

マレーシア製合板の性能評価 (第4報)

- ブロックボードの平面性評価 -

北 村 維 朗

The Surface Flatness of Blockboards Made in a Malaysian Mill

Tadao KITAMURA

A mathematical means was applied to evaluate the surface waviness of some Malaysian blockboards. The means, based on the statistical "standard deviation" of relative heights for spots on a profile, proved to make accurate assessment of the waviness of a panel when the number of observation of the relative heights was more than 20 for the profile. Obtained results are summarized as follows :

(1) The standard deviation of the relative heights representing the surface waviness of the Malaysian blockboards was 0.17mm on the average. The value was 70 percent larger than that of Japanese lumber-cored plywood.

(2) A "two-way analysis of the variance" on the waviness standard deviation showed that the width of the core strip was a great factor contributing to 30 per cent of the total variance. The analysis also showed that when the width was between $1\frac{1}{2}$ " and $1\frac{1}{8}$ ", a core strip of a smaller width tended to cause greater surface waviness.

(3) From the above results no necessity was found to limit the width of a core strip to less than $1\frac{1}{2}$ inches.

ブロックボードのコアストリップの幅が、ボード表面の平面性に与える影響について、マレーシア製ブロックボードを使って試験した。ボード表面の起状の評定にあたっては、基準面からの起状高さの標準偏差値をもって代表値とした。試験結果は以下のように要約される。

- 1) 起伏波型モデルによる予備的検討の結果、波高測定点数は、1測定幅について20点以上とすれば、多くの場合、誤差は1%以下に収まる。
- 2) 供試マレーシア製ブロックボードの波うち標準偏差は平均0.17mmで、比較用に測定した日本製シナ・ランバーコア合板の7割高であった。
- 3) ストリップ幅が平面性に与える影響は有意で、分散分析では寄与率30%を占めた。ストリップ幅 $1\frac{1}{8}$ "から $1\frac{1}{2}$ "の間では幅が小さなほど波うちが激しかった。
- 4) 上の結果から最小ストリップ幅を $1\frac{1}{2}$ "以下に規制する必要性は認められなかった。

1. 目的

木材資源国であるマレーシア連邦においても、半島部ではすでに原木不足の状況が現れて久しい。原木

コストは相当な高額に達しており、一般的に原木費は製品価格の約60%に達するとされており、合板各社は歩留まり向上に向けて企業努力を開始している。半

島マレーシアの合板工場で見られるレース剥き芯の直径は15cmから20cmで、原木歩留まりは58~60%、クルイン、メルサワのように原木形状の良い樹種でも65%であると言われている。

このような材料事情の中で、最近、2・3の工場でこの剥き芯を利用してブロックボードが生産されるようになり、低品質の厚物単板を利用したラミンボードも数社で生産されており、マレーシア連邦でもコアボード類が商品として流通するようになってきた。このように合板製品多様化の様相が現出していることから、行政当局においては、これら新商品を対象とする規格の整備を検討している。現在、連邦には一般合板を対象とする規格、MS3・23 - 1974²⁾が制定されているが、さらに構造用合板、特殊合板、無臭合板といった用途別の規格を加えることが懸案とされている。コアボード類の規格化もこの種の動きの一つであるが、上述のように商品化が先行しているために、その作業はとくに急がれている。

米国規格PS51 - 71によれば、コアボード類のストリップ幅は樹種によってその最大値が規定されており、比重0.56以上の樹種にあっては最大幅21/2インチ、0.43以上0.55以下の樹種にあっては3インチ、0.42以下の樹種にあっては4インチ以下と規定されている³⁾。半島マレーシア産の樹種を利用したコアボード類について、この分類の適否を検討する必要からこの小試験を行った。

コアボード類は一般に家具用に利用されるために、板面の平面性は重要な要求性能である。我が国においても、初期のコアボードでは、コアを構成するストリップ毎の伸縮の差が合板表面に現われ、仕上げ表面の化粧効果を阻害している例がしばしば見られた。

2. 標準偏差による波うち起伏評価

コアボードの表面波うちに関しては古く棕代⁴⁾の報告があり、コアストリップの幅の影響についても検討がなされているが、その中では表面波うちの評価は触針ダイヤルゲージによるプロフィールカーブから求めた波うちの最大起伏差(分布幅と呼んでいる)によって

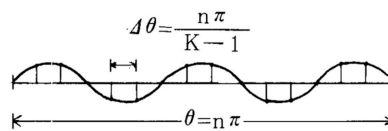
いる。井村ら^{5,6)}はカラマツ・ランパーコア合板の試験で触針式あらさメーターのプロフィールカーブを使って同様に分布幅を求めて評定している。

いずれも一定の実験室用装置を利用しているが、ここに提案する統計的手法を利用すれば、関数電卓を利用してより簡便に、現場的に、波うちが評定できると考えられる。波うち起伏はいずれにしても、合板局部表面の或る基準平面からの高さのバラツキ現象と考えられるから、そのバラツキを定量化すれば良いことになる。バラツキの定量化には、分散、標準偏差といった統計的な量によって、振幅、頻度を包含したバラツキの強さを表現できる。

2.1 波うちモデルによる予備的検討

標準偏差(あるいは分散)という統計量によって波うち起伏を評定する場合、波うちの波型とデータ数によるこの値の変化をあらかじめ検討しておく必要がある。

波うちモデルとして第1図のように $y = \sin$



第1図 表面波うちのモデル
(例; 波数 $n=4$, 測定点数 $K=16$)

の正弦曲線をとることにより、 $\max = n$ とすれば、波数 $n=1$ の測定幅全幅にわたる大きな「反り」から $n=$ の細かい波(表面荒れ)までをモデル化できる。(山または谷ひとつを波数1と数える。)

この $y = \sin$ の理論的標準偏差は、

$n =$ 偶数のとき

$$St = \sqrt{\frac{1}{2n\pi} \int_0^{2n\pi} \sin^2 \theta \cdot d\theta} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

$n =$ 奇数のとき

$$St = \sqrt{\frac{1}{2n\pi} \int_0^{2n\pi} \left(\sin \theta - \frac{1}{n\pi}\right)^2 d\theta} \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

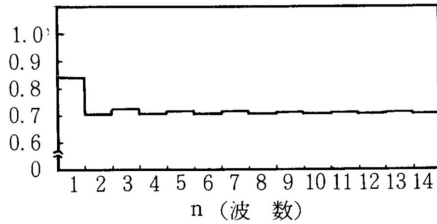
∴ 平均値

$$\bar{y} = \int_0^{2n\pi} \sin \theta \cdot d\theta = \frac{1}{2n\pi} (1 - \cos 2n\pi)$$

n = 偶数のとき $\bar{y} = 0$

n = 奇数のとき $\bar{y} = \frac{1}{n\pi}$

波数 (n) による理論的標準偏差の違いは第2図のようになり、波数が偶数のときは常に0.7071を与え、奇数の場合は波数1で0.8382を与えるが、波数が多くなれば急激に減少して0.7071に近づく。



第2図 $y = \sin$; $\max = 0 \sim n$
理論的標準偏差

このモデル波型をK個の点で (K - 1) 個に均等に分割し、各点の波高値から統計的原則によって標準偏差を求めると、

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^K \left[\sin \left\{ r \left(\frac{n\pi}{K-1} \right) \right\} - \bar{j} \right]^2}{K}} \dots \textcircled{3}$$

ここにjは波高の平均値で

$$\bar{j} = \frac{1}{K} \sum_{r=1}^K \sin \left\{ r \left(\frac{n\pi}{K-1} \right) \right\}$$

によって得られる。

波数nを1から50、区分数Kを8点から21点まで

第1表 波打ちモデル $y = \sin$ の理論的標準偏差stに対するK個の区分数による統計的標準偏差Ssの比

区分数 (K)	波 数 (n)					
	1	3	5	7	9	偶数
10	1.223	1.013	1.008	1.007	1.004	1.000
12	1.183	1.009	1.006	1.005	1.004	1.000
14	1.156	1.007	1.005	1.004	1.003	1.000
17	1.126	1.006	1.003	1.003	1.003	1.000
19	1.112	1.005	1.003	1.003	1.002	1.000
21	1.101	1.004	1.002	1.002	1.002	1.000

とり、それぞれについて 式により統計的標準偏差 Ssを計算し、理論的標準偏差stとの比を求めて第1表に得た。

波数nが偶数の場合は、すべての区分数にわたって Ssは0.7071をとり、理論的標準偏差と一致する。波数nが奇数の場合は理論値より大きな値をとるが、波数が多くなり、区分数Kが多くなれば誤差はほとんど無視できる。波数n=1の全測定幅にわたる大きな波うち(幅反り)の場合、区分数Kが10個では誤差は22%におよぶが、21点で区分すれば10%に低下する。区分数Kを21にとれば、波数n=3の場合でも誤差に0.4%である。

以上の計算結果から波数nが1の測定幅全長にわたる大きな波うちを除外すれば、区分数Kを20以上にすれば、事実上すべての波型に対して1%以下の誤差で収まることが証明された。ただし原理上次の諸点に留意を要する。

- 1) 区分数と波長が同調した場合は正しい値を与えない。つまり、区分数より1を差し引いた数が波数の公約数になる場合は正しい値を与えない。したがって区分数を10以上の偶数にすれば、そのような機会はほとんどなくなる。
- 2) 波高の測定を後述のようにマイクロメーターに行う場合、アンピルの直径以下の波長の波は当然観測されない。

2.2 測定法

試料ブロックボードから、コアストリップの繊維方向に直交して長さ50cm、幅5cmの角棒状の合板片を切り取り(各ボードから2本または4本)これを試験片とした。

この合板片の一方の表面に、厚さの均一なステンレス板(平均厚さ1.069mm、標準偏差0.005mm)を添わせ、マイクロメーターによって合板とステンレス板を合わせた厚さを測定した(写真1)。測定良は30cmとし、1.5cm間隔で21個のデータを得た。各試料の各面から得た21個のデータによって、関数電卓を用いて標準偏差 $n - 1$ を求め、これを波うち標準偏差とした。マイクロメーターの

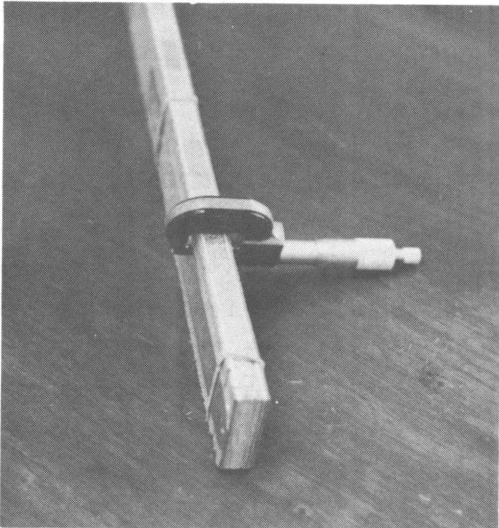


写真1 マイクロメーターによる波うち測定

アンピルの直径は6.5mmであった。

3. 試験

3.1 試料ブロックボード

半島マレーシアの中堅合板メーカーMalayan Veneer Sdn. Bhd. の製品で、いずれも4 × 8 の板面サイズで、公称厚さ18mmのブロックボードである。構成はフェース/バック1.25mm (クルイン), クロスバンド1.75mm (イエロメランティ), コアストリップス13.00mm (ライトレッドメランティ) の5プライである。供試ボードは9枚で、ストリップ幅で3種に分類される (第2表)。

比較対象として日本製シナ・ランバーコア合板 (厚さ24mm, ストリップ幅18mm) についても択捉を行った。日本製合板の構成はフェース/バック1.00mm, クロス

第2表 試料ブロックボード

ストリップ幅 (インチ)	試料ブロックボード
1 1/2	A・B・C
1 1/4	D・E・F
1 1/8	G・H・I

単板 (ストリップス) 厚さ・樹種構成

表・裏 ; 1.25mmクルイン

クロスバンド ; 1.75mm イエロメランティ

ストリップス ; 13.00mm ライトレッドメランティ

バンド2.00mm, コアストリップス18.00mmで樹種はすべてシナである。

3.2 合板の状態

波うち標準偏差の測定は以下の3状態で行った。

(状態) ; メーカーから納入直後。

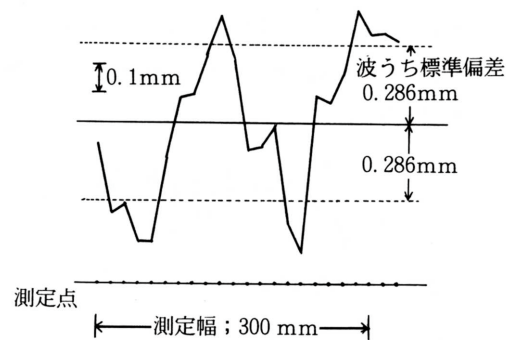
(状態) ; 納入後10ヶ月間実験室内に放置した。

(状態) ; 状態 の試験片を25 - 30%RHで3日間 25 - 60%RHで4日間 25 - 75%RHで7日間の合計14日間のリコンディショニングを行った。

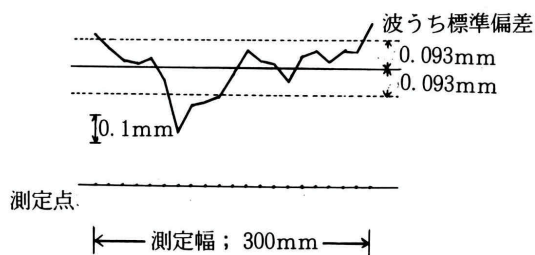
日本製シナ・ランバーコア合板は多年実験室内に放置されていたものである。

4. 結果および考察

第3図は試料ブロックボードの波うちプロフィールの一例である。半波長7~8cmの大きな波と1~2cmの小さな波との合成と見られる彼型をしている。比較用として日本製シナ・ランバーコア合板 (24mm厚, スト



第3図 波うちプロフィールの1例
(ボードG, ストリップ幅1%, 状態)



第4図 日本製シナ・ランバーコア合板 (ストリップ幅32mm) の波うちプロフィール

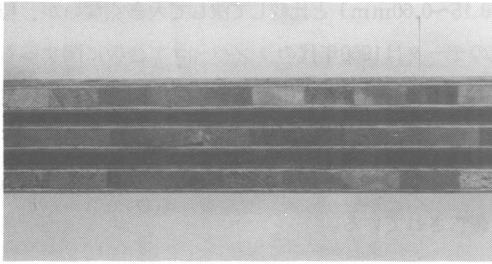


写真2 マレーシア製ブロックボードの横断面

リップ幅32mm)のプロフィールを第4図に示すが、マレーシア製ブロックボードは明らかに波うちが大きい。試験片ブロックボードのコアストリップはライトレッドメランティで材種が統一されているが、マラヤでライトレッドメランティと称される材は主要なものだけでも9樹種あり、写真2に見られるように、実際上コアストリップの材質には相当大的なバラツキがあると思われる。

試験片各面21点づつの起伏高測定値から統計的常法によって標準偏差を計算し、これを波うち標準偏差とし、各試験片ボードについて、その平均値と標準偏差を求め第3表に示す。各試験片についてそれぞれ2面づつ測定しているので平均値と標準偏差のデータ数は試験片数の2倍となる。比較対象として求めた日本製シナ・ランバーコア合板の波うち標準偏差は2測定面の平均で0.10mmであった。マレーシア製ブロックボードの波うち標準偏差は . . . の3状態と全試験片ボードをプールして平均値は0.166mm (95%信頼限界: 0.175~0.158mm) で日本製シナ・ランバーコア合板よりはるかに大きな値となった。

コアストリップの幅とボードの状態が波うちの強さに与える影響を検定するために分散分析を行い第4表の結果を得た。ボードの状態が波うちに与えた影響

はきわめて小さく、分散分析では有意とならなかった。これは状態 . . . の間に大きな環境変化がなかったことを意味する。一方、コアストリップの幅は影響が明らかで、危険率1%で有意となり、変動の寄与率は30%を占める。各要因の

第3表 波うち標準偏差の平均値と標準偏差

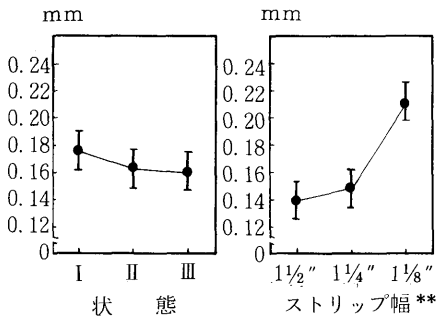
状態*	ストリップ幅 (インチ)	試料 ボード	試片数	波うち標準偏差 (mm)	
				平均	標準偏差
I	1 1/2	A	4	0.16	0.05
	"	B	4	0.15	0.03
	"	C	4	0.13	0.05
	1 1/4	D	2	0.16	0.02
	"	E	2	0.14	0.06
	"	F	2	0.20	0.01
	1 1/8	G	4	0.26	0.02
	"	H	4	0.19	0.05
	"	I	4	0.25	0.05
II	1 1/2	A	2	0.13	0.03
	"	B	2	0.14	0.03
	"	C	2	0.12	0.05
	1 1/4	D	2	0.12	0.04
	"	E	2	0.12	0.03
	"	F	2	0.20	0.02
	1 1/8	G	2	0.21	0.04
	"	H	2	0.17	0.03
	"	I	2	0.24	0.04
III	1 1/2	A	2	0.13	0.03
	"	B	2	0.16	0.08
	"	C	2	0.13	0.05
	1 1/4	D	2	0.13	0.05
	"	E	2	0.13	0.04
	"	F	2	0.19	0.01
	1 1/8	G	2	0.21	0.05
	"	H	2	0.18	0.03
	"	I	2	0.21	0.02

* I : 購入時 II : 購入後10ヶ月
III : II + リコンディショニング

効果グラフは第5図のようになり、ストリップ幅1 1/2" から1 1/8" の間で、幅が小なほど波うちが強くなり (1 1/2 ~ 1 1/4)" に比して1 1/8" はとくに強くなっている。米国規格PS51 - 71³⁾では伸縮性が大きいと見られる高比重材には許容ストリップ幅を小さく規定しており、上記のマレーシア製ブロックボードによる結果ではこの思想と相反する結果になっているが、棕代⁴⁾のシナ・ランバーコア合板による結果ではストリップ幅の波うちに与える影響には傾向が認められなかったとしている。

第4表 分散分析表

要因	df	S	V	F ₀	ρ (%)
A (状態)	2	4.62 × 10 ⁻⁴	2.31 × 10 ⁻⁴	1.463	0.49
B (ストリップ幅)	2	9.43 × 10 ⁻³	4.72 × 10 ⁻³	29.867**	30.43
A × B (交互作用)	4	3.48 × 10 ⁻⁴	8.70 × 10 ⁻⁵		
e (誤差項)	123	0.0197	1.60 × 10 ⁻⁴		
(プールした e)	127	0.0201	1.58 × 10 ⁻⁴		69.08
計	131	0.0299			100.00



第5図 波うち標準偏差に対する2要因(状態, ストリップ幅)の効果グラフ
**99%有意

ブロックボードの表面波うちに影響を与える要因としては、ストリップ幅の外にもストリップの加工精度、含水率管理、樹種の混合、木理の配列等多数のものが考えられ、分散分析の結果からもこれらの寄与が相当大きなものであることが予想される。したがって、本試験の結果から結論づけられることは、1 1/2"から1 1/8"の間では「コアストリップスの幅を小さくすることのみによって、ブロックボード表面の波うちを改善することはできない。」ということで、新規規格の制定にあたっては、米国規格に規定されている「比重0.56以上の樹種にあつては1 1/2インチ以下」というのは妥当な線で、これより小さな幅に制限する必要は認められなかった。

本報告では、ブロックボードの平面性の評価にあつて波うち標準偏差なる値を提案したが、棕代⁵⁾、井村ら⁶⁾が用いている分布幅との関係は、

$$\text{分布幅 (平均)} = \frac{2 \times \text{波うち標準偏差}}{0.71}$$

によって、 $n = 1$ (測定幅全幅にわたる大きな波うち)の場合を除いて換算が可能である。つまり第2図に示すように $y = \sin \theta$ の理論的標準偏差は $n = 1$ の場合をのぞいて、振幅の72.3%から70.7%であるからである。

この換算式によって供試ブロックボードの平均分布幅を求めると、0.47mm (95%信頼限界; 0.49~0.46mm)で、棕代のデータ(ラワンコア; 0.25~0.65, シナコ

ア0.15~0.60mm)と比較して決して大きくないが、棕代のデータは1960年代のランバーコア合板に関するものであり、その後日本においては合板製造技術が長足に進歩し、最近の合板技術によるカラマツ・ランバーコア合板は極めて波うちのばげしい場合でも、0.15mmと報告されている。

5. まとめ

コアストリップの幅を1 1/2", 1 1/8"と変えたマレーシア製ブロックボード(厚さ:18mm)により、ストリップ幅とボード表面の平面性との関係を求めた。平面性の評価にあたっては、多数の測定点上で、表面の起伏高を一定の基準面から測定し、21個の測定データの標準偏差の大きさによって波うちの強さの代表値とした。試験結果は以下のように要約される。

- 1) 波うちモデルによる予備的検討の結果、測定点数は1測定スパンについて20点以上とすれば、多くの場合、誤差は1%以下に収まる。
- 2) 供試(マレーシア製)ブロックボードの波うち標準偏差は平均0.17mmで、これを棕代の提唱する分布幅に換算すると0.47mmとなり、比較用に測定した日本製シナ・ランバーコア合板の7割高の波うち強さとなった。
- 3) ストリップ幅が波うち強さに与える影響は有意で、分散分析では寄与率30%を占めた。ストリップ幅1 1/8"から1 1/2"の間では幅が小さな程、波うちが激しかった。
- 4) 上の結果から最少ストリップ幅を1 1/2"以下に規制する必要性は認められなかった。

文献

- 1) Wong Choong Ngok: Survey of Plywood Mills in Peninsular Malaysia 1979, Research Pamphlet No.76 (1980), Forest Research Institute, Kepong, Malaysia
- 2) Malaysian Standard M.S. 3.23 (1974)
- 3) Voluntary Product Standard PS51 - 71 (1972): U.S. Department of Commerce

National Bureau of Standard

- 4) 棕代純輔; 林業試験場研究報告第126号(1960)
- 5) 井村純夫, 峯村伸哉; 林産試験場月報, 360, 1
(1982)
- 6) 井村純夫, 峯村伸哉, 奈良直哉, 野呂田隆史; 林産試験場月報, 383, 12 (1983)

—試験部 複合材試験科—
(原稿受理 昭59.1.13)

林産試験場月報 1984年6月号(第389号)

(略号 林産試月報)

編集人 北海道立林産試験場編集委員会

発行人 北海道立林産試験場

郵便番号 070 旭川市緑町12丁目

電話 0166-51-1171番(代)

昭和59年6月20日発行

印刷所 植平印刷株式会社

郵便番号 070 旭川市9条通7丁目

電話 0166-26-0161番(代)