

「学校の木造設計等を考える研究会」 2009.09.07 山辺豊彦

第2回事例に基づくコストを抑えた木造施設の整備

取組事例の紹介

設計事例として3件取り上げました（資料参照）。

木造の学校建築における構造上の特色と注意点は、下記の点である。

- 1) 比較的大スパンで床面積も広い
- 2) 階高も高い
- 3) 地域荷重の影響が大きい（特に積雪荷重、地震地域係数など）
- 4) 木材のヤング係数が小さいため、RC造との併用構造も有効である
- 5) 支持点や接合部に引張力が作用する場合は、充分注意する
- 6) その他

構造面からの設計内容によるコストの違い、コストを抑える工夫など

1. 設計内容のコストの違い

設計上注意すべき点は、建物荷重の軽量化を図ることと適切なスパン、階高の設定と言える。

なお、設計事例は、必ずしもコストに配慮した事例とは言えないものもありますが、反面の資料として参考として下さい。

2. 構造面からの具体的なコストに配慮する工夫

① 製材部品は定尺材の使用を原則とする

原木丸太は4～3.65mの長さで切り出され製材されることを考慮し、合理的なコスト監理・生産管理を可能とする。

② 規格材の製作を考える

規格材の製作により、材のストックを確保する。一方、使用方法のモデル開発を行う。例えば、重ね梁、合せ梁、重ね柱、合せ柱等…。

③ 我が国の伝統技術を最大限に活かす

木材の特性を熟慮し、その特性を最大限生かすべく発展してきた我が国の成熟した木造伝統技術に着目し、そこを出発点に新しい架構システムを提案する。

④ 生産性に配慮したプレカット工法を採用する

一般市民の施設にふさわしい生産性やコストを配慮し、可能な限り部材を統一化して、工場での加工・組立てを原則とした近代的な側面を併せ持つようにする。

⑤ ディテールの統一化を図る

部材を一種のプレキャスト部材とすれば、取付詳細、接合方法のディテールの統一化は、現場での作業性に影響を与え、しいては、工期、コストに影響する。

⑥ 鉄筋コンクリート造を合理的に活用する

延べ面積の大きい学校を全て木造とすることは法規上許されない。また、防火区画や遮音性や構造上の問題、防災・避難なども考えると、鉄筋コンクリート造の導入はやむをえない。そこで2階床を全て人工地盤のようにRC造の構造とするか、防火区画上必要なRC壁やRC造建物が、木造架構体の水平力を全て負担するといった合理的な併用構造形式を採用する。前者は立面的併用構造で、後者は平面的併用構造である。後者は基準法上難しい問題がある。

設計事例 1

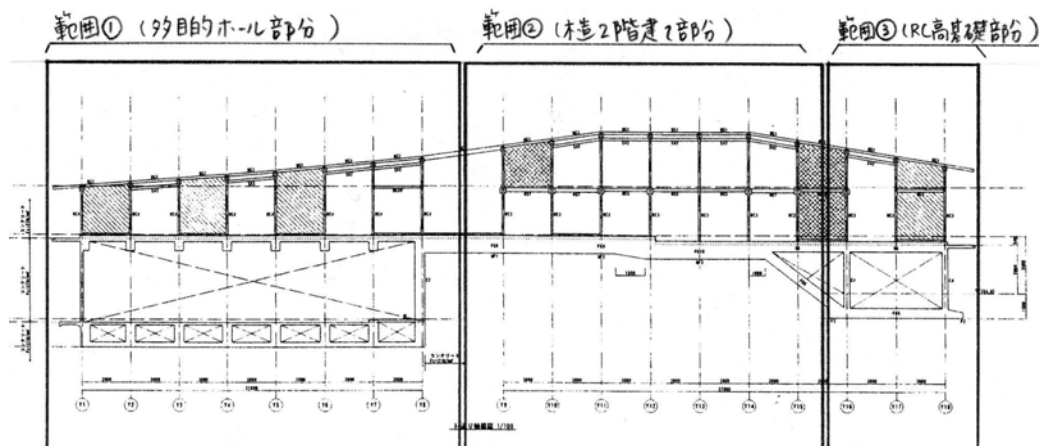
山辺構造設計事務所

七沢希望の丘初等学校

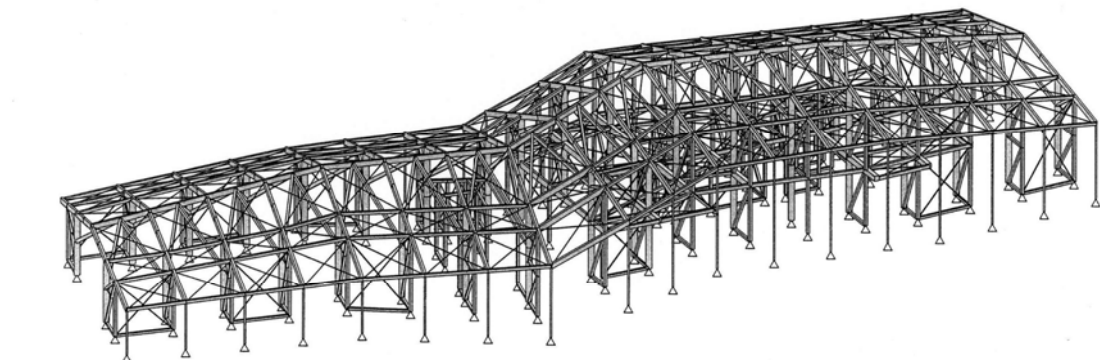
この建物は、RC造との混構造2階建ての部分と左右に、建物の中間は木造2階建てで計画されている。混構造建物で延べ床面積が500m²を超えるため、大規模建築物に分類される。(建築基準法第20条第2号に掲げる建築物に該当。)

1) 構造的なゾーニングと、解析・検討。

- 木造部分は、建物全体を一体と考え、三次元立体解析にて応力および変位を計算し、断面の検討は応力の大きい部材を部材毎に適宜選定して、検討している。
また、木造部分の地震力は範囲分けの範囲毎に算定している。
- RC造部分はそれぞれの範囲分けごとにモデル化し、検討を行っている。
多目的ホール部分(図の範囲①)および高基礎部分(図の範囲②)は一貫計算プログラムを利用して検討している。
多目的ホールは、Y方向のスパンが12mになるので、ひび割れ防止の目的でプレストレストコンクリート梁を採用している。



ゾーニング図



七沢希望の丘初等学校
モデル図

構造三次元立体解析モデル(木造架構部分)

○ 木造部分の設計の考え方、特徴。

木造部分の設計方針は、以下に示すような内容となっている。

1. 木材は地場産の材料（スギ）を使用する。
2. 材料は含水率 25%以下、ヤング係数 E70 の規定に合格した材を使用する。（面格子に用いる材料は含水率 15%以下）
3. 桁方向はポリカーボネイト＋面格子耐力壁、構造用合板耐力壁などの耐力壁により耐震性能を確保する。



ポリカーボネイト＋面格子耐力壁

梁間方向は、耐力壁によらず、木造ブレースをふくむ木造ラーメン架構で耐震性能を確保する。木造ブレース付きラーメン架構の接合部はアフタイトや引きボルト等を用いて接合する。床面の水平剛性は構造用合板にて、屋根面の水平剛性は構造用合板とラーメン架構から棟にむけて伸びる斜め材で確保する。

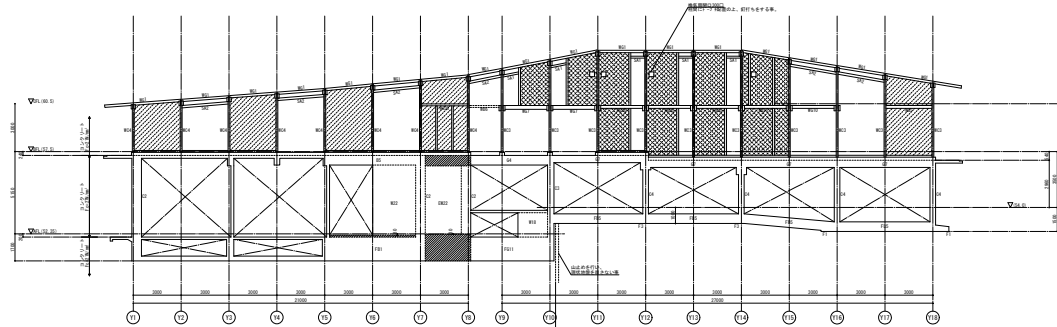


木造ブレース付きラーメン架構とラーメン架構から棟に伸びる斜め材

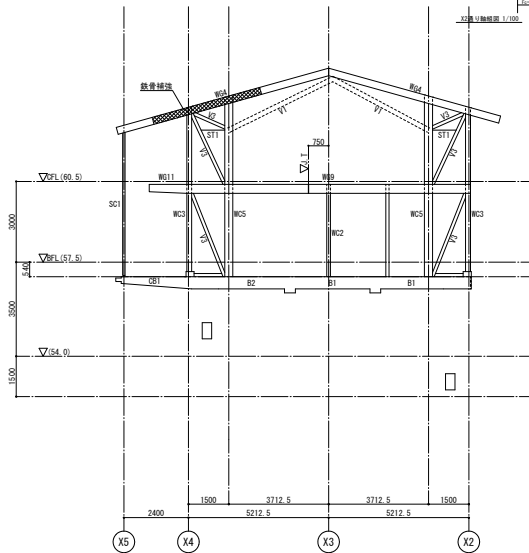


接合金物アフタイト

- ※ ポリカーボネイト＋面格子壁耐力壁のうち、ポリカーボネイト耐力壁については東京大学大学院農
- ※ 学生命科学研究科、稲山研究室で、
- ※ アフタイトについては東洋大学工学部建築学科、松野研究室で、
それぞれ性能実験を行い、性能評価書を添えて確認申請を行っている。



桁方向軸組図



梁間方向軸組図

Y15通り軸組図 1/100

2) 設計ルートと確認申請

設計ルートはルート 2 (RC 造部分ルート 2-1、木造部分ルート 2) を採用している。ルート 2 で要求される壁量、偏心率、剛性率を満足することを確認した後、諸規定により断面や接合部の検討を行った。また、確認申請については大規模建築物に該当するので (建築基準法第 20 条第 2 号に掲げる建築物に該当。) 確認申請＋構造計算適合性判定を受けている。

3) 基礎計画

敷地内で標準貫入試験を 1 箇所、スウェーデン式サウンディング試験を 6 箇所行い、その結果 N 値 4-6 のローム層を支持層に出来ることが明らかになったため、「神奈川県構造関連取り扱い基準」に従い、長期許容地耐力 $f_e=100\text{kN/m}^2$ として直接基礎で設計を行った。(施工時、載荷試験を行って地耐力の確認を行った。) 基礎形式は、多目的ホール部分がベタ基礎、木造 2 階建て部分が布基礎と独立基礎、高基礎部分が独立基礎となっている。

設計事例 2

つくば東小学校

この建物は、防火性能や遮音性能を確保することから、RC 造と木造を合理的に組み合わせた混構造 2 階建て建物となっている。RC 造部分はフラットスラブによる人工地盤を構成し、木造部分を支える役割を持っている。また、同時に、RC 部分は木造部分の水平力も負担するよう計画されている。

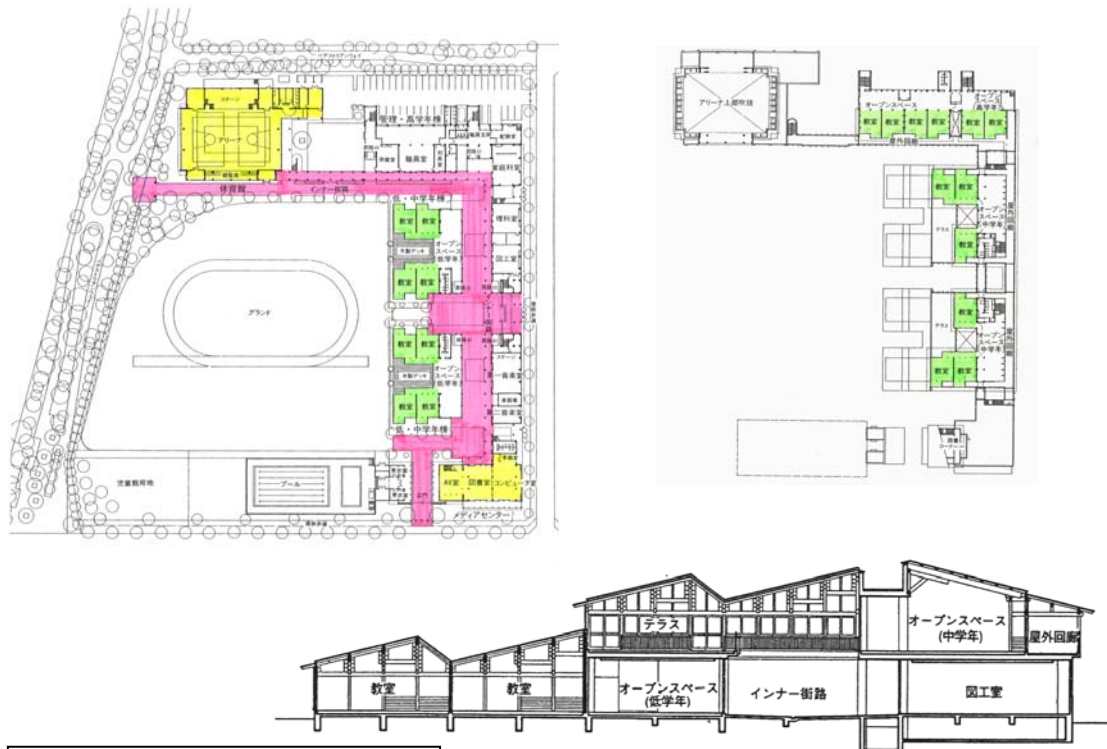
木造部分は定尺材を用い、持ち送り重ね梁架構の採用により長いスパンを架け渡している。竣工が 1995 年であり、2007 年の建築基準法改正以前の建物である。



建物（教室棟）外観

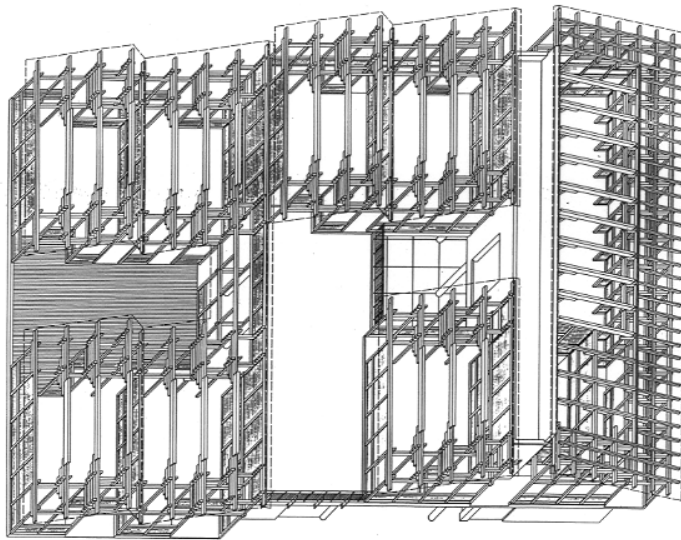
1) 構造計画と解析・検討。

- 建物は渡り廊下によって繋がれた分棟形式となっている。そのため、各棟と渡り廊下はそれぞれ構造的に独立した建物として安全性の確認を行っている。

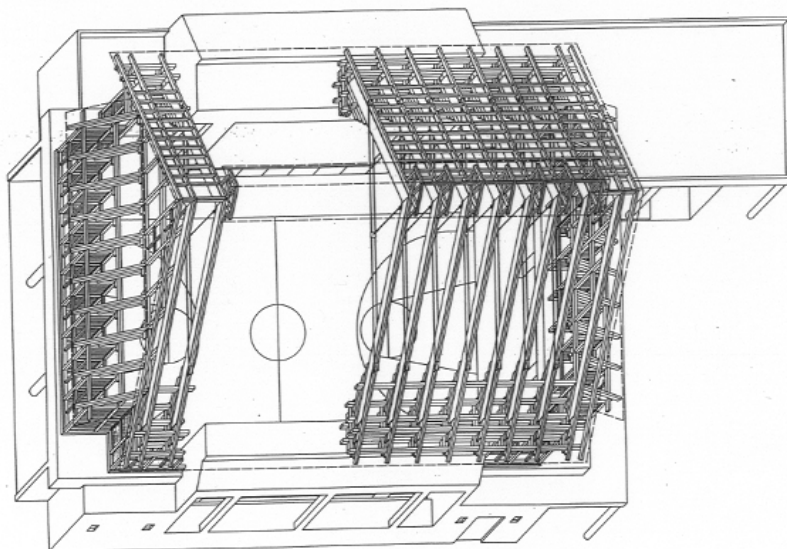


建物平面図（配置図）断面図

- 木造部分の水平力は RC 部分に負担させるよう計画しているが、方向によっては落とし込み板壁の耐力壁（実験にて性能を確認）を適宜配置することで、木造部分単独でも耐震性が確保出来るよう計画している。応力、変位の検討は平面フレームモデルを用いて行っている。
- RC 造部分は棟毎にモデル化して、一貫計算プログラムを利用して検討している。また、スラブは立体解析プログラムを用いて、板要素としてモデル化し検討を行っている。スラブの中で、大きなスパン(9.8m)を架け渡す部分には、プレストレストコンクリートを採用している。



教室棟、架構アイソメ図



体育館棟、架構アイソメ図

○ 木造部分の設計の考え方、特徴。

木造部分の設計方針は、以下に示すような内容となっている。

1. 木材は地場産の材料（スギ）を使用する。
2. 材料は含水率 25%以下、ヤング係数 E70 の規定に合格した材を使用する。
3. 水平力は原則 RC 造部分が負担すると考えるが、落とし込み板壁の耐力壁により、木造部分が自立出来るように計画する。体育館棟は方向によらず、水平力は RC 造部分が負担するように考える。また、水平力の伝達のため、屋根は斜め板張りとして、水平剛性を確保する。

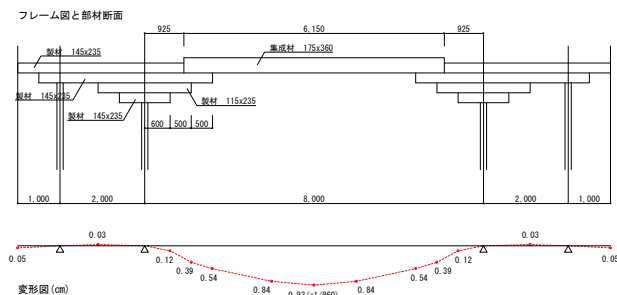


耐力壁、床の構造性能実験

屋根の斜め板張り

4. スパンの長い部分は、持ち送り重ね梁架構を採用する。特に体育館棟はスパンが長い(24.0m)ので、持ち送り重ね梁形式と鋼棒タイバーによる張弦梁の複合構造とする。(重ね梁の最上段には集成材を採用している)
5. 定尺材を用いて、同じ架構を並列させることで、合理的な架構とする。

B、C棟 製材（杉）と集成材（米松）で8.0m架構を組んだ場合



教室棟、持ち送り重ね梁の解析

教室棟、持ち送り重ね梁