

## パーティクル・ボード製造における各部位の温度変化ならびに圧縮時間と品質との関係

太田, 基  
九州大学農学部

又木, 義博  
九州大学農学部

戸上, 辰夫  
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15855>

---

出版情報 : 演習林集報. 17, pp.1-8, 1962-12-05. 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・ボード製造における各部位の 温度変化ならびに圧縮時間と品質との関係

太田 基\*・又木義博\*・戸上辰夫\*\*

Motoi ŌTA\*, Yoshihiro MATAKI\* and Tatsuo TOGAMI\*\*:  
The Transition of Temperature at Various Positions  
in the Particle Board measured during Manufacture,  
and the Relationships between Hot Press Cycle  
and its Properties.

## I. 緒 言

particle board 製造における圧縮時間の短縮は経済的な重要因子の一つであるが、完全な成板により良質の製品をうるためには、その短縮に十分な配慮をしなければならない。

すなわち、熱圧中の board の内層は表層に比し温度の上昇が遅れ、接着剤の硬化等に差異を生じ、厚さ方向に不均質な製品となるので、圧縮時間の短縮を考える場合には圧縮中の board 内層への熱伝導を考慮する必要がある。

したがって、この実験においては、資料の現場への直接的な応用、さらに詳細な研究への手掛りをうるために、現場での作業工程中において board の各部位の温度の時間的推移を連続的に測定するとともに、圧縮時間を変えた board を作り、その機械的および物理的性質を比較検討することによって、圧縮 schedule の改善、すなわち、主として圧縮時間の短縮化の資料をうることを目的とした。

終りに、本実験に多大の便宜を与えられた段谷産業株式会社ならびに本社工場の守田真弘工場長および鷲見征司工場次長、また実験の補助をした同工場の光井雅彦氏および本学学生坪田禎之君に対し深甚の謝意を表す。

## II. 試 験 方 法

particle の原料は Table 1 に示すものであり、実験に使用した熱压机は油圧式、総加圧力 1.000 ton, 10 段, 熱板寸法 1,530×3,200×65 mm, 熱板間隔 200 mm で、温度測定の場合上その最下段で実験を行った。また、熱圧条件は Table 2 に示す。

圧縮時の board 各部位の温度は、電子管自動平衡式温度記録計により、Fig. 1 に示す

Table 1. The raw materials of particle board.

raw materials	form	moisture content	gravity ratio
lauan particle	length 1~3 cm width 1~3 mm thickness 0.3~1 mm	35 (%)	100
soya bean flour adhesives	flour	7	20 <sup>(to the gravity of particles in air dry)</sup>

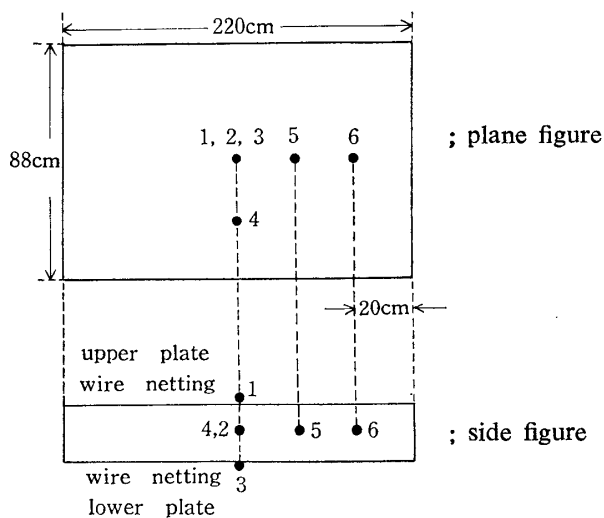
\* 九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu University.

\*\* 段谷産業株式会社 Dantani Sangyo Co. Ltd.

Table 2. The hot press schedule and the moisture content of board at forming.

press steps hot press cycle (min)	1		2		3		temperature in heating platens (°C)	moisture content at forming of boards (%)
	pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	time (min)	pressure	time	pressure	time		
43	110	5.5	60	5.5	25	32	170	32.5
37	110	5.5	60	5.5	25	26	170	33.6
32	110	5.5	60	5.5	25	21	170	28.6
27	110	5.5	60	5.5	25	16	170	22.0

Fig. 1. The measuring positions of temperature.



1~6; the number of measuring position.

board の各部位に alumel-cromel 熱電対 (径 0.3 mm) を配置し、圧縮開始より終了まで連続的打点によって自記測定を行った。また除圧後 unloader より取り出してからの board の温度低下の状態をも同じ部位で同様に測定した。完全に冷却した後、planer で片面を切削し、厚さ 14 mm の片面平滑板とし、各板の温度測定部にできるだけ近い中央部より試片をとって、つぎの品質試験を行った。

## (i) 曲げ試験 JIS A 5308 (1957)

30×5×1.4 cm の寸法の試片を 1 枚の board より 3ヶ宛とり、スパン・ハリタケ比を 15 とし、中央集中荷重の単純梁で行った。

## (ii) 衝撃曲げ試験

容量 0.300 kg·m のシャルピー型試験機を使用し、寸法 9×1.4×1.4 cm の試片を 1 枚の board より 10ヶ宛取り、そのうち 5ヶは打撃される方に平滑面を、残りの 5ヶは粗面を向け、いずれもスパンを 6 cm とし、試験した。

## (iii) 硬度試験

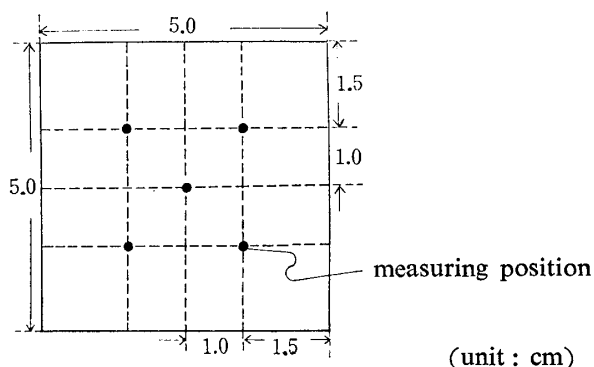
Fig. 2 に示す寸法および測点の試片を 1 枚の board より 3ヶ宛とり、平滑面で Brinell 硬度を測定した。

## (iv) 吸水試験 JIS A 5907 (1957)

5×5×1.4 cm の大きさの試片を 1 枚の board より 3ヶ宛とり、硬質繊維板の吸水試験方法にしたがって、水温 22.5°C の恒温槽の水深 3 cm に 24 時間浸漬した。

## (v) 吸湿試験 JIS A 5908 (1957)

Fig. 2. The measuring positions of Brinell hardness.



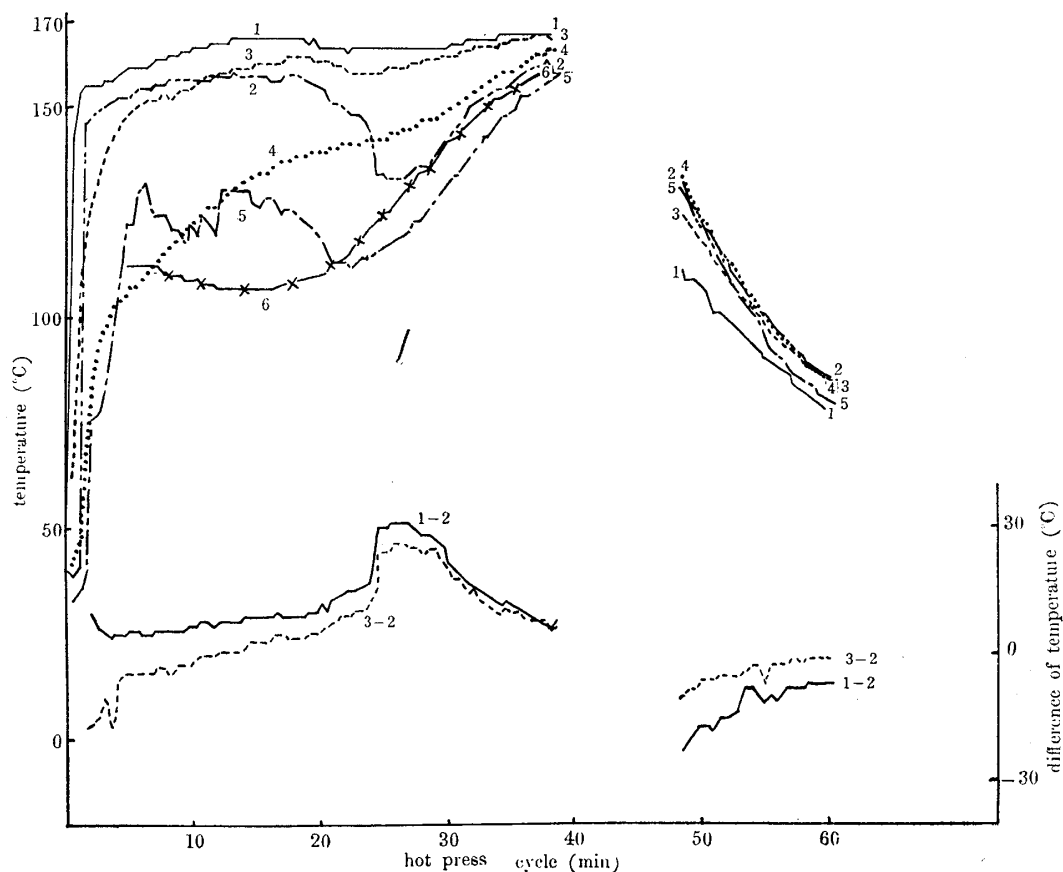
5×5×1.4 cm の大きさの試片を 1 枚の board より 3ヶ宛とり、 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  で関係湿度 90 % の desiccator (下部に  $\text{ZnSO}_4$  飽和水溶液) 中に 24 時間放置した後、 $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  の乾燥機中で乾燥重量が一定になるまで、すなわち  $4\times 24$  時間乾燥した。

### III. 試験結果および考察

#### (i) 圧縮時の board 各部位の温度変化

圧縮時の board 各部位における温度の変化状態は、その一例を Fig. 3 に示すが、board の中央表層 (測点 1 および 3) は圧縮直後には熱盤温度よりやや低く、初期には急激に上

Fig. 3. The transition of temperature at various positions of the particle board during press. (1~6: the number of position, as shown in Fig. 1)



昇するが、1~5分後からは徐々に熱盤温度に近づいて、上表層（測点1）の温度が常に下表層（測点3）よりも高い値を示す。これは最下段の熱盤を使用した事も原因の一つであると考えられる。

一方、内層の温度は最初表層よりも50~60°C低いですが、時間の経過、すなわち board の温度上昇に伴って徐々にその温度差は減少して、部位によって異なる極大値に達し、その値は熱盤温度170°Cの場合に、測点2では158°C、測点5では132°C、測点6では112°Cとなり、board の長さ方向では中央部から端縁に近いほどその極大値は低くなる傾向が認められる。その後それぞれの部位の温度は低下して極小値を示した後、上昇する。その極小値は測点2で133°C、測点5で112°C、測点6で107°Cとなり、それ等の差は減少するが、温度と部位の関係は極大値の場合と同一傾向を示す。また極大値および極小値の出現する時間は端縁部内層（測点6）が最も早く、中央内層（測点2）が最も遅い傾向が見られる。極小値の出現時間は測点6で約13分後、測点5で約22分後、測点2では約25分後であった。

この現象は比較的含水率の高い mat が熱圧されると、水蒸気の発生量が多く、水蒸気の発生量と逃げる量とが不均衡になり board 内部の水蒸気圧が高まることに原因するものと解釈される。この事実はすでに満久等が発表している結果と同一傾向を示すものである。

なお、board の巾方向で中央から1/4の部位（測点4ではほとんどこの傾向はみられず、その温度変化の状態は表層と類似するが、相当な遅そがみられる）。

内層温度が表層温度に接近するのは内層温度が極小値に達した後、すなわち25~30分後であり、圧縮時間27分では表層と内層とに未だ20~30°Cの差があるが、32, 37 および43分では10~20°Cの差に接近している。また参考として図中に温度差曲線として上表層（測点1）および下表層（測点3）と内層（測点2）との差を1-2 および3-2として示す。こうした温度の時間的推移を念頭において諸性質に対する圧縮時間の影響を検討する。

#### (ii) 曲げ試験

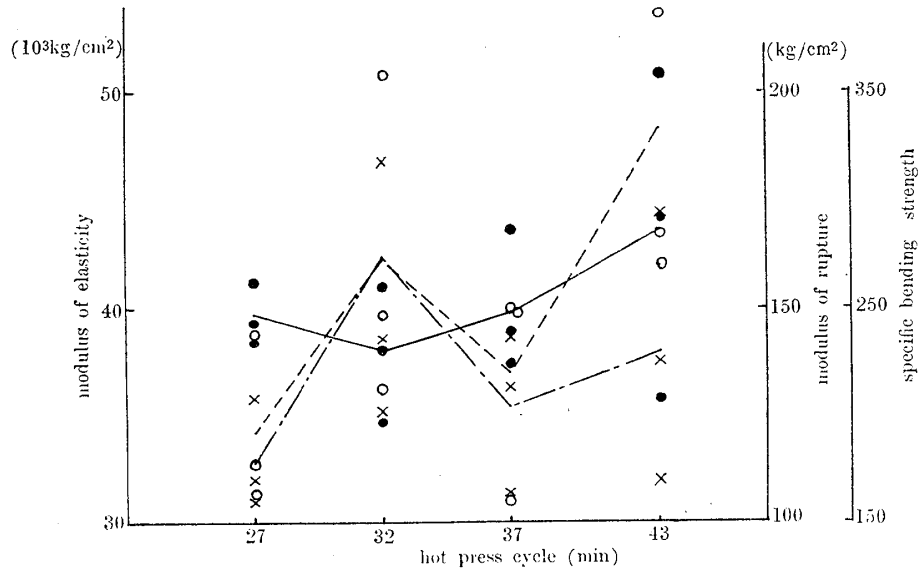
その結果を Table 3 と Fig. 4 に示すが、曲げ弾性係数および曲げ強さ（曲げ破壊係数）は圧縮時間27, 32 および37分まではほとんど差はなく（曲げ強さは規格3号に合格）、43分で最大（規格2号に合格）になる。また比曲げ強さは圧縮時間に関係がないようである。

Table 3. The effect of hot press cycle on the mechanical properties of particle board. (mean value)

propertes	hot press cycle (min)				
		27	32	37	43
modulus of elasticity	10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	39.7	37.9	39.9	43.7
modulus of rupture	kg/cm <sup>2</sup>	122	161	135	181
specific bending strength		179	252	204	230
specific gravity in air dry	g/cm <sup>3</sup>	0.68	0.64	0.67	0.71
moisture content	%	10.4	10.6	10.0	10.6
impact bending absorbed energy	kg·m/cm <sup>2</sup>	0.074	0.067	0.064	0.056
specific gravity in air dry	g/cm <sup>3</sup>	0.73	0.70	0.66	0.67
moisture content	%	9.9	9.7	9.5	9.8
impact bending absorbed energy	kg·m/cm <sup>2</sup>	0.074	0.065	0.067	0.060
specific gravity in air dry	g/cm <sup>3</sup>	0.74	0.70	0.66	0.68
moisture content	%	9.9	9.5	9.5	9.8
Brinell hardness	kg/mm <sup>2</sup>	1.75	1.69	1.75	2.19
specific gravity	g/cm <sup>3</sup>	0.73	0.63	0.69	0.71
moisture content	%	10.3	10.1	10.2	10.0

Fig. 4. The effect of hot press cycle on the mechanical properties of particle board. (part. 1)

● — modulus of elasticity ○ --- modulus of rupture × --- specific bending strength



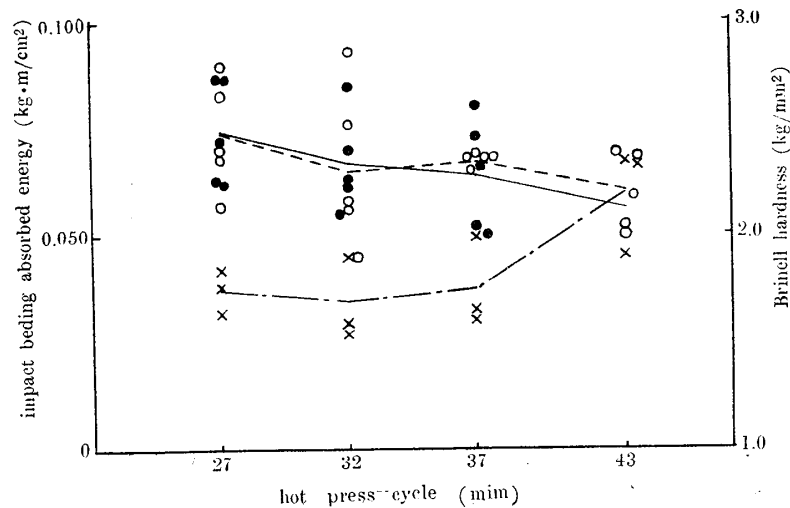
したがって、圧縮時間の延長に伴って材質的に改良されるとは考えられない。それは Fig. 3 で明らかなように、圧縮時間が長くなると、表層と内層の温度差は減少するから、材質的に改良されるはずであるが、一方においては圧縮温度が高過ぎたために、材質の低下が起り、その両者の作用が相殺した結果であると考えられる。

### (iii) 衝撃曲げ試験

シャルピー型試験機によって衝撃曲げ吸収エネルギーを測定したが、Table 3 および Fig. 5 に示すように、平滑面を打撃面にした場合と粗面をした場合とでは差がなく、衝撃曲げ吸収エネルギーの圧縮時間に対する傾向は圧縮時間と負の直線関係がある。したがって、

Fig. 5. The effect of hot press cycle on the mechanical properties of particle board. (part. 2)

● — ~ to rough surface ○ --- ~ to smooth surface × --- Brinell hardness



圧縮時間を増せば材質が熱により脆弱になることを示す。

#### (iv) 硬度試験

求めた Brinell 硬度は Table 3 および Fig. 5 に示すが、圧縮時間に対する傾向は曲げ弾性係数の場合に全く類似し、圧縮時間 27, 32 および 37 分では差がなく、43 分で最大となる。

#### (v) 吸水試験

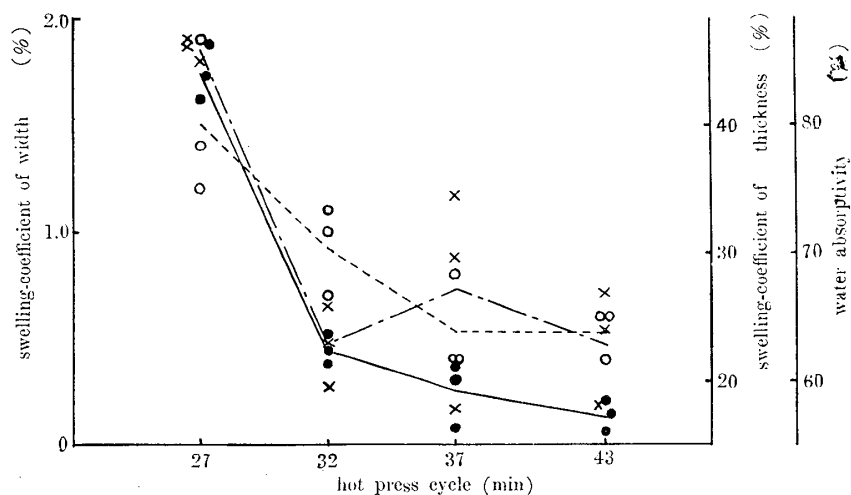
吸水率、吸水による厚さおよび巾膨張率を Table 4 および Fig. 6 に示すが、いずれも圧縮時間が 27 分では著大が、それより激減し、32 分以上では差がない。これは圧縮時の board の各部位における温度推移をみてもわかるように、圧縮時間 27 分では未だ内層温度が表層温度に比して低く、その差は大きく、32, 37 および 43 分ほどその差が少くないために、内層での接着剤の硬化・熱変性あるいは board の加熱効果による親水性の減少が進まないからである。

Table 4. The effect of hot press cycle on the physical properties of particle board. (mean value)

properties	hot press cycle (min)	27	32	37	43
water absorptivity	%	86.0	62.8	67.3	62.8
swelling-coefficient of thickness	%	44.0	22.4	19.4	17.2
swelling-coefficient of width	%	1.5	0.9	0.6	0.5
specific gravity in air dry	g/cm <sup>3</sup>	0.75	0.70	0.65	0.67
water content	%	9.7	9.6	9.6	8.9
hygroscopicity	%	1.2	1.5	1.4	2.0
swelling-coefficient of thickness	%	1.1	0.7	1.0	1.0
swelling-coefficient of width	%	0.6	0.3	0.6	0.1
specific gravity in air dry	g/cm <sup>3</sup>	0.71	0.73	0.65	0.65
water content	%	9.7	9.6	9.6	8.9

Fig. 6. The effect of hot press cycle on the water absorptivity of particle board.

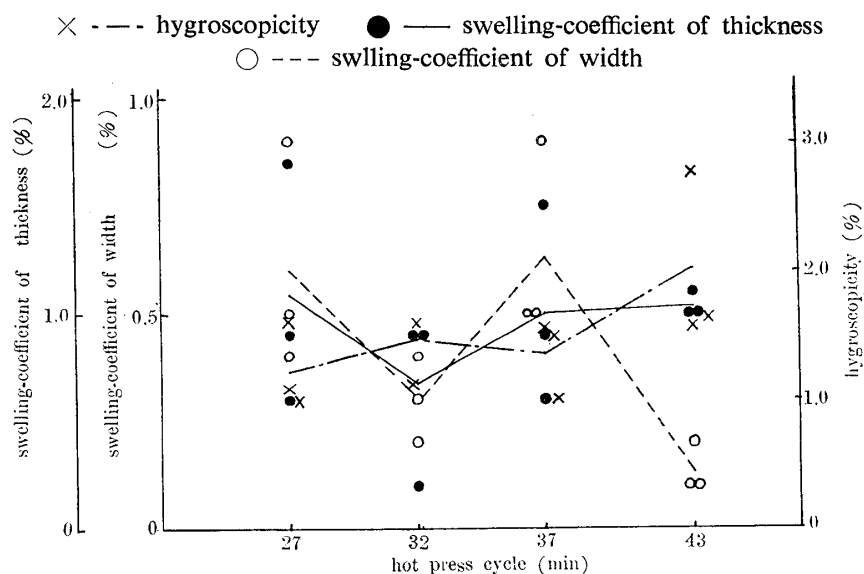
× --- water absorptivity    ● — swelling-coefficient of thickness  
○ --- swelling-coefficient of width



#### (vi) 吸湿試験

Table 4 および Fig. 7 にその結果を示すが、吸湿率、吸湿による厚さおよび巾膨張率は、いずれも圧縮時間に無関係で、規格に十分合格する。

Fig. 7. The effect of hot press cycle on the hygroscopicity of particle board.



#### IV. 要約および結論

原料としてラワン削片と大豆粉接着剤とを用いた **particle board** の熱圧時における **board** 各部位の温度の時間的推移を連続的に測定するとともに、圧縮時間を変えた **board** を作り、その物理的および機械的性質を比較検討したが、その結果を要約すると、

(i) 圧縮最終温度は圧縮時間 27 分では表層と内層とには未だ相当な差があるが、圧縮時に **board** の内層温度が表層温度に近ずき始めるのは極小値を過ぎた 25~30 分後であり、32, 37 および 43 分と時間の延長に伴って温度差が小さくなる。

(ii) 曲げ弾性係数、曲げ強さ（曲げ破壊係数）および **Brinell** 硬度と圧縮時間との関係は、いずれも圧縮時間43分で最大値（曲げ強さは規格 2 号に合格）に達し、37 分以下では差がほとんどなく（規格 3 号）、また衝撃曲げ吸収エネルギーは圧縮時間の増加につれて減少している。これは一般に圧縮時間が長いほど、**board** の接着剤の硬化・熱変性が進み、強度的性質は良くなるが、あまり圧縮時間を長くすると **board** の材質が脆弱になることを示す。

ただし、比曲げ強度と圧縮時間との間には一定の関係が認められない。

(iii) 吸湿性と圧縮時間とは関係が認められないが、吸水性は圧縮時間 27 分で著大、それより長くなると激減して、32分以上では差がない。これは 27 分では **board** 圧縮時の内層温度が未だ接着剤を硬化・熱変性させまた材質を熱効果させるに十分なだけ進んでいないからと考えられる。

結論として、圧縮時間を長くすれば強度値は増加するが、その反面、材質は脆弱性を増す。一方、短時間圧縮した **board** の吸水性は加熱熱量が未だ接着剤の硬化・熱変性に不十分であるため、著大な値を示すものと考えられる。

したがって、Table 2. の圧縮条件から考えると、圧縮時間 27~32 分の間を、圧縮時間ならびに圧縮時含水率を考慮して、さらに詳細に検討する必要がある。



## 参 考 文 献

- 1) FAHRNI, F., HOLZ R. W., 14, 1 (1956).
- 2) JOHNSON, E. S., Wood Particle Board Handbook, The Ind. Experimental Program of the School of Eng., North Carolina State College, 303 (1956).
- 3) KLAUDITZ, W., Ber. "Tagung Braunschweig 1951" der Vereins f. Technische Holzfragen e. v. -Braunschweig.
- 4) KLAUDITZ, W., Inst. f. Holzforschung., Ber. 14-49, Braunschweig, 20, 6(1949).
- 5) Lamberts, K., Rungs, L., Holz R. W., 13, 11 (1955).
- 6) 北原覚一, 木材工業, 8, 12 (1953).
- 7) 北原覚一, 木材誌, 1, 1. (1955).
- 8) 北原覚一, 東大演, 53, (1957).
- 9) 満久崇磨・浜田良三, 木材研究, 15, (1955).
- 10) 満久崇磨・浜田良三, 木材研究, 17, (1957).
- 11) 満久崇磨・佐々木 光・浜田良三, 木材誌, 2, 4, (1956).
- 12) 清水 翰・大金孝一, 木材誌, 3, 1, (1957).

## R é s u m é

During hot pressing, we measured continuously the transition of temperature at various positions in the particle board as shown in Fig. 1, made of hammer-mill type particles (splinters) from waste lauan veneer and soya bean flour as shown in Table 1, with the alumel-cromel thermocouples (diameter 0.3 mm).

The hot press cycles were varied and then the physical and the mechanical properties of the board were tested.

The results of this study are as follows;

1) The temperature of the outer layer of board raise rapidly at first then slowly approach to the hot platen temperature, but the temperature of the inner layer raise gradually and reach to the maximum value, the lower to the minimum value, and raise again up to the hot platen temperature gradually. Therefore the difference of the temperature between the outer layer and the inner layer of board decrease after passing the minimum value of inner layer temperature of the board. (Fig. 3)

2) The longer the hot press cycle, the higher the value of modulus of elasticity, modulus of rupture and Brinell hardness, but the lower the impact bending absorbed energy of the particles, and the feeding quantity of heat.

There is not significant relation between the specific bending strength and the hot press cycle. (Fig's. 4 and 5)

3) The water absorptivity of board is remarkably high at 27 min. hot press cycle, but its value is low at longer than 32 min. cycle and it varies a little as shown in Fig. 6. (This is owing the fact that the quantity of heat feeded is not enough at 27 min. hot press cycle to cure the adhesives in the board.)

There is not significant relationship between the hygroscopicity of board and hot press cycle as shown in Fig. 7.

4) In conclusion; the longer the hot press cycle, the more curing the adhesives, therefore the strength properties except the impact bending absorbed energy, and the water absorptivity are improved, but the more fragile the wood particle, therefore the impact bending absorbed energy decrease contrary.