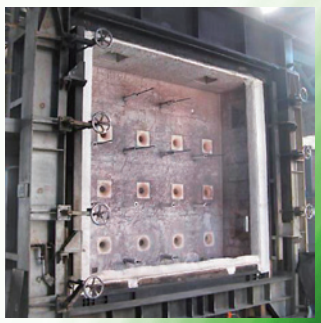
JTCCM JOURNAL

建材試験情報

2015.2 Vol.51



巻頭言 ―――― 藤森義明
グリーン建材普及基盤構築事業について

寄稿 ―――― 土橋　徹
森ビルの複合施設開発の動向について
～虎ノ門ヒルズを中心として～

技術レポート ―― 山下平祐
コンクリートの高温時全体ひずみおよび熱応力に与える水分の影響

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

Jtccm Journal 2015

Index

p1 **巻頭言**
グリーン建材普及基盤構築事業について
／一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会 会長　藤森 義明

p2 **創刊50周年特集**
アーカイブス「巻頭言」
建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

p4 **寄稿**
森ビルの複合施設開発の動向について
～虎ノ門ヒルズを中心として～
／森ビル株式会社 設計統括部 構造担当部長　土橋 徹

p11 **技術レポート**
コンクリートの高温時全体ひずみおよび熱応力に与える水分の影響
／中央試験所 防耐火グループ 主任　山下 平祐

p17 **試験報告**
落下防止補助ネットの性能試験
／西日本試験所 試験課 主任　早崎 洋一

p20 **基礎講座**
有機系建築材料の劣化因子とその試験
⑦摩耗試験
／中央試験所 材料グループ 主幹　吉田 仁美

p22 **業務紹介**
ISO50001（エネルギーマネジメントシステム）
／ISO審査本部 本部長　今川 久司

p26 **連載**
研究室の標語
(8)「体系的分類」編
／東京理科大学 名誉教授　真鍋 恒博

p32 **試験設備紹介**
四面載荷加熱炉の載荷装置改良工事
／中央試験所 防耐火グループ 主任　志村 孝一

p34 **規格基準紹介**
JSTM J 6151（現場における陸屋根の日射反射率の測定方法）の制定について
／経営企画部 企画課 主任　田坂 太一
調査研究課 課長　鈴木 澄江

p39 **たてもの建材探偵団**
水害に備えた川原家
／建築・住宅国際機構　木村 麗

p40 **建材試験センターニュース**

p42 **あとがき・編集たより**

巻頭言

グリーン建材普及基盤構築事業について

一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会
会　長　**藤森 義明**

昨年6月より日本建材・住宅設備産業協会の会長に就任いたしました。どうぞよろしくお願い申し上げます。

国内の住宅着工は，昨年の消費税増税前の駆け込み需要の反動もあって，厳しい環境のもとにあります。しかしながら，住宅市場は従来の新築依存だけでなくリフォームへのシフトが進んでおり，中古住宅流通の活性化を含めストック分野は，今後の飛躍が期待されます。また，住宅の品質は，新築・既築を問わず，省エネ，耐震，劣化対策，バリアフリー化などその性能が確実に向上しており，より高機能・高性能な建材・住宅設備製品が，業界各社より次々に開発され，広く使われるようになりました。

日本の省エネ性など性能に優れた製品を海外へ展開しようと，官民協働の活動が始まっています。特にASEAN諸国では，それぞれの国の発展に伴い，CO_2排出量低減など，環境に配慮した省エネ建材のニーズが高まっています。当協会では「グリーン建材普及基盤構築事業」を，本年も，経済産業省より建材試験センターとともに共同受託をさせていただきました。性能に優れた日本の建材や住宅設備製品をASEAN諸国へ展開し，各国の発展に寄与するための活動です。

グリーン建材の活動では，日本の製品やその規格，性能試験方法などを対象国へ紹介しておりますが，近年，製品を諸外国に輸出するにあたっては，国際規格への適合が要件化しております。また，これから国際標準の取得に臨む分野については，関係国との連携を強化し，他国からの提案との競争を優位に進める必要があります。今や，産業品の国際標準化は，国家戦略の一部にも位置付けられており，まさに国を挙げたグローバル競争に勝っていくための戦略造りが行われているところです。

この一連の活動は，「国際標準の策定に向けた活動」と「ASEAN諸国との交流活動」を軸に，当協会では建材試験センターとともにより一層強力に進めてまいります。わが国の建材・住宅設備機器産業が海外に向けてより一層発展するように，その基盤を造ってまいる所存です。

これからもどうぞよろしくお願い申し上げます。

創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

試験の条件—頭・物・金・人・心

上　村　克　郎

（財）建材試験センターの主な業務は，一般からの依頼を受けて試験を実施し，その結果を依頼者に報告することである。試験の内容は建築材料を対象としているから，実に広範囲にわたっている。したがって，いかなる建材の，いかなる性能をも試験することは不可能であるが，比較的頻度の多い材料や試験は一応は処理できるようになってきた。しかし，建材の試験という商売は，形のある物を売るのではなくて，試験の結果であるところの数値・図表・写真などを売るのであるから，買手の信用がないことには絶対に成立しないものである。

信用をうるということは，形式的な権威の借着では長続きしないし，さりとて真面目な実績の積み重ねは時間がかかるし，なかなかむつかしいものだと思う。さいわい，建材試験センターは過去5カ年にわたって順調に発展してきているが，今後の堅実な発展のために試験機関というものが，スムーズに運営され，活発な活動を行なって，世間一般の信用を得るための諸条件の1つを試験の条件という立場で考えてみた。機関全体としてのマネージメント・事務局のあり方・ヒューマンリレーション・試験業務管理などについては，ここでは触れない。もっとも大事な試験を実施するということについて常時考えおくべき事柄を述べてみよう。若輩の筆者がこのようなことを述べることは大変に僭越なことであると思うが，長年建材の試験をやっていて感じたことがらであるから諒とされたい。

建材の試験の実施にとって大事な条件は5つあると思う。それは頭・物・金・人・心である。

「頭」とは，頭脳のことであり，試験を実施できるだけの知識・データのまとめ方・報告書の作り方・結果の検討や考察の能力などである。また，試験を効率よく実施するための方法や運営も含まれている。そこで，この頭をある水準以上に保ったためには，研究という分野に首を入れておくことが必要である。また，常時試験技術の向上につとめるための努力も必要である。

「物」とは，機械や器具と考えればよいであろう。いかに頭脳が優秀であろうとも，道具がなければよい試験はできない。最適でかつ最新式で能率のよい物が準備されることが望まれる。そして，物は迅速に入手され，適切に維持管理され，効率よく運転されなければならない。そのためには，機械器具の新設・更新をたえず心がけることが必要である。また，電気・機械などの他の応用工学や，物理・計測などの基礎工学の頭脳も必要になってくる。

「金」とは，一般的には頭脳や機械を入手する金および，試験に消費される材料代・消耗品代などの金と考えてもよい。しかし，試験機関においては，金は依頼者から必要なだけは提供される原則であるから，研究機関の研究費の調達よりは楽である。金と頭と物さえあれば相当なレベルの研究や試験ができる。事実，大学の研究室は，ある程度まではこの3条件がそろっているが，中でも金が一番不足しているところが多いようである。

「人」とは，人数であり組織である。依頼試験を量的に消化し，試験料金で経営するとなると，ある程度のまとまった人員が必要であり，かつ，組織化しなければならない。研究室のように卒論生を使うこともできず，さりとて大切な商売物をアルバイト学生で作ることもできない。試験機関にあっては，限られた期日内に依頼された試験内容をすべて実施しなければならないので，研究の場合よりも，時間的には苦しいことが多い。また，同じことのくりかえしの多いこともある。研究と異なって好き嫌いや得手不得手で試験対象をきめることもできない。したがって，多品種生産の試験工場ともいえよう。生産量をあげるためには人が必要になる。必要にして十分な熟練した技術者と，それらを効率よく動かす組織の確立がなければ，運営は破たんをきたすであろう。

最後の「心」であるが，これは心がまえとでも表現してよいであろう。良い結果を出そうと思って試験したり，いやだいやだと思って試験したりする心がまえなどは，絶対に避けるべきことである。試験データはもっとも客観的で，人間の気分によって左右されないようにも考えられるが，また反面，真面目で，やる気があって，興味をもって実行する試験と，そうでない場合は，結果が反対になることもある。つまり，中立性を固持して信用を得るための精神の持ち方である。試験という仕事は専門化した細部においては，単調なものであるから，マンネリズムに陥り易いし，長い間には毅然たる態度が堕落することにもなりかねない。

以上の頭・物・金・人・心がバランスよく充実することによって，外部からの試験依頼も増加するし，また世間の信用を博することにもなると思う。

<筆者：建設省建築研究所第二部無機材料研究室長・工博>

2

建材試験センター会報 vol.1　No.5（1968年5月）

創刊50周年特集 アーカイブス「巻頭言」

建材試験センター会報・建材試験情報の巻頭言を振り返る

材料をおきかえる時に

島 村 昭 治

十数年前に何となくプラスチックを取扱うようになり，それとともに，機械以外のさまざまな用途への材料の適用にたずさわるようになった。建築材料という分野も，私がプラスチックをやらなかったら，おそらく知らずじまいだったろう。建材としてのプラスチックには，波板のJIS以来，サンドイッチパネル，たたみなどを対象として，なんらかのつながりをいつも持っている。それらの機会を通じて，建築界の先生方に接し，多くのことを学んだ。その中で体得したことのひとつに，設計条件の拘束性が，機械部門と建築部門とはかなり異なるということがある。荷重をとりあげてみると，機械では必らずかかるものである。たとえば3tのクレーンでは，必らず3tを吊上げると考えなければならない。しかし，建築の風や雪あるいは地震による荷重は可能性があるだけで，それが現実にかかるとは限らない。したがって局所的な問題ならば，荷重設定にかなりの幅を与えうる。火がつかなければ，雨が降らなければ，木や紙だけでも立派な建築物である。もちろん現在では，いろいろな法規が完備して，いい加減な設計条件の設定は許されないが，細かい所になると，天候や人間というあてにならない生き物が相手だけあって，建築設計の方が，条件設定にゆとりがある。機械屋より建築屋の方が大まかなのは，こんなところに起因するのかも知れない。

レーダードームのような例もあるが，多くの場合，プラスチックの利用は，従来，材料のおきかえである。筆者のプラスチックに対する経験の集積も，上は航空機から下はバスタブにいたるまで，要は従来材料からのおきかえにまつわる諸問題をみてきたにすぎない。

さて，このようなプラスチック材料へのおきかえをいろいろみてきて気づいたことは，一見，成功したようにみえたのが，思わぬ原因で失敗することが多いということである。材料力学的にいうと，従来材料を用いた設計では副次的に考えられた因子が，プラスチック材料では重要な因子になることがあるのである。

とくに，荷重の設定があいまい，あるいは困難な構造物のプラスチック化において，このような問題が生じやすい，たとえば床パネルについて考えよう。この場合に強度設計の主因子は曲げ剛性である。プラスチック化の場合は，当然サンドイッチ構造が採用される。この場合ももちろん曲げ剛性は主因子である。しかし，同時に表面材の集中荷重に対する強さや，パネルとしてのせん断強さ（心材が主として分担する）も主因子となる。これらは，従来の床では副次的因子である。ところが，サンドイッチパネルでは，集中荷重に対する要求から表面材の厚さをきめ，せん断強さから心材の最小厚さをきめ，つぎに曲げ剛性から，裏面材の厚さ（および心材の厚さ）をきめるという順序になる。これを怠るとハイヒールで穴があく床ができてしまう。

同じようなことがサンドイッチ構造のまぐろ漁船にもあてはまる。この場合の表面材（ＦＲＰ）の厚さは，船舶全体としての曲げやねじり剛性よりきまる値よりずっと大きい。実は，これは，かじきまぐろの鼻に突き破られないためである。

話を変えて，最近，ある整形外科医から義骨のステンレス化について意見を求められた。たとえば，すねの骨をステンレス義骨におきかえるとすると，外径は筋肉などの関係で同じに作らなければならないが，Eは骨が1,500kg/mm²程度であるのに，ステンレスは約19,000kg/mm²であるから，中空のしかもかなり薄い肉厚で，曲げ強さ（あるいは剛性）は間に合うと思う。しかし，これではおそらく向うずねを蹴られたら，凹んでしまうのではなかろうか。したがって，この場合は，まず向うずねを蹴られたときに人骨と同じ強さを持たせることが第一のように思う。これも従来材料のおきかえに当り，副因子が主因子となる例にあげられよう。

このように新材料の利用は今後ますます盛んになるであろうがそのときには設計因子の重要度というものをあらためて検討することが重要であるように思う。

<筆者：工業技術院機械試験所
材料工学部第１課長>

建材試験センター会報 vol.5 No.5（1969年5月）

寄稿

森ビルの複合施設開発の動向について ～虎ノ門ヒルズを中心として～

森ビル株式会社 設計統括部 構造担当部長　土橋　徹

1. 街づくりのコンセプトとバーティカル・ガーデンシティ

上海に代表されるように，アジアのライバル都市は，急激な勢いで先鋭的な都市づくりを進めている。このままでは東京は都市間競争に負けてしまう危惧すらある。東京に国際都心をつくるには，グローバルプレイヤーとその家族が望むようなビジネス，生活，文化・交流，交通インフラ環境を整え，世界中から人，資金，情報を集めると共に，東京の魅力を世界に発信することが重要である。

森ビルの開発コンセプトは，平面過密で立体過疎と言われる既往の街を再開発し，地上に公開空地を設けて緑化し，機能を高層建物に集約させる垂直緑化都市「Vertical Garden City（バーティカル・ガーデンシティ）立体緑園都市」と呼んでいる。機能を集約し，職，住接近し防犯も耐震上も配慮された安全・安心な街づくりを進めていきたいと考えている。

昨年6月にオープンした虎ノ門ヒルズ（**写真1**）は，官民連携により道路と一体整備した都市再生のモデルであり，森ビルの理想とする都市「バーティカル・ガーデンシティ」を具現化したプロジェクトである。国際新都心形成を目指したグローバルレベルのオフィス・レジデンス・ホテル・商業施設で構成される超高層タワーによる複合施設である。オープン以来のにぎわいで，東京の新たなランドマークとなっている。高層棟は，地上52階建て，高さ247M（都内2番目の高さ。最高高さは255Mで都内1番の高さ）複合用途の超高層ビルである。建物の最上層に164室の客室を有するホテルはハイアットの一つのブランドであるアンダーズという日本初進出のホテルである。ホテルの下にはホテルサービスを受けられる高品位な住宅が172戸設けられている。その下のオフィスは3バンクで構成され，1フロア約1,000坪の広大なスペースで30層を有する。貸室には二重床を実装し，天井高さ2,800mm，床の積載荷重は重荷重対応エリアは1,000kg/m^2，一般部500kg/m^{2}である。

写真1　虎ノ門ヒルズ

虎ノ門ヒルズは立体道路制度を活用した再開発で建物の直下を道路が貫通している。東京都は，この公共空間である道路を活用し，地域の方々と街の活性化を図っていく「東京シャンゼリゼプロジェクト」を立ち上げた。パリのシャンゼリゼ大通りのように，都道をにぎわいの場として活用し，街の活性化を図ろうとするものである。

環状2号線地上部の「新虎通り」も2014年度末までにトンネル地上部の両側に街路樹などを配した緑豊かな道路を整備し，オープンカフェなども並ぶ活気のある空間にする構想も持ち上がっている（**図1**参照）。

環状2号線は，新橋から晴海・有明間の整備も進められており，2016年の全面開通を目指している。全面開通によ

り湾岸線とつながると，国際化が進む羽田空港と都心部とのアクセスが飛躍的に向上する。

さらに，2020年東京五輪開催時には，晴海地区の選手村と各スタジアムを結ぶ新交通が計画され，競技場を結ぶ「オリンピックロード」になることも期待されている。

図1　新虎通りの完成予想図

2. 虎ノ門ヒルズ

2. 1　建築計画概要

虎ノ門ヒルズは，高層棟と敷地内ほぼ全面に広がる地下部分から構成される。他に3階建ての商業棟と高層棟西側の広場上部にかかる大庇があり外観，特にエントランスの大きな特徴となっている。

環状二号線は，敷地東南部地下2階レベルで地中の敷地外トンネルと接続し，地下を縦断する形で北西部地上に到達する。高層棟南面の外周柱は，道路の中央分離帯部分にあり，道路形状に合わせて緩やかなカーブを描いている。これがタワー南北面の緩やかな曲面となり，建物頂部で曲面をシャープに切り取るカットラインとによってタワーの特徴的なフォルムを構成している。中層から足元にかけての特徴的な逆テーパー形状は，斜め柱で合理的に道路をまたぐための構造的要素を建物外形のデザインに取り入れたものである（**図2**参照）。

建物用途は，地下階に駐車場，地上部低層階の1～4階に店舗，4～5階にカンファレンス，中層階となる6～35階がオフィスとなっている。36階は上階で内部の柱配置を切り替えるため，1層分を立体トラスで構成した構造切替階としている。高層階の37～46階に住宅，47～50階にホテル客室，頂部の51・52階にレストランなどのホテル施設が配置されている。

2. 2　構造概要

高層棟地上部は，鉄骨造（柱CFT造）を主体とした制振装置付ラーメン構造で，柱に使用する鋼材の最大強度は590N/mm²級，最大板厚は90mmである。充填コンクリートの強度はFc80で，低層階の一部にFc100を使用している。

オフィス階の主要スパンは，18.5m×7.2mで大梁せいはh=1,000mmである。住宅部分の主要スパンは9.2m×7.2mで，上下住宅間の重量衝撃音低減のため床スラブ厚を280mmとし，さらに大梁は鉄骨せいh=650mmにコンクリートを被覆したSC梁としている。ホテル客室階からは桁行きスパンを7.2mから4.8mに切り替えており，切り替え部となる47階床大梁はh=1,800mmである。

地下は，鉄骨造・鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造の混合構造である。環状第二号線の上部はプレストレストコンクリート床板により構成している。基礎は，工期短縮を目的として採用された逆打ち工法のための場所打ちコンクリート杭を本設利用し，杭と直接基礎耐圧版とがその剛性に応じて荷重を負担するパイルド・ラフト基礎としている。

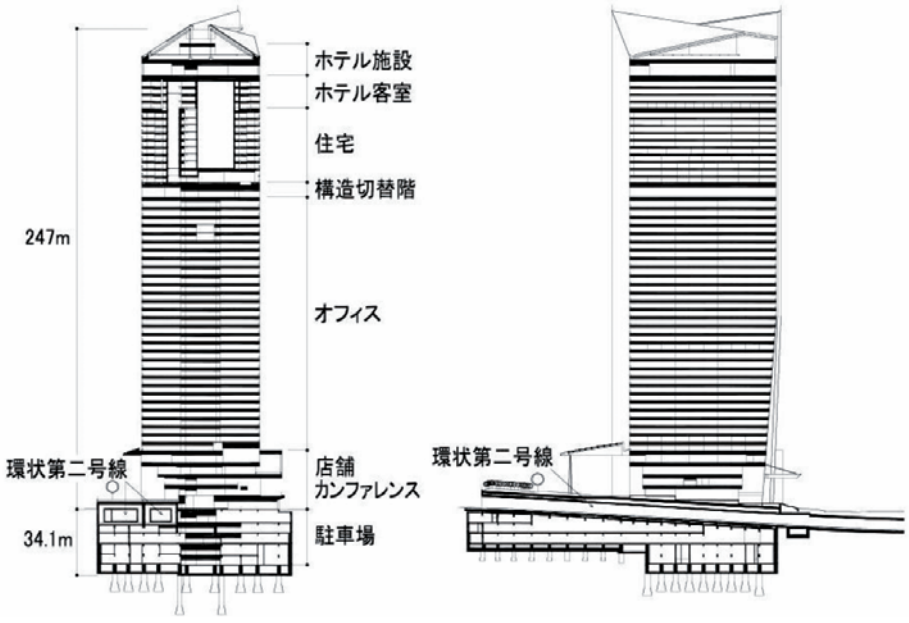


図2　虎ノ門ヒルズの断面概要

地上架構の第一の大きな特徴として傾斜柱交差部仕口が有る。北西・南東・南西角部の柱は，環状二号線範囲を合理的にまたぐ配置とするために，1階から22階までの傾斜柱となっている。傾斜柱はそれぞれ，8～13階床付近で上部2本の柱が交差・結合し下階で1本の柱となる（**写真2**参照）。

柱の交差部には，鋳鋼による仕口部を設け上部2本柱の応力を下部柱に確実に伝達できるものとした。

第二の特徴として構造切り替え階が有る。オフィスの上階に住宅やホテルを配置した場合，住宅・ホテルでは奥行きがオフィスほど必要ないことから，建物外形が細くなる形状となることが多い。本建物では，道路線形に合わせた柱配置を基にしたタワー形状と頂部のカットラインによるダイナミックなデザイン性を重視し建物外形を変えずに，37階から上部で住宅・ホテルを建物外周にドーナツ状に配置している。それに伴い，外周柱から約9mの位置に中柱を陸立ち柱として設け，36階一層を利用した高さ7.7mの構造切替階トラスで支持している。陸立ち柱の配置形状から，トラス斜材は2方向で階の全域に配置された立体トラスとなっている（**写真3**）。

36・37階の大梁せいはともにh=1,000，トラス斜材はH-600～800×600に両面カバープレート補強を施した軸剛性の高い部材を用いている。

第3の大きな特徴として，頂部屋根架構がある。建物頂部には，緩やかな曲面を切り取るデザインにより，東西方向にそれぞれ傾斜した屋根が三角錐の頂点をずらした形状で設置され，建物外観デザイン上，大きな特徴となっている。屋根架構は，水平つなぎ材で連結された2本のキールトラスを建物平面に対して斜めに横断するように配置し，キールトラスの上弦部分から，東西各方向に向け屋根面傾斜に合わせた斜材を建物外周柱の頂部に連結している（**図3**）。

屋根面斜材は最大約30mの長さがあるため，両面カバープレート付のH-800×400とし，屋根面内方向の剛性を増大させている。

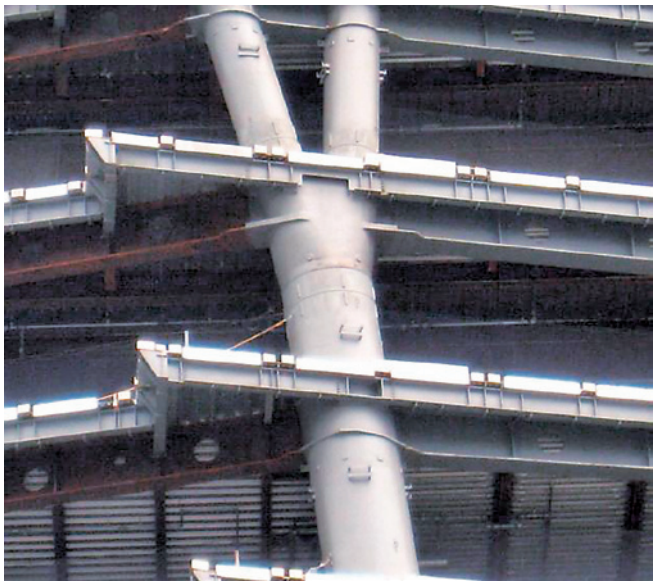
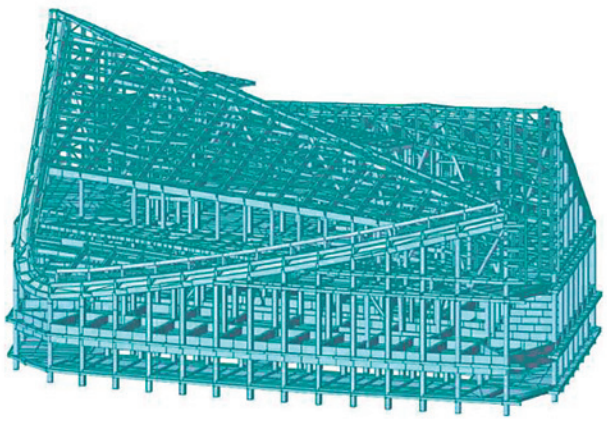


写真2　地上架構の傾斜柱公差部の仕口外観

写真3　2方向に配された立体トラスの外観



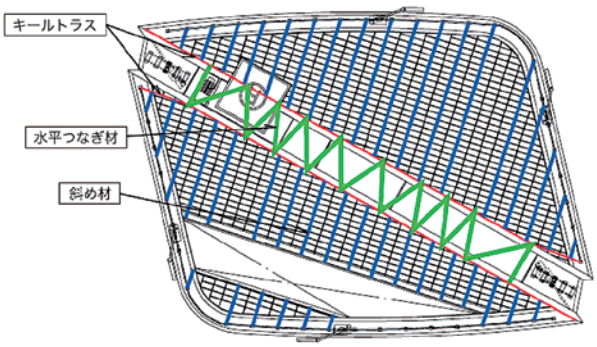


図3　頂部屋根架構・屋根伏図

2. 3　制振構造

前述の通り，森ビルの開発コンセプトの「Vertical Garden City（バーティカル・ガーデンシティ）は地震時の耐震性能を高めた安全・安心な街づくりである。一般に高層建物では，地震時の揺れを小さくする制振構造が大変重要である。虎ノ門ヒルズでは3種類の制振装置を採用して地震対策を行っている（**図4**参照）。

地震には小さい揺れから大きな揺れ，ガタガタした揺れから長周期のゆったりした揺れまで様々だが，複数の制振装置で効果的に地震のエネルギーを吸収させる。

森ビルでは常時，地震計を用いて建物をモニタリングしている。強風時や地震の時の建物の影響を調べるためだ。東日本大震災では六本木ヒルズで貴重なデータを観測できた。高層ビル特有の長周期地震の揺れである。東京港区では震度5強と，地震対策では中規模の揺れであるが，頻度の高い，中地震でも効果を発揮出来るように粘性系と呼ばれる制振装置が大きな効果を発揮した。虎ノ門ヒルズでも粘性系のダンパー（オイルダンパー）を多数採用している（**写真4**参照）。

2. 4　鉄骨製作の品質監理

本建物は，鉄骨使用重量が約6万t（雑鉄骨含む：地上約5.3万t，地下約0.7万t）に及ぶ超大型工事であり，鉄骨製作会社も17もの工場にて製作を行った（**表1**）。いくつもの鉄骨製作工場において同時進行で製作が進むことになり，より厳格な鉄骨の監理が必要とされた。

表1　鉄骨製作工場一覧

鉄骨製作工場	Sグレード	①駒井ハルテック（千葉県）
		②川田工業（栃木県）
		③JFEエンジニアリング（静岡県）
		④ヤマネ鉄工建設（山口県）
		⑤巴コーポレーション（栃木県）
		⑥高田機工（和歌山県）
		⑦片山ストラテック（埼玉県）
		⑧東北鉄骨橋梁（宮城県）
	Hグレード	①藤木鉄工（新潟県）
		②東亜鉄工建設（愛知県）
		③ヨネモリ（石川県）
		④カガヤ（岩手県）
		⑤大川スティール（新潟県）
		⑥松井工業（福岡県）
		⑦北陸建工（富山県）
		⑧新日鉄住金エンジニアリング［川重ファシリテック（福岡県）］
		⑨新日鉄住金エンジニアリング［扶桑機工（大阪府）］
鋳鋼（仕口）		日本鋳造
鉄骨第三者検査会社		ジャスト

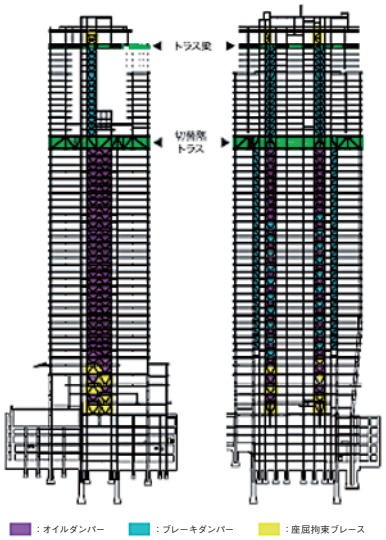
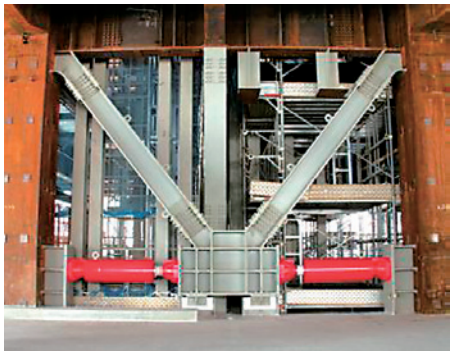
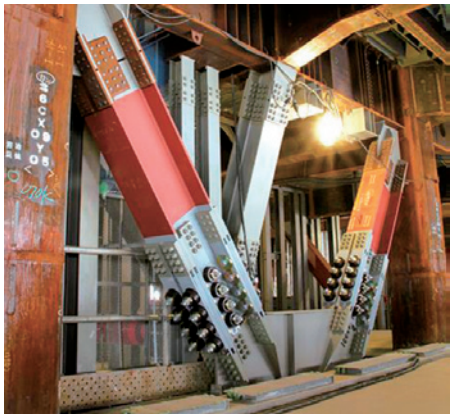


図4　制震構造（ダンパー配置）



【オイルダンパー】
516基



【ブレーキダンパー】
620基

【アンボンドブレース】
82基

写真4　制震装置（各ダンパー）の外観

鉄骨製作工場が多数であるため，製作上の注意点や後述する品質管理のポイントなどの情報共有が重要となり，毎週構造分科会・鉄骨分科会を開催し情報の水平展開を行った。

鉄骨工事では，品質を確保するために第三者による検査が重要となる。鉄骨工事における第3者検査は，外観検査による溶接外観検査はもちろん超音波探傷検査により溶接内部の欠陥も探査する。さらに溶接前，あるいは溶接中に鉄骨工場に出向き鉄骨材質や仮組検査，溶接電流，溶接姿勢なども確認する。

森ビルでは，鉄骨製作の監理体制を“本来あるべき姿”に近づける狙いから，施工者（ゼネコン）経由ではなく建築主から第三者検査会社へ直接発注する契約形態を取っている（**図5**参照）。

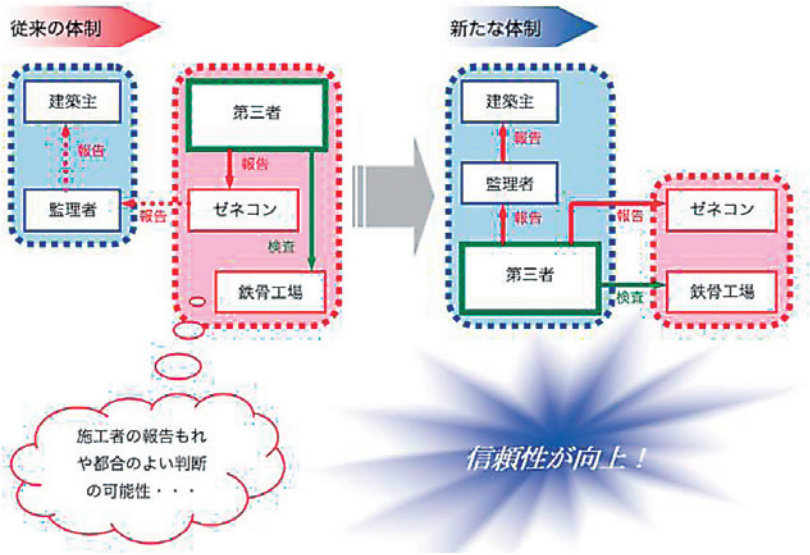


図5　鉄骨製作の監理体制

従来の鉄骨監理体制では，施工者の報告漏れや都合のよい判断が監理者や建築主に伝わる可能性がある。この直接発注による鉄骨監理体制では，第三者検査会社は，直接監理者や建築主に検査報告を行うことになるので，良い緊張感が生まれ検査結果の信頼性が向上し，問題点などの情報共有が円滑に行えた。

この鉄骨監理体制のもと施工者・鉄骨製作工場・第三者検査会社の協力により，高い品質の鉄骨を製作することができた。

2. 5　鋳鋼仕口部の製作と監理

本建物では，高層棟外周隅部の斜め柱が交差・結合する仕口部と，外周南北面柱で上階角型断面～下階円形鋼管への切替部仕口部に鋳鋼を用いている。

仕口部に接続する柱鋼材は590N 鋼及び550N 鋼で，大梁も一部が550N 鋼と高強度の部材が接合する。このため，仕口部鋳鋼材の強度はSCW620としている。SCW620はJIS規格に規定された材料であるが，建築工事での使用実績が多くないことから，溶接性試験を事前に実施し，検査結果を確認のうえ製作している。

建築工事において20t を超える重量になると，タワークレーンの揚重性能の限界に近付くので，強度を保ちつつ少しでも薄くする事が求められている。

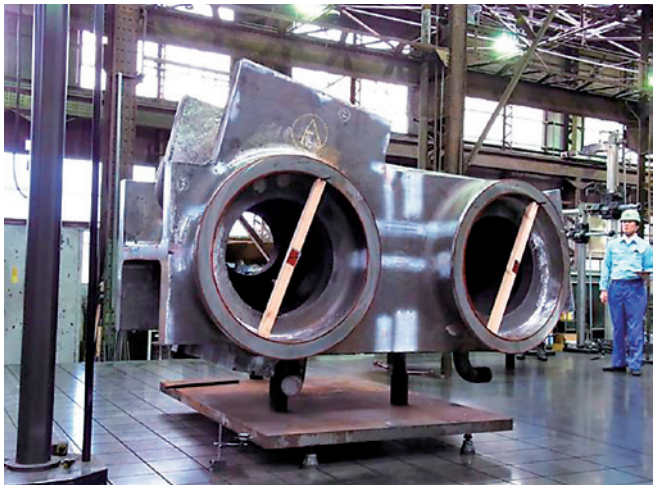


写真5　交差部仕口部鋳鋼の実物大試験体

また，斜め柱交差部仕口部鋳鋼は国内最大級の大きさとなることから，実物大試験体を一台製造し本設部材製作に向けて検証を行った（**写真5**）。実物大試験の結果，柱からの出寸法が大きいと“反り”は大きく，一部厚さを増厚したり，焼き戻し温度を調整するなど，本設部材製作にフィードバックした。

2. 6　構造切替階　　～複雑な仕口の製作～

36階の構造切替階は，37階以上の住宅・ホテル階のために柱位置を切り替える1層分（7.7m）のトラス階となっている。トラスはXY両方向に配置され，さらにコーナー部ではトラスが交差する形となっている。その中には大梁4本にトラス材4本が集合し，そのトラス材のうち1本が大梁とは別方向に取り付く複雑な形状の仕口がある（**写真6**）。そのため，当該部分については，フイルムによる原寸確認を実施した。

さらに，製作工場側ではポリスチレンフォームを用いた原寸サイズの模型を作成し（**写真7**），開先形状や溶接姿勢などを詳細に確認している。上記のスタディによる知見を結集し，組立・溶接・検査などの詳細な手順をあらかじめ作成した上で製作した。

2. 7　切替階鉄骨の仮組試験

切替階トラスの一部を用いて，製品精度の確認及び現場建方時における高力ボルト本締め・溶接作業どの確認のため仮組試験を実施した（**写真8**）。

仮組試験に選定したのは切替階トラスの中で最も一般的な構面とした。仮組は鉄骨製作工場で行い，確認項目は**表2**とした。現場溶接技能者や建方とびなどの作業員も仮組状態を確認し，現場施工時の留意点等有用な情報を得た上で現場施工にあたっている。建築の品質は，現場施工と密接にリンクしており，常に施工を考慮する必要がある。

表2　鋳鋼仕口部の検査

試験項目	試験数量
マクロ試験	1
継手引張試験	2
側曲げ試験	2
表曲げ試験	2
裏曲げ試験	2
シャルピー衝撃試験	7×3

写真6　コーナー部の柱とトラス接合部の外観

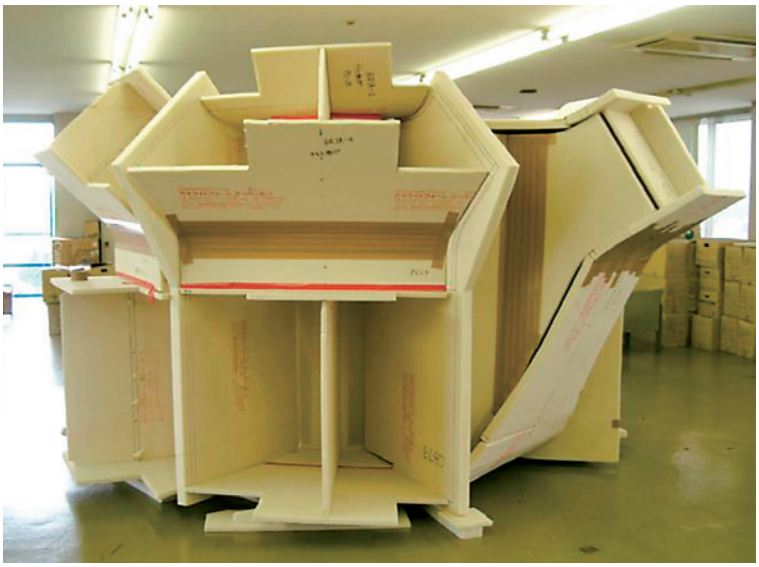


写真7　ポリスチレンフォームによる接合部の模型外観

写真8　切替階鉄骨の仮組試験状況

図6　虎ノ門エリアの国際都市構想

3. あとがき
～虎ノ門新橋エリアへの再開発の展開～

森ビルは1959年6月に設立され，設立当初は，複数の地権者と共同でビルを建てる「共同建築」という手法で本格的な賃貸オフィス事業を開始し，「ナンバービル」と呼ばれる建物名称に番号を付した，単一用途の建物を40数棟建設してきた。虎ノ門周辺エリアに多数あるナンバービルも，弊社の掲げる「安全・安心」を求めるべく順次再々開発により建替えを行い，先に記述した「バーティカルガーデン」を実践していく。特に耐震性能は建築基準法を超える安全性を確保し，地震後も建物が使い続けられるように計画していく。また，天井高さや積載荷重，水回りなど建物の快適性も高め国際水準のプロジェクトとして仕上げていく計画である。

虎ノ門ヒルズも，かつては第17森ビル，第23森ビル，第34森ビルと，ナンバービルが3つ存在した場所である。今後の具体的計画としては，虎ノ門ヒルズの道路を挟んで南側の第9森ビル周辺に住宅棟を，同じく道路を挟んで北側の第10森ビル周辺に事務所棟を計画している。周辺では森ビル以外の再開発事業も多数計画されており，虎ノ門エリアが新たな国際都心へと生まれ変わっていくだろう。機能を高層建物に集約し，緑に囲まれた魅力あふれる都市計画を進めていきたい（図6）。

オリンピックを5年後に控えた今，官民一体となって積極的に新しい都市づくりに取り組んでいくという事が重要であり，スピード感をもった開発が求められている。

プロフィール

土橋　徹（つちはし・とおる）

森ビル株式会社 設計統括部 構造担当部長
構造設計一級建築士

技術レポート

コンクリートの高温時全体ひずみおよび熱応力に与える水分の影響

山下 平祐

1. はじめに

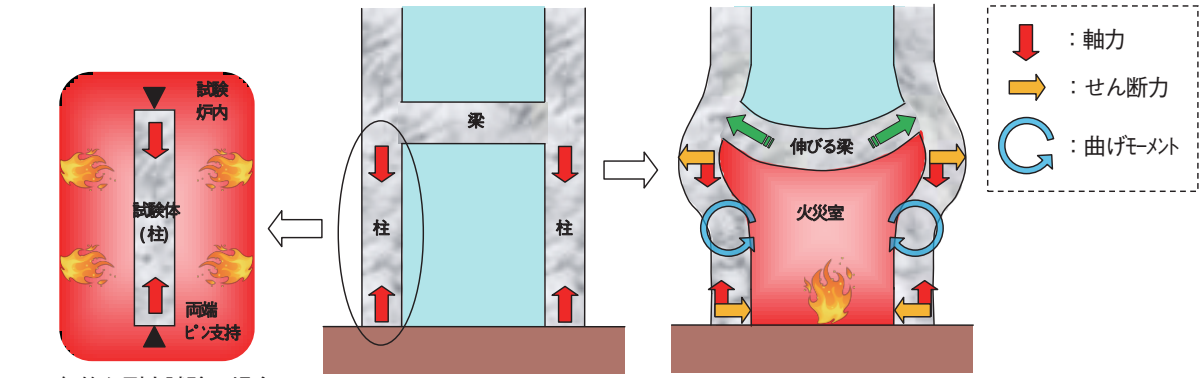
(1) 建築物における耐火性能の考え方

建築物に関する規定を定めている建築基準法では，火災時における最低限の条件として，在館者が避難するまでの間，建築物が崩壊しないことを求めており，そのために必要な耐火性能と，その耐火性能に相当する仕様が構造部材ごとに示されている。一般的に，耐火性能に関する規定は「性能規定」，仕様に関する規定は「仕様規定」と呼ばれ，どちらの規定に則って設計を行うかは設計者に任されているが，後者が選択されることが多いのが現状である。特に鉄筋コンクリート建築物の場合，部材の大きさや鉄筋に対するかぶり厚さなどに関する仕様規定が選択される傾向が顕著である。これらの仕様規定は，過去の耐火試験から得られた知見に基づき，安全率を考慮した上で定められている。

ここで，加熱を受ける柱部材の応力状態について，一般的な耐火試験に供された場合と，実際の建築物において火災が生じた場合について比較をしてみる（**図1**）。実際の建築物の柱部材には通常時，自重と積載荷重が軸力として働くため，軸方向の応力が発生している（**図1（b）**）。一方，火災時には梁が熱膨張することで柱頭部が外側へ押し出されるため，軸方向応力に加え水平方向の応力および曲げモーメントが発生することが予想される（**図1（c）**）。また，火災による温度上昇に伴い柱自身に発生する熱膨張変形および収縮変形が隣接する部材に拘束されることで，軸方向応力も変動する。このように，熱の影響により発生する応力は熱応力と呼ばれる。一方，仕様規定の根拠になっている一般的な耐火試験では，試験体である柱部材に軸方向の一定荷重（長期許容応力に相当）が載荷されるため（**図1（a）**），火災時ではなく通常時の建築物に近い載荷状態で部材の耐火性能が評価されていることになる。このような，耐火試験と実際の建築物における載荷条件の相違は，現在のように建築物の大規模化が進むほど顕著になると予想される。したがって，建築物の耐火性能をより適切に評価した設計を行うためには，仕様規定を遵守するだけではなく，火災時を想定した架構全体の変形性状解析（火災応答解析）に拠る耐火性能の検証をすることが望ましい。

(2) コンクリートのひずみ構成則

鉄筋コンクリート建築物の火災応答解析を行う場合，高温時におけるコンクリート材料のひずみ構成則を決定する必要がある。この際，火災時を想定した温度上昇を伴う供試体レベルでの一軸一定荷重載荷実験（以下，全体ひずみ実験）から得られるコンクリートの軸方向ひずみ（以下，全体ひずみ）を数式化することが一つの有効な手段である。全体ひずみの実験データは複数の研究者により報告されており，



(a) 一般的な耐火試験の場合
(通常時の柱を再現，長期許容応力に相当する軸力を載荷する)

(b) 建築物の場合(通常時)
(柱には主に軸力がかかる)

(c) 建築物の場合(火災時)
(梁が熱膨張することで，軸力に加え，せん断力と曲げモーメントがかかる)

図1 各条件において柱部材にかかる荷重の状態

表１　試験体の調合・使用材料

水結合材比	粗骨材の最大寸法 (mm)	単位水量 (kg/m³)	質量 (kg/m³) セメント	細骨材①	細骨材②	粗骨材	混和材	混和剤の使用量 (C×%)
0.18	20	160	800	164	385	848	89	1.5
0.24	20	160	600	218	517	848	67	1.8
0.35	20	160	424	265	621	848	47	1.4
使用材料	セメント：低熱ポルトランドセメント 粗骨材：青梅産砕石（硬質砂岩） 混和材：粉末状シリカフューム 混和剤：ポリカルボン酸系性能 AE 減水剤							

Khoury ら[1] などによって全体ひずみの数式モデルが提案されている。国内においては，例えば常世田[2]，豊田ら[3] によって，各種コンクリートの全体ひずみ測定および数式化が行われている。全体ひずみは，温度に依存する熱膨張ひずみ，弾性係数に依存する弾性ひずみ，時間に依存するクリープひずみなどが合わさったひずみであり，載荷荷重が常温時圧縮強度の３割程度でも，温度上昇に伴い収縮方向に大きく増加することが既往の研究で報告されている。また，昇温時のひずみであるため，温度上昇に伴う蒸発性水分の逸散やセメント水和物の分解といった，コンクリート中の水分が関係する現象がひずみの発生性状に大きく影響することが指摘されている[1]。これらの水分の影響を適切に評価することで，既往のモデルよりも詳細かつ汎用性のある全体ひずみの数式化および鉄筋コンクリート建築物の火災応答解析が可能になると考えられる。

(3)　本研究の目的

本研究では，建築物の高層化に伴い需要が増加している高強度コンクリートを対象に，コンクリート中の蒸発性水分（以下，水分）の有無および水結合材比（以下，W/B）の違いが全体ひずみに与える影響を検討するため，含水状態を変えた調合の異なる試験体を用いて全体ひずみ実験を行い，ひずみ発生性状の比較を行った。また，ひずみの発生に伴う熱応力についても考察するため，同様の試験体を用いて変位拘束実験を行った。本報では，その結果を報告する。

2. 実験概要

全体ひずみ実験は，試験体に一定荷重を載荷した状態で常温から700℃まで加熱し，その間に試験体に発生するひずみを測定した。また，熱膨張ひずみを測定するため，無載荷での加熱実験も実施した。変位拘束実験では，試験体に発生するひずみがゼロになるように制御しながら常温から700℃まで加熱し，試験体端部における反力の変化を得た。本報では，測定した反力を試験体底面積で割った値を「熱応力」と呼ぶ。実施した実験の概要を**図２**に示す。

(1)　試験体・実験装置

試験体は直径75mm×高さ150mmの円柱である。打設後４週間水中養生した後，室温下において気乾状態で保管しており，実験時の材齢は12.5～13年である。W/Bは0.18，0.24，0.35の３種類，粗骨材は硬質砂岩である。試験体の調合，使用材料を**表１**，過去に測定した定常温度下での高温時圧縮強度・弾性係数[4] を**図３**に示す。なお，高温時圧縮強度・弾性係数は気乾試験体についてのみ測定している。

実験装置の概観を**図４**に示す。本装置では，試験体を電気炉内で加熱しながら油圧ジャッキで載荷することができる。試験体の変位は，線膨張係数がコンクリートに比べ非常に小さい石英ガラス管を介して，上下に設置した変位計により測定した。

(2)　実験条件

実験条件を**表２**に示す。全体ひずみ実験における応力レベルは，常温時圧縮強度（W/B=0.18：109.8MPa,W/B=0.24：99.1MPa,W/B=0.35：70.5MPa）に対する載荷応力の割合である。また，気乾状態の試験体を「水分有」，事前乾燥した試験体を「水分無」とする。水分無試験体は，水分有試験体を105℃に保たれた電気炉内で２週間乾燥させたものである。２週間乾燥後の試験体の重量減少率の平均は，W/B=0.18が3.8%，W/B=0.24が4.0%，W/B=0.35が4.5%であった。試験体の重量減少率の経過を**図５**に示す。**図５**には，試験体を８

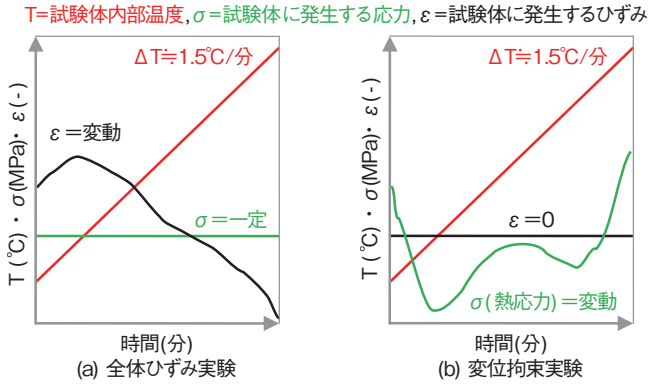


図２　各実験の概要

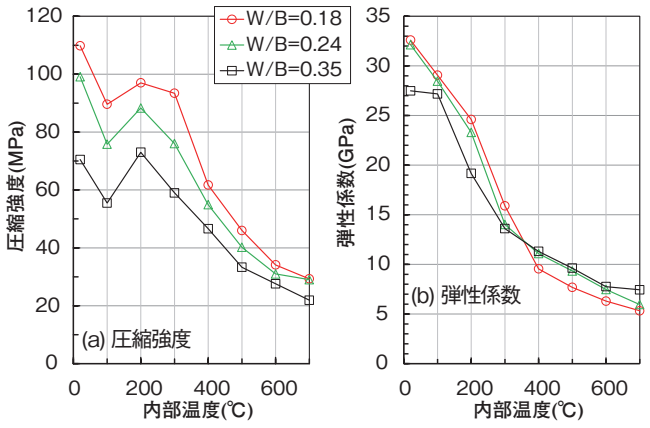


図３　高温時圧縮強度・弾性係数（水分有試験体）[4]

表2　実験条件

W/B	水分	全体ひずみ実験				変位拘束実験
		応力レベル（%）				
		0	10	30	50	
0.18	有	18-00	18-10	18-30	18-50	18-r
	無	18-00-d	18-10-d	18-30-d	18-50-d	18-r-d
0.24	有	24-00	24-10	24-30	24-50	24-r
	無	24-00-d	24-10-d	24-30-d	24-50-d	24-r-d
0.35	有	35-00	35-10	35-30	35-50	35-r
	無	35-00-d	35-10-d	35-30-d	35-50-d	35-r-d

表中の記号は試験体番号を表す。

週間乾燥させた結果も併せて示す。両者を比較すると，2週間の乾燥により105℃で蒸発し得る水分は，ほぼ蒸発していることが分かる。

(3)　加熱条件

本報では，全ての実験において，加熱速度1.5℃ / 分を目安に，電気炉に加える電圧を100℃毎に手動で同様に調整することで，各実験の加熱条件を可能な限り一定にした。

試験体の温度は，表面から深さ6mmの位置で測定した。試験体の温度測定位置と測定結果の一例を**図6**に示す。**図6**には，試験体端部（測定位置①，⑤）と中央部（測定位置③）の温度差も併せて示す。全ての実験における温度差の最大は約150℃であった。

3. 全体ひずみ実験の結果

(1)　熱膨張ひずみおよび全体ひずみ

熱膨張ひずみ・全体ひずみと内部温度の関係を**図7**に示す。なお，本節で示す図の縦軸は，膨張を正，収縮を負としている。また，昇温時のひずみ発生量を比較するため，設定荷重を載荷した時点のひずみをゼロとしている。

熱膨張ひずみ（応力レベル0%の全体ひずみ）は，温度上昇に伴い膨張側へ増加し，700℃で1.2%程度であった。応力レベル10%では，水結合材比により全体ひずみの挙動が異なった。応力レベル30%と応力レベル50%の全体ひずみは，水分有試験体は約100℃，水分無試験体は約200℃で膨張から収縮に転じた。応力レベル30%の全体ひずみは，700℃で1.4%程度の収縮ひずみとなった。また，18-30-dが670℃で破壊し，応力レベル50%では387 ～ 527℃で全ての試験体が破壊した。

全体ひずみにおいて，水結合材比による明確な差は見られなかった。一方，同じ水結合材比で比較すると，100℃以上において，水分無試験体は水分有試験体よりもひずみが膨張方向に大きくなり，応力レベル50%では約200℃まで，その他の応力レベルでは約500℃まで両者の差は増加する傾向が見られた。

(2)　LITS係数と線膨張係数

Khouryら[1]は，全体ひずみを熱膨張ひずみ，初期弾性ひずみとLoad Induced Thermal Strain（LITS，載荷時熱ひずみ）の和として表す以下の数式モデルを提案している。

$$\varepsilon_{tot} = \varepsilon_{th} + \varepsilon_{\sigma,0} + LITS \qquad (1)$$

ε_{tot}：全体ひずみ，$\varepsilon_{\sigma,0}$：初期弾性ひずみ，ε_{th}：熱膨張ひずみ

式（1）より，LITSは温度上昇に伴い弾性係数が低下することにより生じる弾性ひずみと時間の経過により生じるクリープひずみなどを含む圧縮ひずみであるといえる。

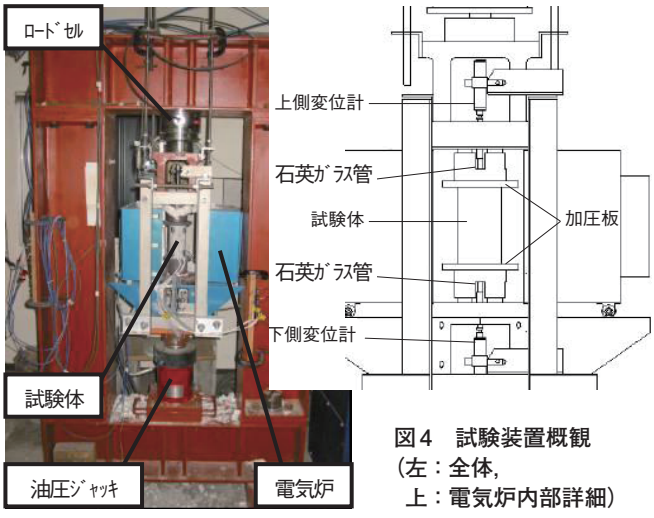


図4　試験装置概観
（左：全体，
上：電気炉内部詳細）

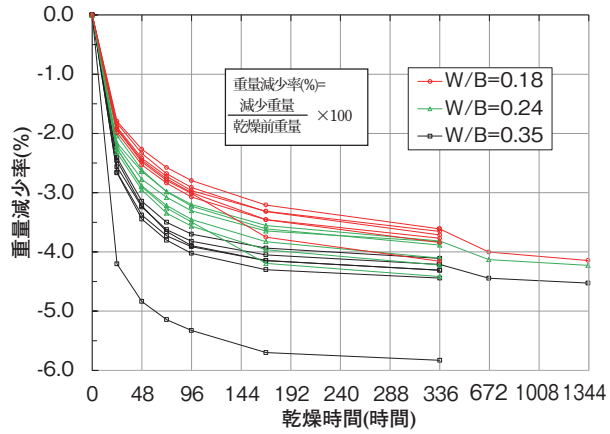


図5　事前乾燥時の試験体重量減少率

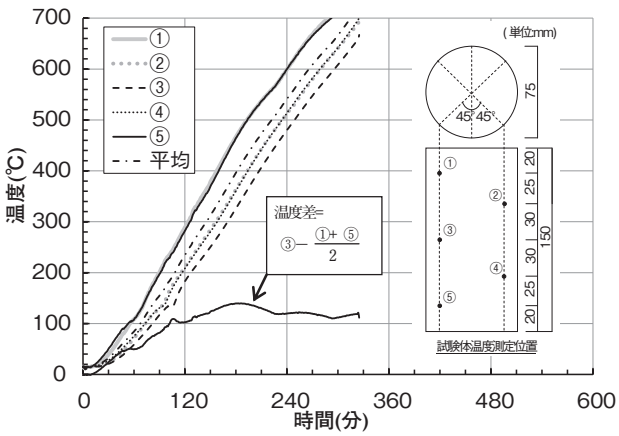


図6　試験体温度測定位置と測定結果

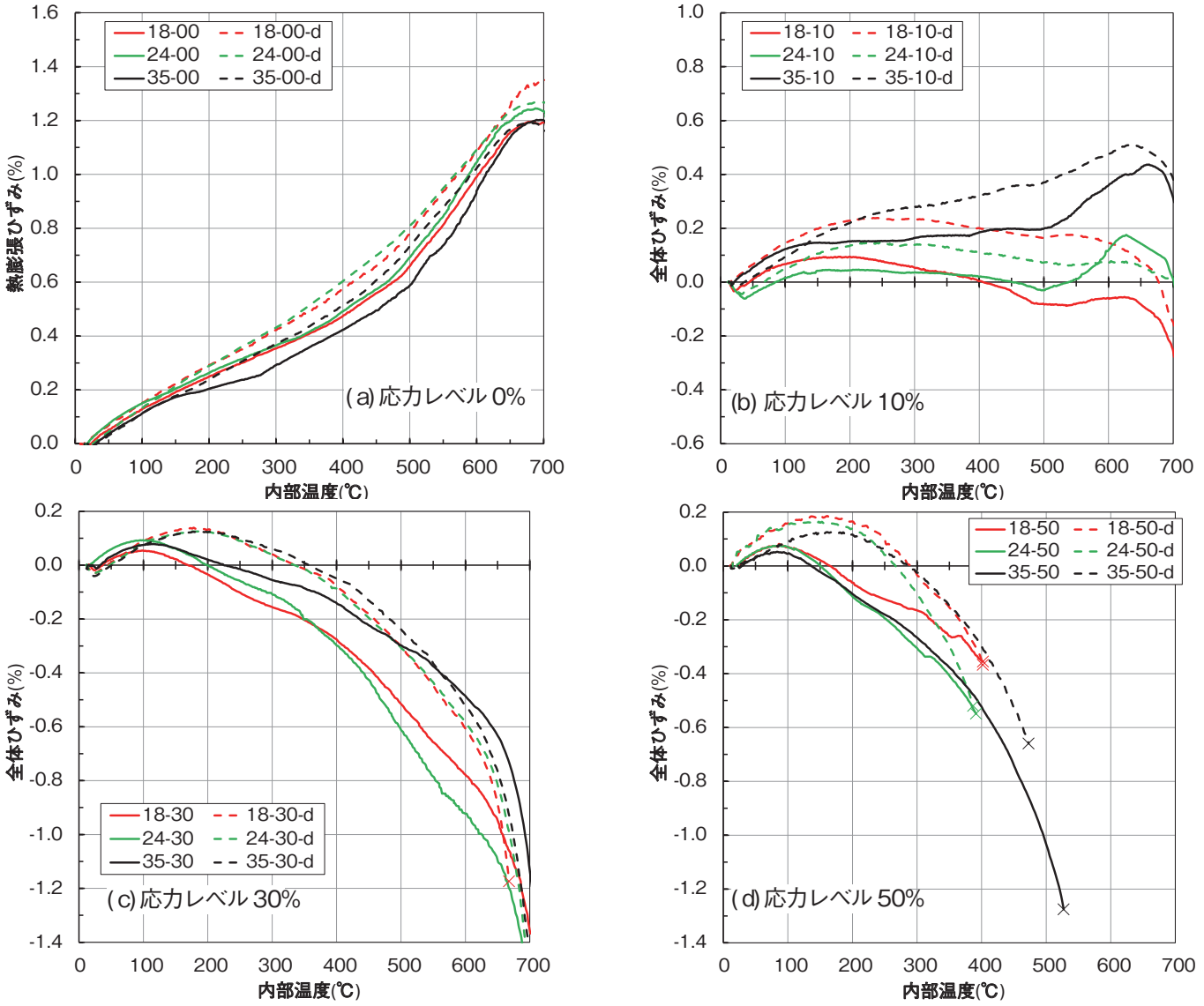


図7　全体ひずみと内部温度の関係

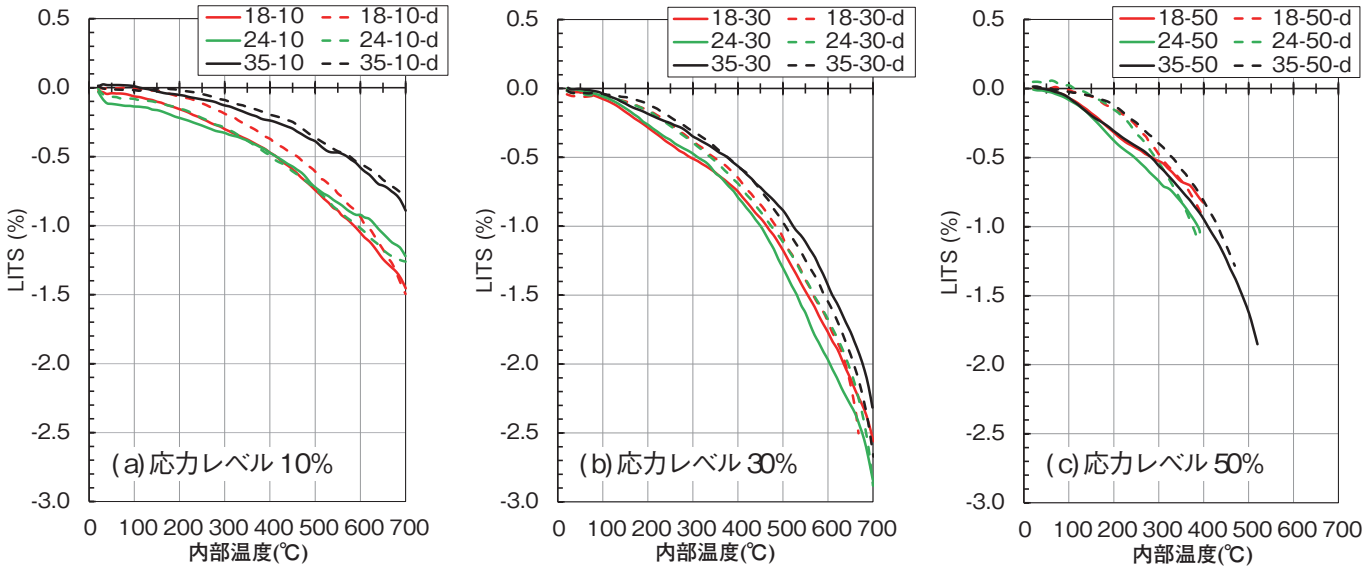


図8　LITS と内部温度の関係

LITSと内部温度の関係を**図8**に示す。また，LITSおよび熱膨張ひずみの性状についてより詳細に考察するため，LITS曲線の勾配を表すLITS係数（LITS/℃）および線膨張係数（熱膨張ひずみ/℃）と内部温度の関係を**図9**に示す。

約50℃において，線膨張係数は既に大きな値を示しているが，LITS係数の値はほぼゼロもしくはゼロに近づいている。これは，100℃以下の低温時において，熱膨張ひずみはLITSよりも温度に対して敏感に反応することを表す。線膨張係数は50～200℃でやや減少するが，同じ水結合材比で比較すると，水分無試験体は水分有試験体よりも減少が少ない。その後，300～600℃で増加した後，線膨張係数は減少に転じる。600℃程度での線膨張係数の増加については，シュナイダー[5]による珪岩質骨材コンクリートに関する報告と同様であり，骨材中の石英が570℃で相変態を生じる結果，膨張が大きく増加するために生じるとされている。また，600℃以上ではほとんどのコンクリートは膨張しないことも報告されている。応力レベル10%以上のLITS係数は温度上昇に伴い概ね低下するが，200℃以下では水分無試験体の方が水分有試験体よりも大きくなる傾向があり，応力レベルが大きいほど両者の差は顕著に現れた。この差は，水分有試験体において乾燥クリープ（水分の逸散を伴う状態で生じるクリープひずみ）が，水分無試験体においては小さくなるために生じたと考えられる。水結合材比による影響を見ると，W/B=0.35のLITS係数が他の試験体よりも大きくなる傾向にあった。

4. 変位拘束実験の結果

図10に，試験体に発生した熱応力と内部温度の関係を示す。図の縦軸は圧縮応力を負としている。加熱開始後，増加する熱膨張ひずみが拘束されることにより，熱応力は圧縮方

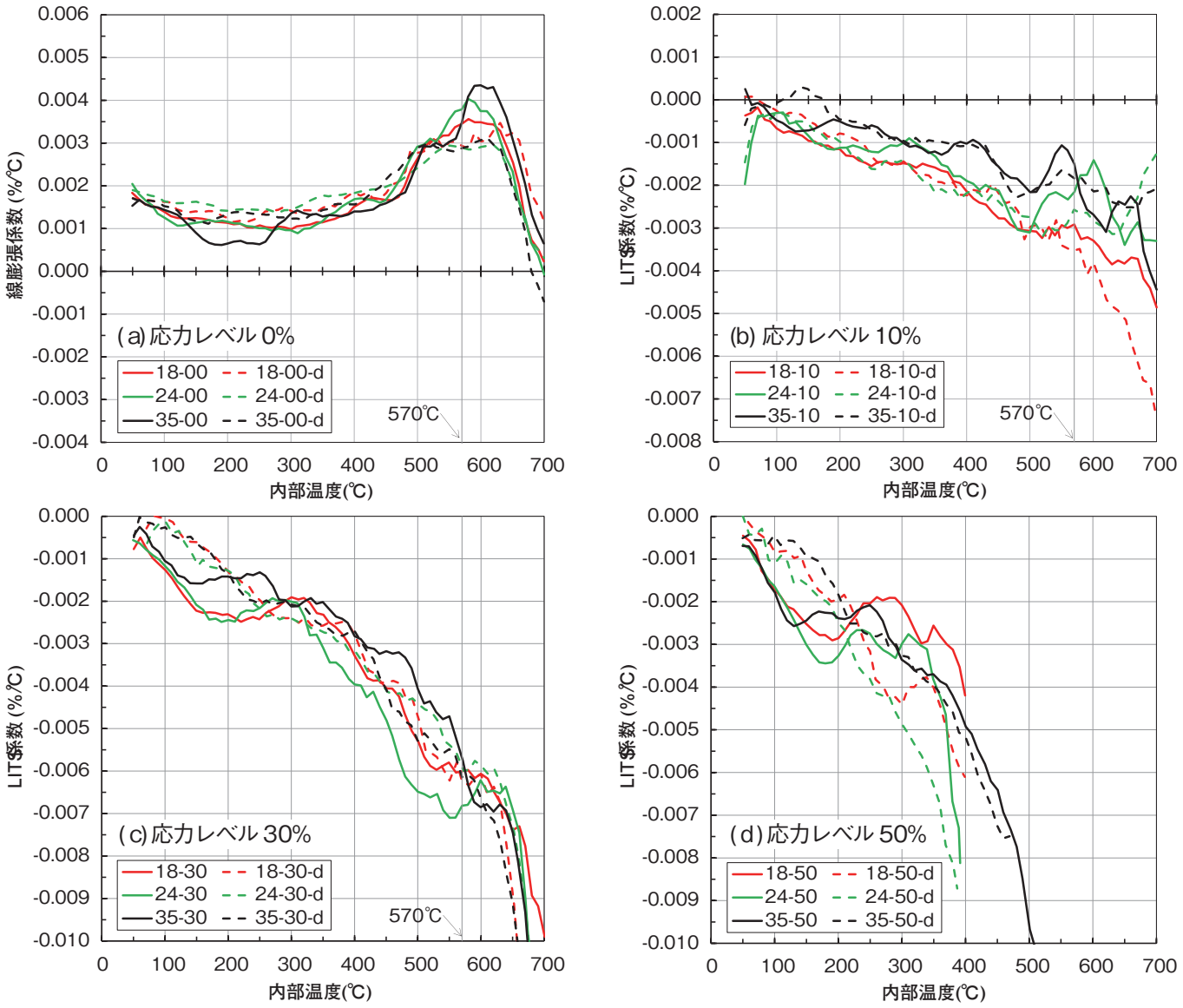


図9　線膨張係数・LITS係数と内部温度の関係

向に増加した。最大熱応力は，18-r，24-r，24-r-dでは応力レベル20%程度，その他の試験体では応力レベル30%程度に相当する。熱応力において，水結合材比による明確な差は見られなかった。一方，同じ水結合材比で比較すると，水分無試験体の最大熱応力は水分有試験体より大きくなる傾向がみられた。熱応力は，水分有試験体は約100℃，水分無試験体は約200℃まで増加した後，減少を始めた。これは，全体ひずみ実験の応力レベル30%において，水分有試験体は約100℃，水分無試験体は約200℃で全体ひずみが膨張から収縮に転じたことと対応している。450 ～ 500℃では全ての試験体で熱応力が停滞もしくは増加する傾向がみられた。

5. まとめ

高強度コンクリートの全体ひずみ実験および変位拘束実験から，水分の有無が全体ひずみおよび熱応力に与える影響について以下の知見を得た。

1) コンクリートの温度が100℃以上になると，水分有試験体よりも水分無試験体（蒸発し得る水分を蒸発させた場合）の方が全体ひずみは膨張方向に大きくなり，応力レベル50%では約200℃まで，その他の応力レベルでは約500℃まで両者の差は増加する傾向が見られた。
2) LITS係数および線膨張係数は，200℃以下において水分有試験体よりも水分無試験体の方が大きな値をとる傾向がみられた。この傾向は，応力レベルが大きいほど顕著に見られた。

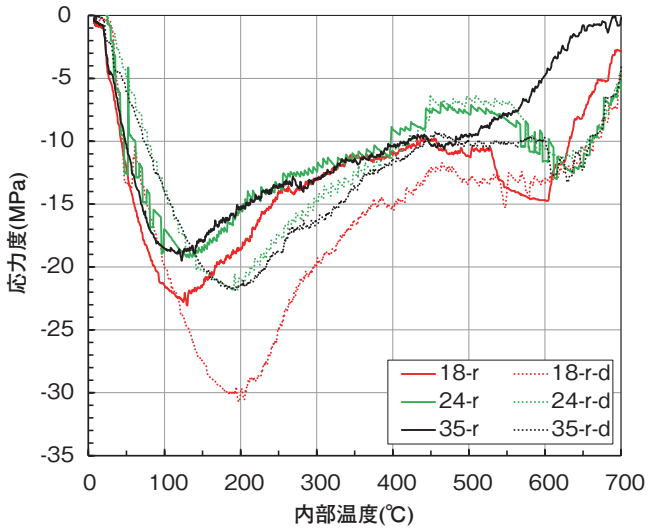


図10　変位拘束実験の結果

3) コンクリートの膨張変形が拘束されることで生じる熱応力は，水分有試験体では約100℃から，水分無試験体では約200℃から減少し，その最大応力についても両者に大きな違いが見られた。
4) LITS係数については，W/B=0.35の結果が他の試験体よりも大きくなる傾向にあったが，その他の実験結果では水結合材比による一定な影響は見られなかった。

今後は，本実験結果について更なる考察を行ったうえで，水分の影響を反映させたコンクリート全体ひずみの数式モデルを作成し，変位拘束実験の解析を行う予定である。

【謝辞】

本研究における実験は，千葉大学平島研究室4年生（実験当時）の吉田徹氏，長谷川純希氏および指導教官である平島岳夫先生にご協力をいただいて行なったものであり，ここに深く謝意を表します。

【参考文献】

1) Gavriel A. Koury et al：Strain of concrete during first heating to 600° C under load, Magazine of Concrete Research, Vol.37, No.133, pp.195-215, 1985.12
2) 常世田昌寿：石灰岩骨材を用いた普通コンクリートの火災高温時における過渡ひずみに関する実験的研究，建材試験情報，pp.27-34, 2006.5
3) 豊田康二，山下平祐，常世田昌寿，平島岳夫，上杉英樹：火災加熱を受ける100N/mm²級高強度コンクリートの過渡ひずみに関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集 第648号，pp.453-460, 2010.2
4) 豊田康二，山下平祐，石田良平，近藤悟，菊田繁美，高橋孝二，堀昭夫，井上超，松戸正士，中込昭，吉田正友，平島岳夫，上杉英樹：火災加熱を受ける超高強度コンクリートの力学的特性に関する実験的研究（その1.定常温度下における高温圧縮試験），構造工学論文集，Vol49B, pp.367-374, 2003.3
5) U. シュナイダー著，森永繁，山崎庸行，林章二訳：コンクリートの熱的性質，技報堂，1983年12月

＊執筆者

山下 平祐（やました・へいすけ）
防耐火グループ　主任
従事する業務：構造部材の防耐火試験

試験報告

落下防止補助ネットの性能試験

（発行番号：第14C0255号）

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

<table>
<tr><td>試験名称</td><td colspan="4">落下防止補助ネットの性能試験</td></tr>
<tr><td>依頼者</td><td colspan="4">ナック・ケイ・エス株式会社</td></tr>
<tr><td>試験項目</td><td colspan="4">衝撃落下試験</td></tr>
<tr><td>商品名</td><td colspan="4">落下防止補助ネット</td></tr>
<tr><td rowspan="3">試験体
（依頼者
提出資料）</td><td>試験体
記号</td><td colspan="2">主な構成材の寸法(mm)及び材質</td><td>数量</td></tr>
<tr><td>A</td><td colspan="2">メッシュ筋：
材質；SUS304
寸法；φ5, @100
メッシュ筋相互の接合：点溶接
落下防止補助ネット枠：
材質；ステンレス
寸法；□－32×16×t1.5, □－16×16×t1.5</td><td>1体</td></tr>
<tr><td colspan="4">参　照：図1（試験体）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">試験方法</td><td>概要</td><td colspan="3">試験は，試験体のドーム枠を木材を介してシャコ万でH型鋼に固定し，衝撃体を試験体中央位置に高さ1.5mから落下させ，落下後の試験体の状況を目視観察した。</td></tr>
<tr><td>衝撃体</td><td colspan="3">質量：70kg，寸法：φ25cm×65cm</td></tr>
<tr><td colspan="4">参　照：図2（試験体の固定方法）
写真1（試験実施状況）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">試験結果</td><td>試験体
記号</td><td>衝撃体
kg</td><td>落下高さ
m</td><td>試験後の試験体の状況</td><td>写真</td></tr>
<tr><td>A</td><td>70</td><td>1.5</td><td>メッシュ筋相互の接合点の溶接切れは無し。
メッシュ筋及び落下防止補助ネット枠に変形は見られたが，衝撃体は受け止めた。</td><td>写真2
及び
写真3</td></tr>
<tr><td>試験日</td><td colspan="4">平成26年　7月17日</td></tr>
<tr><td>担当者</td><td colspan="4">試験監督者　流田靖博
試験責任者　早崎洋一
試験実施者　早崎洋一，白木良一</td></tr>
<tr><td>試験場所</td><td colspan="4">西日本試験所</td></tr>
</table>

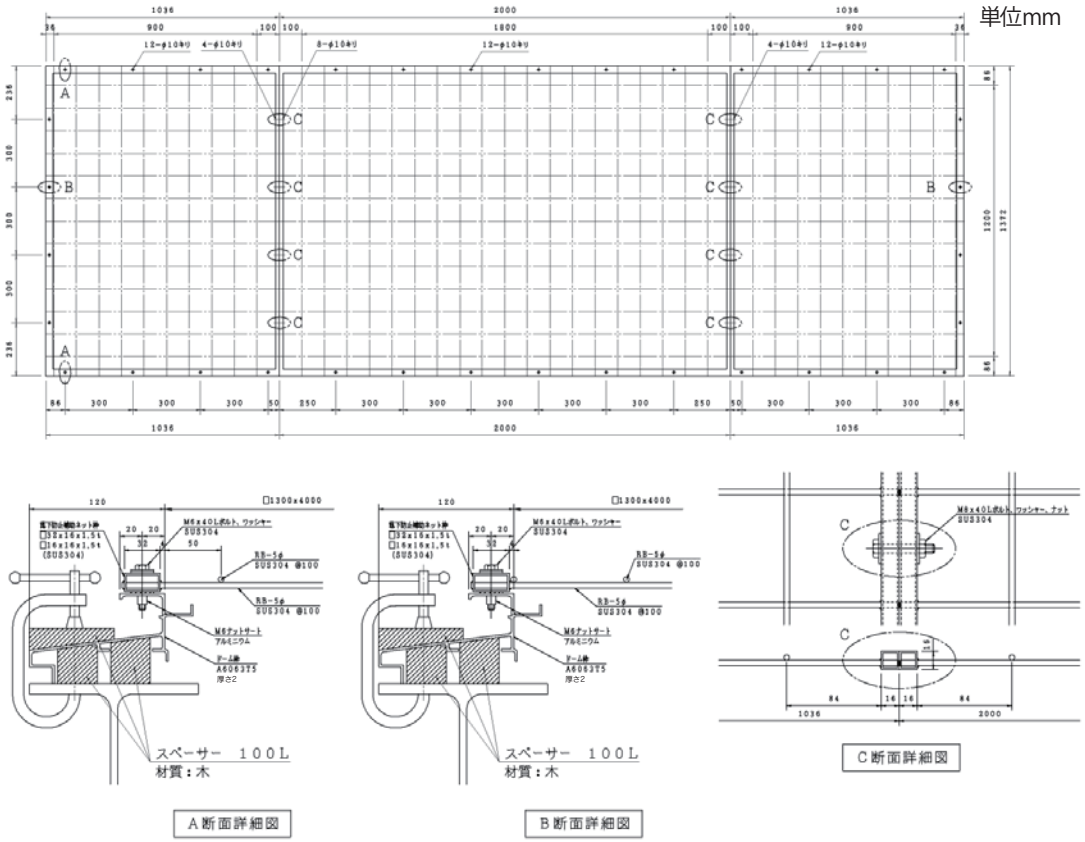


図1　試験体 試験体記号：A　（依頼者提出資料）

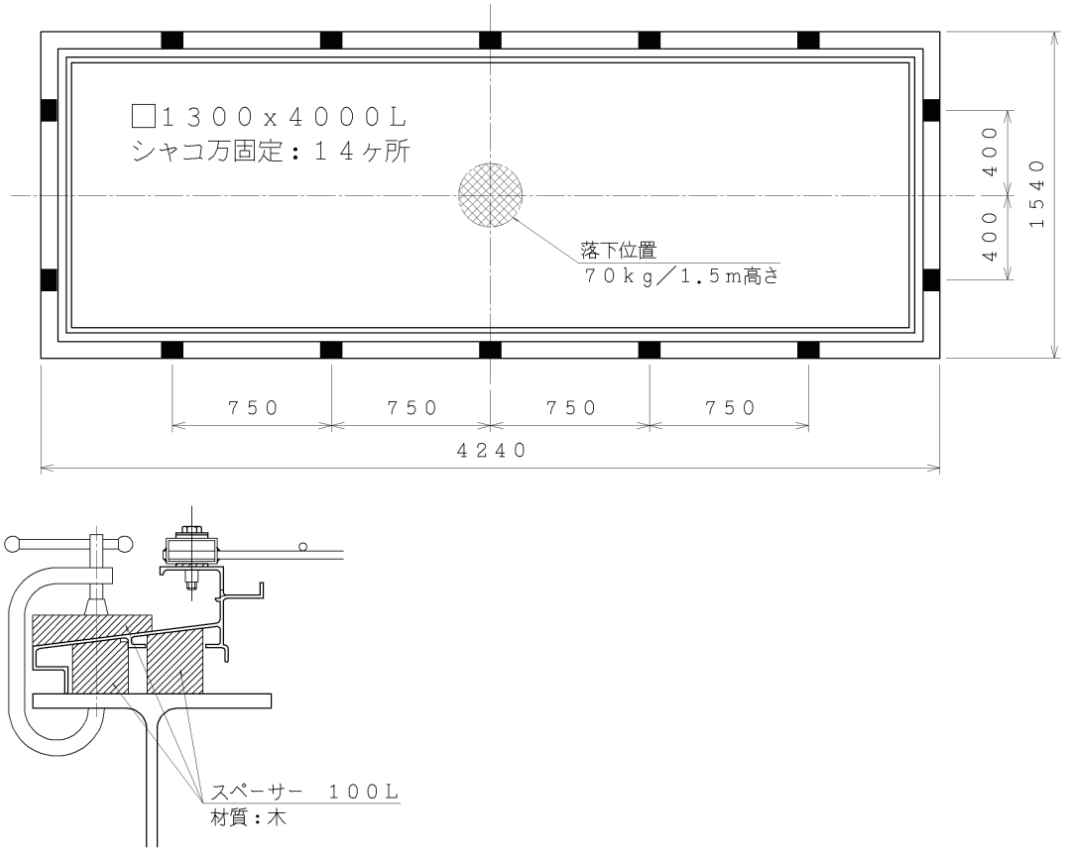


図2　試験体の固定方法 試験体記号：A　（依頼者提出資料）

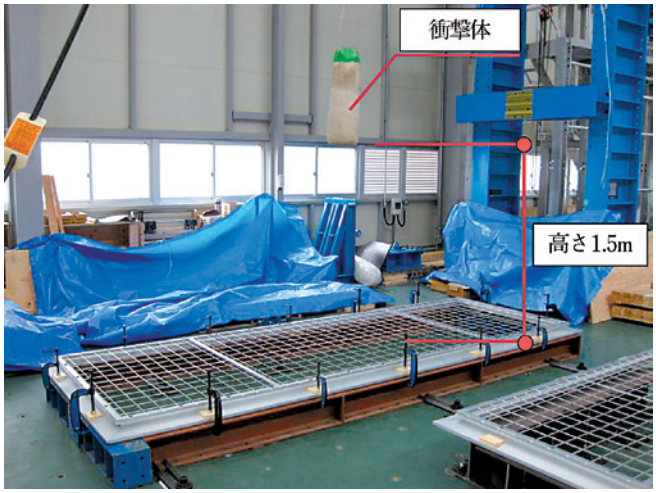


写真1　試験実施状況
試験項目：衝撃落下試験　　試験体記号：A

写真2　試験後の試験体の状況
試験項目：衝撃落下試験　　試験体記号：A
・衝撃体落下直後の全景

写真3　試験後の試験体の状況
試験項目：衝撃落下試験　　試験体記号：A
・衝撃体落下部のメッシュ筋の変形
・落下防止補助ネット枠の変形

コメント

今回紹介した「転落防止補助ネットの性能試験」は，人が天窓に乗り，破損した場合の転落防止材の性能確認を行う試験である。天窓とは，建築大辞典(発行：彰国社) に「屋根あるいは天井面に設けられた明り取り窓」とあり，多くは，吹き抜け空間などの大空間にトップライトとして光を取り入れる場合に使用され，小・中学校でも広く使用されている。天窓は，その利用目的から屋上・屋根部分に設置されるため，一度事故が起こると大事故につながる恐れがある。過去には，小学生が天窓から転落し亡くなるという痛ましい事故が起きている。事故後，再発防止策として，天窓周辺に防護柵の設置，屋上への進入扉の施錠が周知徹底されたが，法的な拘束力はなく，また，転落した場合の具体的な防止措置も存在しない。

転落防止補助ネットは，こうした背景を受け，製品開発されたもので，人が天窓から転落した場合に人命を守るためのものである。天窓の再発防止策に法的な拘束力，具体的な防止措置が存在しないため，天窓用の転落防止材の有用性は高いといえる。しかし，この天窓用の転落防止材には，明確な試験・評価方法がなく，メーカー独自の試験方法で行っているのが現状である。

今回の試験で用いた衝撃体70kgは，比較的大きな子供を想定したものである。この衝撃体の設定荷重は，天窓を破損する事故が天窓上で飛び跳ねるなどの衝撃荷重を加えたことに起因する例が多く，大人が事故を起こす確率は低いという判断によるもので，落下高さ1.5mは，実際の天窓から転落防止補助ネット間の高さよりも高い設定(試験における安全側) としたものである。試験を行った製品は，衝撃体落下後，各部の変形は見られたが，衝撃体は受け止める結果となった。

天窓転落による事故を未然に防ぐためにも，天窓から転落した場合の具体的な防止措置と，その防止措置に対する技術基準(試験方法，評価方法など) が設けられることを強く望む。

(文責：西日本試験所 試験課 主任　早崎洋一)

基礎講座

有機系建築材料の劣化因子とその試験
⑦摩耗試験

1. はじめに

2013年の6月号から始まったこの基礎講座も7回目を迎えました。今回は，有機系建築材料の「摩耗試験」について解説します。

「摩耗」とは，あまり日常で使う言葉ではないと思われますが身近な現象です。手元の辞書で調べてみると，このような記載がありました。

> まもう【摩耗・磨耗】こすれて減ること。多く機械･部品･道具などについていう。[1)]

つまり，摩耗とはすり減ることであると言い換えることができます。建材が摩耗する理由として，筆頭にあげられるのは人間の歩行です。建材の中でも，耐摩耗性が特に求められるのは床材といえるでしょう。一人が一回歩いたときの負荷はわずかでも，何年もかけ，多くの人に歩かれた床は汚れてすり減ってしまいます。オフィスビルや店舗等の出入口には，多くの場合マットが敷かれています。このマットは，靴底の汚れを取るためだけでなく，人通りの多いところの床材を守るためでもあるのではないでしょうか。

実際に，当センターで受注実績のある摩耗試験は床材に関するものが多くを占めています。

2. 摩耗試験の規格

当センターは，日本工業規格（JIS）など様々な試験規格に準拠して試験を行っています。JISを審議する機関である日本工業標準調査会のウェブサイトで「摩耗試験」を検索すると，100件以上ものJISがありました[2)]。

これらのJISには，特定の材料に特化した試験方法もあるため，全てを挙げることはとてもできません。ここでは，当センターで実績のある摩耗試験のJISについて**表1**に示します。

これらの試験及び試験装置は，規格名称が長いためか試験装置の開発者や製造社に由来する名前で呼ばれることが多くなっています。そのため，**表1**には試験装置の名称も載せました。

3. 摩耗試験の方法と装置

表1に示した摩耗試験について，簡単に説明します。

3. 1　JIS A 1451

JIS A 1451は，試験体の表面に砂を撒きながらピアノ線のブラシと鋼板を擦りつけ，更に打撃鋲で打ち付けるという過酷な試験です（**写真1**参照）。試験片厚さの減少や，外観の変化について評価を行います。

写真1　吉岡式摩耗試験機（JIS A 1451）

表1　摩耗試験の例

規格番号	規格名称	試験装置	試験片の寸法及び形状	必要数量
JIS A 1451	建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法（回転円盤の摩擦及び打撃による床材料の摩耗試験方法）	吉岡式摩耗試験機	上底93mm，下底300mm，高さ250mmの台形，厚さ10 ～ 30mm（下地材含む）	8個
JIS A 1452	建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法（落砂法）	落砂摩耗試験機	50mm × 50mm，製品厚さ	3個
JIS A 1453	建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法（研磨紙法）	テーバー式摩耗試験機	直径120mmの円形，または試験に支障のない形状（100mm × 100mm）	3個
JIS K 7204	プラスチック－摩耗輪による摩耗試験方法		直径約100mmの円板，または測長約100mmの正方形のコーナーを切り取った八角形板，厚さ0.5 ～ 10mm	最低3個
JIS K 7205	研磨材によるプラスチックの摩耗試験方法	オルゼン式摩耗試験機	50mm × 76mm，厚さ2mm以上	3枚

この試験は，JISが制定された当時の研究においても他の試験方法に比べて人間の歩行によるダメージを良く再現しているという報告[3]が得られています。高輝度蓄光式誘導標識（非常口を示す標識）の認定[4]にも採用されている方法です。

また，この試験装置はJIS A 1454（高分子系張り床材試験方法）の耐摩耗性試験[5]にも用いられています。

3. 2　JIS A 1452

JIS A 1452では，回転する試験片の上から砂を落とし，表面の削れた度合いを評価します。この試験方法では，試験片表面の光沢，透明度，塗装のうちいずれかの変化を測定します。測定対象により，砂の種類と落下高さを変えて試験を行います（**写真2**参照）。

3. 3　JIS A 1453とJIS K 7204

JIS A 1453とJIS K 7204は，良く似ている試験です。装置の基本構成は同じですが，寸法が少しだけ異なります。JIS A 1453はゴム輪の表面に研磨紙を巻き付けたもの，JIS K 7204は摩耗輪と呼ばれる研削用の砥石を回転する試験片に擦りつけます（**写真3**参照）。質量・厚さの減少，外観の変化について評価を行います。

JIS K 7204では，様々な研磨作用を備えた摩耗輪を選択することが可能です。また，摩耗輪を試験片に載せるときの荷重にも複数の選択肢があります。そのため，適切な試験条件を選ぶ必要があります。試験条件がわからないと，試験をすることも結果を比べることもできません。

また，この試験装置はフローリングの日本農林規格における摩耗試験[6]にも用いられています。

3. 4　JIS K 7205

JIS K 7205は，回転する金属板に研磨剤を撒き，その上から試験片を押しつけて削っていく試験です（**写真4**参照）。摩耗による質量・体積の変化を測定します。

4. おわりに

今回は，摩耗試験について紹介を行いました。この連載は有機系建築材料に関するものではありますが，これらの試験は無機系の建築材料にも用いられています。様々な材料に対応していますので，試験をご検討の際はお気軽にお問い合わせください。

なお，今回ご案内しました規格の中で，JIS A 1452及びJIS A 1453は約40年前の制定以来，長いこと改正が行われていませんでした。しかし，今年度原案作成団体である当センターが「JIS A 1452およびJIS A 1453改正原案作成委員会（合同）」を発足させ，現在改正作業を行っています。

写真2　落砂摩耗試験機（JIS A 1452）

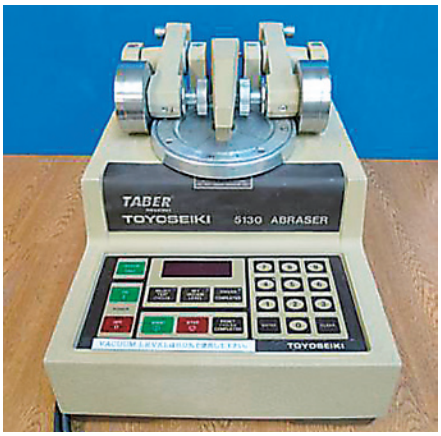


写真3　テーバー式摩耗試験機（JIS K 7204）

写真4　オルゼン式摩耗試験機（JIS K 7205）

【参考文献】

1）松村明・三省堂編修所：大辞林　天金総皮装，株式会社三省堂，1990，pp.2294（1889第一刷，1990第二刷）
2）日本工業標準調査会 http：//www.jisc.go.jp/（参照：2014/11/26）
3）吉岡丹，名知了三，床材料の摩耗試験方法に関する研究－その5－（床材料摩耗試験機による実験），工業標準原案　床材料の摩耗試験方法（回転円盤による摩擦および打撃法）作成委員会「床材料の摩耗試験方法に関する研究報告」，1968，pp.213-216
4）FESC E 011-14：2014，高輝度蓄光式誘導標識の試験基準及び判定基準，一般財団法人 日本消防設備安全センター
5）JIS A 1454：2010，高分子系張り床材試験方法
6）フローリングの日本農林規格，平成25年11月28日

（文責：中央試験所 材料グループ 主幹　吉田仁美）

業務紹介

ISO50001（エネルギーマネジメントシステム）

ISO 審査本部

1. はじめに

当センターISO審査本部では，2012年9月21日付でJAB（公益財団法人　日本適合性認定協会）よりエネルギーマネジメントシステム認証業務の認定を受け，事業者の申請を受付けています。2013年7月に名古屋市に本社を置く昭和建物管理株式会社からの申請を受付け，JAB認定審査員の立ち合いのもと実地審査を行い，2014年3月21日付で登録第1号として認証を授与しました。

今回の認証実績を踏まえ，本稿では，エネルギー需要の社会的背景，ビルメンテナンス業界でのエネルギーマネジメントシステム確立の意義，活用，構築のポイントについて紹介します。

2. エネルギーを取り巻く社会環境

経済産業省資源エネルギー庁から2014年4月に公開された2012年度エネルギー需給実績[1)]では，最終エネルギー消費は，生産量の減少や，2011年度と比較して冷夏暖冬であったことから電力（前年度比▲2.0%）や石油（同▲1.7%）が減少し，全体として前年度比▲1.2%と減少したことが報告されています（**図1**）。

部門別最終エネルギー消費推移（2012年度確報）[1)]によると，2011年度比では，産業部門▲1.6%，民生部門▲0.4%，運輸部門▲1.9%であり，1990年度比では，産業部門▲12.6%，民生部門＋33.7%，運輸部門＋3.1%となっています。

ビルメンテナンス業界に直接関係する民生部門の業務部門（企業の管理部門等の事務所･ビル，ホテルや百貨店，サービス業等）では，2011年度比▲0.1%とわずかに減少していますが，1990年度比＋41.9%となっており，最終エネルギー消費に占める割合も20%にまで増加しています（1990年度は14.6%）。

さらに2013年度は，アベノミクスによる経済効果と猛暑厳冬であったことから，増加を想像することは難くない状

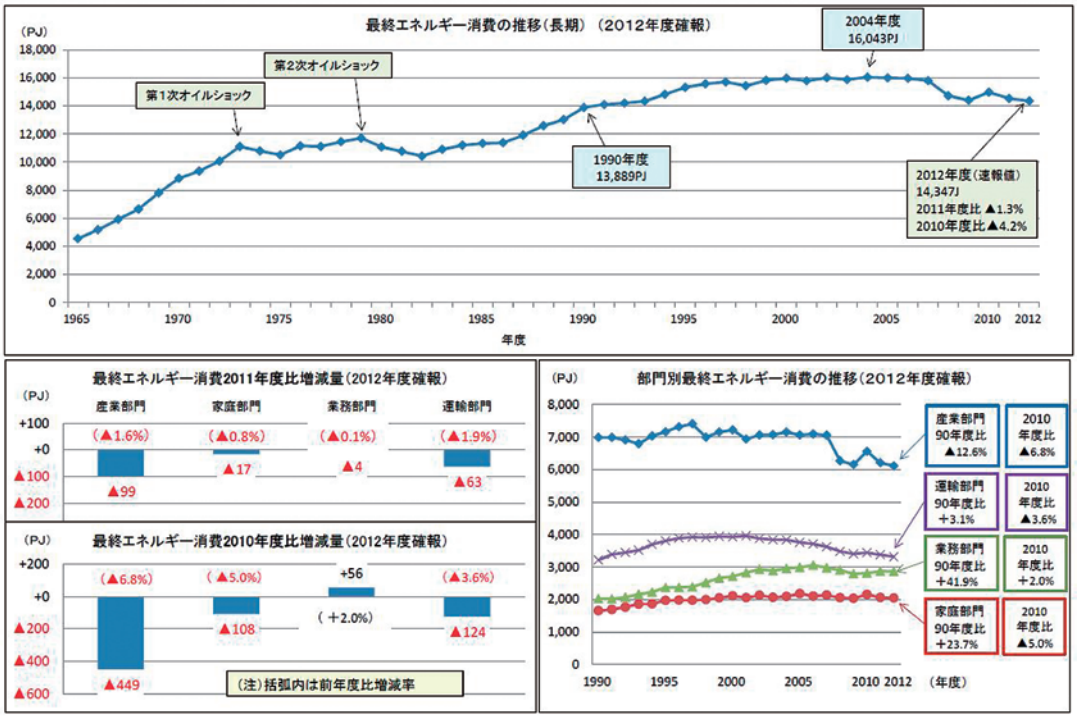


図1　最終エネルギー消費の推移及び前年度比増減量（2012年度）[1)]

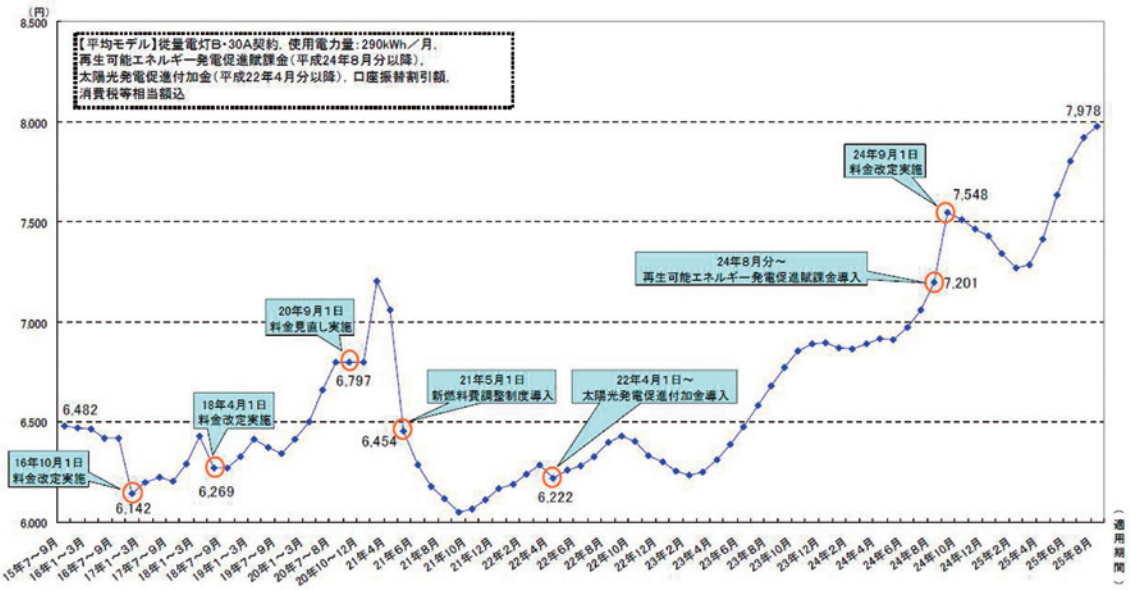


図２　直近 10 年間の平均モデルの電気料金推移 [2)]

況であったと考えられます。

一方，電力会社の電気料金単価は，震災後の 2011 年度から上がり始め，2014 年度も値上が認可されています（**図2**）。今後は，原子力発電所の再稼働が計画通り進むかに影響を受けることになると考えられています。

3. エネルギーに関する法の改正

電力の需給の早期安定化の観点から電力ピーク対策を措置した「エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する等の法律」（以下「改正省エネ法」という。）が 2014 年４月１日に施行され，新たに「電気の需要の平準化に関する所要の措置を講ずること」が追加されました。

電気の需要の平準化とは，電気の需要量の季節又は時間帯による変動を縮小させるため，国全体の夏季・冬季の昼間の電力需要を低減させることとされています。

事業者に対しては取り組むべき措置に関する指針が示され，電気の需要の平準化に資する措置として，次の（1）～（3）の３項目について具体的措置内容が示されています。

（1）電気の使用から燃料又は熱の使用への転換

①自家発電設備の活用

②空気調和設備等の熱源の変更

（2）電気需要平準化時間帯から電気需要平準化時間帯以外の時間帯への電気を消費する機械器具を使用する時間の変更

①電気を消費する機械器具の稼働時間の変更

②蓄電池及び蓄熱システムの活用

（3）その他事業者が取り組むべき電気需要平準化に資する措置

①エネルギーの使用の合理化に関する措置

・電気需要平準化時間帯におけるエネルギーの使用の合理化に関する措置の徹底

・電気の使用量の計測管理の徹底

②電気需要平準化に資するサービスの活用

さらに，「工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準」の中には，ビルメンテナンス業界と関連する具体的内容が示されています（**表１**）。

表１　工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（抜粋）[3)]

１専ら事務所その他これに類する用途に供する工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事項

（8）その他エネルギーの使用の合理化に関する事項

事業場の居室等を賃貸している事業者（以下「賃貸事業者」という。）と事業場の居室等を賃借している事業者（以下「賃借事業者」という。）は，共同してエネルギーの使用の合理化に関する活動を推進するとともに，賃貸事業者は，賃借事業者のエネルギーの使用の合理化状況が確認できるようにエネルギー使用量の把握を行い，賃借事業者に情報提供すること。その際，計量設備がある場合は計量値とし，計量設備がない場合は合理的な算定方法に基づいた推計値とすること。

Ⅱエネルギーの使用の合理化の目標及び計画的に取り組むべき措置

賃貸事業者と賃借事業者は，共同してエネルギーの使用の合理化に関する活動を推進するとともに，エネルギーの使用の合理化の適切かつ有効な実施を促すため，エネルギーの使用及び使用の合理化に係る費用の負担方法にその成果が反映される仕組み等を構築するように努めるものとする。

２その他エネルギーの使用の合理化に関する事項

（6）エネルギーの使用の合理化に関するツールや手法の活用

業務用ビルのエネルギーの使用の合理化を行うに当たっては，ビルのエネルギーを試算して，省エネルギー対策適用時の削減効果を比較評価するツールや，空気調和設備等の運転プロセスデータを編集し，グラフ化して運転状態を分析しやすくするツールの活用について検討すること。

また，経済産業省資源エネルギー庁のエネルギー基本計画（2014 年４月）には，産業部門等における省エネルギーの加速として，エネルギーマネジメントシステムの手順を定めたISO50001の認証取得を促進し，省エネルギー対策の情報提供等を実施することが示されています。

これら省エネルギー推進に向け，2014年度予算に省エネルギー関連予算が組み込まれています（**表2**）。

表2　2014年度の補助金制度・技術革新プログラム制度

補助対象	補助対象事業・補助率
エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	省エネ設備導入支援：単独事業1/3以内，連携事業1/2以内，BEMS等を用いた管理事業1/2以内 ピーク対策支援：単独事業1/3以内，BEMS等を用いた管理事業1/2以内
住宅・ビルの革新的省エネルギー技術導入促進事業補助金	ZEB実証事業，ZEH支援事業 既設住宅・建築物における高性能建材導入促進事業補助率：1/3 ～ 2/3以内
戦略的省エネルギー技術革新プログラム	開発リスクの高い革新的な省エネルギー技術開発

4. ビルメンテナンス業界でのエネルギーマネジメントシステム確立の意義

ビルメンテナンス企業の顧客として，行政機関，公共機関及び民間のビル所有者等が考えられます。

行政機関の場合には，非常に多くの施設（建築物）を所有して，指定管理者制度による施設管理委託や建物等各種施設管理を入札により委託管理する場合等，さまざまな手法を取り入れています。また，新規事業ではPFI事業として建物の維持管理，運営までを委託するケースも多くあります。

国，自治体等も，エネルギー使用量の合計量が一定以上の事業者は規制対象になることから，各施設でのエネルギー管理は，重要なポイントになっているのではないでしょうか。

横浜市の指定管理者制度運用ガイドライン（平成26年10月）[4]では，「指定管理者制度適用施設のマネジメントシステムの確立」として，次の内容を示しています。

表3　横浜市指定管理者制度運用ガイドライン第7版（抜粋）[4]

本来異なる価値観を有する市と指定管理者との間での「パートナーシップ」を実現していくためには，目的・目標の明確化及び共有が不可欠であることから，明確化された目的・目標に基づくマネジメントシステムの確立は，指定管理者制度の運用における実効性ある「共創」の基盤としても，必要となるものである。指定管理者制度の運用における目標に基づくマネジメントの成否は，抽象的な施設の目的（ミッション）を，施設の特性や機能を考慮した上で，どれだけ具体的な「指標」として適切に落とし込めるかにかかっている。客観的な目標設定及びそれに対する評価を行うために，可能な限り，数値化した指標を設定することが望ましい。

このマネジメントシステムに社会的課題となっているエネルギー問題を組み入れることで，行政の特定事業者としての役割を支援することが可能になるのではないでしょうか。

一方，民間のビルオーナーにとっては，光熱費等の運営管理コストが上昇することは，入居者への負担増につながり，空室を引き起こす要因になることから，効率的なエネルギー使用と快適な空間の提供が必要になっているのではないでしょうか。

ビルメンテナンス企業が，ISO50001に基づくエネルギーマネジメントシステムを導入し，管理物件として運用管理し，エネルギーパフォーマンスの向上を第三者から評価されることは，信頼性を得る上で大きなメリットにつながると考えます。

5. エネルギーマネジメントシステム構築のポイント

5.1 トップマネジメントの関与

事業戦略の一環として，管理物件に対する省エネルギー推進への取り組みを社内外に示すことが重要になります。

自社所有建築物や工場等でのエネルギーマネジメントシステムの取り組みでは，エネルギー使用量をどこまで削減するかに着目しますが，ビルメンテナンス企業では，ビル所有者（発注者）との合意のもとで進めることになります。しかしながら，より多くの管理物件において，エネルギーマネジメントシステムに取り組むことに着目すれば，ビルメンテナンス業界に応じた目標の設定が可能になり，結果として省エネルギーへの貢献となります。

例えば，「3年後には管理物件の50%を対象に運用する」ことを目的とすれば，管理物件ごとのエネルギー消費量のパフォーマンスは，条件が異なることから成果にもばらつきは出ます。しかし，管理物件を増やすことで，全体でのエネルギー消費量のパフォーマンスを向上させることができれば，ビルメンテナンス企業としてエネルギーマネジメントを通した大きな社会貢献につながることになります。

5.2 管理物件を対象範囲として取り組むポイント

ビル所有者（発注者）との合意（エネルギー総量ではなく，エネルギー使用に影響を与える要素を踏まえた成果について）が最も重要となります。

(1) 管理物件のエネルギーの現状把握

①管理物件のエネルギーを使用している対象設備を把握します。仕様書（図面）に示されている管理対象設備から把握することができます。

②対象設備に使用するエネルギー（電気“買電，自家発電”，都市ガス，重油等）の種類と使用量の過去の情報を把握することが必要になります。

対象設備とエネルギーの種類の例を**表4**に示します。

表4　対象設備とエネルギーの種類（例）

設備	対象機器	エネルギーの種類
空調	吸収式冷温水機	都市ガス
	パッケージ	電力
移動（昇降）	エスカレーター エレベーター	電力
照明	事務室内照明 共用部照明 広告塔照明	電力

＊使用量は，月々の請求書，契約使用料超過請求書，計測メーターの読み取り，BEMS（Building Energy Management System）での自動集計等から把握できます。

③把握した使用量の中で多量のエネルギーを使う設備，装置，プロセス（業務工程）の順位付けを行います。

④順位付けした結果は，ビル所有者（発注者）と情報共

有しておくと，改善提案等進めやすくなると考えられます。

⑤顕著なエネルギー使用の対象に影響を及ぼす可能性のある変数を検討，特定します。用途に関わらず，気候（気温，日照時間等）等にも影響を受けることを考慮すると良いでしょう。

・テナントビル：延床面積，空室率，ビルの中で働く人数，営業時間，要求される室内環境（温度，湿度），照度等

・公共施設：施設の利用率，利用者数，営業時間，要求される室内環境（温度，湿度），照度等

⑥現状のエネルギーパフォーマンスを確認します。

・ビル所有者（発注者）と合意しておく，現状でのエネルギー管理状況を示す数値になります（エネルギー効率，エネルギーの利用方法及びエネルギーの使用量）。

⑦将来のエネルギーの使用と使用量を予測しておくことが重要です。

・エネルギーの供給状況（夏季，冬季の電力使用制限，電力会社からの購入，管理物件での再生可能エネルギー発電利用状況），関連変数，管理対象設備の状況等から管理物件の将来のエネルギー使用と使用量を予測しておくことは，ビル所有者（発注者）と合意又は検討事項としておくと将来の管理に役立つことになります。

⑧エネルギーパフォーマンスの改善対象をビル所有者（発注者）と確認して，省エネルギー提案に結び付けることは，ビルメンテナンス企業の優位性を保つことに結び付きます。

・エネルギーパフォーマンスを改善させるために，優先的に取り組む順位付けを行います。

・改善対象を特定するためには，エネルギー診断，エネルギーモデル，エネルギフロー解析のほか，再生可能エネルギー（太陽光発電等）の利用検討，代替可能エネルギー（都市ガス等）の利用検討，廃棄エネルギー（廃熱等）利用の検討等の手法が用いられます。

(2) 管理物件のエネルギーパフォーマンスの改善への取り組み

①管理によってエネルギーパフォーマンスがいかに変化したかを比較できる定量的基準を決めます。

・定量的基準は“エネルギーベースライン”と呼び，関連変数による大きな影響を受けない範囲（期間），例えば，猛暑や東北大震災等の特殊条件等を考慮した期間として設定するとよいでしょう。

②設定したベースラインに対して，エネルギーパフォーマンスはエネルギーパフォーマンス指標を用いて監視，測定することになります。

この際に，エネルギーパフォーマンス指標は複数の指標として考えてください。

(3) 省エネルギー（エネルギーパフォーマンス改善）提案

ビルメンテナンス企業は，契約範囲の中で管理方法を計画し，エネルギー消費量の削減に取り組みます。一方，設備の改修・交換，施設の運用方法の見直し等契約範囲外について，ビル所有者（発注者）へ提案することがポイントになります。

6. 終わりに

本稿では，エネルギーマネジメントシステムについて，実績のあるビルメンテナンス業界での活用を紹介しました。エネルギーマネジメントシステムは，建設業や製造業に携わる事業者も興味を持たれていることから，当センターでは，さらなる普及に向け，事業者の特性に応じた活用ができるように支援してまいります。

参考　ISO50001 の要求項目

4.1 一般要求事項
4.2 経営者の責任
　4.2.1 トップマネジメント，4.2.2 管理責任者
4.3 エネルギー方針
4.4 エネルギー計画
　4.4.1 一般，4.4.2 法的要求事項及びその他の要求事項
　4.4.3 エネルギーレビュー，4.4.4 エネルギーベースライン
　4.4.5 エネルギーパフォーマンス指標，4.4.6 エネルギー目的，エネルギー目標及びエネルギーマネジメント行動計画
4.5 実施及び運用
　4.5.1 一般，4.5.2 力量，教育訓練及び自覚
　4.5.3 コミュニケーション
　4.5.4 文書化
　4.5.4.1 文書化要求事項，4.5.4.2 文書管理
　4.5.5 運用管理，4.5.6 設計，4.5.7 エネルギーサービス，製品，設備及びエネルギーの調達
4.6 点検
　4.6.1 監視，測定及び分析，4.6.2 法的要求事項及びその他の要求事項に対する順守評価，4.6.3EnMS の内部監査
　4.6.4 不適合に対する修正，是正処置及び予防処置
　4.6.5 記録の管理
4.7 マネジメントレビュー
　4.7.1 一般，4.7.2 マネジメントレビューへのインプット
　4.7.3 マネジメントレビューからのアウトプット

【引用文献／参考文献】

1) 経済産業省 資源エネルギー庁：“平成 24 年度（2012 年度）エネルギー需給実績を取りまとめました（確報）”，http：//www.meti.go.jp/press/2014/04/20140415004/20140415004.pdf，（参照：2015-01-05）
2) 東京電力：平成 25 年度 数表で見る東京電力，p.92
3) 経済産業省 資源エネルギー庁：“工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準”，http：//www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/pdf/topics/handankijyun.pdf，（参照：2015-01-05）
4) 横浜市：“横浜市指定管理者制度運用ガイドライン第 7 版（平成 26 年 10 月 ）”，http：//www.city.yokohama.lg.jp/seisaku/kyoso/siteikanrisha/shitei-guideline7.pdf，（参照：2015-01-05）

（文責：ISO 審査本部　本部長　今川　久司）

長年にわたる研究室の学生指導を通じて蓄積されたノウハウから生まれた「標語」の連載だが，広く一般に通用する留意事項である。今回は前回「研究の進め方」の続編で，「分類」について。真鍋研究室の多くの研究の基礎となる「体系的分類」は，構法計画研究に限らず，あらゆる分野における分類整理の基本概念である。主として構法の体系化研究に関して生まれた標語だが，それに留まらず分類全般，さらに目次建てや文書の論理構成，表の設計等にも広汎に適用されるべき基本ルールである。

No.84「分類の前にまず知識／知識は創造性の基本」

何事に臨む場合も，対象に関する興味と知識欲を持つことが基本である。一見無関係と思う他分野の知識も，実は関連があり応用可能な場合がある。そのためには日頃からできるだけ広い分野に興味を持ち，本をよく読んでおくなど，十分な知識を持っている必要がある。分類についても同様で，対象に関する充分な質と量の知識がなければ，適切な分類はできない。

講義で屋根形状の体系的分類の話をした際に，ある学生が「話はよく分かったが，その分類観点はどうやったら求まるのか」と聞いてきた。いろいろな屋根の実例が頭に入っていなければ網羅的な分類など不可能だから，「実例をできるだけ多く見て，よく考えなさい」と答えざるを得ない。

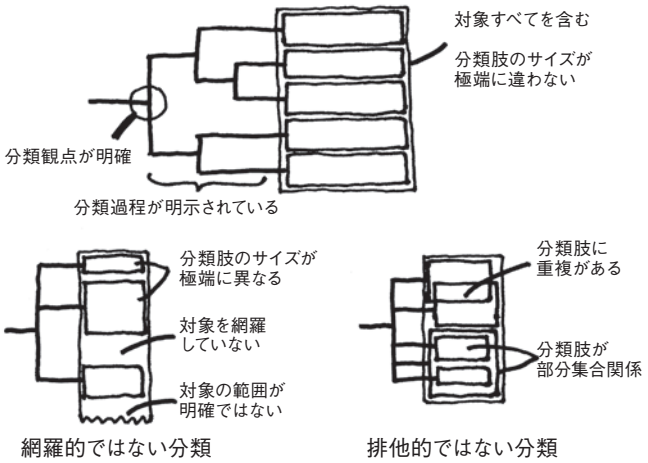
類似の標語に「知識は創造性の基本」があるが，それとは逆に，「知識は創造性を阻害する」などと分かったような事を言う人がいる。これは自分に知識が無いことの言訳に，格言めかして言う低レベルの冗談である。敢えて加筆するならば，「生半可な知識に基づいた好い加減な思い込みは創造性を阻害する」であろうか。

No.85「分類の前に軸の検討／分類には根拠を示せ」

全体像の把握には分類が基本である。分類とは，いくつかの分類観点を組み合わせた多次元マトリクスだが，直観的には，対象や目的に応じて最も重要な2軸による平面マトリクス，すなわちクロス分類表が分かりやすい。論文などにこのような分類表を掲載する場合には，いきなり表を示すのではなく，分類観点（表の縦横軸）の根拠や，それぞれの軸による分類を具体例を併記して説明した上で，表（マトリクス）の本体を掲載する必要がある。

No.86「分類は網羅的・排他的に」

筆者が行ってきた研究の多くが「構法の体系化」に関するものであり，研究では「体系的分類」・「体系的整理」と言うキーワードを多用している。体系的な分類とは，「何となく属性が似たグループに分ける」のではなく，排他的・網羅的・論理的なものでなければならない。「網羅的」とは分類全体が分類対象すべてをカバーしていること，「排他的」とは分類肢が重なり合っていないこと，そして「論理的」とは分類の根拠が論理的に説明されていることである。体系的分類は分類の基本であり，あらゆる分類に対してこうした論理的視点が必要なのである。

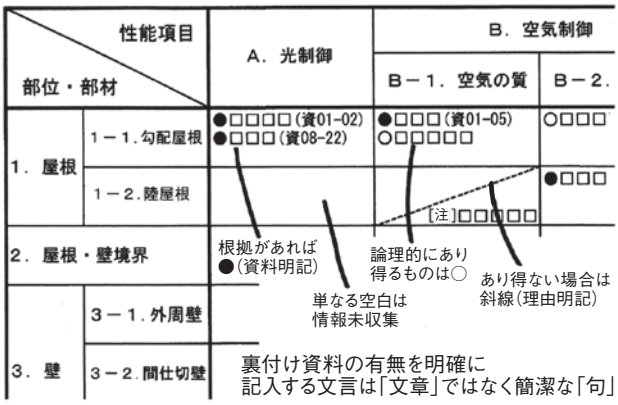


分類は網羅的・排他的に

No.87「情報には出典明記」

分類表の「中身」については，根拠のない情報は無意味，と言っても演繹的思考の整理も重要である。両者をともに記載する場合は，裏付け資料があるものか演繹的に考えたものかの区別を明示しておく必要がある。表に記入する文言は「文章」ではなく，箇条書きの要領で簡潔な「句」とし，各記入内容の行頭に，根拠となる資料があるものには「●（クロマル）」，考えられるが裏付けが未収集のものには「○（シロマル）」を付し，「●」の項目には対応する資料番号を併記する。資料は一定の書式で資料カード化し（**標語No.47・48参照**），収集順に付番してファイルに（パソコンが前提になってからは，データベース化して）整理しておくことが基本である。

それぞれの資料カードには，情報の根拠になる出典・引用文献等を明記する（**No.28 参照**）。具体的には，文献一覧を別に作っておいて，本文には文献番号だけを注記する方法が一般的である。



情報には出典明記

No.88「よく使う語句は略号化」

しばしば引用する文献名をいちいちフルネームで書くのは煩雑だから，略号化しておくと便利である。ただし，ある集団の内輪だけで通用する略号は，魚河岸の符牒（ふちょう）のようで楽しいものではあるが，グループ外の人の前で使うのは，理解されないだけでなく失礼であり，使う本人が忘れたり間違えたりしたのでは本末転倒である。文書等で略号を使う場合は，記号一欄を分かりやすい（必要ならば複数の）位置に明示しておく必要がある。

こうした記号の付け方には，機械的に番号・記号を振るアルファメリック方式（1・2・3……，A・B・C……，イ・ロ・ハ……，等）と，意味を連想できるニーモニック方式（NA：日経アーキテクチュア，KSJ：建材試験情報，等）がある。どちらにするかは趣味の問題だが，研究室では後者を採用し，よく参照する雑誌類に2文字の記号（DT：ディテール，SK：新建築，等）を付けていた。後に対象範囲が増えて単純付番も採用したが，「書籍／研究室保存／№18」の意味で「BL018」と書いてあるものを，「ベターリビング誌・通算第18号」と勘違いすることもあった。

No.89「分類枝はフルネームで」

分類を枝分れ図等で表現すると，何段階かの枝分れの最後に，最終的な分類肢が来る。途中の分類過程，すなわち分類の「論理」を示す部分は，論理的であることを徹底するとかなりしつこい表現になるので，可能な範囲で省略することも多い。しかし分類観点を省いて分類肢だけを書いたのでは，何のことだか分からなくなる。

たとえば「野球が好きな，大人の，足が速い，男性」という分類肢は，全体集合（人間），性別（男／女），年齢（大人／子供など），走行能力（速い／速くない），野球嗜好度（好き／好きではない）の組合せである。人間の性別・年齢はともかく，足が速いかどうか，野球が好きかどうか，と言う分類枝に，単に「速い」・「好き」とだけ書いたのでは，何が速くて何が好きなのか分からない。分類結果には，少々しつこくても「『野球が』好き／『足が』速い」と書く必要がある。途中の段階では省くとしても，最終的な分類結果には，何段階もの分類過程をすべて表わす表現（完全な形）に戻しておかなければならない。

No.90「分類は粗から密へ」

分類を作成する場合には，いきなり細かく厳密な分類体系を完成させようとはせず，分類対象の集積量に応じた精度の分類から始める。また厳密に分類しようと思うと，実際に集めたデータがどの分類肢に該当するのか判断に迷う場合もある。分類肢の排他性などがまだ厳密に検討できていない場合や，対象分野に対する知識・理解が不十分な場合には，こうした事態がむしろ当然である。

このような場合には，まずは粗く分類しておいて，全体像が分かってから詳細な内訳を考え直せば良い。前述のとおり，対象分野の充分な知識・情報量を貯め込んで，全体像を「体で」理解していることは不可欠だが，継続研究で過去の蓄積の続きを研究しようとする場合は，ついつい基本段階を疎かにしてしまうおそれもある。

研究室の初期の頃はまだ研究スタイルも固まっておらず，広範囲の対象をどう処理してよいか分からないため，まずは闇雲に情報を集めてから方針を考えていたものである。無駄は多かったが，関連知識が頭に充分入ってから研究の論理構成を考えると言う点では，理に叶っていた。

No.91「迷った時は粗分類／分類には『その他』」

分類とは，論理的・体系的・網羅的であることが理想だが，論理的に完璧な体系的分類軸の作成は，容易ではなく，また実用的とも限らない。しかし理想的な分類が出来ない場合でも，取り敢えず集めた情報は何らかの分類に従って分けておかないと扱いに困る。また論理を重んじた結果，分類が複雑になりすぎた場合も，暫定的に細分類を省いた段階に戻って，粗分類に留めておく。

網羅的な分類体系がうまく構築できない場合の便法として，とりあえず分類肢に「その他」を加えておく，という「逃げ道」もある。体系的とは言えなくても，少なくともこれで「網羅」したことにはなる。

これらの標語は，体系的・網羅的・排他的・論理的であれという，ここで主張している分類の厳密さの原則に反する，一種の「逃げ道」・「便法」である。だが，実務上避けられない矛盾を解決するためには，こうした現実的な判断を選択肢に加えておくことも必要なのである。

No.92「体系化が無理ならアラカルト／迷った時は具体例／分類無理でも方法論」

本来の趣旨からすれば妥協を意味する「逃げ道」には，さらに続きがある。論理的に完璧な体系的分類が出来ない場合に，当座を凌ぐ仮の分類としては，アラカルト的に具体例を列挙し，「○○に類するもの」という分類肢にしてしまう，という方法がある。

また，分類の具体的な内容の検討が煮詰まらず（議論等が「行き詰まる」ことを「煮詰まる」と言うのは誤りで，「煮詰まる」は結論に至るという肯定的な意味），分類の作成が間に合わない場合には，取り敢えず分類観点や分類方法だけでも書いておくことは，その段階で一応のまとめとする「逃げ道」の一つである。

こうした「便法」は，筆者の主義主張とは矛盾するものの，世間一般ではごく普通に見られる「分かりやすく実用的な分類方法」なのだから，「当座の逃げ道」などと卑下する必要は無いかも知れない。

No.93「迷った時は具体例（その2）」

なお「迷った時は具体例」には，こうした「便法・逃げ道」ではなく，本来の標語らしい（真面目なほうの）意味もある。

分類に論理性を追求し，具体例の列挙に陥ることを避けるべく一般的表現を目指す内に，だんだん現実から離れた抽象的な表現になってしまい，分類枝相互の違いが曖昧になることがある。そうした場合には，初心に帰って具体例を当てはめてみると分かりやすい。何事も，行き詰まった場合はいったん戻って最初から考え直すのは当然の方法である。分類軸を作ったらまずは実際にデータを当てはめてみて，使用に耐えるかどうかを確かめるのは，当然踏むべき手順であり（**No.19参照**），記入欄を作ったら実際に自分で記入してみるのと同様である（**No.18参照**）。ただし，具体例を当てはめて考えるとたしかにイメージしやすいが，時に「分かったような気になる」だけ，と言う危険性もある。

No.94「統計無理でも代表例」

さらに類似の「逃げ道」として，この標語がある。一定量のデータを集めて統計的な結果を得たいが集計に耐える数のデータが集まらない場合，あるいはデータは集めたが処理が間に合わない場合など，その時点では数量化を断念せねばならないことがある。こうした場合，代表例や典型例を示しておくことで，おおまかな傾向だけは伝えて，取り敢えずの成果・結論としておく，という方法もある。

ただし，本来求めていた成果の追求は継続・継承せねばならない。不完全なものを，さも完成したかのように見せるのでは，偽装と言われても仕方がない（**No.83参照**）。前述（**No.87**）の「●」や「○」の記号についても，「最初は○で構わないが，早く●を増やせ」と，常に言っていたものである。

No.95「全体像と部分詳細のＴ字型構造」

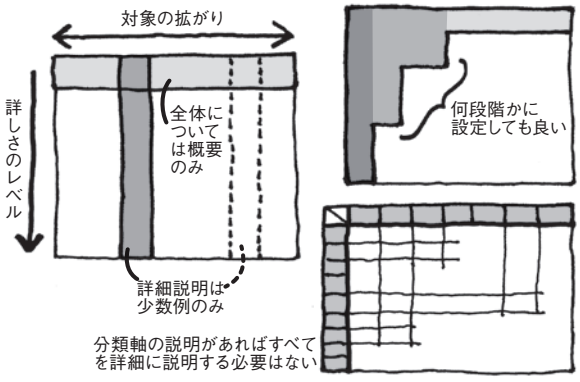
手法の体系化などという，全体像を網羅した総論的な研究を行う場合，幅広い対象のすべてについて精密な作業を行なうことは実質的に不可能である。また，すべてを詳細に説明したのでは煩雑になって，却って全体像が分かり難くなる面もある。

こういう場合は，まず全体の広がりについて説明したあと，いくつかの典型例については詳細かつ具体的に説明し，それ以外については「以下，同様に考えれば良い」とすれば足りる，と考えて良い。つまり全体については「粗」レベル，少数の事例については「密」レベルの説明をするわけである。無論そのためには，対象となるものの「全体」に関して網羅的・体系的に整理してあることと，典型例として説明する対象の選択が適切でなければならない。

この考え方を視覚化すれば，対象の全体を横軸，説明の詳しさのレベルを縦軸，というマトリクスで表現することができる。すなわち最も簡単なレベルで全体を説明するのはマトリクスで最上段の横であり，代表例を詳しく説明するのは縦1（～数）列，すなわち全体を網羅せず「Ｔ字型」で全体を説明するわけである。

この場合，粗・密の中間形があっても良い。全体については粗，一定数の事例については中間的な詳しさ，少数（最低1つ）の代表例について詳細に説明する訳である。この方法は「手法の体系化」に限らず，大きな集合を対象とした説明全般に適用されるべき原則である。

この標語には，上記の「便法・逃げ道」的な解釈も，実はある。当初予定した作業が完了していない場合でも，解りやすい二三の典型例について詳細にケーススタディーを行っておけば，発表の際に具体的な成果がアピールできる。これで発表・審査会を何とかクリアしておいて，残りの作業は本論提出までに完成させれば良い。



Ｔ字型構造／分類は軸の説明だけ

No.96「体系的分類は軸の説明だけ」

体系的に分類することの意義は，「無限にあるものを有限の軸で捉えること」と表現することも出来る。分類観点すなわち体系軸が確実に整理されていれば，分類対象の各項

目の内容は，分類軸の掛け合わせで充分に説明される筈である。したがって，分類軸の掛け合わせのすべての項目をいちいち説明する必要はない。具体的には，各分類軸について論理的な説明をした上で，それらの組合せ（掛け合わせ）である具体的な個々の事象については，主な例（典型例，代表例，特に変わった例，など）だけを説明し，「以下は同様に分類枝を組み合わせれば良い」としておけば良い。

上記**No.91**では，分類軸だけの説明について，ある種の「便法」として説明したが，ここで言う「分類軸だけ」は，便法でも略法でもなく，体系的分類の正統な表現方法である。

No.97「枠に入れれば表になる／枠に入れたら邪魔になる」

いろいろな項目を並列的に表現する場合，文章でだらだら書くより，箇条書きで表現するほうが視覚的に分かりやすいことについては，これまでに何度か述べたとおりである（**標語 No.23･52･53 参照**）。関連性を意識せず羅列的に書いたメモも，何らかの分類整理の軸を設定して表にしてみると，全体の構造が見えてくる。マトリクスで全体像を把握する習慣を付けることが基本である。表に纏めるという行為は，まさに構法計画学における体系的分類の考え方に他ならない。

ただし，罫線や枠線の入った文書は，文書作成上の操作性が低下することが多い。表の作成には計算ソフトを使えば良いが，ワープロに貼り込んだ表では表としての操作ができない。手書き時代に比べて便利にはなったが，却って不便になった面もある。

No.98「縦横軸を意識せよ／表は2軸のマトリクス」

表は2次元平面であり，単なる箇条書きではなく2軸のマトリクス，すなわち2つの分類観点の組合せで全体像を整理するものである。単に枠線の中におさめるのではなく，縦軸と横軸を明確に意識する必要がある。

会議等の日程調整で，候補日時を表にして都合を回答させることがある。候補対象がの日付が何段かに亘るような場合には，曜日を揃えたカレンダーどおりの表（「週」×「曜日」のマトリクス）にしておくのが自然である。これを，省スペースのためか，あらかじめ不都合と分かっている日を除いて，曜日とは無関係な表になっている場合があるが，週単位のカレンダーに慣れた者には混乱の元である。

No.99「空欄は『不明』，無い欄には理由」

マトリクス状に整理した場合に空欄があると，論理的にその組合せがあり得ないのか，単に該当するデータがたまたま集まっていないのかは，区別が付かない。前述（**No.87**）のように，研究室で決めていた書式では，●印が「裏付け資料あり」，○印が「無いがあり得ることが自明」，論理的に当てはまる物が有り得ない場合は「－」・「／」・「×」等の記号

よくある書式

下表の斜線以外でご出席可能な日時の欄に「○印」をお付けいただければ幸甚に存じます。何卒よろしくお願い申し上げます。

	11/17(月)	11/18(火)	11/20(木)	11/21(金)	11/24(月)
10～12時					
13～15時					
15～17時					
	11/25(火)	11/27(木)	11/28(金)	12/ 2(木)	12/3(水)
10～12時					
14～16時					
16～18時					

事務連絡に馬鹿丁寧な文体は不要。
カレンダー配置と勘違いするおそれあり。
同じ文字（「時」）の繰返しは無駄。

改善案

出席可能な時間帯に○を記入して下さい。

曜	月	火	水	木	金
時間／日	11／17	18	19	20	21
10～12					
13～15					
15～17					
	24	25	26	27	28
10～12					
13～15					
15～17					
	12／1	2	3		
10～12					
13～15					
15～17					

共通項(曜日・時間帯)は括り出す。
月は月替り日だけ記入。
候補日以外には斜線（網掛けはコピーで消える）。
時間区分が不統一の場合は，この書式は使わない。
見れば分かる事はいちいち書かない。

候補日が離散的な場合

出席可能な時間帯に○を記入して下さい。

月	日	曜	10～12	13～15	15～17	備　考
11	21	金			※	※16～18時
	28	金				
12	2	火				
	8	月				

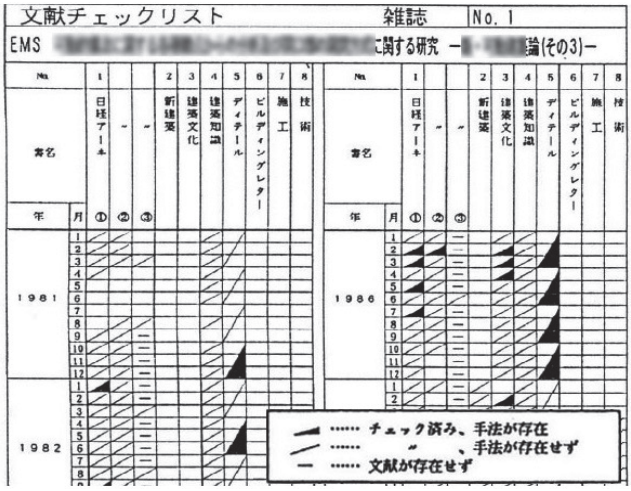
日程が離散的な場合は縦一列配置とする。
月欄の仕切は月替わり以外は不要。
「日」が1桁の場合は右詰め（中央にしない）。
※印：回答者から遅刻予定，事務局から異なる時間帯，等の注記。
表の左右幅調整代にもなる。

縦横軸を意識せよ：日程都合伺いの列

（網掛けではコピーを取ると消えたりつぶれたりする）とともに注番号を記入し，有り得ない理由を欄外に記載する，と言うルールとしていた。空欄は「該当なし」ではなく「未調査」であり，追加調査の課題を残す箇所であることが明確に分かる。

雑誌等の記事を全巻チェックする作業をしばしば行ったが，あるテーマに関してどの雑誌のどの範囲（年・月号）がチェック済みであるかを明確にしておくことは，継続研究には必須である。筆者が大学院時代に作った「雑誌チェックリスト」の書式があり，チェック済み（関連記事あり）・

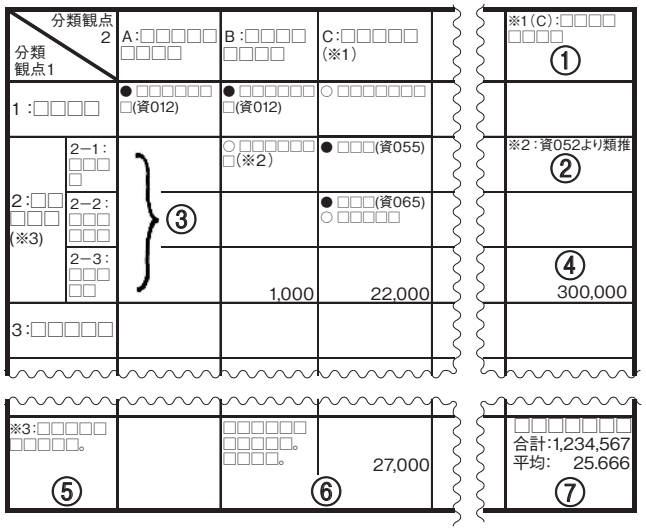
チェック済み（関連記事なし）・未チェック・欠号（海外の雑誌に夏季休刊のものがあった）の区別を，記号を決めていた。研究室でよく調査対象にしていた雑誌に「日経アーキテクチュア」誌と「ディテール」誌があるが，これらは月刊ではないので少々工夫が要る。



雑誌チェックリスト

No.100「表には縦横に集計欄／表にはすべて備考欄」

縦軸・横軸の組合せでマトリックス状に整理する場合，分類軸毎の集計や解説が必要な場合がある。また各軸の分類枝全体の共通事項を書く場合もある。そのため，表の縦横の各欄の最後に，共通事項・小計・備考などのために，もう一つの欄を設けておくと良い。これは前述のNo.91「分類には『その他』」と共通の概念である。



①分類観点2の共通事項／分類肢が欄に収まらぬ場合
②各欄に書ききれない情報・注釈／行ごとの共通事項
③分類の論理構造の図示
④数表の場合は集計（行の合計・平均等）
⑤行と同様に，列の共通点や注釈
⑥列ごとの共通事項／数表の場合は集計
⑦表全体の共通事項・まとめ／数表の場合は全体の集計

表には縦横に集計欄

また，一部のデータや項目名だけの字数が多いなど，表にうまく納まらない場合もある。最大字数に合わせたのではスペースが無駄であり，納まらないからと言って省略しすぎると説明不足のおそれもある。その表だけで情報が完結するためには，表には備考欄を設けて，それぞれのデータの補足事項や，その表には書けなかった詳細な細分類，表の所定の欄に書き切れなかった内容などを，（適宜「※」印などで対応づけながら）補足すればよい。

No.101「大きな表にはインデックス／大きな表は分割せよ」

分類マトリクス本体が巨大なものになる場合には，縮小版でインデックスを示し，本体は分割して順序よく掲載する。手書き時代には文字サイズや図の挿入が自在であったが，パソコンで作成すると字数の制約を受ける。構法計画学研究を纏めた著書にもマトリクスを多数掲載したが，字数をいかに削るかでさんざん苦心した事を思い出す。昨今ではフォントの大きさや図の挿入などの自由度が格段に増したおかげで，マトリクスや表の作成が楽になった半面，表全体やセル（行・列）や文字のサイズが不揃いになる傾向がある。ワープロの文字サイズに制約があった時代に，制限文字数の範囲内でいかに表を設計するか苦労したものだが，出来上がった表は書式が揃っていた（表のサイズのルール化についてはNo.46参照）。

No.102「目次は分類表／見出しのレベルは図式化せよ」

目次は単に項目を箇条書きにするだけでなく，粗分類・細分類の構造，すなわちレベル別の記号ルールが，視覚的・直観的に分かるものでなければならない。これを徹底するため，研究室で作成する文書の目次は，図のような「分類表」の形で書くルールにしていた。

最上位が「1（または『第1章』）」，次位が「1－1」，その下位が「1－1－1」で，その下位レベルが「1）」または「a）」だが，通常は「1）」を使い，目次としてのヒエラルキー（ネスティング）の深さは，この段階（3層か4層）に留める。これでは階層区分が不足する場合もあるが，目次にさらに下位レベルを設けるのではなく，本文中に箇条書きとするような工夫をする。これを分類表スタイルで表しておけば，混乱の起きようが無い。

このような目次構成の場合，「1」と「1－1」の間や「1－2」と「1－2－1」の間に本文を書く人がいるが，本来ここには本文が来てはならない。書くにしても，その章や節の内容を暗示するような詩や格言の引用や，せいぜい「愛する妻に捧ぐ」など歯の浮くような公私混同メッセージぐらいである。表形式の目次にすればここには本文は書けず，各項目の一番下のレベルだけに本文が来るというルールが自動的に強制される。

また丸付き数字「①②③……」は，本文中に箇条書きで列

挙する際に使い，目次には使わない。目次の見出し番号と，本文中の項目列挙の番号とは，明確に区別しておく。

「A）」・「（1）」・「ア）」・「あ」・「イ」など，上記以外の文字や「◆」・「○」などの勝手な記号は，目次のレベルが一見して分からなくなるから，原則として使わない。法規類の文書には，「1」だの「一」だの「イ」だのが，数ページに亘る本文の中に突然出てくることがあるが，目次を見直したりページをめくり直したりしないと，全体の中でどの部分を読んでいるのか分からなく（迷子に）なってしまう。これでは，わざと分かり難くしているのではないかと勘繰りたくなる。なお昨今では「イロハ……」を最後まで言えない学生が増えているから要注意。

		①		②	③
部	章	節	項	概　要	頁
第1部・本編	1. 研究の概要	1−1. 本研究の背景	1−1−1. 耐久性評価の現状	材料業界個別の現状	11
			1−1−2. 性能規定と耐久性評価	部位別材料共通性能	11
			1−1−3. 共通評価手法が必要	同上	11
		1−2. 本研究の目的		同上	12
		1−3. 本研究の概要		……	13
		1−4. 本研究の対象	1−4−1. 対象とする部位	既往の分類に準拠	13
			……	……	14
		……	……	……	21
	2. 対象とする材料の分類	2−1. 本研究に於ける材料の捉え方		既往研究に準拠	……
		2−2. 材料の分類	2−2−1. 材料の分類の概要	対象範囲，分類観点	……
			2−2−2. 屋根仕上材料分類	既往研究による材料分類のレビュー	……
			……		……
	3. 本研究による耐久性の概念	3−1. 概要		既往研究に準拠	……
		3−2. 耐久性と耐用性の定義	3−2−1. 本研究に於ける定義	〃	……
			3−2−3. 既往文献に於ける定義	従来概念との相違点	……
第3部・資料編	9. 資料	9−1. 文献	……	……	231
		……	……	……	255
		9−7. 発表関係資料	9−7−1. 梗概		436
			9−7−2. 学内発表パワポ	全36P，標準8分	440
			9−7−3. 質疑応答記録		461
その他	謝辞				463

①下位レベルがある場合は，このレベルには本文は対応しない。
②全体構成の把握に極めて有効。作業中は進捗管理等に活用。
③ページ番号は最下位の（対応する本文がある）レベルにだけ書く。

目次は分類表

論理性を徹底すると，目次のネスティングがどんどん深くなってしまうことがある。コンピュータのデータも，ディレクトリ（フォルダ）をあまり深くすると，必要なファイルに辿り着くのに苦労する。だから目次のヒエラルキーは上記の4段階までに限るのである。

層数が多くなってしまうような場合は，レベルの繰り上げで層が深くなり過ぎないように工夫すれば良い。例えば，

1：1○○○　　（本文なしor1全体の要約）
2：1－1○○○　　〔ここに本文を書く〕
3：1－2○○○　　（本部なしor1－2の要約）
4：1－2－1○○○　　〔ここに本文を書く〕

のように，本来は「目次番号」になる部分を「目次項目」扱いにすれば，全体を1層構造にすることも可能である。目次は体系的分類の一種であり，文書全体の論理構成を示す重要な部分なのである。

No.103「理論と資料は別分類」

ある目的のために多種多様な文献等からデータを収集する場合，集めたデータや出典文献には一定のルールで付番してリスト化しておく。集めたデータは，元の文献を離れて，その研究の視点に基づく体系で分類・付番することになる。世の中にある各種情報は，その研究のためにある訳ではない（だからこそいろいろな資料を調べる）から，目的に応じた分類体系で整理すれば，出典やデータ形式は混合状態になる。

収集対象の分類体系が予め理論的に構築されているのであれば，集めた資料はその軸に従って分類して行けばよい。しかし研究の初期段階ではデータの分類体系は出来ていない場合があり，特に新たな研究テーマの場合はそれが普通である。前述（No.84）のように，まずは知識の集積を，という観点からは，分類体系は未完成が前提になる。そうした場合も，データは付番・整理しておかねばならない，

この場合，収集した個々のデータを，とりあえず出典別・収集順など，現実に即した分類にしておく方法が便利である。具体的には，おおまかな分野（世間一般で言う分野別）や，メディア種（書籍・雑誌・カタログ・画像等，版型寸法，等々）で大別し，収集順に付番しておけば良い。

出典となる文献にも付番・リスト化は必要だが，これも当初から収集対象となる資料の全体像が固まっている訳ではない。纏めの段階で充分な時間的余裕があれば（まずそんなケースは無いが），参照文献リストを五十音順に付番しなおす方法もあるが，多量の引用データの出典番号を打ちなおすのは空しい作業であり，間違いの元である。後で参照する場合の都合に配慮するなら，資料番号順リストの他に50音順文献リストを作成しておけば良い。

もっとも昨今ではデータは電子化が前提だから検索機能を使えば良く，こんなノウハウも時代遅れかもしれない。しかし，ランダムに集積されたデータをパソコンで検索して「ヒットした情報だけを見る」のには，どうも馴染めない。いろいろなものを「ついでに，それとなく」見ておくことは，アイディアや知識拡大の基本なのである。

プロフィール

真鍋恒博（まなべ・つねひろ）
東京理科大学 名誉教授

専門分野：建築構法計画，建築部品・構法の変遷史
主要著書：「建築ディテール 基本のき」（彰国社），「図解建築構法計画講義」（彰国社），「図説・近代から現代の金属製建築部品の変遷－第1巻・開口部関連部品」（建築技術），「住宅部品を上手に使う」（彰国社），「省エネルギー住宅の考え方」（相模書房），「可動建築論」（井上書院）ほか

試験設備紹介

四面載荷加熱炉の載荷装置改良工事

中央試験所

1. はじめに

中央試験所防耐火グループでは，四面載荷加熱炉の載荷装置改良工事を進めておりましたが，この度，2014年11月に工事が完了しましたので，装置の概要を紹介します。

2. 四面載荷加熱炉の概要

四面載荷加熱炉は，試験体の四方向（四面）から加熱が行えるようにガスバーナーを配置しています。また，載荷装置も備えてあり，柱部材に長期許容応力度を与えるように載荷をしながら加熱試験が可能な試験装置です。

3. 改良工事の内容

今回の改良工事の主な目的は，老朽化した載荷装置を更新するタイミングに合わせ，小断面の試験に対応する装置を追加することでした。

平成12年の建築基準法改正に合わせて導入した四面載荷加熱炉は，荷重制御システム全体が老朽化してきたと共に，近年依頼が増加してきている小断面柱などの比較的小さな荷重を安定して制御することに苦労していました。

そのため，荷重制御システムを最新の35MPa対応ハイブリットアクチュエータシステムに更新し，荷重計測用に使用していた既存の5MN（5000kN）のロードセルの他に，小断面に対応する350kNのロードセルを追加しました。

（断面の仕様及び大きさについては要相談となります。）

350kNのロードセルは5MNのロードセルと同軸上に配置することで，今までと同様に柱の軸心をとらえることができます。

ロードセルの切り替えはそれぞれ専用の耐圧板を交換することで行います。油圧ジャッキ上面に付いているリミットスイッチによって，制御装置側が自動的に対応するロードセルを認識します。

これにより設定以上の荷重がかからないようにリミッターが作動し，人為的な荷重設定ミスによる試験体や試験装置の破損を防ぐことが可能になりました。改良工事を終えた四面載荷加熱炉の概要を**表1**および**写真1～写真5**に示します。

表1　四面載荷加熱炉の概要

加熱炉（東和耐火株式会社製）	載荷システム（株式会社巴技研製）
加熱炉の内寸法 幅：2000mm 奥行き：3000mm 高さ：3580mm バーナー フラットフレームガスバーナー：16基（四面×四段） 燃料：都市ガス 最大燃焼量：160万kcal/h 試験体の最大高さ 非載荷加熱試験体：3000mm 載荷加熱試験体：3300mm 制御装置：加熱温度制御，炉内圧力制御	載荷装置 35MPa対応ハイブリットアクチュエータ 油圧シリンダ：ϕ 440×ϕ 300×ϕ 120×500st 推力：メイン．200kN～5MN キッカ．20kN～300kN 速度：メイン．負荷上昇0.8mm/sec 無負荷上昇1.1mm/sec 無負荷下降1.7mm/sec キッカ．負荷上昇1.1mm/sec 無負荷上昇1.1mm/sec 無負荷下降1.7mm/sec 荷重検出器：ロードセル（容量5MN，350kN） 変位変換器：500mmパルス型シルスケール 制御装置：変位制御，荷重制御

写真1　ハイブリットアクチュエータ

写真2　荷重制御装置

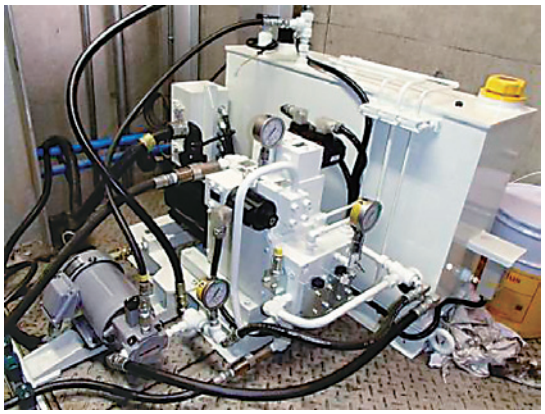


写真3　ハイブリットパワーユニット

写真4　荷重制御ソフト画面

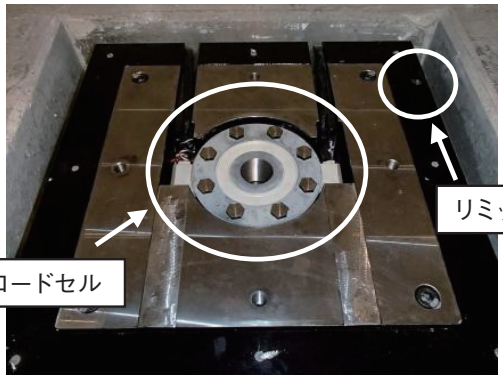


写真5　350kN ロードセル

4. 検証試験

今回の改良工事に伴い，被覆型鋼管柱を用いた検証試験を実施しました。

試験体は，□-300mm × 300mm × 9mm の鋼管に 25mm のセラミックファイバーを被覆した仕様のものを用意し，「防耐火性能試験・評価業務方法書」4.1 防耐火性能試験・評価方法に定められた標準加熱曲線に従い，載荷加熱試験を行いました。

この検証試験の結果，評価試験の条件に問題なく，また従来と同様の試験結果が得られることが確認できました。試験後の状況を**写真6**に示します。

写真6　試験後の状況

5. おわりに

四面載荷加熱炉の載荷装置改良工事が完了したことにより，今まで実施が難しかった比較的小さな荷重を安定して制御することが可能となりました。

特に小さな荷重での試験精度が大幅に向上しましたので，従来にも増して皆様にご活用いただければ幸いです。

試験に関するご相談は，下記までお問い合わせください。

中央試験所　防耐火グループ
TEL　048-935-1995　　FAX　048-931-8684
（文責：中央試験所 防耐火グループ 主任　志村孝一）

JSTM J 6151（現場における陸屋根の日射反射率の測定方法）の制定について

1. はじめに

当センターでは，平成4年10月から団体規格として「建材試験センター規格（略称：JSTM）」を制定し，建築材料の高性能化や国際化に伴う社会ニーズなどに対応した試験方法規格の作成・普及に努めている。現在，82規格が当センターのホームページにて閲覧，ご購入いただくことができる。

JSTMは，主に建築分野の材料，部材などの品質を確認するための試験方法規格を制定し，その範囲は，構造材料の安全性，住宅の居住性，設備の省エネルギー性，仕上げ材料の耐久性に関するものなどである。

本稿でご紹介するJSTM J 6151（現場における陸屋根の日射反射率の測定方法）は，平成26年9月16日に新たに制定した規格である。

2. 制定の趣旨・経緯

建物・舗装面などの人工被覆が集約的に存在する都市部では，人工排熱の増加も伴って，ヒートアイランド現象が顕在化しており，対策を講じることが急務となっている。ヒートアイランド現象を緩和する対策はさまざまであるが，代表的な対策の一つに，建物外皮に日射反射率の高い材料，例えば，近赤外域の反射率が高い塗膜を施工し，日射による熱負荷や建物躯体への蓄熱を減少させる手法がある。その効果を把握するためには，塗膜の日射反射率を試験・評価することが重要であるが，そのための規格・基準は整備されておらず，標準化が望まれていた。

このような背景から，平成20年9月には日射反射率の試験方法規格であるJIS K 5602（塗膜の日射反射率の求め方）が，平成23年7月には製品規格であるJIS K 5675（屋根用高日射反射率塗料）がそれぞれ制定されている。また，JIS K 5675では，塗膜の耐候性を確認する方法も規定されている。しかし，いまだ施工面での実性能や経年変化を簡易に測定する方法は，標準化はされていない。

そこで，当センターでは，現場において，屋根の日射反射率を簡易に測定することができるよう，本規格を制定した。この規格の測定値を用いることで，建築主が屋根の日射反射率を把握できるとともに，冷房負荷低減効果やヒートアイランド緩和効果の試算や設計時の効果持続性を確認することができる。

現場での屋根の日射反射率の試験方法は，大別すると，屋根面の熱収支から算出する方法と，日射計により測定した全天日射量と反射日射量から算出する方法がある。海外では，米国において，ASTM E 1918（Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field）が制定されているが，この規格は後者の試験方法である。わが国では，米国と同等の測定方法の有効性について，村田らを中心に検討が行われ[1)~19)]ている。当センターでは，国内における測定方法及び測定条件に対する知見が十分に得られたことを確認したため，また，海外との技術共有化を目的に，既往の研究[1)]を基にした測定方法をJSTMとして新たに制定した。

3. 規格概要

3. 1　規格の構成と適用範囲

規格の構成は，**表1**のとおりである。この規格は，主に屋根用高日射反射率塗料及びそれと同等以上の日射反射性能を持つ材料などが施工された，ほぼ水平かつ平面の陸屋根の日射反射率を，現場で測定する方法について規定している。施工から一定期間経過した後に測定を行うことで，施工面の経年後の性能（性能変化）を確認することもできる。

なお，日射透過性のある屋根は，適用対象外としている。

表1　規格の構成

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語，記号及び単位
4. 測定原理
5. 測定装置
6. 測定方法
7. 結果の算出
8. 報告

3. 2　主な用語の解説

この規格で用いられる主な用語と定義は，**表2**のとおりである。

表2　主な用語と定義

用　語	定　義
全天日射量	測定対象面に到達する直達日射量と天空日射量の総和。
反射日射量	測定対象面に正対する日射計で測定される，測定対象面で反射される日射量。測定対象面周辺部で反射される日射量も含む値。
日射反射率の測定値	測定対象面に到達する全天日射量に対する，測定対象面及び測定対象面周辺部で反射される日射量の比率。
日射反射率	測定対象面に到達する全天日射量に対する，測定対象面で反射される日射量の比率。
標準板	測定対象面に設置される日射反射率が既知の塗装板。

3. 3　日射反射率の測定原理

この規格は，測定対象面の日射反射率の測定値と，日射反射率が既知の白色及び黒色の塗装板（以下，標準板という）を測定対象面に設置した状態での日射反射率の測定値を基に，測定対象面以外（測定対象の周辺部）からの反射日射の影響を除外し，測定対象面のみの日射反射率を求める測定方法である。測定原理を以下に示す。

図1のように，測定対象面について，日射計による全天日射量と反射日射量の測定値を用いて，日射反射率を算出することを考える。通常，測定対象面周辺部には，周囲建物などが含まれるが，簡便のため平面として表示する。この時，日射反射率の測定値は式（1）で表される。

$$R_A = \varphi_A \cdot \rho_A + \varphi_B \cdot \rho_B \qquad \cdots\cdots (1)$$

ここに，

R_A：測定対象面の日射反射率の測定値
φ_A：測定対象面の日射計に対する形態係数
φ_B：測定対象面周辺部の日射計に対する形態係数
ρ_A：測定対象面の日射反射率
ρ_B：測定対象面周辺部の日射反射率

同様に測定対象面に白色及び黒色標準板を設置した時の日射反射率の測定値は，（2）式及び（3）式で表される。

$$R_w = \varphi_A \cdot \rho_w + \varphi_B \cdot \rho_B \qquad \cdots\cdots (2)$$

$$R_b = \varphi_A \cdot \rho_b + \varphi_B \cdot \rho_B \qquad \cdots\cdots (3)$$

ここに，

R_w：白色標準板の日射反射率の測定値
R_b：黒色標準板の日射反射率の測定値
ρ_w：白色標準板の日射反射率
ρ_b：黒色標準板の日射反射率

式（1）～（3）より，測定対象面の日射反射率は（4）式で表される。

$$\rho_A = \frac{(\rho_w - \rho_b)}{R_w - R_b} R_A + \frac{(R_w \rho_b - R_b \rho_w)}{R_w - R_b} \qquad \cdots\cdots (4)$$

ここに，

ρ_w：白色標準板の日射反射率
ρ_b：黒色標準板の日射反射率

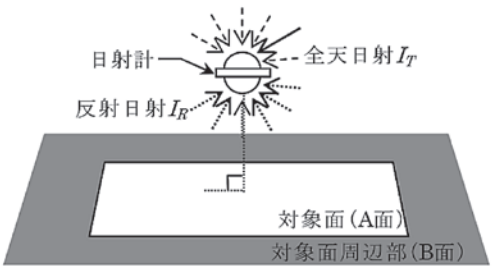
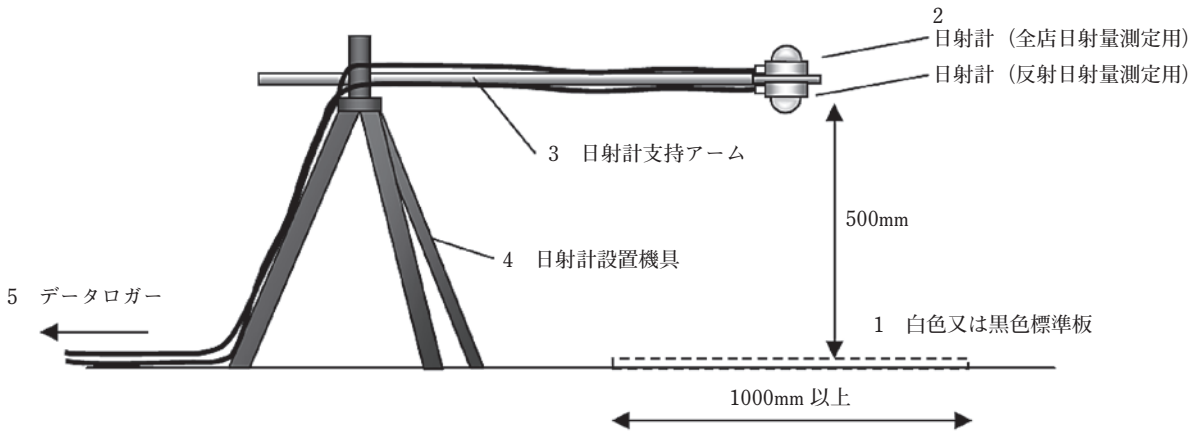


図1　日射反射率測定モデル



1 白色又は黒色標準板（対称面を測定するときは不要）
2 日射計（上向き：全天日射量測定用，下向き：反射日射量測定用）
3 日射計支持アーム
4 日射計設置機具（三脚，台座など）
5 データロガー

図2　測定装置の構成例

3. 4　測定装置

測定に必要な主な機器は，日射計（全天日射量測定用，反射日射量測定用），日射計支持アーム及び日射計設置器具，標準板，データロガーである。測定装置の構成例を**図2**に示す。

標準板は，日射反射率が80%以上の白色標準板と10%以下の黒色標準板の2枚用いる。2枚の標準板は同一寸法とする。日射計から見て標準板が小さすぎると，測定対象面以外からの反射日射の影響を大きく受ける。そのため，この規格では，日射計から見た標準板の形態係数が0.55以上となるように，日射計の設置位置及び標準板の大きさを規定している。

標準板の日射反射率は，あらかじめ分光光度計（関連規格：JIS K 5602）などにより測定を行う。測定の信頼性を確保するには，標準板の日射反射率が分光光度計による測定時と屋外での試験時で同一であることが前提となる。従って，標準板は，測定中に汚れなどの付着により日射反射率が変化しないよう留意する。同一の標準板を長期間にわたり使用する場合は，標準板と同一環境で保管・暴露した試験片などを用い，経時後の日射反射率が初期値から変化していないことを確認する必要がある。

3. 4　測定方法

前述したように，この規格は，測定対象面と測定対象面に白色標準板及び黒色標準板をそれぞれ設置した状態の測定を計3回連続して行う試験方法である。この3回の測定で，(5) 式より，測定対象面と測定対象面に白色標準板及び黒色標準板を設置した状態でのそれぞれの日射反射率の測定値が得られる。

$$R_A = \frac{I_{R,A}}{I_{T,A}},\ R_w = \frac{I_{R,w}}{I_{T,w}},\ R_b = \frac{I_{R,b}}{I_{T,b}} \qquad \cdots\cdots (5)$$

ここに，

R_A：測定対象面の日射反射率の測定値
R_w：白色標準板の日射反射率の測定値
R_b：黒色標準板の日射反射率の測定値
$I_{R,A}$：標準板を設置しない状態での反射日射量（W/m^2）
$I_{R,w}$：白色標準板を設置した状態での反射日射量（W/m^2）
$I_{R,b}$：黒色標準板を設置した状態での反射日射量（W/m^2）
$I_{T,A}$：標準板を設置しない状態での全天日射量（W/m^2）
$I_{T,w}$：白色標準板を設置した状態での全天日射量（W/m^2）
$I_{T,b}$：黒色標準板を設置した状態での全天日射量（W/m^2）

(5) 式より得られた結果と，あらかじめ分光光度計などにより測定した標準板の日射反射率から，(4) 式より，測定対象面の日射反射率を求めることができる。

この規格は，屋外での試験方法であるため，雲の影響により，測定中に全天日射量が大きく変動する場合がある。このような状況下では，日射計の応答の遅れなどにより，日射反射率の測定値にばらつきが生じる。そのため，測定

は，直達日射が入射し，全天日射量の変動の少ない快晴の日に行うこととしている。なお，文献14では，晴天指数の変化が0.1以内であれば，測定結果への影響は小さいことが示されている。

測定を行う屋根面に模様や汚れなどに伴う色むらがある場合は，測定位置により日射反射率に差異が生じることが予想される。このような屋根面を測定する際は，例えば，色むらの程度が異なる部分を少なくとも3カ所以上選定するなど，複数の位置の日射反射率を測定するのが望ましい。汚れの評価を目的とする場合は，全体の汚れの状況を把握した上で，その程度と日射反射率の関係が分析できるよう，測定対象面を選定することが重要である。

4. 今後の課題

この規格は，水平面を対象とした試験方法を規定している。そのため，折半面や瓦面など，平面以外の屋根の場合，測定対象面を平面と仮定した日射反射率を得ることになる。しかし，平面以外では，曲面間の多重反射を考慮する必要があり，この規格での測定は難しい。水平面以外の屋根への対応については，今後の検討が必要である。

また，文献11 ～ 13では，日射透過性のある屋根面について，この試験方法の適用可能性が検討されている。本規格では，日射透過性のある屋根面は対象外としており，今後の研究の進展が期待される。

5. おわりに

本稿では，新たに制定したJSTM J 6151について，制定の経緯を含め紹介した。この規格は，建築物の屋根面を対象とした試験方法であるが，水平面であれば建築物以外にも適用できる。従って，例えば，舗装面などの日射反射率の測定も可能である。また，過去の測定と同一の場所で測定を行うことで，日射反射率の経時変化を確認することもできる。この規格の制定が，現場における日射反射率測定の一助となり，多くの皆様にご活用いただければ幸いである。

【用語の解説】

形態係数

形態係数とは，ある点又はある面から対象となる面が見える割合を指す。熱や光などのエネルギーは関係せず，物体間の幾何学的な位置関係のみで決まる。値は0 ～ 1の間となる。値が大きい（1に近づく）ほど，対象となる面の見える割合が大きいことを示す。

快晴

快晴とは，空が完全に雲で覆われた状態を10，空に全く雲がない状態を0として，全天空に占める雲の見かけの割合が1以下，かつ，降水や雷など風以外の現象を伴わない状態の天気を指す。

なお，晴れとは，雲の見かけの割合が2以上かつ8以下の状態の天気を指す。天気予報では，快晴と晴れは区別されておらず，いずれも晴れとして扱われている。

晴天指数

晴天指数とは，天候の状態を表すパラメータの一つで，水平面日射量を大気外日射量で除した値である。

この規格で規定している測定条件の範囲において，晴天指数0.1の変化は，約90W/m^{2}の全天日射量の変動幅に相当する。この規格では，測定の信頼性を確保するため，測定中の全天日射量の変動幅は，安全側の条件となる 50W/m^{2}以内を採用している。

なお，大気外日射量は，地球の大気表面に垂直に入射する単位面積あたりの太陽のエネルギー量を指す。太陽定数とも呼ばれる。周期的にわずかに変動することが知られているが，現在は1366W/m^{2}と定義されている。

この規格を含むJSTMの内容は，当センターのホームページ（http：//www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jtccm_hyojyun_jstm.html）で閲覧できます。

規格の購入は，下記までお問い合わせ下さい。

【JSTMに関するお問い合わせ】

経営企画部 調査研究課　TEL 048-920-3814

【参考文献】
1) 村田泰孝, 酒井孝司, 金森博, 竹林英樹, 松尾陽, 森山正和, 吉田篤正, 西岡真稔, 矢野直達, 清水亮作, 三木勝夫, 村瀬俊和, アクバリハシュム：高反射率塗料施工面の日射反射率現場測定法に関する研究 ： 標準板二点校正法の提案及び水平面における精度確認, 日本建築学会環境系論文集, 73 (632) , pp.1209-1215, 2008-10-30
2) 酒井孝司, 村田泰孝, 西岡真稔, 竹林英樹, 松尾陽, 森山正和, 吉田篤正, 三木勝夫, 村瀬俊和：高反射率塗料施工面の日射反射率測定に関する研究 その3：二点校正法による折板面の日射反射率測定, 日本建築学会学術講演梗概集. D-1,pp. 1039-1040, 2008-07-20
3) 酒井孝司, 村田泰孝, 松尾陽, 三木勝夫, 村瀬俊和：高反射塗料を施工した折板面の日射反射率測定法に関する研究, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.529-532, 2008-11-06
4) 村田泰孝, 酒井孝司, 松尾陽, 他：高反射塗料を施工した水平面の日射反射率測定法に関する研究：二点校正法における表面光沢の影響について, 太陽/風力エネルギー講演論文集 2009, pp.355-358, 2009
5) 酒井孝司, 村田泰孝, 西岡真稔, 竹林英樹, 松尾陽, 森山正和, 吉田篤正, 三木勝夫, 村瀬俊和：高反射率塗料施工面の日射反射率測定に関する研究 (その4) ： 形状・反射率の異なる折板面の反射率測定と数値解析, 日本建築学会学術講演梗概集. D-1, pp.845-846, 2009-07-20
6) 村田泰孝, 酒井孝司, 松尾陽, 三木勝夫：二点校正法による日射反射率測定における表面光沢の影響, 日本建築学会学術講演梗概集. D-1, pp.857-858, 2009-07-20
7) 酒井孝司, 村田泰孝, 西岡真稔, 竹林英樹, 松尾陽, 森山正和, 吉田篤正, 三木勝夫, 村瀬俊和：高反射率塗料施工面の日射反射率測定に関する研究 (その5) ： 二点校正法による折板面の日射反射率推定方法の検討, 日本建築学会学術講演梗概集. D-1, pp.823-824, 2010-07-20
8) 親川昭彦, 中田貴之, 吉野達矢, 他：日射が透過する材料を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その1) 標準板の日射反射率, 太陽/風力エネルギー講演論文集 2011, pp.313-316, 2011
9) 村田泰孝, 酒井孝司, 松尾陽, 三木勝夫, 村瀬俊和：高反射塗料を施工した水平面の日射反射率測定法に関する研究 ： 二点校正法による日射反射率予測の誤差要因について, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.525-528, 2008-11-06
10) 吉野達矢, 中田貴之 , 親川昭彦, 他：日射が透過する材料を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その2) 透過材料の日射反射率, 太陽/風力エネルギー講演論文集 2011, pp.317-320, 2011
11) 親川昭彦, 中田貴之, 吉野達矢, 酒井孝司：日射が透過する膜材料等を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その1) 標準板の日射反射率, pp.661-662, 2011-07-20
12) 吉野達矢, 中田貴之, 親川昭彦, 酒井孝司：日射が透過する膜材料等を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その2) ： 透過材料の日射反射率, 日本建築学会学術講演梗概集. D-1, pp.663-664, 2011-07-20
13) 吉野達矢, 親川昭彦, 中田貴之, 酒井孝司：日射が透過する膜材料等を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その3) 日射透過率の推定と応用例, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.871-872, 2012-09-12
14) 村田泰孝, 酒井孝司, 三木勝夫, 石原 修：高反射率塗装による吸収日射低減効果に関する研究 ： 第1報屋外での日射反射率測定の精度向上に関する検討, 太陽エネルギー, 38 (3) , pp.59-66, 2012-05-31
15) 吉野達矢, 中田貴之, 親川昭彦, 他：日射が透過する材料を対象とした二点校正法による反射率の測定に関する研究 (その3) 日射透過率の推定と適用例, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.545-548, 2012
16) 酒井孝司, 小野浩己, 村田泰孝：二点校正法による壁面の日射反射率測定に関する研究, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.533-536, 2012
17) 村田泰孝, 酒井孝司, 石原修, 他：高反射塗料を施工した水平面の日射反射率測定法に関する研究 ： 二点校正法の測定条件及び精度向上に関する検討, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.529-532, 2012
18) 村田泰孝, 石原修：太陽電池モジュールの日射反射特性に関する研究, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.391-394, 2013
19) 村田泰孝, 酒井孝司, 三木勝夫, 他：高反射率塗装による吸収日射低減効果に関する研究 (第2報) 折板屋根への二点校正法の適用に関する検討, 太陽エネルギー, 39 (5) , pp.47-52, 2013

(文責：経営企画部 企画課 主任 田坂太一／
調査研究課 課長 鈴木澄江)

建材試験センター規格(JSTM)のご案内

当センターでは, 団体規格としてJSTMを制定・販売しています。
JSTMは, 主に建設材料, 建設部材および建設物の品質・性能を評価するための試験方法等を定めたものです。
JSTMの内容やご購入は, 以下までお問い合わせください。

【JSTMのお問い合わせ・ご購入先】
経営企画部 調査研究課
TEL：048-920-3814　FAX：048-920-3821
http://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jtccm_hyojyun_jstm.html

たてもの建材探偵団

水害に備えた川原家（かわらや）

＜熊野川の利用＞

熊野川は，奈良県南部の山間から三重県と和歌山県の県境の河口へ通じる延長183kmの河川です。この地域は，霊場と参詣道があり，太古から続く信仰の文化は，世界遺産にも登録されています。熊野古道で有名なこの地域において，川沿いにある熊野本宮大社（くまのほんぐうたいしゃ）と熊野速玉大社（くまのはやたまたいしゃ）の間は，川を下り詣でることから，水上の参詣道とされています。

熊野川は，水運としても利用されてきました。江戸時代の頃より上流で伐採された木材を筏にして運び，河口の和歌山県新宮市は，木材の町として栄えました。

昨今は，水力発電を目的とした11の利水ダムが設けられています。熊野川のダムは多発する集中豪雨対策として治水にも協力し，ダム下流の水位調整が行われています。

＜熊野川流域の水害＞

熊野川流域の紀伊半島東部は台風の経路で，水害の多い地域です。明治22年の水害は甚大で，中洲の大斎原（おおゆのはら）にあった熊野本宮大社は流出し，現在の地に移りました。

最近では平成23年の台風12号の大水害で傷跡が残り，河口の新宮市では，堤防の復旧工事や川道掘削工事が平成28年までの計画で行われています。

＜水害に備えた川原家の発達＞

河口の新宮市が木材の町として栄えた17世紀半ば頃，船町の辺りは物質が集まり賑わい，川原家（かわらや）と呼ばれる建物が並び始めました（**写真1**）。川原家とは居住者が自ら組み立てる組立式住居です。年に何度も増水するこの地域では，家が流されないよう家をたたんで高台に避難し，水が引くと元の場所に再建していました。そのため，釘を使用していなかったり，屋根は垂木と葺材が一体となったパネル形式になっていたり，組立，解体が簡単にできるよう工夫されていました。また，棟木と屋根のパネル上部は縄で結んであり，解体時にはこれを解きパネルを川原に落とすようになっていて，落とした時にパネルが傷まないよう，パネルの先端の垂木の部分が突き出すなど，解体時の工夫もされていました。川原家は，3間×2間が最小単位で，必要に応じて接続させていました（**図1**）。

明治後期から大正初期の最盛期に200軒余りあった川原家は，陸上交通の発達により，昭和25年に消滅しました。

現在，この地域は川原となり，川舟下りの降船場や熊野速玉大社の臨時駐車場などに利用され，夏には花火大会の会場となっています（**写真2**）。熊野速玉大社近くには，川原家横町として当時をイメージした店舗が並んでいます（**写真3**）。

＜現在に活かせる先人たちの工夫＞

建物の性能を持ち主が理解し，予測可能な自然災害に対して事前予防処置をとり対策を図ることや，部材を傷めない容易な解体方法は，川原家に対する特徴として挙げられます。これらは，昨今，日本建築学会から刊行され提示されている，期限付き建築物や部材リユースの考え方に通じ，現在に活かせる先人たちの工夫に大変興味深く思います。

（文責：木村 麗（建築・住宅国際機構出向中））

写真1 和歌山県新宮町熊野川沿いの川原家の様子（戦前）(左;下流，右;上流）＊

写真2 和歌山県新宮市熊野川沿いの川原の様子（現在）(手前;下流，奥;上流）

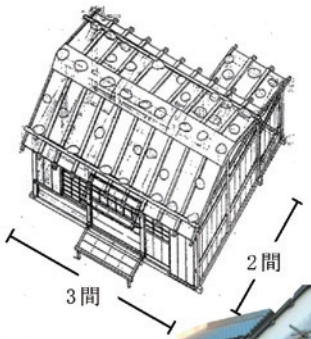


図1
和歌山県新宮町で建てられていた川原家＊

＊日本建築学会大会PD資料：期限付き建築物の再使用・再利用を探る－構造部材のリユースについて－：2006年

写真3　当時の川原家をイメージした川原家横町

ニュース

JTCCMセミナー「室内空気関係JIS改正講習会」開催のご案内

経営企画部

当センターは，平成23年度から平成25年度にかけて，室内空気関係JISの改正原案（23規格）の作成を行いました。

これらの改正原案は，平成26年7月に（一財）日本規格協会をつうじて日本工業標準調査会（JISC）へ申出が行われ，平成27年1月のJISC審議などを経て公示される予定です。

作成した室内空気関係JIS改正についての解説とともに，関連ISOの動向について関係者の皆様にお知らせすることを目的として，JTCCMセミナー「室内空気関係JIS改正講習会」を開催いたします。セミナーでは，室内空気関係JIS（23規格）の改正概要のほか，ISO/TC146（大気の質）の動向についても学識者の先生方からご紹介いただく予定です。

多数の皆様のご来場をお待ちしております。

・名称：室内空気関係JIS 改正講習会
・日時：平成27年3月23日（月）13時00分～16時30分
・場所：ベルサール三田　Room1+2
（住所：東京都港区三田3-5-27住友不動産三田ツインビル西館1F）
・定員：200名
・費用：参加費8,000円［税込］［前納（振込み）］
・備考：プログラム，申込方法について，詳しくは下記URLをご覧ください。
http：//www.jtccm.or.jp/biz/chosa/upcoming_events/jis2014seminar.html

【お問い合わせ先】
経営企画部　調査研究課　（担当：村上，野田）
TEL：048-920-3814　FAX：048-920-3821
Email：event-sec@jtccm.or.jp

仙台支所開設記念「JTCCMセミナー（仙台）」を開催

経営企画部

当センターは，平成26年7月1日，「東北地方における土木・建築分野の復旧・復興へのご協力」を目的として，宮城県仙台市に「仙台支所」を開設しました。開設以来，同支所には，皆様より数多くのお問い合わせをいただいております。

これを受け当センターは，去る1月31日（土），これまでに多くのお問い合わせをいただいている内容や当センターの取り組みなどをご紹介するセミナー「JTCCMセミナー（仙台）」を，宮城県管工事会館 大会議室（宮城県仙台市）にて開催しました。

セミナーでは，長田直俊理事長のあいさつに始まり，「コンクリートの現場品質管理」や「JISマーク表示制度に基づく第三者認証制度」に関連する内容について，当センター工事材料試験所 真野孝次所長，製品認証本部 JIS認証課 丸山慶一郎課長，経営企画部 企画課 鈴木澄江課長が紹介しました。当日は，東北地方の生コンクリート製造業，セメント製造業，砕石製造業およびコンクリート製品製造業の関係者を中心に，86名の方々にご参加いただきました。参加者の方々は皆熱心に聴講され，現場品質管理やJISマーク表示制度への関心の高さがうかがえました。

当センターは，仙台支所を拠点として，東北地方における土木・建築分野の復旧・復興へ貢献してまいります。

長田直俊理事長の開会挨拶

会場の様子

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（1件）について平成26年10月14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
TC0814001	2014/10/14	(株) ネオコンクリート　佐賀工場	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（1件）の品質マネジメントシステムを ISO9001（JIS Q 9001）に基づく審査の結果，適合と認め平成26年12月5日付で登録しました。これで，累計登録件数は2259件になりました。

登録事業者（平成26年12月5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
RQ2259	2014/12/5	ISO 9001:2008 （JIS Q 9001:2008）	2017/12/4	(株) カトー鋸	愛知県名古屋市港区品川町1の7	刃物製品(木工，鉄工，紙工用等）の研磨，製作及び販売

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（1件）の環境マネジメントシステムを ISO14001（JIS Q 14001）に基づく審査の結果，適合と認め平成26年12月20日付で登録しました。これで，累計登録件数は698件になりました。

登録事業者（平成26年12月20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
RE0698	2014/12/20	ISO 14001:2004 （JIS Q 14001:2004）	2017/12/19	日野精機（株）	滋賀県蒲生郡日野町大字西大路2140	音響製品及び部品の設計，製造 産業用機械の部品の設計，製造 医療機器の部品の製造

OHSAS 18001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（1件）の労働安全衛生マネジメントシステムを OHSAS 18001:2007に基づく審査の結果，適合と認め平成26年12月20日付で登録しました。これで，累計登録件数は71件になりました。

登録事業者（平成26年12月20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
RS0071	2014/12/20	OHSAS 18001:2007	2017/12/19	(株) 宮内建設	山口県防府市大字西浦3418番1	土木構造物の施工

建築基準法に基づく構造方法等の性能評価

性能評価本部では，平成26年10月～12月の期間において，下記のとおり建築基準法に基づく構造方法等の性能評価書を発行しました。

性能評価完了状況（平成26年10月～12月）　※暫定集計件数

分　類	件　数
防火関係規定に係る構造方法（耐火・準耐火・防火構造，防火設備，区画貫通部措置工法，屋根飛び火等）	117
防火材料（不燃・準不燃・難燃材料）およびホルムアルデヒド発散建築材料（F☆☆☆☆等）	29
その他の構造方法等（耐力壁の壁倍率，界壁の遮音構造，指定建築材料（コンクリート等）等）	10

あとがき

工場管理の現場などで用いられる標語「3H」は,「初めて」,「変更」,「久しぶり」の頭文字で, 事故やトラブルを未然に防ぐために用いられています。当センター工事材料試験所においても, 日常業務のミスなどを削減するために取り入れています。

さて, 先日, 中学校時代の同窓会に参加しました。25年ぶりの先生やクラスメートとの再会であったため, 面影がある人もいれば,「どちら様でしたっけ?」といった具合で顔を見つめ, 名前を確認してやっと本人と判るほど変貌した人もいました。

同窓会が始まった直後, 周囲の様子を見てみると, 自分も含めて, 3Hの標語が当てはまるようなやり取りをしている事に気が付きました。

自分の世代は, 学年で9クラスあり生徒数が多いため,

「初めて」: 初めて会話する人,

「変更」: 結婚されて名字が変わっている人,

「久しぶり」: 久しぶりに会った人,

といった具合に見事に当てはまりました。ちなみに私は「初めて」会話した人の名前を何度も間違えて呼んでしまいました。

その話を製造業を営んでいる友人にすると,「確かによくあるミスだよね。でも同じミスを何度も繰り返すなよ。」と突っ込まれる始末でした。

時間が経つのも忘れ, 終電が無くなるまで昔話に花を咲かせてしまったのは言うまでもありませんが, 今後は同じミスを繰り返さないことを心に誓い, 同窓会の定期的な開催を確認し, お開きとなりました。

仕事においても,「3H」を徹底し, 日々の業務に取り組んでいきたいと思います。

(鈴木(秀))

編集たより

近年, 都内の各地で大規模な建設工事が行われ, 都心部の再開発が進められています。最近では, 環状2号線の新橋から虎ノ門までの区間(俗称, マッカーサー道路)の完成が話題になりました。東京オリンピックを5年後に控え, 都心部ではスピード感のある再開発が求められているところです。

さて, 本号では, マッカーサー道路が直下を貫通する複合施設「虎ノ門ヒルズ」とその周辺の再開発の展開について,「森ビルの複合施設開発の動向について〜虎ノ門ヒルズを中心として〜」と題し, 森ビル株式会社 設計統括部 構造担当部長の土橋徹様にご寄稿いただきました。本稿では, 街づくりのコンセプトのほか, 建物の構造やその構造部材の品質管理などについて, 詳しく解説いただいております。

本稿のあとがきでは, 今後の再開発の展開として「虎ノ門エリアの国際都市構想」が描かれています。これが早期に実現し, 虎ノ門エリアが国際都心として生まれ変わることを期待するとともに, 当センターも, 試験・評価・認証などの業務を通じて, 安全・安心・快適な街づくりに貢献できるよう, 取り組んでまいります。

(田坂)

〈訂正とお詫び〉

本誌2015年1月号におきまして, 次の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。

48頁 業務紹介 右段下より3行目
(誤)…第三者認識制度 → (正)…第三者認証制度…

50頁 「建材試験情報」年間総目次
4月号 業務案内欄の追加
「天井及びその部材・接合部の耐力・合成の設定方法のための試験方法について(その1) 接合部の試験方法:川上修」

建材試験情報

2
2015 VOL.51

建材試験情報 2月号
平成27年2月1日発行

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

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長
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)

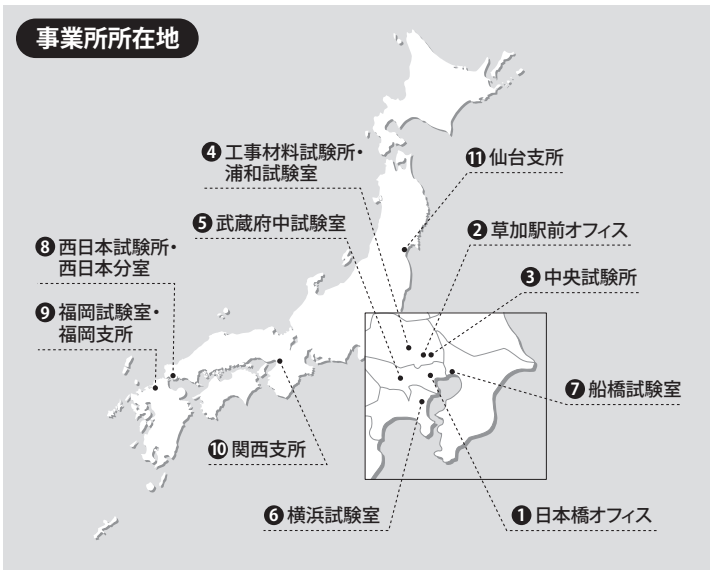
委 員
小林義憲(同・技術担当部長)
鈴木利夫(同・総務課長)
中村則清(同・調査研究課課長代理)
志村明春(同・材料グループ主幹)
伊藤嘉則(同・構造グループ統括リーダー代理)
宍倉大樹(同・防耐火グループ)
鈴木秀治(同・工事材料試験所主幹)
深山清二(同・ISO審査本部主任)
斉藤春重(同・性能評価本部主幹)
中里侑司(同・製品認証本部課長代理)
大田克則(同・西日本試験所上席主幹)

事務局
鈴木澄江(同・企画課長)
田坂太一(同・企画課主任)
佐竹 円(同・企画課主任)
靏岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

》》 事業所所在地・アクセス

Head quarters, Secretariat & Test Laboratories



❶ 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

最寄り駅から

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

❷ 草加駅前オフィス

〒340-0015　埼玉県草加市高砂2-9-2　アコス北館Nビル
性能評価本部（6階）
TEL：048-920-3816　FAX：048-920-3823
総務部（3階）
TEL：048-920-3811（代）　FAX：048-920-3820
経営企画部（6階）
企画課
TEL：048-920-3813　FAX：048-920-3821
調査研究課
TEL：048-920-3814　FAX：048-920-3821
顧客サービス室
TEL：048-920-3813　FAX：048-920-3821
検定業務室（3階）
TEL：048-920-3819　FAX：048-920-3825

最寄り駅から

・東武スカイツリーライン草加駅（東口）より徒歩1分

❸ 中央試験所

〒340-0003　埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL：048-935-1991（代）　FAX：048-931-8323
管理課
TEL：048-935-2093　FAX：048-935-2006
材料グループ
TEL：048-935-1992　FAX：048-931-9137
構造グループ
TEL：048-935-9000　FAX：048-931-8684
防耐火グループ
TEL：048-935-1995　FAX：048-931-8684
環境グループ
TEL：048-935-1994　FAX：048-931-9137
校正室
TEL：048-931-7208　FAX：048-935-1720

右段へつづく

最寄り駅から

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

高速道路から

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

❹ 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
管理課／品質管理室
TEL：048-858-2841　FAX：048-858-2834
浦和試験室
TEL：048-858-2790　FAX：048-858-2838
住宅基礎課
TEL：048-858-2791　FAX：048-858-2836

最寄り駅から

・JR埼京線南与野駅（西口）より徒歩15分

❺ 武蔵府中試験室

〒183-0035　東京都府中市四谷6-31-10
TEL：042-351-7117　FAX：042-351-7118

最寄り駅から

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

高速道路から

・中央自動車道国立府中ICから約5分

❻ 横浜試験室

〒223-0058　神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8
TEL：045-547-2516　FAX：045-547-2293

最寄り駅から

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

❼ 船橋試験室

〒273-0047　千葉県船橋市藤原3-18-26
TEL：047-439-6236　FAX：047-439-9266

最寄り駅から

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

❽ 西日本試験所・西日本分室

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

最寄り駅から

・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

・山陽自動車道埴生ICから国道2号線を小郡・広島方面に向かい約5分
・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を下関方面に向かい約40分
・中国自動車道美祢西ICから県道65号線を国道2号線（山陽方面）に向かい約15分

❾ 福岡試験室・福岡支所

〒811-2205　福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
福岡試験室
TEL：092-622-6365　FAX：092-611-7408
福岡支所
TEL：092-292-9830　FAX：092-292-9831

最寄り駅から

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

高速道路から

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

⓾ 関西支所

〒532-0003　大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14
新大阪グランドビル10階
TEL：06-6350-6655　FAX：06-6350-6656

最寄り駅から

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

⓫ 仙台支所

〒980-0014　宮城県仙台市青葉区本町3-5-22
宮城県管工事会館7階
TEL：022-281-9523　FAX：022-281-9524

最寄り駅から

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

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