

## 3章 木造建築物の一般的特性

旧来から最近に至る木造建築物における様々な技術は、地震時・火災時における安全性や長期の耐久性の実現に寄与するものです。

本章では、他の構造と同等の性能を確保しうる木造建築物の特性を紹介します。

# Q

## 木材の利用、木造建築は

### 15 地球環境にやさしいって本当ですか？

# A

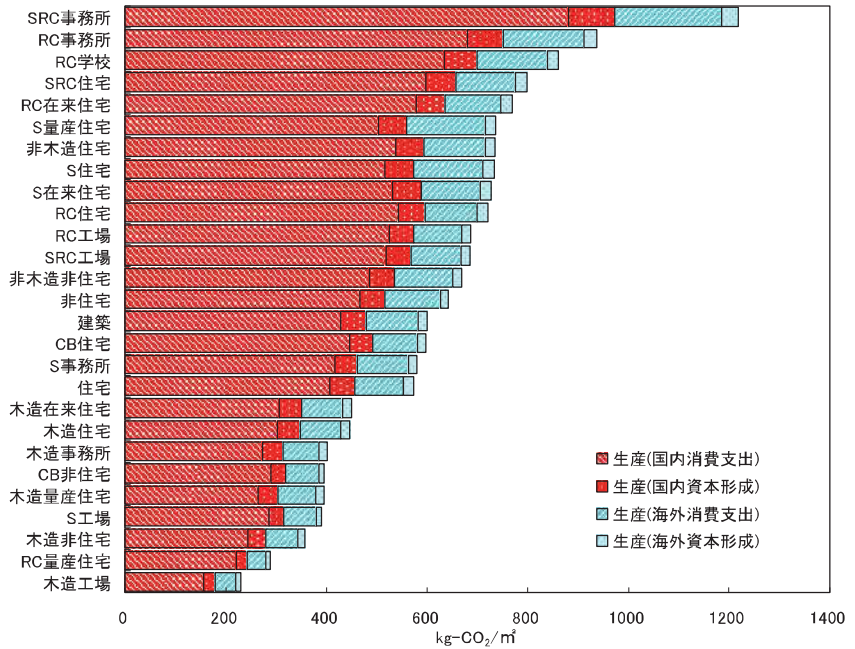
森林資源の豊かなわが国においては、木材の利用や木造建築物の建設を一層推進することにより、二酸化炭素排出量の削減など、地球環境にやさしい社会の形成に貢献できると考えられます。

#### より詳細を…

#### ●木造建築は他の構造より、建設・製造時のCO<sub>2</sub>排出量が少なく済みます。

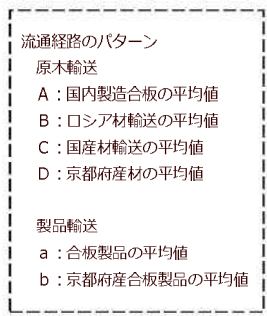
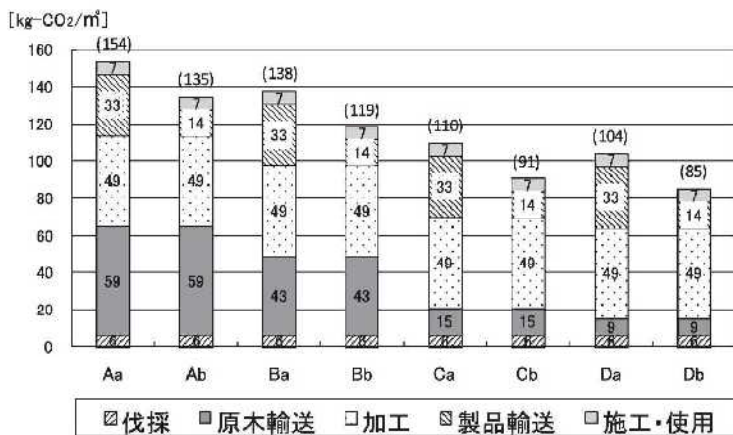
建築工事に係るCO<sub>2</sub>排出量については、住宅を例にみると、木造が鉄骨造（S造）や鉄筋コンクリート造（RC造）の6割程度となっています（右図）。

また、建設・製造時のCO<sub>2</sub>排出量においては、建築資材の輸送距離も重要です。たとえば、国産の原木を使用すると、海外輸入（ロシア）の原木を使用した場合の35%程度に抑えられることが分かります（下図）。



建築工事に係る床面積当たりのCO<sub>2</sub>排出量推計値の構造別比較

建築工事の投入金額（生産者価格表）に、516部門別の環境負荷原単位（1995年値）を乗じて求めた、建築物の床面積あたりのCO<sub>2</sub>排出量  
出典／「建物のLCA指針」, 日本建築学会, p.158 (2006)

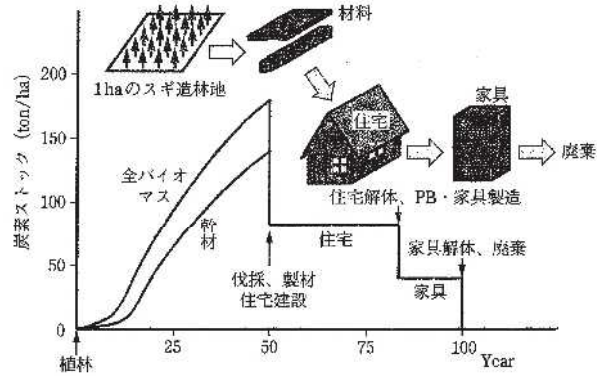


合板製造における輸送プロセスごとのCO<sub>2</sub>排出量の比較  
出典／淵上佑樹ほか: 日本建築学会環境系論文集, 75(655), 861-867 (2010)

## ●木材の利用により、炭素を固定することができます。

伐採した木を木材として利用すれば、炭素を固定しておくことができます（右図）。

図は、植林して50年後の1haのスギ造林地の幹材に固定されている炭素量が約140tであり、それを伐採、製材して住宅などの部材として使用したとしても、その57%程度の約80tは固定されたままで排出されないことを示しています。

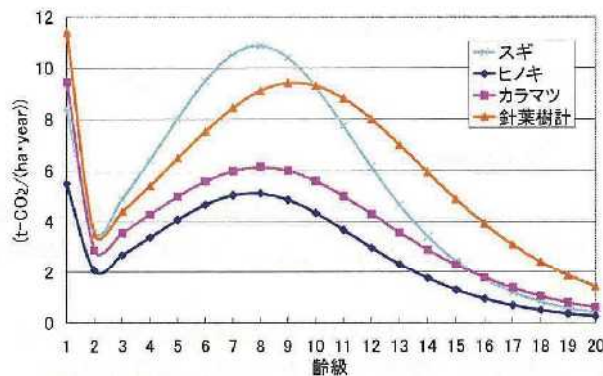


炭素ストックの状態と変化  
出典/大熊幹章：森林科学，33，63-66（2001）

## ●木材利用と樹木の計画的伐採が、森林管理とCO<sub>2</sub>削減の面から必要です。

樹木が吸収するCO<sub>2</sub>は、樹齢とともに増加するものの、ある樹齢で最大値をとり、その後は減少していきます（右図）。

図では、樹木が吸収できるCO<sub>2</sub>は、7～9 齢級で最大値をとり、その後は減少していくことがわかります。こうしたことから、樹木は計画的に伐採して、木材として利用していくことが、森林管理に加えてCO<sub>2</sub>削減の効果の面からも必要となります。



齢級別単位面積あたりの年間CO<sub>2</sub>吸収量  
出典/藍原由紀子ほか：日本建築学会学術講演梗概集（D-1 環境工学I），2006，943-944（2006）

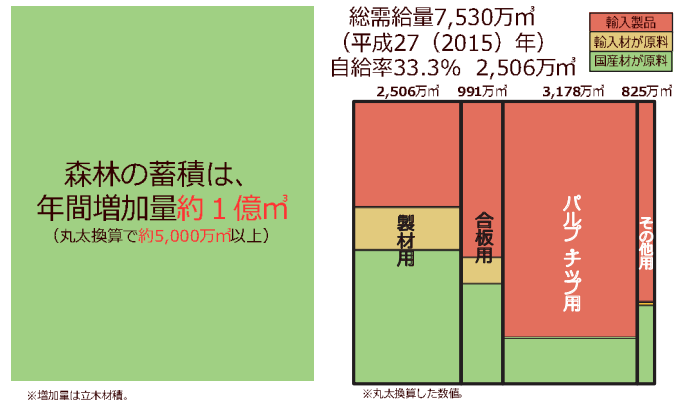
## ●木材は持続可能な資源であるといえます。

鉄や石油などの埋蔵資源が掘り出して使用してしまえばなくなってしまう有限なものであるのに対し、木質資源（木材、材木）は伐採して使用しても、その後に新しい苗木を植えておけば、30～50年で再び材料やエネルギー源などの資源として使えるように成長してくれます。

林野庁の資料によれば、平成19年～25年にかけて樹木の蓄積に関する増加量の平均値は、国内で年間5,000万m<sup>3</sup>（丸太換算）以上であり、国内での国産

材受給量2,500万m<sup>3</sup>を上回っています。

国産材は毎年の成長量の半分以下しか使われていない



国内における木材蓄積の増加量と木材の需用量  
出典/“平成27年木材需給表”，林野庁編「森林・林業統計要覧2015」，(一社)日本林業協会（2015）

# Q 16 木造建築には、他の構造と同じような火災安全性がありますか？

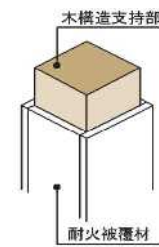
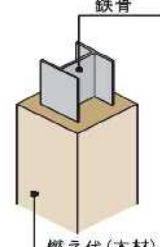
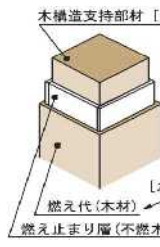
**A** 木造で耐火構造とする部材が開発・実用化され、鉄骨造や鉄筋コンクリート造と同等の火災安全性が確保できるようになっています。また、ゆっくり燃える木の特性を生かした木造の準耐火構造技術の開発・普及が、木造建築の実現拡大に寄与しています。

## より詳細を…

### ● 4階建以上を可能にする木造耐火構造の技術が開発・実用化されています。



木造の耐火構造は、被覆型、鉄骨内蔵型、燃え止まり型の3手法が実用化されています(表)。現在、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ますので、最上階から数えて4層までを木造でつくることができます(注)。さらに、最近では被覆型による2時間耐

手法	被覆型 (メンブレン型)	鉄骨内蔵型 (木質ハイブリッド型)	燃え止まり型
概要			
特徴	荷重支持部を木材とし、その周りを石膏ボード等の不燃材料で被覆して木材が燃焼しないようにする	荷重支持部は鉄骨等とし、その外周を木材で覆うことで木材を燃えしろとして燃焼させ、鉄骨の熱容量の影響によって燃焼を停止させる	荷重支持部を木材として、その周囲をモルタル等の燃え止まり層で覆い、さらにその外周を木材で覆う。加熱時は木材を燃えしろとして燃焼させ、加熱終了後燃え止まり層で燃焼を停止させる
適用部位	外壁、間仕切壁、柱、床、梁、階段、屋根	柱、梁	柱、梁

木造の耐火構造部材の例

火構造部材が開発され、大臣認定取得されています。これを使えば、耐火性能上は14階建ての木造建築物が実現できます。

注/1時間耐火構造の木造部材を用い、下層階を2時間耐火構造の鉄筋コンクリート造などでつくれば、4階建て超の建物も可能になります。  
写真:木造/CLT壁と軸組+RC造の5階建て福祉施設  
出典/安井昇:“木の燃焼と防耐火”, 建築士 2017年2月号, (公社)日本建築士会連合会, p.38 (2017)

### ● 3階建以下に適用できる木造準耐火構造の技術開発・普及が進んでいます。

木造は熱伝導率が低く、燃えると表面に空洞を持った炭化層を形成します。炭化層は断熱性が高く、熱の侵入を抑制します。

この性質を生かし、木材の表面から一定深さの燃えしろを設けて残りの断面積で構造計算を行い、火災継続中にその構造が倒壊しないようにするのが「燃えしろ設計」です。それにより

評価された木造の準耐火構造などが告示に示されています。

木造には、要求される防耐火

性能に効率よく対応できる設計法が用意されているといえます。

構造種別	集成材、LVL	製材
大規模木造建築物	25mm	30mm
45分準耐火構造	35mm	45mm
1時間準耐火構造	45mm	60mm

柱・梁の燃えしろ寸法

## 参考

### ● 建築火災の過程と対応方法の考え方

建築火災では、出火源→収納可燃物→内装→構造躯体の順に燃えて、火災初期→火災成長期→火災最盛期という3つの過程を経ます。各過程における対策・対応は表のようになります。

このうち火災最盛期では、部屋全体が800℃を超える激しい燃焼となり、構造躯体が燃えれば壁や床の燃え抜けや柱や梁の

崩壊につながります。木造でも構造方法を工夫して鉄筋コンクリート造などに近い

火災性状とすれば、防耐火性能を高めることが可能となります。

火災の各過程における対策・対応

火災過程		火災初期	火災成長期	火災最盛期
対策すべき項目		出火防止	内装の燃え拡がり	隣室への延焼
		早期発見	収納可燃物の燃え拡がり	隣棟への燃焼
		初期消火		躯体の燃焼
対応方法	避難（使用者）	○	○	○
	消火・通報（管理者）	○	—	—
	消火（消防隊）	—	○	○
木造とRC造での耐火性能の差		差はあまりない	差はあまりない	差が出やすい

## 関連法規・基準等

### ● 建築基準法の防火規制（内装制限と構造制限）

**内装制限：**内装仕上げ材の不燃性能を制限しています。火災の燃焼拡大を抑制するためには、燃焼経路となりやすい壁・天井の不燃化が必要です。建物の用途・室や防耐火構造・規模に応じて、制限の箇所と仕上げ材の種類（難燃材料、準不燃材料、不

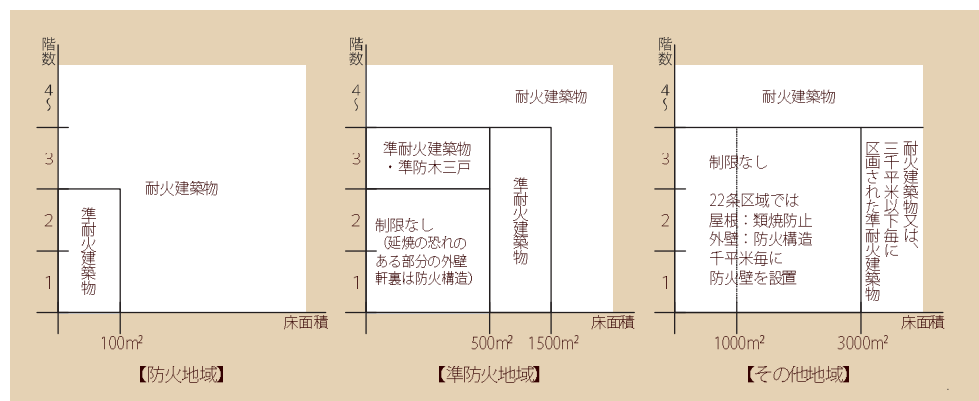
燃材料）が定められています。

**構造制限：**構造躯体の延焼防止性能とそれによる構造性能の低下を制限しています。準耐火建築物・耐火建築物は、一定時間火災にさらされてもその時間内に建物が崩壊せずに立ち続けられる構造です。ただし準耐火建

築物では、所定時間以後の防耐火性能を求められていませんが、耐火建築物では原則として構造躯体は燃えないこととされており、地震火災等で消防活動が期待できない場合でも、それ以後崩壊に至らず建ち続けることが求められています。

### ● 建築基準法の防火規制（内装制限と構造制限）

建築基準法では、建築地の防火地域規制により、建築物の主要構造部の防耐火性能を規定しています（図）。



防火地域制限と規模による構造制限

出典/山田誠：木材保存，29，189-196（2003）[一部情報を付加]



# Q 木造建築には、他の構造と同じような耐震性能がありますか？

**A** 法的に定められている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同じであり、基準にしたがって建てられた建築物は、木造でも鉄筋コンクリート造や鉄骨造と同等の耐震性能を有しています。

## より詳細を…

### ●建築基準法で定めている耐震性能レベルは、構造種別に関わらず同じです。

法的にみると、建築基準法で定めている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同じです。木造だからといって、基準法で要求している耐震性能レベルを満たしていないなどということはありません。

建て主や設計者が設定する目標性能が同じであれば、地震の耐え方に違いがあるものの、構造種別の違いによる耐震性能レベルの違いはありません。

建物に作用する地震力は建物

の重量に比例します。建物重量は用途や規模によって変わりますが、木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の床単位面積当たりの重量比は概ね、木造：鉄骨造：鉄筋コンクリート造 = 1：2：4 になります。

したがって、木造は鉄筋コンクリート造の1/4程度に見合う重量を支えればよく、より耐力の低い木造の構造壁であっても、適量で耐震性とプランニングを両立させることが可能であると

いえます。

たとえば、壁厚 15 cm の鉄筋コンクリート造の構造壁と構造用合板を両面張りした木造の構造壁の地震に耐える力を単純に比べれば、鉄筋コンクリート造の構造壁の方が数倍も耐える力は高くなります。

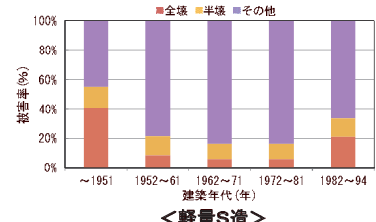
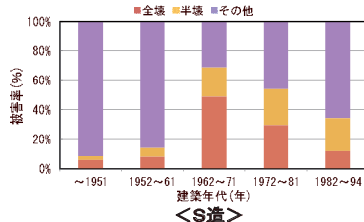
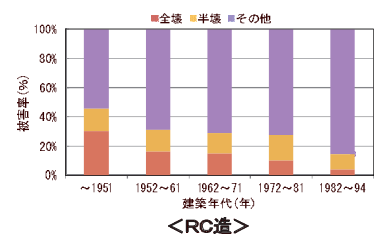
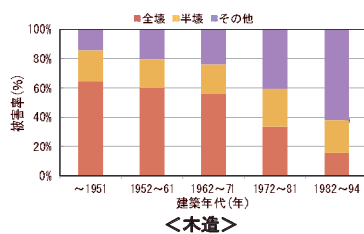
しかし大切なのは、木造でも鉄筋コンクリート造でも、建物に作用する地震力に対し必要な構造壁を設計することです。

### ●新耐震以降、大震災時の木造建築の全壊率は他構造と比べて大きくありません。

阪神大震災（兵庫県南部地震）における建築年代の区分ごとの木造、鉄筋コンクリート（RC）造、鉄骨（S）造、軽量鉄骨（S）造の被害率を右図に示します。

この図から、大震災発生時における最新の耐震基準（1981年新耐震基準）を満たした木造建築の全壊率は、他構造のそれと比べて顕著に劣っていないといえます。

2016年（平成28年）に発生した熊本地震でも同様の傾向があることが分かっています。



兵庫県南部地震における主な建築基準法改正年と構造別被害率（神戸市灘区）  
出典／村尾修（ほか）：日本建築学会構造系論文集，65(527)，189-196（2000）

## ●木造は他の構造に比べて耐震性能を効率よく上げることができます。

建築基準法の要求レベルを超えた性能、例えば、官庁施設の総合耐震計画基準におけるⅠ・Ⅱ類、住宅品確法における耐震等級2・3を目標性能とした設計を行う場合、構造種別によって性能を上げるための方法やコストには、以下のような違いがあります。

鉄筋コンクリート造では、柱梁の断面や鉄筋、構造壁の壁厚や壁量等、構造体量の直接的な増大が必要になり、コストアップにつながりやすい傾向があります。特に、鉄筋コンクリート

造は建物重量に占める構造体の割合が大きいため、部材が大きくなると支えるべき建物重量も増えてしまう傾向にあり、耐震性能を上げにくくなる場合があります。

鉄骨造は、ラーメン構造でもブレース構造でも部材断面を大きくすることで耐震性能を向上できますが、鋼材量の増大がそのまま躯体コストのアップにつながりやすい傾向があります。

木造は、一般的には構造壁と屋根・床構面の耐力強化と壁長の増大で対応しますが、建物重

量に占める構造体の割合が小さいため、効率よく耐震性能を上げやすいことに加え、耐震性能向上のための様々な手法があります。たとえば、面材に厚物構造用合板を使い釘の径と本数を増やして耐力壁と水平構面の性能を高めることで、壁長を増やさずに耐震性能向上を実現することができます。

このように多様な対処法を選択できる木造は、他の構造に比べて、耐震性能向上に係るコスト優位性の高い構造であるといえます。

## ●木造は既存建物の耐震性能を高めるための工事を比較的楽に行えます。

木造における耐震性能の高めやすさは、既存建物の改修や増築における木造の有効性につながります。木造では既存建物の劣化部分の補修や交換が比較的容易であり、多様な方法により地震に耐える力を高くすること

ができ、例えば耐力壁の仕様変更程度でも効果があります。

ただし、木造でも基礎だけは鉄筋コンクリート造でつくられていますので、基礎の劣化や耐力不足が著しい場合は補強工事が大掛かりになります。

一方、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の既存建物の改修では大掛かりな補強設計や工事が必要になる場合が多くあり、コンクリートや鋼材等の構造材自体の劣化が著しい場合は、改修自体が困難な場合もあります。

### 関連法規・基準等

#### ●住宅品確法が示している耐震性能レベル

建築基準法よりも高い耐震性能の指標となる基準に住宅品確法の「住宅性能表示」における基準があります。

住宅性能表示における耐震性能レベルについては、下表のよ

うに木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造などの構造種別に関係なく、3段階の耐震等級が定められています。

木造でも耐震等級3を確保すれば、災害発生時に避難所とな

る、学校や消防署といった重要施設に要求される耐震性能と同等の性能を持たせることができます。

	耐震等級（構造躯体の倒壊防止）	耐震等級（構造躯体の損傷防止）
等級1	建築基準法レベル： 極めて稀に（数百年に一度程度）発生する地震 <sup>1</sup> による力に対して、倒壊、崩壊等しない程度 ※1：震度6強～7に相当	建築基準法レベル： 稀に（数十年に一度）発生する地震 <sup>2</sup> による力に対して損傷を生じない程度 ※2：震度5強に相当
等級2	等級1の1.25倍の力に対して、倒壊、崩壊等しない	等級1の1.25倍の力に対して、損傷を生じない
等級3	等級1の1.5倍の力に対して、倒壊、崩壊等しない	等級1の1.5倍の力に対して、損傷を生じない

住宅性能表示における耐震等級の概要

出典／「木造住宅のための住宅性能表示」, (公財) 日本住宅・木材技術センター, 構造編 p.6 (2015) [一部改変]

# Q

## 木造建築は

### 18 長持ちするって本当ですか？

# A

木造建築物の躯体を構成する木材は、腐朽、シロアリなどの生物劣化や、雨水や太陽光等による気象劣化から木材を守ることができれば、木造建築物が長持ちすることは、法隆寺などの歴史的建造物が証明しています。また現代の木造住宅においては、住環境を担保しつつも 100 年以上の耐久性を持たせる技術が確立されています。

### より詳細を…

#### ●木材の腐朽対策には、栄養分と水分を制御することが有効です。

##### 栄養分を制御する

木材が腐朽菌の栄養分とならないように、木材を防腐薬剤で処理することが効果的です。

木材の含水率が高くなりやすい土台などの地際付近、風呂場

や台所の水回り、窓やドアの開閉口周辺に用いられる木製部材は、防腐薬剤の注入処理や表面処理が必要です（右写真）。



1 階部の木製部材全てに防腐剤注入を使用した住宅の例

##### 水分を制御する

腐朽対策として水分を制御するために、木材を常に乾燥状態に保つために建築物中に水が浸入しないようにすること、浸入した場合は建築物内で滞留しないように排出することが重要で

す。そのためには以下のような対策が挙げられます。

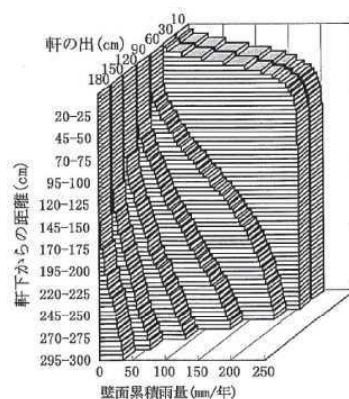
- ①建築物に雨がつかからないように十分な長さの軒やげらば、庇などを確保する（写真、左図）。
- ②地面からの水分を防ぐために

基礎を高くしたりベタ基礎の構造にする（写真）。

- ③壁体内に浸入した水分を排出するように通気工法の壁体にする（右図）。

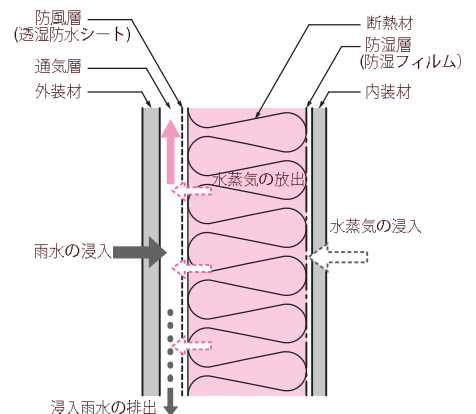


基礎が高く軒の出が大きい建築物



風速・軒の出を考慮した壁面における高さ別雨量

出典/中島正夫：NPO 木の建築，3，40-43（2002）



通気層のある壁体の構成

出典/国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」，（一財）建築環境・省エネルギー機構，p.104（2012）



## ●シロアリ対策では、ベタ基礎や防蟻薬剤を塗布することが有効です。

一般的なイエシロアリやヤマトシロアリは地下から侵入してくるので、防蟻のためには、ベタ基礎にすること、床下土壌と地表面近くの木製部材に防蟻薬

剤を塗布しておくことが効果的です。また、基礎周囲に犬走りを設けたり（右写真）、シロアリが好む断熱材を防蟻仕様のものを採用することも有効です。



基礎周囲の犬走り

## 参考

### ●腐朽の4条件とは？

腐朽は、大気中に漂う腐朽菌が木材に付着し、腐朽菌が生育可能な状態になると生じます。

木材が腐朽する環境とは、水分、温度、酸素、栄養分の4条件が揃った場合であり、逆を言えばこれら条件の一つでも欠ければ腐朽しないといえます。

腐朽の4条件



### ●木造でも構造躯体を100年程度もたせることができます。

木造住宅の耐久性を高めるための躯体の劣化対策技術が「住宅性能表示」において示されています。

右表で示した最高等級である劣化対策等級3とすることで3世代以上も構造躯体を維持することも可能になります。しかし、対策を施していても、経年により劣化は進行します。そのため、定期的な点検により、劣化の早期発見と劣化部位の補修を行うことが可能となります。

長期優良住宅の認定基準では、この点検を容易に行える対策が求められており、これにより構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度とすることが可能になります。

	概要	基準
等級2	構造躯体が2世代（50年～60年）持つ程度の対策	外壁の軸組などの防腐・防蟻処理※ 土台の防腐防蟻処理 浴室・脱衣室の防水※ 地盤の防蟻 基礎の高さ 廊下の防湿・換気 小屋裏の換気 構造部材等
等級3	構造躯体が3世代（75年～90年）持つ程度の対策	等級2の※の条件が厳しくなる
長期優良住宅	構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度となる措置	床下及び小屋裏の点検口を設置すること 点検のため、床下空間の一定の高さを確保すること

住宅性能表示と長期優良住宅の基準

### ● Q15 : 木材の利用、木造建築は地球環境にやさしいって本当ですか？

- 瀧上佑樹, 神代圭輔, 古田裕三: 木材製品の製造プロセスにおける CO2 排出量の評価 – 京都府産スギ合板の地産地消による CO2 削減効果の検証 –, 日本建築学会環境系論文集, 75(655), 861-867 (2010)
- 大熊幹章: 環境保全と木材による暮らし, 森林科学, 33, 63-66 (2001)
- 藍原由紀子, 浅野良晴: CO2 収支を考慮した建築用木材供給とその CO2 削減効果に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集 (D-1 環境工学 I), 2006, 943-944 (2006)

### ● Q16 : 木造建築には、他の構造と同じような火災安全性がありますか？

- 山田誠: 防火の考え方と防火の性能評価, 木材保存, 29, 189-196 (2003)

### ● Q17 : 木造建築には、他の構造と同じような耐震性能がありますか？

- 村尾修, 山崎文雄: 自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会構造系論文集, 65(527), 189-196 (2000)

### ● Q18 : 木造建築は長持ちするって本当ですか？

- 中島正夫: 伝統木造の耐久性評価と耐久設計, NPO 木の建築, 3, 40-43 (2002)

### ●木材の健康効果・環境貢献等に係るデータ整理委員会

#### 委員

- 委員長 村田光司／国立研究開発法人 森林総合研究所 研究ディレクター（木質資源利用研究担当）  
委員 有馬孝禮／東京大学 名誉教授  
委員 伊香賀俊治／慶応義塾大学 理工学部システムデザイン工学科 教授  
委員 大橋好光／東京都市大学 工学部建築学科 教授  
委員 清水邦義／九州大学 農学研究院 環境農学部門 サステナブル資源科学講座 森林圏環境資源科学研究分野 准教授  
委員 木口 実／国立研究開発法人 森林総合研究所 研究ディレクター（木質バイオマス利用研究担当）  
委員 杉山真樹／国立研究開発法人 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域 チーム長（特性評価担当）  
委員 恒次祐子／国立研究開発法人 森林総合研究所 構造利用研究領域 木質構造居住環境研究室 主任研究員  
委員 末吉修三／国立研究開発法人 森林総合研究所 複合材料研究領域 積層接着研究室 特任研究員

### ●執筆者（上記委員は除く）

- 仲村匡司／京都大学大学院 農学研究科森林科学専攻 生物材料設計学研究室 准教授  
平松 靖／国立研究開発法人 森林総合研究所 複合材料研究領域 積層接着研究室 室長

### ●行政

林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室

### ●コンサルタント

- 大倉靖彦／株式会社 アルセッド建築研究所  
山口克己／株式会社 アルセッド建築研究所  
大橋清和／株式会社 アルセッド建築研究所

### ●事務局

- 西村勝美／木構造振興 株式会社  
平原章雄／木構造振興 株式会社

## 科学的データによる木材・木造建築物の Q&A

### 木材・木造建築物はどのような効果をもたらしますか？

編集・発行 木構造振興 株式会社  
〒107-0052 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル 5F  
TEL 03-3585-5595 FAX 03-3585-5598

編集協力 株式会社 アルセッド建築研究所

デザイン協力 建築編集 中村謙太郎事務所

印刷 株式会社ダイシン印刷サービス

発行日 平成 29 年 3 月 30 日

※本冊子の本文・図・表の無断複製・転載を禁じます。