

고주파 평면가열에 의한 중밀도섬유판(MDF)의 핑거접합

Finger Jointing of MDF by High-frequency Plate Heating

소원택

고주파 평면가열에 의한 중밀도섬유판(MDF)의 핑거접합*1

蘇元澤^{*2}

Finger Jointing of MDF by High-frequency Plate Heating

Won-Tek So^{*2}

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the high-frequency gluing characteristics of poly vinyl acetate emulsion adhesive(PVAc) on MDF edge-glued boards. The edge-glued boards were glued lengthwise with butt, scarf, or finger joint. The wastes of MDF boards were reused as board materials. The obtained results are summarized as follows; the bending strength of edge-glued MDF increased slightly with the HF heating time, but the economically desirable heating time was 6 minutes. The bending and tensile strength of edge-glued MDF were high with scarf, finger and butt joint, in order. The strength of finger jointed MDF showed 80% of scarf jointed MDF. The effects of location of finger joints on the bending strength of edge-glued MDF were larger than those of the numbers of finger joints. The bending strength of edge-glued MDF with one joint on the middle position showed 40% decrease in comparison with non-jointed MDF.

Keywords : *polyvinyl acetate resin, edge-glued board, MDF, High frequency heating, bending strength, tensile strength.*

*1 논문접수: 2006.4.15 이 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업(바이오하우징연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

This work was financially supported by Regional Research Centers program (Bio-housing Research Institute), granted by the Korean Ministry of Education & Human Resources Development, 2005.

*2 전남대학교 임산공학과, 농업과학기술연구소 Insti. of Ag. Sci. and Tech., Dept. of Forest Products and Technology, Chonnam Nat 'l Univ., Kwangju 500-757, Korea

1. 서 론

연간 200만³에 불과한 소량의 목재를 생산하고 있으며 국내 임목축적의 40%가 벌기령인 3영급 이하에 해당하는 우리나라 목재자원으로 는 앞으로도 상당기간 목재공급의 대부분을 해외산림자원에 크게 의존해야 할 실정이다. 또한 해마다 급격히 줄어들고 있는 열대 목재자원을 비롯한 지구 전체의 목재자원 감소에 대한 국제적인 위기의식과 함께 이러한 원목공급의 어려움을 극복하기 위해서는 목재의 이용도를 가능한 제고시킬 수 있는 가공기술의 개발과 국산재의 새로운 수요창출이 매우 절실하며 이에 대한 연구가 국내외에서 널리 실시되고 있다.⁹⁾ 저품등원목, 中小徑 저급재, 간벌재, 임지폐잔재 및 가공과생재 등을 원료로 하여 접착제접합에 의해 얇은 집성판에서 대형집성제품까지 다양한 크기로 생산할 수 있는 집성공법은 목재이용도를 높일 수 있는 매우 효과적인 기술이며 국내에서도 이미 건축용과 가구산업 등에서 많이 사용되고 있다. 한편 같은 수준의 저품질 목재를 원료로 사용하는 파티클보드, 중밀도섬유판, 스트랜드보드와 같은 목질보드 산업은 통상 폐재산업이라 부를 정도로 과거에 버려지던 목재까지 활용하는 가공기술로써 목재이용도를 최대한 높여주는 대표적인 역할을 담당하고 있다.

따라서 본 연구에서는 목질보드 중에서 매년 사용량이 증가하고 있는 중밀도섬유판을 대상으로 최근 그 중요성이 재평가되고 있는 고주파 가열에 의한 집성공법을 적용하였으며, 집성접착공정은 소재집성에 통상 사용되는 버트접합(butt joint), 스카프접합(scarf joint), 핑거접합(finger joint) 등의 방식을 사용하여 MDF의 가공과정에서 파생되는 소형의 폐재를 집성하여 재활용할 수 있는 가능성을 검토하는데 중점을 두고 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2-1 실험재료

본 연구에 사용된 목질보드는 시판용 두께 30mm의 중밀도 섬유판을 사용하고 접착제는 상온경화형으로서 일반목공용으로 가장 많이 사용되고 있는 에멀전형 초산비닐수지 (polyvinyl acetate emulsion adhesives)⁷⁾를 시중에서 구입하여 사용하였다. 중밀도 섬유판의 비중과 함수율은 각각 0.59 및 9%였으며 한국산업규격 KSM 3700(초산비닐수지 에멀전 목재 접착제)에 따라 조사한 공시접착제의 성상은 Table 1과 같다. 접착제는 증량하지 않고 원액을 사용하여 접착강도를 높이고 도포량은 300g/m²을 접합부위 양면에 도포하여 접착하였으며 압체는 고주파 접착장치의 공기압식 압채장치(air cylinder)를 사용하였다.⁴⁾

〈Table 1〉 Properties of PVAc emulsion adhesives used for experiment

Adhesives	S.G.	pH	Viscosity (cps)	N.V.C. (%)
PVAc	1.04	3.7	above 100	32

2-2 실험방법

2-2-1 시험편 및 접합단면 제작

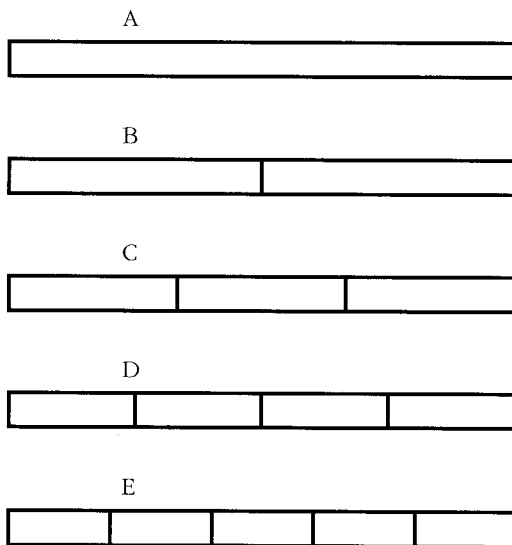
준비된 MDF 보드에서 두께 30mm, 폭 50mm, 길이 480mm의 크기로 절삭가공하여 시험편을 제작하였다. 각 시험편의 중앙부위에 길이접합을 위한 버트접합(butt joint), 스카프접합(scarf joint), 핑거접합(finger joint) 등의 3가지 접합방식으로 단면을 만들어 접합하였다. 스카프접합의 경사는 기준경사도 1/10을 적용하였고 폭방향의 측면접합(edge gluing)은 각각 3매씩 접합하는 단층구조의 집성판(edge-glued lumber)^{17,18)}을 제작하였다.

2-2-2 MDF 층재(lamina)의 접합

보드 층재의 접합 시 가열방식은 상온경화와 고주파가열을 적용하였으며 전술한 3가지 접합방식별로 고주파 평면가열에 의한 MDF 집성판을 제작하고 강도적 성질을 조사하였다. MDF 집성판의 PVAc 접착은 주문제작한 고주파 가열장치(HW-0500)를 사용하였으며, 사용된 장치의 성능은 양극동조 自動發振式으로 고주파출력 최대 5Kw로서 발진주파수 4~7Mhz를 발생시킬 수 있고 이때의 양극전압과 전류는 각각 6,000V와 1A이며 공냉식 공업용 3극관 발전관(7T-69RB)을 이용하였다.

2-2-3 핑거접합부(finger joint)의 수량 및 배치

MDF 층재 접착시 핑거접합부의 수량을 1개에서 4개까지 구분하여 균등한 간격으로 Fig. 1과 같이 접합한 다음 휨강도를 측정하여 핑거접합부의 수량과 배치에 따른 강도변화를 조사하였다.



〈Fig. 1〉 The number and location of finger joints on MDF lamina.

A: 0-finger, B: 1-finger, C: 2-fingers, D: 3-fingers, E: 4-fingers

2-2-4 MDF 집성판의 강도적 성질 측정

고주파가열 접합된 MDF 집성판은 해압 후 24시간이 경과하도록 양생시킨 다음 한국산업규격 KSF 2206, 2207, 2208에 따라 각각 압축강도, 인장강도 및 휨강도를 측정하여 접합방식과 핑거접합의 수량 및 위치변화가 강도에 미치는 영향을 조사하였다¹⁾. 사용된 강도측정 시험기는 미국 United Calibration Corporation의 Model SFM-20 Universal Testing Machine (cap. 30,000 lb)으로서 측정조건은 preload 2kg, prespeed 2mm/min, test speed 10mm/min(인장강도 2mm/min)을 적용하였다. 강도측정용 시험편의 치수는 압축강도 30×50×90mm, 인장강도 30×50×390mm, 휨강도 30×50×480mm로 제작하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

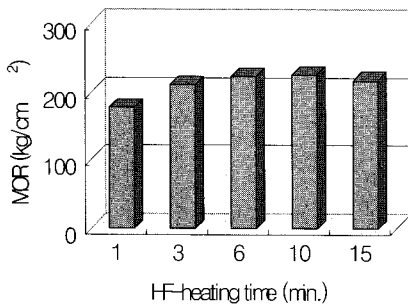
3-1 가열시간별 MDF 집성판의 휨강도 변화

MDF 보드를 접합하여 집성할 때의 적절한 고주파가열시간을 구명하기 위해서 고주파가열시간을 1분에서 15분까지 5개의 변이를 두고 집성판을 제작한 다음 정적 휨강도를 측정하였다. 또한 대조구로서 상온 가열시간 즉 상온에서의 압제시간을 1시간에서 24시간까지 구분하여 집성판을 제작하고 휨강도를 측정하여 고주파가열과 비교하였다.

3-1-1 고주파 가열시간

1분간 고주파 가열접합한 MDF 집성판의 휨강도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 177kg/cm²이며 가열시간이 10분일 때 최대 휨강도인 225kg/cm²을 나타냄으로써 가열시간이 증가할수록 휨강도가 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 세부적으로 볼 때 1분의 고주파 가열로

는 최대 휨강도의 79%에 해당하는 수준의 휨강도를 나타내어 고주파가열이 상당히 부족한 것으로 판단되고 3분간 고주파 가열에서는 최대 휨강도의 94%까지 나타냈지만 역시 최대 휨강도에는 미치지 못했다. 고주파 가열시간 6분의 경우 224kg/cm²로서 10분 가열의 최대 휨강도와 동일한 수준의 휨강도를 나타내며 15분간 충분히 가열했을 경우 217kg/cm²로서 더 이상의 휨강도 증가를 보이지 않았다.



(Fig. 2) Relation between the high-frequency heating time and bending strength of finger jointed MDF.

접착목적과 제품의 용도 등에 따라 적절한 가열시간을 선택해야 할 것이나 경제적 측면을 고려해볼 때 가능한 고주파 가열시간을 단축하는 것이 생산성 향상을 가져오고 특히 대량생산 시 공정기간단축을 위해서도 바람직하다고 생각되므로 MDF 집성판의 고주파 가열시간은 6분이 적정하다고 판단된다. 일반적으로 가열 압제는 접착제 경화 시 체적의 수축을 보완하고 기포의 발생을 방지하며 얇고 연속적인 접착층을 형성시키기 위하여 행하는 접착공정¹¹⁾이므로, 특히 MDF와 같이 비중이 작은 재료의 압제는 더욱 세밀한 공정분석이 요구된다고 할 수 있다.

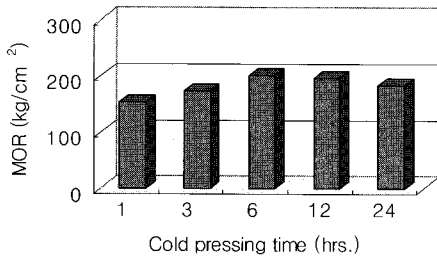
3-1-2 상온 압제시간

Fig. 3 에서 보면 상온 접합시 압제시간 1시간을 적용한 MDF 집성판의 휨강도는 153kg/cm²로서 최대휨강도인 201kg/cm²의 76%에 불과한 낮은 수준을 나타내어 압제시간이 불충분한 것으로 나타났다. 3시간 압제했을 경우 174kg/cm²로서 최대 휨강도의 87%에 달하는 휨강도를 나타냈으며 6시간 압제시 최대 휨강도인 201kg/cm²을 나타냈다. 전반적으로 압제시간이 증가함에 따라 휨강도가 증가하는 경향을 보이고 있으나 12시간과 24시간 압제시 휨강도는 각각 196kg/cm²와 183kg/cm²로서 더 이상의 휨강도 증가를 보이지 않는 것으로 볼 때 적정 압제시간은 6시간인 것으로 판단할 수 있겠다.

일반적으로 장시간 압제는 소성을 지닌 목재의 자체적인 압력흡수로 인한 이완작용으로 지속적인 압력유지가 어렵고 따라서 중간압제를 실시해야 하는 공정상의 문제점이 있을 뿐만 아니라 더 이상의 접착성 증대를 기대하기도 어렵다는 半井(1977)의 연구결과가 발표된 바 있다. 한편 압제시간은 접착제의 충분히 경화할 때까지 지속적인 압력을 가해주기 위하여 실시되는 공정이므로 접착제의 경화시간에 좌우되는 조건인자라고 볼 수 있다.

Clark(1968)와 Gillespie(1978)는 PVAc 에멀전 계통의 접착제는 상온에서 대부분 30~90분 이내에 경화된다고 발표한 대로 PVAc 접착제의 경화시간이 통상 1시간 이내라고 하지만 충분한 접착효과를 얻기 위해서는 단순한 액상 접착제의 경화시간만으로는 매우 부족하다고 알려져 있다. 즉 접착제의 단순경화 후에도 고비중 활엽수, 두꺼운 라미나, 굵음이 심한 만곡집성재 등의 경우에는 접착층에 관계하는 내부용력이 크기 때문에 압제시간을 충분히 주기 위하여 압제 후 다음날 해압하거나 또는 해압

후에도 접착층이 최대강도에 도달할 때까지 하루 정도 양생기간을 주는 over-night conditioning이 효율적인 접착공정이라고 할 수 있다.⁶⁾



〈Fig. 3〉 Relation between the cold pressing time and bending strength of finger jointed MDF.

따라서 본 실험은 압제 후 24시간 양생한 다음 강도테스트를 실시한 결과이며 통상적인 목공작업 시 해압 후 즉시 부하를 주는 다음 작업으로 연결되지 않고 하루정도 충분한 시간이 경과된 후에 계속작업에 사용하는 통례를 따른 것이다. 해압 후 즉시 강도테스트를 할 경우 본 실험 데이터 보다 상당히 낮은 휨강도를 나타낼 것으로 생각되나 본 실험의 목적은 목공작업의 관례를 따르면서 그때의 적절한 압제시간을 구하는 것이기 때문에 over-night conditioning을 적용하였다.

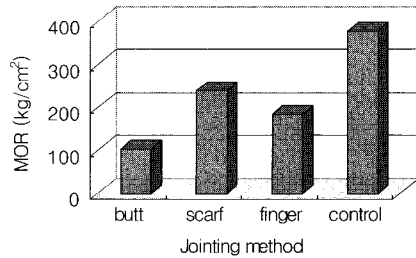
3-2 길이 접합방식별 MDF 집성판의 강도적 특성 변화

PVAc 접착제를 사용하여 상온에서 MDF 집성판을 제작하고 이때의 접합수준과 활용 가능성을 진단하기 위해 접합방식 즉 버트접합, 핑거접합 및 스카프접합에 따른 접합부의 휨강도와 인장강도의 변화를 조사하였다.

3-2-1 휨강도

MDF 집성판에서 채취한 시험편의 휨강도를

길이접합방식별로 측정된 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 먼저 접합부가 없는 소재상태의 MDF(이하 소재 MDF)의 휨강도는 377kg/cm²(control)를 나타냈으며 버트접합의 경우는 104kg/cm²로서 소재 MDF의 28%에 해당하는 매우 낮은 휨강도를 나타냈다.



〈Fig. 4〉 Relation between the jointing method and bending strength of finger jointed MDF.

스카프접합은 소재 MDF의 63%에 달하는 비교적 높은 239kg/cm²를 나타냈고 핑거접합은 183kg/cm²로서 소재 MDF의 49%에 해당하는 양호한 휨강도를 나타냈다. Pooley(1994)는 일반적으로 핑거접합부의 강도는 제재목 강도의 75% 수준을 유지한다고 했으나 MDF는 목재에 비해 낮은 접합강도를 나타내는 재료적 특성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 접합방식간의 비교는 버트접합<핑거접합<스카프접합 순으로 높은 휨강도를 나타냈다. 일반적으로 목재는 3단면 중 횡단면(목구멍)의 접착이 종단면(방사면, 접선면) 보다 훨씬 어렵고 접착강도 역시 현저히 떨어지는 접착특성을 지니고 있다.¹²⁾ 따라서 100% 횡단면을 접착하는 버트접합의 접착강도가 가장 약한 반면에 접착면적이 보다 넓고 접착면 또한 종단면에 가까운 스카프접합의 접착강도가 가장 강한 접착강도를 나타내는 것으로 판단된다¹⁰⁾.

3가지 접합방식 중에서 버트접합의 휨강도

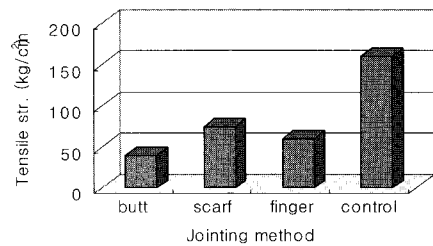
는 너무 낮기 때문에 접합에 의한 휨강도를 전혀 기대할 수 없는 반면, 스카프접합과 핑거 접합은 소재 MDF의 절반수준에 해당하는 휨강도를 유지할 수 있는 가능성을 보여주고 있으며, 특히 핑거접합은 작업성과 접착성이 좋고 비교적 수율도 양호하며 자동화시스템이 가능하기 때문에 가구, 건구재 등 목재산업현장에서 가장 널리 사용되고 있는 방식으로 MDF 집성판 제조시 스카프접합에 비해서 크게 떨어지지 않는 휨강도를 보여 주었다.⁴⁾

3-2-2 인장강도

MDF 집성판에서 채취한 시험편의 인장강도를 길이접합방식별로 측정된 결과는 Fig. 5와 같이 나타났다.

소재 MDF의 인장강도는 160kg/cm^2 로 측정되었고 버트접합의 경우는 40kg/cm^2 로서 소재 MDF의 25%에 해당하는 매우 낮은 인장강도를 나타냈으며 휨강도의 감소율 28%과 유사한 접합특성을 보여주었다. 그러나 스카프접합은 소재 MDF의 47%에 해당하는 75kg/cm^2 를 나타냈고 핑거접합은 60kg/cm^2 로서 38%에 불과하여 각각의 휨강도 감소율 63%와 49%에 비교할 때 인장강도의 감소율이 휨강도 보다 매우 높았다.

따라서 접합방식 간의 비교는 휨강도와 마찬가지로 버트접합<핑거접합<스카프접합 순으로 높은 인장강도를 나타냈으며 길이접합에 의한 강도 저하율은 전반적으로 휨강도보다 심한 양상을 보여주었다. 3가지 접합방식 중에서 접합유효율이 가장 낮은 버트접합을 제외한 스카프접합과 핑거접합에서도 소재 MDF의 절반 이하의 낮은 인장강도를 나타내기 때문에 인장하중을 받는 용도로 사용할 경우 MDF의 길이 접합은 적용하기 어려울 것으로 생각된다.



〈Fig. 5〉 Relation between the jointing method and tensile strength of finger jointed MDF..

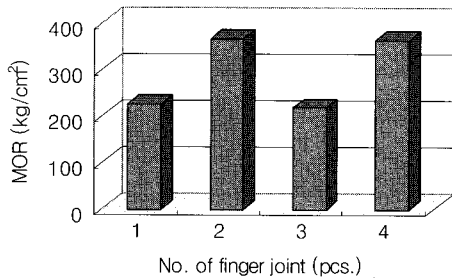
3-3 핑거의 수량별 MDF 집성판의 강도적 특성의 변화

3-3-1 휨강도

소재 MDF 층재를 핑거절삭공법을 사용해서 길이방향 및 폭방향으로 10분간 고주파 가열 접합하여 MDF 집성판을 제조하였으며 제조된 집성판의 재면 평활성, 통직성 및 접합부의 밀착성 등 외형상 품질은 매우 양호하였다. 핑거접합부(finger joint)의 수량과 길이방향 배치에 따른 휨접합성능을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다.

앞에서 무접합 소재 MDF의 기준 휨강도가 377kg/cm^2 를 나타내는 데 비하여 핑거접합부가 중앙에 한 개 배치된 MDF 집성판의 휨강도는 225kg/cm^2 로서 40% 이상 상당한 강도감소를 가져왔다. 이는 휨하중이 재료의 중앙에 집중되므로 중앙에 위치시킨 취약한 접합부가 휨강도의 현저한 저하를 가져오는 데 기인한 것으로 예상되는 결과이며¹⁾ 감소율의 정도를 예측하는 데 도움이 될 것이다. 한편 핑거접합부를 MDF 집성판의 중앙을 벗어나서 길이의 1/3 간격으로 2개 배치했을 경우의 휨강도는 365kg/cm^2 로서 소재 MDF의 기준 휨강도 377kg/cm^2 와 거의 동등한 휨강도를 나타냈으며 휨파괴 부위도 접합부분이 아닌 재료의 중앙에서 발생하였다. 이때의 휨강도 감소율은

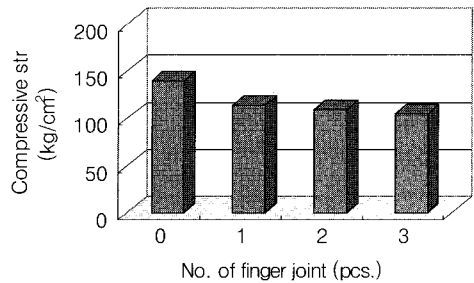
3%에 불과한 수치이며 따라서 중량을 벗어난 핑거접합은 목재의 휨강도의 손실을 최소한으로 줄일 수 있고 거의 무접합 재료와 동등한 강도성능을 유지한다고 보여진다.



〈Fig. 6〉 Relation between the number of finger joints and bending strength of finger jointed MDF.

계속해서 길이의 1/4 간격으로 3개를 배치한 경우 MDF 집성판의 휨강도는 217kg/cm²를 나타냈는데 이 값은 소재 MDF의 58%에 해당하였다. 이 경우에도 중앙에 핑거접합부가 존재하기 때문에 강도손실이 증가한 것으로 생각되며 중량을 벗어난 나머지 2개의 핑거접합부가 MDF 집성판의 휨강도에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단되었다. 또한 길이의 1/5 간격으로 4개를 배치한 MDF 집성판의 휨강도는 363kg/cm²로서 소재 MDF의 96%를 나타냈다. 이 경우 핑거접합부의 배치가 중앙에는 없으나 1/3 간격으로 배치된 경우에 비해 중앙에 매우 근접한 상태이므로 강도의 약화에 어느 정도 관여한 것으로 보여진다. 결과적으로 핑거접합부의 배치가 중앙에 가까울수록 MDF 집성판의 휨강도 손실에 미치는 영향이 증가하며 중량을 벗어난 접합부는 수량에 상관없이 중앙집중 하중방식에 의한 휨강도에는 크게 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

3-3-2 압축강도



〈Fig. 7〉 Relation between the number of finger joints and compressive strength of finger jointed MDF.

MDF 층재의 길이방향으로 핑거접합부를 1개에서 3개까지 삽입하여 고주파 가열접착시킨 다음 압축시험편을 채취하여 압축강도를 측정 한 결과는 Fig. 6과 같이 나타났다.

무접합 소재 MDF의 기준 압축강도는 140kg/cm²를 나타내는데 비하여 핑거접합부가 중앙에 한개 배치된 시험편의 압축강도는 113kg/cm²로서 19%의 강도감소를 가져왔다. 핑거접합부가 2개와 3개가 있는 시험편의 압축강도는 110kg/cm², 105kg/cm²로서 각각 1개일 때보다 2%, 2개일 때보다 4% 정도 추가로 감소함으로서 핑거접합수가 증가할수록 압축강도의 감소율이 서서히 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 다만 소재 MDF에 대한 압축강도의 감소정도가 중앙에 1개 있을 때는 매우 크지만 2개 이상 증가로 인한 추가적인 감소율은 현저하게 낮아지며 따라서 접합부의 위치 및 수량에 따른 변화는 휨강도에 비해 매우 미약한 수준임을 알 수 있었다. 압축과괴는 전체적으로 압축되면서 접합부위 주변으로 파괴선이 진행되는 양상을 보여주었다.

4. 결 론

목질보드류 중 최근 용도가 다양화되고 생산량도 증가하고 있는 국산 중밀도 섬유판(MDF)을 대상으로 근래에 들어서 그 중요성이 재평가되고 있는 고주파 평면가열에 의한 집성 공법을 적용하여 집성판을 제조하였다. 집성접착공정은 소재집성에 통상 사용되는 버트접합(butt joint), 스카프접합(scarf joint), 핑거접합(finger joint) 등의 방식을 이용하였으며, MDF의 가공과정에서 파생되는 소형의 폐재를 집성 원료로 재활용할 수 있는 가능성을 검토하는데 중점을 두고 실험을 수행하였다. 가열방식과 접합부 위치 및 수량 등이 MDF 집성판의 강도적 성질에 미치는 영향을 조사하였으며 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 고주파가열 접합의 경우 10분까지는 가열시간이 증가함에 따라 MDF 집성판의 휨강도가 증가하였으나 경제적 측면에서의 적정 가열시간은 6분으로 나타났다.
2. 상온 압체의 경우 6시간으로 충분하며 그 이상 압체시간을 늘려도 휨강도의 뚜렷한 증가는 보이지 않았다.
3. 접합방식별 MDF 집성판의 휨강도와 인장강도는 모두 버트접합<핑거접합<스카프접합 순으로 나타났으며 핑거접합 시 스카프접합의 80%에 가까운 양호한 강도적 성질을 나타냈다.
4. 핑거접합부가 MDF 집성판의 휨강도에 미치는 영향은 수량보다는 위치의 영향이 컸으며 중앙부위의 접합부는 미접합 소재 MDF의 40% 이상 휨강도의 감소를 가져왔다.
5. 핑거접합부의 수량이 증가할수록 MDF 집성판의 압축강도는 서서히 감소하는 경향을 보이며 접합부 위치의 영향은 미약하였다.

5. 인 용 문 헌

1. Bodig, J. and B.A. Jayne. 1982. Mechanics of wood and wood composites. Van Nostrand Reinhold Company.87-126.
2. Clark, L.E. Jr. 1968. Measurement of 'speed of set' of room temperature setting wood adhesives. For. Prod, J. 18:52-53.
3. Gillespie, R.H., Countryman, D., and Blomquist, R.F. 1978. Adhesives in building construction. USDA Agr. Handb. No.516: 73-83.
4. Park, S.B., Kong, Y.T., and Jo, J.M. 1988. Effects of adhesion conditions on bonding strength of pitch pine woods for glued-laminated wood. Mogjae Gonghak 16(4): 48-53.
5. Pooley, B.D. 1994. Design od glued laminated timber. Wood Design Focus 5(1):3-8.
6. So, W.T. 1988. Gluing characteristics of urea and phenol-resorcinol resin adhesives on the pitch pine lumber. Theses Collection of Chonnam University. Vol. 36:85-91.
7. 金在弘. 1976. 醋酸비닐수지. 大光書林: 10-16.
8. 半井勇三. 1977. 木材の接着と接着制. 三北出版: 86-103.
9. 山林廳. 2005. 林業統計年報. 第35號: 87, 326.
10. 森 光正 外 7人. 1991. スロ-プト・フィンガジョイント材の曲げおよび引張り強度性能に及ぼすスロ-プ比および接着劑の影響. 木材工業 46(10):462-467.
11. 李台鎬. 1979. 接着技術의 實際. 大光書林:

- 55-58.
12. 이필우 외 9인. 1981. 木材工學. 향문사: 166-167.
 13. 한국산업규격 KSF 2206. 목재의 압축시험 방법. 2004.
 14. 한국산업규격 KSF 2207. 목재의 인장시험 방법. 2004.
 15. 한국산업규격 KSF 2208. 목재의 휨시험방법. 2004.
 16. 한국산업규격 KSM 3700. 초산비닐수지에 멸전 목재접착제. 1985.
 17. 한국산업규격 KSF 3022. 목재 집성판. 2002.
 18. 한국산업규격 KSF 3023. 핑거조인트 목재. 2004..