



1. はじめに

地球環境問題における二酸化炭素の排出抑制は世界的な課題であり、様々な試みがなされています。木材は、住宅などの建築用材をはじめとして、家具や土木用資材、プラスチックとの複合材やエネルギー資源など、多様な利用ができる優れた特性をもっています。このことから、カーボンニュートラルと言われる木材を積極的に利用していくことが大事です。また、ウッドマイレージで取り上げられるように、外材を長距離運搬するエネルギー消費より、地域の木材を地域で利用することが、より環境にやさしいと言われています。富山県産のスギ材も地域で積極的に使い、環境負荷をより小さくしていくことが重要です。

2. 県産スギ材の構造用材料としての利用の現状

これまで、地域のスギ材は地域で製材し地域の大工さんが使うという仕組みの中で、利用されてきておりますので、県産スギ材を梁や柱として使うことも実績があります。しかし、昨今の住宅供給は、乾燥部材をプレカット工場で加工して生産性を上げ、コスト競争力をつけるという大量生産型で進んでおり、急峻な地形で単位林分が小さい富山県の現状の県産スギ材供給量、体制では住宅メーカーの要求に十分に対応できていません。このことから、県産スギ材の梁や柱などの構造材としての利用は、残念ながら少ないのが現状です。

しかし、近年の地域材利用の高まりの中で、設計士さんのなかにも構造用材として県産スギ材を使いたいという声が多くなってきました。しかし現在主流のベイマツや集成材に比べると、強度や品質に不安を感じる声もあるのが事実です。ここでは、県産スギ材を梁材として使うときの強度性能について問題点も含めて整理してみます。

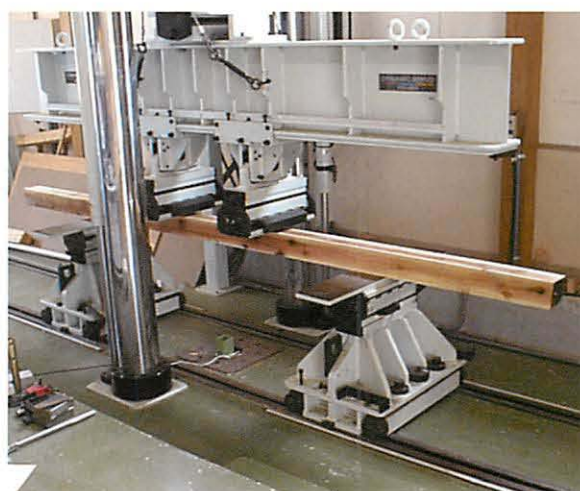


写真1 スギ柱材の曲げ試験

3. 県産スギ材の強度性能

県産スギの柱材や梁材の実大強度試験の結果を図1に示します。参考として全国のスギの強度や梁としてよく用いられるベイマツの強度も示しています。曲げ強度性能としては、破壊強度にあたる曲げ強度と撓みの大きさを示すヤング率が重要です。ヤング率は撓みを計算するときを使う係数で、ヤング率が2倍の値を持つ木材は、同一寸法条件では、撓みが半分になります。値が大きいくほど撓みが小さい木材といえます。

全国のスギの曲げ強度の平均値は 40.8N/mm^2 、曲げヤング率 7.14kN/mm^2 、それに対して富山県産スギは曲げ強度 35.1N/mm^2 、曲げヤング率 6.07kN/mm^2 となり、大まかには全国平均より1割程度低めの値です。スギの曲げ強度は $20\sim 60\text{N/mm}^2$ まで大きくばらついています。また、全国のスギといっても単純に地域だけで論じることができません。それぞれの地域で成長に重点をおいた低強度の品種も存在していると考えられます。

建築法規では、このような木材強度のばらつきに配慮して各樹種で基準強度を定めています。図1のような実大強度データの下側から5%めの強度（5%下限値）を基準にしています。すなわち、使っている木材の95%は、基準強度より高い強度をもっていると考えられます。スギの基準強度は 22.2N/mm^2 であり、富山県産スギ材の下限5%強度を計算すると 24.5N/mm^2 ですから、建築法規上の基準強度を十分満たしていますので、県産スギは安心して使えと言えます。

4. ボカスギとタテヤマスギ

富山県のスギの主要な品種としてタテヤマスギとボカスギがあります。しかし、大工さんには、ボカスギは強度が低いので使いたくないと敬遠されることがあります。ボカスギでも昔ながらの住宅ではよく使われているのですが、年輪幅が広いために弱いという不安を持たれています。十分な本数ではありませんが、両品種の強度性能を図2に示します。

ボカスギといえども、曲げ強度はタテヤマスギと変わらず、スギとしての基準強度は満たしていますので、曲げ強度は問題ありません。しかし注意すべきなのは、ヤング率の小さなものが多く現れている点です。特に、1番玉で芯持ちの角材を採材したことが多いのですが、梁材として利用する際には撓みに注意しなければなりません。撓みが気になるような使い方をする場合は、後で示すような方法でヤング率をチェックすれば安心です。

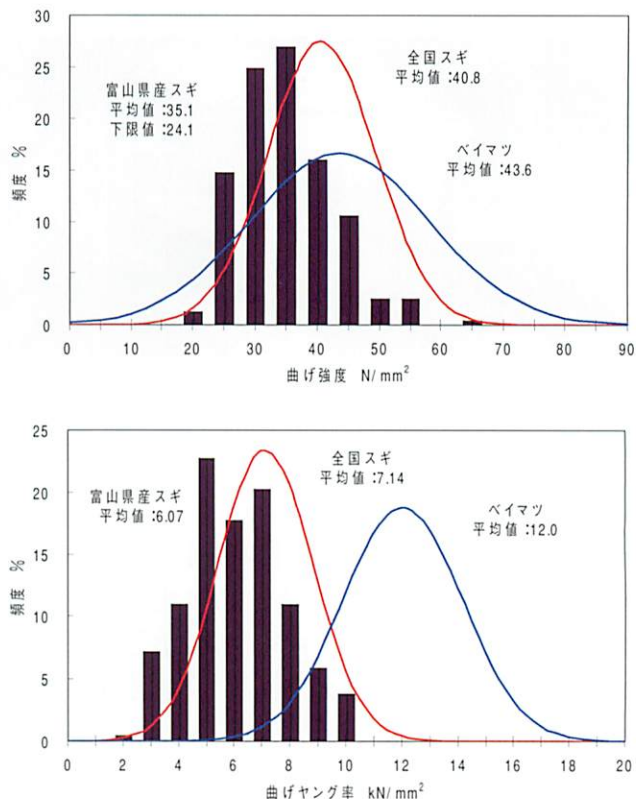


図1 県産スギの曲げ強度性能

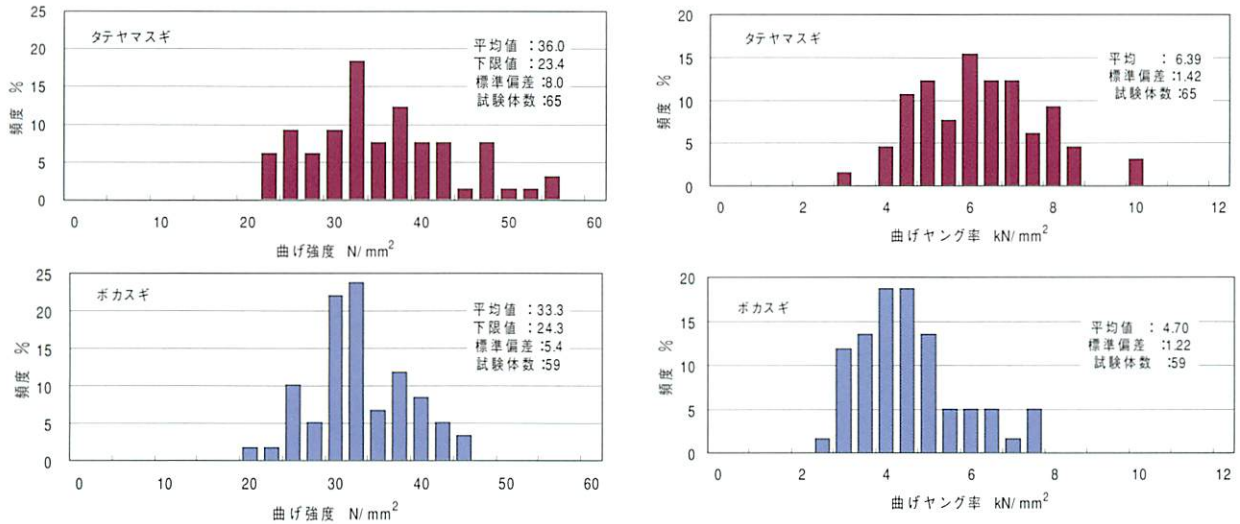


図2 ボカスギとタテヤマスギの強度性能

5. ベイマツとスギの違い

昔からの住宅では、梁や柱にスギを使うことは一般的に見ることができましたが、最近の一般住宅では、ベイマツや集成材を梁として用いることが多くなりました。そのため、スギを梁材に使うときには不安を覚えるようです。図1にはベイマツの強度分布も記入していますが、ベイマツの曲げ強度は平均で $43.6N/mm^2$ であり、平均強度はスギより高くなっています。しかし、分布の幅が非常に広がっていることがわかります。ベイマツの場合、大きな節があり、そのため強度が大きく低下したものが現れるためです。ベイマツの基準強度はそれまでの経緯もあり高めの値になっていますが、節や欠点により強度等級区分された JAS 規格材では、状況が異なります。JAS 材での基準強度を示しますと、1級、2級、3級それぞれに対し、ベイマツでは 34.2、22.8、17.4、スギでは 27.0、25.5、 $22.2N/mm^2$ となっています。1級材では、ベイマツの基準強度がスギより高いですが、2級や3級材ではスギの基準強度が高くなっています。つまり、スギのほうがベイマツより強い場合もあるということです。したがって、ベイマツは強いというイメージを持つ必要がないことがわかります。

しかし、ベイマツとの関係で意識しなければならない大事なことは梁の撓みへの影響です。撓みが大きい小さいかはヤング率で比較することになります。ヤング率の大きい材は撓みが小さくなります。ベイマツとスギを比較するとベイマツ $12.0kN/mm^2$ に比較して県産スギは $6.0kN/mm^2$ ですから、同一寸法の梁では撓みが2倍になると言う点です。特に住宅の梁では、強度性能よりも撓みの制限で梁の寸法が決まってくる場合も多いので、これが大きな弱点になります。これまでベイマツを用いていた梁にヤング率が $1/2$ のスギを用いれば、梁せいを2割増しにして、やっと同じ撓みになります。撓みが問題になりそうな部位では、この点で経済的に不利になってきます。

6. 実際の梁としての適正寸法

いつもベイマツの梁せいを2割増しにしなければならないのでしょうか？。母屋と床ばりで検討してみます。

母屋は、スパン 1820mm で梁に支えられ、母屋間隔が 910mm とします。瓦等の自重

と積雪 1.5 mの荷重を見込むと長期荷重で 4 kN/m²、1本の母屋が負担する 1820 × 910mm の面積では、総荷重で 6.6kN となります。この荷重条件で、母屋に生じる応力が許容応力度以下になる寸法が必要です。積雪長期の荷重条件に対する

表1 母屋、床梁としてのスギ適正寸法

	スパン	間隔 mm	断面 mm	樹種	強度 N/mm ²	撓み mm
母屋	1820	910	105x105	ベイマツ	7.8	4.3
			105x105	スギ	7.8	8.6
		1365	105x105	ベイマツ	11.7	6.4
			105x120	スギ	9.0	8.6
床小梁	2730	910	120x120	ベイマツ	6.9	7.5
			120x150	スギ	4.5	7.7
	3640	910	120x180	ベイマツ	5.5	7.1
			120x210	スギ	4.1	8.9

母屋撓み制限 L/200=9.1mm、床梁たわみ制限 L/300=9.1mm(L:2730)、12.1mm(L:3640)
 長期許容応力(積雪長期) ベイマツ:10.3(13.4)、スギ 8.14(10.6)N/mm²
 ヤング係数 ベイマツ 12、スギ 6kN/mm²(床梁の撓み計算では 1/2)

許容応力度は、ベイマツ 13.4、スギ 10.6N/mm²です。また、撓み量を制限することがあり、母屋ではスパンの 1 / 200 として 8.1mm 以下です。この条件での母屋寸法は、105mm 角を用いればベイマツでもスギでも大丈夫です。撓みについてはやや制限をオーバーしていますが、母屋ではそれほど問題が発生するとも思えませんので、設計者の判断として認めることとしました。母屋間隔を 1365mm に広げると、スギでは梁せいを 120mm に広げる必要があります。

2階床梁の場合では、床梁への荷重として 2400N/m² (撓み計算時 1200N/m²) をみます。1m² に 235kg 以上が長期に負荷するとの条件ですから、かなりの荷重を見込んでいます。スパン 2730mm、梁間隔 910mm として、床梁の応力と撓みから断面を決定します。床梁の撓み制限をスパンの 1 / 300 とします。この場合、スパン 2730mm ではベイマツの梁せい 120mm に対してスギで 150mm、スパン 3640mm ではベイマツ 180mm に対してスギ 210mm の梁せいが必要となります。

したがって、撓みに対する配慮で違いが大きいがわかりますが、なんでも一律にスギの梁せいを 2割増しする必要はなく、場合によっては同寸法で良いこともあります。使用状況に応じて、適正に使うことが大事です。

7. ヤング率のチェックは

ボカスギのようにヤング率が不安なときは、直接測定するのが賢明です。いまは、ハンマーで打撃して振動音を測定しヤング率を計測するグレーディングマシンがあります。これを使えば、一定寸法材では打撃音計測だけで済みますので、1日で1軒分の梁と柱を計測することも出来ます。要所だけであれば、比較的短時間で済むと思います。木材研究所にも写真2のようなグレーディングマシンがありますので、必要な場合には計測され、自信を持って県産スギ材を利用するのが大事だと思います。



写真2 縦振動ヤング率の測定

平成 21年 3月 20日 発行

監修 富山県農林水産総合技術センター木材研究所

発行 富山県森林・木材研究所振興協議会