

第4章(設計編)

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

4-1 中大規模木造建築物の建設に伴う一般共通事項

4-1-1 中大規模木造建築物の建設コスト

(1)木造を検討する際のコストの考え方

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のコスト評価に当たっては、木造と他構造との単なる絶対的な評価（資材費や労務費等の建設コスト）だけでなく、心理・情緒・健康面への効果・環境負荷の低減、地球経済の活性化など、幅広い意義や効果があるため、木材を利用することによる総合的な評価（費用対効果）を考えて検討することが重要である。どちらか片方だけの評価では木材を利用するとの意味を十分に捉えたとは言い難い。

<コストの総合的な評価>

総合的な評価とは、木材を利用することによる総合的な費用対効果で、ライフサイクルコストのように維持管理を含めた長期間でコストを見た場合や、お金に換算することは難しいが、心理・情緒・健康面への効果、山林の保全や地域経済の活性化、街づくりへの寄与、伝統的な大工技術や文化の継承など様々な視点がある。

(2)木材利用の意義と効果

木材は、調湿性に優れ、断熱性が高く、リラックス効果があるなど人にやさしく心安まる自然素材であることから、その利用を推進することは、森林のもつ多面的機能の発揮を通じて地球温暖化の防止や地域経済の活性化に資するものである。特に、学校施設は、様々な教育的効果の向上が期待できる。

1) 地球環境への配慮

① 地球温暖化防止への貢献

- ・木材は材料製造時の炭素放出量が少ない優れた省エネ材料である。
(木造住宅の炭素放出量は鉄骨プレハブ造、RC造住宅それぞれの3分の1、4分の1)
- ・木材は他の素材と異なり炭素を貯蔵することから温暖化を抑制。
(木材の利用=炭素の固定)

② 持続可能な木材による森林整備への貢献

- ・植える→育てる→収穫する→適材適所で使うという循環で持続可能な森林の整備に貢献する。

③ 地域材活用による効果

- ・地域材の活用で輸送に伴い発生するCO₂排出量を抑制する。

2) 地域への経済効果、風土・文化の継承

① 大工技術者の育成、地域経済の活性化

- ・大工や左官など、地場の職人の技術を活用することは、その建設に取り組んだ職人の誇りや技術を育て、地場の伝統技術者の育成や地域経済の活性化、雇用の創出につながる。

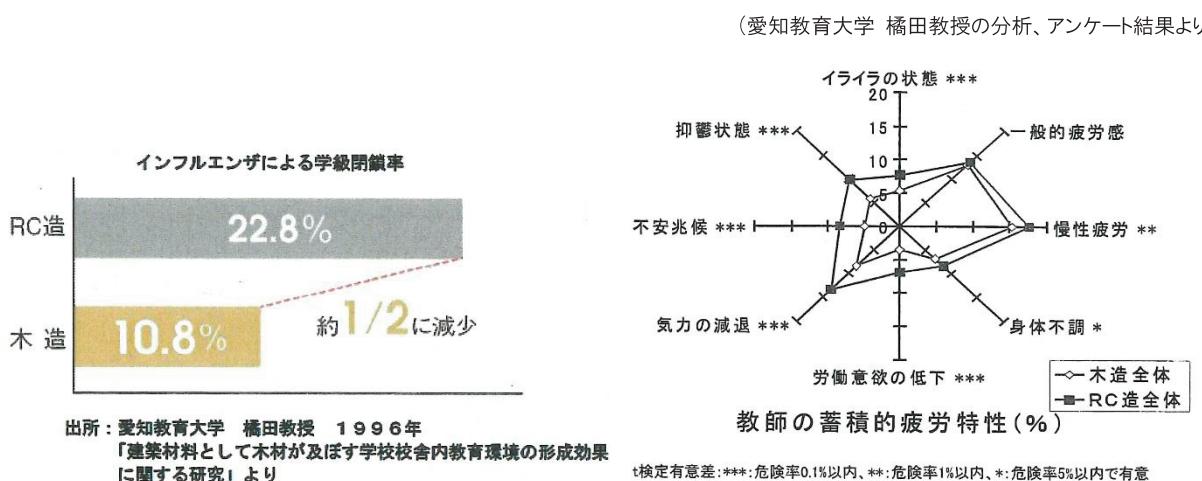
② 文化的継承、景観形成

- ・地域の風土・文化の継承や潤いのある街並みの形成に寄与する。

3) 学校施設における教育的効果の向上

①心理・情緒・健康面への効果

- ・学校施設における木材の利用は、子どもたちのストレスを緩和させ、授業での集中力を増す効果がある。(教師にも蓄積的疲労を緩和させる効果がある。)
- ・内装が木質化された校舎では、非木質化校に比べ、子どもたちは教室を広々と感じ、校舎内での心地よさや自分の居場所などをより感じて生活していることが伺える。
- ・木造校舎では、インフルエンザによる学級閉鎖率がRC造の約半分に抑えられている。木の持つ調湿機能による健康効果を示す事例の一つである。
- ・木質の床は、結露せず転んで怪我をする子どもが少ない。足にかかる負担も少ない。



②室内の温熱環境等の向上

- ・木材はコンクリートと比べて熱容量や熱拡散率が小さいため、木造の教室の床、壁はRC造の教室と比べ、温まりやすい。
- ・足元の冷えは、儀怠感や眠気を催し、作業効率を下げるにつながるが、床に木材を利用した場合、室温と床表面温度の差が少くなり、足元の快適性が向上する。
- ・調湿作用のある木材を利用することにより、室内の温度変化を緩和させ、快適性を高める。

③環境教育・木を活かした学習

- ・木材を利用した学校施設は、木や自然が子供たちに身近に感じられ地球環境問題や地域学習の際には、木や森林の意義を親近感を持って強く意識させ、環境教育の教材としての働きも果たす。
- ・木を用いた学校施設は、それ自体が大工の技術や木の特性を伝える直接的な教材となる。

(3)木造とした場合のコストをコントロールする手法

発注者が中大規模建築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。過去にそのような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えておけば、中大規模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、これまでの調査や研究等の知見から、建設コストや維持管理コストを抑えるためのポイントを整理する。

1)建設コストを抑えるポイント

①できる限り構造材として一般流通材・定尺材を活用

市場に流通している木材は、特別に調達するも木材と比較して、安価で調達することができ、調達にかかる期間も短くすることが可能である。このため、地域の市場で一般に流通している材種や材寸を把握し、これを設計に反映させることができ、ローコスト化にとても重要である。大空間を構成する場合は一般的にコストの高い大断面の部材が必要となるが、流通量の多い小断面の規格材を組合わせて重ね梁や複合梁、トラスなどにすることで、大断面の梁と同様に、長いスパンを構成することでローコスト化が可能となる。

②在来の技術と地域の職人でまかなえる計画

地域の大工技術を採用することにより、特別なコストをかけずに整備することができる。又、地域の職人が総力をあげて取組むことで、地域への経済効果が期待でき、大工技術や技能の伝承にもつながる。

③プレカット工法など生産性の高い工法の採用

プレカット工法は、施工現場で実施している作業を、あらかじめ工場で実施することにより、工期を短縮することができる。又、加工精度が高まり、安定した品質を確保できる。更に汎用性のある金物の併用により生産性を上げコストダウンを図れる。施工は特殊な技術は必要なく地域の工務店（大工）による。

④特殊な構造・技術が不要なディテールなどの工夫

木造の建物にとって架構体の形状の決定は、その建物の用途、空間、デザイン等に直接関係する重要な意味をもっている。そのため、計画の早い時期から意匠設計を構造設計の密な打合わせにより特殊な構造・技術が不要な構造計画や架構計画を立案し、設計方針を確認する必要がある。架構計画の形状が決まった後は、接合のための仕口のディテールとその接合効率が設計上の要となり、施工上はディテールの統一化が施工効率、工期の短縮を図る要因の一つとなる。施工効率や工期の短縮にあっては、このディテールの統一化により、さらに部分化やパネル化、地組などの工法を取り入れることも必要である。

⑤適材適所の木材利用に心掛け、歩留まりを向上させる

木は、工業材料と違って品質にはばらつきがある。節が多かったり、色味の違いにより実際の施工段階で使用できない木材が出てくる可能性がある。木材の活用方法は、適材適所を考慮し柔軟に考える。見た目のきれいな材は仕上げに活用し、端材は目の届かない部分や下地材に活用するなど、木材を上手く使い分けることにより、歩留まりを向上させることが可能となる。

⑥全てを木造とするのでなく、混合構造による効率的な構造の検討

学校施設のような大規模な建築物は、構造をはじめ、耐火・防火に関する建築基準法の規定への適合や、遮音性・開放性の確保や水平力に対する抵抗接合部の検討など、計画上考慮すべき条件が沢山ある。これを木造のみで計画するのではなく、鉄筋コンクリート造などと混合構造とすることで、技術的にはより容易に解決でき、設計の幅を広げることが可能である。本来、構造設計とは使用する材料の特性を活用した架構を設計することであり、混合構造は特殊な構造ではなく、むしろ、適材適所の発想に基づいた自然な構造と言える。

2)維持管理を想定した設計上の配慮

維持管理コストについては、維持管理に配慮して設計することが、建物の長寿命化やライフサイクルコストの低減につながる。部材を部分的に取り替えられるように設計することや、外部の木材利用を抑えたり、軒先を深くするなど、風雨や紫外線の影響をできるだけ避けることが有効である。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。

4-1-2 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茨城県の補助制度、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。

(1)木材利用についての主な補助金

茨城県、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27年度実施されたものであり、平成28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茨城県、国等のホームページで確認が必要である。)

表4-1-2 本書で紹介する助成制度一

事業名		対象となる事業等	連絡先
いばらき木づかい環境整備事業	茨城県	県、市町村有施設等の木造・木質化 市町村、学校法人、社会福祉法人が行う 木製品の導入	茨城県林政課 担当:森づくり推進室 電話:029-301-1111(内線4021) http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/rinsei/shinkozei/forest/contents/05/index.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:構造改善班 電話:03-3502-8111(内線6084) http://www.rinya.maff.go.jp/j/keiei/kouzoukaizen/koufukin.html
サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)	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	サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)評価・実施支援室 電話:03-3588-1808 http://www.sendoshien.jp/27/
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

4-1 中大規模木造建築物の建設に伴う一般共通事項

1)いばらき木づかい環境整備事業(茨城県)

いばらき木づかい環境整備事業は、地域材の需要拡大を図ることは、間伐などの森林整備を促進し、県内における森林の有する公益的機能の高度発揮につながることから、県は、県民が木に触れる機会を創出し、木の良さや木材利用の意義について普及啓発するため、市町村等が行う事業に要する経費に対し、予算の範囲内で補助金を交付する補助事業である。

対象は、「木造公共施設等整備事業」、「木製品導入事業」とされ、「木造公共施設等整備事業」では県産材を活用した木造化・木質化に対し助成される。「木製品導入事業」は学校等へ椅子、机等の木製品導入に対し助成させるものである。

以下に事業実施要領を示す。

いばらき木づかい環境整備事業実施要領

事業区分	メニュー	事業主体	事業内容	補助対象経費	補助率
木造公共施設等整備事業	森林湖沼環境税活用型	市町村・県の出資法人	地域材を使用した公共施設の木造化※1及び木質化※2による公共施設整備並びにこれと併せて実施する木製品の導入。	木造化、木質化及びこれと併せて実施する木製品の導入に直接必要な経費で以下に掲げるものとする。なお、総事業費は、1,000千円以上とし、木製品※3の導入は、補助金の20%以内とする。賃金、工事請負費、原材料費、備品購入費、委託料(木製品を導入する場合の製作委託に限る。)	9/10以内 補助金の上限 10,000千円/施設
	国補活用型	市町村・政令に定める公共建築物の整備主体(詳細は実施要領に定める)	地域材を使用した公共施設の木造化及び木質化	木造化及び木質化に係る必要な経費で以下に掲げるもの工事費(電気・上下水工事等は除く)実施設計費(委託により実施する場合のみ※その他補助対象経費の詳細は、森林整備加速化・林業再生基金事業実施要領(平成21年5月29日付け21林政計第210号林野庁長官通知)に定めるところによる。)	1/2以内
木製品導入事業	木製机・椅子の導入	市町村、学校法人、社会福祉法人(詳細は実施要領に定める)	地域材で製造した児童・生徒用の机と椅子の導入。	机と椅子の導入に直接必要な経費	7/10以内 補助金の上限 3,000千円/施設 なお、児童・生徒用の机天板の地域材への交換は、補助金の上限を10,000千円/施設とする。
			児童・生徒用の机の天板及び椅子の背板・座板を地域材で製造したと椅子の導入。		
	天板交換		児童・生徒用の机天板の地域材製への交換。	机の天板の交換に直接必要な経費	
	木製品の導入		地域材で製造した児童・生徒及び老人福祉施設等に入所する者が使用する木製品の導入。	木製品の導入に直接必要な経費	

※1木造化:建築物の構造耐力上主要な部分(柱、梁、桁、屋根等)の全て又は一部を木造とすることをいう。

※2木質化:建築物の内装等に木材を用いることをいう。

※3木製品:本事業における木製品の範囲は、机・椅子等のほか、木製ベンチ、木製テーブル、木製本棚などとしている。なお、木製事務用品や木製玩具などの消耗品的性格の強いもの及び木製本棚などの中でも、据え付け工事が必要となるものや、木製遊具については、本事業の木製品の対象としない。

2) 森林・林業再生基盤づくり交付金（林野庁）

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。

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に対しても交付される。

以下に実施要綱の抜粋を示す。

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	木材加工流通施設等の整備	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、木材関連業者等を組織する団体、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以内) (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)
	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、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。)の発生総合的利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)

3) サステナブル建築物等先導事業(木造先導型) (国土交通省)

サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)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、その具体的な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。

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。

サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)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> <ul style="list-style-type: none"> ○ 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。 ○ 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>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、その面積の過半部分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、その面積の過半部分の床を木材による内装仕上げとともに、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> <ul style="list-style-type: none"> ・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（例えは下階がRC造で上階が木造）など、明確に切り分けられているものであること。 ・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>④建築基準法令上、構造・防火面の特徴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> <ul style="list-style-type: none"> ・防火・準防火地域：延べ面積が500m²を超えるもの又は階数が3以上であるもの ・上記以外の地域：延べ面積が1,000m²を超えるもの又は高さが13mを超える、若しくは軒高が9mを超えるもの <p>2) 木質化については以下のいずれかを満たすこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・階数が3以上の場合：延べ面積が500m²を超えるもの ・階数が2の場合：延べ面積が1,000m²を超えるもの ・階数が1の場合：延べ面積が3,000m²を超えるもの <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27年度に事業に着手するものであること。</p> <p>平成27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28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28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 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。 なお、設計のみでその後の調整を伴わないプロジェクトは対象となりません、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 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、「掛けり増し費用相当額」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、掛け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ます。</p> <p>③付帯事務費 本事業の対象となる木造、木質化プロジェクトについて普及啓発を行うために必要となる経費の実質額に基づいて上記①、②の補助額（国費）の2.2%以内の額を付帯事務費（人件費、旅費、一般管理費等）として補助します。</p>

第4章

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

4)学校施設環境改善交付金（文部科学省）

学校施設改善交付金は、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。

表は木造に限ったものではないが、補助の要綱の抜粋を示す。本書に記載以外にも多数の補助事業区分があるので、文部科学省の要綱を参照されたい。

学校施設改善交付金補助対象一覧

項	事業区分	対象となる経費	算定割合
1	構造上危険な状態にある建物の改築	屋内運動場及び寄宿舎をい義務教育諸学校(小学校、中学校、中等教育学校の前期課程並びに特別支援学校の小学部及び中学部をいう以下同じ。)の建物(校舎、以下同じ。)で構造上危険な状態にあるものの改築(買収その他これに準ずる方法による取得を含む。以下同じ。)に要する経費	1/3 ※特例算定あり
		特別支援学校の幼稚部の校舎及び寄宿舎の構造上危険な状態にあるものの改築に要する経費	1/3
		特別支援学校の高等部の建物(職業学科(職業コースを含む。以下同じ。)における校舎を除く。)の構造上危険な状態にあるものの改築に要する経費	
		特別支援学校の高等部の職業学科に係る校舎の構造上危険な状態にあるものの改築に要する経費	1/3 ※特例算定あり
2	長寿命化改良事業	幼稚園(幼稚園から移行した幼保連携型認定こども園を含む。以下同じ。)の園舎の構造上危険な状態にあるものの改築に要する経費	
		小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校及び幼稚園の建物(幼稚園にあっては園舎。以下同じ。)で構造体の劣化対策を要する建築後40年以上経過したものの長寿命化改良に要する経費	1/3
3	不適格改築	教育を行うのに著しく不適当な小学校、中学校、中等のとする。教育学校の前期課程、特別支援学校及び幼稚園の建物改築に要する経費	1/3 ※特例算定あり
4	津波移転改築	防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律(昭和47年法律第132号)第2条第2項に規定する集団移転促進事業に関連して移転が必要と認められる幼稚園、小学校、中学校、中等教育学校の前期課程及び特別支援学校の建物の改築(南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法(平成14年法律第92号)第12条第1項に規定する津波避難対策緊急事業計画に記載された事業に限る。)に要する経費	1/2
5	補強	小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校及び幼稚園の補強を要する建物の補強工事に要する経費	1/3 ※特例算定あり

4-1 中大規模木造建築物の建設に伴う一般共通事項

項目	事業区分	対象となる経費	算定割合
6	大規模改造(老朽)	小学校, 中学校, 中等教育)学校の前期課程, 特別支援学校及び幼稚園の建物で建築後20年以上経過したものの大規模改修で次に掲げる整備に要する経費 ア 建物全体の改修工事 イ エコ改修工事	1/3 ※特例算定あり
7	大規模改造(質的整備)	小学校, 中学校, 高等学校, 中等教育学校, 特別支援学校及び幼稚園の建物等の大規模改修で次に掲げる質的整備に要する経費(ただし, 高等学校及び中等教育学校の後期課程にあっては校内LAN整備工事に限り, 特別支援学校にあっては余裕教室の改修, 幼稚園にあっては余裕教室の改修及び校内LAN整備工事は除く。) ア 教育内容及び方法の多様化等に適合させるための建物の内部改造に係る工事 イ 法令等に適合させるための施設整備工事 ウ 建物の校内LAN整備に係る工事 エ スプリンクラーの設置(特別支援学校の寄宿舎に係るものに限る。) オ 建物の空調設置に係る工事 カ 障害児等対策施設整備工事 キ 防犯対策施設整備工事 ク その他文部科学大臣が特に認めるもの	1/3 ※特例算定あり
8	学校統合に伴う既存施設の改修	小学校又は中学校の学校統合に伴う校舎及び屋内運動場の改修に要する経費	1/2 ※特例算定あり
9	屋外教育環境の整備に関する事業	小学校, 中学校, 中等教育学校の前期課程, 特別支援学校及び幼稚園の屋外教育環境施設(屋外における教育環境整備の施設(植栽のための立木, 芝生を含む。)園にあっては屋外運動広場であり, 屋外運動場(幼稚のための施設, 屋外集会のための施設(幼稚園において整備するものに限る。)及び屋外学習のための施設その他これらに附帯する施設をいう。)の整備(平成27年度から平成31年度までの間に行われるものに限る。)に要する経費	1/3
10	木の教育環境の整備に関する事業	小学校, 中学校, 中等教育学校の前期課程及び特別支援学校の木の教育環境(木のふれあいの場をいう。)の整備(平成25年度から平成29年度までの間に行われるものに限る。)に要する経費	1/3 ※特例算定あり
		小学校等の専用講堂の整備(平成25年度から平成29年度までの間に行われるものに限る。)に要する経費	1/3

(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。

1)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 4.1.2.1 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、融資等で返済期間を短くすることにつなげることができる。

表 4.1.2.1 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

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で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。

2)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。家屋の場合は、原則として課税標準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 4.1.2.2 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ため、固定資産税は他構造よりも安くなる場合が多い。

表 4.1.2.2 経年減点補正率の参考

木造建築物減価補正率

経過年数	経年減点補正率
1	0.80
2	0.75
3	0.70
4	0.67
5	0.64
6	0.62
7	0.59
8	0.56
9	0.53
10	0.50
11	0.48
12	0.45
13	0.42
14	0.39
15	0.37
16	0.34
17	0.32
18	0.30
19	0.28
20	0.26
21	0.25
22	0.24
23	0.23
24	0.22
25	0.21
26	0.21
27以上	0.20

非木造建築物減価補正率

経過年数	経年減点補正率
1	0.9558
2	0.9282
3	0.9007
4	0.8772
5	0.8537
6	0.8302
7	0.8067
8	0.7832
9	0.7597
10	0.7362
11	0.7127
12	0.6892
13	0.6657
14	0.6422
15	0.6187
16	0.5952
17	0.5717
18	0.5483
19	0.5247
20	0.5013
21	0.4778
22	0.4542
23	0.4348
24	0.4153
25	0.3959
26	0.3764
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法」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。

(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指すこともあり、プロジェクトにより定義は様々である。

1)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、今後も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に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、地域の人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。

2)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はなく上記のような、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。

4-1-3 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、木材の発注方式、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期間が長く、単年度の工事では間に合わない場合がある。
- ・樹種、材質については、地域で貰えることが難しい場合もある。

特に積極的に地域材を使用することを想定し、材工分離発注とする場合、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。

通常の材料発注では、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。

(1)木材の発注方法

木材の発注方法としては、分離発注、一括発注がある。

1)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。木材発注、伐採、製材、乾燥、加工という工程があり、特に乾燥に時間がかかる。

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。

2) 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の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も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、一度取り込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む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) 設計者と選定方法

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 4.1.3.1 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、コンペ方式)についてのメリット・デメリットを表 4.1.3.2 に示す。

4-1 中大規模木造建築物の建設に伴う一般共通事項

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、解決方法等の提案）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で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 (デザインビルト方式)	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ているため、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り、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（時間がない、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 4.1.3.1 設計者選定方式の種類

表 4.1.3.2 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	○從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、木造の計画のある設計事務所の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たために十分な時間と費用を確保する必要がある。

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

このうち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、これを受けた「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の小さい場合を除き、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。

1)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。）

2)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。）

3)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プロポーザル参加を可とし、その内1ヶ所は地域(市内や県内等範囲は発注者が自由に設定できる。)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。

4)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場合が多くなってきてている。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○m²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。

5)工事監理者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、木材に関する部分の調達管理業務を設計者ではなく木材の専門家に委託する不法もある。

6)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がある。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。

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、公開説明会を開いて提出書類の徹底を図る手法がある。なお、プロポーザルの実施フローは国土交通省大臣官房官庁営繕部が公表しているので参照されたい。

(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(デザインビル方式)随意契約などのいくつかの手法がある。(表 4.1.3.3)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 4.1.3.3 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	落札価格に多寡に加えて、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のこと、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ているため、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り、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、時間がない、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。

1)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。

2)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。

3)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くと考えている場合は、設計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。

4)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で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出につながる。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業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。

5)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、施工者が材工共で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なのか、または、保管方法の不備による品質の変化など、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品材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。

4-1-3 (参考文献) 文・表 福島県大規模木造建築の手引(福島県農林水産部林業振興課)

4-1-4 木造建築物の特徴

〈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、構造、材料(強度・品留・調達)、防耐火、劣化対策・維持管理、温熱環境、音環境などの面について、RC造やS造等と比較しながら特徴を整理し木造とする場合のポイントを示す。

木造建築物の特徴と他構造との比較表

	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ますの場合が多い。 ・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"> ・製造でも大きなスパンを実験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。 ・強度が強く、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(適材適所をこころがける)。 ・木質材料の種類や量、調達期間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、燃えしろ被覆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℃を超えると急激に強度が低下する為、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。現しとする場合には、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"> ・軀体のさび、接合部・ボルトのさびに注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主たる劣化要因の腐朽・蟻害に対応した設計 ・保守・点検などの維持管理が効率的かつ容易に行えるよう配慮する。 ・仕上材や設備機器類の更新が経済的かつ容易に行えるよう配慮する。 ・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 	<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、充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、充分な配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・室の配慮などの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。

4-2 中大規模木造建築物の設計

4-2-1 中大規模木造建築の設計手順

中大規模建築を木造として計画するには、防耐火計画、構造計画、コスト計画のチェックを行ないながら基本設計を進めることで、経済的、合理的な計画が可能となる。

まず、敷地条件・設計条件を整理した上で、次の手順で計画を進める。

1、防耐火計画のチェック

- ↓
 - ・当該建築が法的に「その他の木造」で計画が可能なのか準耐火もしくは耐火構造が必要なのかチェックする。
 - ・1000 m²を超える場合でも、なるべく耐火や準耐火がかからないように上手に防火壁で1000 m²以下に区画した計画案にすることが木を見せた空間づくりの為のポイントである。

2、構造計画のチェック

- ↓
 - ・地域材を製材のまま柱などに使用した場合は、令46条の壁量計算を満たすように計画すればJAS材の規定を免れる。
 - ・開放的なプランで壁量規定を満たせず令46条2項ルートで行く場合でも、なるべくJIS A3301 高力壁を使用するなど流通材の軸組+耐力壁方式で対応し、流通材で可能なスパン以下になるような柱割を計画することがポイントである。

3、コストの検討

- ↓
 - ・特注の大断面材や接合金物を使用するのではなく、できるだけ流通木材をプレカットによる在来木造用生産システムを活用することがポイントである。

「経済的・合理的な基本設計作成」

低コストにつながるポイント

- ・製材品は、「巾120×せい360×長さ6m」までを活用する
- ・集成材は、「巾120×せい450×長さ6m」までを活用する
- ・集成材は特殊断面とすると、2次接着が発生しコスト高となるので気をつける
- ・湾曲集成材はコスト高につながるので気をつける
- ・生産性の高いプレカット工法を採用し、手加工や現場での組立手間費等を減らす
- ・汎用性のある金物を使用する
- ・入手ルートと納材期間を把握し、無理のない工程を組む
- ・県産材であるスギ、ヒノキの良さと欠点を理解し、適材適所で用いる

(参考文献) 文 中大規模木造プレカット技術協会「中大規模木造設計セミナーテキスト」

4-2-2 中大規模木造の防耐火計画

(1)木造建築の防耐火計画について

大規模な建築物や不特定または多数の人が利用する建築物では、火災が発生した場合、人命への危険性や周辺への被害が広がる可能性が高くなる。建築基準法では、このような建築物に対して災害による建築物が倒壊するがないように、火災に対する防火措置を施さないまま木造等で建設する事を制限し、地域、規模、用途に応じて耐火建築物または準耐火建築物等としなければならないと規定している。

木造建築の防耐火設計という言葉はあまり聞き慣れないかもしれない。建築物を防火的にするならそもそも木造をやめて、鉄筋コンクリート造や鉄骨造にしたほうがよいようにも思える。しかし、よく考えてみると木造だから火事が起こるのではなく、鉄筋コンクリート造や鉄骨造でも火事は起こる。ただ、木造ほど火災被害が問題にされることは少ない。そうであれば、木造も鉄筋コンクリート造や鉄骨造に近い火災性状になるように燃え方を制御できればよいのではないかと考えられる。

木造建築の可燃物を整理すると、図-1のように①構造躯体、②内装、③収納可燃物（使用者が持ち込む荷物）の3つに分類される。この①～③の可燃物の燃え方を制御して、出火防止性能、避難安全性能、構造体の耐火性能、周辺への延焼防止性能を向上させることが、木造建築の防耐火設計といえるだろう。



(2)火災に強い木造と弱い木造

地震が比較的短時間で終わる災害であるのに対して、火災は数分のボヤから数日に渡る市街地火災まで長時間になることが多い。この火災は図-2のように、“火災初期”→“火災成長期”→“火災最盛期”と3つの過程を経て順次成長していくが、それぞれの過程における火災安全対策は少しずつ異なる。(表-1)。

“火災初期”では出火防止、早期発見、初期消火など、そもそも火災を出さない、大きくしない対策が重要となる。“火災成長期”では室内延焼拡大防止など、急激に火災が成長しない対策が、また、“火災最盛期”では隣室・隣棟への延焼拡大防止など、燃焼範囲が急激に拡大しない対策が重要といえる。いずれも、建築基準法が目標とする人命と財産を、火災から守るために必要な対策といえる。

この火災の成長過程において、木造特有の弱点が生じやすいのはどの過程かを考えてみる。(表-1) まず、“火災初期”では、燃え方に影響を与えるのは、建物用途による出火源の種類や火気使用の有無、消火設備の有無など出火・失火にかかることがある。また、“火災成長期”的燃え方に影響を与えるのは主に壁や天井の内装仕上げや室内の可燃物種類・可燃物量(表面積)などである。すな

わち、この“火災初期”と“火災成長期”においては、構造躯体が木造だから特に弱点が生じるわけではなさそうである。一方で、“火災最盛期”において重要な壁や床といった部材の延焼防止については、木造と鉄筋コンクリート造で大きな差が生じやすい。

(建物に必要な防耐火性能)

- ・出火防止性能（火源を多くしない）
- ・避難安全性能（内装制限）
- ・構造耐火性能（建物間の延焼防止）
- ・消防支援性能（部屋ごとにゆっくり燃える）
- ・都市火災の防止性能（隣家への延焼防止）



図-2 火災の成長過程

そこで、この木造特有の弱点が生じやすい“火災最盛期”的燃え方をもう少し詳しく見てみる。表-2は、木造と鉄筋コンクリート造の可燃物の量をおおまかに比較したものである。防火的な配慮をしていない、火事に弱い木造（以後、裸木造と呼ぶ）は室内で火災が起こると、収納 可燃物（家具や内装など。木造住宅の場合、木材換算で床面積あたり 30～50 kg/mi）と構造躯体（柱、はり、床階段など。木造住宅の場合、床面積あたり 70～90 kg/mi）がほぼ同時に燃焼する。この裸木造の火災の問題点は、壁や床が早々に突破されて、①急激に燃焼拡大するための居住者の避難時間が確保しにくい、②収納可燃物と構造射区体が同時に燃焼し発熱量が大きいので消防隊でも容易には消化できない、③建物から発する幅射熱がおおきいため隣棟に延焼する可能性が高い。などが挙げられる。それに対して、鉄筋コンクリート造や耐火被覆した鉄骨造は、基本的に収納可燃物しか燃えないのと、壁や床が容易には突破されず、部屋ごとに順次燃焼し建物全体の火災に進展するまで時間を要するため、裸木造の火災の問題点①～③を比較的解決しやすい。

そこで、この考え方のもと、表-2 の木造の可燃物から、後述する工夫（表-11）によって“構造躯体”を取り除いて、可燃物を鉄筋コンクリート造と同じにしたのが、“木造耐火建築物（4階建て以上の建築物や不特定多数の人が利用する3階建て以上の建物など）”であり、原則として構造躯体が燃えず、仮に地震火災等で消防活動が期待できない場合でも、火災後も建物は崩壊せず建ち続ける。一方、“収納可燃物”がほぼ燃え尽きた後に、“構造躯体”が時間差で燃えるようにしたのが、“木造の準耐火建築物（3階建て以下の建築物や不特定多数の人が利用する2階建て以下の建物など）”であり、可燃物が順次、ゆっくりと燃えて、特定の時間（準耐火構造では45～60分）は建物が崩壊せずに建ち続けるものといえる。

このように、火災最盛期における木造の構造躯体の燃え方を制御することにより、木造でも鉄筋コンクリート造や鉄骨造の火災性状に近づけることができ、その結果、木造建築の防耐火性能が向上し火事に強い木造が実現できる（表-3）

表-1 火災の成長過程における対策

火災フェーズ	火災初期	火災成長期	火災最盛期
対策	出火防止	内装の燃え抜がり	隣室への延焼
	早期発見	収納可燃物の燃え抜がり	隣棟への延焼
	初期消火		躯体の燃焼
対応	使用者 避難 →		
	管理者 消火・通報 →		
	消防隊 消火 →		
構造躯体による耐火性能の差	← 差はあまりない →	← →	← 木造とRC造で 差が出やすい →

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

表-3 防耐火建築物の種類と想定火災

構造部位	裸木造	防火木造	準耐火建築物	耐火建築物
構造種別	外壁・軒裏・屋根裏等 材を防火的に補強	主要構造部・屋根裏等 材を防火的に補強		
想定火災	—	屋外火災 (30分)	屋外火災 屋内火災 (45分、60分)	屋外火災 屋内火災 (60分～)
建物規模・建築地	<ul style="list-style-type: none"> ・防火地域 ・準防火地域① ・法22条区域 ・無指定地域 ・3階建て以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・準防火地域 2階建て以下 ・法22条区域及び 無指定地域 3階建て以下 床面積3000m²以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・防火地域 2階建て以下、 床面積100m²以下 ・準防火地域 3階建て以下 床面積1500m²以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・防火地域 2階建て以上、 床面積100m²超、3階 建て以上 ・準防火地域 3階建て以上 床面積1500m²超、4階 建て以上

注：現在は新たに建設できないが、既存不適格建築としてすでに存在する

(参考文献)文・表 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

(3)木材利用と防耐火性能

構造躯体の燃え方を制御すれば建物は、火事に強くなれるが、それだけで人命や財産が守れるわけではない。建築基準法では、構造射区体の種別によらず、大規模建築に係わる主たる防火規制を以下の項目について定めている。

- ・構造躯体を燃えにくくする →防耐火構造制限
- ・内装の燃え広がりを抑制する →内装制限
- ・火災を最小限の面積に留める →防火区画等
- ・安全に避難するための →避難安全措置

特に木造建築物の設計を進めるうえで、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。

1)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。

2)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满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、構造及び開口部の条件から、壁及び天井の室内に面する部分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。

(参考文献) 文・表 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

(4)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。

1)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等とすることが求められる。建物の主要構造部（壁、柱、はり、床、屋根、階段）に必要な防耐火性能は、建築地の防火地域規制（図-3）、建築用途による規制（表-4）、建物高さ（法 21 条）による規制のうち、もっとも厳しいもので決まる。

これらの防耐火制限をフローチャートで示すと図-4 のようになる。ちなみに、2015 年 6 月に建築基準法第 21 条、27 条の改正により、図-3、表-4 の一部が緩和され、延べ面積 3,000 m²を超える建築や、木造 3 階建ての学校等が耐火建築物によらず木造で建築しやすくなった。ここでは、まずその概要を紹介し、法律上の規制である地域、規制、用途の規制について解説を行う。

①防耐火に関する建築基準法の改正

2015 年 6 月に建築基準法の一部が改正され、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 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。関連告示等も徐々に成立しており、学校等の建築物を計画する場合は注意が必要である。

②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。

防火地域内の制限（法 61 条）

防火地域では、2 階建以下で延べ面積が 100 m²以内のものであれば準耐火建築物の木造とすることができるが、それ以外は耐火建築物としなければならない。

準防火地域内の制限（法 62 条）

準防火地域では、2 階建以下で延べ床面積が 500 m²以下のものであれば、耐火・準耐火建築物以外の木造とすることができます。また、耐火・準耐火以外の木造建築物であっても延べ床面積が 500 m²以下であれば、一定の防火措置を行うことにより 3 階建てとすることができます。（令 136 条の 2）木造準耐火建築物であれば、3 階建て以下で、延べ面積が 1500 m²以下のものが建てられる。

22 条区域の制限（法 22 条）

22 条区域では屋根不燃と外壁の延焼のおそれのある部分を準防火性能とすること等が求められる。

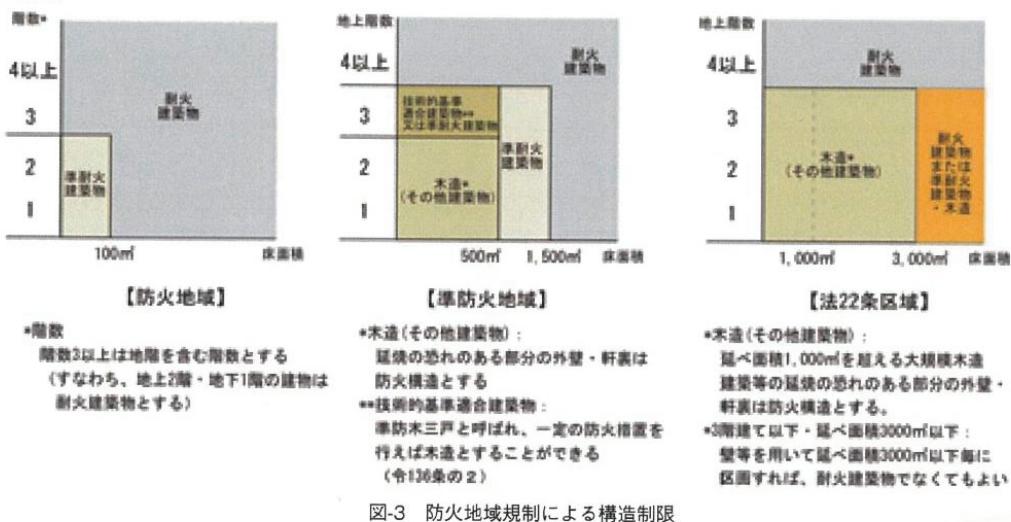


図3 防火地域規制による構造制限

(参考文献) 文・図 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

③規模による規制

大規模な建築物の主要構造部は、防災上の制限を受ける。大規模な木造建築物はいったん火災になつた場合、倒壊による被害が大きくなることから、木造では建物高さと軒の高さの制限があり、延べ面積についても制限を受ける。近年、木造建築物の防火性能に関する研究が進み、防火性能の向上が図られ、一定の防火上の技術的基準に従つて設計した耐火建築物以外の木造建築物では、高さ制限を超える大規模な建築物を建設できるようになっている。

具体的には、規模の大きな建築物は、その主要構造部（床・屋根及び階段を除く）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る場合、一定の耐火性能の建築物とすることが法21条で定められている。又、高さの制限もあり、高さが13m、又は軒の高さが9mを超える建築物は、「法2条第9号のニ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、又は耐火性能を確かめたものとしなければならない。

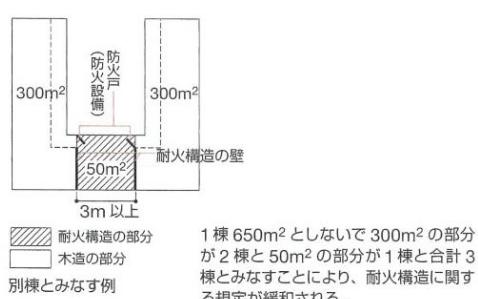
大規模建築物の制限（法21条）

大規模建築物の構造制限には面積制限（法21条2項）と高さ制限（法21条1項）があります。高さが13m以下かつ9m以下で延べ面積が3,000m²以下であれば構造の制限はありません。

高さ、軒高	階数	
13m、9m超	4~	
	3	①1時間準耐火の措置等
	2	①1時間準耐火の措置等または ②30分の加熱に耐える措置等
	1	
13m、9m以下		
		3,000m ²
		延べ面積
		■ 耐火建築物 ■ その他の建築物

別棟解釈により面積制限を回避

住宅局建築防災課長通達「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について」（住防発第14号 昭和26年3月6日）では、主要構造部を耐火構造とした建築物の部分と主要構造部の全部または一部を木造とした建築物の部分とが相接して一連になっている場合（上下に接続する場合を除く）は、構造的に別棟とみなすことができ、建築物の一棟の延べ面積の規模に応じて適用される規定の運用にあたり、それぞれの建築物の部分を別棟のものと解釈できます。なお、この通達は廃止の手続きは行われておらず、技術的な助言として引き続き有効であると、住宅局建築指導課長より各都道府県建築主務部長宛に通知されています。（国住指第2391号 平成20年9月30日）



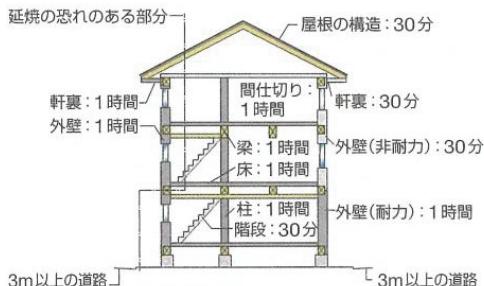
防火措置により高さ制限を回避

高さが13m超、または軒高が9m超であっても、一定の防火上の基準を満たすことにより、主要構造部を耐火構造としなくとも建設できます。(令129条の2の3)

部位		必要な措置	
		① 1時間準耐火の措置等	② 30分の加熱に耐える措置等
階数		3以下	2以下
構造	柱及び梁	1時間準耐火構造	燃えしろ設計 30mm(製材の場合)
	外壁		防火構造
	軒裏		30分の防火性能
	床		—
内装		—	壁、天井を難燃材料等
継手または仕口		防火被覆等	防火被覆等
建築物の周囲		幅員3m以上の通路の設置、もしくは200m ² ごとの防火区画と上階延焼を防止するひさし等の設置	—



むつ市川内庁舎(青森県: 軒高11.98m最高高さ14.48m)
1時間準耐火建築物とした建築例



① 1時間準耐火の措置等



② 30分の加熱に耐える措置等

大規模木造建築物等の外壁等 (法25条)

延べ面積が1,000m²を超える大規模木造建築物等は、外壁および軒裏の延焼のおそれのある部分を防火構造とし、屋根も不燃化などの措置が必要となります。

床面積	部位	必要な措置
1,000m ² 超	屋根	不燃材料等
	外壁・軒裏 延焼の恐れのある部分	防火構造

(参考文献)文・表・図 木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

第4章

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

④用途による規制

用途による規制については、建築基準法では法 27 条で定められた特殊建築物の用途、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定があり、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、老人福祉法に、特別養護老人ホームの設備及び運営に関する基準、消防法では、消火栓やスプリンクラー設備の設置に関する特定防火対象物、医療法における施設内の医務室の扱いについて注意しなければならないなどの規定が存在する。

(詳細は、ここまでできる木造建築のすすめ)

表-4建物用途による構造制限(法27条)

用途		主要構造部に必要とされる性能及びその外壁の開口部の防火設備で、大臣が定めた構造方法または認定を受けたものを設けなければならない	耐火建築物としなければならない	耐火建築物または準耐火建築物としなければならない
	用途に供する階	用途に供する部分の床面積の合計	用途に供する部分の床面積の合計(階)	用途に供する部分の床面積の合計(数量)
1	劇場・映画館・演劇場	3階以上の階※1 主階が1階にないもの※1	客席部分 $\geq 200\text{m}^2$ ※1 (屋外観覧席 $\geq 1000\text{m}^2$ ※1)	-
	劇場・映画館・演劇場	3階以上の階※1		-
2	病院・診療所(患者の収容施設があるもの)・ホテル・旅館・下宿・共同住宅・寄宿舎・児童福祉施設等(幼保連携型認定こども園を含む)	3階以上の階※1	2階部分 $\geq 300\text{m}^2$ ※2 ただし、病院・診療所にあっては、2階いじょうに患者の収容施設のある場合	-
3	学校・体育館・博物館・美術館・図書館・ボーリング場・スキー場・スケート場・水泳場・スポーツ練習場	3階以上の階※1	用途に供する部分 $\geq 2000\text{m}^2$ ※2	-
4	百貨店・マーケット・展示場・キャバレー・カブ・ナイトクラブ・バー・ダンスホール・遊技場・公衆浴場・待合・料理店・飲食店・物販店舗(>10m ²)	3階以上の階※1	2階部分 $\geq 500\text{m}^2$ ※2	-
			用途に供する部分 $\geq 3000\text{m}^2$ ※1	
5	倉庫	-	-	3階以上部分 $\geq 200\text{m}^2$
6	自動車車庫・自動車修理工場・映画スタジオ・テレビスタジオ	-	-	用途に供する部分 $\geq 150\text{m}^2$ ただし、主要構造部を不燃材料とした準耐火建築物とする (▶建令109の3-2)
7	建令116条の表の数量以上の危険物の貯蔵場または処理場	-	-	-
				全部

※1 建令110条2号の基準に適合するものとして、主要構造部等の構造方法が耐火構造(耐火建築物)等のもののほか、地階を除く階数が3で、3階を共同住宅または学校等の用途に供するものであって、一定の要件に該当する場合に限って、1時間準耐火構造による準耐火建築物とすることができる。
(H27国交告253,255)

※2 建令110条1号の基準に適合するものとして、主要構造部の構造方法が準耐火構造(耐火建築物または準耐火建築物)等のものを定める
(H27国交告255)

(注)防火構造の設置を求める外壁の開口部として、延焼のおそれのある部分及び他の外壁の開口部から20分間屋内への遮音性を有するもの定めている
(H27国交告255)

4-2 中大規模木造建築物の設計

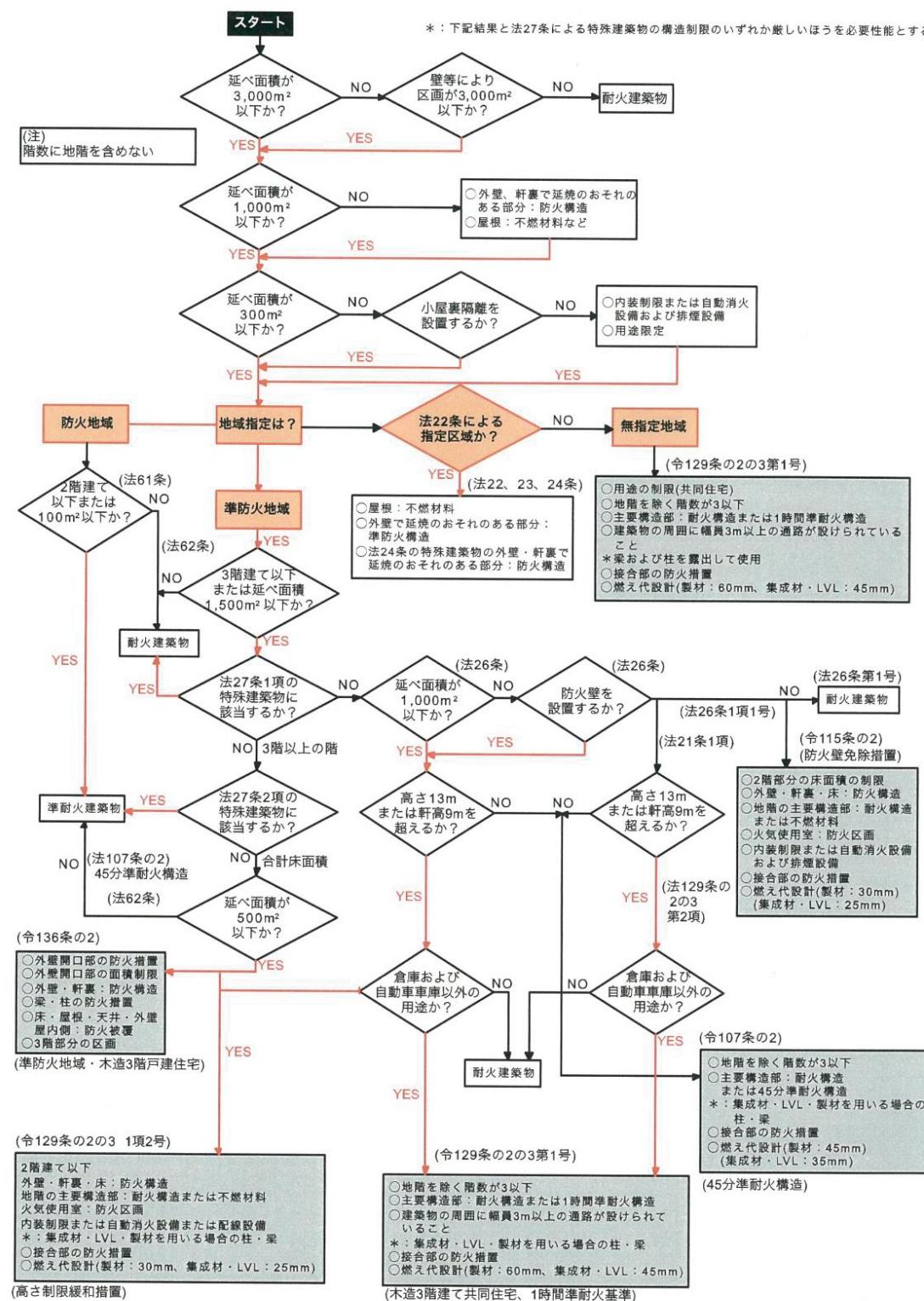


図-4 木造建築の防耐火構造制限のフロー

(参考文献)文・表 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

2)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かとしなければならないか決定し、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。

① 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により火災が終了するまで耐えられことが確認されたもの等で、図-5 のように主要構造を耐火構造とし、延焼のおそれのある部分を外壁開口部に防火設備（防火戸等）を設けたものである。現在、木造ではすべての主要構造部について 1 時間耐火構造の部材が開発されているので、表-5 のように最上階から数えて 4 層までを木造でつくることができる。下層階を 2 時間耐火構造の鉄筋コンクリート造や鉄骨造でつくれば、4 階建以上の建物をつくることができる。ここ数年、木造による 2 時間耐火構造の開発が活発であり、柱・はり等から、順次、国土交通省大臣認定が取得されはじめている。また、性能設計により、体育館屋根の木造化など火災発生と木材が遠く離して着火しないようにする耐火性能検証による耐火建築物も設計可能である。

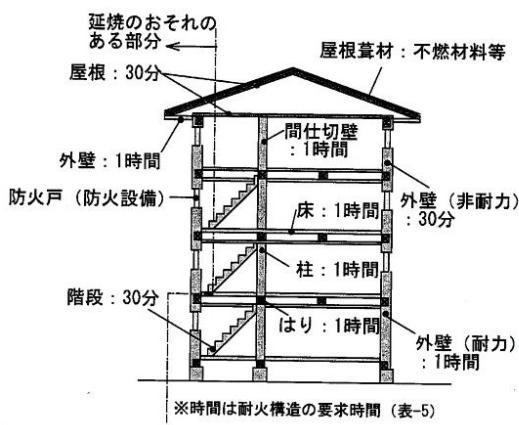


図-5 耐火建築物の構造制限 (4階建ての場合)

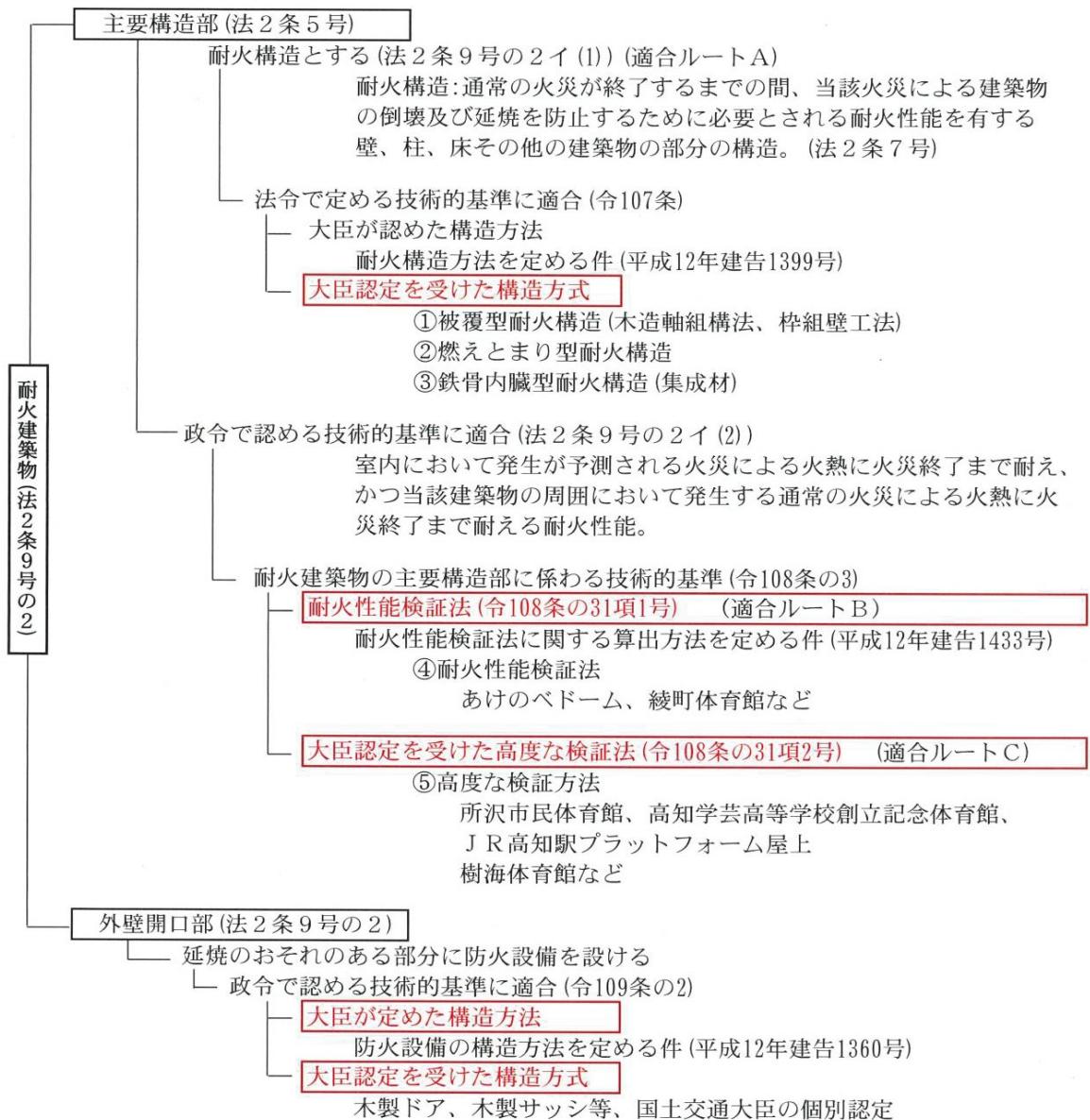
表-5 階数ごとの耐火構造要求

部 位	通常の火災			屋内側からの火災
	非燃性	遮熱性	遮炎性	
壁	最上階から数えた階数			
	階数15以上の階	2時間	1時間	—
	階数5～14の階	1時間	—	—
	最上階、階数2～4の階	—	—	—
	非耐力壁	—	—	—
	耐力壁	階数15以上の階 階数5～14の階 最上階、階数2～4の階	2時間 1時間	1時間 1時間
柱	耐力壁	—	—	—
	非耐力壁	延焼のおそれ ある部分 上記以外	— —	1時間 30分
	柱	階数15以上の階 階数5～14の階 最上階、階数2～4の階	3時間 2時間 1時間	— —
	床	階数15以上の階 階数5～14の階 最上階、階数2～4の階	2時間 1時間	— —
はり	はり	階数15以上の階 階数5～14の階 最上階、階数2～4の階	3時間 2時間 1時間	— —
	屋根	—	30分	— 30分
	階段	—	30分	— —

(参考文献)表・図 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

以下に耐火建築物が満足すべき技術的基準を示す。

(a)耐火建築物が満足すべき技術的基準



(参考文献) 木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

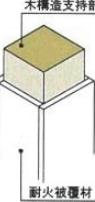
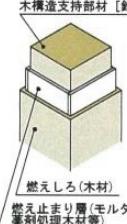
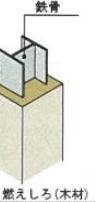
(b) 木質部材による耐火構造の設計手法

建築基準法では、耐火建築物の手法として、以下の 3 つのルートが位置づけられている。以下、それぞれの手法(ルート A、ルート B、ルート C)について解説する。

イ. ルート A(仕様規定によるもの、図一5)

ルート A はどのような用途・形態の建物でも適用できる設計法であり、鉄筋コンクリート造や鉄骨造を含む耐火建築物のほとんどがこれで設計されている。これまでのルート A での木造建築物の建築実績は 3500 棟以上と推測される。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構造方法が平成 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であると国土交通大臣が認めたものである必要がある。「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使用を決定して認定を取得することで実現可能となる。ルート A で設計する場合、1 時間耐火構造の部材として、表-11 の 3 種類が実用化されている。

表-11 木造による耐火構造の方策例

	方策1(被覆型)	方策2(燃え止まり型)	方策3(鉄骨内蔵型)
概要			
構造	木造	木造	鉄骨造+木造
特徴	木構造部を耐火被覆し燃焼・炭化しないようにする	加熱中は燃えしろが燃焼し、加熱終了後、燃え止まり層で燃焼を停止させる	加熱中は燃えしろが燃焼し、加熱終了後、燃えしろ木材が鉄骨の影響で燃焼停止する
樹種	制限なし	スギ、カラマツ等	ペイマツ・カラマツ
部位	外壁・間仕切壁・柱 床・はり・階段・屋根	柱・はり	柱・はり
実績	3500棟以上	約8棟	約5棟

■方策 1(被覆型耐火構造)

方策 1 の被覆型(写真-1～2)は、強化セッコウボード等の不燃材料を用いて木造の構造躯体を耐火被覆して、火災時に木材が燃焼したり、炭化しないようにする構造である。準耐火建築物の延長上で設計・施工できるので、3 つの方策のうちでもっとも使いやすい手法といえる。2014 年 8 月に外壁・間仕切壁について、木造の耐火構造が告示化(H26 年国土交通省告示第 861 号が H12 年建告 1399 号に追加)されたが、他の主要構造部については、軸組工法であれば日本木造住宅産業協会らの国土交通大臣認定品を使用することになる。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。



写真-1 6階建て木造庁舎（1～4階は鉄骨造）
(埼玉県東部地域振興ふれあい拠点施設)



写真-2 5階建て木造共同住宅（1階は鉄筋コンクリート造）
(下馬の集合住宅)

写真：浅川敏

■方策 2(燃え止り型耐火構造)

燃え止り型は、火災時に表面の木材に着火するが、火災終了後は部材の内部に設けた燃焼を停止させる部材により自ら消火し、残った断面で建物の自立を保つものである。木材の断面をどれだけ大きくしても、一旦火がつくと容易に自消しないため、燃焼を停止させる部材や措置を必ず設ける必要がある。柱とはりについて、モルタル（竹中工務店、写真-3）や難燃剤処理木材（鹿島建設等、スギ）を木材の燃焼を停止させる部材として用いて国土交通大臣の認定が取得されている。



写真-3 燃え止まり型耐火建築物（ルートA）
(大阪木材仲買会館)

■方策 3(鉄骨内蔵型耐火構造)

鉄骨内蔵型は、鉄骨を集成材などの厚板で被覆することで、耐火構造としての性能を確保するとともに木の質感を出す木質ハイブリッド耐火構造である。火災時に木材は燃焼するが、熱容量の大きい鉄骨に裏面から吸熱されて、途中で木材の燃焼が停止する。鉄骨の温度も強度が低下するほど上昇しないため、建物の自立は鉄骨で保つ。柱・はりについて、カラマツ、ベイマツを用いて日本集成材工業協同組合が大臣認定を取得している(写 真一4) なお、スギでは所定の耐火性能を確保することが現状では難しく大臣認定は取得されていない。



木材とH型鋼材を組み合わせた部材

写真-4 鉄骨内蔵型耐火建築物（ルートA）
(大分県立美術館)**ロ. ルートB (国土交通省告示の耐火性能検証法によるもの、性能設計)**

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。

耐火性能検証法（平成12年建告1433号）により、天井を高くしたり、大きい空間とすることで、火災時に熱がこもりにくくする対策を講じれば、梁を木材（小径 200mm 以上）の現しで用いることも可能である。

東京木材問屋協同組合 新・木材会館(東京都)
耐火性能検証法による建築例綾町体育館(宮崎県)
耐火性能検証法による建築例

ハ. ルート C (高度な設計法として国土交通大臣が認めるもの、性能設計)

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、大空間の木造ドームなど大型の木造建築物に用いられることが一般的である。



所沢市市民体育館（埼玉県）
大臣認定を受けた高度な検証法による建築例



高知学芸高等学校創立記念体育馆（高知県）
大臣認定を受けた高度な検証法による建築例

<共通注意事項>

耐火建築物で大規模木造を設計する際は、耐火被覆材の貫通・穴明けが制限されたり、建物重量が重くなり耐震性能の確保が難しくなったりするため、早い段階から、設備設計、構造設計とのすりあわせが必要である。特に被覆型の大規模木造建築では、設備配管等について二重壁、二重天井となるなどして、できるだけ耐火被覆材を貫通しない納まりとすることで自由な設備計画が可能となるが階段の確保など建物全体の計画に関わるので基本設計の段階から配慮しておきたい。

（参考文献）文・写真 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」
木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

② 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、主要構造物が準耐火構造（法2条9号の3のイ）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設備（防火戸等）を有する建築物のことを指す。準耐火建築物表一 6 には、主要構造部を準耐火構造とした（イ準耐火建築物、写真一 6）、外壁を耐火構造として屋根に一定の防火性能を持たせる（ロ準耐火建築物 1 号、写真-7）、または、主要構造物を不燃材料等でつくり（ハ準耐火建築物 2 号）延焼のおそれのある部分の開口部を防火設備（防火戸等）を設けたものの 3 種類がある。ロ準耐火建築物 2 号を除いて、木造でつくることができる。

表-6 準耐火建築物の種類

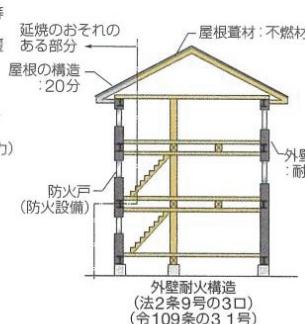
イ. 準耐火建築物

（主要構造部準耐火構造）



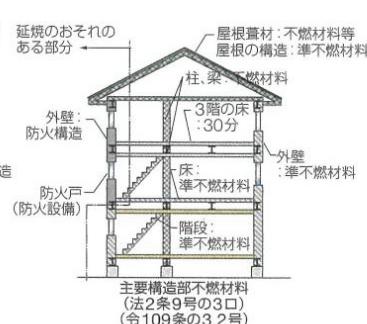
ロ. 準耐火建築物 1号

（外壁耐火型）



ハ. 準耐火建築物 2号

（不燃構造型）



すべての主要構造部を耐火構造として一定時間建物が崩壊しないようにする。

[主に木造]

外壁を耐火構造として、一定の時間建物が崩壊しないようにする。

[主に RC 造, 木造]

主要構造部を不燃材料等でつくり、一定時間建物が崩壊しないようにする。

[主に鉄骨造]



(a)木造による準耐火建築物

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、この性能に適合する構造方法が平成 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、また材料を現しにする構造、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。ここでしめ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認定が認めたもの、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。

(b)具体的な準耐火建築物の設計手法

木造で準耐火建築物とする場合、主要構造部を準耐火構造にする(イ準耐火建築物)にする場合が多いが、外壁を耐火構造(木造でも可能)とした(ロ準耐火建築物 1 号)とすることも可能である。

イ. 準耐火建築物

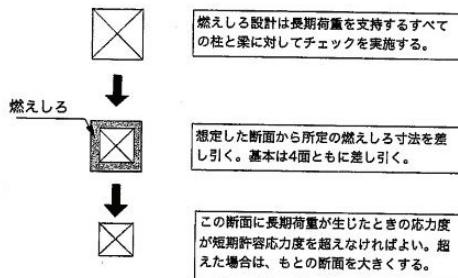
もともと枠組壁工法で主流であったメンブレン(薄い膜という意味)方式で構造躯体をせっこうボード等で連続的に耐火被覆して所定の防耐火性能を確保することが多いが、この際、木材を耐火被覆に使うことも可能である。たとえば、準耐火構造の告示(H12 建告 1358 号、H27 国土交通省告示 253 号)では、床の上面被覆、軒裏、階段等に木材の厚さをとて燃え抜けや崩壊を抑制する仕様が例示されている。また、柱、はりについては、燃えしろ 設計が適用でき、火災時に燃えるであろう厚みを予め構造上必要な断面に付加して、せっこうボード等の耐火被覆を不用としている。これは、木材内部への燃え進み方が緩慢(内部方向への燃焼速度が 0.6~1.0mm/分)な性質を工学的に評価したもので木材による木材の耐火被覆である。

<燃えしろ設計>

燃えしろ設計(昭和 62 年建告 1901 号、1902 号)とは、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保する防火設計である。燃えしろ設計を用いる場合は、JAS(日本農林規格)適合の大断面集成材、製材等、含水率が 15%または 20%の JAS 適合材で計画する。燃えしろ寸法は、要求される防耐火性能により表-12 のように規定されており、この燃えしろ寸法を用いて、表-12 右フローにそって、部材の断面 を設計する。スパンや負担荷重にもよるが、柱では、2 階建てで 150mm 角~、3 階建てで 180mm 角~となることが多い。また、近年、CLT(直交集成材)や LVL(単板積層板)といった厚さ 150mm ほどの木材(主にスギ)の厚板を壁や床に使い、木材あらわしで準耐火構造とする方法が技術開発されてきた。

表-12 柱・はりの燃えしろ寸法と設計フロー

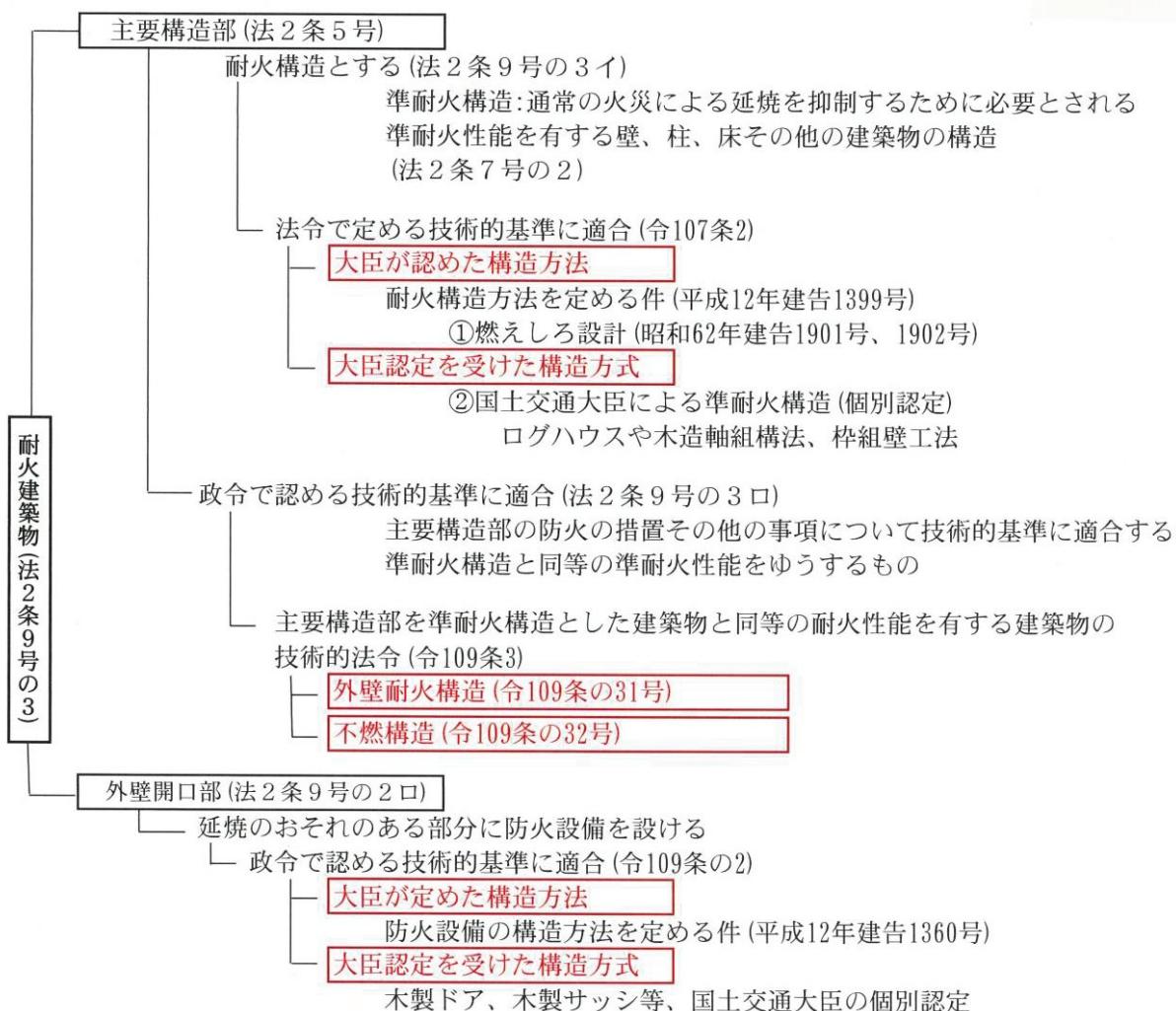
	集成材、LVL 25mm	製材 30mm
大規模木造建築物 (法21条、令第120条の2の3、 S62建告第1901号、1902号)		
準耐火構造 (H12建告第1358号)	35mm	45mm
1時間準耐火構造 (H27建告第253号)	45mm	60mm



口. 準耐火建築物 1 号

外壁を耐火構造として、延焼のおそれのある部分の屋根を不燃構造等とすれば、その他の部位は特に防耐火性能の必要はないので外壁以外を現しの木造で設計しやすい。なお、外壁については、木造の耐火構造が告示されたこともあり、必ずしも外壁を鉄筋コンクリートで造や鉄骨造とする必要はないが、木造の場合、外壁屋内側の耐火被覆が床や屋根との接合部で、途切れないと納まりにするなどの耐火構造としての要求性能(火災で壊れない)を満足するための配慮も必要となる。

ハ. 準耐火建築物が満足すべき技術的基準



(参考文献)文・表 木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

③その他の建築物(耐火・準耐火建築物以外)

前述の別棟の取り扱い表一9 を使うと、建築物全体では準耐火建築物以上の要件がかかる場合でも、耐火構造の壁などで区画して棟を分けることにより、その他の建築物として設計できる。別棟の取り扱いは、2階建て以下の学校に適用されることが多く、建物中央部に配置した給食室(火気使用室)と音楽室(遮音性能が必要な室)を鉄筋コンクリート造(耐火構造)でつくるなど、平面計画と延焼防止をうまく配慮した建築も増えてきている。大規模建築では、建築物用途、スパン、各種性能(耐震、防耐火、遮音など)、施工性などの配慮すべき要素も多いため、鉄筋コンクリート造や鉄骨造を適材適所に用いて混構造とすることでより設計自由度の高い木造建築が実現できると考えられる。

(参考文献) 文・表・写真 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」
木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

3)木造建築の具体的な防耐火設計

① 防火壁と防火区画 (法26条、令112条)

防火壁や防火区画は、火災時に水平方向や上階に容易に延焼しないように設けるものである。表一8のように耐火建築物や準耐火建築物以外のその他の建築物では、延床面積 1000 m^2 以内ごとに、防火壁(自立する耐火構造の壁)で区画する必要がある。これにより、出火した建物は燃えてしまうかもしれないが、防火壁により区画された反対側の建物へは延焼しないようにしている。防火壁のつくり方は図一6のように3通りあるが、屋根や外壁から防火壁が飛び出す場合もあり、建物の外観に影響を与えることもある。

一方、耐火建築物や準耐火建築物等では面積区画(水平方向の区画)、堅穴区画(鉛直方向の区画)異種用途区画(出火危険度の高い用途との区画)が必要となる。出火した際にできるだけ火災を最小限の面積に留める措置である。面積区画では、耐火建築物・若しくは準耐火建築物の場合床面積 1500 m^2 以内で区画した部分は燃えるかもしれないが、それ以上は容易に燃え拡がらないように、また、堅穴区画では、避難経路となる階段に延焼せず、EVシャフトや吹抜けを通じて上階に容易に燃え拡がらないように考えられている。

なお、建物を耐火建築物、準耐火建築物としなくてよい場合に、延べ面積 1000 m^2 以内ごとに防火壁を設けたくないときは準耐火建築物とすれば防火壁の規定はかかるない。ただし建築面積 300 m^2 を超える建物(小屋組が木造の場合)の桁行 12m ごとに必要な小屋裏の準耐火構造の隔壁は原則として必要である。

また、火災時に水平方向へ容易に延焼しないようにする手法として、建物の棟を分けて、別棟でつくることが考えられる。この別棟は表-9のように、完全分離別棟、渡り廊下別棟、通達による別棟の3通りがある。完全分離別棟はそれぞれの棟が独立しているので、建物間の距離を保って延焼防止する。

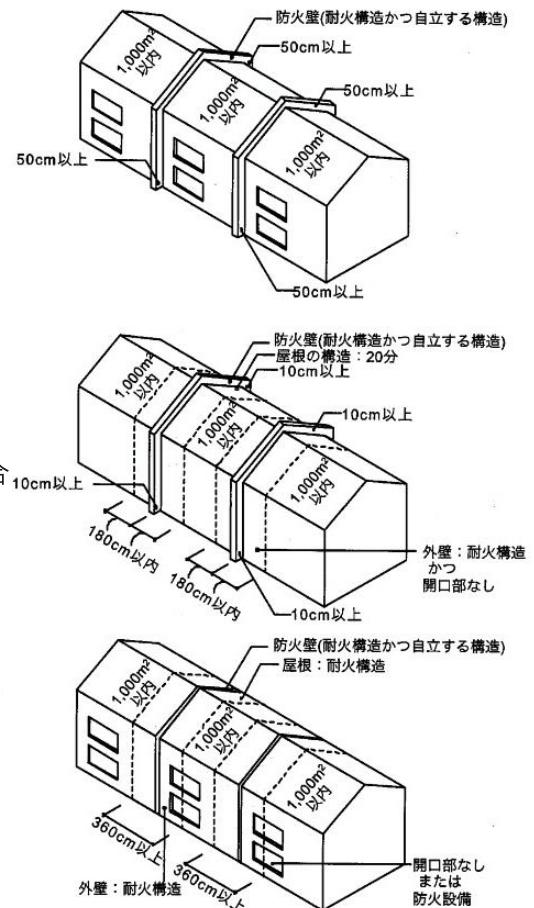


図-6 防火壁の種類 (令第113条)

第4章

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

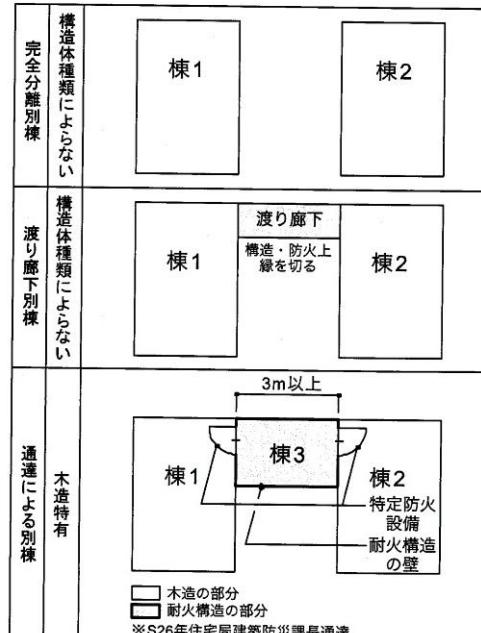
表-8 防火区画の種類

	対象建築物と根拠条文	区画面積	区画の構造		
			床・壁	防火設備	内装(壁・天井)
面積区画	大規模木造建築物(耐火建築物または準耐火建築物以外) 法第26条、令第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2.5以下)	-
	耐火建築物		耐火構造	特定防火設備	-
	準耐火建築物(下欄以外の場合) 法第36条、令112条第1項	1,500m ² 以内ごと	準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	-
	特定避難時間倒壊防止建築物(1時間以内)		準耐火構造	特定防火設備	-
	準耐火建築物(法27条または法62条の規定による場合の準耐火建築物で下欄以外の場合) 令112条第2項	500m ² 以内ごと	準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	-
	特定避難時間が1時間以上のもの、不燃構造耐火建築物(口準耐2号)、1時間準耐火構造(イ準耐)等 令129の2の3-1-1口の基準適合建築物 令112条第3項		準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	-
高層区画	高層建築物の11階以上の階、地下街 各えの部分) 令第112条第5～第7項、令第118条の3第2項、第3項、第5項	100m ² 以内ごと	耐火構造	防火設備	-
		200m ² 以内ごと	耐火構造	特定防火設備	仕上げ、下地とともに準不燃材料
		500m ² 以内ごと	耐火構造	特定防火設備	仕上げ、下地とともに不燃材料
たて穴区画	主要構造部を準耐火構造とした建築物又は特定避難時間倒壊等防止建築物で地階又は3階以上の階に居室を有する建築物 令第112条第9項	メゾネット型の住戸、吹き抜き部分、階段、昇降路、外部分とその他の部分の区画	準耐火構造 (耐火構造)	防火設備	-
異種用途区画	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 令第112条第12項	準耐火構造の壁	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 令第112条第13項	準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	-	-

この際、建物の防耐火要求は棟ごとの規模・階数に応じてかかる。一方、渡り廊下棟や通達による別棟は建物が一体としてつながっているが、接続部分について一定の構造・防耐火措置をし、お互いの建物間の延焼を抑制することにより、便宣的に棟が分かれているとみようというものである。

この場合も建物の防耐火要求はそれぞれの棟の規模・階数に応じてかかる。そのため、たとえば、一棟でみると耐火建築物が要求される建物であっても、渡り廊下別棟や通達による別棟で設計することにより、それぞれの棟は準耐火建築物やその他建築物で設計できる。この渡り廊下別棟や通達による別棟は、行政庁ごとに取扱が異なることもあるため、この方法で設計をしたい場合は、設計の早い段階で建築主事等と打ち合わせをすることが必要だろう。

表-9 別棟扱いの種類



4-2 中大規模木造建築物の設計

2015年6月の改正基準法施行により、延べ面積3000m²を超える建築物も壁等（前述の防火壁の耐火性能がさらに高いもの）で区画することで、耐火建築物によらず設計できるようになった（図-7）。この場合、建物は一棟として考えるため、階段等の避難施設は建物全体で計画できるが、前述の別棟の場合は、建物がいくつかに分かれるので、棟ごとに避難施設が完結することが原則となる。

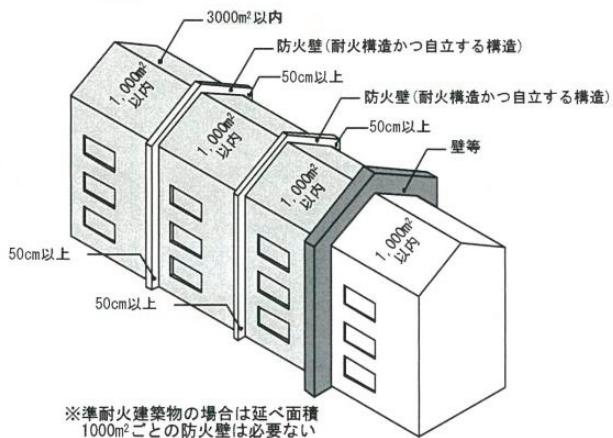
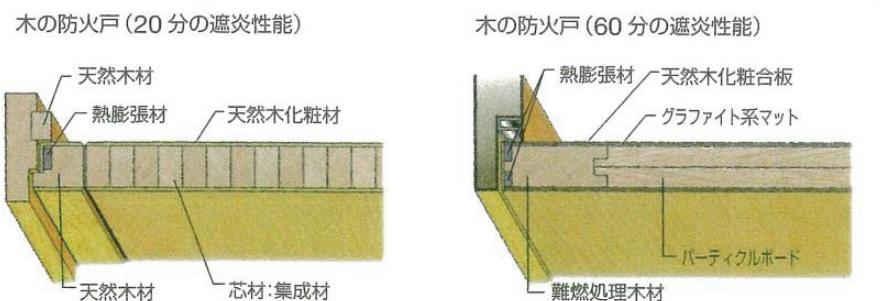


図-7 壁等区画による耐火建築物要件の緩和（法21条）

(a) 防火設備(防火戸等)(令109条)

耐火建築物、準耐火建築物で延焼のおそれのある部分等については、ドア等の開口部は防火戸等とし、通常の火災による火熱が加えられた場合に20分間火熱を遮るもの（令109条の2）として国土交通大臣が定めた構造方法（平成12年建告1360号）または、一定の防火区画の制限がかかる場合（令112条）においては、開口部は、通常の火災による火熱が加えられた場合には60分間火熱を遮ることのできる特定防火設備によって区画しなければならない。防火戸等として国土交通大臣の認定を受けた木のドアやサッシには、主構成材料として木材や木材と不燃材料との積層材料等が用いられ、ドアには周辺部に熱膨張材を貼ったもの、サッシには網入りガラスをはめ込んだものなどがある。



(b) 防火壁の設置を要しない建築物（令115条の2）

スポーツ施設などの火災のおそれの少ない用途であって、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。

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 燃えしろ設計30mm(製材の場合)
		外壁 防火構造*
		軒裏 防火構造*
		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

(c) その他の防火措置

・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、小屋裏に達するようにしなければならない。

・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 300 m²をこえ小屋組が木造である場合には、けた組隔 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、建築物の各室及び各通路について、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。

・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 1,000 m²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 3,000 m²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。



オホーツクはまなす牧場育成牛舎 詳細参照P27
延べ面積 1,774.46m²だが、畜舎の用途なので防火壁(法26条3項)と小屋裏隔壁(令114条3項3号)を設けていない。



三川町立東郷小学校(山形県) 詳細参照P9
小屋組を木造とし隔壁の措置をした建築例

(参考文献)文・表・図・写真 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」
木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

②避難安全計面

木造によらず、火災時に消防隊の消火・救助活動を容易にしたり、利用者が安全に避難できるよう非常用進入口、二方向避難（2以上の階段等）、敷地内通路等を設ける。非常用進入口は火災時に外部から消防隊が進入するために、3階以上の階の道路に面した部分に40m以内ごとに1ヶ所以上設ける。この非常用進入口を設けられない場合は、道路等に面した部分の10m以内ごとに1ヶ所以上代替進入口を設けてよい。この非常用進入口や代替進入口は、格子や網入りガラス入りのはめ殺し窓など、進入の妨げになる構造はさけて、外部より開閉できるか、ガラスを割って進入できるようにする。

また、火災時にひとつの避難経路が閉ざされたとしても別のルートで避難できるよう建物用途や主要構造部の構成材料により2以上の直通階段を設置する。（令121条）

建物から無事避難が完了した後に、敷地内を歩行して道路まで安全に避難したり、消防車の進入を容易にするために、同一敷地内の建物間や建物と敷地境界線の間、建物出入口から道路までの間に表-10のように有効幅1.5mまたは3m以上の敷地内の道路を設ける必要がある。耐火建築物・準耐火建築物以外の大規模木造建築物の場合建物間や建物と隣地境界線間に通路が必要となる。

（参考文献）文 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

③木造建築と外装材の制限

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付けられている。

(a)屋外・外壁等の措置

屋外・外壁等の外装材は、防火上の地域区分に応じ以下のような措置が必要となるが、その他の地域では外装を木材とすることができます。

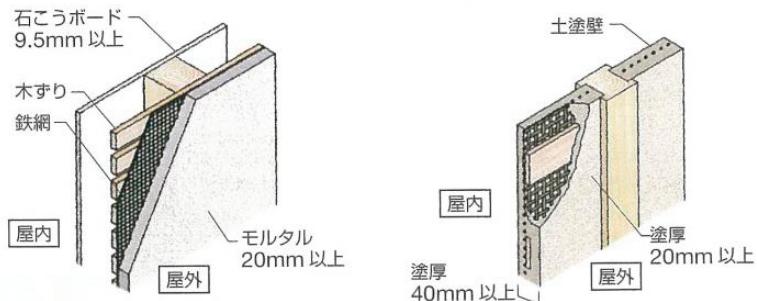
地域	部位		必要な措置
防火地域	屋根(法22条、63条)		不燃材料等
準防火地域	屋根(法22条、63条)		不燃材料等
	外壁・軒裏(法62条)	延焼の恐れのある部分	防火構造
22条区域	屋根(法22条、63条)		不燃材料等
	外壁(法23条)	延焼の恐れのある部分	準防火性能を有する構造

(b)木造特殊建築物の外装等(法24条)

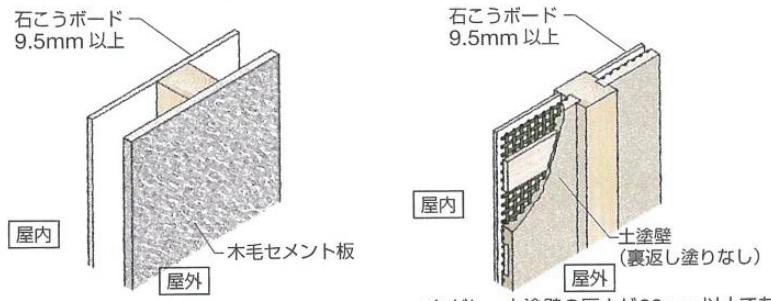
22条区域内にある次の用途に供する木造の特殊建築物は、外壁及び軒裏で延焼の恐れのある部分を防火構造としなければならない。

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)		

防火構造の仕様例(平成12年建告1359号)



準防火性能を有する構造の仕様例(平成12年建告1362号)

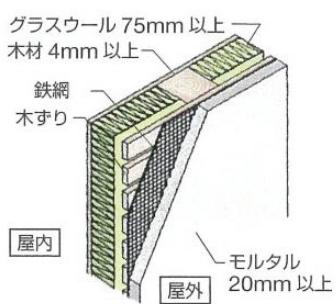


*ただし、土塗壁の厚さが30mm以上であれば室内側の石こうボードは不要です。

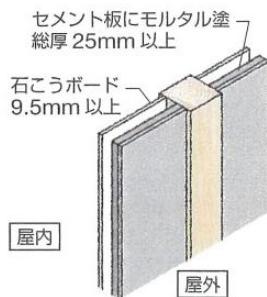
(c)性能規定化によって広がる木材の外装への利用

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、下図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

外壁の屋内側に木材を張った防火構造
(平成12年建告1359号)

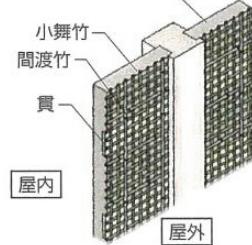


真壁造の防火構造が可能(平成12年建告1359号)

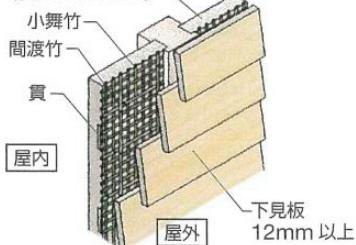


伝統的構法による外壁の防火構造(平成12年建告1359号)

土塗壁、塗厚40mm以上(裏返し塗りなし)
柱の屋外側と土塗り壁とのちりが15mm以下



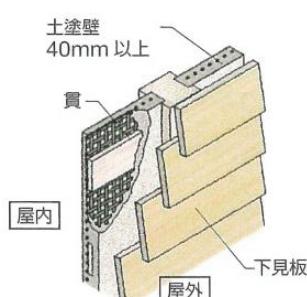
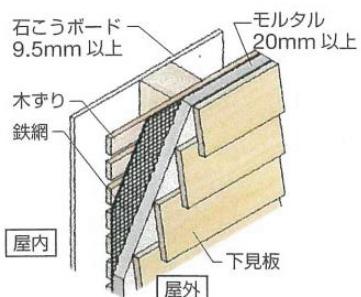
土塗壁、塗厚30mm以上
(裏返し塗りなし)



(d)防火構造の外壁の表面に木材仕上げが可能

準防火地域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、防火構造の性質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下図のように木材を使用することができる

(建築物の防火避難規定の解説 2005、日本建築 行政全議編)



(参考文献) 文・表・図 木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

第4章

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

④内装木質化する場合の防耐火設計の考え方

木造によらず、不特定多数の者が利用する建物や、大規模建築、建物内で火気を使用する部分について、出火時に内装（壁・天井）を介して容易に燃え拡がって、避難者が煙にまかれたり火災に曝されたりしないように、表一7 のように内装の仕上げ材が制限されている。特に、避難経路（廊下・階段等）は居室よりも厳しい規制となっている。

表-7 特殊建築物等の内装制限

No	用途・室	構造・規模			(壁・天井)	内装材の種類		
		耐火建築物	準耐火建築物	その他の建築物		不燃材料	準不燃材料	難燃材料 (※1)
①	特殊建築物	劇場、映画館、演劇場、観覧場、公会堂、集会場	客席 $\geq 400\text{m}^2$	客席 $\geq 100\text{m}^2$	客席 $\geq 100\text{m}^2$	居室	○	○
		病院、診療所(患者の収容施設のあるもの)、ホル、旅館、下宿、共同住宅、寄宿舎、児童福祉施設等(※3)	3階以上の合計 $\geq 300\text{m}^2$ (※4)	2階部分の合計 $\geq 300\text{m}^2$ (※4)	床面積の合計 $\geq 200\text{m}^2$	居室	○	○
		百貨店、マーケット、展示場、キャバレー、カフー、ナイトクラブ、バー、ダンスホール、遊技場、公衆浴場、待合、料理店、飲食店、物販販売業(加工修理業)の店舗	3階以上の合計 $\geq 1000\text{m}^2$ (※4)	2階部分の合計 $\geq 500\text{m}^2$ (※4)	床面積の合計 $\geq 200\text{m}^2$	居室	○	○
		自動車車庫・自動車修理工場	全部適用			その他部分又は通路等	○	○
		地階で上記①②③の用途に供するもの	全部適用			その他部分又は通路、階段等	○	○
⑥	大規模建築物(※5)		階数3以上、延べ面積 $> 500\text{m}^2$			居室	○	○
			階数2以上、延べ面積 $> 1,000\text{m}^2$			通路、階段等	○	○
			階数1以上、延べ面積 $> 3,000\text{m}^2$					
⑦	階数2以上の住宅・併用住宅	最上階以外の階の火気使用室(※6)	制限の対象となるない(※7)	全部適用		当該室	○	○
⑧	住宅以外の建築物	火気使用室(※6)	制限の対象となるない(※7)	全部適用		当該室	○	○
⑨	全ての建築物		無窓の居室(※2)	床面積 $> 50\text{m}^2$			居室、通路、階段等	○
⑩			法28条1項の温湿度調整作業室	全部適用				

注) (※1) 難燃材料は、3階以上に居室のある建築物の天井は使用不可。天井のない場合は、屋根が制限を受ける。

(※2) 天井または天井から下方へ80cm以内にある部分の開放できる開口部が居室の床面積の50分の1未満のもの。ただし、天井の高さが6mを超えるものを除く。

(※3) 1時間準耐火構造の技術的基準に適合する共同住宅などの用途に供する部分は耐火建築物の部分とみなす

(※4) 100m²(共同住宅の住戸は200m²)以内毎に、準耐火構造の床、壁または防火設備で区画されたものを除く。

(※5) 学校などおよび31m以下の②の項の建築物の居室部分で100g以内ごとに防火区画されたものを除く。

(※6) 調理室、浴室、乾燥室、ボイラー室、作業室、その他の室で火を使用する施設又は器具を設けたもの

(※7) 主要構造部を耐火構造としない耐火建築物の場合は全部適用となる。

(a)防火材料(不燃材料・準不燃材料・難燃材料)

防火材料として、不燃材料、準燃材料、難燃材料が定められている。それぞれ 20 分間、10 分間、5 分間、燃えたり、有害な変形・亀裂を起こさず、有害ガスを大量に放出しない材料をいう。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であり、準不燃木材や不燃材料が開発され、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。



東京芸術大学奏楽堂（東京都）
内壁／木の不燃材料

(b)内装制限のかかる居室

居室の内装(天井・床面からの高さ 1.2m を超える壁)は難燃材料とする。ただし、地階・無窓居室・火気使用室の内装は、床面からの高さ 1.2m 以下の壁も含めて準不燃材料とする。3 階以上の階を特殊建築物の用途に供する場合は、天井は準不燃材料とする。柱、回縁、鴨居等、屋内に面する部分の面積が各面の 10 分の 1 以下の部分は 内装制限の対象として取り扱わない。

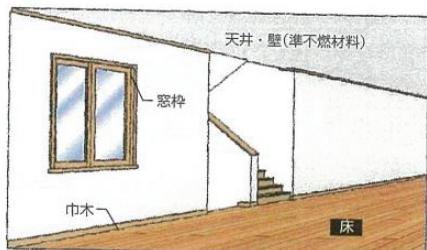
(建築物の防火避難規定の解説 2005、日本建築行政会議編)



(c)内装制限のかかる廊下等

天井・壁(腰壁含む)の内装は準不燃材料とする

- ・避難階段、特別避難階段では、地下とも不燃材料とする。



(d)屋内で木を多く使う方法

- ・天井に準不燃を用い、他を木質化(平 12 建告 1439)

特殊建築物の居室等では、天井面と壁面に難燃材料を張ることが必要となるが、下記の条件のもとに天井をせっこうボードなどの準不燃材料とすることにより壁の仕上げに木材を使うことができる。

- ・木材等の表面に火炎伝搬を著しく助長するような溝を設けない。
- ・木材の板厚 25mm 以上とする。
- ・木材等の厚さ 25mm 未満の場合でも一定の条件に合えば使用できる。



- ・スプリンクラー設備等と排煙設備を用いない内装制限緩和（令 129 条 7 項）

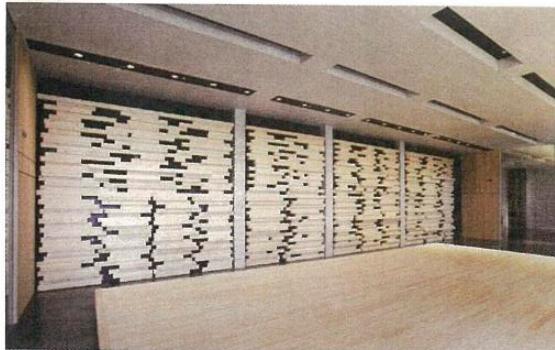
スプリンクラーの設備等の消火設備と排煙設備が設けられている場合は、内装制限の適用が除外され、天井、壁等すべての内装に木材が使用可能となる。

第4章

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

・避難安全検証法で木材の内装仕上げに

避難安全検証法では、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。天井を高くとったり、窓を大きくしたりすることにより、利用者が安全に避難できることを確認できれば、内装に可燃材料の木材を使うことが可能となる。



東京木材問屋協同組合 新・木材会館（東京都）
避難安全検証法による建築例

(e) 内装木質ハンドブック

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、下図に示す「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集めしていくことが可能となる。

保育所

耐火建築物		
最上階	階数 (床面積)	対象階
2階以下	1以上	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満 で、1階にスプリンクラー等及び排煙設備を設 けていない（※2） 3m以上の用途面積が300m ² 以上 で、1階にスプリンクラー等及び排煙設備を設 けていない（※3）
	3以上 10階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	10階以上 14階以下 20階以上 25階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	11階以上 14階以上 20階以上 25階以上	1～10階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	11階以上 14階以上 20階以上 25階以上	11階 以上 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）

補足書類

- ※1：スプリンクラーの設置義務が課さないもの（第4章17条）のもの、除外規定によりスプリンクラーを設置しない条件。除外規定は
土建以外にも各種があるため詳細は別表を参照。13章第2項を参照。
※2：スプリンクラーを設置すれば、防火区画面積を2倍に拡大できる。
※3：保育室等とは乳児室、保育室又は遊戲室を示す。
■ 関連法令中の「設置」は、先述各法規設置基準を表す。

準耐火建築物		
最上階	階数 (床面積)	対象階
2階以下	1以上	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	3以上 10階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	10階以上 14階以下 20階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	14階以上 20階以上 25階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	25階以上	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）

その他の建築物		
最上階	階数 (床面積)	対象階
2階以下	1以上	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	3以上 10階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	10階以上 14階以下 20階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	14階以上 20階以上 25階以下	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）
	25階以上	1～2階 条件なし
		保育室等 を設けてい ない（※1） スプリンクラー等及び排煙設備がある もしくは、3m以上の用途面積が300m ² 未満かつ 床面積が3m ² 以下の場合はスプリンクラー等 及び排煙設備を設けていない（※2）

制限要因 用：用途面積による内装制限 構：構造による内装制限 火：火災使用室による内装制限 地：地盤による内装制限 水：水害による内装制限 油：油害による内装制限 清：清掃法による内装制限 脱：脱落法による内装制限

内装の仕様 ○：木材 ■：既燃材料 △：燃不燃材料 ×：不燃材料

関連法規 → p.71

保育所

（参考文献）文・表・図・写真 安井昇著「大規模木造建築の防耐火設計」

木を活かす建築推進協議会「ここまで出来る木造建築のすすめ」

4-2-3 中大規模木造の構造・架構計画

(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必要がある。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を含めて、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、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) 構造設計に関する法的な体系

1) 建物の規格による法的な体系

- ・木造建物の構造計算方法は、建物の規模と仕様規定により以下のように分けられる。

① 建物の床面積が 10 m²以下の小規模な物置等

- ・計算不要で仕様規定もない。

② 階数が 2 階以下であり、高さ 13m 以下、軒の高さ 9m 以下かつ延べ面積が 500 m² 以下の建物

- ・令第 3 章第 3 節に規定される仕様規定を満たす構造とした場合、構造計算は要求されない。

- ・令 42 条（土台および基礎）

- ・令 43 条（柱の小径）1～3 項の仕様規定、告示 1349 号の許容応力計算

- ・令 44 条（はり等の横架材）

- ・令 45 条（筋かい）

- ・令 46 条（壁量計算）

- ・令 47 条（継ぎ手・仕口）

- ・構造耐力上必要な軸組を設けない建物（以下「集成材等建築物」という）及び同条第 3 項の規定により火打材を設けない建築物については、大臣が定める構造計算として許容応力計算や層間変形角及び偏心率に関する確認を行うことが必要である。

③ 階数が 3 階以上、高さ 13m 超、軒の高さ 9m 超又は延べ面積が 500 m² 超の建物

- ・構造計算を行う必要がある。特に、高さ 13m 超または軒高 9m 超のものにあっては、構造計算適合性判定を要する。

- ・枠組壁工法又は木質プレハブ工法の建築物については、別途規定が定められている。具体的な計算方法は日本ツーバイフォー建築協会「枠組壁工法建築物構造計算指針」によることができる。

- ・丸太組構法の建築物は、「2003 年版 丸太組構法技術基準解説及び設計・計算例」を参照。

2)構造計算の内容

- ・前記①～③の条件の基、下記に示すルートに分類される。

構造計算方法

計算方法	ルート	建築基準法施工令(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8 2条各号・令8 2条の4
許容応力度等計算	ルート2	許容応力度計算:令8 2条各号・令8 2条の4 層間変形角:令8 2条の2 剛性率・偏心率等:令8 2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8 2条の3
限界耐力計算		限界耐力計算:令8 2条の5

① 壁量計算

- (a) 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。

② ルート1の計算

- (a) ルート1は構造計算適合性判定を要しない建築物

- ・高さ13m以下かつ軒の高さ9m以下の建築物

- (b) 集成材等建築物では、層間変形角の制限や必要に応じてねじれに関する規定を満足しなければならない。

- (C) 3階建て以下の混合建物（木造と鉄筋コンクリート造については、平19国交告第593号の規定に基づき、以下の確認を行う。）

イ. 延べ面積が 500 m²以下で、鉄筋コンクリート造の構造部分がルート1の条件に適合するものについては、各階について許容応力度計算による確認を行う。

ロ. 1階を鉄筋コンクリート造で2階以上を木造とする。又は1・2階を鉄筋コンクリート造で3階を木造とし、延べ面積が500m²以下の場合は、許容応力度計算による確認に加えて、層間変形角の確認、剛性率の確認、及び各階の偏心率の確認、木造部分に対して昭55建告第1791号第1号に定める構造計算による確認を行う。

ハ. 2階建ての1階を鉄筋コンクリート造、2階を木造とする場合で延べ面積が3000m²以下の場合は許容応力度計算による確認に加えて、層間変形角の確認、各階の偏心率の確認、木造部分に対して昭55建告第1791号第1号に定める構造計算による確認を行い、加えて2階部分の地震力を割り増して（1.5倍以上）構造計算による確認を行う。

③ルート2の計算

(a)ルート2は「許容応力度等計算」として、高さ31m以下の建築物に適用される。

イ. ルート1と同じ許容応力度計算に加え、層間変形角の確認、剛性率の確認、偏心率の確認及び昭55建告第1791号第1号に定める構造計算により確認を行う。

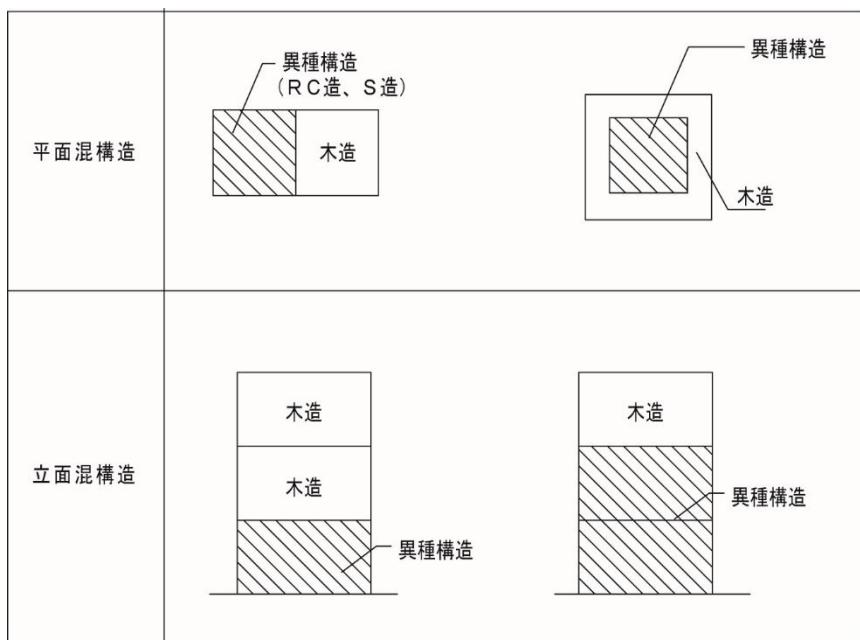
④ルート3の計算

(a)ルート3は「保有水平耐力計算」として、高さ31mを超える建築物又は31m以下でルート1及びルート2のいずれにもよらない場合に適用される。

⑤木造とその他の構造を併用する建築物

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あり、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て短所を補うことが基本である。

木質構造を設計する場合、接合部に特徴があり、RC造、鉄骨造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いる。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、大規模の建築と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成や開放性の高い木造建築を目指すものである。



(a) 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、上層階が木造であるものである。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。

(b) 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）や剛性が異なる為、荷重の流れを把握することが重要となる。

参考文献：福島県大規模木造建築の手引き（福島県農林水産部林業振興課）

次のページに法的な資料を示す。

木造とその他の構造を併用する建築物

告示 平19国交告第593号第三号・第四号

最終改正 平成27年1月29日国土交通省告示第186号

建築基準法施工令第36条の2第五号国土交通大臣が指定する建築物を定める件

建築基準法施工令(昭和25年政令第338号。以下「令」という)第36条の2第五号の規定に基づき、その安全性を確かめるため地震力によって地上部分の各階に生ずる水平方向の変形を把握することで必要であるものとして、構造又は規模を限って国土交通大臣が指定する建築物は、次に掲げる建築物(平成14年国土交通省告示第474号に規定する特定畜舎等建築物を除く。)とする。

一・二 (略)

三 木造、組積造、補強コンクリートブロック造及び鉄骨造のうち2以上の構造を併用する建築物又はこれらの構造のうち1以上の構造と鉄筋コンクリート造若しくは鉄骨鉄筋コンクリート造とを併用する建築物であって次のイからヘまでに該当するもの以外のもの(次号イ又はロに該当するものを除く。)

イ 地階を除く階数が3以下であるもの

ロ 高さ13メートル以下で、かつ、軒の高さが9メートル以下であるもの

ハ 延べ面積が500平方メートル以内であるもの

ニ 鉄骨造の構造部分を有する階が第一号イ(1), (3)及び(4)に適合するもの

ホ 鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造の構造部分を有する階が前号イに適合するもの

ヘ 第一号イ(5)に適合するもの

四 木造と鉄筋コンクリート造の構造を併用する建築物であって、次のイ又はロのいずれかに該当する以外のもの(前号イからヘまでに該当するものを除く。)

イ 次の(1)から(10)までに該当するもの

(1)次の(i)又は(ii)に該当するもの

(i)地階を除く階数が2又は3であり、かつ、1階部分を鉄筋コンクリート造とし、2階以上の部分を木造としたもの

(ii)地階を除く階数が3であり、かつ、1階及び2階部分を鉄筋コンクリート造とし、3階以上の部分を木造としたもの

(2)高さ13メートル以下で、かつ、軒の高さが9メートル以下であるもの

(3)延べ面積が500平方メートル以内であるもの

(4)地上部分について、令第82条の2に適合することが確かめられたもの

(5)(1)(i)に該当するもののうち地階を除く階数が3であるものにあっては、2階及び3階部分について、令第82条の6第二号イに適合することが確かめられたもの。この場合において、同号イ中「当該建物」とあるのは「2階及び3階部分」と読み替えるものとする。

(6)(1)(i)に該当するものにあっては、1階及び2階部分について、令第82条の6二号イに適合することが確かめられたもの。この場合において、同号イ中「当該建築物」とあるのは、「1階及び2階部分」と読み替えるものとする。

中大規模木造建築物の設計施工のポイント

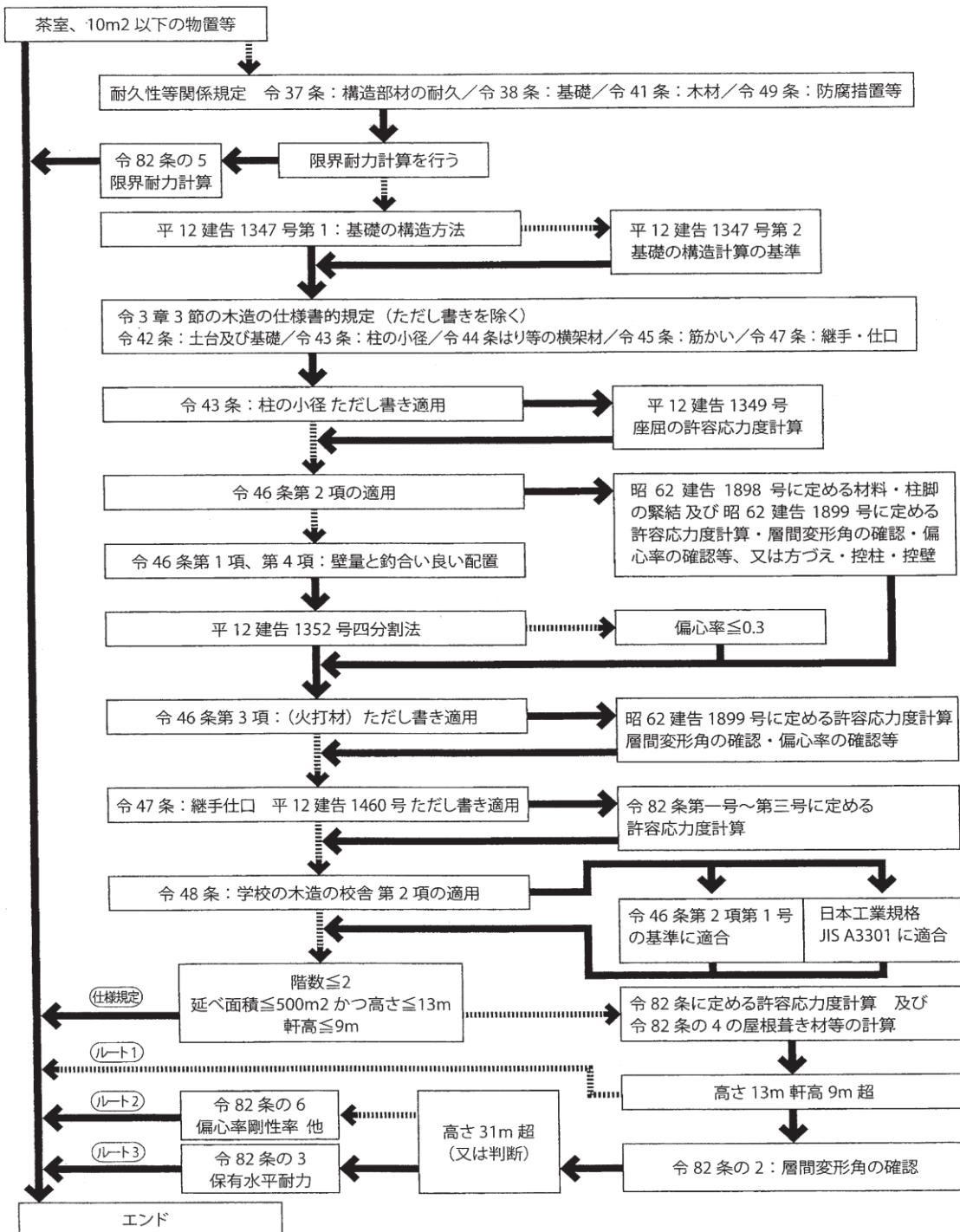
- (7)地上部分について、各階の偏心率が令82条の6第二号口に適合することが確かめられたもの
- (8)鉄筋コンクリート造の構造部分について、昭和55年建設省告示第1791号第3第一号に定める構造計算を行ったもの
- (9)木造の構造部分について昭和55年建設省告示第1791号第1に定める構造計算を行ったもの
- (10)第一号イ(5)の規定に適合するもの

□ 次の(1)から(5)までに該当するもの

- (1)地階を除く階数が2であり、かつ、1階部分が鉄筋コンクリート造とし、2階部分を木造としたもの
- (2)イ(2),(4)及び(7)から(9)までに該当するもの
- (3)延べ面積が3000平方メートル以内であるもの
- (4)2階部分の令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0.3以上(同項ただし書きの区域内における木造のもの(令第46条第2項第一号の掲げる基準に適合するものを除く)にあっては、0.45以上)とする計算をし、当該地震力によって令第82条第一号から第三号に規定する構造計算をした場合に安全であることが確かめられたもの又は特別な調査研究に基づき当該建物の振動特性を適切に考慮し、安全上支障のないことが確かめられたもの
- (5)第一号イ(5)に適合するもの

五～八(略)

建築基準法による木造建築物の構造設計ルート



(参考文献)中大規模木造プレカット技術協会 中大規模木造設計セミナー テキスト

木造建築物の構造計算

			許容応力度ほか ^{*1}	層間変形角 ^{*2}	剛性率	偏心率	保有水平耐力	備考
			令第82条各号	令第82条の2	令第82条の6号第二号イ	令第82条の6号第二号ロ	令第82条の3	
軸組構法	高さ13m以下、かつ軒の高さ9m以下	階数2以下、かつ延べ面積500m ² 以下	-	-	-	-	-	令第46条の壁量等の規定をはじめとして、令第3章第3節の仕様規定が全て適用される。
		階数3以上、又延べ面積500m ² 超	○	-	-	-	-	
	高さ13m超、又は軒の高さ9m超	高さ31m以下	○	○	○	○	-	
		高さ31m超	○	○	- ^{*3}	- ^{*3}	-	
集成材等建築物 ^{*4}	高さ13m以下、かつ軒の高さ9m以下	階数2以下、かつ延べ面積500m ² 以下	○ ^{*5}	○ ^{*5}	*5*6	*5*6	- ^{*7}	
		階数3以上、又延べ面積500m ² 超	○	○ ^{*5}	*5*6	*5*6	- ^{*7}	
	高さ13m超、又は軒の高さ9m超	高さ31m以下	○	○	○	○	- ^{*7}	
		高さ31m超	○	○	- ^{*3}	- ^{*3}	○	
鉄筋コンクリート造併用建築物	高さ13m以下、軒の高さ9m以下、階数3以下、かつ延べ面積500m ² 以下（鉄筋コンクリート造部分が平19国交告第593号第二号イの規定を満たす場合）		○	-	-	-	-	昭55建告第1791号第1の規定（木造部分）
	高さ13m以下、かつ軒の高さ9m以下、（鉄筋コンクリート造部分が昭55建告第1791号第3第一号の規定を満たす場合）	階数2以下延べ面積500m ² 以下	○	○	*9	○	-	
		階数2以下延べ面積3,000m ² 以下	○ ^{*10}	○	-	○	-	
	高さ13m超、又は軒の高さ9m超	高さ31m以下	○	○	○	○	- ^{*7}	
		高さ31m超	○	○	- ^{*3}	- ^{*3}	○	

凡例 ○: 構造計算書として要求される事項 —: 構造計算書として要求されない事項

- 注) *1 令第82条第一号から第三号までに規定する許容応力度の確認に加え、同条第四号の規定する使用上の支障となる変形、振動の確認を含む。また、この欄に「○」が付く箇所は、令第82条の4に規定する屋根ふき材等の構造計算も必要である。
- *2 法第2条第九号の三イに規定する、主要構造物を準耐火構造とする建築物にあっては、令第109条の2の2の規定により、原則として層間変形角は150分の1でなければならない。
- *3 剛性率、偏心率の制限はないが、Fesの計算において計算することになる。
- *4 令第46条第2項第一号に基づき、同条第4項の壁量等を規定を適用しない建築物、準耐火構造とする建築物（法第2条第七号の二）、高さ13m、又は軒の高さ9mを超える大規模木造建築物（令第129条の2の3）又は耐火建築物とすることを要しない特殊建築物（1時間準耐火構造とする建築物）（令第115条の2の2）の場合には、それぞれの燃えしろ設計及び燃えしろ寸法を考慮した構造計算を行う。昭62建告第1902号、平12建告第1358号、平12建告第1380号の規定による。
- *5 令第46条第2項第一号に基づき、大臣が定める構造計算（昭62建告1899号）として必要となるものを示す。
- *6 偏心率が0.3を超える場合は保有水平耐力の確認を、また、偏心率が0.15を超え、0.3以下の場合はFeによる外力割り増し、ねじれ補正、保有水平耐力の確認のいずれかを行わなければならない。
- *7 偏心率が0.3を超える場合に必要となる。
- *8 面積の制限を超える場合は、ルート②（高さ31m超の場合はルート③）で設計できる。
- *9 鉄筋コンクリート造、木造のうち、2層にわたる部分に限り、剛性率を確認する。
- *10 木造部分は、地震力を1.5倍として構造計算を行う。

(3) 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。

□ 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仕様とすると、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を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。

□ 主要な柱間隔は 910 ~ 1000 mm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つ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。

□ 積載荷重の大きい書庫、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、材料の単価が違つてくると言われている。積載荷重が大きな室は特に要望がない場合は、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階の両側に取りつく柱の直下に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、耐力壁の耐力の低減を行うことや、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である。

□ スパンの大きい室は上階へ

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なると、梁スパンが短くなり梁断面を抑えることができる。

□ 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が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で、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の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、日本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、後者の住宅用の接合具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たい。接合具の性能を見極め慎重に選択する必要がある。

□ 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が取り除かれており、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。

(参考文献)中大規模木造プレカット技術協会 中大規模木造設計セミナーテキスト

(4) 木構造の架構形式

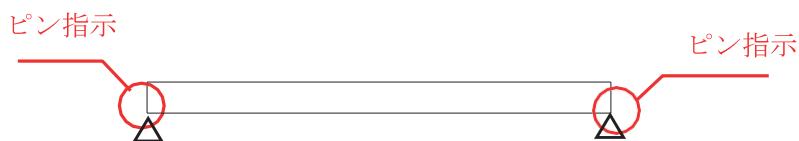
中・大規模木建築は一般建築と比較して、開放的空間が求められ、階高の高くなる。そのため、その空間を支えるための架構形式の選択が重要となります。

また、構造材において、特殊材の利用を控え、一般流通材で対応するため、横架材の負担を軽くする構造が必要です。

架構形式の分類を下記に示します。

1) 単純梁架構

- ・長期荷重(鉛直力を支える架構で水平力(横力)は筋交いにて支持させる工法



- ・使用可能なスパン……… 8.0m以下
- ・はり成の目安……… $H=L/17$

2) 張弦梁架構

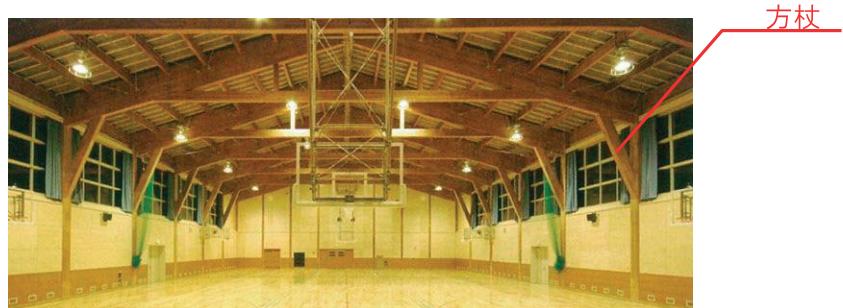
- ・引張材部分を鋼材か木造に置き換え、張力によってたわみを調整する工法。屋根のように重量の軽い箇所で利用される。



- ・使用可能なスパン……… 12.0m以下
- ・はり成の目安……… $H=L/17$

3) 方杖架構

- ・単純梁などでたわみを抑制するための補強材として設置する。ただし柱に負担が大きいため、柱ササイズに注意が必要な工法



- ・使用可能なスパン……… 3.0m～10.0m程度

4) ト拉斯架構

三角形の骨組みで安定した構造で2本の平行な梁をつないだ「平行弦トラス」と、登り梁を利用した「山形トラス」がある。どちらも細い部材で構造物を構成できる利点がある。



平行弦トラス



山形トラス

・使用可能なスパン……… 10.0m～20.0m程度

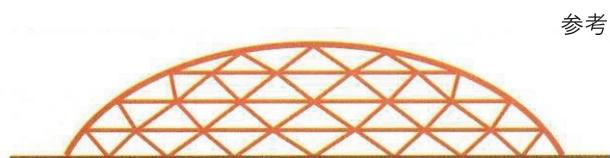
5) アーチ架構

大スパンに適した工法、外力に対して、圧縮力で抵抗する。



6) ラチスドーム架構

アーチを応用したドームであり、大スパン、中スパンに対応できる。接合部に部材が集中するため、納まりに工夫が必要である。



参考文献等)「建築知識 2013年6月号」(株)エクスナレッジ

「建築知識 2013年5月号」(株)建築技術

「世界で一番くわしい木構造」(株)エクスナレッジ

(5)接合金物

金物の種類

金物の種類は、使用する部位および部材断面の大きさ等で、さまざまな種類がある。

- ・ 金物全般
 - ①在来工法
 - ②木質ラーメン構造
 - ③JIS規格品

①在来工法(単純梁架構)

両方向筋交いを配置して、水平力(地震)に対して抵抗させ、建物の安全を確保する工法

- ・ 一般的な金物を使用(例)
 - (a)筋交いの部材に応じた金物…壁倍率によって決まる金物
 - (b)引き抜き力に抵抗する金物…壁倍率により生じる引き抜き力に抵抗する金物(ホールダウン金物)
 - (c)梁受け金物、大引き受け金物
 - (d)めり込み防止金物

上記に記載した金物は極一部ですが、一般によく知られ、使われている金物です。これらの金物で中・大規模木構造にも応用できる。

②木質ラーメン工法(張弦梁工法、トラス工法、アーチ工法、方枝工法等)

スパン方向をラーメン構造、桁行方向に筋交いを配置して、水平力(地震)に対して抵抗させ、建物の安全を確保する工法

- ・ 金物の種類(例)
 - ・ 柱・梁を剛性の高い接合部にするための接合タイプ
 - (a)合わせ梁接合タイプ…柱・梁をボルトで直接につなぐ工法
 - * 接合部に生ずる応力に対して、実験等が行われ設計式が整備されてきた。
 - (b)鋼板挿入ドリフトピン接合タイプ… 柱・梁を鋼板とボルトでつなぐ工法
 - (c)鉄筋挿入接着接合タイプ… 柱・梁を鉄筋でつなぐ工法
 - (d)引き抜きボルト接合タイプ… 柱・梁をボルトでつなぐ工法

* 材端の応力を梁材の上下端に設けたボルトなどの引張力を介して柱に伝達させる。

上記に記載した内容で設計、施工を行いますが、設計の段階で柱・梁の接合部の状態が剛となってい るのか、ピンに近いのかは不明です。よって、実験等で証明して設計している物件はあります。

また、大手メーカーでは実験を行い、認定を確保している会社が多く見られます。

③JIS 規格品

・2015年に「木造校舎の構造設計標準」JISA3301が発表された。

(a)適用範囲

この規格は、平屋建て及び2階建ての木造校舎の構造設計標準について規定する。ただし、軒高さが9m以下かつ最高高さ13m以下で、1棟当たりの延べ床面積が2,000m²未満のものに限る。

(b)短期許容せん断耐力(G1)(H1)

イ. 筋かいの耐力壁

この附属書では、筋かい耐力壁の短期許容せん断耐力を21.6 kN/mとする。ただし、G2の条件及び仕様をすべて満たす場合に限るものとする。G2は「木造校舎の構造設計標準」JIS A 3301(一般財団法人 日本規格協会)を参照してください。

注記:耐力壁の短期許容せん断耐力については、指定性能評価機関における面内せん断試験による試験成績書を参考にして、規定している。

「木造校舎の構造設計標準」技術資料 2.2.2(1), (d) より

本筋かい耐力壁は、断面9cm×9cm以上の筋かいたすき掛けとなっており、令46条の仕様規定における5倍の筋かい耐力壁と見なすことができる。

ロ. 面材耐力壁

この附属書では、面材耐力壁の短期許容せん断耐力を29.6 kN/mとする。ただし、H2の条件及び仕様をすべて満たす場合に限るものとする。H2は「木造校舎の構造設計標準」JIS A3301(一般財団法人 日本規格協会)を参照してください。

注記:耐力壁の短期許容せん断耐力については、指定性能評価機関における面内せん断試験による試験成績書を参考にして規定している。

「木造校舎の構造設計標準」技術資料 2.2.2(2), (d) より

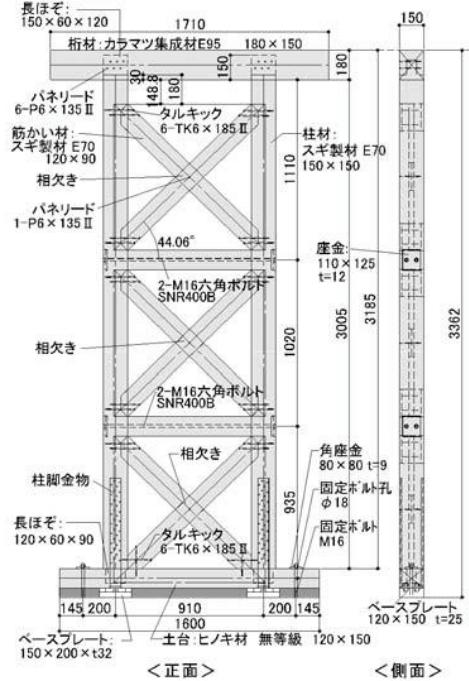
本耐力壁は昭和56建告1100号別表第1、第一号の構造用合板張り大壁耐力壁の両面張り仕様規定を満たす(構造用合板7.5mm以上を釘N50間隔15cm以下で柱・間柱・梁・土台その他横架材に打ち付け)ことから、令46条の壁量計算にあたっては壁倍率5倍の耐力壁と見なすことができる。

下記に「木造校舎の構造設計標準」JIS A 3301の仕様の一部を示す。

筋かい耐力壁の仕様

- 1Pごとに柱を設け、たすき掛け筋かいは角度45° ±5°となるよう3段又は2段に配置し、間に中棟を設けた形状とする
- 上下の横架材の内法寸法は1800~3350mm
- 筋かい: 厚90×成120 製材又は集成材
- 柱: 150×150 筋かいと同等以上の基準強度
- 1階土台: 厚150×成120 製材
- 上部横架材: 厚150×成300~600 集成材
- たすき掛け交差部は厚90を15mmずつ相欠き+離れ止めビス1本打ち
- 筋かい端部は柱に厚75×深さ42mmの台形ホゾ差し+ビス6本打ち
- 柱頭部は桁に30mm大入れ+120mm長ホゾ差し+ビス6本打ち
- 中棟には溝を設け 2-M16通しボルト+柱両側で角座金110×125×12で定着
- 柱脚部は柱脚金物WHDB160で基礎と2-M20アンカーボルト緊結

壁率=11倍相当

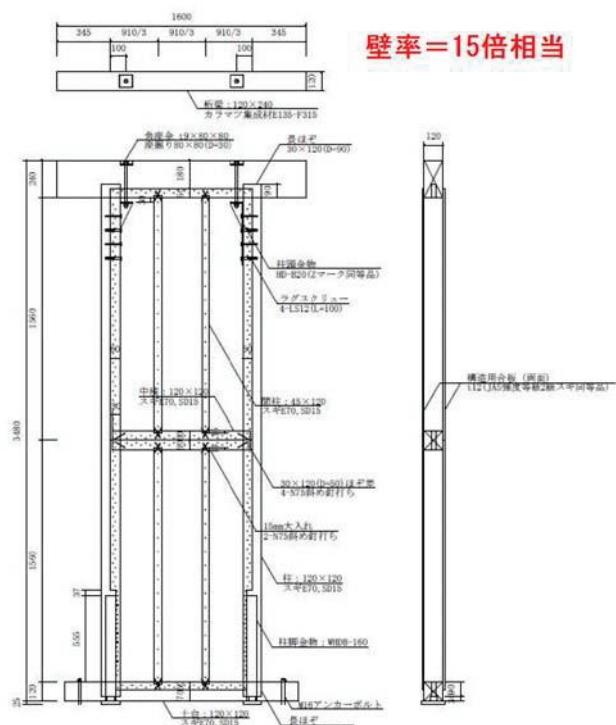


面内せん断試験体図

合板耐力壁の仕様

- 構造用合板12mmを両面張りとし、合板は縦張りとし、合板の四周を軸組に釘打ちするために、柱を1P間隔に配置し、上下の合板の継目位置に中棟を設ける。
- 耐力壁1Pの柱間隔は900~1000mm、高さは1800~3650mmとする
- 合板の四周が釘打ちされる柱、横架材、中棟は厚120×成120以上とし、柱と柱の間に1P/3ピッチで間柱(厚120×見付幅45以上)を設ける
- 合板の四周はN50釘を60mm間隔のチドリ打ちとし、間柱に対してはN50釘を90mm間隔で打ち付ける
- 柱の上下および中棟の左右は長ホゾ差し(厚30×深さ60以上)とし、間柱の上下は横架材と中棟に15mm大入れとする
- 耐力壁両端の柱脚部は柱脚金物WHDB160で基礎と2-M20アンカーボルト緊結とし、WHDB160と合板が干渉する部分は合板を33mm切り欠いて納める

壁率=15倍相当



面内せん断試験体図

(参考文献)木造校舎の構造設計基準(JIS3301) 一般財団法人 日本規格協会

(c)仕様規定に従った柱脚金物

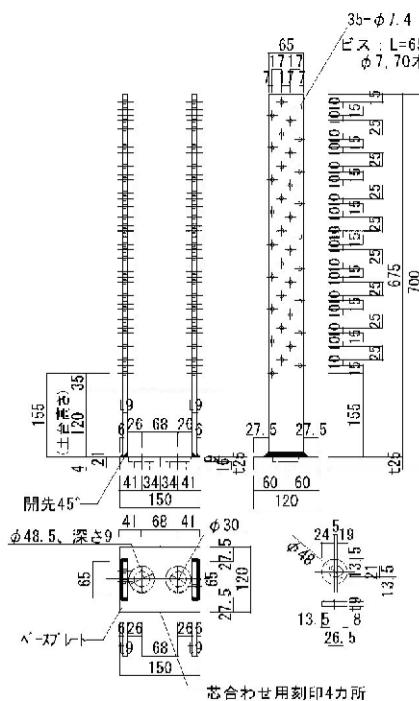
柱脚金物WHDB-160の引張試験 金物の仕様

- 柱の両側を2枚の平鋼t9×65で挟んで70本ビス $\phi 7 \times 65$ 打ち
- 平鋼が溶接されたベースプレートt25を2-M20アンカーボルトで基礎に緊結

許容引張力=160kN



柱脚金物の引張試験



ビス止め柱脚金物WHDB-160

④木造建築用接合具と接合金物の基礎知識

木造建築は柱や梁などの軸組部材に構造用合板などの面材料を張ることによって、壁・床・屋根などを構成しています。これら部材同士を接合するときに用いられる釘やボルトなどを総称して接合具(ファスナー)と呼んでいます。また、部材同士の接合部に用いられる羽子板ボルトやホールダウン金物など鋼板等を加工してつくられた金属製品を接合金物と呼んでいます。

(a)接合具

木質構造用として一般的に用いられる接合具には、釘、ボルト、ドリフトピン、ラグスクリュー(コーチスクリュー)、木ねじ、木質構造用ビスなどがあります。このうち、釘、ボルト、木ねじは、JIS規格がありますが、ドリフトピン、ラグスクリュー、木質構造用ビスにはJIS規格がありません。また、主としてせん断力を伝達させるために木材同士の接合面に挟んで使用する接合具をジベルと呼びます。

イ. 釘

釘の種類および材質や寸法などの規格はJIS A 5508に定められており、在来軸組工法や枠組壁工法の耐力壁の構造用面材に使用する釘は、建築基準法の告示により面材の種類に応じてこれらのJIS規格の釘を使用することが規定されています。

JIS A 5508に定められている釘のうち木質構造用として一般的に用いられる釘の種類には、

- ・鉄丸くぎ(N釘)
- ・太め鉄丸くぎ(CN釘)
- ・溶融亜鉛メッキ太め鉄丸くぎ(ZN釘)

- ・細め鉄丸くぎ(BN 釘)
- ・ステンレス鋼くぎ(S 釘)
- ・石膏ボード用くぎ(GN 釘)
- ・シージングボード用くぎ(SN 釘)
- ・自動くぎ打機用くぎ(PN 釘)などがあります。

軸組工法の耐力壁の仕様を定めた昭 56 建告 1100 号では、構造用合板、パーティクルボード、OSB 等は N 釘で、石膏ボード、石膏ラスボード等は GNF 釘または GNC 釘で、シージングボードは SN 釘で留めることが定められています。枠組壁工法の平 13 国交告 1541 号においては、構造用合板、パーティクルボード、OSB 等は CN 釘または BN 釘で留めることと、石膏ボード用に GNF 釘、SNF 釘以外に木ねじやビスが使えるようになっているほかは、軸組工法の告示と同様の規定となっています。

また枠組壁工法の告示においては、床や壁などの枠材どうしを留める釘も CN 釘や BN 釘の所定の長さのものを用いることが定められています。なお BN 釘は現在ほとんど用いられず、通常は CN 釘を使用します。

CN 釘は写真 4.2.3.1 のように、CN50 は緑、CN65 は黄、CN75 は青、CN90 は赤に着色されているため、施工後の頭の色とピッチをチェックすればよく、現場監理がしやすく便利にできています。ZN 釘は、CN 釘に溶融亜鉛メッキを施したもので、従来から主として Z マーク等の接合金物に用いられています。



写真 4.2.3.1 左から CN50、CN65、CN75、CN90

口. ボルト

図 4.2.3.2 は、ボルトを用いて木材と木材、および木材と鋼板を、一面せん断または二面せん断接合する場合の接合形式を分類したもので、接合形式は(a)～(e)までの5種類があります。これらの接合部に力が作用すると、木材の穴の中でボルトにせん断力が加わることにより、木材側にはめり込みが生じ、ボルトには曲げたわみが生じます。力を加えていくと、ボルトが太短い場合には先に木材のめり込み降伏が発生し、ボルトが細長い場合には先にボルトの曲げ降伏が起こります。図 4.2.3.3 は、各接合形式ごとの降伏モード(主材、側材、ボルトのどれがどのような形で降伏しているかを模式的に分類したもの)を図示したものです。例えば接合形式(a)には左からモード1a、モード1b、モード3、モード4の4つの降伏モードがあります。実際に接合形式(a)について主材と側材の厚さやボルト径の組み合わせを変えて加力実験を行ってみると、これら4つの降伏モードが生じます。このうち、写真 4.2.3.4 はボルトが主材厚に比べて太短く主材がめり込み降伏する「モード1b」、写真 4.2.3.5 はボルトがやや細長く主材中央部でボルトが曲げ降伏する「モード3」、写真 4.2.3.6 はボルトが細長く主材中央部と両側の側材内部でボルトが曲げ降伏する「モード4」の、実験後の切断面です。降伏後に塑性変形して最大耐力に至り破壊するまでの変形量は、ボルトが細長く曲げ降伏が主材内部と側材内部の両方で起こるモード4が最も

粘り強く、ボルトが太短いモード1の場合には割裂破壊しやすく脆性的です。地震力に抵抗させるために靭性の高い接合部にしたい場合には、降伏モード3か4が生じるようにするために、主材厚 L ／ボルト径 d が8以上となるよう設計することが重要です。図の各接合形式の各降伏モードにおける降伏耐力の計算式は、EYT式(ヨーロッパ型降伏理論)と呼ばれ、せん断接合具を用いた木質構造接合部の耐力算定における最重要の基本式です。また、各接合形式における弾性剛性(木質構造では材料間の相対変位をすべり量と呼ぶことから「すべり剛性」と称する)については、接合具を、曲げを受ける弾性床上の梁とみなした微分方程式に境界条件を与えて得られた解によるすべり剛性の算定式(「弾性床式」と称する)が用いられます。

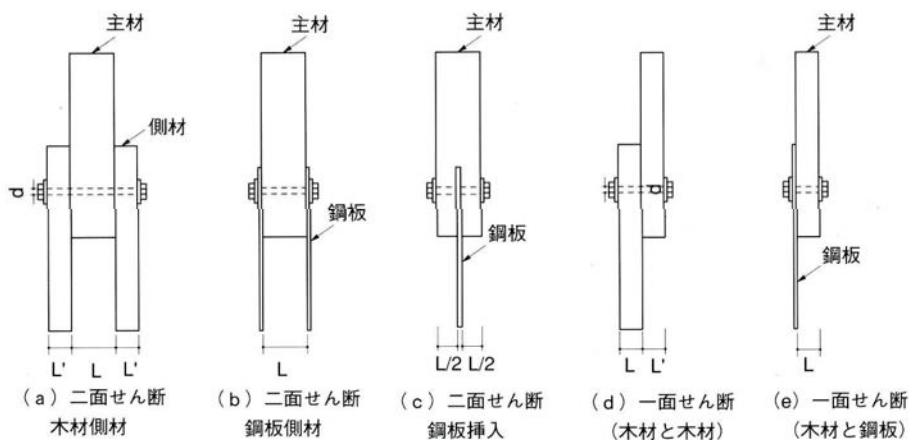


図 4.2.3.2 ボルトによる木材の接合形式

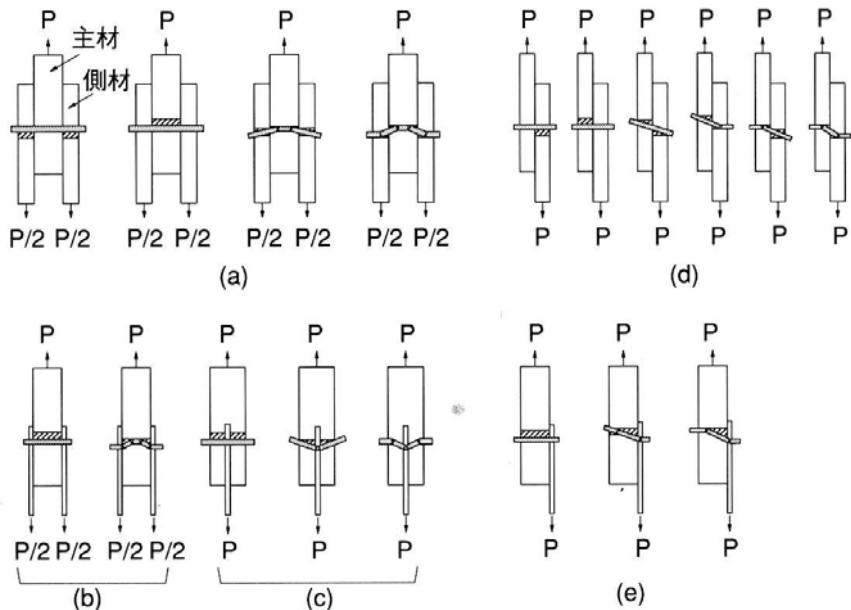


図 4.2.3.3 各接合形式における降伏モード



写真 4.2.3.4 モード 1b



写真 4.2.3.5 モード3

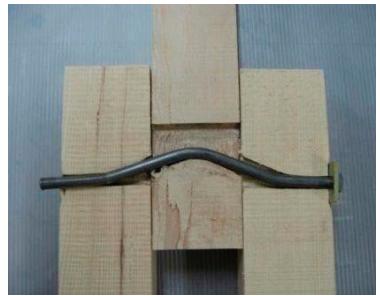


写真 4.2.3.6 モード4

ハ. ドリフトピン

ドリフトピンは、写真 4.2.3.7 のように丸鋼を切って先端にテーパーをつけたもので、図 4.2.3.2 の接合形式のうち、(c)の形式で使われる場合が多く、このような接合方法を「鋼板挿入ドリフトピン接合」と呼び、大断面集成材工法における最も一般的な接合方法であるほか、在来軸組工法住宅でもプレカット金物工法において広く用いられています。

鋼板挿入ドリフトピン接合は、主材厚 L と径 d が同じ鋼板挿入ボルト接合と比較すると、降伏耐力はボルトと変わらないが、降伏後の荷重上昇はボルトほど期待できず、終局耐力が降伏耐力と同じくらいしか出ません。これは、ボルト接合の場合は、降伏後の変形に伴いボルト頭とナット・座金が引張に抵抗する「ロープ効果」が働くために荷重が上昇しますが、ドリフトピンはナットや座金がないのでロープ効果が働くことによります。なお、ドリフトピン接合の降伏耐力とすべり剛性も、ボルトの項で述べたEYT式と弾性床式によって求めます。



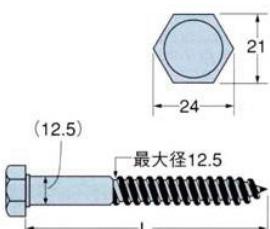
写真 4.2.3.7 金物接合に用いられるドリフトピン

二. ラグスクリュー

ラグスクリューは、コーチスクリュー、コーチボルトなどとも呼ばれ、写真 4.2.3.8 のような形状をしており、図 4.2.3.2 の接合形式のうち(e)か(d)の一面せん断の形式で使われることが多く、木材側にはドリルで先穴を開けておいてからねじ込む必要があります。JIS 規格が存在しないため寸法はいろいろなものが出回っており、木材と木材の一面せん断接合の場合には、先穴をネジ部谷径で開けておき、ネジ部外径が胴部径より太い転造タイプのラグスクリューを打ち込むことが多いです。鋼板を側材とする場合には、鋼板の穴とのガタを少なくするために、胴部径とネジ外径が同じ切削タイプを使う必要があり、この場合は木割れを防ぐためには先穴を胴部径とネジ部谷径の2段で開けておくことが必要です。ラグスクリュー接合の降伏耐力とすべり剛性も、ボルトの項で述べたEYT式と弾性床式によって求めます。



■寸法図



サイズ
L = 50mm
L = 65mm
L = 75mm
L = 90mm
L = 100mm
L = 125mm
L = 150mm
L = 180mm
L = 210mm
L = 240mm
L = 270mm
L = 300mm

写真 4.2.3.8 ラグスクリュー

ホ. 木ねじ・木質構造用ビス

木造の構造部材に用いられる木ねじやビス類は、先穴加工がいらず電動ドライバーなどで簡易に施工でき、取り外しが容易であることなどのメリットにより、近年の木造の現場では釘の代わりにビス化がすんでおり、それに伴ってビスの種類も増加しています。昔からの JIS 規格の木ねじは、JIS B1112 十字穴付木ねじ、JIS B1135 すりわり付木ねじの2種類のみですが、近年の木造の現場で増加しているのは JIS 規格外のビス類(コーススレッド、石膏ボードビス、断熱パネルビスなどの特殊ねじ)です。これらは材料の種類や 用途に応じてビスの先端やねじ部の形状などが工夫されています。

JIS 規格の木ねじでは、ビス頭の形状は、丸、さら、丸さらの3種類で、プラスドライバー用の十字穴か、マイナスドライバー用のすりわりが設けられています。これに対し特殊 ねじでは上記以外の頭部形状としてトランペット(ラッパと呼ばれている)とフレキ(さらの円錐部分にリブ又はぎざぎざが設けられたもの)がよく用いられており、ボードビスやコーススレッドなどの多くは、十字穴付のラッパ頭またはフレキ頭です。接合金物用のビスはなべ頭が多く、ねじ径や打ち込み長さが大きくトルクが必要なため四角穴タイプが 多く、インパクトドライバーに角ビットを取り付けて施工します。

ビスのねじ部は、通常の一条ねじに対し、らせんが2重のものを2条ねじと呼びます。高いねじ山と低いねじ山からなる2条ねじをハイ・ローねじと呼び、石膏ボード用などに多く見られます。ねじ部の先端形状は、JIS 規格の木ねじやコーススレッドで用いられている通常のとがった形を、とがり先と呼びます。JIS 規格外の最近のビスは、とがり先に特殊なカットを施して木割れを防止する効果をもたせたタイプが増えています。ねじ径が太い接合金物用ビスや断熱パネルビスでは、先端形状が軽鉄下地用ドリッピングねじと同様の切り刃先のタイプも見られます。

最近の木工事の現場では、JIS 規格の木ねじに代わってコーススレッドが多く用いられています。コーススレッドは、ねじ山が鋭く谷径が細いため木割れが起きにくくことから現場の職人に好まれ、JIS 規格品の木ねじを淘汰して全国に普及しました。しかし造作用であるコーススレッドは、力が加わるとねじ部の上端付近で脆い破断が起こるものが多く構造用には適さないことを知っておく必要があります。JIS 規格の木ねじの材料は JIS G3505 の SWRM(軟鋼線材)であるのに対し、最近のビスの多くはドリッピングタッピンねじと同様の JIS G3539 の SWCH(冷間圧造用炭素鋼線)が主流です。構造用合板をビス止め接合して一面せん断実験を行うと、ビスによっては、ねじ部の上端付近で脆く破断してしまうものが存在し、これらは構造用には向きません。ねじ部の脆性破断が生じなければ、降伏後もねじの引き抜

き抵抗によるロープ効果で二次配を描きながら粘り強く荷重が上がり続け、最大耐力に達した後も急激には荷重低下しません。このような韌性の高いビスかどうかを見分けるには、両端をペンチでつかんで曲げてみたとき、30°以上折れ曲がった状態で折れずにそのままとどまっているようなビスなら構造用として適しています。面材用の短いビスであれば、構造用合板張り耐力壁用に開発されたビス（ムロコ一ポレーションのエコファスナー、カネシンのKS4041など）、鋼板をとめる中くらいの長さのビスであれば、ホールダウン金物など接合金物用のビス（タナカのTB66D、カナイのYDN60など）、木材と木材を直接接合するための長いビスであれば、断熱パネル用ビス（東日本パワーファスニングのパネリード、若井産業のWカットビスなど）が木質構造用に適しています。



写真 4.2.3.9 JIS 規格木ねじ

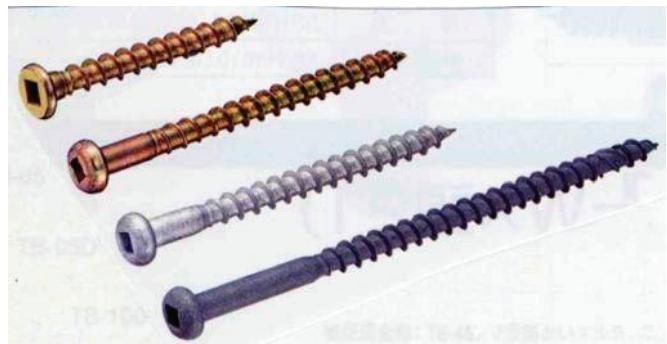


写真 4.2.3.10 接合金物用ビス



写真 4.2.3.11 断熱パネルビス

ヘ. ジベル

主としてせん断力を伝達するために木材同士の接合面に挟んで使用する接合具をジベルと呼びます。ツーバイフォー工法においては、トラスの接合部に写真 4.2.3.12 のメタルプレートコネクターが標準的に用いられています。メタルプレートコネクターは、金属板をプレス成形して生け花の剣山のような形状に製造された金物で、ギャングネイルとも呼ばれます。許容せん断耐力は、金物の種類ごとに実験結果にもとづいて与えられています。大断面集成材工法においては、合わせ梁接合のような木材側面同士をボルトで接合する場合に、せん断剛性・耐力を高めるために円形の鋼製ジベルが用いられます。代表的な鋼製ジベルとしては、スプリットリング、シアープレートがあげられ、他にもアペルリング(写真 4.2.3.13)やブルドックジベルなどの種類があります。代表的な円形ジベルであるスプリットリングとシアープレートについては日本建築学会の木質構造設計規準に許容せん断耐力の表が掲載されていましたが近年の改訂版ではなくなり、実際の製品も北米からの輸入品以外は国内では製造されておらず最近はあまり見られなくなっています。

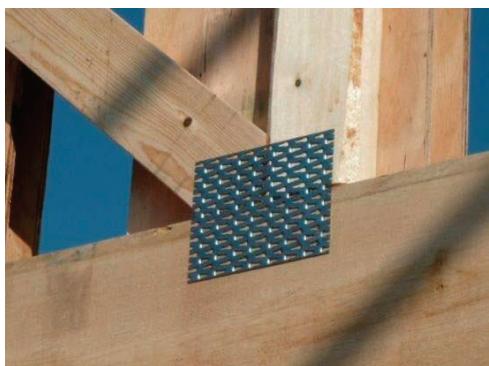


写真 4.2.3.12 メタルプレートコネクター



写真 4.2.3.13 アペルリング

2)接合金物

木質構造用として一般的に用いられる接合金物のうち、(公財)日本住宅・木材技術センターが規格化しオーブンに用いられている接合金物として、在来軸組工法用の Z マーク金物と、2×4用の C マーク金物があります。これ以外の既製品の多くは、タナカ、カネシン、カナイなどの木造住宅用金物メーカー製品が一般的です。木造住宅用の接合金物を建物の部位別に分類すると、筋かい金物、柱脚柱頭金物、横架材接合金物、垂木止め金物、アンカーボルト等、に分けられます。これらの多くは引張用の補強金物として用いられています。一方、ホゾや蟻仕口などの代わりにせん断力の伝達も行うのがプレカット金物工法用の梁受け金物やホゾパイプなどです。また、集成材工法のラーメン接合部など高い引張耐力が必要な箇所用に、ラグスクリューボルトやグルードインロッドなどが用いられています。

①Z マーク金物と C マーク金物および木造住宅用金物メーカー製品

(公財)日本住宅・木材技術センターが規格化しオーブンに用いられている接合金物として、在来軸組工法用の Z マーク金物と、2×4用の C マーク金物があります。Z マーク金物と C マーク金物の種類を部位別に列挙すると、以下のものがあります。

(a)筋かい金物:筋かいプレート(BP および BP2)

(b)柱脚柱頭金物:かすがい、ひら金物、かど金物(CP-T および CP-L)、山形プレート(VP)

引き寄せ金物(ホールダウン金物 HD-B, HD-N、および S-HD) 柱脚金物、柱頭金物、帶金物ストラップアンカー

(c)横架材接合金物:「羽子板ボルト」「短冊金物」「かね折り金物」「根太受け金物」「梁受け金物」

(d)垂木止め金物:「ひねり金物」「折曲げ金物」「ぐら金物」「あおり止め金物」

(e)アンカーボルト等:「アンカーボルト(M12, M16)」「火打ち金物」「座金付きボルト(M16W)」「角座金(W4.5×40, W6.0×54, W9.0×80)」「丸座金(RW9.0×90)」

これらの金物を木材に留める接合具は、ZN 釘、M12 ボルト、ラグスクリュー(M12)などです。Z マーク金物および C マーク金物は、まだ木造住宅の接合部の補強用に金物があまり使われていなかった 1970 年代後半に一部が規格化されて、当時の住宅金融公庫の工事仕様書に取り入れられ普及したのが始まりで、その後 1980 年代に木造 3 階建て用にホールダウン金物などが追加されるなど、木造住宅の接合部の金物化・高耐力化を牽引してきました。2000 年の建築基準法改正における平 12 建告 1460 号の接合部の仕様規定によって木造住宅の筋かい端部および耐力壁の柱脚柱頭の接合金物仕様が定められ、これらの条文は Z マーク金物を念頭に記述されています。Z マーク金物および C マーク金物は、所定の仕様と実験・計算にもとづいて許容耐力が与えられており、グレー本(「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008 年版)」)や緑本(「枠組み壁工法建築物構造計算指針」)などに短期 許容耐力表として掲載されており、構造計算においてはこれらの値を使用することができます。

平 12 建 1460 号によって木造住宅の接合部の金物補強が義務化されたことにより、2000 年以降は木造住宅用金物メーカーによる製品開発が加速し、さらに釘に代わって性能の良いビスが開発されるようになったことで、Z マーク金物や C マーク金物よりも施工性と耐力に勝るビス止めタイプのメーカー製接合金物が普及してきました。木造住宅用の代表的な金物メーカーとしては、タナカ、カネシン、カナイ、栗山百造などがあります。

②部位別の接合金物の特徴

イ. 筋かい金物

Zマーク金物には、30×90mm 筋かい(片筋かいで倍率 1.5)用として筋かいプレート BP、45×90mm 筋かい(片筋かいで倍率 2.0)用として筋かいプレート BP2 があります。これらは、筋かい・柱・横架材の接合部分の外側面からプレートを釘止め(筋かいにはボルトも併用)する外付けタイプです。外付けタイプは外壁側に構造用合板を張る場合に邪魔になりがちであることから、金物メーカー各社は柱と横架材のコーナー部に納まるボックスタイプの筋かい金物の製品を開発しました。その後、ホールダウン金物と取り合う部分でも 邪魔にならないものとして、柱付けタイプの製品が開発されました。これらはいずれも指定性能評価機関において筋かい耐力壁に取り付けた状態で性能実験をして所定の壁倍率が出ることが確認されたものとなっています。ただし、実験は1P の筋かい耐力壁での確認となっているため、2P の筋かい耐力壁の場合には Zマークの筋かいプレートに比べて耐力や履歴吸収エネルギーが低いものもあります。



写真 4.2.3.14 筋かい金物: 左から外付けタイプ(BP2), ボックスタイプ、柱付けタイプ

ロ. 柱脚柱頭金物

平 12 建告 1460 号では、耐力壁の倍率に応じて柱脚柱頭接合部に所定の引張耐力性能を有する金物で補強することを要求しており、2階建て4号木造建築における柱脚柱頭の引抜き倍率を求める簡易計算として「N値計算」と呼ばれる方法が黄色本に記載され一般に 広く使われています。例えば2階建ての1階部分の柱脚接合部の必要引抜き倍率Nは、 $N = A_1 \times B_1 + A_2 \times B_2 - L$ という式で計算されます。ここで、

A1、A2:1階耐力壁および2階耐力壁の壁倍率

B1、B2:梁などの曲げ戻し効果を表す係数で、出隅柱は0.8、その他の柱は0.5L:鉛直荷重による柱軸力の抑え効果を表す係数で、出隅柱は1.0、その他の柱は1.6 です。

必要引抜き倍率Nを必要短期許容引張耐力Tに換算するには、

$T(kN) = N \times H(m) \times 1.96(kN/m)$ Hは階高(m)で計算できます。

このようにして求めた柱脚柱頭接合部の必要短期許容引張耐力以上の金物を、Zマーク金物や金物メーカー製品から選定します。必要引張耐力が15kNに満たない箇所については、柱端部と横架材とを緊結する金物でよいですが、15kN以上 の箇所についてはホールダウン金物を用いて基礎や上下階の耐力壁同士を直結します。

柱端部と横架材とを緊結する金物には、金物メーカー製品としては Zマーク金物の CP-T や VP のような外付けタイプの他に、壁の面材の邪魔にならないコーナータイプがあります。これらはいずれも指定性能評価機関において引張試験をして引張耐力の値を導いたものとなっています。



写真 4.2.3.15 柱脚柱頭金物: 左から外付けタイプ、コーナータイプ、ホールダウン金物

ハ. 横架材金物

在来軸組工法では梁の端部支点は腰掛け鎌継ぎや蟻仕口・胴差などで鉛直荷重のせん断力を伝達しますが、地震時などに引張応力が作用する場合には在来継手仕口だけでは持たないため、羽子板ボルトなどで引張補強します。横架材の引張補強に用いる金物は部材同士の接合位置に応じて、継手部分には短冊金物、出隅部分の L 型仕口にはかね折り金物、T 型仕口には羽子板ボルトを使用します。これらは Zマーク金物が元になっており、金物メーカーからはビス止めタイプなどの製品が出ています。大梁の両側に小梁が取り付く十字型仕口部分には、羽子板ボルトの羽子板部分と両ネジボルトが分離した両引きタイプの羽子板ボルト製品が使われます。



写真 4.2.3.16 左: 羽子板ボルト (片引きと両引きタイプ)、右: 短冊金物 (ビス止めタイプ)

二. 垂木止め金物

台風や突風で屋根の軒先に負の風圧力が作用すると垂木が軒桁から外れて屋根が飛ばされる被害が生じることがあります。これを防ぐためには、垂木と軒桁を緊結する垂木止め金物が必要です。Zマーク金物には「ひねり金物」(写真 5.4.16 右の垂木接合部参照)「折曲げ金物」「くら金物」といった種類があり、Cマーク金物には「あおり止め金物」があります。金物メーカーにもこれらと同等以上の性能であることが実験で確認された同等認定の製品があります。勾配屋根を水平構面として期待する場合には、垂木と軒桁は上向きの引抜き耐力だけでなく、垂木の軸方向および直交方向のせん断耐力も必要とされますが、そのような3方向の力に抵抗できる金物として「ラフターロック」(ポラス暮らし科学研究所が開発、タナカが販売)があります。

ホ. アンカーボルト等

木造用のアンカーボルトには M12 と M16 が一般的に使用されます。このうち M12 は土台と基礎を緊結せん断力の伝達を主目的とするのに対し、M16 はホールダウン金物と基礎を直結して柱脚の引張力を基礎に伝達するのを主目的としています。最近は金物メーカーから 50kN 以上の高耐力のホールダウン金物も出ており(カナイ製「シークホールダウン C-HD50S」、カネシン製「高耐力フレックスホールダウン 60」など)、これらを用いる場合は専用の高耐力アンカーボルトを用いて、通常よりも深い埋め込み長さを確保することが求められるので注意が必要です。また、M12 アンカーで土台を留める場合の座金として、通常の角座金 W4.5×40 の同等品として、土台上面に出っ張らずに納めるための座堀機能付きの座金が金物メーカーから出ています。

③プレカット金物工法および集成材工法用の特殊金物

在来工法プレカットの場合は、接合部に加わるせん断力は継手仕口で伝達し、引張力の補助用として接合金物を用いるのに対し、金物工法プレカットの場合は、接合部に加わるせん断力も引張力も全て接合金物を介して伝達させます。金物工法においては、梁端部を支えるための梁受け金物と、柱端部のホゾ代わりとしてのホゾパイプが一般的に使われます。梁受け金物は梁端部に2スリット加工をしてドリフトピンを側面から打ち込んで固定するタイプのものが多いです。このタイプの梁受け金物は沖縄の呉屋氏が発明したクレテックが最初で、金物先端のドリフトピンを受ける一番上の部分にすべり勾配をつけたことにより、梁端部を落とし込むにつれて引き寄せられる感覚が在来軸組の継手仕口の施工感覚と同様であったことが現場の職人に好評価で受け入れられました。その後クレテックは金物メーカーのタツミが生産するようになって全国に普及し、同様の2スリットタイプの梁受け金物とホゾパイプによるプレカット金物工法は、ストローグ(旧グランドワークス)やカネシンなども同様のシステムで展開しています。なお、金物工法はドリフトピン接合が主体であるため、軸組材料は集成材や LVL などの寸法安定性の高いエンジニアード ウッドとすることが基本で、製材を用いることはドリフトピン接合部の乾燥割れによる耐力低下が生じるので避けた方が良く、どうしても製材を用いたい場合には含水率15%以下に人工乾燥させた KD 材とすべきです。

集成材工法のラーメン接合部などの高い引張耐力・剛性が必要な箇所に用いられるのが、ラグスクリューボルトとグルードインロッドです。ラグスクリューボルトは太い鋼棒に全ネジが切られて小口に雌ねじが設けられた金物で、工場であらかじめ専用の機械によって集成材の木口からネジの谷径の深い

4-2 中大規模木造建築物の設計

(長さ 600mm を超える場合あり)先穴をあけてラグスクリューボルトをねじ込み、現場ではラグスクリューボルトの木口の雌ねじと接合金物を ボルト接合するというものです。引張耐力の性能認証を取得したラグスクリューボルトにはストローグや銘建工業などの製品があります。

グルードインロッド接合は、軸組部材の木口に先穴を開け、鋼棒等を挿入して樹脂接着剤等を注入・充填させることにより、接着剤の付着抵抗と鋼棒等の引張によって応力を伝達する接合です。三井住商建材による大断面集成材工法のサミットHR工法はグルードインロッド接合によるラーメン工法の代表例です。接合部単体でも利用できるものとしては、ホームコネクター工法があります。グルードインロッドやラグスクリューボルトは、軸組材料は集成材やLVLなどの寸法安定性の高いエンジニアードウッドに使用することが原則となります。

とくにグルードインロッドは十分に乾燥していない製材に用いると乾燥収縮に伴う寸法変化によって接着剤の付着が切れて耐力が大幅に低下する危険性があるため製材で長期荷重を引張で負担するような接合部には危険なため使用しないことが望ましいです。

※特殊金物を使用する際、木材等の等級により使用不可の特殊金物もある為、メーカーの仕様書等を確認すること。

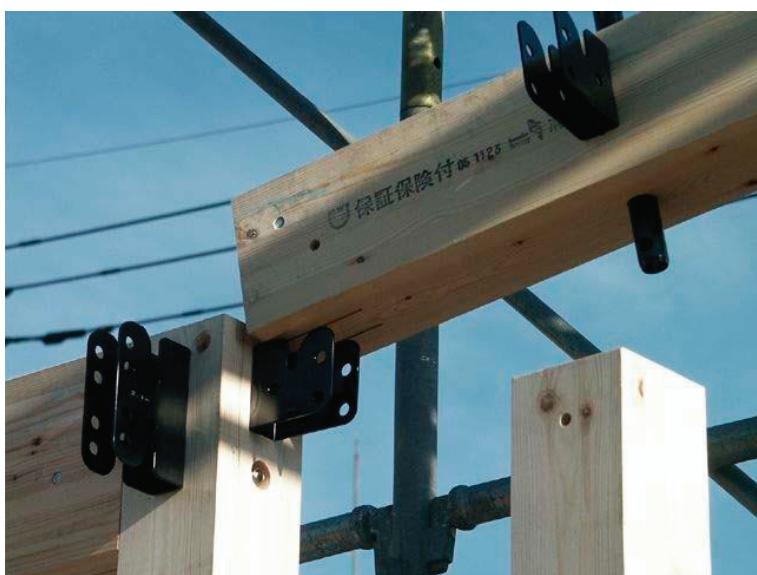


写真 4.2.3.17 プレカット金物工法の梁受け金物とホゾパイプの例



写真 4.2.3.18 ラグスクリューボルトによるラーメン接合部(ストローゲ)



写真 4.2.3.19 グルードインロッド接合(ホームコネクター)

(参考文献)中大規模木造プレカット技術協会 中大規模木造設計セミナーテキスト

(6) 金物の施工時においての問題点

設計された金物を施工時において、誤った納め形をする場合がある。これらを是正するため、今まで問題のあった事例を紹介し、改善方法を手引き書とし記載する。

N値計算

質問 1

- ・壁倍率が4倍を超える耐力壁の柱頭柱脚接合部の金物を選択する場合、どのようにしたらよいですか？

回答 1

- ・壁倍率が4倍を超える耐力壁は告示1460号の表から選定することができません。N値計算または構造計算を行って金物を選定してください。

質問 2

- ・金物を選択した結果、告示記号(に)の金物が選択された場合、その箇所に(へ)対応の金物を施工してもよいですか？

回答 2

- ・必要耐力が7.5kNの告示記号(に)より、必要耐力が10kNの(へ)の方が耐力が高いため問題ありません。

質問 3

- ・通し柱の場合、どのような金物を選択すればよいですか？

回答 3

- ・通し柱の場合でも1階と2階は別々に計算し金物を選択します。

通し柱の中間部分は柱の仕口が存在せず、告示1460号の適用範囲外となるため、柱の固定金物は必要ありません。

質問 4

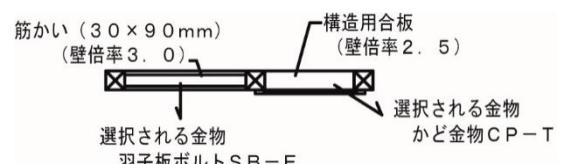
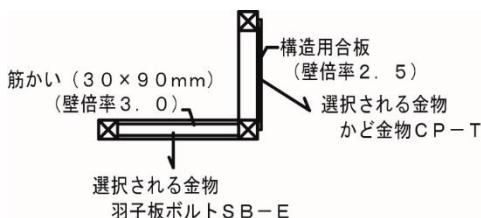
- ・金物を選択するとき、下図のような場合、どのような金物を選択すればよいですか？

①隅柱

X軸Y軸両方向から壁がきている場合

①隅柱

X軸Y軸両方向から壁がきている場合



回答4

- ・X軸、Y軸それぞれ柱頭柱脚金物を求め、耐力の大きい方の金物を選択します。
羽子板ボルト SB-E > かど金物 CP-T
⇒羽子板ボルト SB-E

- ・左右の壁それぞれ柱頭柱脚金物を求め、耐力の大きい方の金物を選択します。
羽子板ボルト SB-E > かど金物 CP-T
⇒羽子板ボルト SB-E

質問 5

- ・ 45×90 の筋かい(壁倍率 2 倍)用の金物を、 30×90 の筋かい(壁倍率 1.5 倍)に施工してもよいですか？

回答 5

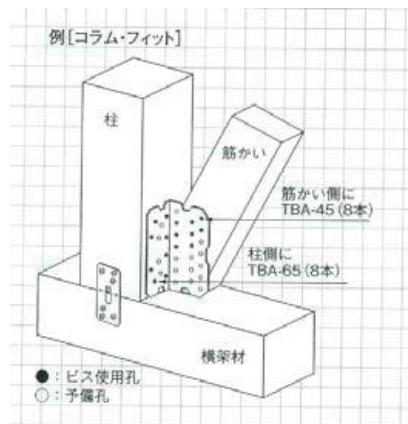
- ・ 45×90 の筋かい(壁倍率 2 倍)の端部の接合する金物は、 30×90 の筋かい(壁倍率 1.5 倍)に施工した場合の性能試験がないため、壁倍率にあった筋かい用金物を使用してください。

質問 6

- ・筋かい金物でビス用の孔が多く開いている金物がありますが、すべての孔にビスを打つ必要がありますか？

回答 6

- ・それぞれの筋かい金物は使用する専用ビスの本数が決まっています。その本数で試験を行い、性能を検証しているため、それぞれの指定のビスの本数を打っていれば問題はありません。たくさんの孔が開いているのは、筋かいの角度に対応できるためです。

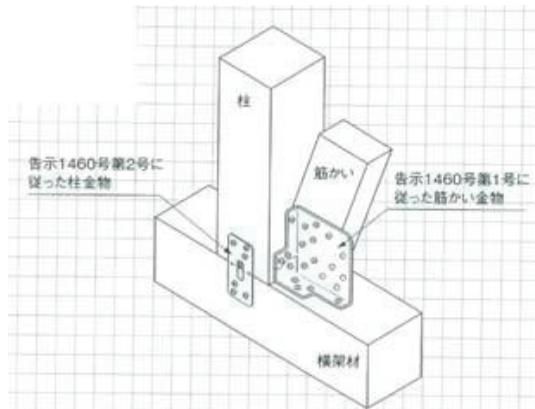


質問 7

- ・柱、横架材、筋かいの 3 点をビスでとめるボックス型の筋かい金物を施工すれば、柱頭柱脚金物は省略できますか？

回答 7

- ・筋かい金物はあくまでも筋かいを固定する金物になります。柱の引き抜きに対しては柱頭柱脚金物が必要になります。告示 1460 号第 2 号に従って選定し、施工してください。



柱接合金物

質問 8

- ・床合板仕様の金物を直接横架材に施工してもよいでしょうか？

回答 8

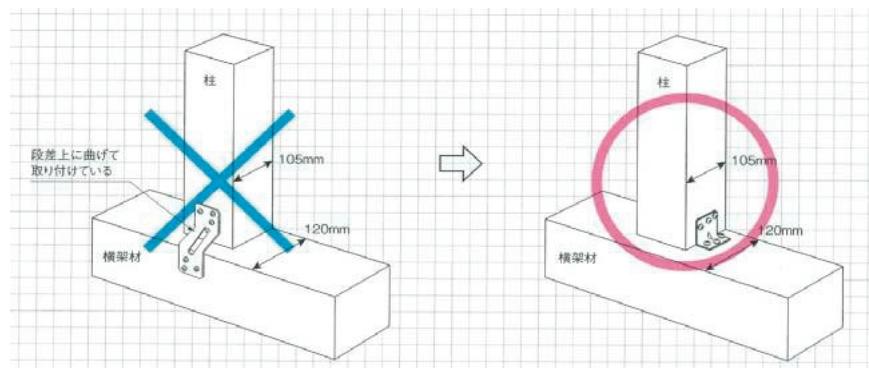
- ・床合板仕様の柱金物は床合板を介した状態で品質性能試験を行い、耐力を確認しております。直接横架材に施工される場合は床合板仕様ではなく、通常の柱金物をご使用ください。

質問 9

- ・横架材の寸法と柱の寸法が違うため段差が発生してしまうのですが、その段差の上からプレートを柱頭 柱脚金物を施工してもよいですか？

回答 9

- ・段差の上から金物を曲げて施工するとその性能が十分に発揮されないおそれがあります。段差が生じる場合にはプレート金物をコーナー金物に変えるなどしてください。

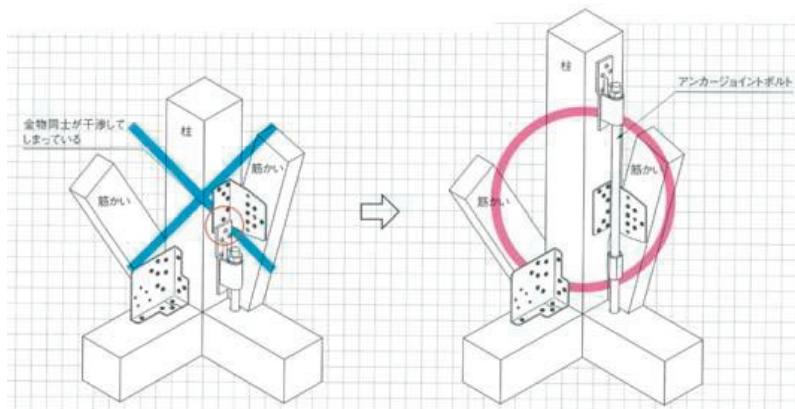


質問 10

- ・ビスどめホールダウンUを施工しようとしたら、筋かい金物と当たってしまうのですが、どのようにしてよいでしょうか？

回答 10

- ・筋かい金物がすでに施工済みならばアンカーボルトから高ナットでボルトを繰ぐなどして、ビスどめホールダウンUを上方に施工する方法があります。金物や筋かいを切ったり削ったりすることは避けてください。



質問 11

- ・ビスどめホールダウンUを1階の柱脚部に施工する場合、ホールダウン専用アンカーボルトの埋め込みはどのくらい必要ですか？

回答 11

- ・ビスどめホールダウンUを接合するホールダウン専用アンカーボルトの埋め込みは下表のようになります。25.0kNまで 360mm以上の埋め込み深さを確保してください。それ以上の耐力が必要な場合は基礎コンクリート強度や基礎巾によって異なりますのでご検討ください。

■ビスどめホールダウンUの性能認定におけるホールダウン専用アンカーボルト(Zマーク表示金物)の埋め込み深さ

種類	短期許容引張耐力	アンカーボルトの埋め込み深さ
15kN用	15.6kN	※ 360mm以上
20kN用	20.9kN	
25kN用	28.7kN	408mm以上
35kN用	35.4kN	503mm以上

※「木造住宅用接合金物の使い方」(公財・日本住宅・木材技術センター発行)による

質問 12

- ・柱頭の箇所にビスどめホールダウンUを施工する場合はどのようにしたらよいですか？

回答 12

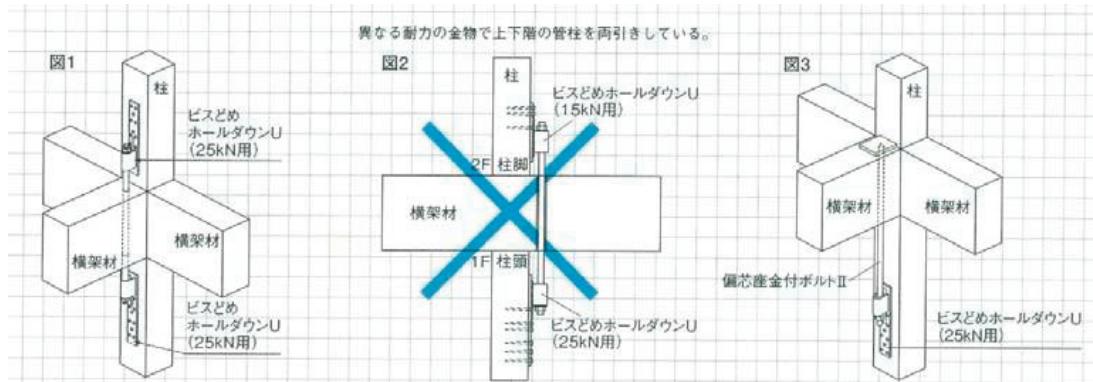
- ・納まりにもよりますが、

上階の柱をビスどめホールダウニーを使って両ネジボルトで緊結する。(図1)

座金付ボルトを使用して施工するなどの方法があります。

の場合には上階と下階のビスどめホールダウンUを大きい方に揃える必要があります。(図2)

また②の場合には直上に柱などがあると座金が干渉するため、ボルト部分がビスどめホールダウンUの孔と合わないに出、偏心座金付ボルトIIの使用をお勧めします。(図3)



質問13

- ・2×4用ビスどめホールダウンUを在来軸組工法の住宅に使ってもよいですか？

回答 13

- ・本体の材質やサイズ、ビスなどは共通ですので、耐力は変わらないと思われます。しかし、本体の施されている刻印や貼付しているシールが異なりますので、在来軸組工法住宅には通常のどめホールダウンUをご使用ください。



羽子板ボルト・短冊金物

質問 14

- ・羽子板ボルトは六角ボルトではなく、ラグスクリューボルトで施工してもよいのでしょうか？

回答 14

- ・Zマークの羽子板ボルトは接合具がZ六角ボルトM12と決められています。新腰高は羽子板ボルトはラグスクリューボルトを接合具として同等認定を取得していますので、ラグスクリューボルトM12(L=100)で接合することができます。

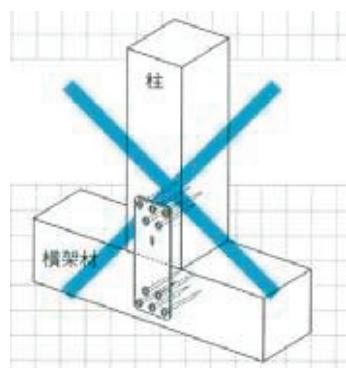
質問 15

- ・巾広短冊金物SD(L=235)は告示記号(に)の箇所に使用してもよいでしょうか？

回答 15

- ・幅広短冊金物 SD(L=235)は横架材の継手の補強専用になりますのでご使用できません。

上下階の管柱の連結には巾広短冊金物SD(L=415)は対応可能です。



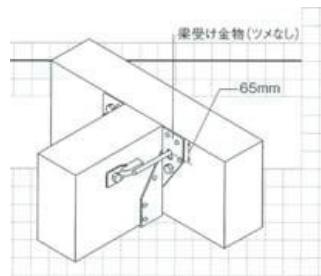
梁受け金物

質問 16

- ・梁受け金物を施工するために羽子板ボルトは必要ですか？

回答 16

- ・梁受け金物は梁同士を接合する仕口に相当します。そのため
梁を引きよせる羽子板ボルトは必要になります。

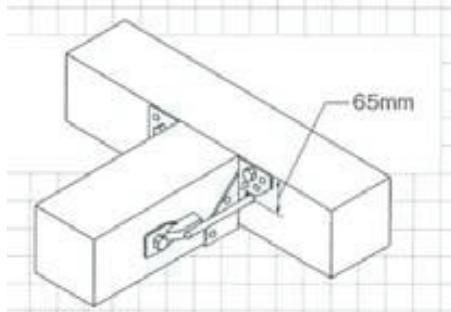


質問 17

- ・梁受け金物(ツメなし) の 120巾 120タイプの場合、羽子板ボルトはどの位置を通せばよいでしょうか？

回答 17

- ・梁受け金物(ツメなし) には羽子板ボルトを通すための楕円の孔が開いております。小さいサイズ場合でも同じ位置に孔を開けしていただければ、金物の下を通ることになります。(梁の上端から 65mm)

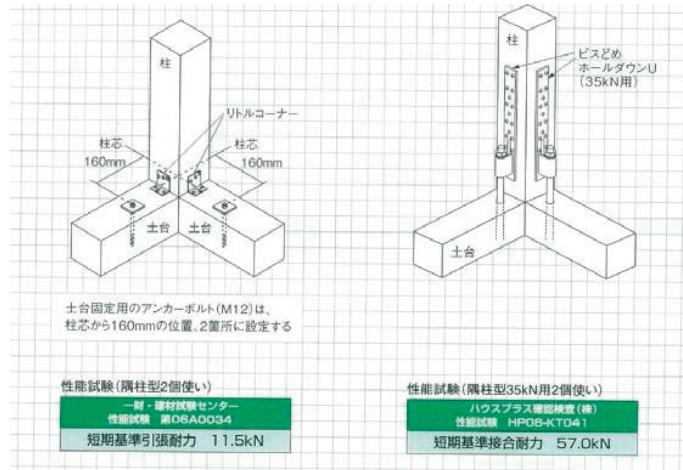
**複数取りつけ**

質問 18

- ・柱頭柱脚部に金物を複数取り付けて、その耐力を加算することはできますか？

回答 18

- ・柱頭柱脚部に金物を複数取り付け、その耐力を加算する場合は、設計者に判断していただくか、建築主事等にご確認ください。金物メーカーによっては、独自に性能試験を行い、性能成績書等を持っていますので、各メーカーさんへ相談してください。

(参考文献) 住宅関連金物カタログ
(株) タナカ住宅資材

4-2-4 劣化対策・維持保全

(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っている状況を考えてみる。

一つ目は、木造建築物の経験が豊富な設計者は少ないと挙げられる。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造のままで、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充分に認識されているとは言いがたい状況である。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。

木造建築物で問題となる部位別の劣化・不具合現象を表4.2.4.1に示す。

表4.2.4.1 木造建築物で問題となる劣化・不具合

部位詳細	劣化不具合現象
木部	干割れ、それによる蟻害、腐朽など
屋外使用等の集成材	接着層のはく離（屋外使用限定の現象）、それによる強度劣化など
木部の表面塗装	はがれ、白亜化など
金物類	防錆塗装、メッキ層の劣化、それによる鋼材部の腐食など
接合部	緩み、はずれ、変形など
異種材料間の界面	結露、隙間の発生など
建具周り	不具合

参考文献:表4.2.4.1 一般社団法人 木を活かす建築推進協議会「木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」

(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。

1)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で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。

①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(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・燃焼方法の暖房機の使用、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(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も可能である。

重点的な点検箇所は、以下の様な部位である。

- ・外壁、開口部回り、軒回り、水回り、1階床組、外部バルコニーなどの水が滞留しやすい箇所
- ・木口面に水が作用しやすい部材(柱脚部、母屋、垂木端部など)
- ・水平部材の上部あるいは下部で水が滞留しやすい箇所(外部バルコニー床、手すり材など)
- ・下部にコンクリートなどの抱湿材料が接触する部位

②蟻害

図 4.2.4.1 はシロアリの侵入経路を示したものである。

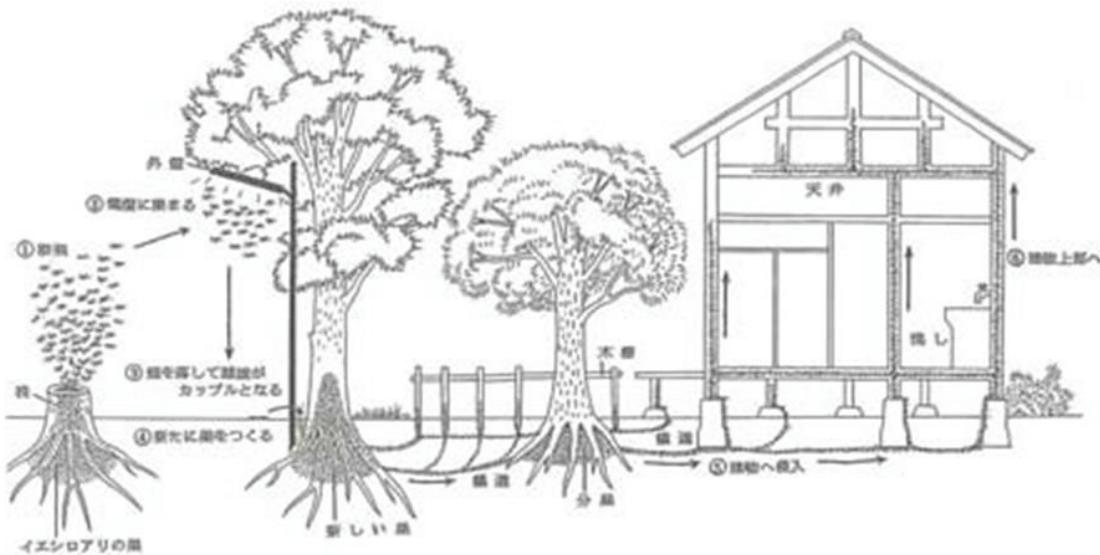


図 4.2.4.1 シロアリの侵入経路

参考文献：図 4.2.4.1 公益財団法人日本住宅・木材技術センター

木造住宅の耐久設計と維持管理・劣化診断－【漏水】【腐朽】【蟻害・虫害】対策のために－

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(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、鉱物などの破碎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。

重点的な点検箇所は、敷地回り(伐根、垣根、木杭、木材片など)、基礎回り(基礎立ち上がり部)、外壁回り(北側外壁、樋回り、開口部回りなど)、床回り(振動、床鳴り、傾斜などがある箇所など)、水回り(仕上げにひび割れがある箇所など、小屋裏・天井回り(特にイエシロアリ、アメリカカンザシロアリに対して)である。

2)割れ・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。

3)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無いが、美観の大きな低下をもたらし、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ことが重要となる。

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、環境や下地に応じ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、適切に行なうことで、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。

(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。

1)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。

- ①雨漏りを生じさせない(外装部分と関係)
- ②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)
- ③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
- ④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)
- ⑤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
- ⑥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。

- ①十分に乾燥された木材を使用する
- ②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)

2)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。

①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・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

②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

③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

3)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くられなどを誘引し、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
- ・木質材料及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・さくら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、湿気の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。

4)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
- 写真 4.2.4.1 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
 - ・雨水を速やかに排出し乾燥しやすくするために、排水溝もしくは涙穴(weehole)を設置する
 - ・独立柱などを金物により基礎に取り付ける場合、ベアリングプレートに 2 方向に排水できる溝を設け結露水の排出を促す(図 4.2.4.2)ことで結露が発生し木口からの劣化の進行を抑える役割を果たしている(写真 4.2.4.2)
 - ・柱が基礎に直接載る場合、基礎周辺へ雨掛かりのないよう軒の出対策と十分な基礎立ち上がり高さを取るよう計画する
 - ・異種構造との繋がり部分は、隙間の発生を考慮した漏水防止対策を行う

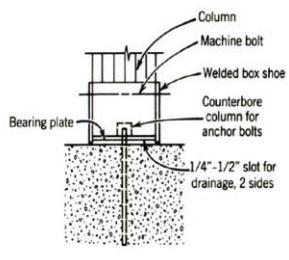


写真 4.2.4.1
小口に金属製カバーを設置する例



写真 4.2.4.2 金物の結露による腐朽

図 4.2.4.2 金物の結露防止措置の例



American Institute of Timber Construction,
AITC Technical Note 108-84, 1984

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。

(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。

1)防腐・防蟻処理材

①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。

(a)性能区分

JAS では使用する環境とそこで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 4.2.4.2)。

表 4.2.4.2 保存処理の性能区分と想定する使用状態

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 の基準で処理いただけでは防止できない。

(b)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。

(C)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 4.2.4.3 は性能区分を示したものである。

表 4.2.4.3 AQ 認証性能区分

AQ保存処理製品 の	製材のJAS保存処理	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

②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である。

(a)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。

(b)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°C、接着硬化工程「ホットプレス」…100～130°C)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・構造用途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」「シフェントリン」である。「ほう素化合物」で処理するものにあっては单

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)」

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。

(1)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 K1570:2010「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。

(2)透湿防水シート

透湿防水シートに接した保存処理通気孔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・防蟻孔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。

2)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)に分けています(表4.2.4.4)。

製材 JAS に統一し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、樹種の選択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 4.2.4.4 木材の耐朽性

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
	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	ウェスタンラーチ、ウェスタンレッドシーダー、カラマツ、サイプレスパイン、スギ、タイワンヒノキ、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
	心材の耐久性区分 D2 の樹種	心材の耐久性区分 D1 の樹種以外

参考文献：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター「木材利用入門 異種材料との相性、住宅と木材」

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、鋳びやすい 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てしまうと、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。

(1)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。

(2)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。

(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、およそ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いい。

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なため、修繕まで至らし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 4.2.4.3 は、「中古戸建て住宅に係る建物評価の改善に向けた指針(国土交通省)」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。

部位	仕上材等	各種機関のデータ		
		資料①	資料②	資料③
屋根材	A、B仕様(粘土瓦葺き)	約30年	—	60年
	B仕様(化粧スレート葺き)	約30年	—	30年
	B、C仕様(鋼板葺き)	約30年	—	30年(注2)
外壁材	A仕様(タイル張り)	約30年(増貼り等)	—	40年(注3)
	B仕様(サイディング張り)	—	—	40年
	B、C仕様(モルタル塗り)	—	—	30年(注4)
外部建具	A～C仕様(玄関ドア、サッシ等)	約30年	—	40年(注5)
内装仕上げ	フローリング	約30年	25(美装)～50年	20年
	カーペット	—	—	30年(注6)
	畳	約30年	約20年	30年
	クッションフロア	約30年	約30年	—
内部建具	クロス(壁、天井)	約30年	—	30年
	木製ドア等	約30年	—	30年
設備	台所	15～20年(注1)	約30年	30年
	浴室	15～20年(注1)	約30年	30年
	トイレ	15～20年(注1)	—	40年
	洗面化粧台	約10年	約30年	30年
	給排水管	約30年	—	—
	給湯器	約10年	約15年	—
	照明器具	—	—	—

資料①:「住まいと設備のメンテナンススケジュールガイド」(住宅産業協議会)(注1)ビルトイン式電気食器洗器等の長期使用製品安全点検制度による特定保守製品は10年での交換を推奨
資料②:「よくわかる長持ちする住宅の設計手法マニュアル」(公益財団法人 日本住宅・木材技術センター)に記載されたメンテナンススケジュール
資料③:建築研究資料「建築のライフサイクルエネルギー 算出プログラムマニュアル(1997年11月)」(独立行政法人建築研究所)に記載されている諸元の数値。(注2)はツッ素樹脂鋼板、(注3)は磁器タイル(圧着工法)、(注4)はエボキシ吹付けタイル(モルタル下地)、(注5)はアルミサッシ引違い窓、(注6)はタイルカーペット(厚7mm)に対応する値

図 4.2.4.3 メンテナンススケジュールの例

参考文献:国土交通省土地・建設産業局不動産業課／住宅局住宅政策課中古戸建て住宅に係る建物評価の改善に向けた指針(案)の

ポイント

【文章の参考文献】

〔参考文献〕4.2.4 図・表・写真・文

- ・福島県「福島県大規模木造建築の手引き」
- ・一般社団法人 木を活かす建築推進協議会「木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」
- ・公益財団法人 日本住宅・木材技術センター「木材利用入門 異種材料との相性、住宅と木材」
- ・日本合板工業組合連合会、公益財団法人「日本合板検査会合板のはなし」

4-2-5 温熱環境

(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)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 4.2.5.1、図 4.2.5.2 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なった。

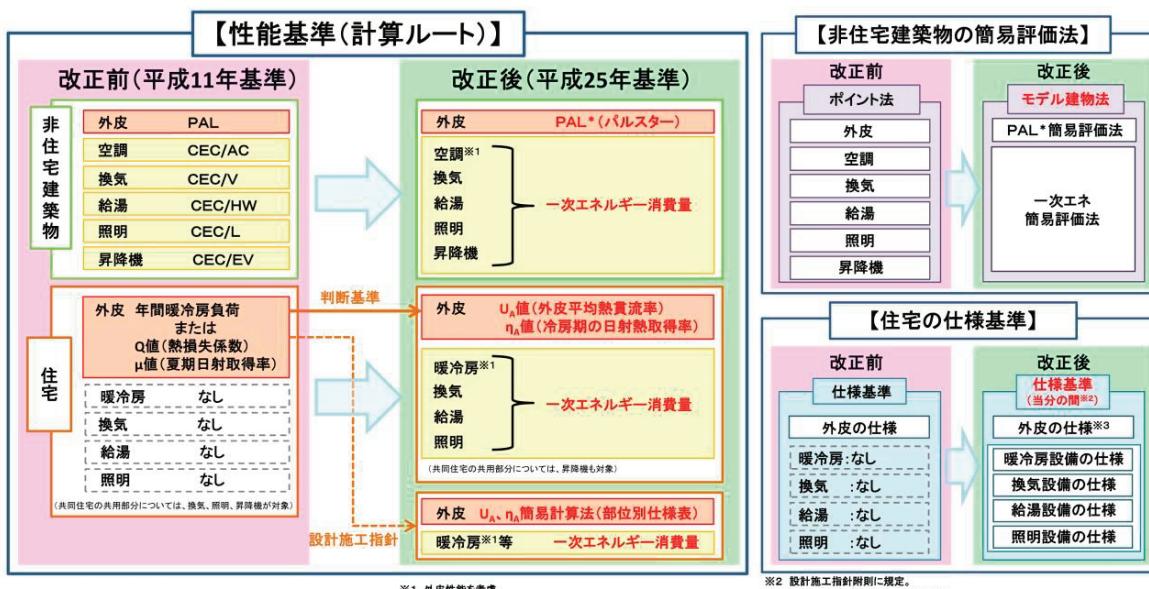


図 4.2.5.1 平成 25 年省エネ基準の変化点

国土交通省「改正省エネルギー法関連情報(住宅・建築物関係)」

		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 【通常の計算法／主要室入力法】 ^{注2}
5,000m ² 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 2,000m²以下に限る

図 4.2.5.2 平成 25 年省エネ基準(非住宅)

国土交通省「改正省エネルギー法関連情報(住宅・建築物関係)」

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。

1) 非住宅建築物の簡易評価法

① 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、入力の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*の基準値と同じ値とする。

- ・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)

②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。

(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。

1)結露対策

①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。

②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。

③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。

- ・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。
- ・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。
- ・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。

(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。

1)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づ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。

2)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。

天窓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。

3)昼光利用

事務所建築、教育施設における消費エネルギーのうち照明エネルギーの占める割合は高く、昼光利用は省エネの観点から重要である。

木材は可視光反射率が低いものが多いため、執務室など高い均斎度が要求される空間の内装仕上げに使用する際、光量及び均斎度の低下が起こらぬよう注意する必要がある。反射率の低い木材を選択する場合は、天井・壁・床全面への使用は避け、天井等に反射率の高い仕上げを採用するなど、内装の平均反射率を高める必要がある。

昼光利用には開口部が不可欠であるが、開口部から直射日光が入射するとグレアの原因となり、明視環境の悪化が懸念されるため、ルーバーや庇等で遮ることが望ましい。これらの対策は室内に生じる均斎度の低下を緩和する効果もある。同様の観点で開口部の配置は、多面採光が望ましいが、平面計画上困難な場合は、天窓、頂側窓などを併用する、またはライトシェルフなどによる室奥への導光手法を検討すべきある。

4)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℃の下限値を下回ることはほぼ無かった」ということが示されている。

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、教室内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。

[参考文献]4.2.5 文

- ・福島県「福島県大規模木造建築の手引き」
- ・一般社団法人 木を活かす建築推進協議会「木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」

4-2-6 音環境

(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。外部騒音の浸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効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、騒音発生の少ない建築物（居室）等を配置する。

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り、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)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 4.2.6.1 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。

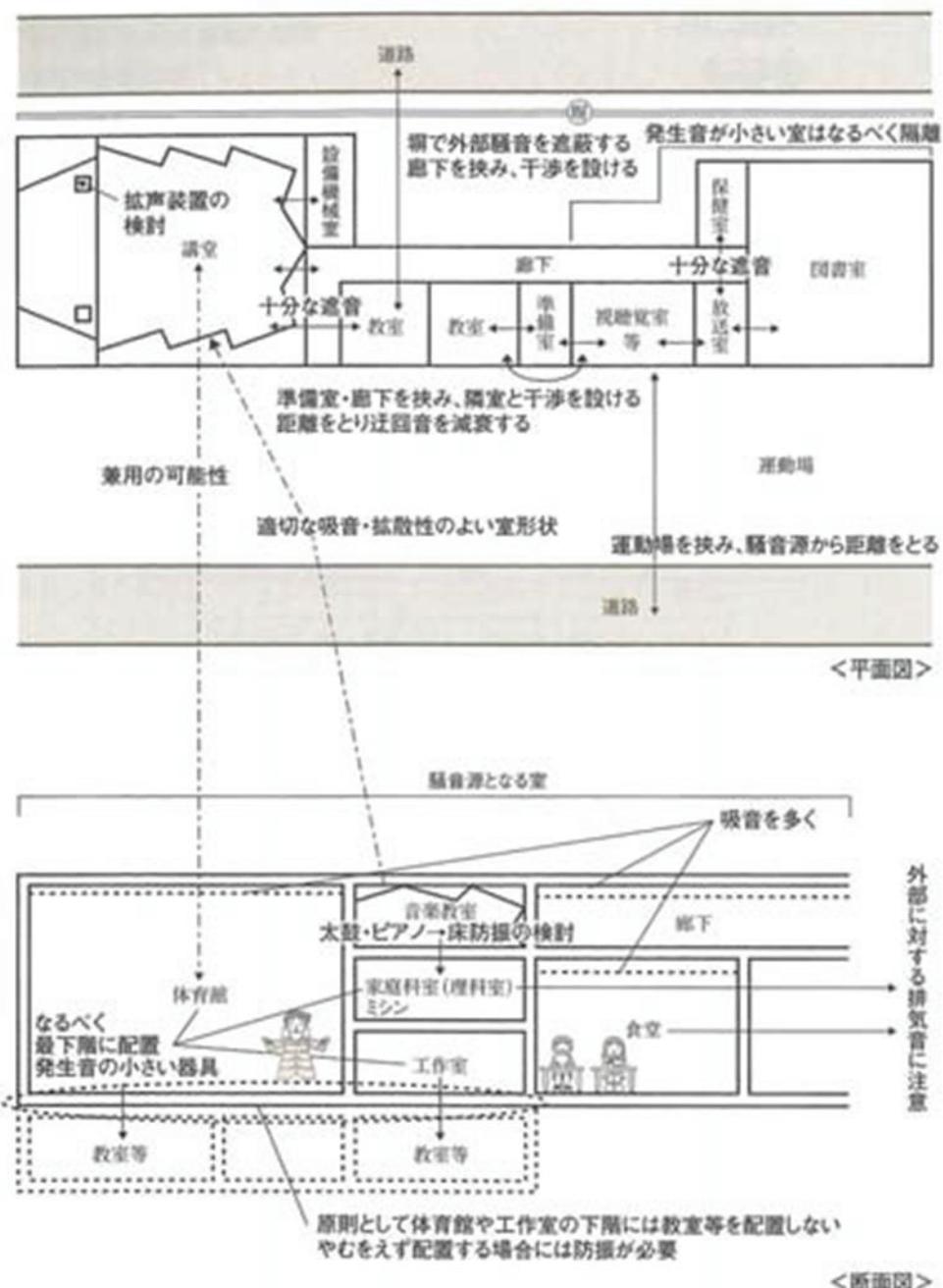


図 4.2.6.1 学校を例とした内部空間と音環境

社団法人日本建築学会「学校施設の音環境保全規準・設計指針」

1)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・防音サッシ等で対応することが必要である。

2)壁

透過音への対策が必要となる。

間仕切りが天井まで、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 4.2.6.2)。

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 4.2.6.3)。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、床下ダクトに纖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。

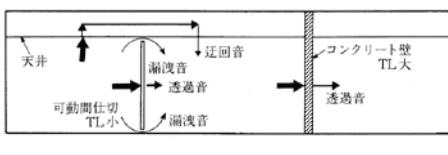


図 4.2.6.2 空間の音の伝わり方

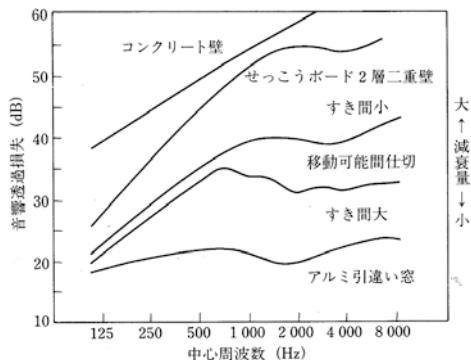


図 4.2.6.3 間仕切の遮音減衰量

(参考文献) 図 4.2.6.2, 4.2.6.3 社団法人日本建築学会「建築物の遮音性能基準と設計指針（第二版）」

3)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 4.2.6.1)。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 4.2.6.1 床の遮音性能の評価・測定項目

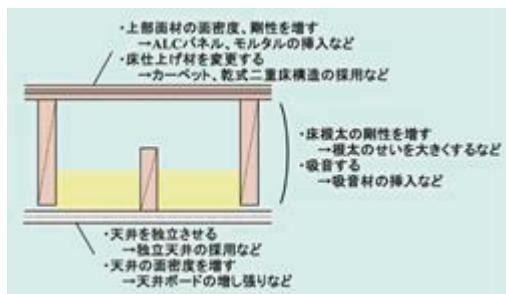
評価・測定項目	音の性能の概要	生活音での例
重量床衝撃音	重くて柔らかい物の落下により生じる音	子供の跳びはね・飛び降り、素足歩行時のドンドン音
軽量床衝撃音	軽くて硬い物の落下により生じる音	スプーンの落下音、スリッパ歩行時のパタパタ音、机、椅子の移動音

①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 4.2.6.4 に床衝撃音対策の概要を、図 4.2.6.5 と図 4.2.6.6 に床衝撃音対策の仕様の詳細事例を示す。図 4.2.6.5 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。

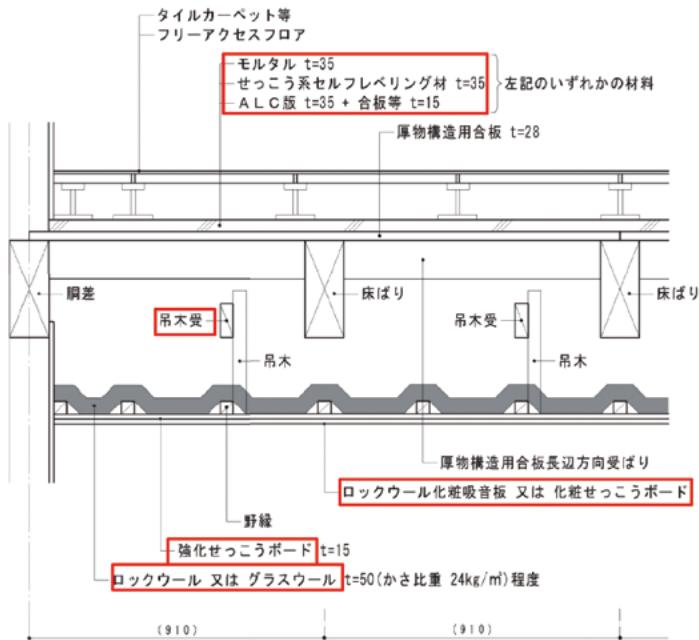


床仕上げ材のかーペットの使用は、軽量床衝撃音対策のみ有効。

図 4.2.6.4 床衝撃音対策の概要

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。



・梁の上に ALC 版 35t 等を挿入することにより剛な床とする。

図 4.2.6.5-1 軸組構法: 厚物構造用合板の仕様例 *2

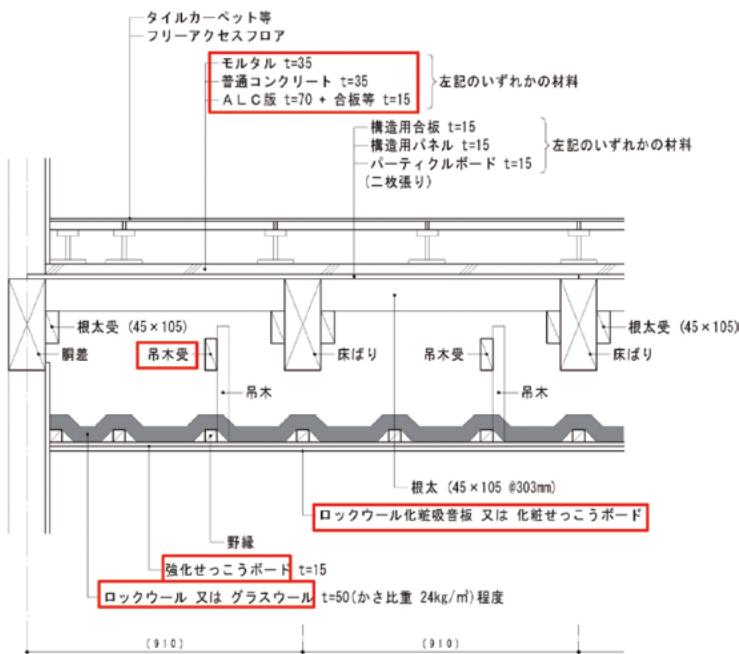


図 4.2.6.5-2 軸組構法: 構造用合板の仕様例 *2

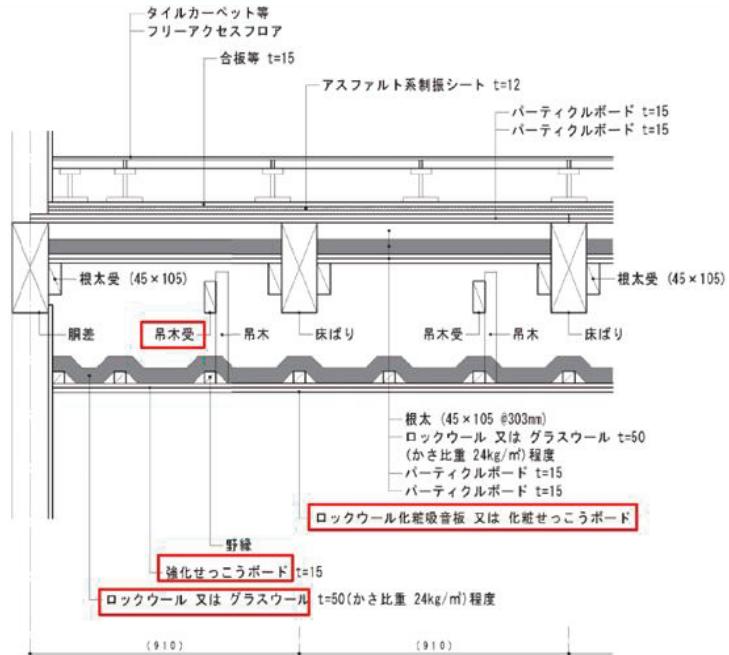


図 4.2.6.5-3 軸組構法:ダブルスキンパネルの仕様例 *2

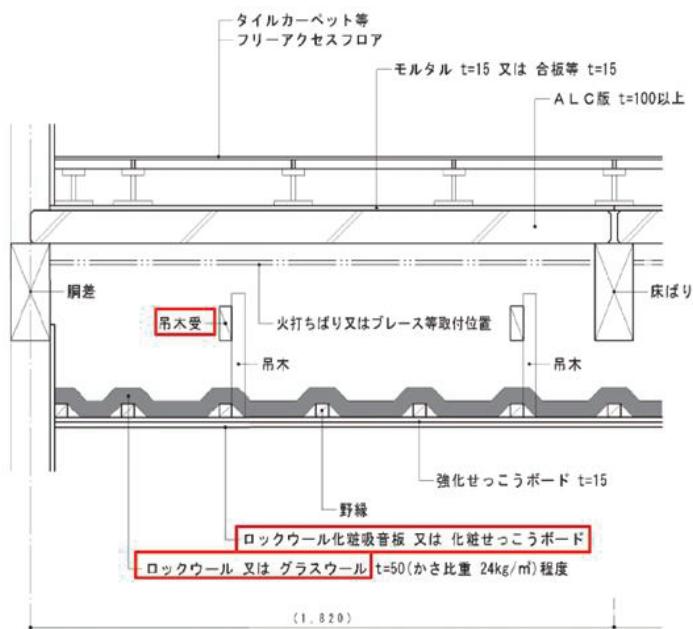


図 4.2.6.5-4 軸組構法:ALC 板の仕様例 *2

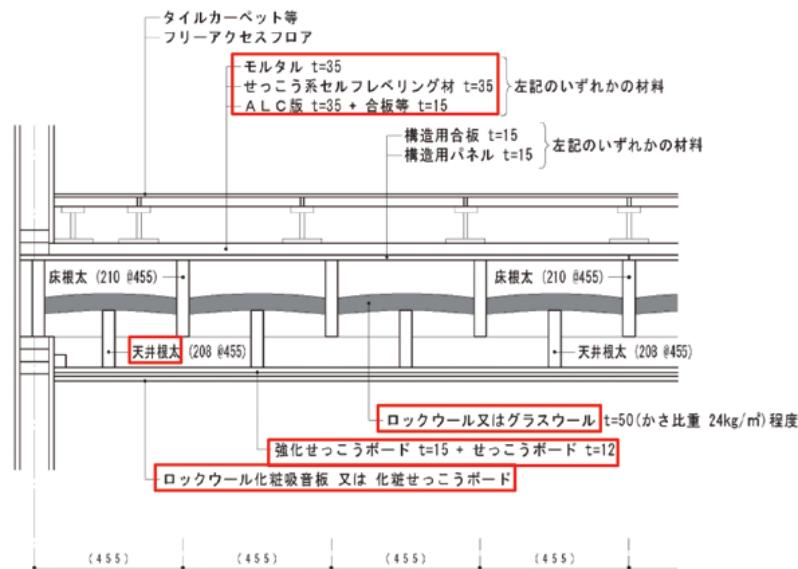


図 4.2.6.5-5 枠組壁工法の仕様例＊2

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。

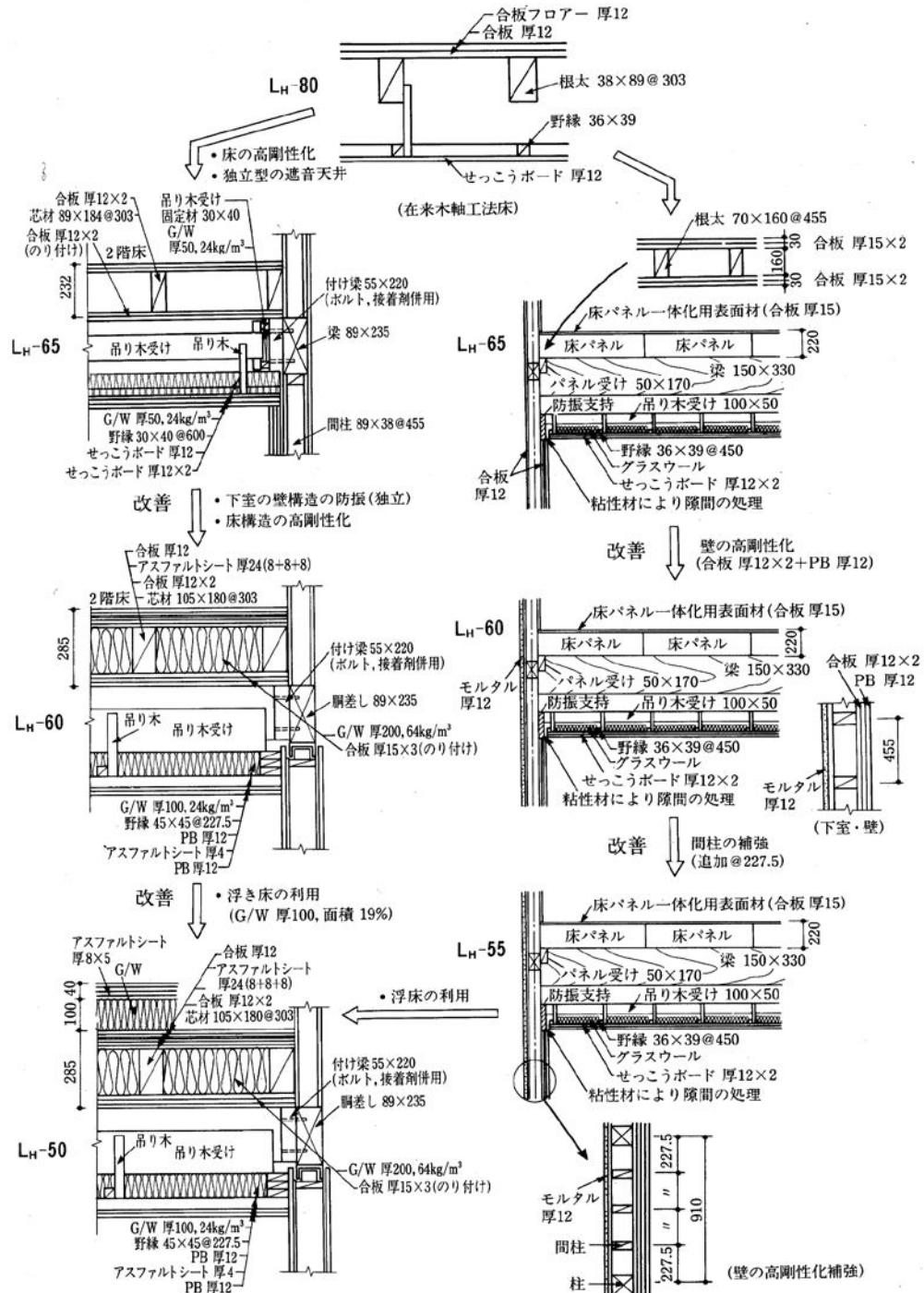


図 4.2.6.6 木造軸組工法床の重量床衝撃音遮断性能の改善例(日大理工)

図 4.2.6.6 社団法人日本建築学会「建築物の遮音性能基準と設計指針(第二版)」

②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つ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。

4)吸音処理

反射音や透過音、回折音は隣の空間に届く。特に、天井で反射した音は伝わりやすいが、それらへの対応としては天井面で吸音することが有効である。天井の吸音材の設置は、音源等が特定されている場合、局部的でも効果がある。

5)吸音材料

吸音するためには、多孔質材料を使用することが重要である。加えて背後に空気層を取ると低音から高音までしっかり吸音することが可能である。吸音は、纖維状のものなど通気抵抗のあるところを音が通ると摩擦エネルギーとして音のエネルギーが損失するメカニズムで生じる。そのため吸音材料となるものとならない材料がある。特に誤解されやすいものにスタイルフォームやウレタンフォームなど独立気泡の断熱材があるが、これらは上のメカニズムから考えてもほとんど吸音することができない。独立気泡の断熱材かどうかは息を吹きかけてみれば確認できる。空気が通れば連続気泡、通らなければ独立気泡である。

代表的な吸音材の吸音率について、図 4.2.6.7 に示す。

背面空気層 50mm を有するグラスウール 50mm は吸音率が 0.8 程度と性能が高いことが分かる。ロックウール天井板やロックウールシステム天井は低音に対する吸音性能が低い。また、トラバーチン模様の石こうボードは「吸音天井」として名が通っているが、ほとんど吸音せず音を反射してしまう。

他にも、袋に梱包されたおがくずによる断熱材なども吸音性能がある。ただし、梱包材の膜が厚いと膜が音を反射させるため、なるべく薄い(0.02mm 程度)ポリエチレンに入れるとよい。

吸音率が 0.7 の場合、直接音が 2 回反射すると $1/10 (0.3 \times 0.3 = 1/10 = -10\text{dB})$ 、3 回反射すると $1/27 (0.3 \times 0.3 \times 0.3 = 1/27 = -15\text{dB})$ に低減する。音の反射を防ぐには、吸音率 0.7 以上が望ましい。しかし、吸音率が 0.3 であっても、少なくとも喧噪感を抑えることが可能である。

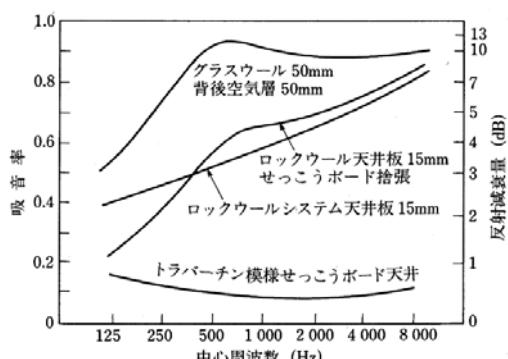


図 4.2.6.7 反射面の吸音率

(3)仕上げ材に木材を使用する場合の注意点

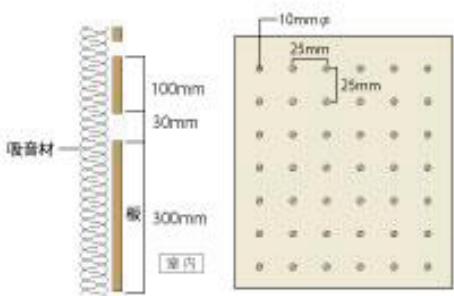
吸音材には意匠性を兼ねているものが少なく、仕上げ材が必要である。その際、仕上げ材の裏側に吸音材を施工することになるが、穴やスリットで、背後に音を誘導する必要がある。しっかり吸音するにはスリットや穴の割合を多くする必要があると考えられるが、実際は、30%の穴あき板を仕上げ材とすると、ほとんどの音が反射されず穴に回り込むため、ほぼ仕上げ材の裏に設置した吸音材の吸音率の性能が活かされる。具体的な仕様として、仮にスギ板を仕上げとするならば、板にスリットを配することが考えられる（図4.2.6.8）。開口率は、30%以上が理想的であるが、20%でもほとんどの音が内側に回り込む。

スリットの場合、仕上げ材の板幅と配置に注意する必要がある。音は1000Hzで波長が340m、2000Hzで170mmである。波長よりも狭い板幅とすると、音が裏面に回り込みやすく、波長よりも広い板幅とすると、音が反射しやすい。（図4.2.6.9）板幅が100mm巾の場合、4000Hz程度の高音のみ、真正面からの音は回り込まず反射する。斜めから入ってくる音もあるため、音が返ってくるのは正反射の音のみである。このことから、効果的に吸音を行うには、板幅を100mm程度以下とし、スリットを30mm以上とするのが妥当である。板の表面はリブ等の凹凸があつても問題がない。

デザイン上、幅広の板張が望まれることが多いが、この場合高い音が反射されてしまうので、300mm程度が限度と考える。この幅になると、向かいの壁の板とスリット位置が一致する場合、反射音が適切に吸収されなくなるため、スリットの位置をずらす必要がある。（図4.2.6.10）このような配慮は板幅100mm程度では必要無い。

スリットから見える吸音材は、子供たちがほじくり出したりするいたずらを受ける恐れがある。そのため、指が直接吸音材に届かないような工夫をする必要がある（図4.2.6.11）。このような仕様にしても、吸音性能に変化はない。天井など、直接触らない部分であれば、吸音材をクロスで仕上げれば見た目も美しく納めることができる（図4.2.6.12）。手に触れる壁には開孔率30%程度以上のパンチングメタルやステンレスメッシュを用いる場合もある。

木質の仕上げ材が薄いボード状の場合、ボード自体が振動して音を再放射するため、石こうボード等の裏打ちにより制振しなければならない。特に音楽室では、再放射が生じると、音質が低下するため、注意が必要である。



30%開口率にスリット 20%開口率の有孔ボード

図4.2.6.8 開口率の例

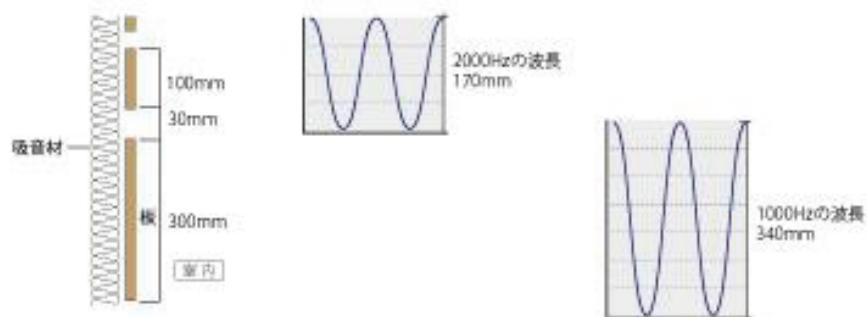


図 4.2.6.9 板幅 < 吸音したい波形が理想

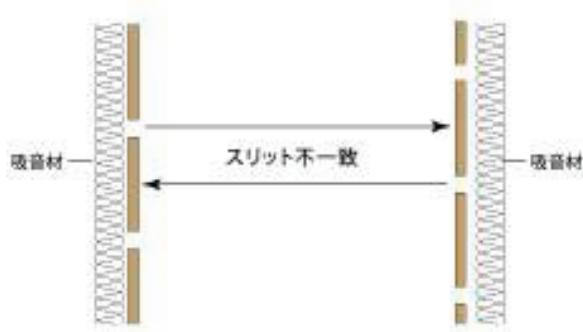


図 4.2.6.10 板厚300mmの場合、スリット位置をずらして配置する



図 4.2.6.11 いたずら防止の為の板の配置

図 4.2.6.12 吸音材をクロス仕上げで保護する。

〔参考文献〕4.2.6 図・表・文

- ・福島県「福島県大規模木造建築の手引き」
- ・一般社団法人 木を活かす建築推進協議会
「木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」