

週期的 調濕處理가 파티클보드와 콤플라이의 치수 安定性에 미치는 影響*1

李 弼 宇 · 金 大 俊 · 朴 喜 浚*2

Effects of Cyclic Humidification on Dimensional Stability of Particleboard and Com-Ply*1

Phil-Woo Lee · Dae-Jun Kim · Hee-Jun Park*2

ABSTRACT

This research was carried out to investigate the effects of cyclic humidification on the dimensional stability of particleboard manufactured according the three specific gravity levels and com-ply fabricated with a core of particleboard and veneer or plywood as the face and back materials. Both the particleboard and com-ply were subjected to four cycles of 50-90-50% relative humidity.

The results are summarized as follows:

Particleboard and com-ply followed a clear pattern of increasing dimensions and weight on the adsorption cycle and decreasing dimensions and weight on the humidification cycle. After the fourth cycle, the dimensions and weight of both particleboard and com-ply were greater than those originally measured. The greater part of increase in occurred during the first humidification cycle.

The specific gravity of particleboard has a significant effect thickness and volume change. The dimensional stability of com-ply was better than that of particleboard. In addition, the dimensional stability of com-ply bonded with plywood was better than that of com-ply bonded with veneer.

Keywords :cyclic humidification, particle board, dimensional stability, com-ply, specific gravity.

1. 緒 論

木材는 주변의 濕度條件에 따라 收縮과 膨脹을 하게 된다. 木質材料인 파티클보드도 마찬가지로 주변의 環境條件에 따라 收縮과 膨脹을 하게 된다. 그러나 일반적으로 파티클보드의 치수변이량은 素材보다 더 크다. 따라서 다양한 濕度條件下에 露出되었을 때 파티클보드의 치수변이를 測定하여 가공이용에 효율적으로 대응함이 중요하다.

특히, 長期間의 相對濕度 變化에 파티클보드가 露出되었을 때는 치수의 변이와 함께 중량의 변이를 가져오게 되고 때로는 파티클보드 단독으로 혹은 다른 材料와 함께 사용 하였을 때 와핑(warping), 보우잉(bowing), 컵핑(cupping) 등의 缺陷을 일으키기도 한다. 이러한 파티클보드의 缺陷을 防止하기 위해서는 먼저 보드의 치수안정성을 改善하기 위한 研究가 필요하게 되었으며 몇몇 學者들에 의해 이 分野의 많은 研究가 進行되어 왔다.

*1 接受 1992年 8月 26日 Received August 26, 1992.

*2 서울大學校 農業生命科學大學, College of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Suweon 441-744, Korea.

Suchsland¹⁾는 파티클보드 core의 兩面에 2매 합판을 接着시킨 5-ply는 보드의 길이방향에서의 膨脹을 크게 抑制한다고 하였다. 또 Biblis와 Lee²⁾는 3 週期的 相對濕度を 3-ply와 5-ply 보드에 處理하여 치수 변이를 試驗한 結果 5-ply가 길이방향과 폭방향 變異率의 비가 적어 相對濕度 변화에 따른 보드 平面에서의 安定性이 기대된다고 하였다. 그리고 Vital 등³⁾은 파티클보드의 치수안정성의 影響因子에 關한 研究에서 길이팽창, 두께팽창, 수분흡착 등을 相對濕度 條件, 樹脂種類, 파티클의 形狀, 보드比重 등의 變數에 따라 치수 변이를 調査하여 報告한 바 있다.

한편, 보드의 比重이 치수안정성에 미치는 影響에 대한 研究結果는 學者들에 따라 다른데, Halligan과 Schniewind⁴⁾는 보드의 比重이 증가할 수록 두께팽창도 증가한다고 하였고, 반면에 Lehmann과 Hefty⁵⁾는 보드比重과 두께팽창간에 뚜렷한 關係가 없다고 하였다. 또 Vital 등⁶⁾은 比重이 클수록 線膨脹도 크다고 하였고, 반면에 Suchsland⁷⁾는 보드의 比重과 線膨脹間에 뚜렷한 關係가 없다고 하였다.

따라서 本 研究에서는 比重을 달리한 파티클보드의 週期的인 相對濕度 變化에서의 收縮率과 膨脹率을 測定하고 아울러 이들 보드의 兩 表面板에 두께를 달리한 單板과 합판을 接着하여 동일한 相對濕度 變化에 따른 收縮率과 膨脹率을 測定하고 分析함으로써 파티클보드와 콤파라이의 치수안정성에 미치는 週期的 調濕處理의 影響을 究明

하고자 遂行하였다.

2. 材料 및 方法

2.1 供試材料

2.1.1 파티클보드

本 研究에서 사용한 파티클보드는 팔만치퍼(Pallman chipper)로 파쇄한 칩을 크기 -14 mesh ~ +40mesh로 일정하게 選別한 후 수일간 천연건조 시켰다. 천연건조 후 측정된 칩 함수율은 9.77%였다.

이 칩으로 두께 15mm, 크기 300×200mm, 비중 0.5, 0.6, 0.7의 보드를 製造하였으며, 사용한 接着劑는 樹脂率 53%의 요소수지 接着劑로 칩 전건중량에 대하여 10% 첨가하였으며, 경화제는 10%

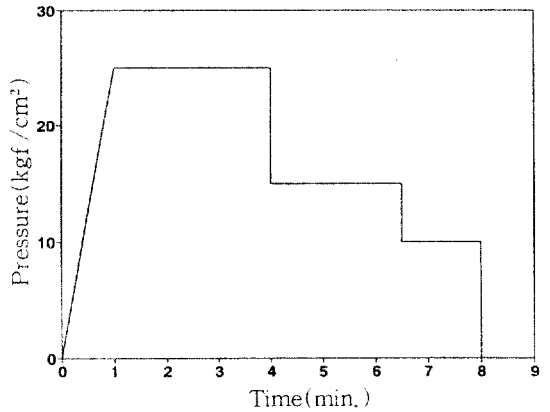


Fig. 1. Hot pressing schedule.

Table 1. Particle, veneer and plywood for com-ply and particleboard manufacture

Materials	M.C.*	Oven-dry* Sp. Gr	Species
Particles	9.77	—	Mixed tropical wood wastes
Veneer:			
1 mm	9.82	0.33	Meranti from Malaysia
2 mm	10.72	0.48	Meranti from Malaysia
3 mm	9.72	0.44	Meranti from Malaysia
Plywood:			
2 mm 2ply	9.90	0.35	Meranti from Malaysia
3 mm 3ply	9.87	0.40	Meranti from Malaysia

* : each value is a mean of ten replications of specimen.

NH₄Cl수용액을 요소수지 고형분에 대하여 10%, 그리고 wax emulsion은 칩 전건증량에 대하여 1% 첨가하였다.

이와같이 하여 성형틀에서 성형한 매트는 열압 온도 130℃, 열압시간 8분으로 하여 Fig. 1과 같은 압력스케줄을 適用하여 열압기 내에서 製造하였다.

파티클보드 製造에 사용한 chip의 性狀과 com-ply제조에 사용한 單板과 合板의 性狀은 Table 1과 같다.

2.1.2 Com-ply의 製造

本 研究에서 사용한 com-ply는 앞에서 製造한 比重 0.5의 파티클보드의 兩表面板에 두께 1mm, 2mm, 3mm 라왕 單板과 두께 2mm, 2매 合板과 두께 3mm, 3매 合板을 樹脂率 53%의 요소수지 접착제에 소맥분을 증량제로 10%, 경화제로 10% NH₄Cl을 수지 전건 증량비 10% 첨가하여 接着劑를 조제하고 塗布量 250g/m²을 片面塗布하여 열압하였다. 이때 열압온도는 110℃, 열압압력은 12kgf/cm², 열압시간은 단판 두께당 1분(1min./mm)을 適用하였다. Com-ply 제조에 사용한 單板과 合板의 性狀은 Table 1과 같다.

2.2 試驗方法

이상과 같이 製造한 파티클보드나 com-ply는 폭 5cm×길이 10cm의 시험편을 각 5장의 보드에서 각 2매씩 試驗片을 採取하여 총 10개의 反復 試驗片을 만들었다. 본 시험에서는 Myers⁸⁾가 사용한 相對濕度 50-90-50%의 변이를 시험편에 적용시켰다.

각 試驗片은 採取한 직후 溫度 25℃, 相對濕度 50%의 恒溫恒濕機內에 1週日間 放置하여 치수변이가 없는 恒量에 도달시켰다. 이때의 중량과 폭, 길이, 두께를 초기치로 정하여 溫度 25℃, 相對濕度 90%에서 1週日間 放置한 후 중량과 폭, 길이, 두께, 부피 변이량을 測定하였다.

이와같은 방법으로 相對濕度 50-90-50%의 週기로 調濕處理를 4回 實施하여 파티클보드와 com-ply의 중량변이량과 치수변이량을 測定하여 變異率을 계산하여 각 材料別 比較를 實施하였으며, 아울러 4週期 후에 초기량에 대한 永久變形量

을 測定하였다.

또한 單板接着의 影響을 檢討하기 위하여 單板 두께별 그리고 合板두께별 比較와 Turkey's Test를 遂行하여 파티클보드에 單板과 合板을 接着한 調濕處理의 效果를 分析하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 파티클보드의 比重別 調濕處理의 影響

本 研究에서 사용하기 위해 製造한 파티클보드의 比重과 함수율은 Table 2와 같다. 또 세가지 다른 比重의 파티클보드의 4週期 동안의 相對濕度 變化에 따른 치수變異率을 표시하면 Fig. 2, 3, 4, 5에 나타난 바와 같다. 그리고 세가지 比重의 파티클보드의 永久變形率간의 Tukey's Test 結果는 Table 3과 같다. Fig. 2, 3, 4, 5에서 보는 바와 같이 모든 보드가 相對濕度 50%에서 90%로 변화함에 따라 치수의 증가를 보였고, 마지막 4週期 後에도 치수의 증가를 나타냈다. 각 보드의 길이방향 變異率은 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 모든 보드는 4週期の 濕度變化에 따라 원래의 길이보다 증가한 값을 나타내었다. 각 보드들은 4週期の 濕度變化 동안 길이가 계속하여 증가하였고 比重이 가장 낮은 0.5 보드가 가장 작은 永久變形率을 나타내었다. 또 Table 3에서 보는 바와 같이 각 보드의 길이방향 變異率間에는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

Fig. 3은 각 보드의 두께變異率을 나타내고 있다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 1週期 後에 가장 큰 變異가 일어나며 그 후의 反復되는 週期에서는 1週期 때와 비슷한 값을 나타내었다. 다른 變異와 마찬가지로 4週期 후에는 원래의 값보다 증가된 값을 보였고 다른 變異率에 비해 크게 증가된 값을 나타냈다. 두께變異率도 比重이 낮을수록 작은 값을 나타내었고 Table 3에서 보는 바와 같이 각 보드의 두께變異率 間에는 유의성이 있는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 각 보드의 부피變異率을 나타내고 있다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 부피변이도 1週期 後에 가장 큰 變異가 일어나며 그 후의 反復되는 週期에서는 1週期 때와 비슷한 값을 나타내었다.

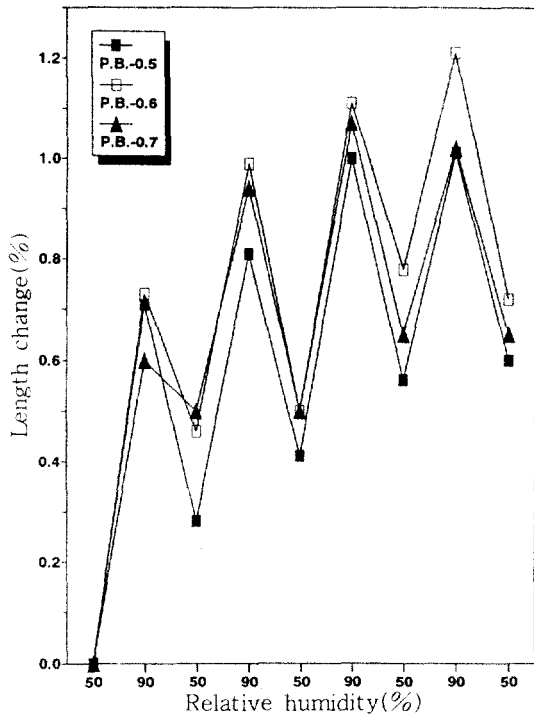


Fig. 2. Length change of the three particleboards exposed to cyclic humidification.

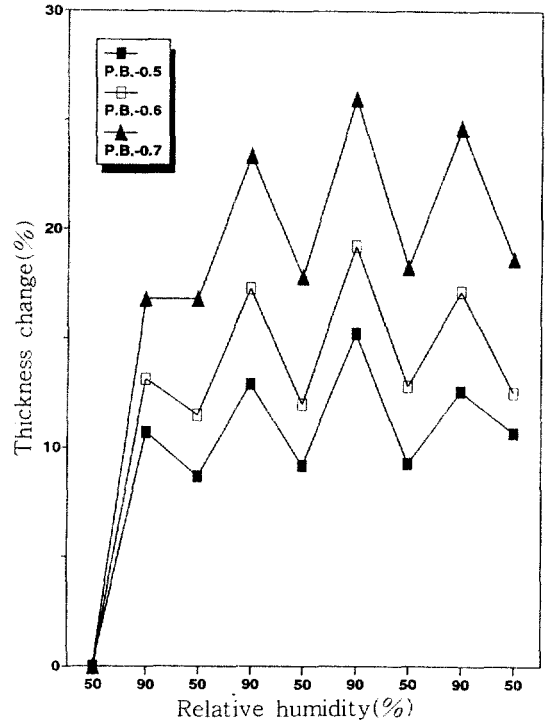


Fig. 3. Thickness change of the three particleboards exposed to cyclic humidification.

Table 2. Core and face thickness of particleboard and com-ply

Board type	Target Sp.Gr.	Composition of Com-ply		M.C. (%)	Sp.Gr.* of tested boards	Board thickness (mm)
		Core P B (mm)	Face and Back (mm)			
P B -0.5	0.5			9.76	0.49	16
P B -0.6	0.6			9.53	0.57	16
P B -0.7	0.7			9.83	0.68	16
C-V1-0.5	0.5	14	Veneer 1	9.84	0.53	16
C-V2-0.5	0.5	12	Veneer 2	9.90	0.53	16
C-V3-0.5	0.5	10	Veneer 3	9.17	0.52	16
C-P2-0.5	0.5	12	2Ply 2	10.65	0.52	16
C-P3-0.5	0.5	10	3Ply 3	11.40	0.51	16

* : based on oven-dry volume

이것은 두께변이의 樣相과 비슷하며 부피변이에 있어서 두께변이가 가장 큰 영향을 미친다고 생각할 수 있다. 두께變異率과 마찬가지로 比重이 낮을수록 가장 작은 부피변이를 나타내었고 Table 3에서 보는 바와 같이 각 보드의 부피變異率 間에

도 유의성이 있는 것으로 나타났다.

Fig. 5는 각 보드의 중량變異率을 나타내고 있다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 1週期後 큰變異를 일으킨 후 계속되는 週期的 反復에서는 비슷한 永久變形率을 나타냈다. 이것은 Myers⁸⁾와 Currier⁹⁾

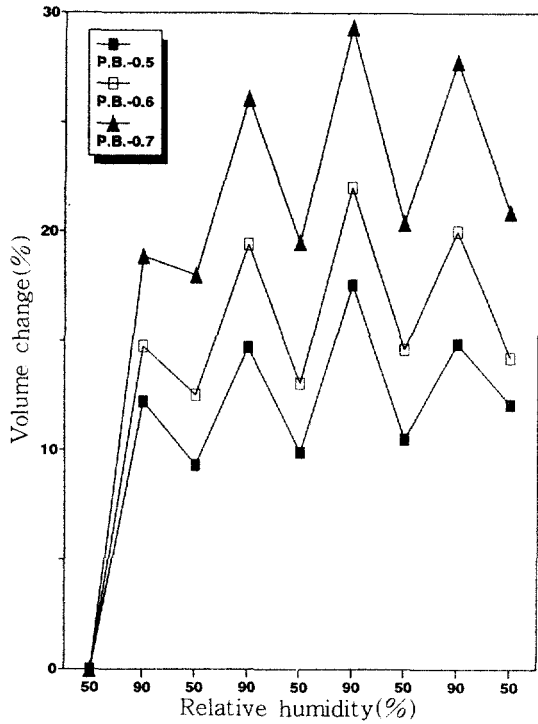


Fig. 4. Volume change of the three particleboards exposed to cyclic humidification.

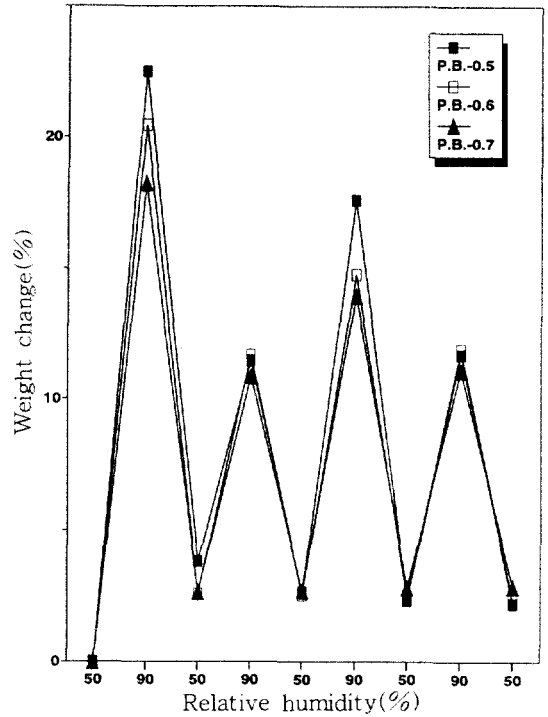


Fig. 5. Weight change of the three particleboards exposed to cyclic humidification.

Table 3. Tukey's test for the three specific gravity levels of particleboard by dimensional changes*

Board type	Change after fourth 90–50% RH exposure (%)				
	Length	Width	Thickness	Volume	Weight
P B –0.5	0.60±0.13 A	0.66±0.43 A	10.66±3.32 B	12.07±3.49 B	2.17±0.36 A
P B –0.6	0.72±0.15 A	0.80±0.31 A	12.49±3.35 B	14.21±3.55 B	2.29±0.43 B
P B –0.7	0.65±0.01 A	1.23±0.18 A	18.64±0.43 A	20.89±0.23 A	2.84±0.18 B

*: means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level.
each value is a mean of ten replications of specimen.

Table 4. Tukey's test for particleboard and five types of com-ply by dimensional changes*

Board type	Change after fourth 90–50% RH exposure (%)				
	Length	Width	Thickness	Volume	Weight
P B –0.5	0.60±0.13 A	0.66±0.43 A	10.66±3.32 B	12.07±3.49 B	2.17±0.36 C
C–V1–0.5	0.14±0.05 B	0.58±0.31 B	7.74±0.54 B	8.51±0.64 BC	3.97±0.25 AB
C–V2–0.5	0.25±0.18 B	0.74±0.35 AB	10.40±1.68 A	11.50±1.87 A	4.24±0.33 A
C–V3–0.5	0.18±0.09 B	1.30±0.77 A	8.31±1.26 AB	9.69±1.70 AB	4.08±0.63 AB
C–P2–0.5	0.26±0.20 B	0.58±0.26 B	7.20±1.15 B	8.09±1.02 BC	3.91±0.32 AB
C–P3–0.5	0.15±0.12 B	0.21±0.25 B	5.81±2.14 B	6.19±2.18 C	3.70±0.31 B

*: means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level.
each value is a mean of ten replications of specimen.

가 하드보드에 대해서 얻은 결과와 비슷한데 그 원인은 뚜렷하게 밝혀지지 않고 있다. 보드의 비중이 낮을수록 작은 중량變異率을 나타내었으나 Table 4에서 보는 바와 같이 각 보드의 중량變異率 間에는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

이상과 같이 보드의 비중이 낮을수록 相對濕度變化에 따른 치수변이가 작았으나 유의성을 나타낸 것은 두께變異率과 부피變異率에서였다. 이것은 80%이상의 相對濕度變化에서는 비중이 높은 파티클보드는 製造時 가지고 있던 높은 압축응력 세트(compressive stress set)에 基因하여 더 많은 두께팽창을 한다는 Gatchell 등¹⁰⁾의 報告와 同一한 結果라 할 수 있다.

3.2 Com-ply의 調濕處理 效果

本 研究에서 사용하기 위해 製造한 com-ply의 비중과 含水率은 Table 2와 같다. 또 각 보드의 4週期 동안의 相對濕度變化에 따른 치수變異率을 표시하면 Fig. 6, 7, 8, 9, 10과 같다. 그리고 각 보드 間의 Tukey's Test 結果는 Table 4에 나타낸

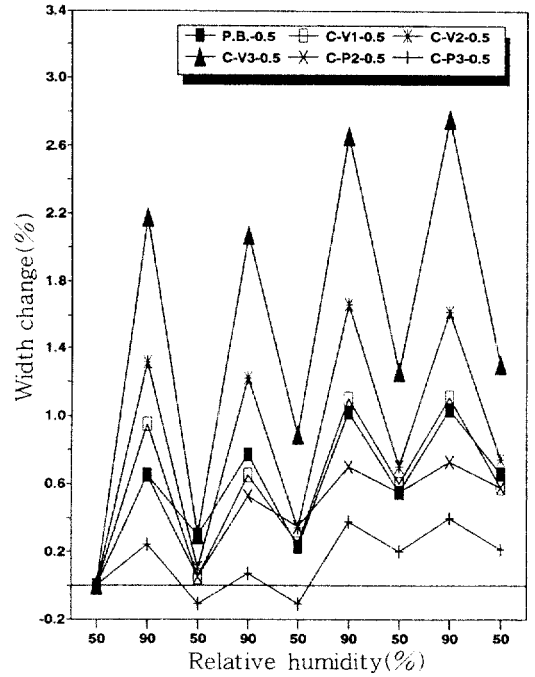


Fig. 7. Width change of the six types of board exposed to cyclic humidification.

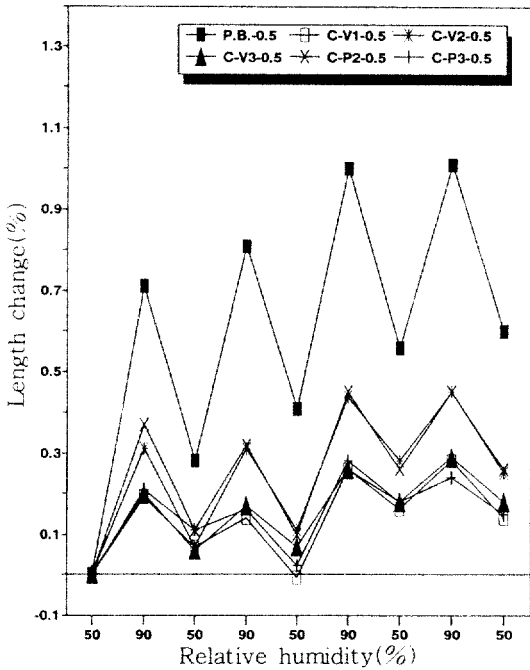


Fig. 6. Length change of the six types of board exposed to cyclic humidification.

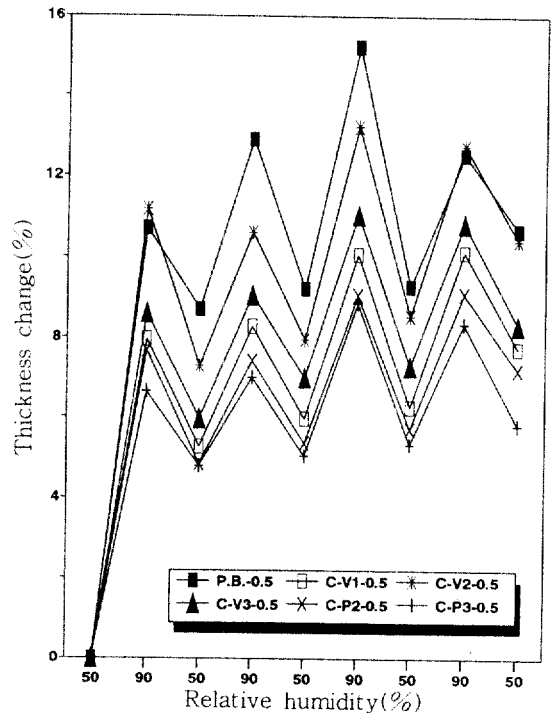


Fig. 8. Thickness change of the six types of board exposed to cyclic humidification.

바와 같다. Fig. 6은 각 보드의 길이방향 變異率을 나타내고 있다. 4週期 동안의 調濕處理에 따른 보드들의 길이방향 變異率을 보면 相對濕度 50-90%로의 變化에서는 치수의 증가, 相對濕度 90-50%로의 變化에서는 치수의 감소를 보이면서 마지막 4週期 後에는 초기보다 증가된 치수를 보이고 있다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 無處理 파티클보드의 길이방향 變異率이 가장 크게 나타났다. 또 無處理의 파티클보드는 4週期를 통하여 일정하게 치수가 증가하였다. 그러나 單板이나 合板을 붙인 보드들은 無處理의 파티클보드 보다 길이방향 變異率이 낮게 나타났다. 이것은 單板이나 合板이 파티클보드의 變形을 抑制했기 때문으로 思料된다. 한편 Tukey's test 結果 無處理보드와 處理보드 間에는 모두 有意성이 나타났고 處理보드들 間에는 有意성이 없는 것으로 나타났다.

Fig. 7은 각 보드의 폭방향 變異率을 나타내고 있다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 3매合板을 接着시킨 보드가 가장 낮은 變異率을 나타내었다. 그

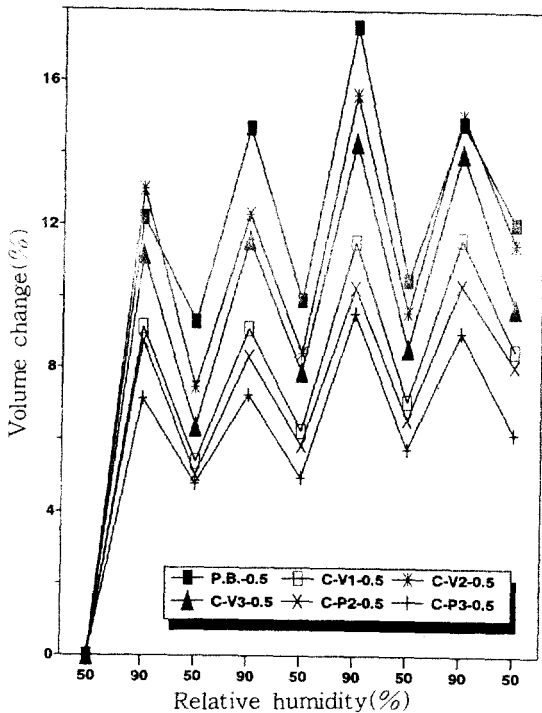


Fig. 9. Volume change of the six types of board exposed to cyclic humidification.

리고 合板을 接着시킨 보드가 單板을 接着시킨 보드보다 變異率이 낮았으며 單板을 接着시킨 보드 중에서는 두께가 두꺼울 수록 永久變形率도 크게 나타났다. 한편 두께 3mm 單板을 兩表面에 接着시킨 보드는 相對濕度 變化가 계속되는 동안 單板의 捲어짐이 發生하였고, 또 單板이 떨어지는 경우도 發生하였는데 이것은 다른 보드에 비해 길이방향 變異率과 폭방향 變異率의 比가 크기 때문으로 思料된다. 따라서 파티클보드의 치수안정성 改良面에서는 두꺼운 單板의 效果는 捲어짐의 문제 때문에 별로 기대할 수 없으며, 같은 이유로 單板 接着의 效果보다는 合板 接着의 效果가 보다 良好함을 알 수 있었다. 이것은 5-ply가 3-ply보다 길이방향과 폭방향의 變異率의 比가 적어 捲어짐에 있어서 더 안정하다는 Biblis와 Lee²⁾의 報告와 同一한 結果를 나타내는 것이다.

Fig. 8은 각 보드 間의 두께 變異率을 나타내고 있다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 合板을 接着시킨 보드들의 두께 變異가 單板을 接着시킨 보드나 無

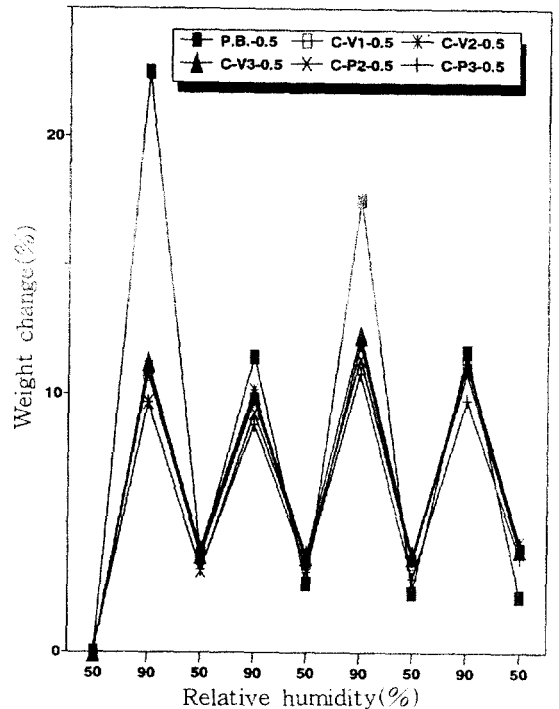


Fig. 10. Weight change of the six types of board exposed to cyclic humidification.

處理 보드에 비해 낮았다. 또 두께 變異는 길이나 폭방향 變異에 비해 뚜렷하였고 첫번째 탈착 週期 後에는 모든 보드들이 원래의 치수보다 뚜렷이 증가된 치수를 나타냈다. 그리고 첫번째 週期 後부터는 어느 정도 일정한 값을 나타내었다. 이것은 com-ply의 대부분의 두께팽창이 첫번째 週期에서 일어나며 그 後의 濕度變化 週期の 反復은 두께 膨脹에 작은 影響을 미친다는 Biblis와 Lee²⁾의 報告와 同一한 結果를 보이는 것이다. Table 4에서 보는 바와 같이 單板을 接着시킨 보드는 無處理 보드와 비슷한 두께 變異率을 보였다. 따라서 두께 變異에 있어서는 單板의 接着은 치수 變異를 抑制하는 데는 효과적이라 할 수 없는 것으로 나타났다.

Fig. 9는 각 보드 間의 부피 變異率을 나타내고 있다. Fig. 9에서 보는 바와 같이 모든 보드들이 첫번째 週期 後에 뚜렷한 부피 膨脹을 나타내었다. 그 後에는 어느 정도 일정한 값을 나타내고 있다. 이러한 부피 膨脹은 주로 두께 膨脹에 基因하는 것으로 보여지며 그 樣相도 두께 膨脹과 거의 유사하다. 일반적으로 마지막 4週期 後의 永久變形率은 合板을 接着시킨 보드가 單板을 接着시킨 보드보다 작았으며, 특히 3매合板을 接着시킨 보드의 永久變形率이 가장 작았다.

Fig. 10은 각 보드의 重量變異率을 나타내고 있다. Fig. 10에서와 같이 모든 보드들이 첫번째 週期 後부터 초기치보다 增加한 값을 나타내었다. 重量 變異에 있어서도 1週期 後에 많은 變異가 일어난 후 그 後의 反復되는 週期에서는 1週期 後와 비슷한 變異率을 나타내었다. 한편 重量變異는 無處理 보드가 處理 보드보다 낮은 값을 나타내었다.

4. 結 論

4 週期 동안의 相對濕度 50-90-50%의 變化가 파티클보드와 com-ply의 치수안정성에 미치는 影響을 試驗分析한 結果를 간단히 要約하면 다음과 같다.

1. 파티클보드와 com-ply 모두 吸着週期 때 치수의 增加, 脫着週期 때 치수의 減少를 보이면서

4週期가 모두 끝난 後에는 최초의 치수보다 增加된 값을 나타내었다.

2. 파티클보드와 com-ply 모두 두께변이가 다른 치수변이에 비해 뚜렷했으며 相對濕度 變化에 따른 대부분의 두께변이는 첫번째 週期에서 일어났다.
3. 파티클보드에서 比重이 낮을수록 相對濕度 變化에 따른 치수변이가 낮았으며, 특히 두께와 부피변이에서 그 影響이 뚜렷하게 나타났다.
4. Com-ply는 파티클보드 비해 一般的으로 向上된 치수안정성을 나타내었다.
5. 合板을 接着시킨 com-ply가 單板을 接着시킨 com-ply에 비해 치수안정성 向上의 效果가 크게 나타났다. 그리고 合板을 接着시킨 것 중에서는 3매合板을 접착시킨 것이 2매合板을 接着시킨 것보다 치수안정성이 좋게 나타났다.
6. 單板을 接着시킨 com-ply 중에서 두꺼운 單板을 接着시킬 수록 치수안정성은 낮았다. 특히 두께 3mm 單板을 接着시킨 com-ply는 길이방향과 폭방향의 變異率의 비가 커서 틀어짐이 크게 發生하였다.

參 考 文 獻

1. Suchsland, O. 1971. Linear expansion of veneered furniture panels. *Forest Prod. J.* 21(9) : 90-96
2. Biblis, E. J. , and W. C. Lee. 1979. Humidity cycling effects on pine veneer-particleboard core structure panels. *Forest Prod. J.* 29(1) : 52-55
3. _____, J. B. Wilson and L. H. Kanarek. 1980. Parameters affecting the dimensional stability of flakeboard and particleboard. *Forest Prod. J.* 30(12) : 23-29
4. Halligan, A. F. and A. P. Schniewind. 1972. Effect of moisture on physical and creep properties of particleboard. *Forest Prod. J.* 22(4) : 41-48
5. Lehmann, W. F. and F. V. Hefty. 1973.

- Resin efficiency and dimensional stability of flakeboards. U.S.D.A. For. Serv. Res. Pap. FPL 207. Forest Prod. Lab., Madison, Wis.
6. Vital, B. R. , W. F. Lehmann and R. S. Boone. 1974. How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboards. *Forest Prod. J.* 24(12) : 37-45
 7. Suchsland, O. 1972. Linear hygroscopic expansion of selected commercial particleboards. *Forest Prod. J.* 22(11) : 28-32
 8. Myers, G. C. 1982. Response of experimental hardboard dimensions and weight to cyclic relative humidity. *Forest Prod. J.* 32(7) : 41-44
 9. Currier, R. A. 1957. Effect of cyclic humidification on dimensional stability of commercial hardboard. *Forest Prod. J.* 7(3) : 95-100
 10. Gatchell, C. J. , B. G. Heebink, and F. V. Hefty. 1966. Influence of component variables on properties of particleboard for exterior use. *Forest Prod. J.* 16(4) : 46-59