Jour. Agri. Sci.
Chungnam Nat'l Univ., Korea
Vol.31(1): 9~14 (2004)

낙엽송 열기건조재의 수지삼출예방을 위한 처리기술

강호양[1] · 김수원[2]

Treatments to Prevent Kiln-dried Larch Boards from Resin Exudation

Kang, Ho-Yang[1] · Kim, Su-Won[2]

ABSTRACT

This study was carried out for deresinning the larch boards dried in a conventional kiln. Prior to heat treatment they were steamed in an autoclave for 5 hours or frozen for 24 hours at a temperature of -35℃. The velocities of ultrasound transmitted through the specimens were measured to examine the correlation with their resin contents. It was found that the specimens heated at 100℃ for 5 hours contained less resin that those heated at 200℃ for an hour. Both treatments of steaming and freezing were effective for deresinning and the former was better than the latter. The ultrasonic velocities measured before the heat treatment showed a negative correlation to the resin contents of the specimens, but those measured after the heat treatment a positive correlation. This difference may be attributed to the viscosity of resin.

Keywords : larch, resin content, presteaming, prefreezing, heat treatment, ultrasonic velocity

---

이 논문은 농림부 농림기술개발사업과 2002년도 충남대학교 자체연구비의 지원에 의하여 연구되었음

[1] 충남대학교 농업생명과학대학 임산공학전공(Forest Products Technology, College of Agriculture and Life Science, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea)

[2] 충남대학교 대학원 임산공학전공(Forest Products Technology, Graduate School, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea)

교신저자 : 강호양(E-mail : hykang@cnu.ac.kr, Tel : 042-821-5758)

I. 서 론

국내에 많이 식재되어 있는 소나무, 낙엽송, 잣나무 등 침엽수는 가공성이 좋아 건축재와 가구용재 등으로 사용되고 있으나 수지가 많아 고온에서 충분히 건조시키지 않으면 가공 중 또는 구조물 설치 후에 수지가 용출되는 문제를 야기한다.

침엽수 수지의 주성분은 oreoresin으로 테르펜에 수지산이 녹아 있는 상태이며 소수성으로 에틸에테르, 헥산 등에 녹는다. 특히 강풍이나 가뭄에 노출된 침엽수는 수지낭이 발달하는데, 어린 수목보다는 성숙목이, 수목의 상부보다는 하부에서 더 잘 발생한다고 알려져 있다(Hillis, 1987; Temnerud et al., 1999). 한편 수지는 방부효과를 나타내기도 하는데 Scots pine 심재에서 수지 성분을 조사한 결과 수지산이 많은 것이 적은 것보다 방부효과가 좋은 것으로 나타났다(Harju et al., 2002).

수지낭은 목재 가치와 가공성을 떨어뜨리기 때문에 원목이 가지고 있는 수지낭의 양을 측정하여 제재 전에 미리 선별할 수 있는 기술이 필요하다. Temnerud와 Oja(1998)는 Computerized Tomography(CT)와 화상분석법을 사용하여 선별기술을 개발하였으며, Ridoutt 등(1999)은 원목 마구리에 나타난 수지오점의 수와의 관계를 밝혔다.

수지제거를 위한 연구로 스웨덴 임업연구원에서는 수지가 많은 노르웨이 소나무(*Pinus resinosa*)를 공기를 배제한 250℃ 열처리 장치에서 30분 정도 가열하여 수지를 제거하는 기술을 개발하였으며(Dr. Molen, 2001), 중국에서는 현재 대량으로 식재되어 있는 Masson's pine의 수지를 제거하기 위한 연구가 수행되고 있다(Guoxing et. al., 2001).

초음파 전달속도는 목재의 밀도, 함수율 등 물성에 영향을 받는다고 알려졌다(Sakai *et al.*, 1990; Kang and Booker, 1999; Simpson, 1998). 수지함유량에 따라 목재 물성이 변하므로 초음파 신호를 측정함으로써 수지함유량을 예측할 수 있을 것으로 생각되는데 이에 대한 연구는 아직 발표된 바 없다. 초음파 전달속도는 측정이 간편하기 때문에 알콜-벤젠 추출법에 비해 시간을 많이 절약할 수 있다.

수지는 고온에서 휘발성분이 증발하고 나머지는 고형화되기 때문에 수지를 제거하기 위해서는 목재를 고온에서 열처리하는데 본 연구에서는 열처리와 병행하여 건조 전처리 방법으로 쓰이는 증기처리, 냉동처리 기술을 사용하여 수지제거 효과를 조사하였다. 또 판재의 수지함유량을 예측하는데 초음파 전달속도가 유용하게 쓰일 수 있는지를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

2.1 공시재료 및 시편제작

공시재료로 여주 임산물 유통센터에서 관행열기건조된 낙엽송 판재를 가져왔다. 판재 두께는 모두 22mm였으나 폭과 길이는 다양하였다. 폭이 좁은 판재는 길이만 200mm로 잘랐으며, 폭이 넓은 판재는 폭 40mm, 길이 200mm로 잘라 모두 18개 시편을 준비하였다. 시편을 6개씩 무처리, 증기처리, 냉동처리의 3개 그룹을 나눈 다음 중량, 규격, 초음파 전달속도를 측정하였다.

2.2 증기처리와 냉동처리

증기처리는 시편을 autocalave에 넣고 1기압 100℃상태에서 5시간 처리하였으며 냉동처리는 -35℃ 냉동고에서 24시간 처리하였다. 처리가 끝

난 후 역시 중량, 규격, 초음파 전달속도를 측정하였다.

2.3 열처리

증기처리와 냉동처리를 끝낸 후 그룹별로 시편을 4개와 2개로 나누어 각각 100℃와 200℃ 열처리를 실시하였다. 100℃열처리는 건조오븐에서 5시간, 200℃ 열처리는 furnace에서 1시간 실시하였다. 200℃에서 타는 것을 막기 위해 시편을 스테인레스 원통에 넣은 다음 그 위를 알루미늄 호일로 여러 겹 쌌다. 열처리가 끝난 후 시편의 중량, 규격, 초음파 전달속도를 측정하였다.

2.4 초음파 전달속도 측정

본 연구에 사용된 초음파 측정장비는 독일 Steinkemp BP5로 크게 초음파 발생 장치, 한 쌍의 압전 탐촉자(piezoelectric transducer)와 동축 케이블로 구성되어 있다. 출력전압은 600V였으며 1Hz의 burst 신호를 발생시킨다. 직경 28mm, 공진 주파수 50kHz의 종파 탐촉자를 송신과 수신에 같은 것을 사용하였다. 시편의 물성이 변하는 것을 방지하기 하기 couplant를 사용하지 않았다.

2.5 수지함유량 측정

수지함유량 측정시편은 열처리가 끝난 시편 전체를 길이 방향으로 2mm씩 잘라 만들었다. 이들 시편을 60℃오븐에서 전건 시켰다. 100℃에서 건조하지 않은 이유는 열처리 후에 남아 있는 수지가 증발하는 것을 방지하기 위해서였다. 전건무게를 측정한 후 1:2 벤젠-알콜 혼합 용액에 넣고 50℃에서 24시간 추출하였다. 수지추출이 끝난 시편은 다시 60℃ 오븐에서 전건시켜 전건 무게를 측정하였다. 수지함유량은 아래와 같이 계산하였다.

수지함유량(%) = (추출전 전건무게 - 추출후 전건무게)/추출후 전건무게×100% [1]

III. 결과 및 고찰

3.1 처리단계별 시편의 함수율

시편의 초기함수율은 13-16%으로 두 열처리온도 시편 간 초기함수율 차이는 없는 것으로 보인다. 증기처리에 의해 함수율이 약 8%정도 증가

Table 1. The moisture contents of specimens after presteaming, prefreezing and heat treatment

Treatment	Temperature of heat treatment (℃)	Moisture content of specimen (%)		
		Initial	Before heat treatment	After heat treatment
Control	100	13.2	-	6.7
	200	13.8	-	6.1
Presteaming	100	13.3	22.4	8.1
	200	15.8	24.3	11.0
Prefreezing	100	13.2	13.8	5.9
	200	14.4	14.8	6.9

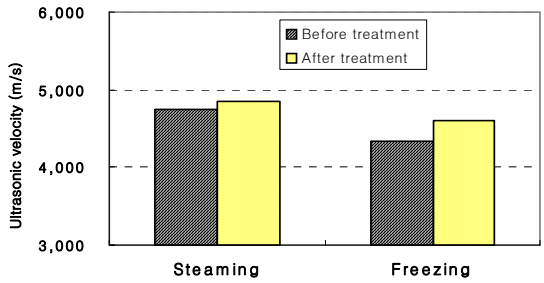

Fig. 1. Ultrasonic velocities of larch specimens before and after steaming and freezing treatments.

하여 22-24%를 나타냈다. 그러나 냉동처리에 의한 함수율 변화는 없는 것으로 보인다(Table 1).

3.2 초음파 전달속도

증기처리와 냉동처리에 의한 초음파 전달속도는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 모두 증가하였으나 초기 값이 같지 않아 처리 간 직접 비교는 곤란하다. 그러나 증가비율을 보면 증기처리에 의해 초음파 전달속도가 2.5% 증가한데 비해 냉동처리는 5.9% 증가하였다. 냉동처리가 더 많이 증가한 이유는 다음에도 설명되겠지만 목재 내 수지가 응고되었기 때문으로 여겨진다.

위 결과를 볼 때 처리에 의해 초음파 전달속도가 증가한 것은 사실이나 수지함유량과 초음파 전달속도의 관계를 알기 전에는 수지가 제거되었기 때문에 초음파 전달속도가 증가하였다고 말할 수 없다. 따라서 이들의 관계도 본 연구에서 조사하였다.

3.3 열처리 온도에 따른 초음파 전달속도

100℃ 열처리 시편의 평균 초음파 전달속도는 200℃보다 높은 값을 나타냈는데(Fig. 2), 이 두 열처리 시편들의 초기 값이 달라 직접적으로 비교하기는 힘들었다. 그러나 200℃ 열처리 시편은 비록 1시간 밖에 처리하지 않았더라도 표면이 탄화된 것으로 볼 때 밀도가 낮아졌을 가능성이 있다. 그에 따라 초음파 전달속도도 떨어진 것으로 생각할 수 있으나 열처리 후에 밀도를 측정하지 않아 이를 증명할 수 없었다.

위에서 열처리 전 초음파 전달속도를 비교한 결과는 냉동처리 시편이 증기처리 시편보다 더 많이 증가하였으나 열처리 후에는 증기처리 시편이 더 많이 증가한 것으로 나타냈다(Fig. 2). 증기처리 100℃와 200℃ 열처리 시편은 무처리에 비해 각각 3%와 4% 높은 초음파 전달속도 값을 나타냈다. 그러나 냉동처리는 오히려 무처리와 비슷한 값을 나타냈다. 목재 내 수지는 증기처리에 의해서 일정량 추출되나 냉동처리에 의해서는 추출되지 않고 고화 된다고 할 수 있다. 고화된 수지는 열처리에 의해 융해되어 처음 상태로 돌아갔기 때문에 무처리와 같은 초음파 전달속도를 나타낸다고 생각할 수 있다.

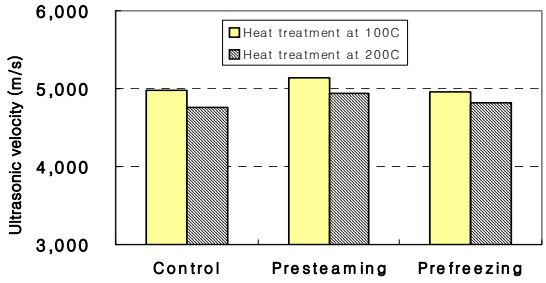

Fig. 2. Ultrasonic velocities of larch specimens after heat treatments at 100 and 200℃.

3.4 열처리 시편의 수지함유량 측정

열처리가 끝난 시편들의 수지함유량은 Fig. 3과 같이 모든 100℃시편이 200℃시편보다 적었다. 동일한 열처리 온도 내에서 증기처리 시편의

수지함유량이 가장 적었으며 냉동처리와 무처리 시편 순이었다.

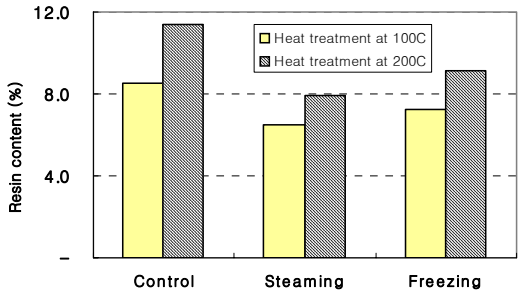

Fig. 3. Ultrasonic velocities of larch specimens after heat treatments at 100 and 200℃.

따라서 100℃에서 5시간 열처리한 것이 200℃에서 1시간 열처리한 것보다 수지제거에 효과가 있으며 증기처리가 냉동처리보다 좋은 효과를 나타내는 것을 알 수 있다.

3.5 수지함유량과 초음파 전달속도

열처리가 끝난 시편의 수지함유량과 수지 추출을 위해 시편을 절단하기 전에 측정하였던 초음파 전달속도의 관계는 Fig. 4와 같다. 100℃ 시편만 사용하였다. 200℃ 시편은 밀도가 변하였으므로 100℃ 시편과 같은 그래프에 비교할 수가 없었다. 무처리, 증기처리, 냉동처리 시편을 모두 포함하였으나 수지함유량이 2%이하인 시편은 배제하였다.

Fig. 4의 직선회귀선이 보이는 바와 같이 수지함유량이 증가할수록 초음파 전달속도도 증가하였다. 열처리에 의해 수지의 휘발성 성분이 증발하고 고형분만 남아있기 때문에 수지함유량이 많을수록 초음파가 빠르게 전달된다고 볼 수 있다.

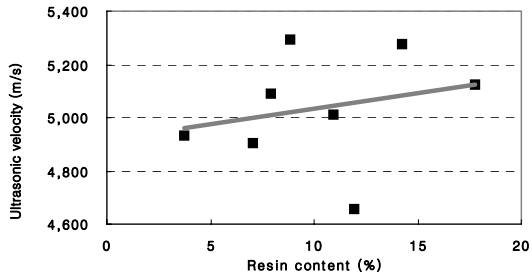

Fig. 4. Plot of ultrasonic velocity vs. resin content for larch specimens heat-treated at 100℃.

그러나 만일 수지가 고형화되지 않은 상태라면 초음파 전달속도에 어떤 영향을 미칠지는 알 수 없다. 이를 알기위해서는 열처리 전 시편의 초음파 전달속도와 수지함유량을 알아야하는데 초음파 전달속도는 이미 측정하였으나 시편을 파괴하지 않고는 수지함유량을 측정할 수 없어 수지함유량은 열처리 후에만 측정하였다.

시편 간 수지함유량 비는 열처리 전과 열처리 후가 같다고 가정한다면 열처리 후 수지함유량을 열처리 전 수지함유량으로 대신으로 사용할 수 있다. Fig. 5는 이들의 관계를 모든 100℃ 시편을 사용하여 나타낸 것으로 오른편 상단의 특이한 값을 제외하면 부의 상관관계를 분명히 나타내고 있다. 즉 수지함유량이 증가할수록 초음파 전달속도가 낮아진다고 볼 수 있다. 다시 말해 수지가 유체로 목재 내에 존재하고 있을 때는 초음파 전달을 지연시킨다고 생각할 수 있다. 따라서 초음파 전달속도를 측정함으로써 수지함유량을 어느 정도 예측할 수 있을 것으로 생각되나 보다 나은 결론을 위해서는 추가로 정밀한 실험이 필요하다.

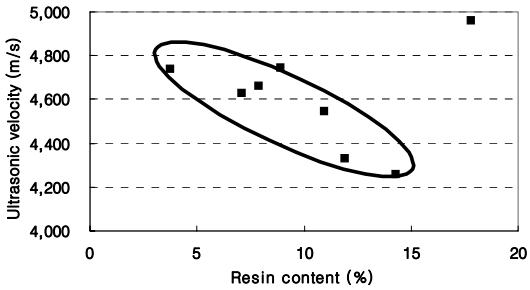

Fig. 5. Plot of ultrasonic velocity vs. resin content for larch specimens before pretreatments.

IV. 결 론

관행열기건조된 낙엽송 판재에 남아있는 수지를 제거할 수 있는 효과적인 방법을 찾기 위해 열처리와 병행하여 증기처리 또는 냉동처리 기술을 적용하였다. 또 판재의 수지함유량을 예측하는데 초음파 전달속도가 유용하게 쓰일 수 있는지를 조사하였다. 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 관행열기건조된 낙엽송 판재의 수지제거에는 100℃와 200℃ 열처리 모두 효과가 있었으며 100℃ 5시간 열처리가 200℃ 1시간 열처리보다 더 효과가 있었다.
2. 열처리 전에 증기처리나 냉동처리를 실시하는 것이 무처리보다 높은 수지제거효과를 나타났다. 두 방법 중 증기처리 효과가 더 컸다.
3. 수지함유량과 초음파 전달속도의 관계는 열처리 전후에 다르게 나타났다. 열처리 전 수지가 유체로 존재할 때는 부의 상관, 열처리에 의해 고화되었을 때는 정의 상관을 나타냈다.

참고문헌

1. Guoxing, Du, D. Huijun and C. Jiabin. 2001. The process of deresinning and drying of Masson's pine. Proceeding of 7th International IUFRO Wood Drying Conference July 9-13, Tsukuba, Japan : 288-293
2. Harju Anni M., P. Kainulainen, M. Venalainen, M. Tiitta and H. Viitanen. 2002. Differences in resin acid concentration between brown-rot resistant and susceptible Scots pine heartwood. Holzforschung 56(5) : 479-486
3. Hillis, W.E. 1987. Heartwood and Tree Extrudes. Springer-Velag, New York.
4. Kang, H. and R. Booker. 2002. Variation of stress wave velocity with MC and temperature. Wood Science and Technology 36(1) : 41-54
5. Moren, T.J. 2001. Personal communication. Ridoutt, Bradley G. D.L. McConchie and R.D. Ball. 1999. Predicting resin pockets in radiata pine logs from blemishes on log ends. Wood and Fiber Science 1(4) : 434-440
6. Sakai, H., A.Minamisawa and K.Takagi. 1990. Effect of moisture content on ultrasonic velocity and attenuation in woods. Ultrasonics 28 November : 382-385
7. Simpson, W.T. 1998. Relationship between speed of sound and moisture content of red oak and hard maple during drying. Wood and Fiber Science 30(4) : 405-413
8. Temnerud, Erik and J. Oja. 1998. A preliminary study on unbiased volume estimation of resin pockets using stereology to interpret CT-scanned images from one spruce log. Holz als Roh und Werkstoff 56 : 193-200
9. Temnerud, Erik, E. Valinger and B. Sundberg. 1999. Induction of resin pockets in seedlings of *Pinus sylvestris* L. by mechanical bending stress during growth. Holzforschung 53 : 386- 390