

1. 木造と耐震基準

建築に関する法律は、大震災と共に改正されてきた。壁量計算規定は、1950年に初めて制定された建築基準法の中に盛り込まれ、このときから床面積あたりの必要壁長や軸組の種類、倍率が定義されるようになった。1944年の東南海地震、1945年の三河地震、1946年の昭和南海地震、1948年の福井地震など、相次いで発生した地震の被害調査の結果をもとに、壁量確保によって木造住宅の耐震性能を一定水準以上にするという意図である。

1981年には、1978年に発生した宮城県沖地震による被害調査を受け、必要壁量や耐力壁の壁倍率を大幅に見直し、現在の耐震基準が制定された。これを機に、木造住宅の耐震性が向上し、「1981年以前の旧耐震基準による建物」と「1981年以降の新耐震基準による建物」といった耐震性に係る区分がされるようになった。また、1995年の阪神・淡路大震災で、被害の大きかった木造住宅は「偏心率が悪い」、「施工時の品質の管理がされていない」、「腐朽・蟻害がある」といった特徴が著しかったことを受け、2000年に建築基準法が改正された。

旧耐震基準で建築された木造住宅は、戸建て木造住宅約2,450万戸の40%にあたる約980万戸と推定される(2003年住宅・土地統計調査)。これらの住宅は、いわゆる「既存不適格建築物」であり、現況のまま使用する限り是正命令等の対象外となるが、阪神・淡路大震災で被害が多く見られたため、各自治体が耐震補強を進めるべく、マニュアルを作成したり、耐震診断や耐震改修工事の補助制度を設けている。

■年代ごとの基準の義務

A：建築基準法で明確に規定されており、基本的にすべての住宅に義務がある。

B：建築基準法で記述されているが、明確な規定がなく、施工者に任されている内容

C：建築基準法に記述がない、または記述されている水準が低い内容

着工時期	耐力壁量	耐力壁配置	軸組接合部	床・屋根の強さ	基礎
～1981年5月	C	B	C	B	C
1981年6月～2000年5月	A	B	B	B	B
2000年6月～	A	A	A	B	A

2. 地震力に抵抗する構造要素

木造建築の構造は、令46条において、「構造耐力上で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桁方向に、それぞれ壁を設け又は筋かいを入れた軸組を釣り合い良く配置しなければならない。」と規定されている。主に地震や風によって生じる水平力に対し壁で抵抗させることが、法的に位置づけられており、法46条2項に定める技術基準に適合する建築物以外は、所定の量の耐力壁を配置することが義務づけられる。

地震力に抵抗する主な構造要素は2種類ある。ひとつは、筋かいや火打ちなど斜材を柱や梁の間に入れて壁面や床面を形づくる要素(斜材入り)、もうひとつは、合板やボードなどの面材を柱や梁の間に張り付けた面壁や床版を形づくる要素(面材張り)である。斜材入りは、主に軸組構法、面材張りは、主にツーバイフォー工法やプレハブ(パネル)工法において、その抵抗力が期待されているが、両者は、対照的な抵抗と破壊の仕方をすることに注意を要する。筋かいは、端部の補強が弱いと、接合金物が破断したり、梁を押しあげて割り裂いたり、柱を引き抜いたり、自身が面外に座屈して折損し突然に抵抗力を失う。一方、面材張り壁は、枠組に張り付く接合部の釘等が次第に緩んで、徐々に抵抗力が落ちてゆく。

壁は、地震による建物のせん断変形を抑える役割を担い、床は、建物がねじれるのを抑えながら、地震力を耐力壁に伝達する役割を担う。軸組と壁式いずれの構法でも、耐震性を高める基本原則は共通している。それは、耐力壁の量の確保、そのバランスの良い平面配置と上下階の整合性、立体構造としての一体化である。言い換えると、構造体としての合理性を下敷きにした間取りの計画、構造材生産の品質管理と現場での施工管理の徹底が重要である。

尚、2011年5月国土省大臣官房官庁営繕部が低層(3階以下)の木造公共建築物の技術基準として制定した「木造計画・設計基準」の中では、許容応力度計算以上の高度な計算や床倍率の計算を行うなど、十分な耐力や剛性を確保することが求められている。

3. 壁量計算の適用範囲と性能

構造計算は、建築物の安全性を確認するために、構造物が固定荷重・積載荷重・積雪荷重・風荷重・地震荷重などに対してどのように変形するのか、構造物にどのような応力が発生するのかを計算すること、また、そのような変形や応力に耐えられるのかを判定することであるが、その方法は、木造、RC造等を問わず建築物の高さに応じ、それぞれの構法・規模によって建築基準法で定められている。

小規模な建築物は、構造特性を考慮して決められた構造ルールを満足することで、安全性の確保が可能であると考えられているため、2階建て以下、延べ面積500㎡以下、かつ高さ13m以下、軒高9m以下の木造建築物においては、構造計算に代わる簡便な方法として「壁量計算」が認められている。

壁量計算は、令46条4項に定められ、建物にかかる地震力、風圧力に対して必要な壁量（必要壁量）を満たしているかを確認する計算方式である。耐力壁の倍率と長さ乗じたもの（有効壁量）を壁の種類ごとに求め、その総和が必要壁量を超えるようにすることによって、一定の耐震、耐風性能が満たされたことを確認する。耐力壁の倍率は、軸材の仕様や面材の種類によって異なり、令46条4項ならびに昭和56年建告第1100号に示されている。大臣認定を取得した耐力壁もあるが、その場合の仕様、壁倍率は認定内容による。

壁量計算の算定式

<p><地震力に対する必要壁量> 各階の床面積×表1の係数=必要壁量</p> <p><風圧力に対する必要壁量> 各階の見付面積(2方向)×表2の係数=必要壁量</p> <p><存在壁量> 耐力壁の倍率×耐力壁の長さ=有効壁量 ※各階のX方向・Y方向ごとに有効壁量を加算して存在壁量を算出</p> <p>【判定】 地震力に対する必要壁量 風圧力に対する必要壁量 ≤ 存在壁量(有効壁量の総和)</p>
--

表1 地震力に対する必要壁量を算出する場合に用いる係数(令46条4項)

建築物の種類		床面積に乘じる数値(cm/m ²)						
		2階建			3階建			
		1階	2階	1階	2階	3階		
枠組壁構法	一般	瓦葺などの重い屋根	15	38	21	50	39	24
	地域	金属葺などの軽い屋根	11	29	15	46	34	18
	多雪地域	積雪1mの地域	25	43	33	60	51	35
	地域	積雪2mの地域	39	57	51	74	68	55

表2 風圧力に対する必要壁量を算出する場合に用いる係数(令46条4項)

区分	見付面積に乘じる数値(cm/m ²)	
	(1)	(2)
(1) 特定行政庁がその地方における過去の風の記録を考慮してしばしば強い風が吹くと認めて規則で指定	50を超え、75以下の範囲内において特定行政庁がその地方における風の状況に応じて規則で定める数値	
(2) (1)に掲げる区域以外の区域	50	

壁量計算の場合、耐震性能の基準となる必要壁量は、床面積又は見付け面積に令46条に定められた係数を乗じて算出するが、実際に構造計算で求めると、壁量計算で求めた壁量では不足する傾向がある。これは、建物重量や形状など前提条件の相違が原因となって生じるのである。木造建築の計画に際し、数値の根拠になる条件設定がいくつかあることに注意し、特殊なプランになる場合は、壁量の割増を考慮するなど、適切な判断が必要となる。

4. 壁量計算の注意点

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が平成22年5月に成立し、多用途の木造建築物の普及が予想される。壁量計算は、住宅用途の荷重を念頭においた計算方式であることから、積載荷重や建物重量が重くなる事務所など住宅以外の用途の場合は、建物の実情に即した構造設計、構造計算の手法を選択することが求められる。

「木造計画・設計基準」では、許容応力度計算以上の構造計算を行うことが定められているが、小規模な住宅用途（宿舍等）および4号建物で平屋の場合は、壁量計算が適用可能となる。しかし、耐力壁の釣り合い良い配置の確認にあっては、小規模な住宅用途（宿舍等）および4号建物で平屋の場合であっても、平成12年建告第1352号に定める四分割法ではなく、偏心率の検討を行うこととされているので、注意しなければならない。

壁量計算規定は、耐震性という特定の機能に注目している。この規定により、一定以上の耐力壁量を満たす設計が行われるため、木造建築は壁式構造に移行したとあってよい。壁式構造は、住宅の短命化の主な原因と言われる壁内結露を起こしやすく、今後は総合的な観点から耐震性について検討していく必要があろう。

1. 木造住宅の構造設計

階数2以下、延床面積500㎡以下、高さ13m以下、軒高9m以下の木造戸建住宅では構造計算の義務付けは無く、仕様規定による構造設計を行う。遡ればこれは、今から約100年前に、木造建築に関わる大工・棟梁などの伝統的な技能者集団に構造計算の実施を求めるのは無為だという考えで、まとめられたといわれている。

木造住宅は外力に対し、耐力壁を必要量配置することで構造性能を確保することを基本としているが、現行の耐力壁の必要量の基準は1981年の建築基準法改正時に定められたものである。

1995年1月に起きた、阪神・淡路大震災では古い住宅に多くの被害を生じさせた一方、新しい建物での被害は少なかったと言われているが、その経験を踏まえ2000年6月に改正された建築基準法施行令では、①基礎の仕様、②筋かい接合部の仕様、③耐力壁両脇柱の柱頭・柱脚接合部の仕様、④耐力壁配置の偏心の確認法が加えられた。

また、2000年4月には「住宅の品質確保の促進等に関する法律」が施行され、その主軸となっている「性能表示」では、構造性能などに建築基準法を上回る性能等級が設けられ、木造住宅では、仕様規定及び構造計算による評価方法が設定された。

そのうち仕様規定では、①多雪区域の壁量を盛り込んだ新しい壁量、②水平構面の剛性を考慮する床倍率、③横架材接合部などの必要強度を定める接合部倍率、などの内容が盛り込まれた。

2. 壁量計算と構造設計の耐力壁量の比較

簡易な計算である壁量計算は、詳細な計算である許容応力度計算と比べ、安全側の設計として耐力壁の必要量が多く、許容応力度計算は耐力壁の必要量を減らせると考えられるが、現行の基準では許容応力度計算を行うと、耐力壁の必要量が増える場合が一般的となっている。

ここで、建築物の概要を表1及び図1とし、建築基準法の壁量計算、性能表示の壁量計算、そして許容応力度計算の3つの計算方法の違いによる、設計用地震層せん断力（＝想定する地震力）の違いについて、比較を試みた。

表1 建築物の概要

構造	木造
1階 床面積	基準法:36.44㎡ 性能表示:36.44㎡
2階 床面積	基準法:37.76㎡ 性能表示:36.44㎡
建築面積	36.44㎡
階数	2階建て
高さ	6.75m
軒の高さ	5.85m
屋根仕様	金属板(軽い建物)

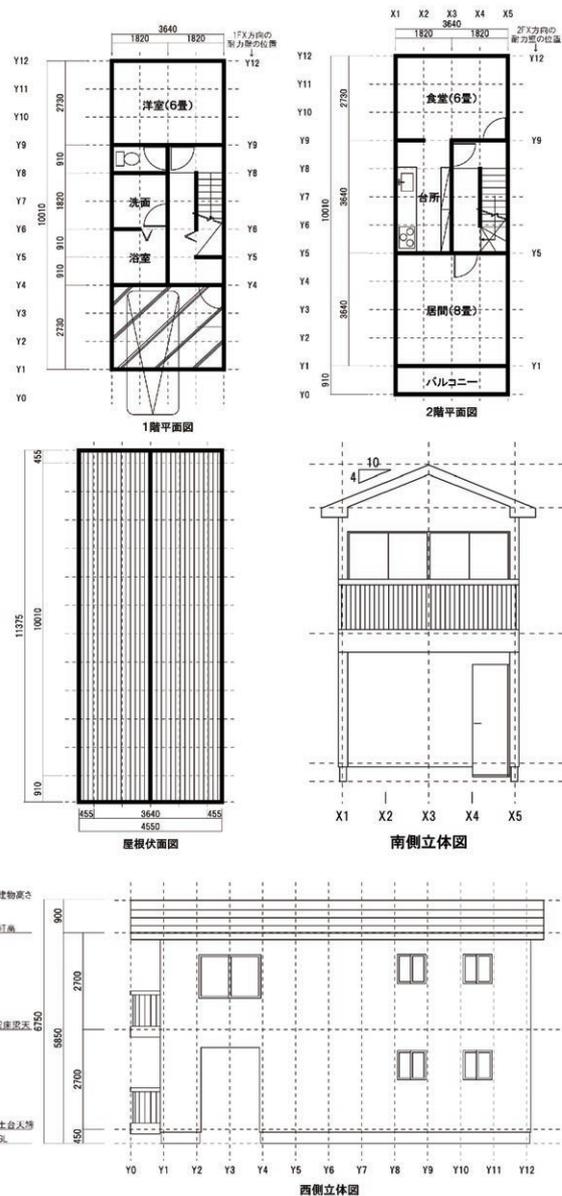


図1 平面図及び立面図

■建築基準法壁量計算

必要壁量 = 令 46 条表 2 の数値 × 床面積

1 階：29cm/m² × 36.44m² = 10.57m

2 階：15cm/m² × 36.44m² = 5.47m

壁長さ 1m 当たりの許容せん断力 1.96kN を乗じて、各階に想定する設計用地震層せん断力を求めると、

1 階：10.57m × 1.96kN/m = 20.72kN

2 階：5.47m × 1.96kN/m = 10.72kN となる。

■性能表示壁量計算（耐震等級 2）

必要壁量 = 評価方法基準 1-1 ホ①表 2 の値 × 床面積

1 階：45K_zZcm/m² × 37.76m² = 16.64m

2 階：18K_zZcm/m² × 36.44m² = 9.01m

K_z：0.4 + 0.6R_f (0.979)

K_y：1.3 + 0.07/R_f (1.373)

R_f：2 階床面積の 1 階床面積に対する割合 (0.965)

Z：地震地域係数（Z=1 とする）

ここで、耐震等級 2 は建築基準法の耐震性能の 1.25 倍となっていることから、求めた必要壁量を 1.25 で除し、かつ、壁長さ 1m 当たりの許容せん断力 1.96kN を乗じて、各階に想定する設計用地震層せん断力を求めると、

1 階：16.64/1.25m × 1.96kN/m = 26.09kN

2 階：10.71/1.25m × 1.96kN/m = 16.79kN となる。

■許容応力度計算

$$Q_i = Z \cdot R_f \cdot A_i \cdot C_0 \cdot \Sigma W_i$$

Q_i：各階の設計用地震層せん断力

Z：地震地域係数（Z=1 とする）

R_f：振動特性係数（R_f=1 とする）

A_i：高さ方向の分布係数

C₀：標準せん断力係数

ΣW_i：その階以上の重さ

表 2 設計用地震層せん断力の算定

層(階)	W _i	ΣW _i	a _i	A _i	C _i	Q _i
-	kN	kN	-	-	-	kN
2	43.13	43.13	0.337	1.416	0.283	12.21
1	84.94	128.11	1	1	0.200	25.62

ここで、左の 3 つの計算方法の違いにより求めた、設計用地震層せん断力の比を表 3 に示す。

表 3 計算方法の違いによる設計用地震層せん断力の比較

層(階)	1 階	2 階
建築基準法 壁量計算	1	1
性能表示 壁量計算	1.26	1.57
許容応力度計算	1.24	1.14

3. 2 階建て木造住宅と 3 階建て木造住宅の被害比較

阪神・淡路大震災の木造の被害状況を建築年代別に表した図 2 をみると、木造 2 階建てに比べて木造 3 階建ての被害の方が小さかったことがわかる。

被害の大小の違いの原因は多々あると考えられるが、設計用地震層せん断力の違いも大きな原因の一つと考える。

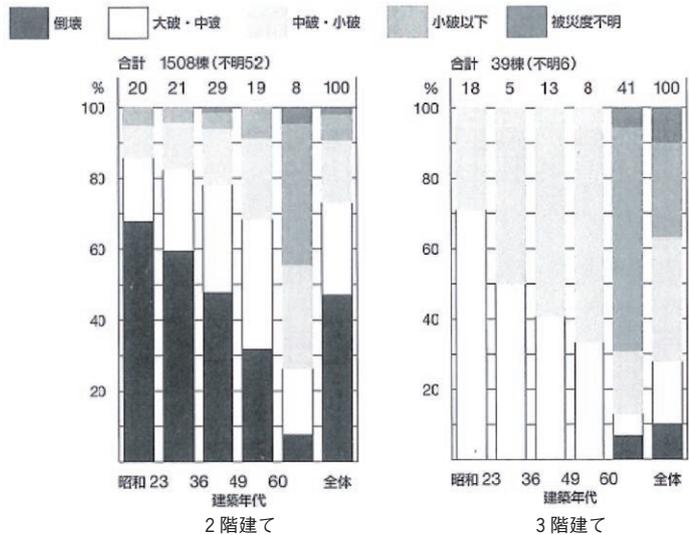


図 2 東灘区西部地区の調査報告

4. まとめ

東日本大震災では、2 階建て以下の木造戸建住宅の被害状況は、近年の地震による被害状況と大きく変わらなかった。現行法規を遵守することで一定レベルの耐震性能は確保されている。

しかしながら、建築基準法はあくまで最低基準である。そして、より詳細な構造設計は壁量を減らすといった経済設計を目的としたものではなく、より安全な設計を目的としたものであると考える。今後は性能規定化の名の下、より高い安全基準の性能設計が求められる市場形成こそ建築業界の進むべき健全な方向ではないだろうか。

1. JAS 規格と建築基準法

「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（以下、JAS 法）」は、1950年、戦後の混乱により物資不足や模造食品の横行による健康被害が頻発していたことから、農林物資の品質改善や取引の公正化を目的として、国が制定した。現在 JAS 法は、飲食料品等が一定の品質や特別な生産方法で作られていることを保証する「JAS 規格制度（任意の制度）」と、原材料、原産地など品質に関する一定の表示を義務付ける「品質表示基準制度」の2つの制度からなっている。

製材、フローリング、集成材、積層材などの木質建材においても JAS 規格があるが、これらは多種類の流通寸法の標準化・簡素化、木造住宅の高品質化のための乾燥材の供給拡大、木造3階建て住宅や中・大規模建築物の増加等に対応した強度性能の明確化を目的として制定され、使い方に応じて必要な品質・性能が規定されている。

JAS に適合する材料は、建築基準法上、建築物の使用材料として認められており（法第37条・平成12年建告第1446号）、ホルムアルデヒド放散量や材料強度などの性能を数値化した JAS 規格の基準は、建築基準法の政省令（令20条の7・平成14年国交告第1113号・平成14年国交告第1114号・平成14年国交告第1115号、令46条2項・昭和62年建告第1898号、令89条1項・平成12年建告第1452号等）によって、建築物の設計に必要な基準として認定されている。

2. 建築基準法改正と木材利用の拡大

戦後まもなく、戦争で爆撃を受けた我が国の街並みは「火に弱い」木造建築を浮き彫りにした。また、戦災跡地に密集するバラック建築の火災が頻発し、時として大火となることもあり、不完全なバラック建築の再建設を抑制するため、建築関連法規の整備が要望された。耐火性に優れた建築物への要請が強まるとともに、大型台風来襲による被害、大量伐採による森林資源の枯渇が憂慮されたことから、国や地方公共団体は率先して建築物の非木造化を進めてきた。

1950年に制定された建築基準法では、地震、火災等により大規模木造建築物が倒壊すると、周囲に対して膨大な影響（大量の熱源・飛び火・倒壊による隣棟への被害棟）を及ぼすことから、これを防止する目的で、木造建築物の規模に関し「高さ13m、軒高9m又は延べ面積3,000㎡を超える建築物は、主要構造部を木造としてはならない」と規定された。また、「防火地域内においては、延べ面積が100㎡を超える建築物の主要構造部及びその他の建築物の外壁は耐火構造としなければならない」、「準防火地域内においては、階数3以上、又は延べ面積が500㎡を超えるものは、主要構造部を耐火構造としなければならない」とされ、木造建築物全般に対して厳しい規制がかけられた。主要都市の市街地は、ほとんどが準防火又は防火地域であるため、1987年に建築基準法が改正されるまで、我が国の木造建築は住宅が中心となった。

その後、1986年 MOSS 協議（日米市場分野別個別協議）による林産物の関税引き下げなどにみられる海外からの市場開放・規制緩和の要求や木造建築物に関する防耐火性能向上技術の進展、大断面構造用集成材の JAS 規格制定を踏まえ、1987年建築基準法が一部改正された。市街地の有効利用を図るため、木造建築に係る制限において「安全上および防火上必要な技術的基準に適合する木造建築物は、高さ13mまたは軒の高さが9mを超えて建築できる*1」「防火上必要な政令で定める技術的基準に適合する3階建て木造建築物は、準防火地域内で建築することができる*2」と見直され、大断面集成材の柱、及び燃えしる設計など、技術的基準に適合する一定の防火性能を有する木造建築物については建築可能となり、また、準防火地域内において3階建て木造住宅が普及した。

建築基準法が引き継がれる際に、「規制の内容は明確に定めること、建築規制に対応して、技術的基準は具体的に定める。」という方針が立てられ、法律の内容は「仕様規定」となっていたが、「仕様規定」のままでは技術の進歩に合わせ絶えず法改正を行わなければならないという問題があったことから、1998年の法改正以来、技術基準の「性能規定化」が進められている。性能規定は、「物理的な性能値を定めるものであって、その性能を満たすものであればどのような計画、構造でもよい。」というもので、様々な新しい材料や技術への対応がスムーズに行えるという特徴がある。例えば、火災安全性に関する性能規定化では、耐火設計法が可能となり、大規模木造ドームや内・外装材の開発が盛んになった。

＜高さ制限の合理化＞※1
 技術的基準の要点は、次のとおりである。
 ①大断面木造建築物であること。
 ②階数が2以下であること。
 ③一定の防火措置を講じること。
 ④構造計算をおこない安全を確認すること。

＜準防火地域内の防火制限の合理化＞※2
 技術的基準の要点は、次のとおりである。
 ①隣地境界線等からの距離に応じて、開口部の面積を制限する。
 ②外壁、軒裏は防火構造として、屋内外から燃え抜けない構造とする。
 ③床、屋根、天井は燃え抜けない構造とする。
 ④3階の室とそれ以外とは壁、又は戸で区画する。

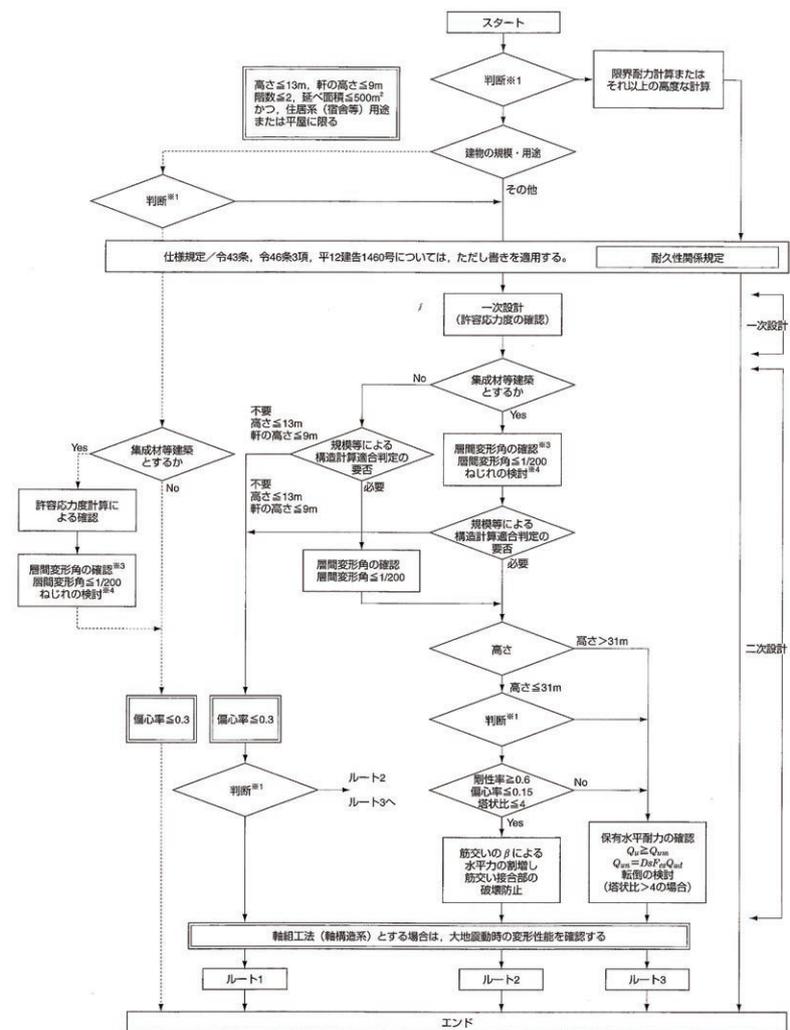
3. 構造計算と性能規定化

2000年の基準法の性能規定化により、仕様基準は例示という扱いとなり、従来の規定の一部を構造計算で代替することが可能になった。

現在、木造建築物の構造計算方法は、建物の規模と仕様規定により5種類に分類されている。法20条により、木造建築物でも地上3階以上の場合や延床面積が500㎡を超えた場合、あるいは令46条により仕様規定の一部を適用除外とする場合に、構造計算が要求される。

木造建築物に関する構造関係規定は、令3章「構造強度」において、第3節に木造の仕様規定が定められ、第8節に構造計算が定められている。

仕様規定には、構造計算と無関係に遵守しなければならない規定と、構造計算により代替可能な規定がある。木造に関連するもので、構造計算により代替できない仕様規定には、①構造設計の基本原則



注) □ および下線部は、法令等には規定がないものを示す。
 ※1 判断とは設計者の設計方針に基づく判断であり、例えば3m以下の建築物であってもルート3の計算としてもよいことを表している。
 ※2 耐震計算（令第3章第8節）には含まれないが参考として示したものである。
 ※3 $C_{10} \geq 0.3$ として許容応力度計算を行った場合は不要である。
 ※4 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を超える場合は、 F_{10} による外力割り増し、ねじれ補正または保有水平耐力の確認のいずれかを行う。

図：軸組構法の構造計算フロー (出典：国土交通省大臣官房官庁営繕部「木造計画・設計基準及び同資料」)

(令36条、令36の2、令38条1項、令39条1項)、②品質の確保(令41条)、③耐久性に関する規定(令37条、令38条6項、令49条)がある。構造種別により、各々代替できない仕様規定がある。尚、構造計算を行わない4号建築物(2階建て木造住宅)の場合は、令3章3節の仕様規定を満たさなければならない。

また、性能規定化に伴い、限界耐力計算法が導入されると共に、木材の許容応力度及び材料強度が見直された(令89条、令95条、平成12年建告第1452号)。木材の許容応力度及び材料強度は、基準強度との関係で設定する方式になり、木材の強度性能の選択肢が広がったといえる。更に、2004年、令46条に定める技術的基準に適合する材料(昭和62年建告第1898号)では、集成材、LVL等の他に製材が追加され、無垢材の構造材としての利用拡大が期待される。

しかし、一定の有効断面を確保しなければならない「燃えしろ設計」では、主要構造部(柱又ははり)に用いる材料を、JAS材に適合する集成材又は製材とする(昭和62年建告第1901号、昭和62年建告第1902号)とされており、高度な構造設計や耐火設計を行う場合には、より正確な木材の強度性能が求められる場合がある。

長期耐用性の観点から、「木造計画・設計基準」では、長期優良住宅基準を参考に、50~60年より更に長期に使用する上で高い性能を求める場合は、耐震及び耐風に関する目標性能を設計者が設定するよう定めている。構法ごと・構造計算ごとに検討内容を規定しており、地震力や風圧力の外力を割増しした上で、構造躯体に損傷が生じないこと、又は倒壊、崩壊しないことを確認することが必要とされている。

4. 課題と動向

上の右図のように高さ31m以上の建物では、ルート3の保有水平耐力計算が求められるが、木造の場合、計算に用いる構造特性係数 D_s は研究中の段階であり、現状では検討が難しい。一方で、2000年の法改正で導入された限界耐力計算法(令82条の5)は、構造体がしなやかに変形することにより耐震性能を発揮する伝統的構法を中心に活用されている。

関西の一般社団法人日本建築構造技術者協会(JSCA)では、木造建築物の限界耐力計算ソフトの技術開発や限界耐力計算と施工について、耐震診断・補強設計法の概要、耐震補強事例の説明を行うなどの講習会が行われている。

また、2010年の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行を受け、各業界団体等により、国産材のLVLや高倍率耐力壁、CLT等、高強度の部材の生産開発や性能検証、JAS規格化などの取り組みが進み、構造材としての木材利用の拡大が検討されている。

JAS 材が求められる範囲について

1. JAS 規格と建築材料の品質

JAS（日本農林規格）とは、農林物資の取り引きの公正化や使用・消費の合理化のために、「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（JAS 法）」に基づき、一定の規格と品質を規定したもので、全ての人々が安心して使える共通の尺度として、国が示したものである。木材は、木造建築の資材として、寸法、材質、強度性能等の品質が明確で安全性に優れた規格木材の供給が課題であるとされ、施工の合理化、木造住宅及び木造建築物の振興に寄与することを目的に、製材、針葉樹の構造用製材、人工乾燥用製材枠組壁構法用製材、保存処理材、普通合板、特殊合板、フローリング、集成材、単板積層材等において JAS 規格が制定されている。

建築材料の品質は、建築基準法第37条において、「建築物の基礎、主要構造部その他安全上、防火上又は衛生上重要である政令で定める部分に利用する木材、鋼材、コンクリートその他の建築材料として国土交通大臣が定めるもの（以下、「指定建築材料」という）は、JIS 規格又は JAS 規格に適合するもの、もしくは国土交通大臣の認定を受けたもの」と定められている。

2. 「木造計画・設計基準」に基づき、建築工事に使用する材料

製材は、建築基準法上、指定建築材料ではないため、構造耐力上主要な部分に用いる場合 JAS に適合させなくとも良い。しかし、平成23年5月国土交通省大臣官房庁営繕部が制定した「木造計画・設計基準」では、構造耐力上主要な部分に用いる製材として一定の品質を確保する観点から、原則として製材を用いる場合は JAS に適合する木材（JAS に規定する含水率表示 SD15又は20）又は国土交通大臣の指定を受けたもの（SD20以下）を用いると定められている。ただし、JAS に適合する木材等を用いないことができる場合は、次の（1）から（3）の制限をすべて満たす場合に限る。

<p>(1) 構造計算方法による制限 建築基準法施行令第46条第2項等により、法令上、構造耐力上主要な部分である柱及び横架材に対し製材の JAS に適合する木材等を用いなければならない場合に該当しないこと。</p> <p>(2) 個別の事由による制限（以下の①から③のいずれかに該当するもの）</p> <p>① 使用量が極小であること。</p> <p>② 工事場所が離島であること。</p> <p>③ 特定の製材を用いる必要があり、製材の JAS に適合する木材等として出荷できない場合であること。</p> <p>(3) 機械的性質による制限（以下の①から③のすべてに該当するもの。）</p> <p>① 製材の JAS 規格第6条に規定する曲げ性能（曲げヤング係数）の確認と同等の確認（同等の打撃による確認を含む。）ができること。ただし、この際に用いることのできる基準強度は、無等級材の基準強度を上限とする。</p> <p>② 原則として、製材の JAS 規格第5条に規定する含水率の確認ができ、その平均値が20%以下であることが確認できること。ただし、広葉樹を用いる必要がある場合、古材を再利用する場合については、含水率の制限がない計算方法を選択した上で、将来において、部材の収縮、変形等によって支障が生じないような工夫をする場合に限っては、含水率が20%以上の木材を用いることも許容するものとする。</p> <p>③ 製材の JAS 規格第6条に規定する節、集中節、丸身、貫通割れ、目周り、腐朽、曲がり、狂い及びその他の欠点について、品質の基準を満たすことが確認できること。</p>	
---	--

木造の構造計算	建築基準法	木造計画・設計基準及び資料	
		住宅、平屋の事務所	左記以外
法20条四号計算 (≦500㎡、≦2階) (高さ≦13m) (軒高さ≦9m) [4号建物]	・壁量規定 ・基準強度不要 ・JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材○	・壁量規定 ・基準強度不要 ・JAS 適合材が望ましい○ 強度管理材○ 無等級材○	・許容応力度計算必須 ・基準強度必要 ・原則 JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材×
法20条三号計算 (>500㎡) (≦3階)	・許容応力度計算 ・基準強度必要 ・JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材○	・許容応力度計算 ・基準強度必要 ・原則 JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材×	・許容応力度計算 ・基準強度必要 ・原則 JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材×
令46条第2項の適用 「集成材等建築物」	・許容応力度等計算 ・基準強度必要 ・JAS 適合材○ 強度管理材× 無等級材×	・許容応力度等計算 ・基準強度必要 ・JAS 適合材○ 強度管理材× 無等級材×	・許容応力度等計算 ・基準強度必要 ・JAS 適合材○ 強度管理材× 無等級材×
法20条二号計算 限界耐力計算 法20条一号計算 時刻歴応答解析	・限界耐力計算等 ・基準強度必要 ・JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材○	・限界耐力計算等 ・基準強度必要 ・原則 JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材×	・限界耐力計算等 ・基準強度必要 ・原則 JAS 適合材○ 強度管理材○ 無等級材×

・○×は当該材料の使用の可否（○使用可、×使用不可）

・赤字は国交省営繕木造計画・設計基準において特に定める規定

・JAS 適合材とは、製材の JAS に適合するもの又は大臣の指定を受けたもの。

・強度管理材とは、無等級材のうち、上記(3)①②③の機械的性質を満たす材

令46条2項の技術的基準に適合する建築物の場合、構造耐力上主要な部分である柱及び横架材に用いることのできる製材は、昭和62年建告第1898号により、含水率15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては、20%以下）のJAS 構造用製材、又は国土交通大臣の指定を受けたものに限定される。

尚、国土交通大臣の指定を受けた材料とは、平成12年建告第1452号第七号に規定する指定材料を指し、海外規格による木材を対象としたものである。製材において、海外規格材の基準強度が国土交通大臣によって指定されている。

その他の材料として、構造用集成材、枠組壁工法構造用製材、構造用パネル及び構造用合板がある。これらは、指定建築材料ではないが、各種告示（平成12年建告第1452号、平成13年建告第1024号、昭和56年建告第1100号）において、通常 JAS 規格であることが求められており、「木造計画・設計基準」の中でも JAS に適合するもの又は国土交通大臣の指定を受けたもの（構造耐力上主要な部分に限る。）と規定されている。また、木質接着成形軸材料、木質複合軸材料、木質断熱複合パネル、木質接着複合パネルは、指定建築材料であり、JAS 規格への適合又は国土交通大臣の認定取得が求められる。

2. 準耐火構造とする場合

平成12年建告第1358号で定められた準耐火構造の構造方法として認められている「燃えしろ設計」は、燃えしろを省いた有効断面を用いて許容応力度計算を行い、表面部分が燃えても構造耐力上支障のないことを確かめる方法であり、主要構造部である柱やはりの断面寸法が通常より大きくなる。

「燃えしろ設計」では、木材の燃える速度で火災を制御するため、使用木材の品質に対する制限がある。主要構造部（柱、又ははり）に製材を使用する場合、昭和62年建告第1898号により製材の JAS の目視等級区分の材、又は機械等級区分の材のうち、含水率15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては、20%以下）の乾燥材とすることが定められている。「燃えしろ設計」の主要構造部で使用する木材は、従来 JAS の集成材等に限定されていたが、平成16年3月に告示（昭和62年建告第1898号）が改正され、JAS に適合した製材も可能となった。

3. 課題

令36条の3において構造設計の原則が定められている。建築物の安全性を確保するために、地震や積雪などの外力に対して、建物の構造が耐えうるかどうかを構造計算で確認するが、その際、材料の強度性能を選択して計算する。木材の基準強度は平成12年建告第1452号に定められており、JAS 製材は樹種・区分・等級ごとに、無等級材（JAS に定められていない木材）は、樹種に応じて数値が与えられている。

建築物の安全性において、小規模な住宅では、大工の長年の経験に頼ることができるため、無等級材でも事足りていた面があるが、大規模な建築物を建てる場合は、より正確な強度計算のできる材料の使用が求められる。エンジニアードウッドや JAS 製材の品質保証が、正確な構造計算を可能にし、技術的に安定した大断面材を得るに至らせたといえる。

尚、スパン6m以上、小径200mm以上といった大断面長尺材のニーズには、大木でないと応じることができないため、一般的に集成材とすることが多い。大断面長尺材の場合、精度よく加工を行い、接合部に有害なガタを生じないようにする必要があるが、現場での加工が難しく、施工精度の点から、プレカット加工が必要になる。しかし、プレカット工場が JAS 材を供給するためには、JAS 認定の取得と更新における費用負担や設備投資を要することから、対応できるプレカット工場が少ないため、大断面長尺材は供給量が少ない。

木造住宅は、はり柱の規格流通品があり、一般的に建設できる構法技術があるのに対し、大スパン構造とする中大規模木造建築においては、材料の受注生産、強度試験や開発メーカーの施工技術などを要するといった課題がある。

1. 集成材構造

1951年、我が国で最初に集成材構造による建築物(森林記念館)が建設された。また、1986年から1990年にかけて、建設省総合技術開発プロジェクト「新木造建築技術の開発」が実施された。総合技術開発プロジェクトは、建設技術に関する課題のうち、緊急性が高く、対象分野の広い課題を取り上げ、産学官が連携して研究を実施する制度である。

当制度を活用した「新木造建築技術の開発」における成果は、以下に示す通りである。

- (1) 木造建築物の各部の応力、変形等について、安全性を確かめることができる構造設計体系を確立し、構造計算マニュアル、加工・施工マニュアルを作成した。また、結露害防止設計法、並びに、床衝撃音防止設計法を提案した。
- (2) 体育館等の大空間を有する建築物や中層建築物など、従来ほとんど木造以外の構造によっていた建物を、大断面木造建築物として建設することができる基盤を整備した。
- (3) 木造建築物における高さ制限の緩和、防火壁設置義務の免除等の建築基準の合理化に活用された。

同研究成果の一部を受けて、1987年に建築基準法施行令の改正が行われた。同改正により、令46条2項に大断面集成材等を使った大断面木造建築物に関する規定が設けられ、大規模木造建築物を設計し、建設することが事実上可能となった。また、施行令の改正に合わせて、1988年に財団法人日本建築センターから、「大断面木造建築物設計施工マニュアル(1988年版)」が発行された。

建築基準法の改正後、大断面集成材を構造材とする大規模木造建築物は、着々と建設され、出雲ドームなど、当時大きな話題となった建物が幾つかある。その後も大断面集成材を構造材とする木造建築物は多く建設され、樹海ドームのような大空間建築物の他に、体育館、道場、集会場、駅舎、学校、庁舎など、様々な用途の建物が建設されている。

また、中小断面の集成材を構造材とする、比較的規模の小さい木造建築物の建設もこの間に多く行われている。中小断面の集成材と、標準化された接合金物を組み合わせた金物工法も、当時導入された工法の一つである。

2. 集成材構造の今後の課題

前述の金物工法は、現在、木造軸組構法による戸建て住宅の主要な工法の一つとなっている。その特徴は、集成材の規格品を用い、標準化された金物を用いて、構造体を構成している点にあり、規格品と標準品を使用することによって、コストを抑えている点にある。

大規模木造建築物においては、大断面集成材を用いる場合、集成材を特注する必要があるため、材料費が高くなるというコスト面での課題がある。大規模木造建築物の建設コストを抑える一つの方法として、一般流通されている構造用集成材を用いることが考えられる。構造流通材の一般流通品の最大梁せいは、カラマツ集成材で180mm、スギ集成材で220mm程度である。このような断面寸法の集成材を用いて、大規模木造建築物を実現する手法を開発することによって、我が国においても大規模木造建築物がこれまで以上に普及するものと考えられる。

また、1方向ラーメン構造や2方向ラーメン構造などの取り組みは、歴史深く、実績も多くあるが、ラーメン構造は構造計算上はりや柱の断面寸法が大きくなる傾向にあるため、一般的にコスト高につながるケースが多い。今後は、梁間方向を集成材のラーメン構造とし桁行き方向を耐力壁構造とする、剛接合とピン構造を組み合わせるといった異なる構造形式の併用など、経済的な設計提案と技術力が求められるであろう。

1. 耐力壁の壁倍率

木造軸組構法、並びに、枠組壁工法に用いられる耐力壁の壁倍率は、前者は昭和56年建告第1100号、後者は平成13年国交告第1541号に定められている。例えば、建告1100号においては、図1に示すように耐力壁の構造的な仕様に依りて壁倍率が定められている。壁倍率は、木造軸組構法において、構造仕様に依りて0.5～2.5の範囲で定められており、枠組壁工法においては、0.5～3.0の範囲で定められている。4号建築物について壁量計算を行う場合は、この倍率を用いて建物の構造安全性の確認を行う。

前述の2つの告示に記載のない構造仕様の耐力壁の壁倍率については、耐力壁の性能評価に基づき壁倍率の大臣認定が行われている。耐力壁の性能評価は、2000年に始まった性能評価業務の業務方法書に基づき実施される。性能評価業務の基本的な考え方として、壁量計算と構造計算との間に連続性をもたせ、壁量計算を構造計算の一部として位置づけることがある。壁量規定について2000年までは外力の3分の1を非耐力部分が負担するという説明がされてきた。壁量計算はこの点において構造計算より曖昧さがあつたが、性能評価の業務方法書ではこのような曖昧さが生じない試験方法、評価方法が提案されている。

耐力壁の倍率の大臣認定は、令46条4項に係る認定として位置づけられており、耐力壁の仕様を認定するものであり、枠組壁工法の耐力壁の認定は規則8条の3に基づき、木造軸組構法と概ね同じ性能評価が行われている。

耐力壁の性能評価においては、以下の示す4つの指標のうち最小のものを壁の耐力として、壁倍率を求めている。すなわち、

①降伏耐力： P_y 、② $P_u \cdot 0.2\sqrt{2\mu - 1}$ 、③ $2/3P_{max}$ 、④特定変形時 P_{120} または P_{150}

ここで、 P_y ：降伏耐力、 P_{max} ：最大耐力、 P_u ：終局耐力、 μ ：塑性率、 P_{120} ：せん断変形角1/120時の耐力、 P_{150} ：せん断変形角1/150時の耐力、である。なお、壁倍率1を壁に耐力換算すると、壁倍率1=1.96kN(200kgf)となる。したがって、構造計算を行う際には、壁倍率を壁の水平せん断耐力に換算して安全性の検討を行う。

2. 高倍率の耐力壁

近年、幾つかの高耐力の耐力壁が提案されている。高耐力の耐力壁は、例えば、面材を厚くし(24mm厚の構造用合板を使用するなど)、相対的に耐力のある接合具(N75など釘径と釘長が比較的大きい釘)で面材を留め付けることによって実現することができる。最近開発され実用化された高耐力壁としては、Gウォール構法(三井ホーム)がある。また、中層木造建築物の低層階など高耐力の壁を必要とする部分に用いる高耐力壁として、北米にてMid Ply Wallが開発され、北米では実用化されている。

高耐力を木造建築物の水平耐力要素として使用する場合には、構造設計上留意する点が幾つかある。耐力壁の柱頭柱脚に作用する引抜力がその一つである。例えば、幅910mm、高さ2400mm、壁倍率3.0の耐力壁の柱脚に生じる引抜力は15.5kNであるが、壁倍率が5.0になると25.8kNとなる。中層木造建築物を実現しようとする場合、壁倍率換算10程度の性能の耐力壁を用いることが想定されるが、その場合、柱脚には51.7kNの引抜力が作用する。したがって、耐力壁の浮き上がりに対する十分な検討と対策が必要となる。耐力壁の耐力が、柱頭柱脚部の接合性能によって決まる場合については、同接合部の性能を考慮した設計を行う必要がある。

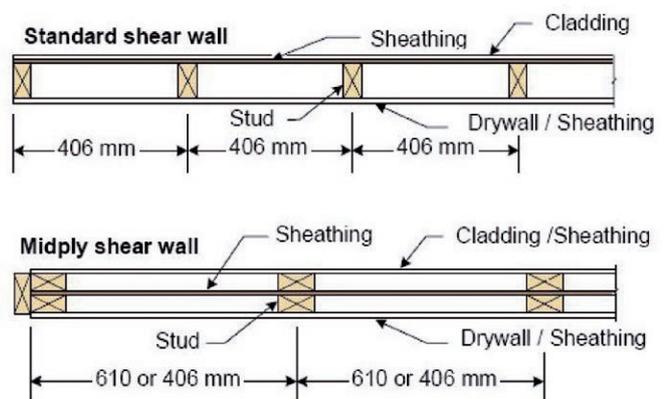
3. 課題まとめ

高倍率耐力壁の課題をまとめると以下のようになる。

- ① 高耐力の耐力壁は、今後、木造建築物の中層化などをはかる上で必要不可欠であるが、高耐力の耐力壁には、鉛直力に対する検討など、高耐力ゆえに、通常の耐力壁よりもさらに注意を払って設計を行わなければならない点がある。

昭和56年建告第1100号に定められている壁倍率（大壁造 直張りの一例）

面材の種類	接合具	倍率	面材の種類	接合具	倍率
構造用合板 厚 7.5mm 以上	N50 @15cm 以下	2.5	構造用石膏ボード A 種 厚 12mm 以上	GNF40・GNC40 @15cm 以下	1.7
パーティクルボード 厚 12mm 以上	N50 @15cm 以下	2.5	構造用石膏ボード B 種 厚 12mm 以上	GNF40・GNC40 @15cm 以下	1.2
構造用パネル 厚 12mm 以上	N50 @15cm 以下	2.5	石膏ボード・強化石膏ボード 厚 12mm 以上	GNF40・GNC40 @15cm 以下	0.9
ハードボード 450・350 厚 5mm 以上	N50 @15cm 以下	2.0	シーリングボード 厚 12mm 以上	SN40 外周@10cm 以下	1.0
硬質木片セメント板 0.9c 厚 12mm 以上	N50 @15cm 以下	2.0		その他 20cm 以下	
炭酸マグネシウム板 厚 12mm 以上	GNF40・GNC40 @150mm 以下	2.0			



高耐力が期待できる Midply Shear Wall System

http://www.sigi.ca/engineering/testing_timber.html より

事例 厚物構造用合板を用いた 高強度耐力壁の開発

1. 高強度耐力壁の開発試験の概要

(独)森林総合研究所(以下、森林総研)では、中大規模木造建築物での使用を想定し、従来よりも高強度、高耐力の耐力壁の技術開発を行っている。用いる部材断面を大きくし、厚物構造用合板を通常よりも密に釘打ちすることで、従来性能に比べて3~4倍程度の性能を目指すものである。

用いた部材の仕様は以下の通りで、表1に示す全9体とし、7体は大壁仕様(直張り)で、2体は真壁仕様としている。用いる合板は、全層スギの24mm厚構造用合板(JAS特類2級)で、試験体仕様により3×6版もしくは4×8版を使用し、面材の留め付けにはCN75釘を用いて、通常よりも釘間隔を狭めて施工することにより高耐力を期待している。

- 柱 : JAS 構造用集成材(同一等級構成、E55-F225)、樹種:スギ、断面:150mm角
- 土台 : JAS 構造用集成材(同一等級構成、E55-F225)、樹種:スギ、断面:150mm角
- 梁 : JAS 構造用集成材(対称異等級構成、E55-F200)、樹種:スギ、断面:150×240mm
- 胴つなぎ : JAS 構造用集成材(同一等級構成、E55-F225)、樹種:スギ、断面:120mm角(⑥のみ120×150mmを使用)(真壁の貫、受材、間柱、胴つなぎにはヒノキ製材を使用)
- 合板 : JAS 構造用合板(特類2級)、樹種:スギ、厚さ24mm(7ply)、
試験体により910×1820mm(3×6版)又は1220×2440mm(4×8版)を使用
- 釘 : CN75(真壁の受材留め付けにはCN90を使用)

2. 課題まとめ

荷重と見かけのせん断変形角の関係を示すグラフから導き出される包絡線より、完全弾塑性モデル化して試験荷重を求め、短期基準せん断耐力を算定し、壁倍率評価を行った(表1、2)。なお、評価にあたっては、せん断変形角1/15rad(0.067rad)を超える全ての測定データを解析対象とした。包絡線はエネルギー吸収が最大となるように極大値を通るよう選択した。

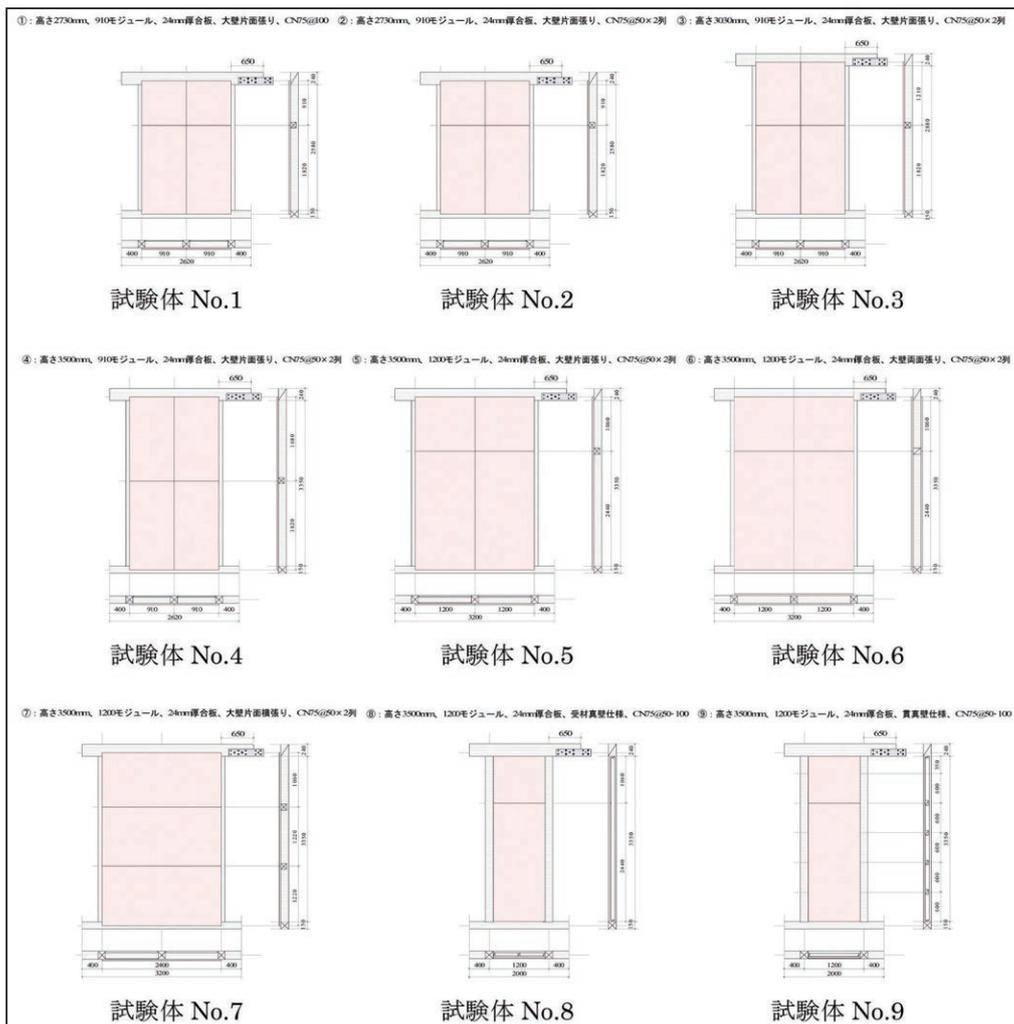
その結果、①は大臣認定で5倍の仕様であるが、これまでも実験的には7倍強の数値が得られている事や、1/15radを超える範囲のデータも解析対象としたことから、本試験における倍率は8.1倍という高い数値が得られた。②~⑦は、最大荷重や降伏荷重などは①の3~4倍程度の値が得られたが、破壊が脆性的で粘りに乏しかった事から終局荷重を元にした試験荷重が低く評価されてしまい、倍率としては①の2倍前後の値になった。⑧⑨は、釘打ち本数が大壁仕様の半分であることや、受材等と軸組との緊結もそれほど強固でなかったことから、倍率は大壁仕様程高くはならなかった。

なお、軸組や接合部が先行破壊せずに推移し、降伏耐力が倍率決定因子になったと仮定すると、倍率は軒並み20倍を超えるものとなるため、今後は高倍率耐力壁用の柱脚柱頭接合金物についても検討を加える必要がある。

また、今回の実験では、釘接合部の変形がほとんど見られないうちに、合板がせん断破壊したり、軸組材が破壊したりしたため、面材の釘打ち間隔を少し緩和し、釘接合部が変形してエネルギー吸収が大きくなるような仕様変更についても検討する必要がある。

表1 耐力壁の仕様一覧

No.	高さ	モジュール	合板	合板サイズ	接合仕様	大壁/真壁	備考
①	2730	910	t24片面	3×6	CN75@100	大壁	通常(5倍認定)
②	2730	910	t24片面	3×6	CN75@50×2列	大壁	高倍率化
③	3030	910	t24片面	3×6	CN75@50×2列	大壁	壁高3030
④	3500	910	t24片面	3×6	CN75@50×2列	大壁	壁高3500
⑤	3500	1200	t24片面	4×8	CN75@50×2列	大壁	1200モジュール
⑥	3500	1200	t24両面	4×8	CN75@50×2列	大壁	両面張り
⑦	3500	1200	t24片面	4×8	CN75@50×2列	大壁	横張り
⑧	3500	1200	t24片面	4×8	CN75@50	受材真壁	
⑨	3500	1200	t24片面	4×8	CN75@50	貫真壁	



図：試験体の構成

表2 短期基準せん断耐力と倍率評価

	試験荷重(kN)				短期基準せん断耐力: P_0 (kN)	倍率
	P_y	$P_0(0.2/D_s)$	$2/3P_{max}$	$P_{1/120}$		
①	28.72	34.78	34.90	29.40	28.72	8.1
②	90.56	68.62	109.80	77.24	68.62	19.2
③	87.41	61.98	107.60	75.83	61.98	17.4
④	78.09	47.95	95.40	74.95	47.95	13.4
⑤	95.94	68.53	118.93	112.43	68.53	14.6
⑥	104.34	71.13	127.73	169.44	71.13	15.1
⑦	93.81	70.94	115.03	110.33	70.94	15.1
⑧	25.40	21.83	31.70	26.30	21.83	9.3
⑨	36.59	22.06	47.93	33.25	22.06	9.4

短期基準せん断耐力 P_0 は試験体1体あたりの耐力を表し、倍率は壁長1mあたりの値として小数第2位を四捨五入して求めた。

接合部の設計に関すること

1. 木造建築物の接合部

木質構造に使用する接合部には、様々な形式のものがある。また、各接合形式に用いる接合金物の種類も多種多様である。接合金物には、釘、ボルト、ドリフトピン、木ねじなどの接合具の他に、ホールダウン金物、帯金物、挿入鋼板、添え板鋼板などの接合材がある。また、接着剤を併用した接合の代表格としてグルーインロッド接合がある。グルーインロッド接合における接着剤はグラウトの役割を担う。

木造軸組構法に用いる接合金物としては、(財)日本住宅・木材技術センターが規格化したZマーク金物が多く用いられている。また、枠組壁工法に用いる接合金物としては、同じく(財)日本住宅・木材技術センターが規格化したCマーク金物が多く用いられている。これらの金物は、量産されている市販品であり、安価であるため、入手しやすい。また、いわゆる金物工法に用いられる金物についても、所定の仕様のもので、量産されており、入手しやすい。量産され、広く用いられている金物に共通することとして、接合様式との組み合わせにおいて、その性能値が示されていることがあげられる。

一方、大断面集成材構造の接合部については、物件ごとに設計を行っている場合が多い。また、接合金物も物件ごとに個別に生産されることが少なくない。このような場合、金物の生産コストなど、接合部に要するコストが高くなる。また、その都度、接合部の性能を確認する必要がある。



上/RH工法の接合部の構造

<http://homepage2.nifty.com/rhs/rhs/top.html> より

下/市販の金物による設計・施工された大規模木造の例
オガールプラザ(岩手県紫波郡紫波町)

2. 大規模木造建築物の接合部の設計の課題

一般的に接合部の耐力は、部材の耐力より低く、木質構造物に外力が加わった際に、接合部から破壊に至る場合が多い。「木質構造の設計は接合部で決まる」とも言われており、接合部の設計は、大規模木造建築物の設計において、重要な位置を占める。したがって、大規模木造建築物を広く普及させるための一つの方法として、接合部の設計を標準化することが考えられる。接合部の設計を標準化するためには、標準的な接合部の収まりを定め、定めた接合部の仕様について、耐力や変形性能、すなわち荷重変形関係を設計者に示すことが必要となる。また、標準的な接合部の仕様を検討するにあたって、規格流通品の接合金物を用いることも、コストを低減する上で一考すべき事項である。

接合部の靱性を確保する接合形式として、引きボルト接合があるが、これは、規格流通品のボルト等を用いて構成することができ、材料コストを比較的安価にすることも可能である。

木質構造の接合部は、その接合形式によって伝達する応力が異なるため、接合部の設計を行う際には、接合部位に働く応力に対抗し、適切な接合形式を選択する必要がある。また、接合部の仕様の詳細を定める際には、規格流通品の接合金物を活用する可能性について検討することも必要である。

接合部の接合形式

分類	対応する接合形式
せん断抵抗型	針接合、ボルト接合、ラグスクリュー接合、ドリフトピン接合、構造用ビス接合、ジベル接合、木ダボ接合(せん断抵抗型)、チューブ接合、グルード・イン・ロッド接合、胴付き・嵌合接合、接着接合等
引抜き抵抗型	針接合、引きボルト接合、ラグスクリュー接合、構造用ビス接合、ラグスクリューボルト接合、木ダボ接合(引き抜き抵抗型)、グルード・イン・ロッド接合、BVDハンガー接合、大径ボルト接合、パイプ接合(軸方向挿入)等
支圧抵抗型	胴付き・嵌合接合、箱物金物等
摩擦型	胴付き・嵌合接合、高力ボルト接合等
接着型	接着接合、ラージ・フィンガー・ジョイント、木ダボ接合(引き抜き抵抗型)、グルード・イン・ロッド接合等

3. 課題まとめ

接合に関する課題をまとめると以下ようになる。

- ① 前述のように、接合部の設計は中層・大規模木造建築物の設計における重要な位置を占める。したがって、接合部の特性について、十分な知識を有する構造設計者を育成することが課題である。
- ② 標準的な接合部の力学的な特性（特性値）を示した技術資料を整備することが必要であり、構造設計者が設計時にこれらの技術資料を参考とすることができる環境を整備する必要がある。
- ③ 低コストの接合部を実現する手法を開発する必要がある。

表1 木質ラーメン工法に用いられる接合方法例

種類	特徴と留意点	事例・工法
鋼板挿入形式	鋼板ガセットとドリフトピンを組み合わせ、モーメント、せん断力、軸力を伝達する。半剛節としてプログラムで計算するか、完全剛として変異を考慮し計算する。 【留意点】ドリフトピンは千鳥配置とする。	帯広営林支局 新Gフレーム工法 (1方向ラーメン)
グルーインロッド形式	母材の木口に先孔を開け、鋼棒を挿入し、接着剤で固める。デンマークで古くから用いられた技術で、日本では1989年頃から実験報告に見られ、体育館や校舎や公営住宅に用いられている。 【留意点】原則として開発企業の設計による。	サミットHR工法 (1方向・2方向ラーメン) RH構法 (1方向・2方向ラーメン)
ラグスクリューボルト形式	全長にラグスクリューに似た加工を施したのジを用い、高力ボルトで端部を留めつける。ボルトで引張力に抵抗し、せん断力は別の連結金具(シアプレートなど)が伝達する。 【留意点】連結金具を隠す場合は加工に配慮する。	ハラテックラーメン (1方向・2方向ラーメン)
引きボルト式接合部	引きボルトを用いる接合部。ボルトの引張耐力、座金のめり込み、木口のめり込みで降伏体力を検討する。 【留意点】降伏耐力が比較的低い。	D-ボルト1方向ラーメン住宅
締付けフランジ引きボルト型モーメント抵抗接合	端部にフランジ付き鋼板ガセット板を挿入し、フランジの片側をナットで留めつける。1~3階建ての中小規模の門型ラーメン構造やガレージなどに用いられる。 【留意点】柱・梁接合部では、めり込みに抵抗するため柱の断面が大きくなる。	H-edge (ヘッジ) 構法 (1方向ラーメン)
ラーズ・フィンガー・ジョイント形式	大型のフィンガージョイント。欧州で開発され、日本でも開発研究が行われている。現場または工場で接合する。 【留意点】接合部に開くモーメントを受ける場合、補強する。	遠野グルーラム第二工場
その他	木ダボ接合(せん断抵抗型)：込柱、木柱など。 木ダボ接合(引抜き抵抗型)：接着剤を用いる木ダボ接合。	林業機械化センター寄宿舍棟 秋田スギ集成材住宅

B-6

事例 接合部の力伝達方法別の木造建築

1. ラーメン

1) 鋼板挿入形式

名称：帯広市保健福祉センター（旧 帯広営林支局庁舎本館）

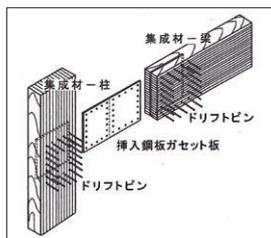
構造：X方向ラーメン+Y方向ブレース

梁：一部180×750

柱：一部220×650

最大スパン：8.75m

接合具：鋼板、ドリフトピン



左図 3)、右図 帯広市 HP (<http://www.city.obihiro.hokkaido.jp>) より

2) グルーインロッド形式

名称：市営花池団地

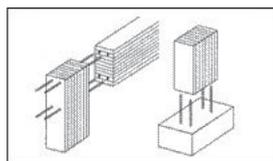
構造：ラーメン (RH 工法)

梁：150×600 (カラマツ集成材)

柱：300 (杉、桧)

最大スパン：3.7m

接合具：棒鋼、接着剤



左図 3)、右図 1) より

3) ラグスクリーボルト形式

名称：南越前町立南条小学校

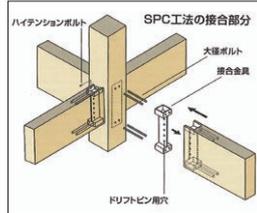
構造：ラーメン (SPC 工法)

梁：最大210×900

柱：420角(ホワイトウッド集成材)

最大スパン：4.625m

接合：ラグスクリーボルト、
ボルト、
連結金物

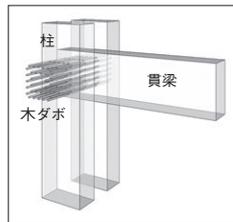


左図・右図 2) より

4) 木ダボ接合（せん断抵抗型）

名称：林業機械化センター 寄宿舍棟
 構造：X方向ラーメン(集成材)+Y方向筋交い
 梁：最大150×500（杉集成材）
 柱：最大2-150×330（杉集成材）
 最大スパン：6m
 接合具：木ダボ(込栓)、

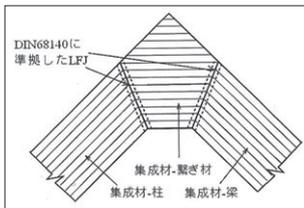
釘、
 木プレート



左図 3)、右図 1) より

5) ラージフィンガージョイント形式
 (ビッグフィンガージョイント)

名称：遠野グルーラム 第二工場
 構造：X方向ラーメン+Y方向ブレース
 フレーム：カラマツ集成材
 接合：現場接着接合



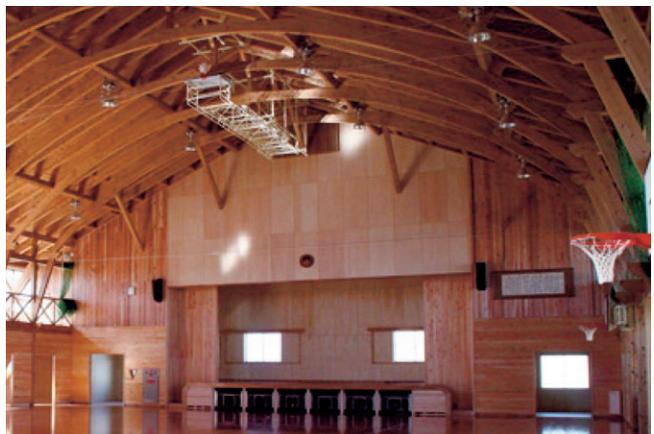
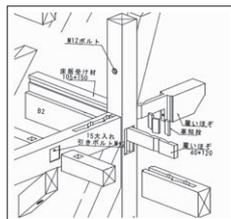
左図 3) より

2. アーチ架構

1) 嵌合系継手・仕口

名称：大分県中津市立鶴居小学校
 構造：アーチ架構+筋かい（製材）
 構造材：スギ、桧流通材
 最大スパン：20.7m
 接合：伝統仕口、

車知栓、込栓等



左図 3)、右図 中津市 WEB 市報 (<http://www.city-nakatsu.jp/shihou/22-06-01/tokusyuu.html>) より

1) <http://www.kiwoikasu-plat.jp/index.php>、2) 「木の学校づくり技術資料2005」(ポイックス株)、
 3) 「木質構造接合部設計マニュアル」(日本建築学会)