

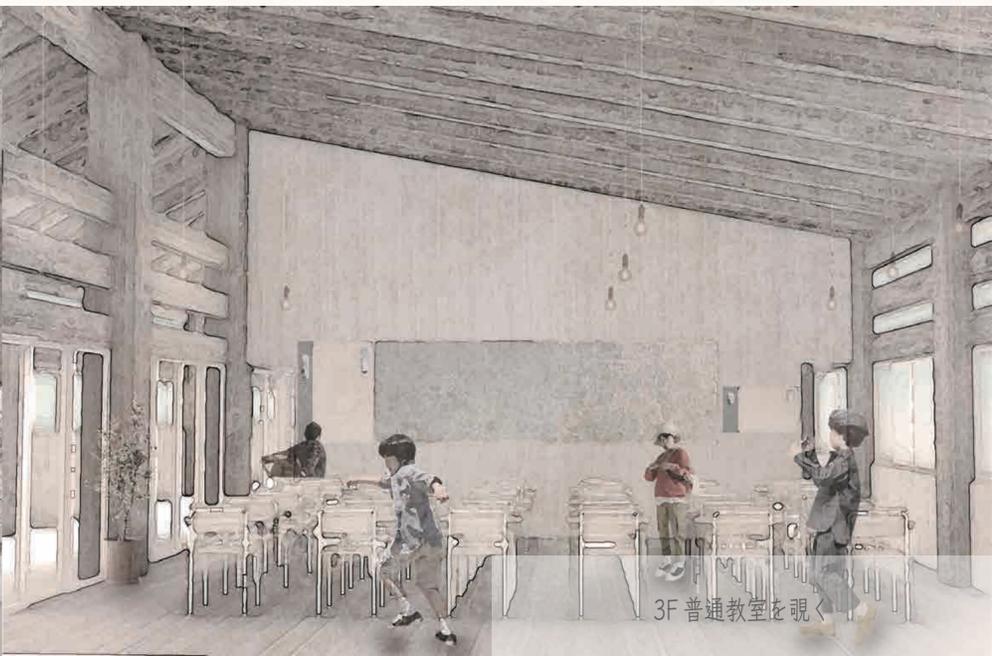
伝統工法を用いた長寿命化建築の提案
Proposal of long-life architecture using traditional construction methods



オープンスペースと廊下を覗く



2F 普通教室を覗く



3F 普通教室を覗く

01 設計背景

01_1 伝統構法の可能性

水平架構
鉛直架構

日本は、古来より森林と密接な関係を持ち、木造建築は、縄文時代より人々の生活・多様な風土・災害に対して、変化し適用してきた。水平力に対しても、片持ち柱や傾斜復元力、貫構造と時代が流れるとともに構造形式も変化している。明治時代以降、近代建築・構造力学が導入や筋交い・耐力壁の採用により、伝統構法を用い水平力に抵抗する建築は数を減らしている。しかし、近年伝統構法と現代の技術を組み合わせて架構提案する建築作品が姿を現す。そこで、**伝統構法と現代の技術を組み合わせることで従来に無い新しい木造架構が提案できるのではと考える。**

02 架構検討

02_1 構造的特徴

貫による骨組み構造とは、柱に貫通した孔をあけ、梁を通し、楔で固めた構造である。柱木口が貫仕口にめり込み、**モーメントによって抵抗**することができる。貫の継手は柱内部に設ける真継が一般的である。真継は通し貫に比べて、**剛性・耐力が5~8割程**となる。長い材の入手や施工の難しさから通し貫の採用は少ない。

02_3 木材利用の促進のためには

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、公共建築物の木造化が進められている。しかし、木材の自給率は今だに**40%と低い**。さらなる自給率の向上と中大規模の木造化を促進するため、**特殊な工法・材を用いず、地域流通材を用いた容易な工法を提案する必要がある。**

02_4 架構提案

ここで、**重ね材・束ね材を用いた貫構造の提案**を行う。重ね材・束ね材は、部材や断面に限界のある規格製材をビスや接着剤を用いて構成されるため、**大スパンや燃えしろの確保**に必要な断面で構成できる。また、貫の加工・施工の簡略化を行うと同時に、様々な立地条件でも構成を可能とする。柱4mスパンのユニットでの解析を行い安全性を確保している。

02_5 架構構成

束ね柱を二枚用意し、重ね梁を通す位置を開けて束ねる。開けた位置に重ね梁を差し込み、楔で固定する。重ね梁で構成するため、柱内部での複雑な継ぎを行う必要がなく、通し貫と同様に通すことができる。そのため、**加工の簡略化と工期の短縮化**ができる。

03 学校建築

03_1 提案

本システムの有効利用として、戦後、量的整備されたRC造によって建てられた小学校は、**耐用年数・耐震性能**に問題があるものが多い。そのため、既存校舎の有効利用と環境性能の配慮、伝統構法と現代の技術を結びつけた木造架構形式による建て替え計画を提案する。

03_2 学校施設の問題

全国の子童数と学校数の推移

少子化の影響により、児童数は年々減少している。それに伴い、学級数の減少による小規模校化・余剰教室の増加し、**児童数と施設の規模にずれ**が生じている。そのため、量的整備された学校施設に対し、施設規模の適正化・長寿化を考慮した木造化を行う必要があると考える。

03_3 ダイアグラム

量的整備された一般的なRC造校舎に対して、1階・コア部を除き上階を**減築**する。上階を新たに**木造で再構築**する。それにより、建物の軽量化を図り、地震時に有利に働く。学校施設は延床面積が3000㎡を超えるため、既存校舎を一部耐火建築物として残し、別棟解釈を用いて、**1時間準耐火構造**を実現する。

03_5 タイプ別プラン

1階プラン：既存RC造校
2階プラン：既存RC造校

量的整備された一般的な片廊下式の学校施設であり、均質化された空間が広がる。既存RC造校舎の形状・学校規模・現代の授業の多様化にあわせたプランを計画・木造化を図る。

1. 小規模校タイプ
2. 適正規模校増築タイプ1
2. 適正規模校増築タイプ2

学級規模数が小規模である学校施設に対しての提案である。小規模校タイプは、学級数が11クラス以下である学校を指す。学級数の減少により、普通教室などに余りが生じる。余剰となった教室をオープンスペース等の共有スペースとして利用できるように計画する。建物の軽量化により耐力壁を減らすことができ、教室間の壁を減らせる。自由な行き来をすることができる動線が生まれ、空間に開放性が宿る。

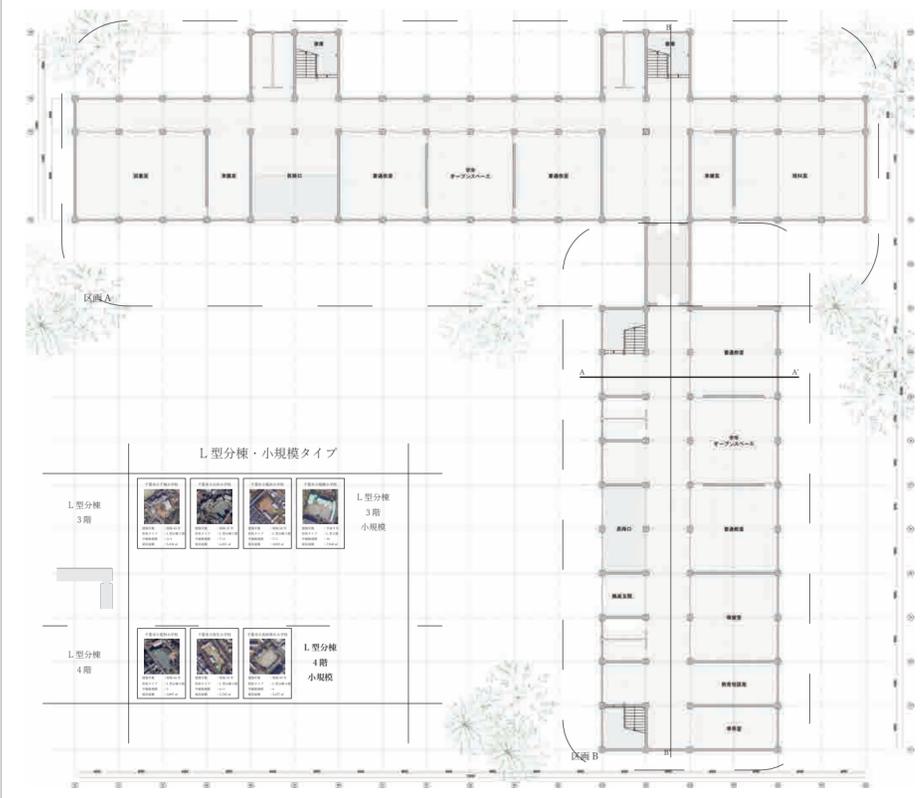
学級数が適正規模である学校施設に対しての提案である。適正規模校タイプは、学級数が12~24クラス以下である学校を指す。このタイプは、現代の授業の多様化等に必要に合わせて、各普通教室前にオープンスペース等の共有スペースとなる場所を増築する計画である。既存校舎の配置により、OSの増築箇所を変更することができる。増築の際は、エキスパンションジョイントとする。

03_4 既存校舎リサーチ

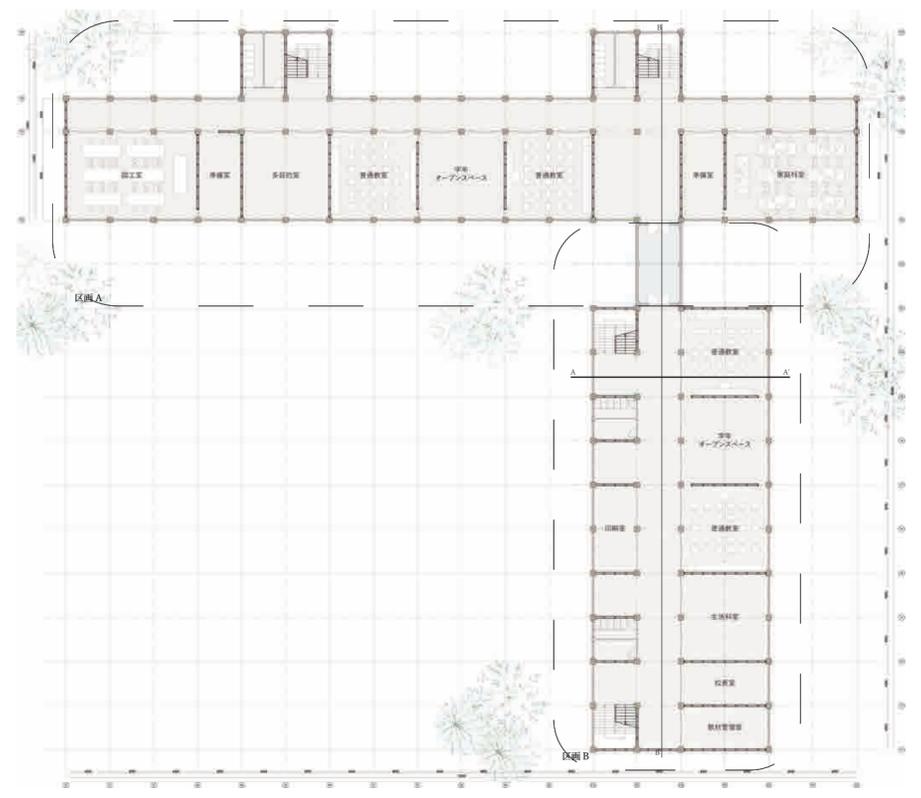
量的整備された既存校舎の形状・規模・階数で下記の既存校舎の調査を行いグループピングする。横軸に形状、縦軸にクラス規模数で分類を行う。量的整備された学校は、3階または4階で構成され、児童数の増減に合わせて、分棟を増築しているケースが見られた。グループごとに対して、長寿化規模の適正化させるため木造建築としてのプロトタイプとなる計画を行う。プロトタイプの提案を行うことで、パターン化された全国に広がる量的整備された学校建築に対して、簡単に木造化した計画を当てはめることができ、今後更新時期を迎える学校建築の木造化の先駆けになると考える。

04 設計提案 L型分棟タイプ (上段: 小規模校タイプ・下段: 適正規模校タイプ)

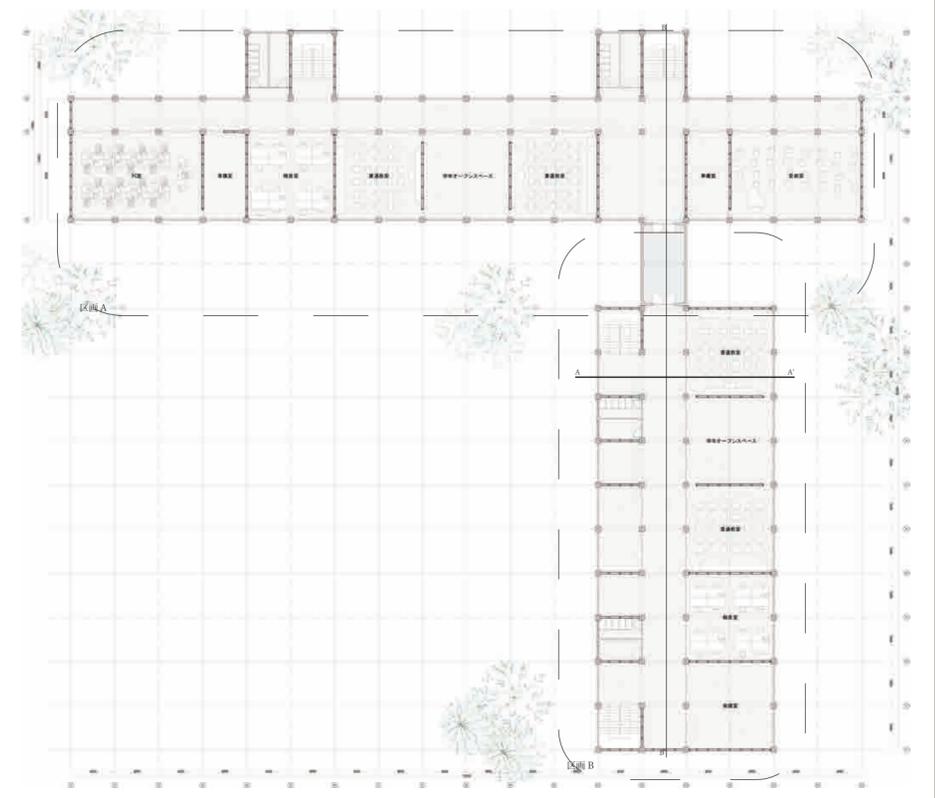
1F 平面図



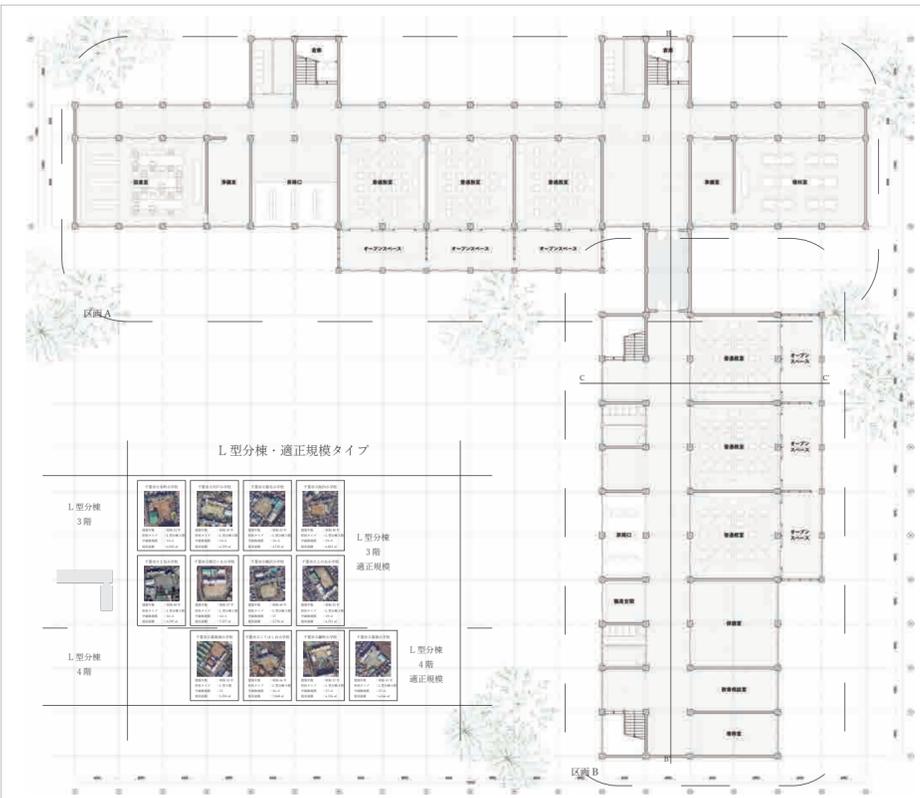
2F 平面図



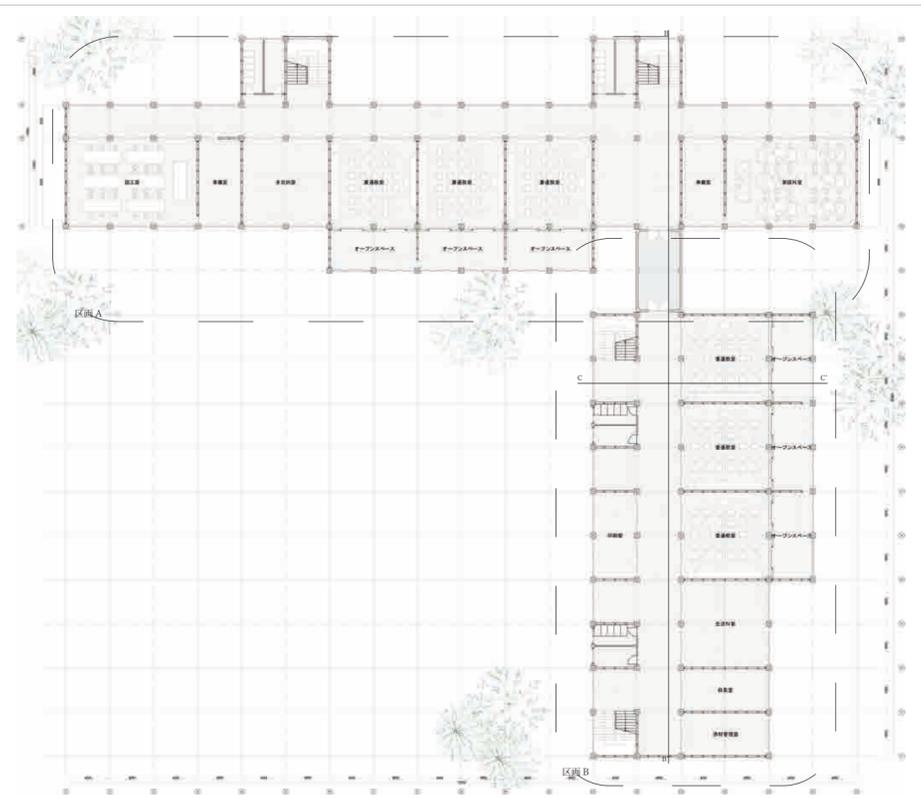
3F 平面図



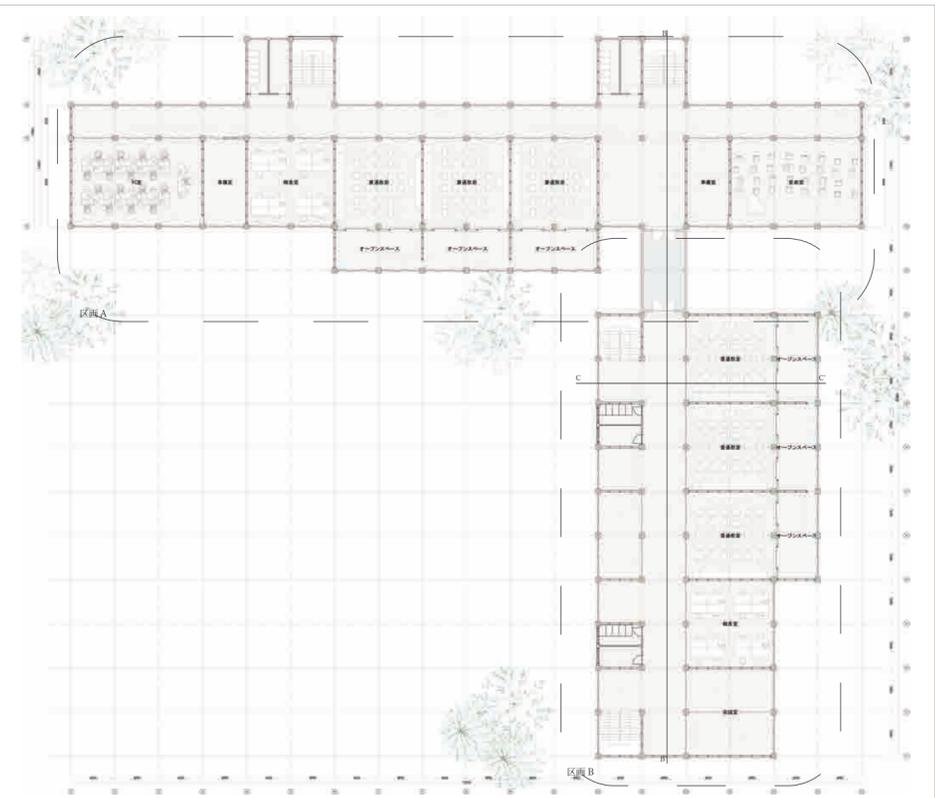
1F 平面図



2F 平面図



3F 平面図



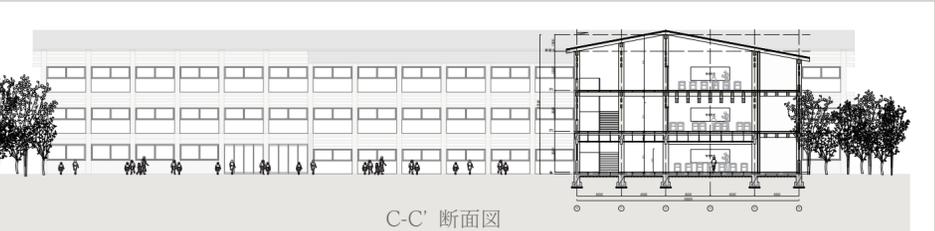
A-A' 断面図



B-B' 断面図

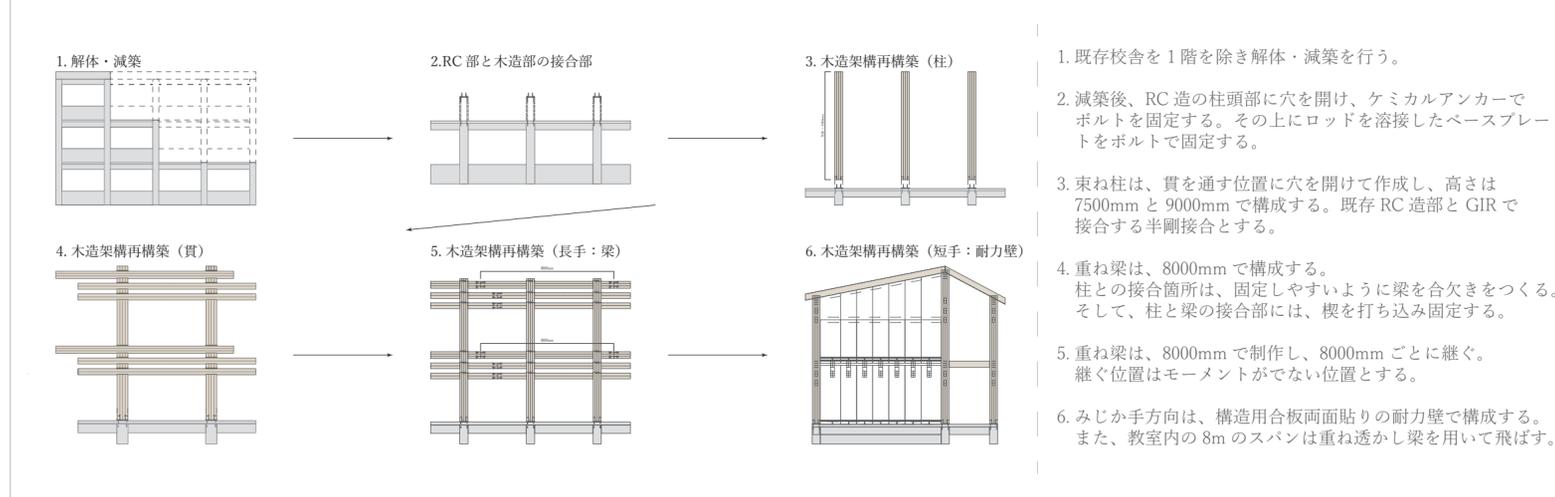


C-C' 断面図

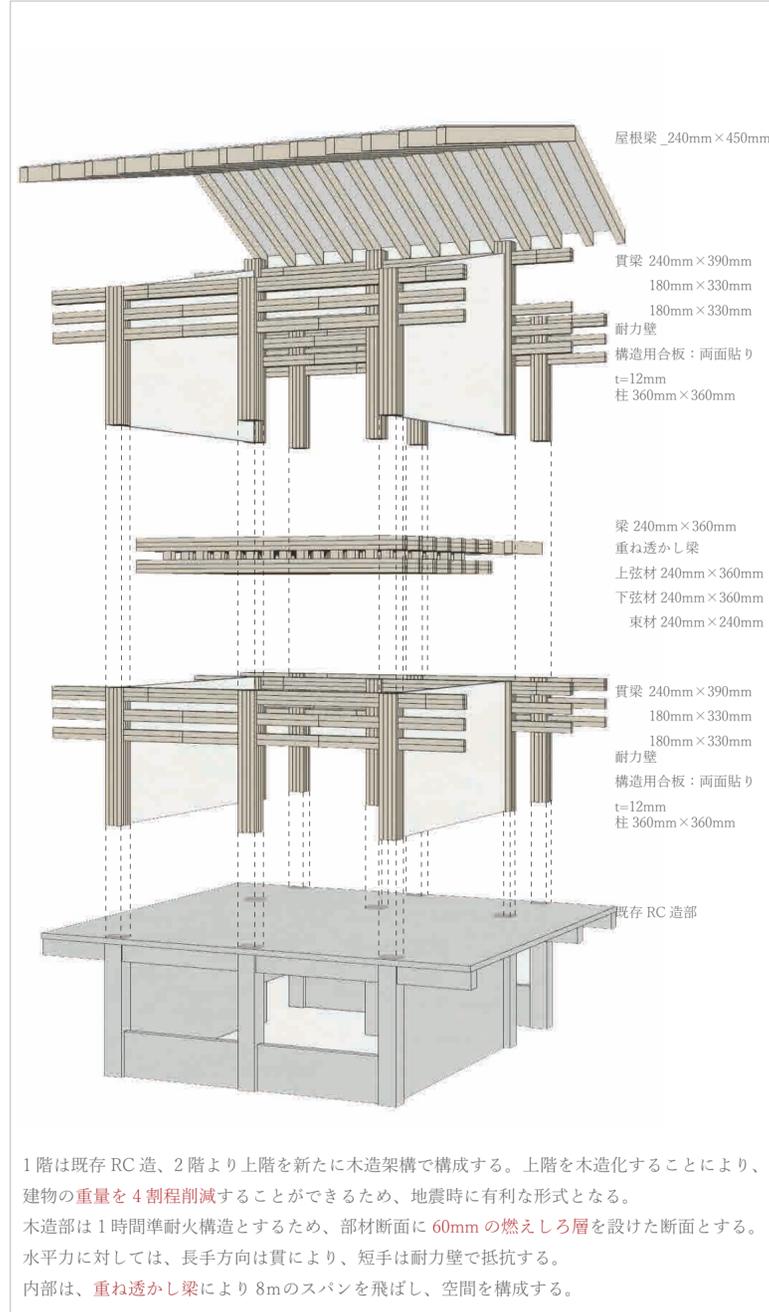


05 構造計画

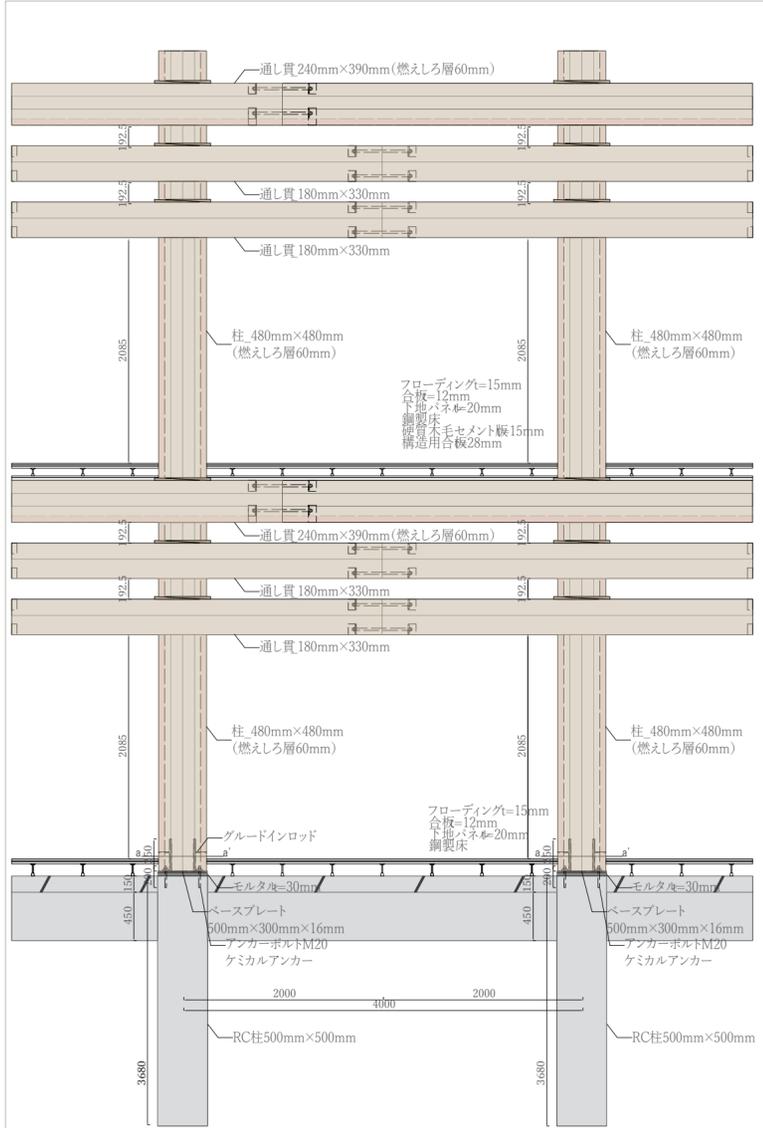
05_1 施工手順



05_2 部材構成



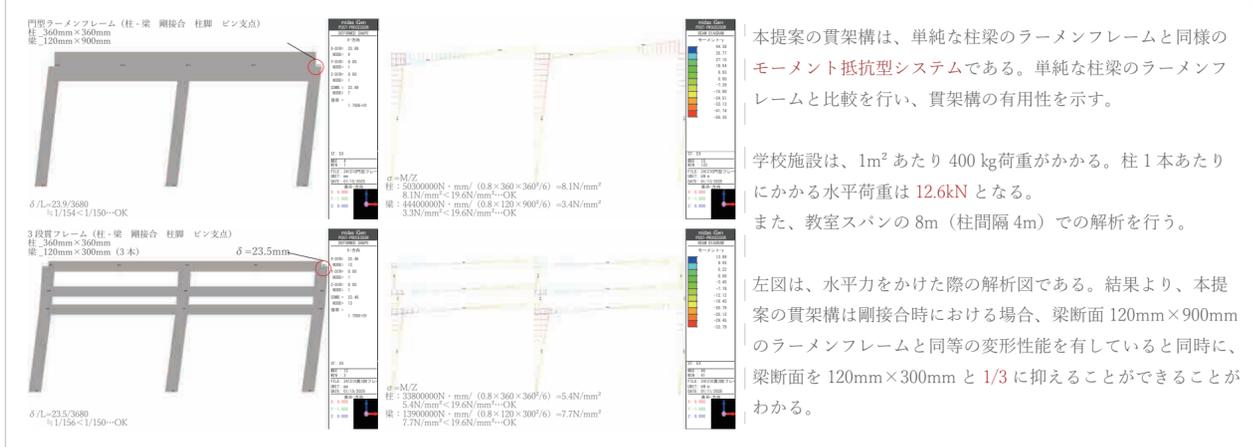
05_3 接合詳細図



RC造部と木造部の接合部は、グルードインロッドによる接合を行い、半剛接合とする。回転剛性を考慮し接合部を検討する。

梁の継ぎ部はモーメントが出ない位置で乾式接合で構成することで、施工の簡略化・工期の短縮を図る。三段あるうち上段のみ、長期荷重がかかるため、継ぎ部分を長期荷重のモーメントに合わせて、位置をずらす。また、上段のみ燃えしろ層を設けた断面とする。

05_4 構造解析 (比較)

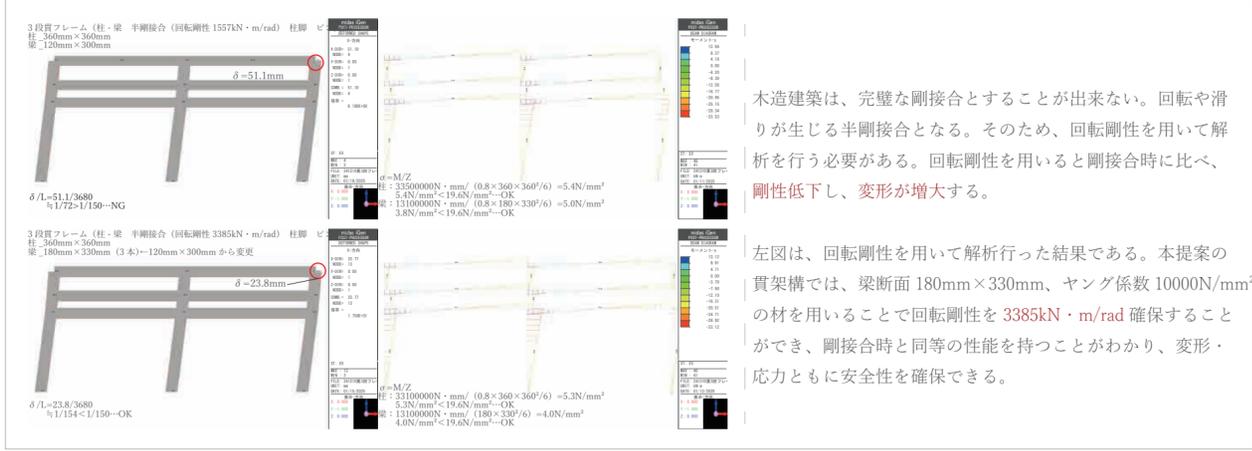


本提案の貫架構は、単純な柱梁のラーメンフレームと同様のモーメント抵抗型システムである。単純な柱梁のラーメンフレームと比較を行い、貫架構の有用性を示す。

学校施設は、1m²あたり400kg荷重がかかる。柱1本あたりにかかる水平荷重は12.6kNとなる。また、教室スパンの8m(柱間隔4m)での解析を行う。

左図は、水平力をかけた際の解析図である。結果より、本提案の貫架構は剛接合時における場合、梁断面120mm x 900mmのラーメンフレームと同等の変形性能を有していると同時に、梁断面を120mm x 300mmと1/3に抑えることができることがわかる。

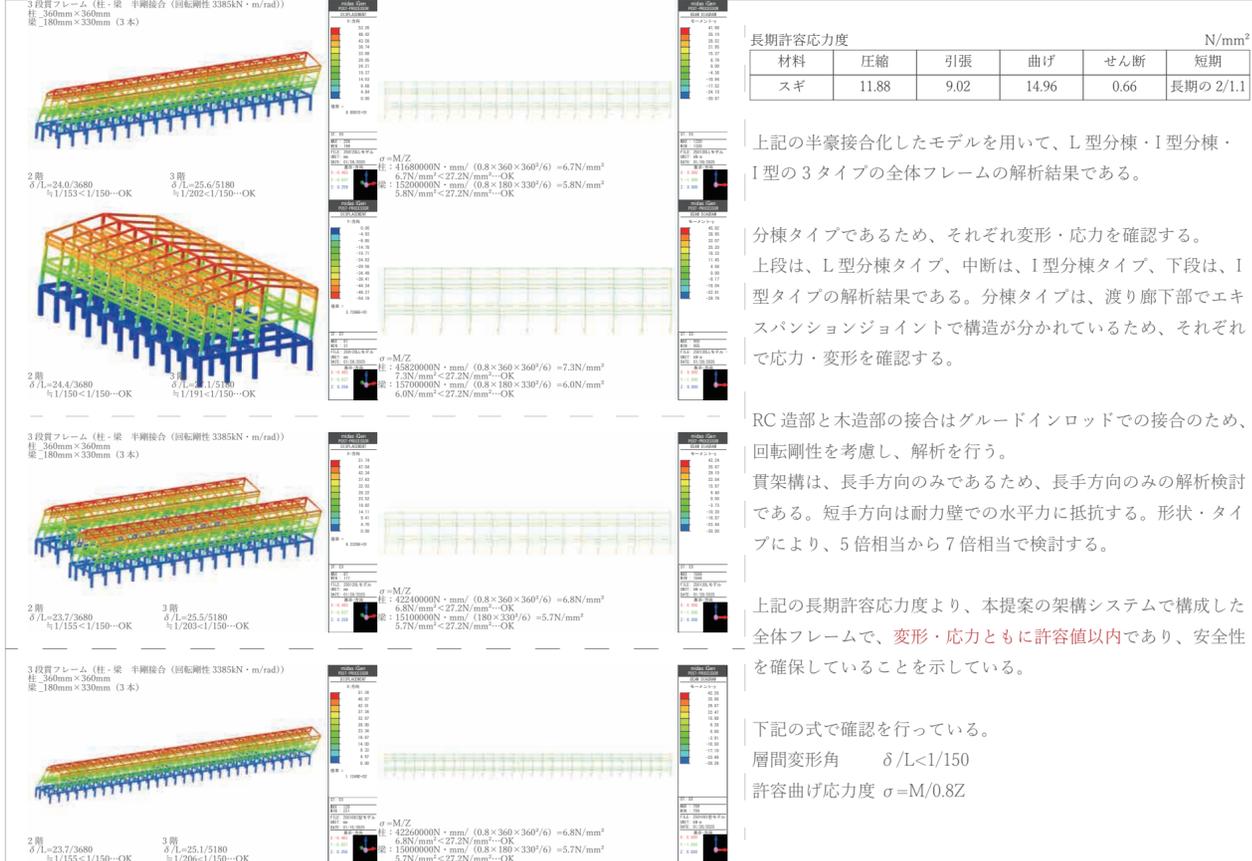
05_5 構造解析 (半剛接合化)



木造建築は、完璧な剛接合とすることが出来ない。回転や滑りが生じる半剛接合となる。そのため、回転剛性を用いて解析を行う必要がある。回転剛性を用いると剛接合時に比べ、剛性低下し、変形が増大する。

左図は、回転剛性を用いて解析を行った結果である。本提案の貫架構では、梁断面180mm x 330mm、ヤング係数10000N/mm²の材を用いることで回転剛性を3385kN・m/rad確保することができ、剛接合時と同等の性能を持つことがわかり、変形・応力ともに安全性を確保できる。

05_6 構造解析 (タイプ別全体フレーム)



長期許容応力度					N/mm ²	
材料	圧縮	引張	曲げ	せん断	短期	長期
スギ	11.88	9.02	14.96	0.66	長期の2/1.1	

上記の半豪接合化したモデルを用いて、L型分棟・I型分棟・I型の3タイプの全体フレームの解析結果である。

分棟タイプであるため、それぞれ変形・応力を確認する。上段は、L型分棟タイプ、中段は、I型分棟タイプ、下段は、I型タイプの解析結果である。分棟タイプは、渡り廊下部でエキスパンションジョイントで構造が分かれているため、それぞれで応力・変形を確認する。

RC造部と木造部の接合はグルードインロッドでの接合のため、回転剛性を考慮し、解析を行う。貫架構は、長手方向のみであるため、長手方向のみの解析検討である。短手方向は耐力壁での水平力に抵抗する。形状・タイプにより、5倍相当から7倍相当で検討する。

上記の長期許容応力度より、本提案の架構システムで構成した全体フレームで、変形・応力ともに許容値以内であり、安全性を確保していることを示している。

下記の式で確認を行っている。
層間変形角 $\delta/L < 1/150$
許容曲げ応力度 $\sigma = M/0.8Z$