

淺談熱處理竹材之基本性質

◎林業試驗所森林利用組·黃國雄 (gshwang@tfri.gov.tw)

提高竹材使用年限需求

臺灣地區竹林資源豐富，民國五、六十年代政府積極推廣竹材加工區之設立與輔導，每年賺取巨額之外匯達十數億元，對農村經濟之發展助益良多。然而近二十年來，由於塑膠產品之替代與廉價竹製品之進口，使得國內竹材加工產業衰退，亦造成國內竹林逐漸荒蕪，竹林資源未善加經營與利用，殊為可惜。

近一、二十年來歐洲各國(如芬蘭、荷蘭、德國與法國)之研究單位與企業界積極研究開發熱處理木材，並已進行商業化生產多年，最近國內之企業亦透過產學合作之方式進行熱處理木材之研發，並已在國內開始商業化生產。熱處理木材之主要特徵為降低吸水性、增加尺寸安定性、提高耐蟻性與耐腐朽性、木材顏色加深、強度降低等。然而目前國內外有關熱處理竹材之試驗研究較少，市場上亦未見販售，為了提高竹材之使用年限與附加價值，進行熱處理竹材基本性質之探討，並期能有效利用國內日漸荒蕪之竹林資源。

試驗方法

試驗材料以國產孟宗竹為材料，測試項目有質量損失率、尺寸減少率、破壞強度與彈性係數、吸水膨脹率、熱處理竹材色差測試等，不同測試項目方法如下：

一、質量損失率與尺寸減少率

孟宗竹鋸製成厚度6公釐、寬度2.5公分、長度16公分之試片，先將試片絕乾後，於不

同溫度與不同時間進行熱處理，於熱處理前後均於絕乾狀態下秤取質量、量測弦向(寬度)與徑向(厚度)之尺寸，計算熱處理竹材之質量損失率、弦向與徑向等尺寸減少率。

二、破壞強度與彈性係數

參照CNS 454木材靜曲試驗法，將熱處理竹材試片進行試驗並計算破壞強度與彈性係數。

三、吸水膨脹率

將熱處理竹材鋸製成長度4公分之試片，經絕乾後量測弦向與徑向之尺寸，再浸於室溫之水中約1星期飽水後，量測弦向與徑向之尺寸與計算其吸水膨脹率。

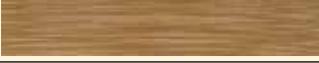
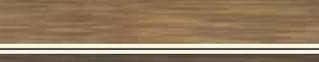
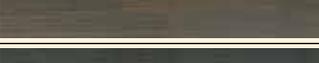
四、材色測試

熱處理竹材材色測試係參照1976年國際照明委員會CIE標準色度學理論，採用分光測儀，對熱處理竹材的材色進行定量測定，其主要物理參數為明度、紅綠軸色度指數與黃藍軸色度指數，並與未處理竹材進行比較，計算出熱處理竹材與未處理竹材的色差值。

熱處理竹材之基本性質

竹材經不同溫度與時間熱處理後之顏色變化如表1所示，表1顯示熱處理竹材隨處理溫度之增高與處理時間之增長，其顏色明顯加深，如處理溫度180℃、處理時間8小時之顏色與處理溫度200℃、處理時間2小時者相近，色差試驗之結果亦顯示熱處理竹材之色差值隨處理溫度之增高與處理時間之增長而增大。

表1 熱處理竹材之材色與色差值

| 處理條件 | | 材色 | 色差值 |
|-------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 未處理 | |  | 0 |
| 160°C | 4h |  | 2.70 |
| | 8h |  | 7.45 |
| | 12h |  | 12.38 |
| 180°C | 2h |  | 13.28 |
| | 4h |  | 18.98 |
| | 8h |  | 25.12 |
| 200°C | 2h |  | 24.44 |
| | 4h |  | 32.36 |
| | 8h |  | 36.64 |
| 220°C | 1h |  | 31.07 |
| | 2h |  | 35.98 |
| | 4h |  | 39.40 |

由表2得知熱處理竹材之質量損失率隨處理溫度之增高與處理時間之增長而明顯增加，顯示竹材中之組成成分產生熱分解，其中處理溫度200°C、處理時間4小時之質量損失率為8.27%，與處理溫度220°C、處理時間1小時者之8.26%相近。熱處理竹材弦向與徑向尺寸減少率亦隨處理溫度之增高與處理時間之增長而增加。其中處理溫度160°C之尺寸減少率受處理時間增長之影響較不明顯，當處理溫度之增加時，其尺寸減少率受處理時間增長之影響則較明顯。

由表3得知熱處理竹材吸水後之弦向與徑向膨脹率受熱處理溫度與時間之影響明顯，即同一熱處理溫度下，處理時間較長者之膨脹率較小，在同一熱處理時間下，處理溫度

較高者之膨脹率較小，同一熱處理溫度與同一熱處理時間下，弦向膨脹率均較徑向膨脹率明顯減小。

由表4熱處理竹材靜曲強度試驗結果得知其破壞強度隨處理溫度之增高與處理時間之增長而明顯降低，即同一熱處理溫度下，處理時間較長者之破壞強度較小，同一熱處理時間下，處理溫度較高者之破壞強度較小，而彈性係數受處理溫度增高與處理時間增長之影響較不明顯。

結論與建議

本試驗探討熱處理條件對竹材物理性質與強度性質之影響，由試驗結果得知熱處理竹材對吸水後之尺寸安定性具有正面之效

表2 熱處理竹材之質量損失率與尺寸減少率

| 處理溫度(°C) | 處理時間(h) | 質量損失率(%) | 弦向減少率(%) | 徑向減少率(%) |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| 160 | 4 | 1.58 | 0.40 | 0.55 |
| | 8 | 1.96 | 0.40 | 0.70 |
| | 12 | 2.29 | 0.43 | 0.71 |
| 180 | 2 | 2.03 | 0.75 | 0.58 |
| | 4 | 3.34 | 1.24 | 0.64 |
| | 8 | 5.09 | 1.33 | 1.29 |
| 200 | 2 | 4.28 | 0.94 | 0.67 |
| | 4 | 8.27 | 2.05 | 1.13 |
| | 8 | 13.24 | 3.87 | 3.03 |
| 220 | 1 | 8.26 | 1.21 | 0.40 |
| | 2 | 11.95 | 2.64 | 2.05 |
| | 4 | 17.18 | 4.27 | 4.38 |

表3 熱處理竹材之吸水膨脹率

| 處理溫度(°C) | 處理時間(h) | 弦向膨脹率(%) | 徑向膨脹率(%) |
|----------|---------|----------|----------|
| 160 | 4 | 6.79 | 10.15 |
| | 8 | 5.98 | 7.26 |
| | 12 | 5.40 | 7.06 |
| 180 | 2 | 5.55 | 6.56 |
| | 4 | 5.51 | 6.48 |
| | 8 | 4.72 | 6.29 |
| 200 | 2 | 5.02 | 6.55 |
| | 4 | 3.91 | 6.12 |
| | 8 | 3.31 | 5.51 |
| 220 | 1 | 3.27 | 5.29 |
| | 2 | 2.82 | 4.52 |
| | 4 | 2.81 | 4.31 |

表4 熱處理竹材之破壞強度與彈性係數

| 處理溫度(°C) | 處理時間(h) | 破壞強度(kgf/cm ²) | 彈性係數(kgf/cm ²) |
|----------|---------|----------------------------|----------------------------|
| 160 | 4 | 1687 | 1.39 × 10 ⁵ |
| | 8 | 1502 | 1.34 × 10 ⁵ |
| | 12 | 1436 | 1.33 × 10 ⁵ |
| 180 | 2 | 1515 | 1.32 × 10 ⁵ |
| | 4 | 1157 | 1.31 × 10 ⁵ |
| | 8 | 1044 | 1.29 × 10 ⁵ |
| 200 | 2 | 1459 | 1.37 × 10 ⁵ |
| | 4 | 1022 | 1.35 × 10 ⁵ |
| | 8 | 967 | 1.34 × 10 ⁵ |
| 220 | 1 | 1060 | 1.30 × 10 ⁵ |
| | 2 | 954 | 1.28 × 10 ⁵ |
| | 4 | 701 | 1.17 × 10 ⁵ |
| 未處理 | 0 | 1781 | 1.37 × 10 ⁵ |

果，但其負面效果為強度降低與材色加深，因此熱處理竹材不宜採用過高之溫度與過長之時間，建議處理溫度以180~200°C，處理時間以2至4小時為宜，同時熱處理竹材應以產

品特性與用途為導向，選擇最適化之熱處理條件。為了達到有效利用國內竹林資源之目的，今後對熱處理竹材之加工性能與推廣利用等，應更進一步探討與努力。⊗