

# VE等施工改善事例発表会 資料

2018 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

政府が進める「働き方改革」の波は、建設業へも確実に押し寄せてきています。

日建連は「4週8閉所」を目標に掲げております。いつまでに実現するのか。実現するためには、どうすればいいのか。各社でさまざまな検討が行われていることかと思えます。

また価値観が多様化していくなかで優秀な人材の確保を考えれば、「働き方改革」の本質である個々人の労働時間の短縮は喫緊の課題です。

労働時間の短縮は生産性の向上によって成し遂げられるものであり、建設部門で言えば、施工性の向上や効率化が必要とされます。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「働き方改革」の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き、建設業の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。

本年は会員各社から15の事例を発表いたします。この内の11事例が施工の合理化に関する内容となっており、13事例で工期の短縮を実現しています。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えます。

最後になりますが、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。

2018年11月

技術提案制度専門部会主査

中尾 和子

## 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、ご来場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」「真のVE事例」および「改善効果の高い事例」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、東京会場、大阪会場、福岡会場でそれぞれに分け、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「狙い」「目的」「問題点・背景」「改善概要」「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。

## VE等施工改善事例発表会資料

### 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. 階上解体における飛散養生方法の改善	1
佐藤工業(株)	若松 正樹
2. ICT建機による省力化と安全性の確保	9
(株)熊谷組	吉田 圭志郎
3. 物流倉庫における基礎工事の施工生産性向上	17
五洋建設(株)	有澤 英樹
4. 大規模免震建物における基礎構造の合理化	23
鹿島建設(株)	石嶋 樹一郎
5. 超高層RC造集合住宅の施工計画の合理化	33
(株)フジタ	柿本 正和
6. 野球場施設施工における各種省力化の取り組み	43
(株)安藤ハザマ	伊藤 高義
7. 構造部材PCA化による生産性向上	51
清水建設(株)	加藤 計輔
8. 大空間屋内スポーツ施設の屋根鉄骨・仕上	57
— 品質・安全の向上と工期短縮の実現 —	
前田建設工業(株)	松本 通孝
9. 次世代現場管理への挑戦による生産性向上	67
戸田建設(株)	今和泉 孝幸
10. 中間層免震における施工手順及び精度管理方法の改善	75
(株)竹中工務店	福田 義広
11. 急勾配屋根における鉄骨建て方と屋根施工の工夫	83
西松建設(株)	尾形 和広
12.	99
13. 重量物水平移動方法の改善	111
大成建設(株)	三澤 元昭
14. 化粧打ち放しコンクリート仕上げに用いる型枠の改良	119
(株)鴻池組	池上 信太郎
15. 仕上材のデザイン変更による生産性向上	125
松井建設(株)	竜見 尚一

専門部会の活動の経緯

# 1. 階上解体における飛散養生方法の改善

社名:佐藤工業(株)

氏名:若松 正樹

## 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	日本橋室町三丁目地区第一種市街地再開発事業B地区解体工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 14, 301㎡、地下2階、地上9階、塔屋2階
(3) 用途	事務所
(4) 主要構造	SRC造
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2016年12月～2017年11月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"><li>解体工事において、解体コンクリートガラ、鉄筋くず等が養生足場上部より飛散して、第三者等への事故災害につながっていたこと。</li></ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"><li>解体工事において、解体コンクリートガラ、鉄筋くず等が現場より外部へ飛散させない養生を行うこと。</li></ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"><li>階上解体において、作業場上部を隙間無くネットで覆い、飛散物を外部に出さない養生とする。支柱、ネットは解体することなく、盛替えを行いながら解体を進める。</li></ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"><li>養生の盛替えを可能にすることで、コストを低減出来た。</li></ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"><li>養生の盛替えを可能にすることで、階毎の養生作業の工程を1フロア3日間短縮することが出来た。</li></ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"><li>外部に飛散物を発生させず、第三者災害を防止することが出来た。</li></ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"><li>養生の各フロアの設置・撤去をなくすことで揚重機の使用を減らし、CO<sub>2</sub>の発生を抑制した。</li></ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"><li>第三者に対して、安全配慮のアピールが出来た。</li></ul>

# 階上解体における飛散養生方法の改善

佐藤工業株式会社  
若松 正樹

## 1. はじめに

本工事は、敷地西側は小学校に隣接し、南東面は幹線道路に面した敷地に建てられた、地上9階、地下2階のSRC造の商業ビル（写真-1）を解体する工事である。

敷地いっぱいに建物が建てられており、階上解体を行なうにあたり、接道部の人通りが多い為、外部への飛散養生を行なった。その養生の設置、盛替え手間を軽減し、工期を延伸させないための計画について報告する（写真-2）。



写真-1 解体建物



写真-2 本報告のシステム

## 2. 工事概要

- ・ 工事名称 日本橋室町三丁目地区第一種市街地再開発事業B地区解体工事
- ・ 工事場所 東京都中央区
- ・ 工期 平成28年12月16日～平成29年11月15日
- ・ 建物用途 商業ビル
- ・ 構造 SRC造
- ・ 規模 地上9階地下2階塔屋2階
- ・ 敷地面積 1,363.19㎡
- ・ 建築面積 1,337.97㎡
- ・ 延床面積 14,301.01㎡

### 3. 養生方法の検討

解体工事において、外部に飛散する恐れのある要因とそのメカニズムを抽出し、養生方法の選定を行った。

- 1) 飛散要因①～④の対応として【案A】（足場の内側に1m張り出し養生する方法）を試案した（図-1）。

	飛散要因作業の抽出	対 策
①	ガラを小割し、スクラップを仕分け中に鉄筋と鉄筋が引っ掛かり跳ねる。	解体作業フロアより下階にて小割作業を行う。集積した鉄筋同士を近づけ過ぎない。重ね過ぎない。
②	外周壁を倒す時、縁切部分が競合ってガラや鉄筋が跳ねる。	縁切を行なうときは、コンクリートを幅広く圧砕し、切断部の鉄筋、鉄骨を幅広く露出させる。
③	解体材をエレベータ開口から投下中、開口部周りの鉄筋にガラ・鉄筋が引っ掛かり跳ねる。	接合部解体後、露出している鉄筋はこまめに切断する。
④	圧砕機で鉄骨の柱、梁接合部分のボルトを圧砕した時に、ボルトが跳ねる。	事前に接合部位置を確認し、ボルト部分は圧砕しない。

- 2) 飛散要因⑤～⑦の対応については【案A】の飛散養生では対応しきれないことがあるため【案B】（ネットを建物上部全域に架ける養生方法）を採用した（図-2）。

	飛散要因作業の抽出	対 策
⑤	ガラ集積中、バケットの爪が柱から露出している鉄筋に引っ掛かり、反発して鉄筋やガラが跳ねる。	鉄筋を切断する際は、極力根元で切断する。無理にガラを引張って集積しない。
⑥	バックホー走行中、キャタピラに鉄筋ガラが挟まり跳ねる。	走行速度はスローで走行する。挟まった場合はすぐに取り除く。
⑦	柱・梁の解体中、無理に圧砕機で鉄骨を切断しようとねじり、鉄筋・ガラが跳ねる。	無理にねじらない。

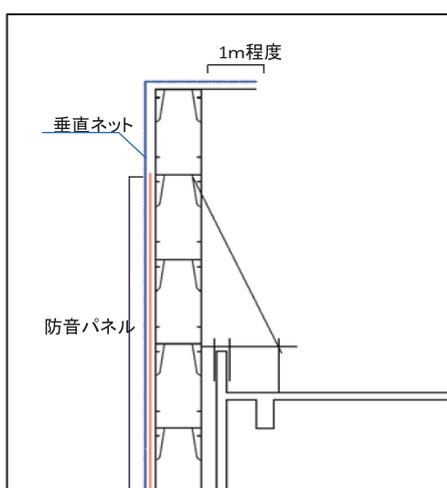


図 - 1 【案A】

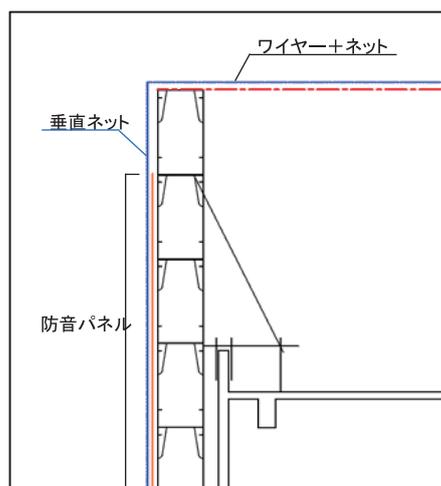


図 - 2 【案B】

#### 4. 養生詳細計画

建物全体の養生を計画する上で、次のことに留意した。

- ・ 養生の盛替え作業をスムーズに行なうことで無駄な工程を作らない
- ・ 重機が作業できるだけの作業範囲を確保する

建物内に数本の支柱を固定し、上部にワイヤーを通す。ワイヤーにネットを取り付けることで屋根上の養生を設置する。ワイヤー及びネットの端部は外部足場に固定し、少しの隙間も無い養生を行う（図-3）。

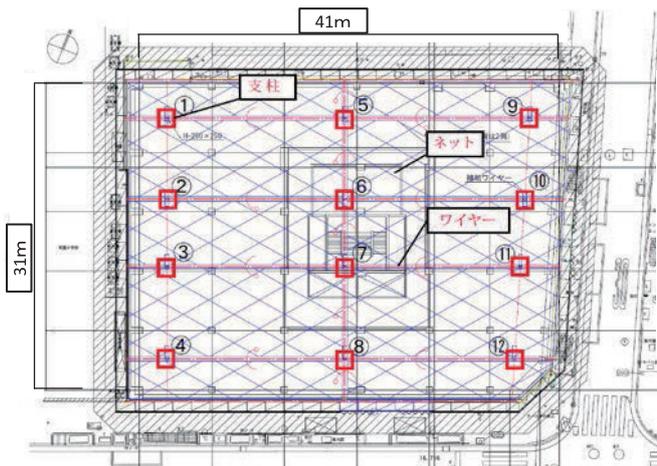


図-3 平面計画

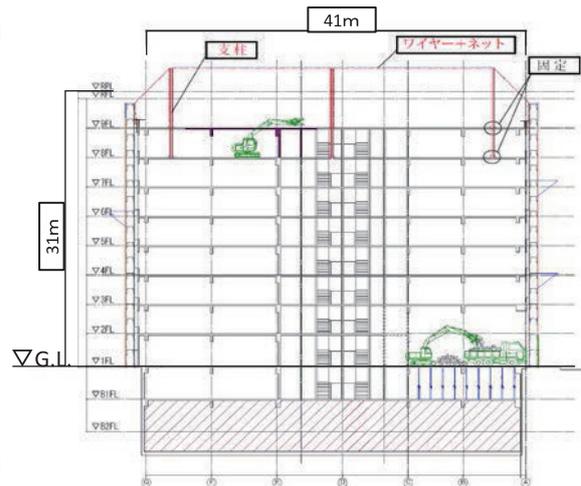


図-4 断面計画

支柱の高さはワイヤー、ネットのたわみを考慮し、重機（バックホウ）の作業範囲高さより500mm高くなるように計画を行なった（図-4、写真-3）。



写真-3 養生完了

## 5. 養生内での躯体解体作業

フロア毎に養生の撤去・設置の手間をなくすため、一度設置した養生は最後まで取外すことがないような解体手順とした。

手順① 支柱固定部のスラブを残した中壁・スラブ解体

- ・支柱を固定しているスラブを残して中壁・スラブの解体を行なう（図-5、写真-4）。

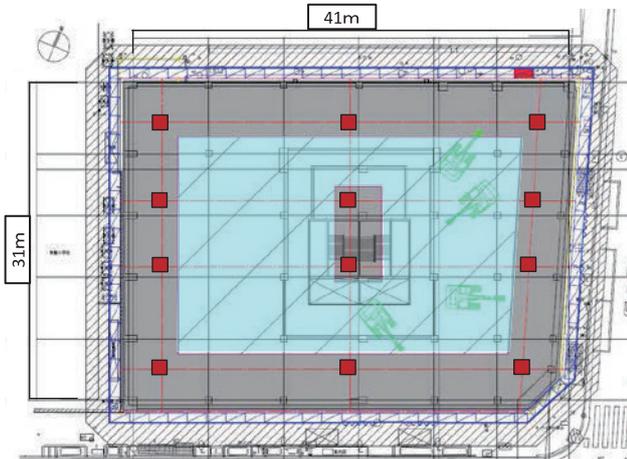


図-5 中壁・スラブ解体



写真-4 中壁・スラブ解体

手順② 支柱の盛替え

- ・クレーン仕様のバックホウにて支柱を下階へ盛替える。

手順③ 支柱を固定していたスラブの解体

- ・手順①において残していた中壁・スラブの解体を行なう（図-6、写真-5）。

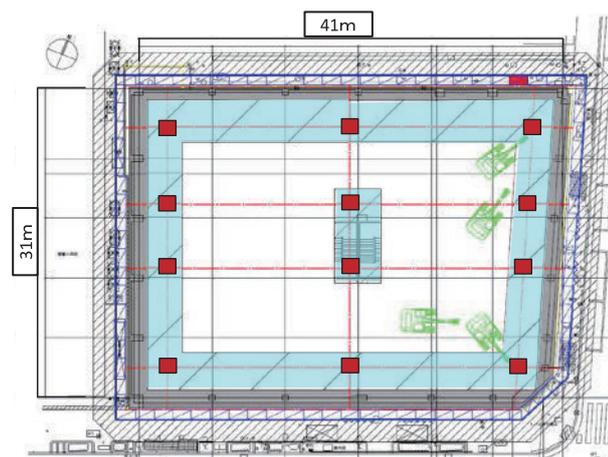


図-6 支柱固定部スラブ解体



写真-5 支柱固定部スラブ解体

#### 手順④ 外壁の解体

- ・外壁をバックホウ2台にて解体を行なう（図-7、写真-6）。  
この時、内側に倒した外壁が支柱に干渉することを防ぐため、外壁解体高さ以上の位置で支柱の配置計画を行なう。

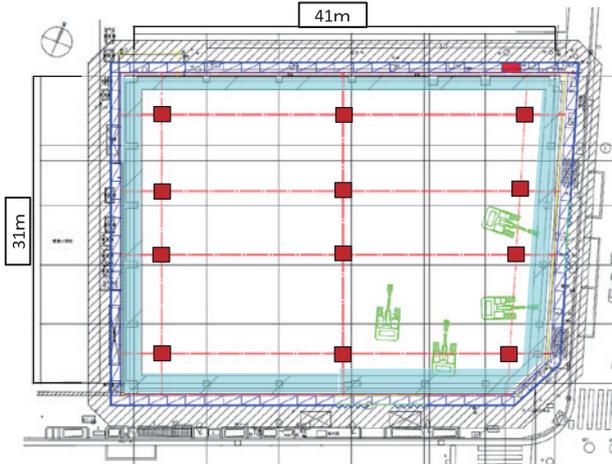


図-7 外壁解体



写真-6 外壁解体

#### 手順⑤ 外周ネット盛替え、足場解体

- ・外壁解体完了後、外部の養生足場を解体する。この時、足場に固定しているワイヤー、ネットも同時に盛替える。

##### ・足場解体手順

- (1) 壁解体後、足場側のワイヤーを緩めると同時にネットも緩むが、ワイヤーの設置を支柱間で分ける為、内部側のワイヤーは緩むことなく、重機による解体作業が継続できる（図-8）。
- (2) ネットの固定位置を足場解体の2段分下げる。ネットの固定位置を下げることにより、ネットの長さが足りなくなるため、事前に一番長くなる長さでネットを製作し、余った部分は丸めておく（図-9）。
- (3) 足場を解体する。解体した箇所より、外部の垂直ネットは足場上部まで張り上げ隙間をなくす（図-10、写真-7）。

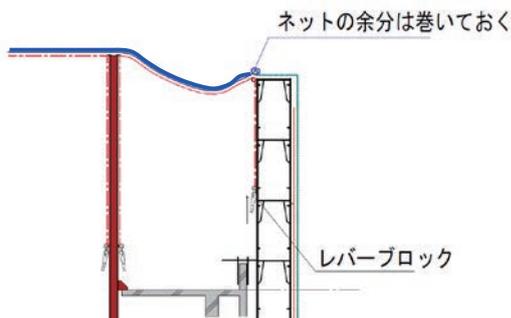


図-8 足場解体手順(1)

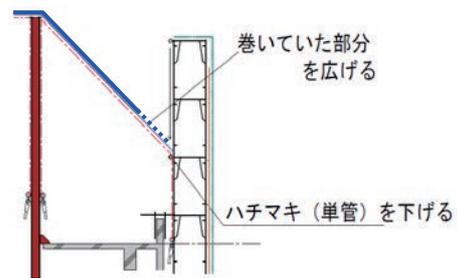


図-9 足場解体手順(2)

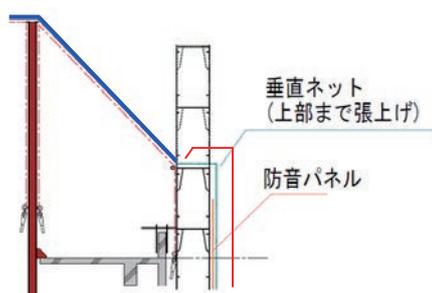


図-10 足場解体手順(3)



写真-7 足場解体状況

手順⑥ スラブ解体→重機を下階へ

スラブを一部解体し、重機が下階へ降りる為の開口を作る。重機が下りたら、次フロアのサイクルを始める（図-11）。

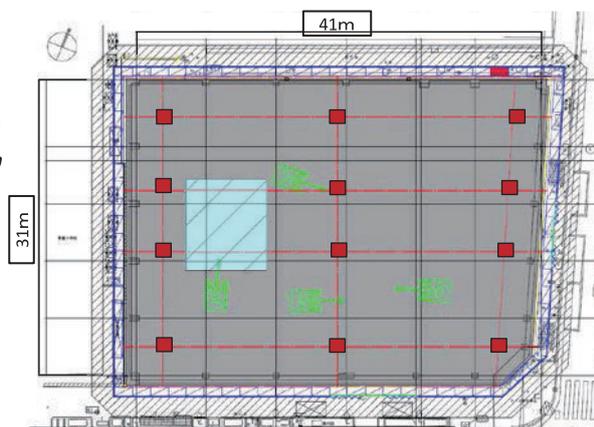


図-11 スラブ解体

6. 工程比較

1) 当初計画工程

当初、各フロアごとに養生を設置・解体を行う計画時の工程として、養生の設置に2日、中壁・スラブ解体に4日、外壁解体に3.5日、下階へのスラブ解体に0.5日、養生撤去に2日の1フロア12日間での計画としていた（図-12）。

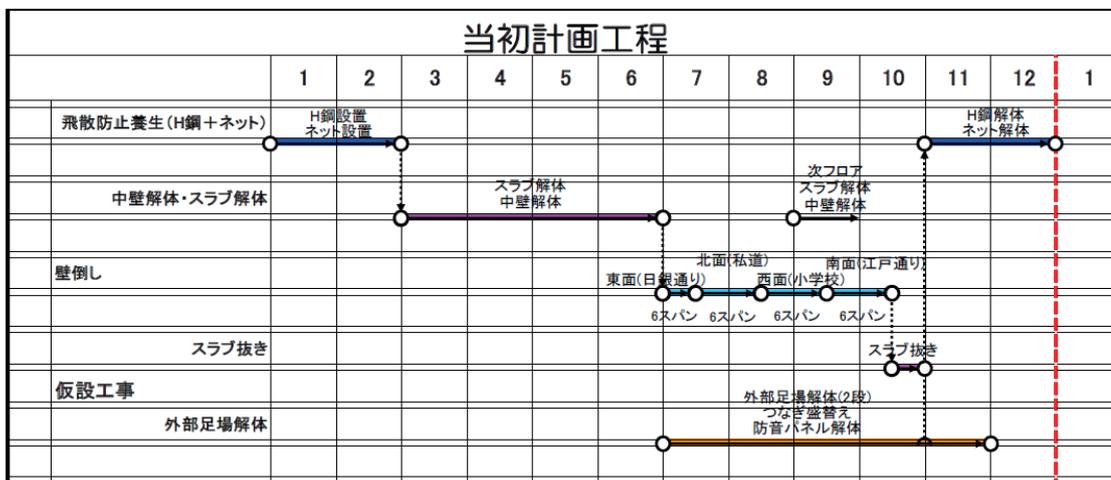


図-12 当初計画工程

2) 実施工程

壁・スラブ解体に4日、平行して養生の盛替え、外壁解体に3.5日、下階へのスラブ解体に0.5日の1フロア9日間で行なった（図-13）。

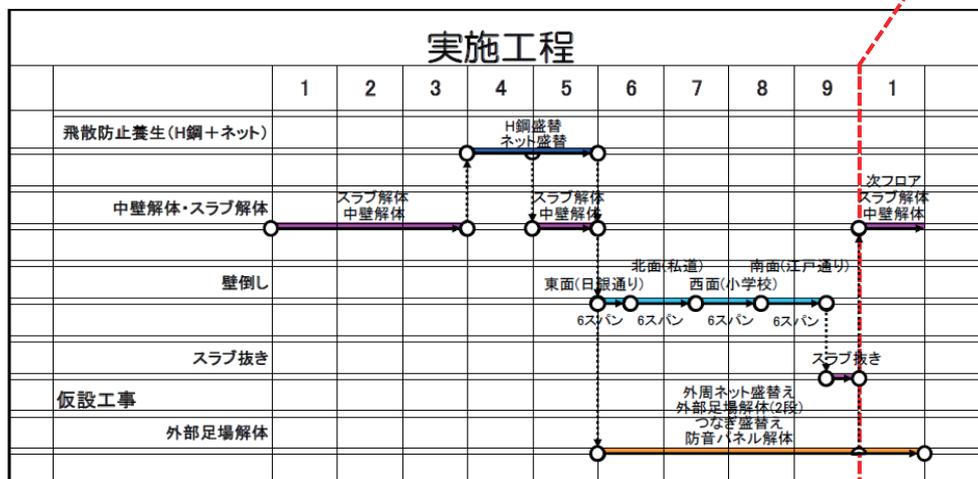


図-13 実施工程

## 7. 効果

解体工事において、外部への飛散による第三者災害を防止する為に、各フロアごとに養生を設置・解体することで多大なコスト及び工程が必要とされていた。

実施では作業場上部を隙間無くネットで覆い、飛散物を外部に出さないよう養生し、支柱、ネットは解体することなく、盛替えを行いながら解体を進めることで、コスト及び工程を低減できた。

工程は、1フロア12日サイクルの計画を9日サイクルとし、各フロア3日間短縮した。全フロア（9フロア）で27日間の工程を短縮することが出来た。

## 8. まとめ

都心部において解体工事を行なうにあたり、外部への飛散防止を目的とした本報告のシステムによる養生を行った結果、一度も外部へ飛散させることなく、安全に工事を完工出来た。

養生の設置に手間や時間がかかると懸念されたが、改善により大幅な効果を得ることが出来た。

## 2. ICT建機による省力化と安全性の確保

社名： (株)熊谷組

氏名： 吉田 圭志郎

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)コメリパワー竜泉寺北店 新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積9866㎡ 地上2階
(3) 用途	物品販売業を営む店舗
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	愛知県名古屋市
(6) 施工期間	2018年1月1日～2018年11月30日
(7) 工事費	1,660(百万円)
(8) 設計者	株式会社 熊谷組 中部一級建築士事務所
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>造成工事を含めた約1万m<sup>2</sup>の建屋を9.5ヶ月で施工する必要がある。</li> <li>現状地盤が設計GLより高く、地盤の鋤取り後に柱状改良杭芯位置出し柱状改良杭工事着手しなければならない。</li> <li>柱状改良体硬化後に行う柱頭処理作業のための目印として、改良施工部分を埋戻しをせずに窪みを付けたりして開口部と成り危険で効率が悪い。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋤取り工事から柱状改良工事着手までの工期短縮を図りたい。</li> <li>柱状改良施工後には埋戻しをして開口部を作らず、柱頭処理作業時に合番者を不要とし、作業効率を上げるとともに不安全作業を無くしたい。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>柱状改良工事で杭重機の相番として必要な0.7m<sup>3</sup>級バックホウにICT建機を採用し、柱状改良位置出しにも利用した。</li> <li>ICT建機による隅出しで、測量工による位置出しが不要とし、鋤取り整地工事→杭芯位置出し→柱状改良施工と進めることにより工期短縮が図った。</li> <li>ICT技術によりバックホウ搭載モニターに表示される位置情報をもとに、柱状改良杭の位置確認・杭頭処理を行なうことで施工効率、安全性向上を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の測量工による位置・レベルと同等の施工精度を確保出来た。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT建機の機械リース費用が要したが、省人化、工期短縮により、従来工法とほぼ変わらない結果となった。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>測量工による柱状改良芯の位置出しの工程不要になり作業時間短縮が図れた。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>測量工の工程が無くすことができ、測量工と重機との接触リスクと開口部転落リスクが無くなることで安全性の向上が図れた。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>柱状改良施工機での空掘りが無くなり、更に、ICT建機の効率的な動きにより、排ガスによるCO<sub>2</sub>排出量を削減できた。</li> </ul>
・その他	—

# ICT建機による省力化と安全性の確保

株式会社熊谷組 名古屋支店  
吉田 圭志郎

## 1. はじめに

本工事は、名古屋市郊外の約27,000㎡の敷地に、鉄骨2階建てのホームセンターの建設と造成工事を含めて工期9.5か月で完成させる工事である（図-1）。

本報告では、9.5ヶ月という短工期で施工するための方策の一つとして、ICT（Information and Communication Technology）建機を活用した掘削・柱状改良杭工事における、省人化による生産性と安全性の向上に対する取り組み事例について報告する。

## 2. 工事概要

工事名称：(仮称)コメリパワー竜泉寺北店 新築工事  
工事場所：愛知県名古屋市  
発注者：株式会社コメリ  
設計監理：株式会社熊谷組中部一級建築士事務所  
施工：株式会社熊谷組名古屋支店  
施工期間：2018年2月～2018年11月（9.5ヶ月）  
建物用途：物販店舗  
主要構造：鉄骨造  
階数：地上2階  
建物高さ：14.68m  
敷地面積：27,372.87㎡  
建築面積：6,450.19㎡  
延床面積：9,722.32㎡



図-1 外観パース

### 3. ICT建機の機能と特徴

本工事は、昨今の作業員不足・高齢化を踏まえ、9.5ヶ月の短工期施工を実現するため、掘削・柱状改良杭工事の工期短縮策として、ICTを活用した建設機械の導入について検討を行った。

今回導入を検討したICT油圧ショベルが持つ機能を以下に示す。

- ・GNSS（グローバル衛星測位システム）の測位技術による位置情報の取得
- ・アームやブーム位置を自動制御して、バケットの刃先を設定したレベル（設計面）でトレースする「自動整地アシスト」（図-3）
- ・アームやブーム、バケットが設計面を傷めないようにする「自動停止制御」（図-4）



図-3（自動整地アシスト）



図-4（自動停止制御）



写真-1 建機内モニター



写真-2 ICT建機PC200i

また、ICT建機内には、12.1インチのモニターが搭載されており、バケットの鉛直方向の情報（写真-1右上部）、水平方向の情報（写真-1右下部）が表示され、バケットの動きをナビゲーション出来るようになっている。オペレーターにバケットの操作ガイドを表示することで作業用の丁張りを不要とし、作業効率化が図れる。

ICT建機を活用した施工による特長を以下に示す。

- ①**工程管理**： 建機によるレベル制御（掘削深さを設定することで、それ以上掘削することがなくなる制御）（図-3、4）により、人的誤差や修正等の手戻りが無くなり、的確な工程管理を行うことができる。

GNSSによる位置情報をオペレーターが取得できるため、掘削しな

がらの確認作業が可能となり、レベル確認作業を省略できることから、工期短縮が期待できる。

- ②品質管理： セミオート制御により、バケットの刃先が設計面に沿うように自動制御されオペレーターの技術に依存せず、効率的かつ不陸が非常に少ない高精度な作業ができ、施工品質の向上が図れる（図-4）。
- ③安全管理： 掘削作業時に掘削底での合番者によるレベル確認を無くすことができるので、レベル確認合番者と重機の接触リスクを無くすことができ、安全性が向上する。  
セミオート制御による掘削が行われることから、掘削重機周辺への立入りが少なくなり、掘削開口部への転落の危険リスクも回避できる。
- ④環境影響： ICT建機内のモニターでの位置情報確認や、自動整地アシストによって無駄の無い必要最小限の作業で効率的に施工が可能のため、燃料消費量が削減でき、CO<sub>2</sub>削減可能となる。

#### 4. 柱状改良杭の概要とICT建機による生産性・安全性向上の計画

本体建屋部の柱状改良杭は、改良長L=4.55m~10.45m、全248本（図-5）の施工ボリュームとなっている。

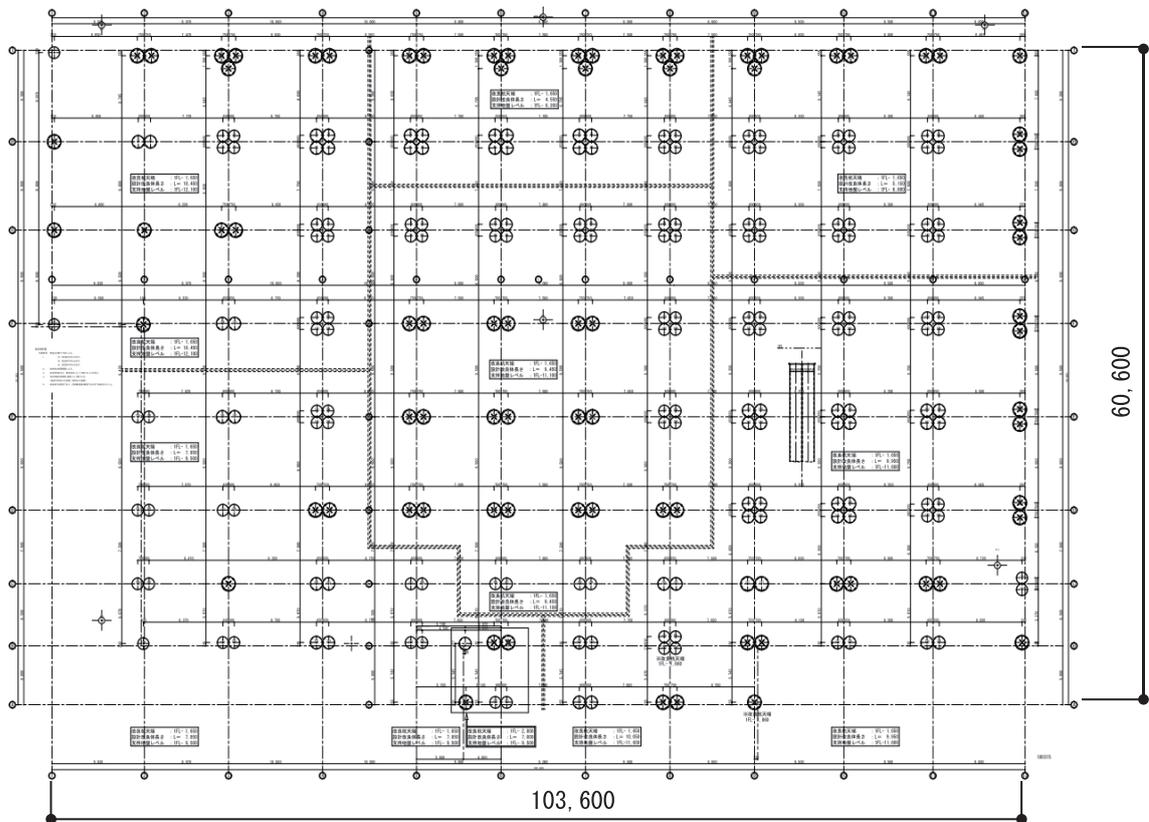


図-5 柱状改良杭伏図

施工重機は、柱状改良用の杭打機と合番機各1台にて計画。合番機のバックホウをICT建機とし、コマツ製BH0.7m<sup>3</sup>(PC200i)、セミオート制御機能搭載油圧ショベルを採用した(写真-2)。

掘削・柱状改良杭工事でのICT建機の特徴を生かした省人化の取組み事項を以下に示す。

①GNS Sによる位置情報とバケットの刃先の制御機能を利用して、測量工による杭芯位置出しを省略。

従来は、杭芯位置出しを全体の鋤取り整地を行った後、測量工により行い、柱状改良杭の施工を行っていたが、本工事では現状地盤の設計地盤レベルまでの鋤取り整地作業と杭芯位置出しを同時に実施することにより、タイムラグ無しに柱状改良杭工事に着手することで工期短縮を図った。

また、GNS Sによるバケット位置情報を利用した墨出しを行うことにより省力化を図る計画とした。

②GNS Sによる位置情報とアーム制御システムを利用して、柱状改良杭の杭頭処理作業の効率化と安全性向上。

柱状改良杭硬化後の杭頭処理作業のために、従来は改良杭施工箇所が目印として、柱状改良杭完了部分を平坦に埋戻さず窪みを付けていたが、段差が生じることにより危険性が増すとともに作業効率が悪い状況にあった。

これに対しては、GNS Sによる位置情報を活用することで位置確認ができるため、施工完了箇所の埋戻しを行い平坦の作業地盤を確保する計画とした。

また、杭頭処理作業では、アーム制御システムを使用することで杭頭レベル確認の合番者が不要とすることで、生産性・安全性の向上を図る計画とした。

## 5. 施工

### 5-1 芯位置出し施工

本工事では、鋤取り整地工事とGNS Sによる位置情報による墨出し作業を平行して実施した。その施工状況を写真-3、写真-4に示す。

墨出し作業は、バックホウのバケット位置から柱状改良体の設計芯を確定し、杭芯金物を打込みにより行った。改良杭の芯の位置出しは、バックホウのオペレーターが直接モニターで確認出来る為、バックホウが旋回出来る範囲だけ鋤取り整地を完了させれば位置出し可能となる。その状況を写真-5、写真-6に示す。

鋤取り整地も同建機を使用することにより、整地のレベル確認が不要となり、タイムロスなく施工することができた。この施工方法により、鋤取り整地工事と柱状改良杭工事の工期を図-6に示すように、22%短縮することができた。



写真-3 従来工法鋤取り整地



写真-4 ICT建機鋤取り整地



写真-5 モニターによる杭芯確認



写真-6 バケットによる杭芯位置出し

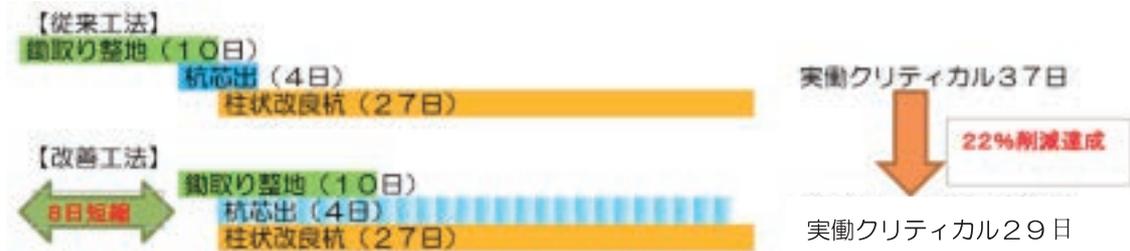


図-6 従来工法との工程比較 (掘取り整地・柱状改良体工事)

## 5-2 柱状改良杭柱頭処理施工

杭頭処理作業では、柱状改良杭完了部分を平坦に埋戻しを完了させ、施工完了箇所の段差をなくすことにより安全性が向上した。

埋戻しを行ったあとでもGNS Sによる柱状改良杭位置が容易に確認でき、従来工法ではレベルを測量工にて実測しながらの杭頭処理となっていたため (写真-7)、法肩付近地盤を確認しながらの、非常に不安定な姿勢での作業となっていたが、ICT建機による作業により、省人化と共に安全性の向上が図れた。施工状況と車載モニター状況を写真-8に示す。

GNS Sによる位置情報とアーム制御システムを使用した結果、杭頭処理作業も20%の工期短縮、25%の労働力削減が図れた (図-7)。



写真-7 従来工法杭頭処理状況



写真-8 ICT建機による杭頭レベル確認



図-7 従来工法との比較（杭頭処理）

## 6. 改善による効果とまとめ

本報告では、柱状改良杭の位置出しと杭頭処理における省人化による生産性と安全性の向上を図ったが、ICT建機の活用の効果が十分に得られる結果となった。

コスト面については、まだ従来建機のリース料に比較しICT建機のリース料が高額なため、メリットは得られていないが、省人化を含めたトータルのコストでは従来工法とほぼ変わらない結果となった。

今回の柱状改良杭工事における従来工法と本工事で行った工法の比較を表-1に一覧として示す。

今後ICT建機の特徴を生かすことができる作業を拡大していくことによって、費用対効果はさらに向上すると考えられる。

本工事では、鋤取り整地工事および柱状改良杭工事でICT搭載バックホウの採用を試みたが、ICTの活用を杭打機等へ拡大するためには、精度確保のために日々のGPSキャリブレーション位置を出来る限り施工位置付近にしないと、逆に効率が下がる可能性もあり、今後の改善課題と考える。

表-1 QCDSE比較表

	従来バックホウ	ICTバックホウ
品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭芯出し時に測量工の作業と柱頭処時にレベル確認を必要とする</li> <li>杭芯位置出し違いリスクあり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT建機のみで作業できる</li> <li>従来機と同等の品質を確保できる</li> <li>杭芯位置出し違いのリスクなし</li> </ul>
コスト		<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT建機のリース費は別途発生するが測量工等の費用が削減出来る為、従来工法とほぼ同等コストで施工可能</li> </ul>
工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋤取り後の測量工による位置出し作業の待ち時間が発生する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋤取りの時間短縮</li> <li>測量工の待ち時間が無く、杭工事の施工の流れで杭芯の位置出し作業ができ時間ロスが無くなった</li> </ul>
安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>測量工と重機の接触の危険がある</li> <li>杭養生期間の開口部が発生する</li> <li>柱頭処理作業時、レベル確認の際掘削開口部への転落</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の危険リスクが削減される</li> </ul>
環境		<ul style="list-style-type: none"> <li>最小現の建機稼働であり余分な作業がなくなりCO2削減につながる</li> </ul>
その他		<ul style="list-style-type: none"> <li>建機の高番作業者が削減できる</li> </ul>

### 3. 物流倉庫における基礎工事の施工生産性向上

社名:五洋建設(株)

氏名:有澤 英樹

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)DCMホームマック札幌商品センター新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:30,727㎡、地上2階、塔屋1階
(3) 用途	倉庫業を営む倉庫
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	北海道恵庭市
(6) 施工期間	2016年8月 ~ 2017年8月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	五洋建設株式会社 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>工事範囲の大部分を占める物流機械設置工事へ引渡さなければならないため、どうしても冬期の本格的な降雪となる12月までの着工から4ヶ月間で基礎躯体工事を完了させる必要があった。</li> <li>型枠大工などの専門技能工が不足している。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>着工から4ヶ月間で杭工事から1階床スラブのコンクリートの打設を完了するための工法の選定と型枠大工などの専門技能工に頼らない工法の選定を改善の目的とした。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎型枠工事において、地中梁側型枠に鋼製ラス型枠、スラブ型枠にフラットデッキを採用することにより、型枠工事を他工種に分散するとともに型枠解体を削減し、工期の短縮および専門技能工不足への対応を図った。</li> <li>基礎足場は、枠組足場を連結ユニット化し、クローラークレーンにて吊り上げ、転用する事で組立解体時間の短縮とコスト削減を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>フラットデッキを作業床とするコンクリート打設により、コンクリートの打ち重ね時間が短縮し、コールドジョイントの防止に寄与した。</li> </ul> </li> <li>C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>型枠工事:10%、基礎足場工事:40%のコストダウン</li> </ul> </li> <li>D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>型枠工事:20%、基礎足場工事:35%の工期短縮</li> </ul> </li> <li>S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地中梁のコンクリート打設はフラットデッキ上からの打設により、足元の隙間による躓きや転倒、落下災害を防止し、安全な作業環境に改善された。</li> </ul> </li> <li>E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>型枠材の返却車両削減及び足場材の資材搬出入半減によりCO<sub>2</sub>:4トン削減</li> <li>型枠材の使用量削減により自然保護に寄与できた。</li> </ul> </li> <li>施工性 <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設の作業改善により、打設効率が20%向上した。</li> </ul> </li> </ul>

# 物流倉庫における基礎工事の施工生産性向上

五洋建設株式会社 札幌支店

有澤 英樹

## 1. はじめに

本物件は、北海道の恵庭市内に位置する(図-1)物流倉庫である。別途工事の物流機械設備の設置を含め工期内に竣工させるため、本格的な積雪期前に基礎躯体完了を目指し、当社の施工部門、設計部門、技術部門および協力会社が一体となり取組んだ結果、発注者の希望する工期の厳守と高品質な躯体の確保を実現した。

本稿では、全面積の9割を占める物流機械設備設置部分(図-2, 図-3)を建屋竣工の3ヶ月前に引き渡すために取組んだ種々の省力化による施工生産性向上により工期短縮を図った施工事例について報告する(写真-1)。



図-1. 工事場所位置

## 2. 工事概要

- ・ 工事名称 DCMホームマック札幌商品センター新築工事
- ・ 面積 建築面積 15,873.95 m<sup>2</sup>  
延床面積 30,727.07 m<sup>2</sup>
- ・ 階数 地上2階、塔屋1階
- ・ 主要構造 鉄骨造
- ・ 用途 倉庫
- ・ 建設地 北海道恵庭市
- ・ 施工期間 2016年8月～2017年8月末
- ・ 設計者 五洋建設株式会社 本社一級建築士事務所

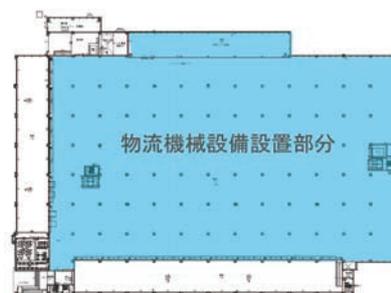


図-2. 1階平面

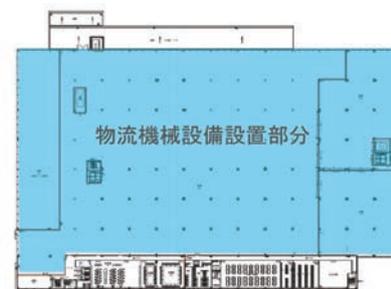


図-3. 2階平面



写真-1. 全景



#### 4-2. 埋戻しの工夫による省力化

基礎躯体工事での施工性向上と埋戻し土量の削減を目的として、根切底のフラット化およびピット内の埋戻しの土量の削減を行い、工期短縮を実現した。

- ・土間スラブ：構造スラブへ設計変更し、埋戻し土量を削減(図-5-1)
- ・フーチング：掘削底がピット底より深い所は鋼製ラス型枠を捨て型枠として先行埋め戻し(図-5-2)
- ・地中梁：梁成の小さい地中梁は設計者と検討を行い、掘削底を統一(図-5-3)

これらによりピット内作業の施工性が向上(写真-3, 写真-4)するとともに、後述する棚足場ユニットが転用できる範囲が広がった。

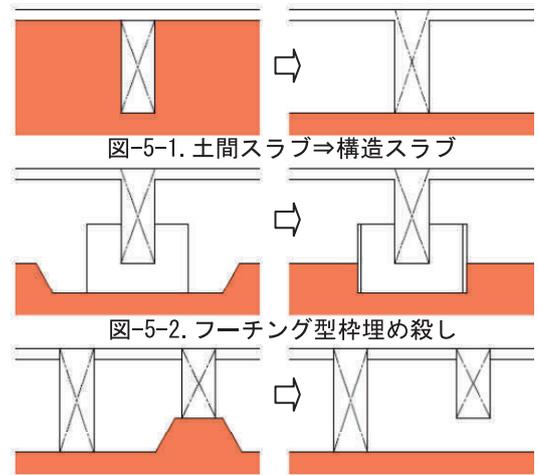


図-5-1. 土間スラブ⇒構造スラブ

図-5-2. フーチング型枠埋め殺し

図-5-3. 掘削底の統一



写真-3. 掘削床付け状況



写真-4. 基礎施工状況

#### 4-3. 鋼製ラス型枠の導入による省力化

基礎部分の効率的な施工を目的として、基礎（フーチング）、地中梁側面及び外周部について、3種類の型枠を使用し、工期短縮を実現した。

- ・基礎型枠：埋め殺し型枠として、リブラスを工場にてアングルフレームで補強しユニット化した鋼製ラス型枠(写真-5)
- ・地中梁型枠：リブラスに補強とデッキ受けアングルを取付けた鋼製ラス型枠(写真-6)
- ・外周部型枠：在来型枠を工場でユニット化する先行先組工法(写真-7)



写真-5. 基礎鋼製ラス型枠施工状況



写真-6. 地中梁鋼製ラス型枠施工状況



写真-7. 外周ユニット型枠および基礎鋼製ラス型枠

#### 4-4. 棚足場のユニット化による省力化

本物件は、ピットの平面形状および寸法が均一なため、施工計画段階より棚足場のユニット化(写真-8、図-6)を検討し、揚重機で転用することで架け出しにかかる日数の短縮を図った。

棚足場のユニット化に伴い、前述4-3にて述べたように根切り底をフラットにし、設置地盤の高低差をなくし高さも揃えたことにより、棚足場ユニットは揚重機を使用して工区から工区への効率的な転用が可能となった。

また、移設のタイミングも地中梁のコンクリート打設前に行い、フラットデッキをコンクリート打設足場とすることにより、棚足場の組み換え等の手間を削減し、工期短縮を実現し、安全性を確保できた(図-7)。

#### 4-5. 施工手順変更による省力化

本物件は、設計段階より工期の短縮のため1階床スラブ型枠にはフラットデッキを採用したが、地中梁の側型枠を鋼製ラス型枠としたことにより、そのままではフラットデッキを載せることができないため、鋼製ラス型枠を縦・横補強筋(8mm)、外枠鋼線フレーム(8mm)にて補強し、剛性を高め、デッキ受け金物を上部に取付け、フラットデッキを鋼製ラス型枠に載せる計画とした(図-7、写真-9)。

また、フラットデッキを地中梁のコンクリート打設用の作業床(写真-10)とすることで、地中梁のコンクリート打設時の作業性向上および足場の架け出しの省略により工期短縮を実現した。打設後のフラットデッキの下の状況を示す(写真-11)。



写真-8. 棚足場設置状況

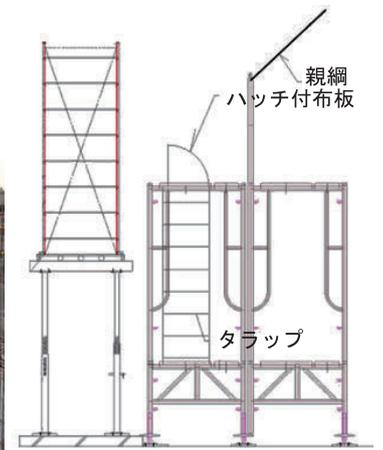


図-6. 基礎棚足場計画

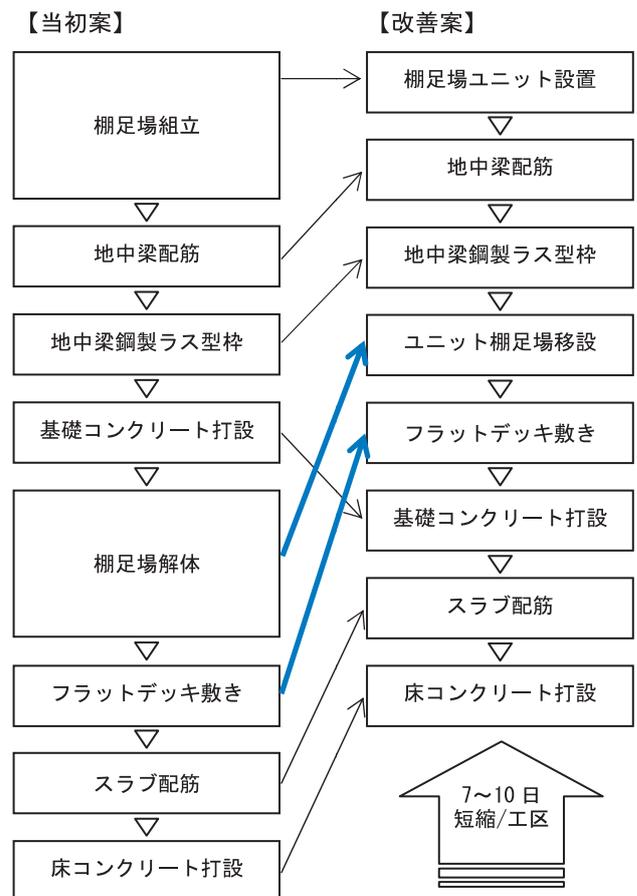


図-7. 施工手順の変更

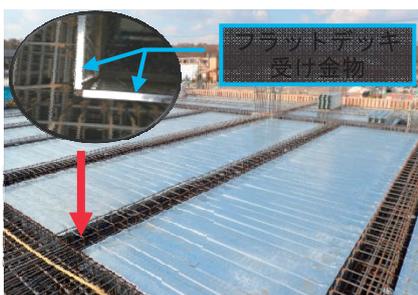


写真-9. フラットデッキ敷設工事



写真-10. 地中梁コンクリート打設状況



写真-11. フラットデッキ下打設後

## 5. 省力化施工の効果

### ①品質

- ・フラットデッキの先行敷設を行い、作業床として兼用することで、コンクリート打設作業の効率が向上して打ち重ね時間が短縮し、コールドジョイントの防止に寄与した。

### ②コスト

- ・鋼製ラス型枠を使用し、型枠工事のコストを10%圧縮した。
- ・埋戻し土量を4万 $\text{m}^3$ 削減し、埋戻しのコストを60%圧縮した。
- ・ユニット化した棚足場の転用により、基礎足場工事のコストを40%圧縮した。

### ③工期

- ・13工区に分割施工(図-8)、1工区当たり7日~10日程度の工期を短縮した。

(型枠工事) : 加工手間の削減、現場取付け分業化や解体の削減により、基礎型枠工事の工期短縮

(仮設工事) : 棚足場の架け払しの削減により、基礎足場工事の工期短縮

(土工事) : 埋戻しの削減により、基礎埋戻し工事の工期短縮



図-8. 工区分け

### ④安全性

- ・地中梁のコンクリート打設の工程を変更し、フラットデッキ敷設後にデッキ上よりコンクリート打設を行うことで、作業の安全性を確保した。

### ⑤環境

- ・鋼製ラス型枠を使用し、木材を使う型枠材の使用数量削減により、森林伐採などの環境破壊や廃材の焼却処分時に発生する $\text{CO}_2$ を削減することができた。
- ・埋戻し土量を削減することで、重機作業の軽減や車両等の運搬回数の減少により、排気ガスの排出や化石燃料の消費による $\text{CO}_2$ の発生を4t削減できた。

### ⑥施工性

- ・作業手順を改善したことで、通常600 $\text{m}^3$ /日のコンクリート打設を800 $\text{m}^3$ /日の打設が可能となり、打設効率が20%向上した。

## 6. まとめ

今回取り上げた、基礎工事の施工生産性向上の取り組みについては、現場で一つ一つ課題をあげ、施工部門、設計部門、技術部門および協力会社が連携し、様々な視点から対策に取り組み、ブラッシュアップさせることで作業の省力化を図ることができた。結果、当初の目標であった2017年6月の物流機械設備工事への当該部分の引渡しを1ヶ月近く早い2017年5月に引渡すことができ、契約工期を厳守し高品質な建物を発注者に引渡すことができた。

また、工期短縮に取り組む過程で、「経済性の向上」「安全性の向上」「環境保護」等の余剰効果が生まれたことも大きなメリットでもあった。

営業・設計・施工が一体となりプロジェクトに取り組んだ結果、2017年9月7日に無事竣工式を迎え施主からも高い評価をいただくことができた。

#### 4. 大規模免震建物における基礎構造の合理化

社名：鹿島建設(株)

氏名：石嶋 樹一郎

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	新小牧市民病院建設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 39, 426㎡、地上9階、塔屋1階(新病院棟)
(3) 用途	病院
(4) 主要構造	S造、一部RC造(免震構造)
(5) 建設地	愛知県小牧市
(6) 施工期間	2016年9月～2020年7月
(7) 工事費	20, 047(百万円)
(8) 設計者	株式会社梓設計
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>・ ECI方式による出件であったが、発注者からコスト低減を求められていた。また工期も厳しく、施工合理化が求められていた。</li> <li>・ 基本設計で基礎形式は現場造成杭となっていたが、コストも高く、また地業工事から基礎躯体工事の工期が厳しくなることが予想されていた。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地業工事から基礎躯体工事のコストを低減し、工期リスクを排除する。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新病院棟の基礎形式を現場造成杭から地盤改良(パワーブレンダー工法)に変更した。</li> <li>・ パワーブレンダー工法の適用に向け、支持層到達の担保や改良施工時の山留壁の健全性確保のための検討をし、設計変更の合意形成を行った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Q(品質)</li> <li>・ C(コスト)</li> <li>・ D(工期)</li> <li>・ S(安全)</li> <li>・ E(環境)</li> <li>・ その他の効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全面地盤改良への変更により、地盤の液状化を抑制できる基礎形式となった。</li> <li>・ 地業工事のコストを約40%低減することができた。</li> <li>・ 前後工程とのラップが可能な工法に変更することにより、当初厳しいとされていた基礎躯体工事の早期着手を実現した。</li> <li>・ 杭打機のような大型重機を使用しない工法に変更したことで、危険作業が低減した。</li> <li>・ 騒音・振動の少ない工法に変更したことで、地業工事時の隣接既存病院からの苦情ゼロを達成した。</li> <li>・ —</li> </ul>

# 大規模免震建物における基礎構造の合理化

—設計変更提案から現場施工での課題克服まで—



図-1 完成予想パース

鹿島建設株式会社 中部支店

石嶋 樹一郎

## 要 約

ECI方式（早期施工者選定方式）のメリットを活用した杭基礎からパワーブレンダー工法（地盤改良）への設計変更経緯と、建築工事での施工実績が少ないパワーブレンダー工法の施工計画、それに地盤改良工事中の山留変位管理について報告する。

## 目 次

- I はじめに
- II 工事概要
- III ECI協議での設計変更
- IV パワーブレンダー工法の施工計画
- V 地盤改良中の山留変位管理
- VI 山留変位と地盤改良の関係性確立（解析）
- VII まとめ
- VIII おわりに

## I はじめに

当工事はECI方式（早期施工者選定方式）で2015年7月に件出した、520床の市民病院建設工事である（図-1）。同年10月、技術提案・VE提案付きの総合評価により施工候補者に選定された。選定後、数々のVE提案等について協議（ECI協議）を進め、2016年8月、実施設計完了時の金額で合意、契約に至った。

今回報告する地盤改良（パワーブレンダー工法）は、ECI協議の中で施工者から変更提案したものである。実施設計着手前だからこそできる変更提案であり、大幅なコスト低減を達成するだけでなく、現場の労務削減にも貢献した。また、パワーブレンダー工法による全面地盤改良への変更は大規模免震建物における品質の向上（建屋下部地盤の液状化抑制）にも貢献するものであった。

施工計画においては、より正確な支持層深さの特定と、周辺山留に悪影響を与えない施工手順の検討が必要であった。要所で技術研究所・支店建築部の協力を仰ぎつつ、これらの課題にこたえる施工計画を立案した。

現場施工では山留変位の監視、計算値を超える大きな変位への対応が重要であった。計画通りに施工を進める中で変位が計算値以上のところが発生したが、そのような場所では施工手順の変更など、臨機応変な対応が要求された。山留変位と地盤改良の相関については、現場で測定したデータを元に技術研究所にて解析が行われた。

これら地盤改良にまつわる各フェーズでの詳細について報告する。

## II 工事概要 (図-2)

工 事 名：新小牧市民病院建設工事  
所 在 地：愛知県小牧市常普請1丁目20番地  
発 注 者：小牧市病院事業  
設計監理：(株) 梓設計  
施 工：鹿島建設(株)  
工 期：2016年9月～2020年7月 (47ヵ月)  
新築工期：2016年12月～2019年1月 (26ヵ月)  
用 途：病院 (520床)  
敷地面積：31,695.39m<sup>2</sup>  
建築面積：6,107.75m<sup>2</sup> (附属・既存含計13,535.61m<sup>2</sup>)  
延床面積：39,425.99m<sup>2</sup> (同上57,135.55m<sup>2</sup>)  
最高高さ：40.75m  
階 数：地上9階・塔屋1階  
構 造：S造一部RC造 (免震構造)  
工事内容：新病院棟ほか新築工事  
先行解体工事 (看護師宿舎・医師住宅・公園)  
新築工事後解体工事 (診療棟・東棟・南棟)

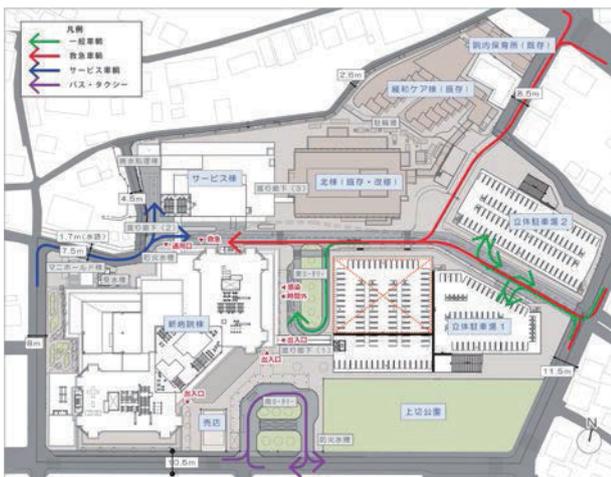


図-2 配置図 (工事完了時)

## III ECI協議での設計変更

### 1. ECI方式とは

当工事は2015年7月、ECI方式により出件した。ECI方式 (Early Contractor Involvement) とは早期施工者選定方式とも呼ばれ、プロジェクトの早期、多くは基本設計完了時に施工者 (厳密には施工候補者) を選定し、施工者のノウハウを実施設計に取り込むことで、コスト・工程・品質等における発注者の要求を満足するというものである。当工事では予算内にコストを収めることが最大の要求であった。ECI方式での施工候補者選定は多くの場合総合評価で行われる。当工事でもVE提案付きの総合評価で施工候補者は選定された。

### 2. 施工候補者選定時の基礎形式のVE

2015年10月に当社が施工候補者に選定されたときのVE提案では、基本設計で新病院棟は現場造成杭となっていた基礎形式について、①杭長の変更 (短縮) と、②柱状地盤改良への変更 (図-3) を提案していた。①は設計者による構造検討の結果不採用とされ、②については液状化の抑制という条件付きで設計の了解が出たが、液状化に対応しようとする全面改良となってしまう、コストアップとなることから、不採用となった。しかし、基礎方式のVEはコスト低減効果も大きく、引き続き検討することとなった。

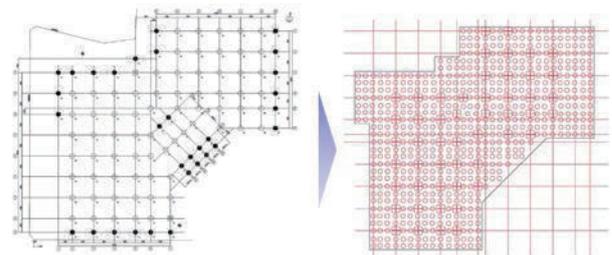


図-3 柱状改良への変更

### 3. ECI協議における全面地盤改良への変更

発注者・設計者とのECI協議を進める中、2016年1月、設計者との協議において柱状改良以外の全面地盤改良工法への変更の可能性が示唆されたことから、妥当な工法、施工手順及びコストの検討をすすめ、パワーブレンダー工法であれば対応可能と判断した。当工法は施工可能深さが13mと想定支持層 (GL-約14m) よりも短いものであったが、施工地盤を先行掘削で基礎底 (GL-4.5m程度) まで下げれば支持層まで改良することができ、重機の本体がバックホウと同じであるため、掘削底への昇降も簡易なスロープ程度で問題なく、コストも現場造成杭のおよそ60%程度で施工できるということであった。施工地盤を下げて余堀を減らすことができることがコスト的にも有利に働き、施工セット数を調整すれば工期への影響がないことも確認された。全面地盤改良は液状化抑制の役割も果たすことから、今回の変更は品質的にもメリットのあるものであった (図-4)。杭打機のような大型重機を使用しないため危険作業も少なく、騒音・振動も比較的少ない工法であることも魅力であった。

設計者からも概略で変更の承認を得て、以降詳細検討を進めた。同年3月、主に品質・コストのメリットを説明し、発注者の了解も得られたことから、実施設計に盛り込まれることとなった。

詳細検討においては、品質管理の肝となる支持層到達の確認方法と、山留 (SMW) の健全性を保つための施工手順が主に検討された。支持層深さをより厳密に特定するため、追加地盤調査を29箇所実施することを設計図に盛

り込んだ。施工グリッドを工夫することにより、山留の補強を最低限にする計画とした。これらの詳細は次章以降に述べる。

なお、本工事では既存建物の解体工程に沿って、ボーリングにより調査を採用した。

品質・コスト・工期・施工手順を絡めた今回の大幅な基礎形式の変更はECI方式ならではと言える。

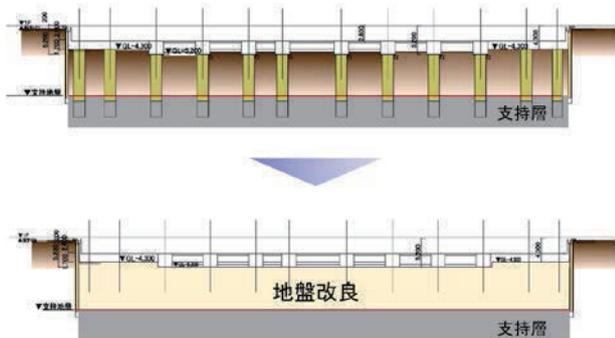


図-4 全面地盤改良への変更提案

#### IV パワーブレンダー工法の施工計画

##### 1. パワーブレンダー工法とは

パワーブレンダー工法とは、トレンチャーと呼ばれるチェーンソウのような攪拌翼を地中で回転させながら、セメントミルクと土を混合する地盤改良工法である。

エア混合のセメントミルクをトレンチャーの先端から吹き出し、地盤に所定量の固化材を混合させる工法であり、改良深度は13mまでと中層混合処理工法との位置付けとなる。

特徴として、①本体機がバックホウベースであるため杭打機に比べて、施工地盤の自由度が高いこと、②他工法が先端だけの回転により攪拌する工法が多いのに対して、改良深度全域に縦攪拌するため土質に影響されない均一な改良体を造成出来ることが挙げられる。

##### 2. 支持層深さの設定

今回パワーブレンダー工法採用に当たって、最初に課題となったのが支持層深さの設定と、支持層到達の確認方法であった。

まず支持層深さを厳密に特定するために、当初5箇所であったボーリングデータに対して、29箇所の追加ボーリング調査(図-5)を実施した。追加ボーリング結果を元に3Dで支持層図を作成し、0.2m単位の水平面で切ることによってコンター平面図(図-6)を作成した。コンター平面図は視覚的にも支持層の分布が判断し易く、設計者の承認もすんなり得ることが出来た。

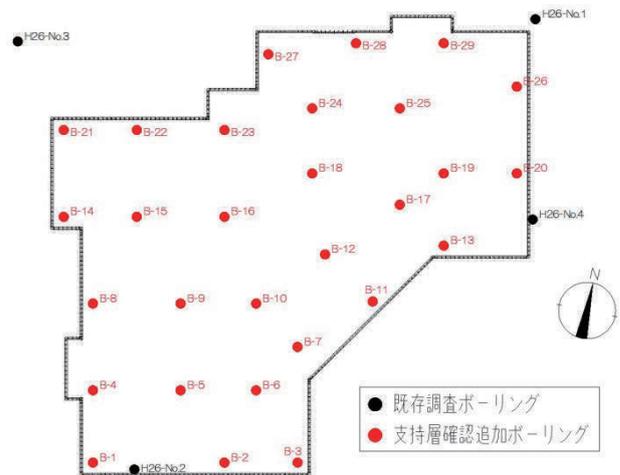


図-5 追加ボーリング位置

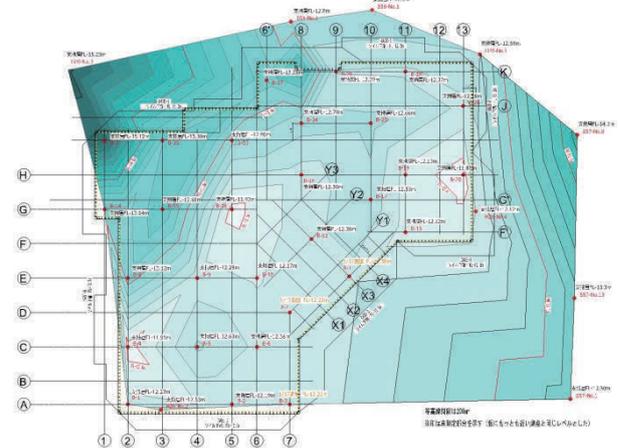


図-6 コンター平面図

また1回の地盤改良で効率良く施工出来る範囲を考慮し、5m×5m以下の正方形をベースとしたグリッド割図を作成した。コンター平面図とグリッド割図を重ね合わせる(図-7)ことで、施工グリッド毎に改良深さを0.2m単位で細かく設定した。各施工グリッド内で最も深い箇所を該当グリッドの改良深さとし、0.2m単位で深い側に設定することとした(図-8)。

追加ボーリングを実施したとはいえ、限られたデータから改良深さを決める上で、深めに改良深さを設定することにより支持層到達を想定する考え方で、設計者の承認を得ることが出来た。

施工グリッド毎に細かく改良深さを設定することは、無駄な改良範囲を限りなくゼロに近づけることにも繋がり、コストダウンにも貢献した。

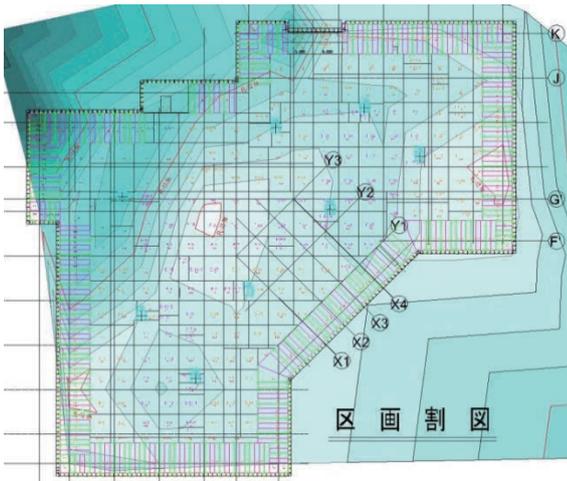


図-7 施工グリッド割

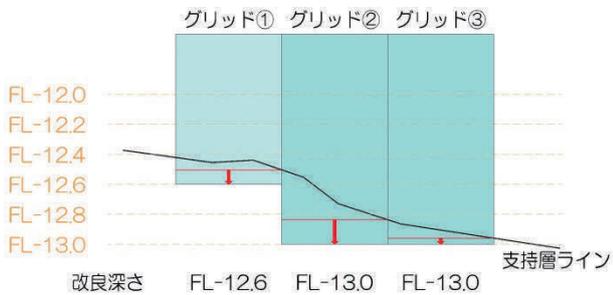


図-8 改良深さ設定概略

### 3. 支持層到達の確認方法

パワーブレンダー工法では、柱状改良のように掘削時の抵抗値を計ることが出来ないため、改良深さで支持層到達を担保することとなる。品質担保の上で掘削深さの管理が何よりも重要であった。

確実な改良深さの担保のためにまず、各グリッドの施工前に、「0セット」を行った。「0セット」とはパワーブレンダーのトレンチャー先端を施工基面高（計画掘削高）に合わせることを言い、現場基準レベルよりオートレベルを用いてトレンチャー先端高さを調整、確認した。

(写真-1) その時点で計測モニター(写真-2)の「深度」を0mに設定し「0セット」完了となる。そこからの施工深度を確認することにより支持層到達が確認出来る。

その後トレンチャーを回転させながら所定の深度まで地中に貫入していき、計測モニター「深度」にて支持層到達を確認する。支持層深さ確認後、トレンチャーを水平に横行させ、所定のスラリー投入量及び攪拌回数を満たした時点で1グリッド施工完了となる。支持層深さの確認については計測モニター確認と併せてトレンチャー本体にもマーキングを行い、そのマーキング位置が事前に準備した丁張高さに達したことを目視で確認することによりダブルチェック出来る体制とした(写真-3)。これにより計測器の故障等による品質事故を予防した。



写真-1 「0セット」状況



写真-2 計測モニター画面



写真-3 マーキングによる改良深度確認

### 4. ディープウェルの計画

今回、新病院棟には計8台のDWを設置した。計算上は6台で賅えるということであったが、パワーブレンダー接近時にDWを停止する必要もあったため、2台余分に設置することとした。パワーブレンダーの施工地盤が掘削底で

あるFL-5m前後に対し、周辺地下水位はFL-2m程度であり、施工期間中は掘削底を完全にドライな状態に保つことが求められた。また既存建物が近接していることによりSMWが不連続となるので、周囲の閉塞が完全には行えないことも水没が懸念される要因であった。

しかし、実際に施工を開始してみると、SMW下からの地下水の廻り込みも少なく、また改良後の地盤によって地下水の浸透を抑制出来たこともあり、想定された程の地下水位の上昇はなかった。最終的には2台のDWで賄える程度であり、揚水量も100m<sup>3</sup>/日程度であった。

またDW周辺のパワーブレンダーの施工方法についても十分な検討が必要である。今回提示したDW周辺3m×3mは地盤改良範囲から除外する案は、設計者の承認が得られず、DW周辺1.8m×1.8mまで改良が求められた。

結果、DWフィルター材（豆砂利）部分にセメントミルクが浸透し、閉塞してしまうDWも発生したが、水位を維持するための揚水量が想定より大幅に少なかったため、追加DW設置等の対応は不要であった。

## 5. 山留周辺での施工手順

今回パワーブレンダー工法を採用するに当たって、最大の課題となったのが、山留（SMW）周辺作業時における山留の健全性確保であった。

今回支持層の最大深度がFL-15.2mであったのに対し、SMWは支持層まで到達させるが、山留の芯材打込み深度はFL-9.7~10.7mであった。山留芯材底より深い位置まで地盤を攪拌するため、山留崩壊という大規模災害が懸念された。山留芯材長を延長することは大幅なコストアップと全体工期圧迫の観点から、技術研究所にて事前に山留変位値を予測するとともに、山留周辺での施工方法を工夫することで問題解決に取り組んだ。

まず山留周辺では中央部と同様の正方形グリッドではなく、山留面に直交する方向に1m×6mの短冊状グリッド（図-9）を採用した。山留周辺部では1グリッドの幅を1mとし、中央部グリッドよりも細分化することで攪拌により受動土圧が期待出来なくなる範囲を最小限に留めた。また隣接するグリッドを同一日に施工は行わず、2グリッド飛ばして間を空けながらの施工とし、翌日、翌々日に飛ばした間のグリッドを施工することでも受動土圧の減少する範囲を限定した。

特に出隅コーナー部分は2方向に山留が存在し、どちらの面においても受動土圧の減少が懸念されるため、更に細かくグリッド検討を行った。

また各山留芯材頂部を鋼材でつなぐ頭繋ぎ補強（写真-4）を行うことで、山留芯材単体ではなく面として土圧を受け持つ構造とし、山留芯材単体での部分崩壊抑止を図った。

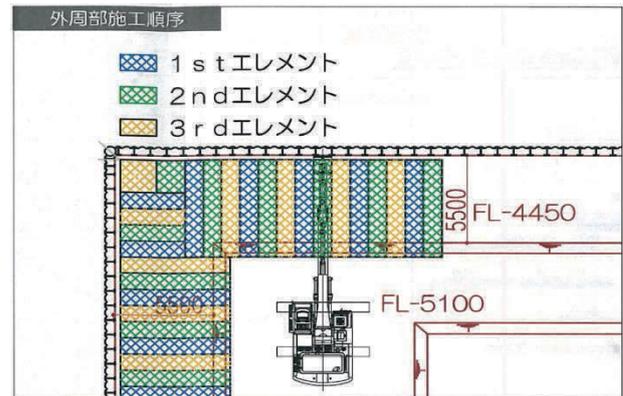


図-9 短冊状グリッド割



写真-4 頭繋ぎ補強状況

## V 地盤改良中の山留変位管理

### 1. 山留変位計測について

前の章で述べたように、周囲の山留の変位に十分留意した施工計画としていたが、実際に山留がどのような挙動を示すかは不明であり、そのため常に山留の動き（変位）を監視しながら地盤改良の工事を始めた。

山留の変位については以下のような計測を行った。

#### (1) 定点モニター計測

山留各面1箇所（計6箇所）に変位計を設置し、先行掘削開始前からの山留の変位（FL±0m、-2m、-4m、-6m、-8m、-10m）を測定、記録した。測定結果はリアルタイムで事務所に設置した専用PC及びiPadにて数値を確認することが出来、1時間毎に自動記録される（図-10）。

また山留の変位が設定した管理値を超えた瞬間に、所員の携帯電話にアラートが飛ぶよう設定し、有事の際、対応に遅れが出ないように考慮した。今回は1次管理値を予測山留変位値の80%、2次管理値を予測山留変位値とした。

#### (2) ピアノ線による山留天端変位計測

現地でタイムリーな変位確認をするために、山留芯材背面にピアノ線を張り山留芯材との距離を測定する

ことで各芯材頂部の変位を測定、記録した。測定は1回/日以上とし、計測の際には山留背面の地盤クラックについても注視した。

### (3) 光波による山留変位計測

山留に隣接する短冊状グリッドの地盤改良施工中は光波により常に変位を確認しながら作業を進めた。山留芯材の上下2箇所（FL-1, 450、FL-3, 450）にターゲットを貼り、施工箇所近傍の山留について上下2箇所を計測した。施工中に3mmを超える変化が見られた場合、直ちに鹿島社員に連絡を入れることとした。

### (4) その他の計測

山留変位計測の他に、敷地周辺道路において定期的に地盤レベルの計測を行うことより、周辺地盤への影響が出ていないことを確認しながら作業を進めた。

また各DW内（計8箇所）の地下水位、及び山留（SMW）外側の地下水位（南北2箇所）を計測することで、地盤改良工事に対して地下水が与える影響を把握すると共に、DWによる現場外の水位低下にも配慮しながら作業を進めた。

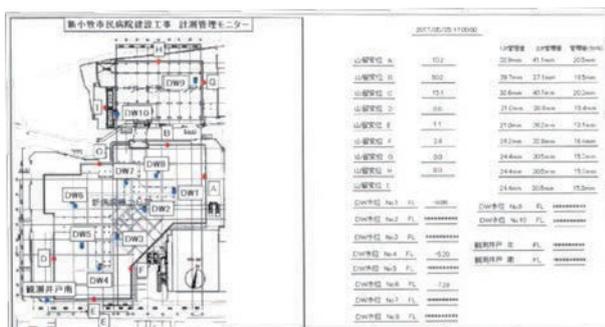


図-10 山留計測モニター画面

## 2. 山留変位結果

続いて実際の山留変位結果について報告する。

山留のうち北面を除く各面については、地盤改良後最終変位（最大）8～22mm程度であり、想定範囲内で地盤改良工事を終えることが出来た。一方、北面の一部において最終的に51mmの変位が発生した。本節ではこの北面部分について報告する。

北面での最大変位発生経過は以下の通りである。

- (1) 掘削完了時の山留変位は22mmであった。他の場所よりはやや大きな変位であったが、まだ問題のない値であった。
- (2) 2017年5月15日、通常通りの手順で外周部短冊状グリッドの施工を開始し、午前の作業を完了。午後より該当エリアの短冊状グリッド（No. 184、181、178、175）の施工を開始する。
- (3) 地盤改良工事に先立ち、攪拌効率を上げるための先行掘削を行った。先行掘削とはバックホウにより

施工範囲の土を空掘りしてほぐしておく作業である。4グリッド先行掘削完了時点で最大13mmの山留変位が観測されたが、初めに施工予定のNo. 184直近の山留変位が4mmであったことから地盤改良工事を継続して行った。結果、No. 184の施工完了時点において直近の山留変位は6mm、最大山留変位は15mmであった。

(4) 次に鹿島社員立会いの下でNo. 181の地盤改良工事に着手した。しかし、トレンチャー貫入開始と同時に山留が動き出したため、すぐに作業を中断した。

(5) 続いて一番変位が大きな箇所に近いNo. 178の施工を避けNo. 175に着手することとした。通常、短冊状グリッドの山留に近い側へトレンチャーを貫入するのだが、今回は山留から遠い側からトレンチャーを貫入した。その後、変位に大きな動きがないまま所定の支持層まで到達したのだが、山留側へ向かってトレンチャーを横行させようとした際、再び山留が動き出したため、そこまで施工を完了させ作業を中止した（写真-5）。その日、1日の最大山留変位量は約20mm、掘削前からの変位量は予測山留変位値を超える42mmに達していた。



写真-5 5月15日 施工状況

## 3. 山留変位の原因と更なる変位抑制対策

今回北面において、他の場所と比較して大きな変位が発生した要因について考察する。

1つ目の要因として該当場所の地盤が他の場所より軟弱であったと考えられる。追加ボーリング調査結果による柱状図を確認すると、他の場所では砂礫、玉石混じりの土質が含まれることに対し、該当場所ではシルト質の土質割合が高いことが読み取れる（図-11）。

事前予測でもこの箇所の予測変位は大きなものであったが、予測以上の変位が生じてしまった。

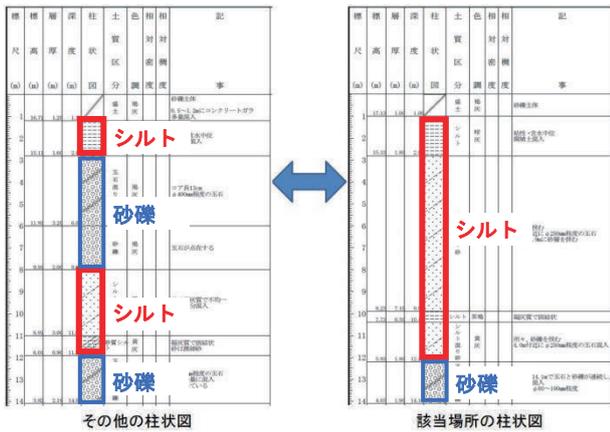


図-11 柱状図比較

2つ目の要因として地盤が軟弱であるにも関わらず、先行掘削を他の場所と同様に行ったことが考えられる。

以下、現場にて実施した山留変位の更なる抑制対策を示す。

【対策1】中央工区の先行施工

中央工区の地盤改良を短冊状グリッドに先行して実施した。これにより短冊状グリッド施工時には背面側（山留と反対側）の地盤がより強固な状態で施工することが出来た。

【対策2】1日1グリッドの施工

該当場所の外周短冊状グリッドの施工については、1日1グリッドずつの施工とし、山留変位抑制に努めた。若干の工程ロスが発生したが、安全最優先で施工を行った。

【対策3】フレコンバッグによる変位抑制補助

該当場所の外周短冊状グリッドの施工においては、当日施工するグリッドの両サイドにフレコンバッグ土嚢2段積み（写真-6）を行い、山留変位を抑制した。

毎日、施工前にフレコンバッグ土嚢を盛り替えながら作業を進めた。



写真-6 フレコンバッグ土嚢2段積み

【対策4】先行掘削範囲の変更

改善前の先行掘削は、短冊状グリッドの全長6mに渡って深さ約3mまで実施していた。改善後は重機手前側（山留から遠い側）2mの範囲とし、深さも1mまでとした。今回先行掘削時、すでに変位が発生していたことから本対策を実施することとした。

【対策5】改良順序の変更

改善前は施工効率を重視し、片側から順番に2グリッド飛ばしながらの施工であった。改善後は当日施工予定のグリッドを1つ置きに施工し、後から間のグリッドを施工した（図-12）。実際、朝一番に施工したグリッドは午後には人が乗れるくらいまで固化していたことを考えると、少なからず効果はあったと考えられる。

④ 改良順序の変更

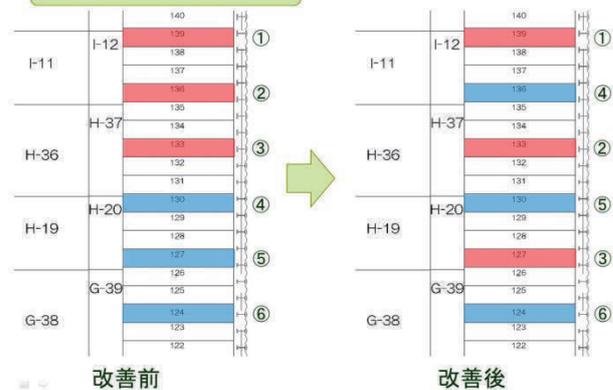


図-12 改良順序の変更略図

前述5つの対策実施後、1日の変位量は概ね0~2mm（最大で4mm）の範囲に収まり、対策の効果はあったと考える。

VI 山留変位と地盤改良の関係性確立（解析）

地盤改良工事完了後、本工事で得られた膨大なデータ（柱状図、地盤改良施工記録、山留変位、地下水位、DW揚水量等）を元に、技研において事前予測の妥当性の確認および山留の挙動解析を行った。

掘削時の実際の山留変位と予測値が概ね一致していること（表-1）から事前予測時の与条件（地盤改良施工工部を比重1.8の泥水として扱うこと）の妥当性が確認された。また、山留の挙動は地盤の違いによる影響が大きいことが数値とともに確認された。

本工事のデータや事前予測における計算方法は、今後工事の山留挙動解析や予測にとって大いに参考になると思われる。

表-1 山留変位まとめ

側点	地盤モデル (対応ボーリング)	山留め変位の実測値 mm			山留め変位の計算値mm	
		①掘削完了 地盤改良前	②先行掘削地 盤改良着手後	③地盤改良 完了	①掘削完了 地盤改良前	②③地盤改 良後
1	緩い (砂礫なし)	21.3	50.6	51.0	21.6	42.5
2	中間 (砂礫あり)	10.3	19.1	21.8	6.2	10.0
3	硬質 (砂礫あり)	4.4	5.9	8.6	7.3	8.2
4	硬質 (砂礫あり)	4.7	12.4	12.8	5.8	6.4
5	硬質 (砂礫あり)	4.1	10.1	9.6	4.9	5.5
6	中間 (砂礫あり)	8.2	14.9	15.7	10.0	24.1

## Ⅶ まとめ

これまでに述べた内容の要点は、「ECI方式のメリット」、「パワーブレンダー工法のノウハウ」、「山留と地盤改良の相関解析」の3点で整理される。

### 1. ECI方式のメリット

ECI方式では、施工者のノウハウを設計に取り込むことで発注者の要求を満たすものであるが、それは裏を返せば施工しやすい、品質を確保しやすい設計に変更できるということであり、施工者にもメリットがある発注方式だと言える。

今回の変更はコスト・品質における発注者の要望を満たすだけでなく、建設業のテーマの一つである現場労務の削減にも貢献した。現場作業員の数が、現場造成杭の作業員を12人/本と想定すると総人工で1,200人以上の人工が必要となるのに対し、パワーブレンダーの実績総人工は862人であり、およそ3割の削減となっている。

### 2. パワーブレンダー工法のノウハウ

パワーブレンダー工法は、建築工事ではあまり馴染みのない工法ではあるが、コスト・工期双方で十分にメリットのある工法であった。

- ・支持層深さの特定
- ・改良深さの管理
- ・地下水位の管理
- ・山留変位への対応

これらの管理を適切に行えば、品質・安全を確保した施工が出来る。特に支持層深さを決める際に作成した3D支持層図、コンター平面図は、設計者との合意形成、改良深さの決定において非常に有効であった。

また、短冊状グリッドの施工による山留変位の管理も有効であった。一部の例外はあったが、土質と併せて検討を行えば、山留変位を抑制出来ることもわかった。これにより過剰な山留計画を避けることが出来る。

## 3. 山留と地盤改良の相関解析

掘削後に根切り側を全面的に地盤改良する場合は、地盤改良時の緩みによって掘削時と同程度の変位が生じる可能性があり、特に地盤が軟弱な場合はその影響を考慮する必要がある。

今後、同種の山留を計画する際には、今回の事例のように地盤改良の施工手順に配慮すると共に、計画段階において改良時の山留壁の変位増加を予測しておく必要がある。

今回の解析結果が今後の同種案件の施工計画において参考になることを期待する。

## Ⅷ おわりに

本報文では基礎形式の変更を軸に、設計者との変更協議と合意形成・施工計画・現場施工のそれぞれのフェーズでの課題から解決までを紹介した。今回の経験が今後、同種案件の参考になれば幸いである。

最後に、当プロジェクト及び本報文の作成に多大なる協力を頂いた技術研究所・支店建築部ほかすべての関係者に感謝申し上げます。

## 5. 超高層RC造集合住宅の施工計画の合理化

社名: (株)フジタ

氏名: 柿本 正和

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	西新宿五丁目中央北地区第一種市街地再開発事業新築工事(A1地区)
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 103,911㎡、地下2階、地上60階、塔屋2階
(3) 用途	共同住宅、店舗
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	東京都新宿区
(6) 施工期間	2014年1月 ~ 2017年10月
(7) 工事費	30,869(百万)
(8) 設計者	株式会社フジタ首都圏支社一級建築士事務所
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>GL-16.5mまでの掘削で82,000㎡もの土量を搬出しなければならず、地上工程を確保するために、土工事期間を短縮しなければならなかった。</li> <li>200mを超えるフルPCaによる躯体工事のため、強風によるタクトの遅れが生じる問題があった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>土工事、山留め工事の合理化によって、工期短縮とコストダウンを図る。</li> <li>既存公共埋設物と地盤アンカーの品質を確保する。</li> <li>竣工日厳守のために、地上工事のタクト工程を4日/階とする。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤アンカーの設計の見直し、また追加ボーリング調査より得られる地盤の詳細評価による山留め壁芯材の見直しをする。</li> <li>施工BIMによる地盤アンカー干渉チェックを実施する。</li> <li>高自立タワークレーンと高速工事用エレベーターを採用する。</li> <li>ALC立上りのサイトPC化、支保工の先行架設、昇降式荷受構台を採用する。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	高層部フルPCa化、施工BIMの活用により、高品質を確保した。
・C(コスト)	山留め芯材見直しにより20%、地盤アンカー設計見直しにより20%削減した。
・D(工期)	山留め壁芯材見直し、地盤アンカーの採用、地山スロープによる掘削で、土工事を1.5ヶ月短縮した。高層部タクト4日/階を崩さず、工期を厳守した。
・S(安全)	—
・E(環境)	—
・その他の効果	—

# 超高層RC造集合住宅の施工計画の合理化

株式会社フジタ 東京支店

柿本 正和

## 1. 概要

JR 新宿駅の西約 1.2km に位置する地上 60 階建ての超高層鉄筋コンクリート造集合住宅が 2017 年 10 月に竣工した（写真 1）。新築工期のみでも 4 年弱を要する大型工事である。新築工期が 4 年弱あるものの、60 層もの地上工事では約 2 年の工期を必要とすることから、地下工事における工期の遅延は許されない状況にあった（図 1）。

そのような中、着工前より、山留め計画、掘削工事計画について最適な計画とするべく多くの検討を重ねた。また、超高層、特に 60 層もの RC 造建物を施工するにあたっては、1 層あたりの躯体施工を如何に効率良く進めるかが重要となる。そのため、柱や梁をはじめ、柱梁接合部、床、階段のほとんどの躯体をプレキャスト（PCa）化し、かつ 3 台のタワークレーンを効率良く稼働させることで、1 層あたり 4 日での施工を実現した。

本報では、都心という制約条件の多い中、大型案件において、工程遵守ならびにコスト低減のために取り組んだ地下工事・地上工事計画の課題解決、改善を行った内容について報告する。

## 2. 工事概要

工事名称 西新宿五丁目中央北地区第一種市街地再開発事業新築工事

工事場所 東京都新宿区西新宿五丁目 700 番

施 主 西新宿五丁目中央北地区市街地再開発組合

設 計 株式会社フジタ首都圏支社一級建築士事務所

施 工 株式会社フジタ東京支店

工 期 2014 年 1 月 1 日～2017 年 10 月 31 日（46 ヶ月）

建物概要 構造：鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造

用途：共同住宅、店舗

規模：地下 2 階、地上 60 階、PH2 階

敷地面積：7,530.65m<sup>2</sup> 延床面積：103,911.43m<sup>2</sup>

建物高さ：199.16m 最高高さ：208.97m

基礎工法：場所打ち鉄筋コンクリート杭



写真 1 建物全景

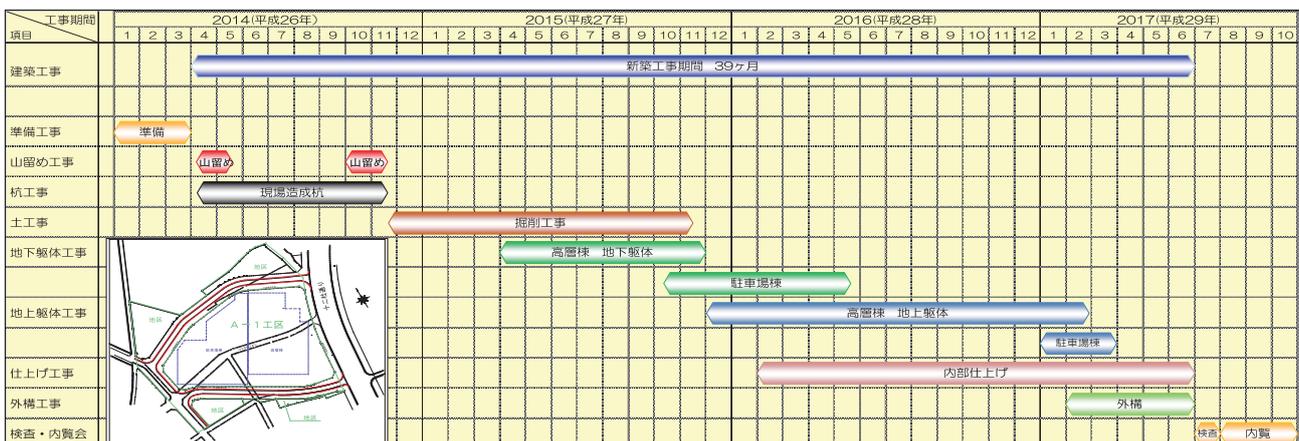


図 1 全体工程

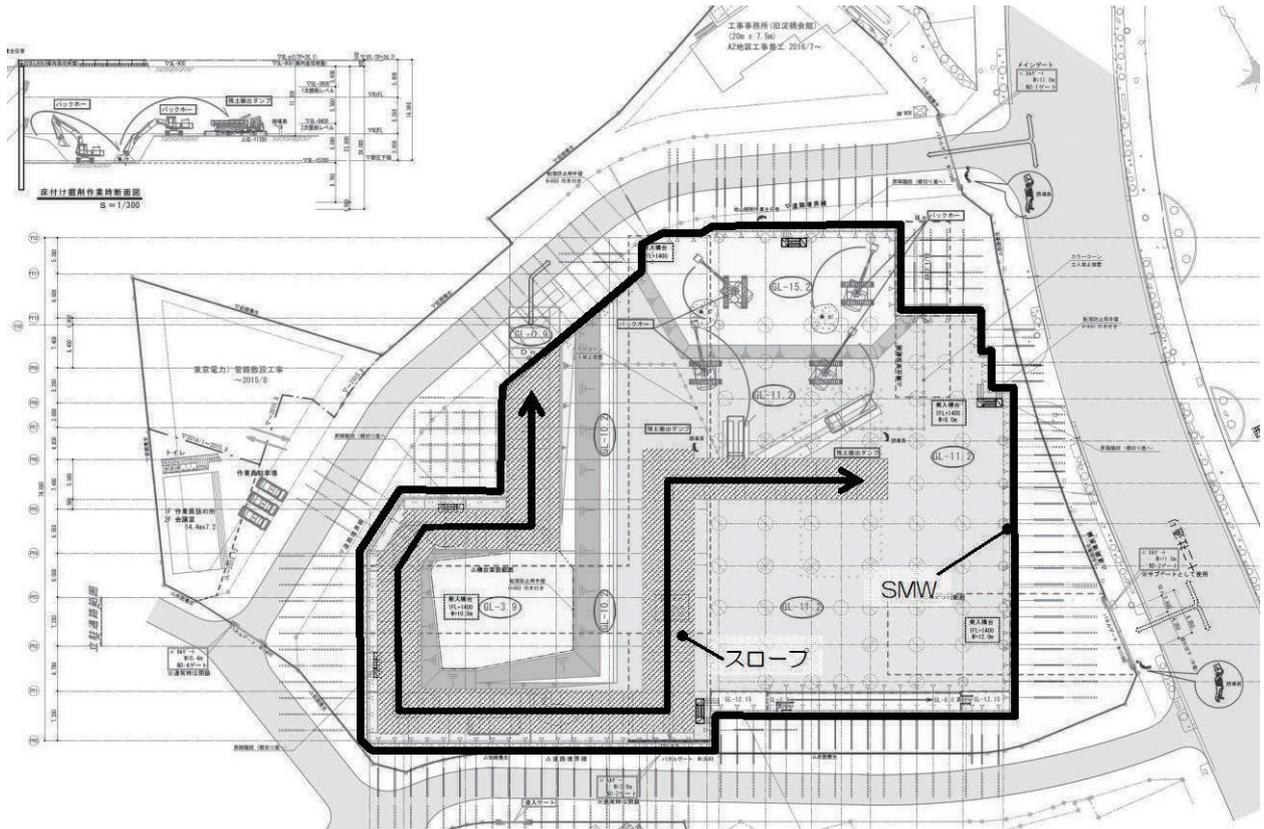


図2 土工事における総合仮設計画

### 3. 山留め計画と実施

掘削工事における総合仮設計画図を図2に示す。

計画建物は、地下2階で床付け面GL-14.7m（最深部GL-16.5m）と深く、また地下水位がGL-3~4mであることから、山留め壁は全周ソイルセメント壁（以下、SMW）とする計画とした。

計画敷地内には、既に4箇所のボーリング調査が実施されていたが、敷地が広大であるため、調査量が不足していると考えられた。そこで、杭の設計妥当性の確認と山留め設計用を兼ね、6箇所のボーリング調査を追加を行った。一例として追加調査した柱状図を図3に示す。

掘削工事では、山留め壁近傍において大型重機による作業が計画されていたため、これを考慮した上載荷重  $20\text{kN/m}^2$  の設計を行う必要があり、過大な山留めの変形が懸念された。

山留めの設計では、砂質土の場合、通常は粘着力を考慮しないが、上載荷重を考慮した山留め設計を行うと山留め芯材が大断面となることが予想された。

そこで、粘性土を含んだGL-5.5~9.0m付近の東京砂層に対し、3軸圧縮強度試験を実施し、その結果から得られた粘着力  $C=23\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角  $\phi 35^\circ$  を地盤定数として採用し、山留め壁の設計を行うことで山留め芯材を必要最小限とすることとした。

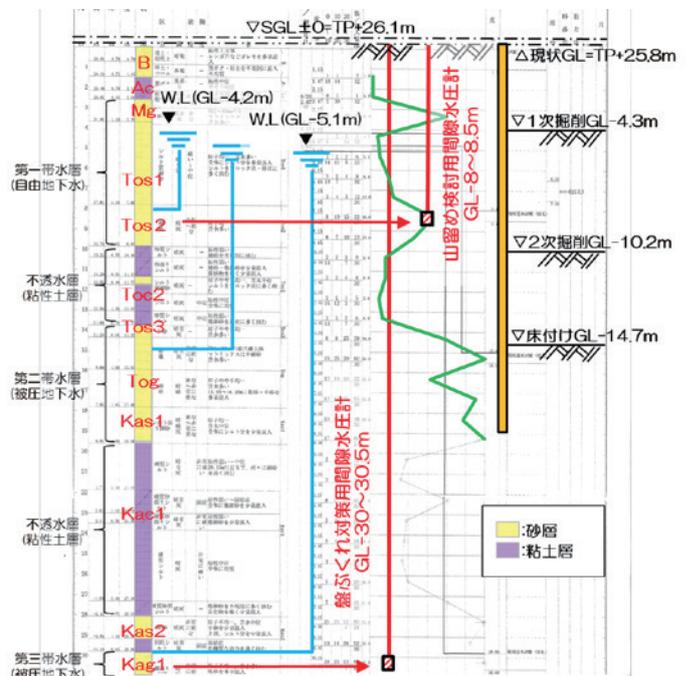


図3 ボーリング柱状

当初、SMWの芯材は、H-500×200×10×16で計画を進めたが、壁の剛性が小さく、変形を許容範囲内とするには芯材間隔を@450mmとする必要があった。

この場合、芯材の総重量が大きくなることから、大口径(φ850)の削孔を行い、芯材をH-700×300×13×24とし、芯材間隔を@1.2mとすることとした。これにより、芯材重量を約2割削減することができた。

しかしながら、芯材間隔を大きくしたことにより、ソイルセメント部分に作用するせん断応力度が増大したため、通常のSMWで用いられるソイルセメントの設計基準強度 $F_c=0.5\text{N/mm}^2$ に対し、 $F_c=0.8\text{N/mm}^2$ とすることで対応した。また、確実な遮水壁を構築するため、ソイルセメント長はGL-22mまでとし、GL-20m付近の上総層に対し十分な根入れを確保した。芯材長は $L=19\text{m}$ とした。

上記のほか、追加を含め得られたボーリング調査結果が東西南北で異なったことから、それぞれの地盤定数を用いて設計を行うとともに、山留め壁近傍での重機作業に伴う上載荷重についても $20\text{kN/m}^2$ 、 $10\text{kN/m}^2$ の2つのパターンにエリアを明確に分けて設計を行うことで合理化を図った。

## 4 地盤アンカーの計画および引抜試験

### 4.1 地盤アンカーの計画

本工事における掘削土量は約 $82,000\text{m}^3$ (その内、高層棟部分は $61,000\text{m}^3$ )あり、掘削残土を如何に効率良く搬出するかが課題であった。そのため、掘削効率の高い地盤アンカー工法を採用することとした。地盤アンカーは、除去式アンカー2段の計画としたが、採用に際しては、本敷地周辺の都道、区道を占用する必要があるため、民間工事において前例がほとんどなかったため、特に区道に対する協議に多くの時間を費やすこととなった。協議にあたっては、約1年間を費やしたが、本工事が市街地再開発事業であり、公共性があることなどから、占用が許可された。

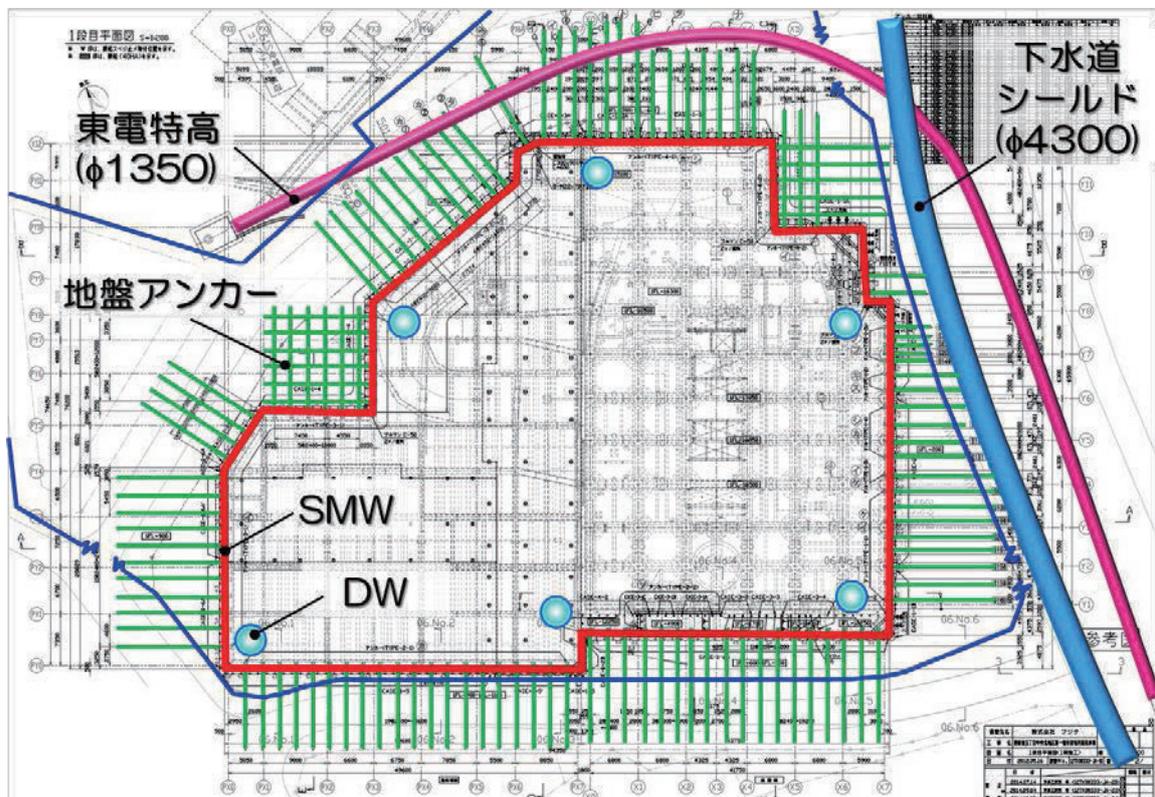


図4 アンカー計画

地盤アンカー計画図を図4に、BIMによる地盤アンカーと周辺公共埋設物との干渉チェックを図5にそれぞれ示す。敷地の北側から十二社通り沿いの深度約16mの深さには、東京電力の特別高圧φ1,350mmの地下構造物が埋設されている。さらに十二社通りには、深度約11mの深さに下水道シールドφ4,300mmも埋設されている。通常、地盤アンカーは45°の角度で設置されるが、そのような設置ではアンカーと埋設物と干渉する箇所が多数生じる。

そこで、北側および東側（十二社通り）について、地盤アンカーの断面をすべて作図し、アンカー1本ごとに干渉しない角度を設定した。

さらに、施工に際してはBIMを用いて三次元での最終納まりを確認した上で施工することにより、地下構造物に影響を与えないようにした。BIMの利用により、地盤アンカーによる公共埋設物への影響は全く生じず、高品質を確保できた。

一方、地下構造物との干渉を避けるために、アンカー角度は35°～55°となった。50°を超える角度でのアンカーの施工例は少なく、角度が大きくなったことにより、台座を特殊形状の台座とする必要が生じた。

#### 4.2 地盤アンカーの設計

一般的に、仮設の地盤アンカーの設計は、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」<sup>1)</sup>に基づき設計されることが多い。この基準により設計した場合、地盤アンカーの総延長が4,705mになった。

そこで、日本建築学会「建築地盤アンカー設計施工指針・同解説」<sup>2)</sup>を参照して設計を見直すこととした。定着体応力分布の概念を文献<sup>2)</sup>より引用して図6に示す。

同指針では、本計画で対象とした分散支圧型の除去式アンカーに対し、耐荷体の段数による荷重割増係数 $\beta$ が1.0～1.6まで設定されており、これは、図6(a)に示すように、緩い～中位の砂層に定着した実験において、下段の耐荷体に比較して、上段の耐荷体ほど大きな荷重が生じるという実験結果を考慮したものである。

一方、図6(b)に示したように、剛性の大きい地盤に定着させた場合には、そのような傾向は見られない、旨の記述が解説になされており、本地盤アンカーの設計では、このことに着目し設計を行うこととした。

すなわち、本計画では、地盤アンカーをGL-14m以深のN値40以上の東京層に定着させる計画としていることから、耐荷体の段数による荷重割増し係数を考慮せず $\beta=1.0$ として

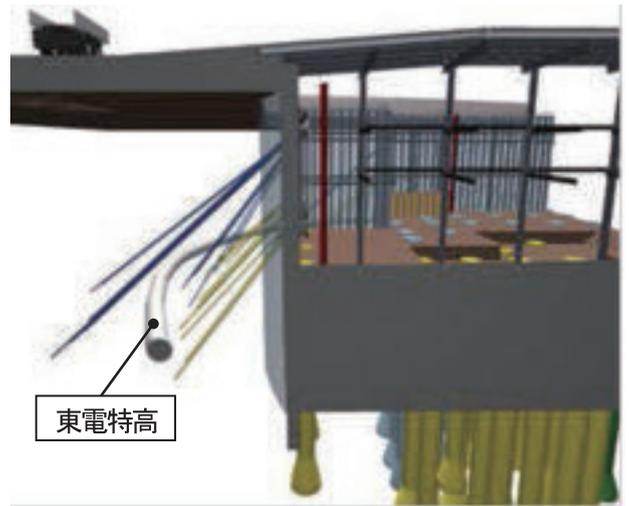
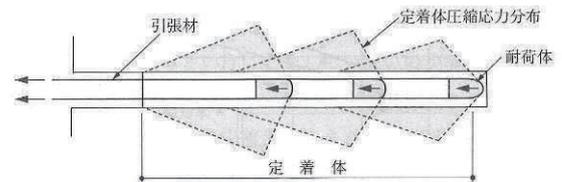
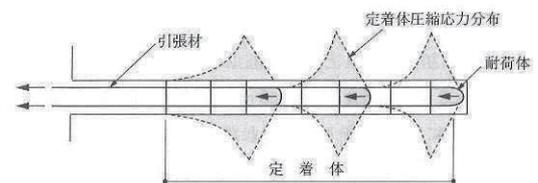


図5 BIMによる地盤アンカーと周辺公共埋設物干渉チェック



(a) 定着地盤の剛性が小さい場合



(b) 定着地盤の剛性が大きい場合

図6 定着対応力分布の概念<sup>2)</sup>



写真2 地盤アンカー引抜き試験状況

設計することとした。これにより、地盤アンカーの総延長が 4,705m に対し、8 割弱の 3,607m に削減することができた。

### 4.3 地盤アンカーの引抜試験

前記のとおり、荷重割増係数 $\beta=1.0$ として地盤アンカーの設計の妥当性を検証する必要がある。そこで、洪積層である東京砂層での地盤アンカーの極限引抜抵抗力を確認した実績がなかったこともあり、地盤アンカーの引抜試験を実施することとした。引抜試験状況を写真 2 に示す。定着長は 1.5m、耐荷体は 3 段とした。

引抜試験は、地盤アンカーを打設した約 1 ヶ月後に実施した。引抜試験により得られた荷重と変位量との関係を図 7 に示す。最終的に最大荷重 690kN まで加力を行ったが、荷重～変位量関係は概ね弾性挙動を示した。

これ以上の加力は PC 鋼より線の脆性破断を招く危険性があったため加力を中止した。

試験結果より、PC 鋼より線の強度によって決定した最大荷重を見なしの極限摩擦応力とし、仮設時（2 年未満）における許容摩擦応力を定めたとしても $\tau_a=542\text{kN/m}^2$ が得られ、引抜試験を省略する場合の許容摩擦応力 9N（ $N=40$ ）の 1.5 倍以上であることが確認された。これにより、荷重割増係数 $\beta=1.0$ を採用した地盤アンカーの設計が、十分な安全性を有していることを確認した。

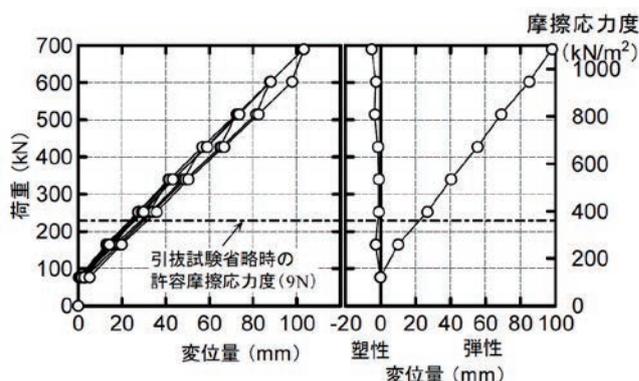


図 7 アンカー引抜試験による荷重～変位関係

## 5. 掘削工事の計画

本工事では、高層棟がクリティカルパスとなるため、高層棟部分を先行して掘削工事を進める必要があった。

高層棟部分の掘削工事の遅延は、あと工程に大きな影響を及ぼすため、図 2、写真 3 に示すように駐車場棟を法面として残し、敷鉄板によるスロープを造成し、床付け面まで直接残土搬出車両を下ろして掘削した。この計画のためには、前述の地盤アンカーの採用は不可欠であった。

その結果、高層棟の掘削土量 61,000 $\text{m}^3$ に対し、1,000 $\text{m}^3$ /日もの残土搬出が安定して実施でき、高層棟の掘削を 3 ヶ月で完了することができた。これは、全面切梁架設をした場合の工期と比べ、約 1 ヶ月の短縮となった。

なお、駐車場棟は 21,000 $\text{m}^3$ であり、この掘削については構台上からテレスコプによる掘削を中心に行った。



写真 3 掘削状況

## 6. 地上躯体施工計画と実施

### 6.1 施工計画概要

地上躯体工事の検討フローを図 8 に示す。本工事のポイントは、地上 60 層の躯体構築であり、躯体サイクル工程が全体工期に大きく影響する。そのため、当初より地上サイクル工程を 1 層あたり 4 日とすることを前提に、その方策について図 8 に示すフローに沿って検討を重ねた。

揚重機の能力比較を表 1 に、揚重計画の検討図表を図 9 にそれぞれ示す。JCL460H に比較して、吊り能力は劣るものの自立高さが高く巻き上げ速度、起伏速度、旋回速度に優れる JCL350NK を選定した。吊り能力の低さは、

建物内部に2基設置することで作業半径の小ささを補う計画とした。

また、図9に示す検討図表を基に検討を重ね、一日の作業時間を考慮した上で、最終的に3基のタワークレーンを設置する計画とした。1フロア2工区分けに対し、建物内部の2基が各工区の主な揚重用、外部の1基が両工区共通の補助用である。地上総合仮設平面図を図10に示す。

地上躯体工事における荷取り、コンクリート打設は低層棟上部に架設した構台上より行う計画とした。また、PCa部材の荷取りは相番クレーンを用いず、すべて運搬車上より直接行うこととした。

建物内部へ設置したタワークレーン2基は、内部仕上げ工事への影響を最小限とするためにフロアクライミング、外部の1基はマストクライミングとする計画とした。フロアクライミングに対しては、クレーン基礎部の本体梁下部に補強が必要となったが、盛り替えが極力迅速に行えるよう、方杖型への字補強を1層行うこととした。

工事用エレベータは、南側に2台、北側に1台の計3台とし、いずれもSEL-2000H（揚程200m、積載荷重2,000kg、85m/min）を用いた。台数の決定にあたっては、上階への資材の搬送量ならびに作業員の搬送人数や朝昼の渋滞時間を勘案した上で決定した。実際には、多数の見学者の搬送にも使用したため不足感は否めなかった。

以上のように、本工事では、地上躯体工事のサイクル工程を4日/フロアを基本として工程計画を立てた。ただし、地上200mもの超高層建物の施工であることから、地上躯体工事の工程計画にあたっては、過去の気象データを基に、日最大風速12m/min以上の発生確率を考慮した稼働日数を設定した。

また、地上150mを超える範囲では、風の影響や高揚

項目	unit	min	hour	unit	hour	備考								
大梁支保工	0	5	0.0	0										3号機
ALC	0	9	0.0	0										3号機
PCa床板	60	6	385	6.4			50	5.3		0.0				
Con配管	2	12	25	0.4						2	0.4		0.0	
グラウト材	0	9	0.0	0										3号機
PC階段	2	23	47	0.8					2	0.8				
PC柱	34	9	320	5.3					34	5.3				
足場	4	15	60	1.0							4	1.0	0.0	
PCa大梁	37	17	644	10.7	22	6.4		4	1.2					3号機10P負担(n=36P)
制震壁	1	30	30	0.5					1	0.5				
制震間柱	0	30	0	0.0										
鉄骨	7	12	87	1.4	7	1.4								
型枠、サポート	8	5	40	0.7							8	0.7	0.0	
床板支保工	0	5	0	0.0										3号機
リフトクライミング	4	120	480	8.0							4	8.0	0.0	
スラブ筋	6	6	36	0.6					6	0.6				
合計					7.8		7.0		6.8		10.1		0.0	

図9 躯体タクト工程の検討図表

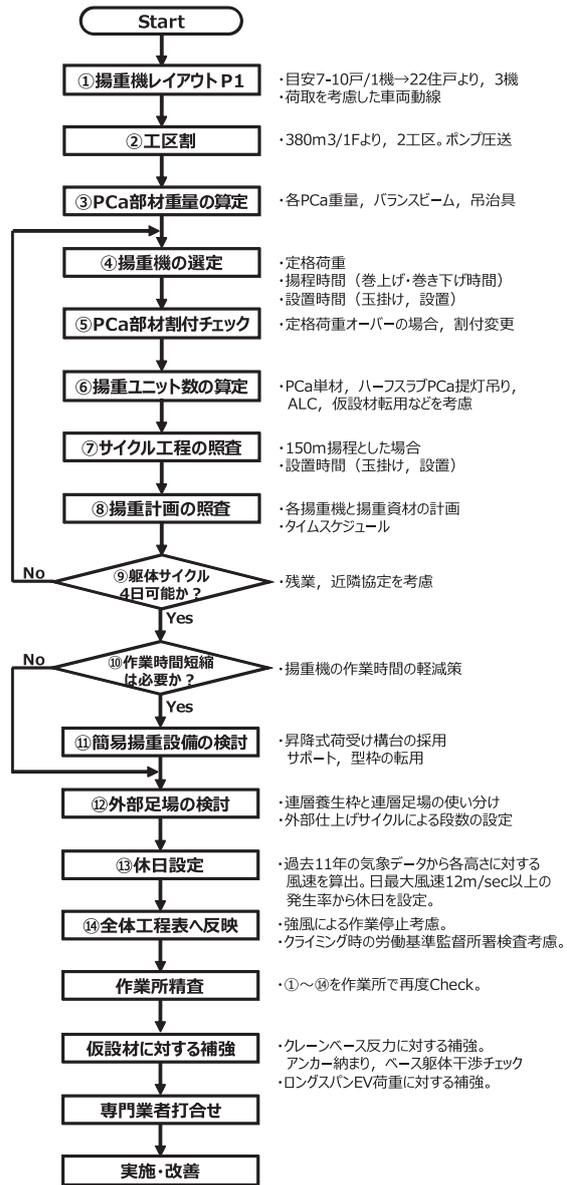
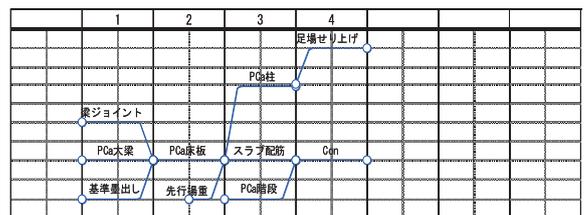


図8 地上サイクル工程の検討フロー

表1 揚重機的能力比較

項目	JCL460H	JCL350NK
吊り能力	35m×13TON 20m×20TON	35m×8TON 20m×16TON
巻上げ速度	低速 1.22~0.38m/s 高速 2.17~0.67m/s	低速 1.68~0.63m/s 高速 2.2~0.67m/s
起伏速度	0.27m/s	0.38m/s
旋回速度	0.045rds/s	0.054rds/s
フロアクライミング回数	7	5
マストクライミング回数	10	7





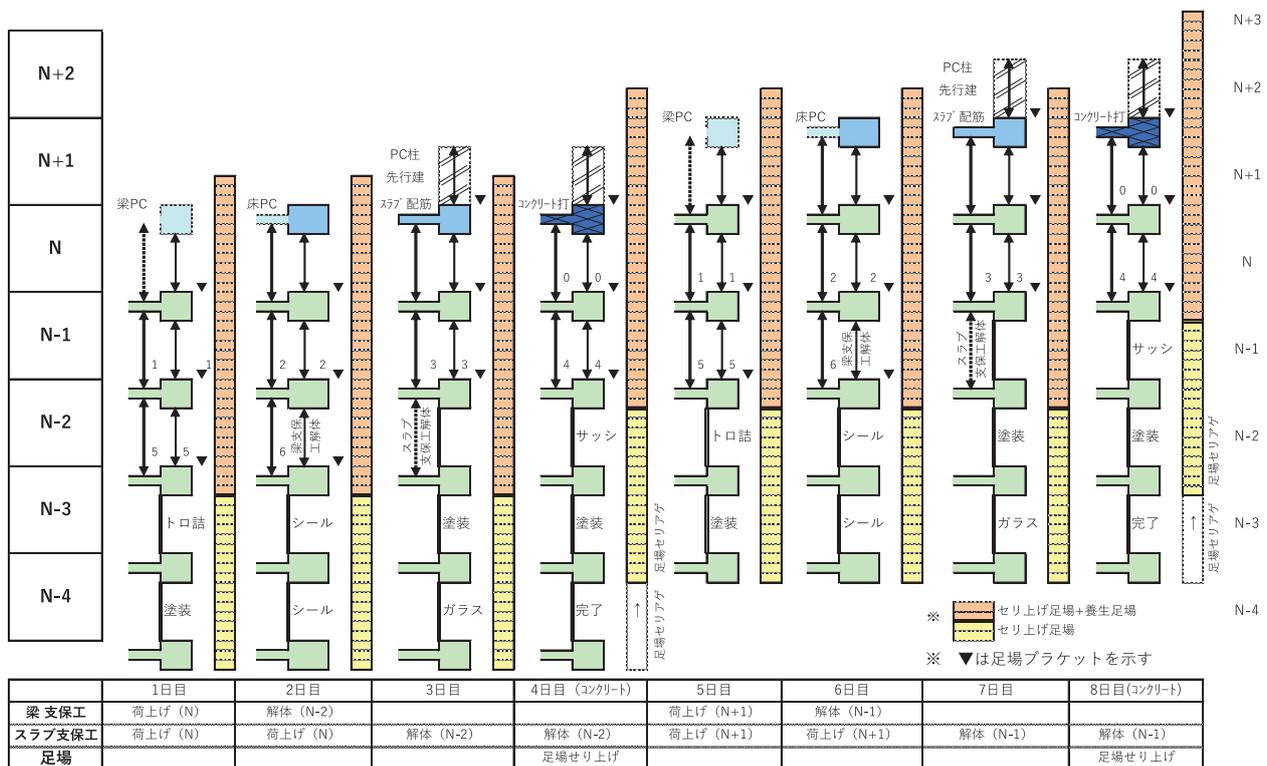


図 11 せり上げ養生・足場の検討

2) サイクル 2 日目

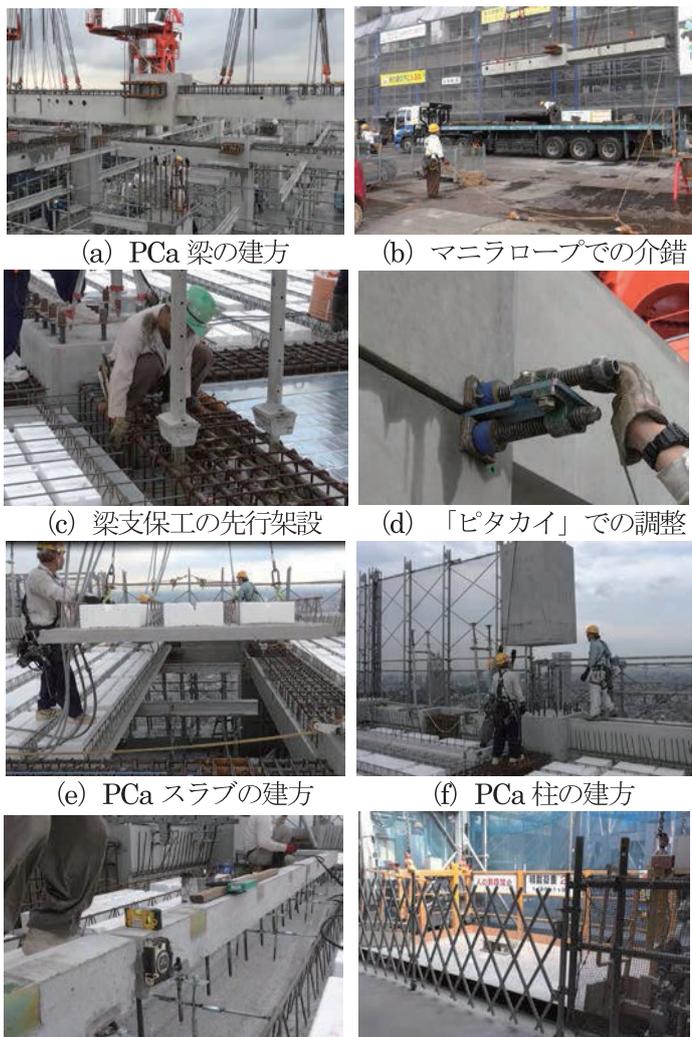
サイクル 2 日目の主な作業は、ALC 等の下階への先行投入資材の揚重およびハーフ PCa スラブの敷設 (写真 4e) である。ハーフ PCa スラブは、計画時では 50p/日程度としていたが、実施においては習熟効果もあり、61p/日の敷設が可能となり、残りの時間を利用しサイクル 3 日目に予定していた PCa 柱 10p 程度の建方を行うことができた。

3) サイクル 3 日目

サイクル 3 日目の主な作業は、PCa 柱の建方 (写真 4f) およびスラブ配筋である。柱の建入れおよびレベル調整は、PCa 接合部上面に埋込んだレベル調整ボルト (4-M20) を用いた。また、位置合わせは PCa 柱梁接合と同様に「ピタカイ」を用いた。スラブ配筋後は、バルコニー部分の溝型枠、段差床型枠を組立てた。せり上げ養生・足場のクライミングおよび大梁受けの支保工の組立てもこの日に行った。

4) サイクル 4 日目

サイクル 4 日目の作業は、コンクリート打設である。コンクリート打設は、構台上より、縦配管にて各階に圧送した。ポンプ車には超高压仕様のポンプを用いた。事前の検討で選定した



(g) ALC 立上り PCa (h) 昇降式荷受け構台「昇吉」  
写真 4 施工実施状況

適用ポンプ車により、60 階まで圧送することができた。

以上の 4 日/フロアのサイクル工程は、2 工区分けに対し 2 日ズレで実施した。

約 15 ヶ月と計画した地上躯体工事であったが、実施では、強風による建方中断がほとんどないという幸運にも恵まれたこと、高揚程に伴う揚重時間の延長を PCa 建方の習熟効果でカバーできたことなどにより 60 階まで 4 日/フロアのタクト工程が維持できた。その結果、約 14.5 ヶ月で地上躯体工事が完了でき、当初計画と比較すると 0.5 ヶ月短縮でき、その分仕上げ・外構工事へ費やすことができた。

### 6.3 効率化のためのその他の取組み

実施工においては、省力化やタワークレーンの稼働率向上のため、その他いくつかの取組みも行った。その一つは ALC 立上りの PCa 化 (写真 4g) である。この PCa 立上りは、作業所敷地内でのサイト PCa で製作し、スラブコンクリート打設前に設置した。バルコニーと室内側の段差スラブを一度に打設することで工程短縮を図った。もう一つは昇降式荷受構台「昇吉」である。「昇吉」 (写真 4h) は 3 層分昇降可能なため、特に仮設支保工の上階への輸送に効果的で、タワークレーンの PCa 建方に掛かる稼働率を向上することができ、これらの取組みは、4 日/フロアのタクト厳守に貢献した。

## 7. まとめ

本報では、高さ 200m、地上 60 階建て超高層 RC 造住宅の施工に関し、計画から実施に至るまでの合理化について述べたが、総括を以下にまとめる。

### 工期

交渉が難しかった地盤アンカーの採用により、大幅に掘削効率が改善され、土工事期間で約 1 ヶ月短縮できた。地上躯体工事では、45 階以上で強風によるタクト工程の遅れを見込んでいた 5 日/フロアのタクト工程が、ほぼ 4 日/フロアでできたこと、高自立タワークレーンを使用してクライミング回数を減らせたこと、4 日/フロアタクトにすべく、色々な取組みが全て計画通りに奏功したことなどにより、約 0.5 ヶ月短縮できた。

### コスト

追加ボーリングから得られた情報を基に、より詳細な山留め検討を実施したことにより、SMW 芯材を 20%削減でき、約 1,000 万円のコストダウンとなった。

地盤アンカーは、定着地盤が N 値 40 以上の洪積層地盤 (砂礫層) に着目し、耐荷体の段数による荷重割増係数  $\beta$  の見直しにより、アンカー総延長が約 20%削減できたことで、約 700 万円のコストダウンとなった。また、設計の見直しの妥当性を確認するため、地盤アンカー引抜き試験を実施した。

### 品質

BIM を用いて既存公共埋設物への干渉を事前に予測し、影響を与えることなく、地下工事が完了できた。また、地上階躯体をフル PCa 化したことにより、高品質な躯体構築ができた。

#### 【引用ならびに参考文献】

- 1) 地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説、2012.5
- 2) 日本建築学会：建築地盤アンカー設計施工指針・同解説、2001.1

## 6. 野球場施設施工における各種省力化の取り組み

社名: (株)安藤・間

氏名: 伊藤 高義

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	山形市新野球場建設建築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 7, 298㎡、地上3階
(3) 用途	野球場
(4) 主要構造	PCaPC造(プレキャストプレストレストコンクリート造)、一部RC造
(5) 建設地	山形県山形市
(6) 施工期間	2015年7月～2017年6月
(7) 工事費	3, 999(百万円)
(8) 設計者	株式会社 本間利雄設計事務所
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>建設地が山形県であり、冬季間厳しい気象条件が予測される中、実質工期20カ月(冬季間4カ月)での高品質を確保し、工期短縮を図る必要があった。</li> <li>施工上の主な課題として、PC斜め柱や段梁の施工精度の確保と、在来部分の工期短縮が挙げられた。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>PC斜め柱、段梁の施工精度の確保。</li> <li>基礎と上部躯体在来部分における、省力化による工期短縮と品質の確保。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>柱に取付けた仮設水平ブラケットを支保工で受け、位置高さの調整を行った。</li> <li>基礎工事においては、鉄筋の先組工法、及びラス型枠を採用した。</li> <li>上部躯体在来部分においては、型枠と鉄筋を先組し、一体取付を行った。</li> <li>外野スタンド内側擁壁躯体のPCa化を行った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>柱頭部の精度管理値に対し、斜め柱と段梁の施工精度を確保できた。</li> <li>外野スタンド内側擁壁躯体の品質が向上した。</li> </ul> </li> <li>C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul> </li> <li>D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>躯体工期が4カ月短縮した。</li> </ul> </li> <li>S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>高所足場上作業を大幅削減し、安全性を確保した。</li> </ul> </li> <li>E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>ラス型枠、PCa化による型枠削減で環境負荷を低減した。</li> </ul> </li> <li>その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul> </li> </ul>

# 野球場施設施工における各種省力化の取り組み

株式会社安藤・間 東北支店  
伊藤 高義

## 1. はじめに

本工事は、野球場という特殊建築物を短工期で施工した実例である。短工期施工を実現するため、PC斜め柱、段梁の施工精度の確保と現場にて採用した省力化工法を紹介する。

## 2. 工事概要

工事名称： 山形市新野球場建設建築工事  
発注： 山形市  
設計： 株式会社 本間利雄設計事務所  
監理： 株式会社 本間利雄設計事務所  
山形市まちづくり推進部建築課・  
河川道路整備課  
所在地： 山形県山形市落合町1番地内  
工期： 平成27年7月16日～平成29年6月23日  
用途： 野球場  
構造規模： PCaPC造，地上3階  
基礎形式： 杭基礎 PHC，PRC，SC杭  
径600～700 杭長30m230本  
建築面積： 5,785.57㎡  
延床面積： 7,298.83㎡  
最高高さ： 16.4m  
外装仕上： 外壁PC板・コンクリート打放：  
フッ素樹脂塗装  
押出成型セメント板：吹付タイル  
内装仕上： 床：耐スパイク用ゴムタイル  
壁：吹付タイル  
天井：杉小巾板（準不燃処理）、  
化粧石膏ボード  
屋内練習場：床－人工芝  
段床裏面－結露防止剤吹付

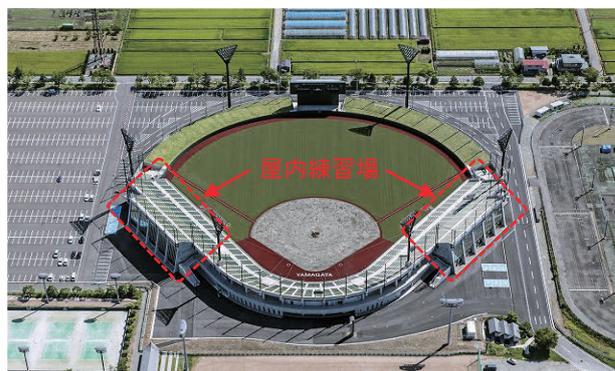


写真-1 全景



写真-2 室内練習場

## 3. 問題点と背景

### 3.1 背景

本野球場は、スタンドに内野8,096席、外野4,164席、車椅子12席を設けた両翼100mの野球場である。

本建物（スタンド）の特徴として、両翼外野側スタンド観覧席（サブスタンド）の下に屋内練習場がある（写真-1、2、図-2～4）。屋内練習場のスペース確保のため、外側の柱は斜め柱、段梁はスパン30mで、それぞれPC鋼棒、PC鋼線で圧着する工法となっている。

斜め柱は2分割、段梁は4分割されており、部材の最大重量は斜め柱25.3t、段梁20.4tと重い。また斜め柱の間にはアルミカーテンウォールが配置されているため、建方時の支保工計画と精度確保が重要である。

本建物の供用開始時期は平成29年9月に決定してお

り、工期厳守（24ヶ月）が求められていた。その中で、施工場所の気象条件から、冬季（1月～2月）の2シーズンはコンクリート打設、外構工事等が困難であり、当初から4ヶ月の工期短縮が求められていた。

そのため、労務確保に懸念がある在来工法部分の施工合理化、省力化工法の採用による工期短縮が必須の課題であった。

### 3.2 問題点（改善の目的）

本工事では、上記の背景等から、以下の2点を重点課題と捉え、問題解決に取り組んだ。

【品質】PCaPC部材の精度確保（斜め柱、段梁）  
PCaPC部材の施工精度 位置精度  
（管理値±5mm）

【工期】在来工法部分の工期短縮 -4ヶ月



図-1 全体配置

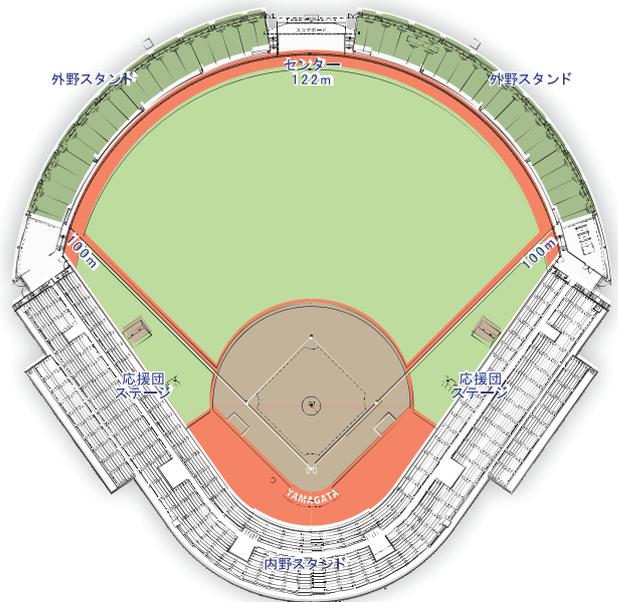


図-2 観客席平面

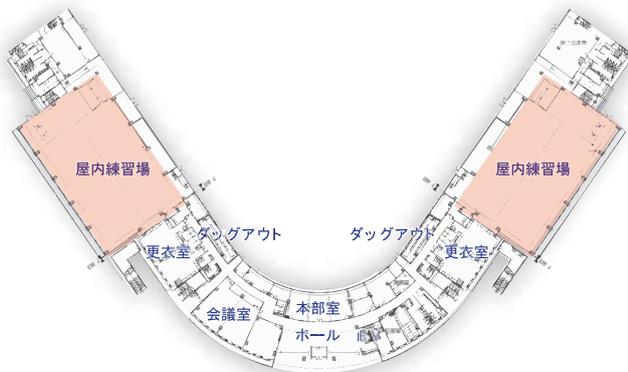


図-3 1階平面

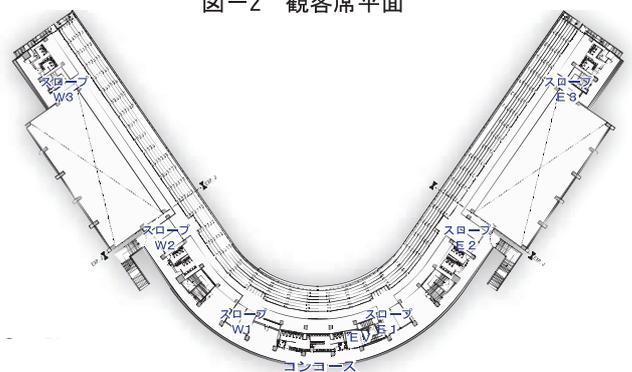


図-4 2階平面

#### 4. PCaPC斜め柱、段梁の施工

今回のPCaPC工法は、ポストテンション方式による圧着工法がメインとなる。垂直の柱と傾斜のついた斜め柱があり、それらに梁、段梁を圧着する。

施工場所の東西（地上57m）にはマイクロ波が通過しており、マイクロ波を避けた綿密な揚重、建方計画を作成する必要がある。また、PCaPC柱及び梁は仮設金属ブラケットを介して先行して設置した支保工で支持する計画とした。

##### 4.1 揚重計画

今回敷地内に、南北に回線1（中心高65.33m）、回線2（中心高57.43m）のマイクロ波が上空を通過しており、PCaPC部材の揚重作業が制限を受けた（図-5）。

周囲にテニスコート、アイススケート場もあるため、PCaPC部材の揚重作業は、グランド側からのみ行う計画とした（図-1、6）。また、トラッククレーンの作業範囲制限装置を活用し、マイクロ波の通過範囲を避けて作業を行った。

揚重機については、クローラークレーンは移動が容易であるが、走行路の整備作業が内野盛土作業と重複するため、トラッククレーンを選択した。クレーン設置場所は6箇所に限定し、盛土を先行して行い、設置場所に敷き鉄板を敷き込み対応した。

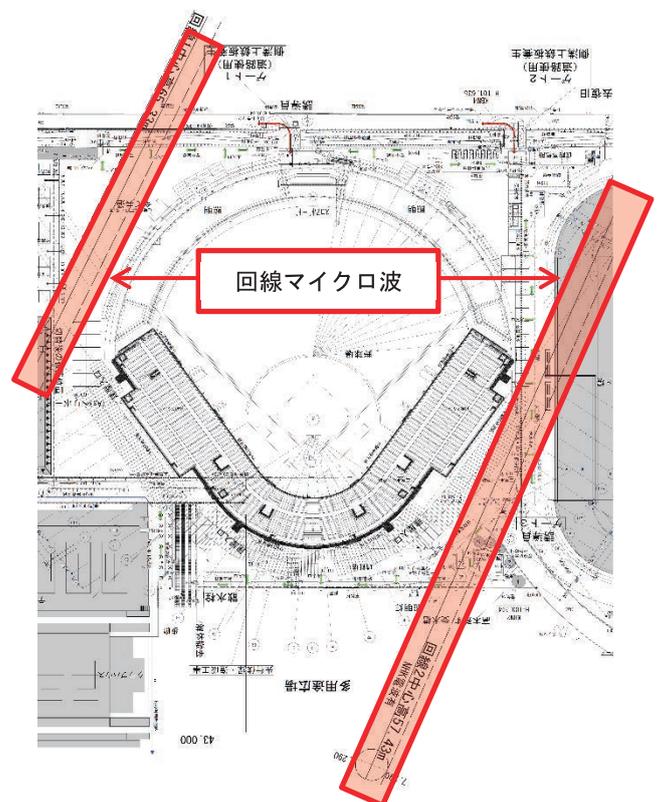


図-5 マイクロ波通過状況

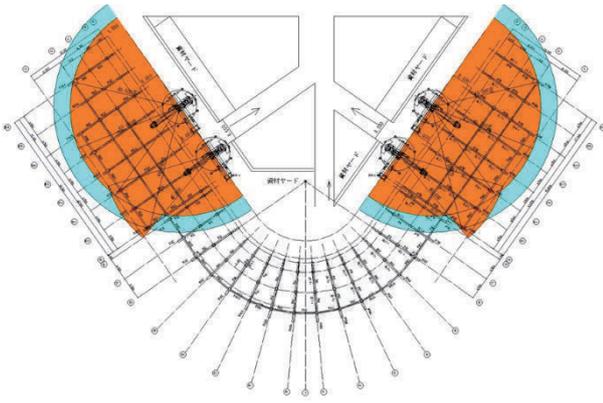


図-6 重機配置計画 (サブスタンド)

#### 4.2 PCaPC斜め柱の架設

室内練習場部分の外周側の柱は斜め柱となっている。斜め柱は2分割で最大重量は25.3t/P、高さは15mあるため、通常のPCサポート等では対応が難しいと判断し、支保工足場で支持する方法を検討した。

その結果、四角支柱とH形鋼を使用して支保工を形成し、そこに柱側面に取り付けた仮設ブラケットを乗せて柱の荷重を支持する計画とした(図-7、写真-3)。また、支保工は周囲の作業用足場と強固に連結し、位置ずれを防止すると共に、地震時等の安全性を確保した。

なお、PCaPC斜め柱は重量物のため設置後の位置の微調整が難しいことから、足元のライナーでの高さ調整と、ブラケットを受ける支保工の高さを予め所定の高さに合わせておくことで、設置後の調整を最小限とした。微調整についてはブラケット下にライナーを差し込むことで対応した。斜め柱が架設されるスパン間はアルミカーテンウォールが取付けられるため、精度確保に細心の注意を払いながら架設を行った。その結果、位置精度は管理値(±5mm)を確保できた。

斜め柱の架設は、チェンブロックを使用して柱の傾斜を予めつけた状態で行ったが、傾斜のついたままPC鋼棒を差し込むという作業に当初は手間取り1P/日のペースでの架設となった。後に人員配置の構成や施工方法について再度検討を進めながら、架設を繰り返すことで最終的には予定通り2~3P/日のペースで架設することができた。



写真-3 PCa斜め柱建方状況

#### 4.3 PCaPC段梁架設

大空間の屋内練習場を構成するPCaPC段梁はスパン約30mで4分割となっており、最大荷重は20.4t/Pである。

屋内練習場部分の段梁は4分割で構成されているが、中間に柱がないため、斜め柱と同様に支保工足場を先行して架設する計画とした。また柱と同様に、梁側のブラケットを乗せる支保工の高さを所定の高さに合わせておくことで、設置後の調整を最小限とし位置精度を確保した(写真-4)。最終的には3P/日のペースで架設することができた。

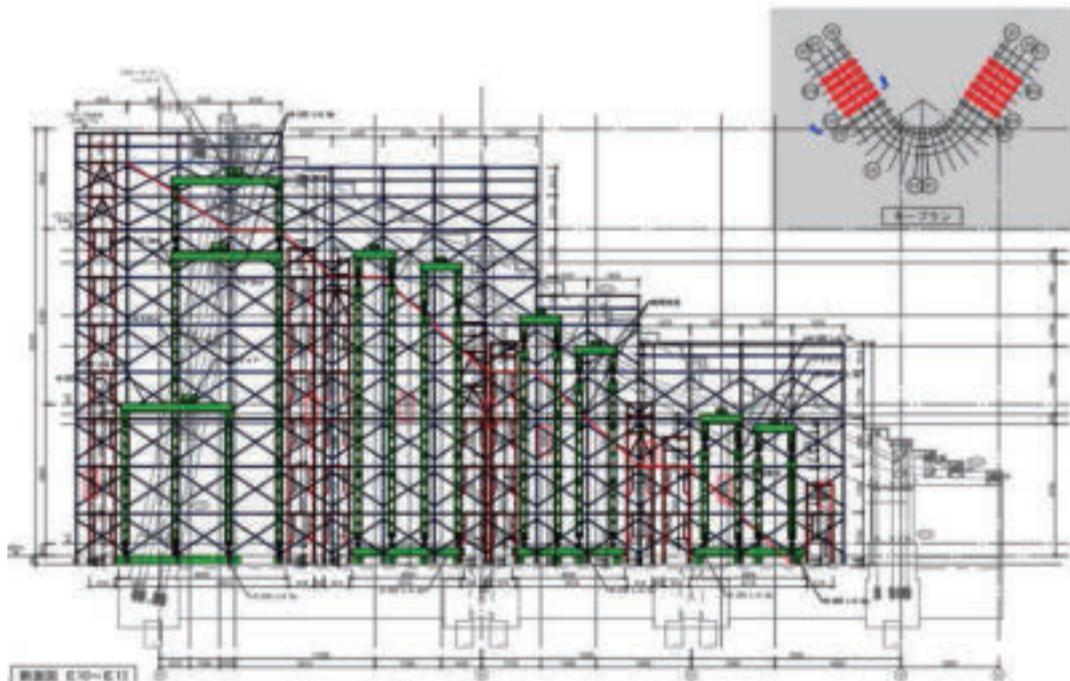


図-7 支保工計画

なお、段梁の最大荷重が20.4tと重いため、支保工によって荷重を受けるスラブが構造上問題ないか、仮設ブラケットを取付けて架設するにあたって金物・埋込みアンカーの強度に問題がないか等を検討し、事前に監理者に確認して建方計画を作成した。

段梁架設後、PCケーブル通線・緊張を行った後、支保工足場を解体し大空間を構成した。

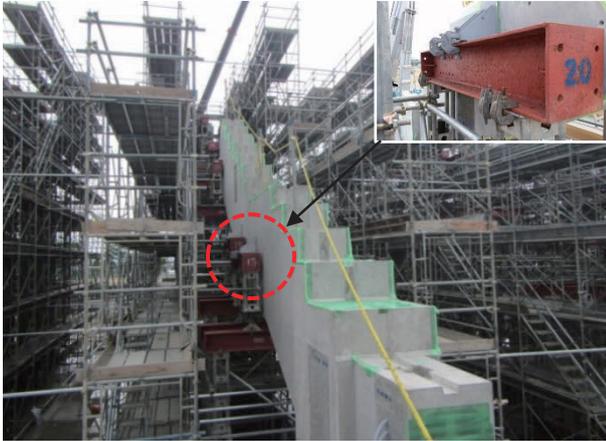


写真-4 PCa段梁建方状況

#### 4.4 PCaPC段床版架設

段床版はスタンドを形成するためにL型となっており架設時にはチェーンブロックと吊吊具、予め埋め込まれている仮設用インサートを用いて水平を保ち、建方作業を行った。スタンド最下部からの積み上げ式で架設していくため、高さ・位置等の建て方精度が3mm以下となるよう、特に最下段には細心の注意を払い管理した(写真-5)。

段床版は、段床版先端に埋め込まれた固定ボルトにより高さと位置を調整した後、予め段梁に埋め込んだシース管と段床版の孔(L型天端の中央一箇所)に無収縮モルタルを入れ、そこにアンカー筋を差し込んで固定した。当初は5P/日を予定していたが、最終的には7P/日のペースで建方を行うことができた。



写真-5 PCa段床建方状況

### 5. 在来工法部分の施工合理化、省力化工法の採用

今回の工事では、安全の確保、工期の短縮、労務不足への対応から、積極的に省力化工法を提案し採用した。

グラウンドの盛土作業は休工としたが、省力化工法を取り入れることで、外部作業のできない冬季期間(1月~2月)の影響を最小限とし、4ヶ月間の工期短縮を実現できた。

#### 5.1 基礎型枠にメッシュ型枠の導入

基礎型枠工事において、エコウエルメッシュ工法を採用した(写真-6)。メッシュ型枠は、コンクリート打設後も解体作業がほとんどなく、組立作業も短期間で施工ができた。

当現場では、ピットとなる場所以外の埋戻し部分においてメッシュ型枠を採用した。これにより、基礎型枠の組立、解体工事で約2ヶ月を予定していたが、およそ半分の約1ヶ月で施工できた。



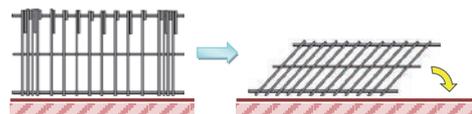
写真-6 メッシュ型枠施工状況

#### 5.2 鉄筋先組み工法の導入

基礎鉄筋工事において、鉄筋ジャバラユニット工法を採用した(図-8)。

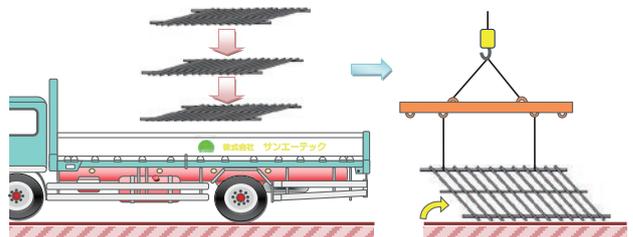
①特殊ゴム付結束線で先組み

②折りたたむ



③トラックに積重ねて現場に運搬

④起こして吊り込み準備



⑤転倒防止筋を設置



⑥所定の位置に吊り込む

図-8 ジャバラユニット工法概要

この工法は、梁部材を特殊ゴム付結束線にて工場先組みし、ゴムの弾力性を利用して折りたたむことで運搬効率を確保しながら工程の短縮ができる。ストックヤードの省スペース化も図れ、工期の短縮、品質の向上、仮設設備の削減、安全作業の確立を図ることができた。また、現場設置後の継手は機械式継手にて行った。

これらにより、基礎梁の鉄筋組立作業は約3ヶ月を予定していたが、約2ヶ月に短縮できた。

### 5.3 地上在来躯体の鉄筋・型枠の先組、一体取付

地上躯体においては、在来工法の梁に鉄筋と型枠の先組み工法を採用した。従来、内部足場を組み高所作業にて配筋・型枠を行うが、予め先組みしておくことで作業時間の短縮と安全性の向上を図った。

ストックヤードで、型枠、鉄筋及びPCシー菅を先行して組立て一体化し、所定の位置に揚重して設置した(写真-7、8)。PCaPC梁の下段に取り付く在来工法の梁については、その下部地上にて組立て、特殊な吊吊具を使用して取付けた。

各部材接合部の処理は高所作業車でを行い、仮設設備の削減と安全性の向上を図ることができた。

地上躯体の在来工法の梁の組立ては約2ヶ月を予定していたが、約1ヶ月に短縮できた。



写真-7 梁筋及び型枠ストック状況



写真-8 梁筋及び型枠の一体取付状況

### 5.4 外野スタンド擁壁のPCa化

外野スタンドの内側擁壁構築は冬季期間にかかると共に、グラウンドや外野スタンドの盛土、整備作業の遅

延要因となるため、PCa化して工期短縮を図った(図-9)。

このPCa化に伴い、当初の逆T形擁壁をL型形状とした(図-10)。擁壁は高さが3mあるため、在来工法での施工であれば仮設足場が全面に必要となる。また曲面の形状となっているため、在来工法では躯体精度の確保が困難であった。この擁壁のPCa化により、安全性及び、品質の向上を図ることができた(写真-9)。

また、擁壁の構築は当初約2ヶ月を予定していたが、約1ヶ月に短縮できた。



● 観客席平面図

図-9 外野スタンドPCa化部位

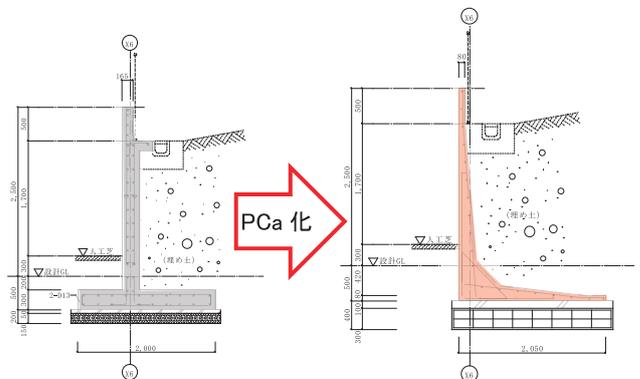


図-10 擁壁PCa化概要



写真-9 擁壁PCa施工状況

## 6. まとめ

上記の取組みにより、下記の改善効果が得られた。

### 【品質】 PCaPC部材の精度確保（斜め柱、段梁）

- ・設定した管理値（±5mm）を全てクリアし、施工精度を確保した。
- ・外野スタンド擁壁のPCa化により、施工精度、品質が向上した。

### 【工期】 在来工法部分の工期短縮

目標 -4ヶ月（全体） → -4ヶ月（全体）を達成

- ・基礎メッシュ型枠 -1ヶ月
- ・鉄筋先組み工法（基礎） -2ヶ月
- ・地上躯体の鉄筋・型枠の先組、一体取付 -2ヶ月
- ・外野スタンド擁壁PCa化 -1ヶ月

### 【安全】

- ・足場の組出し作業の削減、高所での鉄筋、型枠の組立作業の削減と、それに伴う高所作業の削減により安全性が向上した。

### 【環境】

- ・基礎メッシュ工法の採用と外野スタンド擁壁のPCa化により、合板型枠を削減し環境負荷を低減した。  
基礎型枠：3,200㎡削減  
外野擁壁：1,220㎡削減

## 7. 終わりに

今回施工したPCaPC造の野球場建設工事（写真-10）にあたり留意点を上げると、施工計画においては「部材揚重計画」と「支保工計画」が全ての面において、大きなウエートを占めることを実感した。また今後の社会情勢から、安全・工程を確保し高品質な建物を提供するため、省力化工法・PCa工法の積極的な採用と発展に期待する。



写真-10 全景

## 7. 構造部材PCa化による生産性向上

社名: 清水建設(株)

氏名: 加藤 計輔

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	熊谷ラグビー場新スタンドほか建設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 17,071㎡、地上4階
(3) 用途	観覧場
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	埼玉県熊谷市
(6) 施工期間	2016年12月 ~ 2018年8月
(7) 工事費	7,322 (百万円)
(8) 設計者	株式会社 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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 在来工法では躯体や外装工事が12か月必要となり、フィールドの天然芝施工時期が真夏の7月となることが問題であった。</li> <li>・ 東京オリパラの影響により、労務が不足する懸念があった。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暖地型天然芝施工に最適な時期である4月に施工するため、躯体や外装工事を3か月短縮する。</li> <li>・ 労務不足による工程遅延を防止するために、労務の平準化を図る。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構造部材(梁、スラブ、腰壁、段床)のPCa化と鉄骨化により、躯体工事サイクル工程の短縮を図った。</li> <li>・ 曲面や段差等の施工が難しい、複雑な形状の躯体のPCa化と、工区分けを踏まえたサイクル工程を組立てることにより、労務の平準化を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複雑な形状の躯体でも、精度の良い高品質の躯体を造ることが出来た。</li> </ul> </li> <li>・ C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PCa化により、躯体工事コスト約2.0%の圧縮を図ることが出来た。</li> </ul> </li> <li>・ D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3か月の工期を短縮し、目標を達成。</li> </ul> </li> <li>・ S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高所作業の大幅な削減。</li> <li>・ 現場労務の大幅な削減。</li> </ul> </li> <li>・ E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 型枠用熱帯材使用量と躯体工事で生じる産廃発生量の大幅な削減。</li> </ul> </li> <li>・ その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 躯体工事や外装工事の現場労務の大幅な削減と労務の平準化ができ、標準延労働時間の85%に圧縮することができた。</li> </ul> </li> </ul>

# 構造部材P C a化による生産性向上

清水建設株式会社 関東支店  
加藤 計輔

## 1. はじめに

本工事は、ラグビーワールドカップ2019™日本大会の会場として利用するため、埼玉県発注による熊谷ラグビー場の大規模改修を行うプロジェクトであり、大屋根の設置など通常の工事と比較して技術的難易度が高い工事であった。

また、工期内に確実に工事を完成させる必要があったため、実施設計者に対して施工者が設計技術協力を行う、ECI (Early Contractor Involvement)方式が採用された。

本報告では、課題対策のため、ECI業務期間中に提案した項目のうち、特に改善効果が高かった構造部材のP C a化について報告する。

## 2. 工事概要

本工事概要は以下の通りである。なお、完成予想パースを(図1)に示す。

工事名称：熊谷ラグビー場新スタンドほか  
建設工事

規模：延床面積17,071m<sup>2</sup> 地上4階

用途：観覧場

主要構造：RC造 一部S造

建設地：埼玉県熊谷市

施工期間：2016年12月26日～2018年8月31日

工事費：7,322,000,000 (税抜)

設計者：株式会社松田平田設計



図1 完成予想パース

## 3. 工事の問題点

### 1) 工期内施工の厳守

本工事は工程を計画する上で課題となったのが、フィールドの天然芝施工時期であった。

基本設計の躯体・外装を在来工法で施工すると12か月必要であり、天然芝敷込みが真夏の7月施工になってしまう事が問題となった。

暖地型天然芝敷込みに最適な4月に施工するため、躯体・外装工事を3か月短縮する必要があった(図2)。

### 2) 労務の確保

東京オリンピック・パラリンピック競技大会関連工事の影響による労務不足の懸念があったため、労務不足による工程遅延を防止するために労務の平準化を図る必要があった。

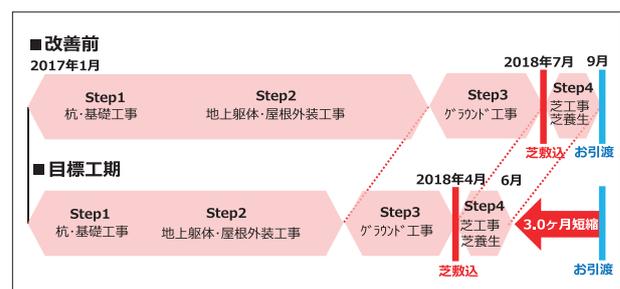


図2 工程の課題

## 4. 問題への対応(方針と実施)

### 1) 設計時の改善

3か月の工程短縮のため、構造部材の徹底したP C a化を図った(図3)。

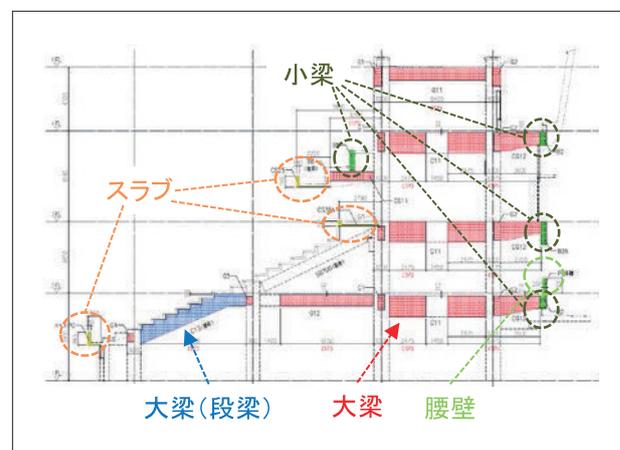


図3 P C a化概要例 (メインスタンド)

在来躯体のP C a化計画にあたり、以下の検討を実施した。

①P C a部材の組合せと接合部検討

大臣認定を取得せず、躯体をP C a化する  
場合、鉄筋の継手位置は柱際から梁せい寸法  
の範囲内に設ける事が出来ない。

その条件をふまえ、揚重回数と現場作業を  
減らすために、P C a部材の十字やT字の地  
組と、単梁仕口部の配筋の地組の最適な組  
合せを検討して、接合位置を決めた(図4)。



図4 P C a部材の組合せと接合部 (メインスタンド)

②柱・梁断面の変更

柱梁躯体については、断面のスリム化とP  
C a部材寸法の統一を図り、使用材料の強度  
を上げて、出来る限り断面寸法を統一した。

また、梁筋の落とし込みの施工性を向上さ  
せるために主筋径と強度を上げて本数を減らし、  
主筋ピッチを大きくした(図5)。

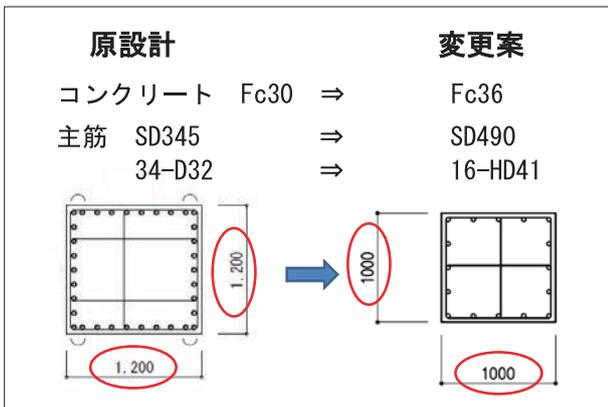


図5 柱断面の変更

③小梁の鉄骨化

小梁については、工程短縮と作業性の向上  
を図り、出来る限り鉄骨化した。鉄骨化する  
ことで支保工を不要とした(図6)。

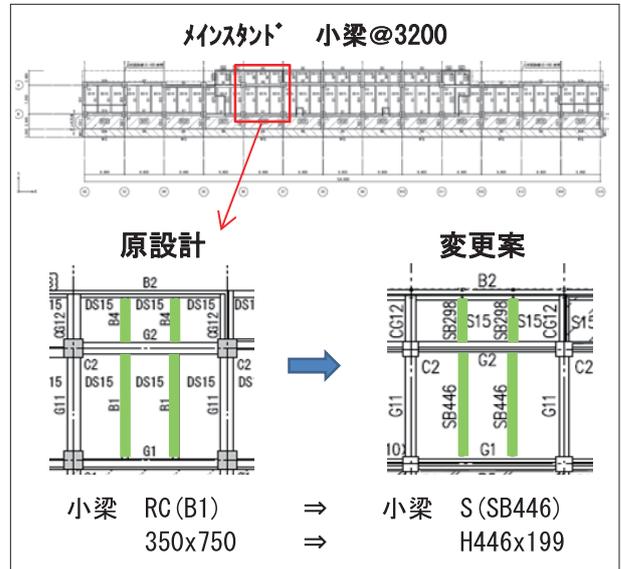


図6 小梁の鉄骨化

2) 施工時の改善

①躯体サイクル工程の検討

労務確保のために労務平準化を図った。  
労務平準化ができるように、メインスタン  
ドは、ほぼ左右対称な形状をしているため、  
半分の2工区においてサイクル工程を組立て  
た。平準化のために1工区と2工区の作業が繰  
返し作業となるように留意した。1工区のサ  
イクル工程は以下の通り。

a. 1~7日目(写真1、2)

現場：柱型枠→P C a支保工→柱コン打設  
ヤード：P C a梁部材搬入地組→配筋



写真1 柱コン打設状況



写真2 PCa 梁地組状況



写真5 仕口部型枠状況

b. 8～13日(写真3)

柱型枠解体→支保工まとめ→PCa 梁取付



写真3 PCa 梁取付状況



写真6 スラブ・柱配筋状況

c. 11～16日(写真4、5)

鉄筋嵌合→仕口部型枠

d. 17日～22日(写真6)

デッキ敷込→スラブ・柱配筋



写真4 鉄筋嵌合状況



写真7 柱筋固定状況

## ②取付精度の確保

設計時に柱梁主筋のピッチを可能な限り大きくしたが、主筋同士のクリアランスは最小5mmであったので、柱筋の精度確保のためテンプレートを使用してコンクリート打設後の精度を確保した(写真7)。

また、梁鉄筋嵌合のため、PCa 梁の地組精度確保も重要であるので、架台、ヤードの鉄板に墨出しをして、取付精度±5mm以内を

確保した。

### ③施工性の高い地組ヤード計画

PCa部材の地組ヤード計画については、以下について検討をした(図7、写真8)。

- a. 揚重機の最少作業半径を考慮した。
- b. PCa取付時の揚重機位置を決めて、地組部材の配置を検討した。
- c. 地組の向きと取付の向きを合わせた。
- d. 梁上端筋、仕口部の配筋をする作業スペースの確保を図った。

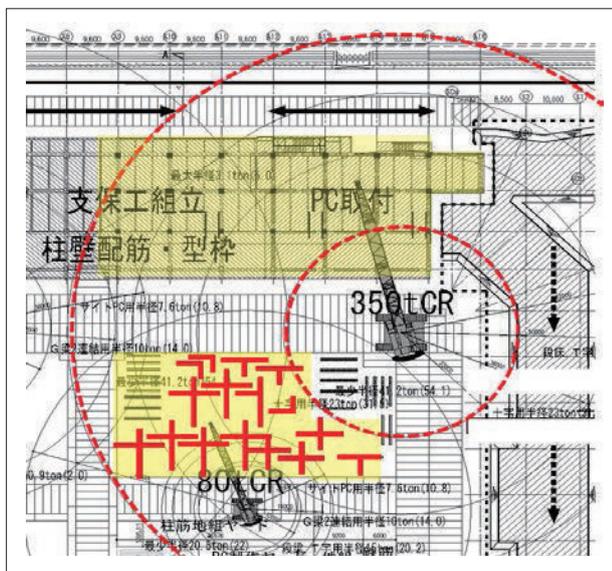


図7 地組ヤード計画



写真8 地組ヤード状況

### ④支保工計画

段床受梁は梁底が斜めになっているため、梁側面に仮設ブラケットを取付けて、荷重を垂直に受ける支保工とした(写真9、10)。

大梁の仕口型枠支保工はPCa梁のシステム支保工と兼用し、躯体工事用の高所作業車の動線を確保するように配置した(写真11)。



写真9 段梁支保工施工状況



写真10 段梁支保工受拡大



写真11 大梁仕口型枠施工状況

## 5. 改善効果

以上の設計段階、施工段階における改善を行った結果、以下の効果を得られた。

### 1) 品質

PCa化により、複雑な形状でも、精度の良い高品質な躯体を造ることができた。

### 2) コスト

PCa化と躯体仕様の合理化により、在来工法に比べ、躯体工事コスト約2.0%の圧縮を図ることができた。

### 3) 工期

本報告の構造部材のP C a化により2か月の工期短縮ができたほか、杭工事の合理化と基礎躯体工事の工業化により0.5か月、大屋根鉄骨、カーテンウォール及び外壁のユニット化により0.5か月の工期短縮をした。

この結果、躯体・外装工事で3か月の工期短縮目標を達成し、天然芝の敷込みを4月に施工することができた(写真12~14)。

### 4) 安全

高所作業の大幅な削減、現場労務の大幅な削減ができた。

### 5) 環境

型枠用熱帯材使用量と躯体工事で生じる産

廃発生量の大幅な削減ができた。

### 6) その他の効果

躯体工事や外装工事の現場労務の大幅な削減と労務の平準化ができ、標準延労働時間の85%に圧縮することができた。

### 6. まとめ

今後、建設業の労務不足が見込まれており、担い手の確保・育成とともに生産性向上の推進が不可欠となっている。

今回のP C a化やユニット化により、非常に大きな改善効果が得られたので、生産性向上施策の一つとして、水平展開がされればと考える。



写真12 天然芝施工状況(4月)



写真13 完成状況(曲面梁ほかP C a化)



写真14 完成状況(全景)

## 8. 大空間屋内スポーツ施設の屋根鉄骨・仕上 — 品質・安全の向上と工期短縮の実現 —

社名：前田建設工業(株)

氏名：松本 通孝

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	Jヴィレッジ全天候型サッカー練習場新営工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積：10,158㎡、地上2階
(3) 用途	スポーツ練習場
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	福島県双葉郡
(6) 施工期間	2017年3月～2018年5月 ※プロポーザル時、工期短縮を提案
(7) 工事費	2,278 (百万円)
(8) 設計者	前田建設・佐藤総合特定建設工事共同企業体
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>68m×105mの公式サイズサッカーピッチ1面が入る大空間トラス鉄骨屋根構造の施工の安全と品質確保・工程確保が課題</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>大空間トラス鉄骨屋根の安全確保・建方精度確保・後工程の屋根膜や塗装など仕上工事品質確保のために、合理的な架設構法を確立し、作業効率を高め、1.5か月の工期短縮を図る。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>大架構屋根トラス鉄骨の施工に際し、鉄骨パイプフレームを用いた鉄骨支保工兼作業用移動式ステージ足場により、施工することとした。</li> <li>鉄骨建て方、レベル調整、本締め及びジョイント部仕上をサイクル工程化し、安全かつ安定した品質のトラスを構築して工期短縮を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>同一架台を使用することで、施工手順均質化・品質安定。</li> </ul> </li> <li>C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>ベント架台の架払しを減らし、兼用することによるコスト低減。</li> </ul> </li> <li>D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>サイクル工程の確立により作業効率向上と工程短縮が実現。</li> </ul> </li> <li>S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>ベント架台ステージ上の作業により、墜落災害リスク低減を実現。</li> </ul> </li> <li>E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>搬出入車両の低減による環境負荷低減。</li> </ul> </li> <li>その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>屋根膜と並行作業が可能。移動足場により建屋内全作業の視認性向上</li> </ul> </li> </ul>

# 大空間屋内スポーツ施設の屋根鉄骨・仕上

## — 品質・安全の向上と工期短縮の実現 —

前田建設工業株式会社 東北支店

松本 通孝



写真—1 外観

### 1. はじめに

Jヴィレッジはサッカー界初のナショナルトレーニングセンターとして、1997年福島県浜通り南部、双葉郡双葉町と広野町に跨がるエリアに開設されました。

震災前はサッカー日本代表の合宿地として使用されるなど県のシンボリックな存在で同時に地元にとっても施設を活用した町づくりを行っており、住民からも親しまれた施設でした。

震災を機に施設は機能停止し、廃炉作業に向けた前線基地へと様変わりしました。廃炉作業が進む一方で、再び輝きを取り戻す為に復興のシンボルとして『新生Jヴィレッジ』復興・再整備計画がたてられました。計画立案時に、施設の原状復旧はもとより新たな付加価値が必要ではないかという議論が交わされ、日本で初めてフルピッチが収まる全天候型サッカー練習場を新設することになったのです(写真—1、写真—2、写真—3、図—1)。

今回、工期短縮のため屋根トラス鉄骨組立時に採用した、移動式支保工足場と膜屋根施工を報告します。



図—1 Jヴィレッジ全体配置



写真-2 ピッチ 内 観



写真-3 ピッチ 内 観:2階見学スペースより

## 2. 工事概要

工 事 名 称	:J ヴィレッジ全天候型サッカー練習場新営工事
工 事 場 所	:福島県双葉郡柵葉町大字山田岡字美シ森 8 番 他
発 注 者	:福島県
実施設計・施工	:前田建設・佐藤総合特定建設共同企業体
工期(実施設計)	:2016年 7 月11日～
(施 工)	:2017年3月 1日～2018年5月30日
建 物 用 途	:スポーツ練習場
構 造	:SC杭基礎 S造 地上2階 鉄骨骨組膜構造
建 築 面 積	:11,168.22 m <sup>2</sup>
延 床 面 積	:10,158.18 m <sup>2</sup>
最 高 高 さ	: 24.81 m
ア一チ鉄骨スパン	: 92.80 m
鉄骨支点間距離	: 81.00 m
桁 行 方 向	: 117.00 m (125.00m 大庇含む)

サッカーピッチのオフィシャル寸法 巾68m×長さ105m、ピッチの外側に余幅を設け、高さがアーチ中央部鉄骨下端で22mを有するアスリートファーストにふさわしい大空間です(図-2～図-4)。

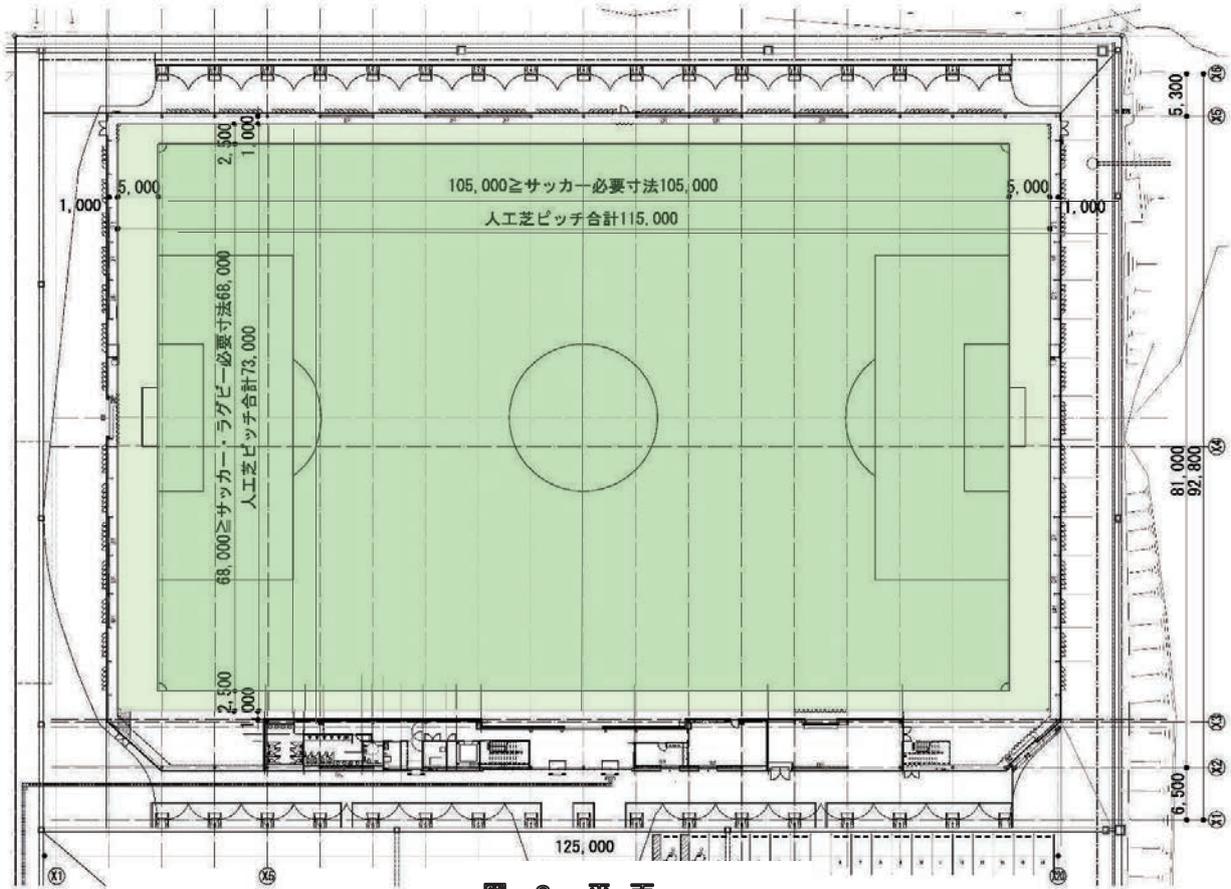


図-2 平面

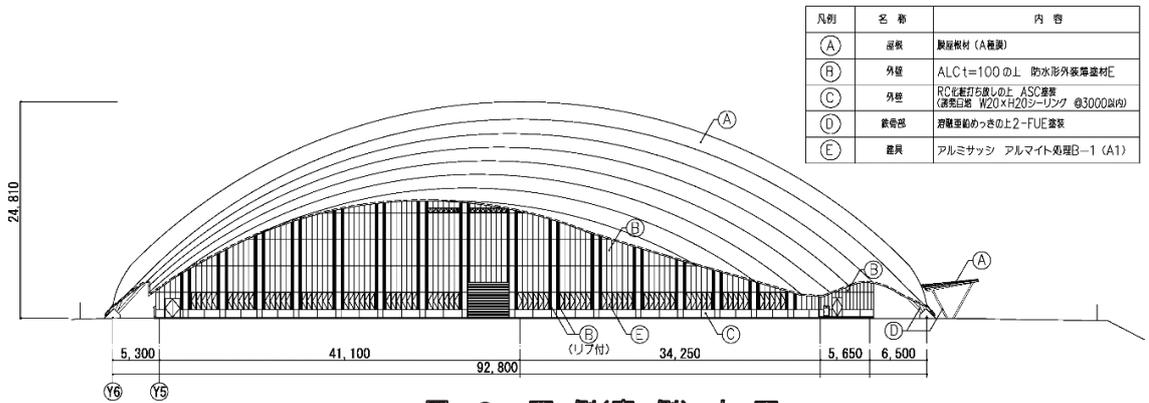


図-3 西側(妻側)立面

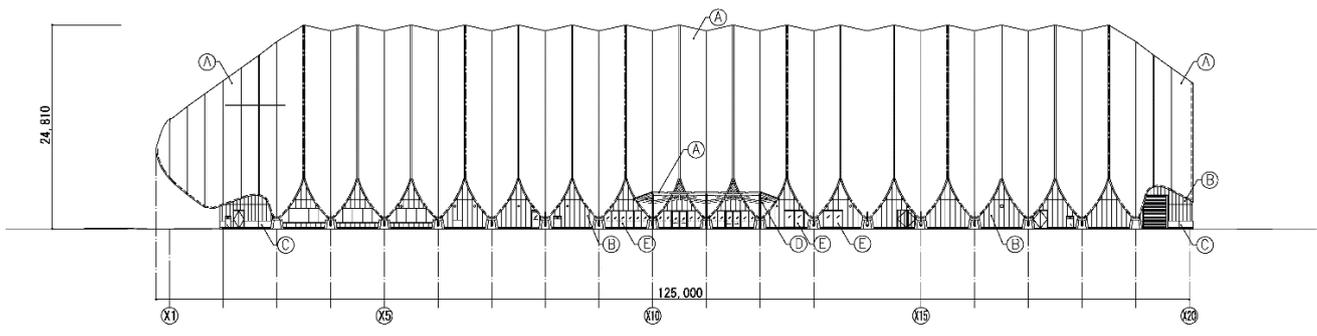
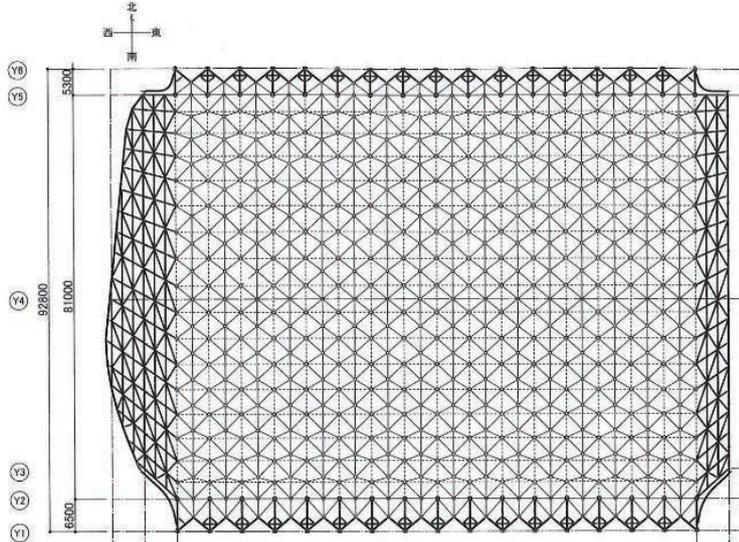


図-4 南側立面

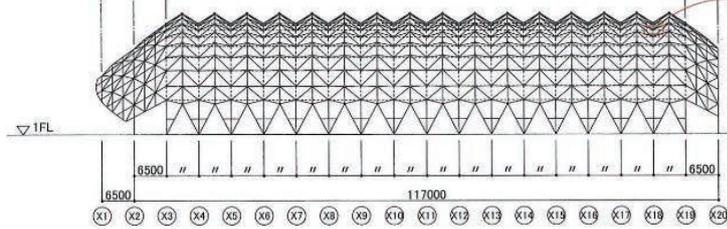
### 3. 構造概要

骨組膜屋根を構築するトラスは、鋼球ノードに鋼管をねじ込んでいく機械式接合トラスを採用しました。現場での溶接を大幅に減らすことで工期短縮と品質の安定を実現しています。

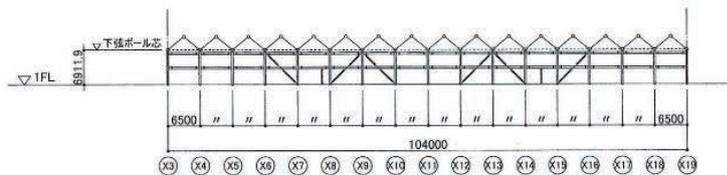
トラス成2.0mの立体トラスは、四角錐体を基本形状とした連続体により構成されています。上下弦材φ165mm～φ217mm、アーチサイズ脚部の鋼管柱はφ267mm、総重量は790tです。



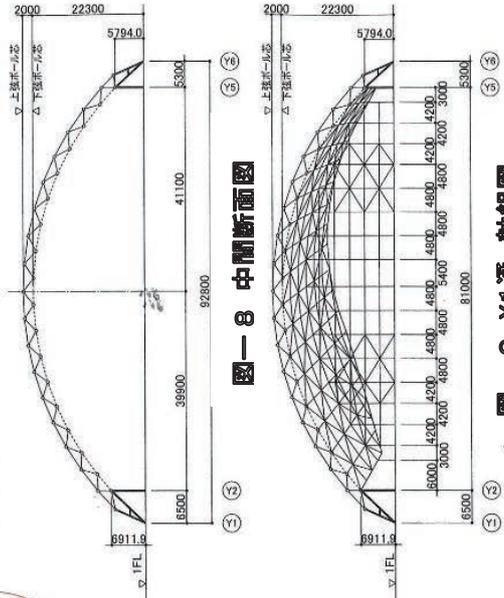
図—5 屋根トラス伏図



図—6 軸組図

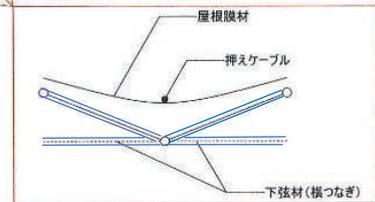


図—7 Y2通軸組図

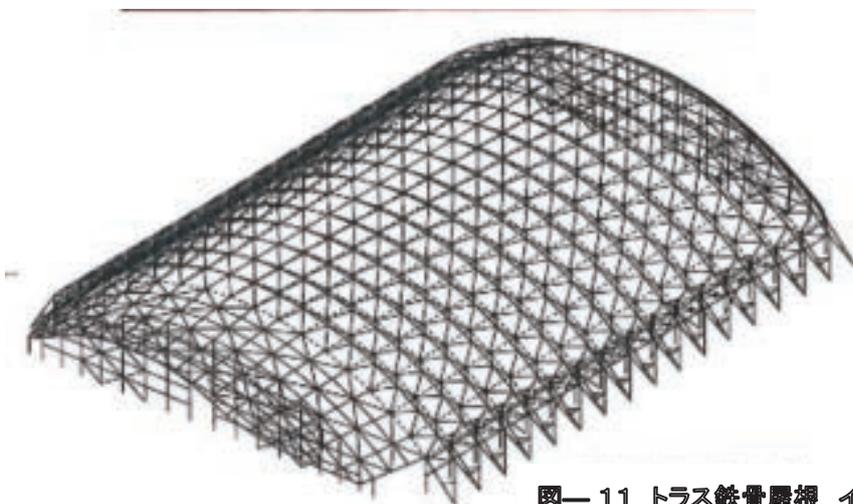


図—8 中間断面図

図—9 X1通軸組図



図—10 トラス鉄骨・膜屋根 イメージ



図—11 トラス鉄骨屋根 イメージ

#### 4. 工法の選定

屋根架構の建方は移動式支保工足場を採用し、2スパン分用意し、スパン毎に建て逃げする工法を選定しました。

その理由として、1スパン(アーチ鉄骨スパン92.8m)の鉄骨フレームが繋がると自立することが事前解析で立証できたためです。

なお、移動式支保工足場を採用した理由は下記の通りです。

- a) 移動方向の断面形状が同じで平行移動が可能
- b) 施工手順の均質化、作業効率の向上が図られ、同一の作業床で盛替えも無く、安全性を維持し、かつ精度の高い高品質な鉄骨を納めることが可能(写真—4、写真—5)
- c) 全面足場やベント支柱等と比較し、仮設資材の削減、組立・解体に要する揚重機や人員の省人化など大幅な省力が可能



写真—4 鉄骨組立状況1



写真—5 鉄骨組立状況2



写真—6 鉄骨組立状況3



写真—7 柱脚部鉄骨組立状況

## 5. 施工手順

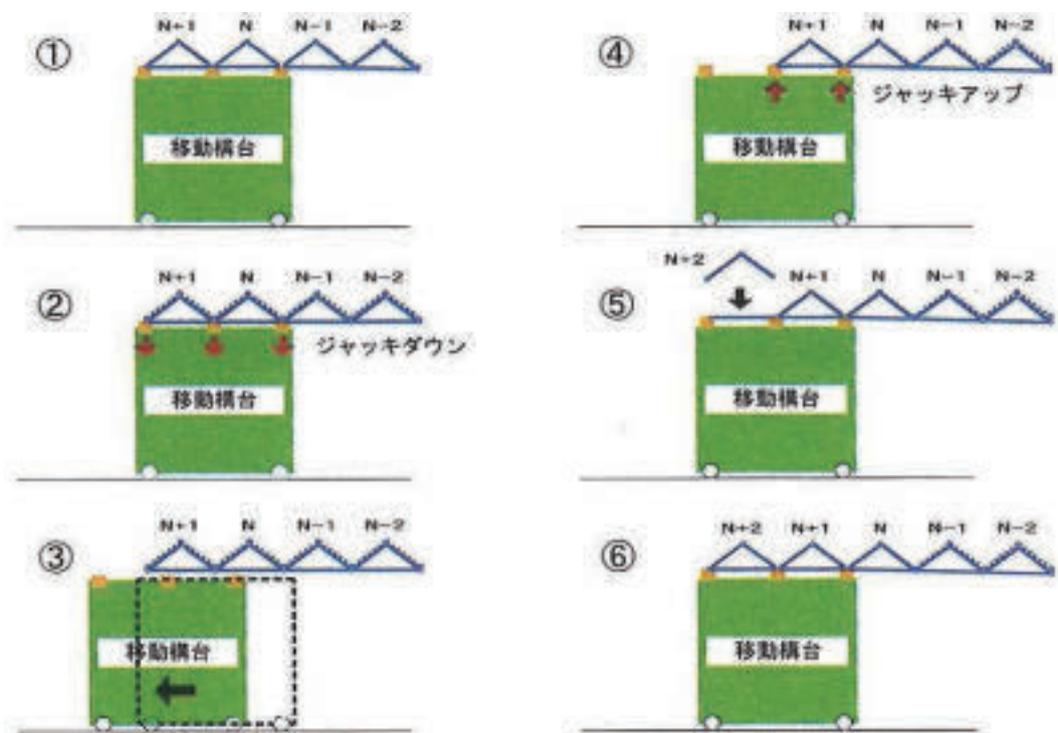
柱・柱脚部を先行して組立を行い、垂直精度・柱間スパン長を確認の上、屋根トラス建方に移行します（写真—6、写真—7）。

建方は桁行方向2スパンを網羅する移動式支保工足場を用いて鉄骨1スパンを2日で建方を完了、次の1スパンへ足場を移動し、トラス鉄骨建方を1スパン行うサイクルで進んでいます（図—12）。

トラスは梁間方向が92.8mあるため、建方途中のトラスの支持と精度管理が特に重要です。

トラス構成部材のボールジョイントとパイプは、ねじ込み式の特殊な接合であり、建方時にジョイントを精度良く支持できるかが課題でした。精度確保は設計段階より検討しました。その結果、下記のようにしました。

移動式支保工足場を用い、建方後、ボールジョイント部分をジャッキ支持、鉛直レベルを調整します(①)。その後、一旦、ジャッキダウンし(②)、移動式足場を1スパン移動後(③)、次のスパンのトラス建方(⑤)を行います。前スパンのトラスについても、解放されていた接合部に荷重がかかる為、レベルを再調整(④)するようにしました(⑥)（写真—8、写真—9）。



図—12 移動構台によるシステムトラス施工手順



写真—8 鉄骨ジョイント レベル測定



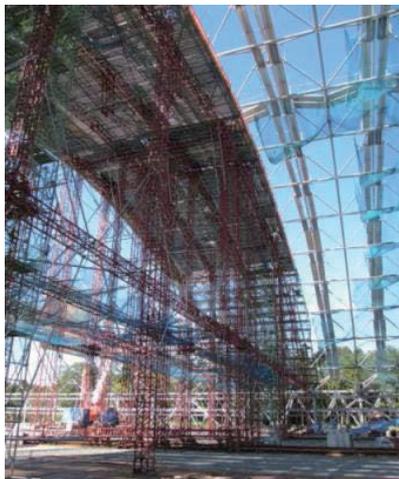
写真—9 パイプ鉄骨接合 ボールジョイント部組立

## 6. 移動式支保工足場

大空間トラスの保持も兼ねる移動式支保工足場は、鉄骨パイプフレームを使用しています。

移動式支保工足場は短辺方向に2分割してユニットを構成しています。柱脚部の可動部分が重要で、敷鉄板アングルによるズレ止めとライナーPLによるレベル調整を行い、移動用レールの精度を確保しています。移動式支保工足場の総重量は85t、移動はモーターで行い、1スパン6.5mを5分程度で移動完了します（写真—10、写真—11）。

トラス鉄骨建方完了後に再度、建方の最初の工区に戻り、鉄骨仕上塗装工事として使用します。



写真—10 移動式支保工足場



写真—11 移動式支保工足場ジャッキポスト&レール

## 7. 屋根膜工事

屋根膜工事はトラス中段に作業床を設置し、クローラークレーンをタワーモードとして使用して展張します。

屋根膜の大きさは長辺方向1スパン、短辺方向の長さ全て(≒100m)を1ユニットとして工場でロール状に巻いて搬入します。

膜の展張は、スプレッターをクレーン側に移動しながら展張を行います(写真—12)。

膜はA種膜(不燃材である4フッ化エチレンコーティングのガラス繊維膜)という仕様で東京ドーム等恒久的な建物に採用されている耐久性に優れた素材で、光触媒による防汚染性も有しています。

膜は1ユニットずつ浮き上がりを防止するように膜の長辺にφ44mm、46mmのポリエチレン被覆された押さえケーブルを設置してテンションを掛けて完成となり、供用開始後は、施設を使用しながらのメンテナンスを可能としています(図—10)。

屋根膜工事の際に必要なトラス中段の作業床の組立・解体時にもそのスパン直下に移動式支保工足場を移動・設置を繰り返し、安全に作業を進めることが出来ました(写真—13)。



写真—12 屋根膜 展張



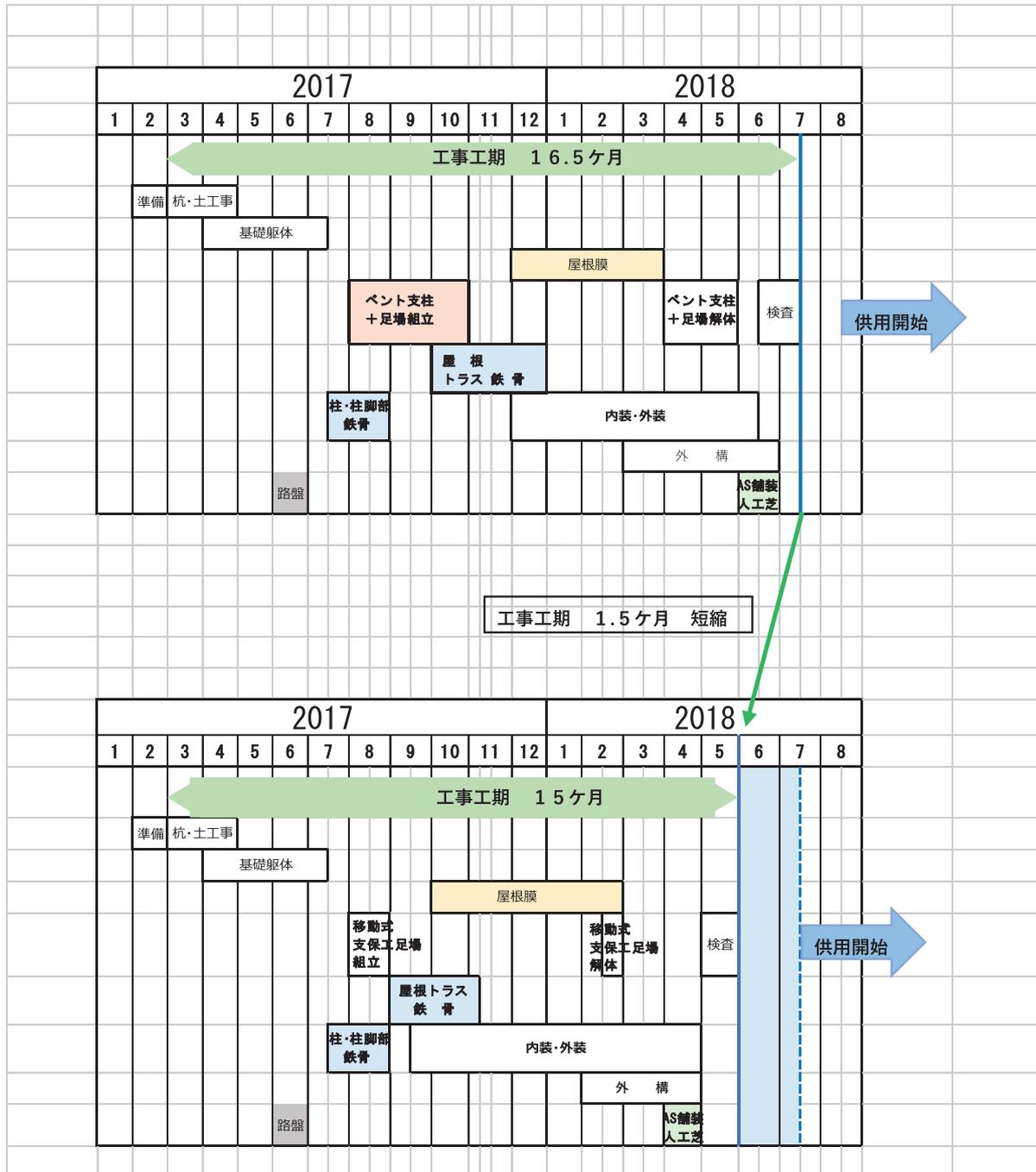
写真—13 鉄骨建方完了&屋根膜 展張

## 8. 工程

移動式支保工足場を採用することで施工性向上と仮設資材の削減、省人化を図るとともに、足場や支柱の組立・解体に要する資機材・労力・時間を大幅に省力することができました。

足場が定型化されることで作業が均質化し、災害のリスクも低減でき、杭打工事着工から竣工まで15か月、不休災害も無く、無事故・無災害でお引渡しすることができました。

当初の計画ではピッチ内の人工芝張を2018年6月から開始予定でしたが、2018年4月から開始することができ、工事期間を1.5ヶ月短縮、供用開始を早めることが可能となりました(図—13)。



図—13 工程表

## 9. まとめ

本工事において確認された効果を整理します。

### 【 品質 】

同一架台を使用することで、施工手順が均質となり、安定した品質が実現できました。

### 【 コスト 】

移動式支保工足場を用いることにより、ベント架台の掛払しを減らし、兼用する事によりコスト低減ができました。

### 【 工期 】

鉄骨建方工事において サイクル工程を確立することにより、作業効率が向上するとともに、足場の掛払しの省力化も含め 1.5ヶ月の工期短縮が実現できました。

### 【 安全 】

ベント支柱や足場の掛払しにおける高所作業やクレーン作業量を大幅に減らし、かつベント架台ステーションの作業により、墜落災害や飛来落下災害のリスクを低減し、無事故・無災害を達成することができました。

### 【 環境 】

移動式足場の採用により現場搬入仮設資材が削減でき、結果、搬出入車両を低減しました。これにより、環境負荷の低減ができました。

## 10. おわりに

工期を短縮し、供用開始までの期間にゆとりをもってお渡しできました。

設計段階から様々な検討やモックアップ検証を行い、仕上がり精度・品質も完成度高く、なにより無事故・無災害で竣工を迎えることができました。

Jヴィレッジそして全天候で子供達、学生やアスリートの歓声が聞くことができましたし、『新生 J ヴィレッジ』にナショナルトレーニングセンターとして代表選手の合宿や様々なイベントなど、今後ますます多くの方が集まり、賑わいが創出されることを楽しみにしています。

福島県・J ヴィレッジはじめ関係者の方々に心より感謝申し上げます。

## 9. 次世代現場管理への挑戦による生産性向上

社名: 戸田建設(株)

氏名: 今和泉 孝幸

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	久留米大学 基礎3号館・病院北館(総合複合棟・放射線腫瘍センター) 他新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	(基礎3号館)延床面積: 8, 273㎡、地上7階 (病院北館)延床面積: 5, 938㎡、地上5階、搭屋1階
(3) 用途	(基礎3号館)学校、(病院北館)大学・病院
(4) 主要構造	(基礎3号館)S造、一部柱CFT造、(病院北館)S造、一部RC造
(5) 建設地	福岡県久留米市
(6) 施工期間	2016年11月～2020年1月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	株式会社 山下設計
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>建設業界における慢性的な労務不足や昨今の働き方改革により、建設現場での生産性の向上や業務効率化が急務の課題となっている。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT技術を活用した現場管理や鉄骨工事における省力化工法の採用を通して、新しい現場管理像の構築を図り、生産性の向上を目指す。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>WEBカメラやウェアラブルカメラを用いて情報を一元化した現場管理と若手社員教育を行った。</li> <li>BIMにて作成した3次元工事ステップ図を活用した現場管理を行った。</li> <li>鉄骨自動建て入れ技術を用いて鉄骨工事の省力化を図った。</li> <li>仮ボルト不要接合法を用いて鉄骨工事の省力化・工期短縮を図った。</li> <li>吊荷旋回制御装置を用いて鉄骨工事の省力化と安全性の向上を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Q(品質)</li> <li>C(コスト)</li> <li>D(工期)</li> <li>S(安全)</li> <li>E(環境)</li> <li>その他の効果</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報の一元化により、所長から新入社員まで同レベルで品質チェックが可能となり、要求品質を確保できた。</li> <li>鉄骨自動建て入れ技術と仮ボルト不要接合法の導入により、鉄骨工の労務費を20%低減できた。</li> <li>従来の鉄骨工事の方法と比べて大梁の接合時間を1/3に低減できた。</li> <li>3次元の工事ステップ図により、工程指示の効率化が図れた。</li> <li>情報の一元化により作業所長から新入社員まで同レベルでの安全チェックが可能となった。</li> <li>吊荷旋回制御装置の使用により災害発生リスクを低減できた。</li> <li>—</li> <li>BIMの活用による変更提案で施主の好評を得た。</li> </ul>

# 次世代現場管理への挑戦による生産性向上

戸田建設株式会社 九州支店  
今和泉孝幸

## 1. はじめに

建設業界における慢性的な労務不足や昨今の働き方改革により、建設現場での生産性向上や業務効率化が急務の課題となっている。その解決策を見つけるべく、当作業所で行った『次世代現場管理—Next Generation Site Management』をテーマとした、現場運営と鉄骨工事に関する新技術を用いた施工による生産性向上についての報告を行う。

## 2. 工事概要

工事名称：(仮称) 基礎3号館、病院北館（総合研究棟、放射線腫瘍センター）他新築工事

工事場所：福岡県久留米市旭町6 7 番地 構 造：基礎3号館 S造（一部柱 CFT造）7階

発注者：学校法人 久留米大学 病院北館 S造（一部 RC造） 5階

設計監理：株式会社 山下設計 敷地面積：128,701.<sup>30</sup> m<sup>2</sup>

施工者：戸田建設株式会社 九州支店 建築面積：基礎3号館：1,418.<sup>96</sup> m<sup>2</sup>、病院北館：1,918.<sup>30</sup> m<sup>2</sup>

工期：2016年11月1日～2020年1月31日 延床面積：基礎3号館：8,273.<sup>96</sup> m<sup>2</sup>、病院北館：5,938.<sup>23</sup> m<sup>2</sup>

※1期工事：2016年11月1日～2018年2月28日（写真-1、写真-2）



写真-1 病院北館 全景（1期工事）



写真-2 基礎3号館 全景（1期工事）

## 3. 目的

今回、次世代現場管理に挑戦するにあたって、ICT技術を活用した現場管理や鉄骨工事における省力化工法の採用を通して、新しい現場管理像の構築を図り生産性を向上させることを目的とした。

## 4. 次世代現場管理の概要

1期工事においては次世代現場管理について23項目を実施した。次世代現場管理の全体像を図-1に示す。ここでは、の中で特に効果が高かった代表的な項目について述べる。

### 4-1. 中央管理室の設置とWebカメラおよびウェアラブルカメラの活用

最初に現場事務所内に今回の次世代現場管理の核となる『中央管理室』(写真-3)を設置した。次に中央管理室の目となるWebカメラについて、構内の隣接建物屋上にそれぞれの建物が見えるように設置した(写真-4)。

Webカメラの利点を下記に挙げる。

- ・360°の撮影方向と最大36倍ズームで映像拡大が可能。また、写真を撮影する機能も備わっている。
- ・現場事務所および支店の双方で操作と閲覧が可能。
- ・専用アプリにより、携帯しているタブレット端末での閲覧が可能。

また、当作業所は新入社員をはじめ若い社員が多く、彼らにはヘルメットにウェアラブルカメラを装着させた（写真-5）。Webカメラで不明確となる部分も、このウェアラブルカメラを装着した若手社員が現地を確認することにより、その画像が中央管理室に入り、リアルタイムで同じ視点での現地確認ができた。この両方のカメラを使い、現地でトラブルが発生した場合など現場事務所から若手社員への的確なアドバイスを実施することができた（写真-6）。

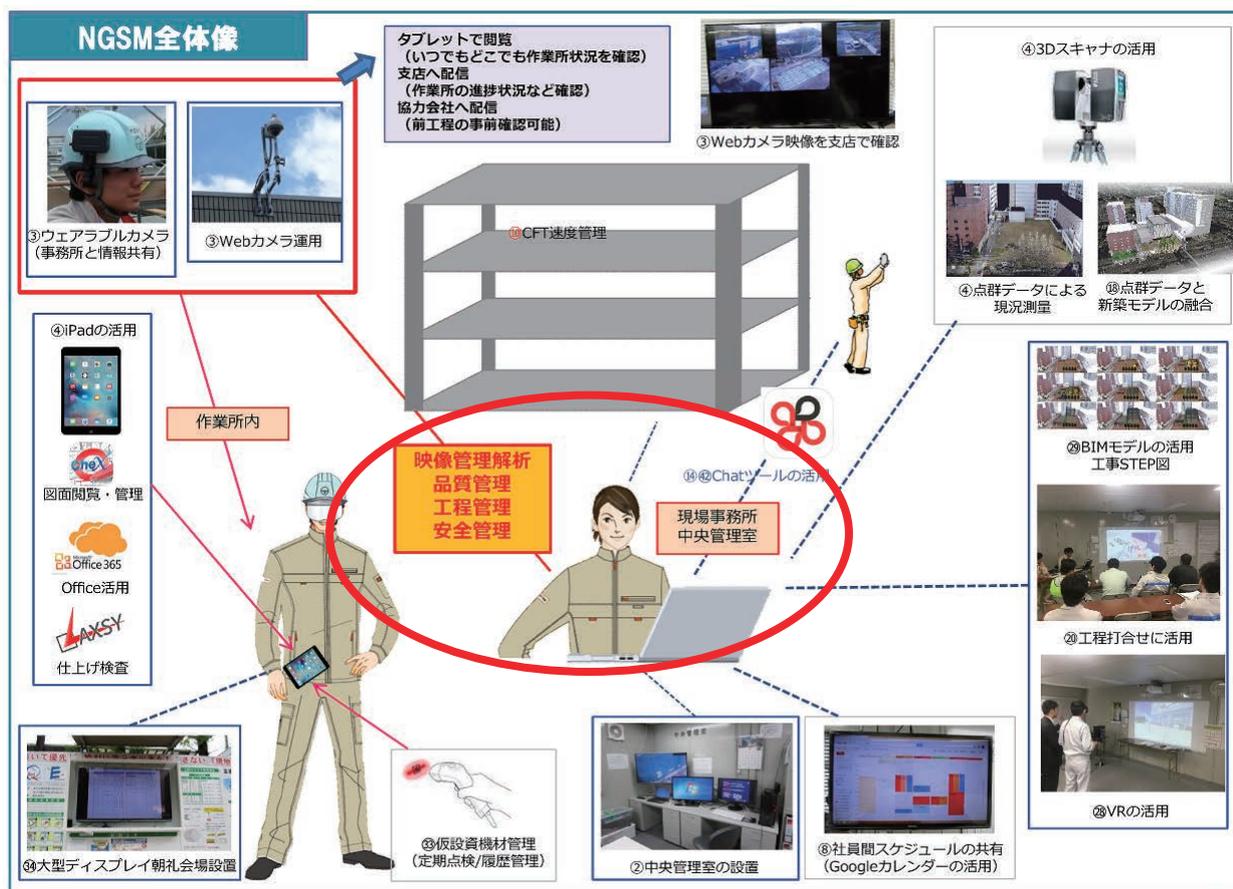


図-1 次世代現場管理（NGSM）全体像（中央部赤丸：中央管理室）



写真-3 中央管理室の状況



写真-4 Webカメラ設置状況



写真-5 ウェアラブルカメラのヘルメット装着状況

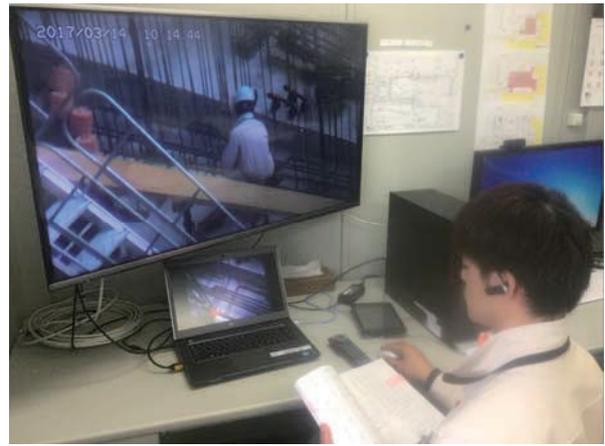


写真-6 中央管理室からのアドバイス状況

#### 4-2. BIM の活用

当作業所では、着工当時から BIM モデルを活用する事を念頭にスタートした。特に病院北館は、新築建物が渡り廊下で既存建物と接続されるため、設計図と現地状況の整合性の確認が、施工図の作成に必要不可欠であった。その前段階として、**図-2**のように既存建物と敷地を 3D スキャンして点群データを BIM モデル化し、設計図をベースとした新築建物モデルと統合した。また、統合したモデルに、既存建物と取合う渡り廊下のモデルを入れ込むことにより、設計図との整合性の確認を行った (**図-3**)。

また、各施工ステップを BIM モデルで作成して施工計画の検討を行った。この画像データを毎日の朝礼や工程打合せで使用するにより、視覚的に分かりやすく正確な情報を作業員全員に伝達することができた (**図-4**)。特に外部工事や鉄骨工事での上下作業になる恐れがある場合、作業員の配置が明確に指示でき、作業員の理解も早かった。



図-2 3D レーザースキャンデータ (既存実測)



図-3 新築建物 BIM データと既存建家との詳細検証

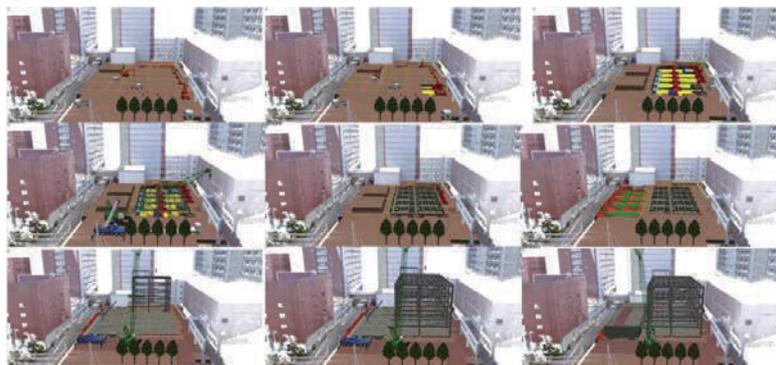


図-4 施工計画 BIM モデルステップ図

次に、設計変更が生じた場合の VE 提案などに BIM を活用した事例を紹介する。

まず、BIM モデルによる変更提案モデルの作成を行い、その後、定例会議でモニターに映し出してプレゼンテーションを行った。そこで指摘された事項についても、即座にその場でモデルを修正し提案していく事で、施主のスピーディーな意思決定に結びつけた（写真-7）。

変更提案が承認された内容については、即座にモデル上で数量及び単価算出を行い、タイムラグを最小限にして全体コストを出せるようにしており、施主からも変更内容がコストと共に把握がしやすいと、好評であった（図-5）。

また、今回、BIM モデルを活用し、VR 空間を利用したプレゼンテーションを試みた。施主に BIM モデルで作成した病院北館を VR 空間内で疑似体験してもらった（写真-8）。建物内を立体的に確認することができ、自分の目線に対して家具の高さ等を確認することで、施主も「わかりやすい」ときわめて高評価であった。



写真-7 定例会議での変更提案状況

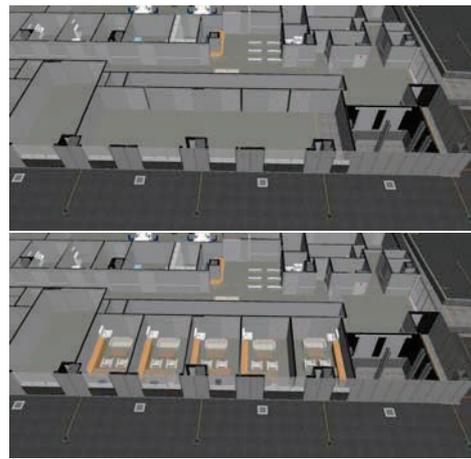


図-5 設計変更 BIM モデル（上：変更前、下：変更後）



写真-8 施主に対する VR 空間プレゼンテーション状況

### 4-3. 鉄骨建方における新技術の採用

今回、基礎 3 号館においては以下の 3 つの新技術を活用した鉄骨建方を行った。ここでは、その施工事例を紹介する。

- ・鉄骨自動建入れ調整システム
- ・仮ボルト不要接合工法
- ・吊荷旋回制御装置

#### 4-3-1. 鉄骨自動建入れ調整システム

鉄骨自動建入れ調整システムは主に以下の4つの機器で成り立っている。

- ① トータルステーション（自動位置追尾装置、以下 TS）
- ② 反射プリズム
- ③ モバイルパソコン
- ④ 自動建入れ調整装置

鉄骨柱頭部に取付けた反射プリズムを TS が認識し、モバイルパソコンに登録された正規の柱位置（座標）と現状の位置（座標）の誤差を、自動建入れ調整装置が正規位置（座標）までの調整を自動で行う。施工前の検討項目（表-1）に掲げる8つの項目に関して、特に位置情報の基本となる TS 及びプリズムの設置については、各柱の位置や高さをミリ単位で計算した上で最終決定した。TS の設置に関しては、隣接する既存建物屋上を利用させてもらった。また、プリズムの設置方法については鉄骨ファブと打ち合わせを重ね、柱頭の納まりを決定した。実際の施工に関しては、2 節以降の柱の建直し時の時間が柱を建ててから 2～5 分程度に短縮できた。またそれにかかわる作業員も蔭工や測量工など通常、最低 4～5 人程度必要であるが、2 人で対応可能であった（写真-9）。鉄骨蔭工の労務費も全体で 20%削減し、施工効率および省力化に対して、非常に高い効果を得ることができた。

表-1 施工前検討項目

##### 自動建入れ調整システム

項目	内容
①TS設置位置の検討	場所・角度（俯角40° 以内）・電源
②同上固定架台の検討	製作架台・場内仮設架台
③基準点（2点）の設置位置検討	場内定位置および場外ポイントの決定
④柱頭プリズムの設置検討	S造・CFT造での柱頭の仕込み方法
⑤エレクション（建方エース）の検討	構造計算の実施とリース費用（遠方運搬費）
⑥プリズム取付時のタイミング・役割分担	荷卸し・社員or番頭or蔭
⑦1節柱での調整方法	1節柱は自動建入れはできないので調整方法を検討要
⑧測量での確認方法の検討	自動建入れと食い違いが発生した場合



写真-9 柱自動建入装置取付状況

##### 仮ボルト不要接合

項目	内容
①スプライスの検討	小梁・デッキまで含めた重量が可能か
②ボルト穴の検討	治具適用範囲かどうか
③フランジおよびスプライスの厚み検討	治具適用範囲かどうか
④ウェブのスプライスの回転検討	回転可能かどうか
⑤本締め前の歪み直し方法の確認	ウェブ・下フランジに各2本→設計確認必要

##### 自動旋回装置

項目	内容
①梁重量の確認	自動旋回を含めた揚重可能範囲
②吊治具・ワイヤの確認	梁長さに沿った専用のワイヤ長さ
③電源の確認	充電用100Vおよび起動用200Vの設置

##### その他

項目	内容
①地域特有の建方方法の相違	関東：タテはめ（外-クル）、九州：ヨコはめ（ワタ-クル）
②各職への施工方法の周知	検討会+1週間程度レクチャー必要

#### 4-3-2. 仮ボルト不要接合法

仮ボルト不要接合法については、所定の治具と鉄骨接合部のスプライスプレートにより大梁鉄骨を取り付けることができるので、所定の仮ボルト本数を取付ける必要がなくなる。施工前の検討項目（表-1）に掲げる5つの項目に関して、荷重計算とボルト孔及びスプライスプレートの検討が特に重要となる。使用方法としては大梁鉄骨を上からはめ込む納まりとなるため、上フランジだけでなく、下フランジ及びウェブのスプライスプレートの回転可否なども検討対象となる（写真-10）。

在来工法（仮ボルトを利用する工法）での施工に要する時間と比較した結果についても、大梁を段取り・荷揚げして所定場所に取り付け、クレーンのフックが外れるまでの時間が、在来工法では約18分程度であったのに対して、仮ボルト不要接合法では約5分程度と、所要時間を1/3程度に短縮できた。また、従来の仮ボルトを取付ける手間も省けるため、鉄骨工から非常に高い評価を得る結果となった。

#### 4-3-3. 吊荷旋回制御装置

吊荷旋回制御装置については、装置を介してワイヤーにて吊られた梁材が、慣性モーメントの作用を意図的に与えることで自在に梁材の方向を転換できる装置である。風が強い状況下でも同じ姿勢・方向を維持させることができる。施工前の検討項目（表-1）に掲げる3つの項目に関して、特に揚重計画が重要となる。通常の計画では、部材重量で揚重機を決定するが、吊荷旋回制御装置を使用する場合は、装置の自重が約2.0t程度あるため、注意が必要である。今回の建方計画では、吊荷旋回制御装置の使用範囲を限定して、揚重機を選定する計画とした。

本建物は中高層建物（32.75m）で、ラフタークレーンでの建方計画で揚重範囲に制限がつくため、顕著な結果が出にくい状況であったが、風の影響などにより介錯ロープが取りづらい状況下では吊荷旋回制御装置の効果が確認できた。クローラークレーンやタワークレーンなどで十分な揚重能力がある場合および高層建物においては、本装置の効果が発揮されると推測される（写真-11）。

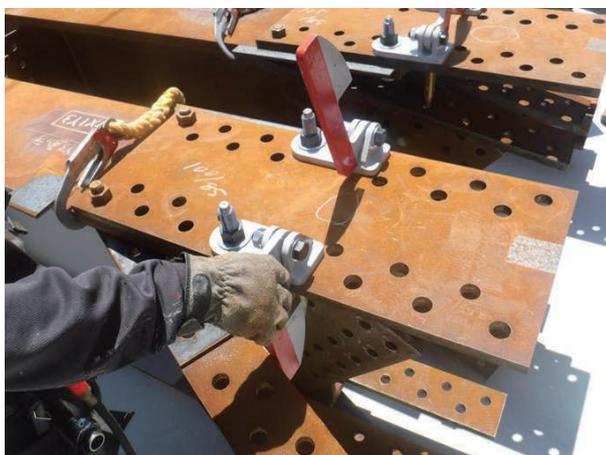


写真-10 仮ボルト不要接合の治具



写真-11 吊荷旋回制御装置使用状況

## 5. 各取り組みの効果について

### (1) ICT 技術を活用した効果

今回、この Web カメラやウェアラブルカメラで安全管理や品質管理に活用した主な効果を下記の①～⑥に挙げる。

- ① 情報を中央管理室に集約して一元化することにより、所長から新入社員まで同レベルの品質チェックが可能となり、要求水準を確保できた。
- ② 安全に関しても同様に所長と新入社員まで同レベルのチェックが行えた。
- ③ トラブル発生時に、リアルタイムでの確認とタイムリーな是正指示による解決時間の短縮が図れた。
- ④ 現地に帯同せずに若手社員へのアドバイス（教育）が可能であった。
- ⑤ 現地を確認しながらの打合せや指示が可能であった（写真-12、写真-13）。
- ⑥ 作業所以外の支店スタッフによる、多視点での監視および確認が可能であった。



写真-12 中央管理室での現場確認状況

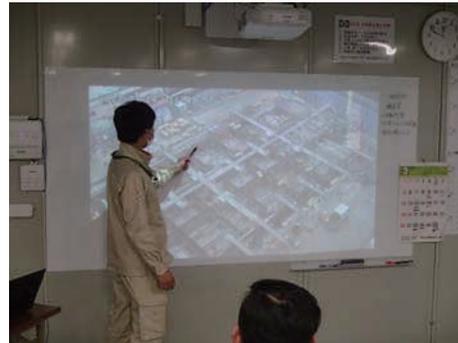


写真-13 工程打合せ状況

### (2) BIM を活用した効果

次に BIM を活用した主な効果を下記の①～④に挙げる。

- ① 点群データと BIM により、既存建物と設計図との整合性の確認ができた。
- ② BIM を利用した 3 次元工事ステップ図での説明により、作業員の理解が深まり、朝礼や工程打合せなどの効率化が図れた。
- ③ BIM を活用した変更提案により、施主の好評を得ることができた。
- ④ BIM データを活用した VR 体験により、納まりや配置を施主が事前確認をすることができた。

### (3) 鉄骨工事の新技术を活用した効果

鉄骨工事の新技术に関する効果を下記の①～③に挙げる。

- ① 鉄骨自動建て入れ技術と仮ボルト不要接合工法の導入により、鉄骨工の労務費を 20%削減できた。
- ② 従来の鉄骨工事の方法と比べて大梁の接合時間を 1/3 程度に低減できた。
- ③ 吊荷旋回制御装置の使用により、大梁の取り付け時における災害発生のリスクを低減できた。

## 6. 最後に

今回、『次世代現場管理』というテーマで 10 年後の現場管理を想像しながら様々な項目に取り組み、現在は AR/MR 技術（現実世界とバーチャル映像との融合技術）を用いた現場管理にもチャレンジしている。今後も ICT 技術の発達と共に建設業は大きく変化し、さらに進歩した現場管理ができるだろうと感じている。

## 10. 中間層免震における施工手順及び精度管理方法の改善

社名: (株)竹中工務店

氏名: 福田 義広

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)Tビル新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 45,000㎡、地下4階、地上24階、塔屋1階
(3) 用途	事務所、店舗、集会所、駐車場
(4) 主要構造	S造、一部RC造、一部SRC造(中間層免震)
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2015年2月 ~ 2018年3月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> <li>免震装置がRC取合いであり、免震上下階の膨大な躯体ボリュームが地上階の工程を圧迫する。</li> <li>中間層免震を跨ぐ低層階外装縦ルーバーがあり、工事中の免震装置の仮固定と外部足場の水平変位対策が必要となる。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>免震上下階の躯体構築工程の短縮</li> <li>免震装置精度の確保、外装精度の確保</li> <li>工事中の外部足場倒壊防止</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>免震装置取合い部躯体のSRC化(工程短縮)・・・①</li> <li>免震装置下部フェーシングPLの採用(免震精度確保)・・・②</li> <li>ターンバックルを用いた工事中の免震装置仮固定対応(外装精度確保)・・・③</li> <li>スライド足場を用いた工事中の地震時外部足場変位対策(足場倒壊防止)・・・④</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>免震装置のレベルと傾き精度の確保・・・②</li> <li>外装施工精度の確保・・・③</li> </ul>
・C(コスト)	—
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>原案に対し、工程約3.0ヶ月短縮・・・①</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の足場安全性向上・・・④</li> </ul>
・E(環境)	—
・その他の効果	—

# 中間層免震における施工手順及び精度管理方法の改善

株式会社竹中工務店

福田義広

## 1. はじめに

近年、大型地震が国内を中心に頻繁に発生し、免震建物の需要は拡大してきている。それに伴い、超高層建物における中間層免震のプロジェクトも増加傾向にある。しかしながら、これまでの中間層免震工事の施工手順はプロジェクトごとに個別に検討、計画される場合が多く、免震装置周辺の構築方法や精度管理方法が確立されているとは言えない。

本報告は、狭小敷地プロジェクトにおける超高層中間層免震建物の構築手順を改善し、工程短縮、安全性向上及び品質確保に寄与した事例の一部について報告する。

## 2. 工事概要

地上3階レベルに中間層免震をもつ地下4階、地上24階の超高層建物プロジェクトについて、構造概要を図-1に示す。

<建物の特徴>

- ・地下GL-27mの直接基礎（建物荷重による地盤面の沈下予測：最大約20mm）
- ・3階レベルに中間層免震
- ・免震装置取合い部の躯体形状は、免震下部SRC躯体の梁成が2,200mm、上部SRC躯体の梁成が3,300mmとなっており、躯体ボリュームが膨大である。
- ・中間層免震レベルを跨いで低層階外装縦ルーバーがある。

<免震装置の特徴>

免震装置平面配置を図-2に示す。

赤色が鉛プラグ入り積層ゴム（LRB）で27か所、青色が直動転がり支承（CLB）で5か所、緑色がオイルダンパー（OD）で8か所配置されている。

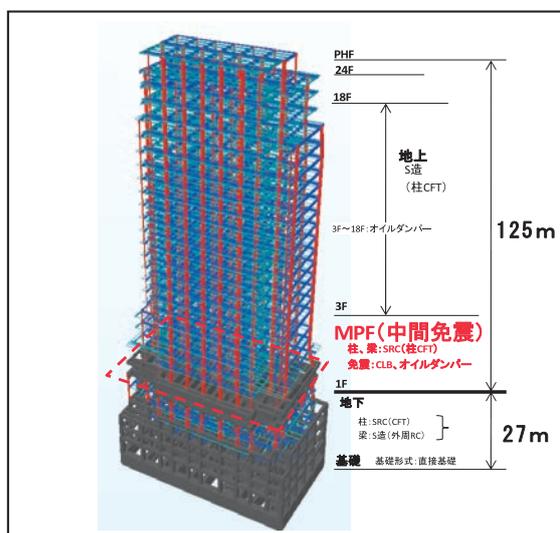


図-1 建物構造概要

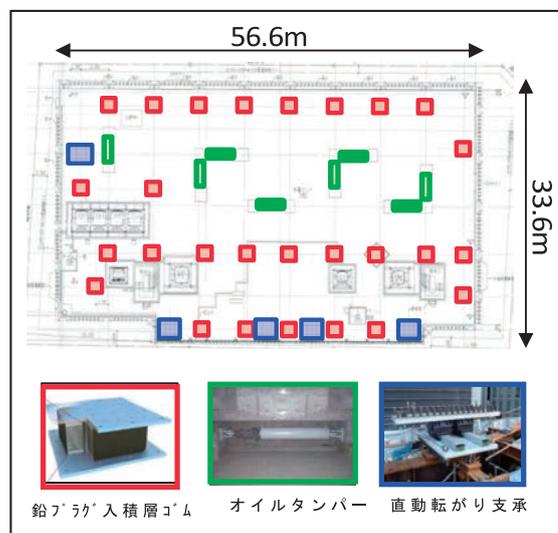


図-2 免震装置平面配置

### 3. 問題点と背景

免震部計画上の課題を以下に示す。

#### ① 工程に対する課題

免震上下階躯体は図-3に示す通り膨大で、基礎部分より多いボリュームの躯体工事を中間階で行う必要がある。当初、免震装置はRC取合いであったため、免震取合い部躯体構築が工程を圧迫する設計であった。

#### ② 免震装置の精度確保に対する課題

中間階免震の上に超高層躯体を構築するには、

- ・鉄骨建て方精度
- ・地盤の浮き上がり沈下
- ・柱の軸縮み

等の影響を考慮しながら図-4の通り、厳しい免震精度基準を満たす必要がある。

#### ③ 外装工事の精度管理に対する課題

外装工事を行うにあたり、

- ・強風時～中規模地震時には外装精度を確保する上で、免震装置を拘束しておく必要がある。
- ・大地震時には上部構造への影響が生じるため、拘束を解放しなければならない。

#### ④ 工事中の外部足場の安全に対する課題

図-5に示す低層階の外装工事を行う上で免震階レベルを跨ぐ外部足場作業が発生する。

工事中の地震に対し足場倒壊を防ぐため、水平変位対策が必要となる。

### 4. 改善の目的と方策

上記の課題を把握したうえで、今回行った改善案を以下に示す。

#### ① 免震装置取合い部躯体のSRC化（目的：免震上部鉄骨の早期着手による工程の短縮）

方策：免震装置取合い部躯体のSRC化により、早期に免震上部鉄骨建て方を開始し、工程短縮を実現する。

#### ② 免震装置下部フェーシングPLの採用（目的：免震装置精度の確保）

方策：直接基礎建物において、沈下影響がある中で、免震セット前後のレベルと傾きに対する厳しい精度を確保する手法を構築する。

#### ③ 工事中の免震装置仮固定対応（目的：外装精度の確保）

方策：外装精度確保のための地震時と強風時の免震装置拘束、及び拘束解除手法を確立する。

#### ④ 工事中の地震時外部足場変位対策（目的：工事中の外部足場倒壊防止）

方策：足場倒壊を防ぐため、免震装置上下で発生する水平変位に対するスライド機構を開発する。

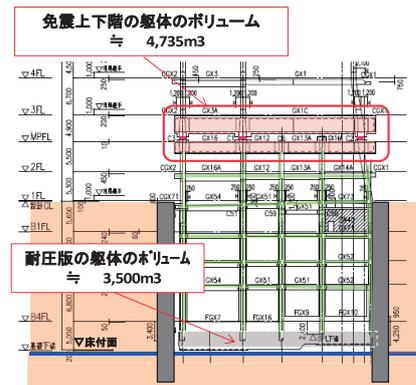


図-3 免震装置断面配置

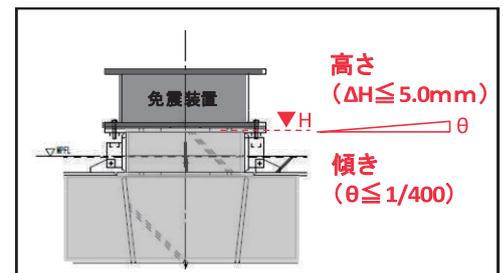


図-4 免震精度基準



図-5 外装と免震レベルの関係配置

## 5. 改善内容

### ① 免震装置取合い部躯体の SRC 化（工程短縮）

工程に対する問題点への対策として、免震装置取合い部躯体の SRC 化をおこなった。

中間層免震における工程短縮を図るためには、免震上下躯体の膨大なコンクリート工程を全体工程のマイルストーンから引き離す必要があった。受注時の免震装置は取合い部が図・6 上図のように RC 取合いとなっており、中間階で膨大な量のコンクリートを打設しなければ上部鉄骨建て方が開始できない形状であった。そこで図・6 下図の免震装置取合い部を鉄骨が取合う形状の案を提案し、工法改善を行った（図・7）（写・1）。

これにより、免震上下階の膨大な量の躯体工事を、免震装置より上部の鉄骨建て方中に行うことができた。全体工程におけるクリティカルパスである免震上部鉄骨を先行して行えたことで、大幅な工程短縮を実現できた（写・2）（写・3）。

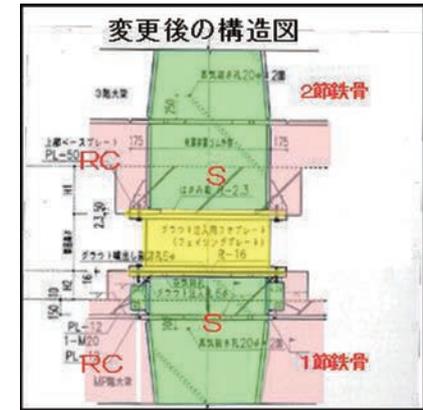
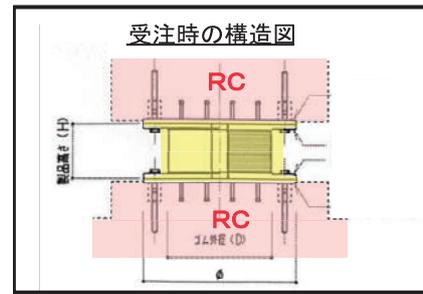


図-6 免震装置取合い部躯体の SRC

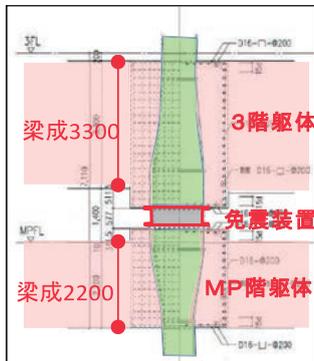


図-7 免震上下躯体詳細



写-1 免震下部躯体構築状況



写-2 免震装置設置状況



写-3 免震上部鉄骨設置状況

②免震装置下部フェーシング PL の採用

(免震精度確保)

厳しい免震精度基準を確保するための手法として、免震装置下部フェーシング PL の採用を実施した(図・8)。

免震装置の施工を行うにあたり、図・9 に示す免震精度基準の管理値を守る必要があった。これは JASS6 による鉄骨建て方の高さ精度基準：限界許容値  $\pm 8\text{mm}$  と比較すると非常に厳しい管理値となっている。

そのため、鉄骨精度のみで免震精度を確保することは困難であり、免震装置下部に厚さ 16mm のフェーシング PL を挟むことで、精度管理方法を改善した。

免震下部鉄骨取付や溶接後の実測で基準値を超えた場合、図・10 に示した手順で PL を工場製作することで、短期間でレベル調整と水平精度の確保ができる機構とした。

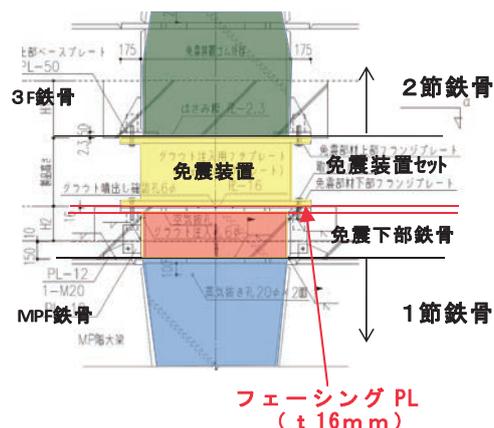


図-8 フェーシング PL 取付位置



図-9 免震精度基準

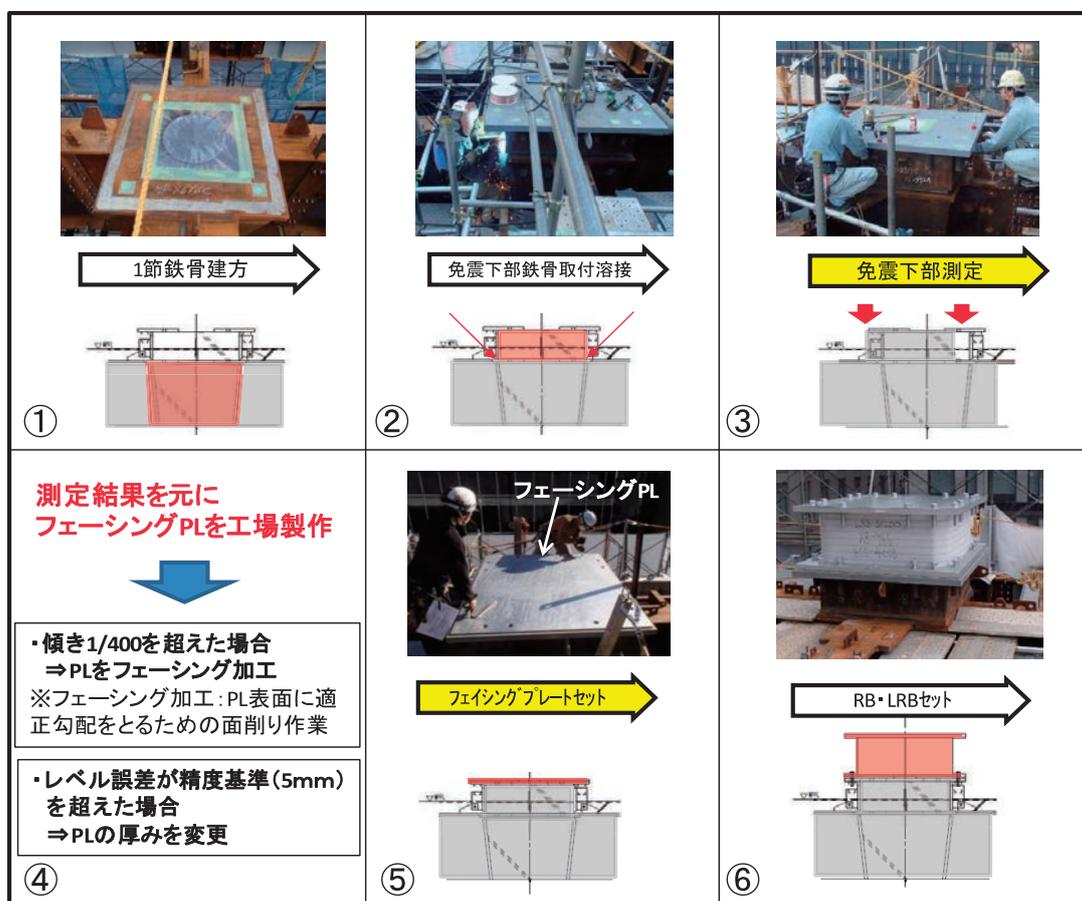


図-10 フェーシング PL 取り付け手順

### ③ 工事中の免震装置仮固定対応（外装精度確保）

施工時に強風や中規模地震により免震装置に発生する水平変位は、今回の建物では最大で約 4.0mm（図-1 1）と想定され、頻繁に水平変位が発生する状況での外装縦ルーバー施工精度確保は困難であることがわかっていた。このことから縦基調のルーバー施工精度を確保するための、免震装置水平拘束は必須条件であった。

今回の建物性能における免震装置の拘束については、「稀に発生する地震」に対しては拘束してよいが、「極稀に発生する地震」に対しては拘束してはならない、という条件のもとで施工する必要がある。この条件に対応するための具体的な拘束手法については確立されたものがなく、明確な基準作りが課題であった。

今回、新たに拘束方針について、関係者と協議を行い、「風荷重で動かない」、「震度5弱程度まで持ちこたえる強度」の2点を基準として定めた。

これらの条件のもと、検討を行い、図-1 2のように免震装置10か所をX方向、Y方向それぞれのターンバックル（写-4）で拘束する計画とした。震度5弱を超える水平力がかかった場合には、ターンバックルは母材破断することで免震装置が可動し、建物性能を維持する設計とした。

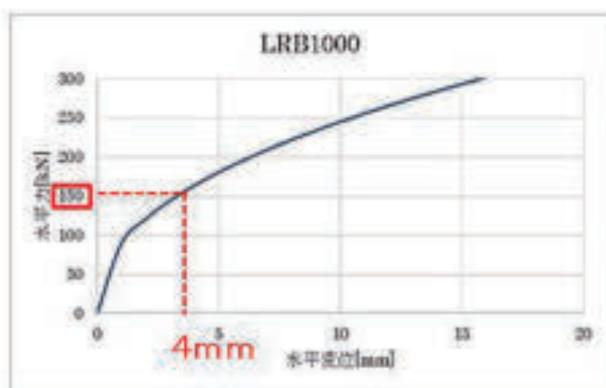


図-1 1 強風時の想定免震水平変位（LRB1000）

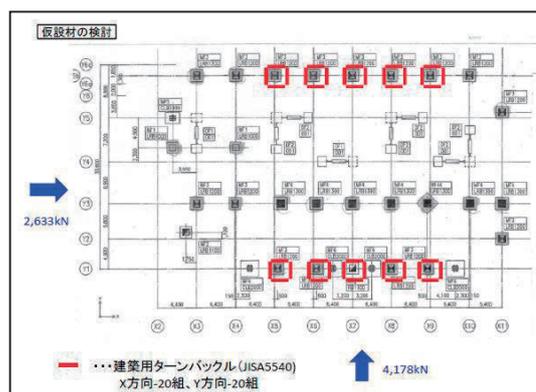
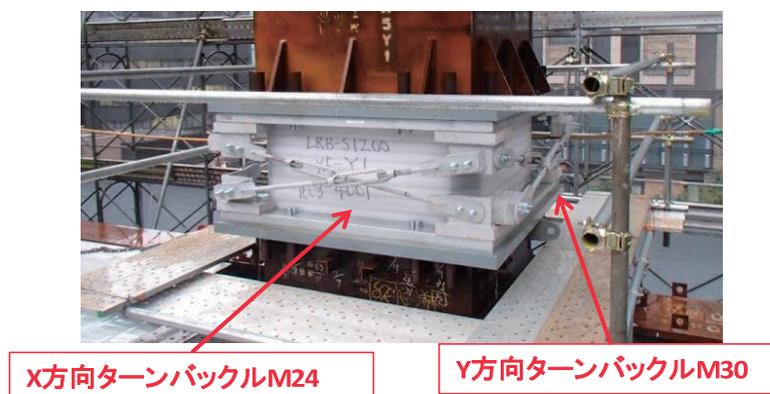


図-1 2 ターンバックル配置



写-4 ターンバックル設置状況

#### ④ 工事中の地震時外部足場変位対策

(足場倒壊防止)

免震固定用仮設ブレースは震度 5 弱を超える地震により破断する計画であり、このとき免震部に水平変位が発生する。足場倒壊を防ぐためには免震レベルを跨ぐ外部足場建地に水平変位対応が必要となる。

そこで図-13 に示すように、免震装置レベルで上部外部足場が水平にスライドできるように、外部足場用免震プレート(写-5)を開発した。

新築建物は応力解析による水平方向の地震動が最大 214mm のため、免震プレートは、この数字を元に図-14 に示す可動域を設定した。

免震上部の外部足場足元ベースプレートが円形の免震プレートの可動域内をスライドし、大地震時の水平変位に追従できる機構とすることで、安全面での大幅な改善を実現した。

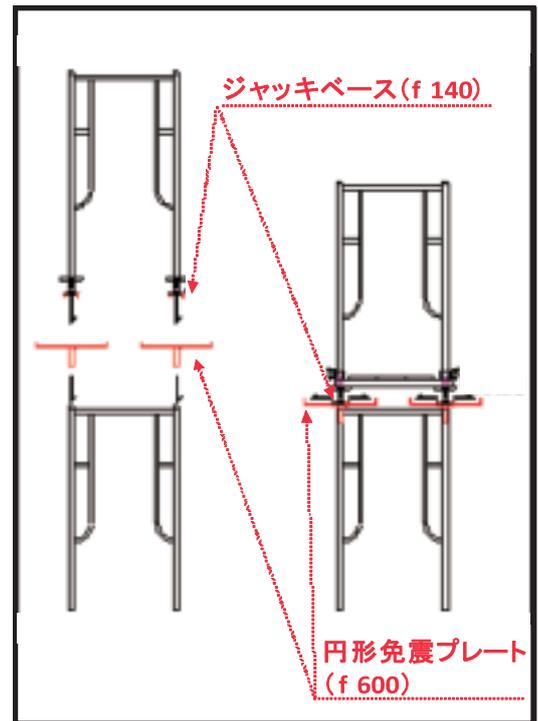


図-13 スライド足場断面



写-5 外部足場用免震プレート

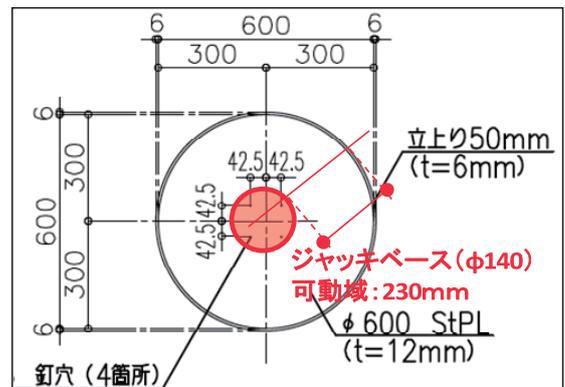


図-14 プレート上の可動域

## 6. 改善による効果

### ① 免震装置取合い部躯体の SRC 化 (D: 工期短縮)

合理的な免震装置取合い方法を確認することで、約 3.0 ヶ月短縮した。

### ② 免震装置下部フェーシング PL (Q: 免震精度向上)

厳しい条件下での免震精度確保方法を確認した。

### ③ 工事中の免震装置仮固定対応 (Q: 外装精度向上)

施工時の免震水平変位拘束基準を明確にし、安全に外装精度を確保する手法を確認した。

### ④ 工事中の地震時外部足場変位対策 (S: 足場倒壊防止)

地震時の足場安全性向上し、大地震時の外部足場倒壊を防ぐ方法を確認した。

## 11. 急勾配屋根における鉄骨建て方と屋根施工の工夫

社名: 西松建設(株)

氏名: 尾形 和広

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	石炭屋内置場並びに石炭灰サイロ増設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 5, 584㎡、地上1階
(3) 用途	セメント工場内の屋内石炭置場
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	新潟県糸魚川市
(6) 施工期間	2015年11月～2016年10月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> <li>急勾配合掌形状を持つトラス鉄骨建て方時に、トラス鉄骨の荷重を受ける仮設支保工をすべて設置すると、大幅にコストがかかる。</li> <li>急勾配合掌形状の屋根であるため、鉄骨梁上での屋根施工が難しく、安全性に欠ける。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄骨建て方用仮設支保工の仮設費の削減。</li> <li>鉄骨工事作業足場の安全確保。</li> <li>屋根施工の安全性確保と仮設費の削減。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設支保工を移動式ステージとし、トラス鉄骨建て方の仮設材料削減を図る。</li> <li>移動式ステージ上に高所作業車を搭載し、効率的かつ安全な作業を行う。</li> <li>折板タイトフレーム受け梁の上をスライド移動できる屋根用仮設足場を設置し屋根施工の仮設材を削減し、安全に作業を行う。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄骨建て方の仮設材料は総足場組みに対し、1/5に削減できた。</li> <li>屋根施工の仮設コストは、約1/6に削減できた。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄骨工事は予定より10日早く完了できた。</li> <li>屋根工事は予定より7日早く完了できた。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜め梁上での不安全な作業に比べて、安全に作業ができた。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設材削減により運搬車両が減り、CO<sub>2</sub>を削減できた。</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事の進捗がわかりやすく、工程の先読みが可能であった。</li> </ul>

# 急勾配屋根における鉄骨建て方と屋根施工の工夫

西松建設株式会社 北日本支社  
尾形 和広

## 1. はじめに

本工事は、稼働中の発電施設に燃料である石炭を供給する「屋内石炭置場」と、燃焼後の石炭灰をセメント原料としてストックする「石炭灰サイロ」を増設する工事である。

41.9度の急勾配屋根を有する鉄骨建築物の鉄骨建て方計画と、屋根工事における仮設計画について、施工性と安全性を確保した取組を報告する（写真－1）。



写真－1 石炭屋内置場 施工状況

## 2. 工事概要

- 1) 工事件名：石炭屋内置場並びに石炭灰サイロ増設工事
- 2) 発注者：明星セメント株式会社糸魚川工場
- 3) 工事場所：新潟県糸魚川市上刈7丁目1-1
- 4) 工期：平成27年11月13日～平成28年10月21日
- 5) 施工形態：西松建設・加賀田組特定建設工事共同企業体
- 6) 工事範囲：建築工事 消防設備工事 避雷針設置工事
- 7) 建物規模：石炭屋内置場 鉄骨造、延床面積5,584.30㎡、最高の高さ27.31m（図－1）  
石炭灰サイロ 直径20m、床面積312.59㎡、最高の高さ36.78m、容量5,000t
- 8) 建物用途：セメント工場石炭置場、セメント工場石炭灰サイロ

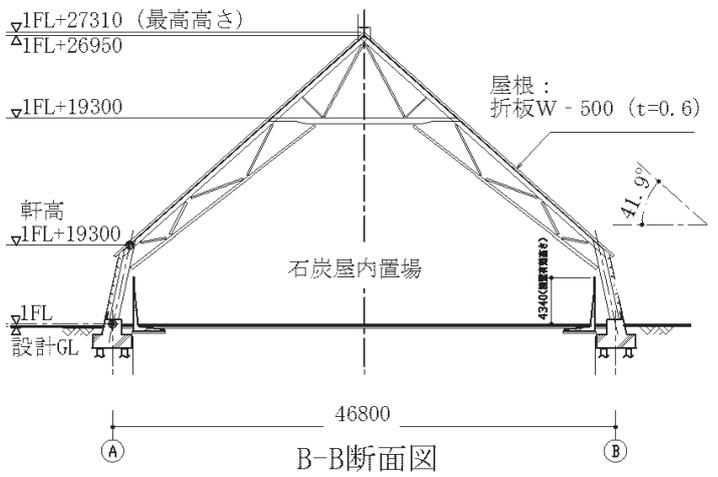
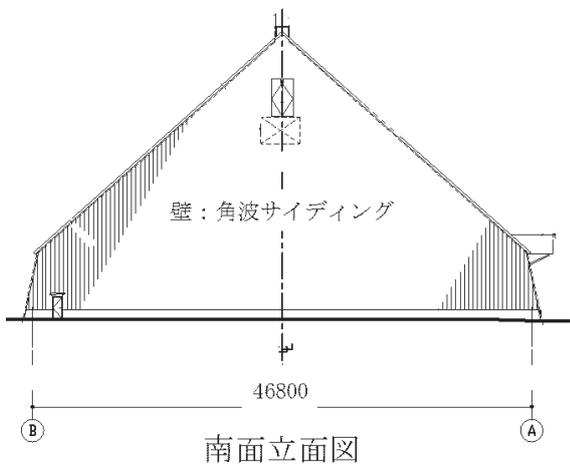
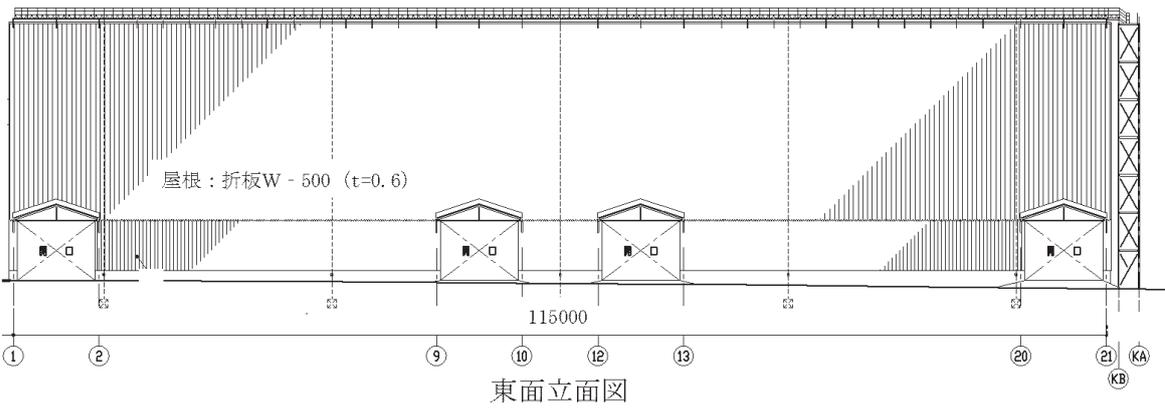
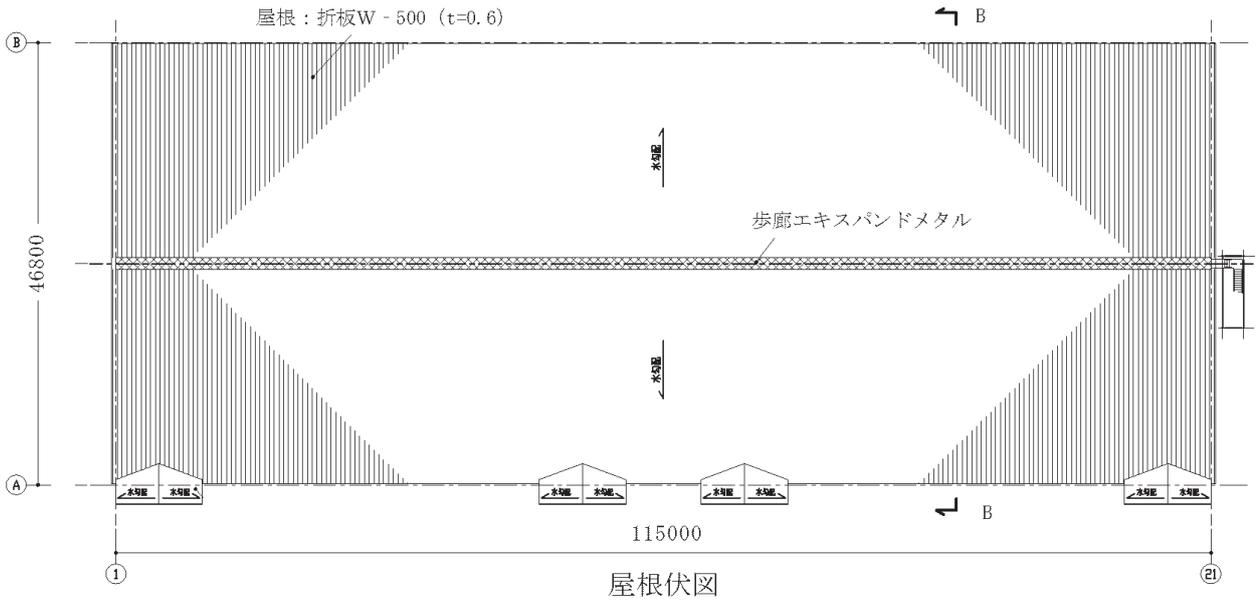


図-1 石灰屋内置場 平面・立面・断面

### 3. 問題点

#### A 「鉄骨建て方と荷受け支保工」

石炭屋内置場は 46.8m×115.0mの梁間が 20 スパンある建物である（図－2）。梁の形状が変形タイプの門型面トラス形状（以下、面トラス）となっており、鉄骨建て方時には荷重受け支保工が必要となる。鉄骨建て方と荷受け支保工について、安全かつ施工性の良い仮設計画の検討が必要である。

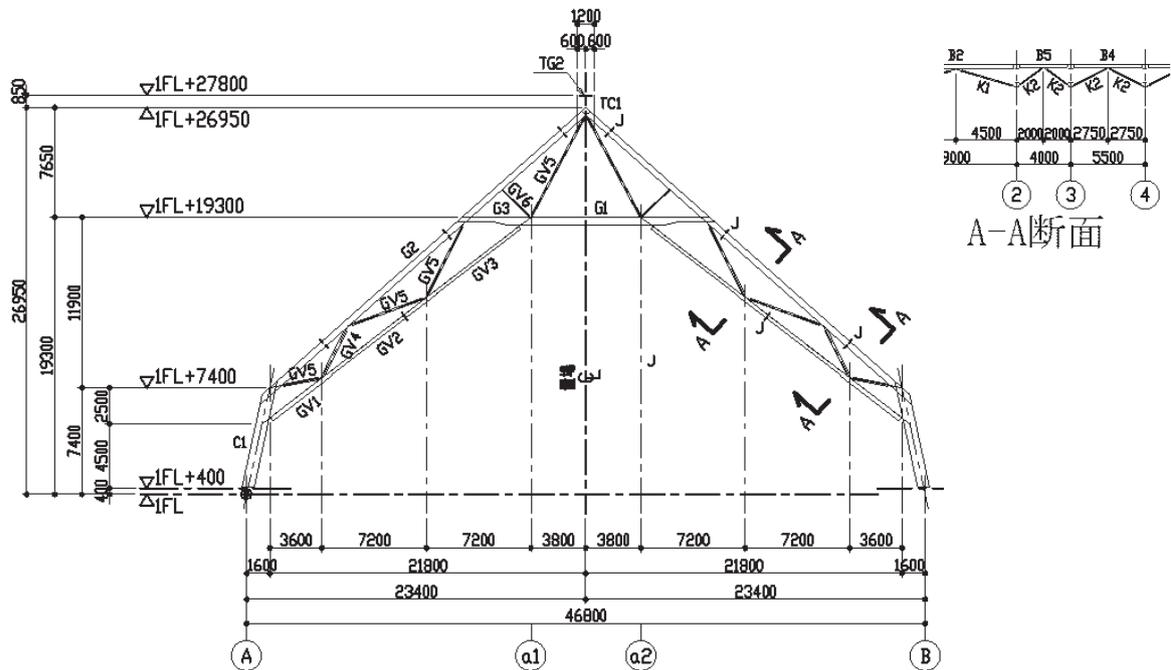
#### B 「鉄骨工事作業用足場」

鉄骨建て方時の吊り治具の玉外し、ボルト締め、及びさび止めタッチアップ等の鉄骨工事作業用足場について、安全かつ施工性の良い仮設計画の検討が必要である。

#### C 「屋根施工」

屋根施工では、合掌形状の屋根材長さ約 31m、勾配 41.9 度の折板屋根を葺かなければならない。一般的な梁や、折板の上を歩いての施工は難しく、棟部分には鉄骨製の点検歩廊が有り、棟仕舞いの納めが複雑である。屋根葺き施工時の安全性、施工性、及び工期に適合した仮設計画の検討が必要である。

以上の3つの課題を石炭屋内置場の大きな問題点と捉え、施工計画を検討した。



図－2 石炭屋内置場構造軸組

#### 4. 対策

##### A 「鉄骨建て方と荷受け支保工」の対策

本工事では、鉄骨建て方時の荷重受けを、移動式ステージ方式で行う。当初計画では、面トラスを5つの鉄骨ユニットに分け、柱は単独で建てる計画としていた。しかし、柱が垂直でないため、転倒防止の仮設が必要になる事や、分割ユニットが多く、移動式ステージ上での組立に精度確保が困難である事。また、移動式ステージ上での本締めめに時間が長くなると予想された為、3つのユニットに分けて地組し、移動式ステージにあずけて組立てる計画にした（図-3、図-4、写真-2、写真-3）。

面トラス3スパンを1ブロックとし、鉄骨建て方終了後に、次のブロックにステージを移動する計画とした。1つのブロックを7日間サイクルで繰返し、合計8ブロックの建て方を行った。鉄骨建て方の工程は、移動式ステージの組立から解体・搬出までの3ヶ月間を目標とした（図-4）。

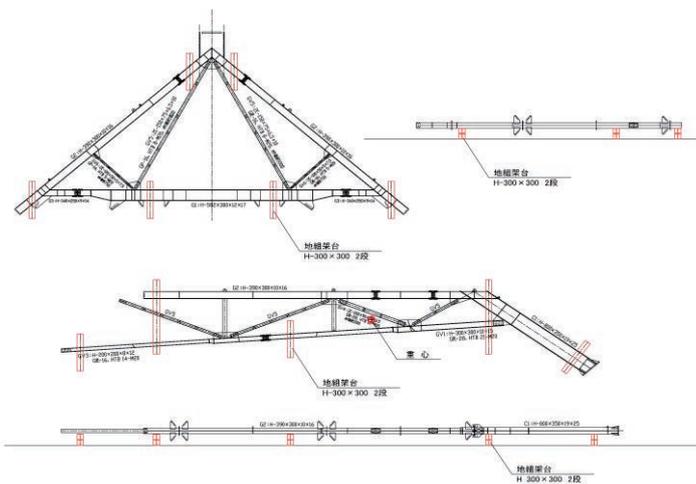


図-3 面トラスユニット地組計画

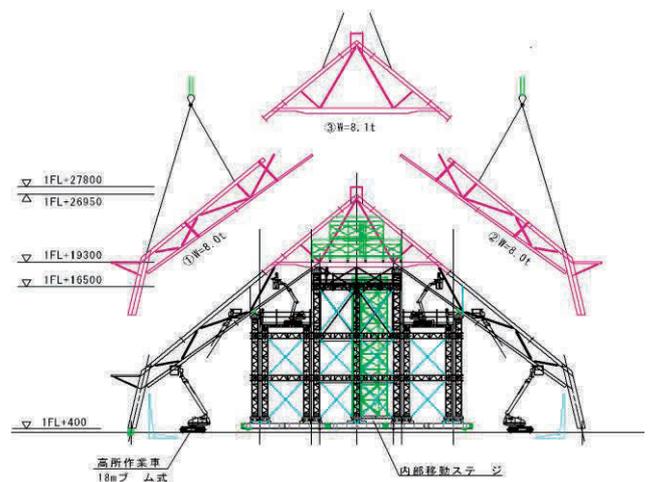


図-4 移動式ステージと面トラスユニット組立



写真-2 トラス地組状況



写真-3 トラス地組本締め前 寸法調整

建て方クレーンは、220 t 油圧クレーン1台をメインとし、地組合番用 50 t ラフタークレーン2台の、合計3台を鉄骨建て方クレーンとして計画した（図-5、図-6）。

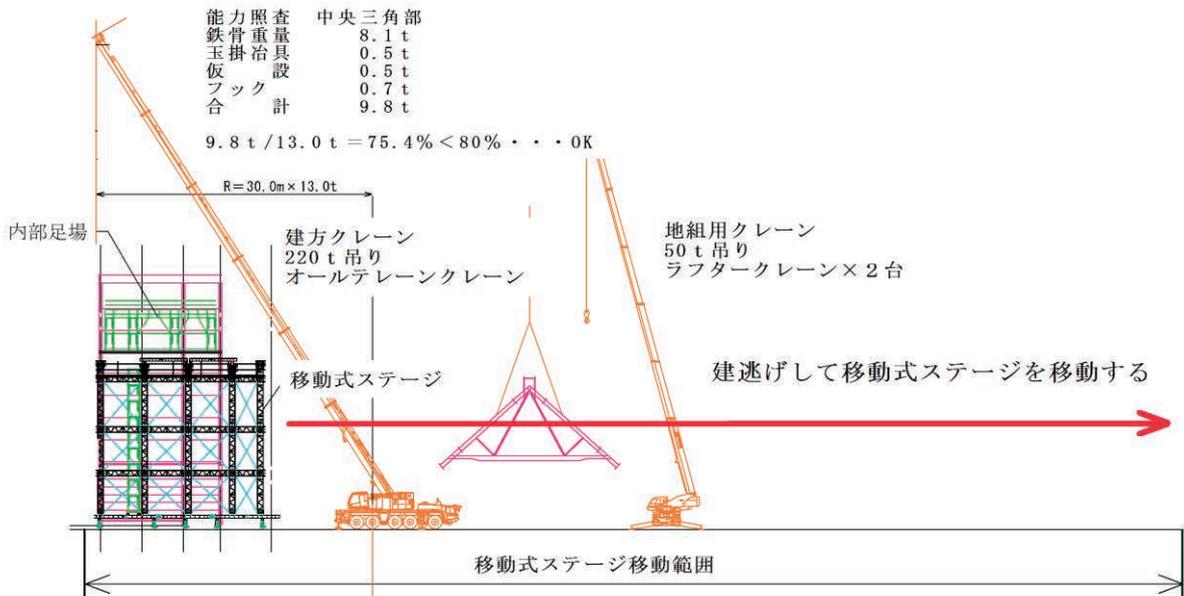


図-5 移動式ステージ建方ステップ立面（1ブロック部分建方）

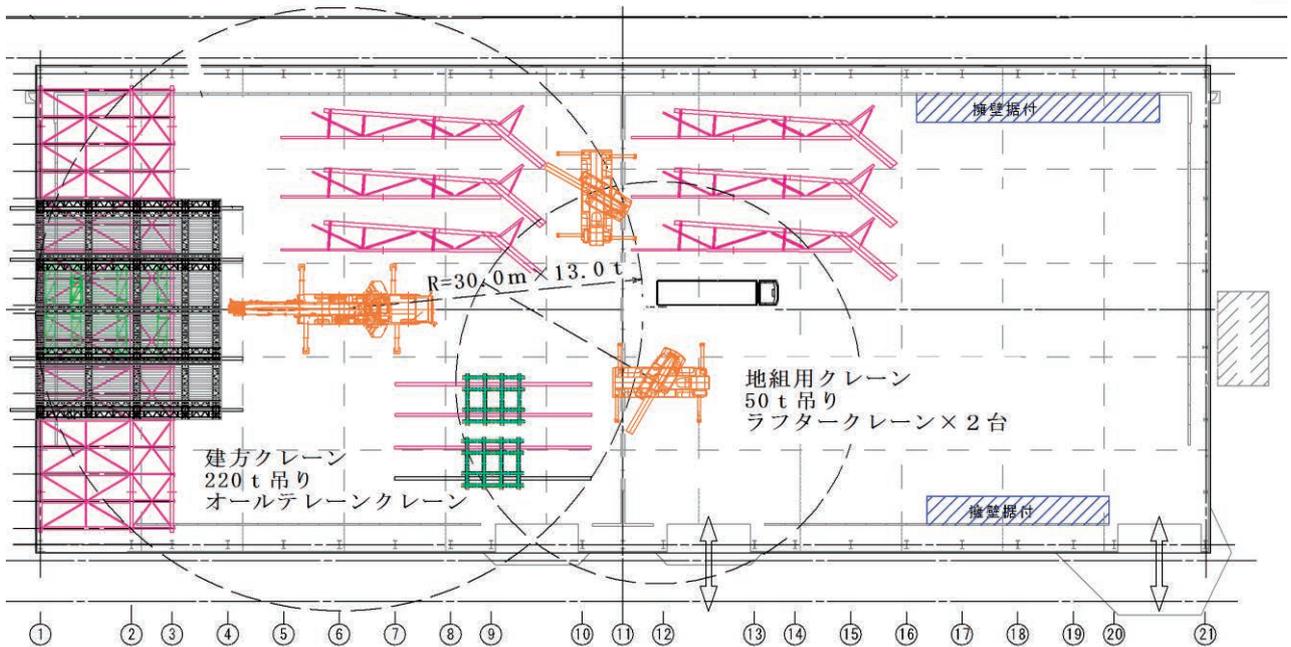


図-6 鉄骨建て方計画（左側がブロック1の鉄骨と移動式ステージ）

面トラス斜材部では、玉掛け時に弱軸方向への入力を受けて曲がる恐れがあった為、トラスの上弦材と下弦材を仮設の形状保持材で繋いだ。建て起こす際はサブクレーンとの2台吊りとし、過度の入力が無い様に慎重に建て起こした。

建て起こした後は、建てこみ角度にワイヤー長を合わせるため、チェーンブロックで長さや重心位置を調整してから、アンカーボルトへ建て込んだ。調整と玉外しは高所作業車で行った（図-7、図-8、写真-4～9）。

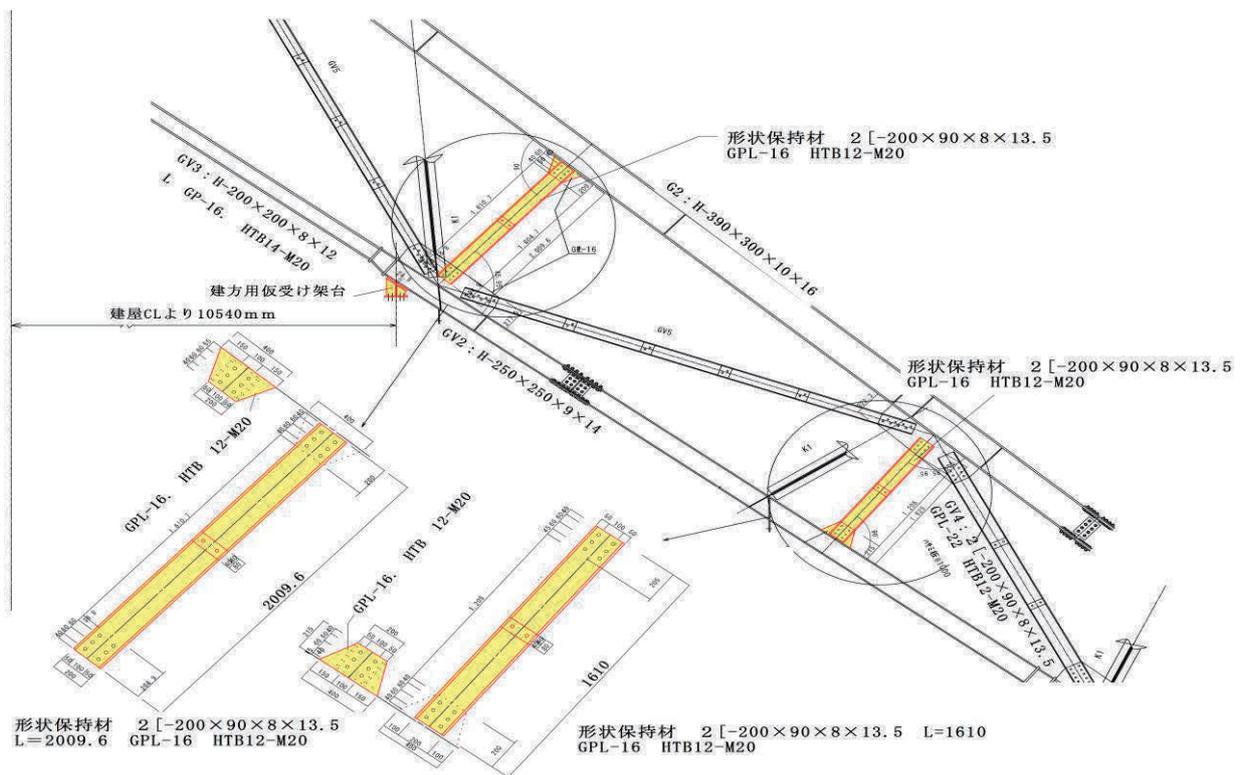


図-7 面トラス斜材部詳細

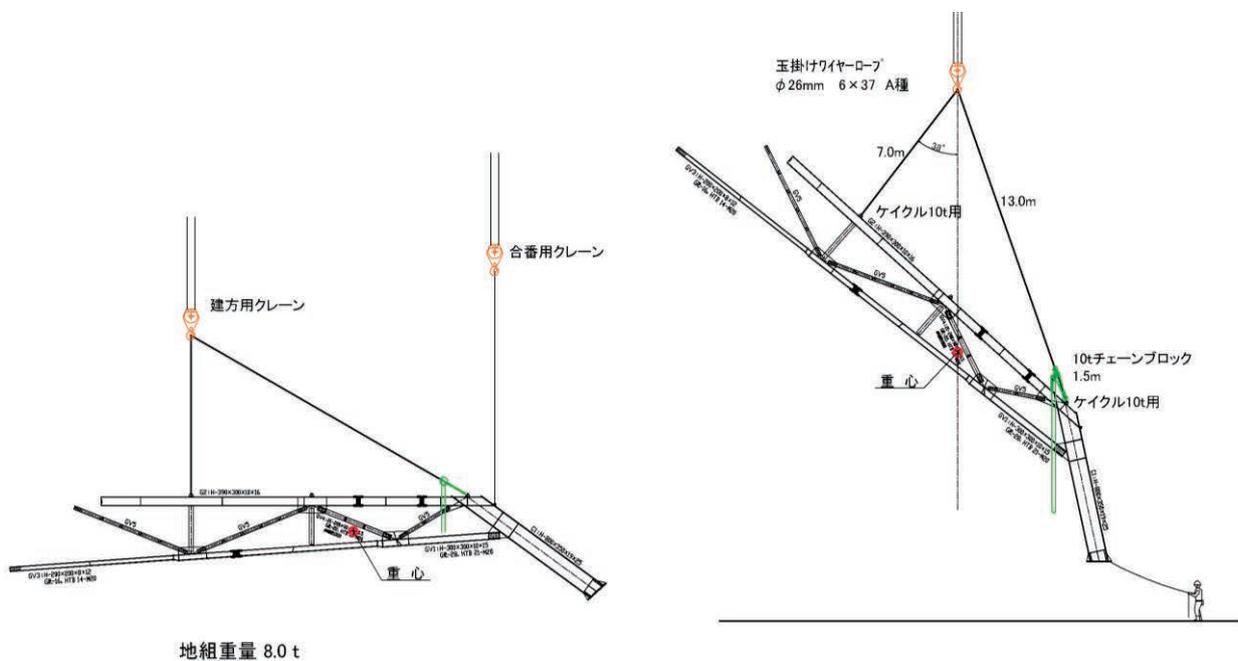


図-8 面トラス斜材部 玉掛け計画



写真-4 地組ヤード状況



写真-5 地組 頂部ユニット



写真-6 斜めトラスユニット玉掛け状況



写真-7 柱脚据付状況



写真-8 斜めトラスユニット据付完了



写真-9 頂部ユニット据付状況

移動式ステージ上の面トラス梁荷重受け部は、架台に油圧ジャッキを設置し、トラス本締と柱脚グラウト固化後まで荷重を支え、反力を抜いてからステージの移動を行った（写真-10、写真-11）。



写真-10 ジャッキレベル調整状況



写真-11 油圧ジャッキ

ステージ移動は軌条（山留材 H300）の上を、台車と油圧ジャッキ（90 t）2組で牽引した。移動後は荷重受けの補強として、ステージの台車桁梁下部へ仮受ジャッキを設置した（図-9、図-10、写真-12～15）。

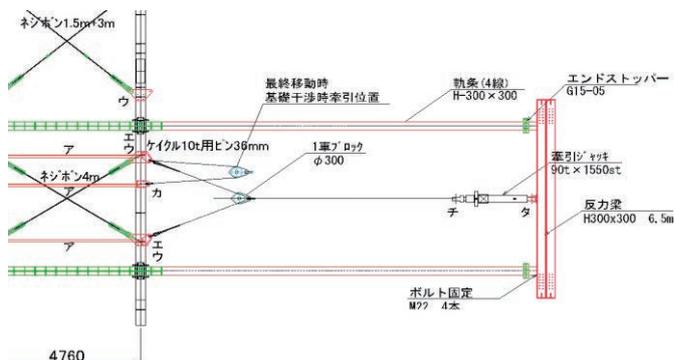


図-9 牽引部詳細



写真-12 油圧テンションジャッキ（s t 1550・90 t）

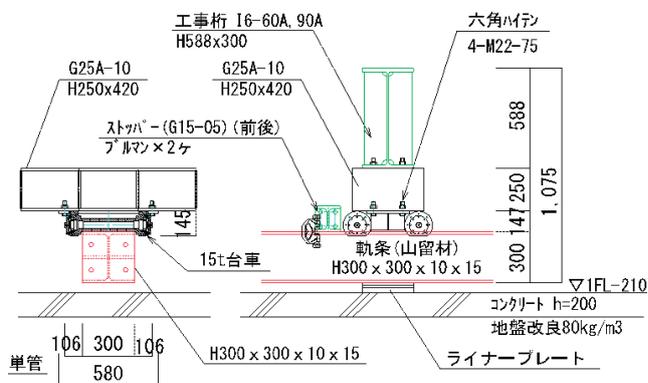


図-10 ステージ脚部詳細



写真-13 牽引治具取付け状況



写真-14 逸走防止と仮受ジャッキ



写真-15 軌条山留300H固定状況

## B 「鉄骨工事作業用足場」の対策

計画当初では移動式ステージ上に足場を組み、ブロック建て方ごとに盛替え、ボルト締めタッチアップまで行う計画とした。しかし、ステージの移動サイクルと合わない為、ステージ上に高所作業車を搭載して作業を行う計画に変更した。鉄骨建て方時の足場は、①各部材の組込みとワイヤーのシャックルはずし、②ボルト入れ、③ジョイント部サビ止めタッチアップ、④屋根用安全ネット張りの4つの作業を、梁上を歩かないで作業を完結させる事を基本方針とした。足場の高さは大きく3つに分け、7mブーム作業車を左右に3台ずつ、合計6台を搭載する計画に決定した(図-11、写真-16、写真-17)。

- 低層ゾーン (0m~12m)  
地上より高所作業車 18m と 21m のブーム式作業車で作業を行う。
- 中層ゾーン (12m~20m)  
移動式ステージ上に 7m の高所作業車を設置して作業を行う。
- 高層ゾーン (20m~27m)  
昇降用ハシゴを取付け、上記①と②の作業まで行う。③と④の作業は内部足場を使用して行う。  
なお、この内部足場は屋根貼りの一部と火災報知設備の空気管敷設工事にも使用する(図-12、図-13)。

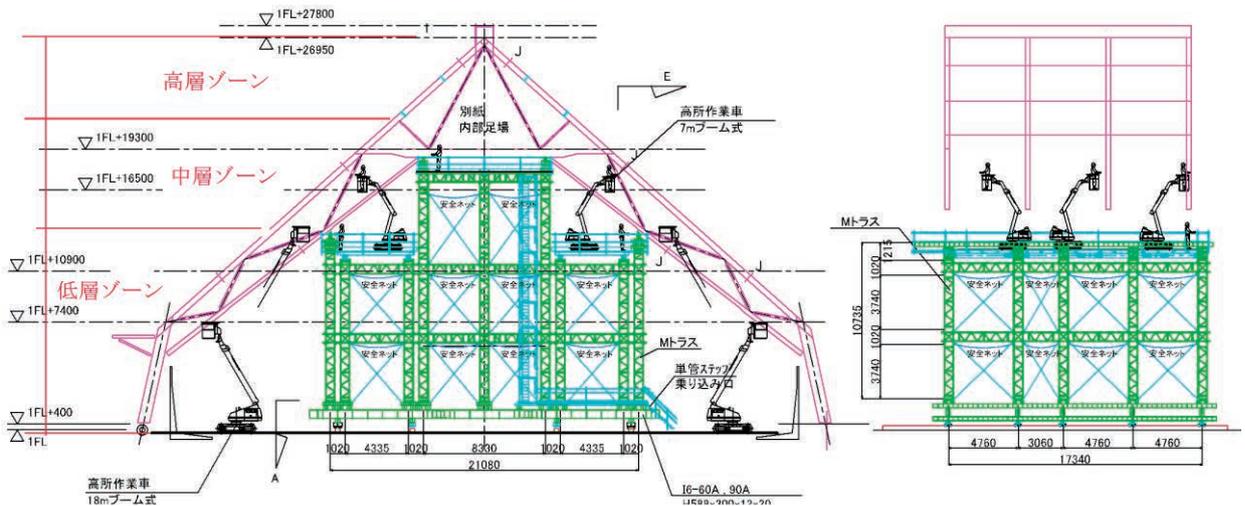


図-11 鉄骨建て方用足場計画



## 1) 屋根移動足場を使った葺き逃げ工法

屋根移動足場は、タイトフレーム受け小梁を軌条レール代わりとし、特注の台車で鉄骨フランジ上を横移動出来る方式とした。鉄骨上を屋根の働き巾である 500mm 平行移動させ、タイトフレームの取り付け、タッチアップ、屋根葺き、ボルト締めを 1 回の移動サイクルで完結させる計画とした。昇降階段、作業床、及び落下防止設備を一体とした作りとし、移動足場を 3 分割する事により、移動を人力で行える様にした（写真－18、写真－19）。

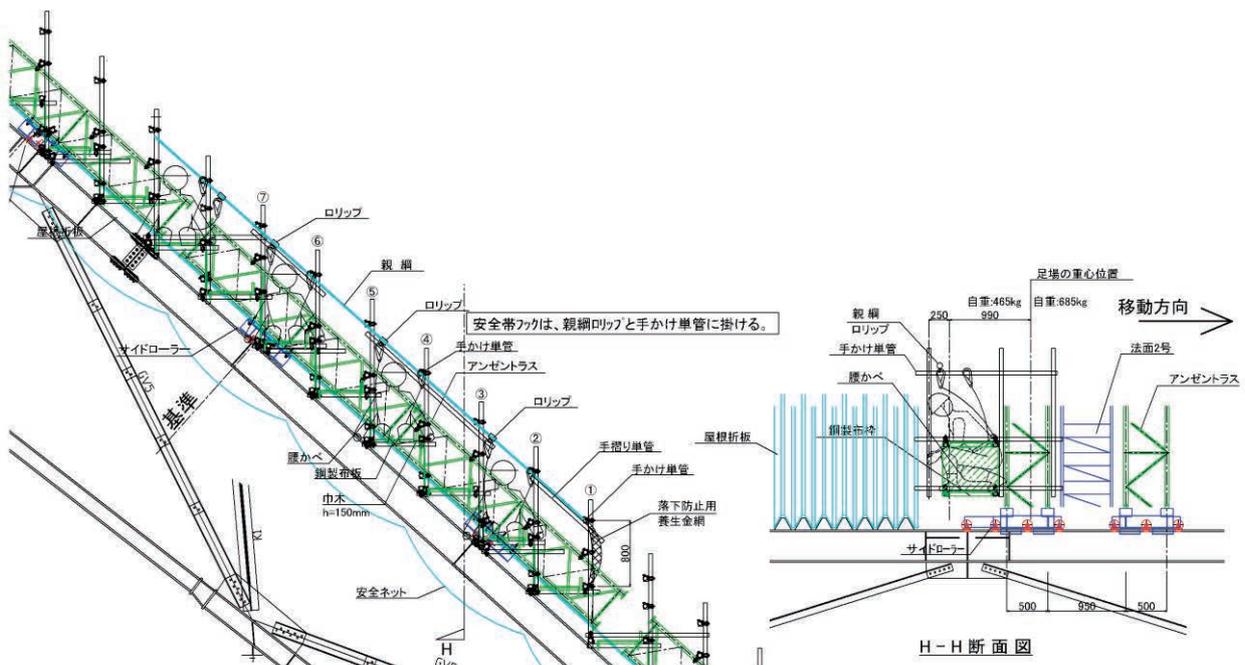


写真－18 屋根移動足場



写真－19 屋根施工状況

車輪部分は、足場荷重のベクトルが 41.9 度の小梁フランジ面に伝わるように、フランジのつば部分に鉛直方向と水平方向の直交 2 面接地となる工夫をした。また、小梁が仕口部で分断されるので、移動時に脱輪せずスムーズに移動できるように、車輪をそろばん状に 3 輪または 4 輪連続して配置した。この車輪を屋根移動足場本体に据え付ける事により、人力での移動が可能な足場を実現した。車輪の乗っている小梁はフランジ面が 41.9 度である為、脱輪防止として、鉄筋でフランジ裏側に返しをつけ、さらに U 字型のフックを脱落防止にし、施工時はチェンブロックで梁に固定した（図－14、図－15、写真－20～22）。



図－14 屋根移動足場概要

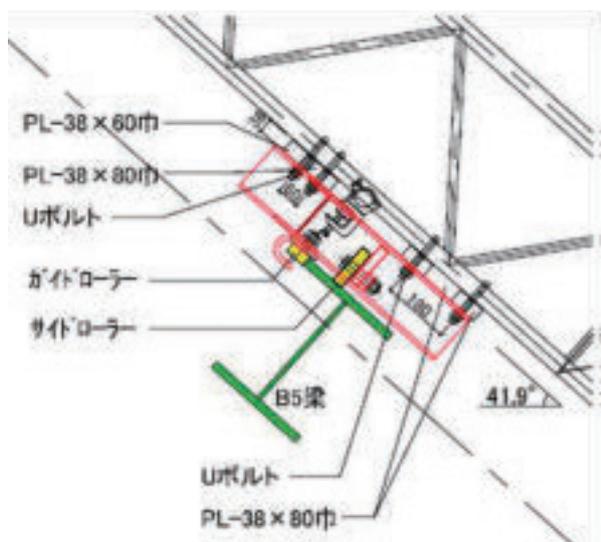


図-15 屋根移動足場 車輪部



写真-20 屋根移動足場ユニット単体



写真-21 屋根移動足場 車輪部

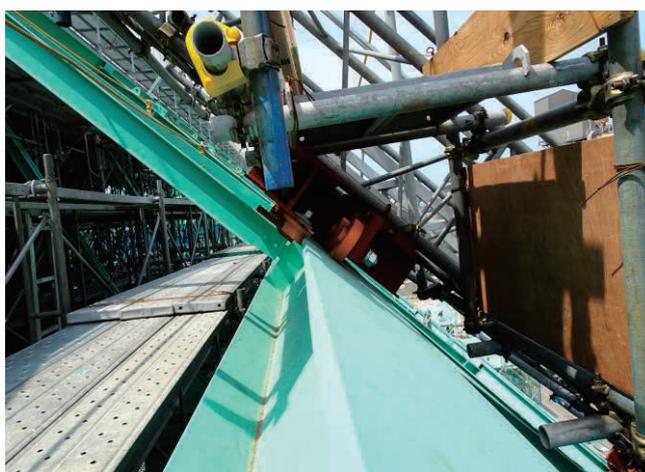


写真-22 屋根移動足場 車輪部

## 2) 棟納めの施工

棟納めは屋上歩廊の柱貫通がある為、屋根葺きと同時に施工はできない。そこで、屋根を葺いた後に屋上の鉄骨歩廊上を移動できる足場を計画した。歩廊を挟む形で左右に作業床を有し、歩廊上に設置した2列の溝型鋼の上を、台車で移動する形とした。作業床は軽量化のため、既製品のジョイント足場に2次部材を付け、移動は人力で行った。

この足場は、避雷導線の接続、貫通部の板金取付け、及び雨返し取付けで、棟部分を3往復して活用した(写真-23、写真-24)。



写真-23 棟納め移動足場



写真-24 棟納め足場 脚部

5. 工程計画

1) 移動式ステージによる鉄骨建て方の工程

1 ブロックの鉄骨建て方サイクルを7日間とし、下記の手順で施工を行った（図-16）。

- ① 1枚目の面トラスを建て、前のブロックと梁を繋ぎ自立させる。
- ② 2枚目の面トラスを建て、1枚目のトラスと梁を繋ぎ自立させる。
- ③ 3枚目の面トラスを建て、2枚目のトラスと梁を繋ぎ自立させる。
- ④ 柱脚グラウトを施工し、固化後ジャッキダウンする。
- ⑤ 移動式ステージを、次のブロックへ移動する。

追加工事で土間下地盤改良工事が発生し、移動式ステージの組立開始が10日遅れたが、鉄骨工事の施工期間はほぼ予定通りの3ヶ月で終わることが出来た（図-17）。



図-16 鉄骨工事工程 ブロックの建て方サイクル

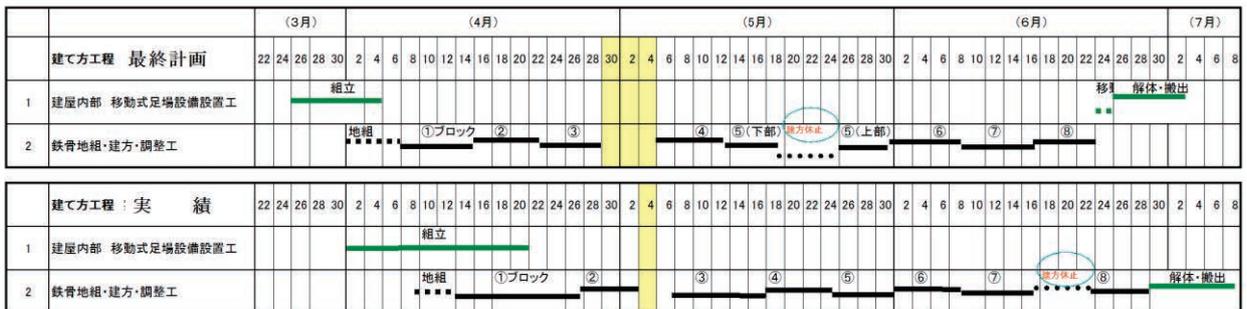


図-17 鉄骨工事工程 計画と実績

## 2) 屋根移動足場による屋根施工の工程

土間コンクリート打設前に屋根施工を終わらせる事が第一条件であり、8月10日までの完了をクリティカルパスと設定した。当初予定では、5月15日より屋根施工開始としていたが、施工方法の検討や試験施工など行った為、9日遅れでの施工開始となった。屋根施工期間3か月のうち、1班(7人)体制で一日平均5列を2か月間、2班体制を1か月間施工した結果、予定していた工程より7日間早く完了することができた。

## 6. まとめ

今回の移動式ステージは、既製のフレーム構造物を使用し組立てたが、微調整のできる既製材料が無く、薦職への指示にも時間がかかり、組立工程は予定より遅くなった。しかし、移動式ステージの施工性は非常に良く、最終的には予定した工程通りに工事を完了する事ができた。また、ステージ上に設置した6台の高所作業車も使い勝手が良く、足場のせり上げやステージの動力による昇降などの大きな手間を取らずに鉄骨建て方ができ、スピードと簡易性を併せ持った良い工法だと実感した。

急勾配での屋根施工では、施工時の体勢や工事の段取り等、いろいろな不確定要素が多かったが、屋根移動足場が効率よく稼働し、施工のしやすさを確保する事ができた。また、足場上での屋根施工では、フルハーネス2丁掛けを徹底させ、より安全に作業する事もできた。今後は、作業床や手摺の形状検討や、アルミ製品等の材料を使用すれば、より簡素化と軽量化が可能である。また、屋根との離隔距離を吟味し、より屋根面に近く下げてやれば、もっと施工しやすい足場になると考察する。

課題として捉えた3つの施工検討の結果として、工程、原価、安全とも確保することができ、今後は、他の工事にも応用することができると期待する。

### 13. 重量物水平移動方法の改善

社名:大成建設(株)

氏名:三澤 元昭

#### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	新図書館等複合施設建築主体工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:22,798㎡、地下1階、地上9階、塔屋1階
(3) 用途	図書館
(4) 主要構造	地下RC造、地上S造(一部SRC造)
(5) 建設地	高知県高知市
(6) 施工期間	2014年7月~2017年12月
(7) 工事費	9,784(百万円)
(8) 設計者	佐藤総合計画・ライト岡田設計 設計業務共同企業体
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>各層毎にコンクリートの庇(床)が、外壁よりも最大3m程度突出しているため、庇下の外装GRC木目化粧パネルもクレーンで直接吊り込む方法では、取付けが不可能である。</li> <li>外装GRCは、平面的には「への字」型に折れ曲がった形状をしているため、取付け場所での建起こしが困難である。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>外装GRCは建て起こしたままの状態、搬入荷捌き場から、施工場所まで効率良く移動させて取付ける方法が必要であった。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>外装GRCをクレーンで吊り込んだ後、レール等を利用して横にスライドさせて正規の位置に取付ける方法を検討した。</li> <li>横にスライドさせる方法は、溝型鋼をガイドレールとして既製品のキャスターを組み合わせた治具を利用して移動する方法を考案した。</li> </ul>
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>従来取付方法より、外装GRCの移動・取付時における損傷の削減。</li> </ul> </li> <li>・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>既成品を組み合わせて利用することで、システムの構築費の削減。</li> </ul> </li> <li>・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>当初の予定に比べ、取付ピース数最大約2.7倍アップ。</li> </ul> </li> <li>・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>—</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>重量物(設備室外機やALC等)を軌道確保しながら移動させる場合、応用が可能である。</li> </ul> </li> </ul>

# 重量物水平移動方法の改善

大成建設株式会社  
三澤 元昭

## 1. はじめに

高知県立図書館（昭和 48 年）と高知市民図書館（昭和 42 年）の狭隘化、老朽化が進み、新しいサービスの展開が困難な状況になっており、耐震対策などの課題も有していた中で、本建物（県立図書館と市民図書館本館、新点字図書館、こども科学館の 4 館の複合施設）が計画された。これは、県と市の図書館が同一敷地内で一体化する日本で初めての試みである。計画地は追手筋にあった小学校の跡地で、観光・商業の中心的地域に立地している。これからの高知の活性化の鍵を握る施設として注目を集める「大きな樹」をイメージした意匠性の高い建物である（写真 1、写真 2）。



写真 1 全景（南西面より）



写真 2 南面外壁

## 2. 工事概要

工事名称	新図書館等複合施設建築主体工事
建設場所	高知市追手筋二丁目 1 番 12 号 (旧高知市立追手前小学校敷地)
発注者	高知県教育委員会
設計者	佐藤総合計画・ライト岡田設計 設計業務共同企業体
施工者	大成・ミタニ・有生 特定建設工事共同企業体
敷地面積	6,605.76 m <sup>2</sup> (多目的広場・遊歩道を含む)
建築面積	4,216.26 m <sup>2</sup>
延床面積	22,797.25 m <sup>2</sup> (機械式地下駐車場を除く)
階数	地下 1 階、地上 9 階、塔屋 1 階
構造	鉄筋コンクリート造、鉄骨造、 一部鉄骨鉄筋コンクリート造

## 3. 外装 GRC 工事の施工上の問題点と解決策

本建物の外装は、外装 GRC（ガラス繊維強化セメント）木目化粧パネル（以下外装 GRC）となっており、その取付け方法は、一般的に「外部からクレーンにより直接取付ける方法（例：PCa 版取付け）」、「内部から電動ホイストやチェーンブロックを使用して建て起こして取付ける方法（写真 3）」がある。



写真 3 建て起こして取付ける方法

しかし、本建物は建物外壁ラインが躯体外郭ライン（躯体床先端部）より大きくセットバックしており、「外部から揚重機にて直接取付ける方法」は不可能であった。また、外装GRCの平面形状が「への字」型をしており、上下のクリアランスが少ないため、「内部から工具を使って建て起こして取付ける方法」も不可能であった（図1）。

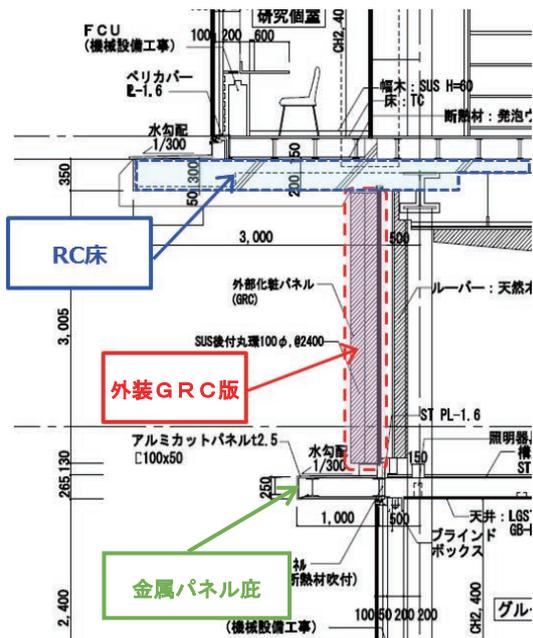


図1 外壁断面

そこで、所定の高さで外装GRCを水平移動することができれば、平面形状や上下のクリアランス不足といった問題点を解決することができると考え、外装GRC本体を立てた状態で取付け位置まで水平移動できる方法を検討した。水平移動には、所定の高さにレールを設置しキャスターを利用することで、レールをガイドとして移動する方法を考えた（図2、図3）。

<参考>

- ・外装GRCの施工数量：1,022P
- ・外装GRC 1枚当り

平均重量：400kg

平均高さ：約 2,400mm

平均幅：約 1,200mm

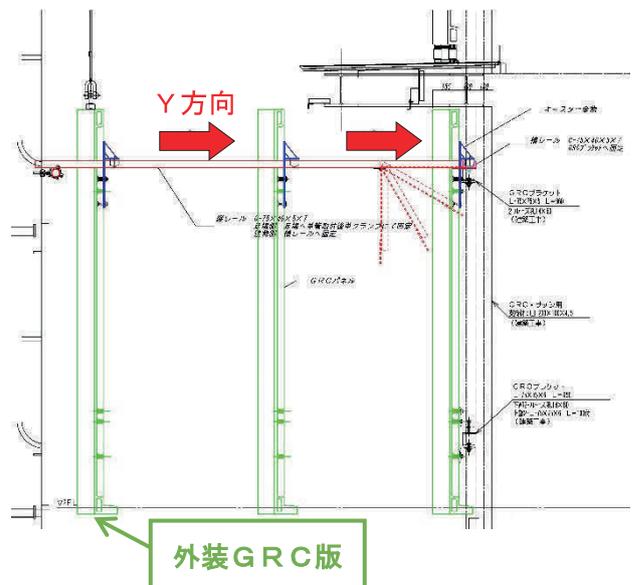


図2 計画のイメージ（断面）

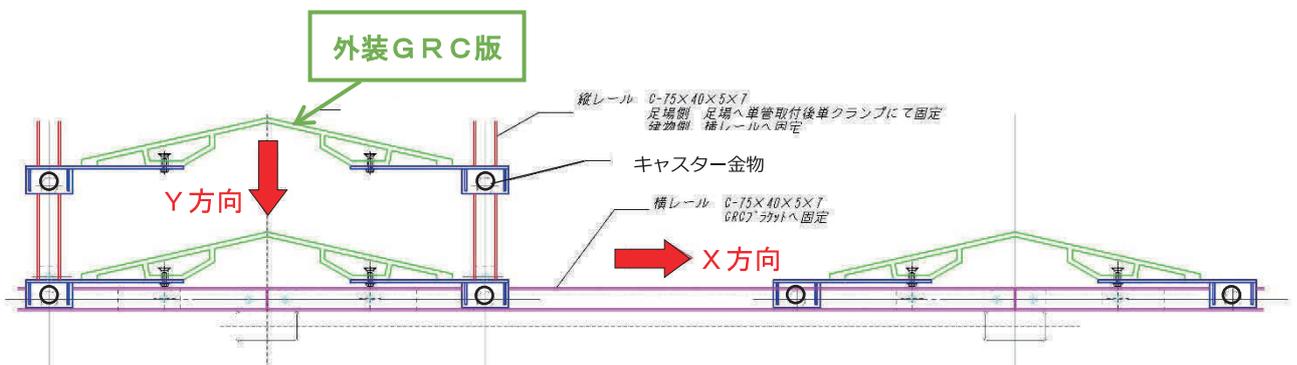


図3 計画のイメージ（平面）



そこで本計画においてキャスターの工夫と改善を施して水平移動方法の見直しをすることに焦点をあてた。



写真 7 タイヤ式キャスター (例)



写真 8 タイヤ式キャスターを使った試験施工状況

#### ・試験施工【2回目】

タイヤ式キャスターを方向性に自由度のある「ボールキャスター」に変更して試験施工を実施した。

その結果、ボールキャスターのボール自体は回転して動くが、本体部とレール側面との摩擦が大きく、スムーズな移動が困難であった(写真9、写真10)。



写真 9 ボールキャスター



写真 10 ボールキャスターを使った試験施工状況

### ・試験施工【3回目】

ボールキャスターとレール側面との摩擦力を低減するため、キャスター本体部も回転する方法を考えた。そこでボールキャスター上部に「リング状のベアリング」を組み合わせて（複合ベアリングキャスター）、レール側面に当たったボールキャスターの上部がベアリングにより回転するように工夫した。結果ボールによる自由な動きとベアリングによる摩擦力の解消により、スムーズな水平移動が可能となった（写真 11、写真 12）。



写真 11 ボールキャスターとベアリングの組合せ



写真 12 複合ベアリングキャスターを使った試験施工状況

### 5. レール部の改善

外装GRCがY方向からX方向へ方向転換して移動する際、Y方向へ移動したレールが干渉してX方向へ移動できない。これを解消する方法として、外装GRCがレールに移った時に、Y方向のレールが折れるように丁番を取付けた。これにより、外装GRCはY方向のレールに干渉せずにX方向への移動が可能となった（図 5～図 7）。

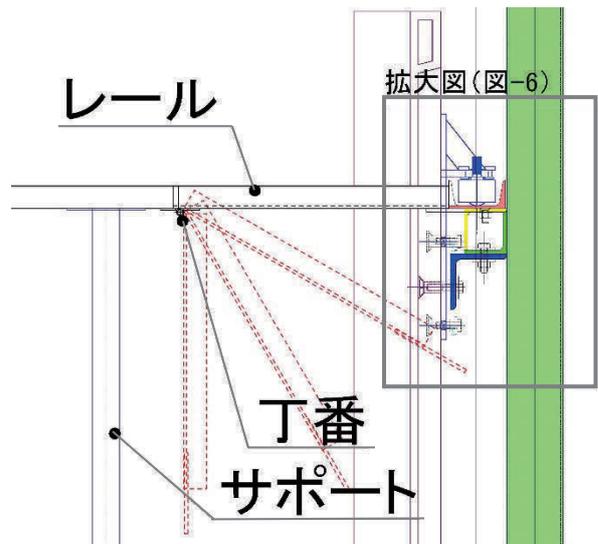
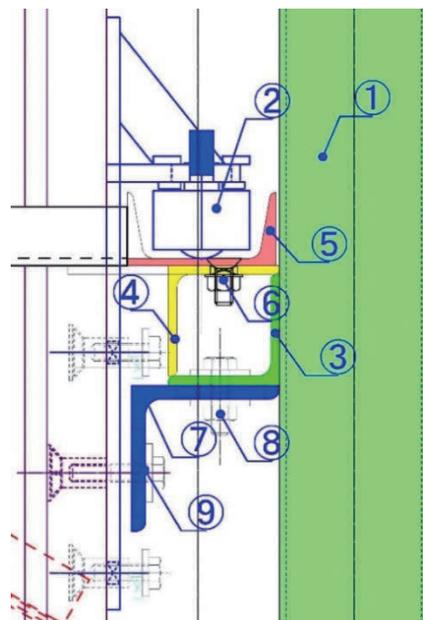


図 5 折れるレール断面



- |                       |                |
|-----------------------|----------------|
| ①: GRC柱(□200×100×4.5) | ⑥: レール固定ボルトナット |
| ②: 複合ベアリングキャスター       | ⑦: GRCファスナー    |
| ③: GRCブラケット(本設)       | ⑧: ファスナー固定ボルト  |
| ④: レール受けアングル          | ⑨: GRC固定ボルト    |
| ⑤: レール                |                |

図 6 レール部詳細

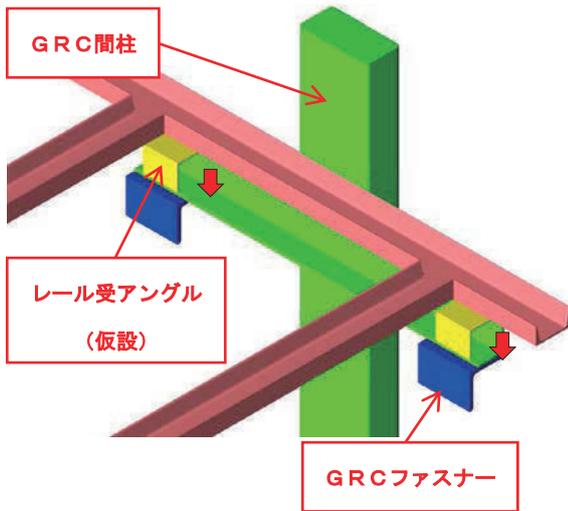


図 7 レール固定方法イメージ

## 6. 施工手順

- ① タワークレーンにて外装GRCを吊り込みレールにセット (図 8)。
- ② 人力で外装GRCをY方向へ水平移動 (図 9)。
- ③ 同様にX方向へ移動 (図 10)。  
外装GRCのファスナーセット。  
ここで、レベル調整ボルトにてレベルを調整すれば、すぐに本設ファスナーを取付けできるように、あらかじめ位置を計画しておくことで大きな時間短縮となる。
- ④ 取付け完了 (写真 13)。

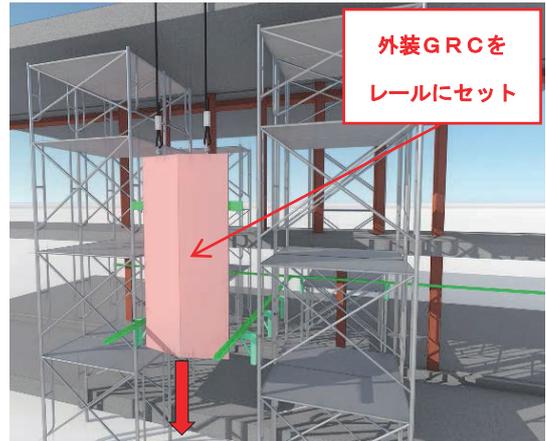


図 8 タワークレーンにて外装GRCをセット

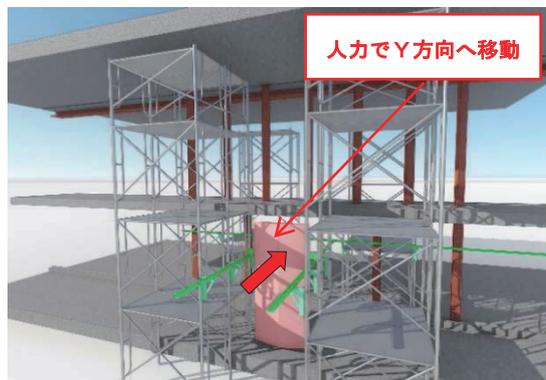


図 9 人力で外装GRCを横移動 (Y方向)

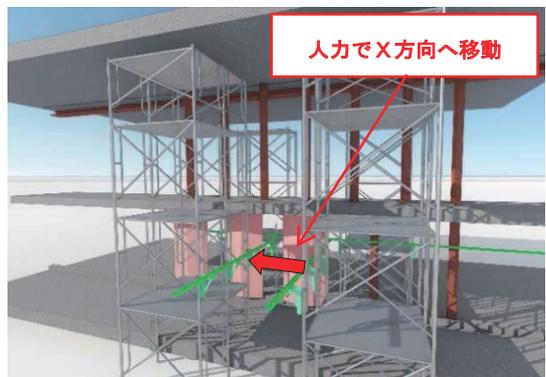


図 10 人力で外装GRCを横移動 (X方向)



写真 13 施工完了

## 7. 施工計画のポイント

外装工事でいつも課題になるのが、「クレーンの使用時間」である。外装の施工だけでなく、鉄骨工事や躯体工事等、様々な工事が混在しているため、いかに効率的にクレーンを使用するかが工程の鍵となる。本計画では、外壁施工に対してクレーンの使用時間は、各階のヤードへ揚重のみとしたため、最小限の時間となった。

外装GRC建て方の水平移動と設置については、考案の複合ベアリングキャスターとレールを用いて人力で施工することでクレーンの使用時間を大幅に削減できた。

## 8. 施工結果

改善工法を用いたことで得られた様々な効果を、下記に整理する。

### ① 品質

従来の取付け方法より、外装GRCの移動・取付け時における損傷を低減できた。

### ② コスト

既製品（ガイドレール・キャスター等）を組み合わせて利用することで、システムの構築費を削減できた。

### ③ 工程

当初の予定に比べ、取付けピース数最大約2.7倍アップ、最大13.5枚（1日最大27枚揚重し、次の日に調整・取付完了）施工できた。

## 9. 応用施工の可能性

外装GRC以外にも重量物（設備室外機・PCa版・ALC等）の取付工事において、軌道確保しながら重量物を水平移動させる場合、応用が可能である。

## 10. おわりに

新図書館等複合施設建築主体工事の施工期間に、「複合ベアリングキャスターによる重量物水平移動方法」が考案できたのは、事業主をはじめ、設計者、施工現場スタッフ、さらには専門工事業者他の関係者が連携しあい、「良い建物をつくる」という強い信念を結集した結果である。

観光、商業の中心的地域に、高知の活性化の鍵を握る施設である「大きな樹」の施工に携われたことは、技術者冥利である。

最後に、本建物の実現において、多大なご指導、ご尽力をいただきました関係者の方々に厚く御礼を申し上げます。

## 14. 化粧打ち放しコンクリート仕上げに用いる型枠の改良

社名：(株)鴻池組

氏名：池上 信太郎

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	安来市民会館(仮称)建設工事(建築)
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 7, 238㎡、地上4階
(3) 用途	ホール
(4) 主要構造	基礎・地下免震ピットRC造、地上S造、一部RC造
(5) 建設地	島根県安来市
(6) 施工期間	2015年7月～2017年7月
(7) 工事費	2, 699(百万円)
(8) 設計者	RIA・田中・ケーアイ建築設計JV
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>内外の壁面は、多様なタイプの化粧コンクリート打ち放し仕上げのため、型枠工事において転用と仕上がりの両方を考慮した特殊型枠が必要であった。</li> <li>通常の型枠加工ができない凹凸面には、特殊加工のスチロール型枠、浮造り面には杉板を貼り付けた特殊型枠が必要とされた。</li> <li>コールドジョイントやピンホール等の発生面の補修が非常に困難である。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>転用回数を考慮した発泡スチロール型枠の材質と加工精度の向上。</li> <li>杉板型枠の製材加工と表面処理方法を検討した均質な浮造り面の確保。</li> <li>コールドジョイント、黒じみ、ピンホールおよび目違い段差の発生抑制。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>スチロール型枠の作成時における、配合と熱処理の調整、およびコンピュータ制御による表面のニクロム線加工。</li> <li>浮造り面の杉板を棧組養生し、表面強化を図ったプレーナー処理。</li> <li>コンクリート打設範囲の縮小によるコールドジョイント対策と、黒じみやピンホールの発生抑制のための締固め器具の選定。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>多様な化粧コンクリート毎に仕上げ面の精度を確保。</li> </ul>
・C(コスト)	—
・D(工期)	—
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>化粧型枠の締固め強度の増強による、型枠のズレ破損が低減。</li> </ul>
・E(環境)	—
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>市内産杉を使った浮造り型枠の製作による、地元産業への貢献。</li> <li>コンクリート関係業者同士の目標の統一と一体感が達成できた。</li> </ul>

# 化粧打ち放しコンクリート仕上げに用いる型枠の改良

株式会社鴻池組 大阪本店  
池上 信太郎

## 1. はじめに

本工事は、安来市の総合文化ホールで、大ホール、ロビー、小ホールから構成されています。大ホールは音楽を重視した多目的ホールで、1,008人収容の客席は2層構成となっています（写真-1）。

本工事の特徴として、外壁はコンクリート打ち放し仕上げが基本で、1階のエントランス周りには地元産の杉板本実型枠（浮造り仕上げ）、上部は壁面のボリュームが大きいので、凹凸のついたストライプ状のデザインの化粧打ち放し仕上げとなっています。

化粧打ち放し面は施工後の補修や色合わせが困難であるため、コンクリートの打設にあたって、型枠の製作・組立てやコンクリートの打設方法について、特に工夫を要した点について紹介します。

## 2. 工事概要

工事名称：安来市民会館（仮称）建設工事（建築）

施 工：鴻池組・平井建設特別共同企業体

発 注：安来市長 近藤 宏樹

設 計：RIA・田中・ケーアイ建築設計共同企業体

監 理：RIA・田中・ケーアイ建築設計共同企業体

工事場所：島根県安来市切川地区

工 期：平成27年7月31日～平成29年5月30日

工事内容：市民会館

R C造一部S R C造及びS造 4階

建築面積：4,718.61 m<sup>2</sup> 延べ床面積：7,238.47 m<sup>2</sup>

大ホール：収容人数 1,008人、小ホール：収容人数 300席

その他 エネルギー棟 駐車場 駐輪場



写真-1 建物外観 南面

### 3. 化粧打ち放しコンクリート仕上げの種別

当工事で採用された化粧打ち放しコンクリートの種別は、以下の7通りです。

- ・化粧打ち放し仕上げ（内壁・外壁）
- ・杉板浮造り仕上げ（外壁）
- ・杉板浮造り面取り仕上げ（外壁・エントランス）
- ・杉板（内壁）
- ・化粧打ち放し仕上げ 凹凸仕様（外壁）
- ・化粧打ち放し仕上げ 面木@300取り付け（内壁）
- ・化粧型枠（積み木・杉板模様）スチロールによる造形ボード仕様（内壁）

### 4. 打ち放しコンクリートの打設方法の工夫

一般的な化粧打ち放しコンクリート仕上げは、現場打ちコンクリートの上に塗装、タイル、石などの仕上げ工事を行わずに、型枠を取り外したままの状態のコンクリートをもって仕上げとする手法です（写真-2、3）。

今回、本工事における化粧打ち放しコンクリートに共通した不具合として、仕上がり面に豆板・コールドジョイント・ピンホール等の発生が挙げられます。仕上げの種別に関わらず、不具合発生防止のために以下の対策を講じました。

- ・コンクリートの打設工区の調整：1日当たりの打設量を150㎡以下で計画
- ・コンクリートの自由落下高さの低減：1.5m以下となるようにホースを投入
- ・締め固め振動機の能力アップ：高周波バイブレータ+細径バイブレータを採用
- ・コンクリート表面の気泡抜き対策：細径バイブレータを使用して、かぶり厚さ部を再振動
- ・型枠脱型後の湿潤養生：散水養生期間の延長による表面の乾燥防止



写真-2 化粧打ち放し仕上げ（内・外壁）



写真-3 コンクリート打設状況

## 5. 各特殊打ち放し仕上げ面への対応

前出の7種の化粧打ち放しコンクリート中から、「杉板<sup>うづく</sup>浮造り仕上げ」、「化粧打ち放し仕上げ」、「化粧打ち放し仕上げ 凹凸仕様」および「化粧型枠（積み木・杉板模様）造形ボード仕様」に用いる型枠に対する実施状況について紹介します。

### （1）「杉板<sup>うづく</sup>浮造り仕上げ」

安来市産材の杉を伐採し地元で製材・栈積みをした後、人工乾燥を行ない、モルダー仕上げ<sup>※1</sup>（プレーナー処理）を行いました。プレーナー処理を行った杉板を浮造り<sup>※2</sup>に仕上げ、型枠パネル製作工場では杉板を型枠パネルに貼り付けて完成します。

- ※1 モルダー仕上げ：カンナがけやサンダーがけ機能をもった木材の自動加工機により、表面を平滑に加工したものです。
- ※2 浮造り：杉板をブラシの付いたプレーナー機にかけ、表面の脆弱部を削り取ると冬芽（硬い部分）が残り木目模様が浮き上がります（写真-4、5）。



写真-4 杉板<sup>うづく</sup>浮造り型枠組立状況



写真-5 型枠脱型後の<sup>うづく</sup>浮造り仕上げ面

### （2）「化粧打ち放し仕上げ」

コンクリート型枠用合板の規格による表面加工品で、いわゆる「塗装合板」です。

近年の合板は、東南アジア（マレーシア、インドネシアなど）の原木事情から品質が低下しており、乾燥収縮による表面塗装のめくれや割れが発生し化粧打ち放し面に影響を及ぼすことがあります。塗装合板の選定において、十分な乾燥状態と表面の平滑状態を確認し、現場管理においては、パネル間のジョイントの密着度に留意しノロ漏れの防止に努めました（写真-6、7）。



写真-6 化粧型枠組立状況



写真-7 型枠脱型後の打ち放し壁面

### (3) 「化粧打ち放し仕上げ 凹凸仕様」

面積が大きい壁の化粧打ち放し面のアクセントとして 20mm の段差をもつ型枠を使用しています。化粧打ち放し仕上げ (A 種) と 300mm 幅で針葉樹 B 種ベニヤの裏面を使用しています。壁に濃淡を表現するという設計意図があります。なお、300mm 幅の型枠には解体時に化粧面のカド欠けが懸念されたため、面木の取り付けで対応しました (写真-8, 9)。



写真-8 凹凸化粧型枠組立状況

写真-9 型枠脱型後の打ち放し壁面

### (4) 「化粧型枠 (積み木・杉板模様) 造形ボード仕様」

木材の型枠では加工が非常に困難な形状であるため、発泡スチロールによる造形ボードを採用しました。

今回、造形ボードの加工と樹脂型枠の製作にあたっては、高い精度が求められたため、型枠形状を 3次元 CAD 図化し、ニクロム線によるスチロールの切断をコンピューター制御で加工する方法を採用しました。

特殊樹脂を用いた発泡スチロール型枠は、金型の中にスチレンビーズおよび発泡材を混合し、熱を加えることにより成型する型枠であるため、今回の工事において、型枠脱型時に段差部のスチロール片がコンクリートとの付着力に負けて、脱型後にコンクリート表面に多量に残らないように混合比の調整を行い、表面強度の向上を図りました。

また、付着してしまったスチロール片については、ワイヤーブラシでケレン除去後、コンクリートの表面に色ムラを生じさせないよう揮発性の高いシンナーによる溶解で良好に除去できることが確認されました (写真-10, 11)。



写真-10 化粧型枠 (造形ボード) 組立状況

写真-11 型枠脱型後の打ち放し壁面

## 6. 各打放面の完成状況

各種打ち放しコンクリート仕上げの完成状況を以下に示します（写真-12～15）。



写真-12 外壁面  
(各種仕上げの組合せ)



写真-13 正面エントランス外観



写真-14 エントランス壁  
(浮造り仕上げ)



写真-15 大ホール側壁面（左：造形ボード型枠 右：型枠脱型状況）

## 7. まとめ

安来市の文化・芸術の新たな拠点となる安来市総合文化ホールを無事に竣工することができました。多種多様なコンクリート化粧打ち放しの品質管理や工期への対応を監督員、監理者のご指導により乗り越えることができました。心より感謝申し上げます。

## 15. 仕上材のデザイン変更による生産性向上

社名: 松井建設(株)

氏名: 竜見 尚一

### 事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	学校法人龍谷大学大宮キャンパス東翼新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 4, 196 m <sup>2</sup> 、地上3階
(3) 用途	学校(大学)
(4) 主要構造	SRC造、RC造、S造
(5) 建設地	京都府京都市
(6) 施工期間	2016年11月～2018年2月
(7) 工事費	1, 597(百万円)
(8) 設計者	株式会社日建設計
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> <li>京都地域産杉(□-105×105)で構成されたルーバー天井及び壁面の構築においてルーバーのパーツが多く、コストと時間がかかる。</li> </ul>
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルーバーから小幅板へのデザイン変更によるヴォリューム低減。</li> <li>ユニット化による施工の簡略化。</li> <li>作業効率化による工期短縮。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>壁面及び天井ルーバーのユニット化に伴うデザイン変更。</li> <li>壁面平板を平面的に傾斜させ、視覚的に大きく印象的に見せる工夫。</li> <li>天井面両端部に無垢材を使用し、木材質の重量感を表現。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デザイン性を損なわず、より重厚な仕上となった。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>壁面の材料費を約40%削減。</li> <li>天井面の材料費を約50%削減。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>パネル化及びユニット化により、作業工程を約40日短縮。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業自体の簡略化により、壁及び天井足場の作業を約20日短縮。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>木材量約12m<sup>3</sup>の削減及び運搬車両のCO<sub>2</sub>削減。</li> </ul>
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>木材重量を約8.4t軽減、鉄骨下地を約1.2t軽減。</li> </ul>

# 仕上材のデザイン変更による生産性向上

松井建設株式会社 大阪支店  
竜見 尚一

## 1. はじめに

本工事は、京都市の西本願寺境内南面に位置する龍谷大学大宮キャンパス東翼建替工事である(写真1)。

本建物は猪熊通りに面するコモンズ棟を2層に抑え大宮キャンパス建築群や、西本願寺の建築群との景観的調和が図られた校舎である。

切妻の屋根形状、13尺スパンの柱列とベランダの回るデザイン、エントランスの構えなど本館・北翼・南翼との関連性を持たせ、壁はガラスとして透明感を高め、柱やアーチはアルミ鋳物で構成された現代性を感じられるデザインである(図1)。



写真1 作業所位置 \* 3



図1 パース

構造的特徴は、主体構造はRC造とし、外壁や階段室などを耐震壁として利用し、漆喰調の外観を持つ意匠計画と構造計画の融合が図られている。一方、建物内部はS造・SRC造としてスパンを飛ばし、柱数を最小限とすることで建築計画・将来の変容性に対して、フレキシビリティの高い構造計画である(図2)。

本工事では、京都地域産材を全面に使用し西本願寺を始めとする周囲の和風建築と呼応するデザイン変更による、生産性向上の事例について報告する(写真2)。

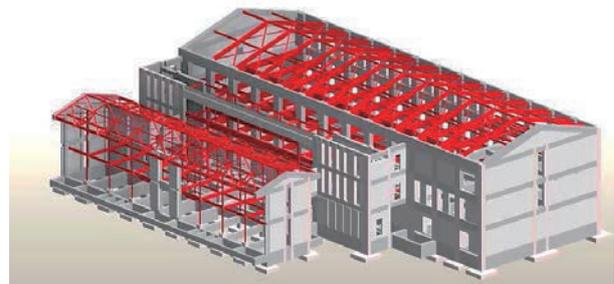


図2 構造計画 \* 1

## 2. 工事概要

工事名称 : 龍谷大学大宮キャンパス東翼新築工事  
工事場所 : 京都府京都市下京区  
設計監理 : 株式会社日建設計  
施工 : 松井建設株式会社大阪支店  
工期 : H28年11月～H30年2月  
建築面積 : 1,719.06㎡  
延床面積 : 4,196.02㎡  
規模 : 地上3階  
構造 : SRC造+RC造+S造  
用途 : 学校(大学)



写真2 竣工状況 \* 2

### 3. 施工上の課題と対策

#### (1) 課題

建物整体的に意匠性の高い建築で、各所の検討及び調整に時間を要する建物であった(写真3)。



写真3 エントランス

本工事の中でメインである大講義室は(図3)、仕上材に京都地域産杉を全面に使用することで、西本願寺周辺の和風建築に呼応する内装デザインとなっていた。

施工上の課題として、内装制限により杉を準不燃処理して加工するのに納期が5カ月掛かり、更に天井及び壁面の構築においてもルーバーのパーツが多い為、手間が掛かりコストも増え、工期も厳しくなることが想定された。

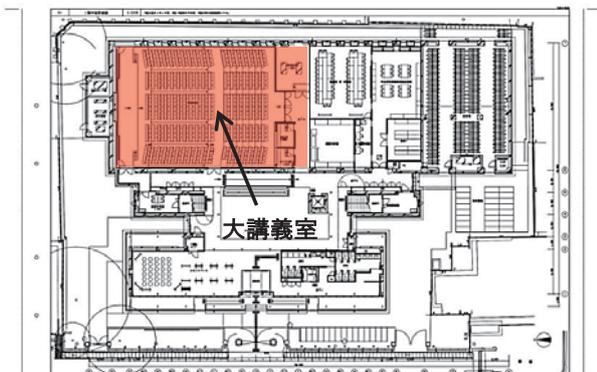


図3 1階平面計画

#### (2) 対策と具体的方策

前述の課題の対策として、早期に発注者及び設計者と協議を行い、仕上材のユニット化による生産性向上に取り組んだ。

具体的方策として、次の方針を設定した。

- ・ルーバーから小幅板へのデザイン変更による仕上材のヴォリューム低減。
- ・ユニット化による施工の簡略化。
- ・作業効率化による工期短縮。

### 4. 当初計画

京都地域産杉を準不燃処理して、壁及び天井全面に使用。壁点検口を9カ所、天井点検口を14カ所設置(図4-1、図4-2)。

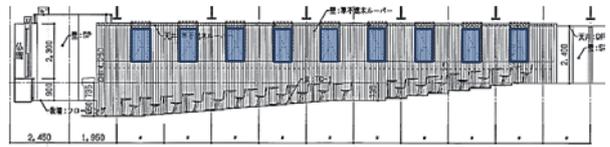


図4-1 当初壁面ルーバー

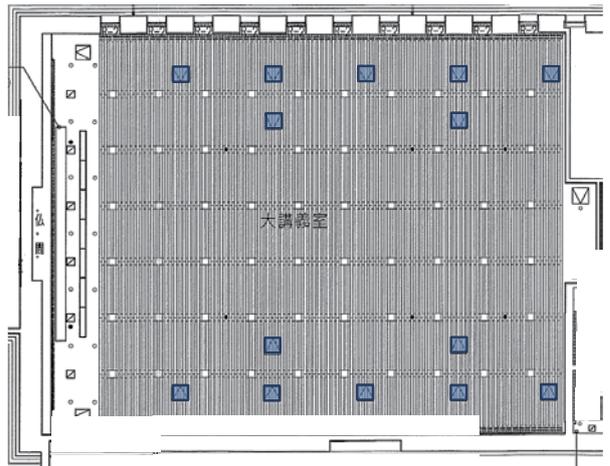


図4-2 当初天井ルーバー

準不燃木(□-105×105)の壁面ルーバーを間隔@195(隙間90mm)で配置。また、壁点検口を9カ所設置(図-5)。

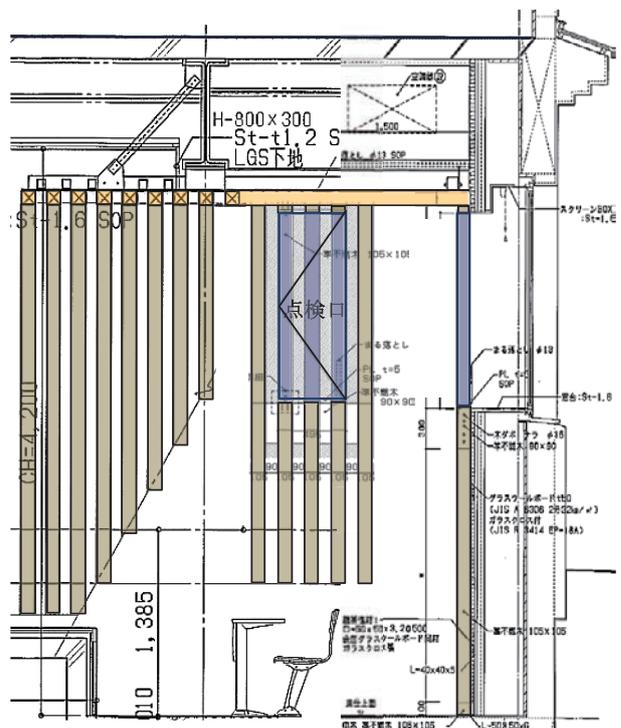


図5 当初壁面ルーバー



次に下地調整金物：ST コー-100×125×6 t をパネル固定下地柱に調整し取付(図10)。

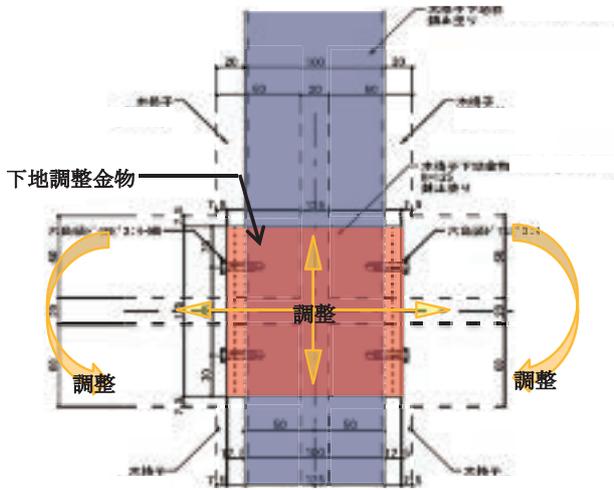


図10 下地調整金物

パネル取付時、緩衝材の挟みこみによりパネル固定。下地柱への音の伝播対策(図13)。

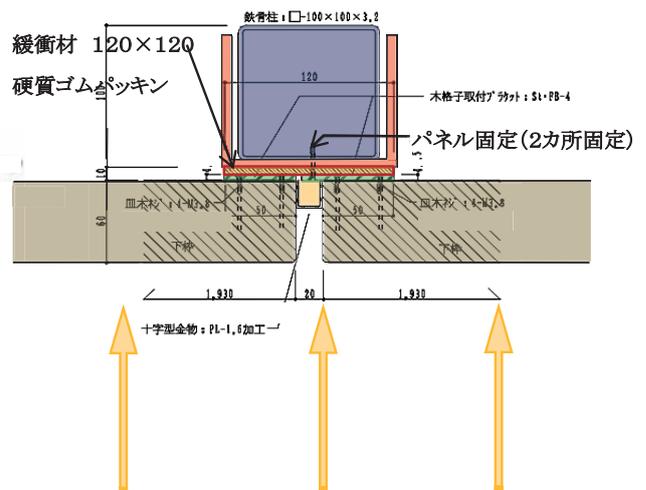


図13 音の伝播対策

- ・脱着可能で金物及びビスが見えない固定の検討。  
パネル固定前、裏面に先行固定金物取付(図11)。  
パネル固定後、化粧十字金物の取付(図12)。

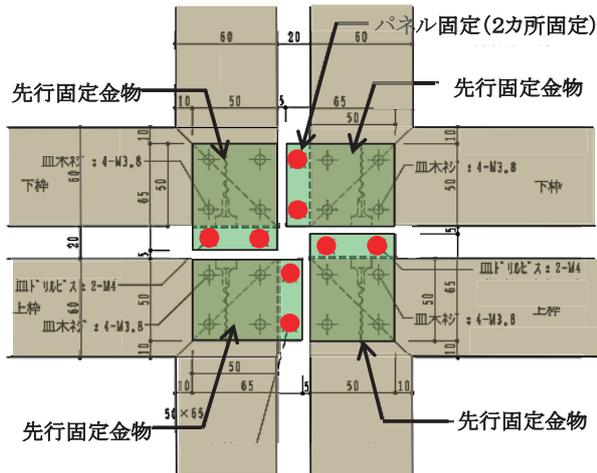


図11 先行固定金物

- ・壁面パネル 取付状況  
四隅で壁面パネルを固定し、金物及びビスを隠す化粧十字金物の取付状況(写真6)。



写真6 化粧十字金物

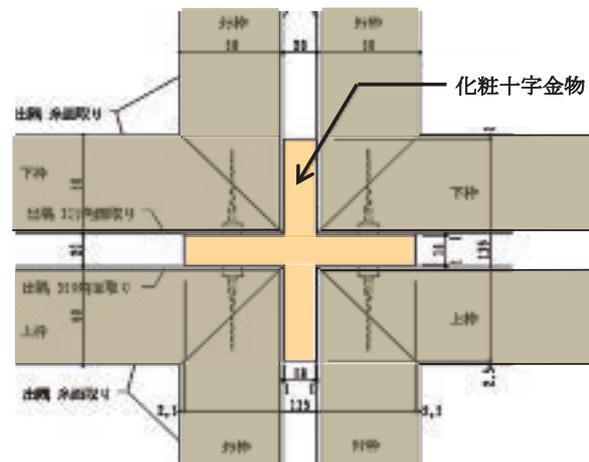


図12 化粧十字金物

サッシを外部から開閉することで、壁点検口を省略。窓面には、電動遮光ブラインド内蔵(写真7)。



写真7 壁面パネル

・天井のユニット化に伴うデザイン変更として、ユニット両端部のみ準不燃木70×70を使用し、全面は15×70の小幅板でユニット化(写真8)。



写真8 天井ユニット化

天井ルーバー(□-105×105)から、小幅板(15×70)へ変更することにより、ヴォリューム低減(写真9、図16、図17)。



写真9 ヴォリューム低減

・天井ユニットの施工簡略化

ボード天井の照明ラインを割付け、そこに設備開口を集約することで準不燃木天井の簡略化(図14)。

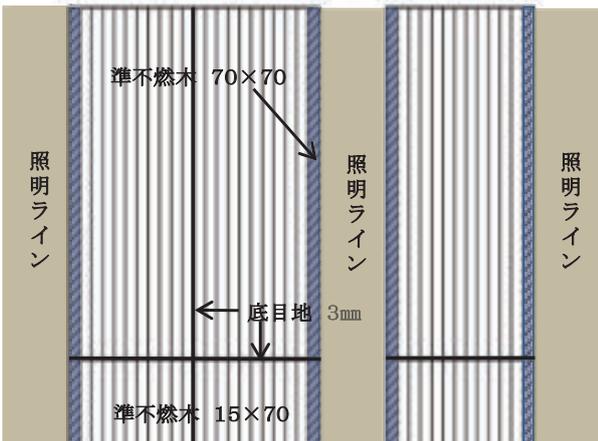


図14 照明ライン割付



図16 A部詳細

壁際の小口は、同材の小幅板15×70を留め加工処理し、ヴォリューム感を演出(図17)。

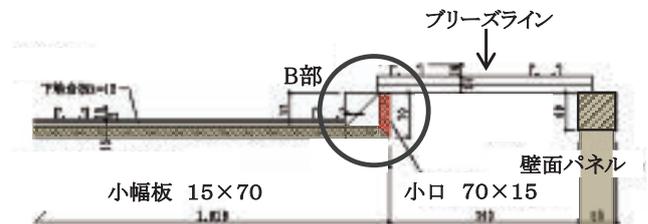


図17 B部詳細

パネル化で、施工手間の簡略化(図15)。

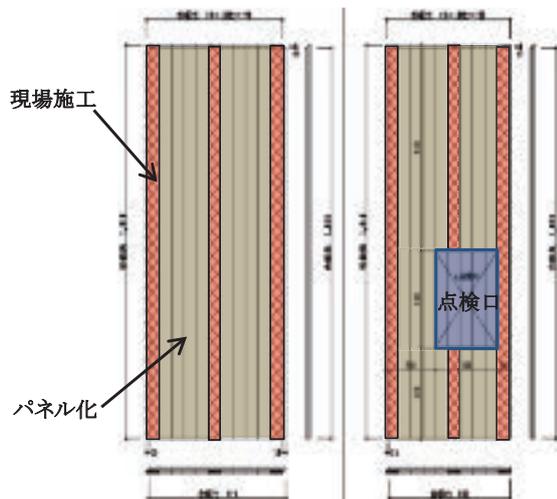


図15 パネル化

## 6. 改善効果

- 品質：デザイン性を損なわず、より重厚な仕上げとなった。
- コスト：ユニット化によるコストアップもあったが、材料費については壁及び天井面で、約50%削減。
- 工期：ユニット化に伴うデザイン変更により作業工程を約40日短縮。
- 安全：作業自体の簡略化により、壁及び天井足場の作業を約20日短縮。
- 環境：木材量約12m<sup>3</sup>の削減及び、運搬車両のCO<sub>2</sub>削減。
- その他：木材重量を約8.4t軽減、鉄骨下地を約1.2t軽減。

## 7. まとめ

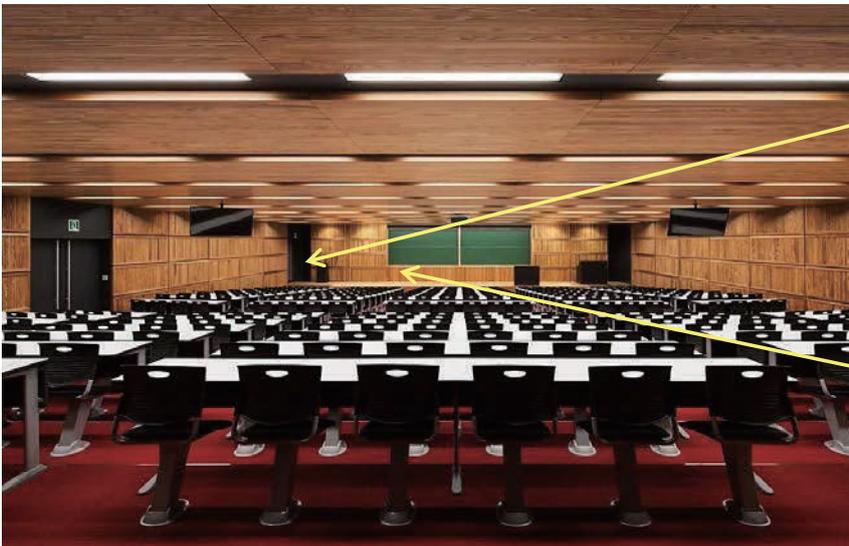
今回の改善は、内部のデザイン変更の為、発注者及び設計者のご理解により実現できました。また外部においても、既存の建築群と調和のあるデザインの実現の為、ディテールにこだわった建物をつくることができました(写真10)。

生産性向上の為、今後とも改善提案をより多く実現して、顧客に満足していただけるものづくりに貢献したいと思います。最後に、本建物の実現において多大なご指導、ご尽力をいただきました関係者の皆様方に厚く御礼を申し上げます。



写真10 既存正門と新校舎

その他、各所の改善事例を示します(写真11)。



操作スイッチ、チョーク入れ

\* 2



SD扉に操作スイッチBOX加工

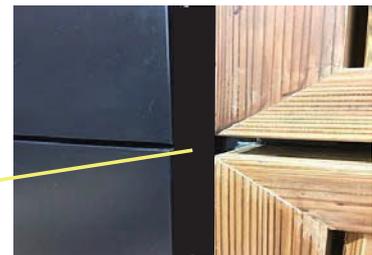


腰壁のチョーク入れを加工



壁パネルとの取合い

\* 2



壁木パネルとSP取合い



壁木パネルと床段差取合い

写真11 その他の改善事例

図版提供

\* 1 : 日建設計 \* 2 : テクニ・スタッフ 岡本公二 \* 3 : スペースワン

# 技術提案制度専門部会の活動経緯

1.設置時期 :1983年10月 (発足時名称:VE専門委員会)

2.活動目的 :【現在】①公共工事における総合評価方式入札等の技術提案を伴う諸制度に対する調査・提言。  
 ②技術提案活動におけるVE等の価値向上手法の有効活用促進。  
 【発足時】①公共工事におけるVE提案制度の導入の必要性と実現に伴う問題点の検討。  
 ②公共工事におけるVE提案制度の調査・提言。

## 3.活動実績 : (1)情報の発信・報告書の作成

1984年	VE提案制度の公共工事への適用について
1985年	在日米軍VE提案制度に関する調査報告書 在日米軍基地(三沢)のVE提案制度の実態調査結果
1988年	BCS版VEについて コントラクターの所有する技術活用に関する法的検討(法的検討小委員会)
1989年	VE制度に関する実態調査報告書
1990年	VE特約条項の提案 VE提案活動の建設分野での活用について
1991年	VE提案ケーススタディ報告書
1992年	VE提案制度に関するアンケート報告書
1994年	VE提案制度と活動事例(講習会の実施:東京・大阪・仙台・福岡・札幌)
1995年	同上 改定版 (同上)
1997年	VE提案に対する報奨制度について
1998年	専門工事業者のVE提案制度 VE提案制度の仕組みと活用
1999年	同上 改定版 BCS-VE情報(第1号)
2000年	公共工事VE提案制度の発注工事別要点集 BCS-VE情報(第2号・第3号) VEアウトソーシング業者名簿 VE発表事例集(1997年から1999年分の総集編)
2001年	BCS-VE情報('01:第4号・第5号)('02:第6号・第7号)('03:第8号・第9号)('04:第10号・第11号) ( '05:第12号・第13号)('06:第14号・第15号)('07:第16号・第17号)('08:第18号・第19号・第20号) *2009年より、専門部会内部情報・資料とする(「BCS-総合評価方式関連情報」と改称)
2010年	BCS-総合評価方式関連情報 ('09:第1号・第2号・第3号・第4号)('10:第1号・第2号・第3号・第4号) *2011年より「日建連-総合評価方式関連情報」と改称 建築技術(2009.07)「特集:建築物の価値を高める改善技術 VI事例 改善技術」に寄稿 ・BCS・VE等専門部会の活動 ・施工段階におけるVE・改善事例の活用と留意点(21事例シート)
2011年	日建連-総合評価方式関連情報 ('11:第1号・第2号・第3号・・・2011年11月現在)
1997年	BCS-VE発表会の実施(会場:東京・大阪・仙台、2回/年実施) *2010年より「VE等施工改善事例発表会」と改称
2000年	第10回建築工事東北ブロック会議で契約後VE事例を紹介
2017年	VE等施工改善事例発表会の実施(会場:東京・大阪・福岡、3回/年実施・・・2018年現在継続中)

## (2)意見交換した主な機関

- 米国防務機関 米国防総省 (建設技術局VE課・南太平洋区総局座間担当者)
- 中央官庁 国土交通省 (大臣官房技術調査課・大臣官房官庁営繕部営繕計画課・大臣官房地方厚生課・大臣官房研究学園都市施設管理企画室・関東地方整備局・北陸地方整備局・近畿地方整備局・中部地方整備局・九州地方整備局)  
法務省 (大臣官房施設課)  
文部科学省 (大臣官房文教施設企画部施設企画課契約情報室)  
防衛省 (整備計画局・北関東防衛局調達部・中国四国防衛局調達部・九州防衛局調達部)
- 地方自治体 都・府・県 (東京都財務局・東京都住宅局・京都府土木建築部・大阪府住宅まちづくり部・和歌山県県土整備部)  
市 (神戸市住宅局・福岡市建築局)
- 独立行政法人 都市再生機構 (技術・コスト管理室)
- 関連団体 日本バリューエンジニアリング協会・日本土木工業協会・日本建築家協会
- その他 京都大学工学部建築学教室・赤坂VE研究所

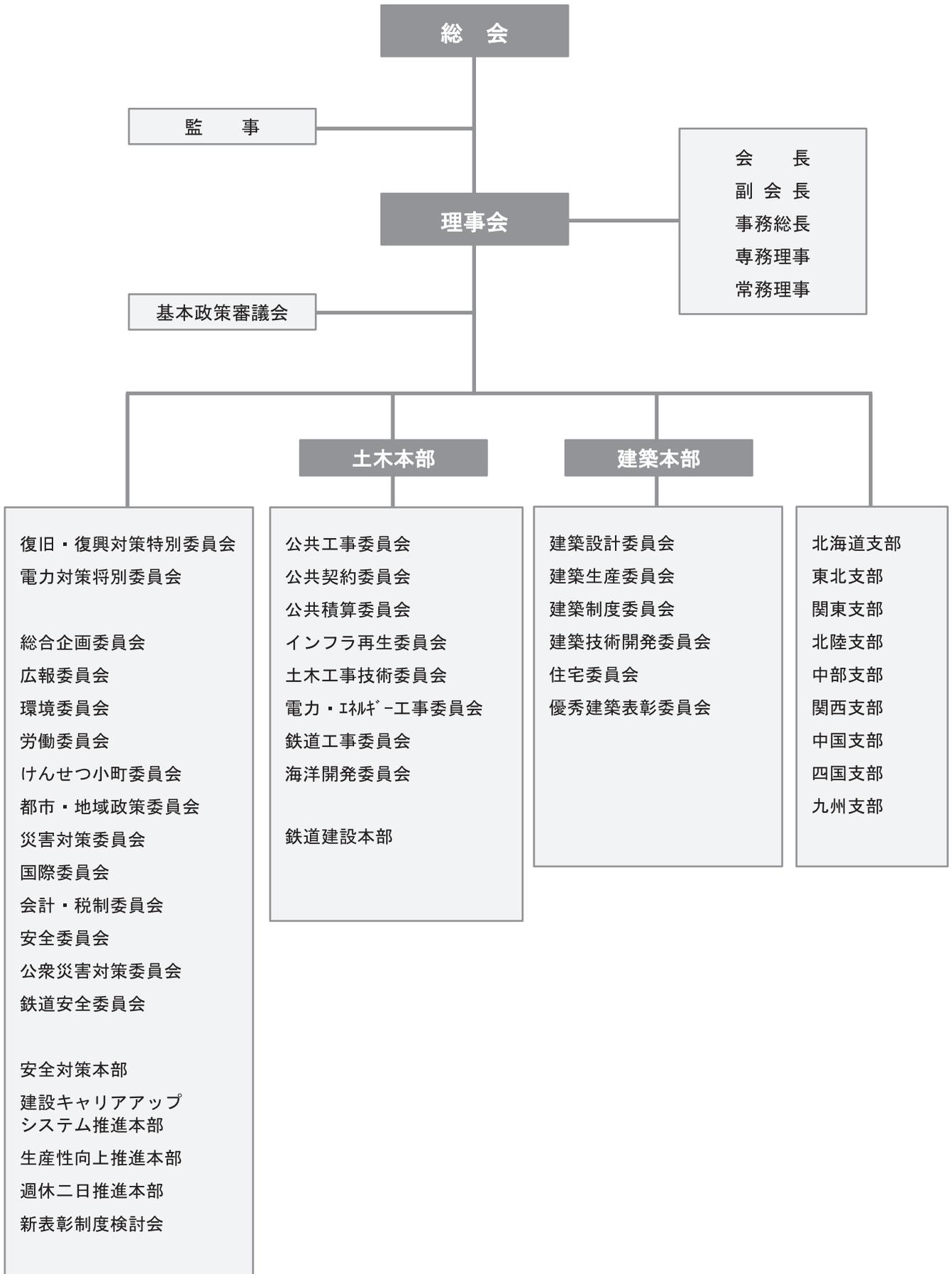
## (3)参画・協力・受賞

- 神戸市建築コスト低減方策懇談会に参画(1990年～1993年)
- 神戸市のVE試行への協力(1990年)
- 欧州における公共建築生産方式に関する実態調査(旧建設省)に参加(1993年)
- (財)日本建築センター「バリューエンジニアリングに関する検討委員会」に参加(1993年)
- (財)建築コスト管理システム研究所「公共建築事業実施手法研究会」に参画(1993年)
- (社)日本バリューエンジニアリング協会「VE全国大会フォーラム」への参画(1995年・1996年)
- (財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き編集委員会」に参画(1998年)
- (財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き改訂版編集委員会」に参画(2000年)
- (社)日本バリューエンジニアリング協会より「VE特別功績賞」を受賞(2001年)

## (4)調査・アンケート等

- 外国 在日米空軍三沢基地
- 官公庁 旧建設省・防衛施設庁・会計検査院
- 民間企業 トヨタ・JR東日本 ほか

一般社団法人 日本建設業連合会 組織図



技術提案制度専門部会委員一覧（敬称略・順不同）

[平成 30 年 10 月現在]

主 査 中 尾 和 子 (株)大林組  
副主査 松 嶋 茂 戸田建設(株)

[第 1 分科会]

（総合評価制度 適用状況調査担当）

リーダー 中 村 篤 (株)竹中工務店  
サブリーダー 篠 塚 眞 樹 (株)安藤・間  
委 員 本 間 康 高 (株)浅沼組  
山 田 辰 雄 鹿島建設(株)  
荒 粂 稔 (株)熊谷組  
寺 内 康 則 (株)鴻池組  
小 泉 奏 五洋建設(株)  
大 塚 直 人 佐藤工業(株)  
上 中 憲 治 大成建設(株)  
伊 藤 博 東急建設(株)  
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 奥 山 信 博 清水建設(株)  
サブリーダー 米 田 清 文 日本国土開発(株)  
委 員 米 川 隆 志 共立建設(株)  
伊 藤 広 昭 西松建設(株)  
三 浦 信 一 前田建設工業(株)  
松 本 敏 弘 松井建設(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（2018 年）

本誌掲載内容の無断転載を禁じます