

## 新潟県産スギ材による合板の製造

誌名	新潟県森林研究所研究報告 = Bulletin of Niigata Prefectural Forest Research Institute
ISSN	13438999
著者	岩崎, 昌一 菅原, 弥寿夫
巻/号	46号
掲載ページ	p. 71-74
発行年月	2005年3月

# 新潟県産スギ材による合板の製造

## — 構造用合板とコンクリート型枠用合板の曲げ性能 —

岩 崎 昌 一 ・ 菅 原 弥 寿 夫

要旨：新潟県産スギ材から構造用合板とコンクリート型枠用合板を試作し、その曲げ性能等を調査した。

結果は以下のとおりである。

- (1) 構造用合板の曲げヤング係数は平均値  $5.81\text{kN/mm}^2$ 、信頼度 75% の 5% 下限値  $4.25\text{kN/mm}^2$  で、合板の日本農林規格で定める構造用合板 2 級の基準を満足した。
- (2) コンクリート型枠用合板の曲げヤング係数は長さ方向が平均値  $5.22\text{kN/mm}^2$ 、信頼度 75% の 5% 下限値  $4.06\text{kN/mm}^2$ 、幅方向が平均値  $2.65\text{kN/mm}^2$ 、信頼度 75% の 5% 下限値  $2.19\text{kN/mm}^2$  で、合板の日本農林規格で定めるコンクリート型枠用合板の基準を満足しなかった。

## I はじめに

平成 16 年現在、新潟県内の民有林スギ蓄積は約 4,379 万  $\text{m}^3$  で全国 7 位、46 年生以上のものに限ると約 2,274 万  $\text{m}^3$  で全国 1 位である（新潟県農林水産部林政課，2004）。このように長伐期化、大径化が進んでいるため、従来の柱を主体とする製材品以外の利用方法が求められている。

一方、合板業界は、東南アジアでの丸太輸出規制の影響で南洋材の輸入量が激減し、近年はロシア産カラマツなどを原料とする針葉樹合板の製造が主体になってきている。新潟県内には南洋材を原料として合板を製造している会社が 2 社あるが、原料調達の将来的な不安や国産材資源が充実しつつあることから、国産スギ材を原料とした合板の製造にも目を向け始めている。

そこで、新潟県産スギ材を原料として、構造用合板およびコンクリート型枠用合板を試作し、その曲げ性能等を評価したので報告する。なお、構造用合板には、構造計算などで設計する構造体等への利用を想定し、強度的性質や板面の品質が厳しく管理される 1 級と、主として耐力壁・屋根・床下地等への利用を想定した 2 級がある。スギは他の合板用樹種に比べてヤング係数が低い傾

向にあることや、径が小さいために節等の欠点が多く、板面品質の基準を満足することが困難であると考えられるため、ここでは 2 級を想定して試作した。

本調査を実施するにあたり多くの方から協力して頂きました。原木丸太の収集では新潟北部木材加工協同組合様に、合板の製造および性能試験では新潟合板振興株式会社様にお世話になりました。厚くお礼を申し上げます。

## II 合板の製造と試験方法

### 1 原木丸太

新潟県岩船郡山北町産のスギ丸太を原木とした。原木丸太の概要を表 1 および表 2 に示す。なお、末口径は末口周囲長 ÷ 円周率とした。また、材積は末口自乗法によった。

表 1 構造用合板の原木丸太の概要

長さ (m)	平均末口径 (cm)	本数	材積 ( $\text{m}^3$ )
2.00	25.5 (18 ~ 38)	100	13.45
0.98 ~ 1.20	38.8 (34 ~ 44)	5	0.84
計		105	14.29

末口平均年輪数は 43 (18 ~ 80)、平均年輪幅は 3.3mm (1.4 ~ 7.4) であった。

表2 コンクリート型枠用合板の原木丸太の概要

長さ (m)	平均末口径 (cm)	本数	材積 (m <sup>3</sup> )
2.05	23.9 (20~28)	40	4.73

末口平均年輪数は37 (21~68)、平均年輪幅は3.6mm (2.0~5.8) であった。

## 2 製造方法

### (1) 単板構成

構造用合板は厚さ25mmの単板を繊維方向を互いに直交させて5枚接着積層することにし、コンクリート型枠用合板 (以後「型枠用」とする場合あり) は厚さ2.0mm および2.6mmの単板を繊維方向を互いに直交させて7枚接着積層することにした。構造用合板およびコンクリート型枠用合板の単板構成を図1および図2に示す。

接着した合板をサンダーで仕上げ、仕上げり厚さを、構造用合板が12mm、コンクリート型枠用合板が15mmとした。合板の長さ方向と繊維方向がほぼ一致する単板と、それに直交する単板の材積割合 (構成比率) は、構造用合板が0.600:0.400、コンクリート型枠用合板が0.506:0.494である。

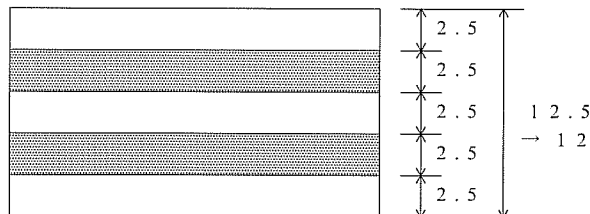


図1 構造用合板の単板構成 (単位: mm)

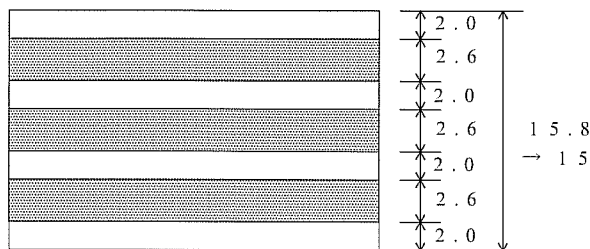


図2 コンクリート型枠用合板の単板構成 (単位: mm)

### (2) 製造工程

製造工程は以下の通りである。製造に使用した主な機械を表3に示す。

あらかじめ剥皮した原木からベニヤレースにより単板を切削した。長さ約2mの材は剥芯径6cmまで、長さ約1mの材は剥芯径11.5cmまで単板切削を行った。

単板の乾燥は縦循環式ドライヤを用い、乾燥温度

180℃で約7分間行った。

切削や乾燥によりバラバラになった単板は横はぎ機により横はぎして中板として使った。

接着は接着剤塗布後、コールドプレスにより仮圧縮し、その後、多段式ホットプレスで熱圧した。使用した接着剤の種類および接着条件等を表4に示す。

接着済みの合板はベルトサンダにより表面仕上げをし、所定の厚さとした。

表3 合板製造のために使用した主要な機械

工程	メーカー名	型式	備考
単板切削	名南製作所	BNAL6	最小剥芯 6cm
	名南製作所	ALDC4	最小剥芯 11.5cm
乾燥	ウロコ製作所	コウ型	15尺*11S*5D
横はぎ	南機械	コアビルダー6型	
接着剤塗布	太平製作所	W-NA23	2350*320
圧縮	太平製作所	P-20	2200*1100*30D
寸法裁断	ウロコ製作所	CM4*7/AP	
表面仕上げ	菊川製作所	T52-3	

表4 接着の条件

品目	接着剤	塗布量 (g/m <sup>2</sup> )	冷圧条件		熱圧条件		
			圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	時間 (分)	圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	温度 (℃)	時間 (秒)
構造用	API <sup>(1)</sup>	422	10	20	8	110	220
型枠用	MUF <sup>(2)</sup>	389	10	30	8	120	225

注1: APIは水性高分子・イソシアネート系接着剤

注2: MUFはメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤

## 3 性能試験

曲げヤング係数を中心にして性能評価を行った。あわせて含水率および接着力の試験も行った。試験項目および試験体数を表5に示す。

表5 性能試験の項目と試験体数

項目	構造用	型枠用
含水率	4	2
接着の程度 (煮沸繰り返し試験)	2	2
曲げヤング係数 (長さ方向)	50	65
曲げヤング係数 (幅方向)	-	65

試験方法は合板の日本農林規格を参考にして以下の通りとした。

### (1) 含水率

各試料合板から任意の大きさの試験片を2片ずつ作成し、全乾法により含水率を求めた。

(2) 接着の程度（煮沸繰り返し試験）

合板の日本農林規格に準拠して、長さ75mm、幅25mmの試験片を作成した。試験片には25mm間隔で2本の切り込みを入れた。切り込みの深さは図3に示すように構造用合板については2条件、コンクリート型枠用合板については3条件とした。これにより、全ての接着層について試験をすることができる。

試験片の数は1試験体・1条件あたり4片とした。試験片を沸騰水中に4時間浸せきした後、60±3℃で20時間乾燥し、更に沸騰水中に4時間浸せきし、これを室温の水中にさめるまで浸せきし、濡れたままの状態で行張試験を行い、最大荷重と木部破断率を測定した。最大荷重を接着面積（25mm×25mm=625mm<sup>2</sup>）で除してせん断強度を求めた。

コンクリート型枠用合板

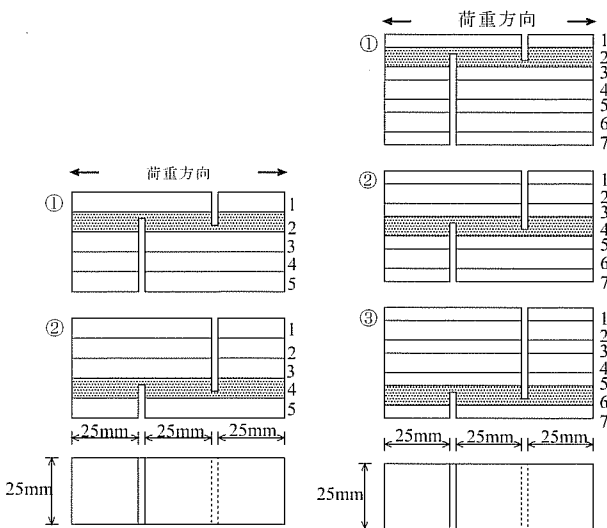


図3 煮沸繰り返し試験の試験体

(3) 曲げヤング係数

合板の日本農林規格に準じて、実大試験合板について測定を行った。2つの支持台の上に外径48.6mmの鋼管を置き、その上に試験合板を置いた。長さ方向のヤング係数の測定では、スパンを1500mmとし、スパン中央に直交して荷重棒（木製50mm×70mm）を載せ、その上に4kgf（39.2N）きざみで20kgf（196.1N）まで分銅を載せて、スパン中央の下においたダイヤルゲージによりたわみ量を測定した。4kgf（39.2N）および20kgf（196.1N）の荷重時のたわみ量から、式（1）により曲げヤング係数を算出した。幅方向のヤング係数の測定ではスパンを750mmとして、同様に曲げヤング係数を求めた。

$$\text{曲げヤング係数} = \Delta P L^3 / (4bh^3 \Delta y) \quad \text{式 (1)}$$

ここで、Lはスパン（mm）

bは試験合板の幅（幅方向の試験時は長さ）（mm）

hは試験合板の厚さ（mm）

ΔPは荷重上限と下限の差で、ここでは、

$$196.1 - 39.2 = 156.9 \text{ (N)}$$

ΔyはΔPに対応するスパン中央のたわみ量（mm）である。

Ⅲ 結果と考察

1 製造数量と歩留まり

得られた単板の枚数と製造した合板の枚数を表6に、原木からの歩留まりを表7に示す。歩留まりは原木の径級や形状および最小剥芯径によって異なると考えられるが、今回の調査では50%程度であった。

表6 製造数量

品目	単板			製品		
	厚さ(mm)	枚数	材積(m <sup>3</sup> )	厚さ(mm)	枚数	材積(m <sup>3</sup> )
構造用	2.5	1884	7.80	12	367	7.29
型枠用	2.0	306	1.01	15	76	1.89
	2.6	262	1.13			
	計		2.14	計		1.89

注：単板および製品の大きさは1.82m×0.91mとした。

表7 歩留まり

品目	原木材積(m <sup>3</sup> )	単板		製品	
		材積(m <sup>3</sup> )	歩留まり	材積(m <sup>3</sup> )	歩留まり
構造用	14.29	7.80	54.6%	7.29	51.0%
型枠用	4.73	2.14	45.2%	1.89	40.0%

注：原木材積は末口自乗法による。

2 性能試験の結果

(1) 含水率

含水率の測定結果を表8に示す。いずれも合板の日本農林規格で定められた基準値（14%）より低く、問題ないものであった。

表8 含水率の測定結果

品目	試験体 No.	試験片 No.	含水率 (%)
構造用	1	1	9.4
		2	9.5
	2	1	9.3
		2	9.6
	3	1	10.9
		2	10.5
	4	1	9.1
		2	9.1
	平均		9.7
型枠用	1	1	9.4
		2	9.2
	2	1	8.8
		2	8.6
		平均	

## (2) 接着の程度 (煮沸繰り返し試験)

煮沸繰り返し試験の結果を表9に示す。表9において各試験体の平均値および最小値は、構造用合板では8片(2条件×4片)の試験体の平均値および最小値、コンクリート型枠用合板では12片(3条件×4片)の試験体の平均値および最小値である。合板の日本農林規格では針葉樹の場合、平均木部破断率に関わらず、せん断強さが $0.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であれば良いとされている。今回試験を行ったものは構造用、コンクリート型枠用ともに平均せん断強さがこの値を上まわっているため、接着力に問題はないと判断された。

表9 煮沸繰り返し試験の測定結果

品目	試験体 No.	せん断強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )		木部破断率 (%)	
		平均値	最小値	平均値	最小値
構造用	1	0.88	0.49	65	0
	2	0.84	0.69	41	0
	平均	0.86	0.49	53	0
型枠用	1	0.91	0.57	95	70
	2	0.84	0.68	100	100
	平均	0.88	0.57	97.5	70

## (3) 曲げヤング係数

曲げヤング係数の測定結果を表10に示す。5%下限値は、その値に満たない確率が5%となる値で、構造計算の時に基準値として使うことができる値である。

合板の日本農林規格では構造用合板2級の基準値は厚さ12mmの場合、 $4.0\text{kN}/\text{mm}^2$ とされている。今回製造した構造用合板の曲げヤング係数の5%下限値は $4.25\text{kN}/\text{mm}^2$ であり、この値を上まわっていた。なお、構造用合板1級の長さ方向の基準値は厚さ12mmの場合 $5.5\text{kN}/\text{mm}^2$ とされており、この値を満足することはできなかった。

一方、コンクリート型枠用合板の基準値は厚さ15mmの場合、長さ方向で $6.5\text{kN}/\text{mm}^2$ 、幅方向で $5.0\text{kN}/\text{mm}^2$ とされているが、今回製造したものは両方向とも基準値を満足しなかった。

表10 曲げヤング係数の測定結果 (単位:  $\text{kN}/\text{mm}^2$ )

品目	試験体数	方向	平均値	標準偏差	5%下限値
構造用	50	長さ方向	5.81	0.96	4.25
型枠用	65	長さ方向	5.22	0.71	4.06
	65	幅方向	2.65	0.25	2.19

注: 5%下限値は信頼度75%の5%下限値として算出した。

## IV おわりに

新潟県産スギ材から製造した合板の曲げヤング係数を中心に調査した結果、構造用合板は合板の日本農林規格で定める2級の基準を満足したが、コンクリート型枠用合板は合板の日本農林規格で定める基準を満足しなかった。従って、新潟県産スギ材をコンクリート型枠用合板として利用する際には通常よりも支保を強化するなどの工夫が必要であると考えられる。

今後は、原木のヤング係数と製品のヤング係数の関係や、異樹種との複合化による強度性能の向上などについて検討する必要があると思われる。

なお、今回製造した合板の多くは、集会場などの公共的建物で下地材や壁材として、あるいは森林土木工事のコンクリート型枠として試験的に使用してもらった。施工業者等の感想は概ね以下の通りであった。これらの意見を参考にして厚さや異樹種との複合化などについて更に検討する必要があると思われる。

## (1) 構造用合板

軽量・柔軟で加工性が良い。

材面品質(材色や節など)のバラツキが大きい。

剛性が低いので根太間隔等を変更する必要がある。

床下地として使うためには厚物にした方がよい。

## (2) コンクリート型枠用合板

軽量で作業性や加工性が良い。

釘のききが良くない

転用するためには樹脂コートする必要がある。

たわみやすいため、支保を多くする必要がある。

抜け節や割れにより凹凸が生じる。

## 引用文献

新潟県農林水産部林政課(2004)新潟県の木材統計と木材振興対策 .5pp