

목탄과 황토함유 목질소재의 기초물성

A Fundamental Physical Properties of Wood
with Charcoal and Loess

이 원 희

목탄과 황토함유 목질소재의 기초물성^{*1}

이 원 희^{*2}

A Fundamental Physical Properties of Wood with Charcoal and Loess^{*1}

Wun-Hee, Lee^{*2}

ABSTRACT

This research was carried out to examine the FIR (far-infrared rays) emissivity and emission power of five types of flooring board by the mixing ratio of charcoal and loess, and the physical property of five types of injected flooring board by the amount of mixture. Type D was appeared the most high value of FIR emissivity and emission power. But there was a little difference among the five types of flooring board values. In physical properties, control type flooring board and injected flooring board showed a similar tendency. Among the domestic trees, all of hard wood seems to be used to surface wood for strong hardness flooring board. But a coniferous tree was not.

keywords: Charcoal and Loess data composite

*1. 논문접수: 2006. 3. 13

*2. 경북대학교 농업생명공과대학 임산공학과 교수

1. 서 론

숯은 목재를 수백, 수천도 이상의 고열에서 열분해하여 만들어진 물질로 우리나라에서는 2,600년 전부터 제작하여 사용한 것으로 추정한다. 이러한 숯은 공기정화, 습기와 냄새 흡착, 음이온 발산, 곰팡이 및 세균의 발생 방지 효과, 해충 퇴치효과, 보온 및 습도 조절효과 등 다양한 효과가 있다. 이러한 숯의 특성은 1g 당 표면적이 300m³이상의 엄청난 표면적을 가진 다공성물질임에 기인한다. 그리고 숯은 또한 원적외선을 방사하는 특성이 있는데, 원적외선은 햇빛과 같은 열원으로 혈액순환촉진, 신진대사촉진, 세포기능 활성화 등의 효과가 있다. 한편 전통적인 건축 재료인 황토 또한 원적외선을 다량 발산한다고 알려져 있고, 최근 사회적 문제가 되고 있는 새집증후군에 대처할 수 있는 재료이다. 본 연구는 숯과 황토의 혼합물을 마루판에 함입시켜 발산되는 원적외선의 양을 측정하고, 이 혼합물이 함입된 마루판의 기초적 물성자료를 얻기 위해 실시되었다. 최근의 목질계 소재는 웰빙을 넘어 로하스로 가는 시점에서 다양한 소재와의 접목으로 가구재료에도 신개념의 기능성 재료화가 필요한 시점으로 판단되고 있다.

한편, 현재 국내외적으로 시판되어 사용하는 목질마루의 표판은 대부분 너도밤나무, 단풍나무, 참나무등의 고가 수종인데, 이 수종들은 대부분 수입에 의존하고 있어 국산재의 대체이용에 대한 연구의 필요성이 있다고 하겠다. 한편, 가구용재 및 마루판재의 표면경도는 마루판의 물리적 특성 중 가장 중요한 특징으로 마루판 사용에 직접적인 영향을 주는 요소이다. 고가의 수종을 국산수종으로 대체하여 사용할 때, 충분한 표면경도를 가지면서 두께에 따라 제작이 가능하다고 한다면 가구용 목재소재나 건축용 소재로서 더욱 효율적으로 사용될

수 있을 것이다. 또한 목재소재의 표면경도 분석을 통해, 지금까지 합판마루의 표판에 사용되지 않은 국산수종의 표면경도와 비교하여 표판재로 사용할 수 있는 수종을 찾을 수도 있을 것으로 기대된다고 하겠다. 나아가 본 연구의 또 다른 목적은 현재 사용되는 합판마루의 표판 수종과 두께에 따른 표면경도를 측정하여 수종과 두께가 표면경도에 미치는 영향을 비교하고, 이 결과를 국산수종의 표면경도와 비교하여 표판재로 사용가능한 수종을 탐색하는데 있다. 덧붙여 판재의 표면경도는 숯이나 황토의 함유양과 무관하게 생각되지만, 이들 소재를 복합화하기 위해 목재판재의 하단부를 일정 두께 절단하여 숯과 황토를 물리적으로 함입시킨 관계로 소재제조시의 재료의 형태학적인 측면에서 경도저하가 우려되어 원적외선 발산과 더불어 본 실험이 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2-1 목탄과 황토목합 공시재료

본 연구에 사용된 재료는 시판되고 있는 H사의 마루판(2003. 12월 생산)으로 20±1℃, RH 65±5%의 항온항습실에서 2주일 이상 조습시킨 후 실험에 사용하였다. 원적외선 방사를 측정실험에 사용된 마루판은 20mm × 20mm의 크기로 재단하였고, 물리적 특성실험에 사용된 마루판은 200mm × 70mm의 크기로 재단하였다. 숯(거여목초산업 제공, 참나무 숯)과 황토(전남 무안군 목포대학교 건설공학부 황혜주교수 제공)를 200mesh로 분쇄하여 5:5의 체적비로 혼합한 후, 시편의 하부에 등근 톱으로 홈을 내어 함입하였다. 이때 숯과 황토 혼합물의 함입량은 <Table 1>과 같다.

〈Table 1〉 Amount of mixture (Charcoal & Loess) in specimen.

Specimen type	Charcoal (g)	Loess (g)	Total amount of mixture (g)
Control	0	0	0
Type A	0.13	0.17	0.3
Type B	0.26	0.34	0.6
Type C	0.39	0.51	0.9
Type D	0.52	0.68	1.2

2-2 표면경도 조사용 공시재료

공시재료는 현재 시판중인 D사와 O사, N사의 합판마루판을 사용했고 표판에 사용된 수종은 Oak(*Quercus* spp.), Maple(*Acer* spp.), Cherry(*Prunus serrulata* var. *spontanea*), Zelkova tree(*Zelkova serrata* Makino), Walnut(*Juglans regia* L.), Beech(*Fagus multinervis* Nakai)이다. 공시재료는 모두 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $\text{RH}65 \pm 5\%$ 의 항온항습실에서 2주일 이상 조습시킨 후 $300\text{mm} \times 70\text{mm}$ 의 크기로 절단하여 사용하였다.

2-3 원적외선 방사율 실험 및 경도측정 실험

원적외선 방사율 측정은 한국건자재 시험 연구원에 의뢰하여 FT-IR(MIDAC사, M2410-C)을 사용하여 40°C 에서 5에서 $20\mu\text{m}$ 범위를 측정하였다. 휨강도와 표면경도는 만능강도시험기(Houndfield test equipment Ltd, H50K-S)를 사용하여 측정하였다. 휨강도 측정시 Span 간격은 140mm 이며, 하중속도는 $3\text{mm}/\text{min}$ 이었

다. 경도실험은 KS F 2212의 목재 경도 시험 방법에 의거, 직경크기가 10mm 인 강구를 분당 0.5mm 의 속도로 $1/\pi$ mm 깊이 압입시의 하중측정으로 브리넬 경도를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

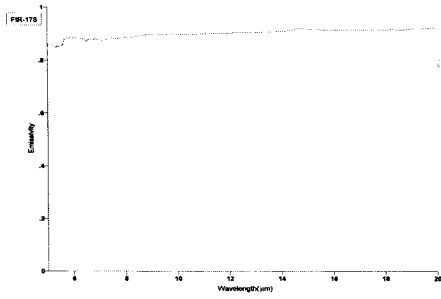
3-1 합입된 숯과 황토의 양에 따른 원적외선 방사율

측정된 원적외선 방사율과 방사에너지는 표 2와 같다.

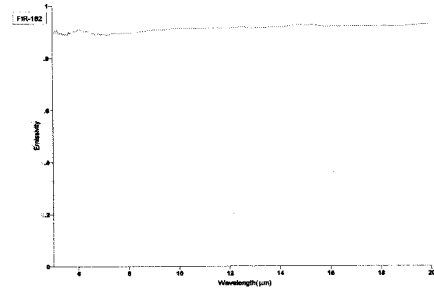
원적외선 방사율과 방사에너지는 Control재와 가장 많은 양이 합입된 Type D에서 1% 정도의 차이만 나타났다(Figs. 1~4). 그러나 혼합물의 양이 증가할수록 방사율과 방사에너지의 양은 정비례하게 증가하였다. 이것으로 미루어 볼 때, 숯과 황토의 혼합물이 합입된 마루판이 충분히 많은 양으로 시공되면 원적외선의 방사량도 그만큼 커질 것으로 기대된다.

〈Table 2〉 FIR emissivity and FIR emission power of specimen at 40°C .

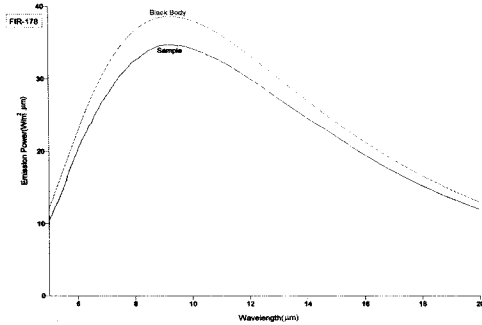
Type	FIR emission ($5 \sim 20\mu\text{m}$)	FIR emission power(W/m^2)
Control	0.901	3.63×10^2
Type A	0.904	3.64×10^2
Type B	0.907	3.66×10^2
Type C	0.910	3.67×10^2
Type D	0.911	3.68×10^2



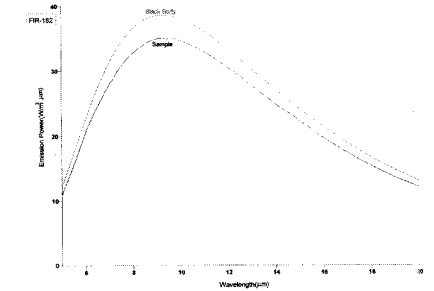
〈Fig. 1〉 FIR emission of Control at 40°C



〈Fig. 3〉 FIR emission of Type D at 40°C.



〈Fig. 2〉 FIR emission power of Control at 40°C

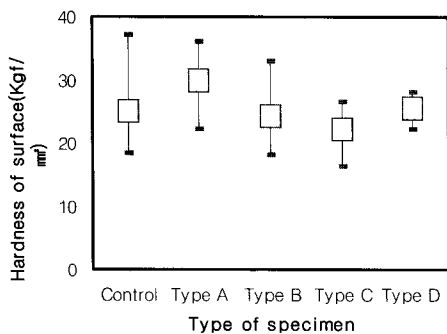


〈Fig. 4〉 FIR emission power of Type D at 40°C.

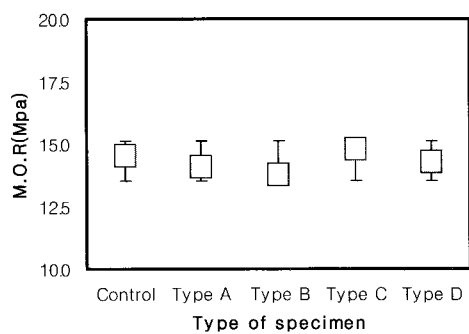
3-2 함입된 숯과 황토의 양에 따른 마루판재의 표면경도와 휨강도

숯과 황토 혼합물의 양을 달리하여 마루판에 함입시킨 시편의 표면경도와 휨강도를 Figs.5-6에 나타내었다. 표면경도의 경우 Type A에서 가장 높은 평균값을 가지고 Type C에서 가장 낮은 평균값을 나타내었다. 그러나 control재와 다른 시편을 비교하였을 때, 혼합

물의 양이 증가함에 따라 표면경도가 낮아지거나 높아지는 경향은 나타나지 않는다. 이것으로 유추해 볼 때, 혼합물의 함입량은 표면경도에 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다. 휨강도의 경우 Type C에서 가장 높은 값을 나타내고 Type B에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 휨강도도 표면경도와 같이 Control재와 다른 시편을 비교할 때, 혼합물



〈Fig. 5〉 Hardness of surface by amount of mixture.



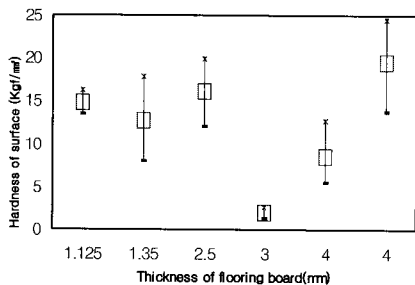
〈Fig. 6〉 MOR of specimens by amount of mixture.

양의 변화와 휨강도와와의 관계에서 유의성은 거의 나타나지 않았다. 따라서 혼합물의 함입량은 휨강도에 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

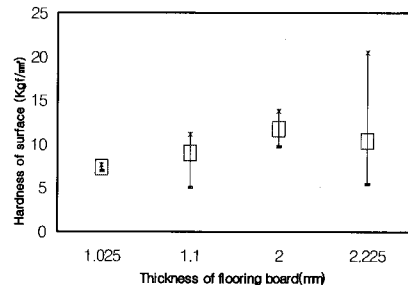
3-3 시판중인 마루판재의 표면경도

조습한 공시재료의 실험결과는 Figs.1-6과 같다. 모든 수종의 표면경도는 1~25 kgf/mm²내의 값을 나타내었고 평균적인 표면경도는 11.27kgf/mm²였다. 표판두께에 따른 Oak의 표면경도(Fig.1)중 최고값은 4 mm 두께에서 나타났지만 1~2mm 두께의 표면경도와의 차이는 비교적 크지 않았다. 이에 비해 3mm의 표면경도는 가장 낮은 값을 가졌다. 이것으로 유추해 볼 때 Oak의 경우 표판두께와 표면경도와의 상관관계는 크지 않다고 판단할 수 있다. 두께에 따른 Maple의 표면경도(Fig.2)는 표판두께

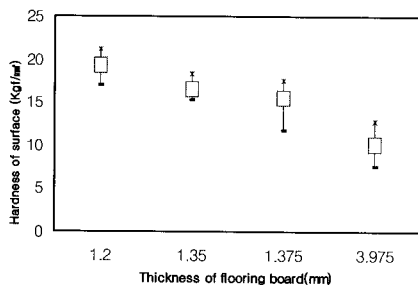
가 두꺼워질수록 높은 값을 가졌고 2mm 두께에서 최고값을 가졌다. 하지만 2.225mm의 경우 1.1mm와 유사한 표면경도 값을 나타냈다. 표판두께에 따른 Cherry의 표면경도(Fig.3)에서 최고값은 1.2mm 두께에서 나타났고 표판두께가 증가할수록 오히려 표면경도가 낮아지는 경향을 보여준다. 이것은 Cherry의 경우 표판두께와 표면경도가 거의 연관성이 없다는 것을 의미한다. 표판두께에 따른 Zelkova tree의 표면경도(Fig.4)에서 최고값은 1.1mm의 값이었고 표판두께가 두꺼워질수록 표면경도가 높아지거나 낮아지는 경향은 없었다. 네 가지 수종의 표면경도를 표판두께와 비교해 볼 때, Maple을 제외한 나머지 수종에서 표판두께와 표면경도의 관계는 거의 연관성이 없으므로 일반적인 두께(1mm)정도로 시공할 시 충분한 강도가 나타날 것이라 생각된다. Fig.4와 5는 수종간의 경도차를 표판두께(2mm 이상과 이하)에 따라 나누



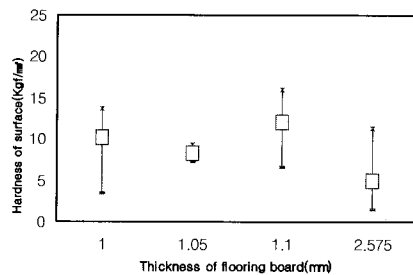
〈Fig. 7〉 Hardness of surface by Thickness (Oak)



〈Fig.8〉 Hardness of surface by Thickness (Maple)



〈Fig. 9〉 Hardness of surface by Thickness (Cherry)



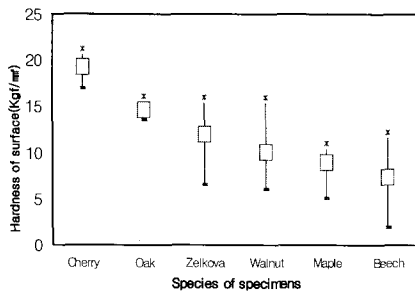
〈Fig. 10〉 Hardness of surface by Thickness (Zelkova)

어 비교한 결과로서, 2mm 이하의 두께의 경우 Cherry가 가장 높은 값을 나타내며 2mm 이상의 경우에는 Oak가 가장 높은 값을 나타낼 수 있다.

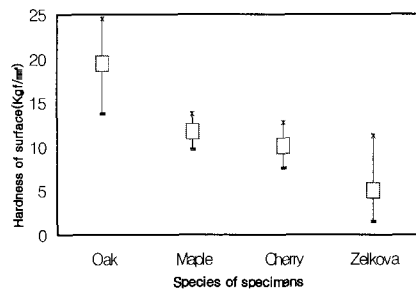
3-4 국산재 소재

Figs. 7~10은 현재 국내에서 분포하고 있는 주요 수종의 표면경도를 나타낸 결과이다(국립 산림과학원7). 표면경도는 1~3.6kgf/mm²의 값을 나타내었다. 이 값은 위에서 얻은 시판종인 마

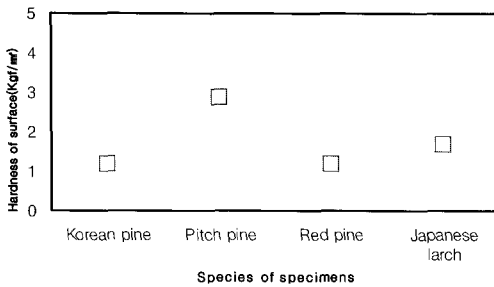
루판재의 표면경도보다 낮은 값이지만, 마루판의 경우 제조시 수회의 코팅작업을 하여 표면 강도를 높인 상태이다. 따라서 직접적인 비교는 불가능하지만 강화마루 표판의 표면경도와 여기에 사용된 수종과 같은 수종의 표면경도를 비교하여 코팅후의 경도를 유추하면, 표판재로 사용하지 않는 수종의 사용가능 여부를 판단할 수 있다.



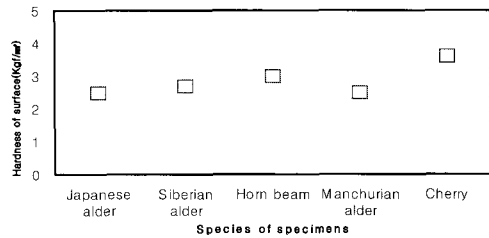
〈Fig. 11〉 Hardness of surface by Species (under 2 mm)



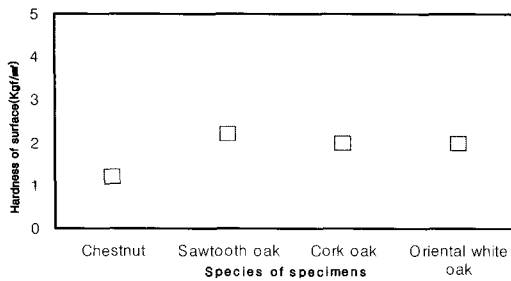
〈Fig. 12〉 Hardness of surface by Species (over 2 mm)



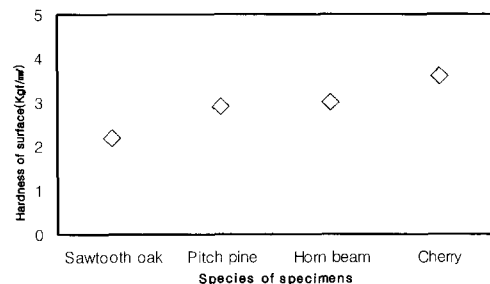
〈Fig. 13〉 Hardness of surface by species (Pinaceae)



〈Fig. 14〉 Hardness of surface by species (Betulaceae)



〈Fig. 15〉 Hardness of surface by species (Fagaceae)



〈Fig. 16〉 Hardness of surface by species

가구용재 및 마루판재의 표면경도는 목재소재의 매우 중요한 특징으로, 고가의 외국산 수종을 국산수종으로 대체하여 사용가능하다고 한다면 가구용 목재소재나 건축용 소재로서 더욱 효율적으로 사용될 수 있을 것이다. 이 목적으로 수입외산 수종과 국산수종의 표면경도를 비교하여 표판재로 사용가능한 수종을 탐색하고, 이들 소재에 숯이나 황토 혼합물을 함유한 마루판의 원적외선 방사능력을 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Control재와 실험재의 원적외선 방사를 비교할 때, 비록 소량이지만 혼합물의 양이 증가할수록 원적외선 방사율과 방사에너지도 증가하였다.
2. Control재와 실험재의 휨강도와 표면경도를 비교할 때 거의 유사한 값을 나타내었다.
3. 숯은 이미 흡습성 조절능력이 뛰어난 것으로 알려져 있어 목질복합소재 및 가구소재의 기능성화에 기여할 수 있음이 시사되었다.
4. 연구대상으로 한 국산재중에서 침엽수를 제외한 모든 활엽수재는 밤나무를 제외하고 표면경도향상 목적으로 사용할 수 있음을 알 수 있었고, 표면강화처리에 의해 마루판재로서 충분히 사용할 수 있음을 알 수 있

었다.

5. 참고문헌

1. 한국표준협회. 1998. 목재의 경도 시험방법. K SF 2212.
2. 이화형. 2005. 한국산 5개 수종의 원적외선 방사율. 목재공학 33(1):17-20.
3. 공석우, 김병로. 2002. 국산 주요 수종 및 목질재료 탄화물의 흡착특성. 목재공학 30(4):33-40.
4. 이원희. 2005. 숯과 황토 복합소재의 건조 특성. 한국목재공학회 2005 학술발표논문집. 125-128.
5. 박종영, 조재성. 1997. 목질판재료 및 목질 마루판의 특성 평가. 한국목재공학회 1997년 학술발표논문집 pp. 63-73.
6. 정연집, 윤형운, 엄영근. 2000. 마루바닥재. WIT 컨설팅 pp. 251-268.
7. 임업연구원. 한국산 주요목재의 성질과 용도. 1982. 연구자료 제 95호 pp. 119-233.

사사

본 연구는 농림부 시행 농림기술개발사업(2030099-3) “미세다공성 흡착소재에 의한 기능성 목탄소재 활용기술 개발연구비 지원에 의해 수행되었음.