

令和4年度 木材製品の消費拡大対策及び
国内森林資源活用・建築用木材供給力強化対策事業のうち
CLT建築実証支援事業のうちCLT等木質建築部材技術開発・普及事業

CLT パネル工法建築物の倒壊限界を 考慮した耐震基準策定に関する検討

事業報告書

令和6年2月

株式会社日本システム設計

京都大学 生存圏研究所

目次

第1章 はじめに	
1.1 背景と目的	1-1
1.2 実施計画	1-2
1.3 実施体制	1-3
第2章 壁端せん断接合部の回轉變位下水平せん断実験	
2.1 実験目的	2-1
2.2 CLT 床パネル又は集成材梁上に設置した CLT 壁パネルのせん断性能 確認実験	
2.2.1 試験体	2-1
2.2.2 試験方法	2-10
2.2.3 試験結果	2-16
2.2.4 試験結果比較	2-35
2.3 基礎フレーム上に設置した CLT 壁パネルのせん断性能確認実験	
2.3.1 試験体	2-36
2.3.2 試験方法	2-45
2.3.3 試験結果	2-53
2.3.4 試験結果考察	2-59
第3章 垂壁一壁接合部の水平加力(面内曲げ)実験	
3.1 実験目的	3-1
3.2 試験体	
3.2.1 試験体概要	3-1
3.2.2 試験体仕様及び形状	3-2
3.2.3 CLT パネル等の密度・含水率	3-13
3.2.4 CLT 垂壁一壁接合部の試験体製作状況	3-14
3.3 試験方法	
3.3.1 加力装置	3-15
3.3.2 加力スケジュール	3-20
3.4 試験結果	
3.4.1 試験体 LW1	3-22
3.4.2 試験体 LW2	3-25
3.4.3 試験体 LW3	3-28
3.4.4 試験体 LW4	3-31
3.4.5 試験体 LW5	3-34

3.4.6 試験体 LW6	3-37
---------------	------

第4章 垂壁一壁接合部の振動台実験

4.1 実験目的	4-1
4.2 試験体	
4.2.1 試験体構成	4-1
4.2.2 試験体配置、倒壊防止策	4-14
4.2.3 試験体重量	4-17
4.2.4 計測計画	4-19
4.3 入力波の設定	4-31
4.4 試験結果	
4.4.1 加振スケジュール	4-32
4.4.2 層せん断力一層間変位関係	4-33
4.4.3 接合部のモーメント一回転角関係	4-35
4.4.4 試験体の損傷状況	4-37

第5章 垂壁一壁接合部の面内曲げ性能の検討

5.1 第5章の概要	5-1
5.2 垂壁一壁接合部の水平加力(面内曲げ)実験に基づく性能	
5.2.1 垂壁一壁接合部の面内曲げ応力・変形	5-1
5.2.2 垂壁一壁接合部の終局時鉛直せん断耐力	5-3
5.3 水平加力倒壊実験における垂壁一壁接合部面内曲げ性能の再推定	
5.3.1 再推定の必要性と方針	5-4
5.3.2 試験体に対応する構造モデルの再設定	5-4
5.3.3 接合部の応力変形関係の妥当性確認方法	5-5
5.3.4 各部応力・水平耐力の算出方法	5-5
5.3.5 画像計測結果に基づく接合部変形のモデル化	5-9
5.3.6 接合部のモデル化	5-12
5.3.7 再推定の結果	5-13
5.4 垂壁一壁接合部の振動台実験に基づく性能	
5.4.1 第1回振動台実験(2022年度)	5-16
5.5 まとめ	5-18

第6章 中層建築物の部材・接合部仕様の検討

6.1 第6章の概要	6-1
6.2 解析結果	6-5
6.3 4層以上の架構構成案	6-17
6.4 床一垂壁せん断ばね位置による影響の確認	6-18

第7章 耐震基準案の検討

7.1 第7章の概要	7-1
7.2 想定する耐震基準案の骨子	
7.2.1 ルート1相当	7-1
7.2.2 ルート3相当	7-1
7.3 倒壊限界に対して必要な安全率の検討(入力地震動の設定)	7-2
7.4 上限重量 W_u の検討	
7.4.1 検討方法	7-3
7.4.2 解析モデルの構成	7-3
7.4.3 部材・接合部の応力変形関係	7-5
7.4.4 倒壊応答解析パラメトリックスタディ	7-10
7.4.5 部材・接合部の応力変形関係	7-14
7.5 許容水平耐力 Q_a の検討	7-18
7.6 耐力限界に及ぶ A- Δ 関係算出方法の検討	
7.6.1 検討方針	7-20
7.6.2 解析モデル	7-20
7.6.3 解析方法	7-22
7.6.4 解析結果	7-23
7.6.5 動的 Pushover の立体解析への適用性について	7-30
7.6.6 動的 Pushover の外力分布の補正について	7-35
7.6.7 まとめ	7-39
7.7 不倒壊判定方法の検討	
7.7.1 検討概要	7-40
7.7.2 応答解析結果	7-40
7.7.3 限界耐力計算における減衰 h と加速度の低減率 F_h 等	7-40
7.7.4 不倒壊判定方法	7-41
7.7.5 まとめ	7-41

第8章 耐震基準案の効果と妥当性の確認

8.1 耐震基準案の効果	
8.1.1 検討プランの概要	8-1
8.1.2 解析モデル概要	8-5
8.1.3 解析結果と許容水平耐力 Q_a の検討	8-9
8.2 解析結果と許容水平耐力 Q_a の検討	
8.2.1 極稀地震 $\times \sqrt{(1.5)}$ の倒壊応答解析	8-18
8.2.2 震度7級地震動による倒壊応答解析	8-22
8.2.3 不倒壊判定方法の妥当性	8-26

第9章 まとめ

9.1 検討結果概要	9-1
9.2 今後の課題と展望	
9.2.1 低層建築物の耐震基準案の確定に向けて	9-3
9.2.2 中層建築物の耐震基準案について	9-4
9.2.3 接合部仕様の簡易化について	9-4