

경사핑거접합법에 의한 소나무재의 휨강도성능개량 (I)^{*1}

변희섭^{*2} · 박한민^{*2} · 김종만^{*2}

Improvement of Bending Performances by Sloped Finger-Joint Method in *Pinus densiflora* S. et Z. (I)^{*1}

Hee-Seop Byeon^{*2} · Han-Min Park^{*2} · Jong-Man Kim^{*2}

ABSTRACT

The bending performances of sloped finger-joints in *Pinus densiflora* S. et Z. were tested in order to improve the strength properties of finger-joint. Sloped finger-cut pieces were jointed with four kinds of adhesives(resorcinol-phenol, oilic urethane, polyvinyl acetate, and polyvinyl-acryl acetate resin). The slope ratios of finger joints were 0, 0.5, 1.0, 2.0. The MOE, MOR and deflection to maximum load in bending of sloped finger-joints and solid wood specimen were measured.

The results were:

1. The efficiencies of MOE to finger and sloped finger-joints were 82% or greater in every kind of adhesives except polyvinyl-acryl acetate resin adhesive and there were some effect of slope on the MOE in a sloped finger-joint for polyvinyl-acryl acetate and oilic urethane resin adhesives.
2. The effects of slope on the MOR to sloped finger-joints were showed in every kind of adhesive, because the efficiencies of MOR increased with increasing slope ratio in sloped finger-joints. The efficiencies of MOR to slope ratios of 0 and 2.0 ranged 43~65% and 76~82%, respectively. There was almost no effect of the kinds of adhesives on the MOR to the slope ratio of 2.0.
3. It was found impossible to estimate the bending strength of sloped finger-jointed *Pinus densiflora* S. et Z by using MOE. The correlation coefficient(0.124) between MOE and MOR was very low and not significant at 5% level.

Keywords: Bending strength property, *Pinus densiflora* S. et Z., sloped finger-joint, slope ratio, kind of adhesive.

1. 서론

목재가 가진 섬유방향에 대한 높은 강도성능을 효과적

으로 이용할수 있는 集成材, 단판적층재(LVL)를 제조할 때 이용되는 구성요소(element)의 縱接合은 재료의 強度性能을 지배하는 가장 중요한 인자중의 하나이다. 목

^{*1} 접수 1997년 10월 6일 Received October 6, 1997

^{*2} 경상대학교 농과대학 College of Agriculture, Gyeong National University, Chinju 660-702, Korea

개의 종접합 방법으로는 벗조인트(butt joint), 스카프조인트(scarf joint), 핑거조인트(finger joint), 베벨조인트(beveled joint) 등이 연구(大熊, 1989)되어 사용되고 있다. 특히 이러한 접합 방법 중에서 핑거접합법은 작업성이 좋고 수율이 높기 때문에 가구, 건구재 등의 집성재 라미나의 종접합법으로서 널리 연구(森, 1963; 梶, 1976·1989)되어 사용되고 있다. 그런데 요즘은 대부분의 가구, 건구재에서 핑거조인트로 된 라미나를 사용하고 있지만 스카프 조인트에 비해 강도적 신뢰성이 낮은 문제가 있어 핑거조인트를 사용한 부재, 라미나의 構造強度의 신뢰성을 높이기 위해서는 그 접착성능을 향상시킬 필요가 있다. 또한 핑거 조인트의 접합성능을 향상시킴으로서 구조부재의 건축시공 현장에서 종접합법으로서 핑거조인트를 사용할 수 있게 되었다. 그러나 조인트재를 구조용재로 사용하기 위해서는 정적 하중에 대한 접합성능을 향상시킬 필요가 있다. 핑거조인트의 경우, 스카프조인트와 비슷해서 그 접합성능이 접착 층의 접착력과 접착 층의 성질과 素材성질이 어느 정도 유사한가에 의존하므로 접착제수지의 선택만으로는 정적 하중에 대한 접합성능을 향상시키기는 곤란하다. 그런데 접착제 선택이외에 핑거조인트재의 접합성능을 향상시키는 방법으로서 핑거형상 개량을 생각할 수 있는데 미국산 송솔나무재의 핑거 基部를 경사비 2로 경사지게 한 경사핑거조인트의 사용으로 정적 하중에 대한 접합성능을 향상시켰다고 보고(森等, 1988; 川原等, 1991)하고 있다. 또한 집성재의 라미나의 종접합법으로서도 경사핑거가 강도성능의 증가에 효과가 있다고 보고(大籠等, 1992; 松藤, 1996)하고 있다.

그래서 본 연구에서는 우리 나라의 산간지역에 널리 분포하고 있는 소나무를 재료로 하여 경사핑거접합법으로 레소시놀계수지, 유용성 우레탄수지, 초산비닐수지, 초산비닐과 아크릴을 혼합한 수지접착제를 사용하여 제작한 시편의 휨강도성능에 미치는 ① 접착제의 종류에 대한 영향 및 ② 핑거의 형상을 경사지게 절삭 접합함시키는 것이 휨강도성능에 미치는 영향에 대하여 연구 검토했다.

2. 재료 및 방법

2.1 試驗片

2.1.1 試驗片的 선별

공시재료는 경남 창녕군 남지읍 청단리에서 벌채한 수령 약 20년생의 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)를 사용했다. 시편은 천연건조 재를 사용하여 20(T)×20(R)×340mm(L)로 절삭 가공하여 결함이 없는 약 300개의

시편을 제작하였다. 시편은 선별을 위하여 미리 비중과 휨탄성계수를 측정하여 비중의 범위 0.498~0.58 탄성계수 84,000~109,000kgf/cm²의 범위의 것을 사용하여 각 조건별로 쏠리지 않도록 하기 위하여 비중과 탄성계수를 이용하여 4 그룹으로 나누어 나누어진 그룹내에서 각조건에 따라 선별했다.

2.1.2 試驗片的 제작

실험용 시편은 기건 상태에서 충분히 건조된 상태에서 시편을 제작하였으며 항온항습실(온도 20℃, 습도 65%)에서 일주일 이상 조습시킨후 실험했다. 각 시편들은 무절삭재, 경사비(각도)의 4조건(0(90°), 0.5(63°), 1.0(45°), 2.0(27°))으로 둥근톱을 사용하여 길이방향의 중앙부를 횡절한 후 핑거컷트기로 절삭하여 제작하였는데 각 조건당 6개씩 일정하게 잘라서 핑거조인트기로 각도별 핑거를 각 시편당 핑거갯수가 5개이상 들어가게 만들었다. 핑거의 형상은 스카프경사비 1/10, 2. 핑거선단두께 1mm, 핑거저부폭 0.8mm, 핑거길이 13mm로 절삭가공을 했고 동일한 핑거절삭기를 사용하여 그림 1에 나타내는 바와 같이 경사핑거를 절삭 가공했다. 경사핑거절삭에 대해서는 표 1에서 나타내는 바와 같이 핑거기부를 경사시켜 그 비를 경사비로 나타내어 0.5, 1.0, 2.0의 3 종류로 했다. 그리고 핑거 접합에 사용한 접착제는 초산비닐수지접착제(이하 초산비닐로 약칭), 초산비닐과 아크릴을 혼합한 수지접착제(혼합비 2:1, 이하 초산아크릴로 약칭), 유용성 우레탄수지 접착제(이하 우레탄으로 약칭)의 국산접착제와 일산 레소시놀 페놀 공축합수지접착제(이하 레소시놀로 약칭)를 사용했는데 레소시놀 수지접착제의 경우는 경화제를 사용하였는데 첨가 비율은 15部로 했다. 그리고 시편들의 핑거접합은 핑거

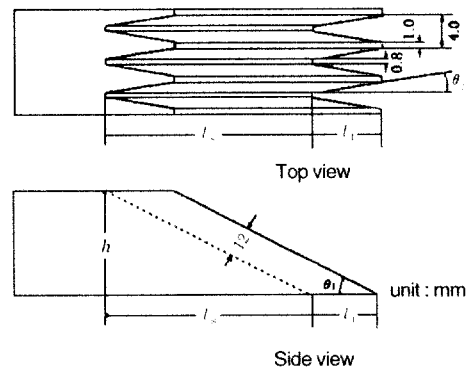


Fig. 1. Type of specimen with a sloped finger-joint test-piece.

Notes: l_2 : Length of finger, l_1 : Length of slope part, h : Height of specimen. The values of slope ratio(l_1/h) were 0, 0.5, 1.0 and 2.0.

Table 1. Types of sloped finger.

	Slope ratio (l_s/h)			
	0	0.5	1	2
$\theta_1 (^\circ)$	90	63	45	27
Bonded-area ratio	1	1.1	1.4	2.2
$\tan \theta_2$	1/10.2	1/11.5	1/14.4	1/22.8
l_s (mm)	13	14.7	18.5	28.7

Legend : The same as shown in Fig. 1.

절삭부를 접착제로 양면도포하여 만능강도시험기를 사용하여 先端壓縮壓力를 40kgf/cm²로 해서 20초간 유지시켜 행했다. 이때 접착되는 시편이 경사방향으로 미끄러지는 것을 방지하기 위해 시편의 양 측면에 부목을 붙여 나사클램프를 사용해서 고정시켜 압했다. 그 다음 항온항습조건에서 1 주일간 양생시킨 후 다시 18×18×300 mm로 마무리 가공하여 만능강도시험기로 휨강도시험을 실시했다.

2. 1. 3 휨 強度性能 시험방법

휨 강도시험은 만능강도시험기(universal testing machine) 를 사용하여 스펠(span) 260mm, 하중속도(cross head speed) 1 mm/min 로 핑거접합 형태의 수직방향으로 3점의 중앙집중방식으로 하중을 가하여 휨 탄성계수, 휨강도, 최대처짐량 등을 측정했다. 그리고 휨 탄성계수(MOE, modulus of elasticity)와 휨강도(MOR, modulus of rupture)는 다음 계산 식들에 의해서 계산되었다.

$$MOE = \Delta P l^3 / 4bh^3 \Delta y \dots\dots\dots (1)$$

여기에서

ΔP : 비례영역에 있어서 상한 하중과 하한 하중의 차

Δy : P에 대응하는 스펠중앙의 처짐

l : 스펠(span)

b : 폭(나비)

h : 높이(두께)

휨강도(MOR)는 다음 식(2)과 같다.

$$MOR = 3Pl / 2bh^2 \dots\dots\dots (2)$$

여기에서

P: 최대하중

l : 스펠

b : 폭(나비)

h : 높이(두께)

3. 결과 및 고찰

3. 1 휨 彈性係數

표 2에 휨강도시험의 전 결과를 나타내었고 각 그림에서는 평균치를 이용하여 고찰하고자 한다.

그림 2는 핑거 경사비(slope ratio)의 증가와 휨탄성계수와의 관계를 나타낸다. 탄성계수유효율은 핑거접합시키지 않은 소재와의 탄성계수비를 나타낸다. 레소시놀수지 접착제의 경우 소재의 휨탄성계수와 비교해서 94~98% 정도의 유효율을 나타냈지만 경사비의 증가에 의한 변화는 크게 나타나지 않았다. 이것은 堀江(1981)와 森等(1988)이 보고한 레소시놀수지접착제로 핑거접합했을 때의 휨탄성계수는 소재의 그것과 거의 같다는 보고와 일치했다. 초산비닐수지 및 초산아크릴 혼합 수지접착제를 사용한 시험편은 소재에 비해 77~85% 정도의 휨 彈性 有效率을 나타내었고 초산아크릴 및 유용성 우레탄은 경사핑거접합의 채용으로 탄성계수가 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이상에서 휨 탄성계수에 대한 핑거 및 경사핑거 접합의 유효율은 접착제의 종류에 따라 약간의 차이는 있었지만 높은 값을 나타내었고 핑거기부를 경사지게 한 영향은 거의 나타나지 않았다.

3. 2 휨 強度

그림 3에 휨강도와 핑거 경사비와의 관계를 나타내었다. 휨강도유효율은 핑거접합시키지 않은 소재와의 강도비를 나타낸다. 본 실험에서 사용한 4종류의 접착제 모두의 경우에 있어서 핑거기부 경사비가 0에서 0.5, 1.0, 2.0으로 증가할수록 휨강도가 거의 직선적으로 증가하는 경향을 나타내었는데 이것은 핑거 경사비가 커질수록 접착면적이 넓어져 응력이 분산되어 응력집중의 발생이 분산되어 접착강도가 높아졌기 때문으로 생각된다. 그리고 각 경사비별로 그 증가폭을 보면 4종류의 접착제 모두 경사비가 적은 0과 0.5사이의 차이는 별로 없으나 경사비가 커질수록 차이는 크지는 것으로 나타났다. 초산아크릴 접착제의 경우에는 경사비가 증가할 수록 휨강도유효율이 증가하여 약 76%까지 거의 직선적으로 증가했고, 우레탄의 경우에는 73%까지, 초산비닐수지접착제의 경우에는 77%까지, 그리고 레소시놀수지접착제의 경우에는 82%까지 경사비에 따라 증가폭이 커지면서 유효율도 거의 직선적으로 증가했는데 그 증가폭은 다른 접착제에 비해 가장 적게 나타났다. 그리고 초산비닐과 아크릴을 혼합한 접착제의 경사비가 0에서 2.0으로 증가함에 따라 가장 큰 폭으로 증가했다. 경사되지 않은 0, 경

Table 2. Bending strength properties of finger-jointed specimens.

	MOE (tonf/cm ²)				MOR (kgf/cm ²)				Deflection (mm)				
	Max	Min	Mean	S.D	Max	Min	Mean	S.D	Max	Min	Mean	S.D	
Solid wood (control)	124.7	73.4	105.6	16.5	1158.3	978.9	1064.5	58.2	11.3	8.3	10.1	1.1	
Poly vinyl-acryl acetate resin	(0 [°])	91.9	74.2	82.5	7.2	516	442.0	470.0	25.2	3.3	2.8	3.1	0.2
	(0.5 [°])	100.9	77.9	88.0	8.2	582	445.3	481.7	50.9	3.7	2.7	3.2	0.5
	(1.0 [°])	111.9	81.5	90.9	10.9	729.8	604.3	636.9	50.3	5.2	4.5	4.8	0.3
	(2.0 [°])	109.7	83.2	90.9	10.3	857.9	755.4	811.7	36.3	8.2	5.8	7.2	1.0
Poly vinyl acetate	(0 [°])	127.9	82.0	96.7	14.9	733.4	623.3	662.1	42.6	4.9	3.9	4.4	0.4
	(0.5 [°])	96.7	84.6	91.1	4.6	710.1	608.2	664.6	40.8	5.0	4.0	4.4	0.4
	(1.0 [°])	102.9	86.6	93.7	5.9	830.0	685.3	755.6	55.5	5.7	4.3	4.9	0.5
	(2.0 [°])	95.6	80.8	88.9	5.2	937.0	749.1	820.2	61.7	7.0	4.3	5.9	1.0
Oilic urethane resin	(0 [°])	103.8	86.1	94.8	7.2	639.7	521.3	581.7	46.5	4.2	2.7	3.3	0.5
	(0.5 [°])	107.5	86.6	98.4	7.7	674.5	564.9	626.3	44.7	3.5	2.9	3.3	0.3
	(1.0 [°])	104.1	81.6	95.8	7.5	704.0	614.0	661.8	31.5	4.0	3.2	3.7	0.4
	(2.0 [°])	103.3	90.0	95.9	4.9	870.3	729.2	793.6	60.1	6.2	3.8	4.9	1.0
Resorcinol-phenol resin	(0 [°])	117.4	92.1	100.1	9.3	792.4	658.6	696.9	50.2	4.2	3.6	4.0	0.2
	(0.5 [°])	104.5	88.8	98.2	5.9	763.1	651.8	712.3	44.1	4.1	3.4	3.8	0.3
	(1.0 [°])	102.6	91.2	97.3	4.6	794.4	647.5	751.3	55.9	4.8	3.8	4.5	0.4
	(2.0 [°])	119.4	94.3	105.0	8.6	969.1	786.6	875.9	82.7	6.8	4.9	5.5	0.8

Notes : Max : Maximum, Min : Minimum, S.D : Standard deviation, °: The slope ratio of 0, °: The slope ratio of 0.5, °: The slope ratio of 1, °: The slope ratio of 2.

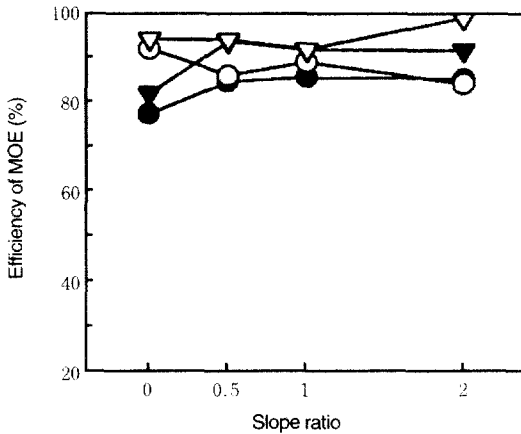


Fig. 2. Effect of slope ratio on the modulus of elasticity(MOE).

Legend ; ● : Poly vinyl-acryl acetate resin,
○ : Poly vinyl acetate,
▼ : Oilic urethane resin,
▽ : Resorcinol-phenol resin.

Note ; Efficiency of MOE: Percentage of MOE for each type of specimen to that for solid wood specimen.

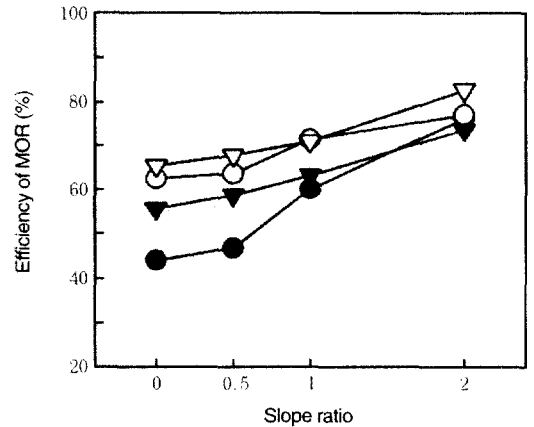


Fig. 3. Effect of slope ratio on the modulus of rupture (MOR).

Legend ; The same as shown in Fig. 2.

Note ; Efficiency of MOR: Percentage of MOR for each type of specimen to that for solid wood specimen.

사비가 낮은 0.5의 경사비에서 낮은 유효율을 나타내고 경사비가 2.0으로 증가함에 따라 유효율이 증가되었는데 이것은 초산비닐과 아크릴 혼합수지접착제의 접착성능에 문제가 있는 것으로 생각된다. 이것은 뒷부분의 처짐에서도 이 문제를 발생시켜 처짐이 다른 접착제를 사용한 시편에 비해 상당히 많은 처짐을 일으켰는데 이것은 접착제의 접착력 및 접착제의 특성과 소재의 성질과 유사성이 어느 정도 높은가에 의존하는 집합유효율에서 다른 접착제에 비해서 유사성이 높기보다는 접착력에 문제가 발생하여 목부에 파괴가 발생하는 것이 아니고 접착제로 접착된 접착 층이 파괴되어 버리는 결과를 초래한 것으로 생각된다. 특히 평거경사비가 낮은 0이나 0.5일 때에는 강도 유효율이 43~46%를 나타내었는데 이것은 집합부에 작용하는 접착제의 영향이 크기 때문으로 생각된다.

그리고 전 접착제에 있어서 평거경사비가 0 혹은 0.5 일때는 접착제의 종류에 따라 평거집합유효율에 미치는 영향이 커기 때문에 유효율의 범위가 43~65% 정도로 그 차의 범위가 23% 정도를 나타냈지만 평거경사비가 증가함에 따라 접착제의 영향이 적어져서 평거경사비가 2.0 일 때의 접착제 종류에 따른 집합유효율의 범위는 76~82%로 차가 7% 정도만을 나타내어 그 범위가 훨씬 줄어들어 휨 강도에 대한 유효율은 접착제의 종류에 거의 의존하지 않는 것으로 생각된다. 이것은 평거기부의 경사가 없거나 적은 경사비 0이나 0.5에서는 평거접합부의 접착력이 휨강도에 미치는 영향이 크지만 평거기부의 경사비가 1.0 또는 2.0으로 커짐에 따라 접착면적이 넓어져 응력이 분산되므로 응력집중의 발생부가 분산되어 접착력이 휨강도에 미치는 영향이 적어지기 때문으로 생각된다. 이 결과 접착제의 선택에 있어서 휨강도성능에 대해서만 고려한다면 평거경사가 큰 경사비 2.0의 경사평거접착에 있어서는 접착제의 접착력에 의한 영향이 적어지기 때문에 접착제의 접착력외의 다른 요소를 고려해도 될 것으로 판단된다.

그런데 본 실험에서 4 종류의 접착제를 사용하여 평거 경사비를 0에서 2.0으로 증가시켰을 때의 휨 강도유효율이 43~65%에서 76~82%로 증가되어 평거기부경사에 의한 효과는 인정되지만 레소시놀, 에폭시, 우레탄 수지 접착제를 사용하여 미국산 솔송나무의 평거경사가 1.0 이상일 때 집합유효율이 90% 이상을 나타냈다는 연구보고(森, 1991) 보다는 상당히 낮은 유효율을 나타냈다. 이것은 수종, 접착제의 접착력, 평거의 형상 등과 관계가 있을 것으로 판단된다. 특히 모 회사에서 평거 집합에 사용하고 있는 초산비닐과 아크릴을 혼합한 접착제는 그 휨 강도에 대한 집합유효율은 평거경사비가 0 및 0.5에서 소

재의 절반에도 미치지 못하는 43~46%로 나타나 초산비닐수지에 아크릴을 혼합해서 사용하기 위해서는 유효율을 개선할 수 있는 방안을 강구해야 할 것으로 판단된다. 또한 森(1991)는 레소시놀 혹은 우레탄 수지접착제로 경사지게 평거 집합시켰을 때 경사비가 1.0 이상일 때에는 거의 동일한 휨강도 유효율을 나타내었다고 보고하고 있는데 본 시험결과에서는 그 유효율도 낮을 뿐만 아니라 우레탄수지접착제의 그것이 레소시놀수지접착제를 사용한 것보다도 전경사비에서 낮게 나타나 국산접착제의 접착력과 관련된 것인지 아니면 접착제의 특성과 수종과의 관계에서 나타난 결과인지에 대해서 연구 검토해야 할 것으로 판단된다. 그리고 접착제종류에 따른 휨강도 유효율을 보면 레소시놀 수지접착제가 가장 높은 유효율을 나타냈고, 그 다음이 초산비닐, 유용성 우레탄, 초산비닐 아크릴혼합 수지접착제 순으로 나타났다. 이러한 결과로부터 정적 휨강도 성능만을 고려한다면 국내산 소나무재의 평거 집합을 위해서는 레소시놀이나 초산비닐수지 접착제가 적당할 것으로 생각된다.

3.3 경사비와 최대처짐과의 관계

그림 4는 경사비 증가에 따른 최대 강도까지의 최대 처짐량(deflection)을 나타낸다. 최대처짐유효율도 평거접합시키지 않은 소재의 처짐과 접합재의 그것과의 비를 나타낸다. 전 접착제에 있어서 처짐유효율은 평거경사비가 증가할수록 거의 직선적으로 증가했고, 그 증가폭은 경

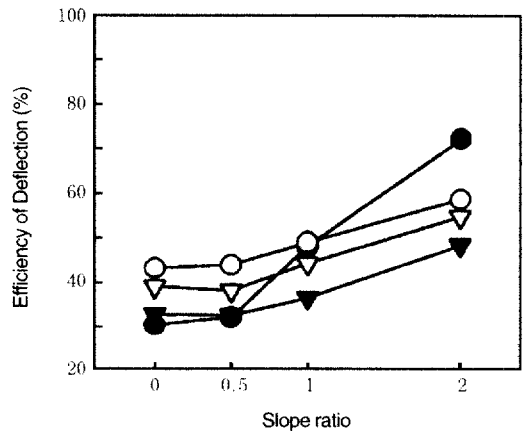


Fig. 4. Effect of slope ratio on deflection to maximum load.

Legends; The same as shown in Fig. 2.

Notes; Efficiency of deflection: Percentage of deflection to maximum load for each type of specimen to that for solid wood specimen.

사비가 클수록 증가폭도 증가했다. 그 이유는 휨 강도에서와 같이 경사비가 커질수록 접착면적이 넓어져 응력이 분산되어 접합강도가 증가되었고 따라서 치짐도 함께 증가했다고 생각된다. 경사비 2.0을 제외한 모든 경사조건에서 가장 낮은 휨강도 유효율을 나타낸 초산비

닐과 아크릴을 혼합한 접착제는 핑거 경사비 0 및 0.5의 최대하중까지의 치짐에 대해서도 휨강도 유효율에서와 마찬가지로 가장 낮은 값을 나타냈다. 이것은 앞의 휨 강도유효율에서 경사비 0 및 0.5에서 아주 낮은 수치를 보인 원인으로 목부에 파괴가 발생하지 않고 접착층이 미끄러지듯 초기에 파괴되어 치짐이 적은 것으로 생각된다. 그러나 경사비가 1.0, 2.0으로 증가함에 따라 최대 하중까지의 치짐은 급격히 증가해 소재의 72% 정도까지 증가했다. 이것은 핑거경사비가 증가됨에 따라 최대하중이 될 때까지 접착 층에서 미끄러짐도 발생하면서 파괴가 진행되므로 급격히 치짐이 증가하고 휨강도도 높게 나타난 것으로 생각된다. 그래서 초산과 아크릴을 혼합한 접착제의 치짐은 소재의 그것에 가장 접근했지만 강도유효율에서는 다른 접착제와 비교해서 많이 떨어지기 때문에 소나무의 핑거접합접착용으로는 장려할 접착제라고는 생각되지 않는다. 나머지 3종류의 접착제에서는 핑거경사의 증가에 따른 치짐의 경향은 비슷하게 증가했지만, 그 크기는 초산비닐, 레소시놀, 우레탄의 순으로 나타났다. 그 크기를 접착제 별로 보면은 다음과 같다. 핑거경사비가 0, 0.5, 1.0, 2.0으로 증가함에 따라 초산비닐아크릴수지접착제는 30.3, 32, 47.9, 71.7의 순이고, 초산비닐수지접착제는 43.2, 43.9, 48.7, 58.3의 순이고 우레탄수지접착제는 32.8, 32.5, 36.4, 48.1의 순이고, 레소시놀수지접착제는 39.5, 38.1, 44.1, 54.4의 순이었다.

3.4 휨 강도와 탄성계수와와의 관계

그림 5는 휨 강도와 탄성계수와와의 관계를 나타낸다. 결합이 적은 소재의 경우 휨 탄성계수와 강도사이에는 일반적으로 정의 높은 상관관계가 존재하는 것으로 알려져 있다. 그러나 국산재 소나무를 재료로 하여 여러 가지 접착제로 핑거접합 한 본 실험에서는 상관계수가 낮은 0.124를 나타내어 5% 수준에서도 유의성이 인정되지 않는 결과를 나타냈다. 이것은 소재를 핑거 접착 접합시키면 접착제, 핑거의 형상 등 여러 가지 요인이 복잡하게 휨탄성계수 및 강도에 기여하게 됨으로 상관관계가 떨어지게 되는 것으로 생각된다. 그래서 소나무를 핑거접합시킨 재료의 강도평가를 위한 지표로서 탄성계수만을 이용하는 것은 어려운 것으로 생각된다.

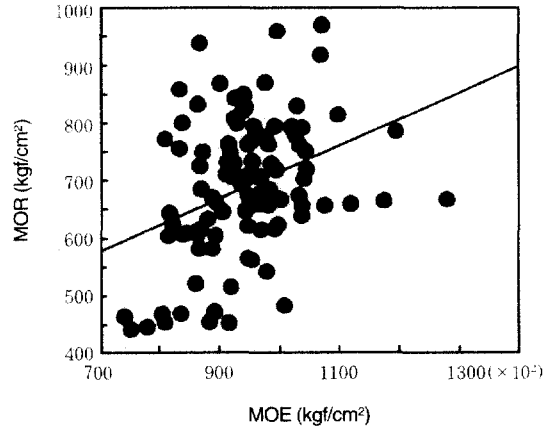


Fig. 5. Relationship between MOE and MOR.

Notes; MOR = 4.62MOE+253, $r = 0.124$ and no significant at 5% level.

4. 결 론

국내산 소나무를 재료로 레소시놀계수지, 유용성우레탄수지, 초산비닐수지, 초산비닐과 아크릴을 혼합한 수지접착제를 사용하여 경사핑거접합법으로 접합시켜 휨 강도성능에 대한 접착제 종류의 영향 핑거의 경사효과에 대해 연구 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 휨 탄성계수에 대한 핑거 및 경사핑거 접합의 유효율은 접착제의 종류에 따라 약간의 차이는 있었지만 높은 값을 나타내어 접착제의 종류에 대한 영향은 거의 나타나지 않았으며 핑거거부를 경사에 대한 효과는 초산아크릴 및 유용성 우레탄 수지접착제에서만 약간 나타났다.
2. 휨강도에 대한 접합유효율은 핑거경사가 증가할수록 거의 직선적으로 높아져 핑거를 경사지게 한 효과가 나타났으며 경사비 0 및 2.0일 때의 그 유효율의 범위와 그 차이는 각각 43~65%, 23%, 76~82%, 7%로 경사비가 2.0으로 증가함에 따라 접착제 종류에 대한 영향은 매우 적어졌다.
3. 휨탄성계수와 휨강도사이의 상관관계가 상관계수 0.124로 5% 수준에서도 유의성이 인정되지 않는 매우 낮은 상관관계를 나타내기 때문에 휨탄성계수를 이용하여 경사핑거접합된 소나무의 휨강도를 측정하기는 어려운 것으로 판단된다.

사 사

본 연구수행을 위해 협조해 준 경상대학교 부속 농어촌개발연구소에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 森 稔, 星 通, 1963. フィンガー-ジョイントの接着有効率. 木材工業 18(3): 123~129
2. 堀江秀夫, 倉田久敬, 1981. フィンガー-ジョイント材の強度性能. 林産試月報 356: 5~16
3. 星 通, 1976. 集成加工における縦つぎ技術. 木材工業 31(11): 484~490
4. 星 通, 1989. フィンガー-接合部強さの経時變化. 木材工業 44(5): 219~220
5. 川原重明 等, 1991. スロープト・フィンガー-ジョイント材の衝撃曲げ強度性能に及ぼすスローフ比および接着剤の影響. 木材工業 46(4): 165~170
6. 松藤 剛 等, 1996. 縦織ぎを持つ積層材の曲げ強度性能のスローフト・フィンガー-ジョイントによる改良. 接着學會誌 32(9): 329~339
7. 森 光正 等, 1988. スローフト・フィンガー-ジョイント材の接合性能. 木材工業 43(7): 313~316
8. 森 光正 等, 1991. スローフト・フィンガー-ジョイント材の曲げおよび引張強度性能に及ぼすスローフ比および接着剤の影響. 木材工業 46(10): 462~467
9. 大籠幸治 等, 1992. スローフト・フィンガー-ジョイント含む集成材の曲げ強度性能. 東京農工大演習林報告 30: 21~33
10. 大熊幹章, 1989. 構造用LVLの曲げ性能に及ぼす單板縦織ぎ方法に関する一考察. 木材工業 44(6): 269~272