

분말상 탄닌수지로 제조한 PB의  
물리·기계적 특성

Physical and Mechanical Properties of Particleboard  
made with Powdered Tannin Adhesives

강석구 · 이화형

# 분말상 탄닌수지로 제조한 PB의 물리·기계적 특성

강 석 구<sup>1)</sup>, 이 화 형<sup>1)</sup>

## Physical and Mechanical Properties of Particleboard made with Powdered Tannin Adhesives

Seog Goo Kang<sup>1)</sup>, Hwa Hyung Lee<sup>1)</sup>

### 목 차

1. 서 론	3. 결과 및 고찰
2. 재료 및 방법	3-1 수분 도포량에 따른 물리기계적 특성
2-1 공시재료	3-2 함지율에 따른 물리기계적 특성
2-2 실험방법	3-3 첨가제처리량에 따른 물리기계적 특성
	4. 결 론
	5. 참고문헌

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the mechanical and physical properties of particle boards glued with condensed tannin (Wattle Tannin) powder that was single-molecule phenolic compounds like powdered phenolic resin.

Our findings are ;

1) It is necessary to spray water on the chip surfaces for effective application of powdered-form tannin resin. It shows that the best and optimum mat moisture increase is 14% of water spray on the surface of chips for developing PB properties.

2) In general, for both liquid and powdered tannin adhesives, their physical and mechanical properties has been proportional to the increase of resin level. But, the most efficient addition ratio is 16% of resin on dry basis. Specially, it is found that the resin level influences on the amount of free formaldehyde emission. The higher the resin level is, the lower the emission is. These phenomena seem to result from the increase of hexamine or formaline in the adhesives used as a hardener, that reduce the free-formaldehyde amount by reaction of tannin of poly-molecule and water.

3) The optimum condition for manufacturing PBs is the condition of hexamine of 5% and formaline of 6% in mechanical and physical properties. Hexamine is superior to formaline in mechanical and physical properties along with the control of the free formaldehyde emission amount. The result of NaOH's addition is insignificant in all experiments of both mechanical and physical properties.

*Key words* : Particle board, Powdered tannin adhesive, Hexamine,

1) 충남대학교 임산공학과, Department of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

## 1. 서론

분말상 접착제를 목질재료의 접착제로 사용하기 위해서는 균일한 도포에 의한 접착제로써의 충분한 역할과 적정한 경화 메카니즘에 부합되느냐 하는 조건을 충족시키는 것이 중요하다. 이러한 분말상 접착제에 대한 적용의 예로는 Oriented Strand Board (OSB)의 제조시 페놀 수지를 분말상으로 투입하여 제조한 예가 있다. 그러나 페놀수지 적용의 경우에도 액상페놀수지보다 비교적 높은 온도와 시간조건에서 작업이 이루어지고 있으며, OSB와 같은 strand상태의 비교적 원재료의 형상이 조대한 상태에 그 적용이 가능하며, 일반적으로 PB또는 MDF와 같은 chip 또는 미세 fiber와 같은 원재료의 경우에는 분말상의 접착제는 도포 후 하부로 접착제가 여과되는 현상이 발생하여 상하층의 균일한 도포가 어렵기 때문에 일반적으로 사용을 회피하는 경향이다 (Coppens et als, 1980).

이러한 분말상 접착제의 적용에 대해 Tomas M. Maloney는 이론적으로 페놀과 요소수지에서 일반적으로 적용이 가능하다고 언급하였고, 전제로서, 경화전에 칩과 접착제간에 충분한 혼합이 이루어져야 하며, 혼합이 이루어지기 위해서는 경화제를 포함한 첨가제의 반응과 이와 병행하여 적정 수분이 필수적인 요소로 작용한다고 하였다. 이러한 분말상 탄닌 수지는 일부현장에서 추가적인 높은 고형분이 요구될 때 층층에 일부 적용되기는 하지만 일반적으로 분말과 액상 탄닌 혼합 수지가 사용되기도 한다고 하였다.

또한, 요소수지의 경우에는 분말과 액상 탄닌 수지의 경화속도가 동일하나, 페놀수지의 경우에는 분말상 탄닌 수지가 액상 탄닌 수지보다 경화속도가 상대적으로 느리기 때문에 경화시간 조절에 대한 연구가 진행되어야 한다고 하였으며, 페놀수지와 요소수지는 액상이든 분말이든 혼용사용은 경화 메카니즘의 문제로 인해 실제적으로 혼합하여 사용하지

않는다고 하였다( Dalton, 1950,1953). 분말상 tannin 접착제를 이용한 경우에도 분말상 tannin 자체가 어느 정도 수용화 및 cross-linker작용을 위해서 황산처리 및 기타의 화학처리를 통해 modify된 접착제의 형태를 유지하지만, 근본적으로 tannin이 poly-phenol물질임을 감안할 때, 페놀수지와 같은 접착거동을 나타낸다. 즉, 액상 탄닌 수지보다는 비교적 높은 경화온도 및 경화시간이 요구 된다 (Hemingway, 1997, Gornik et als, 2000). 분말상 tannin 수지와 목재 chip간의 접착을 위해서는 전술한 바와 같이 초기 점착성의 발현을 위해서 일정 수준의 수분을 필요로 한다.

본 연구에서는 사회적으로 문제가 되고 있는 실내 공기질 관리 차원의 저 포름알데히드 방산 접착제로써 천연 분말상 탄닌수지를 사용함과 목재 칩의 건조에 소비되는 에너지 절감측면의 두 가지 연구목적에 두었으며, 이를 위하여 도포에 필요한 수분의 스프레이량에 따른 영향 및 함지율에 따른 물성 비교, 경화제를 포함한 기타 첨가제의 첨가비율에 따른 물성의 비교를 통해서 최적의 제조조건을 구명하고자 실시하였다. 또한, 탄닌수지의 경화제로써 일반적으로 사용되고 있는 Para-formaldehyde를 첨가하지 않고, 38.5% 포름알데히드 수용액과 hexamine을 혼용으로 사용하여, 경화제의 종류 및 혼합, 첨가 비율에 따른 물성을 비교 분석코자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 공시 목질 재료

본 연구에 사용한 목질재료는 인천 소재 D 사로부터 분양 받은 Particle Board (PB) 중층 (core)용 chip으로써, 채취당시 함수율을 조건은 약 8%이었으며, 보드의 제조 전에 2%이하로 함수율을 조정후 보드제조를 실시하

였다. 원재료로 사용된 PB 중층용 chip은 가구 폐재 및 폐 파렛트용재를 Crushing, Chipping공정을 거쳐 중층 코어용 chip으로 사용하였다.

### 2.1.2 접착제

본 연구에 사용된 접착제는 남아프리카 공화국으로부터 수입한 목질 재료 접착제용 pH 5.5, 함수율 2%의 Fortified wattle tannin을 powder상태로 사용하였고, PB 제조 시 적용된 함지율은 파티클 전건중량기준 16%였다. 그러나 함지율에 따른 물성실험의 경우에는 12, 14, 16, 18, 20%로 구분하여 실험하였다.

### 2.1.3 기타 첨가제 및 내수제

일반적으로 탄닌 접착제의 경화제로 포름알데히드 계통의 첨가제를 추천하고 있으며, 이는 Urea-Formaldehyde Concentrate (UFC), para-formaldehyde, formaline, hexamine등으로써 본 연구에서는 수지적용의 경제성 극대화를 위해 경화제로써 hexamine과 38.5% 공업용 포름알데히드 수용액 (이하 formaline)을 혼용 사용하였고, 기타 첨가제로서 25% sodium hydroxide solution (이하 NaOH)과 내수제로써 PWE (paraffin wax emulsion)를 수지 고형분 대비 0.5% 사용하였다.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 보드의 제조

#### 2.2.1.1 매트 함수율 조절(분무처리)

탄닌 수지의 목질접착제로서의 적용은 액상 상태로 적용하는 것이 일반적이다. 그러나 본 실험에서 사용된 분말상 탄닌수지 형태로도 적정 수분이 존재하는 전제하에 탄닌 분말 자체가 접착제로써의 역할을 할 수 있고, 일부 OSB제조 시 페놀수지가 사용된 연구실적을 토대로 분말상태의 탄닌수지를 목재 chip에 도포하여 제조된 PB의 물리 기계적 특성을 분석하고자한다. 먼저, 탄닌분말을 목재 chip에 spray하기 위해서는 목재 chip에 일정 수

분이 존재한 상태에서만이 목재 chip과 탄닌 powder간의 접착성이 발현된다. 이를 위해 필요한 수분의 양 및 수분의 형태에 대한 검토를 하고자 Table 1에서는 그와 관련된 실험 schedule을 나타내었다.

#### 2.2.1.2 접착제 조합

분말상 탄닌 수지의 함지율 및 첨가제 비율에 따른 물리 기계적 특성을 비교하기 위하여 본 연구에서는 사전 실험에서 조사된 자료를 근거로 정해진 schedule에 따라 실험을 진행하였고, 이와 더불어 각각의 첨가제의 비율에 따른 영향을 비교하기 위하여 각각 Formaline 무처리, 2, 4, 6, 8, 10%, 헥사민 1, 3, 5, 7, 9% , NaOH 무처리, 3, 5, 7, 9%등의 수준으로 처리하여 분말상 탄닌수지 사용 보드의 첨가제 첨가비율에 따른 영향을 조사하였다. Table 2는 위에서 설명한 바와 같이 분말상 탄닌수지의 함지율에 따른 물리 기계적 특성을 검토하기 위한 실험 schedule이다.

#### 2.2.1.3 보드의 제조

보드의 제조는 실험실 교반기를 이용한 혼합방식의 도포방법을 이용하였으며, 보드의 제조를 위해 실험실용 열압기를 이용하였다. 보드의 제조 시 열압시간 및 온도 각각 180±5℃, 15sec/mm로 작업하였으며, 압력의 조정은 15mm 두께조정바(thickness bar)를 이용하였다. 또한 칩과 조합된 접착제의 고른 혼합을 위하여 60초동안 교반기를 이용하였으며, 접착제의 도포 후 퇴적시간은 30초를 기준하였다. 이 때 제조된 보드의 규격은 300×300×15mm (L×W×T)의 규격으로 3반복으로 보드를 제조하였다.

### 2.2.2 시험편 채취 및 물성테스트

제작된 보드는 각각 72시간 이상 항온항습 조건 (25±3℃, RH 65%조건)하에서 보관 후 실험을 하기 위한 충분한 보드의 안정성이 확보된 이후 각각의 샘플의 채취가 이루어졌다.

일반 물리 기계적 특성 (흡수율, 비중, 휨강도, 박리강도)은 KS F-3106에 따라 실험하였으며, 유리 포름알데히드 방산량의 측정에는 EN 120 (Perforator Method)기준에 준거하여 실시하였다. 또한 제조된 보드의 耐水특성을 측정하기 위하여 U형 실험 (25도씨 상온수 2시간, 24시간 침지), M형 실험 (70도씨 온수 2시간 침지), P형 실험 (100도씨 2시간 침지)등 3가지 유형으로 내수 물성 테스트를 실시하였다.

### 2.2.3 데이터의 통계

본 연구에서 제조한 PB의 물리 기계적 성

질은 그룹간의 유의성 검정의 필요가 있는 데 이타에 한해서 완전 임의 배치법으로 유의성을 검증하였고, Duncan의 다중검정으로 처리하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

탄닌을 분말상의 접착제로 이용하기 위해서는 목재 chip표면의 일정량 수분을 필요로 한다. 즉, 탄닌분말과 particle간의 접착성의 발현을 위하여 탄닌 파우더와 목재 chip간의 결

Table 1. The schedule of experiment according to amount of sprayed water to control moisture content of chip surface

Mat MC	Chip	Adding water	Tannin powder	Formaline	Hexamine	NaOH	Wax
5%	781g	38g	122g	7.3g	24.4g	6.1g	14g
8%		61g					
11%		84g					
14%		107g					
17%		130g					
cf)	Target density : 0.75	To control MC	resin level 16%	6% Treatment	5% Treatment		

\* Press cycle : Temp. 180°C, Time 15 sec/mm

Using the thickness bar

\* 25% NaOH solution, 25% hexamine solution, 38.5% formaldehyde solution

Table 2. The schedule of experiment according to resin level

Adding ratio	Chip	Adding water	Tannin powder	Formaline	Hexamine	NaOH	Wax
12%	781g	107g	92g	5.5g	18.4g	4.6g	10.4gg
14%			107g	6.4g	21.4g	5.4g	12.2g
16%			122g	7.3g	24.4g	6.1g	14g
18%			138g	8.3g	27.6g	6.9g	15.7g
20%			153g	9.2g	30.6g	7.7g	17.4g
cf)	Target density : 0.75	To control MC at 14%	Variable factor	6% Treatment	5% Treatment		

합을 유도하여야 한다.

이를 위하여 본 실험에서는 목재 chip에 수분을 예비 실험 결과 얻어진 20% 이하의 수분 조건 즉, 5%, 8%, 11%, 14%, 17%의 함수율로 조정하여 실험을 실시하였다. 이러한 방법은 전술한 바와 같이 particle의 건조 시 소모되는 에너지를 절감하고, 새로운 방법의 탄닌수지 적용 기술 개발을 위한 방법으로, 접착제를 제조하지 않고 공정상에서 직접 접착제를 blending하는 공정으로 접착제로서의 역할을 기대 할 수 있다.

### 3.1 수분 도포량에 따른 물리 기계적 특성

#### 3.1.1 강도적 특성

휨강도는 목재 칩에 도포된 수분의 양이 14% 첨가 시 최하 물성인 5% 함수율에 비해서 56.8% 높은 물성을 나타내었고, 박리강도의 경우에는 8%의 수준에서 5%처리 수준에 비해 50.6% 높은 물성을 나타내었으나, 유의차가 인정되지 않았다. 그러나 함수율이 전반적으로 11~14%의 범위 내에서 휨강도 및 박리강도 양자 모두 에너지 절감효과를 극대화함과 동시에 물성적인 최적의 조건이라는 점을 알 수 있었다.

그러나 M형 실험 조건하에서의 결과는 이와는 달리 휨강도에 있어서, 14%로 매트 함수율을 처리한 조건에서 5% 처리와 약 3.5배 가량의 큰 물성차를 나타내었고, 이때 최적의 습윤 휨강도를 나타냈다. 또한, 박리강도의 경우에도 17% 처리기준에서 약 3.5 (342%)배에 달하는 높은 물성을 나타내었고, 전체적으로 함수율이 높을수록 높은 물성을 나타내었다.

매트 함수율이 낮은 경우에는 고른 접착제 도포가 되지 못하고, 단지 목재 chip과의 반응 접촉부분만이 박리강도를 발현하여 실제 고내수성을 나타내기에는 부족하다는 것을 알 수 있다.

#### 3.1.2 물리적 특성

U, M형 침수실험에서의 물리적 특성 즉, 두께 팽윤을 또한 기계적 특성과 비슷한 경향을 나타내어, 함수율이 높을수록 좋은 물성을 보였다.

매트 함수율이 최대 14~17%의 범위 내에서 U형 및 M형실험 모두 우수한 물성을 나타냈으며, 특히 탄닌 수지의 장점이라 할 수 있는 온수 조건에서의 실험에서 즉 M형 실험의 경우가 내수 멜라민 수지 사용 보드물성 기준 (25% 이하)에 달하는 물성을 나타내었다. 이러한 원인은 수분과 탄닌분자 그리고 포르말데히드와의 결합의 전제가 되는 함수율이 치수변화에 대해서도 많은 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

유리포르말데히드 방산량에 대해 대해서는 모든 처리조건에서 유리 포르말데히드 방산기준상 E1수준 (10mg/100g)의 유리 포르말데히드 방산량을 통과했으며, 특히 11% 이상의 처리 조건하에서 안정적인 E0제품의 물성을 나타냈다.

이러한 원인은 추가적으로 spray된 수분의 양이 많을수록, 별도 도포된 경화제인 포르말린과 hexamine등에서 잔류된 유리 포르말데히드의 농도를 희석시킴으로써 방산량을 감소시키는 결과를 나타낸 것으로 추정된다. 함수율의 경우에는 11%이하의 낮은 매트 함수율 조건하에서는 수분의 흡습이 작용하였고, 14~17%의 경우에는 탈습이 일어나 평형함수율인 11%선으로 조정되었다. 이는 탄닌보드가 기본적으로 고풍수율을 유지하려고 하는 수지의 특성에 따라 흡습보다는 탈습작용이 빠르게 진행된 것으로 사료된다.

### 3.2 분말상 탄닌수지의 함지율에 따른 물리 기계적 특성

분말상 탄닌수지를 도포 함지율에 따른 물성을 측정하기 위하여 전 단계 실험에서의 결과를 토대로 매트 함수율을 14%로 고정시킨 후 실험을 실시하였다.

### 3.2.1 강도적 특성

함지율이 높으면 높을수록 휨강도 및 박리강도에서 증가하는 경향을 볼 수 있었고, M형 실험의 경우에는 상대 실험 결과와 같은 경향을 나타내었지만, 고탄지율과 저 함지율 간의 차가 상대 실험 보다는 큰 차이를 나타내었다.

### 3.2.2 물리적 특성

U형 실험조건에서의 두께 팽윤율은 전체적으로 함지율이 높을수록 점점 좋아지는 결과를 나타냈으나, 12~14%의 범위에서는 12% 이하의 품질기준을 통과하지 못하였으나, 16% 이상의 처리에서는 12% 이하의 품질규격에 합격하였다. 이는 분말상 탄닌 수지의 균일한 분산 및 도포가 이루어지지 않아 목표로 하는 품질기준인 12% 이하의 조건을 만족시키지 못하였다고 판단한다. 또한, M형 실험에서도 25% 이하의 품질기준에 대해 16% 이상의 함지율 조건하에서 비교적 우수한 물성을 나타냈다.

유리포름알데히드 방산량에 대해서는 전체적으로 함지율 12%~20%에 걸쳐 모두 E0수준의 유리포름알데히드 방산량을 나타냈으며, 함지율이 높아질수록 근소한 차이이지만, 방산량이 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 함지율이 높아 경화제로 사용된 hexamine 또는 포르말린 등의 첨가량은 많아졌으나, spray에 의해 도포된 수분과 고분자의 탄닌분자와의 반응으로 인해 미반응 유리 포름알데히드의 양이 감소되었다고 사료된다.

## 3.3 첨가제별 첨가량에 따른 물리·기계적 특성

### 3.3.1 포르말린

일반적으로 탄닌 접착제의 경화제는 탄닌분자와 목재 chip간의 결합을 일으키게 하기 위한 역할을 한다. 알려져 있는 경화제의 종류

로는 크게, 포름알데히드와 파라포름알데히드로 나눌 수 있는데 그 반응속도는 포름알데히드가 파라 포름알데히드에 비해서 동일한 pH 조건하에서 빠른 반응을 나타내나, 파라 포름알데히드 그 자체로 이용되기 보다는 포름알데히드의 축합 또는 다른 형태의 알데히드로 사용된다.

보통 경화제로써 hexamethylenetetramine (이하 hexamine)또는 Trioxan 등이 사용된다. 본 연구에서는 경화제로써 경제적으로 저렴한 hexamine과 38.5% 공업용 포르말린을 경화제로써 사용하였다.

포르말린의 첨가시 함수율은 전 실험을 기준으로 함지율은 16%, 매트 함수율은 14%로 각각 조정하였고, hexamine의 양은 5%로 고정하고 포르말린의 첨가량을 각각 무처리, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%로 구분하여 실험하였다.

#### 3.3.1.1 강도적 특성

포르말린 첨가율이 6%일 경우에 U형 실험에서는 휨강도 및 박리강도에서 각각 무처리에 비해 19.2%, 12.8%증가된 결과를 나타내었으나, 휨강도 및 습윤 휨강도의 경우에는 첨가율이 증가할수록 좋은 결과를 나타냈으나, 습윤박리강도와 마찬가지로 유의차가 인정되지 않았다.

#### 3.3.1.2 물리적 특성

포르말린 첨가량에 따른 두께 팽윤율은 처리량이 많을수록 U,M실험 모두 다소 좋은 내수성을 나타내었으나, U형, M형 실험 모두 처리간의 유의차는 인정되지 않았다. 또한, 첨가율이 많으면 많을수록 포름알데히드 방산량은 높게 나타났으며, 6%이하의 수준에서는 거의 큰 차이를 나타내지 않았으나, 8%, 10% 첨가 시에 방산량이 높은 수치를 나타내었다.

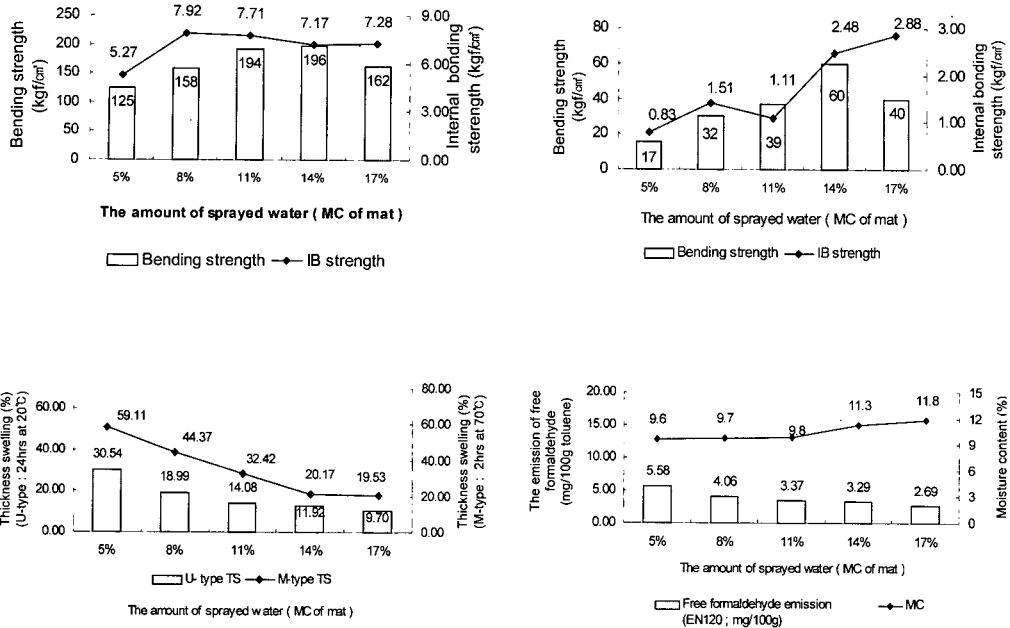


Fig. 1. The mechanical and physical properties according to amount of sprayed water to control moisture content of chip surface

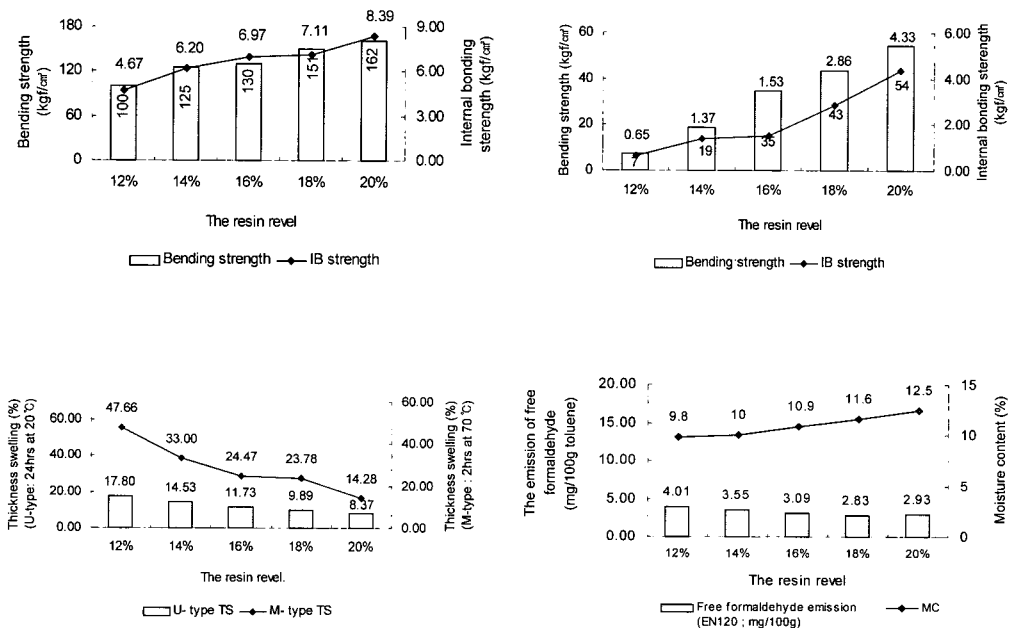


Fig. 2. The mechanical and physical properties according to resin level



### 3.3.2 Hexamine

#### 3.3.2.1 강도적 특성

hexamine 처리비율에 따른 휨강도의 경우에는 3%~9%의 구간이 동일그룹(A~AB)으로 나타났으며, 박리강도의 경우에도 마찬가지로 5%이상의 처리에는 모두 같은 유사그룹(A, AB)으로 나타났다. 이러한 사항은 이미 포르말린에 대한 처리량을 6%로 정한 상태에서 hexamine의 양을 상대적으로 조절하였기 때문에 전체적으로 연구자들에 의해 밝혀진 경화제의 처리량 10% 이상에서는 일정한 수준의 물성을 나타낸다는 것과 일치하는 결과를 나타내었다.

#### 3.3.2.2 물리적 특성

7%의 처리량조건에서 최적의 물성을 나타냈다. U형실험의 경우에는 품질기준 12%이

하의 기준에 부합되는 결과를 나타냈고, M형실험의 경우에도 12%이하의 기준에 대해 7% 이상의 처리 시에 기준에 부합되는 물성을 나타내었다. 또한, 유리포름알데히드 방산량은 전체적으로 E0수준의 물성 기준에 부합되는 결과를 나타냈으나, 5%처리 기준이 가장 경제적인 물성치를 나타냈다. 또한, 포르말린 6% + hexamine 9%의 기준 15%처리 시 방산량 (3.15mg/100g)이 포르말린 10% + hexamine 5%처리 시 방산량 (4.44mg/100g)의 수치보다 낮은 방산량을 나타내어, 방산량에 있어서는 hexamine이 포르말린처리보다 좋은 물성을 나타낼 수 있다고 판단된다.

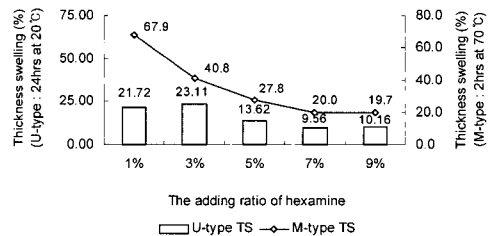
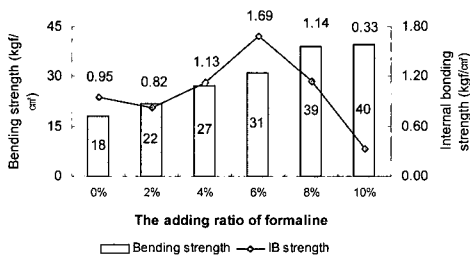
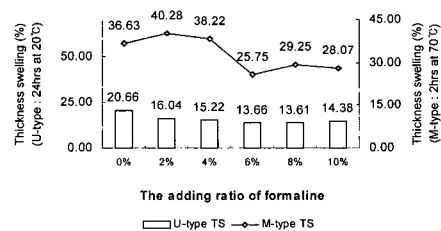
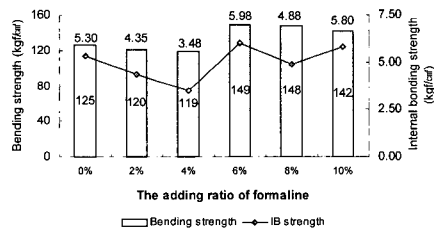


Fig. 3. The mechanical and physical properties according to adding ratio of formaline.

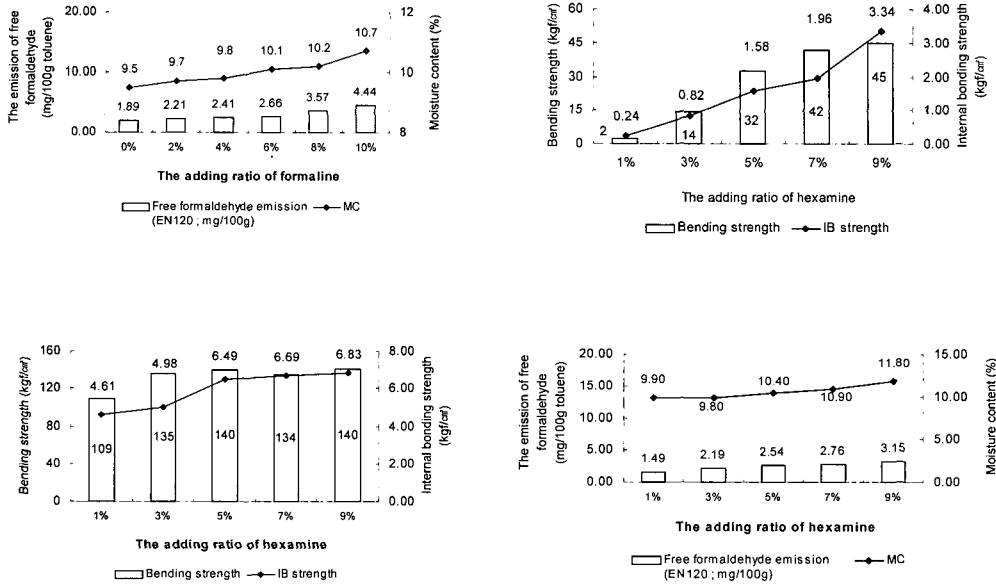


Fig. 4. The mechanical properties according to adding ratio of hexamine

### 3.3.3 NaOH

일반적으로 pH 5.5 정도의 산성을 띠는 탄닌을 수분으로 중화시켜 중성 (pH 7~8)의 수용액으로 만들어 사용하는 것이 보편적이다. 그러나 이와 더불어 hexamine 및 포르말린 등은 추가적으로 첨가되는 산성의 약품이므로, NaOH를 첨가함으로써 경화속도를 지연시켜 충분한 결합이 이루어질 수 있도록 유도하고자 NaOH를 첨가하였다. 본 연구에서 사용한 탄닌은 wattle 탄닌을 변성한 분말상 탄닌이다. 이러한 wattle 탄닌은 pine 탄닌보다는 구조적으로 반응속도가 상대적으로 느다. 이러한 이유는 탄닌의 구조중 A-ring의 구조에 의한 것이다. 즉, wattle 및 mimosa와 같은 type은 resorsinol과 유사한 구조이고, pine, pecan에서 추출한 탄닌은 Phloroglusinol 형태의 구조이다. 이러한 구조의 문제로 wattle의 사용에 대해서는 pH의 조절로써 포르말데히드와의 반응시간을 조절한다. 일반적으로 hexamine과 포르말린은 주경화제로써

사용된다면 NaOH는 조기경화 방지 및 경화 보조제로써 쓰인다.

#### 3.3.3.1 강도적 특성

전반적으로 NaOH의 첨가에 따른 상태 휨 강도 및 박리강도 실험의 결과는 처리간의 유의차가 인정되지 않았다. 이러한 이유는 동일한 press time 및 press조건하에서 경화시간을 지연시키는 역할을 하는 NaOH가 강도적 특성을 향상시키는 역할을 기대할 수 없으며, 이는 충분한 press time의 전제하에서만 가능할 수 있다고 사료된다.

#### 3.3.3.2 물리적 특성

두께 팽윤을 및 유리포름알데히드 및 함수율의 경우에는 U형실험 조건하에서의 강도적 특성과 마찬가지로 처리비율에 따른 경향의 분석은 유의차가 인정되지 않았다.

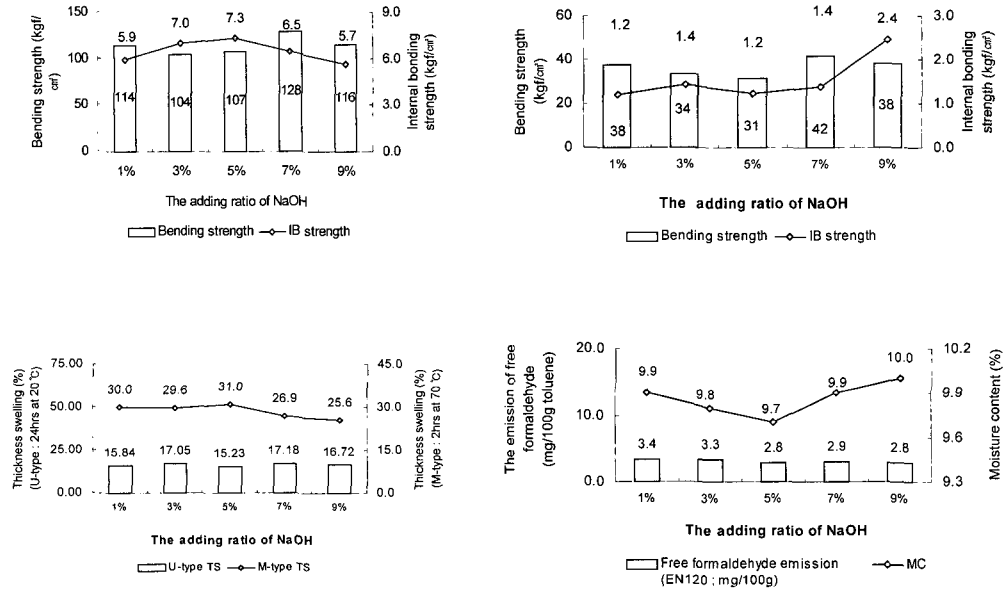


Fig. 5. The mechanical and physical properties according to adding ratio of sodium hydroxide

#### 4. 결 론

분말상 탄닌 수지를 사용한 PB의 물리기계적 특성을 각각의 조건별로 실험한 결과는 다음과 같다.

1) 수분 spray량으로 조절된 매트 함수율에 따른 물리 기계적 특성은 U형 및 M형 휨강도 모두 목재 칩에 도포된 수분의 양이 14% 첨가시 5% 함수율에 비해서 56.8%, 350% 높은 물성을 나타내며, 매트 함수율이 전반적으로 11~14%의 범위 내에서 휨강도 및 박리강도 양자 모두 에너지 절감효과를 극대화 함과 물성적인 최적의 조건으로 나타났다. 또한, 두께 팽윤율 및 유리 포름알데히드 방산량은 11% 이상의 처리 조건하에서 spray된 수분의 양이 많을수록, 별도 도포된 경화제인 포르말린과 hexamine등에서 잔류된 유리포름알데히드의 농도를 희석시킴으로써 방산량을 감소시

키는 결과를 나타내었다.

2) 분말상 탄닌의 도포 함지율에 따른 강도적 특성은 함지율이 높으면 높을수록 휨강도 및 박리강도에서 증가하는 경향을 볼 수 있었고, 물리적 특성면에서도 동일한 결과를 나타내었다.

3) 첨가제로써 사용된 포르말린의 처리 비율에 따른 강도적 특성에서는 U, M형 휨강도, U, M형 박리강도 모두 처리간 유의차가 인정되지 않았으며, Hexamine의 첨가량에 따른 영향은 강도적인 면에서 휨강도의 경우에는 3%~9%의 구간이 동일그룹으로 나타났으며, 박리강도의 경우에도 마찬가지로 5%이상의 처리에는 모두 같은 그룹으로 나타났다. 또한 두께 팽윤율에서는 첨가율 7%의 처리조건에서 최적의 물성을 나타냈다. U형 실험의 경우에는 3% 이상의 수준에서 품질기준 12%이하

의 기준에 부합되는 결과를 나타냈고, M형 실험의 경우에도 25%이하의 기준에 대해 7% 이상의 처리 시에 기준에 부합되는 물성을 나타내었다. 유리포름알데히드 방산량은 5%처리 기준이 가장 경제적인 물성치를 나타냈다. 또한, 포르말린 6% + hexamine 9%의 기준 15%처리시 방산량 (3.15mg/100g)이 포르말린 10% + hexamine 5%처리시 방산량 (4.44mg/100g)의 수치보다 낮은 방산량을 나타내어, 방산량에 있어서는 hexamine이 포르말린처리보다 좋은 물성을 나타낼 수 있다고 판단된다.

NaOH의 첨가비율에 따른 결과는 물리기계적 특성 모두 거의 모든 실험에서 처리간의 유의차가 인정되지 않았다. 이러한 이유는 동일한 press time 및 press조건하에서 경화시간을 지연시키는 역할을 하는 NaOH가 강도적 특성을 향상시키는 역할을 기대할 수 없기 때문이다.

## 5. 참고문헌

1. Ayla, C. Pinus brutia tannin adhesives. Journal of applied polymer science. Applied polymer symposium 40. p.69-78. (1984)
2. Calvé L., G. C. J. Mwalongo., B. A. Mwingira., B. Riedl et J. A. Shields. Characterization of wattle tannin based adhesives for Tanzania. Holzforschung, 49(3):259-268. (1995)
3. Coppens, H. A., M. A. E. Santana, and F. J. Pastore. Tannin formaldehyde adhesive for exterior-grade plywood and particleboard. For. Prod. J. 304(4):38-42. (1980)
4. Dalton, L. K. Resins from sulphated tannins as adhesives for wood. Australian. Journal of applied science. 1953:4, p. 136-145
5. Dalton, L. K. Tannin-formaldehyde resins as adhesives for wood. Aust. Journal of applied science. 1:54-70. (1950)
6. Fechtal, M. et B. Riedl. Use of Eucalyptus and Acacia mollissima bark extract-formaldehyde adhesives in particleboard manufacture. Holzforschung, 47(4):349-357. (1993)
7. Garro, J. M., M. Fechtal et B. Riedl. Gallic acid as a Model of Tannins in Condensation with Formaldehyde. Thermochemica Acta (274):149-163.(1996)
8. Gornik, D., R. W. Hemingway. and V. Tisler. Tannin-based cold-setting adhesives for face lamination of wood. In: Holz als Roh - und Werkstoff., Vol. 58, Issue 1/2: pp. 23-30. (2000)
9. Hemingway, R. W. Chemistry and significance of bark polyphenols. Wood-Human-Environment. (1997) International Symposium on Wood Science and Technology. 1997, October 23-24. Seoul, Korea. The Korean Society of Wood Science & Technology.: pp. 23-34. (1997)