한국가구학회지 2009.09 Vol. 20(5): 480-489

담양산 왕대나무를 이용한 평판 바닥재 제조기술 개발

제1보. 대나무 원통의 평판화 및 마루판 제작 기술 표준화[1]

박충년[2] · 정우양†[3]

Floor Panel manufacturing using Capital bamboo(*Phyllostachys bambusoides)* grown in Damyang Region

Part 1. Flattening of bamboo stem and floor making technology[1]

Choong Nyeon Park[2] · Woo Yang Chung†[3]

ABSTRACT

This study was carried out to develop the core technology for the manufacturing the flat floor panel with the bamboo grown in Damyang region maintaining its indigenous merits. Using capital bamboo(*Phyllostachys bambusoides*) of Damyang with superior physical and working properties, Authors have standardized the core technologies for the integrated production of flat floor panel using this superior bamboo i.e, washing, splitting, flattening, blasting, and overlaying over plywood. It is expected to increase the income from bamboo forest and to enhance the image of the eco-city, Damyang with this technological development. Additional quality assuring test and economical analysis for the industralization as building material will be performed.

Keywords : bamboo, flat panel, floor, washing, splitting, flattening, sand blast, overlaying.

1. 서 론

새집증후군을 방지하고 웰빙주거 환경을 조성하기 위해서 인체친화형 내장 재료의 개발의 필요성이 꾸준히 대두되어 왔다. 내장 재료로서 널리 쓰여 온 목질재료는 접착제로부터의 휘발성유

1. 논문접수: 2009. 05. 09.; 심사: 2009. 05. 25.; 게재확정: 2009. 09. 15. 이 연구는 전남대학교 교내연구비 지원사업 및 교육과학기술부의 지역거점연구단육성사업의 지원에 의하여 수행되었음.

2. 전남대학교 공과대학 신소재공학부 School of Materials Science & Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea.

3. 전남대학교 농업생명과학대학 산림자원조경학부 Department of Forest Resources and Landscape Architecture, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea.

† Corresponding author: Woo Yang Chung (E-mail: wychung@chonnam.ac.kr).

기물질이 방산되는 본질적 문제를 내포하고 있으며 일반 목재(소재)는 보온, 촉감, 습도 조절 기능 등 장점이 많으나 방습, 방부를 위해 표면에 도장을 해야 하므로, 이 도장 물질이 목재 고유의 장점을 저하시키면서, 인체에 유해한 물질을 방출하는 문제를 지니고 있다. 또한 일반 목재는 소재 자체의 경도나 긁힘강도가 약한 단점도 있어 내장재로서의 약점을 지니고 있다[FPL 1999].

반면에 대나무는 기계적 강도가 높고, 열전도도가 좋으며, 음이온 발생 등 인체에 적합한 최고의 친환경 건축 재료이며 특히 대나무 외피는 별도의 coating이 필요가 없을 정도로 단단하고 방수성과 광택이 뛰어난 장점을 지니고 있으며[김 1975], 식재 후 2-3년이면 가공이용이 가능하고, 한번 식재하면 더 이상 식재할 필요가 없어[김 1994], 담양을 중심으로 한 전남 지역에 널리 분포되어 공급 측면에서 매우 유리한 이점을 지니고 있다[담양군 1980]. 그러나 대나무는 형상이 비교적 작은 원통형이어서 건축재로서의 사용이 제한되어 있으며, 판재를 얻기 위해서는 작은 죽편을 만들고 곡면인 외피를 가공 절삭한 뒤 폭방향으로 집성한 후, 화학도료로 도장함으로써 대나무 외피 고유의 장점을 살리지 못한 채 사용되어 왔다[輝朝茂 등 2002]. 일본에서는 육질이 두꺼운 맹종죽의 내피 및 외피를 제거한 후 평판화하는 기술을 채택하고 있으나[日本林業試驗場編, 1973] 본 연구에서는 대나무 외피의 고유 장점을 살리고, 내장재로서의 단점을 극복하여 대나무를 최상의 친환경 건축내장 재료로 개발하고자, 원통형 대나무 또는 반원형 대나무를 그대로 열과 적절한 압력만을 이용하여 균열 없이 평면으로 전개하고, 이를 합판, 대나무 또는 목재 대판 위에 접착하여 실내 바닥재를 제조하는 기술을 개발하였다.

Table 1. Domestic market size of flooring for houses (Unit: 100mil. Won)

Item	solid wood	hardend floorings	plywood	vinyls	Total
sale	400	1,000	2,300	2,700	6,400

2. 재료 및 방법

본 연구의 궁극적 목표인 평판 대나무 마루판 제조기술의 표준화를 위해 공시 죽종의 선정으로부터 전 공정에 걸쳐 핵심기술을 선정하였으며 그에 수반되는 설비는 별도로 제작하여 사용하였다.

2-1 왕대 원죽 준비

본 연구에서 사용한 대나무 원죽은 전남 담양지역에서 생산된 왕대로서 왕대는 중국이나 일본 대나무의 주종인 맹종죽보다 직경은 작으나 두께가 얇고, 절간(마디 사이)이 길며, 또 다른 국내 죽종인 분죽에 비해서 강도와 색상이 뛰어나 대나무 평판 제조에 가장 적합한 것으로 판단되어 공시 죽종으로 채택하였다[박 등 1987; 소 등 1999].

2-2 죽재 절단 및 세척

공시 왕대를 일정크기로 재단하여 추후 얼룩의 원인이 되는 표면 왁스를 제거하기 위

하여 증기 세척을 실시하였다.

2-3 할죽 및 평판화

왕대나무의 직경에 따라 전할 또는 반할을 실시한 후, 열압기구를 이용하여 평판을 제조하였다.

2-4 죽재 평판의 얼룩제거

재단 및 평판화 공정에서 죽재 평판 표면에 발생한 얼룩을 제거하기 위해 특별히 제작된 sand blasting machine을 사용하였다.

2-5 죽재 평판의 접착

죽재 평판의 안정화 및 마루판 제조를 위해 합판을 대판으로 사용하여 그 위에 평판 죽재를 오버레이하였다.

3. 대나무 평판 마루판 제조 기술 표준화

3-1 대통 절단 및 세척(cutting and washing) 기술

본 연구에서는 마디 부근은 중간 부위보다 두께가 두꺼워 균열발생의 원인이 되므로 가능한 제외하여 270mm 길이로 절단하여 사용하였으며 마디부분은 지역의 대통밥 업체로 공급하여 비용절감을 도모하였다. 절단된 왕대의 외피는 고유의 왁스물질을 함유하고 있는 바, 이 왁스(추후 얼룩의 원인이 됨)와 외피에 묻어있는 흙 등의 이물질을 고압 온수세척기를 사용하여 제거하였다.

Fig. 1. Wax on bamboo skin(L) and blotted bamboo panels due to insufficient washing(M/R).

대나무 자동 세척에 사용한 고압 세척기의 제원은 수온은 90-95℃, 수압은 약 5kg/cm^{2}이다. 그리고 세척 속도는 30cm/min 수준으로 조정하였다. 수온이 90℃보다 낮을 경우 대나무 외피에

존재하는 왁스가 완전히 벗겨나가지 않아 평판화 후 얼룩이 발생하며 고압 온수 세척 후에도 대통 표면의 물기를 빨리 닦아주지 않으면 역시 얼룩이 발생하였다.

Fig. 2. High pressure washer(L) and cleaned bamboo specimens(R).

3-2 대통 분할 및 평판화 기술

3-2-1 할죽(splitting of bamboo)

절단 세척한 대통 중 평판의 이용효율을 고려하여 외경이 90mm 이상인 것은 대통 중심을 지나 둘로 쪼개고(반할) 그 이하의 것은 한 부위(전할)만 칼로 절개하였다.

3-2-2 예열 및 개구(preheating and opening)

한 부위만 절개한 전할의 경우 대통 안에 스프링 장치를 삽입하여 오븐에서 200℃정도로 5-10분간 예열함으로써 대통의 절개된 부위를 넓게 확장하였다.

Fig. 3. Oven for preheating(L), bamboo specimens(Ru) and spring(Rl) for widening opening.

3-2-3 평판 전개(flattening of bamboo)

본 연구에서 사용한 평판 전개 장치는 본 연구팀이 개발한 특허품으로서 현재 대통 하나를 전개하는데 소요되는 시간은 10분 정도이나 전개속도를 빠르게 하기 위한 연구가 계속 진행 중이

다. 예비연구 결과 평판 전개 시 균열 발생을 억제하기 위한 전개 속도는 대나무의 종류, 수령, 건조 상태, 직경의 크기, 예열 정도에 따라 다름을 알 수 있었으며 이에 대한 후속연구도 계속 수행할 예정이다.

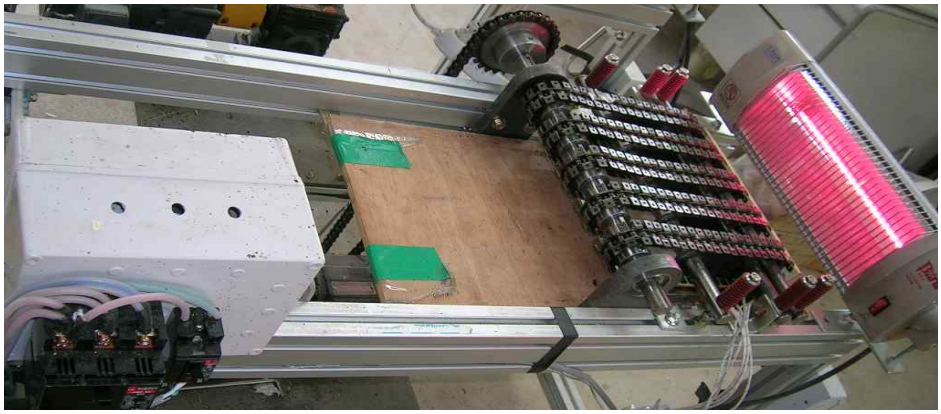


Fig. 4. Equipment for bamboo flattening.

Fig. 5. Bamboo panels just after flattening treatment.

3-2-4 두께 조절(thickness control)

평판 전개 후 대기 중에 보관하는 동안 대나무 평판은 본래의 형태로 되돌아가려는 경향이 있어 변형이 발생하곤 한다. 이러한 변형을 바로잡기 위한 재전개 처리를 필요로 하는 데 이때 평판의 두께가 두꺼울 경우 균열이 발생하게 되므로 전개 직후 자동 대패를 이용 대나무 평판의 두께를 2.7- 3.0mm 로 조절하는 것이 필수적이다.

Fig. 6. Cupping of flatted bamboo(L) and planed panel(R) for re-flattening treatment.

3-2-5 죽재 평판의 건조(drying of flattened bamboo)

아래 그림 7과 같이 고안된 Hot 롤러를 이용한 건조설비를 이용하여 죽재 평판을 건조하였다.

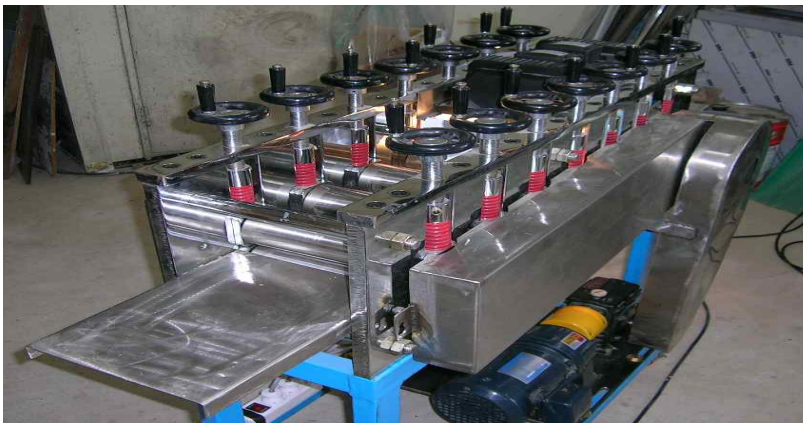


Fig. 7. Equipment with hot roller for drying flattened bamboo.

3-2-6 죽재 평판 외피의 얼룩제거(removing of blotch on the flat bamboo panel)

대나무 표피에 존재하는 자연적 상처, 좀먹은 흔적, 냉해 등으로 인한 얼룩은 고압 온수세척기로 제거하기 어려움으로써 천연 대나무 평판 마루의 상품성을 높이기 위해서는 이러한 얼룩 제거가 필요하다.

1) Sand blasting(shot blasting)

금강사와 플라스틱 입자를 공기에 실어 대나무 평판 위에 강하게 때림으로써 얼룩을 제거하는 원리로 대나무 외피에 존재하는 굴곡(요철)에 관계없이 고르게 얇은 두께의 표피를 제거할 수 있다는 장점이 있으며 표피 제거 속도와 제거 두께의 조절이 가능하고, 시료를 자동 공급할 수 있으며, 집진장치도 부착할 수 있어 작업성이 우수한 것으로 밝혀졌다. 단, 시험 결과 표피 제거

속도가 sander 등 기계적 제거방법에 비해 다소 느리며(빠르게 하려면 공기 주입량을 늘려야 함) 본 연구에서 채택한 집진시스템이 완벽하지 못해 미세 먼지가 발생한다는 단점이 발견됨으로써 이에 대한 보완책도 강구되어야 할 것으로 판단된다.

Fig. 8. Sand blasting machine.

3-2-7 마루판 접착(overlaying of flat bamboo on ground)

얼룩을 제거한 대나무 평판을 대판(핀란드산 자작나무 합판-5적층), 일반 합판, 대나무 평판 쪽 편, 원목 등) 위에 접착하였다.

1) 고주파 유전 가열을 이용한 접착 기술

고주파 유전가열은 물체 내부 접착 부위의 수분을 함유한 접착제를 빠른 속도로 가열하기 때문에 접착제 수분에 의한 대나무 변형을 방지할 수 있다는 장점이 있다. 본 기술개발에서는 출력 5kw 고주파 접착기를 임대하였으며 고주파 유전 가열 실험 결과, 고주파 가열 장치가 고주파의 누출로 인체에 매우 위험하며, 마르지 않은 대나무에서 방출된 수분으로 말미암아 유전효율의 저하 및 고전압의 전기 합선 사고가 발생한다는 등의 문제점을 발견하였다.

Fig. 9. High Frequency Press.

2) Hot press를 이용한 접착 기술

본 연구에서는 중고 소형 press에 hot plate를 설치하여 대나무 평판 바닥재 접착에 사용하기 위한 장치를 설계하여 직접 제작하여 사용하였으며 접착 온도 100-110℃, 접착 시간 5-10min 정도가 수성 친환경 접착제(PVAC)의 접착에 적합하였으며 열판 접착이 고주파 유전 가열 접착보다 안전하고 작업이 용이한 것으로 나타났다.

Fig. 10. Hot press.

3-2-7 평판 마루판 가공

마루판의 최종적인 표면 결점제거 및 가공을 위해 표면 얼룩제거에는 자동대패/벨트샌더 조합 및 와이드 벨트 샌더를 사용하였고 측면 가공을 위해서는 자동톱과 루타기 등을 이용하였다.

1) 자동대패 및 벨트샌더

대나무 평판 외피의 얼룩제거를 위해 간편하면서도 효율적인 방법 중의 하나가 자동대패를 이용 외피를 매우 얇게 절삭 제거하는 것이다. 대패질 후 초기 5cm 부근에 비교적 큰 패인 자국과 전체적으로 미세한 대패자국이 남는 단점은 있으나 가공속도가 빠르다는 장점이 있다. 자동대패로 대나무 평판외피의 얼룩을 1차 제거하고 나면 대패자국이 남게 되는데 이를 제거하기 위해 벨트샌더를 사용하였으며 sand paper는 #100과 #200의 두 종류를 순차적으로 사용하였다.

Fig. 11. Planer(L) and Belt sander(R) used for blot removing.

2) Wide belt sander(WBS)

Wide belt sander를 이용하면 대패질과 벨트 샌딩의 두 가지 작업을 한 공정으로 마칠 수 있다. 본 연구에서는 65mm Wide belt sander를 임대하여 대나무 평판의 얼룩을 제거하고 평면을 연마하였는바, 실험 결과 wide belt sander를 이용하면 표면 얼룩을 매우 빠르게 ($10^4 cm^2/min$) 제거할 수 있어 매우 효율적인 방법임을 확인하였다.

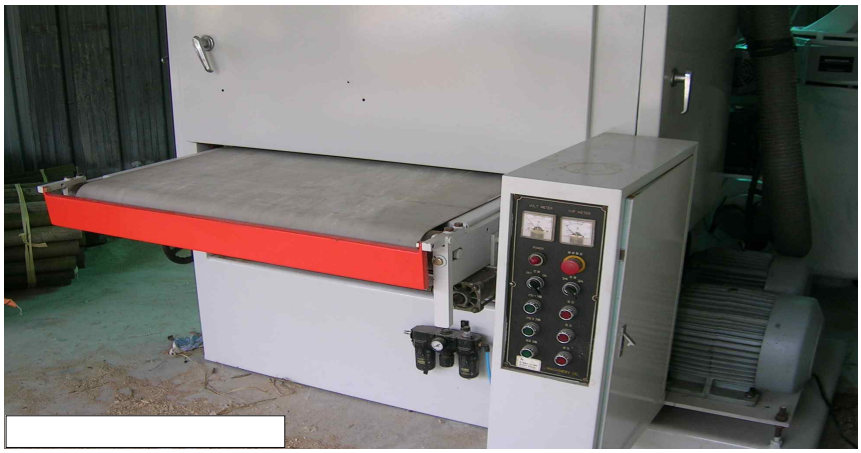
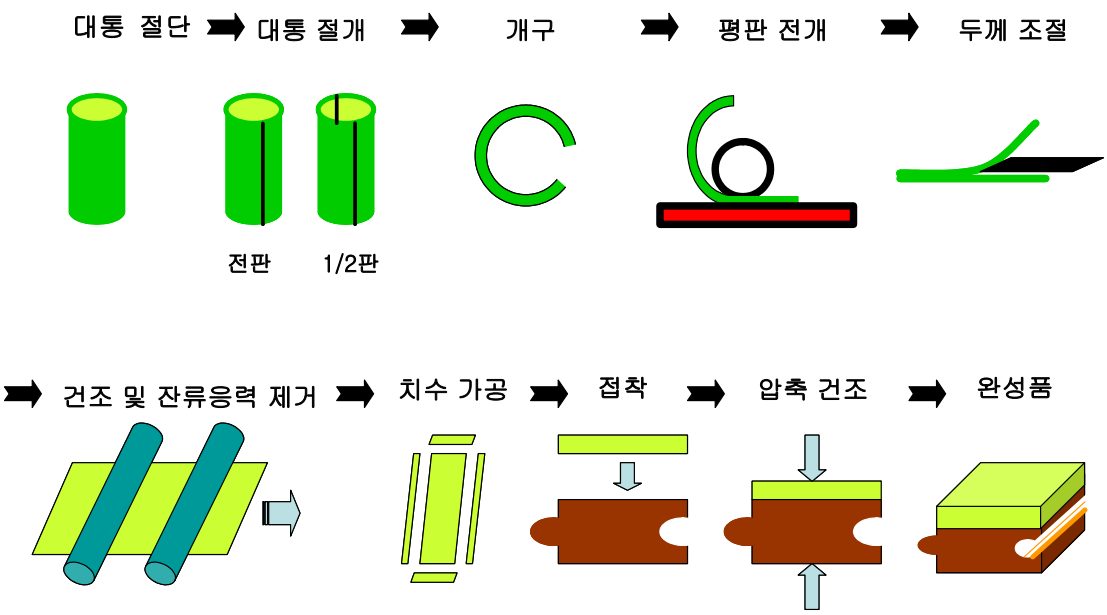


Fig. 12. Wide Belt Sander.

4. 결 론

본 연구에서는 죽재 평판화를 통한 친환경 마루판 제조기술개발을 위한 시도로서 대나무 평판바닥재 제조 공정 표준화를 수행하였다. 도장 등 추가적인 화학가공이 필요 없어 친환경 시대에 웰빙 바닥재 및 가구재에의 활용이 가능하고 탈취, 항균, 습도 조절 등의 기능을 부여한 대나무 평판 숯 제작에 응용할 수 있는 대나무 평판화 기술은 불황의 늪에 빠진 국내 목재 가공산업의 불루오션으로 기대되고 있지만 친환경 접착제 선정, 변형 방지, 색상 조절 등 건축 및 인테리어 설계분야와의 공동 모색이 필요하며 산업화를 위해서는 흡음성 등 주거관련 품질에 관한 성능평가 및 기업의 경제성과 관련하여 공정 자동화, 평판화 속도 증가, 원료 대나무 공급 및 일부 가공작업의 외부 의뢰의 타당성 등 경제성 분석도 요구된다. 그럼에도 불구하고 LOHAS(Lifestyles of Health and Sustainability)를 구현할 수 있는 목재산업의 신기술로서의 대나무의 평판화 기술개발은 지속적으로 추진되어야 할 것으로 판단한다.

◉ 산업화를 위한 대나무 평판 바닥재 제조 공정 표준화



5. 참고문헌

1. Forest Products Laboratory. 1999. Wood Handbook: Wood as an engineering materials. USDA Forest Service, Agriculture HB 72: 1-11.
2. 김재생. 1975. 대나무류의 유관속초에 의한 형태학적 연구. 한국임학회지(25): 13-47.
3. 김태욱. 1994. 원색도감-한국의 수목. 교학사.
4. 담양군. 1980. 죽세공예산업 진흥 10개년 계획
5. 박상진, 이원용, 이화형. 1987. 목재조직과 식별. 향문사.
6. 日本林業試驗場編. 1973. 木材工業 ハンドブック. 丸善(株)
7. 輝朝茂, 陽宇明, 2002, 中國竹子培育和利用手冊. 中國林業出版社
8. 소원택, 김윤수, 정우양, 이형우. 1999. 담양지역 왕대, 분죽 및 맹종죽의 재질특성. 목재공학 27권 2호: 7 -14.