

멜라민수지 함침지 적층에 의한 소나무재의 표면 강화

Surface Hardening of Pine Wood by Laminating of Melamine Resin Sheet

한 규 성

멜라민수지 함침지 적층에 의한 소나무재의 표면 강화*¹

한 규 성*²

Surface Hardening of Pine Wood by Laminating of Melamine Resin Sheet*¹

Gyu-Seong Han *²

ABSTRACT

Because the surface of pine wood is very soft, there have been many attempts, like as surface coating, resin impregnation, and densification, to harden the surface of wood for its interior use. This study was carried out for surface hardening of pine wood by laminating of melamine resin sheet. The effect of laminating method on the characteristics of melamine resin sheet-laminated wood(MLW) was investigated. Flat-sawn softwoods were suitable for MLW making. And the pre-drying of wood at 105°C for 30min, before laminating, was effective for preparing of defect-free MLW. The abrasion resistance of pine wood was greatly improved by laminating of melamine resin sheet on its surface. Consequently, the laminating of melamine resin sheet was proved to be a favorable method for improvement of surface abrasiveness of pine wood.

Keywords : *surface hardening, pine wood, melamine resin sheet, laminating, abrasion resistance*

* 1. 논문접수 : 2005.12.27, 본 연구는 농림기술개발사업(1999-2002, 국산재를 이용한 건축부재 개발)의 지원에 의하여 수행되었음

* 2. 충북대학교 산림과학부 School of Forest Resources, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

1. 서 론

1-1 연구목적

국내산 침엽수재의 활용도 제고를 위한 연구의 일환으로 표면을 강화하고자 하는 노력을 기울여지고 있다. 재질이 연한침엽수재의 표면을 강화시킴으로써 건축내장재료의 폭넓은 활용이 가능하게 하고자 하는 것이다.

도장을 통해서도 표면강화를 얻을 수 있다고 보고되었는데, 박(1999, 2000)은 폴리우레탄수지도료, UV경화형 에폭시계수지 및 불포화폴리에스테르수지도료 등을 이용하여 낙엽송 마루판재의 표면경도 및 내마모성을 개선시킬 수 있음을 밝혔다.

한편 서(2003)는 소나무, 잣나무, 낙엽송 등의 침엽수재 단판에 멜라민수지를 함침함으로써 내마모성을 개선할 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 국산의 소나무와 잣나무재의 표면 강화를 위하여, 간편하게 적용시킬 수 있는 멜라민수지 함침지를 적층하는 방법에 대하여 검토하였으며, 멜라민수지 함침지 적층재의 외관, 변색 여부 및 내마모성에 대하여 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2-1 공시재료

본 연구에서는 소나무(*Pinus densiflora*)와 잣나무(*Pinus koraiensis*)를 두께 10mm로 제재하여 판목과 정목으로 구분하여 사용하였다.

적층용지로는 평량이 각각 28g/m²과 46g/m²인 오버레이지에 멜라민수지가 250% 함침된 멜라민수지 함침지를 사용했다

2-2 멜라민수지 함침지의 적층

목재시편을 소나무, 잣나무 각각 판목과 정목으로 나누고, 목재시편의 섬유방향과 멜라민수지 함침지의 섬유방향을 구분하여 적층하고, 열압기를 이용하여 130℃에서 80kgf/cm²

의 압체력을 가하여 최종 두께가 9mm가 되도록 소정시간 압체하였다.

목재 시편은 함수율별로 105℃에서 24h 건조한 것, 105℃에서 30분 건조한 것, 기건상태의 것으로 구분하여 적용하였다. 또한 열압스케줄은 다음과 같은 두 가지를 적용하였다.

① 130℃에서 80kgf/cm²로 3분간 열압.

② 130℃에서 80kgf/cm²로 2분 열압 후, 1분간 해압하고, 다시 1분간 80kgf/cm²로 열압.

2-3 외관 평가

멜라민수지 함침지가 적층된 시편을 5단계의 환경에 노출시켜 육안으로 관찰되는 결함항목(수지 침출, 조제부의 팽창, 할렬, 너비굽음, 멜라민 수지 함침지의 박리와 갈라짐)을 관찰하였다. 결함이 관찰되는 시편수가 총 5개의 시편 중 3개 이상일 때 다(多), 2개 이하일 경우 소(少), 관찰되지 않을 경우를 무(無)로 규정하여 평가하였다. 육안 관찰은 다음과 같이 5단계에 걸쳐 순차적으로 이루어졌다.

1단계 : 압체 직후

2단계 : 육내에서 1일 방치한 후

3단계 : 물에 적신 거즈를 시편의 표면에 1시간동안 국부 노출 후

4단계 : 4시간동안 물에 침지한 후

5단계 : 60℃에서 20시간 건조한 후

2-4 변색 평가

기건상태의 소나무와 잣나무를 130℃, 80kgf/cm²에서 3분간 압체한 후 분광측색기(Spectrophotometer, Minolta Co., Ltd CM-200)를 이용하여 L, a, b값을 측정하고, 변색의 정도를 압체 전후의 색차값(ΔE)으로 평가하였다.

2-5 내마모성 평가

내마모성 시험기를 이용하여(S-42 마모지 적용, 1kgf 하중, 60rpm, 500회전) 마모시험을 행하였다. 내마모성은 시험 후의 마모량과 마모깊이로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 멜라민수지 함침지 적층재의 외관

평량이 28g/m²과 46g/m²인 멜라민수지 함침지를 각각 적층하여 비교한 결과, 평량 46g/m²의 함침지를 적층한 시편은 적층 후 1일 방치와 국부수분 노출시 극심하게 갈라지는 현상을 나타냈다. 이는 고평량의 함침지일 수록 경화시 수축력이 더 크게 발생하기 때문이다. 따라서 이후 실험에서는 평량 28g/m²의 함침지만을 적용하였다. 그림1은 멜라민수지 함침지를 적층한 소나무재의 모습이다.

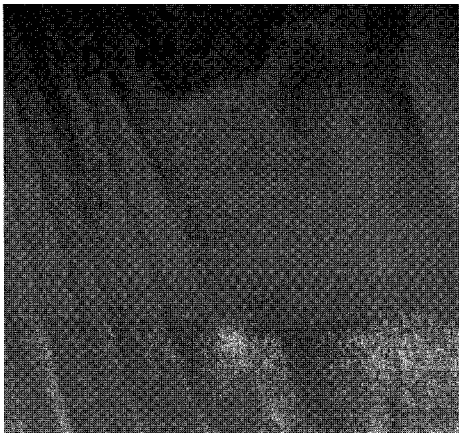
함침지 적층 방향에 따른 실험에서, 시편과 멜라민수지 함침지가 양면 모두 평행할 경우에는 너비굽음(cupping)이 심하게 발생하였으며, 평행과 수직일 경우에는 함침지의 터짐이 발생하였고, 양면 모두 수직 방향일 때가 가장 좋은 결과를 나타냈다. 따라서 함침지의 섬유방향은 목재의 섬유방향과 수직되는 방향으로 적용하였다.

기건상태의 시편에 멜라민수지 함침지를 130℃에서 80kgf/cm²로 3분간 열압하여 적층시킨 결과 표1과 같은 결과를 얻었다. 열압 직후에 소나무와 잣나무의 정목 시편은 수지 침출과 조재부의 팽창이 심하게 발생하였으

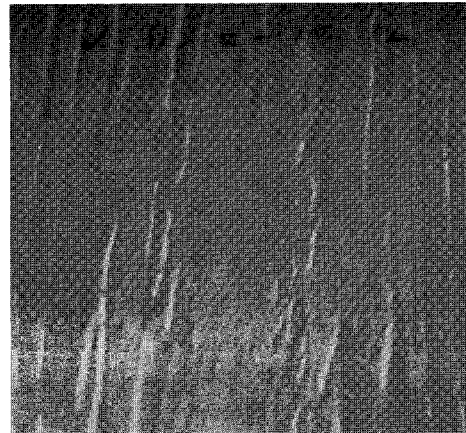
며, 수침지 후에는 그림2와 같은 함침지의 갈라짐 현상도 나타났다. 조재부의 팽창현상은 고온에 의해 가스화된 수지와 수분이 고압하에서 억눌려 있다가 갑작스런 해압시 세포벽이 얇은 조재부로 팽창하여 나오면서 생기는 현상으로 여겨진다. 반면에 판목시편은 소나무와 잣나무 모두 비교적 양호한 결과를 나타내, 소나무 판목의 경우에만 일부 시편에서 수침지후 함침지가 갈라지는 현상을 보였다.

정목시편에서 발생하는 다량의 결합을 줄일 목적으로 압체 스케줄을 다음과 같이 변화시켰다. 130℃에서 80kgf/cm²로 2분간 열압 → 1분간 해압 → 80kgf/cm²로 1분간 열압. 열압시에 발생하는 기화물질을 배출시킬 목적으로 해압 과정을 도입한 것이다. 대체적인 결과는 해압 과정이 없는 조건과 유사하였다. 여전히 정목시편에서의 결합 발생은 극심하였으나, 소나무 판목재에서 수침지 후에 발생하던 함침지의 갈라짐 현상은 나타나지 않았다.

목재시편을 24시간 건조한 전건시편에서는 열압직후에 수지침출이나 시편의 조재부의 팽창은 발생하지 않았다. 그러나 실내에서 1일 노출시키면 소나무 판목시편과 잣나무 정목시편 일부에서 함침지의 갈라짐이 발생하였다. 이는 흡습에 의한 소지의 팽윤에 기인하



<Fig. 1> Normal appearance of laminated wood.



<Fig. 2> Cracked appearance of laminated wood.

는 것이라고 생각한다. 한편, 1시간의 국부적인 수분노출로는 아무런 변화가 발생하지 않았으나, 4시간의 수침지에 의해서는 거의 전 시편에서 함침지가 갈라지고 시편에 할렬이 발생하였다. 또한 기건재 소지의 경우에는 별 문제점이 발생하지 않았던 소나무와 잣나무 판목의 모든 시편이 심한 할렬과 너비굽음이 발생하였다. 그러나 열압시 수지 침출과 같은 문제점은 나타나지 않았다. 이는 105°C에서 건조하는 과정에서 수지 성분이 휘발하거나 경화되었기 때문에 수지 침출의 문제는 해결되었지만, 열압 후 재흡수에 의한 팽윤에 의하여 할렬과 너비굽음의 결합이 발생하였다.

한편, 열압 전에 기건의 목재시편을 105°C에서 30분간 미리 건조하는 방법은 멜라민수지 함침지의 적층 후의 외관 특성에 아주 좋은 영향을 주었다. 표2에서와 같이 정목시편에서의 소량의 수지침출은 있었지만 조재부의 팽윤과 같은 다른 결합은 전혀 발생하지 않았다. 이는 30분간의 건조 전처리를 통하여 수분과 수지의 일부를 휘발시킴으로써, 조재부의 팽윤이 억제된 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 다음과 같은 멜라민수지 함침지의 적절한 적층 조건을 추출할 수 있었다. 기건상태의 소나무와 잣나무의 판목시편

<Table 1> Appearance change of cross grained laminated specimens made of air-dried wood

| Specimen | After hot-pressing | Indoor exposing, 24h | Partial water-drop exposing, 1h | Water soaking, 4h | Drying at 60°C, 20h |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| Korean red pine, quarter sawn | ◆■ | ◆■ | ◆■ | △◆■ | △◆■ |
| Korean red pine, flat sawn | . | . | . | △ | △ |
| Korean pine, quarter sawn | ◆■ | ◆■ | ◆■ | ◆■ | ◆■ |
| Korean pine, flat sawn | . | . | . | . | . |

Legend : . Good;

△ some melamine resin sheet split, ▲ heavy melamine resin sheet split;

◇ a little resin flow-out, ◆ heavy resin flow-out;

□ a little earlywood rising, ■ heavy earlywood rising.

Note : Hot-press, 80kgf/cm², 3min.

<Table 2> Appearance change of laminated specimens made of pre-dried wood

| Specimen | After hot-pressing | Indoor exposing, 24h | Partial water-drop exposing, 1h | Water soaking, 4h | Drying at 60°C, 20h |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| Korean red pine, quarter sawn | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| Korean red pine, flat sawn | . | . | . | . | . |
| Korean pine, quarter sawn | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |
| Korean pine, flat sawn | . | . | . | . | . |

Legend : Same as Fig. 1.

Note : Specimens were pre-dried at 105°C for 30min before laminating.

은 기건상태에서 130℃에서 80kgf/cm²의 압력으로 3분간 압착하여도 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 한편, 정목시편의 경우에는 적층 전에 105℃에서 30분이라는 가벼운 건조과정을 거친 후, 적층 공정을 수행하는 것이 적절함이 판명되었다.

3-2 멜라민수지 함침지 적층제의 변색

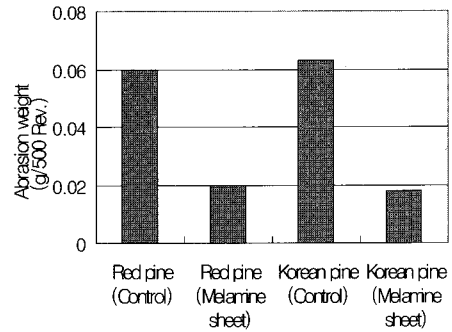
기건상태의 소나무와 잣나무의 판목시편에 멜라민수지 함침지를 적층시킬 때 발생하는 변색을 조사하였다. 대체적으로 함침지 적층에 의하여 연륜의 무늬가 더욱 선명해지며 색상은 다소 짙어지는 경향을 나타냈으며, ΔE 값은 소나무가 2.07이었으며 잣나무가 4.60으로 다소 높았다.

소나무의 경우에는 L, a, b값의 변화가 아주 작은 편이었다. 명도(L)는 아주 조금 낮아졌고, 반면 a값은 거의 변화가 없었으며, b값은 약간 증가하였다. 변색의 주원인이 된 b값의 증가는 노란색 쪽으로의 변색을 의미한다. 잣나무의 경우에는 소나무에 비하여 다소 큰 변화를 나타내고 있다. 특히 L값과 a값의 변화가 변색의 원인이 되었는데, 이는 시편의 명도가 낮아졌으며 적색 쪽으로의 변색이 일어났음을 의미한다. 잣나무재의 고온에서의 변색이 영향을 준 것으로 생각한다.

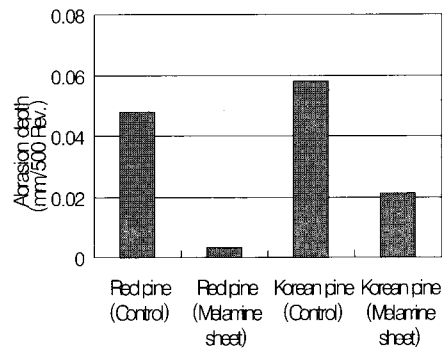
3-3 내마모성

그림3은 멜라민수지 함침지가 적층된 시편의 마모 중량을 무처리재와 비교한 것으로, 무처리재에 비하여 월등히 낮은 마모량을 나타냈다. 또한 그림4는 마모깊이를 비교한 것으로, 마모깊이 역시 현저히 감소하였다.

결론적으로, 소나무와 잣나무재의 표면 강화를 위하여 멜라민수지 함침지를 적층하는 것은 매우 유용한 수단임을 알 수 있었다.



<Fig. 3> Abrasion weight of specimen.



<Fig. 4> Abrasion depth of specimen.

4. 결 론

국산 소나무재와 잣나무재의 표면 강화를 위하여 표면에 멜라민수지 함침지를 적층한 후, 이 적층제의 외관 및 내마모성에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 멜라민수지 함침지 적층 시 정목재보다는 판목재가 더 적합하였다.
2. 소나무재를 105℃에서 30분간 미리 건조하여 적층 시 발생하는 결함을 현저하게 줄일 수 있었다.
3. 멜라민수지 함침지 적층에 의하여 내마모성이 현저하게 향상되었다.

5. 참고문헌

1. 박상범. 1999. 낙엽송 마루판재의 표면강화 처리기술개발(Ⅰ). 목재공학 27(3):31-38.
2. 박상범. 2000. 낙엽송 마루판재의 표면강화 처리기술개발(Ⅱ). 목재공학 28(1): 28-35.
3. 서진석. 2003. 침엽수단판의 수지함침처리에 의한 압밀화 특성. 한국가구학회지 14(2): 22-29.