



建築研究協会誌

Architectural Research Association

No.14

平成19年12月



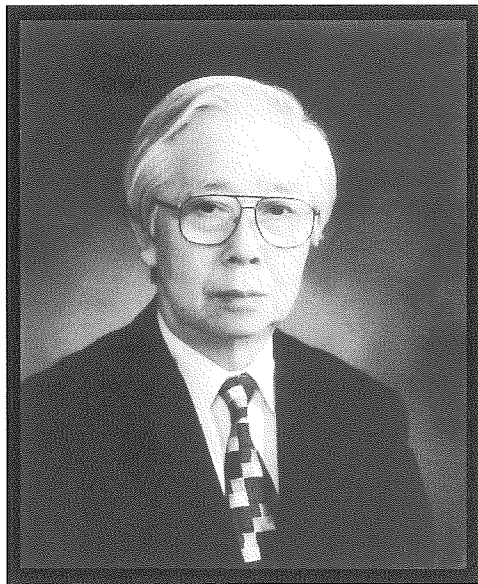
口絵1 竣工



口絵2 着工前

小堀鐸二先生のご逝去を悼む

京都大学防災研究所教授 鈴木 祥之



本協会名誉顧問 小堀鐸二先生は、2007年9月5日に逝去されました。享年86歳でした。本協会には、1979年4月から理事として、2002年4月からは名誉顧問として、長きにわたって協会の発展に貢献してこられました。ここに先生のご冥福をお祈りするとともに、謹んでご報告申し上げます。

小堀鐸二先生は、1920年11月15日、東京都にお生まれになり、1945年9月、早稲田大学理工学部建築学科を卒業されました。1951年9月、同大学大学院特別研究生前期を修了後、同年10月、京都大学工学部講師に任用され、1954年3月、同大学工学部助教授、1961年4月、同大学防災研究所助教授、1962年4月、同大学防災研究所教授に昇任され、地盤震害部門を担当、その後、1966年4月、工学部教授に配置換、建築学第二学科建築基礎工学講座を担当されました。1984年4月、停年により退官され、京都大学名誉教授の称号を授与されました。

この間、1979年4月から2年間、京都大学評議員として大学の運営、発展に貢献されました。1981年1月より4年間、日本学術会議会員（第12期）、1983年1月より2年間、日本建築学会会長などを歴任され、耐震工学、地震工学の先進的な研究を推進されるとともに指導的役割を担われ、多数の優れた人材を育成され、建築界に輩出されてこられました。

退官後は、1984年4月より1年間、近畿大学教授を勤められた後、1985年4月鹿島建設（株）代表取締役副社長に就任され、1986年11月に株式会社小堀鐸二研究所を設立、代表取締役として耐震・地震工学の実際への応用に尽力されました。1988年8月より1996年まで国際地震工学会理事、また1994年に設立された国際構造制御学会の副会長、1996年には会長を歴任されるなど国内外の学会の発展に寄与されました。また、1972年4月より2年間、文部省学術審議会専門委員、1970年12月より約15年間、建設省建築技術審査会高層部会長や1973年2月より12年間、通産省原子力発電技術顧問会会長など政府関係の諸委員として

も尽力されました。

先生は、耐震工学、地震工学などの広い分野にわたって、数多くの先駆的な研究を推進され、耐震工学、地震工学分野の指導的役割を果たされ、優れた研究成果と多彩な研究活動は、広く学術および技術の進歩に寄与されました。なかでも動力学的な観点から研究主題とされてきた建築基礎地盤の動特性ならびに建築構造物の耐震性の研究における貢献は特筆され、非線形振動論、弾性波動論、確率論を基礎とする構造物の耐震設計理論は国内外の学界から高く評価されました。特に制震構造においては、制震システムの基礎理論の提唱のみならず、アクティブ制震を世界で初めて建築物に適用され、制震構造の発展に大いに貢献されました。このように学術・技術の発展の他に、建築行政、都市防災など行政に関わる面においても新たな施策の展開に指導的役割を果たすなど多大の貢献をされてこられました。このような先生のご業績に対し、数多くの賞を授与されておられますが、なかでも、学術研究活動においては1959年に「建築構造の耐震工学的基礎研究」によって日本建築学会賞（論文）を、1976年には「耐震建築に関する一連の研究」によって第20回京都新聞文化賞を、1990年には「地震工学の発展に関する一連の功績」によって日本建築学会大賞を授与されました。また、我国の原子力施設の耐震性向上に対する貢献により1985年には科学技術庁長官賞を、さらに1993年には先駆的な一連の制震構造の研究と技術開発に関して第3回日本建築協会賞特別賞、1997年には京都府文化賞特別功労賞を授与されました。

先生のご研究やご業績をご紹介するには、余りにも多くのものがあり、枚挙に遑がありません。先生の研究に対するお考えやお人柄が偲ばれる一端についてご紹介させていただきます。

先生が京都大学に赴任された直後は、棚橋諒先生の命より木構造の講義を担当されました。木構造は、棚橋先生の他、坂静雄先生、横尾義貫先生が代々、研究、教育に携わってこられました。木材は、強度や乾燥収縮の異方性があり、湿度、含水率、材種などによって材料特性が異なり、自然材料が複雑な性質を有することの難しさに痛感されたようです。地盤も同じように自然にできたものであり、地盤の材料特性の難しさに加えて振動特性が上部の建物に及ぼす影響も大きいことから、地盤振動の解明に意欲を持たれ、このことがその後の Ground Compliance など地盤関連の研究に繋がっています。

先生が京都大学に赴任された1950-1960年頃は電卓程度の能力しかない解析手段でしたが、地震の非定常性、構造物の非線形性に注目された研究では、アナログコンピュータをいち早く開発され、時刻歴地震応答解析を成し遂げられ、スカイスクレーパーの実現に結びつけられています。1964年に高層建築技術指針が、京都大学、東京大学の研究グループ

などが中心となって作成されていますが、細かい規定を作るのは、将来の発展にマイナスになるとの先生のご意見で、高層建物の基準ではなく基本的な考え方を示す指針にされました。ここにも先生の絶えず前向きに考えられる姿勢が伺われます。

1960年10月から UCLA の W. T. Thomson 先生のところへ客員研究員として滞在された時に、Dynamical Ground Compliance の研究をされ、この先駆的な研究は、その後の地盤－基礎の動的相互作用、構造物－地盤連成系の地震応答、不整形地盤の振動特性に関する研究へと大きく発展させておられます。UCLA 滞在中に Thomson 先生から米国に残るように強く勧められました。折しも、米国では人工衛星、ロケットなど宇宙工学が盛んになり、優秀な人材を必要としたようです。しかし、1923年の関東大震災を幼少期に経験された先生は、その頃から地震に対する強烈な印象をお持ちだったのででしょうか、地震被害をどうしたら防げるかといった大命題に一貫として挑んでこられ、建築や地球から離れることができないとのことで、1961年3月に帰国されました。その後、1964年新潟地震、1968年十勝沖地震と巨大地震が相次いで起こり、また1978年宮城県沖地震による建物被害などが契機となった建築基準法の改正では、地盤の動特性を考慮した小堀・南井案の提案に繋がっています。

近年の地震学の発展は目覚しく、地震動予測がなされるようになったが、地震動を建築物への地震入力として考えるとまだまだ不確定であり、このような地震動からフリーになり得る制震構造は優れた構造技術であるとお考えから、1989年には世界で始めてアクティブ制震の11階建ての東京・京橋センタービル（旧京橋成和ビル）を実現されました。1957年に「制震構造に関する一つの試み」という論文を世に出されてから半世紀、制震システムの理論のみならず、制震構造の実用化の端緒を切り開かれ、これ以後、国内外において多くの制震ビルが建てられるようになったことは周知の通りです。また、先生自らが尽力されて1994年に設立された国際構造制御学会の副会長、会長として国内外の学会の発展に寄与され、制震構造に関する応用面での貢献は著しく、耐震工学、地震工学の発展に先生の果たされた役割は計り知れないほど大きいものがあります。

小堀先生が、小堀鐸二研究所20周年記念誌の末尾に記載されていますように「工学の本質を見つめ直し、研究分野の枠を超えて」の取り組みが重要であるとお考えと、また、地震学の発展に多大な寄与をされ、地震災害軽減のために地震学の応用を考えておられた金森博雄先生とは、「これからは地震学と工学との融合をより一層図ることが不可欠である」との思いが、以下のシンポジウムにも繋がっています。

2000年11月7日に CUREe と京都大学の共催のもとに国際高等研究所で開催された小堀記念シンポジウム Earthquake Engineering in the Next Millennium “Symposium in

Honor of Takuji Kobori” は、Joseph Penzien 先生、金森博雄先生、金井清先生をはじめ、世界的な研究者が結集したシンポジウムでありました。朝早くから紅葉の美しい国際高等研究所に国内外の多くの方が集まり、主会場であるレクチャーホールでは夜遅くまで地震工学と地震科学、制震構造の現状と展望について講演と議論が続けられたことは大変印象深いものでした。このようなすばらしい会議が開催できたのも、絶えず前向きに取り組まれる小堀先生のすばらしさによるものでした。

先生は、趣味として昔から音楽がお好きで、応接間にはいくつものスピーカーを備えて楽しんでおられ、レコード針とレコードの相互作用も Dynamical Compliance ですと笑っておられました。先生の最初の論文が1947年に音響振動という雑誌に掲載されていたことを、改めて思い出しました。大学を卒業された頃は、研究者になる気はなく、デザインを志望されていたとのことでしたが、それが大学を退職されてからは、絵を楽しまれたことに結びついたのでしょうか。一年間の作品をまとめて仕事を顧みるという趣旨で始められた個展は、銅版画の第1回個展を1994年10月に京都で開かれ、その後、毎年、京都あるいは東京で個展を開催され、アーティスト小堀らしいユニークな作品を楽しませていただきました。

9月8日に先生のご葬儀が密葬にてしめやかに執り行われ、またお別れ会が10月26日ホテルイースト21東京で催され、多くの方がご遺影に菊花を捧げ、生前の先生を偲びました。2000年の小堀記念シンポジウムでは、Wilfred D. Iwan 先生が Chairman を、私が Secretary General を務めましたが、2008年10月に中国北京市で開催される第14回世界地震工学会議においては、再び Iwan 先生とともに Convener を務め、先生のご遺徳を偲ぶ小堀鐸二先生メモリアルセッション “Significant Accomplishments and Future Directions in Earthquake Engineering – In Memory of Professor Takuji Kobori” を開催いたします。ここに、謹んでご報告いたしますとともに、先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

地球温暖化防止と社寺建築

評議員 京大大学生存圏研究所教授 今村 祐嗣

京都議定書は、2008年から5年間の温室効果ガスの削減目標を定める一方、森林によるCO₂吸収量の算入を認め、わが国の削減目標6%に対して3.8%、1300万炭素トンまで森林の吸収量を目標達成のために利用できるようにした。ただ、森林による吸収量のうち京都議定書における森林吸収源として計算の対象にできるのは1990年以降に新たに森林になった場所、森林経営が行われている場所等であり天然林や放置された森林はその対象にならない。森林総合研究所が、現在の森林と期首の森林の蓄積量を炭素量に変換し、その差から吸収量を算出すると、わが国の2005年度の森林による炭素吸収・排出量は2,400万トン、そのうち京都議定書の対象となる森林は960万トンになると報告している。胸周りの直径が20cm、高さ10mの35年生の1本のスギの木（幹はもちろん枝葉、地下部を含めて）は68kgの炭素を固定しているという。森林による炭素固定を向上させるには若い元気の良い(CO₂を旺盛に固定する)森林を育成する必要があるが、そのためにも積極的な木材利用が求められている。

われわれの研究所に昭和の修理の際に標本として切り取られた法隆寺五重塔の心柱の円盤が保管されている。この円盤は柱の根元近くから採取されたものであり、かつ樹皮近くの部分が周囲についていることから、樹齢350年以上のヒノキと推定されている。ところで、この五重塔心柱の木材は実に1400年以前に光合成によって当時の空気中のCO₂が変換されたものであり、木材成分としての炭素は現在までその間放出もされずに固定され続けてきたものである。建立後、もし、腐ってしまったり、燃えてしまえば、それらの固定化された炭素は即座に空気中に放出されていたであろう。木材をできるだけ利用する、利用するならば長く使う、これが木材側の視点でみた地球温暖化防止の有力な方策である。まさに歴史的建造物は長期間にわたり木材中で炭素を固定してきたという意味で、地球温暖化の防止に寄与しているといえる。

さて、世界最古の木造建築物である法隆寺を千年以上にわたって支えてきたのは、木材の驚異的な耐久性であるといえる。木材は、腐朽や虫害が生じなければ強度低下はほとんどなく、その耐久性は最新のニューマテリアルさえも及ばず、それを実際の時間軸で証明しているのがこれらの古い木造建造物といえる。ところで、木材の場合、腐れやシロアリの被害は年数がかかなりたっても全く発生せず耐久性が維持される反面、わずか数年で被害

が進行する場合もあるのも事実である。建立から永い歴史をもっている日本の社寺建築では、耐朽・耐虫性のある樹種の使用とともに、水への配慮をした構法と十分な保守管理によって耐久性が確保されてきたともいえる。

木材の腐朽や虫害など生物劣化に対する抵抗性について特筆すべき点は、樹種や部位によってばらつきがきわめて大きいということである。すなわち腐朽に対する抵抗性を意味する耐朽性についていうと、各樹種の組織構造、比重や硬さなどの物理的性質、あるいは化学的性質によって左右される。もちろん同一樹種であっても、一般的に中心部の着色した心材（赤身）が、周辺部の辺材（白太）よりも耐朽性が高く、抵抗性の乏しい辺材については樹種間にほとんど差異はない。また、同じ樹種であっても、樹齢や育林方法、産地間においても違いがみられることがしばしば指摘される場所である。このうち耐朽性にもっとも関係が深いのは心材に存在する抽出成分である。ベイスギが腐りにくいのはポリフェノール類の存在によるものであり、ヒノキの耐朽性はテルペン的一种であるツヤプリシンによっている。その中でも抗菌性の高い β -ツヤプリシンはヒノキチオールと称され、タイヒ、アスナロ、ネズコという樹種に含まれている。こういった成分は樹木の成長にあわせて心材の細胞内に蓄積されたものである。

ところで、木材の耐朽性の大小は経験的に知られているが、では実際に何年腐らないかという問いに答えることは難しい。これは通常の場合、水分、温度といった使用環境によって劣化の速度が支配されることによる。特に腐朽の開始と進行には木材中の水分状態が大きく影響する。したがって、建物を腐れから防ぐのは水分管理をどうするかということと同義でもある。しかし、長期間の使用によって雨水の浸入、結露の発生、時には生活用水の漏れが発生することは、われわれが常に経験するところである。一方で、わが国は先進諸国の中では雨量、特に高温期の降水量が多い地域に位置している。その観点からも、劣化の発生をチェックし、保守を行っていくことはきわめて重要である。

建築研究協会は昨年からの歴史的木造建造物の耐震と劣化診断の講演会を開催している。この目的とするところは、ともすれば放置されがちな既存の社寺建築の耐震性の大切さを喚起し、同時に木材の劣化診断に対する意識を高めてもらうところにある。

歴史的建造物である社寺建築は地球温暖化防止にも寄与していることを認識し、木材の早期の劣化を防ぐことの重要性を改めて指摘しておきたい。

口絵

小堀鐸二先生のご逝去を悼む

京都大学防災研究所教授 鈴木祥之 1

巻頭言 地球温暖化防止と社寺建築

評議員 京都大学生存圏研究所教授 今村祐嗣 5

社寺建築に見られる生物劣化と維持管理

京都大学大学院農学研究科准教授 藤井義久 8

藤森神社 拝殿の整備工事について

室長 鴨 昌和 16

名 簿

訂正表 (協会誌13号)

編集後記

社寺建築に見られる生物劣化と維持管理

京都大学大学院農学研究科准教授 藤井 義久

はじめに

私たち日本人は身近にある材料である木材を使って社寺や住宅などの建築物を造り、そこに集い、また住まう生活習慣や伝統文化を築き、またそのための技術や人材を育ててきました。その技術レベルは非常に高く、日本は世界最古の木造建築の文化を有しているといえます。

しかし気温の高い春から秋にかけて湿気の多い日本では木造建築物は劣化しやすく、劣化による強度的弱点によって地震の際に倒壊しやすくなるのが昨今の調査で明らかになりつつあります。

本稿では、社寺建築物にみられる木材の劣化とその対策の基本となる維持管理について解説します。

木造の弱点

材料の性能を評価する指標には強度、加工のし易さ、断熱性などの熱的性質、調湿性、音響性能や耐久性などがあります。強度では鉄鋼やコンクリート、断熱性では発泡スチロール、透明性ではガラスという風に指標別にみれば木材よりも優れた材料が種々あり、これらを人間は長年の努力によって創り出して来ました。

一方、樹木から比較的簡単な加工によって得られる木材は、すべての性能についてバランスよくほどほどの性能を持っているのが特徴と言えます。特に木材には軽くて強い、木目など独特の質感を持っている、熱的にも感覚的にも暖かい感じがする、身近にあり加工し易いといった特徴があります。さらに環境や人体に有害な物質が含まれておらず、製造や加工時に必要なエネルギーが少なく、地球規模のレベルで永続的に循環使用できるという特徴もっています。これらの特徴の故に木材は「天然が人間に授けた至高の材料」と呼ばれることがあります。

一方よく言われる木材の欠点は、「狂う、燃える、腐る」となります。「狂う」に対しては、大工棟梁の木使いの技に見られるように木材の性質を見極めながら使う技術が育まれてきました。また「燃える」に対しては、材料、設計や施工において不燃や難燃化の努力が払われてきました。

「腐る」については、これと同時に問題となる「虫に食われる」と同様に、木材や木造

建築の宿命的な劣化の主原因と理解されています。木材が天然の有機体（炭素・酸素・水素からなる結晶性の多糖類）である以上、それを栄養として生きていく菌類や昆虫が隙あればこれに集って来ることに対して注意や対策が必要となります。

木材の生物劣化の本質

虫害や腐朽（腐る）のように生物によって起こる木材の劣化を生物劣化と呼んでいます。

虫害の代表はシロアリによる木材の食害です。シロアリは通常土の中に巣を構えて数万から数十万といった集団で生活しています。集団の大多数は職蟻とよばれる体長が数mmの働き蟻です。職蟻は餌となる樹木や木材を求め、土中に蟻道と呼ばれるトンネルを掘りながら生活領域を広げて行き

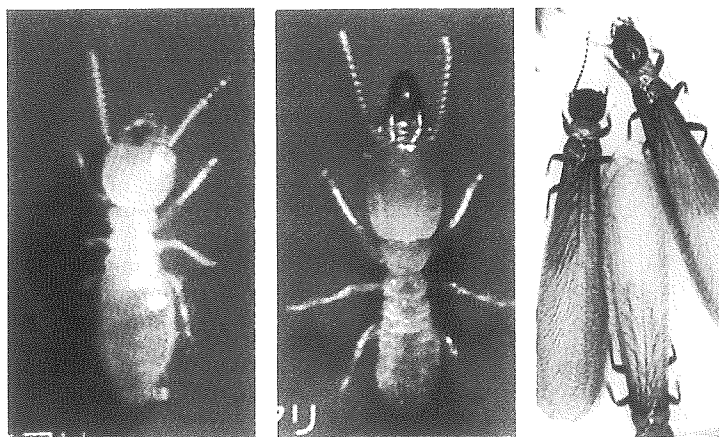


図1 ヤマトシロアリ 左から職蟻・兵蟻・羽蟻
((社)日本しろあり対策協会資料から)

ます（図1）。たまたま彼らが建築物の基礎などに遭遇すると、この表面を這い上がり、床下の木部を食害しながら建物部材の内部に入り込んでいきます。職蟻はその顎で木材を少しづつ食いちぎりながら木材中に蟻道のネットワークを構築してゆきます。シロアリの被害は職蟻の食害によって木材内部に欠損が生じ、強度が低下してゆくことです（図2、3）。

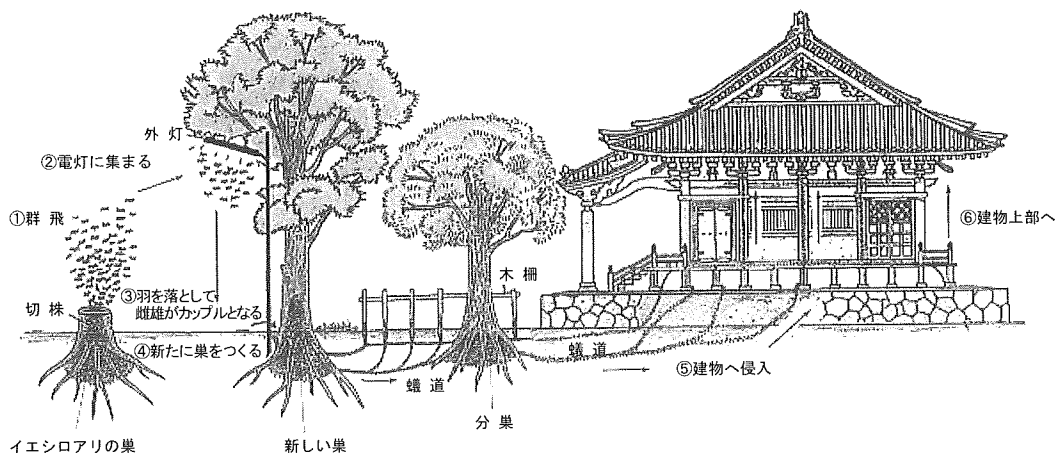


図2 建物へのシロアリの侵入経路 ((社)日本しろあり対策協会資料から)

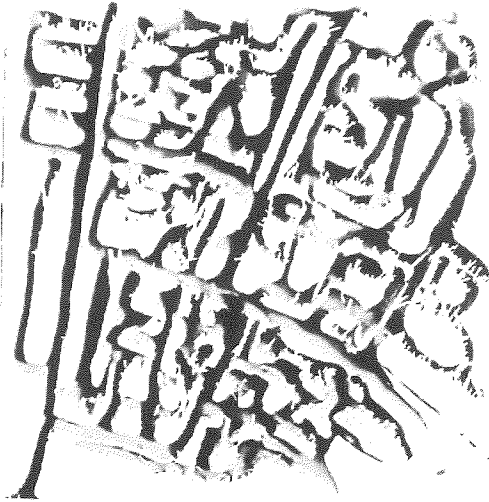


図3 イエシロアリによって食害された
ベイツガ柱材の断面

シロアリは光や空気の流れを嫌いますので床下や壁の中、木材の内部を密やかに食い進んでゆきます。また集団は水分の供給源となりうる領域を中心に広がりやすいため、風呂、台所、トイレなどの水周りや雨漏り部など湿った部分の近くをよく食害します。コンクリート製の基礎でもわずかな亀裂を利用して侵入してきます。その際には強力な顎を利用して少しずつコンクリートを噛み砕きながら食害してゆきます。蟻道を構築する上で障害となれば栄養にならなくてもコンクリート、プラスチックや金属も噛み砕いていきます。

職蟻は飲み込んだ木片を腸内の微生物に分解させて栄養源として吸収するとともに、集団の5%ほどを占める被扶養階級である兵蟻に与えます。またシロアリの巣の中心には1対の王と女王蟻がおり、女王蟻は生涯卵を産み続け、卵から孵った幼虫は職蟻から栄養をもらい成長してゆきます。

集団内で生殖機能を有しているのは王と女王蟻ですが、潜在的な生殖機能をもつニンフとよばれるごく少数の階級がいます。ニンフは年に1度羽が生える時期が春先から夏にかけてあり、羽蟻として巣から一斉に飛び立ちます。飛び立った羽蟻の雌雄は地上に降りたのちペアとなり、土にもぐって新しい集団の王と女王になります。このようにしてシロアリの集団は広がっていきます。シロアリは普段人前に姿を現すことはありませんが、年に一度の羽蟻発生の際には巣の周辺に姿を現します。京都あたりではゴールデンウィークの前後の晴れた日の午前中あたりに羽蟻（ヤマトシロアリ）が発生することが多く、この時期に建物の内外で黒っぽい羽蟻を見かけることがあれば要注意です。

木材に発生する虫害にはシロアリのほかに、シバンムシ、カミキリ、キクイムシの類など主に甲虫類による被害があります。これらはいずれも成虫や幼虫がシロアリと同じように木材内を食い進んで穿孔し、その強度や美観を損ねるために問題となります。これらの虫はシロアリよりは大きく、短時間で多くの量の木材を食い荒らすのですが、シロアリのように集団で生活することはなく、被害の進行は緩慢です。

もう一つの木材の生物劣化は菌類による腐朽です。菌類は俗にカビとして認識されている微生物です。食べ物などに発生するカビは真菌と呼ばれる菌類に属しますが、この真菌

には木材を栄養源とする担子菌と呼ばれる菌類がいます。菌類発生の素になる孢子（種）は微小で、生活圏の空气中を浮遊しています。これが湿った木材などに付着すると、孢子から芽がでて白い綿状の菌糸を伸ばし始めます。菌糸は成長の段階で体外に酵素を出し周囲の木材を分解し、養分として取り込んで行きます。これによって木材の密度が低下し、強度も低下してゆきます。

菌の種類によって松や杉などの針葉樹を好むものと楷や樺のような広葉樹を好むものがあり、前者は食害が進むと消し炭のような割れが発生するため褐色腐朽と呼ばれ、後者はささくれ白っぽくなるため白色腐朽と呼ばれます。いずれも腐朽の初期段階から著しい強度低下が見られることが多いのが特徴です(図4)。腐朽がかなり進むと腐朽菌はキノコ(子実体)を生やすようになります。キノコの笠の裏には孢子がたくさんついていてこれが空气中に飛散し、新たに別の木材を腐らせるようになります。腐朽もシロアリと同様、湿気の多いところに多発します。

木造建築物に見られる主たる劣化はこのような生物劣化で、これらは湿った環境にある木材に多発します。後述しますが、このことは雨仕舞や排水のほか、結露や湿気を管理し

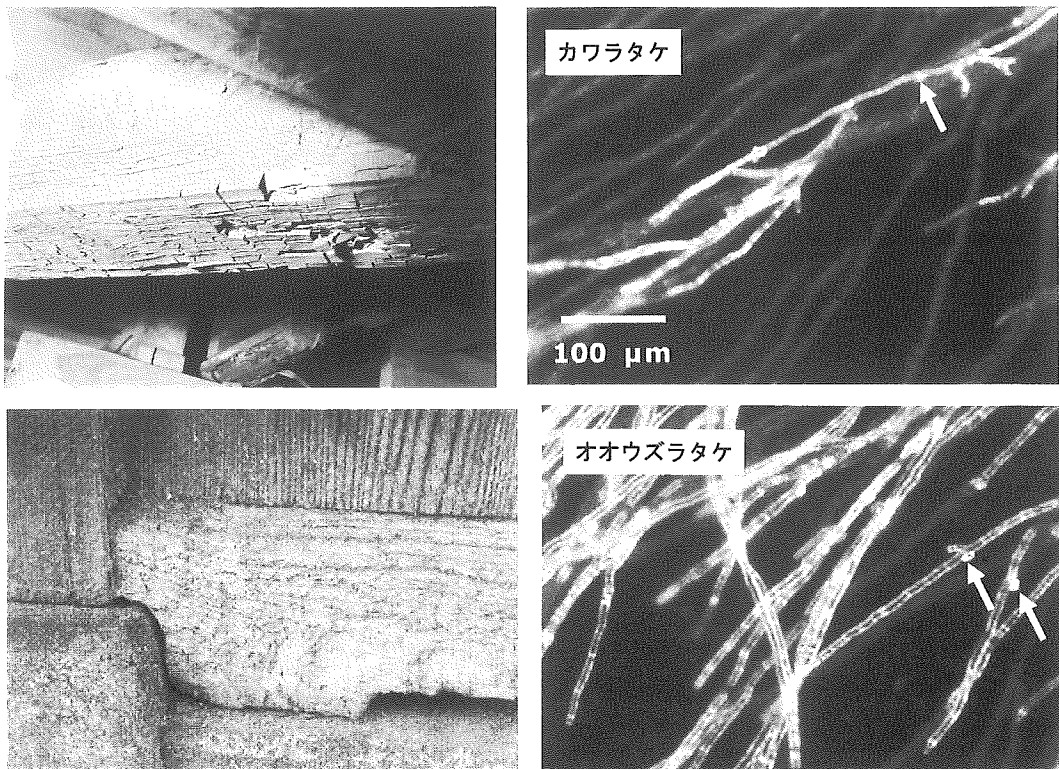


図4 木材の腐朽の様相
褐色腐朽した火打ち材（左上）と褐色腐朽菌の菌糸（右上）、
白色腐朽した土台材（左下）と白色腐朽菌の菌糸（右下）

てやることによってこれらの劣化が相当防げることを意味しています。木材は生物以外の原因、例えば紫外線などによっても劣化しますが、乾燥状態にある木材は生物劣化が起きにくく、極めて長い寿命を持つといえます。

社寺建築の生物劣化の特徴

伝統的な手法によって構築された社寺建築は、一般の住宅などに比べて、高品質の材料を用いて手間隙かけて造られている上、普段の手入れも十分なため劣化しにくいとされています。確かにこのような傾向は認められますが、社寺建築も生物劣化に悩まされることが多く、個別にみると社寺建築ならではの劣化の特性が認められます。筆者は、過去10年ほどの間に、国宝や重要文化財を含めて約45件、述べ約140棟の社寺建築物の劣化調査を行ない、劣化の発生状況を分析してきました。それらの劣化の特性を以下に簡単にまとめてみます。

- ① 長期間放置されていたために被害が甚大化している（図5）

被害に気がつかない、気がついていても正しく認識できない、諸般の事情で対策できない、などが原因として挙げられます。また保存修復の周期に比べて、劣化が短期間で頻繁に発生するために被害が甚大化している場合もあります。



図5 長年放置された柱下部の腐朽（京都市内の寺院）

- ② 大規模建築であるために被害が甚大化している（図6）

床下も小屋（天井）裏も広すぎて十分な点検ができないことがよくあります。結果として被害が建物の中や敷地の中で飛び火的に広がっている場合があります。



図6 建物内でヤマトシロアリの被害が飛び火的に拡大し、来迎壁にまで被害が及んだ例（富山県の寺院）

③ 建物の様式や構造、環境、建築や材料事情による被害の発生（図7）

長年の歴史をもつ社寺建築は劣化に対しても色々な対策を取り込みながら発達し、引き継がれてきました。しかし、建物が置かれている環境、建築や材料事情、使用方法などの間で整合性がとれず劣化が生じている場合があります。また意匠を凝らした複雑な構造、擁壁や土蔵などでは劣化が避けられないような木材の使い方をせざるを得ない場合もあります。

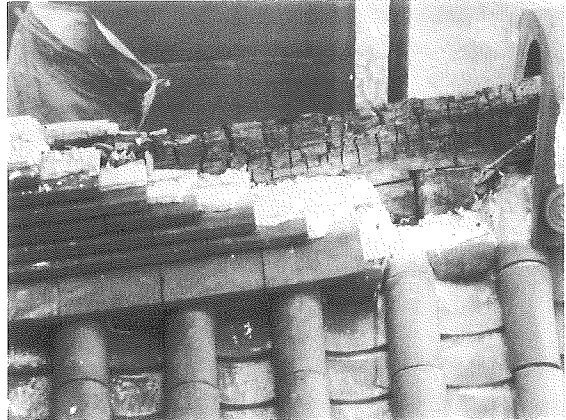


図7 瓦と漆喰に包まれた棟木の腐朽
(京都市内の神社)

④ 伝統的な建築技術を取りまく環境の変化によって生じる劣化

産業技術の発展に伴い、昔ながらの家造りがし難くなった、技術の伝承が難しくなった、良質の木材が得られなくなった、などの事情は少なからず劣化の発生と関連しているといえます。

⑤ 維持管理に対するある種の過信による被害の甚大化

「うちは大丈夫」と思っている、実はそれほどの確かな根拠があるわけでもなく、所有者や管理者が本当に確かな維持管理のデータをもっておられるケースは皆無といってもいい状況です。

これらの被害を放置しておくとうなるでしょうか。昔はシロアリのことを「堂倒し」と呼んでいたことがあり、シロアリによって突然本堂が崩落したという記録もありますが、一般的には生物劣化が建物の全体で起き、結果的にこれによって建物そのものが自ら倒壊することは非常にまれです。しかし社寺建築で見られる生物劣化の特徴を踏まえると、建物には多数の強度的な弱点が発生していることが多く、少し大きな地震がくると簡単に倒壊する可能性があります。最近の地震で倒壊した古い木造の多くに生物劣化が多数見られたことがこれを物語っています。

社寺建築の特徴である大きな重い屋根とその下の広い空間は、構造や材料に劣化がなく健全であればこそ美しく荘厳で、多数の人が集える場となりうるのですが、劣化による弱点があれば危険な空間と化してしまいます。これは塔、鐘楼、燈籠や石碑、神社の鳥居などでも同じことといえます。

劣化対策の昨今の事情と限界

先にも述べましたように伝統的な木造建築には長年の経験に基づき劣化対策が考案され、採り入れられてきました。その原則はいかに木部を濡れにくく保つかというものでした。出の長い庇による雨仕舞、外構など雨水に暴露する部位にはなるべく木材を使わない、使うとしても十分な水はけを確保し、すぐに乾くように保つ、風呂や台所などの水周りを邸内に持ち込まない、床下空間を十分取り、通気を保つなどが基本と言えます。

一方、戦後一般住宅の生産技術が進歩し、伝統的な住宅に比べて快適、利便性が高く、諸性能の高い住宅が生産されるようになりました。生物劣化対策についても、シロアリ駆除剤や防腐剤などの化学薬剤を利用した対策が普及しました。

伝統的な木造建築物のうち、特に文化財建造物の保存修復作業では、伝統的な仕事が重要視されるため化学薬剤を用いた木材の保存処理は基本的に用いられることはありません。また化学薬剤の有効期限が、これらの建築物の修理の周期に比べて非常に短いこと、大規模建物に大量に薬剤を用いた場合の人体や環境へのリスクなどが懸念されることも化学薬剤が用いられない理由といえます。

伝統的な木造建築物を伝統的な手法に従い、建築時の設計や材料に対する工夫だけで長期間にわたって生物劣化から護り続けることには限界があり、現代的な保存手法に依存することもできません。しかし劣化を放置しておけば、甚大化し、建物の危険性が高まるだけでなく、修理や改修の費用も大幅に嵩むようになります。社寺建築の耐久性確保の技術について発想の転換が必要になってきました。

適切な維持管理の勧め

発想の転換といっても特に難しいものではなく、これまでも言われてきた劣化の早期発見と早期処置を実現することが基本で、これを担保するために定期的な点検や診断を実施することがまず必要になります。点検・診断には建築物の所有者や管理者が日常的に頻繁に行う簡単なレベルのものから、3から5年に一度専門家に委ねて詳しく診断してもらうものまで何種類かのものがあり得ます。また台風や地震の後には、不具合が発生していないかを診断してもらうことも必要です。点検や診断にかかる総費用は、大規模修理のそれに比べれば十分低いのではないのでしょうか。いずれの場合でも建造物のカルテのような情報を継続的に残しながら劣化を早期に発見することで、実質的な建造物の安全確保と長寿命化が低コストで達成できることとなります。

これまで点検や診断といった作業については大工さんなどに任せざるを得ない状況がありました。しかし昨今では耐震診断や劣化診断の技術開発や、診断技術を有する人材の育

成も徐々に進みつつあり、今後は維持管理のシステムやサービスも整備されるものと思われます。

劣化情報の設計・施工への還元

木造建築の設計者、施工技術者や管理者は生物劣化に関する知識を深められ、その知見を新築や改修時の設計や施工技術、さらには維持管理に反映されることを望みます。これには例えば小屋裏に足場を常時確保しておく、点検口や点検時に用いる照明や電源を確保しておく、床下を移動しやすい環境に改善する、部材の交換や修理がし易い構造や施工技術を採用するなどがあると思います。

このような考え方は一見、伝統的な構造・施工や Authenticity（真正性）を護るという考え方と対立する場合もあるかもしれませんが、限られた予算と時間で、社寺建築の安全性と長寿命を実質的に確保するための方策として必要ではないでしょうか。

藤森神社 拝殿の整備工事について

室長 鴨 昌和

1、はじめに

藤森神社拝殿は、京都市伏見区深草鳥居崎町木造平屋建（伝統工法）の建物である。境内には重要文化財である大將軍社社殿・八幡宮本殿ほか文化財建造物が多数現存する。今回整備を行う拝殿は藤森神社整備事業の一環として工事を行ったものである。建物規模は柱芯で間口13.82×奥行き7.88m、軒桁高さGL+4.55m、屋根は銅板葺きの建物である。整備前の拝殿は写真－1のように軸部の歪が生じたと思われ控柱等で補強を行っていた。拝殿は小壁（鴨居から軒桁までの壁）は4周にあるが柱下部より軒桁までの、いわゆる耐震壁はなく小壁ならびに小屋組による柱上部の固定と床組による軸部上下の固定によって成り立っていると考えられる。

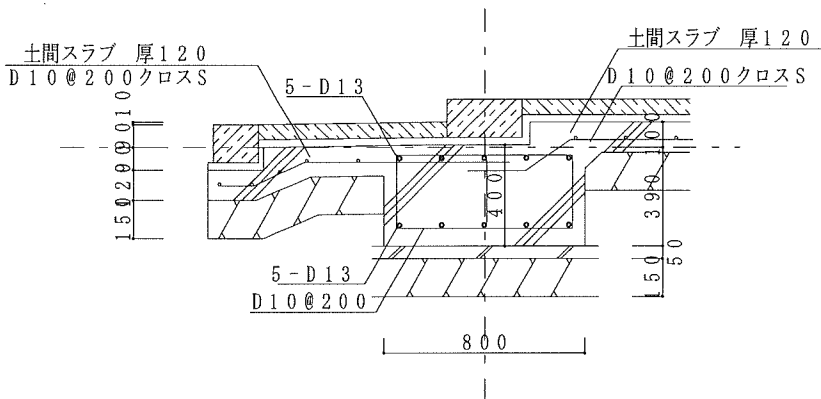
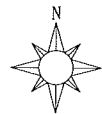
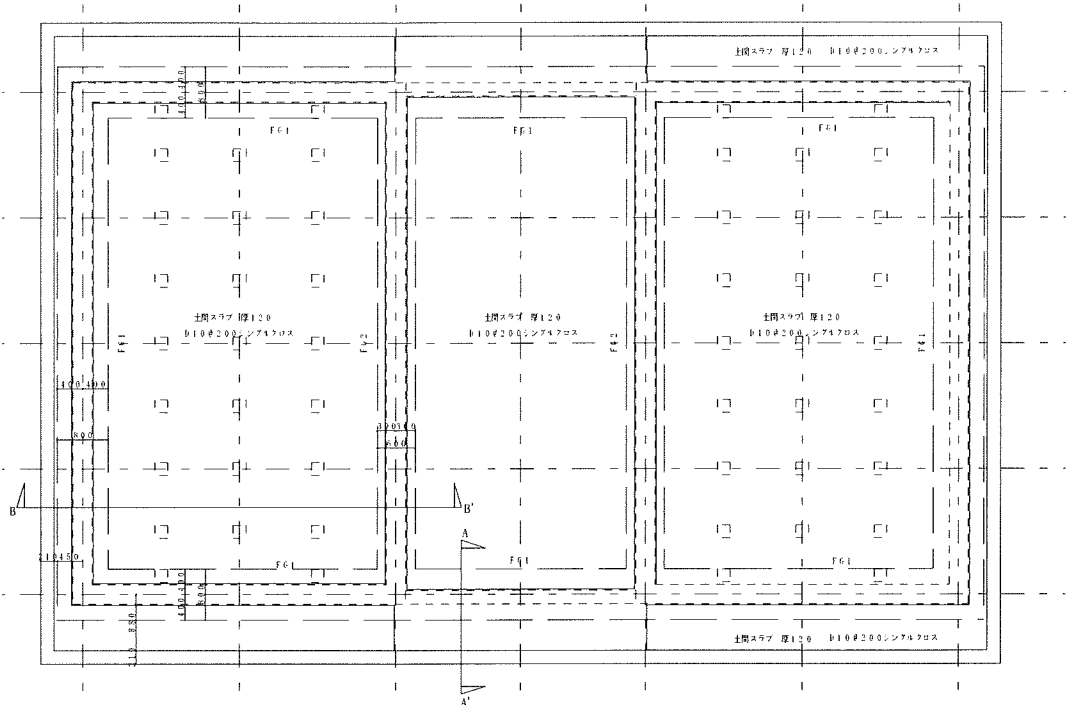


写真－1 （整備前）各柱に控柱が見られる

2、工事の内容

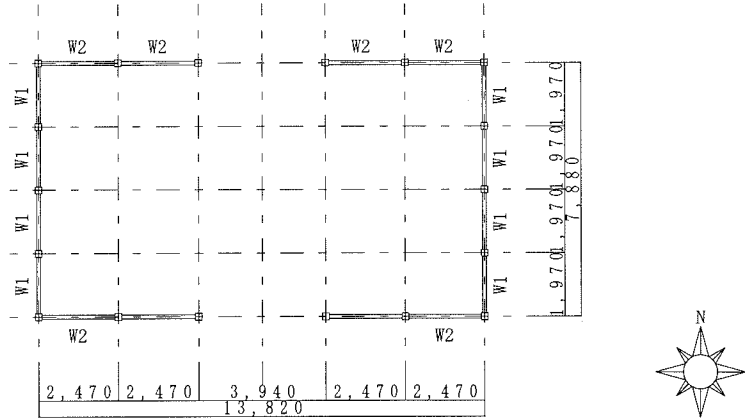
整備方針としては解体工事で軸部の修復・補強、基礎等の補強を行った。

基礎：基礎は柱脚の一体化を図る目的に柱通りでRC造の布基礎を配置し全面的に土間コンを設けた。

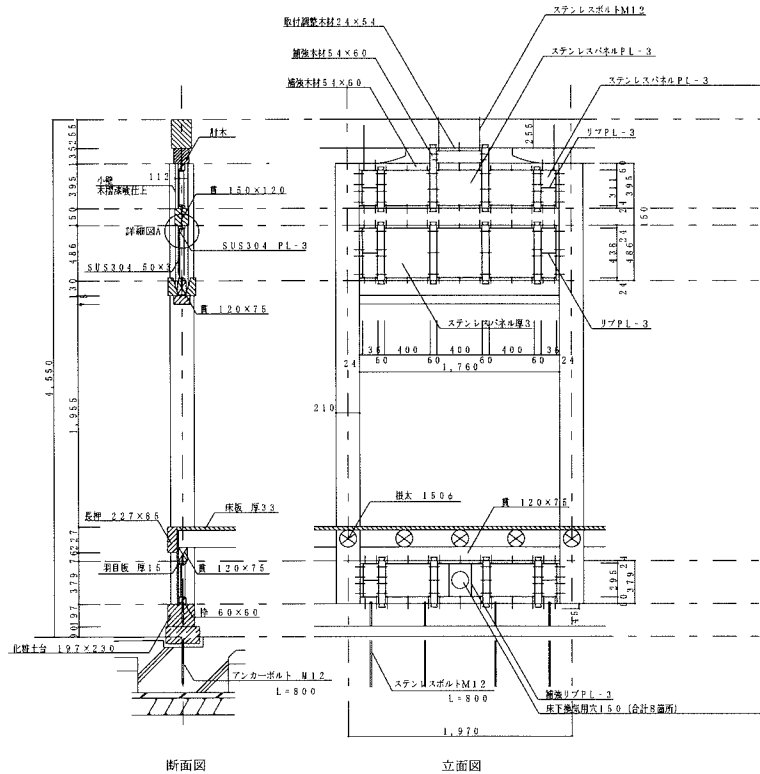


地中梁 G1 400×800 A-A'断面

軸部：軸部は柱自体を補強することはさき、小壁にステンレスパネルを挿入し柱頭部を固めた。また、床下部にも上記と同様にステンレスパネルを設け柱脚部を固めた。各パネルとも外部からは見られないように工夫した。

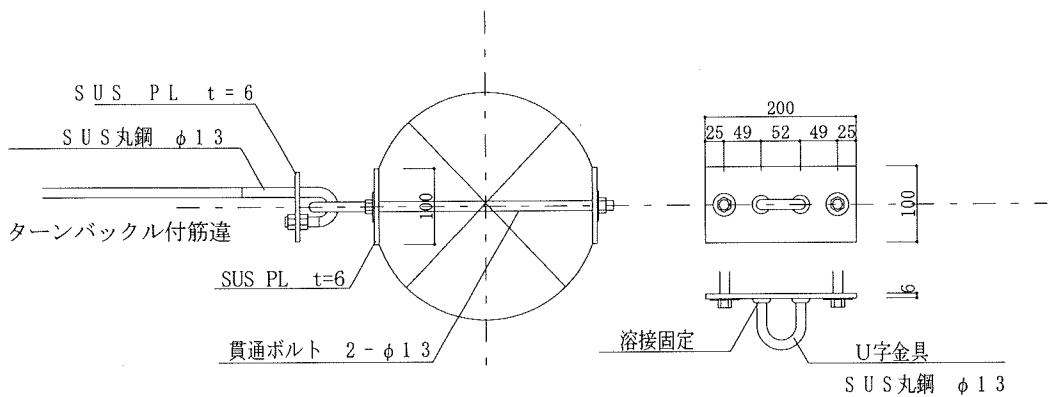
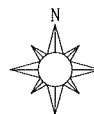
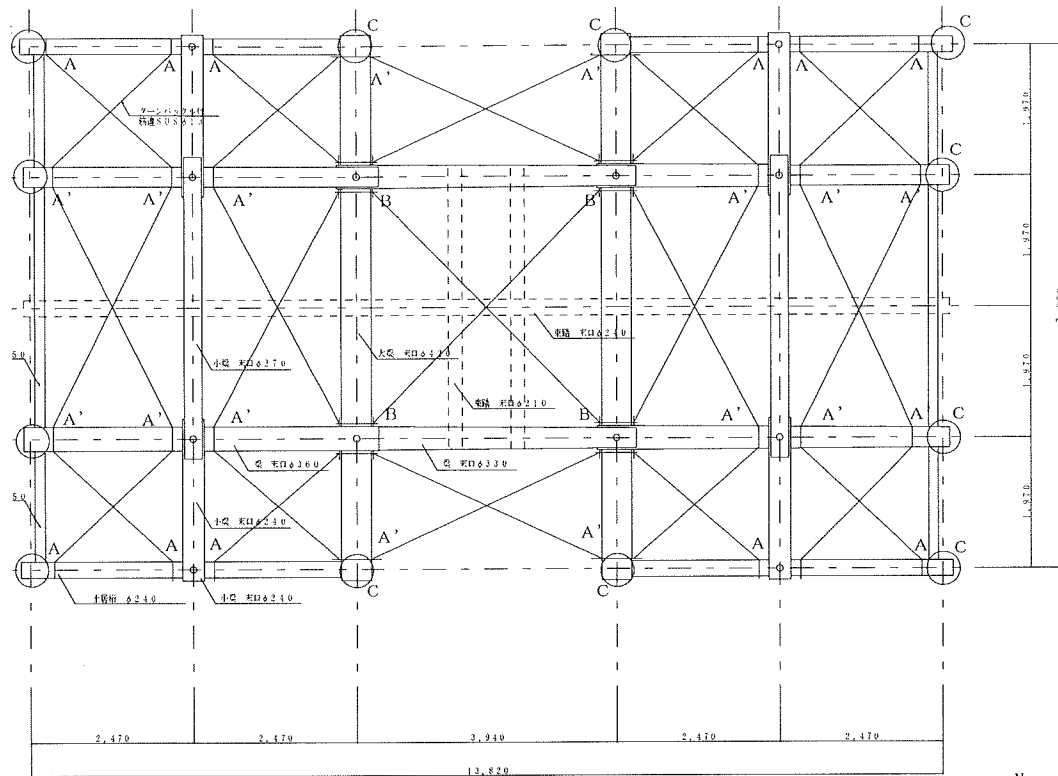


壁配置図



W1 詳細図

小屋：小屋には、ステンレス棒の水平筋かいを設け一体化を図った。



A部詳細図 (A'部は両面にU字金具があるもの)

3、工事写真



写真-2 柱間に木軸を組みステンレスパネルを挿入した

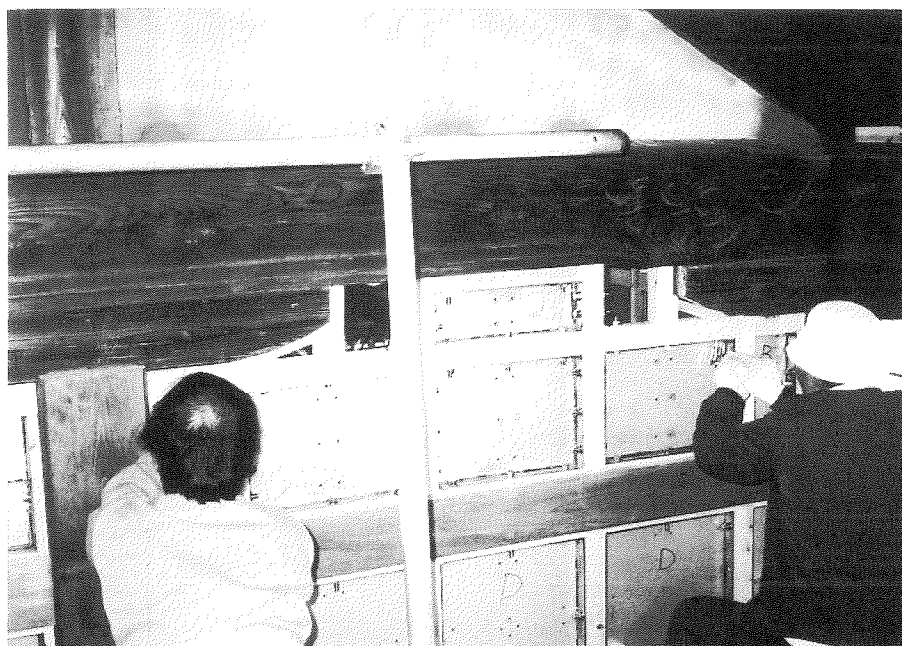


写真-3 ステンレスパネル組込み作業中

4、構造解析

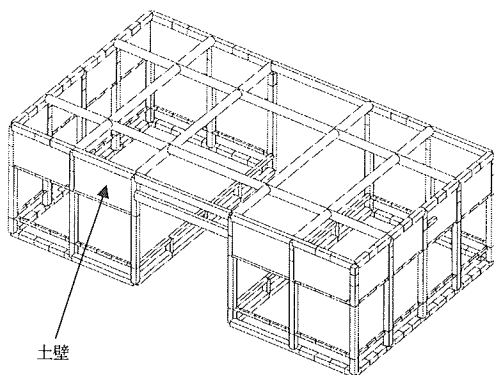
構造検討には、日本建築学会の「木質構造設計規準・同解説」、日本建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法」、木造軸組構法の耐震設計マニュアル委員会「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル」等があるが、いずれも壁・貫等を耐震要素としており、本建物には不相当と考えられる。よって、今回は立体解析を行い現状構造耐力の把握に努め、柱の曲げ・せん断耐力の向上を図る補強を行った。

解析条件

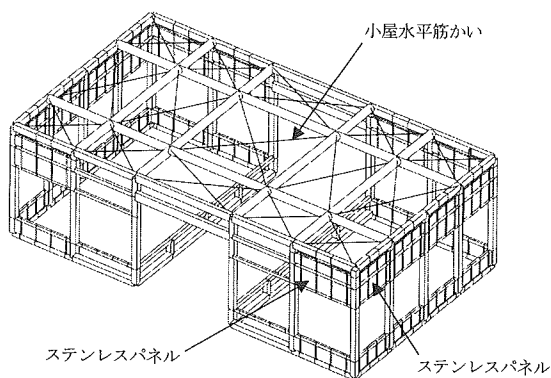
1. 鉛直材（柱等）と横架材（框・貫・桁等）の仕口はピン接合。
2. 柱脚はピン支持。
3. 地震力は建物重量に震度0.3を乗じて求める。

目標値

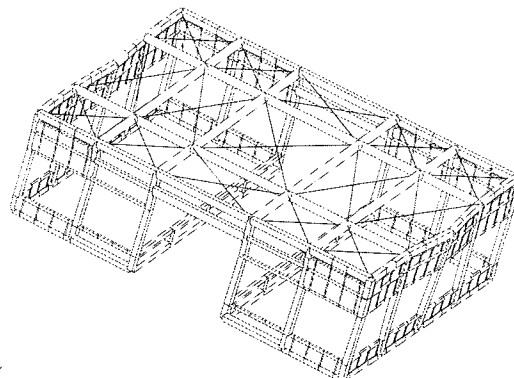
1. 層間変形角を1/60以下する。
2. 部材断面力を許容応力度以下とする。



現状モデル図



補強案



補強案の地震時変位図

5、補強結果

1. 階高さを4.24mとして層間変形角は1/78となり1/60以下となった。
2. 各部材応力度は許容応力度以下となった。

以上、検討の結果目標値を満足した。



写真-4 竣工

6、あとがき

整備工事に当たり、藤森神社各関係者をはじめ、伸和建設(株)、その他皆様に多大な御協力を頂いた。ここに改めて深く感謝を申し上げます。

訂正表 (協会誌13号)

前号の記事に誤りがありましたので、よろしく御訂正をお願い申し上げます。

	誤	正
1. P13	上から16行目 平面積…15,572m ²	床面積…765.0m ²
2. P21	竣工2階平面図 竣工1階平面図	竣工1階平面図 竣工2階平面図
3. P36	上から6行目 (委託者欄) 草津市長	草津市
4. P36	上から9行目 (建造物名欄) 中川覚左エ門屋敷	中川覚左エ門屋敷跡
5. P36	下から2行目 (備考欄) 名勝・史跡	特別名勝・特別史跡
6. P37	下から8行目 (備考欄) 重文修理工事	修理工事

編集後記

平成19年（2007）12月

会誌14号をお届けします。

本号では前号の巻頭言に続いて、木造文化財建造物の保存と耐震診断・維持管理技術に焦点を合わせ、一連の公開講演会の開催など本会のこの方面への取り組みの一端がうかがえる記事を集めました。

巻頭言に、評議員の今村祐嗣京大生存圏研究所教授にお願いして、地球温暖化という大きな環境問題を見渡す視野から歴史建造物の耐久性問題を巡る一文を頂きました。非常勤研究員の藤井義久京都大学大学院農学研究科准教授には、「社寺建築に見られる生物劣化と維持管理」と題して社寺建築の木材劣化と維持管理について解説して頂きました。

作品紹介としては、日本建築第3部研究室室長の鴨昌和氏から、京都市伏見区深草鳥居崎町にある藤森神社拝殿の整備工事の報告を頂きました。耐震壁を欠く文化財建造物に耐震補強を行った興味深い事例であります。

本年後半期の慶弔事についてお知らせいたします。まず慶事ですが、理事長松浦邦男先生が、長年にわたる研究教育のご功績により、今秋11月8日に栄えある瑞宝中綬章をご受章になりました。心からお祝いを申し上げます。

名誉顧問の京都大学名誉教授小堀鐸二先生が、本年9月5日にご逝去になりました。先生には長年にわたり理事として当協会をご指導いただき、また非常勤研究員として研究活動に多大のご尽力をいただきました。感謝の念を込めて、つつしんでご冥福をお祈りします。

日常の忙しさからまた本号の刊行が多少遅れました。本年は、社会的政治的に、思いがけない混乱が次々に起こり、日常生活における「真」と「偽」を分別することの困難さがあからさまに露呈しました。来年はよりよき新年となるよう願っています。（加藤邦男）

建築研究協会誌 第14号

平成19年(2007)12月31日

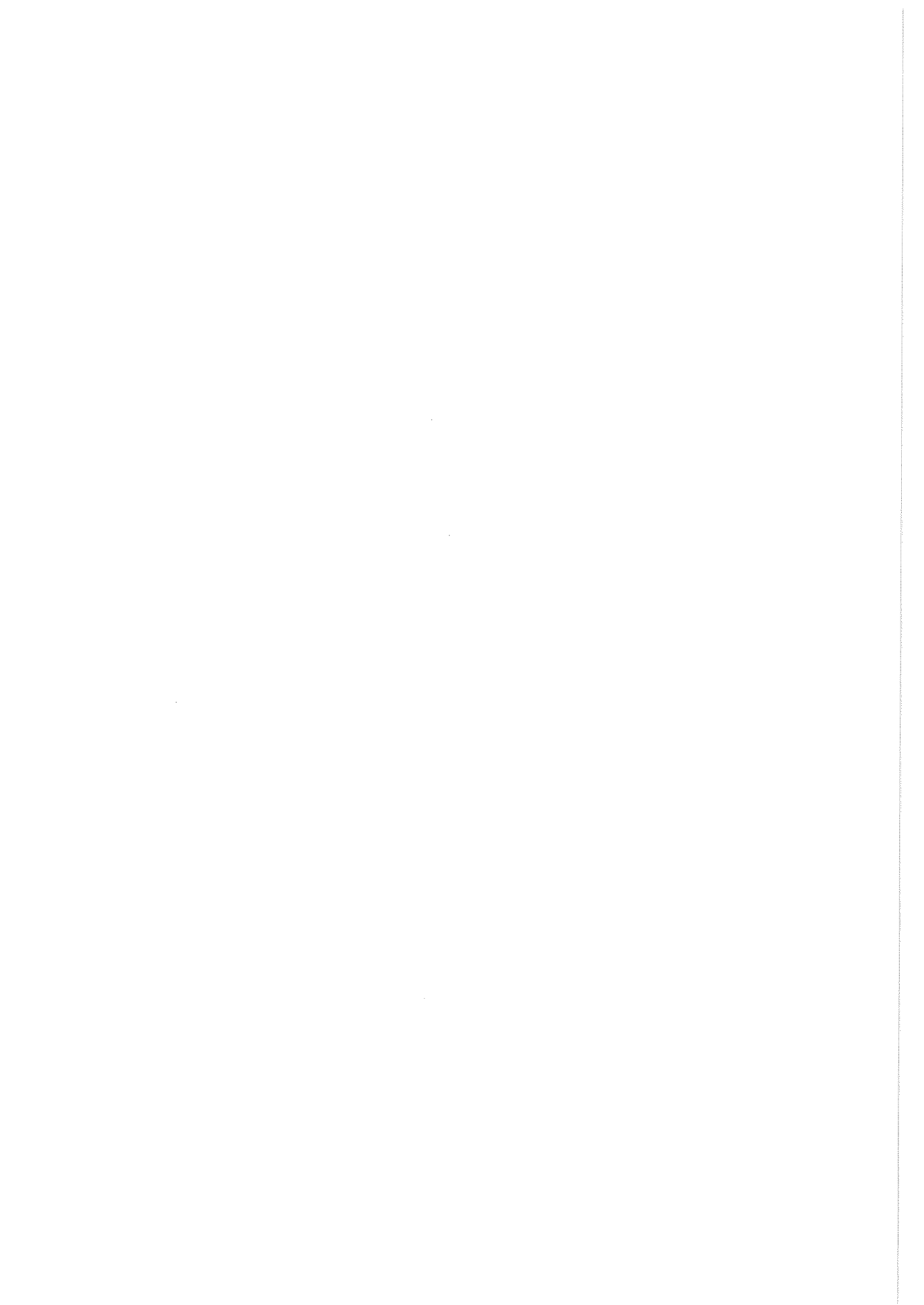
発行 財団法人 建築研究協会

〒606-8203 京都市左京区田中関田町43

電話 075-761-5355

FAX 075-751-7041

印刷 有限会社 木村桂文社



Architectural Research Association

14

2007 • 12