

# とちぎ材の接合部強度に関する研究

事業代表者 農学部・准教授・石栗 太

事業推進協力者 連合農学研究科・博士課程・松岡 亘（関東職業能力開発大学校・講師）

栃木県林業センター研究部・主任研究員・亀山 雄搾

栃木県環境森林部林業振興課・係長・大野 英克

## (1) 事業の目的・意義

栃木県は、県土の約半分を森林が占めており、近隣都道府県と比較すると木材生産活動も盛んである。また、製材生産量においても全国でも上位である。生産された製材品の多くは、木造の在来軸組構法住宅の建築部材として使用される。そのため、栃木県産の木材製品の流通量の増加のためには、木造住宅の建築部材に適した品質を持つ製材品の生産が必要である。

一方、在来軸組構法住宅において、地震力などの水平荷重に対する主な耐力要素は、筋かいや面材等を施した耐力壁である。そのため、木造住宅の耐震性能を向上させるためには、耐力壁性能の確保が重要である。耐力壁の性能を向上させるためには、柱脚接合部の性能が重要であることが知られている。

最近、製材品の生産側においても、在来軸組工法住宅の耐震性の向上を目指して、より品質の高い製品の生産が試みられている。例えば、製材品の強度指標の一つであるヤング率を指標として、グレーディングが行われている。この他にも、材密度を指標としたグレーディングも提案されている。今後は、様々な指標によってグレーディングされた建築部材の流通が考えられる。

これまでに、事業代表者らは、スギ柱材の密度及びヤング率の違いが、木質構造柱脚接合部性能に及ぼす影響について、2種類の接合金物（山形プレートおよびホールダウン金物）を用いて静的加力引張試験を行った。その結果、山形プレートにおいて、材密度が柱脚接合部強度指標に影響を及ぼすことを明らかにしてきた。そこで、本研究では、ヒノキ材を対象に、密度とヤング率の違いが柱脚接合部に及ぼす影響を明らかにすることを目

的とした。

本研究の遂行によって、とちぎ材を用いた在来木造住宅工法における接合部強度のデータを蓄積し、設計者等の関係者へ周知することにより、とちぎ材の利用拡大が可能となると考えられる。すなわち、より信頼性のある接合部強度データの提供することにより、設計者は合理的な設計が可能となり、また、木造住宅の耐震性の向上に大きく寄与することができる。このことにより、一般消費者の木造住宅に対するイメージと信頼性をアップし、とちぎ材を用いた木造住宅の着工件数を増加させ、とちぎ材の生産量を増加させることが可能である。

## (2) 研究方法

栃木県内で一般に流通しているヒノキ柱材（105mm×105mm×3,000mm）100本について、密度及び縦振動法によるヤング率を測定した（図1）。得られた材質特性のデータより、密度3区分、ヤング率4区分にグレーディングした。試験体は、木質構造の柱脚部に使用されている山型プレートを使用し（図2）、中柱型とした。試験における加力方法は、一方向への引張繰り返し加力とした（図3）。加力スケジュールは、単調加力試験から降伏変位  $\delta_y$  を算出し、 $\delta_y$  の固定数列方式とした。加力は、変位制御とし、毎分2mmの速度で行い、最大荷重に達した後、最大荷重の80%に荷重が低下するまで、または変位が30mmを超えるまでとした。変位は、高感度変位計（容量50mm）を用い、柱と土台の相対変位2ヶ所及び柱の絶対変位2箇所計4箇所計で測定した。



図1 動的ヤング率の測定



図2 実験に使用した山形プレート



図3 静的加力試験

### (3) 事業の進展状況

本事業は、昨年度から実施しており、昨年度はスギ材を対象に実験を進めた。本年度は、以下のスケジュールでヒノキ材を対象に実験を進めた。

7月～：ヒノキ柱材の調査

9月～：試験体の作製

11月～：柱脚接合部の強度試験

1月～：データのとりまとめ

3月～：日本木材学会大会での成果の公表

### (4) 事業成果

#### (4-1) 柱材密度の影響

試験時の破壊状況を図4に示す。また、柱材密度が柱脚接合部強度に及ぼす影響を表1に示す。柱材の密度が増加するにつれて、最大荷重は増加する傾向が認められた。また、柱材密度を要因とした一元配置の分散分析を行ったところ、有意な差が認められた。柱材密度と最大荷重の相関関係を調査したところ、1%水準で有意な正の相関関係（相関係数=0.587）が認められた（図5）。このことから、ヒノキ材と山型プレートを用いた場合、柱材密度の増加にともなって、最大荷重が増加することが明らかとなった。これまでに、スギ材を用いた実験において、山型プレートを用いた場合、柱材密度の増加にともなって、最大荷重などの柱脚接合部強度が増加する傾向が認められている。本事業において用いたヒノキ材においても、スギ材と同様に、山型プレートを用いた場合、柱材密度と最大荷重の間に正の相関関係が認められたことから、他の柱脚接合部強度についても、正の相関関係が認められることが推測される。

#### (4-2) 柱材ヤング率の影響

試験時の破壊状況を図6に示す。柱材ヤング率が柱脚接合部強度に及ぼす影響を表2に示す。最大荷重が最も高い値を示したのは、4区分した柱材ヤング率のうち、上から2番目に大きい柱材ヤング率区分の材を用いた場合であった。また、柱材ヤング率を要因とした一元配置の分散分析を行った結果、有意な差は認められなかった。このことから、ヒノキ柱材ヤング率は、山型プレートを用いた柱脚の最大荷重に大きな影響を及ぼさないことが示唆された。このことは、柱材ヤング率と最大荷重の間に相関関係が認められない（相関係数=0.059）ことから明らかである（図7）。これらの傾向は、これまでにスギ材で得られた結果と一致しており、山型プレートを用いた場合では、柱材ヤング率の違いにより柱脚強度性能は大きく変化しないことが示唆された。

### (4-3) まとめ

以上の結果から、ヒノキ材の密度の違いは、山形プレートを用いた場合、材密度の増加に伴い、一部の柱脚接合部強度指標が統計的に有意に増加する傾向が明らかとなった。一方、ヒノキ材の動的ヤング率の違いは、柱脚接合部強度指標に影響を与えず、ほとんど同じ値を示すことが明らかとなった。これらの傾向は、スギ材を用いた場合に得られた傾向とほぼ一致していた。



図4 試験時の破壊状況



図6 試験時の破壊状況

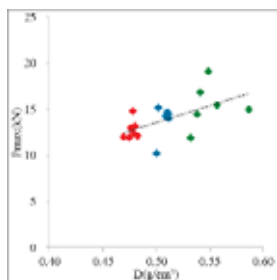


図5 柱材密度と最大荷重の関係

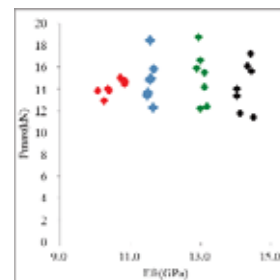


図7 柱材ヤング率と最大荷重の関係

表1 柱材密度が柱脚接合部強度に及ぼす影響

区分	n	材密度 (g/cm³)		柱材ヤング率 (GPa)		最大荷重 (kN)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
D1	7	0.48	0.01	11.76	0.84	12.77	1.02
D2	6	0.51	0.01	12.59	0.43	13.80	1.80
D3	6	0.55	0.02	12.57	0.67	15.46	2.41

nは試験体数を示す。柱材密度は乾燥材の密度、柱材ヤング率は動的ヤング率である。

表2 柱材ヤング率が柱脚接合部強度に及ぼす影響

区分	n	柱材密度 (g/cm³)		柱材ヤング率 (GPa)		最大荷重 (kN)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
E1	7	0.49	0.03	10.49	0.30	14.17	0.69
E2	7	0.51	0.03	11.57	0.07	14.78	1.98
E3	7	0.54	0.04	13.02	0.11	15.11	2.33
E4	7	0.53	0.03	14.26	0.20	14.25	2.19

nは試験体数を示す。柱材密度は乾燥材の密度、柱材ヤング率は動的ヤング率である。

### (5) 今後の課題

これまでは、製材品を対象として、柱材の材質と柱脚接合部強度指標の関係を調査してきた。一方、近年では、木造住宅の建築には、製材品のみでなく、集成材が利用されることが多い。このため、今後は、集成材に関しても同様の実験を行うことが必要であると考えられる。