

第2章 木造建築物のコストと設計施工のポイント

2-1 過去の調査等から整理した木造建築物の建設コスト

2-1-1 本書における建築物に関わるコストの考え方

規模の大きな公共建築物等を木造とすることを検討する場合には、木造建築物の実績やコストデータが少ないことから、建設コストに関する疑問や不安が生じる。

一方、様々な調査や研究で、木造でのコスト、他構造でのコストなどの整理がなされており、それを目安としコスト比較等を含めて木造とするかどうか、といった初期検討を進めることが考えられる。しかし、これら過去のデータをそのまま比較資料として用いることは正確ではなく、発注者をはじめとする関係者に誤解を与えてしまう資料になりかねない。理由としては、昨今材料費・人件費が短期間で大幅に上昇していること、木造といっても幅が広くどのような設計を行うかでコストが全く異なることが挙げられる。そこで、本書では、木造を検討する際に、どういった計画とするとコストが上がってしまうか、またはコストを下げるができるかというポイントを示すこととする。

2-1-2 木造とした場合にコストをコントロールする手法

発注者が公共建築物等の木造化や木質化を積極的に推進するにあたり、「建設費が他の構造よりも高くなること」、「維持管理費が他の構造よりも高くなること」などのコストについての懸念が課題の一つとなる。過去の事例では、他構造と比較して建設費がコスト高となった事例や、竣工後あまり年数の経たないうちに想定外のメンテナンス費用が必要となった事例が実際にあることが、上記のような懸念を持たれてしまう要因の一つとなっている。しかし、設計上のポイントを押さえおけば、木造建築物においても適正コストを見据えた設計、維持管理を見据えた設計というものは可能である。

ここでは、建設コスト、維持管理コストに分けて、これまでの調査や研究等の知見からコストを抑えるためのポイントを整理する。

●木造建築物におけるコストの傾向（規模の視点から）

木造建築物のコストについて建築物の規模という視点で見た場合、どのような傾向があるのかを調査した結果が、木のまち木のいえ推進フォーラム平成22年度報告書¹⁾に示されている。表2.1.1はその調査対象となった物件のデータを示したものであり、図2.1.1はx軸を延べ面積、y軸を建設費としたグラフに表2.1.1に示した物件をプロットしたものである。また図2.1.2はx軸を延べ面積、y軸を材積としたグラフに表2.1.1に示した物件をプロットしたものである。

図2.1.1において、破線は民間の物件の相関式、実線（太線）は公共建築物の相関式、実線

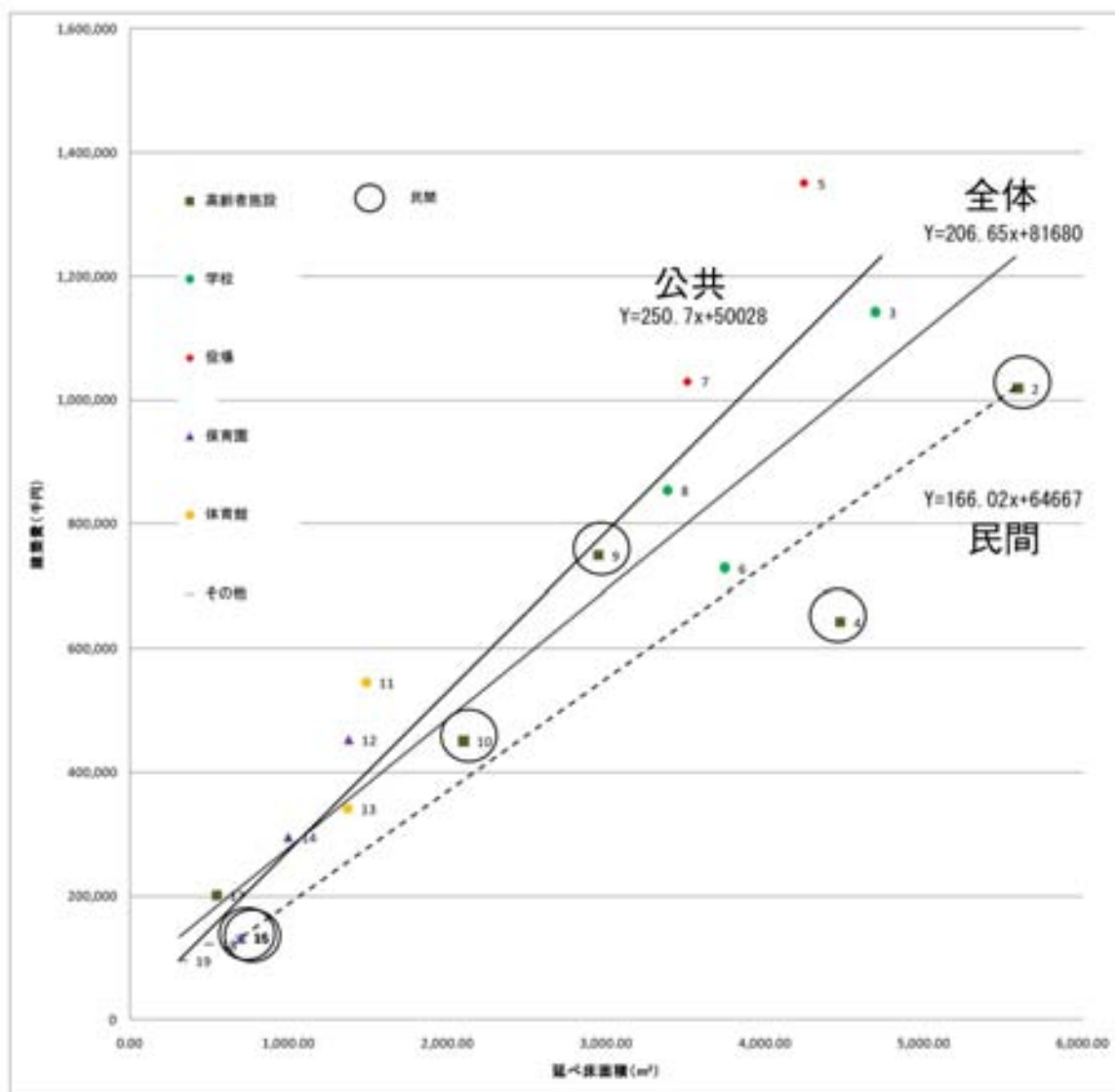
(細線)は全体の相関式を示している。この調査では民間物件においては公共建築物よりもコストが抑えられる傾向があった(民間の平均は196,226円/㎡、公共の平均286,929円/㎡、全体の平均は258,286円/㎡)。ただしこの傾向については、民間の物件が特別養護老人ホームに偏っている影響が出ている。

図2.1.2において、実線は製材のみで施工したもの、一点鎖線は製材+集成材利用で施工したもの、破線は集成材利用で施工したものの傾向を示している。この図からは、規模が大きくなるほど集成材を利用した方が材積を減らすことができること、集成材の利用によって全体のコストを抑えることができる傾向が読み取れる。これは、集成材の場合には、ヤング係数や強度等が明確な製品を利用し、構造上効率的な設計を行う傾向が強いことが現れている。一方で規模の小さいものであれば、製材のみの利用で十分コストを下げる事が可能である。なお、この調査においては、収集データ数が少ないため今後データ収集が進めばより詳細な概算が可能となる。

表 2.1.1 木造建築物の面積(㎡)あたりの建築費と材積

No	名称	延べ面積(㎡)	建設費(千円)	材積(m ³)	面積あたりの建築費(円/㎡)	面積あたりの材積(m ³ /㎡)
1	稲荷山養護学校	14,461.00	4,025,425	3761.43	278,364	0.2601
2	特養 洋寿荘	5,587.17	1,018,500	1330	182,293	0.2380
3	茂木中学校	4,688.63	1,142,000	1163	243,568	0.2480
4	ケアセン明治清流苑	4,469.23	642,480	866	143,756	0.1938
5	宮代町役場	4,242.50	1,350,000	553	318,209	0.1303
6	能代市浅内小(校舎)	3,743.26	728,466	724	194,607	0.1934
7	足寄町役場	3,508.44	1,030,050	303	293,592	0.0864
8	三川町立東郷小学校	3,381.00	853,965	1222	252,578	0.3614
9	特養 竜爪園	2,946.20	748,650	352.6	254,107	0.1197
10	ケアハあじさいの里	2,098.65	450,450	670	214,638	0.3193
11	朽木小中屋内運動場	1,483.28	545,404	365	367,701	0.2461
12	中津川保育園	1,373.31	452,400	336.363	329,423	0.2449
13	能代市浅内小(体育館)	1,369.74	340,660	329	248,704	0.2402
14	おおぞら保育園	994.45	295,345	267.51	296,993	0.2690
15	赤水保育園	699.62	131,278	187	187,642	0.2673
16	農産物直売所	688.44	134,194		194,925	
17	老福セン なごみの里	541.93	200,924		370,756	
18	北信森林管理署	494.19	121,401	109.65	245,657	0.2219
19	水鳥・湿地センター	328.5	95,241		289,927	
	平均	3,005.24	752,991	783.72	258,286	0.2275

空欄は不明。網かけ(No.1、3、4、5、7、8、9、11)は、一部RC造等の建築物



No.1の物件については、建築デザインの関係から建築費が突出していたため、分析から外している。

図 2.1.1 木造の公共建築物と民間建築物の建築費と延べ面積の比較

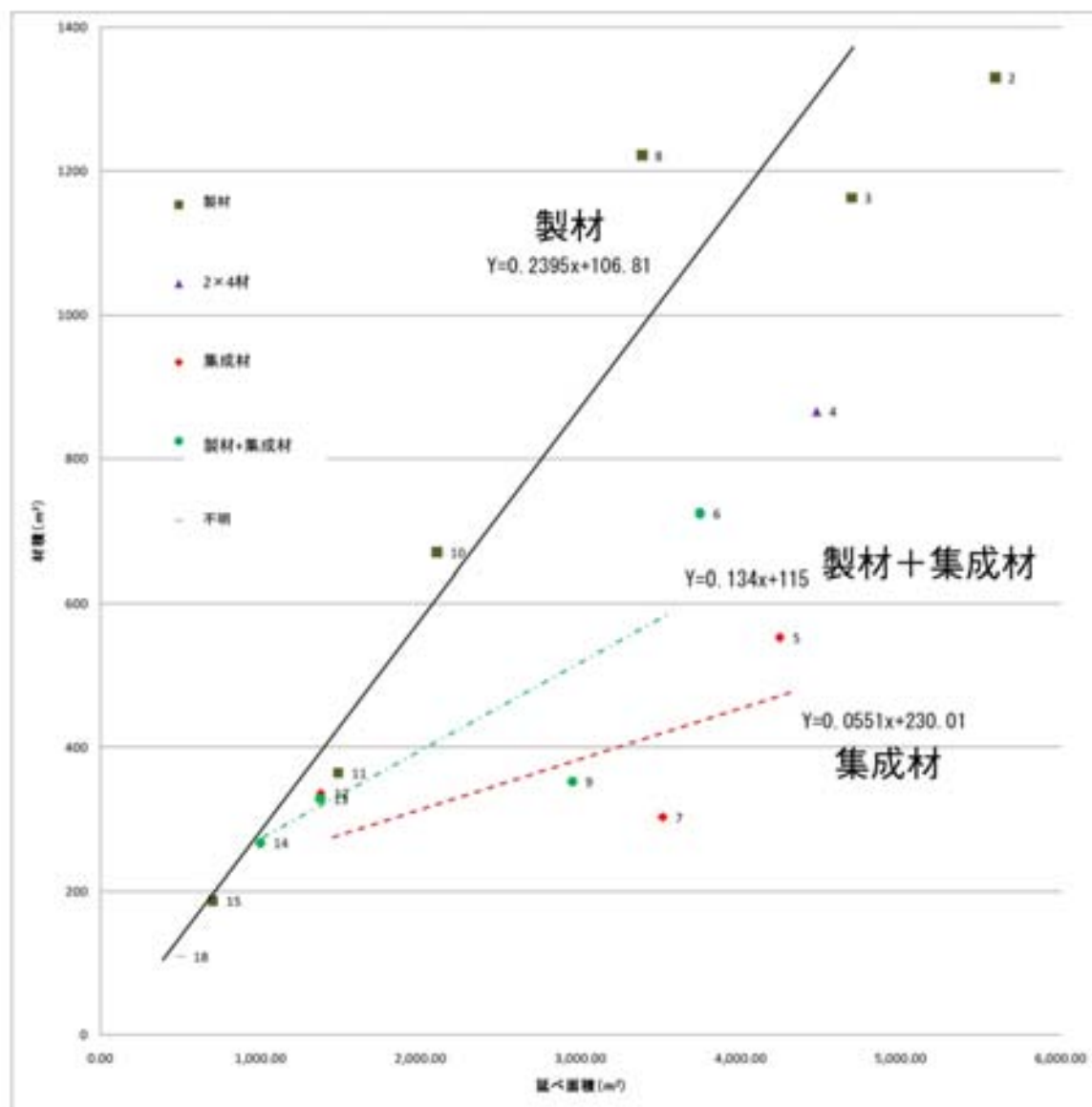


図 2.1.2 木造建築物の材積と延べ面積（材種類別）

●建設コスト

木造建築物の計画を進める場合に建設コストを抑えるポイント²⁾を、以下に示す。ただし、取り組む建築物の条件等によって異なるため、その条件に応じて適切な選択を実施していくことが必要となる。

□できる限り一般流通材・定尺材を活用する

一般流通材や定尺材を使用し、特殊な丸太や大径材、長大材を使用しない、特殊な加工が必要な材を使用しないことで建設コストを抑えることができる。普段木造との接点のない設計者は、主に住宅で使用される一般流通材の寸法（例えば 105mm 角、3m 材など）を知らず、特殊な寸法が必要な設計とし、そのまま発注してしまうことがある。そ

の場合、木材の調達に立木から行う必要が生じ、材料価格は高くなり建設コストが上昇することになる。設計上は、なるべくそのような特殊な材を控えることで、構造体のコストを抑えることが可能である。材料の調達については、各地で価格等が異なるため、建設地の状況や山林の状況を考慮して検討することが必要である。

□生産性や作業性のよい設計とする

計画する建築物の用途・規模によって対応の方法は異なるが、在来の技術と地域の職人でまかなえる計画とする、接合部のディテールの種類を統合するなどの工法の単純化・合理化を図る、プレカット工法など生産性の高いものを採用する、特殊な構造・技術や部材資材が不要なスパンや階高・ディテールにするなどの工夫によって構造体のコストを抑えることが可能である。

□全てを木造とするのではなく、混構造による効率的な構造を検討する

全てを木造として設計することで、長いスパンの部材などを利用しなければならないといったことなどからコストが上がってしまうことがある。適材適所を考慮し、RC造やS造を効果的に取り入れることで、建物全体のコストを抑えることができる。

今回示したポイントは一部であり、これら以外にもコストを抑えるためのポイントはあるため、各プロジェクトにおいて、設計を進めていく中で適宜コスト低減可能な部分については検討することが重要となる。

●維持管理コスト

維持管理コストについては、木造では雨がかりになる部分、特に外装に木材を使用した場合に注意が必要である。この部分については、定期的な塗装、張り替え等の対応が必要となるため、設計上そうした部分を減らす工夫、また足場を組まずに塗装ができるような工夫など、維持管理を想定した設計的な配慮が必要となる。

2-1-3 木造と他構造のコスト比較について

2-1-1で示したように、木造と他構造のコスト比較については、プロジェクトの条件、建物の規模、用途などの様々な条件によって異なるため、単純に比較することはできない。単純に構造躯体だけでコスト比較した場合、木造が高くなることも考えられる。しかし、木造と他構造のコスト比較においては、以下の点に注意する必要がある。

□木造では構造形式のコスト評価だけでなく、土工事、地業（杭工事）、基礎工事、躯体工事等を全体として評価する

木造と他の構造をコスト比較する場合に、構造に関わる部分的な比較がなされる場合が多い。しかし実際には、木造として計画される場合に自重が軽くなるため地業に関わるコストが軽減されること、あるいは木工事を増やし他の工種を減らすなどのことでコストを抑えることが可能であるため、総合的な木造としての積算を行うことが必要である。

以下には、建設コスト、維持管理コストに分けて、過去に行われた調査の整理を示す。

●建設コスト

建設コストにおける秋田県立大学の調査³⁾では、

- ・木造は20万円台/m²を中心に大きくばらつく
- ・比較結果はまちまちで、木造が特に高い、あるいは安いということは分からない

という傾向が挙げられており、木造と他構造のコストについては明確な比較はできない。

計画段階で木造と他構造を比較する場合は、2-1-2で示したような設計上の工夫で建設コストを下げている取り組みを実践することを前提とし、木造という建築物以外における波及効果を含めた広い視野での木材を利用していくメリット(2-2-3)や、室内環境を向上させる策としての木材のメリット(2-5-5)なども含めて、他構造よりもメリットの大きな建築物となる可能性を含めて検討することが重要である。

●維持管理コスト

秋田県立大学での調査³⁾では、表2.1.2のように木造、非木造の維持管理費のデータが示されている。木造、非木造の建設年が異なるなど単純に比較できない要因はあるが、適切な劣化対策がとられた木造の維持管理費が必ずしも高いというわけではない。維持管理費の負担を軽減するためにも設計検討時から、維持管理担当者も含めて維持管理計画を立てていくことが必要である。

表 2.1.2 秋田県能代市の既設学校施設に対する構造別維持工事費（平成19～25年度）（千円）

	構造	建築工事	設備工事	計
木造 (7校)	1校平均	11,281	130	11,411
	計	79,966	911	79,878
非木造 (11校)	1校平均	10,495	3,534	14,029
	計	115,446	38,869	154,315

能代市資料よりまとめ

2-1-4 過去の調査データ

2-1-2～2-1-3 で紹介した過去の調査についてのデータを示す。

●秋田県立大学の調査³⁾

この調査では、秋田県内における木造公共施設の用途別建設工事費のデータが示されている（表 2.1.3）。各用途の平均値、最小値、最大値を見ると、同じ用途でも最大値、最小値に大きな開きがあることが分かる。

またこの調査では、コスト削減手法について設計者へのヒアリングが実施され、表 2.1.4 のような意見が挙がっている。さらに、木造でコスト上昇につながる設計を避けることで、プロジェクトを企画する段階での見積から大きく外れることは少なくなるという考え方は示されており、事前にコスト増加につながるポイントを理解しておくことが必要である。

2-1 過去の調査等から整理した木造建築物の建設コスト

表 2.1.3 林野庁等所管国庫補助等により整備した秋田県の木造公共施設の建設工事費（千円/㎡）

用途	施設数	平均値	中央値	最小値	最大値
その他(公衆便所等)	5	441	568	162	631
公共施設(交流センター等)	21	260	244	128	394
保育園	1	228	228	228	228
体育館等(武道場、部室含む)	10	202	198	124	265
病院・福祉施設	7	192	211	120	228
自治会館	48	184	185	135	240
内装木質化	7	41	27	12	81
全体	99	206	197	12	631
(「内装木質化」以外)	92	218	198	120	631
(「その他」「自治会館」「内装木質化」以外)	39	232	228	120	394

表 2.1.4 秋田県能代市の木造小中学校での木材に関するコスト削減手法の例（設計者への聞き取り）

学校	内容
A校	・流通量が多く安価な市販の4寸角材を活用
B校	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な在来軸組構法を採用 ・4寸角以下の流通材を多用 ・5寸角1本の場合と4寸角柱の束ね柱の場合の構造とコストを比較検討し、5寸角では大部分が1本でもつことから5寸角が適当と判断 ・5寸角の柱材の乾燥方法に配慮し、芯持ち材は高温乾燥で芯去り材は中温乾燥で対応 ・体育館でコスト高になりがちな湾曲集成材を用いず市内工場で製作された通直集成材を活用

2-2 木造建築物における補助金・税制等に関する情報

ここでは、木造建築物や内装木質化を図ることによって受けられる国や福島県の補助制度、木造にすることにより影響を受ける減価償却などの各種税制等、また、実質的な建設コストだけでなく地域材利用による地域経済への波及効果について紹介する。

2-2-1 木材利用についての主な補助金

ここでは、福島県、国（林野庁、国土交通省、文部科学省）の木材利用による助成制度を紹介する。

（※いずれの事業も平成 26 年度実施されたものであり、平成 27 年度以降についても同様の内容で実施されているかどうかについては福島県、国等のホームページで確認が必要である。）

表 2.2.1 本書で紹介する助成制度一覧

事業名		対象となる事業等	連絡先
福島県森林環境交付金事業	福島県	市町村有施設、学校並びに未就学児が通う幼稚園及び保育施設 など	福島県農林水産部森林計画課 計画指導担当・森林環境担当 電話：024-521-7425 http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36055a/shinrinkeikaku.html
森林・林業再生基盤づくり交付金	林野庁	木造公共施設整備 など	林野庁林政部経営課 担当者：構造改善班 電話：03-3502-8111（内線6084） http://www.rinya.maff.go.jp/j/keiei/kouzoukaizen/koufukin.html
木造建築技術先導事業	国土交通省	構造・防火面で先導性に優れた設計または施工技術が導入される事業計画であること など	木造建築技術先導事業評価・実施支援室 電話：03-3588-1808 http://www.sendo-shien.jp/26/
学校施設環境改善交付金	文部科学省	学校の新增築、建て替え等	文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課 電話：03-5253-4111(代表) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/zitumu.htm#a002

●福島県森林環境交付金事業（福島県）⁴⁾

福島県森林環境交付金事業は、県民一人一人が参画する森林づくりを効果的に進めるため、地域住民の意向や地域の実情に精通している市町村が、独自性を発揮して創意工夫を凝らしたきめ細やかな森林づくり事業を展開することができるよう、予算の範囲内で森林環境交付金を市町村へ交付するという趣旨の事業である。この事業で地域提案重点枠が設けられており、その中で木造等に関わる補助を定めている。表 2.2.2 に事業実施要領の抜粋を示す。

対象は、「県産材又は木質バイオマスの利活用等による森林環境の保全に資する事業」とされ、市町村有施設、学校並びに未就学児が通う幼稚園及び保育施設において県産材の利活用を行う場合に、工事の場合で 10/10 以内（交付金上限 1000 万円／市町村）、物品の場合で 1/2 以内（交付金上限 300 万円／市町村）の交付を受けることができる。

表 2.2.2 福島県森林環境交付金事業実施要領（抜粋）

対象分野	対象分野の考え方(交付対象経費)	交付率
①県産材の利活用推進	市町村有施設、学校並びに未就学児が通う幼稚園及び保育施設において県産材の利活用を行う場合に、当該事業に要する経費について交付する。(原材料費、備品購入費など) ア 木造・木質化や外構施設整備工事を行う場合に、当該事業に要する経費のうち県産材にかかる材料費について交付する。 イ 木製机椅子などの県産材を使用した物品導入を行う場合に、当該事業に要する経費について交付する。 <注> a 県有施設は事業の対象としない。 b 県産材とは、県内で生育する森林から伐採されたものをいう。 c 材料とは、素材又は製品をいう。 d 木造・木質化における材料には、内装材の外、外壁材や構造材等を含む。 <事業の例示> a 内装木質化における県産材の利活用 学校、文化施設、観光物産施設、レクリエーション施設等 b 外構施設における県産材の利活用 丸太遊具、あずまや、木柵、階段工等 c 林道等の機能向上のための排水施設などにおける県産材の利活用 d 県産材を使用した木製品の導入 児童・生徒用机椅子、教卓、戸棚、本棚、テーブル、ベンチ等	ア 工事の場合 10/10以内(交付金上限 1,000万円/市町村) イ 物品の場合1/2以内(交付金上限300万円/市町村)
②木質バイオマスの利活用推進	市町村有施設、学校並びに未就学児が通う幼稚園及び保育施設にペレットストーブ又は薪ストーブを導入する場合に、当該事業に要する経費について交付する。(備品購入費など) <注> a 設置・取付工事費用を含む。	10/10以内(交付金上限40万円/台)
③その他	上記の対象分野に属さない、創意工夫を凝らした独自の事業を行う場合に、当該事業に要する経費について交付する。	類似する対象分野に準じる(注)

(注)類似する対象分野が存在しない場合は、別に部長が定めることとする。

●森林・林業再生基盤づくり交付金（林野庁）⁵⁾

森林・林業再生基盤づくり交付金は、地域の自主性・裁量を高めることを通じて、森林の整備・保全の推進、林業の持続的かつ健全な発展、木材産業の健全な発展と木材利用の推進などに向けた施策の効率的かつ効果的な展開に向けた取組について一体的に支援を行うものである。表 2.2.3 に実施要綱の抜粋を示す。

木造公共建築物等の整備に、1/2 以内で定額交付される。木造公共建築物等の整備以外には、木材加工流通施設等の整備、木質バイオマス利用促進施設の整備に対しても交付される。

表 2.2.3 森林・林業再生基盤づくり交付金実施要綱（抜粋）

目的	目標	メニュー	事業主体	交付率
木材産業の健全な発展と木材利用の推進	木材利用及び木材産業体制の整備推進	木材加工流通施設等の整備 (1) 木材加工流通施設等整備 ① 木材加工流通施設整備 ② 森林バイオマス等活用施設整備 (2) 木材加工流通施設等整備附帯事業 (1)の施設整備の効果的かつ円滑な実施を図るために必要となる調整活動、新たなマーケットの開拓及び実践的技術の習得活動等	市町村、森林組合、森林組合連合会、林業者等の組織する団体、木材関連業者等の組織する団体、地域材を利用する法人及び地方公共団体等の出資する法人とし、各事業種目ごとに別途林野庁長官が定めるものとする。	(1) 定額(1/2、1/3以内)ただし、各事業種目ごとに別途林野庁長官が定める。 (2) 木材加工流通施設等整備附帯事業定額(1/2以内) (3) 附帯事務費については、定額(1/2以内)
		木造公共建築物等の整備 (1) 木造公共施設整備 (2) 木造公共施設整備附帯事業 (1)の施設整備の効果的かつ円滑な実施を図るために必要となる調整活動、新たなマーケットの開拓及び実践的技術の習得活動等	都道府県、市町村、地方公共団体が出資する法人、特別区、地方公共団体の組合その他「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律施行令」(平成22年政令第203号)第1条に規定する公共建築物の整備主体	(1) 定額(1/2以内) (2) 木造公共施設整備附帯事業定額(1/2以内) (3) 附帯事務費については、定額(1/2以内) ※上限建設費は1施設につき5億円
		木質バイオマス利用促進施設の整備 (1) 未利用間伐材等活用機材整備 (2) 木質バイオマス供給施設整備 (3) 木質バイオマスエネルギー利用施設整備 (4) 木質バイオマス利用促進施設整備附帯事業 (1)から(3)の施設整備の効果的かつ円滑な実施を図るために必要となる調整活動、新たなマーケットの開拓及び実践的技術の習得活動等	都道府県、市町村、森林組合、森林組合連合会、農業協同組合、森林組合連合会、農業協同組合連合会、漁業協同組合、漁業協同組合連合会、農事組合法人、林業者等の組織する団体、地方公共団体等が出資する法人、木材関連業者等の組織する団体、PFI事業者、社会福祉法人、一部事務組合及び民間事業者(地域に賦存する間伐材や林地残材等の森林由来の木質資源(以下「木質バイオマス」という。)の発産総合的利活用に取り組む地域において実施する場合、地域材を利用するために森林所有者等と木質バイオマスの安定取引協定等を締結する場合に限る。)とし、各事業種目ごとに別途林野庁長官が定めるものとする。	(1) 定額(1/2、1/3以内)ただし、各種事業種目ごとに別途林野庁長官が定める。 (2) 木質バイオマス利用促進施設整備附帯事業 定額(1/2以内) (3) 附帯事務費については、定額(1/2以内)

●木造建築技術先導事業（国土交通省）⁶⁾

木造建築技術先導事業は、再生産可能な循環資源である木材を大量に使用する木造建築物等の先導的な整備事例について、その具体的内容を広く国民に示し、木造建築物等に係る技術の進展に資するとともに普及啓発を図ることを目的とした事業である。表 2.2.4 に事業の申請にあたっての条件等を示す。

この事業においては、木造建築物に対して一律に補助されるものではなく、構造・防火等での先導性に優れた設計または施工技術が導入されている必要がある。補助対象としては、調査設計計画費、建設工事費となる。

表 2.2.4 木造建築技術先導事業申請条件

事業の要件	対象事業者	補助金の額
<p>次の①から⑥までの全ての要件に該当するものであることが必要</p> <p>①構造・防火面で先導性に優れた設計又は施工技術が導入される事業計画であること。</p> <p>[評価にあたっての考え方]</p> <p>○ 建築物の木造化・木質化を図るプロジェクトで、構造・防火面での先導性を有するリーディングプロジェクトを評価する。</p> <p>○ 木造化・木質化に係る多様な用途、規模、立地に係る制限等にチャレンジする取り組みを評価する。</p> <p>②使用する材料や工法の工夫により整備コストを低減させるなどの、木材利用に関する建築生産システムについて先導性を有する計画であること。</p> <p>③構造材又は内外装材に木材を一定以上使用するものであること。</p> <p>1) 木造化の場合は、本事業の対象となる建築物について、その面積の過半数の構造材に木材を使用すること</p> <p>2) 木質化の場合は、以下のa 又はb のいずれかを満たすこと</p> <p>a. 本事業の対象となる建築物について、その面積の過半数の床を木材による内装仕上げとするとともに、当該部分の壁又は天井をできる限り木材による内装仕上げとすること</p> <p>b. 本事業の対象となる建築物について、その外壁の見付面積の過半数の部分を木材による外装仕上げとすること</p> <p>※「建築物」とは原則として一の建築物全体を指すが、次の要件を満たす場合は「建築物の部分」と読みかえることができる。</p> <p>・本事業の対象となる「建築物の部分」とその他の部分とが別棟あるいは構造形式が異なる(例えば、下階がRC造で上階が木造)など、明確に切り分けられるものであること。</p> <p>・補助金の算定のための設計費、建設工事費が明確に切り分けられること。</p> <p>④建築基準法令上、構造・防火面の特段の措置を必要とする下記1)又は2)に掲げる規模以上のものであること。</p> <p>1) 木造化については、以下のいずれかを満たすこと</p> <p>・防火・準防火地域: 延べ面積が500 m²を超えるもの又は階数が3以上であるもの</p> <p>・上記以外の地域: 延べ面積が1,000 m²を超えるもの又は高さが13mを超え、若しくは軒高が9mを超えるもの</p> <p>2) 木質化については、以下のいずれかを満たすこと</p> <p>・階数が3以上の場合: 延べ面積が500 m²を超えるもの</p> <p>・階数が2の場合: 延べ面積が1,000 m²を超えるもの</p> <p>・階数が1の場合: 延べ面積が3,000 m²を超えるもの</p> <p>⑤木造化・木質化に関し、多数の利用者等への普及啓発を積極的に行うこととしていること、又は木造化・木質化に関する設計・施工の技術・ノウハウを積極的に公開すること。</p> <p>⑥平成26年度に事業に着手するものであること。</p> <p>平成26年度中に、実施設計又は建設工事等の補助対象の事業に着手し、補助対象の出来高が発生するものを対象とします。ただし、事業の採択時点で、すでに着手している実施設計及び建設工事等は、原則として対象になりません。</p> <p>※補助対象となる実施設計及び建設工事等については、採択通知日以降の着手とする必要があります。</p> <p>※今回の募集に係る事業提案につきましては、平成26年1月頃に採択を行う予定です。よって採択通知日以降に着手し、平成27年3月末までの出来高が発生するものを対象としております。</p>	<p>①～⑥の要件を満たす事業者</p>	<p>①調査設計計画費</p> <p>建築物の調査設計計画費のうち、先導的な木造化・木質化に関連する費用の1/2の額のうち、国土交通省が認める費用を対象とします。</p> <p>なお、設計のみでその後の整備を伴わないプロジェクトは対象なりません。また、木造化・木質化と無関係な一般的な設計費の部分は対象外です。</p> <p>②建設工事費</p> <p>木造化・木質化に関する先導的な設計・施工技術を導入した場合の工事費と、当該設計施工技術を導入しない場合の工事費の差額(以下、「掛かり増し費用相当額」という。)の1/2の額のうち、国土交通省が認める費用を対象とします。ただし、掛かり増し費用相当額の1/2の額の算定に当たっては、建設工事費の15%、木質化のみの場合については建設工事費の3.75%の額とすることができるものとします。</p>

●学校施設環境改善交付金（文部科学省）⁷⁾

学校施設環境改善交付金は、公立の小・中学校、中等教育学校（前期課程）、特別支援学校（小中学部）において教室不足を解消するため、校舎・屋内運動場（体育館）等を新築又は増築する場合等に、その経費の一部を国が負担することによってこれらの学校の施設整備を促進し、教育の円滑な実施を確保することを目的としたものである。

表 2.2.5 は木造に限ったものではないが、補助の一覧である。木造にした場合は、これに加えて補助単価を最大 5%上乗せ*する優遇措置を受けることができる。また内装木質化した場合は、補助単価を 2.5%上乗せ*する優遇措置を受けることができる。

（*エコスクールパイロット・モデル校として認定を受けた場合）

2-2 木造建築物における補助金・税制等に関する情報

表 2.2.5 学校施設環境改善交付金補助対象一覧

名称	補助率	学校種				内容
		幼	小中	高	特支	
新增築	1/2	○	○		○	校舎、屋内運動場の新築・増築 (教室不足の解消、学校統合) ※幼稚園は補助率1/3
建て替え (改築)	1/3	○	○		○	構造上危険な状態にある建物、耐震力不足の建物等
	1/2	○	○		○	Is値が0.3未満の建物で補強が困難なもの ※特別支援学校(高)は補助率1/3
地震補強	1/2	○	○		○	地震による倒壊の危険性がある建物 (Is値0.3~0.7未満) ※幼稚園及び特別支援学校は補助率1/3
	2/3	○	○		○	地震による倒壊の危険性がある建物 (Is値0.3未満) ※特別支援学校(高)は補助率1/3
長寿命化改良	1/3	○	○		○	老朽化により構造上危険な状態にある建物の耐久性を高めるとともに、現代の社会的要請に応じる改修
大規模改造	1/3	○	○		○	老朽化に伴う補修やエコ改修など既存の建物を建て替えずに改修(老朽改修、空調設置、トイレ改修、バリアフリー化、環境改善、防犯対策、統合改修など)
防災機能強化	1/3	○	○	○	○	避難所として必要な防災機能の強化(非構造部材の耐震対策、備蓄倉庫や貯水槽などの屋外防災施設、自家発電設備の整備など) ※高校は屋外防災施設のみ対象
太陽光発電等設置	1/2	○	○	○	○	太陽光発電等の再生可能エネルギーの整備(太陽光発電、太陽熱利用、風力発電設備、太陽光発電設置校への蓄電池の整備) ※高校は産業教育施設のみ対象
屋外教育環境	1/3	○	○		○	グラウンドの整備(芝張りなど)や屋外学習施設(学校ビオトープや屋上緑化など)の整備
武道場	1/3		○		○	中学校及び特別支援学校(中)の柔道場、剣道場等を整備
学校プール	1/3		○		○	プールの新築・改築※特別支援学校は小中学部のみ
学校給食施設	1/2		○		○	学校給食施設の新築・増築、改築 ※改築は補助率1/3
高校の産業教育施設	1/3			○		産業教育のための実験実習施設などの整備
社会体育施設	1/3	-	-	-	-	地域のスポーツ施設の新築・改築

2-2-2 その他税制等

補助金以外に、税制等についての情報を示す。

●耐用年数（減価償却）

木造、S造、RC造では用途にもよるが、有形減価償却資産の耐用年数が異なり、おおよそ木造、S造、RC造の順に長くなる。この耐用年数の差によって、節税につながるメリットがある。

例として、表 2.2.6 に示すように木造と S 造の店舗を比較する。この表では、イニシャルコストは、木造店舗が 1 億 2 千万円、S 造店舗が 1 億円と仮定し、木造店舗の減価償却費約 500 万円／年（償却期間 22 年）、S 造店舗の減価償却費約 270 万円／年（償却期間 34 年）と算出している。木造が償却完了する 22 年で考えると、償却金額の差は 230 万円／年で 22 年間では約 5000 万円の差となり、法人税を仮に 50% とすると約 2500 万円が節税できることになる。これにより融資等の返済期間を短くすることにつなげることができる。

図 2.2.1 は、表 2.2.6 で示した木造店舗、S 造店舗における減価償却を加味した資産価値の減少を経年で示している。

表 2.2.6 木造店舗と S 造店舗の減価償却費

	木造店舗	S造店舗
イニシャルコスト	1億2千万円	1億円
償却期間	22年	34年
減価償却費	約500万円／年	約270万円／年

⇒償却金額の差は 230 万円／年

⇒22 年で約 5000 万円の差

⇒仮に法人税を 50% とすると約 **2500 万円の節税**

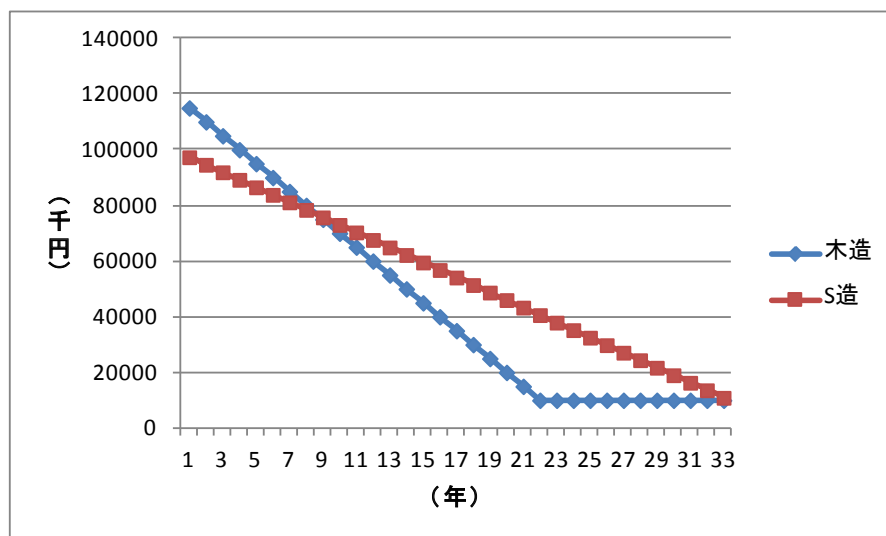


図 2.2.1 木造と S 造の税制上の資産価値推移

事業内容や売上等の事業計画はそれぞれ異なるが、建設後の事業運営や資金計画を当てはめてみると木造とすることでメリットが出てくる可能性が高く、木造を選択する一つの判断材料となる。

●固定資産税

固定資産税は、土地、家屋、償却資産にかかるものである。ここでは家屋の固定資産税に着目して、木造と他構造の違いを見てみる。

家屋の固定資産税は、課税標準額×税率（1.4%：標準税率）で算出する⁸⁾。家屋の場合は、原則として課税標準額は評価額と等しいものとする。

ここで、評価額は再建築価格×経年減点補正率として算出されるもので、再建築価格はどのような構造とするかによって決定するものであり、ここでは一定として考えた場合、木造と他構造の差は、経年減点補正率により示される。経年減点補正率も再建築価格によって決定される数値であるが、おおよその数値は表 2.2.7 の通りである。

以上より固定資産税の考え方における木造の評価額は、他構造の評価額よりも経年減価が大きいいため、固定資産税は他構造よりも安くなる場合が多い。

●その他

上記の税制面以外にも、例えば社会福祉事業施設を木造で整備した場合に、融資率を引き上げる優遇措置、償還期間の延長があるなど、経営計画上有利になる制度¹⁰⁾も設けられている。

表 2.2.7 経年減点補正率の参考⁹⁾

木造建物減価補正率		非木造建物減価補正率	
経過年数	経年減点補正率	経過年数	経年減点補正率
1	0.80	1	0.9558
2	0.75	2	0.9282
3	0.70	3	0.9007
4	0.67	4	0.8772
5	0.64	5	0.8537
6	0.62	6	0.8302
7	0.59	7	0.8067
8	0.56	8	0.7832
9	0.53	9	0.7597
10	0.50	10	0.7362
11	0.48	11	0.7127
12	0.45	12	0.6892
13	0.42	13	0.6657
14	0.39	14	0.6422
15	0.37	15	0.6187
16	0.34	16	0.5952
17	0.32	17	0.5717
18	0.30	18	0.5483
19	0.28	19	0.5247
20	0.26	20	0.5013
21	0.25	21	0.4778
22	0.24	22	0.4542
23	0.23	23	0.4348
24	0.22	24	0.4153
25	0.21	25	0.3959
26	0.21	26	0.3764
27以上	0.20	27	0.3570
		28	0.3375
		29	0.3212
		30	0.3050
		31	0.2916
		32	0.2783
		33	0.2650
		34	0.2517
		35	0.2384
		36	0.2327
		37	0.2270
		38	0.2213
		39	0.2156
		40	0.2099
		41	0.2079
		42	0.2059
		43	0.2040
		44	0.2020
		45以上	0.2000

※本表は、平成23年11月28日付け総務省告示第493号による改正後の固定資産評価基準(昭和38年12月25日自治省告示第158号)の「木造家屋経年減点補正率基準表」及び「非木造家屋経年減点補正率基準表」から平均値を算出したものである。

2-2-3 木造+地域材利用による波及効果

計画中の建築物を木造とすることによって、木材の利用に繋がり、それによる様々な効果を期待することができる。2011年に制定された公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律の第1条では以下のように示されている。

この法律は、木材の利用を促進することが地球温暖化の防止、循環型社会の形成、森林の有する国土の保全、水源のかん養その他の多面的機能の発揮及び山村その他の地域の経済の活性化に貢献すること等にかんがみ、公共建築物等における木材の利用を促進するため、農林水産大臣及び国土交通大臣が策定する基本方針等について定めるとともに、公共建築物の整備の用に供する木材の適切な供給の確保に関する措置を講ずること等により、木材の適切な供給及び利用の確保を通じた林業の持続的かつ健全な発展を図り、もって森林の適正な整備及び木材の自給率の向上に寄与することを目的とする。

この条文に示されているように、建築物を木造とすることは、地球温暖化防止等の環境保全、森林整備による資源の持続性、地域の経済の活性化などに繋がるため大きな意義がある。

また建築物を木造とすることは、こうした環境的な側面だけでなく、経済的な波及効果をもたらす場合が多いと言われている。最近では、木造建築物の建設に際し、特に地域材を利用し建設することを条件として掲げるプロジェクトが多く見られる。木造建築物とすること、また地域材を利用するということが建設地域にどのような影響をもたらすかについて以下に紹介する。ここでいう地域材とは、建設地の都道府県等で産出、または加工される材、もしくは〇〇山系材など発注者が特定の地域を示したものを指すこともあり、プロジェクトにより定義は様々である。

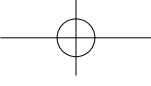
●木造建築物とすることによる波及効果

木造建築物とした場合、地域の工務店・職人が携わることが可能となる。これまでは住宅のみの経験しかなかった地域の工務店・職人がいきなり規模の大きなものを担うことはできないが、経験豊富なゼネコン等と組んで施工するように促すような計画・発注とすることで、地域の工務店・職人を育成している自治体もある。規模の大きな木造の経験によって、今後住宅以外の木造に対する抵抗感がなくなり、慣れれば地域の工務店・職人のみで規模の大きなものも取り組むことができる。

また、これらに携わっていることによって、地域の間が地域の木造建築物の維持管理に携わることになり、建築物を長く使用していくことに繋がる。これは地域の工務店・職人の仕事の確保にも繋がる。

●地域材の条件による波及効果

地域材を利用して建設する場合、その地域の木材生産・木材加工業に発注することにつながるため、地域の企業に建設資金が還元されることになる。それによって地域の木材生産・



木材加工業の存続、森林事業者への利益還元にもつながり、森林の保全に繋がる。

木造建築物、また地域材を利用することに対して、建設時のコストが高いのではないかと
いう懸念から足を踏み出せない公共団体や事業者も多くあるが、建設時のコストだけでなく
上記のような、木造とすることによる波及効果、地域材を条件とすることによる波及効果を
踏まえると、木造とする、また地域材を利用するメリットがある。

2-3 事業の進め方と木材の発注に関する知識

木造建築物の計画において、発注者、設計者、施工者の経験が少ない場合、そのプロジェクトの様々なタイミングで、困難な課題が生じることが考えられる。ここでは、プロジェクトを円滑に進めていくために、木材の発注方法、設計者の選定方法、施工者の選定方法について示す。

木造建築物においては、計画から施工まで、設計や工事計画だけでなく、木材の調達に配慮しなければならない場合が多い。理由としては、以下のようなことがある。

- ・住宅程度の規模であれば一般流通材を使用することで問題はないが、建築物の規模が大きくなるにつれて木材使用量が増加するために、調達が難しくなる。
- ・特に地域材の場合は、発注から納品までの時間が長く、単年度の工事では間に合わない場合もある。
- ・樹種、材質については、地域で賄えることが難しい場合もある。

例として図 2.3.1 にある事業スケジュールと木材調達時期¹¹⁾を示す。これは、特に積極的に地域材を使用することを想定し、材工分離発注としたものである。このスケジュールを見ると、基本計画の段階から立木材積等の調査を始めておく必要がある。また、実施設計時にすでに数量を見込んで伐採に取りかかり、施工図の段階では見込みの微修正を行う程度で、製材、納品の準備を始める必要がある。

通常の方法発注では、施工者が決定し施工図が作成された後の発注となるため、木材（特に地域産材とする場合）はそのタイミングの発注では間に合わないことが多い。

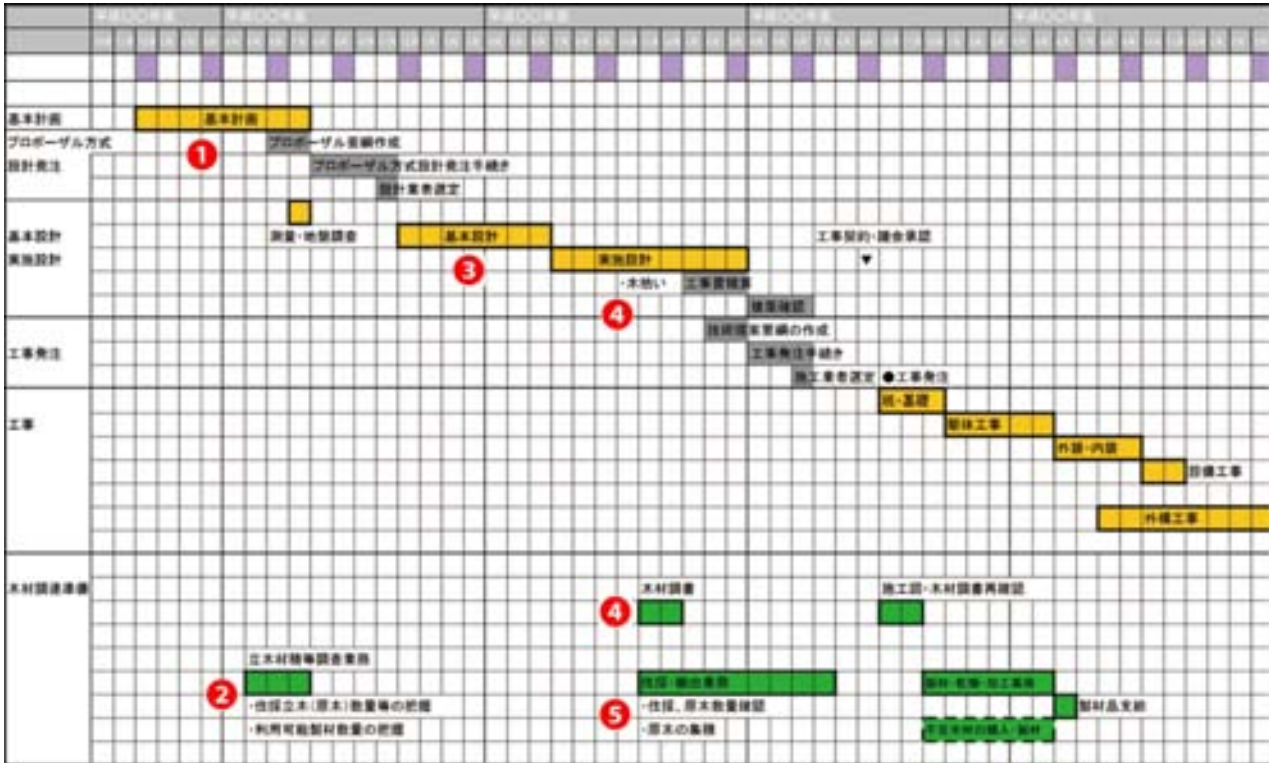


図 2.3.1 全体計画と木材の調達スケジュール（材工分離発注の場合）

2-3-1 木材の発注方法

木材の発注方法としては、図 2.3.2 に示すように分離発注、一括発注がある。

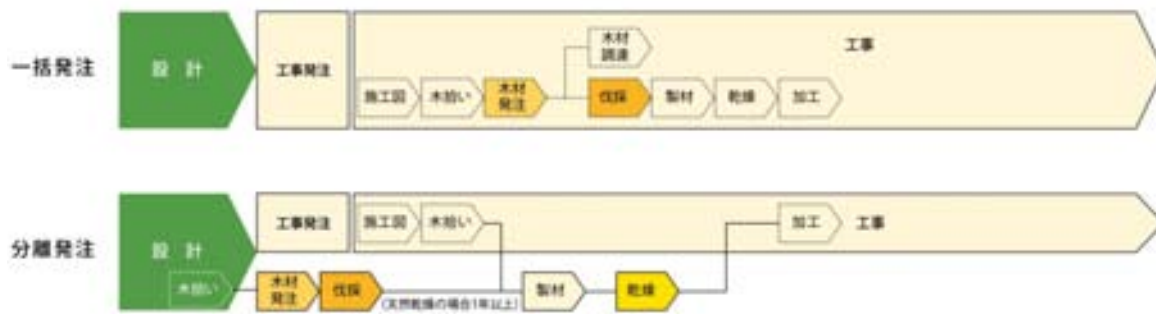


図 2.3.2 一括発注と分離発注のスケジュール

●一括発注

一括発注とは通常の建設事業と同様に、施工者が費用の範囲内で木材調達を行う手法である。図 2.3.2 でいうと、木材発注、伐採、製材、乾燥、加工という工程があり、特に乾燥に時間が必要となる。

例えば、公共建築物の計画で発注者が地方自治体の場合、分離発注での木材調達が難しい

とすると、一括発注で対応することとなる。特に単年度での設計・施工の発注となった場合は、乾燥期間をとることが難しくなり、予め伐採され、製材された流通材を用いるなどの対応となるため、地域材を利用することは難しくなる。地域材を利用したい場合は、建設プロジェクトを複数年度とすることや地域材の定義・利用の範囲を緩和することなどで、無理のない木材調達とする等の工夫が必要である。

一括発注では複数年度、単年度、いずれの場合においても、木材発注から納期までの期間が短く、調達する材の寸法や強度によっては、木材の品質確保、数量確保が困難である。基本的には県産材、または国産材など、広い視点で調達可能なものを利用し、地域の実情に合わせた量と品質を検討し無理なく地域材を使用することが求められる。

●分離発注

分離発注とは、発注者（公共建築物であれば地方自治体）が木材を調達し、施工者に木材を支給し建設する発注手法である。

木造建築物の建設を検討している発注者は地域の森林資源の活用を想定している場合が多いが、RC造やS造と同じように一括発注とした場合には、上記で述べたようないくつかの課題が存在する。そこで、地域材をより利用するための発注方法の一つとして挙げられるのが予め木材を発注しておく分離発注であり、地域材の調達と公共事業発注のスケジュールとの不整合を解決することが可能となる。

分離発注に取り組んだ事例では、その過程で木材調達コストの内訳を関係者全員で共有化することによって見過ごされていた森林所有者への利益還元的重要性が認識されるなどの効果も見られる。

分離発注は、工事開始までの材料保管時の品質維持、及び材料品質担保の責任の所在のルールなどの設定についての情報を持っていない発注者が多いことや、公共建築物においては材料発注に対する予算編成が難しい地方自治体なども多いことから、実際に分離発注を進める場合には、解決すべき課題は多い。しかし、地域材の活用や森林側への利益還元などのメリットや、一度取り組むことによって地域での協力体制を構築することが出来上がれば、その後木造に取り組みやすくなることを考えるとチャレンジする価値はある。

2-3-2 設計者の選定方法

木造建築物の建設にあたって、設計者を選定する方法としては表 2.3.1 に示すように、競争入札方式、プロポーザル方式など、各種の方法がある。

木材利用を考慮した設計を行う能力のあるものを選定し、円滑に事業を進めていきたいという希望が自治体担当者には多い。一方で、経験数が少なくとも可能な限り地域の設計者に受注してもらい、地域経済の活性化や今後の計画のために設計者を育成したいという希望もある。それぞれの地域の実情に合わせた対応が必要である。

このうち一般的に行われている3つの方式（競争入札方式、プロポーザル方式、コンペ方

表 2.3.1 設計者選定方法の種類

設計者選定の方式	概要
競争入札方式	落札価格の多寡によって採用を決定する方式である。設計料(価格)の最も低い設計者に決定する。 基本設計ができた段階で実施設計のみを競争入札とするなどが考えられる。
プロポーザル方式	設計に関する基本計画を策定し、その要望に従って企画提案(設計対象に対する発想、解決法等の提案)や設計者の実績を評価し設計者を決定する方式である。技術者の経験や発注者が求めた企画提案を評価し設計者を決定する。木材利用など重点項目を設定し、その項目の評点を高くするなどの工夫ができる。 設計者選定後、提案をベースにするが、必ずしも当初の提案には拘束されずに設計が進められる。 (3)項で示すように、勉強会参加をプロポーザルの参画条件に付与するなど設計者の能力向上を図るといった工夫も可能である。
コンペ方式	発注者側が事前に整理した設計条件に基づき、応募者が設計案を提案し、発注者は設計案を選び、その設計者と契約する。 選ばれた設計案により設計が進められる。
設計・施工一括発注方式(デザインビルド方式)	設計者と施工者を同時期に決定する方式である。 設計段階から木材調達の準備が可能なこと、施工者の協力を得ながら設計を行うため手戻りが少ないこと、設計完了後の施工者等との相互調整の必要がなくなることなどから、工期を短縮することができる。(仮庁舎などを使用する場合は、工期の短縮により、賃借料が抑えられることもコスト減につながる。)設計段階から木材調達の準備ができるため、良質な材を確保しやすくなり、無理な調達によるコスト増を避けることができる。 大規模な木造建築物の場合、木造に精通した設計者が少ないため、技術力の高い施工者の協力を得ながら設計する必要があるため、そのための密接な協力関係が築きやすい。
随意契約	入札によらず任意で決定する方式である。 公共建築物の性質上、一般的には採用例は少ないが、極めて特殊な事例であること(時間が無い、人材がないなど)の理由があれば認められる場合もある。

表 2.3.2 設計者選定方法のメリット・デメリット

	評価対象	メリット	デメリット
競争入札方式	設計料	○従来実施していた発注方式なので、直ぐに手続きに入ることができる。 ○設計段階での、利用者の意向を踏まえた設計条件の変更は容易。	●ダンピング受注などが懸念されており、国の懇談会が発表したガイドラインでは、技術や経験を要する設計業務については、原則避けることが明記された。 ●公共建築物等木材利用促進法が制定されたのが平成22年と経験が浅いため、木造公共施設の設計の経験のある設計事務所が少なく、価格競争だけでは経験に乏しい設計事務所が選定される恐れが強い。
プロポーザル方式	設計者	○プロポーザル案を見ることで、木造の経験のある設計事務所を選定を確実に行うことができる。 ○設計案ではなく、設計者を選定しているため、設計段階での利用者の意向を踏まえた設計条件の変更は容易。	●設計者選定の透明性、公平性(選定委員、評価方法、評価基準)について、説明責任を果たす必要がある。
コンペ方式	設計案	○具体的な設計案をもとに審査を行うことができる。 ○選定の透明性、公平性を高く保つことができる。	●設計案を選定しているため、契約後、大幅な設計変更は困難。 ●募集要綱等の作成及び設計者選定のために十分な時間を確保することが必要である。 ●応募者が具体的な設計案をまとめるために十分な時間と費用を確保する必要がある。

式)についてのメリット・デメリットを表 2.3.2 に示す。

このうちのプロポーザル方式は、国土交通省においても、平成 6 年度より導入を推進しており、国民共有の資産として質の高さを求められる公共施設では、設計料の多寡により選定するのではなく、設計者の創造性、技術力、経験などを適正に審査の上、その設計業務の内容に適した設計者を選定することが極めて重要とされている。(参考：質の高い建築設計の実現を目指して(国土交通省大臣官房官庁営繕部資料))

また、公共工事のダンピング受注、品質の低下が社会問題となり、「公共工事の品質確保に関する法律」が平成 17 年 3 月に成立し、これを受けて「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン」が平成 23 年 6 月に発表された。(参考：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン(調査・設計等分野における品質確保に関する懇談会資料))

この中で、国土交通省が発注する「建築」を含む 5 業種の調査設計業務については、「技術的な工夫の余地が小さい場合を除き、プロポーザル方式、総合評価落札方式のいずれかの方式を選定することを基本とする。」との方針が示された。

木造に関する技術や経験に乏しい場合、必ずしも合理性が十分でない設計による建設コストの上昇や木材の劣化対策が不十分なための建築後の維持管理コストの上昇などの問題が生じる恐れがある。こうした問題を防ぐには、木造・木質化に対する技術や経験を備えた設計者を選定することが極めて重要となる。

設計者選定におけるポイントを以下に示す。

□地域の設計者の状況を把握する

木造の経験のある設計者が地域にいるかどうか、近隣の過去の木造建築物の設計の有無などにより情報を収集する。

まずは、設計者の団体に声をかけ設計者の情報を収集する。他に、地域に建設された木造建築物を既存の文献から調べ、地域の設計者の有無を把握することもできる。(社団法人公共建築協会には有料のデータベースシステム(公共建築設計者情報システム(PUBDIS))があるが、木造の経験のある設計者事務所は少ない。)

□計画する建築物の難易度を考える

計画する建築物の規模や、木造とするのか内装木質化とするのか等の条件の整理を行う。

既存の木造建築物や内装木質化の物件の用途と規模を調査し、同じような計画規模を参考として、プロポーザル要綱等の設計者選定に反映させる。

また他に、選定条件に重点項目を設定し、提案を募ることもできる。(例えば省エネ計画について、コストパフォーマンスやバランス、施工実現性も含めて提案を募るなど。)

□長期的な戦略の必要性(設計者の育成)

今後、継続的に木造建築物を進めるために、設計者の育成を含めた視点をもって戦略を立てるとよい。

例えば、複数の設計事務所の合同でのプロポーザル参加を可とし、その内 1 カ所は地

域（市内や県内等範囲は発注者が自由に設定する。）の設計事務所を加えるなどの条件設定を行うなどにより、地域の設計事務所が育成されることにつながる。また、設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式）として、能力の高い施工者と組むことで設計者の能力を向上する手法もある。

□プロポーザル方式を選択する場合に設計者の応募資格を適切に設定する

近年、プロポーザル方式で設計者を決定するケースが多くなってきている。その場合、設計経験のある計画の規模や何年以内に何件の実績数を示すことを要件（例：○年以内に延べ面積○㎡以上の物件を○件以上計画したことがあるもの等。）としたため、応募できる設計者が少なくなる、設計者が育成されない等の問題がある。応募資格を適切に設定することは重要である。

設計者選定と合わせて、設計に関わる事項について事前に取り決めておく方がよいポイントを以下に示す。

□工事監理を設計者等に委託する

木材の材工分離発注の場合、発注者が木材を支給することになるため、発注者が納品時に立ち会うなど工事監理の一部を担う必要が出てくる。しかし、木材の調達業務の経験が少ない場合、設計者に工事監理業務と調達管理業務を一体で発注するなど工夫することができる。

なお、木材に係る部分の調達管理業務を設計者でなく木材の専門家に委託する方法もある。

□木材利用について要望を明確に提示する

特にプロポーザル方式を利用した設計者の選定にあたり、発注者が対象となる木造建築物において製材または地域材利用をイメージしていたにも関わらず、その要望を明確に示していなかったために、集成材での設計経験しかない設計者が選定される、もしくは比較すべき内容が設計者から提示されたプロポーザル資料から読み取れないなどの失敗につながることもある。そのため、プロポーザル方式を採用する場合は、募集要項に製材または地域材利用を明確に示す必要がある。

コラム「プロポーザルの実施」

プロポーザルを実施するためには、スケジュール、選定費用、労力、時間がどの程度になるか把握する必要がある。

図 2.3.3 に国土交通省大臣官房官庁営繕部が公表している実施フローを示す。

なお、プロポーザル方式は設計者（人）を選定する方式であるため、設計案を選定するコンペ方式よりも設計者・選定者の負担が少ないことが特徴である。これは設計者が、具体的な設計図・模型写真・透視図等を使用してはならないことに起因する。しかし設計者の中には、この点への理解が乏しく、コンペ方式と同程度の時間をかけてしまうケースが見られる。そこで、公開説明会を開き提出書類の徹底を図る手法がある。

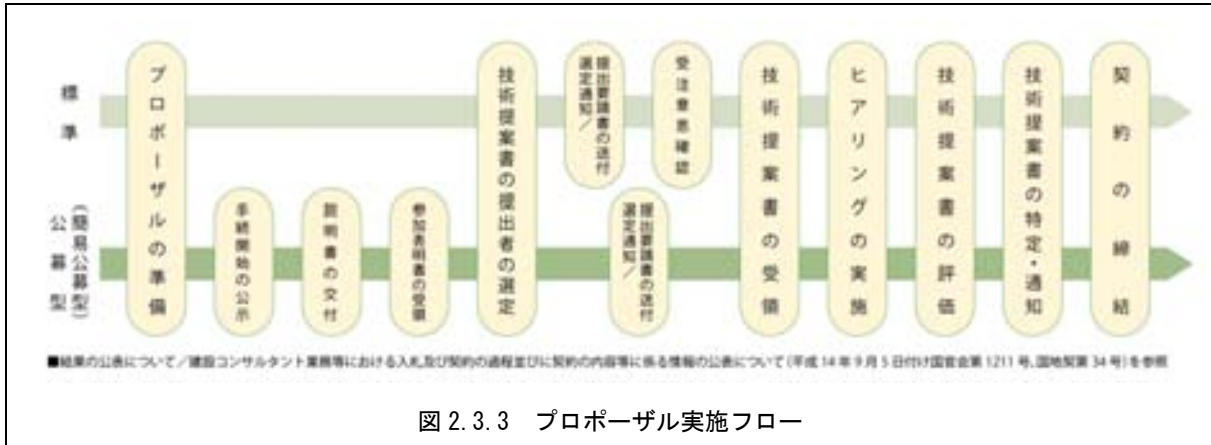


図 2.3.3 プロポーザル実施フロー

2-3-3 施工者の選定方法

施工者選定には、入札方式（一般競争入札・指名競争入札・それぞれの入札に係る最低価格落札方式もしくは総合評価落札方式）や、設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式）、随意契約などいくつかの手法がある（表 2.3.3）。利用する木材の条件を決定し、その条件を施工者と共有することが必要である。

表 2.3.3 施工者選定方法の種類

施工者選定の方式	概要
最低価格落札方式	落札価格の多寡によって採用を決定する方式である。
総合評価落札方式	落札価格の多寡にプラスして、比較したい項目について評価点を設定し、加算することで採用を決定する方式である。木造の施工経験や地域施工者の採用状況など独自の評価基準を採用できる。
設計・施工一括発注方式 (デザインビルド方式)	設計者と施工者を同時期に決定する方式である。設計段階から木材調達準備が可能なこと、施工者の協力を得ながら設計を行うため手戻りが少ないこと、設計完了後の施工者等との総合調整の必要がなくなるなどから、工期を短縮することができる。(仮庁舎などを使用する場合は、工期の短縮により、賃借料が抑えられることがコスト減の要因になる。) 設計段階から木材調達準備ができるため、良質な材を確保しやすくなり、無理な調達によるコスト増を避けることができる。 大規模な木造建築物の場合、木造に精通した設計者が少ないため、技術力の高い施工者の協力を得ながら設計する必要があるため、そのための密接な協力関係が築きやすい。
随意契約	入札によらず任意で決定する方式である。公共建築物の性質上、一般的には採用例は少ないが、時間が無い、人材がないなどの理由があれば認められる場合もある。

施工者選定におけるポイントを以下に示す。

□地域の施工者の状況を把握する

地域経済活性化の他、建設後の維持管理を考慮し、地域の施工者が関わることを要望する発注者は多い。一方で施工実績数の少なさに不安がある地域もある。そのため、地域の施工者の経験を把握し、計画の難易度によっては地域外の施工者（大手ゼネコンなど）との共同企業体とするなどの対応を検討する。

□計画する建築物の難易度を考える

施工者の選定については木造住宅の工事の経験数やそれら経験のある工事者の採用を条件に入れるなどの工夫が考えられる。

また、施工しやすい架構とするなど、設計計画での配慮を行うことも検討する。

□長期的な戦略の必要性（施工者の育成・地元大工の活用）

地域でメンテナンスや木造施設の建設を推進していこうと考えている場合は、設計者の育成と同様に地域の施工者の育成も必要である。

施工者を継続的に育成していくことや、地元大工を活用していくことは、将来においてのメンテナンスや木造推進にとって非常に重要である。

施工者選定と合わせて、事前に取り決めておく方がよいポイントを以下に示す。

□材工一括発注方式を採用する場合の入札時の条件設定

材工一括発注方式を採用する場合で地域材を利用するという方針が進められているにも係わらず、入札時の条件にその旨を書いていない場合に、施工者が価格面で調達できないという理由で地域材を利用しないというケースが発生する場合がある。

地域材利用では、納材業者が発注を予測して伐り旬の時に材を伐採して置いておくという地域もある。上記のように施工者が地域材を利用しないケースで、納材業者が用意しておいた木材が使われない場合には納材業者の損失につながる。それを未然に防ぐためには関係者の十分な意見交換が可能な体制づくりを行っておく必要がある。

また落札方式で、入札時に木材価格を低く設定した施工者が採用された場合、木材産業の関係者を含む誰かが価格低下分を負担することになることもある。

□材工分離発注を行った場合の品質に関する責任の所在の明確化

施工後に瑕疵が発生した場合、それが施工と材料のどちらに原因があるのか責任が問われる場合がある。

材工一括発注方式の場合は、施工者が材工共に品質に関する責任を負うが、材工分離発注の場合は、施工者の責任は施工のみとなる。そのため、瑕疵が材料の品質によるものか施工の品質によるものか、または、保管方法の不備による品質の変化かなど、品質の責任の所在を明確にする必要がある。そのため、受け入れ検査時の納材品の品質確認をともに行い、「支給木材特記仕様書」などの書類に木材の保管方法やクーリングオフの対応を示すなどの対策が考えられる。なお、施工図を設計者と施工者のどちらが描くかによっても責任範囲が異なるため、十分に協議する必要がある。

2-4 木造建築物の特徴

2-4-1 木造建築物の特徴と他構造との違い

木造建築物について、他構造と比較しながら特徴を整理する。表 2.4.1 は、構造、材料（強度・品質・調達）、防耐火、劣化対策・維持管理、温熱環境、音環境を示す。

表 2.4.1 木造建築物の特徴と他構造

	木造	RC造	S造	木造とする場合のポイント
1.構造	<ul style="list-style-type: none"> ・架構そのものを意匠とすることができる場合が多い ・架構を工夫することで大きなスパンを実現することが可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高層建築物が可能である。 ・大規模建築物の設計経験が豊富な設計者が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高層建築物が可能である。 ・大規模建築物の設計経験が豊富な設計者が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・製材でも大きなスパンを実現することが可能な技術開発が進んでいることもあり、過去の事例等を確認する。
2.材料(強度・品質・調達)	<ul style="list-style-type: none"> ・材料性能のばらつきが他の構造に比べ大きい。 ・材料に方向性がある。 ・木材の種類、乾燥方法、使用量、加工により異なる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度指定は可能である。ただし、現場施工の場合は、施工精度等の注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料の均一性に優れている。 ・強度が高く、粘り強い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・JAS材や性能が明確な材を使用する。 ・部位・場所によって適切な材を使用する(適材適所を心がける)。 ・木質材料の種類や量、入手ルートを把握する必要がある。
3.防耐火	<ul style="list-style-type: none"> ・木材は可燃材料である。ただし、燃えしろ設計や被覆にすることなどによって、耐火構造、準耐火構造も可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火性能は高い。耐火構造、準耐火構造への対応が容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・500°Cを超えると急激に強度が低下するため、耐火構造、準耐火構造とするには、耐火被覆が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火構造・準耐火構造は、被覆したものや燃え止まり層を設けた部材によるものなどによって実現可能である。現時点とする場合には、準耐火構造では燃えしろ設計などによって可能となる。
4.劣化対策・維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・腐朽・蟻害に注意が必要である。 ・水分の影響を受けやすく、通気性を確保する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ、中性化に注意が必要である。 ・コンクリートの品質とかぶり厚さに注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・躯体のさび、接合部・ボルトのさびに注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水分のコントロールを考慮し腐朽・蟻害に対応した設計・維持管理計画を定める。
5.温熱環境	<ul style="list-style-type: none"> ・木材は熱伝導率が低い。 ・調湿性が高く、室内環境の向上に寄与する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートは熱伝導率が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄は熱伝導率が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・木造とするだけでなく、RC造やS造においても内装木質化とすることで室内環境の向上を図ることができる。
6.音環境	<ul style="list-style-type: none"> ・遮音性が低く、十分な配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮音性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮音性が低く、十分な配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・室の配置など計画上の配慮を行う。 ・主に床、壁について音へ配慮した設計とする。

表 2.4.1 の各項目について、以下に示す。

1.構造

木造建築物において、構造躯体すなわち架構そのものが意匠となることが多い。天井を貼らずに小屋裏を見せるなど内部空間が豊かとなる。また、架構を工夫することで、製材等でも 8m 以上の大きなスパンの空間とすることも可能であることや、またそうした空間を実現するような新たな技術開発が進んでいる (2-5-1)。

2.材料 (強度・品質・調達)

木造は、他構造と比べて、自然材料のため、材料品質のばらつきが大きく、同じ樹種であっても木材調達地等によって強度等の傾向が異なる。そのため地域材を利用する場合には設計者がそれらの事情を把握しておく必要がある。最近では、JAS 材等の性能が明確な材が増えてきたことや、一般流通材を大規模建築向けに活用する取り組みが見られる。この場合でも入手しやすい強度・ヤング係数を把握しておくことが必要である。

3.防耐火

木材は可燃材料であるが、その弱点を解消するために耐火構造や準耐火構造の工法開発や材料開発が進んでおり、木造による耐火建築物も実現可能となっている。耐火構造、準耐火構造では木材を被覆するものが多いが、木造で「木を見せたい」という要望も多い。「木を見せた」構造とするために、燃えしろ設計とするなどの工夫が必要となる。燃えしろ設計とは、木材の持つ外部から加熱を受け表面に均一に炭化層が形成されると木材内部への熱の侵入が抑制され燃え進む速度が遅くなる性能を活かしたものである。(2-5-3)

4.劣化対策・維持保全

劣化に対しては、維持管理計画や設計当初の配慮が必要であるが、他構造に比べて特に木造が耐久性が低いということはない。ただし劣化の要因が他構造とは異なるため、劣化対策が複雑に見えてしまうことが考えられる。

木造特有の劣化事象は、腐朽・蟻害が挙げられ、これらの不具合は水に起因することから、水仕舞及び通気性に十分に配慮した構造とする必要がある。

5.温熱環境

木材は熱伝導率が低く、コンクリート、鉄は熱伝導率が高い。構造材としては、他構造よりも断熱性が高い。

また調湿性に優れていることから、室内環境の向上に寄与する。

6.音環境

木造、S 造は RC 造に比べて遮音性能が低い。計画時における室の配置など、設計上配慮できることから、遮音性に配慮した構造とするなどの計画が必要である。

2-4-2 木造建築物の構法

木造建築物の構法は、軸組工法、枠組壁工法、丸太組構法などがあり、それぞれ特徴がある。ここでは各構法での物件の規模別（～500m²、～3000m²、3000m²～）の事例写真を紹介し、設計したい建築物の規模と構法の間関係をイメージできる資料を用意した。

2-4-2-1 軸組工法

柱と梁や桁などの横架材によって構成される軸組を主体とする工法で、豊富な木材と大工など高度な技能を持つ多くの職種に支えられて発展してきた。耐震性確保のため、耐力壁や接合金物の開発普及など、現在も様々なものが開発されており、日本における木造の主要な工法として多用されている¹²⁾。

●～500m²

名称：障害福祉サービス事業所 樹樹（仮称：森のレストラン）¹³⁾

所在地：宮崎県宮崎市

階数：平屋建て

延べ面積：238.26m²

●～3000m²



名 称：美濃にわか茶屋¹⁴⁾

所 在 地：岐阜県美濃市

階 数：平屋建て

延べ面積：1271m²

●3000m²～名 称：宍粟市波賀市民局（旧波賀町役場）¹⁴⁾

所 在 地：兵庫県宍粟市

階 数：地上2階、地下1階

延べ面積：3219m²

2-4-2-2 枠組壁工法

枠組壁工法は、ツーバイフォー材を主要な構造材とする工法で、枠組に構造用合板などを釘で打ち付けた壁体及び床で荷重・外力に耐えるものである。構造部材の種類が少ない、継ぎ手・仕口などの接触面の工作が単純などの特徴がある。

●～500m²名 称：柏の葉アーバンデザインセンター¹⁵⁾

所 在 地：千葉県柏市

階 数：平屋建て

延べ面積：294.38m²

●～3000m²



名 称：老人介護福祉施設 フラワーサーチ¹⁶⁾

所 在 地：愛知県豊橋市

階 数：平屋建て

延べ面積：2792.26m²

●3000m²～



バルコニー（インナーバルコニー）



中央ホール

名 称：特別養護老人ホーム「大野の郷」¹⁶⁾

所 在 地：茨城県鹿島市

階 数：2階建て

延べ面積：3506.95m²

2-4-2-3 丸太組構法

丸太組構法は、ログハウスとも呼ばれる。歴史的には校倉と称されてきたものである。現在日本でつくられている丸太組構法は、地震力に対し、校木の交差部を軸ボルトで補強している。図 2.4.1 に丸太組構法の例を示す。

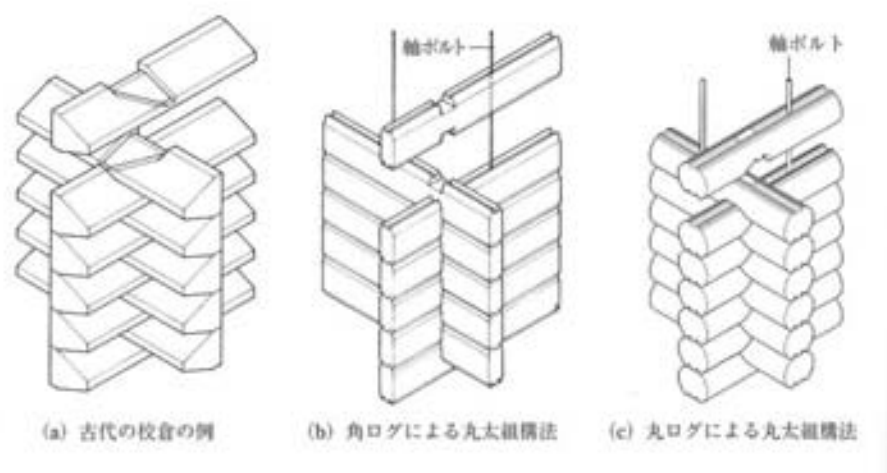


図 2.4.1 丸太組構法の例¹²⁾

●～3000m²



名 称：特別養護老人ホーム ときだの里¹⁷⁾

所 在 地：三重県多気郡多気町

階 数：平屋建て

延べ面積：1168.58m²

2-5 木造建築物の設計

2-5-1 構造計画・架構計画

2-5-1-1 構造計画・架構計画で配慮すること

構造計画では、建築物の規模や用途から、どの構造計算ルートに基づいて設計を進めるのか検討することが必要である。構造計算ルートによっては製材、集成材などの木質材料が制限される場合がある一方で、どんな木質材料を使用したとしても設計が可能となるルートもある。

そこで建築物の条件なども含めて、どのような材とするか、どのような構造計算ルートとするか検討するために、まず構造設計・構造計算ルートに対する法的な体系について整理し、詳細な設計を詰めるために必要な情報を整理する。さらに、選択肢の一つである混構造について、また大規模木造建築物を実現するため、コストを抑えるための架構計画のポイントについて示す。

2-5-1-2 木造建築物の構造設計に関する法的な体系

構造設計を進めるにあたって、材料、架構の決定と合わせてどの構造計算ルートを選択するか決定する必要がある。

●建築基準法上の構造計算の分類

構造計算方法は、表 2.5.1 に示すように分類される。実現しようとする空間の規模や使用材料などの条件から、どの計算方法とするか決定する。

表 2.5.1 構造計算方法¹⁸⁾

計算方法	ルート	建築基準法施行令(以降「令」と記す)
壁量計算		令46条
許容応力度計算	ルート1	許容応力度計算: 令82条各号・令82条の4
許容応力度等計算	ルート2	許容応力度計算: 令82条各号・令82条の4 層間変形角: 令82条の2 剛性率・偏心率等: 令82条の6第2号及び第3号
保有水平耐力計算	ルート3	保有水平耐力計算: 令82条の3
限界耐力計算		限界耐力計算: 令82条の5

例えば、木造建築物を設計する場合に、高層ビルなどの構造計算に使用される限界耐力計算を用いると仕様規定が外せるため構造方法・材料選択の自由度は増す。しかし限界耐力計

算で計算するためには詳細な実験データが必要であるが木造では十分な実験データの蓄積がない。そのため限界耐力計算を選択することは現実的には難しい。保有水平耐力計算にも同様のことが言える。

したがって木造建築物の設計においては、現実的には、許容応力度計算（ルート1、法20条第3号）もしくは許容応力度等計算（ルート2、法20条第2号）が用いられることがほとんどである。ルート2は、軒高9mあるいは建物高さが13mを超える場合に適用される計算方法で、偏心率、剛性率を規定値以下に抑える必要がある。

実際にどの計算ルートを選択するのかを示したフローを図2.5.1に示す。特に注意したいのは赤枠で囲んでいる部分である。令46条第2項により製材JASに適合する木材を使用する場合は含水率15%以下という制限がある。ただし乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあつては、20%以下とすることができる。

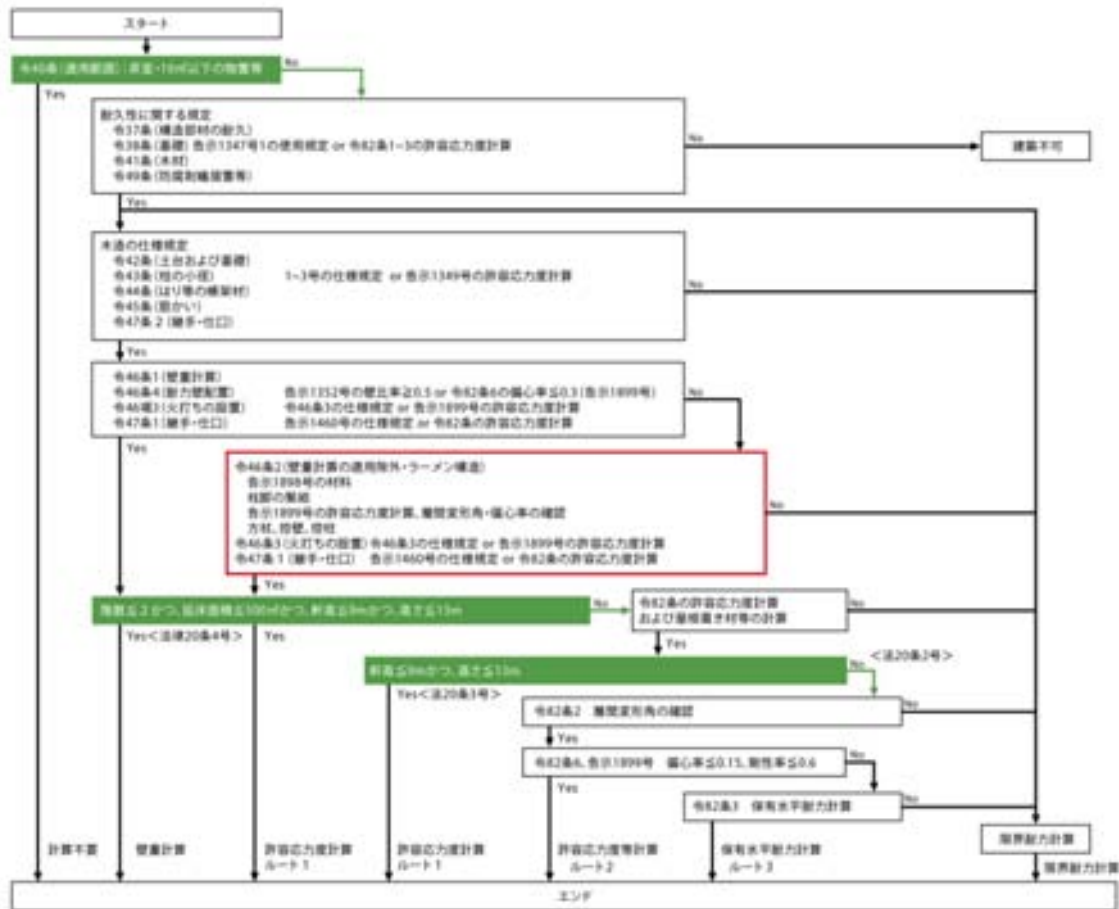


図 2.5.1 構造計算フロー¹⁸⁾

<壁量計算>

階数が2階以下、延べ面積が500m²以下で、軒高が9m以下、高さ13m以下である建築物は、法20条4号の適用となり、令46条に示す壁量計算、壁配置のバランス、柱頭柱脚の接合方法の検討（N値計算）等の仕様規定で設計することができる。住宅等で一般的である計算方法をそのまま用いることができる。

<許容応力度計算（ルート1）>

階数が3、又は延べ面積が500m²を超える場合で、軒高9m以下、高さ13m以下の場合は、許容応力度計算を行う。

・ルート1：令82条各号の許容応力度計算、および屋根葺き材等の計算を行う。また、壁量計算の規定を満たすことが必要である。

・令第46条2項を適用した建築物：木造建築物については、どの構造計算ルートにおいても仕様規定が適用され、令第46条の壁量規定も適用される。しかし、規模の大きな木造建築物では、広い空間を確保するために壁式構造ではなく柱梁などのフレーム構造として設計したい場合が少なくないと考えられる。そういった場合には令第46条第2項を適用して、壁量規定を適用除外とすることができる。

ただし、構造耐力上主要な部分である柱の脚部を鉄筋コンクリート造の布基礎に緊結するか、鉄筋コンクリート造の基礎に緊結された土台に緊結し、かつ、構造耐力上主要な部分に使用する材料を昭和62年建告1898号に掲げる材料としなければならない。具体的には以下の材料である。

- 一 集成材の日本農林規格（平成19年農林水産省告示第1152号）第5条に規定する構造用集成材の規格及び第6条に規定する化粧張り構造用集成柱の規格
- 二 単板積層材の日本農林規格（平成20年農林水産省告示第701号）第4条に規定する構造用単板積層材の規格
- 三 平成13年国土交通省告示第1024号第3第三号の規定に基づき、国土交通大臣が基準強度の数値を指定した集成材
- 四 建築基準法（昭和25年法律第201号）第37条第二号の規定による国土交通大臣の認定を受け、かつ、平成13年国土交通省告示第1540号第2第三号の規定に基づき、国土交通大臣がその許容応力度及び材料強度の数値を指定した木質接着成形軸材料又は木質複合軸材料
- 五 製材の日本農林規格（平成19年農林水産省告示第1083号）第5条に規定する目視等級区分製材の規格又は同告示第6条に規定する機械等級区分構造用製材の規格のうち、含水率の基準が15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては、20%以下）のもの
- 六 平成12年建設省告示第1452号第七号の規定に基づき、国土交通大臣が基準強度の数値を指定した木材のうち、含水率の基準が15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては、20%以下）のもの

また昭和 62 年建告 1899 号に定める構造計算を行う必要がある。

- 一 令第 82 条各号に定めるところによること。
- 二 令第 82 条の 2 に定めるところによること。ただし、令第 88 条第 1 項に規定する標準せん断係数を 0.3 以上とした地震力によって構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算して令第 82 条第一号から第三号までに規定する構造計算を行って安全性が確かめられた場合にあつては、この限りでない。
- 三 木造の建築物にあつては、令第 82 条の 6 第二号ロに定めるところにより張り間方向及びけた行方向の偏心率を計算し、それぞれ 0.15 を超えないことを確かめること。ただし、偏心率が 0.15 を超える方向について、次のいずれかに該当する場合にあつては、この限りでない。
 - イ 偏心率が 0.3 以下であり、かつ、令第 88 条第 1 項に規定する地震力について標準層せん断力係数を 0.2 に昭和 55 年建設省告示第 1792 号第 7 の表 2 の式によって計算した F_e の数値を乗じて得た数値以上とする計算をして令第 82 条第一号から第三号までに規定する構造計算を行って安全性が確かめられた場合
 - ロ 偏心率が 0.3 以下であり、かつ、令第 88 条第 1 項に規定する地震力が作用する場合における各階の構造耐力上主要な部分の当該階の剛心からの距離に応じたねじれの大きさを考慮して当該構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算して令第 82 条第一号から第三号までに規定する構造計算を行って安全性が確かめられた場合
 - ハ 令第 82 条の 3 の規定に適合する場合

<許容応力度等計算（ルート 2）>

高さ 13m、または軒高 9m を超え、高さ 31m 以下の木造建築物はルート 2 以上の構造計算を行う必要がある。ルート 2 では、ルート 1 に加えて、層間変形角の確認、偏心率、剛性率の確認をしなければならない。また、昭和 55 年建告 1791 号第 1 に示されている水平力を負担する筋かいに対する地震力の割増等について確かめる必要がある。

<保有水平耐力計算（ルート 3）>

木造の保有水平耐力の計算式は令第 82 条の 3 に示すとおりで RC 造や S 造と同じであり、部材や接合部などが存在する応力を伝達することが重要である。特に木造の架構の変形性能は、接合部の性能に拠るところが大きく、想定する剛性や耐力を十分に発揮できるように設計する。

保有水平耐力計算では、構造特性係数 D_s の設定が重要で、設定方法については、昭和 55 年建告 1792 号第 2 に示されているが、同告示注の各表に示された数値として設定すればよいのではなく、あくまでも架構の性能および架構の形式に応じて、規定された数値以上の数値とし安全性を担保することが求められる。

●公共建築物で配慮すべきこと

国土交通省大臣官房官庁営繕部の「木造計画・設計基準」¹⁹⁾ では、以下の構造計算ルート

を選択する場合に、公共建築物としての求められる上乗せの性能について示されている。

<壁量計算>

偏心率の検討を行い、偏心率が 0.3 以下であることを確認すること

<許容応力度計算（ルート 1）>

偏心率の検討を行い、偏心率が 0.3 以下であることを確認すること

2-5-1-3 木造建築物の構造設計に関連する情報

2-5-1-2 で示したように法的に構造計算ルートが定められており、それにしたがって設計を進めることになる。しかし、上記の情報だけでは具体的な設計を進める中で、分からない部分や判断できない部分が生じる。そのため日本建築学会等では大規模木造建築物に対する解説や設計規準等の書籍を発行し、設計者への情報提供を行っている。

一方、木造建築物の設計関連の書籍においては体系的に整理されたものが少ないことや、これまでに実施された有用な実験データが集積されていない状況がある。そこで大規模木造建築物がより身近に設計可能となるよう、情報提供・情報共有の場として「設計支援情報データベース Ki²⁰」というものが立ち上げられている。

ここでは、木造建築物に関する書籍の紹介、設計支援情報データベース Ki の紹介を行う。

●木造建築物に関する書籍

本書で紹介する書籍を、表 2.5.2 に示す。

これらの書籍で全て設計ができるわけではないが、建築基準法だけでは足りない部分を補うよう活用していただきたい。

表 2.5.2 木造建築物の設計に関する書籍¹⁹⁾、²¹⁾～²⁸⁾

書籍名	発行・著者	概要
建築物の構造関係技術基準解説書(2007年版)	国土交通省住宅局建築指導課ほか監修	建築基準関係法令のうち、構造関係の基準について法解釈を示したものである。木造については、建築基準法施行令第3章第3節の技術基準、ならびにこれに基づく関係告示が網羅的に記載され、その解説が詳しく示されている。
木造軸組工法住宅の許容応力度設計	(公財)日本住宅・木材技術センター	「建築物の構造関係技術基準解説書」よりも構造計画、設計、構造計算などの過程を明確に示している。木造軸組工法住宅の許容応力度設計の標準的な図書として使用されている。
入門 木造の許容応力度計算	(公財)日本住宅・木材技術センター	「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」の入門編。演習付きでわかりやすく解説している。
木造軸組工法住宅の横架材及び基礎のスパン表(増補版)	(公財)日本住宅・木材技術センター	木造軸組工法住宅の横架材及び基礎のスパンの早見表。
木質系混構造建築物の構造設計の手引き	(公財)日本住宅・木材技術センター	木質系混構造建築物について、立面混構造を主な対象として、国交告第593号を踏まえ、耐震構造計算ルート等を解説。
木質構造設計規準・同解説	(一社)日本建築学会	木質構造の構造設計を行ううえで、基本となる技術的な考え方を示したものである。特徴としては、中大規模木造建築物を視野にいれ、集成材を使用した際によく用いられるボルト、ドリフトピンなどを含め、接合部の設計式の詳細が示されている。
木質構造接合部設計マニュアル	(一社)日本建築学会	既往の研究成果を取りまとめ、理論的展開を最小限に留めて、接合部に特化した設計者の実務用ハンドブックである。
木質構造接合部設計事例集	(一社)日本建築学会	「木質構造設計規準・同解説」の補足資料として、曲げ降伏型接合具を用いた接合部におけるせん断に対する設計について、「木質構造設計規準・同解説」で明確に示されていない部分を具体的に示しながら、特にボルト接合、ドリフトピン接合、ラグスクリュー接合について、個々の接合部の耐力計算から実際の接合部の設計事例までを提示する資料集である。
枠組壁工法建築物設計の手引き 枠組壁工法建築物構造計算指針	(一社)日本ツーバイフォー建築協会	枠組壁工法建築物を対象としたもので、「設計の手引き」は平成13年国交告第1540号、平成13年国交告第1541号の解説である。「構造計算指針」は枠組壁工法建築物の構造計算の方法を示している。
丸太組構法技術基準解説及び設計・計算例	(一財)日本建築センター	丸太組構法技術基準(平成14年国交告第411号)を解説、その計算方法や設計事例を取りまとめたものである。
木造計画・設計基準	国土交通省大臣官房官庁営繕部	「国家機関の建築物及び、その附帯施設の位置、規模及び構造に関する基準」(平成6年建告第2379号)に基づき、官庁施設の営繕を行うにあたり、木造施設を設計する上で、その効率化に資するために、設計に関する技術的な事項及び標準的な手法を定めたものである。

●設計支援情報データベース Ki²⁰⁾

設計支援情報データベース Ki (<http://www.ki-ki.info/index.html>) は木造の研究者を中心とした有志が集まり中層大規模木造を普及させるために必要な検討を行っている成果や過程を紹介するサイトであり、中層大規模木造の設計を担う設計者を対象に汎用構造解析ソフトによる三次元解析モデルを用いて構造設計を行う場合に必要なデータが整理された構造設計データ集や、木質材料の仕様・価格に関する情報、各種イベント情報などが掲載されている。

現在開示されている情報のうち、構造設計データ集の例を図 2.5.2 に示す。使用材料、寸法、接合具、試験体の概要、また理論式とモデル化に際しての考え方、実験結果の各特性値と理論式での計算結果との整合性などが掲載されている。これは、部材寸法等特定の組み合わせのデータではあるが、このシートをもとに同断面・同条件の寸法で設計すれば、確認申請の際に建築主事に対して、独自で実験を行って確認しなくても、実験データを含めた数値の根拠を示すことができる。将来的には、断面寸法等組み合わせを変更しても、理論式で同等と見なせるようなデータとして整備していくことが進められている。

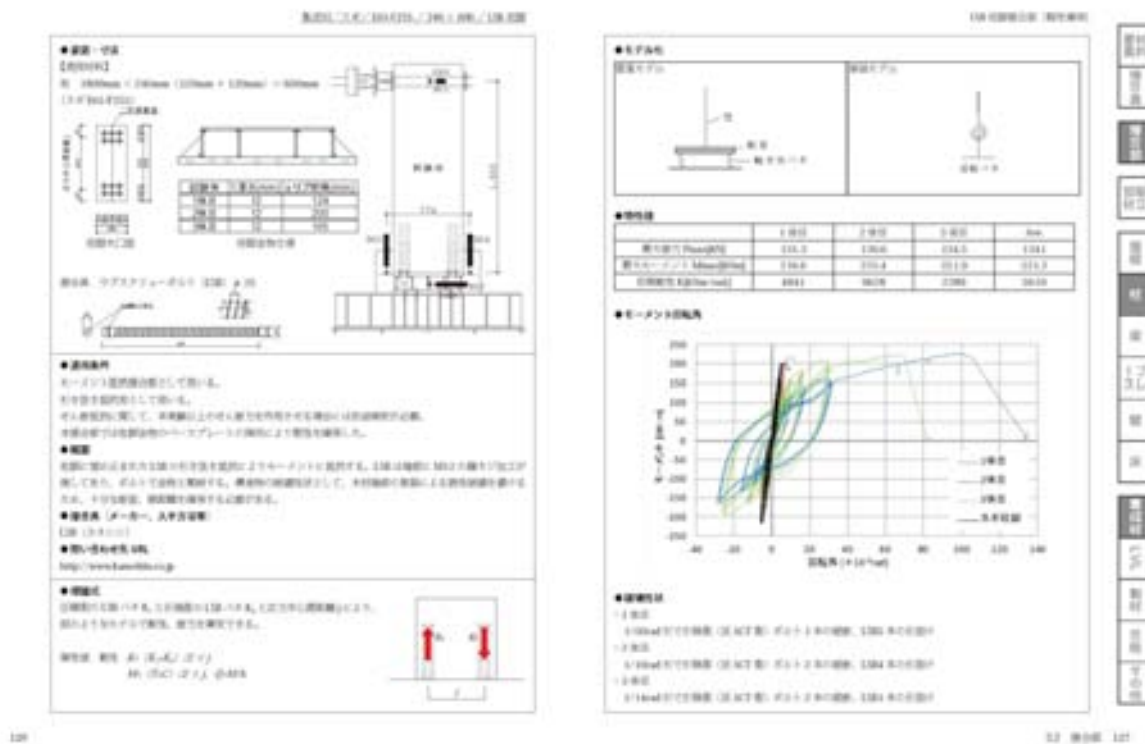


図 2.5.2 構造設計データ集の例

設計支援情報データベース Ki では、今後も中層大規模木造建築を促進していく際に必要な情報を整備し、設計者にとってより使いやすいデータベースを構築していくために、材料や構造だけでなく、防耐火関係や木質内装化の際に考慮しなければならない法律関係の情報なども含めて、蓄積する情報の幅を広げていく予定であり、今後随時情報が更新されていくよ

うである。

2-5-1-4 混構造におけるポイント

木造建築物では、効果的に RC 造や S 造と組み合わせ混構造とすることがある。混構造とする目的は、木質構造の可能性を広げることにより、木質構造の長所、短所をよく理解し、混構造とすることにより長所をさらに活かし短所を補うことが基本となる。

木質構造を設計する場合、接合部に特徴があり、RC、鉄骨のように一体の剛な接合部がつくりにくく、部材の強度や剛性よりも接合部の強度や剛性のほうが小さいということに注意がある。そのため、構造計画としてラーメン構造はつくりにくく、耐震要素として耐力壁や筋かいといったものが必要となることが多い。しかし、大規模の建築になると壁や筋かいを入れる箇所が不足することもあり、かといってラーメン構造の計画にすると、フレームとしての剛性や接合部強度を確保するため、部材断面が大きくなり接合部のコストも高くなる。混構造は、視覚的には木質構造をメインとしながら耐震要素を RC 造や鉄骨造によってつくるものであり、木造が負担する力を限定し単純化することで、木造の部材断面を小さく、接合部を簡素化することで、経済性や開放性の高い木造建築を目指すものである³⁰⁾。

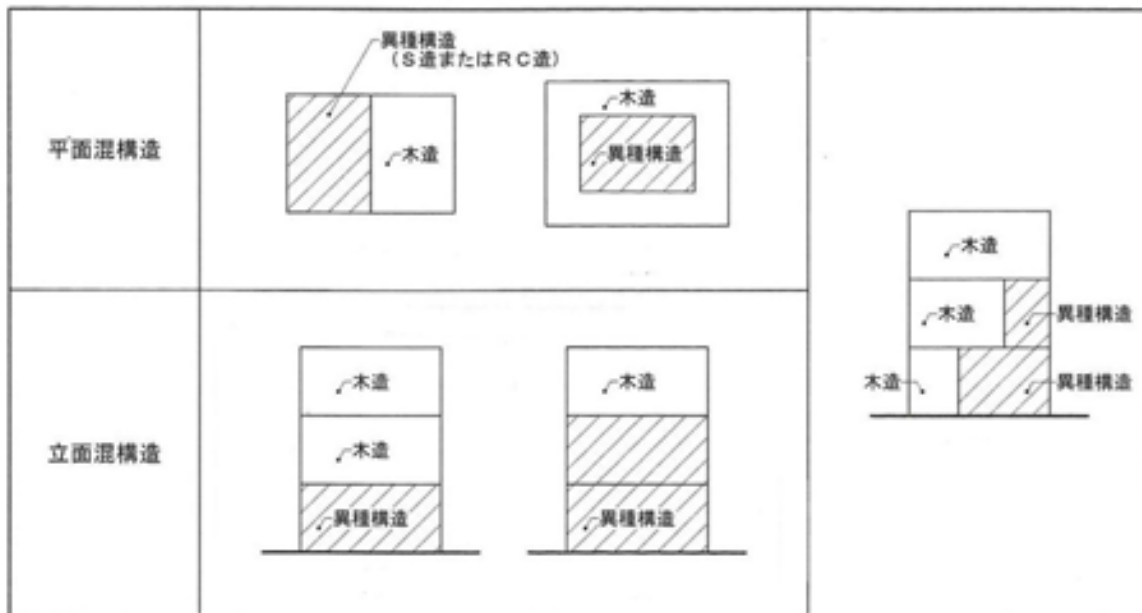


図 2.5.3 混構造の種類²⁹⁾

図 2.5.3 に示すように、混構造は立面混構造、平面混構造という分類をすることができる。

●立面混構造

立面混構造は、一部の階を木造、一部の階を他構造とし積層している構造である。例えば

下層階が RC 造で、上層階が木造のものである。住宅では多く用いられており、最近では比較的大規模の建築物でも用いられるようになった。他構造間での剛性の違いを勘案して応力が異種構造間で確実に伝達されるように設計しなければならない。

図 2-5-3 に示すもの以外に、屋根のみ木造とする混構造も見られ、体育館での実績が多く見られる。

混構造建築物の設計を行うにあたって、ルート 1 での設計は、平成 19 年国交告第 593 号第三号又は第四号の規定によることとなる。平成 23 年 4 月に国交告第 593 号が改正され、混構造に関する規定が一部緩和された。立面混構造に関わる部分について以下に概要を示す。

[合理化 1] 2 階以下 RC 造+3 階木造の場合³¹⁾

1・2 階 RC 造、3 階のみ木造とする延べ面積 500m²以下の小規模建築物について、「ルート 1」+偏心率等の簡易なチェックでも可能とし、「ルート 2」以上での安全性の確認を不要とする。

今まで「ルート 2」以上の計算方法で確認する必要があった。

以前の告示		→	合理化1	
計算ルート	「ルート2」以上		「ルート1」+偏心率等の確認	
延べ面積	500㎡以下	同左		
構造	2階以下 RC 造、3階木造	同左		
高さ、軒高さ	13m 以下、9m 以下	同左		
階数	地階を除く階数が3	同左		
層間変形角	1/200 以内※	同左		
偏心率	15/100 以内	同左		
剛性率	6/10 以上	6/10 以上 (RC 部分のみ)		
RC 部分	壁・柱量の確認等	同左		
木造部分	塔状比の確認等	同左		

※地震力による構造耐力上主要な変形によって建築物の部分に著しい損傷が生じるおそれのない場合1/120以内

[合理化 2] 1 階 RC 造+2 階木造で延べ面積 500 m²超の場合³¹⁾

1 階 RC 造、2 階木造（同一階で異種構造を混用しない）で、延べ面積 500m²超 3,000m²以下の場合、木造部分に関し地震力を割増して「ルート 1」+偏心率等の構造計算等を行うことにより「ルート 2」以上での安全性の確認を不要とする。

今まで「ルート 2」以上の計算方法で確認する必要があった。

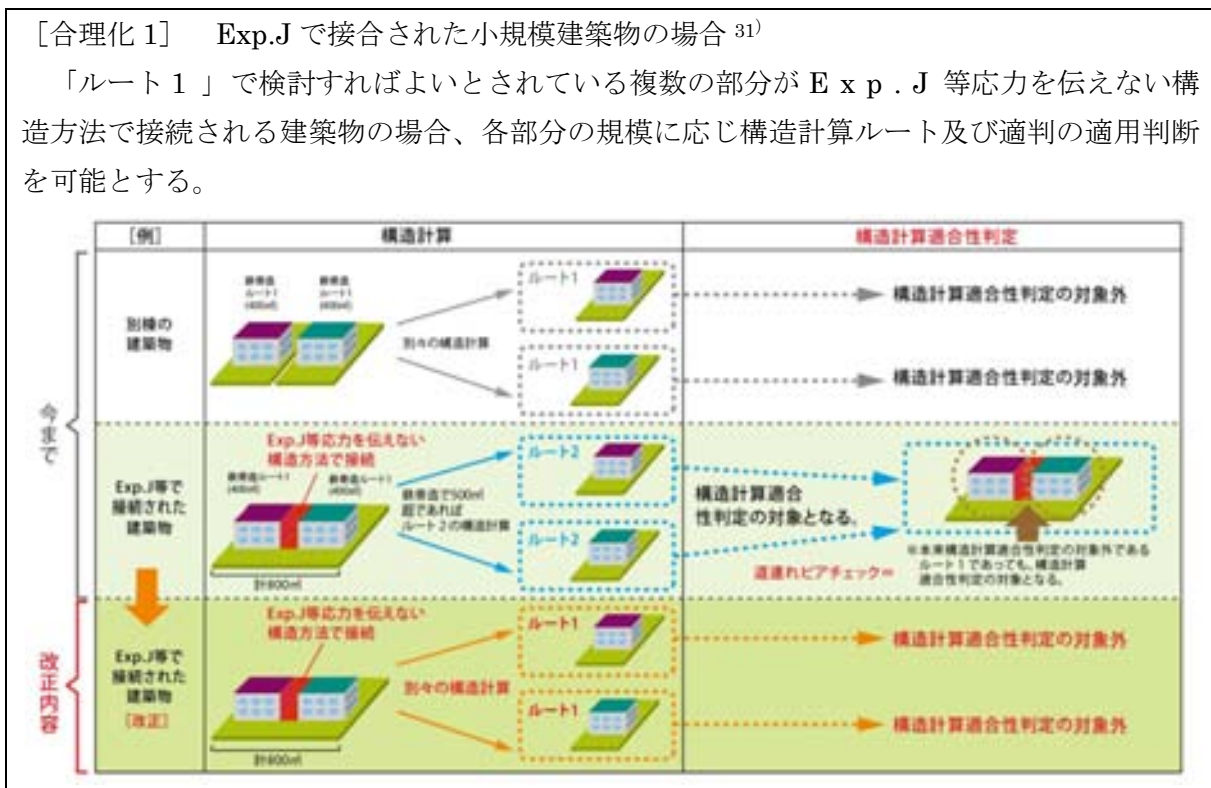
以前の告示		合理化2	
計算ルート	ルート2以上	→	次の①もしくは②の計算を行う。 ①標準せん断力係数 0.3 以上で許容応力度計算 ②特別な調査又は研究による確認*
延べ面積	500㎡超	→	500㎡超 3,000㎡以下
構造	1階 RC造、2階木造		同左
高さ、軒高さ	13m以下、9m以下		同左
階数	地階を除く階数が2		同左
層間変形角	1/200以内		同左
偏心率	15/100以内		同左
剛性率	6/10以上		確認を要しない
RC部分	壁・柱量の確認等		同左
木造部分	塔状比の確認等		同左

※地震力による構造耐力上主要な部分の変形によって建築物の部分に著しい損傷が生ずるおそれのない場合、1/120以内

●平面混構造

平面混構造とは、構造の異なる建築物が平面的に構造上連続しているものである。平面的に構造種別が異なるということは、荷重（固定荷重および地震力）や剛性が異なるため、荷重の流れを把握することが重要となる。

立面混構造と同様に、平面混構造においても、平成 23 年 4 月に国交告第 593 号が改正され、混構造に関する規定が一部緩和されている。今まで、建築物全体で「ルート 1」の面積規定である延べ面積 500㎡を超える場合、エキスパンションジョイントで区切った各部分が、「ルート 1」の面積規定以下であっても、「ルート 2」以上の構造計算及び適判の対象となっていた。



2-5-1-5 架構計画における工夫

これまで構造設計に係わる法的な解釈等について整理してきたが、ここでは具体的に架構を考えるときのポイントを挙げる²⁾。

□計画物件における最大スパン

計画物件の最も大きい空間は、木材利用の観点や構造形式の選択に大きく影響する。例えば製材で、特にコスト面から一般流通材で空間を構成しようとする³⁾と、6m 材までが調達可能である（ただし、地域による）。6m 以上のスパンとする場合は、集成材を利用する、一般流通材を用いたトラスや充腹梁などの架構の検討などが必要となる。また一部のみ 6m 以上の製材を用いる場合は、調達先である製材工場の乾燥機のサイズ等を確認し、希望する寸法・量が手に入るかどうか確認する必要がある。

スパンを飛ばす場合には、木材を引張材や圧縮材として効かせるトラスが有効である。最近では、製材を用いたトラスの開発も行われており、これらを使用することで計画通りのスパンを得ることができる可能性がある。（→コラム：製材のトラス）

□主要な柱間隔は 910～1000mm ピッチ

製材を利用することを想定すると、主要な柱スパン（モジュール）を 1000mm までに抑えることによって材料の無駄をなくし、コストメリットが出る。ただし、建物全体としては、他の建築材料（外装材や内装材）のモジュールとの関係を考慮したうえで判断する必要がある。

□積載荷重の大きな書庫、設備室等は下層階へ配置

一般居室より積載荷重が大きい室を上層階に配置すると、梁の断面を大きくする必要がある。ある試算では、おおよそ 2.0～2.5 倍程度、材料の単価が違ってくると言われている。積載荷重が大きな室は特に強い要望がない場合は、下層階へ配置する。

□梁上耐力壁をできるだけなくす計画

梁上耐力壁とは、例えば、2 階建ての建物の場合の 2 階の耐力壁の両側に取り付く柱の直下に 1 階の柱がないような耐力壁を指す。このような状態で、耐力壁が耐力を発揮しようとするときに、耐力壁下の梁が曲げ変形することになり、耐力壁の性能が想定通りに発揮されない。最悪の場合は、耐力壁の性能を発揮する前に梁が破壊する場合も想定される。これらより、梁上耐力壁の場合は、耐力壁の耐力の低減を行なうことや、上述のような梁の変形を抑制するために梁断面を大きくする等の対応が必要となる。

□スパンの大きな室は上階へ

下層にスパンの大きな室がある場合は、上階の柱を下層で支えるために梁の断面を大きくする必要がある。反対に、上層にスパンの大きな居室を配置し、下層に柱を設ける

ことができるようにすると、梁スパンが短くなり梁断面を抑えることができる。

多雪区域においては、2階小屋に載る積雪荷重が大きい場合が想定され、上述の差がより顕著となる。木造において積雪荷重は非常に大きな影響があるため、多雪区域においては、特に配慮を行う必要がある。

□同一架構の繰り返しによるコストダウン

大規模建築物において、同じような架構ではあるが微妙に寸法や形状の異なるものが並ぶ架構の場合は、それぞれに加工が必要となる。しかし、同一架構の連続とすることによって、施工図の作成手間を少なくすること、また加工を単一化することができるため、コストダウンに繋がる。

□屋根の面材の割付を考えて梁を入れる、勾配を決める

設置する面材の量産寸法を考慮して、梁のピッチ、勾配を決定する必要がある。

梁のピッチが面材の寸法と合わない場合はカットして使用する必要があり無駄に面材を購入する必要がある。

また勾配については、母屋～母屋間に面材がかかるように寸法のバランスを考慮する必要がある。面材の寸法を考慮していない場合は、母屋に直交する小梁を入れる必要が出てくるため、屋根勾配の決め方でコストアップとなってしまう場合がある。

□汎用性のある金物の利用（ただし金物選択には注意すること）

汎用性のある金物の利用は、構造躯体の材料費等に大きな影響を与える。専用に製作した金物を用いた建物の構造躯体に対して、既製品の金物を利用した場合は、コストを3割程度安く抑えることができるという例もある。

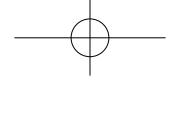
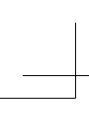
一方で、木造の接合具は、建築学会規準にも示されている木材物理から得られた知見を反映して設計が行われ建物ごとに製作される大規模木造の接合具と、実験で性能を確認することで対応している汎用品としての住宅用の接合具が存在する。中規模の木造や、大規模木造用の小梁などでは、後者の住宅用の汎用品をうまく使い回すことで設計も可能であるが、もともとの設計思想の違いから構造設計者が安心して使える状態とは言いがたい。接合具の性能を見極め慎重に選択する必要がある。

今後は、中大規模木造用の汎用品が望まれる。

□構造用集成材の利用

集成材は、大きな節や割れのような木材の欠点を取り除かれており、木材の不均一性からくる狂いや乾燥時の割れや反りが少ない。また加工精度が非常に高いことや、構造性能にばらつきが少ないことから、金物工法や大空間を形成する建築物に非常に有効である。

接合部試験において、製材を用いた金物工法接合部と集成材を用いた金物工法接合部を比較すると、集成材を用いた金物工法接合部の方がばらつきが少なく、集成材と接合



金物の相性がよい。接合部の耐力は、木材の割裂やめり込みが支配的であり、接合具との縁距離やめり込み面積の確保により断面が決まることが多いため、製材に比べて接合部周りでの部材断面を低く抑えることができるとも考えられる。

コラム「製材のトラス（JBN トラス）」³²⁾

このトラスは、学校校舎建築をモデルとしてスパン 8m の部材とされている。

開発コンセプトとしては、これまで木造住宅を生産してきた人たちが大規模木造建築に携わるためには、木造住宅の生産システムの延長線上の技術である必要があるということが挙げられ、このトラスに適用する技術は、住宅用流通製材とプレカット加工としている。

トラスの形状は、製材の斜材が圧縮材となるような向きに設置した平行弦トラスとなっている。引張材となる束材は丸鋼とし、特殊金物を用いることで特色を出している。8m スパンのため、広く流通している 4m 材を用いると上弦材・下弦材では継手が必要になるため、接合金物の開発が合わせて行われた。

引張材となる束材に鋼材を用いている。部材端部加工は、標準的プレカットマシンで加工可能な形状となっている。大規模木造建築では、高い水平構面性能が要求され、床面材には多くの接合具（釘、ビス）が使用されるため、十分な接合幅を確保するために 150mm 幅となっている。トラス端部は、スパンの調整しろが 250mm（-150mm から + 100mm まで）用意されており、実際のスパンに合わせて現場調整も可能となっている。

接合具としては、束端部金物、弦材継手金物、梁受け金物が、今回 JBN の特殊金物としてあわせて開発されており、別途構造検討を行わない場合には、これらの金物を用いる必要がある。

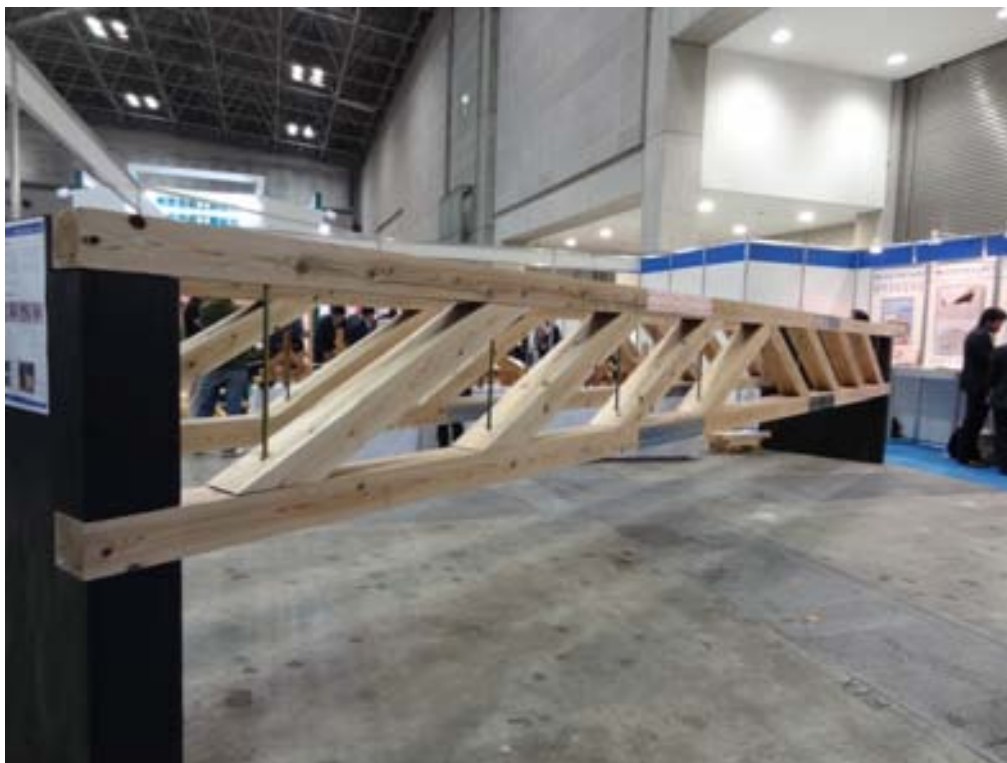


図 2.5.4 JBN トラス

2-5-2 木質材料の選択と利用上の注意点

2-5-2-1 木質材料の選択と利用上の注意点の概要

木造建築物の場合、木質材料の種類によって強度等の性能が異なる。また調達についても、材料によって発注から納入までの時期が異なるなどコンクリートや鉄のように安定した供給を確保できるわけではないため、2-3 事業の進め方と木材の発注に関する知識で示したように、事前に関係者との情報共有することが重要となる。

ここでは、木造建築物の設計を行う際に必要な木質材料にはどのような種類・特徴があるのか、材料性能について法律上の規定はどうなっているのか、調達しやすい寸法・等級は何かといった情報について紹介する。それらのポイントを踏まえた上で、計画段階から材料選択を入念に検討することが望ましい。

2-5-2-2 木質材料の特徴

建築に使用される木質材料は、軸材、面材等多くの種類があり、また新たな材料開発も行われている。ここでは、構造用製材、構造用集成材、構造用単板積層材、構造用合板について、設計時に必要なそれぞれの特徴や利用時における注意点などを解説する。入手しやすい強度・寸法については 2-5-2-3 にて示す。

●構造用製材

製材とは、一般に「丸太やそれに類する半製品から鋸で挽材加工して生産される製品」と定義される。したがって、集成材や合板等のように、製造する上で高度な加工や接着工程を必要としないため、製材の品質は材木（樹木）の生まれ持った特性（樹種・品種など）や成長した環境条件がそのまま反映され、その結果強度に対しても影響を与えることになる。こういった材料を構造材として利用するには、品質による区別をし、適材適所の利用を心がける必要がある。

<建築基準法と基準強度>

製材の基準強度は建築基準法関係告示の平成 12 年建告 1452 号で示されている。基準強度が JAS の区分別、樹種別に示されているが、これらの基準強度が全て調達できるわけではなく、地域によって強度分布が異なる。その地域で手に入りやすい材料強度や量などの詳細については、地域の製材工場や森林組合等に問い合わせる必要がある。

H12 年建告 1452 号では、JAS 規格に定められていない木材、いわゆる「無等級材」についても基準強度が与えられている。無等級材は、当然ながらヤング係数の実測値も欠点の状態もわからない材という意味であるため、統計的に処理された内で安全側の値を与えられることになる。

ただし平成12年建告1452号では、たる木や根太のように複数本で荷重を支持する場合は平均値に近い値を用いることができるとしており、以下の通りそれぞれ割り増し係数が示されている。

・目視等級区分及び無等級材について

たる木、根太その他荷重を分散して負担する目的で並列して設けた部材（以下「並列材」という。）にあつては、曲げに対する基準強度 F_b の数値について、当該部材群に構造用合板又はこれと同等以上の面材をはる場合には1.25を、その他の場合には1.15を乗じた数値とすることができる。

・機械等級区分について

並列材にあつては、曲げに対する基準強度 F_b の数値について、当該部材群に構造用合板又はこれと同等以上の面材をはる場合には1.15を乗じた数値とすることができる。

<基準法の規定によって製材JASに適合する木材を利用しなくてはならない場合³³⁾>

基準法の規定によって製材JASに適合する木材を利用しなくてはならない場合は、令46条第2項に示されるルート（令46条2項ルート）に該当する建築物である。令46条2項ルートに該当する建築物では、昭和62年建告1898号にて、構造耐力上主要な部分である柱及び横架材（間柱、小ばりその他これらに類するものを除く。）に使用する集成材その他の木材の品質の強度及び耐久性に関する基準が示されているため、それらを遵守する必要がある、製材の場合、製材JASに適合する木材等を利用することが求められる。

また木造の場合、木材の躯体を現しにした準耐火構造とする「燃えしろ設計」を行う場合があるが、この場合には、平成12年建告1358号や平成12年建告1380号にて、令46条第2項第一号イ及びロに掲げる基準に適合していることが求められるため、製材JASに適合する木材であることが無条件に求められる。

一方で、上記に該当しない場合は無等級材が利用できるということになり、令46条第2項に示されるルート（令46条2項ルート）に該当しない建築物、つまり四号建物と呼ばれる壁量計算で対応できる建築物や、ルート1からルート3の設計を行い、かつ、壁量計算の仕様規定等も遵守する壁量の多い建築物では、無等級材の利用が可能である。

なお、一般の木造では行われることはほとんどないと思われるが、限界耐力計算では許容応力度が与えられれば計算可能であるため無等級材を使用可能であり、時刻歴応答解析では許容応力度が与えられていなくても（法37条の建築材料でなくても）計算可能であるため使用する木材品質について規定されていない。

<JASに定められていること³³⁾>

製材JASでは、表2.5.3のような区分がある。構造用製材には目視等級区分と機械等級区分があるが、両方ともに保存処理、含水率、寸法等についての規格がある。

目視等級区分には表2.5.3に示すような3種類の規格があるが、これら全てに1～3級の等級があり、目視でわかる材面の欠点の種類、位置、量などについての基準が詳細に決められ

ている。

機械等級区分では、計測されたヤング係数の範囲別に等級が決められており（表 2.5.4）、同時に、目視でわかる材面の欠点についても基準が定められている。

目視等級区分、機械等級区分共に、材面の欠点についての基準が存在するが、後者は前者と比較してかなり緩い基準となっている。

表 2.5.3 製材 JAS の区分

区分	説明	
構造用製材	製材のうち、針葉樹を材料とするものであって、建築物の構造耐力上主要な部分に使用することを主な目的とするものをいう。	
目視等級区分 構造用製材	構造用製材のうち、節、丸身等材の欠点を目視により測定し、等級区分するものをいう。	
甲種構造材	目視等級区分構造用製材のうち、主として高い曲げ性能を必要とする部分に使用するものをいう。	
構造用Ⅰ	甲種構造材のうち、木口の短辺が36mm未満のもの、及び木口の短辺が36mm以上で、かつ、木口の長辺が90mm未満のものをいう。	たる木、極太、ぬき、野地板、壁下地板等
構造用Ⅱ	甲種構造材のうち、木口の短辺が36mm以上で、かつ、木口の長辺が90mm以上のものをいう。	梁、大引き等
乙種構造材	目視等級区分構造用製材のうち、主として圧縮性能を必要とする部分に使用するものをいう。	柱等
機械等級区分 構造用製材	構造用製材のうち、機械によりヤング係数を測定し、等級区分するものをいう。	
造作用製材	製材のうち、針葉樹を材料とするものであって、敷居、鴨居、壁その他の建築物の造作に使用することを主な目的とするものをいう。	
下地用製材	製材のうち、針葉樹を材料とするものであって、建築物の屋根、床、壁等の下地（外壁から見えない部分を除く。）に使用することを主な目的とするものをいう。	
広葉樹製材	製材のうち、広葉樹を材料とするものをいう。	

表 2.5.4 機械等級区分

等級	曲げヤング係数 (GPa又はkN/m ²)	
E50	3.9以上	5.9未満
E70	5.9以上	7.8未満
E90	7.8以上	9.8未満
E110	9.8以上	11.8未満
E130	11.8以上	13.7未満
E150	13.7以上	

<その他強度関係について>

ヤング係数は、平成 12 年建告 1452 号ではなく、日本建築学会の木質構造設計規準・同解説にて示されている。こちらでも、JAS 規格の区分別、樹種別に値が示され、無等級材についても値が示されている。ただし、木質構造設計規準では「無等級材」ではなく「普通構造材」という用語を使用していることに注意が必要である。これらの用語については、従前の製材 JAS と木質構造設計規準との関係から現在でも使用されているが、その経緯については、現在の木質構造設計規準・同解説（第 4 版）²³⁾ に詳しい。

コラム「木材の強度とヤング係数」

木造の設計においては、使用する木材の強度とヤング係数が保証されていることが前提条件となる。ここでは、この 2 つの値について、どのように保証されているかを見ていくことにする。木材の強度については、以下 2 つの基本原則がある。

- ①木材強度は、実験で壊してみないと実際の値はわからない。
- ②木材強度は、同一樹種であっても材によってばらつきがあり、加えて節等の欠点が大なる影響を及ぼす。

目の前にある木材の強度を知るには破壊に至る実験を行う必要があるが、実験で破壊してしまった材は建築物には利用できない。したがって、現在私たちが利用している木材の強度は、膨大な破壊実験結果から得た強度分布を統計的に定量化して推測したものである。また、節や目切れ

などの目で見えて評価できる強度上の欠点の状態や出現頻度と、実験で得られた強度との関係を求めることで、目視による評価での強度の推測が可能となり、この仕組みを利用したものが目視等級区分と呼ばれる方法である。

一方、木材のヤング係数については、破壊させなくても計測することが可能である。したがって、実際に建築物に使用する木材のヤング係数を直接計測することが可能である。強度を求める破壊実験では、同時にヤング係数が得られるため、強度とヤング係数の関係を求めることが可能である。この仕組みを利用して、ヤング係数を計測して強度を推測する方法が機械等級区分と呼ばれる方法である。

コラム「実測したヤング係数を利用する」

設計に使用するヤング係数については、機械による曲げ応力等級区分を行う製材のように当該規格からヤング係数がわかる場合を除き、日本建築学会「木質構造設計基準・同解説」の設計資料や十分な信頼性を有する実験結果に基づいて定められている数値を採用して良い。この他に、計測した値を使用することが可能である旨が 2007 年版建築物の構造関係技術基準解説書、P474 に示されている。

ここでいう実験には、載荷式の曲げ実験の他、動的弾性係数の非破壊測定方法等も該当すると考えられる。これらの実験方法については、構造用木材の強度試験マニュアルに詳しい。実験で得られたヤング係数を利用する場合には、得られた値の意味を十分に理解した上で利用することが求められる。

ヤング係数を実測する場面としては、無等級材を利用して設計を行う場合や、目視等級区分の材の実測したヤング係数が木質構造設計規準に示される目視等級区分等級材のヤング係数よりも大きくなる傾向が強い地域で設計を行う場合等が想定されるが、それぞれ木材品質に関する前提が異なるので、より安全に利用できるよう、注意する必要がある。

計測した値の扱いについて判断に迷う場合は、計測した値に合致する機械等級区分の等級を確認し、木質構造設計規準に示される機械等級区分等級のヤング係数を利用することが推奨される。

●構造用集成材³⁴⁾

<建築基準法と基準強度>

建築基準法関係の告示では、平成13年国交告第1024号（最終改正：平成24年9月18日国交告第1027号）において、許容応力度の算定式や材料強度が法律上に定められている。対称異等級構成集成材、特定対称異等級構成集成材及び非対称異等級構成集成材の場合は、圧縮、引張り及び積層方向と幅方向の曲げ基準強度がJASの強度等級毎に数値が定められ、同一等級構成集成材の場合は、圧縮、引張り及び曲げの基準強度がJASの強度等級毎に定められている。せん断の基準強度はラミナの樹種毎に積層方向と幅方向別に定められている。又、めりこみに対する基準強度は樹種毎に数値が定められている。

以上の各基準強度のうち集成材の積層方向の曲げ基準強度については、集成材の厚さ方向の辺長（長辺）に対応して、集成材の日本農林規格に規定する寸法調整係数を乗ずる必要がある。許容応力度については、同告示にこれらの基準強度を用いた算定式が定められている。

<JASに定められていること>

構造用集成材は「集成材の日本農林規格（平成19年9月25日農林水産省告示第1152号、一部改正平成24年6月21日農林水産省告示第1587号）」によって、その品質や表示事項について規格化されている。ラミナ（ひき板）の品質基準は、目視等級区分によるものと等級区分機による機械等級区分・MSR区分の3つに区分されている。

<その他強度関係について>

実際の設計においては、上記の告示で定められた数値以外にも必要な特性値が存在し、それらは日本建築学会の「木質構造設計規準・同解説－許容応力度・許容耐力設計法－」に示されている。対称異等級構成集成材と同一等級構成集成材の場合、圧縮、引張り及び曲げの基準材料強度、基準許容応力度及び基準弾性係数がJASの強度等級毎に示されているほか、せん断に対する特性値として基準材料強度、基準許容応力度及び基準弾性係数が樹種毎に、材の方向に応じて示されている。さらに、めりこみに対しては基準材料強度と基準許容応力度が樹種毎に示され、これらは部分圧縮（材の中間部と材端の別）と全面圧縮の別に応じて細かく分かれている。

●構造用単板積層材（LVL）³⁴⁾

<建築基準法と基準強度>

建築基準法関係の告示では、平成13年国交告第1024号（最終改正平成24年9月18日国交告第1027号）において、許容応力度の算定式や材料強度が法律上に定められている。構造用単板積層材の場合、圧縮、引張り及び曲げの基準強度は、JASの曲げヤング係数区分と等級（特級、1級、2級）の組み合わせ毎に、数値が定められている。せん断の規準強度については、JASの水平せん断性能毎に数値が定められている。

これらの各基準強度のうち積層方向の曲げ基準強度については、単板積層材の厚さ方向の辺長に対応して、寸法調整係数を乗ずる必要がある。許容応力度については、同告示にこれ

らの基準強度を用いた算定式が定められている。B種構造用LVLに関してはJASの規格は定められたものの、平成26年3月28日現在、規格改正に対応した告示の改正がなされておらず、基準強度は定められていない。（A種構造用LVLに関しては従来の基準強度が適用できると思われる。）B種を使った設計に関しては建築主事との相談が必要になると思われる。

<JASに定められていること>

構造用単板積層材は「単板積層材の日本農林規格（平成20年5月13日農林水産省告示第701号（平成25年11月12日一部改正）」によって、その品質や表示事項について規格化されている。単板の積層数及びたて継ぎの配置に応じて、特級、1級、2級の3つに区分される。また、接着の程度に応じて、水平せん断性能が35V-30Hから65V-55Hまでの7段階に区分される。さらに、曲げヤング係数区分として50Eから180Eまでの10段階に区分され、曲げ性能（曲げヤング係数及び曲げ強さ）の規準が示されている（E-強度等級表示）。平成25年に改正されたJASでは、3つの点が大きく変わった。直交単板の使用割合を増やし、面材として寸法安定性を高めたLVLが規格化された。めり込み性能が格付され、LVLの高いめり込み性能を生かすことができるようになった。曲げ性能の下位等級が追加されたことで、スギを構造材として使用しやすくなった。

<その他強度関係について>

実際の設計においては、上記の告示で定められた数値以外にも必要な特性値が存在し、それらは日本建築学会の「木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—」に示されている。構造用単板積層材の場合、圧縮、引張り及び曲げの基準材料強度、基準許容応力度及び基準弾性係数がJASの曲げヤング係数区分と等級（特級、1級、2級）毎に示されているほか、せん断に対する特性値として基準材料強度、基準許容応力度及び基準弾性係数がJASの水平せん断性能毎に、材の方向に応じて示されている。さらに、めりこみに対しては基準材料強度と基準許容応力度が樹種毎に示され、これらは部分圧縮（材の中間部と材端の別）と全面圧縮の別に応じて細かく分かれている。

●構造用合板³⁴⁾

構造用合板は、「合板の日本農林規格（平成15年2月27日農林水産省告示第233号、最終改正：平成20年12月2日農林水産省告示第1751号）」によって規格化されている。接着の程度に応じて、特類、1類、2類に区分されるが、構造用合板では特類又は1類の基準に適合することが求められている。強度的性能で1級と2級の2区分に分けられているが、1級の構造用合板は、構造計算などで設計する構造体や構造部材への利用を想定したもので、元々はラワンなどの南洋材を用いた合板を対象としたもの（等級を記号A,B,C,Dで表すもの）であったが、近年は針葉樹を対象としたもの（等級を記号E,Fで表すもの）も加わっている。1級では合板の長手方向および短手方向の曲げヤング係数と曲げ強度、および面内せん断強度の規格基準値が定められているが、曲げ性能については、等級を記号A,B,C,Dで表す合板は表示厚さ毎に、記号E,Fで表す合板は強度等級に応じて、方向別に曲げヤング係数と曲げ強

さの基準値が定められており、せん断強さは厚さや品質によらず 1 つの基準値が定められている。

一方、2 級の構造用合板は、主として壁や床、屋根の下地材としての利用を想定したもので、表示厚さ毎に合板の長手方向の曲げヤング係数の規格基準値が定められている。建築基準法の中では、構造用合板は平成 13 年国交告第 1024 号（最終改正：平成 20 年 8 月 11 日国交告第 969 号「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件」）、あるいは建築基準法第 37 条の指定建築材料に位置づけられていないため、法律上の材料強度は存在しない。しかし、実際の設計において必要な特性値は、日本建築学会の「木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—」巻末の設計資料に提案されている。1 級の構造用合板（A,B,C,D 表示）の場合、曲げ、引張、圧縮およびせん断の基準許容応力度が厚さと単板の品質に応じて、曲げ、引張、圧縮、せん断に対する基準弾性係数が厚さ毎に示されている。1 級の構造用合板（E,F 表示）の場合、E,F の数値に応じて曲げとせん断の基準許容応力度と基準弾性係数が示されている。2 級の構造用合板の場合は、曲げ及びせん断の基準許容応力度、基準曲げヤング係数、基準せん断弾性係数が厚さ毎に示されている。

許容応力度の誘導に関しては、基準強度特性値を JAS 規格基準値（JAS の試験項目に無いものについては実験あるいは理論から求めた強度）とし、基準許容曲げ応力度と基準許容せん断応力度は等級によらず基準強度特性値の 1/4、基準許容圧縮応力度と基準許容引張応力度は基準強度特性値の 1/3.5 としている。

2-5-2-3 入手しやすい寸法・等級

ここでは、構造用製材、構造用集成材、構造用単板積層材、構造用合板について、調達にあたって標準的な寸法、等級などを示す。これらの情報を利用することによって、コストを抑えた設計につなげることができ、また材料調達が容易となる。S 造の設計において鋼材の断面を知ることと同様のことであり、木造の設計に関わる基本的な知識である。

JAS や建築基準法などで示されている等級については、全てが調達容易、可能であるわけではないため、設計にあたっては十分な注意が必要である。

●断面の大きな材・長尺材とその材料強度（標準的な寸法と等級³⁴⁾）

<構造用製材>

構造用製材は樹種、地域によって調達できる強度・等級は異なる。まずは近隣の木材関係者に相談し、標準的な樹種、強度について情報を入手することが重要である。

製材を用いる設計とした場合、製材の調達地域を市町村から県、または国産材、さらには外国産材まで広げれば特に問題なく調達できると考えられるが、調達先を地域に絞った場合には、計画している建築物で使用する量を賄えるかどうか木材関係者に相談する必要がある。

理由としては、地域の木材産業はもともと住宅を対象とした仕組み（生産体制）となっており、そこに規模が大きく大量の木材を使用する建築物の発注があっても、対応しきれない

ためである。

強度については JAS 等の規格があるため、木造関連の経験の少ない設計者は全ての材がすぐに発注できると捉えていることもある。しかしこちらについても一部の等級を除いて必ずすぐに手に入るものではなく、使用量と同等の注意が必要となる。JAS 材を指定する場合も同様で、JAS 工場が地域にない場合もあるため注意が必要である。

<構造用集成材>

木造住宅においては、105mm、120mm 幅という標準部材寸法が存在し、経済的な生産体制が確立されている。木造住宅向けの構造用集成材は、柱用の小断面集成材（同一等級構成集成材）と梁などの横架材に使用される中断面集成材（対称異等級構成集成材）が既製品として流通している。製品サイズは柱用が 105mm 角と 120mm 角、梁用は幅が 105mm、120mm、梁せいは 150mm～420mm の製品が流通している。

一方、大規模木造建築においては、多くの部材が一品生産の特注品であり、部材設計、接合部設計においても、個々に対応する場合が多かった。しかしながら、限られた予算の中で魅力的な建築をつくるには、屋根などの部位はコストをかけて魅力的な架構とし、その分通常の部位に用いられる水平・鉛直部材は経済性を重視するなど、コストのメリハリをつけて全体のバランスをとることが必要となってくる。

また、材料性能に頼らずに構造システムによっていかに建物の性能を確保するかは、構造設計者の腕の見せ所でもあるので、現在の森林資源の実情に合った部材を設計で使用していただき、その分、材料供給者は経済的な部材生産システムを構築していくことが理想的である。

現在の国産材資源の状況を考えると、対称異等級構成集成材では

E65-F225（スギ）、**E85-F255**（トドマツ）、

E95-F270（ヒノキ）、**E105-F300**、**E95-F270**（カラマツ）

が、標準的な強度等級となる。同一等級構成集成材では、

E65-F255（スギ）、**E85-F300**（トドマツ）、

E95-F315（ヒノキ）、**E105-F345**、**E95-F315**（カラマツ）

が、標準的な強度等級となる。

また、大規模木造建築では固定荷重・積載荷重が大きくなり、要求される防耐火性能も高くなるため、通常の木造住宅よりも大きな部材断面寸法が必要となってくる。このため

150、180、210、240mm（幅）×**450、600、750、900mm**（せい）

といった断面の部材が標準的となる。

国産材ラミナを使用した集成材の部材幅は、原材料のひき板寸法等から単一材の場合には 210mm 程度までが供給しやすいが、幅はぎラミナの使用や二次接着により幅広の部材も供給可能である。集成材の JAS 規格では、同一条件で製造された集成材同士の幅方向の接着やラミナを積層接着した複数の構成要素同士の積層方向の接着も二次接着として認めており、例えば 120mm 幅の集成材を 2 材接着することにより 240mm 幅の製品も生産可能である。大規模木造建築では、部材長の考え方も戸建て住宅用部材とは異なってくる。学校の教室では

7.2m、8mといったスパンを架け渡す梁が必要であり、事務所でも6m程度は必要となるため、梁部材としては、6m材、8m材が必要となってくる。建物の階高も高くなるため、柱部材も4m、8m程度の部材長が必要とされる。

<構造用単板積層材>

木造住宅においては、105mm、120mm幅という標準部材寸法が存在し、経済的な生産体制が確立されている。一方、大規模木造建築においては、多くの部材が一品生産の特注品であり、部材設計、接合部設計においても、個々に対応する場合が多かった。しかしながら、限られた予算の中で魅力的な建築をつくるには、屋根などの部位はコストをかけて魅力的な架構とし、その分通常の部位に用いられる水平・鉛直部材は経済性を重視するなど、コストのメリハリをつけて全体のバランスをとることが必要となってくる。また、材料性能に頼らずに構造システムによっていかに建物の性能を確保するかは、構造設計者の腕の見せ所でもあるので、現在の森林資源の実情に合った部材を設計で使用していただき、その分、材料供給者は経済的な部材生産システムを構築していくことが理想的である。

現在の国産材資源の状況を考えると、単板積層材では

60E-1級（スギ）、120E-1級（カラマツ）

が、標準的な強度等級区分となる。

大規模木造建築では固定荷重・積載荷重が大きくなり、要求される防耐火性能も高くなるため、通常の木造住宅よりも大きな部材断面寸法が必要となってくる。また、大規模木造建築では、部材長の考え方も戸建て住宅用部材とは異なってくる。学校の教室では7.2m、8mといったスパンを架け渡す梁が必要であり、事務所でも6m程度は必要となるため、梁部材としては、6m材、8m材が必要となってくる。建物の階高も高くなるため、4m程度の部材長が必要とされる。このため、

150、180、210、240mm（巾）×450、600、750、900mm（せい）

といった断面の部材が標準的となる。

単板積層材の現在の生産体制では、

1,200（巾）×30～150（厚＝せい）×6,000mm（長さ）

1,200（巾）×30～60（厚＝せい）×12,000mm（長さ）

600（巾）×30～600（厚＝せい）×12,000mm（長さ）

が生産可能である。このため、現状では床パネルや壁パネルとしての利用が効率的であるといえる。

<構造用合板>

戸建て木造住宅であれば、合板のサイズは910×1820mmや910×2730mmが一般的で、厚さは、壁下地用であれば9、12mm、床下地用であれば15、24、28mm、屋根下地であれば12mmなどが一般的である。サイズは最大で1220mm×3030mmまで製造可能な工場もあるが、合板のサイズは製造装置に大きく依存するため、必要な寸法の合板が自由に入手できるとは限らない。厚さに関しては比較的自由度が高いが、7.5,9,12,15,18,21,24,28mmが一

一般的な製造厚さである。

構造計算をする建築物であれば 1 級の合板を使う方が望ましいが、南洋材の構造用合板（A,B,C,D 表示）は流通量が減少傾向で、針葉樹材の 1 級の構造用合板（E,F 表示）もそれほど流通していない。よって、一般的に流通している合板は、ほぼ全て針葉樹材を用いた 2 級の構造用合板と考えて良いだろう。1 級の構造用合板を使用したい場合は、流通業者や木材問屋、業界団体事務局（日本合板工業組合連合会など）などに確認することが望ましい。

これまでは住宅用途が主であったため、2 級の構造用合板が入手できれば十分であったのだが、これからは中層大規模木造の増加に伴って 1 級の構造用合板の需要も高まり、生産・流通量が増えてくることが期待される。

2-5-3 防耐火

2-5-3-1 木材利用と防耐火性能

木造建築物の設計を進める上で、防耐火性能については、法律上遵守しなければならない項目で計画に大きな影響を与える要素の一つである。ここでは、木造とする場合に考慮しなければならないポイント、内装木質化とする場合に考慮しなければならないポイントについて、解説する。

・木造とする場合について

建築基準法上、防耐火性能が求められる建築物は、地域・規模・用途によって決定する。それら規制から耐火構造や準耐火構造等の求められる防耐火性能が決定する。木造建築物において検討をしなければならないポイントを整理し、木造において、耐火建築物、準耐火建築物等をどのように実現するか解説する。

・内装木質化とする場合について

耐火建築物、準耐火建築物に係わらず、内装に木材を使用したい場合にも、法律上の防耐火に関する規制がある。建築基準法では、可燃物の多い用途や、排煙のための開口部がないなど、フラッシュオーバー（火災により、室内の可燃物が熱分解し発生する引火性ガスの充満によって爆発的な延焼火災となる現象）を早める要素をもつ空間に対して、用途、規模、構造および開口部の条件から、壁および天井の室内に面する部分の内装を燃えにくい材料で仕上げることを義務づけられているためである。

ここでは内装制限の概要を示し、内装においても木質化をすすめることができるよう整理する。

2-5-3-2 木造とする場合の防耐火設計の考え方

法律上の規制、そして耐火建築物・準耐火建築物等の概要について解説する。

●法律上の規制

法律上の規制は、地域による規制、規模による規制、用途による規制がある。これらの規制に則って、耐火建築物、もしくは準耐火建築物とすることが求められる。ここでは、まず平成 26 年に改正された建築基準法の概要を紹介し、法律上の規制である地域、規模、用途の規制についての解説を行う。

<防耐火に関する建築基準法の改正>

平成 26 年 6 月に建築基準法の一部改正が行われ、防耐火に関する木造建築関連の基準が見直された。延べ面積が 3,000 m²を超える大規模な建築物について、火災の拡大を 3,000 m²以

内に抑える防火壁等を設けた場合、また3階建ての学校等について、天井の不燃化又は庇・バルコニーの設置など、区画を超えた早期の延焼を防止する措置を講じた場合に、準耐火構造等にできることとする、というものである。この改正により、これまでは耐火建築物でしか建設することができなかつた3階建ての学校等をそれ以外で建設することができるようになり、技術的なハードルが緩和されることになる。関連告示等は今後成立するとみられ、学校等の建築物を計画する場合は今後の動向に注意が必要である。この建築基準法の改正については4-1で示す。

<地域による規制>

防火のための地域区分による制限がある。

- ・防火地域：3階建て以上かつ 100m^2 を超えると耐火建築物に、それ以下だと準耐火建築物にしなければならない。
- ・準防火地域：延べ面積が 1500m^2 を超えるか4階以上となると耐火建築物に、延べ面積が 500m^2 を超えると準耐火建築物にしなければならない。

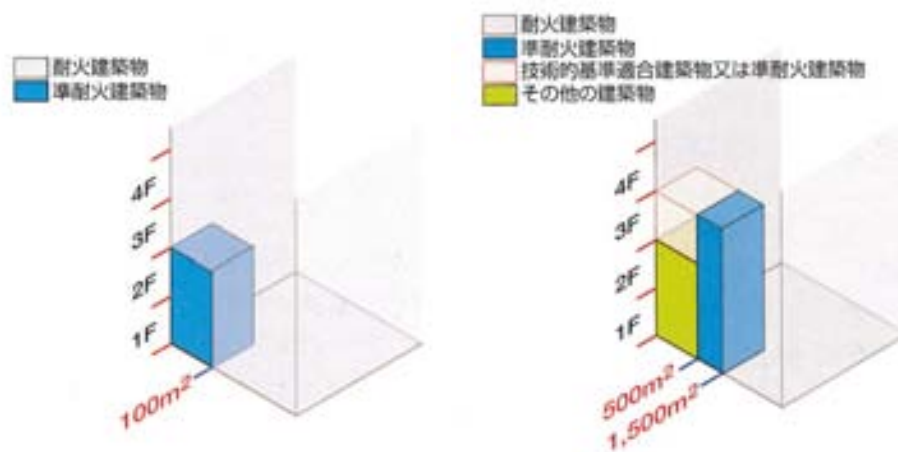


図 2.5.5 地域による規制（左：防火地域、右：準防火地域）³⁵⁾

<規模による規制>

規模の大きな建築物は、その主要構造部（床、屋根および階段を除く）の自重や積載荷重を支える部分に木材などの可燃材料を用いた場合、一定の耐火性能のある建築物とすることが法21条に定められている。

また高さの制限もあり、高さが13mまたは軒の高さが9mを超える建築物は、「法2条第九号の二イに掲げる基準に適合するもの」、すなわち、主要構造部が耐火構造とするか、または耐火性能を確かめたものとしなければならない。

<用途による規制>

用途による規制としては、建築基準法では法27条で定められる特殊建築物の用途、階、床面積による規制がある。加えて、用途によっては建築基準法以外での規制があり、注意する

必要がある。例えば特別養護老人ホームでは、建築基準法以外に、老人福祉法の特別養護老人ホームの設備及び運営に関する基準、消防法の特定防火対象物、医療法における室内の医務室の扱いについて、注意しなければならない規定が存在する。(詳細は「ここまでできる木造建築のすすめ」)

●耐火建築物・準耐火建築物等

法律上の規制で、計画を進める建築物が、耐火建築物、準耐火建築物、その他の建築物のいずれとしなければならないのか決定し、耐火建築物、準耐火建築物等として設計を進めることとなる。耐火建築物、準耐火建築物を木造とする場合について、また防火壁・防火区画の考え方、非構造部材の仕様について設計上のポイントを示す。

<耐火建築物>

耐火建築物とは、主要構造部が耐火構造であるもの又は耐火性能検証法等により火災が終了するまで耐えられることが確認されたもので、外壁開口部で延焼のおそれのある部分に防火戸等を有する建築物のことを指す。

図 2.5.6 に耐火建築物が満足すべき技術的基準を示す。

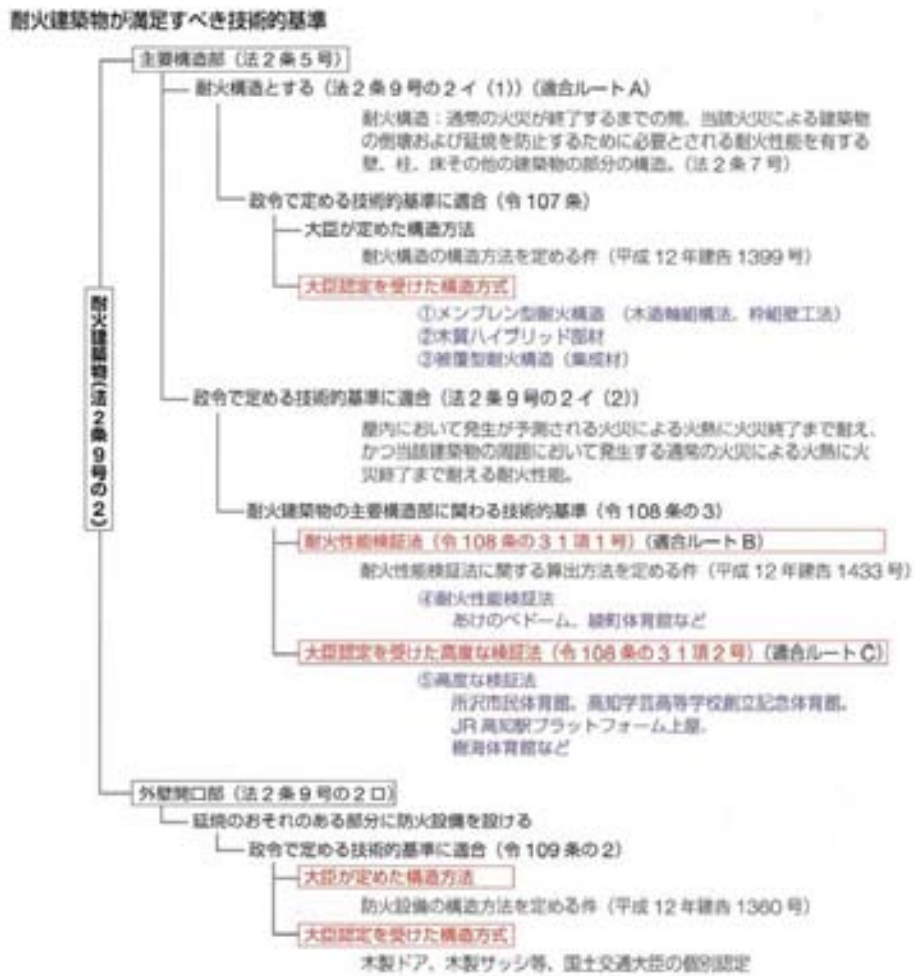


図 2.5.6 耐火建築物が満足すべき技術的基準³⁵⁾

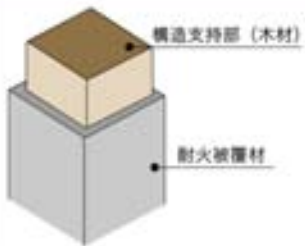
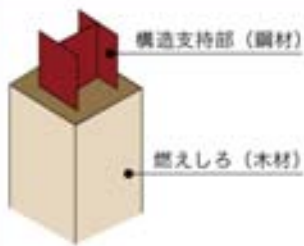
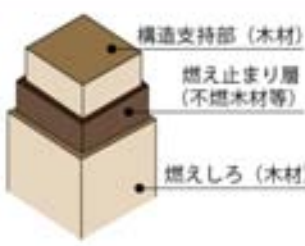
以下に耐火建築物とする手法（ルート A、ルート B、ルート C）を解説する。

・ルート A

求められる性能は令 107 条に、それに適合するものとして国土交通大臣が定めたものが平成 12 年建告 1399 号に示されている。平成 12 年建告 1399 号では、壁、柱、床、はり、屋根、階段別に仕様が示されており、これまで木造での仕様がなかったが、平成 26 年の告示改正によって木造の壁の仕様（被覆型）が示された。告示とは異なる壁の仕様、また壁以外の部位については、令 107 条で求められる性能があると国土交通大臣が認めた物である必要がある。「耐火構造の大臣認定」といわれるものである。上に示した部位ごとに仕様を決定して認定を取得することで実現可能となる。

現在開発が進められ、大臣認定を取得している耐火構造の分類には、被覆型、鉄骨内蔵型（木質ハイブリッド型）、燃え止まり型の 3 つの種類がある。

表 2.5.5 木質部材による耐火構造の種類³⁶⁾

	被覆型	鉄骨内蔵型 (ハイブリッド型)	燃え止まり型
概要			
	石膏ボードなど不燃材料で耐火被覆し、木材が燃焼・炭化しないようにしたもの	火災中には外周の木材が燃えしろとして燃焼するが、火災終了後には内部の鉄骨の熱容量が大きい影響で燃焼が停止する仕組みのもの	火災中は、燃えしろ部分が燃焼するが、燃え止まり層を内部に形成することにより、火災終了時には自然に鎮火する仕組みのもの
特徴	木材を被覆してしまうことにより耐火構造を実現するため、樹種が限定されない。ただし、構造材である木材を現しにすることができない	木材を現しにすることができる	木材を現しにすることができる

被覆型耐火構造とは、石こうボード等の不燃材料を用いて木部を耐火被覆することで、木材が燃焼したり、炭化したりしないようにする構造である。この構造では、構造材である木材を被覆してしまうため、現しの表現とすることは不可能である。

鉄骨内蔵型耐火構造とは「木質ハイブリッド集成材」という名称で日本集成材工業協同組合が、柱と梁の 1 時間耐火構造の大臣認定を取得しているものである。考え方としては、鉄骨造として構造設計され、木材は耐火被覆というものである。

燃え止まり型耐火構造とは、加熱後に自然鎮火する構造で、燃えしろの内側に燃え止まり層を設けている例がある。燃えしろ層は炭化して直接の火炎を遮り、その内側の燃え止まり層に熱容量の大きな材料を用いることで、熱を吸収して自然鎮火する性能を確保する。

・ルート B

ルート B は、令 108 条の 3「耐火建築物の主要構造部に関する技術的基準」に適合することを耐火性能検証法で確認する方法である。これは、比較的簡便な方法で火災継続時間と火災保有耐火時間（予想される火災に建物が耐えられる時間）を検証して、前者が小さくなることを、屋外火災、屋内火災共に確認するものであり、計算方法の詳細は告示で定められている。

・ルート C

耐火構造としての性能を高度な検証法を用いて確認する方法の大臣認定を取得するものである。ルート B、C では、主要構造部を耐火構造とする必要がないため、木の現しでの空間が実現出来る可能性があるが、その検証方法の傾向から、木造においては、体育館等の容積が大きく、開放的な空間において用いられることが一般的である。

<準耐火建築物>

準耐火建築物とは、耐火建築物以外の建築物で、主要構造部が準耐火構造またはそれと同等の準耐火性能を有するもので、外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に防火戸等を有する建築物のことを指す。

図 2.5.7 に準耐火建築物が満足すべき技術的基準を示す。



図 2.5.7 準耐火建築物が満足すべき技術的基準³⁵⁾

準耐火建築物とするためには、主要構造部が準耐火構造であるか、令109条の3に示す準耐火建築物の主要構造部に関する技術的基準に適合する必要がある。図2.5.8に示す。



図 2.5.8 準耐火構造³⁵⁾

準耐火構造とする方法としては、求められる性能が令107条の2に、それに適合するものとして国土交通大臣が定めたものが平成12年建告1358号に示されている。平成12年建告1358号では、壁、柱、床、はり、屋根、階段別に仕様が示されている。ここまでは耐火構造と同じ構成であるが、その内容は異なっており、防火被覆の仕様が守られていれば木材の下地であっても構わないし、また木材を現しにする構造、いわゆる「燃えしろ設計」も認められている。「燃えしろ設計」については後に示す。

ここで示されていない仕様については、令 107 条の 2 で求められる性能があると国土交通大臣が認めたもの、いわゆる「準耐火構造の大臣認定」を取得する方法で実現可能となる。この「準耐火構造の大臣認定」については、木造軸組や枠組壁工法の他に、丸太組構法等においても認定が取得され、様々な仕様が存在する。

燃えしろ設計

準耐火構造のうち、燃えしろ設計について解説する。燃えしろ設計に関する規定は、以下の 2 つの告示で確認することができる。

- ①昭和 62 年建告 1901 号「通常の火災時の加熱に対して耐力の低下を有効に防止することができる主要構造部である柱又ははりを接合する継手又は仕口の構造方法を定める件」
- ②昭和 62 年建告 1902 号「通常の火災により建築物全体が容易に倒壊するおそれのない構造であることを確かめるための構造計算の基準」

昭和 62 年建告 1901 号では、燃えしろ部分を除いた断面で継手又は仕口の存在応力を伝えることができる構造であることや接合金物の被覆について定められている。

昭和 62 年建告 1902 号ではその構造計算の基準について定められており、柱と梁の計算、長期応力度、短期応力度に対する確認事項などとなっている。燃えしろ設計は、部材表面から燃えしろを除いた残存断面を用いて許容応力度計算を行い、表面部分が焼損しても構造耐力上支障のないことを確かめ、火災時の倒壊防止を確認する設計法である。この考え方に基づき、長期荷重が生じた際に応力度が短期許容応力度を超えないことを確認すればよい。

燃えしろ寸法は、表 2.5.6 の通りである。表中の集成材には LVL を含む。製材と集成材で燃えしろ寸法が異なる理由は、集成材の方が燃えにくいというわけではなく、製材は中心にいくほど材料の欠点を含む可能性があり構造的な安全率がかけられているためである。

製材の材料規定については、昭和 62 年建告 1898 号第五号に、JAS 材の含水率の基準が 15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては、20%以下）と明記されている。これは含水率を下げずに使用すると施工後に割れが生じるためであるが、燃えしろ設計に対応できる断面寸法の製材で、含水率 15%を目指すことは困難である。そのため、表面から非破壊計測で 20%以下であれば使用可能という判断をする場合が多い。

燃えしろ設計で図 2.5.9 のように独立柱であれば 4 面の燃えしろ設計で、準耐火構造の床がある場合等は、3 面の燃えしろ設計とすることができる。

表 2.5.6 燃えしろ寸法

	集成材(562年建告1898号)	製材(562年建告1898号)
30分(562年建告1901号、562年建告1902号)	2.5cm	3.0cm
45分(H12年建告1358号)	3.5cm	4.5cm
60分(H12年建告1380号)	4.5cm	6.0cm

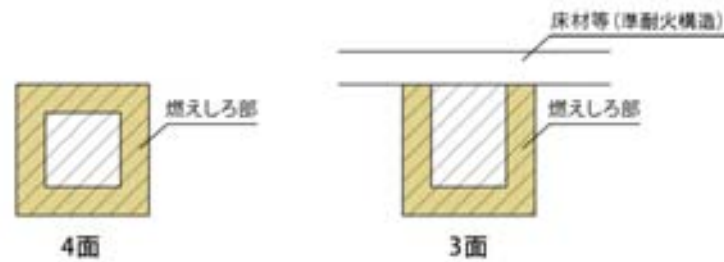


図 2.5.9 燃えしろの解釈

コラム：木造3階建て共同住宅⁵⁸⁾

防火地域以外の区域で、3階建てで、3階部分を共同住宅等とする建築物においては、

- ①主要構造部を1時間準耐火構造とした準耐火建築物とする
- ②避難上有効なバルコニーを設置
- ③3階の各宿泊室等に屋外の道から進入可能な開口部を設置
- ④周囲に3m以上の通路を設置

などにより木造で建築することが可能となっている。（法27条、令115条の2の2）

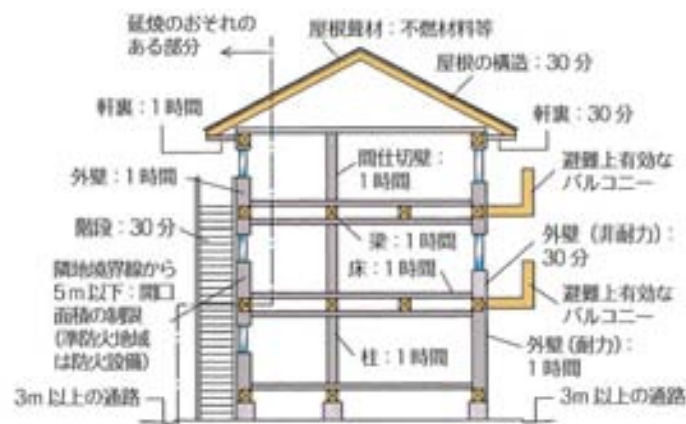


図 2.5.10 木造3階建て共同住宅の仕様

<防火壁・防火区画>

火災の拡大を抑えるため、建物の用途、規模、立地などの条件によって、防火壁の設置や防火区画等の計画が求められる。

防火壁（令113条）による区画（法26条）

延べ面積が1000m²を超える建築物は、政令で定められた構造の防火壁によって1000m²以内ごとに区画しなければならない。ただし、耐火建築物や準耐火建築物とした場合は、防火壁による区画の必要はない。また、スポーツ施設など火災のおそれの少ない用途にあって一定の防火上の措置が講じられる場合は、防火壁による区画の必要はない。（表2.5.7、令115条の2）

防火区画（令112条）

大規模な建築物では、火災を局部的なものにとどめ、火災の拡大を防止するために防火区

画の設置を義務づけている。防火区画の種類には、面積区画（表 2.5.8）、高層区画（表 2.5.9）、たて穴区画（表 2.5.10）、異種用途区画（表 2.5.11）がある。

表 2.5.7 防火壁の設置を要しない建築物³⁵⁾

用途	部位等	必要な措置	
スポーツ施設など、火災のおそれの少ない用途	階数	2以下	
	2階部分床面積	体育館のギャラリー等を除き、1階部分床面積の1/8以下	
	構造	柱および梁	燃えしる設計30mm(製材の場合)
		外壁	防火構造*
		軒裏	
	床	30分の防火性能	
内装	壁、天井等	難燃材料等	
継手または仕口	防火被覆等		

*延焼のおそれのある部分以外の部分で、特定行政庁の認めるものは除く

表 2.5.8 面積区画³⁵⁾

対象建築物と根拠条文	区画の面積	区画の構造
その他の建築物 (耐火建築物または準耐火建築物以外) 法26条、令113条	1,000m ² 以内ごと	防火壁(自立する耐火構造の壁) 特定防火設備(幅2.5m以下、高さ2.5m以下)
耐火建築物 準耐火建築物(法規制によらない場合*) 法36条、令112条1項	1,500m ² 以内ごと	耐火構造・準耐火構造(1時間)の床、壁* ²⁾ 防火戸(特定防火設備)
準耐火建築物 (法27条、又は法62条の規定による場合) 令112条2項、3項	500m ² 以内ごと イ準耐火建築物 ロ準耐火建築物 1号(外壁耐火構造) 1,000m ² 以内ごと イ準耐火建築物(1時間) ロ準耐火建築物 2号(不燃構造)	耐火構造・準耐火構造(1時間)の床、壁* ²⁾ 防火戸(特定防火設備)

*1) 法規制によらない準耐火建築物は1,500m²以内ごとの区画である。例えば1,000m²を超え1,500m²未満の2階建て木造校舎を計画する場合、防火壁を設置しなければならないが、木造準耐火建築物で計画すれば1,500m²区画となり防火壁も防火区画も設置する必要はない。

*2) 準耐火建築物にあっては、耐火構造または準耐火構造の床、壁で区画する。(耐火構造、準耐火構造、防火構造は包含関係にある)

表 2.5.9 高層区画³⁵⁾

対象建築物と根拠条文	区画の面積	区画の構造
高層建築物の11層以上の階、 地下街(各構えの部分) 令112条5項～7項、令118条の32項、 3項、5項	100m ² 以内ごと 内装(下地とも難燃材料)	耐火構造の床、壁 防火戸(特定防火設備)
	200m ² 以内ごと 内装(下地とも準不燃材料)	耐火構造の床、壁 防火戸(特定防火設備)
	500m ² 以内ごと 内装(下地とも不燃材料)	耐火構造の床、壁 防火戸(特定防火設備)

表 2.5.10 たて穴区画³⁵⁾

対象建築物と根拠条文	区画の構造
地階または3階以上の階に居室を有する耐火建築物 メゾネット型の住戸、吹き抜き部分、階段、昇降路、ダクト部分とその他の部分の区画 令112条9項	耐火構造・準耐火構造(1時間)の床、壁 防火戸(防火設備)

表 2.5.11 異種用途区画³⁵⁾

対象建築物と根拠条文	区画の構造
法24条の用途部分(学校、映画館、公衆浴場、マーケット、自動車庫、百貨店、共同住宅、寄宿舎、病院、倉庫等)と他の部分 令112条12項	耐火構造・準耐火構造(1時間)の床、壁 防火戸(防火設備)
法27条の規定により、耐火建築物または準耐火建築物とした部分とその他の部分 令112条13項	耐火構造・準耐火構造(1時間)の床、壁 防火戸(特定防火設備)

その他の防火措置

ー防火上主要な間仕切り壁（令 114 条 2 項）

学校、病院、児童福祉施設等、ホテル、旅館、下宿またはマーケットなどの建築物では、火災時に利用者が安全に避難できるように、建築物の当該用途に供する部分について、防火上主要な間仕切り壁を準耐火構造とし、小屋裏または天井裏に達するようにしなければならない。

ー小屋組が木造である建築物の隔壁（令 114 条 3 項）

建築面積が 300m² を超え小屋組が木造である場合には、けた行間隔 12m 以内ごとに小屋裏に準耐火構造の隔壁を設けなければならない。なお、木造耐火建築物には適用されないほか、建築物の各室および各通路について、壁および天井の室内に面の仕上げを難燃材料とするか、またはスプリンクラー設備などで自動式のものおよび、排煙設備が設けられている場合は適用されない。

ー大規模木造建築物の敷地内通路（令 128 条の 2）

木造建築物で延べ面積が 1,000m² を超えるものは、その周囲に幅員 3m 以上の通路を設けなければならない。ただし、延べ面積が 3,000m² 以下の場合、隣地境界線に接する部分の通路は、その幅員を 1.5m 以上とすることができる。

<非構造部材の仕様>

火災が発生した際に消火が遅れた場合、ひとつの建築物の火災にとどまらず、やがて周囲の建築物に延焼して被害が次々と拡大していく恐れがある。このような事態を防ぐため、建築物の建つ地域に応じて、耐火建築物、準耐火建築物とするほか、外装や屋根等に延焼を防ぐための防火措置を行うことが義務づけられている。

屋根・外壁等の措置

屋根・外壁等の外装材は、防火上の地域区分に応じ、表 2.5.12 に示すような措置が必要となる。その他の地域では外装を木材とすることができる。

木造の特殊建築物の外壁等（法 24 条）

22 条区域内にある表 2.5.13 に示す用途に供する木造の特殊建築物は、外壁および軒裏で延焼のおそれのある部分を防火構造としなければならない。

性能規定化によって広がる木材の外装への利用

平成 12 年建告 1359 号では、防火構造等に必要とされる性能が明確化されており、図 2.5.11 に示すような木材の利用が可能となる防火構造が実現できる。

防火構造の外壁の表面に木材仕上げが可能

準防火地域等では外壁等で延焼のおそれのある部分を防火構造とする必要があるが、防火構造の性能をもつ壁に木材の板を張った場合、もともとの防火構造の遮熱性に、木材の板をもつ遮熱性が加わり、壁全体の遮熱性が向上すると考えられるため、防火構造の外壁の表面に木材を使用することができる（図 2.5.12）。（建築物の防火避難規定の解説 2005：日本建築行政会議編）

表 2.5.12 屋根・外壁等の措置³⁵⁾

地域	部位		必要な措置
防火地域	屋根(法 22 条、63 条)		不燃材料等
準防火地域	屋根(法 22 条、63 条)		不燃材料等
	外壁・軒裏(法 62 条)	延焼の恐れのある部分	防火構造
22 条区域	屋根(法 22 条、63 条)		不燃材料等
	外壁(法 23 条)	延焼の恐れのある部分	準防火性能を有する構造

表 2.5.13 木造特殊建築物の外壁等³⁵⁾

地域	用途	部位		必要な措置
22 条区域	学校、劇場、映画館、集会場、マーケット、公衆浴場等	外壁・軒裏	延焼のおそれのある部分	防火構造
	自動車車庫（用途に供する床面積が 50m ² 超）			
	百貨店、共同住宅、病院、倉庫等（階数が 2 であり、用途に供する床面積が 200m ² 超）			

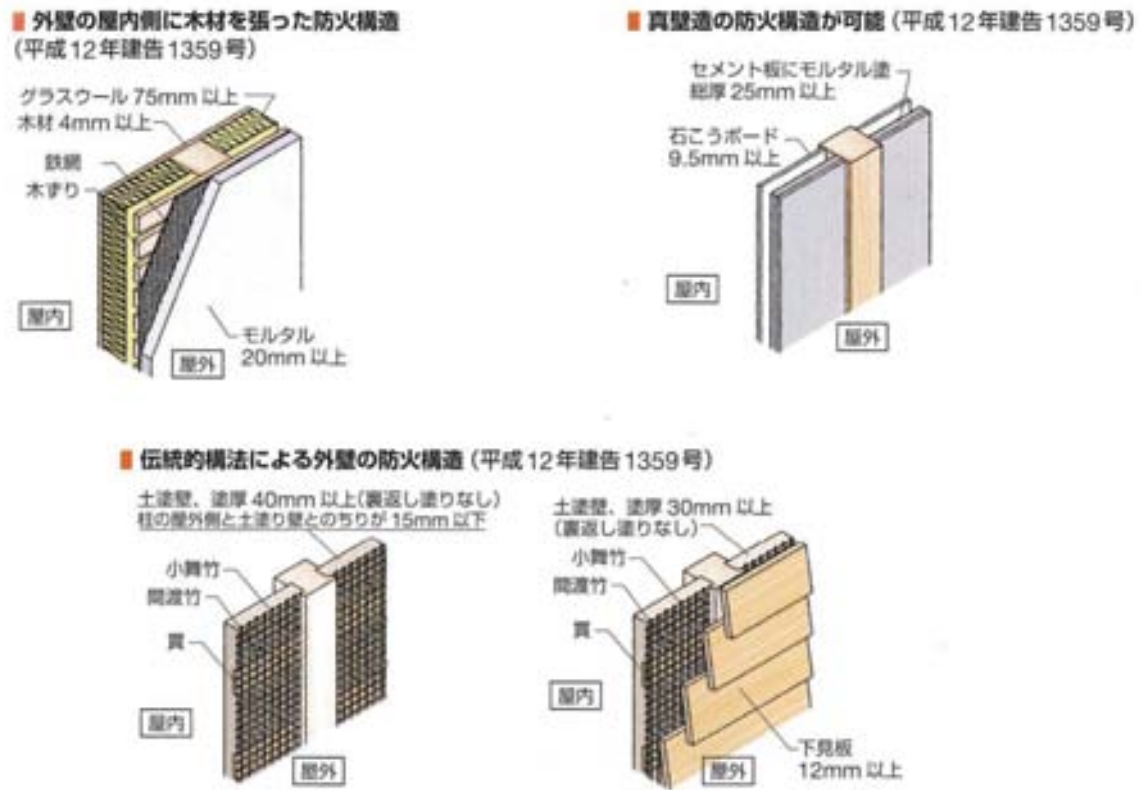


図 2.5.11 平成 12 年建告 1359 号で示された防火構造

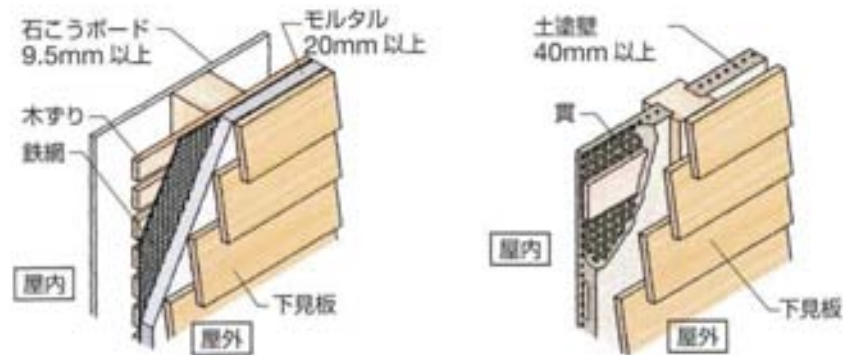


図 2.5.12 防火構造の外壁+木材仕上げ³⁵⁾

2-5-3-3 内装木質化とする場合の防耐火設計の考え方

建築基準法では、可燃物の多い用途や、排煙のための開口部がないなど、フラッシュオーバーを早める要素をもつ空間に対して、用途、規模、構造および開口部の条件から、壁および天井の室内に面する部分の内装を、燃えにくい材料で仕上げることを義務づけている。

<内装制限を受ける特殊建築物等>

内装制限の対象となる建築物の用途や規模等、制限の内容は表 2.5.14 に示す通りである。制限を受ける特殊建築物等の内装であっても、床と床面からの高さ 1.2m 以下の腰壁部分については制限を受けず、通常の木材が使用できる。また、学校、体育館等は、火気使用室、地階や無窓居室およびその避難経路を除き、内装制限の対象には含まれておらず、内装仕上げに木材を使用することが可能である。

表 2.5.14 内装制限の対象となる建築物の用途や規模³⁵⁾

用途等	制限の対象となる構造と用途に供する床面積			内装材料(天井・壁)	
	耐火建築物	準耐火建築物	その他	居室	通路等
①劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場等	客室が400m ² 以上	客室が100m ² 以上		難燃材料 ※床面から1.2m以下の壁を除く ※3階以上の天井は、準不燃材料	準不燃材料
②病院、診療所(患者の収容施設があるものに限る)、ホテル、旅館、共同住宅、寄宿舎、下宿、児童福祉施設等	3階以上の部分の合計が300m ² 以上	2階部分の合計が300m ² 以上	床面積の合計が200m ² 以上		
③百貨店、マーケット、展示場、カフェ、飲食店等	3階以上の部分の合計が1,000m ² 以上	2階部分の合計が500m ² 以上			
地階、地下工作物内の①～③の用途 自動車庫庫、自動車修理工場 排煙場の無窓居室(天井高が6mを超えるものを除く)	すべて			準不燃材料	
火を使用する調理室、浴室、ボイラー室、作業室等	—	階数2以上の住宅の最上階以外の階にあるもの、住宅以外の建築物(主要構造部が耐火構造の場合を除く)			
大規模建築物	・階数3以上で延べ面積500m ² 超 ・階数2以上で延べ面積1,000m ² 超 ・階数1以上で延べ面積3,000m ² 超			難燃材料 ※床面から1.2m以下の壁を除く	

上記の用途や建築物などの他にも、居室や廊下等についての内装制限がある。制限に応じて不燃材料、準不燃材料、難燃材料を選択しなければならない。

<不燃材料・準不燃材料・難燃材料>

防火材料として、不燃材料、準不燃材料、難燃材料が定められている。告示により仕様で規定された材料(平成12年建告1400号、1401号、1402号)のほかに、決められた試験法で性能を確認し、大臣認定を受けることが可能となり、準不燃木材や不燃木材が開発され、個別に大臣認定を取得している。不燃木材等については、価格面から利用は限られると考えられるが、これらの認定材料を利用することにより、あらゆる建築物の内装を木質化することが可能となっている。

<室内で木をより多く使う方法>

室内で木をより多く使うために、以下のような方法や緩和措置がある。

- ・不燃材料、準不燃材料、難燃材料として大臣認定を取得した木材があるため、それを使用する。
- ・特殊建築物の居室等では、天井面と壁面は難燃材料とすることが求められるが、天井を石こうボードなどの準不燃材料とすることで、壁の仕上げを木材とすることが可能となる。
- ・スプリンクラー設備等の消火設備と排煙設備が設けられている場合は、内装制限の適用が

除外され、天井、壁等の全ての内装に木材が使用可能となる。

- ・避難安全検証法を用いて、設計を行うことで、内装に木材が使用可能となる。

（※避難安全検証法：在館（階）者の避難行動等を予測し、各階または建築物が煙・ガス等により避難上支障となる時間と比較して、火災時の避難の安全を確認する方法）

<内装木質化ハンドブック³⁸⁾>

上記のように、内装木質化については、耐火建築物、準耐火建築物の別、用途別、部位や排煙設備等の設置状況により複雑な組み合わせとなる。それらを整理したものとして、特定非営利活動法人 木材・合板博物館から発行されたものに、図 2.5.13 に示す内装木質化ハンドブックがある。このような資料を参照し、さらなる木材利用へ向けた検討を進めていくことが可能となる。

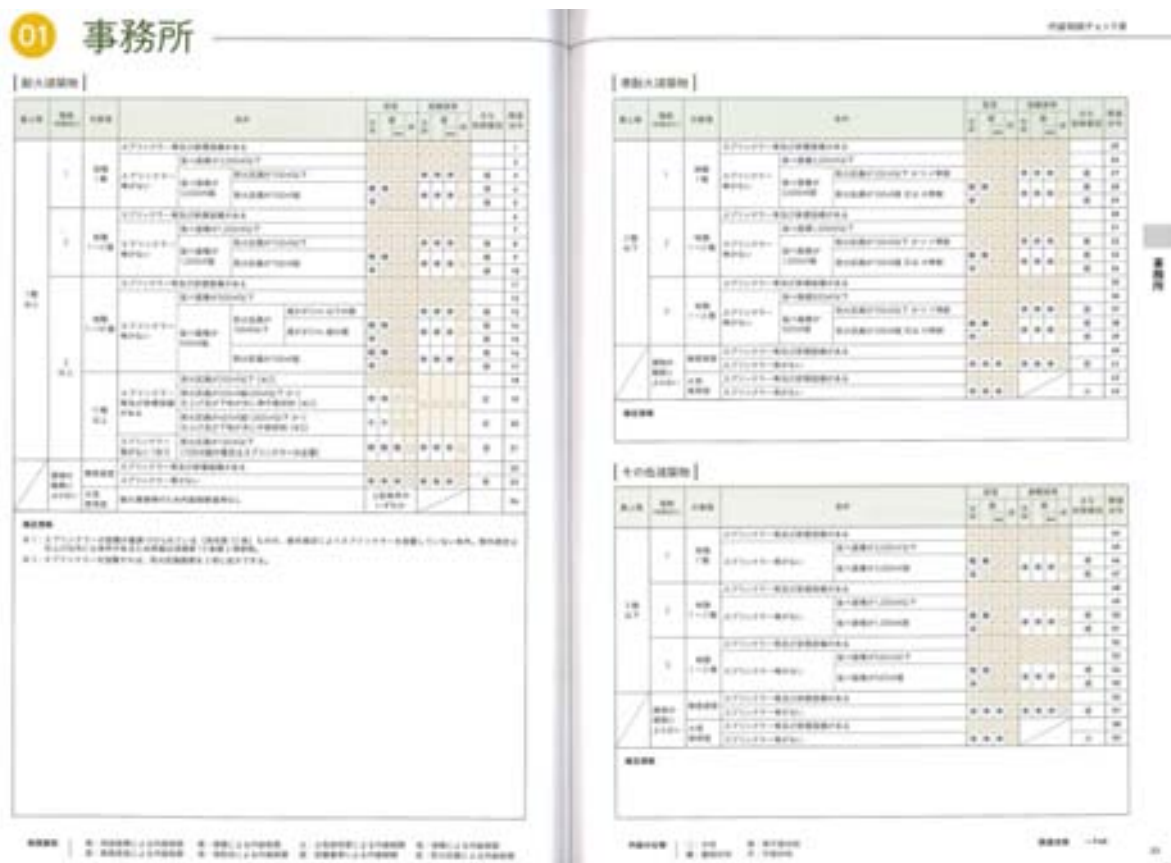


図 2.5.13 内装木質化ハンドブック例

2-5-4 劣化対策・維持保全

2-5-4-1 木造建築物における劣化対策の重要性

木造建築物において、すぐに劣化してしまう、また対策に手間がかかるなど言われることがあるが、劣化対策や維持保全を行わなければ RC 造や S 造でも劣化はするものであり、どの構造においても、メンテナンスフリーではない。

劣化対策については、設計時に十分検討を行うことが不可欠である。また、維持保全についても事前に計画しておくことが大変重要であり、その計画に沿った維持保全費用を想定しておくことが重要である。しかし、木造は、RC 造・S 造と劣化のシナリオが異なることや、これまでの実績が少ないこともあり不利な立場にあるといえる。

ここで、劣化対策・維持保全のイメージにおいて、木造建築物が不利となってしまうという状況を考えてみる。

一つ目は、木造建築物の経験が豊富な設計者は少ないことが挙げられる。木造の経験の少ない設計者が、木造の劣化シナリオを知らずに S 造や RC 造と同様の設計をしてしまうことで、想定以上の劣化が生じ、想定以上の維持管理費用・補修費用が必要となることがある。

二つ目は、利用者・施主側が木造建築物の維持保全について経験が無い場合がほとんどであることが挙げられる。点検方法などが S 造や RC 造のまま、木造ならではの劣化を見落としてしまうことや、深刻な劣化になる前の対処・判断を誤ってしまうこと、維持管理を行う利用者・施主が補修方法等を知らないために、対応が遅れてしまうことが想定される。

様々なところで木造建築物が増えてきているが、上記のように劣化対策や維持保全計画についての知識が十分に認識されているとはいえない状況である。このままでは劣化対策を無視した木造が増える可能性が高くなり、木造はすぐに劣化してしまうなどという誤ったイメージが定着してしまう恐れもある。今後の木造の普及を考慮すると、現在は非常に重要な時期であり、設計者が劣化対策を施し、維持保全計画についての知識を広げていくことが大切となる。また、過去の木造建築での失敗をフィードバックして知恵を蓄積していくことが重要となる。

ここでは、劣化のメカニズム、部位ごとの劣化対策、木質材料の選択、維持保全計画について示す。

2-5-4-2 木材・木質材料の劣化とは

木材・木質材料の劣化には、腐朽や蟻害、乾燥による割れ、変色等がある。ここでは、劣化の種類毎に劣化のメカニズム、また対策について示す。

● 腐朽と蟻害

厳密に言うと、腐朽対策と蟻害対策は異なるものである。しかし、建築基準法上の扱いは両方をまとめていることから、ここでもそれに従う。

木部の構造体の腐朽・蟻害が進むと構造性能に影響を及ぼす可能性がある。また、外装・内装の下地材の腐朽・蟻害が進むと、その影響での美観の低下だけでなく、地震時の外装材・内装材の脱落などにもつながる可能性がある。

< 腐朽 >

水・酸素・温度が揃えば、腐朽菌はどこにでもいるので木材の腐朽が始まる。建築的にコントロールできるのは水のみである。

水の供給源は、雨水、結露水、湿気、生活水がある。これらをどう絶つかが設計上の重要な対策となる。雨水・結露水については、2-5-4-3 で各部毎に解説する。

湿気を絶つには、次の2点に注意する必要がある。一点目は、敷地については、建物周囲の通風の状況を確認し、敷地内での建物配置計画等に配慮する。二点目は、建物本体の換気に配慮する。特に床下・天井裏などの換気に配慮した設計を行う。

生活水を絶つには、給排水管の確実な施工と維持管理、水・湿気を発生させるシーン（調理・燃焼方の暖房機の使用、浴室等の水回りの活動）での換気・除湿が重要である。例えば、学校での手洗い場の床は水に強い素材を使用し、床の劣化を防ぐ等の方法もある。

また 2-5-4-4 に示すような保存処理が施された材料を使用するという方法で対応すること可能である。

< 蟻害 >

図 2.5.14 はシロアリの侵入経路を示したものである。

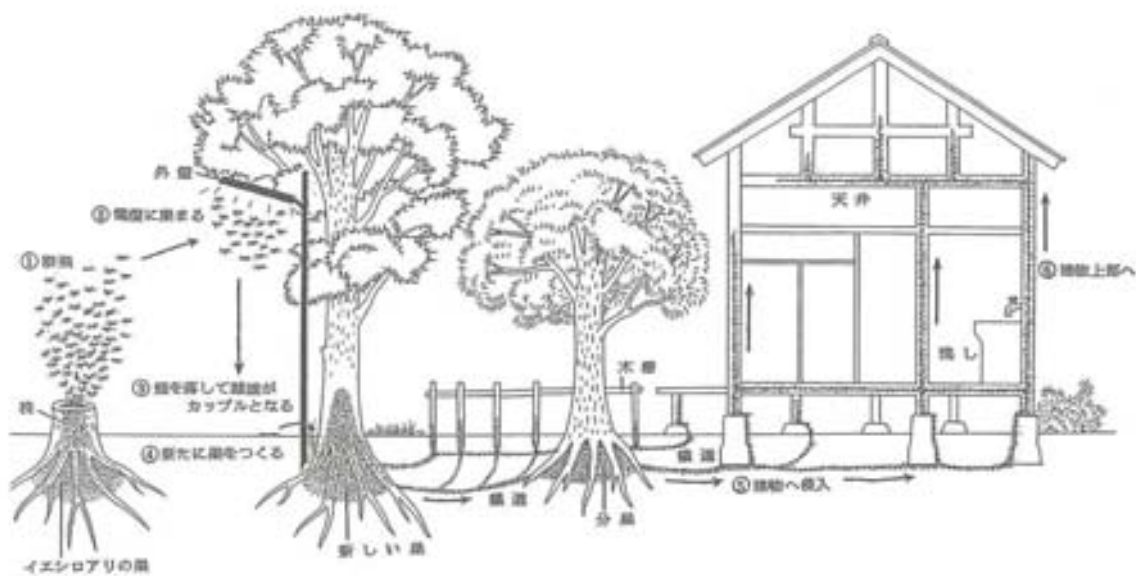


図 2.5.14 シロアリの侵入経路⁴⁰⁾

蟻害とは、シロアリがある一定以上の密度で生息しているエリアにて、彼らが建築物に到達し、食害されることで生じるものである。シロアリの種類によって、好む環境が異なると言われている。また、各シロアリの生息密度は地域によって異なるので、蟻害対策はそれらを考慮して行う必要がある。

蟻害の対策として、次の3点を挙げる。

一点目は、薬剤による対策がある。まずは地盤への防蟻処理である。地盤に薬剤を撒き、シロアリが住宅へ到達しないようにするものである。薬剤の有効期限があるため、繰り返し薬剤を撒く必要があること、薬剤による健康被害などへの配慮が必要であることに注意する必要がある。他には薬剤散布を改良したものとしてベイト工法が挙げられる。

また、2-5-4-4に示すように防蟻材を注入した木材を利用することも挙げられる。

二点目は、物理的な対策がある。耐蟻強化コンクリートスラブ、鋳物などの破砕物による物理的防蟻処理、メッシュ／シート状材料などのシロアリを防ぐ物理的な手段（住宅と木材を参照）はあるが、日本ではあまり一般的ではない。

三点目は、早期発見と駆除で、最も有効な対策である。早期発見のしやすい設計、適切な点検が重要である。

●割れ・ささくれ

木質材料の乾燥による割れや表面の摩耗等により発生するささくれは、利用者の安全にかかわる場合があるので注意が必要であり、定期的な点検と補修によって対応する。

直射日光が当たる環境では木材が過乾燥状態となることや、接着剤を用いる材料の場合は接着剤の劣化が進み、割れやはく離が生じる可能性があるため、設計上の注意が必要となる。

●変色・カビ

変色・カビについては、建物の性能そのものにかかわるものではないが、美観の大きな低下をもたらす、利用者の満足度を下げ、建物の性能に対する不安を生じさせることが多い。

カビは、腐朽が生じる条件と同じ条件で発生しやすく、対策としては結露を防ぐ設計など湿度を下げるのが重要となる。

変色は、木部そのものの紫外線劣化やカビの影響で生じる場合や、塗装の劣化によって生じる場合がある。木部そのものの紫外線劣化は防ぐことは難しいため、それらを考慮した上でのデザインとするか、塗装で対応することが必要となる。塗装の劣化は、環境や下地に合った塗料の選択をした上で、適切な塗装面のやり換えなどを実施することで防げる。

これらの劣化については、軽視され、維持管理費用の低減のためにメンテナンスが行われない場合もあるが、適切に行うことで、その後のメンテナンス意欲の向上がもたらされ、建築物の寿命が延びる他、他の劣化の発見などにもつながりやすい。

2-5-4-3 木造建築物の木質各部の劣化対策

前項では劣化の種類とそのメカニズム、またそれぞれの劣化の対策の考え方を示したが、ここでは、木造建築物における各部の設計に関連し、劣化に対して配慮すべきことを整理する。構造躯体、外装部分、内装部分、外構に分けてそれぞれの対策を示す。

●構造躯体

木質の構造躯体に腐朽・蟻害が発生した場合、構造性能にも影響を及ぼす可能性があるため、それを防止する必要がある。そのためには、雨水の影響を構造躯体に及ぼさないことが重要である。以下に構造躯体についてのチェックポイントを示す。

- 雨漏りを生じさせない（外装部分と関係）
- 構造躯体を雨水に直接さらす設計としない（外装部分と関係）
- 構造躯体が外部にさらされる設計の場合、小口の保護、雨がかり部分のカバーを行う
- 地面に近い躯体部分には、防腐・防蟻性能の高い木質材料を使用する（木質材料と関係）
- 金物を用いた接合部の結露が生じない・生じてもすぐに乾燥する設計とする
- 床下や小屋裏などの換気を十分に確保する

木質の構造躯体に割れやはく離等が発生しても、割れの影響を受けやすい接合部分でない限り、構造性能には影響を及ぼさない場合が多い。しかし、その発生によって、利用者が不安を感じたり、美観上の問題が生じたり、割れ部分が人の手が届く範囲であれば怪我などの問題が生じる場合がある。したがって、以下の点に配慮して、これらの発生を最低限にする必要がある。

- 十分に乾燥された木材を使用する
- 長時間直射日光が当たるような設計としない（日よけや軒の出で遮光）

●外装部分

外壁、屋根といった外装部分は、構造躯体を雨水から守る重要な部分であり、この部分の雨仕舞対応が建物の寿命を左右する。以下に、外壁、屋根に分けて、設計上のポイントを示す。

<外壁・共通>

- 雨仕舞の観点から問題となりやすい以下の部分の設計・施工に注意する。特に開口部まわりの納まりについては、入隅・出隅や屋根との取り合い部分と開口が近い場合、施工が難しくなることが多く注意が必要となる
 - 開口部まわりの納まり
 - 屋根や下屋、庇との取り合い部分の納まり
 - バルコニーやベランダなどの手すりとの納まり
- 外壁通気工法とする場合には、通気の入り口・出口を適切に計画し、使用する材料や

寸法に合った通気層とし、その確保と連続性に十分注意する

□設備関係機器や縦樋の取り付けには、外装材のジョイント部分が当たらないように注意する

<外壁・木質>

□下見板等の木質の外装材とする場合には、紫外線劣化や雨水による劣化を考慮し、適切な塗装を行う

□外壁が木質材料の場合には、特に軒の出などの配慮が重要となる

図 2.5.15 は、軒の出の長さごとに、壁面に累積する雨量を比較したものである。軒の出が 60cm 以上となると、壁面に累積する雨量が減少していることが分かる。

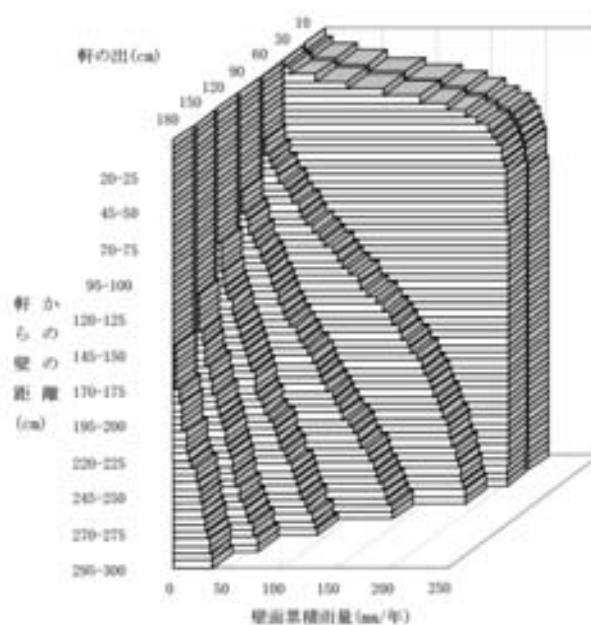


図 2.5.15 風速・軒の出を考慮した壁面における高さ別雨量の検討

(出典：中島正夫、「伝統木造の耐久性評価と耐久設計」)

<屋根・樋>

□降雨量・降雨強度を十分に考慮し、屋根葺き材料に応じた流れ長さ・屋根勾配とする。
また、積雪、広葉樹、降灰などの影響によるメンテナンスの容易性を考慮して屋根形状を決定する

□降雨量・降雨強度を十分に配慮し、屋根面積・勾配に応じた樋の計画とする。樋の計画は、積雪、広葉樹、降灰などの影響によるメンテナンスの容易性を考慮して行う

□外壁、構造躯体を十分に雨水から遠ざけられるように、庇・軒の出・けらばの出を計画する

□垂木、母屋などの小口が露出する場合には、小口の保護を行う

□充填断熱の場合は小屋裏、外断熱の場合は屋根裏の換気を十分に確保する。

●内装部分

内装に木質材料を使用する場合には、維持管理方法（清掃方法・メンテナンス方法）を考慮の上、適切な材料・塗装を選択する必要がある。木質内装部分については、シミ・変色および乾燥による収縮、変形などの美観上の問題が主になるが、これらは、利用者の満足度を下げ、これら木造および木材利用に対する抵抗感に繋がる可能性があるため、注意が必要である。また、割れや反り等の変形はささくれなどを誘引し、利用者の怪我に繋がる場合がある。特に裸足で利用する空間においては、維持管理方法や点検方法も含め、慎重に材料選択を行う必要がある。

- 製材品を利用する場合には、割れ・反り・目地の不具合が生じないように、十分に乾燥した製品を選択する
- 水がかりの程度により木質材料・塗装や一部耐水性の高い材料を使用するなどの選択をする（写真：学校の手洗い回りの床などの事例）
- 水がかりの程度に応じて、下地には防腐・防蟻処理を行う等の配慮を行う
- 木質材料および塗装の種類に応じた清掃方法を維持管理計画等に盛り込み、利用者に的確に伝える
- 割れ・ささくれなどは利用者の怪我に通じる可能性があるため、早期発見のため日常の維持管理時における点検方法を設定するなどの配慮を行う

内装に木質材料を使用する場合には、内装制限に対応するため、薬剤を注入し難燃・準不燃・不燃材料の認定を取得した製品を利用する場合がある。これらの製品の中には、湿気が多い場所では薬剤が溶出して美観を損ねることがあるため、使用環境の制限があるものも多い。製品の特徴を十分に確認した上で活用することが必要である。

●外構

外構に木質材料を使用する場合には、建築物の各部と比較して当該部分の劣化の進行が激しいことを考慮し、十分な設計上の配慮、材料選択を行う必要がある。また、維持管理方法・点検方法についても事前に十分な計画をしておく必要がある。

- 使用環境に応じた防腐・防蟻処理施した木材を選択する
- 小口の保護や雨水が滞留しやすい場所のカバーなどを適切に行う。図 2.5.16 は小口に金属製のカバーを設置し、劣化の進行を抑える役割を果たしている。
- 必要に応じて、木材保護塗料を塗布する



図 2.5.16 小口に金属製カバーを設置する例

外構に使用した木質材料の腐朽・蟻害がきっかけとなり、建築物にまでその被害がおよぶ可能性があるため、外構材の維持管理・部材の取り替えのしやすさを考慮して、建築物との納まりを決定する必要がある。

2-5-4-4 木質材料への防腐・防蟻対応の選択

劣化のメカニズム、対策や設計上の配慮から、防腐・防蟻処理を施した材料を利用することが必要な場合もある。また、樹種の違いによって劣化への耐性が異なる。ここでは、防腐・防蟻処理材について、また樹種の違いについて整理する。

●防腐・防蟻処理材

<製材>

JAS（日本農林規格）では製材の区分の一つに保存処理を設け、製材への液状の防腐・防蟻剤の注入度合い別に性能区分とその品質基準について定めている。したがって塗布や吹き付け処理のものは JAS では対象外となる。

性能区分

JAS では使用する環境とそこでの腐朽や蟻害の生じやすさに応じ、腐朽や蟻害のおそれのない条件で使用する性能区分 K1、腐朽・蟻害のおそれのある条件で使用する K2～K5 まで、5 段階の性能区分を設けている（表 2.5.15）。

表 2.5.15 保存処理の性能区分と想定する使用状態⁴¹⁾

性能区分	木材の使用状態	具体的内容
K1	屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害のおそれのない場所で、乾燥害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの	外気に接しない比較的乾燥した状態でヒラタキクイムシの被害を防止する。 スギ材などはこの処理の対象とならない。
K2	低温で腐朽や蟻害のおそれの少ない条件下で高度の耐久性の期待できるもの	比較的寒冷な地域での建築部材用。 例えば、「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」では、青森県、北海道地域で使用する土台には、K2相当以上の処理を要求している。
K3	通常の腐朽・蟻害のおそれのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの	土台等の建築部材用。 例えば、「品確法」では、青森県、北海道以外の地域で使用する土台には、K3相当以上の処理を要求している。
K4	通常より激しい腐朽・蟻害のおそれのある条件下で、高度の耐久性の期待できるもの	屋外で風雨に直接曝される部材用。 腐朽やシロアリの被害が激しい地域での建築部材にはK4の製材を用いることが望ましい。
K5	極度に腐朽・蟻害のおそれのある環境下で、高度の耐久性の期待できるもの	電柱、まくらぎ、海虫使用等極めて高い耐久性が要求される部材。

一般社団法人 全国木材検査・研究協会ホームページより引用

K2 から K5 までの違いは、想定する使用箇所における劣化環境の厳しさで、K2 が比較的低温で腐朽や蟻害のおそれの少ない環境での使用を想定しているのに対し、K5 では腐朽・蟻害の危険が非常に大きい環境で長期間使用する条件を想定している。

一方、K1 はヒラタキクイムシなどの乾材害虫の被害を防止するための基準であり、近年問題となっているアメリカカンザイシロアリの被害は K1 の基準で処理しただけでは防止できない。

JAS マーク製品

JAS に記載されている基準を満足すれば JAS マークを表示できるわけではない。JAS マークは、上記品質基準を満足する製品を確実に製造できる設備や人員を備えていることを一般社団法人全国木材検査・研究協会等の登録認定機関によって認定された工場で、製造した荷口の本数に応じた本数の抜き取り検査により品質を確認する手順を踏みながら保存処理木材を製造して、初めて表示できるようになる。保存処理 JAS 製材の品質は、このようにいくつもの決まりを設けることで保証されている。

優良木質建材等認証（AQ 認証）

AQ 認証は（公財）日本住宅・木材技術センターによって運用されている認証制度である。この制度の目的は、JAS 規格に規定されていない新しい木質建材は、良質な製品であっても客観的な評価を得なければ市場での流通に供することが難しい状況にあることから、新しい木質建材等の品質性能等について客観的な評価を行うことで、消費者に安全性及び居住性に優れた製品を提供することとされている。

AQ 認証の対象は、製材、集成材、合板等の木材、その他の木質材料等（複合材料を含む）を用いて製造され、品質性能評価基準が定められた品目（認証対象品目）に該当する製品で

ある。表 2.5.16 は性能区分を示したものである。

表 2.5.16 AQ 認証性能区分

AQ保存処理製品の性能区分	製材のJAS保存処理の性能区分	用途性能
1種	K4相当	極めて高度な耐久性が要求される用途向けの性能
2種	K3相当	屋内や、地面に接しない用途向けの性能
3種	K2相当	比較的寒冷地な地域で、屋内や、地面に接しない用途向けの性能

<その他の木質材料>

合板の防腐・防蟻処理については、以下のような考え方⁵⁹⁾である。

合板の耐久性の考え方について

合板は、木材(単板)を接着剤で貼り合わせた材料である。従って、合板の耐久性は木材部分の耐久性と接着層の耐久性からなると考えられる。このうち、接着剤については水分による劣化を別として、生物劣化(ヒラタキクイムシ、シロアリ、腐朽菌)を被るものではないので、合板の耐久性は、それを構成している木材の耐久性であると考えられる。

ただし、木材(製材)では、心材部は辺材部と比較して高い耐久性があるのに対して、単板を貼り合わせる合板では辺材部から剥いた単板が必ず混ざっていると考えられるため、耐久性(ただし心材の)の高い樹種から製造された合板であっても、高い耐久性を期待することはできない。そこで、合板を防虫・防腐・防蟻薬剤で処理すれば長期の耐久性を付与することができる。

合板の虫害と防虫

合板は木材を原材料としているので、木材同様、カビにより変色したり、木材腐朽菌により腐ったり、シロアリなどの昆虫により加害されたりする可能性が常にある。

合板は、製造段階で高温熱処理(単板乾燥工程「ドライヤー」・・・150～175℃、接着硬化工程「ホットプレス」・・・100～130℃)をするので、万一原木丸太や単板に虫がいても、これらの加熱工程中に完全に死んでしまうと考えられる。しかし、ヒラタキクイムシ成虫が工場や倉庫内にいると、合板の製造から出荷までの間に合板に産卵する危険性がある。したがって、合板を造作・構造用刷塗に使う場合は防虫処理を施すことが必要となる。現行の JAS 規格で認められている防虫処理剤は「ほう素化合物」「フェニトロチオン」「ビフェントリン」「シフェノトリン」である。「ほう素化合物」で処理するものにあっては単板処理法、「フェニトロチオン」「ビフェントリン」又は「シフェノトリン」で処理するものにあっては、接着剤混入処理法により防虫処理が行われている。

合板を腐朽菌やシロアリの生育しやすい環境で構造用途に使う場合は、防腐・防蟻薬剤処理が必要である。防腐・防蟻処理合板は、JAS にはないが、(公財)日本住宅・木材技術センターが行っている優良木質建材等認証事業である AQ 認証に加えられている。

コラム「木材保存剤と異種材料との相性（接合金物、透湿防水シート）」⁴²⁾

保存処理を施した木材を建築物に使用する場合、木材以外の様々な材料と接した状態で使用することになる。その場合異種材料と接した界面で様々な反応が起き、場合によってはトラブルに発展することもある。ここでは接合金物と透湿防水シートについて紹介する。

●接合金物との相性

水溶性銅系木材保存剤は、銅を可溶化させるためのアンモニアやアミンを含んでおり、これらの化合物は鉄の酸化を促進する作用がある。それら保存剤については、JIS K1570²⁰¹⁰「木材保存剤」に記載されているものや、公益社団法人日本木材保存協会の認定薬剤は、鉄腐食性が所定の範囲に収まることが確認されたものであるが、それでも木材保存剤を使用しない場合と比べて、保存処理木材は鉄の腐食を促進する傾向にある。現在では、様々な防錆処理が施された接合金物が開発されており、一部の研究等では電気亜鉛メッキ+有機被膜やZ27+カチオン電着塗装などの防錆性が高いことが分かっている。

設計の際には、使用する保存処理剤、接合金物の防錆処理について、確認する必要がある。

●透湿防水シート

透湿防水シートに接した保存処理通気胴縁による漏水リスクが懸念されており、平成23年には透湿防水シート協会のホームページに「雨水に晒され溶け出した防蟻・防腐剤が透湿防水シートの防水性を低下させるリスクが高まってきております。」というお知らせが掲載された。

防腐・防蟻胴縁と接した透湿防水シートが漏水を引き起こす原因として、保存処理木材に触れた雨水に処理木材中の界面活性剤が溶け込み雨水の表面張力を下げ、その結果防水シートの見かけのぬれ性が高まり液状の水の浸入を許すようになるというメカニズムが推定されている。

このメカニズムが正しいとすると、界面活性剤を有効成分とする木材保存剤と透湿防水シートとの相性が悪くなることが予想される。また、界面活性剤を有効成分としないものであっても、薬剤の木材への浸透性を高めるために界面活性剤が添加されている場合や、界面活性剤と同様の作用を持つ化合物が含まれていることもある。各木材保存剤メーカーでも、透湿防水シートの性能低下について確認しており、詳しくは各メーカーに問い合わせられたい。

●樹種選択

木材の耐朽性については、一般に辺材と心材で比べると心材の方が、耐朽性が高い。また樹種が異なる場合、木材が持つ成分の差によって耐朽性が異なる。

製材 JAS では、野外試験や室内試験で得られた耐久性試験データに基づき、樹種を耐久性の高低により耐久性 D1 の樹種とそれ以外の樹種(耐久性 D2 の樹種)に分けている(表 2.5.17)。

製材 JAS に続いて改正された枠組壁工法構造用製材の JAS では、心材の耐久性区分 D1 の樹種とそれ以外の樹種(心材の耐久性区分 D2 の樹種)と表記されるようになり、耐久性が高いものが心材に限られることがより明確にされた。

前項で紹介した防腐・防蟻処理材だけでなく、樹種の実選によっても劣化への対策に寄与する部分があるため、防腐・防蟻処理も含めて材料を検討する必要がある。

表 2.5.17 木材の耐朽性⁴³⁾

規格	樹種区分	樹種
製材の日本農林規格	耐久性D1の樹種	ヒノキ、ヒバ、スギ、カラマツ、ベイヒ、ベイスギ、ベイヒバ、ベイマツ、ダフリカカラマツ、サイプレスパイン、、ケヤキ、クリ、クヌギ、ミズナラ、カプール、セランガンバツ、アピトン、ケンパス、ボンゴシ、イペ、ジャラとする。
	耐久性D2の樹種	耐久性D1の樹種以外
枠組壁工法構造用製材の日本農林規格	心材の耐久性区分D1の樹種	ウエスタンラーチ、ウエスタンレッドシーダー、カラマツ、サイプレスパイン、スギ、台湾ヒノキ、ダグラスファー、ダフリカカラマツ、タマラック、パシフィックコーストイエローシーダー、ヒノキ、ヒバ、ベイヒ
	心材の耐久性区部D2の樹種	心材の耐久性区分D1の樹種以外

コラム「特殊な環境の建築物（温泉施設、プールなど）」

温泉施設やプールなどの水や水蒸気が発生する場所には、錆びやすい S 造よりも木造の方が適しているといえる。またこれらの場所は、人が裸や水着で利用することが想定されるため、鉄やコンクリートの硬い素材ではなく木材の方が適しているといえるだろう。しかし誤った設計をしまうと、水や水蒸気は木材の腐朽に直結してしまうため、様々な注意が必要である。下記のそのポイントを挙げる。

<換気計画について>

- ・全館空調の場合は、吹き出し量にむらのないよう注意する。
- ・空調に関するランニングコストを予め想定しておく（全館空調の重要性を運営者が認識することが重要である。）。
- ・空調費削減によって機械換気を停止しなければならない場合のために、手動で開放可能な換気口の設置の対応策を織り込んでおく。
- ・開放時を想定し、騒音への配慮を行う。

<その他>

- ・結露水の拭き取りなど腐朽を防ぐ日常管理をしにくくさせるため、極端に高い天井や複雑な形状は避ける。
- ・温泉成分で塩素イオンが強い場合には、木材が変質するおそれがあるため、特に注意が必要である。また、接合金物にも同様な配慮が必要である。
- ・防腐対策として、防腐・防藻塗装を定期的に行うなど維持管理計画を立てる。

2-5-4-5 維持保全計画

性能を維持しつつ長く使うためには、維持保全計画を作成し、それに基づき定期的に点検・診断し、早めに補修していく必要がある。

平成21年に制度化された長期優良住宅認定制度では30年の計画と予算措置が求められるが、同様のことが公共建築物等の大規模木造建築物でも必要である。以下にその基本的な考え方を示す。

まず、維持保全計画を作成する者は、その建物の設計者が適切であり、30～60年先までの維持保全計画（点検対象、診断基準、項目・方法・周期・保守方法）を立案・作成を行う。その計画に基づき、定期点検箇所や現象に合わせて行う保守方法、材料の耐久年数と取り替え時期を建物の管理者に指示し、管理者は指示に沿って管理する。

診断基準を作成するには、どの材料が、どのくらいの耐用年数があるかを調査する必要がある。使い方によって耐用年数は異なるが、おおよその耐用年数は材料メーカーが把握しているため、材料メーカーからデータを提供してもらおうとよい。また、施工者から施工図を提出してもらい、保存して維持保全に役立てるとよい。

点検や保守など管理を実行した管理者は、管理票を整備し、必要に応じて維持保全計画に反映させるとよい。建物の所有者はそれらを保管し、修繕や改築等に役立てることが可能である。

大規模木造建築物では問題が発生した場合に修繕コストが大きくなりがちのため、修繕まで至らしめない予防保全の考え方を普及させる必要がある。予防保全には、定期的な塗装の塗り替えや部品の取替などが考えられ、ある程度の費用が必要となる。維持保全計画は作成したが予算がつかず実行できない建築物もあるため、建築物建設に際し、予算措置や修繕基金の仕組みを併せてつくる必要がある。

図2.5.17は、よくわかる長もちする住宅の設計手法マニュアル⁵⁷⁾（公益財団法人日本住宅・木材技術センター）で例示されたメンテナンススケジュールを抜粋（一部加工）したものである。このスケジュールはあくまで住宅向けのものであるが、どういう周期でどの部位に修繕が必要となってくるのかが分かる。

2-5-5 温熱環境

2-5-5-1 温熱環境の概要

建築物の温熱環境において、省エネ基準に適合する必要がある。平成 25 年に、省エネルギー基準が改正され、今後省エネルギー基準適合義務化が進められようとしている。ここでは、主に非住宅建築物の基準について概要を整理する。

また、室内環境の向上のためには、設計上の工夫可能なポイントがいくつかある。日射、通風、内装木質化の 3 項目について解説を行う。

2-5-5-2 省エネルギー基準の概要

非住宅建築物の省エネルギー基準（省エネ基準）が平成25年4月1日から、住宅の省エネ基準が平成25年10月1日から改正された。この改正は、建物全体の省エネルギー性能をよりわかりやすく把握できる基準とするため、「一次エネルギー消費量」を指標とした建物全体の省エネルギー性能を評価する基準としたものである。外皮（外壁や窓等）の熱性能については、適切な温熱環境の確保などの観点から、一定の水準（平成11年基準相当）が引き続き求められる。

平成11年基準からの変化を図2.5.18、図2.5.19に示す。省エネルギー基準については、大規模な建築物から順次、法律による適合義務付けを行うことについて、検討が行われているところである。

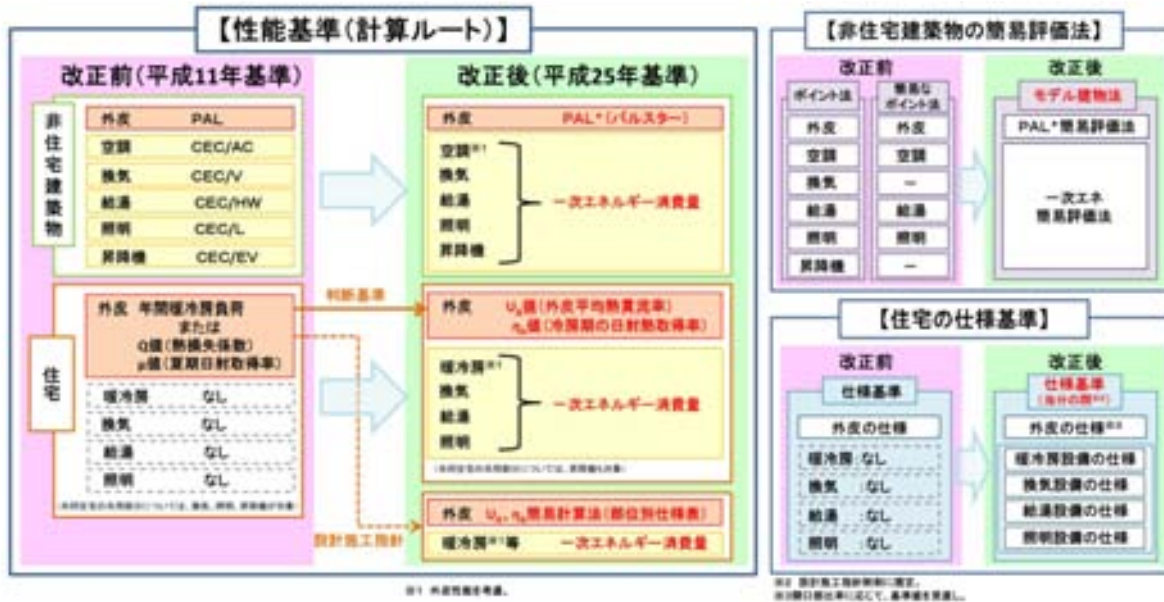


図 2.5.18 平成25年省エネ基準の変化点⁴⁴⁾

		改正前 (平成11年基準)	改正後 (平成25年基準) ^{注1}
指標の見直し	外皮	PAL	PAL*
	設備	CEC	一次エネルギー消費量 【標準入力法/主要室入力法】 ^{注2}
5,000㎡以下の 簡易評価法の見直し	外皮	ポイント法(外皮) 簡易なポイント法(外皮) ^{注3}	モデル建物法 ^{注2} (PAL*)
	設備	ポイント法(設備) 簡易なポイント法(設備) ^{注3}	モデル建物法 ^{注2} (一次エネルギー消費量)

注1 平成25年基準の内容は、公布時期によって施行する時期が異なる(経過措置後、全て施行されるのは平成27年4月)
 注2 主要室入力法は低炭素認定基準にも適用(モデル建物法は適用しない)
 注3 2,000㎡以下に限る

図 2.5.19 平成25年省エネ基準（非住宅）⁴⁴⁾

非住宅建築物の性能基準については、外皮はPAL*、空調、換気、給湯、照明、昇降機は一次エネルギー消費量で評価することになる。これらの評価は複雑となるため、5000m²以下の簡易評価法が設定されている。ここではその簡易評価法について解説する。

●非住宅建築物の簡易評価法

<外皮：モデル建物法（PAL*）>

基準改正前のポイント法に代わる外皮の簡易評価法としてモデル建物法（PAL*）が示されている。基本的な計算方法はPAL*と同様としつつ、入力 of 簡素化を図っている。適用規模は5000m²以下である。

- ・PAL*と同様、ペリメーターゾーンの年間熱付加をペリメーターゾーンの床面積で除した値を指標とし、その基準値はPAL*の基準値を同じ値とする。
- ・建物形状を単純化、室用途区分を簡略化して扱うことにより、外皮面積の拾い作業・入力作業を削減している。
- ・PAL*の通常の計算法に比べて、計算が簡易な代わりに計算結果は安全側となるよう設定されている。
- ・簡易評価法用のwebプログラム⁴⁵⁾が公表されている。

(http://www.kenken.go.jp/becc/#Program_Building)

<設備：モデル建物法（一次エネルギー消費量）>

基準改正前のポイント法に代わる設備の簡易評価法としてモデル建物法（一次エネルギー消費量）が示されている。基本的な計算方法は標準入力法と同様としつつ、入力の簡素化を図っている。適用規模は5000m²以下である。

- ・建物用途毎に設定するモデル建物により、各室の面積・天井高の入力を大幅に削減している。
- ・モデル建物に、採用する書く設備や外皮の主な仕様のみを入力する。
- ・標準入力法に比べて、計算が簡易な代わりに計算結果は安全側となるように設定されている。

モデル建物法を含む省エネルギー基準の考え方、計算手法等については、独立行政法人建築研究所（協力：国土交通省国土技術政策総合研究所）が、住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報（省エネルギー基準（平成25年1月公布）及び低炭素建築物の認定基準（平成24年12月公布）の告示に沿った計算方法（プログラム等）というホームページ（http://www.kenken.go.jp/becc/#Program_Building）にて詳細を公開している。

2-5-5-3 木造建築物における断熱外皮の考え方

省エネ性能と温熱環境向上の観点から躯体の断熱性を確保することが必要で、暖房時間が長い地域では断熱が必須である。床面積に対する在室人員や機器類等の内部発熱が少ない場合（教室とパブリックスペースが繋がる平面計画など）、暖房負荷が増大するため外皮における断熱性能の確保は重要である。

特に公共建築物は災害時の避難場所としての機能を持つ必要があるため、エネルギー供給が断たれた非常時においても、ある程度の温熱環境を維持できるように、基本的な躯体性能をもたせることは重要である。

また、これら断熱性能の向上に併せ、結露に対する配慮が重要である。木造の構造躯体では、躯体内に侵入する雨水や木材の初期水分排出のため、断熱層の外側に通気層を設ける。特に屋根断熱の場合、釘穴からの浸水が懸念されるため、野地板下面への通気措置が推奨される。関東以北の積雪寒冷地では内部結露防止の観点から気密と換気への配慮が必要である。

このように断熱性能の向上に併せ、重要となる結露対策の3つのポイントを示す。

●結露対策

<通気工法の採用>

雨水の浸入と結露に起因する劣化を防ぐためには、通気工法を採用するとよい。ただし、通気層を設けても空気の流通経路が確保されていないと、水分が滞留し腐朽被害が発生するリスクがある。図面上は通気経路が確保されているようにみえても、外壁の開口部周り、屋根の棟部分などで通気経路が塞がれている場合があるため設計・施工時に注意する。バルコニーの笠木周りについては雨水侵入のリスクが非常に高いため、防水と通気措置について細心の注意を払う必要がある。

<初期結露対策（乾燥材の使用）>

一般に、木材の含水率が20%以下のものを乾燥材とよぶ。乾燥材の使用は初期結露防止に有効である。条件がより厳しい寒冷地では、木材の持つ水分が低温部に集中し被害を及ぼすリスクがあるため、乾燥材の使用が必須である。

<防湿・気密層を連続させる>

断熱性能が高い外皮に対し適切な防湿・気密措置を行わなければ、生活スタイルによっては外皮内部で冬型結露が発生し、長期的には腐朽被害に発展するリスクがある。ゆえに、内部結露防止のため省エネルギー基準で示される気密施工を行うことが望ましい。気流止めの設置については設計者が図面に記述するだけでは確実な施工が担保できないことがあり、現場の施工者に指導を徹底する必要がある。特に、RC造やS造の施工を主たる業務としている従来の公共建築物の施工者は、これらの重要性を理解していない可能性があるため、木造建築における防湿・気密施工は、断熱化の意義や木造のディテールを理解し、十分な経験を有する技術者が行うことが望ましい。施工者の選定については木造住宅等の施工経験に加え、一定の技術レベルを持つ技能集団とのJVを条件に入れるなどの工夫が必要である。施工時に特に注意すべき点は、以下の通りである。

- ① 充填断熱工法では土台から横架材まで断熱材を密実に充填する。防湿シートを胴差し等の横架材まで張上げ、更にボードや乾燥木材で押さえることにより、防湿・気密欠損が生じないようにする。
- ② 断熱材に付属する防湿シートの耳は必ず間柱の室内側に設置する。
- ③ 間仕切り壁の上下に気流止めを設置する。ただし、床勝ちの場合は合板が気流止めとなる。

2-5-5-4 室内環境向上のための設計上の工夫

これまでに示したように建築物の断熱性能の向上を図っていくことが求められている。しかし、断熱性能の向上は冷房負荷の増加を伴う懸念があるため、中間期や夏期における通風計画や日射遮蔽対策を併用する必要がある。特に事務所などの内部発熱が多い建物に断熱を付加する場合は配慮が不可欠である。

室内環境向上のための設計上の工夫として、日射遮蔽、通風措置、内装木質化の効能について解説する。

●日射遮蔽

夏期における冷房負荷の削減と良好な室内環境の維持のため、開口部には日射遮蔽措置を講ずる必要がある。

日射遮蔽措置としては庇・軒に加え、日射遮蔽部材の併用が望ましい。特に太陽高度が低くなる東西面の開口や地面等からの反射光が入る開口は日射遮蔽部材が不可欠となる。

日射遮蔽部材はルーバー、カーテン、ブラインド等の利用が可能だが、開口部の外側に設置する外部遮蔽の方が内部遮蔽に比べ効果が高い。また、伝統的な手法であるよしずやすだれは外部遮蔽のため性能が高く、障子や植栽等も一定の効果が期待できる。

●通風措置

教育施設などでは、中間期における冷房負荷の削減と中間期や夏期に良好な室内環境を維持するため、適切な通風措置を行う。その際、気象庁のホームページや地域の情報より卓越風を把握し、風向に配慮する必要がある。開口部は異なる方位に2面以上設置し、片側が廊下などに面する場合は欄間などを設け、通風経路を確保する。

天窗や頂側窓を用いた温度差換気も有効で、ホール、廊下等の共用空間が吹抜けの場合、隣接する室の通風量の増加に寄与する。

●内装木質化の効能

木造建築物だけでなくRC造、S造においても木材利用を進めることができる内装木質化は、室内環境の向上に寄与する。この効能について、過去に行われた調査から示された結果について、紹介する。

<木造校舎、内装木質化校舎の居住性について>

秋田県で行われた木造・内装木質化が人体に及ぼす影響についての研究調査⁴⁶⁾では、「床

から 1,000mm の気温分布（日内変動）について、新しい木造校舎や内装木質化 RC 造校舎の教室は、改訂版学校環境衛生管理マニュアルにおいて冬期に生理的、心理的に負担をかけない最も学習に望ましい条件とされている 18~20℃ の下限値を下回することはほぼ無かった」ということが示されている（図 2.5.20）。

また、「上下温度差（床から 1,000mm と 100mm の気温差）をみると、新しい木造校舎は他と比べてその差が小さかった。以上のことから、近年建てられた新しい木造校舎の教室内は他の校舎に比べて気温が均一に保たれており、教室内で生活する全ての子どもに公平かつ負担の少ない温熱環境が提供されていることが示された。」としている。

この調査の対象となった校舎は、1995 年以降に竣工した新しい木造校舎、1950 年代に竣工した古い木造校舎、1970 年から 80 年代前半に竣工した RC 造校舎（床のみ木質化）、1989 年に竣工した内装のほぼ全面を木質化した RC 造校舎であった。期間は、2005 年 10 月から約 2 年間に渡ったもので、教室における温熱環境と空気質を断続的に計測したものである。

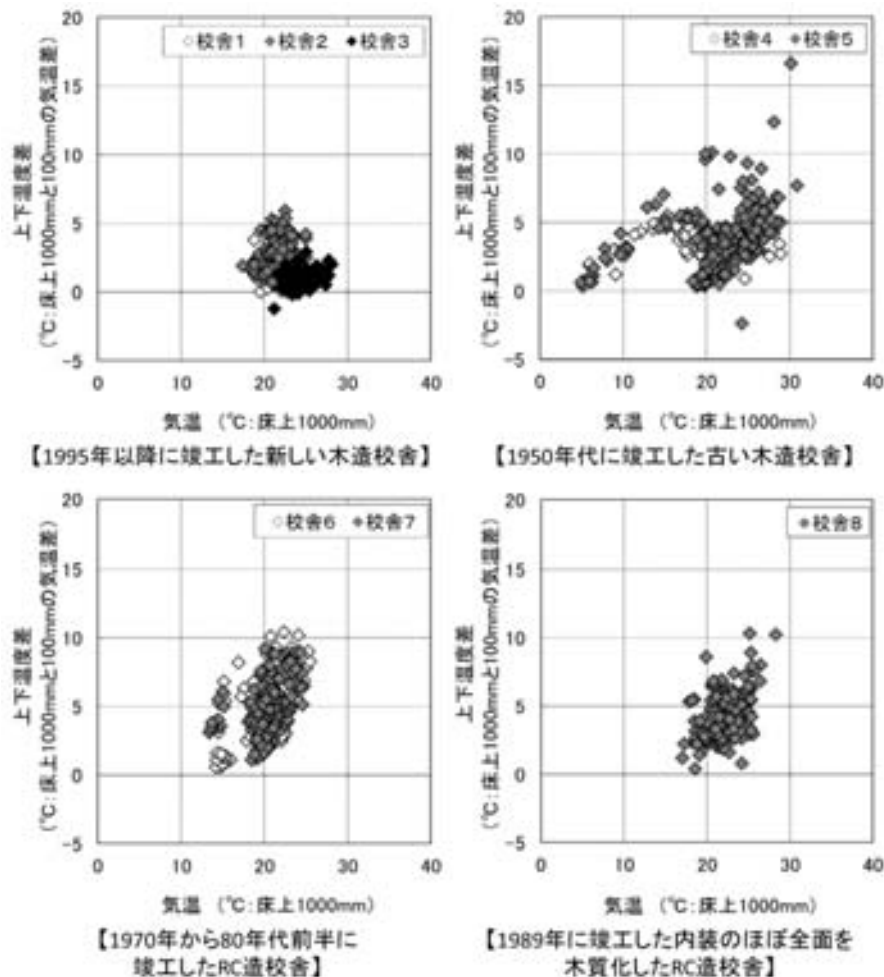


図 2.5.20 過去の研究調査で示された教室内温度分布⁴⁶⁾

2-5-6 音環境

2-5-6-1 音環境の概要

建築物を設計するにあたって、配慮しなければならないことの一つに音の問題がある。すぐ近くに幹線道路がある場合や飲食店等が隣接している場合などの騒音などの外部環境との問題や、集合住宅などでは上下階の床衝撃音など建物内部の問題がある。

外部環境との問題については、以下のような工夫が必要である。

外部騒音対策：交通量の多い道路などの外部騒音源に面する側には、用途によってはオープンスペースをとる、あるいは外部の騒音の影響を受けにくい施設（学校などの場合は体育館など）を配置する。外部騒音の侵入を防ぐための対策としては、防音塀の設置が効果的である。また、外部騒音を遮蔽する位置に高層の建物を設けることも有効である。生け垣や並木などは騒音源を視覚的に隠す効果はあるが、騒音を減衰させる物理的效果はほとんど期待できない。

周辺地域への配慮：建物の用途によっては音の発生源となってしまうことがあり（学校の体育館、運動場など）、それを避けるために発生源となってしまうもの（建築物等）は敷地内で外部騒音の大きい側（道路沿いなど）、に配置し、静けさが要求されるような住宅地等に隣接する側には、騒音発生が少ない建築物（居室）等を配置する。

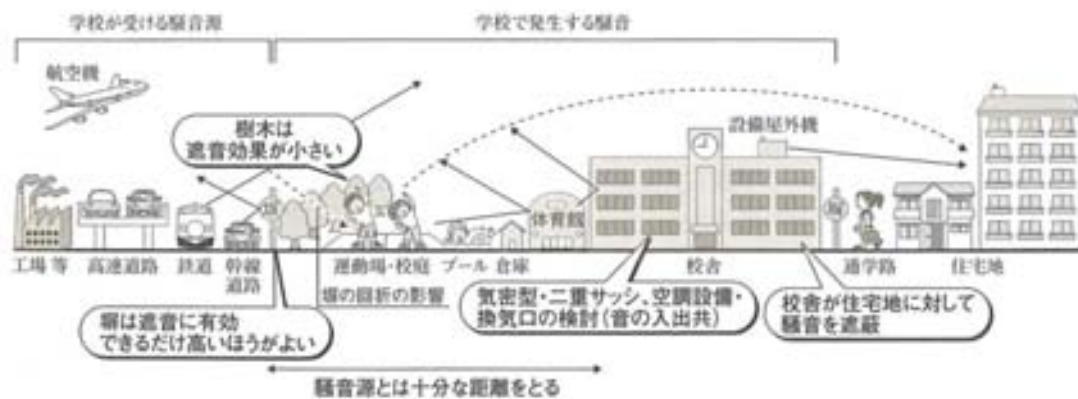


図 2.5.21 学校を例とした外部空間と音環境⁴⁷⁾

建物内部の問題については、以下のような工夫が必要である。

建物内の諸室の配置計画：外部騒音や発生音の大きな居室に配慮して計画する。発生音の大きな居室と静けさが必要とされる室を隣接する場合には高い遮音性能が必要となるため、設計上の考え方、コストなど特に注意が必要である。

また、発生音の大きな室に廊下や倉庫などの静けさを必要としない緩衝空間を隣接させると、遮音上効果的である。また上下階の間の騒音伝搬にも注意する必要がある、上階に体育館や工作室など床衝撃音を発生しやすい室を配置することは極力避ける。

建物内部の問題については、先に示したように計画的に配慮したとしても限界があること

が多い。ここでは、建築的な仕様で音への配慮がどのように可能であるか、開口部、壁、床についての概要を示す。

2-5-6-2 仕様と設計

建物の内部空間で問題となる音は用途毎に異なる。図 2.5.22 では学校を例とした内部空間の音について示している。図に示されているように音はいくつかのルートから侵入する。以下に、開口部、壁、床ごとに整理する。

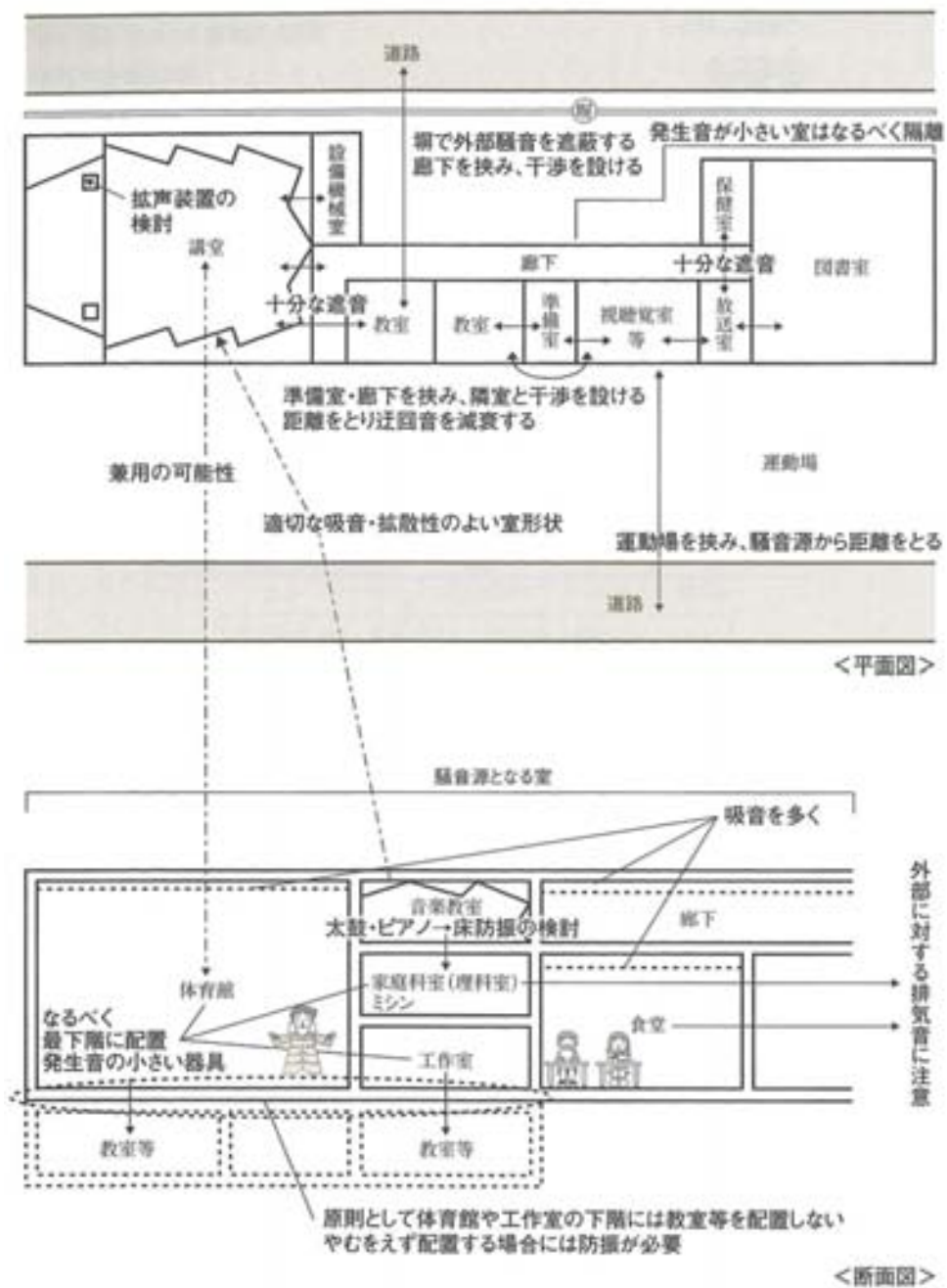


図 2.5.22 学校を例とした内部空間と音環境⁴⁷⁾

●開口部

外部からの騒音の対策としては開口部の性能が大きな影響を及ぼす。先に示したように、音の発生源が予め分かっている場合は、それを避けた計画とする。また、開口部にも遮音・防音性能が必要な場合は遮音・防音サッシ等に対応することが必要である。

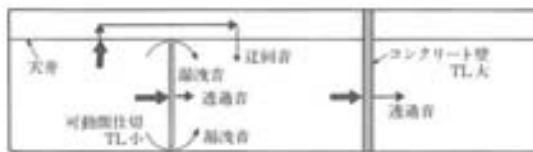
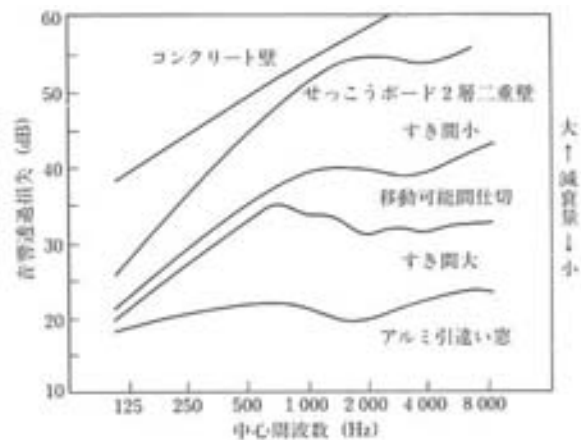
●壁

透過音への対策が必要となる。

間仕切りが天井までで、天井裏で室と室がつながっていると、吸音天井の場合であっても隣室へ迂回音が侵入する。これを防ぐには、間仕切壁を天井裏まで設置する必要がある（図 2.5.23）。

間仕切壁の仕様は、重くて密実なものがより透過音を遮断できる（図 2.5.24）。例えば音楽室や工作室などの間仕切り壁は、50dB 程度（500Hz 時）の遮音性能のものを用いるのが理想的である。一般教室間の遮音は 40dB 程度が理想であり、少なくとも 30dB 程度は必要である。可動間仕切りでは迂回音等が問題となり 40dB の遮音性能を達成することは難しい。

また、床下の基礎まわりに大きな空間があると、歩行時に太鼓のような効果が現れ、他室へ伝搬する可能性がある。通常は基礎梁で区切られており、それほど大きな空間はないと思われるが、ある程度床下にボリュームがある場合、吸音材を設置する必要がある。設置する手法は、吸音材を吊るす、もしくは床下に充填する手法がある。吸音材を吊るす場合は、床面積の 1/3 程度の面積（片面）分を設置すると吸音効果が確保できる。なお、床下ダクトに繊維系断熱材が使用されている場合は、その断熱材が吸音材に代替するため、別途吸音材を設置する必要がない。

図 2.5.23 空間の音の伝わり方⁴⁸⁾図 2.5.24 間仕切の遮音減衰量⁴⁸⁾

●床

床衝撃音遮断性能は、重量床衝撃音と軽量床衝撃音の 2 つについて評価や測定を行う（表 2.5.18）。幼稚園や小学校の場合、フローリングの床の上を歩く音が問題になることが考えられるが、一般にゴム靴の上履きを履いており、軽量床衝撃音は問題となることは少ない。

表 2.5.18 床の遮音性能の評価・測定項目⁴⁹⁾

評価・測定項目	音の性能の概要	生活音での例
重量床衝撃音	重くて柔らかい物の落下により生じる音	子供の跳びはね・飛び降り、素足歩行時のドンドン音
軽量床衝撃音	軽くて硬い物の落下により生じる音	スプーンの落下音、スリッパ歩行時のパタパタ音、机、椅子の移動音

＜重量床衝撃音＞

木質系の重量床衝撃音対策の基本は、床断面構造の「曲げ剛性の増加」及び「面密度（≒質量）の増加」である。これらの対策は竣工後に追加で行うことが困難なため、計画時から考慮する必要がある。対策としては、曲げ剛性の増加のためにスパンを小さくする、耐力壁線区画を小さくする等の方法がある。一方で、必要なスパンや室面積が決められている学校建築等ではそれらの実施は困難である。

例えば小学校で問題になるのは、階段室の床衝撃音（登り下りの際の衝撃が大きい）と、授業中の児童の歩く音や椅子や床の引きずりによる床衝撃音が挙げられる。特に後者は、以前であれば一斉授業が多く問題にならなかったが、現在は、授業中でも、動きのある授業や机の配置換えを行うため問題となることが多い。

図 2.5.25 に床衝撃音対策の概要を、図 2.5.26 と図 2.5.27 に床衝撃音対策の仕様の詳細事例を示す。図 2.5.26 は、一番上の図が無対策の床（LH-80 程度の性能）の仕様で、下図へ向かうごとに、より床構成材を一体化するなどの対策を行い、LH-80、LH-65、LH-60、LH-55 と性能を向上させている。

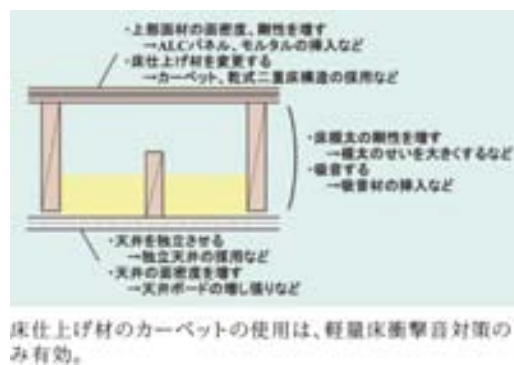


図 2.5.25 床衝撃音対策の概要⁴⁹⁾

対策① 床構造の面密度や剛性の増加

木質床の面密度（≒質量）を上げるには、面材を複合化し、密度の高いアスファルト系の遮音シートや ALC パネル、モルタルなどを挿入する。剛性を上げるには、スラブを厚くする、根太等のせいを上げる他、面材と軸材を一体化しパネル化する、天井ボードの増し張りにより複合化すること等も有効である。

なお、遮音シートの効果は過信しすぎないように注意する。

対策② 床構造や下階天井の防振対策

床自体の防振対策には限界があるため、下階の天井への対策が有効である。手法としては、独立吊木受架や防振吊り木などによる独立天井とすることが挙げられる。

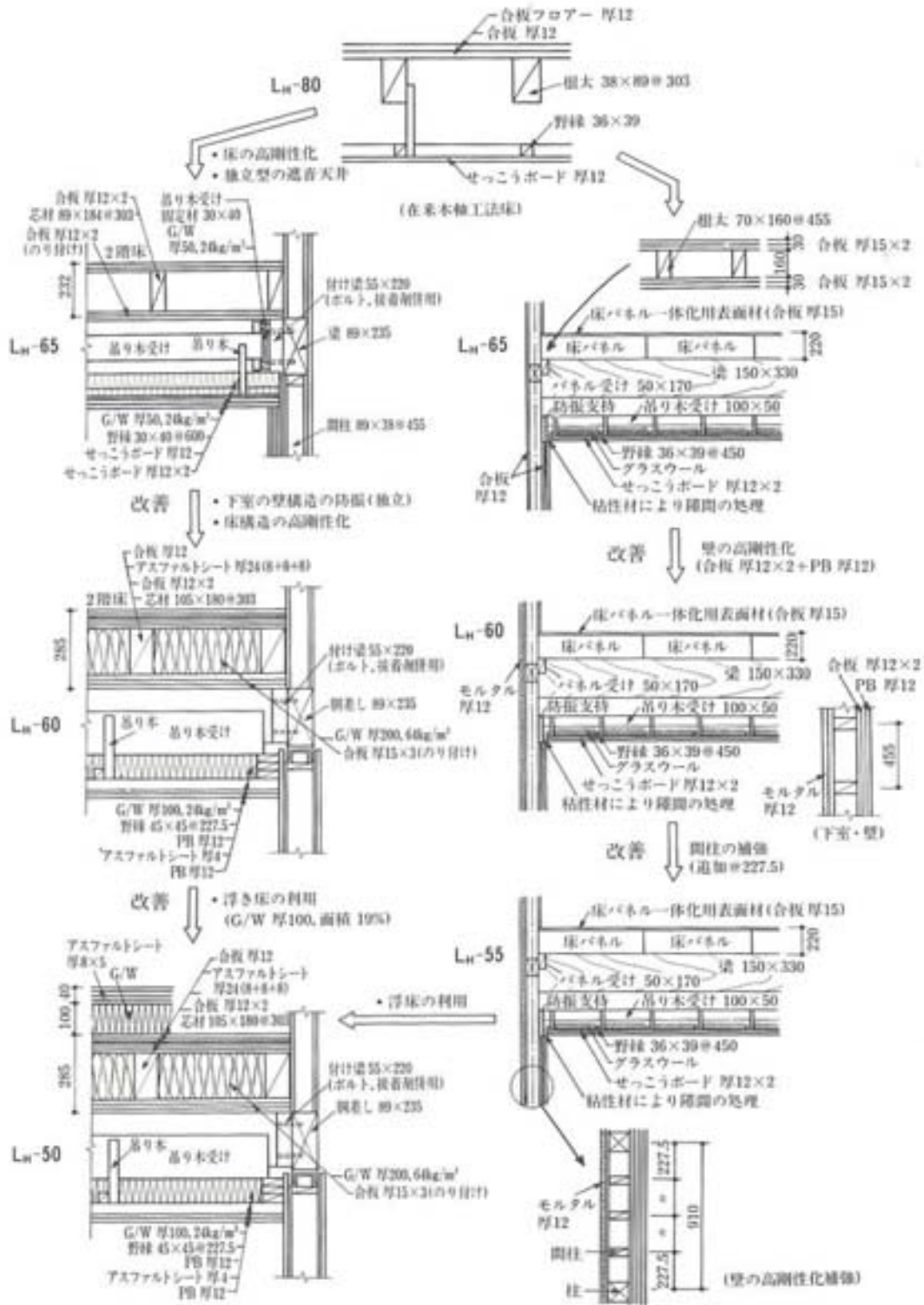


図 2.5.26 木造軸組工法床の重量床衝撃音遮断性能の改善例（日大理工）⁴⁸⁾

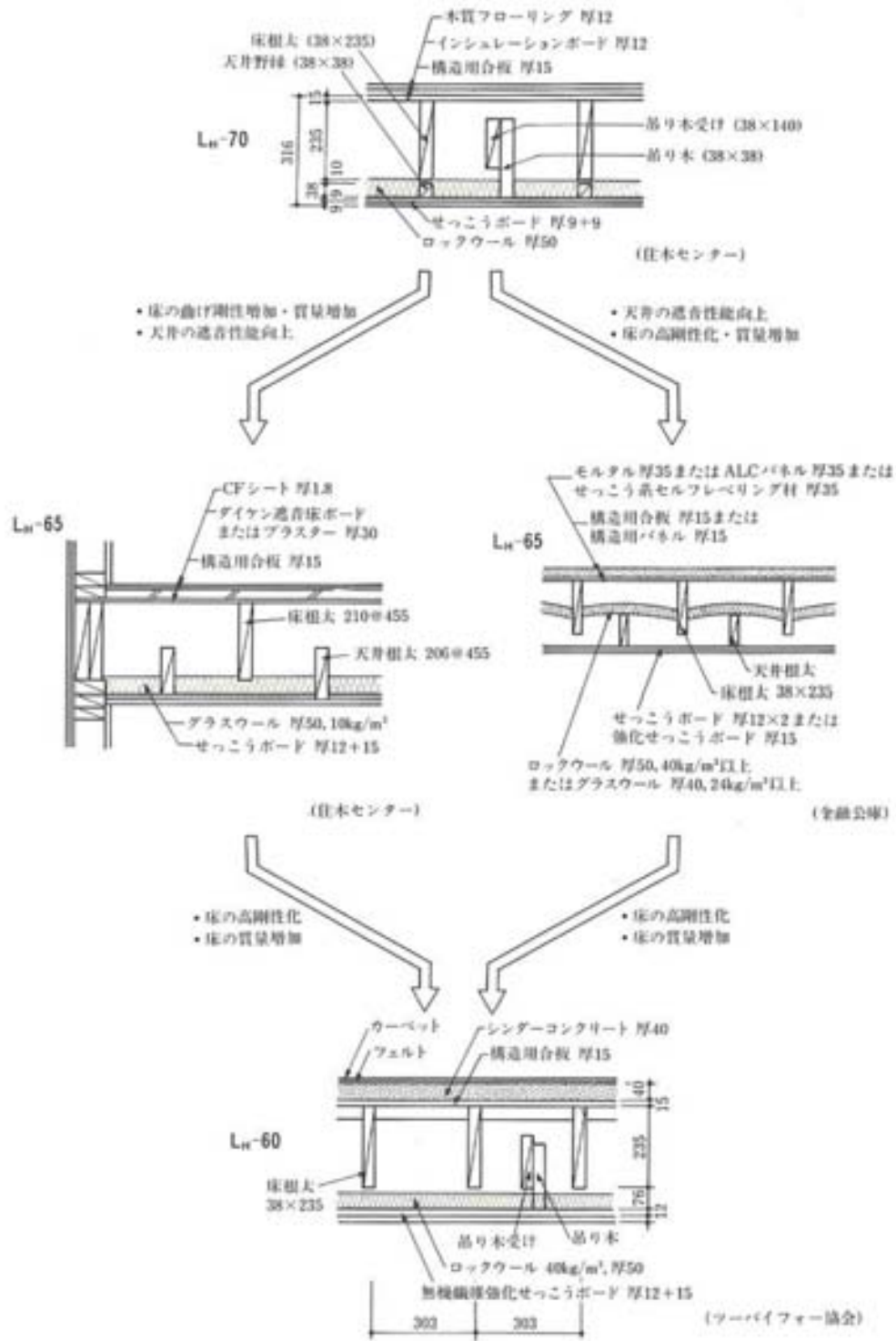


図 2.5.27 枠組壁工法の重量床衝撃音遮断性能の改善例⁴⁸⁾

<軽量床衝撃音>

性能向上の基本は重量床衝撃音と同じであるが、それに加え、軽量床衝撃音で有効な対策に、「床仕上げ材の表面を柔らかくする」ことが挙げられる。この対策は、比較的容易な上に効果が高い。例えば、床の仕上げについて、絨毯とフローリングの場合を比較すると、後者の方が高音の遮断性能が低く、軽量床衝撃音対策としては不利になる。一時期、ダニ問題により絨毯仕上げが敬遠されたが、フローリングにホコリがたまった部分のダニの量よりもダニが少ないことが確認されており、掃除さえすれば絨毯も学校施設の仕上げとして可能である。既存のフローリングの上にタイルカーペットを敷くという対応でも、多少効果が得られる。