

## OSB 대체용 국내산 합판의 못 접합부 전단내력 성능\*1

서진석\*2† · 황성욱\*2 · 황권환\*3 · 정기영\*4 · 정하현\*5

### Shear Strength of Nailed Connection of Domestic Plywood as a Substitute for OSB\*1

Jin-Suk Suh\*2† · Sung-Wook Hwang\*2 · Kweon-Hwan Hwang\*3 ·  
Gi-Young Jeong\*4 · Ha-Hyun Joung\*5

#### 요 약

본 연구에서는 현재 국내 목조건축에서 벽구성 재료로 많이 사용되고 있는 수입 OSB(배향성 스트랜드보드)를 국산 합판으로 대체하기 위해 OSB와 국산 합판의 못 접합부 전단성능을 비교·검토하였다. 주부재(잣나무)와 측면부재(OSB·합판)의 섬유 방향성(평행·직각)에 따른 전단성능은 합판에서 현저하였다. 결과, OSB와 합판 모두 현행 국내 기준인 못 접합부 기준 허용전단내력을 만족하는 것으로 나타났다. 그리고, 표면에 MLH(열대산 활잡목)를 사용하고 7ply 구성한 합판(P-4 type)은 OSB보다 섬유방향에 관계없이 큰 전단성능을 나타냈다. 전반적으로 측면부재로서 합판을 사용할 경우 주부재에 대하여 섬유방향을 직교되도록 구성할 경우, 평행방향 구성보다 큰 전단성능을 발휘할 수 있음이 확인되었다.

#### ABSTRACT

This study was carried out in order to compare nail shear strength between domestic plywood and imported OSB for structural sheathing members as infill wall of wooden construction. The differences of nail shear strength between parallel-to-grain direction and perpendicular-to-grain

\*1 접수 2012년 5월 15일, 채택 2012년 7월 14일

\*2 국립산림과학원 임산공학부, Dept. of Forest Products, Korea Forest Research Institute

\*3 한국임업진흥원 품질인증팀, Wood Products Quality Approval & Standardization Team, Korea Forestry Promotion Institute

\*4 전남대학교 농업생명과학대학 임산공학과, Dept. of Wood Science and Engineering, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University

\*5 한국합판보드협회, Korea Wood Panel Association

† 교신저자(corresponding author) : 서진석(e-mail: jssuh@forest.go.kr)

direction of sheathing material to frame material were distinct at the plywood composition. The shear strengths of plywood and OSB with nail met current design values. The plywood of P-4 type, which uses MLH at surface layer and constructs 7 ply, showed greater than OSB regardless of grain direction of sheathing material to frame material. When the plywood as sheathing material to frame material was used, it was found out that the overall construction of perpendicular-to-grain direction of plywood had greater nail shear strengths than the construction of parallel-to-grain.

**Keywords:** nail shear strength, plywood, OSB, wooden construction, parallel-to-grain direction, perpendicular-to-grain direction, sheathing material, frame material

## 1. 서 론

국내의 합판산업은 2010년 기준으로 391,853 m<sup>3</sup>의 생산량, 파티클보드 918,943 m<sup>3</sup>, 섬유판 1,745,676 m<sup>3</sup>를 포함한 전체 합판·보드 생산량(3,056,472 m<sup>3</sup>) 중 약 13%를 차지하고 있다. 1970년대에 세계적인 수출 산업으로 목재산업을 선도하던 때와는 달리, 현재는 원목 및 단판의 수급에 영향을 받는 원자재 의존도가 더욱 심화되어, 향후 지속적인 국산재 및 수입재의 공급이 합판산업의 관건이 될 것으로 전망된다. 한편, 일본의 경우 2010년 합판용재의 국산재 비율이 2,490,000 m<sup>3</sup>로서 총수요량 9,556,000 m<sup>3</sup>의 약 27%를 차지함으로써 합판용재의 국산화를 위해 실질적인 성과를 이루고 있으며, 「산림·임업 재생플랜」으로 2020년에 목재자급률 50% 구축이라는 국가적인 목표점을 제시하고 있는 정책적인 기치(旗幟)는 ‘저탄소 녹색성장’을 지향하는 우리에게 의미하는 바가 크다고 할 수 있다.

이러한 주변상황에서, 국산합판의 용도를 살펴보면 내수시장에서 콘크리트 거푸집용이 약 69%를 차지하고 있으나, 목조건축시장에서는 국산합판의 구조용으로서의 사용은 전무한 편이다. 현재 국내 목조주택시장을 살펴보면, 2006년 4,203동(연면적 365,000 m<sup>2</sup>) 착공되던 목조건축이 2010년 9,585동(연면적 781,000 m<sup>2</sup>) 착공됨으로서 4년 내 2배 이상의 목조주택 착공이 신장되고 있다. 목조 건축의 면재료(벽체 등)로 현재 많이 사용되고 있는 수입 OSB 등의 구조용 패널을 국산 합판으로 대체하는 노력이 이루어진다면 합판

용도의 진작을 위한 저변 확대에 이어질 수 있을 것으로 전망된다.

목조건축의 전단벽은 벽체에 수평으로 작용하는 바람, 지진과 같은 수평하중 및 지붕과 같은 자중과 수직하중을 벽체를 통해 하부로 전달하며, 접합물의 강도와 재료들 간의 마찰에 의한 감쇠 등 복합작용에 의해 지지능력을 나타낸다. 현재 목조건축의 대부분을 차지하고 있는 경골목조공법으로 시공된 목조주택의 경우, 전단벽은 2×4 스테드(stud)와 플레이트(plate)로 뼈대 구조물을 이루고, 여기에 측면부재로 합판이나 OSB, 석고보드 등을 못으로 결합하여 설치하고 있다. 이러한 목구조물의 안전성을 확보하고 성능을 파악하기 위한 정확한 방법이 제시되기 위해서는 실험 및 접합부 실험을 통한 성능 분석이 필수적이다.

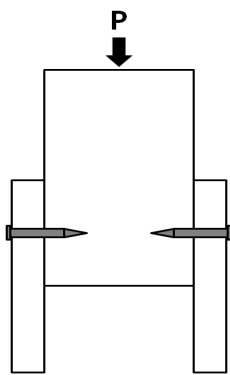
Gilhammar 등(2004)은 목재 전단벽의 주부재와 측면부재의 접합에 대한 모델링을 실시하여 기존의 3-매개변수 방정식을 확장한 5-매개변수 방정식을 통해 보다 진화된 예측모델을 제시하였다. 황 등(2008)은 OSB에 대한 각종 부재의 못 전단성능에 관한 연구를 실시하여 항복내력 및 접합계수와의 관계는 부재간의 배치상태에 따라 다르게 나타난다는 것을 보고하였다. 또한 황 등(2009)은 면재에 대한 못 접합부의 전단성능으로부터 수평전단내력을 예측하고, 못의 휨내력 성능을 이용하여 못 접합부의 전단내력을 예측하였다. 그리고 장(1999)은 목재-판재 접합부의 압축전단시험을 실시하여 각종 철물 접합부 및 전단벽의 내력성능은 3단계의 직선구간으로

Table 1. Types of sample plywoods

Types of plywood		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Adhesive		Phenol	Phenol	Phenol	Urea + Melamine	Urea + Melamine
Ply		5	5	7	7	5
Composed veneer species		Larch	Radiata pine	MLH + Radiata pine	MLH + Radiata pine	MLH + Radiata pine
Layer composition of veneer	Face, Back	214 mm, 1 ply	214 mm, 1 ply	0.7 mm, 1 ply	0.7 mm, 1 ply	0.7 mm, 1 ply
	Core	284 mm, 2 ply	284 mm, 2 ply	214 mm, 3 ply	22 mm, 3 ply	352 mm, 2 ply
	Inner	214 mm, 1 ply	214 mm, 1 ply	214 mm, 2 ply	22 mm, 2 ply	35 mm, 1ply
Density (g/cm <sup>3</sup> )		0.58	0.49	0.52	0.51	0.59

\* MLH : Mixed Light Weight Hardwood

\* OSB : Density 0.62 g/cm<sup>3</sup>, Thickness : 12 mm



(a) Test setup



(b) Parallel-to-grain



(c) Perpendicular-to-grain

Fig. 1. Nail shear tests with different grain direction.

나눌 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 주부재로서 잣나무를 사용하고 OSB와 5종류의 국내산 합판을 측면부재로 선정하여 목조주택의 전단벽으로서의 구조성능을 파악하기 위하여 못 전단성능 실험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 연구에 사용된 합판 5종은 한국합판보드협회를

통하여 회원사로부터 분양받았으며, 그 조건은 Table 1에 나타났다. OSB는 공칭치수 12 mm, 밀도 0.62 g/cm<sup>3</sup>이었다. 주부재에 해당하는 스티드 부재로는 북미산 SPF의 성능에 상응하는 국산 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.)를 이용하였다. 벽체 구성용 전단시험편의 치수는 측면부재 50 × 150 mm이며, 주부재는 섬유평행방향에 대해 38 × 135 × 150 mm, 섬유직각방향에 대해 38 × 135 × 150 mm로 제작하였다. 접합 못은 현재 목조건축용으로 많이 사용되고 있는 길이 80 mm, 직경 3 mm의 나선형 철선못을 사용하였으며, 못 접합부는 2개의 못으로 양면의 측면부재와

Table 2. Shear strength of nail connection with variations of member grain direction

Specimen	$P_{max}$ (kN)			$P_y$ (kN)			$K_s$ (N/mm)		
	Average	s.d.	COV (%)	Average	s.d.	COV(%)	Average	s.d.	COV (%)
OSB-H	139	0.20	14.3	0.58	0.16	26.8	848	168	19.8
OSB-V	129	0.10	7.7	0.59	0.03	5.3	964	153	15.8
P-1H	1.44	0.17	11.6	0.50	0.09	17.9	813	109	13.4
P-1V	1.27	0.03	2.7	0.68	0.04	6.2	963	170	17.6
P-2H	1.37	0.20	14.9	0.57	0.02	4.3	784	112	14.2
P-2V	1.45	0.25	17.1	0.67	0.12	17.9	798	166	20.8
P-3H	1.35	0.21	15.4	0.61	0.08	12.7	653	58	8.9
P-3V	1.64	0.13	8.0	0.70	0.09	12.8	1282	44	3.4
P-4H	1.44	0.10	6.9	0.68	0.11	16.4	873	193	22.1
P-4V	1.63	0.15	9.0	0.72	0.08	11.2	1120	235	21.0
P-5H	1.32	0.14	10.3	0.72	0.08	10.6	1043	124	11.9
P-5V	1.53	0.15	9.8	0.60	0.08	12.9	1026	108	10.6

Legends:  $P_{max}$ , Maximum load;  $P_y$ , Yield load,  $K_s$ , Slip modulus, H, Parallel-to-grain; V, Perpendicular-to-grain; s.d., Standard deviation; COV, Coefficient of variation

주부재를 접합하여 전단시험편을 제작하였다.

## 2.2. 시험방법

못 접합부의 전단시험용 시험편은 주부재(frame material, stud)에 대한 측면부재(sheathing material)의 방향을 섬유평행방향과 섬유직각방향으로 구분하였다. 따라서 잣나무 소재인 주부재에 대한 측면부재로써 합판 5종과 OSB 1종을 각각 설치하여 주부재와의 목리방향에 따른 못 전단성능을 시험하였으며, 시험의 모식도를 Fig. 1에 나타냈다.

못 접합부의 전단시험은 2면 전단하중에 의한 방법으로 KS F 2153(한국표준협회, 2000)에 의거하여 10개의 시험편에 대해 하중속도 5 mm/min로 실시하였다. 본 연구에서 실시한 2면 전단시험은 주부재의 양면에 측면부재를 부착한 못 접합부에 대해 압축하중을 가하는 방식이며, 실험을 통해 측정된 하중-변위 곡선으로부터 얻은 값을 못의 개수로 나누어 평균적인 전단내력을 산정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 못 접합부의 전단성능

Table 2와 Fig. 2에 못 접합부의 전단내력을 나타냈다. 접합계수는 OSB와 합판 대부분에서 섬유직각방향이 섬유평행방향보다 높게 나타났다. P-3H와 P-2의 경우 OSB에 비해 낮은 값을 나타냈으나, 다른 합판 시험편에 대해서는 OSB보다 높은 접합계수를 나타냈다. P-3-H의 낮은 값에 대해서는 원인을 알 수 없으며, P-2의 접합계수가 가장 낮은 것은 단판재료가 비중이 낮은 라디에타소나무만을 사용함으로써 다른 재료들에 비해 상대적으로 구성단판의 밀도가 낮기 때문에 못의 결합력이 상대적으로 약하게 나타난 것으로 판단된다. 이는 낙엽송 단판을 주재료로 한 P-1과의 비교에서도 확인할 수 있듯이 구성단판의 밀도에 의한 차이임을 알 수 있다.

최대내력은 전반적으로 합판이 OSB보다 높게 나타났다. OSB의 경우 섬유평행방향이 섬유직각방향보다 다소 높게 나타났으나, 합판의 경우 P-1을 제외

OSB 대체용 국내산 합판의 못 접합부 전단내력 성능

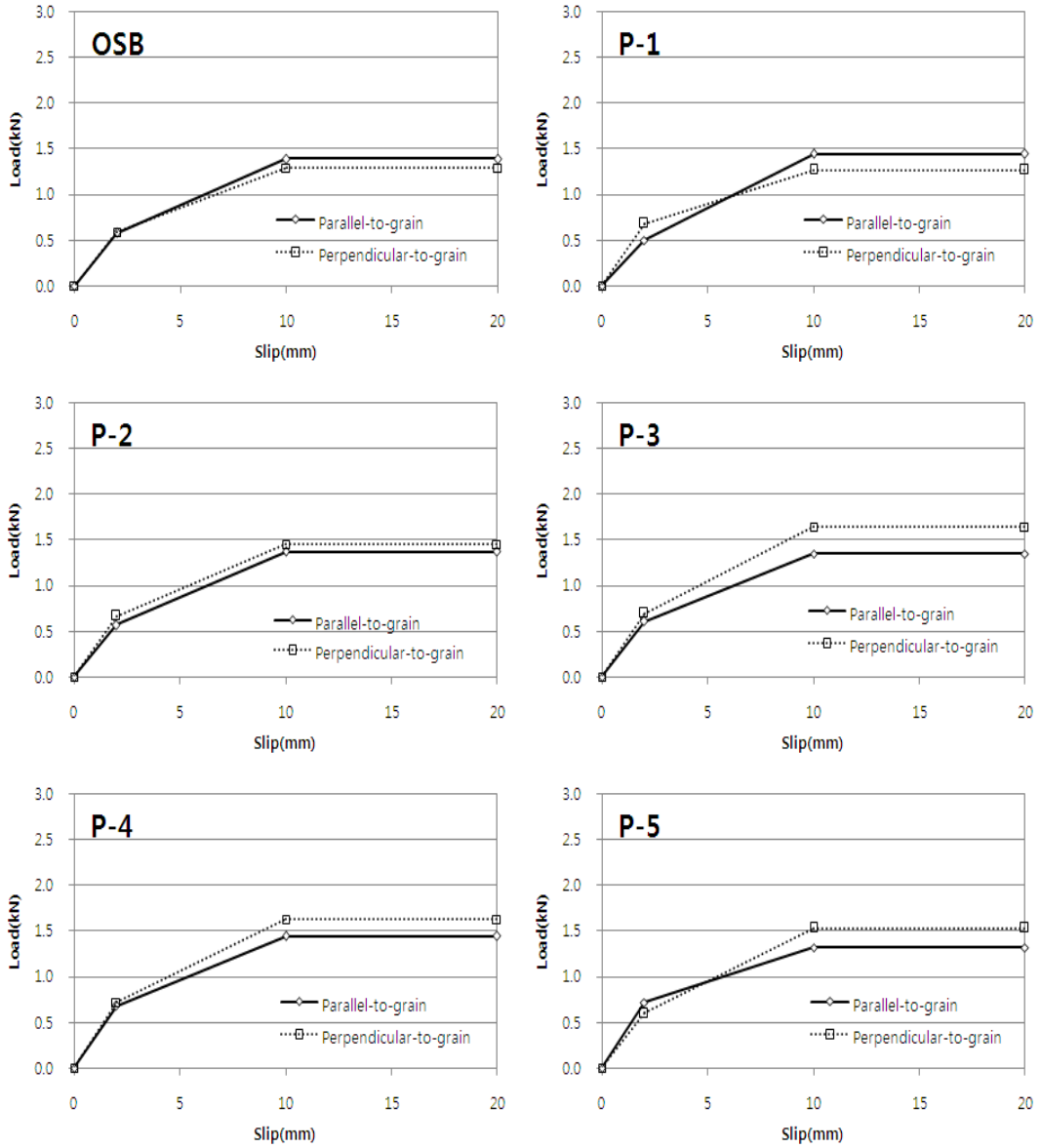


Fig. 2. Modified load-slip relationships of nailed joint.

한 모든 시험편에서 섬유직각방향이 더욱 높게 나타났으며, 이들 구성은 OSB보다 높은 내력을 보였다. 최대내력( $P_{max}$ )은 섬유평행방향에서 P-1, P-4구성, 섬유직각방향에서 P-3, P-4구성이 가장 높았다. 결

과, P-3와 P-4가 각각 1.64 kN, 1.63 kN으로 가장 높은 값을 나타냈다.

일반적으로 목재의 섬유평행방향은 섬유직각방향에 비해 상대적으로 높은 강도적 성질을 보유하고 있

어 못 접합부의 전단성능이 높다. 그러나 합판은 여러 매의 단판이 서로 직교적층되어 있으며, 이것이 못 결합력에 영향을 끼치므로 그 내력성능이 오히려 섬유직각방향에서 대부분 높게 나타나는 현상을 보여주고 있다.

항복내력의 경우 OSB는 섬유평행방향과 섬유직각방향에서 거의 비슷한 값을 나타냈다. 그러나 합판은 P-5를 제외하고 모든 시험편에서 섬유직각방향의 항복내력이 섬유평행방향보다 높은 값을 나타냈다. 이러한 결과는 P-5구성의 섬유 평행방향 및 직각방향 간의 단판체적 비율이 타 구성 시험편과 차이 있게 조성되어 일어난 것으로 파악된다. 항복내력은 최소 0.50 kN에서 최대 0.72 kN으로 현행 우리나라 기준인 건축구조설계기준 및 해설(대한건축학회, 2009)의 못 접합부 기준 허용전단내력 0.26 kN보다 약 2배 이상 높게 나타났다. 이는 OSB에 대한 각종 부재의 못 전단성능을 평가한 황 등(2008)의 연구결과와 일치한다.

OSB의 못 전단성능에 비교하여, P-3, P-4, P-5에서와 같이 7 ply로 단판구성 수를 늘릴 경우, 섬유 직각방향에서 현저히 높아지는 현상을 얻을 수 있었다.

본 연구의 결과로부터 전단벽의 성능은 측면부재의 방향성에 따라 전단성능이 달라질 수 있다는 경향을 얻을 수 있었다. 황 등(2008)의 연구에서도 주부재나 측면부재가 섬유평행방향일 때 못 접합부의 전단성능이 반드시 높게 나타나지 않음을 보고하고 있다.

OSB와 국내산 합판의 못 전단성능은 건축구조설계 기준에 부합된다. 다만, 측면부재로서 합판이 사용될 경우 주부재에 대하여 섬유직각방향에서 내력이 커짐에 주목할 필요가 있으며, 이에 상응한 부재 조립이 요구된다. 또한, 전단성능 이외에 수평하중에 대응하는 휨 성능에 대한 평가를 통해 국내산 합판의 구조용으로서의 사용 확대를 기대할 수 있을 것으로 판단이 된다.

### 3.2. 파괴형상

시험편의 파괴형상은 측면부재의 전단 파괴 이전에 못 결합부의 변형과 파괴가 먼저 발생하였다. 못

머리가 측면부재를 관통하여 슬립되면서 파괴가 시작되었다. 나선형 못의 특성상 인발은 관찰되지 않았고 전단력으로 인해 주부재와 측면부재의 경계부에서 주로 하중방향과 반대방향으로의 휨변형이 일어났다. 이는 전단벽에 적용된 하중을 주부재와 측면부재를 연결하는 못이 가장 먼저 흡수하기 때문이며, 이와 같은 벽체의 저항에는 못의 강성, 부재들 간의 하중분담, 측면부재의 접합강도 등 매우 복잡한 기구들이 관계되어 있는 것으로 판단된다.

### 3.3. 합판의 구성 조건에 따른 전단성능

Table 2를 통해 합판의 구성 조건에 따른 전단성능을 비교하였다. 단판 접착제에 따른 전단성능의 차이를 확인하기 위해 P-3와 P-4를 비교해 보았다. 일반적으로 P-3에 사용된 페놀수지 접착제는 P-4에 사용된 요소-멜라민 공축합수지 접착제보다 높은 내수 접착력을 가진다. 그러나 실제 전단성능의 측정값을 살펴보면 섬유직각방향에서는 P-3와 P-4가 매우 유사한 값을 나타낸 점에서 미루어 볼 때, 접착제의 영향은 거의 없는 것으로 판단되었다.

합판의 단판 적층수에 의한 전단성능의 차이는 단판 적층수 7매(ply)인 P-4와 5매(ply)인 P-5의 비교를 통해 확인하였다. 섬유평행방향의 경우 최대내력은 P-4가 높게 나타났고, 접합계수와 항복내력은 P-5가 최대값을 나타냈다. 그리고 섬유직각방향의 경우 모든 전단성능이 P-4가 높게 나타났다. 따라서 본 연구를 통하여 전단벽 측면부재로서 합판을 사용하는 경우 표면에 다소 비중이 높은 활엽수(MLH) 단판을 구성하여 5 ply보다 단판 켄수(ply)를 7 ply로 증가시킴으로써 전단성능을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 4. 결 론

목조건축의 면재로 현재 많이 사용되고 있는 수입 OSB를 국내산 합판으로 대체하기 위해 북미산 OSB와 국산 합판의 못 접합부 전단시험을 수행하였다. OSB와 합판 모두 현행 국내 기준인 못 접합부 기준

허용전단내력 성능을 만족하였다. 그리고 표면에 다소 비중이 높은 활엽수 단판을 표층에 구성하고 5 ply보다 7 ply로 적층수를 늘리는 경우 주부재와 측면부재의 섬유방향을 직교구성시킴으로써 OSB보다 큰 못 접합 전단내력을 나타냈다. 특히, 합판의 P-4 구성은 섬유평행 및 직각방향 모두에서 OSB보다 큰 내력을 나타냈다. 결과적으로, 경골목조주택과 같은 목조주택 시공시 주부재(stud)에 결합되는 벽체로서 합판을 사용하여 전단내력을 증진시킬 수 있음이 확인되었다.

## 참 고 문 헌

1. Gilhammar, U. A., N. I. Bovim, and B. Källsner, 2004. Characteristics of sheathing-to-timber joints in wood shear walls. 8th World Conference on Timber Engineering, Lahti, Finland.
2. 대한건축학회. 2009. 건축구조설계기준 및 해설
3. 장상식. 1999. 목재-판재 못 접합부의 압축 전단 시험. 한국목재공학회 1999 추계학술발표논문집: 79~84.
4. 한국표준협회. 2005. 목구조 철물 접합부의 전단 시험 방법. KS F 2153.
5. 황권환, 박문재. 2008. 오에스비에 대한 각종 부재의 못 전단성능. 목재공학 36(4): 66~76.
6. 황권환, 심국보. 2009. 나선형 철선못 접합부의 항복내력 및 강성 예측. 목재공학 37(6): 524~530.