第 4 章　トラス実験の意義

1　公共建築物等の木造化の現状と課題

「公共建築物等の木材の利用の促進に関する法律」（以下、木促法）が施行され、8 年目を迎えるが、法が施行された平成 22 年以降、公共建築物木造化率の状況は図 1 の状況で、関係者が期待したほど、その数字は伸びていない。

では、なぜ思ったほど公共建築物等の木造化は進まないのか。その理由は多々あるが、‘作り手’側の理由として次のような項目があげられる。

① 住宅を除くと木造で設計した経験者が少ない。

② 木材供給体制が不十分。

③ 木材供給側と設計者間の接点が少なく、情報交換がされていない。

公共建築物等の木造化率の低迷が続く中、建築物全体の木造率は 40%台で、高い数字を維持している（図 1 参照）。この木造率を支えているのは、住宅市場であるが、少子高齢化、人口減少、空き家率の問題等を踏まえると、今後の市場規模縮小はあきらかで、地域経済を支えてきた林業、木材産業の衰退を招かないためには、また山林の数ある森林機能の役割を維持するには、この課題にどう向き合うのか、重要な局面にきている。

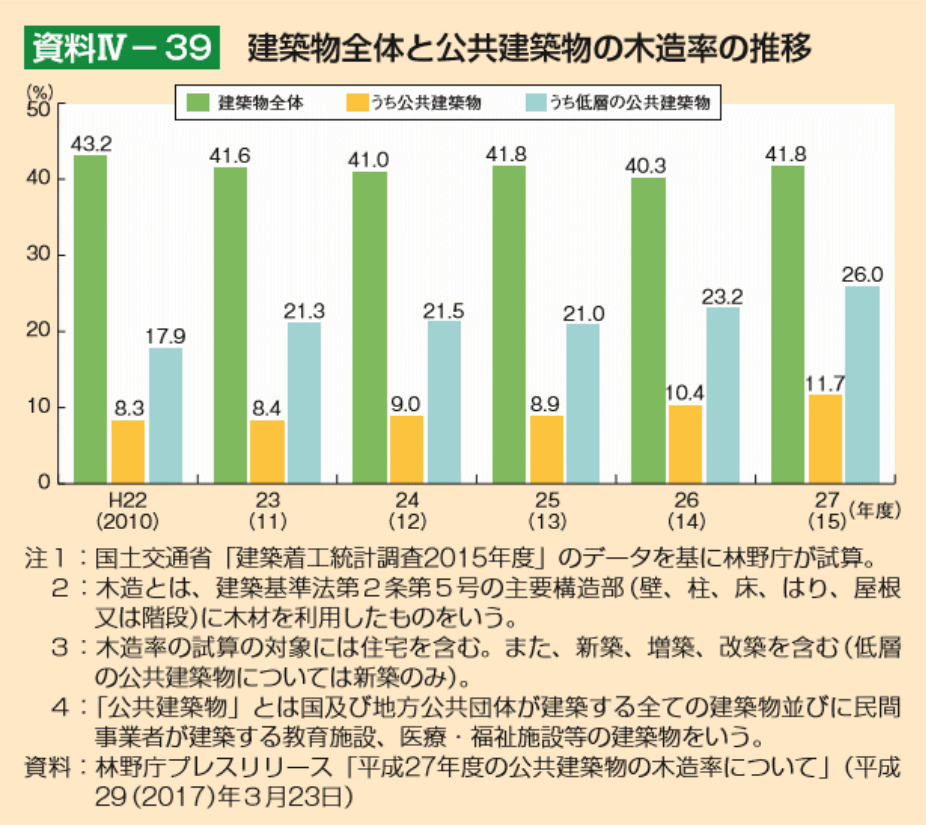


図 1　建築物全体と公共建築物の木造率の推移

参考資料：森林・林業白書　平成 29 年版

2　木造建築物と設計

建築設計の分野は幅広く、非住宅建築物の設計では、意匠設計者、構造設計者、空調設備設計者、電気工事設計者、デザイナー等、数多くの専門職が関わることになる。一方、木造率の高い住宅の設計は、ひとりで意匠設計も、構造設計も担うことがある。

木造住宅の建築の設計が少人数でできる理由として、まず階数が 2 階までで、床面積が 500m2 以下、軒の高さが 9m 以下、最高高さが 13m 以下であれば、原則として建築基準法（以下、基準法）第 20 条により、構造計算を必要としないことがあげられる。ただし木造住宅で最も多い軸組構法を対象にすると、構法については建築基準法第 3 章 3 節で、仕様規定化されており、地震時または暴風時の建物の安全性の確認は、施行令第 46 条第 4 項に記述のある、壁量計算での対応を求めている。しかし壁量計算は、構造設計の簡易法であり、詳細な構造の専門知識を持ち合わせていなくても、対応できる検討方式になっている。

一方、規模の大きくなる非住宅建築物では、軸組構法であれば、壁量計算に加えて構造計算が必要になる。これは 3 階建て以上、床面積が 500m2 を超えた場合だけではなく、壁量計算で想定している、壁倍率が 5.0（9.8kN/m）を上回る水平力に対応する耐力壁や、それに代わる構造システムを採用する場合も同様で、規模が小さくても、開放感のある建築物の設計をする場合が該当する。また広い空間の部屋を確保する必要がある場合、大きな梁材を利用するか、またはそれに代わる構造システムを採用する必要があるが、この場合は重力によって作用する固定荷重、積載荷重や積雪荷重に対する安全性を構造計算により確認するとともに、暴風時等の安全性を確認しなければいけない。

この構造計算は、日常、木造住宅に従事する設計者では対応できない。また RC 造、S 造が主流である非住宅建築物の設計に従事している設計者も、次のような戸惑いから、木造の設計に、なかなか関与できていない。

①　木材の強度の情報がよくわからない。

②　木造の接合方法がよくわからない。

③　上記①、②の理由から、木造の構造計画に自信がもてない。

このような状況を鑑み、木を活かす建築推進協議会では、平成 26 年度から平成 28 年度にかけて、地域の構造設計者の育成を目的に、各都道府県の構造一級設計士の資格を有する１～2 名を対象にして、担い手事業（林野庁補助事業）を実施した（表 1 参照）。各都道府県で、この事業の受講者が中心となって、各地域における地域産材を活用した公共建築物等の木造化促進に向け、多くの木造に関われる技術者が育成されることが、望まれている。

表１　木を活かす建築推進協議会が実施した担い手事業の内容

平成26年	木構造設計技術者研修会（東京、大阪、福岡の3会場で構造設計者向けに高度な木構造設計の地域リーダー育成を目的に開催　44名受講）
	木構造設計技術者研修会（東京で防耐火リーダー育成を目的に開催　14名受講）
平成27年	木構造設計技術者研修会（仙台、金沢、高松の3会場で構造設計者向けに高度な木構造設計の地域リーダー育成を目的に開催　48名受講）
平成28年	中大規模勉強会（福島、富山、兵庫、高知の4会場で、地域リーダーが中心となって勉強会を開催）

3　木材供給体制の現状

地域材を使って、地元の公共建築物等の木造化を図るにあたり、森林から建築の現場に至る、木材の伐採→造材→搬出→製材→乾燥→（集成化）→加工までの多段階の工程（図 2 参照）の、いずれもはずすことはできない。一般にこの生産・流通過程は、ほとんどの都道府県において整備されていると言えるが、いずれも共同住宅を含む住宅市場を対象に構築されており、中大規模化する公共建築物等への木材供給体制を構築するには、住宅市場との相違により生じる次のような影響を考慮する必要がある。

まず住宅と比較すると公共建築物等の用途（写真 1 参照）では、室内空間が広く、階高も高くなるため、使用する構造部材の長さや、要求される部材断面寸法が違ってくる。木造住宅では寸法が規格化されているが、公共建築物のような多数の用途に対し、寸法の規格化をすることは困難といえ、コストに影響を与えると共と、品質管理面でも高い技術力を必要とする場合がある。また建物 1 棟あたりに必要な材料の供給量も多くなるため、納期や保管の方法等を十分検討しておく必要が生じる。一方で、住宅市場では 1 棟あたりの木材量は少ないが、受注に継続性が期待できるため、見込み生産による在庫を可能とするが、公共建築物等の発注は、極めて一過性であり、仮に寸法の規格化ができたとしても、注文の見込みがない在庫品を企業が抱えることは、経営的に困難である。

写真 1　住宅と比べると室内空間が広く、天井高も高い学校校舎

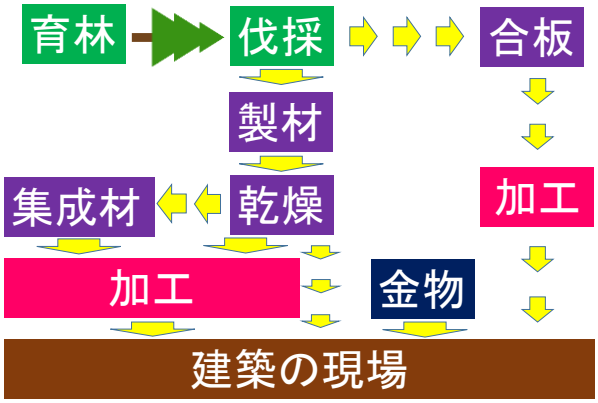


図 2　森林から建築現場までの木材の生産・流通経路

4　設計者が知るべき木材供給側の情報

では設計者が地域材を活用して公共建築物等の木造化を企画する際、実施設計や施工の段階で困らないために、知るべき木材供給側の情報は何なのか、寸法、品質、納期の 3 つの視点から考えてみたい。

(1)　寸法の制限

樹木は植栽後、成長を続け、順調に育てば樹齢が高いほど径は大きく、樹高は高くなる。図 3 は、ある森林の樹齢と平均直径の関連性を示している。拡大造林が中心である我が国の人工林では 10～12 齢級（1 齢級＝5 年）に近い森林面積の比率が高い状況にあるが、図 4 を

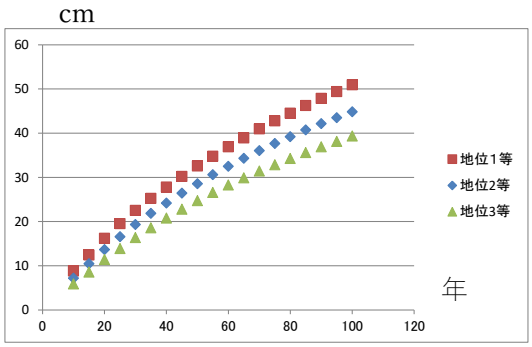


図 3　丸太の齢級と径の関係

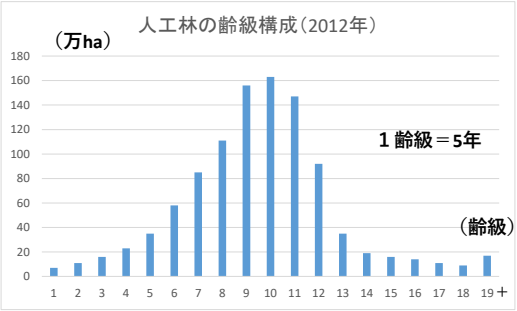


図 4　人工林の齢級構成（平成 24 年）

資料提供：森林総合研究所　　参考資料　森林・林業白書　平成 29 年版

参考にすれば、搬出される木材の径は現在、約 30cm が主流ということになるため、例えば矩形断面の寸法は、その対角線長さが径を超えないような幅と背で制限されることになる。

次に長さについて考えてみたい。樹木は必ずしも真っ直ぐ成長するわけではなく、長い直材は貴重な材である。また近年、林業の現場では高性能林業機械（写真 2 参照）を導入して合理化への挑戦が始まっているが、特に事前連絡がなければ現場では伐採後、3m から 4m の長さで造材が行われて山から搬出される手順が一般化している（写真 3 参照）。この長さは住宅資材の規格材に合わせた寸法であり、合板工場に送られる丸太は構造用合板の規格寸法を鑑み、2m で切断され搬出される。

写真 2　高性能林業機械による造材作業

写真 3　丸太の運搬

長さを揃えると、搬出車両への積み込みも効率的にできるため、搬出コストの抑制にもつながる。そもそも長い材料は周囲の樹木を傷めずに切り出すことも難しく、傾斜地、あるいは曲がりくねった道では搬出も困難で、通し柱（2 階建てであれば 6m）等の例外はあるが、4m を超える長さの製材品は一般に特注扱いとなり、入手したい場合、伐採の現場へその情報を伝えられなければ、要望する長さの資材を手にすることはできない。

材料の断面寸法や長さは、製材工場の生産ラインでも影響を受ける。近年、製材工場では

生産効率の高い大型化・自動化の傾向が顕著（写真 4、5 参照）であるが、これらの工場では山から頻繁に搬出される丸太の大きさや、需要量の多い製品に合わせて、すなわち住宅用の規格材を対象に効率的に設計されているため、取り扱える丸太の径および長さは、必然的に制限を受けることになる。

写真 4　自動化された製材所

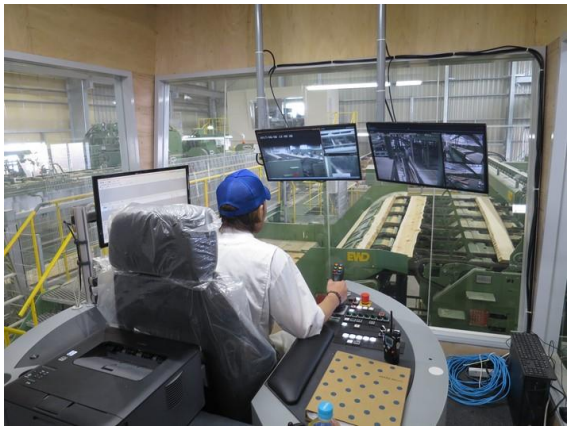


写真 5　製材のオペレータールーム

また仕上げ工程で使う自動鉋等は断面寸法、長さのいずれにも影響する。小さなエレメントにしたのち、接着剤を使って大きな材料に再生産される構造用集成材や構造用単板積層材のような EW でも、生産ラインに強度区分の選別機、圧締する装置や自動鉋が配置されているため、寸法に自由度はあるが、制限ははずせない。住宅市場をにらんだ中小断面の集成材工場であるならば、製材工場と同様に、生産効率が重視されるため、規格寸法以外の受注生産に対応することは困難である。

(2)　品質管理の状況

住宅以外の建築物に木材を積極的に利用するには、コンクリートや鋼材等と同等の品質基準と管理が求められる。品質規格の基準となるのがコンクリートや鋼材等では JIS 規格であり、製材、集成材、単板積層材および合板では JAS 規格になる。

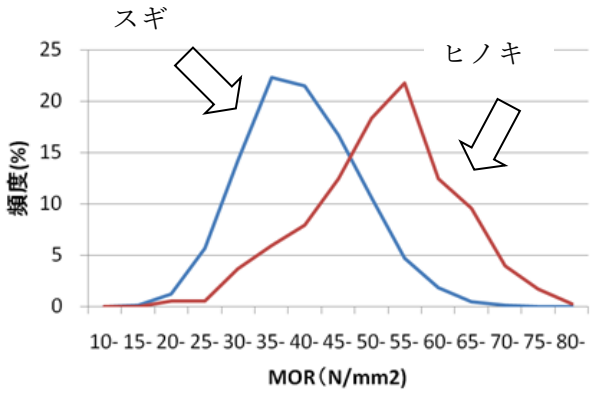


図 5　スギとヒノキの出現曲げ強度の比較

資料提供：飯島泰男

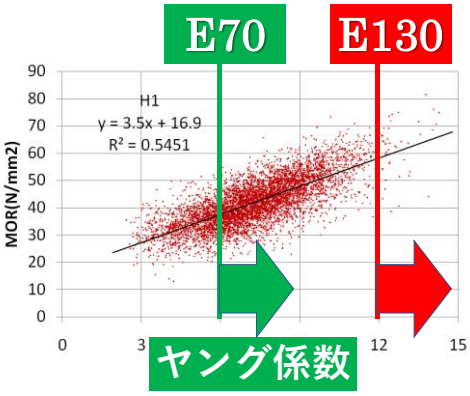


図 6　スギの MOE と MOR の関係

資料提供：飯島泰男

製材の JAS 規格の内、構造用製材は、節の位置や大きさ、繊維傾斜などの欠点をパラメータとして区分する目視等級区分構造用製材と、ヤング係数と強度の相関性を利用して非破壊的方法で測定したヤング係数をパラメータとして区分する機械等級区分構造用製材がある。機械等級区分構造用製材は目視等級区分構造用製材と比較すると、強度を精度良く推定でき、定量表示されるため、非住宅の木造建築物に採用される機会が多くなっている。しかし機械等級区分により JAS 認定を取得している工場はまだ少ない状況にある。

また設計時に機械等級区分構造用製材を採用する際、図 5 に示すようにヒノキとスギの強度試験結果を比較したグラフから分かるように、樹種が違えば強度の出現状態が異なり、樹種によって強度の出現範囲が制限されるため、例えばスギを使う場合、ヤング係数が 12.0kN/mm^2 を標準とするような設計は、図 6 のスギのヤング係数の出現頻度の現状から、材料の調達が困難な状況になるため、回避されなければならない。

構造用製材の JAS 規格のもう 1 本の柱が含水率である。木材は繊維飽和点以下の状況で乾燥が続くと収縮するが、断面は一様に乾くわけではなく通常、表面から徐々に乾くため、乾燥過程で縮もうとする部分と縮みたくない部分が発生し、内部応力が起こる。また木材は異方性を有しており、乾燥による木材の収縮率は、丸太断面の成長輪の接線方向と放射方向（写真 6 参照）では異なり、その比率は約 2:1 である。これらは木材が乾燥する過程で、収縮やねじれ、割れなどの形状変化（図 7 参照）の要因となるため、乾燥は造作用製材に対しても、JAS 規格の基準項目にあげられている。

写真 6　木材の成長林の方向

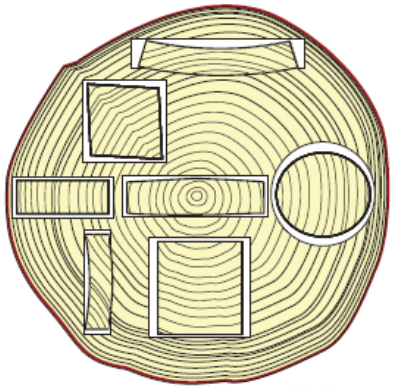


図 7　木取による断面変化の模式図

木材乾燥は人工乾燥と天然乾燥に分けられ、国産の構造用製材では流通量に対する人工乾燥材の割合は 45%程度（図 8 参照）である。よって地域産材を活用して非住宅建築物の木造化・木質化に向け人工乾燥材を利用する場合には、その地域の木材関連産業の乾燥設備の状況を、よく見極めておく必要がある。

また非住宅の木造建築物の設計では、住宅に使用される構造材よりも幅広い材料が使わ

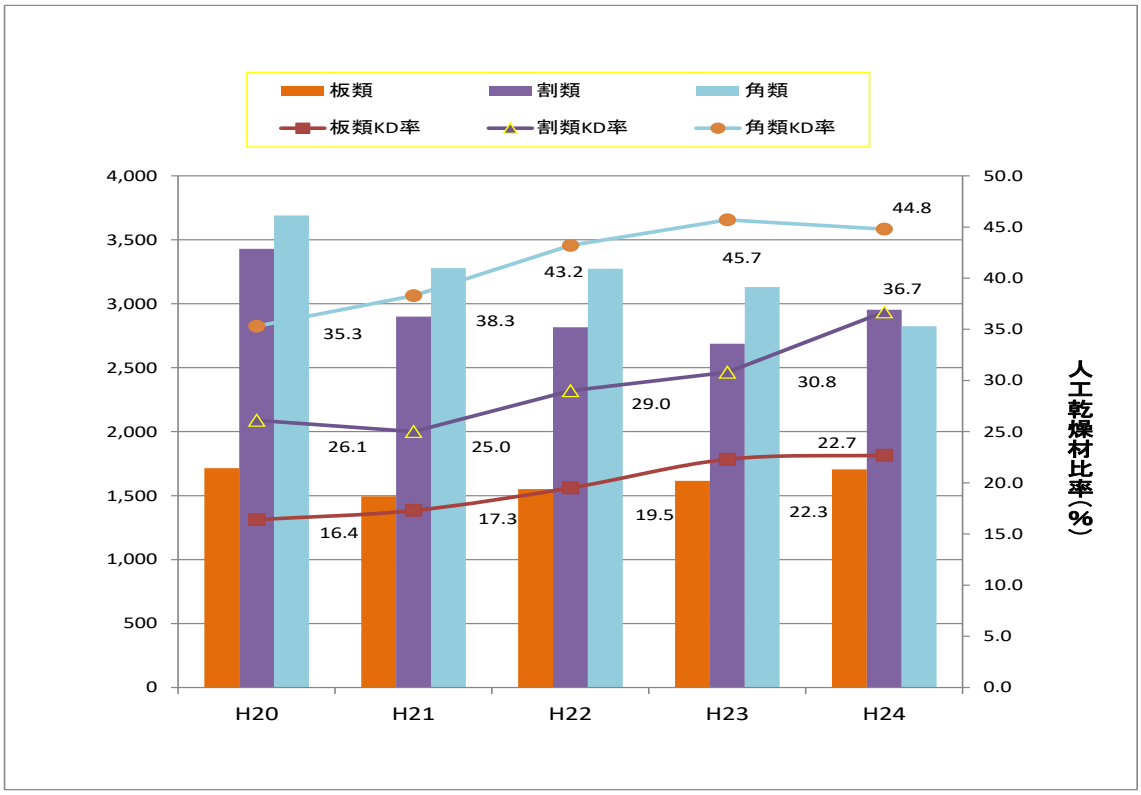


図８　国産材の構造用製材の人工乾燥の普及状況

参考資料：農林水産省「木材需給報告書」

れる機会が増えるが、木材の幅が大きくなると乾燥時間が長くなり、品質管理も難しくなる。乾燥時間が長くなれば乾燥に必要なエネルギー消費量が多くなるし、原料費のアップや生産効率の低下、歩留まりが下がるなどの理由でコストも上昇する。品質の高い製品を提供するには、部材寸法や樹種、あるいは初期の含水率等を考慮して適正な乾燥スケジュールを組むことが重要になるが、長年の研究や実績から適正な乾燥スケジュールが把握できている幅 12cm を超える材料については、特殊な乾燥手法の採用や、研究者や技術者の個人の能力に頼らざるを得ない状況にあり、品質には地域差があることを理解しておかなければならない。

天然乾燥を採用する場合は、部材サイズが規格化される住宅用管柱、横臥材では‘見込み生産’により、対応可能と思われるが、着工から竣工まで単年度の予算で実施される公共建築物等には、時間の制限から天然乾燥材の使用は困難と考えられる。時間だけでなく、経験から生まれた、より高いノウハウも求められ、仮に天然乾燥材を設計者等が望むのであれば、木材が生物資源であることを十分に理解して手配と工程が組まれるべきである。

構造用集成材等に代表される EW は、構造用製材と比較すると強度性能にバラツキが小さく、含水率を容易に 15%以下にコントロールできるため、信頼性が高い材料として、非住宅の木造建築物に広く使われてきた。構造用製材の JAS 規格化がなかなか進まない中、EW は JAS 規格が基本になっている。EW は、単に「木材を細分化したエレメントを接着剤等で再構

成」する材料ではなく、「工学的手法によって強度性能が保証される材料」であるため、工場の自主的な品質管理基準・品質管理手順だけでは、ユーザーの信頼性を確保できないことがその理由としてあげられる。

(3)　納期

木材は多段階の工程を経て建築の現場に運ばれるため、それぞれの工程で必要な時間を考慮すると、発注から納入に至るまで、時間を要する材料である。ここでは伐採と木材乾燥に着目してみたい。

まず伐採の現場では、森林環境も踏まえて実施する必要があるため、長期的視点に立った施業計画の下、実行しなければならない。したがって木材の使用量が多くなる場合には、施業計画とのマッチングが必要で、需要側と供給側の早めの調整が求められる。また猛暑や積雪、虫害等への配慮から１年中、伐採できないため、需要側は供給側の慣習を踏まえて材料の調達計画を立てることが望まれる。

次に木材乾燥は、「（２）品質」で述べたように、適切な材料を生産するには十分な時間が必要な工程である。人工乾燥は天然乾燥と比較すると、乾燥期間が短くなると期待されるが、乾燥の 1 番の目的は品質の向上であり、無理なスケジュールで乾燥させることは避けなければならない。断面寸法が大きくなる程、時間を要し、また乾燥スケジュールの組み方によっては、天然乾燥だけの乾燥と比較して、より時間がかかることもある。

ところで木造住宅の現場を例にあげると、コンクリートの養生期間を考慮しても着工後、約 40 日程度で建て方ができる。しかしこの期間では発注を待って木材の伐採を始めると、納期に間に合わせることはできない。住宅の戸数が多くなれば納期を守ることは、より困難な状態になる。そこで住宅市場では木材の供給を、次のようなリスクはあるが、見込み生産で対応している。

表２　構造用製材と構造用集成材の規格寸法の一例

	幅	長さ	背(mm)									
	mm	mm	105	120	150	180	210	240	270	300	330	360
構造用製材	105	3000	○		○	○	○					
		4000				○	○	○	○	○		
		6000	○									
	120	3000		○	○	○	○					
		4000					○	○	○	○		
		6000		○								
構造用集成材	105	3000	○		○	○	○					
		4000				○	○	○	○	○		
		6000	○								○	○
	120	3000		○	○	○	○					
		4000					○	○	○	○		
		6000		○							○	○

＊製材所、集成材工場により異なる。

① 変化に弱い。
② つくり過ぎや動作・運搬等のムダが生じる。
③ 製品の停滞が生じる。

この見込み生産は、材料が継続的に一定量出荷されること、寸法等の規格化（表 2 参照）がなされることで成立する生産体制である。寸法が限定されれば大量生産も容易になるため、コストパフォーマンスにも繋がる。しかし住宅市場の発注は‘継続性’が見込めることに対し、公共建築物等の発注は一過性であること、空間の大きさ、構造形式等が多様で寸法の規格化ができないことから、発注を‘待って’からでなければ基本的には材料の調達はできない。

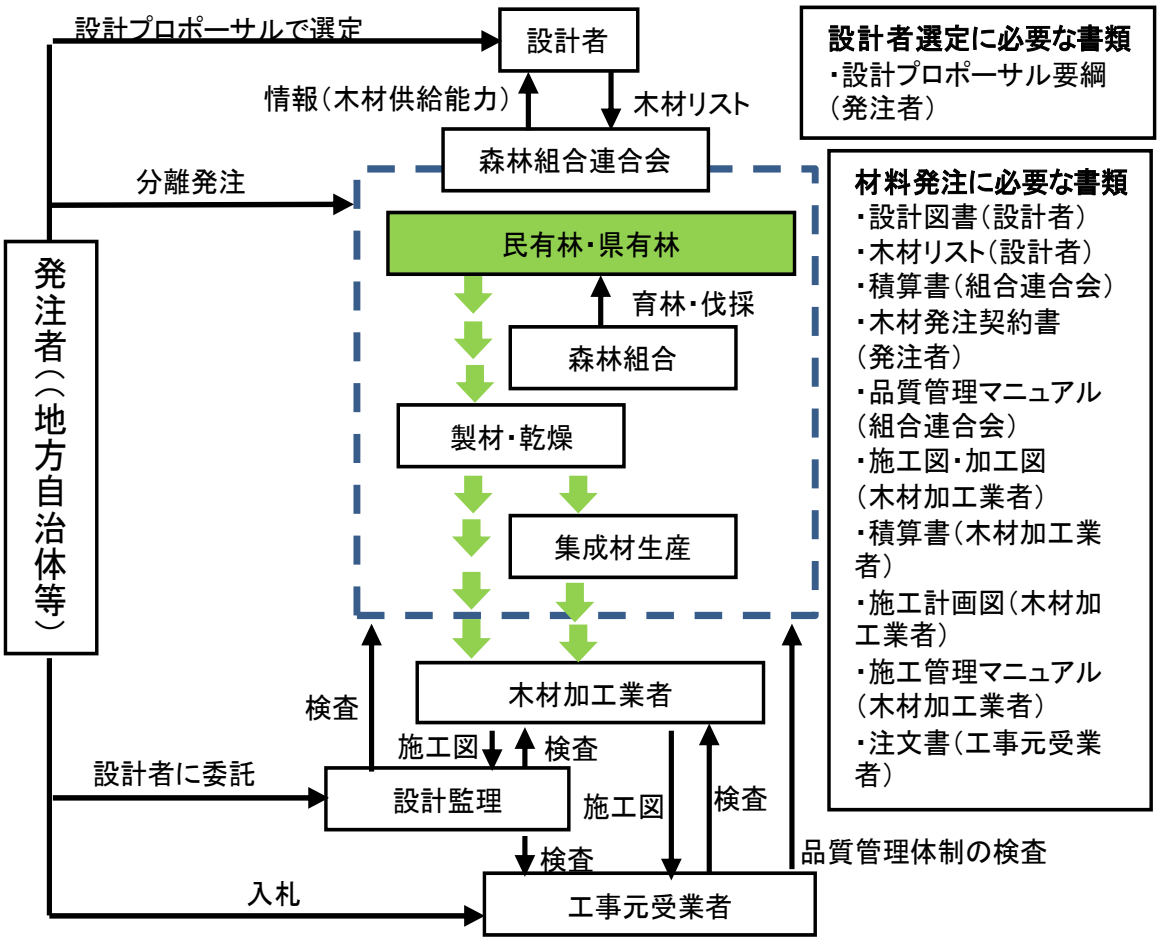


図 10　愛媛県立武道館の発注形態の概略

ここで生じる納期の問題は、木材の伐採から加工に至る木材供給の工程をリード・タイムとして工事の工程表が組まれることで解消されると思われるが、単年度発注が基本である公共建築物では、なかなか理想の工程が組めない状況にある。そこで工事の発注とは切り離し、発注者が地元の木材関連産業と契約を結び、材料の調達を開始する分離発注という方法に注目が集まっている。しかしこの分離発注は、確かに材料を準備する時間の確保には適切な方法であるが、いくつかの事前に解決すべき課題があることを理解して、対策を講じて実行することが必要である。ここで参考までに、愛媛県立武道館の分離発注の大まかな体系を図 10 に示す。

5　設計者と木材供給側間の対話の必要性

公共建築物等の木造化促進に向け、「2　木造建築物と設計」で述べたように、設計者は木材の、あるいは木造の知識を身につけることが必要である。また「4　設計者が知るべき木材供給側の情報」で述べたような状況を、設計者は理解し、一方で木材関連企業は、住宅と非住宅建築物の相違を建築側から学び、公共建築物等の木造化実現に向けて、発注者や設計者が不安にならない供給体制をつくっていかなければいけない。

この解決策のひとつが、仮に地域材を使って地元に公共建築物を建てようとした場合を想定し、何が課題になるかの議論を交わす機会を設けることである。しかしこの議論が活かされる具体的な建物の発注が、長い期間なければ、時間とともにこの付き合いはトーンダウンすることは必然である。またこの議論を‘試す’、試行錯誤の場を発注者が提供することは、納期、コスト、品質面で多大なリスクがある。そこで愛媛県木材協会で提案されたのが、屋根架構に実際に使うことを想定したトラスの試作と実験の実施である。

6　トラスの特徴

トラスは構造形式のひとつで、部材を三角形を基本にして組んだ構造で、比較的断面の小さい部材を組み合わせて、支点間距離の長い、断面の大きな梁に代わるシステムを構築できることから、大きな空間の屋根や木橋（写真 7、8、9、10 参照）を、住宅で使われる程度の断面の材料で組むことが可能になる。構造用製材は「4　設計者が知るべき木材供給側の情報」で述べたように寸法の制限を受けるが、この構造形式を取り入れることができれば、住宅用に寸法が規格化された木材（以下　流通材）を使って公共建築物等で求められる、広い空間の屋根も架けることができる。そのため近年、JASA3301 で推奨している屋根用のトラスをはじめ、流通材を使ったトラスの規格化を図ろうという動きが活発になっている。

写真７　ハウトラスで架けられた木橋
（大阪府）

写真８　屋根付き橋
（高知県）

写真９　立体トラスで架けられた木橋（側面）
（滋賀県）

写真 10　立体トラスで架けられた木橋（正面）
（滋賀県）

７　トラス作成の目的

平成 28 年度、愛媛県木材協会は、県内を東予、中予、南予の 3 つの区域に分け、各区域の設計者と製材所、木材加工業者が協力して、それぞれ 2 つの支間長 8m のトラスを作成し、愛媛県林業研究センターで、破壊試験を実施した。この当初の目的は、以下のとおりである。

①　設計者は、木材関連企業と協力することで、「4　設計者が知るべき木材供給側の情報」をいくつか学ぶことができる。

②　木材関連企業は、設計者と協力してトラスを組み立てることで、建築側のニーズを学ぶことができる。

③　木材関連企業は、設計者と協力してトラスに必要な材料を提供することで、公共建築物等の木造化に向け、木材供給のシミュレーションができる。

④　設計者と木材関連企業が、話し合いの場を持つことで、具体的な建物の計画にあたり、相談相手ができる。
⑤　推奨するトラスを絞り込み、ディテールを明確にすることで、支間長が 8m 程度のトラスであれば、簡単に実施設計に取り込むことができる
⑥　上記⑤は、価格も設定できることから、基本構想、基本設計に活用しやすい。

8　波及効果

4m 以下の材料を使って支点間の長いシステム（写真 11、12 参照）を構築できれば、大断面集成材の JAS 認定工場が少ない愛媛県内においても、他県の企業に頼ることなく、材料の調達から加工、建て方を行うことができる。これは愛媛県木材協会の会員にとって、利益に繋がる話である。

写真 11　トラスで組まれた工場の屋根
（和歌山県）

写真 12　トラスで組まれた店舗の屋根
（山口県）

また寸法の制限を受けた複数の材料でトラスを構成するには、多くの接合部が必要になるため、木造の経験の少ない設計者にとってトラスは、ハードルの高い技法といえる。しかしこの事業に参加した設計者は、平成 29 年度、7 種のトラスを設計し、実験をしたことで、半信半疑であった接合部の構造特性を確認できたこと、また失敗例も見られたが、なぜ期待通りの耐力が出なかったのかを目で見て確認できたことは、貴重な体験であったのではないか。さらに改良型のトラス実験をすることで、その知見は深まったものと想像できる。このような実験を通じて確認項目や計算方法の実証ができれば、設計者は自信をもって木造トラスの採用に踏み切れる。そのチャンスを、木材供給側が提供したことは、営業的視点から費用対効果が高く、これまで他県では見られなかった有意義な試みになったのではないだろうか。

加えて、現在継続中のクリープ試験（写真 13）は、材料については実験報告がみられる（写真 14、図 11 参照）が、トラスでの実験事例は希有である。この結果は、この事業に関わる県内の設計者、木材関連企業に勤める技術者だけでなく、木造建築物の普及率を高めていくためには公開することが求められる有意義な実験である。特に構造用製材のクリ

ープ試験で見られたメカノソープティブ変形が、トラスについても起こるのか、またトラス特有の変形性状がみられるのかが、ポイントになる。

平成初期の大規模木造建築物は、極めて単純な構造であった。しかし近年は、視覚的にもアピールの高い架構形式が望まれている。今回のトラス実験で設計者が学んだ接合部の技法の応用により、違った形式のトラスの設計計画も可能となり、少し複雑な屋根架構（写真 15、16、17、18 参照）へと発展することも期待できる。

写真 13　トラスのクリープ試験
愛媛県林業試験場にて

写真 14　構造用製材のクリープ試験
高知県立森林技術センターにて

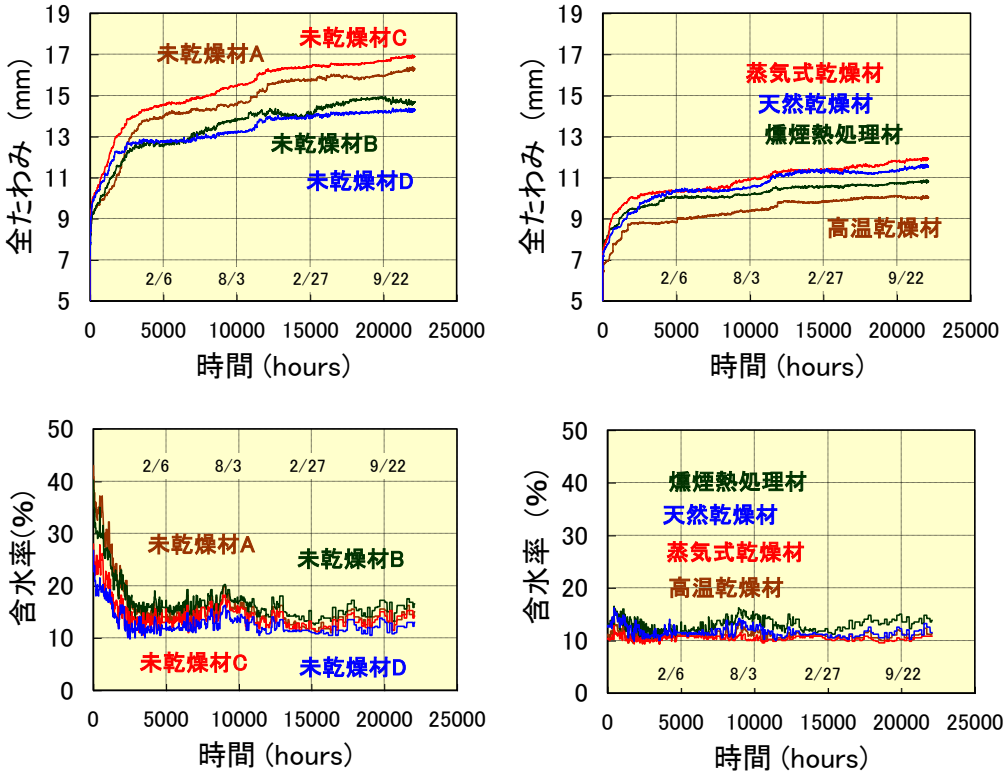


図 11　構造用製材のクリープ試験の結果

資料提供：宮崎県木材利用技術センター

写真 15　住宅用規格寸法の構造用集成材を活用して設計された愛媛県立武道館

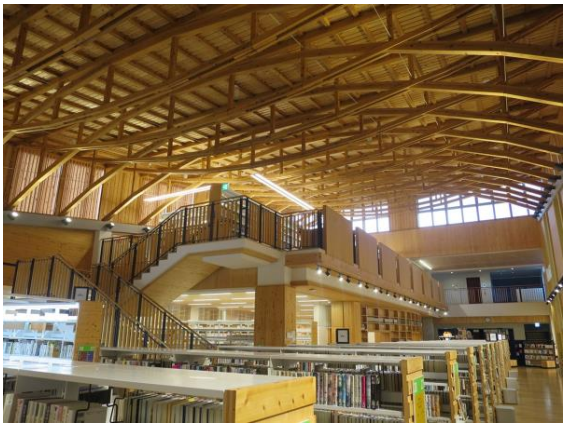


写真 16　住宅用規格寸法の構造用製材を活用して設計された　茂木町の図書館

写真 17　住宅用規格寸法の構造用製材を活用して設計された　二ツ井道の駅

写真 16　住宅用規格寸法の構造用製材を活用して設計された　二ツ井道の駅

9　信頼される木材の提供と管理体制

設計者が、接合部がポイントとなるトラスの採用に踏み切るにあたり、適切な品質管理がなされた材料の供給が不可欠である。ここで求められる品質とは、引き渡し時だけでなく、経年変化も踏まえた品質である。

木材を公共施設等に使用する際、当然、木材を供給する側は、コンクリートや鋼材と同様の品質管理体制をとる必要があり、含水率や強度区分等の管理にあたっては、品質管理要領書や品質管理記録等の作成も必要になる。平成 28 年、迅速な違反是正や事故・災害対策の実効性の確保を図るため、特定行政庁は、建築材料を製造した者等に対し、報告の徴収等の調査権限を充実することとなり、こうした変化への対応にも順応していかなければならない。

これらの作業は住宅市場が主流であった木材関連産業にはない慣習で、これまでも発注者や監理職員などの要求に戸惑う場面が多々見られている。しかし品質管理要領書は、ひな

型を作成しておくことで、作業の軽減化がなされる。また品質管理記録簿や記録写真も要領がわかれば日常の作業に組み込むことも可能で、その必要性がわかっていれば、積算の段階で管理費を見込んでおくこともできる。よって愛媛県内の公共施設の木造化促進を睨み、ワーキング・グループ等を立ち上げ、RC 造や S 造の監理経験者を交えて、必要な書類のひな型の作成や、品質管理の方法を体験する機会が増えることが望まれる。

10　望まれる産学官の連携

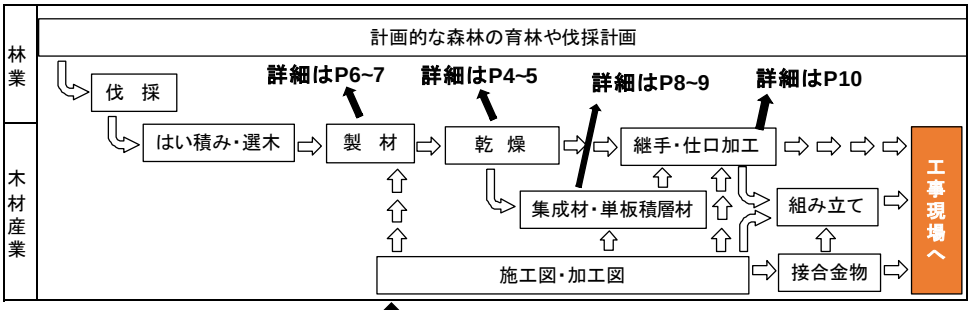
まだ成熟していない公共建築物等の市場において、地域材を使った公共建築物等の木造化の促進を進めるには、当面、設計者および木材関連企業の相談相手が必要である。比較的木造化に向け巧く流れが創れる県には、公共の試験場や木造・木材の分野を持つ大学機関があり、有能な研究者がいて、具体的な案件に対し、何が課題となるかの相談に応じ、知識と経験に基づき、必要な場合は実験を実施して、技術的な課題の克服にあたっている。地域に根付いた研究者や実務者は、地域特有の利点や課題も周知していることから、工事発注後のトラブルも最小限に抑えることができる。

また今回のトラス実験を通じ、県と試験場、そして実務者の連携ができたことで今後、試験場を中心に木造化に向けた課題整理や、技術の向上が図れれば、必然と公共建築物の木造化率（平成 27 年度　14.8%　全国 22 位）があがっていくものと期待される。

（参考資料）

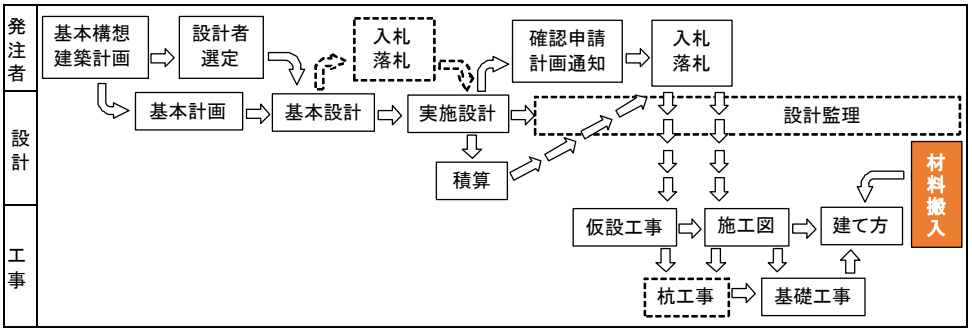
中大規模木造建築物　躯体工事ができるまで

その1：木質材料供給の現場の流れ

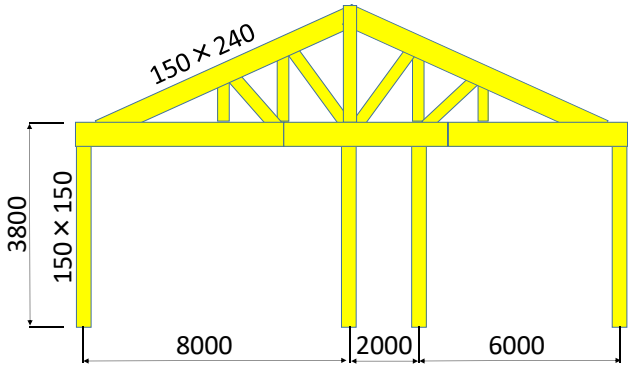


その2：建築現場の流れ

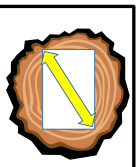
課題：木質材料の生産には時間が必要
→現場の工程に間に合わない！→詳細はP11



地元の山の木で中大規模木造建築物を建てたい→必要な調査項目



断面寸法



150×240の梁材が必要！

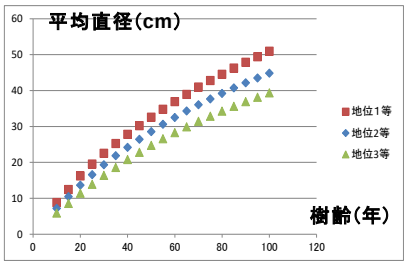
⇩

対角線の長さ以上の径の丸太が必要

$$径 \geq \sqrt{(150)^2 + (240)^2} = 284 \quad mm$$

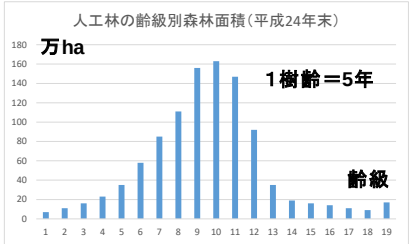
⇩

例えばスギ、成長に何年必要か？
＊ある山の樹齢と平均直径のグラフ（下図）の場合→約45年



⇩

では地元の山はどうなっているか？
→例えば日本の人工林の齢級別構成（下図）→9齢級～11齢級は豊富



⇩

しかしもし150×360の寸法だと、樹齢80年（16齢級）以上の丸太が必要→希少な資源の活用？

強度区分

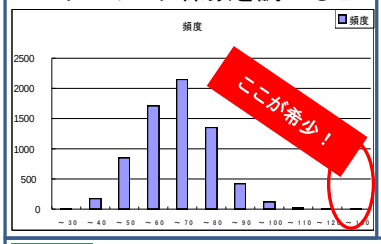
平12建告第1452号　スギの機械強度等級区分を見る

等級	基準強度（N/mm²）		
	圧縮	引張	曲げ
E50	19.2	14.4	24.0
E70	23.4	17.4	29.4
E90	28.2	21.0	34.8
E110	32.4	24.6	40.8
E130	37.2	27.6	46.2
E150	41.4	31.2	51.6

そこでE130を選んでみた。
→材料が手配できない！

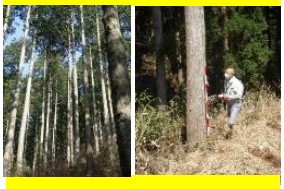
⇩ WHY?

スギのヤング係数を調べると



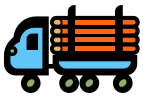
長さ

そもそも山に真っ直ぐな樹木があるか



特に指示がなければ規格材等にあわせて2m、3m、4mの長さに山で切る！

長いと運搬に制限！



量

工期にあった、近くの山の‘使える樹木’のデータ整理が必要！

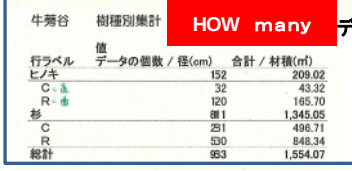
計画的に・間伐や主伐を実施し、これを建築に利用

WHERE

②町有林の面積及び材積量等について
【補助別区域一覧】

No	区　域	面積 (ha)	樹種	本数	材積(㎥)	間伐率	間伐材積
1	H21－1－四	4.96	杉	3,968	2,722	0%	0
2	H21－3－四	8.16	杉	7,344	4,523	20%	904
3	H21－4－四	4.50	杉	4,050	2,494	20%	498
4	H22－1－四	8.12	杉	7,308	4,501	20%	900
		2.00	ヒノキ	2,200	708	10%	71
5	H24－3－四	6.33	杉	5,697	3,509	0%	0
		0.71	ヒノキ	781	251	10%	25
合計		34.78		31,348	18,708		2,386

HOW many



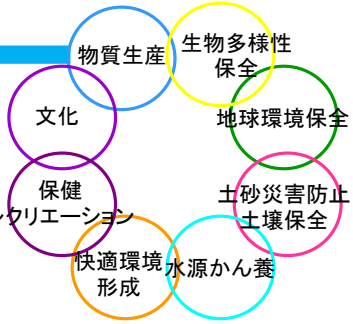
牛蒡谷　樹種別集計

行ラベル	値 データの個数 / 径(cm)	合計 / 材積(㎥)
ヒノキ	152	209.02
C	32	43.32
R	120	165.70
杉	881	1,345.05
C	251	496.71
R	530	848.34
総計	953	1,554.07

データ

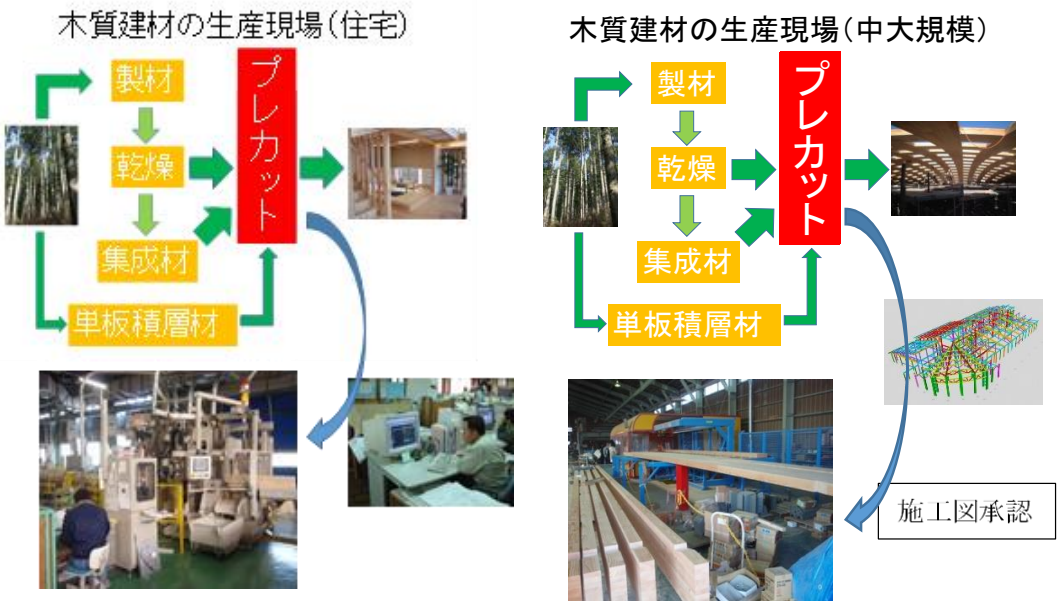
持続可能な林業が森林の機能を支える

森林の8つの機能



森林経営計画：森林所有者または森林の経営の委託を受けたもの（通常、森林組合）が、まとまった民有林を対象に、効率的な森林の施業と森林の目的に、5年を1期として計画

木材加工の現場



	在来軸組工法の住宅で使われているプレカット機	中大規模建築物で使われているプレカット機
長所	加工精度が高い 加工スピードが速い コスト・パフォーマンスを期待できる 入力が比較的容易	加工精度が高い 比較的断面が大きく・長い材料も加工可能 CAD入力により一台の機械で様々な加工が可能 CADとの連動で複雑な加工も可能
短所	取り扱える材料寸法に　かなり制限がある 各機械で加工できる仕口・継手の形が限定される	高度な技術と経験がオペレーターに求められる 初期投資がかかる

木材加工の現場

構造用製材の日本農林規格

区分			基準 1級	基準 2級	基準 3級
節	狭い材面		径比が20%以下であること	径比が40%以下であること	径比が60%以下であること
	広い材面	材縁部	径比が15%以下であること	径比が25%以下であること	径比が35%以下であること
		中央部	径比が30%以下であること	径比が40%以下であること	径比が70%以下であること
集中節	狭い材面		径比が30%以下であること	径比が60%以下であること	径比が90%以下であること
	広い材面	材縁部	径比が20%以下であること	径比が40%以下であること	径比が50%以下であること
		中央部	径比が45%以下であること	径比が60%以下であること	径比が90%以下であること
丸身			10%以下であること	20%以下であること	30%以下であること
貫通割れ		木口	木口の長辺寸法以下であること	木口の長辺寸法の1.5倍以下であること	木口の長辺寸法の2.0倍以下であること
		材面	ないこと	材長の1/6であること	材長の1/3であること
目まわり			木口の短辺寸法の1/2以下であること		—

平成12年建設省告示第1452号

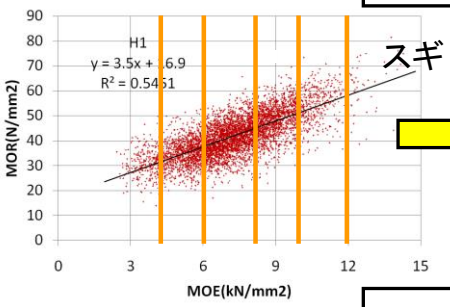
例えばスギであれば

区分	等級	基準強度(N/mm^2) 圧縮	引張	曲げ	せん断
甲種構造用	一級	21.6	16.2	27.0	1.8
	二級	20.4	15.6	25.8	
	三級	18.0	13.8	22.2	
乙種構造用	一級	21.6	13.2	21.6	
	二級	20.4	12.6	20.4	
	三級	18.0	10.8	18.0	

甲種構造材：主に曲げを受ける構造材が対象

乙種構造材：主に圧縮を受ける構造材が対象

目視等級区分

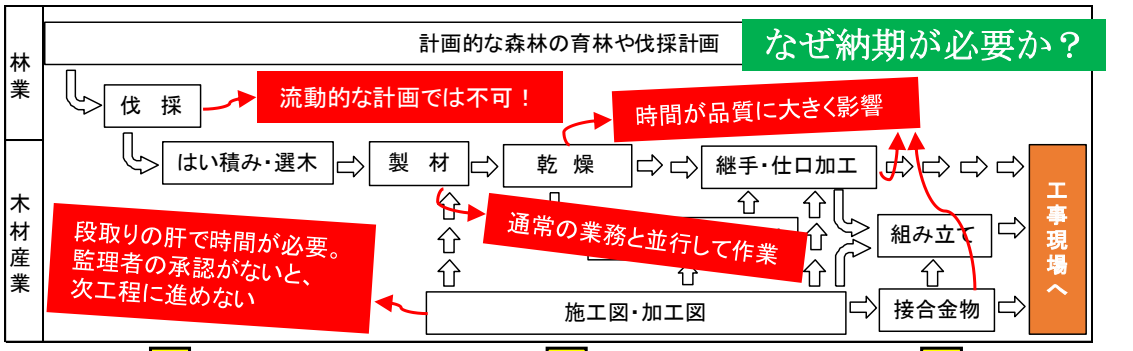


樹種：スギ

等級	基準強度(N/mm^2) 圧縮	引張	曲げ	せん断	めり込み
E 50	19.2	14.4	24.0	1.8	6.0
E 70	23.4	17.4	29.4		
E 90	28.2	21.0	34.8		
E110	32.4	24.6	40.8		
E130	37.2	27.6	46.2		
E150	41.4	31.2	51.6		

機械等級区分

木質材料は納期のかかる材料？→その理由と対策案



対策1:見込み生産

見込み生産：注文を受ける前に必要な寸法・品質および量等を見越してあらかじめ生産し、注文があった時に出荷する。

見込み生産のメリット：
① 注文に応じ、即納可能。
② 大量生産に適し、コストパフォーマンスも期待

存在するリスク：
① 変化に弱い。
② つくり過ぎや動作・運搬等のムダが生じやすい。
③ 製品の停滞が生じやすい。

本方式を導入するための条件
1：部材寸法の規格化
2：継続した受注

公共建築物に向かない!?：
①用途が多様
②空間の広さ・階高が多様
③発注が‘一過性’

そこで

用途を限定
①共同住宅
②老人福祉施設
通常の業務とのバランスがポイント

住宅用の規格部材をくみ上げて小屋組を構成
工賃も含めコスト計算することが重要

対策2:EWの選択

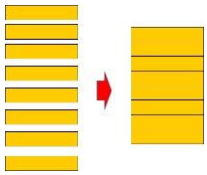
EW（エンジニアード・ウッド）：工学的手法によって強度性能を保証した工程を経た木質材料。

EWのメリット：
①細分化した木材を乾燥させるので、乾燥時間が短い。
②15％以下の含水率も容易。

存在する課題：
① 県内にEWの生産工場がない場合がある。
②「羽柄材を接着剤で再構成した材料、耐久性が低い、健康問題を発生させる」など誤解が多い。

構造用集成材の幅を規格化

構造用集成材を構成するラミナ寸法を規格化する。

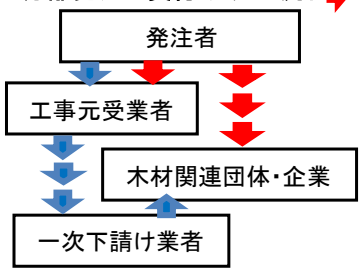


メリット：
①ニーズに応じた梁背、長さに対し、流動的に生産可能
②幅を規格化できれば接合も規格化が可能

対策3:分離発注

分離発注：工事と切り離して材料調達の発注をすることで、工事請負業者が確定する前に材料の準備をすすめる。

一括発注の契約・注文の流れ
分離発注の契約・注文の流れ



分離発注のメリット
①丸太の調達時間に余裕が生まれる。
②必要な乾燥時間を確保することが出来る。
③通常の業務と並行して製材等の生産体制がとれる。

存在するリスク：
①木質建材供給者側と需要者側の品質に関する認識の違い
②数量の過不足（設計図書が整わない状況で材料の準備を進める必要がある）
③施工図承認が下りなければ明細・数量が確定しない
④保管が必要（品質管理、管理費の発生、横持料の増加、キャッシュフロー　etc）