

楽器のような建築を目指して

— 桐朋学園^{むねつぐ}宗次ホールにおける事例 —

前田建設工業株式会社 建築事業本部建築設計第1部設計第1グループ チーフアーキテクト 谷田 央治



写真1 桐朋学園宗次ホール

1 はじめに

東京都調布市にキャンパスを据える桐朋学園音楽部門は、世界的に有名な音楽家を数多く輩出する日本屈指の音楽学校として知られ、2021年世界の音楽コンクールの最高峰である「ショパン国際ピアノコンクール」において、桐朋学園卒業生2名が同時入賞し話題になったことは記憶に新しい。70年前から続く伝統ある熱心な音楽教育のもと、このように優秀な学生・卒業生が数多くいる一方で、その教育にとって重要な施設環境は他の音楽学校と比べ決して充実しているとは言えず、およそ8年前から調布キャンパス（2014）、仙川

キャンパス1期工事（2017）、と二つのキャンパスにおいて順次校舎の整備が進められた。そして今回、桐朋学園が長年待ち望んだ音楽ホールを、純木造にて建設するに至った。

この音楽ホールを木造で建設することは桐朋学園からの強い要望によるものであったが、その理由は主に2点。一つは、先に整備された調布キャンパス（日建設計）と仙川キャンパス1期工事（隈研吾建築都市設計事務所・前田建設JV）がそれぞれRC造、木造で建設されており、それら二つの異なる構造形式の施設を教職員・生徒が使う中で、木造が持つ温かみや親しみやすさ・安心感が、特に神経を張り詰める音楽の学びの場には適していると体感したことが挙げられる。そしてもう一

つは、ヨーロッパに代表される音響の秀逸な音楽ホールが木造建築であることが多く、日本では極めて事例の少ない木造音楽ホールを先駆的に導入したいという意向がその理由であった。特に今回は純木造であることはもとより、音楽ホールを「木材現し^{あらわ}」で実現したいとの強い意向があったことから、都市部における防耐火要件をクリアし、同時に周囲の都市騒音を遮った上で良質な音響性能を獲得することが、最大の課題となった。



写真2 建物全景



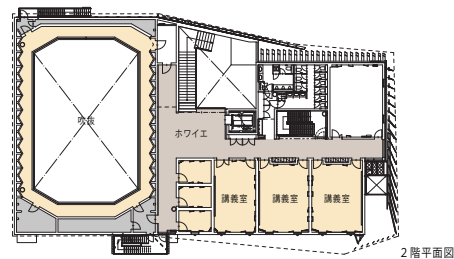
写真3 鳥瞰 (手前宗次ホールの左上が1期建物)

基本設計・デザイン監修として参画した隈研吾建築都市設計事務所の発案により、CLT現しによる木造音楽ホールという、世界に類を見ない音楽ホールを計画することになったため、その建築を実現すべく相応の体制が組まれた。構造監修にホルツストラ、音響設計監修としてホール音響に精通する唐澤誠氏が参画し、実施設計・施工は中大規模木造の実績を複数持つ当社とともに木材に精通する住友林業が共同企業体として取り組んだ。

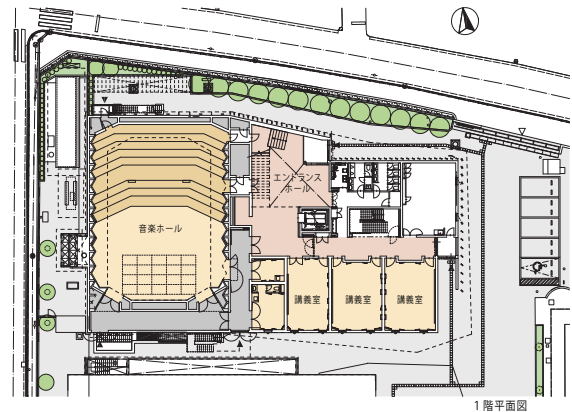
2 建物の概要

準防火地域に位置する仙川キャンパスの一角に

建設されたこの施設は、地上3階建ての純木造建築物である。建物全体は大きく教室棟とホール棟に分かれ、どちらも木造軸組工法を基本とし、ホール棟では壁と屋根にCLTを採用している。延床面積が1,500㎡を超えることから、みなし別棟(昭和26年建設省通達)を適用し、教室棟をメンブレン型の耐火構造、ホール棟をメンブレン+燃え代の準耐火構造とすることで、ホール棟のCLTを現しで用いることを実現している。建築基準法改正で追加された延焼防止建築物(令和元年6月25日施行)の可能性も模索したが、スプリンクラーの



2階平面図



1階平面図

図1 1階及び2階平面図

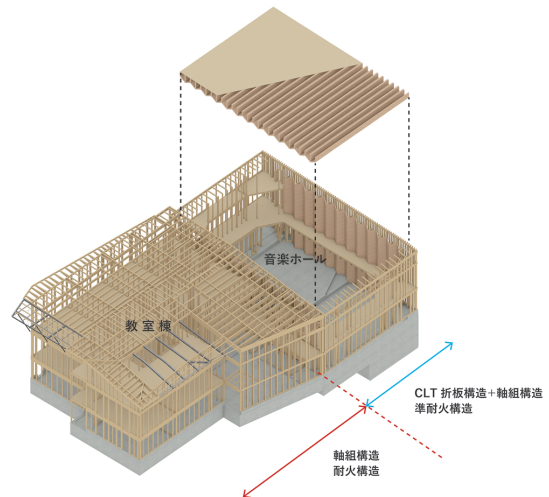


図2 構造モデル

設置が必須であることから、音楽家の命とも言える楽器の水損を避けるべく採用は見送られた。

3 17mスパンの音楽ホールを実現する CLT折板構造

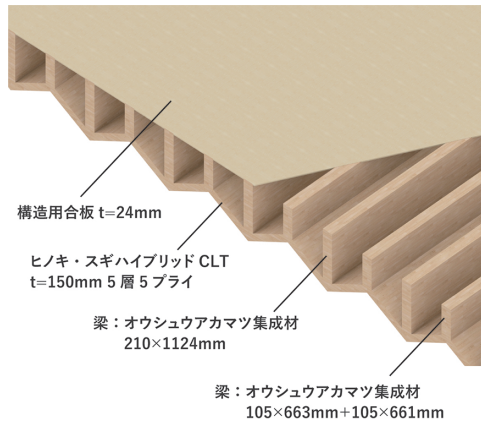
施設の象徴となる音楽ホールは高さ10m、幅17m、奥行21.5mの気積を持ち、音響効果の側面からシューボックス型が採用されている。座席数は可動席も含めると最大234席となり、ホールとしては決して大きな規模ではないものの、二管構成の演奏を可能とする舞台の大きさを計画の基本としていることから、舞台と客席が1：1という非常に珍しい形式となっている。これは、このホールが集客目的ではなく、あくまで音楽学生の学びの場・修練の場であるという、教員サイドの強い思いによるものであった。無柱空間とする必要があるホールはCLTと集成材等を組み合わせた複合部材とし、折り紙にヒントを得たCLT折板構造による壁と屋根を構成することで17mの大スパン木構造を実現した。軸組材となる集成材はオウシュウアカマツを使用しており、それらを覆うよ

うに波型に設けられたCLTは柱では座屈拘束要素として、また梁ではたわみ抑制のための剛性増大要素として寄与している。およそ30°の角度で配置されたCLTは現しで使用される特性上それらが即ち内部の仕上げになり、同時に特に音楽ホールにおいては音響性能を左右する大きな要素になるため、音響シミュレーションによる検証に基づきその角度が決定された。CLTは表層をヒノキとするヒノキ・スギのハイブリッド材が用いられ、壁は3層4プライの厚み120mm、屋根材は5層5プライの厚み150mmとなり、現しで使うことで準耐火構造の燃え代層も兼ねている。

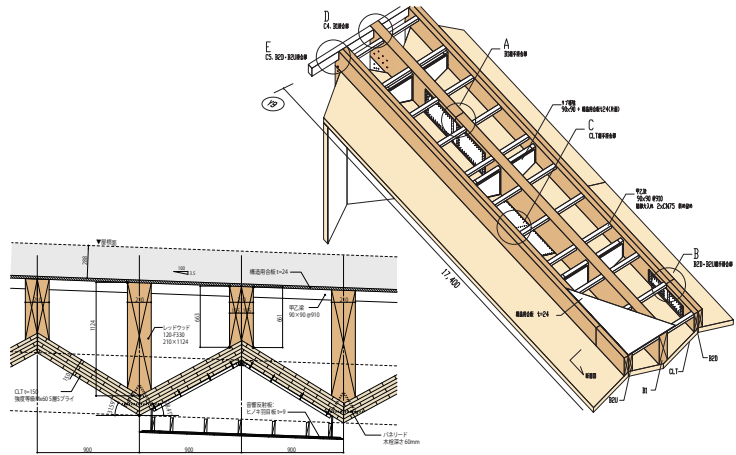
本稿タイトルで「楽器のような建築を目指して」と銘打ったが、ピアノやバイオリンを始め多くの楽器は木でつくられている。それらは形自体が音を出すために最適な形状をしており、同時にそれ自体が楽器そのものの構造体であり、造形美にもなっている。この桐朋学園宗次ホールのCLTは正にそれらの楽器に倣い、前述のとおり防火・構造・音響を一体的にデザインすることで音楽ホールを成立させている。



写真4 音楽ホール内観



i + 軸組構造



屋根断面詳細図

図3 左：ホール屋根部構成図 右：ホール屋根複合構造断面及びアイソメトリック

4 木造遮音という高いハードル

桐朋学園宗次ホールは、ソルフェージュを始めとする音楽の授業、更には演奏を行うという施設の特性上、当然ながら遮音については十分に配慮すべき事項であった。竣工に至るまで、我々は遮音に関していくつものハードルを越える必要があったが、特筆すべきは木造建築での高遮音の実現という、その材料特性とは相容れない性能の達成であった。世の中に特にCLTを用いた高遮音の木造建築事例が極めて少ない中、桐朋学園の要望に沿えるよう、教室の壁を始めホール外壁、廊下との界壁など、複数個所の遮音壁に関して前田建設工業ICIラボにて試験体を作成し遮音実験を重ねた。音はデータや数値だけではなく実際に耳で聞いた体感によって個々の感じ方が異なることから、実験の際には学園教職員や学生に立ち会っていただき、持ち込みの楽器で演奏することで、単なる数値目標達成の確認のみならず、音の透過具合の認識を関係者全員で共有しながら計画を進めた。

ホール外壁面は室内許容騒音NC-15を前提とした高い遮音性能が必要となるため、単層壁になる長辺外壁には構造躯体壁の外側に、個体伝搬を防ぐべく構造壁と縁を切った遮音壁を2層設けている。高さ約10mの壁となるため木軸躯体壁から遮音壁受けの支持鋼材で接続する必要があるが、金物全箇所防振ゴムを設けることで浮き壁構造を実現している。



写真5 前田建設工業ICIラボ



写真6 ICIラボでの遮音実験実施主立会い

5 木造現しの音響設計

ホール音響機能に不可欠とされる「質のよい響き、静粛なる室環境」を目指し、特に残響時間RT約1.8秒/500Hz、室内許容騒音NC-15の2点の値を目標に音響設計がなされた。ホールのCLTによる折板構造は、構造材及び内装材として音響性能に大きく関与する。約30°の角度をもって波型に繰り返すCLT構造拡散体は固有な周波数における反射拡散音が強調される懸念があ

るため、1/30スケールモデルによる音響実験を実施し、最適な反射拡散体が計画された。

CLTの面重量は約60~75kg/m²であり、十分な高遮音は極めて困難であることから、乾式板状材と複合した構造が必要となる。多層板状材遮音構造には低音域において共鳴透過が、中~高音域でコインシデンス透過が発生しやすいことから、振動絶縁と多孔

質材充填により遮音壁を形成した上で、内装壁の吸音・音響拡散面を最適化することで、日本屈指の音楽学校の教育の場に耐え得る高品質な音響空間を実現している。

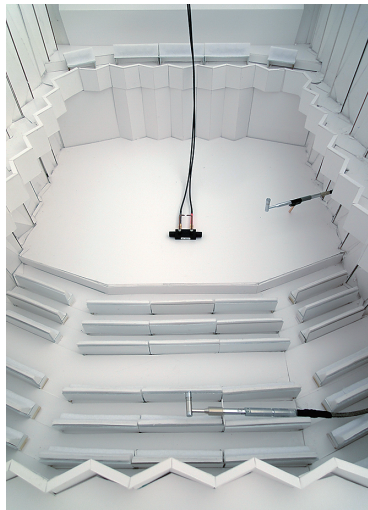


写真7
模型を用いた音響シミュレーション
検討途中段階の模型。バルコニー手摺等、最終形状とは異なる。

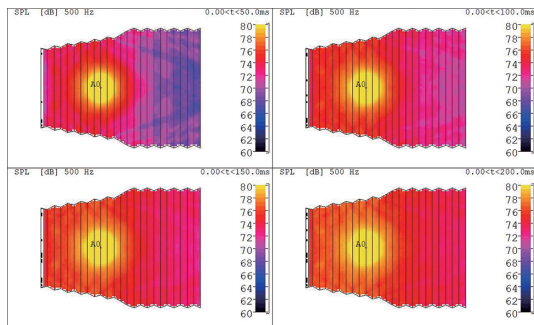


図4
ホール内音圧レベル分布の推定資料「対象周波数500Hz」
・直接音+初期反射音の音圧レベルを0~50ms（左上）、0~100ms（右上）、0~150ms（左下）、0~200ms（右下）4種類の時間幅においてシミュレーションし場所毎の音圧の均一性を確認した。
200msにて音圧レベルがほぼ均一であることが窺える。



写真8 CLT折板と音響拡散体からなるホールとなったが、木造現しの実現や木造の遮音、音楽家が納得する音響空間の実現等、始まった当初は課題が山積みであった。建築への木材利用が加速する昨今、中大規模木造においても年々法規的な緩和が進む傾向にあるが、それでも都心部で木構造体を現しで使用することは一定のハードルが存在することも事実である。しかし時に“施主要望”という特殊条件が高いハードルを越える原動力になることも事実であり、今後はそれら事例の集積や様々なビルディングタイプでの木材利用のチャレンジの先に、更なる木材利用推進の可能性が開けることが期待される。

【データシート】

I 建物	
主要用途	大学
建築面積	1,340.02㎡
延床面積	2,392.59㎡
構造	木造、一部鉄筋コンクリート造
発注者	学校法人桐朋学園
設計者	隈研吾建築都市設計事務所（デザイン監修） 株式会社唐澤誠建築音響設計事務所（音響設計） 前田建設・住友林業共同企業体（実施設計）
施工者	前田建設・住友林業共同企業体
竣工	2021年3月
II 木材使用	
使用部位	柱、梁、屋根、壁、床、仕上げ
使用量（m ³ ）	1,056m ³ （うちCLT148m ³ ）
樹種	オウシュウアカマツ、国産カラマツ、杉、ヒノキ
産地	熊本県、岡山県、奈良県、愛媛県
加工工場	銘建工業株式会社（岡山県真庭市） 株式会社中東（石川県能美市）
III その他	
国土交通省平成30年度サステナブル建築物先導型事業（木造先導型） 第25回木材活用コンクール 優秀賞（日本木材青壮年団体連合会会長賞） 令和3年度木材利用優良施設コンクール 林野庁長官賞 第4回COFI木造建築デザインアワード 大型木造部門 入賞 ウッドデザイン賞2021 入賞	

6 おわりに

桐朋学園宗次ホールは、都心部でのCLT木造としてはその用途の特性も相まって先駆的な事例