

남부지역 삼나무 간벌목재의 못접합특성과 할렬발생

소 원 택[†]

전남대학교 농업과학기술연구소(임산공학과)

The Nail Jointing Properties and Checking Mechanism of Thinned Japanese Cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don.) Boards Grown in Southern District

Won-Tek So[†]

Institute of Agriculture Science and Technology, (Dept. of Forest Products and Technology)
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract: This experiment was carried out to investigate the effects of nail diameter, driving distance from end on the nail check length, and the effects of nail diameter, prehole for nail driving, and nail driving slope on the nail withdrawal resistance, by the static test of universal testing machine. The test specimen were Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don.) boards grown in southern district of Korea, and the nails for test were 2.02~4.82 mm in diameter. After nail driving, the back face checks of test boards were longer than the surface checks. The optimum nail diameter without checks or loss of nail withdrawal resistance were below 10% of board width and the optimum driving distance from end of boards were ten multiple of nail diameter. The relation between nail diameter (x) and withdrawal resistance (y) was linear and the regression formulae for Japanese cedar board was $y = 8.66x + 7.6$ ($R^2 = 0.978$). As both of the prehole diameter and driving slope were increased, the withdrawal resistances were significantly decreased.

Keywords: Japanese cedar, nail checking mechanism, nail withdrawal resistance, prehole for nail driving, nail jointing properties, nail driving slope

1. 緒 言

삼나무는 우리나라 전라남도과 경상남도의 표고 300 m 이하에서 자라고 있는 남부지방 주요 조림 수종이며(조재명, 1988; 조무연, 1989) 현재 중소경급 간벌재 뿐만 아니라 대경목 생산이 가능한 영급에 도달하고 있다. 삼나무는 매우 가볍고 취약한 강도측면에서 구조용재보다는 건축내장, 건구, 선

박, 차량, 가구, 술통, 조각, 포장 등의 수장용으로 사용되며 그 용도가 대단히 광범위하게 사용되고 있다. 특히 국내목재 소비량의 대부분을 수입외재에 의존하고 있는 국내 형편으로는 국산 목재자원인 삼나무의 적극적인 이용이 매우 필요한 시점이라 할 수 있다.

목재나 목질보드를 가공해서 목제품을 만드는 과정에서 또는 건축물의 내장 및 건축물 주변의 테라스 마루판 설치와 같이 목재 이용상 nail, screw, bolt, dowel 등을 사용하여 접합하는 공정이 많이 활용되고 있다. 특히 보드류는 할렬방지를 위해 구

2010년 10월 5일 접수; 2010년 11월 2일 수정; 2011년 1월 13일 게재확정

[†] 교신저자 : 소 원 택 (wtso@chonnam.ac.kr)

멍을 먼저 뚫고 접합하는 방식이 주로 사용되고 있다(Hoadley, 1980; 김광철, 2005). 이 경우 내부천공에 의해서 원재료의 연속성이 파괴되고 이에 따른 강도적 손실이 발생하게 된다. 또한 접합과정에서 발생하는 할렬은 치명적인 강도손실을 가져옴으로 할렬을 방지할 수 있는 접합조건의 구명과 강도적 손실의 정도를 예측하는 것은 재료의 이용도를 높이고 효율적인 접합을 위해 매우 중요한 과제라고 판단된다. 또한 못접합 시 못박는 과정에서 판재가 할렬되어 공정지연 및 목재손실을 초래하는 문제가 발생하기도 하는데 이는 적정크기의 못선정 또는 못박는 위치의 거리산정 등을 제대로 파악하지 못한 때문으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 국내산 삼나무 판재를 대상으로 못의 직경, 판재폭, 목구멍과 못박는 지점의 거리 등에 따른 할렬발생의 정도를 조사하고 선공크기와 입사각도가 못인발저항에 미치는 영향을 구명함으로써 목재의 효율적인 못접합설계를 위한 기초자료를 구하는 데 목적을 두고 연구를 수행하였다.

2. 材料 및 方法

2.1. 공시재료 및 시험편 제작

전남 장성에 위치한 전남대학교 부속 연습림에 식재되어 있는 삼나무(*Cryptomeria japonica* D. Don.) 중에서 수간이 통직하고 생장이 양호한 임목을 벌채하여 공시목으로 사용하였다. 벌채한 원목은 재장 2 m로 횡절하고 다시 폭 2 cm 간격으로 판목제제한 다음 3년 이상 천연건조를 실시하여 함수율 12% 이하로 기건된 판재를 실험용 치수인 두께 10 mm, 폭 10~60 mm, 길이 10~30 cm로 대패가공하여 시험편으로 사용하였다. 제작된 공시재료의 형질은 Table 1과 같다.

삼나무 판재의 할렬특성과 못인발 특성 측정용 공시못은 일반평못 형태로서 직경 2~5 mm에 해당하는 2.02 mm, 2.89 mm, 3.75 mm, 4.82 mm의 4종류를 사용하였다.

Table 1. Characteristics of sample boards

Species	Age (yrs.)	Sp.Gr. (12%)	M.C. (%)	Width of A.R. (mm)	Late wood (%)
Japanese cedar	30	0.41	11.3	5.5	29

Note. Sp.Gr.: specific gravity, M.C.: air-dried moisture content, A.R.: annual ring

2.2. 실험방법

2.2.1. 삼나무 판재의 비중 및 함수율 측정

공시재료의 물리적 특성으로 비중, 함수율, 평균 연륜폭 및 추재율을 한국산업규격 KSF 2198 (목재의 밀도 및 비중측정방법), 2199 (목재의 함수율 측정방법), 2202 (목재의 평균나이테 측정방법)에 의해 측정하였다. 비중은 기건비중을 측정하고 함수율은 전건법을 이용하였으며, 추재율은 측정기준선에 포함된 모든 연륜의 추재율을 각각 육안관찰한 다음 평균값을 구하였다.

$$\text{비 중} : S = W/V$$

(W: 시험편 무게 g, V: 시험편 용적 cm^3)

$$\text{함수율} : M(\%) = (W_m - W_o) / W_o$$

(W_m : 건조전 무게 g, W_o : 전건무게 g)

2.2.2. 못접합 할렬특성 측정

먼저 못의 직경(2~5 mm)과 판재의 폭(10~30 mm)에 따른 할렬발생 정도를 측정하였다. 이때 못박는 위치는 재료폭 중앙에 해당하는 지점이었고 못박는 방식은 수동으로 햄머(470 g)와 보조기구를 사용하여 가능한 일정한 충격이 가해지도록 노력하였다. 발생된 할렬의 길이는 디지털 캘리퍼(0.05 mm)를 사용하여 측정하였다.

다음에 못의 직경과 목구멍의 거리에 따른 할렬 발생 정도를 측정하였다. 못박는 위치는 재료의 목구멍으로부터 10~40 mm 떨어진 지점을 선정하였으며 이때의 판재폭은 60 mm를 적용하였다.

2.2.3. 못인발저항 측정

먼저 못의 직경크기에 대한 못인발 저항의 변화

Table 2. Diameter of preholes for nail driving

Dia. of nail (mm)	Diameter of prehole (mm)				
2 (2.02)	0,	1.0,	1.2,	1.5	
3 (2.89)	0,	1.0,	1.5,	2.0,	2.5
4 (3.75)	0,	1.0,	1.5,	2.0,	3.0
5 (4.82)	0,	1.0,	2.0,	3.0,	4.0

Note. () : practical nail diameter

를 측정하였다. 못직경은 2~5 mm까지 4종류를 사용하였으며 재료판재의 폭은 50 mm로 통일하고 못박는 위치는 재료폭 중앙에 해당하는 지점이었다. 못인발저항은 재료시험기를 이용하여 수직방향으로 측정하였으며, 사용된 재료시험기는 United Calibration Corporation의 Model SFM-20 Universal Testing Machine (cap. 30,000 lb)으로서 하중속도는 저속도인 10 mm/min을 적용하였다.

다음에 선공크기에 따른 못인발저항의 변화를 못의 직경별로 측정하였다. 선공크기는 Table 2와 같이 못직경에 따라 5가지를 적용하였다. 선공은 판재 중앙부위에 천공기(drilling machine)를 사용하여 뚫고 이곳에 못을 수동으로 박은 후 역시 재료시험기를 이용하여 못인발 저항(KSF 2214 못인발 저항 측정방법)을 측정하였다.

또한 못박는 입사각이 못인발저항에 미치는 영향을 조사하였다. 사용된 못직경은 2~5 mm까지 4종류였으며 입사각의 변이는 각도기를 이용하여 60°, 70°, 80°, 90°를 적용하였다.

$$\text{못인발저항(R)}: R = \frac{P}{I}$$

P : 못뽑기에 필요한 최대 하중(kg)

I : 못이 박힌 길이(cm)

3. 結果 및 考察

3.1. 못의 직경과 판재의 폭에 따른 할렬특성

못의 직경이 삼나무 판재의 못박기 할렬발생에 미치는 영향을 조사하기 위해 못직경 크기와 판재 폭 크기에 변이를 주고 못을 박은 후의 판재의 표면과 이면에 발생한 할렬정도를 측정된 결과는 Table 3과 같이 나타났다.

못직경의 크기별 시험에서는 못직경을 2 mm에서 5 mm까지 4개의 변이를 두어 못박기 할렬을 측정하였다. 못직경 2 mm일 경우 판재폭 10 mm에서 표면할렬은 발생하지 않았으나 이면할렬은 12 mm까지 발생하였다. 이는 못박는 표면의 외관적으로 볼 때는 10 mm 폭까지 못접합이 가능하나 이면할렬 발생에 의한 못박기 저항력의 감소가 예상된다. 또한 폭 30 mm 판재는 표면과 이면할렬이 모두 발생하지 않으므로 외관상 및 접합강도면에서 모두 이상적이라고 생각되지만 판재폭 20 mm의 경우에도 표면할렬 없이 이면할렬만 미소하게 발생하므로 할렬로 인한 못인발저항의 감소가 미미할 것이며, 실제로 작은 판재폭을 쓸 수 있고 못인발저항도보다 강한 실용적인 측면을 고려해 볼 때 폭 20 mm 정도면 무리없이 접합가능하다고

Table 3. Board checks by nail-driving according to the increasing of nail diameter and the width of Japanese cedar board

Width of board (mm)	Position	Length of checks by diameter of nail (mm)			
		2	3	4	5
10	Surface	○, ○, ○	○, ○, 22^	19, 14, ×	×, ×, ×
	Back	9, 8, 12	34, 25, 50^	40, ×, ×	×, ×, ×
20	Surface	○, ○, ○	○, ○, ○	○, 10, 55^	103, 85, ×
	Back	4 6, 5	13, 10, 10	13, 30, 70^	112, 95, ×
30	Surface	○, ○, ○	○, ○, ○	6, ○, ○	8, 7, 8
	Back	○, ○, ○	○, ○, ○	15, 9, 17	22, 30, 10

Note. ○ : No checks. × : break, ^ : near knots

판단된다.

못직경 3 mm일 경우 판재폭 20 mm에서 표면 할렬이 발생하지 않았으나 이면할렬은 못직경 2 mm와 비슷하게 13 mm까지 발생하였다. 또한 못 직경 4 mm일 경우 판재폭 30 mm에서만 일부 미소한 표면할렬이 발생하는 정도이고 이때도 이면 할렬은 상당히 발생하였다. 못직경 5 mm일 경우 판재폭 20 mm까지는 표면할렬과 이면할렬이 심하게 발생하였으며 판재폭 30 mm일 때 비로소 미소한 표면할렬이 발생하고 이면할렬도 많이 완화되었다. 결과적으로 못직경 3 mm의 못접합은 폭 30 mm 이상의 판재를 사용해야 적합하고, 못직경 4 mm일 경우는 실험결과의 완화추세로 유추해볼 때 판재폭 40 mm 이상이면 무난할 것으로 보이며, 못직경 5 mm는 그 이상의 판재폭을 요구한다는 것을 알 수 있었다. 이를 기준으로 판재폭에 적합한 못직경의 비율을 산출해보면 판재폭이 못직경의 10배 이상일 때 할렬발생 없이 못접합이 가능하다는 것을 알 수 있었다.

Kim (1973)은 못박기에 의한 목재의 할렬에 관한 연구에서 못의 침단각도와 직경이 목재의 표면 및 이면할렬에 상당한 영향을 준다는 결과와 관련되며, Mamada와 Moriyama (1970)가 발표한 표·이면할렬 모두 못의 직경이 커질수록 증가한다는 연구결과와 일치하는 면이 있다. 웅이 인접부위에서 주변 조직의 불규칙한 목리의 영향으로 일부 할렬이 발생하는 경향(Fig. 1. 참조)이 보이기 때문에 못박을 때 가능한 웅이부위를 피하는 것이 바람직하며 못직경이 커지면 대판이 완전히 쪼개지는 현상(break)이 관찰되었다. 또한 전체적으로 못이 박히는 표면의 할렬발생보다 이면의 할렬발생이 보다 크게 나타났다.

3.2. 못의 직경과 목구면과의 거리에 따른 할렬 특성

못의 직경과 판재의 목구면으로부터 못박는 거리가 삼나무의 못박기 할렬발생에 미치는 영향을 조사하기 위해 못직경크기에 변이를 주고 못을 박은 후의 판재의 표면과 이면에 발생한 할렬정도를 측정된 결과는 Table 4와 같이 나타났다.

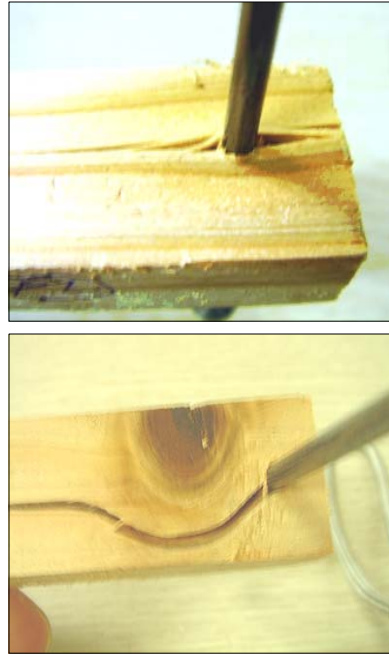


Fig. 1. Wood specimen after nail-driving. (Top: surface check, Bottom: near knot).

못박는 위치별 시험에서는 못을 목구면으로부터 10~40 mm의 4개의 변이를 두어 못박기 할렬을 측정하였다. 가장 작은 못직경 2 mm일 경우 목구면과의 거리 10~40 mm에서 모두 표면할렬이 발생하지 않았다. 이면할렬은 20 mm까지 미약하게 발생하였으나 이후로는 거의 발생하지 않았다. 특히 20 mm에서 발생한 5 mm의 할렬은 매우 미미하기 때문에 못접합 강도에도 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 따라서 직경 2 mm의 못은 목구면에서 20 mm 이상 떨어진 위치에 박으면 적합할 것으로 보인다.

또한 동일한 관점에서 보았을 때 직경 3 mm의 못은 목구면으로부터 30 mm 떨어진 위치가 적합하며, 직경 4 mm의 못은 목구면과 가까우면 매우 심한 할렬을 보이고 있으나 목구면으로부터 40 mm 정도 떨어져서 박으면 일부 미약한 표면할렬과 이면할렬이 발생하지만 무난할 것으로 판단된다. 가장 직경이 큰 5 mm 못은 표면할렬과 이면할렬 모두 극심하게 발생하였다. 특히 목구면으로부터 20 mm까지는 할렬이 목구면까지 연결되어 쪼개지는

Table 4. Board checks by nail-driving according to the increasing of nail diameter with the 60 mm-width of Japanese cedar board

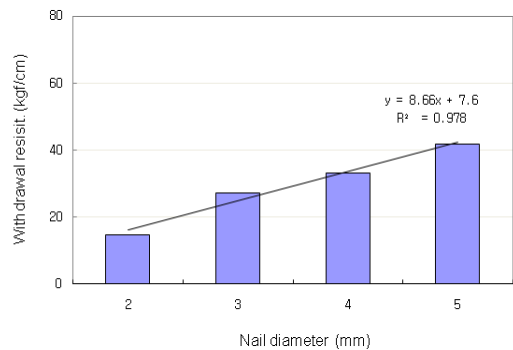
Width of board (mm)	Position	Length of checks by diameter of nail (mm)			
		2	3	4	5
10	Surface	○, ○, ○	12 [^] , ○, 29*	54*, ○, ○	108*, 99*, 104*
	Back	6, 4, 9	17 [^] , 20, 40*	55*, 22, 22	112*, 100*, 102*
20	Surface	○, ○, ○	4, ○, ○	6, 8, 31*	93*, 74*, 92*
	Back	5, ○, ○	23, 31*, 16	14, 27, 51*	98*, 79*, 96*
30	Surface	○, ○, ○	○, ○, ○	○, 7, 16 [^]	17, 55*, 12
	Back	○, ○, ○	○, ○, 6	16, 10, 21 [^]	27, 68*, 35
40	Surface	○, ○, ○	○, ○, ○	6, ○, ○	○, 9, 8
	Back	○, ○, 4	○, ○, ○	9, 7, 8	15, 18, 13

Note. ○ : No checks. ^ : near knots, * : end split

현상(end slit)이 나타났다. 가장 멀리 있는 40 mm 까지 떨어져 박았을 경우에도 표면할렬과 이면할렬이 매우 완화되긴 했으나 못인발저항의 감소측면에서 적합하다고 볼 수는 없으며 다만 본 실험의 완화추세로 미루어 추정해볼 때 목구면으로부터 50 mm 정도 떨어지면 가능하리라 예상된다.

이를 기준으로 못직경에 대한 적합한 목구면과의 거리비율을 산출해보면 못박는 위치를 못직경의 10배 이상 떨어지면 할렬발생 없이 못접합이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 바꾸어 말하면 못직경에 대해 판재폭, 즉 가로방향으로는 못의 좌우 합쳐서 못직경의 10배 이상이면 적합하고 목구면과의 거리, 즉 길이방향으로는 못의 한쪽거리에 해당하는 목구면과의 거리가 못직경의 10배 이상 되어야 하는 것을 의미하고 있다. 이처럼 못직경에 대한 판재폭의 적정 요구량보다 목구면으로부터 거리의 요구량이 더욱 크게 나타난 것은 목재의 조직구성 상 판재의 가로방향보다 세로방향 즉 섬유방향으로 쉽게 쪼개지는 기본특성에 기인한 것으로 해석할 수 있다.

용이 주변의 불규칙한 목리의 영향으로 일부 할렬이 크게 발생하는 경향이 보이고 있으며, 못직경이 3 mm 이상 커지면 삼나무 판재에 발생하는 할렬이 목구면까지 연장되어 쪼개지는 end split 현상이 자주 관찰되었다.

**Fig. 2.** Relationship between static nail withdrawal resistance to nail diameter for Japanese cedar boards.

3.3. 못의 직경에 따른 못인발 저항

못의 직경이 목재의 못인발 저항에 미치는 영향을 조사하기 위해 못직경을 2 mm,에서 5 mm까지 4개의 직경별로 구분하여 삼나무 판재에 못을 박은 후 UTM으로 못인발 저항을 측정된 결과는 Fig. 2와 같이 나타났다.

직경 2 mm의 평못에 의한 삼나무 판재의 못인발저항은 14.8 kgf/cm로 나타났으며 직경 3 mm일 때의 못인발 저항은 27.3 kgf/cm으로 증가하였다. 계속해서 못직경이 증가할수록 못인발저항도 뚜렷하게 증가하였고 최대직경 5 mm의 못인발저항은 직경 2 mm인 평못에 비해 2.8배 정도 높은 41.7 kgf/cm를 나타냈다.

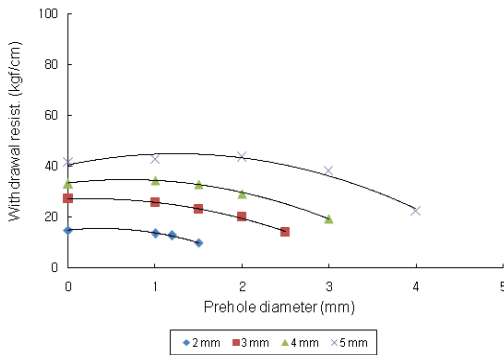


Fig. 3. Relationship between static nail withdrawal resistance to prehole diameter for Japanese cedar boards.

못의 직경과 못인발저항의 상관관계를 구명하기 위해 결정계수를 구해본, 즉 $R^2 = 0.978$ 의 높은 정적 상관치가 계산되었으며 1% 수준의 유의성이 인정되었다. 따라서 못의 직경(x)과 정적 못인발저항(y)의 관계는 $y = ax + b$ 로 표현할 수 있고 회귀계수 a와 회귀정수 b를 구한 결과는 $y = 8.66x + 7.6$ 로 산출되었다. 이는 못직경이 증가할수록 못인발저항도 직선비례해서 증가하며 못직경 1 mm가 증가하면 못인발저항은 8.66 kgf/cm씩 증가함을 의미하고 있다.

이러한 결과는 Koch (1973)가 발표한 못인발저항은 전건비중을 관련인자로 해서 못의 직경과 정비례한다는 내용과 일치하며 Mamada와 Moriyama (1970), Kim (1975) 등의 연구결과와도 부합하고 있다.

3.4. 선공크기에 따른 못인발 저항

못을 박기 전에 할렬을 방지하기 위한 선공의 크기가 목재의 못인발 저항에 미치는 영향을 조사하기 위해 삼나무 판재에 선공크기를 못의 직경에 따라서 3종류 또는 4종류를 적용하여 미리 뚫고 못을 박은 후 UTM으로 못인발 저항을 측정된 결과는 Fig. 3과 같이 나타났다.

직경 2 mm의 평못을 선공없이 박았을 경우 14.8 kgf/cm의 못인발저항을 나타냈으나 직경 1 mm의 선공을 뚫었을 때는 13.5 kgf/cm로서 9%의 못인발 감소를 가져왔다. 이어서 선공크기를 1.2 mm와 1.5 mm로 했을 때는 각각 12.8 kgf/cm와 9.9

kgf/cm로서 14%와 33%의 못인발저항 감소를 가져왔다. 이러한 경향은 못의 직경 3 mm에서도 동일하게 나타났다. 그러나 못직경 4 mm에서는 선공크기 1 mm에서 오히려 15%의 못인발저항의 증가를 가져왔으며 선공 2 mm 이상부터 감소하는 경향을 보였다. 마찬가지로 못직경 5mm에서는 선공크기 2 mm까지 5%의 못인발저항의 증가를 보이다가 그 이후부터 현저하게 감소하는 경향을 나타냈다. 그 원인으로 선공없이 직경이 큰 못을 박을 경우, 발생하는 내부할렬 또는 이면할렬에 의해 못인발저항이 감소하는 비율이 크지만 적당한 선공은 할렬발생을 방지하여 못을 최대한 구속하는 효과를 가져오므로 못인발저항의 감소를 막아주는 때문으로 판단된다. 따라서 직경이 큰 못을 박을 경우 적당한 선공은 할렬발생을 줄여서 못인발저항을 최대한 발휘할 수 있도록 해주는 기능도 있는 것으로 보인다.

선공크기(x)와 정적 못인발저항(y)의 상관관계를 못의 직경별로 구명해본 결과 그래프에서 보이는 것처럼 부의 2차곡선 다항식이 성립되었다.

$$2 \text{ mm 평못} : y = -4.256x^2 + 3.192x + 14.78 \quad (R^2 = 0.987)$$

$$3 \text{ mm 평못} : y = -2.602x^2 + 1.328x + 27.22 \quad (R^2 = 0.994)$$

$$4 \text{ mm 평못} : y = -2.871x^2 + 3.904x + 33.29 \quad (R^2 = 0.997)$$

$$5 \text{ mm 평못} : y = -2.850x^2 + 7.110x + 40.64 \quad (R^2 = 0.965)$$

소재를 대상으로 실험한 본 결과는 목질보드를 대상으로 한 소(2000)의 연구에서 합판, MDF, PB에서 선공크기가 증가하면 못인발저항이 감소한다는 내용과도 부합하고 있다.

3.6. 입사각도에 따른 못인발 저항

못을 박을 때 못과 접촉재면과의 입사각도가 목재의 못인발 저항에 미치는 영향을 조사하기 위해 입사각도를 60~90°까지 4단계로 구분하여 삼나무 판재에 못을 박은 후 UTM으로 못인발 저항을 측

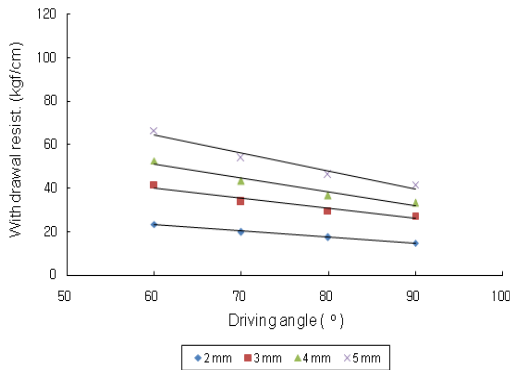


Fig. 4. Relationship between static nail withdrawal resistance to nail driving angle for Japanese cedar boards.

정한 결과는 Fig. 4와 같이 나타났다.

직경 2mm의 평못을 재면에 수직인 입사각 90°로 박았을 경우 14.8 kgf/cm의 못인발저항을 나타냈으나 입사각을 약간 기울여 80°로 박았을 때는 17.4 kgf/cm로서 18%의 못인발 증가를 가져왔다. 이어서 입사각을 더 기울여서 70°와 60°로 박았을 때는 각각 19.8 kgf/cm와 23.4 kgf/cm로서 34%와 58%의 현저한 못인발저항 증가를 가져왔다. 이러한 경향은 못의 직경이 커질수록 더욱 뚜렷하게 측정되었다. 즉, 입사각(x)과 정적 못인발저항(y)의 상관관계를 못의 직경별로 구명해본 결과 다음과 같이 부의 직선비례식이 성립되었다.

$$2 \text{ mm 평못} : y = -0.282x + 40.0 \quad (R^2 = 0.991)$$

$$3 \text{ mm 평못} : y = -0.472x + 68.5 \quad (R^2 = 0.937)$$

$$4 \text{ mm 평못} : y = -0.652x + 90.4 \quad (R^2 = 0.961)$$

$$5 \text{ mm 평못} : y = -0.822x + 113.7 \quad (R^2 = 0.954)$$

이는 입사각의 크기가 1° 증가하면 못인발저항이 못의 직경별로 각각 0.282 kgf/cm에서 0.822 kgf/cm까지 감소하는 것을 보여주며 역으로 표현하면 못을 접촉재면에 기울여서 박을수록 못인발저항은 증가함을 알 수 있었다. 또한 못의 직경이 클수록 입사각 변화에 따른 못인발저항의 증감폭이 심해지는 것을 의미하고 있다.

4. 結 論

목재의 접합방법 중에서 오래전부터 사용해온 못접합은 특별한 기술과 조건이 필요없는 가장 간편한 방법이라는 장점으로 인해 널리 사용되어왔다. 그러나 수종과 건조정도에 따라 못접합시 심한 할렬발생으로 접합 자체가 실패하거나 접합강도의 현저한 저하로 접합효율성을 기대할 수 없는 경우가 허다하다. 특히 본래 할렬성이 큰 수종에서는 더욱 심하게 나타나는 경향이 있기 때문에 이를 방지하기 위해 접합판재의 폭을 불필요하게 크게 하거나 접합강도의 감소를 감수하고 작은 못을 사용하는 등 비효율적인 관행이 있어왔다. 또한 못박기 전에 예비선공을 미리 뚫어서 할렬발생을 방지하는 방법 등이 사용되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 삼나무 판재를 대상으로 못직경과 목구면과의 거리에 따른 할렬발생상태를 조사하여 판재폭에 맞는 적정크기의 못직경을 구하고 이때의 못인발저항을 못직경과 선공크기 및 못입사각도 등에 변이를 주고 측정하여 못인발저항의 변화상태를 구명하였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 삼나무판재에 못을 박을 때 표면보다 이면에 발생하는 할렬이 보다 심하였다.

2) 할렬에 의한 접합손상을 최소화하기 위해서는 판재폭의 10% 이하의 직경을 갖는 평못을 사용하는 것이 적당하다.

3) 판재의 목구면으로부터 못직경의 10배 이상 떨어진 지점에 못을 박는 것이 안전하다.

4) 못직경(x)이 증가하면 못인발저항(y)이 직선 비례적으로 증가하는 경향을 보이면 $y = 8.66x + 7.6$ 의 관계식이 성립되었다.

5) 직경 3 mm 이하의 작은 못에서는 선공크기가 증가하면 못인발저항이 곡선적으로 감소하는 경향을 보이며, 직경 4 mm 이상의 큰 못에서는 적당한 선공이 오히려 못인발저항을 증가시키는 효과를 주지만 그 이상 선공이 커지면 급격히 못인발저항이 감소하였다.

6) 못박는 입사각도가 1° 증가하면 못인발저항은 못의 직경(2~5 mm)별로 각각 0.282 kgf/cm에

서 0.822 kgf/cm까지 감소하며, 못의 직경이 클수록 입사각 변화에 따른 못인발저항의 증감폭이 심하게 나타났다.

사 사

본 논문은 2008년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음. This study was financially supported by Chonnam National University, 2008.

참 고 문 헌

- Forest Products Laboratory. 1987. Wood handbook: Wood as an engineering materials. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 4-27.
- Hoadley, R. B. 1980. Understanding wood. A craftsman's guide to wood. A craftsman's guide to wood technology. The Taunton Press, 193-201.
- Kim, S. C. 1973, 1975. Studies on the check by driving nail in wood(I, II). The Journal of Gangweon Nat. Univ. 7: 33-39, 9: 233-241.
- Koch, P. 1972. Utilization of the southern pines. Vol.1. Agriculture Handbook No.420, USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 40-410.
- Korean Standard Association. 2004. KS F 2198, 2199, 2202, 2214.
- Mamada, S. and Moriyama, Y. 1970. Studies on the check by driving nail in wood(I). Journal of Japanese, Wood Research Society 17(4): 149~155.
- Mischler, A. 1997. Influence of ductility on the load-carrying capacity of joints with dowel-type fasteners. Paper 30-7-6. CIB-W18, Vancouver, Canada, 1997.
- 김광철. 2005. 집성재 볼트 결합부의 강도성능 개선에 관한 연구. 목재공학 33(6): 31~37.
- 林業試驗場編. 1973. 木材工業ハンドブック. 丸善株式會社, 262-263.
- 조재명, 강선구, 허남주, 박상진. 1988. 원색세계목재도감. 선진문화사, 21쪽.
- 조무연. 1989. 원색목재수목도감. 아카데미서적, 45쪽.