

パーティクルボードの厚さ方向の密度構成(第1報) : 軟X線・デンストメータによる密度分布の測定

黄, 耀富
九州大学農学部

森, 稔
九州大学農学部

太田, 基
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15916>

出版情報 : 演習林集報. 26, pp.149-155, 1976-01-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



パーティクルボードの厚さ方向の密度構成 (第1報)

—軟X線・デンシトメータによる密度分布の測定—

黄 耀 富 ・ 森 稔 ・ 太 田 基

Yaw-Fuh HUANG, Minoru MORI and Motoi ŌTA

Density Distribution of Particleboard throughout the Thickness (I) Measurement of the Density Distribution by Soft X-ray and Densitometric Method

1. 緒 言

近年、パーティクルボードの利用範囲は著しく拡大され、これにともなって原料小片のホーミング、熱圧などの製造諸工程における装置開発とボード材質の改善についての研究が活発に行なわれている。ボード材質はその厚さ方向の密度構成に影響されるところが大きく、したがって、この方面の研究に当ってはボード厚さ方向の密度分布を正確に迅速に測定し得ることが是非必要である。しかし、現在用いられている薄層分割法[※]ではかなりの手数がかかるうえ、密度分布の局部的変化の詳細な測定が困難である。そこで、筆者らはこれに代わる測定法として、軟X線とマイクロデンシトメータによる光学密度測定法に着目した。

光学密度測定は、既に木材やハードボードの密度分布測定にも応用され、多数の研究結果^{1)~5)}が報告されているが、多孔質なうえ、合成樹脂接着剤を含有するパーティクルボードについては研究結果⁶⁾⁷⁾が乏しく、その測定精度が明らかにされていない。

本報では、体積重量法と比較することにより、光学密度の測定精度を明らかにすると共に、この方法による各種市販ボードと実験室で製造した外部加熱法および内部加熱法によるボードの密度分布を測定し、ボードの幾つかの類形的な分布波形を提示する。

※ 供試ボードを表層から少しずつ削り取ってゆき、その度毎に重量減と体積減を測定して密度分布を求める方法。

2. 木材の光学密度

2.1 測定方法

試料にはTable 1に示す10樹種材を用い、軟X線の照射面が正板目面、照射方向の厚さを一定(9.7mm)に木取りした(幅10mm、長さ50mm)。各試料は恒温恒湿室(20±2℃、65±5%)

Table 1. Test materials

Species	Density (g/cm ³)
スギ (<i>Cryptomeria japonica</i>)	0.36
コウヤマキ (<i>Sciadopitys verticillata</i>)	0.42
タイヒ (<i>Chamaecyparis taiwanensis</i>)	0.45
シラカバ (<i>Betula Tauschii</i>)	0.52
タブノキ (<i>Machilus Thunbergii</i>)	0.58
シイ (<i>Shiia Sieboldi</i>)	0.63
カヤ (<i>Torreya nucifera</i>)	0.73
イスノキ (<i>Distylium racemosum</i>)	0.91
コクタン (<i>Diospyros sp.</i>)	1.02
ロンリアン (<i>Tristania myrtasii</i>)	1.09

Moisture content : 11 %, Density : Measured by gravimetric method.

R H) で長期間調湿したのち供試した。含水率はいずれも 11 % である。

なお、本実験ではパーティクルボードに含有される合成樹脂接着剤の軟X線吸収を木材のそれと比較する必要があり、このためには密度 1.1g/cm³ 以上の木材が必要である。そこで厚さ 9.7 mm の試料を 2 枚重ねし、その重量を 9.7 mm 厚さ相当の体積で除することにより、見掛けの光学密度を高めた。この試料により木材実質量が増加した分だけ軟X線の吸収量は大きくなり、しかも下記のように照射距離は試料厚さよりきわめて大きく、高密度木材に相当する光学濃度が得られる。

使用した軟X線発生装置は日本ソフテックス社製 CMBW 特 2 型、マイクロデンシトメータは Joyce Loebel 社製 MKIII CS 型、フィルムは富士ソフテックス微粒子用である。

軟X線の照射および撮影条件は、予備実験の結果から、適正条件として、出力 30 kV、10 mA、照射距離 1.3 m、照射時間 150 sec を選定した。フィルムの現像は富士ソフドールを用い、恒温槽で 20 °C、4 分間現像、富士フィクスで 15 分間定着した。つぎに、撮影フィルムをマイクロデンシトメータ (スリット幅 2.4 mm、スリット高さ 2 mm、ウェッジ D. 893、フィルタ 1.5 D、拡大倍率 5) にかけて光学密度波形を描き、その波形の囲む面積をローラプランイメータで測定し、その面積から波形の平均高さ H (mm) を求め、この値と体積重量法で測定した密度 ρ_g との関係線を求めた。測定では、各試験料について 3 回の繰返しを行った。

2.2 測定結果

ρ_g と H の関係線は、いうまでもなく直線であることが望ましい。本実験では、Fig.1 のように実用する密度範囲 0.40~0.85 g/cm³ ではほぼ直線関係が得られたが、低密度から高密度範囲を含めると上に凸の曲線を示した。以下の実験では、本図の曲線から被測定体の H を密度に換算する。なお、各試料の測定のこの曲線に対するチラバリの範囲は、その試料の密度に対し ± 7 % 以下である。

3. パーティクルボードの光学密度におよぼす接着剤の影響

パーティクルボードには、木材小片のほかに重量比率でその 4~12 % の接着剤が添加されてい

るから、ボードの軟X線吸収は接着剤の影響を受けるのではないかと考えられる。そこで、以下では添加接着剤がボードの光学密度におよぼす影響について検討した。

3.1 接着剤と木材の光学密度の比較

フェノール樹脂接着剤とユリア樹脂接着剤をシャーレに入れ、乾燥機中で加熱乾固せしめ、気泡の存在しない部分を選んで軟X線の透過方向の厚さ9.7 mmの試料を作成し、これと前項の木材標準片を同時に軟X線にかけてHを求めた。

両樹脂固形物の体積重法による密度はユリア樹脂接着剤で1.23 g/cm³、フェノール樹脂接着剤で1.30 g/cm³であったが、それぞれのHはFig. 1に示すように、対応する密度の木材のそれと近似する値を示し、両樹脂固形物の軟X線吸収は木材のそれと大差ない結果を示した。

3.2 光学密度と体積重量法密度の比較

3.2.1 実験 A

レッドラワン小片(パーティクルサイズ5~16 mesh、含水率11.8%)を原料として、フェノール樹脂接着剤(Phenol resin)とユリア樹脂接着剤(Urea resin)を小片の全乾重量に対しそれぞれ6%噴霧し、ホットプレスと10 mm厚のdistance pieceを使い、170℃で15分間圧縮し、各接着剤につきそれぞれ3枚ずつ製造した。

このボードを1週間、前記の恒温恒湿室で調湿したのち、厚さ9.7 mmの試料を採取し、軟X線とデンストメータにかけてHを測定し、このHからFig. 1の換算曲線を用いて光学密度を求め、体積重量法で求めた密度 ρ と比較した。

その結果は、両樹脂を用いたボードの ρ はともに0.72 g/cm³であるのに対し、Hからの換算値はともに0.73 g/cm³であり、よい一致を示した。

また、このボードを面方向および

厚さ方向から軟X線照射して得られた波形は間隔の小さな凹凸から構成されており、その凹凸

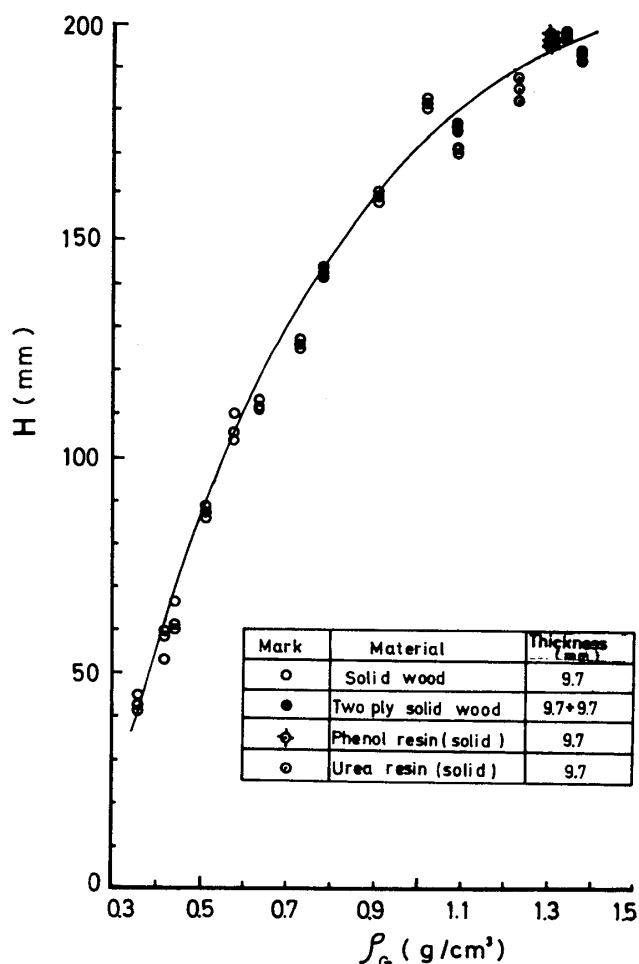


Fig. 1. Relation between gravimetric density (ρ_g) and optical density (H; Height of the density chart recorded by a micro-densitometer) ●; apparent density.

の値は $0.60 \sim 0.86 \text{ g/cm}^3$ の広い範囲にわたった。これは、パーティクルボードがランダムに配列積層された木材小片から構成されており、したがって圧縮され重なり合った木材実質、接着剤、空隙の存在によって、密度分布が小さなピッチで変動を繰り返すためであり、ボード構成の特長を示している。

3.2.2 実験 B

上記小片にその乾量に対しフェノール樹脂接着剤をそれぞれ 2, 4, 6, 8, 10 および 12% 添加し、20 mm 厚の distance piece を使用し、熱圧温度 160°C で 30 分間圧縮し、各添加量につき 3 枚ずつ製造した。このボードから前項と同様にして試料を作成し、H から換算した光学密度と体積重量法で求めた密度を比較し、Table 2 に示す。その結果が示すよ

Table 2. Optical density and gravimetric density of particleboard at various phenol resin contents.

R. C. (%)	2	4	6	8	10	12
u (%)	7.6	7.8	8.0	8.6	9.8	10.2
Optical density (g/cm^3)	0.73	0.76	0.79	0.74	0.75	0.80
Gravimetric density (g/cm^3)	0.68	0.71	0.73	0.73	0.73	0.77
Difference	0.05	0.05	0.06	0.01	0.02	0.03

R. C. : Resin content

い。

さらに、試料ボードを(胴付き鋸で)表面から 2~4 mm ずつ挽き取り、その度に重量減と体積減を測定することにより体積重量法によるボードの厚さ方向の密度分布を測定し、これと光学密度分布波形を比較し Fig. 3 に示す。同図のように、供試ボードの密度範囲では、光学密度波形は、ボードの微細な密度変化を詳細に記録しており、その絶対値は薄層分割法による値とよく近似することを知らした。

以上の結果から、Fig. 1 の $\rho_G - H$ 換算曲線はパーティクルボードについて使用しうる事が明らかとなった。

うに、両密度の差に接着剤添加量による一定の影響は認められず、いずれも $0.01 \sim 0.06 \text{ g/cm}^3$ の範囲内にとどまる。

3.2.3 実験 C

つぎに、メーカ数社の市販ボードを供試し、上記同様にして求めた光学密度と体積重量法による密度の比較を Fig. 2 に示す。この場合も両比重は比較的よい一致を示し、その差は $0.01 \sim 0.07 \text{ g/cm}^3$ に過ぎない。

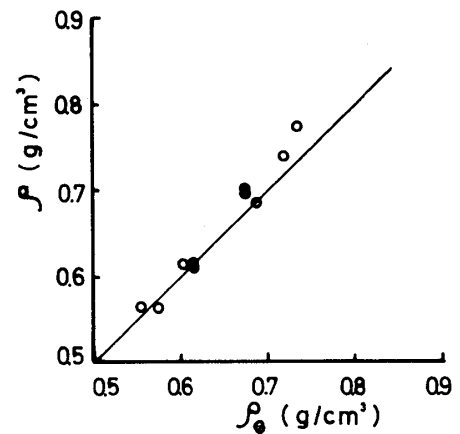


Fig. 2. Relation between optical density (ρ) and gravimetric density (ρ_G).

4. ボード密度分布の代表的形状

メーカー数社の市販ボードと実験室で製造した高周波加熱によるボード（周波数 6.7MHz、出力 2kW、加熱時間 240 秒）について、光学密度分布を測定し、Fig. 4(A-F) に示す。この結果から、ボードの密度分布パターンについて、次のことを知る。

- (1) 一般の市販ボードはホットプレスによる外部加熱法によるものであり、芯層が低く、両表層にいたるに従い高くなる凹型分布波形を示すが (Fig. 4 A-E)、高周波による内部加熱法ではそれと対照的に芯層の密度が高い凸型の分布波形を示す (Fig. 4F)。
- (2) 市販ボードで表層のごく薄い部分で局部的に密度が低下している製品 (Fig. 4 A, C, E) と低下の見られない (あるいは、この部分をサンダーで研削した) 製品 (Fig. 4 B, D) の両者があり、また表層と芯層の密度差はメーカーによって異なり、本実験限りでは最大差で 0.36 g/cm^3 最小差で 0.13 g/cm^3 である。

5. 結 語

パーティクルボードの密度分布を軟 X線とマイクロデンシトメータ（光濃度法）で測定する場合の含有接着剤のおよぼす影響について検討し、つきにこの方法により各種ボードについて厚さ方向密度分布を測定した。

1. フェノール樹脂接着剤とユリア樹脂接着剤の両樹脂固形物の軟 X線に対する吸収係数は木材のそれと大差なく、パーティクルボードに含まれる接着剤はボードの光学密度に特異な影響をおよぼさない。したがって、軟 X線とデンシトメータから求めたボード密度は体積重量法による密度と比較的よい一致を示す。
2. この方法により、ボードの厚さ方向の密度分布の変化を連続記録することができる。その分布波形は、薄層分割体積重量法で求めた波形とよく相似している。
3. ホットプレス（外部加熱法）による一般の市販ボードは、芯層が低く両表層ほど高い凹型の密度分布波形を示し、両層の密度差はメーカーによって異なる。また、表面近くで急に密度の低下するものが若干数あった。これとへらべ、高周波加熱（内部加熱法）で製造されたボードは芯層が高く両表層ほど低い凸型の密度波形を示し対照的である。

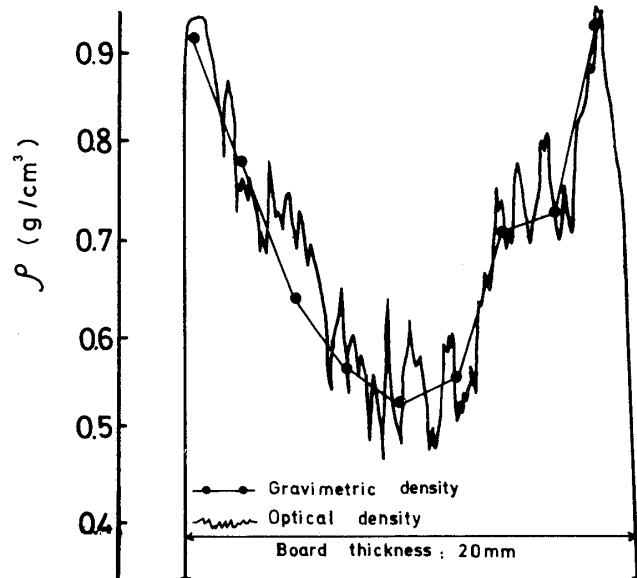


Fig. 3. Comparison of gravimetric density with optical density distribution throughout particleboard thickness.

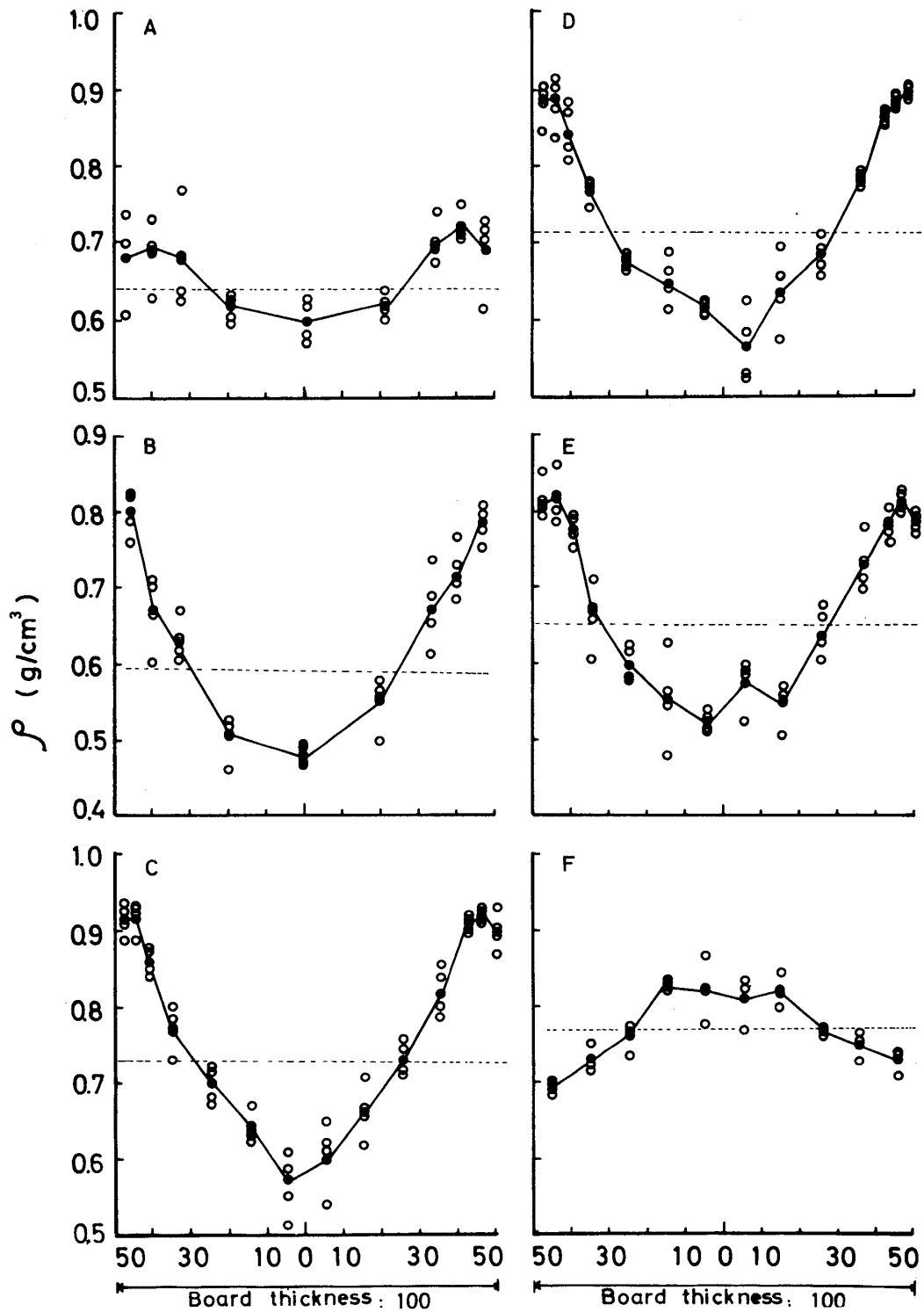


Fig. 4. Density distribution of commercial particleboards (A-E. Board thickness A, B; 12 mm, C, D; 20 mm, E; 25 mm) and particleboards made by radio-frequency heating method (F; 20 mm) •; Mean values.

謝 辞

本実験を行なうにあたり、農学部演習林から軟X線装置およびマイクロデンストメータ使用の便宜を与えられた。また、同演習林 青木尊重助教授から多大のご援助をいただいた。記して感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) Polge, H. : I. U. F. R. O. , Section 41 (1965)
- 2) Harris, J. and Polge, H. : J. Inst. Wood Sci., 4, 34 (1967)
- 3) Rudman, P. , Mckinnell, F. and Higgs, M. : J. Inst. Wood Sci. , 24, 37 (1969)
- 4) 太田貞明 : 木材工業 25 , 131 (1970)
- 5) 高村憲男 : 木材誌 17 , 415 (1971)
- 6) Polge, H. und Lutz, P. : Holztechnologie, 10, 75 (1969)
- 7) Henkel, M. : Holztechnologie, 10, 93 (1969)

Résumé

Soft x-ray and microdensitometer method (photo-densitometric method) was applied to the determination of particleboard density. Firstly, the accuracy of this method was examined comparing with gravimetric method, and then, commercial and laboratory made particleboards were tested for the density distribution throughout the thickness.

The results obtained are as follows:

- (1) The contrast of the photographic film exposed by soft x-ray is translated into density chart by a microdensitometer, and the density of test sample is evaluated by the height of curve in the chart (H). The calibration curve of H in relation to the gravimetric density of wood is presented in Fig. 1.
- (2) As shown in Fig. 1, the values of H of cured phenol resin and cured urea resin are almost equal to those of wood which have the same density to these resin. This fact indicates that the resin contained in particleboard will has no special effect on photo-densitometric evaluation of the board.
- (3) The density values and the density profiles throughout the board thickness obtained by photo-densitometric method agree with the results by gravimetric method within the experimental errors (Table. 2 and Fig. 2, 3).
- (4) Some examples of the density profiles obtained by photo-densitometric method are presented in Fig. 4.