

# 徳島杉スパン表

## 木造軸組住宅の架構法を検証する 横架材端部の鉛直支持耐力実験

山辺豊彦＋鈴木竜子○山辺構造設計事務所

宮本構造設計 宮本昌司

### 1 事業目的と作成の経緯

平成 12 年度の建築基準法改正に伴う性能規定化や、品確法制定による瑕疵保証責任義務化などが施行されたことにより、性能の明確化や寸法安定性能など、製材品に対する市場の要求が急速に高まってきたことを受けて、徳島県では平成 13 年度に全国に先駆けて実大強度試験データの分析と、構造計算から決定づけた「徳島すぎスパン表」を作成した。しかし、実際の強度は、木材軸組の架構、すなわち仕口（継手）加工により支持されており、この耐力が確保されてはじめてスパン表が適用できることになる。

この問題を解決すべく、徳島すぎ接合仕様検討委員会を設置して、県内で採用されている乾燥別ごとの標準的な仕口タイプ 3 種類を抽出し、平成 15・16 年度の 2 カ年において、総試験体数 122 体の仕口せん断試験を実施した（表 1）。

試験体に使用した材料は、評価値から信頼性を高めるために同一箇所から伐採し、原木から製品・乾燥までの各過程においてグレーディング測定を行い、横架材に適した強度等級区分材を選別している。

この一連の試験で得られた成果を、スパン表と対応したかたちでわかりやすく解説しているほか、原木から試験体作製の過程で測定したヤング係数などの材料の諸数値、および強度試験時の破壊性状や変位グラフなどのデータも掲載して、現場で使えることを念頭においてまとめている。

### 2 横架材の設計と試験結果

一般的な在来軸組構法による木造住宅の架構は、柱と梁で構成される軸組に、耐力壁（鉛直構面）と床組（水平構面）が組み込まれている。これらの構造要素が、常時作用する鉛直荷重および地震や台風などの水平荷重に抵抗することになるが、このとき最も重要な役割を担うのが、それぞれの要素をつなぐ接合部である。木造住宅における接合部の形状は多種多様で、最も基本的な「鉛直荷重に対する構造性能」である横架材端部の鉛直支持耐力も不明な点が多い。

そこで、徳島県内の代表的な接合部形状を抽出し、鉛直支持耐力の検証を行った。試験調査を行った接合タイプを大別すると、胴差しまたは床梁に小梁が取り付く梁－梁接合と、通し柱に胴差しあるいは床梁が取り付く柱－梁接合の 2 種類となっている（図 1）。

一般的に、横架材の鉛直荷重に対する断面設計は、以下の 4 項目について検討を行う。  
①梁材の曲げ強度 ②梁材のせん断強度 ③スパン中央部の鉛直たわみ制限 ④端部の支持耐力 このうち①②③の項目について検討を行ったものが平成 13 年度に作成した「徳島すぎスパン表」であり、今回作成した「接合部編」は④について検討を行ったもので、「徳島すぎスパン表」を補完するものと位置づけている（写 1）。

図 2 はスパン表と接合支持耐力表を利用した断面設計のフローチャートを示している。徳島すぎスパン表には、図 3 のスパン表と、技術資料編に図 4 のような断面表が掲載されているが、接合部の検討を行うための資料として、図 3 のスパン表では最右欄に長期反力値を、図 4 の断面表ではグラフの右端にせん断力値を表示している。この値に対して、接

合部の鉛直支持耐力が上まわるように接合部形状を決定すると、梁の鉛直荷重に対する設計は完結することになる。

横架材端部の鉛直支持性能について本試験結果をまとめると、以下のような特徴が挙げられる。

#### A 接合形状

- ① 梁-梁接合の接合部耐力は、受け梁のめり込みとせん断耐力で決定する。めり込み影響範囲は 30mm で、受け梁の残り寸法は 60mm 以上確保すると性状がよい。
- ② 受け梁の回転や大入れの抜け出しにより耐力が低下する。したがって受け梁の回転を拘束するか、ボルトなどで引き寄せ、抜け出しを防ぐ必要がある。
- ③ 受圧面積を増しても断面積に比例した耐力増とはならない。

#### B ボルトの影響

- ① ボルトを併用すると耐力は向上する。大変形時はボルトが傾斜するため、せん断力が軸力としてボルトへ流れる。羽子板ボルトはあそびの影響ですべりが生じるが、あそびがなくなると耐力が向上する。
- ② ボルト位置は中立軸（梁せい中央）位置とすると、母材の割裂が生じにくい。上端にボルトを取り付けると、割裂が生じやすい。埋込みタイプのボルトは引寄せ効果が初期から認められる。
- ③ ボルトを併用した場合、高温乾燥材は内部の繊維が破壊し、表面には割れが生じにくい。
- ④ 込栓締めはボルト締めよりも初期剛性の向上効果が高い。

#### C 乾燥方法の影響

- ① 含水率が低いほどばらつきは小さい。
- ② グラフの初期直線部分が天然乾燥材は明確ではないが、高温乾燥材は明確である。
- ③ 中温乾燥材は高温乾燥と天然乾燥の中間的な性状を示す。
- ④ 高温乾燥材は初期剛性が高いが、降伏後の耐力の変動が大きい。設計範囲内では最もよい性状を示している。
- ⑤ 高温乾燥の柱-梁タイプが梁-梁タイプよりも許容値が低い。一般的に部位の重要性から見て、梁受けタイプより柱受けタイプの方が高い耐力を期待して設計するので、柱タイプの仕口形状を変更するなどの対策が必要である。高温乾燥材は表層部が強固であるので、この特性を十分に発揮できるように、受圧側となる下端を切り欠かないようにするのも一案である。

### 3 耐力表の活用方法

試験結果を図 5 のような耐力表としてまとめた。試験体数の都合により、乾燥・加工方法や接合部形状の組合せが限定されているので、耐力表に示されていない組合せの場合は、技術資料を活用することになる。

耐力表に示した許容支持耐力は、(財)日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に示されている仕口、継手の評価方法に準じて、最大耐力の 2/3 または降伏耐力のうち何れか小さい方の値を短期基準耐力とし、これに長期設計用の安全率 1.1/2 を乗じたものである。統計処理上のばらつき係数は考慮せず、各試験結果の平均値を採用している。本来、許容設計値はデータのばらつきや破壊性状を考慮しながら、最大耐力や変形性能に対して安全率を乗じて求めるもので、安全率は使用状況や求められる居住性能に応じて設定するものである。図 6 を見てもわかるように、許容値を超えたからといって、すぐ破壊するものではない。

よって、耐力表の支持耐力のみに縛られる必要はなく、仕口の相対変位の許容値を設定

して、そのときの耐力を採用してもよいことになる。技術資料「5-4 鉛直支持耐力の算定表」には仕口の相対変位が 3 mm のときと 5 mm のときの支持耐力も示しており、建物に要求されるグレードに応じて設計を行えるようにしている。

許容耐力を決定するときは、荷重-変位グラフと破壊性状も併せて参照し、設計範囲内でのばらつきの大小や、異常が発生するまでにどのくらいの余裕があるかなどを確認することも重要である。

このようなデータベースが公表されることは、幅広い構造設計が行えるので意義深い。

#### 4 よりよい環境づくりのために

さまざまな地域で木造の強度試験は行われているが、実際に使う設計者や施工者が参加していなかったり、構造設計者の数が少ないために（その存在を知らない人も多い・・・）、「構造的に意味のある」試験が行われていないことも多い。さらに、その結果を実際に使えるかたちにまとめるのは容易ではない。

このスパン表および接合耐力表は、徳島県林業振興課、徳島県木材協同組合連合会、県内の構造設計者である宮本昌司氏、堀川誠一氏の協力のもと、徳島県木の家づくりの協会が材料調達から試験体作成を行い、徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所と共同で試験を行い、意匠設計者や施工者の意見も聞きながらまとめたもので、行政・生産者・設計者・施工者が協力して初めて成果を得たものである。

徳島県では、強度試験のほかにも乾燥方法別の成分分析など、素材としての基本性能試験や居住性にかかわるさまざまな試験を行っている。また、県産木材を利用する住宅建設への補助金制度の整備も行い、県の代表的産業である林業を活性化するための地道な努力を続けている。このような行政と民間の真面目な協力体制は見習うべきである。

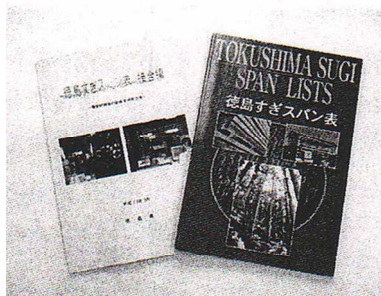
また、わが国では地方でよい製品が開発されても、それを利用したい都市部への運搬費が高いために、なかなか普及できず苦境に立たされている生産者が多いのではないだろうか。県や国の補助制度も開発だけでなく、普及のための拠点づくりまで含めて考えられたいだろうか。（やまべ とよひこ）

#### 【参考文献】

- 1) 木質構造設計規準・同解説：日本建築学会，1995年，2002年
- 2) 木造軸組構法住宅の許容応力度設計，(財)日本住宅・木材技術センター，2001年
- 3) 建築技術 2002年9月号
- 4) 建築技術 2003年6月号
- 5) 建築知識 2002年9月～2002年11月号
- 6) 木材工業 Vol. 51No. 11, 1996年
- 7) 徳島すぎスパン表，徳島県，2002年
- 8) 徳島すぎスパン表接合編，徳島県，2005年
- 9) 木質構造設計ノート：日本建築学会，1995年
- 10) 木造住宅の耐震診断と補強方法：(財)日本建築防災協会，2004年

表1 試験体

形状	I 梁-梁接合タイプ												
	ボルト		ヤング		試験体		試験体		耐力表		試験体		
	有無	係数	数	記号	数	記号	数	記号	数	記号	数	記号	
標準形	I X仕様												
	高温乾燥												
	プレカット												
	有	E70	5体	い	XG1	5体	い	YG1	3体	へ	ZG1		
		E70	(5体)	(A1)	—	(5体)	(A1)	—					
	標準形	E90	3体	ほ	XG1a	3体	ほ	YG1a					
	無	E70	3体	と	XG2	3体	と	YG2	5体	A1,い	ZG2		
		E90							3体	ほ	ZG2a		
	標準形	E70	3体	B1	—	3体	B1	—					
	受梁回転考慮	E70							3体	B1			
	標準形	E70	5体	B11	—								
	受梁回転考慮	E70											
受梁高温乾燥	E70												
標準形	E70				3体	B11	—						
受梁回転考慮	E70												
梁巾105	E70												
有	E70												
大入れ30	E90	3体	ろ	XG3	3体	ろ	YG3						
受梁残り60	E70												
	F90							3体	ろ	ZG3			
有	E70	2体	は	XG4	2体	は	XG4						
大入れ30	E90	3体	は	XG4a	3体	は	XG4a						
受梁残り90	E70							2体	は	ZG4			
	E90							3体	は	ZG4a			
II 柱-梁接合タイプ													
I X仕様													
高温乾燥													
プレカット													
形状	ボルト		ヤング		試験体		試験体		耐力表		試験体		
	有無	係数	数	記号	数	記号	数	記号	数	記号	数	記号	
	有	E70	5体	C1	XC1	(5体)	(C1)	—	5体	C1	ZC1		
		E90				5体	(C1)	—					
	標準形	E70	3体	ち	XC2	3体	ち	YC2					
		E70	(1体)	(C1-6)	—								
	大入れ30	E90	5体	に	XC3								
	込柱	E70							5体	D1	ZC2		



徳島すぎスパン表と接合編  
徳島県林業振興課木材生産流通担当  
問合せ TEL 088 (621) 2484



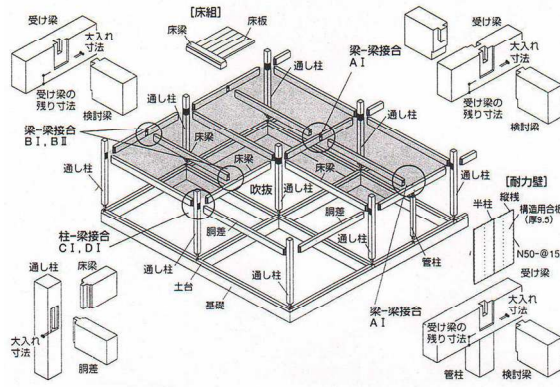


図1 木造住宅の架構と接合タイプ

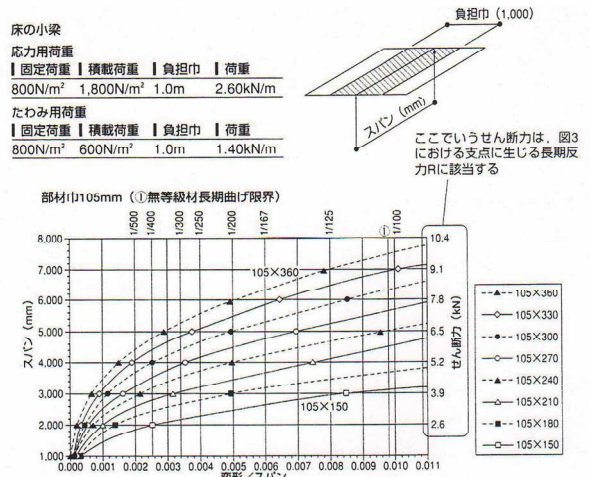


図4 徳島すぎスパン表  
技術資料編と接合部の設計

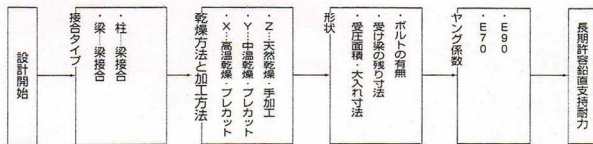
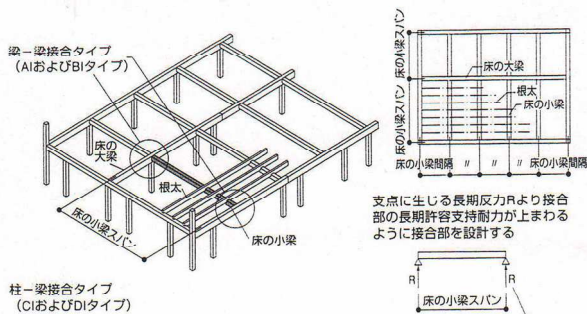


図2 本耐力表を用いた長期許容接合耐力設計のフローチャート



たわみ制限：固定荷重+積載荷重 (600N/m<sup>2</sup>) に対してスパンの1/250以下

床小梁	床の小梁	床の小梁断面 b×h(mm)	長期反力 (N)
間隔(m)	スパン(m)	無等級 E70 E90 E110	
2.85	1.050	105×210 105×180 105×150	3,520
		120×180 120×150 120×135	
		120×240 120×210 120×180	
4.75	1.425	105×330 105×270 105×240	5,856
		120×300 120×270 120×240	
		105×210 105×180 S 105×180	5,280
2.85	1.900	105×300 105×270 105×240	7,040
		120×270 120×240 120×210	
		105×240 105×210 S 105×210	7,040
4.75	1.900	105×360 105×300 105×270	8,799
		120×330 120×300 120×270	
		105×240 105×210 S 105×210	7,040
2.85	1.900	105×330 105×270 S 105×270	9,386
		120×300 120×270 S 105×240	
		(105×390) 105×360 S 105×330 S 105×300	11,733
4.75	1.900	(135×360) 120×330 120×300 120×270	

注1) 「長期反力」は、固定+積載荷重 (1,800N/m<sup>2</sup>) に対する反力を示す  
注2) 英字は、許容値に対する余裕度が最小の要素を示す  
T: たわみ (特記なきものはTとする), M: 曲げ, S: せん断

図3 徳島すぎスパン表と接合部の設計

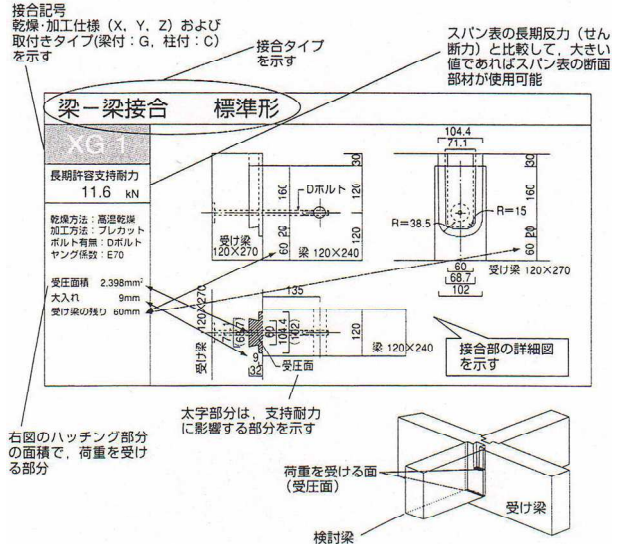


図5 耐力壁の構成

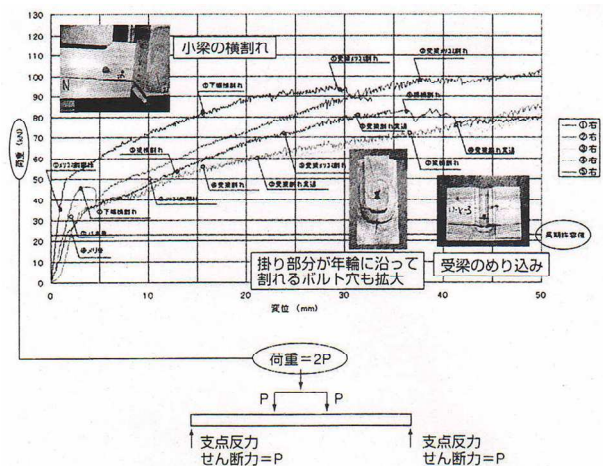


図6 技術資料編の荷重-変位グラフと接合部支持耐力