

### 3. 繁華街におけるCW取付け施工の品質と安全の確保

社名: 清水建設(株)

氏名: 石井 健広

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)銀座五丁目計画新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積 49,662㎡ 地下5階、地上11階、塔屋2階
(3) 用途	飲食店又は物品販売業を営む店舗・駐車場
(4) 主要構造	地下SRC造・RC造、地上S造
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2013年9月～2016年2月
(7) 工事費	25,230(百万円)
(8) 設計者	(株)日建設計
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> <li>外壁ラインが歩行者が多い道路と非常に近接した敷地条件であった。</li> <li>無足場工法にて外壁工事を行うため、飛来落下災害などに対する配慮が必要であった。</li> <li>多角形特殊形状のCWを精度よく取り付けるため、CWファスナーの精度確保が必要であった。また、CW取合いのスラブ構築の効率化が必要であった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>外周部作業の軽減化、効率化を図り、火無し工法を実現し、飛来落下リスクを低減する。</li> <li>CWファスナーの精度確保、及び工程を短縮する。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>多角形CWの取り合う、複雑なスラブ端部をPCa化した。</li> <li>スラブPCaにファスナーを打込み、ファスナーの精度を確保した。</li> <li>スラブPCa化により、外周部の作業を軽減し工程を短縮した。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>多角形CWに伴う、精度確保が困難なファスナーを、精度良く取り付けることができた。</li> <li>特殊なCW外壁を不具合なく取付けた。</li> </ul> </li> <li>・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>デッキコン止め作業がなくなり、外周部での現場作業コストを約70%削減することができた。</li> </ul> </li> <li>・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>1フロア当たり4日かかる工程を1日で完了でき、全体で約1.5か月の工期短縮を実現した。</li> </ul> </li> <li>・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>外周部の作業を削減でき、火気作業も無くすことができた。</li> <li>飛来落下災害のリスクを大幅に低減することができた。</li> </ul> </li> <li>・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>現場で加工することで生じる廃材が発生せず、産業廃棄物量を減らすことができた。</li> </ul> </li> <li>・その他の効果</li> </ul>

## 繁華街におけるCW取付け施工の品質と安全の確保

清水建設株式会社 東京支店  
石井 健広

### 1. 工事概要

報告する作業所(銀座五丁目計画建設所)は銀座数寄屋橋交差点にあり、2つの幹線道路(外堀通りと晴海通り)に面している(図-1)。

日中も夜間も、常に歩行者が非常に多い繁華街に建設する計画である。

建築条件として、建蔽率100%となっており、敷地境界からの外壁の離れ寸法は、200~500mmと外周道路へ近接した建物である。

図-2に示すように、敷地いっぱいに建物を建てる計画であった。

銀座の繁華街における一街区の再開発となる工事であり、飲食店、物販など多くの店舗が入る商業施設の建設で、外観にもこだわりのある建物である(図-3、表-1)。

銀座の建物の特徴として、最高高さの制限があり、高層の建物の建設ができなくなっている。

その分、当工事では地下5階、GL-28mの大深度の計画となっている。

大小合わせて140以上のテナントが入る計画で、テナント工事をスムーズに受け入れるためには工程短縮を行う必要があった。

表-1 工事概要

施主	合同会社スピードハウス (プロジェクト) 東急不動産株式会社
設計監理	株式会社日建設計
建築用途	飲食店又は物品販売業を営む店舗・駐車場
敷地面積	3,766.73 m <sup>2</sup>
建築面積	3,590.69 m <sup>2</sup>
延床面積	49,662.72 m <sup>2</sup>
軒高	56.0 m
最高高さ	66.0 m
最高深さ	GL-28.0 m
建物構造	地下SRC造、RC造、地上S造 CFT構造
基礎種別	直接基礎(構真柱)
建築規模	地下5階一地上11階一塔屋2階
工期	2012年8月~2015年2月
建築地	東京都中央区銀座5丁目



図-1 敷地概要

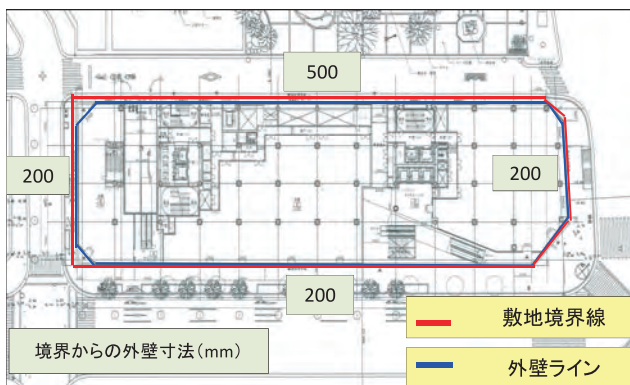


図-2 敷地境界と外壁との関係図



図-3 完成予想パース

## 2. 施工計画上の課題

本計画においては、周辺環境含め、解決を必要とする、次のような課題があった。

当建設場所は前述のとおり、歩行者が非常に多い場所であり、また外壁が敷地境界に近接している状況であった。

このため、タワークレーンにてガラスカーテンウォール(以下「CW」とする)を取り付けるための外壁工事施工用外周足場を設けることが困難となり、無足場工法を採用した。

ただ、無足場工法の場合、敷地外への資材や工具の飛来落下災害が発生する可能性も高く、災害を防止するための工夫と計画が必要であった。

また、外装の設計コンセプトはガラス伝統工芸の「江戸切子」をモチーフにしており(写真1)、外装は多角形CWを連続して組み合わせ、1フロアあたり約60ピース、総数量555ピースによって形成される仕上となっている(写真2)。

この多角系CWを組み合わせた仕上げの場合、在来工法の現場打ちスラブでは、コン止めの形状やCWファスナーの位置が複雑であり、取付け精度確保(要求されたファスナーの取付け精度はレベル、位置ともに±15mm以内)だけでなく、取付け工事自体も困難であった。

更に、取付け作業では、火気作業が多く発生するため、敷地外への火花の飛来落下リスクも懸念された。

工程面では、CW取合のスラブ形状とファスナーの精度確保するための作業量を削減し、効率化を図る必要があった。



写真1 江戸切子



写真2 CW取付状況

## 3. 施工上の課題に対する対応方針

前項で記した課題への対応のため、施工方法の検討を行った。

無足場工法での飛来落下災害を無くすため、外周作業を極力軽減し、効率化することを検討した。

また、火気使用作業を減らす工法を検討した。

更に、多角形のCWの取付け精度確保を実現するための工夫や工法の検討を行った。

これらの検討の結果、対策としては床端部のPCa化を図り、外周作業の軽減やCWの取付け精度の確保を図ることとした。

## 4. 改善概要

方針として決定した床端部PCa化は次のように実施した。

### 1) 設計者との協議

まず、設計監理者に提案し、あと打ちスラブ躯体との定着方法、および床端部PCa化の精度管理方法を説明し、了解を頂いた。

### 2) 床端部PCa化における基本的考え

多角形CWに取り合う複雑なスラブ端部をPCa化することで、CWファスナーや仕上工事に必要なインサート等も床端部PCa化に打込み、精度の確保を行った(写真3)。

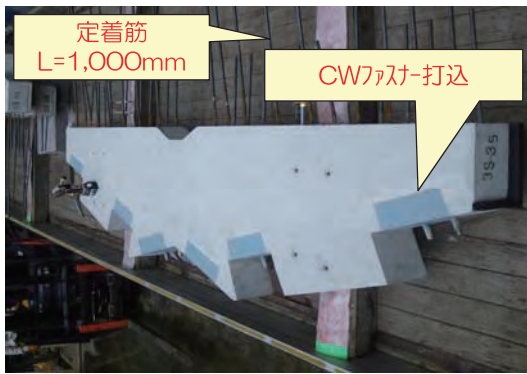


写真3 搬入時PCa荷姿

### 3) 床端部PCa化範囲の検討

床端部PCa化の範囲はCWの計画範囲の全てとして、図-4のようになっている。

取付数量は3F～RFまでで、合計555ピースの計画とした。

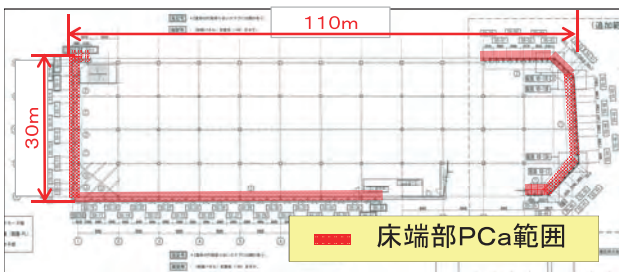


図-4 床端部PCa計画配置図(6F:67ピース)

### 4) 床端部PCa部材の設計

床PCaの設計図を図-5、図-6に示す。

1ピースの重量は約600kgである。

床端部PCaの取り合うスラブは合成デッキとなっており、上筋(D13@200)の定着長さをL=1,000mm以上とした。

施工性を考慮し、床端部PCa取付け時に仮受けするためのアングル(L75)を鉄骨に設けた(写真4)。

また、床端部PCaの出入り方向を決め、固定するための馬蹄型仮設ピースを鉄骨梁天端に取付け、

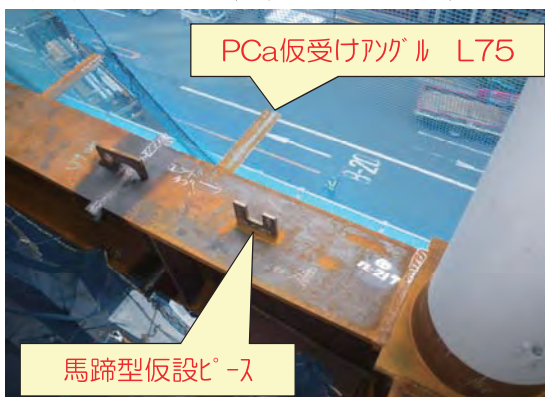


写真4 鉄骨仮設ピース

全ねじボルトにて位置調整し固定する機構とした(写真4, 5)。



写真5 取付ピース固定状況

また、施工精度管理については、鉄骨梁に直接据え付ける納まりとしたため、鉄骨のレベル管理を±5

mmを目標として管理した。

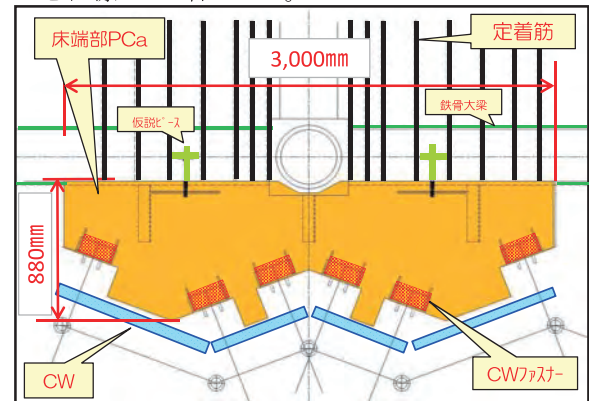


図-5 床端部Pca平面図

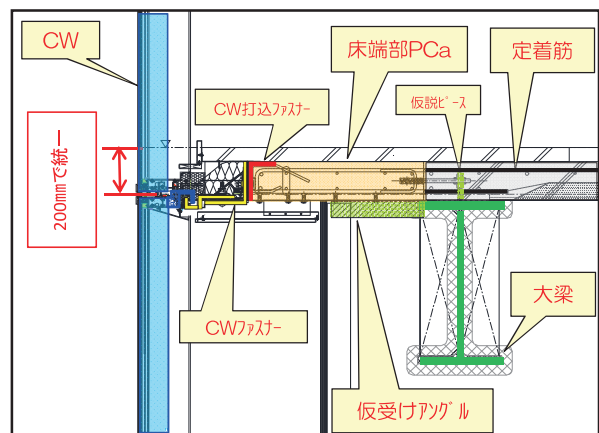


図-6 床端部Pca立断面図

### 5) 施工

床端部PCaの取付けは鳶工にて行い、取付け位置に2人、搬入荷取り位置に1人の合計3人にて取付け作業が可能であった。

1ピースの取付けにかかる時間は約10分であった(写真6)。



写真6 床端部PCa取付作業状況

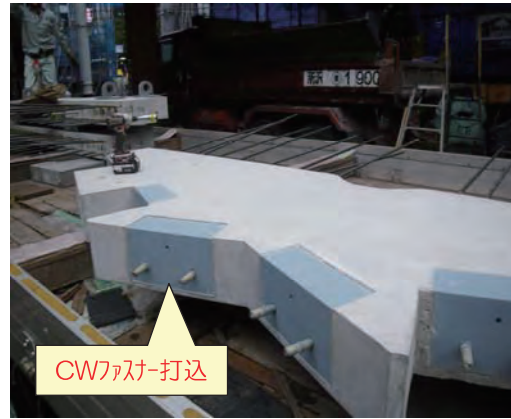


写真9 搬入時床端部PCa荷姿

## 5. 施工結果と改善効果

### (1) 品質

床端部PCa化により、複雑な形状のデッキコン止めを現場で施工する必要がなくなったため、精度良くスラブの躯体形状を確保でき、またCWファスナーをPCaに打ち込むことで、CWファスナーの精度を確保することができた(写真7)。

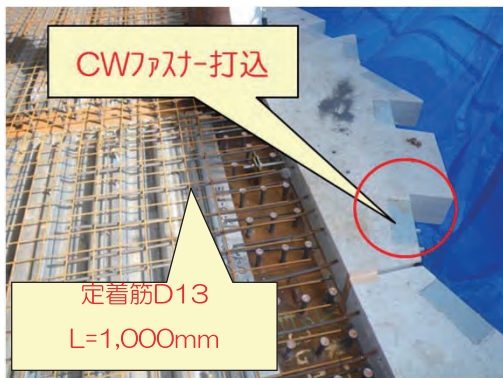


写真7 床PCa取付状況1

また、ペリメーター部の仕上金属工事用のインサートなども床端部PCaに打込みを行い、精度よく準備することができた(写真8、9)。

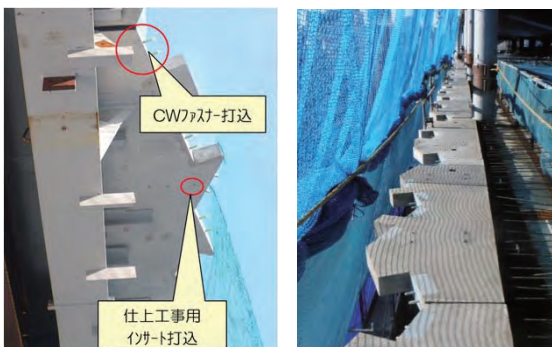


写真8 床端部PCa取付状況

### (2) コスト

床端部PCa化により複雑な形状の外周コン止め作業を無くすことができ、コン止め作業にかかる労務を90%削減することができた。

また、精度確保のための墨出し作業や飛来落下等の養生の手間も含めると、外周部での現場作業を大幅に軽減することができ、外周作業のコストを約70%減額することができた。

但し、床端部を、在来工法で構築することに比べて、PCa化によるコストは約20%増額となる。

### (3) 工程

工程的には、現場での外周作業量を減らすことができ、1フロア当たり15日かかる作業を4日で完了することができ、全体で約1.5か月の工期短縮をすることができた(表-2)。

表-2 工程比較

在来現場打ち工法	床端部PCa化工法
墨出し : 2日	墨出し : 1日
コン止め : 4日	コン止め : 0日
墨出し : 2日	墨出し : 0日
ファスナー取付 : 3日	ファスナー取付 : 0日
配筋 : 3日	配筋 : 0日
養生 : 1日	PCa取付 : 2日
	養生 : 1日
コンクリート打設まで	コンクリート打設まで
合計: 15日/フロア	合計: 4日/フロア (▲11日/フロア)

#### (4)安全

外周部作業を減らし、特に火気作業を無くすことができたため、飛来落下による第三者災害のリスクを大幅に減らすことができた。

また、コンクリート打設時のコンクリートの漏れを防ぐことも容易であり、作業を軽減することができた。

#### (5)環境

現場での加工が必要な作業を無くすことができ、廃材を発生させず、産業廃棄物を削減することができた。

### 6. その他の改善

報告を行った、床端部PCa化の他に、当作業所では、CWのH(高さ)寸法の変更による、施工改善を行った。以下に概要を報告する。

#### 1)問題点

本物件の各階の階高は統一となっておらず、様々な階高となっていた。

ところが、原設計では、CWのH寸法は統一されており、鉄骨梁のレベルとCWファスナーのレベルとの差が各階で異なり、またレベル差寸法も大きく1,200～1,400mmとなっていた(図-7)。

このため、CW取付時にもスラブ上から手がファスナーに届かず、ファスナーの調整作業が困難となる。

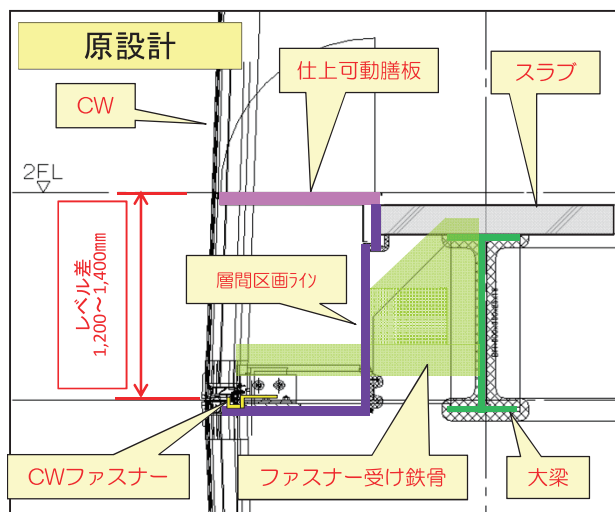


図-7 原設計ファスナー廻り納まり図

また、外周部の取合いの仕上納まりにおいて、困難なことが予想された。

#### 2)改善提案

レベル差による問題点の解決のため、各階の階高とCWの寸法を合わせることを提案した(図-8)。

設計者は外装の統一感を出すためにCWのH寸法を統一していたが、パース、立面図を用いて、階高とCWのH寸法を合わせても、見え方の差がほとんどないことを説明し、了解を得た。

#### 3)改善効果

階高とCWのH寸法を合わせることで、次のような効果を得られた。

①各階のスラブとファスナーとのレベル差が200mmとなり、また寸法も統一され、CW取付けの施工性が向上した。

②CWファスナーがスラブレベルの近くに統一されたため、ペリメーター部の仕上げの納め方を簡素化することができた。また、層間区画の形成をシンプルにすることができた。

更に、CWファスナーのメンテナンス性も向上し、原設計にあった可動膳板を無くすことができた。

③ファスナー受けの鉄骨を小さくでき、鉄骨数量を大幅に減らすことができた。

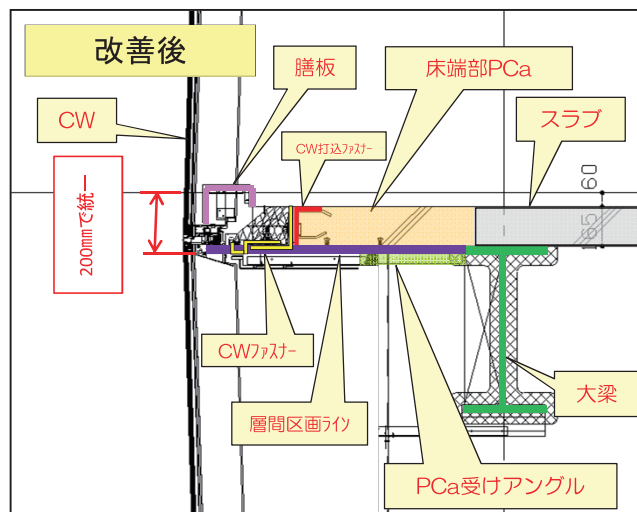


図-8 改善後ファスナー廻り納まり図

## 7. 考察・まとめ

以上の通り、床端部PCa化などにより、外装CW工事は飛来落下災害は無く、また、工期を1.5か月短縮して、無事完了することができた(写真10、11、12)。

床端部PCa化による躯体工事のコストは在来工法と比較すると、やや増額となるが、見えないコスト(養生手間など)が大幅に削減できる。

また、火花や資材の飛来落下への対応コストも削減でき、トータルメリットがあり、当現場のように、周辺

に歩行者の多い場所では総合的に大きなメリットがあると考ええる。

現在の建設業における労務事情を考えると、今後はS造の床端部のPCa化を標準化する事例が増えると考えられる。

今回のような複雑な形状のスラブ端部や、パラペットなどの特殊形状の躯体をPCa化することで、労務逼迫の改善につながり、品質向上や、安全・環境面の改善が出来る考える。



写真10 スラブ端部PCaに取付状況

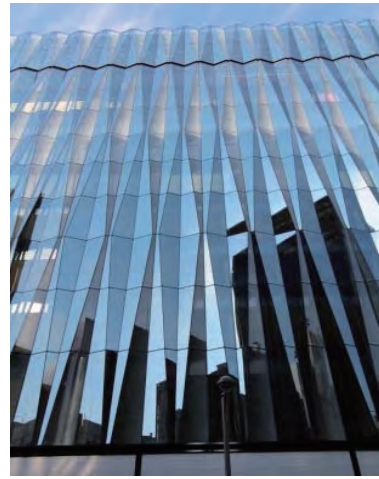


写真11 外壁CW取り付け完了状況



写真12 外壁CW取り付け完了外観





#### 4. 木構造軸組工法による学校施設の施工方法

社名:西松建設(株)

氏名:小原澤 義久

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)つくばみらい市立陽光台小学校校舎建設その他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 9, 145㎡、地上2階
(3) 用途	学校
(4) 主要構造	木造、一部RC造
(5) 建設地	茨城県つくばみらい市
(6) 施工期間	2013年9月～2015年5月
(7) 工事費	4, 067 (百万円)
(8) 設計者	(株)梓設計
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 施工の事例の少ないRC造と木造からなる混構造に対して、施工方法やRC造と木造の接合部の納まり検討が必要であった。</li> <li>▪ 木造建築物外装仕上げの納まり、木造でのスチール製手摺固定方法の検討や強度確認などの検討が必要だった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RC造と木造取合接合部の具体化と精度確保。</li> <li>▪ 外壁、アルミサッシ、及び手摺などの外装仕上げの品質確保。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RC部への打込みアンカーボルトについて、配筋との干渉を防ぐ配置計画。</li> <li>▪ ボルトと金物の仕様を理解し、精度確保の為に品質管理の実施。</li> <li>▪ アルミサッシ耐風圧強度確保の為に溶接固定と二重止水工法の確立。</li> <li>▪ 実証実験による木造部に取り付くスチール手摺強度確認。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
▪ Q(品質)	▪ RC躯体に打込む、アンカーボルト建て入れ精度3mm以下を確保した。
▪ C(コスト)	—
▪ D(工期)	▪ 事前計画による工程管理により、20日程度工程短縮ができた。
▪ S(安全)	—
▪ E(環境)	—
▪ その他の効果	—

# 木構造軸組工法による学校施設の施工方法

西松建設株式会社 関東建築支社  
小原澤 義久

## 要 約

本建物は、茨城県つくばみらい市の要望「日本一の学校を」に応えるべく、2階建て木造とRC造からなる混合構造建築物である。校舎棟・屋内運動場・プール棟・外構グラウンド工事に大きく分かれ、「校舎棟は打放しRC造と杉板を外装にした木構造」、屋内運動場は打放しRC造と屋根を鋼材と集成材から成る「ハイブリットトラス構造」である【完成パース】。外構・グラウンド工事に工期が取られる事を予測し、校舎棟・屋内運動場の速やかな上棟が必須であり、且つ複雑な外装仕上げにより木軸組構造の精度の高さを要求される。

本報告では、校舎棟の軸組を主体に精度確保及び工期短縮の為の施工計画・検討結果を報告する。



完成パース（左：屋内運動場 右：教室内部）

## 1. はじめに

本工事は、近年つくばみらい市みらい平地区において、鉄道開発に伴い急激な人口の流入・増加が著しい状況であり、今後小学校教室数の不足が懸念され、新設小学校の建設となった。収容児童最大 1,050 人の木造・RC 造複合 2 階建の校舎棟と、バスケットコートが 2 面取れる木造大空間トラスの体育館と屋外プール棟の 3 棟で構成された、木と RC の調和の取れた暖かみのある小学校となっている（図-1）。

木造と RC の複合構造ということで、RC 部分に打込んだアンカーボルトに木構造を接合する形式である。屋内運動場では RC 部分の構築後、木造の小屋組を挟ませる形式である。集成材で鋼材タイロッドを挟んだ大梁を支保工上で組立て、組上がり後にジャッキダウンで自立させる工法を取り入れた。純木造ではなく、RC との接合を主にした建物であり、様々な「工法」に挑戦した複合木造建築物である。

### 1-1 工事概要

- 1) 支店名：関東建築支社
- 2) 出張所名：つくばみらい出張所・陽光台小体育館作業所
- 3) 工事件名：(仮称) つくばみらい市立陽光台小学校校舎建設工事  
(仮称) つくばみらい市立陽光台小学校屋内運動場・プール棟・外構等建設工事
- 4) 発注者：つくばみらい市長 片庭 正雄
- 5) 設計者：梓・岡野建築設計共同企業体【校舎棟】株式会社梓設計【屋内運動場・プール等・外構】
- 6) 工事場所：茨城県つくばみらい市陽光台 3-1
- 7) 工期：平成 25 年 9 月 20 日～平成 27 年 2 月 13 日【校舎棟】  
平成 26 年 8 月 2 日～平成 27 年 5 月 29 日【屋内運動場・プール棟・外構】
- 8) 施工形態：JV 当社 65% 谷原建設 35%
- 9) 請負金額：¥2,710,800,000-（税抜き）【校舎棟】持分 65% ¥1,762,020,000-  
¥1,357,000,000-（税抜き）【屋体・プール等・外構】持分 65% ¥882,050,000-
- 10) 工事範囲：建築工事一式
- 11) 建物規模：延床面積：9,145.55 m<sup>2</sup>、軒高 7.1m、構造種別：木造・RC 造、地上階数：2 階【校舎棟】  
延床面積：1,750.07 m<sup>2</sup>、軒高：7.7m、構造種別：RC 造（一部木造）  
地上階数：2 階【屋体・プール棟・外構】
- 12) 建物用途：小学校

## 2. 課題と対策の検討

### 2-1 工事の課題およびその背景

本建物は、大半が木造である。建物の平面構成は、四隅・中央部に RC 造部分が配置され、その間の挟まれた部分は木軸構造となっている。

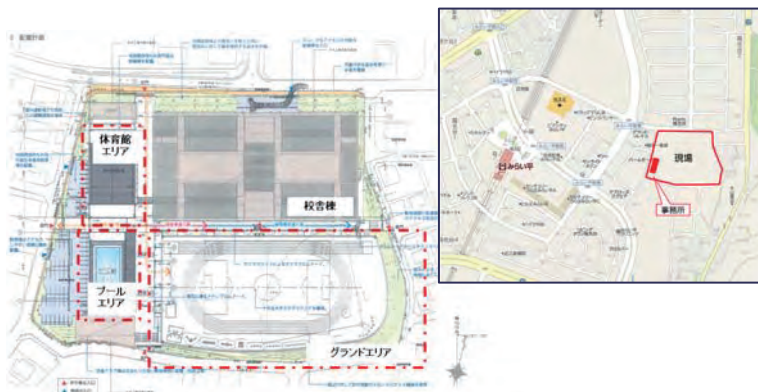


図-1 全体構成

「木造と RC」「木造と木造」での「接合部」が大きな1つのキーワードであった。

## 2-2 対策の検討と施工計画

### (1-1) 木造接合部について

今回の工事、木造部での「接合」方法は大きく3種類、

①シークホールダウン接合、②柱脚・土台アンカーボルト接合、③テックワン接合である。次に各々について説明する。

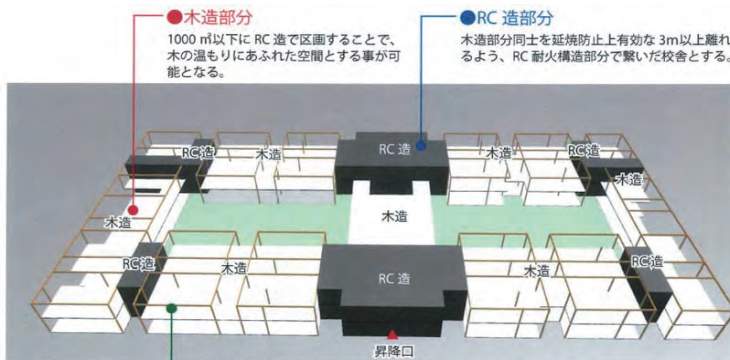


図-2 RC造・木造構築図

#### ① 木造+RC造取合い「シークホールダウンボルト接合」

校舎棟では、RC造に挟まれた部分が木構造となって(図-2)。RC部にはコンクリート打設前に先行して「シークホールダウンボルト」を型枠に設置する。ここに木造大梁が取り付け、その位置に誤差3mm以下の打ち込み精度が要求された。シークホールダウンボルトの配置に鉄筋が干渉しない様、配筋の配置計画を行う事や、型枠に仮固定するボルトの設置位置の測量が必要となる(図-3)。

配筋の検証の結果、木造梁下部に取り付くシークホールダウンボルトとRC大梁の下主筋アンカー部が干渉することが判った。シークホールダウンボルトは自由に位置調整ができない為、下主筋に機械式継手+定着盤を採用して解決した。シークホールダウンボルトの設置は、型枠加工後の設置となる為、型枠工事で同時に施工を行う。取り付け方は、型枠にボルトが取りつく箇所を加工段階で位置を出し、穴あけ加工を行った後に、出入りをテンプレートで固定をする。この時、基準の位置を測量で確認することが重要であった。(写真-1・2)。

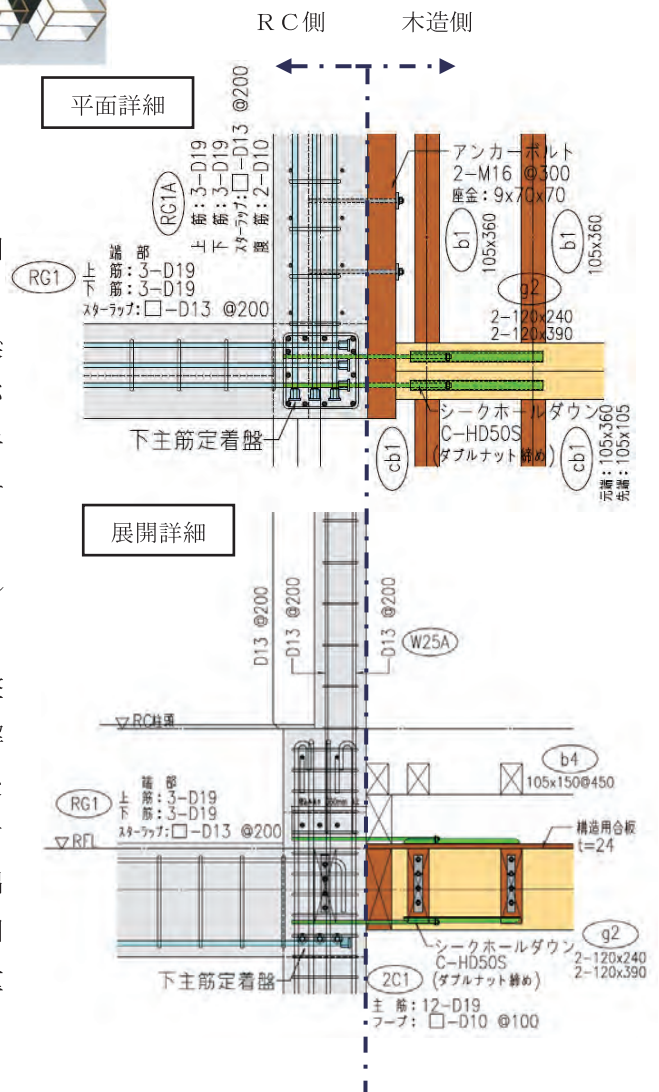


図-3 シークホールダウンボルトと配筋図



写真-1 シークホールダウンボルト接合（構造梁下側）



写真-2 シークホールダウンボルト接合（構造梁上側）

## ② 柱脚・土台「アンカーボルト接合」

木造の柱脚及び土台は、躯体に打ち込むアンカーボルトで固定する形式である。アンカーボルトを厚み400mmの「マットスラブ」に配置して打ち込む。当初設計図では柱脚ボルトの詳細が記載されていない為、公共建築木造工事標準仕様書と設計協議の結果、ユニクロ寸切り（全ねじ）ボルト M16 を採用する事とした。

設置方法は鉄骨同様のアンカーセットとなるが、アンカーフレームを使用せずにスラブ配筋への固定とした為、ブレ止めが難しい。そこでコンクリート打設前後で測量を行い、設置精度の調整を行った(写真-3)。

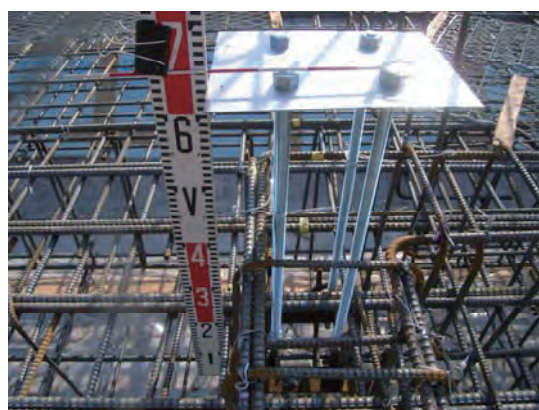


写真-3 アンカーボルト設置

## ③ 木造+木造取合い「テックワン金物接合」

木造柱・梁・小梁での固定は全て「テックワン金物」を採用する。柱の接合部にテックワン金物(写真-4)を取り付け、仕口欠き込み加工された木梁の小口をテックワン金物に落とし込む(図-4)。建方を行い、梁に加工した穴と柱に取付けたテックワン金物の穴をあわせ、そこにドリフトピン(写真-5)を挿入し、打込む事で柱と梁の仕口の接合が完成する仕組みである(図-5)。柱の位置の誤差や、建て入れ精度が悪いと、木梁の落とし込みやドリフトピンが入らない事になる。木工事には建て入れ許容値が存在しない為、各接合部での検討を行った結果建て入れ精度を3mm以下と設定し、建方精度及び②の柱脚精度の重点管理が必要であった。

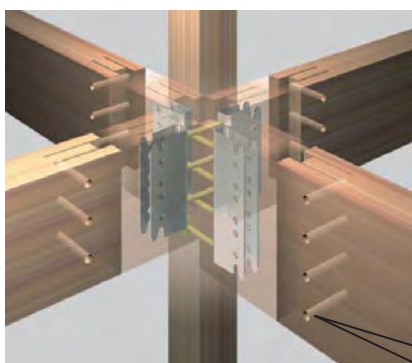
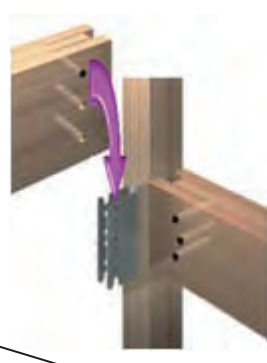


図-4 テックワン金物接合



ドリフトピン取付



写真-4 テックワン金物

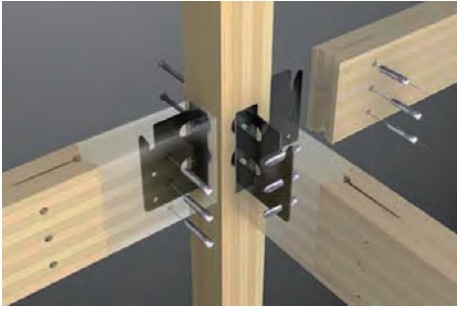


図-5 ドリフトピン挿入



写真-5 ドリフトピン

### (1-2) 木造接合部 施工結果

本工事一番の難関であった躯体打込みの、シークホールダウンボルトの精度は全数誤差3mm以内で納める事ができた。アンカーセットの誤差は、型枠工事に含めて発注を行い、精度管理までを責任施工とした事、コンクリート打設前後に測量確認を行う二重チェックを行った事が、精度確保に繋がったと考える。但し、柱脚アンカーボルトの施工では、厚さ400mmのマットスラブに打ち込む事で、型枠工事一貫とはいかず、コンクリート打設までの多業種の施工（配筋・アンカーボルト設置・コンクリート打設）で、設置後とコンクリート打設後で多少の誤差が生じる結果となり、スラブ斫り込み・台直しにより修正した。改善点として、柱脚アンカーボルトも、鉄骨と同様にアンカーセットとして、スラブ配筋との干渉をしないか、コンクリート打設時に変動しない固定ができていないか、アンカーフレームが動かない作業フローは無いかなど、等を明確に確認できる品質体制が今後必要である（図-6）。

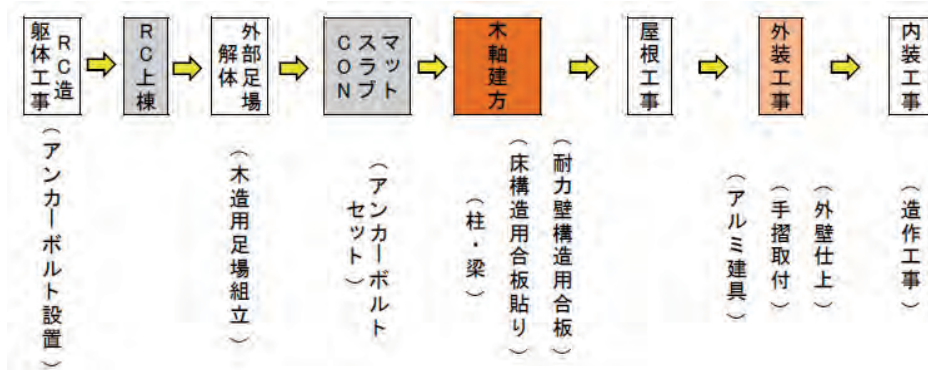


図-6 作業フロー (RC⇒木造⇒仕上げ)

### (2-1) 木造建方について

建築面積が大きく作業余地が狭い建物で鉄骨建方を行う場合は建て逃げ方式を選択する機会が多い。今回の木軸建方も建築面積が大きいことから建て逃げ方式で建て方することにした。建物の平面構成は昇降口、トイレ等の水回り、及び階段がRC造となっており、その他が木構造となっている。建方を行う木造部分を鉄骨建方と同様に幾つかの工区に分割し、工事を進めることにした。建方を行う順番は、ほぼ左右対象の建物なので、両端から中心に

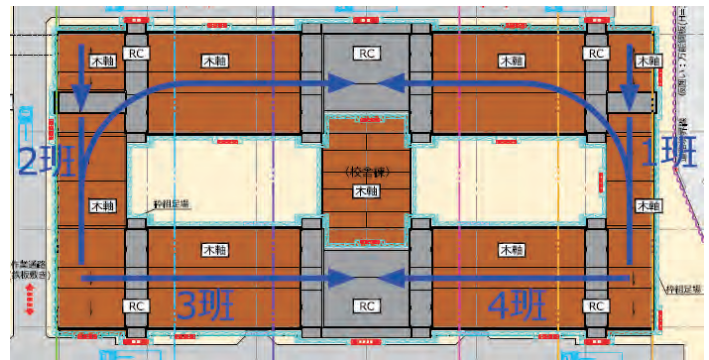


図-7 木軸施工計画

向かって同時期に建て方を開始した（図-7）。

建て方は 25t ラフタークレーンを相番機とし、柱・梁を1-2階では高所作業車・2階-小屋裏階まではローリング足場を使用して建て方を行った。手順として下記より記載する。

・木軸建て方フローチャート

1. RC 側受け梁取付
2. 柱ベースプレート（金物）取り付け
3. 柱・梁・小梁取り付け（写真-6）
4. 2階床構造用合板張り
5. 小屋裏（RG）梁・小梁取り付け
6. 屋根柱・火打ち・屋根下地取り付け
7. 屋根構造用合板張り

建方精度は、部材の許容寸法が間違っていない限り、柱脚とRCからのアンカーボルトで、精度は確定されてしまうので、部材の許容寸法及び部材の品質検査に重点を置いた。部材寸法は誤差0mmとし、少し長い部材は削り、短い部材はRC側の受け梁で出入りを調整することとした。

建て方精度としては、（1-1）接合部より3mm以上の倒れがある場合、テックワン金物が納まらない為、建て入れ精度を3mm以下とする。

また、木工事では、含水率を品質確認対象とするが、集成材は工場生産時に乾燥を十分に行うことにより、材料納入時から建方まで雨天による対策を検討しなくても含水率は落ちている事が実証されている（図-8）。今回の工事では建方時の雨天の為の養生は準備しない事とした。



写真-6 木軸建て方状況

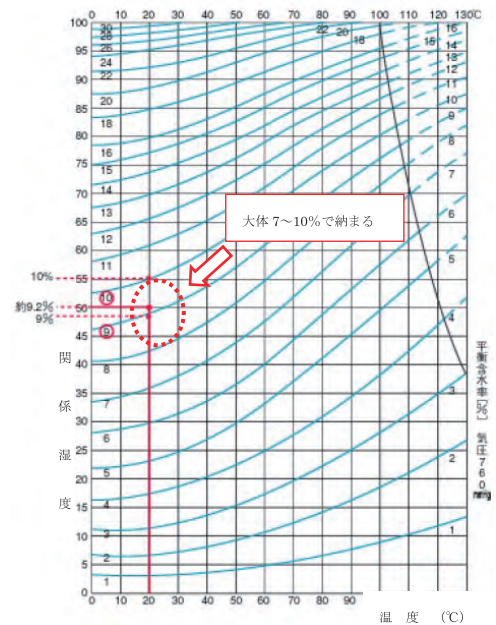


図-8 平衡含水率表

## （2-2）建方精度 施工結果

柱脚及び接合ボルトの配置精度と部材製品の精度が確保されていれば、おのずと建方精度は3mm以下になる。柱脚ボルトで少し修正した箇所はあるが、建方精度3mm以下での建て入れを確保した。ただ、細長い工区では、建て逃げをしていく事で、誤差0mmでも少しずつ外側に倒れていく傾向が見られた。接合部で少しずつ離れて取り付いたと思われる。3mm以上の倒れになる次の部材の梁を削り、誤差を修正していく作業が発生した。ただ、部材については、建方中雨さらしになる事も多かったが、工場での集成材構成時にしっかりと乾燥管理をされていることで、反りかえる事は無く、建方中や建方後も建物に悪影響を及ぼす箇所は無かった。

### (3-1) 木造外装工事 (建具)

木造軸組の建方では、柱・梁・床・屋根の手順で施工を進め、屋根伏せ完了後に外装仕上げに取り掛かる。外装施工では「建具」「手摺」について検討を行った。通常の木造アルミ製建具取付は、開口部の木軸補強材に建具の縁（ペロ）をビス固定し、防水テープを貼る工法だが、ビス固定では耐風圧基準の適合の評価ができない。

溶接固定とする為に、木構造部にラグスクリューボルト（図-10）を先に打込み固定し、そのボルト頭に15mm以上の溶接長を確保して、アルミ建具を固定することにした（写真-7）（図-9）。



写真-7 外装三角アルミ建具

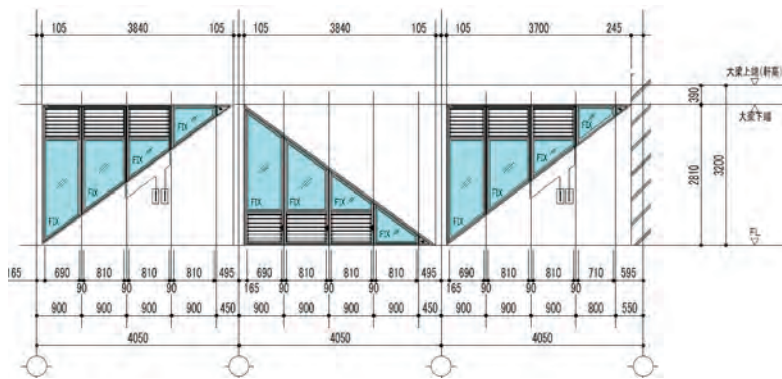


図-9 アルミ建具配置図



図-10 ラグスクリューボルト  
(L=110 M12×頭19)

木軸補強材との納まりでは、木軸とアルミ建具の間の面に溶接しろとなる隙間をRC造の様に、モルタルで充填することはできない。そこで建具を木軸の外部側へ出すことで、木軸面に防水テープを廻す事で、止水ラインを形成できる様にした（図-11）。又、建具側の周りには水切り板金を廻す事で二重に止水ラインを構成する（写真-8~11）。

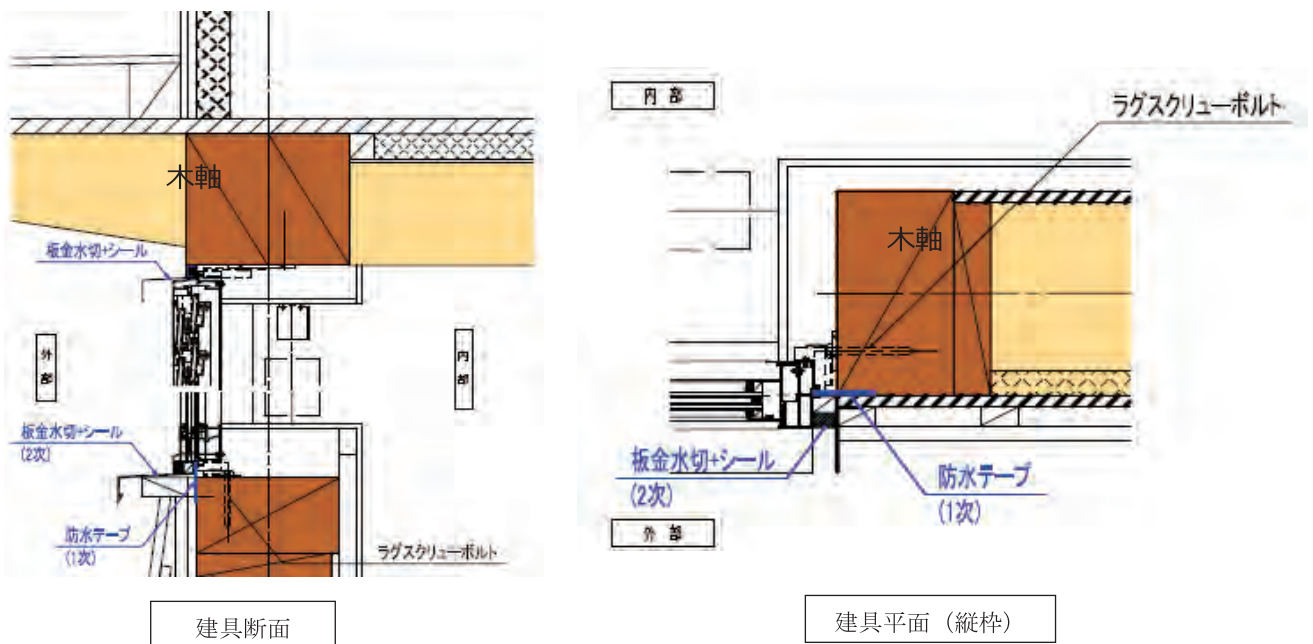


図-11 木造・建具詳細図



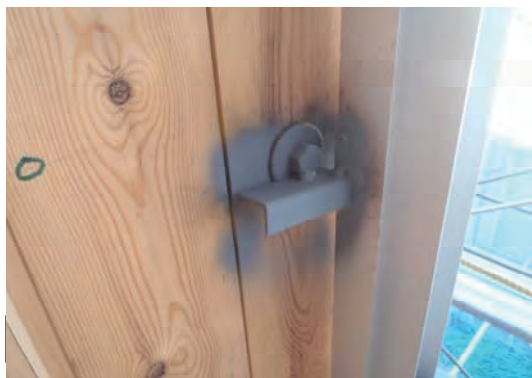


写真-8 ラグスクリューボルト溶接



写真-9 防水テープ施工



写真-10 水切り下地・合板貼り

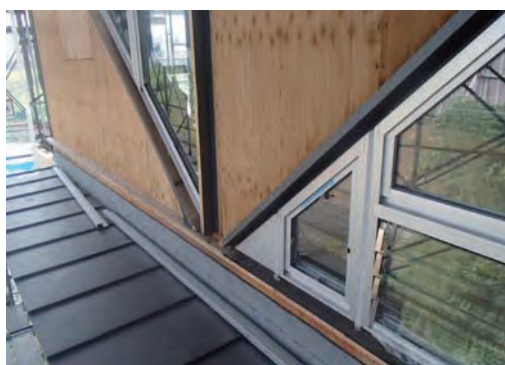


写真-11 板金水切り取付

### (3-2) 木造外装工事(建具) 施工結果

見付が三角形の建具が主体となる為、施工図段階で木軸開口をCADデータ上で形状を合わせて建具製作加工を行った事で、精度良く建具を納める事ができた。止水ラインも防水テープを建具の周りに回し、板金で被せる前に重点管理として全数目視確認を行う事ができた。

ただ、木軸とRCの両方に取り合う建具部分では、RCとのクリアランスを木軸と同様に考えてしまい、必要な寸法が足らなくなり、躯体を少し調整する必要があった(写真-12)。RC躯体図チェック段階での木軸と建具の納まりを合わせて検討する事が必要であった。



写真-12 建具とRC取合い

アルミ建具により、RC面はダキ開口となるが、木造部と同様にクリアランスの狭い溶接しろ寸法をRC側にも同様としてしまい、建具が入らない箇所が発生した。

### (4-1) 木造外装工事(手摺)

木造での一般的な手摺固定方法は、床面にビスや釘打ちで行う。住宅では木材の造作で手摺を施工する。今回の小学校の設計では手すりはスチール製となっていた。原設計は支柱・中棧共FB9mm×40mmであったが、「日

金協「手摺安全基準に関する自主基準及び報告書」(図-12)の学校基準値に到達していなかった(表-1・2)。その為、支柱のFB9 mmをFB12 mm に変更した。



図-12 手摺の安全性に関する自主基準及び研究報告書

表-1 手摺グレード一覧

グレード	荷重		適用用途例	備考
	N/m	(kgf/m)		
0	-	-	柵(安全通路柵、敷地境界柵等)	
1	735	(75)	個人住宅(廊下・バルコニー)	
2	980	(100)	共同住宅の共用廊下・避難階段	避難通路以外の廊下・バルコニー
3	1225	(125)		避難通路・避難階段
4	1470	(150)	商業施設・公共施設の通路、共同住宅共用部、学校、	BL部品150型
5	1960	(200)	大規模オフィスビル避難経路等	商業施設等多人数が集まる場所の手摺、BL部品300型
6	2940	(300)		
7	2940超	(300超)		吹き抜けまわり

表-2 グレード・基準値強度表

グレード	荷重		対応する人間行動	実験結果(kgf/m)	
	N/m	(kgf/m)		平均値	95%上限値
0	-	-	(荷重は掛からない)	-	-
1	735	(75)	4人で寄り掛かる(前)	27	37
			4人で寄り掛かる(後)	27	33
2	980	(100)	1人でカー杯押す	73	101
3	1225	(125)	4人走ってばらばらにぶつかる	94	127
4	1470	(150)	1人でカー杯揺り動かす	109	153
			4人並びでカー杯押す	124	141
5	1960	(200)	4人で10m走って同時にぶつかる	149	176
			4人並びで同時にカー杯押す	174	209
6	2940	(300)	8人で押しくらげ頭状態で押す	173	220
			20人以上で押しくらげ頭状態で押す	252	287
7	2940超	(300超)	(それ以上)	-	-

グレード5には、200kgf/m以上必要

又、脚部の固定方法の検討では、構造計算上の評価ができない為、「木梁・手摺モックアップ」による実大実験で検証を行った(写真-13)。モックアップの手摺の固定方法は木軸梁上部の構造用合板の上にプレート(t=FB12×75)をM12ボルト+座金にて挟み込み、固定する(図-13)。

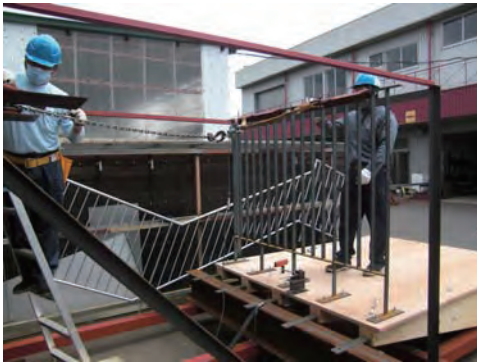


写真-13 実大実験状況

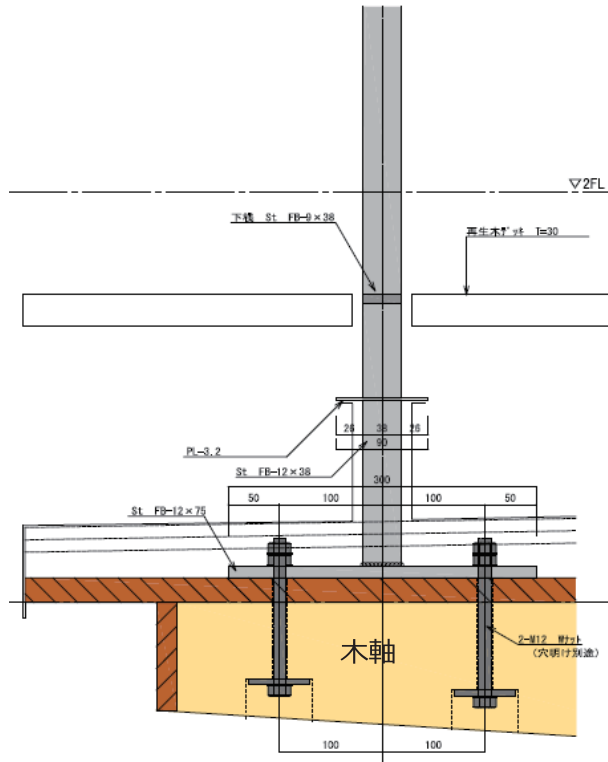
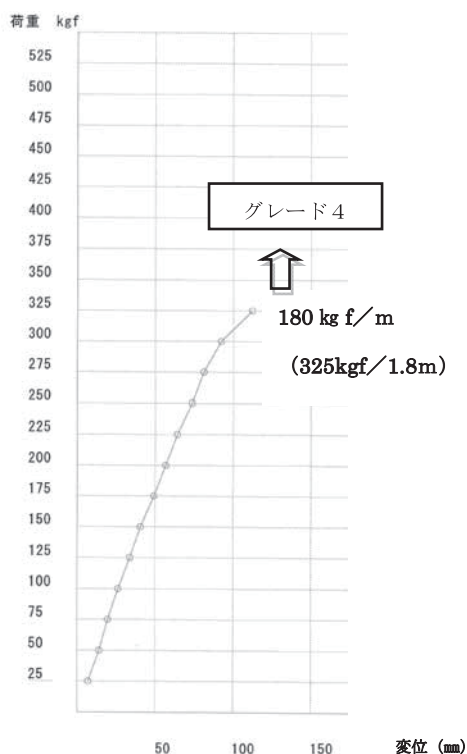


図-13 モックアップ手摺固定詳細

1. 支柱 **FB9** @450 (L=1800)



2. 支柱 **FB12** @450 (L=1800)

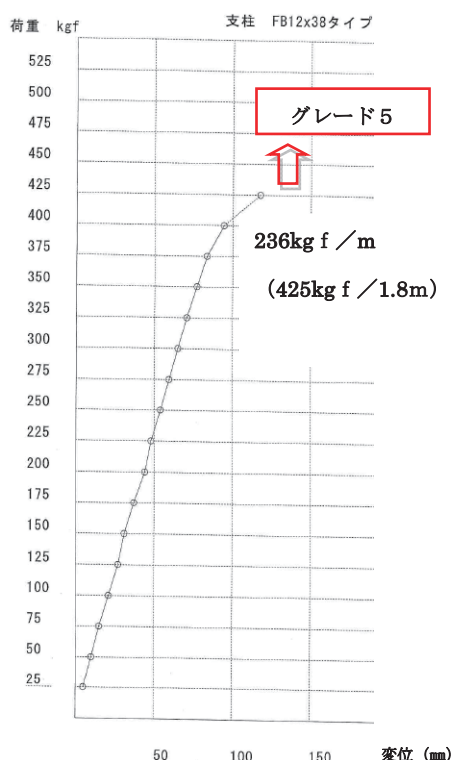


図-14 手摺実大実験結果

実大実験では、L=1,800 mmのスチール手摺試験体を支柱FB=9mmとFB=12mmの2種類用意して強度試験を行った。(図-14)よりFB=9mmでは180kgf/m(325kgf)に対してFB=12mmでは236kgf/mとなり、「日金協 手摺安全基準に関する自主基準及び報告書」よりFB=9mmでは「グレード4」、FB=12mmでは「グレード5」が実験結果より実証できた。木軸梁の固定部分では「グレード5」の強度が生じても破壊することがなかった。

(4-2) 木造外装(手摺) 施工結果

今回の工事では、木造梁に取り付くスチール製手摺ということで、手摺自体の強度と共に取り付く梁と固定部での破壊も無いかを実大実験で検証した。その時に事前に納めを確認できたことと、木軸建方の精度確保により、手摺ピッチと木梁のピッチで誤差なく取付けできた。

手摺固定後は床勾配用に造作下地を組み、床合板・シート防水・外壁仕上げ(杉板貼り)となり、手摺取付が速やかに施工を行う事で外装仕上げの工期短縮へ結びついた。

手摺の固定方法はとても重要であり、設計者によりいろいろな工法が記載されている。ただ、必ずしも適切な内容であるとは限らない。原設計で施工にも問題があった場合は施工者側にも責任となる。事前での強度選定や固定方法の検討を怠らない事が重要であると実感できた(写真14・15)。

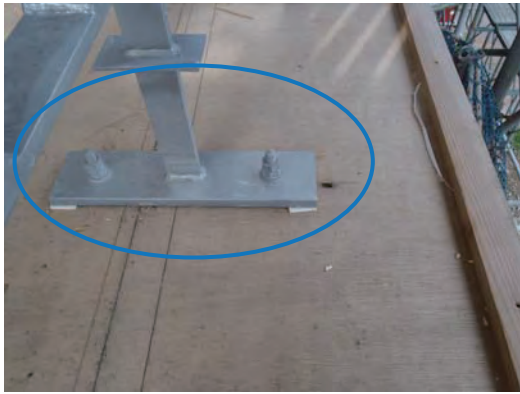


写真-14 手摺合板固定 (上部)



写真-15 手摺受け梁 (木軸)

### 3. 施工結果

当初契約工期が12月末日で、工期が無い中で複雑な木造を行う状況であり、事前の計画が出来ていても作業員不足が大きく響き、3週間程度の遅れで木軸開始となった。

躯体構築時の型枠工事の歩掛りより、1階・2階立上り時のボルトセットと加工手間が大きく響いてしまった。通常では10～15㎡/人のところ、10㎡/人以下になってしまった事で、日数も予定していた期間より伸びてしまった(表-3)。

表-3 型枠工事 歩掛表

●型枠工事			
地下=2.2m 地上1階:3.6m 2階:3.2m R階:2.8m			
階数(立上り)	数量	人工	歩掛り
基礎	6,901.6 ㎡	747 人	9.24 (㎡/人)
1F	5,199.3 ㎡	759 人	<u>6.85 (㎡/人)</u>
2F	5,257.7 ㎡	566 人	<u>9.29 (㎡/人)</u>
RF	1,826.1 ㎡	173 人	10.56 (㎡/人)
	19,185 ㎡	2,245 人	8.55 (㎡/人)

表-4 木工事(軸組) 歩掛表

●木工事			
※ジャパン建材			
①木軸建方			
・ピース数	(建方ピース)	(人工)	
	11,903 本	1,145 人	10.40 本/人
・立米数	(建方体積)	(人工)	
	1,878 ㎡	1,145 人	1.64 ㎡/人

所感ではあるが、躯体工事では協力業者(鉄筋・型枠)を2社に分けて施工を同時期に行った事で、競争意識が芽生え、単独で施工するより歩掛りが上がった。

木軸建方では、25tラフタークレーン×1台、5人～6人を1班とし「平均20ピース/日」組み上がる。表-4では、柱・梁以外の小部材でもピース数に加算されていることより、10.40本/人の歩掛りとなっている。

工期では、以前から施主側へ依頼していた工期延伸契約をすることができ、2か月延伸した事で、余裕がある工期ではないが、木軸前に検討や確認ができる期間を得られた。

外構工事及びグラウンド工事に費やす日数(冬の時期の茨城地区では午前中、霜で施工困難となり、外構工事が進まない)が多い為、早くに外部足場の解体を計画する必要があり、建方から外部仕上げまでの日数が校舎棟に限らず、この小学校計画に対してのクリティカルパスであった。

今回、報告書の通り様々なポイントを事前の計画や検討で工程に大きく遅れる事なく施工でき、その後の屋内運動場棟やプール棟にも影響しない計画が実現できた。工程にとらわれず、施工中でも各所で納まりの再検討や品質の確認をすることで、二度手間の無い施工が実現できた。

## 5. おわりに

本工事は、校舎棟・屋内運動場（渡り廊下棟）・プール棟で「木造」を取り入れた混合構築であり、今まで経験することのなかった施工事例を体験できた。今回の報告書では、校舎棟をクローズアップしているが、屋内運動場では、24.3mスパンを木軸梁（鋼材タイロッドによるハイブリット工法）による小屋組工法の施工、プール棟・渡り廊下棟では、鉄骨と木造の融合等、各棟各所で複雑な納めであった。全ての取り合いに理解する事はとても難しい事ではあるが、豊富な知識を持った木造専門業者、日々努力した職員一同や、それを支えた協力業者が、全て一丸となって取り組むことができた事で、発注者であるつくばみらい市にも満足していただける建物を引き渡すことができた（写真 16・17）。

今回の工事にあたり、関東建築支社建築部、早い段階から工事計画を具体化した建築企画部の皆様、厳しい工程や品質管理に対応していただいた協力業者の皆様に支援を頂きました。

簡単ではありますがお礼を申し上げさせていただきます。

陽光台小学校 （つくばみらい市）



写真－16 竣工写真①

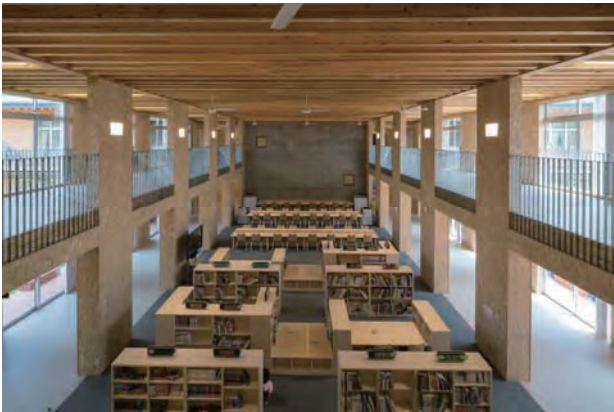


写真-17 竣工写真②