

集成材ダブルスキンを纏った都市型オフィス タクマビル新館（研修センター）を事例として

片 山 遥・神 田 泰 宏・久 保 和 民

気候変動対策、脱炭素社会の実現、森林荒廃や林業衰退といった社会課題の解決に向けて建築物へ国産材を積極的に利用することが推進されている。2000年に建築基準法が改正されたことをきっかけに中高層建物にも適用できる耐火性能の高い木造技術の開発が進み、木造で中高層建物を建設することも可能となっている。近年は環境への意識が高い企業も増え、自社の建物を木造木質化することで持続可能な社会への実現へ貢献する事例も多く見られるようになってきた。本稿では構造材に耐火性能に優れた木質材料を使用することにより建物の木造化を実現し、内装も積極的に木質化することで、木の温もりに囲まれた温かみのある空間を実現した都市型オフィスの事例を紹介する。

キーワード：建築、木造木質、脱炭素社会、耐火建築物、耐火集成材、ダブルスキン、サーキュラーエコノミー、SDGs

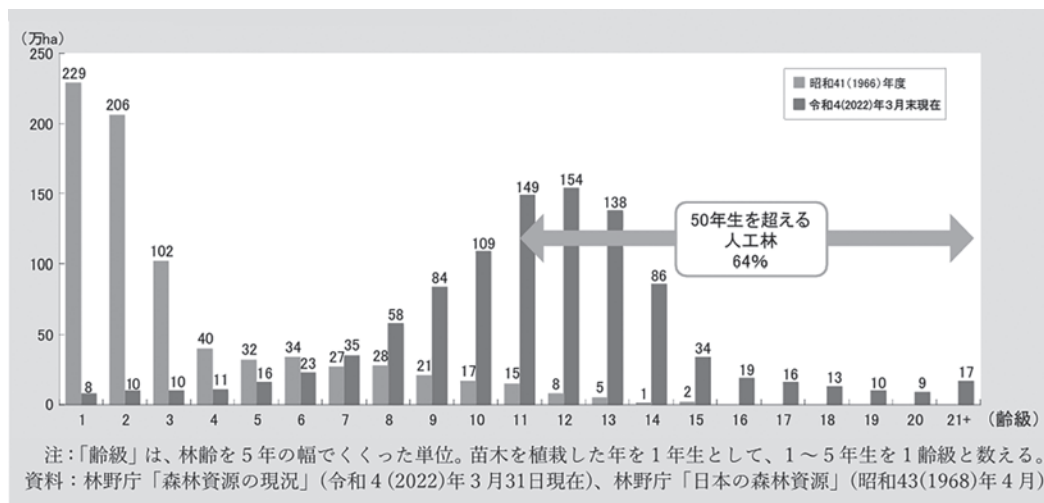
1. はじめに

(1) 日本の森林資源

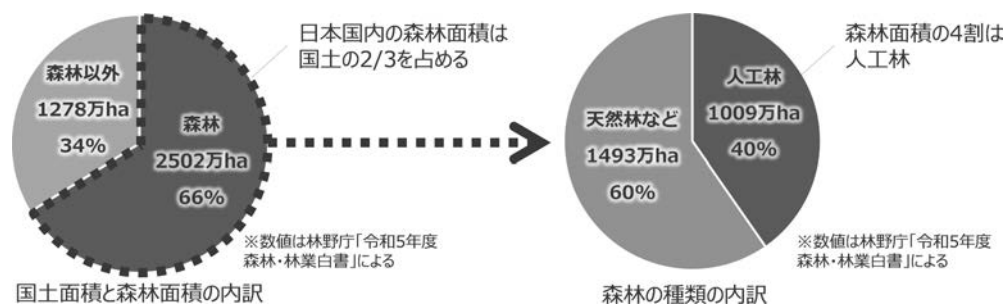
近年、環境保全や気候変動対策、脱炭素社会の実現、SDGsの達成といった潮流を受け、世界中で木造建築の注目度が拡大している。木材は製造時や加工時に消費するエネルギーが小さく地球環境に優しい持続可能な資源であり、日本は国土の2/3を占める森林を保有していることから木造建築に不可欠な森林資源が豊富にあると言える。木は二酸化炭素を吸収し酸素を排出するが、樹齢が50年を超えると二酸化炭素の吸収量が減少する。そのため、森林全体の二酸化炭素の吸収

量を増やすためには伐期を迎えた木は伐採して新たに植樹をし、森林資源を循環させる必要がある(図—1)。

さらに、日本国内の問題として森林荒廃・林業衰退が挙げられる。国内の森林は、第二次世界大戦やその後の復旧によって大量に伐採が進み、その後スギやヒノキを植林した結果、森林面積の4割が人工林となっている(図—2)。人の手によって植林されることのできる人工林は、人の手により管理する必要がある。成長した樹木を適切に伐採しなければ、下草や低木に日光が届かず成長が阻害され土砂災害等の被害を誘発する恐れがある。しかし、戦後施行された木材の輸入自由化により安い外国産木材が多く使用されるように



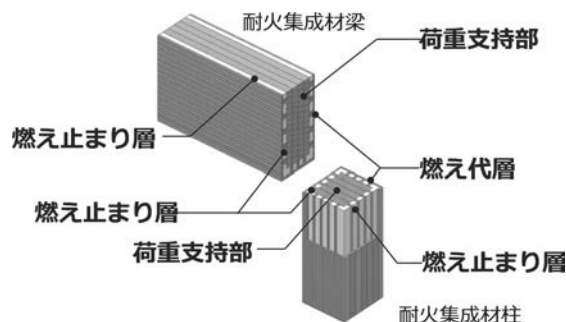
図—1 人工林の年齢構成の変化¹⁾

図一 2 国内の森林面積の内訳¹⁾

なり国産材の需要が低迷したため、林業が衰退し山の手入れが進まず森林荒廃が深刻化しつつある。

(2) 木造耐火建築物の実現

2000年の建築基準法改正以前までは、木造とすることができた建物は、火災により倒壊する可能性が低い小規模建物に限られていたが、必要な耐火性能を付加すれば木造でも高さや規模の制限を受けることなく建てることできるようになった。これを機に高い耐火性能を備えた木質材料である耐火集成材の開発が始まり、現在では多くの団体および企業が耐火集成材の技術を保有している。耐火集成材は断面構成によりいくつかの種類に分類されるが、「燃え止まり型」と呼ばれる耐火集成材は、建物の荷重を負担する荷重支持部の周りを、火災の熱を吸収する燃え止まり層および火災時に炭化し遮熱層を形成する燃え代層で被覆することで耐火性能を確保しており、木をあらわしとすることが可能である（図一 3）。高い耐火性能が求められる建物でも、木造の柱や梁の表面を火災から守るための耐火被覆や仕上げ材で覆う必要がないため、木による温かみのある空間を実現できるようになった。



図一 3 燃え止まり型耐火集成材の断面構成

との繋がりが深い建築主が新たに研修施設をつくるにあたり、サステナブルな拠点となるように木造建築を採用した事例である。

2. タクマビル新館（研修センター）

(1) 建物概要

本施設はボイラー・プラントメーカーの本社研修・事務所である（表一 1、写真一 1）。建築主が環境配慮事業を推進するという理念を広く発信していくことを目的とした建物であり、全国のプラントの監視機能

表一 1 建物概要

建物名称	タクマビル新館（研修センター）
所在地	兵庫県尼崎市
竣工年	2020年10月
主用途	事務所
所有者	(株)タクマ
設計者	(株)竹中工務店
施工者	(株)竹中工務店
木材利用量	393.0 m ³ （うち構造材 284 m ³ ）
木材の炭素貯蔵量（CO ₂ 換算）	285.0 t-CO ₂
建築面積	707.89 m ²
延べ面積	3,334.35 m ²
構造	鉄骨造＋木造（基礎免震）
階数	地上6階建
高さ	33.6 m

(3) 中高層建物の木造木質化

木造技術の発展が進み、脱炭素のための森林資源の循環、森林・林業の再生といった課題を解決するために、建築物に国産材を積極的に利用していくことが求められる。現在、木造需要の大部分を占めている住宅市場が縮小する中で、構造材に木を使用する木造化や内装に木を使用する木質化がまだ進んでいない中高層建物に国産材を利用していくことを、国を挙げて推進する状況となっている。中でも木材を最も多く使用できる柱や梁といった構造材へ利用することが国内の木材利用の促進につながる。

企業も環境への意識の高まりから、自社の建物の木造木質化を検討する事例が増えてきている。本稿で紹介するのは、再生可能エネルギー分野や環境保全分野



写真一 建物外観

表一 2 使用した木材

	木質材料の種類	使用部位
①	燃え止まり型耐火集成材 ^{※1} (国産スギ, 国産カラマツ)	柱
②	高知・岡山・熊本産スギ CLT ^{※2} 高知・岡山・奈良産ヒノキ CLT	耐震パネル
③	オウシュウアカマツ集成材	マリオン
④	オウシュウアカマツ集成材	横無目
⑤	国産ヒノキ CLT	内装仕上げ

※1 集成材: 小さく切った木材を接着剤で貼り合わせて一枚の板とした木質材料

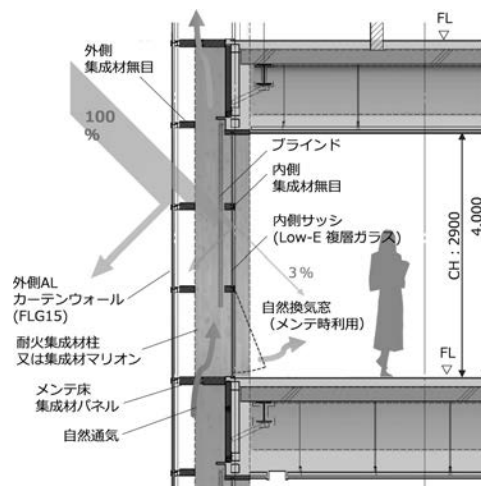
※2 CLT (Cross Laminated Timber: 直交集成板): 丸太から伐り出された板を各層互いに繊維が直交するように積層接着された木質建材

や社員の研修機能を拡張することを契機に計画された。バイオマスプラント事業を通じた木の循環における林業復興・脱炭素等の社会貢献を推し進め、社会および地域や社員に広く発信するために木を積極的に採用した。木材は構造材、仕上材を合わせて 393.0 m³ 使用しており、炭素を CO₂ 換算で 285.0 t 貯蔵することにより脱炭素社会への貢献も果たしている(表一2)。

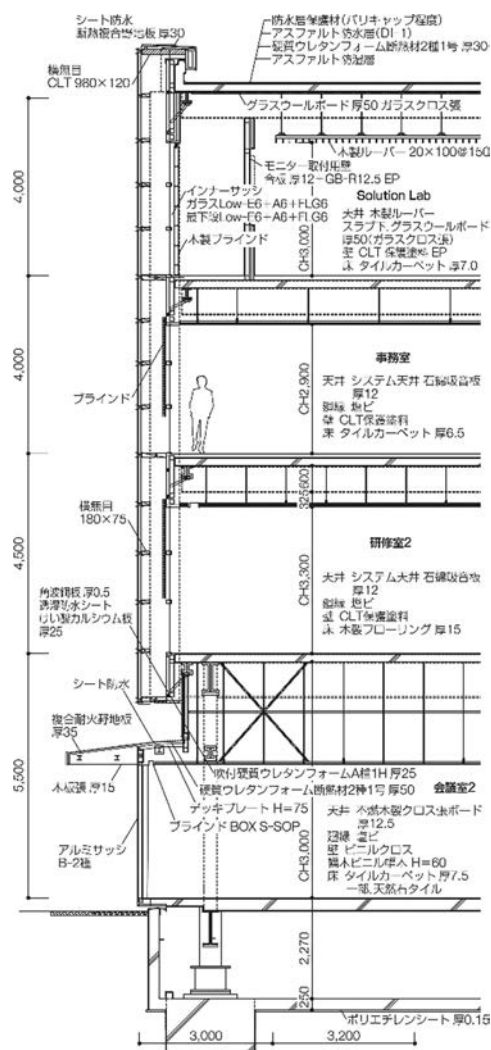
(2) 設計上のポイント・工夫

(a) 集成材ダブルスキンカーテンウォールの採用

建築主の新たな価値・サービスの創造拠点としてのシンボル性に寄与させるため、図一4に示すようにダブルスキンの外側のみフロート板ガラスとして木質感を外部に強く表出したファサードとしている。また、ダブルスキン内の換気を軒下から屋上までの重力換気方式とするとともに、ダブルスキン内にブラインドを設けることで、Low-E 複層ガラスのシングルスキンの場合と比較して直達日射量は 97% 削減でき、熱負荷は 77% 低減する。熱負荷を低減しつつ十分な自然採光を取り込むことを可能としており、木架構の



図一4 ダブルスキンの概要



図一5 矩計図

表出と環境性能の向上を両立させた外装デザインを実現している。

(b) 防火に関する法規制のクリア

図一5にダブルスキンの矩計図を示す。内側のスキン層を法的な外壁ラインとし、耐火集成材柱、金属

耐火パネルで外壁およびスパンドレル部の耐火要件を満足している。延焼ラインを回避し、内部の防火区画をコア内で完結させることで防火設備を不要としている。コアはCLT耐震パネルや区画壁を覆うように厚さ90mmのCLTを仕上げとしている。このとき、天井を準不燃材とすることで内装制限の緩和規定を適用し、CLTを無処理のあらわしとしている。

(c) 構造計画

本建物は、耐火集成材柱+CLT耐震パネル+鉄骨架構+免震のハイブリッド構造とした(図-6)。CLTを主たる耐震要素としてコア周りに配置して地震力の半分以上を負担させるとともに、免震構造により上部構造に作用する地震力を低減し、耐火集成材柱と集成材マリオンで構成した透明感ある外観デザインを実現している。CLT耐震パネルは、CLTが本来持っている高い構造性能を余すところなく活用できるよう、構造実験により性能を確認し、鉄骨部材とCLTの耐力バランスをコントロールして使用を決定した(図-7、写真-2)。また、縦マリオンおよび無目は入手が容易な小・中断面の集成材で構成し、金物が極力見えないよう接合方法を工夫した(図-8)。

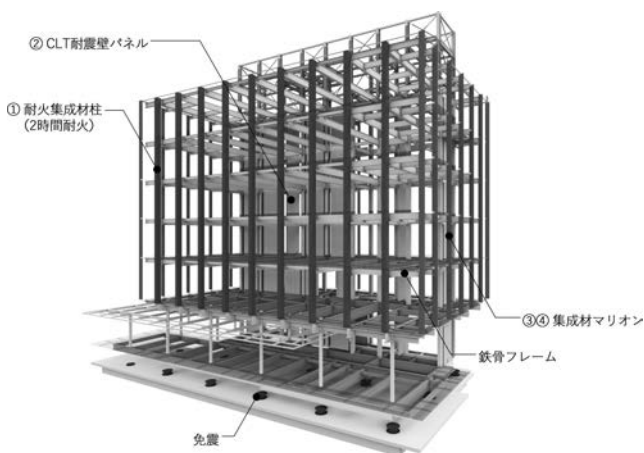


図-6 構造フレーム概要

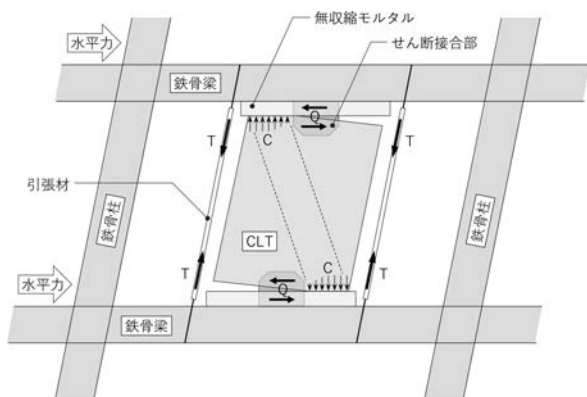


図-7 CLT耐震パネル概要

(d) 木質構造部材の耐火性能の確保

本建物に用いているCLT耐震パネルは長期設計には剛性を考慮せず、火災時には鉄骨架構のみで倒壊を防ぐ計画とし、CLT耐震パネルの耐火被覆を不要としている。ただし、火災時にCLTが燃焼した際、CLTが接続する周辺の鉄骨が想定以上の加熱を受ける可能性が考えられた。そのため耐火実験を実施し、周辺鉄骨の耐火被覆(ロックウール)を増強している。

耐火集成材柱と鉄骨梁の仕口部については、鉄骨梁が加熱された際にガセットプレートや仕口内鉄骨を経



写真-2 構造実験 (CLT耐震パネル)

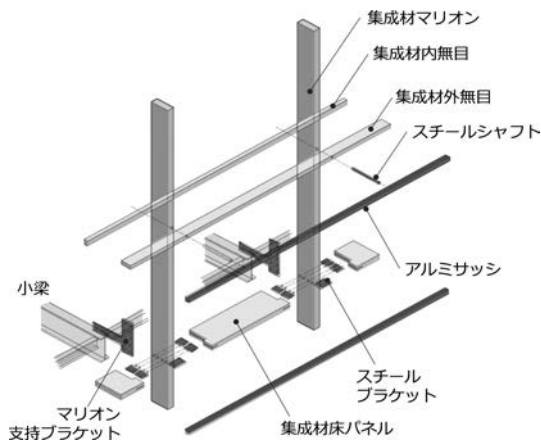


図-8 集成材マリオン概要

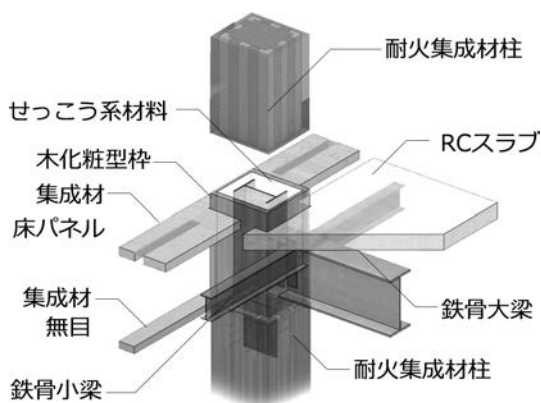


図-9 耐火集成材柱仕口部の構成

由する熱橋の影響により、耐火集成材柱の荷重支持部となる集成材の温度が上昇する可能性が考えられる。そのため、図—9に示すように柱梁仕口部熱容量の高いせっこう系材料を充填する仕様とし、耐火実験により温度上昇の抑制効果を確認している。

(3) 施工上のポイント・工夫

(a) 建方計画

木構造部材として、耐火集成材柱 45 本、CLT 耐震パネル 49 枚の建方を行った。図—10に建方計画図を示す。

現場での安全性向上と工程短縮のため、耐火集成材柱と仕口鉄骨の取付けおよび CLT 耐震パネル接合部は工場にて取付けを行った。建方はまず南側コア部分の鉄骨組立を完了させ、その後、北側の耐火集成材柱・鉄骨梁の組立てを行った。CLT 耐震パネルはコア部分のボルト・梁溶接を完了させてから取付けを行った。

(b) 養生計画

耐火集成材柱と一部の CLT 耐震パネルは最終的に仕上材として木あrawしになるため、施工中の養生計画を特に綿密に行い、傷・汚損・日焼けの3点に関して検討を重ねた。写真—3に耐火集成材柱の養生状況を示す。木材保護塗料を施工中の汚れを防止できるものに増強し、建方完了時は傷防止のために柱の四方をプラスチック製ベニヤ板で直接木に接着させないよう囲み、その上から火花と水の侵入を防ぐため防煙シートで養生した。さらに上部のデッキ溶接時には耐火シートにより入念に保護養生を行った。

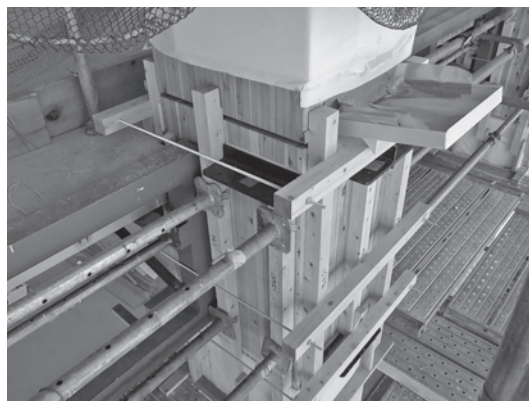
(c) 耐火集成材柱の仕口施工

北側の耐火集成材柱は外部から見て下から上まで1

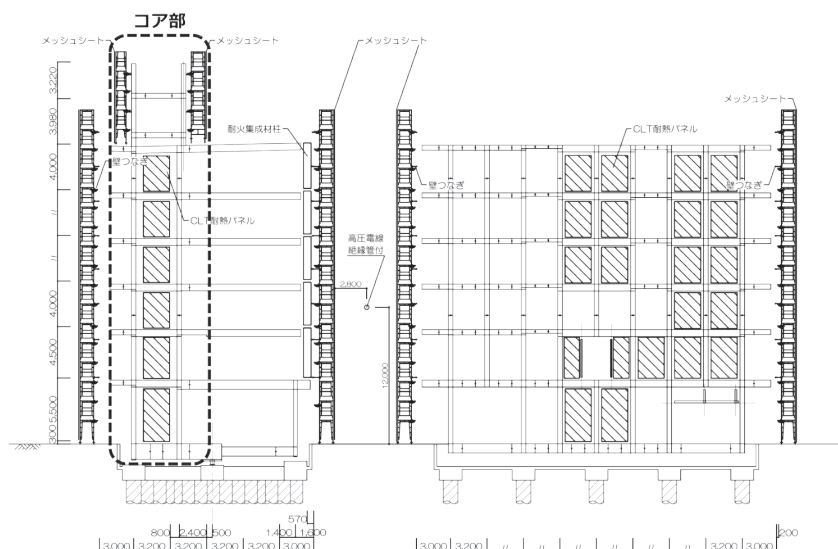
本の木に見えるデザインとなるよう、仕口部も耐火集成材柱の表面材と同種の集成材カバーによる仕上げとしている。前述の理由により仕口鉄骨の周囲にせっこう系材料を注入する必要があったため、この集成材カバーを型枠代わりに使用する計画とした(写真—4)。仕口鉄骨には梁のガセットプレートやカーテンウォール金物など、多くの鋼材が取り付けおり施工難易度



写真—3 耐火集成材柱の養生



写真—4 仕口部せっこう材料注入



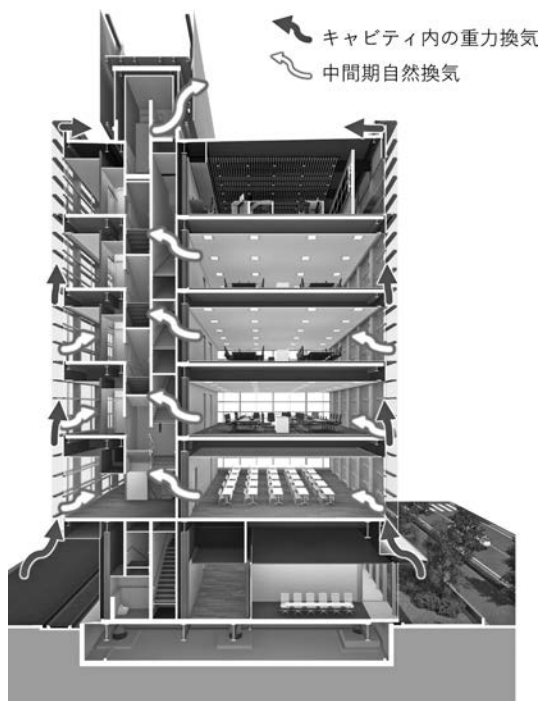
図—10 耐火集成材柱・CLT耐震パネル建方計画図

は高かったが、隙間シール・保護養生などを入念に行い設計意図通りの外観を実現することができた。

(4) 維持管理上のポイント・工夫

本計画ではダブルスキン内に耐火集成材柱および屋外ガラスを支持する木部材を露出して配置している。ダブルスキン内部の温湿度環境の変化は苛烈なものとなるため、これらの木材の劣化が早まる可能性が考えられた。そこで本計画では、底部から頂部まで各床部材に自然換気用のスリットを設け、底部および頂部を常時開放して外気を取り入れ通風を可能とし、ダブルスキン内部の空気を循環させ、急激な温湿度の変化を抑制することで木部材の劣化を軽減している（図―11）。竣工後約4年が経過しているが、軽微なひび割れが発生した以外の目立つ劣化は生じていない。なお、この自然換気機能は居室の外気冷房・外気暖房の役割も期待され、居室に積極的に外気を取り込むことによりオフィスの環境改善・建物のエネルギー消費量の低減にも寄与している。

また、CLT 壁面に面する室の天井を準不燃材とし



図―11 ダブルスキン換気システム

て内装制限の緩和措置を受けることで、CLT を不燃処理せずに用いている。これにより建物使用後のカスケード利用を容易とし、木材を建材としてより長期間にわたり活用できるよう配慮を行っている。

3. おわりに

気候変動対策、脱炭素社会の実現、森林荒廃や林業衰退といった社会課題の解決に向けて、国産材の利用拡大につながる中高層建物の木造木質化はさらに拡大すると予想される。本稿で紹介したタクマビル新館（研修センター）も含め、中高層木造建築の事例はこの10年程度で増加しており、設計・施工・竣工後の維持管理のノウハウも蓄積されつつある。今後はそれらを広く水平展開していくことで、さらなる中高層木造市場の発展につなげていきたいと考える。

JICMA

《参考文献》

- 1) 林野庁「令和5年度森林・林業白書」
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo/attach/pdf/zenbun-38.pdf>

【筆者紹介】



片山 遥（かたやま はるか）
㈱竹中工務店
木造・木質建築推進本部
主任



神田 泰宏（かんだ やすひろ）
㈱竹中工務店
大阪本店設計部
設計第7部門
部門長



久保 和民（くぼ かずひと）
㈱竹中工務店
大阪本店設計部
構造第2部門構造1グループ
主任