

道産針葉樹構造用合板の製造と性能

古田直之

キーワード：カラマツ，トドマツ，ヤング係数，曲げ強さ，面内せん断強さ

はじめに

北海道内に植栽されたカラマツ，トドマツは近年大径化しつつあり，中大径材の生産量は今後増加していく見込みです。これらの原木の有用な用途の一つとして，構造用合板への利用があります。道産針葉樹構造用合板の需要を拡大するためには合板の強度性能を保証することが重要です。

昨年，構造用合板のJASが改正されました。規格が性能規定の方向で改正されたため，今まで以上に構造用合板の強度性能の保証が重要になってきます。

構造用合板の強度性能には単板の品質が影響することから，カラマツ，トドマツ材の単板の品質と構造用合板の強度性能の関係を調べることを目的に試験を行いました。

ここでは構造用合板のJASの改正の主な内容と，本試験の内容とに分けて説明していくことにします。

構造用合板のJASの改正

1999年6月21日にJASの改正が告示され，7月21日から施行されました（以下，新JASとします）。

国産構造用合板の原料は，従来熱帯産広葉樹（ラワン）材がほとんどでしたが，資源の枯渇や原木の輸出規制などから，近年針葉樹材への転換が進んできています。しかし，改正前の構造用合板のJASはラワン材を原料とする前提で定められていたため，針葉樹材をこの規格に適用すると，不利に扱われるという状況になっていました。

構造用合板は1級と2級の2等級となっています。改正前の規格では，針葉樹材で1級の強度試験に合格できるものはほとんどありませんでしたが，今回の規格改正によって，針葉樹材の1級への適用が可能なものとなりました。改正の主な内容を以下に説明します。

表1 新JASの単板構成

合板厚さ(mm)	積層数	単板厚さ(mm)	構成比率
15.0未満	3以上	1.5以上 5.5以下	表板単板と同じ繊維方向の単板の合計厚さに対する比率が40%以上70%以下であること。
15.0以上 18.0未満	4以上		
18.0以上 24.0未満	5以上		
24.0以上	7以上		

表2 新JASの強度等級

強度等級	曲げヤング係数 (σ/cf)		曲げ強さ (kgσ/cf)	
	0°	90°	0°	90°
E50-F160	50	左の各等級共通	160	左の各等級共通
E55-F175	55	単板数が3の場合	4	175 単板数が3の場合
E60-F190	60	単板数が4の場合	11	190 単板数が4の場合
E65-F205	65	単板数が5の場合	18	205 単板数が5の場合
E70-F220	70	単板数が6以上の場合	22	220 単板数が6以上の場合
E75-F245	75		245	
E80-F270	80		270	

【単板構成の変更】

改正前の1級はそれぞれの合板厚さによって，単板厚さと積層数が決められていました。しかし，新JASでは，表1に示すように積層数や単板厚さが，ある程度自由度のある構成となりました。これにより，製造能率の良い単板厚さや単板構成を自由に選ぶことができ，積層数が偶数のものも製造可能になりました。

【曲げ試験方法の変更】

改正前の1級の曲げ試験は，ほとんど欠点のないラワン合板を対象としていたため小試験片で行っていました。新JASでは節の多い針葉樹合板の曲げ強さを正確に評価できるように，試験片を大型化することとなりました。それとともに，曲げヤング係数と曲げ強さを数値で表示することとなりました。表示する強度等級を表2に示しました。

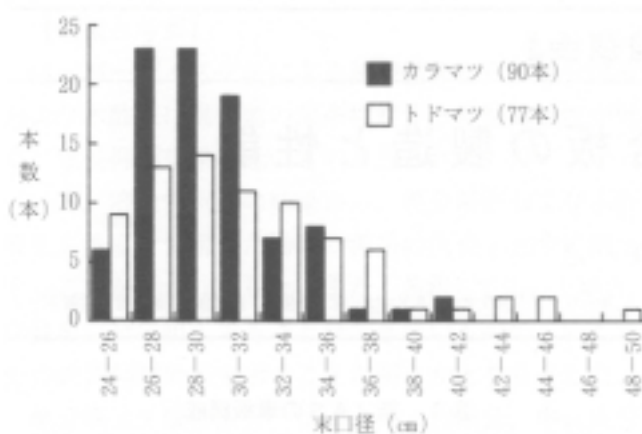


図1 試験に用いた原木

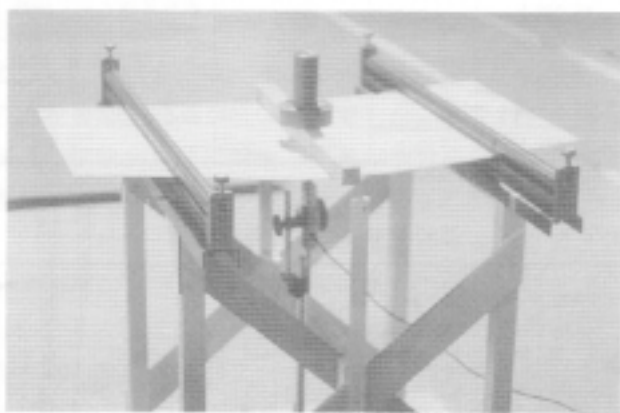


写真1 単板の曲げ試験

圧縮試験から面内せん断試験へ

改正前は圧縮試験が規定されていました。しかし現在の構造用合板の使用状況では、圧縮強さよりも面内せん断強さのほうが重要となっています。そこで構造用合板1級の性能評価として圧縮試験が廃止され、面内せん断試験が追加されました。

本試験の内容

新JASでは合板の強度性能を表示することなど、より性能を重視したものとなっています。合板の性能には単板の品質や構成が影響しますが、本試験では道産カラマツ、トドマツ材の単板の品質と合板の強度性能の関係について検討しました。

単板の製造

試験には上富良野産のカラマツ90本と美瑛産のトドマツ77本を使用しました。図1に試験に用いた原木の末口径と本数を示しました。原木の長さは2.2~2.3mで、それを長さ1mずつ2本に玉切りしました。それ

をベニヤレースによってカラマツは3mm、トドマツは3.15mmの厚さの単板に切削しました。切削した単板を幅54cmに裁断した後、ドライヤで含水率約5%まで乾燥させました。

単板のヤング係数と比重

単板の品質が合板の強度性能に与える影響を調べるため、単板のヤング係数、比重、そしてJASに規定される板面品質の3因子を選びました。

乾燥した単板の寸法と重量を測定して比重を求めた後、曲げ試験(写真1)を行い、0度方向の曲げヤング係数を求めました。

ヤング係数と比重の分布を図2,3に示しました。ヤング係数の平均は、カラマツが99.1tf/cm²、トドマツが89.6tf/cm²となり、カラマツがやや高い数値を示しました。これに対して比重の平均はカラマツが0.58、トドマツが0.36と、両者は0.2以上の大きな差となりました。本試験においては、トドマツは軽い割にヤング係数が高いという結果となりました。

単板の欠点による区分

JASでは、板面の節や割れなどの欠点の数や大きさによって板面の品質をa, b, c, dの4種類に区分しています。製造した単板の一部について、この板面の品質による区分を行いました。なお、トドマツはd単板がほとんど存在しなかったため、a, b, cの3種類の区分としました。両樹種とも、節の影響により多くがc単板となり、a単板、b単板はわずかしかなかった。

合板の製造

単板をそのヤング係数と比重によって、表3に示す上位、中位、下位の3等級に区分しました。表3の各等級ごとにヤング係数、比重どちらの区分とも90×90cmのサイズの3プライと5プライ合板を製造しました。

また、JASでは表板をa単板、裏板をc単板とする時、板面品質をA-Cの記号で表すことになっています。カラマツについてはA-C, B-C, C-C, D-Dの4種類の3プライ合板を、トドマツについてはA-C, B-C, C-Cの3種類の3プライ合板を製造しました。なお、接着剤にはフェノール樹脂接着剤を用いました。

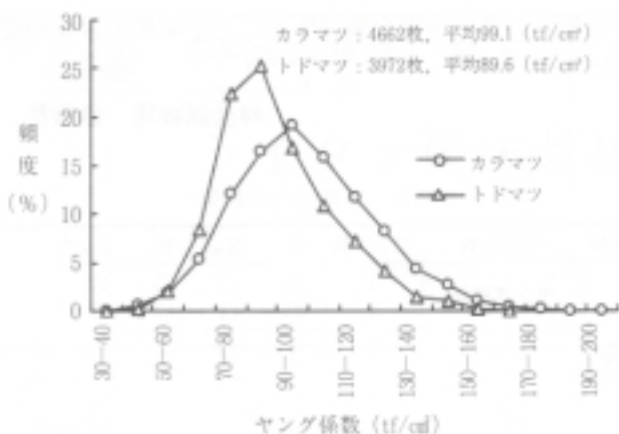


図2 単板のヤング係数の分布

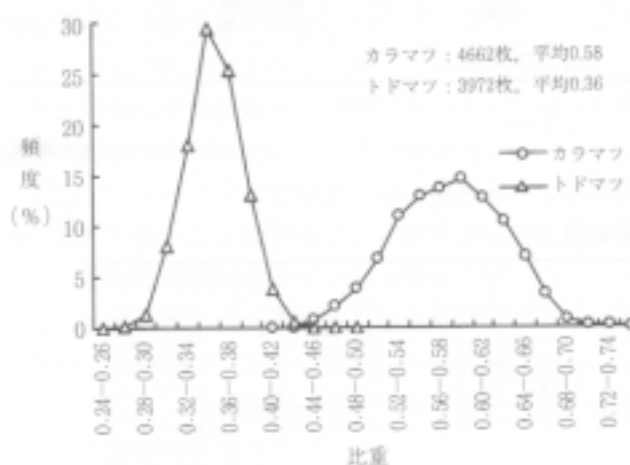


図3 単板の比重の分布

表3 単板の等級区分

樹種	等級	ヤング係数E (tf/cm ²)	比重 r
カラマツ	上位	112 ≤ E < 140	0.60 ≤ r < 0.65
	中位	96 ≤ E < 112	0.55 ≤ r < 0.60
	下位	70 ≤ E < 96	0.50 ≤ r < 0.55
トドマツ	上位	94 ≤ E < 116	0.36 ≤ r < 0.40
	中位	80 ≤ E < 94	0.34 ≤ r < 0.36
	下位	58 ≤ E < 80	0.30 ≤ r < 0.34

合板の強度試験

新JASに準じて、製造した合板の曲げ試験片と面内せん断試験片を採取し、強度試験を行いました。各等級ごとの曲げ試験、面内せん断試験結果を表4に示しました。表は平均値(カッコ内は最大値と最小値)で示しています。

(1) 曲げ性能

カラマツとトドマツでは、0度方向のヤング係数で

は20～30tf/cm²程度、0度方向の曲げ強さでは150～200kgf/cm²程度、カラマツが高い値となっています。この差は単板の数値に比べ大きくなっています。

各等級間の数値を比較してみると、単板をヤング係数と比重によって区分したものは、両樹種とも上位等級から下位等級に向かいヤング係数、曲げ強さが低下していることがわかります。これに対して、JASの板面品質によって区分したものは、各等級間ではっきりとした傾向は現れませんでした。したがって単板での区分を行う場合、目視によって板面の節などの欠点で区分するよりも、ヤング係数や比重などの物理的な性能によって区分するほうが有効であることが確認できました。

新JASの1級ではヤング係数と曲げ強さを表示する場合、最も高い等級はE 80 - F 270、最も低い等級はE 50 - F 160となっています(表2)。カラマツについては、すべての合板でE 80 - F 270に合格する性能が得られました。トドマツについては、積層数やそれぞれの単板の等級によって様々ですが、単板のヤング係数や比重が高いものほど合板の性能も高い等級にランクするという傾向になりました。

(2) 面内せん断性能

新JASでは合板の面内せん断強さを32kgf/cm²以上と定めています。両樹種ともこの数値を大きく上回り、面内せん断性能では問題はないようです。各等級間での差を見てみると、ヤング係数、JASの板面品質によって区分したものは各等級間に大きな差はありません。これに対して、比重によって区分したものは上位等級から下位等級になるに従い低下しています。この結果から、面内せん断性能は比重による影響を大きく受けると考えられます。

単板品質と合板の強度性能の相関

合板の曲げ試験 面内せん断試験の結果について、分散分析によって単板品質が合板の性能に及ぼす影響について考察しました。結果を表5に示しました。

カラマツ、トドマツとも合板の曲げ性能については単板のヤング係数による区分、比重による区分において有意な差が認められました。合板の面内せん断性能については、比重による区分において有意な差が認められました。JASの板面品質による区分では一部で有意な差が認められていますが、はっきりとした傾向を得ることはできませんでした。

まとめ

道産カラマツ、トドマツ材を用いて単板品質と合板強度の関係について検討した結果、単板のヤング係数、比重は新JASに規定された構造用合板の強度性能に与える影響が大きいことがわかりました。しかし、JASの板面品質は必ずしも構造用合板の強度性能に影響を与えているとは言えません。

道産カラマツ、トドマツとも新JASの1級に合格するに十分な性能の構造用合板が製造可能であると考えられます。さらに、単板のヤング係数や比重などの区分を用いることで、目的にあった強度性能の構造用合板を設計することも可能になるものと思われます。建築基準法の性能規定化、住宅品質確保促進法の制定などにより、木質材料の性能保証は今後ますます重要なものとなっていきます。構造用合板においても、エレメントである単板段階での選別を行うなどして、よ

り信頼性の高い合板を製造することが重要ではないでしょうか。

(林産試験場 合板科)

表5 分散分析の結果

樹種	単板品質	プライ数	E ₀	E ₉₀	F ₀	F ₉₀	τ ₀
カラマツ	ヤング係数	3	○	○	○	○	×
		5	○	○	○	○	×
	比重	3	○	○	×	○	○
		5	○	○	×	○	○
	JAS板面品質	3	×	○	○	○	×
トドマツ	ヤング係数	3	○	○	○	○	×
		5	○	○	○	○	×
	比重	3	○	○	○	○	×
		5	○	×	○	○	○
	JAS板面品質	3	×	×	○	×	×

注：E₀、E₉₀、F₀、F₉₀：表4と同様

τ₀：面内せん断強さ

○：1%水準で有意差有り、○：5%水準で有意差有り、×：有意差無し

表4 強度試験結果

樹種	単板品質	プライ数	等級	ヤング係数		曲げ強さ		面内せん断強さ (kgf/cm ²)
				E ₀ (tf/cm ²)	E ₉₀ (tf/cm ²)	F ₀ (kgf/cm ²)	F ₉₀ (kgf/cm ²)	
カラマツ	ヤング係数	3	上位	138(156-96)	8.8(11.1-5.9)	717(1031-407)	131(158-102)	79(92-69)
			中位	120(131-95)	8.1(10.1-6.3)	677(955-426)	117(137- 90)	79(98-66)
			下位	107(136-81)	7.7(9.6-5.7)	513(703-347)	114(143- 88)	80(98-63)
		5	上位	119(131-106)	34(37-33)	589(749-480)	273(310-247)	88(104-75)
			中位	106(121- 92)	31(35-30)	490(614-404)	242(284-189)	92(104-77)
			下位	94(106- 84)	28(31-26)	442(523-383)	193(233-155)	92(102-82)
	比重	3	上位	138(167-114)	10.6(12.8-9.5)	708(1000-541)	150(176-127)	89(108-71)
			中位	135(153-120)	9.5(10.4-8.5)	686(953-481)	137(160-118)	82(93-64)
			下位	113(136- 89)	8.4(9.2-7.7)	634(836-558)	117(139-95)	76(92-64)
		5	上位	107(122-99)	32(37-30)	525(610-404)	237(343-164)	92(105-81)
			中位	98(118-74)	29(35-25)	487(603-413)	234(289-181)	87(94-73)
			下位	95(110-79)	27(29-24)	473(569-406)	179(213-150)	80(93-64)
JAS板面品質	3	A-C	111(130-92)	9.1(11.0-7.4)	482(568-417)	104(125-82)	94(120-80)	
		B-C	109(156-84)	8.6(9.9-7.2)	513(781-421)	105(117-89)	85(102-73)	
		C-C	102(118-81)	8.8(11.2-7.3)	496(636-353)	110(128-96)	84(94-75)	
		D-D	98(122-77)	10.2(12.1-8.4)	412(482-305)	122(153-99)	91(105-76)	
トドマツ	ヤング係数	3	上位	99(110-90)	6.5(6.9-6.0)	496(579-423)	89(97-74)	56(64-48)
			中位	87(98-74)	5.9(6.4-5.5)	416(491-362)	80(89-74)	60(66-52)
			下位	81(90-69)	6.0(6.5-5.6)	375(460-302)	81(93-69)	61(73-50)
		5	上位	82(92-75)	25(26-23)	383(431-266)	183(221-137)	56(68-49)
			中位	74(82-69)	22(23-21)	318(362-260)	157(179-143)	55(62-47)
			下位	69(75-63)	21(23-20)	301(351-217)	147(175-107)	58(69-47)
	比重	3	上位	110(122-82)	6.7(7.7-6.5)	539(633-463)	83(104-70)	61(72-54)
			中位	94(108-84)	6.4(7.1-5.6)	452(563-403)	82(91-72)	56(65-50)
			下位	88(92-76)	6.2(6.6-5.5)	445(503-362)	76(84-67)	57(65-46)
		5	上位	86(96-75)	23(25-20)	393(451-334)	153(197-122)	57(60-50)
			中位	74(83-65)	23(24-20)	329(413-231)	166(194-148)	59(70-52)
			下位	70(74-67)	21(23-20)	306(375-242)	140(158-123)	53(61-46)
JAS板面品質	3	A-C	88(97-77)	7.7(9.2-6.6)	485(535-422)	100(131-82)	72(86-54)	
		B-C	96(118-85)	7.0(7.7-6.2)	561(686-481)	86(100-70)	67(78-54)	
		C-C	94(103-85)	7.3(8.7-5.7)	502(559-370)	97(128-74)	65(75-53)	

注：すべて平均値。カッコ内は最大値-最小値

試験片数：カラマツ3 プライ20片、5 プライ10片、トドマツ3、5 プライとも10片

E₀、E₉₀：表板の繊維方向とスパンが0度方向、90度方向の曲げヤング係数

F₀、F₉₀：表板の繊維方向とスパンが0度方向、90度方向の曲げ強さ