

カラマツダンネージ材は弱くない

丸山 武

はじめに

カラマツ小径木のうち、末口径が5~9cmの原木は主にダンネージ材として製材されている。昭和55年度の道内におけるカラマツ製材品の出荷量は約20万1千 m^3 で、そのうちのダンネージ材は15.2%を占めており、カラマツ小径材からの主要製品の一つとなっている。その90%以上は道外、特に京浜地方へ移出されており、スギ小径材を主体とする本州産ダンネージ材と競合している。最近では東北地方産のカラマツ材製品とも競合しており、必ずしも安定した市場状況でないと報告されている。

ダンネージ材の用途は、主として貨物船の船倉内で荷崩れを起こさないように用いられる間仕切りや緩衝用材であるが、そのほか港湾等での製品土場の台座やパッキン材などにも多用されている。これらの使われ方としては、長尺のままとしてばかりでなく、荷姿によって適当な長さに切り使いされる。ダンネージ材は貨物船の一航海ごとに多量に使われるので需要は多く、しかも、性能、使いやすさ、価格等の面からみて木材に替わるダンネージ材は今のところ見あたらず、今後とも需要は増大こそすれ、減少することはないと言われてい

る。これらのダンネージ材については日本農林規格などの公的な規格は特にないが、一般に行われている実際取引上の標準的な定義と規格はおおよそ次のとおりとなっている。

定義：材の長さ2/3以上の部分にわたってひき面の

ある材面が1以上あり、残りの材面には材の長さの1/3以上の部分にわたってひき面があるひき割またはひき角類で、材面にひき面がある部分における横断面の辺の欠けを補った形が正方形のもの

規格：末口部分は皮なしの丸棒のままでも良いが、方形の一辺の長さ8.5cmのもの末口径は6cm以上、同じく7.2cmのもの末口径は5cm以上とする、材の長さの許容限度は ± 1 cm未満、方形の一辺の長さの許容限度は ± 0.2 cm未満とする。

これらの定義、規格とも一般製材と比較して極めて大まかなものであり、ひき立て精度はさほど厳しくないため、必ずしも高度なひき材技術を必要としないものとされている。しかし、実際にどのような品質のダンネージ材が市場に出回っているのか、その実態は明らかでない。

そこで、市販のダンネージ材の品質を確かめるために、林産試験場で行った試験の結果を実態の一例として紹介する。

そんなカラマツダンネージ材

品質を調べたダンネージ材の材種は、表-1に示したように7.2cm角と8.5cm角の2種である。カラマツは道産材で昭和54年8月上旬に製材されており、その年の冬季に伐採したもの(L)、製材2~3ヵ月前に伐採したもの(K)及び製材直前に伐採したもの(M)の3種である。スギとヒノキは京浜地方での市販品で、両材の混入してい

る100本梱包をスギ(S),ヒノキ(H)に分類した。したがって、一梱包50本の品質を調べたカラマツ材と、混入量の異なるスギとヒノキの試験本数に差異を生じた。なお、スギとヒノキの産地・製材時期等は不詳である。

表 - 1 品質を調べたダンネージ材

樹種	公称断面 (cm)	長さ (m)	供試本数	
カラマツ	7.2 × 7.2	3.0	L	50
			M	50
			K	50
			S	63
スギ			S	63
ヒノキ			H	37
カラマツ	8.5 × 8.5	3.0	L	50
			M	50
			K	50
			S	62
スギ			S	62
ヒノキ			H	38

表 - 2 ダンネージ材の品質 (試験結果)

	カラマツ			スギ	ヒノキ	
	L	M	K			
年輪数	10.8 12.4	15.5 15.2	14.5 15.2	29.3 26.8	28.6 30.3	
年輪幅 (mm)	5.1 5.3	3.8 4.3	4.2 4.3	2.5 2.6	2.1 2.4	
含水率 (%)	31.1 13.0	35.7 13.9	37.2 15.9	18.9 14.5	19.5 15.0	
試験時の比重	0.48 0.43	0.50 0.43	0.50 0.44	0.47 0.44	0.57 0.55	
全乾比重	0.37 0.38	0.37 0.38	0.36 0.38	0.39 0.38	0.48 0.48	
0.5%以上の曲がりを有する材	比率 (%)	20 30	14 8	4 4	11 18	30 3
	最大曲がり (%)	0.67 1.00	0.73 0.70	0.67 0.73	1.10 1.43	0.90 0.53
	平均曲がり (%)	0.59 0.70	0.61 0.62	0.63 0.73	0.73 0.87	0.67 0.53
ひき材精度	平均寸法 (cm)	7.17 8.30	7.03 8.27	7.08 8.31	7.20 7.98	
	歩むら (mm)	0.6 2.0	1.7 2.3	1.2 1.9	0.9 5.2	
	ひきむら (mm)	3.9 9.2	2.9 7.3	2.5 7.3	5.2 12.1	
強度	曲げヤング係数 (ton/cm ²)	58 70	62 71	60 68	60 62	83 90
	曲げ強さ (kg/cm ²)	302 352	319 378	327 330	342 330	429 440

(注) 上段: 7.2cm角, 下段: 8.5cm角

これらのダンネージ材は、昭和54年 9月に林産試験場に搬入し、7.2cm角については約1ヵ月間のうちに試験を終了したが、8.5cm角についてはそれから約1ヵ年半の間、実験室に放置してから試験を行った。したがって、カラマツ材の7.2cm角はほぼ生材に近い状態、8.5cm角はほぼ気乾状態での品質ということになる。

試験の結果、表 - 2に示したとおり道産カラマツ材から製材したダンネージ材の品質は、本州産のそれと比較して外観的にも材質的にも、ほぼ同等であることが分かった。以下それぞれの品質について説明する。

年輪数と平均年輪幅

元口での年輪数と、元口と末口での平均値としての平均年輪幅は図 - 1のとおりである。

これらの材は造材時に立木のどの位置から採材したかが明らかでないので、必ずしもこの年輪数が直接樹齢を表していることにはならないが、これらの樹齢に近いことがうかがえよう。

カラマツ材の場合、10~20年輪の材が80%以上を占めており全平均で14年輪であった。7.2cm角と8.5cm角ではほとんど違いがなく、両断面材とも同じ程度の樹齢の材が使われているといえよう。スギとヒノキの場合は、10~50年輪でかなり広い範囲にあり、両者とも平均年輪数はカラマツの約2倍の29年輪であった。

次に、平均年輪幅については、カラマツ7.2cm角で4.4(範囲2.4~7.1)mm、8.5cm角で4.6(範囲2.7~7.5)mmであり、8.5cm角の方がわ

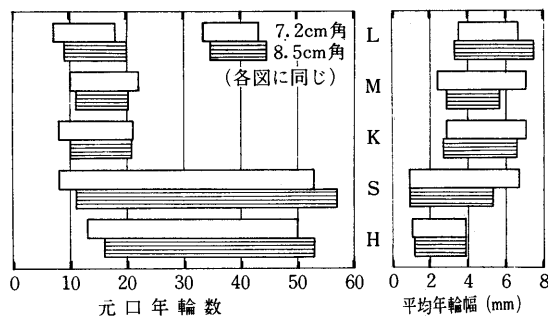


図 - 1 年輪数と年輪幅

ずか 5%広い程度であった。スギとヒノキの平均年輪幅はカラマツの半分の値であるが、これは前述の年輪数に関してスギとヒノキがカラマツの 2 倍であったことに対応している。同じ小径材であっても、スギとヒノキをカラマツと比較すると、かなり生長の悪い材があげられているといえよう。

含水率と比重

含水率と比重を図-2に示した。7.2cm角カラマツの含水率は20~80%の極めて広い範囲にあり、平均値35%でほぼ生材に近い状態であった。スギとヒノキの7.2cm角は平均19%でバラツキも小さく、気乾材に近い状態であった。これはスギとヒノキがカラマツと比較すると、製材後かなり時間が経過しているからであろうと思われる。これらの含水率条件での比重はカラマツとスギではほぼ同じ0.49前後で、ヒノキはそれらより約15%高い値であった。また、試験時含水率の状態では全乾重量を除いた値を全乾比重として同図に示した。この場合もカラマツとスギでは平均値0.37前後で、ヒノキはこれらより約30%高い0.48であった。

次に、8.5cm角については、カラマツ全体の平均値は14%前後で、気乾状態になっているといえよう。スギとヒノキについては7.2cm角での含水率よりさらに低下していて、カラマツとほぼ同じ含水率になっていた。これらの気乾状態でのカラマツの比重は0.43で、スギとほぼ同じであり、含水率の影響を取り除いた全乾比重はカラマツと

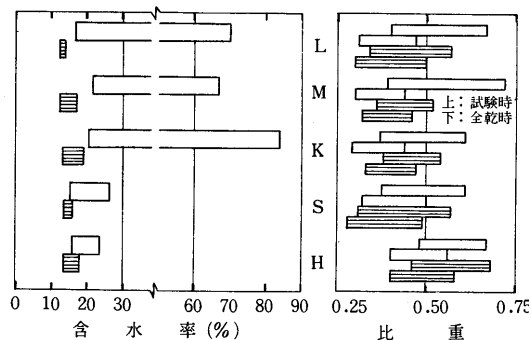


図-2 含水率と比重

スギは同じ0.38で、7.2cm角とほぼ同じ値であった。ヒノキは7.2cm角の場合と同様にカラマツやスギよりもかなり高い値であった。

丸味

ダンネージ材の原木には公称断面より小さい径級のものであてられ、しかも曲がりやねじれを有しているものが多いので、製品は必ず大きな丸味をもったものとなる。一般取引上の規定ではひき面に許容される丸味率に関する数値的規定は特にない。ここでは丸味の程度を表すために、丸味率50%以下のひき面(7.2cm角では3.6cm以上、8.5cm角では4.2cm以上の幅を有するひき面)を有する面の元口からの長さが材長の2/3以上、すなわち2m以上である材面がいくつ存在するかを表-3に示した。

表-3 ダンネージ材の丸味 (%)

樹種	公称断面	面の数				
		0	1	2	3	4
L	7.2cm角	30	26	24	14	6
M		4	12	44	28	12
K		6	4	26	33	31
S+H		22	23	37	14	4
L	8.5cm角	28	28	28	12	4
M		16	30	48	4	2
K		4	10	50	26	10
S+H		19	30	25	19	7

(注) 丸味率50%以下のひき面を有する材長が2m以上ある材

カラマツのうち、丸味率50%以上の面を2m以上有する材がLでは30%もあるが、MとKではかなり少なくなっており、スギとヒノキはその中間くらいとみることができる。全般的には8.5cm角よりも7.2cm角の方が丸味が少ない傾向がうかがえる。しかし、丸味率が50%以内のひき面を有する材長が、2m以上である材面を一面も有しない材であっても、ひき面そのものは2m以上有するものがほとんどで、一般取引上の規定には一応適合しているものとみなすことができる。

曲がりやねじれ

一般製材のJASによれば、曲がりやねじれは0.5%以内と規定されている。ダンネージ材には曲がりやねじれが大きいと使用上で支障をきたすことになる。そこで、ダンネージ材にも0.5%以内ということをあてはめてみ

て、0.5%（最大矢高15mm）以上の曲がりやを有する材がどの程度あるかを調べた。

表 - 2に示したとおり、カラマツ全体を通じてLに曲がりの大きいものが多かった。0.5%以上の曲がりやを有する材だけの平均値はカラマツ7.2cm角では0.6%前後であり、極端に大きい曲がりやを有しているとはいえないだろう。また、気乾状態になった8.5cm角では0.5%以上の曲がりやを有する材はカラマツ全体で14%と、7.2cm角とほぼ同程度であるが、その中で平均値は若干大きくなっている。

一般に、小径材では曲がりと同じくねじれが大きな問題となる。製材後さほど時間が経過していない7.2cm角についてはねじれが顕著でなかったため測定を省略したが、8.5cm角のカラマツについてのみねじれ率を測定し表 - 4に示した。

曲がりの大きいものはねじれも大きくなってい

表 - 4 カラマツダンネージ材のねじれ(8.5cm角)

材種	最小	平均	最大
L	0.009	0.078	0.154
M	0.000	0.055	0.142
K	0.000	0.044	0.106

(注)単位はrad/m

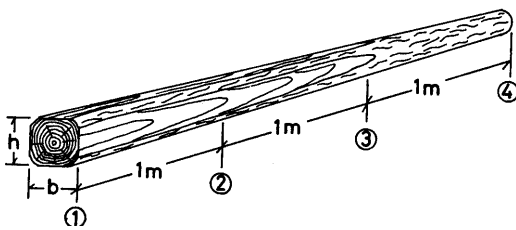


図 - 3 断面寸法測定位置

るが、全体の平均値のみでみる限りでは10cm心持ち角材の実験例と大差ないねじれ率であった。製材後かなり時間が経過しても、ねじれについても極端に大きくなっていないようである。

ダンネージ材の場合には、製材直後ただちに50ないし100本単位の薄帯鉄で梱包されて出荷されるので、曲がりやねじれといった狂いがかなり拘束されるのではないかと思われる。

断面寸法

図 - 3に示すように元末両端と、そこから各1mの位置の計4カ所で縦横(h, b)の2点、計8点について寸法を測定した。横断面が全面にわたって丸棒の状態で方形が存在しない場合には、丸棒の直径を断面寸法としたが、一般製材と比較して寸法のバラツキはかなり大きいといえる(表 - 5)。

全体として元口から2m前後付近から徐々に丸味が付いて、末口では丸棒かそれに近い形状の断面のものが多かった。カラマツについては7.2cm角及び8.5cm角とも元口から2m、すなわち材長の2/3程度までは公称寸法にほぼ対応する平均寸法を示しており、しかも、末口径が7.2cm角では5cm以上、8.5cm角では6cm以上という規定をすべて満たしていた。スギとヒノキの場合には7.2cm角ではカラマツと同様に元口から2m程度までは公称寸法にほぼ対応し得る平均寸法を示しているが、8.5cm角では材長の半分程度しか公称寸法に対応する部分はなかった。また、末口径は7.2cm角で5cm未満のものは2本のみであったが、8.5cm角では6cm未満が20%も存在してい

表 - 5 ダンネージ材の断面寸法 (cm)

樹種	公称断面	寸法測定位置			
		①	②	③	④
L	7.2cm角	5.90~7.10~7.40	6.81~7.20~7.43	6.07~7.19~7.46	5.57~6.67~7.34
M		6.33~6.97~7.14	6.30~7.05~7.26	6.35~7.05~7.28	5.48~6.77~7.13
K		6.71~7.01~7.24	6.77~7.12~7.32	6.35~7.10~7.31	5.97~6.89~7.24
S+H		6.14~7.16~7.50	6.70~7.33~7.70	5.99~7.09~7.60	4.44~6.33~7.26
L	8.5cm角	7.30~8.29~8.69	7.22~8.32~8.84	7.22~8.28~8.64	6.35~7.82~8.60
M		7.10~8.22~8.62	7.63~8.31~8.65	7.37~8.27~8.92	6.74~7.96~8.36
K		7.01~8.23~8.45	7.80~8.33~8.65	7.96~8.36~8.73	6.23~7.95~8.47
S+H		7.03~8.29~8.74	6.82~8.19~8.86	6.42~7.47~8.52	4.73~6.93~8.56

(注)数値はそれぞれ、最小~平均~最大を表す

た。このことにより、スギとヒノキの8.5cm角の場合には末口径で原木選定するのではなく、元口径で決定しているのではないと思われる。したがって、元口の断面寸法はカラマツと同等であるが、徐々に細くなっていった断面では8mm、末口で10mmもカラマツよりも小さくなっている。

次に、一応の有効断面長さ内とみなせる、及び（図-3）の3カ所における6点の寸法値を取り出し、平均寸法、歩むら及びひきむらを求めてみると図-4のようになる。カラマツ7.2cm角の平均寸法は公称寸法を下回るものがほとんどであった。スギとヒノキの7.2cm角の平均寸法は公称寸法に等しいが、カラマツと比較して変動が大きい。

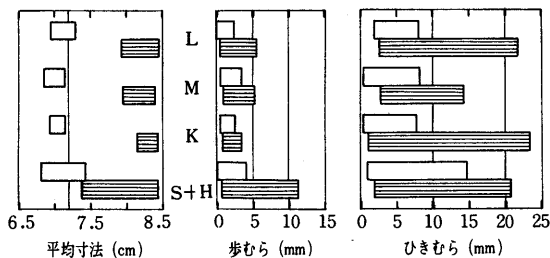


図-4 ひき材精度

歩むらは公称寸法と平均寸法との差の絶対値で、材間のむらを表すものであるが、カラマツ3種の中でかなりバラツキがあり、特にMの歩むらは大きく、平均1.7mmで、2mmを超えるものが30%も存在していた。他については2mmを超えるものは10%以内であった。

ひきむらは材1本の中での最大寸法と最小寸法との差で、材内の寸法のバラツキを示すものであるが、カラマツ全体の平均値は3mm前後で、最大ひきむらはほぼ同じ8mmであった。スギとヒノキの場合はカラマツよりかなり大きいひきむらで、最大15mmにもなる材もあり、平均値もカラマツを上回っていた。

8.5cm角の場合は平均寸法がいずれの材も公称寸法を下回っており、スギとヒノキではかなり大きく、5mmも下回っている。歩むらはカラマツ

の平均が2mm前後であるが、スギとヒノキは5mmもあり、最大値も11mmとかなり大きい値である。ひきむらは7.2cm角の約2倍あり、この場合もスギとヒノキの方がカラマツよりも50%程度大きい。8.5cm角については乾燥に伴う収縮も当然考慮しなければならないが、それを考慮に入れたとしても7.2cm角をかなり上回る寸法むらがあるといえよう。

いずれにしてもダンネージ材の寸法むらは一般製材と比較するとかなり大きく、製材時のひき材精度がかなり粗雑であることを示している。カラマツ材の場合、スギやヒノキよりも径級が幾分大きいものが使われていることを考えると、歩出しはさらに改善できるはずで、その点での製材時の品質管理が望まれる。

強度性能

ダンネージ材は一般建築材とは異なり、一定の荷重のかかり方は想定し難いが、ここでは強度性能を代表させる意味で曲げ性能を取り上げた。試験の結果を表-2と図-5に示した。

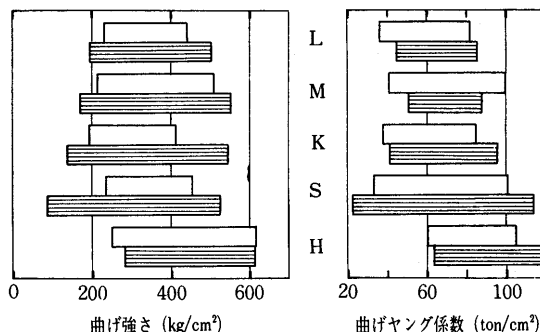


図-5 曲げ性能

カラマツ7.2cm角の曲げヤング係数の平均値は60(範囲36~100)ton/cm²で、スギの平均値に等しい。当場の実験例で、カラマツ小径材の無欠点生材小片のヤング係数50ton/cm²と比較してみると、欠点を有する実大材であってもヤング係数の低下はないとみることができよう。

曲げ強さについてみると、カラマツ全体の平均値は316(範囲194~501)kg/cm²で、カラマツ

3種ともほぼ同程度の強さを有しているものと思われる。スギの平均値は 342 (範囲 233 ~ 455) kg/cm²で、カラマツよりも幾分高い値を示した。これは両者の含水率の違いによるものだろうと思われる。ヒノキの曲げ強さはヤング係数の場合と同様に他の樹種よりも高いが、ヒノキ間伐材の実験例と比較するとヤング係数及び強さとも幾分低い値であり、ヒノキ小径材としてはさほど上質材でないといえよう。また、カラマツの曲げ強さは前述のカラマツ小径材の実験例でのヤング係数に対応する強さの平均値370 kg/cm²と比較すると15%低い値である。これは明らかに節や目切れ等の実大材ゆえの欠点による低減であろうと思われる。

次に、8.5cm角についてみると、ヤング係数はカラマツ3種ともほぼ同じ70ton/cm²前後の値で、7.2cm角よりも約16%高い。スギの平均値は62ton/cm²で、7.2cm角よりもわずかに高い値ではあったが、最低値が22ton/cm²と、かなり低い値も含まれており、バラツキもカラマツより大きかった。7.2cm角の場合にはカラマツとスギは同じ平均値を示していたが、その時の含水率には大きな差があった。8.5cm角の場合には図-2に示したように含水率はほぼ同じ15%前後の気乾状態であるので、同一水分条件下ではカラマツはスギよりもヤング係数が約10%高いといえよう。ヒノキの平均値は90ton/cm²で、7.2cm角よりも若干高く、カラマツやスギよりもかなり高い値であった。曲げ強さではカラマツ3種の中でKが低いが、カラマツ全体では350kg/cm²で、7.2cm角よりも約10%高い値であった。最低値は7.2cm角よりもさらに小さく、バラツキは大きくなっている。

200kg/cm²以下の強さしかなかった材はLとM

ではわずかに1本ずつであったが、Kでは12本もあった。これらの12本については梱包中の位置をチェックしてみると、すべて中心部の近くに集中していた。このことにより、生材で梱包し、その状態で長期間保管しておいたため、内部で腐朽菌に侵されてしまったものと思われる。スギの場合も腐朽した材が存在し、極めて低い値を示したものがあつたが、平均値はカラマツのKと等しく、7.2cm角より若干下回り、バラツキも大きかった。ヒノキは特に腐れもみられず、7.2cm角よりわずかに高い値であった。

一般的には腐朽という問題を抜きにすれば、生材であった7.2cm角カラマツよりも気乾材となった8.5cm角の方が曲げヤング係数及び強さとも上昇していることは明確で、できるだけ水分を減少させることは強度性能の向上につながっていくことを示している。

これらの曲げヤング係数と強さは各供試材の実質断面にもとづいて示めたものであるが、曲がりにくさや折れにくさは断面寸法に大きく左右される。すなわち、同じ強さの材料であっても断面が小さければ、その分だけ小さい荷重で折れてしまうことになり、実用的には弱い材料ということになってしまう。したがって、断面不足ということとは直接的に強度低下につながっていくので十分な注意が必要であろう。

おわりに

ここで紹介した内容の詳細を、林産試験場月報(昭和55年10月号及び56年9月号)に報告しているので、参考にされたい。

(林産試験場 強度科)