

第1章 はじめに

1.1 背景と目的

CLT パネル工法建築物については既往の震災・振動台実験等における倒壊事例が無いことため倒壊限界が不明であり、耐震基準は限定的な知見に基づく安全側の評価とならざるを得ない。実務者からも、CLT パネル工法建築物の倒壊のイメージが把握できないことに起因して、実際の限界性能は現在の認識より大きく、耐震基準はもっと緩和できるのではないかと、との疑問が呈されている。

低層の木造軸組構法では振動台実験等による倒壊限界の確認事例が多く、倒壊限界に2/3程度の余裕を見込んで設計限界性能とするなどの手法がある程度確立している。CLT パネル工法においても、倒壊限界が明らかになれば、設計限界性能の案を示すことが可能になり、その結果として、耐震基準を緩和でき、現在の接合金物なども簡易なものとしてできる可能性がある。

CLT パネル工法では CLT 壁パネルの面内剛性・面内耐力が高いため、従来の木質耐力壁構造に比べて鉛直荷重による押え込み効果大きい。これが倒壊限界を伸ばし、その影響は階数が少なく壁パネル幅が大きいほど顕著になると考えられる。現に、これまでに実施した2層試験体の振動台実験では壁パネル上下の引張接合部を省略しても一定の耐震性能を示し、倒壊に至ることは無かった。したがって、特に低層 CLT パネル工法建築物では、倒壊限界を把握することにより引張接合部は不要となるなど、接合方法を大幅に簡易化できる可能性が高い。

そのほか、中高層 CLT パネル工法建築物を含め、倒壊限界を把握したうえで、他構造の耐震基準に関する慣例等を考慮しながら設計限界性能を設定することにより、誰もが納得できる設計法が作成できる。さらに、倒壊限界が大きく、大地震に対する余裕度が大きいことが実証されれば、保有水平耐力計算のような大地震に対する設計は不要となり、許容応力度計算のみの設計法を適用できる可能性もある。

これらをもって CLT パネル工法のさらなる普及に寄与することを目的とする。

1.2 実施計画

本検討は下記のような3ヶ年計画を想定する。

- 1年目：倒壊解析の可能性検討、倒壊解析手法確認実験、耐震基準緩和の方向性検討
- 2年目：倒壊解析手法の構築、倒壊解析手法検証実験、耐震基準緩和の内容検討
- 3年目：建築物の倒壊限界確認実験、倒壊限界を考慮した耐震基準緩和案の提案

本事業では、その1年目として、以下の検討を実施する。

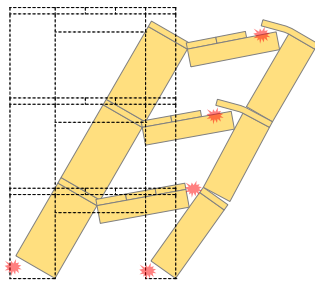
① 地震倒壊解析の可能性検討

- 検討に先立ち、CLT パネル工法の地震倒壊パターンを図1.2.1, 1.2.2のように想定する。当然ながら、これらは今後の検討の推移に応じて変更される可能性がある。
- 既存の軸組木造の地震倒壊解析手法等をベースとして CLT パネル工法建築物に適用可能な地震倒壊解析の可能性を検討する。
- その際には MS (Multiple Spring) 要素の適用など、これまでに林野庁事業等として実施された CLT パネル工法建築物の構造モデル設定に関する知見を活用する。
- 可能性が認められる解析手法を用いて、次項に示す倒壊解析手法検証実験に対応する解析を行い、実験結果に対する解析結果の適合性を検討する。

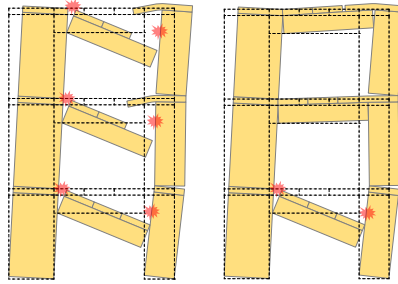
② 倒壊解析手法確認実験

- 2層の試験体を用いた振動台実験を実施し、倒壊ないしは倒壊に近い態に至るまでの水平耐力・変形状態・損傷状態等の過程を確認する。
- 図1.2.1, A3～A5, A7, A8のような壁パネルの破壊を伴う倒壊パターンに対する倒壊解析手法構築のための基礎的情報を取得するために、CLT 壁パネルの軸力と面内曲げに対する限界性能、および壁パネルせん断接合部のパネル回転変位に対する限界性能の確認実験を実施する。

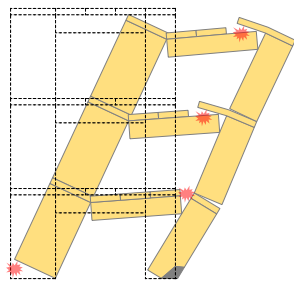
A. 小幅パネル架構・大版パネル架構



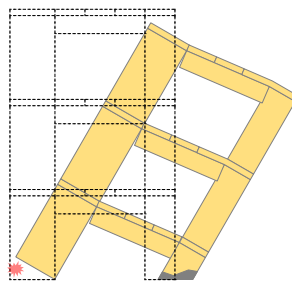
【A1】垂壁-床 Q 破断・床-床 T 破断→境界梁効果喪失→大变形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊



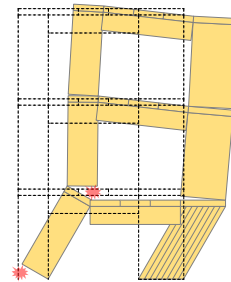
【A2】大变形まで A1 に同じ→垂壁-壁 Q 破断→脱落防止破壊→垂壁・床版脱落



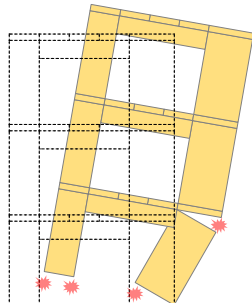
【A3】壁脚圧壊→スタンス減少→水平耐力低下→大变形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊



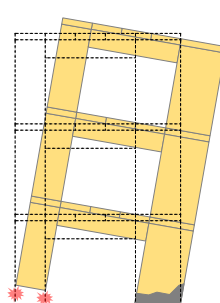
【A4】壁脚圧壊→全面圧壊・圧縮座屈→大变形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊



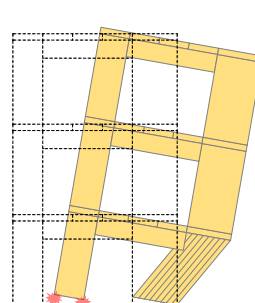
【A5】壁 Q 破壊→水平耐力低下→大变形→アンカー破断→Pδ 効果→層崩壊



【A6】壁脚 TQ 破断→水平耐力低下・応力集中→壁転倒→全体倒壊



【A7】壁脚 TQ 破断→水平耐力低下・応力集中→壁脚圧壊→全面圧壊・圧縮座屈→全体倒壊



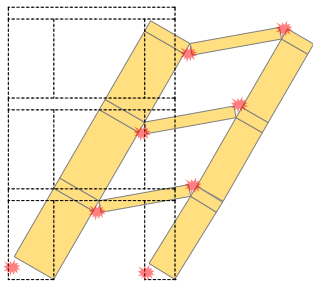
【A8】壁脚 TQ 破断→水平耐力低下・応力集中→壁 Q 破壊→Pδ 効果→全体倒壊

図 1.2.1 想定される指針倒壊パターン その 1

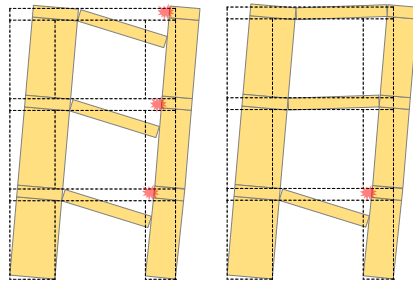
③ 耐震基準緩和の方向性検討

- 中低層 CLT パネル工法建築物を対象とした地震倒壊解析により、階数等に応じた倒壊限界を予想する。
- その結果に基づいて、設計における必要耐震性能の低減、接合部簡易化等を含む耐震基準緩和の方向性について検討する。

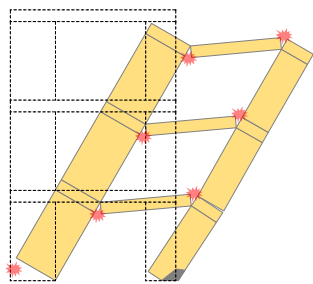
B. 在来床組(梁勝ち架構)



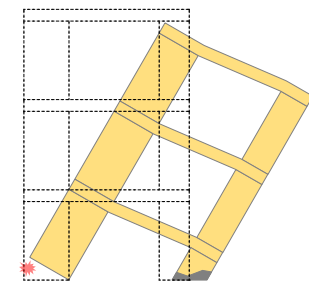
【B1】梁 M 破壊→境界梁効果喪失→大変形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊



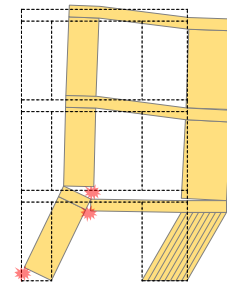
【B2】梁 M 破壊→梁破断→脱落防止破壊→梁・床版脱落



【B3】壁脚圧壊→スタンス減少→水平耐力低下→梁 M 破壊→境界梁効果喪失→大変形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊

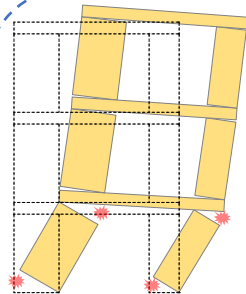


【B4】壁脚圧壊→全面圧壊・圧縮座屈→大変形→アンカー破断→Pδ 効果→全体倒壊

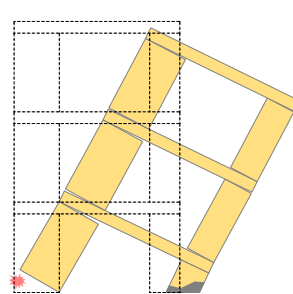


【B5】壁 Q 破壊→水平耐力低下→大変形→アンカー破断・梁 M 破壊→Pδ 効果→層崩壊

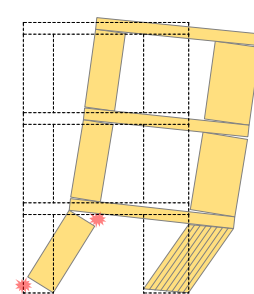
梁が強い場合



【B6】アンカー・壁端 T 破断→大変形→Pδ 効果→層崩壊



【B7】B4 に同じ



【B8】壁 Q 破壊→水平耐力低下→アンカー・壁端 T 破断→大変形→Pδ 効果→層崩壊

【B9~11】A6~8 と同じパターン

図 1.2.2 想定される指針倒壊パターン その 2

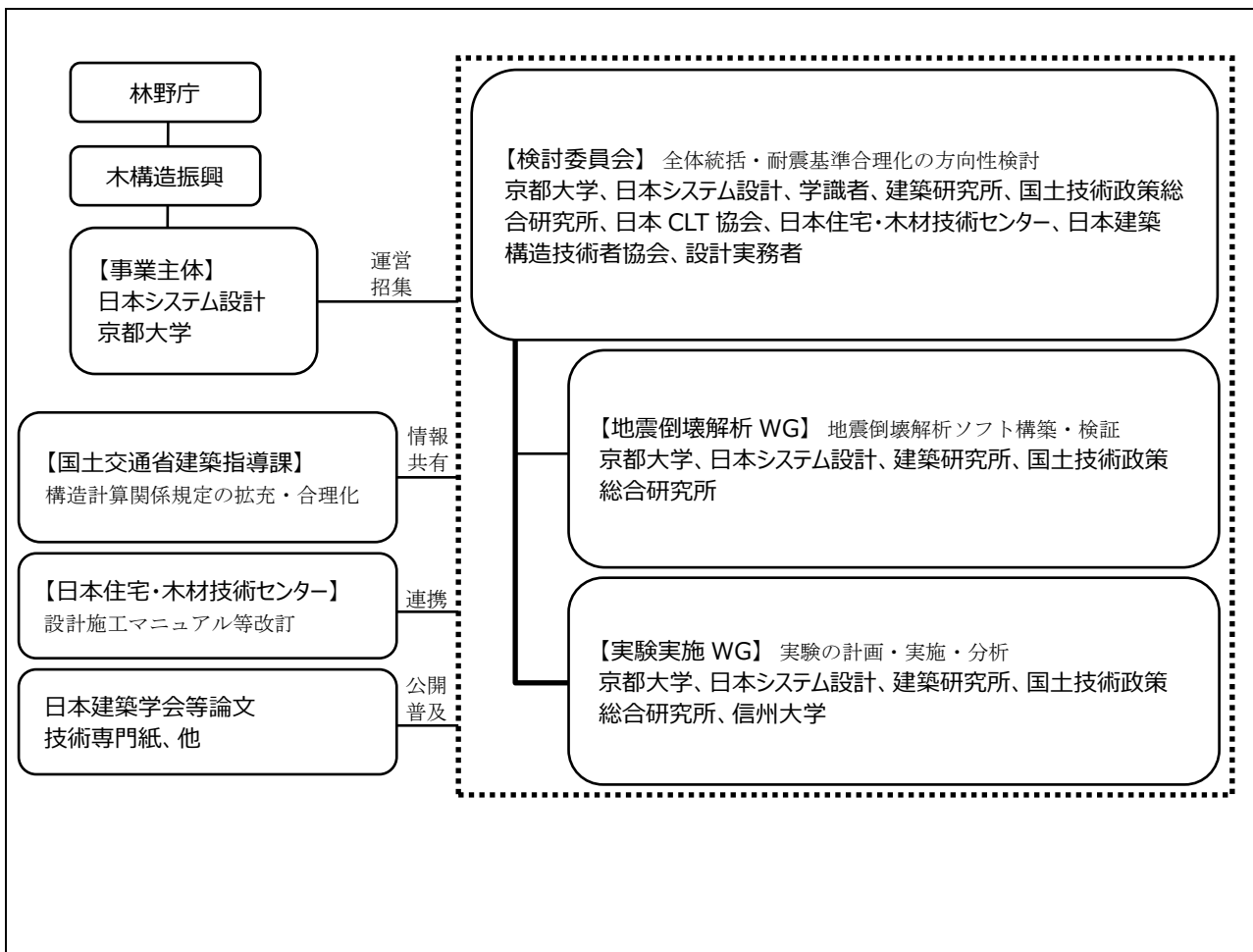
1.3 実施体制

事業実施主体を株式会社日本システム設計および京都大学生存圏研究所とし、学識経験者(大学、研究機関等)および実務者(一般社団法人日本 CLT 協会、一般社団法人日本建築構造技術者協会、設計実務者等を想定)で構成する委員会を設置する。具体的技術的な検討や実験計画は委員会の下に設置するワーキングで協議を行い、委員会に報告の上で決定、実施するものとする。

役割分担については下記及び実施体制図を参照されたい。

- 【事業実施】 株式会社日本システム設計、京都大学生存圏研究所
- 【検討委員会】 CLT パネル工法建築物の地震時限界性能把握による接合部簡易化・壁量低減等耐震基準緩和検討委員会 委員長:工学院大学 河合直人教授
地震倒壊解析 WG、実験実施 WG 主査:京都大学 五十田博教授
(委員等の構成は委員名簿に示す)
- 【実験実施】 株式会社日本システム設計、京都大学生存圏研究所、一般財団法人ベターリビング
- 【成果共有】 一般社団法人日本 CLT 協会、公益財団法人日本住宅・木材技術センター
国土交通省、国土技術政策総合研究所

実施体制図



CLT パネル工法建築物の地震時限界性能把握による
接合部簡易化・壁量低減等耐震基準緩和検討委員会
委員名簿

(敬称略)

委員長	河合 直人	工学院大学建築学部建築学科 教授
委員	五十田 博	京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 教授
	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
	中川 貴文	京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 准教授
	槌本 敬大	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
	荒木 康弘	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部基準認証システム研究室 主任研究官
	貞広 修	一般社団法人日本建築構造技術者協会
	中越 隆道	一般社団法人日本 CLT 協会
	鈴木 圭	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 技術主任
	篠原 昌寿	株式会社 構造計画研究所 構造設計 2 部 木質創造設計室
	車田 慎介	銘建工業株式会社 木質構造事業部 業務課 課長
	三宅 辰哉	株式会社日本システム設計 代表取締役
行政	日向 潔美	林野庁林政部 木材産業課 課長補佐
	今井 翔	林野庁林政部 木材産業課 木材技術班 木材技術担当専門職
	野原 邦治	国土交通省住宅局 住宅生産課 木造住宅振興室
	納富 昭光	国土交通省住宅局 参事官(建築企画担当)付 課長補佐
	今田 多映	国土交通省住宅局 参事官(建築企画担当)付 構造係
協力	金子 弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 専務理事
	岡部 実	一般財団法人ベターリビング
事務局	櫻井 郁子	株式会社日本システム設計 常務取締役
	松本 和行	株式会社日本システム設計
	岡崎 友也	株式会社日本システム設計
	渡邊 拓史	株式会社日本システム設計
	佐藤 基志	株式会社日本システム設計
	安曇 良治	株式会社日本システム設計
	荻原 牧	株式会社日本システム設計

地震倒壊解析 WG 委員名簿

(敬称略)

主 査 委 員	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	准教授
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ	主任研究員
	荒木 康弘	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部基準認証システム研究室	主任研究官
事務局	三宅 辰哉	株式会社日本システム設計	代表取締役
	櫻井 郁子	株式会社日本システム設計	常務取締役
	渡邊 拓史	株式会社日本システム設計	
	佐藤 基志	株式会社日本システム設計	
	安曇 良治	株式会社日本システム設計	

実験実施 WG 委員名簿

(敬称略)

主 査 委 員	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	准教授
	松田 昌洋	信州大学工学部建築学科	助教
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ	主任研究員
事務局	荒木 康弘	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部基準認証システム研究室	主任研究官
	三宅 辰哉	株式会社日本システム設計	代表取締役
	櫻井 郁子	株式会社日本システム設計	常務取締役
	渡邊 拓史	株式会社日本システム設計	
	佐藤 基志	株式会社日本システム設計	
安曇 良治	株式会社日本システム設計		