

木材파아티클과 플라스틱(폴리프로필렌) 網의 結締가 보오드의 物理 및 機械的 性質에 미치는 影響^{*1}

李 弼 宇^{*2} · 朴 廉^{*3}

Effect of Combining Wood Particles and Plastic(Polypropylene) Screen on the Physical and Mechanical Properties of Board^{*1}

Phil Woo Lee^{*2} · Heon Park^{*3}

Summary

As a way for the effective utilization of pallman chips and sawdusts, these furnish materials were combined with non-woody material of plastic(polypropylene)screen in board manufacturing to improve their weak physical and mechanical properties.

The conventional boards were made with conditions of specific gravity 0.40, 0.55, 0.70, and 0.85, resin content 8, 10, 12 and 14%, and number of polypropylene screen 1, 2,3 and 4, and press-lam boards were also manufactured. The physical and mechanical properties were measured and discussed on thickness swelling, bending modulus of rupture and elasticity, tensile strength, internal bond strength, and screw holding strength.

The results obtained at this study were summarized as follows:

1. In thinckness swelling both of pallman chip board and sawdust board were improved by the increase of resin content, and press-lam boards showed lower thickness swelling than conventional boards.
2. Both the modulus of rupture and elasticity were increased with the increase of specific gravity, and press-lam boards showed higher modulus of rupture and elasticity than conventional boards. On the other hand, modulus of rupture was increased with the increase of number of polypropylene screen and resin content whereas these effects in modulus of elasticity was not recognized.
3. Tensile strength was increased with the increase of specific gravity, and the boards combined with polypropylene screen showed higher tensile strength than control boards. Also tensile strength was increased with the increase of number of polypropylene screen, and press-lam

*1. 接受 1月 27日 Received January 27, 1988.

本研究는 韓國科學財團의 研究費 支援에 의해 進行되었음.

*2. 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 440-744,
Korea.

*3. 金國大學校 自然科學大學 College of Natural Sciences, Konkuk University, Chungju 380-150,
Korea

boards revealed higher tensile strength than conventional boards.

4. Internal bond strength was increased with the increase of specific gravity, and the boards combined with polypropylene screen were lower in internal bond strength than control boards. Also, the boards combined with odd number of polypropylene screen showed lower internal bond strength than those combined with even number of polypropylene screen.
5. Screw holding strength was increased with the increase of resin content and specific gravity but significant difference was not approved between boards combined with polypropylene screen and control boards. In press-lam boards, pallman chip boards of higher specific gravity but sawdust boards of lower specific gravity showed better screw holding strength than control boards.

Key words: sawdust board, pallman chip board, convention and press-lam board, polypropylene screen, modulus of rupture and elasticity, thickness swelling, screw holding strength, internal bond strength, tensile strength.

1. 緒 論

지금까지 建築과 家具製作 등 木材加工品에 大量으로 使用하여 온 合板은 그 原料가 되는 大徑原木이 점차 枯渴化하여 감에 따라 合板用 原木의 確保가 점차 어려워지고 그 價格이 暴騰하게 되었기 때문에 合板의 用途를 代替할 수 있는 새로운 木質板狀製品의 開發이 불가피하게 되었다. 따라서 合板이나 製材木으로 加工하기에 부적당함으로써 도와서 되어 왔던 小徑原木, 低級材 및 間伐材 등과 木材加工 工場에서 부수적으로 發生하는 廢殘材 등을 利用 재구성하여 合板을 代替할 수 있는 製品으로 開發된 것이 파아티클보오드이다. 이 파아티클보오드는 1940년경부터 開發되기 시작하여 現재는 重要한 木質板狀製品의 位置를 차지하게 되었으며 그 利用度 또한 날로 높아지고 있는 實情에 있다.

그러나, 이러한 파아티클보오드는 휨强度, 剝離抵抗, 두께 膨脹率 등의 材料的 性質에 있어 合板 등의 다른 木質製品에 비하여 뒤떨어지는 短點을 지니고 있기 때문에 이와 같은 材料的 性質의 脆弱点을 補完하여 더욱 우수한 製品으로 開發하고자 하는 研究가 多角의으로 시도되고 있고 多樣한 種類의 파아티클보오드 製品이 開發되기에 이르렀다. 즉, 파아티클의 形狀 및 排列狀態를 變化시킨 보오드의 開發과 기존의 파아티클보오드와 單板 및 合板을 이용한 複合體의 開發에 연구의 초점이 集中되어 왔다. 특히 파아티클의 形態를

넓고 얕은 모양의 웨이퍼 (wafer) 및 얕고 깊이가 긴 일정한 모양의 플레이크 (flake) 등으로 변화시켜 再構成함으로써 向上된 機械的 性質을 얻은 웨이퍼보오드(waferboard)와 構造用 플레이크보오드 (structural flakeboard)를 비롯하여 再構成時의 方向性을 利用하여 어느 한 方向으로 우수한 強度를 나타낼 수 있도록 開發한 配向性스트랜드보오드 (oriented strandboard) 및 기존의 파아티클보오드 양면에 單板을 接着시켜 그 材料的 性質을 補強한 콤플라이보오드 (comply board) 등이 그 重要한 것들이다.

本 研究는 위에서 언급한 파아티클보오드의 材料的 性質 改善方法과는 전혀 다른 觀點에서 철근 콘크리트材料에서 일반적으로 強度를 增進시키고자 시멘트 콘크리트내에 鐵筋이나 鐵線을 構成시켰을때 일반 콘크리트보다 材料的 性質이 우수한 鐵筋콘크리트複合體가 製造되는 原理와 마찬가지로 파아티클보오드製造시 鐵網을 內層에 結締시켰을때 그 材料的 性質이 非常히 改善됨을 이미 著者들(1985)^{35), 36), (1986)³²⁾의 研究에서 充明 報告한 바 있다.}

따라서 本 研究는 이와같은 系列의 研究로써 防濕과 耐水性 그리고 引張强度가 우수한 폴리프로필렌망을 通常의 製造方法으로 파아티클보오드 내에 結締複合시켰을때 物理的 및 機械的 性質의 改善 可能性을 검토하여 보고자 실시하였다.

2. 研究史

일반적으로 파아티클보오드는 木材나 台板 등의 다른 木質板狀製品에 비하여 치수安定性과 防濕 및 防水性 등의 物理的 性質과 硬性質을 비롯한 機械的 性質面에 있어서 脆弱性을 나타내는 短点을 지니고 있기 때문에 많은 學者들이 이러한 問題點을 解決하고자 多樣한 研究를 진행하여 왔다.

이미 오래전에 Klauditz(1960)^[19] 가 파아티클의 方向性에 따른 配向構造用보오드 開發에 관하여 關心을 보인 바 있었으며 Post(1958)^[20] 는 파아티클의 크기와 樹脂添加量이 파아티클보오드의 材料的 性質에 미치는 영향에 관한 研究에서 파아티클의 길이가 길수록 破壞係數 및 彈性係數의 값이 커짐을 밝힌 바 있다. Hann 등(1963)^[14] 과 Rice(1973)^[21] 는 파아티클보오드 製造시의 보오드比重 및 樹脂添加量이, Gatchell 등(1966)^[6] 은 파아티클의 形態, 樹脂 및 왁스의 添加量, 热壓時의 條件등이 物理的 및 機械的 性質에 미치는 영향에 관하여 보고 하였으며 Heebink 등 (1969)^[15] 은 폐 놀樹脂接着劑로 製造한 파아티클보오드를 360°F의 포화수증기로 처리하면 보오드의 두께 膨脹을 방지할 수 있다고 하였다.

Chow(1978)^[22] 및 Countryman(1975)^[23] 은 파아티클보오드에 單板을 積層하여 製造한 보(beam) 또는 콤플라이보오드를 製造하여 彈性係數 및 剪斷強度 등의 機械的 性質을 조사하였으며, Lyons(1975)^[24] 은 콤플라이보오드와 台板의 機械的 性質을 비교하여 보고하였다. 한편, Lehmann(1974)^[25] 및 Geimer 등(1978)^[9] 은 플레이크보오드의 機械的 性質을 向上시켜 構造用建築材로 使用할 目的으로 플레이크의 形狀 및 性質, 配向性, 보오드의 密度, 接着劑, 添加量 등의 製造條件를 檢討하였다. 그리고 Hse(1975)^[26] 및 Geimer(1979)^[16] 는 配向性 파아티클보오드가 無配向性보오드보다 우수한 機械的 性質을 지님을 報告하였다.

파아티클보오드의 表裏面層에 길이와 폭이 큰 파아티클을 構成하여 우수한 硬性質을 지닌 보오드를 製造할 수 있음을 McNatt(1977)^[27], (1978)^[28] 가 報告하였으며 Gaudert 등(1978)^[29] 과 Schmidt 등(1983)^[30] 은 보오드의 表裏面層 및 中層까지 크기가 큰 폴플라 웨이퍼(wafer)를 構成시켜 台板과 대등한 硬强度을 지니는 웨이퍼보오드 開發에 關心을 보였다.

Hunt 등(1979)^[17], (1985)^[18] 은 파아티클보오드의 硬强度 向上을 위한 配向性 研究에서 配向性플레이크보오드를 여러가지 形態로 製造하고 그 보오드를 台板과 比較하는 등 보오드의 機械的 性質改善에 관한 조사를 실시하였다. Geimer(1979)^[16] 는 파아티클보오드 製造시 보오드의 두께로 인하여 發生되는 密度傾斜를 利用하면 表裏面層에 高密度가 생겨 I-beam과 같은 效果를 얻을 수 있다는 事實을 근거로 하여 試驗을 실시한 바 있으며 또한 그 (1980)^[11], (1981)^[12], (1982)^[13] 는 配向性파아티클보오드와 無配向性보오드의 材料的 性質比較에서 配向性보오드가 우수한 彈性係數와 破壞係數를 지님을 시사하였다.

Smith(1982)^[31] 및 Panning 등(1985)^[32] 은 웨이퍼보오드 製造시 热壓條件이 보오드의 機械的 性質에 미치는 영향에 관하여 報告하였으며 Price 등 (1983)^[33] 은 配向性보오드와 台板 그리고 無配向보오드와의 材料的 性質을 比較하였다. Biblis(1985)^[1], (1983)^[2] 는 코아用으로 스트랜드削片을 사용하여 配向性을 갖게하고 表層에 單板을 接着시켜 製造한 보오드의 物理的 및 機械的 性質을 조사보고하였으며 또한 ½인치 두께의 3層構成配向性스트랜드보오드가 같은 두께 台板보다 剪斷強度가 우수함을 報告하였다.

最近에 이르러서 Bulleit(1985)^[34] 는 파아클보오드의 機械的 性質을 改善하기 위한 方法으로 파이버그라스補強 프라스틱판을 表裏層에 부착시킴으로써 剛性과 最大모우멘트를 향상시킬 수 있다고 報告하였으며 Kelly 등(1985)^[35] 은 低比重의 木材와 高比重의 木材로부터 製造한 플레이크보오드의 機械的 性質을 조사하여 보고하였다.

國內에서는 李와朴(1982)^[36] 이 表裏層에 木質파아티클을 그리고 中層에 樹皮를 構成하여 製造한 보오드가 表層, 中層, 裏層에 관계없이 樹皮를 混入한 보오드보다 우수하다고 發表하였으며 李와朴(1983)^[37] 은 플라스틱망과 鐵網을 構成하여 製造한 보오드의 機械的 性質의 조사에서 두께 6mm 보오드의 경우 鐵網이 3장 구성된 보오드가 1, 2장을 구성한 보오드보다 우수한 硬强度를 나타낸다고 報告하였다. 李(1985)^[38] 는 톱밥보오드와 파아티클보오드에 鐵網을 構成함에 있어 그 構成層數와 鐵絲의 굵기 및 目數를 변화시켰을때 鐵網을 構成하는 鐵絲의 굵기가 굵을수록 機械的 性質이 向上되고 특히 鐵網의 配置層數가 많은 보오드일

수록 우수하다는 報告를 하였으며 또한 李와 徐 (1985)³⁶는 鐵網構成보오드가 非構成보오드보다 여러가지 機械的 性質面에서 더 우수함을 發表하였다. 또 朴과 李(1986)³⁷는 木材파티클과 鐵線을 複合시켰을때 鐵線構成層數 및 構成鐵線의 數가 많을 수록 보오드의 膨脹率, 剝離抵抗, 나사못 保持力, 破壞係數, 彈性係數, 增極限荷重일量 등이改善됨을 報告하였으며 특히 鐵線構成間隔에 따른 開口面積과 파티클의 크기에 따른 보오드의 物理的 및 機械的 性質에 관해 폭넓은 研究報告를 하였다.

3. 材料 및 方法

3.1. 供試材料

3.1.1. 木質材料

本 試驗에서는 팔만칩과 (pallman chipper)로 破碎한 메란티팔만칩과 띠톱製材로부터 발생한 메란티톱밥 등 두종류를 木質材料로 使用하였다. 팔만칩과 톱밥의 크기를 일정하게 하기 위하여 선별(-18 mesh, +50mesh) 作業을 實施하였다. 선별된 팔만칩과 톱밥은 합수율을 조정하여 각각 9.2%와 10%로 하였다. 선별된 팔만칩과 톱밥의 性狀은 표 1과 같다.

Table 1. Characteristics of furnish materials used in board manufacturing

Particle type	Species	Sp. Gr.*	Particle size (mm)**	Slenderness ratio
Pallman chip	Meranti (<i>Shorea</i> spp.)	0.42	3.04(L) x 0.39(W)	7.79
Sawdust	Meranti (<i>Shorea</i> spp.)	0.42	0.86(L) x 0.41(W)	2.10

* Mean specific gravity

** Average dimension values based on 50 randomly selected measurements; L and W mean length and width respectively

3.1.2. 폴리프로필렌 網

本 試驗에서 사용한 폴리프로필렌 網은 망사직경 0.29mm, 13 mesh 의 시중제품을 사용하였으며 이 폴리프로필렌 網材料의 機械 및 物理的 性質은 표 2와 같다.

3.1.3. 接着劑 및 기타재료

보오드製造에 사용된 接着劑는 樹脂率 67%, pH 7.4의 요소포르말린 樹脂를 사용하였으며 硬化劑

Table 2. Properties of polypropylene net combined in board manufacturing

Rational formula	- [CH(CH ₃)CH ₂] -
Specific gravity	0.90 - 0.92
Melting point	165°C
Tensile strength	280 - 380 kgf/cm ²
Diameter of polypropylene thread	0.29 mm
Mesh size	13

로는 10% NH₄Cl 수용액을 수지고형분에 대하여 1%를 添加하였다.

3.2. 試驗方法

3.2.1. 一般成形法에 의한 보오드의 製造

試驗用 팔만칩보오드 및 톱밥보오드의 크기는 31.5×22.5×1cm로 하였고 目標比重은 0.40, 0.55, 0.70, 0.85로 하였으며 보오드속에 構成하는 폴리프로필렌 網의 크기는 31×22cm로 잘라서 준비하였다. 이와같이 준비한 폴리프로필렌 網은 보오드속에 1장, 2장, 3장, 4장의 순으로 構成하였다. 1장의 폴리프로필렌 網을 構成할때에는 그 위치가 중앙에 위치하도록 하였으며 2장을 구성시켰을 때에는 보오드 두께를 3등분하여 각각 構成시

켰고 3장인 경우에는 보오드 두께를 4등분하였고 4장을 構成하였을 경우에는 5등분하여 構成시켰다. 보오드 製造에 있어서는 먼저 팔만칩이나 톱밥에 미리 준비한 요소樹脂 接着劑를 木質材料 全乾重量에 대해 8%, 10%, 12%, 14%를 각각 添加하였으며 각 樹脂添加量 水準에서 폴리프로필렌 網을 1장, 2장, 3장, 4장을 構成하여 보오드를 製造하였다. 보오드 成形시에는 接着劑가 添加된 木

質材料를 必要에 따라 무게 比率로 等分하여 成形틀내에 고르게 편 다음, 그위에 폴리프로필렌 網을 얹고 다시 木質材料를 그 위에 펴는 方法으로 보오드를 成形하였다. 일단 成形된 보오드는 热壓溫度 140°C, 热壓時間 10분으로 热壓하였으며 壓力스케줄은 그림 1과 같다.

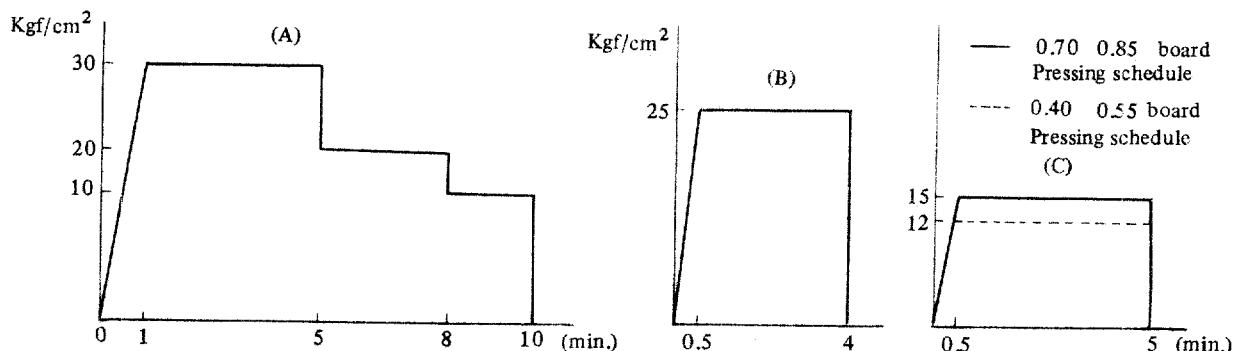


Fig. 1. Hot pressing schedule of (A) conventional board, (B) press-lam lamina board and (C) press-lam board.

3.2.2. 프레스 램法에 의한 보오드製造

프레스 램法으로 보오드를 製造하기 위하여 먼저 플라스틱 網을 한장 構成한 31.5×22.5×0.25cm 크기의 얇은 보오드를 成形法으로 製造하였다. 이때 接着劑는 3.2.1의 條件과 同一한 것을 사용하였으며 成形法과 마찬가지로 비중 4수준 (0.40, 0.55, 0.70, 0.85)과 樹脂添加率 4수준 (8%, 10%, 12%, 14%)를 달리하여 보오드를 製造하였다. 이들 보오드의 製造 條件은 热壓溫度 140°C, 热壓壓力 25kgf/cm², 热板閉鎖時間 30초로 하였고 總热壓時間은 4분이었다.

이와같이 製造한 얇은 보오드를 요소수지 接着劑로 4매씩 다시 接着하여 두께 1cm의 보오드를 프레스 램法으로 製造하였다. 요소수지 接着劑에는 增量劑로 밀가루를 重量比 10%, 硬化劑로는 NH₄Cl 10% 수용액을 15% 添加하였으며 이와같이 製造된 接着劑를 表面層의 보오드를 除外한 각 보오드 片面에 10g 씩 도포하여 接着시켰다. 따라서 1매의 프레스 램 보오드에는 30g의 接着劑를 도포하였다. 이때 热壓條件은 비중 0.70, 0.85인 보오드는 15kgf/cm²의 압력으로 비중 0.40, 0.55인 보오드는 12kgf/cm² 압력으로 壓縮하였으며 热壓溫度는 140°C이었고 總热壓時間은 5분이었다.

이상과 같이 製造된 보오드는 상대습도 50%,

溫度 24±2°C의 실내에서 3주간 放置하여 조습 처리를 하였다.

3.2.3. 物理 및 機械的 性質 調査

일반成形法에 의해 製造된 보오드 및 프레스램 보오드의 物理的 機械的 性質을 調査하기 위하여 KS F 3104에 제시한 기준에 따라 試驗片을 보오

드에서 채취, 준비하였으며, 이들 각 試驗片에 대하여 두께膨脹率, 硎破壞係數, 硎彈性係數, 나사못保持力, 剝離抵抗 등을 調査하는데 이들 測定値는 다음식에 의하여 계산하였다.

$$\cdot \text{두께膨脹율} (\%) = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad \dots \dots \dots \quad ①$$

t_1 : 흡습전의 두께

t_2 : 흡습후의 두께

$$\cdot \text{파괴계수} (\text{MOR}, \text{kg f/cm}^2) = \frac{3}{2} \times \frac{P_L}{b t_2} \quad \dots \dots \dots \quad ②$$

$$\cdot \text{탄성계수} (\text{MOE}, \text{kg f/cm}^2) = P_p / 4bt^3 \Delta y \quad ③$$

P : 최대하중 (kg f)

P_p : 비례한 도하중 (kg f)

L : 스판 (cm)

b : 보오드의 폭 (cm)

t : 보오드의 두께 (cm)

Δy : 비례한도 치짐 (cm)

$$\cdot \text{박리저항} (\text{kg f/cm}^2) = \frac{P}{b \times \ell} \quad \dots \dots \dots \quad ④$$

P : 박리시의 최대하중 (kg f)

b : 시료의 너비 (cm)

ℓ : 시료의 길이 (cm)

또 보오드의 引張強度는 KS F 2207에 의거하여 試驗을 행하였으며 그 계산식은 다음과 같다.

$$\cdot \text{인장강도} (\text{kg f/cm}^2) = \frac{P}{A} \quad \dots \dots \dots \quad ⑤$$

P : 최대하중(kg f)

A : 중앙부 단면적 (cm^2)

3.2.4. 資料分析

이상과 같이 测定, 계산된 物理 及 機械的 性質 들은 보오드내에 結締된 網의 效果와 比重, 樹脂 添加率의 效果를 알아보기 위하여 引張強度, 彈性係數, 破壞係數 등은 2차回歸을 통하여 分析하였고 두께膨脹率, 剝離抵抗, 나사못保持力 등을 평균치간의 비교를 그래포상에서 分析하였다.

4 結果と考察

本試驗에서는目標比重을 0.40, 0.55, 0.70, 0.85로 하고 8, 10, 12, 14%의 4개 수준의樹脂添加率로 하고 폴리프로필렌網을 1~4장식 각각構成하여 보오드를 製造하였는 바 이들 보오드 含水率은 팔만칩의 일반성형보오드가 8.42~9.9%, 프레스램 보오드는 9.85~10.43%이었고 텁밥의 일반성형보오드는 9.22~10.98% 프레스램 보오드는 9.60~11.15%이었다. 이들 보오드의 物理的 機械的特性을 調査한 結果를 조사항목별로 考察하여 보면 다음과 같다.

4.1. 팔만친 보우드의 物理 및 機械的 性質

4.1.1. 与列膨胀率

比重이 증가함에 따른 두께膨脹率의 경향은 樹脂添加率 8%의 경우 그 增加傾向이 어느정도 認知되었으나 樹脂添加率 10, 12, 14%에서는 그 경향이 일정하지 아니하였다. 樹脂添加率 8%로 製造한 보오드의 경우 폴리프로필렌 網을 2장, 4장構成시킨 보오드는 대체로 比重이 增加함에 따라 두께膨脹率이 증가하였으나 1장, 3장을構成시킨 보오드의 경우 0.70보오드에서 높은膨脹率을 나타내었고 0.85보오드에서는 오히려 두께膨脹率이 줄어듬을 보여 주었다. 樹脂添加率 10%의 경우 대부분 대조보오드보다 높은膨脹率을 나타내었으나 4장을構成시킨 보오드의 경우 0.85보오드를除外하고는 대조보오드보다 낮은값을 나타내고 있어 두께膨脹率의 效果가 있음을 보여 주었다. 또, 樹脂添加率이 12% 및 14%인 경우에도 그 경향을 비슷하였으나 대체로 網을 1장과 3장으로構

成시킨 보오드에 있어서 높은膨脹值를 보여 주었고 2장과 4장으로構成한 보오드는膨脹率이 낮은 경향을 나타내였다. 이것은 奇數枚의 網이 보오드 내에서 結締하고 있을때 보다는 偶數枚의 網이 보오드층을 結締하고 있으므로 하여 水分의 捷촉을 막아주는 效果가 더 크기 때문에 나타난 현상이라 고 믿어진다. 따라서 網數에 따른 效果는 1장과 3장의 홀수대로構成된 보오드가 2장과 4장의 짝수대로構成된 보오드보다 훨씬 높은膨脹率을 나타내었고 특히 보오드 중앙에 1장의 網이 배치될 때에는膨脹率이 더욱 커짐을 알 수 있었다. 또樹脂添加率이 10% 이상으로增加함에 따라서 8%의 경우와 비교하여 두께膨脹率이減少하는 경향을 보였으나樹脂添加率 10%, 12%와 14%사이에는 큰 차이가 없었다.

Press-lam 法으로 製造한 보오드의 膨脹率은 比重이 增加함에 따라 약간 증가하는 경향을 보여주었으나 樹脂添加率 12% 를 除外하고 0.70보오드를 정점으로 하여 다시 減少함을 보여 주었다. 이와 같이 高壓密보오드에서 낮은 膨脹率을 나타내는 것은 壓密效果가 膨脹에 미치는 영향이 작용하였다고 생각되었다. 한편, 樹脂添加量이 증가함에 따라 膨脹率은 작아지는 경향을 보였으나 이들의 관계는 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

4.1.2. 習破壞係數(MOR)

破壊係數는 각樹脂添加率別로 製造된 보오드
공히 比重이 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하였다
(그림 2참조). 樹脂添加率 8%로 製造한 보오드에
있어서 비중 0.40보오드의 경우 $5\sim15 \text{kgf/cm}^2$,
0.55보오드의 경우 $30\sim40 \text{kgf/cm}^2$, 0.70보오드의
경우 $50\sim85 \text{kgf/cm}^2$ 범위에 속해 있었으며 그增
加率은 比重 0.70보오드와 比重 0.85보오드 사이
에서 가장 크게 나타났다. 이러한 경향은 樹脂添
加率이 10, 12, 14%에서도同一하였다.

한편 網數에 따른 效果를 살펴보면 低比重 보오드(0.40 및 0.55보오드)에서는 망수가 증가함에 따라 파괴계수가 증가하는 경향을 보여 주었으며,比重 0.85인 보오드에서는 樹脂添加率이 12, 14%에서 網數가 증가할수록 破壞係數가 증가하였다. 그러나比重 0.70보오드의 경우에는 흙수대로 구성된 보오드는 짹수대로 구성된 보오드보다 낮은 파괴계수값을 나타내었으며, 이는 보오드 중앙에 망을 결체시킨 보오드는 응력부하시 중심축에 배치되어 있는 망 위아래로 보오드가 分離되어 응

력에 대한 저항력이 약해지기 때문인 것으로 사료된다.

따라서 보오드내에 플라스틱망을 배치할때에는 되도록이면 보오드의 中心部에 배치를 하지 않는 것이 보다 良好한 結果를 얻을 수 있으리라고 믿어졌다. 한편, 樹脂添加率에 따라서는 0.85보오드의 경우 망을 1장 構成시킨 보오드에서 樹脂添加率이 8%일때 109kg f/cm^2 , 10%일때 103kg f/cm^2 , 12%일때 146kg f/cm^2 , 14%일때 178kg f/cm^2 로 나타났으며 망수가 2, 3, 4장일때도 같은 편향을 나타내었다. 그러나 比重이 0.40 및 0.55인 보드에 있어서는 樹脂添加率이 증가할수록 약간 증가하는 경향을 보였으나 그 경향은 일정하지 아니하여 樹脂效果는 比重이 높은 보오드에서만 나타나는 것으로 생각된다. 특히 樹脂添加率이 10%일때 網을 2장 構成한 보오드가 모든 比重에서 대조보오드보다 큰 引張계수값을 보여주어 網構成時 짹수배 構成이 가장 效果의임을 나타내었다.

Press-lam 보오드의 경우에도 역시 比重이 증가함에 따라 破壞係數 값은 증가하였으며 비중 0.85인 보오드를除外하고는 모두 網을 구성치 않은 Press-lam 보오드보다 높은 값을 나타내었다. 樹脂添加率에 따라서도 역시 증가하는 경향을 나타내었다.

4.1.3. 휨彈性係數(MOE)

彈性係數도 破壞係數와 같이 比重이 增加함에 따라 증가하였으며(그림 3참조) 樹脂添加率 8%로 製造된 보오드의 경우 0.40보오드에서는 $1.5 \sim 3 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 0.55보오드에서는 $6 \sim 9.5\text{kgf/cm}^2$, 0.70보오드에서는 $13 \sim 18 \times 10^3\text{kgf/cm}^2$, 0.85보오드에서는 $15 \sim 19 \times 10\text{kgf/cm}^2$ 로 나타났으며 樹脂添加率이 10, 12, 14%일때도 같은 경향이 나타났다. 특히 현저한 증가현상은 低比重보오드와 高比重보오드사이인 0.55와 0.70보오드에서 나타났으며 破壞係數와 마찬가지로 弹性係數에 있어서의 그 증가현상의 주요인은 비중으로 나타났다. 樹脂添加率에 따른 효과를 살펴보면 0.85보오드를 제외한 각 보오드에서 공히 樹脂添加率이 12%일때 가장 큰 弹性係數 값을 보여주었다. 망을 1장 구성시킨 0.55보오드의 경우 8% 樹脂添加率에서 $6.4 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 10% 樹脂添加率에서 $7.8 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 12% 樹脂添加率에서 $12.1 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 14% 樹脂添加率에서 $6.2 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$ 로

나타났으며 網을 2장, 3장, 4장 構成시킨 보오드의 경우 그 경향은 同一하였다. 그러나 0.85보오드의 경우에는 樹脂添加率이 增加함에 따라 弹性係數가 增加하는 경향을 보여 주었다.

이와같은結果로 볼때 比重 0.70以下の 보오드에서는 樹脂添加率이 12%인 경우 가장 良好한 結果가 나타났으며, 比重 0.85보오드에서는 樹脂添加率이 14%인 경우가 가장 높은 値로 보였다. 이는 低比重 보오드에서의 지나친 樹脂添加率은 보오드의 rigidity를 증대시켜 상대적으로 탄성영역이 그만큼 줄어든 때문이며, 高比重 보오드에서는 壓密效果로 인해 휨성질이 증대된 때문으로 사료된다. 망수에 따른 탄성계수 증대효과는 比重 0.40보오드의 경우 그 변이폭이 적었으나, 다른 比重의 보오드에서는 그 경향이 일정치 아니하여 망수에 따른 效果는 그리 크지 않은 것으로 사료된다. 그러나 樹脂添加率 8%와 10%인 보오드의 경우에는 網數가 2장일때 그리고 樹脂添加率 12%의 경우 0.55 및 0.85보오드에서, 또한 樹脂添加率 14%의 경우 0.70 및 0.85보오드에서는 網數가 각각 2장과 4장일때 가장 큰 弹性係數 값을 보여 짹수배 構成이 有利함을 보여 주었다.

Press-lam 보오드에 있어서도 역시 比重이 증가함에 따라 弹性係數의 값은 증가하였다. 樹脂添加率 8%일때 0.40보오드의 경우 $4.5 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 0.55보오드의 경우 $7.3 \times 10\text{kgf/cm}^2$, 0.70보오드의 경우 $13.4 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$, 0.85보오드의 경우 $15.9 \times 10^3\text{kg f/cm}^2$ 로 나타나 比重이 증가함에 따라 크게 증가하고 있다. 網을 構成하지 않는 press-lam 보오드와는 비중이 0.40 및 0.55보오드에서 弹性係數가 더 크게 나타났으나 비중이 0.70 및 0.85인 보오드에서는 더 작게 나타났다. 一般成形法에 의한 보오드와는 모든 樹脂添加率 條件에서 비슷하거나 작은 값을 나타내었다.

4.1.4. 引張強度

보오드의 引張強度는 比重이 增加함에 따라 증가하였고 각 樹脂添加率 水準에서도 같은 양상을 보여주어 보오드 比重 效果가 가장 큰 영향요인으로 나타났다(그림 4참조). 특히 그러한 경향은 樹脂添加率 14%로 製造된 보오드의 경우 현저하였는 바 0.40보오드의 경우 $4 \sim 8\text{kg f/cm}^2$, 0.55보오드의 경우 $24 \sim 32\text{kg f/cm}^2$, 0.70보오드의 경우, $41 \sim 57\text{kg f/cm}^2$, 0.85보오드의 경우 $123 \sim 131\text{kg f/cm}^2$ 로 나타났으며 가장 큰 증가폭은 0.70과 0.85

보오드 사이에서 나타났다. 한편 樹脂添加率 10%로 製造된 보오드에서 0.40보오드를 除外하고는 모두 대조보오드보다 높은 值을 보여주고 있다. 0.40보오드의 경우 低比重으로 인해 완전히 網과 結締되지 않은 상태에서 引張試驗시 과괴가 파아티클면에서 일어나, 대조보오드보다 약간 낮은 值을 보여준 것으로 사료된다. 이 외의 경우에는 網을 結締시킴으로 인한 複合補強效果가 나타난 것으로써 이는 폴리프로필렌 網의 引張強度가 280~380kgf/cm²로 인한 複合材料의 성능향상으로 간주된다.

한편, 網數에 따른 引張強度는 低比重보오드 즉, 0.40 및 0.55보오드에서는 그 效果가 별로 나타나지 않았으나, 0.70 및 0.85의 高比重보오드에서는 그 효과가 현저하였다. 그러나 高比重보오드에서 網을 3장 構成한 보오드에서는 引張強度가 약간 減少하는 경향을 나타내었다. 이것은 보오드의 中層이 網으로 인해 分離되어 網結締로 인한 효과가 줄어들어 생긴 현상으로 간주된다. 또 低比重보오드에서 網結締로 인한 큰 증가현상이 나타나지 않는 것은 보오드내의 壓密度가 낮아 引張試驗時 파아티클보오드면에서 과괴가 일어난 때문으로 믿어진다. 따라서 木質複合材料의 引張強度를 증강시키기 위해서는 補強材料의 強度가 큰 것을 선택하고, 보드比重을 증대시켜 그 結締效果를 얻는게 보다 효율적이라 사료된다.

樹脂添加率이 증가함에 따라서는 低比重보오드에서는 큰 증가현상을 보이지 않았으나 高比重인 0.85보오드에서 樹脂添加率이 증가함에 따라 큰 폭으로 증가하였다. 이는 高壓密度하에서 網과 파아티클간의 結締力이 향상되어 引張力에抵抗하는 능력이 그만큼 증강된 것으로 사료된다. 이상과 같은結果로 볼때 보오드의比重을 높이고, 網數를 증대시키고, 樹脂添加率을 높이면 引張強度를 증대시킬 수 있다는 結論을 얻었다.

Press-lam 보오드에 있어서도比重이 증가함에 따라 引張強度는 증가하였으며 樹脂添加率이 증가함에 따라서도 증가하였다. press-lam 보오드는比重이 0.85인 보오드를 除外하고는 모두 一般成形法에 의한 보오드보다 높은 引張強度를 나타내었으며 이는 4개의 lamina로 構成된 press-lam 보오드가 그 lamina間의 接着層이 외력에 대한抵抗力を 상승시킨 結果로 보여진다.

4.1.5. 剝離抵抗

剝離抵抗도 역시 比重이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 樹脂添加率이 12%인 보오드의 경우 0.40보오드는 0.3~1kgf/cm², 0.55보오드는 0.2~0.6kgf/cm², 0.70보오드는 0.3~0.8kgf/cm², 0.85보오드는 2.4~3.4kgf/cm²로 比重이 0.70에서 0.85로 높아짐에 따라 剝離抵抗이 급격히 증가하였다. 이는 높은 壓密度로 인하여 파아티클과 파아티클간의 compactness가 증대되어 나타난 結果로 보여진다.

한편, 樹脂添加率에 따른 경향을 보면 低比重보오드인 0.40 및 0.55보오드의 경우에는 結締된 網數에 관계없이 그 증가 현상은 비슷하지만 큰 증대효과는 나타나지 아니하였다. 그러나 比重이 0.85인 보오드에서는 樹脂添加率이 증가할수록 剝離強度가 증가하였다. 樹脂添加率 10%로 製造된 보오드에 있어서 網을 結締한 보오드는 대조보오드보다 낮은 剝離抵抗값을 보여주고 있다.

網數에 따른 剝離抵抗을 살펴보면 모든 樹脂添加率, 比重水準에서 홀수매를 構成하였을 때가 짝수매를 구성하였을 때보다 낮은 剝離強度를 나타내었다. 이것은 홀수매를 構成하였을 때 보오드 중앙에 網이 배치됨으로써 보오드의 剝離가 쉽게 일어나기 때문인 것으로 생각된다. 이는 李(1985)³⁾의 研究結果에서 나타난 바와 마찬가지로 木材파아티클과 폴리프로필렌 網間의 簡直적인結合이 충분히 이루어지지 않은 관계로 結合力이 다소 떨어진 때문으로 생각되며, 이의 改善을 위해서 木材파아티클과 폴리프로필렌 網간의 接着에 유리하고 파아티클보오드 製造에도 使用可能한 새로운 接着劑를 開發하여야 할 것으로 생각된다.

press-lam 보오드의 경우에 있어서도 比重이 증가함에 따라 剝離抵抗도 증가하였으며 이러한 양상은 일반성형법에 의한 보오드와 同一하였다. 또 一般成形法에 의한 보오드보다 press-lam 보오드의 剝離抵抗값이 높았으나, 一般成形보오드와는 달리 樹脂添加率 증대에 따른 效果는 나타나지 아니하였다. 이를 종합하여 보면 press-lam 보오드는 層間에硬化剤이 存在하여 보다 剝離抵抗값이 높은 것으로 사료된다.

4.1.6. 나사못保持力

나사못保持力은 同一한 樹脂添加率에서 比重이 증가함에 따라 크게 증가하는 傾向을 보았다. 樹脂添加率이 8%일 때 比重 0.40보오드는 2~4kgf, 0.55보오드는 8~14kgf, 0.70보오드는 15~21kgf,

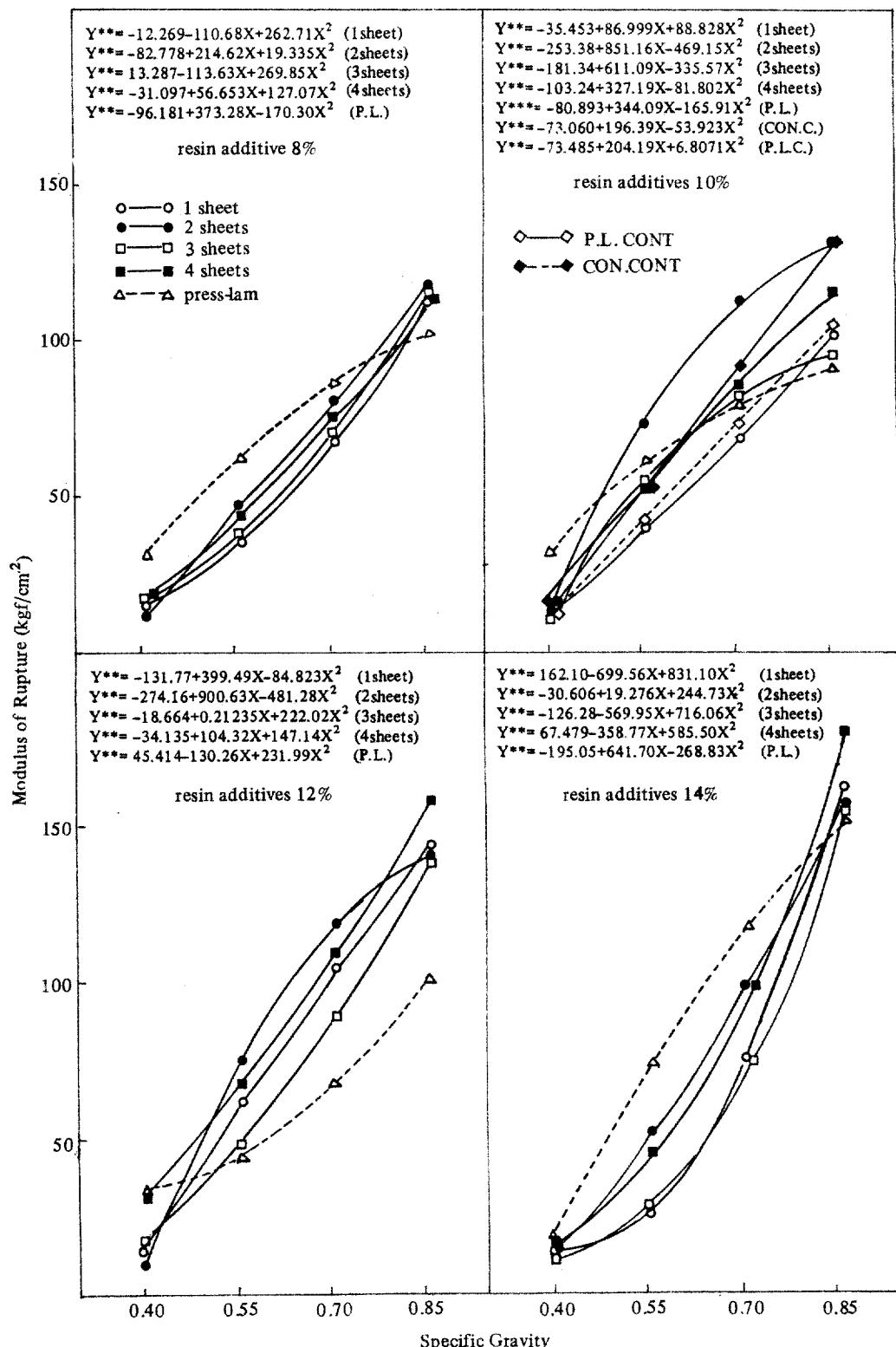


Fig 2. The curvilinear relations of pallman chip board between MOR and Sp. Gr. at each level of resin amount.

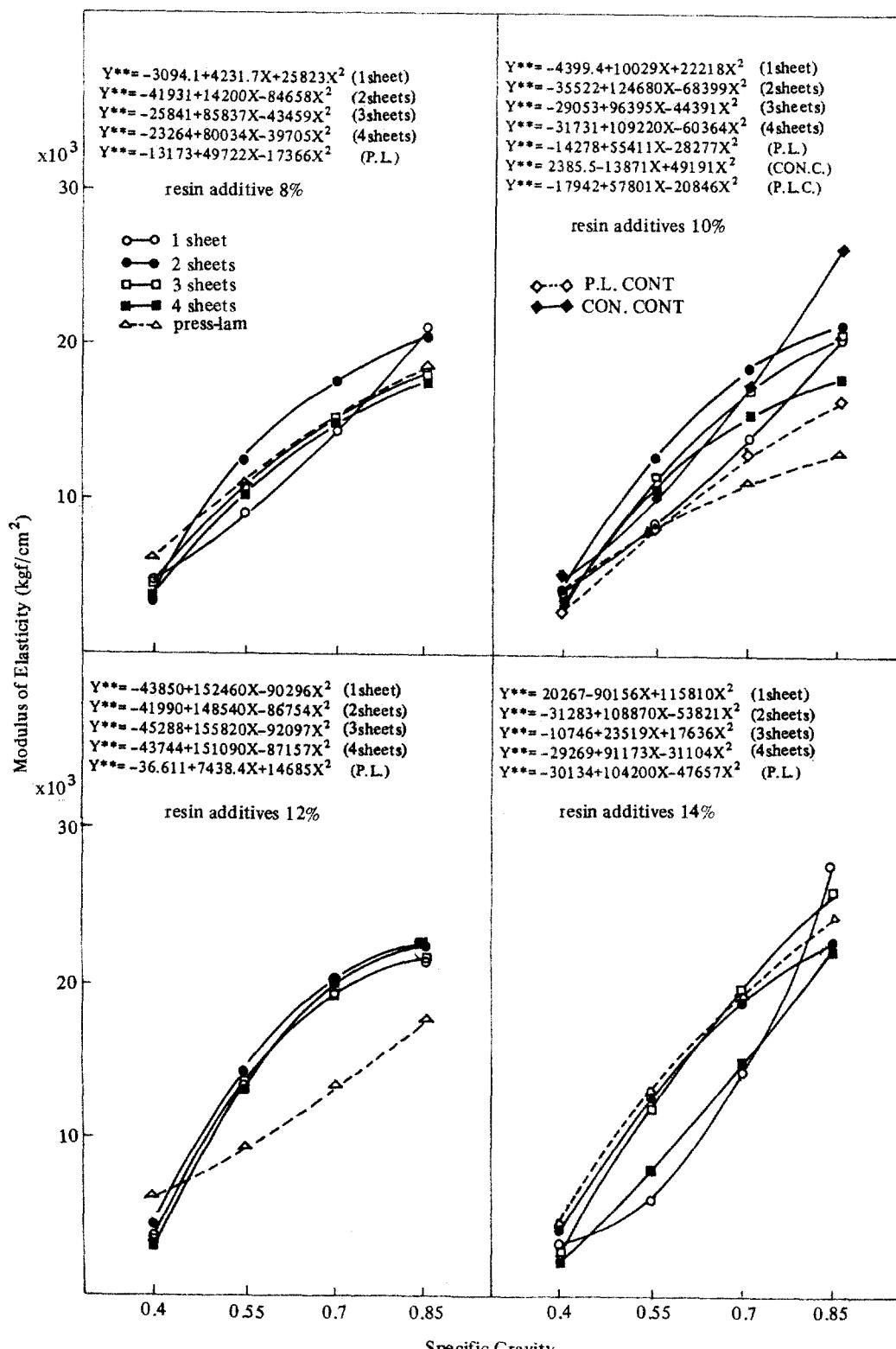


Fig. 3. The curvilinear relations of pallman chip board between MOE and Sp. Gr. at each level of resin amount.

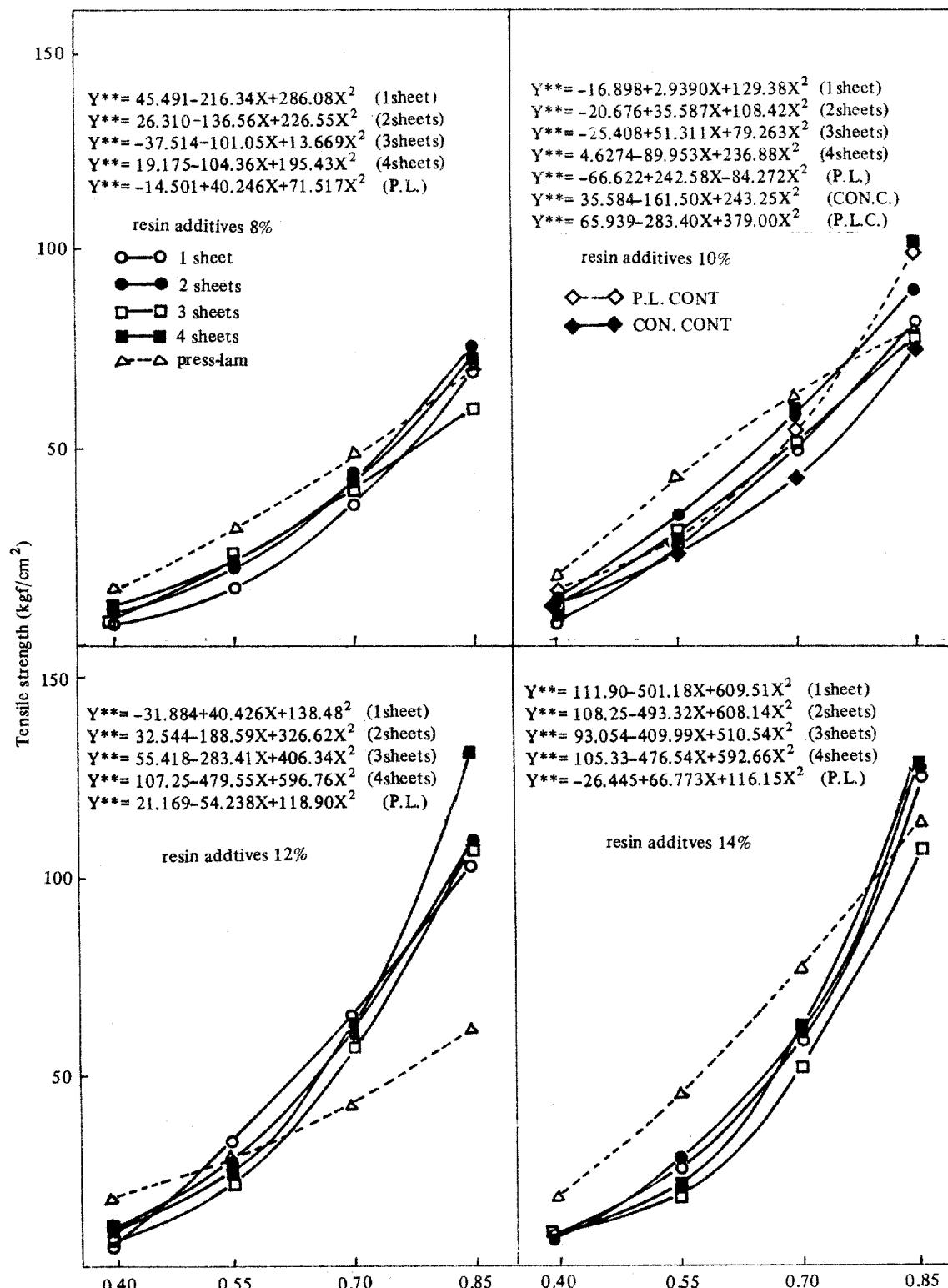


Fig. 4. The curvilinear relations of pallman chip board between tensile strength and Sp. Gr. at each level of resin amount.

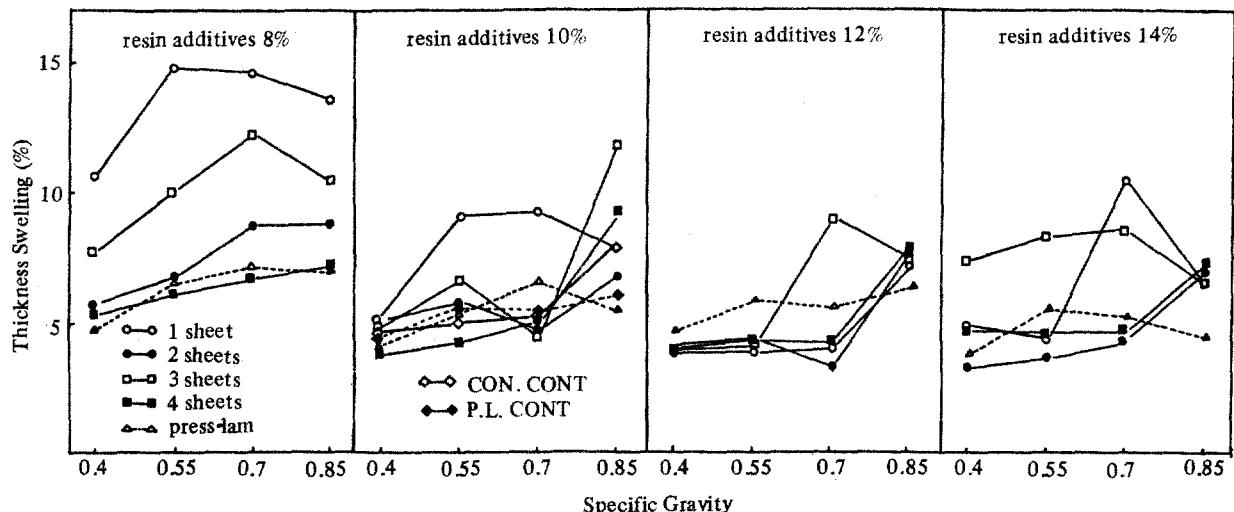


Fig. 5. Thickness swelling of pallman chip board according to Sp. Gr. and number of polypropylene screen at each level of resin amount.

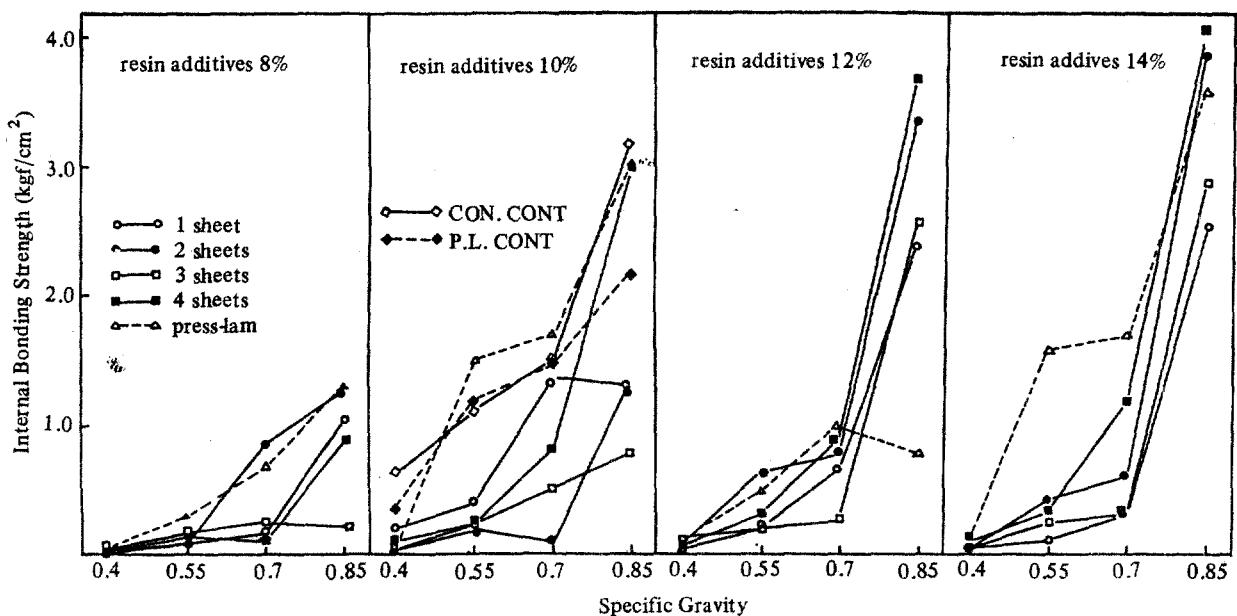


Fig. 6. Internal bonding strengths of pallman chip board according to Sp. Gr. and number of polypropylene screen at each level of resin amount.

으로 나타났으며比重이 중 0.85보오드는 26~34kgf 가함에 따라 현저하게 증가하였다. 또 網을構成한 보오드와 대조보오드의 경우 나사못保持力의 차이는 거의 나타나지 않았으나比重 0.85 보오드의 경우 網을構成한 보오드의 나사못保持力이 더욱 크게 나타나 壓密정도가 클수록 網結締의 效

果가 크게 나타나는 것으로 생각된다. 또,樹脂添加率에 따라서도 나사못保持力은 증가하였는데比重이 0.85이고 網 4장을構成한 보오드는樹脂添加率이 8%일때 25kgf, 10%일때 41.5kgf, 12%일때 48kgf, 14%일때 49.5kgf으로 나타났으며, 이러한 현상은 Post (1958)²⁰⁾가 보오드製造시 接着

劑의 添加量이 많아질수록 보오드의 나사못保持力이 증대되었다는 보고와도 잘 일치하고 있다.

한편, 망수증가에 따른 나사못保持力의 증가현상은 크게 나타나지 않았다. 그러나比重 0.40보오드의 경우에는 網數가 증가할수록 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 이와같은結果는 朴과 李(1986)²⁾의研究에서 밝힌 바와 같이 작은 파아티클로製造된 보오드의 경우, 異種物質인 鐵線의構成이 보오드의 나사못保持力에 크게 영향치 않는다는 보고와 일치하고 있다. 結論적으로 보오드의 나사못保持力を 증대시키기 위해서는 보오드의

4.2 톱밥보오드의 物理 및 機械的 性質

4.2.1. 두께膨脹率

網數 1장 構成보오드에서 樹脂添加率이 증가함에 따라 두께膨脹率은 점차減少하는 경향을 보였으며 0.70보오드에서 그 경향이 현저히 나타났다. 그러나 0.85보오드의 경우 오히려 이와는 반대로 두께膨脹率이 현저히 높아짐을 보여주었는데, 高壓密보오드의 경우 樹脂添加率보다는 壓密度가 더 큰 영향을 미치는 것으로 여겨지는 바, 이와같은 현상은 보오드의 중간에 들어간 網이 목구면에

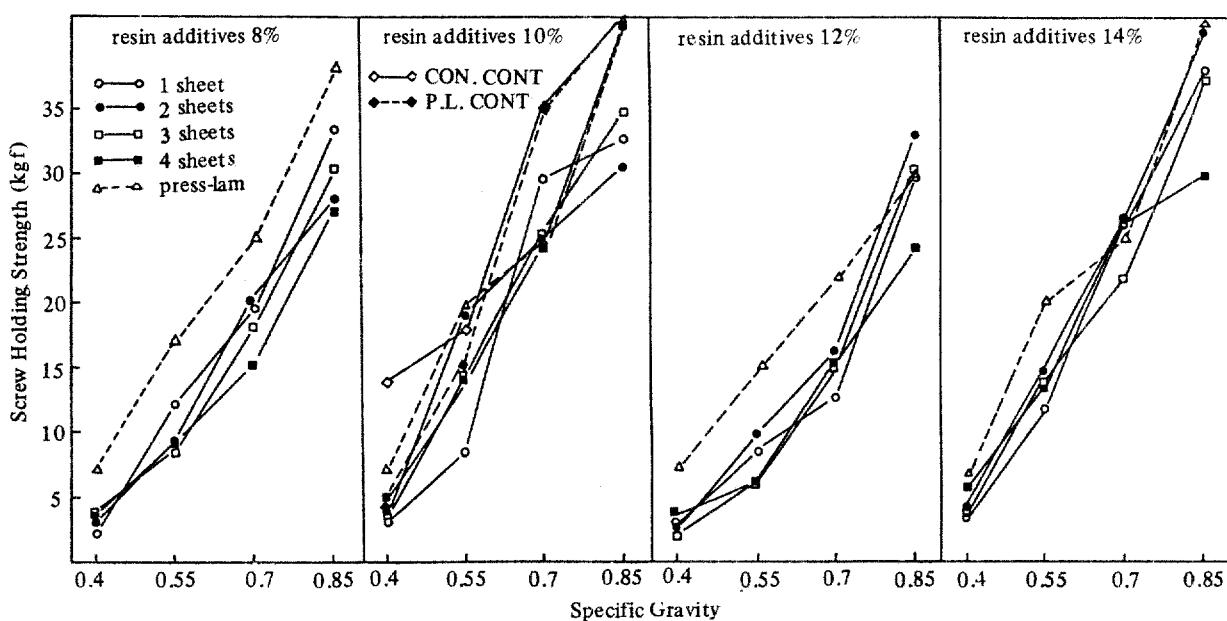


Fig. 7. Screw holding strengths of pallman chip board according to Sp. Gr. and number of polypropylene screen at each level of resin amount.

比重을 높이고, 樹脂添加率을 증대시키는 것이 가장 效率의in 方法으로 생각된다.

Press-lam 보오드의 경우 低比重보오드에서는一般成形보오드보다 낮은 값을, 高比重보오드에서는 높은 값을 보여주고 있으며 一般成形보오드와는 달리 樹脂添加率 증가에 따른 效果는 나타나지 않았다. 이와같이 高比重보오드가 一般成形보오드보다 더 큰 나사못保持力を 나타내는 것은 高比重보오드의 경우 壓密度와 lamina의 接着層의硬化로 인해 증가된 현상으로 생각되며, 低比重보오드에서는 網의 結締로 인해 層의 分離현상이深化되어 나사못保持力이 저하된 것으로 보여진다.

수분이 침투하는 소지를 제공해 주는 것으로 사료된다. 網數가 2, 3, 4장인 경우에도 樹脂添加率이 증가함에 따라 두께膨脹率은减少하였으나 高壓密보오드인 0.85보오드에서는 오히려 이와는 반대되는 경향을 보여주었다. 한편 樹脂添加率 8%와 10%인 보오드에서는 網數가 2, 3, 4장일때比重이增加함에 따라 약간씩 증가하나 0.85보오드에서는减少하는 경향을 보였고, 網을 1장 構成한 보오드는 樹脂添加率 8%와 10%에서 각각 가장높은 21%와 16%의 膨脹率을 보여주어 1장 構成한 것이 가장 不良함을 나타내었다. 그리고 樹脂添加率이 10%인 보오드에서 網을 1장 構成한 보오드

를除外하고는 공히 대조보오드보다 모두 낮은 경향을 보여 網構成效果가 있음이 입증되었다. 樹脂添加率이 12%와 14%인 경우 0.40 및 0.70보오드에서 가장 낮은 膨脹率을, 0.85보오드에서 가장 높은 膨脹率을 나타내어 網構成時 두께膨脹效果는 0.70이하의 比重에서만 기대할 수 있으며 高壓密보오드의 경우 網構成이 오히려 역효과를 보여주고 있어, 網構成이 不必要한 것으로 사료된다.

同一 樹脂添加率에서 網數에 따른 膨脹을 살펴보면 樹脂添加率 8%의 경우 網數가 증가함에 따라 약간의 증감현상만 나타날뿐 그 차이는 대부분 1~2%에 불과하여, 樹脂添加率이 낮은 경우 상대적으로 wax-emulsion 量도 적어 網의 effect는 나타나지 아니하였다. 10% 樹脂添加率의 경우 대조보오드와 비교하여 보면, 網數에 따른 傾向은 일정치 않으나 각比重의 보오드 공히 대조보오드보다 낮은 膨脹率을 보여 주고 있으며, 몇 경우를 例外하고는 網數가 增加함에 따라 약간씩 膨脹率이 상승하는 경향을 보여 주었다. 이는 앞서 언급했듯이 보오드 製造시 網과 보오드가 완전 접합되는 것이 아니라 結締됨으로 인하여 測定시 목구멍(혹은 edge)의 網과 텁밥사이의 공극으로 수분의 침투가 용이함으로 인해 야기된 현상으로 사료된다. 12%와 14% 樹脂添加率에서도 網數에 따른 현상은 별로 나타나지 않았으나 高壓密보오드인 0.85보오드의 경우 그 膨脹率의 減少가 뚜렷이 나타남을 보여 주었다. 이상의 결과를 토대로 하여 볼 때 두께膨脹率의 효과는 高壓密보오드보다는 0.70이하의 보오드에서, 樹脂添加率이 12%와 14%인 경우에 網數에는 크게 좌우됨이 없이 가장 良好한結果를 얻을 수 있으리라 사료되며, 텁밥과 網의 結締力を 높이기 위한 보다 세밀한研究가 進行되어야 할 것으로 본다.

한편, 4매의 lamina로構成된 press-lam 보오드는 樹脂添加率이 14%인 경우를 例外하고는 공히 대조보오드보다 높은 두께膨脹을 보여주었다. 또比重이 0.7인 보오드에 있어서 樹脂含量이 높을 경우 두께膨脹率이 가장 작게 나타남을 보여주고 있다. 樹脂添加率이 낮은 8%와 10%보오드에서는 壓密效果로 인한 膨脹率이 網構成으로 인한 膨脹率 손실을 상쇄한다고 보여지나, 대조보오드보다는 모두 높아 press-lam 보오드의 網構成효과는 두께膨脹率과는 역상관관계에 있다고 보여지는 데, 이의改善를 위해比重을 0.7이하로 보오드를

製造하고, 樹脂添加率을 높여주어야 만족한結果를 얻을 수 있으리라 생각된다.

4.2.2. 휨破壞係數

보오드의 휨破壞係數는 보오드의 比重이 增加함에 따라 각 樹脂添加率水準에서 모두 증가하는 뚜렷한 傾向을 보여 주었다(그림 8 참조). 가장 큰 증가폭은 0.55보오드와 0.70보오드사이에서 나타나 高比重보오드가 低比重보오드보다 휨破壞係數에 있어서 더욱 우수함을 보여 주었다. 樹脂添加率이 10%인 경우 網을構成한 보오드는 모두 대조보오드보다 휨파괴계수값이 높아, 휨파괴계수에 있어서 網構成效果가 높음을 입증하였다. 0.70보오드에서 보면 대조보오드에 비하여 1장構成시 대조보오드에 128%, 2장構成시 140%, 3장구성시 138%, 4장구성시 135%로 20~40% 정도의破壞係數의 증가율을 보여 주었다. 한편, 網數의 증가에 따른破壞係數의 값은 樹脂添加率이 8, 10, 12%인 경우에는 망수증가에 따라 약간씩 증가하는 경향을 보여 주었으나 14%인 경우 低比重보오드에서는 이런 경향이 나타나지 않았는 바, 이는 試驗시 網의 彈性的性質로 인해 파괴가 일어나지 않고 회어지기만 하는데에 원인이 있는 것으로 생각된다. 한편 樹脂添加率이 증가함에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

이상과 같은結果로 볼때 木質材料와 비목질계 재료인 폴리프로필렌 網을 結締함에 있어서 가장 큰效果는 보오드의比重을 높이고 樹脂添加率을 증가시킴으로써 얻을 수 있다는 사실을 알 수 있었으며 樹脂效果는 低比重보오드에서 壓密效果는 高比重보오드에서 얻을 수 있다고 사료된다. 물론 외력에 대한 저항성은 망수 증가에 따른效果로 이를 수 있으나 그 경향은 일정치 아니하였는데 이는補強材料로 들어간 폴리프로필렌 網이 많을 수록 層이 많아져 응력전달이 쉽지 않기 때문인 것으로 생각된다.

Press-lam 보오드도 역시比重이 증가함에 따라破壞係數의 값이 增加하는 경향을 나타내었으며 보오드比重이 0.40과 0.55인 보오드에서는 대조보오드보다 큰 값을 나타내었고, 0.85보오드에서는 대조보오드보다 낮은 값을 나타내었다. 각比重별로 보면 0.40보오드의 경우 60~80 kgf/cm², 0.55보오드의 경우 80~130 kgf/cm², 0.70보오드의 경우 130~225 kgf/cm², 0.85보오드의 경우 220~310 kgf/cm²로比重에 따라 현저히 증가함을 보여

주었다. 樹脂添加率에 따라서는 0.40보오드에 있어서는 큰 차이를 나타내지 않았고 0.55와 0.70보오드에서는 수지첨가율이 증가할수록 破壞係數는 증가하였다. 一般成形보오드보다는 比重이 0.40과 0.85일때 더 큰 破壞係數값을 나타내었으며 比重 0.55와 0.70보오드와는 비슷한 값을 나타내었다.

4.2.3. 휨彈性係數

휨彈性係數는 樹脂添加率 14%를 除外하고 比重이 증가함에 따라 증가하는 경향을 뚜렷하게 보였다(그림 9 참조). 樹脂添加率이 8%인 경우 0.40보오드에서는 $6 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$, 0.55보오드에서는 $9.5 \sim 12 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$, 0.70보오드에서는 $16.5 \sim 25 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$, 0.85보오드에서는 $26 \sim 30 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 로 比重이 증가함에 따라 弹性係數의 값은 현저히 증가함을 보여 주었으며 이러한 경향은 樹脂添加率이 10%와 12%일때도 나타났다. 그러나 樹脂添加率이 14%인 보오드의 경우에는 오히려 0.85보오드가 0.70보오드보다 낮은 弹性係數의 값을 나타내었는데 이는 樹脂添加率이 너무 높고, 지나친 硬化로 인하여 보오드가 너무 단단해져 탄성영역이 그 만큼減少된 것에 기인한다고 생각된다.

樹脂添加率에 따른 弹性係數의 증가현상은 比重 0.55인 보오드에서 가장 현저히 드러났으며, 比重이 0.40, 0.70, 0.85인 보오드에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 網數에 따른 弹性係數의 값은 0.40 및 0.55보오드에서 큰 차이를 나타내지 않았으나, 樹脂添加率이 14%인 보오드의 경우 훌수매(1, 3장)로構成된 보오드보다 짹수매(2, 4장)로構成된 보오드의 弹性係數값이 높아, 보다 有利함을 보여주었는 바 이는 훌수매構成이 보오드 중앙에 위치됨으로 인하여 중립축근처에 배치된 網이 외력에 대한 저항성을 갖지 못하고 응력전달 효과가 적어 일어난 현상으로 생각된다. 한편, 樹脂添加率이 10%인 보오드에 있어서도 網을構成한 보오드가 망을 구성치 않은 대조보오드보다 높은 弹性係數 값을 보여 주었다. 따라서 網結締效果는 휨彈性係數를 증대시키는 한 방편으로 생각되며, 網의構成數는 훌수매보다 짹수매構成이 보다 效率의이라 생각된다.

Press-lam 보오드의 弹性係數는 破壞係數와 마찬가지로 低比重보오드에서는 대조보오드보다 높

은 값을 나타내았고 高比重보오드에서는 낮은 값을 나타내어 網을構成한 press-lam 보오드의 製造時에는 比重 0.70이하의 보오드를 製造하는 것이 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있었다. 보오드를 高比重으로 製造하였을 때 그 弹性係數가 대조보오드보다 낮아지는 것은 高比重으로 製造할 시지나친 壓密度로 인해 보오드의 rigidity가 증가하여 탄성영역이 줄어드는데 기인한다고 생각된다. 그러나 網을結締한 보오드사이에서는 比重이 증가함에 따라 弹性係數의 값은 현저히 증가하였으며 그 증가폭은 비중 0.55보오드와 0.70보오드 사이에서 가장 크게 나타났다. 이는 一般成形보오드에 있어서도 같은 경향을 나타내었으며 휨彈性係數는 비중 0.70이하의 보오드에서 樹脂添加率을 높임으로써 증대시킬 수 있다는 結論을 얻었다. 樹脂添加率이 증가할수록 弹性係數도 증가하였으나 비중 0.85보오드에서는 樹脂添加率이 증가하면 弹性係數의 값은 약간減少하는 경향을 나타내었다.

4.2.4. 引張强度

전체적으로 比重이 증가함에 따라 引張强度는 현저히 증가함을 보여주었다(그림 10 참조). 8% 樹脂添加率 보오드에서 0.40보오드인 경우 $8.2 \sim 16.4 \text{ kgf/cm}^2$ 였으나 0.55보오드의 경우 $31.11 \sim 37.72 \text{ kgf/cm}^2$, 0.70보오드의 경우 $57.4 \sim 90.2 \text{ kgf/cm}^2$, 0.85보오드의 경우 $11.52 \sim 119.7 \text{ kgf/cm}^2$ 로 비중증가에 따른 效果가 매우 현저하게 나타났다. 10% 樹脂添加率보오드에서는 그 경향이 8% 添加率과 同一하게 나타났으며 공히 대조보오드보다 높은 引張强度를 보여 주었다. 대조보오드에 있어서도 0.40보오드에 비해 0.55보오드는 약 480%, 0.70보오드는 1,000%, 0.85보오드는 1,700%의 아주 높은 값을 나타내어 引張强度면에서 比重은 매우 중요한 영향인자로 간주되었다. 이는 일반적으로 木質材料에서 强度와 比重은 陽의 相關관계가 있다는 Stamm(1964)¹⁰⁾의 報告와 일치하는 중요한 性質이다. 12%와 14%의 樹脂添加率로 製造한 보오드에서도 그 경향은 공히 동일하게 나타났다. 한편 網數에 따른 引張强度는 網數가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여 주었다. 樹脂添加率이 8%인 경우 공히 網數와 引張强度는 陽의 相關관계를 보여주고 있으며, 0.85보오드의 경우 증감폭은 크지 아니하였다. 또 樹脂添加率 10%의 보오드에서도 비슷한 경향을 보여 주었으며 比重別 각

대조보오드에 대해서도 모두 높은 引張强度値를 보여 주었다. 樹脂添加率 12% 와 14% 인 경우에도 같은 양상을 보여 주었으며, 가장 높은 强度値는 0.85보오드로 4장을構成한 樹脂添加率 12% 인 보오드에서 나타났다. 결국 이를 종합하여 보면 외력, 즉 인장응력에 대해 저항하는 능력이 텁밥뿐 아니라 補強材料로 들어간 網으로 인해 향상되었음을 나타내는 것이며, 高比重에서의 引張强度는 증강된 壓密效果로 인해 網數에 따른 强度增加效果는 크게 나타나지는 않았으나, 補強效果는 기대할 수 있어 앞으로 木質과 非木質間의 複合材의 材料開發에 상당한 효과를 얻을 수 있으리라 기대된다. 또 각 網數에 있어서 공히 樹脂添加率이 증가함에 따라 引張强度가 상승함을 보여 주었다. 가장 큰 상승효과는 0.70보오드에서 樹脂添加率 14% 일 때 기대할 수 있었다. 그러나 가장比重이 낮은 0.40보오드의 경우 그 증감폭은 0.5~1.4kg f/cm²내에 있어 樹脂添加率 증가에 따른 强度增大效果는 기대할 수 있지만 오히려比重을 높여 보오드를 製造하는 것이 더욱 더 效率的인 방법인 것으로 판단된다.

Press-lam 보오드는 比重이 증가함에 따라 보오드의 引張强度는 현저히 증가하며, 가장 큰 증가폭은 樹脂添加率이 10% 인 보오드에서 나타났다. 한편, 低比重인 0.40과 0.55보오드에서는 대조보오드보다 높은 引張强度値를 나타내었으나 高比重인 0.70과 0.85보오드에서는 낮은 引張强度値를 보여 주었다. 따라서 낮은比重에서는 壓密效果보다는 網構成效果가, 높은比重에서는 壓密效果가 높음을 보여 주었으므로 press-lam 보오드 製造시 網構成效果를 얻기 위해서는 보오드比重을 낮추는 것이 必要하다고 사료된다. 이는 4매로構成된 lamina 사이에 硬化된 接着層이 存在하여 외력에 대한 抵抗性이 그만큼 향상되었음을 보여 주는 것이며, 網構成效果와 더불어 상승작용을 한 것으로 생각된다.

4.2.5. 剝離抵抗

전체적인 경향으로 보아比重이 증가함에 따라 剝離抵抗은 증가함을 보여 주고 있으나 그 양상은 일정하지 아니하였다. 樹脂添加率 8, 10, 12% 인 경우 高比重보오드에서 가장 큰 剝離抵抗値를 나타내었고 樹脂添加率 14% 보오드의 경우 0.70보오드에서 가장 큰 剝離抵抗値를 보였으며比重이 0.85인 경우 현저히 減少하였는 바 이는 高比重보

드에 있어 試驗時 破壞가 보오드의 中層이 아닌 시험시의 대목台板과 보오드의 界面에 존재하는 틈밥, 즉 보오드表面에서 파괴가 일어나 剝離抵抗値가 낮아진 것으로 생각된다. 공히 가장 큰 박리 저항치는 0.70보오드에서 樹脂添加率 14% 인 경우에 나타났다. 한편, 網數에 따른 剝離抵抗値를 살펴보면 1장과 3장이 들어간, 즉 훌수매로構成된 보오드가 짹수매로構成된 보오드보다 낮은치를 보여주고 있으며 樹脂添加率이 10% 인 경우 0.40과 0.55보오드는 모두 대조보오드보다 낮은치를 0.70 및 0.85보오드에서 3매보오드를除外하고는 모두 대조보오드보다 낮은치를 보여 주고 있다. 이를 종합하여 보면 훌수매로構成된 보오드는 보오드두께 中央에 網이 배치됨으로 인해 보오드의 외력에 대한 저항성이 양분됨으로써 짹수매를構成한 보오드보다 剝離抵抗값이 낮았으며, 剝離에抵抗하는能力은 網이 배치됨에 따라 현저히 줄어들어, 網과 보오드를 완전히 結締시킬 수 있는研究가 계속 遂行되어야 할 것으로 생각된다. 樹脂添加率 12% 와 14% 인 경우에 있어서도 비슷한 경향이 나타나, 짹수매 網構成이 훌수매 網構成보다 有利함을 보여 주었다.

한편, 樹脂添加率에 따라 剝離抵抗値는 모두 증가함을 보여 주었으나, 高壓密보오드인 0.85보오드의 경우는 이와는 반대되는 경향이 나타났는데, 이 경우 樹脂添加率과는 무관하게 界面에서破壞가 일어나는 것에 기인한 것으로 생각된다. 結論적으로 剝離抵抗에는 網構成이 구성하지 않은 보오드보다는 低劣한 特性을 보여 주었는 바 이는 李(1985)³⁵⁾의 研究結果와 잘 일치하고 있다.

Press-lam 보오드의 剝離抵抗値는 比重이 증가함에 따라 증가하였으며, 樹脂添加率이 14% 인 경우 공히 다른 樹脂添加率로 製造된 보오드보다 낮은값을 나타내었으며 이는 一般成形보오드에서와 마찬가지로 보오드와 網이 완전히 結締되지 않아 낮은값을 보여 주었다고 생각된다. 하지만 一般成形法과는 다르게 press-lam 보오드에서는 比重效果뿐만 아니라, 樹脂添加率效果도 현저함을 보여 주었다. 즉 樹脂添加量이 많을수록 剝離抵抗値는 상승하였는데, 이는 4개의 lamina로 이루어진 press-lam 보오드에서 각 lamina 사이에 있는 接着層이 경화됨으로 인해 樹脂效果가 크게 나타난 것으로 생각된다.

4.2.6. 나사못保持力

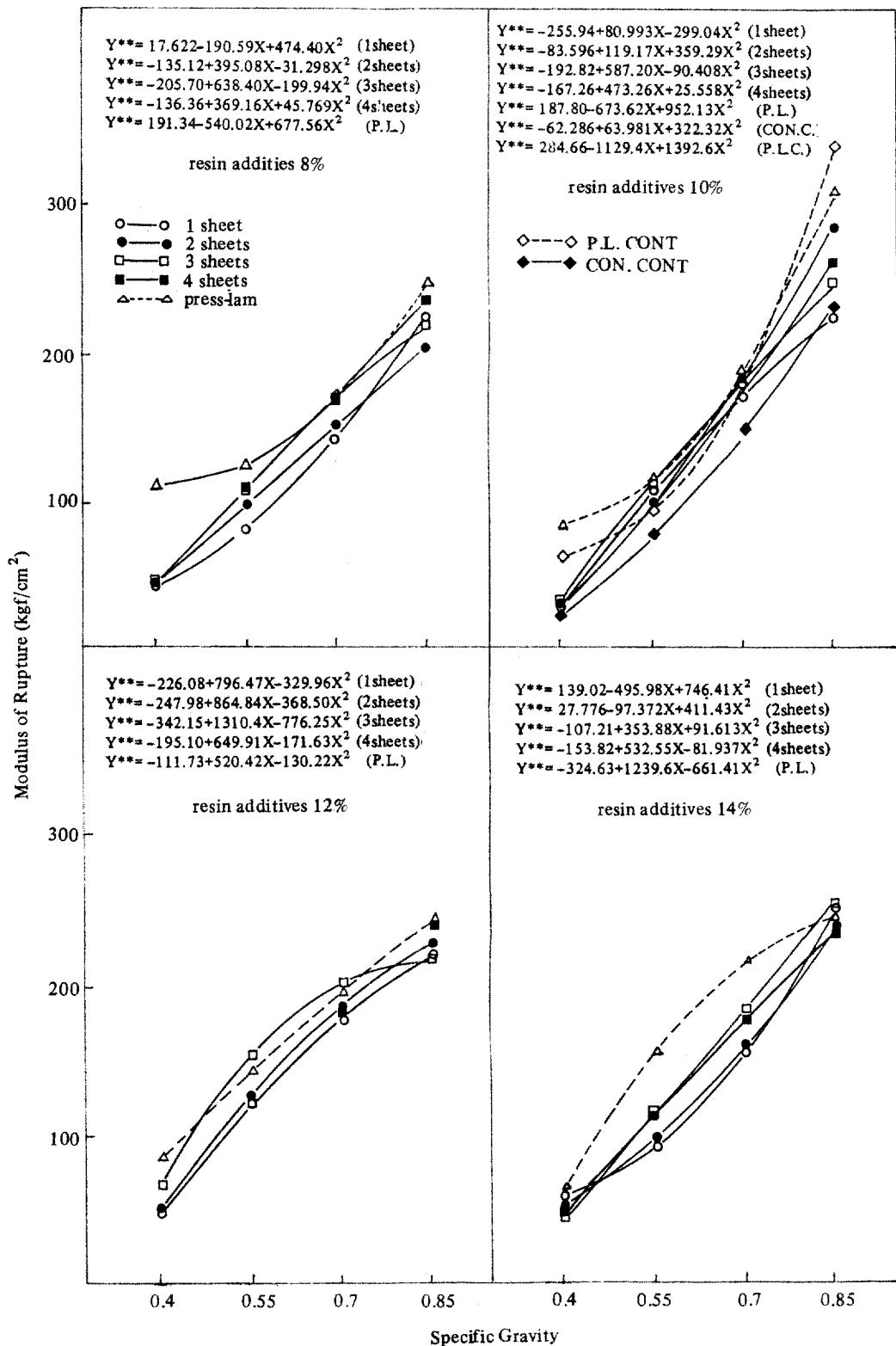


Fig. 8. The curvilinear relations of sawdust board between MOR and Sp. Gr. at each level of resin amount.

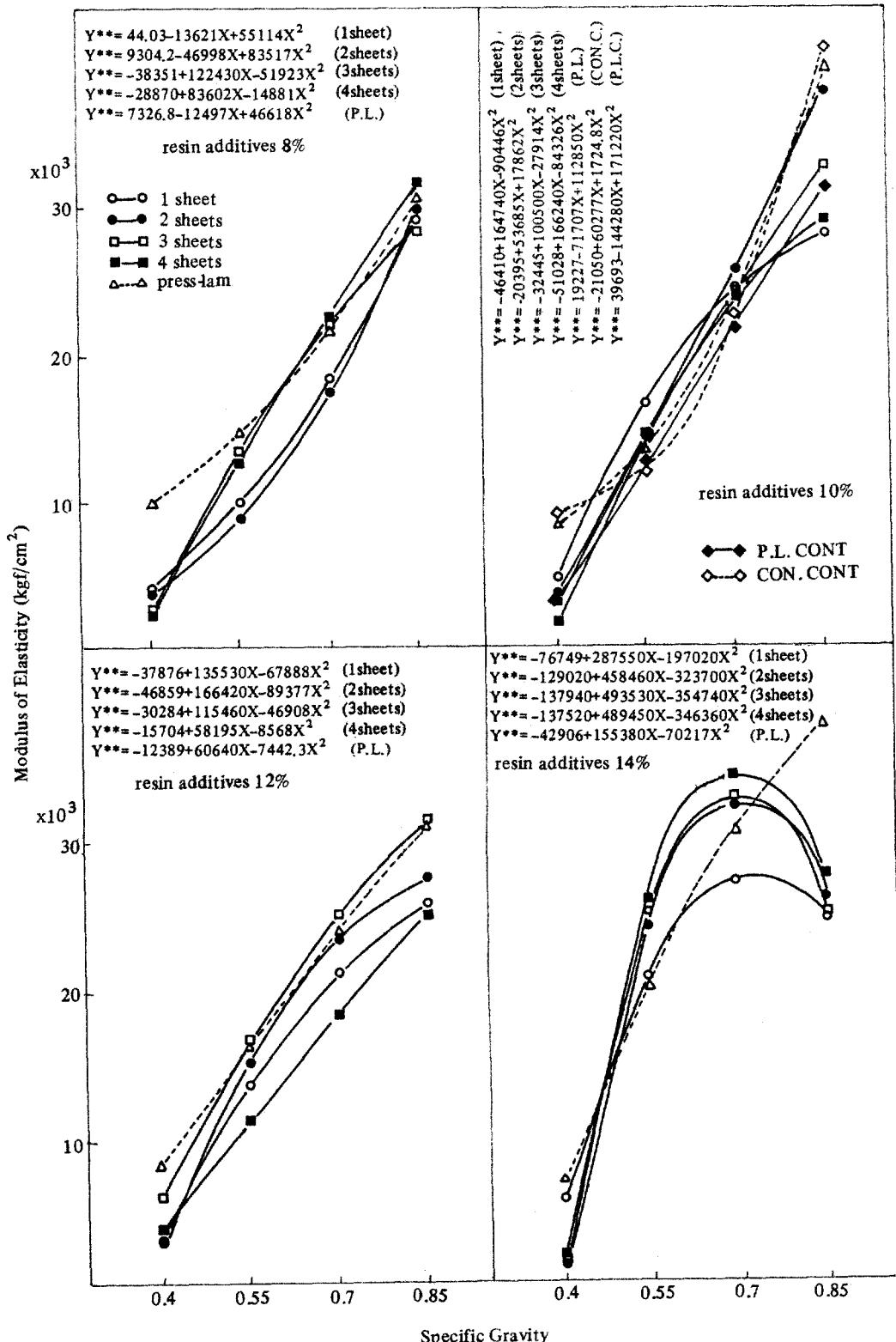


Fig. 9. The curvilinear relations of sawdust board of resin amount.

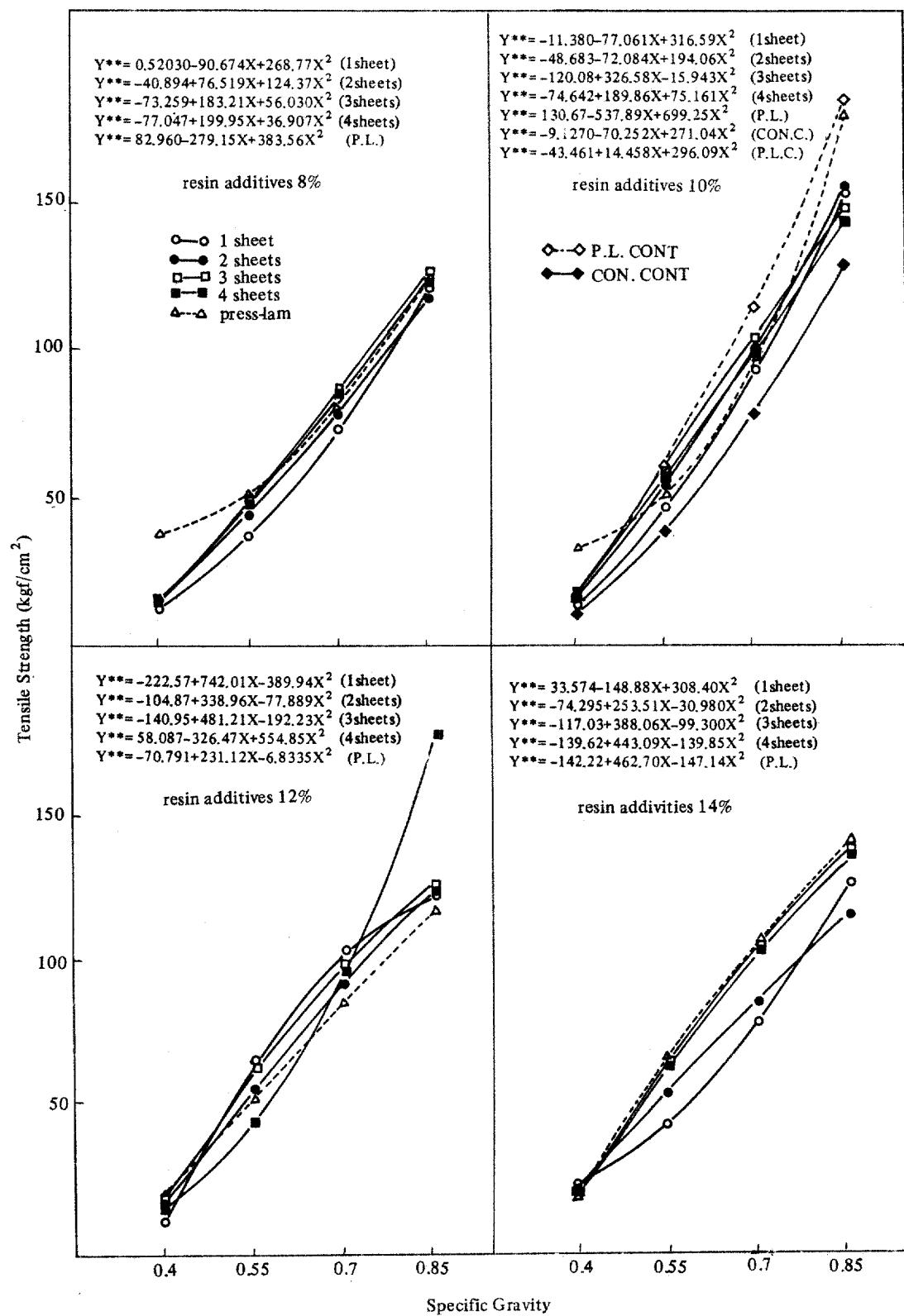


Fig. 10. The curvilinear relations of sawdust board between tensile strength and Sp. Gr. at each level of resin amount.

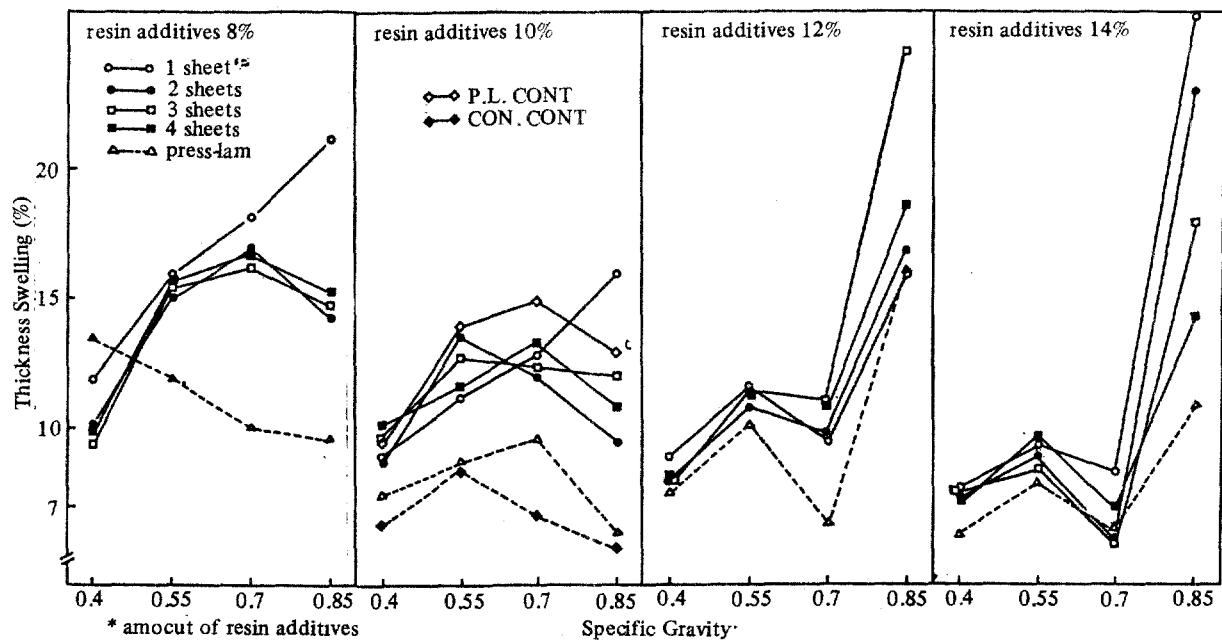


Fig. 11. Thickness swelling of sawdust board according to Sp. Gr. and number of polypropylene screen at each level of resin amount.

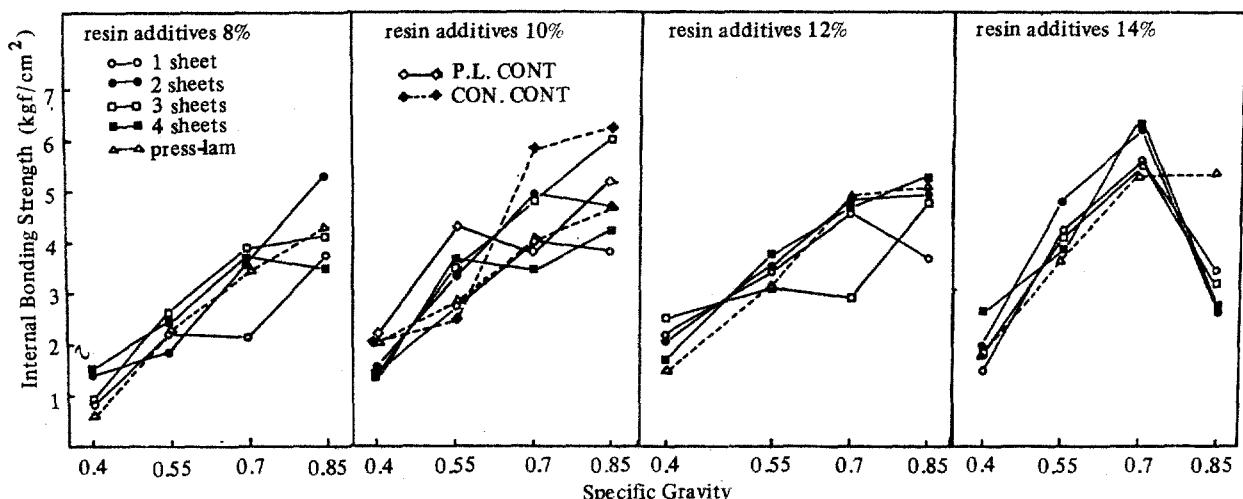


Fig. 12. Internal bonding strengths of sawdust board according to Sp. Gr. and number of polypropylene screen at each level of resin amount.

보오드의 나사못保持力은 比重이 증가함에 따라 현저히 증가됨을 보여 주었다. 樹脂添加率 8%로 製造된 보오드에 있어서 比重 0.40보오드는 2~2.5kgf, 0.55보오드는 7~9kgf, 0.70보오드는 16~23kgf, 0.85보오드는 29~31kgf으로 비중에 따른 상승효과가 매우 큼을 나타내었다. 樹脂添加率이 10%, 12% 및 14%인 보오드에서도 이와 같은 경

향이 나타났다. 이는 比重이 높을수록 보오드의 compaction이 증대되어, 나사못을 结合하고 있는 보오드의 性能이 향상된다고 볼 수 있다. 한편 樹脂添加率이 10%인 보오드의 경우, 高比重인 0.85보오드의 網2장構成보오드를 除外한 그외의 보오드는 모두 대조보오드의 나사못保持力보다 낮은 값을 나타내었다. 이런 結果로 볼때 보오드

내에서 網을 構成하는 것이 나사못保持力의 증대에는 크게 영향을 미치지는 않는 것으로 생각된다. 網數가 증가함에 따라 나사못保持力은 그 增減이 일정치 않고, 대체적으로 比重別로 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 특히 비중이 가장 낮은 0.40보오드에서는 대부분 비슷한 나사못保持力を 보여 주고 있어 網數增加에 따른 나사못保持力의 상승효과가 뚜렷하지 않는 것으로 생각된다. 동일한 망수에서 樹脂添加率이 8%에서 14%까지 증가함에 따라 나사못保持力은 증가하는 경향을 보여 주었는데, 高比重인 0.85보오드에서는 이러한 경향은 나타나지 아니하였다. 이는 比重이 낮은 경우, 樹脂添加量이 많아질수록 硬化된 보오드의 나

사못保持力이 상승되었으나 高比重보오드의 경우에는 樹脂增加效果보다는 壓密度增加效果가 더 큰 것으로 인한 것이라고 생각된다.

Press-lam 보오드도 一般成形보오드와 마찬가지로 나사못保持力이 증가하는 경향을 보였으며, 比重이 낮은 보오드에서는 대조보오드보다 높은 값을, 高比重보오드에서는 대조보오드보다 낮은 値을 나타내었다. 이는 역시 低比重보오드에서는 結締效果가, 高比重보오드에서는 結締效果보다는 壓密效果가 더 큼을 보여 주는 것이다. 樹脂添加率에 따른 나사못保持力의 증가현상은 一般成形보오드와 같이 현저하게 증가하지는 않았으나 대부분 약간씩 증가하는 경향을 보여 주었다.

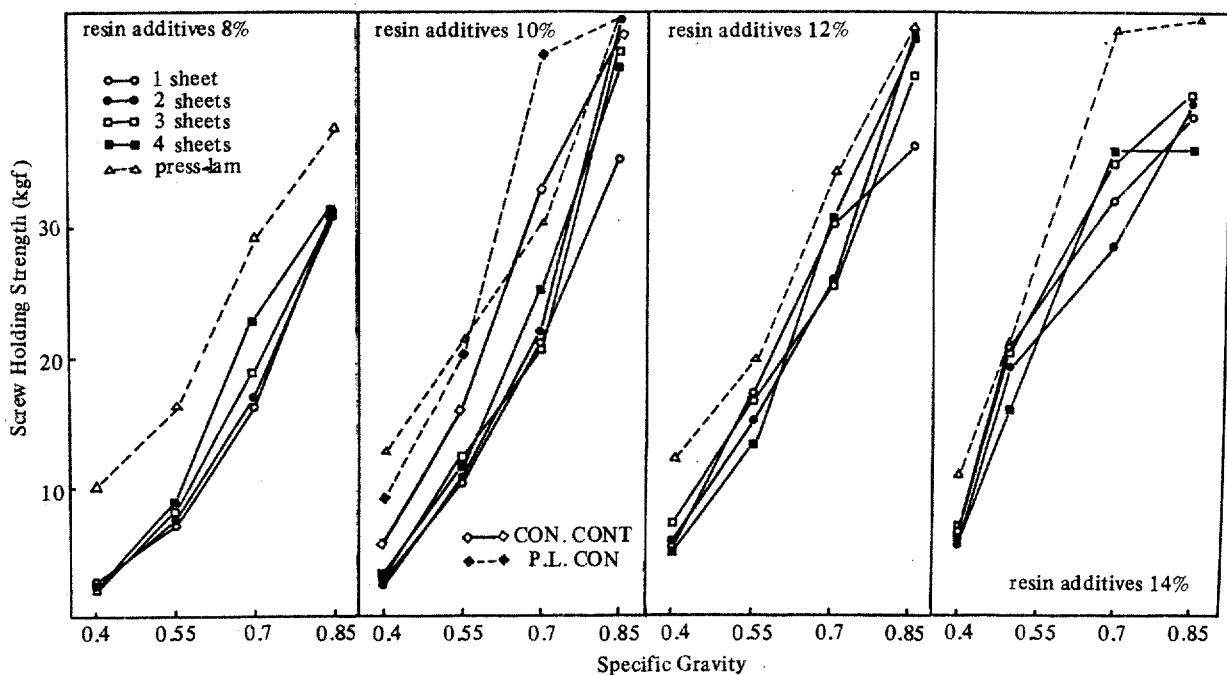


Fig. 13. Screw holding strengths of sawdust board according to Sp. Gr. and number of poly-propylene screen at each level of resin amount.

5. 結論

팔만침 및 텁밥을 파아티클로 이용하고 폴리프로필렌 網을 結締하여 만든 成形 및 press-lam 보오드의 物理 및 機械的 性質을 調査하여 考察하였는데 이를 바탕으로 하여 本研究에서 얻은 중요한 結論은 다음과 같다.

1) 팔만침보오드 및 텁밥보오드 공히 樹脂添加

率이 증가함에 따라 두께膨脹率은 減少하였으며, 網數增大에 따른 치수安定效果는 高壓密보오드인 0.85보오드에서 나타났다. 또한 press-lam 보오드는 一般成形보오드보다 낮은 膨脹率을 보였다.

2) 보오드의 痕破壞係數는 比重이 증가함에 따라 증가하였으며 網數가 증가함에 따라서도 증가하였다. 樹脂添加率이 증가함에 따라서도 痕破壞係數는 증가하였으며 press-lam 보오드는 一般成

形보오드보다 높은 값을 나타내었다. 樹脂添加量에 따른效果는 일정치 아니하였다.

3) 보오드의 휨彈性係數는 比重이 증가함에 따라 증가하였고, 팔만칩보오드의 경우 樹脂添加率이 12%일때 가장 높은 값을 나타내었다. 網數에 따른 증대효과는 나타나지 아니하였으나, 텁밥보오드의 경우 網을構成한 보오드는 대조보오드보다 대부분 높은 휨彈性係數値를 나타내었다. press-lam 보오드에 있어서도 그 양상은 一般成形보오드와 비슷하였으며 대조보오드보다 높은 값을 보여 주었다.

4) 보오드의 引張強度는 比重이 증가함에 따라 증가하였으며, press-lam 보오드의 引張強度는 一般대조보오드보다 높았다.

5) 보오드의 剝離抵抗은 比重이 증가함에 따라 증가하였으며, 網을 結締한 보오드는 대조보오드보다 모두 낮은 값을 보였다. 또 팔만칩보오드 및 텁밥보오드 공히 奇數枚構成보오드는 偶數枚構成보오드보다 낮은 剝離抵抗値를 보여 주었고, 팔만칩보오드의 경우 가장 큰 증대효과는 0.70보오드와 0.85보오드사이에 나타났다.

6) 比重이 증가함에 따라 보오드의 나사못保持力은 증대하였으며 網을構成한 보오드와 대조보오드사이의 차이는 크지 아니하였다. 樹脂添加率이 증가함에 따라 나사못保持力은 증대하였으며, press-lam 보오드에서는 팔만칩으로 製造한 高比重보오드가 높은 값을 보여 주었으며, 텁밥보오드의 경우에는 低比重보오드에서 대조보오드보다 높은 값을 보여 주었다.

6. 摘 要

팔만칩 및 텁밥을 보오드에 活用하기 위한 方案의 하나로, 이들의 취약한 物理 및 機械的 性質을改善시키기 위하여 非木質材料인 폴리프로필렌網을 結締하여 보오드를 製造하였다.

보오드의 製造條件은 比重을 0.40, 0.55, 0.70 및 0.85의 4수준으로 하고 樹脂添加率을 8%, 10%, 12% 및 14%의 4수준으로 하였으며, 網數는 1장에서 4장으로 하여 보오드를 각각 製造하였다. 이들 보오드의 物理 및 機械的 性質은 두께膨脹率, 휨破壞係數, 휨彈性係數, 引張強度, 剝離抵抗 및 나사못保持力 등을 測定調査하고 考察하였는데 本研究에서 얻은 중요한 結論은 다음과

같다.

1) 樹脂添加率이 증가함에 따라 두께膨脹率은減少하였고, press-lam 보오드는 一般成形보오드보다 낮은 값을 보여 주었다.

2) 보오드의 휨破壞係數 및 弹性係數는 比重이 증가함에 따라 증가하였으며 press-lam 보오드는 一般成形보오드보다 높은 값을 나타내었다. 網數가 증가함에 따라 휨破壞係數는 증가하였고, 樹脂添加率이 증가함에 따라서도 같은 양상이 나타났으나 휨彈性係數의 경우 網數에 따른效果는 나타나지 아니하였다.

3) 比重이 증가함에 따라 보오드의 引張強度는 증가하였으며, 網構成보오드는 대조보오드보다 높은 값을 나타내었다. 또 網數가 증가함에 따라서도 引張強度는 증가하였으며, press-lam 보오드는 一般成形보오드보다 높은 引張強度値를 보여 주었다.

4) 보오드의 剝離抵抗은 比重이 증가함에 따라 증가하였으며 網을 結締한 보오드는 대조보오드보다 모두 낮은 값을 보여 주었다. 奇數枚構成보오드는 偶數枚構成보오드보다 낮은 剝離抵抗値를 보였다.

5) 樹脂添加率 및 比重이 증가함에 따라 나사못保持力은 증가하였으나, 網構成보오드와 대조보오드사이에서의 차이는 크지 아니하였다. press-lam 보오드에서 팔만칩보오드의 경우 高比重보오드가, 텁밥보오드의 경우 低比重보오드가 각각 대조보오드보다 높은 값을 보여 주었다.

Literature Cited

- Biblis, E.J. 1985. Properties of three layer oriented strandboard from southern hardwoods. For. Prod. J., 35(2): 28-32.
- Biblis, E.J. 1983. Composite plywood with southern pine veneer faces and oriented strand core from sweetgum and southern pine. Wood and Fiber sci., 17(1): 58-74.
- Bulleit, W.M. 1985. Elastic analysis of surface reinforced particleboard. For. Prod. J., 35(5): 61-68.
- Chow, P. 1972. Modulus of elasticity and shear deflection of walnut-veneered-particle-

- board composite beams in the flexure. *For. Prod. J.*, 22(11): 33-38.
5. Countryman, D. 1975. Research program to develop performance specification for the veneer-particle board composite panel. *For. Prod. J.*, 25(9): 44-48.
 6. Gatchell, C.J., B.G. Heebink, and F.V. Hefty. 1966. Influence of component variables on properties of particleboard for exterior use. *For. Prod. J.*, 16(4): 46-59.
 7. Gaudert, P.C.L., and T. Szabo. 1978. Reduced boiling and cooling times for the waferboard bonding test. Canada Forintek, Eastern Lab. Tech. Report 536ER, 5pp.
 8. Geimer, R.L., H.M. Montrey, and W.F. Lehmann. 1975. Effects of layer characteristics on the properties of three layer particleboard. *For. Prod. J.*, 25(3): 19-29.
 9. Geimer, R.L. and E.W. Price. 1978. Construction variables considered in fabrication of a structural flakeboard. USDA For. Ser. Gen. Tech. Report WO-5: 69-80.
 10. Geimer, R.L. 1979. Data basic to the engineering design of reconstituted flakeboard. USDA For. Ser. Tech. Report WO-5: 69-80.
 11. Geimer, R.L. 1980. Predicting flakeboards properties; Improvement in bending properties by aligning a mixture of flakes. Proceeding of the 14th International Symposium on Particleboard. Washington State Univ. Pullman, Wash.: 59-76.
 12. Geimer, R.L. 1981. Predicting shear and internal bond properties of flakeboards. *Holz als Roh und Werkstoff* 39: 409-415.
 13. Geimer, R.L. 1982. Feasibility of producing reconstituted railroad ties on a commercial scales. USDA For. Ser. Res. Pap. FPL411.
 14. Hann, R.A., J.M. Black, and R.F. Blomquist. 1963. How durable is particleboard? *For. Prod. J.*, 13(5): 169-174.
 15. Heebink, B.G., and F.V. Hefty. 1969. Treatment to reduce thickness swelling of phenolic-bonded particleboard. *For. Prod. J.*, 19(11): 17-26.
 16. Hse, C.Y. 1975. Properties of flakeboards from hardwoods growing on southern pine sites. *For. Prod. J.*, 25(3): 48-53.
 17. Hunt, M.O., W.F. Lehmann, W.L. Hoover, J.D. McNatt, and D.A. Fergus. 1979. Red oak structural flakeboard. *For. Prod. J.*, 29(9): 43-49.
 18. Hunt, M.O., W.L. Hoover, and D.A. Fergus. 1985. Thick aspen structural flakeboard. *For. Prod. J.*, 35(4): 33-49.
 19. Klauditz, W., H.J. Ulbricht, W. Kratz, and A. Buro. 1960. The production and properties of chip material with oriented strength. *Holz und Werkstoff* 18(10): 377-385.
 20. Kelly, M.W., and E.W. Price. 1985. Effect of species and panel density on durability of structural flakeboard. *For. Prod. J.*, 35(2): 39-44.
 21. Lehmann, W.F. 1974. Properties of structural particleboard. *For. Prod. J.*, 24(1): 19-26.
 22. Lyons, B.E., J.D. Rose, and J.R. Tissell. 1975. Performance of plywood and composite panels under concentrated and impact loads. *For. Prod. J.*, 25(9): 56-60.
 23. McNatt, J.D. 1977. Structural flakeboard - what is it? What can it do? USDA For. Ser. FPL, Southern Lumberman No. 15: 83-85.
 24. McNatt, J.D. 1978. Manufacture and performance of full - size structural flakeboards from Douglas-fir forest residues. USDA For. Ser. Tech. Report WO-5: 118-132.
 25. Panning, D.J., and R.O. Gertjenssen. 1985. Balasm poplar as a raw material for waferboard. *For. Prod. J.*, 35(5): 48-54.
 26. Post, P.W. 1958. Effect of particle geometry and resin content on bending strength of oak flakeboard. *For. Prod. J.*, 8(10): 317-322.
 27. Price, E.W. and C.Y. Hse. 1983. Bottomland hardwoods for structural flakeboards. *For. Prod. J.*, 33(11/12): 33-40.
 28. Rice, J.T. 1973. Particleboard from silage sycamore-laboratory production and testing. *For. Prod. J.*, 23(2): 28-35.
 29. Schmidt, E.L., H.J. Hall, R.O. Gertjenssen,

- C.G. Carl, and R.C. Degroot. 1983. Biodegradation and strength reductions in preservative treated aspen waferboard. *For. Prod. J.*, 33(11/12): 45-53.
30. Smith, D.C. 1982. Waferboard press closing strategies. *For. Prod. J.*, 32(3): 40-45.
31. Stamm, A.J. 1964. *Wood and cellulose science*. Ronald Press Com.
32. 朴憲, 李弼宇. 1986. 木材파티클과 鐵線複合體가 보오드의 物理的 및 機械的 性質에 미치는 영향. *木材工學* 14(1) : 3~44.
33. 李弼宇, 朴憲. 1982. 樹皮보오드의 物理的 性質에 關한 研究. *木材工學* 10(6) : 8~15.
34. _____, _____. 1983. 補強材料를 添加한 흡밥보오드의 物理的 性質에 關한 研究. *木材工學* 11 (3) : 31~38.
35. 李弼宇. 1985. 木材파티클과 鐵網結締가 보오드의 物理的 性質에 미치는 영향. *木材工學* 13 (3) : 3~26.
36. 李弼宇, 徐珍錫. 1985. 鐵網構成이 흡밥보오드의 暫性質에 미치는 영향. *木材工學* 13 (4) : 67 ~72.