

한국산 옷나무의 휨 및 종압축 강도적 성질(I)^{*1}

변 희 섭^{*2} · 島田勝廣^{*3} · 伏谷賢美^{*4}

The Bending and Compression Strength Properties in *Rhus verniciflua*(I)^{*1}

Hee-Seop Byeon^{*2} · Masahiro Shimada^{*3} · Masami Fushitani^{*4}

ABSTRACT

The bending and compression strength properties of two types *Rhus verniciflua* specimens, which made of no heat-treated wood and heat-treated wood for urushiol extraction, were measured. The heat-treated specimens were finger-jointed with either resorcinol-phenol or polyurethane resin adhesives, and the vertical type bending strength property was also measured in these specimens.

The results obtained are as follows :

1. The correlation coefficient between the compression strength and specific gravity in the specimens of no heat-treated and heat-treated wood was high. However, there was no difference in compression strength property as affected by heat treatment.
2. The correlation coefficient between the bending strength and specific gravity in the specimens of no heat-treated and heat-treated wood was also high. However, there was no difference in bending strength property as affected by heat treatment.
3. The bending test showed high correlation between modulus of elasticity and modulus of rupture for the specimens made of no heat-treated and heat-treated wood. However, there was no difference in bending strength property between the specimens made of heat-treated and no heat-treated wood.
4. The efficiencies of bending strength test on the finger-jointed specimens of heat-treated wood with resorcinol-phenol and polyurethane resin adhesives were 0.85, 0.81, respectively.

Keywords : Bending and compression strength properties, *Rhus verniciflua*, finger joint, heat treatment.

*1 접수 1995년 12월 5일 Received December 5, 1995

*2 경상대학교 농과대학 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

*3 東京都立工業技術 Tokyo Metropolitan Industrial Technology Center, Nishigaoka, Kita-ku, Tokyo 115, Japan

*4 東京農工大學 農學部 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture & Technology, Fuchu, Tokyo 183, Japan

1. 서 론

세계적으로 전개되고 있는 지구환경 보호운동과 원목 생산국들의 자국자원 보호정책의 영향으로 목재의 수입이 어려워지고 가격도 더욱 상승하게 되었고 이러한 현상은 앞으로 더욱 심화될 것으로 판단된다. 그리고 국토의 넓은 면적이 산간지역인 우리나라 농산촌의 소득증대를 위해서도 산림자원의 효율적 이용 및 개발이 중요한 과제이다.

그런데 목재자원은 옛날부터 건축물, 가구, 악기 등의 재료로 또는 종이 등의 원료로 사용되어온 이 지구상에 존재하는 재생산 가능한 아주 유용한 자원이기 때문에 합리적인 방법으로 효과적으로 이용함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다. 목재자원의 효율적 이용의 한 방법으로는 국산수종 중에서 이용가능한 수종을 찾아 이용하거나 다른 재료로서는 이용하면서 목재 또는 목질재료로는 이용하고 있지 않는 재료를 목재 또는 목질재료로 이용할 수 있는 방법의 개발에 대해서 연구검토할 필요가 있다. 그런데 전국의 산간지역을 중심으로 많이 자생하거나 식재되어 있는 옷나무(*Rhus verniciflua* Stokes)는 도료, 약용 등으로 널리 이용되고 있으며, 대부분이 옷의 생산과 이용, 화학적 및 생화학적 특성에 관련된 연구(Bumberg, 1964; 玄, 1993; 정, 1990; 김, 1977; 이, 1992; Sakurai, 1992; Xu, 1988)가 많이 수행되어 있고 이외의 용도로는 일부 만을 말뚝이나 연료 등으로 이용하고 목재 또는 목질재료로서의 이용에 대한 연구는 찾아보기 어렵다.

그래서 본 연구에서는 옷새 채취 후의 옷나무를 목재 또는 목질재료로서의 이용가능성 판단을 위한 기초자료 및 옷새채취를 위한 열처리가 옷나무 재질에 미치는 영향을 알고자 압축 및 휘방법에 의한 옷나무의 기초적 성질을 조사하고자 한다. 옷의 채취방법으로는 입목상태에서 수피에 상처를 내어 채취하는 방법과 벌목후 열을 가해 최종적으로 채취하는 방법이 병용되고 있다. 그리고 현재 도료 또는 약용으로 이용하고 있는 옷나무는 직경이 작기 때문에 만약 木材 또는 木質材料로 이용가능성이 증명되어 직경이 더 클때 벌채하여도 재료를 원하는 치수로 접합시켜 가공할 필요성이 있다. 그래서 집성재 등의 목질재료 제조시에 널리 이용되고 있는 핑거접합법에 의한 縱接合성능에 대해서 연구검토하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 기초시험용 공시재료

공시재료로서는 生漆 및 火漆을 채취하고 난 옷나무(*Rhus verniciflua* Stokes)재와 화칠채취에 따른 강도 성능의 평가를 위해 生漆만을 채취한 약 10년생 정도의 옷나무를 공시재료로 사용했다. 옷나무의 거의 대부분이 심재로 구성되어 있어 심재부분만을 공시재료로 이용했다. 압축 및 휨 강도시험용 시편은 육안으로 판단하여 결함 없는 것을 선택하여 연륜폭 및 재색 등을 고려하여 가능한 넓은 범위의 재료가 포함되도록 고려했다. 공시재료는 온도 20℃, 상대습도 65%의 항온항습실에서 충분히 조습시킨 다음 시험을 실시했다. 종압축 강도시험용 재료는 생칠만 채취한 재료와 생칠 및 화칠을 채취한 재료를 각각 40개씩 준비하여 그 중에서 15개씩을 사용하였는데 시편의 치수는 15(R)×15(T)×40(L)mm였다. 휘강도시험용 재료도 生漆만 채취한 재료와 生漆 및 火漆을 채취한 재료를 각각 40개씩 준비하여 그 중에서 15개씩을 사용하였는데 시편의 치수는 15(R)×15(T)×240(L)mm였다.

2.2 縱接合用 공시재료

원목의 심재부에서 정목가공한 단면치수 15(R)×15(T)×40(L)mm의 옷나무재의 길이방향 중앙부를 휘절한 후 그 양단면을 스카프 경사비 1/8, 2. 핑거先端 두께 0.8mm, 핑거底部 폭 0.6mm, 피치 4.0mm, 핑거의 길이 12mm로 절삭가공했다. 시험편은 절삭가공 후 온도 20℃, 상대습도 65%의 항온항습실에서 조습시켰다. 그 다음에 양절삭가공면에 접착제를 양면 도포한 후, 하중 30kgf/cm²으로 양단 壓縮방법으로 20초간 압체해서 접합시켰다. 접착제로는 레소시놀 페놀 포름알데히드 공축합수지 접착제(레소시놀), 습기경화형 폴리우레탄 수지 접착제(우레탄)을 사용했다.

2.3 縱壓縮 및 휨 強度시험

종압축강도시험은 서브펄서(Servo-pulser, Shimazu社)를 사용하여 荷重속도 0.1mm/min로 실시하여 압축강도를 구했다. 그리고 휘강도시험도 서브펄서를 사용하여 荷重속도 1mm/min, 스펠 200mm의 中央集中式 荷重방식으로 실시하여 彈性係數 및 強度를 구했다.

2.4 종접합성능

종접합 강도성능의 평가는 휨시험에 의해서 실시했다. 이때도 素材에서와 같이 서브펄서를 사용하여 하중속도 1mm/min, 스펠 200mm의 중앙집중식 3점 휨 하중방식으로 하였는데 수직형 평거조인트의 중앙부를 하중점에 위치시켰다. 그리고 시험 후에 휨탄성계수 및 강도를 구했다.

3. 결과 및 고찰

3.1 종압축시험

生漆 및 火漆를 채취하고 난 각 시험편의 기건비중 및 압축강도를 표 1에 生漆을 채취한 각 시험편의 기건비중 및 압축강도를 표 2에 나타냈다. 生漆 및 火漆를 채취하고 난 옷나무 시편 15개의 기건비중의 범위는 0.431~0.636이고 평균치는 0.500이었다. 그리고 生漆만을 채취한 옷나무 시편 15개의 기건비중의 범위는 0.383~0.638이고 평균치는 0.503이었다. 그리고 生漆 및 火漆를 채취하고 난 옷나무 시편 15개의 압축강도의 범위는 411kgf/cm²~581kgf/cm²이고 평균치는 463kgf/cm²였다. 그리고 生漆만을 채취한 옷나무 시편 15개의 종압축강도의 범위는 382kgf/cm²~588kgf/cm²이고 평균치는 460kgf/cm²이었다.

그림 1에 전시험편의 종압축강도와 비중과 관계를 나타낸다. 生漆 및 火漆를 채취하고 난 옷나무 및 生漆만을 채취하고 난 옷나무의 압축강도와 비중의 상관관계는 매우 높고 1% 수준에서 유의성이 인정되어 각각 0.754, 0.936을 나타내었다. 그리고 화칠채취를 위해 열처리한 시편과 화칠을 채취하지 않은 시편과의 비중 및 종압축강도에서의 차이점은 찾을수 없었다.

3.2 휨 강도시험

그림 2는 生漆 및 火漆를 채취하고 난 옷나무 시편 및 生漆만을 채취한 옷나무 시편의 휨 강도와 기건비중과의 관계를 나타냈다. 生漆 및 火漆를 채취하고 난 옷나무 시편의 휨 강도의 범위는 608kgf/cm²~1.184kgf/cm²이고, 평균치는 829kgf/cm²이었다. 그리고 生漆만을 채취한 옷나무 시편의 휨 강도의 범위는 531kgf/cm²~1.187kgf/cm²이고 평균치는 847kgf/cm²이었다.

生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 휨 강도와 비중과의 상관관계는 종압축강도 시험에서와 같이 매우 밀접하고 1% 수준에서 유의성이 인정되어

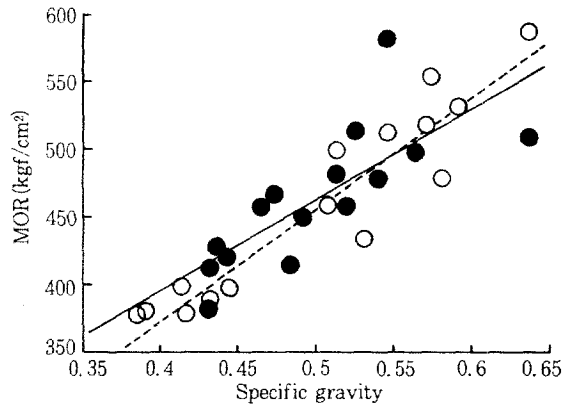


Fig. 1. Relationship between specic gravity and MOR in compression.

Notes : ○, — : No heat-treated specimen.

$Y = 787X + 65.5$, $r = 0.936^{**}$,
 ** : significant at 1% level.

●, — : Heat-treated specimen.
 $Y = 659X + 134$, $r = 0.754^{**}$,
 ** : significant at 1% level.

Table 1. Physical and mechanical properties of heat-treated specimens.

	Specific gravity	Compression MOR(kgf/cm ²)	Bending	
			MOE(kgf/cm ²)	MOR(kgf/cm ²)
Minium	0.431	411	68.760	608
Maximum	0.636	583	127.170	1,184
Mean	0.500	463	97.000	829

Table 2. Physical and mechanical properties of no heat-treated specimens.

	Specific gravity	Compression MOR(kgf/cm ²)	Bending	
			MOE(kgf/cm ²)	MOR(kgf/cm ²)
Minium	0.383	382	69.270	531
Maximum	0.638	588	140.590	1,187
Mean	0.503	460	103.410	847

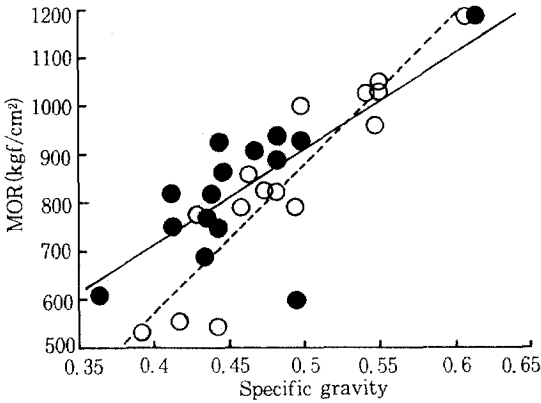


Fig. 2. Relationship between specific gravity and MOR in bending.

Notes : ○, --- : No heat-treated specimen.
 $Y = 3066X - 640, r = 0.922^{**}$
 ** : significant at 1% level.
 ●, --- : Heat-treated specimen.
 $Y = 943X - 61.4, r = 0.735^{**}$
 ** : significant at 1% level.

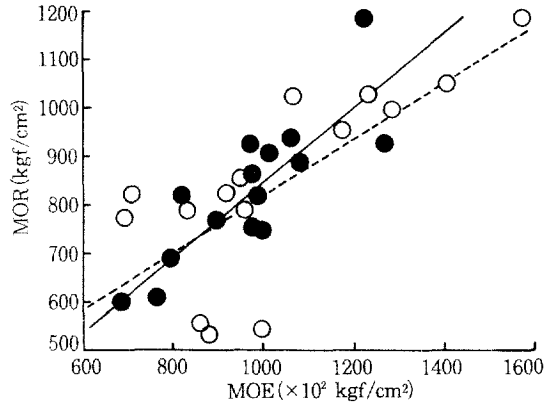


Fig. 3. Relationship between MOE and MOR in bending.

Notes : ○, --- : No heat-treated specimen.
 $Y = 0.00573X + 258, r = 0.730^{**}$
 ** : significant at 1% level.
 ●, --- : Heat-treated specimen.
 $Y = 0.0071X + 71, r = 0.799^{**}$
 ** : significant at 1% level.

Table 3. The bending strength properties of finger-jointed specimens.

Adhesive	MOE(kgf/cm ²)	RMOE	MOR(kgf/cm ²)	RMOR
Resorcinol	106,500	1.10	704	0.85
Urethane	100,500	1.04	674	0.81

Notes : RMOE : The ratio of MOE for finger-jointed specimen to MOE for no jointed specimen.
 RMOR : The ratio of MOR for finger-jointed specimen to MOR for no jointed specimen.

각각 0.735, 0.922을 나타내었다.

그림 3은 生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 휨 강도와 탄성계수와와의 관계를 나타내었다. 生漆 및 火漆를 채취한 시편의 탄성계수 범위는 68,760 kgf/cm²~127,170kgf/cm²이고 평균치는 97,000 kgf/cm²이었다. 그리고 生漆만을 채취한 시편의 탄성계수 범위는 69,270kgf/cm²~140,590kgf/cm²이고 평균치는 103,410kgf/cm²이었다. 生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 휨 강도와 탄성계수와와의 상관관계는 휨 강도와 비중에서와 같이 매우 밀접하고 1% 수준에서 유의성이 인정되어 각각 0.799, 0.730을 나타내었다.

이상의 종압축강도시험 및 휨 강도시험의 결과 生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 종압축 강도, 휨 강도, 휨 탄성계수 등에 대한 차이는 거의 없었다. 그래서 현재 화철 채취를 위해 일반적으로 이용하고 있는 열처리법은 옻나무 심재의 물리적, 기계적 성질에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

3.3 종접합강도 시험

生漆 및 火漆를 채취한 옻나무의 이용을 목적으로 그 재료의 핑거접합 강도성능시험을 실시했다. 접합능력의 평가방법으로는 여러 가지 평가방법이 있지만 시편제조가 간단하고 기본적인 평가 방법인 휨중방법으로 수직형의 핑거접합법을 채용하여 휨 강도, 휨 탄성계수를 구했다.

표 3에 핑거접합된 시험편 7개의 접착제별 평균 휨 강도 및 탄성계수를 나타내었다. 우레탄, 레소시놀 수지접착제를 사용한 시편의 휨 강도의 평균치는 674 kgf/cm², 704kgf/cm²로 소재의 평균치 829kgf/cm²와의 비 0.81, 0.85를 나타내어 폴리우레탄, 레소시놀 수지접착제를 사용한 시편의 휨 탄성계수의 평균치는 100,500 kgf/cm², 106,500kgf/cm²으로 소재의 평균치 97,000 kgf/cm²와의 비는 1.04, 1.1로 탄성계수 유효율은 소재와 거의 같은 값을 나타내었지만 레소시놀 수지접착제를 사용한 시편의 유효율이 우레탄 수지접착제를 사용한 시편에 비해 약간 높은 것은 레소시놀 수지접착제가 우레

탄수지접착제보다도 강해 잘 변형되지 않기 때문에 생각된다.

4. 결 론

옷漆 채취 후의 옷나무를 목재 또는 목질재료로서의 사용가능성 여부를 판단하기 위해 압축및 휨하중 방법으로 옷나무의 기초적인 기계적 성질 및 종접합성능에 대해서 연구검토한 결과는 다음과 같다.

1. 生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 압축강도와 비중과의 상관계수는 매우 높았고 火漆채취로 인한 강도의 저하는 인정되지 않았다.
2. 生漆 및 火漆를 채취한 시편 및 生漆만을 채취한 시편의 휨 강도와 휨 탄성계수와의 상관계수는 매우 높았고 火漆채취로 인한 휨강도성능의 저하는 종압축 시험과 같이 인정되지 않았다.
3. 레소시놀접착제 및 우레탄 수지접착제를 사용한 시편의 휨 강도 유효율은 0.85, 0.81로 높았다.

참 고 문 헌

1. Bumberg, W.E., W.G. Levine, S. Margolis, and J. Peisach. 1964. On the nature of cop-

per in two proteins obtained from *Rhus verniciflua* latex. *Chemical & Biological Research Communications* 15(3) : 277~283

2. Sakurai, T. 1992. Anaerobic reactions of *Rhus verniciflua* laccase and its type-2 copper-deleted derivatives with hexacyandferate(2). *Biochem. J.* 284 : 681~685
3. Xu, J. and S. Kawachi. 1988. Characteristics of major fatty acid components haze wax from different cultivars and habitats. *Mokuzai Gakkashi* 34(5) : 436~442
4. 김홍직, 박윤기, 이성낙. 1977. 옷의 복용에 의한 혈액성 접촉성 피부염 1예. *大韓皮膚學會誌* 15(4) : 15~24
5. 이필우, 정연집. 1992. 옷나무 漆液溝의 解剖學的 特性. *서울대 農學研究誌* 17(2) : 93~96
6. 정대교, 송홍근, 김 훈. 1990. 한국산 옷나무 수액의 알레르기 유도물질의 특성에 관한 연구 -옷나무 수액의 분취 방법-. *農試論文集* 33 : 675~682
7. 玄正悟, 金萬祥, 李世均. 1993. 産漆量이 많은 옷나무 個體의 選拔에 關한 研究. *韓國林學會誌* 82(2) : 122~127