

大阪・関西万博日本館の 建築設計と木材活用

株式会社日建設計 エンジニアリング部門 江坂 佳賢
構造設計グループ ディレクター

はじめに

大阪・関西万博は2025年4月13日～10月13日にかけて大阪・^{ゆめしま}夢洲で開催された国際博覧会であり、「いのち輝く未来社会のデザイン」をテーマに、世界の課題解決に向けた技術やアイデアを発信する場となった。様々な施設では、持続可能な資源である木材の活用が強く



写真① 大屋根リングと日本館(提供:経済産業省)

印象づけられ、会場のシンボルである大屋根リングは国産スギ・ヒノキ等を中心(国産材約7割・外国産材約3割)に、伝統的な^{ぬき}貫接合に現代工法を加えて構成された。また日本館では国産の Cross Laminated Timber¹(直交集成板、以下、「CLT」)を円環状に雁行配置(図6)して「循環」を表現し、解体・再利用を見据えた設計に取り組んだ。本稿では、この日本館の建築設計の特徴と木材活用について詳述する。

大阪・関西万博日本館の設計では、円環状に並ぶ CLT の構造体によって、「いのちのりレー」を体現した。最大の特徴は、円を描くように立つ木の板で、板と板の隙間から内部を見ることができ、内部と外部、展示と建築が連続し

てつながり、日本館のテーマにもある「あいだ」を来館者が意識できる仕組みとした。この木の板は、循環を象徴する材料であり、万博終了後に日本各地でリユースされることを前提に、転用しやすい規格・工法を採用した CLT で構成した。

建築概要

日本館はホスト国である日本政府がプレゼンテーションを行う拠点施設で

1: CLT: ラミナ (ひき板) を横に並べた後、その繊維方向が直交するように積層接着した木質材料。1990 年代中頃よりオーストリアを中心に発展し、日本では 2010 年頃から実用化に向けた検討や設計が始まった。CLT は厚さ 90mm (3 層 3 プライ)、150mm (5 層 5 プライ)、210mm (5 層 7 プライ、7 層 7 プライ) がもっとも一般的な寸法。(写真②・図 1 / 出典: CLT 建築物の設計ガイドブック)



写真② 使用した CLT の一例

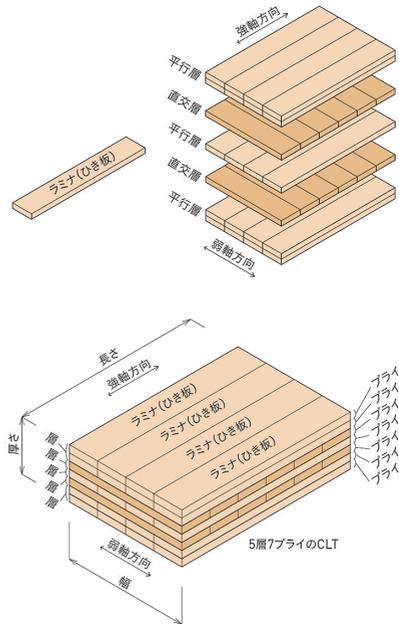
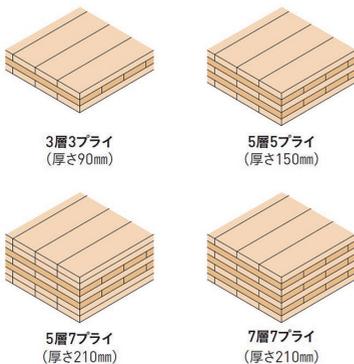


図 1 CLT 概要図 (引用: CLT 建築物の設計ガイドブック)



写真③ 日本館 外観写真 (提供: 経済産業省)

あり、2025年2月に竣工した。建築本体工事の発注者は国土交通省近畿地方整備局であり、建築デザイン・建築設計・展示内装設計(基本設計・実施設計)・プロジェクトマネジメント・工事監理を日建設計が行い、建築工事は清水建設が行った。

地上2階建て・地下なし、最高高さは約13.2m、敷地面積は約12,950m²、延べ床面積は約11,000m²となる万博パビリオンの中で最大規模の建物である。構造を鉄骨造とし、耐震要素としてCLTを採用した。(写真③、④)



写真④ 日本館 内観写真 (提供: 経済産業省)

建築コンセプトと木材活用「森のようなパビリオンを目指して」

木材は森から適切に伐採した後、新たな苗を育て循環することで、カーボンオフセットを促進する持続可能な資源であり、いのちの循環、サーキュラーエコノミーを象徴する。なかでもCLTは、小径木を薄板のラミナとして切り出し、積層させることによって大判を作り出す、木材活用の可能性を高める新たな材料だと言える。

日本館ではCLTを主とした約1,580m³の国産木材（熊本産、岡山産、高知産）の利用により、約1,060トンのCO₂を貯蔵した計算となる。さらに、今回使用されるCLTの一部は会期後に解体され、CLT再利用パートナー²として選定された自治体・企業により再利用されることで資材の循環が成されるスキームである。仮設建築物としての万博会期を考慮し、CLTへの塗装は最低限とし、木口面を除いて、屋内外共に表面を無塗装とすることで、解体後の再転用・再利用の幅を狭めない計画とした。

このような背景のもと、日本館のコンセプト「いのちと、いのちの、あいだに」に基づき、持続可能な材料として象徴的な

CLTを円環状に立ち並べることで、「いのちの循環」を建物としても体現しようと考えた。CLTによる板と板のあいだには、視線の通る隙間を設け、「外部と内部」、「展示と建築」とが連続して繋がり、循環とは異なるもう一つの「あいだ」を想起させることを企図した。最大約3m×12mのCLTを建物の円周方向に沿って配置し、CLTそのものが耐震壁となる計画とした。(図2、3)



図2 森林資源の循環イメージ

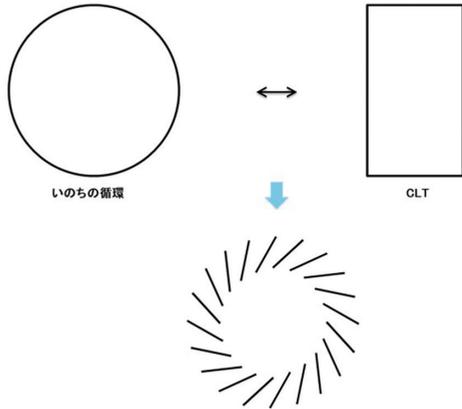


図3 日本館コンセプト

2: CLT 再利用パートナー (五十音順)

- ・自治体：茨城県境町、岡山県真庭市、香川県小豆島町、高知県、和歌山県串本町、
- ・企業：株式会社エヌ・シー・エヌ、株式会社奥村組、積水ハウス株式会社、大東建託株式会社、株式会社竹中工務店、日本ノボパン工業株式会社、西尾レントオール株式会社、ライフデザイン・カバヤ株式会社 (出典：内閣官房HP「大規模イベント等におけるCLT活用推進事業について」)

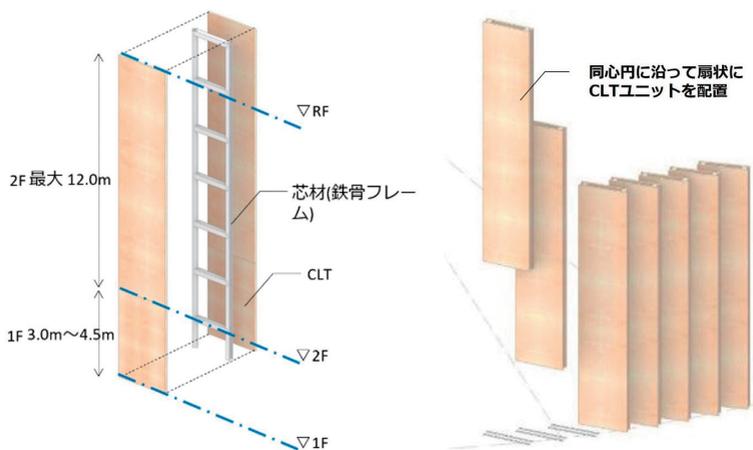


図4 CLTユニットの構成と配置

建物のデザインの観点では、装飾を排除した構成とし、国産、地場産の自然素材（木、三和土、砕石など）を用いた。また仮設建築という観点から施工しやすく、解体しやすい工法によって効率的に再利用・再資源化が可能となる材料及び工法によってデザインを進めた。

さらに展示計画と建築設計を一体的に進めるプロセスを経ることで、展示と建築の融合を図った。展示内容に応じて、自然採光の有無／屋内外／明暗／空間の大小など、様々な「展示環境」を作り、実体験として展示のストーリーを五感で感じることができると目指した。

構造概要「木で耐える」

構造種別は、自由度の高い展示空間の実現と、CLTを象徴的に表現することを両立させるために鉄骨造とし、耐震要素にはCLTを「現し（素材のまま）」^{あらわ}で用いたメリハリのある架構を形成した。シンプルな鉄骨の骨組みにより合理的に円形プランを形作った。そして、地震や強風に対して抵抗する役割となるCLT耐震壁を平面計画の外周・中間・内周部分に配置することで、バランスの良い耐震架構を実現した。さらに、個々のCLT耐震壁を雁行型（ジグザグ形状）に配列し、雁行方向は外周・中間・内周の各円周上において、相互に反転させている。これにより、あらゆる方向からの地震や

強風に対して CLT が機能している。この CLT 耐震壁は、①展示空間の領域区分機能、②建築物の内外壁の機能、そして③耐震要素という複数の役割を担っており、展示・意匠・構造が一体となる計画とした。(写真⑤、図 5、6)

特徴的な木材活用は耐震壁のみならず、床にも見られる。本敷地となる軟弱な埋立地盤への負荷の低減に配慮し、建物重量を削減することを目指し、構造用合板とデッキプレート（床用の鋼板）をビスで一体化させた床を設計した。デッキプレートに構造用合板を一体化させることで、歩行感の改善が期待できるとともに、従来の鉄筋コンクリートで構成された床に比べ、コンクリート硬化を待たず、床面を早期に施工できた。

デッキプレートと鉄骨梁^{はり}の接合は会期後に容易に解体ができるよう、溶接接合は行わず、タッピングドリルねじ（ねじ施工のための先行孔を設ける必要のないねじ）を用いて乾式で接合できるディテールとした。この統合型の床システムは主に展示空間の床面に利用しており、施工床面積の約 7 割程度に採用することで、コンクリート使用量を大幅に削減した。



写真⑤ 雁行する CLT 耐震壁

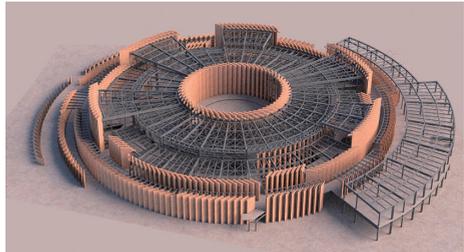


図 5 CLT と鉄骨による構造架構

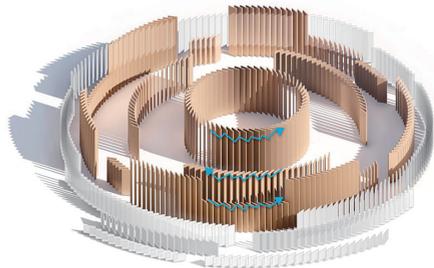


図 6 CLT 耐震壁の平面配置と雁行方向

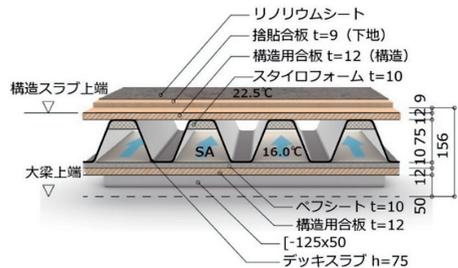


図 7 床構成イメージ

さらに、この床システムを設備計画にも適合させ、デッキと合板との間のスペースに冷気を循環させることで空調効果も得られる。(図7)

解体・再利用に配慮した CLT 耐震壁の概要

使用する CLT は会期後には解体の上、再利用等がなされる計画である。ここでは再利用に主眼をおいた計画のポイントを示す。

- ① 極力、大判かつプレーンな状態でそのまま使用すること
- ② 解体しやすいこと（鉄骨から容易に完全分離可能であること）
- ③ 解体分離後の CLT に異物が残らないこと

このため、CLT の加工を極力最小化し、部分的なもの(スリット、ルーター、孔空け)にとどめる計画とした。また、CLT の接合部には接着材を用いず、

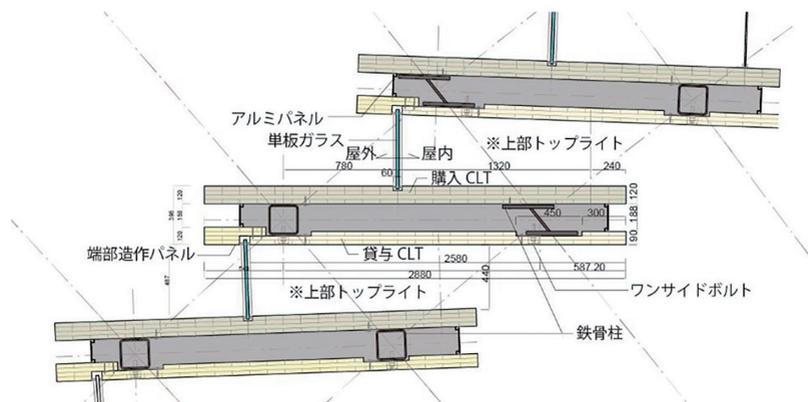


図8 CLT 耐震壁 外貼架構システム図・接合部詳細図

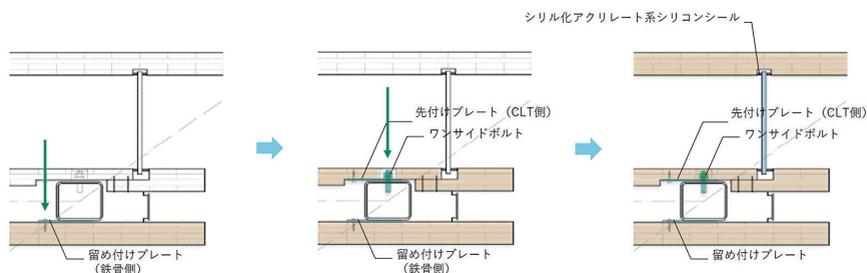


図9 CLT 耐震壁 施工手順概念図

ボルトやビスによる乾式接合のみを用いた接合システムを採用した。なお、本計画では鉄骨フレームを両側から CLT で挟みこむ構成になり、閉鎖空間では施工時に手が入らなくなるため、接合方法に大きな制約を受ける。そこで下記の施工手順による接合を計画した。(図 8、9)

屋外利用する CLT への配慮

外壁 CLT は雨水等からの保護を目的として 3 層 3 プライの CLT に保護層ラミナ 1 層を増張りし、 $= \perp =$ のラミナ構成としている ($=$: 平行プライ・ \perp : 直交プライ)。ラミナ構成が非対称であることから CLT の製造完了から現場取り付けまでの間に、反りが自然発生することが懸念された。発生した反りは接合ビスで鉄骨に引き寄せることで解消可能であるが、その際の強制変形により CLT に不具合が発生しないことをあらかじめ実大試験体の加力試験(写真⑥)で確認した。試験の結果、スパン 1.75m に対して 13mm 程度の面外変形を与えても弾性挙動を維持することが確認できたため、これに安全率も踏まえて反りの限界許容差を 7mm と設定し、現場での管理を行った。



写真⑥ CLT 面外曲げ実大試験体の載荷状況

おわりに

本稿では、大阪・関西万博日本館における建築設計と木材活用の取り組みについて紹介した。資材の再利用を実現するためには、計画・設計段階から解体性や再利用性を確保しておくことが重要だと考える。今後こうした取り組みをさらに発展させるためには資材再利用時の品質評価方法や再利用可能な条件の明確化、さらにそれを支える法整備が重要になると言える。

[参考資料及び引用先]

- ・ EXPO 2025 大阪・関西万博公式 Web サイト 日本館
(<https://www.expo2025.or.jp/domestic-pv/japanese-government/>)
- ・ EXPO 2025 大阪・関西万博公式 Web サイト 大屋根リング
(<https://www.expo2025.or.jp/expo-map-index/main-facilities/grandring/>)
- ・ 「佐藤オオキの総合プロデュースと日建設計の建築デザイン」“architecturephoto” 2025.6.10
(<https://architecturephoto.net/232231/>)
- ・ 公共建築協会「大阪・関西万博日本館」
(https://www.pbaweb.jp/img/content/02-011_kinki-mlit-EXPO_v01.pdf)
- ・ 再利用パートナー：選定された自治体
(http://clta.jp/wp-content/uploads/2021/04/sairiyou_chi.pdf)
- ・ 再利用パートナー：選定された企業
(http://clta.jp/wp-content/uploads/2021/04/sairiyou_ki.pdf)