

## 國產材 曲木家具 製造를 위한 Microwave-heating system 活用に 관한 研究(Ⅲ)<sup>1</sup>

- 木材 含水率이 microwave 翕가공성에 미치는 影響 -

蘇元澤<sup>2</sup>

## Study on the Application of Microwave-heating System to Manufacturing Bent-wood Furniture(Ⅲ)<sup>1</sup>

- Effect of wood moisture content on bending processing by microwave-heating -

Won-Tek So<sup>2</sup>

### 要 約

본 연구에서는 수입외재의 국산재대체를 위해 전 국토에 널리 분포하고있는 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia* L.)와 서어나무(*Carpinus laxiflora* Bl.)를 대상으로, 曲木家具材로서의 용도개발가능성을 검토하기 위하여 목재의 함수율 증가에 따른翕가공특성의 변화를 구명함으로써 microwave곡목의 적용가능성을 타진하는 데 그 목적을 두었으며 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

microwave곡목제조시 목재함수율이 증가할수록 아까시나무와 서어나무 모두 最小曲率半徑이 감소하므로써翕가공성이 개선되었으며, 아까시나무와 서어나무의翕가공성에 영향을 미치는 목재의 임계함수율은 50%로 측정되었다. 또한 microwave곡목법에 의한 아까시나무와 서어나무의翕가공성능은 생재翕가공시 최소곡률반경이 각각 60mm와 40mm로서 매우 우수하였다.

### ABSTRACT

Black locust(*Robinia pseudo-acacia* L.) and hornbeam trees(*Carpinus laxiflora* BL.) are widely growing in Korea and have relatively good wood qualities. However, they have seldom been used as industrial materials.

This study was carried out to investigate the effect of wood moisture content on microwave-bending processing.

The bending processing of the both species are improved as the increase of wood moisture from 30% to green, and the maximum limit of wood moisture content is 50%. The minimum solid-bending radii of black locust and hornbeam green wood were 60mm and 40mm for micro-wave bending, respectively.

In conclusion, the microwave-heated green wood showed very good bending processing properties for bent-wood furniture.

*Key words* : Microwave-heating, black locust, hornbeam, bending processing

<sup>1</sup> 接受 1997年 9月 18日 Received on September 18, 1997.

<sup>2</sup> 全南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

緒 論

목재는 彈性體이지만 동시에 塑性體이기도 하다. 목재의 소성은 수분의 증가와 함께 증가하고 纖維飽和點(25 - 30%)에 이르러 최대가 되나 수분만으로는 소성이 불충분하고 여기에 가열을 병용하면 더 한층 소성(유연성)을 증가시켜서 휨가공이 가능하게 된다. 수분은 목재구성고분자의 分子鎖間에 들어가서 분자간 거리를 넓히고 분자간 結合력을 약하게 하므로 外力이 가해질 때 분자쇄상호간의 剪斷變形이 용이해진다. 즉 목재는 膨潤에 의하여 탄성율이 작아지고 연화점도 저하하며 이 상태에서 온도를 높이면 분자간 열팽창과 결합력 저하의 加重效果로 변형은 더욱 용이해진다.(今村博之 등, 1983)

이러한 곡목원리에 대한 수분과 열의 기본 메카니즘이 증자, 자비 또는 microwave 등의 가열매체에 따라 달라지는 것은 아니지만 가열매체별 처리조건에 따라 또는 휨가공재료의 비중, 조직, 함수율 등에 따라 실현되는 휨가공상태는 다르게 나타난다고 할 수 있다.

前報(蘇元澤, 1995, 1997)에서 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia* L.)와 서어나무(*Carpinus laxiflora* Bl.)의 蒸餾휨가공과 microwave휨가공을 실시한 결과 두 수종 모두 증자에 의한 기건재 曲木製造에서는 最小曲率半徑 40mm의 우수한 휨가공특성을 나타냈으며 생재의 경우 아까시나무는 최소곡률반경 60mm, 서어나무는 40mm로서 기건재와 거의 동등한 휨가공특성을 나타냈다. 그러나 기건재를 사용한 microwave곡목제조에서는 아까시나무와 서어나무의 최소곡률반경이 각각 150mm, 200mm로 증자법에 비해 휨가공성이 매우 불량하였다. 그 원인을 분석해볼 때 증자곡목의 경우 가열중 增濕에 의한 목재의 표면함수율이 증가함으로써 전술한 바와 같이 온도상승과 수분의 二重條件에 의한 연화처리의 상승효과를 나타내어 용이하게 곡목가공되었으나 microwave 곡목에서는 연화처리중 목재함수율 감소, 특히 표면수분의 감소로 인한 표면층의 경직화로 조직 파괴없이 휨응력을 흡수할 수 없게 되고 단지 온도상승에 의한 단일 연화효과만으로는 유연한 휨가공이 어려워진다고 보여진다. 결과적으로 가열에 의한 塑性增大보다는 수분감소로 인한 소성상태가 더 크게 작용함으로써 연화처리의 효과가

반감되는 데 그 원인이 있다고 할 수 있겠다.

이와 같은 microwave곡목제조시 수분감소문제는 가공전 소재의 함수율을 조정함으로써 개선의 여지가 있을 것으로 추정되는 바 본 논문에서는 휨가공전 목재함수율에 變異를 두고 함수율 증가에 따른 휨가공특성의 변화를 구명함으로써 microwave곡목의 적용가능성을 타진하는 데 그 목적을 두었으며 동시에 곡목의 復元정도와 강도적 성질을 병행하여 조사하였다.

材料 및 方法

1. 實驗材料

본 연구는 전남 장성에 자생하고있는 아까시나무와 서어나무를 공시수종으로 정하여 수간이 통직하고 흉고직경 20cm 이상의 생장이 양호한 수령 31 - 32년생의 아까시나무 長齡林木 2본과 흉고직경 30cm 이상, 수령 47 - 49년생의 서어나무 2본을 供試木으로 선정 벌채한 후 길이 150cm로 횡절해서 총 20개의 원목을 사용하여 실험을 수행하였다.

준비된 원목은 폭 2cm 간격으로 판목제제한 후 실내에서 3개월 이상 천연건조를 통해 함수율 15% 이하로 기건시킨 다음 시험편을 제작하여 선행연구의 실험재료로 사용하였고 본 연구에서는 부득이 기존 기건재료를 침지흡수처리하여 시험편으로 사용하였다. 시험편의 치수는 시험편의 제작수율을 높이고 곡목가공을 용이하게 하기 위하여 15×15×350mm의 소형으로 대패가공하였다.

2. 實驗方法

1) 재료의 含水率 調整

기건시험편중 5개의 전건무게를 측정하고 이를 역으로 환산한 예상 함수율조건(30, 40, 50, 60% 이상)의 무게에 달할 때까지 시험편을 침지처리한 다음 단계적으로 꺼내어 10일간씩 調濕處理를 실시하여 함수율을 안정시켰다. 예상함수율 30% 시험편은 온도 20℃ RH 99%의 포습상태에서 조습 처리하였으며 40%이상 시험편은 비닐랩으로 밀착 포장한 상태에서 온도 10℃ RH 99%의 조건으로 수분분포가 안정되도록 하였다. 조습처리가 완료된 시험편은 실험기간중 비닐랩으로 방습포장한 상태로 냉장보관하여 사용하였다.

2) 軟化處理

휨가공전 Microwave가열방식으로 시험편을

연화처리하였으며 사용된 Microwave-heating oven은 가정용 전자레인지를 이용하였다. 전자레인지의 성능은 발전주파수 2,450Mhz, 정격고주파출력 Max.700w로서 중앙에 회전원판이 설치된 내부치수 22×37×39cm, 용량 35ℓ였다.

### 3) 휨가공 裝置

연화처리된 시험편은 여러 가지 곡률반경으로 될 수 있도록 간단한 수가공 휨장치를 제작하여 사용하였다. 휨장치세트는 작업대 위에 4조를 설치하고 휨가공 형틀의 곡률반경은 20mm에서 600mm까지 단계적으로 37개를 제작준비하였다. 휨가공시 처리재의 인장파괴를 피하기 위하여 인장대철을 휨장치의凸면에 설치하였으며 대철의 재료는 0.5mm 스프링강철을 사용하였다.

### 4) 曲率半徑의 測定

시험편을 연화처리한 다음 휨장치 세트 위에서 20mm간격의 형틀(曲形)을 이용하여 여러가지 曲率半徑別로 휨가공을 실시하였다. 먼저 100mm 곡률반경을 갖는 형틀에서 1차 휨가공을 행한 후 이 曲率半徑에서 손상이 생기면 順次的으로 보다 큰 曲率半徑의 형틀에서 휨가공하고 손상이 생기지 않으면 보다 작은 곡률반경으로 휨가공을 진행하였다.

그 결과 가장 적합하다고 판단되는 曲率半徑 및 그 전후의 曲率半徑에 대하여 5회 확인실험을 실시하고 얻어진 결과를 분석하여 휨가공한 最小 曲率半徑을 구하였다. 휨가공용 재료는 심재부에서 채취한 판목재(flat-grain)이며 microwave 가열시간은 1분을 적용하고 이때의 목재온도는 112±2℃였다.

### 5) 휨가공성의 評價

곡목의 휨가공성 평가는 가공후의 표면상태를 관찰해서 日本 森林總合研究所의 評價基準(Working group, 1977)을 보완하여 다음과 같이 4단계로 구분하고, 적합한 곡률반경 전후에 대해서 5회 실시한 확인실험의 결과 A, B급이 3개 이상일 때 곡가공 가능으로 판정하였다.

- A급: 압축측, 인장측 모두 전혀 손상이 없는 것.
- B급: 압축측에 약간의 파괴주름이 보이지만 연마시 제거될 수 있는 것.
- C급: 일단 휨 수는 있으나 압축파괴가 심한 것.
- D급: 切損 또는 인장파괴가 심한 것.

### 6) 휨加工 後處理

목재를 휘게 되면 내부에 압축 및 인장응력이 발생되고 이 응력이 緩和 또는 除去되지 않는 한 曲型을 유지할 수 없으므로 이러한 內部應力을 安定시키기 위한 후처리를 실시하였다. Saito (1951)가 제시한 휨가공후의 곡률변화를 줄이기 위해 80℃ 이상의 온도로 함수율 10% 이하까지 건조하는 것이 바람직하다는 결과에 따라 본 연구의 후처리 조건은 휨加工 後 引張帶鐵로 고정시킨 그대로 건조기에 넣어 80℃에서 15시간 건조한 다음 1시간 동안 실온에서 냉각처리하여 曲率을 安定시켰다.

### 7) 曲率半徑變化率(復元率)의 測定

휨加工 후처리가 끝난 曲木은 클램프로부터 解體하게되며 여기서 생산된 曲木은 시간의 경과에 따라 원래의 通直했던 상태로 점차 회복되는 경향을 보이는 데 이 때 회복되는 정도를 조사하여 曲率半徑의 변화율을 구하고 이것을 變形指標로 삼았다.

증자 및 microwave가열 연화시킨 아까시나무와 서어나무 시험편을 곡률반경 100mm로 휨가공한 후 후처리를 통해 곡물을 안정시킨 다음 대기 중에 방치하고 방치시간에 따른 곡목의 복원정도를 조사하였으며 복원율은 다음 식을 적용하였다.

$$C = \frac{R' - R}{R} \times 100 (\%)$$

C : changing rate in radius of curvature

R' : radius of curvature after exposure

R : radius of curvature of bent wood on tension side

곡률변화를 계산하기 위하여 측정된 반경(R)은 곡목의 압축측길이를 측정할 경우 곡률회복과정에서 휨가공시 압축되었던 부분이 곡률반경의 증가와 함께 일부 伸張되기 때문에 실제의 곡률반경보다 過大值를 나타내므로(소원택, 1985) 길이 변화가 거의 없는 인장측길이를 측정하여 산출하였다.

### 8) 曲木의 휨강도 측정

곡목의 휨강도(Modulus of rupture)는 한국공업규격 KS F2208(목재의 휨시험방법)에 따라 측정하였으며 하중방향은 곡목의 압축면인 내측과 인장면인 외측으로 구분 실시하였다. 측정기기는

미국 UNITED사의 材料萬能試驗機(UTM-15ton)를 사용하였다.

휨강도 측정용 아까시나무와 서어나무의 곡목 제조시 곡률반경은 곡목에 손상이 발생하지 않는 휨가능 100mm를 적용하였으며 휨강도측정시 스패 길어도 100mm로 동일하였다. 또한 시험편의 함수율은 恒溫恒濕器에서 온도 20℃ 상대습도 65%의 조건으로 조습처리하여 사용하였다.

**結果 및 考察**

**1. 木材含水率과 휨가공특성의 관계**

본 연구에서는 곡목가공전 소재의 평균함수율을 생재(60% 이상)에서 30%까지 4단계로 구분하여 흡수처리한 후 아까시나무와 서어나무의 microwave-heating에 의한 소재휨가공특성을 조사하였으며 그 결과는 Table 1과 같이 측정되었다.

먼저 아까시나무의 함수율별 microwave가열에 의한 휨가공결과는 목재함수율이 30~40%일 경우 최소곡률반경이 100mm로서 기건재의 microwave휨가공시 150mm(蘇元澤과 蔡正基, 1995)보다 다소 양호해졌으며, 함수율 50%와 그 이상의 생재에서는 60mm까지 곡목이 감소되는 것으로 볼때 아까시나무 microwave가열에 의한 곡목제조시 목재내 含有水分이 곡목의 연화정도에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 판단되며 소재의 함수율이 증가함에 따라 곡목의 최소곡률반경이 감소하는 경향을 나타낸다고 보여진다. Hoadley(1980)는 휨가공에 작용하는 중요한 상호관련인자로서 수종, 함수율, 증자처리시간 및 재의 불

균질성을 제시하였으며, Wangaard(1952)는 증자 휨가공시 목재를 가열하여 압축성있게 하는 데 필요한 함수율은 25~30%라고 발표한 바 있으나 본 연구의 microwave 휨가공에서는 30% 이상의 고함수율 범위가 적합한 것으로 나타났다.

또한 서어나무에서도 마찬가지로 목재함수율이 30%일 경우 최소곡률반경이 80mm로서 기건재의 200mm(蘇元澤, 1997)보다 현저하게 감소하였으며 함수율 40%일 때 60mm로 감소하고 함수율 50% 및 그 이상의 생재에서는 40mm까지 곡목이 감소됨으로써 서어나무 역시 microwave가열에 의한 곡목제조시 목재내 함유수분이 곡목의 연화정도에 매우 큰 영향을 미치고 있으며 소재의 함수율이 증가할수록 곡목의 최소곡률반경도 감소하는 경향을 보이고 있다.

함수율별로는 두수종 모두 50%까지는 대체로 함수율이 증가할수록 최소곡률반경이 감소하나 50% 이상에서는 더이상 곡률변화가 없이 일정하게 고정되는 경향으로 볼때 목재내 함유수분이 microwave휨가공성에 영향하는 함수율 最大基點은 50%임을 알 수 있었다.

증자휨가공에 의한 연구결과(蘇元澤, 1995, 1997)는 아까시나무와 서어나무 모두 氣乾材를 사용하는 것이 生材보다 다소 유리한 것으로 나타났다 이때의 최소곡률반경은 40mm로 휨가공성이 매우 우수한 樹種에 포함되고 있으며 microwave휨가공에 의한 곡목제조에서는 아까시나무와 서어나무 공히 기건재를 사용할 경우 표면수분 증발로 인한 硬直化 현상으로 최소곡률반경이 150~200mm에 불과하여 휨가공성이 매우 불량한 것으로 나타났다. 이와같이 microwave 휨가공에서 발생하는 건조곡목의 함수율 감소문제는 Jorgensen(1965)의 연구에서 고압증기처리재는 상압증기와 달리 목재수분의 확산손실로 건조상태가 되어 오히려 휨가공성이 떨어진다는 내용과 매우 흡사한 결과라고 할 수 있다. 그러나 본 연구결과, microwave 휨가공에서도 함수율 50%이상의 생재를 사용할 경우에는 아까시나무 최소곡률반경 60mm, 서어나무 40mm까지 휨가공이 가능함으로써 두수종간 약간의 차이는 있으나 거의 증자법에 상당하는 우수한 휨가공특성을 보이고 있다.

이는 재래의 증자법에서 휨가공전 목재를 연화하는 데 대략 20분 이상 소요되는 데 비해 본 연구의 microwave 곡목법에서는 1분 밖에 소요되

**Table 1.** The minimum radius of curvature of solid-wood bending processing for black locust and hornbeam wood by microwave-heating

| Species      | Average of M.C.(%) | Minimum R.O.C(mm) |
|--------------|--------------------|-------------------|
| Black locust | 30                 | 100               |
|              | 40                 | 100               |
|              | 50                 | 60                |
|              | >60                | 60                |
| Hornbeam     | 30                 | 80                |
|              | 40                 | 60                |
|              | 50                 | 40                |
|              | >60                | 40                |

Note : R.O.C. = radius of curvature

지 않기 때문에 곡목 生産性 향상의 측면에서 매우 유리하며 특히 microwave 곡목법에서는 함수율이 높은 생재상태의 소재를 사용할 수 있기 때문에 일반적인 목제품 제조시 필수적으로 선행되어지는 건조공정을 생략할 수 있다는 이점이 있어서 생산성 提高와 함께 목재의 이용도 增進이라는 측면에서 매우 유익하다고 평가할 수 있다.

2. 曲木의 復元率

아까시나무 곡목의 경우 Fig. 1과 같이 蒸氣 가열과 microwave가열 모두 클램프 해제후 1일 경과시 각각 0.8%, 0.3%에서 시간이 경과할수록 서서히 복원정도가 증가하여 대략 20-25일 후부터 안정되는 양상을 나타냈다. 가열처리별 최대복원률도 각각 5.2%, 5.1%로서 거의 차이가 없으며 따라서 아까시나무는 자연방치시 곡률반경의 복원정도가 비교적 낮은 양호한 휨가공재료임을 알 수 있었다.

마찬가지로 서어나무 곡목도 증기가열과 microwave가열 모두 클램프 解體後 5일까지는 시간이 경과할수록 급격히 복원정도가 증가하며 그 이후부터는 경과시간에 따라 복원 또는 逆復元 상태가 반복되면서 전체적으로 복원률이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 가열처리별 최대복원률은 증자시 10.7%, microwave가열시 12.6%로서 microwave가열 곡목의 복원정도가 약간 심한 것

으로 측정되었으나, 실용상 有意의인 차이로 인정할 정도는 아니며 그보다는 아까시나무에 비해 2배이상의 복원률을 보이므로서 곡목의 복원정도가 심한 수종이라는 점이 곡목이용재료로서 다소 불리하다고 할 수 있다.

이러한 곡목의 곡률복원이 방치상태에서 대기 중의 수분흡수에 따른 곡목의 함수율변화와 관련가능성을 구명하고자 곡목의 함수율 변화를 측정하였으며 그 결과를 표시하면 Fig. 2와 같다.

먼저 아까시나무는 加熱媒體에 관계없이 시간이 경과할수록 吸濕에 의한 함수율이 증가하고 있으며 대략 20일을 기점으로 흡습과 탈습이 교차되는 것으로 보아 氣乾平衡狀態에 이르고 있으며 이때부터 곡목의 복원률이 안정되는 것으로 볼때 곡목의 함수율증가가 곡률복원을 일으키는 요인임을 알 수 있었다. 또한 서어나무에서도 곡목의 함수율이 후건조 곡목의 클램프 解體後 5일까지 급격히 함수율이 증가함에 따라 복원률도 급격히 증가하였으며 5일 이후부터 곡목이 기건 평형상태에 이르게되고 복원률 역시 안정적 변화를 보이는 것으로 보아 곡목의 곡률변화 즉 복원률은 그 목재의 함수율 증가에 직접적으로 관련되며 따라서 곡목의 복원성은 그 소재의 흡습성과 밀접한 상관관계를 가지고 있다고 판단된다.

이는 Sadoh(1980)가 목재를 變形固定하여 乾濕의 反復을 행하면 건조시에 應力이 緩和, 消失되

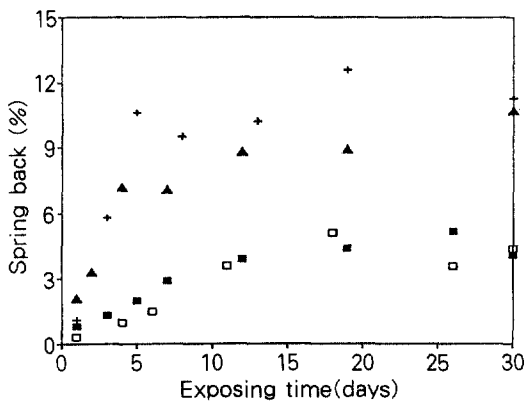


Fig. 1. Change in spring back of black locust and hornbeam bent-wood by exposing time.

Legend

- : steam bent-wood of black locust
- : microwave bent-wood of black locust
- ▲ : steam bent-wood of hornbeam
- ⊕ : microwave bent-wood of hornbeam

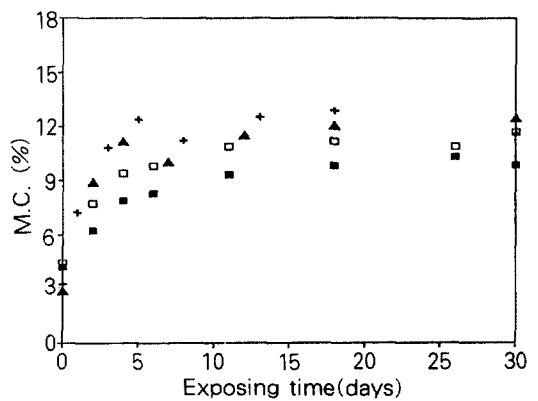


Fig. 2. Change in moisture content of black locust and hornbeam bent-wood by exposing time.

Legend

- : steam bent-wood of black locust
- : microwave bent-wood of black locust
- ▲ : steam bent-wood of hornbeam
- ⊕ : microwave bent-wood of hornbeam

고 흡습시에 응력이 발생하여 변형이 회복된다고 주장한 내용과 일치하며, 아까시나무와 서어나무의 흡습성 정도는 5일 경과시 각각 3.9~5.2%, 8.4~8.6% 함수율이 증가하는 것으로 볼 때, 서어나무의 흡습성이 매우 높고 그만큼 曲率回復도 심한 것으로 나타났다.

이러한 본 연구의 결과로 미루어 볼 때 수종간 복원정도의 차이는 있으나 아까시나무와 서어나무 공히 곡목제조후 自然復元을 방지할 수 있도록 방수처리 또는 치수안정처리 등 후처리를 실시한다거나, 해압후 바로 다른 構造物의 部材에 附着固定시킴으로써 곡률변화의 시간적 여유를 제거할 필요가 있다. 다만 해압후 24시간까지는 復元率이 대략 2%이내의 미약한 정도이므로 늦어도 곡목제조후 24시간을 초과하지 않는 범위에서 後加工이 연결되어야 할 것이다.

3. 曲木의 強度的 性質

아까시나무와 서어나무의 microwave가열 곡목의 휨강도를 荷重方向별로 조사한 결과는 Table 2와 같다.

무처리 통직재를 對照區로한 아까시나무의 휨강도는 1,774kg/cm<sup>2</sup>이며 곡률반경 100mm로 휨가공한 곡목의 휨강도는 하중면이 곡목의 內側일 경우 1,422kg/cm<sup>2</sup>, 외측일 경우 1,244kg/cm<sup>2</sup>로서 내측일때 보다 높은 휨강도를 나타내며 하중방향에 관계없이 곡목의 휨강도는 통직재보다 휨강도가 약하게 나타났다. 이는 Wangaard(1952)가 발표한 작은 곡률반경으로 휨 증자재는 통직재보다 휨강도가 감소한다는 내용과 일치하고 있다. 그러나 서어나무는 통직재일 때의 1,251kg/cm<sup>2</sup>에

비해 하중면이 내측일 경우는 999kg/cm<sup>2</sup>로서 아까시나무와 마찬가지로 곡목의 휨강도가 감소되었으나 하중면이 외측일 때는 1,358kg/cm<sup>2</sup>로서 오히려 통직재보다 높은 휨강도를 나타냈으며 하중방향별 차이도 매우 심하게 나타났다.

蘇元澤(1986)의 상수리나무와 소나무의 증자처리 곡목의 연구에서 하중방향을 곡목의 凹面으로 했을 때 휨강도와 衝擊強度의 감소가 매우 크게 나타났으며, Wangaard(1952)는 동일 함수조건에서 재두께가 작고 外側으로 갈수록 곡목의 彈性係數는 증가하나 壓縮強度는 항상 실제적으로 감소한다고 발표한 바 있다.

본 연구에서는 곡목의 휨강도에 미치는 荷重方向의 영향이 수종별로 다르게 나타나고 對照區인 通直材와의 비교에서도 일정한 경향을 찾을 수 없었던 바 그 원인을 구명하기에는 본 실험의 범위가 제한되어 있어서 판단하기 어려우며 다만 수중에 따라 곡목의 강도적 성질이 측정방법에 따라 다르게 작용할 수 있다는 사실을 알 수 있었다.

結 論

아까시나무(*Robinia pseudo-acacia* L.)와 서어나무(*Carpinus laxiflora* Bl.)는 材質이 견고하고 美觀한 색상을 가지고 있어서 국산 활엽수자원으로 충분히 활용할 수 있는 材質을 지니고 있으며 전국적으로 이미 상당량의 林木蓄積을 보유하고 있다. 따라서 현재는 목재산업용 加工材料로서 거의 이용되고 있지 않은 실정이나 앞으로 곡목가구분야 등에 활용될 수 있는 未活用 國產資源이라고 생각한다.

본 연구에서는 수입외재의 국산재대체를 위해 전국토에 널리 분포되어있는 아까시나무와 서어나무를 대상으로 曲木家具로서의 용도개발가능성을 구명하기 위하여 2회에 걸쳐 증자가열 및 microwave가열처리에 의한 素材휨가공특성을 조사 발표한 바 있으며 本報에서는 휨가공전 목재 함수율에 변이를 두고 함수율 증가에 따른 휨가공특성의 변화를 구명함으로써 microwave곡목의 적용가능성을 타진하는 데 그 목적을 두고 연구를 실시하였으며 얻어진 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. microwave곡목제조시 목재함수율이 증가할수록 아까시나무와 서어나무 모두 最小曲率半徑

Table 2. Bending strength of black locust and hornbeam wood bent by microwave-heating

| Species      | Bending  | Loading direction | M.O.R. (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------|-------------------|------------------------------|
| Black locust | Bent     | C.C.S.            | 1,422                        |
|              | Bent     | C.V.S.            | 1,244                        |
|              | Non-bent | Control           | 1,774                        |
| Hornbeam     | Bent     | C.C.S.            | 999                          |
|              | Bent     | C.V.S.            | 1,358                        |
|              | Non-bent | Control           | 1,251                        |

Note : C.C.S. ; concave side,  
 C.V.S. convex side,  
 Control ; non-bent straight wood,  
 Span : 100mm

- 이 감소하므로써 휨가공성이 개선되었다.
2. microwave곡목제조시 아까시나무와 서어나무의 휨가공성에 영향을 미치는 목재의 임계함수율은 50%였다.
  3. microwave곡목법에 의한 아까시나무와 서어나무의 휨가공시 최소곡률반경은 함수율 50% 이상에서 각각 60mm와 40mm의 우수한 휨가공성을 나타냈다.
  4. 아까시나무와 서어나무 곡목의 復元현상은 증기가열 또는 microwave가열 모두 클램프 解體後 시간이 경과할수록 復元率이 증가하며 수종간 최대복원률은 각각 5.1~5.2%와 10.7~12.6%로서 아까시나무가 서어나무에 비해 自然放置時 곡률반경의 복원 정도가 낮은 양호한 휨가공 재료임을 알 수 있었다.

#### 引用 文 獻

1. 蘇元澤. 1985. 煮沸, 蒸煮 및 藥劑處理가 상수리나무와 소나무의 휨加工성에 미치는 影響. 木材工學 13(1) : 19-62.
2. 蘇元澤. 1986. 曲率半徑 및 荷重方向이 曲木의 機械的 性質에 미치는 影響. 全南大學校 論文集 31 : 11-16.
3. 蘇元澤·蔡正基. 1995. 國産材 曲木家具 製造를 위한 Microwave-heating System活用に 관한 研究(I) - Microwave-heating에 의한 아까시나무의 素材휨가공특성 -. 木材工學 23(3) : 73-81.
4. 蘇元澤. 1997. 國産材 曲木家具 製造를 위한 Microwave-heating System活用に 관한 研究(II) - Microwave-heating에 의한 서어나무의 素材휨가공특성 -. 木材工學 25(2) : 52-60.
5. 今村博之 外 5人. 1983. 木材利用の化學. 共立出版(株) : 284-293.
6. Hoadley, R.B. 1980. Understanding wood. A craftsman's guide to wood wood technology. The Taunton Press : 193-201.
7. Jorgensen, R.N. 1965. Furniture wood bending. Part I. An inquiry into the theory and practice of bending wood. Furniture Design & Manufacturing 37(12) : 60-62.
8. Sadoh, T. 1980. Timber drying, molded wood, and anomalous deflection of wooden beam - around the mechano-sorptive behavior of wood -. Wood Industry 35(10) : 15-20.
9. Saito, Y., K. Kitahara and K. Ishii, 1951. Experimental study of the wood bending. Wood Industry 6(1) : 12-17.
10. Wangaard, F.F. 1952. The steam-bending of beech. Beech utilization series No.3. USDA Forest Serv. Northeastern Technical Committee on the Utilization of Beech in Cooperation with Northeastern Forest Exp. Sta. : 1-24.
11. Working group on utilization of tropical woods. 1977. Properties of some Papua New Guinea woods relating with manufacturing process V. Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 295 : 175-220.