第2　木造建築物の構造計算

木造建築物に構造計算は必要か、それとも不要か。

本書は木造3階建住宅の構造計算を学習するためのものですが、木造2階建てにそのまま使用することもできます。構造計算は大変に面倒な作業のように考えられていますが、もともと建築物の設計そのものが面倒なものです。

面倒なハードルを一つひとつ乗り越えていくと、別な視野でものを見ることができるようになります。そのような視点で考えますと、2階建木造建築物でも構造計算をするメリットはあります。しかし、メリットはその人自身が見つけるものです。

法に定める構造計算

1　法に定める構造計算

木造建築物における構造計算について、法では次のように規定しています。これが、3階建木造建築物には構造計算が必要であるという法的根拠となっています（法20条1項）。

(1)　構造耐力に関する規定

> 建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ該当各号に定める基準に適合するものでなければならない。
> 三　高さ60メートル以下の建築物のうち、第6条第1項第二号又は第三号に掲げる建築物〔中略〕。次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。
> イ　当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、構造耐力上主要な部分ごとに応力度が許容応力度を超えないことを確かめることその他政令で定める基準に従った構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによって確かめられる安全性を有すること。

なお、「第6条第1項第二号に掲げる建築物」とは、「木造の建築物で3以上の階を有し、又は延べ面積が500m²、高さが13m若しく

は軒の高さが９ｍを超えるもの」をいいます。

(2)　構造計画に関する規定

木造建築一般については、以下のような構造計画に関する規定があります（令46条１項）。

「構造耐力上主要な部分である壁、柱及び横架材を木造とした建築物にあっては、すべての方向の水平力に対して安全であるように、各階の張り間方向及びけた行方向に、それぞれ壁を設け又は筋かいを入れた軸組を釣合い良く配置しなければならない。」

この条文で「筋かいを入れた軸組を釣合い良く配置しなければならない。」ということは、地震や台風などの水平力に対して安全な構造計画をしなければならないということです。しかし、これは構造計画をしなさいという「精神規定」といわれているものであって、構造計画そのものを示した条文ではありません。

(3)　構造計画手法の規定

令46条４項および関連告示において、耐力壁を「釣合い良く配置する」という精神規定から、平面上の側端部分の「１／４分割法」という簡易計算が告示に示され、構造計画的手法が明文化されました。

ア　建築物平面上の側端部分の耐力壁の設置規定

平成12年の法改正によって、令46条４項の耐力壁の設置に関する規定を補填する趣旨の技術的基準（平12・５・23建告1352）が定められました。これは建築物の張り間方向およびけた行方向の側端部分における壁率比および壁量充足率を算定して、耐力壁のバランスのよい配置を定量的に確かめる構造計画の手法なのです。

イ　構造計算による対応

アの告示では、側端部分の耐力壁の設置に関して、壁量充足率および壁率比（第２章「第１　壁量の検討」および「第２　壁配置の検討」参照）を算定して、壁率比が0.5以上であることを確認することを規定する一方で、耐力壁軸組の配置に関して、構造計算を行い、各階について、張り間方向およびけた行方向の偏心率（令82条の６第二号ロ）が0.3以下であることを確認すれば、壁量充足率および壁率比に関する規定の拘束がなくなります。

構造規定と構造計算　２　構造規定と構造計算

２階建木造建築物は、法では500㎡以下であれば、構造計算を必要

第5　使用材料とその許容応力度

軸部を構成する木材は、各部位に従って材種・等級・寸法等を決めます。木材の許容応力度を定めるための基準強度は、樹種、区分（甲種、乙種）、等級（1級～3級）に従って定められています。無等級も含めてそれぞれ圧縮強度、曲げ強度、引張強度、剪断強度、めりこみ強度の5種類があります。これらは、平成12年5月31日建設省告示第1452号に詳細に定められていますので、計算はこの告示の基準強度表の数値に基づいて行います。

使用材料

1　使用材料

(1)　構造用木材

材種寸法選定用フォーマット（表4・3）に従って行います。

表4・3：材種寸法

部位		樹種	区分	等級	寸法
①　土台		□桧□ひば□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	外周（　）内部（　）
②　柱	1階	□桧□杉　□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	通柱（　）管柱（　）
	2階	□桧□杉　□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	通柱（　）管柱（　）
	3階	□桧□杉　□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	通柱（　）管柱（　）
③　小屋梁		□松□米松□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	丸太（ϕ　）角材（　）
④　梁･胴差		□松□米松□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	（　）
⑤　垂木		□杉□米松□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	（　）
⑥　根太		□杉□米松□（　）	□甲□乙	□1□2□3□無	（　）最下階（　）

注：横架材の選定については次のような注意が必要です（令82条四号、平12･5･31建告1459）。

1　横架材の断面制限　$D/\ell \geqq 1/12 \rightarrow D \geqq \ell/12$　D：梁せい（mm）　ℓ：梁の有効長さ（mm）

2　梁部材のたわみ制限　梁部材のたわみ計算にあたっては次の要項に従います。

積載荷重値＝600N/m²　変形増大係数＝2

$2 \times \delta_{max}/\ell \leqq 1/250 \rightarrow \delta_{max} \leqq \ell/500$　δ_{max}：最大たわみ（mm）　ℓ：梁の有効長さ（mm）

(2)　構造用金物

「国土交通大臣が定める構造方法」（令47条1項）で定める継手・仕口等の接合部に使用する金物は、「軸組工法用金物規格」に適合したもの、通称Zマーク表示金物または各メーカーが開発した金物でZマーク金物と同等以上の認定品を使用しなければなりません

（第２章の「第３　接合部の安全確認」（図２・５、図２・６）参照）。

木材の許容応力度

２　木材の許容応力度

各種材料の許容応力度は法令で定められた数値によります。

(1)　木材の繊維方向の許容応力度の関連法令

①　「圧縮・引張・曲げ・剪断」の許容応力度（令89条の表の数値）

②　「圧縮・引張・曲げ・剪断」の基準強度Ｆ（令95条の表の数値）

③　基準強度Ｆの具体的数値は平成12年５月31日建設省告示第1452号に定められています。

(2)　基準強度Ｆ

平成12年５月31日建設省告示第1452号では、基準強度Ｆについては「目視等級区分」と「機械等級区分」の両表が掲載されています。ここで、機械等級区分製材とは、構造用製材のうち、機械により弾性係数を測定し、等級区分するものとされています。

(3)　無等級構造材を使用した場合

使用材料の区分・等級が確認できないときは、「無等級材（平12・５・31建告1452　６表）」の数値によることができます。第５章の「木造３階建住宅構造設計［構造計算書作成シート］（実例による計算事例）」では、甲種構造材１級によっていますが、無等級構造材を使用した場合でも、極端に階高が大きいもの、または最下階のスパンが極端に大きい建物でない限り、圧縮・引張・曲げ・剪断のそれぞれの応力度は許容応力度以内に納まります。

(4)　めりこみ許容応力度および基準強度Fcv

「めりこみ許容応力度および基準強度F_{cv}」は、平成13年６月12日国土交通省告示第1024号第１および第３の表の数値を用いています。

(5)　ヤング係数（弾性係数）

木材の「ヤング係数（弾性係数）」の数値は、現在法令で定められていませんので従来の数値を使用しています。

(6)　許容応力度ｆと基準強度Ｆ

許容応力度ｆと基準強度Ｆの関係は下記のようになります。

長期荷重時許容応力度$_{l}f$＝（1.1/3）Ｆ

短期荷重時許容応力度$_{s}f$＝（2/3）Ｆ

積雪時長期荷重時許容応力度$_{l}f$＝1.3×（1.1/3）Ｆ

積雪時短期荷重時許容応力度$_{s}f$＝0.8×（2/3）Ｆ

No. 12

3．耐力壁の設計

3.1 施行令46条4項の規定による所要壁量

1).地震力に対する所要壁量：$_{E}L_{i}$ ＝床面積A×単位壁長ℓ

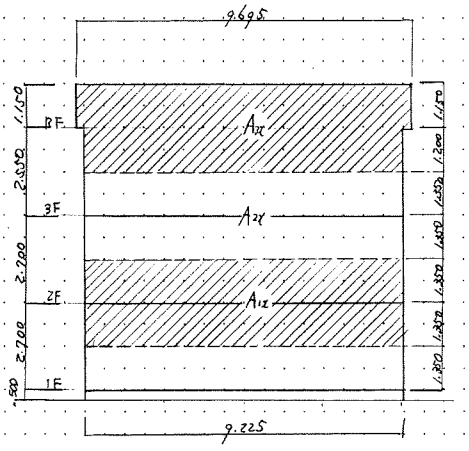
	床面積A	単位壁長ℓ	所要壁量 $_{E}L_{i}$
3階*1	41.31 m²	0.18 m/m²	$_{E}L_{3}$= 7.44 m
2階	41.31 m²	0.34 m/m²	$_{E}L_{2}$= 14.05 m
1階	41.31 m²	0.46 m/m²	$_{E}L_{1}$= 19.00 m

所要単位壁長さ；ℓ m/m²			
重い壁・屋根	0.24	軽い壁・屋根	0.18
重い壁・屋根	0.39	軽い壁・屋根	0.34
重い壁・屋根	0.50	軽い壁・屋根	0.46

*1：小屋裏面積等の加算（施行令46条4項，告示12-1351号）：加算床面積 a＝h÷2.1×A m²
h m：物置等の内法高さの平均値（複数個設置の場合は夫々の最大値），A m²：物置等の水平投影面積

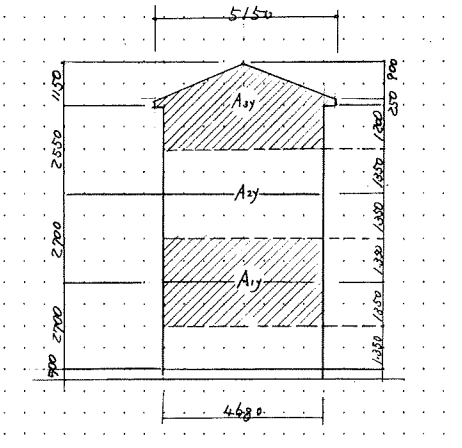
2).風圧力に対する所要壁量：$_{w}L_{iy}$＝k×Σ $_{w}A_{ix}$　$_{w}L_{ix}$＝k×Σ $_{w}A_{iy}$　　但し，k＝0.5m/m²
k：見付面積に乗ずる数値 m/m²　　[強風指定区域・50＜k≦75]

①．Y方向（X軸組）の見付面積：$_{w}A_{ix}$ (m²)



$_{w}A_{ix}$ m²	Σ $_{w}A_{ix}$ m²	$_{w}L_{iy}$ m
3F		
9.65×1.15		
9.225×1.20		
= 22.17	22.17	11.09
2F		
9.225×2.70		
= 24.91	47.08	23.54
1F		
9.225×2.70		
= 24.91	71.99	36.00

②．X方向（Y軸組）の見付面積：$_{w}A_{iy}$ (m²)



$_{w}A_{iy}$ m²	Σ $_{w}A_{iy}$ m²	$_{w}L_{ix}$ m
3F		
5.15×0.9×0.5		
5.15×0.25		
4.68×1.20		
= 9.22	9.22	4.61
2F		
4.68×2.70		
= 12.64	21.86	10.93
1F		
4.68×2.70		
= 12.64	34.50	17.25

No. 13

3-2 耐力壁の倍率 所要長さ 所要耐力

1). 耐力壁の倍率 (政令46条4項)注：[片] ／片筋かい　[交] ／たすき掛け筋かい

種別記号 (倍率)	a：　木材筋かい 同上軸組面材	b：　木材筋かい 同上軸組面材	c：　木材筋かい (面材耐力除外)
○ (1.5)	注：面材の倍率は告示S56-1100号に従っている。構造用石膏ボードB種の倍率は、告示では「1.2」であるが、本表では「1.0」としている。		○c：[片] 30mm以上×90mm以上
● (2.0)		●b：構造用石膏ボードB種12mm以上両面	●c：[片] 45mm以上×90mm以上
△ (2.5)	△a：[片] 30mm以上×90mm以上 構造用石膏ボードB種12mm以上片面	△b：構造用合板　9mm以上片面	
▲ (3.0)	▲a：[片] 45mm以上×90mm以上 構造用石膏ボードB種12mm以上片面	▲b：[片] 90mm以上×90mm以上	▲c：[交] 30mm以上×90mm以上
□ (4.0)	□a：[交] 30mm以上×90mm以上 構造用石膏ボードB種12mm以上片面	□b：[片] 30mm以上×90mm以上 構造用合板　9mm以上片面	□c：[交] 45mm以上×90mm以上
■ (5.0)	■a：[交] 45mm以上×90mm以上 構造用石膏ボードB種12mm以上片面	■b：[片] 90mm以上×90mm以上 構造用合板　9mm以上片面	■c：[交] 90mm以上×90mm以上

2).耐力壁の所要長さ（有効長さ）
耐力壁の所要長さ（有効長さ）は次の２種類の方法によって選択する。
①．A設計：耐力壁の設計長さ（有効長さ）は施行令に定められた所要壁量の 1.5倍以上とする。

階	軸組	政令46条壁量 L_i $_wL_i$・$_EL_i$ 大きい方	所要壁長さ L_{d1} $L_i \times 1.5$	水平剪断力 ΣQ_i $_wQ_i$・$_EQ_i$ 大きい方	所要壁長さ L_{d2} ΣQ_i ／2.0KN	設計への数値 L_d L_{d1}・L_{d2} 大きい方
3	X	$_wL_3$ =11.09 m	L_{d1} = 16.64 m	ΣQ_3 = 39.59 KN	L_{d2} = . m	L_d = . m
	Y	$_EL_3$ = 7.44 m	L_{d1} = 11.16 m	ΣQ_3 = 39.59 KN	L_{d2} = . m	L_d = . m
2	X	$_wL_2$ =23.54 m	L_{d1} = 35.31 m	ΣQ_2 = 71.70 KN	L_{d2} = B設計m	L_d = . m
	Y	$_EL_2$ =14.05 m	L_{d1} = 21.08 m	ΣQ_2 = 71.70 KN	L_{d2} = . m	L_d = . m
1	X	$_wL_1$ =36.00 m	L_{d1} = 54.00 m	ΣQ_1 = 94.65 KN	L_{d2} = . m	L_d = . m
	Y	$_EL_1$ =19.00 m	L_{d1} = 28.50 m	ΣQ_1 = 94.65 KN	L_{d2} = . m	L_d = . m

②．B設計：有効壁長さ 1.0m(耐力壁を構成する軸組の柱心間距離）の耐力壁の水平力への耐力は2000Nである。この場合の層間変形角αは 1／120 と想定されている。従って、主要構造部を準耐火構造等の建築物は政令 109条の２の２の規定により層間変形角は 1／150 以内にしなければならないが、それ以外の場合でも層間変形角を 1／150 以内になるような設計とする場合には所要耐力 ΣP_i が水平剪断力 $\Sigma\ _EQ_i$（地震）及び $\Sigma\ _wQ_i$（風圧）のうち大きい方の ΣQ_i に対して、1.25倍以上になるように耐力壁の設計有効長さ L_d を定める。

階	軸組	水平剪断力 ΣQ_i $_wQ_i$・$_EQ_i$ 大きい方	所要耐力 ΣP_i ΣP_i =1.25×ΣQ_i	所要壁長さ L_d $L_d = \Sigma P_i$ ／2.0KN	備考 (政令46条値×1.5)
3	X	ΣQ_3 = 39.59 KN	ΣP_3 = 49.49 KN	24.75 m	> (16.64)
	Y	ΣQ_3 = 39.59 KN	ΣP_3 = 49.49 KN	24.75 m	> (11.16)
2	X	ΣQ_2 = 71.70 KN	ΣP_2 = 89.63 KN	44.82 m	> (35.31)
	Y	ΣQ_2 = 71.70 KN	ΣP_2 = 89.63 KN	44.82 m	> (21.08)
1	X	ΣQ_1 = 94.65 KN	ΣP_1 = 118.31 KN	59.16 m	> (54.00)
	Y	ΣQ_1 = 94.65 KN	ΣP_1 = 118.31 KN	59.16 m	> (28.50)

第1　建築基準法および施行令関連条文／木造建築物構造関連規定

○建築基準法（抄）

（昭25・5・24法201）
最終改正　平19・3・31法19

第1章　総則

（建築物の建築等に関する申請及び確認）

第6条　建築主は、第一号から第三号までに掲げる建築物を建築しようとする場合（増築しようとする場合においては、建築物が増築後において第一号から第三号までに掲げる規模のものとなる場合を含む。）、これらの建築物の大規模の修繕若しくは大規模の模様替をしようとする場合又は第四号に掲げる建築物を建築しようとする場合においては、当該工事に着手する前に、その計画が建築基準関係規定（この法律並びにこれに基づく命令及び条例の規定（以下「建築基準法令の規定」という。）その他建築物の敷地、構造又は建築設備に関する法律並びにこれに基づく命令及び条例の規定で政令で定めるものをいう。以下同じ。）に適合するものであることについて、確認の申請書を提出して建築主事の確認を受け、確認済証の交付を受けなければならない。当該確認を受けた建築物の計画の変更（国土交通省令で定める軽微な変更を除く。）をして、第一号から第三号までに掲げる建築物を建築しようとする場合（増築しようとする場合においては、建築物が増築後において第一号から第三号までに掲げる規模のものとなる場合を含む。）、これらの建築物の大規模の修繕若しくは大規模の模様替をしようとする場合又は第四号に掲げる建築物を建築しようとする場合も、同様とする。

一　〔省略〕

二　木造の建築物で3以上の階数を有し、又は延べ面積が500平方メートル、高さが13メートル若しくは軒の高さが9メートルを超えるもの

三・四〔省略〕

2～15　〔省略〕

第2章　建築物の敷地、構造及び建築設備

（構造耐力）

第20条　建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準に適合するものでなければならない。

一・二　〔省略〕

三　高さが60メートル以下の建築物のうち、第6条第1項第二号又は第三号に掲げる建築物その他その主要構造部（床、屋根及び階段を除く。）を石造、れんが造、コンクリートブロック造、無筋コンクリート造その他これらに類する構造とした建築物で高さが13メートル又は軒の高さが9メートルを超えるもの（前号に掲げる建築物を除く。）　次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。

イ　当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、構造耐力上主要な部分ごとに応力度が許容応力度を超えないことを確かめることその他の政令で定める基準に従つた構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによつて確かめられる安全性を有すること。

ロ　〔省略〕

四　〔省略〕

第2　建築基準法および施行令関連告示／木造建築物構造関連告示

○Zの数値、Rt及びAiを算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準

（昭55・11・27建告1793）

最終改正　平19・5・18国交通告597

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第88条第1項、第2項及び第4項の規定に基づき、Zの数値、Rt及びAiを算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準をそれぞれ次のように定める。

第1　Zの数値

Zは、次の表の上〔左〕欄に掲げる地方の区分に応じ、同表下〔右〕欄に掲げる数値とする。

	地　方	数値
(一)	(二)から(四)までに掲げる地方以外の地方	1.0
(二)	北海道のうち 札幌市　函館市　小樽市　室蘭市　北見市　夕張市　岩見沢市　網走市　苫小牧市　美唄市　芦別市　江別市　赤平市　三笠市　千歳市　滝川市　砂川市　歌志内市　深川市　富良野市　登別市　恵庭市　伊達市　札幌郡　石狩郡　厚田郡　浜益郡　松前郡　上磯郡　亀田郡　茅部郡　山越郡　檜山郡　爾志郡　久遠郡　奥尻郡　瀬棚郡　島牧郡　寿都郡　磯谷郡　虻田郡　岩内郡　古宇郡　積丹郡　古平郡　余市郡　空知郡　夕張郡　樺戸郡　雨竜郡　上川郡（上川支庁）のうち東神楽町、上川町、東川町及び美瑛町　勇払郡　網走郡　斜里郡　常呂郡　有珠郡　白老郡 青森県のうち 青森市　弘前市　黒石市　五所川原市　むつ市　東津軽郡　西津軽郡　中津軽郡　南津軽郡　北津軽郡　下北郡 秋田県 山形県 福島県のうち 会津若松市　郡山市　白河市　須賀川市　喜多方市　岩瀬郡　南会津郡　北会津郡　耶麻郡　河沼郡　大沼郡　西白河郡 新潟県 富山県のうち 魚津市　滑川市　黒部市　下新川郡 石川県のうち 輪島市　珠洲市　鳳至郡　珠洲郡 鳥取県のうち 米子市　倉吉市　境港市　東伯郡　西伯郡　日野郡 島根県 岡山県 広島県 徳島県のうち 美馬郡　三好郡	0.9