

梁材にLVLを用いた床水平構面の面内せん断試験

LVL 集成材 面内せん断試験
初期剛性 降伏耐力 床倍率

準会員 ○難波 宗功*1 正会員 光井 周平*2
非会員 牛坂 淳二*3

1. はじめに

近年、強度のばらつきが小さい、品質が安定している、任意の寸法で計画的に生産することができる、といった長所から、構造材料としてLVLや集成材などのエンジニアリングウッドが広く用いられている。

本報では、梁材にLVLおよび集成材を用いた床水平構面の面内せん断試験を行い、梁材の違いが床の構造性能にどのような影響を及ぼすのか比較、検討を行う。

2. 試験体

表1に試験体の部材仕様及び使用した金物の詳細を示す。試験体は、図1に示すように幅1820mm×高さ2730mmであり、大梁、小梁に構造用集成材もしくはLVLを用いたものをそれぞれ3体ずつ製作した。大梁、小梁は105mm×150mm、受材は60mm×60mmのものを採用した。

3. 試験方法

本試験は、文献1)の「面材張り床水平構面の面内せん断試験」(柱脚固定式)に準拠して実施した。加力側大梁の水平方向変位を試験体高で除して得られるみかけのせん断変形角を用い、目標変形角を1/450,1/300,1/200,1/150,1/100,1/75,1/50,1/30(rad)として正負交番繰り返し載荷を行った。各目標変形角で1回ずつ

表1 試験体概要

項目	仕様詳細
面材	2級合板(厚さ28mm)
軸材(大梁・小梁)	LVL: ラジアータパイン A種 LVL 110E 特級 60V-51H 構造用集成材: スプルー ス 対称異等級 E105-F300
受材	構造用製材: すぎ 無等級
釘	鉄丸釘 N75@75
金物	使用鋼材 SS400 付属品: 高耐力フレックスホールダウン 60 高耐力フレックス両引きボルト (PZ-FR16-60) 高耐力座金 60 (W12×110×95)

繰り返し、最後は負側に1/15(rad)まで加力して実験を終了した。載荷は加力側大梁端部に治具を用いて取り付けられた油圧ジャッキで水平方向に手動により行った。なお、加力側大梁については、二台の振れ止め装置を設置して試験体の面外方向への変形を抑制した。

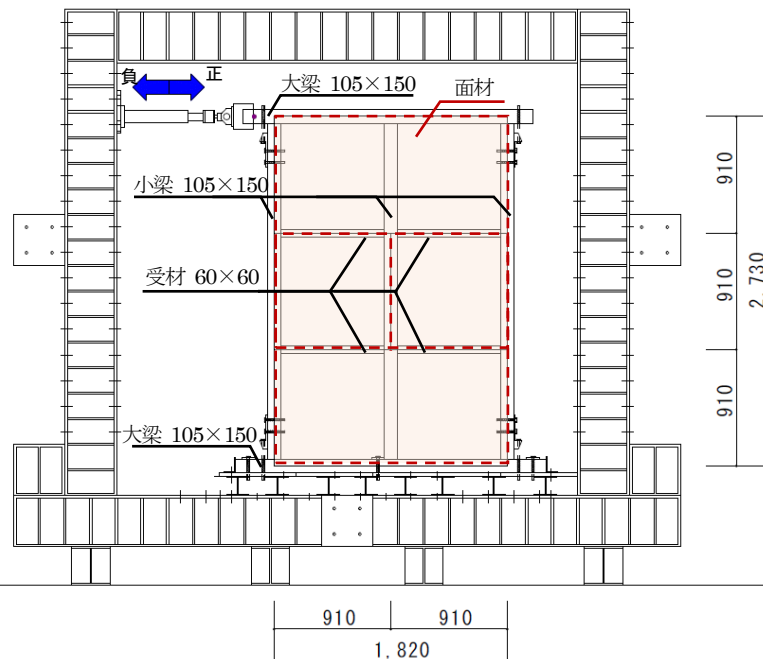


図1 載荷装置への試験体の設置方法

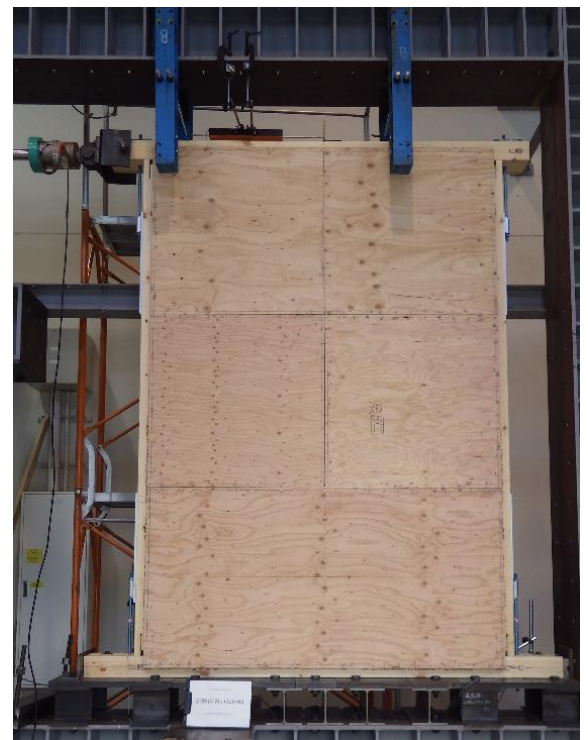


図2 試験体(G28-03)の設置状況

4. 試験結果と考察

表2および図3に実験により得られた各試験体の特性値と負側載荷時の包絡線を示す。なお、試験体名称の頭文字のGは集成材、LはLVLを梁材に使用したものであることを表し、28は面材の厚さ(mm)、-後の番号は試験体番号を示す。

表2より、梁材にLVLを用いた場合、集成材を用いた場合と比較すると、平均値で初期剛性は14%、降伏耐力は18%、最大耐力は20%高い結果となった。また、図3から梁材にLVLを用いた場合は集成材を用いた場合と比較して、降伏後の二次剛性が大きく、変形が進行した後も耐力低下が小さいことが分かる。一方で、集成材を梁材に用いた場合は、試験体ごとのばらつきが大きく、最大耐力を迎えた後に徐々に耐力が低下する傾向がみられる。

試験体の破壊性状について、梁材に集成材を用いた場合、試

験体の変形が大きくなると面材を固定する釘の引き抜けが生じ、面材が浮き上がった(図4)。一方で、梁材にLVLを用いた場合には、釘のパンチングアウトにより、面材の浮きが生じた(図5)。集成材と比較してLVLの方が釘を拘束する力が大きいため、面材の変形に追従して釘が引き抜けるのではなく、梁材への拘束力が勝り面材に釘が埋め込まれるようにして面材が浮き上がり、パンチングアウトが生じたものと考えられる。こうした結果が試験体の耐力に大きな寄与をし、降伏後の耐力低下を抑えているものと予想される。

図3のグラフからは、梁材に集成材とLVLを用いた場合で比べると、初期剛性については大きな差は見られないが、降伏後の耐力の差が顕著であることが読み取れる。上述のLVLの釘の拘束力の高さは、試験体の変形が進行した段階での耐力向上に大きく影響しているものと考えられる。

表2 実験結果

試験体名	初期剛性 (kN/rad)	降伏耐力 (kN)	最大耐力 (kN)
G28-01	3507.6	35.58	66.67
G28-02	2727.2	31.94	49.62
G28-03	4193.5	26.70	47.56
平均	3476.1	31.41	54.62
L28-01	4635.7	35.16	58.68
L28-02	3684.4	37.71	68.42
L28-03	3560.2	38.70	69.30
平均	3960.1	37.19	65.47

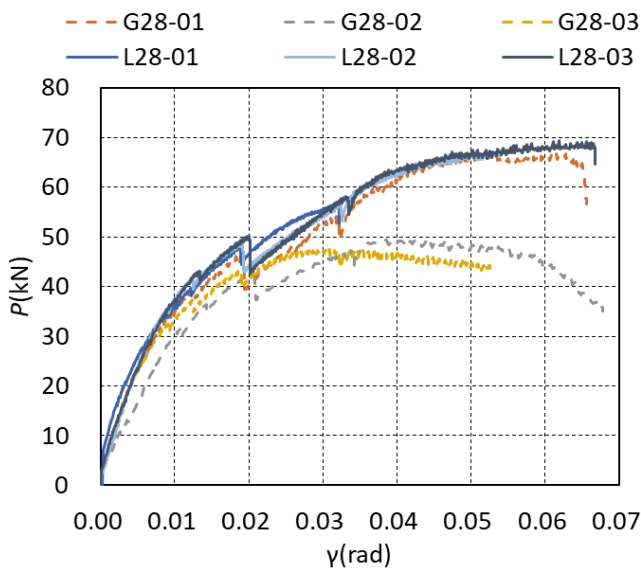


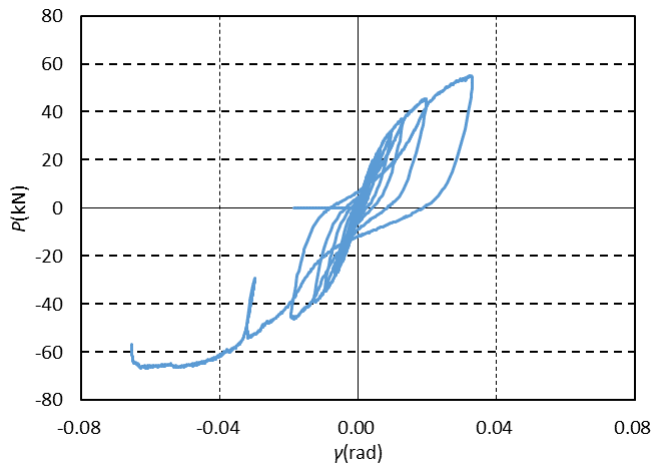
図3 各試験体の包絡線



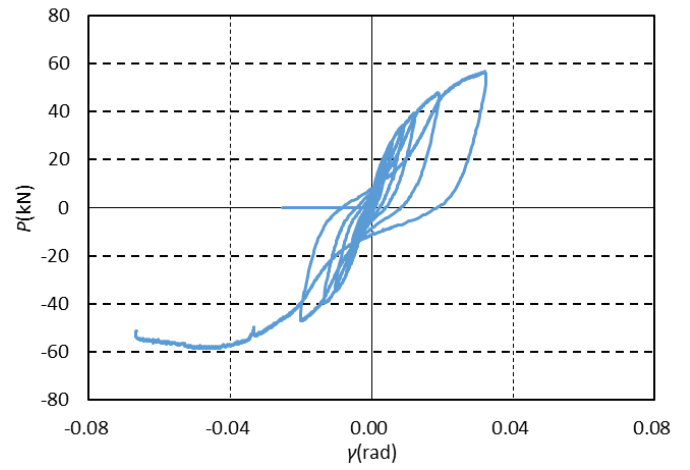
図4 梁に集成材を用いた場合の面材の浮き (G28-02) (-1/15 (rad)時)



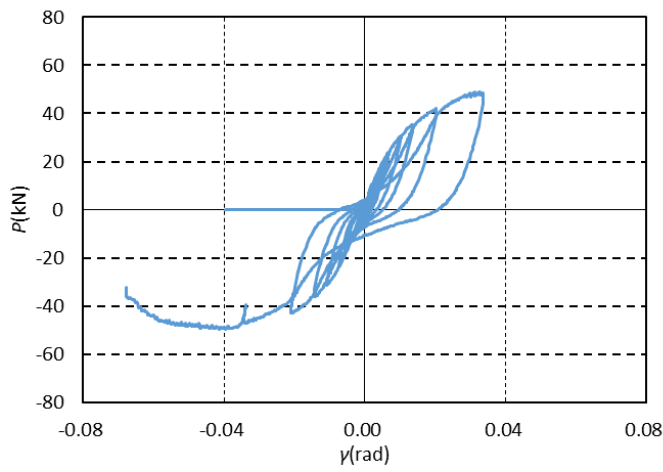
図5 梁にLVLを用いた場合の面材の浮き (L28-02) (-1/15 (rad)時)



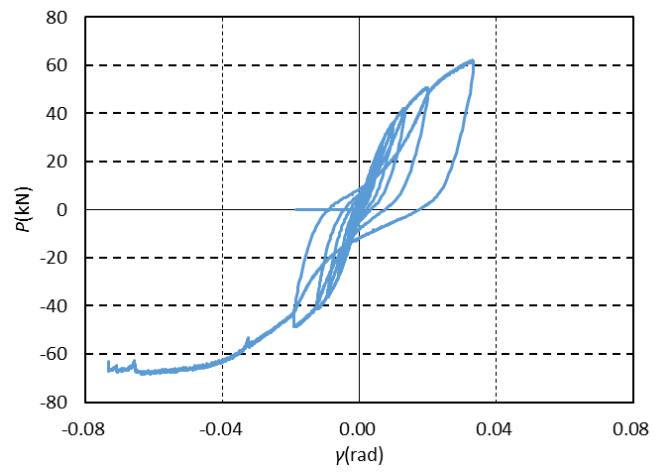
(a) 集成材 G28-01



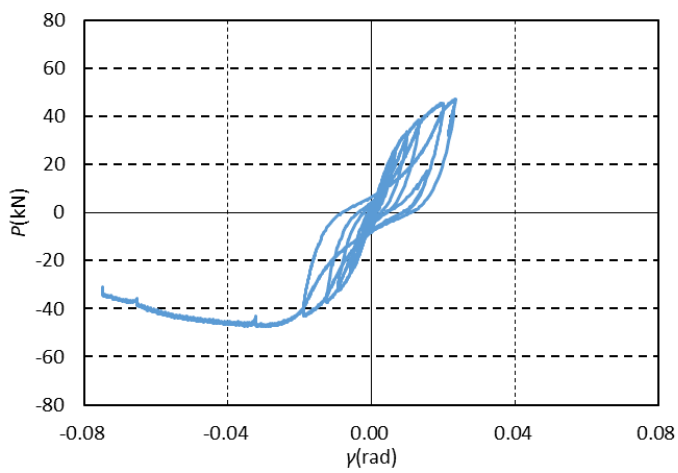
(d) LVL L28-01



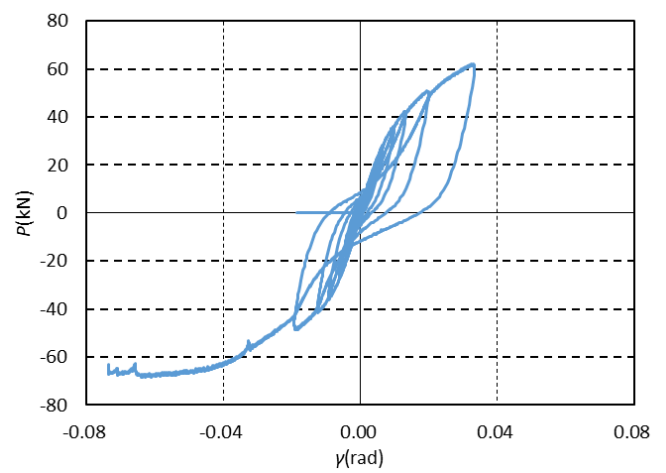
(b) 集成材 G28-02



(e) LVL L28-02



(c) 集成材 G28-03



(f) LVL L28-03

圖 6 荷重—變形角關係

表3 床倍率の算定

試験体名	(1)式で算出される耐力(kN)				
	(1.a)式	(1.b)式	(1.c)式	(1.d)式	
集成材	G28-01	35.58	-	43.79	31.88
	G28-02	31.93	23.66	32.76	26.31
	G28-03	26.70	29.77	31.54	30.72
	平均値	31.41	26.72	36.03	29.64
	P_0	27.41			
	床倍率	7.24			
LVL	L28-03	35.16	-	38.97	30.85
	L28-04	37.71	-	45.24	33.74
	L28-05	38.70	-	45.16	32.88
	平均値	37.19	-	43.12	32.49
	P_0	32.49			
	床倍率	8.95			

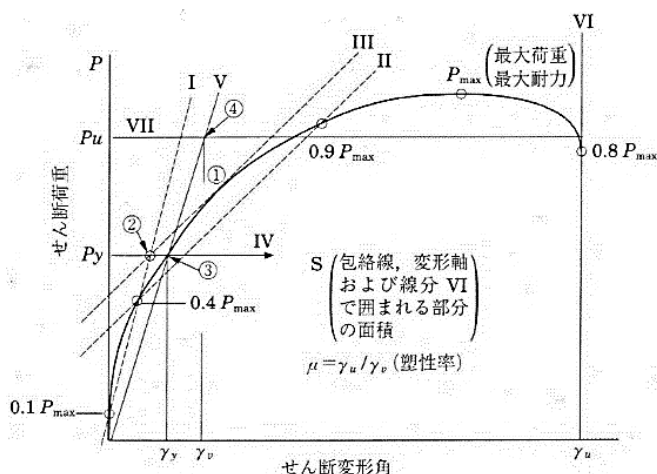


図7 試験体特性値の算出方法²⁾

実験結果から得られる床倍率を表3に示す。床倍率の算定は文献1)に従い(図7参照)、負側荷重時包絡線(図3)を元に以下の手順で行った。

短期基準耐力 P_0 は(1.a)式から(1.d)式までに掲げる耐力について、それぞれの試験結果の平均値にばらつき係数((2)式参照)を乗じて算出した値の最小値とする。

短期基準耐力 P_0

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} \text{降伏耐力 } P_y \\ \text{終局耐力 } P_u \times 0.2\sqrt{2\mu - 1} \\ \text{最大耐力 } P_{max} \times \frac{2}{3} \\ \text{特定変形角時}^* \text{の耐力 } P_R \end{array} \right\} \dots(1.a-d)$$

*特定変形角は本報で採用した柱脚固定式では1/120(rad)とする。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k \dots(2)$$

ここに、

CV : 変動係数

k : 試験体数 n に依存する係数($n=3$ の場合0.471)

また、短期許容せん断耐力 P_a は次式で与えられる。

短期許容せん断耐力 $P_a = P_0 \times \alpha$

ここに、 α は耐久性、使用環境、施工性の影響などを勘案して定める低減係数であり、最終的に床倍率は次式で算定される。

$$\text{床倍率} = \frac{P_a}{1.82 \times 1.96 (\text{kN/m})}$$

なお、上述のように床倍率は(1)式の4つの値の最小値から算出されるが、終局耐力を用いる(1.b)式について、実験においていくつかの試験体において変形角が-1/15(rad)に達するまでに最大荷重の80%まで低下しなかったため、終局耐力 P_u を適切に評価できないものと判断し、算定していないものがある。

床倍率については、梁材に集成材を採用した場合と比較して、LVLを用いた場合には23%高い結果が得られた。

梁材にLVLを用いた場合では、3体の試験体いずれも特定変形角時の耐力 P_R が最小値となり、床倍率が決定した。降伏耐力が大きく、降伏後の耐力低下も小さいことから、このような結果になったものと考えられる。

5. まとめ

本報では、梁材として集成材とLVLの双方を用いた場合の床水平構面のせん断性能の差異について実験により考察した。得られた知見は以下のように要約される。

- ・梁材にLVLを用いた場合、集成材を用いた場合と比較して平均で初期剛性は14%、降伏耐力は18%、最大耐力は19%高い結果となり、床倍率は23%高い値となった。
- ・梁材にLVLを用いた場合は、集成材を用いる場合よりも二次剛性が大きく、変形が進行した段階においても耐力低下が小さい。一方、集成材を梁材に用いた場合は、試験体ごとのばらつきが大きく、最大耐力を迎えた後に徐々に耐力が低下する。
- ・面材を固定する釘を拘束する力は集成材よりもLVLの方が大きく、試験体の変形が大きくなった段階での耐力向上に寄与している。

謝辞

本実験に用いた試験体は株式会社ウッドワンよりご提供頂いた。また、同社の疋田慎二氏より多くの助言をいただいた。ここに記して感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 日本住宅・木材技術センター編：木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年度版)①, pp.291-301, 2017
- 2) 日本建築学会編：木質構造設計基準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—, pp.108-109, 2006

*1 呉工業高等専門学校専攻科 専攻科生

*2 呉工業高等専門学校建築学分野 准教授・博士(工学)

*3 呉工業高等専門学校技術センター 技術職員

*1 Advanced Course Student, National Institute of Tech., Kure College

*2 Associate Prof., National Institute of Tech., Kure College, Dr. Eng.

*3 Technical Staff, Technology Center, National Institute of Tech., Kure College