

고구마, 감자 및 돼지감자 粉末을 利用한 合板用 尿素樹脂의 增量에 關한 研究

李 弼 宇*¹ · 李 華 珩*²

A study on the utilization of potato, sweet potato, and jerusalem artichoke flour as an extender of urea formaldehyde resin for plywood

Phil Woo Lee*¹ and Wha Hyung Lee*²

This study was carried out to utilize sweet potato, and jerusalem artichoke flour as an extender of urea formaldehyde resin for plywood manufacture. The results obtained are summarized as follows:

- 1) In dry and wet test of plywood, sweet potato flour extended in urea formaldehyde resin was shown better strength than those of wheat flour.
- 2) Sweet potato flour was shown good results up to 200 percent extension in the dry test, and there was not shown significant difference between 100 percent and 150 percent extension in the wet test.
- 3) In the case of 100 percent extension, potato flour was shown best dry shear strength(400 psi) and sweet potato flour was shown best wet shear strength (212 psi).

緒 言

우리나라의 합板工業은 규모에 있어서 大企業化하여 最近에는 年間生産量 821,200m³(1969年度 現在)로 世界第五位圈을 유지하고 있다. 그러나 이와같은 대규모의 합板工業을 움직이기 爲해서 必要한 原資材는 大部分 輸入에 依存하지 않을 수 없었다.

따라서 합板工業은 外貨可得의 低率 그리고 原資材의 國際價格上昇으로 因한 製造原價의 上昇等 不利한 與件下에서 企業이 운영되어야만 했다. 其間 이와같은 不利한 與件을 打開하기 爲하여 政府는 原資材國產化 政策을 推進하여 施行하고 있다. 이와같은 努力으로 所要原資材中에서 이미 尿素, 폴마린, 겐데이프等 合板用資材의 國產化에 成功하게 되었다. 筆者는 合板用 尿素樹脂의 增量劑로 使用하고 있는 導入小麥粉에 對해서도 世界各處의 食糧難으로 因한 小麥價格의 폭등 現象에 비추어 이를 國產材料로 代置키 爲한 必要性을

느끼게 되었다.

國內의 合板工業에 所要되는 年間 小麥粉의 需要量은 合板生産量 50억S/F 라고 計算하면 總計아도 5萬톤 이상으로 推定되고 있는바 이를 金額으로 환산하면 約 20억원에 達하는 巨金인 것이다. 本研究는 小麥粉增量劑의 代치를 目的으로 高구마, 감자 그리고 돼지감자를 粉末化하여 尿素樹脂의 增量劑로 使用할 수 있는지의 如否를 究明키 爲해서 着手하였다. 特히 高구마는 國內에서 栽培적응성이 크기 때문에 1965年度에는 300萬톤이라는 記錄의인 收穫으로 世界五位의 生産高를 과 시하였으나 이를 加工利用하기 爲한 아무런 대책이 없이 큰 損失을 본바 있다.

따라서 本研究는 合板工業에 있어서 尿素樹脂의 增量原料를 國產化시킴과 同時에 農民의 所得增大를 爲해서도 크게 도움이 되리라고 生覺한다.

研究史

合板樹脂接着劑는 값이 비싸기 때문에 一般적으로

*¹ 서울大學校 農科大學 副教授 · 林業試驗場 合板研究室

*² 서울大學校 大學院

증량하여 사용하고 있다. 美國林產物研究所(1966)와 Perry(1948)의 文獻에 依하면 木材接着劑의 增量에는 全然 接着性이 없이 다만 作業性を 調節하기 爲해서 섞어쓰는 Filler와 經濟的인 接着을 爲해서 어느程度 接着性を 갖이고 있는 物質을 섞어쓰는 Extender의 두가지 物質로 區分하고 있다. 增量劑로 使用하고 있는 物質은 主로 植物質과 鐵物質이 많이 活用되고 있으나 接着增量만을 다룬 研究는 極히 적기 때문에 찾아보기가 어렵다. 다음에 接着과 關連하여 增量試驗된 몇가지 研究를 소개하고자 한다.

먼저 filler를 취급한 研究를 보면 Olson(1955)이 數種 調葉樹材의 接着特性을 究明하는데 있어서 尿素樹脂에 호도겉질분말을 混合하여 試驗한바 있고 Olson과 Blomquist(1956)는 resorcinol樹脂에 역시 호도겉질분말을 增量하여 溫度에 따른 接着強度를 研究한바 있으며 Cole와 Roscoe(1957)는 melamine樹脂에 호도겉질분말을 混合하여 誘電性を 研究한 바 있다. 한편 Bruce, Olson, Black 및 Rauch(1960)는 石炭酸樹脂에 호도겉질분말을 增量하여 자작나무합板의 接着強度를 調査한바 있고 Schaeffer(1966)는 resorcinol樹脂를 利用하여 암모니아處理材의 接着에 있어서 호도겉질분말을 增量試驗한바 있으며 Tellman, Kutscha, Soper(1967) 및 Simpson, Soper(1968)等은 polyvinyl acetate emulsion樹脂에 역시 호도겉질분말을 增量하여 樹脂의 性質을 研究한 바 있다. 그리고 Miller와 George(1968)는 尿素樹脂의 板材接着性質을 研究하는데 있어서 호도겉질분말과 밀가루를 적절히 增量하여 試驗한 바 있다. 또 Black와 Blomquist(1954, 1961)는 epoxy樹脂의 接着性質을 改善하는데 있어서 알미늄粉末, arsenic pentoxide, glass fiber 및 china clay의 增量效果를 調査研究한바 있다.

다음에 Extender를 取扱한 研究를 보면 Blomquist와 Olson(1957)이 溫度에 따른 尿素樹脂의 接着性を 研究하는데 있어서 밀가루의 增量與否에 依한 接着結果를 研究한바 있고 菅野(1961)는 集成材加工에 있어서 大麥粉을 尿素樹脂의 增量劑로 使用하여 試驗한바 있으며 Bergin(1962)은 防火處理를한 자작나무單板의 接着性を 試驗하는데 있어서 尿素樹脂에 밀가루를 增量하여 研究한바 있다. 또 Blomquist와 Olson(1964)은 美國 產南部 소나무의 接着性を 試驗하는데 있어서 石炭酸樹脂에 血粉과 小麥粉을 增量劑로 混合하여 研究하였다. Bergin과 Godin(1971)은 15年間 野外에 露出시킨 자작나무합板의 接着性を 究明하는데 있어서 16種의 接着劑를 使用하였는데 이중 한 種類로서 尿素樹脂에 밀가루를 增量한 試驗結果를 分析報告한바 있다.

材料와 方法

I. 試驗材料

1) 增量材料의 準備……고구마와 감자는 京畿道水原市 근교에서 72年度에 生産하여 市中에 나온 것을 購入하여 各各 品種구별없이 混合하여 準備하였고 돼지감자(Helianthus tuberosus L.)는 京畿道水原市 서울大學校農科大學에서 栽培한 것을 採取하여 準備하였다. 以上과 같이 準備된 材料는 各各 칼로 잘게 잘라서 乾燥器內에서 絶乾시킨 다음 100메쉬로 微粉末化하였다. 한편 小麥粉은 大成木材工業株式會社에서 現在 使用하고 있는 等外品밀가루를 分량받아 準備하였다. 이들 增量劑를 分析한 成分分析結果는 表 1.과 같다.

2) 樹脂와 單板의 準備……本研究에서 使用한 尿素樹脂는 大成木材工業株式會社에서 製造하여 使用하고 있는 것을 分량받아 準備하였으며 單板 역시 大成木材에서 試驗用으로 分량받은 메란피단판을 準備하였다. 準備된 單板은 接着을 爲해서 含水率 8.5%로 調節하였는데 表面과 裏面板은 두께 1mm 이었고 中板은 1.9 mm 의 것을 使用하였다.

II. 試驗方法

1) 接着增量과 合板加工……고구마, 감자, 돼지감자

表 1. 增量劑의 成分分析 結果 (%)

成分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化合物	纖維	灰分
밀 가루	14.5	14.4	1.9	63.3	4.2	1.7
고구마가루	10.0	5.0	1.9	77.2	2.8	3.1
감자 가루	10.0	8.0	0.4	76.1	1.6	4.0
돼지감자	10.1	15.6	0.4	66.4	3.5	4.0

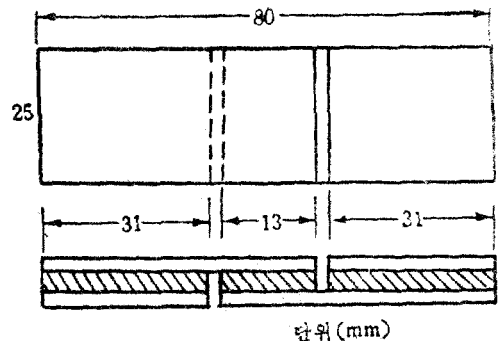


그림 1. 합판의 집착력 試驗片

및 밀가루의 増量效果를 알기 爲해서 各各 尿素樹脂에 對하여 重量比로 100%의 増量を 하였고 特別히 고구마는 増量效果를 상세하게 究明하고자 50%, 100%, 150%, 200%로 増量하였다. 이때 接着劑의 유착액은 増量劑와 물의 重量比를 1:1로 하여 配合하였다.

合板加工은 熱壓溫度 130°C, 지속시간 3분, 加壓力 170 psi, 塗付量 35gr/ft²로 中板에만 一面塗付法을 적용하였으며 接着된 合板의 크기는 18cm×25cm 이었다.

2) 試驗測定……合板의 接着力試驗은 그림 1.과 같이 各 増量劑의 増量配合率別로 四個씩의 合板을 만들어 1個의 合板에서 八個씩 모두 32個의 試驗片을 떼어 16個는 常態試驗에, 그리고 16個는 溫冷水處理를 實施한 다음 合板強度試驗機(plywood shear tester)를 利用하여 接着強度를 測定하였고 아울러 木破率도 調査하였다. 이 試驗에서 合板의 接着力을 計算하기 爲해서 使用한 公式는 다음과 같다.

$$\text{Plywood shear strength (psi)} = \frac{P}{b \times h} \times 0.9 \times 1.2$$

(p: 最大荷重(Psi), b: 接着面의 幅(inch)
h: 接着面의 長(inch))

또 溫冷水處理는 63°±3°C의 溫水中에 3時間浸漬한 다음 室溫의 水中에 30分間 담가서 處理하여 즉시 接着力試驗을 실시하였다.

3) 分析方法……増量劑의 配合效果를 比較分析하기 爲하여 四反覆으로 시험된 結果를 整理하고 Duncan의 다중검정을 실시하였다. 그리고 合板의 含水率을 調査分析하였고 經濟性이 増量劑間에 考察되었다.

結果와 考察

I. 合板의 接着力

本研究에서 감자, 고구마, 돼지감자 및 밀가루 増量劑의 效果를 比較하기 爲해서 増量試驗된 平均接着強度를 表示하면 表 2.와 같다. 表 2.에서 常態接着力을 보면 감자가 가장 좋고 다음은 고구마, 밀가루, 돼지감자의 순을 나타내어 감자와 고구마가 밀가루보다 좋은 結果를 보이고 있다.

또 増量劑間의 有意差를 檢定하기 爲한 Duncan 檢定結果는 表 3과 같이 고구마와 감자분말은 小麥粉과 差異가 없으며 다만 감자와 돼지감자 사이에만 차이가 있음을 알 수가 있다. 따라서 돼지감자는 増量劑로서 밀가루보다 常態接着力은 不良하지만 감자와 고구마분말은 밀가루와 差異가 없이 良好한 接着力을 나타냄으

로 尿素樹脂의 増量劑로서 使用할 수 있다고 思慮된다.

다음에 耐水接着力을 보면 表 2.에서 가장 높은 接着力은 고구마가루에서 나타났고 다음은 밀가루, 감자가루, 돼지감자가루의 순서로 強度를 나타내고 있다. 또 耐水接着力에 있어서 増量效果의 差異를 檢定하기 爲한 Duncan 檢定結果는 表 4와 같이 고구마분말과 小麥粉末사이에는 差異가 없고 감자와 돼지감자粉末 사이에도 差異가 없음을 알 수가 있다. 特別히 고구마粉末의 耐水接着力은 212 PSI로서 밀가루와 比較하여 差異가 없지만 接着力에 있어서 優秀함을 나타내었다.

以上과 같은 試驗結果와 分析事項으로 보아 接着増量劑로서는 고구마粉末이 매우 좋은 成績을 나타낼 것으로 生覺되는데 特別히 耐水接着力에서 큰 接着力을 나타내는 것은 試驗된 4가지 増量劑中에서 炭水化合物含量(전분性糊化物質)이 가장 높고 고구마속의 浸液이 接着에 關하여 일단 硬化後에는 相當히 높은 耐水力을 나타내는 것이 아닌가 推測된다.

表 5는 고구마가루를 50%, 100%, 150%, 200%로 配合하여 比較한 平均接着力인데 常態와 耐水接着力에 있어서 모두 増量配合量이 增加할수록 接着強度가 낮아짐을 보여주고 있다. 이 試驗에서 増量配合率間의 有意差를 檢定하기 爲한 耐水接着力에 있어서 Duncan

表 2. 増量劑別 平均接着力

接着劑 (gr)	増量劑 (gr)	물 (cc)	接着力 (PSI)	
			常態	耐水
尿素樹脂 100	小麥粉 50	50	355(100)	186(0)
	고구마가루 50	50	363(100)	212(0)
	감자가루 50	50	400(100)	145(0)
	돼지감자가루 50	50	300(100)	140(0)

表板 및 罫판두께 1mm, 中板두께 1.9mm, 메란티單板 3枚接着, 熱壓條件 130°C, 4分間, 加壓力 170PSI, 塗付量 35gr/ft², ()는 木破率.

表 3. 常態接着力의 Duncan 檢定

감자분말	고구마분말	小麥粉末	돼지감자분말
400	363	355	300

表 4. 耐水接着力의 Duncan 檢定

고구마분말	小麥粉末	감자분말	돼지감자분말
212	186	145	140

表 5. 고구마가루의 接着에 따른 平均接着力

接着劑 (gr.)	고구마 가루 (gr.)	물 (cc)	增量率 (%)	接着力(PSI)	
				常 態	耐 水
尿素樹脂 100	25	25	50	400 (100)	275
	50	50	100	397.5(100)	146
	75	75	150	369 (100)	133.5
	100	100	200	331.5(100)	97.5

表板 및 뒷板두께 1mm, 中板두께 1.9mm, 메란의單板 三枚接着, 熱壓條件 130°C, 4分間, 加壓力 170PSI, 塗付量 35gr/ft², ()는 木破率.

表 6. 고구마粉末增量(耐水)의 Duncan 檢定

50%	100%	150%	200%
275	146	133.5	97.5

表 7. 增量劑別 合板의 平均含水率

合板의 種類	增量率 (%)	含水率 (%)
小麥粉增量尿素合板	100	12.5
고구마가루增量尿素合板	100	10.1
감자가루增量尿素合板	100	10.6
돼지감자가루增量尿素合板	100	10.8

檢定の 結果는 表 6과 같이 50%增量이 가장 좋고 100%와 150% 사이에는 差異가 없으며 200% 增量은 가장 낮은 値로서 有意差가 있음을 보여주고 있다. 한편 常態接着力에 있어서 유의차는 없으나 50%와 100% 增量은 150%나 200% 增量과 比較하여 거의 같은 效果를 보여주고 있다.

II. 合板의 含水率

合板製造後 一週日동안 室內에 放置하여 室內의 濕度狀態와 平衡이 되게끔 含水率을 조절하여 增量材料別로 各各 含水率을 調査하였다. 增量劑別平均含水率은 表 7과 같이 밀가루增量合板이 12.5%로서 가장 높았고 다음은 돼지감자, 감자의 順이고 고구마분말增量合板은 10.1%로서 가장 낮은 含水率을 나타내었다. 다음에 增量合板의 含水率사이의 差異를 分析하기 爲한 Duncan 檢定은 表 8과 같이 고구마분말을 增量한 合板이 가장 낮은 含水率値로서 다른 增量合板과 差異가 있으며 감자와 돼지감자분말을 增量한 合板의 含水率 사이에는 差異가 없었다. 또 밀가루增量合板은 가장 높은 含水率値로서 다른 增量合板과 差異를 나타내었다. 그러나 이 試驗의 含水率測定値는 모두 15%미

만임으로 合板의 規格을 만족시켜 주고 있다.

表 8. 增量合板別 含水率 Duncan 檢定

고구마가루	감자가루	돼지감자가루	밀가루
10.1	10.6	10.8	12.5

III. 增量材料의 經濟性

앞에서 尿素樹脂에 對한 고구마, 감자, 돼지감자 및 밀가루의 增量效果를 試驗分析하였는데 돼지감자는 밀가루보다 성격이 不良함으로 使用不能이라고 生覺하며 감자 역시 接着成績은 밀가루와 비슷하지만 값이 월등이 비싸기 때문에 增量劑로서는 使用할 수가 없다. 다만 고구마粉末은 常態 및 耐水接着力이 優秀한뿐만 아니라 比較的 生産價도 싸기 때문에 앞으로 小麥의 국제價格등에 따라서는 고구마粉末의 增量劑代替는 매우 可能性이 크다고 본다. 現在 小麥의 導入價格은 約 110~115弗/1,000kg 線인데 kg 當 小麥의 導入原價는 44~46원이 된다. 따라서 여기에 분말加工費와 諸手數料를 加算한다면 導入小麥粉의 原價는 50원線以上으로 推定된다.

現在 增量劑로 使用하고 있는 等外品小麥粉의 市中價格은 22kg 袋當 1,100~1,200원으로 kg 當 50~52원 에 去來되고 있지만 製粉業界에 依하면 앞으로 等外品의 生産은 中止될 것으로 알려져 있다. 이와같은 點을 고려하여 밀가루와 比較한다면 고구마는 收穫期의 產地價格을 相當 60원으로 보고 收率을 約 30%로 하여 절간건조 및 製粉價를 包含하여 kg 當 約 57원線이 될 것으로 推定된다. 이것으로 보면 고구마粉末의 原價가 약간 비싼편이지만 앞으로 小麥價格이 더욱 騰貴할 것으로 예상되어 國產고구마의 增量劑開發이 尤당시된다.

結 論

本研究는 合板製造用 尿素樹脂增量劑로서 고구마, 감자 및 돼지감자분말을 利用하기 爲해 研究검토되었으며 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 고구마가루를 尿素樹脂의 增量劑로 使用할 경우 常態 및 耐水接着力이 小麥粉보다 더 좋은 結果를 나타내었다.
2. 고구마가루는 200%까지 增量하여도 小麥粉에 比하여 더 좋은 常態 및 耐水接着力을 나타내고 있으며 耐水接着力의 경우 100%와 150% 增量 사이에는 有意

차가 없었다.

3. 100%增量時 常態接着力은 감자가루(400 psi)가 가장 좋은 接着強度를 나타내었고 耐水接着力은 고구마가루(212 psi)가 가장 좋았다.

引用文獻

1. Black, J.M., and R.F., Blomquist (1954) : Development of improved structural epoxy-resin adhesives and bonding processes for metal. U.S. For. Prod. Lab., Rpt. No. 2008, 20 pp.
2. Black, J.M., and R.F. Blomquist (1961) : Development of adhesives with improved heat resistance in bonds of stainless steel. U.S. For. Prod. Lab., Rpt. No. 1883, 11 pp.
3. Bergin, E.G.(1962) : The gluability of fire-retardant treated birch veneer, Canada Fore Dept., For. Prod. Res. Branch, Rpt. No. 191, 23 pp.
4. Bergin, E.G. (1962) and V. Godin (1971) : Durability of wood adhesives in birch plywood after 15 years exposure to the weather. Dept. of Fish. and For., Can. For. Serv. Pub. No. 1296, 12 pp.
5. Blomquist, R.F., and W.Z. Olson (1957) : Durability of urea-resin glues at elevated temperatures. For. Prod. Jour. Vol. 7, No. 8, 266-272.
6. Blomquist, R.F., and W.Z. Olson (1964) : Experiments in gluing southern pine veneer. U.S. For. Serv. Res. Note, FPL-032, 33 pp.
7. Bruce, H.D., W.Z. Olson, J.M. Black, and A.H. Rauch (1960) : Development of joint strength in birch plywood glued with phenol-, resorcinol-, and melamine-resin glues cured at several temperatures. U.S. For. Prad. Lab., Rpt. No. 1531, 4 pp.
8. Cole, T.J.S., and O.S. Roscoe (1957) : The dielectric properties of resin glues for wood. Canada For. Prod. Lab. (Ottawa), F.P.L. Tech. Note No. 4, 25 pp.
9. Miller, D.G., and P. George(1968) : A test of bond quality in glued lumber panels. Canada For. branch, Dept. Pub. No. 1246, 19pp.
10. Olson, W.Z. (1955) : Gluing characteristics of Chinquapin, Tanoak, California laurel, Madrone. U.S. For. Prod. Lab., Rpt. No. 2030, 3 pp.
11. Olson, W.Z., and R.F. Blomquist (1956) : Development of strength in yellow birch lap joints glued with six resorcinol-resin glues at temperatures from 40° to 80°F. U.S. For. Prod. Lab. Rpt. No. 1565, 4 pp.
12. Perry, T.D.(1948) : Modern plywood. Second ed., Pitman Pub. Corp., New York, 458 pp.
13. Schaeffer, R.E.(1966) : Preliminary study of the gluing of ammonium salt-treated wood with resorcinol resin glues. U.S. For. Serv. Res. Note FPL-0112, 9 pp.
14. Simpson, W.T., and V.R. Soper (1968) : Stress-strain behavior of films of four adhesives used with wood, U.S. For. Serv. Res. Note FPL-0198, 6 pp.
15. Tellman, S.J., D. Kutscha, and V.R. Soper (1967) : Measurement of uniaxial creep of selected adhesives in free film form. U.S. For. Serv. Res. Note FPL-0157, 14 pp.
16. U.S. Forest Products Laboratory(1966) : Synthetic resin glues. U.S. For. Serv. Res. Note FPL-0141, 25 pp.
17. 菅野義作(1961) : 集成材に關する研究(第3報), 尿素樹脂を接着劑とする エゾマツ集成材の 製造條件と 接着性能について. 林業試驗場研究報告 (日本), 第130號 115-124.