

樹皮 및 파티클보드 廢棄粉末을 利用한 合板의 增量에 關한 研究*1

李 弼 宇*2 朴 憲*2

A Study on Plywood Glue Extender from Bark and Particle Board Sander Dust*1

Phil Woo Lee*2 Heon Park*2

Summary

The shear strength of plywoods using Douglas-fir bark powder and particleboard sander dust(PSD), abandoned materials in plywood and particleboard industries, as extender to UF resin, was compared with that of plywoods using wheat flour. Extenders were mixed at the rate of 0%, 5%, 10%, 20%, and 30% of UF resin weight. In obtained results, the dry shear strength of all extended plywoods was highest at extending ratio 5% and the wet shear strength was highest at no extending and 5%. Douglas-fir bark powder-and PSD-extended plywoods had as high dry and wet shear strength as wheat flour-extended plywoods up to extending ratio 10% and 20% respectively. But at 30%, wheat flour-extended plywoods had higher shear strength. Douglas-fir bark powder and PSD size should have been reduced (enough to pass through 325 mesh screen) in order to develop the satisfactory mixing, spreading and plywood bond quality. But in this study the powders to pass through 100 mesh screen were used.

摘 要

本 實驗에서는 合板 및 파티클보드 工場에서 廢棄物로 버려지고 있는 Douglas-fir 樹皮粉末과 particle-board sander dust (PSD) 를 尿素樹脂接着劑의 增量材料로 利用하여 製造한 合板과 밀 가루를 增量材料로 利用하여 製造한 合板과의 常態 및 耐水接着力을 比較하였다. 또한 接着劑의 增量比率를 樹脂液의 重量에 對하여 5, 10, 20, 30 % 順으로 增加시켜서 各 增量材料의 適定增量條件을 찾고자 하였다. 實驗 結果, 實驗에 利用된 增量材料 모두가 增量比率 5 % 일 때 常態接着力이 가장 높았으며, 耐水接着力은 無增量과 增量比率 5 % 일 때 가장 높았다. Douglas-fir 樹皮粉末은 增量比率 10 % 까지, PSD 는 增量比率 20 % 까지 밀 가루와 비슷한 常態 및 耐水接着力을 보였으나 增量比率 30 % 에서는 밀 가루의 常態 및 耐水接着力이 높았다. Douglas-fir 樹皮粉末과 PSD 는 塗布作業性을 改善하고 接着劑의 두께를 가능한 얇게하여 接着力을 높이기 위해서는 매우 고운 粉末

로 만들어져야 한다고 생각된다. (325 mesh screen 通過) 그러나, 本 實驗에서는 100 mesh screen 을 通過하는 것을 使用하였다.

緒 言

合板用 接着材料로는 現在 여러 가지의 增量材料가 使用되고 있다. 보통 增量材料는 接着劑의 점도를 調節하여 單板의 接着을 良好하게 한다. 增量材料는 接着劑의 매개역할을 할 뿐만아니라, 接着劑의 도포성 및 단판 표면으로의 침투성을 改善하며 接着劑의 비용을 상당히 절감시키고 있다. 現在, 상업적으로 使用되고 있는 合板用 增量材料는 밀 가루가 주종을 이루며, 木粉, 葉粉末, 樹皮粉 등이 一部 開發되어 使用되고 있다. 그러나, 밀 가루는 값이 高價일 뿐만 아니라 食用可能한 것으로서, 外國에서는 옥수수대나 樹皮를 主로 增量材料로 使用하고 있는 바, 우리나라에서도 값비싼 밀 가루를 代替할 適切한 增量材料 開發이 시급하다고 생각한다.

*1 : Received for publication on Dec. 15, 1982.

*2 : 서울대학교 農科大學 College of Agri., Seoul National University

接着增量에 關한 研究로는 外國에서는 落葉을 增量材料로 使用한 研究가 Keays (1976), Chow (1977), Barton et. al (1976, 1978) 등에 依하여 활발히 進行되었으며, Lin (1969)는 尿素樹脂에 여러가지 動植物性 接着劑를 섞어서 接着力을 比較하였다.

國內에서는 本 接着實驗室에서 1973년 李弼宇 등이 고구마, 감자, 돼지감자粉末을 合板用 요소수지의 增量에 利用한 論文을 발표한 것을 시작으로 하여 낙엽가루, 나무가루, 樹皮가루, 소나무잎가루, 옥수수대가루, 리기타소나무잎가루, 잣나무잎가루, 脫脂米糠, 토란 등을 증량재료로 使用하여 接着效果에 關한 研究를 10여년 동안 계속하여 왔다. 實驗한 增量材料중 석탄산수지의 증량재료로는 소나무가루가 우수한 것으로 밝혀졌다. 그중 특히 최근에 發表된 것으로 토란 (taro) 증량재료는 밀가루보다 훨씬 좋은 接着效果를 보여 尿素樹脂接着劑의 우수한 증량재료로 밝혀졌으며, 그 利用에 對한 구체적인 活用方案을 本 實驗室에서 研究中에 있다.

本 研究에서는 合板 및 파티클보드공장 廢棄物을 粉末化하여 合板接着 增量材料로 使用할 수 있는가에 대한 可能性을 조사함으로써 木材廢棄物의 經濟的 活用 價値를 높이고자 하였다. 合板 및 파티클보드 工場의 폐기물은 여러가지가 있으나, 그중 다른 폐기물과는 달리 그 利用 가치를 찾지 못하고 있는 樹皮중에서, 특히 tannin 成分을 많이 含有하여 우수한 增量效果를 기대할 수 있는 Douglas-fir 樹皮와 파티클보드 工場에서 파티클보드 製造의 마무리工程 中에서 表面 研磨過程時에 生成되는 particleboard sander dust (PSD)를 合板接着增量材料로 使用할 때 適定 增量條件을 찾고자 하였다. 파티클보드 製造時 表尸의 含脂率은 木材 파티클의 全乾重量에 對하여 樹脂 固型分 10% 이상이다. 따라서 PSD는 一般 木粉과 달리 접착성분, 즉 경화된 樹脂를 含有하고 있어서 增量材料로 使用하였을 때 훌륭한 接着效果를 기대할 수 있다고 생각한다.

또한, 本 研究에서는 國內 거의 모든 合板工場에서 增量材料로 使用하고 있는 밀가루의 增量效果와 Douglas-fir 樹皮粉末 및 PSD의 增量效果를 比較하고자 하였다. 밀가루는 사람이 먹을 수 있는 것으로 우리나라에서도 주요한 식량중에 하나다.

本 研究에서 上記 增量材料를 尿素樹脂增量에 使用하여 그 增量效果를 分析하였으며, 케슬수지 增量材料로서의 增量效果는 다음 研究에 계속될 예정이다.

材料 및 方法

1. 試驗材料

1.1. 單板: 本 研究에서 使用된 單板은 두께 2.1 mm meranti 單板으로 氣乾比重 0.54였다. 單板은 15 × 15 cm의 크기로 裁斷되었으며 25 ± 1°C의 恒溫器內에서 10일간 乾燥되어 含水率 8%로 調整되었다.

1.2. 接着劑: 接着劑는 尿素樹脂를 使用하였으며 樹脂率은 48%였다.

1.3. 接着增量材料: 增量材料로는 밀가루, Douglas-fir 樹皮가루, particle board sander dust (PSD)를 使用하였으며 氣乾狀態의 것을 체로 쳐서 100 mesh screen을 通過하는 것을 取하였다.

밀가루는 粉末狀으로 시중에서 구입하여 使用하였으며, Douglas-fir 樹皮가루는 Douglas-fir 樹皮를 內·外皮 區分없이 粉末化하여 使用하였고, PSD는 國內에 있는 A工場과 B工場에서 구입하여 使用하였다. 工場에서 구입한 PSD는 두가지 모두 100 mesh screen을 거의 다 通過하였다.

1.4. 硬化劑: 合板製造時 尿素樹脂에 使用한 硬化劑는 염화암모늄 10% 수용액을 樹脂液에 對하여 重量比로 10% 添加하였다.

2. 試驗方法

2.1. 增量方法: 準備한 各 增量材料를 Table 1.에 나타나 있는 것과 같이 樹脂液에 對하여 5, 10, 20, 30%의 比率로 增量하였다. 增量材料를 接着劑와 混合時에 잘 섞이도록 증량재료무게와 同一한 量의 물을 添加하였다. 또한 硬化劑는 接着劑, 增量材料, 물을 含한 總量에 對하여 10% 염화암모늄용액을 重量比로 10% 添加하였다.

Table 1. Glue extending method

Extending ratio (%)	0	5	10	20	30
Adhesive	100	100	100	100	100
Extender	0	5	10	20	30
Water	0	5	10	20	30
Hardener	10	11	12	14	16

2.2. 合板製造: 增量하여 準備된 接着劑를 0.036g/cm²으로 單板에 양면도포하여 3ply 합판을 만들었다. 合板製造條件은 熱板溫度 120°C, 加壓力 12 kg/cm², 加壓時間 2분을 適用하였다. 製造된 合板의 總枚數는 增量材料(4) × 增量比率(4) × 反復(4) + 無增量(4) = 68枚였다.

2.3. 合板의 接着力 試驗: 接着力試片은 常態 및 耐水接着力을 測定하기 위하여 製造된 合板에서 각각 2個씩 베어 사용하였다. 즉, 接着力 測定은 A.S.T.M. Committee D-7 (1954)의 方法에 따라 所定의 試驗片을 採取한 후 실시하였다. 常態接着力은 製造된 合板을 溫度 20°C, R.H. 60%에서 15日間 放置한 다음 試驗片을 떼고 Riele Shot Type 1000 LBS 容量의 Plywood shear testing machine 을 利用하여 測定하였다.

2.4. 資料分析方法: 增量材料別 및 增量比率에 따른 接着力을 比較 分析하기 위하여 split plot design 을 適用하였다. 이 分析方法에서 主試驗區에 4종류의 增量材料를 細區에서 4가지 增量比率를 配置하여 分散分析을 實施하고 그에 따른 有意差를 檢定하였다.

結果 및 考察

1. 常態接着力

增量材料 4가지 增量比率 5, 10, 20, 30%로 8反復하여 얻은 試驗資料를 分散分析한 結果, 常態接着力은 增量材料間 및 增量比率間에 99%의 有意差를 보였다. Table 2. 에서 보면 增量材料別 常態接着力의 平均값은 Douglas -fir 樹皮가 가장 낮았고 A-PSD, B-PSD와 밀가루는 有意差가 없었다.

Table 2. Difference between average values of dry shear strength and 95% level of significance in LSD

Extending ratio						Mean
	0	5	10	20	30	
Df-Bark	196.25	207.50	198.13	141.25	161.88	181.00
A-PSD	196.25	216.25	210.63	182.13	173.13	195.80
B-PSD	196.25	241.88	213.75	187.50	185.63	205.00
Wheat	196.25	226.25	198.75	195.63	214.38	206.25
Mean	196.25	222.97	205.31	176.88	183.75	

LSD (E₂) - (E₁) = 11.248

LSD (R₂) - (R₁) = 14.149

LSD (E₁R₂) - (E₁R₁) = 28.299

LSD (E₂R₁) - (E₁R₁) = 27.694

Df - Bark: Douglas -fir bark, PSD: Particle board sander dust

增量比率에 따른 常態接着力은 增量材料에 관계없이 5%增量일 때가 가장 높았고, 10%增量의 常態接着力은 無增量일 때와 비슷하였으며, 增量比率이 20%, 30%로 增加할수록 전반적인 常態接着力은 減小되었으나 Fig.1.의 2차 회귀곡선에서 나타난 바와 같이 밀가루는 增量比率이 30%로 增加할수록 常態接着力도 增加하는 現象을 나타냈다. 또한 Douglas-fir 樹皮는 10% 增量까지는 밀가루, A-PSD 및 B-PSD와 비슷한 常態接着力을 보이나 20%, 30%增量에서는 급격한 接着力減小를 보이고 있다. A- 및 B-PSD는 20%증량까지는 밀가루증량재료와 常態接着力의 有意差가 없었으나 30% 增量에서는 有意差가 생겼다.

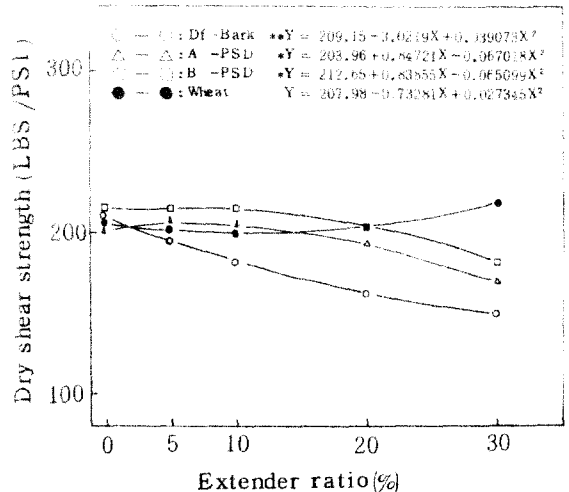


Fig.7. Relation between extender ratio and dry shear strength.

一般的으로 木粉 및 樹皮는 尿素樹脂 增量材料로 사용될 때는 밀가루보다 훨씬 낮은 常態接着力을 나타내는 것으로 本 研究室에서 發表한 바 있다. 本 實驗에서 使用한 PSD는 樹脂固型分量을 10%以上 含有하고 있는 파티클보드의 表面을 研磨할 때 生成되는 것이므로 PSD는 10%以上の 接着成分, 즉 硬化된 樹脂와 90% 程度의 木粉이 섞여있다. 따라서 本 實驗結果, A- 및 B-PSD는 일반 木粉과는 달리, 밀가루증량재료와 20% 增量까지는 有意差없는 常態接着力을 나타낸 것으로 생각된다.

또한 PSD 및 樹皮粉末을 本 實驗에서는 100mesh 까지만 分別하여 使用했으나, 塗布作業時 作業能率 이 떨어지고, 接着力이 두꺼워지는 경향이 있어 接着力에 나쁜 영향을 미치는 것으로 생각된다. Kundson (1978) 등에 따르면 325 mesh screen 을 通過

하는 것을 使用하면 위의 결점을 보완할 수 있다고 보고할 바, 이에 대한 研究가 必要하다고 생각된다.

한편, 木破率은 뚜렷한 경향을 보이지 않았으나, 대체적으로 Fig.2.의 2차회귀곡선에서 나타난 바와 같이 Douglas-fir 樹皮가 가장 심한 木破率 減소를 보였고 밀가루는 오히려 증가하는 경향을 보였다. A-와 B-PSD는 增量比率이 增加함에 따라 서서히 減소하여 30%에서 가장 심한 減소를 보였다.

上記의 分析結果를 全體의으로 살펴보면, 增量材料 및 增量比率面에서 常態接着力은 Douglas-fir 樹皮 粉末 增量의 경우 증량비율 10%까지는 밀가루 증량일 때와 비슷하며, A- 및 B-PSD는 20% 增量까지 밀가루 증량과 비슷한 常態接着力을 보이고 있으며 A-PSD와 B-PSD間에는 差異가 없었다.

$$LSD (E_2) - (E_1) = 9.570$$

$$LSD (R_2) - (R_1) = 15.996$$

$$LSD (E_1R_2) - (ER_1) = 31.992$$

$$LSD (E_2R_1) - (E_1R_1) = 30.169$$

2. 耐水接着力

耐水接着力도 增量材料間 및 增量比率間에 모두 99% 有意差를 보였다. Table 3에서 보면 增量材料別 耐水接着力의 平均값은 Douglas-fir 樹皮 粉末로 增量했을 때 가장 낮고, PSD로 증량했을 때는 Douglas-fir 수피 분말의 경우보다는 높았으나 밀가루보다는 낮았다. A-PSD와 B-PSD間에는 有意差가 없었다.

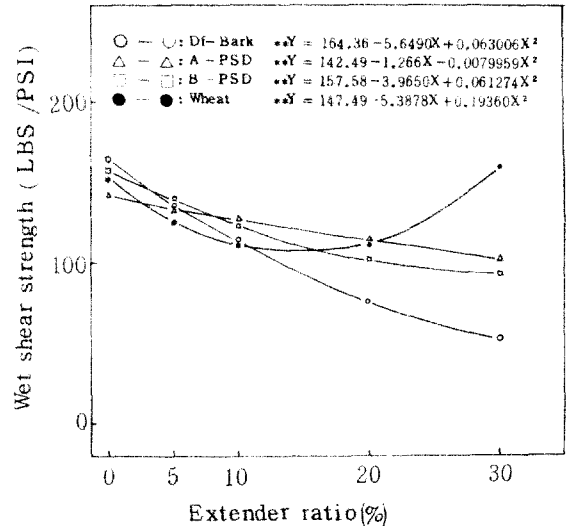
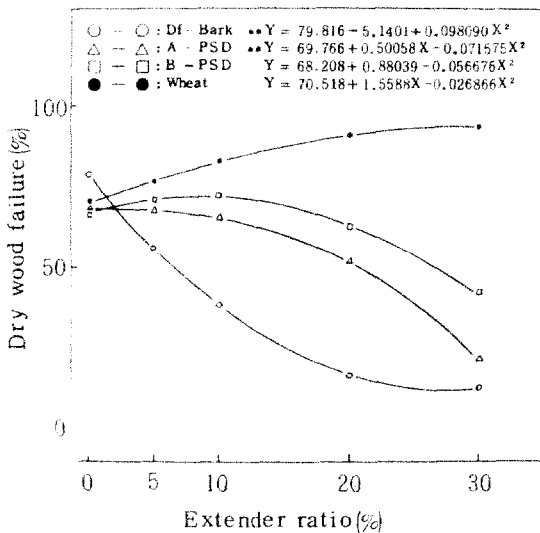


Fig.4. Relation between extender ratio and dry wood failure.

Fig.3. Relation between extender ratio and wet shear strength.

Table 3. Difference between average values of wet shear strength and 95 level of significance in LSD

Extending ratio	0	5	10	20	30	Mean
Extender						
Df-bark	150.63	156.88	119.38	59.38	58.13	108.88
A-PSD	150.63	128.75	118.13	129.38	91.88	123.75
B-PSD	150.63	156.25	113.13	103.13	94.38	123.50
Wheat	150.63	125.63	103.13	126.88	156.88	122.63
Mean	150.63	141.88	113.44	104.69	100.31	

增量比率에 따른 耐水接着力은 平均的으로 無增量과 5% 增量일 때 가장 높았다. 增量比率 10%, 20%, 30%에서는 耐水接着力이 著차 減소하는 경향을 보였으나, Fig.3.의 2차회귀곡선에서 보면 밀가루는 10% 增量까지는 耐水接着力이 減소되나 20%, 30% 增量에서는 증가하는 경향을 보이고 있다.

Douglas-fir 樹皮의 경우는 10%까지는 밀가루, A-PSD 및 B-PSD와 비슷한 경향을 보이나 20%, 30% 增量에서 耐水接着力이 급격히 減소하여 常態接着力과 비슷한 경향을 보이고 있다. 그러나 A- 및 B-PSD와 밀가루는 常態接着力의 경우와 마찬가지로 20% 增量까지는 有意差를 나타내지 않으나 30% 增量에서는 밀가루의 耐水接着力이 有意差를 나타내며 높은 값을 보인다.

하편, 耐水木破率은 常態接着力の 경우와 마찬가지로 뚜렷한 경향을 보이지 않으나 無增量이 增量한 것보다는 全體의으로 낮은 木破率을 나타냈다. 增量材料中 Douglas-fir 樹皮가 가장 낮은 木破率을 보였고, 밀가루는 木破率이 증가하는 경향을 나타냈다. A- 및 B-PSD 는 Douglas-fir 樹皮粉末과 밀가루의 중간값을 나타냈으며, Fig.4는 耐水木破率을 2차 회귀곡선으로 나타낸 것이다.

上記의 分析結果를 살펴보면, 常態接着力과 비슷하게, Douglas-fir 樹皮는 增量比率 10%까지, A- 및 B-PSD 는 增量比率 20%까지는 밀가루로 增量할 경우와 비슷한 耐水接着力을 보였다.

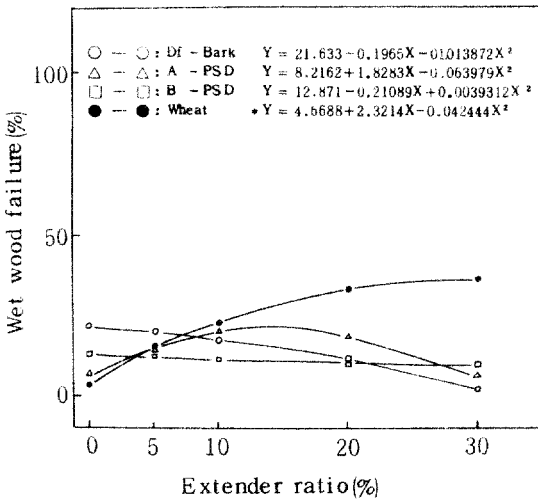


Fig.4. Relation between extender ratio and wet wood failure.

結 論

增量材料로서 Douglas-fir 樹皮粉末, A-PSD, B-PSD 와 밀가루를 使用한 合板의 常態 및 耐水接着力을 比較하고, 또한 增量比率을 樹脂液의 重量에 對하여 5%, 10%, 20%, 30%로 增加시켰다. 製造한 合板의 接着力을 測定하여 分析한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다.

- 1) 增量比率에 따른 常態接着力은 增量材料에 관계 없이 增量比率 5%일 때가 가장 높았고, 增量比率 10%일 때의 常態接着力은 無增量의 것과 비슷하였으며, 增量比率이 增加함에 따라 常態接着力은 減小하였다.
- 2) 增量比率에 따른 耐水接着力은 無增量과 5%

增量일 때 가장 높았으며 增量比率이 增加할수록 耐水接着力은 減小하였다.

- 3) Douglas-fir 樹皮粉末은 增量比率 10%까지, A-PSD 및 B-PSD는 增量比率 20%까지 밀가루 增量과 비슷한 常態 및 耐水接着力을 보였다.
- 4) A-PSD 와 B-PSD 는 常態 및 耐水接着力에서 差異없이 비슷한 경향을 보였다.
- 5) Douglas-fir 樹皮粉末 및 PSD 는 도포작업의 능률을 높이고, 接着力이 두꺼워져 接着力이 低下되는 것을 防止하기 위해서는 粉末을 곱게 분쇄해서 使用해야 할 것으로 생각된다. (Kundson等에 의하면 325 mesh screen 을 通過하는 것을 使用해야한다)

引用 文 獻

1. A.S.T.M. Committee D-7. 1954. A.S.T.M. Standards on wood, wood preservatives, and related materials. A.S.T.M. Committee D-7 on wood. 353p.
2. Barton, G.M. 1976. Foliage. Part II. Foliage chemicals, their properties and uses. Applied polymer symposium No.28, 465-484pp.
3. Barton, G.M. and B.F. MacDonalds. 1978. A new look at foliage chemicals. TAPPI Vol. 61, No.1, 45-48pp.
4. Barton, G.M., J.A. McKintosh and S. Chow. 1978. The present status of foliage utilization. Alche symposium series No.177, Vol.74, 124-131 pp.
5. Chow, S. 1977. Foliage as adhesives extender. A progress report, 11th Wash. State Univ. Symp. on particleboard, Pullman Wash, 89-98pp.
6. Keays, J.L. 1976. Foliage. Part I. Practical utilization of foliage. Applied polymer symposium No. 28, 445-464pp.
7. Kundson R.M., R.M.T. Stout and D.E. Rogerson. 1978. Plywood glue extender from particleboard sander dust. F.P.J. 28(9):44.
8. 金鍾萬, 朴鍾烈, 李弼宇. 1979. 落葉粉末을 利用한 合板用 接着劑의 增量에 關한 研究. 韓國 林學會誌 42: 83 - 100 pp.
9. 李弼宇, 權震憲. 1980. 合板用 尿素, 尿素-에라민 共縮合 및 水溶性 石炭酸 樹脂 接着의 增量에 關한 研究. 韓國林學會誌 48: 40 - 50 pp.

10. 李弼宇, 權震憲. 1981. 王蜀黍幹, 松樹皮, 小麥, 리기다松葉, 잣나무葉 및 木粉末을 利用한 合板의 接着增量에 關한 研究. 韓國林學會誌, 51 : 41-50 pp.
11. 李弼宇, 權震憲. 1981. 小麥, 松樹皮, 木, 脫脂米糖 및 松葉粉末을 利用한 合板의 接着 增量에 關한 研究. 서울大學校 農科大學 演習林報告 17 : 50-61 pp.
12. 李弼宇, 李萃翁. 1973. 코구마, 갈자 및 폐지 갈자 粉末을 利用한 合板用 尿素樹脂의 增量에 關한 研究. 木材工業, 第一卷二號 1-15 pp.
13. 李弼宇, 裴映壽. 1982. 尿素 및 石炭酸樹脂 合板의 土卵增量에 關한 研究, 韓國林學會誌, 57 : 32-38.
14. Lin, C.Y. 1969. Study on wood gluing. The durability of urea resin glue. Bull. Taiwan. Fore. Res. Inst. No. 186, 10p. ■