

## 문화재 보관상자 소재 개발 II

이민우, 서영범, 서인수

충남대학교 임산공학과

### Development of material for storing cultural assets II

Min Woo Lee · Yung Bum Seo · In Soo Seo

Chungnam Univ. Dept. of Forest Product

#### 1. 서론

오랜기간 동안 전시하지 않는 유물들을 보관하는 박물관의 수장고로서의 내장재나 보관상자로서의 제품은 포름알데히드 방산이 거의 되지 않아야 하며 유물보관상태가 양호하도록 하여야 하며, 이용에 있어서도 질삭이 용이해야 하며 충분한 강도를 지니고 있어야 한다. 이를 위한 수장고용 특수제품제조를 위해서는 현재 일본에서 사용되는 저밀도 복합섬유판에 가스흡착이 뛰어난 숯의 특성을 사용한 숯-목재요소혼합제품을 개발한다면 그 효용성에 있어서 큰 발전을 가져올 수 있을 것이다. 오늘날 탄소재료를 활용한 제품으로써 carbon fiber, graphite, carbon fabric, 활성탄 등이 많은 용도로 사용되고 있으나 전통적 탄소재료인 숯의 이용은 최근에 들어서야 그 특성이 새롭게 밝혀지면서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 하지만 이전의 연구는 숯의 특성만을 강조하여 숯에 대한 기능성은 제시하였지만, 제품으로서의 가공성은 많이 미약하였고 고가의 참나무 숯과 활성탄만을 활용하여 보드로서의 제조가능성만을 제시하였을 뿐 목재요소와의 결합이라는 조건에서는 그 연구 범위가 미약하였다. 또한 미관적인 면에서도 표면의 장식효과나 다양한 기공 또는 제작을 위한 적층재, 특히 휘발성 유기물의 흡착이나 원적외선 방사능이 우수한 적층재를 개시하고 있지 않으며, 숯만을 활용하여 보드를 제작하였기 때문에 제품으로서 활용하기 위한 강도적인 성질이 많이 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 숯-목질요소의 혼합보드를 제조함에 있어 보드 표면에 섬유층을 형성함으로써 가스흡착기능에 영향을 주지 않으면서 미관을 향상시킴과 동시에 강

도적 유연성을 부여하는 기능성 문화재 보관상자의 개발 가능성을 검토해 보고자 한다.

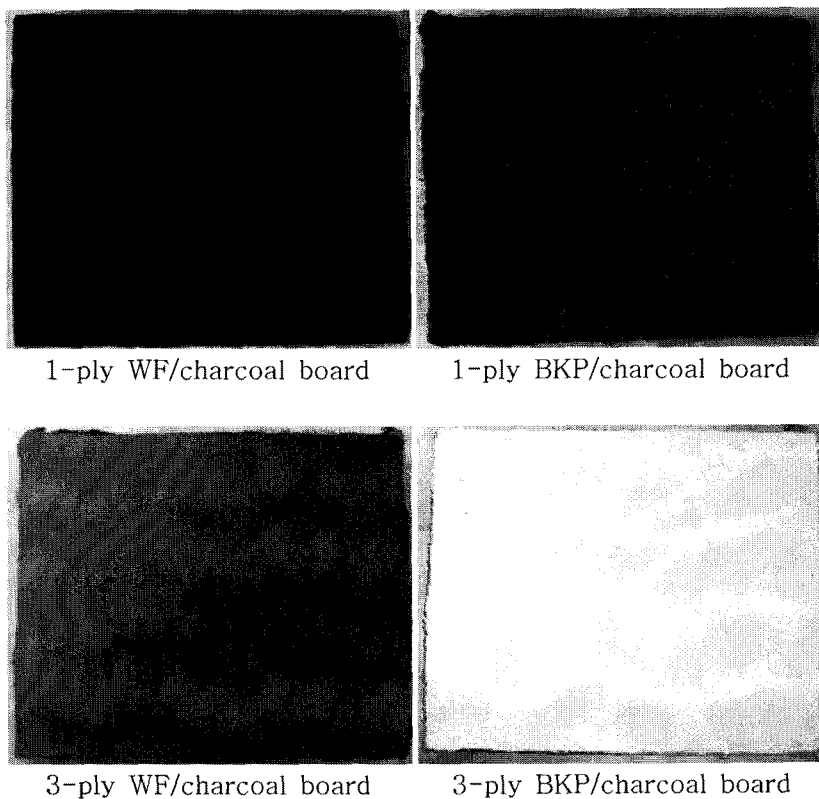


Fig. 1. Appearance of fiber/charcoal boards with difference forming method

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 펄프(Hw-BKP)

실험에 사용한 펄프는 국내 S사에서 제공받은 활엽수표백펄프(Hw-BKP)로서, 캐나다 산이며 수종으로는 Aspen과 Popular가 혼합되어 있다. 혼합보드를 제조하기 위한 전처

리로 시트상태의 펄프를 잘게 잘라 가정용 믹서기로 분쇄하여 fiber형태로 사용하였다.

### 2.1.2 목분(WF, wood fiber)

목분은 국내 인천소재의 D사에서 현재 사용되는 중밀도섬유판(MDF)용 fiber를 분양 받아 사용하였다.

### 2.1.3 숯(Charcoal)

숯은 강원도 홍천산 25년생 이상의 굴참나무(Cork oak)를 원료로 사용하여 1,000℃로 탄화시킨 백탄(Fine charcoal)을 가정용 믹서로 분쇄하여 40mesh(약 0.4mm) 이하 통과분을 이용하였다.

### 2.1.4 접착제(adhesive)

비포름말린계 접착제로서 수성비닐계접착제로서 초산비닐수지에멀전(PVA, 원액의 불휘발분은 42%)과 이소시아네이트계접착제인 메틸다이소시아네이트수지(MDI, 불휘발분 100%)를 고형분함량 대비 1:1로 혼합하여 사용하였다.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 혼합보드의 제조

혼합보드의 제조에 있어서는 숯과 목분 및 펄프를 함께 혼합하여 제조한 단층혼합보드(1-ply)와 보드의 표면에 목분 및 펄프를 원료 총중량의 10%를 입힌 후 내부에 혼합층을 둔 직층혼합보드(3-ply)의 두 가지 형식으로 제조하였다. 목분 및 펄프와 숯의 혼합비율은 각각 7:3, 5:5로 제조하였으며, 접착제의 첨가량은 전체 원료의 전건중량에 대하여 약 14~15%이다. 혼합보드제조의 열압공정은 3단계 열압방식으로 그림 2에 모식도로 나타내었다.

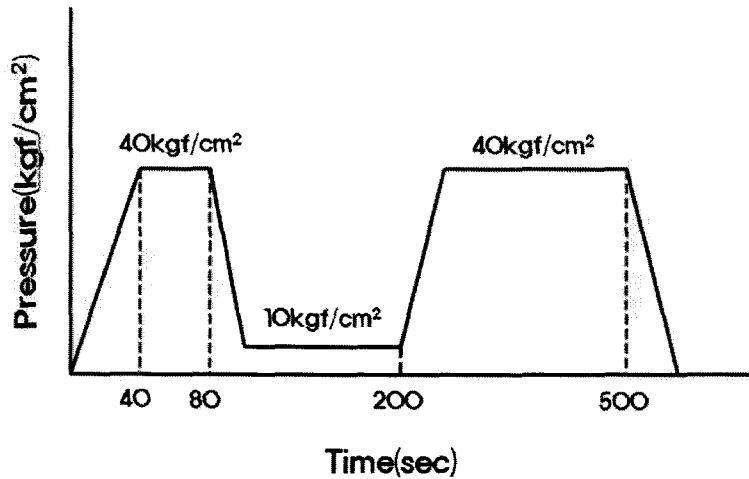


Fig. 1. Hot-pressing process of fiber/charcoal board manufacturing

### 2.2.2 혼합보드의 물리적·기계적 성질

제조된 혼합보드의 밀도, 함수율 및 휨강도는 KS F 3200에 의거하여 측정하였다.

### 2.2.3 에틸렌가스(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 흡착량 측정

에틸렌가스(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 흡착량은 940ml 용량의 진공 챔버에 5×5cm<sup>2</sup> 크기의 시편을 넣어 100ppm의 에틸렌가스를 주입한 후, GC(Gas chromatograph analyzer, DC-14B, Shimadzu, Japan)를 이용하여 1주 동안의 흡착량을 측정하였다.

### 2.2.4 포름알데히드 방산량 및 T-VOC 측정

제조된 혼합보드의 포름알데히드 방산량은 KS-F 3200에 의거하여 24hr 테시케이터 법을 이용하여 측정하였으며, T-VOC 측정은 소형챔버법을 이용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 혼합보드의 물리적·기계적 성질

Table 1은 단층혼합보드와 적층혼합보드의 섬유 첨가비율에 따른 물리적·기계적 성질에 대해 나타내었다. 밀도나 함수율의 경우 투입된 섬유형태나 제조방법에 따라 큰 차이를 보이지 않으나, 휨강도에 있어서는 단층혼합보드에 비해 적층혼합보드가 다소 높았으며, 특히 섬유의 함량이 증가함에 따라 보드의 휨강도가 향상됨을 보였다. 이는 보드표면에 유연한 섬유층이 형성됨으로써 보드 내부의 숯 파티클이 지니고 있는 Stiff한 성질을 보완한 것으로 해석할 수 있다.

**Table 1. Comparison of Physical and mechanical properties of fiber/charcoal board on forming method.**

Component	Physical and mechanical properties		
	density (g/cm <sup>2</sup> )	moisture contents(%)	bending strength(N/mm <sup>2</sup> )
con*	0.28	17.23	23.83
1-ply	WF 50%	0.82	8.3
	WF 70%	0.82	9.19
	HW-BKP 50%	0.83	7.56
	HW-BKP 70%	0.87	7.94
	WF 50%	0.83	7.25
3-ply	WF 70%	0.84	8.61
	HW-BKP 50%	0.83	7.05
	HW-BKP 70%	0.85	7.13

\* : Paulownia coreana(오동나무, 보관상자용으로 많이 쓰임.)

#### 3.2 에틸렌가스(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 흡착량

Table 2는 단층혼합보드와 적층혼합보드의 섬유 첨가비율에 따른 에틸렌가스 흡착량을 나타내었다. 전체적인 경향을 살펴보면 초기에는 숯의 함량에 따라 가스 흡착량의

차이가 크게 나타나지만, 시간이 경과할수록 그 폭은 점차 좁아지며, 7일 후에는 거의 유사함을 볼 수 있다. 또한 적층혼합보드의 경우 표면이 섬유층으로 되어 있지만 가스 흡착에 있어서는 큰 영향을 받지 않음을 확인할 수 있다.

**Table 2. Comparison of C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> adsorption of fiber/charcoal board on forming method.**

Component	Degree of C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> in chamber(%)					
	0	1days	3days	5days	7days	
con*	-	7.67	16.82	16.67	19.18	
1-ply	WF 50%	-	25.71	45.13	54.06	57.29
	WF 70%	-	14.89	38.64	45.23	51.99
	HW-BKP 50%	-	53.90	66.42	67.87	73.79
	HW-BKP 70%	-	30.34	46.93	54.81	58.33
	WF 50%	-	38.30	49.58	62.68	68.05
3-ply	WF 70%	-	20.34	39.86	47.43	52.68
	HW-BKP 50%	-	49.84	61.37	65.47	<b>69.38</b>
	HW-BKP 70%	-	41.92	59.32	64.30	<b>69.02</b>

### 3.3 포름알데히드 방산량 및 T-VOC 검출

Table 3은 목분과 표백펄프를 각각 70% 첨가한 혼합보드의 포름알데히드 방산량 및 T-VOC 검출을 나타내었다. 제조한 혼합보드의 경우 모두 친환경건축자재 국내기준에 따른 최우수 등급보다 낮은 휘발성 유기물질을 방출하는 것을 알 수 있다. 친환경 건축자재 인증이란, 건축자재에서 방출되는 오염물질을 낮추고, 제품의 품질 향상에 기여하기 위해 한국공기청정협회가 제정한 친환경 건축자재 단체품질인증 규정으로 국내외에서 생산되는 건축자재를 대상으로 방출되는 유기화합물(TVOC, HCHO) 농도를 공인시험기관의 인증시험을 거쳐 그 결과에 따라 제품에 인증등급을 부여하는 제도이다. 참고로 포름알데히드 방산량의 경우 0.3미만, T-VOC와 5-VOC의 경우 각각 0.1미만, 0.03

미만의 검출량을 만족해야 최우수 등급 판정을 받을 수 있다.

**Table 3. Detection of HCHO and total VOC in manufactured board.**

Component		Detection of HCHO and total VOC in manufactured board		
		T-VOC (mg/m <sup>2</sup> ·h)	5-VOC (mg/m <sup>2</sup> ·h)	HCHO (mg/L)
con*	1 week	0.014	0.007	-
	3 week	0.003	0.000	-
WF 70%	1 week	0.015	0.008	0.100
	3 week	0.004	0.002	0.101
HW-BKP 70%	1 week	0.012	0.008	0.012
	3 week	0.019	0.007	0.014

#### 4. 결 론

1. 숯과 섬유의 혼합보드의 제조 시 보드 표면에 섬유층을 형성함으로써 보드의 미관을 향상시킬 뿐 아니라 보드자체에 유연성을 부여하여 결과적으로 휨강도를 향상시킬 수 있었다.
2. 혼합보드의 표면에 섬유층을 형성한다 해도 에틸렌가스 흡착량의 차이는 없으며, 섬유첨가량에 따른 흡착량의 차이는 적다.
3. 숯과 목재요소(목분, 표백펄프)를 혼합하여 제조한 보드는 포름알데히드, Total VOC, 5-VOC 등 휘발성 유기화합물질의 방출이 없는 최우수 등급 친환경 소재로써 이용이 가능하다.

## 사 사

“ 본 연구는 문화재청 국립문화재연구소의 2008년도 문화재보존기술개발연구(R&D)사업의 지원을 받아 수행된 연구임 ”

## 참고문헌

1. 이화형 외, 숲을 활용한 신소재 포장재, 농업용 자재, 건축용 복합체 제품 개발, 농림기술관리센터 최종연구보고서, 2005.
2. 이화형 외, 생활목질폐기물로부터의 작업성이 뛰어난 기능성 숲보드의 제조, 특허출원 1020050087187, 2005.
3. 박상범 외, 대나무 신용도 개발(I)-대나무 숲 제조 기술개발, 산림과학논문집(56), pp.70-81, 1997.
4. 이화형, 왕겨-목질 혼합보드의 적정혼합비율에 관한 연구, 한국가구학회 9:(1), pp.59-64, 1998.
5. 친환경 건축물 인증센터. <http://huri.jugong.co.kr/ecohouse>