

# フィンランドのカバ合板<sup>1)</sup>

吉田 弥明

## 1. まえがき

年間 5,000万ドルの合板を輸出し、この数年間世界一の実績を誇るフィンランドの合板工業は、その実績の維持増大を図るために種々の努力を重ねていると考えられる。ここに紹介するフィンランドカバ合板のパンフレットもその1つで、自国の合板の品質についての資料、特に外装合板については材質に関する基礎データを提供し、ユーザーの便を図るとともに品質に対する大きな信頼を得ているものと考えられる。

最近の吾が国合板の方向も強度的性質を利用する面に向かっているが、合板の基礎材質に関する資料についてはコンクリート型枠用合板等の極く限られたものについて二、三見受けられるが<sup>2)</sup>、一般外装用合板については殆んど見受けられない。従って、建築材料として使用するにしても構造計算も出来ず、また使用するにしても大きな危険をとまなうので使用出来ない状態だと考えられる。

一般に構造用材としては形状の安定性、強度性質が優れていると同時に、長期間それが安定していることが必要と考えられるが、ここに紹介するパンフレットはこれらに関しての1つの優れたモデルと考えられ、合板メーカーは構造材料として大量に使用してもらう以上はこれだけのデータ、資料をユーザーに提供する必要があると考えられる。

このパンフレットは31ページにわたり、品等、形状および厚さ、強度性質（外装用）、接着性能の4つに分かれており、特に強度性質については各合板について構造計算上必要なデータを掲げており、本稿でもここにポイントを置いたが、今後の合板、特に構造用合板の一資料となれば幸いである。以下各項について記す。

## 2. 品等

品等は A, B, S, BB, WG の5等級に分かれており、それぞれの標準品 (60" × 60") のカラー写真が6葉づつ、但しWG級は2葉掲げている。等級の内容については吾が国の輸出検査基準とほぼ同じとみてよい。

## 3. 形状および厚さ

### 3.1 形状

合板のサイズは標準サイズ、得用サイズ、大型パネルサイズに大別され、その種類は最小12" × 12" から最大84" × 84" まで多種多様で数十種類に及ぶ。一般に60" × 60" 以上の大型パネルは逆寸で、スクーフジョイントしたたてはぎ単板を中芯に用いる。またこのたてはぎものは得用サイズのものに普通に使用されている。

寸法の許容差は表示寸法の ± 1/1000mm の範囲であるが、最小許容差をカットサイズでは ± 1 mm、プレスサイズでは ± 3 mm としている。ここでカットサイズとは注文による寸法を言っており、プレスサイズとは規格寸法より長さおよび巾について 1" ~ 2" 小さいか大きいものを指している。寸法の測定は含水率 16% 以下の合板の中央部について行ない、測定値の標準偏差が許容差の 25% 以下でなければならないという制限をつけている。

### 3.2 厚さおよび構成プライ数

各合板は第1表に示すように公称厚さに応じたプライ数および実厚の許容範囲を定めている。このように厚さに応じたプライ数を定めれば寸法の安定性および強度性質の安定性はおのずと増し、信頼性のおける合板をユーザーに提供することが出来ると考えられる。

合板厚さの測定は4辺の midpoint で内に 2" 入った箇所で行ない、4 測定値の平均値をもって合板の厚さとして

フィンランドのカバ合板

第1表 合板厚さ、プライ数および許容厚さ

内装用合板			外装用合板			
公称厚さ mm	プライ数	実厚と許容差 (サンデイン) グ仕上げ mm	公称厚さ mm	プライ数	実厚と許容差 mm	
					未仕上	げサンデイン グ仕上げ
3	3	3.0±0.3	4	3	4.2±0.3	3.8±0.3
4	3	3.8±0.3	6.5	5	7.0±0.4	6.5±0.4
6	5	6.0±0.4	9	7	9.8±0.5	9.3±0.5
9	7	8.8±0.5	12	9	12.6±0.5	12.0±0.5
12	9	12.0±0.5	15	11	15.4±0.5	14.8±0.5
15	11	14.8±0.5	18	13	18.2±0.5	17.6±0.5
18	13	17.6±0.5	21	15	21.0±0.5	20.4±0.5
21	15	20.4±0.5	24	17	23.8±0.5	23.2±0.5
24	17	23.2±0.5				

強度性質は繊維方向に関係なく全ての構成単板厚を考慮に入れた総断面をベースとして算出したもので、有効断面（荷重方向に關係する構成単板の断面）について算出すれば高い値が得られるのは当然である。第2表および第3表はこの両者について許容応力を掲げている。

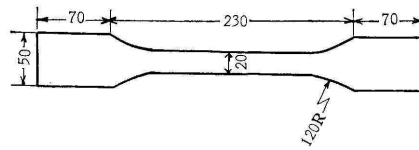
いるが、測定値の標準偏差が許容差の25%以下、測定合板の含水率が16%以下というのは形状の場合と同様である。

引張強度は荷重を表板の繊維方向と平行方向にかける場合（//）、垂直方向にかける場合（⊥）、45°方向にかける場合（45°）の3方向について、第1図に示す試験片によって試験している。

4. 外装用合板の強度性質

4.1 試験方法

供試合板は全ての主要な合板工場から60"×60"のパネルが集められ、このパネルは巾50mmのストリップに裁断される。従って、これらのストリップは欠点をも含んだ実際の合板の性質を表わしている。



第1図 引張試験片

曲げ強度および曲げ弾性係数は巾：50mm、スパン：

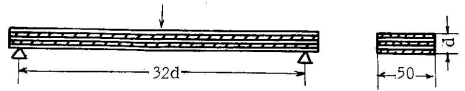
第2表 許容応力

応力の種類	合板含水率 断面の種類	含水率 15% (A)		含水率 19~28% (B)	
		総断面 kg/cm <sup>2</sup>	有効断面 kg/cm <sup>2</sup>	総断面 kg/cm <sup>2</sup>	有効断面 kg/cm <sup>2</sup>
曲げ	表板の繊維方向がスパンと平行な場合	185	252	130	175
	〃	165	252	110	175
	表板の繊維方向がスパンと直角な場合	100	224	68	153
	〃	125	252	93	187
	表板の繊維方向がスパンと±45°の場合	95	—	75	—
引張	表板の繊維方向に平行な場合	155	259	138	237
	〃	140	252	123	221
	表板の繊維方向に直角な場合	105	224	90	185
	表板の繊維方向に±45°の場合	25	—	40	—
圧縮	表板の繊維方向に平行な場合	90	157	60	102
	〃	80	147	50	91
	表板の繊維方向に直角な場合	62	129	40	84
	表板の繊維方向に±45°の場合	55	—	42	—
剪断（構成単板面内）	表板の繊維方向に平行または直角な場合	6	—	6	—
	表板の繊維方向に±45°の場合	6	—	5	—
パネル剪断	表板の繊維方向に平行または直角な場合	30	—	25	—
	表板の繊維方向に±45°の場合	75	—	65	—

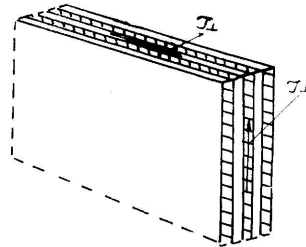
フィンランドのカバ合板

第3表 弾性係数

応力の種類	合板含水率 断面の種類	含水率 (A) 15%		含水率 (B) 19~28%	
		総断面 kg/cm <sup>2</sup>	有効断面 kg/cm <sup>2</sup>	総断面 kg/cm <sup>2</sup>	有効断面 kg/cm <sup>2</sup>
<b>曲げ</b>					
表板の繊維方向がスパンと平行な場合	5プライ	106,000	142,100	96,000	128,100
〃	7プライ以上	88,000	142,100	80,000	128,100
表板の繊維方向がスパンと直角な場合	5, 7プライ	44,000	142,100	39,000	128,100
〃	9プライ以上	59,000	142,100	53,000	128,100
表板の繊維方向がスパンと±45°の場合		22,000	—	18,000	—
<b>引張</b>					
表板の繊維方向に平行な場合		92,000	168,000	84,000	149,800
表板の繊維方向に直角な場合	5, 7プライ	76,000	168,000	67,000	149,800
〃	9プライ以上	81,000	168,000	72,000	149,800
表板の繊維方向に±45°の場合		22,000	—	20,000	—
<b>圧縮</b>					
表板の繊維方向に平行な場合		89,000	162,400	77,000	137,200
表板の繊維方向に直角な場合	5, 7プライ	72,000	162,400	62,000	137,200
〃	9プライ以上	77,000	162,400	67,000	137,200
表板の繊維方向に±45°の場合		21,000	—	17,000	—
<b>剪断弾性係数</b>					
表板の繊維方向に平行または直角な場合		8,300	—	105,000	—
表板の繊維方向に±45°の場合		25,000	—	320,000	—



第2図 曲げ試験片



第3図 パネルシエア試験

合板厚×32 の試験片を 3点荷重方式で 3方向 ( , , 45° ) について試験し決定される。( 第2図参照 )

**圧縮強度**は高さ12mm以上の試験片を用いて試験決定し、これ以下の試験片高さでは十分信頼性のある数値が求められないとしている。

**構成単破面内における剪断強度 (//)** は数年来にわたる研究より決められたもので、接着力に関連し、試験片は接着力試験片と同様のものを用いている。

**構成単破面に対し90°の角度をもつ面の剪断**、所謂パネルシエア強度および剪断弾性係数 (G) は複合梁としての試験結果から求めている。この方法による結果が最も実際に即しているとしている。( 第3図参照 )

4.2 強度性質と含水率

強度および弾性係数を求める試験は低含水率条件下

(合板含水率 8~11%) および高含水率条件下 (合板含水率 19~28%) で実施している。

第2表および第3表に示した許容応力および弾性係数は上の試験結果から算出している。標準平衡含水率 15% (A条件) および高含水率条件下 (B条件) の値である。なお許容応力および弾性係数の算出には次の式を用いている。

許容応力度：

$$\sigma = \frac{\sigma_M - 2S\sigma}{3}, \quad \sigma_M = \text{平均応力}, \quad S\sigma = \text{標準偏差}$$

弾性係数：E

$$E = E_{\text{obs}} - \frac{1}{2} S_E, \quad E_{\text{obs}} = \text{測定値の平均},$$

S<sub>E</sub> = 標準偏差

4.3 許容応力の適用

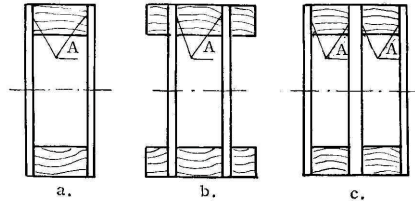
第2表の許容応力の数値を適用するに当たった次のよ

うに附記している。

**曲げ許容応力**は第2図に示したように力が作用した場合即ち、合板表面に垂直な外力を受ける時に適用するが通常ある程度の厚みをもった合板において問題となってくる。許容応力は3方向（ $0^\circ$ 、 $45^\circ$ ）について掲げているが、 $45^\circ$ 方向の数値は $45^\circ \pm 20^\circ$ の範囲で十分適用することが出来る。

**許容引張および圧縮応力**は構成単板面に対して平行に働らく力が作用した場合、およびボックスビーム、ビームに合板を使用した場合の構造計算に適用する。この値も3方向について掲げられているが、 $45^\circ$ 方向の値は $45^\circ \pm 20^\circ$ の範囲で十分適用することが出来る。なお $0 \sim 25^\circ$ および $65 \sim 90^\circ$ の方向で許容応力度は激変する。

圧縮試験においては単板の坐屈に対する性向が強度決定の重要因子となるが、ビームのフランジに強固に釘着するか接着されたパネルウェブではジョイント部から坐屈の生じる懸念はなく、このような場合には許容応力を考慮する必要はない。但し、坐屈の危険性のあるパネルウェブでは適当な間隔をとってフランジに対し垂直な補強を入れる必要がある。（第4図参照）  
**構成単板内の言午容剪断応力**（ $\parallel$ ）は合板ウェブとフランジ間のジョイントの構造計算に当て考慮しなければならない。（第4図のA）



第4図 フランジとウェブの接合

フランジとウェブとの間のジョイントが破壊する危険性を減少させるためには、第5図の b および c の方法が効果的である。この剪断応力はローリングシェアとしてしばしば引き合いに出されている。

**パネル面に垂直な面における許容剪断応力**（ $\perp$ ）は合板ウェブにおける剪断破壊の危険性を決定するための構造計算に必要である。各構成単板の繊維方向がスパンに対して $45^\circ$ をなすとき所謂 $45^\circ$ 構成合板ではこの許容値は最大であるが、現在の合板製造技術ではコストがかさみ特殊な場合に限られている。

なお許容応力は第2表に縦断面および有効断面について掲げられ、第4表に関連定数、断面積、断面係数、断面2次モーメントを掲げている。

4.4 弾性係数の適用

構造計算に必要な弾性係数は第3表に掲げてあるが次のように附記している。

第4表 外装用合板の厚さ、断面係数、断面2次モーメント、重量（対総断面）

表 単 板	厚さ(mm)	プライ数	1cm巾に対する断面係数 cm <sup>3</sup>	1cm巾に対する断面2次モーメント cm <sup>4</sup>	重 量 km/m <sup>2</sup>	注
表板 サンディング仕上	6.5	5	0.0704	0.0229	4.60	表板の繊維方向がスパンに対して直仕な場合は表板未仕上げの場合でもすべてサンディングしたものとして適用する。
	9.3	7	0.1440	0.0670	6.50	
	12.0	9	0.2400	0.1440	8.40	
	14.8	11	0.3650	0.2700	10.40	
	17.6	13	0.5160	0.4540	12.30	
	20.4	15	0.6940	0.7070	14.30	
23.2	17	0.8970	1.0400	16.20		
表板未仕上	7.0	5	0.0817	0.0286	4.90	
	9.8	7	0.1600	0.0784	6.90	
	12.6	9	0.2650	0.1670	8.80	
	15.4	11	0.3950	0.3040	10.80	
	18.2	13	0.5520	0.5020	12.70	
	21.0	15	0.7350	0.7720	14.70	
	23.8	17	0.9440	1.1200	16.70	

曲げ弾性係数は表板単板の繊維方向とスパンとのなす角度に大きく左右され、この角度が45°（実際には45° ± 15° の範囲）の場合は極めて低い値をとる。従ってこの方向に、大きな曲げ応力が働らくような設計はさけるべきである。なお曲げ弾性係数は第2図のような力に対してのみ適用する。

引張および圧縮弾性係数は純引張および純圧縮または薄板や殻構造のような膜応力が生じる場合に問題となる。表板の繊維方向と荷重方向とがある角度（ $\theta$ ）をもっている場合の弾性係数（ $E_{\theta}$ ）は次式によって計

$$E_{\theta} = \frac{1}{\left(\frac{\cos^2 \theta}{E_{//}} - \frac{\sin^2 \theta}{E_{\perp}}\right) \cos 2\theta + \frac{\sin^2 2\theta}{E_{45^\circ}}}$$

算する。但し、 $E_{//}$ 、 $E_{\perp}$ 、 $E_{45^\circ}$  はそれぞれの荷重方向における弾性係数である。

剪断弾性係数（ $G$ ）は合板ビームの剪断歪の算出、特にスパンに比し厚さが大きい場合に用いられる。一般に剪断応力による歪は全歪の10～30%を占める。

### 5. 接着性能

接着性能については、等級、要求事項、サンプリング、試験片および試験方法についての基準を記述している。

等級は内装用、外装用の2種で、試験は内装用合板についてはドライテストのみで、吾が国のように温水浸漬試験は実施していない。外装用合板についてはドライテスト、煮沸試験および防黴テストを実施し、い

ずれも引張剪断接着力試験のみである。要求される接着力は平均で第5表に示すとおりで、これを満たさなくても内装用では30%以上、外装用では50%以上の木破率があれば合格としている。サンプリング法と試験法については省略する。

第5表 接着力

合板のタイプ	対応試験	必要接着力 kg/cm <sup>2</sup>
内装用	ドライテスト	18
外装用	ドライテスト	21
〃	煮沸テスト	14
〃	防黴テスト	18

### 6. あとがき

フィンランドのカバ合板について記したこのパンフレットの意図するところは、製造合板の資料、特に外装用合板の基礎材質に関する資料を提供し、安心して使用出来るという「信頼性」をもたせることにあると考えられる。最近、構造用合板が注目されてきている時、これは重要なことである。資料不足のため不十分な点もあると思うが、今後さらに資料の入り次第紹介させていただくつもりである。

### 文献

- 2) PLYWOOD . 合板構造設計資料, TECHNICAL SERIES No. 1. 日本合板工業組合  
合板の物理的, 機械的性質, 合板工業 No.40 日本合板工業組合連合会