

シベリア産エゾマツの強度性能（第1報）

構造用製材 JAS に基づく強度等級区分

中谷 浩*, 坂井正孝*, 橋本 彰*
島崎鶴雄*, 長谷川智*

The Bending Properties of Siberian Spruce I. For Stress-graded Lumber by JAS for Structural Lumber

Hiroshi NAKATANI*, Tadayuki SAKAI*, Akira HASHIMOTO*
Tsuruo SIMAZAKI*, Satoshi HASEGAWA*

シベリア産エゾマツの構造用材としての用途拡大を目的に、正角、平角材の実大曲げ試験を行い、その曲げ強度性能と構造用製材 JAS に基づく強度等級区分について検討した。結果は、以下のとおりである。

- 1) シベリア産エゾマツの曲げ強度性能は、平均でヤング率 107.8 tf/cm^2 、曲げ強度 445.3 kgf/cm^2 となった。強度のばらつきが比較的小さく、強度の下限値は 284.5 kgf/cm^2 が得られた。したがって、建築基準法施行令に示されるエゾマツの材料強度 225 kgf/cm^2 を十分に満たす強度を持っており、より高い強度性能評価も可能である。
- 2) シベリア産エゾマツとして入荷する木材の中にはトドマツが混入していることが多いが、同材の強度性能はエゾマツに比べ劣っており、構造用材としての利用においては区別するのが望ましい。
- 3) 構造用製材 JAS にしたがって等級区分した場合に得られたシベリア産エゾマツの許容応力度試算値は、既存のエゾマツ許容応力度と比較すると、等級によって異なる値を示しており、安全性あるいは合理的利用の観点からシベリア産エゾマツ独自の許容応力度設定が望ましい。
- 4) 等級格付けを荷重点間および全長での2種類の方法で行い、下限値を求めた。関数法で下限値を計算すると、全体等級による値が、荷重点間等級の値より特に下位等級で大きくなる。しかし、順位法で求めた場合は、両者の差は小さい。
- 5) 機械的等級区分法では、バンド法で下限値を求めるのが望ましい。誤差分散がヤング率に比例すると仮定して帰直線から下限値を計算してもヤング率の高い等級ではバンド法より高めの結果を与える。

1. はじめに

シベリア産エゾマツ (*Picea jezoensis* Carr.) は、北洋材原木輸入量の50%を占める¹⁾ 主要な樹種であり、これまで胴縁やタルキ等の小割材として利用さ

れている。しかし、最近では原木の小径化や品質の低下の傾向から製材歩留まりの低下を招いており、構造用の柱・梁類等より大きな断面での利用が望まれている。構造用材としての用途を展開するために

* 木材試験場

表一 各年度の材種・試験条件

年度	材種	寸法 cm	本数	スパン cm	S* cm	乾燥レベル	備 考
1992	平角	12×24	30	360	100	生	心持ち材
1993	正角	10.5×10.5	100	270	90	生・D15	心持ち材
	平角	12×21	50	360	120	D20・D25	心持ち材
1994	正角	10.5×10.5	150	270	90	D15	心持ち材
1995	正角	12×12	50	270	90	D15	心去り材、心持ち材
	平角	12×21	25	360	100	D15	
1996	正角	10.5×10.5	100	270	90	D15	心去り材、心持ち材
	平角	10.5×18	20	360	120	D15	

* S : 荷重点間距離

は、その実大強度性能が明らかになっていることが必要であるが、シベリア産エゾマツは下地材としての用途が中心であったため、そのデータ蓄積は十分になされてこなかった。シベリア産エゾマツは北海道産エゾマツと同樹種⁵⁾であり、実用的には建築法規に示されるエゾマツの許容応力度の利用が可能と思われる。しかし、生育時の気象環境に違いがあること、及びシベリア産の場合は全て天然林材であることから、その実大強度性能が異なる可能性も否定できない。

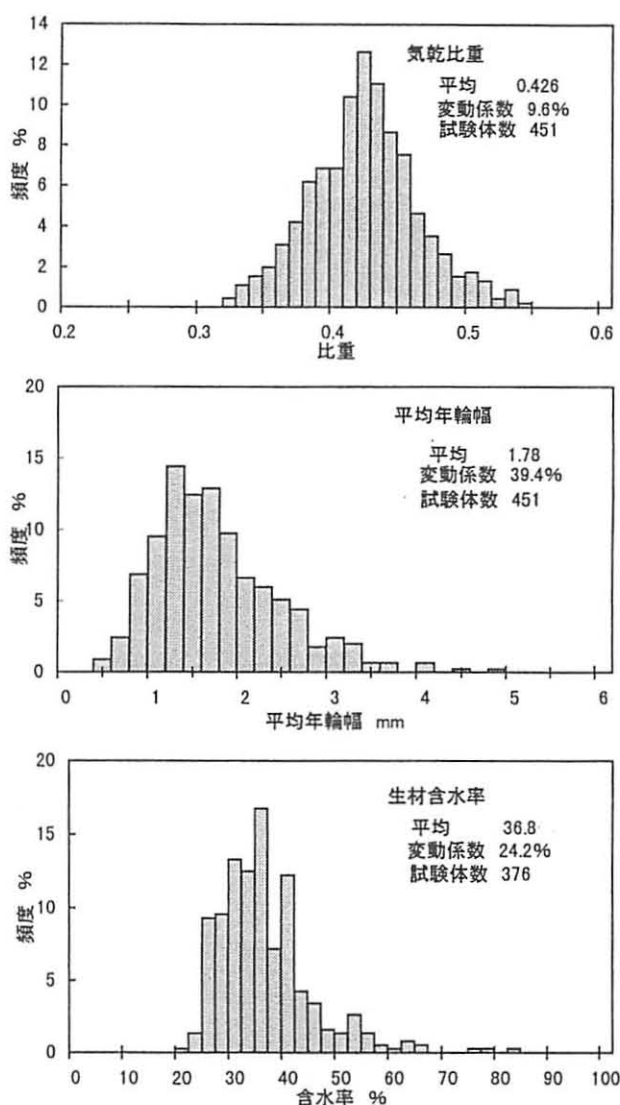
ここでは、1992年から1996年までの5年間にわたって実施したシベリア産エゾマツの実大曲げ強度試験から、材質的な特徴と構造用製材JASに基づく強度等級区分の結果について報告する。

なお、今回の研究では、富山県林政課、富山県木材組合連合会、日本北洋材製材協議会、富山県林業技術センター振興協議会の支援、また試験材の調達、実験にあたっては(株)石甚、柴木材(株)、(株)江守、(株)田島木材から多大な協力をいただいた。ここに併せて謝意を表します。

2. 試験体と試験方法の概要

2.1 曲げ試験方法

試験期間が5年間にわたったため、材種、乾燥レベル等は年度により異なっている。各年度の材種、試験条件の概要を表一に示す。曲げ試験は1992年度、1993年度の一部を生材を用いて行ったが、その他は蒸気式乾燥材を用いた。その乾燥レベルは針葉樹構造材の日本農林規格⁸⁾(以下JAS)におけるD



図一 シベリア産エゾマツの基礎材質

25, D20, D15など様々である。

曲げ試験は、4点荷重法により正角材では、スパン270cmの3等分点、平角材ではスパン360cmで荷重点間距離が100cm及び120cmで実施した。したがって、せん断長が材せいの5.4~8.6倍まで変化しており、せん断付加たわみの影響度は一様ではない。

強度データの整理にあたって、今回の一連の実験では、材種、試験方法、試験材含水率等の条件が一定では無いことから、データの基準化が必要である。ここでは含水率（曲げ強度、ヤング率に対して）とせん断付加たわみ（ヤング率に対して）の影響のみを考慮して補正することとした。寸法効果については、標準とすべき材寸法が明確になっていないこともあり、特に補正しないこととした。

補正の方法は、“木材の機械的等級区分法(案)”³⁾を参考に行った。曲げ強度、ヤング率は、ASTM D 2915の換算式により含水率15%時の値に補正した。さらにヤング率は、ヤング率とせん断弾性係数の比を16倍として、スパンー梁せい比 21, 3等分点 4点荷重条件における全スパンたわみの値を基に補正した。

2.2 材質測定方法

実大曲げ試験後、破壊部近くより厚さ1~2cmの板を2枚採取し、1枚を試験時含水率の測定に供した。残りは1~2ヶ月程度室内に放置したのち、気乾比重（含水率12~14%）を測定した。平均年輪幅は、気乾比重測定用の試片を使用し、構造用製材 JASに従って測定した。繊維傾斜は、乾燥割れが材面に現れている場合には割れにより、それ以外は引っ掻き法により、曲げ試験材の引張材面と側面の2箇所測定し、両者のうちの大きな方の値を繊維傾斜とした。

乾燥材で強度試験に供した材の生材時の含水率は、製材時および試験時の試験体重量と試験時の含水率から計算した。

ねじれは、スパン上で3点を固定して、残り1点の浮き上がり量として測定した。

3. 試験結果

3.1 シベリア産エゾマツの材質的特徴

図-1に基礎材質の測定結果を一括して示した。気乾比重は正規分布に近い様子を示しており平均

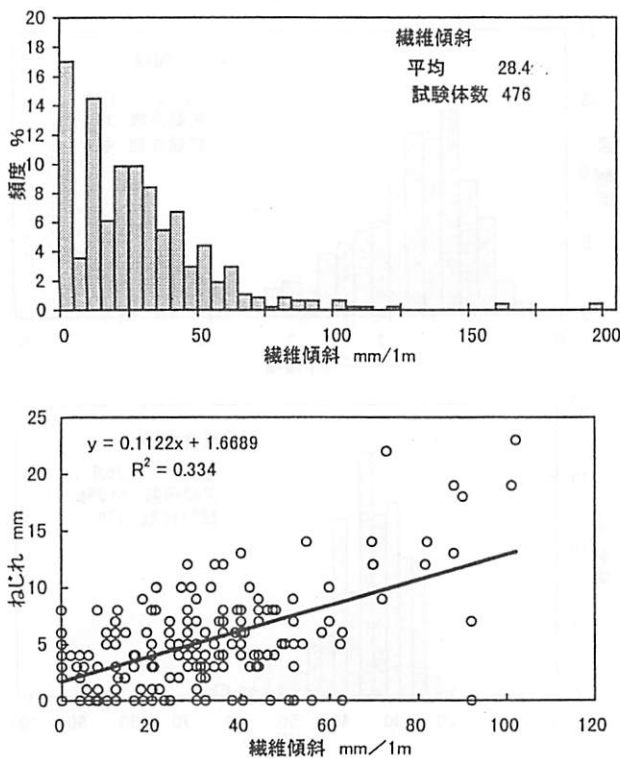


図-2 シベリア産エゾマツの繊維傾斜、ねじれの発生量 (ねじれ: 105mm正角のみ、スパン270cmでの浮き上がり量)

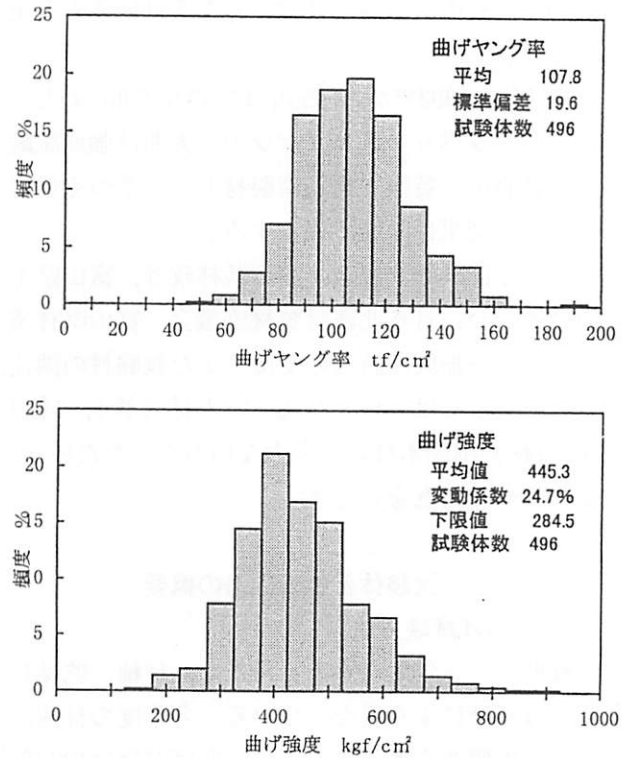


図-3 シベリア産エゾマツの実大曲げ性能

0.426であった。平均年輪幅は1.0～2.5mmに76%が集まっており、平均1.78mmとなったが、中には4mmを超えるような成長の良いものも存在する。北海道産エゾマツについて、細谷ら¹⁾は平均値として比重0.41、平均年輪幅2.4mmを報告している。シベリア産エゾマツは、生育環境が厳しいためか、北海道産に比較して年輪幅が狭く比重がやや高いように思われる。生材時の含水率（正確には工場製材時の含水率）は、平均36.8%と比較的低かった。

繊維傾斜（図-2）は、平均で材長1mあたり28.4mmとなった。構造用製材JASでは、1級に対して1/12以下（83mm/1m）と規定されており、これを越える値は極めてわずかであることから、実用強度にはほとんど影響しないものと考えられる。しかし図-2に示すように、繊維傾斜は、ねじれの発生に影響を与えている。また、シベリア産エゾマ

ツにはあて材部を持つものが多く、これが繊維傾斜の影響と重ね合って大きなねじれ量の発生につながっていると考えられる。

構造用材に許容されるねじれ量については明確な規定がなく、各プレカット工場の規準で決定されると思われる。図-2におけるねじれ量を見ると、生産現場での問題となる可能性があると思われる。

3.2 シベリア産エゾマツの強度性能

シベリア産エゾマツの実大曲げ強度性能を図-3に示す。曲げヤング率は平均107.8 tf/cm²、変動係数18.2%、曲げ強度は平均445.3 kgf/cm²、変動係数24.7%であった。“構造用木材-強度データの収集と分析”⁴⁾（以下、データ集）に記載されている他の樹種の強度性能と比べると、同樹種はヤング率のばらつきは平均的であるが、曲げ強度のばらつきは比較的小さい樹種と思われる。これはエゾマツの節が比較的小さいことが影響しているものと考えられる。

曲げ強度の5%下限値（信頼水準75%）を順位法により求めると、285 kgf/cm²が算出された。建築基準法施行令（以下、施行令）に規定されるエゾマツの材料強度（225 kgf/cm²）は、下限値に相当するとされている²⁾が、算出値はこれに比較してかなり高い数値であり、アカマツ、クロマツ、ベイマツの材料強度と同等の値を示している。ベイマツの曲

表-2 シベリア産トドマツの材質、強度的性質

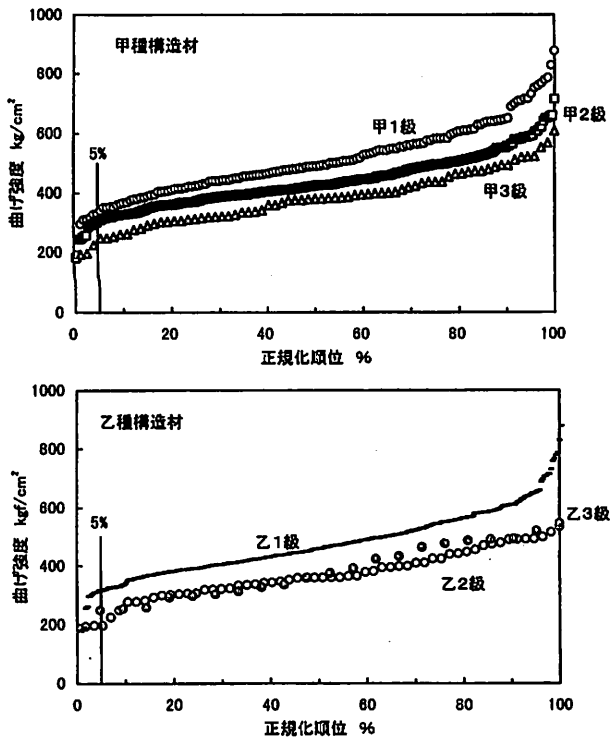
	初期含水率 %	比重	年輪幅 mm	曲げヤング率 tf/cm ²	曲げ強度 kgf/cm ²
平均値	94.1	0.357	2.46	92.2	331.7
標準偏差	35.0	0.040	0.79	16.7	49.3
変動係数(%)	37.2	11.2	32.1	18.1	14.9

試験本数：23

表-3 シベリア産エゾマツの目視等級区分

	試験体数	割合 %	曲げヤング率			曲げ強度			下限値 kgf/cm ²	許容応力度 kgf/cm ²
			平均 tf/cm ²	SD tf/cm ²	CV %	平均 kgf/cm ²	SD kgf/cm ²	CV %		
全体	496	100	107.8	19.6	18.2	445.3	109.8	24.7	285	95
JAS目視等級区分材										
甲種1級	143	28.6	118.9	19.4	16.3	508.4	119.7	23.5	327	110
甲種2級	265	53.4	105.6	17.4	16.5	434.5	89.9	20.7	299	100
甲種3級	72	14.7	96.3	17.9	18.6	380.4	89.6	23.6	218	70
等外	16	3.2	97.2	18.9	19.4	354.1	113.2	32.0	-	-
乙種1級	288	77.6	112.9	19.1	16.9	473.4	110.9	23.4	317	105
乙種2級	57	15.4	93.6	15.4	16.4	368.5	83.1	22.5	196	65
乙種3級	21	5.7	92.6	19.0	20.5	385.2	95.1	24.7	-	-
等外	5	1.3	106.7	25.1	23.5	341.5	154.1	45.1	-	-
乙種総数	371									

SD：標準偏差 CV：変動係数 許容応力度：下限値/3で計算した。



図一 4 構造用製材JASによる等級区分

げ強度平均値⁴⁾ 552.7 kg/cm²と比較すると、シベリア産エゾマツは、はるかに低い平均強度となるが、ばらつきの小さいことが構造部材としての高い強度評価を可能にしている。

北海道産エゾマツのヤング率、曲げ強度は、先のデータ集にはそれぞれ平均92.0 tf/cm² (変動係数18.5%)、平均375.3 kgf/cm² (変動係数26.9%)が示されているが、これと比較するとシベリア産は、ヤング率、曲げ強度ともやや高い結果が得られている。下限値の1/3を長期曲げ許容応力度 (以下、許容応力度) とするとシベリア産エゾマツは 95 kgf/cm² の許容応力度が得られる。施行令におけるエゾマツの許容応力度は75 kgf/cm² であることから、シベリア産エゾマツにエゾマツの許容応力度を使用することに問題は無く、さらに高めに評価するのが適当と考えられる。

3.3 トドマツの強度性能

通常、エゾマツとして入荷する丸太の中にはトドマツが1～2割混入しているロットがあると言われている。今回の試験においても一部にトドマツの混入が認められた。1993年、1994年実験の正角材300本のうち、トドマツが23本確認された。特に1994年試験体には17本が混入しており、150本中の11%に

達している。シベリア産トドマツの材質、強度を一括して表一2に示す。トドマツについてはシベリア産と北海道産では樹種が異なることが報告されている⁵⁾。限られた数での結果ではあるが、平均値と比較するとエゾマツに比べて成長は良いが、比重が低く、強度的性質の点で劣っているものと思われる。また、初期含水率も極めて高く、いわゆる水喰い材の存在が認められる。北海道産のトドマツ⁶⁾と比較すると、年輪幅は造林木である北海道産が広いが、比重はシベリア産が若干低い。ヤング率はシベリア産がやや高いが、曲げ強度が明らかに低い。これは、樹種の違いや北海道産は造林木であるため施業管理がなされていることが、関与しているものと考えられる。とくに、今回のような心持ち材では、輪生枝に起因する節が製材断面内に集中し、強度を低下させていることが考えられる。このような結果から、シベリア産エゾマツを構造用材としての利用展開を図るためには、トドマツを除外し、単独樹種として扱うことが適当と考えられる。

3.4 目視等級区分材の強度性能

構造用製材JASに従い等級区分した場合の各等級の曲げ強度を図一4、表一3に一括して示した。なお、ここでの等級区分は、強度に対する影響度の大きい荷重点間に存在する欠点に基づいて行ったものである。甲種構造材では、1級、2級、3級に関して曲げ強度の平均値は508.4、434.5、380.4 kgf/cm²、下限値は327、299、218 kgf/cm² となった。1級と2級との強度差は比較的小さいが、各等級の強度性能の違いが明確に現れており、目視等級区分の効果が示されている。正角材を対象とした乙種構造用材では、1級、2級、3級で平均値が473.4、368.5、385.2 kgf/cm²、下限値が316.9、196.1、178.8 kgf/cm² となり、2級と3級では平均値に逆転が起きている。乙種の場合、柱用途であり圧縮荷重を想定しての等級区分法であるため、曲げ強度に密接な関係を持たないことがあり得ること、1級に供試体が集中しすぎており、3級材の本数が少なすぎるなどが影響したためと考えられる。

下限値の1/3として長期許容曲げ応力度を求めると、甲種1級、2級、3級材で110 (JAS格付け材の許容応力度: 115, 以下同様)、100 (JAS: 95)、70 (JAS: 55) kgf/cm²、乙種1級、2級材で105 (JAS: 90)、65 (JAS: 75) kgf/cm² が得られた。

表-4 荷重点間等級と全体等級区分による曲げ強度の違い

	荷1級*	全1級*	荷2級	全2級	荷3級	全3級
甲種構造材						
試験体数	143	87	265	270	72	111
平均	508.4	528.3	434.5	444.5	380.4	403.8
標準偏差	119.7	129.2	89.9	89.2	89.6	95.8
変動係数	23.5	24.4	20.7	20.1	23.6	23.7
関数法下限値	300	300	280	292	221	236
順位法下限値	327	323	299	306	218	209
許容応力度	110	105	100	100	70	70
ク JAS	115		95		55	
乙種構造材						
試験体数	288	252	57	82	21	31
平均	473.4	476.4	368.5	405.6	385.2	378
標準偏差	110.9	109.7	83.1	107.4	95.1	94.4
変動係数	23.4	23.0	22.5	26.5	24.7	25.0
関数法下限値	283	288	219	215	202	202
順位法下限値	317	319	196	229	-	197
許容応力度	105	105	65	75		65
ク JAS		90		75		25

* 荷1級、全1級はそれぞれ荷重点間等級、全体等級での1級を示す。他も同様。単位は変動係数(%)、試験体数を除きkgf/cm²
 下限値関数法：正規分布とみなして関数法で計算された下限値
 許容応力度JAS：エゾマツJAS格付け材の許容応力度

乙種3級材では試験体数が不足しており、順位法では下限値が得られなかった。

構造用製材JAS材に与えられている長期許容曲げ応力度は、北海道産エゾマツの強度データ^{1,4)}を基にして与えられたと考えられるが、シベリア産エゾマツJAS材での値は、等級によってはJAS許容応力度を下回るものもある。構造物の安全性の確保と木材の合理的な利用を考えた場合、シベリア産エゾマツの許容応力度を独自に設定するのが適当と考えられる。

3.5 目視等級区分における荷重点間等級と全体等級

3.4 目視等級区分では、曲げ試験における曲げモーメントの最も大きい荷重点間に存在する欠点に基づいて等級区分を行い、強度性能を検討してきた。

一方、一般の流通材においては等級格付けは材長全体に存在する欠点を評価して行われている。したがって、材長全体で判定された等級ごとの試験結果から、統計的な処理によって各等級の下限値を求めることも可能である。

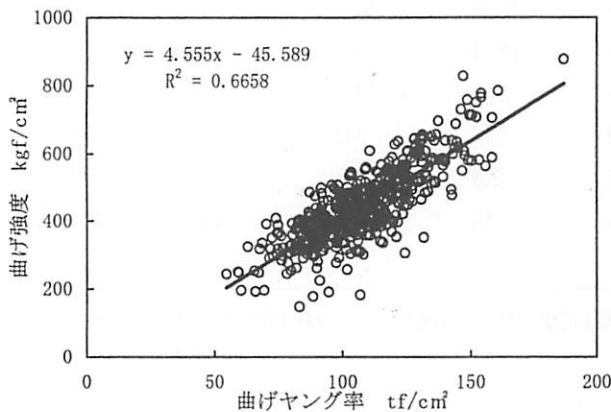
前者を荷重点間等級区分、後者を全体等級区分とする。

全体等級区分による場合、下位等級では、荷重点間に限れば上位等級に相当する材が含まれてくるため、荷重点間等級区分よりも平均値は大きくなるが、下限値はばらつきも大きくなるため大きくなるとは限らない。両者で誘導される下限値を表-4に示した。甲種構造材における荷重点間等級区分と全体等級区分の結果を比較すると、1級材、3級材での平均値、標準偏差の増加が大きく、2級材での変化は比較的小さい。1級材での変化は、荷重点間等級区分時の本数(143本)の約40%(56本)もの本数が下位等級に移動したために生じた数値的な変化と解釈される。全体等級区分2級では荷重点間等級区分1級材が18%含まれるにすぎないため、平均値が若干高くなった程度の変化にとどまったものと考えられる。全体等級区分3級では、その中に荷重点間1級材が11%、同2級材が29%と上位等級材が40%を占めたため、平均値の上昇と標準偏差の増加を招い

表一五 機械的等級区分結果

等級	ヤング率 tf/cm ²	試験体数	割合 %	標準偏差 kgf/cm ²	標準誤差	下 限 値			許 容 応 力 度* kgf/cm ²	JASエゾマツ 許容応力度 kgf/cm ²
						誤差一定	誤差比例 kgf/cm ²	バンド法		
E50	40-60	3	0.6			74	117		40	
E70	60-80	28	5.6	56.8	57.8	165	191	193	65	55
E90	80-100	143	28.8	62.9	59.2	256	269	260	85	85
E110	100-120	196	39.5	65.6	62.6	347	347	319	105	115
E130	120-140	96	19.4	74.3	67.7	438	426	386	125	145
E150	140-160	28	5.6	88.3	88.3	529	505	478	160	175
E170	160-180	2	0.4			620	585		195	

* 許容応力度はバンド法（E50、E170のみ誤差比例）下限値の1/3として計算



図一五 曲げヤング率と曲げ強度の関係

たものと思われる。

下限値の計算には、分布形状を決めて関数法による場合と順位法の2つの方法を用いた。正規分布とみなして関数法で計算した場合の下限値は、1級では荷重点間、全体等級区分の間で変化せず、2級、3級では全体等級区分が荷重点間等級より高い値を示した。すなわち、実質的に上位等級の性能を持った材料の影響により下位等級の下限値は上昇する傾向にある。

一方、順位法で計算された下限値の場合、明確な傾向は無く、荷重点間、全体等級区分の影響をあまり受けにくいようである。これは、順位法の場合、各等級内での最低強度から数番目という低強度の部材強度を基にして計算されてくるため、全体等級区分で上位等級相当材の強度が含まれてきても、低強度順位に影響を与えないためと考えられる。したがって、全体等級区分であっても、順位法で計算された

下限値は、欠点と強度との関係をより密接に表しているものと考えられる。

1996年3月通達の建設省住宅局指導課長通達第132号“木材の材料強度について”²⁾では、材料強度を求めるための試験方法として、最大の欠点は支点間内に位置するものと規定されている。このことから、今後は全体等級区分での部材評価が中心的な役割を担っていくものと考えられる。

全体等級区分で得られた下限値は、材料品質の状況が試験を行った時期と変わらない限りにおいては、その数字は統計的な妥当性を持ち得るであろう。しかし、将来、例えば製材の品質が全体的に低下してきたような場合には、下限値は変化してくることが予想される。したがって、全体等級区分で下限値を評価する限り、経常的に流通品の強度性能をチェックして下限値を確認していくことが必要と思われる。

荷重点間等級区分のように、等級で規定される欠点と強度との関係が密接な場合には、全体的な品質低下の影響は下位等級材の割合増加の形となって現れ、下限値への影響は少ないと考えられる。したがって、流通品の強度チェック体制のとられていない現状では、全体等級区分で強度を評価する場合、荷重点間等級区分と差が少ない順位法で下限値を計算するのが適当と思われる。

3.6 機械的等級区分材の強度性能

シベリア産エゾマツにおける曲げ強度と曲げヤング率の関係を図一五に示す。曲げヤング率は80~140 tf/cm²の範囲に集中しており、全体の88%に及んでいる。曲げ強度との決定係数は0.67であり、

この値はデータ集の各樹種と比較して最も高い値を示しており、機械的等級区分が効果的な樹種と言える。構造用JASの機械的等級区分法にしたがった各ヤング率等級の5%下限値（信頼度75%）を求めた結果を表-5に示した。

下限値の計算手法には、各ヤング率等級ごとのデータから個別に計算するバンド法と回帰関係から下限直線を求めて計算する方法がある。バンド法の場合、ヤング率の高低両端の等級で試験体数が不足し下限値を計算できない場合を生じやすい。信頼度75%で5%下限値を求めるためには最低27体の試験体が必要となるが、今回の試験ではE70, E150等級で計算できたものの、E50, E170等級では試験体不足を生じている。E50, E170等級は出現頻度が極めて低いので、あえて等級を設けなくても実用上の問題は生じないと思われる。E70, E150等級では計算が可能とはいえ、下限値は出現した最低強度の値に大きく影響されるため、信頼性の点で問題があると思われる。

回帰直線から下限値を求める方法として、誤差分散が一定、および誤差分散がヤング率に比例するとみなす二つの計算法³⁾が提案されている。両タイプの計算方法で得られた下限値を併せて表-5に示した。

誤差分散を一定と見なした場合の下限値は、E90等級を除いてバンド法と異なる値を与えている。

誤差分散がヤング率に比例するとみなした場合の下限値はバンド法に比較的近似した値を与えているが、E110等級以上で高い値を与える。

これは、回帰直線からの標準誤差がヤング率の増加に伴い比例的に増大するが、E130等級から誤差がより大きくなっていることによる。標準偏差がヤング率の高い等級で極めて大きくなっているように、ヤング率の増大によって期待される強度の増加は、欠点の存在によって大きく抑制されると考えられる。

したがって、標準誤差一定、あるいは比例的に増加するといった仮定では、一部の等級でバンド法による結果と乖離することになる。

バンド法は、データの少ない領域がが現れ実験的に困難な部分が多いが、下限値の評価に適していると考えられる。データの少ない等級あるいは最低強度値が極端な場合に、誤差分散がヤング率に比例するものとしての計算される下限値を参考にして工学

的に判断するのが実用的と思われる。

4. おわりに

シベリア産エゾマツの正角、平角材の実大曲げ試験を行い、構造用製材JASにしたがって等級区分した場合の曲げ強度下限値、許容応力度等を明らかにした。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 非等級区分材としての利用では、建築基準法施行令のエゾマツ材料強度を十分満たす強度を保持しており、より高い許容応力度等の評価が可能である。
- 2) JASによって等級区分した場合の各等級の許容応力度は、既存のエゾマツ許容応力度と等級によって違いを生じていた。シベリア産エゾマツとして独自の許容応力度の設定が、安全性、合理的利用の面から望ましい。
- 3) シベリア産トドマツはエゾマツより強度的に劣る可能性が高く、構造用材として利用ではエゾマツと区別するのが望ましい。
- 4) 材長全体で等級格付けを行い、各等級の下限値を関数法で求めると、荷重点間等級区分で得られたものより下位等級で大きな値となる。しかし、順位法で計算した場合には、両者の差は小さい。
- 5) 機械的等級区分では、バンド法を用いて下限値を求めるのが望ましい。誤差分散がヤング率に比例すると仮定して、回帰直線から下限値を誘導してもヤング率の高い等級でバンド法より高めの結果を与える。

文 献

- 1) 細谷俊人, 藤原拓哉: エゾマツ・トドマツ製材の曲げ強さ, 1991年2月, p8-11
- 2) 建設省住指発第132号, “木材の材料強度の評価について”, 1996年
- 3) 日本木材学会木材強度・木質構造研究会, “木質構造研究の現状と今後の課題”, 木材の機械的等級区分法(案), p42-45, 1994
- 4) 日本木材学会木材強度・木質構造研究会, “構造用木材-強度データの収集と分析”, 1988
- 5) 佐藤真由美, “外材と道産材”, ウッディエイジ, No. 5, P15-23, 1995
- 6) 高橋政次, 滝沢忠昭他, 池田産トドマツ人工材の材質, 林産試験場報, 第4巻, 5号, p5-24,

1990
7) 富山県林政課, 木材需給と木材工業の動向,
p 5, 1996

8) 全国木材組合連合会, 針葉樹の構造用製材の日本農林規格並びに解説, 1992

Summary

This report deals with the bending properties of non-graded and stress-graded Siberian spruce lumber by JAS. Results are summarized as follows :

- 1) The bending strength and stiffness of Siberian spruce were 445 kgf/cm² and 107.8 tf/cm² on average. The standard deviation of strength of this species is small compared with that of other species, and the 5% tolerance limit (75% confidence level) of strength is 284.5 kgf/cm². This value is very large compared with standard strength level (225 kgf/cm²) of spruce on Japanese building code.
- 2) Siberian fir is often mixed with spruce. However we think that fir should be distinguished from spruce for structural use, because it is not very strong.
- 3) For stress-graded lumber by JAS, the calculated allowable stress of Siberian spruce is different from that of spruce. It is better to have individual value for Siberian spruce.
- 4) We derived two tolerance limits(T.L) from lumber stress-graded at the loading point and when it was at its fullest length. If a parametric analysis procedure is used, then the T.L on full length is larger than that at the loading point, particularly for those of low grade. However, tolerance limits calculated by using a non-parametric analysis procedure showed a small difference for both grading methods.
- 5) In case of calculating the tolerance limit of lumber graded by the mechanical grading rule, it is proper to calculate individually for each E-grades. The calculating method using regression line gives a larger value than the former method for high E-grade type.