

シンポジウム 「木質構造研究の現状と今後の課題 Part 3.5」



2008/03/19 開催

日本木材学会 木材強度・木質構造研究会

目次

	当日資料	製本冊子
目次	1	1
プログラム	1	2
講演要旨		
報告①「木質構造研究の現状と今後の課題 Part3」		
青木謙治(森林総合研究所)	2	3
報告②「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」		
森拓郎(京大生存圏研究所)	2	5
報告③「木質構造研究の現状と今後の方向」		
中尾方人(横浜国立大学)	1	7
報告④「木質材料及び木質構造のこれからを考える若手の会」		
田中 圭(大分大学)	1	8
ディスカッション		
話題提供「木質ラーメン研究の今後の課題」		
野口昌宏(工学院大学)	1	9
シンポジウム PartIII に対する意見	5	10
井上正文(大分大学工学部福祉環境工学科建築コース)		
神戸渡(信州大学大学院・現秋田県立大学木材高度加工研究所)		
磯部庄司(ZIN 設計室)		
鴛海四郎(日本住宅・木材技術センター)		
祖父江信夫(静岡大学農学部森林資源科学科)		
園田里見(富山県林業技術センター木材試験場)		
竹村富男(研究室 TTW)		
日本木材学会 木材強度・木質構造研究会 ホームページ	1	15
シンポジウム Part 3.5 要録		
岡崎泰男(秋田県立大学:研究会幹事)	7	16
付録		
「21世紀を木質資源の時代とするために(第14回)木質構造の将来」		
軽部正彦(森林総合研究所:研究会幹事)	3	25
2005年度日本建築学会大会 PD「木質構造における教育の実状と将来について」速報メモ		
武田孝志(信州大学)	4	28
総ページ数	14	31

木質構造研究の現状と今後の課題 Part 3.5

日 時: 2008/03/19(水) 13:15~15:30
(第 58 回木材学会大会(つくば)第 3 日目午後)

場 所: 第 8 会場
(つくば国際会議場(エポカルつくば)小会議室 405)

内 容:

2007/03 に名古屋で開催した同名のシンポジウム Part 3 では、木質構造研究についての議論もさることながら、研究会参加者の世代間意識の差や相互の想い入れの違いなど、この分野の研究をこれからどのように進めていくべきか、それにはどうするべきかについて率直な意見交換が為された。奇しくも今年も、「木質構造」「現状と課題」をキーワードとしたシンポジウムが引き続いて 3 つ開催されたが、各シンポジウムでの概要報告と Part 3 で燃焼し切れなかった熱い想いとを合わせ、Part 3.5 として延長戦に臨みたい。

プログラム

13:15 開会・事務連絡

軽部正彦(研究会幹事:森林総合研究所)

司会: 園田里見(富山県林業技術センター木材試験場)
板垣直行(秋田県立大学)

記録: 岡崎泰男(研究会幹事:秋田県立大学)

報告①「木質構造研究の現状と今後の課題 Part3」

青木謙治(森林総合研究所)

日本木材学会 木材強度・木質構造研究会(名古屋大学):司会

報告②「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」

森拓郎(京都大学生存圏研究所)

第 72 回生存圏シンポジウム(京都大学生存圏研究所):司会

報告③「木質構造研究の現状と今後の方向」

中尾方人(横浜国立大学)

2007 年度日本建築学会大会(九州)

構造部門(木質構造)パネルディスカッション(福岡大学):記録

報告④「木質材料及び木質構造のこれからを考える若手の会」

田中圭(大分大学)

第 3 回伸木会・第 76 回生存研シンポジウム(京都大学生存圏研究所):司会

ディスカッション

まとめ

中村昇(秋田県立大学)

15:30 閉会・終了予定

【関連文献】

2001/10 「21 世紀を木質資源の時代とするために(第 14 回)木質構造の将来」

軽部正彦:木材工業 Vol. 56, No. 10, pp. 488-491

2003/12-2004/04 「木質構造の現状と課題」

平井卓郎、中村昇、小松幸平、林知行、鈴木滋彦:材料 Vol. 52, No.12, pp. 1502-1507 ほか、5 回連載

2006/02 「木質ラーメンの研究動向」

野口昌宏:木材工業 Vol. 61, No. 2, pp. 46-51 (総説)

2007/03 「シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 Part III」に参加して」

青木謙治:Journal of Timber Engineering Vol. 20, No. 2, pp. 54-57

2007/05 「木質構造の研究課題」

平井卓郎:木材学会誌 Vol. 53, No. 3, pp. 117-126 (総説)

2007/12 「木質接合研究の現状と課題」

森拓郎:木材工業 Vol. 62, No. 12, pp. 602-607 (総説)

報告① 日本木材学会 木材強度・木質構造研究会シンポジウム 「木質構造研究の現状と今後の課題 PartⅢ」の報告

森林総合研究所 青木謙治

1. はじめに

2007年3月5日(月)9:30~17:00、名古屋大学野依記念学術交流会館にて、日本木材学会 木材強度・木質構造研究会主催のシンポジウム「木質構造研究の現状と課題 PartⅢ」が開催された。本シンポジウムは、「木質構造研究の現状と今後の課題」の第1回目を企画された平嶋義彦先生(名古屋大学(所属は当時、以下同))の御退職を機に開催されたものであり、木質構造に関連する各分野の現状と課題の報告と共に、平嶋先生の特別講演も併せて開催され、戦後の混迷期から現在に至るまでの木質構造研究の進展を概観することができた。本稿では、当日の司会を務めた者として講演内容等を簡単に振り返ってみることとする。なお、本稿は木質構造研究会機関誌「Journal of Timber Engineering, Vol.20, No.2, p.54-57 (2007)」に報告した文章を再構成したものである。

2. シンポジウムの歴史

まず始めに、このシンポジウムの歴史を振り返ってみる。

1986年10月、東京にて「木質構造研究の現状と今後の課題」が開催された。長く続いた冬の時代から、徐々に木質構造が見直されてきている時期であり、また林産関係研究機関・教育機関の存在価値も問い直されている時代でもあったことから、木質構造の研究に携わる人々がどのような問題に取り組み、どのような方向を目指すべきかを考えていくために開催されたシンポジウムであった。平嶋義彦氏(林業試験場)が司会を務め、小松幸平氏(林業試験場)が材料・接合について、神谷文夫氏(林業試験場)が構造体構成要素について研究の現状と課題を、坂本功氏(東京大学)と伊藤邦明氏(伊藤邦明都市・建築研究所)が建築構造学の立場、設計者の立場からそれぞれ問題提起を行い、総合討論を実施した。

続いて、8年後の1994年8月に秋田で「同 PartⅡ」が開催された。これは秋田の木材高度加工研究所の建設に合わせて開催されたもので、飯島泰男氏(秋田県木材産業課)が木質材料について、小松幸平氏(森林総合研究所)が接合・構造体要素について研究の現状と課題を講演し、堀江和美氏(木質構造研究所)、杉田敏之氏(三井木材工業)、柴田節雄氏(梓設計)、平田哲氏(竹中工務店)、薄木征三氏(秋田大学)が問題提起と構造事例の紹介を行った。木質構造設計規準・同解説の改訂を翌年に控え、ここ数年の様々な木質構造に関する研究成果が取り纏められて世の中に反映されていく時期での開催であった。

その翌年の1995年1月には兵庫県南部地震(阪神大震災)が起こり、そこから2007年までの12年間は、建築基準法や関連告示の改正、JIS、JASの改訂、様々な技術書の発行と、木質構造を取り巻く環境が劇的に変化した時代であった。木質構造の研究に携

わる人の数も大幅に増え、様々な研究による技術的進歩は目を見張るものがある。そんな中で、PartⅡから12年もの時を経た2007年3月、PartⅢを開催することで近年の研究の進展を振り返ると共に、今後我々がどこに進むべきか、残された課題がどこにあるのかを考える場としてシンポジウムが企画された訳である。

以下、各講演者別に当日資料と微かな記憶を頼りに講演内容を振り返ってみる。

3. 「研究の現状と課題」

【①製材】岡崎 泰男 氏(秋田県立大学木材高度加工研究所)

岡崎氏は、製材に関して構造設計と材料科学の視点から現状と課題を講演した。主な内容は次の通りである。

- ・打撃音法による強度等級区分については、PartⅠの頃より様々な研究がなされ、ラミナや製材品については既に機械等級区分の手段として一般的になっているが、丸太段階や立木での強度評価についてはまだ普及しているとは言えない状況にある。

- ・乾燥材については、特にスギの乾燥法として高温乾燥法が普及拡大してきたが、強度性能との関連については乾燥方法と実験結果の関係を述べたものが多く、理論的なアプローチはほとんど無い。熱移動と内部損傷の関係などから材料強度の推定に結びつけるような研究が望まれる。

- ・強度データの収集に関しては、国公立試験研究機関を中心に曲げ性能を中心にかなりデータが集まっている。曲げ以外のデータやクリープ、DOLなどについてはまだまだデータが少なく、試験・評価法の確立も必要である。

- ・木材の土木的利用が増えてきたこともあり、耐久性や残存耐力に関する研究が重要になってきているが、実使用環境下での耐用年数などに関するデータ蓄積は不十分であり、今後の研究の進展が待たれる。

【②集成材・LVL】宮武 敦 氏(森林総合研究所)

宮武氏は集成材とLVLについて、JAS改正の動きとも関連させた講演を行った。

- ・強度等級のEF表示、機械等級区分ラミナのL表示など、様々な研究の成果がJAS改正に反映されている。

- ・集成材の強度推定は等価断面に基づく手法が適用されているが、曲げのみならず圧縮や引張に対するシミュレーションモデルも要求されるようになった。

- ・異樹種集成材の開発にあたっては、JAS認定の段階で圧縮や引張に対する強度も対象となるため、現在は圧縮、引張、めり込み、せん断、クリープなどの諸性能について様々なアプローチによって整理、確認を行っている。特にDOLは今後の課題となろう。

- ・1996年のJAS改正以降、APIが小断面から中断面と徐々にその使用可能な範囲を広げており、現在は燃えしろ設計への適用が可能かどうかの検討が行わ

れている。

・LVL についてはあまり目立った進展はないが、屋外暴露による耐久性のデータや接合性能に関する研究が蓄積されている。

・集成材、LVL 以外の軸材料は JIS や JAS の対象外であるが、H12 年建設省告示第 1446 号で指定建築材料の評価方法等が示された。クリアすべき項目や規準が明確になり、新たな認定品も出てきている。

【③合板・ボード類】**洪沢 龍也 氏**(森林総合研究所)

洪沢氏は合板・ボード類の現在の性能とデータの蓄積状況、将来への展望などを講演した。

・合板・ボード類の強度性能は、一般的にエレメントの大きさと密接に関係しており、その用途によって試験・評価方法が異なっている。

・曲げ性能ではエレメントの繊維方向長さによって性能の大小が決まる傾向があり、湿潤時曲げ性能では接着剤の種類によっても強度の低下率は異なってくる。

・耐久性能は、基本的に接着剤の性質に依存する。しかし、生物劣化に対してはエレメントの劣化が先行するため、エレメントの寿命に左右される場合が多い。屋外暴露年数と実際環境における使用年数の換算理論も提案されている。

・合板・ボード類の要求性能とデータの蓄積状況を見ると、合板、OSB では初期性能(MOE、MOR など)、調整係数(含水率、DOL)、接合性能(釘側面抵抗など)等のデータがある程度蓄積されており、特性値の定められたものが多いが、PB や MDF を始めとするその他のボード類は全体的にデータが不足している。

・合板・ボード類が建築用途として有効に活用されていくためには、要求される性能を把握した上でそれに見合う製品を製造し、性能に見合った施工方法等を開発・提供することが重要である。

【④接合】**森 拓郎 氏**(京大大学生存圏研究所)

森氏は、接合の現状と課題について、昨年改訂された木質構造設計規準(以下、規準)を参照しながら講演を行った。

・ボルト等の曲げ降伏型接合では、弾性床上の梁理論や EYT 式が規準内に確立されたことにより、データ収集や理論との比較などにおいて効率が良くなった。ただ、未だに2次元での解析が主であり、摩擦や接触問題、樹種による違いなど、検討の余地は多い。

・近年、割裂に関する研究が世界的にも多くなされ、横方向の割裂に関しては耐力算定式が規準にも取り入れられた。ただし、複数本時のブロックせん断破壊の解析や接合部の DOL 評価、終局段階まで評価する方法の確立などは今後の課題である。

・胴付き・嵌合接合では、継手・仕口の実験的研究は多数なされているものの、明確な計算手法は確立されていない。ただし、近年の伝統構法に関する研究の進展により、いくつか興味深い成果が出始めている。

・接着接合に関しては、近年はラージフィンガーやグ

ルードインロッドの研究が進み、耐力計算法なども提案されている。ただし、現場接着での強度保証や非破壊検査の可能性、破壊性状と許容耐力の関係等についてはまだまだ十分な研究がなされているとは言えない。

・その他としては、複合接合の許容耐力算定方法や木質材料を用いた接合具の開発、速度依存性、耐久性の評価などがキーワードとしてあげられる。

【⑤ 構造要素】**杉本 健一 氏**(森林総合研究所)

杉本氏は、構造要素に関する現状と課題について、国内の木質構造界の動きと絡めつつ講演を行った。

・Part II 以降、実大振動台実験が多数実施され、近年では倒壊実験も行われている。静的加力試験の場合は、建物の仕様にもよるものの木造住宅の倒壊限界が1/3~1/2程度に至る場合があるというのは新たな知見である。また、E-ディフェンスを使った震動台実験では、耐震診断法の有効性が証明されたこと、倒壊実験手法が確立されたことなどが成果としてあげられる。

・伝統構法や京町家、社寺等に関する研究が進展し、それらの成果が建築学会の出版物等に纏められている。

・限界状態設計法についても、2003 年に建築学会指針(案)が出された。しかし、まだ実際の木造建築物に限界状態設計法を取り入れる段階までは来ておらず、構造要素の終局限界状態をどのように考え破壊確率をどう算定するのか、構造要素のばらつきをどう考えるのか等の課題は残っている。

・その他の課題としては、合理的な設計法の追求、倒壊機構の解明、劣化や DOL の影響評価、樹種特性にあった利用技術、補強技術開発、居住性的視点からの構造物の要求性能の検討、などが挙げられる。

4. 総合討論

平嶋先生の特別講演(本稿ではその内容は紹介していない)の後、1 時間弱の討論会があった。細かい内容は良く覚えていないが、先輩諸氏から若手研究者への期待を込めた厳しい注文・意見が出されるなど、昨今の思いを率直に議論する機会となった。特に、「海外の文献を読んでおらず、世界の木質構造研究の潮流や新たな動きに対する情報が乏しすぎる」という指摘には大いに反省させられた。

全体を通して感じたことは、木質構造の研究はこの20 年ほどで大きな進歩を遂げていると同時に、まだまだ未解決の課題、新しい課題が数多く存在し、またその課題を一つずつ地道に解決していく必要があるということである。研究費の削減、人員の削減、成果至上主義など、研究環境を取り巻く状況は必ずしも良いものとは言えないが、これだけ多くの人が木質構造の研究に携わっている今だからこそ、様々なネットワークを駆使し、得意分野で協力し合うことで一つずつ課題を克服していければと考えている。

「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」の報告

京大生存研 森 拓郎

我が国における木質ラーメン構造は、当初中・大規模な集成材構造建築物の分野からスタートしたが、最近では大きな居間や造り付け車庫など自由度の大きい住宅構造への適用において、再び大きな関心を集めている。そこで、木質ラーメン構造に関する研究者に最新の情報の解説と今後のあり方・課題について説明、解説してもらった。それぞれの講師による講演内容について、講演プログラムに沿って要旨を元に以下に少し説明したい。

木質ラーメンの現状と構造の考え方（菊池重昭）：

木質ラーメン構造における歴史と法制度の移り変わりについて説明があった。1980年代から、1990年代半ばに大断面を用いた特殊建築としての事例等が増え、その後、住宅への利用の気運が高まり現状に至ったことがわかった。

木質ラーメンに用いる材料（林 知行）：

強度性能が保証され、割れが無く、狂いが少なく、含水率が均一で乾燥しているものが必要であり、これらの条件を満たしていれば、木質材料であれ、製材であれ何でも良いことが説明された。加えて、良く問題になるのではないかと話題に上がる接着性能の劣化について、構造用の接着剤（例えば、レゾルシノール樹脂接着剤）は、30年程度ではほとんど劣化しないことが説明された。

木質ラーメンの接合部の剛性と耐力（小松幸平）：

戸建て住宅規模で用いられる接合部に限定して説明があった。接合タイプを4つに分け、それぞれのタイプにおける特徴を説明した。その結果、いずれのタイプも一長一短があり、すべてにおいて優れている接合部は現状見られないことを説明した。その中で、いくつかの実験例と解析例を示し、剛性や降伏耐力の決定方法について説明をした。また、柱-梁接合より、木口側からの割裂が生じやすい柱脚接合の設計が難しいことを示している。加えて、接合部の剛性と耐力がそのラーメン架構の性能を支配すると言って良い構法であるのに、その実験方法や評価法が確立されていないと言う問題点も指摘された。

木質ラーメンの構造設計ルート（大橋好光）：

木質ラーメン架構の構造設計に当たっての設計ルートと検討項目についての解説があった。特に、ラーメン構造には「壁倍率」は使えないこと、偏心率の計算が必要となること等が説明された。また、現状設計においては許容応力度計算を行うことが一般的であり、これは壁倍率に換算した値を用いるのとは異なることが繰り返し説明された。そして、ラーメン架構と一般の耐力壁が構造時に決定的に異なる点として、ラーメン架構はそれ自体が水平荷重と鉛直荷重を同時に負担していることがあり、ラーメン架構の能力を水平荷重のみに最大限に用いることが危険であることが説明された。構造計算における重要な点として、建物を適切にモデル化することがあり、そのためにも接合部の回転剛性や曲げ・せん断などの性能を示す必要があること、そのほかに構造を検討する上での必要項目をいくつか挙げられ、説明された。

木質ラーメンの構造計画（腰原幹雄）：

設計における木質ラーメン構造の特徴は、部材の断面は応力ではなくて変形で決まる場合が多いこと、収まりで接合部の大きさが決まる場合が多いことなどが挙げられ、実際には柱脚と柱-梁接合でバランスの良い性能を持たせることが重要であることが説明された。また、建物全体としての構造計画が重要であり、効率的な回転剛性の高い柱-梁接合部の開発や、現場施工性が良く性能の良い柱脚接合部、そして大空間に対応可能な高性能な床組み、そして高剛性で変形能のあるラーメン架構など、技術開発がまだまだ必要であることが述べられた。

木質ラーメンの挙動解析（稲山正弘）：

現在、設計する際に用いているラーメンを含む（耐力壁との併用がある）建物の計算用エクセルを用いて、許容水平耐力の計算を実演された。このエクセルのシートでは、上階にある耐力壁の柱から加わるモーメントなども考慮されており、この配置によってどのように力の流れが変わるかなどが説明された。加えて、この計算を用いて建てられた建物の施工例とその架構における実験の計算値と実験値の比較が紹介された。また、鉛直荷重を考慮するということは、鉛直荷重によってすでにある変形を受けたものとして水平荷重分を増分する必要がある、そのために梁端のモーメントが厳しくなりやすく、早く降伏してしまうので、このあたりをこれから考えていくことが重要であると説明された。

木質ラーメンと耐力壁の併用について（五十田博）：

壁倍率が 1 となる荷重-変形角関係の異なる様々な耐力壁を作成し、これらの組み合わせによって、耐力壁の足し合わせが可能になるかの検討をおこなった。その結果、最大荷重以降に急激に荷重の低下をしない壁については足し合わせが可能であるが、荷重低下の急激なものについては足し合わせが危険側になるため、気を付けなければならないことが紹介された。この結果、剛性の低いラーメン架構と高い壁倍率の耐力壁との足し合わせが難しいことがわかった。

木質ラーメンの構造設計に望むこと（槌本敬大）：

木質ラーメン構造ではなく、集成材などによるフレーム構造と称した方がいいであろうという説明から始まり、このフレーム構造の設計に際して必要なこと、これからの研究や技術開発の展開などについて私見を述べられた。この構造物に望むことは何をさしおいても法令遵守であること、層間変形を $1/200\text{rad}$. で考えること、偏心率の基準を満足すること、長期の検討をどうするのか、めり込みの評価など 20 の項目を挙げてそれぞれの項目の説明があった。それ以外にもたくさんの懸念事項があるが、設計者が検討して住む問題ではなく、木質構造の分野の研究者・技術者が協力して研究、調査、実験、解析をおこなって解決すべき問題が多いと締めくくっている。

最終のパネルディスカッションでは、接合部の性能評価法や壁倍率計算のような簡易化計算法ができないかなどの質問に対して、接合部の性能評価法に関しては現行の方法でも良いのではないかと、いや鉛直荷重を考慮した実験がいるのではないかと、ラーメン構造はきちんと許容応力度などの計算をおこなうべきではないかなどの議論があった。

報告③

2007 年度日本建築学会大会 木質構造 PD

「木質構造研究の現状と今後の方向」の概要

中尾 方人 (横浜国立大学) : 記録

本 PD は、8 月 29 日 (水) 9:15~12:30 に開催された。司会は河合直人 (建築研究所)、副司会は坂田弘安 (東京工業大学) が担当し、主旨説明に続いて、6 名のパネリストによる主題解説、討論およびまとめが行われた。

主旨説明

鈴木秀三 (職業能力開発総合大学校) 木質構造の耐震性への関心は高まっており、大会での発表件数も年々増加している。地球環境に優しいリサイクル可能な構造材料としても見直されているが、設計上の問題は多く残されている。この PD により、木質構造における問題を共有し、また、耐震性以外の研究も増えることを期待する。

主題解説

1. 構造材料特性：有馬孝禮 (宮崎県木材利用技術センター) 木材は、生命活動をしていたということが他の構造材料と根本的に異なる点であり、特性をよく理解して設計する必要がある。木材の基準強度は、設計上“決めた”値であり、弾性係数のように、試験によって“決まる”値とは本質的に異なるものである。木材の強度は、含水率や密度、芯持ち材かどうかなどによっても違いがあるので、基準強度を絶対的な値と考えず、木材の性質 (個性) をよく理解して、その材に合った使い方をすることが大切である。

2. 応力解析：宮澤健二 (工学院大学) 初期の応力解析としては、接合部を対象とした、ウインクラーモデルによる解析などがある。枠組壁工法では、Tuomi の合板壁理論が単一壁にも、有開口の設計にも応用されており、最近軸組系の理論も提案され、枠材の曲げ剛性や、面材の分割方法の違いが応力分布に及ぼす影響も検討されるようになった。建物全体をモデル化した解析によって補強計画を検討したり、実大振動台実験での倒壊過程を再現することも行われている。しかし、木質構造では、材料定数の設定や接合部などのモデル化が難しく、得られた解を十分に吟味することが重要である。

3. 部材の設計法：菊池重昭 (西日本工業大学) 木質構造設計規準に部材の設計についての章が設けられたのは、昭和 36 年の大改定のときである。検討対象の応力としては、引張、圧縮、曲げおよび複合応力に分類されていた。阪神・淡路大震災後、大会での木質構造の発表は 100 編を超え、部材の設計については、複合圧縮材、重ね梁等の項目の整理、切り欠きを有する曲げ材の断面係数の改定等を経て、現在に至っている。コンピュータの発達で、複雑な応力状態下の部材の解析も可能になったが、今後はそれだけではなく、現象を大観的にとらえ、使いやすい設計法としての展開が期待される。

4. 接合部：野口弘行 (明治大学) ボルトやドリフトピンを用いた接合部では、接合具の径と先孔径の差によっては、初期すべりが発生する。実験では、初期滑りを防ぐには、先孔径を接合具径より 0.3mm 小さくすることが必要であったが、実際の設計での先孔径は接合具径より 2mm 大きく、初期すべりは無視できない。また、ディテールによっては、めり込みによって接合部の性能が決まってしまう場合もある。木質構造においては、接合部の構造性能は建物の応答性状に大きく影響するので、注意が必要である。

5. 壁・床構造：神谷文夫 (森林総合研究所) 面材系の耐力壁の構

造設計においては、釘ピッチなどで耐力を調整でき、設計の自由度が広がりつつあるが、樹種による違いにはまだ対応できない。今後は、任意の樹種や釘ピッチ等でも荷重-変形関係を計算できるようにすることが望まれる。水平構面に関しては、完全に剛床ではないために、耐力壁の水平耐力が十分に発揮されない場合がある。また、水平構面に複数の開口が存在する場合が増えてきており、そのような水平構面の複雑な応力状態を適切に把握するには、2 次元の解析モデルで精算することも必要である。

6. 実大建物の挙動：坂本功 (慶應義塾大学) 過去約 20 年間の大会梗概集に掲載された 40 件近い実大静的加力実験は、それぞれ様々な目的で実施されている。建物の水平力作用時の挙動を把握する目的のほか、新しい工法による建物の性能の確認、倒壊限界の把握などがある。試験体としては、実験用に製作された一般的な工法や新開発の工法の建物、実在の伝統的工法の建物、3 階建の建物などがある。このような実験において、具体的には、水平構面による応力の伝達、立体効果、非構造部材の負担水平力などの検討がなされている。

討論

まず、今後の木質構造の研究の方向性を明確にするため、司会からパネリストに対して、今後重要と思われる研究テーマや若手研究者へのメッセージなどについての質問があった。

有馬 (前出) は、樹種の特性を生かした設計を可能にするための研究が必要で、そのためには、林産系と構造系の研究者は連携して研究を進めることが重要と回答した。神谷 (前出) は、文献調査をあまり行っていない論文が多いが、国内だけではなく、海外の文献も対象にする必要があることを指摘した。坂本 (前出) は、個別の研究は多いが、これらを総合した設計論に関する研究はみられない。需要は多いので、設計規準やマニュアル類を充実させることが必要である。また、実験や調査では、自ら見て考えることを心がけてほしいと回答した。

会場からの意見としては、「基準法による層間変形角の制限が強化され、木質構造についても、損傷限界は 1/200rad とされたこともあり、学会では、層間変形角と損傷との関係について整理しておく必要があるのではないか」、「めり込みを構造耐力として期待する設計が増えてきているので、追衎で横圧縮を受けるときのヤング係数や強度についても、検討しておく必要があるのではないか」、といった意見があった。また、最近の実大実験を概観しての感想を求められ、坂本 (前出) は、静的実験での倒壊限界は 1/3rad 程度ではないか、動の実験で倒壊するか否かは、倒壊寸前での入力波形も影響するので一概には判断できないと述べた。

まとめ

大橋好光 (武蔵工業大学) 今後、木質構造の構造設計は、許容応力度設計だけでなく、終局強度設計も多く行われるようになると考えられる。また、建物の各部分が破壊する順序を制御することも必要になるが、そのためには、現在の下限值のみを使った設計ではなく、上限値も必要になる。

若手研究者へのメッセージとしては、林産系、構造系の研究者は交流を深め、個別の研究だけではなく、設計論についての総合的な研究も行っていく必要がある。また、様々なことに挑戦する姿勢や自分自身の目で現象を確認し、考える姿勢が必要である。

木質材料及び木質構造の これからのを考える若手の会

参加条件：若手の人に限る

(目安は、年齢 40 歳未満または研究歴 10 年未満)

開催趣旨：

近年、木質構造研究は益々盛んになり、若手研究者の数も大きく増加し、様々な研究が行われている。一方で、木質構造における研究や開発は細分化されたために、それぞれの連携が希薄になり、木質構造にとって重要なテーマであるにも拘わらずなかなか研究が進展しないものもある。そこで、木質構造研究と関連する分野を対象に4つのテーマを選定し、それぞれを専門にしている若手研究者・技術者に二人一組で講演してもらい、現状を理解すると共に、今後分野拡大を図るために必要と考えられる基礎や応用、今後の研究における連携等について検討する。



プログラム

- 13:00 ~ 13:05 開会挨拶：梅村研二（京大大学生存圏研究所）
- 13:05 ~ 13:50 構造研究と材料研究は相互に何を求めるのか？
田中 圭（大分大学工学部）
足立幸司（東京大学アジア生物資源環境研究センター）
- 13:50 ~ 14:35 材料強度、接合強度と生物劣化は定量的評価が可能か？
森 拓郎（京大大学生存圏研究所）
築瀬佳之（京都大学農学部）
- 14:35 ~ 14:50 <休 憩>
- 14:50 ~ 15:35 国産材を住宅に使うためにクリアすべき問題点とは？
久保山裕史（森林総合研究所林業経営・政策研究領域）
照井清貴（株ポラス暮し科学研究所）
- 15:35 ~ 16:15 木質材料・構造研究の現状と実務的問題点
青木謙治（森林総合研究所構造利用研究領域）
矢永国良（中国木材株）
- 16:15 ~ 16:55 総合討論（進行：森 拓郎，田中 圭）
- 16:55 ~ 17:00 閉会挨拶：青木謙治
-
- 17:15 ~ 19:00 <懇親会> 於 木質エコ住宅
会費：2,000 円（講演者と学生は無料）

●見学会

10月16日（火）10:00 ~ 東本願寺改修工事現場

日時：2007年10月15日（月）13:00~17:00

場所：京大大学生存圏研究所 総合研究実験棟5階 HW525

話題提供 補足資料 木質ラーメン研究の今後の課題
(木材工学・建築構造からの私見)

工学院大学

野口 昌宏

木材工学研究からの課題

(木質構造研究=サイエンス)

目的

- ・木質材料用途拡大
- ・国産材有効利用
- ・木材工学の体系化

制約条件

- ・
- ・
- ・

何が研究できるか

- ・
- ・
- ・

表 1 木材工学研究からの課題

	内容	具体的内容
国産材利用	地域産材の無理のない利用	ウッドマイル
新構造形式の開拓	構法開発	フラットスラブ メガトラス等
接合部	高効率の接合法開発 割裂、せん断、複合応力	開発と体系化 実験データ備蓄、論理的設計評価法
高剛性部材	新材開発	高剛性材料の複合等
床	新材開発	マッシュホルツ等
耐震要素	ブレース、メガブレース、高耐力連層壁 制振、免震、モーメント接合 剛性靱性終局強度算定	基盤技術の開発 実験データ備蓄 論理的算定法構築
耐久性	接着耐久性、劣化、(接合部)クリープ、DOL、リラクゼーション	200 年住宅
環境問題	LCA	?

建築構造研究からの課題

(木質構造研究=テクノロジー)

目的

- ・建物の安全性
- ・都市防災
- ・耐震技術、設計法確立

制約条件

- ・どう設計に生きるか
- ・建つ可能性のあるもの
- ・既存の建物・構造形式

何が研究できるか

- ・実績のある木質ラーメン用の設計法
- ・建つ可能性が示せる木質ラーメンの開発
- ・住宅用木質ラーメン

表 2 建築構造研究からの課題

	具体的内容	参考になるもの
略算法	簡易応力解析法 床面積あたりの概算重量の備蓄	D 値法 他構造
汎用性	一貫性プログラム (モデル化のルール)	他構造
床	コア周辺の吹抜け+高耐震要素配置 (必要面内剛性)	他構造
耐震要素開発	メガブレース、高耐力連層壁	他構造
耐久性	クリープ、DOL	200 年住宅
耐震性能	終局設計法 (終局強度・靱性・等価粘性減衰定数・保有耐力・限界耐力)	他構造系の告示
靱性確保	崩壊メカニズムの保障設計・性質が異なる耐震要素の混在	AIJ: RC 靱性指針
特殊形態	ピロティ形式、セットバック立体偏心、エレベータ、混構造	他構造系の告示
新技術の応用	(構造設計方針) 制振、免震 損傷制御構造 (耐震要素の付与) メガブレース、高耐力連層壁	論文など

著者のお世話になっている構造設計者 (たまた木造も構造設計するRCの研究者) から言われること

- ・設計する側にとって使いやすい (普通の人が使えるように) 設計資料整理してほしい。(簡単にしてほしい。表みたいない感じで表してほしい。ポケットブックみたいな感じで。注意事項付きで)
- ・以外と地味な事がほとんど分からない、データが無い (材端接合など木口に近いので長期的に割れないか? 耐久性や長期的な観点等)
- ・変形計算しなければならぬが、接合部の剛性データは樹種が違ったりすれば使えない。
- ・データを出してくれる側も、そのデータで建物が建つか不足するデータはないか等を一度試設計でもして考えてほしい。

シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 PartⅢ」に対する意見

(一部原文を修正しております。文責:軽部正彦)

2007/03/07 井上正文(大分大学工学部福祉環境工学科 建築コース)

平嶋先生のお話の中で、伝統的技術の継承の重要性が強調されていました。この点に異論はないのですが、これまで同様今後も「伝統」の中身の検証と改良も重要なテーマだと思いました。さらに、将来の木造建築の「伝統」となるにふさわしい夢のある技術にも取り組む必要もあるのではないかと思います。

今回のstate of artsの紹介は、本研究会として重要なテーマだと思います。今後は計画的な実施と担当者の負担を軽減するため、参加人数を増やしてこれに取り組むべきだと思います。

建築に限定することなく、広い視野での木材利用をターゲットにした取組を望みます。

2007/03/07 神戸渡(信州大学大学院・現秋田県立大学木材高度加工研究所)

わたしも迷子の一人であり、建築の分野から木構造に対する研究を進めたいと思っている一人である。学生ですので勉強不足は承知の上、単純に疑問に思っていることを、失礼を承知で聞いてみたい。

お聞きしたいことは、接合部のあり方、必要とされる性能、についてです。建築で構造というと、木造だけでなく、S造、RC造があります。一般に知られていることですが、S造では柱と梁を溶接する場合、その溶接部の材料強度は母材以上にしています。しかし、最近では「以上」というだけではなく、建設時の溶接管理で強度を把握しようという研究が進んでいることを聞きました。「要求される性能(例えば、母材強度以上)」というものが明確になっていると、それに合わせてどの部分を密に研究を進めて行くかが明確になりやすいのだと思います。

では、木造で「必要とされる性能」とは何なのでしょう？

大変抽象的で申し分ありませんが、今私が疑問に思うのはそこにあります。

森先生が発表されたように、様々な接合方法があり、それに対応した計算方法があり、その計算方法が妥当であることは明らかとなっています。ホームページなどを見るとわかるように、そのような便利な計算方法があるために、似たようなタイプの接合部が少しずつ名前を変えて登場しているため、「なにがいいのか？なにが売りなのか？」よくわからなくなる時があります。私もわずかですが、木質ラーメン柱・梁接合に関する実験を行ったことがあります。その結果では、曲げ応力伝達率は83%程度、回転剛性は50,000kN・m/rad程度でした。ただし、応力伝達の高いものの中には脆性破壊するタイプもありました。つまり、必ずしも応力伝達率を高くすることがベストというわけでは無いのではと感じました。森先生の言われた、接合部全体としての構造性能の把握が重要であるのだと痛感致しました。よって、木材に適した「必要な構造性能(剛性、強度、弾性ひずみ、塑性率、伝達率)」というものの線引きが「どこかにあるのではないか？」と迷っている次第であります。

最後の講演者である平嶋先生が「筋違は罪がある」とおっしゃいました。これは、長年研究を続けてきた先生なればこそ言えた言葉なのだと思います。(大変失礼ではありますが、)その大胆な発言に、とても驚きましたし、そのストレートなご意見を今後自分がどう受けとめいていくべきなのかを考えさせられました。そこで、前述した「必要な構造性能」について経験豊富な先生方から、今までの経験を通した大胆なアドバイス頂けたら、今後の研究が更に活発になると思いました。

最後に、小松先生がこれまで国際会議等での資料をよく読むようにと仰っていた言葉を肝に銘じ、自分の勉強不足を少しでも解消していこうと思います。

2007/03/10 磯部庄司(ZIN 設計室)

木質の歴史は説明いただきました。政治経済言及不要と思いますが、なぜ繰り返し略歴をいわれるのか不明です。一部28ミリ合板の話がありましたが、住宅関連のことが少ないように感じました。

2007/03/12 鴛海四郎(日本住宅・木材技術センター)

平嶋先生、講演者の皆様、名古屋大学の関係者及び幹事に深く感謝申し上げます。

さて、研究会に参加させていただいた感想を含め、以下に忌憚ない意見を述べます。

別段、講演者を攻める意味合いはありませんことを「事前に」お断りしておきます。

- 1 今回の題目からいえば、今後の研究課題を提案することが一番の目的ではないかと思われませんが、その掘り下げ方が十分でないのと、「俺は、俺たちは今後こんな研究をして木材学会を引っ張って行く」という気概が感じられないことが非常に残念でした。
- 2 建築基準法、JAS規格、JIS規格も世の中では重要で、小生などはその中にどっぷりつかって仕事をしていますが、学会はもっと研究的なテーマに目を向けるべきで、その目の向け方が建築側に向くの

か木材側に向くのか、強度研究会はあまりのも建築側に目が行き過ぎているのではないか！最近土木にも目は向いているが！

例えば、木材の細胞(セルロース)強度、細胞の配置具合から木材強度を推定する研究とか、また最近少しはやられているようですが、めり込み、割裂の数値を提案するとか、ナノテク技術を用いて無機材料で細胞を吸放湿が可能な程度に充填し、強度も耐火性もあり、吸放湿もする材料の開発などなど…。もっと未来や夢を感じる研究をしていただけないでしょうか！

- 3 ボードの講演の最後で、厚物合板を枠組壁工法の耐力壁に普及するには告示内容の変更が望まれるというようなご意見がありましたが、これは本末転倒です。枠組壁工法は言葉の通り、壁を多用した木造ですので厚物合板は耐力壁として必要ないのです。厚物合板は、床として使い勝手が良いのですが、それがそのまま壁に応用できるかは別問題でしょう。
- 4 基準法や規格や多様な情報に振り回されないで、もう少し「バカ」になって1つの研究方向に取り組む研究者がもっと増えることを期待します。

2007/03/12 祖父江信夫(静岡大学農学部森林資源科学科)

私は大学の旧林産学系の学科に所属しているので、次の10年の研究会活動におよぼす影響と貢献について木材教育という観点から少し意見を述べたいと思います。現在までの教育体制が、ひいては次の10年の木材強度研究につながることから、団塊の世代の反省も含め、次の世代へのお願いとしてお聞きいただければ幸いです。

まず、ここ15年ほどの間の大学改変はスクラップ・アンド・ビルトと競争原理を前提とし、大学は売り手市場の方向に、受験生の要望を大幅に入れ、学生の得意な面を伸ばし、学生の自由意志を尊重する方向に転換してきた。この変化の傾向はさらにつづくと考えられる。

大学の教育組織の改変

- 「林産」を冠した学科の名称が無くなり、続いて「森林」を冠した学科も減少した。現在、学科名にわずかに「森林」の単語が残る大学は11大学である。
- 地方大学で林産教育を行う教員数が減少し、国立大学の法人化でさらに林産教育の縮小が加速した。その結果、卒業生の多くを輩出していた地方大学の林産・木材系の学生定員が減少した。

組織改変が林産教育の内容と質におよぼした影響

- 卒業に必要な履修単位数が減少した。
- 木材組織学、木材物性学、木材乾燥学、木材切削学など木材教育らしい教育が脆弱になった。
- 「林産」や「木材」の名称を冠した教育科目がなくなった。
- 通年の授業がなくなり、積み上げ方式の授業がなくなった。
- 選択科目が増え、不得意な勉強をしなくても卒業できるようになった。
- 卒論や修論の学生が教員の研究の実働部隊として組み込まれるようになった。
- 周辺の研究分野に興味をもたなくなった。
- 確実な成果の見通しが付く研究テーマが選ばれるようになった。

少し悲観的な事柄ばかりになってしまったが、前進した面もある。

- 積極的に他分野・他学会へも進出してきた。
- 実大実験をはじめ、実証に基づくデータの集積がなされた。
- 地方試験研究機関の研究・技術者の質的向上と実績の増加。
- 試験研究機関で木材強度・木構造の実験ができる施設の増加。
- 数値計算による検証が身近でなされるようになった。
- スマートな研究が報告されるようになった。

その結果、大学における木材強度・力学の教育が、よく言えばピンポイント的・効率的教育、別の言い方をすれば蛸壺的教育、とりあえず使える知識の伝授、にシフトしているのではないかと懸念される。いずれにしても、上記のような教育環境の変化があり、その到達点が現在であろう。

さて本題だが、研究会の本筋は、やはり木材の特性に造詣が深い木材強度・木構造の専門集団として木材の加工・利用に関する産業界および建築界から信頼される存在であることであろう。木材の生産をはじめ、資源の持続性、物理的・化学的・生物学的特性…を含め、木材に関するジェネラリスト集団としての役割を果たしつつ、木材産業界および建築界で存在感を主張する集団でありたい。

添付の表は、木材強度・木構造の教育・研究を想定した関連事項と教科の関係をイメージしたものである。かなり欲張った内容だが、最終目標の木材の強度的利用・木構造を考えると「材料学および利用学」としてこの程度の教育・研究大系が必要であろうというという主旨である。木材を専門とし強度学・木構造をめざす大学生として、願わくはこの程度の範囲のことを学んで欲しい。百歩譲って、この範囲のことに興味をもって欲しいという願望である。その上で、建築系の出身者と互角に議論できる見識を身に着けるような大学専門教育であってほしいというものである。残念ながら、先に述べた教育システムの改変で教育現場の現状はこれから遠い感じがする。材料科学として通用する木材強度・木構造の体系整備が必要な時期ではないだろうか。研究会としても、広い視野をもった後継者の養成や教育カリキュラムを提案してもよ

表 木材強度・木質構造の教育を想定した関連教育・学問分野の関連

工業材料学のカテゴリー		対応する木材用語	キーワードの例	既存の木材学の名称
専門分野	専門課題			
物質構造	微細構造	分子構造	セルロース・リグニン	木材物理学・木材構造学
		細胞壁構造	マイクロフィブリル	
	巨視的構造	木材組織構造	針葉樹・広葉樹・木材組織・密度	樹木学・木材組織学
製造	分離	樹種・生育地域	スギ・ヒノキ… 秋田・宮崎…	(未開拓)
	合成	育林・施業	間伐・クローン・実生	木材物理学
		材質形成	未成熟材・成熟材	
精製	グレーディング	ヤング係数・水分・密度	木材物理学・材料力学	
物性	力学的性質	弾性		ヤング係数
		粘弾性	クリープ・応力緩和	
		強度	降伏・破壊	
	物理的性質	水分	乾燥材・未乾燥材	木材物理学
		熱・温度	断熱性・熱伝導	
			熱分解・燃焼	
		光	光劣化・退色	
音響特性	遮音・吸音			
化学的性質	木材成分	セルロース・抽出成分	木材化学・木材成分化学	
生物学的性質	生物劣化	しろあり、腐朽菌	木材保存学	
加工	素材	乾燥	乾燥法	木材乾燥学
		製材・切削	製材方法・加工機械	木材切削学
		プレカット	接合部	
	複合材	軸材料	集成材・LVL	木質材料学
		面材料	合板・各種ボード	
性能評価	非破壊検査	水分・強度・接着力	(未開拓)	
	破壊検査	プルーフローディング・各種抜き取り検査	木材強度学	
利用	構造的	接合	木材接合・金物接合	木構造学
		接着	接着積層・接合	木材接着学
		木構造	構造強度・新工法	木構造学
	非構造的	居住性	VOC・室内空気質・健	木材物理学・ 木質住環境学
			温・湿度環境	
			音響環境	
			視覚特性	
	耐久性評価	物理環境	水分・熱・時間	木材強度学
		力学環境	疲労・地震	
	修復	劣化	生物劣化・酸化・光	木材保存学
		耐震補強	耐震・免震	木構造学
	経済・流通	経済・流通	輸入・卸小売	木材商業
	法令・規格	建築基準法・JIS/ JAS/ASTM/ISO…	法令・規格・試験法	木構造学・木材強度学・ 木材物理学
伝統・文化	伝統・文化	伝統工法・伝統工芸	(未開拓)	
環境	炭素循環	LCA		
廃棄	リサイクル	再利用	古材	木質材料学
	資源化	木質材料	パーティクルボード	
		炭化	機能性炭・燃料炭	木材化学
	回収	燃焼・熱回収	バイオマスエネルギー	(未開拓)
		炭素資源	肥料・堆肥	木材化学
最終処理	廃棄物処理	埋め立て	(未開拓)	
倫理	技術者倫理	社会的責任		

いように思う。現状からは、一つの大学でこれを実現するのが困難なことは容易に推察される。コース制や大学院まで含めた視野が必要かも知れない。研究会が組織する集中講座とか大学間の連携における講義の単位化も含めて提案することもあるかもしれない。といってもあまり説得力がない団塊の世代の言い訳と希望になってしまいました。

2007/03/13 園田里見(富山県林業技術センター木材試験場)

ご講演頂いた講師の方々には、短期間ながら皆様ユニークな視点からよくまとめて頂いたと思います。前回・前々回に比べ、構造・強度関連は研究者の数も予算も増え、試験方法や装置も高度になり、インターネットの普及により情報も入手しやすくなりました。研究テーマや関連分野も高度化かつ拡散化しているように思われます。このような状況は、全体の状況を一人の研究者が把握するのはやや困難な状況になってきたともいえます。それだけに最新情報の取捨選択とトレンドの把握には講師の方々には多分のご苦労があったことと思います。貴重な情報源として、これからの研究や業務に活用させていただきます。

小松先生の「アカデミックで夢や将来性のある話題の提供をもっとして欲しい」とのご意見には、講師と同世代の研究者として心を打たれました。かつての研究現場に比べ、私達中堅世代の現状は管理や成果が厳しく、日々の仕事に追われがちですが、研究者としての大切な夢や将来性を忘れそうになっていました。自分への戒めとして非常に有難いお言葉でした。

平嶋先生のご講演は、本分野や関連法規の歴史、経緯など、貴重なお話を頂ける場でした。同時に先端をはる研究者の避け難い苦労・苦悩を知りました。私が構造・材料の研究をする上で、平嶋先生の研究報告はお手本のように勉強させて頂きました。本分野で同じように参考にされた方々は極めて多いと思います。先端的な研究をもって本分野を先導し続けてくださったトップリーダーに、この場をかりて敬意と御礼申し上げます。また、益々のご活躍とご指導を一学会員として期待しております。

以下、木材学会員として、あえて批判的かつ客観的な視点に立って意見を述べます。(この意見や批判は自分にも投げかけられるものです。)

段階的にでも、学会内で蓄積された研究成果の具現化が必要だと思えます。前回、前々回を含め、一連の本シンポジウムは、研究成果のエッセンスを提供している点で、それに対する答えの一つだと思えます。研究者にとって、テーマが変わった時あるいは他分野から参入したとき、研究の現状や経緯を捉え難いことは、しばしばあると思えます。例えば、最近の建築学会木質構造分野の研究発表において、木材学会の過去の研究が **Review** されていない例があります。文献を遡って調べていない発表者もいけませんが、その道のエキスパートからのアドバイス無しに過去の膨大な文献を調べ直すのはなかなか困難です。学会として、情報の手掛かりとエッセンスを提供する方法を検討する必要があると思えます。

ツールの提供やその評価も必要だと思えます。研究者や技術者は日々新たなテーマに挑戦はしているものの、その全てにオリジナルに開発した最新手法が必要な訳ではありません。木質構造研究所 堀江氏の統計解析ツールや同氏ホームページのノート、森林総合研究所 軽部氏が作成した **PickPoint** は、解析作業を効率化できる便利で優れたツールです。パソコンソフトのみがツールとは限りません。学会が提供しているドキュメントには、有効な技術や計測ノウハウが掲載されているものの、その全てが一般化されてはいません。これらを実務に即した形で整備・具現化することは社会的にも有益です。

学会発信の研究成果の核としては、本学会オリジナルの規準・マニュアル、教科書等があつて然るべきと思えます。仮に、この種の出版が出来なかったとして、社会から本学会あるいは研究会の成果を問われたとき、他学会や組織で発行した冊子類で説明することになるとすれば、本学会の会員としては少々残念です。テキストには、近年良書が多く出されるようになりましたが、出版の都合からか概論もしくは一般実務者向けのものが主流です。例えば、故杉山英男先生の「建築構造学体系 木構造」のような中・上級向けの専門性の高いテキストが研究者としては欲しくなります。本シンポジウムのテキストもこの範疇にありますが、学会員をはじめに関連分野の研究者・技術者が利便性を実感でき、より進んだ研究開発や業務に時間と労力を割けるツールやテキストが在れば有益だと思えます。また、このような開発的な業績を学会内で評価・支援する方法があればよいと思えます。

2007/03/17 竹村富男(研究室 TTW)

シンポジウム後半のテーマである「今後の課題」は難問で、正解あるいはそれに類する提言を示すことは容易でないと思えます。全分野を展望するのではなく、得意とする小分野での提言をもとに、関連分野・他分野からの討議参入や提案があれば、参加者のムードはより盛り上がっているのではないかと、今後を期待しています。

建築は、いまでは「建築物を造る『科学・技術・芸術』を総合したもの」とされているようです。私たちは、

このような建築に対して、木材などの林産物をあつかう農学の立場から、これに参画・寄与することを目的として、活動してきたと思います。これからも、このような立場を尊重するとすれば、資源・材料だけでなく、保存・防火・経済・文化・伝統など、ひろい分野と連携を保ちながら、活動することが必要と考えます。そのための活動として、どのようなことをすればよいのでしょうか。

- (1) 研究については、どんな時代でも、つねに進化・発展があります。したがって、何よりも研究の持続・継続が肝要と思います。継続は力なりです。
- (2) 社会や世界の中における自分たちの位置づけをより明確にし、引き継がれるべきものを生み出す努力もさることながら、引き継ぐべき次世代の養成が急務と思います。生き残るための方策(戦略・戦術)とその実践が求められます。
- (3) とくに(2)の活動を実効あるものにするには、有志合い集まって、将来を見すえた生き残り策をたて、研究だけでなく、政治的・行政的・外交的等の諸活動を気長に行うことが重要と考えます。

日本木材学会

<http://www.jwrs.org/>

木材強度・木質構造研究会

<http://www.jwrs.org/kenkyu/wstr/>

Yahoo!グループ【WoodWood】

日本木材学会 木材強度・木質構造研究会 メーリングリスト

グループの説明: 日本木材学会の会員の内、木材の強度、木材と木質材料を使った構造物、そして相互の関係について興味を持つ、研究者と実務者から組織されるのが木材強度・木質構造研究会です

カテゴリ: 研究機関

グループのアドレス

・関連ページ

<http://www.jwrs.org/kenkyu/wstr/>

・投稿用アドレス

woodwood@yahoogroups.jp

・グループへの参加(自動処理)

woodwood-subscribe@yahoogroups.jp

・グループをやめる(自動処理)

woodwood-unsubscribe@yahoogroups.jp

・グループ管理者の連絡先

woodwood-owner@yahoogroups.jp

・グループページの URL

<http://groups.yahoo.co.jp/group/woodwood/>

伸木会(しんぼくかい)

伸木会は木質構造・木構造に関する教育・研究あるいは実務に従事している若手(自称を含む)の集まりです。

<http://sinbokukai.net/>

最終更新: 14:50 2008/03/07

木材強度・木質構造研究会

日本木材学会 [戻る](#) [幹事](#)

シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 Part3.5」

日時:	3月19日(水)13:15～15:30 第58回日本木材学会大会(つくば) 第3日目午後
場所:	つくば国際会議場(エポカルつくば)会議室
内容:	2007/03に名古屋で開催した同名のシンポジウムPart 3では、木質構造研究についての議論もさることながら、研究会参加者の世代間意識の差や相互の思い入れの違いなど、この分野の研究をこれからのように進めていくべきか、それにはどうするべきかについて率直な意見交換が為された。奇しくも今年も、「木質構造」 「現状と課題」をキーワードとしたシンポジウムが引き続いて3つ開催されたが、各シンポジウムでの概要報告とPart 3で燃焼し切れなかった熱い想いを合わせ、Part 3.5として延長戦に臨みたい。
連絡先:	木材強度・木質構造研究会幹事 軽部正彦(森林総合研究所 構造利用研究領域)

プログラム(予定):木質構造研究の現状と今後の課題 Part3.5	
13:15	開会:事務連絡 軽部正彦(研究会幹事:森林総合研究所) 司会1(材料):園田星見(富山県林業技術センター木材試験場) 司会2(構造):坂垣直行(秋田県立大学) 記録:岡崎泰男(研究会幹事:秋田県立大学)
13:20	報告①「木質構造研究の現状と今後の課題 Part3」 日本木材学会 木材強度・木質構造研究会(名古屋大学) 青木謙治(森林総合研究所):司会
13:35	報告②「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」 第72回生存圏シンポジウム(京大大学生存圏研究所) 森拓郎(京大大学生存圏研究所):司会
13:50	報告③「木質構造研究の現状と今後の方向」 2007年度日本建築学会大会(九州)構造部門(木質構造)パネルディスカッション(福岡大学) 中尾方人(横浜国立大学):記録
14:05	報告④「木質材料及び木質構造のこれからを考える若手の会」 第3回伸木会・第76回生存研シンポジウム(京大大学生存圏研究所) 田中圭(大分大学):司会
14:20	ディスカッション
15:20	まとめ 中村昇(秋田県立大学)
15:30	閉会・終了 軽部正彦(研究会幹事:森林総合研究所)

過去の研究会資料

2007/06/27現在の残部数。2007/03/07以降、開催から2年を経たものは無償頒布しております。(送料はご負担下さい)

資料は順次PDF化を進めておりますので、後日公開する予定です。

開催年月日	開催テーマ	印刷資料 残部数	
1986/10/02	木質構造研究の現状と今後の課題	0	
1988/03/	構造用木材-強度データの収集と分析	0	
1988/10/17	スギ材の構造的利用の方向と問題-徳島県での事例を中心として-	0	
1989/11/14-15	The カラマツ -育林から建築まで-	25	
1990/10/08-09	活かそう!スギ -大いなるスギ材の利用を目指して- 合同シンポジウム(組織と材質研究会)	0	
1991/09/10-11	新JASに依わる諸問題と新たな動き	20	
1992/09/24-25	接着が今後の木質構造を変えるか?その可能性を探る。 合同シンポジウム(接着研究会)	27	
1994/08/26-27	木質構造研究の現状と今後の課題 Part- II	0	
1995/10/09	木質材料の性能評価と非破壊検査 共催(第32回名古屋国際木工機械展)、秋期シンポジウム	17	
1996/04/01	木造住宅の耐震 共同編集発行(日本木材加工技術協会、日本木材保存協会、日本住宅・木材技術センター)	2	
1996/10/03-04	物性・強度・構造の研究現場から	42	
1997/08/29-30	伝統工法の知恵に学ぶ-耐久性と耐震性を中心に- 秋期合同シンポジウム(生物劣化研究会)	0	
1998/10/19	物性・強度・構造の研究現場から Part-2	37	
1999/12/16	木質構造の限界状態設計 共催(日本建築学会木質構造限界状態設計法小委員会)	0	
2000/04/05	限界状態設計法学習会 大会併催	0	
2000/10/06-07	木橋-その現状と課題	0	
2001/10/16-17	地域材利用の思想と実践	66	
2002/04/04	乾燥材問題を考える 大会併催合同シンポジウム(組織と材質研究会、木材と水研究会、レオロジー研究会、生物劣化研究会、事業委員会)	2	
2002/12/13-14	木造建築物の耐久設計を考える 秋期合同研究会(生物劣化研究会)	0	
2003/10/16-17	地域材利用の技術開発の動向-宮崎	0	
2005/03/18	新潟県中越地震における木造建築物の被害 大会併催、春季シンポジウム	1	
2006/08/10-11	木製道路施設の耐久設計を考える 大会併催、合同シンポジウム(生物劣化研究会、木材と水研究会)	14 有償頒布	
2007/03/05	木質構造研究の現状と今後の課題 Part III	当日資料	32
		製本冊子	編集中

日本木材学会 [戻る](#) [幹事](#)

シンポジウム Part 3.5 要録

記録:岡崎泰男、文責:軽部正彦

【シンポジウム概要】

シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 Part 3.5」

主催:日本木材学会 木材強度・木質構造研究会

日時:2008年3月19日(水) 13:15~15:30

場所:つくば国際会議場(エポカルつくば) (茨城県つくば市竹園 2-20-3)

【シンポジウム要録】

(13:15)

開催趣旨説明 軽部正彦(森林総合研究所)

昨年3月に開催されたPart3は、強く不完全燃焼の思いを持っている。またその後あちこちで同様のシンポジウムが3つ開催された。今回は、各シンポジウムの概要を主催側として関わった方々から報告していただき、Part3で燃焼し切れなかった想いを延長戦という形で議論していただきたい。

司会進行 園田里見(富山県林業技術センター 木材試験場)
板垣直行(秋田県立大学)

報告

報告①「木質構造研究の現状と課題 Part3」 青木謙治(森林総合研究所)

2007年3月5日(月) 9:30~17:00、名古屋大学野依記念学術交流会館にて当研究会が主催した。製材、集成材・LVL、合板・ボード類、接合、構造要素の5分野に分け、それぞれの担当者が研究の現状と課題を説明、その後総合討論を行なった。

(それぞれの報告については配布資料に詳述しているので割愛)¹⁾

報告②「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」 森拓郎(京大大学生存圏研究所)

2007年6月20日(水) 11:00~17:40、京大大学生存圏研究所にて第72回生存圏シンポジウムとして開催された²⁾。木質ラーメン構造に関する8人の研究者が、最新の情報の解説と今後のあり方・課題について説明、解説した。その主な内容は以下の通り。

菊池重昭(西日本工業大学)は、歴史と法制度の推移について解説した。林知行(森林総合研究所)は、材料について性能を満たしていれば木質材料や製材の別は問わないことを説明し、構造用の接着剤は30年程度ではほとんど劣化しないことを示した。小松幸平(京大大学生存圏研究所)は、接合部の実験方法や評価法が確立されていないという問題点を指摘した。大橋好光(武蔵工業)は、構造設計に壁倍率は使えないこと、偏心率の計算が必要であること、ラーメン架構は水平荷重と垂直荷重を同時に負担しているので架構の能力を水平荷重のみに最大限に用いることが危険であること等を説明した。腰原幹雄(東京大学)は、柱脚と柱-梁接合でバランスの良い性能を持たせることが重要であることを説明し、さらに「これからのラーメン構造技術」について述べた。稲山正弘(東京大学)は、エクセルを使って許容水平耐力の計算を実演し、力の流れ等について説明した。五十田博(信州大学)は、剛性の低いラーメン架構と壁倍率の高い壁との併用は困難であることを示した。植本敬大(国土交通省国土技術政策総合研究所)は、まず「木質ラーメン構造」と呼ぶべきではないこと、何をさしおいても法令遵守が望まれること等を指摘した。

引き続き行なわれた総合討論では、接合部の性能評価法について現行の方法で問題はない、鉛直荷重を考慮した実験が必要などの意見が交わされた。また簡易計算法については、簡易法ではなく許容応力度設計をすべきといった意見が出され、議論が行なわれた。

報告③「木質構造研究の現状と今後の方向」 中尾方人(横浜国立大学)

2007年8月29日(水) 9:15~12:30、日本建築学会大会木質構造部門のパネルディスカッションとして、福岡大学において開催された³⁾。趣旨説明の後、6名のパネリストによる主題解説、討論およびまとめが

行なわれた。趣旨説明は、鈴木秀三(職業能力開発総合大学校)により行なわれ、木質構造部門の発表は昭和 50 年ころまで少なかったこと、徐々に増えて来て今年度は 285 件に上ったこと、設計上の問題に関する発表が多数あること等を述べた。6 名のパネリストによる主題解説の概要は以下の通り。

有馬孝禮(宮崎県木材利用技術センター)は、建築の方には木材の基本的性質を理解して欲しいことを述べ、異方性等について詳細に説明し、木材の性質を念頭において設計を行って欲しいこと、「ばらつきが大きい」で片付けずに個性と捉えておおらかに扱って欲しいこと、用語にも注意して欲しいこと等を述べた。また、林産と構造が助け合って研究を行なって欲しいこと、特性に応じて使うことが大切であること、わからない時はわかる人(林産)に聞いて欲しいこと、また基準強度は絶対的な値ではないので過信しないでほしいこと等を述べた。

宮沢健二(工学院大学)は、応力解析手法について述べ、近年では建物全体をモデル化した解析によって補強計画を検討したり振動台実験での倒壊過程を再現したりすることも行なわれていること等を述べ、問題点として、柱脚の引き抜き力については XY 方向だけでなく 45 度方向の解析も必要なこと、木質構造を適切にモデル化できるソフトが少ないこと等を指摘した。

菊池重昭(西日本工業大学)は、木質構造設計基準の変遷について述べ、今後は規定値が明確でないものを明らかにして行く研究が必要であること、実際の現象をマクロ的に捉えて使いやすい設計法として展開することが期待されること等を述べた。

野口弘行(明治大学)は、EYT 式の変遷について述べ、木質構造では接合部の構造性能が建物の応答性状に大きく影響するので注意が必要であること等を指摘した。

神谷文夫(森林総合研究所)は、建築学会の小委員会活動内容(Q&A の作成)について述べ、壁についての今後の課題として任意の樹種や釘ピッチに対応する荷重-変形関係を計算できるようにすること等を挙げた。水平構面については、完全に剛床でないために耐力壁の水平耐力が十分発揮されない場合があること、複数の開口が存在する場合が増えてきており二次元の応力解析モデルで解析することも必要であること等について述べた。

坂本功(慶應義塾大学)は、過去実施されてきた実大静的加力実験について紹介し、水平構面の影響、直交壁による立体効果、ねじれの影響等について述べた。

引き続き行なわれた総合討論では、個別の研究を総合する設計論に関する研究は見られないこと、また会場からは、層間変形角と損傷との関係について学会として整理しておく必要があるのではないか、追桁で横圧縮を受けるときのヤング係数や強度についても検討しておく必要があるのではないか等の意見が出された。

報告④「木質材料及び木質構造のこれからを考える若手の会」

田中圭(大分大学)

2007 年 10 月 15 日(月) 13:00~17:00、第 3 回伸木会(第 76 回生存圏シンポジウム)として開催された。伸木会⁴⁾は、2006 年 9 月の建築学会大会開催時に若手研究者によって設立された勉強会であり、今回のシンポジウムには、「若手の人(40 歳未満または研究歴 10 年未満)に限る」という参加条件が付与された。研究分野が細分化し、連携が希薄になっている現状の下、分からないことを率直に聞き、答える場を設けて互いの情報を交換すること、また木質構造・強度以外の専門研究者にも参加してもらい、新しい研究テーマを共に見いだすこと等を目的として開催され、木質構造と関連する 4 つのテーマを選定し、それぞれを専門にしている若手研究者や技術者に二人一組で講演してもらった。

「構造研究と材料研究は相互に何をめとめるのか」というテーマでは、田中圭(大分大学)より、木質材料への素朴な疑問の提示、「どうしても鉄との比較になってしまう」といった現状が示され、それに対し足立幸司(東京大学)は、組織構造などを考えると鉄と同じにはいかないこと、変形性能、脆性的な破壊をするという性質を改善した新しい技術、新しい材料を作って行きたい等の意見を述べた。

「材料強度、接合強度と生物劣化は定量的評価が可能か」というテーマでは、森拓郎(京都大学)より、地震被害の調査の際に被害建築物の多くで生物劣化が見られること、生物劣化による強度低減を定量的に評価することが必要であること等の意見が出され、それに対して築瀬佳之(京都大学)は、現状のシロアリ診断は生存・食害の有無と範囲を特定することに主眼が置かれ、材料強度に関する研究はほとんどないこと、被害程度を定量的に評価する技術の開発、データベースを構築することが必要等の意見を述べた。

「国産材を住宅に使うためにクリアすべき問題点とは？」というテーマでは、久保山裕史(森林総合研究所)より、山の現状と山から木材が出てくるまでの話と国産材が高い理由についての説明がなされ、それ

それにお金が行き渡っては居ないのが問題で、適正価格での取引が必要という話がなされた。続いて照井清貴(ポラス暮らし科学研究所)より、国産材を使う時の住宅メーカー側から見た問題点についての話がされ、設計面では大空間の構造が増えて高ヤングの材料が必要になっていること、営業面では施主が木材に対して誤ったイメージを抱いていること、経営面では供給と価格の安定が必要なこと、品質保証面では量と質が反比例関係にある現状について、その他では設計者と職人の関係についての問題を挙げた。

「木質材料・構造研究と実務的問題点」というテーマでは、青木謙治(森林総合研究所)より、阪神淡路大震災以降の法改正の変遷とその経緯について、重要課題 6 項目について説明が有り、引き続き矢永国良(中国木材)より、梁の断面欠損の評価、特に 3 階建て住宅の土台のめり込み、耐力壁の幅、高さの制限がないこと等、在来軸組工法にも研究課題が残っているとの意見が出された。

総合討論では、今後の木質構造の方向性、木質構造教育、木質構造のわかるエンジニアの養成等について議論がなされた。また民間企業の方より、木質構造について習っておらず、どこで教えているのか、どこで学べばよいのかわからないという意見が出された。

話題提供と総合討論

話題提供 野口昌宏(工学院大学)「木質ラーメン研究の今後の課題」⁵⁾

配布して頂いた資料は、自分自身が思うこと考えることを、むしろ教えて欲しいという観点で、理想と現状について書いたものである。私が大好きな集成材構造を街中のあちこちで見られるような社会になって欲しいという観点から、課題を挙げている。

そもそも、林産系の木材・木質構造研究と建築系の木質構造研究では目的が異なると考える(資料参照)。建築系では組織上の制約が多く、どう設計に生きるのかが常に問われる。対して林産系は制約が小さく、極端な言い方をすれば、「ものづくり」のための研究と考えれば何でもできるのではないか。

林産系(木材工学研究)からの課題 (資料表 1 参照のこと)

- ・ 国産材利用の推進
- ・ 新しい構造形式の開拓。これは林産系の方がやりやすいのではないか
- ・ 接合部については、ヤング係数の低さが問題となる。ヤング係数が高くなるような部材の開発が望まれる
- ・ 新しい耐震要素の開発。1 階から 3 階まで飛ばしたメガブレースなど
- ・ 耐久性・環境問題

建築側(建築工学研究)からの課題 (資料表 2 参照のこと)

- ・ 設計の最初の段階での建築計画が可能になる、略算法の確立
- ・ 床をどうするか。木造の床で面内剛性を担保するのは難しい
- ・ エレベータ等の問題
- ・ 大地震を考えた際の設計

(14:35 頃)

総合討論

園田里見(司会: 富山県林業技術センター 木材試験場)

色々な世代の方、専門の方が集まっている。これから考えて行くべきことについて、提案をお願いします。

植本敬大(国土交通省国土技術政策総合研究所)

実験データは使える形で公表されなければ意味がない。木材の実験データは同じ接合形式でも樹種が変われば使えないし、密度が変われば使えない。それについて、たとえ学会要旨であってもきちんと整理公表すべきであるが、手掛かりすら残されていないのが現状である。目切れとか繊維傾斜とかいった基本中の基本についても徹底して研究すべきである。知識の無い人間が言っていることを間に受ける必要は無いが、勉強する機会を増やす必要がある。野口さん木材工学系の研究として整理したが、林産側がそのような考え方をしているのであれば間違いであり、建築側と同じ意識を持って研究を行なうべきである。

学会として実務者への情報発信をどのように行なうかは重要であり、我々がどのような目的を持って研究をするかが重要である。

神谷文夫(森林総合研究所)

同感であり、昔話で補足したい。建築学会の研究はもともと木造から入っており、初期の建築雑誌は木造の記事ばかりであった。早稲田大学の^{そしろうだ}十代田先生は、昭和 11 年から1年をかけて欧米の建築構造研究を視察し、建築雑誌で報告している⁶⁾。そこでは、それまで経験的に造られていた木造建築に科学的な説明を加えつつあることや、林産系なら知らない人が居ないドイツのKollmannを、若手で将来を担う研究者として紹介している。そもそも、乾燥、水、耐久性等、木材の物性に関する研究は建築から始まったものであり、林産と建築とは同じ出発点である。強度だけでなく、収縮膨潤・耐久性といった総合的視点から考えるべきである。

中村昇(秋田県立大学木材高度加工研究所)

国内の林産系で建築的な研究をしているのは、北大、秋田県立大、岩手大、東大、京大くらいしかない。物性分野の発表を聞くと、強度について速度論で議論している。この考え方は、DOL とか建物の長期性能に活用すべきものであるが、物性分野の研究者はなかなか建築の方を向いてはくれない。レオロジーの研究を行なっているものの、木材の中で終わってしまっている。(研究成果を)どのように使うのかは研究者任せとも云えるが、他大学や試験場等の方はどのように考えているのか、意見を伺いたい。木材学会林産教育強化委員会でも話題になったが、旧林産系の教員が辞めると、その後任に林産系の方が来るとは限らずポストが無くなってしまっている。物性の研究者を木質構造の研究に引き込むことは難しいと思うが、物性のような基礎研究を応用研究にもっていくことにも目を向けて欲しい。基礎研究と応用研究を巧く結び付けていく仕組みを学会の中で作れないものか。

飯島泰男(秋田県立大学木材高度加工研究所)

研究が何時役に立って来るか判らないので、今すぐに役に立たなくとも良いのではないか。ノーベル賞を受賞した小柴昌俊博士⁷⁾の例もあり、広い視野で考えても良いのではないか。隣の発表会場が何をやっているか関係無いような最近の木質構造関係の研究発表は面白くないし、今大会の発表プログラムからこれからの自分のためになる新しい情報を得られないと思って会場に足を運ばなかった。以前、乾燥材問題で合同研究会を行なった⁸⁾が、その時には話が拡がりヘミセルローズまで議論に上ってきた。建築学会の木質構造と、木材学会の強度とは違う。また、建築の人が木材のことを知らないのは仕方が無いことである。その前提に立って、どうやって木材の情報を流すかが重要であり、一つの興味に向かって分野横断的に研究者と話をする機会を設けるのは面白いし大切なことである。物性等、他分野の研究者をこちらの世界に引っ張り込むことは正しいかもしれないが、彼らには彼らの世界がある。

園田(司会:前出)

どういう形で、異分野とのコラボレーションを実現していけば良いのか。合同シンポジウムという形を考えていく必要があるのではないか。

(ここで、シンポジウム Part III に対して寄せられた意見を紹介)

板垣直行(司会:秋田県立大学)

意見を寄せられた本日出席の神戸さんに補足をお願いします。

神戸渡(秋田県立大学木材高度加工研究所)

提示されているデータであっても、適用可能の条件や範囲が変わると設計が出来ない。スタンダードを学会で提唱して欲しい。応力伝達率が 100%ではないのは判っている。「木質ラーメン」シンポジウムの中で、小松先生や大橋先生からダクティリティが設計に生かされていないという発言があった。諸先生や先輩研究者の方には、「論文には書いていないけれど腹の中で思っている」ことを教えて頂けたなら、若手はそれを目標にして研究できる。

園田(司会:前出)

私も意見を寄せた一人だが、実務に生きてくるツールやマニュアル等、木材学会で創ったものが出てくると良い。

材料分野から構造分野へ向けて、「こういうことをやって行かなければいけない」という意見はありません

か。

林知行(森林総合研究所)

これまで構造の方へ行かないようなスタンスでやってきた。(笑)

最近の木質構造の研究を聞いていると、「なぜ木材でなければならないのか」という疑問を持つ。単純に鉄を木に置き換えているようなところがあり、木材についてもっときちんとした知識を持たなければならない。誤った知識というより、在り得ない知識が広まっている。我々がきちんと建築側に情報を伝え教えて行かなければいけないが、そもそも我々が分かって居ないところも多い。そのためにも、きちんと教育できるような冊子が必要である。建築学会の木質構造教育プログラム小委員会で取り組んでいるような内容を充実させて行くことも重要である。

園田(司会:前出)

同小委員会の成果は、テキスト等として発表する予定はあるのでしょうか。

青木謙治(森林総合研究所)

テキストの素案を示した建築学会大会の PD 資料⁹⁾をまとめ直し、出版しようという話はあるが具体化はしていない。

小委員会には、林産系から青木(幹事)、林の2名が参加しており、現在、教育プログラム検討の一環として木質構造講義の推奨シラバスに取り組んでいる。シラバス案では、材料の話は1コマしか割けず、建築の人が考える木質材料の重要性は「木質構造の中の1/15しかないのか」というような印象を感じている。この点については、木材学会の研究会が中心になって提案できれば良いと思っている。

園田(司会:前出)

建築側の立場で、中尾さんからコメントをお願いします。

中尾方人(横浜国立大学)

これまでは土壁の研究ばかりやってきた。これからは木材にかかわる研究もしたいと考えており、和風嵌合継手の研究などに着手している。基準強度は本当の強度よりも低いこと、基準強度は節の無い材の強度から決まっていることを、最近知った。樹種が変わっても計算出来るようにしなければならぬし、密度が変わると強度が変わってくることも分かった。コンクリートのコアサンプルシリンダーの様に、継手のすぐ近くの部分から小試験片を取り出し、その強度から計算できないかとも考えている。

槌本敬大(前出)

発想としては良いが、近くといっても材質自体が不均一なので、必ずしも一致するとは限らない。しかし、木構造でもそのような方法が在っても良い。本来は、建築側が検査するのではなく、材料提供側が保障すべきこととも思う。そうすることが問題解決につながっていく。北米材ではスプルース、パイン、ファーを一くくりにして SPF というジャンルを作っており、必ずしも単一樹種にこだわる必要は無い。そういった規格在り方について研究をすべきであると思うが、そう云った研究をしても木材学会誌には載らない。木材学会自身が変わるべきであり、変わらなければいけないと思っている。

園田(司会:前出)

最後に軽部幹事からコメントをお願いします。

軽部正彦(森林総合研究所)

Part III を企画する際、当初案として違った軸を考えていた。木材の知識を集め整理して建築関係者に正しい情報を伝え、新しい観点で設計に活かしてもらおうということが当研究会で開催した一連のシンポジウムの主眼であったと思われるが、Part I、Part II 共、「新しい、そして強度保障された材料を使えば、木材でも構造物の強度検討が出来る」との大命題に終始して来た。昨今の社会情勢を考えると「木質構造の現状と今後の課題」には、地球環境問題とか温暖化対応等の背景の下、「木材を社会で活かして行く。その一つとしての木質構造」等の新しい評価軸が出てきたように思う。Part III の聴衆に期待されていたのは、従来の延長線上にある最新情報だったとは思いますが、違った形での提案をしても良かったのかなとも思っている。

(以下、発言内容を再構成)

建築学会の期限付き建築物リユース小委員会¹⁰⁾では、部材を繰り返し使うことにより追加エネルギーを減じて環境に資するとの考え方で、構造体の在るべき姿を議論している。

恒久建築物に対する期限付き建築物¹¹⁾は、目的期間だけの供用を約束することで自然外力等の設計条件を緩和するものであり、非常に合理的かつ合目的な資源利用の形である。しかしながら、期限毎に新材を投入して建築し解体廃棄することを繰り返すと廃棄物の増加と環境負荷の増大に繋がってしまうので、期限を更新して使い続ける仕組みや解体部材を繰り返しリユースする方法について検討している。期限付き建築物は、維持管理が重要な木質構造にとって、点検補修を強制し、安全に長く活用して貰う手段にも成り得るものと考えている。また議論の中で、「木材は新材と云えどもリユース材」とのスタンスを提案¹²⁾し、部材をリユースする際にも、今までの強度評価や設計法をそのまま活かして行ける仕組みを考えている。

そもそも木材は、樹木という完全な構造体を、切削加工によって不完全にして部材とし、さらにこれを削って接合している。したがって、より不完全度の高い接合部が壊れるのは当たり前であり、古くから「木構造の強度は接合部で決まる」と云われているところでもある。不完全な接合は破壊部位を特定することにも繋がり、建物を解体再築する際に部材を傷めるリスクも低い。鋼構造や鉄筋コンクリート構造等では、任意形状で高強度の部材を人工的に造り出し接合できることが強みであったが、部材を繰り返しリユースすることは、これまで全く視野にはなかった。環境負荷を減じるために、できるだけ少ないエネルギー投入で、今ある資源を有効利用して新しい構造物を作る必要があり、その観点からは、木材が先端技術を持つ材料であると考えている。

現代社会は、限りある地球の環境を考え、持続可能な資源循環型社会を目指している。その要望を木材の価値を再発見させる追い風とし、森林資源を上手に活用して行く方策を戦略的に考えている。

園田(司会:前出)

本日のまとめを中村先生にお願いします。

中村昇(秋田県立大学木材高度加工研究所)

Part 3.5 ということで 4 件のシンポジウムの内容紹介があった。特に気になったキーワードは、DOL、長期性能、材料特性、データベースであった。総合討論では色々な意見が出てきたが、いずれにしても Review が重要である。これを研究会が担い関係者を啓蒙して行く。我々はそのような方向を目指しても良いのではないか。「木材という材料から発して、構造に入り、また再び木材に戻って行く」という考え方が、この研究会では大切なのではないか。そのためにも、継続的な研究と人材の育成が重要な問題である。ゴチャゴチャとした皆さんの想いがあっても、最終的にまとまってマニュアルになれば良いと思う。

(15:40 頃) 終了

【参考文献】

1. 青木謙治:シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 PartIII」に参加して:Journal of Timber Engineering Vol. 20, No. 2, pp. 54-57, 2007/03
2. 京都大学生存圏研究所:「木質ラーメン構法の現状と今後の課題」:第 72 回生存圏シンポジウム資料, 2007/06
3. 日本建築学会構造委員会木質構造運営委員会:木質構造研究の現状と今後の方向:2007 年度日本建築学会大会(九州) 構造部門(木質構造) パネルディスカッション資料, 2007/08
4. 伸木会ホームページ
<http://sinbokukai.net/>
5. 野口昌宏:木質ラーメンの研究動向:木材工業 Vol. 61, No. 2, pp. 46-51 (総説), 2006/02
6. 十代田三郎:歐米の木造建築の近況:建築雑誌第 52 輯第 638 号 pp.543-551, 1938/05
7. 国立科学博物館ホームページ:科学系ノーベル賞日本授賞者 9 人の偉業
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/tour/nobel/index.html>
8. 乾燥材問題を考える:2002 年度日本木材学会大会併催合同シンポジウム(組織と材質研究会、木

材と水研究会、レオロジー研究会、生物劣化研究会、事業委員会), 2002/04/04

9. 日本建築学会構造委員会木質構造運営委員会:木質構造における教育の実情と将来について: 2005 年度日本建築学会大会(近畿) 構造部門(木質構造) パネルディスカッション資料, 2005/09
10. 日本建築学会 期限付き建築物リユース小委員会ホームページ
<http://news-sv.aij.or.jp/kouzou/s31/>
11. 日本建築学会構造委員会仮設構造運営委員会:性能設計と期限付き建築物:2002 年度日本建築学会大会(北陸) 構造部門(仮設構造) パネルディスカッション資料, 2002/08
12. 日本建築学会構造委員会仮設構造運営委員会: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 年度日本建築学会大会(関東) 構造部門(仮設構造) パネルディスカッション資料, 2002/08

21 世紀を木質資源の時代とするために(14)

木質構造の将来

軽部正彦

1. はじめに

人間だけが突出した進化を遂げた 20 世紀から、新しい世紀を環境共生型の時代とするために、我々が如何に関わっていくことができるか、その命題の出口を読者と共に探っていこうというのがこのシリーズの意図するところであろう。このことは、シリーズ当初に編集部が書かれた「生物資源の時代である／どのような市場用途が有望か／そのためには何が問題なのか／これをどのように解決していくのか／近未来的展望」という文章にも裏付けられていると思う。

新しい世紀の木質資源の役割について考えていくことは、人間社会の中、地球環境の中での新しい位置付けを考えることそのものである。これについての今までの概念は、我々が受けてきた教育と享受してきた現在の文明の範囲に留まるものであり、この中から新しい位置付けは生まれてこないのではないかと考える。今までの文明が進んできた道の途上に在ったいくつかの分岐点を、歩んできた方向と違う方向に進むことが求められているのではないだろうか。

以上のように新しい時代の木質資源利用を考えていくためには、具体的技術的な解決策を考えるよりも、これからの環境を如何にして行くのか、その新しいコンセプト(概念)を考えていかなければ、社会が新しい方向に歩んでいくことはないと考え。新しい時代に向けての技術開発には、その方向性を支える新しいコンセプトが非常に重要である。他材料から借りてきた理論や産業界の要求に迎合するだけの取り組みだけでは、他材料から木質材料がその市場を奪回できる流れは作れない。

本論では、最近私が考えている持論を勝手に展開させていただき、その判断を読者に委ねたいと思う。議論展開の中で忘れて欲しくないのは、木質資源をひいき目で見ない、人間が環境を支配出来ない、未来は予想し尽くせないという基本である。

2. 今までの取り組みの問題点

近代文明以前は木や木材を中心とした自然材料を利用し環境と調和してきた。というよりも、自然にある化学的状態を人工的に変えることなく利用してきた。つまり、自然に存在する状態を物理的な形だけ変えて利用するのが基本であった。産業革命以後、人間が獲得してきた技術は、魔法のように物質そのものの性質を変える技術であり、それが人間にとっての材料の利便性を飛躍的に高め、高い文明発展を遂げた。しかし、自然に対して意のままに支配できるような錯覚をも身に付けて来たのではないだろうか。自然界の現

象は科学的な解明が進んだとはいえ、それを制御できる状況にはないし、制御すべきではない。我々は文明の進化の途上で、自然に対しての畏怖の念をどこかに置き忘れてしまったのではないだろうか。

自然由来の材料そのものである木質材料は、現代の材料としては使いにくい材料である。他の材料が簡単に作り出せる形も、木材にとって非常に難しい場合が多い。これは、木材が悪いのだろうか。建築構造材料を例に取れば、以前は木と土と石しか無かったが、近代文明によって生まれた鉄鋼とコンクリートは、それまでに技術を下敷きにして、かつ材料としての使いやすさを背景にした独自の進歩を加えてきた。現在、それら新しい材料が席卷していることは言うまでも無いが、このような材料に真っ向から勝負を挑んでいる木材は、その特性以上に無理をしているのではないだろうか。木材の材種を選び、個々の材の木目を読み、適材適所と材料に適した構造を探ってきた木材利用の精神はどこへ行ったのだろうか。使う人の要求に合わせて材料の不足部分を補ってきた、言わば場当たりの対応をしてきたのではないだろうか。

3. 他材料との特性の違い

木質材料は他の材料とどこが違うのだろうか。構造材料に限って言えば、材料の不均一性、接合の不完全性、耐朽耐候性など負の要件が多くの場合に問題視される。他には、重量比強度など完成された材料としての特質のほか、比熱容量、鑑賞性など人体に近い材料としての優位性が話題となる。

木材は完成された構造をもつ材料であって、それを使って構造物を作ると手を加えていない母材部分を越えた構造体は作れない。もともとの姿として完成された構造体なのである。そのため、接合の不完全性を持つことは、避けて通れない問題である。完全な接合を目指すことは、接合を考える上で当然のことであるが、この不完全性を積極的に捕らえることは出来ないものだろうか。一般的な構造形態で完全な木材の接合部を形成できたとすれば、母材の強度異方性に起因する二次的問題が発生することは、簡単に予想できることである。伝統的木構造物を観察するに、不完全であるからこそ実現できる構造特性や優位性がまだ隠されているのではないだろうか。

材料の不均一性は、異方性材料であることに始まり、実大材としての欠点問題の顕在化や個体差に起因する材料性能のばらつきが問題となる。生物資源として避けられないこれらの問題は、与えられるそれぞれの材料について個別の設計情報を提供することで有効利用が図られるべきである。現代の工法や材料の

標準化にあたって、これらの問題は使いにくい材料としての特質としてしか捉えられない。設計作業と施工作業の分離に起因して、与えられた材料の中で材料のもつ特性を効果的に発揮させようとする適材適所の考え方は非現実的なものになってきている。異なる材料それぞれの特性は、与えられる標準的特性値で推し量ることも出来るが、個体差に起因する材料特性の差を用途に結びつけることはなかなか難しい。

一般的屋外環境での木材の耐久性は他の材料に比べて低く位置付けられる場合が多い。木材は自然循環材料であり生分解性を持つ材料である。耐久性が無いことは、不要となって処分するとき発揮される重要な特性として捕らえられるべきであり、耐久性が無いから使いにくいというのは設計計画上の怠慢ともいえるのではないだろうか。木材に比べて永久材料のように扱われるコンクリートや鉄など、他の構造材料でも耐久性の問題は存在し、今日それが顕在化しつつある。耐久性の問題は程度問題であって、それぞれの特質として捉え、設計行為に反映すれば良いことである。耐久性が無いと嘆いているばかりではなく、木質構造物のライフサイクルは材料のライフサイクルとメンテナンスを併せて考えていくべきである。また木材の利用にあたっては、他の材料に勝負を挑むのではなく、他の材料とは違った不利な部分の特質を積極的に考え直し、優位な部分を活かして利用すべきである。

4. 出口の方向性

材料の特性を知り、適材適所へという根本原理は、技術者としての当然の方向であり、変わることはない目標と言えよう。現在の建築構造のトレンドとしては、適材適所化が進歩し、混構造や SI 構造 (Skeleton-Infill: 100 年以上持つ主構造体と要求に合わせて変化できる副構造体)、部材のリユースが一般に進むと見られている。このような中でも、人に近い材料としての特質を持つ木材が、その特質を発揮できる部分での市場を確実に確保していくことは重要なことであろう。

材料供給側として関わる人はその材料が置かれる環境によって将来的にどのような状況になるか知っていることが重要である。その中で求められているのは、他の構造で発達した考えを木材に適用する能力ではなく、例えば林学が 50 年、100 年先の山の姿を考えた施業を行うように、木材の材料寿命の全てにおいて思い巡らせて今日の問題に取り組むことであろう。また、構造物に要求される性能を満たす材料としてどのように使われるべきか情報を提供すること、場合によっては材料の限界点を越えた使い方を諫める勇気が必要である。他の材料の市場を奪うのではなく、選択肢としての十分な技術蓄積と妥当性が確保できる市場での住み分けを目指したい。

地球環境問題として

経済界では経済成長が量的な問題として捉えられ

てきたことに対して、今後の社会が目指すべき持続可能な発展は量と質の問題であると認識されている。持続性という新しい問題の解決にあたって 3 つの基準が示されている。

1. 再生可能資源の利用速度は再生速度を超えてはいけない。
2. 再生不可能資源の利用速度は代替再生可能資源の再生速度を超えてはいけない。
3. 汚染物質排出速度は同化処理速度を超えてはいけない。

ここで速度と表現されているものは、量と時間の関数である。

この基準の中で特筆されるのは、自然由来材料であって生分解性を持っていたとしても、無害化や分解など自然への同化処理速度を、廃棄物としての発生排出速度が上回ってしまうと廃棄物として問題化してくることである。同化処理速度の向上は難しいので、発生排出速度を抑制するための方向性として、製品寿命の長寿命化とカスケード利用によって社会にストックされる時間を少しでも長くすることが重要である。カスケード利用にあたって設定される目標は、再資源として品質が高く、価格が安いことである。しかし現実には厳しく、それを打破するために要求仕様の明確化と見直しが行われているほか、分離分別しやすく、不要な副産物を作らない製品の作り込み、つまりシンプル化と高機能化の両立が求められている。資源の再利用率を上げていくために分離分別しやすい形を求めていくことや複数材料をハイブリッド化し無くて済む物質集約度の高い設計方法は問題解決の鍵となっている。

木材が取り組むべき方向性は、やはり解体容易性を確保することに始まる。不純物の除去はもちろん、より MASS の大きい状態での効率的な回収が出来ることは再利用可能範囲の拡大に繋がる。これによりカスケード利用が、より他段階化できるとすれば、廃棄物の発生排出速度が同化処理速度を超えることなく、自然循環系を維持できる。その一方で物質の利用にあたっては、要求仕様の見直し、要求の本質を見極めた上で必要な材料基準が設定される必要がある。

リサイクル材料の利用にあたって要求性能は変えたくないという意見も建設業界には多い。しかし、これを消費者の要求の本質から見てみると、合理的な理由は示されない場合が多く、むしろ業者側の新しい取り組みに対しての投資リスクを回避したい、できれば現状を変えずに企業利益を上げて行きたい、と言う企業姿勢が窺えるものである。木材に携わるものとしては、自然に立ち向かう無理をしない、自然材料であることに起因する今までの短所を長所として捉える、木でなくてはいけない何かを見つける、といったこれら材料特性に基づく材料選択に矛盾しないことに取り組んで商品価値を高めていきたい。材料供給側、商品生産供給側での意識改革がなければ、持続的永久期間的な物質循環体系は実現不可能である。

5. 新しいコンセプト

耐久性の観点

木材は一般的屋外環境での使用寿命が他構造材料より短い。これは製品の使用可能期間が短く、負の評価対象事項である。しかし、発想の転換を図りこれを設計施工の問題点について見直す機会が多いと考え、それによって材料特性と環境特性を高い次元でマッチさせるソフトウェアが整備される速度が速いと考えて取り組んでいきたい。つまり、木材の負の側面を他の材料から見たアドバンテージとして捉え、他の構造材料の先駆となるソフトウェアの整備を急ぎたい。それは自然から借りてきた材料を利用した、メンテナンス性の高い構造物として具体化され、使用期間中の健全度診断が容易に出来る構造や、不具合部分・部材の交換容易性、維持管理の利便性をもつ循環型社会に合致した構造となることであろう。

自然循環材料を構造材料として利用する行為は、自然界の循環体系の中で形質が変化し続ける特性を、木材として利用する段階では、人知を尽くしてこの自然分解特性を停止あるいは遅延させることである。生物資源が宿命的に持つ、生分解性を短所ではなく長所として考える上で重要な発想転換である。しかし、伝統建築物の構造と維持方法から見れば、至極当然の事とも言えよう。

耐震構造の観点

地震入力に耐えるという耐震の考え方は、地盤は強固、基礎も強固、建物も強固にという方向であった。この点において木質構造物は後塵を拝してきたことは言うまでも無い。でも実際はどうなのだろうか。健全強固な地盤の上に無いとすれば地殻変動により建物は使用不能になってしまう。この状態でも基礎が強固ならば上屋の損害はのがれるが、その後の使用には結構な投資が必要である。伝統的家屋では基礎となる地盤についてもしっかりとした突き固めを行うことはもちろん、用いられた太い根絡みと玉石基礎は、地盤からの入力を制限する機能と上部上屋の構造を健全に保ち修復を容易にする効果、つまり究極のリスクマネジメントということが出来ないだろうか。伝統建築は精神性や表面的な文化だけではなく、深い洞察と技術の結果から生まれたシンプルなシステムであり、日本の気候風土に合っている空間を作り出すためには究極の形態であると考えられるのではないだろうか。

闇雲に伝統構造が現代でも良いという誤解を与えないために、以下のことを追記しておく。構造体自体が積み木のように重ねることを中心に出来ているので、地震動による倒壊や解体移築するときに部材自体の傷みが少なく、再利用する場合に非常に好ましい。しかし、中にいる人の安全について最優先に確保するという思想とは相容れない部分がある。

都市防災の観点

都市防災の観点からは木造は都市域内に燃え草たる可燃物を蓄積することになる。しかし阪神大震災でもそれ以前の震災であっても、直後に人々がどうにかできた建築資材は瓦などの非構造部材は別として木材だけであったとも言えよう。それは人手で被災者を救出できる構造物として、被災者救出のための道具や資材として、緊急避難的な住居であるシェルターの資材として、そして援助物資が届くまでの身を守る手段、燃料として利用されたことは事実である。特に阪神大震災のように広い範囲で起きた激甚災害の場合、援助の手は被災地を取り巻く外周部から徐々に進行してくるが、人命を救出するために重要な初動時間内に被災地内の全ての地で必要な援助の手が十分に行き渡ることは困難といわざるを得ない。

ここでは、全てを木造にすれば良いという極端な意見を述べたいわけではなく、木造を排除すれば都市防災上は必ず有利になるという議論に一石を投じたに過ぎない。もちろん、都市内で建てられる木造建築物の耐火不燃化耐震化が図られてこそ成り立つ議論である。リスクコントロールの観点を中央集権的に考えれば、都市内を全て耐震不燃化すれば災害時の一次的二次的な被害の発生は減少させることができるであろうが、その後の救援や復興にも中央集権的情報伝達と物資供給が不可欠である。公共の福祉と個人資産の問題など、復興時に援助できるメニューが限られていることからすればリスク分散を誘導する方向が他にあると言えるのではないか。ある面、木質構造物を擁護する意見と自覚するところであるが、環境負荷など他の面で見直されている木質構造物が受ける制約の非常に大きな問題は、このような根本的な考え方が足かせになっている。

6. まとめ

時代は大量生産大量消費社会からリサイクル社会へ変わってきたが、この先目指す社会は自然循環型社会と指摘する人も居る。もともと木材が自然から借りてきた材料であると考え、そのものが自然循環の一部である木材は、これから大きくその存在をアピールされるべき材料である。産業革命以降、他の材料の後塵を拝して来た木材が、新しい概念の下で注目され、期待される材料となった。エコという言葉がメディアに載せる時に緑色が用いられ、樹木がそのアイコンとして用いられている現実、木材と木材利用産業にこれからの人間社会が目指す方向を示唆し、かつ解決を期待していると思えてくるのである。

参考文献

1. 木材工業編集委員会:連載「21世紀を木質資源の時代とするために」の開始にあたって:木材工業 Vol. 55, No. 8, pp. 380, 2000
2. 木下敏幸:工業化木質材料のエコマテリアル化:木材工業 Vol. 56, No. 8, pp. 353, 2001
3. 材料接合研究室ホームページ
ジ:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/eti/index-j.html>

2005 年度日本建築学会大会(近畿) 構造部門(木質構造)パネルディスカッション
「木質構造における教育の実状と将来について」速報メモ

記録：武田孝志、補遺：軽部正彦

開催日時： 2005 年 9 月 2 日 (金) 9:00~12:15 近畿大学 21 号館 312 室

司会 (那須秀行・住友林業)：開会あいさつとパネラー紹介 (9:10)

(副司会：荒木康弘・東京大学、記録：照井清貴・ポラス暮らし科学研究所)

1. 主旨説明 (野口弘行・明治大学)：建築基準が 2000 年に仕様規定から性能規定に大きく変化した。木質構造についても各種基準が整備されてきているとともに、ハイブリッドの総プロなど研究も進んできている。かつて院生だった頃、木構造の発表件数はわずか 12 編だったが、現在では 250 編を超えている。しかし、教育面で木質構造を取り上げているのは非常に少ない。発表を聞いていても、木構造の基本ができていないのか、というとはなはだ疑問だ。柔道でいえば、受身がしっかりマスターできていないように感じる。木質構造の教育充実への機運を高めて、文科省などにも一考を促せるようになることを期待する。
2. アンケート集計・考察 (大橋好光・武蔵工業大学) テキスト p.3~25：(最初プロジェクトが不調) 2003 年 11 月~2004 年 2 月に調査 (回収率:140/262=53%、ただし偏った母集団)。木構造 (木質構造) の設置はわずか 17%。科目として独立している場合は高年次開講で、普通は 1~2 年生に他の構造とともに一部取り上げているのが現状。各項目についての取り上げ方とカリキュラム例の説明。「木質構造を知らないとは」というのが現状。そもそも、どういう職種、どの企業 (ゼネコン・メーカーなど) に木質構造の知識が必要なのか。木造の専門の常勤が難しくても、少なくとも非常勤でも科目を用意してほしい。(9:45)
3. 主題解説
 - ① 設計事務所における教育 (遠山則孝・遠山設計事務所) p.27：木質構造の設計事務所における仕事は、構造計画 (架構・材料の選択、継ぎ手・仕口のスケッチ) と構造計算 (耐力、変形、燃え代) の大きく 2 つ。設計事務所で金になるのは、3 階建て住宅と大空間。大空間は 3000m² 以下という制約があつて純木造は少ないので混構造になることが多い。また打合わせ時間が非常に長いので、儲からない仕事。実質年間 3~4 件程度で、材料の多さ、材の異方性などノウハウが必要なこともあつて自分がやることが多い。仕事が無いと教育するチャンスが無く、人が育たない。木質構造空間に重要な美しさの表現を伝えることが重要だが、事務所での木質構造教育は難しい。(10:00)
 - ② 住宅メーカーの実状 (平野茂・一条工務店) p.27：最初に住宅メーカーの人に手を上げてもらう (ミサワ平田さんなどパラパラ)。年間 6~7 千棟 (戸建 70 万棟なので、1%ぐらい) の

規模のメーカーの1事例として説明。当社は木造の軸組工法のメーカーである（最近では改良工法と自分で呼んでいるところも多いが）。住宅メーカーの業務は、総務...と多岐に渡っているが、欲しい筈の建築出身者の確保は儘ならない。今年の新入社員80名をみても、様々な学部から採用せざるを得ないのが現実。入社後の教育も、これまでは受けてきた教育や経験を元に配置をしてきた（例えば、工学部なら技術とか）が、社内での専門人ではなく総合人として育成できるよう、個人の適性を加味して配置するようになってきている。会社である以上、顧客満足度と会社収益を高い次元で両立せざるを得ず、過去の教育履歴よりも、会社人としての総合力を身につけて社会貢献して欲しい。医療関係者の「ヒポクラテスの誓い」になぞらえて「木と暮らしていく（キトクラシティブ）の誓い」をたてていってはどうか。

(10 : 10)

- ③ 木質構造への対処法（伊東仁・鹿島建設） p28 : 会場のゼネコンの人（約1名）。ゼネコンにとって木質構造は特殊構造である。継続的な設計業務はなく、担当者比率も1%以下（150人でせいぜい2~3人が可能）。勢い、担当者になって初めて木質構造を学習する状態。その都度勉強し、伝を辿ってこなしている。施工の現場も数が少なく、せっかく施工経験を積んでも2度目がない。私はたまたまカラマツ・ドームとMウェーブの2つを担当したが、他に例は聞かない。研究開発では材料的な分野での技術支援がほとんど。「全然もうかりもしない木造に誰が金を出すか」という雰囲気。知識の共有・伝承がない、というのが実状。とは言え、材料的な特性の知識は重要で、今後予想される構造のハイブリット化の重要な鍵となるであろう。(10 : 23)

- ④ 建築教育の現場から（野口弘行・明治大学） p.29 : 木造は、延床面積で約4割、住宅戸数で半分（木造住宅では軸組が多い）、と重要な位置を占めている。構造計算に関しては、法20条、仕様規定、許容応力度設計、ちょっと離れて品確法など。しかし、教育面ではないがしろになっている。製材（この言葉自身も一般には使われていない。材木とか）などの知識不足。大学で「木質構造」の科目があるだけで奇跡という実状。講義を増やす、研究室を増やす、解説の充実が望まれる。聞くところによると、「仏・スイスなどでは、木構造を建築構造の初学者に教える」と云う。確かに、木構造は、パーツが多く、複雑で勉強のしがいがある。RCでは、柱・梁・壁・床のパーツだけ。本PDの資料は、続いて紹介するリコメンデーションの中で木質構造・材料の理解のポイントを網羅し、教育現場で使える教材となっている。ぜひ活用して欲しい(10 : 40)

4. 教育プログラムのリコメンデーション (10 : 55)

- ① 木質材料分野に関して（林知行・森林総合研究所） p.31~54 : 木材利用の意義と是非（地球環境問題、炭素循環など）以下、テキストに従って説明。辺材・心材と未成熟材について一般では混乱がみられる。図3.3の訂正。遠山先生のご指摘の点（異方性）。野口先生も触れられた4.4.1のDOL。5.1.2寸法効果はプラスではなくマイナス要素。接着は重要。木質材料は目的をもって作られていて、製材と違ってそれぞれの利用法がある。(11 : 08)。

- ② 木質構造分野に関して（坂田弘安・東京工業大学） p.55～109：テキスト解説。個人的には p.69 の「夢のある木質構造を示す構造設計例」を示すことが大事と考えている。（11：22）

5. 討論

- ・ 井上（大分大学）：（司会による質問用紙の紹介の後）。テキストのリコメンデーションで必須と分類された3ツ星を全部やるのは現実的には無理。何か適当な教科書が必要。実際の建物を見せるなどして、学生に興味をもたせることが大事。
- ・ 板垣（秋田県立大学）：全部教えるのは到底無理。飯島先生と相談しながら、何故木造なのか、という視点で教育している。大学院では構造計画を教えている。夏休みにフィールド・ワークを取り入れ、実際の現場で木を使う。いまこそ、木造の意義が問われている（地球環境面の木材利用の意義に加えて）。
- ・ 小原（岐阜アカデミー）：意匠2人、構造（小原）、材料1人の体制で2年間の課程を教えている。学生は一人1物件を建てる（年間20棟程度）ことにし、月～水をフレックスにして対応。耐震診断、耐震補強、防火などの教育は。
- ・ 大橋：防火は書籍で。
- ・ 高橋（浅野工学専門学校）：2年制（1年は木造主体）と4年制（RC、Sが中心）を設定している。有志10～15人で提携している工務店（5～6軒）など、実現場とタイアップして教育している。設計から、土日の現場まで年間1棟は学生が関われるようにしている。
- ・ 菊地（西日本）：選択科目「木質構造」は80名のうち30名程度とっている（関心がないわけでもない）。木造＝住宅→技能というのが一般的な印象。どうやって興味をもたせるか、が大事。スライドで国内外の建物を紹介している。しかし、木造を勉強しても、受け入れてくれるパイがなければ、という不安を感じる。公的・行政的に訴えるしかないのかも。または少数のExpert排出という方向かも。
- ・ 神谷（森林総合研究所）：北米西海岸の大学では、選択科目で、木材からダイアフラム・トラスまでの講義がある。木造のマーケットは大きいが木造設計だけでは食べられないのでは。Non-residentialの部門もあるが、混構造（壁RC、屋根トラスなど）。Masonryの大学院対象講習会などもある。あとはOJT主体では。
- ・ 軽部（森林総合研究所）：遠山先生は「構造設計には構造計画と計算があり、教えたいポイントは構造計画だが日常的には儘ならない」と言った。「材料特性の知識は重要」と言った伊東先生の本意は、構造計画をするにしても構造計算に携わるにしても、数ある材料の一つとして認識し、関係者全員がその差異を理解することは、良い建築を生み出す原動力となるという意味であろう。歴史的に見ても、他構造は木造の派生であり、基本性能に難しさの解決と云う+ α を加えて発展してきた。そう考えると初学者に木造教育を薦める必然性は十分にある。本PDの目標ベクトルには、「木造を増やしたい」と「良い木造をつくって欲しい」があるのだろう。木質構造の教育といっても、「学校教育」と「社会人の自習」がある。教材に求められるのは「全てを一応網羅すること」と「より深い勉強の手がかりを与えること」の二つであり、これは井上先生をはじめとする他の方の思いと云えるのではないか。本PD資料が、そのような教材の手がかりとなることを期待したい。
- ・ 河合（国総研）：これまで、これだけ見ればOKという本が少なかった。網羅するとボリューム

ムが膨大になってしまし、新しい国交省の告示が出されると古くなってしま。そういう意味で作るのは大変。建築学会関東支部でテキスト作成の準備中(今 250 ページぐらい予定)。学生の意欲をかきたてるような本は大変。

- ・ 河合(三井ホーム):一般の教育水準を上げる以外に、スペシャリストを養成する方法もある。
- ・ 飯島(秋田木高研):一つの教育目標として、現場に行つて職人に馬鹿にされないように、そして大工さんの間違っている知識を正せるように、と思つて取り組んでいる。基本としては、集成材工場など色々な現場を見せることだが、コストのことにも触れる必要がある。
- ・ 大橋:学生にどうやって関心を持ってもらうのか?という議論もあろうが、逆に、卒業して実際に木造に関わる人が多いのに教育を全うできていないのではないか。建築の卒業生全体から見れば、ゼネコンのような例は少ないのではないか。着工数から考えて、社会に出て多くの学生に関わる木造なのに、大学で実際に教育しているのは他の事がほとんど。学生は既に木造に興味をもっているのに、ちゃんと教えていないのでは、と感じる。
- ・ 遠山:これからはハイブリッドや混構造などが重要になる。木質構造単独ではなくて、木造の何がよくて、何がだめかという議論をしてほしい。
- ・ 伊東:住宅でこれだけ需要があり、また構造強度的にも十分クリアできている。実は現実に木造のチャンスはあるのだが、耐火の問題(基準法)で他の構造に流れてしまっている。

6. まとめ(鈴木秀三・職業能力開発総合大学校)

- ・ 実状について、野口先生の指摘のように嘆かわしい状況で、大橋先生指摘のように「木質構造」の講義がなく、遠山先生の話にあったように、構造計算の必要な大規模木造も少ない。
- ・ 将来ということを考えれば、「木造建築は本当に必要か」という視点が必要。
- ・ これまで見捨てられていた木造が、1995の阪神大震災を契機に見直されており、また1/3は木造が占めている。一方、欠陥住宅、品確法など、住むことに対する認識も深まってきている。しかし、小学生でなりたい職業の上位になっている「大工」は中学生になると姿を消すのは何故か。
- ・ 耐震補強が必要(国交省)といっているが、実際はどうなっているのか。建築士の試験でも木造の分野は本当に比重が小さい。木造を知らなくて1級建築士になれる。大橋先生は2級の資格のない人は1級になれないように、というが、私は、木造建築士のみが500m²以下の2階建てを設計できるようにしたらと考えている。思えば、10年前に滋賀であった建築学会の耐震のPDで、耐震は教育問題と申し上げた。
- ・ 実際には、一人一人がおのおの自分の信じる道を進めていくことかと思う。あとは啓蒙活動。
- ・ リコメンデーションは成果であるが、是非、体系図を作成してほしい。学生、技術者、大規模木造、施工、耐震設計、リフォームなど、それぞれにとって何が必要かの理解を助けてくれる。例えば、2×4の人に必要なアイテムは何か。キャリア・シートのようなもの。
- ・ 最後に、教える人用のアンチョコも是非作成してほしい。(12:15)

聞き取れていない部分・勘違い部分、多々あると思います。(2005年9月3日:武田)

シンポジウム「木質構造研究の現状と今後の課題 PartⅢ」

平成 19(2007)年 3 月 5 日開催・当日資料発行

平成 27 年(2015)年 3 月 14 日資料編集発行

主催:木材強度・木質構造研究会

協賛:木質構造研究会

日本木材学会 木材強度・木質構造研究会

協力 佐々木 康寿

幹事 軽部 正彦

岡崎 泰男

