

～ 定尺材の活用、ディテールの統一化、プレカット工法の採用、同じ材の繰り返し使用～

断面寸法を限定した定尺材の利用、ディテールの統一（茨城県つくば市立東小学校）【新築（混合構造）】

定尺材の材長は、製品寸法ではなく原木を搬出に向け所定の長さに伐る際の寸法（玉切り寸法）に由来する。多量の木材を確保するには、伐採計画が立案される以前に玉切り寸法（あるいは製品寸法）を指定しなければならず、伐採計画が立てられる前、あるいは変更が可能なかなり早い時期（8月～12月）から林業関係者との密な連携が必要となる。なお、玉切り寸法は、通常3m、4m（東北地方では3.65mもある）、6mのものがほとんどとなっている。

部材の統一

使う材料の種類が少なければ、加工寸法や加工形状の統一、部品化された材料の統一ばかりでなく、強度や見た目からの使い回しなどの融通が利く。これは、多量の木材を使用する上で重要で、加工の途中で何が一本足りないという場合でも、あわてずに済むし、素材の種類ごとに加工間違いのための余分を確保しておく無駄もない。コストダウンの本命は、この合理的な生産システムの構築といっても過言ではないと考える。東小学校では、木材関係者に必要な断面や数量の情報を渡すヒヤリング時期が1月であった。このため、すでに伐採計画が立てられ、伐採が進んでいる産地からの多量（原木約2千 m^3 ）の調達となったため、断面寸法を限定した定尺材（柱：5寸角×4m、梁：5寸×8寸×4m）の利用を前提として架構計画が組まれている。

定尺材による架構計画と芯継ぎ

東小学校では、2mを基本モジュールとして、8m×8mスパンにより教室を計画している。上記により調達された4mの横架材を基本として芯継ぎの継ぎ手及び仕口を採用することにより材長を有効に活用している。

横架材の芯継ぎとなる継手部分は、肘木のディテールを採用し、ダボによる補強を行なっている【図1】。

定尺材を活かす木取りの計画

調達した木材を効率よく使うことを考慮し、「持ち送り重ね梁」部分における部品の寸法は、4m材から効率良く木取りできる寸法を設定し、架構計画を行っている。【図2】

様々な荷重へ対応する重ね梁の活用

横架材は、基本的に上記の2mモジュールにより支持されることを前提として、断面寸法を（5寸×8寸）にほとんど全てが統一されている。しかし、荷重条件が異なる2m以上のスパンを持つ部分や大きな荷重が見込まれる部分に対しては、同材を二重に重ねる重ね梁により対応している。

この重ね梁は、同一断面の定尺材を重ね、ダボを300mmピッチに打ち込むことにより荷重変形時の部材間のズレを防止している。【図3】。

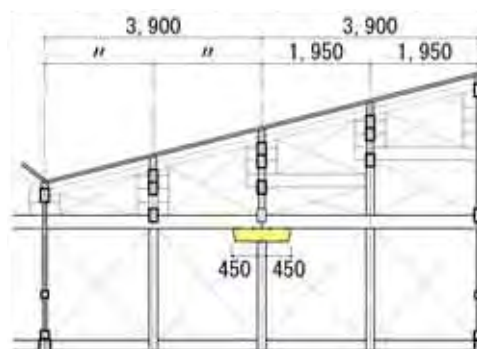


図1 芯継ぎ

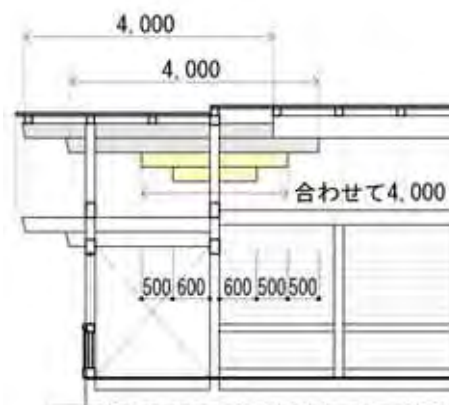


図2 定尺材の有効利用となる持ち送り重ね梁

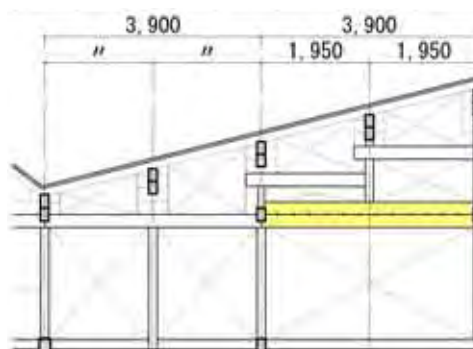


図3 重ね梁

ディテールが統一された規格材と集成材による持送り重ね梁架構

教室のような四間を超えるスパンでは、統一された規格製材のみの重ね梁形式は不経済となるうえ、プロポーシオン上も好ましくなかった。これを解決する架構形式として、魅力的な空間とするため、一部に集成材を活用した持送り重ね梁形式の架構システムを採用した。

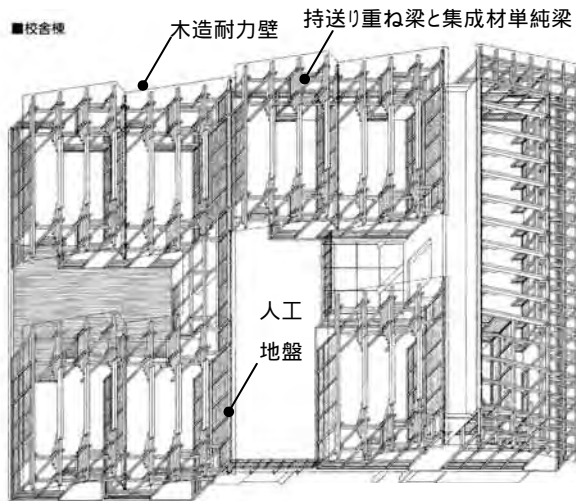
教室の4周を固める差鴨居の上部に肘木を応用した「持送り重ね梁」を梁間方向に持送り(1.6mの迫り出し)その上に長さ6mの「集成材単純梁」を乗せた架構構成である。持送り重ね梁と集成材単純梁はダボと通しボルトで接合している。



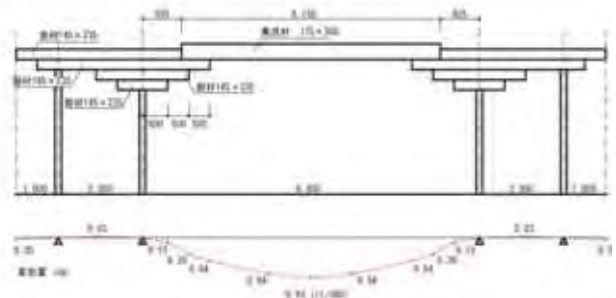
教室棟 持送り重ね梁と落込み板壁

ディテールの統一によるフレーム構成

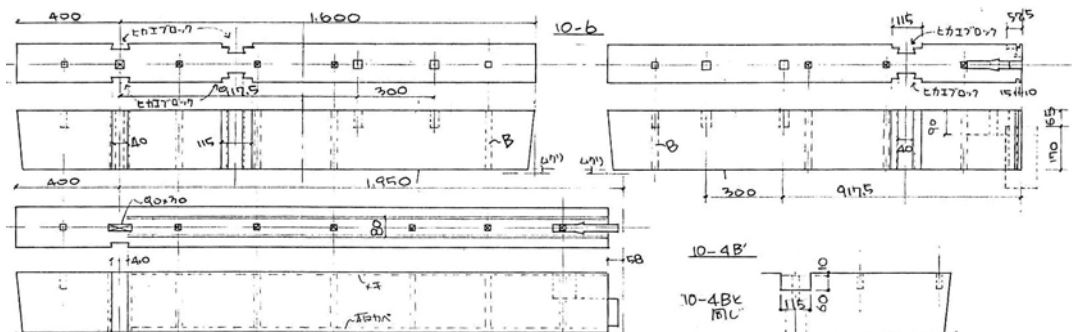
この持送り重ね梁は、2mピッチで教室の8mスパンの中に繰り返される。東小学校では、グラウンドとの親和性に配慮した低い軒高による変形の切り妻屋根を採用していることにより、この持送り重ね梁が高さの違いを持ち現れることで、単調になりがちなフレーム構成に空間にリズムを与えている。



架構構成のアクソメ図



持送り重ね梁の変形量の解析



持出し梁 同じ形状の部材が教室棟各棟で使われる。端部は複雑な加工を必要とする金物の使用がないため、小根ほぞ差し、やとい車知栓締めなど形状を絞った加工を行っている。建具や板が入る場所は、5寸×8寸材を欠く。むくり(凸になる方向)の支持やメチなど経年変化による収縮に対応している。

持ち送り重ね梁の大スパンへの対応

体育館では 20m を超える大スパンを構成する架構方式として、教室の持ち送り重ね梁を一歩進め、集成材と PC 鋼棒のタイバーを組み合わせたハイブリッド形式の架構を採用している。

持ち送り重ね梁とハイブリッド梁は、ダボによりズレが防止され、PC 鋼棒による通しボルトで鉄筋コンクリート造の躯体に接合されている。

体育館は大スパンであるため、平屋部に載る木造架構にも大きな力が掛かる。これに対応するために、木造柱の柱脚を固定とする鉄筋コンクリート部に柱を埋め込む掘建て柱の形式を採用している。

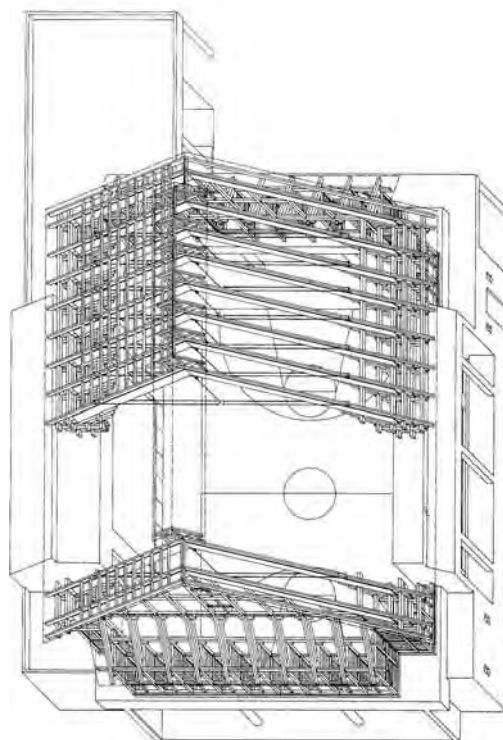
また、妻面では耐風処理を行うために、落とし込み板壁と持ち送り重ね梁を組み合わせた腰屋根形式を採用している。



体育館の持ち送り重ね梁部分

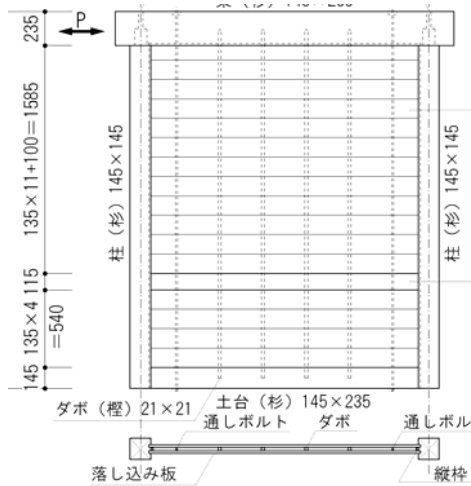


体育館内観



木造部における耐力要素

混合構造の採用にあっても、木造部はそれ自身に作用する地震力に対してその部分として耐力を持たねばならない。木造部の耐力壁として厚さ 60mm のスギ板の落とし込み板壁を腰壁（開口付きの耐力壁）及びフル耐力壁として採用している。落とし込み板は 2 枚の本実加工に 7 分のダボ（カシ）を 300 mm 間隔で打込み、両端部は通しボルトに固定している。予め人が持つことができる大きさとして加工場で 3 枚組に加工して現場へ搬入した。また、屋根面は、水平梁としての効果を期待できるよう、厚さ 25 mm のスギ材の野地板を斜め 45 度張りとしている。



落とし込み板の耐力壁と屋根面の斜め板張り

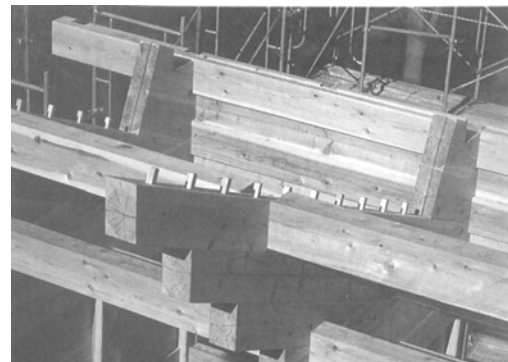
部品のプレカット化

東小学校でいうプレカット化とは、全自動のプレカット機械による加工ではない。現代の社寺建築に見られる造作までを見通した徹底した下小屋での加工で、造作の小穴からボルト穴まで、全て加工しきって現場では組み立てるだけとしている。

下小屋での伝統的な仕口・継ぎ手や部品化の加工には、ハンドルーターやホゾ取機などの軽機械や傾斜盤、4 軸ルーター、超仕上げなどありとあらゆる機械を組み合わせて対応している。無論、全自動のプレカットも目の届きにくい体育館の垂木では使用している。



体育館 全自動プレカット加工された垂木



体育館 ダボ穴はどの棟でも同じ加工をしている。ダボ栓はナラ、カシ同等材。

～ 歩留まりの向上・木を使い切る、適材適所の木材使用～

木材を使い分け、端材を効率的に活用（福島県会津美里町立宮川小学校）【改築（混合構造）】

供給できる材料をよく把握する

どのような樹種（材種）のものが供給できるのか確認する。

樹種を把握することにより、使用する箇所を検討し、決定する。

伐採する樹齢（強度の面で確認できる）、供給できる太さ、長さを確認する。

供給できる材料を把握することにより、使用する箇所を検討し、決定する。

意匠的・機能的に使い分け、歩留まりを上げる

意匠的：比較的美観的な材料は、内外部の板貼りに使用する。

機能的：丸太材の外周部（切り口に丸みがあるもの）の端材は意匠的に見えない下地材として使用する。また、端材として断面の小さくなった材料は胴縁等に使用する。

端材を下地材（床・天井の下地）や胴縁等にも使用した

ただし、下地材は小幅板のため、施工手間はかかった。

また、反りが発生し床があげられないように、板を止めるビスのピッチ、厚さ、張り方等十分に検討し施工した。

強度の違う材料（1・2等級、無等級）を使い分けた

1本の丸太から強度の取れる部分を柱、梁、集成材のラミナ材に使用する。

その他の部分は、強度を必要としない板材、下地材等として使用する。



校舎外観



ホール

～ 適材適所の木材使用 ～

使用部位に応じた木材選択によりコストを抑えて木質化（埼玉県ときがわ町）【改修（RC造）】

埼玉県ときがわ町は、面積の7割が森林の林産地である。町内の3校の小学校及び2校の中学校の合計5校全校において、校舎を木造で整備したり、内装を木質化する等、積極的な木材活用を実施している。内装は可能な限り県産材の利用を原則としている。無垢材だけにこだわることなく節のある材を活用したり、目の届かない天井の高い部分には合板を活用するなど、コストを抑えて木質化を実施している。体育館の床材には、ある程度の硬さが必要なため、町外から調達したサクラ材を使用している。

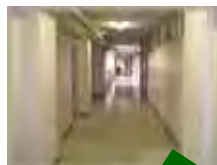
- ・木を利用するに当たって、ときがわ町の木材を町の人が切り出し製材して使用。
- ・環境とコスト削減に配慮し間伐材を利用（但し、大きい木から伐採）。
- ・内装木質化は、新築に比べ事業費が少なく実施でき、また、本体が鉄筋コンクリート造のため、本来の構造物の耐久性が確保できる。
- ・内装工事を校舎全体に施すためには、夏休みの1月半で工事を実施する必要があり、工期的には非常に厳しい。今回は、床のモルタル仕上げ面にラバー付きの床材を使用し、従来の下地合板張りを省くことにより工期の短縮が図られている。



体育館
（天井の高い部分は合板を使用）



普通教室



廊下



工期短縮のため、モルタル仕上げ面にラバー付きの床材を直接施工（都幾川中学校）



通常の施工 モルタル仕上げ面に下地合板を張り、床材を施工（玉川中学校）

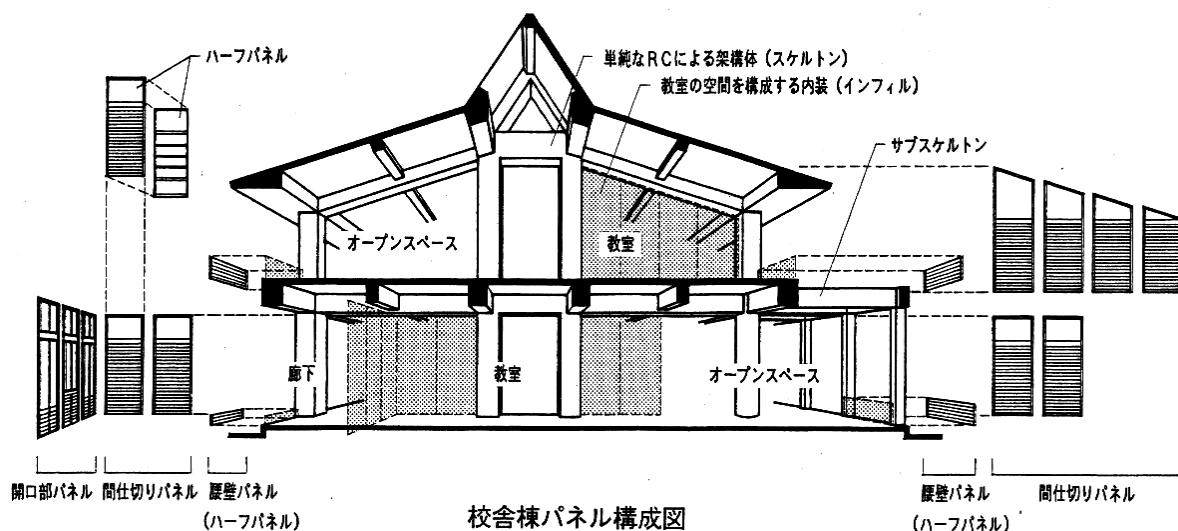
～同じ材の繰り返し使用～

RC造スケルトンと部品化された部材による木製インフィル
(東京都八王子市立みなみ野小学校)【新築(RC造)】

○これからの学校としてのスケルトン・インフィル構成

今後の少子・高齢化社会を迎えるにあたり、新設校となるみなみ野小学校も、将来的には高齢者施設などへの用途変更も十分に考えられる。また、教育制度の変更による教室構成の変化などもあり得る。これらに対応可能なスケルトン(架構体)とインフィル(内装)として提案されている。

鉄筋コンクリート造のスケルトンは、必要以上の構造壁を持たない純ラーメン構造に近いカタチとなっており、腰壁はサッシと一体となったアルミパネルで構成されている。



○木製インフィルシステムの特徴

学校用の間仕切りには、スチール製や木質系の既製品があるが、子どもたちの健康や地場の産業に配慮された製品が無かったため、開発を行うこととなった。

①子どもたちの健康への配慮

みなみ野小学校では、地場のヒノキ(人工林)を使用して、無垢材の持つ吸放湿性能による室内気候調整を期待すると同時に、鉄筋コンクリート造だけでは得られない質感と、身体寸法と応答する小さなスケールを生みだしている。塗装も、浸透性をもつ自然系のもので、安全性と防汚性に配慮している。



教室と廊下を仕切る木製インフィル



教室間とオープンスペースにしつらえられた木製インフィル

②コストに配慮したパネル工法

木製間仕切りについては、既製品のものも多く開発されている。しかし、既製のものには材工一式となり地場の材料や大工を前提とした構成となっていない。また、既製品では統一した品質の確保のために多くのコストが掛けられ割高となっている。この既製品のコストをより低減することを求められたため、この木製インフィルシステムでは、3種類の基本部材による構成を基本として、かつ工場でパネル化（ハーフパネル）を行い現場での工数の低減を図っている。この工場生産されたハーフ（片面）パネルは、現場で2枚合わさることで間仕切り用のフル（両面）パネルとなる。



ハーフパネルの施工

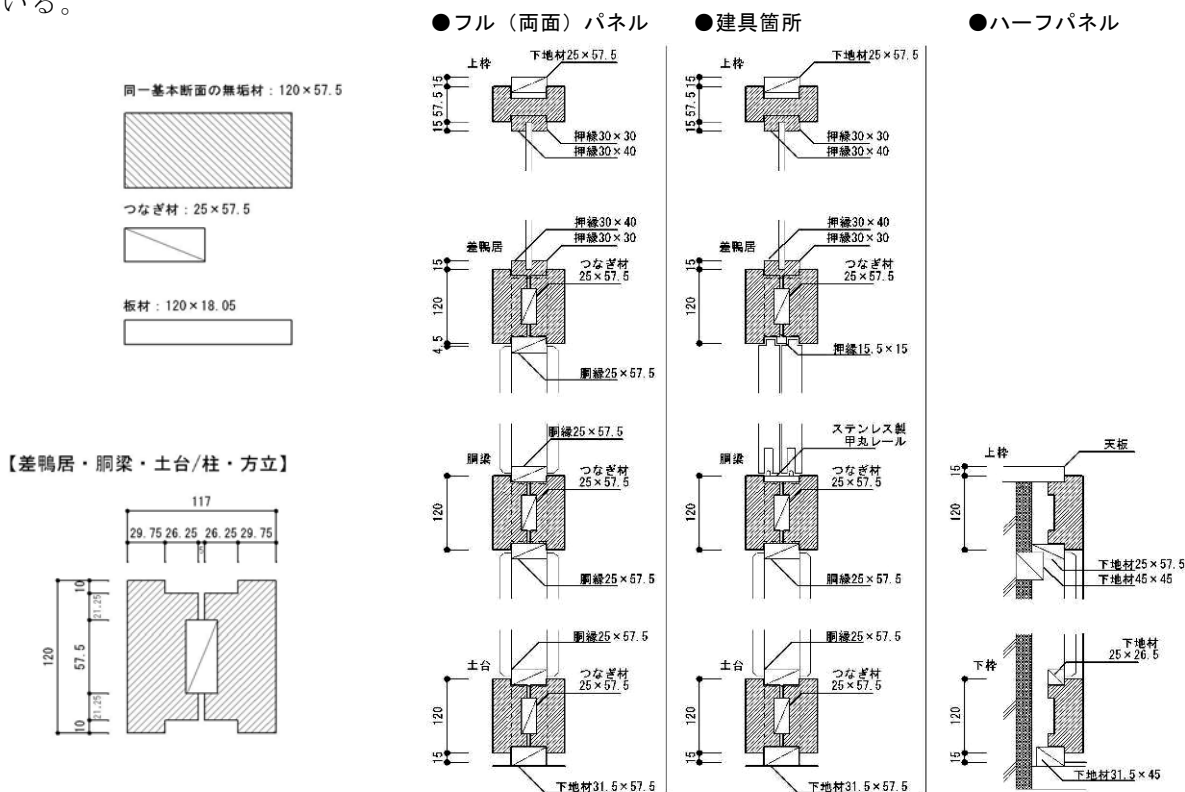


フル（両面）パネル

③パネルの構成部材

全てのパネルは、上枠、差鴨居、柱、土台が同一基本断面（120×57.5）を持ち、あとは、つなぎ材（25×57.5）と板材（120×18.05）の合計3種類により構成されている。この基本断面部材には同一寸法のしゃくりが施され、ガラス用の押縁、板壁用の胴縁、建具用のレールに対応している。

ハーフパネルを2枚合わせにする結合には、解体可能な伝統的な仕口である契りを用いている。



～維持管理に配慮した設計～

メンテナンスフリーの屋根・外壁仕上げ、継手金物のボルトを露出 (栃木県茂木町立茂木中学校)【改築(木造)】

茂木中学校では、設計段階から他の木造校舎の事例等を調査し、耐用年数を鉄筋コンクリート以上に対応できるよう、外部の木材使用を極力抑え、木材をできるだけ風雨や紫外線にさらさないよう軒先を深くし、北面採光を活用すると共に、南面のテラスの丸太柱、手すり、デッキ以外は外部に木材を利用しない仕上げとしている。さらに、手すりとデッキのヒノキ板は全て1枚ずつ市販の木材寸法の部材で取り替え可能となっている。

なお、木造構造である以上、建物重量を如何に軽くできるかについても検討した結果、屋根や外壁にガルバリウム鋼板を採用することにより、メンテナンスフリーの建物となっている。

また、木造の構造上、継手部にはどうしても

金属金物を使用しなければならないことから、将来的にボルトの締め付け状況の確認が必要となり、経費を抑えるため継手金物のボルトは全て現しとした。

内部仕上げについては、床、壁、天井共に全て町で調達した天然乾燥の木材を使用することから、無垢材の狂いにも対応できるよう板材の厚さを仕上げ箇所によって区分し、床材のヒノキ材は18mm、壁材のスギ・ヒノキは12mm、天井材のヒノキは9mmとしている。

さらに、建物管理上最も苦慮するのは将来の雨樋の清掃であるが、神社仏閣の建物と同様に軒先の樋は設置せず、雨落ち対応の玉石側溝と軒先を深くしたため、現在のところ雨の跳ね返りや吹き込みもなく、今後の清掃費も生じることはない。



普通教室棟北面と特別教室棟北面の外観



普通教室棟南面の軒先



内部の木材継手状況

軒を張り出し、外壁にスギ厚板を使用(秋田県能代市立浅内小学校)【改築(木造)】

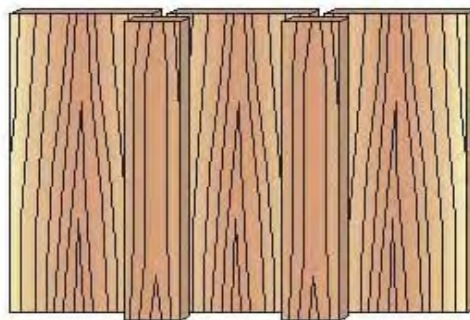
浅内小学校では、完成後の維持管理が簡単に行えるよう、設計段階からさまざまな配慮がなされている。

外壁は、耐久性を考慮し、カンナをかけていない秋田スギ厚板が使用されている。この外壁は風雨にさらされるため、高耐久性の天然塗料

で塗装している。カンナをかけていない板を用いることによって、塗料の吸収性が増すと考えられる。また、雨がかりや紫外線の影響をなるべく避けるため、2階のルーフバルコニーは、軒を大きく張り出した設計となっている。



全面秋田スギ厚板張りの外壁



耐久性の高い赤身を表面に出した張り方

厚い床材を使用し、研磨して長く使う。外壁に木材を使用しない。
(佐賀県佐賀市立小中一貫校北山校)【新築(混合構造)】

小中一貫校北山校では、耐用年数を鉄筋コンクリート造に近づけるため、建物内部には木材を豊富に使いながら、外壁には木材を使用していない。床材には厚さが4cmあるスギ板を使用しているが、これは、無垢材を使用した際に起こる板の反りや曲りを防ぎ、汚れた場合や、傷

がついた場合も、研磨して長く使い続けられるよう配慮してのことである。

また、校舎についてはシックハウスの観点から、木材に塗装を施していないが、ランチルームについては食べこぼしが染みこんでしまうため、塗装を施している。



外観



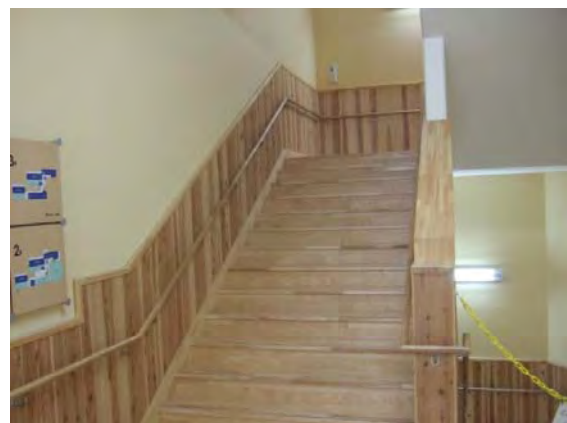
教室前の廊下

水廻りの木材利用を避けたり、防腐処理を実施(東京都杉並区)【改築(RC造)】

東京都杉並区では、区の方針で、改築時に合わせて内装の木質化を実施している。

木質化に当たっては、完成後の維持管理に配慮し、水廻りは腐りやすいため、木材の利用を避けたり、木材を利用する場合には、防腐処理を行う等の配慮をしている。

また、手垢等の対策で透明の塗装を行っている。このほか耐衝撃性を高めるため裏に合板を張る場合もある。



荻窪小学校

(右) 防腐処理をして水廻りに木材を利用、(左) 手垢対策として透明の塗装を施した階段の様子

○子どもの目線に立ったスケールと素材としての木質系仕上げ

本小学校は区画整理事業の核となるリーディングプロジェクトとして建設された。地域の景観形成に資するため、地域の谷戸の原風景を継承する緑空間を周囲と連続するよう配し、勾配屋根、アースカラーの外壁、建物の分節化など景観と調和するよう配慮されている。

休み時間に上足で利用できる木製デッキによる約 860 ㎡の中庭は「校舎のへそ」となり、囲み型の校舎を構成し、同時に自然採光や自然通風などの基本的な性能を満たし、学校および地域の活動・交流の場となるように計画された。

子どもの目線に立ち、スケールと素材への配慮を行っている。例えば、天井高を 2.75mに抑えながらも、高学年の3階教室は、勾配屋根を生かしてスギ材を貼った天井の高い空間としている。

床は全面北海道産のナラ材によるフローリングとし、また、木質インフィルとして壁や間仕切りなどに千葉県香取市産や茨城県常陸太田市産などの地場の木材を可能な限り採用している。

○メンテナンスへの配慮

この学校の目玉となる中庭と教室南テラスの木製デッキについて、国内の高耐久処理の木材と高耐久性を備えた外材との比較で、設計時点では双方同等の価格帯であったが、結果として施工では、今回の発注形態では残念ながら国産材が高くなり外材を利用している。

直接的に木材利用とは関係しないが、メンテナンスコストを削減するディテールとして、軒樋を設置せず垂れ流しとする形状や軒を深く出し外壁を保護する形状、外部塗装のフッ素の採用、ガラス面への自浄作用のある酸化チタンによる塗装などが用いられている。

内部への木材利用では、スギ材がかなりの源平で節も多かったため、濃い目の木材保護塗料を採用している。

木材保護塗料は、新築時は木材にプレナーやカンナ仕上げが施されているため、今までの経験ではなかなか所定量の木材の表面に塗料が乗らない。したがって、メンテナンスサイクルが短くなる恐れがあるため、半造膜系の木材保護塗料を採用している。竣工後のメンテナンスに当たっては安価な浸透系の木材保護塗料とすることで、メンテナンスサイクルとメンテナンスコストの軽減が見込まれる。

体育館の壁面にも木材を利用しているが、2階に観覧席を持ち 1,000 ㎡区画が確保できないため、不燃木材を採用している。

この不燃木材は、塗装が乗りにくく、これもかなり今回は苦勞するところとなった。



景観に配慮した外観



中庭のウッドデッキテラス



3階普通教室の板張り天井



アリーナの板壁

木部の再塗装や日常の清掃により、木造校舎を長く大切に使い続ける(岩手県遠野市)【改築(木造)】

土淵中学校は、周囲の風景に馴染み溶け込むようにという配慮のもと、地場の黒瓦と漆喰の白壁を基調とする周囲の民家と共通の意匠で整備された木造校舎である。木造校舎では、風雨や紫外線の影響で色あせなどが発生し、景観を損ねることがある。また、経年により塗装が剥げると、雨水の浸入により木部の腐朽も起こり得る。校舎の美観を保ち施設を長く使い続けるため、市内小中学校では、改築後10年から15年程度の間木部への再塗装を実施している。鋼材においても、経年変化による錆の発生に対応するための定期的な維持管理が必要であることを考えると、木部の再塗装は、木造であるがためのコスト増とはなっていないと言えることができる。

上郷中学校では、日常の木造校舎の維持管理として、ワックスや洗剤などの化学薬品の使用を控え、EM発酵液(有用微生物群)を使用した、子どもたちによる清掃活動が行われている。毎週金曜日、子どもたちは床にEM発酵液をスプレーし、乾いた雑巾で床を拭きとる。これにより木造の床に艶が出る。EM発酵液の利用は、上郷中学校以外の市内小中学校でも取組が進められている。

また、遠野市では、日常の維持管理に加え、夏季・冬季の長期休みに、傷みが目立つ学校に市内各校の用務員が集まり、1～2日でワックス剥離後、再ワックス掛けをする維持管理活動を行っている。

そのほか、平成21年度から、木造校舎の改築や内装を木質化する事業にあわせて、森林学習会の開催や地域材の馬搬の見学、集成材製作工場の見学などを実施して、森林の持つ機能、地域材の活用方法、環境の大切さを学習する教育活動にも取り組んでいる。



土淵中学校
(いわて景観賞を受賞した木造校舎)



土淵中学校 校舎外観
(上) 塗装前、(下) 塗装後



上郷中学校
EM発酵液を使用した子どもたちの清掃活動



青笹小学校
用務員の共同作業によるワックス掛け

