

합판을 이용한 탄화보드의 제조 및 서각작품화

Manufacture of Carbonized Board Using Plywood and Calligraphy-carving Artwork

박상범^{1*}, 김종인¹, 이상민¹, 정호원¹, 김남훈², 임광현³, 류현수⁴
(¹국립산림과학원, ²강원대학교, ³대양산업, ⁴목민갤러리)

1. 서론

과거 단순히 연료로서만 사용되던 숯이 현재는 생활자재, 건강자재, 환경자재, 건축자재, 식품자재 등 실로 다양한 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 숯은 탄소재료로 같이 내열, 내화, 내산화, 내열 충격, 내생물열화의 제반특성이 뛰어나며 높은 치수안정성을 보유한다. 또한 유해물질에 대한 흡착성이 우수하므로 환경정화재료의 소재나 거주환경 제어재료의 소재로 활발하게 이용되고 있다(木質複合材料技術研究組合編, 1998). 최근에는 숯이 건축가나 조각가들에 의해 예술작품을 제작하는 귀중한 재료로도 사용되고 있다(박선기, 2009. 道祖土埽子, 2003). 현재까지 숯 작품의 대부분은 숯가루나 숯 조각을 이용하여 원하는 작품으로 형상화한 것으로서 숯에 직접 작가의 의도를 표현한 작품은 선례가 없다. 이는 작품 제작이 용이한 나무재료의 구입과 보존이 쉽지 않고, 특히 광폭의 재료는 더욱 얻기가 어려워진 탓도 있다. 게다가, 폭이 넓고 두꺼운 나무판을 할렬 없이 탄화하여 형상을 그대로 보존한다는 것은 여간 어려운 일이 아니다.

최근, 박 등은 목질제품의 효과적인 재활용 및 고부가가치 창출을 위하여 거래전통과학기술인 탄화기술을 적용하여 무할렬 탄화보드 제조기술을 확립하고, 탄화보드의 특성을 구명하는 한편 영구보존 가능한 서각작품으로 제작하기 위한 일련의 연구를 수행하고 있다. 박 등은 섬유판(MDF)을 이용한 무할렬 탄화보드 제조법(2007, 2009)과 탄화한 섬유판을 이용한 서각작품의 제조기술(2010)에 대해 보고한 바 있다. 변형과 부후가 우려되는 유기질의 목판을 탄화에 의해 무기질의 목탄판으로 변화시키면 수분에 의한 수축과 팽창이 없어 변형되지 않고 영양분이 존재하지 않아 부후하지 않는다. 아울러, 목탄 고유의 미세공극에 의한 습도조절기능, 유해물질흡착기능, 전자파차폐기능, 화재시 가스화 화염을 발생하지 않는 난연성 등을 가지게 된다(박상범 등, 2009). 최근, 섬유판 등 목질판을 목탄화한 탄화보드는 포름알데히드 등 VOC(휘발성유기화합물) 흡착제, 전자파차폐제, 연료전지의 격리판, 원적외선방사재 등 고부가가치를 창출할 수 있는 신소재로서의 용도가 개발되고 있다(오승원 등, 2002; Kercher and Nagle, 2002).

한편, 2010년 6월말 현재 국내 합판제조업체는 5개사로 연간 생산능력은 54만7천m³이다. 우리나라에서 생산되는 합판의 90%가 뉴질랜드산 라디에타파인과 열대활엽수인 남양재를 원료로 제조한 침·활 복합합판이며 전체 생산량의 85% 이상이 거푸집용으로 생산되고 있다. 건축경기의 부진으로 인한 거푸집용 합판의 수요 감소와 저가 수입합판으로의 대체로 그동안 90% 이상을 유지해 오던 합판공장의 가동률이 2009년에는 63%로 낮아졌다. 최근 국내 합판제조업체는 거푸집용 합판의 수요 감소에 대처하기 위해 고급 내장용합판, 목조주택 구조용합판, 마루판용 대판 등 다양한 용도의 제품 개발에 많은 연구와 노력을 경주하고 있다.

본 연구에서는 합판의 효과적인 재활용 및 고부가가치 창출을 위하여 탄화에 따른 외형적 및 조직학적 변화를 검토하는 한편, 합판으로 제작된 탄화보드 서각작품에 대한 미학적 특징을 고찰하였다. 3개 이상의 층을 접착제로 서로 직교되게 붙여 만든 합판은 섬유판과 다른 탄화특성과 작품 제작성이 예상된다.

2. 재료 및 방법

2.1. 탄화합판의 제조

이전의 연구(2009)로부터 MDF의 경우에는 길이방향(기계평행방향)으로 재단한 시험편과 폭방향(기계직각방향)으로 재단한 시험편의 탄화에 따른 재료적인 물성 차이는 관찰되지 않았다. 이것은 목섬유와 접착제가 전면에서 균일하게 혼합되는 MDF의 재료적 특성에 기인한 것으로 판단된다. 이에 반해 얇은 베니어의 직교·다층 접착에 의해 제조된 합판의 경우에는 재단 방향에 따른 강도적 차이가 존재하므로 탄화에 따른 재단 방향별 재료적 특성에도 차이가 발생할 것으로 예상된다.

예비실험에서는 Fig. 1에서와 같이 길이방향으로 길게 재단한 시험편 A(W 10cm × L 25cm × T 3.5cm, 밀도 0.54g/cm³)와 폭방향으로 길게 재단한 시험편 B(W 25cm × L 10cm × T 3.5cm)를 준비한 다음, 기존의 방법에 따라 탄화로를 사용하여 850℃의 온도 조건에서 탄화보드를 제조하였다. 승온속도는 시간당 50℃와 100℃로 하였으며 설정온도 도달 후 2시간 유지시킨 다음 자연 냉각하였다. 탄화 전후의 수축률, 중량감소율 및 밀도변화를 조사하였다.

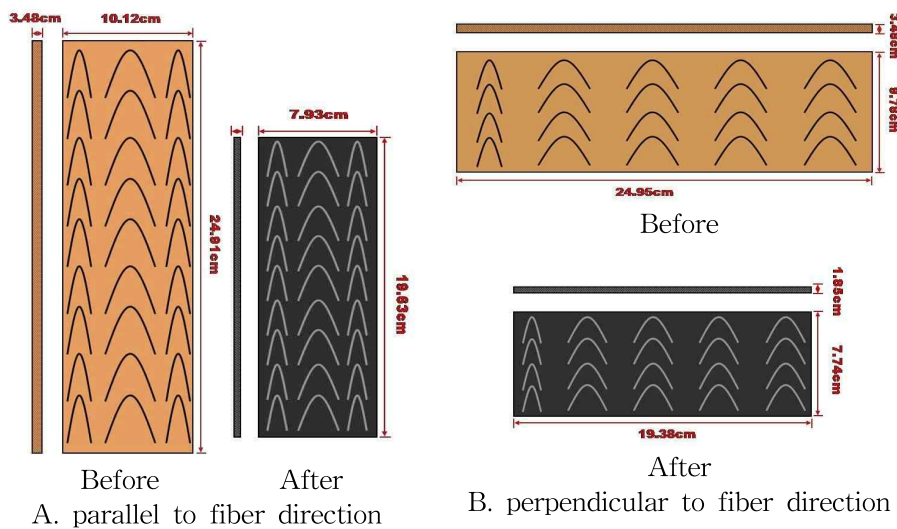


Fig. 1. Preparation of plywoods by cutting direction and carbonized plywoods.

2.2. 탄화보드의 현미경적 관찰

합판으로 제조한 탄화보드의 조직학적 특성은 코어층에서 시료를 10 mm × 10mm의 크기로 절단 채취한 후 주사전자현미경(JEOL, JSM-5510)으로 15KV의 가속 전압 하에서 관찰하였다.

2.3. 서각작품용 탄화보드의 제조 및 작품화

서각작품의 제작을 위하여 2. 1.의 예비실험용 합판 시험편에 비해 약 3배 크기로 길이방향으로 재단한 합판 시험편(W 31cm × L 66cm × T 3.5cm)을 재단하고 심정(心井의) ‘학란도(鶴蘭圖)’를 조각칼을 이용하여 서각한 다음, 승온속도 50℃/hr의 조건에서 탄화하였다. 작품용 합판의 탄화 전후의 수축률, 중량감소율 및 밀도변화를 조사하였다. 탄화작업이 완료된 서각 탄화합판은 채색작업, 도장작업의 과정을 거쳐 서각작품으로 완성하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 합판의 탄화에 따른 외형적 변화

승온속도 100℃/hr, 최고도달온도 850도, 유지시간 2시간의 비교적 빠른 탄화조건에서 합판을 탄화한 경우, 합판은 할렬이 생기고 접착층이 분리되는 등 완전 파손하였다. MDF를 동일 조건에서 탄화한 경우에는 할렬이나 뒤틀림은 관찰되지 않았다. 승온속도 50℃/hr, 최고도달온도 850도, 유지시간 2시간의 조건에서 합판을 탄화한 결과, 기계방향으로 재단한 시험편에서는 외관적으로 상태가 양호

하였으나 기계반대방향으로 재단한 시험편에서는 양끝이 약간 뒤집히고 단판간의 접촉상태가 약간 불량하였다. 따라서 합판을 탄화할 경우에는 길이방향으로 재단한 다음 승온속도 50℃/hr 이하의 마일드한 조건에서 탄화가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 재단방향에 따른 합판의 탄화 전후의 치수, 중량 및 밀도수축율은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Fig. 2에서 보듯이 길이 및 폭방향으로 재단한 합판은 길이 21%, 폭 22%, 두께 47%가 줄어들었으며, 중량 73~75%, 부피 67%, 밀도는 19~22% 감소하였다. MDF를 850℃에서 탄화한 이전의 결과와 비교해 보면, 합판은 MDF에 비해 두께 및 밀도 감소율이 각각 3%, 5% 정도 커지는 경향을 나타내었다.

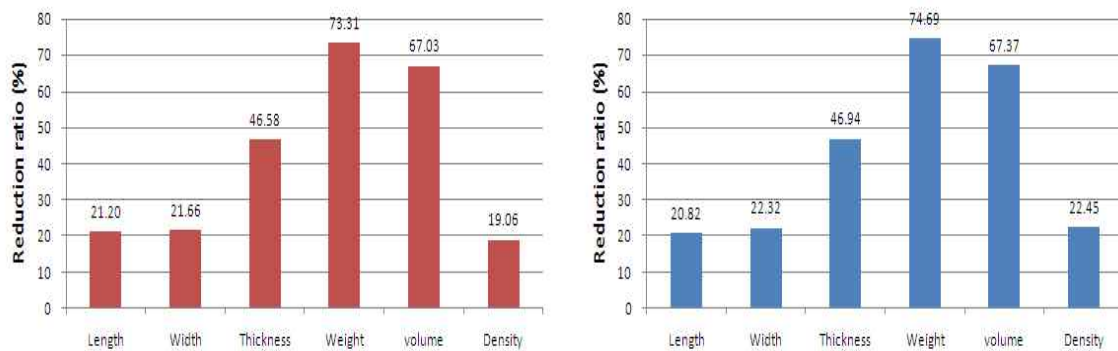
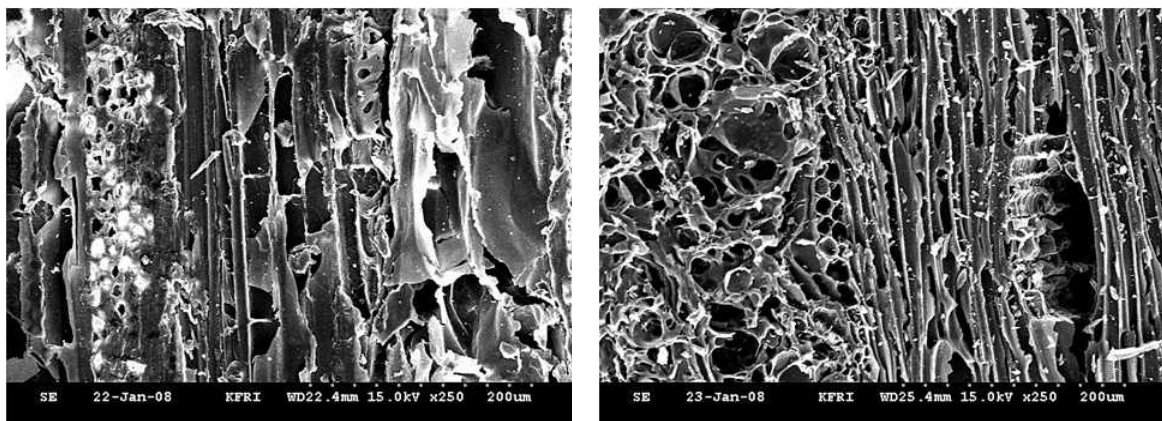


Fig. 2. Changes in dimension, weight, volume and density of plywoods after carbonization.

3.2. 탄화합판의 주사전자현미경(SEM)적 조직관찰

합판으로 제조한 탄화보드의 중간층 전자현미경을 통해 관찰한 결과, Fig. 3에서 보듯이 탄화 전의 합판에서는 도판과 목섬유의 표면과 벽공이 접착제로 둘러싸여 있으며 일부 도판 주위로 스며든 접착제의 덩어리가 관찰되었다. 탄화한 합판의 경우, 도판의 표면과 벽공을 둘러싸고 있던 접착제가 탄화되어 도판의 벽공이 다시 개열됨을 알 수 있으며 탄화에 따른 수축으로 섬유간 조직이 치밀해지는 현상을 나타내었다.



(A) plywood(×250)

(B) carbonized plywood(×250)

Fig. 3. Scanning electron micrographs of surface layer of (a) plywood and (b) carbonized plywood at 850℃.

3.3. 탄화합판을 이용한 서각작품의 제조

서각작품의 제작을 위하여 길이방향으로 재단 후 서각한 작품용 합판의 탄화 전후의 수축률, 중량 감소율, 밀도변화를 조사하였다. 길이 21%, 폭 21%, 두께 46% 줄어들었으며, 중량 71%, 부피 66%,

밀도는 14% 감소하였다. 재단 방향별로 시험한 소형 시험편에 비해 밀도감소율이 약 5% 정도 줄어든 것을 제외하면 거의 같은 수준의 수축률을 나타내었다.

합판 위에 새김질 작업한 그림과 서체의 섬세한 부분이 탄화에 의해 길이와 폭이 20% 정도 수축되었을 뿐 선명하게 나타났다. 탄화한 MDF에서는 재료의 균일성으로 인해 서각의 깊이를 표현하기 곤란하였으나 탄화한 합판에서는 깊이에 따른 특성을 뚜렷이 표현하는 것이 가능하였다. 즉, 단판으로 직교·적층 구성된 합판을 깊고 얇게 조각한 다음 탄화할 경우에는 접착층간의 재료적 특성을 나타낼 수 있다. Fig. 4.에는 합판에서 탄화 서각작품이 완성되는 일련의 과정을 나타내었다.



Fig. 3. Manufacturing process of calligraphy-carving carbonized artwork from plywood.

4. 결론

합판 위에 글씨, 그림 등을 새김질한 목판을 제조하고, 이를 탄화하여 서각작품으로 제작하는 방법을 개발하기 위하여 탄화에 따른 외형적, 조직학적 변화를 검토하고 탄화합판 서각작품에 대한 미학적 특징을 고찰하였다. 서각명인의 수작업과 무할열 탄화보드 제조법의 융합에 의해 독창적인 탄화합판 서각품의 제작이 가능하였다. 탄화합판을 이용한 서각작품은 목탄의 건강 기능성을 가지면서 미적인 아름다움이 부여된 새로운 친환경 예술분야의 탄생을 의미한다. 탄화합판을 귀중한 서각작품을 제작하는 바탕재료로 활용하는 것은 목질제품의 부가가치를 높일 수 있는 효과적인 방법이다.

참고문헌

1. 박상범. 2007. 목질패널류를 이용한 유해 VOC 흡착 탄화패널 및 그 제조방법. 특허 제 10-0776545.
2. 박상범, 이상민, 박종영, 이선화. 2009. 섬유관을 이용한 무할열 탄화보드 제조. 목재공학. 37(4) : 293-299.
3. 박상범, 정성호, 변희섭, 류현수. 2010. 탄화보드를 이용한 서각작품 제작. 목재공학. 38(3) :
4. 오승원, 변희섭. 2002. MDF로 제조된 우드세라믹의 성질. 목재공학 30(2): 115-120.
5. 木質複合材料技術研究組合編. 1998. 木質複合材料研究成果報告書. 2章. 炭素材料による機能性木質材料の開発 : 209-374.
6. Kercher A. K. and D. C. Nagle. 2002. Evaluation of carbonized medium-density fiberboard for electric applications. Carbon 40: 1321-1330.