

タイロッドを用いたCLT耐力壁に関する研究

清水研究室（建築・住居分野） A20AB058 佐々木もなみ

研究背景・目的

近年、木造軸組構法による非住宅木造建築物を対象とした高耐力耐力壁の開発が活発に行われている。昨年度は、中高層木造建築物に用いることを想定したCLT+タイロッドの耐力壁を提案し、高い耐震性能が実験より確認された。本年度は、**高い耐震性能を保持したまま施工性をも向上させた接合部の仕様を提案し**、耐震実験を行う。また、**接合部の剛性が耐力壁の荷重変形関係に与える影響を明らかとするため**、解析も実施する。

実大実験

実験方法

- ・タイロッドを用いた静的載荷実験、柱脚固定式で実施。
- ・1/450~1/30radまでは正負交番3回繰り返し載荷、その後は1/15radまで変形させた。

試験体概要

軸組とCLTは文献2)と同様、実験パラメータはタイロッドの仕様とし、図1に示す。

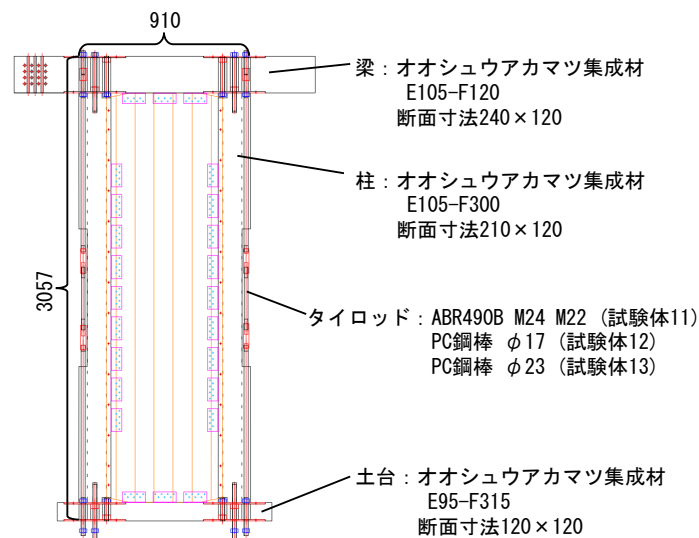
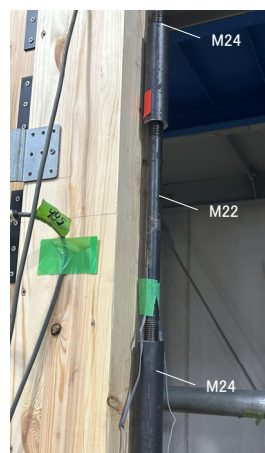


図1 試験体図(mm)



試験体11

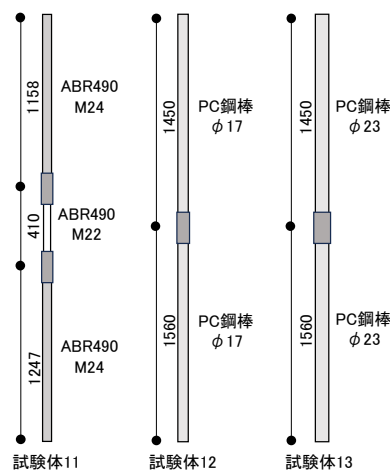
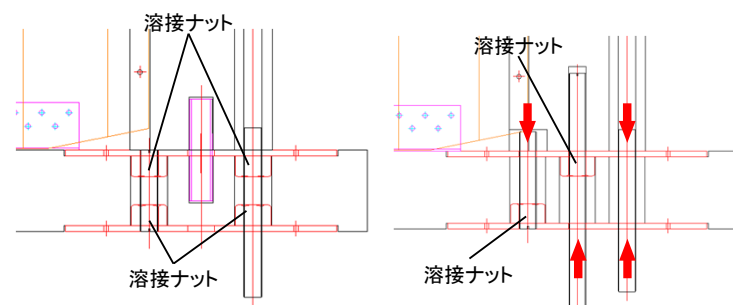


図2 タイロッドの仕様

図2に示すように、試験体11では、全長の短いM22ボルトを用いることで、M22ボルトの降伏後のひずみ硬化による最大耐力の向上を期待している。



文献2) 昨年度試験体01の左柱脚部図

試験体11の左柱脚部図

図3 接合部の仕様

<文献2) 昨年度試験体01の接合部>

- ・土台上下の鋼板にナットが溶接されていたため高いめり込み剛性を確保できた。
- ・ナットが溶接されているため、タイロッドを回転させながら施工する必要があり時間がかかった。
⇒**施工性が悪い**

<本年度試験体11>

- ・ナットの溶接を最小限とし後付けにしたため、タイロッドを後から挿入することが可能にする。
⇒**時間を大きく短縮でき、施工性を大きく改善。**



実験前試験体全体図



実験後試験体全体図 (試験体11)



柱脚部の浮き上がり (試験体11)

実験結果

- ・タイロッドの伸びが全試験体で生じ、剛体回転挙動となった。
- ・最大耐力時には柱頭部で梁の曲げ損傷が、柱脚部でめり込み損傷が生じた。
- ・短期基準せん断耐力は **27.95~34.97(壁倍率15.67~19.61)**
- ・施工性が大きく改善された。
- ・試験体11と文献2)の試験体01を比較すると、短期基準せん断耐力は 35.68kN(試験体01)から27.95kN(試験体11)と約2割低下した。

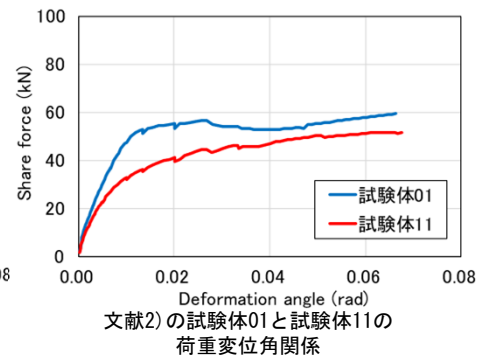
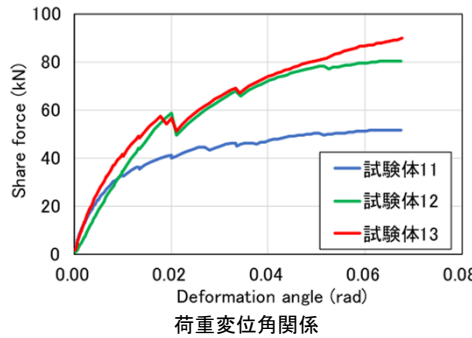
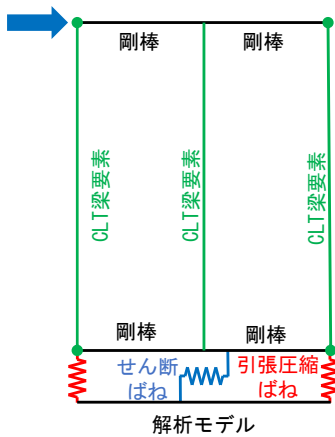


表1 実験結果と構造特性値

試験体	降伏耐力 P_y (kN)	終局耐力 $0.2P_u/D_s$ (kN)	最大耐力 $2/3P_{max}$ (kN)	特定変形 時耐力 $P_{1/120}$ (kN)	短期基準 せん断耐 力 P_o (kN)	最大耐力 P_{max} (kN)	特定変形 時 耐力 $P_{1/150}$ (kN)	降伏変位 δ_y (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局変位 δ_u (mm)	塑性率 μ	構造特性 係数 D_s	壁倍率
11	31.88	27.95	34.54	30.27	27.95	51.81	27.02	26.66	39.40	193.07	4.90	0.34	15.67
12	52.28	31.71	53.65	29.23	29.23	80.47	23.98	48.09	66.51	193.20	2.90	0.46	16.39
13	50.33	34.97	59.91	37.12	34.97	89.86	32.24	40.76	61.61	193.53	3.14	0.44	19.61

解析

解析方法



数値解析ソフトwallstatを用いて、軸組+薄型CLTにタイロッドを挿入した耐力壁の解析モデルを構築し、プッシュオーバー解析を行う。

表2 引張圧縮ばねの設定値

		引張方向			圧縮方向
		耐力 (kN)	変位 (mm)	剛性 (kN/mm)	剛性 (kN/mm)
解析モデル11 (試験体11)	一次	98.5	4	25.7	30
	二次	115	130	10.0	
解析モデル12 (試験体12)	一次	217	5.0	44.0	55
	二次	254	376	0.4	
解析モデル13 (試験体13)	一次	405	5	84.5	25
	二次	469	376	0.2	

短期基準せん断耐力が低下したのは、施工性向上のために土台の鋼板の仕様を変更した影響と考察、めり込み剛性が耐力壁の荷重変形関係に大きく影響すると仮定。
⇒仮定を検討するため、柱脚部めり込み剛性を考慮したモデルを構築。

<設定値算出方法>

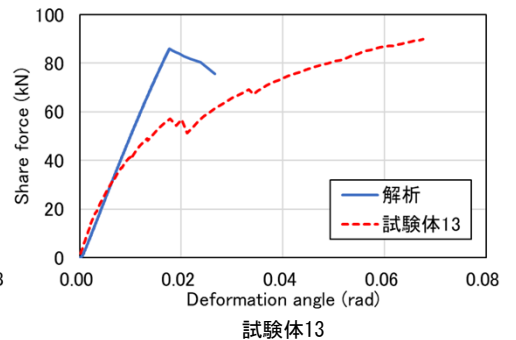
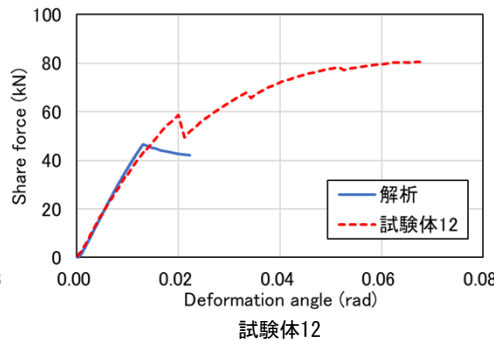
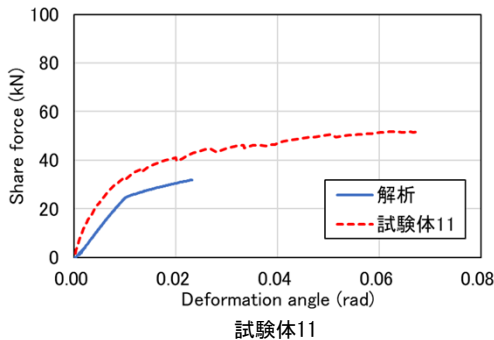
引張方向：ミルシート

⇒降伏耐力、二次剛性の設定

圧縮方向：試験体の縦方向で引張力=圧縮力と考え、1/150rad時の右タイロッド軸力と左柱脚めり込み変位⇒剛性の設定

解析結果

- ・耐力壁の柱脚部めり込み剛性を考慮した値とすることで、試験体12,13の初期剛性が実験値と一致し、試験体11は、実験値が解析値より大きくなった。
- ・耐力壁の柱脚部めり込み剛性が荷重変形関係に大きく影響を与えることが確認された。



まとめ

- ・タイロッドを用いることで、高い耐震性能と施工性を両立したCLT耐力壁を提案し、実験と解析を行った。
- ・実験より耐力壁の施工性は改善され、短期基準せん断耐力も27.95kN以上が得られた。
- ・解析より、耐力壁の柱脚部めり込み剛性が荷重変形関係に大きく影響を与えることが確認された。

参考文献

- 清水他：5名：プレファブリックな高耐力耐力壁の開発に関する研究：日本建築学会大会学術講演梗概集, pp217-218, 2022.9.
- 平野華香：「タイロッドを用いた高耐力耐力壁に関する研究」 椋山女学園大学, 卒業研究, 2023.1.
- 中川貴文：「大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発」 建築研究資料, 第128号, 2010.11.