

最近 日本의 木質材料의 開發과 研究動向*1

左々木光*2

Trends of Recent Development and Research for Wood Based Materials in Japan *1

Hikaru Sasaki*2

1. 엘리먼트사이즈(Element Size)

앞으로 木質材料의 엘리먼트사이즈는 점차 작아져 갈 것으로 여겨진다. 그 첫째 이유는 원목의 치수 및 그 질의 저하에 있다. 보다 질이 낮으며 가는 원목으로 보다 높은 수율의 제품을 제조하기 위해서는 엘리먼트의 치수를 작게 할 필요가 있다.

두번째 이유는 工程의 自動化 및 省力화가 용이하다는 점이다. 엘리먼트를 작게 하므로써 결점의 분산이 양호해지며, 또한 결점을 제거 할 필요가 없어지므로, 각 공정을 자동화하여 연속적으로 재료를 제조하는 것이 가능하여, 裝置産業으로서 적합해 진다는 것이다. 그러나 이러한 추세에 대한 결정적 이유로서는 오히려 다음과 같은 것을 생각해 볼 수 있다. 즉 엘리먼트의 치수를 작게하면 재질의 변동이 작아져서 설계하기 쉬운, 말하자면 Engineered Materials를 만들 수 있다는 것이다. 積層材料에 있어서 「中心極限定理」라고 불리우고 있는 것이 이러한 것 중 하나이다. 엘리먼트를 얇게 하면 적층수 n 은 커진다. 적층재료1의 적층수를 n_1 , 그 木質의 표준편차를 SD_1 으로 하고, 적층

재료 2에 대해서는 n_2 , SD_2 라고 한다면, 다음과 같은 관계가 있다.*1

$$SD_2 = SD_1 \sqrt{(n_1/n_2)} \dots \dots \dots (1)$$

또한 Butt-joint에 의한 LVL의 경우, 破壞力學의 法則에 의하면 다음 관계가 성립한다.*2

$$\delta_2 = \delta_1 \sqrt{(n_2/n_1)}, \text{ 단 } \delta : \text{인장강도} \dots (2)$$

木質骨組材料로서는 현재 집성재가 많이 쓰여지고 있는데, 이에 따라 결국은 LVL, 특히 MICRO-LAM[®], LAMINEER[®], 게다가 OSL(Oriented Strand Lumber)나 PARALLAM[®] 등으로 이행되어 갈 것으로 생각된다. 또한 합판을 대체할 木質平面材料로서는, 剛性이 필요한 경우에는 배향성 목질보오드류, 剛性이 불필요한 경우에는 MDF(Medium Density Fiberboard)등 안정성이 개량된 재료가 쓰여질 것이다.

2. 比重과 두께와 配向性

*1. 接受 1991年 9月 10日 Received September 10, 1991. 이 총설은 1991年 7月 5日 개최된 本學會 하계총회 및 학술연구발표회에서 특별강연으로 발표한 것을 임업연구원 임산공학부 박중영회원이 번역한 것임.
*2. 日本 京都大學 木質科學研究所 Wood Research Institute, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, Japan.

木質材料의 비중은 원료의 비중과 같거나 또는 그 이하로 낮추는 것을 목표로 삼고 있다. 그렇게 하기 위해서는 發砲性과 反應性이 좋은 접착제의 사용, 異種材料와의 積層複合, 인공적인 空隙構造의 도입(Corrugated, Honey-comb) 등이 필요할 것이다. 이 경우 2가지의 방안을 생각할 수 있다. 첫째는 강도나 Young率을 저하시키지 않고 비중을 낮추는 방안으로, 통상적인 積層複合方法이 취해진다. 또 한가지는 재료의 두께 제한이 없는 마루판이나 지붕널과 같이 휨부재로 사용되는 경우로서, 휨강도 δb 나 Young率 E가 다소 떨어져도, 부재로서 견딜 수 있을 만큼 최대휨모멘트(δbz)나 휨剛性(EI)을 높이는 것이 가능하다면 그것으로 만족하다고 할 수 있는 방안이다(단 Z:斷面係數, I:斷面 2차 모멘트). 低比重파티클보오드는 그 좋은 예이다. δb 나 E는 실용적인 비중범위에서는 비중에 대하여 직선적인데 대하여, Z는 재료두께의 제곱에 비례하고 I는 두께의 3승에 비례하면서 커진다. 따라서 같은 質量(資源量)이라면 비중을 낮추고 두껍게 하는 편이 耐力的이고, 잘 휘어지지 않는다는 점에 있어서도 유리하다.

저비중파티클보오드의 경우, 어느정도 비중을 낮출 수 있을까 하면, 이소시아네이트접착제를 사용한 것은, 내부결합력(IB)의 최저필요치를 JIS-100타이프 정도로 한다면, Compaction ratio(제품비중/원목비중)는 0.8정도로 생각할 수 있다.¹⁾

한편 두께의 제한이 있는 용도에 대해서는 δb 와 E를 높임으로서 δbE 나 EI의 향상을 이룰 수 밖에 없다. 이 때는 強化시트의 적층과 엘리먼트의 配向性 附與가 효과적이다.

휨荷重을 받는 용도 이외에, 예를 들면 壁材나 天井材로서 쓰여지는 薄物보오드에서는 面内の 膨潤에 의한 緩和가 가장 큰 문제이다. 합판의 경우에는 단판의 우수한 배향성이 緩和를 방지하고 있다. 또한 窯業界 목질보오드의 경우 안정성은 매우 우수하지만, 無機質의 중량

비를 낮추어 비중을 떨어뜨리면 안정성이 나빠져서 緩和가 발생하게 된다. WPC와 같은 樹指處理로는 목질보오드의 안정성을 충분히 높일 수 없다. 목질의 水酸基를 非水性的의 基로 置換하든지 架橋할 필요가 있다. 그러나, 보다 실용적인 방법은 합판의 단판과 같이 엘리먼트를 배향시키는 것이다. 이상과 같이 목질보오드의 韌耐力이나 剛性を 높이는 가장 효과적인 방법은 보오드를 가볍고 두껍게 만드는 것으로서, 面内の 안정성을 높이는 길은 배향성의 부여이다.

3. 製造機械의 動向

엘리먼트사이즈가 작아지면 가공기계의 自動化 NC(Numerical Control)가 용이해짐에 따라, FA(Factory Automation)가 진전되어 산업형태가 裝置産業化되어 갈 것이다. 합판기계의 자동화는 최근 상당히 이루어졌다. 특히 일본에서의 연구개발이 현저하다. 그러나 그 개발포텐션을 더욱 엘리먼트사이즈가 작은 보오드쪽으로 기울인다면, 목질보오드의 기계·시스템 제조분야에서도 서독에 지지 않게 될 것으로 여겨진다. 지금부터라도 늦지 않았으므로 機械業界는 눈을 보오드쪽으로 돌렸으면 싶다.

베니아레이스의 경우에는 원목이 小徑化되어 가므로, 당연히 小徑木專用레이스의 개발이 필요할데, 이 분야에서는 일본하고 필란드가 선두이다. OSB나 웨이퍼보오드는 물론 일반 파티클보오드 엘리먼트의 切削도 본질적으로는 베니아레이스에 의한 절삭과 마찬가지로이다. 나이프의 칼날선이 원목의 섬유방향과 일치하면서, 나이프의 상대적인 운동방향이 그 방향과 直交되어야 할 필요가 있다. 이와 같이 절삭되지 않으면 엘리먼트는 나선狀으로 되어 버려서, 성능이 양호한 보드가 제조되지 않기 때문이다. 베니아레이스에 백엃롤을 붙이고, 롤에 가로·세로의 Making Gage를 설치하여, 얇게 깎아낸 것과 같은 것이 파티클보오드의 이상적

인 엘리멘트라고 할 수 있다. 이와 같은 엘리멘트에 접착제를 도포하여 整然하게 배향시킬 수만 있다면, OSB도 집성재, LVL, 합판등과 같은 일련의 재료로서의 인식이 정착될 것이다.

스트랜드상의 파티클을 배향시키는 방법은 지금까지 몇가지가 개발되었지만, 결국 서독의 디스크롤방식이 정착되어진 느낌이다.¹¹⁾ 이를 능가하는 방식의 출현이 기대된다. 링플레이커 등으로 절삭된 작은 스트랜드狀 파티클(Semi-Strand)의 배향은 종래에는 불가능하다고 여겨졌지만, 高壓靜電場을 이용한 새로운 배향방법의 개발 연구가 진행된 결과, 그 가능성이 확실해졌다.¹²⁾

두께 100mm라고 하는 극단적으로 두꺼운 보오드가 耐火도어用등으로 試作되고 있다. 저비중이면서 두꺼운 이 보오드는 앞으로 수요가 늘어갈 것이다. 厚物보오드제조에 있어서 가장 큰 문제가 되는 것은 프레스싸이클이다. 보통의 열판프레스로는 두께 100mm 보오드의 프레스싸이클은 적어도 30분이 소요된다. 그러나 최근 개발이 이루어져온 蒸氣噴射프레스(Steam-Injection Press)로는, 이소시아네이트계 접착제의 경우, 90초이하라고 하는 놀라운 만큼 짧은 프레스싸이클이 가능하다. 또한 連續式蒸氣噴射프레스를 개발하는 것이 앞으로의 과제이다.

연속프레스는 현재 비교적 얇은 보오드의 생산, 특히 TFB(Thin Medium-Density Fiber board)의 생산에 성공을 거두고 있다. 이것은 집어넣고 꺼내고 하는 소위 Dead-Time이 없고, 昇壓速度가 빠르므로 샌딩이 필요한 Pre-Cure층이 얇고, 工程의 흐름이 단순하다는 등의 이유가 있다. Kuster, Conti-roll, Hydro-Dyn, Calender-System 등 서독에서 새로운 방식이 계속 개발되어 세계 각처에 플랜트 건설이 늘어가고 있다.¹³⁾

이 밖에 프랑스에는 樹指含浸紙, 化粧單板 등의 오버레이에 汎用的인 Short-Cycle Lamina-

tor가 개발되어, 모도드의 2차가공이 매우 효율적으로 이루어지고 있다. 이 방식은 연속프레스에도 채용되어, 보오드를 제조할 때 樹指含浸紙를 동시에 壓縮시킴으로서 2차가공보오드가 제조되고 있다.

4. 木質改良의 方向

防腐, 防蟲 등을 藥劑處理에 의존하는 것은 公害問題를 고려하지 않고는 개발될 수 없도록 되어 있다. 아세틸化, 호르말化 등에 의해 목질의 水酸基를 疎水性인 것으로 置換한다거나, 架橋시키거나 해서 值數安定化와 동시에 耐生物劣化性을 부여하는 것이 보오드분야에서 재인식되고 있다. 放火에 관해서는, 예를 들면 그라화이트와 페놀수지의 混合紛體(GPS)를 파티클보오드제조시 매트와 양표면에 散布하여 동시 압제해서 제조된 複合板과 같이, 우수한 耐火성과 동시에 높은 電磁波시일드성을 갖도록 하는 複數機能發現型의 복합재료가 주목되고 있다.¹⁴⁾ 이 경우 딱딱하면서 부스러지기 쉬운 GPS層목재파티클이 傾斜적으로 복합되어 적당한 靱性을 부여시키고 있다.

이와 같은 합리적인 複合例는 窯業界 목질보오드에서도 볼 수 있다. 예를 들면 목질시멘트 보오드에서는, 목질파티클이 시멘트의 약점인 凍結融解抵抗이 낮은 성질을 보완하며, 목질파티클의 약점인 可燃성과 值數不安定性을 시멘트가 보완하고 있다. 앞으로 이와 같은 합리적인 複合형태를 가진 재료가 계속 개발될 것이다.

또한 「木質」基材의 성질, 특히 치수안정성의 개량에 관해서 최근 특히 주목되고 있는 것으로 수분존재하의 고온처리가 있다.¹⁵⁾

특히 변형을 시켜서 拘束된 상태로 이러한 처리를 행하면, 변형이 회복되지 않게 된다. 목재성분중의 결합은 부분적인 절단과 재결합이 이루어지기 때문이 아닌가 하고 생각된다. 앞으로 지금까지 시험되지 않았던 氣壓, 예를

들면 眞空이나 고압상태에서의 化學處理, 變形加工, 樹指加工등에 의해 「木質」 基材의 성질이 어떻게 변화하는가를 밝힐 필요가 있다.

參 考 文 獻

1. 王 潛, 林知行, 佐々木光, 長谷泰弘. 1990 木材學會誌. 36(8) : 624-631.
2. Leicester, R. H. & P. C. Bunker. 1969 Forest. Prod. J. 19(2) : 59-60.
3. 須田久美, 川井秀一, 佐々木光. 1987. 木材學會誌. 33 : 376.
4. 佐々木光, 川井秀一. 1990. 材料 37(422) : 1349-1356.
5. 佐々木光(代表). 1987. 昭和 60/61年度文部省科學研究費補助金(試驗1)報告書.
6. 佐々木光(代表). 1989. 昭和 62/63年度文部省科學研究費補助金(試驗1)報告書.
7. Rowell, R. M., A. M. Tillman, and R. Simonson. 1986. J. Wood Chemi. Techn. 6 : 427.
8. 川井秀一, 石原茂久, 吉田弥寿郎, 高松淳. 1989. 材料. 38(430) : 758-764.
9. 井上雅文, 則元 京, 棚橋光彦, 山田 正. 1990. 第40回日本木材學會大會研究發表要旨集, p. 8.