

9. 大規模学校建築における工業化・省力化への取り組み

社名: 戸田建設(株)

氏名: 吉田 徹

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	東海大学湘南校舎理工系施設整備事業19号館新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 27, 839㎡、地上10階、搭屋1階
(3) 用途	学校
(4) 主要構造	RC造(一部S造)、基礎免震構造
(5) 建設地	神奈川県平塚市
(6) 施工期間	2015年7月～2016年12月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	基本設計・実施設計監修・監理監修: (株)日本設計 実施設計・監理: 戸田建設(株)一級建築士事務所
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"> 既存建物の解体や学校行事による工事不能日等を考慮すると、厳しい工程であり、構造体の工業化や省力化が必要であった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 設計施工の利点を生かし、設計段階から実践したフロントローディングにより、構造の変更や施工省力化等を含め工程の大幅な短縮を図る。 仮設計画の見直しによる省力化を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 車両乗り入れ構台の見直しと構台支柱のアンカーの工夫による根切工事の施工効率向上を図った。 積極的なPCa化採用(柱・大梁・小梁・バルコニー床版)により、工期の短縮を図った。 借地を利用した鉄筋の地組やサイトPCa化(免震上部基礎、外構階段他)採用により工期の短縮を図った。 ロングスパンの大梁施工の省力化により、工期の短縮を図った。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> PCa化により躯体の精度が確保できた。 C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> — D(工期) <ul style="list-style-type: none"> 在来RC造を基本として、大スパン大梁を鉄骨造とした当初計画と比較し、3.5ヶ月の短縮することができた。 S(安全) <ul style="list-style-type: none"> 工業化・省力化による高所作業の削減、作業員数の低減による安全性の向上が図れた。 E(環境) <ul style="list-style-type: none"> サイトPCaを含む工業化に伴う南洋材(ベニヤ)の使用削減することができた。 その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> —

大規模学校建築における工業化・省力化工法への取組み

戸田建設株式会社 横浜支店

吉田 徹

1. はじめに

本工事は、神奈川県平塚市の55万㎡を超える広大な東海大学湘南キャンパス内における理工学系の老朽化した校舎の建替え工事である。

本建物は大学の情報理工学部・工学部が主に使用する研究室、実験室、ラウンジを中心に構成される地上10階建の校舎である。建物中央部には19.2mのロングスパンを有しており、その南側には大きな吹抜けを設けると共に、外壁面のスリットにより、平面ボリュームを分割しつつ、共用部の採光と全館の自然換気に利用している（写真-1、写真-2参照）。

構造的特徴として、柱・梁架構を外郭に限定し、床組を鉄骨小梁+4mスパンの合成床で構成するなど、免震構造の利点を十分に生かし、上部躯体の大幅なスリム化が図られている（図-1参照）。また前述のロングスパン部分には当社開発の「TO-RCSB 構法（端部をRC造、中央をS造としたハイブリッド大梁）」を採用し、ロングスパン部分の振動抑制についても配慮している。

本工事では外装のユニット化に伴う無足場化など、工程短縮・生産性向上を目的とした各種の取組みを実施したが、本報では施工計画全般について記載すると共に、土工事およびPCa化を含めた躯体工事について報告する。

2. 工事概要

工事名：東海大学湘南校舎

理工系施設整備事業 19号館新築工事

工事場所：神奈川県平塚市北金目

基本設計・実施設計監修・監理監修：株式会社 日本設計

実施設計・監理：戸田建設株式会社一級建築士事務所

施工：戸田建設株式会社 横浜支店

階数：地上10階 搭屋1階

用途：学校（大学・渡り廊下）

構造種別：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）

構造形式：免震構造（基礎免震）

建築面積：3,125.33㎡

延床面積：27,839.00㎡

最高高さ：46.20m

基準階階高：4.00m

基礎形式：杭基礎（既製コンクリート杭）

外装仕様：リブ付プレキャストコンクリート フッ素樹脂塗装仕上げ
有孔ガルバリウム鋼板、亜鉛メッキ鋼製ルーバー

校舎工期：2015年7月1日～2016年12月31日

（延べ18.0ヶ月）



写真-1 竣工時写真（南東面）



写真-2 竣工時写真（東正面）

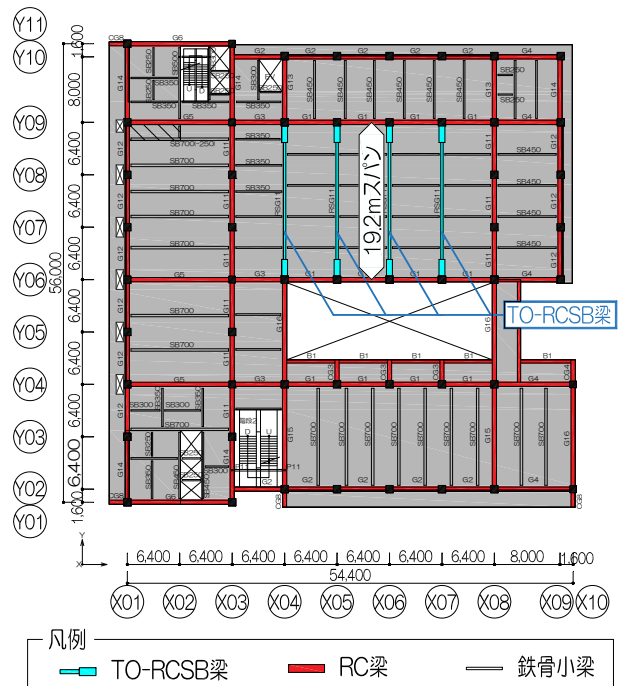


図-1 基準階構造伏図

3. 本工事の課題と対策

本工事の構造形式は、当初は在来工法を基本として、ロングスパン部分は鉄骨造となっており、指定工期から 3.5 ヶ月間が不足すると考えられた。また、キャンパス内工事のため、学校行事などの工事不能日を考慮すると更に厳しい全体工程となっていた。

そこで、工程短縮を念頭に、実施設計の初期段階から工事部門が参画したフロントローディング活動を実践し、工業化・省力化・省人化工法、ならびに当社独自工法を積極的に採用した各種図面の作込みを行うと共に、仮設計画のスリム化を推進した。

4. 総合仮設計画

工期短縮、施工効率向上を念頭に、実施した施工計画について、基礎躯体工事時期と地上階施工時期について記載する。

4.1 総合仮設計画（基礎躯体工事時期）

本工事敷地は北側と南側で 3.9m のレベル差を伴う地盤である。

地盤構成は比較的良質で安定した関東ローム層が堆積し、以深に洪積砂礫層が出現する。

この敷地のレベル差と地盤構成に鑑み、山留めの計画は、北側については自立山留め（山留め高さ 4.3m）として、南側（山留め高さ 7.7m）については地盤アンカーを採用し、その偏土圧に対処することとした（図-2 参照）。

基礎工事期間中の状況写真を写真-3 に示す。中央に十字状の乗入構台を配置した。設置した乗入構台を有効に利用できるよう、スロープを有しないフラットな構台を計画し、天端レベルは南側の地盤面（≒2FL）とした。

乗入構台の幅は、コンクリート打設時のアジテーター車 2 台の並列配置時においても、搬入用トラックがその脇を通行できるよう、9.0m 幅を確保した。

揚重機は 65t クローラークレーンを 2 機、必要に応じラフターをスポット配置できるよう、強度検討を行った。



写真-3 基礎工事中状況写真

4.2 総合仮設計画（地上階施工時期）

地上階のタワークレーン（以下「TC」と称す）計画は大梁 PCa 重量から JCL-720NK（14.5 t × 40.0m 吊り）を 2 基計画した。内 1 基を東側に外建て、1 基を 3 階床から吹抜けになる部分の 1 階大梁間に架台を架設し配置した（図-3 参照）。

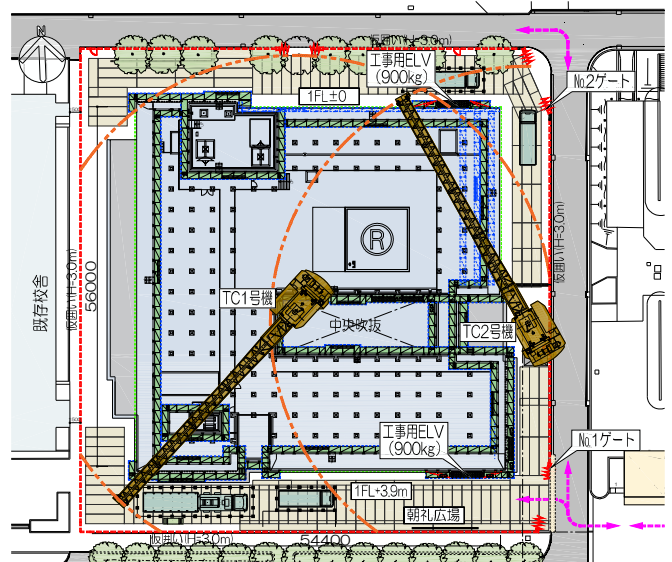


図-3 総合仮設計画面（地上工事）

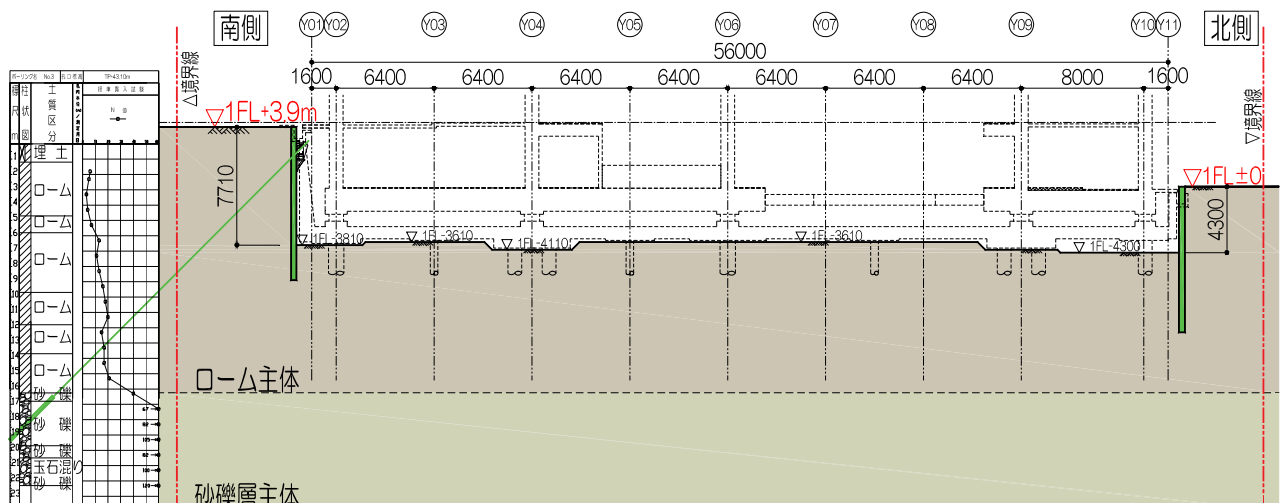


図-2 南北方向山留め概要断面図

なお、1階躯体上にTCを配置するに伴い1階大梁の構造補強を検討したが、当該大梁が12.8mのロングスパンRC造梁のため、配筋補強のみでは対応できず、TC架台直下に束柱が必要となった。しかし、本建物は基礎免震構造のため、1階大梁～基礎躯体間に配置される束柱はその上下間を水平拘束することができない。そこで、束柱は頂部となる1階大梁側のみをアンカーボルト固定とし、束柱のベースプレート裏面には滑り板（t2.4PTFE）を取り付け、基礎躯体（マットスラブ）天端にはステンレス板を配置し、仮設のすべり支承を構成した（写真-4参照）。なお、すべり幅は中規模地震（0.2G）を想定し150mmとしている。

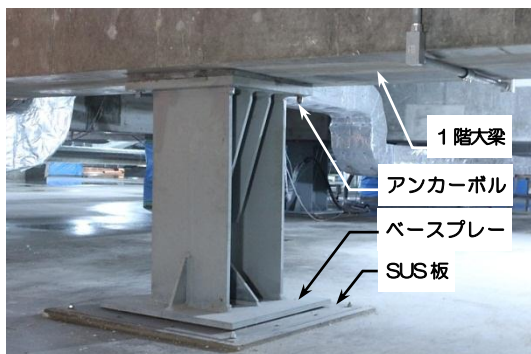


写真-4 すべり支承仕様としたTC束柱

また、1階大梁から設置する大型TCに対し、免震アイソレーターへの引抜力が懸念された。当該TCは自立可能高さが高く、本来はクライミングの必要はなかったが、順次構築される躯体重量とTCの引張方向反力との荷重バランスから、合計2回のポストクライミングを行った。

5. 土工事・基礎躯体工事計画

5.1 山留め工事計画

山留め計画にあたっては、比較的側圧が小さい良質地盤であることから地盤アンカー打設間隔を大きくして、打設工期の短縮、ならびにコストの削減を図った。

また、上下2段で構成される腹起しについて、通常の場合、水平方向反力は主に上段腹起し、鉛直方向反力は下段腹起しのみが負担している。一方、下段腹起しが負担する鉛直方向反力に伴う曲げ応力は、地盤アンカー際のブラケット～ブラケット間のみで負担するため、地盤アンカーが設置されていないスパンについては極めて大きな耐力上の余裕がある。そこで、

- ・水平方向反力は上段腹起しのみで負担させる
- ・鉛直方向反力は下段のブラケット間のみで負担させる

こととし、下段腹起しは地盤アンカー設置部分の必要最低限部分のみとする「不連続設置」とした。また通常は台座形状から上下段の腹起しサイズを統一する。そのため本物件においては上下ともH-350×350の山留め主材が必要となるが、先の考え方と共に、腹起し裏込め材に工夫を凝らし、上段腹起しについてはH-300×300を、分割設置する下段についてはH-350×350として、コストを削減すると共に、重量物の大幅な削減による安全性の向上を図った（写真-5参照）。



写真-5 下段腹起しの不連続設置

5.2 乗入構台工事計画

一般的に乗入構台直下の掘削工事は施工効率が低下してしまう。そこで、本工事では現状地盤レベルが高い南側から低い北側に向かって掘削工事を進めることにより、終始ダンプトラックへの直積みで掘削工事を進め計画とし、乗入構台架設は土工事完了後に行うこととした。

また、良質な関東ローム層であることを活用し、地中埋込みの構台杭から、床付けレベルを天端とする仮設の独立RC基礎躯体を構築し、アンカーボルトによる構台支柱（丘建ち形式）に変更した（写真-6参照）。

これらの改善により、2万m³を超える大規模掘削工事の大幅な効率向上につなげることができた。



写真-6 構台支柱独立RC基礎躯体配筋状況

なお、丘建ち形式の構台支柱の建方に関しては、0節鉄骨建方などでも利用される「建入れ調整治具」を採用することにより、歪直しワイヤーの架設を中止し、作業性の向上、並びに安全性の向上を図った（写真-7参照）。



写真-7 構台杭脚階建入れ調整治具セット状況

5.3 鉄筋工事計画

本工事の1階大梁は梁成が1,500mm、梁幅が800mmを基本とし、主筋は上下共12-D38（上下2段筋）となっている。小梁鉄骨用のガセットプレートの打込みが梁側にあることなどから通常の落とし込み工法が採用できないため、1階大梁の地組を検討した。

敷地内では全ての大梁鉄筋を地組するスペースがなかったものの、工事エリアから約500m先の空地（約1,000㎡）を大学から作業員駐車場として貸与頂いており、その場を地組ヤードとして活用できたことが、基礎躯体工事の工程短縮に大きく寄与した（写真-8、写真-9、写真-10参照）。



写真-8 地組ヤード施工状況



写真-9 地組梁小運搬 (外部地組ヤード → 場内)

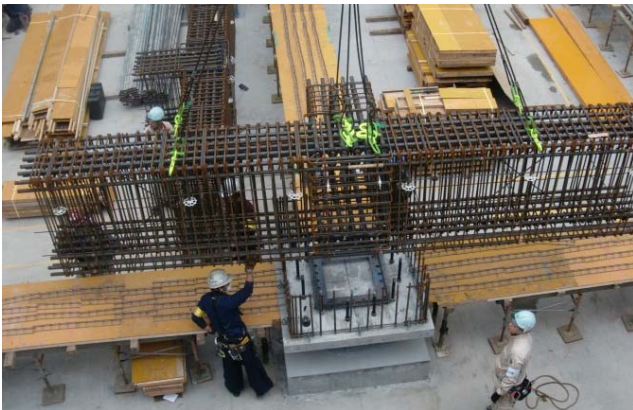


写真-10 地組梁セット状況

6. PCa 工事計画

6.1 PCa 化範囲

入札段階においては、コスト削減から柱については在来工法としていたが、更なる工程の安定化や、労務の平準化、生産性の向上を図るため、柱についてもPCa化することとした。

また、最上階のRC造大庇については、庇床版下端と取り合う小梁下端が同一面であったため、PCa化する場合は庇と小梁を一体化したフルPCaでしか構造的に計画することができないが、全幅が2.5mを超えることから運搬することが難しく、在来工法では無足場化の採用も難しくなる点や全体工程への影響も強く懸念された。そこで、意匠設計者と協議を重ね、図-4に示す形状に変更することによりPCa化が可能となり、先の懸念事項の解決を図ることができた。

なお、これらの積極的なPCa化採用は品質面（躯体精度）や環境面（南洋材の使用削減）での効果にも寄与できた。

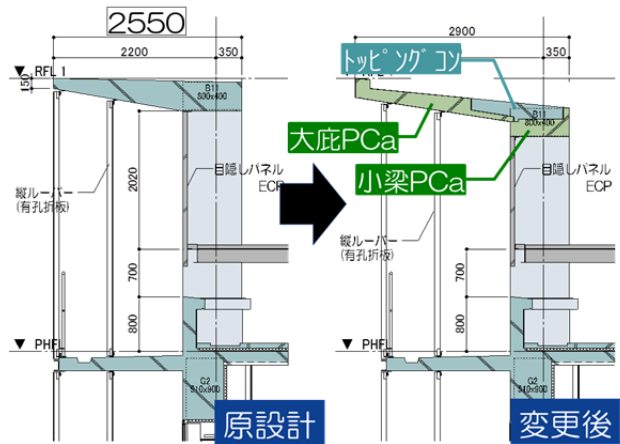


図-4 屋上階大庇断面の形状変更対応図

6.2 PCa 定例会議の開催

全体工期の大幅な短縮の要となる「PCa化」について、受注後速やかにPCa定例会議を立ち上げ、最上階の大庇PCaの図面確定まで計38回の会議を開催した。初期段階は基本構造架構、PCa化範囲、TO-RCSB構法施工性検証等を協議し、その後PCaメーカーの確定以降は基本ディテールの詳細検討、PCa一般図検討、各社取合い調整を協議した後、PCa詳細図検証を定例会議を通して実施した。

今回の構造設計はコスト削減に主眼が置かれ、柱断面に減幅・拡幅があった。また、外装取合いで大梁が柱芯に対し偏芯している部分があるなど、その納まりは非常に複雑であった。そのため配筋ディテールの検証には非常に多くの時間を要した。また、鉄骨小梁のガセットやPCCWのファスナー、大梁ピン接合に伴う埋込み鉄骨、仕上げに伴う打込み金物など、PCaへの打込み物が非常に多く、関連図面の早期整合と共にディテール検証にも多くの時間が必要となった。

なお、大梁下端2段筋を伴う仕口作業については、過去事例がないほど柱サイズが小さいため、PCaをベニヤで製作した実物大モックアップで仕口部を再現し、大梁鉄筋継手作業の施工性を事前検証した（写真-11参照）。



写真-11 仕口モックアップ

6.3 大梁 PCa 基本方針

大梁 PCa の基本方針を以下の通りとした。

- ① 在来型枠工事を減らすため PCa ジョイントはセンタージョイントを避け仕口内ジョイントとする。
- ② ネジ鉄筋を採用し、カブラーはカブリ厚に応じ有機系と無機系を併用する（PCa 施工図に区分を明記する）。
- ③ 継手箇所数および建方フック数を減らすため単スパン梁も極力連梁として製作し、現場の施工性を向上させる。
- ④ 上端主筋は工事エリア内では挿入するスペースがないことから PCa 工場にて挿入する（現場作業員の削減）。
- ⑤ 建方に伴う上端筋の横移動がない「後置き側」の大梁主筋は、施工上可能な範囲まで PCa 工場にて配筋結束を行い、現場での作業量を削減する（図-5 参照）。

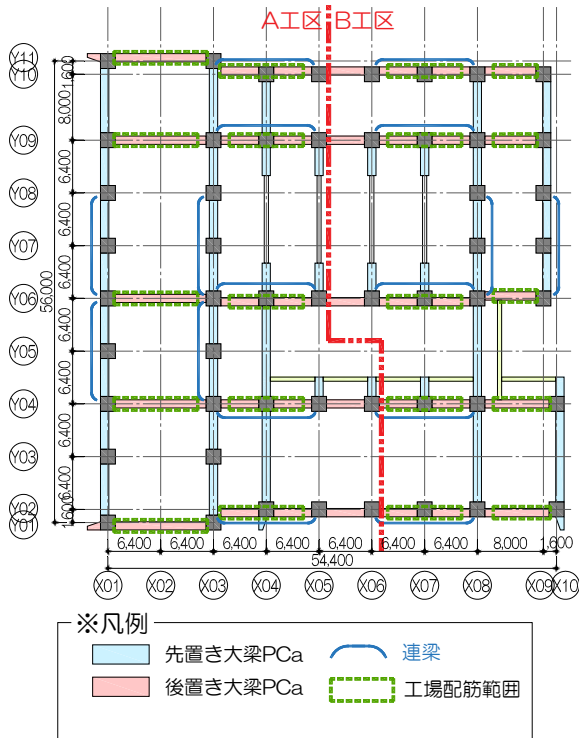


図-5 梁 PCa 割付図

7. TO-RCSB 施工計画

7.1 構法概要

TO-RCSB 構法は当社の保有技術である。端部を RC 造、中央部を S 造化することにより構造の軽量化を図り、主体構造が RC 造の建物においても容易にロングスパン化が図れる技術である（図-6 参照）。

当該構法について、端部 RC 部分は在来工法を採用することが一般的であったが、工程短縮や品質向上を念頭に本物件では PCa 化した。

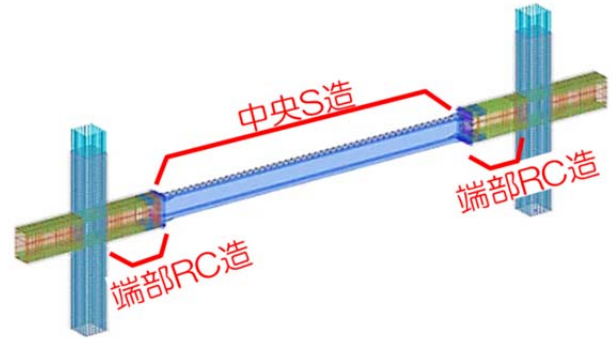


図-6 TO-RCSB 概要図

7.2 製造・建方方法

端部 RC 造部分を PCa 化した「TO-RCSB 大梁」の製造から施工への過程を以下に記載する。

- ① 鉄骨工場にて端部ブラケット鉄骨および中央材を製作する。
- ② 端部ブラケット鉄骨のみを当社運営 PCa 工場へ納入する。
- ③ PCa 工場にて、端部ブラケット鉄骨を含め端部 PCa を製作する。
- ④ 建方の前日に、TO-RCSB 端部 PCa を PCa 工場から、鉄骨大梁中央材を鉄骨 FAB から各々現場に納入する。
- ⑤ 地組ヤードまたはスラブ上にて連結、建方する（写真-12 参照）。



写真-12 TO-RCSB 梁地組後揚重状況

8. 地上躯体サイクル工程

当現場の地上躯体サイクル工程を図-7に記載する。

階高も高く（基準階 4.0m）、かつロングスパン梁も有することから、在来工法の場合では1フロア当りに要する日数は20日程度が想定されたが、積極的な工業化・省力化の採用から13日/Fとし、やや余裕のあるサイクル工程にて躯体工事を進めることができた。

また、PCa化に伴い、型枠建込などの高所作業を大幅に削減できたことは安全性にも大きく寄与し、無災害で上棟することができた。

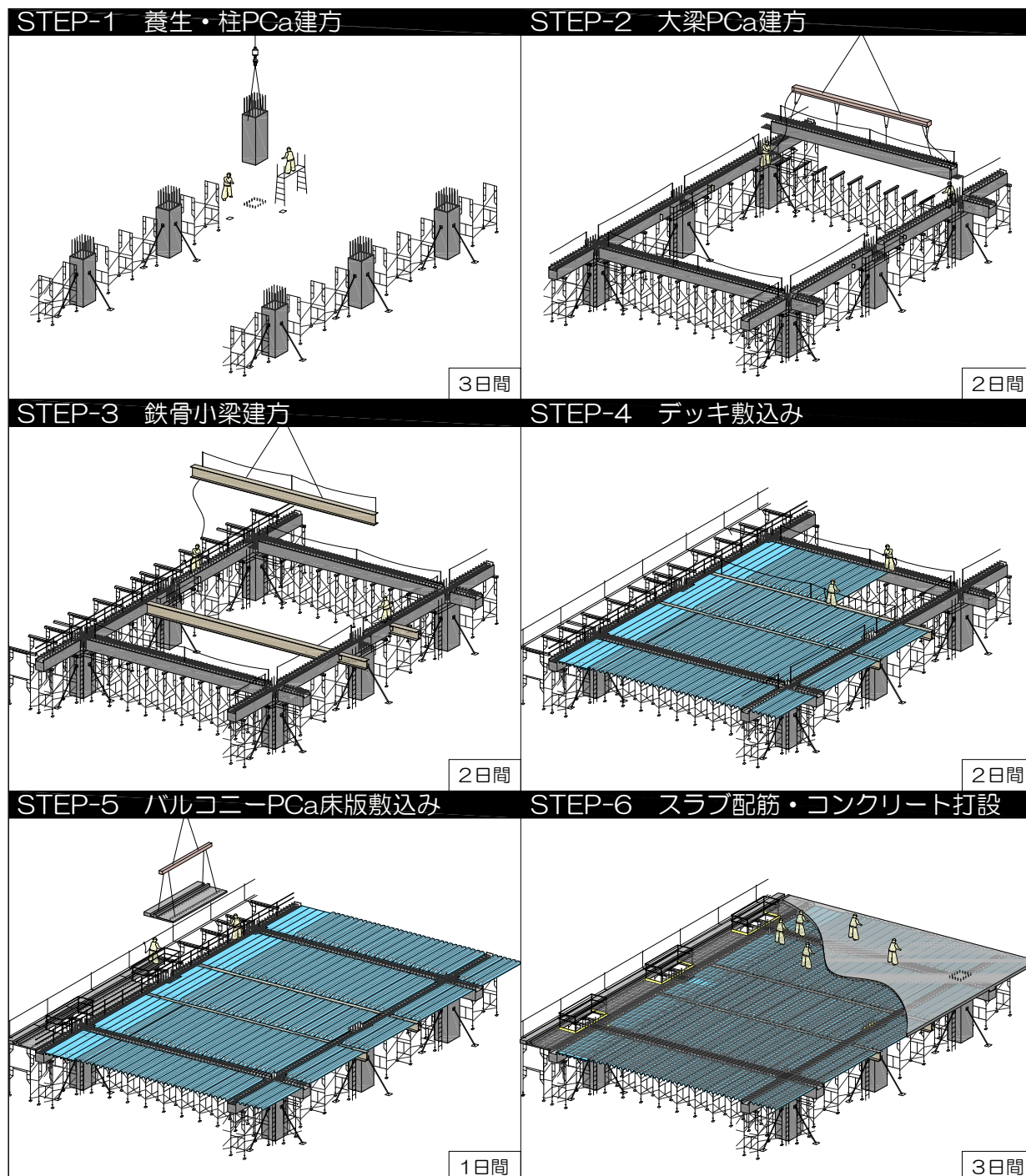


図-7 躯体サイクル概要図

9. まとめ

当物件は、学校運営から定まる厳しい工期設定の中、積極的な工業化・省力化・省人工法や当社開発技術の採用ならびに生産性向上に向けた施工計画の実践を通し、3.5ヶ月の工期短縮を実現し、高品質な建物を期日通りにお客様に提供できる結果となった。

今後、当作業所で実践した各種取組みを水平展開すると共に、より良いものへとスパイラルアップさせていきたい。

10. バルコニー等鼻先PCa化による躯体工事の改善

社名:三井住友建設(株)

氏名:桑田 陽平

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	綱島5丁目・6丁目計画新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:(5丁目)18,652㎡・(6丁目)5,257㎡、各地上7階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	神奈川県横浜市
(6) 施工期間	2015年10月～2017年8月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	三井住友建設(株) 一級建築士事務所
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"> 建設業界の動向を睨み、市街地の現場に於いて出来る限り躯体工事のPCa化を推進したい。 バルコニーや廊下の鼻先部位はその形状も複雑で、型枠大工の手間もかかり、また鉄筋工事に於いては被り不足を招きやすい等の理由から、PCa化するメリットが多い。また、開口(外壁側)端部での作業となるため、危険度も高い。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> PCa化する事により、躯体精度の向上、在来型枠の削減、外部足場の削減、工期の短縮、安全性の向上、環境面での貢献。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 現場内で、バルコニー及び廊下鼻先部分の躯体をPCa化して取り付けた。先行した5丁目は6丁目に比較して敷地に余裕があり、6丁目で使用するPCa部材も、5丁目敷地内で製作可能な総合仮設と工程計画とした。 主にバルコニー側の外部足場を、枠組足場から、簡易的な垂直養生ネットに変更した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な躯体形状部位をPCa化する事で、施工精度を向上
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> PCa化により、在来型枠を400㎡削減し、コスト1%削減。 主にバルコニー側の外部足場を8,600㎡削減し、コスト5%削減。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> クリティカル工程内での型枠作業が削減され、工期短縮を実現(1フロア16日掛かる予定を10日で施工)。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 外部足場上での在来型枠建込み作業が無くなり、墜落の可能性が低下。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> ベニヤ型枠の削減と、PCa部材を現場内製作とする事で、運搬車両削減によるCO₂削減。
・その他の効果	—

バルコニー等鼻先PCa化による 躯体工事の改善

三井住友建設(株) 横浜支店
桑田 陽平

1. はじめに

本物件は、交差点を挟む形で対面に位置する二敷地に、総戸数311戸(5丁目敷地3棟全243戸、6丁目敷地2棟全68戸)の板状集合住宅を建設する計画である。

図-1に敷地配置を示す。

5丁目と比較すると6丁目は敷地も狭く、5丁目の躯体工事にはシステム施工を採用したが、6丁目の躯体工事は在来工法で行う事になった。

今回、主に6丁目計画の生産性向上を目的に、二敷地継続施工という特性を活かしながら、出来るだけ軽微な施設で採用出来る躯体PCa化を検討・実施する事となった。

本報告では、市街地に計画された、敷地に余裕の少ない現場に於ける、サイト製作PCa化を実施した改善事例について報告を行う。

2. 工事概要

工事名称：(仮称)網島東5丁目6丁目計画新築工事
建設場所：神奈川県横浜市港北区

設計監理：三井住友建設株式会社一級建築士事務所
施工：三井住友建設株式会社横浜支店

全体工期：H27年10月1日～H29年8月31日

(5丁目：H29年3月15日引き渡し)

(6丁目：H29年8月31日引き渡し)

敷地面積：5丁目：8,419.00㎡ 6丁目：2,352.51㎡

建築面積：5丁目：3,499.14㎡ 6丁目：1,243.95㎡

延床面積：5丁目：18,651.92㎡ 6丁目：5,257.32㎡

構造規模：地上7階(RC造)、5棟

最高高さ 19.99m

用途：分譲集合住宅(311戸)



5丁目完成予想パース

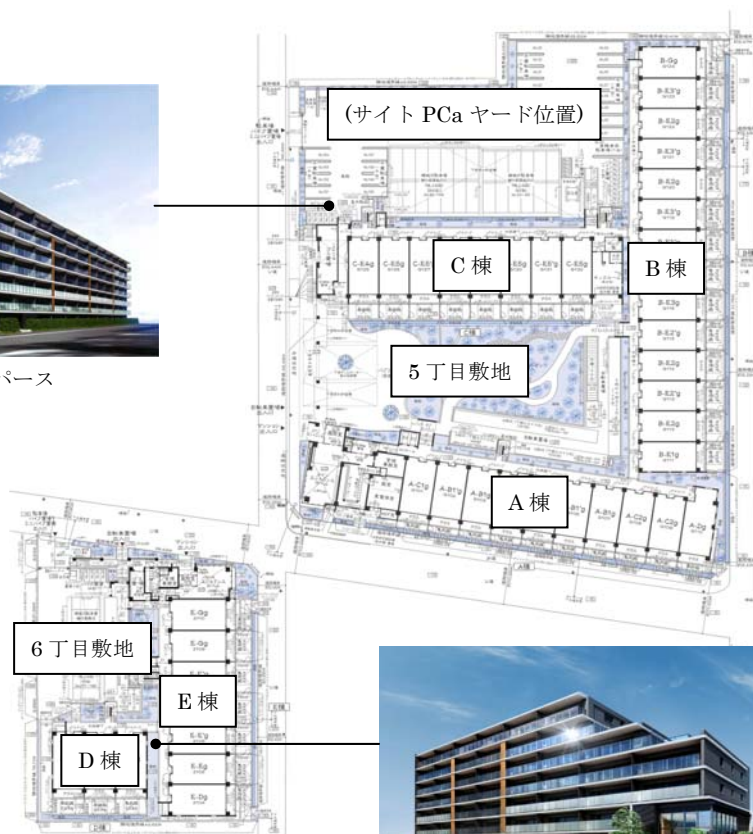


図-1 敷地配置



6丁目完成予想パース

3. 計画概要

3. 1 バルコニー等鼻先 PCa の採用経緯

当工事では、同じ発注者による5丁目6丁目の二敷地を続けて施工出来る状況にあった。

表-1に全体工程を示す。

5丁目の地上躯体工事を終わると、ほぼ継続して6丁目の地上躯体工事に移行する全体工期設定であった。

当初は6丁目敷地内完結でのサイトPCa化も検討したが、今回は躯体工程の流れが5丁目から6丁目へと丁度継続していく状況であった事、両敷地が近接していた事等から、どの躯体部位をPCa化するのが一番効率的かを検討した結果、躯体形状が複雑であり、また複数の工種が絡むバルコニー及び廊下先端部のみ（以後は鼻先PCaと表示）を、出来る限り躯体形状を統一して製作する事とした。

また、6丁目敷地だけではサイトPCa製作ヤードが十分に確保出来ないという判断より、5丁目敷地のサイトPCaをそのまま6丁目躯体工事時にも継続して使用し、製造・ストックする計画とした。

敷地面積を最大限有効活用し、また継続して6丁目計画の鼻先PCaの製作にも使用出来るよう、サイトPCaヤードは敷地北側の平置き駐車場となる位置に設け、6丁目の鼻先PCa製作終了まで移設せずに使用出来るように計画した。

5丁目で製作した6丁目の鼻先PCa部材は、5丁目のストックヤードの状況、及び6丁目の取付けタイミングに応じて、4tまたは6tユニック車で運搬を行った。

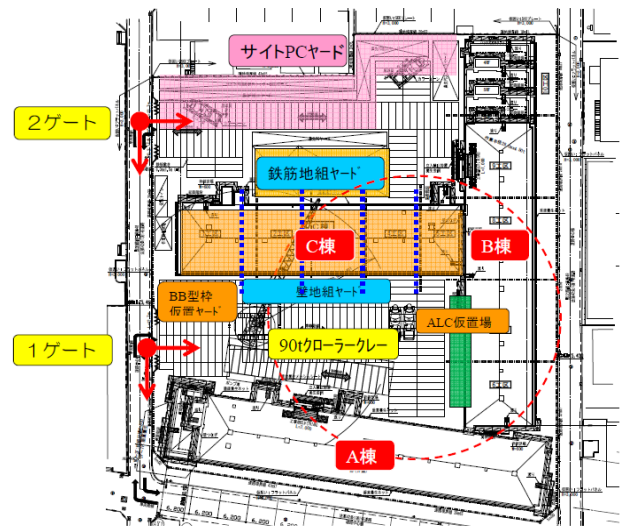


図-2 5丁目総合仮設計画（C棟躯体施工時）

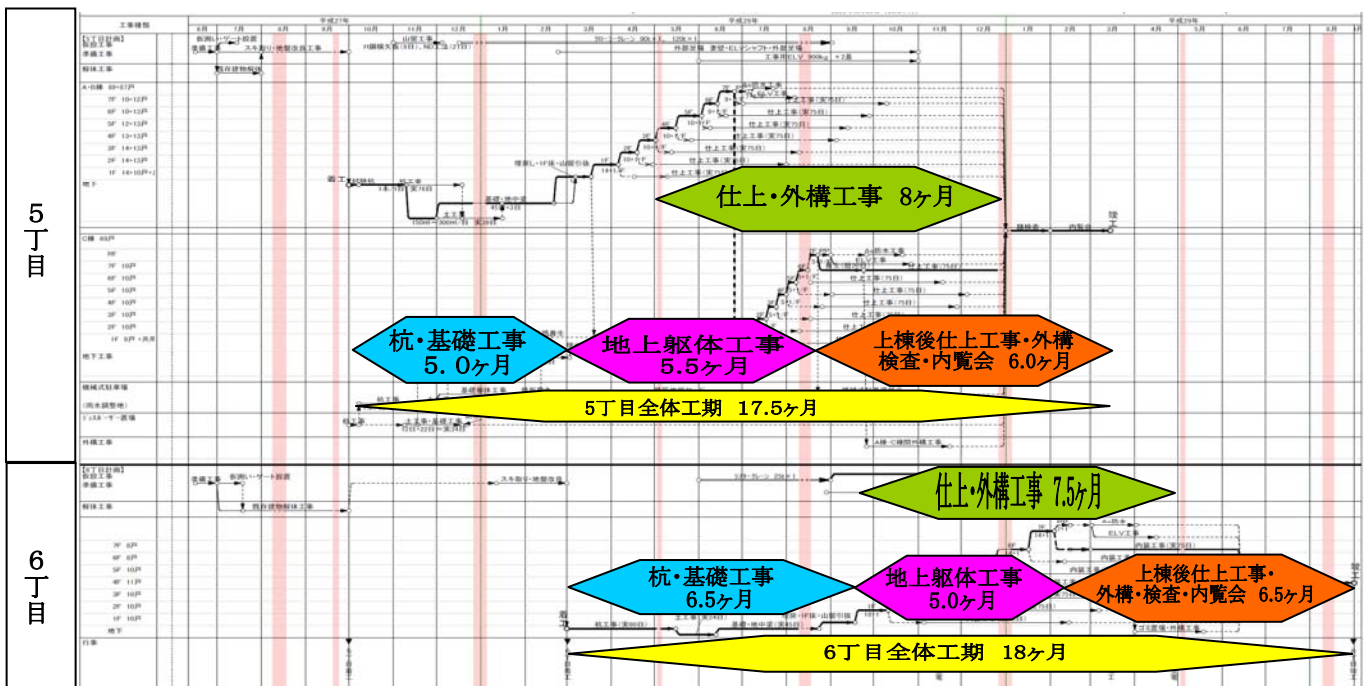
3. 2 総合仮設計画

(1) 重機・サイトPCaヤード配置計画

5丁目躯体工事の大きな流れとして、A・B棟を先行施工し、A・B棟上棟後にC棟を施工する順序とした。

図-2に、5丁目C棟躯体施工時の総合仮設計画を示す。

表-1 全体工程



(2) 足場計画

外部足場は、外壁部分等の最小限の範囲に設置する事とし、鼻先 PCa を採用した部位では無足場とした(写真-1)。

全体の約7割に渡る無足場範囲においては、下地を単管パイプで組立て、垂直養生ネット張りとした。各下地の単管パイプ組立て時に、SL+550mm、SL+1,000mmの高さに横地を設け、手摺用とした。下地の単管パイプの控えは、鼻先 PCa の上げ裏にインサートを打ち込み、壁繋ぎ金物で固定した。

鼻先 PCa の塗装仕上げでは、PCa 製作ヤードで先行して塗装を行う場合、コンクリートの乾燥期間・塗装仕上げの養生期間を要し、PCa の大容量のストックヤードが必要になるため、仕上げ工事は施工階にて行った。



写真-1 無足場部垂直養生

4. 鼻先 PCa の製造について

4.1 製造計画

(1) サイト PCa ヤード配置計画

図-3に、5丁目計画敷地内のサイト PCa ヤード配置計画を示す。

計画においては、鼻先 PCa 製作ベッド15P分の配置位置と、生コン打設時のミキサー車の寄り付きを考慮し、動線計画を立てた。

また、サイト用の揚重機は5.5t ミニクローラ1台と3.0t フォークリフト1台とし、製作ヤードから補修ヤードまでの作業動線を出来るだけ直線上に配置し、作業・運搬に支障のない動線計画とした。

鼻先鉄筋ユニット組立ヤードは、鋼製型枠と平行に設け、運搬は人力で計画した。

PCa ヤードの東側には、B棟・C棟兼用のロングスパン E L V が位置しており、仕上げ材の搬入車両がヤードを通行する計画であった。

鼻先 PCa 製作工程で、型枠脱型・鉄筋ユニット設置作業の8:30~10:00と、生コン打設作業の13:00~15:00に通行規制を設けた仕上げ材搬入計画とし、場内動線の錯綜を回避した。

表-2に、1日当りの鼻先 PCa 取付数量・生産数量と、合計生産数量を示す。

表-2 鼻先 PCa 取付け・生産数量

		1日当り平均 取付けP数	1日当りの 生産数量	合計生産 数量
5丁目	A・B 棟	13P	13P	1,312
	C棟	10P	11P	
6丁目		14P (在来工法)	12P	282
合計				1,594

部材によって差はあるが、鼻先 PCa 部材1P当りの製造コストは、概ね以下の通りである。

材料費：

生コン+鉄筋+鋼製型枠+打込金物≒10,000円

労務費：

PCa工+鉄筋工≒20,000円

(2) 鼻先 PCa 製作計画図

図-4と図-5に、基準階の鼻先 PCa の平面と基本断面を示す。

打込み金物類は、以下とした。

- ・ ドレイン
(第一機材：RSDEM-K)
- ・ 縦樋支持金物用インサート
(ジャパンライフ：JL-P SUS w3/8)
- ・ 外部足場壁繋ぎ用インサート
(ジャパンライフ：JL-PT W1/2)
- ・ 吊り上げ用インサート
(ジャパンライフ：JL-O M-16)
- ・ 消火線BOXへの引込み配線用CD管

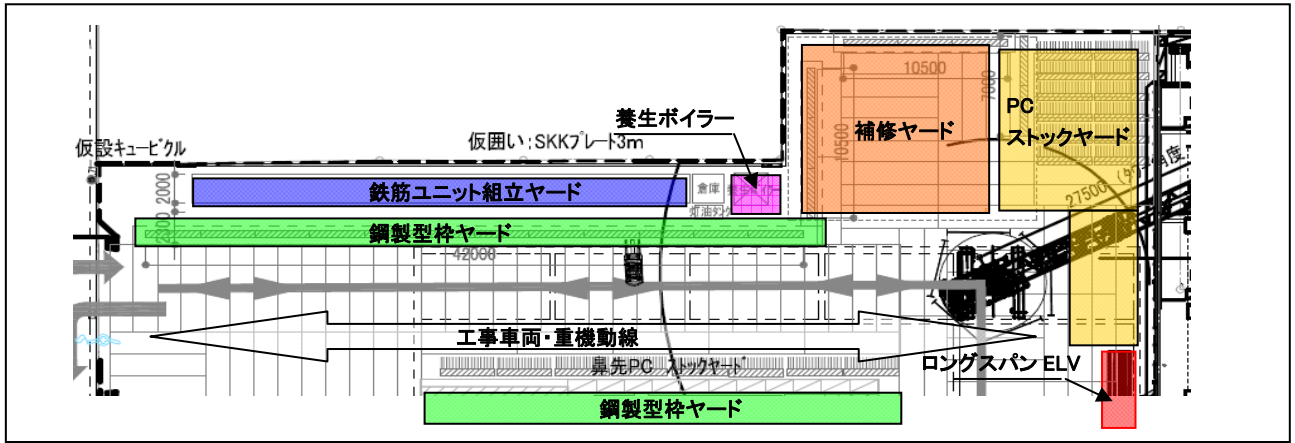


図-3 5丁目敷地内サイトPCaヤード配置計画

図-6・図-7に、RFの鼻先PCaの形状を示す。

PCa化する範囲を、基準階で使用した型枠の部分的な型変えで対応出来る形状に設定した。

廊下側は、高さ490mmでアゴなしパラペット形状とした。

バルコニー側に関しては、高さ260mmで建物側にアゴなしパラペットを在来工法で施工する形状とし、ルーフドレインの外側の立上り部分のみをPCaで計画した。

1Pの長さは、誘発目地(@3,000内外)に合わせて設定した。そのため、1Pあたりの重量は約500kg(基準階)~800kg(RF)となり、揚重計画に盛り込んだ。

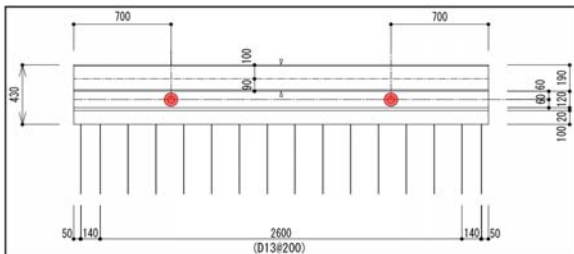


図-4 鼻先PCa吊り上げ用インサート位置

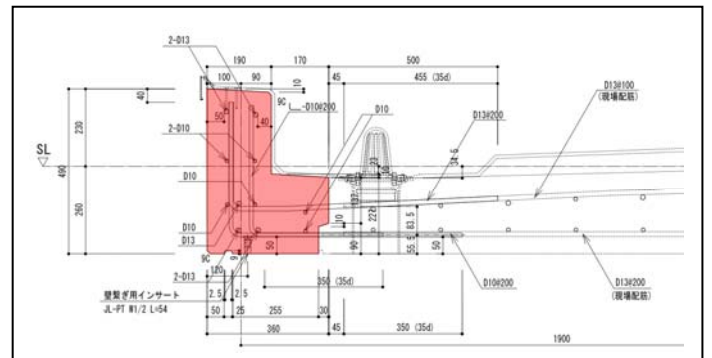


図-6 RF鼻先PCa(廊下側)断面詳細

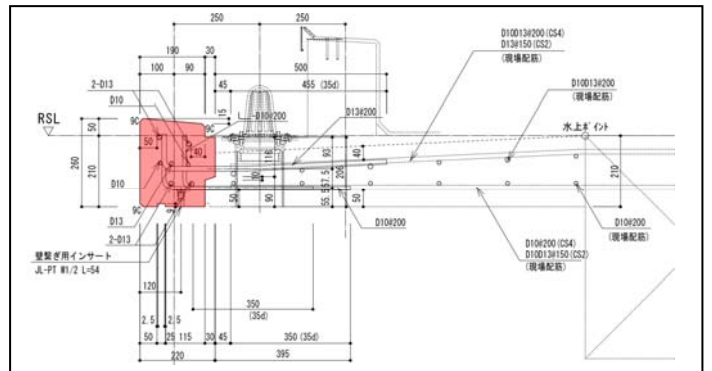


図-7 RF鼻先PCa(バルコニー側)断面詳細

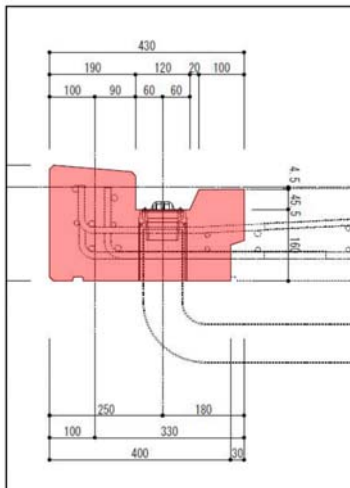


図-5 鼻先PCa基本断面

(3) PCa蒸気養生計画

当工事では、A・B棟の鼻先PCa製作着手が2月中旬からであり、冬季の製造スタートとなった。PCa製造においては蒸気養生を行い、PCa部材の初期強度発現を促進させる計画とした。

加熱蒸気養生の管理点・留意点としては、以下の3点が上げられる。

- ① 加熱蒸気養生時間は、6H~9Hとする。
- ② 加熱上昇温度勾配は20℃/H以下とする。
- ③ 加熱停止後の降下温度は15℃/H以下とする。

表-3 圧縮試験管理分類表

管理項目	確認強度	材齢	養生方法	試験方法
脱型強度 (兼吊り上げ強度)	12N/mm ²	1日	PCa 部材同一養生 (蒸気加熱養生)	JIS A 1108 による (簡易アムスラー)
構造体コンクリート 強度確認用	F _c 以上	28日	標準養生	JIS A 1108 による (第三者機関検査)

この3つを管理するため、温度上昇の調整方法はコンクリート養生制御盤にマイコン搭載の養生システムを組み込み、温度センサーと電磁弁により制御する方法で施工を行った。

図-8に、加熱蒸気養生パターンを示す。

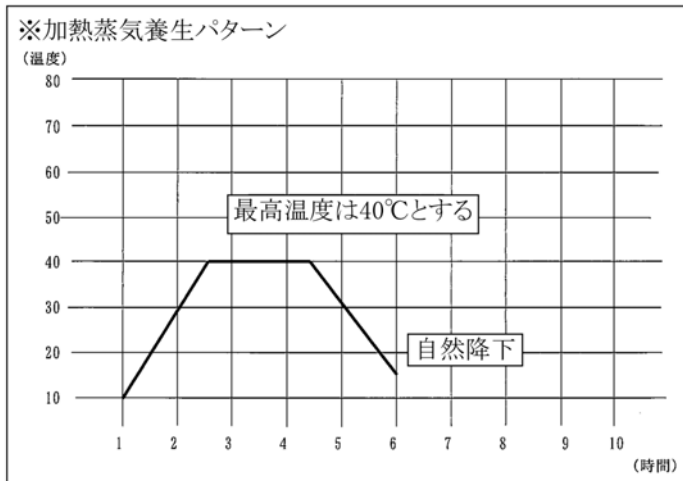


図-8 加熱蒸気養生パターン

また、ボイラー用の燃料タンク容量は、消防への申請が簡易ボイラーとなる188ℓのものを使用した(燃料タンク容量が200ℓ以上となった場合、小型ボイラーや小規模ボイラー等に分類され、それぞれ特別教育やボイラー取扱技能士の資格が必要となるため)。

(4) コンクリート品質管理計画

レディーミクストコンクリートは、住棟等と同じブランドから出荷した。

住棟の設計基準強度F_cは、2F床がF_c=30N/mm²、3F~RFはF_c=27N/mm²であったが、PCaの配合計画としては、2F~RFまでの内床PCaも含め、監理者協議の上で設計基準強度より高い強度(呼び強度36N/mm²)で統一した。

表-3に、採取したテストピースの管理方法を示す。

(5) 鼻先PCa製作準備

①型枠組立

鋼製型枠のベッドの下地は、敷鉄板とした。

鋼製型枠のベッドに振動が伝わらないように、下地の敷鉄板と車両動線の敷鉄板の固定はせず、隙間を空けて設置した。

蒸気養生のボイラーからの配管を含め、全15ベッドの組立てに2日間を要した(写真-2)。



写真-2 鼻先PCa型枠組立完了状況

②鉄筋組立

鉄筋ユニットの組立ては、本体工事と同じ鉄筋業者にて行った。

組立てに際しては、鉄筋材と鋼製アングル材を溶接固定して製作した、組立て専用のユニット架台を使用した。

バルコニーのアルミ手摺の取付けには後打ちアンカー工法を用いるため、アンカー削孔時に鉄筋との競りを防止する目的で立上り主筋方向の幅(間隔)を51mmに設定し、D10+25mmアングル+D16で幅を確保するように計画した(図-9・写真-3)。

写真-4に、鼻先鉄筋ユニットの組立て状況を示す。

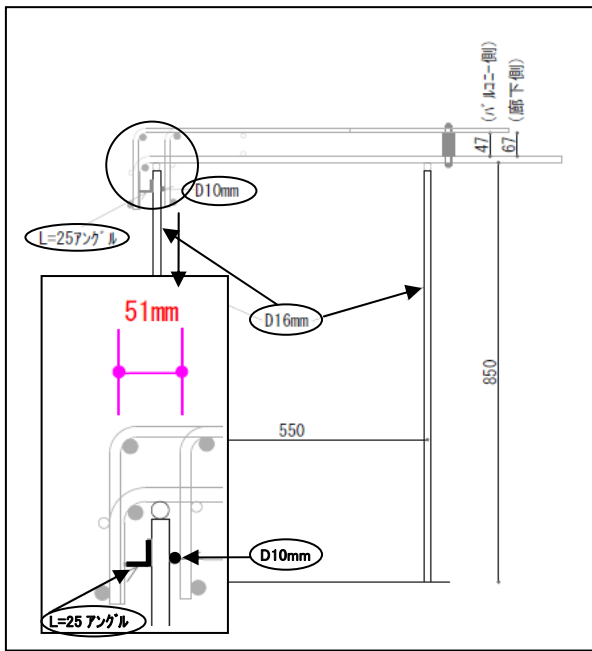


図-9 鼻先鉄筋ユニット架台詳細



写真-3 鼻先鉄筋ユニット架台



写真-4 鼻先鉄筋ユニット組立て状況

(6) 鼻先 PCa 製作フロー

鼻先 PCa の製作スケジュール、製作フローチャート、及び製作状況写真を、図-10・図-11・写真-5～11 に示す。

PCa ヤードでの製造工程は日々同じ内容になるが、鋼製型枠の配置・ベッド数の関係で、工区毎に製造する流れとならないため、製造する順番を PCa 業者と鉄筋業者とで打合せを行いながら施工を進めた。

敷地境界際での作業であり、近隣への配慮として、型枠脱型は 8 時 30 分からを遵守した。コンクリートの打設は 13 時から開始し、蒸気養生開始は、冬季期間は 18 時、夏季期間で 16 時に設定した (夏季の方がコンクリートの硬化が早く、その分金罨仕上げが早まるため)。

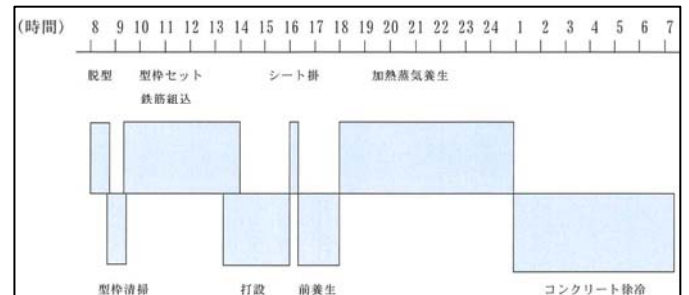


図-10 鼻先 PCa 製作スケジュール (冬季)

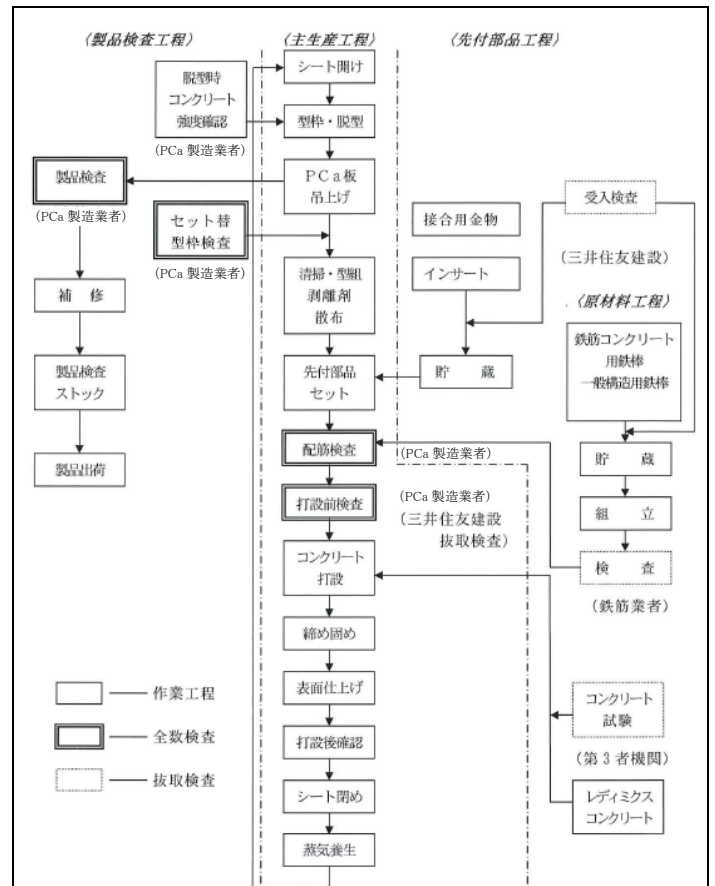


図-11 鼻先 PCa 製作フローチャート



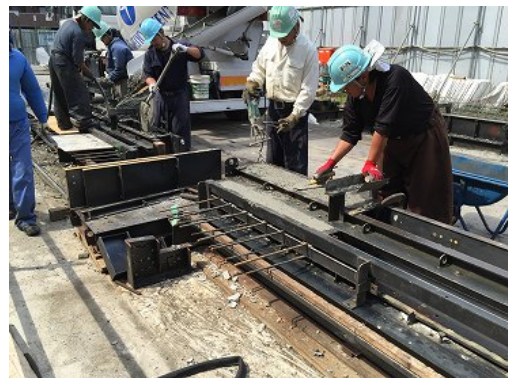
写真－５ 型枠脱型・出来型



写真－９ コンクリート打設



写真－６ 型枠清掃・剥離材散布



写真－１０ 表面仕上



写真－７ 鼻先鉄筋ユニットセット



写真－１１ シート閉め・蒸気養生



写真－８ 鋼製型枠セット

４．２ 鼻先 PCa 取付け計画

(１) 事前準備作業

部材セットに先行して、スラブ型枠上に、PCa 部材位置及び PCa 部材番号を記入し、PCa 部材と RC の打継ぎ目地、PCa 部材間の目地棒の取付けを行った。

また、垂直養生の壁繋ぎを鼻先 PCa の下端部からとるために、スラブ型枠に開口を設け、金物とスラブ型枠が干渉しないようにした(写真－１２ 赤丸部)。

鼻先 PCa の小口には、製作図の PCa 部材番号を印字して管理し、部材の取付け間違いを防止した。

(2) 揚重・その他計画

6丁目の鼻先 PCa は、定置式クレーン（雑揚重用、30m×1t 吊り）を用いて2P ずつ提灯吊りし、PCa 部材に傷をつけないように玉掛けワイヤーロープとナイロンスリングを併用して揚重・建込みを行った（写真-13）。

また、H-CONの打継ぎ位置を鼻先 PCa 間の目地位置に合わせて計画し、打継ぎ目地兼用とした。

(3) 取付け精度の確保について

鼻先 PCa 取付け時には、ジョイント目地にアングルの挟み金物を用いて通りを確保した。また、滑落防止処置として、部材セット後に外部側に栈木を取付けた。

鼻先 PCa の取付け精度は、スラブ型枠の水平精度に左右される。そこで、揚重の鸕工に相番して型枠大工がスラブ型枠の水平確認を行い、水平精度を確保した。



写真-12 外床スラブ型枠状況



写真-13 鼻先 PCa 取付け状況

5. 改善による効果

今回、鼻先 PCa を採用したことによる改善効果を、以下にまとめる。

- ・品質：施工精度の向上（在来10mmから PCa 化5mm）
- ・コスト：在来型枠400㎡、外部足場8,600㎡削減
- ・工期：1フロア16日から10日に短縮（表-4）

表-4 躯体サイクル工程比較表

在来工法

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CON打設	足場 スミ出し 柱・壁型枠 妻壁型枠	柱・壁型枠 妻壁型枠 妻壁配筋	柱・壁型枠 妻壁配筋	柱・壁型枠	内床型枠	内床型枠	内床型枠	外床型枠	外床型枠
11	12	13	14	15	16				
梁配筋	梁配筋	梁・床配筋	床配筋	床配筋	止め枠 設備配管 検査				

PCa工法(6丁目 PCa: 鼻先のみの場合)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CON打設	足場 スミ出し 壁配筋 妻壁型枠	柱・壁型枠 妻壁配筋	内床型枠	内・外床型枠	外床型枠 鼻先PCa	梁配筋	梁・床配筋	床配筋	止め枠 柱・柱接 設備配管 検査

- ・安全：外部足場上での在来型枠建込み作業が無くなり、墜落災害の可能性が低下
- ・環境：ベニヤ型枠削減、運搬車両削減によるCO2削減効果

6. まとめ

二物件を並行して施工する中、空きスペースを有効活用し、手間暇のかかる鼻先躯体部位に限定してサイト PCa 化する事により、高精度の躯体品質確保と、工期短縮を実現する事が出来た。

また、在来型枠の削減や、外部垂直養生ネットの採用によって、コストダウンも実現出来た。

昨今建設業では作業員不足から生産性の向上が謳われているが、特に市街地の狭い現場に於いては軽微な PCa 化は有効な手段の一つであると考えられる。

PCa 化する部位によっては、狭い製作スペースと、比較的小型の揚重機で製作・建込みが可能なケースが想定され、本報告がその際の参考となり、応用・展開して頂ければ幸いである。

11. 屋上から吊下げるアルミカーテンウォールの 施工における工夫

社名:西松建設(株)

氏名:齊木 健次

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	学校法人常翔学園梅田キャンパス(仮称)新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:33,329㎡、地上22階、地下2階
(3) 用途	学校(大学)
(4) 主要構造	S造、SRC造
(5) 建設地	大阪府大阪市
(6) 施工期間	2013年9月～2016年10月
(7) 工事費	17,494(百万円)
(8) 設計者	服部・石本・安井設計監理共同企業体
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"> 通常の建物では、外装材は躯体に続き、下階から順次施工するが、本建物では最上階の鉄骨からアルミカーテンウォール(ACW)下地鉄骨が吊下げられているので、本体鉄骨建て方と同時に施工ができず、品質確保や手順の効率性に不具合が発生する。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ACW下地鉄骨ディティール、補強方法、及び取付方法を検討し、品質確保と施工手順の改善を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 本体鉄骨と下地鉄骨との振止め接合部のディティール改善。 ACW下地鉄骨を仮受けする斜吊材の取付。 自重による軸伸びを考慮して、下地鉄骨とACW本体設置時のあげ越しによる取付。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 鉄骨及びACWの最終的な位置精度は、設計目標値とおりにできた。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 下地鉄骨の精度が向上した為、ACWファスナーの再製作がゼロであった。
・D(工期)	—
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 全てスラブ上から作業ができたので、危険要因が減少した。
・E(環境)	—
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> ACWの位置調整がほぼなく、取付工の歩掛りが上がった。

屋上から吊下げるアルミカーテンウォールの施工における工夫

西松建設株式会社
斉木 健次

要 約

本工事は、地下2階、地上22階建の超高層建築（大学）の建設工事である。外装材として、北面の高層部にはシンボリックな外観をもつアルミユニットカーテンウォール（ACW801）が配置されており、その取付け下地である鉄骨は、屋上の鉄骨から吊り下げるといった特徴的な構造部材となっている。本報では、ACW801の吊構造に関する施工方法の検討と工夫を報告するものである。

はじめに

学校法人常翔学園は、創立100周年記念事業の取り組みで同学園が運営する大阪工業大学の教育・研究活動の拠点として、2017年4月に梅田キャンパスを開設する（写真-1）。

梅田キャンパスの高層階（8階より上階）北面外装は、オープンマインドの象徴として透明性を強調するために幅42m、高さ87mにわたり全面ガラスカーテンウォールで構成されており、室内側は各階で部分的に床がある不規則な吹抜け空間となっている（図-1）。

この大吹抜け空間『コミュニケーションポイド』（図-2）は、オープンミーティングができる場となり、リフレッシュスペースやプロジェクターを使ったオープンな報告会や講演などにも供され、当キャンパスの学生間のフレキシブルなコミュニケーションエリアとして重要な一端を担う。



写真-1 航空写真

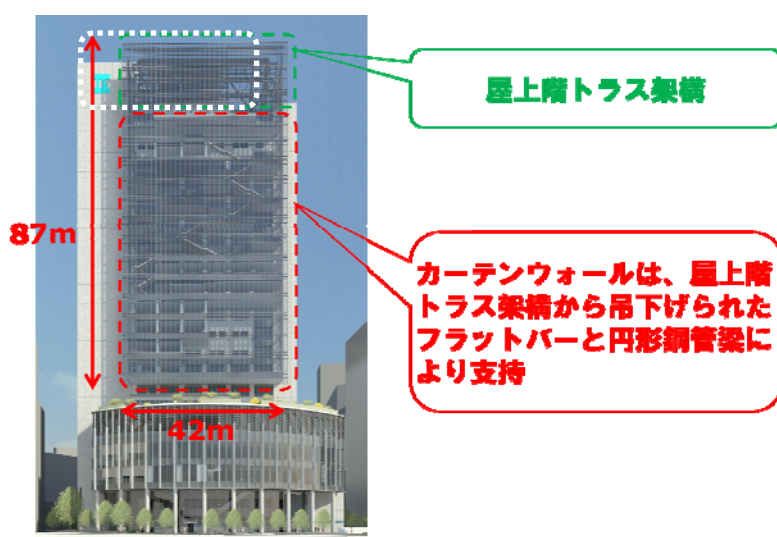


図-1 北面パース



図-2 大吹抜け空間パース

§ 1. 工事概要

工事件名：学校法人常翔学園梅田キャンパス
 (仮称) 新築工事
 発注者：学校法人常翔学園
 設計者：服部・石本・安井設計監理共同企業体
 工事場所：大阪市茶屋町地区土地区画整理事業
 街区番号1画地番号③④

工期：平成25年9月30日～平成28年10月31日
 建物規模：延床面積：33,329.89m²
 軒高：125.1m
 構造種別：S, SRC造
 階数：B2階/22階
 建物用途：学校(大学)

§ 2. 地上工事の基本施工計画

外装材は、東西のコア周りに石打込み PCa 版、東西面と北面にアルミニウムカーテンウォール、南面は太陽光パネル付 GRC 庇であり、多様な構成となっている。

地上躯体の施工は狭い敷地を有効に利用するため、高層直下以外の低層階はあと施工として、上棟後に着手する手順とし、高層階は東西2工区に分割したうえで各々にタワークレーン1・2号機を配置し、鉄骨と外装材を11日サイクルで組立てる計画とした。

通常、超高層建築物では、外装材は躯体に続き下階から順次施工するが、北面の ACW801 は下地鉄骨が最上階から吊下げられた構造であるため、上棟前に取付けることができない。

よって、ACW801 の取付け工程は全体のサイクルから外し上棟後に内装工事が迫るさなか、急速施工をする必要があった。

上棟後には ACW801 を施工しながら低層のあと施工鉄骨を建て、屋上機器類の揚重完了をもって2基のタワークレーンを解体し、ヘリポートに設置するタワークレーン3号機で屋上周りのユニットカーテンウォールを施工する計画とした(図-3)。

基本施工サイクルは、鉄骨建て方と外装工事を各工区とも5日とし、1サイクルを11日とした。なお、このサイクルには ACW801 は含んでいない(表-1)。

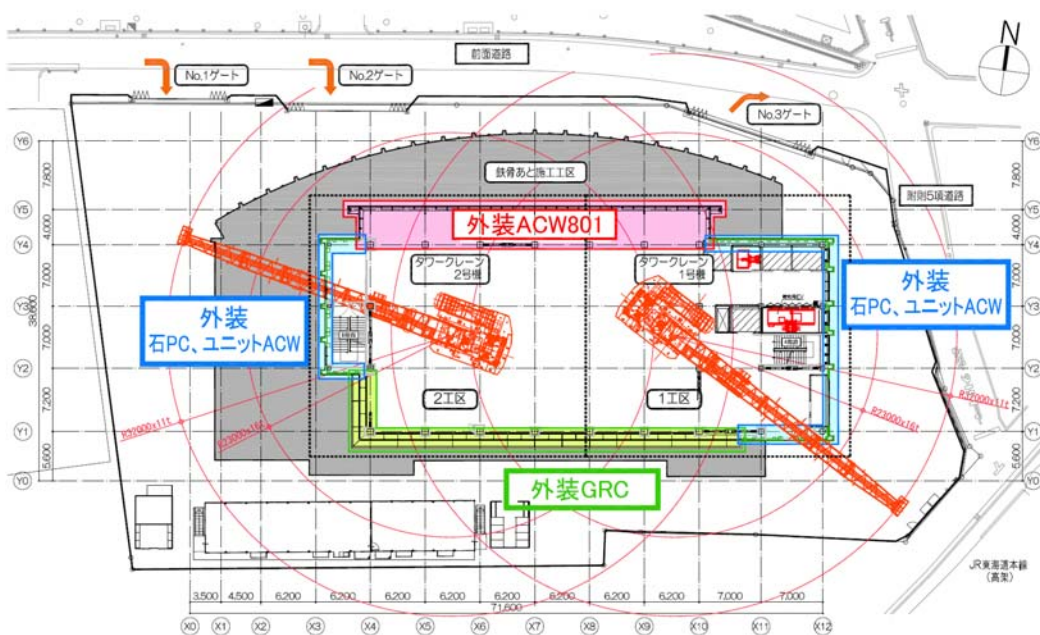


図-3 仮設計画

表-1 鉄骨・外装工事施工サイクル

日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1工区	鉄骨建て方					PC版			ACW	GRC	ACW801 吊材設置
ピース	92	53	87	44	88	11	11	10	16	12	
2工区	PC版		ACW	GRC		鉄骨建て方					
ピース	9	9	8	12	12	76	87	80	90	85	

§ 3. ACW801における課題とその背景

ACW801は、屋上階鉄骨トラス架構（ハットトラス）から6.2m間隔で吊下げた、全長72,545m、厚さ80mm、幅450mmの鋼製フラットバーとそれらを水平方向につなぐφ318.5mmの円形鋼管梁を支持部材とし、各階の本体鉄骨とは2フロアおき程度に水平方向の振止めを取るのみで上下方向にはフリーな関係にある、特徴的な支持方法をもつ。建物本体は施工が進むにつれ自重により軸縮みしていくが、ACW801の支持部材である吊材は、逆に自重により軸方向に伸びていくため高さ方向の精度確保が難しい。

さらに、完成後も地震や建物内外の温度差による挙動が建物本体と吊材とで異なるため、それに追従できるディテールが求められる。

また、吊材は屋上のハットトラスから支持されるが、鉄骨の建て方は下から組立てられるため、吊材を鉄骨建て方と同時に施工するためにはハットトラスが構築されるまで、これを仮受けする部材が必要となる。

このACW801の内部空間であるコミュニケーションボイドは、大きな吹抜けにキャンティスラブや鉄骨階段が不規則に点在する配置となっており、階ごとに異なるACW801のヤード計画が必要となる。

またACW801の施工時には、東西コアや南面の外装、内部間仕切壁、中央部では耐火被覆吹付けや天井配管工事までが進捗している状況であり、施工ヤードは限られたスペースを利用して計画する必要がある。

このような背景から抽出した課題を以下に示す（図-4）。

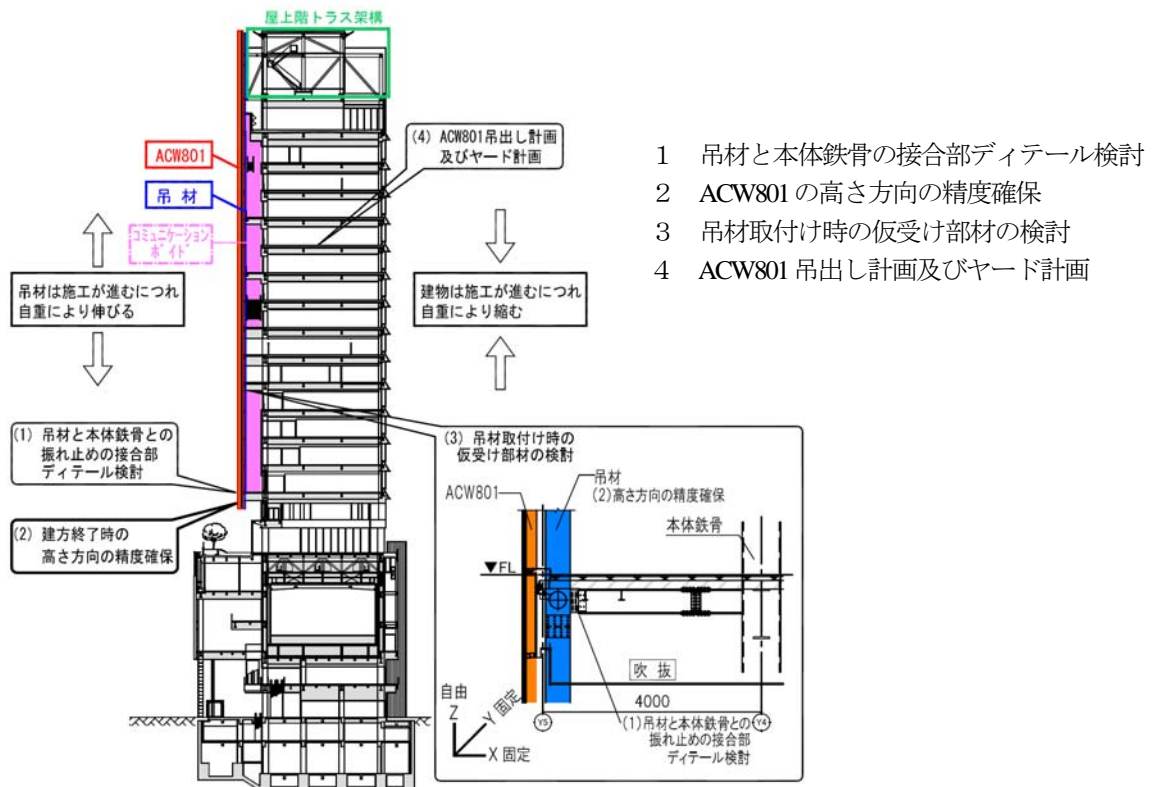


図-4 課題の抽出

§ 4. ACW801 工事の対策と施工計画

4-1 吊材と本体鉄骨の接合部ディテール検討

本体鉄骨と吊材は図-5の●部で接合されており、水平方向は拘束され、鉛直方向には自由として設計されている。

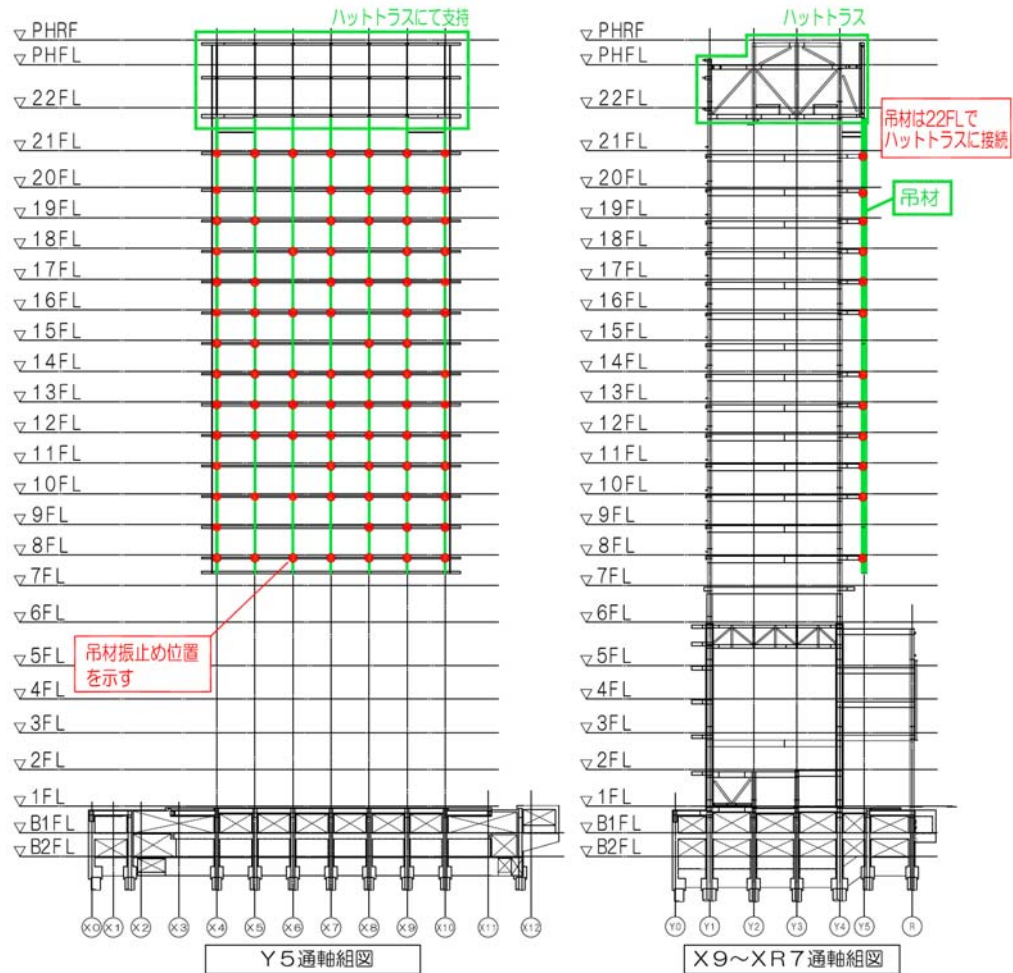


図-5 本体鉄骨と吊材振れ止め配置

ACW801 とその下地鉄骨は、地震時や建物本体との温度差が著しい時に建物本体と異なる挙動を示すことが想定されるため、本体鉄骨と吊材振止め部の接合部詳細について検討を行った。

吊材の支持条件を以下に示す。

- ・ 常時鉛直荷重 → 屋上ハットトラスより支持 (吊材には圧縮力をかけない)
- ・ 地震時鉛直荷重 → 屋上ハットトラスより支持 (吊材には圧縮力をかけない)
- ・ 地震時水平荷重 → 本体鉄骨より接合部で支持
- ・ 吊材の熱伸び → 本体鉄骨と吊材との温度差による熱伸び量の差に追随

以上4点について検討し、外力を以下のように定め解析を行った。

- ・ 短期荷重 : X, Y方向 1G , Z方向 0.5G
- ・ 温度 : 本体鉄骨と吊材の温度差 15°C

解析結果より、建物完成後、接合部は上下方向に最大30mmのルーズが必要であると考えられた。(表-2)
 そこで、接合部は上下にルーズホールとし、スプライスプレートにはフッ素樹脂シートを貼り付け、中ボルトにて手締めの上、ロックナットにてゆるみ止めとするディテールを採用した(図-6)。

表-2 地震時、温度変化時の吊材の軸伸び

階	地震時 ハット トラス 先端 たわみ(mm)	地震時 吊材 軸伸び (mm)	吊材の 熱伸び (15°C) (mm)	施工 誤差 (mm)	挙動 範囲 (mm)
21F	4.28	0.29	1.26	10.00	15.83
20F	4.28	0.52	2.34	10.00	17.14
19F	4.28	0.70	3.24	10.00	18.22
18F	4.28	0.87	4.14	10.00	19.29
17F	4.28	1.02	5.04	10.00	20.34
16F	4.28	1.15	5.94	10.00	21.37
15F	4.28	1.28	6.84	10.00	22.40
14F	4.28	1.39	7.74	10.00	23.41
13F	4.28	1.48	8.64	10.00	24.40
12F	4.28	1.56	9.54	10.00	25.38
11F	4.28	1.63	10.44	10.00	26.35
10F	4.28	1.69	11.34	10.00	27.31
9F	4.28	1.73	12.24	10.00	28.25
8F	4.28	1.77	13.68	10.00	29.73

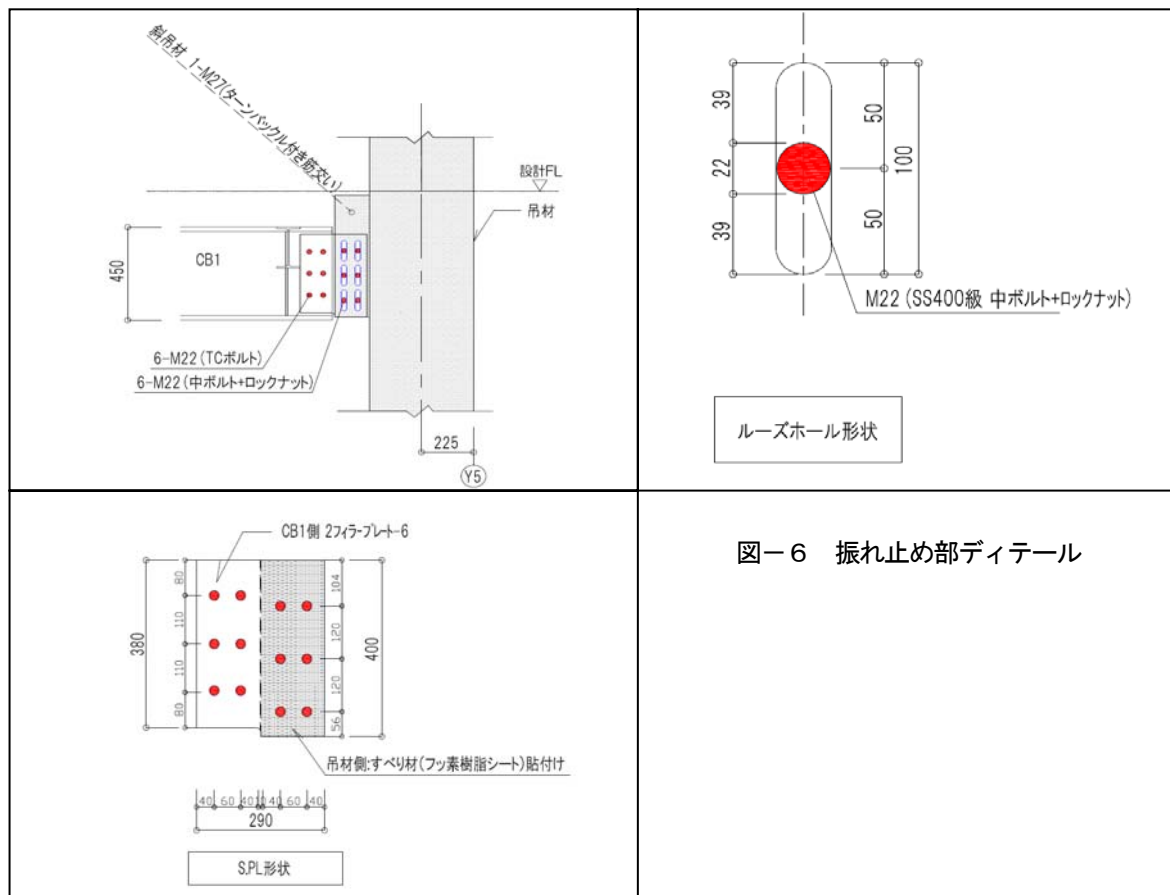


図-6 振れ止め部ディテール

4-2 ACW801及び下地吊材の高さ方向の精度確保

(1) 建物本体の軸縮みと吊材の軸伸び、ハットトラスのたわみを考慮した精度確保計画

ACW801は、最下階の8階から順次図面どおりの高さ寸法で施工した場合、最上階の取付け完了時点で自重により8階で約12mm、建物本体と相対変位が発生すると予想された。

さらに、建物完成時は、床荷重を40kg/m²とした場合で相対変位が約20mmとなる計算結果が得られた。これらをふまえたうえで、完成時に相対変位がおおむねゼロに近づくような精度確保計画が必要となった。

そこで、自重により下がることをふまえて、ACW801の取付け高さを各階必要量を上げ越すこととした。具体的には、最大変位が見込まれる8Fで+15mm、以降1フロアごとに1mmずつ減らし、最上階では±0で取付ける計画とした。

なお、ACW801のファスナーの調整しろは、製作・施工誤差吸収用で±27mmとなっているが、8Fで15mm上げて取付けるために、鉄骨ブラケット自体の高さも各フロアで適宜上げて製作した。

(2) ACW801の妻側ユニットレベル管理計画

ACW801には、図-7のような本体建物と直行する構面を持つユニットが両妻側に存在する。

妻側のACW801は、下地鉄骨の元端が本体鉄骨に接続されているため元端側では相対レベルは下ならず、先端に近づくにしたがって先程の相対変位を生じることになる。このため、妻側ユニットは取付け時には左右にレベル差を持たせ、平行四辺形に取付けざるを得ない(図-8)。

当社においてはカーテンウォールユニットを平行四辺形で取付けた実績がなく、施工上の不安があったため、実際のユニットを先行製作し施工試験を行った。

その結果、ユニットがゆがんだ状況では枠内でガラスが強制ロックするが、平行四辺形を長方形に戻したときに、ガラスの脱落やガスケットの抜けなどの支障は見られず、実施工に採用できると判断できた(写真-3)。

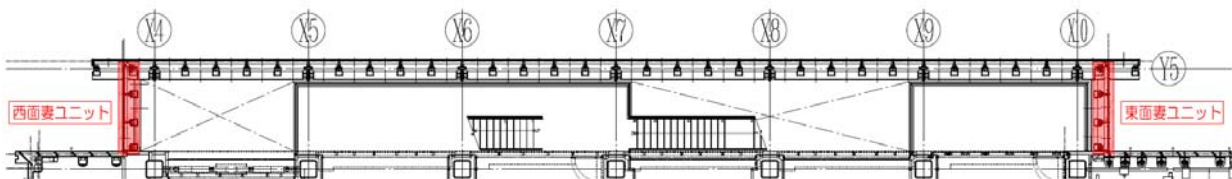


図-7 妻側ユニット位置

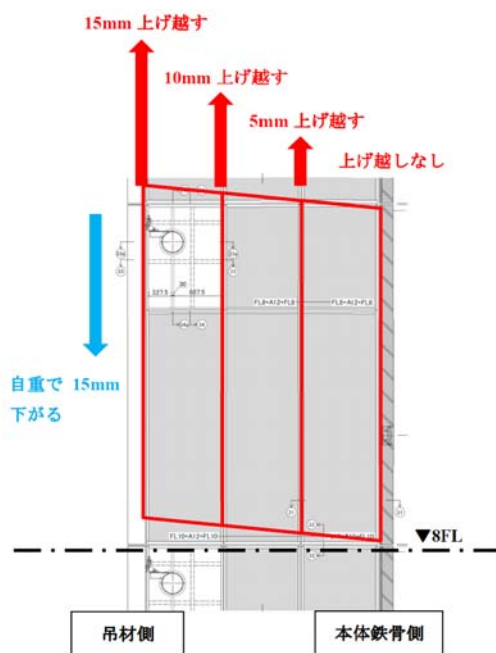


図-8 妻面概念



写真-3 施工試験状況

4-3 吊材取付け時の仮受け部材の検討

ACW801の支持鉄骨はフラットバー（FB-80×450）であり、位置精度確保が難しいが、そのまま仕上材となるため高い精度での取付けが求められる。このため、各節の本体鉄骨が固まり、精度が確保できたのちに吊材を取付ける計画とした（図-9）。

吊材には構造上圧縮力をかけられないため、この時点では継手部は接合せず、各節ごと仮設の斜吊材により位置を保持する計画とした（図-10）。

斜吊材は2層分の吊材重量および床先端のキャンティスラブハーフPCa荷重を負担するものとし、ターンバックル付ブレスを奇数階に配置する計画とした。

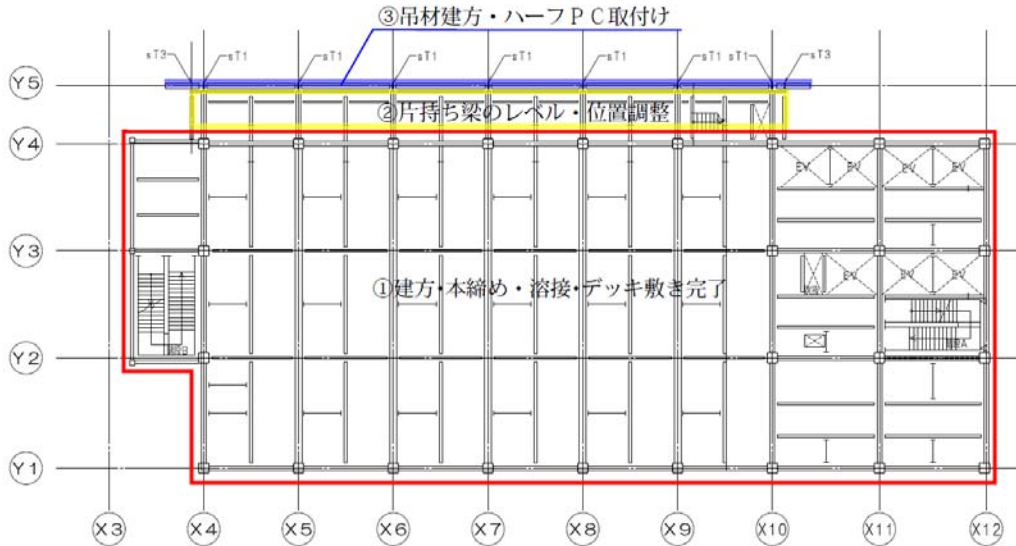


図-9 鉄骨建て方、吊材取付け順序

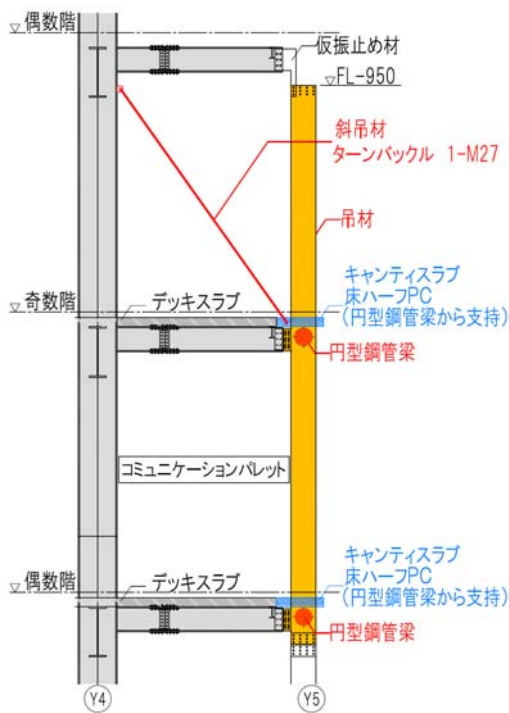


図-10 吊材取付状況



写真-4 吊材

コミュニケーションボイドに点在する床は 800mm 以上突出したキャンティスラブとなっており、ACW801 支持鉄骨の円形鋼管梁上に位置する。これを安全かつ効率的に施工するためにハーフ PCa 化し、コンクリートの強度が発現するまでは円形鋼管梁から支持する計画とした。

鉄骨建方時に仮設斜吊材で仮受した吊材は、上棟後に屋上のハットトラスに吊り替える必要がある。吊り替えは、最上階の床コンクリート打設後、レベル・位置の再調整を行ったうえで、上階から順に吊材をハットトラスにつなぎながら、斜吊材を切断する手順とした。

4-4 ACW801吊出し計画及びヤード計画

(1) 吊出し計画

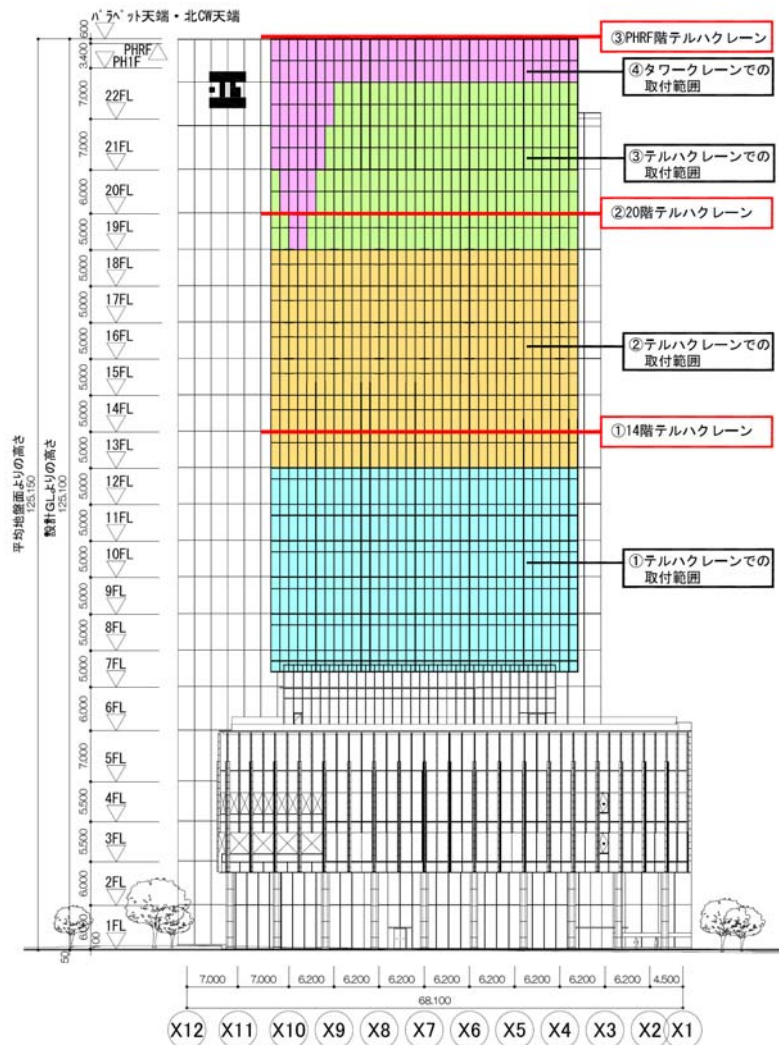
ACW801 ユニットの、ガラスを現場取付けとしており、そのヤードはユニット取付け階およびその上階と設定している。

ガラス取付け後、フォークリフトとテルハクレーンにより、各フロアから吊出し、所定の位置にテルハクレーンで移動させ据付ける。テルハクレーンで取付けることができない妻面のユニットは、タワークレーンを使用する計画とした。

テルハクレーンは揚程の関係で 14 階に設置したのち、設置階の 2 フロア下までのユニットを吊込み、20 階、PHR 階と順次盛替える計画とした。

なお、屋上部分の ACW801 はヤードを 19・20 階に設け、タワークレーン 2 号機撤去後の開口を利用しタワークレーン 3 号機にてユニットの吊出しを行う計画とした。

揚重計画図を図-11 に示す。



北立面図

図-11 揚重計画

(2) ヤード計画

各階の ACW801 の施工に必要なヤードとして、吊出しスペース、ユニット敷並べスペース、ガラス取付けスペース、ACW801 とガラスの空パレット置場等があり、全体で 1,000㎡ 程度を要する。ところが、ヤードとして有効なスペースが1フロアあたり 700㎡程度しかない。

また、12~20 階では、吊出しスペース付近には 100~335mm のスラブ段差があり、ユニットを吊出し場所に移動するために勾配のゆるい大きめのスロープが必要となる。

ガラスの仮置きについては、1 パレット当りの重量が約 600kg になることから、構造体への負担を最小限とするため大梁端部付近に配置する必要がある、レイアウトの制限となった。

ACW801 は 1フロアあたり 40 ユニットあるが、上記をふまえると 1フロアに敷並べできるユニット数は最大 25 ユニット程度であったため、取付けフロアと直上階の 2フロアをヤードとする計画とした。基準階のヤード計画図を図-12 に示す。

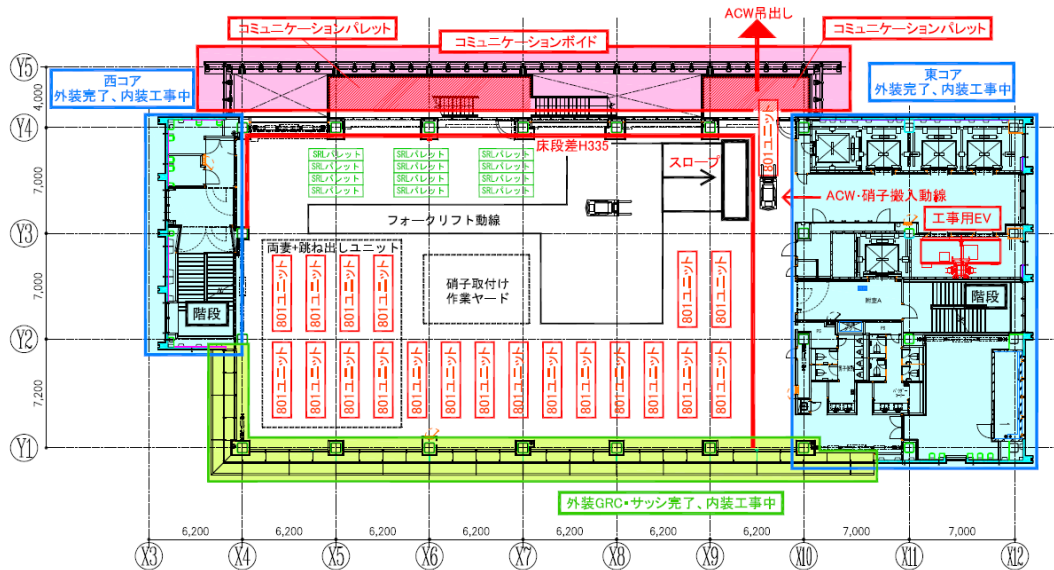


図-12 ヤード計画

(3) ACW801工程計画

ACW801 のサイクル工程は、ユニット敷並べ 1日、ガラスの取付け 1日、ユニット吊出し 1日の 3日間とした。表-3 にサイクル工程を示す。

ACW801 の工程は、8階から PHR 階ユニットの 17フロアを 3日サイクル、途中テルハクレーンの盛替えで 2日間が 2回、監理者及び施工主立会検査で 2日間と、実働で 57日間の工程とした。

人員配置は、テルハクレーンリモコン操作 1名、フォークリフト運転 1名、ユニット下端取付け 2名、ユニット上端取付け 2名の計 6人体制で計画した。

ACW801 のヤードとして各フロアを占有する期間は、ユニット搬入から吊出し完了に予備日 1日を加え、5日間の計画とした (写真-5~8)。

表-3 サイクル工程

日	1	2	3	4	5	6	7	8
N+3階							CW搬入	CW敷並べ ガラス搬入
N+2階				CW搬入	CW敷並べ ガラス搬入	ガラス取付	CW搬入 CW吊出し	CW敷並べ ガラス搬入
N+1階	CW搬入	CW敷並べ ガラス搬入	ガラス取付	CW搬入 CW吊出し	CW敷並べ ガラス搬入	ガラス取付	CW吊出し	調整
N 階	CW搬入 CW吊出し	CW敷並べ ガラス搬入	ガラス取付	CW吊出し	調整			



写真-5 敷並べ

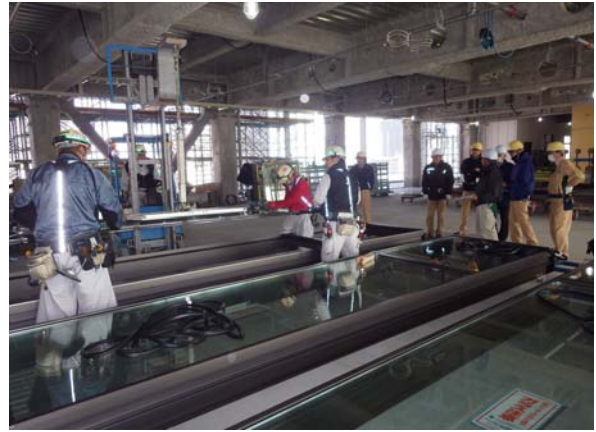


写真-6 ガラス取付



写真-7 吊出し



写真-8 取付

§ 5. まとめ

5-1 Q (品質)

高層部の鉄骨建方では、精度向上のために建方エリアごとに3回(本締め前, 溶接前, 溶接完了後)の建入れ検査を行った。これには、職員・作業員共に根気強さが求められたが、今更ながら鉄骨を精度良く建てるためには作業員の意識を向上させ、まとまりのある組織を作ることがとても重要だと感じさせられた。

吊材の取付けには、吊材の仮固定と最終のレベル調整に使う仮設の支持部材として M-27 ターンバックル付ブレスを採用した。吊材の建方時(仮取付時)は、それほど荷重がかかっていないため調整が可能でありスムーズに建方を進めることができたが、吊材の最終調整時は荷重がかかり、人力ではターンバックルの調整が難しく、チェーンブロックで1本ずつ調整を行うこととなった。これら熟練した鳶工・鍛冶工等の地道な苦勞の結果、ACW801 支持鉄骨をとても精度良く納めることができた。

その結果、ACW801の高さ精度は、下階では想定値の-5mm以内、上階では-2mm以内となり、解析結果は概ね妥当であり、施工計画が適当であったといえる。

5-2 C (コスト)

前述のような鉄骨建て方のプロセスでの苦勞により、ACW801のファスナーは製作図上の誤差範囲内に全箇所が納まり、ファスナーの再製作がゼロであった。

5-3 D (工期)

ACW801の施工サイクルは、計画通り3日で実施した。サイクル厳守はヤードの占有期間やACWユニットやガラス等の搬入予定の問題のみならず、全体工程に影響する非常に重要なポイントであった。

ACW801 ヤード計画では、ユニットの搬入前に資機材を一斉に片付け、フロアを明けわたしてもらった必要があった。ACW801の取付けが上棟後となることや必要となるスペースについて協力をあおぎ、工種を問わず関係者が一丸となることではじめて、計画どおりにヤードを確保することができ、ACW801の全体工程通りに完了することができた。

ACW801の歩掛りは、680ユニットに対し合計319人であり、ほぼ計画通りの人工で施工を完了できた。

5-4 S (安全)

一般的に、超高層建築物の外壁カーテンウォールの取付け作業は、躯体のサイクルに組み込み、躯体・外装仕上げと同時に上階へと上がって行くが、今回のACW801ではそれが不可能であった。

あと施工にしたことにより、ACW801の下地鉄骨の位置調整ならびに本締め作業が、すべて打設完了後のスラブ上や、スラブ上から組んだ安定した足場上でできたことで、鉄骨工の足元が非常に安全な状態であった。



写真-9 外観

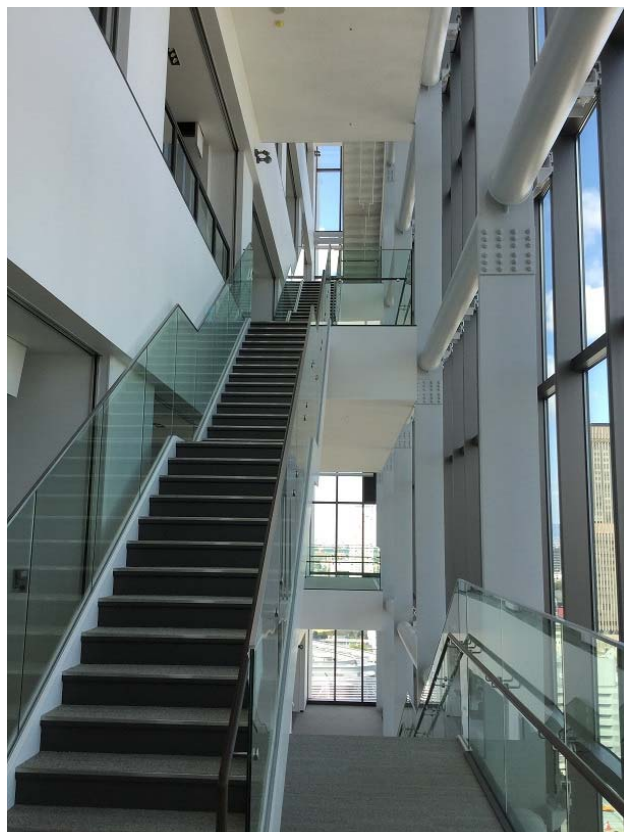


写真-10 内部吹抜 (コミュニケーションパレット)

12. 集合住宅における戸境壁のひび割れ制御 および補修コストの低減

社名：(株)浅沼組

氏名：中村 友紀

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某 集合住宅新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:3,991㎡、地上7階
(3) 用途	集合住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	京都府京都市
(6) 施工期間	全体工期:2016年5月 ~ 2017年5月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
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"> RC造マンションの戸境壁では、経年後に乾燥収縮や温度応力による斜めひび割れが発生しやすく、入居者からのクレームにつながることが多い。 一般的なクレーム対応では、クロス貼替えの是正処置を実施しているが、ひび割れの再発リスクが高く、対応費用が大幅に膨らむおそれがある。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ発生位置を制御するため、戸境壁に目地が設置できるようにする。 目地部の非コンクリート率を高めて、ひび割れが確実に生じるよう制御する。 増し打ちコンクリートを削減する。 新築時・経年後の補修コストを低減する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 異形鉄筋のひび割れ誘発材を用いた、改良型鉄筋挿入工法を用いる。 ひび割れ誘導率の高い工法を用いて、目地内にひび割れを確実に誘導する。 異形鉄筋のひび割れ誘発材を用いることで、構造壁厚＝全壁厚とでき、目地設置に必要な増し打ちコンクリートを削減する。 ひび割れを目地内で適正に処置することで、経年後の補修コストを低減する。 目地部にハット目地を使用することで、ひび割れ挙動に仕上げ材が追従する。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 総数169箇所の誘発目地を設置し、概ね目地内にひび割れを誘導した。 ひび割れ誘導率98.2%(通常は目地設置もなく、不規則に発生する)。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 増し打ちコンクリート費を削減し、対策費・トータルコストを低減した。 アフターサービスの対応時間、補修コストを低減した。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 専用固定ジグを用いることで変わらなかった。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 火気の不使用により、安全性が向上した。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> 必要コンクリート量が少なく、搬入ミキサー車数の減によりCO₂量を低減した。 コンクリート用骨材の有効利用につながった。
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> 竣工後のクロス亀裂発生リスクを大幅に低減した。 積極的なひび割れ制御により、施主および設計者からの信頼が向上した。

集合住宅における戸境壁のひび割れ制御および補修コストの低減

株式会社 浅沼組 大阪本店
中村 友紀

1. はじめに

近年、高強度コンクリートを用いた中高層建物が建設され、コンクリートの材料特性である乾燥収縮や材料組織構造の緻密化による自己収縮に起因するひび割れ発生危険性が従来のコンクリート配合よりもさらに高まっている。また、施工技術面においても、コンクリートの強度打分けの現実性から、壁に柱梁と同強度の高強度コンクリートが使用されている例も少なくない。

RC造マンションの戸境壁では、経年後に乾燥収縮や温度応力による斜めひび割れが発生し、入居者からのクレームを受けてクロス貼替えのアフターサービスを実施しているが、抜本的な処置は未済のままであり、再発リスクが高いのが現状である(図1)。

膨張材や収縮低減剤などの混和材料をコンクリートに混入することで、ひび割れ発生の低減効果が期待できるが、完全にひび割れ発生を無くすことは困難である。一方、壁の横方向筋を密に配筋することでひび割れを分散させ、ひび割れ幅を小さくする方法も提案されているが、かえってひび割れ本数が増えるなど、これも完全にひび割れ発生を無くすことはできない。

そこで、本工事では無開口耐震壁のひび割れ誘発目地構法：改良型鉄筋挿入工法を初適用し、RC造7階建て分譲マンション戸境壁のひび割れ制御対策を積極的に行い、竣工間際までの目地内へのひび割れ誘導率の調査を実施した。本工法の特長は、ひび割れ誘発材に付着が良好な異形鉄筋を用いることで、従来の目地底間寸法＝構造壁厚ではなく、壁板の厚さ＝構造壁厚とすることができ、誘発目地設置の際に必須条件であった増し打ちコンクリートが不要となる点である。本報では、改良型鉄筋挿入工法によるひび割れ制御事例を紹介するとともに、今後の物件の参考となるよう、本工法を適用する際の注意事項ならびに補修コストの低減効果等について述べる。

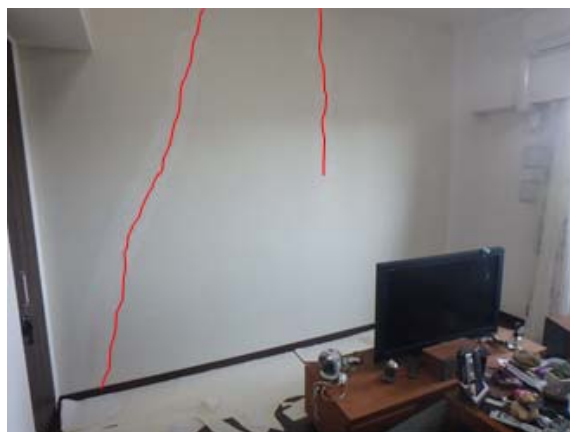


図1 他物件における経年後の戸境壁ひび割れ発生例(2年点検時)

2. 概要

2. 1 工事概要

工事名称：某分譲マンション新築工事

構造規模：RC造7階建て（全51戸）

建築面積：712m² 延床面積：3,991m²

施工：株式会社 浅沼組 大阪本店

工期：2016年5月～2017年5月（13ヶ月間）

2. 2 対策概要

戸境壁の基準階寸法は、壁内法高さ 2,200mm、壁内法長さ約 10,000mm、壁厚 180mm(目地深さ：両面 10mm)、柱断面 900mm×800mm、梁断面 360mm×600mm である。図 2 に示すように、戸境壁の EW18(—)に改良型鉄筋挿入工法を適用した。目地位置(▼)は、3m 間隔程度となるよう両柱際と壁中央および柱から 1.5m 程度の位置の計 5 箇所とした。目地部には、壁縦筋 D13 を 2 本とひび割れ誘発材 D19 を一直線上に配置する計画とし、専用の固定ジグで緊結した(図 3, 図 4)。その結果、誘発材率 11.9%、非コンクリート率(以下、総断面欠損率と称す)32.7%、鉄筋のあき 28.5mm となり、構造規定値を全て満足した。なお、それぞれの目地部の対策区分を図 2 に示している。コンクリートの設計基準強度は 1 階が 36N/mm²、2～3 階が 30N/mm²、4～7 階が 27N/mm²、EW18 の壁筋比は縦横ともに 0.55% であった。ここで、①誘発材率、②総断面欠損率の算出方法を図 5 に示す。

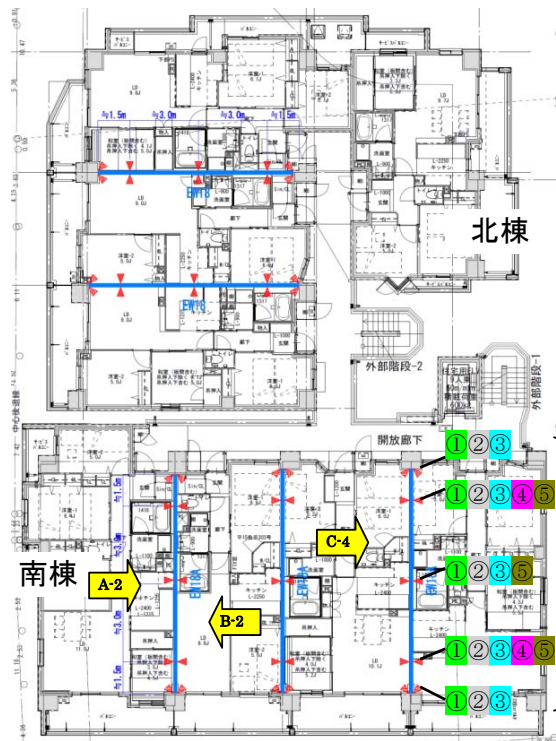


図 2 基準階目地配置図

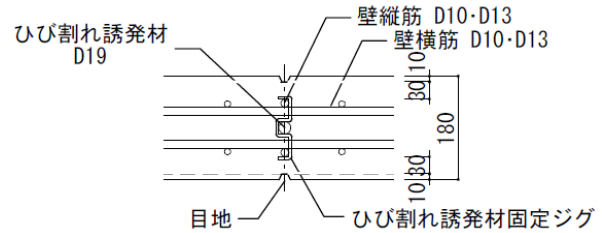


図 3 目地部の断面詳細 (EW18)

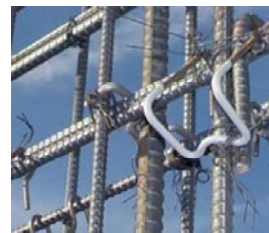


図 4 同上配筋例

誘発材率 R_{sd} : 目地底間寸法 t_s に対する誘発材の呼び径の総和 $\sum d_i$ との比

$$R_{sd} = \sum d_i / t_s \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$
 総断面欠損率 R_{wd} : 全壁厚 t_w に対する誘発目地深さの総和 $\sum d_j$ と、
 誘発目地と同一方向の鉄筋呼び径 (壁縦筋の総和 $\sum d_w$ と
 断面中央の誘発材の総和 $\sum d_i$) の合計との比

$$R_{wd} = (\sum d_j + \sum d_w + \sum d_i) / t_w \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

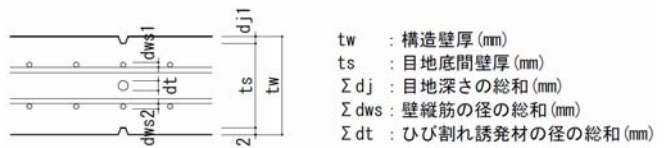
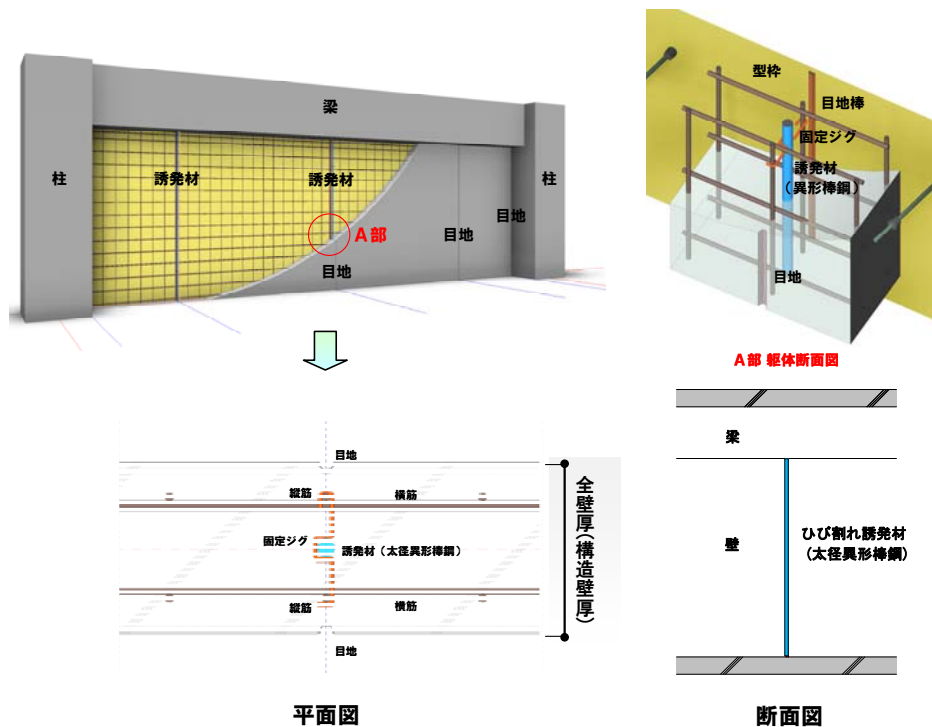


図 5 誘発材率および総断面欠損率の算出方法

2. 3 工法概要

改良型鉄筋挿入工法とは、RC造およびSRC造無開口耐震壁の収縮ひび割れ発生位置を制御する工法で、確実に誘発目地内へひび割れを誘導させると同時に、目地部以外の壁面にひび割れをほとんど発生させないことを可能とするものである。本工法の特長は、目地位置でのコンクリート比率を減らす手段として、目地に沿って太径異形鉄筋のひび割れ誘発材および壁縦筋を直線状に配置する点である（図6）。一般に、誘発目地を設けて構造躯体のコンクリートを欠損させた耐震壁はせん断耐力の低下が懸念されるが、改良型鉄筋挿入工法は目地部を異形鉄筋のひび割れ誘発材で補強しているため、耐震壁としての構造性能が低下しない。これにより、壁の増打ちコンクリートが不要となり、コストを低減できるだけでなく、打ち増しによる重量増がなくなる。ひいては建物軽量化に伴う耐震安全性の向上および室内空間におけるプランニングスペースの拡大をもたらす。なお、本工法は（一財）日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得している。



無開口耐震壁の表面に設けた欠き込み目地と壁断面中央部のひび割れ誘発材および壁縦筋を直線状に配置し、コンクリート打設中に誘発材が移動しないよう、専用の固定ジグを用います。

ひび割れ誘発材は、床スラブ天端から上階梁下端までの間とし、上下階の梁内には定着しないように配置します。

図6 改良型鉄筋挿入工法概要図

2. 3. 1 工法の特長

- (1) ひび割れを目地内に誘導できるため、防水処理が容易になり、美観を損なわない。
- (2) 通常の耐震壁と同等の強度を持つため、雑壁をはじめさまざまな箇所に使用できる。
- (3) 特殊材料を使用しない(JISの异形棒鋼)ため、品質や耐久性等に関する懸念がない。
- (4) 専用固定ジグを使用することで、簡易ながらも精度の高い施工を可能にしている。

- (5) 鉄筋工による一連の作業の中でひび割れ誘発材の取り付けが可能であり、類似工法と比較して作業効率に優れ、対策費用が安価である。
- (6) 改良型鉄筋挿入工法を用いた耐震壁の耐力は、構造壁厚を目地底ではなく全壁厚として評価できるため、これまでに必要であった目地深さ厚の増打ちコンクリートが不要になる。

2. 3. 2適用範囲

- (1) ひび割れ誘発目地の深さの総和は、壁厚の 20%以内。
- (2) 誘発材率（目地底間寸法に対するひび割れ誘発材の呼び径の比率）は、7.5%以上かつ 20%以下。
- (3) 総断面欠損率（全壁厚に対する目地深さおよびひび割れ誘発材と壁縦筋の呼び径の合計の比率）は、25%以上かつ 48%以下。
- (4) 施工者は、工法協会に入会し、工法研究会（正・限定会員）に所属することで使用できる。また、事業主・設計監理者等は、工法協会に入会（賛助会員）することで使用できる。
- (5) コンクリート 普通コンクリート(JASS 5) 設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$: $21 \leq F_c \leq 48$
- (6) 鉄筋(誘発材) 異形鉄筋 : SD295A、SD295B、SD345、SD390 (JIS G 3112)
- (7) 固定ジグ 工法協会が指定する専用固定ジグ

2. 4 使用材料

南棟基準階の柱、梁および壁に使用したコンクリートの配合例を表 1 に、材齢 28 日時点でのコンクリートの力学的特性を表 2 にそれぞれ示す。

表 1 コンクリートの配合例（南棟）

配合の設計条件	W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	混合剤 (kg/m ³) 高性能AE減水剤	備考
普通 30-18-20N	44.5	42.6	185	416	699	985	4.16	2, 3階
普通 27-18-20N	48.0	44.5	184	383	743	968	3.83	4~7階

表 2 コンクリートの力学的特性

階数	南 棟						北 棟					
	打設日	管理材齢 (日)	設計基準強度 (N/mm ²)	呼び強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	平均圧縮強度 (N/mm ²)	打設日	管理材齢 (日)	設計基準強度 (N/mm ²)	呼び強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	平均圧縮強度 (N/mm ²)
1	10/5	28	36	39	57.5 56.6	57.1	10/11	28	36	39	50.6 51.4	51.0
2	10/24	28	30	33	42.8 44.1	43.5	10/29	28	33	36	42.1 44.6	43.4
3	11/10	28	30	33	52.0 52.3	52.2	11/16	28	33	36	45.0 45.7	45.4
4	11/28	28	27	30	47.5 47.6	47.6	12/2	28	27	30	47.4 44.1	45.8
5	12/14	28	27	30	46.5 44.2	45.4	12/19	28	27	30	45.9 46.7	46.3
6	12/29	28	27	30	44.6 46.3	45.5	1/10	28	27	30	42.2 42.9	42.6
7	1/25	28	27	30	41.9 41.5	41.7	1/30	28	27	30	37.3 39.0	38.2

2. 5 計測概要

柱、梁および壁のコンクリート打設後、脱型時強度を確認のうえで壁型枠を脱型し、それ以降のひび割れ発生状況を調査した。壁表面のひび割れ幅は、クラックスケール(最小計測幅 : 0.05mm)で計測した。

3. 対策結果

3. 1 ひび割れ発生状況

戸境壁に対して、総数 169 箇所の改良型鉄筋挿入工法を適用した目地を設置し、概ね目地内にひび割れを誘導できた (図 7)。一方、目地部以外の壁面に生じたひび割れは 3 箇所のみで、ひび割れ誘導率は 98.2%という高い結果となった。目地および誘発鉄筋の直線精度を確実に確保できたことが、高いひび割れ誘導率の要因と考えられる。

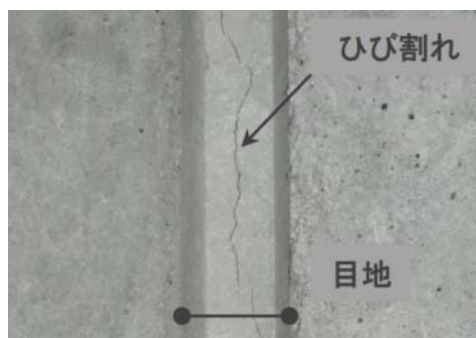


図 7 目地内に誘導したひび割れ

目地部以外に発生したひび割れを図8に示す。南棟2階で2箇所、南棟3階で1箇所であり、全て南棟の壁であったが、発生位置がそれぞれ違うことから、相関性はないと推察された。図9に南棟3階(B-2面)LD壁のひび割れ計測結果を示す。

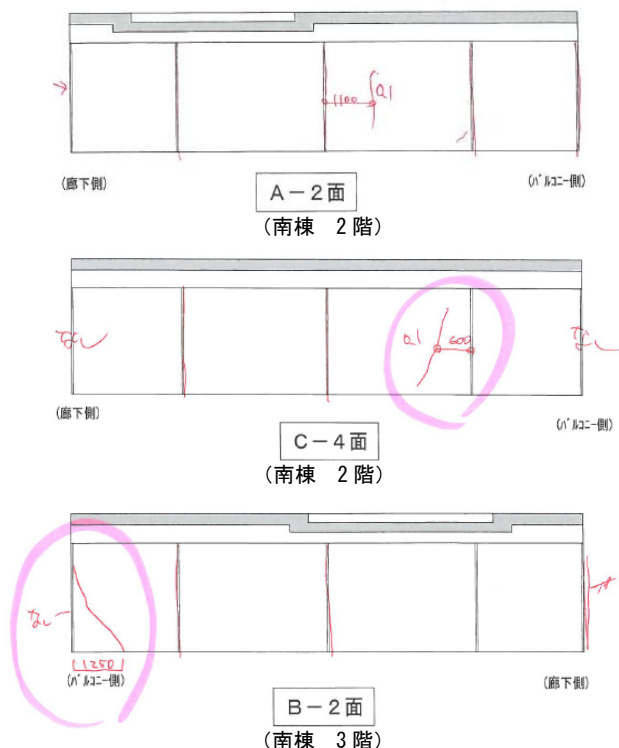


図8 目地部以外に発生したひび割れ

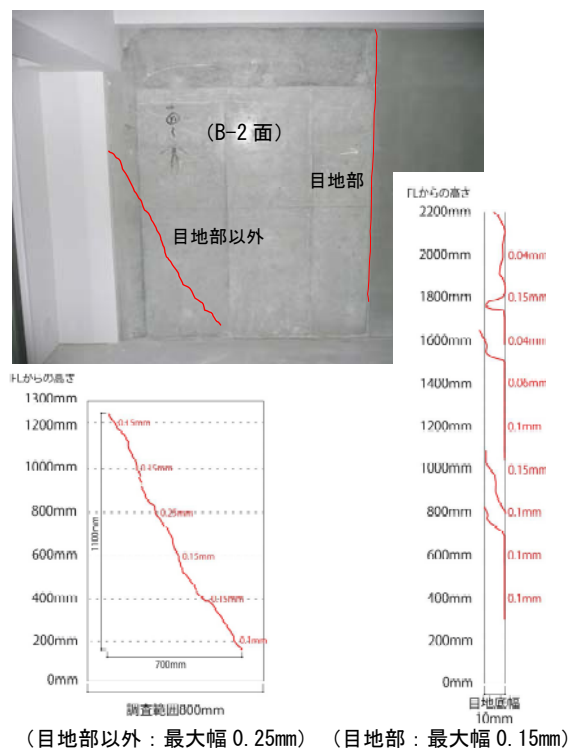


図9 南棟3階(B-2面)LD壁に発生したひび割れ

目地部を外れたひび割れの最大幅が0.25mmに対し、目地内の最大幅は0.15mmと抑制されていた。この傾向は、これまでに屋内でひび割れ誘発実験を行った結果と同様であった。目地部の鉄筋量が多いことが、最大ひび割れ幅抑制の一因と考えられる。

3. 2 目地部の仕上げ方法

一般に、目地内に誘導されたひび割れは、日々の建物の伸縮によって動きが生じる。目地内にモルタル等の硬い材料を充填してクロスを仕上げた場合は、経年後のクロス表面に亀裂が生じる可能性が高まる。そこで、本工事では目地内にシーリングを充填し、クロスはハット目地による対策を行った(図10、図11)。本対策では、クロス仕上げ面の鉛直方向に1mm幅程度の隙間が生じるが、経年後も意匠性を維持するための防止策として、事前に発注者および設計監理者への説明を行い、モデルルーム対応を実施した。

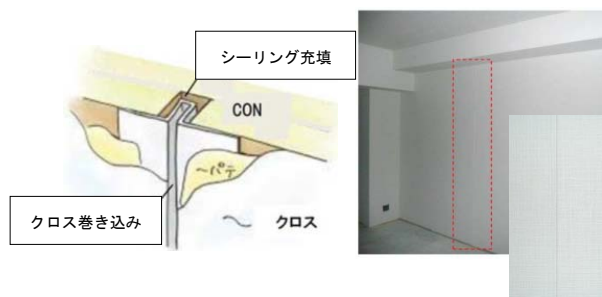


図10 戸境壁のハット目地による対策例

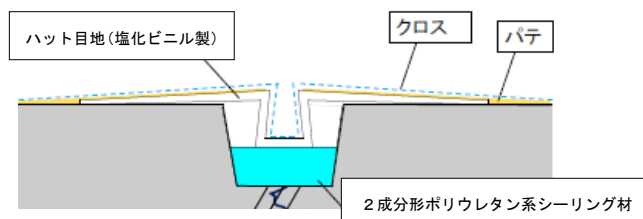
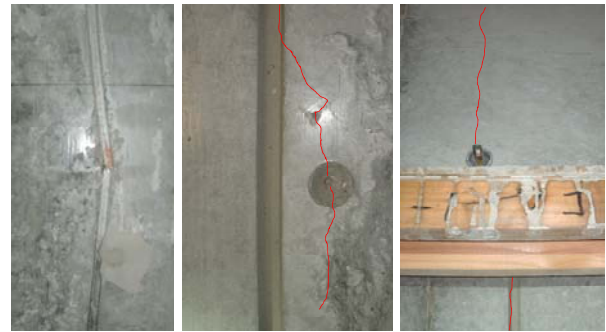


図11 目地部の仕上げ方法

3. 3 失敗事例

図 1 2 に本工事での失敗事例を示す。

- a. 細寸法のプラ製目地を使用したため、目地棒にゆがみが生じ、その形状に沿ってひび割れが生じた。
- b. 壁セパレーター（以下、セパと称す）が目地部に近接しており、ひび割れがセパ部に流れた。
- c. 梁側セパが目地部に近接していたため、目地内のひび割れが梁側セパ部に延伸した。



a. 目地棒ゆがみ b. 壁セパが近い c. 梁側セパが近い

図 1 2 本工事での失敗事例

※b. c. については、目地に対するセパの位置を 200mm 程度離すことが望ましい。

3. 4 対策費例

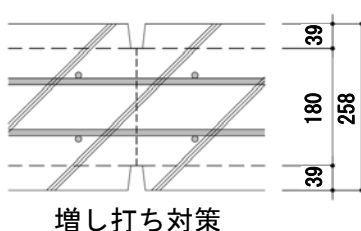
改良型鉄筋挿入工法による対策費（材工）は、誘発材10万円，固定ジグ21万円，壁スペーサー16.8万円，ハット目地21.6万円，シーリング18.5万円の計87.9万円であり，約220円/m²（延床面積3,991m²）となった。今後は，本対策費が見積もり時点で計上できるよう，構造特記仕様書への本工法の掲載が望まれる。対策費詳細を下記に示す。

- ①誘発材（異形鉄筋）D19：2.25kg/m，長さ2.2m，5本×壁35枚=0.87t：10万円（材工）
 - ②固定ジグEW18用：@400円×3本×5箇所×壁35枚=21万円
 - ③壁スペーサー（目地底かぶり確保用）：@100円×3×8×壁35枚×2（両面）=16.8万円
 - ④ハット目地（塩ビ製）：@700円×2.2m×2箇所×壁35枚×2（両面）=21.6万円
 - ⑤シーリング（ウレタン）：@400円×2.2m×3箇所×壁35枚×2（両面）=18.5万円
- ①～⑤合計：87.9万円/3,991m²=約220円/m² ※対策の色分けについては，図 2 参照

4. 効果

4. 1 壁自重の低減

改良型鉄筋挿入工法は，従来の増し打ち対策と比較した場合，今回の建物 1 棟あたりの壁コンクリート量の 30%（壁自重 138t，コンクリート費 90.3 万円）を削減することが可能となるため，環境面においては地球資源節約のための一助となることが分かった（図 1 3）。



【壁コンクリート量/枚の比較】

壁内法寸法：10.0m(W)×2.2m(H)

増し打ち対策：10.0m×2.2m×0.258m=5.68 m³

改良型鉄筋挿入工法：10.0m×2.2m×0.18m=3.96 m³ 30%減

【今回の建物 1 棟：7 階建ての場合】

増し打ち対策：5.68 m³×5 枚/階×7 階=198.8 m³

改良型鉄筋挿入工法：3.96 m³×5 枚/階×7 階=138.6 m³ 60.2 m³ (138t) 減

改良型鉄筋挿入工法

コンクリート単価@15,000円（材工）×60.2 m³=90.3 万円減

図 1 3 改良型鉄筋挿入工法による壁自重の低減効果例

4. 2 補修コストとの比較

図1に示した一般的なひび割れ制御対策を施した他物件（5階建て、計82戸：延べ床面積7,700m²）において、竣工2年目までの戸境壁直貼りクロスに生じたひび割れによってクロス1面張替えを行った住戸数は計10戸（クレーム発生率12%）であり、そのうちの1戸は1年目アフターサービスの再発であった。抜本的なひび割れ処置は未済のままであることから、再発住戸の建物使用者の信用も失墜し、3年目以降の対応も必至と考えられる。また、クレームのあった裏面側の住戸からの指摘はなかったため、本ひび割れ指摘数は氷山の一角と推察され、対応いかんによっては大幅に補修コストが膨らむおそれもある。

☆補修コスト（実績および予測）・・・処置内容：ひび割れ部パテ処理＋クロス1面張替え

1～2年点検：{クロス1面張替え（材工3万円，家具養生・移動1万円）＋社員立会・調整6.4万円}×5戸×2年間＝104万円

3～5年経過：{クロス1面張替え（材工3万円，家具養生・移動1万円）＋社員立会・調整・見解9.6万円}×3戸×3年間＝122.4万円

図1に示した他物件の補修コスト：計226.4万円＝約300円/m²，本建物：80円/m²減（32万円減）

実績

↑
↓
予測

5. まとめ

本報で得られた知見を以下に示す。

- (1) 戸境壁に対して、総数169箇所の改良型鉄筋挿入工法を適用した目地を設置することで、概ね目地内にひび割れを誘導できた。一方、目地部以外の壁面に生じたひび割れは3箇所のみで、ひび割れ誘導率は98.2%という高い結果となった。目地および誘発鉄筋の直線精度を確実に確保できたことが、高いひび割れ誘導率の要因と考えられる。
- (2) 目地部を外れたひび割れの最大幅が0.25mmに対し、目地内の最大幅は0.15mmと抑制されていた。この傾向は、これまでに屋内でひび割れ誘発実験を行った結果と同様であった。目地部の鉄筋量が多いことが、最大ひび割れ幅抑制の一因と考えられる。
- (3) 本工事では目地内にシーリングを充填し、クロスはハット目地による対策を行った。クロス仕上げ面の鉛直方向に1mm幅程度の隙間が生じるが、経年後も意匠性を維持するための防止策として、工事着手前に発注者および設計監理者への説明を行うことで、理解を得ることができた。
- (4) 本工事での失敗事例を紹介したが、今後も情報共有化およびFBが必要と考えられる。
- (5) 改良型鉄筋挿入工法による対策費（材工）は、約220円/m²（延床面積3,991m²）となった。今後は、本対策費が見積もり時点で計上できるよう、構造特記仕様書への本工法の掲載が望まれる。
- (6) 従来の増し打ち対策と比較した場合、本建物1棟あたりの壁コンクリート量の30%（壁自重138t，コンクリート費90.3万円）を削減できる。また、一般的なひび割れ制御対策を施した他物件の補修コストと本建物の対策費を比較した場合、約80円/m²が低減できることが分かった。

【性能証明など】

建築技術性能証明：改良型鉄筋挿入工法(一財)日本建築総合試験所 GBRC性能証明 第14-24号改1

関連特許：No.4719032

お問い合わせ：CCB工法協会 <http://www.ccb-koho.com>

13. 高層RC造におけるコア部鉄骨のユニット化による工期短縮

社名: (株)熊谷組

氏名: 鈴木 雄大

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称) 柏の葉三番街西棟賃貸住宅計画
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 29,747㎡、地上36階、塔屋2階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造、一部S造(コア部分)、中間免震
(5) 建設地	千葉県柏市
(6) 施工期間	2015年10月 ~ 2018年1月
(7) 工事費	11,200(百万円)
(8) 設計者	(株)熊谷組一級建築士事務所
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"> ・建物コア部が鉄骨梁+デッキスラブとなっており、予定サイクル工程(6日)に納まらない。 ・PCaトップコンの強度発現を確認してからの鉄骨取付けでは、コア部のスラブコンが2~3フロア下層での施工となってしまふ。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・コア部を含めたサイクル工程を6日以内とする。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・コア部鉄骨大梁やデッキプレートなどを地組し、ユニット化した。 ・鉄骨大梁の両端支持用として四角支柱を使用し、PCa躯体と同一フロアで施工可能とした。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> ・地上にて鉄骨大梁、小梁の組立てができ、大梁のむくり管理も精度向上した。 ・デッキ、コン止め等の精度向上が図れた。 ・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> ・工程短縮に伴い、タワークレーンリース費が約800万円低減できた。 ・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> ・サイクル工程の短縮により、30フロアで30日短縮できた。 ・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> ・地上で鉄骨本締め、デッキの溶接、各種のスリーブ取り付けができ、高所作業の大幅な低減が図れた。 ・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> — ・その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> —

高層RC造におけるコア部鉄骨のユニット化による工期短縮

株式会社熊谷組首都圏支店
鈴木 雄大

1. はじめに

本工事は、つくばエクスプレス線の柏の葉キャンパス駅前の開発地区での工事であり、駅前から歩いて3分、ホテルやカフェの連なる非日常空間を抜けた街の中央に計画されたツインタワーである。駅前から北へ街を貫くグリーンアクシスに対して、シンメトリーにそびえるツインタワーの東側が分譲住宅、西側が賃貸住宅となる免震構造、36階建ての共同住宅を新築する工事である。
(図-1、写真-1参照)

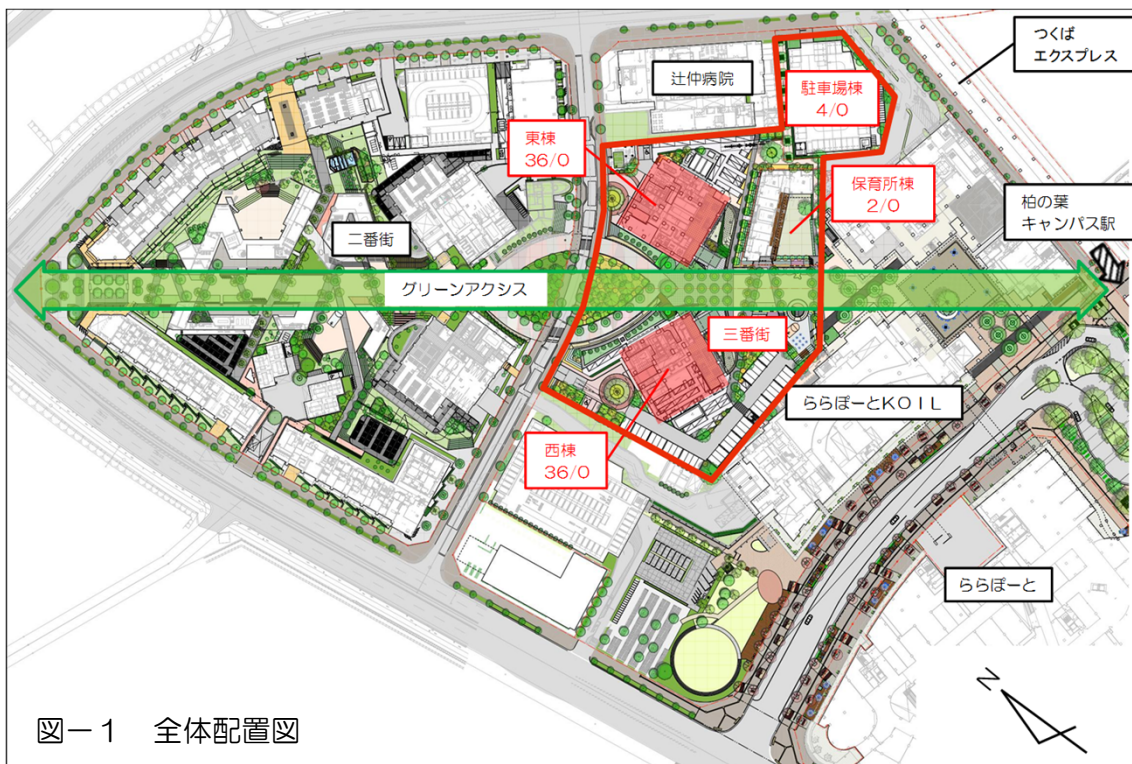


図-1 全体配置図



写真-1 航空写真 (2017.6.26撮影)

2. 工事概要

工事名称：(仮称) 柏の葉三番街西棟賃貸住宅計画
工事場所：千葉県柏市
設計監理：株式会社熊谷組一級建築士事務所
工期：平成27年10月1日 ~
平成30年1月31日(28ヶ月)
主要構造：RC造一部S造 2階下部に免震層
階数：地上36階、塔屋2階
用途：共同住宅(491戸)
敷地面積：6,094.9㎡
建築面積：1,923.9㎡
延床面積：29,747.8㎡

3. 施工上の課題

今回のタワー棟は、センターコア形状が採用され、図-2に示すコア部分（赤いハッチング部分）は、鉄骨梁＋デッキスラブとなっている。

鉄骨梁は図-3に示すようにPCa梁にアンカーボルト8-M24で取り付く構造となっており、アンカーボルト8本のうち4本はPCa梁に埋め込まれているが、残り4本は現場打ちコンクリートでの固定となっている。

そのため、鉄骨梁のアンカーボルトが取り合うPCa梁の現場打ちコンクリートの強度発現を確認してからの鉄骨梁取り付けでは、コア部のスラブコンクリートが2～3フロア下層での施工となり、PCa施工フロアではコア部が開口となる為、安全性・施工性が低下する。

このためコア部鉄骨梁は、PCa施工フロアと同時に取り付ける必要があった。

また、鉄骨梁を個別に取り付け、デッキプレート敷き込み⇒鉄骨スタッド施工⇒スラブ配筋ではサイクル工程（6日）におさまらない為、コア部鉄骨梁を地組み、ユニット化する施工方法を検討した。

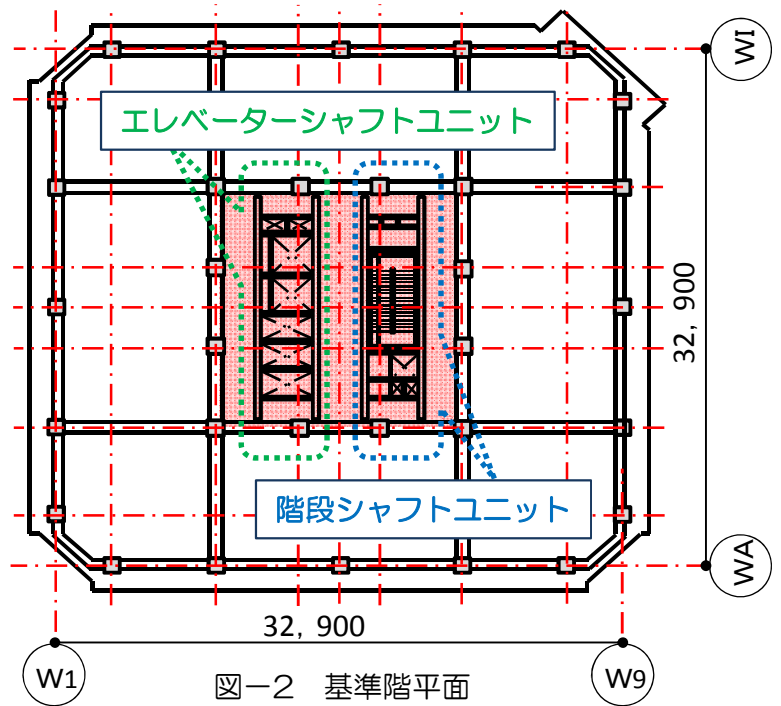


図-2 基準階平面

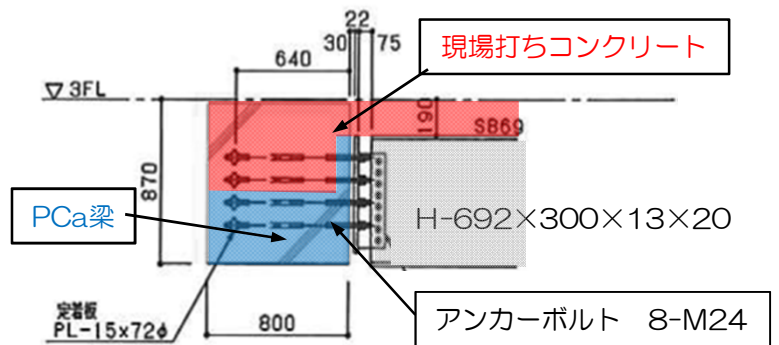


図-3 鉄骨大梁とPCa梁取り付け詳細

4. コア部鉄骨のユニット化

コア部の中でエレベーターシャフトと階段シャフトを構成する鉄骨大梁をそれぞれユニット化した。

コア部のスパンは13.2mと長い為、鉄骨大梁はセンタージョイントとなっており、鉄骨自重や長期荷重等を考慮し、地組み時のむくりを15mmとして施工した。

鉄骨大梁の地組み後、小梁取り付け⇒デッキプレート敷き込み⇒コンクリート止めプレートの取り付けを行った。

尚、鉄骨大梁上のスタッドは予め鉄骨工場で取り付けを行ってから現場搬入とした。

また、PCa施工フロアでの作業をできる限り低減させる為、写真-2に示すように、このユニット内に配置されるダクトスペース・EPSの開口においても開口部ユニットを製作し、先行取り付けとした。

ユニット化された鉄骨のPCa梁への取り付け後の安全面にも配慮し、水平ネット・親綱においても、予め仕込みを行った。

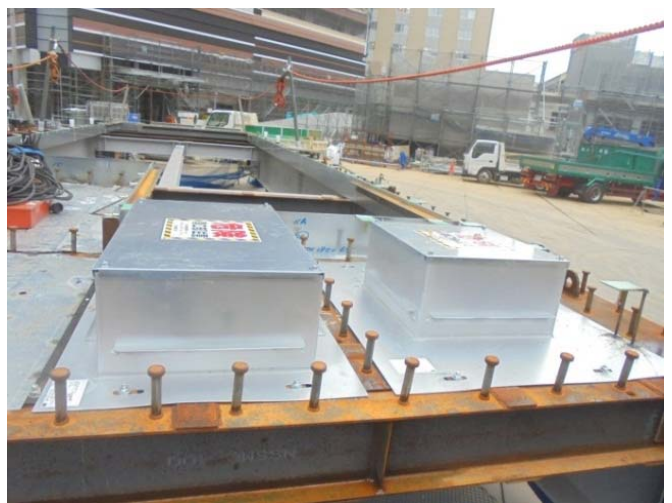


写真-2 ダクトスペース・EPS開口のユニット化

5. ユニット化された鉄骨の取り付け

ユニット化された鉄骨は、吊り込み時や取り付け後の長期荷重等で予め中央部に設けたむくりが元に戻らなければならない、かつ先述のように鉄骨アンカーボルトの8本のうち4本は現場打ちコンクリートの強度発現を待たねばならない為、ユニット化された鉄骨は写真-3に示すように大梁両端の4ヶ所を四角支柱で受ける計画とした。

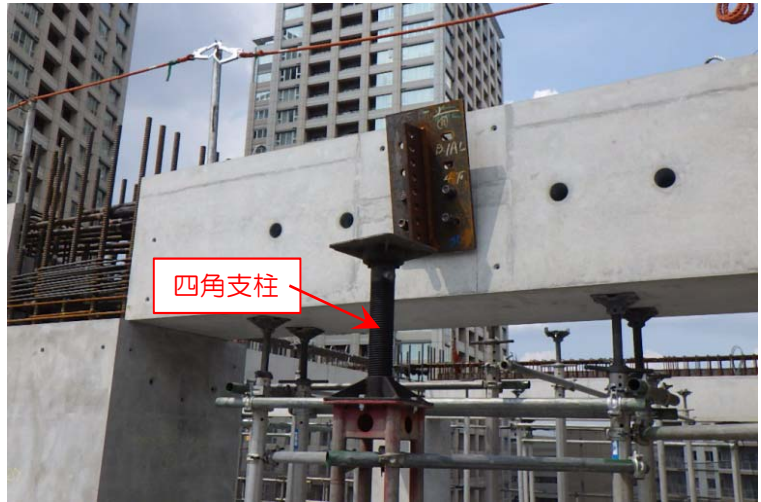


写真-3 ユニット化鉄骨を受ける四角支柱

6. 施工状況

エレベーターシャフト・鉄骨階段シャフトを構成する鉄骨部のユニット化状況、及びユニット化された鉄骨の取り付け状況を写真-4から写真-7に示す。



写真-4 鉄骨梁の地組状況



写真-5 デッキプレート敷き込み
安全設備（ネット・親綱）セット状況



写真-6 安全設備（ネット・親綱）
セット状況



写真-7 ユニット化された鉄骨の
取り付け状況

7. ユニット化による効果

ユニット化された鉄骨による効果としては、下記の通りである。

1) .品質

- ・地上にて鉄骨大梁の地組みを行う事でむくりの精度管理を行うことができた。
- ・デッキプレート敷き込み、コンクリート止めの施工精度が向上した。

2) .コスト

- ・工程の短縮に伴い、タワークレーンのリース期間が短縮され、約800万円低減された。

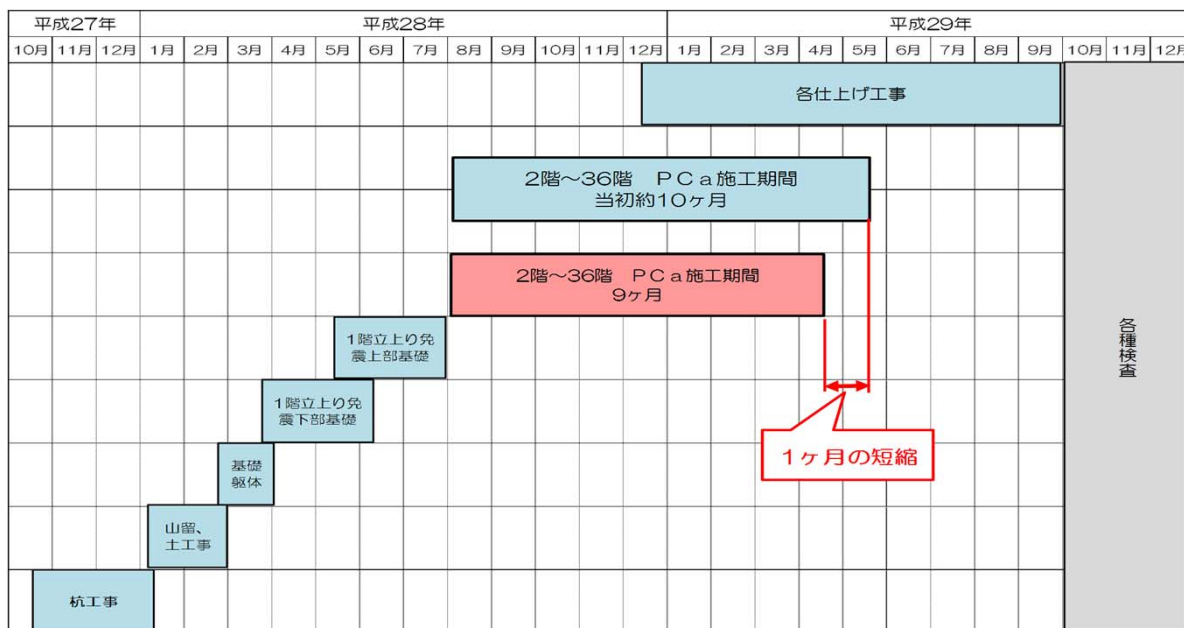
3) .工期

- ・サイクル工程を6日で計画していたが、コア部鉄骨のユニット化により5日サイクルを達成でき、8階からの約30フロアで30日短縮できた。表-1に概略工程表を示す。

4) .安全

- ・地上での鉄骨組立て・本締め、デッキプレートの溶接、ダクトスペース・EPS製作ユニットの取り付けを行うことができ、高所作業の大幅な低減が図れた。

表-1 概略工程表



8. まとめ

サイクル工程については、ユニット化により当初計画の6日工程から5日工程へ短縮できた。高層棟での「サイクル工程1日短縮」の効果は非常に大きく、結果的に1ヶ月という大幅な工期短縮となり、後続する外構工事に余裕が生まれた。

また、繰り返し作業により熟練化された各業種は、天候等のトラブルがあった場合でも優先されるべき作業が何かを理解して工事を進め、サイクル5日工程を崩すことなく上棟を迎えることができた。

この工期短縮は本プロジェクトのコスト低減に大きく貢献した。

最後にさまざまな施工条件の中、各担当が前向きな思考を継続させたことが成果の要因であり、施主、設計・監理、協力業者ともに日常のコミュニケーションを図り、良い関係を維持できたことも目標達成の要因になったと考えられる。

PCa工事に携わった全ての関係各社へ御礼を申し上げます。