

플라스틱칩 結締 톱밥보드의 機械的 및 物理的 性質에 關한 研究*1

李 弼 宇*2 · 徐 珍 錫*3

A Study on the Mechanical and Physical Properties of Sawdustboard combined with Plastic Chip *1

Phil Woo Lee*2 · Jin Suk Suh*3

Summary

In order to study the effect of sawdustboard combined with plastic chips, 0.5mm(T₁), 1mm(T₂), 1.4mm(T₃) thick nylon fiber, polypropylene rope fiber(RP), and 0.23mm thick moth-proof polypropylene net fiber(NP) were cut into 0.5, 1, 2cm long plastic chips.

Thereafter, sawdustboard combined with plastic chips prepared as the above and plastic non-combined sawdustboard(control) were manufactured into 3 types of one-, two-, and three layer with 5 or 10% combination level.

By the discussions and results at this study, the significant conclusions of mechanical and physical properties were summarized as follows:

1. The MORs were shown in the order of 3 layer > 2 layer > 1 layer among plastic non-combined boards, and T₃ < T₂ < T₁ < RP < NP(5%) < NP(10%) among plastic combined boards.

In 2cm long plastic chip in 1 layer board, the highest strength through all the composition was recognized.

1 layer board showing the lower strength with 0.5cm plastic chip rendered to the bending strength improvement by 2 or 3 layer board composition.

On the other hand, 2 or 3 layer combined with 1, 2cm long polypropylene net fiber chips incurred MOR's conspicuous decrease requiring optimum plastic chip combined level and consideration to combined type.

2. MOE in plastic non-combined 3 layer board exhibited sandwich construction effect by higher resin content application to surface layer in the order of 3layer > 1layer > 2layer with the highest stiffness of the board combined with polypropylene chip, while nylon chip-combined board had little difference from plastic non-combined board.

In relevant to length and layer effect, 3 layer board combined with the 0.5cm long

*1. 接受 6月29日 Received June 29, 1987.

*2. 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 170, Korea.

*3. 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul.

polypropylene net fiber chip in 5% and 10% combined level presented 34-43% and 44-76% stiffness increase against plastic non-combined board(control), respectively.

Moreover, in 1 layer board, 30% stiffness increase with 10% against 5% combined level in the 1 and 2cm long polypropylene net fiber chip was obtained.

3. Stress at proportional limit(Spl) showing the higher relationship ($r: 0.81-0.97$) between MOR presented in the order of 1 layer(2 layer(3 layer in plastic non-combined board.

Correspondingly, combined effect by layer and plastic chip length was similar to MOR's.

4. Differently from previous properties(MOR, MOE, Spl), work to maximum load(Wml) of 2 layer board approached to that of 3 layer board.

Conforming the above phenomenon, 2 layer combined with 0.5cm long polypropylene net fiber chip kept the greater work than 1 layer.

The polypropylene combined board superior to nylon- and plastic non-combined board seemed to have greater anti-failing capacity.

5. Internal bond strength(IB), in contrast to MOR's tendency, showed in the order of $T1 < T2 < T3$ in 1 layer combined with nylon chip.

Compared with MOR's tendency, 1 layer combined with thin polypropylene chips showed the greater strength than thick nylon chip, probably due to compatible adhesion and compaction among thin, flexible reinforced plastic chip and sawdust particle.

1 layer board combined with polypropylene net fiber chip showed superiority in 5% to 10% level.

Strength effectiveness of 1 layer board combined with 0.5cm long polypropylene chip compared with 3 layer was probably due to somewhat different density influenced by plastic inclusion(existence or non-existence) and lower resin content in inner layer of 3 layer.

6. Screw holding strength(SH) showed the highest in thin(0.5mm) chip for nylon fiber.

In similar to Wml, 2 layer combined with 0.5cm long polypropylene net fiber chip in 5% and 10% combined level was superior to 1 layer, however, the board combined with polypropylene net fiber chip didn't reveal such obvious difference as in MORs, maintaining 21-54% improvement against plastic non-combined board.

7. Thickness swelling in plastic non-combined board kept about 10%, and also thickness swelling(TS) of 2 layer board, lacking uniform plastic chip distribution through board thickness of 1 layer and moisture barrier by both plastic combined surface layer of 3 layer, occurred relatively large thickness swelling.

8. Board specific gravity(Sp.Gr.) was highest in 1 layer board, however, moisture content(MC) of this layer was somewhat lower than 2 or 3 layer boards.

In result, 1 layer board combined with polypropylene net fiber chip sustaining sawdust and contributing to the anti-moisture absorption showed the higher compaction.

1. 緒 言

톱밥은 製材 및 2次加工時의 副産物로서 그 發生量이 相當히 많지만 이를 파티클보드 原料로

利用하기에는 比表面的이 크고 적절한 slenderness ratio가 缺如되어 보드 製造時 樹脂塗布量을 많이 要求하고, 適正한 強度의 保有가 어려운 點 등에서 利用上 매우 不利한 制約을 안고 있다.

現在 톱밥의 主排出處로는 沐浴湯 보일러의 燃料, 煖爐用 熱炭 및 活性炭의 成形原料 等으로 利用하고 있는 것으로 알려져 있으나, 그나마도 購入先側에서 樹種 및 粒子크기의 選別을 要求하고 있어 將次 이 龐大한 톱밥의 用途開發은 木材資源의 節約이라는 側面에서 뿐만 아니라 木材産業의 活路를 打開하기 위해서도 바람직 할 것이다.

따라서 이와같이 不利한 形態의 과티클을 보드 製造에 利用하기 爲해서는 톱밥을 主原料로 하고 이에 木質以外的 補強材料로서 플라스틱칩을 物理적으로 結締構成시킴으로써 낮은 靱强度和 치수安定性 等を 改善시킬 수 있다면 木材資源의 節約的인 側面과도 符合하여 木材利用의 새로운 章을 열 수 있을 것이다.

따라서 本 研究은 形態가 가장 不良한 톱밥칩에 몇가지 種類의 플라스틱칩을 構成시킴으로써 보드의 材質을 改善할 수 있는 可能性을 究明코자 實施하였다.

2. 研究 史

本質과티클 및 低級材料和 他系材料를 構成하여 만든 木質複合體에 關하여 取扱한 重要한 研究을 소개하면 다음과 같다.

低級材料에 對한 補強을 重視하여 Bulleit(1984)¹⁾가 FRP(fiber reinforced plastics)를 과티클보드에 表面強化시켜 破壞樣態 및 그 補強層數와 스트랜드配向에 따른 '積層理論'을 點檢하였다.

Chow(1980)²⁾는 보드두께에 대한 表層의 比率를 shelling ratio(SR)로 나타내어, red oak의 單板두께, 纖維板의 中層密度(CD)에 따른 MOR, MOE, 靱性 個個의 關係式을 算出, SR-CD間의 相對的인 效果를 檢討하였다.

表層의 shelling ratio와 結付한 國內의 研究로는 李等(1985)³⁾이 comply board를 製造하여 表板두께와 그 木理方向에 따른 靱강도와 接着力을 分析한 바 있다.

한편 플라스틱物質을 添入하는 製造工程上의 特徵으로서 Saucier(1975)⁴⁾는 continuous belt process方式으로써 一定間隔의 連續的인 스트랜드

드의 配置가 可能할 뿐만 아니라 木質과티클의 配向性도 誘導할 수 있다는 事實을 發表한 바 있다.

合成纖維에 依한 補強 및 增強效果의 實例를 들어보면 Miller(1978)⁵⁾가 polypropylene과 polyethylene으로써 Douglas-fir fiber 成形品에 있어 1.9~2.9倍의 增強을 이루었으며 Spaun(1981)⁷⁾이 表層單板과 木材의 中間에 fiberglass를 3.5%, 7%(容積基準) 插入하여 veneer composite의 MOE를 12%, 21.5%씩이나 더욱 增進시킨 報告를 하였다.

또한, Theakston(1975)⁶⁾은 單絲(roving), 織條網(woven roving), 織布(cloth mats) 및 칩束(chopped strand mats)의 纖維形態別로 水性 및 epoxy樹脂를 使用한 境遇의 그 適用性能을 檢討한 바 있다.

Batey(1975)¹⁾는 다른 積層 ply數로 이루어진 comply board에 있어 隣接層에 미치는 cross band의 影響에 대해 報告하였다.

國內에서는 低劣한 톱밥을 主原料로 하여 이에 여러 補強物質을 物理적으로 結締시킨 一連의 研究가 履行되었는데 李 等(1983)¹²⁾은 톱밥에 鐵網, 플라스틱網, 古紙를 添加시켜 補強效果를 살펴보고, 이어 李 等(1985,1986)^{9),11)}은 鐵線을 톱밥과 칩에 配置間隔을 달리하여 1, 2, 3層으로 各 構成함으로써 그 機械 및 物理的 性質을 究明하였다.

剛性이 큰 部材에 依한 tension lamination의 研究로서 吳 等(1985)¹⁰⁾은 集成빔에 있어서 다른 두께의 laminae와 그 積層數를 달리하여 引張, 壓縮部位 및 水平, 垂直積層빔에서의 靱性質을 살펴보았다.

本 研究에서는 이제껏 研究된 바 없는 nylon絲 및 polypropylene絲를 MOR와 剝離抵抗 等を 勘案하여 굵기 및 길이別 3水準으로 區分하여 칩으로 切斷, blending 함으로써 보드를 製造하여 機械 및 物理的 性質을 究明하고자 하였다.

3. 材料 및 方法

3.1 供試材料

3.1.1 톱밥

美松톱밥을 含水率 9% 程度로 氣乾시켜, 5mesh에 通過한 것을 使用하였다.

3.1.2 플라스틱칩

• 나일론絲 : reel 낚시用的 굵기 0.5mm(10號), 1mm(50號) 및 1.4mm(70號)의 3種類의 單絲를 購入하여 0.5cm, 1cm 및 2cm의 길이로 切斷하여 集化하였다.

• rope用 壓延 polypropylene絲 : rope로 꼬인 굵기 0.1~0.2mm의 다소 납작한 가닥을 解體, 切斷하여 所定の 길이로 하였다.

• 防蟲網用 polypropylene絲 : 굵기 0.23mm, 20目に 해당하는 防蟲網으로 織造된 울을 풀어 直線絲로 하여 切斷·使用하였다.

3.1.3 接着劑 및 添加劑

• 接着劑 : 樹脂率 64%의 尿素樹脂를 톱밥 또는 플라스틱칩 混入 톱밥의 圓滑한 塗布를 위해 57%로 稀釋하고 glue mixer로 混合하였다.

• 添加劑 : wax emulsion의 添加物은 全乾木質 무게에 對해 1%로 하였고, 硬化劑(NH_4Cl)는 塗布 樹脂固形分量에 對해 2% 添加하였다.

3.2. 實驗方法

3.2.1 보드의 製造

보드의 製造치수는 1.2cm(T)×16cm(W)×26cm(L)로 하였으며 目標比重은 0.65였다.

플라스틱칩 構成層比는 30 : 70(플라스틱칩 構成層 : 플라스틱칩 非構成層)으로 플라스틱을 表層의 한面만 構成시킨 2層과 兩面을 構成시킨 3層으로 區分製造하였다.

이 構成層別 含脂率에 있어서는 보드 두께에 걸친 平均含脂率이 1, 2, 3層 共히 11%가 되도록 調整하여 플라스틱 構成層(層比 30의 表層)에 대해서는 13%, 非構成層(層比 70의 中層)은 10%를 適用하였으며, 플라스틱非構成보드(對照區) 및 플라스틱 構成單層보드는 위의 區分 含脂率과는 달리 11%였다.

3層構成은 2層의 플라스틱칩과 톱밥 構成量을 2等分하여 보드의 兩表面에 配置함으로써 15 : 70 : 15의 profile을 形成하였다.

2, 3層 構成時 配分되는 樹脂量 및 添加劑의 量

은 플라스틱칩 構成層(또는 高含脂率層)과 非構成層을 區分하여 單層과 같은 方式으로 各各 量을 配當하였다.

한편, 플라스틱칩의 混入比率에 있어 防蟲網 polypropylene絲는 플라스틱과 톱밥構成 무게의 5% 및 10%, nylon絲 및 rope polypropylene絲는 10%를 適用하였으며 자세한 보드構成內容은 table 1과 같다.

3.2.2. 熱壓

熱壓 schedule은 Fig.1과 같이 하였다. 이 中 4~4.5分 사이의 30秒에 該當하는 기울기는 微細한 톱밥자체의 壓密에 따른 水蒸氣의 容易한 排出을 위해 15秒의 排氣時間에 이어 結體時間 15秒를 許與한 것이다.

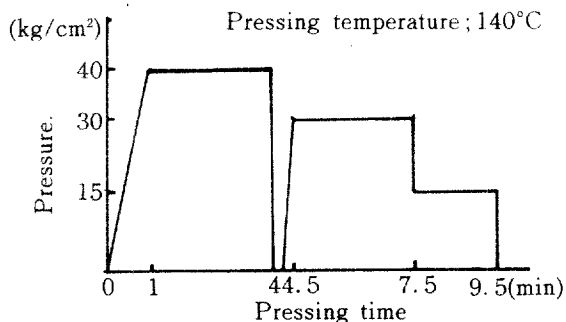


Fig.1. Hot pressing schedule.

3.3 試驗方法

파티클보드의 各 試驗項目은 KS F 3104에 準하여 測定·試驗하였다.

3.3.1 휨 性質

span의 길이는 KS F 3104에 明示된 두께의 15倍인 18cm로 하였으며, 휨 성질에 미치는 補強物質의 compression reinforcement 및 tension lamination 效果를 測定코자, 2層構成의 MOR 측정時 플라스틱칩 구성층을 上部 또는 下部로 하여 最大荷重을 求하였으며 휨성질 以外의 試驗項目에 對해서는 위의 位置의 區分이 必要없이 한 單位로 측정하였다.

3.3.2 剝離抵抗

epoxy系 接着劑를 Fig.2와 같이 準備된 2個의

Table 1. Board manufacturing conditions by plastic chip combination or plastic non-combination

Combination material type		Plastic combination level(%)	Layer construction	Plastic chip length	Replica - tion	Remarks
Sawdust (Control)		-	1	-	5	T:Tension C:Compression T1:0.5 mm thick, T2:1 mm thick, T3:1.4 mm thick, L1:0.5cm length L2:1cm length L3:2cm length
		-	2(T,C)	-	5,5	
		-	3	-	5	
Nylon chip	T1	10	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
		2 (T,C)	L1	5,5		
			L2	5,5		
			L3	5,5		
		3	L1	5		
			L2	5		
			L3	5		
	T2	10	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
		2 (T,C)	L1	5,5		
			L2	5,5		
			L3	5,5		
		3	L1	5		
			L2	5		
			L3	5		
	T3	10	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
		2 (T,C)	L1	5,5		
			L2	5,5		
			L3	5,5		
		3	L1	5		
			L2	5		
			L3	5		
Polypropylene rope fiber chip(RP)		10	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
			2 (T,C)	L1	5,5	
				L2	5,5	
				L3	5,5	
			3	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
Moth-proof polypropylene net fiber chip(NP)		5	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
			2 (T,C)	L1	5,5	
				L2	5,5	
				L3	5,5	
			3	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
		10	1	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	
			2 (T,C)	L1	5,5	
				L2	5,5	
				L3	5,5	
			3	L1	5	
				L2	5	
				L3	5	

合版臺木 5×5cm 中間面에 칠한 다음, 臺木을 距離를 떼어 直交狀態로 維持하고 그 사이에 5×5cm 剝離試片의 上·下面이 臺木의 接着面과 맞닿도록 놓은 뒤 가볍게 壓縮을 하였다.

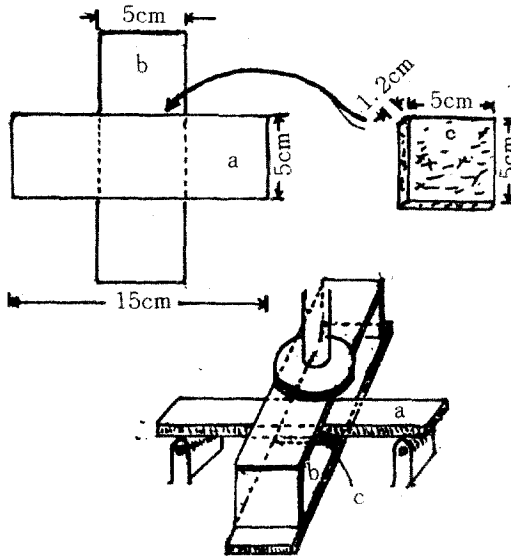


Fig.2. Specimen and apparatus for measuring internal bond strength.

이와같이 준비된 시편의 上部臺木을 強度試驗機의 支持臺위에 걸치고 直交狀態인 下部臺木上

에 ㄷ字形 荷重傳達블럭을 올려놓은 뒤, 휨 강도 測定과 같이 破壞荷重을 加하였다.

3.3.3 나사못 維持力

나사못의 직경은 3mm, 길이 3cm로 上下의 長さが 同一했다.

2層構成의 境遇 나사못의 壓入部位는 高합지을 또는 플라스틱칩構成層의 面과 마주 對하도록 하여 構成效果를 보았다.

4. 結果 및 考察

4.1 휨 強度(MOR; Modulus of rupture)

플라스틱非構成보드(對照區)의 MOR는 1層보드가 30.66 kg/cm², 2層보드가 34.96 kg/cm², 3層보드가 41.34kg/cm²로 表層의 含脂率을 높이고 引張 및 壓縮部位를 同時構成함에 따라서 約 4kg/cm²와 10kg/cm²의 效果를 2,3層에서 얻었다.

이러한 2層과 3層의 增強現象은 MOE, 比例限度應力, 最大荷重까지의 引量 및 나사못維持力에서도 나타났다. (Fig. 3,4,5).

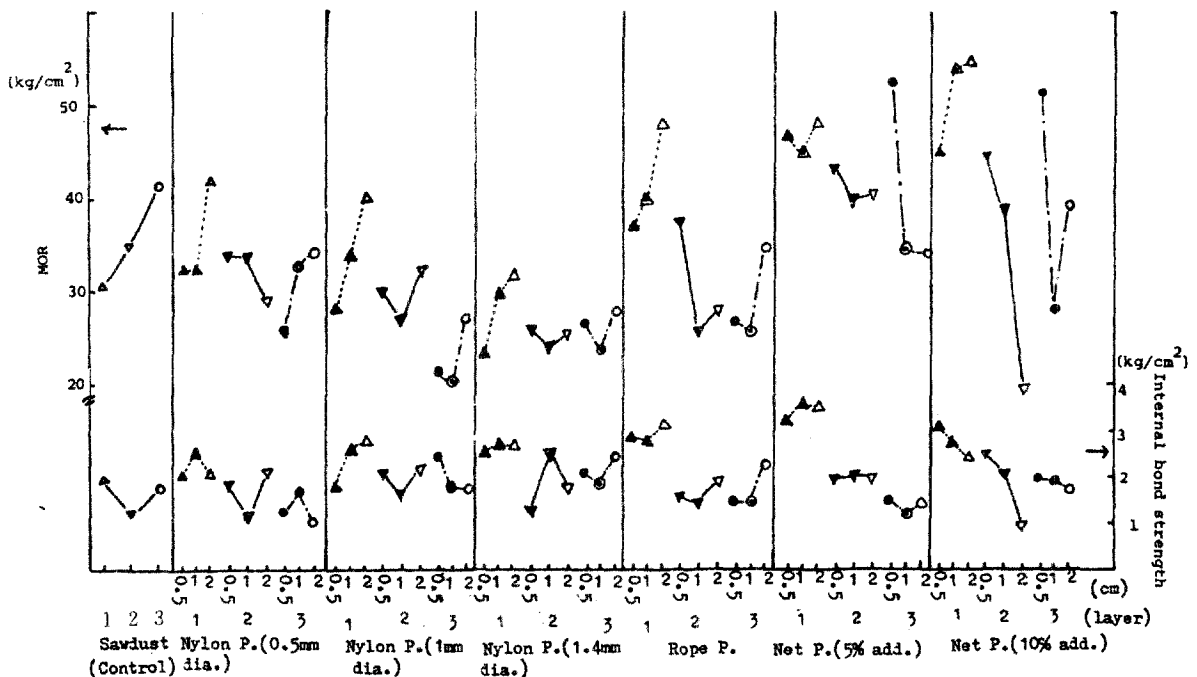


Fig.3. The relationships between MOR, internal bond strength and plastic chip length in plastic combination and plastic non-combination.

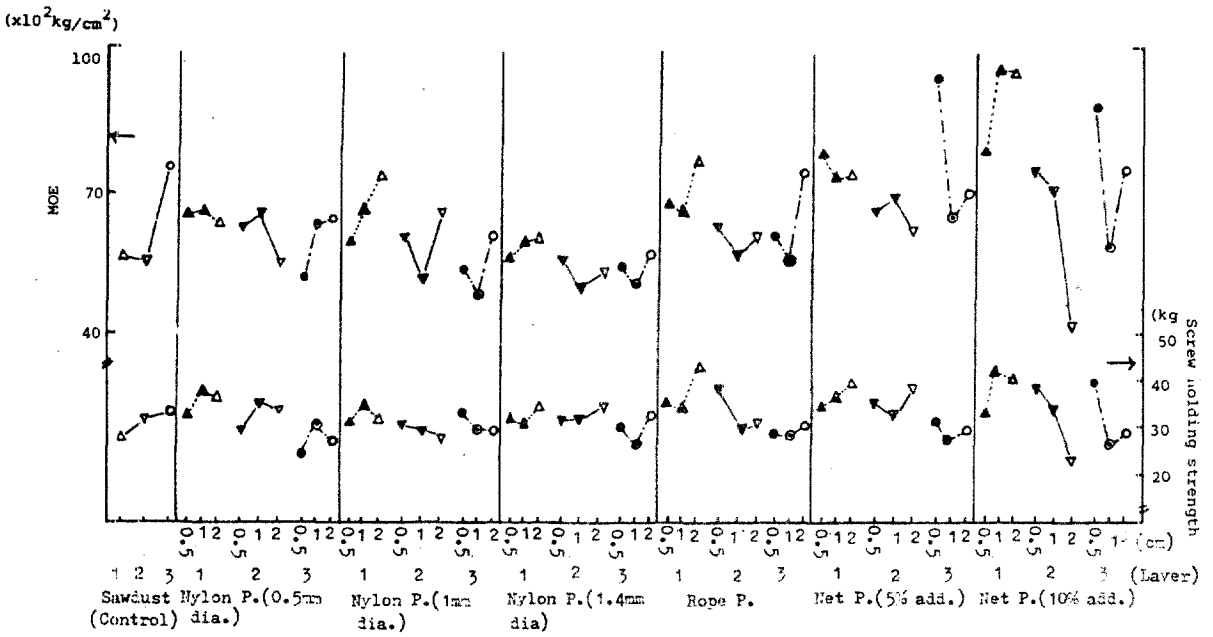


Fig.4. The relationships between MOE, screw holding strength and plastic chip length in plastic combination and plastic non-combination.

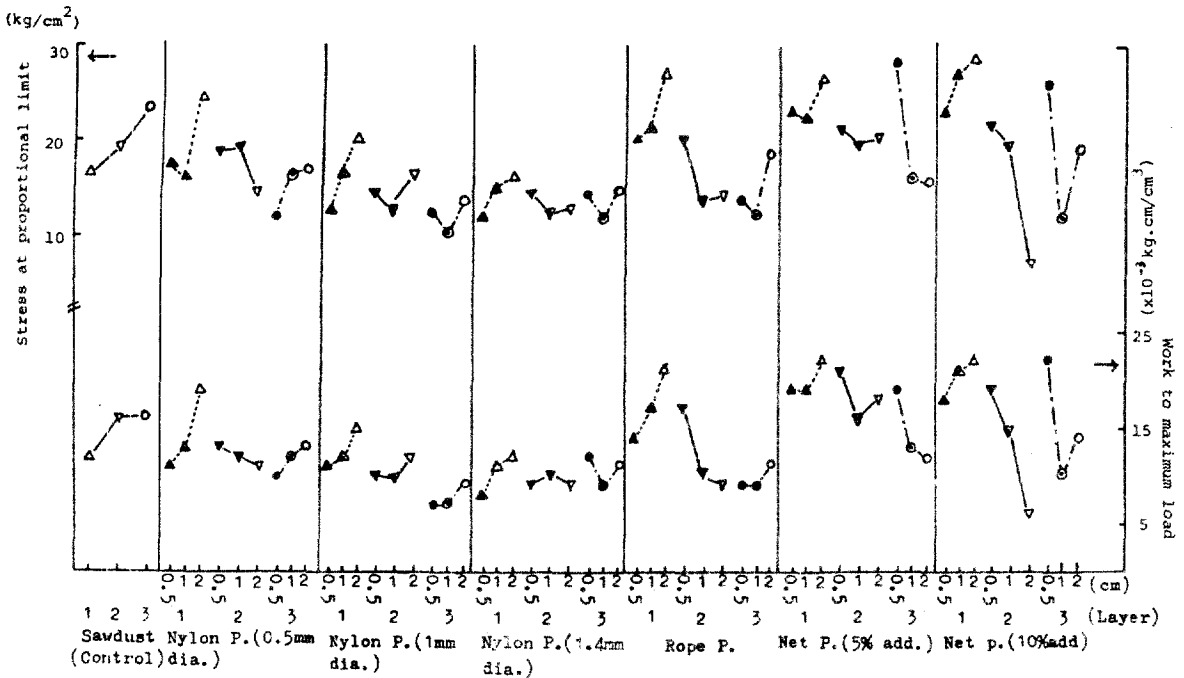


Fig.5. The relationships between stress at proportional limit, work to maximum load and plastic chip length in plastic combination and plastic non-combination.

먼저 나일론絲의 굵기에 따른 1層보드의 MOR 를 살펴보면 가장 가는 0.5mm 구성에서 32.25kg/cm²(L₁, L₂) < 41.75kg/cm²(L₃), 1mm

구성에서 28.13kg/cm²(L₁) < 33.77kg/cm²(L₂) < 39.66kg/cm²(L₃) 1.4mm 구성에서는 23.06kg/cm²(L₁) < 29.75kg/cm²(L₂) < 31.77kg/cm²(L₃)으로 나타났다.

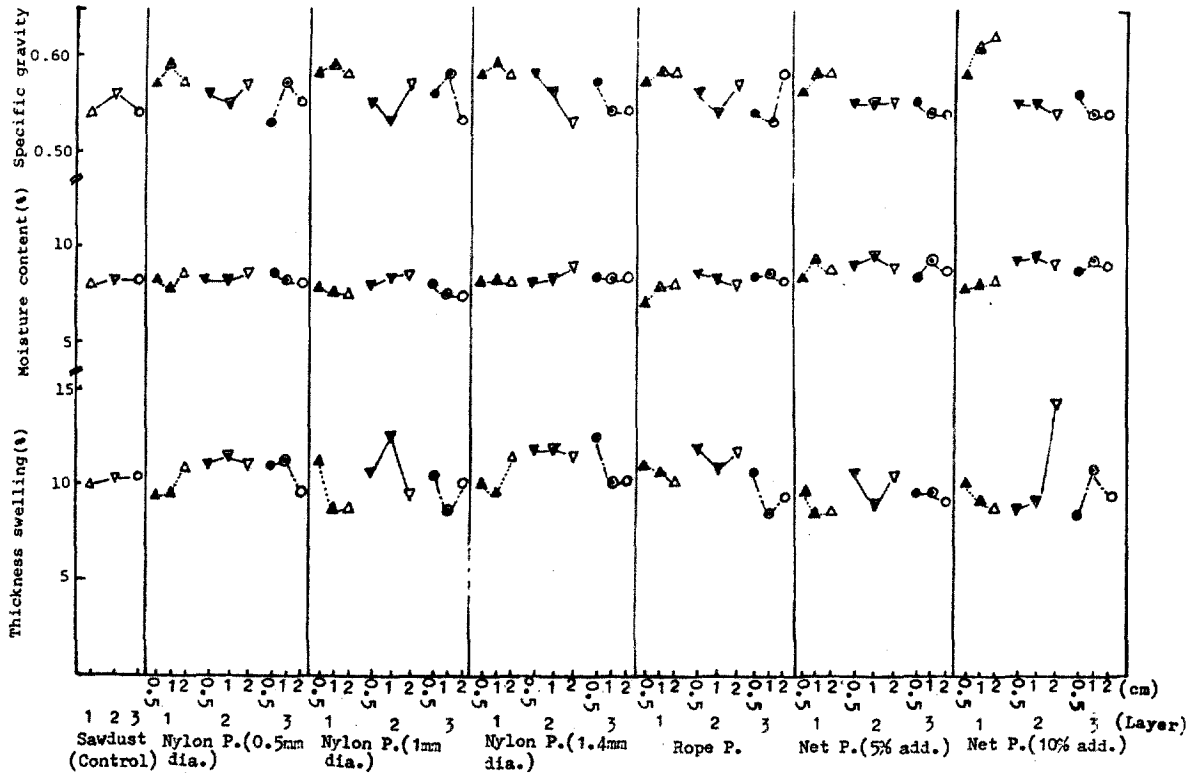


Fig.6. The relationships between thickness swelling, specific gravity, moisture content and plastic chip length in plastic combination and plastic non-combination.

이러한 結果로 構成칩 相互間 휨강도의 順序가 0.5mm>1mm>1.4mm를 나타냈다. 따라서 굵기에 따른 傾向과 칩의 길이에 따라서는 플라스틱 칩의 굵기가 가늘고 긴 것이 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

Geimer과 Price(1978)⁴⁾에 依하면 이와같은 현상은 木質의 境遇 큰 slenderness ratio로 表現되는 길고 가는 파티클이 良好한 휨강도를 나타내는 것으로 報告하였는데 本研究에서는 原料成分에 拘礙하지 않고 同等한 구성효과를 나타낸 것이라 할 수 있다.

nylon絲의 굵기에 따른 層間的 値에서는 지름 1mm와 1.4mm의 플라스틱칩構成과는 달리 지름 0.5mm의 플라스틱칩構成의 2,3層구성間에 길이 0.5cm 및 2cm의 MOR가 逆轉되어 2層에서는 짧은 쪽, 3層에서는 긴 쪽이 큰 値를 보였는데 2層構成에서 絲가 가늘고 길이가 짧은 것은 긴 쪽보다 같은 重量으로써 個數가 다 많아지기는 하나 燻밥과 비슷한 size로 構成하게 되고, 木質에

對한 길이가 긴 nylon絲의 添加에 依한 燻밥플라스틱칩間의 adhesion compatibility에 있어서 플라스틱이 接着不良성이 크게 作用하였기 때문이라 思慮되었다.

3層에서는 이 긴 플라스틱의 量이 分散되어 逆機能의 寄與度가 減少되고 오히려 燻밥과 적절한 膠着이 이루어지고, 길이에 依한 MOR 向上效果가 造成되어 接着阻害作用이 그만큼 줄어들었기 때문이라 생각되었다.

特記할 內容으로는 길이가 짧은 絲의 구성이 1層에서는 最下位에 머물렀으나, 오히려 2層構成을 함으로써 增強되었고, 길이가 더 긴 1cm, 2cm보다도 增強됨이 나일론絲와 폴리프로필렌絲 大部分의 構成에서 나타났다.

이러한 1層에 대한 2層構成의 길이 0.5cm絲의 效果(PI' 網絲構成은 3層에서 나타남). 그리고 2層에서의 0.5cm絲의 1cm, 2cm에 對한 優位現象은 燻밥파티클의 境遇 너무 길지 않은 플라스틱칩으로 더 강한 보드를 製造할 수 있다는 可能性을

보인 것으로 여겨진다.

가장 짧은 nylon絲의 구성에서는 위의 2層과 3層間的 傾向 또는 길이에 따른 增減移行이 나타나지 않았다.

그리고, 全 플라스틱칩 構成에서 2層構成의 壓縮 및 引張部位別 構成效果를 보면 짧은 絲에서 가는 絲로 移行함에 따라 tension lamination 效果가 發見되었고 길이面에서는 짧은 絲(L₁)가 tension lamination의 效果가 큰 것으로 나타났다.

한편 rope絲 및 PP網絲의 1層構成의 MOR는 nylon絲보다 훨씬 컸으며 이들 構成(특히 rope絲 및 PP網絲 10% 構成)에서 1層과 2,3層間, 또한 길이 相互間에 相當한 MOR의 隔差가 發生하여 偏差가 작은 쪽의 構成을 誘導하려면 可能的 限單層(1層)이 有利할 것으로 把握되었다.

그러나 特記할만한 事實은 나일론絲의 2,3層構成에 있어서 全般的으로 rope絲와 PP網絲의 2,3層 構成의 MOR 値보다 칩의 길이에 따른 變異의 差가 작아서 훨씬 安定된 樣相을 보여 주었다. 그러나 0.5cm길이의 경우만을 比較할 때 nylon絲의 경우에는 rope絲나 網絲의 MOR보다 絕對強度가 훨씬 낮다는 것을 알 수 있었다. 또한 rope絲와 網絲의 경우에도 칩의 길이가 1cm와 2cm로 增加함에 따라 MOR 値가 급격히 떨어진다는 事實도 알 수 있어서 톱밥粒子和 構成한 플라스틱칩의 길이가 지나치게 길면 그만큼 MOR 値가 떨어진다는 것을 밝혀냈다.

특히 길이 2cm의 PP網絲를 10% 添加한 2層보드에서 最下位의 MOR(19.85kg/cm²) 値를 나타냈는데, 길이가 긴 絲에 依해 派生되는 이러한 現象은 앞項에서도 약간 言及된 바와 같이 플라스틱칩은 길어질수록 自體凝結에 依해 짧은 쪽(0.5, 1cm)에서는 나타나지 않는 特性으로 영킴(flocculent interlocking & entanglement)이 일어났다.

따라서 微粒의 톱밥과 個個 플라스틱칩間的 高 큰 resin coverage와 結付한 充分한 膠着이 이루어지지 않은데 起因한 結果라 推測되었다.

結局, 폴리프로필렌絲에서 單層의 有利性이 立證되었으나 2, 3層에 있어서는 고르지 못한 強度 偏差때문에 2,3層構成으로는 플라스틱칩의 길이를 0.5cm 以下로 操作하여 構成한다면 어느 程

度 良好한 結果를 얻을 수 있지 않을까 믿어진다.

4.2 힘 彈性係數(MOE; Modulus of elasticity)

플라스틱系 物質의 輕量化和 結付한 剛性的의 改善은 機械加工 및 그 利用的 側面에서 큰 意味를 부여할 수 있을 것이라 展望된다.

本 研究에 使用한 플라스틱 物質인 폴리프로필렌絲는 融點이 170°C로 熱에 폴리에틸렌絲보다 強한 것으로 알려져 있으며 熱壓時 縮아 原形을 維持못해 보드의 構成效果를 볼 수 없는 短點을 피하기 위해 폴리프로필렌絲를 選擇하였다.

플라스틱칩 非構成보드의 MOE를 보면 5,557kg/cm²(2層) < 5,612kg/cm²(1層) < 7,571kg/cm²(3層)로서 3層構成의 보드에서 效果가 나타났으며 nylon絲를 構成한 경우의 MOE 値는 4,803kg/cm²(T₂, L₂, 3층구성)으로부터 7,360kg/cm²(T₂, L₃, 1층구성)의 範圍로 層, 길이間에 큰 變異는 보이지 않았고 對照區와 비슷하거나 以下의 水準을 維持하였다. (Fig.4)

한편 rope絲의 構成은 5,522kg/cm²(RP, L₂, 3층구성) ~ 7,645kg/cm²(RP, L₃, 1층구성)의 範圍로 上·下限値가 nylon絲 構成値보다는 向上함을 보였다.

같은 系列이면서 全플라스틱 構成中에서 0.23mm로 가장 가는 PP網絲를 5%와 10%로 添加한 單層構成에 있어서는 플라스틱非構成單層보드의 1.34배(L₂ 구성), 1.35배(L₃ 構成), 1.43배(L₁ 構成) 그리고 1.44배(L₁ 구성), 1.75배(L₃ 구성), 1.76배(L₂ 구성)와 같은 增剛效果를 거두었고, 그 絕對値에 있어서는 單層構成은 2,3層構成보다 良好한 便이었다. 그런데 絲의 길이와 結付한 層構成面에서는 MOR에서도 言及한 바와 같이 가장 짧은 0.5cm칩의 2, 3層, 특히 3層에 있어서의 效果가 두드러져, 單層構成의 剛性和 비슷하거나 凌駕함을 보여주었다.

또한, 添加水準面에서 볼 때, 길이 1,2cm絲를 10%로 單層構成하는 境遇 5%에 比하여 30% 더 增剛시킬 수 있었으며, 짧은 0.5cm 絲 構成에 依해서는 MOE값의 變動이 그다지 나타나지 않음을 보았다.

4.3 比例限度應力(Spl:Stress at proportional limit)

補强材料의 物性 및 構成特性和 結付한 彈性域의 樣相은 注目되는데, 플라스틱非構成보드의 應力値는 $16.99\text{kg}/\text{cm}^2$ (單層) $<20.31\text{kg}/\text{cm}^2$ (2層) $<23.56\text{kg}/\text{cm}^2$ (3層)이었으며, MOR의 56% 程度를 維持하였다.

이 應力値의 折線形態는 MOR의 graph와 같은 形狀으로 나타났고 實際 0.81~0.97의 높은 상관계수가 MOR와의 사이에 成立함을 알 수 있었다.

4.4 最大荷重까지의 일량(Wml:Work to maximum load)

앞 세 性質에서 보아온 傾向과는 달리 플라스틱非構成보드의 2層構成은 破壞까지의 日量이 上昇하여 3層構成과 對等함을 나타냈고, 이러한 現象은 PP網絲構成에서도 나타났는데, 길이 0.5cm의 2層構成은 1層構成보다도 日量이 컸다. 이것은 少量의 짧은 플라스틱칩을 表層에 構成함으로써 表·中層 全面에 걸친 多量의 칩을 包含하는 構成보다 外力에 對한 큰 吸收 energy를 가진다는 事實을 示唆한 것으로 結集力이 弱한 層합만의 結束보다 플라스틱칩을 添加함에 따라 物理的인 架橋가 形成되어 破局的인 層합보드의 破壞(brittle failure)를 막을 수 있다는 可能性을 示했다.

4.5 剝離抵抗(IB:Internal bond strength)

nylon의 內部結合力은 單層構成에서 두텁하지는 않으나 MOR의 傾向과는 反對로 大略 0.5mm $<1\text{mm}<1.4\text{mm}$ 의 順序를 나타내어 짧은 쪽이 比較的의 良好함을 나타냈다. 그러나 이들이 보여준 單層의 결합력은 플라스틱非構成보드보다 多少 良好함을 보여주었다.

또한 폴리프로필렌絲의 單層構成에 依한 結合력은 nylon絲構成보다 높은 값을 보여 주었고, 5% 構成의 보드는 두텁하게 높은 값을 나타내었다.

그러나 PP網絲의 2,3層은 MOR와 같이 1層과는

큰 隔差를 보이면서 比較的의 낮은 結合力을 示했는데 특히 길이 0.5cm의 PP網絲를 3層構成(5%,10%)을 한 境遇, MOR에서 나타난 높은 補强의 效果를 發見할 수 없었다.

이에 注目하여 PP網絲의 적은 5%구성에서는 層內 0.5, 1및 2cm 길이間의 結合力이 변이를 보이지 않고 고르게 유지된데 反해(Fig.3), 10% 構成時는 餘他的 構成과 달리 플라스틱칩의 길이에 따른 결합력 減少現象이 確然하였다.

따라서 폴리프로필렌絲에 있어 1層과 큰 偏差를 지니는 2,3層의 內部結合력을 어떻게 向上시키느냐 하는 問題에 逢著하여 本 研究에 適用된 nylon絲의 굵기와 같은 폴리프로필렌絲의 굵기를 考慮하고, 中層의 密度를 適切히 높임에 따른 플라스틱칩가량의 調節된 水準을 取함으로써 本 研究을 좀더 進陟시킬 必要性을 느꼈다.

이들 結合력에 對한 評價로 KS 基準인인 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ (L_1)와 比較해 보았는데 PP網絲칩에 依한 單層 5% 構成이 $3.21\text{kg}/\text{cm}^2$ (L_1), $3.58\text{kg}/\text{cm}^2$ (L_2), $3.50\text{kg}/\text{cm}^2$ (L_3)였으며, 길이 0.5cm PP網絲칩의 單層 10%구성은 $3.07\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었고, 길이 2cm의 rope絲칩의 單層構成은 $3.04\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 모두 기준치를 上廻하였다.

nylon絲는 위 值들보다 뒤졌는데 이는 폴리프로필렌絲가 위 nylon絲보다 가늘고 柔軟함으로써 層합 또는 絲 相互間의 더욱 堅固한 結束이 이루어졌기 때문이라 推測되었다.

結果로서, 위 polypropylene絲에 依한 單層 10% 構成의 境遇 적은 量의 5% 구성보다 MOR는 높았으나 IB는 낮았으며, 플라스틱 全構成에서 單層構成의 結合력이 컸고 2,3層은 下位에 屬함으로써 表·中層에 있어서의 層합과 플라스틱 칩 구성에서 여러 形態로 作用하는 因子(變數)에 對한 分析과 MOR와 IB의 相反的인 性向을 究明, 극복하는 深層的인 研究가 重視되어야 할 것으로 思慮되었다.

4.6 나사못維持力(SH:Screw holding strength)

가장 가는 0.5mm nylon絲의 構成은 層間 또는 길이間 增減勾配가 두텁하여 1層 및 1cm의 길이의 維持力이 가장 컸으며(Fig. 4), 위 1層構成은 플라스틱非構成보드의 單層(27.40kg), 2層

(3F:62kg) 합성층(32.62kg) 및 굵기 1.0, 1.4mm nylon絲 構成보다 多少 優位였다.

그러나 最大荷重까지의 일량에서와 같이 나타난 傾向의 하나로 PP網絲를 5% 및 10% 添加한 構成에서 짧은 0.5cm絲의 2層은 1層보다 維持力이 높게 나타났다.

따라서 MOR, MOE項에서 나타난 PP網絲 構成에서의 隔差는 減少되었으며, 플라스틱非構成 單層보드와 比較하여 5% 添加時 1.28倍(L₁), 1.33倍(L₂), 1.44倍(L₃), 10% 添加時는 1.21倍(L₁), 1.48倍(L₃), 1.54倍(L₂)의 플라스틱物質에 依한 向上值를 읽을 수 있었다.

層構成에 있어서는 2層이 3層보다도 大體로 有利함이 發見되었고(T₁, T₃, RP, NP-5% 構成時), 길이면에선 앞 세 性質에서와 같이 單層構成에선 긴 쪽(L₂, L₃), 2, 3層에선 짧은 쪽(L₁)이 有利하였다. 이는 壓入部位에 路呈되는 纖維를 包含하는 構成層의 形態와 플라스틱침량 및 길이에 따른 나사못의 初期引拔摩擦樣相이 影響을 미치는 것으로 思慮되었다.

4.7 두께 膨脹率(TS:Thickness swelling)

플라스틱을 構成하지 않은 보드의 平均的인 膨脹率은 大略 10%를 나타냈으며, 水分遮斷의 原理로서 3層構成과 같이 兩表面을 非吸濕性 플라스틱 物質로 構成시킬 경우 水分遮斷壁(moisture barrier)이 形成되는데 2層에서는 플라스틱이 構成되지 않은 다른 表面 및 側面을 통해 水分이 浸透함으로써 플라스틱 物質이 많이 包含되는 1層 및 遮斷성이 있는 3層보다도 thickness ballooning을 더 惹起시키는 것으로 생각되었다.

그러나 앞 性質에서 言及한 바 있는 길이 2cm의 PP網絲를 2層으로 10% 構成한 경우 特히 높은 膨脹率을 보였는데 이는 2cm, 10%의 길고도 많은 플라스틱침을 구성시킴으로써 纖維自體 및 木質間에 接着不良 및 緻密한 架橋가 이루어지지 않아 水分浸透空隙이 形成된 데 따른 것으로 풀이되었다.

4.8 比重 및 含水率(Sp.Gr.&Mc:Specific gravity & Moisture content)

보드製造過程에서 1, 2, 3層으로 區分하여 各各 달리 添加한 플라스틱物質 量의 差異때문에 1層이 가장 큰 比重을 나타내었다.

그 중 PP網絲의 10% 構成이 nylon絲의 構成보다도 密度가 크고, 構成中 가장 큰 값을 보였는데(L₂, L₃구성이 0.6 以上), 이러한 現象은 豫備壓縮를 거쳐 熱壓의 段結體時 榻榻를 이보다 큰 slenderness ratio를 지니는 폴리프로필렌絲가 서로 支持해 주어 榻榻의 sliding이 低減되고 매트 側面崩壞가 덜 일어남이 觀察되어 이에 緣由할 수 있었다.

含水率은 僅少하지만 1層構成이 2, 3層構成보다도 낮았는데 이는 調濕過程時 均一한 添加劑(撥水劑)의 塗布와 構成보드의 全面에 걸친 非吸濕性 플라스틱物質의 分布로써 榻榻의 透濕作用이 抑制된데 따른 結果라 여겨졌다.

5. 結 論

플라스틱침을 榻榻보드에 構成하여 그 效果를 보고자 굵기 0.5, 1 및 1.4mm의 nylon絲(T₁, T₂, T₃), rope用 polypropylene絲(RP), 굵기 0.23mm의 網絲用 polypropylene絲(NP)를 길이 0.5, 1 및 2cm의 침으로 切斷하였다.

이 플라스틱침을 榻榻와 混合, blending하여 1, 2, 3層보드를 製造하고 그 機械 및 物理的 性質을 究明한 바 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. MOR에 있어서 플라스틱非構成보드(對照區)는 3層>2層>1層으로 나타났으며, 플라스틱 침 單層構成보드에 있어서는 1.4mm nylon絲<1.0mm nylon絲<0.5mm nylon絲<rope用 PP絲<網絲用 PP絲(5%)<網絲用 PP絲(10%)의 플라스틱形態(굵기) 및 添加水準에 依한 傾向이 나타났다.

길이에 依한 效果로는 單層構成에서는 2cm가 가장 컸으며, 單層에서 最下位에 머문 0.5cm 길이의 效果는 2層 또는 3層 構成을 誘導함으로써 向上시킬 수 있었다.

한편 PP網絲의 2, 3層構成에 있어서 길이 1, 2cm의 甚한 MOR의 減少傾向으로 미루어, 木質榻榻(量)과 相對的인 比率로 添加되는

slenderness ratio와 결부한 플라스틱칩의 接着特性이 重要하다고 할 수 있다.

2. MOE에 있어서 플라스틱비구성보드는 3層 > 1層 > 2層으로 sandwich construction 效果가 誘引되었고, nylon絲 構成은 위 보드와 別 差異를 보이지 않은 反面, 폴리프로필렌絲 構成은 이보다 높아서 PP網絲의 5% 및 10% 單層 構成의 境遇 플라스틱비구성보드와 比較하여 34~43% 및 44~76%의 增剛 效果를 거둘 수 있었다.

플라스틱 添加量에 따른 效果로서 길이 1 및 2cm絲를 10% 單層 構成함에 있어선 5% 構成에 比較하여 30% 增剛할 수 있었다.

3. 比例限度應力은 플라스틱비구성보드가 1層 < 2層 < 3層이었으며 構成間의 應力の 折線形態가 MOR와 같았다. (相關係數 (r): 0.81~0.97). 따라서 MOR와 같은 層, 길이間 構成 效果를 發見할 수 있었다.

4. 앞 세성질에서와는 달리 最大荷重까지의 일량은 플라스틱비구성보드에서 2層 構成이 3層 構成 일량과 對等하게 向上하였으며, 짧은 0.5cm길이 PP網絲는 2層 構成을 함으로써 1層 構成보다 큰 일량을 보여 주었다.

폴리프로필렌絲의 單層 構成 보드는 nylon絲 및 플라스틱비구성보드보다도 破壞의 일량이 커 外力 또는 衝擊吸收力量이 더 큼이 是認되었다.

5. 剝離抵抗에 있어서는 nylon絲 單層 構成의 境遇 MOR의 傾向과는 反對인 0.5mm < 1mm < 1.4mm의 굵기에 依한 結合力 順序를 보였고, 폴리프로필렌絲인 PP網絲를 5% 少量 構成한 境遇는 다소 굵고 硬質인 nylon絲 構成보다 높아 폴리프로필렌絲의 結合特性(internal adhesion and compaction compatibility by thin, flexible reinforced materials)에 依한 것임을 알 수 있었다.

MOR와는 다른 현상으로, PP網絲를 少量인 5%로 單層 構成한 것은 10% 구성보다 오히려 結合력이 높았고, 길이 0.5cm絲의 單層 構成은 3層 構成보다 높아서 中層의 플라스틱칩 構成與否와 톱밥과의 결합 특성(密度) 및 差等含脂率 등이 이에 關與한 結果라 여겨졌다.

6. 나사못維持力은 가는 nylon絲 쪽이 더 컸고 最大荷重까지의 일량에서와 같이 짧은 0.5cm PP網絲의 2層 構成에 依해서 多量의 칩을 含有하는

1層보다도 오히려 維持力이 큰 現象이 나타났다.

한편 網絲 構成의 餘他 構成에 對한 MOR 등에 서와 같은 큰 隔差 現象은 나타나지 않았으며, 플라스틱非構成 톱밥보드의 유지력에 比較하여 21~54% 向上되었다.

7. 플라스틱비구성보드의 두께膨脹率은 10%線을 維持하였고, 1層 構成은 非吸濕性 플라스틱칩이 보드 全面에 걸쳐 分布하고 3層 構成에서는 兩表層 플라스틱物質 構成에 依한 水分遮斷 效果를 形成 함으로써 위의 1, 3層의 非吸濕性 要因을 缺如한 2層에 比較하여 다소 寸수安定性이 改善되었다.

8. 보드 比重은 1層 構成이 가장 컸고, 含水率은 比較的 낮았는데 그 中 PP網絲 構成에 따른 比重이 가장 커서 polypropylene絲에 依한 톱밥 支持力(紐帶) 및 非吸濕性에의 寄與가 關與함을 類推할 수 있었다.

引用 文 獻

1. Batey, T.E.Jr., P.W.Post, D.Matteson, and G.A.Ziegler. 1975. For. Prod.J.25(9):49-55.
2. Bulleit, W.M. 1984. Wood and Fiber Sci. 16(3):391-397.
3. Chow, P. and R.C.Hanson. 1980. For.Prod.J.30(1):37-40.
4. Geimer, R.L. and E.W.Price. 1978. For. Prod. Lab. Gen. Tech. Rep. W0-5:69
5. Miller, D.J. and J.D. Wellons. 1978. For. Prod.J. 28(1):31-35
6. Saucier, J.R. 1975. For. Prod. J.75(9):69-72
7. Spaun, F.D. 1981. For. Prod.J. 31(4):26-33
8. Theakston, F.H. 1965. Canadian Agric. Eng. pp.17-19.
9. 朴憲, 李弼宇. 1986. 목재공학 14(1): 3-44
10. 吳世昌, 李弼宇. 1985. 목재공학 14(2): 3-12
11. 李弼宇, 朴憲. 1985. 목재공학 13(5): 34-42
12. 李弼宇, 朴憲. 1983. 목재공학 11(3): 31-38
13. 李弼宇, 金鐵山. 1985. 목재공학, 13(6): 25-35.