

# 第1章 はじめに

## 1.1 事業の目的

平成28年にCLTパネル工法を用いた建築物の一般的な構造計算方法等に関して、CLT関連告示（以下「告示」という）が公布、施行されるとともに、当該告示に準拠したCLT関連告示等解説書（以下「解説書」という）およびCLTを用いた建築物の設計施工マニュアル（以下「マニュアル」という）が刊行された。これらに基づいてCLTを用いた様々な規模、用途の建築物が建設されるようになった。

一方で、告示の規定内容および解説書・マニュアルの記載内容は、安全側ではあるが、構造計算の簡便性や架構形式等の様々なバリエーションへの対応が十分とはいえず、主として構造設計実務者からいくつかの改善要望が提起されている。

本事業では最新の技術的知見を反映して、より汎用性・効率性に優れた建築関係基準を整備するために、新たに所要の強度実験、数値解析等を実施して、CLTパネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化について検討し、CLTのさらなる利用促進・定着に資することを目的とする。

## 1.2 事業実施内容

告示の規定内容および解説書・マニュアルの記載内容について、主として構造設計実務者からいくつかの改善要望が提起されている。本事業ではそれらを下記A～Dの4種類に大別する。

- A. 許容応力度計算(ルート1)関係規定の拡充・合理化
- B. 架構形式の拡充・合理化
- C. 構造モデル簡略化
- D. CLTパネルの構造性能評価方法の拡充・合理化

### A. 許容応力度計算(ルート1)関係規定の拡充・合理化

最も簡便な構造計算方法と位置付けられるルート1について、下記に関して拡充・合理化を進めるため、数値解析及び構造実験等を実施し、規定緩和の条件および範囲を提案する。

- A1 耐力壁の許容水平耐力  $Q_a$
- A2 各階の許容水平耐力  $Q_{ai}$
- A3 耐力壁長さ(パネル幅)の上限
- A4 壁・屋根パネル引張接合部の必要性能
- A5 斜め壁の許容水平耐力  $Q_a$

### B. 架構形式の拡充・合理化

告示では床勝ち架構を標準的架構としている。これ以外にも梁勝ち架構は実用性の高い架構形式と考えられるが、技術的知見が不足しており、無条件に許容できるか不明である。また、鉄骨梁の併用は告示原文では禁止されていないが、マニュアルに鉄骨梁を併用する場合の構造計算方法に関する記載がない。これらの課題に対応するため、下記に関する検討を行い、構造モデルの設定方法および留意点などを提案する。

- B1 梁勝ち架構
- B2 鉄骨梁の併用

### C. 構造モデル簡略化

許容応力度等計算(ルート 2)および保有水平耐力計算(ルート 3)による構造計算では数値解析に用いる構造モデルが必要であるが、マニュアルに例示される構造モデルは構成が複雑であり、構造設計者が CLT パネル工法を敬遠する一要因となっている。構造モデルの簡略化の一つの方法としてラーメン置換モデルの検討は別途実施中であるので、その成果と連携し、現行の構造モデルをベースとした簡略化の方法について検討する。

### D. CLT パネルの構造性能評価方法の拡充・合理化

CLT パネルのラミナ構成・方向に応じて、床パネル、集成材梁に対するめり込みの応力・変形を適切に評価するための有効めり込み面積、有効めり込み強度等に関する知見が不足している。また、平成 30 年の告示改正により CLT パネル面外強軸・弱軸の二方向同時に応力・変形が生じる床版が可能となったが、それに対応する具体的構造計算方法が示されていない。これらの課題に対応するため、下記に関する構造実験及び数値解析等を実施し、構造計算方法等を提案する。

D1 CLT パネルのめり込み性能

D2 2 方向床版の計算方法

以上の検討項目の課題と検討方法の対応を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 検討項目の課題と検討方法

検討項目		課題	検討方針
A. ルート 1 関係規定の拡充・合理化	A1 耐力壁許容水平耐力 $Q_a$	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇実性能に対して<math>Q_a</math>が過小である場合がある。</li> <li>◇平屋建てと 2 階建ての<math>Q_a</math>が同じ値となっている。平屋建てを別途設定すれば耐力が向上するはず。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇許容水平耐力を許容転倒モーメント<math>M_{Ta}</math>として規定するためのパラスタ実施。</li> <li>◇<math>M_{Ta}</math>は平屋建て、2 階建て、3 階建てそれぞれについて、壁長さ、開口長さなどに応じて設定。</li> </ul>
	A2 各階の耐力 $Q_{ai}$ の計算方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇総 N 階建てが前提となっており、セットバック等の場合に不当に厳しい。</li> <li>◇上下に連層する壁列を一体の通し壁とみなせるとすれば、許容転倒モーメント<math>M_{Ta}</math>を規定し、設計では<math>M_{Ta}</math>以内となるように<math>Q_{ai}</math>を設定するなどの方法が可能と考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇<math>M_{Ta}</math>を用い、セットバック等に対応可能な水平耐力検定方法を設定。</li> </ul>
	A3 壁長さ(パネル幅)の上限	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇運送上は 2.4m が合理的である。</li> <li>◇壁長さが大きくても、RC 曲げ柱として求めた<math>Q_u</math>は<math>D_s=0.55</math>とした<math>Q_{um}</math>をほぼ満足する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇上記パラスタ範囲に壁長さが 2m を超える場合を加える。</li> </ul>
	A4 壁・屋根パネル引張接合部の必要耐力	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇壁・屋根パネル引張接合部の必要耐力が壁・壁接合部と同じ値となっており、不当に厳しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇上記パラスタにおける当該接合部の引張応力の確認、および当該接合部を省略した場合の水平耐力の確認。</li> </ul>
	A5 斜め壁の水平耐力評価方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇斜め壁(平面上の直交軸に対して傾斜する壁)の水平耐力性能の評価方法が明示されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇斜め壁の耐力・剛性確認実験の実施。</li> <li>◇層の最弱軸(水平耐力が最小となる方向)を考慮した水平耐力検定方法の設定。</li> <li>◇斜め壁が存在する場合の剛心、振じれ剛性の算出方法の設定。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>◇斜辺支持される床版・屋根版の有効(等価)支持スパン<math>L_e</math>の評価方法が明示されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇FEM パラスタ等による<math>L_e</math>評価方法の設定。</li> </ul>
B. 架構形式	B1 梁勝ち架構	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇告示第四による CLT パネルを用いた床版、および告示第五第三号の標準的壁構面に梁を併用することは禁止されていないが、梁を併用する場合の構造モデルの設定方法等が明示されていない。</li> <li>◇梁勝ち架構として垂壁を省略する場合の構造モデルの設定方法等が明示されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇梁を床版の一部とみなせば告示第四、第五に抵触しない。そのうえで、垂壁を省略すれば梁勝ち架構も告示第五に適合する。</li> <li>◇ルート 1 では梁を併用しても壁架構の水平耐力に寄与しないものとする。なお、垂壁を省略する場合は告示第八第二号への床版・屋根版の脱落防止規定の適用が必要。垂壁を省略しない場合は告示第八第二号ホの垂壁の脱落防止規定の適用が必要。ルート 1 ではへの適用は不要とされている。</li> <li>◇告示第八第二号イ〜トに適合すれば梁勝ち架構においても<math>R_f, D_s</math>を告示第九、第八の表中の値を用いることができる。その妥当性を検証する。</li> <li>◇ルート 2, 3 用に、梁を併用する場合の構造モデル設定方法を提示。</li> </ul>
	B2 鉄骨梁併用	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇告示第二第二号では鉄骨梁併用は禁止されていないが、告示解説書では禁止と解釈されかねない記述となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇解説書の記述修正案の提示。</li> <li>◇梁勝ち架構を前提として、許容応力度、横補剛等の遵守すべき規定の確認と指定。</li> </ul>
C. 解析モデル簡略化		<ul style="list-style-type: none"> <li>◇現行の解析モデルは、同規模の他構造建築物に用いられるものに比べて複雑である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇現行の解析モデルをベースとした簡易化。</li> </ul>

表 1.2-1 検討項目の課題と検討方法(つづき)

検討項目		課題	検討方法
D. 材料等	D1 CLT パネルの めり込み性能	◇梁や床に対するめり込み面積について、全断面有効は過大評価、繊維平行方向のみは過小評価と考えられる。	◇ラミナ構成・方向をパラメータとしためり込み・支圧実験を実施。
	D4 2 方向床版の 計算方法	◇CLT パネルの面外強軸・弱軸の2方向同時に生じる変形・応力の算出方法が明示されていない。	◇既往の実験結果に基づき、格子梁モデルによる算出方法を検討。

### 1.3 本報告書の構成

本報告書は本章（第1章）から第6章によって構成される。

「第2章 ルート1関係規定の拡充検討」では、1.2節で述べた課題Aに関する下記の検討を行う。

- 耐力壁の許容水平耐力設定方法（A1, A2, A3）
- 壁-屋根引張接合部の必要耐力（A4）
- 斜め壁の許容水平耐力の算出方法（A5）
- 斜辺支持床版の有効スパン（A5）

「第3章 架構形式の拡充（梁勝ち架構）」では課題Bに関する下記の検討を行う。

- 検討対象架構
- 水平耐力性能の検討
- 鉄骨梁に関する規定

「第4章 構造モデルの簡略化」では課題Cに関する下記の検討を行う。

- 構造モデル簡略化の方針
- 従来モデルとの性能比較

「第5章 材料等」では課題Dに関する下記の検討を行う。

- CLT パネルのめり込み性能（D1）
- 2方向床版の構造計算方法（D2）

「第6章 まとめ」では、以上の検討結果の要約および今後の展望などを述べる。

### 1.4 検討体制

本事業は、林野庁委託事業「CLT等新たな木質建築部材利用促進・定着委託事業（国による開発）」に公益財団法人日本住宅・木材技術センター、一般社団法人日本CLT協会、株式会社日本システム設計が採択され、学識者、研究者および実務者等の木造建築物専門家委員会を中心として「CLTパネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化」検討委員会を設置し、検討を進めた。

検討委員会の構成を次頁に示す。

C L Tパネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化検討委員会  
委員名簿

(順不同、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	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授
	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
	中島 史郎	宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科 教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 准教授
	三宅 辰哉	(株)日本システム設計 代表取締役
	樋本 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
	秋山 信彦	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 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 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
	木林 長仁	(一社)日本建築構造技術者協会
	車田 慎介	銘建工業(株) 木質構造事業部 業務課 課長
	鈴木 圭	木構造振興(株) 主任研究員
行政	猪島 明久	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	青木 亮	国土交通省住宅局建築指導課 課長補佐
	恵崎 孝之	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室 企画専門官
事務局	金子 弘	(公財)日本住宅・木材技術センター 専務理事兼研究技術部長
	沖本 千枝	(公財)日本住宅・木材技術センター 研究技術部 技術主任
	櫻井 郁子	(株)日本システム設計 常務取締役
	松本 和行	(株)日本システム設計 構造設計室長
	渡邊 拓史	(株)日本システム設計
	佐藤 基志	(株)日本システム設計
	安曇 良治	(株)日本システム設計
	荻原 牧	(株)日本システム設計
	坂部 芳平	(一社)日本C L T協会 専務理事
	中越 隆道	(一社)日本C L T協会