

# 황산알루미늄용액의 單板 前處理에 따른 合板用 尿素樹脂 도포량의 감소에 관한 研究 \*1

李 華 珩\*2

## The Study of the Veneer Pretreatment with Aluminum Sulfate Solution on the Reduction of Urea Formaldehyde Resin Spreading Content for the Manufacture of Plywood \*1

Hwa Hyoung Lee \*2

### Summary

This study was carried out to examine the effect of pretreatment of veneer with aluminum sulfate solution for the manufacture of the kapur plywood on the reduction of urea resin spread. The results were as follows:

1. Specific gravities of plywoods made of the kapur veneers ranged from 0.83 to 0.84 and their moisture contents based on air dry weight showed from 10.6% to 11.4%. These met the Korean Industrial Standards.
2. In the case of dry shear strength for the 3rd class plywood, 40% reduction-spread met K S as well as normal urea resin spread. pH of the aluminum sulfate solution gave better results at pH 4.5 and pH 6 than at pH 3.
3. For the manufacture of the 2nd class plywood, hot and cold water-wet shear strength show the best results at the following conditions; such as 20% reduction spread, pH 4.5 of aluminum sulfate solution and all veneer treatment.

### 1. 緒 論

木材需要의 약 80%를 매년 수입에 의존하는 우리나라의 총 목재수요량은 현재 약 800만<sup>3</sup>m<sup>3</sup>이며 이중 일반목재로 사용하는 양이 약 400만<sup>3</sup>m<sup>3</sup>이고 합板製造用은 크게 줄어 약 250만<sup>3</sup>m<sup>3</sup>가 필요하다.

우리나라 합板工業은 1977年 합板수출실적 세계 1위일 때 약 46억 S/F(총생산량 63억 S/F의

77%)를 수출하였으나 1978년 하반기부터 국내 主要原木供給地였던 동남아의 原木保有國이 自國內 木材資源정책과 아울러 木材資源을 경제전략품목으로 活用함과 동시에 木材工業振興政策을 구체화하여 합板生産施設을 급격히 증설하고 자국의 값싼 노동력을 바탕으로 世界合板市場에 뛰어들었으므로 제품 경쟁이 시작되어 국내합판공업은 점차 下向産業化되어 85년도의 합板生産은 25억

\*1. 接受 11月 9日 Received November 9, 1987.

\*本 論文은 文敎部 學術研究造成費에 의하여 수행되었음.

\*2. 忠南大學校 College of Agriculture, Chung Nam National University, Dae Jeon Korea.

S/F의 바닥제로서 수출도 약 4억 S/F 밖에 하지 못하여 합판산업은 수출산업에서 내수산업으로 완전 전향하였다고 사료되며 86년에 3低현상으로 모처럼 활기를 계속하고 있으나 생산능력이 대폭 감소하여 일부 합판 공급난을 겪고 있다.

그러나 어쨌든 합판은 아직도 건축용 壁板, 마루판, 내장재, 門, 家具 및 기타 용도로 國內木質板狀製品의 주류를 이루고 있으므로 國內合板産業의 활로 개척을 위하여는 原木導入線의 다변화, 低位 및 未利用樹材의 利用과 北洋材 針葉樹材의 利用技術開發, 보통합판중심 생산체제로부터 고가격의 부가가치가 높은 2-3次加工合板의 生産을 다품종 소량생산 체제로서의 재정립, 生産性向上과 원가절감 및 업계구조의 合理化등 여러 대책이 필요하다.

그러나 이들 대부분은 장기적인 대책으로 단기간에 좋은 성과를 기대하기 어려우므로 보다 직접적이고 효과적인 방법은 生産性向上과 원가절감에 의한 방법이다.

합판製造原價의 직접비에 큰 영향을 미치는 2대 요인은 原木과 接着劑의 價格이다. 合板接着劑의 경우 接着劑의 도포량은 지금까지 적정 도포량 이하로 도포해서는 정상적인 합판의 품질을 만족시킬 수 없으므로 도포량 감소에 대한 연구는 지금까지 없었으나 국내외를 통하여 처음으로 본 연구자(李, 1984; 李, 1985; 李, 1986)에 의하여 시도되었던 합판 및 木質板狀製品製造時 接着效果를 상승시키기 위하여 황산알루미늄처리로 인하여 木材表面의 極性과 表面에너지를 증가시키므로써 접착제의 도포량을 40%까지 감소시켜 원가절감에 크게 공헌하리라 기대하였다. 그러나 接着劑에 황산알루미늄을 혼합처리하는 方法은 老化性과 作業性의 문제가 야기되어 소정의 결과를 기대할 수 없었다.

따라서 本 研究은 이의 改善策으로 單板功削후 생산된 單板을 황산알루미늄용액으로 분무 또는 접지처리하여 보통합판제조와 동일한 과정으로 單板을 건조하고 接着劑도포, 냉압, 열압, 순서로 합판을 제조함으로써 황산알루미늄처리와 접착제도포를 분리 처리하는 方法을 택하고 이에 따른 接着劑의 도포량 감소와 합판의 각 품질에 영향을 성질을 구명하여 원가절감에 크게 이바지하고자 실시하였다.

따라서 이 방법으로 접착제를 최소 20%씩만 전

약한다 하여도 국내합판업계는 약 36억원에 달하는 접착제 비용을 절약할 수 있으리라 기대된다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1 供試材料

#### 2.1.1 木材原料

單板平均比重이 0.71인 Kapur(*Dryobalanos spp.*) 單板을 使用하였으며 表板 및 이판 두께는 1.1mm, 中板 두께는 2.2mm로서 單板含水率은 5% 수준으로 조정하여 사용하였다.

#### 2.1.2 요소수지 接着劑

요소수지 接着劑는 요소와 포름알데히드의 물비를 1:1.7로 하고 제조된 수지의 성상은 樹脂고형분 50%, 비중 1.14, pH7.5, 점도 1.17 poise 였다.

#### 2.1.3 增量劑

소맥분을 요소수지의 15% 첨가하였다.

#### 2.1.3 硬化劑

NH<sub>4</sub>Cl을 요소수지양의 0.5%를 첨가 하였다.

#### 2.1.5 단판처리약제

요소수지 접착제의 도포량을 감소시키기 위하여 단판에 처리되는 약제는 황산알루미늄[Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]용액으로 처리하였다.

### 2.2 實驗方法

#### 2.2.1 單板前處理

황산알루미늄용액의 처리량(loading)을 현장에 적합토록하기 위하여 pH를 기본으로 pH 3, 4.5 6으로 조정하여 목재 한 면당 적정 습윤량이 되도록 5g/25×25(cm<sup>2</sup>)씩 분무 처리하였다.

#### 2.2.2 合板製造

평균비중이 0.71인 Kapur 單板의 3枚合板을 전 기식 熱壓機(크기 25cm×25cm)에 의하여 表 1과 같이 처리하여 단위압력 12kg/cm<sup>2</sup>, 온도 및 시간은 120°C에서 2분을 주어 최대의 경화를 얻도록 제조하였다. 도포량이 부족한 것은 적정량의 물을 증량하여 도포하였다.

#### 2.2.3 合板의 性質

합판의 비중은 기건비중으로, 含水率은 全乾法에 의한 氣乾含水率을 측정하고, 接着力시험은 B형 시험편을 제조 常態 및 準耐水시험을 행하였다. 準耐水시험은 60°C±3°C의 溫水에서 3시간 침

Table 1. Plywood manufactured from each treatment

처 리	도포량(요소수지+기타첨가제)	황산알루미늄단판처리	비 고
무처리 1 (C <sub>1</sub> )	30g/ft <sup>2</sup>	무 처 리	현재 合板工場 도포량 (20% 감소) (40% 감소)
" 2 (C <sub>2</sub> )	24g/ft <sup>2</sup>	무 처 리	
" 3 (C <sub>3</sub> )	18g/ft <sup>2</sup>	무 처 리	
처 리 1 (T <sub>1</sub> )	24g/ft <sup>2</sup>	中 板 만 처 리 (pH 3, pH 4.5, pH 6)	도포량의 부족은 수분첨가로 해결
처 리 2 (T <sub>2</sub> )	24g/ft <sup>2</sup>	모 든 단 판 처 리 (pH 3, pH 4.5, pH 6)	
처 리 3 (T <sub>3</sub> )	18g/ft <sup>2</sup>	中 板 만 처 리 (pH 3, pH 4.5, pH 6)	
처 리 4 (T <sub>4</sub> )	18g/ft <sup>2</sup>	모 든 단 판 처 리 (pH 3, pH 4.5, pH 6)	
총제조합판수	3 × 5 + 4 × 5 × 3 = 75(매)		* 5 반복

Table 2 Specific gravities and moisture contents of plywood manufactured from each treatment

Treatment	non Treatments			Treatments												F
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			
	30g/ft <sup>2</sup>	24g/ft <sup>2</sup>	18g/ft <sup>2</sup>	pH3	pH4.5	pH6	pH3	pH4.5	pH6	pH3	pH4.5	pH6	pH3	pH4.5	pH6	
Sp. Gr	0.85 ±0.03	0.83 ±0.01	0.83 ±0.02	0.83 ±0.02	0.83 ±0.04	0.83 ±0.02	0.84 ±0.04	0.83 ±0.01	0.83 ±0.02	0.84 ±0.02	0.84 ±0.02	0.84 ±0.02	0.84 ±0.01	0.84 ±0.02	0.83 ±0.02	0.41
M. C. %	10.8 ± 0.8	11.0 ± 0.7	11.0 ± 0.7	11.0 ± 0.7	10.8 ± 0.8	10.6 ± 0.5	10.6 ± 1.1	10.8 ± 0.8	10.6 ± 1.1	11.0 ± 0.7	11.0 ± 0.8	11.2 ± 0.8	11.4 ± 0.5	11.0 ± 1.0	10.8 ± 1.5	0.34

C<sub>1</sub>: Control; non aluminum sulfate treatment; 30g/ft<sup>2</sup> normal spread of urea resin.  
 T<sub>1</sub>: 20% reduction of resin spread; 24g/ft<sup>2</sup>, only core veneer treated with aluminum sulfate solution.  
 T<sub>2</sub>: 20% reduction of resin spread; 24g/ft<sup>2</sup>, all veneers treated with aluminum sulfate solution.  
 T<sub>3</sub>: 40% reduction of resin spread; 18g/ft<sup>2</sup>, only core veneer treated with aluminum sulfate solution.  
 T<sub>4</sub>: 40% reduction of resin spread; 18g/ft<sup>2</sup>, all veneer treated with aluminum sulfate solution.

치처리후 상온의 물속에 담그어 냉각시킨 후 젖은 상태로 接着力 시험을 행하였다, 목과율은 10%단위로 목측하였다.

2.2.4 통계처리

合板은 각 처리별 5반복 제조하고 반복내에서 4개를 취하여 평균치를 취하여 분산분석을 하고 그룹간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 合板의 比重과 氣乾含水率

合板의 比重은 合板을 구성하는 單板의 平均比重値와 근사하나 合板제조 工程중에 발생하는 단

판의 壓縮條件 및 接着劑도포량의 영향으로 다소 증가된다(李, 1984).

表 2의 結果는 같은 결과를 나타내고 있고 각 처리에 따른 比重間의 有意差는 없었다. 氣乾含水率은 모두 K.S規格(13% 이하)을 만족시켰으며 처리에 따른 有意차 역시 없었다.

3.2 合板의 剪斷接着力

各 처리별로 제조된 合板의 B型 試驗片으로 시험한 常態 및 準耐水 接着力 結果는 表 3, 圖 1, 圖 2와 같다.

3.2.1 常態接着力

非耐水性인 3類合板의 K.S規格은 常態시험에서 7.5kg/cm<sup>2</sup>以上の 接着力을 갖고 있어야 한다.

Table 3. Dry and Wet shear strength of plywood manufactured from each treatment

Treatment	Dry-Shear Strength(kg/cm <sup>2</sup> )			Wet-Shear Strength(kg/cm <sup>2</sup> )		
	Mean $\pm$ SD	Wood failure; Mean(%)	Duncan test (1%)	Mean $\pm$ SD	Wood failure; Mean(%)	Duncan test (1%)
Control 1	19.46 $\pm$ 2.61	60	ab	8.08 $\pm$ 1.09	6	bcd
Control 2	16.50 $\pm$ 1.91	42	b	5.68 $\pm$ 0.81	0	cde
Control 3	16.44 $\pm$ 0.93	41	b	3.92 $\pm$ 1.55	0	e
pH 3	18.12 $\pm$ 1.47	50	ab	8.76 $\pm$ 1.91	12	abc
T <sub>1</sub> pH 4.5	18.30 $\pm$ 2.58	64	ab	9.30 $\pm$ 1.65	16	ab
PH 6	20.48 $\pm$ 3.51	72	a	8.28 $\pm$ 2.09	14	bc
pH 3	19.08 $\pm$ 2.22	46	ab	8.46 $\pm$ 1.28	4	abc
T <sub>2</sub> pH 4.5	18.48 $\pm$ 2.53	50	ab	11.50 $\pm$ 2.90	22	a
pH 6	19.26 $\pm$ 1.33	52	ab	9.90 $\pm$ 1.44	8	ab
pH 3	16.44 $\pm$ 1.40	50	b	3.78 $\pm$ 1.75	4	e
T <sub>3</sub> pH 4.5	18.28 $\pm$ 1.67	35	ab	4.86 $\pm$ 1.60	0	e
pH 6	17.90 $\pm$ 0.88	56	ab	4.02 $\pm$ 1.43	0	e
pH 3	12.30 $\pm$ 1.10	35	c	3.66 $\pm$ 1.56	4	e
T <sub>4</sub> pH 4.5	20.12 $\pm$ 0.71	71	ab	5.18 $\pm$ 1.54	0	de
pH 6	19.50 $\pm$ 2.00	45	ab	3.94 $\pm$ 2.39	0	e
F		5.46**			11.69**	

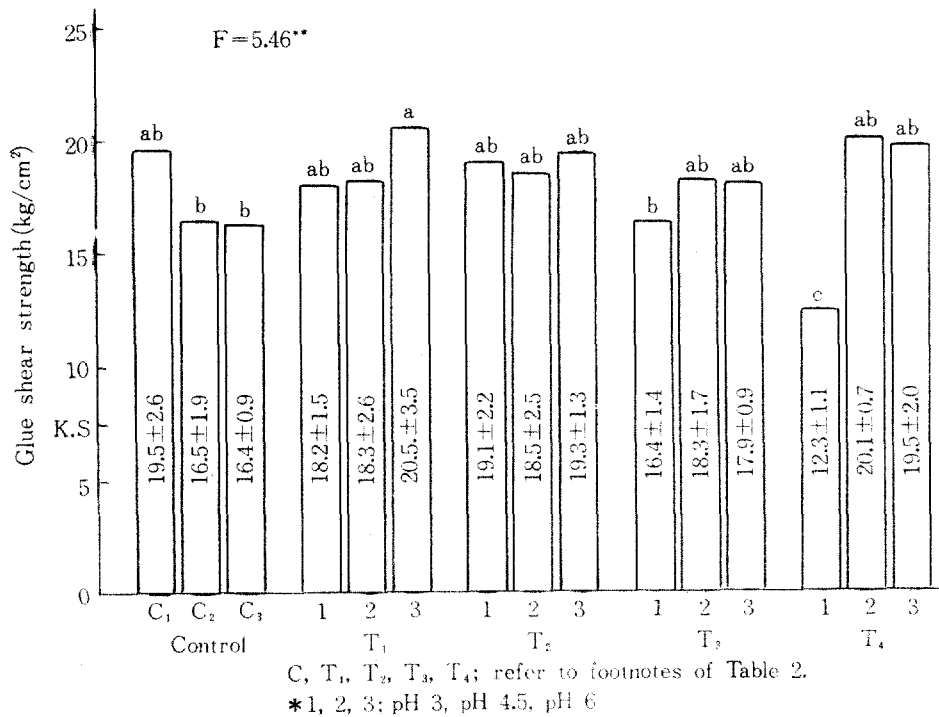


Fig. 1. Glue shear strength of dry test.

表 3과 圖 1.에서 常態接着力은 KS規格을 모두 만족시켜 주고 있다. 요소수지의 정상도포량이나

20%감소, 40%감소 대조구와 황산알미늄 전처리 방법에 따른 정상도포량의 감소에 따른 모든 결과

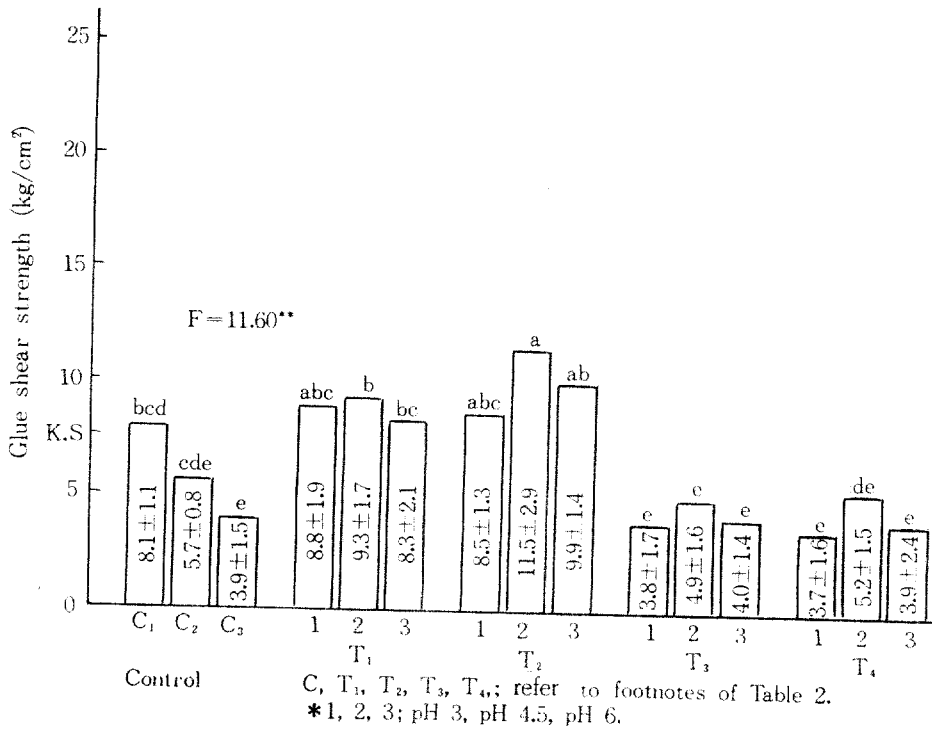


Fig. 2. Glue shear strength of hot and cold water soaking test.

가 KS 규격을 만족시켜 주고 있으나 정상도포량보다 접착강도가 높은 것은 20% 감소처리중 pH6 처리였으며 정상도포량의 40% 감소처리중 pH3 처리가 가장 낮은 접착력으로 유의성을 보여 주고 있었다. 따라서 상태접착력은 황산알미늄용액 전처리후 40% 접착제 감소 처리를 하여도 만족한 결과를 가져오며 정상도포의 상태접착력과 같음을 보여 주고 있고 황산알미늄용액의 pH에 따른 결과를 보면 pH3의 경우는 pH4.5와 pH6 처리와는 달리 낮은 접착력을 보여 주었다.

일반적으로 接着劑의 성능을 충분히 발휘하여 양호한 접착을 얻기 위하여서는 被着劑, 接着劑 및 接着操作에 관여하는 모든 因子들을 두루 만족시켜 주어야 한다. 특히 木材接着은 결과가 생기지 않는 범위 내에서 얇은 접착층을 형성하는 것이 바람직하는데 Blomquist (1963)는 실제적인 적정 접착층의 두께를 0.13mm 정도로 밝히고 있다.

합판제조에서 가장 많이 사용하는 요소수지는 결교현상이 생기지 않는 범위내에서 얇은 접착층을 형성하는 능력이 다른 수지에 비하여 낮으므로 일반적으로 도포량을 300 g/m<sup>2</sup> 정도 사용하여 접착력을 유지시키고 있는데 接着劑의 두께는 가압력과 수지의 성상에 따라 다른 것으로 나타나고

있다.

즉 後藤(1963)은 농축요소수지를 사용 압착력을 10kg/cm<sup>2</sup>으로 할 경우 접착층의 두께가 0.6mm 였고 압축전단강도가 100kg/cm<sup>2</sup>을 나타냈는데 미 농축요소수지의 경우 0.15mm 정도에서도 같은 강도를 나타냈다고 한다. 그러나 가압력이 적을 경우 접착층이 0.3~1.3mm(木工 Handbook, 1982)까지도 만족한 접착강도를 나타냈다고 하며 李(1985)는 압착력이 12kg/cm<sup>2</sup>에서 50% 고형분의 요소수지의 경우 0.29±0.5mm의 접착층을 나타냈고 황산알미늄처리에 따라 접착제의 양을 감소시켜 0.14mm의 접착층 두께까지 낮추어도 정상도포량의 상태접착력과 준내수접착력이 같음을 보여 주고 있다.

따라서 이상의 報文을 종합하여 보면 결교현상이 없이 얇은 접착층을 유도하는 것이 내부응력이 나 가력면에서 유리하다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구의 결과와 같이 황산알미늄용액 전처리에 따른 접착제 도포량을 20~40% 감소시켜 요소수지의 접착층이 얇아졌음에도 불구하고 상태접착력이 높아진 이유는 李등(1985, 1986)이 제시하고 있듯이 황산알미늄용액의 전처리가 목재의 표면에너지를 높혀줌으로써 단판의 습윤상

이 좋아져 결교현상이 없이 균일하고 얇은 접착층이 형성되었음을 증명하는 것이다.

이러한 발현기구에 대한 자세한 이론 및 연구는 본인에 의하여 별도의 연구가 진행 중이다.

### 3.2.2 準耐水接着力

KS 규격에 의하면 보통 耐水性合板(2類合板)은 준내수接着力이  $7.5\text{kg}/\text{cm}^2$  이상이 되어야 한다. 表 3 및 圖 2에서 보는 바와 같이 보통 耐水性合板으로서의 合格品은 정상도포량인 경우(C<sub>1</sub>)와 접착제 20% 감소 및 황산알루미늄 처리의 경우로서 접착제 20% 감소 및 황산알루미늄 처리중 모든 단판 처리구의 pH4.5가 제일 준내수접착력이 높아 유의성이 있고 나머지는 정상도포량과 같거나 약간 높은값으로써같은 group을 형성하며 C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 및 40% 접착제 감소 및 황산알루미늄처리는 그 다음 group을 형성하여 유의차를 보이고 있었다.

따라서 상기 결과를 종합하여 보면 황산알루미늄 전처리는 pH4.5로 하는 것이 준내수접착력이 좋게 나타났고 T<sub>1</sub>(중판만 처리)보다는 T<sub>2</sub>(모든 단판을 처리)처리가 유리하며 접착제는 20% 감소처리를 하여도 정상도포량의 접착력보다 높은 결과를 보여 주어 접착제를 절약할 수 있음을 나타냈다.

## 4. 結 論

절삭된 單板을 황산알루미늄용액으로 전처리하여 보통合板製造方法과 동일한 과정으로 제조하되

정상적인 접착제 도포량과 접착제 감소처리를 비교하기 위하여 합판의 성질을 구명한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 제조된 kapur 合板의 비중은 0.83~0.84이며 合板의 기건함수율은 10.6~11.4%로서 KS 규격을 만족시켰으며 처리간의 合板의 비중과 기건수率은 유의차가 없었다.

2) 3類合板製造의 경우, 常態接着力은 40% 접착제 도포량 감소처리에서도 정상도포량과 똑같이 KS 규격을 만족시켰으며, 황산알루미늄용액 전처리는 pH4.5와 pH6의 처리가 pH3보다 더 좋은 결과를 가져 왔다.

3) K.S 규격을 만족시키는 2類合板제조의 경우 황산알루미늄용액 pH4.5, 20%접착제 감소처리 및 모든 단판처리 조건에서 가장 좋은 準耐水接着力을 보여 주었으며 정상도포량의 接着力보다 더 높았다.

### 引 用 文 獻

1. Blomquist, R. E. 1963. U. S. For. Prod. Lab. Rep. No. R 1748. Madison. Wisc.
2. 日本林試. 1982. 木材工業ハンドブック丸善.
3. 後藤輝男 外. 1963. 木材研究. 31號. 59.
4. 李華珩 外. 1985. 木材工學. 鄉文社.
5. 李華珩, 1985, 合板用 尿素樹脂 塗布量의 減少에 關한 황산알루미늄의 添加效果. 목재공학 13(5) : 16-19.
6. 李鍾信, 李華珩. 1986, 黃酸알루미늄의 極性效果로 因한 合板用 脲醇樹脂 塗布量의 減少에 關한 研究. 목재공학.14(2) : 29-35.