

# 日本の木材切削技術動向

## Trend of Wood Cutting and Machining in Japanese Industry

日本木材加工技術協会長 林 大九郎  
東京農業大學 教授 Hayashi, D.

日本の切削加工技術の展望으로서 東京農業大學 野口昌己 教授が「木材工業」35巻 12號(1980)の“80年代の木材工業展望”特集に 1972年以後の研究動向の特徴を 잘 整理하였으므로 이를 同教授의 許可를 얻어 이번 심포지움에 日本의 木材切削技術動向의 資料로서 提出하여 參考코자 한다.

이 展望에 引用되고 있는 文献에 이어서 木材學會誌, 木材工業 등에 記載된 論文에 對해서는 以下 略述한다.

### 〔木材學會誌〕

- 1) 喜多山ほか：26, 726 (1980)  
空轉丸の：こから發生する騒音
- 2) 田中ほか：26, 732 (1980)  
手押かんな盤の刃物形状と騒音
- 3) 新刊ほか：26, 773(1980)  
レーザー加工切断付の材料表面温度
- 4) 杉山ほか：26, 783 (1980)  
裏刃をつけた工具ひによる平削り
- 5) 木材ほか：26, 790 (1980)  
丸のこへのローウ腰入れ
- 6) 池際ほか：27, 14 (1981)  
半無響的測定室での騒音
- 7) 池際ほか：27, 22 (1981)  
上記で反射性床面をつけた場合
- 8) 井上ほか：27, 25 (1981)  
三次元切削のバイアス角と刃先磨耗
- 9) 池際ほか：27, 71 (1981)  
準残響室における騒音測定
- 10) 小松：27, 79 (1981)

- ウォータージェット噴射條件と切断梁さ
- 11) 小松：27, 179 (1981)  
ジェット液による濡れ
  - 12) 林(和)ほか：27, 185 (1981)  
ねじれ刃による周刃フライス
  - 13) 野口ほか：27, 191 (1981)  
走査電頭によるトフサ研磨觀察
  - 14) 雨宮ほか：27, 290 (1981)  
ばらあエリのと歯と切削抵抗
  - 15) 山下：27, 566 (1981)  
平かんなの水平刃口距離と逆目ぼれ
  - 16) 吉松ほか：27, 572 (1981)  
NCルータ加工の適正條件
  - 17) 番匠谷ほか：27, 640 (1981)  
穴あけの工具材種と被削材の影響
  - 20) 概地ほか：27, 795 (1981)  
正面フライスの外周切れ刃
  - 21) 杉山ほか：27, 863 (1981)  
平削りの切削速度の影響
  - 22) 雨宮ほか：28, 31 (1982)  
振りわけあエリのと歯の抵抗
  - 23) 渡辺ほか：28, 225 (1982)  
丸のこ身の固有振動の變化
  - 24) 喜多山ほか：28, 260 (1982)  
騒者の変動性と光の評価
  - 25) 尾崎ほか：28, 284 (1982)  
三次元切削における切削力
  - 26) 喜多山ほか：28, 307 (1982)  
丸のこ盤の騒音防止と安全化

〔木材工業〕

- 27) 野日ほか：35, 15 (1980)  
手かんは刃の裏押し
- 28) 星：35, 19 (1980)  
生材のフィンガ加工, 切削面粗
- 29) 星：36, 19 (1981)  
全上, スカーフ面粗
- 30) 杉原ほか：36, 167 (1981)  
帯のことのこ車の接触圧
- 31) 小林ほか：36, 173 (1981)  
刃物の切れ殊試験
- 32) 吉松ほか：36, 224 (1981)  
市販たばの寸法精度
- 33) 星：37, 127 (1981)  
丸太のたてつき,
- 34) 杉山：37, 175 (1982)  
単抜切削と切削速度
- 35) 杉原ほか：37, 277 (1982)  
帯のこ後退防止策
- 36) 小西：37, 328 (1982)  
小径木の水压剥皮

〔材 料〕

- 37) 福井：30, 646 (1981)  
工員切れ刃の磨耗現象
- 38) 野口ほか：30, 679 (1981)  
トクサの木材研磨作用

會員에게 配布되는 月刊의 機關誌만으로 其他 大學 研究機關의 研究報告는 割愛했지만 野口教授의 展望과 合선다면 日本의 研究動向은 把握할 수 있다 고 生覺한다.

또 筆者는 工具의 磨耗의 鈍化에 對해서 興味를 가지고 있으므로 木材學會誌에 發表한 內容, 「二次元 切削에 對한 磨耗에 依한 背分力의 變化와 刃先 날끝 後退量 [24, 85 (1978)] 및 磨耗에 의한 糸 切值, 「U型細胞切斷率 및 날끝 形狀變化에 對해서」 [24, 802(1978)]는 別冊을 添付해서 發表 資料로 쓰고자 한다.

製材・木工

野口昌己(東京農業大學)

日本에서 木材切削에 對한 研究가 始作되면서 부터 1963 年에 이르기까지의 發展過程은 林 大九郎 教授(東京農業大學)가 本誌 200 號에, 이어 계속하여 8 年間 1981 年까지의 經過는 森稔教授(九州大學)가 本誌 300 號에 詳述하였다. 本稿에서는 1972 年 以後의 研究動向의 特徵을, 發刊된 論文을 參照 하면서 最後 이 分野에 對한 期待를 쓰려고 한다.

1. 研究逐行을 為한 有力한 手段

오늘날 팔목할 만한 것은 機器를 驅使해서 活潑한 研究活動이 擴大되고 있다는 것이다. 먼저 모-타드라이브, 카메라나 스트로보를 使用해 撮影된 切削現象이 高速度카메라를 써서 보다 確實하게 그 實體가 박혀진 것을 指滴하고 싶다. 例를들면 单板切削에 對한 裏割의 進行을 格子法에 依한 變形 分布의 問題<sup>1)</sup> 振動切削에 있어서 臨界切削速度보다 低速度에서 돌림은 工具刃裏面에서 離脫하고 同速度以上에서는 離脫하지 않는 것을 確認한 것<sup>2)</sup> 帶鋸의 送林方向의 變位는 帶鋸自體의 解的變位에, 回轉에 依한 高周波成分이 重疊하는 形態를 취하고 特히 이 이음매 部分의 完成精度의 影響이 크다는 것을 發見하였다는 것<sup>3)</sup> 등이다. 高速度카메라의 最高撮影스피드는 現在 每秒 3 萬 또는 5 萬 画面이 지나간다고 한다. 遺憾스러운 것은 本人이 아는 바로는 照明이 이에 따르지 못하기 때문인 것 같다. 다른 角度에서 보면 高速 촬영을 可能케 할 수 있는 필름의 入手가 없되는 것이 애석한 일이다.

從來 電子顯微鏡은 主로 木材組織學의 分野에서 쓰고 있었으나 走査電子顯微鏡이 普及됨에 따라 그 焦點深度가 크다는 長點을 利用해서 切削工具의 磨耗을 立體的인 視點에서 追跡하는 것이 可能하게 되어 다음과 같은 報告가 있다. 即 單一軸소로 파티클 보드를 切削했을 때 날끝의 磨耗經過<sup>4)</sup>, 平切削의 工具磨耗 및 鈍化<sup>5)</sup> 프레이스 切削時 날끝 磨耗<sup>6)</sup>, 파티클보드 切削時의 돌림의 磨耗<sup>7)</sup> 등이다.

새는 컴퓨터 時代로서 컴퓨터의 利用이 活潑하여 지면서 木材切削의 分野에도 數值計算이 導入되게 되어 解析的인 研究가 눈에 띄게 많아졌다. 切削工具를 發熱領域등의 數個의 領域으로 區分하고 다시 各 領域을 몇개의 格子로 分離해서 各 格子點에 對해서 差分方程式을 만들어 工具의 溫度分布를 解析한 것<sup>8)</sup> 二次元切削을 彈性床에 있어서의 半無限梁의 힘으로 보고 다시 木材를 均質異方性體로 假定한 主分力과 背分力의 計算式의 檢討<sup>9-12)</sup> 같은 방법,

이와같은 縱切削으로 纖維垂直應力과 實測值와의 比較<sup>18)</sup>, 單板切削에 의한 被削材上의 應力分布의 有限要素法에 의한 數值解析<sup>19)-21)</sup>, roll tension에 의한 層間層의 塑性變形量을 그와 同一인 變形을 주는 效果를 갖는다고 생각되는 軸對稱의 溫度分布函數로 置換하여 平面彈性問題로한 殘留應力の 解析<sup>19)-22)</sup>, 振動切削에 關連해서 靜摩擦係數가 振動的인 存在로 低下하는 現象의 一次元 및 三次元의 振動下에 있어서의 檢討<sup>20)-24)</sup>, 被削材의 振動에 起因하는 音壓水準의 計算式의 誘導와 그 方式에 의해서 求한 理論值와 實測值와의 比較<sup>25)</sup>, 木材의 레이저加工(次章에서 말함)에 의한 溫度分布와 三次元物體의 熱傳導方式에 의한 數值解<sup>26)</sup> 등이다. 將來에는 數值計算에 의한 研究가 더욱 增加될 것이나 複雜한 木材의 性質을 어디까지 數量化하여 取扱하느냐, 다시 計算에 便利하도록 假定한 事項과 眞實과의 差를 어느 정도까지 壓縮시키느냐 하는 問題는 아직 많다.

## 2. 새로운 加工技術

木下直治 教授(職業訓練大學校)를 先驅者로 하여 60年代 後半에 基礎를 닦고, 70年代에 開發되어 다시 實用化의 檢討로 들어가고 있는 振動切削, water jet 加工, 레이저加工 등의 세가지는 오늘날의 特色있는 木材加工法이다.

振動을 주지 않는 一般의인 切削과 振動切削을 比較할 때 後者의 利點은 切削抵抗의 減少<sup>27)-30)</sup>, 工具摩耗의 抑制<sup>31)</sup>, 工具와 加工物과의 사이의 振動摩擦의 減少<sup>32)</sup>, 加工積度の 向上<sup>33)</sup>, 切開促進效果<sup>34)-35)</sup> 등이라고 할 수 있다. 以上은 주로 平削일 때 效果가 있으나 거의 같은 效果가 로터加工<sup>36)</sup>, 旋削<sup>37)</sup> 穿孔加工<sup>38)-39)</sup>, 등에도 인정되며 또 研摩紙에 強制振動을 주면 研摩率의 向上과 눈매음 防止의 效果가 있다.<sup>40)-42)</sup>, 振動切削을 實際로 利用할 때 우선 問題가 되는 것은 切削速度이다. 振動이 效果적으로 作用하는 것은 切削速度가 臨界切削速度를 下回할 때에 限한다. 振動數 20KHz, 振幅 40 $\mu$ m의 超音波振動切削의 臨界切削速度(2 $\pi$ af)는 約 5 m/抄이며 現在의 木材切削機의 實用切削速度와 比較하면 尙尙한 低速이다. 한편 經濟的으로 加振裝置의 費用 및 에너지 效率은 上述한 生産性を 考慮해서 判斷되지만 코스트 增加가 裝設의 品質向上으로 補充되느냐가 分岐點이 될 것이다. 振動切削의 實用比를 指向해서 全國木工機械工業會가 木下 教授와 林 教授를

中心으로 組織한 振動切削委員會의 研究成果로 單板切削用 나이프의 超音波加振裝置 및 超音波를 利用한 木材單板切削裝置의 特許를 받게 된 것은 1977年이었다.

Water jet 에 의한 木材加工은 強力한 水鉄砲에 比하는 사람도 있는데, 口徑 0.1~0.2 mm의 노즐에서 秒速 1,000 m前後의 液體를 噴射시켜서 木材를 破壞(切斷·穿孔)한다.<sup>43)</sup> 木材切削에 water jet 을 使用할 때 power密度는 10<sup>8</sup> W/cm<sup>2</sup> 이며 에너지 效率은 높다고는 할 수 없으나 非接觸加工이어서 工具摩耗가 적고 湯탕의 排出이 적으며 小口徑 노즐을 使用하면 加工面고르기를 적게 할 수 있는 등의 利點이 있다. 缺點으로서 加工物을 적시는 것, 切斷面이 밑으로 넓어지는 것 등은 물의 表面張力이 原因이므로 水溶性포리마(폴리에치렌옥사이드)를 0.2% 程度 添加하면 크게 改善된다.<sup>44)-45)</sup>

Water jet 의 實用化에 대해서 加工能率과 加工精度에 目的을 둔 檢討도 하고 있다.<sup>46)</sup>

1960年에 發見된 레이저(少年時代에 즐겨 읽던 科學小說에 登場하는 殺人光線과 너무나 유사하다는 데 놀람)을 使用해서 木材를 태워서 자르는 研究도 적지 않게 해왔다. 木材加工用으로서는 炭酸가스 레이저가 普通이며 合板의 切斷,<sup>47)</sup> 加工面 고르기와 加工能率에 미치는 木材의 密度와 含水率의 影響<sup>48)</sup> 레이저 加工에 의한 熱劣化部分의 狀態에 미치는 에너지 power密度와 照射時間의 影響<sup>49)</sup> 레이저加工時의 熱分解 및 熱劣화에 의한 木材内部의 蠕動,<sup>50)</sup> 레이저加工時의 木材内部溫度의 推定<sup>51)</sup> 등의 研究가 進行되고 實用化에의 段階로서 레이저에 의한 板材의 最適加工<sup>52)</sup>이 檢討되었다. 레이저切斷의 長點은 湯탕이 나오지 않는 것, 複雜한 形狀의 自由로운 切斷可能, 切削面이 平滑하고 工具摩耗가 적어 騒音이 거의 發生하지 않는다는 점 등이다. 短點은 코스트를 考慮하지 않는다면 加工效率이 낮다는 것들을 들 수 있으며 또 木材가 他材와 比較해서 不利한 點은 切斷中에 타는 수가 있으나 炭素나 아르곤을 도포함으로써 거의 解消시킬 수 있다. 또 water jet 및 레이저加工에 共通된 弱點은 加工物의 무게가 甚히 制限된다는 것이다. 이 難點이 除去될 때에는 木材價格이 現在에 比해서 크게 높아질 것으로 推定되므로 이들의 非接觸木材切斷加工法의 用途는 日시에 넓어질 것이나 果然 80年代에 이것이 實現될지는 의문이다.

### 3. 關心이 集中된 테마

前期에 比해서 飛躍的으로 增加된 研究는 多少 있으나 騒音에 關한 것이 가장 많다. 日本에서는 小野寺重男氏(北海道立林産試験場)의 遮音材料에 關한 報告(1957年)가 騒音研究의 最初라고 볼 수 있는데 以後 60年代 後半에 이르기까지는 報告가 없었다. (木工機械 No 64, 65) 많은 研究者가 各種 木材加工 機械를 對象으로 해서 騒音問題에 差手한 것은 公害防止 및 作業環境의 改善이라는 時流를 잘 反映시켜주고 있다. 前期부터 계속된 것은 手押式대패機이나 프레이스機의 振動과 騒音에 關한 것과 테이블의 振動擧動,<sup>52)</sup> 騒音레벨 上昇의 原因,<sup>53)</sup> 刃口幅의 影響,<sup>54)</sup> 과 包圍 效果,<sup>55)</sup> router bit의 spiral化에 의한 騒音減滅<sup>56)</sup> 등이 있다. 둥근톱에 關해서는 slit의 騒音減少效果,<sup>57)</sup> 가코만渦의 影響<sup>58)</sup> 과 그의 消去對策<sup>59)</sup> 특히 마이너스 齒喉角을 가진 齒型(橫切用)으로서 發生되는 金屬音을 消滅시키기 爲한 條件,<sup>60)</sup> 空轉時의 騒音減少效果,<sup>61)</sup> 또 톨파에 對해서도 騒音發生狀態 및 減音對策,<sup>62)</sup> 63) 이 檢討되었다. 以上은 機械 工具 등의 改良에 의하여 騒音의 power level을 減少하려고 하는 것인데 機械自體를 둘러싸는 防音 hood의 研究도 帶鋸機<sup>64)</sup>와 丸鋸機<sup>65)</sup>를 使用해서 進行시켰다. 前者에서는 作業能率의 低下는 檢討되지 않았으나 10phone 程度의 減音은 困難하지 않은것 같다고 하는 結論을 얻었으며 後者에 있어서는 作業性의 向上을 爲한 防音 hood의 設計思考方式을 檢討하고 있다. 한편 室内騒音場의 特性으로서 定在波가 發生하는데 이는 特히 音源의 低周波成分에 의해서 일어난다는 것이 明白하게 되었다.<sup>66)</sup>

다음은 LVL(單板積層材)을 들 수 있다. 캐나다의 林産試驗場에서 LVL을 開發하여 이미 30년 가까이 되었으나 日本에서 LVL이 注目を 끌게 된 것은 70年代에 들어가서이다.

關心이 高漲됨에 따라 厚單板切削에 關한 研究結果가 계속해서 發表되었다. 슬라이사에 의한 낙엽송의 切削에 關하여, 1~13mm 單板의 裏割率과 煮沸條件의 關係<sup>67)</sup>와 10~16mm 單板의 品質(두께결함, 切削割裂, 面거칠음, 幅歪짐, 灣曲, 뒤들림)에 미치는 煮沸溫度의 影響<sup>68)</sup> 등 낙엽송 및 레드게일티의 13mm 單板의 上記品質에 미치는 刃物의 슬라이드 距離와 후릿치 附着角의 影響<sup>69)</sup>이 報告되었고 다시 프레이스機에 의한 마칸바의 6mm 單板切削에 대하여 3種의 프렛 사바(샤프바, 샤프바 先端

에 랜드를 부착한 노즈바, 로라바)의 나이프 및 바의 負荷<sup>70)</sup>와 單板品質에 미치는 影響<sup>71)</sup>도 檢討되었으나 厚單板切削의 最適條件은 아직 確立되지 않았다.

LVL用 單板切削에 있어서 가장 重要한 것은 裏割率을 低下시키는 것이다. 現在 베니아레이스에서는 30~80%, 슬라이사에서는 30~40%의 裏割率이 普通이나 이 裏割裂은 LVL의 強度및 外觀에 惡影響을 주게되므로 80年代末에는 20%를 目標로 하였다.

時流에 使乘한다기 보다는 前期에 比해서 더욱 強하게 要請되는 것이 間伐(小徑)木의 製品化이다. 戰後 長野縣이나 北海道를 中心해서 大量으로 植栽된 낙엽송이 間伐期에 達하고 北海道만해도 年伐量이 200萬 $m^3$ 이라고 한다. 한편 擴大造林의 強調과 더불어 植栽된 삼나무 편백등이 第1回間伐期에 到達한 現在 間伐을 必要로 하는 林分은 面積으로 270萬 ha에 達하여 年間 500萬 $m^3$ 乃至 600萬 $m^3$ 가 되는 間伐木이 代採되어야만 하는데 間伐林의 需要는 減退되고 있는 反面 間伐코스트는 上昇하므로 間伐의 實行은 豫定計連面積의 10~20%에 不過하다. 小徑木의 有效利用이라는 問題에 對하여 北海道立林産試驗場에서 広範한 研究가 展開되어 왔다. 낙엽송의 製材收率,<sup>72)-74)</sup> 品質,<sup>75)-80)</sup> 能率<sup>81)-82)</sup> 등에 關한 報告外에 낙엽송의 單板切削<sup>83)-84)</sup>에 對하여 適正加工條件을 檢討한 것도 있다. 이들 研究는 모두 從來의 丸鋸機, 帶鋸機, 투인(twin)丸鋸機, 베니아레이스용 加工利用機械를 使用한 데 對하여 프레이스加工으로 小徑木에서 角材를 얻는 同時에 背板部分은 直接鋸化하는 方式도 講究하였다.<sup>85)-87)</sup>

또 製材收率에 있어서 computer simulation으로 角材를 製材時 直徑 30cm 以下の 中小徑木에서의 收率은 낮으므로 製材方法에 注意할 것을 指適하고 있다.<sup>88)</sup>

이와같이 各方面에서 間伐小徑木의 有效利用에 集中하고 있으나 決定的인 方法은 開發되지 않고 있다. 間伐小徑木의 用途로서 맥크제어라든가 簡易家具의 種類도 發表되고 있으나 무엇보다도 日本의 年間 木材生産量의 約 10%가되는 大量의 間伐材의 需要策으로서의 林野丹이 開發한 7×7 構造部材 또는 LVL用 厚單板등과 같은 構造材料로서의 利用에 依存할 수 밖에 없다.

물切削이나 슬라이사 切削으로 日本 林産界의 最重要課題라고 할 수 있는 間伐木의 利用에 寄與할 수

있는 機會가 온것 만은 確實하다.

近來 勞動安全에 對한 意識의 向上으로 日本全體의 勞動災害는 減少의 傾向에 있으나 木材加工機械에 의한 災害는 每年 約 2萬人으로서 減少되지 않고 있다고 한다. 機械메이카도 新製品의 開發에는 熱心이나 安全裝置의 考案 設置에는 매우 消極的이었다. 70年代 中半이 되면서 木材加工機械에 의한 勞動災害는 金屬 프레스를 제치고 災害件數 第1位를 차지하게 되었다. 따라서 勞動省에 委託하여 中央勞動災害防止協會는 木工機械災害防止對 總合委員會를 設置하고(1978年) 前後해서 通產省의 委託으로 全國木工機械工業會內에 木材加工機械安全 構造規格調查研究委員會가 設置되었다.

이 委員會도 下部에 專門委員을 두고 密度 높은 審議를 繼續하고 있다. 70年代末이 가까워지면서 數는 적지만 木工機械의 安全裝置에 關한 研究의 萌芽가 보이기 始作하였다. 加工物의 逆走防止爪가 그것인데 單一爪의 適正接觸角 및 길이를 決定하고<sup>93)</sup>~<sup>95)</sup> 또 複數의 爪를 對數線上에 配列하면 減速에 有 効함을 보였다.<sup>91)</sup>

WPC(木材·포리마複合材料)의 特性에 對해서의 研究는 以前부터 해왔으나 日本에서는 WPC의 切削에 對한 研究는 거의 볼 수 없었다. 70年代 前半 WPC의 平削으로 포리마의 種類 및 含有率과 切削面 거치름과의 關係,<sup>92)</sup> WPC의 適切한 加工條件,<sup>93)</sup> 톱날의 形狀切削抵抗, 摩擦係數등을 素材와 WPC에 對해서 比較하였다.<sup>94)</sup> 縱切削에 對한 이들의 研究에서 WPC의 切削面 거치름은 포리마 含有量의 增大와 함께 減少하고 素材보다 작다. 水平分力은 포리마 含有率 80%까지는 素材보다 작으며 垂直分力은 포리마 含有率에는 影響 안되며 素材보다 작고, 摩擦係數는 포리마 含有率의 增大와 同時에 指數曲線의 으로 上昇하며 刃裏角은 30°以下가 適正하여 50 $\mu$ m前後의 小切込量이 좋은 마무리面을 가져올 수 있는 것들이 明白하게 되었다. 80年代에는 WPC가 進出될 것이 豫想되므로 WPC切削의 데이터를 整理하는 것이 要望된다.

70年代末에는 아직 세가지 舊 木材加工法 平削<sup>95)</sup>·旋削<sup>96)</sup>·研削<sup>97)~98)</sup>이 再考되었다. 古代의 대패와 똑 같은 道具를 試作하여 이것으로 切削性能을 檢討한 結果 現代의 大패와 大差가 없음을 確認했다.(本誌 403號에 解説) 古代 木선반을 모방해서 試作한 器械에 對하여 그 驅動機構를 實驗의 으로 檢討하여 古代 木선반의 合理性이 認定되었다. 古代로부터 木製品의 研摩에 使用되어 오고 있는 속새풀

(*Equisetum*)中·실리콘의 分布를 測定하여 실리콘이 研摩에 適合한 部位에 集中하고 있다는 것과, 더욱이 研摩紙와 比較할 때 속새풀에 의한 木材研摩의 特徵은 마무리面 거치름보다는 光沢을 付與하는데 있음이 明白하여 졌다.

#### 4. 傳統的인 研究

前期와 크게 다른 傾向을 前章까지 記述해 왔으며 前期 및 前前期부터 계속된 研究는 切削構造나 複削性의 分野에서 實施되고 있다. 그 中 다음의 研究項目만을 例로 들어본다.

回轉切削은 變함없이 多彩로우나 구태여 數個의 項目으로 나누다면 工具의 摩耗, 切削抵抗 및 加工面의 品質 등 3項으로 大制할 수 있다. 摩耗에 關한 것은 프레이스 工具의 摩耗패턴<sup>99)</sup>, 工具摩耗와 背分力,<sup>100)</sup> 摩耗 나이프의 切削性能<sup>101)</sup>이 있으며 切削抵抗을 取扱한 것은 나이프의 切削性,<sup>102)</sup> 뉴기니 材의 鋸削性,<sup>103)</sup> 굽음面 切削 나이프의 切削力,<sup>104)</sup> 뒤틀린 나이프 프레이스 切削,<sup>105)</sup> 穿孔 프레이스 切削<sup>106)</sup> 등이며 加工面의 品質에 影響을 미치는 送材速度·回轉數·切削溫度<sup>107)</sup> grooving 로울러,<sup>108)</sup> 나이프의 뒤틀림角<sup>109)</sup>의 影響을 檢討하는 外에 彈性 工具<sup>110)</sup>·曲刃 工具<sup>111)</sup> 直刃 工具<sup>112)</sup>에 의한 心面 旋削이 報告되었다.

單板 切削에 關한 研究도 많아서 前期부터 계속 노즈바 代身 젯트空氣,<sup>113)~114)</sup> 젯트水流<sup>115)</sup>를 利用하고 또는 従来の 노즈바와 젯트空氣를 使用한 切削實驗<sup>116)</sup>에 의하여 單板의 curl 現象의 抑制效果가 인정되었다. 베니아레이스에 의한 切削長과 面 거치름의 關係<sup>117)</sup>, 生産現場의 베니아레이스에 의한 노즈바 後退角과 날끝 位置와의 關係<sup>118)</sup>가 명백해 졌다. 또 슬라이사에 의한 切削에 있어서는 切削抵抗에 미치는 bevel 條件<sup>119)</sup>, 刃口間隔<sup>120)</sup>의 影響이 檢討되었다. 한便 基礎的인 單板 切削機構에 對해서는 工具 刃裏面의 応力 分布, 摩擦에 關한 解析이 눈에 띈다.<sup>121)~127)</sup> 平削에서는 縱切削에 의한 切削作業量<sup>128)</sup> 工具 刃裏面의 位力과 摩擦,<sup>129)~130)</sup> 裏刃 附着 工具의 切削抵抗<sup>131)</sup>이 檢討되었으며 3次元의 縱切削<sup>132)</sup> 및 橫切削<sup>133)</sup>에 있어서 切削力에 미치는 bias角과 切込深度의 影響이 밝혀졌다. 또 大패의 切削機構도 追究되었으며 끝割裂에 미치는 刃口거리의 影響<sup>134)</sup>, 特別 裏金의 效果<sup>135)~138)</sup>를 檢討하였다.

톱거기에 關한 研究는 前章에 記述한 外에 톱니의 摩耗<sup>139)~142)</sup>, 挽材抵抗,<sup>143)</sup> 더욱이 超硬질층의 齒

數와 端緣의 完成<sup>144)</sup> 등이 檢討되었다. tension은 전부 roll tension에 의한것인데 때때의 tension 및 back crown에 미치는 톱의 硬度와 上下 roll의 斷面半徑差의 影響<sup>145)</sup> 丸鋸의 roll tension率과 荷重의 關係<sup>146)</sup> 丸鋸의 roll tension量에 미치는 roll 位置<sup>147)</sup>와 roll 圧<sup>148)</sup>의 影響등이 檢討되었다. 둥근 톱 roll tension의 利點은 軸 tension보다도 均一한 tension을 주어 不必要한 應力이 남지 않고 荷重의 調整도 可能하므로 情報을 完備하던 實用에 까지 到達할 것이나 이는 80年代의 宿題이다. 드릴에 의한 구멍뚫기加工이 70年代 中頃부터 活發히 推進되어 豊富한 데이터가 定數되었다. 國産 활엽수 25種에 對한 切削抵抗과 密度<sup>149)</sup> 切削抵抗과 加工精度<sup>150)</sup> 南洋材 26種에 對하여 드릴에 의한 구멍뚫기와 鋸齒에 의한 切斷과 被削性<sup>151)</sup> 含水率과 切削抵抗<sup>152)</sup> 드릴先端角과 切削抵抗<sup>153)</sup> 및 加工精度<sup>154)</sup> 木工錐의 뒤틀림 角<sup>155)</sup> 및 纖維傾斜角<sup>156)</sup><sup>157)</sup>과 切削抵抗, 加工精度와 纖維傾斜角<sup>158)</sup> 및 主軸 回轉數와 工具壽命<sup>159)</sup> 등이 檢討되었다.

研削의 分野에서도 限定된 人員이지만 活發히 研究가 進行되었다. Platen 타입 小型 벨트 샌다를 使用한 研究에서는 8樹種의 研摩紙에 對한 研削性能<sup>160)</sup> 定荷重研削에 있어서의 研摩紙의 研削性能<sup>161)</sup> 搖動效果<sup>162)</sup> 등에 關한것이 있다. Conduct 호일을 使用한 벨트研削에 關한 一連의 報告와 有効 切込量과 設定切込量의 關係<sup>162)-164)</sup> 벨트와 加工物의 接觸長<sup>165)</sup>, 單一橫型 切削 나이프를 使用한 研削接構의 考察<sup>166)-168)</sup>, 加工特性에 미치는 砥粒先端摩耗의 영향<sup>169)-174)</sup>, 나무리面 거치름과 그 스펙틀 分析<sup>175)</sup> 등이다. 또 研削벨트에 關해서 砥粒의 높이<sup>176)</sup>, 砥粒의 傾角과 切削칼<sup>177)</sup>의 分布도 測定되었다. 그러나 上述한 바와 같이 平向研削과 圓筒研削의 範圍를 넘지 않았다.

### 5. 80年代의 期待

大徑木 無欠點材는 現在에도 相當히 高價라고 느끼면서도 다른 物價와 比較할 때 좀 더 비싸다 해도 當然하다는 論도 있는데 80年代 製材品의 價格에 包含되어 있는 原木과의 比는 오늘날보다 훨씬 크게 될 것이 豫想된다. 따라서 製材作業의 最適化는 企業으로서 必然적인 要求이다. 日本의 製材는 여러가지 作業形態下에서 經營되고 있다.

예를 들면 經驗을 쌓은 製材工의 수완에 一切를 맡기고 있는 工場에서 부터 高度로 시스템화 된 製材프로세

스를 자랑하는 工場까지 千差萬別이다. 製材事業의 最大의 關心事인 取率은 優良한 크라스를 比較하면 取工에 맡긴 工場에 있어서나 컴퓨터製材의 工場에 있어서나 거의 같은 72~73%로서 數字는 거의 限界에 와 있다고 생각된다. 人間이 컴퓨터에 對等할 수 있다는 것은 日本의 獨特한 마름질(木取法)과 小割作業에 의존되어 있기 때문이다. 그러나 製材業界에 있어서 젊은層의 求人難은 이제와서 云云할 것 없이 숙련기술에 달려있는 것은 80年代末까지라고 생각해도 좋다. 必然적으로 컴퓨터製材에 의존하지 않을 수 없으나 이 傾向이 日本에만 極限된 것은 아니다. 自動化를 進行해 나가는데 必要한 것은 工程을 複雜하게 하는 要素를 可及的 제거하는 것이다. 日本의 製材工場의 大部分은 多種多樣한 原木에서 여러 製品를 產出하고 있다. 그러나 今後는 上品生産을 主로 하여 付加價値를 重視하는 工場과 大量生産을 目標모하여 原木도 그렇게 좋은 것을 必要로 하지 않는 工場과 分別하게 될 것이다. 前述한 마름질(木取)技術은 日本各地에서 獨自적으로 發達한 것으로서 그 種類는 거의 無數이며 本誌에 「製材木取 시리즈」로서 有名林業地에 傳해진 마름질(木取法) 紹介를 始作해서 2년이 되어도 아직 끝내지 못하고 있다. 숙련공이 없어서 값에 따라 優秀한 木取法도 消失되고 있는 것은 애석한 일이다. 取率에 關한 것으로 歐美에는 C-N 鋸 또는 鋸핑에 저라고 불리우는 背板處理機가 尊重되고 있는데 日本에서는 背板이 野地板이나 割箸등에 使用하고 있어서 C-N 鋸의 普及은 그리 重要하지 않는 것으로 생각된다. 既述한 取率은 人力에 의해서도 컴퓨터에 의해서도 거의 上限에 到達했다고 보며 取率向上은 마름질(木取法)에 의해서는 實現性이 없으며 切削損失의 抑制에 의할 수 밖에 없다. 製材加工에 있어서 가장 重要하고 오래되고 새로운 宿題의 하나는 切削損失을 如何이 해서 抑制하느냐 일 것이다. 유감된 일이나 지금도 이 問題를 直接 다룬 研究는 筆者의 눈에는 띄지 않았다. 80年代에는 아마도 몇개의 아프로치가 보일 것으로 期待도 되고 筆者 自身도 實現을 위하여 努力해야만 한다고 反省도 하고 있다. 製材機의 操作여하에 따라서 確實히 人員은 줄고 理想에 가까운 마름질(木取法)도 될 수 있다고 보는데 그 前提로 製材作業에 들어가기 前에 計測 시스템의 整備가 不可欠하다. 原木의 길이와 直徑뿐만 아니라 굴곡, 備心, 表面의 欠點등에 關한 데이터

가 기록되지 않으면 안된다. 原木이나 板材의 計測시스템은 北歐에서 좋은 것이 開發되고 있는듯 하나 日本에서도 80年代에는 다이오드, 레이저 프리즘, parabola mirror 등의 조합으로 大端한 裝置가 製作될 것이다. 이와같이 原木의 計測에서 시작하여 分類, 包裝까지의 一貫된 컴퓨터 製材시스템을 有效하게 作動하기 爲해서는 情報科學이 몸에 밴 技術者가 製材工場에 勤務하여야 한다. 가까운 将来에 日本에서는 木材商이라고 불리우는 이 業界에 大學의 情報(工)學科出身의 理(工)學士가 志願해 올 것인지는 大端히 悲觀的인 豫想이 됨으로 自家養成이 되어야 할 것이다.

한편 木工方面은 떠들機 플레너는 거의 完成의 域에 도달하고 있으므로 이들 機械에는 큰 改革이 當分間 없을 것이다. 新機種이 出現된다면 建築用材 加工機部門이 될 것이다. 最近 着工되는 獨立住宅의 80%가 在來工法木造住宅이 차지하고 있으며 또한 앞으로는 景氣에 따른 多少의 變動이 있다 해도 一定以上の 需要가 期待됨으로 이미 木工機械業界는 徐徐히 建築用木工機의 生産量을 伸長시키고 있다. 建築部材의 加工時間이 比較的 큰 것은 木材接合加工이므로 이를 實施하는 木工機械가 出現한 것은 젊은 熟練木工이 不足한 오늘날 時期適切한 것으로 본다. 앞으로는 木材接合加工機가 더욱 많아질 것이다. 또 既述한 바 木材價品은 때와 더불어 上昇된 것으로 생각되며 貴重化될 것이므로 木材는 現在보다도 더욱 裝飾材로서 常用될 것이 틀림없다. 平面의 接合보다도 曲面으로서 우리들 주위에 配置되는 것도 많을 것이다. 그렇게 되면 曲面샌더가 要求되는데 工場에 있어서의 作業을 생각하면 平面研削과 曲面研削의 同期가 問題가 되어 解決이 時急해진다. 어브레시브레이닝(abrasivraing)이 나이프 브레이닝에 挑戰할 것도 확실하다고 본다. 騒音問題를 解決하면서 最小의 切削으로 두께를 規制하고 또한 거름을 적게 함으로서 家具 樂器 集成材工場 등에서 지금보다 많이 어브레시브레이닝이 利用된다면 材料의 두께를 10% 前後 減少시킬 수 있을지 모른다. 製材部門의 省力化와 같이 木工機械의 NC化는 80年代에도 進展될 것이다. 多品種少(또는 中)量生産이라는 木材加工의 宿命에서 그렇게 많은 機種은 出現되지 않을 것으로 본다. 프로그램대로 加工하는 것은 固難하지는 않다. 問題는 異變이 發生하였을 때의 反應을 일으키는 것이다. 當然히 損傷工具의 交換機能이 要求되며 야고스틱에 맞은 利用의 工具壽命告知裝置등에 있어서도 흥미있는 일이다. 스루

아웨이 工具도 採用될지 모르며 N.C機도 增加한다. 이것은 一般的인 見解이며 그리고 事實일 것이다. 그러나 구매에 時流에 逆行된 말을 한다면, N.C機는 增加하지 않아도 좋다. 나무가 좋은 點은 不均貨의 性質에 있으며 나무 하나 하나가 다른 構造를 가지고 있으므로 나무가 存在하고 있는 것이다. N.C機로 無機物과 같은 画一的인 加工을 하는 것은 木材를 取扱하는데 달려있기 때문이다.

## 文 獻

- 1) 林(大)ほか: 木材工業, 28, 159 (1973)
- 2) 藤原ほか: 材料, 26, 439 (1977)
- 3) 喜多山ほか: 京大演林報, 49, 152 (1977)
- 4) 奥村ほか: 京大演林報, 50, 201 (1978)
- 5) 栃木ほか: 木材誌, 24, 85 (1978)
- 6) 林(剛)ほか: 木材誌, 25, 383 (1979)
- 7) 杉原ほか: Wood Sci. Technol., 13, 283 (1979)
- 8) 奥島ほか: 京大演林報, 43, 328 (1972)
- 9) 土肥ほか: 北大工研報, 65, 1 (1972)
- 10) 土肥ほか: 北大工研報, 65, 19 (1972)
- 11) 土肥ほか: 機械論集, 40, 3528 (1974)
- 12) 土肥ほか: 木材工業, 31, 113 (1979)
- 13) 黄ほか: 木材誌, 19, 7 (1973)
- 14) 杉山ほか: 木材誌, 19, 385 (1973)
- 15) 杉山ほか: 木材誌, 19, 427 (1973)
- 16) 杉山: 木材誌, 20, 250, 257 (1974)
- 17) 杉山: 木材誌, 20, 257 (1974)
- 18) 杉山: 木材誌, 20, 405 (1974)
- 19) 木村ほか: 木材誌, 20, 196 (1974)
- 20) 木村ほか: 木材誌, 22, 139 (1976)
- 21) 木村: 木材誌, 22, 343 (1976)
- 22) 木村ほか: 木材誌, 22, 387 (1976)
- 23) 野口ほか: Holztechnol., 16, 199 (1975)
- 24) 藤原ほか: 材料, 24, 903 (1975)
- 25) 田中: Wood Sci. Technol., 13, 301 (1979)
- 26) 新井ほか: 木材誌, 25, 763 (1979)
- 27) 眞木ほか: 木材誌, 18, 337 (1972)
- 28) 加藤ほか: 木材誌, 20, 191 (1974)
- 29) 加藤ほか: 木材誌, 20, 418 (1974)
- 30) 加藤ほか: 木材誌, 20, 424 (1974)
- 31) 藤原ほか: 京大農紀要, 106, 27 (1974)
- 32) 藤原ほか: 木材誌, 22, 76 (1976)
- 33) 藤原ほか: 木材工業, 29, 61 (1974)

- 34) 藤原ほか：京大演林報，49，145 (1977)  
35) 藤原ほか：京大演林報，51，257 (1979)  
36) 木下(直)：第23回木材學會切削研究會テキスト (1973)  
37) 野口ほか：Wood Sci., 5, 211 (1973)  
38) 隈部ほか：精密機械，38，456 (1972)  
39) 隈部ほか：精密機械，43，683 (1977)  
40) 浜本ほか：木材誌，19，305 (1973)  
41) 浜本ほか：木材誌，19，379 (1973)  
42) 浜本：木材誌，20，321 (1974)  
43) 佐藤ほか：木材工業，27，276 (1972)  
44) 今中ほか：木材機械，72，9 (1975)  
45) 木下(直)：木工機械，93，9 (1979)  
46) 小林：木材工業，27，537 (1972)  
47) 新井ほか：木材工業，31，338 (1976)  
48) 新井ほか：木材誌，22，655 (1976)  
49) 新井ほか：木材誌，23，317 (1977)  
50) 新井ほか：木材誌，25，543 (1979)  
51) 新井ほか：木材誌，24，281 (1978)  
52) 田中ほか：木材誌，18，435 (1972)  
53) 田中ほか：木材誌，19，469 (1973)  
54) 田中：木材誌，21，1 (1975)  
55) 田中：木材誌，21，135 (1975)  
56) 福井ほか：木材誌，20，411 (1974)  
57) 籠ほか：木材誌，21，68 (1975)  
58) 木村ほか：木材誌，22，82 (1976)  
59) 木村ほか：木材誌，22，146 (1976)  
60) 成田ほか：木材誌，23，540 (1977)  
61) 平岩ほか：木材工業，30，555 (1975)  
62) 田中ほか：木材工業，27，188 (1972)  
63) 田中ほか：木材工業，32，205 (1977)  
64) 田中ほか：木材工業，34，391 (1979)  
65) 江畑ほか：木材工業，33，155 (1978)  
66) 杉原ほか：木材誌，23，648 (1977)  
67) 小西：木材工業，30，72 (1975)  
68) 木下(毅)：木材工業，30，396 (1975)  
69) 木下(毅)：木材工業，30，444 (1975)  
70) 栃木ほか：木材工業，32，155 (1977)  
71) 林(大)ほか：木材工業，32，392 (1977)  
72) 鎌田ほか：林産月報，8，3 (1973)  
73) 鎌田：林産月報，1，2 (1978)  
74) 鎌田：林産月報，9，6 (1978)  
75) 加藤ほか：林産月報，9，7 (1976)  
76) 鎌田：林産月報，12，6 (1977)  
77) 加藤：林産月報，10，1 (1978)  
78) 加藤：林産月報，10，9 (1978)  
79) 加藤：林産月報，4，1 (1980)  
80) 加藤：林産月報，5，1 (1980)  
81) 加藤：林産月報，9，1 (1977)  
82) 加藤：林産月報，8，9 (1978)  
83) 吉田ほか：林産月報，2，1 (1974)  
84) 吉田ほか：林産月報，10，10 (1975)  
85) 福井ほか：木工機械，66，13 (1974)  
86) 福井ほか：木工機械，67，10 (1974)  
87) 福井ほか：木工機械，68，14 (1975)  
88) 中村：木材誌，20，422 (1976)  
89) 福井ほか：木材誌，23，633 (1977)  
90) 加藤ほか：木材誌，24，683 (1978)  
91) 柴沼ほか：木材工業，33，383 (1978)  
92) 山下ほか：木材工業，29，114 (1974)  
93) 齊藤：木材工業，29，542 (1974)  
94) 井上ほか：木材工業，30，350 (1975)  
95) 成田：建築論報，292，97 (1980)  
96) 中村：木材工業，34，551 (1979)  
97) 野口ほか：木材誌，24，415 (1978)  
98) 野口ほか：木材工業，34，289 (1979)  
99) 福井ほか：木材誌，23，131 (1977)  
100) 栃木ほか：木材誌，24，85 (1978)  
101) 林(和)：木材誌，26，455 (1980)  
102) 小西ほか：木材誌，18，223 (1972)  
103) 星：林試研報，244，150 (1972)  
104) 中村ほか：木材工業，32，252 (1977)  
105) 木村：木材誌，26，254 (1980)  
106) 木村：木材誌，26，449 (1980)  
107) 横地ほか：木材誌，25，14 (1979)  
108) 或田ほか：木材誌，25，480 (1979)  
109) 木村：木材誌，26，305 (1980)  
110) 中村ほか：木材誌，20，467 (1974)  
111) 中村ほか：東農工大演林報，12，19 (1975)  
112) 中村ほか：東農工大演林報，13，5 (1976)  
113) 栃木ほか：木材誌，18，273 (1972)  
114) 栃木ほか：木材誌，18，283 (1972)  
115) 栃木ほか：木材工業，28，399 (1973)  
116) 栃木ほか：木材工業，31，150 (1976)  
117) 木下(毅)：木材工業，32，16 (1977)  
118) 林(大)：木材工業，32，428 (1977)  
119) 木下(毅)：林試研報，306，25 (1979)  
120) 木下(毅)：林試研報，306，65 (1979)  
121) 栃木ほか：木材誌，20，528 (1974)  
122) 杉山：木材誌，23，472 (1977)



- 123) 杉山：木材誌, 23, 480(1977)  
124) 杉山：木材誌, 23, 534(1977)  
125) 杉山：木材誌, 24, 19(1978)  
126) 杉山ほか：木材誌, 24, 612(1978)  
127) 杉山：木材誌, 25, 719(1979)  
128) 黄ほか：木材誌, 20, 77(1974)  
129) 杉山ほか：木材誌, 24, 698(1978)  
130) 杉山ほか：材料, 28, 597(1979)  
131) 杉山ほか：木材誌, 26, 400(1980)  
132) 木下(敏)：木材誌, 26, 241(1980)  
133) 木下(敏)：木材誌, 26, 248(1980)  
134) 林(大)ほか：木材工業, 30, 157(1975)  
135) 山下：木材誌, 23, 82(1977)  
136) 山下：木材誌, 23, 273(1977)  
137) 山下：木材誌, 23, 361(1977)  
138) 山下：木材誌, 26, 66(1980)  
139) 古賀ほか：木材誌, 19, 311(1973)  
140) 古賀ほか：木材誌, 19, 317(1973)  
141) 古賀：木材工業, 30, 110(1975)  
142) 小西：木材工業, 33, 533(1978)  
143) 小西：木材工業, 33, 435(1978)  
144) 福井ほか：木材工業, 27, 68(1972)  
145) 青山：木材誌, 20, 523(1972)  
146) 平岩ほか：木材工業, 31, 159(1976)  
147) 青山ほか：木材誌, 23, 280(1977)  
148) 青山ほか：木材誌, 23, 286(1977)  
149) 小松：木材誌, 21, 551(1975)  
150) 小松：木材誌, 22, 491(1976)  
151) 小松：木材誌, 23, 640(1977)  
152) 小松：木材誌, 24, 26(1978)  
153) 小松：木材誌, 24, 526(1978)  
154) 小松：木材誌, 24, 692(1978)  
155) 小松：木材誌, 25, 111(1978)  
156) 小松：木材誌, 25, 117(1979)  
157) 小松：木材誌, 25, 573(1979)  
158) 小松：木材誌, 25, 582(1979)  
159) 番匠谷ほか：木材誌, 26, 74(1980)  
160) 加藤ほか：木材誌, 18, 123(1972)  
161) 加藤ほか：木材誌, 22, 349(1976)  
162) 加藤ほか：木材誌, 22, 550(1976)  
163) 林(大)ほか：木材工業, 29, 389(1974)  
164) 林(大)ほか：木材工業, 29, 436(1974)  
165) 梅津ほか：木材誌, 22, 8(1976)  
166) 梅津ほか：木材誌, 22, 217(1976)  
167) 梅津ほか：木材誌, 22, 337(1976)  
168) 梅津ほか：木材誌, 23, 624(1977)  
169) 梅津ほか：木材誌, 24, 455(1978)  
170) 梅津ほか：木材誌, 24, 533(1978)  
171) 梅津ほか：木材誌, 24, 808(1978)  
172) 梅津ほか：木材誌, 25, 280(1979)  
173) 梅津ほか：木材誌, 25, 392(1979)  
174) 梅津ほか：木材工業, 34, 438(1979)  
175) 梅津ほか：木材誌, 25, 197(1979)  
176) 加藤ほか：木材誌, 23, 617(1977)  
177) 梅津ほか：木材工業, 31, 245(1976) ■