



MOXION INAGI (東京都稲城市)

アネシス茶屋ヶ坂 (愛知県名古屋市)

大崎市鳴子総合支所庁舎等複合施設 (宮城県大崎市)

▶ 特別ディスカッション

木の良さを活かした中大規模建築でさらなる消費拡大、そして地域貢献へ

脱炭素社会の実現に向けて実施される、「サステナブル建築物等先導事業」(主催:国土交通省)では、炭素貯蔵効果が高い建築材である「木材」を活用しながら、設計・施工で先導技術を導入したプロジェクトを支援しています。

今回は、本事業を活用したプロジェクトのうち、集合住宅2件、そして複合施設1件について、設計者と技術者をお招きして、苦労した点や工夫した点などについてお話を伺いました。

建物の特徴

専用のくぎを新たに開発

大橋●座長の大橋です。今日は、サステナブル事業で採択された建物について、取り組みの内容を詳しくお教えいただきたく存じます。先進性としては、構造、防火、生産性等の分野で新しい技術へのチャレンジが挙げられ、そ

れが今後、中大規模木造に関わろうとする人たちのヒントになれば幸いです。まずお伺いしたいのが三井ホームさんで、「木でつくるマンションプロジェクト」(2020年採択)という、ツーバイフォー構法の木造でマンションを建てるという挑戦的な試みです。まず挙げられる特徴が高耐力壁で、木造では驚異的といえる「壁倍率30倍」という高耐力を実現しているとのこと、詳細を教えてください。

玉井●施設事業本部設計部の玉井と申します。まず建物概要から紹介すると、この「MOXION INAGI」(東京都稲城市)は、1階が鉄筋コンクリート造、2~5階が木造(枠組壁工法)の大規模な共同住宅です。

小松●技術研究所の小松です。高耐力壁の構造は、一般的なツーバイフォー工法の耐力壁と同じですが、枠組にベイマツの集成材、面材に12mmのパーティクルボードなど高強度の材料を採用しています。一番のポイントは留め付けのくぎです。今回専用で開発した、先端にスクリューのついた「NXくぎ」を採用し、壁倍率30倍という数値を実現しました。

当初はねじを想定していたのですが、施工性などを考慮してくぎとしました。くぎ頭が大きく軸径も太いです

が、一般的なくぎ打ち機で打ちます。

大橋●続いて「工場でのパネル化」について伺います。通常の住宅向けのパネル製作とは違うのですか?また、国産材も使われたと伺いました。

小松●パネルは、通常のものとは大きく変わらないのですが、NXくぎなどを使う関係上、自動ラインではなく一部手作業になっています。とはいえ現場で作るのに比べると品質管理しやすいですし工期短縮にもつながるので、大いにメリットがあります。また今回のプロジェクトでは、カラマツツーバイテン材も初めて使用しました。品質としては問題無いのですが、安定供給とコスト面が課題だと思います。

玉井●国産材は伐採適期を迎えており、当社も使用比率を増やしていきたいのですが、現時点ではロジスティック部分が追いついていません。今後「この量を必ず消費する」と供給側に言えばいろいろな策があるのだと思います。

大橋●なるほど。わかりました。また木造ということで耐火面・遮音面でも配慮があると思いますが。

小松●はい、外壁のサッシが取り付く木枠部分には耐火シートを使って耐火被覆を薄くしています。通常は厚い石膏ボードで被覆しますが、できるだけ窓を大きくしたいとの思いから採用しました。

またツーバイフォーのランバーをくぎで合わせパネル状にした「NLT (Nail Laminated Timber)」を使用しました。本物件は耐火建築なので耐火被覆をしていますが、準耐火建築で「木」が現して使えるメリットがあり、今後の普及に向け生産性や納まり等の検証を行いました。

玉井●遮音面では、当社の低層賃貸住宅で使用している高遮音床「Mute」を



三井ホーム株式会社
施設事業本部 設計部 設計グループ
チーフマネジャー 玉井 一行 氏(中)

技術研究所 研究開発グループ
マネジャー 小松 弘昭 氏(右)

マンション用に改良のうえ活用しました。木造の構造床の上にゴムの制振材を並べ、その上に床を載せるという2重床構造です。性能としては大手マンションデベロッパー基準である「LH-55」をクリアしています。

会社独自の技術をフル活用

大橋●それでは続いて、清水建設さんにお伺いします。「茶屋ヶ坂アパート建替計画」(2018年採択)について詳しく教えてください。

貞広●設計本部の貞広と申します。まず建物概要からご紹介します。この「アネシス茶屋ヶ坂」(愛知県名古屋市)は、地下1階、地上4階の共同住宅です。まず地下1階の柱頭上部に設けた免震装置上にRC人工地盤を築いており、その上に、木と鉄筋コンクリートのハイブリッド建築からなる地上部をつくっております。共同住宅のため遮音性に配慮し、X方向をRC造ラーメン+木造ラーメン+CLT耐震壁、Y方向をRC造ラーメン+RC耐震壁としています。

またこちらは社宅のため、木のぬく

もりも大切にしたいと、戸境の部分は鉄筋コンクリート、逆に中の部分はなるべく木を使うなど工夫しました。これにより構造とデザイン、いずれも満たせています。

大橋●私が特に気になったのが、ラーメン接合部がPCa化されていることです。詳しく教えてください。

長澤●設計本部の長澤です。これは、木の柱と梁の接合部をPCa化するという当社保有の技術で、①木造フレームの弱点である繊維直交方向のめり込みの解消、②耐火性能の向上という2点のメリットが期待できます。木で仕上げるので、室内側の見栄えは狙い通



玉井氏

り大変よくなりました。

貞広 ●また耐震性の面にも配慮し、「CLT耐力壁」を採用しました。今回の特徴はCLT版の四隅に鉄骨接合部を設けたことで、通常はせん断力を伝達するシアキーが壁の中間につきませんが、これがありません。また、免震構造を併用しています。当社にとってCLTを耐力壁として使うのは今回が初めてでしたが、今後さまざまな計画に活用可能と考えています。

長澤 ●耐火面では、当社独自の部材で、燃え止まり型の本質耐火性能を備えた「スリム耐火ウッド(R)」を柱や梁に採用しました。今後の中大規模建築への活用もできます。今回の物件は柱・梁の一部が外部で使用することがあり、しかも宅地に位置するため周辺環境との調和も考慮して採用し、期待通りの仕上がりとりました。屋外に出ている部分も、スリム耐火ウッドの構成の特性を活かし、被覆層の中に透湿防水シートを組み込むなどして、屋外の雨から荷重支持部をしっかりと防いでいます。

外装の面での工夫はほかにもあり、

やはり木のぬくもりを感じられるような建物に仕上げるため、妻壁の部分や、バルコニーの隔て板なども木を使用しました。防火性能を確かめるために、技術研究所で実物大のモックアップをつくって燃焼実験を実施し、それを受けてスギの準不燃処理剤を選定し、層間に金属製のフィンを300mm突き出すなど、当初計画よりも改良したつくりにできました。

大橋 ●床材にもこだわってらっしゃいますよね。

貞広 ●はい、今回はCLTとRCスラブを組み合わせた合成床を使っています。構造耐力上は上部のRCスラブのみで成立するため、CLTは型枠として使用するとともに化粧材としての役割も果たし、木の表面が見えるため景観面に配慮できます。遮音性についても現地測定の結果「LH-55」を実現しており、特に集合住宅として問題がないレベルにまで抑えられています。

県内で製造できるCLTを使用

大橋 ●では続いて、宮城県大崎市の「大崎市鳴子総合支所庁舎等複合施



小松氏

設建設事業」(2020年採択)について伺います。公的事業ということで、産学官が連携しており、研究・開発担当、設計・監理担当、そして発注元という分担になりますね。

前田 ●研究・開発を担当した東北大学大学院の前田です。このプロジェクトは幅1,200mmのCLTを通しパネルで使っているのが最大の特徴です。

黒田 ●発注元である大崎市役所建築住宅課の黒田です。今回のプロジェクトの大前提が、「宮城県で製造できるCLTパネルを使う」ことでした。全国的に見ても大型のCLTパネルが製造できる工場は限られる中、宮城県で



清水建設株式会社 設計本部

上席設計長 貞広 修 氏(中) 木質建築推進部 設計長 長澤 怜 氏(右)

製造できるパネルの最大サイズが幅1,200mm×長さ8,350mmということで、これをベースとした設計をお願いしました。

前田 ●建材としては大きいですがCLTパネルとしては小型になるため、これを接合して「大型化」する「鋼板添え板ドリフトピン接合」という工法の開発に、以前から私の研究室で取り組んでおり、今回これを採用いただきました。

黒田 ●この工法でCLTパネルを使えば、市街地中心部の道路や敷地に制限がある場合でも建設が可能となります。この技術の普及によって豊富な地域産木材を使い県内工場で製材・CLTの製作、プレカット加工、そして県内の工業者が施工するといった「オールみやぎ」で建物が完成できるもので、森林資源を有効に活用した産業振興ならびに地域経済の活性化に寄与できるものと考えております。

大橋 ●今回は、CLTを2層通し壁として使っていると伺っています。

伏見 ●設計を担当した、盛総合設計設計部の伏見です。通常ですと1・2階の壁の間にはCLT床材が入りますが、

今回は1階から2階までの2層通し壁を採用しました。大きな空間をつくりたく、この方式を採用しましたが、工期も短くできたなどメリットがありました。

ただ建て方の精度については難しく、下のほうの少しのずれが、上のほうでかなりの誤差となります。今回は施工業者が木に詳しい方と相談しながら進めてくれたので、問題なく作業できました。

またこの建物は外周部にCLTパネルを使い、水平の荷重などは全部CLTで受けています。内部の構造は鉛直荷重のみを負担する設計とし、スギ材を4本合わせた柱など、地場産木材を使った集成材を積極的に採用しました。

大橋 ●耐火について教えてほしいのですが、「口準耐火(屋根不燃、外壁耐火)」という準耐火建築物としていますね。

黒田 ●この建物は鳴子総合支所と鳴子公民館が一体になった「複合施設」であることから、区画を設けないためにはどのような方法があるか検討しました。

伏見 ●内装仕上げ材に地域産材を使用したことから、施設内の一部にスプリンクラー設備の設置が必要となり、面積区画が1,500平方メートル以下となったため開放感のある空間ができました。ただし、CLT工法で「口準耐-1」の建物の前例がほぼなく、審査機関での事前の協議・調整に時間を要しました。

工法などについて

木造には多彩な メリットがあり高品質

大橋 ●それでは各取り組みの工法などについて伺います。まず三井ホームさんは、ツーバイフォー工法での建築ですが、このメリットは何だとお考えですか？

小松 ●まずオープン工法なので普及しやすく、建設に特別な技能を必要としないこと、そして設計法が確立されていること、工期短縮や品質安定化がしやすいことなどが挙げられます。

玉井 ●私もパネル施工できることに大きな可能性を感じます。昨今ではBIMが建築業界に浸透し、これがさらに発展すれば、設計でBIMを作成し工場の生産ラインに流して加工することで、さらに省力化・省人化できるのではな



貞広氏



MOXION INAGIは1階がRC造、2～5階が木造(枠組壁工法)の、51戸からなる中層共同住宅。木を活かしたデザインとなっており、外観にもふんだんに木をあしらうほか、共用のエントランスホールも木のぬくもりが感じられる空間に。

いでしょうか。また平面計画でも自由度が高いんです。柱や梁が室内空間に出にくいことから商業施設やオフィスなどにも用途が拡大できると考えています。

小松●「木造」という面でも、断熱性では木に大いにメリットがあります。一般的に「木造は寒い」というイメージを持たれがちですが、実際は木のほうがコンクリート・鉄より熱伝導率が低く、断熱性を上げやすいんです。今回の建物も、「ZEH-M Oriented(ゼッチ・エム・オリエンテッド)」という、集合住宅の断熱性・省エネ性能基準の高いレベルの認定を受けています。

大橋●では続いて清水建設さんに伺いたいんですが、「プレハブ化」なさっているとのこと、これについて教えてください。私見ですが、これから日本でも非住宅の建物のプレハブ化が必要になると考えていまして、何かヒントになればと思います。

長澤●先程お話ししたように、スリム耐火ウOODの柱・梁の接合をPCa化したり、木質柱・梁部材自体のプレハブ化したりと、鉛直面・見上面での現場作

業をなくし、生産性を向上させようとしています。今回の建築でも、生産性の面でプレハブ化は大変有利に働きました。

貞広●当社が今、中～大規模建築で目指しているのが「ハイブリッド構造」で、できるところはプレハブ化しますが、場合によってはコンクリートを打つなど、適宜よい方法を取り入れた方式を推進したいと考えています。

長澤●BIMは当社でも活用しており、今回4D BIMを作成しました。これにより、現場を含めた関係者で作業工程に対して共通認識が持てるのが最大のメリットと感じました。どの現場も熟練の職人さんがたくさんいるわけではないので、BIMをつくって工程順に組み上げていくようなシミュレーションのおかげで、実際の施工がスムーズになりましたね。

ただBIMは木造のデータがまだ少ないです。当社ではRC造やS造でBIMの実績があるのですが、木造はそれには届かず、今後は例えば集成材の加工までデータを一貫して使えるようになれば、さらにメリットがあるでしょう。

貞広●また当社は木造もラーメン構造を採用していますが、剛節にはならず「半剛節ラーメン」とでも言う構造にしています。特に重視するのが崩壊メカニズムをどうするか。接合部のどこを壊すのか、また壊れた部分が修復可能なのか、継続使用の可否も念頭におきながら、慎重に計画を進める必要があります。ラーメン以外の耐震要素を併用することも考えられます。

大橋●では大崎市鳴子総合支所庁舎プロジェクトの皆さんに伺いたいんですが、CLTという建材の利点はどこにあるとお考えですか？

前田●私はもともと鉄筋コンクリート



長澤氏



地上1～4階、住戸26戸からなる「アネシス茶屋ヶ坂」は、木質外装で美しくあいらうなど、木とRCの良さを活かした「ハイブリッド構造」に。また内観もできる限り木を活用し、あたたかみある空間に仕上げている。



東北大学大学院工学研究科
教授 **前田 匡樹氏**
(左2番目)

株式会社盛総合設計
設計部 **伏見 勇男氏**
(右2番目)

大崎市建設部建築住宅課
技術副参事兼庁舎建設室長
黒田 幸司氏(右)

を長年研究してきたのですが、CLTはまさにプレキャストの部材と同じだと感じています。先程黒田さんのお話にあった「運搬しやすい」というメリットと両立しますが、コンクリートより1/4ほどの軽さで同等な強度を持ちます。CLTパネルは工場製作・加工して現場に搬入できるので、コンクリートに比べて「固まる時間を待たなくて良い」「軽くて一度にたくさん運べる」「大型のクレーンが必要ない」など、さまざまな利点があり大きな可能性があると感じています。従来コンクリートのPC構造で作っていたような大規模建築も、CLTと組み合わせるのもおもしろいでしょうね。

伏見●一方で設計者の立場からすると、CLTの構造に詳しい人が意匠設計に関わらないといけない、それが今回の事例でよく分かりました。私ども今回は構造設計の専門家の方にご助言いただき、意匠面と構造面が連動した形でできました。

黒田●工期短縮にもつながります。在来工法の場合、大工さんの作業時間が長くなりますが、CLTパネルは工場で作成・加工したものを搬入して建てるため現場作業がスムーズに進みます。発注者側としても断熱性能の高さが

ポイントで、建設地の大崎市鳴子温泉地域は山間部に位置し冬の寒さが厳しいのですが、この建物は非常に暖かいです。うまく設計すれば、発泡ウレタンなどを使わずCLTのみで断熱性能が高い建物ができるのでは、と期待しています。

前田●工事現場の騒音やゴミなども、RCに比べて格段に少なく、長年RCに取り組みできた私からすると「すごい」の一言です。

今後の課題

コスト面などの問題を解決し さらに木の消費を促す仕組みを

大橋●では最後になりますが、皆様に、今回のプロジェクトで感じた「課題」について詳しく伺いたいと思います。まずは三井ホームさんに、ツーバイフォー工法で非住宅建築・大型建物建築時の課題を教えてください。

小松●構造面では、木造の高層化において、ツーバイフォー工法はたて枠より横架材が勝っているため、めり込み対策が課題です。めり込みに耐えられるようにすると柱がどんどん太くなり、

現状の考え方では6層程度が限界かと感じています。たて枠を勝たせる方法やめり込みを金物を使って補強する方法などを模索中です。

もう1点、大きな課題が「耐火」です。木造はRC造と比較して軽いことが大きなメリットですが、耐火被膜が非常に重くなってしまふのがもったいない。これを設計とともに解決していきたいですね。

玉井●本計画で一番主眼においたのは、コモディティ化、すなわち特殊なもの、唯一のものではなく、いかに普及している部資材を使って木造マンションをつくるか、また木造でありながら鉄筋コンクリート造のマンションといかに同じものがつくれるかということでした。本計画を通じて、世の中に流通



前田氏

する多くの部材・資材が使えることを改めて確認できましたし、その他にもツーバイフォー工法と軸組工法の基準寸法(モジュール)の違いから生ずる問題や耐火の考え方なども再認識しました。今後もさらなる法整備が進み解釈も一元化されてくると、より多くの設計事務所で大型木造建築に取り組みやすくなると思います。

小松●経済的価値の向上も木造マンション普及には有効な手段と考え、当社では「エンジニアリングレポート」を取得しました。これは、不動産売買時の鑑定書のようなものですが、今回は新築時に取得しました。というのも、木造



モデレーター・大橋

は法定耐用年数22年と、RC造の47年に比べて半分以下ですが、本物件は第三者機関から目標耐用年数「79年」という評価をいただきました。それをもとに監査法人と協議して、償却期間をRC造と同じ47年に設定できました。木造では初めての試みだと思います。この方法が浸透すれば、投資面でRC造と同等ととらえられ、木造のさらなる普及に貢献できるのではないのでしょうか。

大橋●では清水建設さん、木造の多層建築を建てやすくするには、何が課題だと感じていますか？

貞広●最大の課題は「コスト」でしょう。既存の建て方と比較すると、構造にかかるコストと、防耐火にかかるコスト、両方がネックです。具体的には耐火建築の仕様、内装制限の対応によりコストが増え、現状では10万/m³程度の原木でも、製造流通過程で数倍、さらに木質耐火部材とした場合には10倍以上という大幅な価格上昇になってしまいます。もちろん加工や流通の面で価格を抑えることも大切ですが、現状マストである内装制限対応の不燃・準不

燃木材の使用規制の緩和にも期待したいですね。

長澤●設計者も、構造・意匠いずれにおいても、耐火についてしっかり知識を持つ必要があります。私のような意匠設計者としては、せっかく木を使っているのなるべくそれを見せたく、見栄えの部分と構造の部分のつながりをより意識できるのが木造のいいところかと感じています。

貞広●最近では「木造ブーム」ではないですが、いろいろなシーンで当然のように「木造」という発想になります。正直手間はかかりますが、いい流れだと思います。木造の多層建築は「木質ハイブリッド架構」が合理的ですが、今後、木造多層建築のさらなる普及には、木造と他構造の接合部にどんな構造・耐火性能をプラスするのか、納まりや施工方法を含めて一般化される必要があるでしょう。

余談ですが、この建物は社宅ということもあり木質建築の魅力については住人からも聞けるので、それらの内容を今後の物件にフィードバックしたいですね。実際、今計画や建設が進んで

いる溜池や京橋の物件においても、今回のプロジェクトで得られた知見および経過観察の結果は大いに役立っています。

長澤●また課題として、準不燃処理をした木材を外装として使っているため、準不燃処理の薬剤が表面に出てしまう「白華」の現象が起こった点も今後の改善点です。この反省点を活かし、上階延焼防止性の確保と維持管理性の向上を両立させながら、よりよい建物を建築できればと思います。

大橋●では大崎市鳴子総合支所庁舎プロジェクトの方々には、やはりCLTについて伺いたく、さらなる普及のためには何が必要とお考えですか？

黒田●私のような市役所の人間の立場からすると、「CLTを採用しやすい環境づくり」が大切と考えています。実際、宮城県では169団体が加盟する「宮城県CLT等普及推進協議会」を2015年に立ち上げ、活動を続けてい



伏見氏

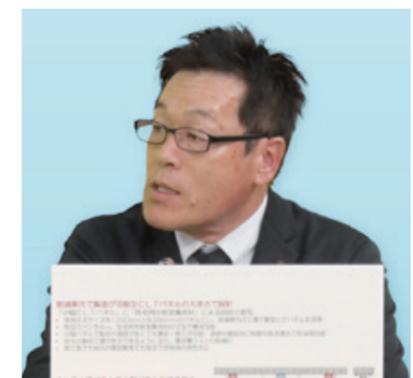
ます。

その背景としては、県内のスギを始めとする人工林は十分に育ち、過去最高クラスの生産量を実現できる時期を迎えているため、より県産材の利用を促進していきたい状況です。そこで協議会では産学官が一丸となり「杜の都仙台」の市街地が木造ビルの街並みとなるよう、新工法等の研究開発、CLT等の普及・広報活動に努めています。

前田●この協議会に私も参加しています。こちらにお誘いいただき、CLTという建材を知りました。協議会の所属団体は森林組合から製材・加工、設計、そして工務店など川上から川下まですべてをフォローできているのが興味深く、今では県内で約30棟、CLTを使った物件ができています。活動が着実に前進しています。

黒田●CLTを普及させるためには、森林資源を所有する自治体が率先してCLTを採用して、材料費や加工費を安く安定供給できる体制を整えることが大切ではないでしょうか。そうすることで鉄筋コンクリート造や鉄骨造と同等近くの建築コストとなれば、民間建築でもさらにCLTの採用が広がっていくと期待できます。

また事前準備も必要です。CLTを使って中大規模建築物を建築する場合、ラミナ材の確保に多くの時間がかかりますが、今回のプロジェクトでは発注者側で工事着手前にあらかじめラミ



黒田氏

ナ材を製作し、工事施工者に材料支給したことで契約後すぐにCLTの製作に着手しました。ちなみにこの事前対応は、市有林の伐採から製材、ラミナ材の加工までの工程に約5カ月を要しています。ラミナ材の調達期間を省略することで工事期間が短縮となり現場経費の削減にもつながるので、山林を所有している自治体にとっては参考になると思います。

伏見●木材活用の面では、宮城県の場合はCLTももちろんなのですが、広葉樹を家具に活用できないかといった取り組みも推し進めています。建材にとどまらず、国産材の有効活用の幅がさらに広がればいいですね。

大橋●今後、木材のさらなる活用、そして木を活かした建物がさらに増えてくれればと期待していますし、今回の3プロジェクトはその先鞭となる好事例だと改めて感じました。皆さん、本日はありがとうございました。



大崎市鳴子総合支所庁舎等複合施設は市役所と公民館からなり、スペースを広く使えるよう工夫されている。また壁面などに木目が見えるよう施工され、庁舎でありながら無機質でない、ぬくもりがある空間を実現した。

サステナブル木造建築物等先導事業(木造先導型) 詳細はこちら ▶ <http://www.sendo-shien.jp/04/>

再生産可能な循環資源である木材を大量に使用する大規模な木造建築物等の先導的な整備事例について、その具体的内容を広く国民に示し、木造建築物等にかかわる技術の進展に資するとともに、普及啓発を図ることを目的に国土交通省が実施する補助事業。先導的な設計・施工技術が導入される大規模な建築物の木造化を実現する事業計画の提案を公募し、その内、上記の目的に適う先導的な提案を国が採択し、事業の実施に要する費用の一部を補助する。

お問い合わせ先 ▶ 一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 〒107-0052 東京都港区赤坂2-2-19 アドレスビル5F <https://www.kiwoikasu.or.jp/>