

「CLTパネルによる鋼構造建築物の耐震性能向上に関する基礎的研究」

清水研究室 A22AB062 近藤 寧音

[背景・目的]

2024年の木造率は建築物全体の47.2%であったが、非住宅、4階建て以上の住宅では6.2%と、決して高くない¹⁾。循環型資源である木質材料を用いた建築物を普及させるため近年、S・RC造との混構造とする建築物が建設され始めた。本研究ではS造の架構に木質材料を用いた耐震要素を付加することで耐震性能を向上させることを目的とした要素実験・構造実験を実施し、基礎データの収集を行う。

[要素実験] 万能試験機

《支圧試験（丸鋼φ9×90mm(SS400)）》

- CLT(カラマツ)12体
- GLT(カラマツ)12体
- 幅240mm、高さ250mm、厚さを150mm
- 加力速度：3.0mm/min 変位9mmに達するまで実施

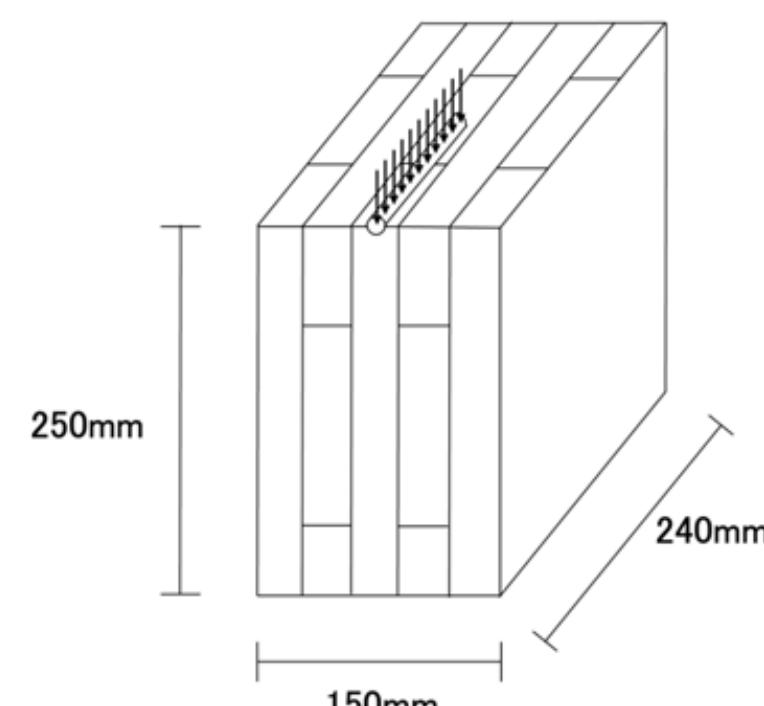


図1 支圧試験体 (CLT)



図2 支圧試験体 - 実験後 (CLT-S1)

《接合部試験（丸鋼φ9×90mm(SS400)）》

- CLT(カラマツ)6体
- GLT(カラマツ)6体
- 幅240mm、高さ350mm、厚さを150mm
- 加力速度：3.0mm/min 変位30mmに達するまで実施

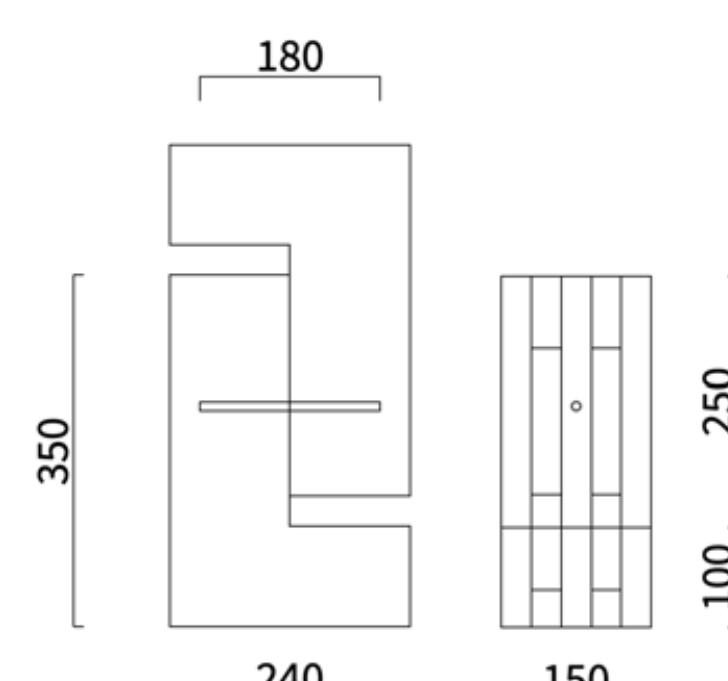


図3 接合部試験体 (CLT)



図4 接合部試験体 - 実験後 (CLT-A1)

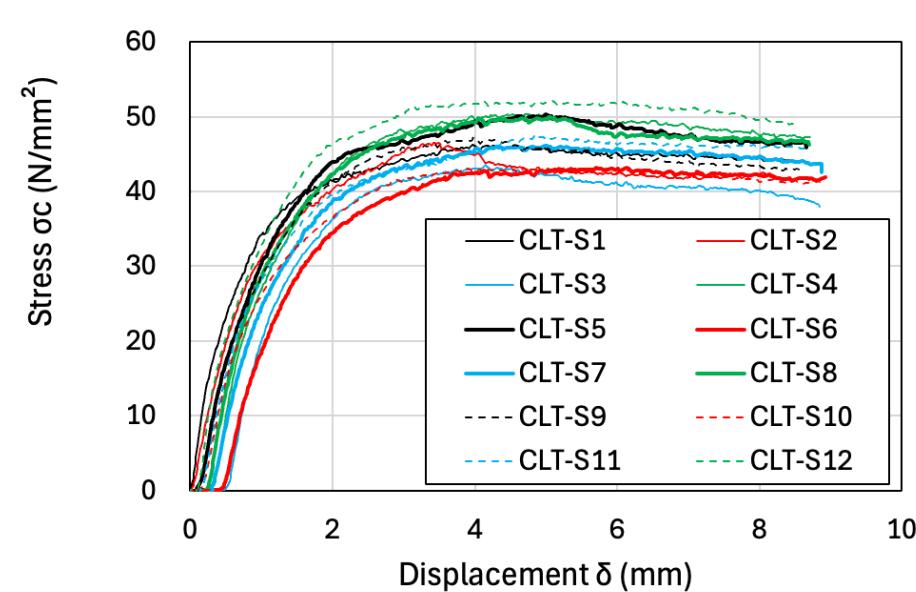


図5 CLT 支圧実験 応力度-ひずみ度関係

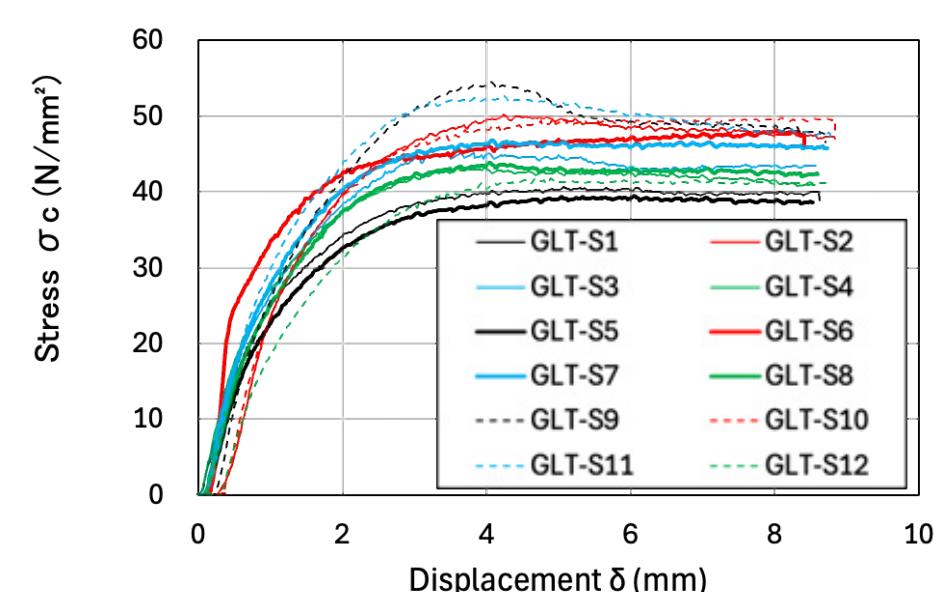


図6 GLT 支圧実験 応力度-ひずみ度関係

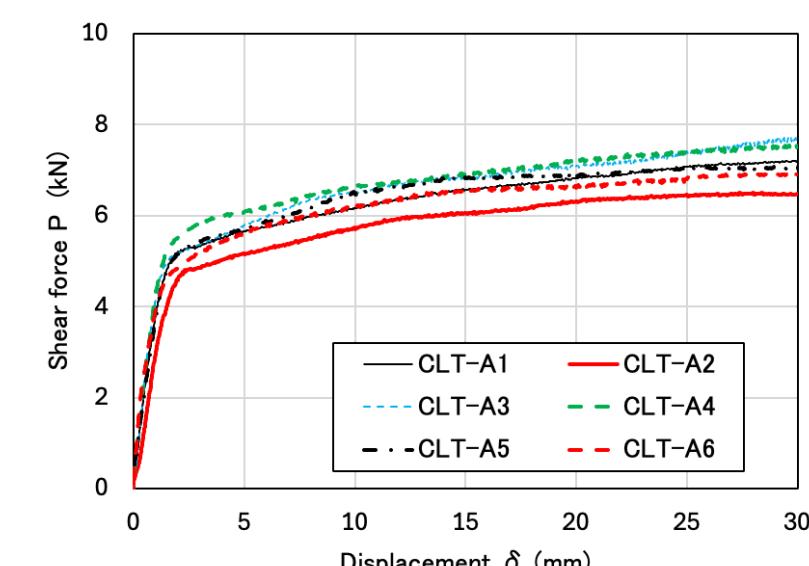


図7 CLT 接合部 応力度-ひずみ度関係

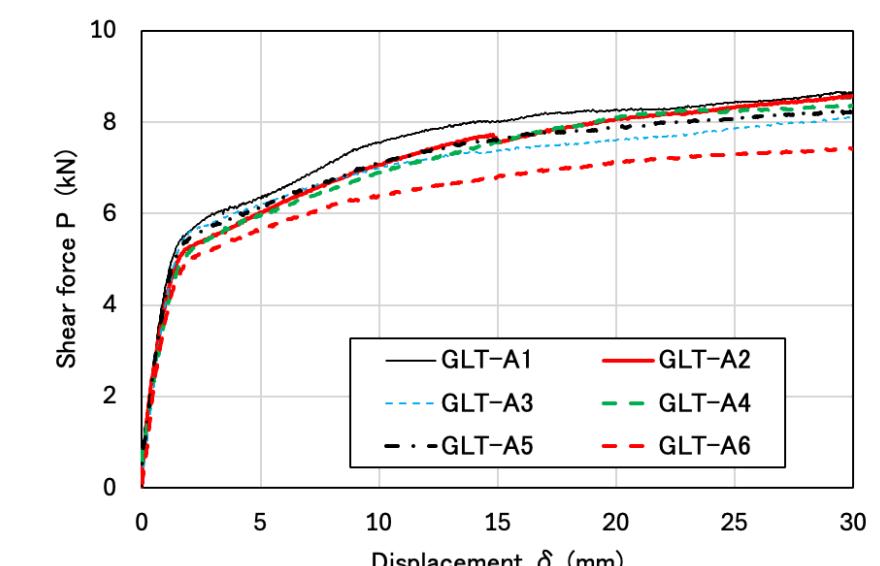


図8 GLT 接合部 応力度-ひずみ度関係

表1 CLT 支圧実験により得られた特性値

材料	材種	番号	比重	支圧剛性 k (N/mm ³)		降伏支圧 F_{w_y} (N/mm ²)		支圧強度 F_{w_u} (N/mm ²)	
				k (N/mm ³)	F_{w_y} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)
CLT	カラマツ	S1	0.53	57.7	46.9	34.3	46.3	47.2	40.7
		S2	0.53	43.7		34.1	46.5		
		S3	0.52	44.1		33.0	43.5		
		S4	0.53	54.2		34.7	50.4		
		S5	0.54	46.6		36.3	50.3		
		S6	0.54	36.5		32.3	43.1		
		S7	0.53	41.3		33.6	46.2		
		S8	0.55	48.5		35.7	49.9		
		S9	0.53	43.7		34.3	47.2		
		S10	0.53	44.0		30.5	43.2		
		S11	0.52	41.5		33.9	47.4		
		S12	0.54	61.2		35.5	52.1		

表2 GLT 支圧実験により得られた特性値

材料	材種	番号	比重	支圧剛性 k (N/mm ³)		降伏支圧 F_{w_y} (N/mm ²)		支圧強度 F_{w_u} (N/mm ²)	
				k (N/mm ³)	F_{w_y} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)	F_{w_u} (N/mm ²)
GLT	カラマツ	S1	0.50	30.9	44.1	29.3	40.7	46.4	50.2
		S2	0.52	39.8		36.1	45.2		
		S3	0.52	39.7		31.1	43.2		
		S4	0.52	38.3		30.1	39.5		
		S5	0.50	32.6		27.3	42.8		
		S6	0.50	105.3		32.4	46.8		
		S7	0.54	42.2		32.3	43.9		
		S8	0.51	36.7		30.6	54.6		
		S9	0.49	43.0		35.2	49.8		
		S10	0.52	42.0		35.0	52.7		
		S11	0.53	49.4		35.0	41.8		
		S12	0.51	28.8		28.4			

表3 CLT 接合部実験により得られた特性値

材料	材種	鋼材	番号	比重		降伏耐力 P_y (kN)		剛性 K (kN/mm)	
				P_y (kN)	K (kN/mm)	P_y (kN)	K (kN/mm)	P_y (kN)	K (kN/mm)
CLT	カラマツ	丸鋼	A1	0.53	0.54	0.53	4.99	2.96	3.05
			A2	0.52	0.53		4.53	2.38	
			A3	0.54	0.54		4.96	3.31	
			A4	0.54	0.54		5.31	3.29	
			A5	0.53	0.54		4.86	3.12	
			A6	0.53	0.54		4.52	3.26	

表4 GLT 接合部実験により得られた特性値

材料	材種	鋼材	番号	比重		降伏耐力 P_y (kN)		剛性 K (kN/mm)	
				P_y (kN)	K (kN/mm)	P_y (kN)	K (kN/mm)	P_y (kN)	K (kN/mm)
GLT	カラマツ	丸鋼	A1	0.50	0.51				

《要素実験一結果》

- CLT、GLTとも大変形時には少し違いが見られるものの、同様の荷重変位関係となり、剛性、降伏耐力に明確な違いは見られない。
- 両材料とも木材の繊維方向（強軸）に加力したためと考えられる。

[構造実験] 矢作建設 エンジニアリングセンター

《試験体》

- CLT/GLTの2種類 1体ずつ (CLT—ラミナ厚30mm 5層5プライ) (GLT—幅方向に対して垂直にラミナを配置)
- 木質壁：幅500mm、高さ2,000mm、厚さ150mm 2枚 横並びに配置
- 丸鋼： $\varphi 9 \times 180\text{mm}$ (SS400)を200mm間隔、9本配置
- 取付金物（鋼棒）：D16(SD295)、長さ2,530mm、4本
- 鉄骨と木質材料の接合部:木質パネルの幅方向中央部にスリットを設け、鋼棒を表裏それぞれ1本ずつ配置

《試験方法》

- 加力：木質壁の水平方向に対して正負方向に変位増加の繰り返し、3サイクルずつ（計24サイクル）
- 部材角制御用の変位は巻込型変位計で測定
- 試験体各所の変位量は好精度変位計で測定
- 試験体の鉄筋の歪みは歪みゲージで測定（計4箇所）

表5 加力サイクル

サイクル	1,2,3	4,5,6	7,8,9	10,11,12	13,14,15	16,17,18	19,20,21	22,23,24
部材変形角 (rad)	0.003	0.005	0.008	0.010	0.015	0.020	0.030	0.040
変位 (mm)	5.63	11.25	16.88	22.50	33.75	45.00	67.50	90.00

《構造実験一結果》

- 最大耐力はGLTと比べ CLTがやや大きな値であったが明確な違いは見られなかった
- 初期剛性など全体として荷重-変形角関係は同じ挙動を示している
- 実験後の接合部は、丸鋼を挿入した木部の上下にめり込み痕が確認された
- 丸鋼は表面の黒皮が剥離し、変形していたことから降伏したものと考えられる
- 接合部の破壊性状は、接合部実験と同様であった

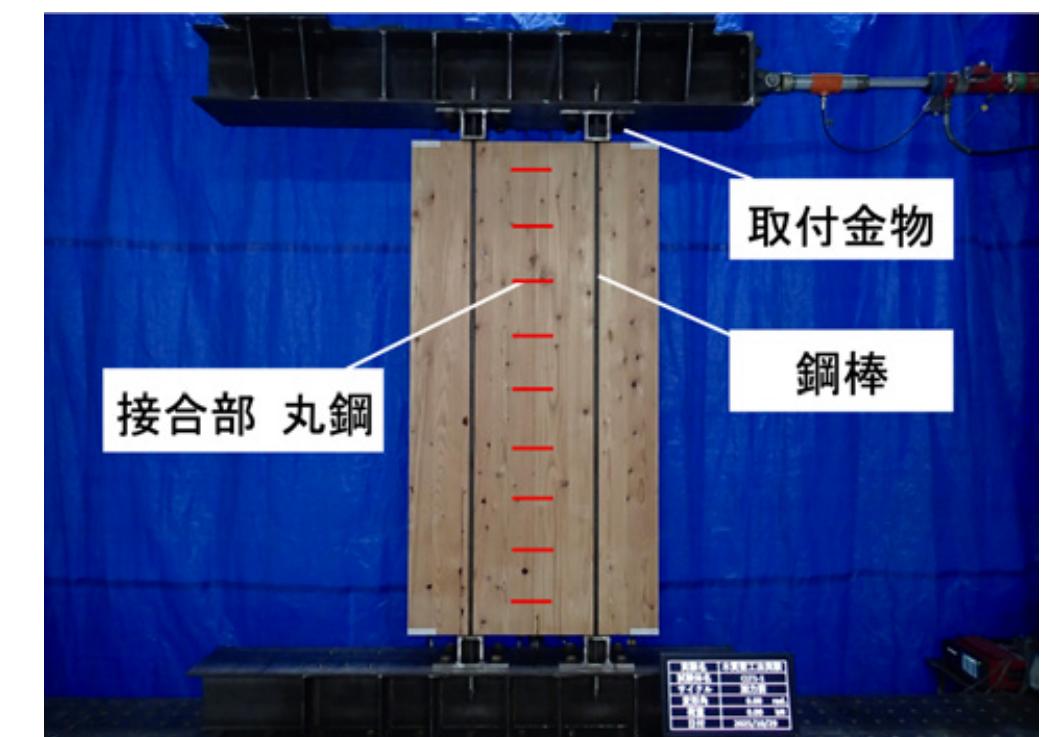


図11 CLT 試験体（構造実験）

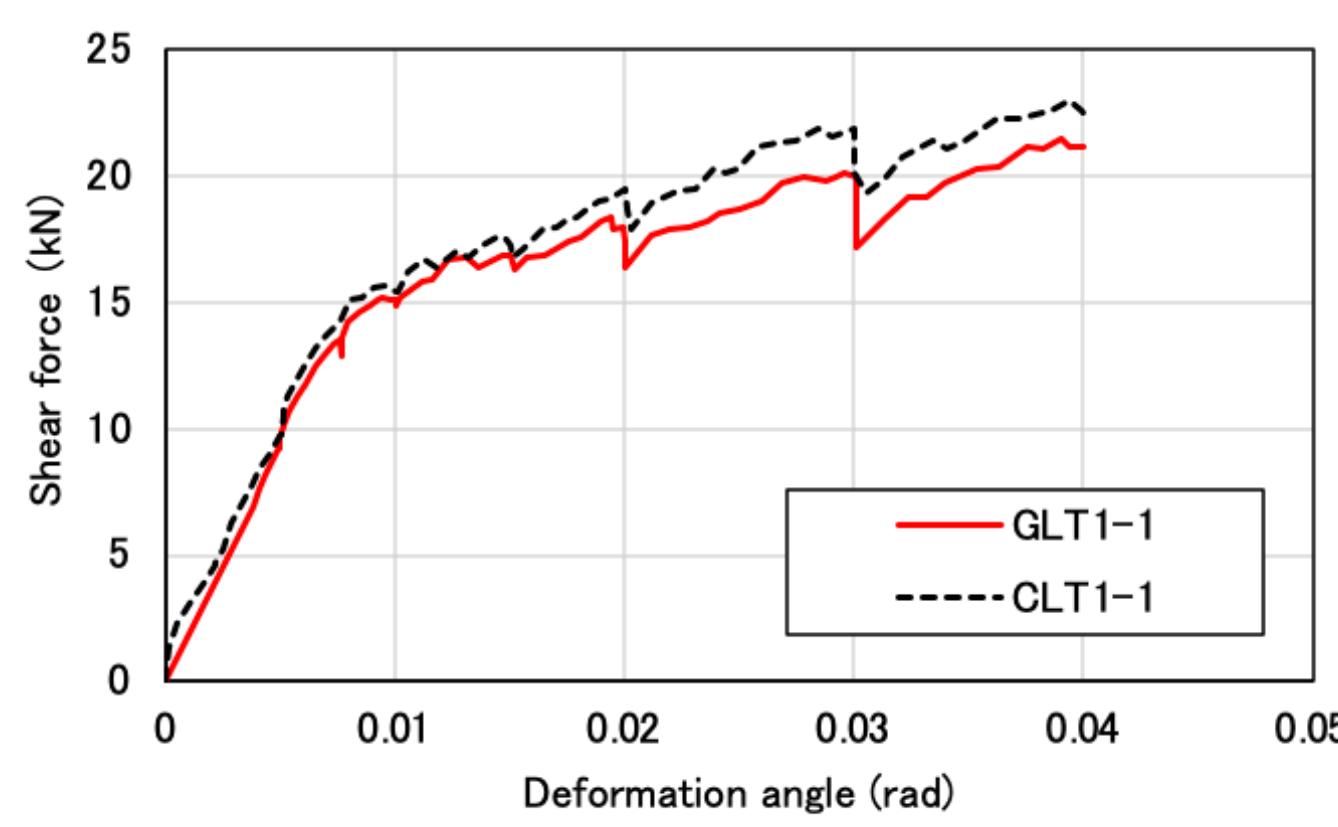


図9 荷重-変形角関係（構造実験）

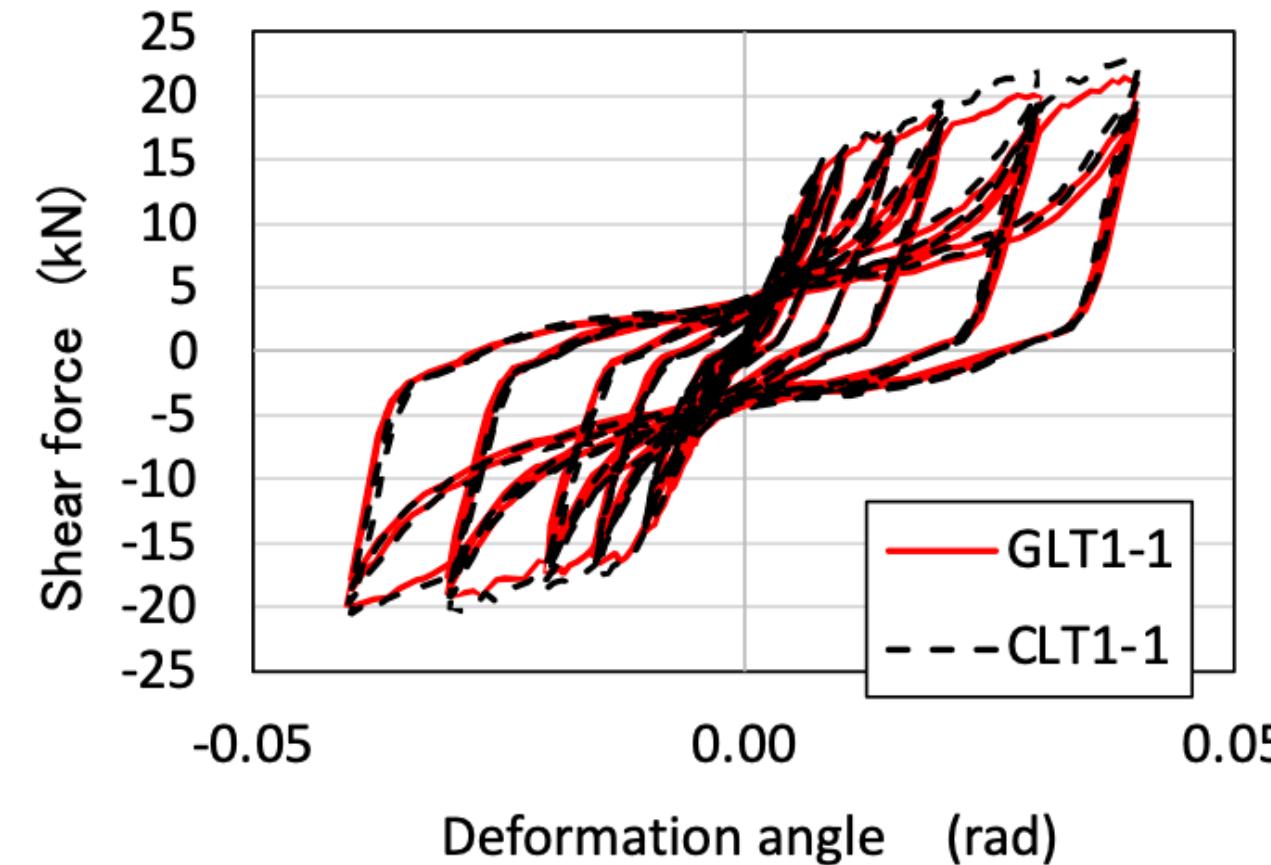


図10 復元力特性の比較（構造実験）

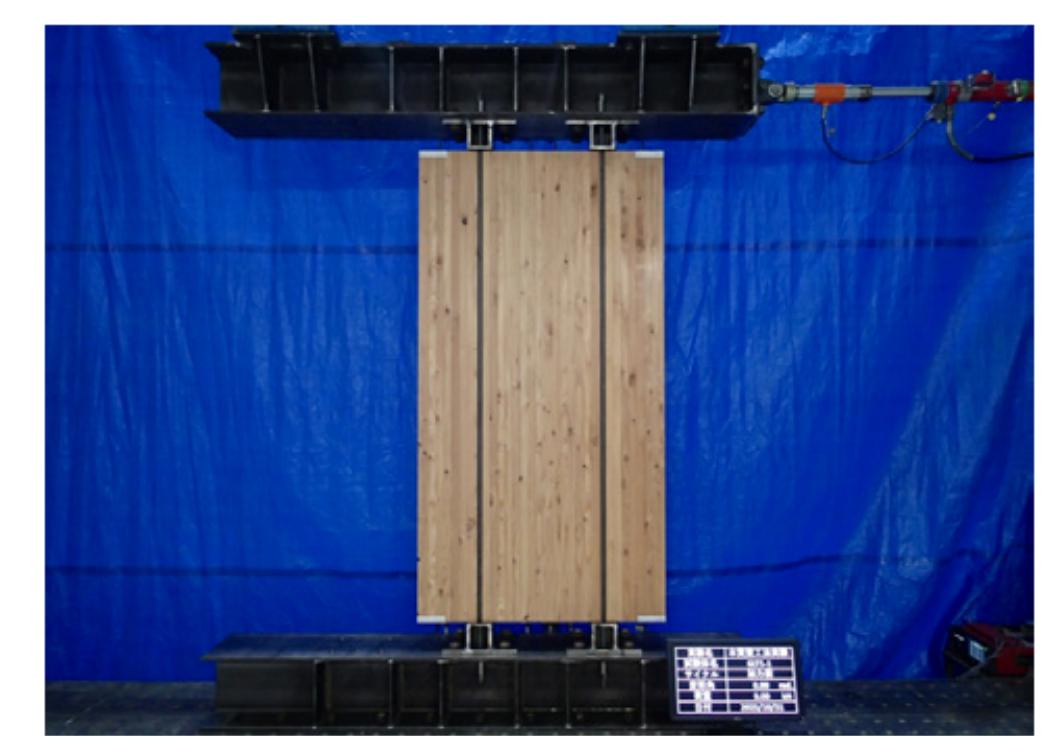


図12 GLT 試験体（構造実験）

[まとめ]

木質材料を用いた耐震要素による鋼構造建築物の耐震性能向上を目的に、要素実験、構造実験を実施した。木質接合部に丸鋼を挿入した要素実験では、CLT、GLTの違いによる剛性・降伏耐力の大きな違いは見られなかった。実大試験体の荷重変形関係も、大きな違いは見られなかった。

[参考文献]

- 1)林野庁：令和6年度 森林・林業白書, pp.151, 2025.6.
- 2)（財）日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2025版), pp.312~321, 2025.10.