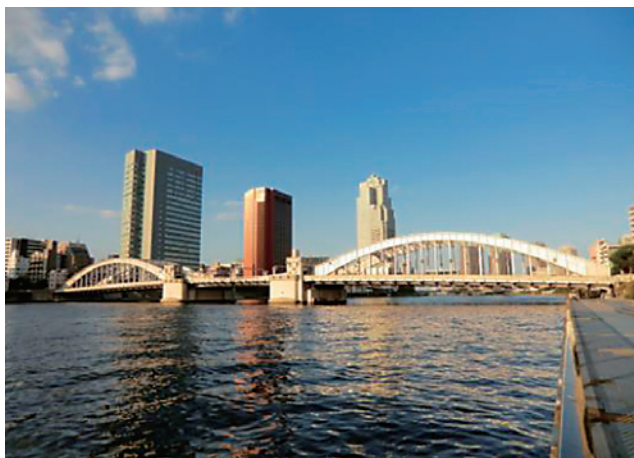


写真2 現在の外観



写真3 車道



## JIS マーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、下記企業 (3件) について平成25年9月24日付で JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

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

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0113004	2013/9/24	三ツ輪共和コンクリート(株) 釧路工場	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0313010	2013/9/24	オーシカケミテック(株) 草加工場 及び 水島工場 試験室	A5536	床仕上げ材用接着剤
TC0513003	2013/9/24	KN 村田産業(株)	B1125	ドリリングタッピンねじ

## ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (6件) の品質マネジメントシステムを ISO9001 (JIS Q 9001) に基づく審査の結果、適合と認め平成25年11月8日付で登録しました。これで、累計登録件数は2237件になりました。

登録事業者 (平成25年11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
RQ2232	2013/11/8	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/11/7	トライト(株)	大阪府守口市梅園町8-1	LED 製品(イルミネーション、 一般照明、演出照明等)の 設計・開発及び製造 LED 照明器具の販売
RQ2233*	2000/4/24	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/3/16	(株)中川工務店	京都府京都市西京区上桂三ノ宮町35番地	建築物の設計及び施工
RQ2234*	2004/10/22	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/10/21	(株)森岡組	奈良県五條市住川町91番地の5  <関連事業所> 大阪営業所, 関東営業所	土木工事の施工
RQ2235*	2007/4/26	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2016/4/25	ヤマカ建材工業(株)	千葉県千葉市若葉区大宮町3092番地1  <関連事業所> 本社, 千葉工場, 袖ヶ浦工場, 市原工場	レディーミクストコンクリートの 設計及び製造
RQ2236*	2002/4/15	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2014/4/6	進路工業(株)	兵庫県神崎郡市川町屋形1037  <関連事業所> 本社, 福崎支店	土木工事及び建築工事の施 工
RQ2237*	2003/3/17	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/3/16	(株)大成社	大阪府東大阪市荒川一丁目9番10号  <関連事業所> 本社, 本社工場, 奈良工場	事務用ファイル綴じ具及び ファスナー並びに建築用プ ラスチック部品の製造

\*他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が異なります。

「建材試験情報」年間総目次

	巻頭言	寄稿	技術レポート	試験報告	規格基準紹介
1	創立50周年を迎えるにあたって：長田直俊	<p>〈特集〉省エネルギー 建築・建材ができること</p> <p>2030年を見据えた民生部門の省エネルギー：坂本雄三，エコ住宅を巡る各種施策とこれからの動向 ～ 複雑な環境性能・省エネルギー技術の展望：前真之，建築照明の省エネルギー技術：望月悦子，都市被覆の日射反射性：東京電機大学東京千住キャンパスの省エネルギーへの取り組み：林一宏，建材試験センターの取り組み：川上修，林 淳，</p>			
2	材料の品質と構造物の品質：河野広隆	東京駅丸の内駅舎保存・復原の設計理念と手法～重要文化財を使い続けるためのデザイン～：田原幸夫，清水正人，清水悟巳	土の一軸圧縮試験における不確かさの評価：佐川修	雨水貯留槽「アクアパレス」の長期ひずみ試験：上山耕平	JIS Z 8807(固体の密度及び比重の測定方法)の改正について：古里均
3	安全・安心な社会の構築に向けて：横野泰和	東京スカイツリー®の鉄骨製作について：石津治男	期限付き建築物について～建築物の計画から期限満了後までを考慮して～：木村麗	水酸化アルミニウム混抄紙ハニカムコア充てん/両面ポリエステル樹脂系塗装溶融亜鉛めっき鋼板の防火性能試験：箕輪英信	再生骨材シリーズ(その1) JIS A 5021(コンクリート用再生骨材H)の改正について：真野孝次
4	過去の研究を振り返って：池永博威	コンクリート構造物の非破壊試験・微破壊試験の研究と実用化：湯浅昇	木材プラスチック再生複合材(デッキ材)の滑り性能に関する検討(表面状態および試験方法の違いによる滑り性の変化について)：吉田仁美，大島明	下水管更生材料の性能試験：原田七瀬	再生骨材シリーズ(その2) JIS A 5022(再生骨材Mを用いたコンクリート)付属書AおよびJIS A 5023(再生骨材Lを用いたコンクリート)付属書Aの改正について：真野孝次
5	専門家の眼，門外漢の眼：伊藤弘		合成樹脂系補修材を用いたひび割れ補修部の力学性状に及ぼす部材温度の影響：流田靖博	サンシェードの日射遮蔽性能試験：安岡恒	ISO39001：2012 Road traffic safety( RTS ) management system-requirements with guidance for use：香葉村勉
6	骨材の品質について：井上勝次		積算温度方式による高強度コンクリートの圧縮強度推定に関する基礎的研究：宍倉大樹	アンカーボルトセットの引張降伏耐力試験：松井伸晃	室内空気関係JISの改正原案作成について～改正原案作成委員会の審議・検討概要報告～その1：建材等からの放散測定に関するJIS：宮沢郁子，鈴木澄江
7	「建材」から「建物全体」を考えよう：坂本功	ヒートアイランド対策の現状と今後の展望などについて：三坂育正	促進中性化試験におけるコンクリートの質量変化と中性化深さの関係：中村則清，若林和義	れんが組積体の性能試験：赤城立也	室内空気関係JISの改正原案作成について～改正原案作成委員会の審議・検討概要報告～その2：室内空気測定に関するJIS：宮沢郁子，鈴木澄江
8	良質な木造建築の供給のために：大橋好光	平成23年東北地方太平洋沖地震における非構造部材の被害：名取発	建築外装材料の防藻試験方法の比較検討：大島明	高強度コンクリートの加熱試験：佐川修	JIS A 1314(防火ダンパーの防煙試験方法)の改正原案作成について～改正原案作成委員会の審議・検討概要報告～：和田暢治
9	JISの測定を通して学んだこと：水谷章夫	歴史的建造物の修理事業について～古くて新しい建設業の展開を考える～：菅澤茂	プレキャスト化したRC造柱梁接合部の静的載荷実験：中村陽介	けい酸塩系表面含浸材の性能試験：岡田裕佑	JIS A 5411(テラゾ)の改正原案作成について～改正原案作成委員会の審議・検討概要報告～：鈴木澄江
10	創立50周年を迎えて：長田直俊	<p>〈座談会〉次の50年，建材試験センターとは？～「地球と人の未来を照らし，空間の快適づくりをささえるパートナー」を目指して～ 出席者：建材試験センター 理事長 長田直俊，東京大学大学院 准教授 野口貴文，建築研究所 上席研究員 中島史郎，建材試験センター 経営企画部長 藤本哲夫</p> <p>〈内部執筆〉Sustainable development～次の50年を目指して～ 発展計画2013～次の50年への指針，中央試験所：試験・評価機関の第一人者を目指す，工事材料試験所：日本を代表する試験機関を目指す，西日本試験所：西日本地域のリーダーを目指す，ISO 審査本部：登録組織の持続的発展を支援する審査で社会貢献，性能評価本部：信頼される第三者証明機関を目指す，製品認証本部：これまでの活動と今後の展望</p>			
11	JSAのミッション：揖斐敏夫	住宅断熱性再考：岩前篤	すべり支承免震装置の耐火性能評価における性能担保温度の載荷加熱試験による検証：山下平祐	複層ガラスの性能試験：田坂太一	JIS S 1037(耐火金庫)の改正について：西本俊郎
12	ISO作成作業を通しての建材試験センターにおける国際貢献：吉野博	耐火集成木材「燃エンウッド®」の開発と適用：大橋宏和		防災シェルター「ノア2」の載荷試験：高橋慶太	建築物における天井脱落対策に係る法令・告示の制定・改正に伴う技術基準解説書の概要について：鈴木澄江，野田孝彰

基礎講座	試験設備紹介・業務案内	連載	たてもの建材探偵団	その他	
準と「?」を解きほぐす: 河田崇, 住宅における能向上によるヒートアイランド現象緩和: 近藤靖史, 丸山慶一郎, 佐川 修, 宮沢郁子		建物の維持管理(第12回): 村島正彦	姫路城大天守の保存修理工事	〈創立50周年企画〉建材試験から環境試験まで: 加藤信介, 新建材開発につながる試験コンサルティングの必要性: 野口貴文	1
	スチーミングテスター	国産木材・林業との歩み 第三回「木材の“強さ”について」: 佐々木幸久, 明治期の国産化建材探訪記(7)最終回/ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み -工部省品川工作分局(2): 木村麗	アクロス福岡	〈創立50周年企画〉建材試験センターと私: 本橋健司, 建材試験センターに望むこと: 河合直人	2
	ICP発光分析装置	研究室の標語(3)「書類作成のルール」編: 真鍋恒博	日本橋シリーズ(2) 梶森神社	〈内部執筆〉高齢者が安心して暮らせる居住空間の充実を図るための試み: 仲谷一郎, 〈創立50周年企画〉建材試験の50年-「これまで」と「これから」: 長谷見雄二, 安心で安全な建材-シックハウス問題から: 田辺新一	3
	多機能型凍結融解試験機	建物の維持管理(第13回): 村島正彦	晩香廬(ばんこうろ)	〈海外出張報告〉第15回韓国防災試験研究所と中央試験所との定期協議会出席報告: 佐川修, 〈創立50周年企画〉木質構造材料の性能評価等への期待: 中島史郎, 規格・基準側の底力: 清家剛	4
雨・風と建築/建材④ 建材に求められる水密性能その2.送風散水方式: 松本智史	木材用打撃式グレーディングマシン	スタンダードを思い巡らして(6)性能考察: 岩井一幸	日本橋シリーズ(3) 寶田恵比寿神社とべつたら市	〈海外調査報告〉「低熱伝導率材料の熱伝導率測定方法の標準化」にかかる北米動向調査報告: 菊地裕介, 〈創立50周年企画〉性能試験のより一層の充実を望む: 横山裕, 試験・評価・認証, 次の50年に向けて: 小山明男	5
コンクリートの基礎講座 / I. 材料編「セメント」: 真野孝次, 有機系建築材料の劣化因子とその試験 / ① 有機系建築材料の種類と劣化因子について: 志村重顕	作業環境を配慮した路盤材自動選別装置	国産木材・林業との歩み 第四回「規格・基準について」: 佐々木幸久	ソウル駅旧駅舎とソウル崇礼門(南大門)	〈内部執筆〉JAS登録認定機関への登録雑感: 熊原進, 〈創立50周年企画〉高反射率塗料と断熱材に関する共同研究: 近藤靖史	6
雨・風と建築/建材⑤ 建材に要求される耐風性能と水密性能耐風圧性試験方法について(1): 松本知大, コンクリートの基礎講座 / I. 材料編「骨材」: 真野孝次	建築用仕上材疲労試験機	研究室の標語(4)「資料集めの方法」編: 真鍋恒博	斑鳩三塔を訪ねて	〈創立50周年企画〉これまで同様, 優秀な技術者の輩出を!: 大久保孝昭	7
コンクリートの基礎講座 / I. 材料編「混和材料」 / 真野孝次	動風圧試験機	建物の維持管理(第14回): 村島正彦	JR大阪駅	〈インタビュー〉「ISO39001(道路交通安全マネジメントシステム) - 道路交通事故削減を目指して」, 〈海外出張報告〉ISO/TC92/SC2(火災安全/火災の封じ込め) オタワ会議: 常世田昌寿	8
有機系建築材料の劣化因子とその試験② クリープ試験: 大島明, コンクリートの基礎講座 / II. 基礎編「フレッシュコンクリート」: 真野孝次		スタンダードを思い巡らして(7) 良い玩具と安全な玩具: 岩井一幸	関東大震災復興建造物 永代橋	中央試験所に壁炉を増設一防火設備や防耐火壁の要望に対応一: 西本俊郎	9
コンクリートの基礎講座 / II. 基礎編「硬化コンクリート(強度性状)」: 真野孝次		国産木材・林業との歩み 第五回「木材技術の新たな展開」: 佐々木幸久	「目黒天空公園」と「大橋ジャンクション」		10
コンクリートの基礎講座 / II. 基礎編「硬化コンクリート(変形状, その他の性状)」: 真野孝次	防耐火試験装置ガス化	研究室の標語(5)「仕事のきまり: 文書作成など」編: 真鍋恒博	草加シリーズ(13) 「旧草加信用組合事務所」	〈国際会議報告〉ISO/TC163/SC1 ストックホルム会議: 萩原伸治	11
有機系建築材料の劣化因子とその試験③ オゾンによる劣化とその試験: 志村重顕, コンクリートの基礎講座 / III. 耐久性編「その1. 中性化, 塩害」: 真野孝次	吸音性能試験	建物の維持管理(第15回): 村島正彦	昔ながらの伝統的芝居小屋「嘉徳劇場」	〈国際会議報告〉ISO/TC146/SC6 (Air Quality/Indoor Air) オーストリア・ウィーン会議報告: 伊藤一秀	12

# あとがき

個人的なことですが、11月21、22日早稲田大学で開催された日中韓防水シンポジウムに参加してきました。第1回は以前私の勤務していた東工大での開催でしたが、その後韓国・ソウル科学技術大学、中国・浙江工業大学を巡回し、再度日本に戻ってきました。シンポジウムでは、各国の防水材料、防水技術の現状の報告に半日ほど時間が用意されています。第1回では明らかに日本が冴抜けている印象でしたが、今回の発表を聞いてその差は限りなく縮まっていることを強く感じました。わずか4年の間にです。そして逆に中国、韓国から共同研究や共同開発の申し出を受けました。その中には規格類の整合や整備の話も含まれていました。基本的には気候風土、風俗習慣、ものの考え方等が似ているので当然なのかもしれません。今世界の経済は明らかにアジアに軸足を移しつつあります。もしかしたらアジア規格が必要なのかもしれません。試験、評価の分野での建材試験センターのアジアのリーダーとしての役割は今にも増して重要になる。そんなことを感じた2日間でした。

(田中)

## 編集たより

皆様あけましておめでとうございます。昨年は本誌をご愛読いただき大変ありがとうございました。新年を迎えるに当たり、今月号から当財団のCIコンセプトである「地球と人の未来を照らし、空間の快適づくりをささえるパートナー」をイメージして表紙を刷新いたしました。本年も引き続きご愛読いただけますよう誌面を充実させてまいりたいと思います。よろしく願いいたします。

今月は特集として西日本試験所をご紹介いたしました。西日本試験所は、2013年11月に新たに材料試験棟と構造試験棟を開設し、西日本地区では最大規模の第三者試験機関となりました。また、今年には西日本試験所の創設40周年に当たります。西日本地区で40年間にわたり第三者試験機関として歩んでまいりましたが、試験施設の拡充により試験機関としてさらに飛躍するものと期待しております。

特集の中では、西日本地域での建材および建設業界の動向を知るために西日本地域の4名の先生方に貴重なご寄稿をいただきました。最新の統計によれば東日本地域だけではなく西日本地域においても公共工事や建設需要が増加する傾向にあります。新たに生まれ変わった西日本試験所がこれまで以上に皆様のお役に立てると確信しております。

最後に、本年が皆様にとってよい年となりますようにお祈り申し上げます。  
(藤本)

# 建材試験情報

1  
2014 VOL.50

建材試験情報 1月号  
平成26年1月1日発行

発行所 一般財団法人建材試験センター  
〒103-0012  
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4  
日本橋コアビル  
<http://www.jtccm.or.jp>  
発行者 村山浩和  
編集 建材試験情報編集委員会  
事務局 電話 048-920-3813  
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

## 建材試験情報編集委員会

### 委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

### 副委員長

春川真一(建材試験センター・理事)

### 委員

小林義憲(同・技術担当部長)

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

志村重顕(同・材料グループ主任)

上山耕平(同・構造グループ主任)

佐川 修(同・防耐火グループ主任)

齋藤邦吉(同・工事材料試験所管理課主任)

今川久司(同・ISO審査本部副本部長)

齊藤春重(同・性能評価本部主幹)

中里侑司(同・製品認証本部課長代理)

大田克則(同・西日本試験所主幹)

### 事務局

藤本哲夫(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課課長代理)

佐竹 円(同・企画課主任)

霧岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

## 事業所・アクセス

### ●草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

### ●総務部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

### ●検定業務室 (3階)

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

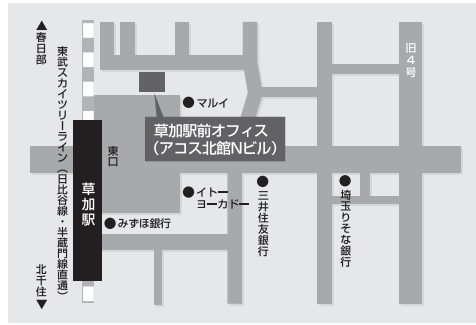
### ●性能評価本部 (6階)

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

### ●経営企画部(企画課) (6階)

TEL.048-920-3813 FAX.048-920-3821

(草加駅前オフィス)



### ●日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4  
日本橋コアビル

### ●ISO審査本部 (5階)

#### 審査部

TEL.03-3249-3151 FAX.03-3249-3156

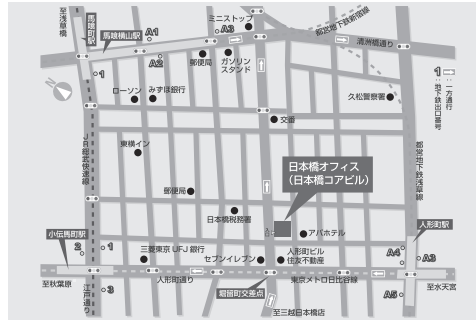
#### 開発部, GHG検証業務室

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

### ●製品認証本部 (4階)

TEL.03-3808-1124 FAX.03-3808-1128

(日本橋オフィス)



### ●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20

TEL.048-935-1991(代) FAX.048-931-8323

#### 管理課

TEL.048-935-2093 FAX.048-935-2006

#### 材料グループ

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

#### 構造グループ

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

#### 防耐火グループ

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

#### 環境グループ

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

#### 校正室

TEL.048-935-7208 FAX.048-935-1720

(中央試験所)



### ●工事材料試験所

#### 管理課

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

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

#### 浦和試験室

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

#### 武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10

TEL.042-351-7117 FAX.042-351-7118

#### 横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

TEL.045-547-2516 FAX.045-547-2293

#### 船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

TEL.047-439-6236 FAX.047-439-9266

(工事材料試験所・浦和試験室, 管理課)



### ●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

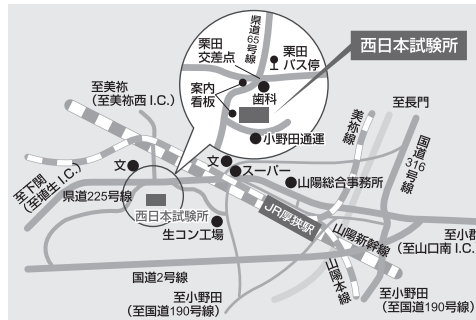
TEL.0836-72-1223(代) FAX.0836-72-1960

#### 福岡試験室

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

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

(西日本試験所)



### 最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

### 最寄り駅

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線  
人形町駅A4出口徒歩3分
- ・都営地下鉄新線  
馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- ・JR総武線快速  
馬喰町駅1番出口徒歩7分

### 最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅または松原団地駅からタクシーで約10分
- ・松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分  
(南青柳下車徒歩10分)
- ・草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分  
(稲荷五丁目下車徒歩3分)

### 高速道路

- ・常磐自動車道・首都高3環IC西出口から約10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て約15分

### 最寄り駅

- ・埼京線南と野駅徒歩15分

### 高速道路

- ・首都高大宮線浦和北出口から約5分
- ・外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

### 最寄り駅

- ・山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

### 高速道路

- 【広島・島根方面から】  
・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を經由して県道225号に入る
- ・中国自動車道 美祢西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かう
- 【九州方面から】  
・山陽自動車道 埴生ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る



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