耐火木造による省 CO_2 の先導モデルを実現する

東部地域振興ふれあい拠点施設
株式会社 山下設計

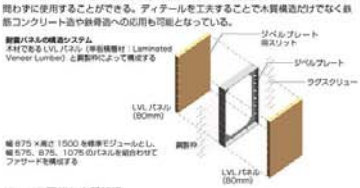
日本は自然環境に恵まれ豊かな森林資源を有している。そのような場所に建築を建てるのであれば、木造建築の可能性がもっと拡大されるべきである。また、日本の自然風土の根幹を支えている自然生態系の循環システムの保全・再生や、低炭素社会の実現という、現代社会が抱える大きな課題を解決するキーテクノロジーの１つとして「耐火木造の技術」を位置づける必要がある。
私たち建築家は、大規模な建築や耐火性能が求められる建築をつくる時、その構造を木造にしようとは考えない。2000 年 6 月の改正建築基準法施行により、木造による耐火建築物が建設可能となったが、その普及には耐火木造工法の一般化が大きな課題となっている。「木は燃える＝耐火建築は不可能」という、私たちの先入観を払拭することが求められているのではないかと考えた。
そこで、私たちが目指したのは、鉄やコンクリートと同レベルで工法を選択できる耐火木造である。つまり、在来工法のような一般解としての耐火木造を実現したいと考えたのである。
今回の計画では、最上階の 5、6 階を木造としたが、鉛直力のみを負担する 3.5 × 7.0m スパンの木の軸組と、水平力を負担する外周部および中庭に配置した LVL パネルによる耐震フレームの組合せによる構造とし、さまざまな建物に応用できる汎用性を獲得することとした。
木質架構は、在来軸組工法による柱と梁の単純な組合せで構成している。柱梁接合部をピン接合により構成し、木質部材を分解することができるディテールとして、新たな建物の構造部材としてリユースすることができる構成になっている。そして、室内レイアウトの自由度を生み出す建物外周部に配置した市松状の耐震パネルが、外観デザインの特徴を形成している。最終的には約 50 × 50m の平面形の中に、約 3ha の森に蓄積された量と同等の炭素が蓄積された。設備的には井水を空調熱源に数次利用するシステムを構築し、環境性能を高めた計画とした。１次利用では鋼製ラジエーターに井水を直接流す輻射空調に、２次利用ではヒートポンプでさらに熱を汲み上げ輻射空調に、３次利用では水盤の修景用の水源とし、最終的にはトイレ洗浄や散水に利用している。他には、太陽光発電（100kw）、冬季の輻射パネルやデシカント空調用の太陽光集熱パネル、地熱利用システムなどの採用により、運用時 CO_2 の 59% 削減を実現した。

大規模耐火木造

本建物は、延べ面積約 1 万㎡の 6 階建て耐火建築物である。
4 階以下を鉄骨造とし、人工地盤に見立てた 5 階床の上部２層を木造としている。耐震パネルを市松状に配置することで、地震時において効率よく剛性を確保し、開口枠組みに生じる変動軸力を打ち消しあうようにした。
2 層にわたる耐震パネルの枠組み脚部を人工地盤に取り付けることで、木質構造部と耐震パネル接合部の応力伝達を容易にしている。柱梁の組み方は、合せ梁にジョイスト梁を掛け渡した明快な架構形式を採用した。柱梁接合部はピン接合とする。耐震要素をこれとは別に設置することにより、柱梁の負担は鉛直荷重のみとなり、部材の小断面化が可能となる。また、耐震パネルは鉛直荷重を負担しないため、耐火被覆が不要となる。このため、室内では直接木材に触れることができる。

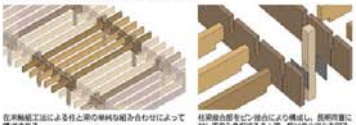
地震力を負担する耐震パネル

建築物が大型化することに伴い、地震時に発生する水平力も大きくなる。
これまで、大きな水平力に耐えられる木質の耐震要素の開発が遅れていたことが、耐火性能の以外の問題として、大規模木造建築物を建設する妨げになっていた。従来の木質材料を用いた耐震要素は、一般的に構造用合板を釘等で接合したものが多く、主に接合部の耐力で耐震要素の耐力が決まっていた。
本建物で用いた応力伝達機構は、接合部で耐力が決定されずに、部材自体の耐力を 100% 発揮できるような比較的単純な構造とした。この耐震要素は設計者、施工者を問わずに使用することができる。ディテールを工夫することで木質構造だけでなく鉄筋コンクリート造や鉄骨造への応用も可能となっている。



リユース可能な木質架構

柱・梁取合部を解体に配慮したディテールとすることで、設計者、施工者を問わず使用できる汎用性をもち、将来の建物解体時に分解し分別しやすいものとなる。木質部材に材種や性能を表示することで、新たな建物の構造部材の一部としてリユースすることが可能となる。
木材をリユースすることで、建物の寿命が終わった後も木材が焼却されることなく、より長時間【炭素を固定化】することができる。

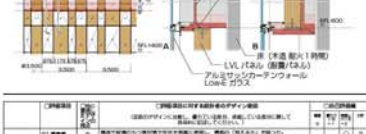


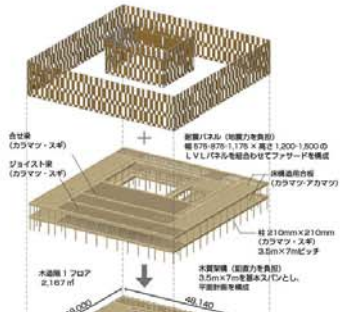
在来軸組工法による柱と梁の単純な組み合わせによって構成される
モジュールを拡張することで高層な平面も可能にする

柱梁接合部をピン接合により構成し、長期荷重に対してのみ負担することで、部材の小断面を図る
木質部材は建物解体時に分解することができ、新たな建物や家具としてリユースすることができる

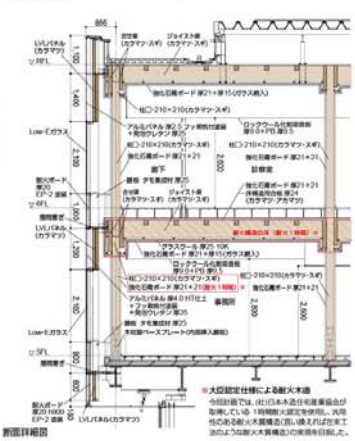
屋根図面部のディテール

建物は耐震パネルの外側をアルミサッシのカーテンウォールで覆う計画としている。北面はカーテンウォールのガラス越しに耐震パネルの木材を見ることができる。
カーテンウォール部分には高さ 900 の区画ラインを設け、層間区画を行なった。





木造全体構成図


866
LVL パネル
(カラマツ)
ジョイスト梁
(カラマツ・スギ)
Low-E ガラス
石膏ボード
ロックウール化粧断熱材
ALC パネル
ラグスクリュー
LVL パネル
(カラマツ)
ロックウール t50
SFL+400
SFL+400
SFL+400