

鉄網構成이 톱밥보오드의 휨性質에 미치는 影響¹

李 弼 宇² · 徐 珍 錫²

Effects of the Wire Net Composition on Flexural Properties of Sawdustboard¹

Phil Woo Lee² · Jin Suk Suh²

Summary

To improve the bending strength of sawdustboard, various resin contents of 10, 13, 16, and 19% were applied to the thin shell (face layer) composed with wire net or not.

The shell effect of sawdust and wire net composition formed with core sawdustboard were evaluated.

Focusing on the effects of wire net composition and noncomposition including a comparison with chipboard and veneer complyboard, bending properties (Modulus of rupture (MOR), Modulus of elasticity (MOE), Stress at proportional limit (S_{pl}), Work to maximum load (W_{ml})) were analyzed and discussed.

1. In modulus of rupture, veneer comply was the highest (621.5 kg/cm^2), and next decreasing order was wire net composition (159.1 kg/cm^2), chipboard (81.75 kg/cm^2), and wire net noncomposition (76.21 kg/cm^2) as in modulus of elasticity, work to maximum load, except for stress at proportional limit.

2. The highly significant effects were shown in both wire net composition and noncomposition, at the same time wire net composition exceeded two times of noncomposition throughout resin contents in bending properties. Chipboard was similar to the mean or 16% resin content in noncomposition.

3. Every board in wire net composition above 10% resin content was beyond 100 kg/cm^2 in MOR, minimum allowable strength for structural use according to KS F 3104.

In conclusion, the feasibility for improving the bending strength of weak sawdustboard by wire net composed shell was offered.

Key word: resin content, shell, wire net composition, allowable strength.

緒 論

1940年代以來 刮目할만한 成長을 보여온 파티클보 오드 産業은 이제 板狀製品 部門에 있어서 A, B, C, D 等級 (U.S. plywood grade)으로 分類構成하던 veneer의 plywood에 차츰 代替해 가고있는 時點에 到達했다. 木材資源은 그 需給에 있어서 不透明한 상태에 있으며 外材의 依存度가 80%를 上廻하는 우리나라의 貧弱한 林木蓄積量을 勘案할 때, 그에 比肩할만한 突破口를 模索해야할 단계에 와 있다.

이와 關聯하여 各種 素材資源의 開發과 效率的 利用 그리고 材質變形 (modification)이 不可避하게 되었으며, 國內製材 및 木工所 그리고 2次加工工場 等지에서 發生하는 相當量의 木屑재료인 톱밥은 그 一部를 擔當할 수 있을 것으로 展望된다. 그러나 톱밥은 대개 燃料材 (fuel)로 利用되고 있을 뿐이며, 短小棒狀形態이므로 이와 같은 dimension에 依한 短點을 克服함에 있어서 補強材料 (reinforced materials)와 再構成할 수 있을 때, 보오드로서의 加工可能性을 究明하여 製品을 量産함으로써 지금까지 大徑原大이나 通直材에 依하여

1. 接受 7月10日 Received July 10, 1985.

2. 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 170, Korea.

은 합板的의 需要를 相當히 代替할 수 있을 것으로 생각한다.

研究史

톱밥은 一般 플레이크나 칩처럼 길이 방향이 큰 形象이 아니고 表面積이 큰 短小棒狀材料이므로 接着劑를 塗布하여 顯하는 강도와 치수안정성을 얻기 위해서는 不斷한 研究가 要求될 것이다.

Post(1958)는 일찌기 一定한 치수로 切斷된 플레이크에 의해 表面積을 내어 含脂率이 다른 樹脂量을 分布시킴으로써 표면적과 수지량의 관계를 考察하였고, Lehmann(1974)은 함지율과 플레이크두께에 變異를 주고 單位파티클표면적에 對해 수지가 도포된 상태(resin spread)를 살펴본 바 있다. 또한, Maloney(1970)는 層間 構成에 있어서 樹脂量의 適正分布를 究明했으며, 4~15%에 이르는 尿素樹脂으로써 Hann(1962)과 Kimoto(1964)는 靱강도 및 치수안정성을 피한 바있다. 이와 비슷한 研究로, chipping residue를 使用하여 Shuler(1974)는 一定한 含脂率을 넘어섬에 따라 오히려 보오드는 改善效果를 지니지 못한다는 報告를 한 것도 있다. 한편, Hse(1976)는 美南部 潤葉樹種 플레이크로써 中層構成形態를 달리하고, 表層에는 枚數가 다른 southern pine 단판을 積層함으로써 플레이크가 配向된 중층에 두께 $\frac{1}{16}$ inch의 單板을 2枚直交積層한 境遇, 優秀한 靱강도를 얻을 수 있었다고 發表한 바있다.

一連의 研究를 注視하여, 國內에서는 李等(1983)이 強度上 低劣한 톱밥에 plastic網 및 鐵網을 構成함으로써 톱밥보오드의 강도向上을 피한 豫備研究를 攄급한 바있고, 이어 李(1985)는 톱밥보오드와 칩보오드를 成型함에 있어서 철망의 目數와 굵기 그리고 枚數를 달리하여 press-lam, conventional forming 시킴으로써 靱強度와 나사못保持力을 비롯한 諸物理的 性質의 改善效果를 報告한 바있다.

本 研究에서는 톱밥보오드의 表層셀에 있어서 含脂率을 增加시키고 鐵網을 構成함으로써 效率的으로 톱밥보오드의 靱강도를 改善시키려는 目的을 두었다.

材料 및 方法

1. 供試材料

1.1. 木質材料

本 實驗의 根幹이 되는 材料인 美松(Douglas fir) 톱밥은 +50, -8 mesh로 選別하고 9.2%의

含水率로 調整하였다. control 보오드用 칩은 Pallmann chip으로 톱밥과 같은 規格으로 選別, 含水율 8.6%로 調整했다. 콤플라이용 單板은 셀의 두께 2.2 mm에 準한, 木理가 通直한 Calophyllum spp.(氣乾比重 0.51)를 8.4%의 含水율로 調整, 使用하였다.

1.2. 鐵網

보오드의 表面치수인 26 × 15 cm에 맞추어 직경 0.38 mm, 8目에 該當하는 四角形開口形의 鐵網을 切斷하여 使用하였다.

1.3. 接着劑 및 添加劑

접착제로는 樹脂率 64%의 尿素樹脂를 使用하였고, 成型에 앞서 철망浸漬를 爲해서는 50%로 稀釋시켰다. 왁스에 對한 固形分率은 25%이었고, 硬化劑는 10% NH₄Cl 水溶液이었다.

2. 試驗方法

2.1. 表層用셀(shell)

함지율 10, 13, 16, 19%에서 鐵網을 構成한 것과 構成하지 않은 것의 셀을 各已 아래와 같은 條件으로 製造하였다.

셀의 目標比重을 0.65로 하였고 왁스는 톱밥全乾重量에 對하여 1%를, 그리고 10% NH₄Cl 수용액을 樹脂全乾重量에 對하여 10% 添加하였다. 이때 成型前의 철망 前處理로서는 50%수지율의 槽에 침지시킨 다음 꺼내어 數分 말린 後, 成型톱밥의 속에 구성시켰으며 그림 1.a와 같은 열압스케줄에 依해 製造하였다.

2.2. 中層用보오드 및 셀積層보오드

셀을 積層시키기 위한 중층보오드는 表層함지율보다 낮은 9%로 하여 比較的 큰 함지율에 依한 效果를 究明하고자 하였으며, 目標比重은 0.65, 두께는 7.8 mm로 하여 接착제 및 첨가제의 量을 2.1에 匹했다. 이어 冷壓機로 豫壓한 뒤 그림 1.b의 熱壓을 適用시켰다.

한편, 셀적층보오드는 2.1에서 準備된 2枚셀上에 55 g/ft²의 樹脂와 1% (5.5 g/ft²)의 硬化劑의 混合液을 兩分塗布한 뒤 그림 1.d의 스케줄로 積層시켜 26 × 15 × 1 cm의 最終보오드를 제조하였다.

2.3. 칩보오드 및 單板콤플라이보오드

셀積層보오드와 對比하기 爲한 칩보오드는 1.1과 같이 準備된 칩에 9%의 수지와 첨가제를 섞어 그림 1.c와 같이 熱壓하였다. 또한, 단판콤플라이보오드는 2.2의 積層보오드에서와 같이 中層톱밥 보오드에 單板을 붙임으로써 完成되었다.

以上, 製造한 全보오드는 vinyl로 密封하여 吸濕되

지 않도록 하였다.

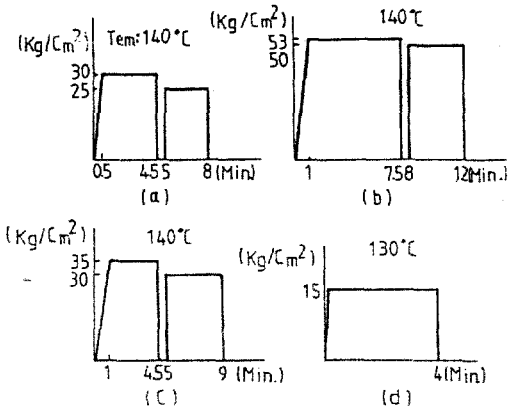


Fig. 1. Hot-pressing schedules in manufacture of shell (a), core board (b), chip board (c), and shell press-lam board & veneer complyboard (d).

2.4. 휨性質의 測定

含水率 4水準과 鐵網構成 및 非構成에 따른 톱밥보오드, 칩보오드, 單板콤플라이보오드를 4反復씩 總40枚를 만들었으며, KS F 3104에 依據하여 幅5cm span 22cm의 試驗片으로 切取하여 bending test를 하였다.

2.5. 資料整理 및 分析

各 試驗值를 完全任意配置法으로 分散分析하여, 個別 平均値間의 差異에 對한 有意性檢定(L.S.D. 및 Duncan test)을 實施하였으며, 含水율과 휨성질間의 直線回歸 關係를 圖示하였다.

結果 및 考察

1. 휨 破壞係數

휨 파괴계수는 外力에 依해 誘發되는 最大 内部應力을 包含하는데, 鐵網非構成보오드에 있어서 含水율이 增加함에 따라 表1과 같이 52.53 ~ 99.69 kg/cm²을 나타내었고 鐵網構成보오드에 있어서는 127.6 ~ 193.2 kg/cm²을 나타내었다. 이것을 李(1983, 1984)가 얻은 結果와 比較를 해 보았는데 보오드제조 조건은 多少 틀리지만 鐵網을 3枚까지 結紮시킴으로써 比 휨強度(휨강도/ 밀도)를 131.53 ~ 199.06 kg/cm²로 얻고(1983), press-lam과 conventional forming에 依해 115.1 ~ 219.7 kg/cm²의 휨강도(1984)로 얻은 그의 報告는 本 試驗值와 類似한 結果였다. 따라서 절망을 構成한 보오

드의 강도치는 構成하지않은 보오드의 2배를 超過했고 含水율의 增加에 依한 效果도 커 19%는 10%에 比하여 비구성 및 구성보오드에 있어서 1.9, 1.5배를 각각 나타내어 高度의 有意性이 存在했다.

한편, 보오드의 非構成사이에서는 單판콤플라이보오드가 가장 높은 621.5 kg/cm²였고, 칩보오드는 81.75 kg/cm²로 表1, 2에서와 같이 鐵網非構成톱밥보오드와 別差異가 없거나 16%수준과 맞먹었다.

철망구성효과를 Anderson (1981)에 依해 提示된 그림2에 보여지듯이 引張과 壓縮應力이 同時に 作用하는 應力이 最大로 集中하게 되는 表層部位에, 增加된 含水율과 鐵網에 依해 補強된 繩을 구성시킴으로써 그 應力을 一次支持하고 차츰 格子鐵線을 따라 轉移·分散시켰기 때문이라 여겨진다.

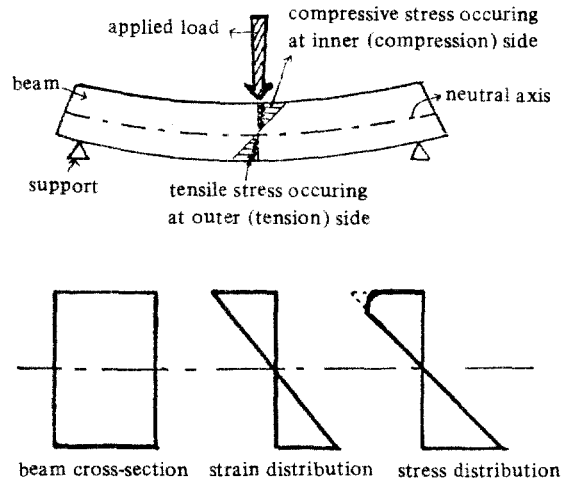


Fig. 2. Diagram of strain and stress distributions for beam in bending.

2. 휨 彈性係數

휨탄성계수는 應力과 變形이 比例關係를 따르는 區間에서 木材本來의 形象을 維持하며 外力에 抵抗하는 stiffness值로서, 表1에 철망비구성보오드는 9,548 ~ 15,130 kg/cm², 구성보오드는 20,990 ~ 32,580 kg/cm²로 나타났다. 따라서 含水율을 10%에서 19%로 올림에 따라 MOR에서와 같이 1.6배에 達하는 有意한 效果를 가져왔으며, 철망構成보오드는 非構成보오드의 2배를 넘는 고도의 有意性이 있었다. 그리고 鐵網의 構成에 있어서는 李(1984)의 17,600 ~ 24,260 kg/cm²보다 良好한 結果를 얻었다. 한편, 表2에서 칩보오드는 철망 비구성보오드와 비슷한 值를 나

타내었고, 단판복합라이보드는 이들보다 뛰어난 탄성치를 보였다. 위의 실험결과와 類似한 것으로 集成材 分野에서 Braun 및 Moody (1977)는 引張部積層材로서 laminated - veneer lumber를 使用하여 lumber type laminati-on보다 MOR를 10 ~ 20 % 增大시키고, tensile

stress capacity를 25 % 더 負擔함으로써, 강도變異를 줄이고 破壞가 急激히 일어나는 引張部位의 應力을 耐久할 수 있었다고 報告한 바있다. 따라서 표층에 구성하는 셀의 두께와 補强材料의 構成位置를 달리한 更綿密한 研究를 行한다면 다른 結果를 期待할 수 있을 것이다.

Table 1. The mean values and duncan test of bending properties in wire net composition and noncomposition boards through resin contents at 1% significance level

Board composition & Resin content (%)	wire net noncomposition				wire net composition			
	10	13	16	19	10	13	16	19
MOR (kg/cm ²)	52.53	70.88	81.75	99.69	127.6	152.5	163.2	193.2
	F : 26.44** R ₂ : 16.60				F : 7.856** R ₂ : 41.90 R ₃ : 44.13			
MOE (×100kg/cm ²)	95.48	115.2	126.1	151.3	209.9	251.6	279.8	325.8
	F : 49.66** R ₂ : 14.25				F : 14.68** R ₂ : 54.93			
S _{pl} (kg/cm ²)	33.91	44.53	51.09	63.02	76.75	86.20	95.81	118.60
	F : 45.46** R ₂ : 7.81				F : 11.52** R ₂ : 22.84 R ₃ : 24.05			
W _{ml} (kg-cm/cm ²)	0.0170	0.0255	0.0340	0.0387	0.0590	0.0662	0.0712	0.0927
	F : 8.772** R ₂ : 0.014 R ₃ : 0.015				F : 2.466 ^{NS} R ₂ : 0.04			

Table 2. The mean values and L,S,D. test of bending properties among four types of board at 1% significance level

	NC	C	WC	V
MOR (kg/cm ²)	76.21	81.75	159.1	621.5
	F : 458.4**		L.S.D.=51.59	
MOE (×100kg/cm ²)	122.0	123.6	266.8	686.4
	F : 258.8**		L.S.D.=71.95	
S _{pl} (kg/cm ²)	45.76	48.13	94.33	386.1
	F : 446.0**		L.S.D.=32.56	
W _{ml} (kg-cm/cm ²)	0.028	0.033	0.072	0.639
	F : 815.4**		L.S.D.=0.04	

NC - wire net noncomposition board
 WC - wire net composition board
 C - chipboard
 V - veneer complyboard
 Each L.S.D. was calculated on 4 replications.

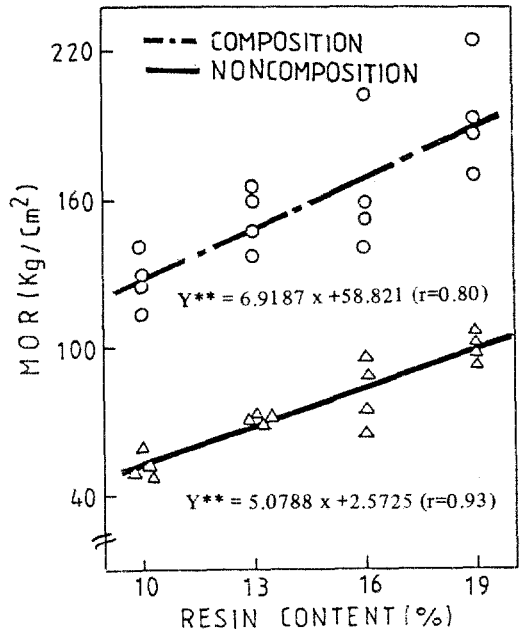


Fig. 3. The linear regression relationships between MOR and resin content in wire net composition and noncomposition boards.

3. 比例限度應力 및 最大荷重까지의 일량
木質材料的 均質性에 따라 달라지는 應力値는 表 1

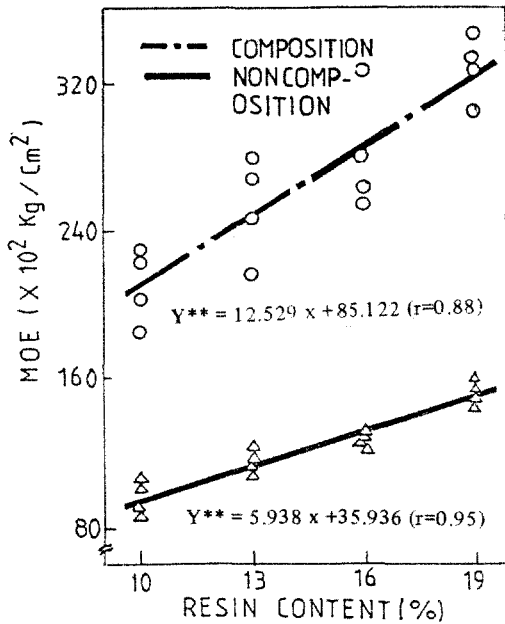


Fig. 4. The linear regression relationships between MOE and resin content in wire net composition and noncomposition boards.

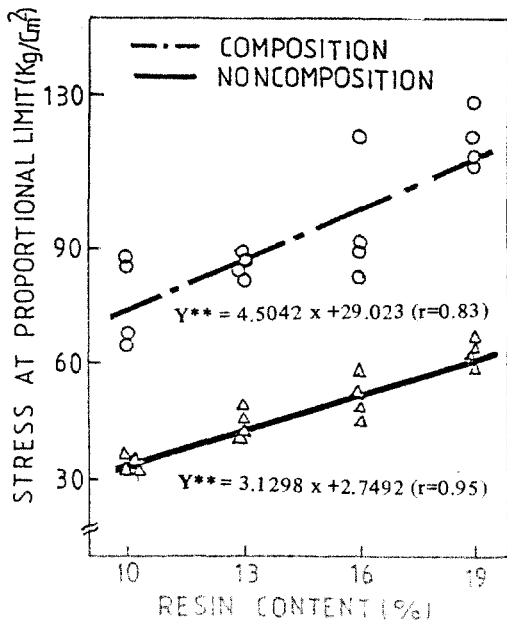


Fig. 5. The linear regression relationships between S_p and resin content in wire net composition and noncomposition boards.

및 2에 나타난 바와 같이 鐵網非構成보오드는 33.91~63.02 kg/cm, 鐵網構成보오드는 76.75~118.6 kg/cm의 變異幅을 보임으로써 합지율 및 鐵網構成에 의한 效果가 두드러져 鐵網 구성에 關係없이 19%는 10%에 比하여 高度로 有意한 差를 나타내었으며 그림 3, 4에서와 같이 應力値는 합지율에 따라 高度의 相關으로써 直線回歸關係가 成立함을 알 수 있다(그림 5). 이것은 樹脂量을 增加시킴에 따라 良好한 接着力에 의해 表層의 高密化(densification)가 惹起되었음을 示唆해 주는 것이었다.

한편, 荷重이 加해져서 破壞되고 永久變形이 일어날 때까지 衝擊에너지의 吸收量으로서 나타나는 일량에서는, 鐵網非構成보오드가 0.0170~0.0387 kg-cm/cm, 鐵網構成보오드가 0.0590~0.0927 kg-cm/cm로서 鐵網非構成보오드에선 합지율增加에 따라 高度의 有意性을 나타내었는데, 鐵網構成보오드에선 일량間의 有意한 差가 나지않아 알세 性質의 結果와는 다른 樣相을 띠었다. 그리고, 單板複合라이보오드의 일량은 0.639 kg-cm/cm로 알 세性質에서의 鐵網보오드와의 關係에서보다 8.9 배란 顯隔한 結果를 나타내었는데, 이것은 破壞時 木理方向에 따른 長纖維가 單번에 파괴되지않고 水平 및 斜向으로 破壞部位가 連結, 傳播되는 破壞樣相이 觀察됨으로서 톱밥보오드의 brittle failure와는 달리 完全破壞가 일어날 때까지 遲延된 時間과 그에 따른 에너지의 吸收가 많아진 데 基因한 것이라 여겨진다.

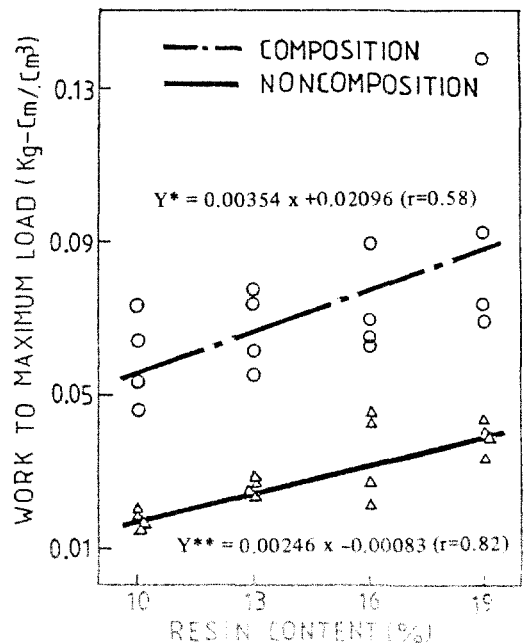


Fig. 6. The linear regression relationships between W_m and resin content in wire net composition and noncomposition boards.

結 論

本 研究에서는 톱밥보오드의 낮은 휨강도를 改善하기 爲하여 表層질에 철망을 構成시키고 含脂率을 10, 13, 16, 19%로 增加시켰으며 鐵網을 構成하지않고 含脂率處理한 것과 比較하여 실효과를 評價하였다.

한편, control로 製造한 칩보오드 및 單板콤플라이보오드와도 比較分析하여 韌性質(韌破壞係數, 韌彈性係數, 比例限度應力, 最大荷重까지의 日量)에 對하여 다음과 같은 結論을 지었다.

1. 韌破壞係數에 있어서, 단관콤플라이보오드가 가장 優秀하였고 (621.5 kg/cm^2), 다음이 鐵網構成보오드 였으며 (159.1 kg/cm^2), 칩보오드 (81.75 kg/cm^2), 철망非構成보오드 (76.21 kg/cm^2)의 順序로 나타났다. 위의 傾向은 比例限度應力을 除外한 韌彈性係數, 最大荷重 까지의 日量에 있어서도 모두 똑같이 나타났다.

2. 鐵網構成보오드와 非構成보오드 모두 含脂率 處理에 따라 高度의 有意性을 나타내었으며, 철망을 構成함으로 해서 2 倍를 能加하는 良好한 構成效果를 얻었다. 또한 칩보오드는 철망非構成보오드의 平均值 혹은 16% 含脂率의 것과 비슷했다.

3. 10% 以上の 含脂率에서 鐵網을 구성한 톱밥보오드는 全部 構造用最小許容 强度值 (KS F 3104)인 100 kg/cm^2 를 넘는 韌强度를 나타냄으로써 弱한 톱밥보오드의 韌강도를 철망질에 依해 改善시킬 수 있다는 可能性을 提示하였다.

引 用 文 獻

1. Anderson, J. A. 1981. Stress-strain relationship for defect-free timber beams, Wood Sci. 14(1):23-31.
2. Hann, R. A., J. A. Black, and R. F. Blomquist. 1962. How durable is particleboard?. For. Prod. J. 12(12):577-584.
3. Hse, C. Y. 1976. Exterior structural composite panels with southern pine veneer faces and cores of southern hardwood flakes, For. Prod. J. 26(7): 21-25.
4. Kelly, M. W. 1977. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard, USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. FPL-10, Madison, Wis.
5. Lehmann, W. F. 1974. Properties of structural particleboards, For. Prod. J. 24(1):19-26.
6. Maloney, T. M. 1970. Resin distribution in layered particleboard, For. Prod. J. 20(1):43-52.
7. Moody, R. C. 1977. Bending strength of small glulam beams with a laminated veneer tension lamination, For. Prod. J. 27(1):46-51.
8. Post, P. W. 1958. The effect of particle geometry and resin content on bending strength of oak particleboard, For. Prod. J. 8(10):317-322.
9. 李弼宇, 朴憲. 1983. 補强材料를 添加한 톱밥보오드의 物理的 性質에 關한 研究, 木材工學 11(3): 31-38.
10. 李弼宇. 1985. 木材파티클과 鐵網結縮가 보오드의 物理的 性質에 미치는 影響, 木材工學 13(3): 3-26.