

전단벽의 덮개재료에 따른 전단저항 성능

장상식¹ · 신일중^{1*} · 김윤희¹

Shear Load Performance Test in Accordance with Sheathing Materials of Shear Wall

Sangsik Jang¹ · Iljoong Shin^{1*} · Yunhui Kim¹

ABSTRACT

In this study, the light-frame wood shear walls according to the sheathing materials was carried out to investigate the shear load performance. Most common sheathing materials are the structural OSB and gypsum board used to consist wall of wood-frame house. Seven different type of specimens are composed of several sheathing materials and shear test was taken to evaluate shear performance by KS F 2154. As a result, shear walls(G12.5/G12.5 and G12.5/OSB) show that maximum shear strength and shear rigidity modulus are 7316N/mm · 118.25 N/mm and 11129 N/mm · 184.66 N/mm respectively. The shear wall using gypsum board 15mm improve maximum shear strength and shear rigidity modulus about 30%. The shear wall using 15mm gypsum board showed intermediate value in one side specimens. Different types of shear walls could be compared with the shear load performance. Also, nailed joint failure aspects are different to sheathing material and installing method.

Key words: shear walls, racking resistance, sheathing materials, cyclic load function

1. 서론

경골 목조 건축은 수평하중 저항성능이 매우 강한 구조로 알려져 있다. 경골목구조 전단벽 내 스티드에 못으로 고정되는 덮개재료가 수평전단하중에 저항할 수 있는 구조를 갖기 때문이다.

OSB와 석고보드는 현재 경골목조건축에서 가장 많이 사용되고 있는 전단벽의 내·외장 덮개 재료로, OSB는 주로 외벽에 설치되어 기능을 발휘하며 석고보드는 주로 내벽 설치용으로 사용된다. 이 두 재료는 마감재로써의 기능 뿐만 아니라 전단벽의 스티드 구조와 결합하여 복합구조를 형성하며 전단하중 성능에 큰 영향을 미친다. 때문에 적절한 덮개의 사용과 덮개에 알맞은 접합방법의 적용을 통하여 전단하중 성능을 향상시킬 수 있다. 국내 연구(황권환 등, 2008)에서 덮개재료 오에스비에 대한 각종 부재의 못 전단성능을 연구한바 있다.

본 연구에서는 동일한 못 간격의 벽구조에 다양한 덮개 구성을 적용하여 덮개재료에 따른 전단하중성능의 변화를 조사하고 일반적으로 사용되고 있는 전단벽의 전단성능을 확인하고자 한다.

KS F 2154에서는 최근 우리나라에서의 목조건축 보급

확산에 따른 내력평가를 위해 수평 하중에 대한 전단내력 벽의 전단내력 시험방법을 제정하여 바닥이나 지붕 구조 또는 기둥-보 구조에도 같은 시험방법을 적용하도록 규정하고 있다. 국내에서도 경골목구조에 대한 전단내력벽 실험 및 해석이 일부 이루어진바 있고(Jang, 2002; 장상식, 2002) 기둥-보 공법의 구조부재로서의 이용과 전단내력벽의 성능과약이 일부 이루어져 있다(황권환 등, 2007).

전단벽은 스티드와 덮개 판재로 구성되어 스티드가 연직하중을 지지하고 덮개판재의 면전단력에 의해 측방하중을 지지하게 된다. 전단벽의 전단하중 저항성능은 스티드의 간격, 못 접합 간격에 따라서 다양한 양상을 보인다. 따라서 정확한 전단벽의 전단하중 저항성능 비교연구를 위해서는 동일 등급 및 치수의 구조재를 사용해야 하며, 스티드의 간격과 덮개재료를 동일 시 하고 못 접합의 간격만을 달리 했을 때의 하중 저항성능 비교 실험과, 덮개 재료와 못 접합 간격을 동일 시 하고 스티드의 간격만을 달리 했을 때의 하중 저항성능 비교 실험이 각기 필요하다.

본 연구에서는 전단벽의 동일한 스티드 간격과 못 접합 간격 조건아래 각각의 덮개재료들은 얼마만큼의 저항 성능을 갖는지 또한 서로 복합하여 사용되었을 때는 얼마만큼의 더 큰 힘을 발휘하는지 알아보기 위해 전단하중 저항성능 비교 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 실험 방법

1. 실험재료

전단벽을 구성하기 위하여 SPF 2등급 2×4(38×89mm)

¹ 충남대학교 환경소재공학과(Biobased Materials Department, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* Corresponding author: 신일중

Tel.: +82-42-821-7844 Fax: +82-42-821-6159

E-mail: joong@cnu.ac.kr

2010년 8월 11일 투고

2010년 9월 10일 심사완료

2010년 9월 17일 게재확정

구조용재를 스티드로 사용하였고 덮개 재료로써는 구조용 OSB(oriented strand board: 공칭치수 12mm)로서 벽체의 덮개재료로 사용될 수 있는 RATED SHEATHING 등급을 선택하였으며 일반 석고보드 12.5mm와 15mm를 사용하였다.

스티드는 600mm 간격으로 배치하고 구조부재의 접합은 16d 박스못을 사용하였다. 덮개 접합방법으로는 스티드와 OSB 사이에는 6d 박스못을 사용하였고 스티드와 석고보드 사이에는 50mm나사못을 사용하였다. 못과 나사못의 간격은 덮개재료의 측면 150mm 간격, 내부 300mm간격으로 적용하였다.

2. 시험편 제작

수평하중 저항성능을 시험하기 위하여 실제 크기에 가까운 길이 2.4m, 높이 2.24m의 전단벽을 제작하였으며 스티드의 간격은 KS 규격에서 제시하는 최대간격인 600mm를 적용하였다. 덮개재료의 경우 OSB, 일반석고보드 12.5mm와 일반석고보드 15mm를 사용하여 총 7가지의 서로 다른 시험체를 구성하였으며, 접합방법으로 박스못과 나사못을 사용하여 가장자리 150mm, 내부 300mm 간격으로 접합하였다. 덮개재료에 따른 각 시험체의 구성은 Fig. 1과 같다.

3. 수평하중 저항성능 시험 방법

전단벽의 수평하중 저항성능 시험은 KS 기준(KS F 2154, 2001)의 준정적 반복하중(quasi-static cyclic load)를 적용하여 Fig. 2와 같은 방법으로 실시하였다.

단계별 반복 하중을 범위 내의 균일한 속도로 최대 하

중에 도달할 때까지 가하며 하중과 변위를 연속적으로 기록하였다. 수직 하중은 20kN으로 고정하고 각각의 수평하중 단계는 3반복 하중으로 구성되며 최대 하중 및 변위는 전단벽 시험편의 위깔도리(top plate)에 Load cell과 LVDT를 통해 수치를 수집하였다. 변위량은 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50mm로 총 10단계로 적용하였으며 좌우반복으로 각 단계는 3반복으로 진행하였다.

전체 시험에 걸쳐서 하중과 변위를 기록하여 Fig. 5, 6, 7과 같이 하중-변위 그래프를 작성 하였다. 최대 전단 내력 및 전단 강성 계수의 값은 KS 기준(KS F 2154, 2001)의 계산식을 이용하여 계산하였다. 최대 전단 내력은 전단벽의 파괴 때까지 또는 변형이 50mm가 될 때까지 하중을 가하며 변위를 측정하고 변위 50mm 이전에 최대 하중에 도달한 경우에는 그 값을 최대 하중으로 하고 그렇지 않은 경우에는 50mm 변위에서의 하중을 최대 하중으로 하여 다음의 식에 의하여 최대 전단 내력(S_u)을 계산하며(1), 전단벽의 전단 강성 계수 (G)는 최대하중의 1/3에 해당하는 값을 구하여 계산한다(2)(KS F 2154, 2001).

$$S_u = \frac{P_u}{b'} \tag{1}$$

$$G = \frac{P}{d} \times \frac{a}{b'} \tag{2}$$

여기서, S_u : 최대 전단 내력(N/m), P_u : 최대 하중 또는

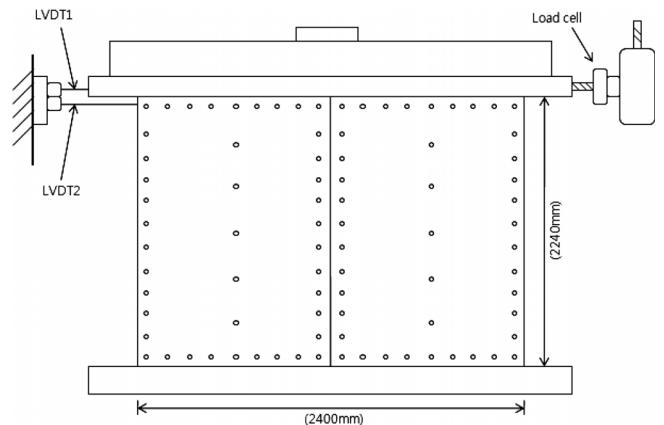
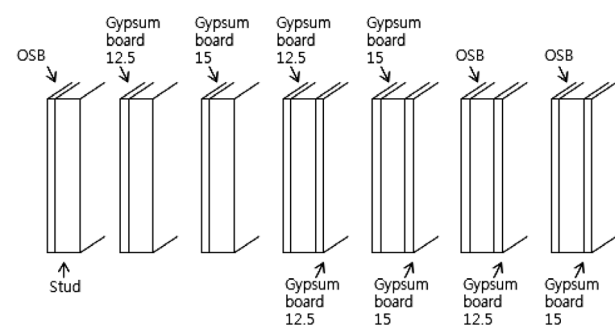


Fig. 2. Test method shear wall with sheathing material.



Shear wall	Sheathing materials
OSB	1 OSB
G12.5	1 Gypsum board 12.5mm
G15	1 Gypsum board 15mm
G12.5/G12.5	Gypsum board 12.5mm + Gypsum board 12.5mm
G15/G15	Gypsum board 15mm + Gypsum board 15mm
G12.5/OSB	Gypsum board 12.5mm + OSB
G15/OSB	Gypsum board 15mm + OSB

Fig. 1. Composition of shear walls

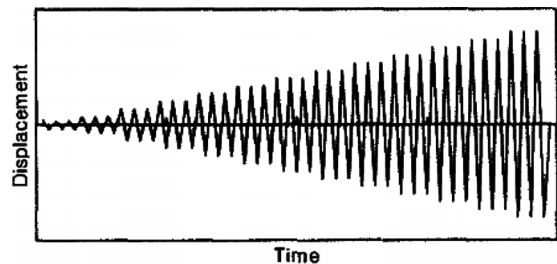


Fig. 3. Quasi-static cyclic load.

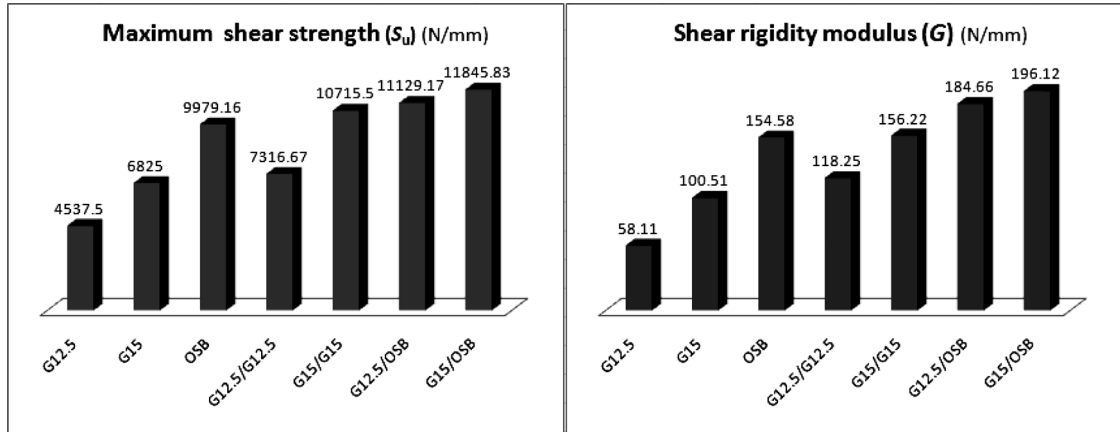


Fig. 4. Maximum shear strength and shear rigidity modulus of shear wall.

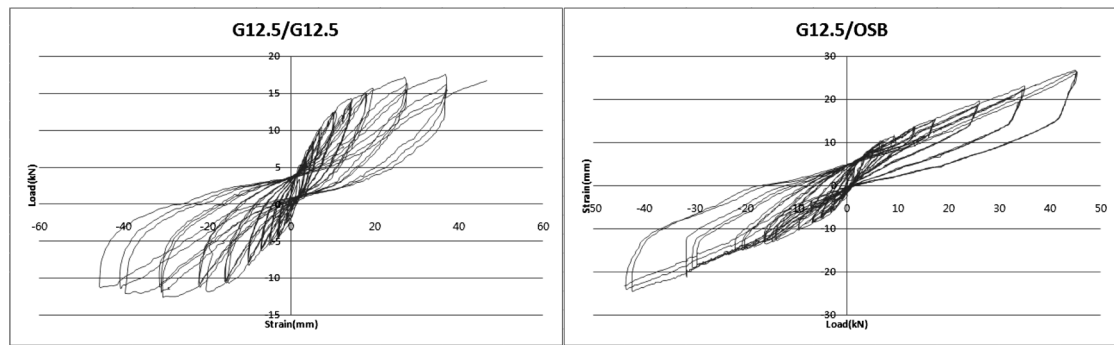


Fig. 5. Load-displacement curves obtained from racking tests of shear wall

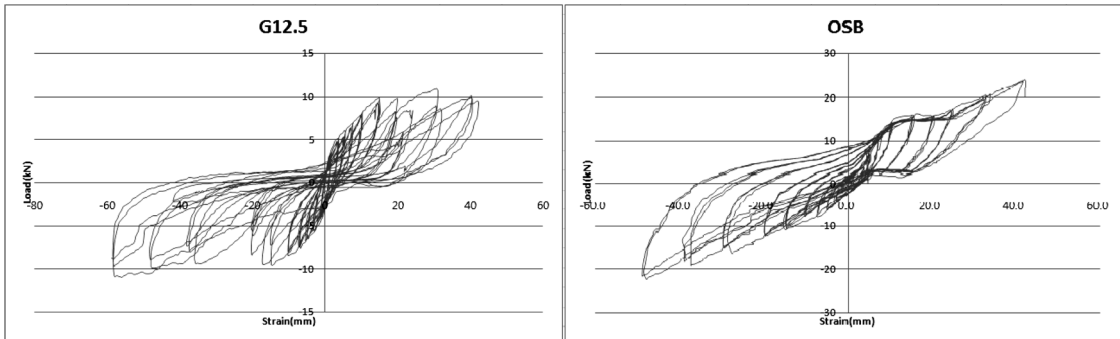


Fig. 6. Load-displacement curves obtained from racking tests of shear wall

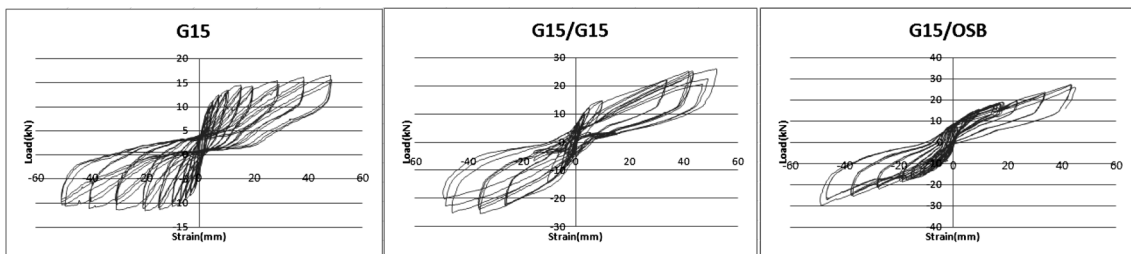


Fig. 7. Load-displacement curves obtained from racking tests of shear wall.

변위 50mm에서의 하중(N), b' : 전단벽의 나비(m), G : 전단 강성 계수(N/mm), P : 최대 하중의 1/3, a : 전단벽의 높이(m), d : 총 변위(mm)

III. 결과 및 고찰

경골목조건축에서의 외벽과 내벽 덮개구조로써는 외벽의

경우 석고보드와 OSB를 사용하고 내벽의 경우 양면에 석고보드를 사용한다. 건축물의 하중을 지지하는 내력벽인 외벽은 내벽과 달리 2×6 (38×140mm)의 스테드 구조재를 사용하지만 이 연구에서는 동일한 조건에서 덮개재료에 따른 전단하중 성능을 실험 하기위하여 모두 2×4 (38×89mm)의 스테드 구조재를 사용하였다.

각 덮개재료에 대한 전단벽 시험편의 전단하중-변형 곡선은 Fig. 5, 6, 7에 나타내었다. 각 시험편의 최대하중·총변위·최대전단내력(S_u)·전단강성계수(G) 등의 평균값을 정리하여 Table 1에 나타내었고, 최대전단내력(S_u)·전단강성계수(G) 값을 그래프로 변환하여 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7의 하중-변형 곡선을 살펴보면 석고보드만 단면으로 설치한 시험편에 비해 석고보드를 양면, OSB를 단면, 혹은 석고보드와 OSB를 결합하여 설치하였을 때의 하중-변형 곡선 그래프의 곡선이 더 선형에 가깝다는 사실을 확인 할 수 있다. 이것은 OSB 덮개재료가 석고보드보다 수평전단 하중을 받을 시에 스테드 구조재와 덮개재료 사이 접합의 흔들림이나 사이 벌어짐 등이 적다는 것을 말해준다.

Table 1의 결과를 보면 경골목조주택의 내벽 구조로 사용되는 석고보드를 양면에 설치한 G12.5/G12.5 시험편의 최대하중과 최대전단내력(S_u), 전단강성계수(G)가 각각 17.56 kN, 7316N/mm, 118.25N/mm 값을 나타낸 것을 확인할

수 있다, 또한 외벽 구조로 사용되는 G12.5/OSB의 시험편의 값은 각각 26.71kN, 11129N/mm, 184.66N/mm의 값으로 G12.5/G12.5보다 약1.5배 큰 값을 보였다. 이는 Fig. 6의 G12.5 시험편과 OSB 시험편의 결과를 비교해 보더라도 OSB가 석고보드보다 스테드 구조재와의 결합면에서 더 높은 전단하중 저항력을 지녔음을 알 수 있다.

덮개재료를 전단벽의 단면에만 설치하여 그 전단하중값을 비교한 내용이 Fig. 6에 나타나 있다. 석고보드 한면으로만 제작한 전단벽 G12.5 시험편의 경우 최대전단내력(S_u), 전단강성계수(G) 값이 각 4537N/mm, 58.11N/mm으로 양면(G12.5/G12.5)으로 제작한 것보다 약 40%정도 낮은 최대전단내력과 전단강성계수 값을 나타냈고, 반면 OSB한면으로 제작한 전단벽 시험편은 양면(G12.5/G12.5)으로 제작한 것보다 약 30% 높은 값인 9979.16N/mm, 154.58N/mm을 나타냈다.

Fig. 5, 6의 결과로 12.5mm석고보드가 OSB에 비해 상당히 낮은 최대전단내력(S_u), 전단강성계수(G)값을 갖는 것을 확인했다.

또한 일반적으로 사용되는 12.5mm의 석고보드와의 비교를 위해 15mm의 석고보드의 전단내력과 강성계수를 12.5mm의 석고보드 실험과 동일한 조건으로 실험 한 결과를 그래프 Fig. 7을 통해 확인할 수 있었다. 15mm 두께의 석고보드를 단면으로만 설치한 시험편의 경우 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)가 6825N/mm 100.51N/mm로 나타났고, 양면 15mm의 석고보드 시험편인 G15/G15는 각각 10715.50N/mm 156.22N/mm 값을 나타냈다. 이는 OSB 시험편과 거의 같은 값인 걸 확인할 수 있다. 그리고 G15/OSB 시험편은 이 실험 중 가장 높은 값인 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)가 각각 11845.83 N/mm 196.12N/mm로 나타났다.

Fig. 8~11은 전단벽의 시험 종료 후 각 덮개 부재의 못 접합부의 파괴 형태를 볼 수 있다. OSB의 경우 못 접합부는 못머리 부분과 OSB의 마찰에 의한 파괴형태가 그리 크지 않았으며 외관상으로는 접합부 파괴를 거의 발견 할 수 없었다. 반면 석고보드의 경우는 나사못 접합부에서의 석고보드 파괴가 쉽게 발견 되었다. 벽체의 가장자리 부분

Table 1. Average of test results.

	Maximum load (KN)	Total displacement (mm)	Maximum shear strength (N/mm)	Shear rigidity modulus (N/mm)
G12.5	10.89	50.3	4537.50	58.11
G15	16.38	50.7	6825.00	100.51
OSB	23.95	48.2	9979.16	154.58
G12.5/G12.5	17.56	46.2	7316.67	118.25
G15/G15	25.71	51.2	10715.50	156.22
G12.5/OSB	26.71	45.0	11129.17	184.66
G15/OSB	28.43	45.1	11845.83	196.12

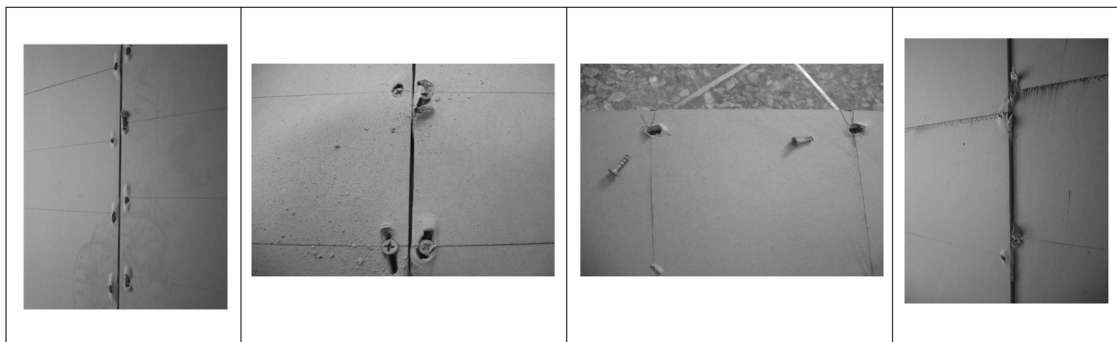


Fig. 8. Failure of nailed joints of one side Gypsum borad shear wall (G12.5, G15).

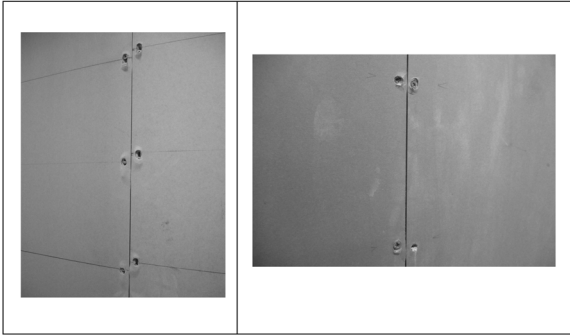


Fig. 9. Failure of nailed joints of one side OSB shear wall (OSB).



Fig. 10. Failure of nailed joints both sides gypsum board shear wall (G12.5/G12.5, (G15/G15).

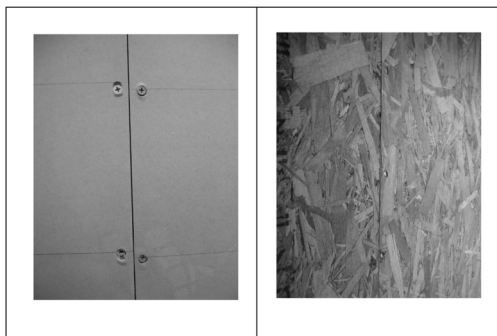


Fig. 11. Failure of nailed joints with OSB and gypsum board shear wall (G12.5/OSB).

보다는 중심부분의 이음부위에서 그 파괴형태가 더욱 크게 나타났음을 볼 수 있고, Fig. 11의 Gypsum/OSB 시험편보다는 Fig. 10의 Gypsum/Gypsum 시험편이, Gypsum/Gypsum 시험편 보다는 Fig. 8에 Gypsum단면 시험편의 파괴정도가 더 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 Gypsum단면 시험편에서는 시험 종료 후 나사못이 절단되어진 형태가 발견 되었다. 이는 석고보드가 OSB나 다른 석고보드와 같이 결합되어 전단하중을 견딜 때 보다는 확실히 단면으로만 쓰일 때 낮은 하중에서도 큰 변위가 발생하여 석고보드와 나사못 접합부위의 파괴형태도 더 커진 것이라 판단 된다. 그리고 Fig. 9의 단면OSB 시험편의 시험 종료 후 못접합부분이 Fig. 11의 Gypsum/OSB 시험편 못접합

부분보다 못머리 부분이 안으로 더 파고들어간 것을 확인할 수 있었다. 이는 단면OSB시험편이 전단 하중을 받으면서 스티드와 OSB 사이의 간격이 Gypsum/OSB 시험편보다 벌어졌다는 것을 나타낸다고 사료된다.

IV. 결론

현재 우리나라에서 경골목조건축에서 내벽, 외벽에 주로 이용되는 덮개재료에 대한 전단벽의 전단하중 성능을 검토하였다.

단면으로 구성된 전단벽의 경우 석고보드단면 시험편보다 OSB단면 시험편의 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)가 월등히 높았고, 이는 15mm석고보드 양면 시험편과 비슷한 값이었다. 12.5mm석고보드보다 강한 15mm석고보드는 단면으로 쓰일 경우 OSB의 전단하중 성능에 미치지 못하였으며 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)값도 12mm 석고보드와 OSB의 중간값인 6825.00N/mm, 100.51N/mm를 나타냈다.

경골 목조주택 내벽으로 주로 쓰이는 전단벽 구조의 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)값은 G15/G15구조가 G12.5/G12.5구조보다 약1.3배 더 높았으며 그 차이는 각 3398.83 N/mm(S_u), 37N/mm(G)을 나타냈으며, 이는 약 30% 증가된 값이었다.

마찬가지로 외벽으로 쓰이는 전단벽 구조의 최대전단내력(S_u)과 전단강성계수(G)값도 G15/OSB구조가 G12.5/OSB구조보다 조금 더 높았지만 그 차이는 각 716.66N/mm(S_u), 11.46N/mm(G)로 양면 석고보드의 구성과는 달리 큰 차이를 나타내지 않았다.

OSB와 석고보드를 복합하여 구성된 전단벽 수평저항능력 결과를 보면 석고보드12.5mm의 경우는 G12.5/G12.5구조보다 G12.5/OSB구조가 약 50% 향상했고 석고보드15mm의 경우는 G15/G15구조보다 G15/OSB구조가 약 20% 향상됨을 보였다.

차후 실험에는 스티드의 간격, 못간격 등을 달리하여 비교해 보는 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 경골목구조 전단벽체의 덮개재료에 따른 전단하중 성능을 알아보기 위하여 수행되었다. 덮개재료에는 현재 경골목조주택에서 가장 많이 쓰이는 구조용 OSB와 석고보드를 이용하여 각 덮개 재료의 종류, 설치방법에 따라 7가지 형태의 전단벽을 제작하였고, 준적정 반복 하중 전단시험을 통하여 나타나는 전단하중 값을 평가하였다. 그 결과 현재 가장 많이 쓰이는 내벽, 외벽 구조에 따른 덮개 구성(G12.5/G12.5와 G12.5/OSB)의 최대전단내력(S_u)·전단강성계수(G)값이 각기 7316N/mm·118.25N/mm와 11129

N/mm · 184.66N/mm를 나타냈다. 같은 구조이며 석고보드의 두께만 15mm로 제작한 전단벽의 경우 약 30% 좀더 높은 최대전단내력(S_u)·전단강성계수(G)값이 측정되었으며, 단면시험편의 경우 15mm석고보드는 12.5mm석고보드와 OSB의 중간값을 나타냈다.

이번 연구로 서로다른 종류의 전단벽의 전단하중 성능을 비교 할 수 있었고, 덮개 재료의 종류, 설치방법에 따른 전단벽의 못접합 파괴형태도 각기 차이를 나타냈음을 알 수 있었다.

이 연구는 2009년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음

참고문헌

1. 한국표준협회. 2001. KS F 2154. 경골 목조 전단벽의 전단 시험 방법.
2. 장상식. 2002. 전단벽의 전단성능 예측 모형. 목재공학. 30(4): 96-105.
3. 황권환, 박주생, 박문재. 2007. 프리컷 방식을 적용한 기등-보 공법의 수평전단내력. 목재공학. 35(6): 1-12.
4. 황권환, 박문재. 2008. 오에스비에 대한 각종 부재의 못 전단성능. 목재공학. 36(4): 66-67.
5. Irani, R.Y., R.L. Tuomi, W.J. McCutcheon. 1982. Methodology to evaluate racking resistance of nailed walls.
6. Jang. S.S. 2002. Effects of stud spacing, sheathing material and aspect-ratio on racking resistance of shear walls. Mokchae Gonghak. 30(3): 97-103.