

# VE等施工改善事例発表会 資料

2023 年度

一般社団法人 日本建設業連合会

建築制度委員会 契約部会

技術提案制度専門部会

## はじめに

昨今の物価高騰、円安や労働力不足など多数の不安要素がビジネスにおいて先行きの見通しを困難にし、社会にも大きな影を落としています。

そして2024年4月には働き方関連法による労働時間の上限規制が建設業にも適用されます。

解決すべき問題は山積しておりますが、より良い方向に向かうべく挑戦し続けていく必要があると思います。

「4週8閉所」の実現が叫ばれて久しいですが、そのためには適正な工期の確保に加えて、生産性の向上や効率化が求められます。また、そのためには過去の知識や経験を解体・結合してアイデア発想を行って方策を検討し、変革していく努力が不可欠となります。

これはまさに「VE等施工改善事例発表会」の主旨と合致する部分であり、本発表会の事例がヒントになるものと考えます。

本発表会は、当初、建設業におけるVEの普及を目的としたものでしたが、建設業を取り巻く環境の変化を受け、第14回(2010年度)から「VE等施工改善事例発表会」とし、対象を施工段階のVE事例だけでなく、施工改善事例から研究開発成果にまで広げました。また、会員各社の技術力向上の場に留めるだけでなく、建設業の技術力を発信する格好の機会と捉え、発注者、設計者、建物所有者、教育関係者等の皆様へ参加を呼びかけ、HPで事例掲載等を実施しています。

これらの情報発信を通じて、ものづくりの魅力を伝えていくとともに、建設業で働く人々が持続可能な建設産業を創り出すことと、担い手の確保に少しでも貢献できることを願っています。

本年度は会員各社から15事例の資料掲載を行い、4年ぶりに聴講者の皆様を会場にお招きし、WEB配信併用にて開催いたします。これらの事例により、最前線の現場での生産性向上に向けた努力を感じていただけるものと思います。

最後になりましたが、業務多忙の中、原稿を執筆していただいた発表者の皆様、ありがとうございました。心より御礼申し上げます。

2023年11月

技術提案制度専門部会主査

松嶋 茂

## VE等施工改善事例発表会について

### ◇開催の趣旨

VE等施工改善事例発表会は、技術提案専門部会に参画している委員各社が実際の建設プロジェクトで成果を挙げたVE提案等による施工改善の実績を広く公表することで、ご覧いただきました方々の技術提案力向上はもとより、建設産業の活力とノウハウを高め、価値ある社会資本の提供に寄与することを目的としています。

### ◇事例の選定

施工段階におけるVE・改善提案は、それぞれの建設プロジェクトにおいて既に顕在化している課題、あるいは現実化する可能性が高い問題の解決のために実施されます。

VE等施工改善事例発表会では、これらの取組みに有効な事例を提供するため、「身近な事例」「汎用性のある事例」「VE事例」「改善効果のある事例」および「省力化の見込める事例」を募集し、とくに施工段階における工事目的物や仮設の合理化・変更の内容とその効果、施工あるいは管理手順の見直し等の内容とその効果が、具体的でわかり易いことを重視して選定しました。

### ◇本書の構成

本書では、選定した15事例を、グループの中では事例の主題となる工種に着目し、一般的な建築工事進捗の順番で掲載しています。

それぞれの事例には発表本文（詳細説明）の前に、発表の要点として「問題点・背景」「改善の目的」「改善実施内容」「改善による効果（Q・C・D・S・E）」を簡潔にまとめた概要書（表紙）をつけています。発表本文そのものも、可能な限り概要書に記載した内容に沿って作成していますので、概要書を一読した上で本文にあたることで、発表内容の理解を深めていただくことが容易になります。

目 次

はじめに

VE等施工改善事例発表会について

発表事例

1. 掘削土の海上運搬による周辺環境対策	1
五洋建設(株) 佐藤 士歩	
2. 工場建築工事におけるゼロへの挑戦	8
東急建設(株) 後藤 養賢	
3. 山留め SMW 工事における芯材落とし込み工法改善によるコスト縮減と工程短縮	16
大成建設(株) 青木 友和	
4. 既存杭撤去と新設杭の同時施工による生産性向上	24
(株)浅沼組 蟹江 麦	
5. ハイブリッド造における建て逃げ方式を採用した建方工期の短縮と費用削減	33
(株)安藤・間 小澤 淳	
6. 「CLT ユニット工法」によるハイブリッド木造建築の合理化施工	40
(株)大林組 佐藤 靖宏	
7. 鉄骨・木ハイブリッド建築での施工改善	48
前田建設工業(株) 西川 功	
8. 多面体 RC+S 造 劇場躯体工事における BIM を駆使した施工合理化	60
鹿島建設(株) 新井 翔太	
9. 柱梁一体地組による鉄筋工事の施工性・安全性の向上	72
(株)鴻池組 河原 正英	
10. 共同住宅バルコニー部材サイト PCa 化による労務平準化と品質確保	79
西松建設(株) 足達 良太	
11. 大屋根鉄骨レシプロカル架構への変更による品質確保、省力化	89
佐藤工業(株) 青木 潤	
12. 大空間庁舎建設での生産性・安全性向上への取り組み	98
戸田建設(株) 北 良平	
13. 外装工事における仕様変更提案と施工改善	104
(株)フジタ 吉岡 優太	
14. 運営中の競走馬トレーニングセンターへの競馬場移転整備工事における改善	113
(株)熊谷組 中村 優魁偉 藤原 葉太	
15. BIM 施工図取組みと活用における生産性向上	122
清水建設(株) 鶴 秀雄	

# 1. 掘削土の海上運搬による周辺環境対策

社名： 五洋建設(株)

氏名： 佐藤 士歩

## 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	月島三丁目北地区第一種市街地再開発事業
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:148,348 m <sup>2</sup> 、地下 2 階、地上 58 階
(3) 用途	共同住宅・商業・公益的施設他
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2022 年 10 月 ~ 2026 年 6 月
(7) 工事費	58,282(百万円)
(8) 設計者	五洋建設・大建設計特定業務代行共同体
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)	・市街地の再開発工事における計画搬出土量約 57,000 m <sup>3</sup> について、ダンプトラックによる搬出では、1 日最大 150 台の出入りが想定された。搬出車両による周辺地域への交通に与える影響を低減する必要があった。
(2) 改善の目的	・掘削土搬出車両による周辺地域への影響を低減する。
(3) 改善実施内容	・工事敷地の一部が河川に面していることを利用して、搬出土を土砂運搬船により処分場まで海上運搬し、ダンプトラックによる陸上運搬と併用した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・-
・C(コスト)	・-
・D(工期)	・掘削工事を約 1.5 ヶ月工期短縮。
・S(安全)	・搬出車両の低減による交通事故の削減。
・E(環境)	・掘削土運搬に係るCO <sub>2</sub> 発生量を 41%削減。
・その他の効果	・-

# 掘削土の海上運搬による周辺環境対策

五洋建設株式会社 佐藤 士歩

## 1. はじめに

本工事は、月島もんじゃストリートで有名な西仲通り商店街に面する約 12,000 m<sup>2</sup>の敷地に、住宅・店舗・保育所・デイサービスなどの用途で、地上 58 階、地下 2 階の複合施設他 2 棟を建設する工事である (図-1~3、表-1)。

敷地周囲は幹線道路から入り込んだ住宅地で狭い道路が多く、杭工事及び土工事で計画される約 57,000 m<sup>3</sup>の掘削土搬出に、1 日あたり最大 150 台のダンプトラックが通行することによる周辺環境への影響が懸念された。

そこで、敷地の一部が隅田川に面していることを利用して、掘削土の一部を海上運搬し、周辺道路を通過する工事車両の削減を実施した。ここに、掘削土搬出における海上運搬について報告する。そのほか、工事中の近隣への配慮事項について、合わせて報告する。



図-1 全景パース



図-2 配置図

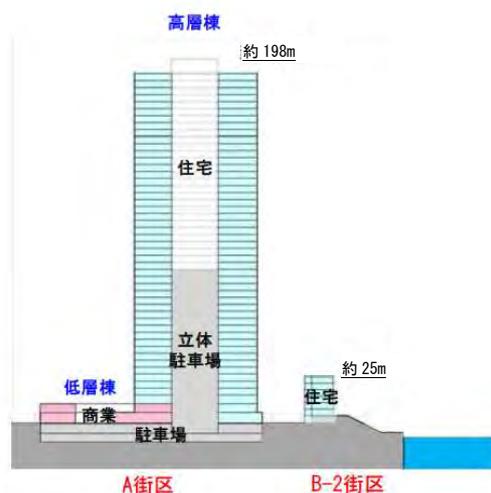


図-3 断面図

表-1 各街区の計画概要

名称	月島三丁目北地区第一種市街地再開発事業 (A街区)	月島三丁目北地区第一種市街地再開発事業 (B-1街区)	月島三丁目北地区第一種市街地再開発事業 (B-2街区)
敷地面積	10,076.42m <sup>2</sup>	1,054.00m <sup>2</sup>	882.14m <sup>2</sup>
建築面積	6,743.49m <sup>2</sup>	625.73m <sup>2</sup>	552.94m <sup>2</sup>
延床面積	144,284.17m <sup>2</sup>	1,617.57m <sup>2</sup>	2,446.34m <sup>2</sup>
構造	鉄筋コンクリート造 (一部鉄骨造)	鉄筋コンクリート造	鉄筋コンクリート造
基礎工法	現場造成杭 (アースドリル式拡底工法)	既製コンクリート杭	既製コンクリート杭
階数	地上58階/地下2階	地上6階/地下0階	地上7階/地下0階
高さ	193.65m (最高高さ197.65m)	24.23m (最高高さ24.80m)	24.76m (最高高さ24.97m)
用途	共同住宅1285戸(地権者314戸、分譲971戸)、商業、公益的施設、他	障害者グループホーム、他	共同住宅56戸(地権者)

その他工事：下水道整備工事、電線地中化工事、道路整備工事、防災船着場整備工事

## 2. 施工条件

工事敷地は、メインの建物が配置される A 街区（約 10,000 m<sup>2</sup>）と区道を挟んで隅田川に面する B-1 街区、B-2 街区（合計約 2,000 m<sup>2</sup>）からなる。メインの工事となる A 街区は、東面が西仲通りに面し、再開発に伴う仮設店舗があるため工事車両の搬出入には使用できない条件であった。一方、そのほかの道路は、西仲通りの反対側（西側）に幅員約 7m の道路（西河岸通り）があり、南北は、幅員約 6m の一方通行の道路で路上駐車も多く、大型車両の通行に対する交通安全に配慮する必要があった。工事現場周囲の道路を、大型車両が大量に通過することは、歩行者との接触事故の懸念などがあり、発注者（再開発組合）からも事故の無い施工を求められていた。

本工事で使用する車両は、幹線道路となる都道 463 号（清澄通り）を利用し、手前の月島橋北の交差点で左折し、西河岸通りから現場へ入場、退場時は、現場から西河岸通りを新富晴海線手前まで直進・右折し、清澄通りへ出るルートを中心に使用した（図-4）。大廻りするルートで、西仲通りの中でももんじゃストリートと呼ばれる中心部を避けた。また、誘導員を清澄通り及び西河岸通りに配置して、工事用車両の入退場が安全にできるように配慮した。



図-4 現場への入退場ルート

地図データ ©2023

### 3. 隅田川の利用

B-1 街区、B-2 街区は、A 街区と道路を挟んだ隅田川沿いに位置しており、これらの工区を利用して掘削土を海上運搬ができないか当社土木部門に検討を依頼した。

結果、利用条件は、①水路を使用できる期間は渇水期（12月～5月の6ヵ月間）、②堤防に設置された歩行者通路（隅田川テラス）の妨げとならないよう配慮することが条件で海上運搬が可能であることがわかった。

これらの条件を満足するため、再開発エリアの既存公園を含む B-1 街区を掘削土の仮置き場とすること、土砂運搬船への積み込みは、歩行者通路上をトンネル状に保護して、その上に重機を使用しないベルトコンベアを利用した積み込みを計画し（図-5）、監視員を配置して歩行者の通行時は作業を止めること等を、河川を管理する東京都第一建設事務所と、協議を繰り返して河川占用許可を得ることができた。

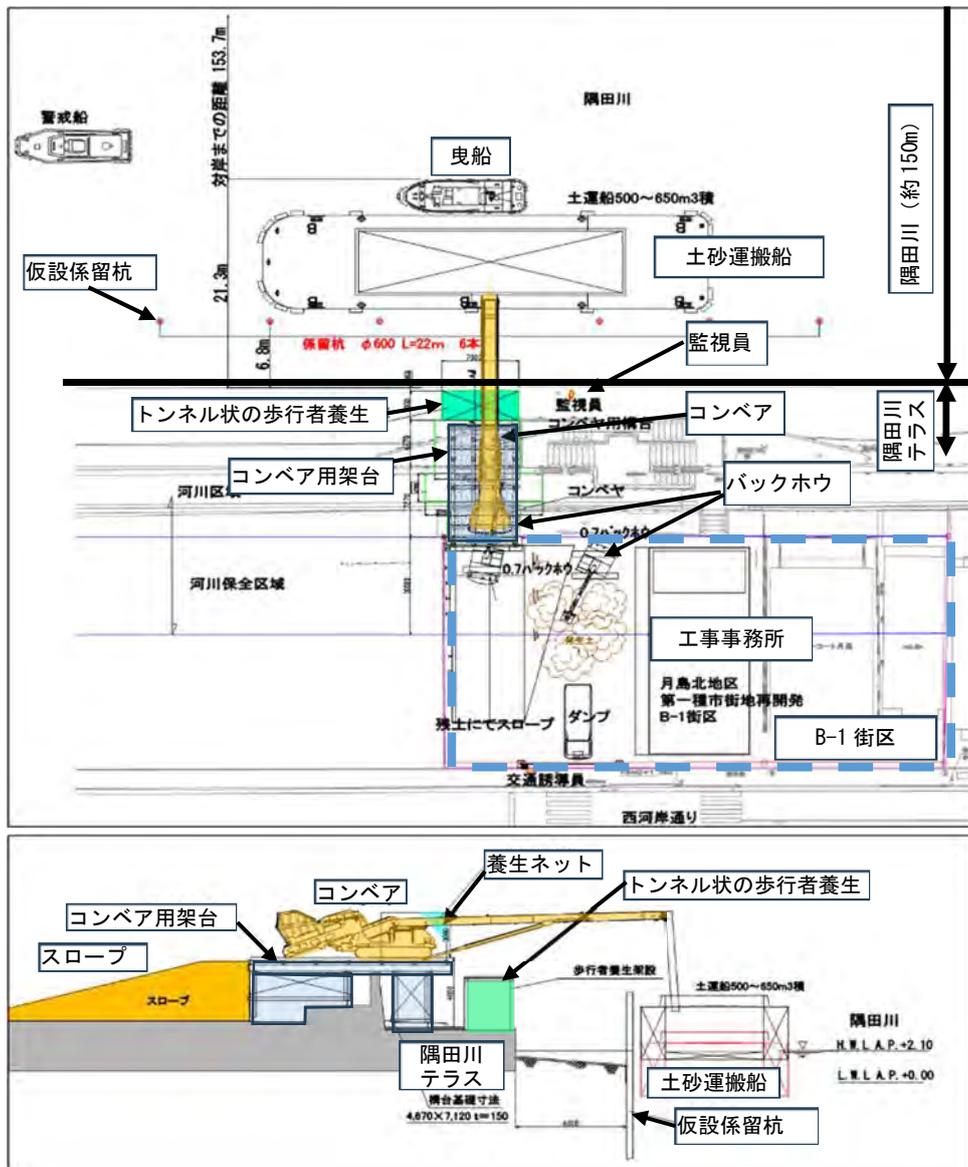


図-5 土砂運搬船への掘削土積み込み計画

#### 4. 掘削土の搬出

河川占用許可の期間は2022年12月1日から2023年5月31日までの6か月間であり、積み込み設備及び土砂運搬船の係留設備の設置及び撤去を行う必要から、実際に土砂運搬が可能となるのは1月10日～5月22日であった(図-6)。建築工事の工程上、杭及び掘削工事の期間にあたることから、杭工事(場所打ち杭)と1次掘削及び2次掘削で発生する掘削土をB-1街区へ運搬後、土砂運搬船に積み込み海上運搬した(図-7)。

A街区からB-1街区への運搬は、地下水位が高く含水率が高い掘削土をA街区で改良材による脱水処理をして運搬可能な状態としてダンプトラックを使用した。掘削土の積み込みは、積み込みヤードへ積み込み用のバックホウを追加した。また、掘削工事では、掘削重機及び合番作業員の掘削班を1班追加した。

海上運搬は、最大積載量450m<sup>3</sup>の土砂運搬船を3隻チャーターして運搬サイクルを組んで実施した。土砂運搬船で積み込みヤードから最寄りの埠頭へ移動後、ガット船※へ瀕取り(積み替え)し最終処分場まで運搬した(図-8)。ここで、杭工事で発生する掘削土(汚泥)は、産業廃棄物収集運搬業の許可を持つ業者により直接処理場へ海上運搬して適正に処理した。

その結果、海上運搬で19,237m<sup>3</sup>を搬出し掘削班を1班追加することで、陸上運搬のみで搬出した場合と比較して約1.5ヶ月短縮された。その他の効果として、陸上運搬と比較して1m<sup>3</sup>あたり2.95kg-CO<sub>2</sub>(41%)の発生を抑制して、掘削工事全体で約57t-CO<sub>2</sub>の発生が削減できた。

※ガット船：ガットと呼ばれるグラブバケットを装備し、自走して揚げ地まで運び、自船で揚げ荷できる船舶

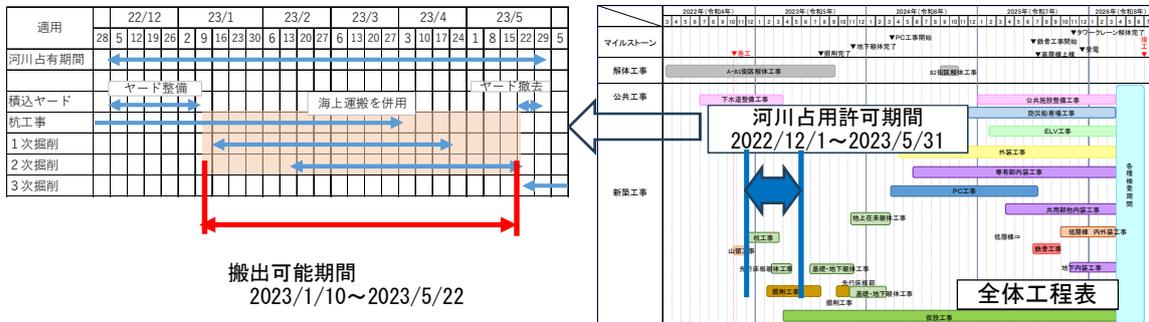


図-6 掘削土の海上運搬期間



図-7 掘削土搬出ルート

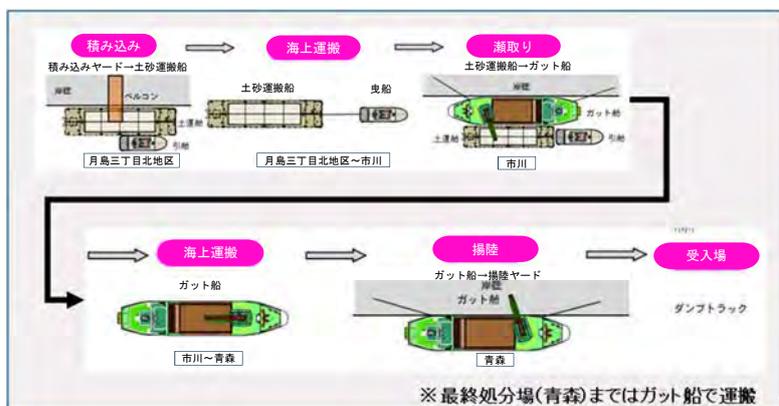


図-8 海上運搬(掘削土)のフロー

## 5. 近隣住民等への配慮

掘削土の海上運搬に伴い A 街区と B-1 街区の間の道路を運搬車両が大量に往復することになるため、西河岸通りに面したゲートを主に使用した（図-9）。工事敷地内の配置の都合上、他のゲートを使用する必要がある場合は、通行禁止道路通行許可（一方通行の逆走許可）を所轄の警察署より取得して、運搬距離を最小限にするよう工夫した。また、各ゲートの誘導員のほかに、清掃員 3 名を配置して道路を常に清掃した。

朝 7:45～8:30 の時間帯は近隣協定により工事車両の通行ができなかったため、土砂運搬船への積み込みヤード（B-1 街区）には、朝 8 時から積み込み作業を開始できるように、前日に仮置きし、作業時間内でなるべく多くの掘削土を積み込む工夫をした。また、天気予報を常に確認して、降雨時には仮置き掘削土にシート養生を実施し、作業を中止した。

積み込み時は、土砂運搬船のカーゴスペース周囲に 1.8m の飛散防止用シートを立ち上げて隅田川の水質汚濁防止に配慮した。掘削土の積み込み状況を写真-1 に示す。



図-9 積み込みヤード（B-1 街区）への運搬計画



B-1 街区への運搬



ダンプアップ



土砂運搬船への積み込み



土砂運搬船の水質汚濁防止

写真-1 掘削土の積み込み状況

## 6. その他の周辺環境への配慮

本工事では、掘削土の海上運搬以外に杭工事、土工事期間中に以下の取り組みを実施した。

- (1) 工事に伴う粉じん等の飛散防止のために散水車及びハイウォッシャーによる散水
- (2) 車両の搬出に伴う道路への土砂の持ち出しを防止するためにゲート前に側溝及びグレーチングを設けタイヤ洗い専任の作業員を2名配員
- (3) 仮囲いに設置したデジタルサイネージに車両の予定表を掲示して近隣住民へお知らせ
- (4) 掘削期間中の前面道路の清掃を毎日行うとともに週一回の現場周辺清掃

## 7. 施工改善による効果

### 【D 工期】

- ・ 掘削土を陸上運搬のみで行ったと想定した場合と比較して掘削工期を 1.5 ヶ月短縮

### 【S 安全】

- ・ 海上運搬により搬出車両の運行距離を減らすことにより交通事故の削減

### 【E 環境】

- ・ 掘削土運搬に係る CO<sub>2</sub> 発生量を 41%削減

## 8. おわりに

掘削土の運搬を海上運搬できたことは、敷地や施工時期などの工事の条件が合致したことが重要であったと考えますが、狭い道路をできるだけ使用せずに掘削土を運搬する発想から始まり、その実現に向けて、発注者や東京都を含む関係各所の協力がなければ不可能であったと考えます。

ここに関係者及びご協力していただいた皆様へ感謝の意を表します。

また、このテキストが発行される頃は、地上躯体の工事中であり 2026 年 6 月の竣工に向けて施工改善の可能性を絶えず考えながら、安全第一で工事を進めます。

## 2. 工場建築工事におけるゼロへの挑戦

社名： 東急建設(株)

氏名： 後藤 養賢

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	プリマハム(株)鹿児島新工場建築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 20,003 m <sup>2</sup> 、地上 3 階
(3) 用途	工場
(4) 主要構造	地上S造
(5) 建設地	鹿児島県いちき串木野市
(6) 施工期間	2021 年 8 月 ~ 2022 年 12 月
(7) 工事費	7,138(百万円)
(8) 設計者	(株)九州総研
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)	・昨今の社会情勢として、SDGsへの取組みが求められている。弊社ではVISION2030の中で「ゼロへの挑戦」を掲げており、当現場においても環境負荷を出来るだけ減らすべく施工方法の検討を行った。また厳しい工期、事業予算の中、ゼロを目指すことにより、工期・コストの削減を実現する必要があった。
(2) 改善の目的	・掘削土搬出ゼロの実現・・・① ・型枠ゼロの実現・・・② ・外部足場ゼロの実現・・・③
(3) 改善実施内容	・掘削土を場内処理し、敷地地盤全体を 480 mm 盤上げした。① ・屋上パラペットの構造を、RC 躯体から乾式構造に変更した。② ・21m ブーム移動式高所作業車を使用した。③
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・—
・C(コスト)	・掘削土の運搬、処分費を削減することにより、約 78%の削減。① ・単一工種のみでの作業となったことにより、約 87%の削減。② ・外部足場を無くし、高所作業車を使用することにより約 70%の削減。③
・D(工期)	・単一工種のみでの作業となったことにより、約 2 か月の工期短縮。② ・外部足場架設しが無くなり、約 3 か月の工期短縮。③
・S(安全)	・—
・E(環境)	・大型ダンプ車の走行距離が短くなり、CO <sub>2</sub> 排出量を削減。① ・型枠材の不使用により、森林資源の保護に貢献。② ・外部足場の運搬に関わる CO <sub>2</sub> 排出量ゼロ。③
・その他の効果	・—

# 工場建築工事におけるゼロへの挑戦

東急建設株式会社  
後藤 養賢

## 1 はじめに

昨今の社会情勢として、SDGsの取組みが求められている。また弊社では VISION2030 の中で「ゼロへの挑戦」を掲げており、本工事においてさまざまな挑戦を行った。

ここでは、本工事で取り組んだ挑戦を紹介し、工期・コストの削減効果について報告する。

## 2 工事概要

表1に工事概要を示す。建物は鉄骨造3階建ての食品工場で、材料の充填、燻製、箱詰め、物流までを担うことになる。また、コ・ジェネレーション施設、太陽光発電設備を設け、環境にも配慮された建物の工事である(写真1、図1-1、図1-2、図1-3)。

表1 工事概要

工事件名	プリマハム(株)鹿児島新工場建築工事
工事場所	鹿児島県いちき串木野市西薩町17番地43
発注者	プリマハム(株)鹿児島工場
設計・監理	(株)九州総研
契約工期	2021年 8月1日～2022年12月31日
構造・用途	鉄骨造・地上3階
敷地面積・延床面積	45,636.02㎡ ・ 20,003.96㎡



図1-1 現場位置図(全体)



図1-2 現場位置図(詳細)



写真1 現場全景(杭工事着手時)

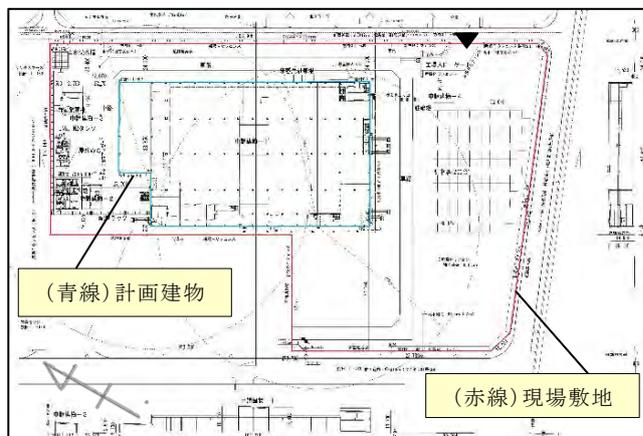


図1-3 配置図

### 3 ゼロへの挑戦

#### 3.1 掘削土・コンクリートガラ排出ゼロへの挑戦

##### 3.1.1 目標及び問題点、課題

今回、掘削土量が約 20,000m<sup>3</sup>、杭頭処理コンクリートガラが 220 本分発生するため、場外に搬出すると、多額の場外運搬費、処分費が発生し何も残らない。そこで、掘削土を有効利用し、かつVEとなるよう掘削土・コンクリートガラ排出ゼロを目指した。

しかし、本敷地の地盤は、約 30 年前に、地下石油備蓄基地を建設した際にでた掘削土を元に埋立てられた土地である。100 ミリ以下の安山岩を主体とした埋立岩砕であるため自然転石が多く、盛土に使用するには不向きなことが問題であった。また、地下水位(潮位)が現況地盤-2.1m(満潮時)であり、根切時の影響を最低限とする必要があった。

##### 3.1.2 対策

本敷地は、当初設計では道路面 GL±0=KBM±0 という設定であった。GL±0=KBM+480 に再設定し、敷地地盤全体を 480mm 盤上げする設計変更、さらに電動自走式クラッシャー(DENDOMAN)を使用し自然転石の破碎処理及びコンクリートガラの破碎処理を行い、盛土材に使用した。なお、建物設置平均地盤面以外への盛土を行うことについては、行政に確認を取って了解を頂いている。

これらの対策により、搬出予定であった掘削土(自然転石)と杭頭処理により発生したコンクリートガラを盛土、路盤材に使用することで搬出する掘削土をゼロとすることにした(写真 2-1, 写真 2-2, 写真 2-3)。



写真 2-1 大割機による破碎



写真 2-2 DENDOMAN による破碎



写真 2-3 盤上げ

##### 3.1.3 効果

費用対効果を表 2 に示す。破碎機による費用はかかるものの、運搬処分費と比較すると、約 65%のコスト削減という大幅なVEとなっている。

また場外処分を行った場合にダンプによる運搬で発生する CO<sub>2</sub> を削減できたこと、近年『廃棄物ゼロ』が叫ばれている中で、約2万 m<sup>3</sup>の掘削土、コンクリートガラの場外処分を無くすことが出来たということは、SDGs の観点からも、コスト以上の効果があるものと言える。

表 2 費用対効果(掘削土・コンクリートガラ排出ゼロ)

項目		数量	場外搬出の場合との比較
杭残土	場内小運搬	4,486 m <sup>3</sup>	約78%のコスト削減
掘削土	場内小運搬	15,684.4 m <sup>3</sup>	約78%のコスト削減
破碎処理	掘削土・コンクリートガラ	340 m <sup>3</sup>	約104%のコスト増
計			約65%のコスト削減

### 3. 2 型枠ゼロへの挑戦

#### 3. 2. 1 目標及び課題

近年の労務不足は建設業における大きな問題点となっている。立上り壁躯体を施工する場合、通常は型枠建込、鉄筋組立、コンクリート打設、型枠脱型後は左官工による壁面補修が必要となる。

そこで、1F立上り壁部分には SUS 打込み型枠、屋上パラペット立上り壁部分にはセンチュリーボードの採用を提案し、コスト削減、型枠大工・左官工の労務低減を目指した。

#### 3. 2. 2 対策

下記にそれぞれの対策について述べる。

##### <SUS 打込み型枠>

食品工場においては、材料・製品を積んだ台車が工場内を縦横に走り回るため、台車が壁に激突することによる壁の破損が問題になる。当初設計では立上り壁の手前にガードポールを設け、台車の激突により立上り壁が損傷しない計画としていたが、竣工後フォークリフトで引っ掛けてとれる等、アフターが生じた。

そこで、立上り壁を SUS 打込み型枠にコンクリート打設を行い、そのまま SUS 巾木としてガードポールと同様の役割を果たすことが出来るよう、設計変更を行った(写真 3-1, 写真 3-2, 写真 3-3)。



写真 3-1 モックアップ(施主説明)

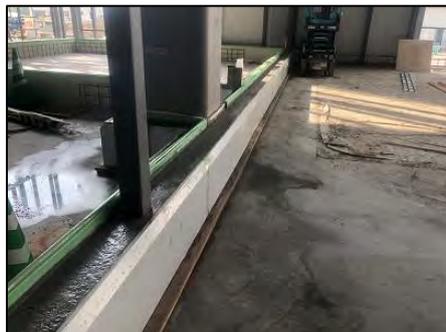


写真 3-2 巾木 CON 打設



写真 3-3 SUS 巾木

##### <パラペット部立上りセンチュリーボード(乾式工法)の採用>

屋上部分は露出アスファルト防水であり、パラペット部分はコンクリート立上りにアスファルトを立ち上げる設計となっていた。この立上り部分にセンチュリーボードを採用することでコンクリート立上りを無くす計画とした。

センチュリーボードは鉄骨胴縁にビス止めするだけで、コンクリート立上り壁の代わりとすることができ、パラペット上部は角波鋼板のため、取り合い部に水切りを設け、止水対策を行った(写真 4-1, 写真 4-2, 写真 4-3、図 2-1, 図 2-2)。



写真 4-1 パラペット立上り



写真 4-2 外壁との納まり



写真 4-3 アスファルト防水との納まり

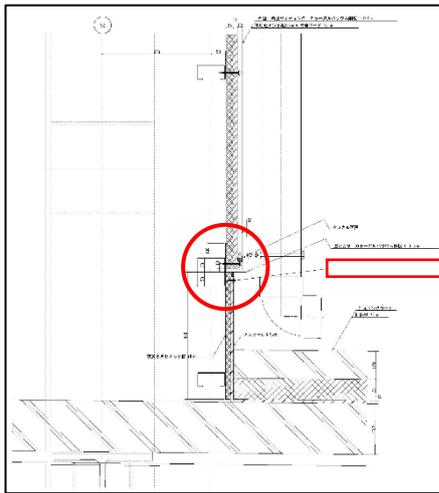


図 2-1 パラペット詳細

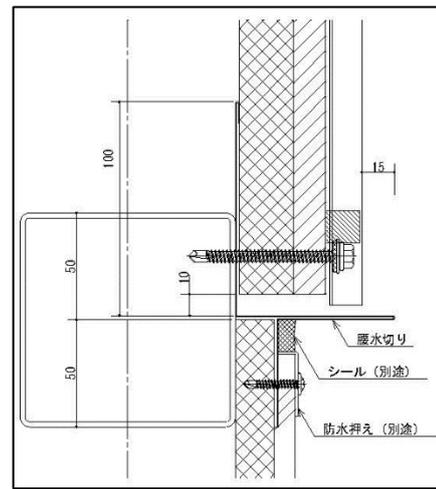


図 2-2 水切り部拡大

### 3. 2. 3 効果

主に型枠工事・左官工事によるコスト削減と労務低減を達成することができた。また型枠材が不要となり、環境に配慮した優しい工法となった。下記にそれぞれの費用対効果について示す。

#### <SUS 打込み型枠>

表 3 に SUS 打込み型枠についての費用対効果を示す。ガードポールは仕上工事の中で大きなウェイトを占めており、SUS 打込み型枠を採用することで、ガードポールの多くを削減することができ、VEに繋げることが出来た。

表 3 費用対効果(SUS 打込み型枠の採用)

在来型枠 項目内訳	数 量	SUS中木 項目内訳	数 量
型枠建込・解体	1,849.0 m <sup>2</sup>	SUS中木 材料費	
型枠材運搬費	1,849.0 m <sup>2</sup>	SUS中木 取付費	斜め中木 2,326.9 m
左官補修	1,904.0 m	〃	平中木枠 123.6 m
エポキシ系塗床材塗布 立上り	1,904.0 m	〃	外周枠 431.4 m
〃 斜部	1,570.0 m	〃	消火栓取合 9 箇所
ガードパイプ	1,561.0 m	-	-
ガードポスト	95.0 箇所	-	-
ガードポール	35.0 箇所	-	-
約74%のコスト削減を実現			

#### <パラペット部立上りセンチュリーボードの採用>

表 4 にセンチュリーボード使用による費用対効果を示す。立上り壁を RC 造とする場合、型枠工事、鉄筋工事、左官工事と多くの工事が必要となる。センチュリーボードとすることにより、必要な工事はセンチュリーボード張り及び入隅部面取り(左官工事)のみとなり、大幅なコスト削減と労務削減が実現でき VE に繋げることが出来た。

表 4 費用対効果(パラペット部立上りセンチュリーボードの採用)

在来型枠	項目内訳	数 量	センチュリーボード	項目内訳	数 量
型枠建込・解体		727.6 m <sup>2</sup>	センチュリーボード	材料費	309.0 m <sup>2</sup>
型枠材運搬費		727.6 m <sup>2</sup>	〃	取付費	309.0 m <sup>2</sup>
鉄筋材		12.4 t		-	-
加工組立費		12.4 t		-	-
左官補修		312.4 m <sup>2</sup>		-	-
コンクリート	材料	62.3 m <sup>3</sup>		-	-
〃	打設手間	62.3 m <sup>3</sup>		-	-
〃	圧送料	62.3 m <sup>3</sup>		-	-
約87%のコスト削減を実現					

### 3.3 外部足場ゼロへの挑戦

#### 3.3.1 目標及び課題

利益確保のためには、仮設計画でのコスト削減と効率化が重要となる。本工事では、仮設工事の中で大きなウェイトを占める外部足場の削減を検討し、外壁工事を無足場で行うこととした。

#### 3.3.2 対策

外壁は断熱壁パネル(サンドイッチパネル)を採用している。外部足場は架設せず、すべて高所作業車にて取付けを行った。施工手順としてはサンドイッチパネルを揚重機(200tクローラクレーン)で所定の位置まで吊り上げ、2台の高所作業車(21m ブーム式)で取付けた。また、サンドイッチパネル取付後の縦目地シール打設、清掃も高所作業車にて行った(写真 5-1, 写真 5-2)。



写真 5-1 外壁取付(揚重)



写真 5-2 外壁取付(パネル取付)

#### 3.3.3 効果

表 5 に外部足場ゼロの費用対効果を示す。外部足場の削減は、高所作業車のリース代を考慮しても、大きな費用対効果を上げている。また、当該敷地は海に面しており、強風が吹くことも多いが、外部足場が無いことにより安全面でも大きな効果があったといえる。

表 5 費用対効果(外部足場ゼロ)

外部足場 (4か月)	項目内訳	数 量	無足場 (4か月)	項目内訳	数 量
外部足場 (本足場)	リース費	4,460.0 m <sup>2</sup>	高所作業車	21mブーム	3 台
〃	架払い費	4,460.0 m <sup>2</sup>	〃	運搬費 (10t車)	6 台
外部足場 (昇降階段)	リース費	60.0 m	〃	燃料費	3 台
〃	架払い費	60.0 m		-	-
	運搬費 (10t車)	20.0 台		-	-
垂直養生ネット	リース費	4,460.0 m <sup>2</sup>		-	-
〃	架払い費	4,460.0		-	-
層間ネット	リース費	1,338.0 m		-	-
〃	架払い費	1,338.0 m		-	-
	運搬費 (10t車)	3.0 台		-	-
約70%のコスト削減を実現					

### 3. 4 その他取組み

#### 3. 4. 1 杭頭処理における騒音・振動ゼロ

杭頭処理においては、通常は電動ブレイカーを用いて行うことが多く、その際に発生する騒音・振動・粉塵が大きな問題となる。また、杭頭コンクリート塊(最大径 1,800 φ)を揚重する際には、安全対策に非常に留意することが必要である。

対策として、1.6m<sup>3</sup>のベースマシンにアタッチメントとしてフォーククローを取付け、杭頭コンクリート塊をつかみ上げる(もしくは吊り上げる)工法を採用した。この場合は、杭頭レベルでの縁切りのみ電動カッター及びブレイカーを使用し、騒音・振動・粉塵を最低限に抑えることが出来た(写真 6)。



写真 6 杭頭引抜き

#### 3. 4. 2 捨てコンゼロ(ピット内捨てコンゼロ)

当該敷地は、自然転石による埋立地であり、水捌けが非常に良い。更に地下水位は、海水面とリンクし、干満により水位が上下している。今回GLレベルを 480mm 上げたことにより、ピットレベルでは満潮時においても地下水位の影響を受けない。

そのため、当初設計では捨てコンピットであったが、あえて捨てコン打設を行わないこととした。その結果、ピット内に水が溜まるがあっても、全て地中に浸透していく計画とした。この透水性の良さを外構工事にも反映している。

例として雨水集水桝に底盤を設けないことで、浸透桝として活かすことが出来る。また雨水埋設配管には有孔管を用いる。現在、雨水排水は集水桝・埋設配管で外部に排水する設計となっているが、可能な限り地下に浸透させる計画で、工事を進めている(写真 7-1, 写真 7-2, 写真 7-3)。



写真 7-1 基礎工事全景



写真 7-2 ピット部



写真 7-3 ピット内(降雨時)

#### 4 まとめ

以下に本論文の知見を示す。

- 1) 地盤条件によるが、設計地盤を上げることにより、掘削土・コンクリートガラを盛り土として再利用することでVEとなり、さらには環境に配慮した工事となった。
- 2) SUS 型枠・センチュリーボードの使用により、昨今問題視されている労務削減とコンクリート打設しないことで環境にも配慮できた。型枠材(木材)を使用しないことにより、環境への負担が少ない工法と言える。
- 3) 建物高さによるが、外部足場がないことでVEとなり、さらにはヤードの確保や次工程に繋げやすくなった。台風・地震時などにおける、外部足場の崩壊・倒壊を心配する必要がない。
- 4) 近隣への配慮として杭頭処理騒音を最低限に抑えた。また、捨てコンを行わないことでVEとコンクリート打設によるCO<sub>2</sub>削減を実現した。ピット内における雨水の地下浸透にも効果がある。

当現場は、他支店から大規模食品工場施工の経験・知識を有する所長、工務長を配属したことに加え、新しいアイデアを模索、提案、実行してきた。

論文記載内容の他にも、受注時よりさまざまな提案を行っており、作業所長方針でもある「使わない基本の考えを定着させる」ことで、竣工まで「ゼロへの挑戦」を行った。

ここでいう「使わない基本の考え」とは、ヒト・モノを掛けずに現場を進めていくことを常に念頭に置き、現場を進めていくことを表している。

ゼロを目指すことにより生じた費用・時間を他に回すことが出来れば、施主・施工者とも相互利益の関係を構築することが出来る。このようなことが可能となったのは、現場の努力だけでなく、これまでに培ってきた施主との信頼関係によるところが大きいと考える。「建てる」の先を変えていくことが出来るゼネコンとして、今後も発注者から評価されるよう努めていく(写真 8-1, 写真 8-2)。



写真 8-1 完成写真(外観 南東面)



写真 8-2 完成写真(鳥瞰 南東面)

### 3. 山留めSMW工事における芯材落とし込み工法 改善によるコスト縮減と工程短縮

社名： 大成建設(株)

氏名： 青木 友和

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)ペルーナ銀座7丁目計画新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:10,789 m <sup>2</sup> 、地下3階、地上10階
(3) 用途	ホテル、飲食店、ナイトクラブ、駐車場、公衆浴場
(4) 主要構造	地下SRC造、地上S造
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2019年11月～2022年12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)	・山留利用する既存連壁よりも深い新築地下躯体を構築する建物であったため、連壁の内側にSMWを施工する計画とした。しかし、連壁が存在する深さまでの躯体は地下空間を広くするためSMWを解体する必要があった。従来工法ではGLレベルまでのSMW芯材設置が必要で、掘削時にSMW芯材の切断撤去作業を行わなければならない無駄があった。
(2) 改善の目的	・SMW施工時に芯材を落とし込み、切断撤去に伴う部材コスト及び工程の改善を図る。
(3) 改善実施内容	・SMW芯材を脱着できる油圧機構治具(ヤットコ)を作成し、使用した。 ・その治具を利用してSMW芯材落とし込み施工を実施した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・従来のSMW工法と同様の施工精度を確保した。
・C(コスト)	・切断してしまうSMW芯材量の削減(▲192t)、及び切断撤去作業に伴うクレーン費と作業人件費をゼロ化(▲2,300万円)。
・D(工期)	・切断撤去作業にかかる日数の工期短縮効果(▲0.5か月)。
・S(安全)	・クレーン揚重とガス切断火気作業をゼロ化。
・E(環境)	・切断後、スクラップとなってしまうH鋼材量を縮減(▲192t)。 ・解体に伴う騒音振動作業の低減。
・その他の効果	・治具を使用したことで、芯材落とし込み作業への展開ができる。

# 山留め SMW 工事における

## 芯材落とし込み工法改善によるコスト縮減と工程短縮

大成建設株式会社

青木 友和

### 1. はじめに

本工事は、東京都中央区における既存建物が残置されている敷地条件において、既存建物の地下深さよりさらに深い新築地下空間を構築するプロジェクトである。新築地下工事を行う山留めは、既存地下外壁と既存 RC 連壁を山留め利用するとともに、それらのさらに内側に SMW（ソイルセメント柱列壁）を構築する計画を採用した（図 1-1）。

計画を成立させるためには、上部山留め壁となる既存地下外壁と、下部山留め壁となる新設 SMW を、一体的かつ連続的に構築する必要がある。また精度を確保しながらも、施工時の省力化を図ることが課題であった。そこで、**SMW 芯材天端を任意の深さに制御配置できる新たな治具（ヤットコ）**を専門工事業者と協働で作成し、芯材落とし込み寸法 11m の SMW 施工を実現した（写真 1-1）。

本資料では、その施工詳細と、Q（品質）、C（コスト）、D（工程）、S（安全）、E（環境）の各側面で改善された効果について、報告する。

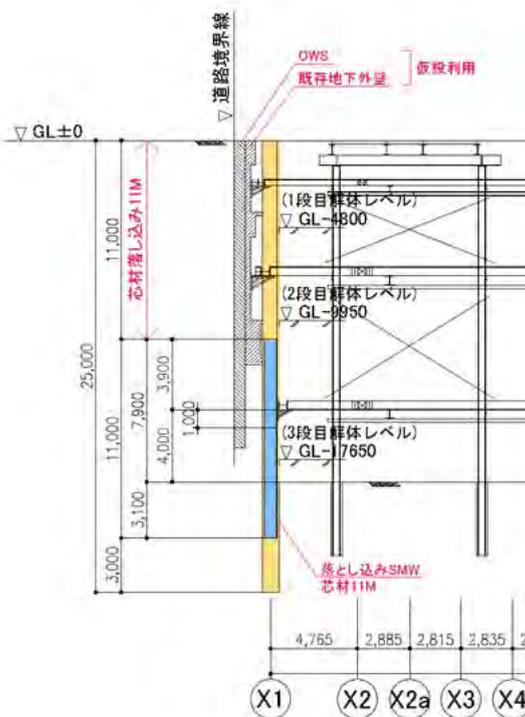


図 1-1 既存壁を利用した山留壁の構成



写真 1-1 落とし込み工法施工状況

## 2. 工事概要

### 工事名称

(仮称) ベルーナ銀座7丁目計画新築工事

### 建設地

東京都中央区銀座7丁目2番18号

### 建物用途

ホテル、飲食店、ナイトクラブ  
駐車場、公衆浴場

### 工期

2019年11月1日～2022年12月15日

### 建物規模

延床面積 10,789 m<sup>2</sup>

地下3階 地上10階

### 主要構造

地下SRC造 地上S造

### 掘削深さ

GL-18.8m (直接基礎)

### 建物高さ

43.7m

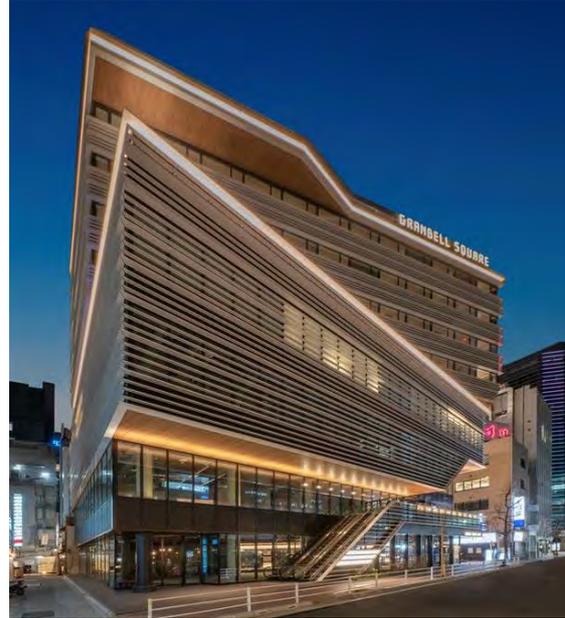


写真 2-1 外観写真

写真 2-1 に完成時の外観を、図 2-2 に建物断面と階別の用途を示す。

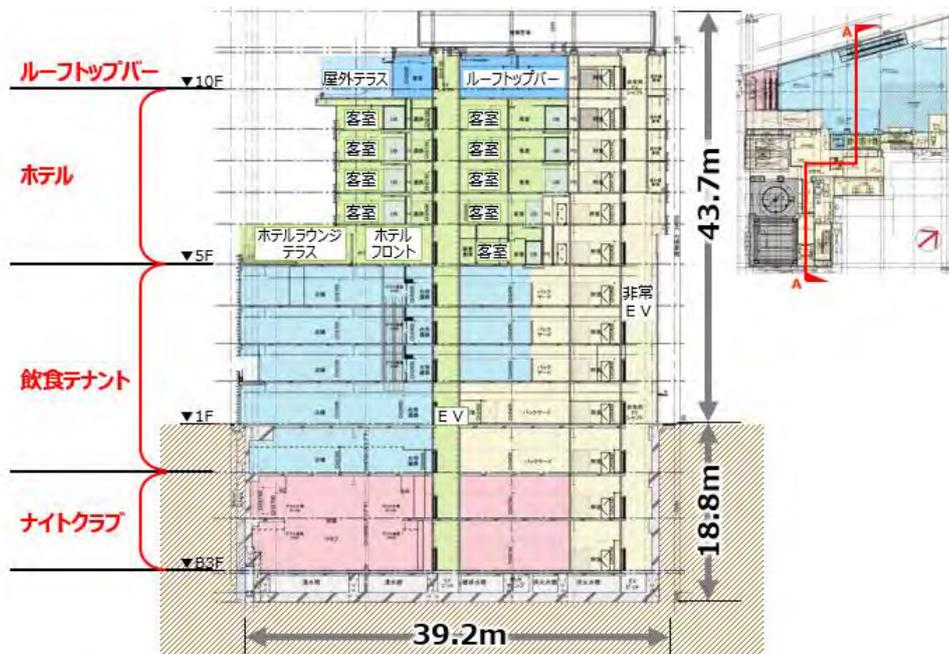


図 2-2 建物断面と階別用途

### 3. 地下工事（山留め、掘削）計画及び施工概要

本工事の敷地には、工事着工時に既存建物が2棟あった。1棟は地下内部が埋め戻されており、もう1棟は埋め戻されていない状態で地下躯体が残置されていた。埋め戻されていない1棟も内部を土で埋め戻して、山留工事の重機の施工地盤とした。

図3-1が山留め壁配置図、図3-2が山留断面図である。新築建物の深さは既存建物より7m程度深い。既存地下外壁を可能な限り山留めとして利用するため、設計者と協議の上、既存壁の内側にSMWのスペースを確保し、さらにその内側に既存建屋以深の地下外壁ラインを設定した。新築建屋の地下外壁ラインは地下階の途中でクランクしている（図3-3）。

これにより、山留め全周の約40%において既存地下外壁を山留め壁として利用することができた。既存地下外壁を利用する部分は、BG機で既存基礎を解体し、流動化処理土で埋戻した後SMWを施工した。既存壁以下に新設するSMWは芯材天端がGL-11mまでで良いため、ヤットコ使用によるによる芯材落とし込み工法を採用し、施工時点で所定の天端レベルとなるSMW山留め壁を構築した。

山留め壁の残り60%はGLレベルを天端とした通常のSMW山留め壁を構築した。

地下水位はGL-10m程度のため、既存壁とSMW取合い部は高圧噴射攪拌工法による、止水のための地盤改良を実施した。

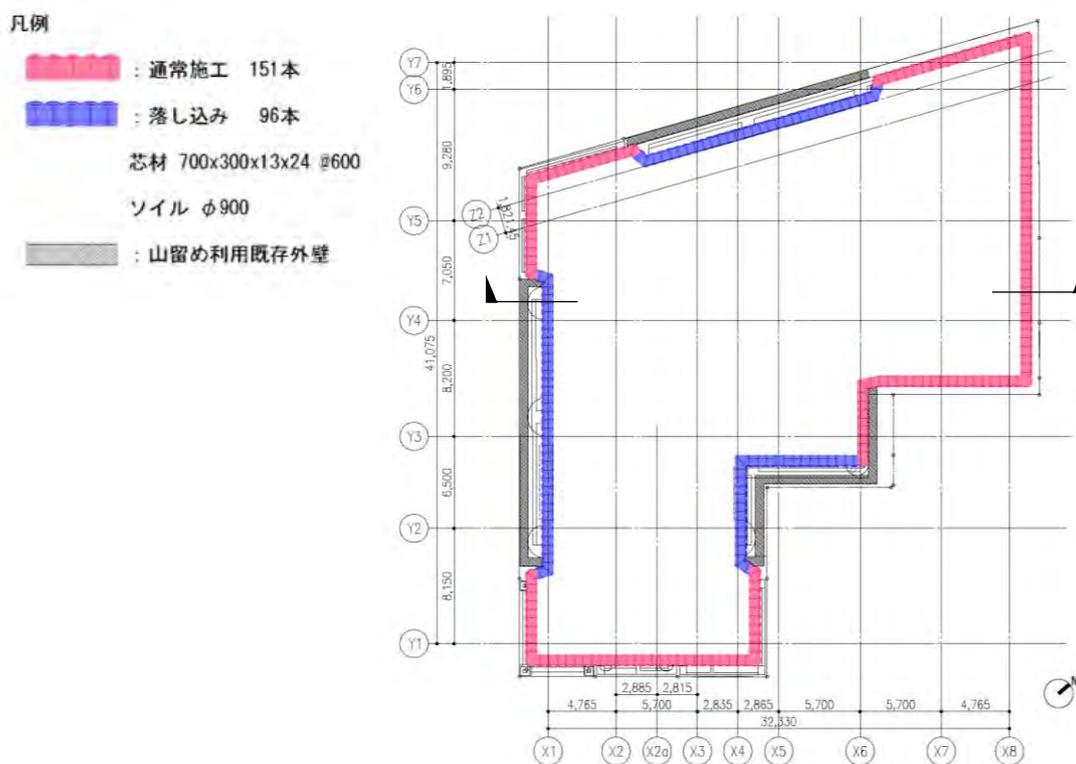


図3-1 山留め壁配置図

山留め壁構築完了後に、既存壁及び SMW に対して図 3-2 のように切梁腹起を 3 段設置して床付レベル GL-18.9m までの既存地下解体及び掘削工事を行った。SMW 芯材落とし込み部では、1 段目と 2 段目切梁腹起は既存地下外壁を支持する支保工となっている。

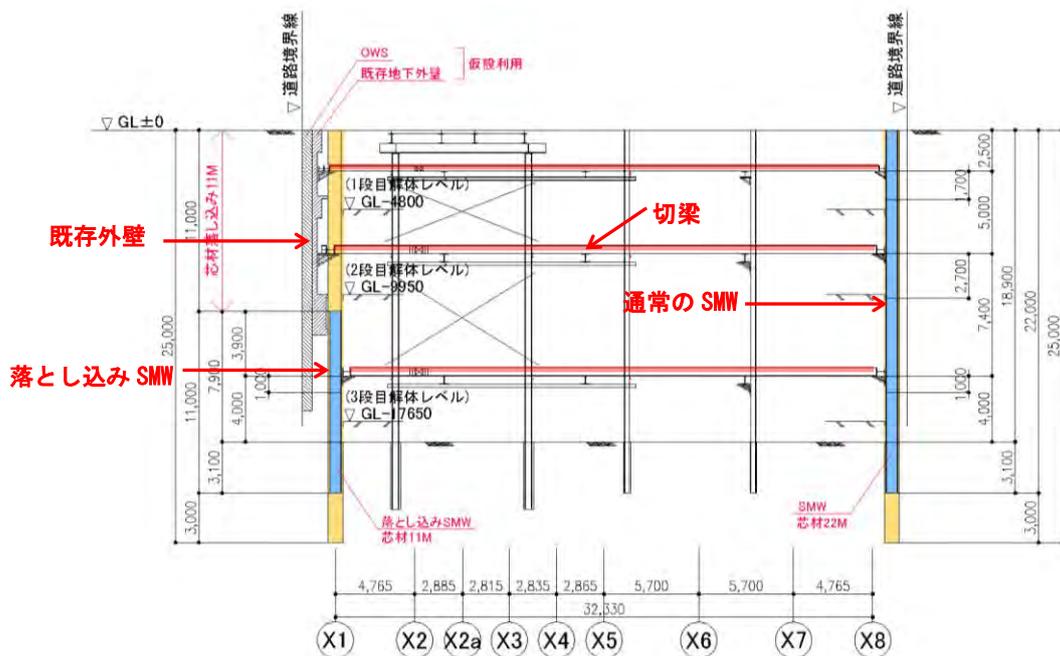


図 3-2 山留め計画断面図

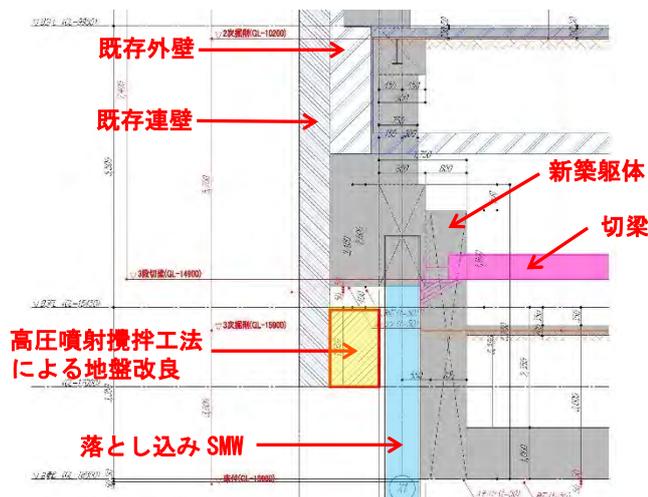


図 3-3 新築地下断面詳細

#### 4. 従来工法の問題点

SMW の芯材 H 形鋼の落とし込み工法は従来から行われており、芯材 H 形鋼の天端に取りつけたアングル材等の補助部材を打設地盤の定規材から吊り下げること、位置や深さを保持している。この方法の場合、精度を確保する為には深さ 3m 程度の落とし込みまでしか適用できず、落とし込み寸法が深い場合は芯材を上部まで延ばさなければならなかった（写真-4）。この場合、SMW 施工完了後の掘削工事の段階で、落とし込み寸法上部の SMW 芯材及び芯材周囲の固化されたソイルセメントを撤去する不要な作業が発生していた。

この作業は、安全面、工程面、コスト面でさまざまな問題点があった。

- ・ 芯材周囲のソイルセメントを撤去しなければ芯材切断が出来ず、手間がかかる。
- ・ 芯材の切断は、ガス溶断による火気作業で、火災や火傷のリスクがある。
- ・ 撤去した芯材の搬出は、クレーン等による揚重作業が必要になる。

従来工法では、芯材周囲のソイルセメントを除去後、芯材を細切れに切断して搬出作業を行っている。

- ・ 掘削段階ごとに作業が発生する為、掘削工事の歩掛、工程に影響する。
- ・ 撤去したソイルセメントは、産業廃棄物処理が必要になる。



写真 4 従来の SMW 芯材撤去作業状況

## 5. 本工事で施工したヤットコ材による SMW 芯材 11m 落とし込み工法

SMW の芯材仕様は、H-700x300x13x24 であった。ヤットコ材は、芯材 H 形鋼のフランジとウェブを挿入挟み込み固定できる形状とし、所定の深さで芯材を開放できる機構とした（写真 5）。



写真 5 ヤットコ建込全景

## 6. 本工事における SMW 芯材落とし込み工法の効果

本工事において製作したヤットコ材による SMW 芯材落とし込み工法の実施により、Q(品質)、C (コスト)、D(工程)、S (安全)、E (環境) の各観点において下記の改善効果が得られた。

- ・ **Q (品質)** 従来の SMW 工法と同等の施工精度を確保 (鉛直精度 1/150 以内)
- ・ **C (コスト)** 従来工法だと切断しなければならない SMW 芯材量の削減 (192 t)  
また切断撤去作業に伴うクレーン費と作業人件費をゼロ化  
トータルで**約 2300 万円の施工コストを削減**
- ・ **D (工程)** 芯材の切断作業にかかる日数の**工期短縮 (約 0.5 か月)**
- ・ **S (安全)** 芯材搬出クレーン揚重作業とガス切断火気作業をゼロ化
- ・ **E (環境)** **切断後、スクラップとなってしまう H 鋼材量をなくし、全体の鋼材使用量を削減 (192t)**  
芯材撤去解体に伴う騒音振動作業のゼロ化

## 7. 今後への展開

都市部においては、高度成長期に建設された多くの建物が 50 年以上の年月を経て、建替えの時期を迎えつつある。地下の解体はコストも工期もかかり、撤去時の周辺影響という懸念もあるため、既存地下壁の新築時の山留め利用は増えていく傾向になると予測される。

新築時の地下深さが既存より深くなる場合も多く、本工事において採用した SMW 芯材落とし込み工法を採用できる機会も増えていくと考えられる。本工事において得られた知見が展開できることを期待したい。

## 4. 既存杭撤去と新設杭の同時施工による 生産性向上

社名: (株)浅沼組

氏名: 蟹江 麦

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)上野二丁目ホテル計画新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:7,008 m <sup>2</sup> 、地上 14 階
(3) 用途	ホテル
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	東京都台東区
(6) 施工期間	2022 年 2 月 ~ 2024 年 1 月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	株式会社東急設計コンサルタント
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>・既存杭と新設杭の位置が重なっており、既存杭の撤去を行う必要があった。</li> <li>・既存杭撤去後に流動化処理土による埋戻しを行う計画であったが、比較的軟弱で地下水位の変動も生じやすい地盤であったため、流動化処理土の硬化不良や孔壁崩壊を招くおそれがあった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新設杭の孔壁崩壊防止。</li> <li>・新設杭の品質確保。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存杭撤去工事で使用したケーシング(深さGL-30mまで設置)を、新設杭(掘削長さGL-42m)のアースドリル工法に使用することで、孔壁崩壊を防止し、流動化処理土による埋戻し工程を省略した。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・孔壁崩壊を防ぐことができ、新設杭の品質を確保できた。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存杭撤去と新設杭施工を同時に施工したことで、別々に施工した場合に比べて、約 9%のコストダウンができた。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流動化土の打設・養生・掘削工程を省略したことで、約 4 日間の工程短縮ができた。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流動化処理土による埋戻しを省略したことで、工事車両の搬出入台数を削減できた。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存杭撤去後の流動化処理土による埋戻しを省略したことで、建設汚泥を減少できた。</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>

# 既存杭撤去と新設杭の同時施工による生産性向上

株式会社浅沼組 東京本店  
蟹江 麦

## 1. はじめに

本物件は、JR「上野駅」より約900mの場所に位置する、上野の名所である上野恩賜公園を眺望できる14階建てのホテル新築計画である(図-1)。

本敷地には既存基礎躯体及び既存杭が残置されており、本工事における新設杭との干渉が懸念された。新設杭と既存杭が干渉する場合、既存杭撤去後、流動化処理土で埋戻しを行い、新設杭の施工に移行することが一般的な施工方法となる。しかし、本敷地は沖積低地に位置し、下部は軟弱なシルトを、上部は砂質土層を主体とする、比較的軟弱な地盤にあたる。また、地下水位は降雨の影響を受けやすく、変動が生じやすいため、一般的な施工方法を適用した場合、埋戻しに用いる流動化処理土の硬化不良や孔壁崩壊など、品質への不具合が懸念された。

そこで、本工事では、既存杭撤去と新設杭の同時施工を行うこととした。

本報では、その施工フロー、施工管理上の要点の他、付随的に得られた効果について報告する。

## 2. 工事概要

工事名称：(仮称)上野二丁目ホテル計画新築工事

工事場所：東京都台東区

設計監理：株式会社東急設計コンサルタント

施工者：株式会社浅沼組 東京本店

構造：地上階S造

杭種：場所打ち鋼管コンクリート拡底杭

規模：敷地面積 1,060.58 m<sup>2</sup>

建築面積 751.31 m<sup>2</sup>

延床面積 7,008.79 m<sup>2</sup>

地上14階

用途：ホテル・飲食店

施工期間：2022年2月～2024年1月



図-1 外観パース

## 3. 工事計画上の課題

本工事は、既存基礎躯体・既存杭が残置された敷地（施工ヤードとなる余地も少ない）において、新設杭（場所打ち鋼管コンクリート拡底杭）の施工が伴う新築工事である。

一般的には、既存杭と新設杭が干渉する場合、既存杭撤去後に流動化処理土で埋戻しを行い、新設杭の施工へ移行することが多い。

しかし、軟弱地盤で地下水位が高い地域では、流動化処理土を周辺地盤のN値に合わせて埋戻すことは難しい。また、所要の強度が発現しない状態で、降雨により地下水位が上昇した場合、流動化処理土に硬化不良等が生じ、新設杭の施工において孔壁崩壊等の悪影響を及ぼす可能性が高い。さらに、孔壁が適正に成形できなければ、工法変更に伴う再施工によるコスト増大を招くおそれがある。

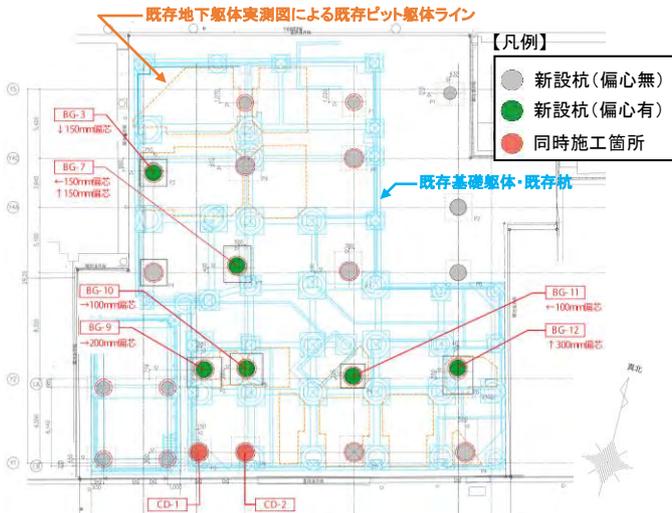


図-2 地中障害撤去検討図(重ね合わせ図)

表-1.1 既存杭概要

杭種	場所打ちコンクリート杭
杭径	φ1,000
杭先端レベル	GL-24m(既存図より)

表-1.2 新設杭概要

杭種	場所打ち鋼管コンクリート拡底杭
杭符号	P3、P4
杭径	P3:軸部径φ1,300、拡底径φ1,300 P4:軸部径φ1,300、拡底径φ1,700
杭長	P3:L=39.05m、P4:L=32.05m
杭先端レベル	P3:GL-42m、P4:GL-35m

## 4. 課題解決に向けた既存杭撤去・新設杭同時施工の概要

### 4.1 既存杭と新設杭の干渉について

既存図及び既存躯体実測図を踏まえた既存杭と、新設杭の位置を重ね合わせ、地中障害撤去を検討したところ、全23本の新設杭のうち、8本で既存杭と干渉するおそれがあることが分かった(図-2)。

上記のうち、干渉するおそれがあった6本は、その度合が軽微であったため、あらかじめ、構造設計者と新設杭の偏心について協議し、了解を得た。さらに、新設杭の品質への影響等を考慮し、土地所有者等の関係者に承諾を得て、当該既存杭は残置することとした。

残り2本については、新設杭の偏心を行った場合でも、既存杭との干渉は避けられないため、当該箇所を対象に、既存杭撤去と新設杭の同時施工を計画した。なお、既存杭、新設杭の概要を表-1.1、1.2に示す。

### 4.2 既存杭撤去・新設杭の同時施工計画

同時施工のイメージは、全周回転掘削機(以降、CD機)等を使用して既存杭を撤去した後、通常行われる流動化処理土による埋戻し工程を省略し、既存杭撤去に用いたジョイントケーシング(以降、ケーシング)をそのまま孔壁保護に活用しながら、新設杭の軸部掘削へ移行するフローであり、本地域の地盤から懸念される流動化処理土の硬化不良や孔壁崩壊リスクを排除できると考えた。

上記を踏まえ、杭専門工事を交え具体的に計画を進めた。以降では、既存杭に干渉する新設杭P3のケースについて記述する。

既存杭(杭先端レベルGL-24m)の施工誤差等を考慮し、CD機にて、GL-30mまでφ1,800のケーシングを削孔・挿入し、ハンマーグラブを備えたクローラークレーン(100t)にて、既存杭を撤去する。既存杭撤去後、クローラークレーンとアースドリル機を場内で入替え、GL-42mまで軸部掘削、拡底部掘削を行う。掘削完了後は、通常の場合打ちコンクリート杭と同様の作業工程を経るが、コンクリート打設においては、CD機にて挿入されたケーシングを引抜きながら打設し、新設杭を構築する。なお、図-3に既存杭、新設杭、ケーシングのレベル関係を示す。

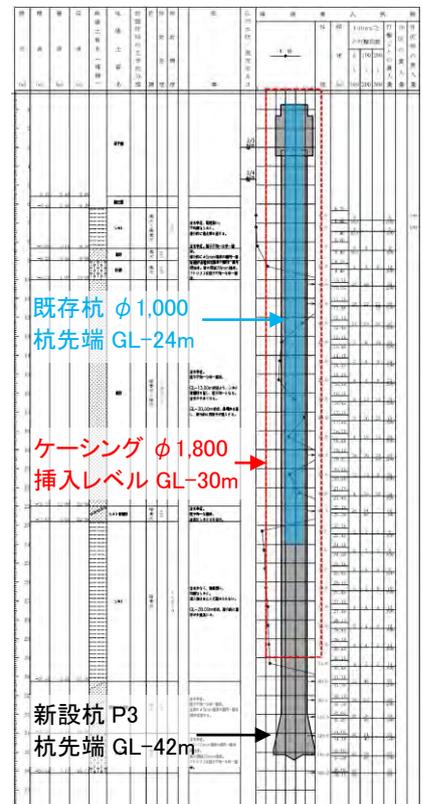


図-3 レベル関係

表-2.1 主な使用重機

C D 機	日本車両 RT-200H
揚重機	KOBELCO クローラークレーン(100t)
アースドリル機	住友重機 SDX407-2
バックホウ	0.5 m <sup>3</sup> クラス
コンクリートポンプ車	4 t 車級

表-2.2 主な資機材

ケーシング	φ1,800 × 33m (刃先含む)
ハンマーグラブ	φ1,800
水槽	(35m <sup>3</sup> + 42m <sup>3</sup> ) × 4台
新設杭鉄筋カゴ長さ	A 部 6.5m、B 部 6.5m、C 部 26.05m
新設杭鋼管	A 部 6.5m の鋼管を設置

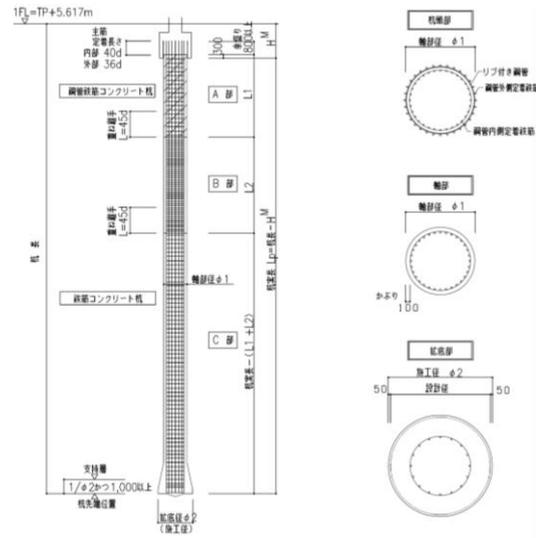


図-4 新設杭の断面

### 4.3. 重機等配置計画

本物件の敷地面積は約 1,060 m<sup>2</sup>であり、使用重機や資機材の配置計画上、余地が少なかったため、重機等配置計画について綿密に検討を行った。主な使用重機、資機材を表-2.1、2.2に、新設杭の断面を図-4に示す。

全 23 本の新設杭を効率よく施工するため、既存杭撤去と新設杭の同時施工を最初に行う計画とし、クローラークレーン、C D機等の組立・設置後、ヤードを確保した上でアースドリル機の搬入・組立を行う計画とした。また、水槽の設置ヤードをコンパクトに納めるため、安全対策を施した上で、2段重ねる計画とした。鉄筋かごは、施工ヤードの確保に加え、効率的な施工を念頭におき、場外加工場で組立てたものを現場へ搬入する計画とした。

上記を一例とする各種計画を踏まえた重機等配置計画を図-5に示す。また、写真-1、2にアースドリル機搬入前後の現場状況を示す。

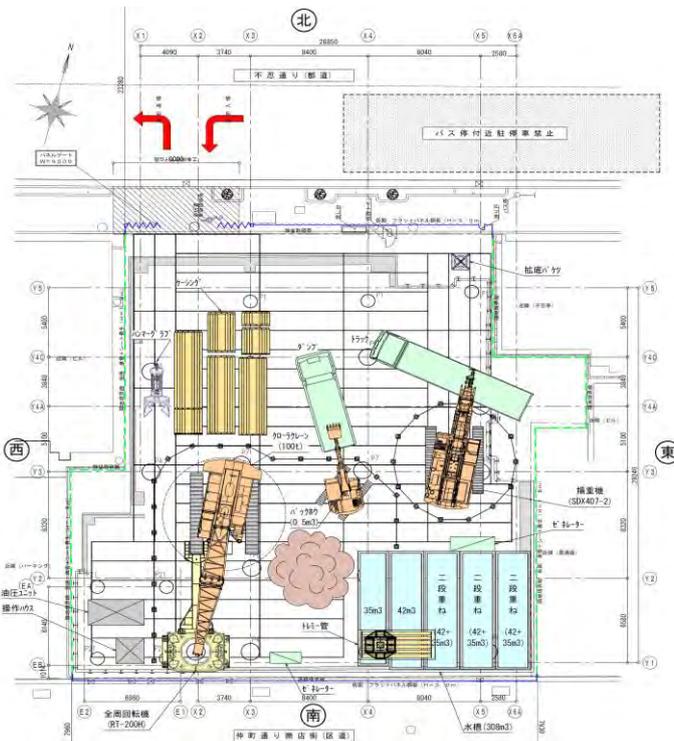


図-5 重機等配置計画



写真-1 アースドリル機搬入前現場状況(南西側から撮影)

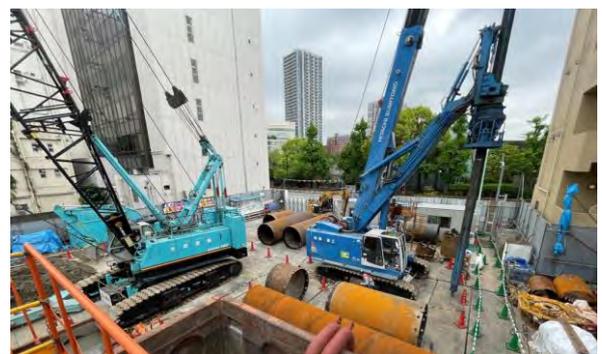


写真-2 アースドリル機搬入後現場状況(南東側から撮影)

## 5. 施工フロー及び施工管理について

### 5.1 CD機設置～超音波孔壁測定

CD機設置から超音波孔壁測定までの主な施工フローについて図-5に示す。また、各施工フローにおける施工管理において留意したポイント等を以下に記述する。

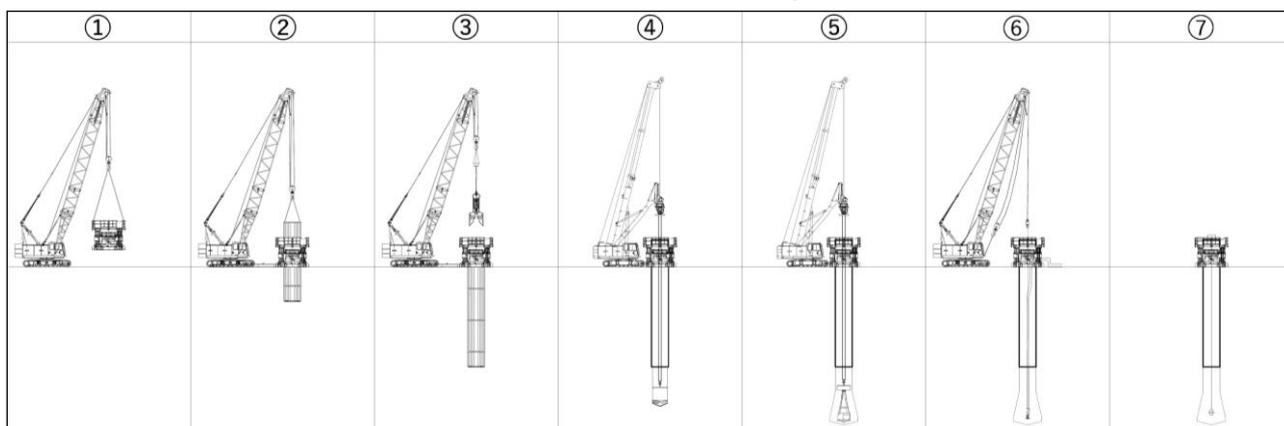


図-5 CD機設置から超音波孔壁測定までの施工フロー



写真-3 杭ナビの活用及び杭心確認状況



写真-4 CD機設置及びケーシング建込み状況



写真-5 ハンマーグラブによる既存杭撤去状況



- ① 新設杭の杭心については、杭ナビを活用して位置出しを行った。また、CD機が掘削中に沈下や傾斜しないよう、あらかじめ地盤改良を施した上で、敷き鉄板にて養生を施すとともに、杭心に対して定規鉄板を正確に据え付けた（写真-3）。CD機は、その上部に設置した（写真-4）。
- ② クローラークレーンに反力棒をあてがい、ケーシングの建込みを行った（写真-4）。
- ③ CD機によりケーシングを回転させ、既存基礎躯体及び既存杭を切断・削孔しながら慎重に圧入した。上記作業工程においては、ケーシング位置を逃げ心から管理するとともに、傾斜については下げ振り及びCD機に付属する傾斜計にて管理した（傾斜を確認した際には、CD機を操作・調整することで、鉛直性を確保した）。掘削及び既存杭等撤去にはハンマーグラブを用い、掘削深度については杭工事専門会社の知見も踏まえ、ケーシング先端深度-0.5m程度とし、ケーシングを先行圧入することで、ボイリング等に留意した。なお、ハンマーグラブによる既存杭撤去状況を写真-5に示す。

- ④ CD機及びケーシングをそのままの状態とし、軸部掘削に先立ち、CD機上に基準レベルを設け、以降の新設杭のレベル管理に反映した（写真-6）。その後、クローラークレーンをアースドリル機に場内で入替え、軸部掘削に移行した（写真-7）。軸部掘削においては、掘削心のずれに伴う、杭心ずれを防止するため、ケーシング外面からアースドリル機のケリーバー位置を4方向から確認・管理し、位置精度確保に留意した（写真-8）。
- ⑤ 軸部掘削完了後、拡底バケット（写真-9）に付け替え、一般の拡底部掘削と同様、拡底状況の管理を行った。
- ⑥ 拡底部掘削完了後、砂分管理値を2%として、一次スライム処理を行うとともに、検尺にて残存スライム量を確認した。
- ⑦ 超音波孔壁測定にて、所要の孔壁形状を有していることを確認した（写真-10）。なお、P3の超音波孔壁測定結果を図-6に示す。測定結果よりGL-30mまでのケーシング挿入範囲（ケーシング径： $\phi 1,800$ ）及び、一般的なアースドリル工法にて掘削したGL-30mから杭先端レベルGL-42m（杭実径： $\phi 1,300$ ）まで、孔壁崩壊等の兆候はなく、良好な孔壁を成形できた。



写真-6 設置レベル確認状況



写真-7 アースドリル機状況



写真-8 掘削心確認状況



写真-9 拡底バケット確認状況

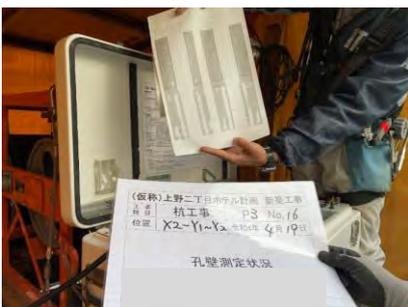


写真-10 超音波孔壁測定状況

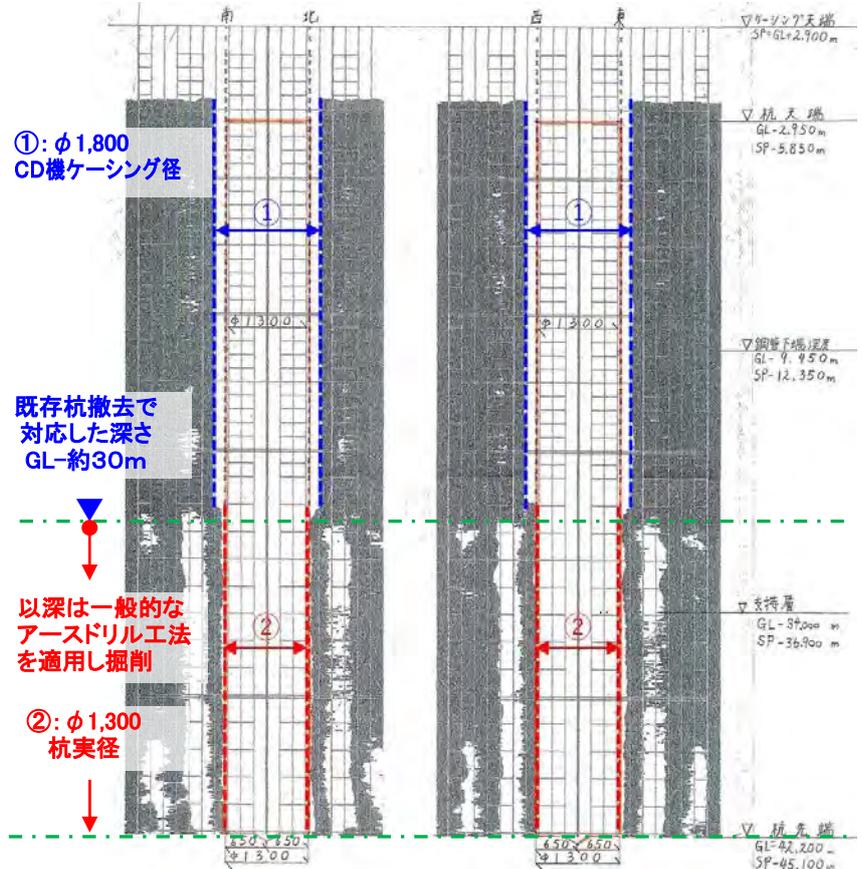


図-6 超音波孔壁測定結果

## 5.2 鉄筋かご・鋼管建込み～埋戻し

鉄筋かご・鋼管建込みから埋戻しまでの主な施工フローについて図-7に示す。また、各施工フローにおける施工管理において留意したポイント等を以下に記述する。

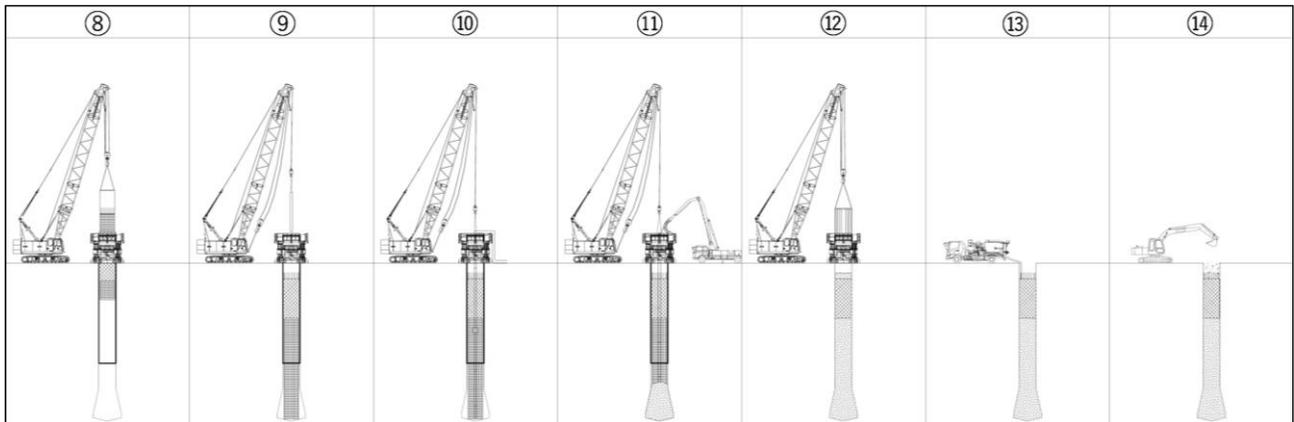


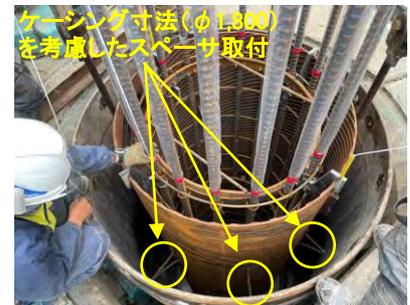
図-7 鉄筋かご・鋼管建込みから埋戻しまでの施工フロー



写真-11 鉄筋かご建て込み状況及びレベル確認状況



写真-12 鋼管建て込み状況及びスペーサ取付状況



- ⑧ 場外加工場で組立てた鉄筋かごを現場へ搬入し、配筋検査を経て、鉄筋かご・鋼管の建込みを行った。鉄筋かご・鋼管のレベル管理は、あらかじめCD機上に設けた基準レベルより行った(写真-11)。また、杭実径φ1,300に対して、φ1,800のケーシングを孔壁保護に活用していることから、鉄筋かご・鋼管の鉛直性を保持するため、スペーサは当該ケーシング径(φ1,800)に対応する形状・寸法とした(写真-12)。
- ⑨ 鉄筋かご・鋼管の建て込み完了後、コンクリート打設に用いるトレミー管の建て込みを行った。
- ⑩ 検尺によるスライム沈殿を確認し、砂分管理値を2%として、ポンプリフト工法にて二次スライム処理を行った。
- ⑪ コンクリート打設については、CD機の高さが約3mあり、一般的な打設方法である生コン車からトレミー管への落とし込みによる打設ができないため、コンクリートポンプ車(4t)にて打設した。上記打設では、コンクリートポンプ車のブームをトレミー管上部まで伸ばすとともに、圧送時の挙動により、トレミー管から外れることがないように、筒先は十分にトレミー管に挿入した。打設進捗に併せて、CD機で挿入したケーシングを引抜・撤去していくことになるため、コンクリートの天端レベル管理は、前述のとおり、CD機上に設けた基準レベルより行った。なお、コンクリート打設進捗に応じたケーシング引抜・撤去の施工状況を写真-13に、コンクリートポンプ車の筒先のトレミー管への挿入状況を写真-14に示す。加えて、コンクリート打設天端レベルの確認状況を写真-15に示す。
- ⑫ コンクリート打設完了後、ケーシングを引抜・撤去した。
- ⑬ 一般的な施工方法と同様、杭頭レベルの管理に留意し、バキューム工法による杭頭処理を実施した。
- ⑭ コンクリートの硬化状況を踏まえ、翌日に埋め戻しを実施した。



コンクリートポンプ車による打設状況

ケーシング引抜状況

コンクリートポンプ車による打設再開状況

写真-13 コンクリート打設進捗に応じたケーシング引抜・撤去 施工状況



写真-14 トレミー管への挿入状況

写真-15 コンクリート天端レベル 確認状況

## 6. 既存杭撤去と新設杭の同時施工による効果

### ① Q：品質

- ◆ 既存杭撤去と新設杭の同時施工により、流動化処理土による埋戻しを省略でき、孔壁崩壊リスクの排除に加え、強度発現不足に起因する掘削孔の傾斜等を未然に防ぎ、新設杭の品質を確保できた。
- ◆ 既存杭撤去・新設杭同時施工における留意事項を、杭専門工事会社を交えて計画段階から洗い出し、施工管理に漏れなく反映したことで、杭心位置等についても所要の精度を確保できた。

### ② C：コスト

- ◆ 既存杭撤去と新設杭を同時施工したことで、コンクリート打設等に要するコスト増は見られたが、流動化処理土に関連するコスト縮減が大きく寄与し、別々に施工した場合に比べ、約9%のコスト削減につながった。

### ③ D：工期

- ◆ 一般的に行われることが多い、既存杭撤去後の流動化処理土による埋戻し・養生期間・再掘削工程を省略でき、既存杭が干渉した新設杭2本の施工において、別々に施工した場合に比べ、約4日間の作業工程を短縮できた。

### ④ S：安全

- ◆ 既存杭撤去時の掘削工程が、新設杭の掘削工程の大部分を兼ねていたため、別々に施工した場合に比べ、流動化処理土搬入台数及び建設発生土・汚泥搬出台数を削減でき、周辺交通に対する安全確保に寄与した。
- ◆ 既存杭撤去と新設杭を同時施工とすることで、現場内は大型重機等が隣接して稼働することになったが、重機等配置計画を綿密に行い、実施工に反映したことで、事故ゼロを実現した。

### ⑤ E：環境

- ◆ 建設発生土・汚泥の発生量を削減することができた。
- ◆ 上記に付随する運搬・処分並びに重機稼働等に伴うCO<sub>2</sub>発生量縮減に寄与した。

## 7. 施工上の注意点

- ◆ 既存杭撤去用重機とアースドリル機等を同時に配置する必要があるため、狭小な敷地における実施には制限がある。
- ◆ CD機の設置高さが地上約 3m になるため、新設杭のコンクリート打設にはコンクリートポンプ車が必要になる。
- ◆ CD機にてケーシングを引抜きながら、新設杭のコンクリートを打設することになるため、一般的な打設方法（生コン車からトレミー管への落とし込み）に比べて、打設時間を要する（本現場では約 90 m<sup>3</sup>のコンクリート打設に 6 時間を要した）。

## 8. おわりに

受注前から本工事の計画に携わり、これまで施工経験がない既存杭撤去と新設杭の同時施工計画を、杭専門工事会社及び関係者皆様のお知恵と技術力により実施することができました。

若手社員の中には、既存杭撤去工事や杭工事を経験したことがない者もいたが、挑戦をすることを恐れず、よく勉強し、要点を掴みながら、工事管理を行いました。その過程で、成長を感じることができ、現場代理人としても達成感を得ることができました。

ご尽力いただきました関係者の方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 5. ハイブリッド造における建て逃げ方式を採用した 建方工期の短縮と費用削減

社名: (株)安藤・間

氏名: 小澤 淳

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)嵐山物流センター計画
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:112,364 m <sup>2</sup> 、地上 4 階
(3) 用途	倉庫業を営む倉庫
(4) 主要構造	柱RC梁S造
(5) 建設地	埼玉県比企郡
(6) 施工期間	2021 年 4 月 ~ 2022 年 10 月
(7) 工事費	14,500(百万円)
(8) 設計者	株式会社安藤・間一級建築士事務所
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)	・当社設計施工の物流倉庫では柱がRC造、梁がS造のハイブリッド造が広く採用されている。柱の仕口より下の部分をPCa化し、仕口部分は現場で高強度コンクリートを打設していた。その為、従来のハイブリッド造の建方はフロアごとに床コンクリートを打設した後、上階の柱を立てる積上げ方式で施工されていた。
(2) 改善の目的	・大型物流倉庫において効率的な、建て逃げ方式を実現させ、建方工期を大幅に削減させる。
(3) 改善実施内容	・仕口部材をPCa化し、柱主筋を仕口部材に開けた穴に貫通させて、鉄筋周囲をグラウトで充填する、レンコン方式とした。 ・接合部をアゴ形状とすることで、グラウト用型枠を省略、仮設足場を簡略化し、ハイブリッド造における建て逃げ方式を実現した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・仕口PCa化による品質確保(現場打設との比較)。 ・大型高所作業車の不利用による床面の品質確保。
・C(コスト)	・建方、グラウト用仮設足場費用の削減。 ・仕口部の高強度コンクリート現場打設費用の削減。
・D(工期)	・仕口PCa化による施工速度 31%向上と建て逃げ方式採用による 27%向上。 ・屋根工事早期着手による内装工事期間の確保。 ・工期短縮による働き方改革の実現。
・S(安全)	・ゾーンごとの工程管理による上下混在作業の削減。 ・高所作業となるグラウト型枠の組立・解体時における危険作業の削減。
・E(環境)	・グラウト型枠の削減。
・その他の効果	・繰り返し作業の習熟効果による労務の削減。

# ハイブリッド造における建て逃げ方式を採用した 建方工期の短縮と費用削減

株式会社 安藤・間 小澤 淳

## 1. はじめに

建設労働者人口は減少傾向にあり、現場施工を少ない人数で簡単に施工できるようにする事は、社会的な要求であり、ゼネコンとしての課題でもある。近年、数多く建設されている大型物流倉庫においても、省人化や施工の簡略化が要求されている。本工事では、柱 RC 梁 S 造のハイブリッド造を対象として、納まりや施工方法の工夫によって従来の建方形式を変更し、施工効率化・工期短縮・費用削減を実現した。本報告書ではこれらの合理化事例を報告する。

## 2. 工事概要

本工事の工事概要を下記に示す。また、写真-1 に完成写真、図-1 に平面図、図-2 に断面図を示す。

1. 工事名称 (仮称) 嵐山物流センター計画
2. 発注者 株式会社ユニホー
3. 所在地 埼玉県比企郡嵐山町
4. 設計 株式会社安藤・間一級建築士事務所
5. 監理 株式会社安藤・間工事監理一級建築士事務所
6. 工期 2021年4月～2022年10月
7. 用途 物流倉庫
8. 構造規模 柱 RC 造／梁 S 造、地上4階
9. 基礎形式 PHC 杭基礎／地盤改良
10. 建築面積 30,274.4 m<sup>2</sup>
11. 延床面積 112,364.38 m<sup>2</sup>
12. 建物高さ 29.76m



写真-1：完成写真

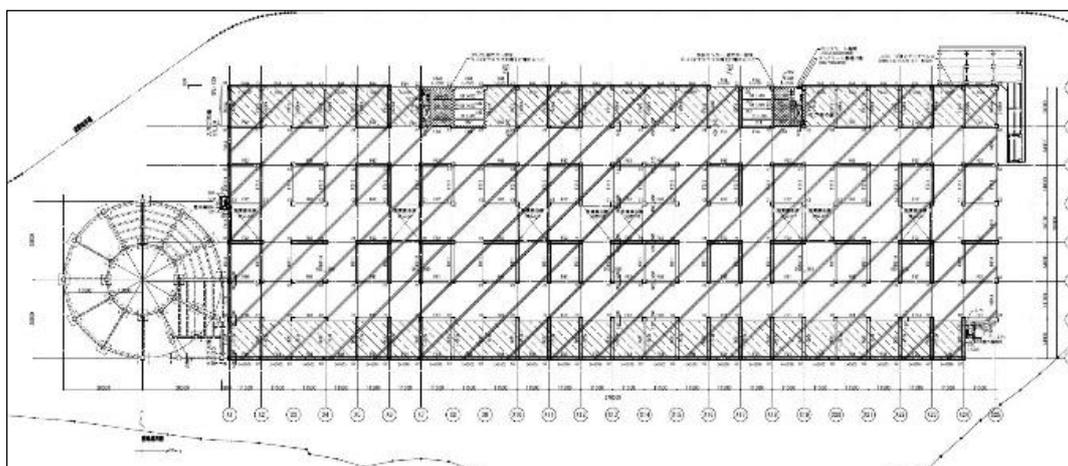


図-1：建物平面図（1F）

### 3. 開発の背景

はじめに、「積上げ方式」と「建て逃げ方式」について、簡単に説明する。この用語は、一般的に鉄骨造に使われる建方の方法を示すものである。鉄骨を高さ方向に積み上げて建てるのが「積上げ方式」、横方向に重機を移動しながら建てるのが「建て逃げ方式」である（図-3）。一般に、タワー状の建物には「積上げ方式」、扁平な形状の建物には「建て逃げ方式」が効率的とされている。

一方で、ハイブリッド造の物流倉庫ではこれまで混合柱梁接合構法が広く採用されている。図-4 に示す形式の、柱主筋および鉄骨梁を仕口部分に貫通させて鉄板でくるみSRC造のように仕口を構成する工法である。当初、柱の部材が大きい物流倉庫では、車両運搬の都合上、仕口以外の柱の部分のみをPCa化し、仕口部分は写真-2のように現場で高強度コンクリートを打設していた。

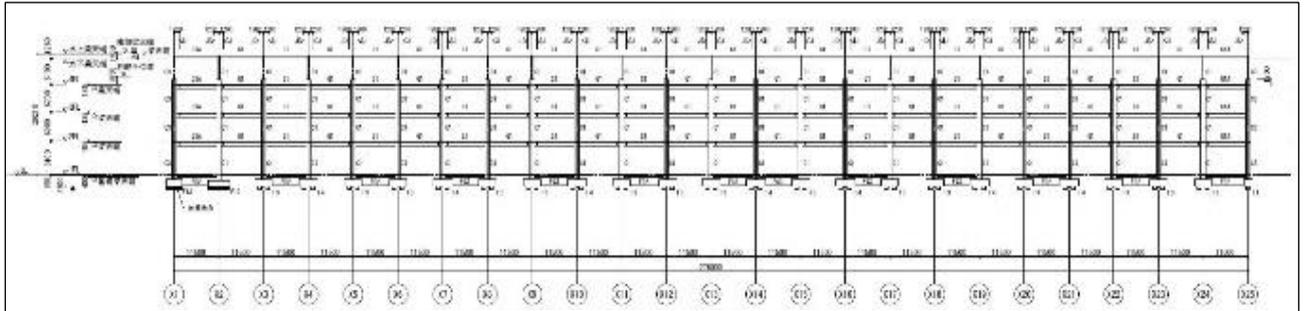


図-2：建物断面図（Y6 通り）

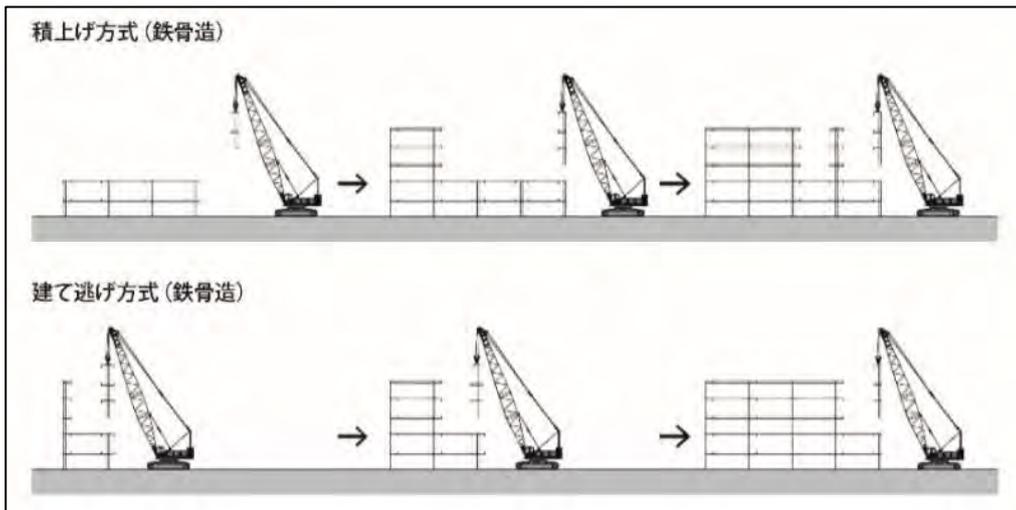


図-3：鉄骨造における「上：積上げ方式」と「下：建て逃げ方式」

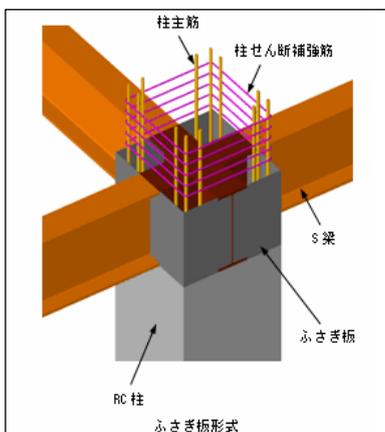


図-4：混合柱梁接合構法の仕口形状

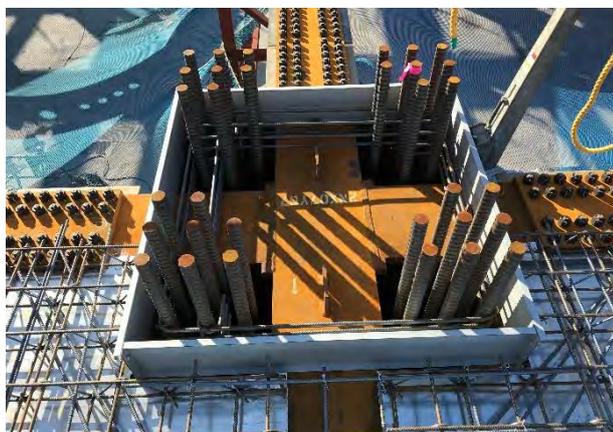


写真-2：仕口部分の現場打設（従来構法）  
（2018年～2019年・某物流新築工事①）

仕口部分に高強度コンクリートを打設する作業は非常に手間がかかるため、一昨年の別工事において、混合柱梁接合構法では初めてとなる仕口部分のPCa化を実施した。写真-3に示すように、柱主筋を仕口部材に開けた穴に貫通させて鉄筋周囲および接合部をグラウトで充填する、いわゆるレンコン形式である。

この場合、接合部のグラウトを打設する際には、写真-4に示すように接合部の四周にグラウトを止めるための型枠を施工する必要がある。これら、仕口PCaの建方およびグラウト用の型枠施工のため、安定した作業床が柱の周りに必要であった。従って、必然的に次のフロアの柱を建てる前には、写真-5に示すように施工フロアの床コンクリートを打設して高所作業車を載せて作業床を形成する必要がある。つまり、従来のハイブリッド造の物流倉庫では、鉄骨造のように床コンクリートを打設することなく建方を上階に進めることができなかつたため、各フロアごとに床コンクリートを打設した後、上階の柱を建てる「積上げ方式」でしか施工することが出来なかつた。

しかしながら、大型物流倉庫は建築面積が広く低層の扁平な形状のものが多いため、効率的な「建て逃げ方式」を実現したいと考えていた。

#### 4. 施工方法の概要

さきほど述べた背景のもと、本工事では柱と仕口の接合部分の納まりを工夫し、グラウト材料を通常よりも流動性のある材料に変更することで、「建て逃げ方式」を実現した。接合部の納まりを図-5に示す。この納まりの特徴は、接合部にグラウト用型枠のかわりに、グラウトの漏れ出しを防ぐためのバックアップ材を取り付けた点である。バックアップ材は、構造欠損にならないようにアゴ形状として構造断面から外した。

また、バックアップ材が充填されたグラウトの圧力によって外側に飛び出ないように、バックアップ材の外側に上下6mmづつの折り返しをつけた。この納まりとすることで、従来必要だったグラウト用の型枠取付け作業を省略することができた。なお、このバックアップ材の材質およびグラウト材の種類を選定するために、原寸大のモックアップによる施工実験を実施した（写真-6）。



写真-3：レンコン形式の柱・仕口の施工状況      写真-4：接合部のグラウト用型枠  
（共に2019年～2021年・某物流新築工事②）（従来構法）



写真-5：コンクリートスラブ上に高所作業車を載せての施工状況  
（共に2019年～2021年・某物流新築工事②）（従来構法）

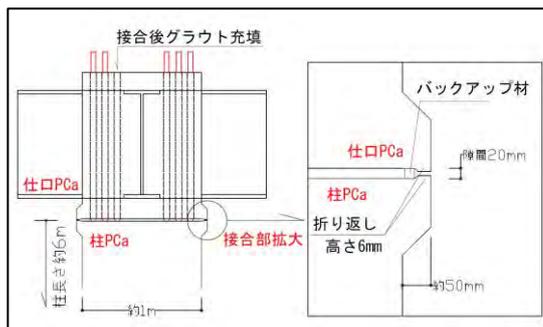


図-5：接合部の納まり



写真-6：施工実験の様子

図-6 に本工事での施工手順を示す。まずは①のように、PCa 柱をセットする。柱には、鉄骨造のように作業員が柱の上部へ昇れるようにするため、簡易足場を付けた仮設タラップを取り付けた。仕口 PCa の両側から作業員が部材をセットできるようにするために、タラップは対角で二カ所設置した。次は②のように、二名の作業員がタラップを昇り、上部の簡易足場の上に立ち、揚重されてきた仕口 PCa に空いた穴に柱上部の鉄筋を貫通させ、仕口 PCa をセットする。続く③の手順では一般的な鉄骨造と同じように、鉄骨梁およびデッキスラブをセットする。最後に④のように、上階から仕口 PCa の穴へグラウト材を打設・充填して完了となる。

本工法では柱の全周で作業が必要なグラウト用型枠を省略できるため、仮設足場としては仕口 PCa セットのための簡易足場とタラップのみで施工をすることが可能である。従来の施工では床のコンクリートを打設した後、その上に高所作業車を載せてグラウト用型枠や仕口 PCa セットの作業をしていたが、本工法におけるグラウト用型枠の省略によって、高所作業車は必要なくなり、事前に床のコンクリートを打設する必要も無くなった。つまり、これまで「積上げ方式」しか選択肢のなかったハイブリッド造の建方の方法に「建て逃げ方式」を加えることが出来た。写真-7・写真-8 に施工状況を示す。

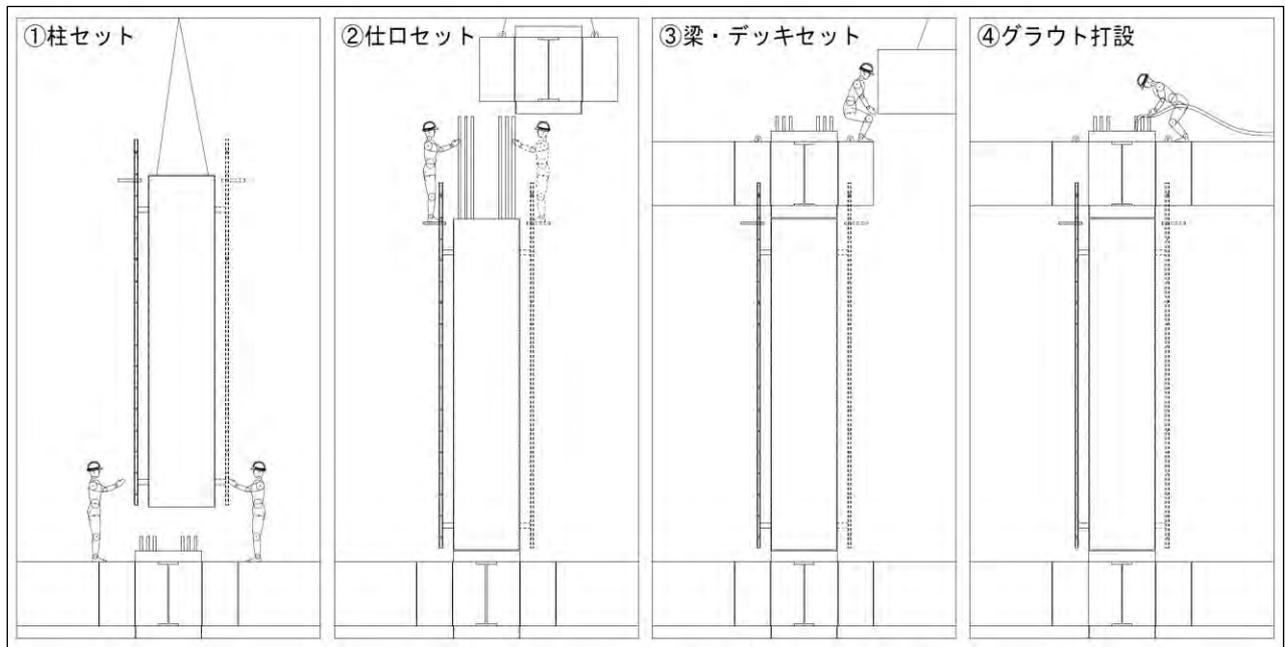


図-6：本工法の施工手順



写真-7：仕口セット施工状況

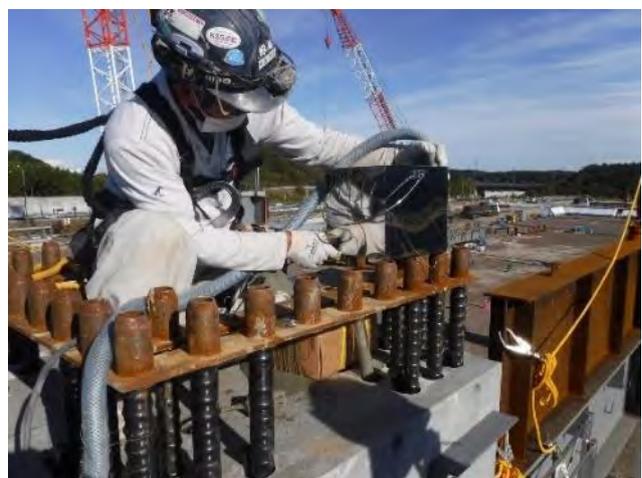


写真-8：グラウト打設施工状況

## 5. 施工記録と効果の検証

嵐山物流の柱・仕口 PCa に関する施工記録の概要を表-1 に示す。

今回、採用した工法の最も大きな効果は、従来「積上げ方式」であったハイブリッド造物流倉庫の建方方式が、効率的な「建て逃げ方式」でも施工できるようになった点である。この様子を視覚的に確認するため、建方状況の変遷を BIM で表した動画を製作した。その抜粋を図-7 に示す。比較例として、同様の構造形式の倉庫を「積上げ方式」で建てた事例を図-8 に示す。

右側の「積上げ工法」の事例ではフロアごとに上階に向かって建方を進めているが、左側の嵐山物流（本事例）では、端から順に最上階まで一気に建方を行い、順に隣のスパンに施工を進めている様子が分かる。つまり、「建て逃げ工法」では、躯体・内装工事を上下で混在させることなく、各フロア共通で平面エリアごとの工程管理が可能になる。また、屋根工事も早くから取り掛かることが出来ることで、内装工事の着手も早い時期にスタートすることが出来る。

表-1：嵐山物流の柱・仕口 PCa に関する施工記録の概要

PCa 型枠製作期間	2021年7月～8月
PCa 工場製作期間	2021年9月～2022年3月
現場建方期間	2021年12月～2022年4月
PCa 柱・仕口箇所数	597箇所
建方施工人員	5名～7名×2班～3班
グラウト施工人員	2名×2班
建方重機	500tクローラー×2台～3台
合番重機	120tクローラー×2台～3台
1日あたりの柱・仕口の最大施工本数	12本/1日
1日あたりのグラウト打設最大数	12箇所/1日
建方実働日数	124日

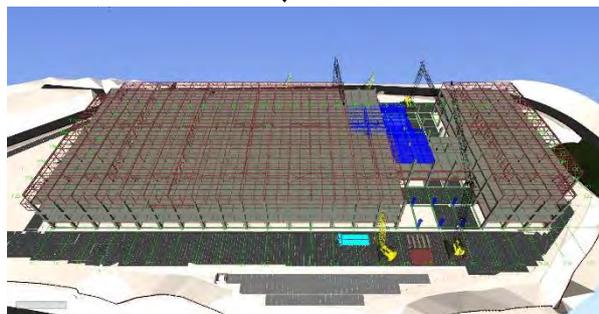
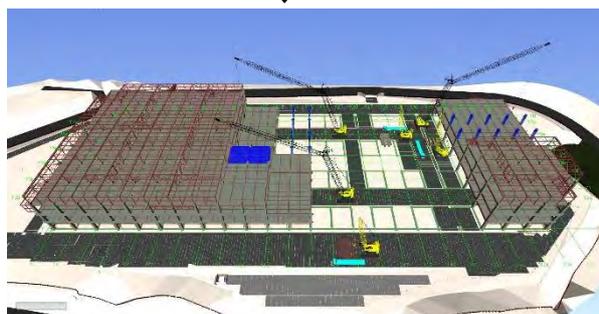
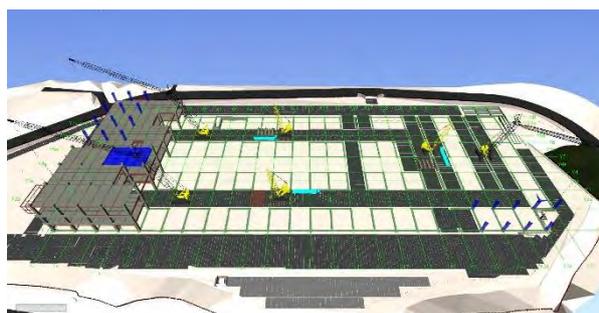


図-7：建方状況の変遷  
嵐山物流（本事例）「建て逃げ方式」

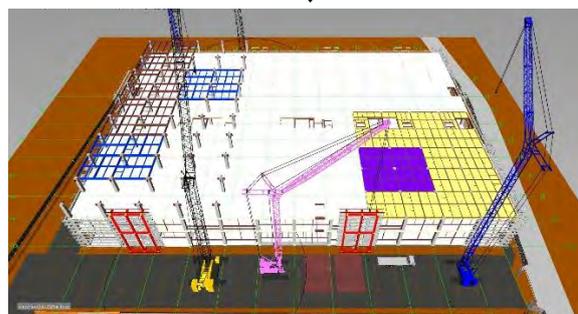
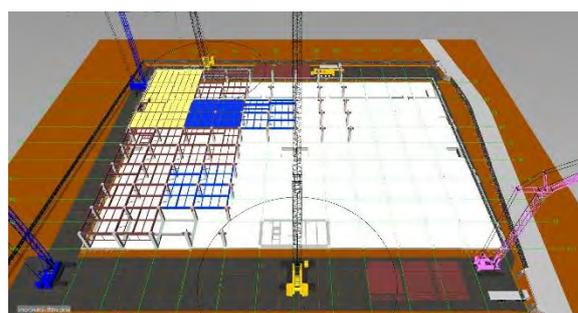


図-8：建方状況の変遷  
某物流新築工事②「積上げ方式」（従来構法）  
（※なお、写真-3～5の某物流新築工事②と同一）

つぎに、工程短縮効果について述べる。今回開発した工法は、従来のハイブリッド造の建物の建方手順を大きく変えるものなので、工程の短縮効果を単純に過去の事例と数値的に比較することは難しい。参考として、柱の総本数とその施工にかかる実働日数から、一日当たりの柱の平均施工本数を算出した。これらを比較して本工法の採用効果を検証してみる。

表-2は、自身が過去に施工した某物流新築工事①（積上げ方式・仕口部分のコンクリートは現場打設）および、某物流新築工事②（積上げ方式・仕口PCa化）と今回の（仮称）嵐山物流センター計画（建て逃げ方式・仕口PCa化）の比較表である。なお、これらの中には一部鉄骨柱の部分もあるが、全て含めて柱の総本数で計算した。

この結果を分析すると、仕口をPCa化することで施工速度は約31%上がり、建て逃げ方式にすることで、更に約27%は上がることが分かった。

表-2：施工方法の改良に伴う施工速度の変化（一日あたりの柱の施工本数）

建方方式	現場名	柱本数	建方開始	建方完了	実働日数	本/日
積上げ方式 （仕口・現場打設）	某物流 新築工事①	376本	2018 11.14	2019 04.20	105日	3.58
積上げ方式 （仕口PCa化）	某物流 新築工事②	520本	2020 05.26	2020 10.14	110日	4.72
今回 建て逃げ方式 （仕口PCa化）	（仮称）嵐山物流 センター計画	795本	2021 11.08	2022 05.12	133日	5.98

※なお、某物流新築工事①および②は、写真-2～5の某物流新築工事①および②と同一

最後に費用効果について述べる。本工法の採用によって、先に述べた図-6のように、これまで高所作業車等で計画していた比較的高価な足場を、安価なタラップと簡易足場にすることが出来た。また、当初は柱足元の主筋ジョイント部分に用いる認定工法のグラウト材と同じ材料を、仕口部分にも使用する予定であったが、より流動性が高く安価な材料へと変更することができた。

減額要素と増額要素を下記にまとめる。結果としては大幅なコスト削減効果があった。

増額要素：タラップと簡易足場の設置・PCa形状の変更（複雑化）

減額要素：高所作業車等の取りやめ、グラウト材料の変更

## 6. 効果のまとめ

本工事で採用した工法を用いて、ハイブリッド造の物流倉庫を「建て逃げ方式」で施工することの利点を以下にまとめる。

- ① 床コンクリートの打設を待たずに次フロアの建方が進められるため、建方工期が短縮できる。
- ② 屋根工事の開始するタイミングが早くできるため、内装工事の着手時期が早められる。
- ③ グラウト用の型枠が不要になるため、グラウト工事の工期短縮ができる。
- ④ 仕口施工の為の高所作業車等の大掛かりな仮設が不要となることで、仮設材費用が低減できる。
- ⑤ 建方完了エリアは各階共通で平面エリアごとに工事が着手でき、仕上工程に余裕時間が確保できるため、品質が向上する。
- ⑥ 高所作業・上下混在作業の削減によって、安全性が向上する。

## 7. あとがき

PCa柱・仕口接合部のグラウト充填工法によって、ハイブリッド造での「建て逃げ方式」の実現、建方工期の短縮が可能になった。ダメを残さず躯体工事を端から順に上棟していくことで、躯体工事、屋根工事、外壁工事、仕上げ工事を混在させない平面エリア毎の管理を行うことができたことは、非常にメリットがあった。

今回の「建て逃げ方式」の実現のため、施工実験を何度か繰り返す等の苦労はあったが、自らが先頭に立って動いた。現場の効率化・省人化は、現場の課題・要望・アイデアにより実現される。今後も今まで通り作業するのではなく、ノウハウやアイデアをもって、工期短縮やコスト改善につながる思考を積極的に進めていきたい。

## 6. 「CLTユニット工法」によるハイブリッド木造建築 の合理化施工

社名: (株)大林組

氏名: 佐藤 靖宏

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	大林組仙台梅田寮新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:3,677 m <sup>2</sup> 、地上3階
(3) 用途	寄宿舍
(4) 主要構造	1階RC造(一部S造)、2・3階木造(一部RC造)、壁式構造
(5) 建設地	宮城県仙台市
(6) 施工期間	2022年3月～2023年3月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	(株)大林組東北支店一級建築士事務所
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"> <li>・カーボンニュートラル、ウェルビーイングの観点から木造・木質化建築が注目。</li> <li>・「品質の向上」、「工期の短縮」、「生産性の向上」、「熟練作業員の高齢化と絶対数の減少」、および「騒音振動の低減」が近年の建設業の抱える主な課題。</li> <li>・CLTパネルを用いた工法は、パネルを現場で組み立てることが一般的。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CLTユニット工法によるオフサイト施工によって、高品質化、短工期化、省力化、工事中の騒音・振動・粉塵の低減、そしてローコスト化を図る。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CLTパネルを工場ユニット組みし、それをトラックで運搬、建設現場で積み上げる大規模ユニット工法を考案。</li> <li>・4tトラックで運搬可能なサイズでユニット化。</li> <li>・BIMモデルとCLT加工機とのデータ連携を実現。</li> <li>・接合方法の改良。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BIMモデルと加工機とのデータ連携による製作精度の向上。</li> <li>・工場でのユニット組立により、高品質確保。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省力化、工期短縮、接合方法の改良により、RC造と比較して10～15%程度増まで抑えた建設コストを実現。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RC造と比較し、3ヶ月短縮。</li> <li>・パネルを現地で組み立てる従来のパネル工法と比較し1ヶ月短縮。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高所作業の低減。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事中の騒音、振動、粉塵の低減。</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型車両が通行できない車両規制道路下でも、施工可能。</li> <li>・奥行、高さに対して拡張性のあるユニット形状とすることで、同じ形状の部屋が連続する建物への適用の拡大。</li> </ul>

# 「CLT ユニット工法」によるハイブリッド木造建築の合理化施工

株式会社 大林組 佐藤 靖宏

## 1. 背景

近年、カーボンニュートラルや社員の健康と快適性を高めるウェルビーイングの観点から、「木造・木質化建築」が注目を集めているが、普及・促進にはコスト面を含めた課題も多く、木造建築に関する技術開発やノウハウの蓄積が求められている。また、建設業の抱える課題として「品質の向上」、「工期の短縮」、「生産性の向上」、「熟練作業員の高齢化と絶対数の減少」、および「騒音振動の低減」が挙げられる。

上記課題への取組みとして、ハイブリッド木造建築の施工において「CLT ユニット工法」を用いたオフサイト施工による現場施工の省力化・合理化を行った。従来、CLT パネルを用いた工法は、パネルを運びこんで現場で組み立てることが一般的であったのに対し、ユニット化を図ることで、高品質化、短工期化、省力化ほか多くの効果を得ることができている。

## 2. 工事概要

敷地は、仙台駅から徒歩約20分程度の距離に位置し、周辺は幼稚園、小中学校および個人住宅が多く存在する住宅地内の狭隘地である。前面道路は幅員約4m以下の2項道路であり、周辺道路においても一方通行の規制が多いエリアである。

本施設は、木造と鉄筋コンクリート造のハイブリッド構造とした、3階建て準耐火建築物の単身寮である。木造の寮室や共用室は、それぞれプライバシーを確保しつつ、中庭を囲むように配置され、全体を低層とすることで、光、風、緑などの自然を享受できる平面計画としている。2、3階の寮室は温かみのある木造とし、1階の共用スペースは遮音性が高く、湿気に強い鉄筋コンクリート造とし、適した材料を適した場所に使ったハイブリッド構造にしている（図-1～4）。

### 【建物概要】

工事名称：大林組仙台梅田寮新築工事

規模：延床面積 3,677㎡、地上3階

用途：寄宿舎

主要構造：1階：RC造（一部：S造）、2・3階：木造（一部：RC造）、壁式構造

建設地：宮城県仙台市

施工期間：2022年3月～2023年3月

設計監理：株式会社大林組



図-1 完成パース



図-2 1階平面



図-3 2階平面



図-4 断面パース

### 3. 大規模 CLT ユニット工法

CLT (Cross Laminated Timber) とは、原木から切り出されたラミナと呼ばれる板を繊維方向が直交するように重ね、接着した木質系材料（直交集成材）である。この CLT のパネルを工場（オフサイト）で組立て、トラックで運搬、現場で設置する一連の流れが CLT ユニット工法となる。

今まで戸建て住宅では採用されることの多かったユニット工法を、今回、大規模建築にも適合するよう新たに開発し、2階3階の寮室の木造構造体に採用した。

CLT ユニットの構成を図-5に示す。平面図は2階3階の基本プランを示したものである。寮室A、寮室B、廊下を一区画とし、「寮室ユニット1」、「寮室ユニット2」、「水廻り」、「廊下ユニット」で構成される。寮室は2つのユニット、廊下は1つのユニット、その間の水廻りは、現場で組み立てる CLT パネル工法で床を下げ、配管スペースを確保することでバリアフリーに対応している。

ユニットは、写真-1で示す通り、壁と天井のみを組み立てた門型形状とし、4tトラックで運搬できるサイズ（幅2.2m、高さ2.8m、長さ6m）に押さえ、大型車両が通行できない車両規制道路でも搬入可能としている。

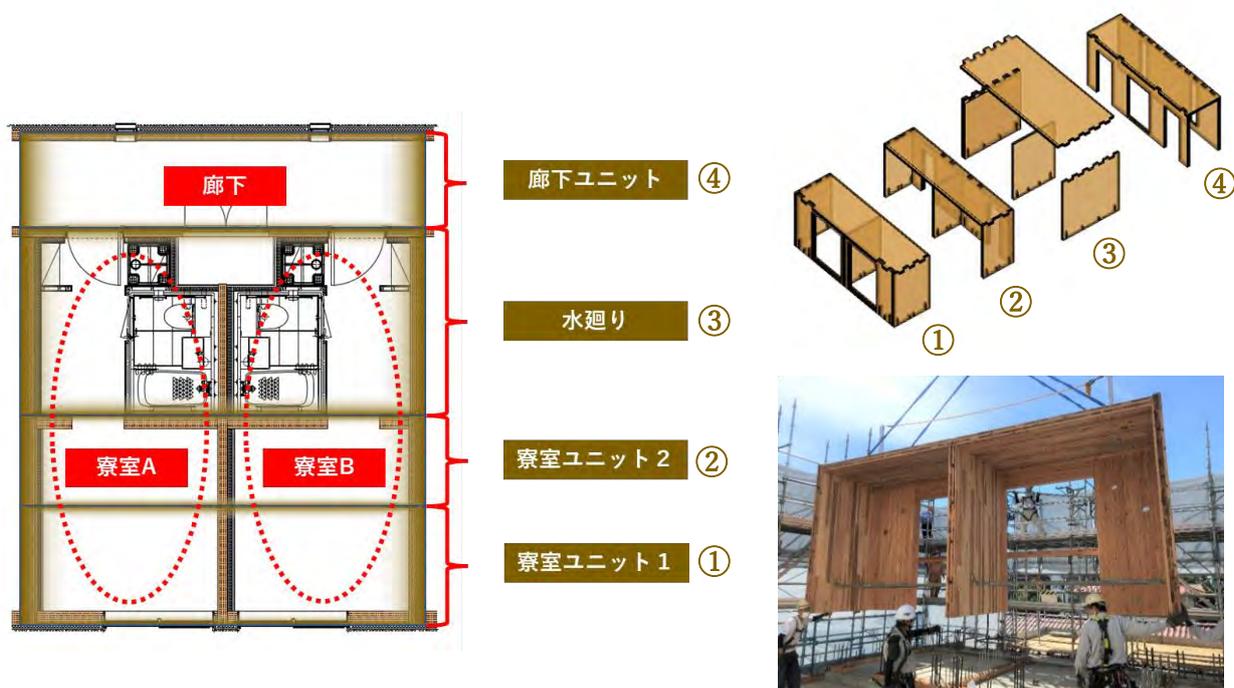


図-5 ユニット構成

写真-1 ユニット形状（寮室ユニット1）

#### 4. 大規模 CLT ユニットの接合方法

図-6 にユニットの接合方法を示す。

壁と床のパネルの接合には、木材接合法「あられ組」を改良し、採用した。あられ組に木栓をすることで緩みを防止し、より強固に接合させる仕組みとなっている。床の鉛直荷重と地震力を壁に伝達し、また上下の壁の CLT パネルを直接結合している。

上下の壁パネルの接合には、上下にまたがる鉄筋やボルトを挿入し、モルタルまたはエポキシ樹脂を充填して緊結する、GIR (Glued-in Rod) 接合を採用した。

これらにより、通常必要とされる、木材表面に取り付けられる接合金物を不要としている。表面に金物が現れないことで、意匠的にも有効となっている。

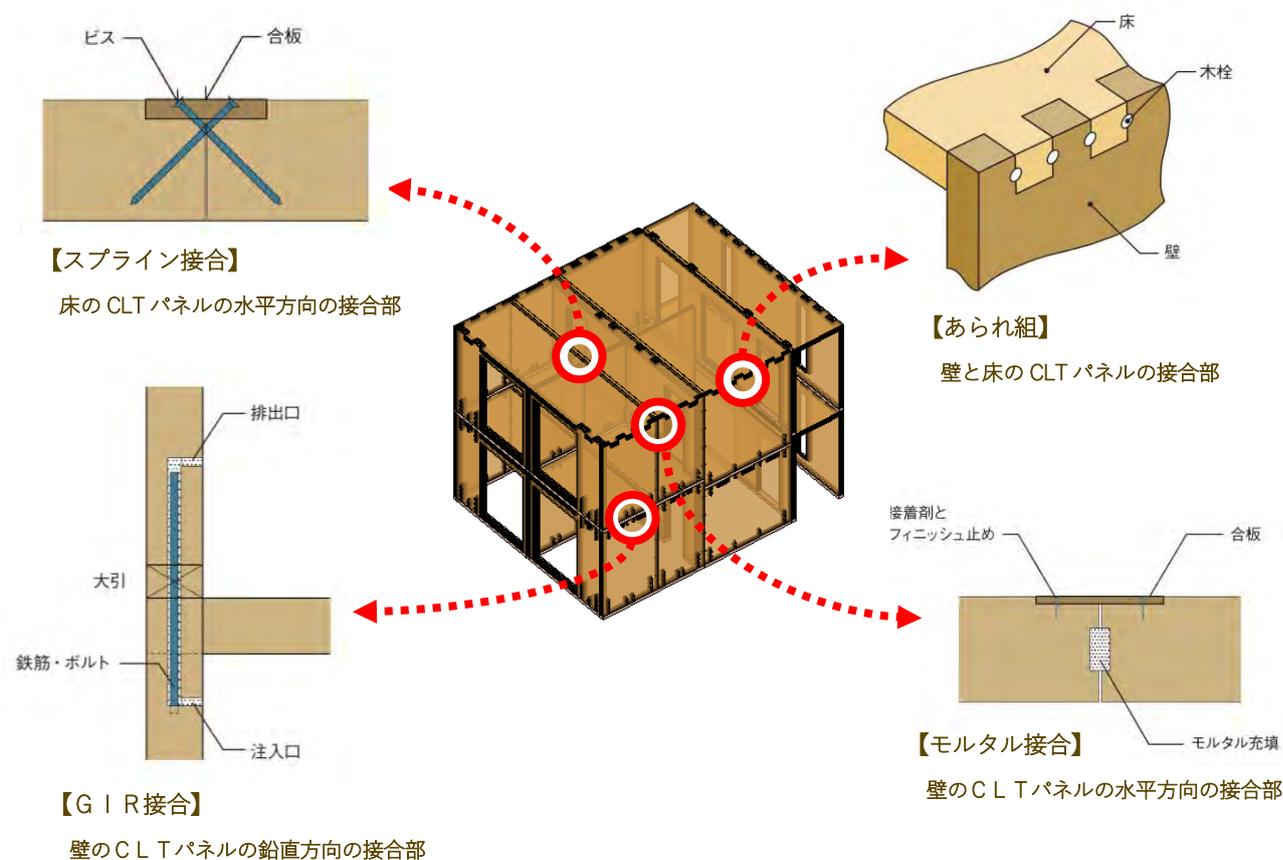


図-6 ユニットの接合方法

#### 5. 大規模 CLT ユニットの施工

写真-2～13 に、施工状況写真を示す。

CLT は、マザーボードと呼ばれる最大 3 m × 12 m の大きな板として製作される。今回は、愛媛県の(株)サイプレス・スナダヤにて行った。それを、陸送にて福島県郡山市の加工工場へ納入し、マザーボードから各部材の切り出し（一次加工）を行った。切り出された各部材は、沿岸部の福島県浪江町にある工場（福島県高度集成材製造センター、通称：FLAM 工場）へ運搬され、二次加工、およびユニットへの組み立てを行い、現場へ運搬された。搬入されたユニットは、積み上げられ、GIR 接合等により緊結、固定される。



写真-2 マザーボード製作



写真-6 ユニット運搬



写真-3 マザーボード運搬



写真-7 ユニット搬入



写真-4 一次加工



写真-8 ユニット揚重



写真-5 二次加工・ユニット組立



写真-9 2階ユニット据え付け



写真-10 3階ユニット据え付け



写真-12 ユニット据え付け完了



写真-11 GIR 接合注入工事

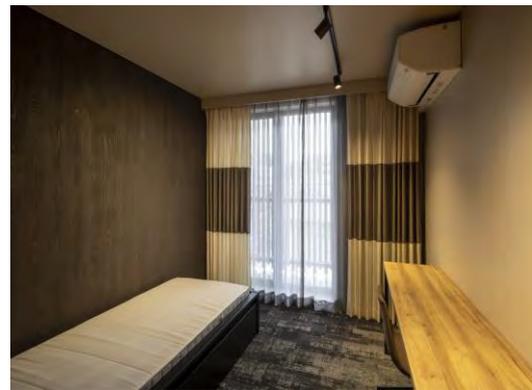


写真-13 寮室内装仕上げ完了

## 6. CLTユニット工法採用による効果

### 6-1. 短工期化

全体工期は、2022年3月21日着工、2023年3月末日竣工であり、準備工事を含め、13ヶ月である。図-7に示すグレーのラインは、木造の2階3階部分を鉄筋コンクリート造にした場合の工程である。鉄筋コンクリート造と比較すると、約3ヵ月の工期短縮を実現している。黄色は、木造2階3階部分のパネルを現地で組み立てる場合の工程である。従来のパネル工法と比較すると、約1ヵ月の工期短縮を実現している。



図-7 全体工程

①事前に工場でユニット化し、現場での作業はユニット同士の接合のみとなること、②ユニット積立後、直ぐに内装工事に取り掛かれること、そして、③鉄筋コンクリート造と比較した場合は、コンクリート打設後の躯体の養生期間が不要となること、工期短縮できる理由である。

## 6-2. 現場での省力化

各棟1フロア床面積300㎡を対象に、2階CLTユニット工事に費やした労務数と、同面積をRC造で構築した場合の労務数を表-1に比較している。CLTユニット工事の労務数が95人工、RC造にて構築した場合は204人工となり、約6割の労務数の削減に寄与し、現場労務の省力化に大きく貢献した。

表-1 CLTユニットとRC造との現場労務数の比較

工種	仙台梅田 (CLTユニット)			RCの場合		
	人/日	稼働日	人工計	人/日	稼働日	人工計
工事期間			8日			25日
木ユニット組	(工場) 4人	(工場) 6日	(工場) 24人工			
弋 (建て方)	6人	5日	30人工			
大工 (ユニット)	2人	8日	16人工			
GIR注入	5人	5日	25人工			
弋 (足場組)				4人	5日	20人工
鉄筋				6人	8日	48人工
型枠 (組立)				8人	10日	80人工
型枠 (解体)				6人	4日	24人工
弋 (足場解体)				4人	5日	20人工
土工 (打設他)				4人	3日	12人工
合計			95人工			204人工

## 6-3. BIM活用による省力化、高品質化 (CLTパネル加工機とのデータ連携)

CLTユニット工法をより効果的に適用するために、BIMモデルとCLTパネル加工機とのデータ連携を実施した。通常必要とされる、加工用のデータとなる「製作図」を介さず、育て上げたBIMモデルのデータを自動加工用のデータに変換させることで連携が可能となった。全ての加工内容を取り込み、手加工の大幅な削減を達成することで、製品精度の高品質化が図られると同時に、作図を含めた製作スケジュールの大きな短縮が可能となった。また、従来までの製作図作成費の大幅な圧縮も実現している。これらの効果により、加工工場における作業の効率化に大きく寄与している (図-8)。

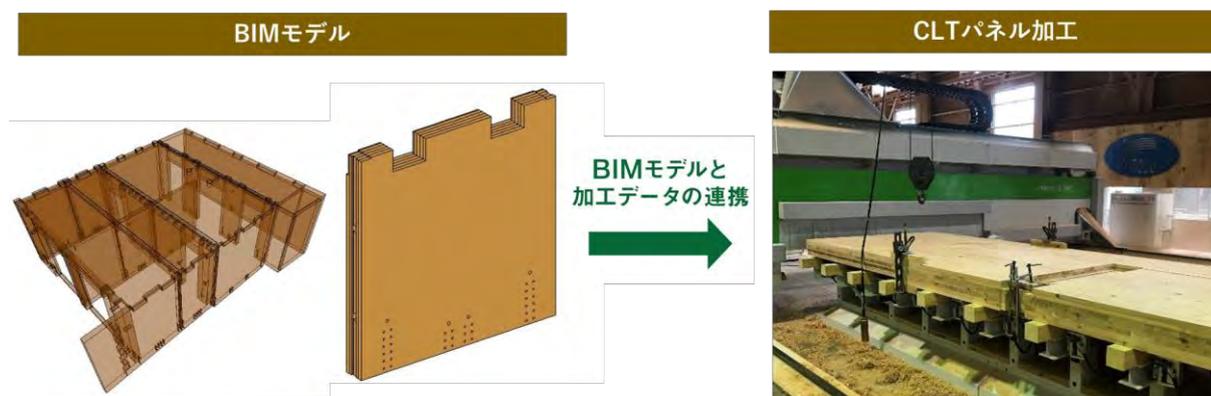


図-8 BIMモデルとCLTパネル加工機とのデータ連携

#### 6-4. ローコスト化

木造建築の拡大に向けては、コスト面が一つのハードルとなっている。

その解決への試みとして、本プロジェクトにおいては、ユニット化による短工期化、省力化、接合方法の改良のほか、材料ロスの低減にも取り組んでいる。

CLT 躯体形状の詳細決定を早期に行い、CLT 建て方6ヶ月前のマザーボード発注時に間に合わせ、最適な版割付けを、CLT 製作工場と加工工場にて連携し行った。結果、通常10%程度とされているロス率を5%程度まで圧縮できている。

これらの取組により、鉄筋コンクリート造と比較して、約10~15%増まで抑えた、市場性のあるコストを実現した。

#### 7. ユニットの拡張性と今後の展望

仙台梅田寮のユニット工法には、平面的にも、天井高的にも拡張性を持たせている(図-9)。

平面的には、仙台梅田寮は寮室を2つのユニットで構成しているが、ユニットを追加することで奥行きのある部屋をつくるのが可能である。

天井高的には、ユニット足元の大引きを延伸することにより、仙台梅田寮の天井高さ2,400mmより、高い天井をつくるのが可能となっている。大引きは、ユニット高さがトラックの荷台にのる高さで制限されるため、天井高さを確保するために設けられたゲタである。

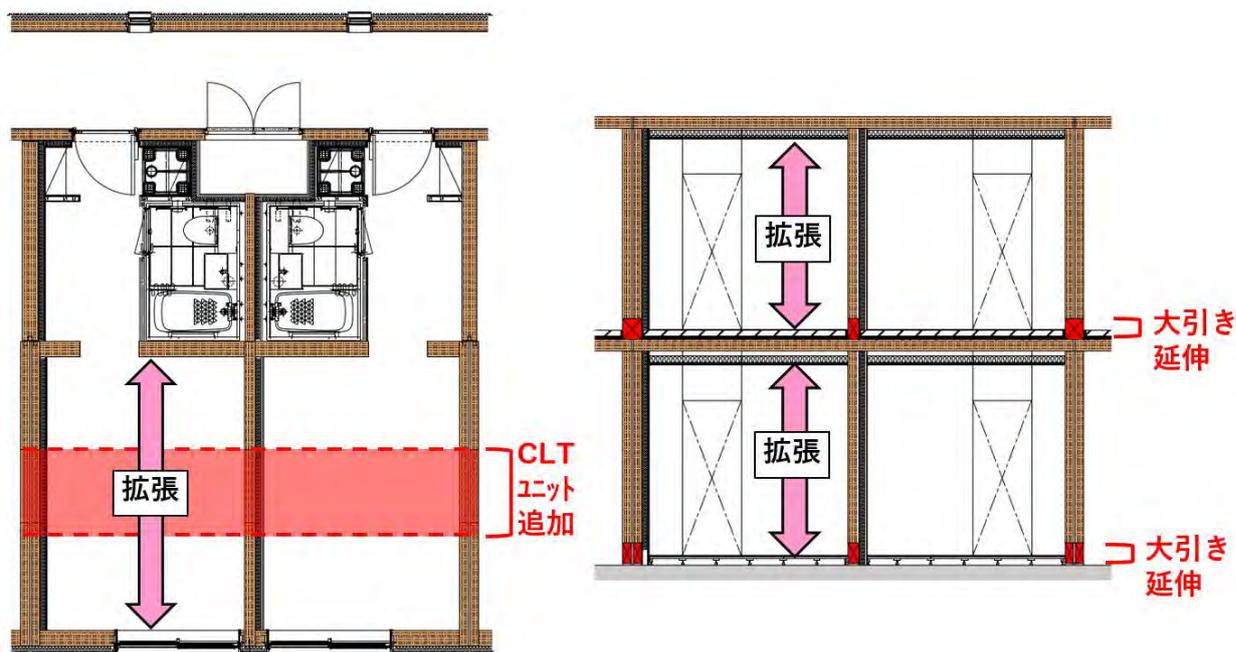


図-9 ユニットの拡張性

このような拡張性のあるCLTユニットを、今後、ホテル、病室、集合住宅、スモールオフィス等、同じ形状の部屋が連続する建物への適用拡大を図ることで、木造建築をよりいっそう普及できることを目指している。

## 7. 鉄骨・木ハイブリッド建築での施工改善

社名： 前田建設工業(株)

氏名： 西川 功

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	東京藝術大学国際交流棟 Hisao & Hiroko TAKIPLAZA
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:1,494 m <sup>2</sup> 、地上5階
(3) 用途	大学
(4) 主要構造	S造、木造
(5) 建設地	東京都台東区
(6) 施工期間	2021年11月～2022年10月
(7) 工事費	1,158(百万円)
(8) 設計者	(基本設計)東京芸術大学キャンパスグランドデザイン推進室・施設課 隈研吾建築都市設計事務所 (実施設計)東京芸術大学キャンパスグランドデザイン推進室・施設課 前田建設工業(株)一級建築士事務所 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"> <li>・前例の少ない混構造において、構造、耐火、意匠(変位含む)に関し、標準ディテールが適用できない諸課題を解決し、施工する必要がある。</li> <li>・狭隘な敷地における混構造(S、木)に対し、精度確保を考慮した施工方法を、検討、実施する必要がある。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造・耐火・意匠の要求を満たす建物を構築する。</li> <li>・混構造の施工方法を策定、実施する。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイブリッド構造物異種接合(可動域を考慮した、耐火被覆・仕上げ)。</li> <li>・純木造(NLT工法)と鉄骨梁の接合部。</li> <li>・異種構造、耐火被覆を含んだ防耐火構造施工順序、おさまり。</li> <li>・異種構造下地に関わる内外装、おさまり。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異種構造接合部の耐火被覆おさまり検討と実施。</li> <li>・外部異種構造接合部の防水性能の確保と変位対応。</li> <li>・新工法 NLT床の施工方法と性能確保。</li> <li>・異種構造の建方(仮組)手順検討と固定時の精度実現。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規工法(NLT)に関するコスト検討の提案。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・混構造において、業者集約での鉄骨・木の連続建方による工期遵守(構造)。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・-</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木質化によるカーボンニュートラル実現。軽量化による車両・排出ガス削減。</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・混合構造の施工方法における一般化への検討と実施により施工知見を得た。</li> </ul>

# 鉄骨・木ハイブリッド建築での施工改善

前田建設工業(株) 東京建築支店  
西川 功

## 1. はじめに

本建物は、東京藝術大学、上野キャンパス音楽学部内にあり、留学生と共に学びともに交流できる国際交流の拠点となるべく、国際交流棟として建てられた。構造は、鉄骨造と木造のハイブリッド構造である（写真-1）。

工事名称：東京藝術大学国際交流棟 Hisao & Hiroko TAKIPLAZA

所在地：東京都台東区上野公園 東京藝術大学上野キャンパス内

建築主：国立大学法人 東京芸術大学

基本設計：東京藝術大学キャンパスグランドデザイン推進室・施設課  
隈研吾建築都市設計事務所

実施設計：東京藝術大学キャンパスグランドデザイン推進室・施設課  
前田建設工業(株)一級建築士事務所

施工：前田建設工業(株)東京建築支店

工期：2021年11月4日～2022年10月31日（新築分）

用途：大学

建築面積：373.24 m<sup>2</sup>

延床面積：1,494.48 m<sup>2</sup>

階数：地上5階

主要構造：鉄骨造・木造



写真-1 全景写真

## 2. 改善概要

### 背景

本建物は鉄骨造と木造のハイブリッド構造となっており、階ごとでも、主要構造が変わっている。1FL～2FLは鉄骨造、3FL～4FLは鉄骨造と木造、5FLは木造となっている（図-1）。

また、鉄骨造の床は、NLT（Nail Laminated Timber：木製材を釘やビスで一体化した面材）を用いた純木造床と、配筋付製材型枠デッキ（トラス配筋が取り付けられた木製材付きの捨て型枠）を用いたコンクリート床となっている。配筋付製材型枠デッキは仕上げ兼用なため、床コンクリート打設時には仕上げ材としての配慮が要求される。

ハイブリッド構造の鉄骨造と木造の接合部では、主要構造部同士の耐火性能を考慮した納まり検討のほか、異種構造の耐火被覆を含んだ壁と床の納まり、異種構造の下地に関わる内外装の納まり検討が必要になる。

鉄骨造と木造のハイブリッド構造の前例が少ない中、上記構造の構成を満たすために行った施工方法・手順、構造・耐火・意匠（変位含む）の要求を満たす納まりの検討と改善について報告する。

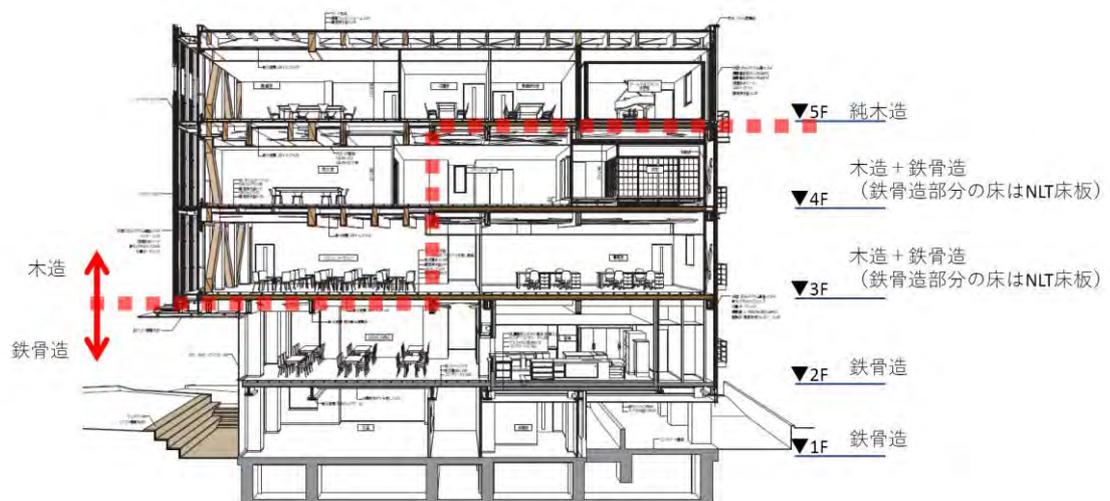


図-1 各階の主要構造

### (1) 各検討課題

#### 1) ハイブリッド構造物施工に関する課題

通常、鉄骨建方は鉄骨鳶工、木構造建方は、木構造大工が担当するが、本建物では断面平面共に混在している。また敷地が狭隘で一方向から屏風建てでしか建て方施工が出来ないため、鉄骨・木構造・床NLTの建て方順が混在となってしまう。

その中で精度管理の方法の基本が違うことも検討が必要であった。鉄骨はボルトクリアランスなどを利用して部材間での調整を基本とし、所定の誤差内に納める。それに対し

て木構造は柱梁間などがゼロタッチで緊結されるため、部材間で調整するという考えはない。

## 2) 純木床 (NLT 工法) と鉄骨梁の接合部の課題

本建物 3FL 以上鉄骨梁には、純木床の NLT 工法を採用している。NLT は SPF と呼ばれる比較的安価な北米産の 2×6 (または 2×4) 材を縦に並べて横から釘やビスで固定したもので、今回は厚さ 140 mm の板状となっている (図-2、写真-2)。

ただ、本来であれば木構造に対して NLT 工法の床を構成するが、今回は S 造梁に対して木造床を構成する必要がある、接合部のおさまり検討が課題となる。また、S 造梁上では、鉄骨建入調整・本締め後の施工となるため、固定するためにはそれより下の部分の歪み取りを必ず終わらせておく必要がある。

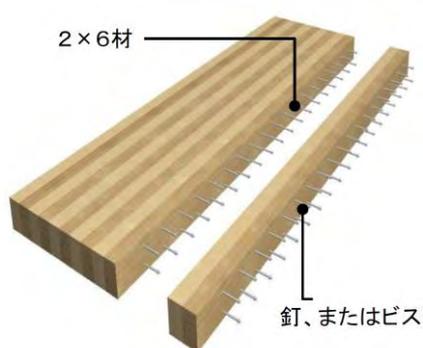


図-2 純木床 (NLT 工法)



写真-2 床材 楊重状況

## 3) 異種構造の耐火被覆を含んだ防・耐火壁床構造の納まりの課題

今回鉄骨造部分の耐火被覆としては予算の関係と後述の理由から、柱：岩綿吹付と梁：巻付け耐火材を採用した。また木部に関しては全て建設省告示第 1399 号に基づく強化石膏ボード貼りとしている。各々を成り立たせることは問題ないが、それらが交わるところで壁床などの耐火構造を成り立たせ続けることなどは前例が無く、納まりの課題としてあった。

また、木と鉄骨の主要構造部同士が取り合う部分でも、接合部の耐火被覆の規定は無く、この観点で技術研究所での実大耐火実験を行ったが、本稿は施工検討事例の為、省かせていただく。

## 4) 異種構造下地に関わる内外装の納まりの課題

鉄骨造から木造に平面的に変化する部分・断面的に変化する部分があるが、外装などに関しては同じ角波スパンドレルを通して仕上がるようになっている。また 4FL 屋上バルコニーは鉄骨部と木造部にまたがり防水が行われている。そして木造と鉄骨造については重量が異なるため地震時の挙動が異なることも予見される。そのため変位を考慮した上で

どのように繋げていくかについて納まりの課題があった。

## (2) 各改善実施内容

### 1) ハイブリッド構造物施工に関する実施内容

屏風建てで逃げる建て方を行う場合、鉄骨3日→NLT2日→木構造3日→鉄骨2日・・・などと少ない日数で次の工種にどんどん変わっていかざるを得ない。その場合、天候や納入などで1日ずれたりした場合の労務調整が大変煩雑になる。そこで「基本1社で建て方をまとめる」方針とし、各社にヒアリング調査を行った。

調査の結果、木構造の大工で班を選定すれば木も鉄骨もNLTも建方出来ることが分かった。逆に鉄骨建方齋で木構造を扱える班を探すことは出来なかった。

結果としてこれは成功であった。木構造大工による鉄骨建方については基本問題は無く進行し、JASS6などの基準について事前に相互で確認しあう程度であった。

精度管理を木造部と鉄骨部でどのように折り合わせるかについては議論を行い、方針としては「異種接合部の平面位置・高さを正確に再現することに注力し、優先する（鉄骨建て方後、異種接続部を測量し誤差を調整する）」をまず行うこととした。そしてそれでも取り切らない数ミリの誤差は薄いキャンバーや材の押し引きで減らすようにした。それにより異種接合で誤差が拡大することなく、所定の精度が守れた。

### 2) 純木床（NLT工法）と鉄骨梁の接合部の実施内容

汎用的な方法を目指すため、鉄骨梁と床NLTはシンプルにビス接合することをまず基本と考えた。そこで、NLTをビス接合するための木製の嵩上げ材を鉄骨梁にねじ付きスタッドで固定し、この嵩上げ材にNLTを木構造用ロングビスで留める案を採用した（図-3）。

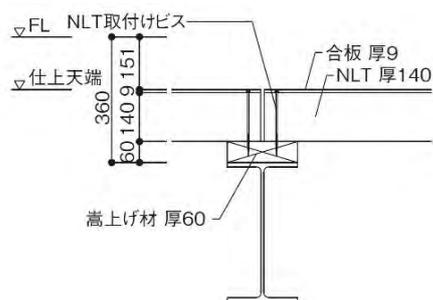


図-3 NLT 取付部縦断面

鉄骨梁中の関係からねじ付きスタッドは千鳥に配されてる。鉄骨梁スプライス部分は図-4に示す通りプレートを梁から横出しし、下から嵩上げ材をビス留めすることとした。これによりスプライス部も均一に固定できる。また、基本このスタッドは鉄骨ファブで打つことができたが、柱ブラケット部（図中雲形）についてはファブでの製作時柱は横倒しのため、能力的にファブで打つことは出来なかった（横向きスタッド打ちとなる）。現場搬入建て方後のスタッド施工を考えたが、ねじ付きスタッドを打てるスタッド業者

が少なかったため、全て現場での全周隅肉溶接とした。この作業は建て方後すぐに先行できるため、工程的なネックにはならなかった。

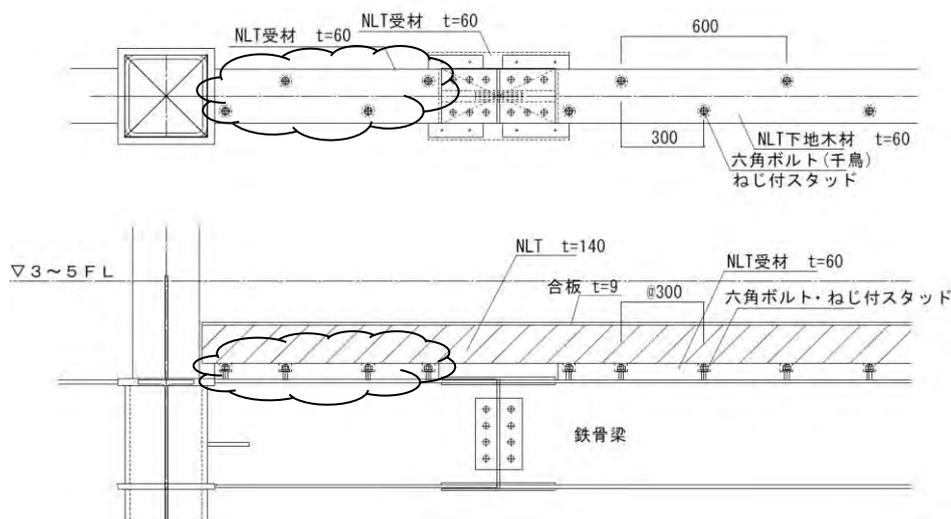


図-4 NLT 嵩上げ材取り付け用ねじ付きスタッド梁

### 3) 異種構造の耐火被覆を含んだ防・耐火壁床構造の納まりでの実施内容

先に述べたように鉄骨梁は耐火被覆として巻付け式耐火材を用いたが、鉄骨梁側面には強化石膏ボードを貼りつけた。これは「火災時に梁側面の強化石膏ボード中の水分が水蒸気となり、巻付け耐火材の中にとどまることで鉄骨梁の温度上昇を抑える」という知見に基づいて、梁鉄骨への入熱がNLTに伝わらないように採用した。

それにより木造部と鉄骨梁が取り合う一般部断面は図-7～10のようになる。柱が岩綿吹付である中で耐火被覆を隙間なく連続させていくことを考えると、形状の加工性が高いものから低いものへ施工をしなければならない。具体的には木梁木床の石膏ボード貼り→巻付け耐火材→岩綿吹付となる。順番を逆にするとどうしても隙間が開き多大な処理が必要となる。

そのため工事順も上記を基本として行った。石膏ボードは濡れてしまわないよう、これらの前段階として屋根防水・外壁工事が来るように工程を調整した。

外部優先ということから、外部柱周りの耐火被覆は複合耐火にしないと施工上難しい。ただ、今回の角波スパンダレルでの外壁1時間耐火仕様の場合、巻付け耐火材での複合耐火は認められてなかった。(1) -3で「後述の理由から、柱：岩綿吹付と梁：巻付け耐火材を採用した」と書いた柱が岩綿吹付なのはこの理由である。

以下、隙間が開かないよう・濡れないようにするための施工順を図でまとめる(図-5)。まず隙間をあけないため、

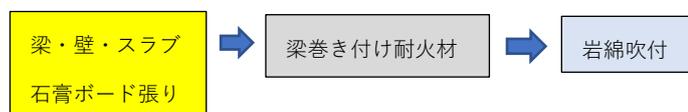


図-5 耐火被覆の順序

の施工順になり、雨でボードなどを濡らさないため、これより前に屋根・外壁工事が来る。結果、原則以下の施工順とした（図-6）。

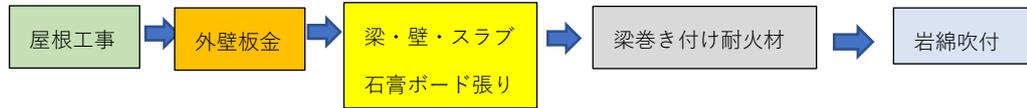


図-6 天候を考慮した耐火被覆の順序

上記の「外壁板金」～「柱岩綿吹付」の順序関係から、外部柱は複合耐火が望ましい。ELV、PSなどの開口部はシート等で雨水を誘導して流すようにした。

また上記の理由で梁も巻付け耐火材では複合耐火にできなかったため、鉄骨梁心を内側に偏心し、巻付け耐火材の外部側の施工を可能にしている（外壁施工直前に巻付け分をぶら下げた）。

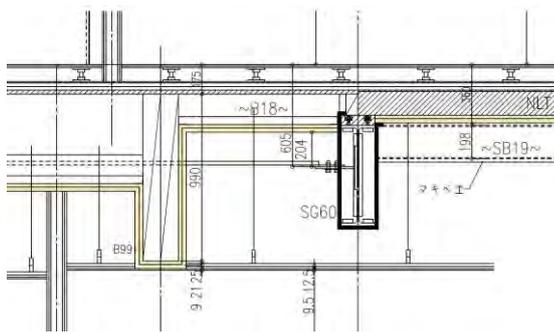


図-7 木造-鉄骨造水平取合い部縦断面

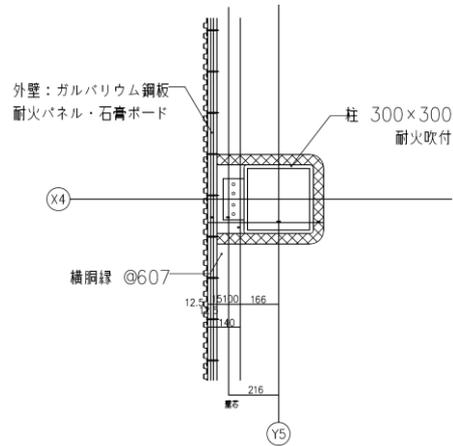


図-8 外壁柱周り複合耐火平面

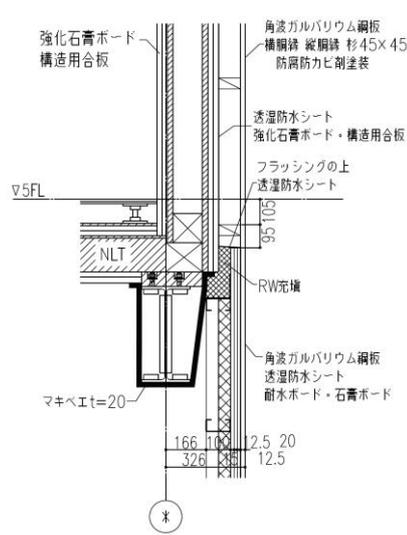


図-9 木造-鉄骨造外壁垂直取合い部縦断面

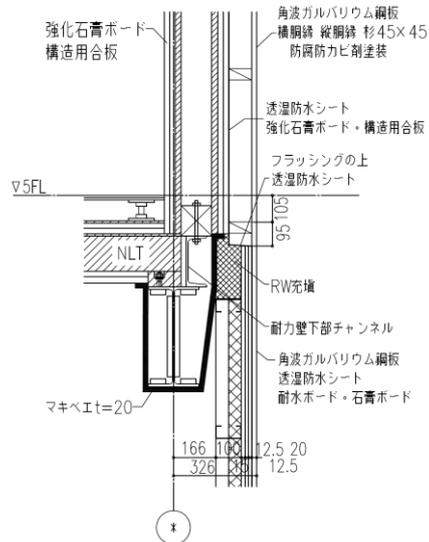
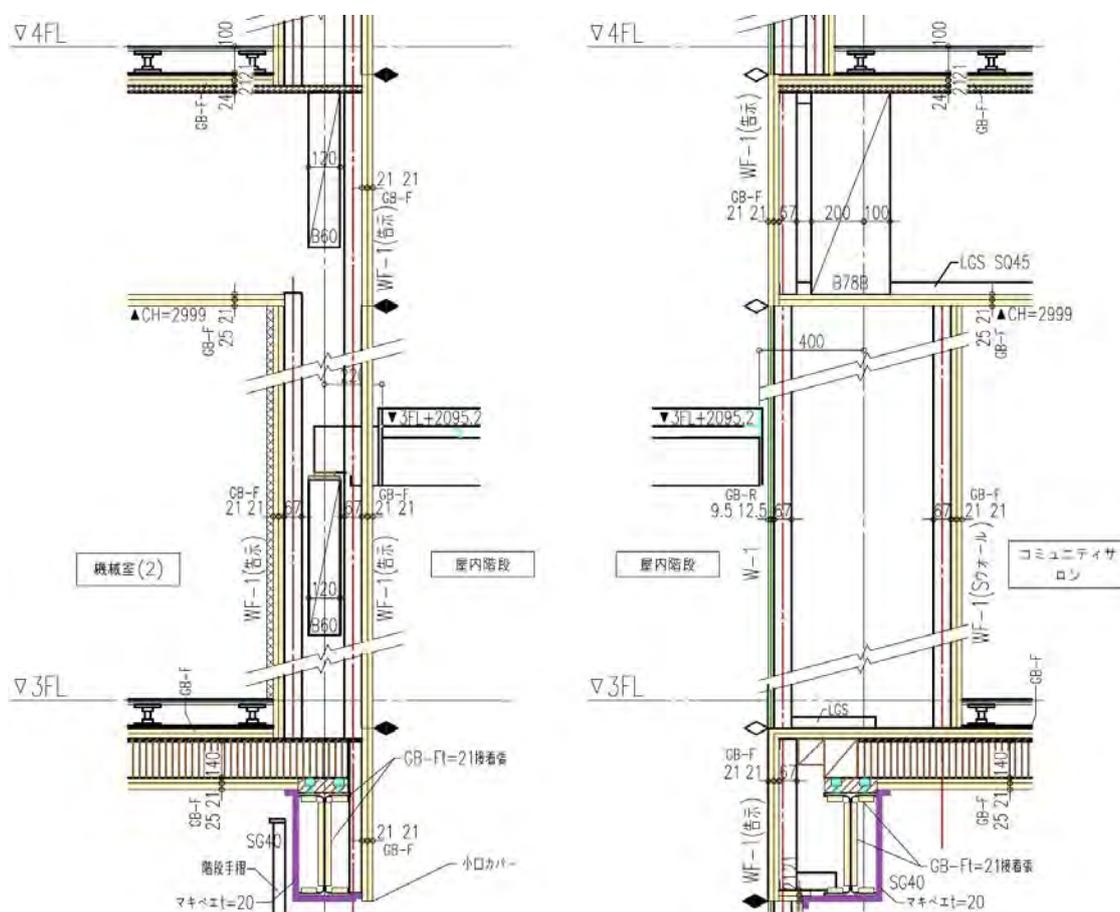


図-10 同左、木軸耐力壁部

なお、内部階段周りなど竪穴区画のある部分では告示による耐火と耐火間仕切り壁を組み合わせることで区画が成り立つように図った（図－11）。

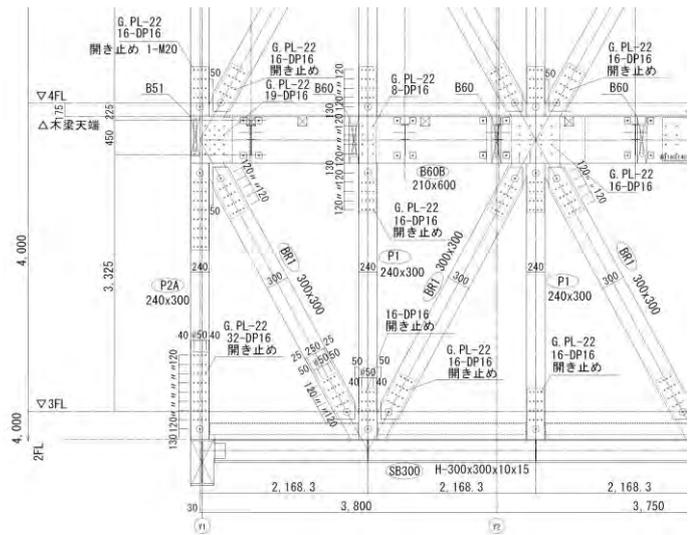


図－11 階段部吹き抜け縦断面

本建物では木造外壁面に耐震時に作用する木ブレースがあり、法的に耐火被覆が不要だが、ブレース断面が耐火上の空隙になる。そのため写真－3、図－12のようにブレースと柱・梁間に50mmの石膏ボード差込みしろを設け、ガセットプレートのみでその部分は接続するようにした。



写真—3 ブレース取り付け

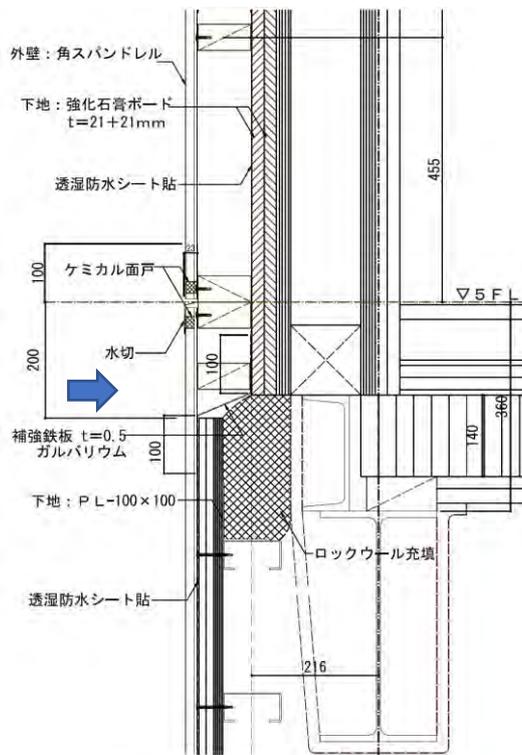


図—12 正面外壁面ブレース納まり立面

4) 異種構造下地に関わる内外装の納まりでの実施内容

内部の構造の変化にかかわらず外壁角波パネルを連続させる場合、区画の問題以外にも止水の問題と挙動の問題が予想された。

漏水事故防止のため、基本方針は「2重の防水の遵守」とし、1層目の角波スパンドレルでの防水、2層目の透湿防水シートでの連続を図った。木造部と鉄骨造部では下地内容が大きく違い、面外方向の調整は木造部の横胴縁で行った (図—13)。



図—13 木造-鉄骨造外壁垂直取合い詳細

そのため透湿防水シートに屈曲部が生じ、そこが内部水に攻撃されやすいところでもあったため、補強として鋼板フラッシングを取付け、その上で透湿防水シートを連続させるようにした。

同様に水平に鉄骨造から鉄骨造に変わるところについては地震時の外壁面の挙動の違いが予見された。そのため透湿防水シートを連続させるだけでなく、下地変化部でシートにたるみを持たせ、挙動に違いが出た際にも切断しないように配慮した。また大きく板金が壊れることを防ぐために、構造変化部位の角波板金を別ピースで繋ぐ形とした（図-14）。

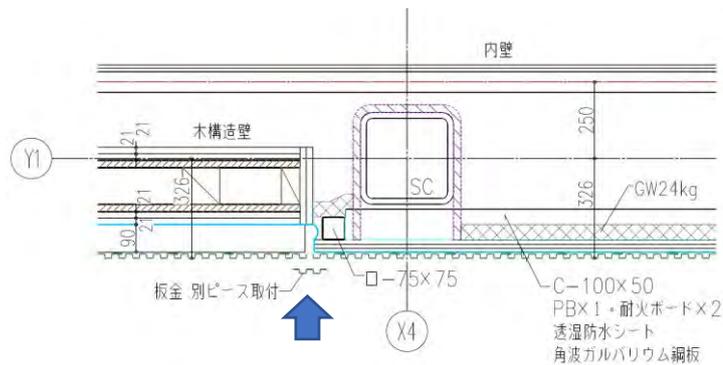


図-14 木造-鉄骨造外壁水平取合い部平面

4FLの接続バルコニーは木造部と鉄骨部にまたがっていたが、防水の一体性を優先するため床は木造で統一をし、鉄骨からの受け小梁から木造とした。立ち上がり部に段差がつくが、板金水切りで段差を成り立たせるように納めた（図-15、16）。

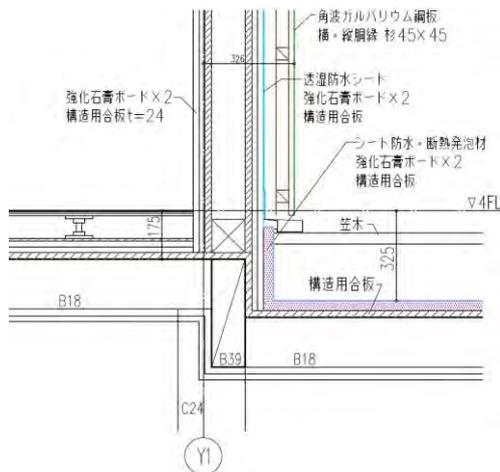


図-15 木構造部バルコニー納まり

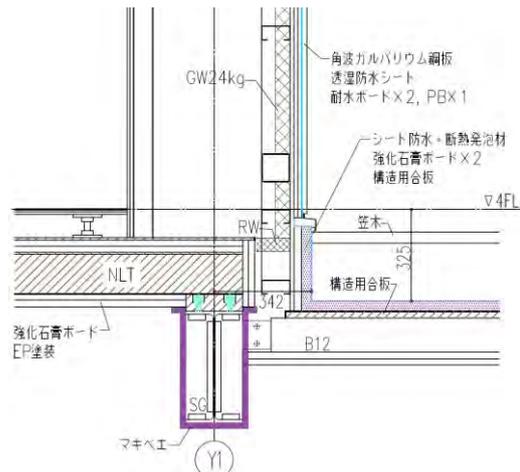


図-16 鉄骨造部バルコニー納まり

### (3) 改善による効果

#### 1) 品質

1社の建方により品質面で与えられた効果としては、やはり木と鉄骨をトータルとして納めることへの責任感が建て方業者に生まれたことがあると言える。

今回 NLT と鉄骨を接合させるシンプルな方法は、施工者の技量に関わらず安定した品質を得られる効果があったと思う。また今回の異種構造における耐火被覆の連続の検討・内外装の納まりの検討により今後の同種建物における品質確保について知見を得られた。

#### 2) コスト

コストについてはまだ同種の建物が少ないということもあり、改善による効果について予測できない部分が多い。ただ、NLT については協力業者にとっても初めてであり、今回リスク分費用を見ていたと思われるので、今後 CLT 床と比較しコスト改善が進んでいくのではないかと思われる。

またコンクリート床に比べ、養生期間が不要で連続的な工事ができるため、結果、コスト計算における不確定要素が少なくなり、コストの安定・低下が見込まれる。

#### 3) 工期

各専門職による工事にこだわり、鉄骨は鉄骨葺、木部は木構造大工で建て方を行った場合、建て方工期中の予定ずれ量がより拡大することが予想された。今回 1 班で行っても全建方工期で 5～10 回くらいの天候・進捗による予定ずれは起こっていたと思うので、それで各 2 日労務・運搬調整で余分に掛かったとすると、実働 10～20 日間の工期ロスが起こったはずだったが、それを回避することができた。

今後も同様のハイブリッド案件で悩ましい点ではあると思うが、小中規模まではメリットのある 1 社建方が可能であることは証明できた。

#### 4) 安全

安全については実際の施工を始める段になって次々と検討事項が生まれた。NLT の吊り治具をどうするか、木梁に付ける支柱など既製安全設備が乏しい、鉄骨の歪みワイヤーを木造エリア側から引っ張りたい際はどうか、などなど。短い建て方時間の中での検討となった。今後の製品化・規格化が望まれる。本工事では、職種混在をしないようにしたため作業間調整は不要で、安全上は向上できた。

#### 5) 環境

本建物は基本設計時は鉄骨造であったが、一部を木造化することにより CO<sub>2</sub> 排出量を約 380t 削減している。これは元の鉄骨造の 28%に相当する CO<sub>2</sub> 排出量である。また木造化して構造躯体の軽量化やコンクリート打設量を減らすことで工事車両の台数を約 2 割削減している。上部構造の軽量化は杭などの基礎計画の負担を減らすだけでなく、輸送

する建材重量の低減から工事車両数の低減にもつながった。

木と鉄骨のハイブリッド採用により、建物自体と工事両面からカーボンニュートラルに寄与していることが実証された。

### 3. その他採用事項

また、今回鉄骨造部分に配筋付き製材型枠を一部採用した。これは本来のハイブリッド構造とは関係ないが、鉄骨造や RC 造の中で躯体コン施工時に木仕上げ天井面を同時に作り上げられるものである。

床型枠用鋼製デッキプレート（配筋トラス付き）のデッキ部に国産杉板を加えたもので、MEC Industry 株式会社の製品である。今回、1 階見上げ 2 階床に採用し、生協店内の天井面仕上となっている（図-17、18）。



図-17 配筋付製材型枠を使用したエントランスイメージ

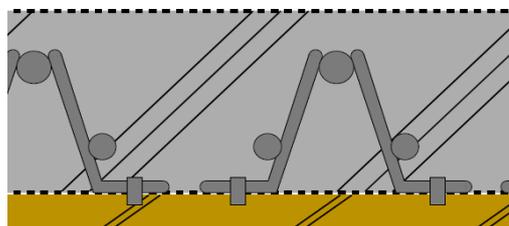


図-18 配筋付製材型枠イメージ

施工上の最大の問題はコンクリート打設時のノロ水が仕上である木材面を汚す懸念である。これはメーカーも今までのトライアンドエラーで得られた対策を取付工事の一環の中で行っている。

具体的には、長辺のデッキ間ジョイントについては全長シールをこの工事では行った（その後メーカー仕様としてはブチルテープに変わった模様）。梁に乗るデッキ端部からの水の周り込みについては木板端部からビニール養生を垂らすことにより、隙間からのノロ水が木面に伝わらず落ちるようにした。

### 4. まとめ

東京藝術大学施設課殿、各先生方、各工房などアート関係の方々、学生課や学内各部門の方、隈研吾建築都市設計事務所の方々、前田建設工業設計グループ、社内各部門、協力業者の皆様、2年以上の長きにわたり本当に多くの方々の力でこのプロジェクトは完成することが出来ました。

木造が大規模化していく上で混構造は欠かせなくなると思われます。まだ事例が少ない中で、なるべく一般的な納まりで作ろうとしたこの建物が少しでも先例として役に立てばと願います。

## 8. 多面体RC+S造 劇場躯体工事におけるBIM を駆使した施工合理化

社名： 鹿島建設(株)

氏名： 新井 翔太

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	西神中央文化・芸術ホール等整備事業
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:6,060 m <sup>2</sup> 、地上 4 階
(3) 用途	劇場・図書館
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	兵庫県神戸市
(6) 施工期間	2021 年 2 月 ~ 2022 年 6 月
(7) 工事費	4,366(百万円)
(8) 設計者	株式会社 久米設計
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>・劇場部分の屋根・外壁は多面体コンクリート打放し、内壁はリブ付き多面体コンクリート打放しとなっており、施工難易度が高い。</li> <li>・従来の二次元設計図・施工図では建物形状の把握すら困難と思われる中、施工精度と品質確保を達成するため、合理的な施工計画立案の必要があった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BIMモデルを施工図に展開する技術を確立する。</li> <li>・多面体コンクリート構造物を合理的かつ高精度に構築する。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多面体RC型枠施工図の二次元への落とし込みにBIMを活用した。</li> <li>・BIMモデルから多面体ごとのパーツを切り出し、型枠の加工図を完成させた。</li> <li>・型枠の組み方、コンクリートの打設計画などに様々な工夫を行うとともに、三次元測量にて精度管理を行った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・複雑な形状であったが補修の少ない精度の高い躯体コンクリートが完成。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BIMモデルから型枠の加工図を完成させることで、型枠大工の労務を 20%削減。</li> <li>・施工図にBIMを活用することで従来の断面図、展開図の作成費を削減。</li> <li>・BIMを駆使した計画により手戻りや手直しを無くし、余分なコストを削減。</li> </ul>
・D(工期)	・-
・S(安全)	・複雑な建物形状ではあったが、BIM により細部にわたる適切な施工計画により、全工期無事故・無災害を達成。
・E(環境)	・-
・その他の効果	・美しい完成形は高い評価を得るとともに協力会社のモチベーションを向上させた。多面体という特殊な施工事例の知見を得た。

# 多面体RC+S造 劇場躯体工事におけるBIMを駆使した施工合理化

鹿島建設株式会社 関西支店

新井 翔太

## 要 約

この建物は神戸市施設として西神中央駅前の最後の一等地に立地し、西神中央への人口回帰を目的とした一帯開発の起爆剤となる位置付けとなるプロジェクトである。また、阪神淡路大震災で傷ついた神戸復活の象徴ともなっている。

建物はホール（500席）と図書館（30万冊蔵書）で構成されており、外観の多面体RC打放とアルミ格子が目目を引く。多面体はアーティストの卵を原石に見立て磨く拠点を表現し、アルミ格子は異国情緒あふれる港町神戸を表現している。

狭小敷地、ホール、RCとSの複合構造、多面体RCなど困難を極めた施工であった。また隣接する敷地での他社施工のマンション建設、周辺道路整備が同時期に施工されており、施工方法や施工時期など多くの調整が必要であった。

こうした条件のもと、細部にわたる創意工夫と合理的な施工計画により、社内はもとより設計者である久米設計だけでなく、神戸市、市民、メディアから高い評価を得た。ここにその取り組みを報告する。

## I はじめに

当工事は、西神中央駅前の直近であり、歩行者やバス、乗用車の通行量が共に多く、周辺は住宅地となっている。

北側は他社施工のマンション工事、東側は歩道橋の架け替え工事（鹿島施工）と接する。また、同時期に周辺歩道の整備工事が行われていた（図-1）。

工事用出入口は建物配置および周辺工事から西側一カ所のみであり、僅かに残された外構に重機と搬入車両を設置しなければならなかった。建物規模は85m×40m、高さ20m、RC造一部S造、地上4階地下無し、延べ床面積6,000㎡、工期17ヵ月と見た目の施工条件は厳しくなかった。

しかし全てのRC躯体が打放しかつ多面体となっており、躯体・仕上・設備共に施工難易度は比類なきものであった。そこでBIMを従来の意匠確認や施工計画のみに使うのではなく、積算や作業指示書、設備施工図へと展開し効率的に現場運営を行った。

## II 工事概要

工 事 名：西神中央文化・芸術ホール等整備事業

所 在 地：兵庫県神戸市西区美賀多台1丁目1番地1

建 築 主：鹿島リース株式会社

設計監理：株式会社久米設計

事業関係：神戸市（竣工後買取・原発注者）

シアターワークショップ（指定管理者）

施 工：鹿島建設株式会社関西支店

工 期：2021年2月～2022年6月（17ヵ月）

用 途：ホール（500席）・図書館（30万冊蔵書）

敷地面積：4,000㎡

建築面積：2,793.43㎡

延床面積：6,060.35㎡

最高高さ：19.524m

階 数：地上4階

構 造：RC造一部S造

（写真-1, 2）



写真-1 現場全景



写真-2 ホール内全景

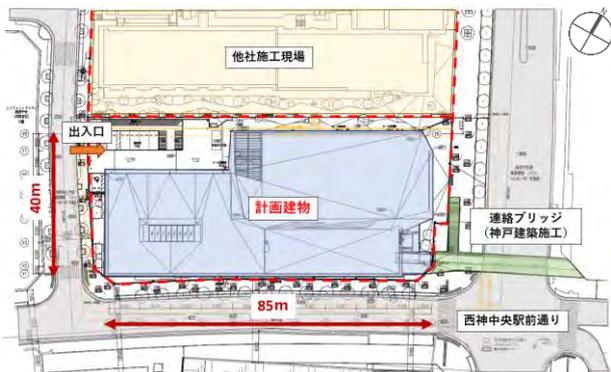


図-1 配置図



図-2 各エリアごとの構造種別

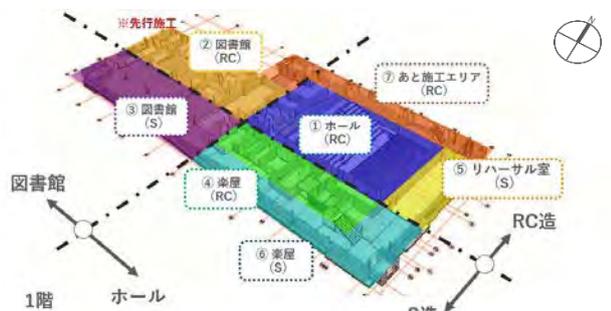


図-3 工区割と施工順序

### Ⅲ 施工条件の整理・施工計画・BIMの活用

#### 1. 施工条件の整理

計画に先立ち与条件と同種建物の実績を整理した。

- ・約定工期は17ヵ月である。
- ・箕面市立文化芸術劇場、小田原三の丸ホールなどの施工実績からホール設備・内装・音響試験には6ヵ月を要する。
- ・S造部分はRC造部分に支持されており、RC部分を先行して構築する必要がある（図-2）。
- ・狭小敷地であり工程確保のため2台のクローラークレーンが必要。そのため一部の躯体をあと施工とする。
- ・ほぼすべての壁はRC化粧打放もしくは化粧型枠（モールドスター）打込みで、しかも多面体である。施工経

験は皆無であり歩掛りが把握できない。労務の平準化を効率的に行うため、工区を2班体制に分割する。

#### 2. 施工計画

施工条件より目標工程と工区割り、施工手順、重機計画を以下のように設定した。

##### (1) 目標工程

- ・ホール躯体完成を竣工8か月前に設定（基礎工事完了5か月後）
- ・あと施工工区を含め全体のRC造部分の完成を竣工4か月前に設定
- ・仕上・設備工事の山崩しを図るため多面体躯体の無い図書館部分を先行施工

##### (2) 工区割と施工順序

- ・図書館とホールのクリティカルとなるRC造部分を同時施工として計画
- ・①ホール (RC) ②図書館 (RC) ③図書館 (S) ④楽屋 (RC) ⑤リハーサル室 (S) ⑥楽屋 (S) ⑦あと施工エリア (RC) の順序で工程を計画

##### (3) 重機計画

当初の計画ではゲート前の1か所を重機・搬入ヤードとしていた。しかし、先の理由により重機ヤードを2ヶ所設けなければならなかった。そこで、設備・仕上のボリュームが比較的少ない部分をあと施工とし、隣接する他社施工のマンション工事現場にも協力をいただき、重機ヤードを確保した。

工区と施工順序を図-3に、重機計画を図-4に示す。

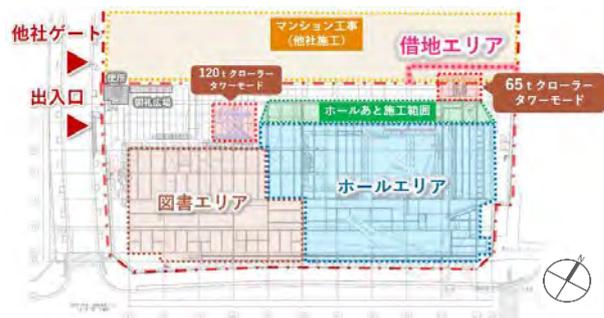


図-4 重機計画

#### 3. BIMの活用

多面体を2次元で把握することは困難であり、積算段階からBIMを最大限に活用した。

当工事では以下の項目にBIMを活用した。

- ・数量積算

- ・意匠、設備の整合性の確認
- ・施工図、施工計画図の作成
- ・多面形躯体の2次元化
- ・施工ステップの作成（図-5）
- ・型枠加工図の作成

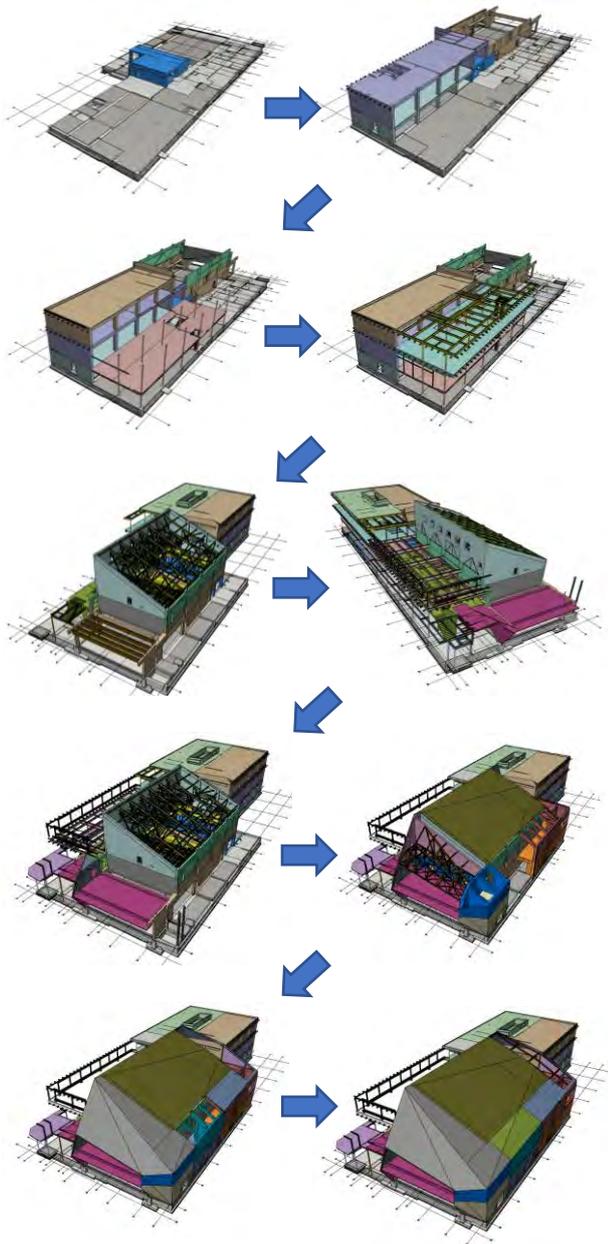


図-5 BIMモデルによる施工ステップごとの色分け  
(全37ステップ)

#### IV ホールRC壁施工計画

ホール部分は最大スパン18m、最大高さ19mの大空間となっている。18m大スパンはRC壁頂部にH0~4.5m、L18mのトラスを架構させている。ホールの壁は音響性能を向上させるためリブ付きの多面体となっている。多面体は各面三角形の凹凸となっている上に一部に栈敷があ

ることから最大1,030mm跳ね出している。また壁裏面も化粧打放となっていることからセパの割付、打継など綿密な計画を行った（写真-3）。

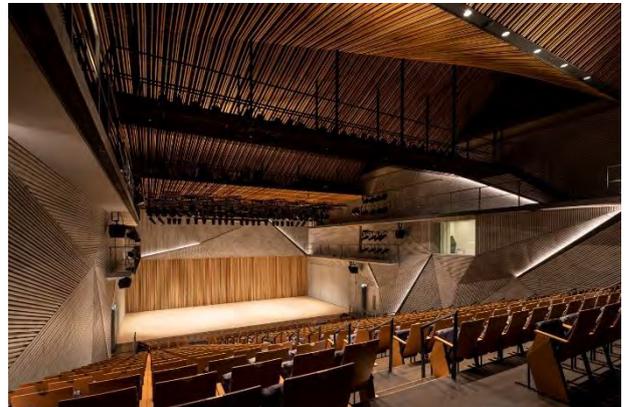


写真-3 ホール内観写真

以下に苦心した項目をあげる。

1. ホール壁型枠施工計画
2. ホール壁コンクリート打設計画
3. ホール支保工・足場計画

#### 1. ホール壁型枠施工計画

このホールはRC躯体で吸音・拡散を計画している。そのため、多面体の壁面は各面三角形となっており、さらに表面は特注のリブ形状のモールドスターで仕上げられている。

ホール内部の多面体について、表面仕上げが打放であることから躯体精度を確保する為、型枠自体を斜めにするのではなく、骨板を使用することとした。加工に際しては、骨板までは大判型枠としモールドスターの取付けは、割付が斜めであることや、割付パターンが2種類あることなど、貼り間違いを防止する為にも、現地で取付けを行う計画とした（写真-4, 5, 6 図-6）。



写真-4 骨板を使用した多面体型枠



写真-5 多面体型枠吊り込み



写真-6 モールドスター取付

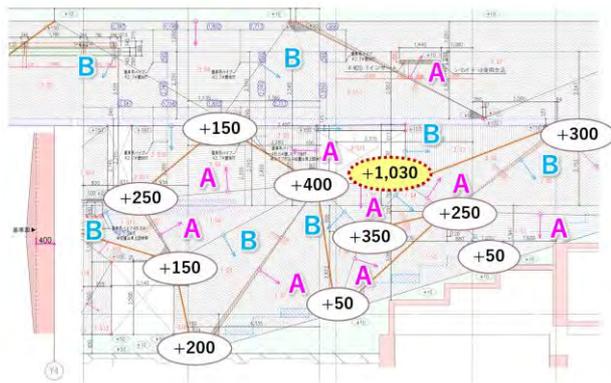


図-6 ホール壁展開図  
(数値は壁基準面からの寸法を示す)

施工に際して、密実なコンクリートだけでなく、仕上がり  
のディテール検証が必要であった。リップとセパの納まり  
、多面体境界部のリップ納まり、間接照明・コンセントと  
リップや多面体凹凸の納まりなど、多くの課題解決のため、  
BIMモデル・施工図で検証するとともに、コンクリートの  
モックアップを3体作成した(写真7,8)。

モックアップでの確認事項

- ① 表面仕上がりに直結するモールドスターの種類  
(金型製品 or 削り出し製品)
- ② リップ形状 (Aパターン、Bパターン) の納まり
- ③ セパとリップの納まり
- ④ 電気機器の納まり

モックアップでは、特にリップとリップが平行方向に交  
わる箇所をどう納めるかの検討を行い、凹幅と同サイズの  
目地棒を打ち付けることで、ランダムに配置されたリッ  
プのラインだと貼り分け箇所のメリハリをつけることと  
した。

### モックアップ製作



写真-7 モールドスター試験施工



写真-8 モックアップ出来形

次にセパとリップの納まりについてである。今回のリッ  
プ幅ではカップセパやPコンを使用すると、リップ形状に食  
い込んでしまい、コンクリートがきれいに打設出来ても、セ  
パを取り除く段階でリップが破損してしまう。そこで補修  
穴を18mmとすることができるチューブコンを使用し、  
さらにそのセパをランダムに配置された凸凹の真中に配  
置する計画とすることで、脱型後の左官補修を最小限に  
留めることができた(図-7 写真-9)。

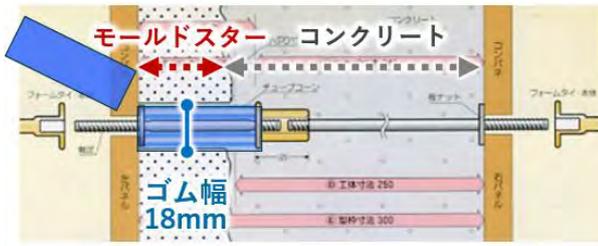


図-7 チューブコーン納まり



写真-9 チューブコーンを使用した多面体型枠

上記の他にも多面体部に取付く鉄骨とアンカーボルトの納まり、間接照明の納まりなど非常にシビアな納まりについても、設計を交えた検討・BIMを用いた納まり検証を事前に行うことでスムーズな現場運営と精度の良い躯体を造り上げることができた(写真-10)。



写真-10 多面体最大凹凸差

## 2. ホール壁コンクリート打設計画

化粧打放仕上げは言うまでもなくコンクリートの打上げ結果が全てである。一応の仕上はあるもののコンクリートで勝負するという強い信念で臨んだ。

前述の通りリップ付き多面体のため打込は当然の事、打継位置についても配慮が必要であった。

両面打放のため打継位置については、ホール側はサイドデッキラインとした。この位置は裏側の打放壁が天井内で隠れる位置であった。そのため、打ち上げ高さは最大で6,740mmとなり、コンクリートの自由落下高さを規定値内に納めるため、打放のパネル割に合わせた打設開口を設けた。打継部の型枠は通常のラス型枠だとノロ漏れや十分な打込み・締固めが出来ないことから、全て栈木とベニヤにて止め枠を実施し、打継付近でも密実なコンクリート打設を行った(図-8,9 写真-11,12)。

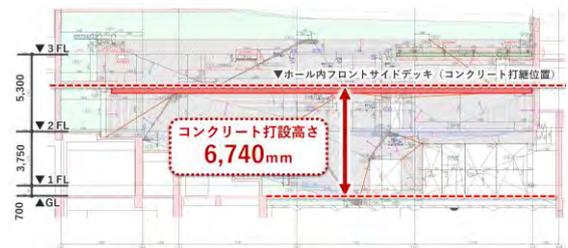


図-8 コンクリート打設高さ(断面)



写真-11 パネル割りに合わせた打設開口



図-9 ホール壁コンクリート打分け(平面)



写真-12 打設開口からの打設状況

その他にも、打設順序、打継ぎ・打重ね時間の管理、打込み方法など、こと細かく計画・実施を行った。その結果、型枠脱型後の出来形は見事で、設計者への信頼はもちろんのこと、施主・神戸市に対しても絶大な信頼を得る結果となった。そしてなにより躯体に従事した協力会社だけでなく、設備・仕上工事に従事する協力会社そして社員のモチベーションを大きく向上させ、建物の完成度をより高めた(写真-13)。



写真-13 ホール壁コンクリート出来形

### 3. ホール支保工・足場計画

#### (1) 支保工

屋根トラスは敷地、重機の制約から地組ができない。そこで、以下の手順で足場を施工した。(図-10)

- ① 仮置き用ステージ
- ② 壁型枠施工
- ③ スノコ天井部材仮置(鉄骨材)
- ④ 足場せり上げ(下弦材支保工レベル)
- ⑤ トラス下弦材鉄骨
- ⑥ トラス両サイド足場せり上げ
- ⑦ トラスブレース材、上弦材鉄骨

- ⑧ ジャッキダウン
- ⑨ 反射板施工レベル組替
- ⑩ ホルーバーレベル組替
- ⑪ 解体

これらに対応するにはスパンが不均一かつ盛替が多いことからクサビ式足場を使用した。

#### a 高さ方向の計画

ホールにはスノコ天井や音響反射板など、ホール特有の部材が存在する。そのため、3度の盛替えが必要となる。段階での作業床高さを検証し、高さ方向の建地割を行った。

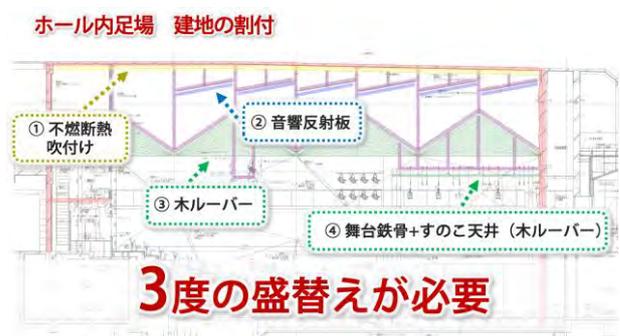


図-10 ホール仕上げ作業手順

#### b 平面方向の計画

ホール屋根はH4,500mm、L18,000mmのトラス鉄骨とフェローデッキとなっている。従ってホール内の足場は仕上足場と共にトラスの支保工、さらに壁足場の控えの要素を持つ。また壁型枠の製作ヤードとしても利用した。

前述の通りトラス鉄骨を地組できないことから、下弦材を仮受し、トラス全体を完成したあとにジャッキダウンすることとした。さらに壁型枠の製作のためのステージなどを併せて計画を行った。

ホール空間内には本体鉄骨の他、様々な下地鉄骨が存在し、その中で鉄骨の仮受を行う支柱、鉄骨を交わして足場として利用する建地を選定し、建地位置の計画を行った。鉄骨用の足場として、作業効率と安全性を考慮し、下弦材+吊材設置後に足場をせり上げ、上弦材の施工を行った。そうすることで常に足場がある状態での施工が可能となり、安全に施工を行うことができた。(写真-14, 15)

鉄骨の計画についてもBIMを最大限活用した。足場と鉄骨の干渉や仮受支保工の高さ・位置を3次元で確認でき、計画外となる足場の組替えや手戻りを一切することなく、ホール躯体の完成を導いた(図-11, 12)。

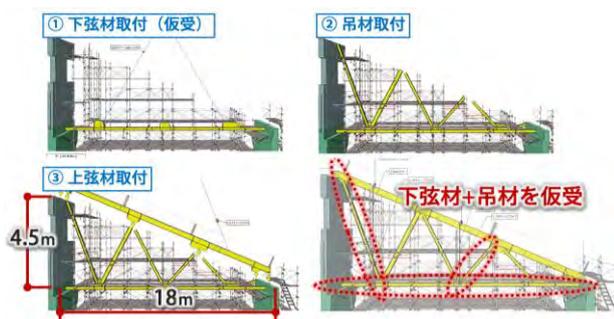


図-11 BIMモデルを活用した鉄骨建方計画

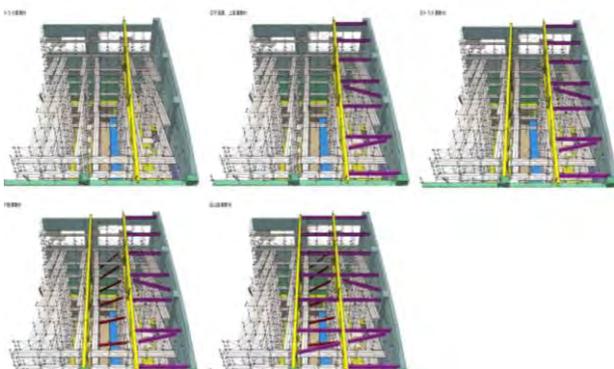


図-12 BIMモデルにて足場と鉄骨の干渉チェック



写真-14 仮受支保工を組立後下弦材取付

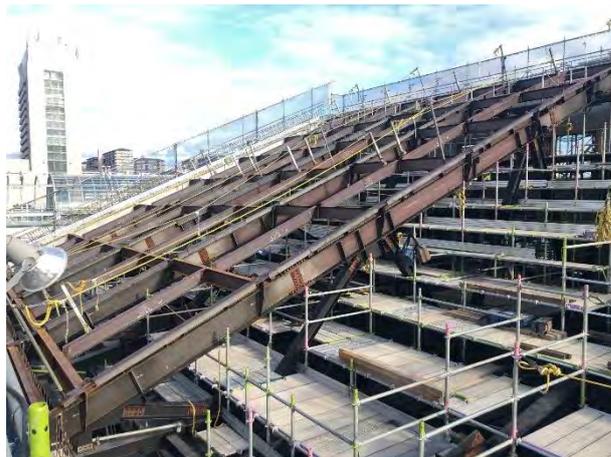


写真-15 足場がある状態での上弦材取付

(2) ホール足場 (図-13)

ホール壁面用足場の計画には以下の工事を考慮する必要があった。

- a 多面体壁作業手順
  - ① 柱配筋 (ガス圧接)
  - ② 多面体型枠
  - ③ モールドスター取付
  - ④ 梁配筋 (ガス圧接) ・壁配筋
  - ⑤ 返し型枠
  - ⑥ コンクリート打設

地組された多面体型枠は一般的には400mm、栈敷部分は1,500mm程度となる。工事の進捗に従って寄り付きが変わることから足場の位置を定め、ブラケットを盛替えることとした。その他、多面体であり壁厚が最大で1,450mmあること、2FL・3FLでキャンチスラブが構築されることを考慮するとともに、躯体及び骨板を使用した型枠と足場が干渉しないように、最外部の平面的な建地位置を決定し、足場から施工箇所までの距離が遠い箇所については、跳ね出しブラケット足場を採用する計画とした。

なお、モールドスターは可燃物であることから圧接の避けられない柱はモールドスター取付に先行して圧接し、梁は監理者に了解を得て圧接から溶接に変更し、火気養生、施工時後の散水を徹底した。

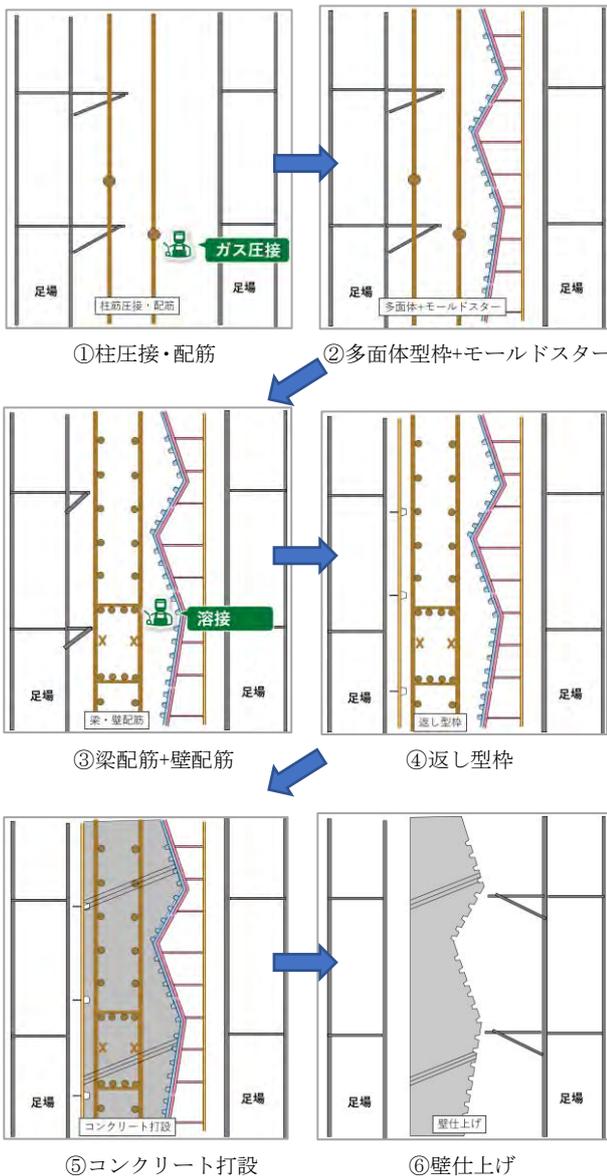


図-13 壁施工用足場計画

## V 多面体RC施工計画

### 1. 多面体型枠施工計画

ホールエリアの外壁は全てが多面体RC打放仕上げとなっている。形状や大きさ等からホールのように骨板型枠を製作するには時間、費用が多大となることから型枠そのものに勾配をつける事とした。

そのためには多面体各面の大きさや座標を正確にわり出し、型枠大工を指導する必要がある。

そこで、BIMモデルから各面毎のパーツを切り出し、パーツごとにパネル割り・セパ割を記載し加工図を作成した。各パーツの折れ点には座標値を記載し、墨出工を相番させ、型枠建込と並行して3次元測量にて精度管理を行った(図-14, 15, 16, 17 写真-16)。

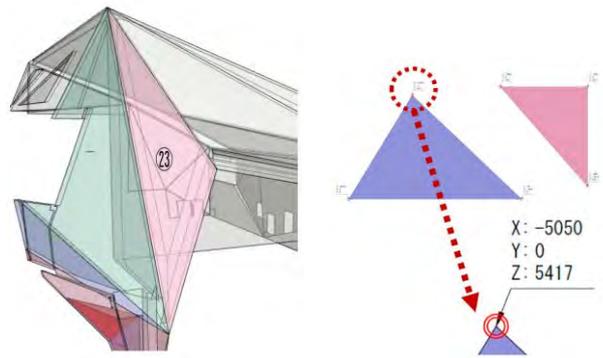


図-14 多面体BIMモデル

図-15 型枠加工図に座標値を記載

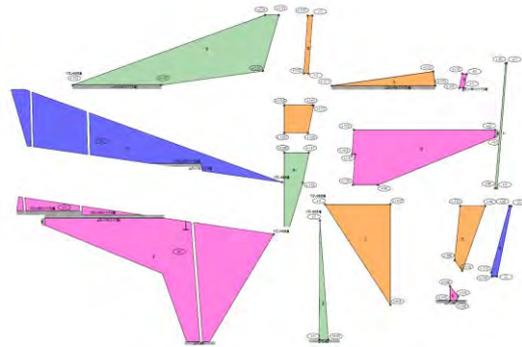


図-16 BIMモデルから切り出した型枠加工図

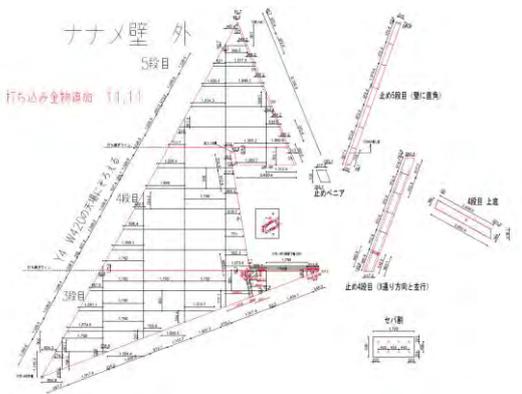


図-17 実際の型枠加工図



写真-16 3次元測量を用いた型枠建直し

セパは一本一本長さが異なり、全部で4,000種を超えた。そのため、ARCHICADとRhincerosの2つのソフトを用いてセパ長さを算出し製作を行った(図-18, 19 写真-17)。

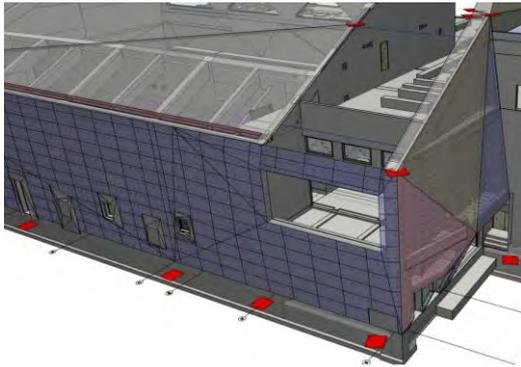


図-18 セパのモデル化及び長さ算出

330.6	352.8	375.0	397.2	419.3	441.5	463.7			
332.5	354.7	376.9	399.1	421.2	443.4	465.6	487.8	510.0	
334.5	356.6	378.8	401.0	423.2	445.3	467.5	489.7	511.9	534.1
336.4	358.6	380.7	402.9	425.1	447.3	469.4	491.6	513.8	536.0
338.3	360.5	382.6	404.8	427.0	449.2	471.4	493.5	515.7	537.9
340.2	362.4	384.6	406.7	428.9	451.1	473.3	495.5	517.6	539.8
342.1	364.3	386.5	408.7	430.8	453.0	475.2	497.4	519.5	541.7
344.0	366.2	388.4	410.6	432.7	454.9	477.1	499.3	521.4	543.6
345.9	368.1	390.3	412.5	434.6	456.8	479.0	501.2	523.3	545.5
347.8	370.0	392.2	414.4	436.5	458.7	480.9	503.1	525.2	547.4
349.7	371.9	394.1	416.3	438.4	460.6	482.8	505.0	527.1	549.3
351.6	373.8	396.0	418.2	440.3	462.5	484.7	506.9	529.0	551.2
353.5	375.7	397.9	420.1	442.2	464.4	486.6	508.8	530.9	553.1
355.4	377.6	399.8	422.0	444.1	466.3	488.5	510.7	532.8	555.0
357.3	379.5	401.7	423.9	446.0	468.2	490.4	512.6	534.7	556.9
359.2	381.4	403.6	425.8	447.9	470.1	492.3	514.5	536.6	558.8
361.1	383.3	405.5	427.7	449.8	472.0	494.2	516.4	538.5	560.7
363.0	385.2	407.4	429.6	451.7	473.9	496.1	518.3	540.4	562.6
364.9	387.1	409.3	431.5	453.6	475.8	498.0	520.2	542.3	564.5
366.8	389.0	411.2	433.4	455.5	477.7	500.0	522.1	544.2	566.4
368.7	390.9	413.1	435.3	457.4	479.6	501.9	524.0	546.1	568.3
370.6	392.8	415.0	437.2	459.3	481.5	503.8	525.9	548.0	570.2
372.5	394.7	416.9	439.1	461.2	483.4	505.7	527.8	550.0	572.1
374.4	396.6	418.8	441.0	463.1	485.3	507.6	529.7	551.9	574.0
376.3	398.5	420.7	442.9	465.0	487.2	509.5	531.6	553.8	575.9
378.2	400.4	422.6	444.8	466.9	489.1	511.4	533.5	555.7	577.8
380.1	402.3	424.5	446.7	468.8	491.0	513.3	535.4	557.6	579.7
382.0	404.2	426.4	448.6	470.7	492.9	515.2	537.3	559.5	581.6
383.9	406.1	428.3	450.5	472.6	494.8	517.1	539.2	561.4	583.5
385.8	408.0	430.2	452.4	474.5	496.7	519.0	541.1	563.3	585.4
387.7	409.9	432.1	454.3	476.4	498.6	520.9	543.0	565.2	587.3
389.6	411.8	434.0	456.2	478.3	500.5	522.8	544.9	567.1	589.2
391.5	413.7	435.9	458.1	480.2	502.4	524.7	546.8	569.0	591.1
393.4	415.6	437.8	460.0	482.1	504.3	526.6	548.7	570.9	593.0
395.3	417.5	439.7	461.9	484.0	506.2	528.5	550.6	572.8	594.9
397.2	419.4	441.6	463.8	485.9	508.1	530.4	552.5	574.7	596.8
399.1	421.3	443.5	465.7	487.8	510.0	532.3	554.4	576.6	598.7
401.0	423.2	445.4	467.6	489.7	511.9	534.2	556.3	578.5	600.6
402.9	425.1	447.3	469.5	491.6	513.8	536.1	558.2	580.4	602.5
404.8	427.0	449.2	471.4	493.5	515.7	538.0	560.1	582.3	604.4
406.7	428.9	451.1	473.3	495.4	517.6	539.9	562.0	584.2	606.3
408.6	430.8	453.0	475.2	497.3	519.5	541.8	563.9	586.1	608.2
410.5	432.7	454.9	477.1	499.2	521.4	543.7	565.8	588.0	610.1
412.4	434.6	456.8	479.0	501.1	523.3	545.6	567.7	590.0	612.0
414.3	436.5	458.7	480.9	503.0	525.2	547.5	569.6	591.9	613.9
416.2	438.4	460.6	482.8	504.9	527.1	549.4	571.5	593.8	615.8
418.1	440.3	462.5	484.7	506.8	529.0	551.3	573.4	595.7	617.7
420.0	442.2	464.4	486.6	508.7	530.9	553.2	575.3	597.6	619.6
421.9	444.1	466.3	488.5	510.6	532.8	555.1	577.2	599.5	621.5
423.8	446.0	468.2	490.4	512.5	534.7	557.0	579.1	601.4	623.4
425.7	447.9	470.1	492.3	514.4	536.6	558.9	581.0	603.3	625.3
427.6	449.8	472.0	494.2	516.3	538.5	560.8	582.9	605.2	627.2
429.5	451.7	473.9	496.1	518.2	540.4	562.7	584.8	607.1	629.1
431.4	453.6	475.8	498.0	520.1	542.3	564.6	586.7	609.0	631.0
433.3	455.5	477.7	500.0	522.0	544.2	566.5	588.6	610.9	632.9
435.2	457.4	479.6	501.9	523.9	546.1	568.4	590.5	612.8	634.8
437.1	459.3	481.5	503.8	525.8	548.0	570.3	592.4	614.7	636.7
439.0	461.2	483.4	505.7	527.7	550.0	572.2	594.3	616.6	638.6
440.9	463.1	485.3	507.6	529.6	551.9	574.1	596.2	618.5	640.5
442.8	465.0	487.2	509.5	531.5	553.8	576.0	598.1	620.4	642.4
444.7	466.9	489.1	511.4	533.4	555.7	577.9	600.0	622.3	644.3
446.6	468.8	491.0	513.3	535.3	557.6	579.8	601.9	624.2	646.2
448.5	470.7	492.9	515.2	537.2	559.5	581.7	603.8	626.1	648.1
450.4	472.6	494.8	517.1	539.1	561.4	583.6	605.7	628.0	650.0
452.3	474.5	496.7	519.0	541.0	563.3	585.5	607.6	630.0	651.9
454.2	476.4	498.6	520.9	542.9	565.2	587.4	609.5	631.9	653.8
456.1	478.3	500.5	522.8	544.8	567.1	589.3	611.4	633.8	655.7
458.0	480.2	502.4	524.7	546.7	569.0	591.2	613.3	635.7	657.6
459.9	482.1	504.3	526.6	548.6	570.9	593.1	615.2	637.6	659.5
461.8	484.0	506.2	528.5	550.5	572.8	595.0	617.1	639.5	661.4
463.7	485.9	508.1	530.4	552.4	574.7	596.9	619.0	641.4	663.3
465.6	487.8	510.0	532.3	554.3	576.6	598.8	620.9	643.3	665.2
467.5	489.7	511.9	534.2	556.2	578.5	600.7	622.8	645.2	667.1
469.4	491.6	513.8	536.1	558.1	580.4	602.6	624.7	647.1	669.0
471.3	493.5	515.7	538.0	560.0	582.3	604.5	626.6	649.0	670.9
473.2	495.4	517.6	539.9	561.9	584.2	606.4	628.5	650.9	672.8
475.1	497.3	519.5	541.8	563.8	586.1	608.3	630.4	652.8	674.7
477.0	499.2	521.4	543.7	565.7	588.0	610.2	632.3	654.7	676.6
478.9	501.1	523.3	545.6	567.6	589.9	612.1	634.2	656.6	678.5
480.8	503.0	525.2	547.5	569.5	591.8	614.0	636.1	658.5	680.4
482.7	504.9	527.1	549.4	571.4	593.7	615.9	638.0	660.4	682.3
484.6	506.8	529.0	551.3	573.3	595.6	617.8	640.0	662.3	684.2
486.5	508.7	530.9	553.2	575.2	597.5	619.7	641.9	664.2	686.1
488.4	510.6	532.8	555.1	577.1	599.4	621.6	643.8	666.1	688.0
490.3	512.5	534.7	557.0	579.0	601.3	623.5	645.7	668.0	689.9
492.2	514.4	536.6	558.9	580.9	603.2	625.4	647.6	670.0	691.8
494.1	516.3	538.5	560.8	582.8	605.1	627.3	649.5	671.9	693.7
496.0	518.2	540.4	562.7	584.7	607.0	629.2	651.4	673.8	695.6
497.9	520.1	542.3	564.6	586.6	608.9	631.1	653.3	675.7	697.5
499.8	522.0	544.2	566.5	588.5	610.8	633.0	655.2	677.6	699.4
501.7	523.9	546.1	568.4	590.4	612.7	634.9	657.1	679.5	701.3
503.6	525.8	548.0	570.3	592.3	614.6	636.8	659.0	681.4	703.2
505.5	527.7	550.0	572.2	594.2	616.5	638.7	660.9	683.3	705.1
507.4	529.6	551.9	574.1	596.1	618.4	640.6	662.8	685.2	707.0
509.3	531.5	553.8	576.0	598.0	620.3	642.5	664.7	687.1	708.9
511.2	533.4	555.7	577.9	600.0	622.2	644.4	666.6	689.0	710.8
513.1	535.3	557.6	579.8	601.9	624.1	646.3	668.5	690.9	712.7
515.0	537.2	559.5	581.7	603.8	626.0	648.2	670.4	692.8	714.6
516.9	539.1	561.4	583.6	605.7	627.9	650.1	672.3	694.7	716.5
518.8	541.0	563.3	585.5	607.6	629.8	652.0	674.2	696.6	718.4
520.7	542.9	565.2	587.4	609.5	631.7	653.9	676.1	698.5	720.3
522.6	544.8	567.1	589.3	611.4	633.6	655.8	678.0	700.4	722.2
524.5	546.7	569.0	591.2	613.3	635.5	657.7	680.0	702.3	724.1
526.4	548.6	570.9	593.1	615.2	637.4	659.6	681.9	704.2	726.0
528.3	550.5	572.8	595.0	617.1	639.3	661.5	683.8	706.1	727.9
530.2	552.4	574.7	596.9	619.0	641.2	663.4	685.7	708.0	729.8
532.1	554.3	576.6	598.8	620.9	643.1	665.3	687.6	710.0	731.7
534.0	556.2	578.5	600.7	622.8	645.0	667.2	689.5	711.9	733.6
535.9	558.1	580.4	602.6	624.7	646.9	669.1	691.4	713.8	735.5
537.8	560.0	582.3	604.5	626.6	648.8	671.0	693.3	715.7	737.4
539.7	561.9	584.2	606.4	628.5	650.7	672.9	695.2	717.6	739.3
541.6	563.8	586.1	608.3	630.4	652.6	674.8	697.1	719.5	741.2
543.5	565.7	588.0	610.2	632.3	654.5	676.7	699.0	721.4	743.1
545.4	567.6	589.9	612.1	634.2	656.4	678.6	700.9	723.3	745.0
547.3	569.5	591.8	614.0	636.1	658.3	680.5	702.8	725.2	746.9
549.2	571.4	593.7	615.9	638.0	660.2	682.4	704.7	727.1	748.8
551.1	573.3	595.6	617.8	640.0	662.1	684.3	706.6		

は通常、定規アングルが打ち込まれる。しかし、屋根面ということもあり、仕上げの塗膜防水に悪影響を及ぼすことから蓋型枠を施工しない屋根については、定規アングルを設置せずレベルポインターを通常の1.5倍の量を設置し打設を行った（写真21, 22, 23）。

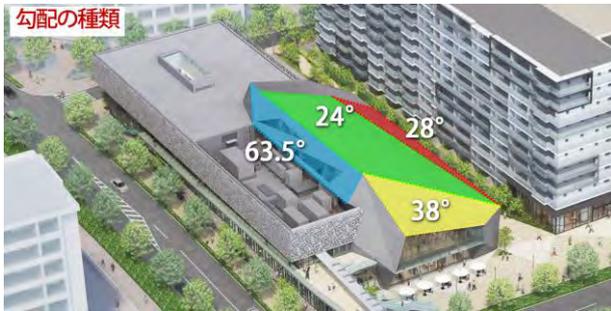


図-20 屋根勾配の種別図

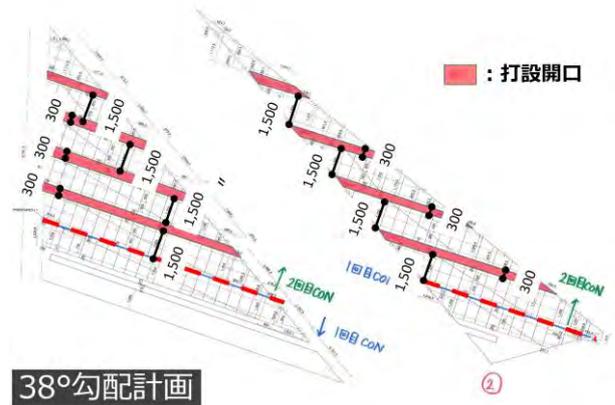


図-21 型枠加工図にて打設開口を指示



写真-21 24° 勾配でのコンクリート打設状況



写真-23 打設開口を使用したコンクリート打設状況

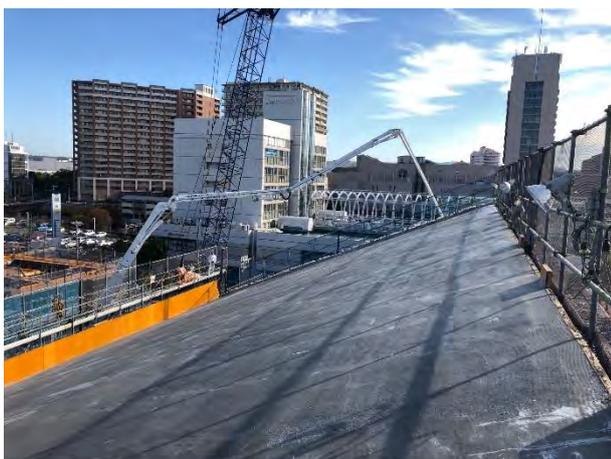


写真-22 屋根コンクリート打設完了



写真-24 63.5° 勾配の屋根スラブ出来形 (1)

蓋型枠をせずに打設した部位については、打設手間が通常の1.5倍ほどかかったが、面精度は良好で密実なコンクリート打設を行うことができた（写真-24, 25）。



写真-25 63.5° 勾配の屋根スラブ出来形 (2)

蓋型枠を設けて打設した部位については、打設開口を@1,500で設けることで、十分な締固め、タタキを行うことができ良好な結果となった。

## VI まとめ

近年、デザイン性に凝った建物が増加してきている。そうした中、工程計画・施工計画が十分でないと工程遅延や・重大事故に直結する。本建物は非常に施工難易度の高い現場ではあったが、BIMを最大限活用するとともに、妥協のない安全管理、施工検討・計画を行うことで、全工期無事故無災害、マイルストーン遅延ゼロ、社員・施工図・型枠大工の労務20%削減を達成することができた。また物決めについても、着工当初からBIMモデルを活用し度重なる設計との打ち合わせを行うことで、納まりの複雑な斜め鉄骨や外装なども早期合意形成を図ることができた。

## VII おわりに

西神中央文化・芸術ホールは2022年10月1日「なでしこ芸術文化センター」として市民にあたたかく迎えられ、まさに神戸市復興の象徴となりました。

本文で述べた以外にスプレー防水による打放しパターン仕上げ、新OS工法ボルトの世界初の実用化、オーダーFRP天井による新時代意匠材の創出、SCWアルミ接着工法など、未知の領域に果敢にも挑戦を続けました。

神戸市、コンソーシアムメンバー、久米設計、鹿島本社、支店はじめ多くの人々の協力を得て実現しました。

ここに深く感謝するとともに建築技術者の励みになればと思います(写真-26)。

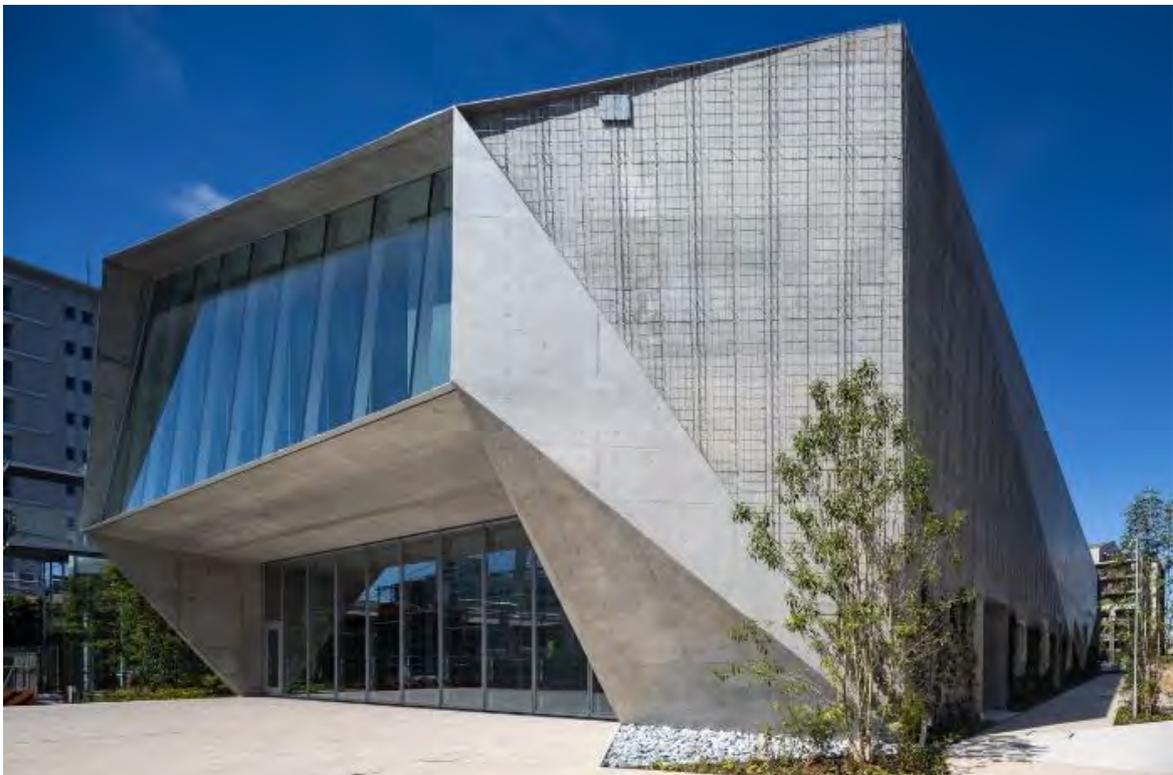


写真-26 多面体躯体出来形

## 9. 柱梁一体地組による鉄筋工事の施工性・安全性の向上

社名: (株)鴻池組

氏名: 河原 正英

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	浜見平団地(建替)第Ⅲ期後工区第2住宅建設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:4,612㎡、地上7階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	神奈川県茅ヶ崎市
(6) 施工期間	2022年7月～2026年1月
(7) 工事費	1,490(百万円)
(8) 設計者	(株)鴻池組東京本店 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)	・梁を地組して施工階でつなぎ合わせる際、梁側面の型枠に接し施工用の開口を設ける必要があり、2度手間である。
(2) 改善の目的	・施工時の無駄をなくし、同時に安全を確保する。
(3) 改善実施内容	・柱と梁を一体で地組を行い、CON打設翌日にセットを行った。 ・梁をサポートにて空中で支持することにより、型枠工事をダメなしで行う事ができた。また梁落としをする必要がないので、型枠施工時に落としセパを使用することなく型枠をセットできた。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・柱・梁の組立だけでなく、仕口部の施工を安定した場所で施工でき、品質向上を図ることができた。
・C(コスト)	・型枠工事の無駄がなくなり生産性が向上した。
・D(工期)	・作業区分が明確に分かれるため、後戻り作業がなくなった。
・S(安全)	・不安定な足場での梁落とし作業がなくなり、安全性が向上した。
・E(環境)	・柱と梁を分けて揚重するのに比べて、揚重回数を減らすことができ、CO <sub>2</sub> を20%削減した。
・その他の効果	・配筋写真を地組ヤードで撮影でき、働き方改革に寄与した。

# 柱梁一体地組による鉄筋工事の施工性・安全性の向上

株式会社鴻池組 東京本店  
河原 正英

## 1. はじめに

本件は築 50 年を超え、老朽化した旧公団住宅の建て替え事業である（図 1）。

建設地は、神奈川県茅ヶ崎市の南西部、JR 茅ヶ崎駅より約 2.1 km に位置する「浜見平団地」で、昭和 39 年に入居開始となった総住戸数約 3400 戸の大規模団地で、周辺には湘南海岸や相模川など、豊かな自然環境が残る郊外型の住宅地である（図 2）。平成 20 年に UR 都市機構ならびに茅ヶ崎市とで、「浜見平まちづくり計画」が策定され、建て替え工事が進んでいる。

工事に際しては、他社工区との取り合いや周辺環境への配慮に加え、働き方改革の推進・生産性向上への取り組みが求められた。本報告では在来工法による RC 集合住宅の躯体構築に際して、「柱・梁一体地組」による鉄筋工事の施工性・安全性の向上策について報告する。



図1 旧浜見平団地



図2 計画地周辺

## 2. 工事概要

工事名称	浜見平団地（建替）第Ⅲ期後工区第2住宅建設工事
所在地	神奈川県茅ヶ崎市浜見平522-3の一部
工期	2022年7月8日-2026年1月31日
発注者	独立行政法人都市再生機構東日本住宅事業部
設計	株式会社鴻池組 一級建築士事務所
設計・監理	株式会社集研設計
施工	株式会社鴻池組東京本店
用途	共同住宅（賃貸81戸）
敷地面積	3571.55㎡
建築面積	976.11㎡
延床面積	4612.35㎡
構造	鉄筋コンクリート造・地上7階

## 3. 建物概要

### 3.1 周辺環境

建設地周辺には新たに商業施設（BRANCH 茅ヶ崎）や診療所・郵便局・保育所などに加え、茅ヶ崎市役所出張所やコミュニティースペース（ハマミーナ）が併設され、魅力ある街へと変貌を遂げている（写真 1）。



写真1 BRANCH 茅ヶ崎

団地の敷地中央には大きな公園が配置され、防災トイレやかまどベンチを設けるなど地域の防災拠点としての機能を併せ持つ安全・安心なまちづくりが行われている。また、部屋タイプも旧団地の画一的な間取りから一新し 1R~3DK と幅広いタイプを揃え、旧団地に住まれていた方の住み替えだけでなく、新規居住者のニーズにも応えている。合わせて海が近いことに配慮し、1 階の企画住戸にはシャワー付きのテラスを設け、海遊びの後身体についた砂などを簡単に洗い流せる設計となっている（図 3、写真 2）。

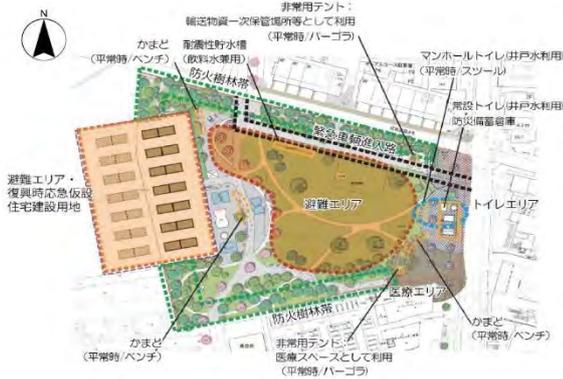


図3 災害時公園利用計画



写真2 防災施設イメージ

### 3.2 構造形式

当建物は、長辺約 65m×短辺約 13mの 7 階建てとなっており、東西方向に長い、いわゆる板状の集合住宅である (図 4)。基準階の平面図・梁伏せ図を、図 5・図 6 に示すが、長辺方向 10 スパン・短辺方向 1 スパンの形状となっている。短辺方向への大梁は両側妻面にしか存在せず、各スパンごとに耐力壁が配置されている。

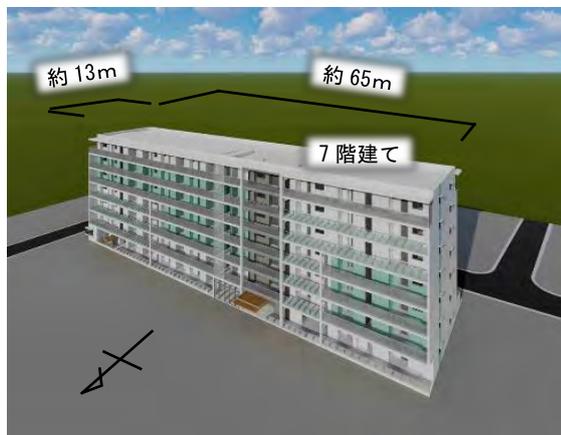


図4 建物パース

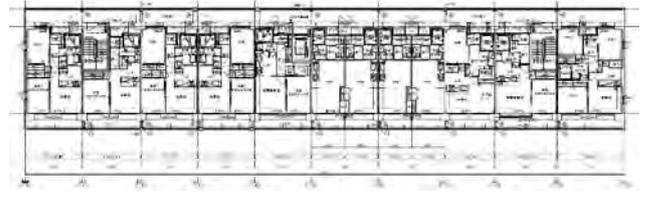


図5 配置計画

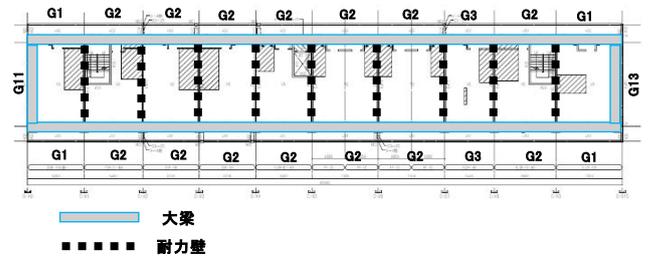


図6 3F-6F 基準階梁伏せ図

## 4. 仮設計画

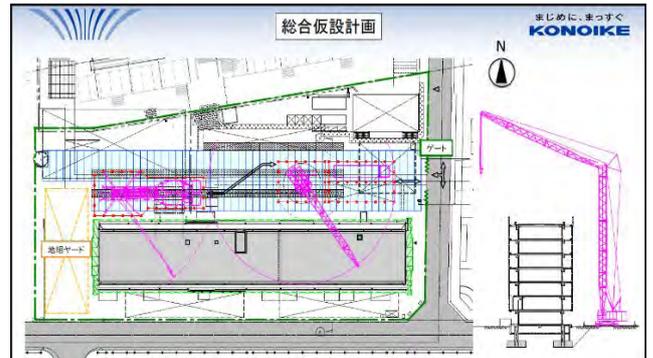


図7 総合仮設計画図

当工区の仮設計画を図 7 に示す。現場への出入り口は東面に 1 か所設置、東～西の長いスパンを包括するために移動式のクローラークレーンにて揚重作業を行う計画とした。

## 5. 生産性向上への取り組み

### 5.1 躯体工事の合理化と課題

R C 造集合住宅を在来工法で施工するにあたり、躯体工事生産性向上を図るため以下の施工法を立案した。

- ① 柱・梁の地組みによる作業員の平準化
- ② 内床・外床 (バルコニー) のハーフ PCa 化
- ③ 長辺方向外部足場の無足場化

本項では、①について述べる。ハーフ PCa 板を採用した集合住宅では、一般に内床板を設置した後に地組みした梁をクレーンでセットし、継手施工後に梁落としを実施。その後外床板を設置する。その際鉄筋工は、外部側に親綱しかない不安定な状態で作業しなければならない。また、型枠大工においても梁の側面に継手処理のための開口を設ける必要があるなど手間が生じる。

## 5.2 鉄筋地組工法の改善

先述した施工上の課題を改善するために、地組の際に柱と梁を一体として地組を行い、CON 打設後に施工階に設置を行う工法を立案した。

## 5.3 鉄筋地組みヤードの検討

柱梁を一体化して地組を行うためには、柱配筋の転倒を防止し、梁配筋を水平に支持するため、地組専用架台が必要であった。クサビ緊結式足場材を用いて、上記を可能とする地組専用架台を地組ヤード内に作成した（図8、写真3）。

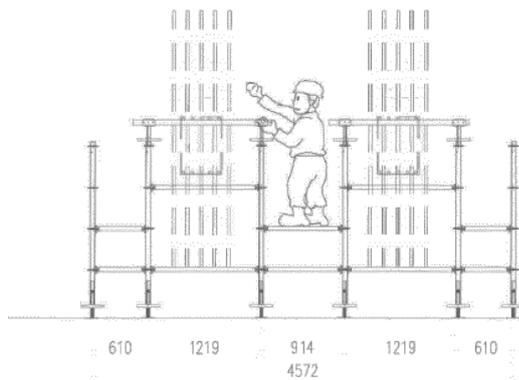


図8 地組専用架台



写真3 柱梁一体ユニットの地組み状況

## 5.4 吊り治具の検討

柱梁を一体としたユニットを揚重する際、配筋を乱すことがない様に、バランスよく揚重を行う必要があった。そのため、山留め材を用いた吊り治具を検討し製作した。

図9は吊り治具の検討に用いたスケッチ、写真4、5は実際の揚重状況である。

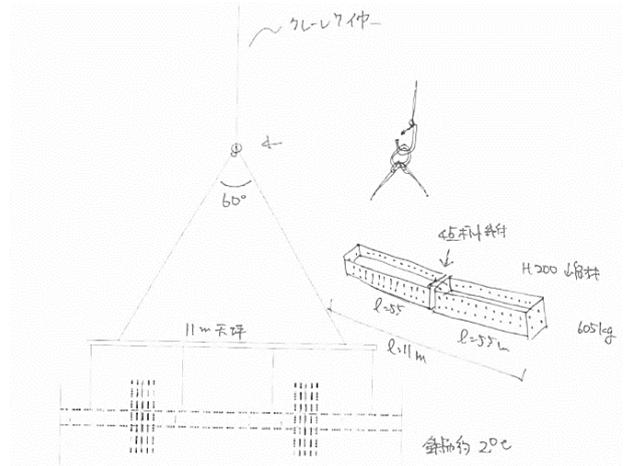


図9 吊り治具検討スケッチ



写真4 地組鉄筋の揚重

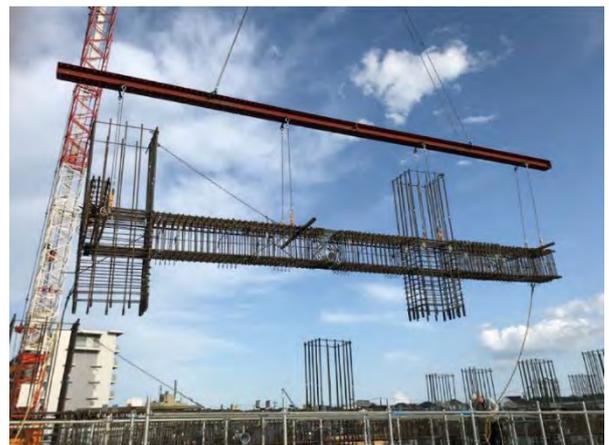


写真5 地組鉄筋の揚重

## 5.5 梁受け材の検討

柱梁一体のユニットを上階で設置する際、梁鉄筋の自重によるたわみを防止するため、仮受け用の支持材を使用する必要があり、以下の2つの施工方法について検討を行った。

〈1案〉ラチス梁案

柱上部にラチス構造の梁材を乗せ、チェーンブロックとレバーブロックを用いて吊上げ、上部から引張り支持する方法（写真6）。



写真6 梁受けラチス梁・チェーンブロック使用

〈2案〉角パイプ・パイプサポート案

角パイプで梁上筋をかんざし状に受け、パイプサポートにより支持を行う方法（図10）。

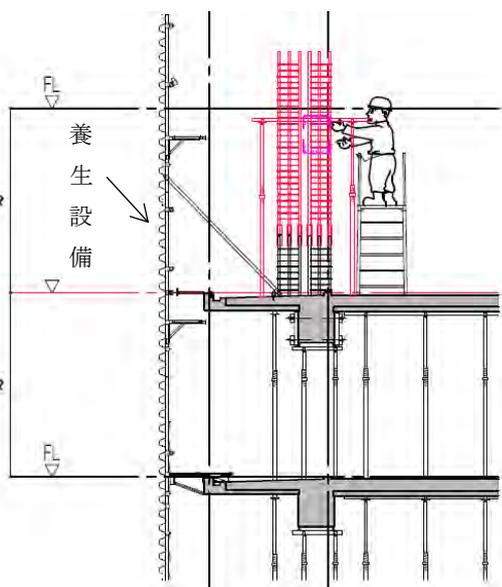


図10 角パイプ・パイプサポートによる梁受け架台

1案、2案について、施工性や安全性、経済性などを比較検討した結果、今回は2案（図10）に示す角パイプとパイプサポートによる梁受け方式を採用することにした。写真7～9にそれらの設置状況を示す。



写真7 角パイプ・パイプサポート使用梁受け架台設置状況



写真8 角パイプ・パイプサポート使用梁受け架台設置完了



写真9 型枠建込み状況

## 6. 柱梁一体地組みによる施工

### 6.1 施工サイクル

柱・梁を一体で地組みした場合の躯体施工サイクル（図11）と施工ステップ（図12）を以下に示す。



図11 躯体施工サイクル

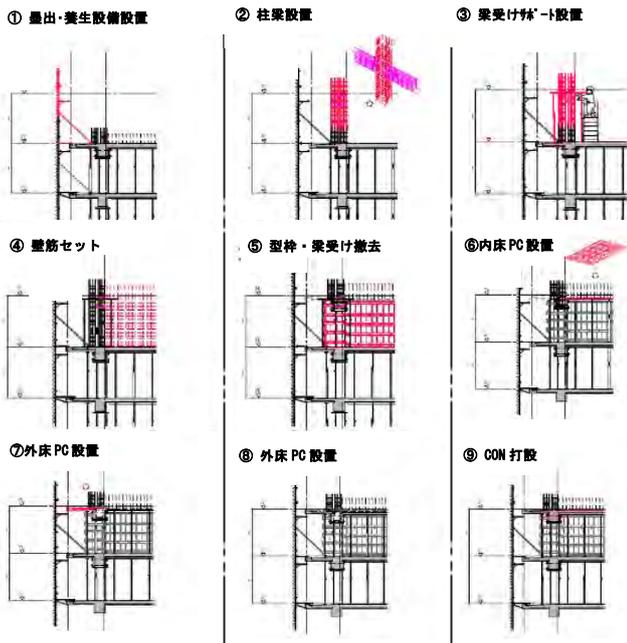


図12 施工ステップ図

また、柱梁一体のユニットを地組し、上階へ設置するまでの詳細フローを図13に示す。

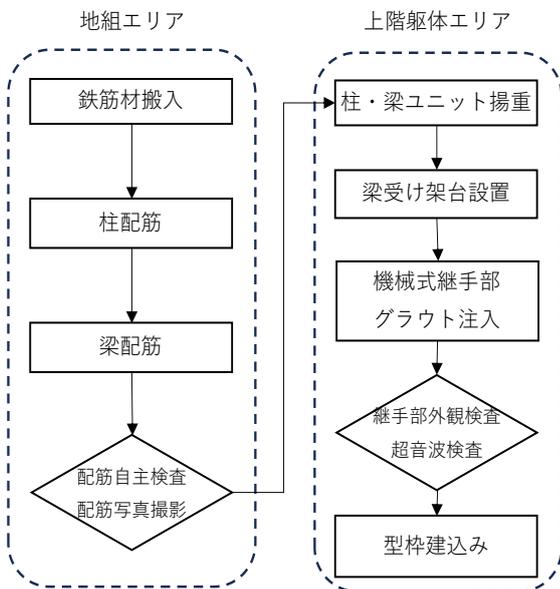


図13 施工フロー

## 6.2 型枠工事の合理化

柱梁一体のユニットを所定の位置に設置した後、型枠建て込み前に柱筋・梁筋の接合を行うため、継手作業用の型枠開口が不要となった。そのため、鉄筋工事・型枠工事の作業区分を明確に分けることができた。手戻り作業もなく、作業性や生産性が向上し合理化を図ることができた。

## 6.3 地組ヤードにおける配筋作業環境の改善

柱・梁の配筋を地組ヤードで行うことから、上階での不安定な高所作業が減り墜落・転落などの危険性を削減することが可能となる。また、安定した地盤上で作業を行うことから、品質および生産性の向上を図ることができた(写真10)。



写真10 地組ヤードにおける柱・梁配筋

## 6.4 揚重機作業の合理化

一般的な地組み工法と比較し、柱と梁を分けて揚重する場合よりも揚重回数を減らすことができ、CO<sub>2</sub>排出量の削減にも貢献することができる。

## 6.5 施工階における梁配筋時の安全性向上

一般的な柱筋・梁筋を別々に地組みする施工法の場合、梁筋ユニットの設置時には、梁上歩行や床版上の端部開口など、不安定な状態での作業が生じるため転倒・墜落のリスクに対して注意が必要である。しかし今回は、柱梁筋をユニット化したことで、コンクリートを打設した床面上に設置した立馬で作業することが可能となり、高所からの転倒・墜落などの危険性を減少させることができた。また、継手の検査も同時に行うことができた。

## 6.6 配筋検査・写真撮影の効率化

配筋後の配筋検査においても同様に、上階まで上がることなく行うことができるので、検査時間の削減を図ることができた。配筋写真撮影においても、安定した足元で撮影ができるため、撮影する写真が綺麗で、撮影時間も短縮することができた(写真11)。



写真11 地組ヤードにおける配筋検査状況

## 6.7 継手部検査の効率化

一般的な地組み工法において、梁接合部の継手部検査を行う場合、型枠にダメを残し、その隙間から行う作業となる。今回の工法を用いることにより、型枠設置前に継手部の検査を行うことが可能となるため、型枠の隙間から検査するのと比較して効率化を図ることができる（写真12、13）。



写真12 継手部外観検査状況

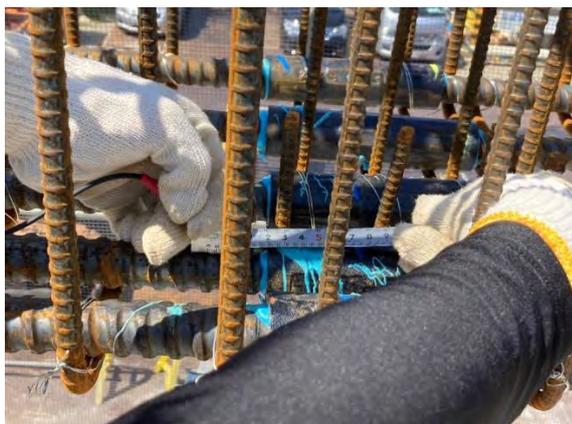


写真13 継手部検査状況

## 7. まとめ

板状の集合住宅で、短辺方向の大梁が少ないという構造形式より今回の工法を採用するに至ったが、品質を確保しながら安全に効率良く工事を進めることができた。

一般的な柱・梁を分離した地組み工法と比較して、揚重機の大型化や吊り治具の選定、大規模な地組ヤードの設置など、コストがかかる要因はあるが、施工性・安全性が向上したことにより、躯体施工に関わる「鷹工」・「鉄筋工」・「型枠大工」などの投入数を低減させることができ、生産性向上を実現させることができた。躯体職の人工減少を図ることで、原価の良化も期待できる。

2024年問題がすぐそこに迫ってきているなか、我々建設業で働くゼネコンの職員、協力会社の職人が一丸となって生産性向上に取り組んでいかなければならない。今後も更に改善を進めながら、建設現場で働く皆様が満足できるような働き方の改革を進めていきたいと考える。

本報告を読んでいたいただいた日建連加盟の皆様の一助になれば幸いである。

## 10. 共同住宅バルコニー部材サイトPCa化による 労務平準化と品質確保

社名： 西松建設(株)

氏名： 足達 良太

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)MJR 香椎浜四丁目新築
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:19,742 m <sup>2</sup> 、地上 14 階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	福岡県福岡市
(6) 施工期間	2020 年 1 月 ~ 2023 年 3 月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	株式会社 G デザインアソシエイツ
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)	・RC造の在来工法のマンション施工において、バルコニー・廊下の鼻先部に労力がかかり、均一の精度が確保しにくい。
(2) 改善の目的	・安定した品質の確保と、労力の平準化のため、鼻先部分のサイトPCa化を図った。
(3) 改善実施内容	・広大な敷地条件を活かし、サイトPCaヤードは敷地中央に配置し、PCaヤード専用の揚重機・ポンプ車を必要としない仮設計画とした。 ・15 日の躯体サイクルの間に 4 棟分(140 ピース)のPCaを棟ごと 4 日サイクルで作り続ける計画とした。 ・PCa据付は、スラブ型枠の上とし、型枠大工で行った。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Q(品質)                    ・安定した品質が確保された。</li> <li>・C(コスト)                ・在来工法からのサイトPCa化では、コストダウンにはならなかったが、施工管理の面では業務の軽減につながった。</li> <li>・D(工期)                    ・作業環境のよい施工ヤードで繰り返し施工することで労力の平準化ができ躯体サイクルの短縮につながった。</li> <li>・S(安全)                    ・廊下・バルコニーの鼻先型枠をPCa化することで、外部足場上での作業が削減できた。</li> <li>・E(環境)                    ・鋼製型枠を採用したことで、廃材等の処分が抑えられた。</li> <li>・その他の効果              ・大規模住宅建設において安定した品質を確保できるメリットは大きい。</li> </ul>

# 共同住宅バルコニー部材サイトPCa化による労務平準化と品質確保

西松建設株式会社 九州支社  
足達 良太

## 1. はじめに

本工事は福岡市東区の海岸沿いに位置する地上 14 階建共同住宅（420 戸）であり、1フロア最大で 32 戸の 4 棟構成である。4 棟のうち、1・2 号棟（Ⅰ期）と 3・4 号棟（Ⅱ期）で 1 年ずれた竣工となっており、当初の工程計画では、Ⅰ期躯体工事完了後にⅡ期躯体工事を着手する計画であったが、売主の販売都合上、Ⅰ期の引渡し範囲が大幅に変わり、Ⅰ期・Ⅱ期の躯体工事を同時に着工する工程の前倒しが発生した。32 スパン全てに躯体施工作業員を投入するには、型枠業者を 5 社投入することになり、安定した品質の供給と、労力の平準化のため一部 PCa 化を図った。

RC 造の在来工法のマンション施工において、バルコニー・廊下の鼻先部が労力が要る割に、均一の精度が確保しにくいことから、バルコニー・廊下の鼻先部を PCa 化することで解決を図った。

本報告は、広大な敷地条件を有効に活用することで、コストを抑え、在来工法から一部サイト PCa 化の取り組みについての報告である。

完成時外観を写真-1 に示す。



写真-1 建物外観

## 2. 計画及び工事概要

当該建物の敷地は、「福岡市立香陵小学校」の校区内であることから、「香陵校区」と呼ばれる街である。この街は官民一体で、小学校を中心に、道路・公園・住宅が計画的に整備された、質の高い住環境を形成している。本建物は、建物高さ、壁面の位置を揃えることで、統一感のある街並みを実現し、広く歩きやすい歩道、街角には整備された広場が計画されている（図-1）。



図-1 香陵地区の配置図

### 2-1 工事概要

- 1) 工事名称：(仮称) MJR 香椎浜四丁目新築
- 2) 発注者：九州旅客鉄道株式会社
- 3) 設計者：株式会社Gデザインアソシエイツ
- 4) 施工：西松建設株式会社 九州支社
- 5) 工事場所：福岡市東区香椎浜四丁目5番7号
- 6) 工期：2020年1月17日～2023年3月10日  
I期(1・2号棟) 2020年1月17日～2022年3月11日  
II期(3・4号棟) 2020年1月17日～2023年3月10日
- 7) 建物規模：延床面積：19742.05m<sup>2</sup>，軒高：44.89m，構造種別：RC造，地上階数：14階
- 8) 建物用途：共同住宅420戸(分譲)

### 2-2 敷地及び仮設計画

敷地は平置き駐車場を455台分有する約20,000m<sup>2</sup>の土地で、東側に小学校が隣接しており、建物周囲の道路は工事車両の通行を制限され、都市高速下の道路がメイン動線となっている。1・2号棟にクローラークレーンを配置し、3・4号棟の各棟にタワークレーンを配置した。場内で搬入車両がループできる計画とし、PCaヤード、作業員用駐車場を配置する計画とした(図-2、写真-2・3)。

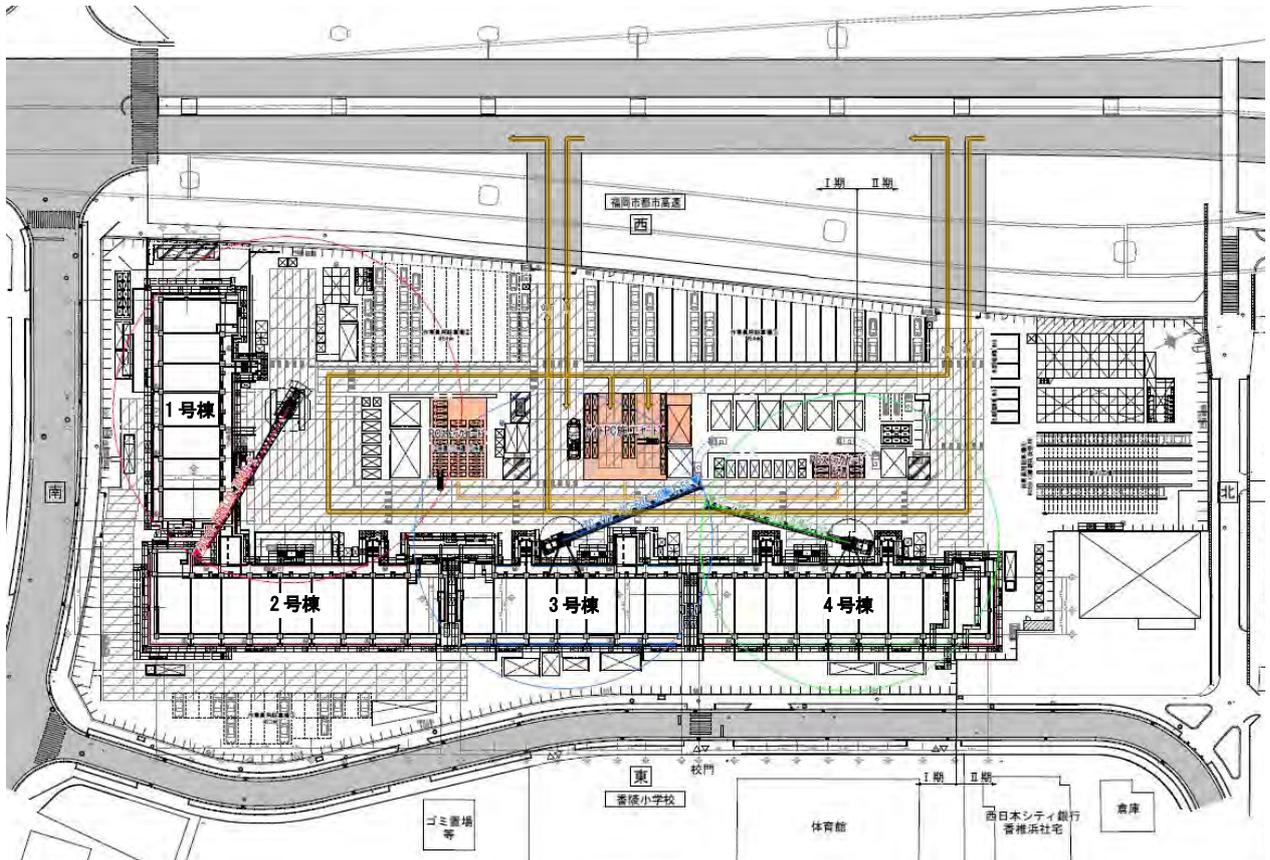


図-2 総合仮設図



写真-2 施工状況



写真-3 ヤード配置状況

### 3. 課題と対策の検討

#### 3-1 工事の課題およびその背景

マンションの施工において、バルコニー、廊下の鼻先部は、ドレン・溝・立上り・アルミ手摺があり、最も労力とコストがかかっている。その部分を、安定した品質の供給と、人員削減を目指し、PCa化の計画を行った。在来工法からPCa化を行うと、コスト増となることは明白であるが、広いヤードの利点を活かし、コスト増を抑制しながらサイトPCa化へ取り組んだ。

#### 3-2 対策の検討と施工計画

##### (1) 契約時のマスター工程と変更後のマスター工程比較

当初の工程計画では、I期躯体工事完了後にII期躯体工事を着手する計画であったが、売主の販売都合上、I期の引渡し範囲が大幅に変わり、I期・II期の躯体工事を同時に着工する工程の前倒しが発生した。32スパン全てに躯体施工作業員を投入するには、型枠業者を5社投入することになり、安定した品質の供給と、労力の平準化のため一部PCa化を図った(図-3)。

引渡し範囲  
契約時

引渡し範囲  
変更後

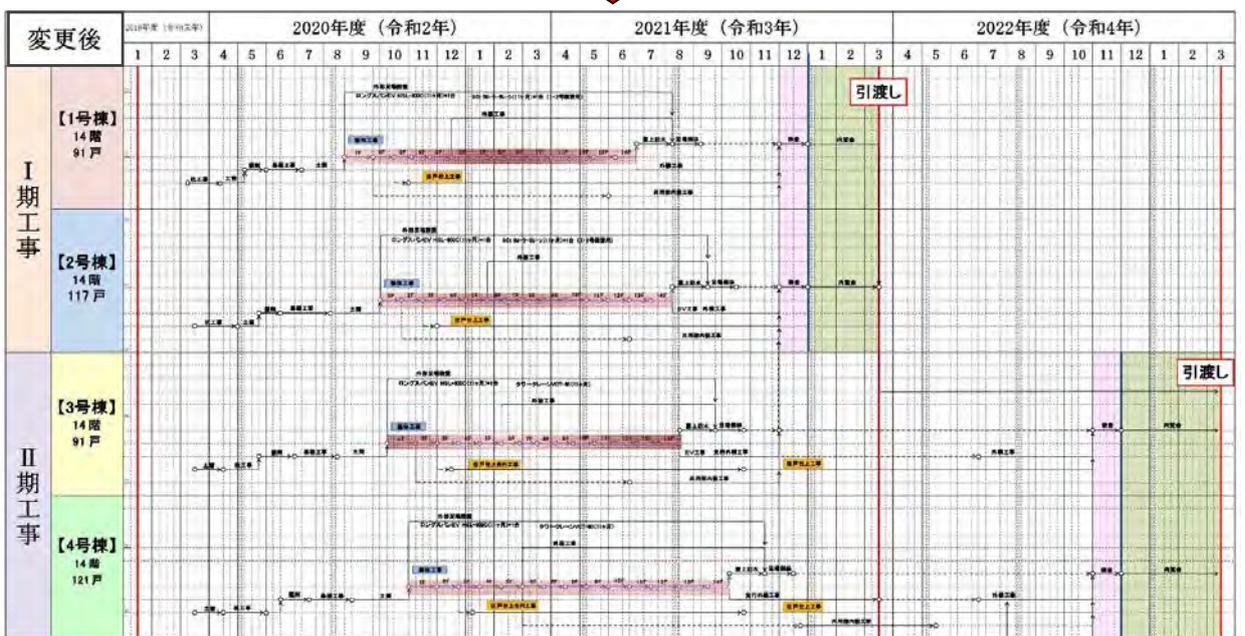
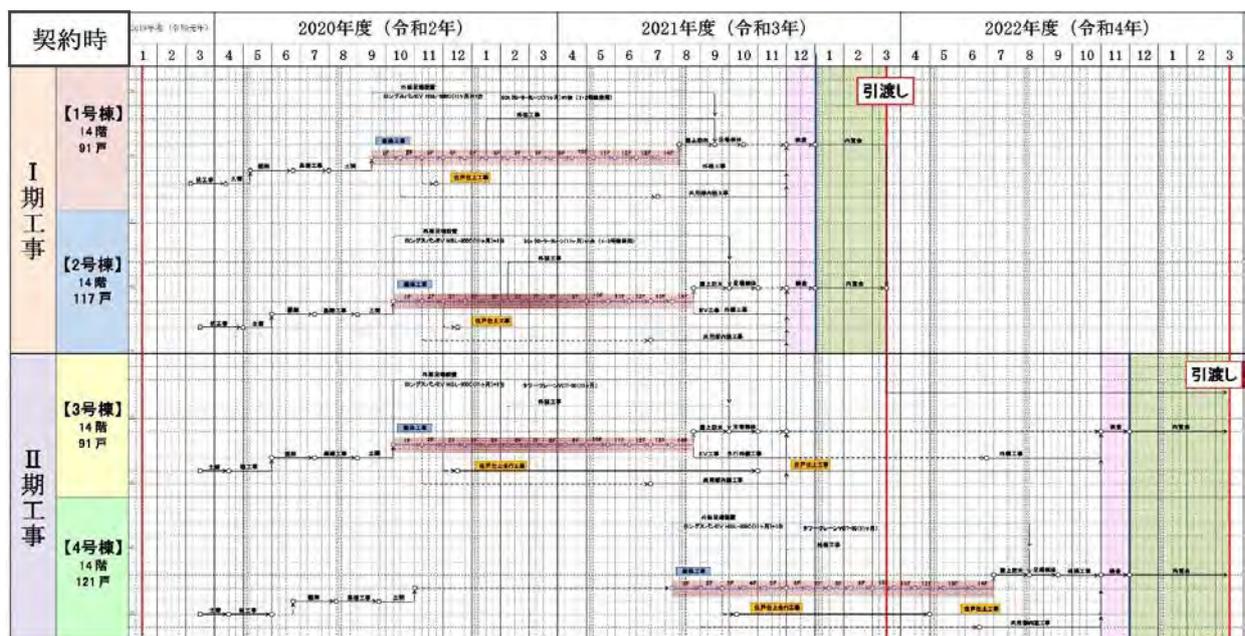


図-3 引渡し範囲及び工程比較

## (2) PCaの割付とサイクル工程

在来工法で計画された揚重計画のスペックを上げずに、揚重できる重量（30m -1.5t）で PCa の割付を行うと、1フロアで1号棟 32 ピース（図-4）、2号棟 40 ピース、3号棟 28 ピース、4号棟 40 ピースの合計 140 ピースとなり、総合計約 1,400 ピースの製作が必要となった。また4棟、横並び 32 戸構成の躯体を同時に 15 日サイクルで進めていく計画としていたため、躯体 1 サイクルの間に 4 棟分（140 ピース）の PCa を作り続ける計画とした（図-5）。棟ごとに製作し、PCa サイクルは 4 日とし（写真-4）、15 日の躯体サイクルの間に 4 回のコンクリート打設を行った。

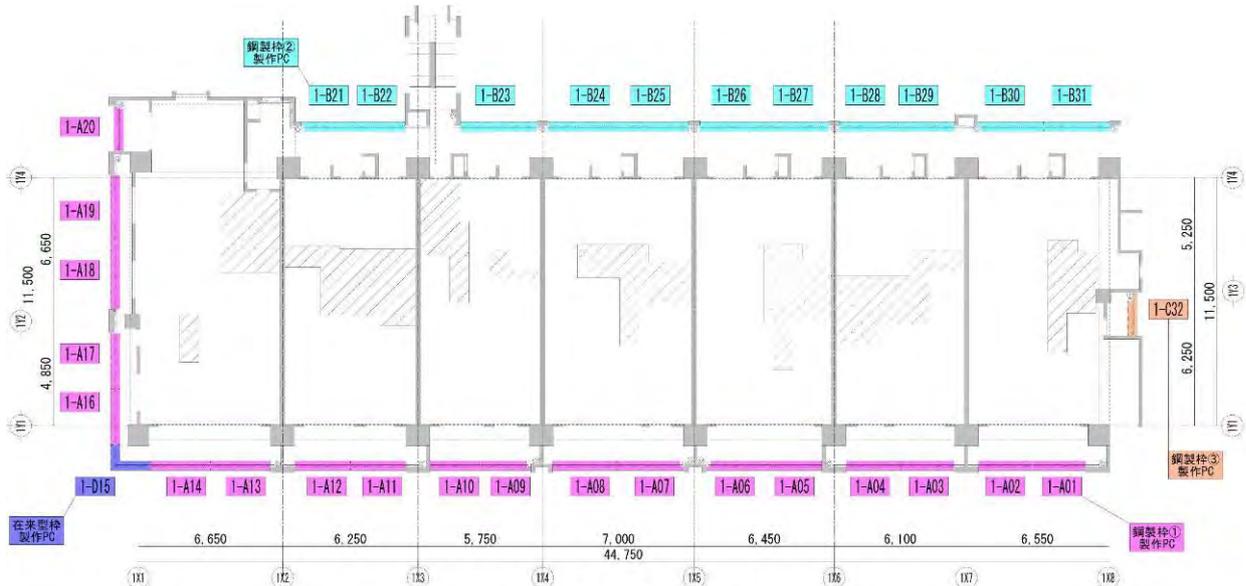


図-4 1号棟 PCa 割付図

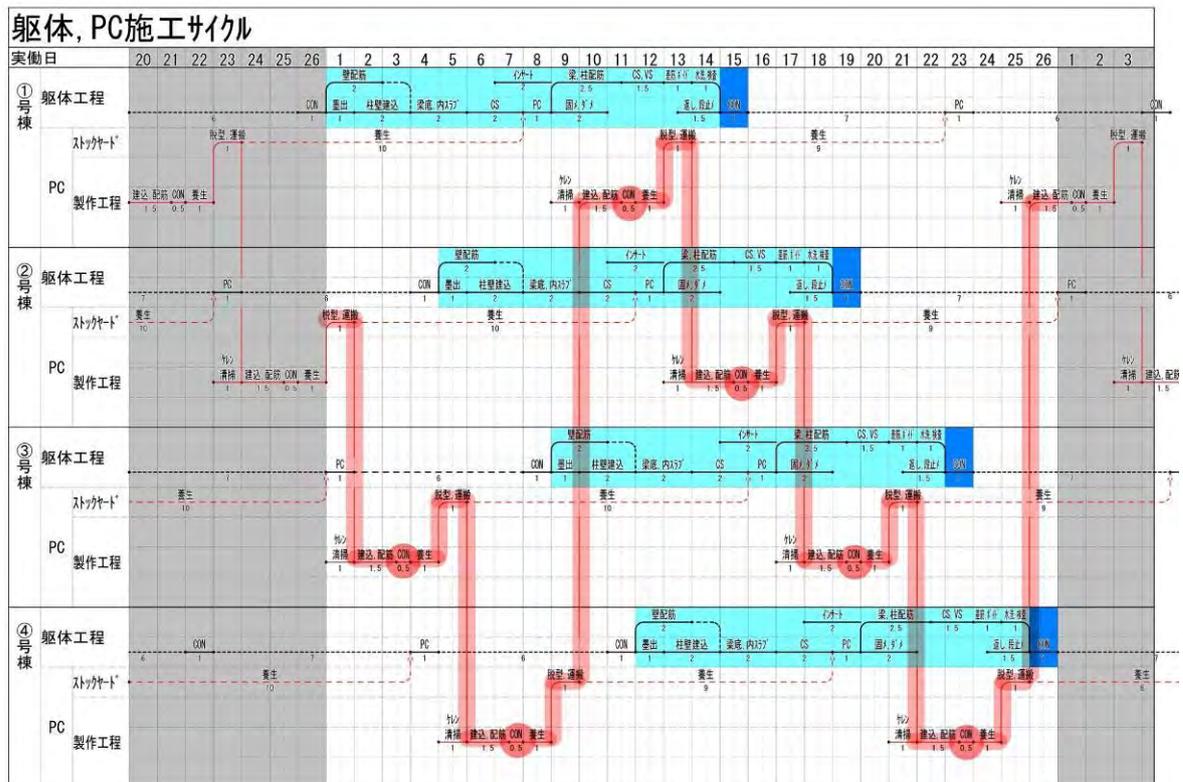


図-5 躯体・PCa サイクル工程



写真-4 PCa 製作サイクル

### (3) 仮設計画

サイト PCa ヤード (図-6、写真-5) は敷地中央に配置し、40 ピースが 1 度に施工できる計画とした。コンクリート打設は生コン車のシュートから直接打設 (写真-6) できる配置計画とし、PCa の脱型時、仮置きヤードへの運搬は、フォークリフトを使用する計画とした (写真-7)。PCa ヤードでの専用の揚重機及びポンプ車は配置せず施工することにより、コスト増抑制に努めた。また PCa スtockヤード (写真-8) は各棟のクレーンで直接揚重できる配置とし、仮置き時に据付順となるよう積み上げ、無駄な PCa 移動が発生しないようにした。

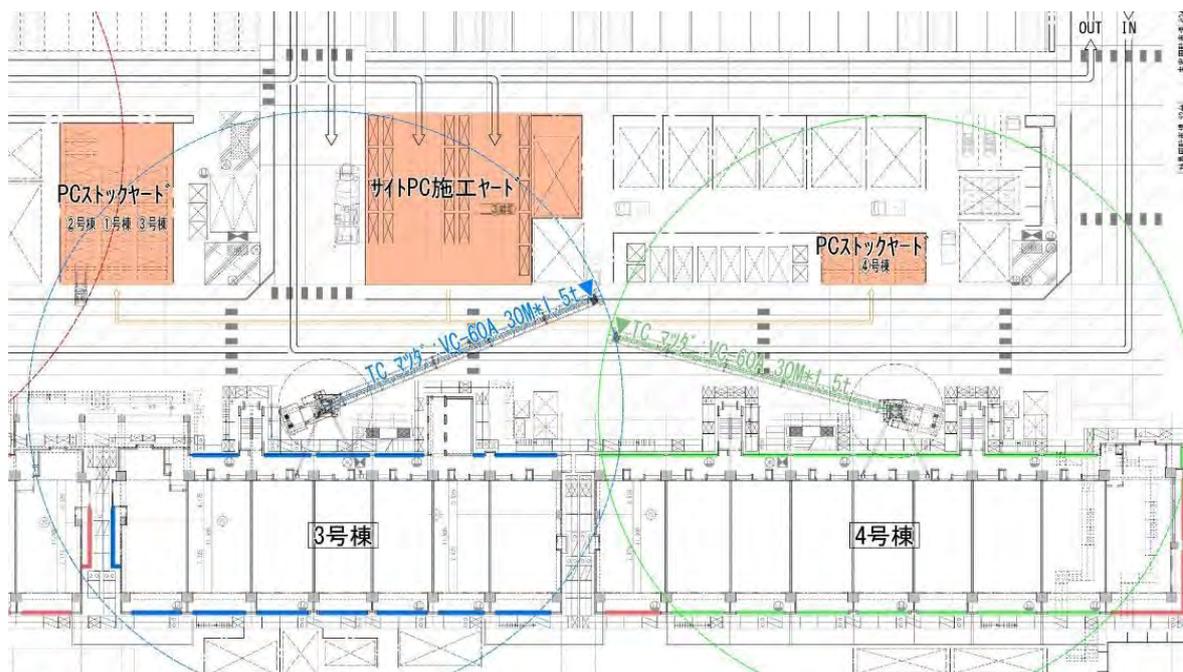


図-6 PCa ヤード計画図



写真-5 サイト PCa ヤード



写真-6 PCa 打設状況



写真-7 PCa 吊り出し状況



写真-8 PCa スtockヤード

#### (4) PCa 製作

PCaは定着鉄筋が上部になるよう、90°回転した状態で製作した(図-7)。その結果、溝部分の立上り面に空気穴は設けていたが、気泡が多々発生した。また鋼製型枠ジョイント部からノロが出て、出来形に影響した。気泡については打設方法の検討を行い、A案：2段階に打設し時間を置く、B案：2段階に打設しパイプブレーター気泡を浮き出させる、C案：2段階に打設しL曲げの鉄筋棒で気泡を掻き出す、D案：1発打設しL曲げの鉄筋棒で掻き出す、の4パターンで検証した。結果、D案：1発打設しL曲げの鉄筋棒で掻き出す方法が最も効果があり、採用した(図-8、写真-9)。

鋼製型枠ジョイント部のノロについては、ノロ止めテープを貼ることで解決できた。

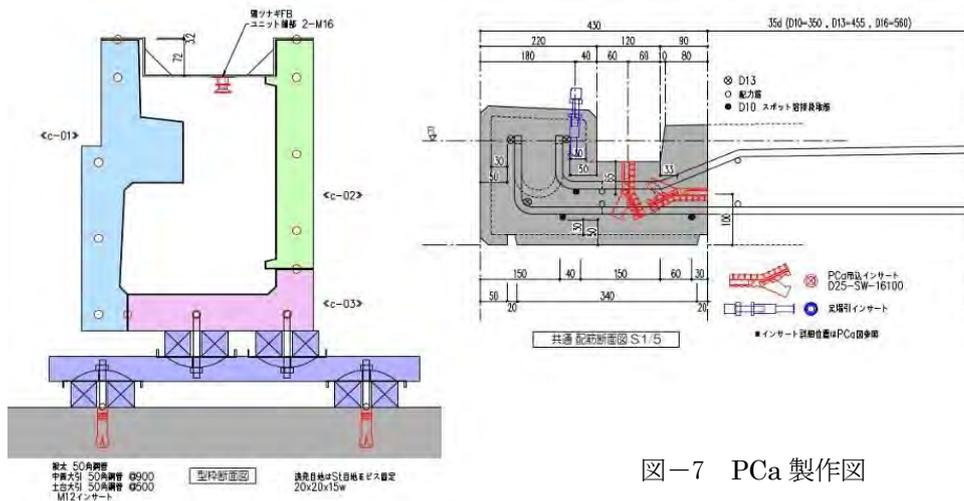


図-7 PCa 製作図

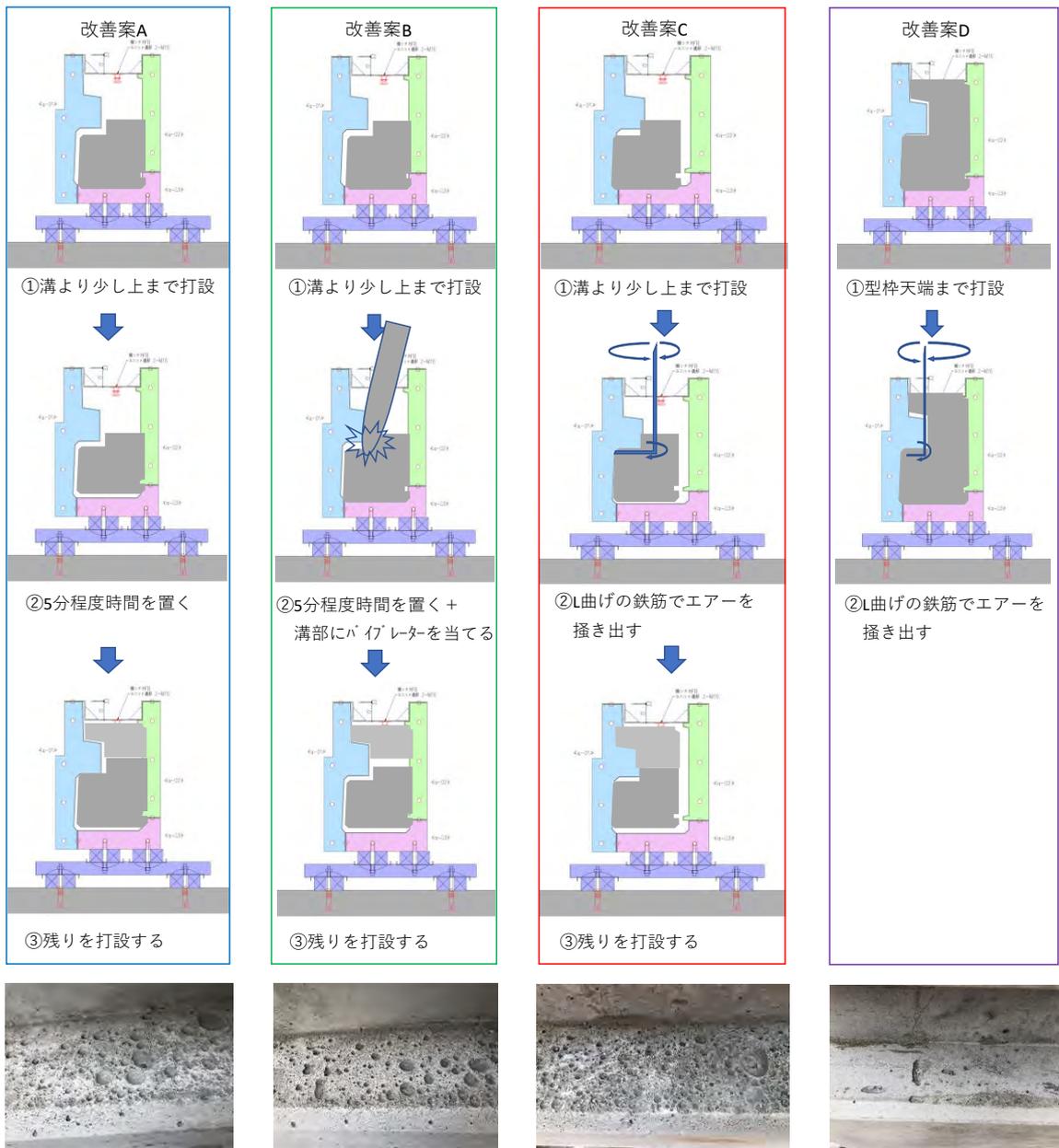


図-8 打設方法検討

写真-9 気泡発生結果



改善前

改善後

写真-10 ノロ止め状況

### (5) PCa 据付

PCa の据付は、スラブ型枠の上とし、相番は型枠大工で行った（写真-11）。

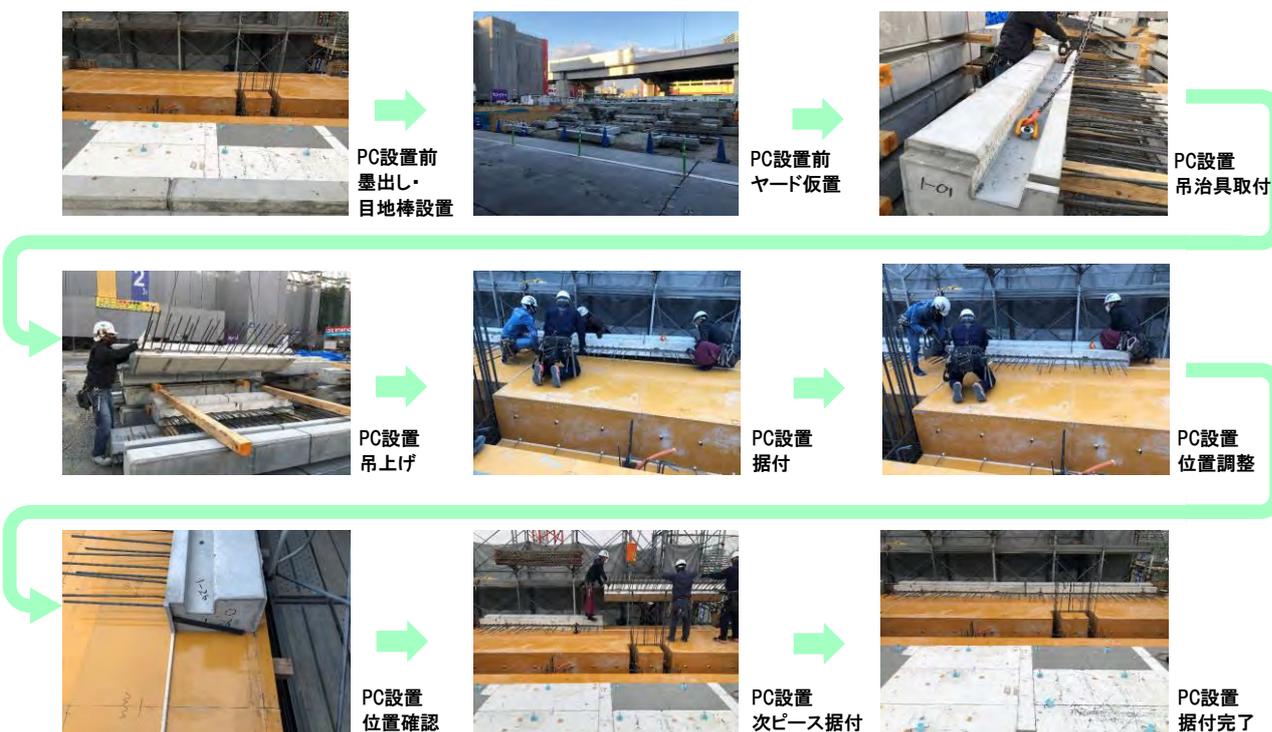


写真-11 PCa 据付状況

### (6) コスト比較

表-1 にコスト比較を示す。

表-1 コスト比較

コストアップ		コストダウン	
仮設費（フォークリフト）	1,300,000	型枠材料費	-1,500,000
鋼製型枠材料費	8,400,000	左官CON押え手間	-2,000,000
PCコンクリート打設手間	1,500,000	左官下地補修手間	-3,100,000
試験費	1,400,000	躯体補正費	-3,200,000
PC運搬・設置費	3,000,000	左官契約外補修	-3,200,000
PC打継目地防水	1,400,000		
	17,000,000		-13,000,000

今回のサイト PCa 化は、鋼製型枠・打設手間・検査費・運搬据付手間・止水対策がコストアップとなり、下地処理・型枠材料費がコストダウンとなった。トータルでは、コストアップとなったが、PCa 化で本来かかるであろう揚重費を抑え、左官研り契約外作業が大幅に削減できたことにより改善はみられた。

### 5. おわりに

作業環境の良いヤードで繰り返し施工することは、品質の向上に繋がり、溝・立上りを含む複雑な形状ほどメリットは大きくなると感じた。また、スラブ上の作業・仕上工事の契約外の作業が減ることは、施工管理する職員の調整・確認業務の削減にもつながり、工事全体でみると PCa 化は有益であると感じた。

また、現場着工してからの変更であったため、施主・監理者との協議に苦労した。

本工事を施工するにあたり、支援頂いた関係者各位に厚く御礼を申し上げます。

# 11. 大屋根鉄骨レシプロカル架構への変更による 品質確保、省力化

社名： 佐藤工業(株)

氏名： 青木 潤

## 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	中規模ホール整備官民連携事業 建設業務
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:6,841 m <sup>2</sup> 、地下1階、地上4階
(3) 用途	劇場
(4) 主要構造	SRC造、RC造、S造
(5) 建設地	富山県富山市
(6) 施工期間	2021年6月～2023年3月
(7) 工事費	4,099(百万円)
(8) 設計者	久米設計・押田建築設計事務所・空間創造研究所 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)	・プロポーザル時は全て剛接合の格子梁架構であったため、現場溶接が多く、精度の確保、工程に問題があった。また、鋼材の急激な単価UPにより、コスト高となった。
(2) 改善の目的	・鉄骨精度の確保、建方の省力化、コストの削減を図る。
(3) 改善実施内容	・剛接合の格子梁架構からピン接合のレシプロカル架構に変更した。 ・鉄骨の地組を行い現場作業の省力化を図った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・現場溶接が不要になり、同形状の部材繰り返しにて建方精度を確保。
・C(コスト)	・格子梁架構と比べ、鉄骨重量が2/3まで削減でき40%のコストダウン。
・D(工期)	・格子梁架構と比べ、50%の工期短縮。
・S(安全)	・全面棚足場とし、開口部ゼロにより安全性を確保。
・E(環境)	・建方日数、現場溶接の削減によりCO <sub>2</sub> を削減。
・その他の効果	・4週8休をほぼ達成できた。

# 大屋根鉄骨レシプロカル架構への変更による品質確保、省力化

佐藤工業株式会社 青木 潤

## 要 旨

本工事は、富山市発注のPFI事業であり、平成8年に富山駅北側に誕生した富山市芸術文化ホール【オーバード・ホール大ホール2196席】に隣接して計画された652席の中ホールを新築する工事です。提案型のプロジェクトであり、富山市に関係の深い隈研吾都市設計事務所と連携することで、斬新なデザインを得て受注に至りました。

ホール部以外を全面を覆う大屋根鉄骨は、プロポーザル時は全て剛接合の格子梁架構でしたが、現場溶接が多く、精度の確保、工程が厳しいうえに、鋼材の急激な単価UPにより、コスト高となりました。そこで、剛接合の格子梁架構からピン接合のレシプロカル架構に変更し、鉄骨の地組を行い現場作業の省力化を図りました。

レシプロカル架構の施工に関しては、ホール部SRC造の3、4F躯体工事と大屋根鉄骨建方の同時施工を可能とする仮設計画を、施工BIMを最大限に活用した『見える化』による検討を重ねました。これらの施工方法及び結果について報告します。

## 1. はじめに

厳しい工期の中で工程短縮の工夫が必要であり、さらに、物価上昇により鋼材コストも高騰したため、大屋根鉄骨施工の省力化、効率化に着目しました。PFI事業のメリットを活かし、設計段階から、設計者、施工者が一体となって協議を重ね、ピン接合のレシプロカル架構に設計変更しました。

北面からの建物外観パースを図-1、エントランスロビーの内観パースを図-2に示します。図-2の天井の木目調で仕上げたハンチ梁が大屋根鉄骨のレシプロカル架構です。

## 工事概要

工事名称：中規模ホール整備官民連携事業建設業務  
発注者：ホールサポート富山(株)  
元発注：富山市  
設計・監理者：久米設計・押田建築設計事務所・空間創造研究所共同企業体  
デザインパートナー：隈研吾建築都市設計事務所  
施工者：佐藤工業・スター総合建設共同企業体  
工期：令和3年6月1日～令和5年3月31日  
敷地面積：4,472.07 m<sup>2</sup>  
建築面積：3,529.40 m<sup>2</sup>  
延床面積：6,840.63 m<sup>2</sup>  
構造規模：SRC・S・RC造 地上4階 地下1階  
責任者：西尾 康弘  
所在地：富山市牛島町109番2



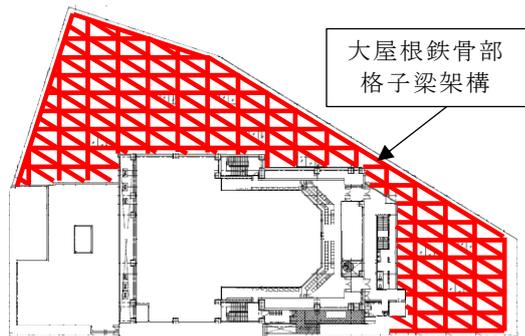
図-1 外観パース



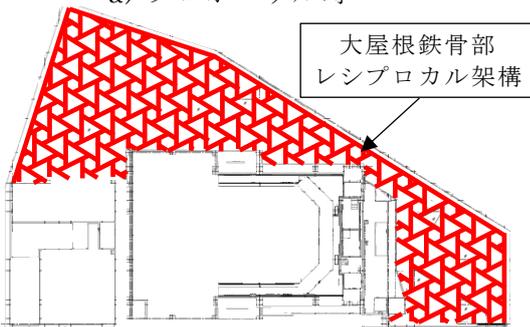
図-2 エントランスロビー内観パース

## 2. 大屋根鉄骨レシプロカル架構への設計変更

プロポーザル時は、梁せいH=900のBHを格子状に架設し全てが剛接合の格子梁架構でしたが（図-3 a、図-4 a）、現場溶接の多用により建方精度管理に問題が生じる懸念がありました。また鋼材の高騰もあり品質確保と大幅な省力化を図るため、梁せいH=400~900のハンチ梁とし、全てがピン接合のレシプロカル架構への変更を設計者より提案を受けました（図-3 b、図-4 b）。



a) プロポーザル時



b) 変更後

図-3 大屋根鉄骨部架構

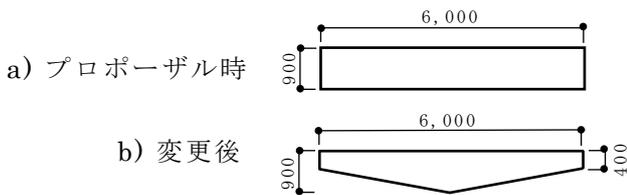


図-4 梁形状

レシプロカル架構は大梁間を無柱とすることが可能で、お互いに寄りかかることで釣り合い保たれることで1つの節点に部材が集中することを避け、部材同士が互いに他の部材を支持し合う構造形式です（図-5）。レシプロカル架構のパターンは数種類あり、本工事では大きい三角形と小さい六角形で構成されている六角形グリッドを採用しています（図-6）。図-7に鉄骨詳細（梁接合部）を示します。

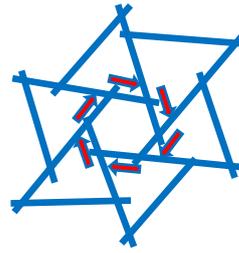


図-5 構造イメージ

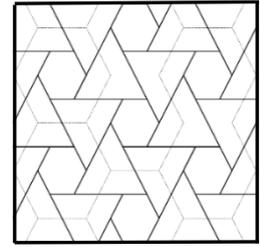


図-6 六角形グリッド

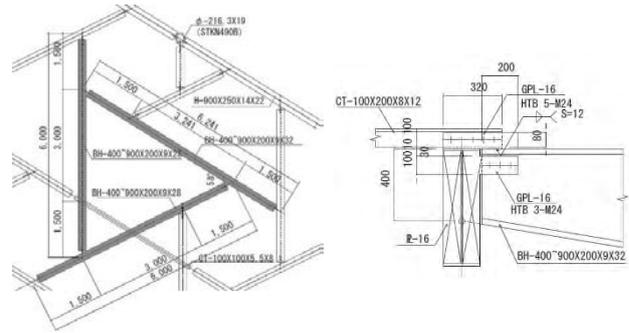


図-7 鉄骨詳細（梁接合部）

図-8に建物全体の架構概念を示します。ホールとウォーミングアップ室が耐震コアであり周辺を鉄骨架構が囲う構造です。耐震コアに地震力を負担させることにより、周辺の鉄骨架構は水平力から開放し、柱梁はピン接合で構成できます。

大屋根は外装材の支持鉄骨を用いた外殻フレームで支持することでエントランスやホワイエが無柱の空間になります。

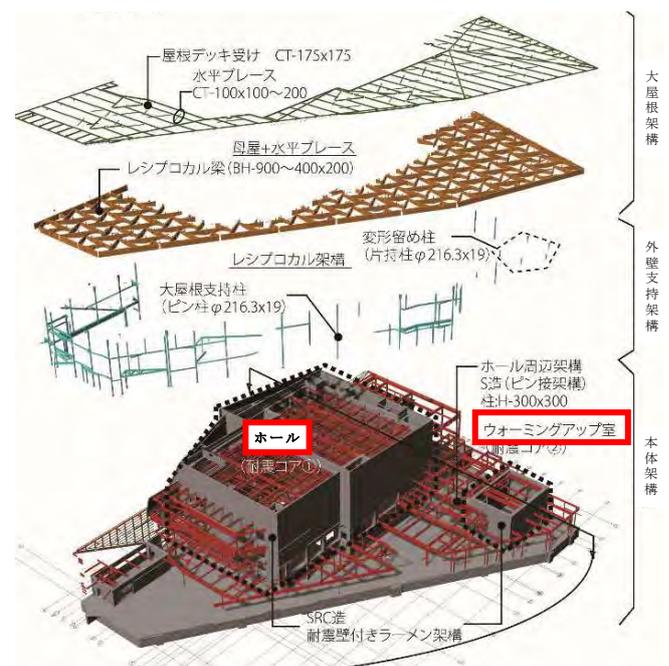


図-8 架構概念

各工法の比較を表-1に示します。前述までのメリットに対し、本締めが完了するまで鉄骨が自立しないことがデメリットとして考えられます。

表-1 工法の比較

	a) 格子梁架構	b) レシプロカル架構
架構形式	剛接合の格子梁	ピン接合
大屋根部鉄骨重量	200kg/m <sup>2</sup> 鉄骨重量302t (架構のみ)	140kg/m <sup>2</sup> 鉄骨重量211.4t (架構のみ)
メリット	・縦横グリットの一般的な架構形状	・加工手間が少ない(現場溶接不要) ・三角形の連続で、ブレースを兼用可能 ・同形状の部材の繰り返し ・精度、寸法を確保しやすい ・建入れ調整が容易 ・本締め工数が少ない ・コストが安い
デメリット	・加工手間が増える ・溶接による歪みが生じる ・建入れ調整が必要 ・コストが高い	・本締め完了まで自立しない

また、レシプロカル架構の鉄骨製作ではガセットプレートの取付角度が重要ポイントになります。

### 3. 仮設計画、建方計画

#### 3.1 ホール躯体と同時施工を可能にした仮設計画

大屋根鉄骨はピン接合であり水平力をホール部SRC造部に依存するため、3F立上りまでの躯体が

構築できないと建方ができない条件でした(図-9、10、表-2)。

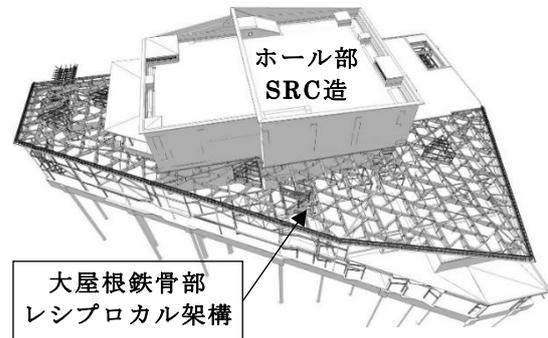
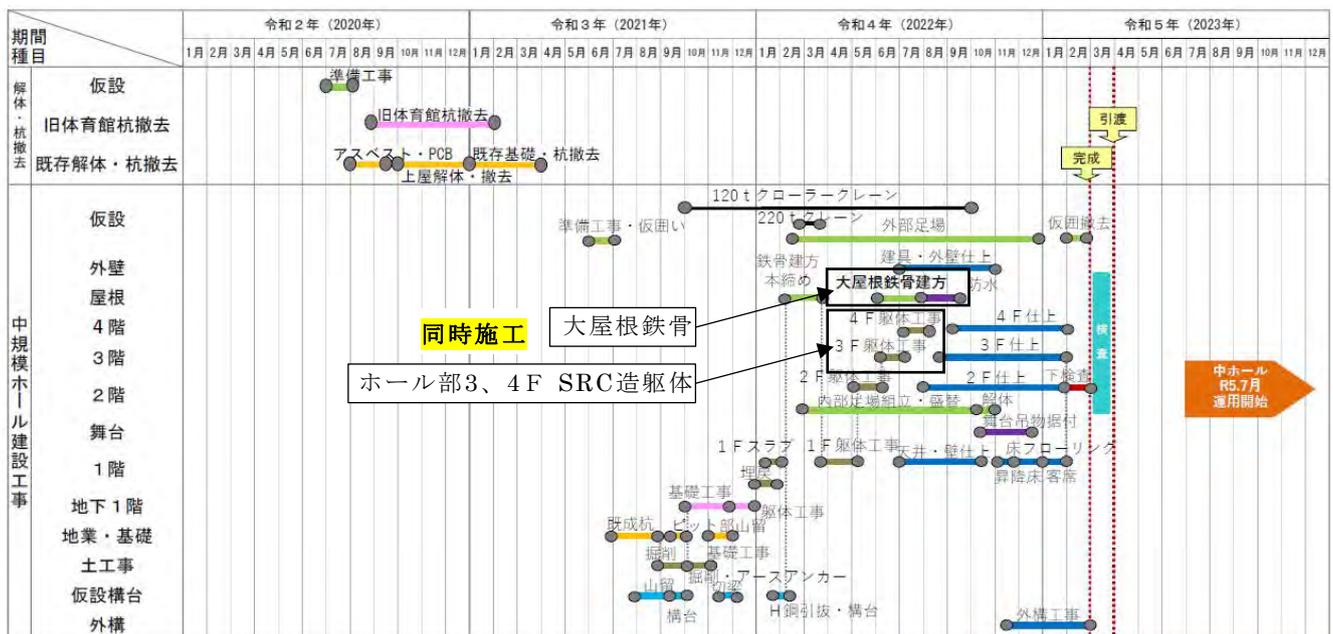


図-9 大屋根レシプロカル架構BIMモデル



図-10 断面

表-2 全体工程 (事業全体スケジュール)



ホール外部足場を設置した状態（ホール上部躯体を同時施工）で大屋根鉄骨の建方を可能とするため、足場の建地と鉄骨が干渉しない割付を、BIMにより検証し（図-11）、大屋根鉄骨の架設完了後、外部足場の分割が可能な仮設計画としました（写真-1）。

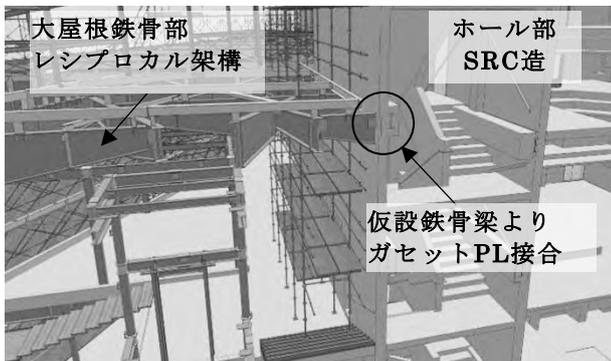


図-11 BIMによる外部足場の検証



写真-1 上下分割可能な足場計画

大屋根鉄骨とホール部 SRC 造との取合いは、当初はホール SRC 梁でアンカーボルト接合でしたが、大屋根鉄骨とホール部躯体を同時施工するためには、SRC 梁構築前に大屋根鉄骨をホール部で受ける必要があります。そのため、屋根受け鉄骨をホール躯体に施工し、建方の省力化と鉄骨精度の向上を図りました（図-12）。

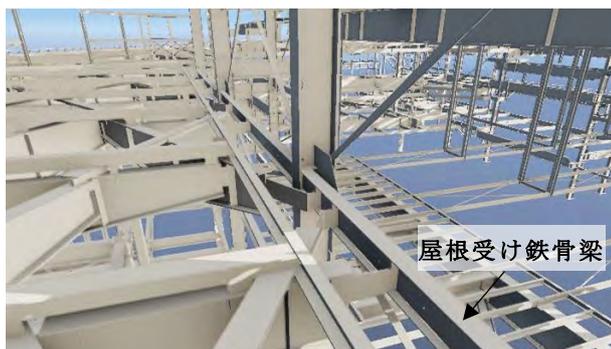


図-12 ホール部SRC造と大屋根S造取合い

### 3.2 建方計画

表-3に建方フローを示します。工区分けは図-14に示します。省力化のポイントとなる『1.棚足場・ベント支柱計画』、『3.地組』、『14.A工区ジャッキダウン』について説明します。

表-3 建方フロー

1. ヤードにて地組用架台セット 棚足場・ベント支柱等の受入準備
2. 現場搬入
3. 地組
4. 地組梁精度、寸法確認
5. 地組梁に取合う単品梁揚重及び取付
6. 単品梁の取付レベル確認
7. ベント支柱に梁を固定
8. ワイヤー外し
9. 地組梁揚重取付
10. 地組梁の取付レベル確認 (※上記繰り返しにてA工区取付)
11. A工区取付完了
12. 本締め
13. 母屋取付
14. A工区ジャッキダウン (※B～D工区は同様の手順の繰り返し)
15. B～D工区一区画としてジャッキダウン
16. デッキ取付

当架構は、本締めが完了しないと自立しないためベント支柱が必須であり、基本設計時より、建方方法、手順、ベントの位置等を検討しました。図-13に、初期段階のA工区分の建方順序、ベント支柱計画を示します。

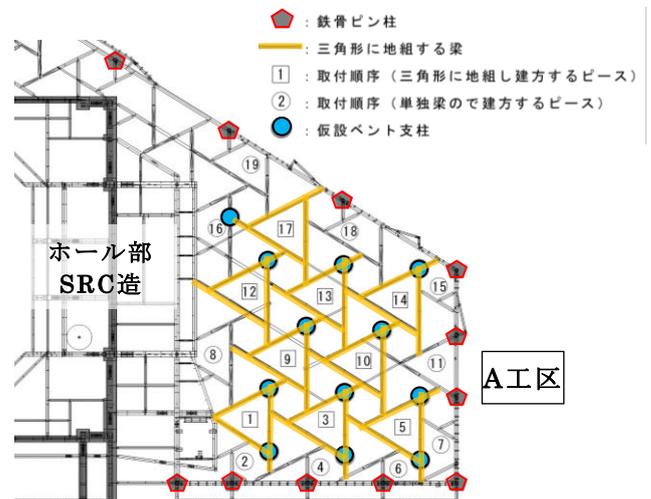


図-13 初期の建方順序・ベント支柱計画

三角形に地組する梁（三角形梁）を色付けして示しています。□内の数字は三角形梁の取付順序、○内の数字は単品梁の取付順序、●印（◆は鉄骨ピン柱）は、仮設ベント支柱が必要箇所を示しています。この計画をベースとして実際の建方計画を進めました。表-4に地組フロー、図-14に工区分け及び地組する28組の三角形梁を示します。建方は、ほぼ計画通りの地組ピース数と仮設ベント支柱の配置で実施しました。

表-4 地組フロー

1. 1本目のハンチ梁を転倒防止付きの架台に上フランジを水平に設置
2. 2本目のハンチ梁を仮ボルト2本を使用し架台上で連結
3. 3本目のハンチ梁を仮ボルトを使用し架台上で連結
4. ドリフトピンを使用し正規の孔位置にする
5. 水平再確認
6. 記録用紙にて精度確認、記録
7. 仮ボルト締め付け
8. 揚重取付け

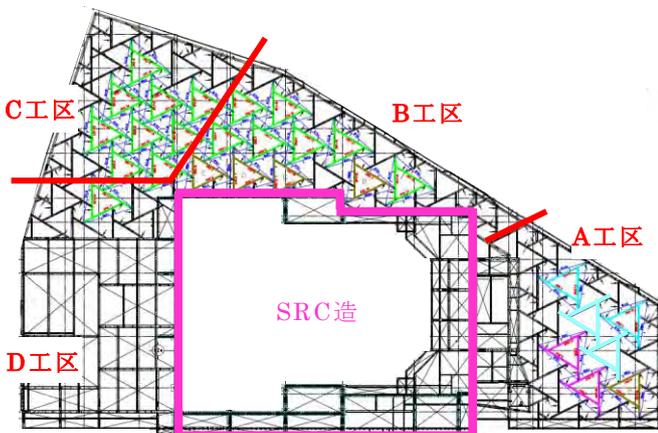


図-14 地組色分け

#### 4. 実施内容

##### 4.1 地組

三角形梁の平面及び断面を図-15、16に示します。当初は、ハンチ梁を3本組み合わせた三角形梁は、3辺の対角寸法を確認後、地組時に本締めを完了させ建方を行う計画でした。しかし三角形の連続であるため、誤差が誤差をよび、外周の柱、梁への精度に大きく影響することが懸念されました。地組時の本締めは、各工区建方完了後にカーテン

ウォールに影響する外壁の柱の精度を確認してからの本締めにて切替えました。地組状況を写真-2に示します。

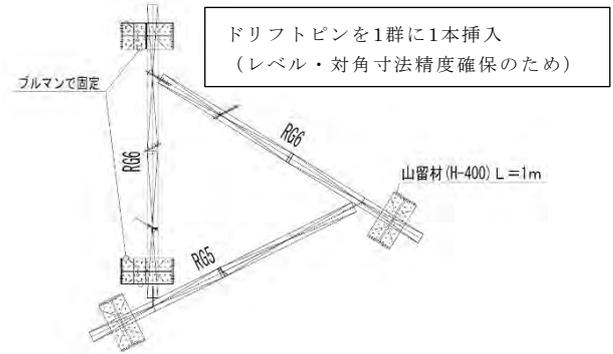


図-15 三角形梁地組平面

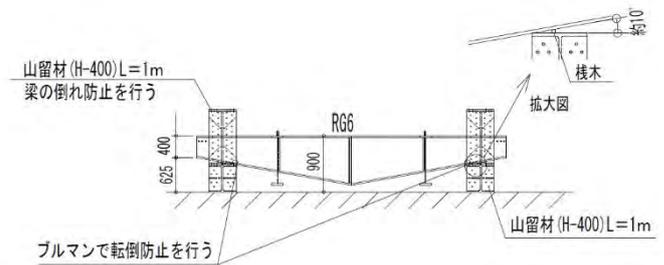


図-16 三角形梁地組断面



写真-2 三角形梁地組状況

梁取付後の対角寸法微調整のために、仮ボルトとドリフトピンを併用しました。ドリフトピンの落下防止のためにビニルテープを巻き、抜け防止を図りました（写真-3）。

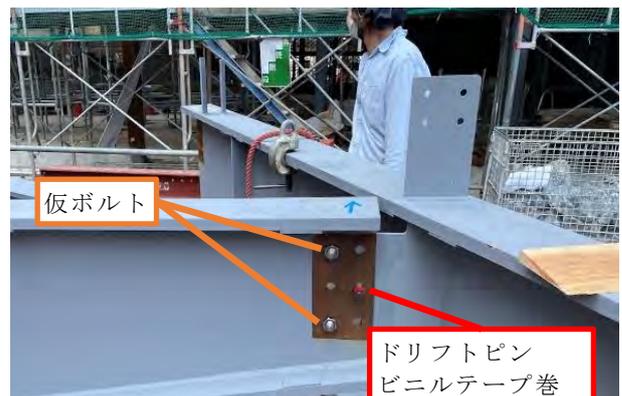


写真-3 仮ボルト、ドリフトピン取付状況

三角形梁地組時の管理項目として対角寸法誤差を±0に近づけること（図-17）、三角形梁の端部をポイント位置になるように調整すること、ガセットプレートの当て方向を間違わないようにハンチ梁に当て方向のマーキングをすることにしました（写真-4）。

管理許容値は梁の長さが±3mm以内、孔芯ずれが±1mm以内としました。地組が1組完了するごとに全ての三角梁で実測を行い記録に残しました。梁の許容管理値は3mm以内とし、実測した結果は最大誤差寸法で2mmとなりました（図-18）。

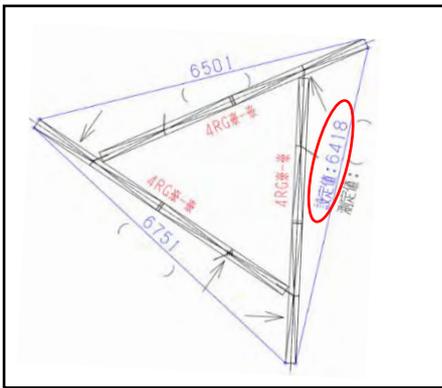


図-17 対角寸法設定値

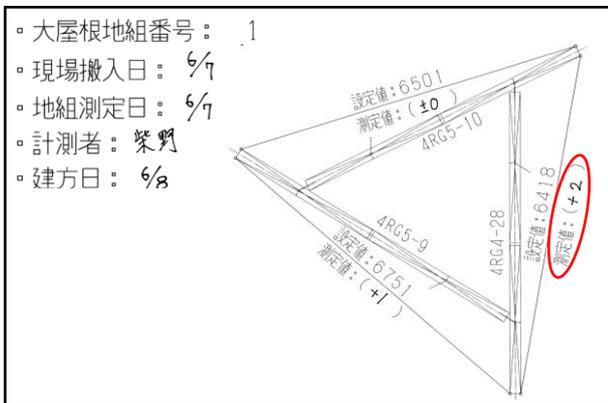


図-18 対角寸法記録表



写真-4 マーキング状況

## 4.2 足場・ベント支柱計画

天井デッキ面の仕上げ、ハンチ梁の木調の仕上げを考慮し、大屋根下部は、全面棚足場としました。建方と仕上げ足場を兼用とする計画とし、棚足場レベルは梁天端からH=1800とし、建方時に通常設置する水平ネットを不要な計画としたことで、安全を確保しつつ作業効率を向上しました（図-19、写真-5）。全体の仮設計画を図-20に示します。

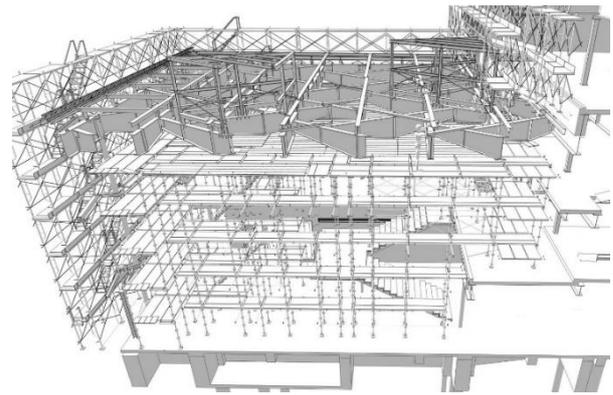


図-19 棚足場BIMモデル



写真-5 棚足場+ベント支柱

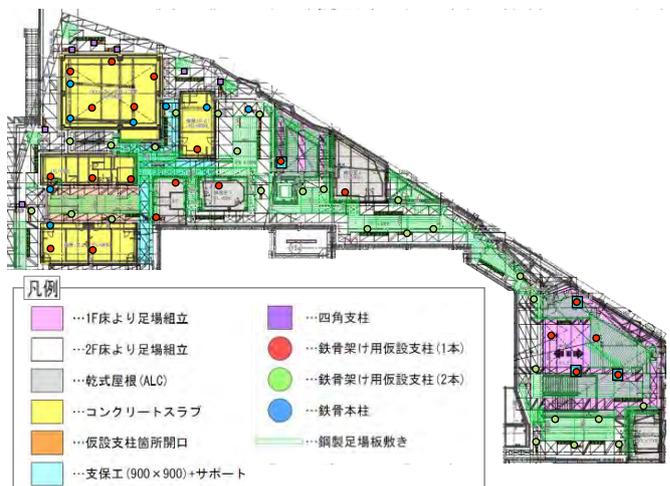
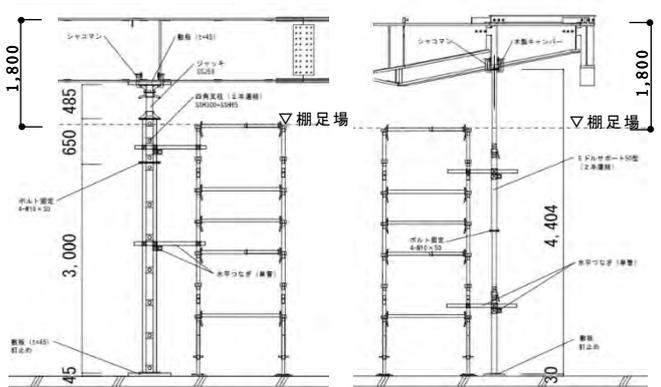
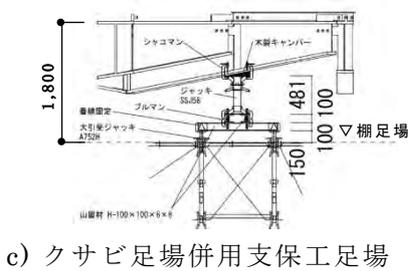


図-20 仮設計画

また、外周大梁用の四角支柱（図-21 a、写真-6 a）、ハンチ梁用のミドルサポート支柱2本つなぎ（図-21 b、写真-6 b）、ミドルサポート2本では高さが不足する箇所は、支保工足場兼用の支柱としました（図-21 c、写真-6 c）。ベント支柱組立位置は、大屋根ハンチ梁の直下に必要であり、スラブ上に墨出しを行い正確な位置出しを行いました。ハンチ梁は下フランジが斜めになっているため、木製キャンバーの寸法、角度をあらかじめ決定し工場加工とし、シャコ万力にて固定しました（写真-6 b）。

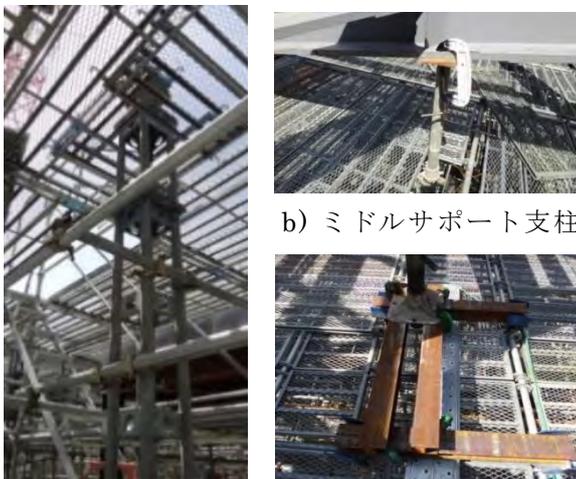


a) 四角支柱                      b) ミドルサポート支柱



c) クサビ足場併用支保工足場

図-21 仮設詳細



a) 四角支柱                      b) ミドルサポート支柱

写真-6 仮設足場施工状況

支柱のレベル(梁のレベル)はムクリを設けず、水平としました。三角形が主体となるため。梁にムクリをつけることは不可能であり、自重によるたわみ、積雪によるたわみを考慮しても十分な水勾配は確保でき、水たまり等の品質に及ぼす影響はないものと判断し、鉄骨加工時のムクリ調整は実施しませんでした。

ベント反力は、応力解析より架構中央付近で最大3.1 tと予測をはるかに下回る数値となり（図-22）、強固なベント支柱とせず、ミドルサポート2本つなぎ（許容荷重5.0 t、水平つなぎあり）と簡易とし、2本つないでも高さが不足する箇所はクサビ足場併用としました。また、大屋根先端の梁を受けるベントの最大荷重は7.0 tであることから四角支柱（許容荷重20 t）で計画しました。たわみについて設計時の応力解析により鉄骨自重+仕上げで最大2mmのたわみが想定され、積雪時のたわみは最大59mmとなりました（図-23）。

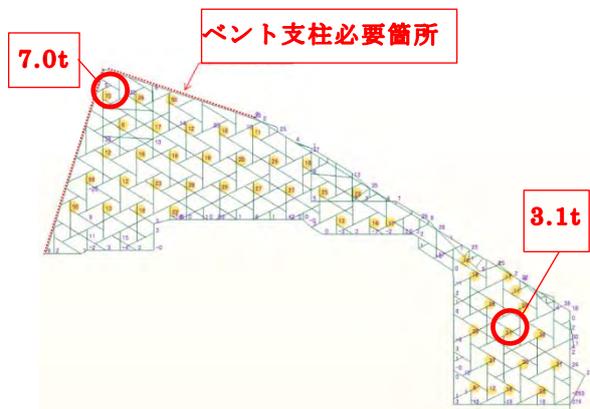


図-22 ベント支柱必要箇所（応力解析）

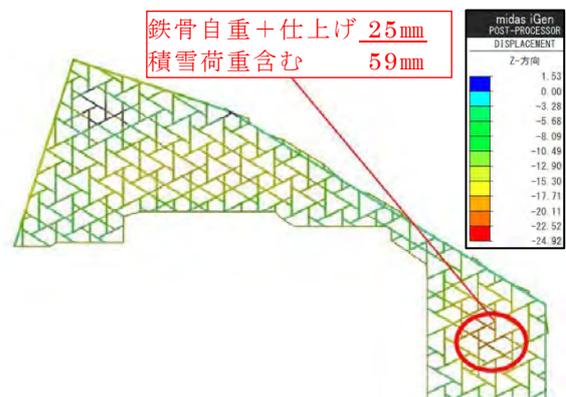


図-23 鉄骨自重+仕上げ材でのたわみ量（応力解析）

### 4.3 ベント支柱ジャッキダウン

A工区の建方が完了し、A工区のジャッキダウンを実施します。ジャッキダウン手順を表-5に示します。1本当たりのベントの荷重が最大で3.1 tであり、油圧ジャッキや一斉にジャッキダウンを行うシステムはコスト面もあり不要と判断し手動で行いました。

表-5 ジャッキダウン手順

1. A工区全てのベント支柱を下げる方向にミドルサポートのハンドルを半周回転させる。全てを半周回転させることを1サイクルとする。
2. ベント支柱の効き具合を確認しながらサイクルを繰り返す。
3. 効いていないベント支柱はその時点で回転をストップさせる。効いていないことを確認しながら、再び効き始めたらサイクルに入れる。
4. 全て効かなくなるまでサイクルを繰り返す。
5. ジャッキダウン完了
6. 変位実測

ジャッキダウンは作業員が声で合図しながら6名同時にセットハンマーにて行いました。たわみ量が大きい中央部から順にサポートを緩めていき、1箇所支柱に荷重が集中しないように、ハンドルの効き具合と梁レベル実測は常時行い、鉄骨のたわみを確認しながら作業を慎重に進めました。サポートのハンドルを半周するとおおよそ3mm下がることが確認できました。写真-7にジャッキダウン時のたわみ測定状況を示します。



写真-7 ジャッキダウン時のたわみ測定状況

図-24にジャッキダウン後のレベル実測の数値を示します。外周部よりも中心部の大梁のたわみ大きいことが分かります。鉄骨自重+仕上げで最大25mmのたわみの予想であり(図-23)、おおよそ計算通りの結果となりました。ジャッキダウンをはじめ、大屋根鉄骨建方は計画通り完了しました。

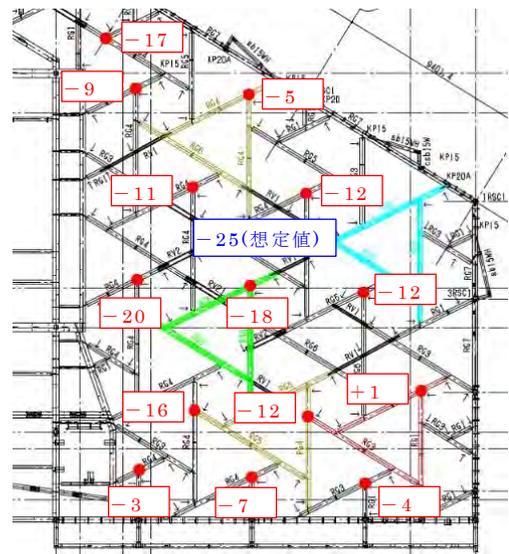


図-24 ジャッキダウン後のたわみ量

### 5. おわりに

22ヵ月と短工期の中、PFI事業の利点を生かし設計段階から施工計画に関わることで、さらに施工BIMを最大限に活用することで、複雑な建物形状を克服し、ホール部SRC造の躯体構築と大屋根鉄骨建方の同時施工実現による工程短縮ができ、厳しい工期内で完成できました(写真-8)。この中ホールが、大ホール、キャニオンストリートと共に、さらなる富山駅北口に賑わいを創出することを期待します。最後に、当現場にご協力いただいた関係各位に多大なる感謝を申し上げます。



写真-8 エントランスロビー完成写真

## 12. 大空間庁舎建設での生産性・安全性向上への 取組み

社名： 戸田建設(株)

氏名： 北 良平

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	横浜地方合同庁舎(仮称)整備等事業
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:48,514 m <sup>2</sup> 、地上 7 階
(3) 用途	庁舎・駐車場
(4) 主要構造	地上RC造、一部S造(基礎免震構造)
(5) 建設地	神奈川県横浜市
(6) 施工期間	2021 年 2 月 ~ 2023 年 3 月
(7) 工事費	20,116(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>・建物長さ約 163mの庁舎建設において、大スパン無柱空間を確保するために梁をRCとSを用いた複合梁(以下RCSB梁)構法を採用。在来工法に比べ、一部S造となることで工種が増え、工程が煩雑となる。</li> <li>・各フロアの床面積が大きい躯体工事での、労務不足を回避する方策が必要であった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通常の在来工法より煩雑化する躯体工事工程の遵守。</li> <li>・床面積が大きい躯体工事での、労務不足回避のための省力化・工業化。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工BIM活用による躯体サイクル工程の見える化と合意形成。</li> <li>・鉄筋工事での先組工法の実施。</li> <li>・RCSB梁支保工の効率化。</li> <li>・躯体のプレキャスト化。</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>・プレキャスト化による躯体精度向上。</li> </ul> </li> <li>・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>・RCSB梁支保工の効率化による仮設費低減(鳶工労務費:40%低減)。</li> <li>・鉄筋先組等による躯体工事での生産性の向上。 (鉄筋工:30~80%、型枠大工:5~30%の歩掛向上)</li> </ul> </li> <li>・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>・BIM活用によるヤード計画を含めたサイクル工程の確立により、躯体工事期間の厳守と週休 2 日の実現。</li> </ul> </li> <li>・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋先組、プレキャスト化による高所作業での災害リスクの低減。</li> <li>・BIMを活用した工程の見える化による、計画的な施設整備の実現。</li> </ul> </li> <li>・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>・-</li> </ul> </li> <li>・その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>・本構法の施工的な知見が得られた。</li> <li>・鉄筋先組やサイクル工程確立による、労務の平準化及び労務不足の回避。</li> </ul> </li> </ul>

# 大空間庁舎建設での生産性・安全性向上への取組み

戸田建設株式会社 北 良平

## 1. はじめに

本工事は、横浜市内に分散している国の 15 官署の施設を横浜みなとみらい 21 地区の「新港地区 9 街区」に集約・立体化し、利便性の向上を図るため PFI 事業にて整備したものである（図-1、写真-1）。

本発表では、「施工 BIM の活用」や「躯体工事の効率化」を中心に、各種生産性および安全性の向上施策について報告する。



図-1 完成予想パース（東南東面）

## 2. 工事概要

工事名 横浜地方合同庁舎（仮称）整備等事業

工事場所 神奈川県横浜市中区新港 1-15

発注者 ヨコハマしんこうパートナーズ株式会社  
（PFI 事業）

設計監理 株式会社梓設計

施工 戸田建設株式会社

階数 地上 7 階

構造種別 本庁舎棟：RC 造（RCSB 構法）基礎免震構造  
駐車場棟：S 造

建築面積 10,861.26 m<sup>2</sup>

延床面積 48,514.29 m<sup>2</sup>

最高高さ 35.46 m

基礎形式 直接基礎（基礎部 深層地盤改良）

工期 2020 年 8 月 1 日～2020 年 1 月 31 日（解体）

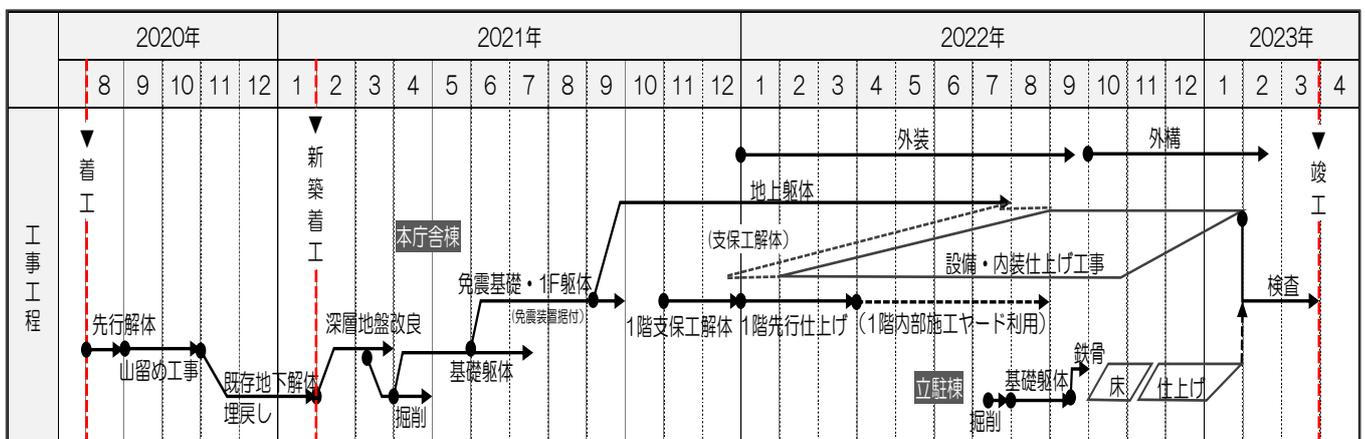
2021 年 2 月 1 日～2023 年 3 月 31 日（新築）

（表-1）



写真-1 竣工時外観写真（2023 年 3 月）

表-1 全体工程



### 3. 施工上の問題点と改善の目的

建物長さ約 163m の庁舎建設において、無柱空間を確保するために、RC 造に加え梁を S 造とする RCSB 構法を採用した。

在来工法に比べ一部 S 造となることで、工種が増えて工程が煩雑となり、躯体工事工程を厳守する必要があった。

また、各階床の平面積が大きいため、労務不足を回避するための省力化・工業化等の方策が必要であった。

### 4. 改善実施内容とその効果

#### 4. 1 施工 BIM 活用による躯体サイクル工程の見える化と合意形成 <週休2日の達成>

地上躯体工事を進めるにあたり、1 フロアーに対して A～C 工区の 3 エリアを 2 分割した計 6 工区に区分した。

1 工区当たり約 1,400～1,500 m<sup>2</sup>の床面積を、28 日～30 日程度の施工サイクルで進めると定め、施工 BIM を用いて毎日の躯体サイクル工程の見える化を図り、工種間・工区間の日々の連絡調整に活用し、全員の合意を得た工程管理を行うことで、所定の工期内に躯体工事を完了させることができ、週休 2 日の達成に貢献した (図-2)。

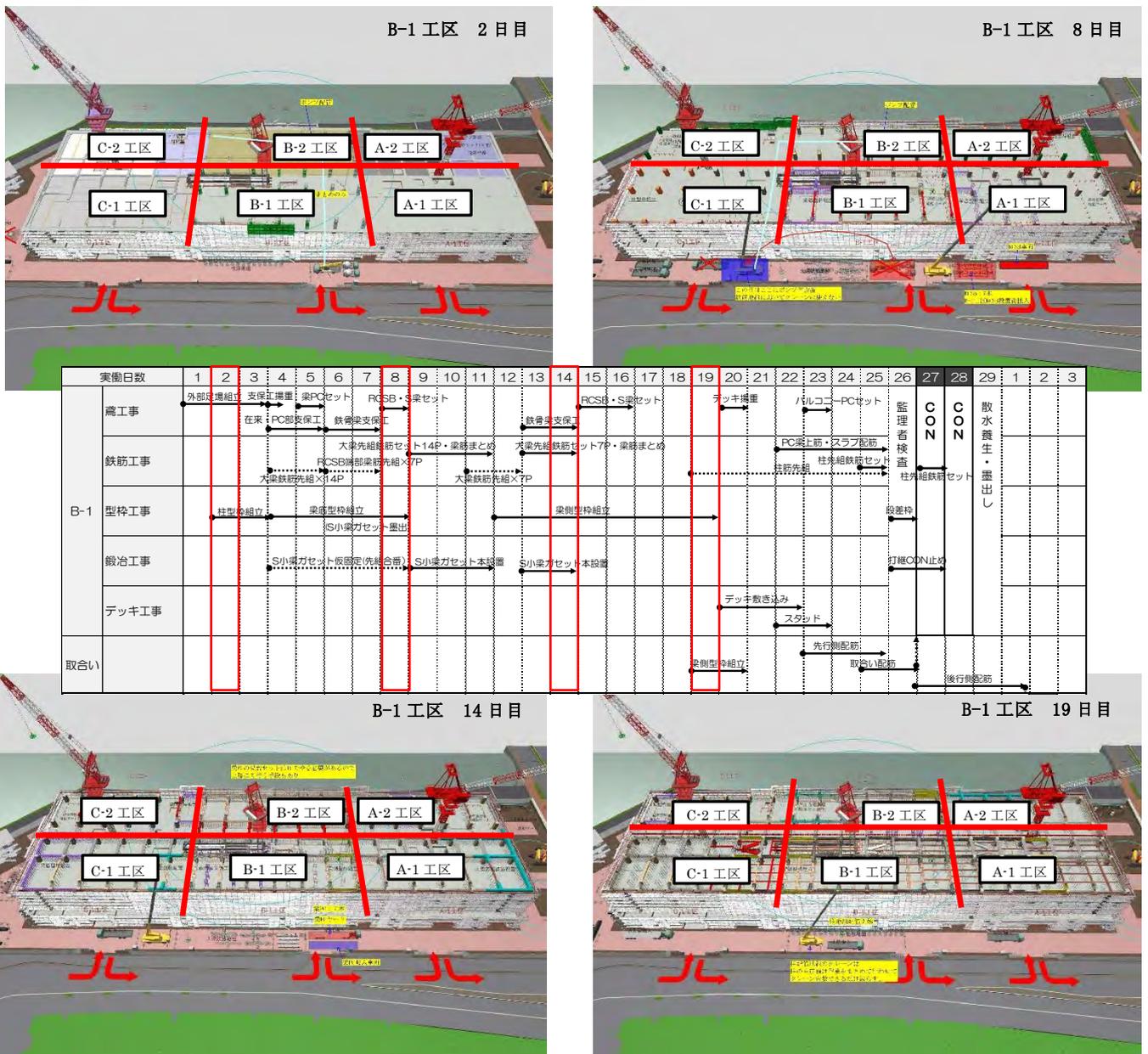


図-2 基準階 (B-1 工区) の躯体サイクル工程と使用した施工 BIM の例

#### 4. 2 鉄筋工事での先組工法の実施

＜山積みの平準化・高所作業の削減＞

本工事では、基礎梁・梁・柱の配筋を地上のヤードでの先組みを実施した。通常の段差等のある現地での配筋よりも、平らな常設されたヤードのため、配筋作業効率が上がったことと、揚重機の稼働率を上げることにより、省力化・省人化につながり、作業員山積みの平準化が図れた。

また、高所での作業も大幅に削減され、安全性の向上にも繋がった（写真-2~4）。

地上躯体の施工歩掛を表-2に示す。

参考歩掛（「日建連版歩掛り一覧」<sup>※</sup>より算出）に対し、鉄筋工で30~80% 型枠工で5~30% 程度生産性が向上した。



写真-2 梁先組み状況



写真-3 先組み梁揚重状況



写真-4 柱先組み状況

表-2 地上躯体の施工歩掛

工種	工区	施工歩掛	参考歩掛	向上率
鉄筋工	A	0.74 t/人日	0.47 t/人日	+ 57.4%
	B	0.63 t/人日		+ 34.0%
	C	0.86 t/人日		+ 83.0%
型枠工	A	10.50 m <sup>2</sup> /人日	7.85 m <sup>2</sup> /人日	+ 33.7%
	B	8.27 m <sup>2</sup> /人日		+ 5.3%
	C	9.08 m <sup>2</sup> /人日		+ 15.6%

#### 4. 3 RCSB 構法における効率化

＜仮設量及び労務の低減・通路確保・工程削減＞

地上部の躯体架構形式として「端部 RC 中央部 S 複合梁構法 (RCSB 構法)」を採用している。

本構法は、RC 造建物で比較的スパンが長く、従来であればプレストレスを導入して RC 梁のロングスパン化に対応していたものを、中央部を S 造に置き換えてロングスパン化を実現する複合構造梁である（図-3）。

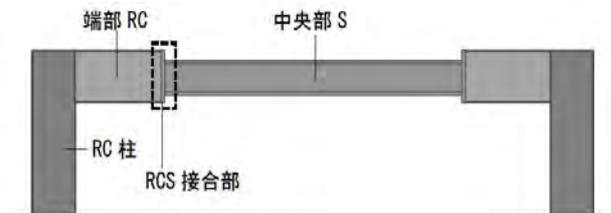


図-3 RCSB 構法の概要

「RCSB 構法」は在来工法と比較して、RC 梁の型枠支保工や、重量の大きい鉄骨梁を支持する支保工などにより、膨大な仮設（支保工）量が必要となる。

本計画では、鉄骨梁部分には許容荷重の大きい「クサビ支保工システム」を採用し、新型くさび緊結式足場の合理的な配置計画、梁のハーフ PCa 化などにより型枠支保工量の削減を図った。

##### (1) クサビ支保工システムの採用

重量の大きいロング鉄骨梁は、新型くさび緊結式足場とした場合、1 部材につき 3 箇所の支保工ユニットが必要であったが、部材強度の大きい (63.7kN/支柱) クサビ支保工システムを採用した（写真-5）。

それにより、1 部材当たり 2 箇所に支保工の削減ができ、支保工関連労務費の約 40% のコスト低減が図れた。

※日建連適正工期算定プログラム Ver1.0 ユーザーズマニュアル中「6.2 日建連版歩掛り一覧」



写真-5 クサビ支保工システム設置状況



写真-7 作業通路の確保

### (2) 支保工ブロックの採用

在来 RC 梁下の支保工は、中央部に梁底型枠及び地組鉄筋等を、仮受けするための支保工ブロックを設置した (図-4、写真-6)。

また、コンクリート打設時の水平力は、この支保工ブロックのブレースで負担する計算とし、通常必要なパイプサポートの単管ブレースを省略でき、型枠大工の労務低減につながった。

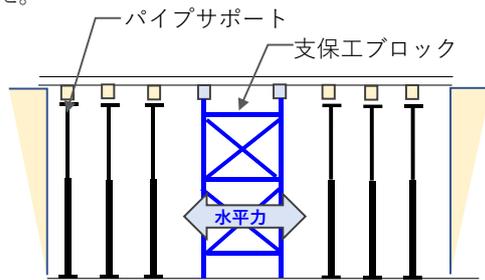


図-4 支保工ブロックの配置イメージ



写真-6 支保工ブロックの配置状況

### (3) 作業通路の確保

躯体コンクリート打設後、梁下中央部に設けた支保工ブロックの下部ブレースを撤去し作業通路を確保した (写真-7)。

### (4) ガセット PL 取付方法の改善

RCSB 構法で発生する S 梁と RC 梁の取り合いは、RC 梁にガセット PL を打込んで S 梁と接合される。

ガセット PL は 1 枚約 100 kg f で、1 フLOOR-400 ヶ所程度あり、サイクル工程と揚重機の稼働率上、クレーンにて 1 ヶ所ずつ取付けることが困難であったため、ハーフ PCa 化した梁については PCa 部分にガセット PL を先行で取付ける。

次に在来梁部分については先組みした鉄筋に先行して設置することにより、PCa 梁及び先組梁をセットした後、高所作業車を使って位置修正を行う手順とした (図-5・6、写真-8)。

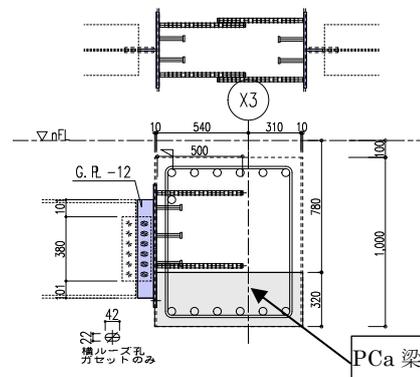


図-5 ガセット PL 詳細図

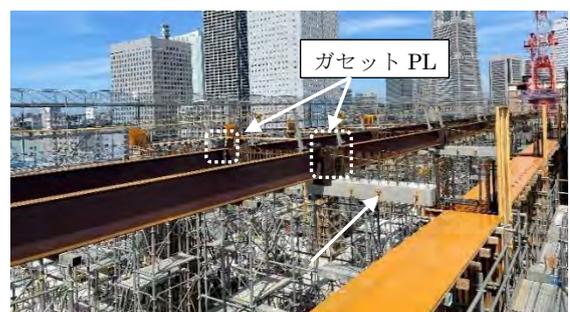


写真-8 S 小梁-PCa 梁設置状況

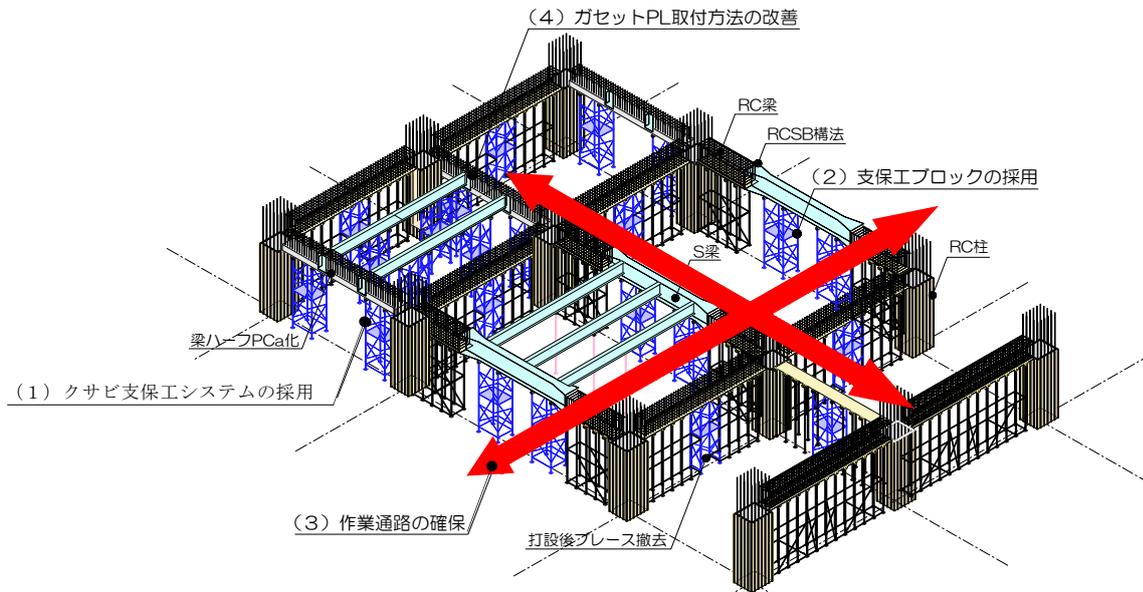


図-6 RCSB 構法における効率化部位図

#### 4. 4 躯体のプレキャスト化 <工業化・労務の低減>

外周の底躯体を場外製作のプレキャストとし、工業化・省力化を図った (写真-9)。



写真-9 底躯体のPCa 設置状況



写真-11 屋上設備基礎サイトPC 設置後状況

屋上の設備基礎は、中央を箱抜きした外殻プレキャスト形状とし、場内のヤードで製作するサイトPCa とした。

これらの同一形状の躯体で、庇・設備基礎等の手間がかかる部分は、PCa 化することで生産性を向上させた (写真-10・11)。



写真-10 屋上設備基礎サイトPCa ヤード状況

#### 5. おわりに

本工事は、2023年3月31日に無事竣工を迎えることができた。

大規模な庁舎建設を効率よく施工するために、施工BIM・省力化・工業化などの生産性及び安全性の向上に向けた取り組みを実施したことにより、ねらい通りの効果を得ることができた。

今後も更なる改善や、新技術・工法の導入に積極的に挑戦し、継続して生産性及び安全性の向上に努めていきたい。

### 13. 外装工事における仕様変更提案と施工改善

社名: (株)フジタ

氏名: 吉岡 優太

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	関東学院大学関内キャンパス新棟建設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 27,760 m <sup>2</sup> 、地下 2 階、地上 17 階、塔屋 2 階
(3) 用途	大学、劇場、飲食店
(4) 主要構造	地下SRC造、地上S造
(5) 建設地	神奈川県横浜市
(6) 施工期間	2018 年 7 月 ~ 2022 年 10 月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	株式会社東畑建築事務所
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"> <li>・当初より大学の開校日を遵守するため、工程遵守が最優先の現場となっていた。</li> <li>・外装は意匠性が高く、17 種類と多くの仕様となっていた。カーテンウォールにおいては複雑な形状もあり、足場が必要なノックダウン方式が採用されていた。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カーテンウォールの仕様の見直しによって、品質向上と工期短縮を図る。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組立方式はユニット方式とし、無足場化。</li> <li>・ジョイント部は、オープンジョイント構法の等圧方式に変更。</li> <li>・BIMを有効活用し、複雑な形状を詳細に見える化。</li> <li>・フロントローディングの実施。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニット化により工場製作したものを組立施工するため、現場作業による施工性が向上する。等圧方式のオープンジョイントにより、水密性と耐久性を向上した。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無足場化やオープンジョイント、ユニット化などにより、外装工事トータルで約 2.5 ヶ月短縮した。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>

# 外装工事における仕様変更提案と施工改善

株式会社フジタ 横浜支店  
吉岡 優太

## 1. はじめに

本工事は横浜市の横浜教育文化センター跡地活用事業として、学校法人関東学院が事業者として公募に応募し、2018年(平成30年)3月に事業決定した計画建物である。事業コンセプトは、国際都市横浜関内地区に学生だけでなく企業・自治体・市民など、「社会連携教育」の拠点となるキャンパスである。計画地は関内駅南口の目の前の位置にある。周囲には横浜スタジアム、横浜市庁舎(建設当時)、などがあるため、駅利用者を含め多くの人が行き交う場所である。接する道路の直下には、北側は横浜市営地下鉄、東側は首都高速道路が通っており、緻密な地下工事計画と技術的根拠が要求される立地条件となっている。さらに外装デザインは、高層階にはアルミカーテンウォール(以下ACW)、中層階には象徴的な立体的ガラスファサード、低層階には関内地区の横浜ならではのレンガ造りの内壁や列柱と意匠性の高い仕様である。本稿では、主に高層階ACWと中層階ACWの外装仕様変更提案と施工改善の事例を報告する(写真1、図1)。



写真1 建物全景

## 2. 工事概要

工事名称 関東学院大学関内キャンパス新棟建設工事  
工事場所 神奈川県横浜市中区万代町1丁目1番1  
施主 学校法人 関東学院  
設計 株式会社東畑建築事務所  
施工 株式会社フジタ横浜支店  
工期 2018年7月1日～2022年10月10日(46ヶ月)  
建物概要 構造：鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造  
用途：大学、劇場、飲食店  
規模：地下2階、地上17階、PH2階  
最高高さ：74.9m  
敷地面積：2,648m<sup>2</sup>  
建築面積：1,874m<sup>2</sup>  
延床面積：27,760m<sup>2</sup>  
基礎概要：頭部鋼管巻き場所打ちコンクリート杭  
外装概要：ACW、PCCW、ECP、アルミリン酸処理調パネル(丸柱) 他



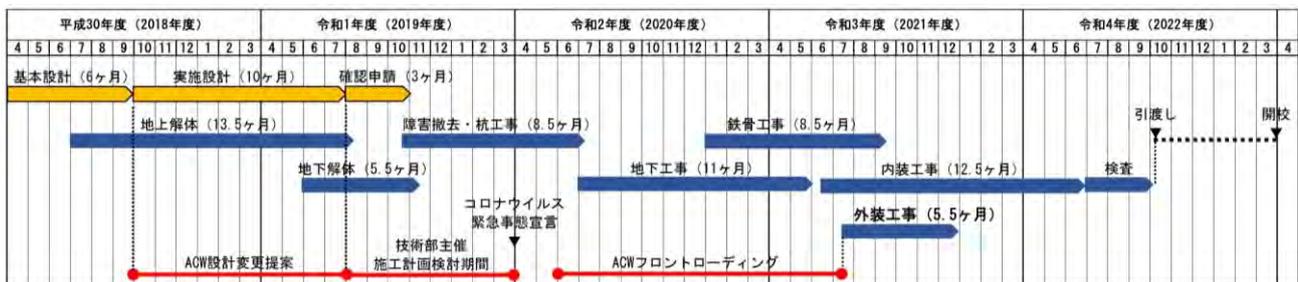
図1 配置図

### 3. 川上段階から積極的に踏み込んだフロントローディング

当現場の事業スケジュールは、2018年4月から2022年10月の竣工まで4年半に及ぶ一大プロジェクトであった。表1に事業全体スケジュールを示す。平成30年3月15日に事業決定した後、基本設計から実施設計に差し掛かる8月ごろから2019年7月まで、川上段階から外装ACWの変更提案のフロントローディングを設計者と共に行っていた。意匠性の高い外装ディテールであったこと、中層階には複雑な形状のガラスファサードであったことから、工期やコストにおいて懸念があったため、プロジェクトマネージャー、設計部、建築技術部、外装工事業者を交えて長期にわたって検討を重ねた。

また、施工計画においては、地下解体工事中の2019年8月から2020年3月ごろまで、建築技術部が施工計画検討を積極的にを行い、建築本部、東京支店、横浜支店の各部署の管理職やベテラン、作業所のメンバーにて毎月1回、施工検討会議を開催していった。前倒しで大方針を決めることで現場の大きな流れを早い段階で掴むことが出来ていた。

表1 事業全体スケジュール



### 4. 外装仕上げ概要

図2に立面図を示す。外装仕様はA~Pまで17種類あり、当建物の外装が非常に複雑で意匠性の高い建物であることが伺える。大通り公園に面した北面、関内駅側に面した東面および南面は、人通りが多く、多くの人の目に映るため、美観性と視認性に優れたACWをメインファサードとした設計となっている。北・東・南面とは対照的に隣接するビルに面した西面は押出成形セメント板(以下ECP)や、PCCW(タイル打込、フッ素樹脂塗装)が支配的な外装仕様となっている。

### 5. 高層階アルミカーテンウォール

#### 5.1 原設計仕様と改善点

基準階平面図を図3に示す。基準階となる高層階(7~17F)のACW原設計では、構造方式はバックマリオンタイプで、組立方式はノックダウン方式となっていた(図4)。ノックダウン方式は、カーテンウォールの組立て方法として最も初期からの工法で、実績も多い。この方式は、現場でカーテンウォールの組立てを、方立材、無目材、パネル、ガラス、シーリング等の主要部材ごとに現場で順次取り付

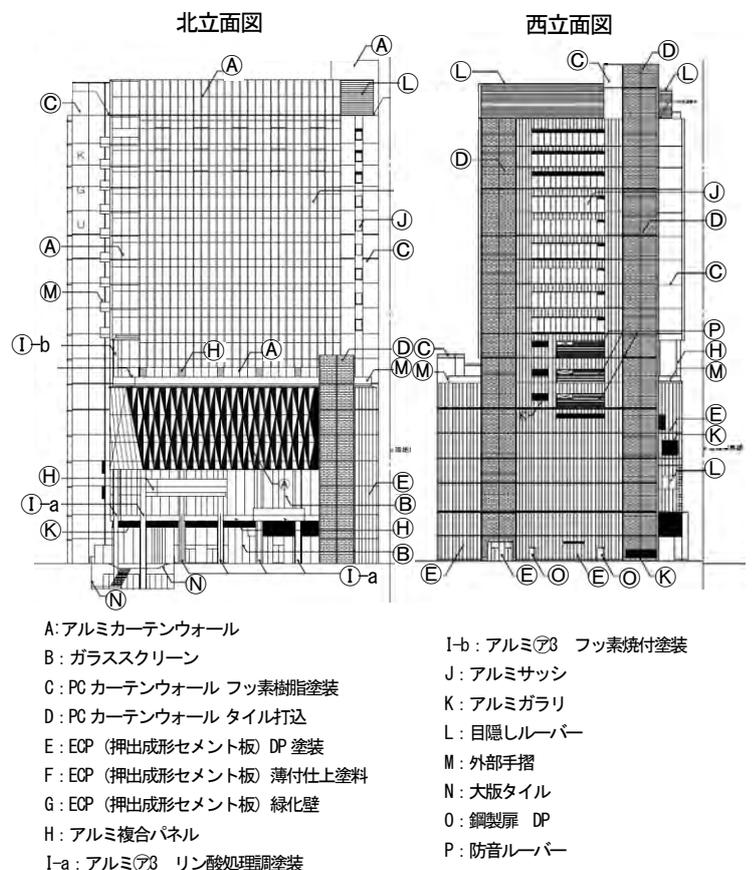


図2 外装仕様立面図

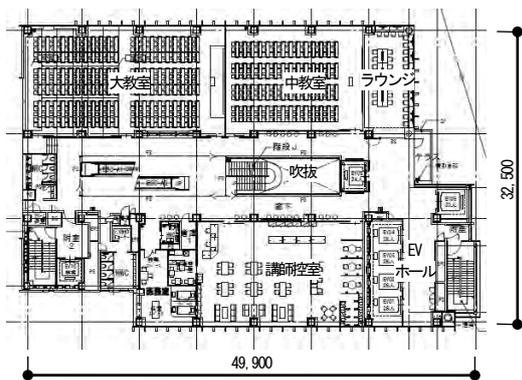


図3 基準階平面図(9F)

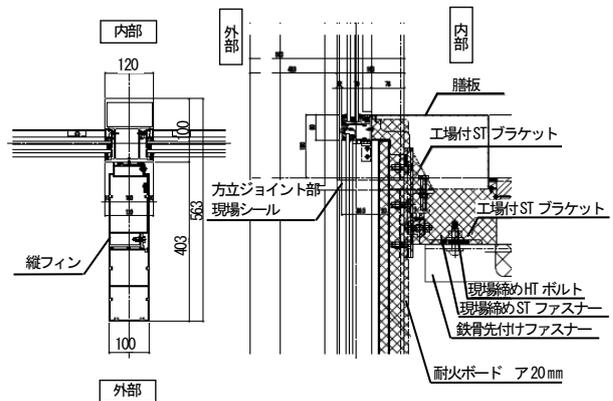


図4 原設計部分詳細図

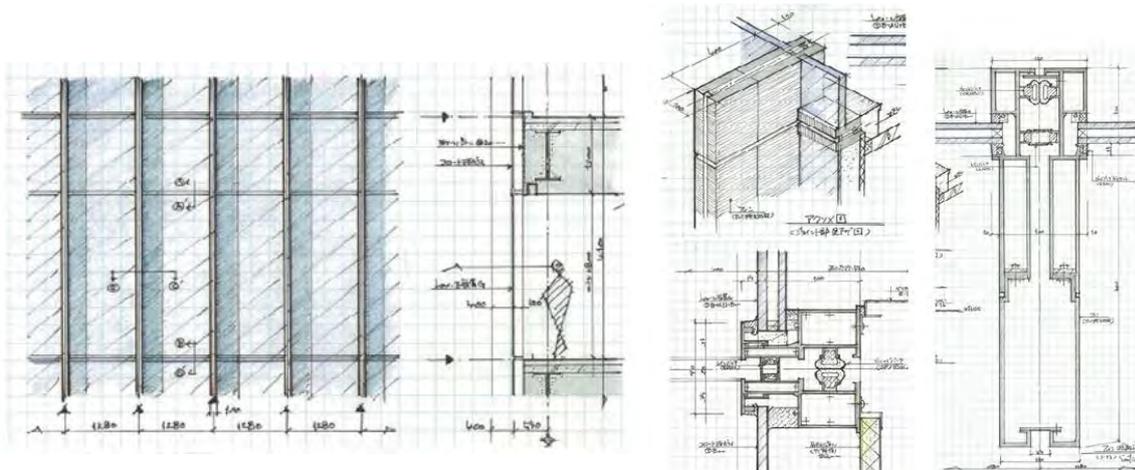


図5 高層階のコンセプトスケッチの抜粋

ける工法である。複雑なカーテンウォールのデザインに対応しやすく、取り扱いが容易であることが挙げられるが、施工者としては現場での施工工程が多く、施工管理項目が多いため品質管理や、カーテンウォールの取付けに多くの時間を要することが挙げられる。

また、接合部の水密設計は、室外側を1次シール、室内側を2次シールとし、1次シールはシーリングジョイント、2次シールをガスケットジョイントとした機構のフィールドジョイント構法のダブルシール方式を採用していた。そのため、外部シール作業が発生するため、足場が必要であった。また将来的に外部シールメンテナンスが必要となる仕様となっていた。

## 5.2 仕様変更提案

グレードの高い意匠性を落とすことなく、工期短縮及びコスト削減を図ることが命題であった。より良い仕様へ改善するために、施工コンセプトとして、①無足場施工の為のガラス工場先嵌めによるユニット化、②外部縦方立フィンの合理化、の2点を設定した。

施工コンセプト①については、組立方式をユニット方式として、工場でガラスをフレームに組み込みパネル化するため、施工性が向上し、また、高所での外部作業が少なくなり、無足場化することができる。

施工コンセプト②については原設計ではフィンとなっていた部分の構造方式をマリオンタイプに変更し、ACWの強度に算入させることができ、構造の安定性が向上することができる。

また、ユニット間の接合部をオープンジョイント構法に変更することによって、レインバリアとウィンドバリアに挟まれた等圧空間を設け、外気圧と等しい圧力とし、気流による雨水の移動を抑えられたことにより、シールの必要性がなくなり、長期的な水密性と耐久性が向上する。

以上の2点の施工コンセプトと、改善によるシールに頼らない水密接合構法に変更した場合のコンセプトスケッ

チの抜粋を図5に示す。コンセプトスケッチでは性能一覧表、高層階ACWの一般部とコーナー部、中層階ACWを記載した。このコンセプトスケッチを基にメーカーと協働で実現化に向けた設計を行った。その結果として施工コンセプトに沿った外装計画を実現することができた。

## 6. 中層階アルミカーテンウォール

### 6.1 原設計仕様と改善点

中層階(4~6F)の代表的な平面図として5F平面図を図6に示す。中層階は産学連携・国際交流ゾーンとアクティブラーニングゾーンが該当し、4Fはコワーキングスペース、5Fはデジタル図書室、6Fはラーニング・コモンズ、国際交流ラウンジなどの室用途となっている。そのため学生以外にも市民や多様な人々が利用しやすい開放性に優れた、透明性の高いガラスファサードとなっている。ガラス面は三角形を組み合わせた形状とし、今回の新キャンパスでメインとなる象徴的な外観となっている(図7)。

原設計では、高層階のACWと同様、構造方式はマリオンタイプ、組立方式はロックダウン方式となっていた。接合部の水密設計もフィールドジョイント構法のダブルシール方式となっており、1次シール側、2次シール側共にシーリングジョイントとなっていた(図8)。

改善点は、高層階ACWで前述したとおり、現場での施工工程や施工管理項目が多く品質管理が大変となる点や、カーテンウォールの取付けに多くの時間を要すること、外部シール作業が発生すること、足場が必要となることなどである。特に中層階の施工工程は、三角形で立体的な凹凸形状になっていることから、施工工数に加え、垂直水平の精度管理が厳しくなるため、多くの施工日数がかかることが伺える。またACWとPCCWなどの異種取合いとなるジョイント部分については、取合い部分の施工手順や納まりが難しく、漏水に繋がるリスクが考えられたため、綿密な施工検討が必要であった。

以上の事から、ロックダウン方式で立体的なガラスファサードの中層階ACWは、非常に難易度の高い施工となることが想定できた。

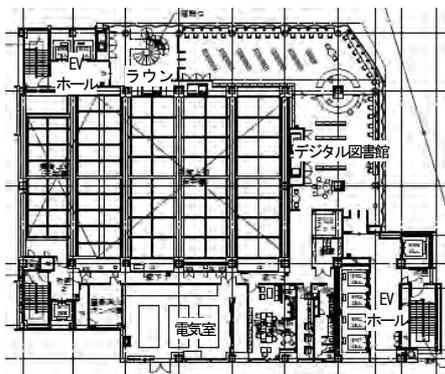


図6 中層階平面図(5F)

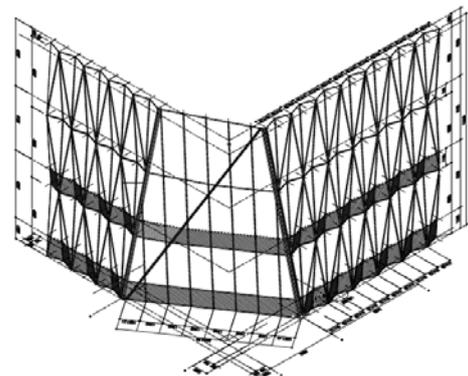


図7 原設計部分姿図

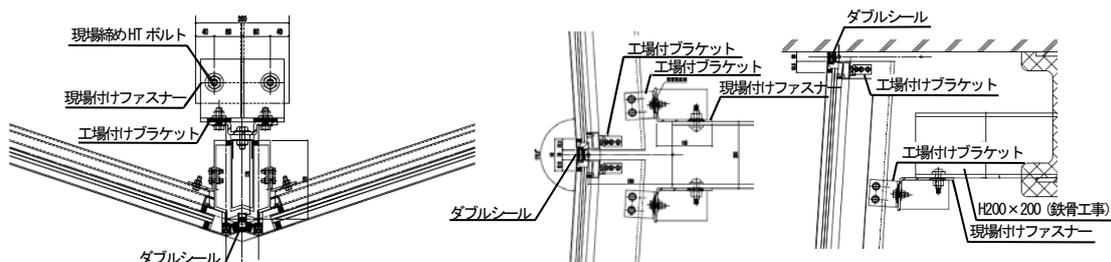


図8 原設計部分詳細図

## 6.2 仕様変更提案

提案段階時の中層階のコンセプトスケッチの抜粋を図9に示す。構造方式はそのままとし、組立方式をユニット方式の提案とした。1つのユニットの構成は、スケッチ段階では「三角形谷折り1ユニット」とする計画としていた。またスケッチ段階では接合部の水密設計はフィールドジョイント構法のダブルシール方式となっていた。次にスケッチを基に変更案のCAD図を作成した。実施製作段階においては、より正確な詳細ディテールを検討し、1つのユニットの構成を三角形谷折り1ユニットではなく、最終的に「長方形山折り1ユニット」の形状とした(図10)。これにより、斜辺での接合部としていた当初より、垂直面を接合部としたことでより施工性が向上した。また、接合部の水密設計は高層階ACWと同様にオープンジョイント構法(等圧方式)を採用できる変更案も可能となった。更に7Fの底と取合う部分においてもガスケット納まりとすることで、シールに頼らない品質管理となり、施工の合理化ができた。これにより、①管理項目の省略化、②施工日数の短縮、③外部シール作業の中止、④メンテナンスフリー、⑤シール汚れや経年劣化がなく、水密性と耐久性を向上することが出来た。また、性能については、原設計仕様の検証を行った上で性能値を提案した。

最終的な性能一覧表を表2に示す。耐震性能は相関変位追従性能を1/300時の継続使用ができることと、1/75時の極稀時においても主要部材に有害なひずみや破損、脱落等が生じない仕様にした結果、耐震性能と水密性能はそれぞれ性能が向上し、気密性能は同等の性能を確保できた。

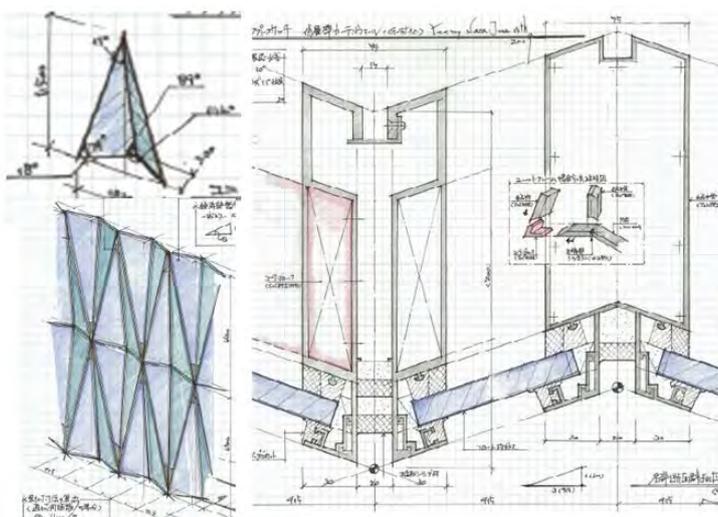


図9 中層階のコンセプトスケッチの抜粋

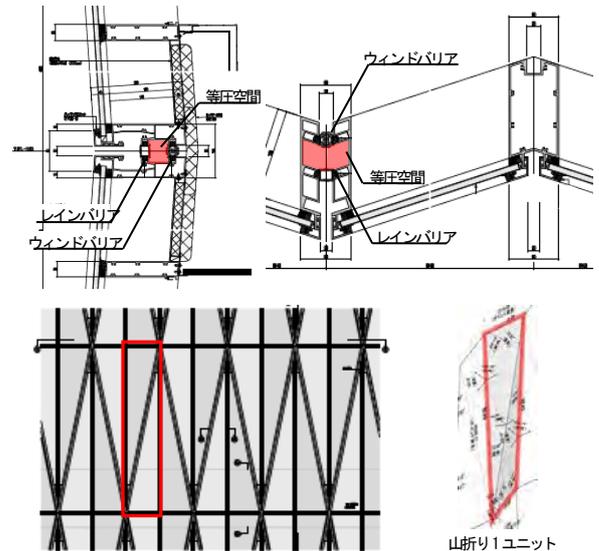


図10 変更提案図

表2 性能一覧表

性能	原設計性能	提案性能
耐風圧性能	正圧:3154N/m <sup>2</sup> 以上及び負圧:-2828N/m <sup>2</sup> 隅角部負圧:-3535N/m <sup>2</sup>	一般部P=+2739.5Pa P=-2348Pa 隅角部P=+2739.5Pa P=-2935Pa
耐震性能	・鉄骨造 1/100 ・鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造 1/200 ※部材の脱落、ガラスの破損及び主要部材に有害な歪みが起こらないこと。 シーリングは補修程度  水平方向(Kh):1.0G 垂直方向(Kv):0.5G	・相関変位追従性能 1/300:すべてのカーテンウォール部分が補修の必要がなく、継続使用できる。 1/75: 主要部材の有害な残留ひずみ、破壊、ガラスの破損、脱落が生じない  ・慣性力に対する安全性能 水平方向の慣性力:自重×1.0 鉛直方向の慣性力:自重×0.5
水密性能	FIX部 W-5 1000Pa	FIX部(壁部含む):1369.8Pa(中央値:正の風圧力の1/2)
気密性能	A-4等級	内外圧力差±10Paにおいて通気量2.0m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 以下(A-4等級)
表面処理	着色陽極酸化被膜(A-2) 外部 着色陽極酸化塗装複合被膜(B-2) 内部	陽極酸化塗装複合被膜(A-1) (内外面共)

変更提案が認められた後、製作段階においては通常の2次元では立体的な納まりを検証することは非常に多くの作図と検討時間を要するため、施工BIMを積極的に取り入れ、発注者や設計者にもわかりやすい提案を行った。BIMによる検証内容は、①部分ディテールの確認、②デジタルモックアップの作成、③意匠・構造の不整合の確認を目的にBIMモデルを作成した。また設計者から意匠性や合理性の観点から中層階の1スパン内の分割数を少なくし、7分割としていた所を5分割とする変更提案を頂き、製作工程短縮、工期短縮化を図るべく、比較検証をBIMを使って行った(図11)。単純にモデル化を行っただけでは立体感や現実的な表現とはならないため、特殊な加工を行い、リアルなディテールを再現した。また、現場でも部分的にサンプルモデルとデジタルモックアップを作成し、詳細ディテールの検討を行った(図12)。これにより詳細部の納まりの問題点を可視化でき、情報共有の面で非常に効果があったと発注者や設計者、業者から高い評価を得られており非常に有効であった。

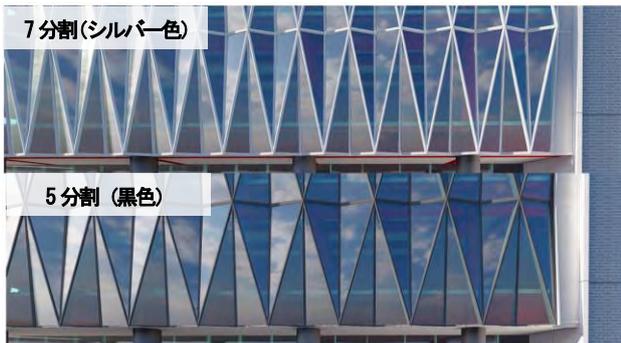


図 11 BIMによる分割割付検討図

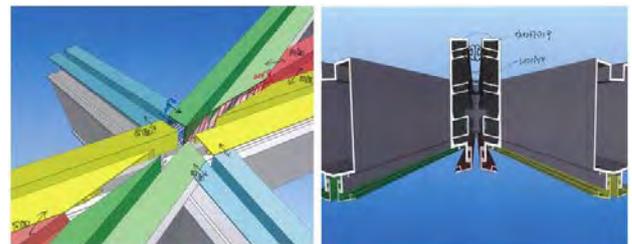


図 12 BIMによるデジタルモックアップ

## 7. 施工計画

### 7.1 高層階 ACW 及びプレキャストコンクリートカーテンウォール(以下 PCCW)施工計画

表3に高層階のタクト工程表を示す。ACWが1030Pあり、PCCWのピース数は626P、当現場における歩掛りはそれぞれ、14P/日、15P/日とし、タクト工程を計画した。タクト工程はN階の床CON打設後から養生・墨だしを行い、先行耐火被覆を施工するとともに、N+1階においてはファスナー取付、外部ネット盛替後、13日目からPCCWから先行して施工した。高層階のACWは、N+1階のPCCW吊り込み後、N+2階の先行耐火被覆と外部ネットの盛替完了後、N階のACWを施工していった。実働延べ日数は、PCCWが42日、ACWが74日として計画した。外装に用いた揚重機は、タワークレーン2台とカニクレーンを使用した。タワークレーンは1台を鉄骨工事の工区分けの流れに沿って交互に運用し、鉄骨工事と並行して施工した。これによりタワークレーンを効率的に稼働できる計画となり、最上階の内装工事期間も予定通り確保することができ、工期短縮に大きく寄与した。

図13に高層階ACWの施工フロー、表4にノックダウンとユニットによる比較工程を示す。当初ノックダウン工

表 3 高層階タクト工程

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
N+2階	親墨	子墨																																		
N+1階	親墨	子墨																																		
N階	親墨	子墨																																		

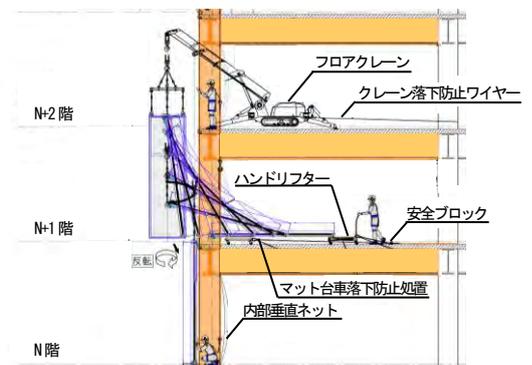


図 13 高層階 ACW の施工フロー

法であった場合には、方立て取付及び下部無目取付で1週間、先行シール及びバックボードで1週間、ガラス及びガラスシールで2週間、縦フィン及び無目カバーの取付で1週間と6タクトで5週間/フロアの工程が掛かっていた。等圧ユニット化により、ガラス先嵌めまで工場にて加工したユニットを取り付けた後、シール施工のみとすることができ、1週間/フロアの工程で施工することができた。高層タクトは1タクト毎に進捗するため、結果的に1ヶ月(4タクト分)の工期短縮となった。また、高層階においては、ACWのユニット化の他にPCCWもオープンジョイント構法(等圧方式)に変更し、更にECPだった西面部分を構造設計変更の承諾を経てPCCWに変更し、無足場化とすることができた。

表4 ノックダウンとユニットの比較工

ノックダウン (5週間/フロア、12人/班、足場有り)		ユニット (1週間/フロア、6~8人/班、足場無し)	
方立て取付	下部目地+先行シール	ボード	ガラス
1.5週間	1.5週間	1週間	1週間
ガラス	ガラスシール	縦フィン+無目カバー	
1週間	1週間	1週間	
ユニット取付	シール		
0.5週間	0.5週間		

ノックダウン (2.5~3ヶ月/フロア、8人/班)		ユニット (1.5ヶ月/フロア、8人/班)	
方立て取付	横目地	斜め方立て	全体
2週間	1週間	1週間	1週間
ガラス	ガラス押え+シール		
3週間	2週間		
ユニット取付	全体	出入り調整	
1ヶ月	2週間		

## 7.2 中層階 ACW 施工計画

中層階 ACW のピース数は 137P あり、揚重に用いる重機はタワークレーン1台とラフタークレーン1台を計画していた。ユニット化による歩掛りとしては12P/日を計画した。表3にあるように、ノックダウンとした場合では、方立取付で2週間、横無目で1週間、斜め方立てで1週間、全体の出入り調整で1週間、ガラスの取付で3週間、ガラス押え及びシール施工で2週間とトータルで約3.0ヶ月要する工事内容であった。ユニット化とすることで作業工程は約1.5ヶ月とすることができた。

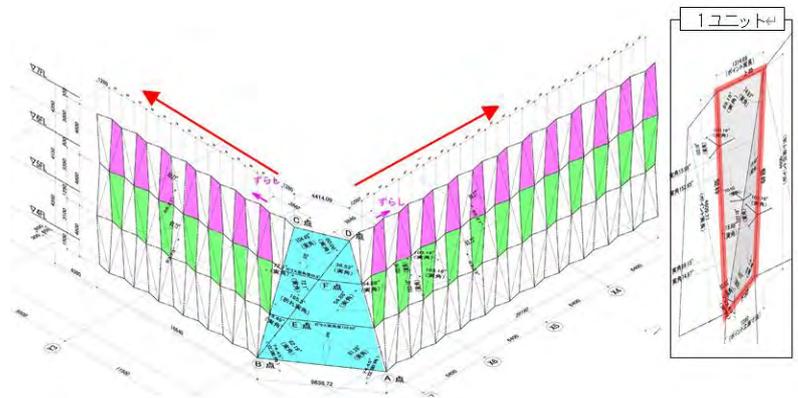


図14 中層階 ACW 施工手順姿図

図14に中層階 ACW 施工手順姿図を示す。中層階のユニットの施工手順は、まずコーナーパネルから施工し、その後1ユニット(縦4.5m、横1.3m)をコーナーパネルから両端に向かって施工する計画とした。立体形状部分をユニット化しているため、角度のついた雁行面を横スライドできる特殊なファスナー加工とすることでユニット化を可能にすることができた。吊り込み概要図を図15に、吊り込み詳細図を図16に示す。①吊り込みユニット下端部を引き寄せ治具Aのボルトを下段ユニットの上枠に取付けた治具Bのルーズ孔に引込み仮固定する。②予めセットしておいた引込用レバーブロックで巻上げ、荷重がレバーブロック側に移った状態を確認し、元の吊りワイヤーを切り離す。レバーブロックでユニットを起こしながら、治具Bの自重受けボルトを緩めユニットを正規の角度まで建て起す。③横引用のレバーブロックをセットし、治具Bの自重受けボルトを10mm持ち上げ、勘合ブロックのロックピンを解除させる。

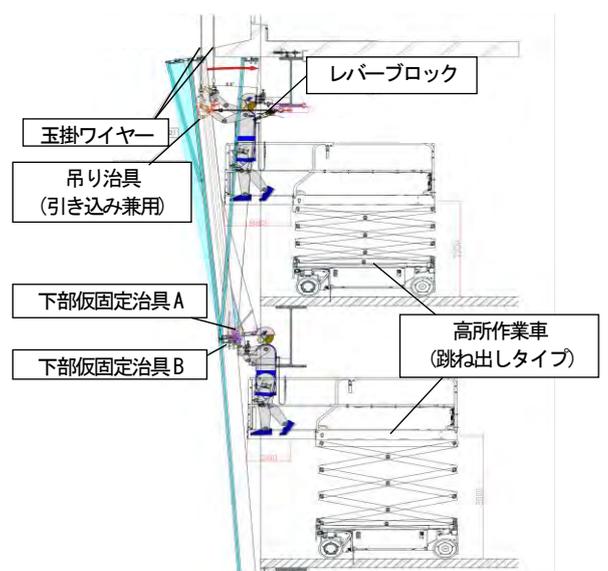


図15 中層階 ACW 吊り込み概要図

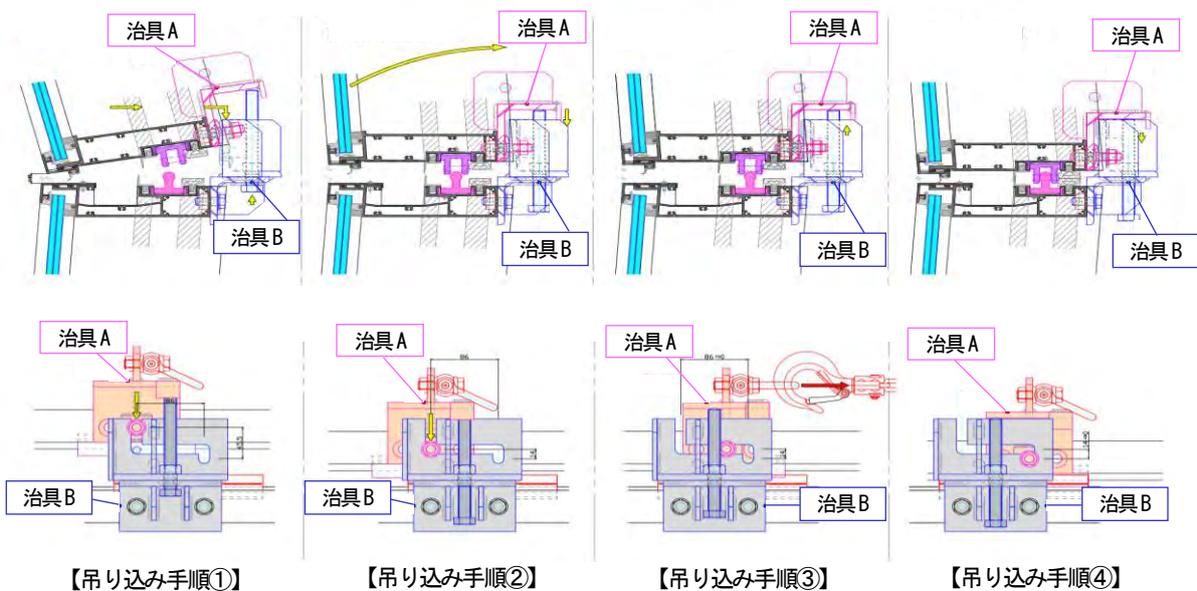


図16 中層階 ACW 吊り込み施工手順詳細図



写真2 中層階 ACW 施工状況写真

横引きレバーブロックを巻き上げてユニットを正規位置まで 86mm スライドさせる。④正規位置までスライドさせた後、自重受けボルトで 14mm 程度下げる。吊り込みユニット上端ブラケットと躯体側ファスナー部をボルト接合し、自重受けボルトにユニット荷重を移す。治具 A, B を取り外し、目隠しボルトを取り付け、1 ユニットの吊り込みが完了となる。中層階 ACW の施工状況を写真 2 に示す。

## 8. まとめ

今回の外装仕様変更案と施工改善の内容を下記に総括する。

### 品質

ユニット化により工場製作したものを組立施工することで、工数を減らし、現場作業による施工性が向上した。等圧方式のオープンジョイントにより、水密性と耐久性が向上した。美観性や維持管理の面も変えることなく、長寿命化を図ることができた。

### 工期

無足場化やオープンジョイント、ユニット化などにより、外装工事トータルで約 2.5 ヶ月短縮できた。また、内装工事は外装工事完了後より 6 ヶ月確保することができ、工期回復に大きく貢献した。

### 労務

昨今の労務状況は、作業員の少子高齢化や外国人労働者の増加となっており、慢性的な労務不足となっている。外装工事においても同様となっており、コスト単価が多少上がることになっても、労務不足を補う観点からユニット化によって労務不足にも貢献できた。

# 14. 運営中の競走馬トレーニングセンターへの 競馬場移転整備工事における改善

社名: (株)熊谷組

氏名: 中村 優魁偉・藤原 葉太

## 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	名古屋競馬場移転整備等事業
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 5,150 m <sup>2</sup> 、地上 3 階、塔屋 1 階 馬場改修面積: 66,700 m <sup>2</sup>
(3) 用途	競馬場施設
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	愛知県弥富市
(6) 施工期間	2020 年 4 月 ~ 2022 年 3 月
(7) 工事費	8,702(百万円)
(8) 設計者	(株)松田平田設計
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)	<p>本工事は、競走馬の調教施設を運営しながら競馬場に改修する工事。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JRA要求事項を満たしたスタンド棟・設備の品質、機能の確保が必要。</li> <li>・大面積の馬場改修で、調教スペースを確保しての施工計画・管理が必要。</li> <li>・厩舎に近接した既存建物の解体工事における競走馬への配慮が必要。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JRA要求事項、性能の確認と早期決定。</li> <li>・競走馬の安全を確保しながら馬場改修の効率的な施工と品質管理。</li> <li>・厩舎内の競走馬に配慮した建物の解体手順。</li> </ul>
(3) 改善実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3DモデルによるJRA要求事項の事前確認と確実な実施。</li> <li>・馬場改修エリアを2工区分割とICT建機、ドローンを活用した施工。</li> <li>・隣接建物を同時解体しない工事手順で騒音集中の回避。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各建物のJRA仕様の品質、性能確保ができ、馬場路盤厚さの精度向上がはかれた。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路盤改良範囲の的確な把握でコスト増加が防げた。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JRA仕様の事前確認による手戻り発生が防止できた。</li> <li>・路盤改良範囲の的確な把握で工期内完了ができた。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ICT建機による省人化で重機接触リスクを低減が図れた。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・—</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・馬ファーストの工事を実現し、競走馬への影響なく工事を終えることができ、発注者・施設関係者の信頼を得られた。</li> </ul>

# 運営中の競走馬トレーニングセンターへの 競馬場移転整備工事における改善

株式会社熊谷組  
中村優魁偉・藤原葉太

## 1. はじめに

本事業は、名古屋市にある競馬場施設を、愛知県弥富市にある競走馬を調教する施設である弥富トレーニングセンター（以下、トレセン）へ運営しながら移転整備する全国初の公営競技施設のPFI事業工事である(写真-1, 2)。

トレセン内には臆病で神経質な競走馬が調教されており、競走馬に配慮し、調教に影響無いように工事を進めた。その工事における工夫改善について報告する。

## 2. 工事概要

工事名称：名古屋競馬場移転整備等事業

工事場所：愛知県弥富市駒野町地内

発注者：金シャチ名古屋競馬場 PFI(株) [PFI 事業発注者：愛知県競馬組合]

設計者：(株)松田平田設計

敷地面積：66,700 m<sup>2</sup>

工事内容：新築工事：1) スタンド棟 S造 地上3階 建築面積 2,192.7 m<sup>2</sup> 延床面積 5,150.8 m<sup>2</sup>

2) 入場門、通路庇、騎手控室、装鞍所馬房A～C、馬衛所、検体採取所、馬洗場、警備棟、設備棟、発走地点A～C (計14棟)

S造 地上1階 建築面積 1,929 m<sup>2</sup> 延床面積 1,914 m<sup>2</sup> (面積は14棟合計)

改修工事：〔全面改修〕装鞍所、検体採取所、調教者関係住宅6号棟(耐震改修)

〔一部改修〕馬事会館(渡り廊下含む)、騎手会館、発走関係者詰所、設備棟

解体工事：厩務員会館、調教関係者住宅5棟(付属建屋含む)、トレセン関連施設等

外構工事：外馬場改修(ナイター設備含む)、競馬場施設周辺外構、駐車場整備



写真-1 馬場ナイター全景



写真-2 スタンド棟ナイター全景

### 3. 全体施工計画と進捗管理のみえる化

#### 3-1. 課題

運営されているトレセン内で、全体配置図（図-1）に示すように馬場、スタンド、バックヤード、設備、第1駐車場、第2駐車場（関係者住宅棟解体）および新調教関係者住宅の7つの整備 Area の工事を同時進行で行う必要があった。そのため、広大なトレセン内の各整備 Area の工事内容・進捗状況を把握し、効率よく計画・施工管理をする必要があった。

#### 3-2. 実施内容

事業開始時点から全体状況を把握しながら計画・施工管理するため、トレセン全体の現況 3D モデルを作成することとした（図-2）。この 3D モデルをもとに以後の本工事の施工計画・検討を行い、合わせてドローンによる各工事エリアの空撮を行い、工事進捗の確認を行った。各工事エリアの進捗状況に合わせて、新築・外構工事の内容を反映し、現況 3D モデルのアップデートを行った。

#### 3-3. 効果

工事進捗に合わせた 3D モデルと空撮写真により、パソコン上で全体把握することができ、作業指示を現地まで行かずに大型モニターを使用して現場事務所で行うことが可能になり、施工管理の効率化を図ることができた。



図-1 全体配置図と工事エリア

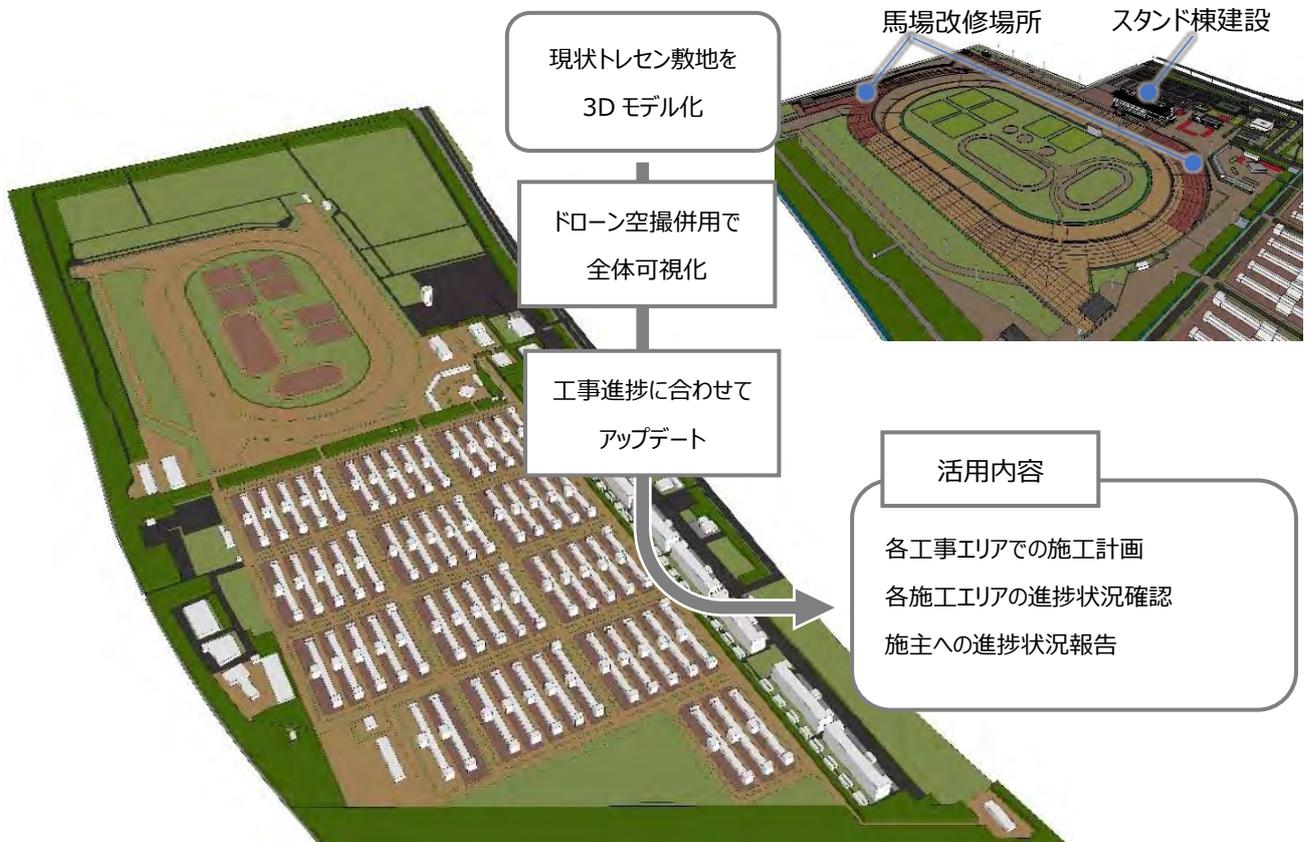


図-2 トレセン全体の現況 3Dモデルと工事進捗状況

## 4. スタンド棟からの馬場視界確保

### 4-1. 要望事項

スタンド棟の3階裁決・審判室は、馬場を各所に配置されたパトロールカメラからのモニター映像により確認することを想定した設計となっていたが、愛知県競馬組合（以下、競馬組合）からは、審判席から馬場全体を目視で直接確認できるようにと要望があった。

### 4-2. 課題

スタンド棟においては、設計図の平面・立面・断面図からだけでは把握が難しい箇所が多くあった。特に3階裁決・審判室内の審判席からの視野の確認は、設計図、施工図では難しいため、3次元で確認していただく必要が生じた。

### 4-3. 実施内容

審判席からの視野確認のため、馬場、屋外大型映像装置建屋（別途）、スタンド棟を含めた全体3Dモデルを作成し、レイアウト変更を再現したデジタルモックアップにより、死角になっていた①1500シュート（直線走路部分）と②バックストレッチを目視確認できることを競馬組合に確認いただいた(図-3)。

また、外観の3Dモデルにより、検討した各所の納まりがJRAの要求事項、機能に適合していることを設計者、発注者、競馬組合の視覚的に確認できるようにした(図-4)。

### 4-4. 効果

①1500シュートについては施工中の現地確認後、裁決・審判室の審判席を中心としたレイアウト変更を早々に決定することができ、検査に間に合わせることができた。②バックストレッチについては屋外映像装置の建屋高を10.5mに変更をすることで、審判席から馬場視界を確保することができた。

デジタルモックアップによるJRA仕様の事前確認で手戻り発生を防止できた。

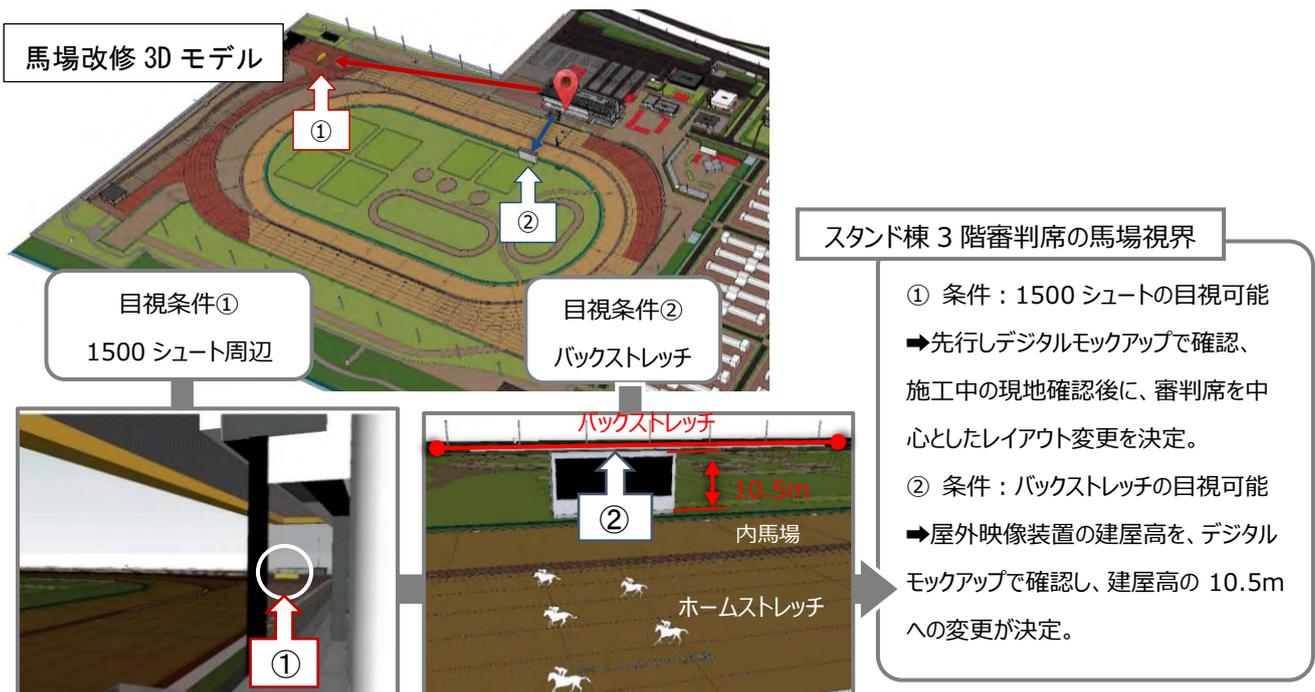


図-3 スタンド棟3階審判席からの馬場視界確認

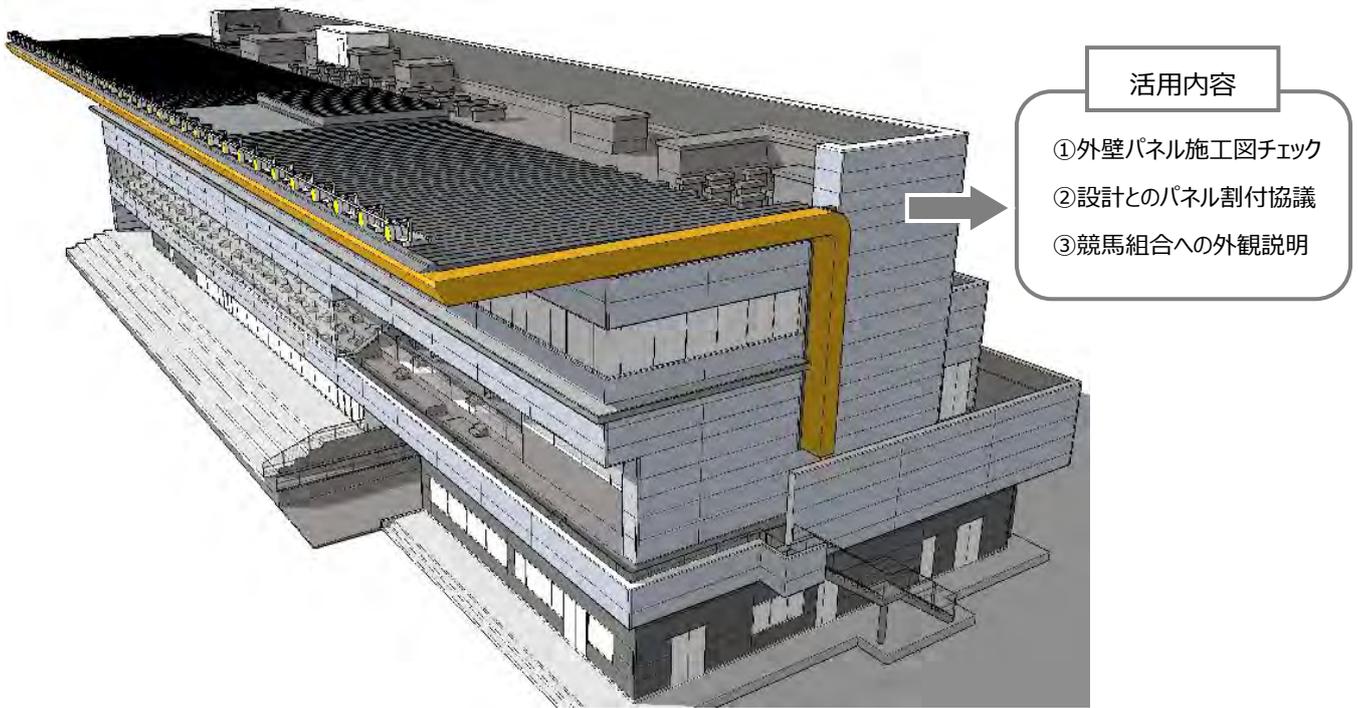


図-4 スタンド棟外観 3D モデル

## 5. ICT 建機活用による本馬場改修

### 5-1. 課題

当初は、夜間調教(AM2:00~AM9:00)は競走馬動線を確保して内馬場を使用しながら、外馬場を全面改修する計画であったが、競馬組合からの要望により外馬場の直線部分の一部を使用しながら、馬場改修工事を進めることとなった。施工においては、馬場路盤精度の確保と脆弱な既存路盤範囲の把握方法が課題であった。また、多数の大型重機を使用することによる災害リスクの問題もあった。

### 5-2. 実施内容

外馬場の直線部一部使用の要望に対して、2段階のSTEPに分けて改修する計画とした(図-5)。STEP-1では、バックストレッチを中心としたエリアで夜間調教していただき、それ以外の外馬場の改修を行った。STEP-2では、改修完了した馬場を先行供用して、残りの馬場の工事を行う計画とした(写真-3)。

各STEPの工事開始時には、夜間調教の終了が定まっていなかったため、すべての競走馬が馬場エリアから退場したことを確認した上で着手した。

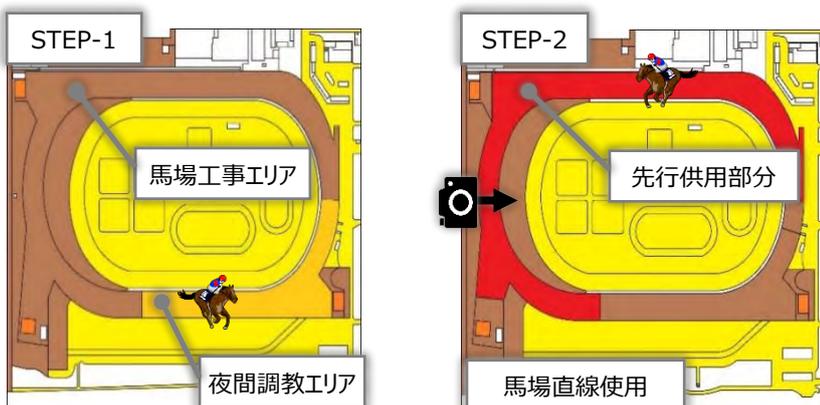


図-5 本馬場改修工区分け



写真-3 STEP-2の施工状況写真

大面積（52,400 m<sup>2</sup>）の外馬場の路盤精度確保の為に、トータルステーション（以下 TS）で ICT 建機の位置情報を取得してマシンコントロールする方式を採用した。GNSS（全地球航法衛星システム）を利用して ICT 建機の位置情報を取得する方式もあるが、馬場改修では、見通しがよく TS からのレーザー光を遮る恐れがないこと、GNSS よりも高いレベル測位精度（誤差 1cm 程度）が得られることから、TS システムとした。本工事で採用した ICT 建機は写真-4 の①～④の 4 種である。本システムは駐車場整備工事（53,600 m<sup>2</sup>）でも採用した。

なお、スタンド棟・設備棟基礎部の掘削工事には GNSS を利用した ICT 建機を使用した。



① 切削重機      ②ブルドーザー      ③グレーダー      ④敷均機(ベースペーパー機)      ⑤出来高測量

写真-4 ICT 建機・TS システム

外馬場の改修は、既存路盤を設計路盤高まで切削したのち、表層のクッション砂を入れ替える工事である。路盤切削施工において、既存路盤が想定より薄い箇所があり、その部分の路盤を改良する必要がある。路盤が薄い箇所は雨天時にぬかるむ要因となっており、その路盤改良必要箇所を効率的に特定することが馬場改修工事期間に大きく影響するため、雨天翌日にドローン空撮により対象箇所を特定し(写真-5)、現地確認を行った上で、ピンポイントで不具合箇所の補修を行った(写真-6)。



写真-5 ドローン空撮による路盤厚が薄い箇所の特定



写真-6 路盤厚が薄い箇所補修状況

### 5-3. 効果

外馬場を夜間調教で一部使用しながら、TS システムの ICT 建機とドローンの活用による省力化と効率化により、JRA 仕様の品質と性能の確保と馬場の路盤厚さ精度の向上を図ることができ、路盤改良範囲の効率的かつ的確な把握でコスト増加を防ぐことができた。

TS システムは、TS 1 台で ICT 建機を 1 台しか制御できないこと、有効半径の制限、天候による使用制限等の制約があったが、省人化、効率化を図ることができた。

また、ICT 建機を採用したことで、施工中の仕上り高さの確認作業をなくすことができ、省人化による接触事故の危険性の低減が図れ、無事故で施工完了することができた。

## 6. 夜間調教に配慮した馬場のナイター設備更新工事

### 6-1. 課題

馬場のナイター設備の更新工事は、既設の照明をナイター競馬仕様に更新する工事であった。これも夜間調教でナイター設備を継続使用しながらの更新工事となるため、競走馬の調教と安全性確保のために必要な照度を確保しながら工事を進める必要があった。

### 6-2. 実施内容

スタンド棟の建設、馬場コース線形を変更するため既存照明を撤去した。それに伴い照度確保のため、内馬場側に仮設支柱を立て仮設照明設備を設置した（図-6）。仮設照明器具は、駐車場で使用予定の器具を活用した。

### 6-3. 効果

夜間調教への影響なく、ナイター設備の更新を行うことができた。

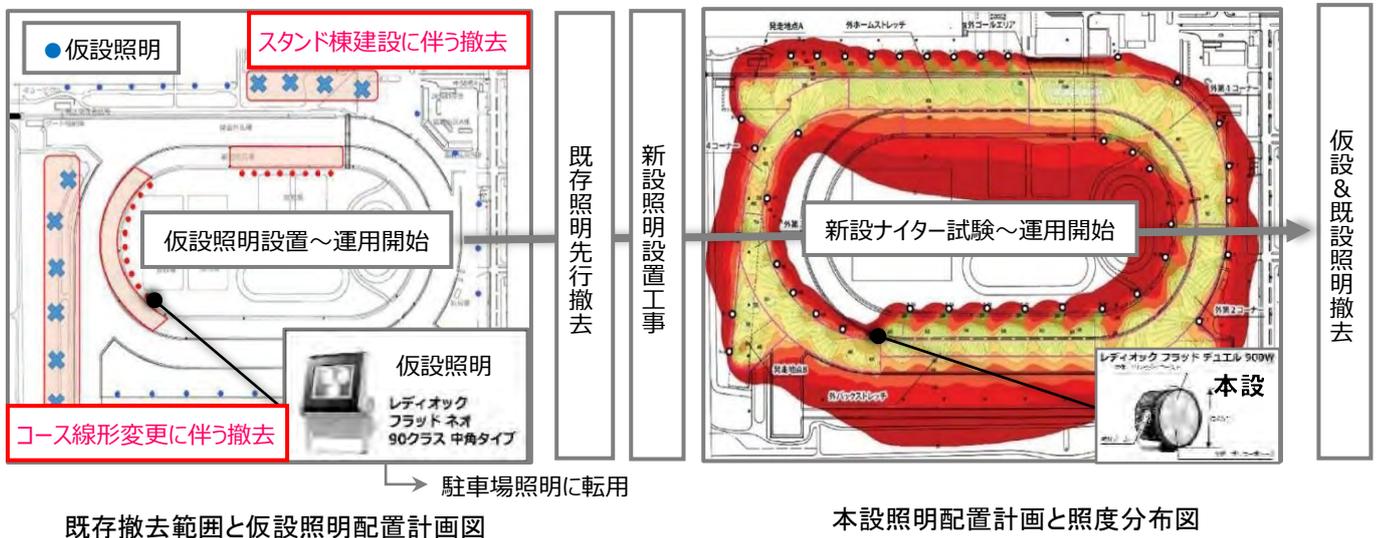


図-6 ナイター設備更新計画フロー

## 7. 競走馬に配慮した厩務員住宅棟・厩務員会館建屋解体計画

### 7-1. 課題

厩舎エリアと隣り合う RC 造住宅群の解体工事があり、限られた工期の中で建物解体を同時に進めざるを得ない状況であった。このような条件下で重機による RC 造建物解体工事に伴う騒音・振動が厩舎内の競走馬へ与える影響を抑えることが、本事業における一番の課題であった。

### 7-2. 実施内容

解体場所は、構内道路を隔てて、厩舎まで数十メートルしか離れておらず騒音・振動の影響を完全に無くすることはできないため、関係者の方々からの助言を参考にしながら、以下の対策を行うこととした。

#### 【解体騒音に対して馬を慣れさせる】

- ・使用していない空き厩舎に近い建物(図-7の①の住宅建屋)から解体を始め、比較的小さい解体騒音・振動から、徐々に馬を慣れさせる。

- ・合わせて、馬のいる厩舎前を馬から見えるように監視人が往復歩行し、監視人に注意を向けさせることで、馬の気を紛らわせる。

【解体場所を集中させないで、騒音のピークを分散させる】

- ・建物を同時解体する場合、解体建屋間は2棟分の離隔をとり、解体騒音・振動が集中しないように4段階(図-7 ①～④)に分けて解体する。

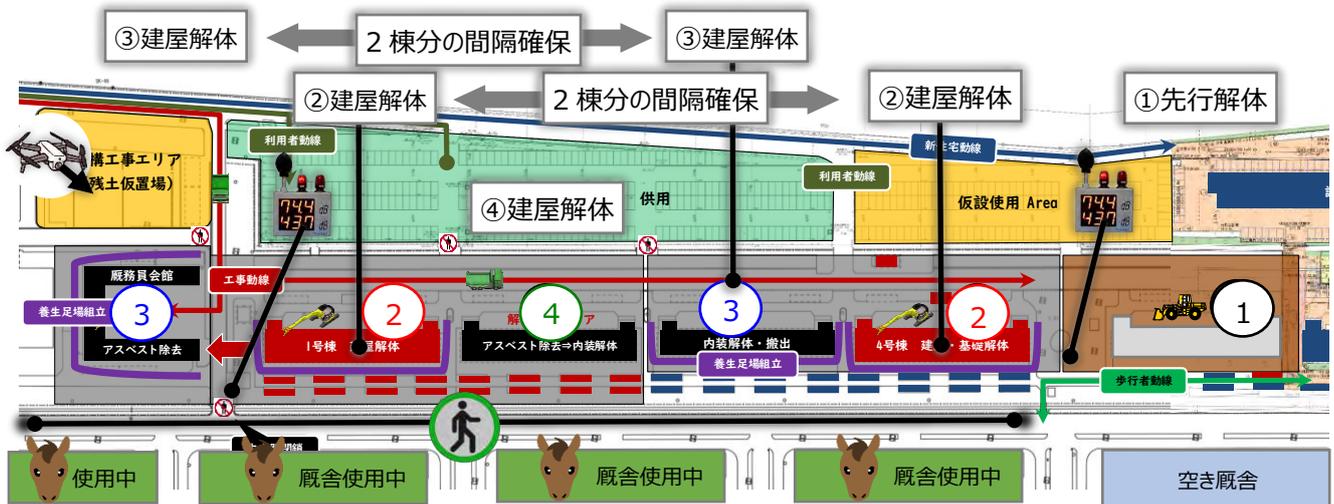


図-7 解体計画

### 7-3. 効果

競走馬は、臆病・神経質であること、非常に高価であることから、細心の注意が必要であった。ただ賢くもあるので慣れてしまえば騒音・振動に対して神経質になることもなく、解体工事がスムーズに進めることができ、効果があった。また、十分な離隔で解体を行うことで、災害リスクを低減できた(写真-7)。

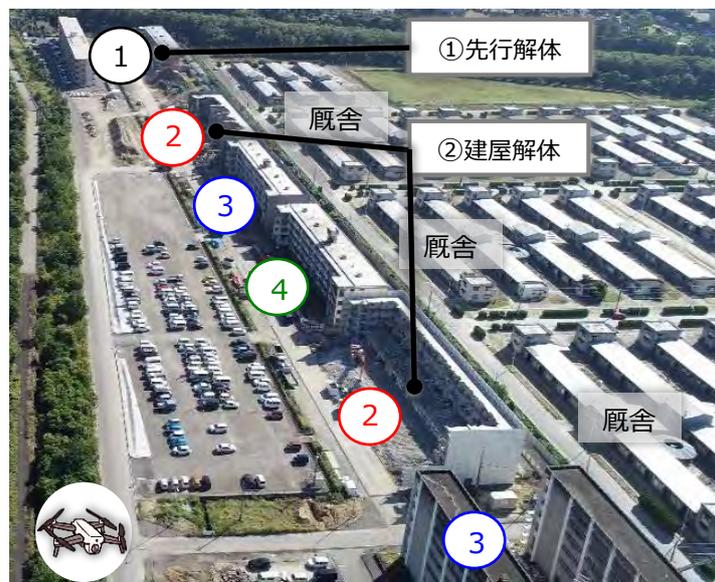


写真-7 住宅解体全景

## 8. まとめ

トレセン内で競走馬に配慮し、競走馬の調教に支障ないよう様々な工夫を計画に反映した施工とトレセン関係者の方々のご理解・ご協力・ご助言により、無事に竣工できたことをここに感謝いたします。

## 15. BIM施工図取組みと活用における生産性向上

社名： 清水建設(株)

氏名： 轟 秀雄

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	琉球大学(西普天間)病院新営その他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:69,752 m <sup>2</sup> 、地上 14 階、塔屋 1 階
(3) 用途	病院
(4) 主要構造	地下RC造、地上SRC造一部S造
(5) 建設地	沖縄県宜野湾市
(6) 施工期間	2021 年 2 月 ~ 2024 年 6 月
(7) 工事費	19,750(百万円) 設備・電気別途
(8) 設計者	日本設計・テクノ工営・泉設計共同体
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)	・免震構造のSRC躯体という複雑な構造のため、従来の2Dにて作図を行った場合、作図や検討に時間がかかり、建築だけでなく別途工事の設備との合意形成を進めていくうえで、時間がかかりすぎることから工程的に問題があった。
(2) 改善の目的	・建築と設備の施工図をBIMで3D化することにより、躯体形状の理解や干渉の確認、合意形成に費やされる時間の削減を図る。
(3) 改善実施内容	・建築BIM施工図の作図、施工管理でのBIM活用に取り組み、それらのモデルを専用のBIMクラウドツールにて重ねてプロジェクト関係者間で、Webブラウザ上でリアルタイムに確認できるようにした。 ・デジタルモックアップやVRを、BIM施工図モデルと連動させて作成し、常に最新で作成した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・BIM施工図の活用で、施工図自体の整合が取りやすくなり、設備や電気などとの施工図調整が容易になったことで、図面の品質が向上した。
・C(コスト)	・施工図工の人工数が、想定より3割程度削減できた。
・D(工期)	・施工関係者間や施主、監理者との合意形成が迅速に行えた。
・S(安全)	・作業場所を3Dモデルで確認したことにより、的確な作業安全指示が行えた。
・E(環境)	・躯体仕上げの整合性が向上、手戻り等による作業が無くなり、資材ロスを低減できた。 ・ワークフロー化により書類量が削減した。
・その他の効果	・現場職員が常に3Dで納まりを確認できるため、計画精度が向上し、施工計画策定の効率化にもつながった。 ・ワークフロー化による回覧手続きの効率が向上した。

## BIM施工図取り組みと活用における生産性向上

清水建設株式会社 靄 秀雄

### 1. はじめに

琉球大学病院は、現在の宜野湾市上原地区から、2015年3月に在日米軍より返還されているキャンプ瑞慶覧の一部である、「西普天間住宅地区」内の沖縄医療拠点ゾーンと位置づけられた部分に移転する計画となっている。地区全体を琉球大学医学部など、他施設も含め一体的に整備され、琉球大学病院はその中核となる基幹災害拠点病院として計画されている（写真-1、図-1）。

本工事は、工事施工について「VE提案とVE提案に基づく施工計画」及び「工事全般の施工計画」を提出し、工事価格とともに総合的に評価して落札者を決定する総合評価落札方式により、国立大学法人琉球大学が発注する工事である。技術提案においてBIMモデルを建築で作成し、電気機械設備・設備機械工事との調整にBIMを利用する提案を行っていることで、本工事ではBIMを施工管理、図面調整業務に活用する取り組みを行っている。

今回建築工事において、BIMで施工図を作成する取り組みを行い、作図作業及び施工管理の生産性向上に取り組んだ事例を報告する。



写真-1 移転場所

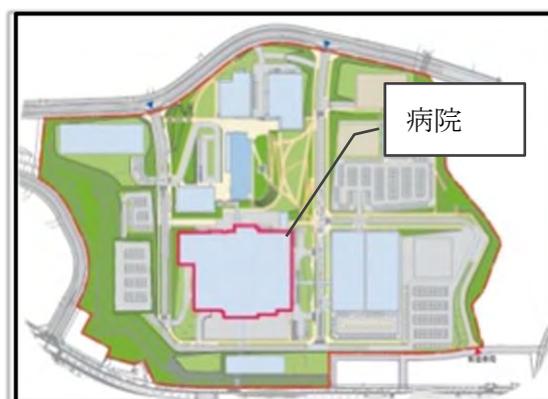


図-1 琉球大学キャンパス計画

### 2. 工事概要

#### (1) 工事概要

工事名：琉球大学（西普天間）病院新営その他工事

所在地：沖縄県宜野湾市新城大道原 443-1 他

建築主：国立大学法人 琉球大学

設計：(株) 日本設計

工事監理：日本設計・テクノ工営・泉設計共同体

施工：(建築・昇降機) 清水・大米特定建設工事共同企業体  
(設備工事、電気工事) 別途発注

工期：2021年2月～2024年6月（40ヵ月）

用途：病院

敷地面積：155,110 m<sup>2</sup>

建築面積：10,533 m<sup>2</sup>  
延床面積：69,752 m<sup>2</sup>  
最高高さ：75.25 m  
階 数：地下1階、地上14階、塔屋1階  
構 造：地下RC造、地上SRC造一部S造  
病 室：620床

## (2) 計画の特徴

琉球大学病院計画地は敷地に大きく高低差があり、1階を物流の搬出入や医療機器等の搬入動線とし、2階に病院の出入り口となるエントランスを設け、自動車、タクシー、及びバス等がアプローチできる患者動線としている。また、3階には立体駐車場を配置し、利用者が直接アクセスできる計画となっている。図-2、図-3は完成パースである。



図-2 病院建物完成パース



図-3 病院エントランスパース

## (3) 建物の特徴

病院建物は地上14階建て地下1階、塔屋1階、高さ75mで、延べ面積約70,000 m<sup>2</sup>の高層建築物である。7階～13階までの病棟階は、ウィング型の平面形状で構成されており、その高層範囲から平面形状が広がる形で、各医療部門や外来スペースが配置されている低層範囲が計画されている。全体としては基壇型の建物形状となっている（図-4）。

構造種別としては、沖縄の自然風土に配慮して外周構面及び柱を鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造）とし、スパンの大きい内部を鉄骨造（S造）としたハイブリッド構造を採用している（図-5）。

また、構造形式としては高い耐震性能を実現するために、1階床下に免震層を設けた基礎免震構造を採用し、鋼材ダンパー一体型天然ゴム系積層ゴム支承、錫プラグ入り積層ゴム支承及び天然ゴム系積層ゴム支承の3種類の支承の組み合わせで構成している。地上部は耐震壁付きラーメン構造とすることで建物水平剛性を高め、免震効果を増大させる計画としている。支持地盤としては島尻泥岩とし、基礎形式としては杭基礎を採用している。

階：手術部、ICU、周産母子センター  
 階：病理検査、中央材料、他管理部門  
 階：管理部門、精神科神経科病棟  
 ～13階：一般病棟  
 1階：電気・機械室  
 1階：ヘリポート

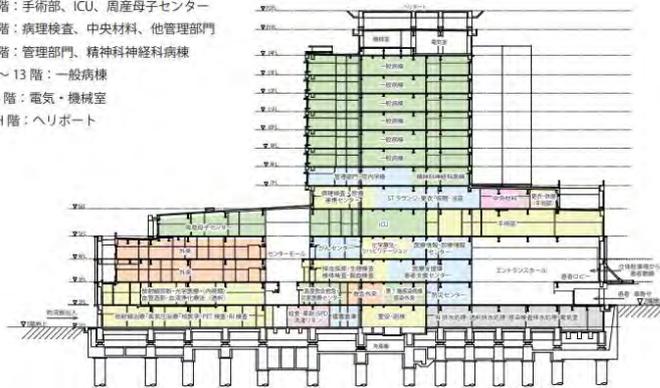


図-4 建物断面 敷地高低差の状況

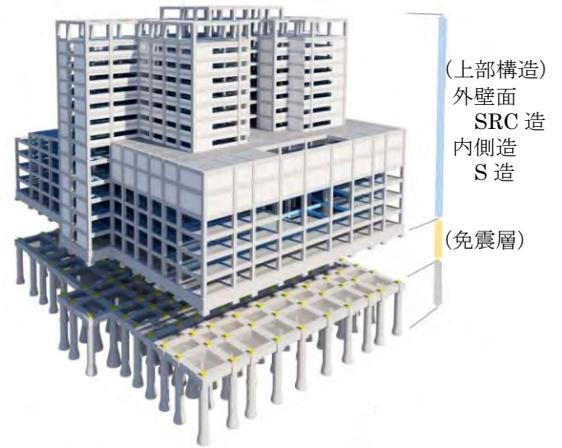


図-5 構造架構パース

### 3. 本工事の問題点と課題

本工事施工にあたり次にあげる問題点と課題が抽出された。

- (1) 当該建物は大学病院で地域の基幹となる大規模な災害拠点病院であり、多くの部局、診療科などを抱え、調整が必要な利害関係者が非常に多く、物決めに時間がかかり難航することが想定される。表-1 にマスター工程を示す。

表-1 マスター工程

総合工程表		2021年(令和3年)												2022年(令和4年)												2023年(令和5年)												2024年(令和6年)							備考
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
病院棟	外装工事	2021年2月6日														屋根・防水・外装仕上工事																			2024年6月28日 竣工引渡し										
	内装工事	着工														内装仕上工事																													
	躯体工事													鉄骨工事・躯体工事																															
	基礎工事	基礎工事																																											
	土工事	土工事																																											
リニアク棟	外装工事																																					外装仕上げ工事							リニアク棟 病院棟 ケーブル
	内装工事																																					内装仕上げ工事							
	基礎・躯体工事																																					基礎・躯体工事							
	土工事																																					土工事							
	準備工事	準備工事(現場事務所、仮田、通路整備)																																				仕上げ工事期間							
		仕上げもの決め検討期間																																											

- (2) 当社の請負区分は、建築工事と昇降機工事であり、給排水・衛生設備や電気工事等は別途発注で工事関係業者が多岐にわたり、施工図面の調整や資材発注納期のプロモーション管理が複雑で難しくなることが想定される。

- (3) 入札条件において、病室・エントランスや診察室など約 11,000 m<sup>2</sup>の多岐に渡る範囲のデジタルモックアップの作成、及びVRの作成が求められている(図-6)。また竣工時に維持管理に利用するためのBIMデータの提出を求められている。

(4) 当該建物は地下のある免震構造となっているが、外周部の一部の免震層が地下のないレベルに設置されている。そのため基礎階と地上階のクリアランスが大きく、外周部の擁壁高さが 12m ともなる複雑な躯体形状となっている。したがって、躯体形状が分かりにくく、さらに建物外周部でエキスパンション部が複雑に絡み合い、従来の 2D の施工図と製作図では納まりの検討が非常に難しい (図-7)。

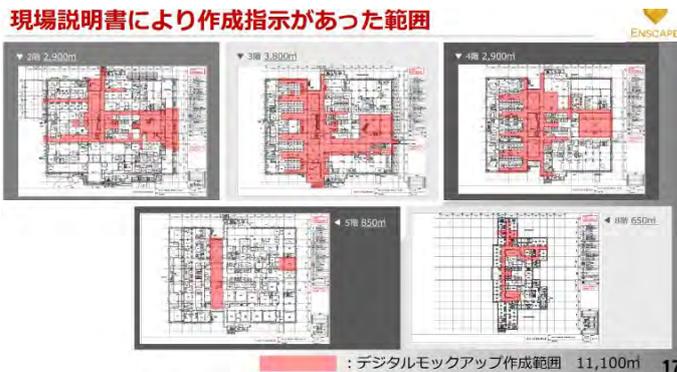


図-6 VRの作成指示範囲

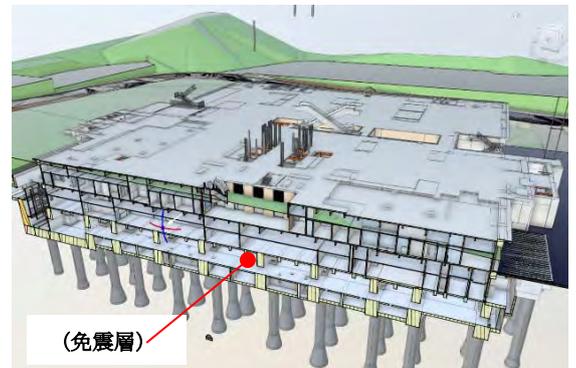


図-7 免震層、免震外壁形状

(5) 沖縄特有の日射への対策として外周にRCの縦型ルーバー (図-8) を設置している。センターモールや患者を出迎えるエントランスは、開放感を確保するためにカーテンウォールを採用し、日射対策として水平ルーバーを設けているため、外装工数の種類と工事が多く製作納期が長くかかることが予測されるため、物決めを早急に決定する必要がある。図-9 に建物外壁形状を示す。

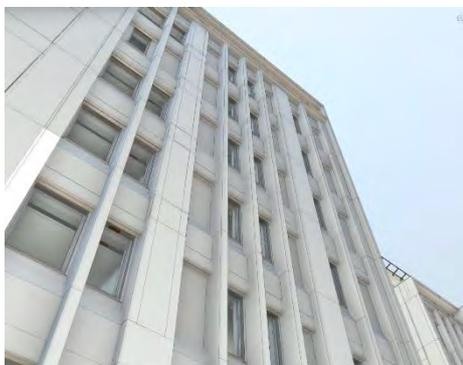


図-8 病棟外壁 RC 縦型ルーバー



図-9 建物外壁形状

#### 4. 課題解決のための BIM 活用方針

3 章にて抽出した課題克服のため、当現場では BIM を最大限の活用することとした。以降に方針を示す。

- (1) 基礎免震部・エネルギーセンターへの共同溝や、意匠確認が必要な病院エントランス吹き抜け・待合室廻りなど病院関係者や別途工事業者との調整作業が必要な部位を、3D で形状確認、納まりの検討を進める。
- (2) 病院関係者や設計監理者との、物決めや仕様の打合せに「BIM 施工図モデル」を活用するため、プロジェクト全体で BIM モデルを一元管理できるシステムを構築する。それにより、3D で分かり易い説明を行い円滑な合意形成を図る。

- (3) 部屋数が非常に多くあり、複雑で多様な仕上げの大学病院建築をこなすため、別途工事の設備機械工事、電気機械工事及び別棟建物取合工事との調整作業を BIM を利用して行う。それぞれの BIM モデルをプロジェクト関係者間で作図状況確認や調整作業により認識の共有を図り、関係図同士で整合のとれた作図を行う。
- (4) 当工事の入札要項書では、デジタルモックアップと VR や維持管理のための BIM モデルの提出が求められている。そこで要求事項に対応するための BIM モデル作成にとどまらず、建物全体で躯体と仕上げの BIM 施工図を作成し、作図の効率化に取り組む。
- (5) 施工図や提出書類のチェックや回覧に、特定の施工管理ソフトのワークフローシステムを活用し、作図プロモーション管理の効率化を図る（図-10）。

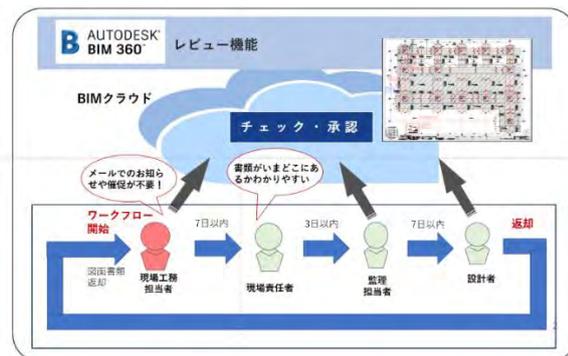


図-10 施工管理ソフトのワークフローシステム

## 5. BIM活用による作図の具体的な取り組み

### (1) BIM 施工図の作図

- ・BIM の施工図作図に先行して、設計図をもとに躯体と仕上げモデルの作成を行った。作図チームは BIM クラウドのワークシェア機能を利用し、ONE モデルでオペレーターが複数人同時に作図作業を行った。
- ・モデリングされた建物モデルから、躯体図・仕上げ図・詳細図・展開図などの図面シートを BIM ソフト上で作成し、複雑な箇所は 3D で整合をとりながら作図作業を行った（図-11）。

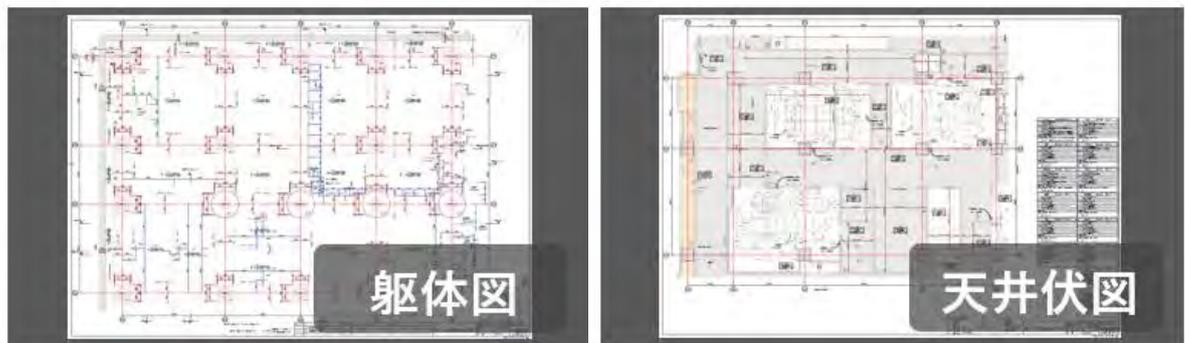


図-11 作図した BIM 施工図

- ・施工図の変更や追加に対しても、BIM で修正することを徹底した。
- ・ボードの割付・詳細図まで全て BIM で作図・モデリングを行うと、データ量が膨大になり扱いつらく作図の手間もかかり非効率の為、展開図・詳細図のベースはモデリングされて

いる BIM データから作成し、業者のプロット図や割付は 2 次元 CAD を使用し作図作業効率の向上を図った（表-2）。

表-2 施工図一覧

施工図分類	No.	施工図種別	作図ツールソフト名	出図シート枚数	対象部位
躯体図	1	杭伏せ図	Revit	1	場所打ち杭
	2	基礎躯体図	Revit	6 3	免震基礎部、外周擁壁部
	3	躯体床伏せ図	Revit	1 8 1	地下 1 階～地上 1 4 階、棟屋、屋上
	4	躯体見上げ図	Revit	1 3 0	地下 1 階～地上 1 4 階、棟屋、屋上
	5	躯体断面図	Revit	9 2	地下 1 階～地上 1 4 階、棟屋
	6	躯体立面図	Revit	9 6	地上 1 階～1 4 階、棟屋
仕上げ図	7	平面詳細図	Revit	2 0 3	地下 1 階～地上 1 4 階、棟屋、屋上、ヘリポート
	8	天井伏せ図	Revit	2 0 3	地下 1 階～地上 1 4 階、
	7	各部屋展開図	Revit	2 6 1	手術室、センターモール、エントランスなど部屋形状種類毎約 200 室分
	8	仕上げ色分図	Revit	6 3	床、壁、天井、幅木の仕上げ種類分け
	9	総合図	Revit	1 4	病院要望事項のプロット図
	1 0	材料割付図	Revit, Autocad	4 0	ボード、下地割り付け等
	1 1	WC 展開図	Revit, Autocad	8 4	設備、電気等プロットの為
	1 2	部分詳細図	Autocad		防水取合い、天井見切り図、壁天井取合図等。

(2) ワークシェアによる BIM 施工図作図

- ・特定の施工管理ソフト(BIM クラウド)を利用して BIM 施工図作図をワークシェアし、ONE モデルに対してチームで同時に作図作業を行った。チームはモデル上で作図エリアが重複しないように躯体班・仕上げ班・外装班に分けて編成した（図-12）。

(3) BIM 作図体制の構築

- ・ベテランの施工図工と、施工図経験が少ないが BIM モデルを作成できる BIM モデラーをセットで作業できるようにして、施工図教育と BIM 操作教育に関してお互いがサポートできる体制とした（写真-2）。

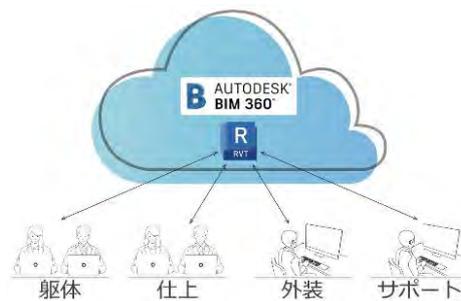


図-12 ワークシェア



写真-2 BIM 作図チーム

- ・現場で 3DCAD 施工図を作画する上で、現場には施工図工 3 名を配属し、その 3 名に対して支店 BIM 施工図センターで 3DCAD での実務的な施工図作画研修を 2 週間実施した。さらに支店から BIM 施工図作画経験者の BIM モデラー 2 名を現場に派遣し、作画チームの編成を行った。すべての施工図員が 3DCAD で作画できる体制を構築した。

#### (4) 施工図の品質向上

- ・3DCAD により、平面図・断面図・天井伏図・展開図などを 3D で整合を取りながら効率的に作画を行った。
- ・BIM モデルを施工図の挿絵に多用することで、複雑な躯体形状などに対して理解のしやすい施工図を作成した (図-13)。

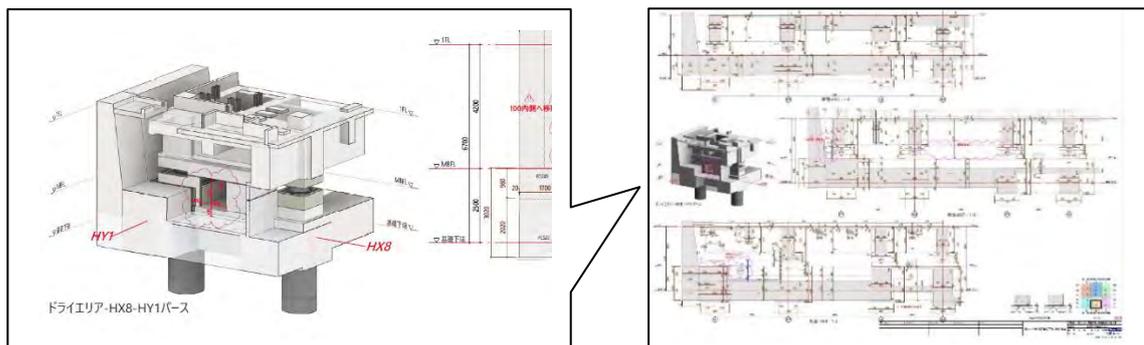


図-13 3D を加えた BIM 施工図の例

## 6. BIM 施工図モデルの施工管理への展開

### (1) 施工図レベルの BIM 整合調整

- ・建築 BIM 施工図モデルに加えて、別途工事の設備や鉄骨モデルを施工管理ソフト (BIM クラウド) 上で統合し、設備機械・電気機械・鉄骨ファブ他とともに整合確認を実施した。またプロジェクト関係者は Web ブラウザからクラウドにアクセスし、各モデルを合成した統合モデルを確認できるようにした。今回使用した施工管理ソフトは操作が簡単で関係者が容易に扱うことができた (図-14)。
- ・設計定例会議や業者打合などでも容易に統合モデルが確認できるため、関係者全員で 3D を使った情報共有を行った (写真-3)。



図-14 Web ブラウザでアクセス



写真-3 3D を使った打合せの様子

### (2) デジタルモックアップ・VR の活用

- ・入札時の現場説明書によりデジタルモックアップの作成指示があったメインエントランスや廊下など 11, 100m<sup>2</sup> について、BIM 施工図のモデルを利用し VR 化を行った。

- ・デジタルモックアップの作成には 3DCAD のモデルに加えて、レンダリング専用ソフトを利用した。
- ・既存琉球大学病院敷地内のモデルルームに VR ルームを設置し、作成した VR モデルを病院関係者がヘッドマウントディスプレイで確認できるようにした（写真-4）。
- ・エントランス・吹抜部・待合室・病室・スタッフステーション等の仕様・空間・使い勝手を病院の担当者に VR 空間で確認してもらうこととした（図-15）。
- ・常に最新の BIM 施工図モデルでレンダリングし、VR・デジタルモックアップを作成し、デジタルモックアップを適宜更新した。



写真-4 VR ルームでの確認



図-15 デジタルモックアップ(吹抜部・病室)

### (3) 工事進捗管理への BIM モデルの活用

現場で撮影した 360° 画像をマッピングして工事進捗管理に利用している特定のアプリケーションと BIM 施工図モデルを連携させ、現場の進捗状況とともに仕上げの完成形の確認を行った。写真-5 のように 360° 画像と BIM モデルを合わせて確認することができる。

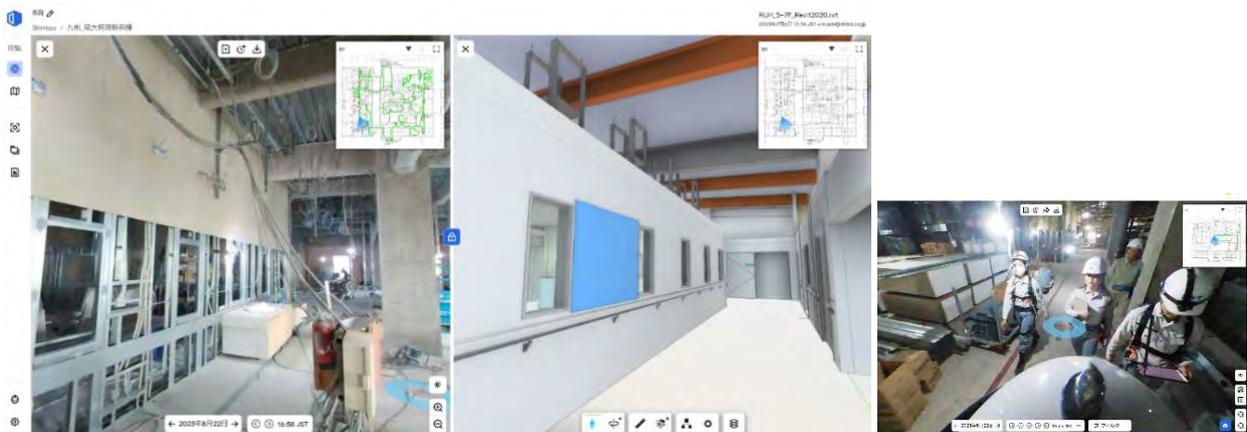


写真-5 360° 画像と BIM モデル確認

## 7. BIM による業務効率向上の効果

### (1) 施工図の作図効率について

BIM モデラーが施工図作成より先行して建物モデル入力作業を完了したことで、施工図工の負担が軽減された。また、施工管理ソフトを活用したワークシェアを行うことで業務負担配分が効率的に行われた。これらにより請負金額と用途（医療施設）で想定される施工図工は 9 人/月が、現場常駐の施工図工 5 名と九州支店からの BIM サポート 1 名に軽減することができた。

## (2)現場担当者・施工図工からの声

- ・ONE モデルを複数人で作業分担しながら作図できるのはメリットが大きい。
- ・平面図と断面図と 3D の全てがリンクしているため、図面修正時のミスが減る。
- ・3D モデルが身近にあることで、納まり、形状がわかりやすく、イメージを共有しながら話を進めることができる。

## 8. ワークフローによる業務効率向上の効果

### (1)ワークフロー化の効果

施工管理ソフトのレビュー機能を利用して、発注者、設計者、監理者、別途業者などプロジェクト関係者の書類回覧をワークフロー化した。チェックすべき人までワークフローが回るとメールが届き、ブラウザにアクセスすることで、自分がチェックすべき書類やその期限を容易に知ることができた。

### (2)現場当者・施工図工からの声

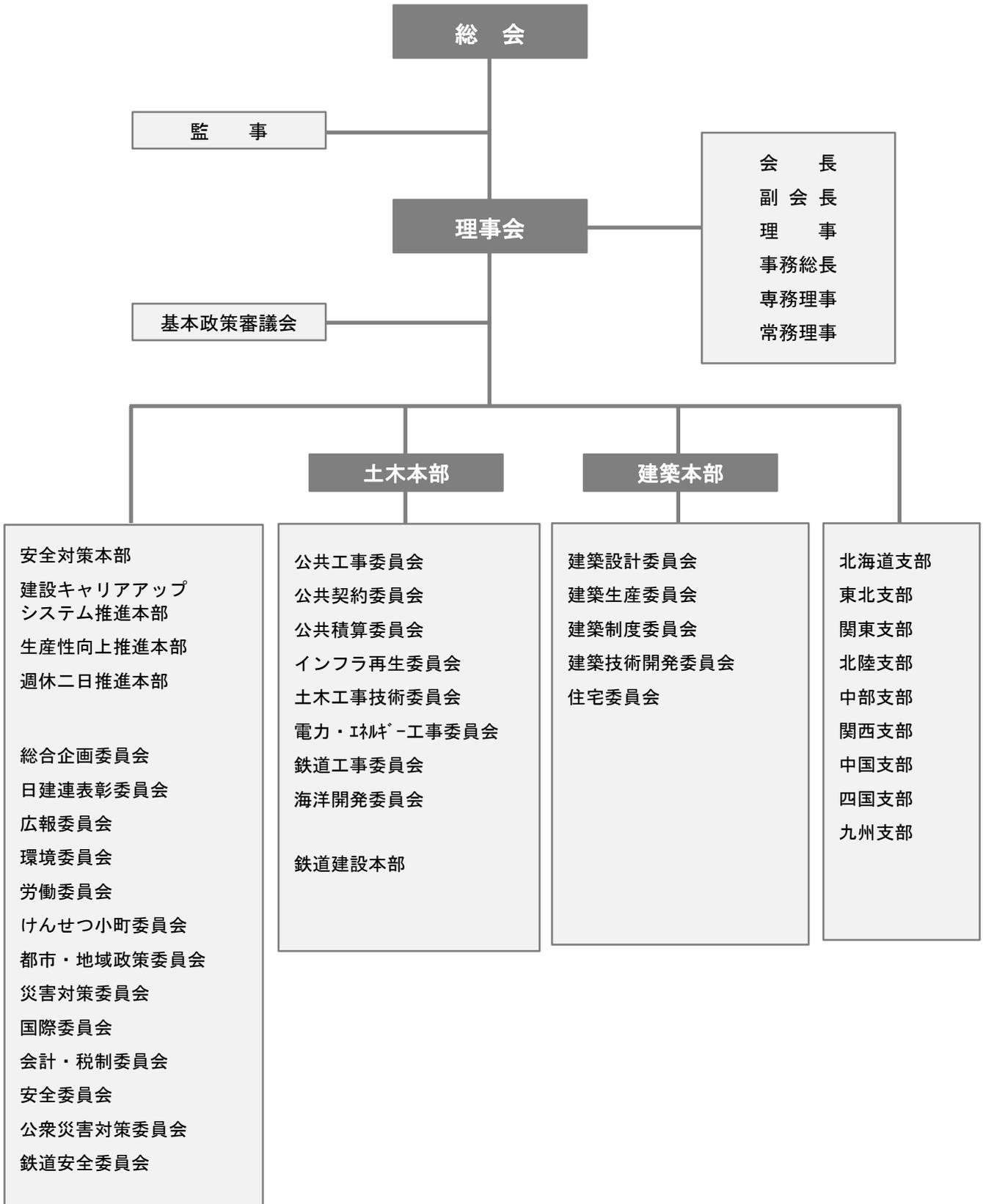
- ・チェックすべき人にはメールが届き、回覧状況ステータスが Web 上で一覧表確認できるため、図面の進捗管理がわかりやすくなり、個別に連絡する必要がなくなった。
- ・自分に関連する情報をブラウザで把握しやすい。
- ・印鑑レスで、書類の持ち回りがなくなった。
- ・回覧の確認漏れによる遅延や書類の行先がわからないことがなくなった。
- ・遠隔地でも対応が可能になった。
- ・回覧用に書類を準備、図面を整理などの手間削減と図面回覧にかかる時間の短縮できた。
- ・提出、承諾の記録がクラウド上に自動で残るため図面の管理がしやすい

## 9. おわりに

私たちは「挑戦と改革」を合言葉に、新しい事にも積極的に取り組む環境、雰囲気づくりに努めています。会社の総合力を活用してプロジェクトを着実に進めている本プロジェクトに関わり、大変名誉に感じています。当該工事のご指導・ご協力いただいたすべての関係者の方々に感謝の意を表します。

# 組織図

2023年11月現在  
一般社団法人日本建設業連合会



技術提案制度専門部会委員一覧（敬称略・順不同）

[2023年11月現在]

主査 松嶋 茂 戸田建設(株)  
副主査 山田 辰雄 鹿島建設(株)

[第1分科会]

（総合評価制度 適用状況調査担当）

リーダー 本間 康高 (株)浅沼組  
サブリーダー 荒 粂 稔 (株)熊谷組  
委員 田口 茂樹 (株)安藤・間  
寺田 嘉樹 (株)大林組  
田中 智行 (株)鴻池組  
服部 覚志 五洋建設(株)  
伊藤 友博 佐藤工業(株)  
下田 啓二郎 (株)竹中工務店  
曾我 行雄 (株)フジタ

[第2分科会]

（VE等改善事例発表会 企画運営担当）

リーダー 松本 敏弘 松井建設(株)  
サブリーダー 三浦 信一 前田建設工業(株)  
委員 米川 隆志 共立建設(株)  
沼尾 憲司 清水建設(株)  
猫本 泰彦 大成建設(株)  
豊田 將文 東急建設(株)  
辻口 昇 西松建設(株)  
米田 清文 日本国土開発(株)  
相川 威文 三井住友建設(株)

©一般社団法人 日本建設業連合会（2023年）

本誌掲載内容の無断転載を禁じます