

수증기댐처리 및 엔드코팅처리가 장고용 초갈이재의 송풍오븐건조 특성에 미치는 영향*1

이 남 호*2† · 정 희 석*3 · Kazuo Hayashi*4 · Cheng-Yuan Li*5 ·
Xue-Feng Zhao*2 · 황 의 도*4

Effect of Vapor-dam Treatment and End-coating Treatment on the air Circulating oven Drying Characteristics of Green Stocks for Korean Traditional Double-headed Drum*1

Nam-Ho Lee*2† · Hee-Suk Jung*3 · Kazuo Hayashi*4 · Cheng-Yuan Li*5 ·
Xue-Feng Zhao*2 · Ui-Do Hwang*4

요 약

본 연구에서는 수증기댐처리 또는 횡단면 코팅처리 등이 오동나무 장고용 초갈이재의 송풍오븐건조 특성에 미치는 영향을 구명코저하였다. 건조개시 직후의 증량감소량은 무처리(C-NC treatment), 엔드코팅처리(C-CO treatment), 수증기댐처리(V-NC treatment), 수증기댐-엔드코팅처리(V-CO treatment)재의 순으로 크게 나타났다. V-CO처리재는 V-NC처리재와 비교하여 준건조기간에 걸쳐 더 완만한 온도경사를 보였으며 내층과 외층간에 온도경사가 거의 존재하지 않았다. C-CO처리재의 경우 C-NC처리재와 비교하여 건조중기까지는 외층과 내층의 수증기압 모두가, 그리고 건조중기 이후에는 내층의 수증기압이 더 높게 나타났다. V-CO처리재의 경우 건조초기에는 V-NC처리재와 유사한 분포를 보였으나, 건조초기 이후 통공, 외층, 내층의 순으로 절대수증기압이 큰 분포를 보이면서 V-NC처리재와는 전혀 다른 분포모형이 관찰되었다. 재면할렬과 윤활은 모든 처리재에서 전혀 발생하지 않았으나 엔드코팅을 실시하지 않은 C-NC와 V-NC에서는 횡단면할렬이 심하게 발생하였다.

* 1 접수 2006년 12월 6일, 채택 2006년 12월 26일

본 연구는 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 수행되었음(KRF-2002-042-F20007).

* 2 전북대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture & Life Sciences, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

* 3 서울대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

* 4 일본 에히메대학 농학부 School of Agriculture, Ehime University, Matsuyama 790-8566, Japan

* 5 중국 북화대학교 목재과학공정과 Department of Wood Science & Engineering, Beihua University, Jilin 132-013, China

† 주저자(corresponding author) : 이남호(e-mail: enamho@chonbuk.ac.kr)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of End-coating (CO) treatment and Vapor-dam (V) treatment on the air circulating oven drying characteristics of green stock (*Paulownia tomentosa*) for drum. The reduction of the weight of specimens was greatly displayed in order of control (C-NC) treatment, End-coating (C-CO) treatment, Vapor-dam (V-NC) treatment and Vapor-dam/End-coating (V-CO) treatment after the beginning of drying. The V-CO treated specimen showed smoother temperature gradient compared with the V-NC treated specimen throughout whole drying stage and there was little temperature gradient between the inner and outer part of the cylindrical stock. The C-CO treated specimen showed higher value of vapor pressure in both the inner and outer part of the cylindrical stock until the middle stage of drying, while after the middle stage of drying only the inner part of the cylindrical stock presented higher value compared with the C-NC treated specimen. The distribution of the absolute vapor pressure of the V-CO treated specimen was similar to that of the V-NC treated specimen during the initial stage of drying. However, the former showed a large distribution in order of the hollow, the outer part, the inner part of the cylindrical stock after the initial stage of drying, which was entirely different model of distribution from that of the V-NC treated specimen. Surface checks and ring failures were not observed for all of the specimens, while end checks were severely occurred for the C-NC treated specimen and the V-NC treated specimen.

Keywords: Vapor-dam treatment, End-coating treatment, distribution of temperature and vapor pressure, surface check, end check, ring failure

1. 서 론

한국 고유의 민속음악에서는 빼 놓을 수 없는 주요한 전통 통악기(筒樂器)인 장고는 단면이 매우 큰 목재를 筒모양으로 초갈이(green stocks)한 후 건조 가공하여 얻는다. 이런 筒樂器용재의 경우 기본적으로 단면이 매우 커야 하고, 동시에 음향성이 탁월한 형질과 물성을 지녀야하기 때문에 有用資源을 획득하는 것 자체가 어려워 원료구입비의 부담이 크다. 더구나 筒모양의 초갈이재는 건조 중 재면할렬(surface check) 또는 외주할(V-shaped crack)이 매우 민감하게 발생한다. 특히 육안으로 관찰되지 않는 미세할렬이라 할지라도 音質에는 결정적인 영향을 미칠 뿐 아니라 사용시 지속적으로 가해지는 외부 충격에 의해 미세할렬이 더욱 확장될 수 있기 때문에 筒악기용재는 더더욱 정교하고 세심한 건조기

법에 의해서 생산되어야 하지만 아직 이에 관한 과학적인 접근은 거의 전무한 실정이다.

ZHAO (2006)의 보고에 의하면 수증기댐(Vapor-dam)처리하는 낙엽송 원통형 원주목을 송풍오븐건조 중 재면할렬과 외주할 예방에 매우 효과적인 것으로 나타났다. 이는 수증기댐처리에 의해서 筒의 내피측과 외피측 간에 상당한 크기의 증기압 차를 건조 종료시까지 유지하는 것이 가능하므로써 목재 내부수분의 유동속도가 촉진되고, 이로 말미암아 표층과 내층간에 수분경사가 완만하게 형성되었기 때문이라고 밝힌 바 있다.

筒狀으로 초갈이한 목재의 양쪽 마구리면을 비닐이나 기타 적절한 방법으로 차폐처리한 후 건조할 경우, 筒皮의 內皮면에서 증발된 모든 수증기를 통 내부공간에 미리 備蓄해둠으로서 수분증발이 매우 미미한 건조말기까지도 상당한 크기의 수증기압 경사를 유지하는 것이 가능할 것이다. 큰 증기압 경사

Table 1. Dimension of the green stocks for air circulating oven drying

Treatment	Dimension of green stocks												
	Thickness of cylindrical stock* (mm)	Length for each part** (cm)						Diameter of each part** (mm)					
		A	B	C	D	E	Total length	a	b	c	d	e	f
C-NC	32	27	80	58	54	10	458	245.72	256.18	253	178.12	108.69	192.06
V-NC	32	22	82	61	56	9	460	245	254.95	255.2	182.9	107.1	193.65
C-CO	31	30	83	47	64	10	468	249.68	256.4	253.4	185.19	106.82	193.48
V-CO	31	30	78	54	60	10	464	244.9	250.65	248.93	181.69	109.5	193.62

* : Thickness of the part a in Fig. 1.

** : Each part was showed in Fig. 1.

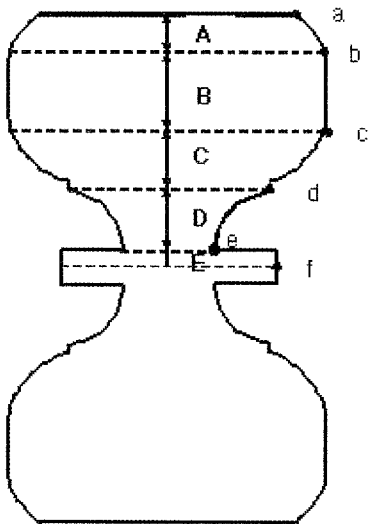


Fig. 1. Shape of green stock for drum for air circulating oven drying. a~f: diameter of each part (unit: mm).

에 의해 내피층의 수분이 매우 빠른 속도로 외피층으로 밀려나기 때문에 외피층에 인장응력이 형성되는 것을 예방할 수 있고, 동시에 내피층에서 인장응력이 발생할 찰나에는 미리 비축해 둔 수증기가 민활하게 공급되므로서 내피층에서의 활렬발생 또한 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 예상된다.

이에 본 연구에서는 오동나무(*Paulownia tomentosa*) 장고용 초갈이재에 대하여 수증기덤처리와 횡단면 코팅처리를 실시한 후 송풍오븐건조하면서 건조중 증량감소, 재내의 수증기압 및 온도 분포

및 재면활렬 등 건조결함 예방에 미치는 효과들을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

장고용 부재로는 오동나무(*Paulownia tomentosa*)를 선정하여 총길이 460 cm, 양 마구리면의 통과층 두께와 외경을 각각 32 mm와 245 mm 되게 초갈이(green stock) 한 후, 무처리(C-NC treatment), 수증기덤처리(V-NC treatment), 엔드코팅처리(C-CO treatment) 및 엔드코팅-수증기덤처리(V-CO treatment)로 구분하여 각각 1분씩을 준비하였다. 각 처리재의 실제 형상은 Fig. 1 및 Table 1과 같다.

2.2. 시험방법

2.2.1. 수증기덤처리

초갈이재의 양쪽 마구리면 위에 두께 5 mm × 외경 270 mm의 환형 실리콘 패드 1매를 올려 놓고, 다시 그 위에 두께 7 mm × 가로 300 mm × 세로 300 mm의 정방형 아크릴판 1매를 올려 놓은 다음 Fig. 2와 같은 방법으로 양쪽 아크릴판을 인장스프링을 이용하여 견고하게 결체하므로써 내피면을 통해서 증발된 수분이 외기로 누출되지 않도록 조치하였다.

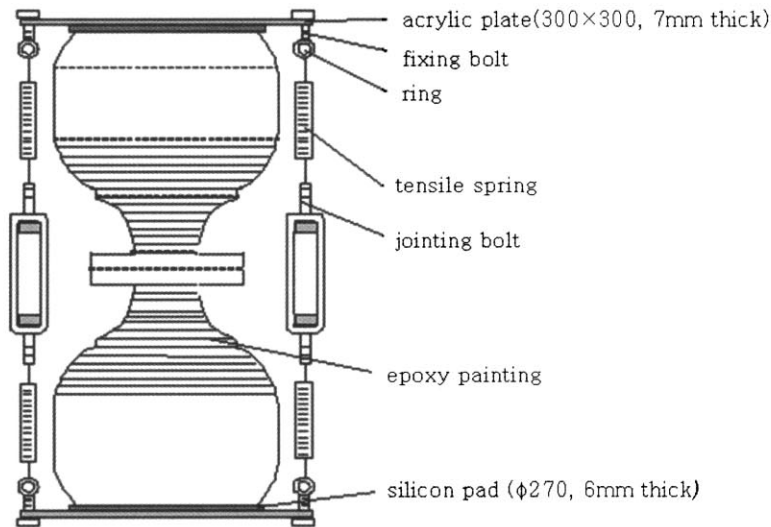


Fig. 2. Schematic diagram of V-CO treated specimen (unit: mm).

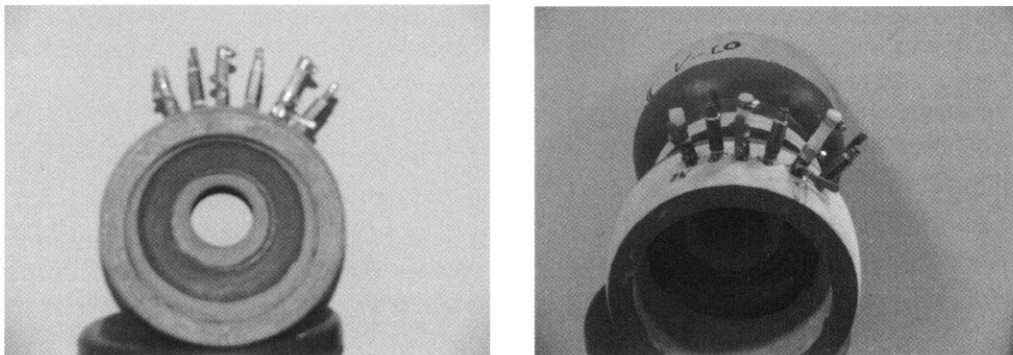


Fig. 3. The inner surface (left) and outer surface (right) of the End-coating treated green stock for drum.

2.2.2. 엔드코팅처리

예비시험 결과 장고용 초갈이재의 경우 채편과 궁편의 양 마구리면 뿐 아니라, 外皮面과 內皮面에도 상당한 영역에 걸쳐 마구리면이 존재하고, 건조중이 부분을 통해서 수분이 매우 급속하게 증발하므로 인해서 건조초기에 모든 마구리면에 걸쳐 횡단면할렬이 발생하는 것으로 확인되었다. 이로 말미암아 비록 수증기덤처리를 실시한다 할지라도 내피면에서 증발된 수분이 筒空내에 축적되지 못하고 횡단면할렬 부위를 통해서 外氣로 누출되므로써 수증기덤

처리의 효과가 반감될 것으로 판단되어, 초갈이재의 모든 마구리면을 에폭시 방수페인트로 수회 도포하여 마구리면을 통한 수분증발을 차단하는 이른바 엔드코팅(End-coating: CO)처리를 실시하여 非코팅 처리재와 비교코저하였다(Fig. 3).

2.2.3. 송풍오븐 건조시험

장고용 초갈이재의 송풍오븐건조시험은 내부크기가 가로 60 × 세로 50 × 높이 50 cm 로서, $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 까지 조절이 가능하고, 풍속 1.5 m/sec를 유지하는 송풍

Table 2. Drying schedule of cylindrical green stock during air circulating oven drying

Drying time (hour)	0~75	75~99	99~171	171~219
Temperature (°C)	60	70	75	80

오븐에서 실시하였으며, 송풍오븐에는 각 처리시험편 1본씩만을 잔적하여 건조하였다. 건조시험중 건조조건은 송풍오븐내 공기의 온도를 Table 2와 같은 조건으로 콘트롤하였다. 건조중 건조초기를 제외하고는 매 24시간 마다 송풍오븐의 작동을 중지하고, 수증기압과 재온 계측시스템으로부터 시험편을 분리한 다음 시험편의 건조중 무게를 평량하였다. 단, 시험편 분리시 筒空이나 材内の 수증기가 外氣로 누출되지 않도록 잠금벨브를 잠근 다음 분리하였다.

2.2.4. 재온과 수증기압 계측

각 처리제의 송풍오븐건조중 수증기압과 재온 분포를 조사하기 위하여 Fig. 4와 같이 시험편의 한쪽 마구리면으로부터 63 mm 떨어진 동일 외주선상에 압력 및 온도센서를 각각 삽입 설치하여 외층(외피면으로 부터 8 mm 떨어진 지점), 내층(내피면으로

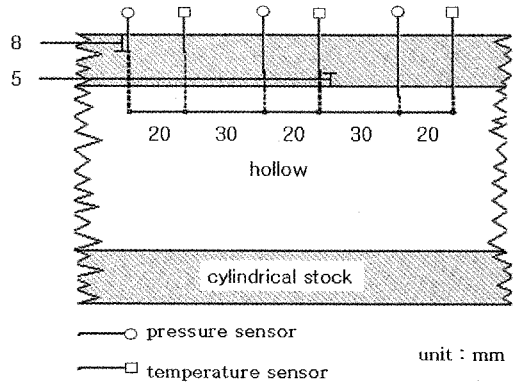


Fig. 4. Locations of temperature and vapor pressure sensors.

부터 5 mm 떨어진 지점) 및 筒空 지점의 수증기압과 재온을 데이터집적장치를 활용하여 매 30분 간격으로 수집하였다.

수증기압은 통피층에 직경 10 mm의 구멍을 뚫고, 이곳을 에폭시경화제를 충전한 다음, 에폭시경화제가 경화되고 나면, 이곳에 다시 직경 4 mm의 구멍을 뚫어 테프론 튜브를 삽입시키되 잠금벨브와 T조인트를 관통하도록 조치하였다. 테프론 튜브를 압력센서앰프에 연결하여 건조중 전압의 변화값을 데이터집적장치로 수집하였으며, 수집된 전압값을 건조전 각 센서에 대해서 미리 조사해 둔 압력과 전압간

Table 3. Constant and determination coefficient of regression equation between absolute vapor pressure and measured voltage

Treatment	Measuring position	Constant		R2
		a	b	
C-NC	outer part	248.97	-248.72	0.99
	inner part	251.90	-247.51	0.98
V-NC	outer part	249.94	-246.04	0.99
	inner part	250.37	-247.48	0.99
	hollow	250.09	-246.10	0.98
C-CO	outer part	261.01	-255.70	0.99
	inner part	243.67	-238.67	0.98
V-CO	outer part	251.23	-246.62	0.98
	inner part	253.52	-248.35	0.99
	hollow	256.01	-251.07	0.98

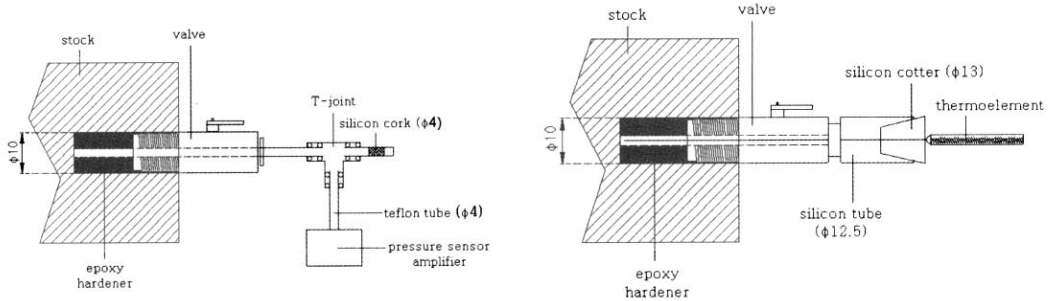


Fig. 5. The sectioned drawings of insertion of pressure sensor (above) and temperature sensor (below).

의 회귀식 Eq. (1)에 Table 3의 계수들을 대입하여 수증기압의 값으로 변환하였다.

$$P = aV + b \quad (1)$$

여기서 P : 절대수증기압(kPa)

V : 전압(mV)

a, b : 상수

건조중 통피층의 각 해당 지점의 재온은 수증기압 계측의 경우와 동일한 방법으로 구축한 에폭시경화층에 열전쌍 K 타입 온도센서를 삽입하고, 이것을 데이터집적장치에 연결하여 수집하였다.

건조중 측정된 건조중 무게로부터 건조중 중량감소 경과, 누적중량감소량 및 단위시간당 중량감소량 등을 산출하였고 건조종료 후 각 시험편의 외피면과 내피면 및 양 마구리면에 발생한 할랄 또는 외주할의 발생정도를 육안으로 조사하였으며 건조 전후에 Fig. 1 부위의 치수를 각각 측정하여 건조중 수축율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 건조중 중량감소

Fig. 6, Fig. 7 및 Fig. 8은 각각 각 처리재의 송풍오븐건조시험중의 중량감소 경과, 누적중량감소량 및 단위시간당 중량감소량을 나타내었다.

건조개시 직후의 중량감소량은 C-NC, C-CO, V-NC, V-CO의 순으로 크게 나타났고, 특히 수증기담처리재의 중량감소량은 무처리재와 비교하여 非코팅처리재에서는 약 50%, 그리고 엔드코팅처리재에서는 약 40% 정도에 불과하였다. 이것은 수증기담처리에 의해서 내피면을 통한 수분증발이 효과적으로 억제되었거나 또는 內皮面을 통해서 증발된 수분이 筒空내에 효과적으로 축적되는 것을 시사하는 것으로 해석된다.

중량감소량 및 단위시간당 중량감소량은 건조시간 약 75시간을 기점으로 수증기담처리재가 무처리재 보다 오히려 약간 더 많은 양상으로 역전되어 건조종료시까지 지속되었다. 이것은 수증기담처리재의 경우 내피면을 통해서 증발된 수분이 통공내에 축적되면서 내피면을 통한 수분증발을 지연시키므로 통피층내에 존재하는 자유수가 일시에 고갈되지 않도록 작용한 것으로 추론된다.

건조중 누적중량감소량은 C-NC나 C-CO처리재와 같이 수증기담처리를 실시하지 않은 경우 건조개시 약 75시간 이후 거의 정체상태를 보인 반면에 V-NC나 V-CO처리재는 건조종료시 까지 지속적인 증가를 보이고 있다. 이것은 건조실내 송풍오븐의 습도를 조절하지 않는다 할지라도 수증기담처리에 의해서 건조속도를 조절해 갈 수 있는 능력이 제공되고 있는 것으로 해석된다.

특히 V-NC처리재의 총누적중량감소량은 C-NC처리보다 약간 더 많게 나타났으나, V-CO처리재는 C-CO처리재의 경우보다 약 300 g이나 적게 나타났

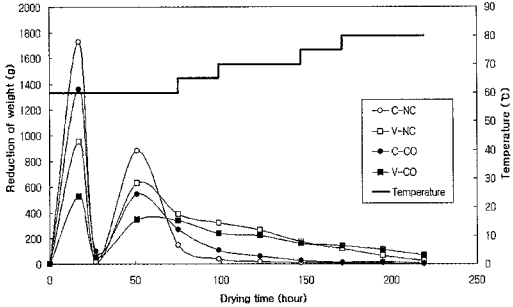


Fig. 6. Weight reduction curves as a function of drying times during air circulating oven drying of green stock for drum.

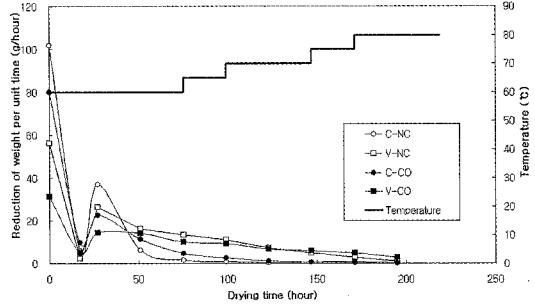


Fig. 8. Reduction of weight per unit time during air circulating oven drying of green stock for drum.

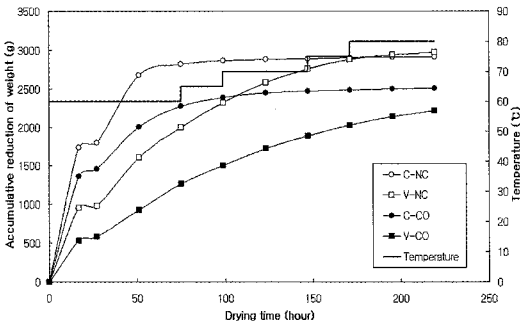


Fig. 7. Accumulative weight reduction during air circulating oven drying of green stock for drum.

다. 이것은 앤드코팅을 실시하여 횡단면을 통한 수분증발을 억제할 경우 수증기덫처리의 효과가 극대화 될 수 있음을 의미한 것으로 해석된다.

3.2. 건조중 재온분포

장고 초갈이 각 처리재의 송풍오븐건조시험중의 재온분포의 추이를 Fig. 9와 Fig. 10에 나타내었다.

V-NC처리의 경우 쏘건조기간에 걸쳐 외층, 내층, 통공의 순서로 材體이 높게 나타났으며, V-CO처리재도 이와 유사한 재온분포를 보였으나 내층과 외층간에 온도경사가 거의 존재하지 않았다. 이것은 외피면은 건조실내 熱氣의 대류에 의해 가열되어지지만 통공이나 내피면은 수증기덫처리에 의해 熱氣와의 직접접촉이 차단되므로써 오로지 외피면으로 부

터의 전도에 의해서만 가열되어지므로써 열전달이 지연되기 때문인 것으로 생각된다. 이것은 건조시간이 경과할수록 온도경사가 점점 더 완만해지고 있는 점이나, V-NC처리재의 경우 수분증발이 매우 미미하였던 건조말기에도 여전히 약간의 온도경사가 존재하고 있는 점 등에서도 입증된다.

C-CO처리재나 V-CO처리재는 각각 C-NC처리재나 V-NC처리재와 비교하여 쏘건조기간에 걸쳐 더 완만한 온도경사를 보였다. 이것은 앤드코팅처리가 외피면과 내피면에 존재하는 傾斜管孔을 통한 수분증발을 억제하므로써 외층과 내층 및 통공의 온도가 수분증발과 관련된 열손실 또는 열축적 등의 영향을 적게 받기 때문인 것으로 생각된다.

C-NC처리재와 C-CO처리재의 경우 건조시간 약 75시간을 기점으로 외층과 내층간에 형성되었던 온도경사가 거의 소멸되었다. 이 시기는 건조중 수분증발이 급격하게 약화된 시점으로서 수분증발과 관련된 열손실 또는 열축적이 이 시기 이후 모든 부위에서 거의 균일하였기 때문인 것으로 판단된다. C-NC처리재에서와 같은 건조초기의 심한 온도경사에 의하여 누적수분증발량이 상당한 영향을 받고, 이로 말미암아 급격한 수분경사가 유도되어 횡단면할렬이나 재면할렬 등이 발생할 가능성이 높다.

3.3. 건조중 수증기압분포

장고 초갈이 각 처리재의 송풍오븐건조 시험중의

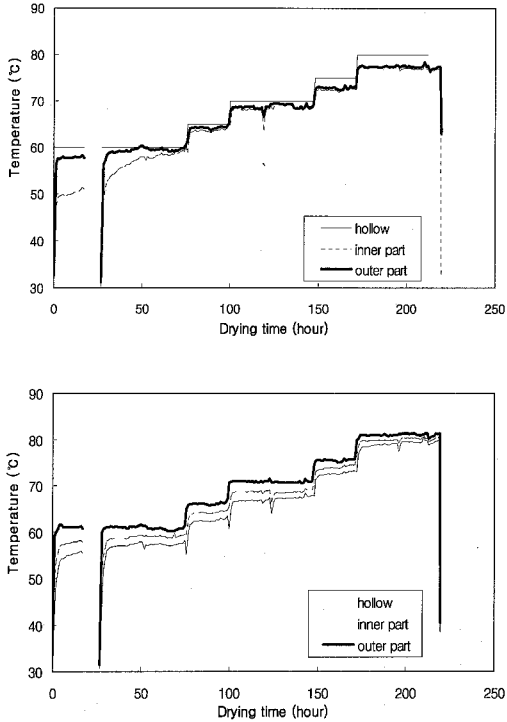


Fig. 9. Distribution of the wood temperature of C-NC (above) and V-NC (below) treated specimens during air circulating oven drying.

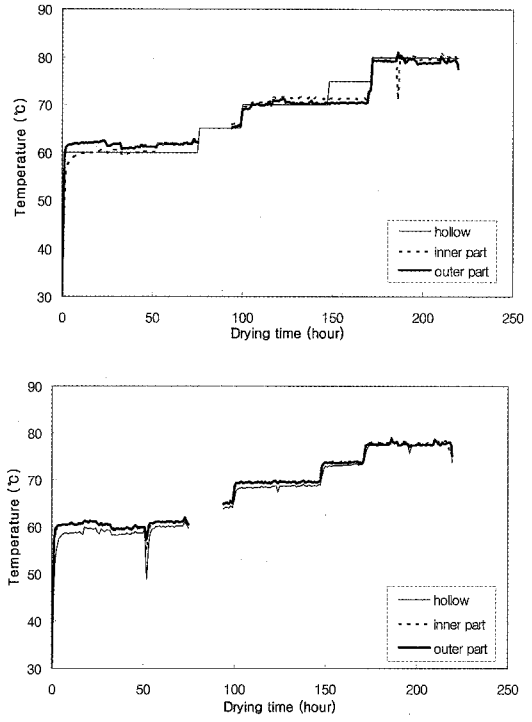


Fig. 10. Distribution of the wood temperature of C-CO (above) and V-CO (below) treated specimens during air circulating oven drying.

수증기압 분포의 추이를 Fig. 11과 Fig. 12에 나타내었다.

C-NC처리재의 경우 건조개시 직후를 제외하고는 건조시간동안 외층과 내층 모두 거의 대기압 수준의 수증기압 분포를 보인 반면에, V-NC처리재는 건조개시 약 150시간 무렵까지 외층은 대기압 수준, 그리고 내층은 이 보다 최고 약 10 kPa 정도 더 높은 수증기압 분포를 보였다. C-NC처리재의 경우 외층에서 증발된 수분은 외피면을 통해서, 그리고 내층에서 증발된 수분은 내피면을 통해서 용이하게 제거되지만, V-NC처리재는 내층에서 증발된 수분의 제거가 상대적으로 어려워 내층에 축적되기 때문인 것으로 판단된다.

C-NC처리의 경우 외층과 내층의 수증기압이, 그리고 V-NC처리의 경우는 내층의 수증기압이 매우 불안정한 모습을 보이고 있는데, 이것은 급속건조로

인하여 발생한 횡단면할렬 부위를 통해서 축적되었던 수증기가 급격하게 배출되었기 때문인 것으로 해석된다.

C-CO처리의 경우 건조시간 약 120시간부터 외층의 수증기압이 거의 대기압 수준으로 급격하게 감소한 반면, 내층의 수증기압은 반대로 급격하게 증가하는 양상을 보였다. 이것은 이 시간 이후 수분증발의 거의 대부분이 내층 부위에서 발생한 것을 시사하는 것으로서, 바꾸어 말하면 외층과 내층간에 수분경사가 형성되어있는 것을 의미한다.

V-CO처리재의 경우 건조초기에는 V-NC처리와 유사한 분포를 보였으나, 건조초기 이후 통공, 외층, 내층의 순으로 절대수증기압이 큰 분포를 보이면서 V-NC처리와는 전혀 다른 분포모형이 관찰되었다. 이것은 건조시간이 경과할수록 내피면에서 증발된 수증기가 통공내에 축적되기 때문인 것으로

Table 4. Shrinkage in the diameter and thickness of cylindrical stock and the checks occurred in green stock for drum during air circulating oven drying

Treatment	Shrinkage (%)		Occurrence of checks		
	Diameter	Thickness of cylindrical stock	End checks	Surface checks	Ring failure
C-NC	3.46	2.50	occurred	none	none
V-NC	3.69	2.60	occurred	none	none
C-CO	3.95	4.19	none	none	none
V-CO	3.84	5.48	none	none	none

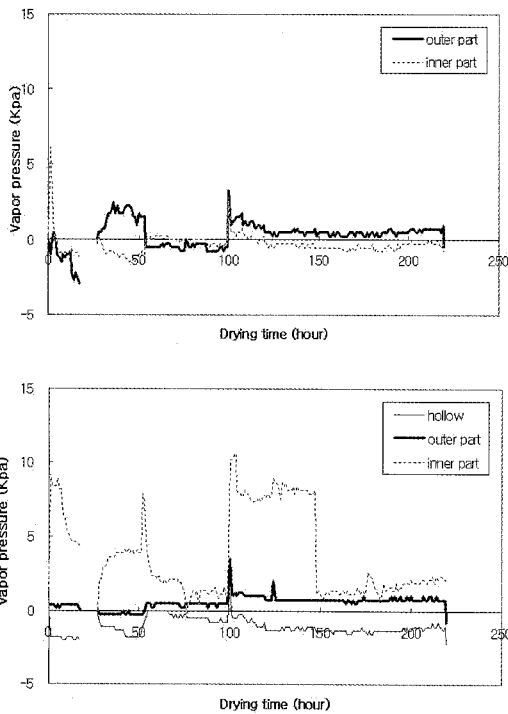


Fig. 11. Distribution of the vapor pressure of C-NC (above) and V-NC (below) treated specimens during air circulating oven drying.

해석되며, 수증기담처리는 엔드코팅처리와 병행하여 적용할 때 처리효과가 극대화 될 수 있을 것으로 판단된다.

3.4. 건조수축율과 할렬 발생

장고 초갈이 각 처리재의 송풍오븐 건조중 발생한 직경수축율과 통피의 두께수축율 및 할렬발생 여부를 Table 4에 나타내었다.

직경수축은 처리재간에 큰 차이가 없었으나, 통피의 두께수축은 엔드코팅처리재가 적은 편이었다. 이것은 엔드코팅처리를 실시하지 않은 초갈이재의 경우 횡단면할렬이 다수 발생하여 길보기 수축이 적게 나타난 것으로 판단된다.

재면할렬과 윤할은 모든 처리재에서 발생되지 않았으나 C-NC처리재와 V-NC처리재 등 엔드코팅을 실시하지 않은 초갈이재에서는 건조초기에 횡단면할렬 들이 심하게 발생한 것을 관찰할 수 있었다. 이것은 장고 초갈이재의 경우 양쪽 마구리면 뿐 아니라 통피면에도 상당한 량의 傾斜管孔들이 만들어지도록 가공되기 때문에 이곳을 통해서 매우 급속한 속도로 수분이 증발되는데 기인한 것으로 판단된다. 즉 장고 초갈이의 경우 수증기담처리가 엔드코팅처리와 병행되어질 때 처리효과가 극대화 될 것으로 예측된다. 한편 오동나무의 경우 엔드코팅처리만으로도 횡단면할렬의 발생을 예방할 수 있었으나 상대적으로 건조곤란한 수종의 경우에는 추가연구를 통해서 확인할 필요가 있다.

4. 결 론

수증기담처리 또는 횡단면 코팅처리 등이 오동나

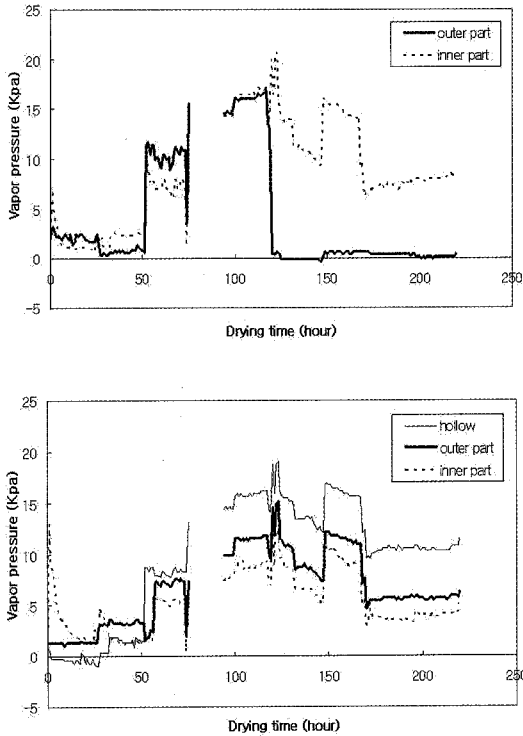


Fig. 12. Variation of the distribution of the vapor pressure of C-CO (above) and V-CO (below) treated specimens during air circulating oven drying.

무 장교 초갈이의 송풍오븐 건조 특성에 미치는 영향은 다음과 같다.

1) 건조개시 직후의 중량감소량은 C-NC, C-CO, V-NC, V-CO의 순으로 크게 나타났고, 특히 수증기 뎀처리재의 중량감소량은 무처리재와 비교하여 비코팅처리재에서는 약 50%, 그리고 엔드코팅처리재에서는 약 40% 정도에 불과하였다.

2) 수증기뎀처리재의 경우 내피면을 통해서 증발된 수분이 통공내에 축적되면서 내피면을 통한 수분 증발을 지연시키므로써 통피층내에 존재하는 자유수가 일시에 고갈되지 않도록 작용한 것으로 추론되었다.

3) 수증기뎀처리재의 경우 건조실내 송풍오븐의 습도를 조절하지 않는다 할지라도 건조속도를 조절해갈 수 있는 자발력이 제공되고 있는 것으로 해석되었다.

4) V-NC처리재의 경우 건조조기간에 걸쳐 외층, 내층, 통공의 순서로 材燻이 높게 나타났으며, V-CO처리재도 이와 유사한 재온분포를 보였으나 내층과 외층간에 온도경사가 거의 존재하지 않았다.

5) C-CO처리재나 V-CO처리재는 각각 C-NC처리재나 V-NC처리재와 비교하여 건조조기간에 걸쳐 더 완만한 온도경사를 보였다.

6) C-NC처리재의 경우 건조개시 직후를 제외하고는 건조조기간동안 외층과 내층 모두 거의 대기압 수준의 수증기압 분포를 보인 반면에, V-NC처리재는 건조개시 약 150시간 무렵까지 외층은 대기압 수준, 그리고 내층은 이 보다 최고 약 10 kPa 정도 더 높은 수증기압 분포를 보였다.

7) C-CO처리재의 경우 C-NC처리재와 비교하여 건조중기까지는 외층과 내층의 수증기압 모두가, 그리고 건조중기 이후에는 내층의 수증기압이 더 높게 나타났다.

8) V-CO처리재의 경우 건조초기에는 V-NC처리재와 유사한 분포를 보였으나, 건조초기 이후 통공, 외층, 내층의 순으로 절대수증기압이 큰 분포를 보이면서 V-NC처리재와는 전혀 다른 분포모형이 관찰되었다. 이것은 건조시간이 경과할수록 내피면에서 증발된 수증기가 통공내에 축적되기 때문인 것으로 해석되며, 수증기뎀처리재는 엔드코팅처리재와 병행하여 적용할 때 처리효과가 극대화 될 수 있을 것으로 판단된다.

9) 재면할렬과 윤활은 모든 처리재에서 발생되지 않았으나 C-NC처리재와 V-NC처리재 등 엔드코팅을 실시하지 않은 초갈이에서는 건조초기에 횡단면 할렬 등이 심하게 발생한 것을 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 이남호. 2004. 통대나무(筒竹)의 조개집 방지를 위한 건조방법. 특허청. 특허등록번호 0457232호.
2. Zhao Xue-Feng. 2006. 원통형 원주목의 건조메커니즘 구명. 전북대학교 석사학위논문. pp 26-47.