

パーティクルボードの厚さ方向の密度構成(第2報) : 外部加熱法と内部加熱法によるボードの性能比較

黄, 耀富
九州大学農学部

森, 稔
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15917>

出版情報 : 演習林集報. 26, pp.157-164, 1976-01-30. Kyushu University Forests
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2報)

—外部加熱法と内部加熱法によるボードの性能比較—

黄 耀 富 ・ 森 稔

Yaw-Fuh HUANG and Minoru MORI

Density Distribution of Particleboard throughout the Thickness (II) Comparison of the Properties of Particleboards made by External and Internal Heating Method

1. 緒 言

パーティクルボードの製造では、一般にはホットプレスを用い、パーティクルマットをその上下両面から熱圧し、熱板からの熱伝導によってマット中心部の温度を接着剤の硬化温度まで加熱する。この間の圧力とマット内の水分移動および表層と芯層に使用される原料パーティクルの粒度分布により、特殊な密度構成、すなわち中心部が低く表層ほど高い密度分布が形成されてゆく。しかし、近年要求されているような厚い構造用ボードの製造では、中心部を加熱するのに長時間を要し、熱圧のサイクルタイムが長くなり、さらに、表層のパーティクルおよび接着剤は長時間加熱による材質の劣化をきたすことが予測される。これに対し、K, Lamberts と L, Pungs¹⁾²⁾³⁾ は高周波による内部加熱について研究し、内部加熱によってサイクルタイムは著しく短縮されるが、表層の圧縮率が低く表面性がよくないこと、したがって高周波によるマットの予備加熱と熱板による仕上げプレスの併用が効果的であるとして、これについての一連の実験資料を提供している。これらの結果から、厚物パーティクルボードの製造に対しては内部加熱法がそのサイクルタイムを短縮する有効な方法であることが明らかにされたが、内部加熱のもつ欠陥を補うためには、加熱中におけるボードの温度分布、水分移動の状態、また加熱条件とボードの厚さ方向密度分布と製品の材質について、さらに詳細な資料が必要である。

本報では、内部加熱の熱源としてマイクロ波を用いて製造したボードの厚さ方向密度分布の特徴、その原因となる圧縮中のボード内部温度分布、含水率変化を明らかにし、さらにボードの強度的性能を測定し、これらの結果をホットプレスで製造したボードの測定結果と比較検討した。

2. 実 験 方 法

2.1 ボードの製造条件

試料には、含水率12%、5~16メッシュのスプリンター状小片112 gを供試し、ユリア樹脂を試料の全乾重量に対し6%添加し、ホーミングののち50 Kg/cm²の圧力で5分間予備圧縮した。

外部加熱法では、この予備圧縮したマットをホットプレスの熱板温度150℃、圧縮圧力11 Kg

／ cm^2 で25分間熱圧した。

内部加熱法では、上記予備圧縮したマットの上下面にろ紙を当ててアクリル板にはさみ、トルクレンチとボルトネジを用いて 11 Kg/cm^2 に圧縮し、これをマイクロ波加熱装置のオープンに入れ、1～4分間加熱した。マット上下面にろ紙を当てたのは、加熱中蒸発水分を吸収するためである。また、マイクロ波加熱装置は、周波数 $2,450\pm 50\text{MHz}$ 、電源電圧 100V 、入力 1.5KW 。両加熱法ともボードは $12\times 12\text{ cm}$ の広さで、厚さは $20.0\sim 20.4\text{ mm}$ である。

2.2 測定方法

- 2.2.1 内部温度：外部加熱では、マットの上下面と厚さの4等分点にchromel-alumel 線熱電対を挿入し、プレス加熱中の温度変化を打点式記録計に自記させた。内部加熱では、厚さの4等分層ごとの中心位置に予めシリコンを含浸した木串を挿入しておき、マイクロ波加熱したのち、1, 1.5, 2, 2.5 および3分ごとに switch off し、できる限り素早く木串を抜いて、その孔に電気抵抗式温度計の針状白金部を挿入してその位置の温度を測定した。両加熱法とも5枚のボードを製造し、温度測定は5回の繰返しを行った。
- 2.2.2 マット含水率：外部加熱法では10, 15, 20 および25分ごとに、内部加熱では、1, 1.5, 2, 2.5 および3分ごとに、それぞれボードの圧縮力を解除し、ボードを厚さ方向に4等分し、各部分の含水率を全乾法によって測定した。この場合、ボードを4等分し易いように、ホーミング時に4層の境界にガーゼを予め挿入しておいた。5回の繰返しを行った。
- 2.2.3 ボードの厚さ方向の密度分布：両加熱法により前記の条件で多数のボードを製造し、そのなかから両加熱法についての平均密度の類似したボードをそれぞれ5枚選び、1枚のボードにつき、2個ずつ、厚さ 9.7 mm 、長さ 5 cm の試験片を作成した。この試験片を用い前報⁴⁾と同方法で光学密度を算出した。
- 2.2.4 ボードの曲げ強さ：両加熱法について、ボードをそれぞれ25枚ずつ製造し、1枚のボードにつき長さ 12 cm 、幅 5 cm の曲げ試験片を2個ずつ作成し、恒温恒湿室($20\pm 2^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ RH)中に14日間調湿したのち、スパン間隔 10 cm 、中央集中荷重による曲げ試験を行った。
- 2.2.5 ボードのはく離抵抗：両加熱法についてボードをそれぞれ25枚ずつ製造し、1枚のボードにつき2個のはく離試験片を作成し、試験片を恒温恒湿室中に14日間調湿したのちJIS A5908試験法によりはく離抵抗を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 温度上昇経過

両加熱法によるボードの芯層と表層の温度上昇経過をFig 1に、またボード断面の加熱時間ともなう温度分布の変化をFig 2に示す。マイクロ波加熱では、ボード中心部が目標とする加熱温度 110°C に達するまでの所要時間が約2.5分であるに対し、熱板加熱のそれは約25分である。また、ボード断面の温度分布は、マイクロ波では芯層が高く、表層が低くなるが、両層の温度差は比較的小さく、中心部が目標温度に達したとき表層は 105°C である。これに対し、熱板加熱で

は、両層の温度差が著しく、中心部が目標温度になったとき表層温度は127℃に達する。

3.2 含水率減少の経過

両加熱法によるボード芯層と表層の含水率減少経過をFig. 3 に、また、ボードの断面における含水率分布の加熱時間にもなう変化をFig. 4 に示す。マイクロ波加熱では表層より芯層の含水率が2%程度低い、両層はほぼ平行して急速に低下するのに対し、熱板加熱では芯層の含水率低下が著しく遅れる。芯層が目標温度に達したときの芯層と表層の含水率は、マイクロ波加熱では(2.5分後)8%と10%、熱板加熱では(25分後)6%と2%である。

3.3 ボードの厚さ方

向の密度分布

両加熱法によるボードの密度分布を

Fig. 5に示す。同図のように、外部加熱法ではボードの両表

層に高密度が形成され、中心部に低密度層が残されるに対し、内部加熱法では中心部に高密度層が形成され、両表層に低密度層が残される。また、内部加熱で圧縮されたボードはその表面性が外部加熱のそれに比して劣るが、これは内部加熱では芯層から加熱されるため、芯層の水分が表層に移動し、表層からの水分の蒸散が十分行なわれない状態(上記では含水率10%)で圧縮が解除されるため、接着剤の熱硬化が不十分であること、圧縮解放による小片の弾性回復が大きいことに原因すると考えられる。

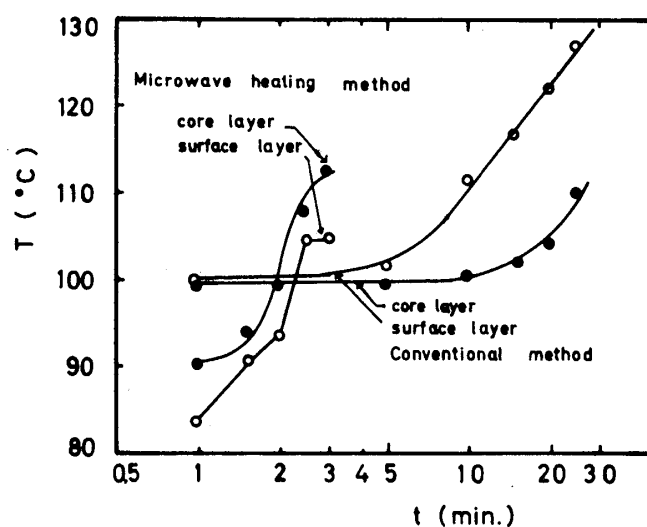


Fig. 1. Relation between temperature (T) and heating time (t).

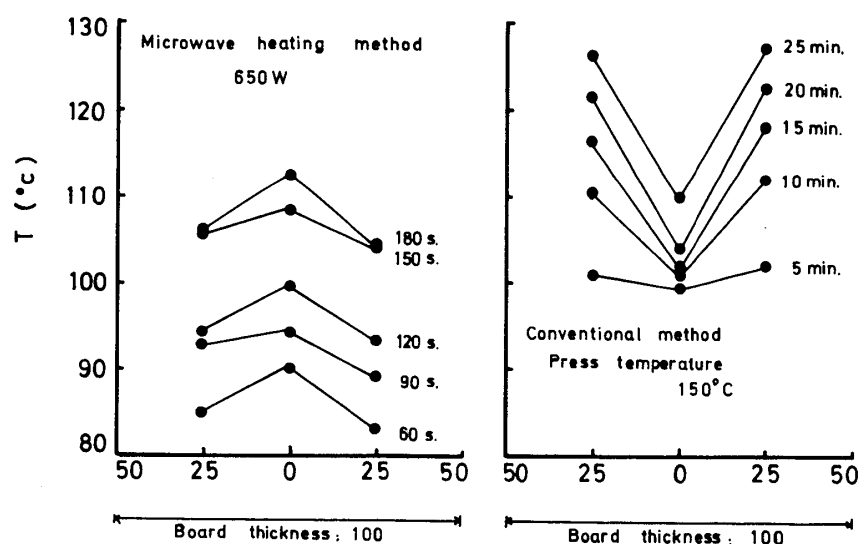


Fig. 2. Temperature distribution throughout board thickness at various heating time.

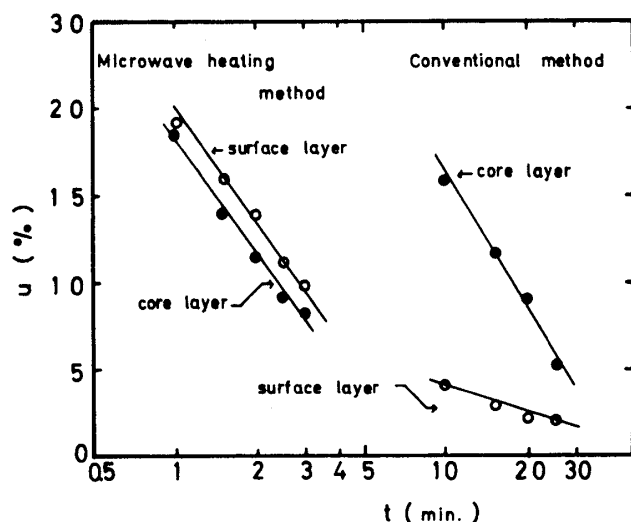


Fig. 3. Relation between moisture content (u) and heating time (t)

3.4 ボードの曲げ強さ

内部加熱法と外部加熱法による多数のボードについて、ボードの平均密度と曲げ強さの関係をプロットし、Fig. 6に示す。一般には平均密度が同一であれば、表層に高密度が形成されている外部加熱法ボードの方が表層に低密度が残されている内部加熱法ボードより曲げ強さが高いと考えられるが、Fig. 6では逆の結果を示した。この原因としては、曲げ試験におけるスパンがボード厚さに比して短いため、曲げ強さのほか芯層のせん断強さの影響が加わっている

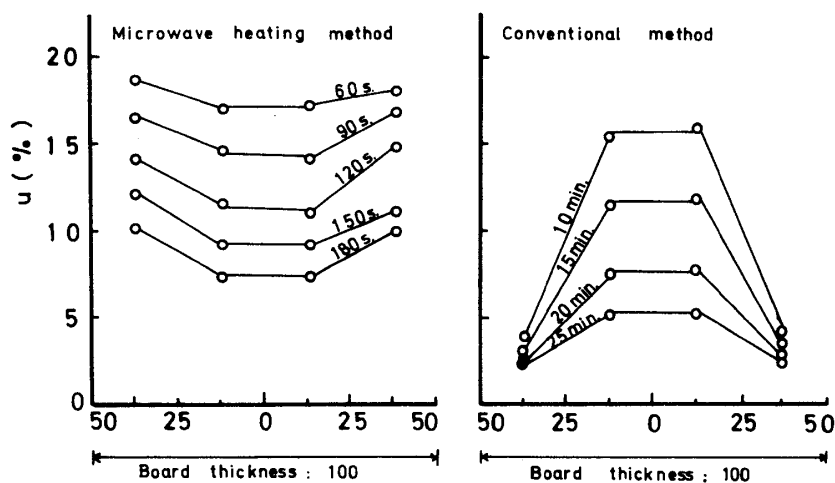


Fig. 4. Moisture distribution throughout board thickness at various heating time.

のではないかと考えられること、および外部加熱では表層の木材質および接着剤が高温度の熱板と長時間接触することにより、熱劣化を起していることによるのではないかと推察される。

3.5 ボードのはく離抵抗

両加熱によるボードのはく離抵抗をFig. 7に示す。同図のように、測定はかなりのバラバラを示したが、内部加熱によるボードのはく離抵抗は外部加熱によるそれよりも明らかに高い。これはFig. 5の密度分布が示すように、内部加熱では芯層に高密度が形成されるに対し、外部加熱法で

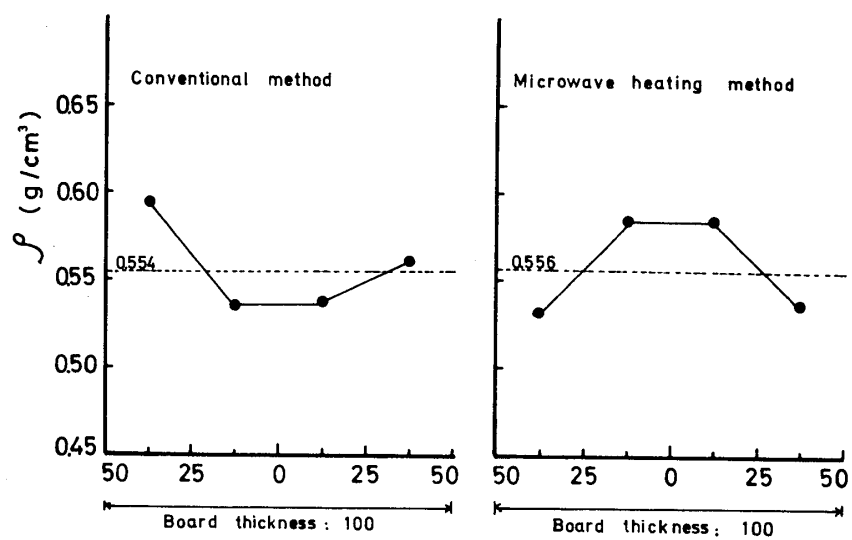


Fig. 5. Density distribution throughout board thickness.

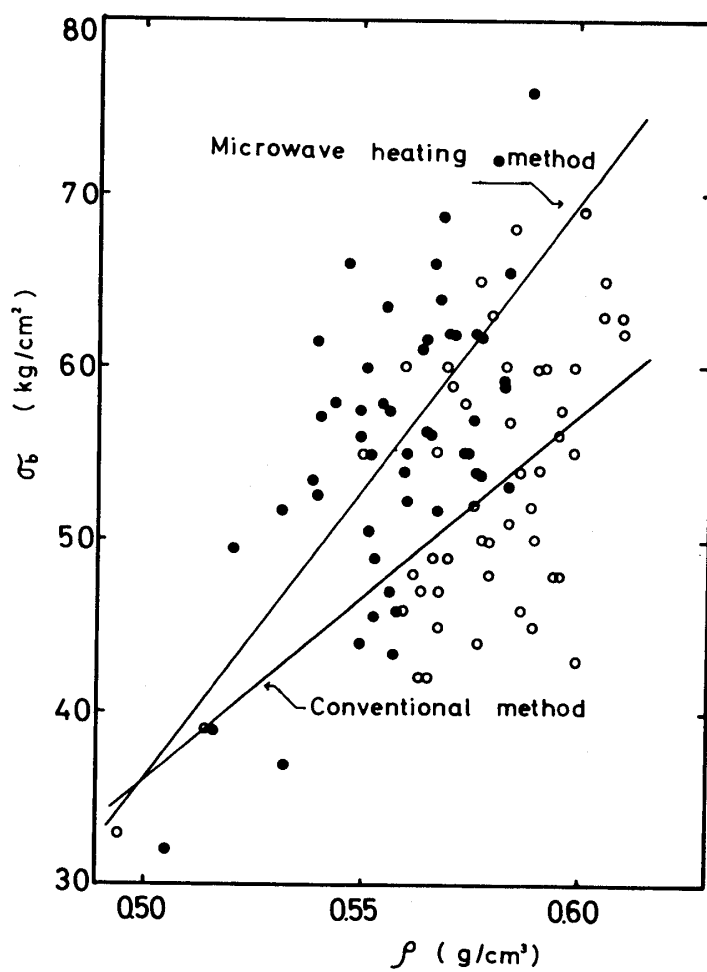


Fig. 6. Relation between modulus of rupture in bending (σ_b) and density (ρ).

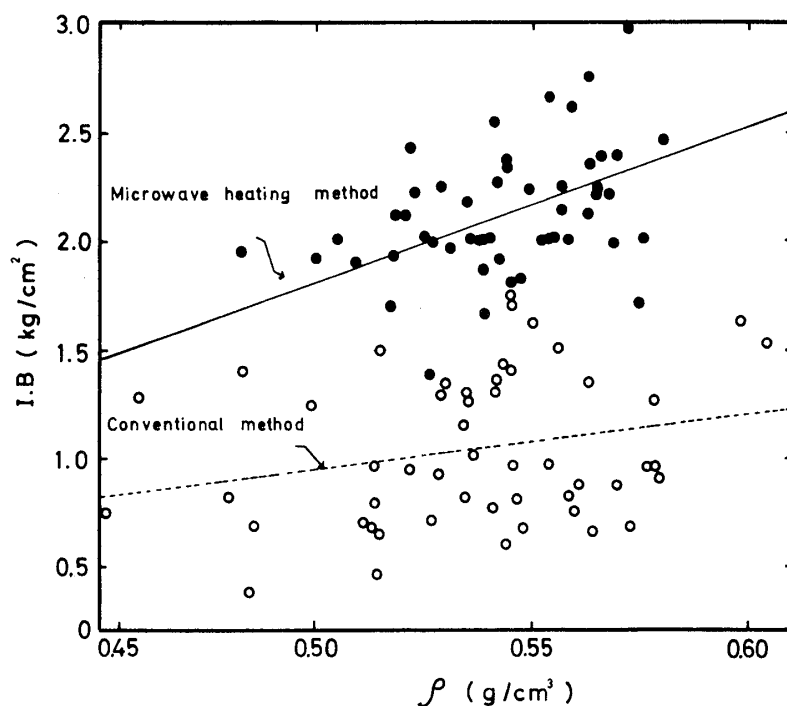


Fig. 7. Relation between internal bond strength (I. B) and density (ρ).

は低密度が残されているためである。

4. 結 語

外部加熱（ホットプレスによる熱板加熱）と内部加熱（マイクロ波加熱）で製造されたパーティクルボードの厚さ方向の密度分布およびボードの性能比較を行ない、つぎの結果を得た。

- (1) 厚さ約 2 cm のボードの加熱圧縮では、ボード芯層が目標とする加熱温度 110 °C に達するまでの所要時間は、外部加熱では 25 分であるのに対し内部加熱では 2.5 分に過ぎない。
- (2) 外部加熱では表層が高温低含水率、芯層は低温高含水率の状態で、内部加熱ではその逆の状態で密度形成が行なわれる。芯層と表層の温度差、含水率差は外部加熱ではその差が著しいのに対し、内部加熱では比較的少ない。
- (3) 外部加熱ではボードの芯層が低く表層ほど高い密度分布を示すが、内部加熱ではこの逆の密度分布を示す。
- (4) 内部加熱によるボードの表面性が劣るが、これは表層が比較的高含水率（実験例では 10 %）の状態で圧縮力が解除されたためであり、適当な息抜き操作が必要であることを示している。
- (5) 平均密度が同一の場合、内部加熱によるボードの曲げ強さおよびく離抵抗は、ともに外部加熱によるボードのそれに比し高い値を示した。前者のボードが高いく離抵抗を示すことは、その密度分布から当然の結果である。後者の曲げ強さが低い値を示したのは、主として後者の木材小片および接着剤が長時間熱板と高温接触したことによる熱劣化と、このほかに曲げ試験におけるス

パンがボード厚さに比して短かったことに原因すると推察される。

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シトメータ使用の便宜を与えられ、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) Lamberts, K. und Pungs, L. : Holz als Roh-und Werkstoff, **13**, 450 (1955)
- 2) Lamberts, K. und Pungs, L. : Holz als Roh-und Werkstoff, **20**, 49 (1962)
- 3) Leppin, J., Lamberts, K. und Pungs, L. : Holz als Roh-und Werkstoff, **24**, 573 (1966)
- 4) 黄耀富, 森 稔, 太田 基 : パーティクルボードの密度構成 (第1報), 九州大学農学部演習林集報, No.26 (1926)

Résumé

Particleboards were manufactured on a laboratory scale by both external heating method (hot-press method or conventional method) and internal heating method (microwave heating method). The transitional phenomena of heat and moisture in particle-mat during heating were explored, and then, the density distribution and the strength properties of these boards were compared.

The results obtained are summarized as follows:

- (1) When particle-mat is heated by hot-press platen, the time required to reach a temperature of 110°C at the center of the mat thickness (20mm) is about 25 min, while it only 2.5 min in the case of microwave heating (Fig. 1).
- (2) In the case of microwave heating, the increasing rate of temperature and the decreasing rate of moisture content in the core layer of particle-mat are higher than those in the face layer during heating. These heat transfer and moisture movement in particle-mat are contrary to that in hot-press method (Fig. 2~4). And so, the density profiles throughout the thickness of the boards by both heating method show a contrary inclination (Fig. 5).
- (3) As shown in Fig. 2 and 3, the boards by microwave heating method show higher strength values than the ones by hot-press method not only in internal bonding test but also in bending test. In these data, the values of modulus of rupture seem to be affected to some degree by internal shear strength of boards, as the span-depth ratio used bending test is not large enough.
- (4) In the case of microwave heating, the surface quality of the board is not so good as the one by hot-press method, because the face layer of particle-mat has been remained at relatively high moisture content at the end of heating time.