

空隙分布からみたパーティクルボードの層状構造

佐 道 健・中 戸 莞 二・嶋 田 健 一・浅 原 哲

Stratiform structure of particleboard in aspect of void distribution.

Takeshi SADOH, Kanji NAKATO, Ken-ichi SHIMADA
and Satoshi ASAHARA

目 次

要 旨.....	159	3・1 ボード厚さ方向の比重分布
1 緒 論.....	160	3・2 ボード厚さ方向の空隙分布
2 実験材料および方法.....	160	3・3 空隙分布におよぼす圧縮速 度の影響
2・1 試 料		3・4 空隙分布におよぼす表層マ ット含水率の影響
2・2 軟X線による比重分布の測定		引 用 文 献.....
2・3 アルミナ充填法による空隙 分布の測定		Résumé
2・4 空隙率の算出		167
3 実験結果および考察.....	163	167

要 旨

パーティクルボード内の空隙分布からボードの層状構造を検討する目的で、ボード内の空隙を直径 0.3mm 以上の粗大な空隙とそれ以下の微細な空隙に分け、ボード厚さ方向での粗大空隙率 (c_e)、微細空隙率 (c_f) および実質率 (m) の分布を製板条件 (初期圧縮速度およびマット表層含水率) との関係で考察した。ここで c_e はアルミナ充填法を用い、 c_f は軟X線法を用いて求めた比重から算出した全空隙率 c と c_e の差として測定することを試みた。

得られた結果を要約すれば、つぎの通りである。

1) ボード内の両空隙の量的比較から、パーティクルの圧密状態として; A : c_e が大きく、 c_f および m が小さい状態; B : c_e に比較して c_f が大きい、 m が小さい状態; C : c_e が小さく、 c_f および m が比較的大きい状態に分類できる。これらの状態はそれぞれの個所の圧縮時における水分状態、温度、圧縮圧によって定まるものと思われる。

2) 最密層はおおむね状態 C で、表層マット含水率が高いとき、とくにこの層は表面近くに見われ、かつ m が大きい。

3) 含水率が均一なマットでは、初期圧縮速度の低いときボード最表層の c_e が大きく、中心層では初期圧縮速度の増大とともに c_e が増大する。しかし、表層マット含水率が増加することによってボード中心層の c_e が減少する。

1. 緒 論

パーティクルボードの層状構造については多数の研究者によって種々の立場から検討が加えられ、多くの場合層状構造はボードの厚さ方向の比重分布を中心に論議されてきた。厚さ方向の比重分布はボード材質に大きい影響を与える因子であるが、さらにボードの層状構造を詳しく観察するとき、比重分布はパーティクル密度（単位体積内のパーティクル数）、パーティクル自体の圧縮度、種々の大きさの空隙などの諸量のボード内での分布に支配されることがわかる。これらの諸量は、例えばパーティクル密度がパーティクル間の接着面積に関係し、またパーティクル間の空隙が圧縮中の水蒸気の移動通路として重要であるように、それぞれ独自の意義を持つように思われる。

すでにパーティクルボードの厚さ方向の比重分布測定については 1) ボード表面から段階的にプレーナで切削し、その厚さおよび重量減少から除去された部分の比重を知る方法、2) ボードの横断面を軟X線で透過撮影して得たフィルム濃度分布を測定する方法、3) ボード表面からドリルで切削するときの厚さ方向での切削抵抗の変化から求める方法などが報告されている。

前報において、われわれは既往の成果および実験結果に基づいて、パーティクル・マットの熱圧による層状化について圧縮速度と表層含水率の影響を考察した。この中で比重分布測定法として 1) のボード表面から段階的にプレーナで切削する方法を用いたが、本報では前報と同一の試料について 2) の軟X線による方法とともに、新たに空隙分布の知見を得るため、とくに粗大な空隙の分布測定法としてアルミナ充填法を試み、この両法を併用して得た空隙分布からみたボードの層状構造について検討したので、ここに報告する。

本研究を行なうにあたり、軟X線装置使用について便宜とご指導を与えられた本学演習林稲森幸雄助手、薬師寺清雄技官、またホトメータ使用について便宜とご指導を与えられた林産化学研究室村上助教授に感謝の意を表します。

2. 実験材料および方法

2.1 試 料

供試パーティクルボードは前報の実験で製造したもので、前報で用いた記号によれば SP-3 および WSP ボードである。製造方法は概略つぎの通りである。

Table 1 Conditions of hot-pressing.

Particleboard	SP-3 board				WSP-board			
M. c. of particles after resin blending (%)								
for surface	}	15	15	15	15	22	27	36
for core						15	15	15
Closing speed (kg/cm ² •min)	4	8	15	30	30	30	30	
Pressing time (min)	50	40	35	30	30	30	30	
Av. sp. gr. of board	0.57	0.57	0.57	0.57	0.61	0.59	0.59	

ニードル状ラワン・パーティクルを用い、この平均含水率を8.5, 15, 21 および31%に調湿したのち、尿素樹脂(Foramine J-452:大日本インキ化学工業KK)をパーティクルの全乾重量に対して固形分8%の割合で塗布した。パーティクル・マットの構成は Table 1 に示すように塗布後のパーティクル含水率について単層または3層とし、3層の場合には表層に対する芯層の全乾重量比を1:2とした。これらをボード厚さ30mm、平均比重0.60を想定してホーミングし、圧縮条件は熱盤温度150°C、初期圧縮速度および圧縮時間を Table 1 に示すように SP-3 ボードについては4段階に変え、WSP ボードについては30kg/cm²・min で圧縮後、厚さ30mmに保って30分間圧縮した。ボードは製造後、測定直前まで20°C、60% RH の恒温恒湿室に保存した。

同一条件について3枚あて製造したボードの中央部付近で幅25mm、長さ150mmの試験体を裁断し、同一試験体を軟X線による比重分布とアルミナ充填法による空隙分布の両測定に供した。

2.2 軟X線による比重分布の測定

測定装置は日本ソフテックス社製 SOFTEX—EMB 型軟X線装置で、微粒子用富士ソフテックス・フィルムを用い、距離455mm、電流3mA、電圧40KVでボード横断面に垂直方向から30秒間照射した。このときのボード試験体の垂直高(透過距離)は25mmである。また比重の検定のために比重既知のラワン単板を階段状に積層したものを標準体として用いた。

得られたフィルム上の影像の濃度変化をボードの厚さ方向について島津製作所製 Recording Spectrophotometer を用いて、波長550mμ、スリット幅0.2mm、スリット高さ10mmで測定、記録した。

一定厚さの試験体を透過したX線によって感光したフィルムの濃度は試験体の比重変化を示すから、この影像の濃度を同一フィルム上に階段状に積層された比重既知の単板標準体の影像の濃度と比較することによって、試験体内の比重の分布を測定することができる。フィルム面上の単位面積について線量 I_0 のX線が質量 m の物質を透過した場合、透過量 I は

$$\ln(I/I_0) = k m \quad (1)$$

の関係で示される。ここで k は負の常数である。したがって厚さ d で、比重が r の未知試料をX線が透過するとき、透過量 I は

$$\ln(I/I_0) = k d r \quad (2)$$

で、これに対して厚さ d' 、比重 r' の同じ物質からなる標準体を透過するX線量を I' とすれば

$$\ln(I'/I_0) = k d' r' \quad (3)$$

であり、本実験のように比重 r'_i 、厚さ d'_i の単板を積層した標準体では

$$d' r' = \sum d'_i r'_i \quad (4)$$

である。ここで両者の影像がフィルム上で同一濃度 ($I = I'$) であれば

$$d r = d' r' \quad (5)$$

となる。

しかしながら、X線源直下に置かれたボード試験体に対してはX線は横断面およびフィルム面にはば垂直に照射するが、線源直下から離れた位置に置かれた標準体に対しては斜めに照射することとなるため、標準体と試験体の影像の濃度をホトメータで測定、比較する場合には補正を必要とする。いま線源から垂直に対して角 θ の方向に放射されるX線束についてみれば、フィルム

面までの距離の増加にともなうX線束の拡がり，およびフィルム面に対する傾斜によってフィルム面でのX線量 I'_0 は $I_0 \cos^3 \theta$ となる。また，この位置にある比重 r' ，厚さ d' の標準体をX線束が透過する場合に，標準体中を $d'/\cos \theta$ だけの距離を通過しなければならない。したがって透過後フィルム面での単位面積当りの透過X線量を I' とすれば

$$\ln(I'/I'_0) = \ln(I'/I_0 \cos^3 \theta) = k d' r' / \cos \theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

となり，角 θ が小さい範囲についてフィルム面で影像が同一濃度 ($I=I'$) のとき，(2)および(6)式から近似的に

$$dr \div d' r' / \cos^2 \theta \quad \dots\dots\dots (7)$$

の関係が得られる。ここで

$$\alpha = 1 - (3/k d' r') \quad \dots\dots\dots (8)$$

である。

数個の試験体についてホトメータの記録紙上の面積測定から得た平均比重を示す影像濃度を求め，これがボードの平均比重と一致するような α を求めると，約3の値が得られた。この値は(8)式からもわかるように d' ， r' の値によって変化するが，本実験の範囲では α を一定としてもこれによる誤差は3%以下にとどまるので，ここでは一定値3を用いて r を算出した。

また，試験体の中心を線源直下に置いたとき，両端部（ボード表面）ではX線束の傾斜によって陰を生じる。本実験ではこの最大値は0.87mmであるが，線源直下にボード中心を置いたとき，ボード表面を置いたときについて比較測定した結果，比重分布曲線に明らかな差が認められなかったので，すべてボード中心を線源直下に置いて測定した。

2.3 アルミナ充填法による空隙分布の測定

軟X線で比重分布を測定したのちのボード試験体を用いて行なった。まず平滑に切削したボードの横断面を黒色の油性インクで着色し，十分乾燥する。ついでこの面にアルミナ粉末を指ですり込んだのち過剰のアルミナ粉末を除くと，白色のアルミナ粉末は横断面に現われたボードの空隙中に充填され，黒色の実質部分と著しいコントラストを示す (Fig. 1)。この面をミニコピー

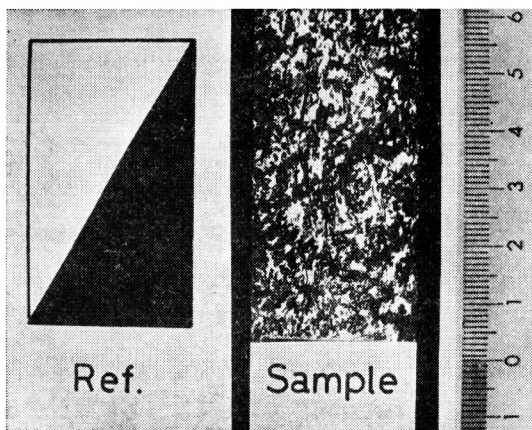


Fig.1 An example of alumina-filled board profile and reference

・フィルムを用いて接写し，得たネガ・フィルム上の影像（原寸の0.55倍）を上記の Recording Spectrophotometer にかき，スリットの幅 0.1mm，高さ 15mm でボード厚さ方向に空隙に対応する黒化部の比率を測定し，空隙分布を求めた。ここで検定用として Fig. 1 に示す図形を撮影したフィルムを用いた。

ホトメータを用いて得られた空隙率は，ネガ・フィルムから原寸の3倍に引伸ばされた写真上でボード表面に平行に引いた直線の全長に対する空隙の影像によって占められる1mm以上の線分の和の比率から求めた空隙率とよい一致を示した。このこと

は、本測定によって求められた空隙率は直径約 0.3mm 以上の空隙の占める割合を示し、この空隙はラワンの道管の直径が $80 \sim 480 \mu$ であることから、主としてパーティクル間の空隙であると考えられる。

2.4 空隙率の算出

アルミナ充填法によって測定できる空隙は 2.3 にも述べたように全ての空隙ではない。ボード内にはこの他に細胞内腔などのパーティクル内の空隙や、パーティクル間の微細な空隙が存在する。これらの全てを含むボード内の全空隙率 c はボード比重が r のとき

$$c = \left\{ 1 - \frac{r}{1+u+R} \left(\frac{1}{r_0} + \frac{u}{r_w} + \frac{R}{r_r} \right) \right\} \times 100(\%) \dots\dots\dots (9)$$

となり、この式に軟 X 線法で測定したボード各層の比重を代入すれば、ボード各層の全空隙率を求めることができる。ここで、 u は含水率 (g/g)、 R は含脂率 (g/g)、 r_0 は木材の真比重、 r_w は結合水の平均比重、 r_r は結合剤の比重で、本実験の場合これらを $u : 0.10$ 、 $R : 0.08$ 、 $r_0 : 1.50$ 、 $r_w : 1.20$ 、 $r_r : 1.5$ とすれば

$$c = (1 - 0.68r) \times 100(\%) \dots\dots\dots (10)$$

となる。

全空隙率 c からアルミナ充填法で得られた直径約 0.3mm 以上の比較的大きい空隙の割合（ここでは粗大空隙率と呼ぶ） c_e を差引いた値がこれ以外の微細な空隙の割合（ここでは微細空隙率と呼ぶ） c_f となる。

本研究では、同一条件で 3 枚のパーティクルボードを製造し、各ボードから 1 個あて試験体を取り、表面から裏面にわたって比重および空隙分布を測定した。これらの分布が中心面に関して対称であると仮定したため、同一条件、同一部位について各試験体で 2 測定値、3 試験体で計 6 測定値が得られたことになり、結果はいずれもこの 6 測定値の平均値で示した。

3. 実験結果および考察

3.1 ボード厚さ方向の比重分布

SP-3 ボードおよび WSP ボードについて厚さ方向の比重分布を Fig. 2 に示す。この結果は表面から順次プレーナで切削し、重量法で求めた前報での結果とよく一致する。

単層マットから製造したボードにおいても層状化が認められ、最も比重の高い層（最密層）が表面から数 mm の内側に現われ、Fig. 2-a に示すように SP-3 ボードでは圧締速度が大きいほど最密層が表面に近づき、 $30 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{min}$ では表面から 1.8mm の個所に現われる。また WSP ボードでは、Fig. 2-b に示すように表層マット含水率による差は認められないが、SP-3 ボードに比較して最密層がさらに表面に近づき、0.7~0.8mm

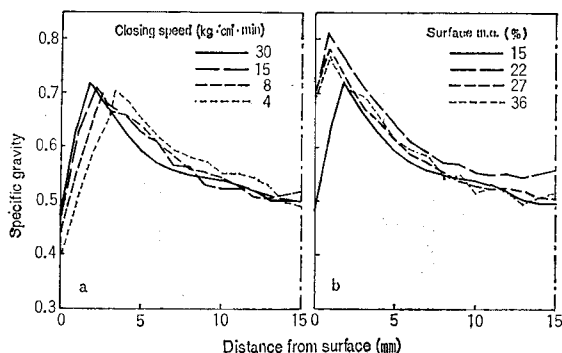


Fig. 2 Density distribution through board thickness.
a) Effect of closing speed (m. c. of particle-mat: 15%). b) Effect of surface m. c. (closing speed: $30 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{min}$)

の個所に現われる。一方、最も比重の低い部分は SP-3 ボードでは最表層、WSP ボードでは芯層である。これらの結果はまた、最密層をもつ表層付近では製造条件による比重の違いが著しいが、表面から 5 mm 以上内部ではボード間で比重分布に大きい差の認められないことを示している。

3.2. ボード厚さ方向の空隙分布

パーティクルボード内の空隙を粗大空隙と微細空隙に区分し、これらと実質の体積分率（それぞれ c_c , c_f および m ）がボード内で厚さ方向にどのように変化するかを、圧縮速度 4 および 30 $\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ の SP-3 ボード、および表層マット含水率 36% で製板した WSP ボードについて示したのが Fig. 3 である。たとえば圧縮速度 30 $\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ の SP-3 ボード (Fig. 3-b) についてみれば、表面から 1.8 mm の最密層は (10) 式からもわかるように全空隙率 c の最も低い個所に対応しており、この部分は本圧縮条件では粗大空隙率 c_c が最も低く、パーティクル密度（単位体積当りのパーティクル数）が最も高い部分である。この最密層から表面へ向っての c の増大は c_c の増大によるものであり、微細空隙率 c_f はほとんど変化していない。一方、最密層から芯層へ向っての c の増大については c_c の増大が著しく、 c_f はむしろ減少している。

Fig. 3 に示されたボード内の両空隙の量的比較から、パーティクルの圧密状態はつぎの 3 種に分類できる。

状態 A : c_c が大きく、 c_f および m が小さい。Fig. 3-a の表層付近、-b の芯層付近でみられる。 c_c が大きいのはパーティクルの大変形が少ないのでパーティクル間距離が大きく、 c_f が小さいのはパーティクル密度が低いためである。

状態 B : c_c に比較して c_f が大きい、 m は小さい状態。Fig. 3-a および -c の芯層付近、-b の最表層付近でみられる。 c_c が比較的小さいのはパーティクルの大変形によってパーティクル間の空隙が埋められ、パーティクル密度が高くなっているためである。その分だけ c_f が増大している。

状態 C : c_c が小さく、 c_f および m が比較的大きい状態。Fig. 3-b および -c の最密層付近でみられる。パーティクルの大変形によってパーティクル間距離が極めて接近するとともに、パーティクルの圧縮が進行しているため m が大きくなっている。パーティクル密度が高いため c_f はそれほど著しくは減少していない。

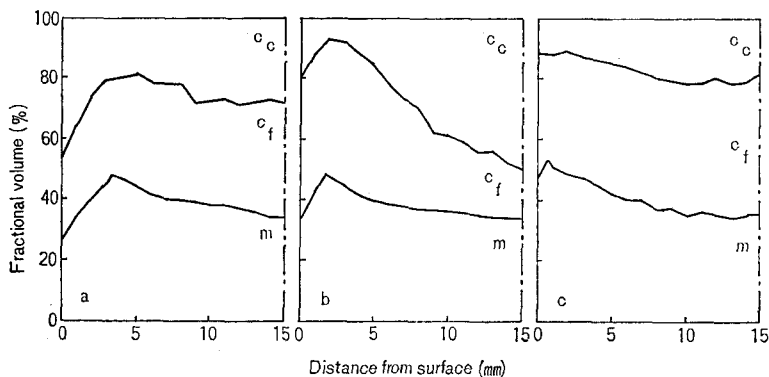


Fig. 3 Variation in c_c , c_f and m through board thickness. a) SP-2, closing speed: 4 $\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$. b) SP-2, closing speed: 30 $\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$. c) WSP, surface m. c. : 36%

これらの状態はその個所の熱圧縮時における水分状態、温度、圧縮圧などによって定まる。

よく知られているように、木材の剛性および比例限度応力は温度および含水率が高いとき著しく低下し、^{9),11),12)} 応力下で塑性変形が顕著になる。さらに乾燥過程では細胞壁中からの水分の脱着にともな¹⁰⁾って木材の可塑化が促進される。しかし低含水率または低温の場合は高い剛性のため変形し難い。

圧縮中におけるマット中のパーティクルの挙動は、ホーミングされたマット中でパーティクルの滑動、再配列、彎曲などの大変形によってまずパーティクル相互間の空隙が埋められる（状態 A を経て状態 B への移行）。さらに条件が整っている場合にはパーティクルの主として横圧縮による圧密化が行われる（状態 C）。そして最終的にはそれぞれの状態で乾燥によるセットおよび結合剤の硬化によって固定される。パーティクルボード製造時の圧縮圧は最高 $20 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ にも達し、高温多湿下では横圧縮比例限度よりも大きく、横圧縮を受けている部分はあきらかに塑性変形する。しかし、実際の圧縮操作中は時期によって圧縮圧が変化し、またマット各部（とくに厚さ方向で）のパーティクルの温度および含水率が異なるので、それぞれの時点においてマット中の各部分で圧縮圧、温度および含水率に応じた変形を生じ、上述のような種々の状態からなるボードの層状構造を形成するものと考えられる。

前報⁷⁾で報告した圧縮中の圧縮圧の変化およびマット中の温度分布の結果を基礎に、空隙分布によ⁷⁾ばす製造条件の影響からマットの層状化についてつぎに考察する。

3.3 空隙分布におよぼす圧縮速度の影響

ボード内の空隙分布におよぼす圧縮速度の影響を SP-3 ボードについて表面からの距離をパラメータとして圧縮速度と c 、 c_e および c_f の関係で示したのが Fig. 4 である。

全空隙率 c は Fig. 4-a に示すように最表層では圧縮速度の増加にともな⁷⁾って減少するが、芯層からかなり広い範囲にわたって大きい変化がない。この図では表面から 3 mm の層で圧縮速度による大きい差は認められないが、Fig. 2-a で示されるように、最密層が圧縮速度の増加にともな⁷⁾って表層に近づくことから、表層付近の c の分布は圧縮速度の影響を受けているはずである。

つぎに c_e についてみれば (Fig. 4-b)、最表層では圧縮速度の増大とともに c_e は低下するが、芯層にむかってその傾向は逆転し、芯層では圧縮速度の増大とともに逆に c_e が増加する。また c_f (Fig. 4-c) は最表層では圧縮速度の増大とともに増加する。しかし $15 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{min}$ 以下では c_f はボード内にほぼ均一に分布し、 $30 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{min}$ の場合には表層-最密層付近で c_f が最

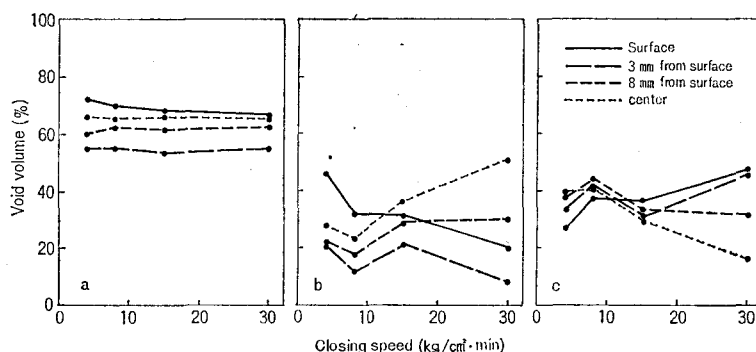


Fig. 4 Effect of closing speed on c (a), c_e (b) and c_f (c) at different layers of SP-3 board.

も大きく、芯層に向かって著しく減少する。

以上の結果は、圧縮速度の増大によって最表層におけるパーティクル間距離の減少が著しく、パーティクル密度が高くなることを示している。圧縮速度が $30\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ のとき、前報で示したように最大圧縮圧に達した時点で表面から 2mm では 100°C に達しているが、 5mm 以上内部では温度はまた室温にとどまっている。したがって、表層付近のパーティクルは可塑化されるにもかかわらず芯層付近のパーティクルは高い剛性を保っている。このため表層付近だけが圧密化され、3.2 で示した状態 B および C になる。また、芯層付近のパーティクルが大変形しうる程度の変形性能を持つまで昇温する時点では、圧縮圧はすでにかなり緩和しているため、芯層においてはパーティクルの大変形によるパーティクル間の距離の減少が進行せず、パーティクル密度が低い状態 C のままにとどまるものと考えられる。

前報では、圧縮速度が低下するにしたがい closing time が長くなるため、最大圧縮圧に達した時点での芯層温度が上昇することを報告した。パーティクル・マット中の熱の伝導が表層から芯層へ向っての水蒸気流に負うことが多いことを考えると、圧縮圧が低い場合、最大圧縮圧に達した時点では芯層付近のパーティクルは熱と水分によって著しく可塑化されており、パーティクルの大変形によるパーティクル間距離の減少によってパーティクル密度は増大する。これに対して最表層付近ではマットが最初からコールド板を通して熱盤に接しているため、パーティクルの乾燥が早い時期に進行し、最大圧に達する時点ではパーティクルの剛性が高く、大変形し難いため、パーティクル間に空隙を残した状態 A のまま結合剤の硬化が終了する。

3.4 空隙分布におよぼす表層マット含水率の影響

ボード内の空隙分布におよぼす熱圧前の表層マット含水率の影響を、圧縮速度 $30\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ の SP-3 ボードと 3 種の WSP ボードについてボード表面からの距離をパラメータとして、表層含水率と c 、 c_e および c_f の関係で示したのが Fig. 5 である。

最表層の全空隙率 c は Fig. 5-a に示されるように、SP-3 ボードでは WSP ボードに比較して大きい。表面から 3mm 以上内部では表層マット含水率によってほとんど差が認められない。他方、表面から 3mm の層の粗大空隙率 c_e は Fig. 5-b にも示されるように、SP-3 ボードでは最密層に近いので他に比較してかなり小さい。また他の層では熱圧前の表層マット含水率の増加とともに c_e が減少し、しかもボード内での分布が均一化する。

一方、 c_f は Fig. 5-c に示されるように表層マット含水率が芯層マットと同じ 15% のときには芯層に向かって増大するが、表層マット含水率の高い WSP ボードでは c_f はボード内でほぼ均

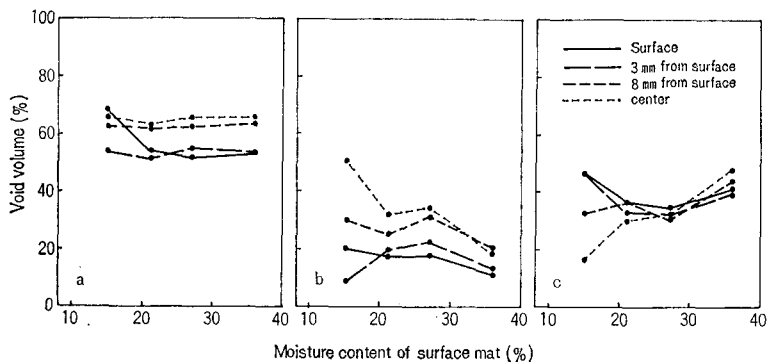


Fig. 5 Effect of moisture content of surface mat on c (a), c_e (b) and c_f (c) at different layers of board. Closing speed : $30\text{kg}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$.

一に分布し、表層マットが36%の場合には c_f が全層にわたって他のボードに比較して大きくなる。

これらの結果は、最大圧縮圧に達する時点で WSP マットでは SP-3 マットに比較して表層付近における含水率が高いことから、パーティクルの圧密化が進行し、より表面に近い表層で状態 C の最密層が現われることを示している。また、表層マット含水率の増大にともなって水蒸気が媒体となって芯層への熱伝達が盛んになり、最大圧到達後の圧縮圧が十分緩和しない短時間の間に芯層が昇温し、パーティクルの大変形をともなう状態 B への移行が進行する。このように SP-3 マットでは芯層のパーティクルに可塑性を与えるのに十分な水分が供給されないのに対して、WSP マットでは芯層付近のパーティクルの可塑化を促進する熱と水分が圧縮中に表層からの水分移動によって供給される。そして表層マット含水率が増加するにともない、芯層では状態 B からさらに状態 C へ移行する傾向にある。したがって、表層マット含水率が過度に高いときは、芯層付近での c_e の低下によって圧縮中の水蒸気の排出が阻害され、マット内の過湿状態を促す可能性がある。このことが前報⁷⁾でみられた表層マット含水率36%で製造したボードの曲げ強さおよびヤング係数低下の原因と考えられる。

引用文献

- 1) Keylwerth, R. : Zur Mechanik der mehrschichtigen Spanplatte, Holz Roh-Werkst., **16**, 419 (1958)
- 2) 齊藤藤市, 穴沢 忠, 光永隆一, 並沢政幸 : パーティクルボードの比重構成とその機械的性質, 林産試験報, No. 45, 1 (1965)
- 3) Shen, K. C. and M. N. Carroll : Measurement of layer-strength distribution in particleboard, For. Prod. J., **20**(6), 53 (1970)
- 4) Plath, E. u. E. Schnitzler : Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Spanplatten, Holz Roh-Werkst., **32**, 443 (1974)
- 5) Polge, H. u. P. Lutz : Über die Möglichkeit der Dichtemessung von Spanplatten senkrecht zur Plattenebene mit Hilfe von Röntgenstrahlen, Holztechnol., **10**, 75 (1969)
- 6) Paulitsch, M. u. L. Mehlhorn : Neues Verfahren zur Bestimmung des Rohdichteprofiles von Holz-Platten, Holz Roh-Werkst., **31**, 393 (1973)
- 7) 中戸莞二, 佐道 健, 木村 均, 服部順昭, 太田 明, 高野啓士 : パーティクル・マットの熱圧による層状化, 京大演林報, No. 45, 352 (1973)
- 8) 農林省林業試験場編 : 木材工業ハンドブック, 丸善, p. 131, 145, 1100 (1973)
- 9) Becker, H. u. L. Reiter : Über den Einfluss von Temperatur und Holzfeuchtigkeit auf die Relaxation der Biegespannungen in Rotbuchenholz, Holz Roh-Werkst., **28**, 264 (1970)
- 10) Takemura, T. : Plastic properties of wood in relation to the non-equilibrium states of moisture content, Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ., No. 88, 31 (1966)
- 11) Bach, L. and R. E. Pentoney : Nonlinear mechanical behavior of wood, For. Prod. J., **18**(3), 60 (1968)
- 12) Keylwerth, R. : Über das Verfahren "mit feuchteren Aussenschichten" zur Herstellung dreischichtiger Holzspanplatten, Holzforsch. u. Holzverwert., **11**(3), 51 (1959)

Résumé

This work was undertaken to clarify the characteristics of the various layers of particleboard with an emphasis on the void distribution through the board thickness. The voids in the particleboard were divided into coarse voids, being larger than 0.3 mm in diameter, and fine voids of less than 0.3 mm diameter. The volume ratio of the coarse voids (c_e) was determined by photometric measurement of alumina filled board profile, and the volume ratio of the fine voids (c_f) was determined from the difference between the total

void volume ratio (c) obtained by X-ray densitometry and c_e . The distribution of c_e and c_f , as well as, the solid volume ratio (m) through the board thickness was analyzed in relation to the surface moisture content of particle-mat and the closing speed in producing the board.

The results obtained are summarized as follows:

1) The packing situation of the particles within the board was classified into following three states: A) high c_e , and low c_f and m ; B) high c_f compared with c_e , and low m ; and C) low c_e , and relatively high c_f and m . These states are formed depending on the moisture condition, the temperature and the pressure during the hot-pressing for the respective layers.

2) The maximum density layer generally showed a C-state of packing. On the particleboards produced from the mats of simple moisture content, c_e of the surface layer decreased (A- to B-state) and that of the core increased (B- to A-state) with increasing the closing speed. On the particleboards produced from three-layered mats with moist surface, c_e of the core decreased (A- to B-state) with increasing the surface moisture content of the mat.