

## 경골목구조에서 구조재와 오에스비로 구성된 못 접합부의 인발 및 전단성능\*1

오 세 창\*2†

### Withdrawal and Lateral Resistance of Nail Joints Composed of Dimension Lumber and OSB in Light-Frame Wood Construction\*1

Sei-chang Oh\*2†

#### 요 약

경골목조건축에서 못 접합부는 수평하중을 지지하고 전달하도록 설계되지만, 바람으로 인한 상향력처럼 인발 하중에 직면하기도 한다. 본 연구에서는 경골목조건축에서 일반적으로 사용되는 구조재와 덮개로 구성된 못 접합부에 대하여 인발성능과 2면 전단시험을 통해 인발 및 측방하중에 대한 내력성능을 시험하고 설계기준에 부합되는가를 평가하였다. 인발하중에 대한 내력성능은 부재의 비중에 의해 크게 좌우되었으며 I형장선의 경우 낮은 밀도에도 불구하고 높은 인발성능을 나타내었다. 최대 인발하중은 기준허용 최대 인발하중보다 매우 높게 나타났다. 전단성능도 비중이 큰 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 비중이 작은 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 높은 성능을 나타내었으며 모두 기준설계치보다 높은 성능을 나타내었다. 접합부의 변형은 주로 못의 휨 변형에 의한 것으로 나타났으며 SPF와 오에스비로 구성된 접합부에서의 못의 휨 변형이 현저하게 나타났다.

#### ABSTRACT

The nailed joints in wood construction are commonly designed to resist and carry the lateral load but also subject to withdrawal force like uplift load due to the wind. This research was conducted to evaluate the performance of nailed joint composed of dimension lumber and sheathing materials through the nail withdrawal and unsymmetric double shear joint test, and then compared to current design values. The withdrawal strength was greatly dependant on wood specific gravity, and

\*1 접수 2013년 2월 20일, 채택 2013년 5월 10일

\*2 대구대학교 생명환경대학 산림자원학과, Department of Forest Resources, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 오세창(e-mail: osc@daegu.ac.kr)

the withdrawal strength of I-joist with OSB showed higher value in spite of low specific gravity. The maximum withdrawal loads were greater than that of derived current design values about 5 times. The lateral resistance of Japanese larch/OSB nailed joints was higher than that of SPF/OSB nailed joint, and derived allowable lateral strength of nailed joints in this study exceeded the current design values. The failure mode of nailed joints was primarily due to the nail bending and this tendency was notable in SPF/OSB nailed joint.

**Keywords:** nailed joints, withdrawal strength, lateral resistance, Japanese larch, SPF

## 1. 서 론

못은 가장 일반적인 접합철물의 하나로 경골목구조의 시공에서 필수적인 접합철물 중의 하나이다. 같은 크기로 대량생산되는 못은 경골목구조가 비약적인 발전을 이루어내도록 한 주요인이다. 못으로 이루어진 접합부는 경골목구조의 전체 구조성능을 좌우할 정도로 그 영향력은 매우 크다고 볼 수 있다. 보통 경골목구조에서 못접합부는 대부분 전단력을 지지하는 요소로서 작용하며 전단력에 저항하는 수평하중 저항구조로서 수평격판과 전단벽이 주로 이 역할을 담당한다. 경골목구조에서 전단벽은  $38 \times 89$  mm, 또는  $38 \times 140$  mm의 구조재와 한쪽 면에 오에스비(OSB)와 같은 덮개가, 다른 쪽면에는 석고보드나 덮개가 못으로 접합된 구조로 구성된다(Sinha and Gupta, 2009). 이와 더불어 한편으로는 바람에 의한 상향력(uplift) 등과 같은 인발하중에 의한 응력을 받는다(Winistorfer and Soltis, 1994). 못의 인발저항과 전단저항은 수종, 못의 종류, 사용조건 등에 따라 달라지며 이 인자들 간의 변이성은 인발저항의 경우가 더 현저하게 나타난다(Forest Products Lab, 2010). 인발 및 전단저항에 대한 설계기준은 보통 미국 목구조 설계기준(NDS)을 참고하여 국내 목구조설계기준인 건축구조기준(KBCs)에 반영되어 있다. 현재 국내의 목조주택의 수요는 전반적인 건축경기의 불황에도 불구하고 꾸준한 성장을 거듭하여 2012년에는 연간 12,000채 이상 보급되고 있는 것으로 추정되고 있으며 이중 대다수가 경골목구조이다. 경골목구조는 뼈대를 이루는 구조용 목재와 못을 위주로 한 각종 접합철물이 구조물 전체의 성능에 영향을 미치므로 이들

에 대한 성능평가가 매우 중요하다. 이를 통해 안전하고 구조성능이 확인된 목조주택이 시공되어야 하며 공인 인증제도를 통해 품질이 인증된 목조주택의 보급에 노력하여야 한다.

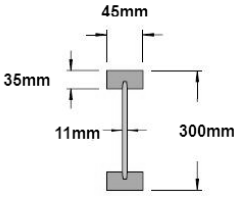
현재 국내에서는 경골목구조에 대한 구조기준으로 건축구조기준(국토교통부, 2009)이 제정되어 있으며 목구조에 대한 못 접합부의 인발(오, 2000)과 전단성능에 대한 연구도 일부 진행되었다(장, 1999; 황과 박, 2008; 서 등, 2012). 하지만 이들 못 접합부에 관한 실험 중 특히 인발실험같은 경우에는 실제 접합부 상황을 고려하여 오에스비와 구조재, 또는 오에스비와 I형장선(I-joist)이 결합된 형태에서 성능시험을 수행한 연구는 드문 실정이며, 인발시험에 대한 기준설계값도 모두 단일부재를 대상으로 한 것이어서 실제 상황과는 다소 차이가 있을 수 있다. 전단시험의 경우에도 2면 전단시험같은 경우에 있어서 못을 비대칭으로 배열한 시험편에 대한 국내의 연구는 아직 미흡한 실정에 있다.

따라서 본 연구에서는 경골목조건축에서 많이 적용되고 있는 못 접합부를 모사하여 오에스비와 구조재, 오에스비와 I형장선으로 결합된 접합부에 대하여 인발시험을 실시하고, 못을 비대칭으로 배열한 2면 접합부에 대한 전단시험을 통하여 그 구조성능과 허용내력을 평가하고자 하였다.

Table 1. Characteristics of test materials

Type		Size	Grade and specification
Dimension lumber	SPF	38 × 89 mm (cross section)	No. 2 & BTR
	Japanese larch	38 × 89 mm (cross section)	No. 2*
Sheathing	OSB	4 × 8, 11 mm (thickness)	Construction sheathing, 1R/24F/W16

I-Joist		TJI Pro 250
Nail	64 mm (length)	Helically threaded (8d)

\* sorted by domestic grading rule (KS F3020)

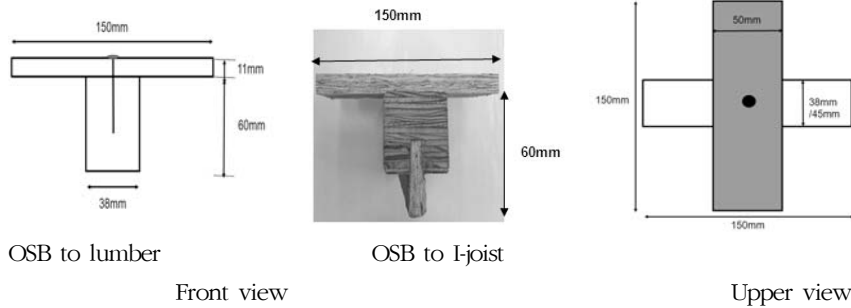


Fig. 1. Schematic of withdrawal test specimens.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 연구에서 사용된 공시재료로, 구조재는 38 × 89 mm 크기의 북미산 SPF재와 국산 낙엽송을 각각 전문업체로부터 구입하여 사용하였으며, 덮개는 OSB를 분양받아 사용하였으며 인발시험에 사용된 I형장선은 역시 전문업체로부터 구입하여 사용하였다. 이들에 대한 특성은 다음 Table 1과 같다. 평균함수율과 기건비중은 국산낙엽송재의 경우 10.3%, 0.56, SPF재는 9.8%, 0.43 으로 각각 측정되었다. OSB재의 기건비중은 0.54, 함수율은 8.1%였으며 I형장선의 경우 위와 아래 부분 부재로 사용된 단판적층재의 기건비중은 0.51, 함수율은 11.2%였다.

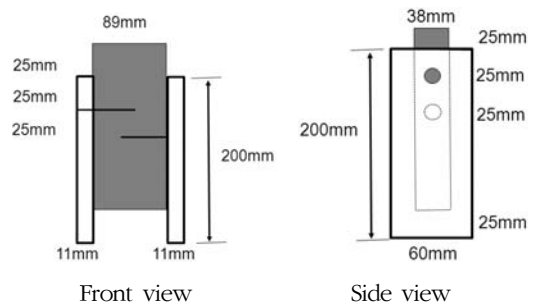


Fig. 2. Schematic of lateral load test specimens.

각 공시재료에 대해 못 접합부의 인발 및 전단 시험에 적합한 조건으로 부재의 단면 치수를 정하였으며 인발시험에 대해서는 KS F ISO 9087에 따라 제작하고, 전단시험에 대해서는 KS F 2153의 규정에 따라 2면 전단시험편을 제작하여 사용하였다. 이들의

치수 및 형상은 다음 Figs. 1, 2와 같으며 각 조건에 따라 10개씩 시험편을 제조하였다.

## 2.2. 실험방법

각 시험편에 대하여 인발시험은 KS F ISO 9087 시험법을 응용하여 시험하였으며 하중속도는 3 mm/min를 적용하고 구조재는 지지점에 놓고 뒷개의 전체면에 대해 아래쪽으로 하중을 가하여 최대하중을 측정하였다. 전단시험에 대해서는 KS F 2153의 규정에 따라 2면 전단시험을 수행하였으며 하중속도는 3 mm/min를 적용하고 하중과 변위를 측정하여 하중-변형곡선을 구하였으며 이 곡선으로부터 접합계수와 최대하중을 각각 구하였다. 시험이 끝난 시험편에 대하여 전기저항식 수분계로 각 부재의 함수율을 측정하였다. 이들 시험방법에 대한 것은 Fig. 3과 같다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 부재의 종류에 따른 못의 인발저항 성능

SPF와 오에스비, 낙엽송과 오에스비, I형장선과 오에스비로 구성된 못 접합부의 인발성능을 Table 2에 나타내었다. 인발내력이 가장 높은 것은 오에스비와 낙엽송으로 구성된 접합부였으며, 그 다음으로 오에스비와 I형장선, 오에스비와 SPF로 구성된 접합부의 순으로 나타났다. 이는 낙엽송의 비중이 다른 재료에 비해 높기 때문이며, 못의 인발성능은 고비중재가 저비중재보다 더 큰 저항력을 나타내기 때문이다. 인발저항에 대해 Forest Products Lab (2010)에서 제시된 실험공식( $p = 54.12 G^{5/2} DL$ ,  $G$  = 기건비중,  $D$  = 못의 직경(mm),  $L$  = 못의 침투깊이(mm))에서도 최대 인발력은 비중(또는 밀도)에 비례하는 것으로 나타난다. I형장선도 높은 인발저항성을 나타냈었는데 이는 SPF재보다 높은 비중을 갖고, 또한 못이 박힌 부재가 소재가 아닌 단판적층재이기 때문이며, 일반적으로 소재에 비해 단판적층재로 만든 재료의 인발저항성능이 높다는 보고(Celebi and Kilic, 2007; Meekum and Mingmongkol, 2011)와도 같은 결과로

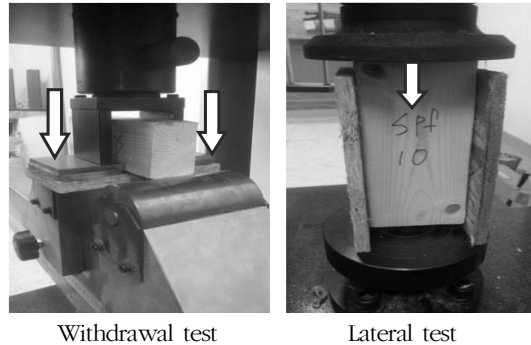


Fig. 3. Test set up for withdrawal and lateral test (↓ : loading direction).

해석된다. 각 접합부재에서 위의 실험식을 사용한 예상 인발최대하중과 측정된 하중에 대한 비교에서 SPF와 오에스비로 구성된 경우 실험식에서 예측한 것보다 약 19% 정도 높은 값을, I형장선과 오에스비로 구성된 못 접합부의 경우에는 14% 정도 높은 값을 나타내었으며, 낙엽송과 오에스비로 구성된 경우에는 반대로 24% 정도 낮은 값을 나타내었다. 이런 차이는 목재에서 수종 및 목리방향의 차이, 못의 차이와 소재부재와 가공목재인 단판적층재간의 차이 및 직접적으로 목재에 못을 박아 인발시험하는 경우와는 달리 본 연구에서는 부재가 접합된 상태에서 인발시험을 시행한 것으로 이들 간에는 차이가 있으며 여러 변수에 대해 향후 이에 대한 추가적인 시험을 통해 부재간의 상호작용에 따른 영향이 평가되어야 할 필요성이 있다. KBC (2009)에서 제시된 허용인발내력에 못의 침투깊이를 곱한 허용최대내력은 Fig. 4에서 보듯이 낙엽송재의 경우 325 N, SPF재는 174N, I형장선은 250 N으로 산정되었으며 이는 해당부재의 접합부에 대해 각각 최대 하중값의 23%, 15%, 20%에 해당되어 낙엽송과 SPF 구조재 및 I형장선과 오에스비로 구성된 각 못 접합부에서 허용최대하중은 모두 KBC에서 규정된 값을 초과하는 것으로 나타났으며 향후 접합된 부재에서의 허용인발내력의 산정방법에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

한편 각 접합부에 대한 하중-변위곡선을 보면 Fig. 5와 같다. 낙엽송과 SPF로 구성된 접합부에서는 하중과 변형이 비례한도까지 선형적으로 증가하다가 이

Table 2. Statistical tested results for the withdrawal resistance

Connection type	Maximum load (N)				Withdrawal strength (N/mm)		
	Empirical equation <sup>1)</sup>	Experimental	Ratio <sup>2)</sup>	Allowable load <sup>3)</sup>	Mean (N/mm)	Standard deviation	COV <sup>4)</sup> (%)
OSB to SPF	936	1,115	1.19	174	248	7.8	31.6
OSB to Japanese Larch	1,813	1,372	0.76	325	305	6.1	23.5
OSB to I-joist	1,435	1,250	1.14	250	27.8	9.6	34.8

1) Forest Products Lab (2010), 2) empirical equation to experimental,

3) Allowable withdrawal strength × depth of penetration (43 mm) (KBC table 0805.4.2), 4) coefficient of variation

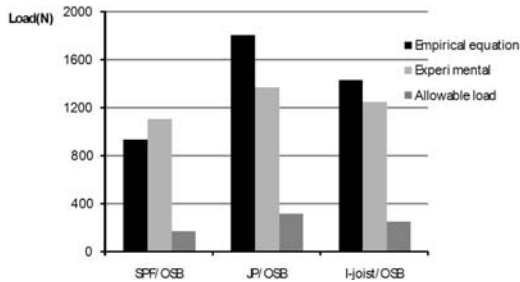
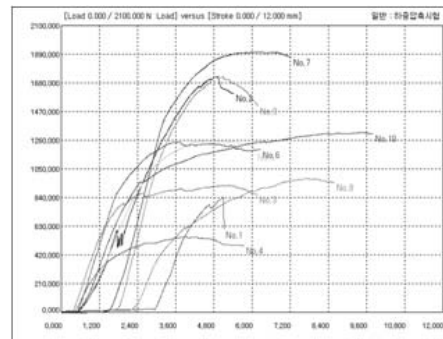


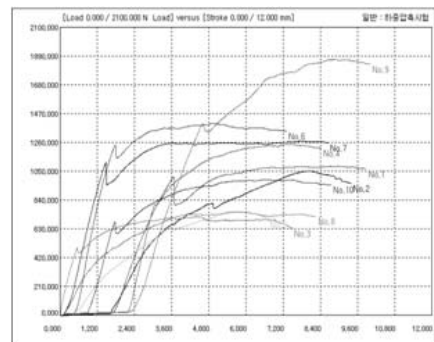
Fig. 4. Comparison of the maximum withdrawal loads in nailed joints (JP; Japanese larch).

후 비선형상태에서 최대하중에 도달된 후 점차 감소하는 경향을 나타내었으며 최대하중에 도달할 때까지 낙엽송재와 SPF로 구성된 접합부에서의 변형은 I형장선과 오에스비로 구성된 못 접합부의 최대하중에 대한 변형값보다 상대적으로 작은 변위에서 도달하였다. 이는 얇은 다수의 층으로 구성된 단판적층재가 소재와는 달리 한 층에서 섬유층의 찢어짐이 일어나 파괴되더라도 다른 층으로 전이되는 양상이 접착층과 다른 한 층의 단판의 구조로 인해 지연되어 이런 결과가 나타난 것으로 생각된다.

인발시험에서 최대인발하중에 의한 부재의 변형상태를 보면 Fig. 6에서 보듯이 SPF와 I형장선으로 된 접합부는 단순히 못이 구조재부터 빠져나오고 덮개인 오에스비 부재의 표면에는 큰 영향을 미치지 않았지만 낙엽송으로 된 접합부는 최대하중에 도달하기 전에 못이 오에스비 부재로 함입되어 못머리가 부재의 표면으로부터 아래로 함입되는 양상(punching out)이 크게 나타났다. 이는 낙엽송 자체의 인발하중은 57.8 N/mm로 측정되었지만 오에스비의 못머리 관통



OSB to SPF



OSB to I-joist

Fig. 5. Load-deformation curves for withdrawal test.

력은 두께 9.5 mm 오에스비에 대해 6d 못을 사용한 경우 대략 14.8 N/mm으로 나타난 결과(Chow 등, 1988)와 비교해 볼 때 낙엽송재의 인발성능과 오에스비의 못머리 관통력간의 큰 차이로 인해 나타난 결과로 사료되며 이는 덮개가 구조재에 비해 상대적으로 얇고 구조재의 인발력이 강한 경우에 주로 나타나는 파괴형태로 생각된다.

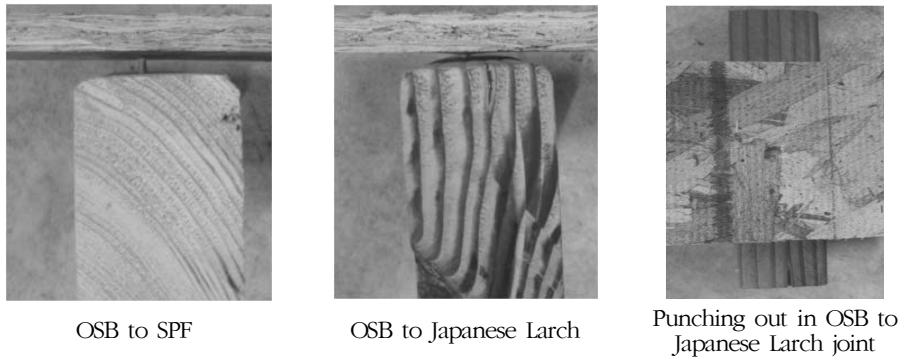


Fig. 6. Withdrawal patterns in each joint.

### 3.2. 못 접합부의 전단저항 성능

SPF와 낙엽송으로 구성된 못 접합부의 전단성능을 Table 3에 나타내었다. 최대하중은 낙엽송재로 된 접합부가 SPF로 구성된 접합부보다 더 높은 성능을 나타내었으며 낙엽송 접합부의 경우 SPF 접합부보다 약 25% 정도 높은 최대 하중값을 나타내었는데 이는 낙엽송재의 비중이 SPF 재의 비중보다 크기 때문에 더 높은 최대하중 값이 나타난 것으로 생각된다. 목재와 구조용 판넬재로 이루어진 2면 전단 접합부에서 못을 비대칭으로 배열한 접합부의 허용전단내력에 관해서는 국내 건축규정인 KBCs에서는 아직 제시되어 있지 않아 두 가지 방법을 통하여 산정하면 다음과 같다. 우선 Forest Products Lab (2010)에서 제시된 실험식은 다음과 같다.

$$P = KD^{3/2} \quad (1)$$

여기서  $P$  = 못 1개당 최대전단내력(N),

$K$  = 상수(낙엽송: 76.45, SPF: 62.55)

한편 일본의 규정(목재과학실험서, 1985)을 적용하여 산정하면 다음과 같다.

$$P = P_{\max} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$P = P_1 \times \frac{3}{4} \quad (3)$$

여기서  $P_{\max}$  = 최대하중(N)

$P_1$  = 1 mm 변위에 대한 하중(N)

$3/4$  = 변이를 고려한 계수

$1/2$  = 안전률을 2로 보고 정한 계수

이 두 공식 (2)와 (3)중 작은 값을 단기허용 전단내력으로 구하는 바 이 결과들을 Table 3에 나타내었다. 표에서 보듯이 평균 최대전단내력은 공식 (1)에 의한 허용 최대전단내력보다 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부에서는 3.2배, SPF와 오에스비로 구성된 접합부에서는 3.1배 정도로 높게 나타났으며 이는 Forest Products Lab (2010)에서 침엽수재에 대해서는 대략 3.5배 정도 높게 나타난다고 보고한 결과와 같은 경향으로 생각된다. 공식 (2)와 (3)에서 두 경우 모두 공식 (3)에서 산정된 값이 낮게 나타나 SPF와 오에스비로 구성된 2면 접합부의 허용전단내력은 404.8 N, 낙엽송과 오에스비로 구성된 2면 접합부의 허용전단내력은 450.7 N으로 나타났으며, 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 11%정도 높은 허용전단내력을 보여주었다. 미국과 일본의 허용내력에 대한 비교에서 이들 양자 간의 비율은 SPF와 오에스비로 구성된 접합부는 0.94, 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부는 1.02로 나타나 매우 유사한 결과를 나타내었으며 향후 이를 국내규격 제정 시 참고할 필요성이 있다고 생각된다.

접합부의 접합계수를 측정하기 위하여 하중-변위 선도로부터 해당 하중과 변위를 측정하여 Fig. 7에서 보는 바와 같이 측정할 수 있으며 이때 각 접합계수

Table 3. Test results of lateral strength in nailed joints (N)

Connection type	Mean (N)	Standard deviation	Allowable shear strength (N)			
			Equation (1)	Equation (2)	Equation (3)	Eq (1)/eq (3)
OSB to SPF	1,173.4	239.8	378.4	4400	4048	0.94
OSB to japanese larch	1,473.2	314.8	4625	5525	450.7	1.02

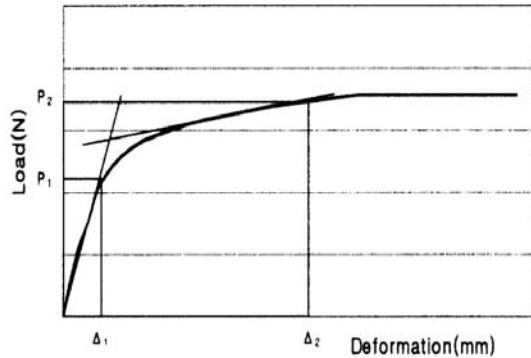
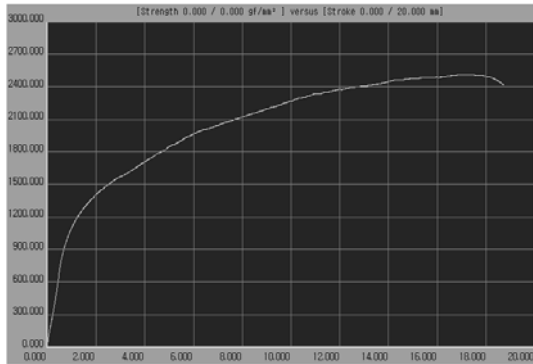


Fig. 7. Typical load-deformation curve and determination of slip modulus.

는 다음 식으로부터 구하며 그 결과는 Table 4와 같다.

$$K_1 = \frac{P_1}{2\Delta_1} \quad (4)$$

$$K_2 = \frac{P_2 - P_1}{2(\Delta_2 - \Delta_1)} \quad (5)$$

최대 전단내력은 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 대략 20% 정도 높게 나타났으며 항복하중의 경우에는 약 70% 정도로 높게 나타났다. 이는 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부에서 주 부재인 낙엽송재의 비중이 SPF보다 높아 더 큰 전단내력을 나타내고, 항복의 경우에도 낙엽송재의 탄성계수가 더 높은 관계로 탄성변형이 지속되는 구간에서의 하중이 더 높게 나타난 결과로 생각된다. 비교치로 못을 대칭으로 배열한 황과 박의 연구(2008)에서 SPF와 오에스비로 구성된 2면 전단 접합부의 최대전단내력은 1,600 N으로 보고한 바, 본 연구의 결과보다 다소 높은 값을 나타내었으며, 항복하중의 경우 800 N으로 본 연구결과와 같음을 보여주었다. 초기 접합계수에서도 낙엽송과

오에스비로 구성된 접합부가 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 40% 정도 높게 나타났으며, 2면 접합부재이지만 못을 엇갈려 배치한 것이 아니라 같은 위치에 놓고 접합한 연구(황과 박, 2008)의 연구에서 측정된 접합계수의 값보다 약간 낮은 것으로 나타났는데 이는 사용된 측면부재의 차이, 못 종류의 차이, 못의 배열에 따른 차이 등에 기인하는 것으로 판단되며 향후 이에 대한 추가적인 실험을 통해 목재와 구조용 덧개의 2면 전단 접합부에서 비대칭으로 배열한 접합부의 허용기준내력의 산정에 대한 추가연구의 필요성이 있다고 생각된다. 두 번째 직선구간에서 측정된 접합계수에 있어서도 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 거의 2배 정도 높게 나타났으며, 이는 Fig. 8에서 보듯이 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 작은 소성변형에서도 높은 성능을 갖는 것으로, 목조건축용 기본 구조부재로서 낙엽송재의 우수함을 보여주는 것이라고 생각된다.

각 접합부에 대한 파괴형상을 보면 SPF와 오에스비로 구성된 접합부에서는 못의 변형은 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부보다 못의 휨 변형이 더 큰

Table 4. Test results of slip modulus and lateral strength in nailed joint

Connection type	$P_{max}$ (N) <sup>1)</sup>		$P_{yd}$ (N) <sup>2)</sup>		$K_L$ (N/mm)		$K_2$ (N/mm)	
	Avg <sup>3)</sup>	COV <sup>4)</sup>	Avg	COV	Avg	COV	Avg	COV
OSB to SPF	1,234.0	128	794.8	48.2	398.8	33.7	463	25.4
OSB to Japanese Larch	1,473.2	213	1,351.5	29.2	560.9	52.7	888	19.6

\* 1)  $P_{max}$  = maximum load, 2)  $P_{yd}$  = yielding load, 3) average of 10 replication, 4) coefficient of variation (%)

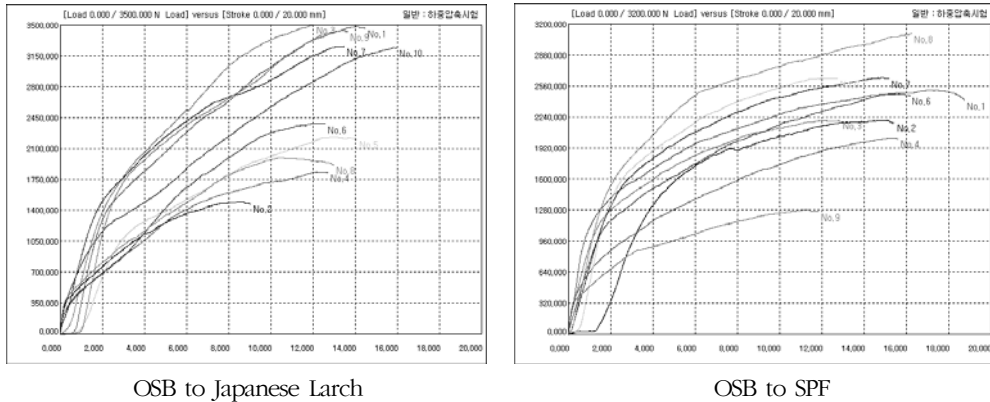


Fig. 8. Load-deformation curves for lateral test in nailed joint.

것으로 나타났다. Fig. 9에서 보듯이 특히 부재의 가장 바깥쪽에서 SPF와 오에스비로 구성된 접합부의 변형이 매우 크게 나타났으며 같은 위치에서 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부의 변형은 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

하중이 증가함에 따라 SPF와 오에스비로 구성된 접합부에서 못의 휨 변형이 일어나고 이후 못이 부재로부터 빠져나오는 약간의 인발현상과 더불어 못의 휨 변형이 두드러졌으며, 이로 인해 못머리가 오에스비로 함입되어 들어가는 양상을 나타내었다. 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부에서는 구조재와 오에스비의 경계부에서 약간의 휨 변형이 발생한 다음 못머리가 오에스비 부재로 함입되어 들어가는 양상을 나타내었으며 두 부재 모두에서 못머리에 의한 펀칭 전단(punching shear) 현상이 크게 나타났으며, 이는 황과 박(2008)의 연구결과에서 보고한 바와 같은 경향으로 생각된다. 특히 목구조용으로 사용되는 나선형 못은 인발에 대한 저항이 크기 때문에 일반 철선못과는 달리 인발에 의한 변형은 크게 발생하지 않았다.

## 4. 결 론

일반 경골목조건축에서 많이 적용되고 있는 못 접합부를 모사하여 오에스비와 낙엽송 및 SPF 구조재, 오에스비와 I형장선으로 결합된 접합부에 대하여 인발시험을 실시하고, 기존 접합부시험과는 달리 못을 엇갈려서 박은 2면 접합부에 대한 전단시험을 통하여 그 구조성능과 허용내력을 평가하였다.

인발성능이 가장 높은 것은 오에스비와 낙엽송으로 구성된 접합부였으며, I형장선은 낮은 비중에도 불구하고 높은 인발저항성을 나타내었으며 부재의 변형상태에서 다른 접합부와는 달리 낙엽송과 오에스비로 된 접합부는 최대하중에 도달하기 전에 못이 오에스비 부재로 함입되어 못머리가 부재의 표면으로부터 아래로 함입되는 양상이 크게 나타났다. 각 접합부에서 최대 인발력은 모두 설계기준의 최대인발력보다 높게 나타났다. 2면 전단 못 접합부의 전단내력은 낙엽송재와 오에스비로 된 접합부가 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 더 높은 성능을 나타내



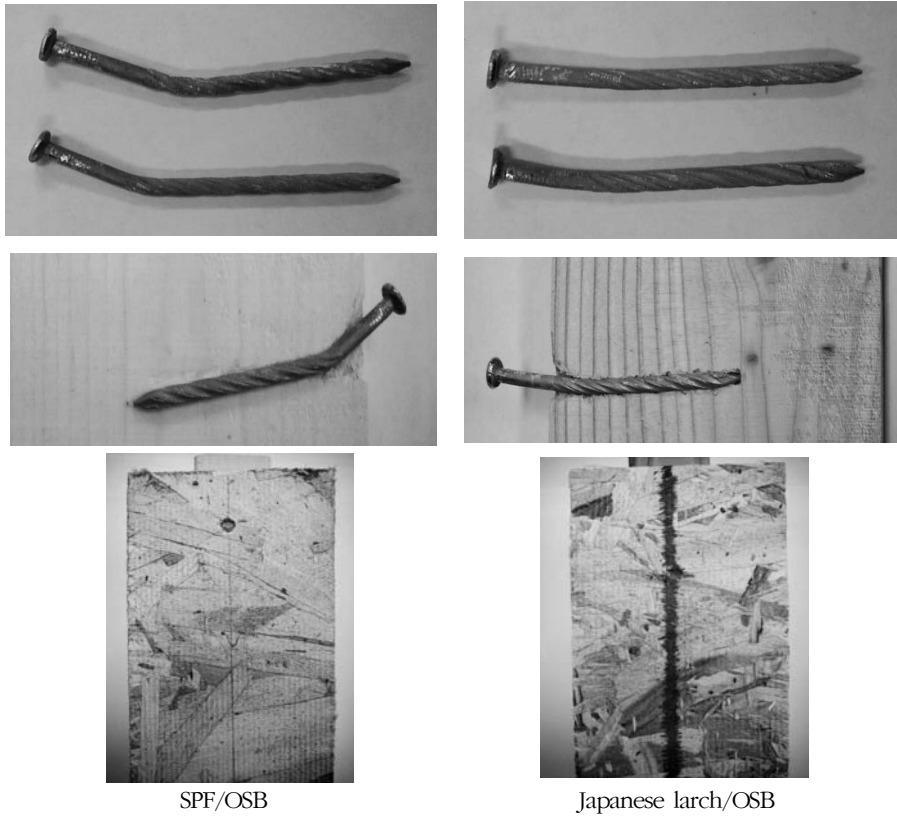


Fig. 9. Nail deformation and failure mode of tested specimens.

였으며 접합계수에서도 낙엽송과 오에스비로 구성된 접합부가 SPF와 오에스비로 구성된 접합부보다 높게 나타났다. 전단 접합부에서 못의 휨변형과 못머리가 오에스비로 함입되어가는 편칭전단이 나타났으며 못의 휨변형은 SPF와 오에스비로 구성된 접합부에서 크게 나타났다. 추가적인 연구를 통하여 실제 상황을 모사한 목재와 구조용 덮개재의 접합부에 대한 허용기준내력의 산정에 대한 기준을 제시하여야 할 필요성이 제시되었다.

## 사 사

본 논문은 2011년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었다. 시험편의 제작과 실험에 도움을 준 박홍균, 황동우 군에게 감사드린다.

## 참 고 문 헌

1. American Forest and Paper Association. 2005. National design specification for wood construction. ANSI/AF&PA NDS-2005.
2. Celebi, G. and M. Kilic. 2007. Nail and screw withdrawal strength of laminated veneer lumber made up hardwood and softwood layers. Construction and Building Materials 21: 894~900.
3. Chow, P., J. D. McNatt, S. J. Lambrechts, and G. Z. Gertner. 1988. Direct withdrawal and head pull-through performance of nails and staples in structural wood-based panel materials. Forest Prod. J. 38(6): 19~25.
4. Forest Products Laboratory. 2010. Wood handbook - Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI. U.S. De-

- partment of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
5. Meekum U. and Y. Mingmongkol. 2011. Experimental design of laminated veneer lumber fiber reinforced composite: Processing parameters and its durability. 16th International Conference on Composite Structures. ICCS 16. FEUP, Porto, 2011.
  6. Sinha, Arijit and Rakesh Gupta. 2009. Strain distribution in OSB and GWB in wood-frame shear walls. *Journal of Structural Engineering* 135(6): 666~675.
  7. Winistorfer S. and L. Soltis 1994. Lateral and withdrawal strength of nail connections for manufactured housing. *Journal of Structural Engineering* 120(12): 3577~3594.
  8. 국토교통부. 2009. 건축구조기준 제8장 목구조.
  9. 서진석, 황성욱, 황권환, 정기영, 정하현. 2012. 오에스비 대체용 국내산 합판의 못 접합부 전단내력성능. *목재공학* 40(4): 287~293.
  10. 오세창. 2000. 국산 2×4 구조재 못 결합부의 인발 및 전단성능. *한국목재공학회 2000 학술발표논문집*: 13~18.
  11. 장상식. 1999. 목재-판재 못 접합부의 압축전단시험. *한국목재공학회 1999 추계학술발표논문집*: 79~84.
  12. 한국표준협회. 2002. KS F 3020 침엽수 구조용재.
  13. 한국표준협회. 2004. KS F ISO 9087 목재의 못 또는 나사 못 뽑기 저항시험방법.
  14. 한국표준협회. 2005. KS F 2153 목구조 철물접합부의 전단시험방법.
  15. 황권환, 박문재. 2008. 오에스비에 대한 각종 부재의 못전단성능. *목재공학* 36(4): 66~76.
  16. 日本木材學會物理工學編輯委員會. 1985. 木材科學實驗書 -工學編 日本木材學會創立30周年記念事業委員會.