

VE等施工改善事例発表会 資料

2015 年度

一般社団法人 日本建設業連合会

建築制度委員会 契約部会

技術提案制度専門部会

はじめに

昨年6月に、「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が改正され、品質を確保する担い手を中長期的に育成・確保することが謳われ、建設業全体で技能労働者および技術者の労働環境を改善し、魅力ある産業へと成長していく努力を始めています。

国においても、改正品確法の施行に伴い、担い手の確保・育成のための様々な施策が示されるなかで、人材確保と並ぶ対策の柱として生産性の向上が掲げられました。建設業界としては、東日本大震災の復興需要や当面の東京オリンピックに伴う諸施設の整備に向けても、生産性の向上、工期短縮への対応を求められています。

当初「VE発表会」は建設業におけるVEの普及を目的としたものでした。しかし、建設業を取り巻くこのような環境の変化を受け、第14回（2010年度）からは「VE等施工改善事例発表会」として対象を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、発表会を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の参加呼びかけ、HPへの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、物造りの魅力を伝えていき、建設業界の担い手が一人でも多くなることを期待しております。

本年は会員各社から20の事例を発表いたします。今回はこの内の6事例が工期短縮、5事例が施工の合理化に関する内容となっており、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かと思えます。

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。

2015年11月

技術提案制度専門部会主査

加藤 亮一

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20事例を、東京会場と大阪会場それぞれ10事例ずつ分け（重複する発表あり）、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. 傾斜地に於ける施工方法の合理化	1
松井建設(株) 佐藤 圭一	
2. タワークレーンフロアクライミング(TCFC)工法の改善	13
三井住友建設(株) 豊嶋 亘宏	
3. 大屋根トラス組立方法の改善	21
(株)鴻池組 立野 哲也	
4. 液状化地盤における大規模地下工事の生産性向上	29
(株)竹中工務店 桑原 雅人	
5. 捨てコン型枠による土工事・基礎工事の工期短縮	35
(株)熊谷組 西垣 大介	
7. 躯体工法の変更と施工BIMの活用による工期短縮	41
(株)大林組 真部 洋介	
8. 複雑な意匠を持った事務所ビル工事の施工合理化	48
(株)フジタ 稲垣 正成	
9. 躯体工事の労務負荷削減と作業環境の改善	58
鹿島建設(株) 谷口 篤也	
10. 大スパンSRC造の無支保工化による躯体工程短縮	65
前田建設工業(株) 三浦 之裕	
11. 躯体工事における労務削減と工期短縮	78
東急建設(株) 栗栖 宏之	
12. ロングスパン梁の局部応力防止対策	83
日本国土開発(株) 沢里 恵喜	
13. 型枠・鉄筋工事の合理化	91
共立建設(株) 丹羽 孝至	
14. 傾斜のある直線曲面型枠の施工	96
佐藤工業(株) 真鍋 房裕	
15. 処分場の覆蓋施設の品質向上と工期短縮	103
大成建設(株) 井瀬 弘志	
16. 大規模病院建設工事における生産性向上の取組み	109
戸田建設(株) 藤本 正洋	
17. 無足場化、制震壁PCa化による品質向上及び工期短縮	114
戸田建設(株) 工藤 祐介	

18. 居付き減築耐震改修工事における改善・・・・・・・・・・・・・・・・	121
(株)浅沼組	西島 庸裕
19. 東京大学「内田ゴシック」の外装復元における品質確保・・・・・・・・	128
(株)安藤・間	山崎 和彦
20. 免震レトロフィット施工時における既存躯体への変形抑制対策・・・・・・・・	138
西松建設(株)	藤原 哲彦

専門部会の活動の経緯

1. 傾斜地に於ける施工方法の合理化

社名: 松井建設(株)

氏名: 佐藤 圭一

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某医療系大学新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 14,645㎡、地下2階、地上7階
(3) 用途	大学
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	神奈川県横浜市
(6) 施工期間	2013年6月～2015年1月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	(株)類設計室
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"> ・構台設置により、資材搬出入が構台上のスペースに限定されることで、作業効率も悪く工程に影響をきたす。 ・厳しい工期の中で、構台架組みに長期間の工程を要する。 ・構台の高低差と長期間設置により、安全管理上墜落・落下等の危険がある。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・工期を短縮する。 ・施工効率を向上する。 ・災害リスクを軽減する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・乗入構台を取りやめ、揚重機計画の改善による施工効率の向上を図った。 ・ゲートの数と位置を見直すことにより、施工の自由度を高めた。 ・上記2項目の改善により、効率的な資機材搬入計画(発生土、コンクリート打設等)が立案できた。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	・施工方法の改善により、コストダウンとなった。(CD率17.0%)
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> ・施工方法の合理化により、工期短縮になった。(30日) ・労務事情が悪い中、工区分けにより少人数での施工が可能となり、作業量の平準化が実現できた。
・S(安全)	・構台による高所作業、上下作業を無くす事により、安全性が向上した。
・E(環境)	—
・その他の効果	—

傾斜地に於ける施工方法の合理化

松井建設株式会社
佐藤 圭一

1. はじめに

本工事は、神奈川県横浜市に所在する大学の新築工事である。

本建物の敷地は、傾斜地のため、敷地に高低差があり、工事を進めるにあたり、施工方法の合理化を考慮した施工計画を検討した。

2. 工事概要

工事名称：某医療系大学新築工事
建設地：神奈川県横浜市
用途：大学
敷地面積：10,581 m²
建築面積：2,983 m²
延床面積：14,645 m²
構造・規模：RC造 地下2階・地上7階
施工期間：2013年6月～2015年1月
設計：株式会社 類設計室



写真1 竣工写真

3. VE活動による改善テーマ抽出

当社では全作業所において、施工段階のVE計画会議を工事着手前の早い時期に開催し、改善テーマを抽出・検討している。当作業所においても、工事着手前にVE計画会議を開催した。

4. 提案の背景

当初の施工計画では、近隣協定による道路使用制限があり、図1、写真2のような傾斜地の上部道路より構台を設け、また、傾斜地の下部道路からはスロープを設けることで、2方向から同時に山留などの施工を行なう計画であった。

しかし、構台架けに長期間の工程を要することや、資機材搬出入が構台上のスペースに限定され、作業効率も悪いことが問題点として挙げられた。

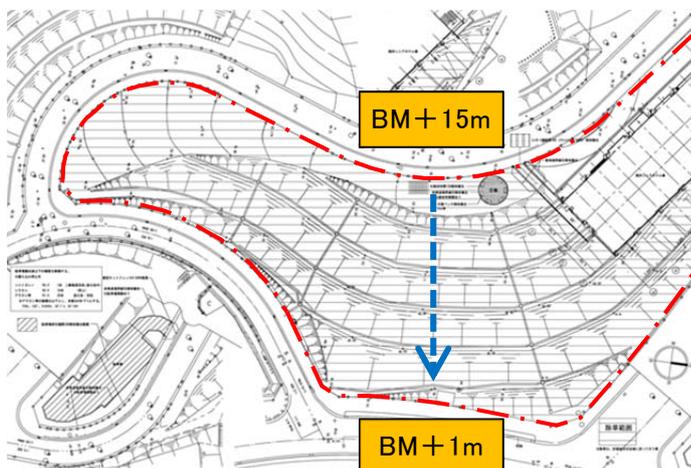


図1 施工前現況



写真2 施工前写真

5. 当初山留根伐計画

山留工事及び根伐り工事は、体育館棟では、図2に示すように南側道路が近隣協定による工事車両の通行制限があり、体育館棟の東側にゲートを設けて、重機及び資材の搬出入をすることが出来なかった。

そこで、傾斜地の上部である西側道路より乗入構台を設けて、山留根伐り工事から躯体工事まで行う計画であった。また、校舎棟は北東側道路より、スロープを設けて山留根伐り、及び躯体工事を行なう計画であった。

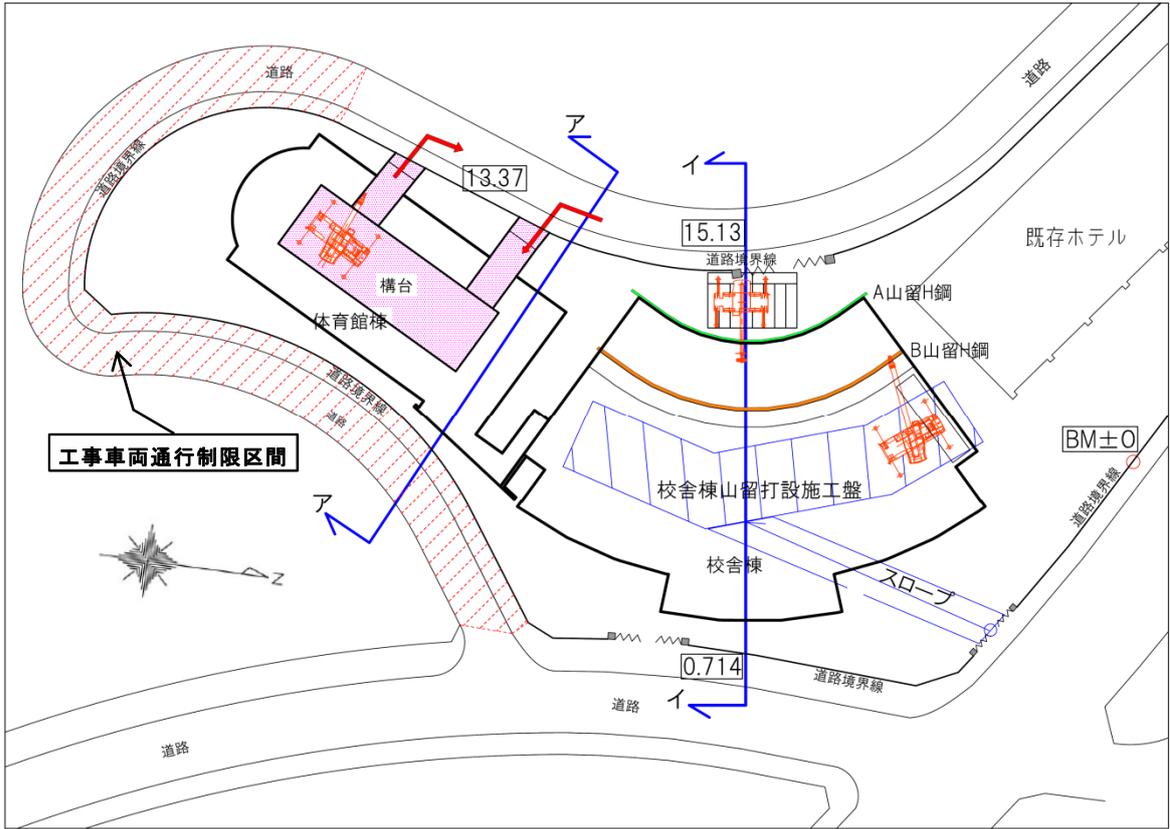


図2 施工計画平面図(当初)

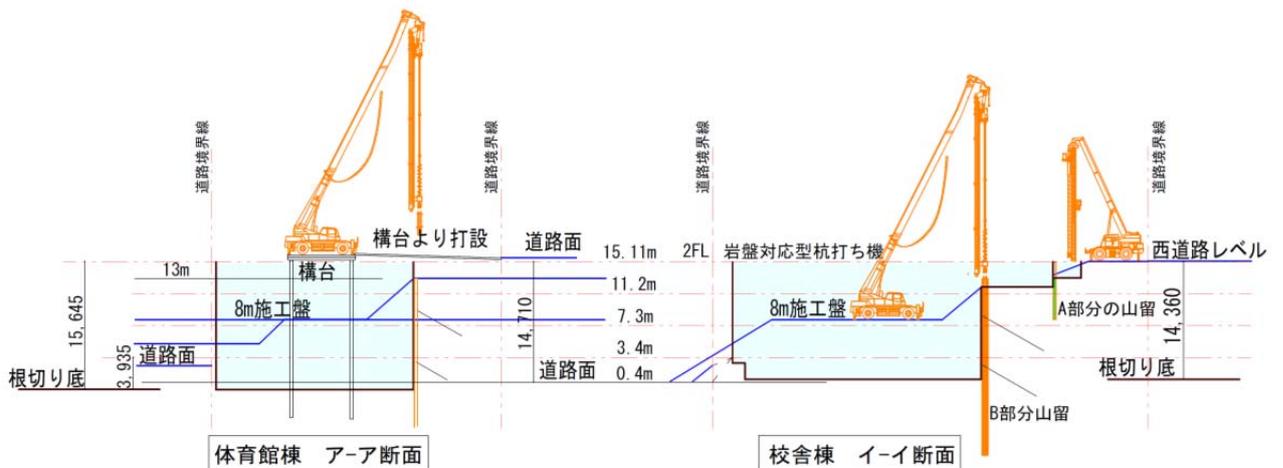


図3 山留施工計画断面図(当初)

6. VE提案

当初施工計画は、構台架払いに長期間の工程を要することや、資機材搬出入が構台上のスペースに限定され、作業効率も悪いという問題点があった。

そこで、搬出入経路の検討及び施工手順の見直しを行った結果、乗入構台を中止し、スロープからの搬出入計画及び揚重機計画に変更した。

山留根伐り計画では、校舎棟のスロープを延長して、体育館棟も施工することとした。また、ゲートの数を5か所に増設することと、位置を見直すことにより、施工の効率化を高めた。

山留工事から躯体工事に至る、施工の流れを以下に示す。(図4～10, 写真3～10)

①一次造成及び山留親杭打設

西側山留工事をする為の一次造成。(図4, 写真3)

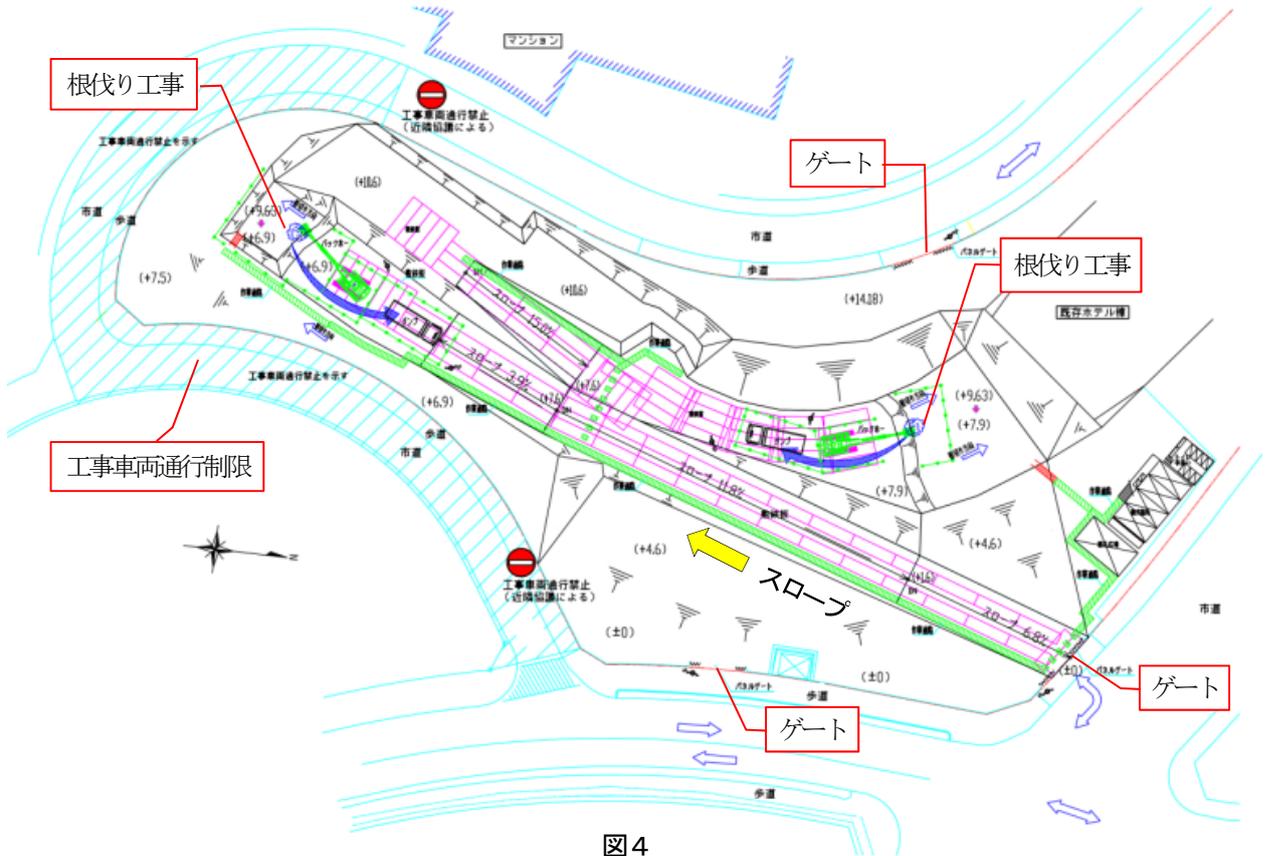


図4



写真3

②山留親杭打設(1回目)+グランドアンカー1段目打設

西側山留工事完了。グランドアンカー1段目打設中。(図5, 写真4)

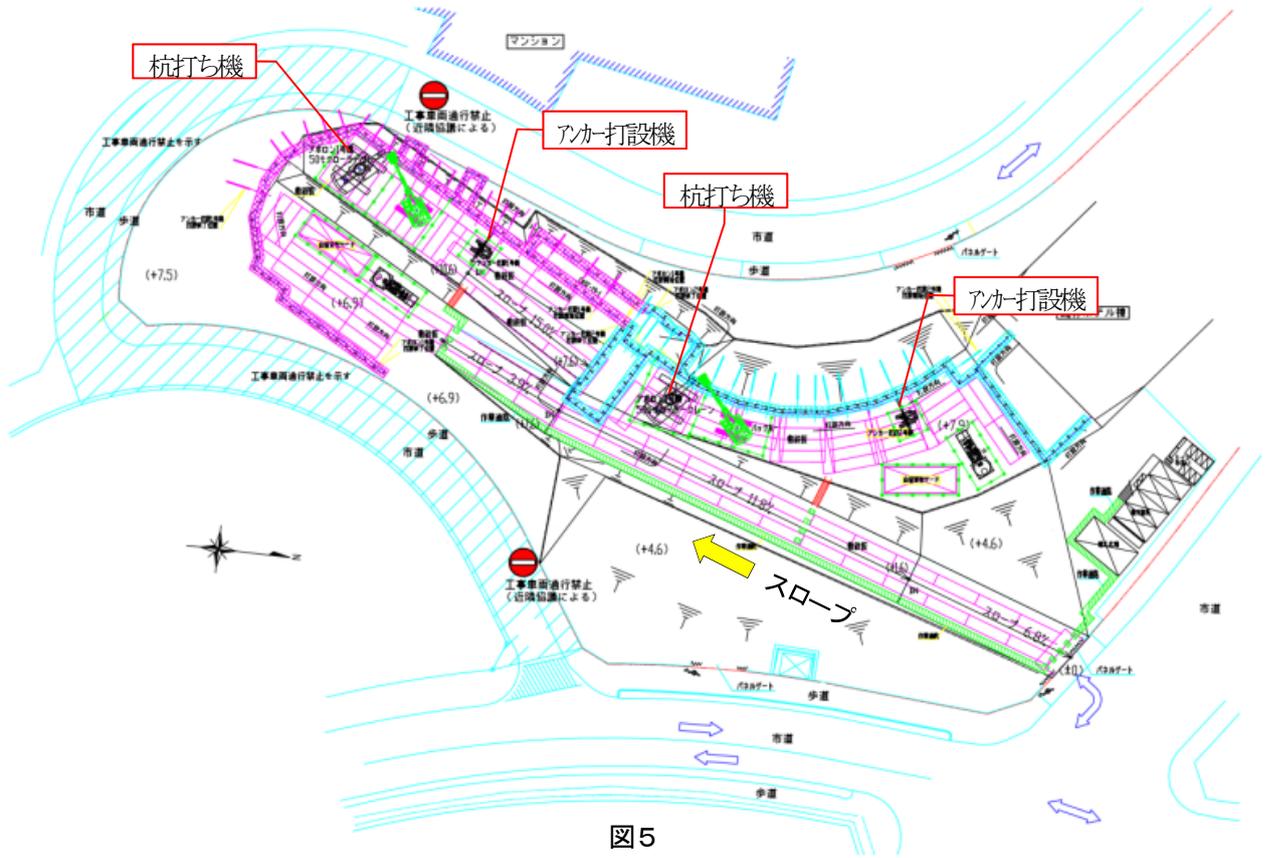


図5



写真4

③二次造成+グランドアンカー2段目打設

二次造成完了。グランドアンカー2段目打設中。(図6, 写真5)

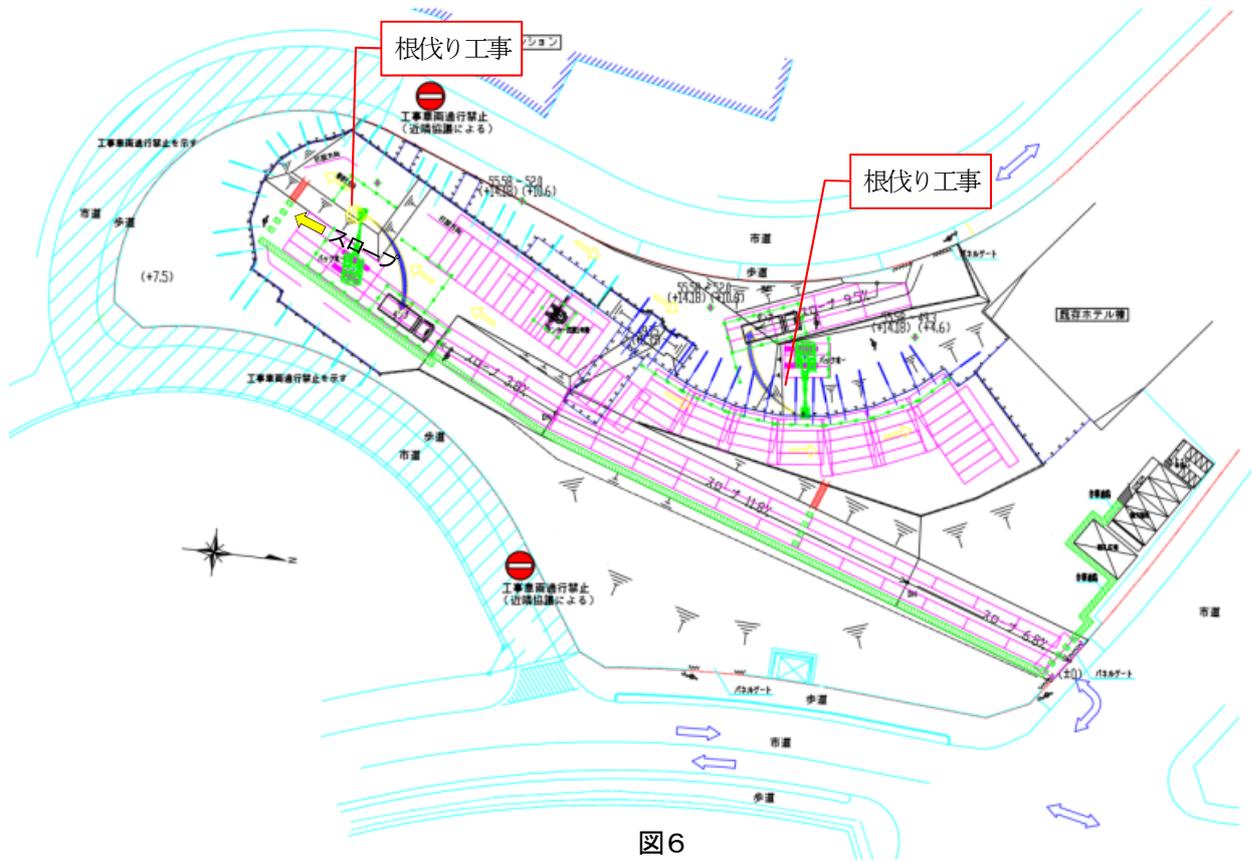


写真5

⑤山留杭打設(2回目)

校舎棟東側の山留工事。(図8, 写真7)

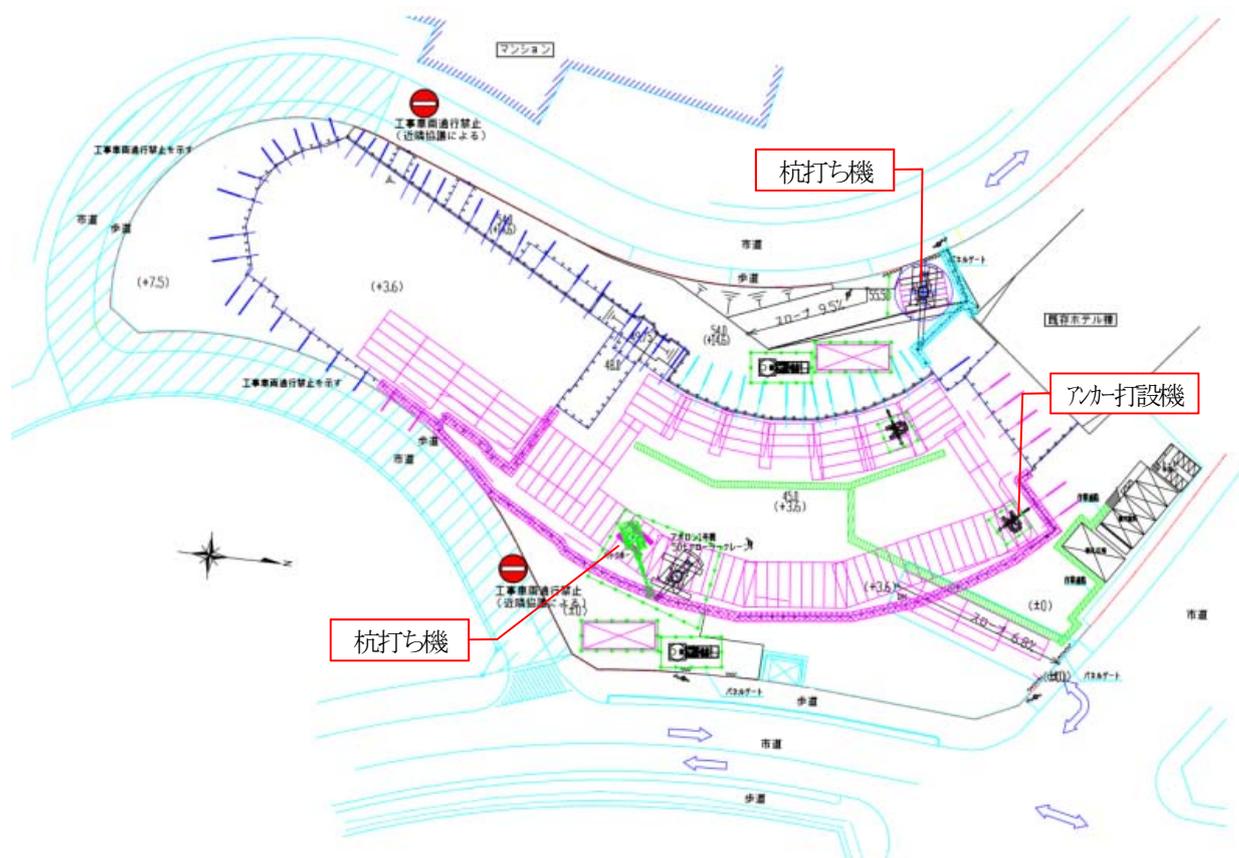


図8



写真7

根伐り工事

⑥四次造成

体育館棟西側3段目腹起し設置。グラウンドアンカー打設。(図9, 写真8)

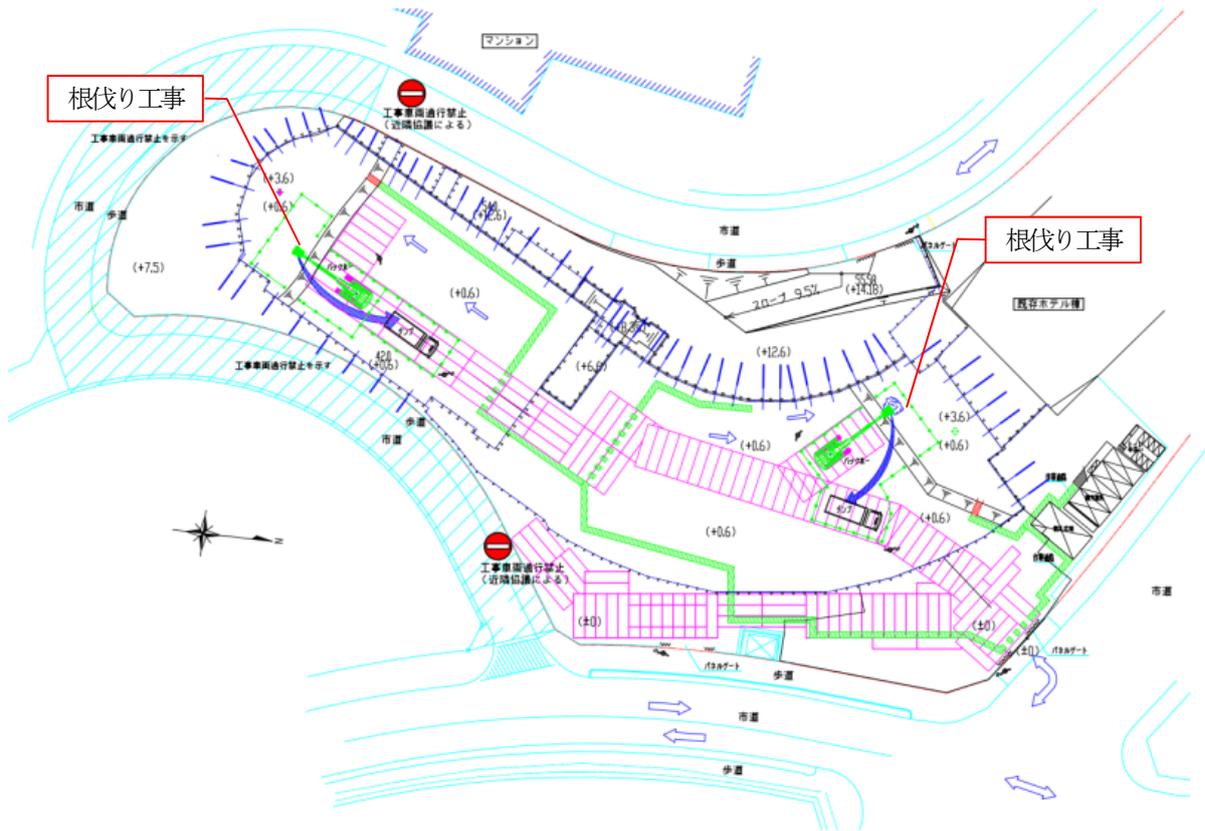


図9



写真8

根伐り工事

⑦躯体工事施工計画

躯体工事においては、図2, 3に示すように、当初のクレーン配置計画では、体育館棟は主に上部西面道路側から乗入構台を使用して施工し、校舎棟は、西側にタワークレーン1台及び東側にクロールクレーン1台を配置して施工する計画であった。

構台の架掛期間を削減する為に、図10, 写真9, 10に示す施工計画では、体育館施工には、西面体育館側にタワークレーンを配置し、校舎棟施工には、東面にクロールクレーン2台を配置する計画にした。

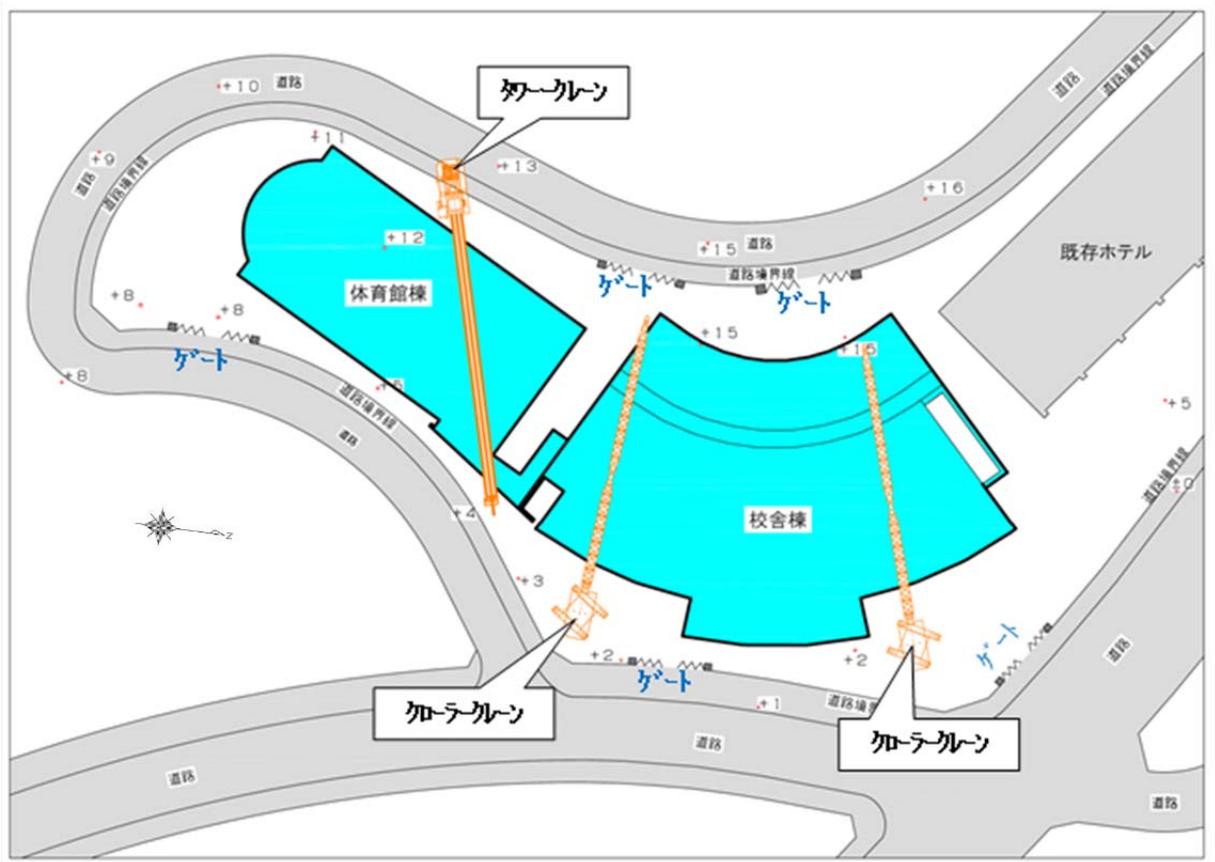


図10 躯体工事施工計画図



写真9 基礎施工時

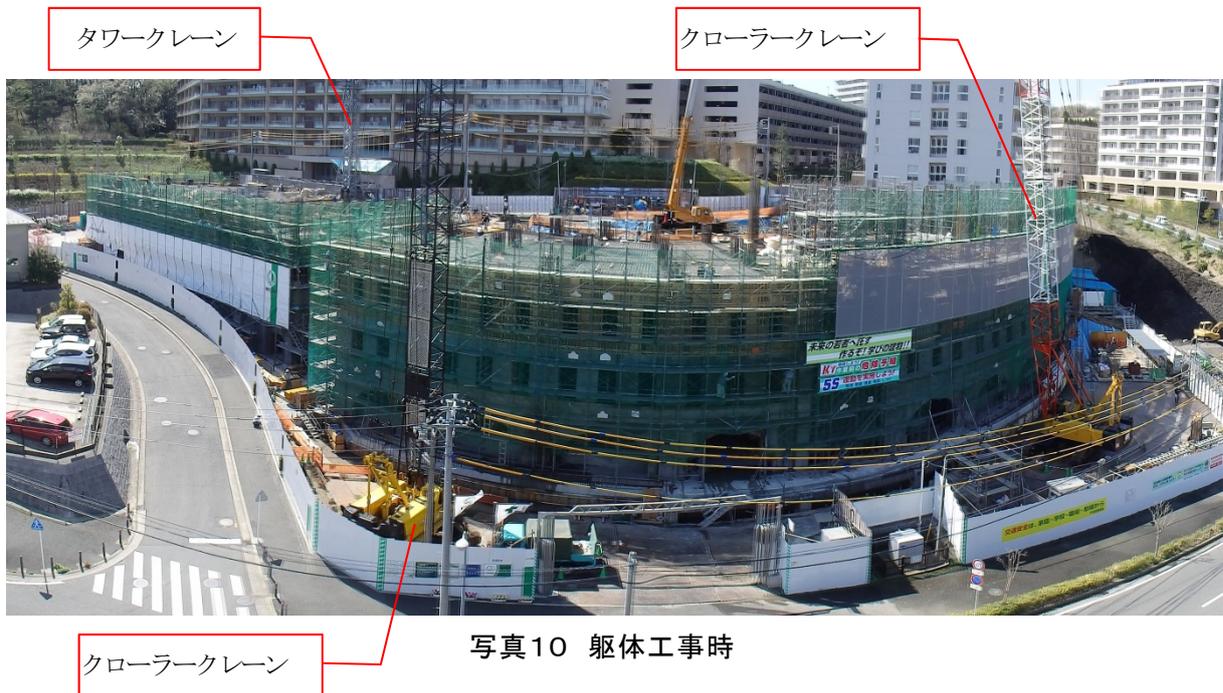


写真10 躯体工事時

7. VEによる効果

今回のVEにより、以下の効果が得られた。

7-1 Q (品質)

工区分けにより、短いサイクルで繰り返し作業を行うことで、品質管理に集中することができた。また、少人数での施工が可能となった。

7-2 C (コスト)

表1、表2に示すように、体育館棟の山留根伐り計画の見直し、及び躯体施工におけるクローラークレーンの増設、設置期間の延長を計画することにより、乗入構台を取止めることができた。その結果、17%のコスト削減ができた。

表1 当初案

項目	数量	
乗入構台	一式	
クローラークレーン 65t (7.5 ヶ月)	1	基
タワークレーン OTS-120N (6 ヶ月)	1	基
校舎棟レッカー車 25t	160	台
体育館棟レッカー車 25t	240	台
構台廻り躯体後施工	1式	

17.0%
コスト低減

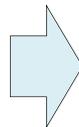


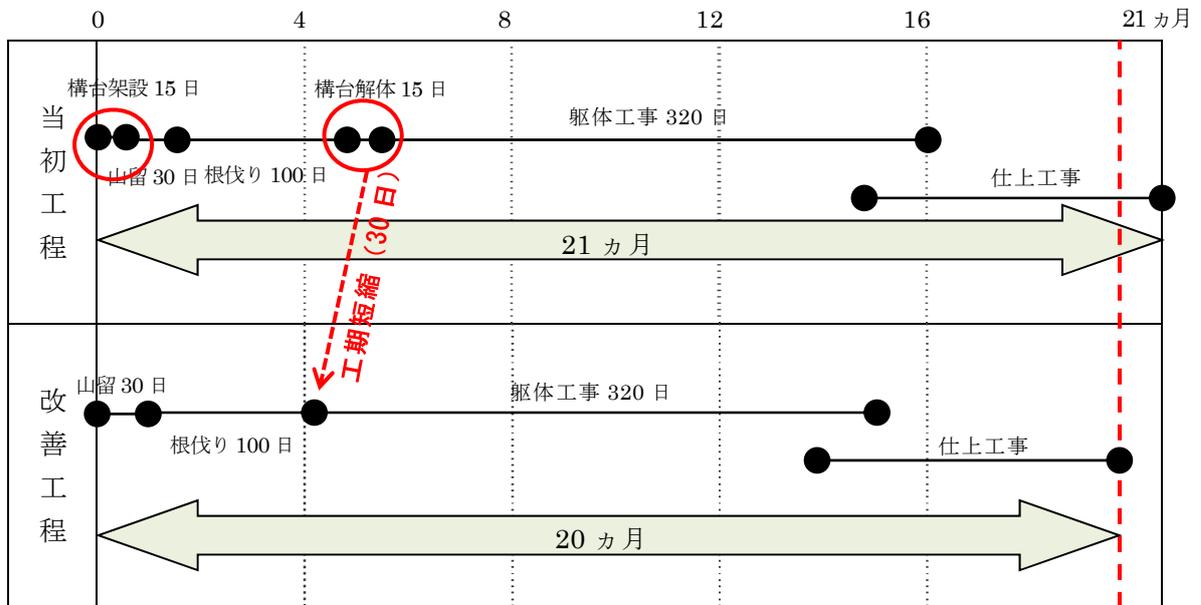
表2 VE案

項目	数量	
クローラークレーン 65t (11 ヶ月)	1	基
クローラークレーン 80t (12 ヶ月)	1	基
タワークレーン OTS-120N (11 ヶ月)	1	基
クローラー設置部掘削	1.220	m ³
同上残土運搬処分費	1.220	m ³
同上埋戻し	1.220	m ³
西側搬入路造成手間	220	m ³
校舎棟レッカー車 25t	50	台
体育館棟レッカー車 25t	20	台

7-3 D (工程)

図10に示すように、施工計画を見直すことにより、30日間の工期短縮が実現できた。

表3 工程比較



7-4 S (安全)

構台架払いによる高所作業、構台使用による高所作業、及び上下作業を無くす事により、安全性が向上した。

8. おわりに

本工事は、契約から着工までの期間が短かった為、施工計画を早急に決定する必要があった。

その中で今回のテーマであるVE案を採用することにより、搬出入口の場所を制限されずに、効率的な資材搬出入・コンクリート打設計画が可能になった。また、同時に無事故無災害で工事を完了することができた。

今後も、既成概念にとらわれない柔軟な発想をもって、VE活動に取り組んでいきたい。

2. タワークレーンフロアクライミング工法による改善

社名: 三井住友建設(株)

氏名: 豊嶋 亘宏

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	板橋仲宿計画新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 10, 550㎡、地上19階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造、免震構造
(5) 建設地	東京都板橋区
(6) 施工期間	2012年11月～2014年9月
(7) 工事費	2, 100(百万円)
(8) 設計者	某設計事務所、三井住友建設(株)一級建築士事務所
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ・19階建ての地上躯体工事を6か月で施工しなければならず、PCa化等の工業化工法を採用するために、相応規模の揚重機を設置する必要がある。 ・建物が敷地に対して斜めに配置されており、地上部での有効な施工スペースが少ない。 ・敷地が狭隘かつ不整形であり、施工計画条件的に建物外部側に揚重機を設置することが困難である。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・PCa部材搬入等の大型車輛の動線を確保しつつ、地上躯体工事及び仕上げ工事を円滑に進めること。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・揚重機は、敷地条件を考慮して、フロアクライミング工法(以下、FC工法)のタワークレーン(以下、TC)を採用した。 ・RC造の建物にFC工法を採用する場合、梁でTC荷重を受けるのが一般的であるが、本物件のように耐震壁が垂直に連続している板状住宅では採用が困難であった。今回、TC荷重を連層耐震壁で受ける工法を開発、適用した。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> ・相応規模の揚重機が設置出来たため、PCa部材や地組み鉄筋などの工業化工法が採用出来、地上躯体の品質向上を図ることが出来た。 ・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> ・TCを外建てからTCFC工法にすることで、揚重機の小型化とTC用仮設杭の削減により、約30%コストを削減することが出来た(FCに絡む仮設支持架台等を含む)。 ・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> — ・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> ・TCを建屋内に設置することにより、近接建物からの離隔距離を確保出来た。 ・揚重機を小型化することにより、接触事故リスクの低減につながった。 ・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> — ・その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> ・TCFC工法の採用により、地上部の施工スペースを確保することが出来、円滑に施工を進めることが出来た。

タワークレーンフロアライミング工法 による改善

三井住友建設株式会社 東京建築支店 豊嶋 亘宏

1. はじめに

当物件は、かつて参勤交代でも利用されたと言われている中山道(国道17号線)に面しており、仲宿は江戸時代より宿場町「板橋宿」として栄えた歴史ある場所に位置する地上19階建ての免震建物である(図-1)。

地上躯体工事は、プレキャスト工法(以下、PCa工法)、地組み鉄筋などの工業化工法を採用し施工を行った。

また、敷地が狭隘で、地上部での施工スペース確保が困難であったため、揚重機については、連層耐震壁を利用したタワークレーンフロアライミング工法(以下、TCFC工法)を開発し適用した。

本発表では、狭隘な敷地における板状集合住宅に有効なTCFC工法について報告する。

2. 工事概要

2.1 物件概要

工事名称：(仮称)板橋仲宿計画新築工事

発注者：株式会社サンケイビル

大和小田急建設株式会社

建設場所：東京都板橋区

設計監理：株式会社SHOW建築設計事務所

三井住友建設株式会社一級建築事務所

施工：三井住友建設株式会社東京建築支店

工期：H24年11月14日～H26年9月30日

敷地面積：1,524.25 m²

建築面積：742.73 m²

延床面積：10,550.45 m²

構造規模：地下19階(RC造)

[最高高さ 59.74m]

用途：共同住宅(126戸)

2.2 構造概要

構造種別：鉄筋コンクリート造、免震構造

鉄筋種別：SD295A～SD490,SHD685

コンクリート強度：Fc30N～Fc45N



図-1 南面全景パース

3. 施工計画

3.1 工程計画

表-1に、全体工程表を示す。

全体工期23ヶ月のうち、山留・杭・基礎躯体・免震工事に6.5ヶ月、上棟後の仕上げ工事に5.5ヶ月、諸検査・内覧に2.5ヶ月要することから、地上躯体工事は1フロア6日サイクルで施工することとし、6ヶ月で実施する計画とした。

3.2 仮設計画

図-2に、実施工の総合仮設計画を示す。

建物が敷地に対して斜めに配置されており、搬入車両・鉄筋地組みヤードの配置を検討した結果、建物の6～7通り間の1スパンは2階の梁と床をあと施工として、前面道路から南東側へ抜ける車両動線を確保した。

PCa部材および鉄筋材の受入れヤード、梁・柱の鉄筋地組みヤードを建物の南東側に配置し、戸境壁の配筋は施工階で行うこととした。

コンクリート打設のポンプ車および仕上げ材の搬入動線については北西側に確保し、PCa搬入動線と分離する計画とした。このため、搬出入ゲートは前面道路に2ヶ所設置した。

表-1 全体工程表

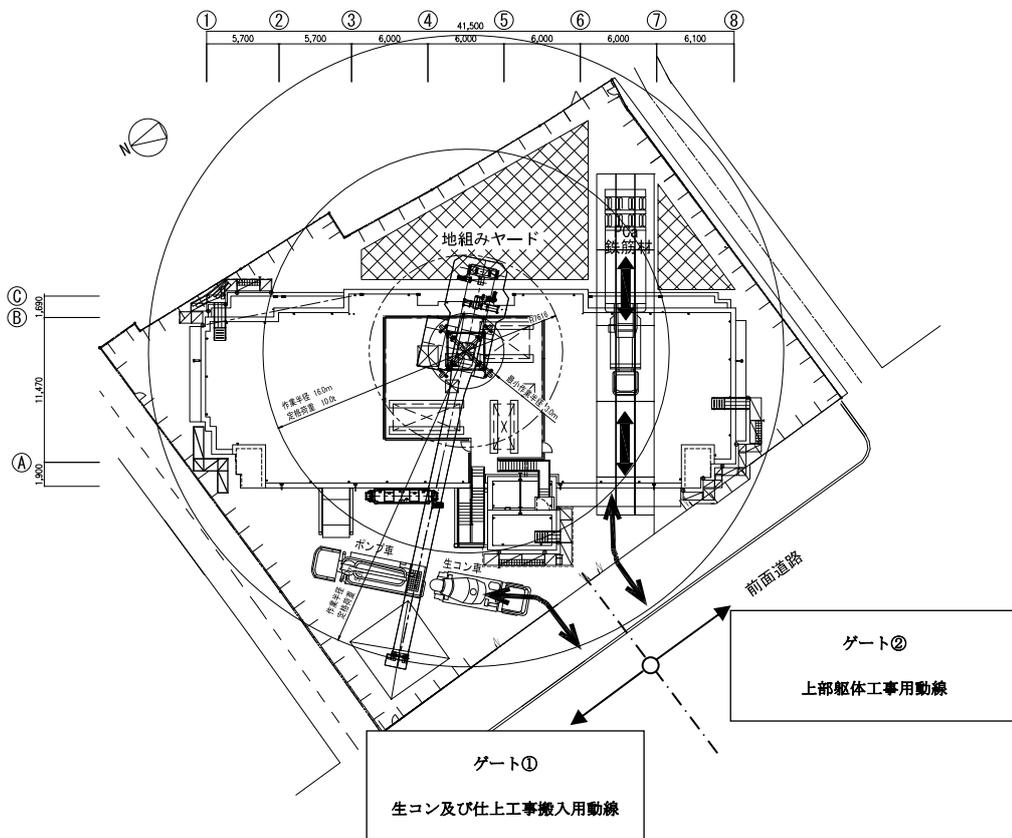
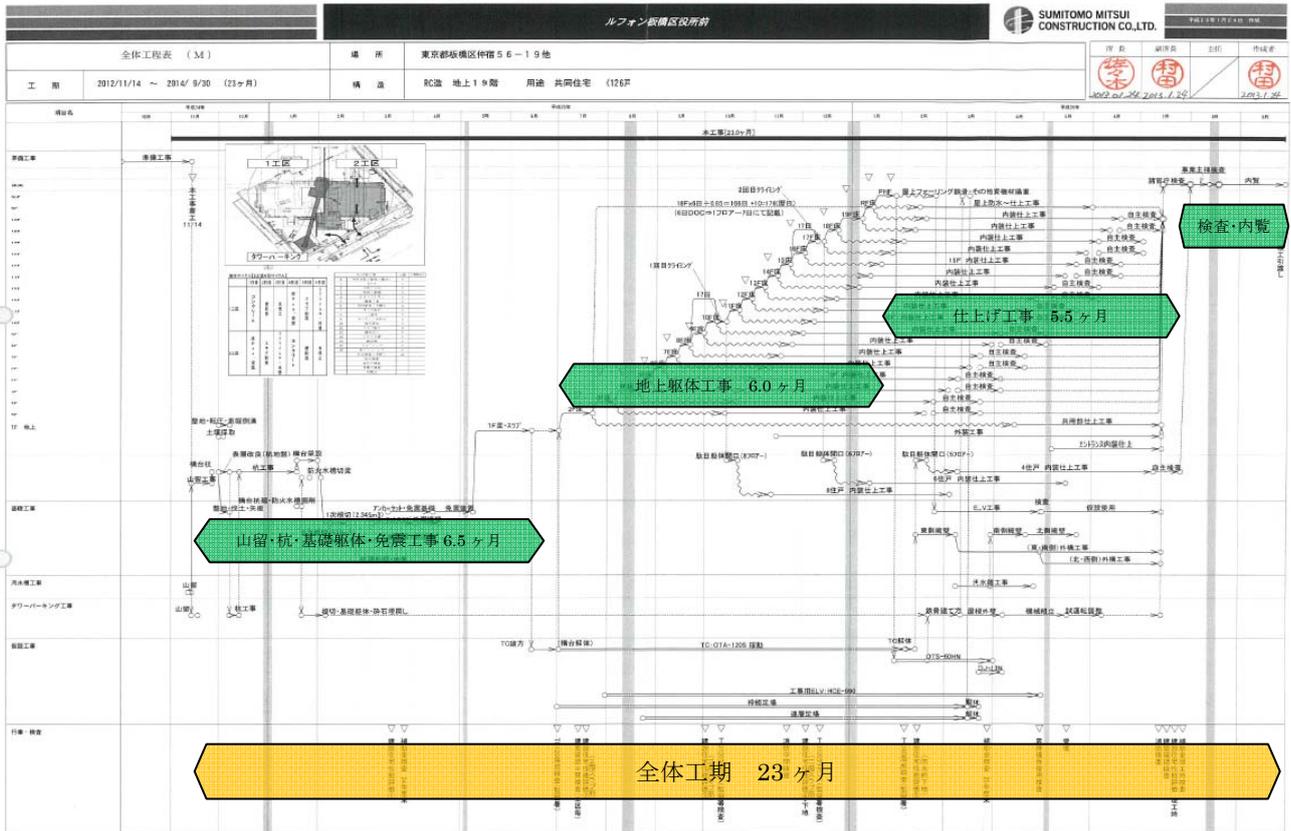


図-2 総合仮設計画図 (改善後)

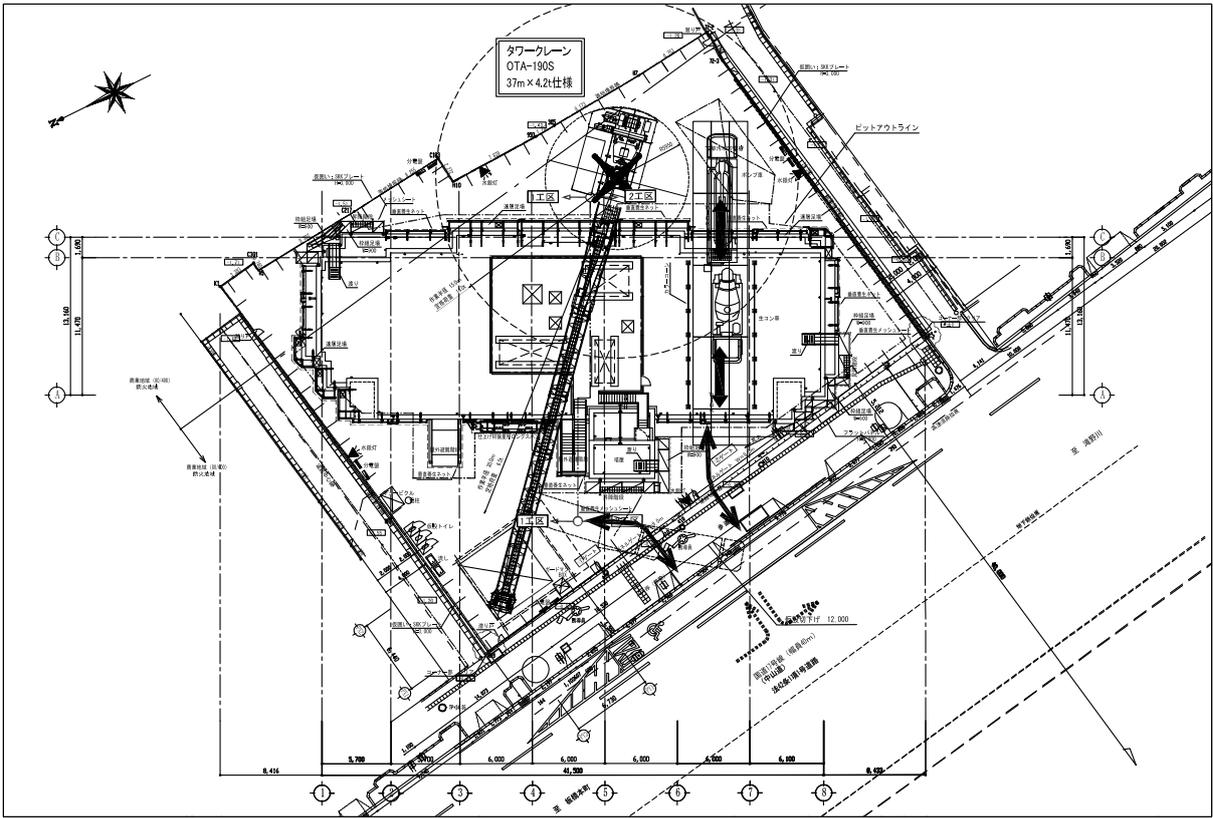


図-3 総合仮設計画図（改善前）

PCa 部材・地組み鉄筋などの重量物を揚重するクレーンについては、着工当初は東側にOTA-190を外建て（図-3）し、建物屋上に解体機を設置する計画であったが、施工スペースの確保が施工条件となるため、クレーン基

礎なども考慮してTCFC工法を採用するとともに、クレーンの小型化を図った。

外部足場については、グリッドフレーム部（図-4）は連層足場、その他は連層養生ネットとした。

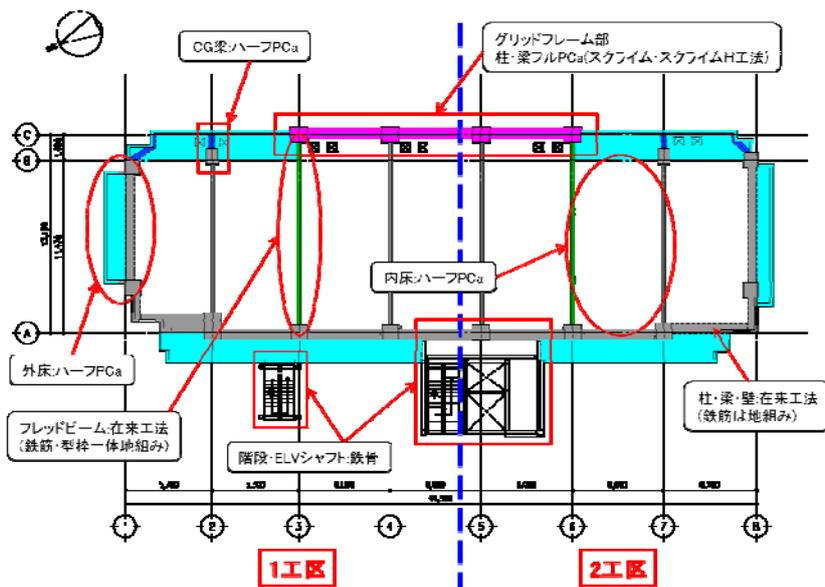


図-4 基準階躯体構成

4. フロアクライミング工法

4. 1 計画概要

従来のフロアクライミングでは、図-5に示すように、タワークレーンの荷重をラーメン架構の梁で受ける方法が一般的である。

今回の計画建物のように、梁のない連層耐震壁架構の建物では、大梁と同面で耐震壁が垂直方向に連続しているため支持する場所がなく、採用は困難であった。

今回、タワークレーンの荷重を連層耐震壁側面で受けることで、板状集合住宅でも適用できるフロアクライミング工法(図-6)を開発し、本物件にて初めて採用した。

本工法の特徴を、以下にまとめる。

- ①タワークレーンの荷重は、支持架台を介して連層耐震壁で支持する。
 - ②支持架台の剛性を高めることで、耐震壁に曲げモーメントが発生せず、タワークレーンの鉛直力を直接耐震壁に伝達できる。耐震壁には鉛直荷重に対し構造耐力上十分なコンクリート断面と鉄筋が配置されており、特別な躯体補強が不要である。
 - ③支持架台を2セット(2フロア分)準備することで、次にクライミングする位置(階)に先行して設置し、クライミング時の作業を減らすことで、これまでのフロアクライミング工法に比べ作業性を大きく改善している。
- 支持架台の重量は、1台(1フロア片側)あたり、約4.2トンである。
- ④従来のフロアクライミングでは、梁に荷重を支持させるため、隣接する住戸の仕上げ工事に影響を与えていたが、この方法では耐震壁の内側で施工が完結するため、隣接する住戸の仕上げ工事を通常の工程どおり施工できる。

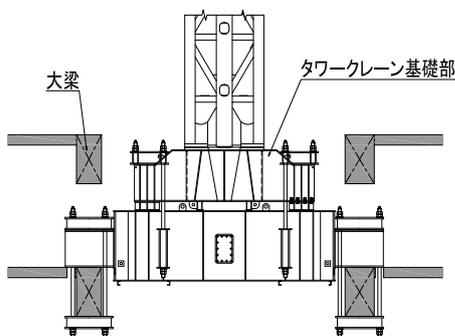


図-5 フロアクライミング工法梁受けの場合

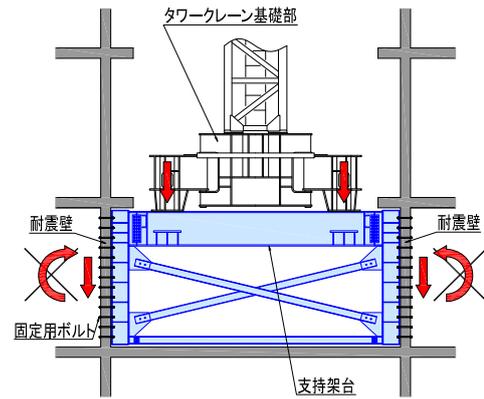


図-6 フロアクライミング工法耐震壁受けの場合

4. 2 TCFC 施工計画

クライミングの作業自体は、従来と同様である。

支持架台のセット方法を検討する際、耐震壁のコンクリート打設前にセットするか、あるいは打設後にセットするかを検討した結果、打設前にセットすることとした。あとセットの場合、躯体との隙間ができるため、グラウト充填などで隙間を埋める必要があることと、躯体精度(壁の倒れ)によってはセットできない可能性があったため、先行してセットすることにした。

耐震壁と支持架台を接合する固定用ボルトも、先行してセットした。固定用ボルトは耐震壁を貫通しており、支持架台を解体後に撤去する必要があるため、躯体貫通部はネジ切りせず、ボルトの両側のみをネジ切りすることで、片側からハンマーで押し出すようにして撤去する計画とした。

また、支持架台の柱部の型枠は、仕上げ工事を考慮して12mmの欠き込みを入れ、仕上げ代を確保した。

支持架台のセットからフロアクライミングまでの手順は、以下のとおりである。

<作業手順>

- 手順① 支持架台の先行地組み(一部、製作工場内)
- 手順② 着床階の躯体施工前に、支持架台の設置
- 手順③ 耐震壁の躯体工事
- 手順④ 型枠解体後に固定ボルトの締め付け
- 手順⑤ フロアクライミング実施



写真-1 支持架台搬入状況



写真-4 建て込み完了状況



写真-2 支持架台セット状況

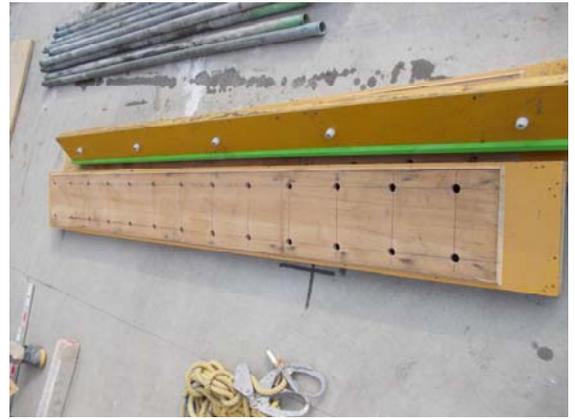


写真-5 支持架台柱部型枠状況

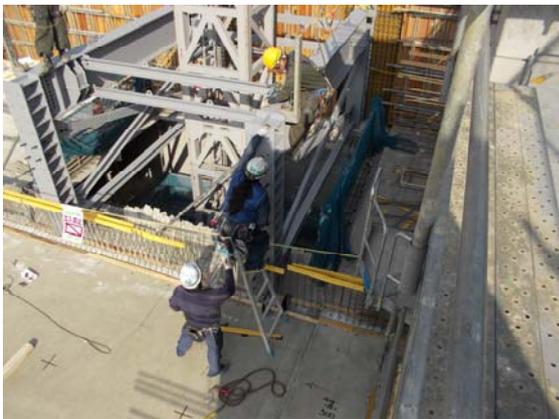


写真-3 建て込み精度確認状況



写真-6 耐震壁打設後の支持架台設置状況



写真-7 支持架台固定状況

クライミング時のタワークレーンの荷重についても、耐震壁で受けることとした。ベル受けをセットする際に、耐震壁の差し筋が出ているため、ベル受け下架台に差し筋が貫通できる孔加工を施した。差し筋の位置精度管理については、鉄筋ピッチと同じワイヤーメッシュを利用して精度管理をした。

梁や柱で受ける場合は、ジャッキなどのセットがクライミング時の作業として発生するが、当工法ではそういった作業は一切なく、従来に比べ作業性が大きく改善されている。



写真-11 支持架台柱部固定用ボルト撤去状況



写真-8 ベル受け下架台状況



写真-12 支持架台柱部 12mm欠き込み状況



写真-9 着床階の作業状況



写真-10 支持架台解体状況

5. コストの比較

表-2に、通常のマストクライミング（改善前）の場合と、今回のフロアクライミング（改善後）の場合とのコスト比較を示す。

支持架台費用（約250万円）は、TC本体機の中に含んでいる。

表-2 コスト比較表

	マストクライミング～改善前		フロアクライミング～改善後	
	備考	コスト	備考	コスト
TC本体機	OTA-190S	3,700	OTS-120N	2,100
解体機①	OTS-120N	800	OTS-60HN	650
解体機②	OTS-60HN	650	OJ-13N	350
解体機③	OJ-13N	350	不要	0
組立し1回増	OTS-120N分 ※1	140	不要	0
仮設杭	H鋼	500	不要	0
後施工躯体費	不要	0	※2	570
合計		6,140		3,670
差額				-2,470
対比		100		60

※1: 篤工労務(解体機が3機のため)

(単位: 万円)

※2: 30万/F×19F、型枠4+鉄筋2+CON打設土工4、篤2+土間1+解体2想定

6. まとめ

当物件は、前面は国道・首都高に面しており、東側は近隣と非常に隣接している。この状況下でPCa 搬入車両のようなトレーラーを誘導する際は必ず職員も立会い、上部躯体の施工の際には、作業員・職員ともに、物を風散・飛散させないという強い意識のもとで、第三者災害を起こさずに工事を進めてきた。

また、敷地が狭隘なため、TCFC 工法の採用など地上部の施工スペースの確保に努めたが、それでも敷地内に車両が納まらず、一部歩道を借りて行う作業が発生した。

材料を置く場所ひとつにしても、少しでもヤードが確保できるように、職員・作業員が密に打合せを行った。作業スペース(作業環境)・資材置場などの確保が重要であり、歩掛り・生産性・安全面に直結していることをこの現場で感じる事ができた。

都内では、今回のような狭隘な敷地条件でPCa 部材を用いて工事施工にあたるケースも多いと思われるが、そうした条件において、本報告事例を参考・応用・展開して頂ければ幸いである。



写真－13 躯体施工時全景

3. 大屋根トラス組立方法の改善

社名: (株)鴻池組

氏名: 立野 哲也

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	阪神甲子園駅改良工事
(2) 規模(延床面積、階数)	屋根面積: 2,300㎡ (延床面積 西駅舎1,950㎡ 東駅舎 1,245㎡)
(3) 用途	駅舎屋根
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	兵庫県西宮市
(6) 施工期間	2011年9月～2017年3月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	阪急設計コンサルタント(株)
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"> ・屋根トラス仮受けベントを設置すると、ホームの幅員の確保ができない。 ・線路上空工事のため、電車運行時間外の午前1:00～3:40と短時間の作業制限がある。 ・鉄骨トラス組立場所の確保と、安全で十分な幅員の通行者動線の確保の両立が必要である。 ・当初の計画では、揚重機の組立解体を、組立用構台設置場所で行うため、野球シーズンオフの期間中に施工する必要があり、揚重機の設置期間が長くなる。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・ベント支柱を設置しない鉄骨建方の工法及び手順の改善を図る。 ・地組での作業量を増やし、線路上空における作業量を縮減する。 ・通行者の安全及び幅員を確保できる、組立用構台の設置と揚重機の配置計画の改善を図る。 ・揚重機の能力・機種の変更により設置期間の短縮を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・南北の柱に安定支持できる建方となるように大組工法を採用し、限られた作業時間内に設置可能なブロックの割付けの計画とする。 ・軒樋等の納まりを変更し、地組作業におけるトラス組立時に仕上工事も含めた先行取付けを行い、上空作業を低減する。 ・組立用構台の下部を通行者動線、上部を鉄骨トラス組立てヤードとする。 ・作業エリア区画を明確にし、地組作業中に於いても通行者の安全を確保する。 ・基礎形状のスリム化により、通行者の幅員を確保する。 ・建方重機をクローラークレーンから、トラッククレーンに変更し、組立スペースを省スペース化し、構台設置後に建方重機を搬入する計画とする。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・Q(品質) ・C(コスト) ・D(工期) ・S(安全) ・E(環境) ・その他の効果
	<ul style="list-style-type: none"> ・安定した構台上での作業により、トラス鉄骨の接合部分の品質を確保。 — ・鉄骨トラス工事着手から大屋根工事完了までの工程を約1月短縮。 ・地組における作業量を増やし、高所における作業低減で、安全性が向上。 — ・組立構台下の通行者への雨水対策、日照緩和を実現。

大屋根鉄骨トラスの施工方法の改善

(株)鴻池組 大阪本店
立野 哲也

1. はじめに

阪神甲子園駅では、より快適で使い易い駅への改良工事が行われている。本報告は、この工事の一環として行われたホーム上空を覆う大屋根鉄骨トラスの施工に関するものである。営業中の線路上空における夜間作業には様々な制約や問題があるため、監理者を交えて、①鉄骨トラス組立用構台の検討、②架設用大型クレーンの選定、③鉄骨トラスブロック割付・架設順序の検討、④鉄骨トラスの精度管理手法の検討、⑤安全対策等について綿密な計画を行った。その結果、予想された施工上の問題に事前に対処でき、初期の工期かつ要求された品質と精度をもつ大屋根を完成させることができた。

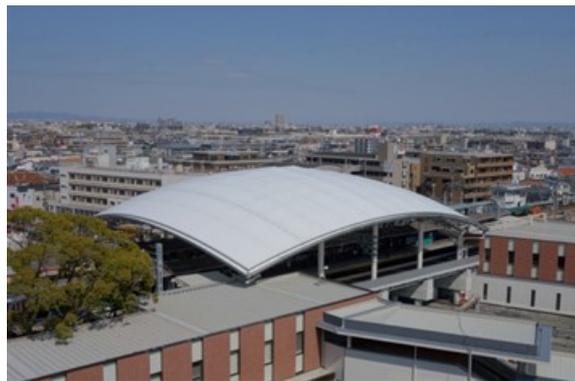


写真1 大屋根外観① (駅南西方向より)



写真2 大屋根外観② (駅南東方向より)

表1 工事概要

工事名称	阪神甲子園駅改良工事	
工事場所	兵庫県西宮市	
事業主体	神戸高速鉄道(株)	
設計	阪急設計コンサルタント(株)	
監理	阪神電気鉄道(株)	
施工	鴻池組・ハンシン建設 特定建設工事共同企業体	
工期	平成23年9月～平成29年3月 (予定)	
規模構造	大屋根 柱、梁…鉄骨造 屋根架構部…鉄骨トラス造 水平投影面積…2,300㎡	
建築面積	西駅舎… 871.18㎡	東駅舎… 348.16㎡
延床面積	西駅舎…1,950.28㎡	東駅舎…1,244.71㎡
工事内容	ホーム拡幅、大屋根設置、東西駅舎改築、 バリアフリー化 (EV設置、多機能トイレ設置他)	

2. 工事概要

当工事の概要を表1に示す。

既存高架駅の改修であり、柱位置が制約されるため、南北 37.65m×東西 10.10m の大スパン構造が採用され、約 2,300㎡の大屋根を 10本の柱を新設する土木橋脚、橋台に載せて支持している。屋根骨組は高い強度を有し、極めて軽量という長所を持つ鉄骨トラス (大臣認定部材のシステムトラス) で構成している。

施工に当たっては、大屋根全体を大小 13のブロックに分割して、①トラス組立用構台でのトラス組立、②大型クレーンによるトラスの架設、を繰り返すことで大屋根骨組を

構築した。大屋根、大型クレーンおよび組立用構台の位置関係を図1に示す。

3. 工事の問題点

- 鉄骨トラスの施工には、ベントを使用してパーツまたは小ブロックでの現位置での組立が通常の方法であるが、ホーム幅員の関係上仮受けベントの使用ができない。
- 阪神甲子園駅は野球開催の有無によって、乗降客数を含め周辺の状況が大きく変化する。鉄骨トラス組立場所を確保し、かつ安全で十分な幅員の球場への通行者動線を確保する必要がある。
- 当初揚重機の組立解体は、野球オフ中に組立用構台設置場所を使用して行う計画であったが、その場合、揚重機設置期間が長期間となってしまう。
- 営業中の線路上空工事となるため、作業時間が午前 1:00～3:40 と極めて短時間の作業制限がある。よって、できるだけ地組み作業時に仕上部材まで取付け、線路上空での作業を縮減する。

4. 改善策立案

- ベントなしで施工できるように、鉄骨トラスを地組し大型の揚重機で現地に設置する大組工法を計画する。

- ・付近には、地組作業可能な施主所有の土地があるが、甲子園球場へのメイン動線となっているため、組立用構台を作成し上部で大屋根鉄骨トラスの地組みを行い、下部を野球開催時の通行者動線とする。
- ・組立てスペースが必要なクローラークレーンから、トラッククレーンに変更し、組立構台設置後もクレーン組立・解体を可能な機種に変更する。
- ・当初計画では、納まりおよび重量から軒樋工事が鉄骨トラス設置後の工事となっていたが、軒樋の納まりを改善し地組時に設置可能とする。

5. 改善策計画概要

図1に仮設計画図、図2に大屋根工事の概略工程を示す。

阪神甲子園駅は野球開催の有無によって、乗降客数を含め周辺の状況が大きく変化する。鉄骨トラス組立用構台の組立は、野球開催時には困難なため選抜高校野球までのオフシーズン中に完了する必要がある。

大屋根架設用の大型クレーンについては、当初鉄骨トラス組立用構台用地（南広場）を使用して組み立てる計画であったが、機種を変更し構台組立後にクレーン設置位置で組み立てることとした。

阪神甲子園駅改良工事 大屋根工事概略工程																		
種目	2014年												2015年					
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
野球シーズン																		
南広場 構台																		
クレーンヤード																		
大屋根部分																		

図2 大屋根工事概略工程表

5.1 鉄骨トラス組立用構台架設とその特徴

写真3に鉄骨トラス組立用構台を示す。野球シーズン中の大屋根工事を可能にするため、駅から甲子園球場への観客通行路となる駅南側広場に幅20m、長さ62m、梁下高さ4mの鉄骨トラス組立用構台を設け、下部を野球観戦客通路として開放することで野球開催時の施工を可能にした。

構台支持杭は周辺の環境に配慮した高周波振動による支持杭打設工法を採用した。当初工法（RC造布基礎）に比べ下部構造をスリム化することができ、通路の幅員拡大にもつながった。また、構台解体時には支持杭を同工法にて引き抜き撤去することができた。

構台下の通行人に配慮するため、構台床面には1/75の排水勾配を設けて長尺シートを貼った。これにより作業時の騒音を低減するとともに止水性を確保した。

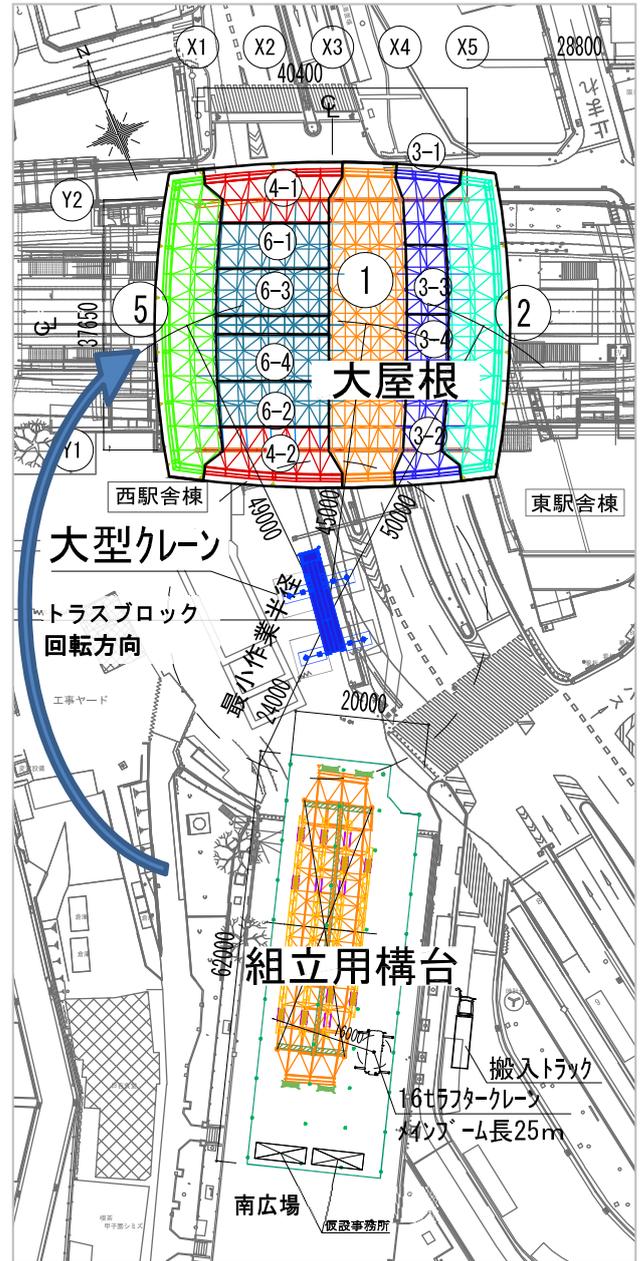


図1 仮設計画図



(構台全景)



(長尺シート貼り)



(野球開催時の構台下)

写真3 鉄骨トラス組立用構台

5.2 鉄骨トラス架設用大型クレーンの選定

鉄骨トラスブロックを地上の構台から甲子園駅上空まで移動するための揚重機として、図3および写真4に示す550tオールテレーンクレーンを設置した。メインブームにフィックスブームを取り付け、その先にラフィングジブを取り付ける仕様で、作業半径50mで27.8tの揚重能力がある。選定基準として表2に示す比較項目を上げた。

組立施工性として、構台組立後にクレーンの設置ができること、また吊り能力として、トラスブロックの最大重量部材が揚重できることにより決定した。

クレーンの組立は周辺道路を占用しての作業であったが、写真5に示すリフターという組立補助機器を使用することにより、狭い場所での組立が可能になった。

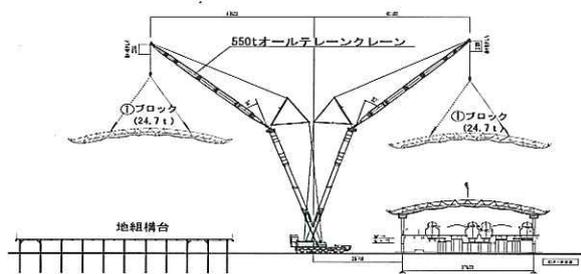


図3 大型クレーン設置断面図

表2 大型クレーン選定比較

クレーン種別 比較項目	オールテレーン クレーン (550t)	クローラー クレーン (450t)	クローラー クレーン (500t)	クローラー クレーン (650t)
吊り能力	○	×	○	◎
組立施工性	◎	○	○	×
コスト	○	○	×	×
選定結果	今回選定	計画時選定	—	—



写真5 リフターを用いたクレーン組立状況



写真4 大型クレーン設置状況

6. 鉄骨トラスの組立

6.1 鉄骨トラスの概要

鉄骨トラスの断面および平面を図4および図5に示す。トラスを支える柱は土木橋梁躯体の上に載る構造となっている。トラスは鋼管、鋼球（ボール）、接合用ボルト（コネクター）から構成され（以下、この部分をシステムトラスと呼ぶ）、三角錘体および四角錘体を組み合わせることにより、大きさが南北48.5m、東西44.8m、成2.2m（ボール端部）で、R=59.4m（上弦ボール）の球体を切り出した形状の屋根となっている。

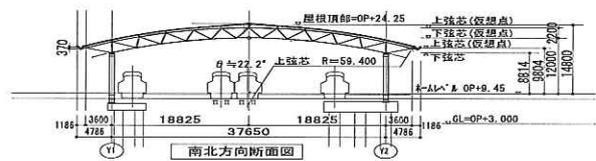


図4 鉄骨トラス断面図

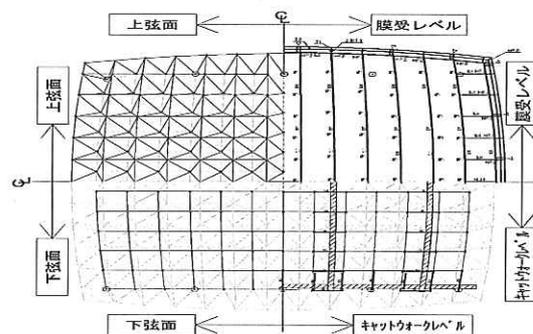


図5 鉄骨トラス平面図

6.2 システムトラスの組立手順と精度管理

6.2.1 部材名称および接合部の仕様

図6および写真6にシステムトラスを構成する部材の名称を示す。

本工事に使用する鉄骨トラスの接合部は、「トラス用機械式継手」として国土交通大臣による認定（認定番号:MMJT-9001）を受けたものとした。

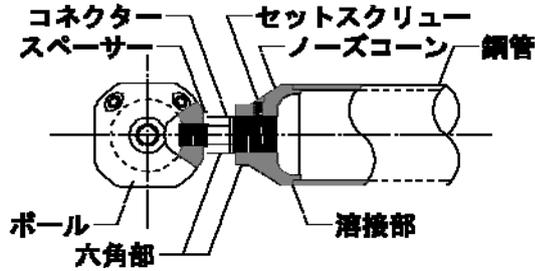


図6 システムトラスの部材名称

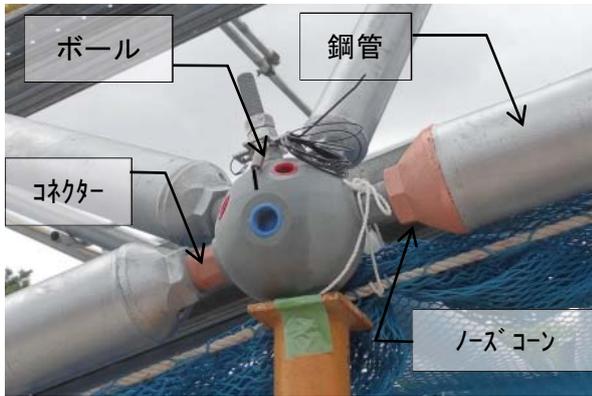


写真6 システムトラスの部材構成

6.2.2 組立手順と組立精度管理

システムトラスの組立手順は、コネクタを先付けした鋼管にボールをねじ込み組立てる。

精度管理はボール間距離 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内の基準とする。ボール間距離の調整は、鋼管部材をターンバックルの要領で回転させることにより調整する。(図7)

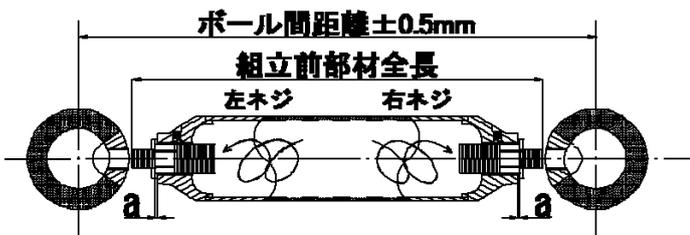


図7 システムトラスの組立精度管理

6.3 鉄骨トラスの割付

図8に鉄骨トラスの割付を示す。トラスブロックの大きさおよび地組時に取り付ける二次部材の範囲等については、建方クレーンの揚重能力および作業半径、また、限られた夜間作業時間内でのブロック間接合作業（接合箇所数）等を考慮した上で決定した。

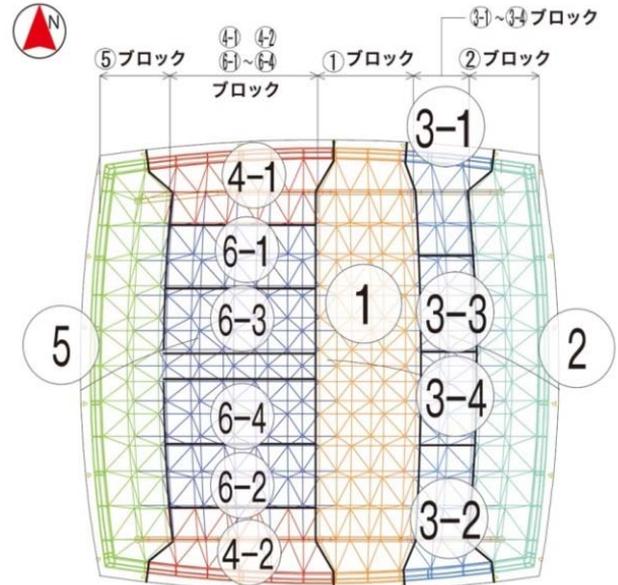


図8 鉄骨トラスの割付

6.4 鉄骨トラスの地組

鉄骨トラスは前述の割付ブロック毎にトラス組立構台上に設置した移動式クレーンで組立てる。

地組のフローを図9に、地組状況を写真7に示す。

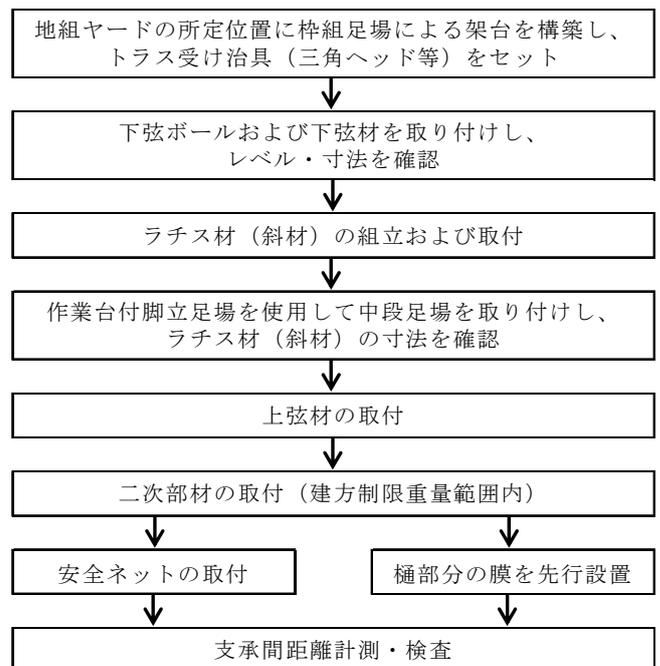


図9 鉄骨トラスの地組フロー

鉄骨トラス建方用クレーン

構台上鉄骨トラス組立用クレーン



トラス受け治具セット

下弦材取付



斜材取付

上弦材取付



2次部材取付

安全ネット取付

写真7 組立構台上、鉄骨トラスの地組状況

7. 鉄骨トラスの架設

7.1 架設順序

トラスブロックの架設順序を図10に示す。4本の柱に支持されるトラスブロック①を最初に取り付け、その後②から⑥まで順次架設することとした。

トラスブロック②および⑤は、南北各1本、計2本の柱で支持するため、補助支持としてトラスブロック①よりワイヤーロープで牽引し、仮受け支柱を設ける等の対策を講じた。

また、小型ブロックの④-1、④-2を⑤の設置に先行することで、トラスの拘束性を高める工夫をした。写真8にトラスブロック②の架設状況を示す。



写真8 トラスブロックの架設状況

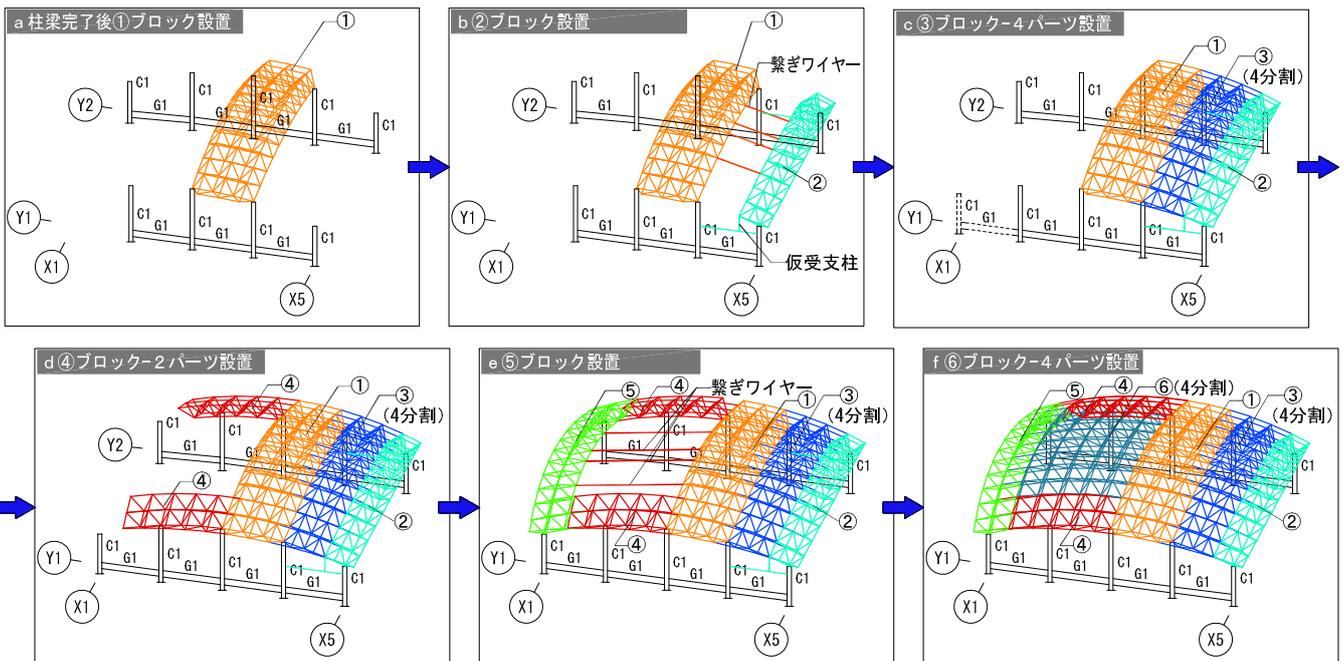


図10 トラスブロックの架設順序

7.2 トラスブロック支承部の接合の工夫

トラスブロック①の支承位置の変位に関する解析値および実測値を図 11 に示す。

解析上、ブロックを吊った状態では X 方向の支承間隔は変化せず、Y 方向の支承間隔は 9.6 mm 近くことがわかる。

また、置いた状態では、X 方向の支承間隔は 3.0 mm 広がり、Y 方向の支承間隔は最大 41.0 mm 広がることになる。施工時の実測値は、X 方向では広がり等の変化はみられず、Y 方向についても解析値と大きな差はみられなかった。また、柱頭部ボルト(φ27 mm)に図 12 および写真 9 に示す挿入ガイド(着脱式)をあらかじめ取り付けておくことで、事前の解析結果を踏まえて、水平変位 73 mm まで吸収できるようにした。

トラスブロック取付後は挿入ガイドを取り外し、140 度角の座金を取り付けてナット締めを行う。なお、柱頭部ボルトは建方用であり、最終は支承部周囲を隅肉溶接して固定する。

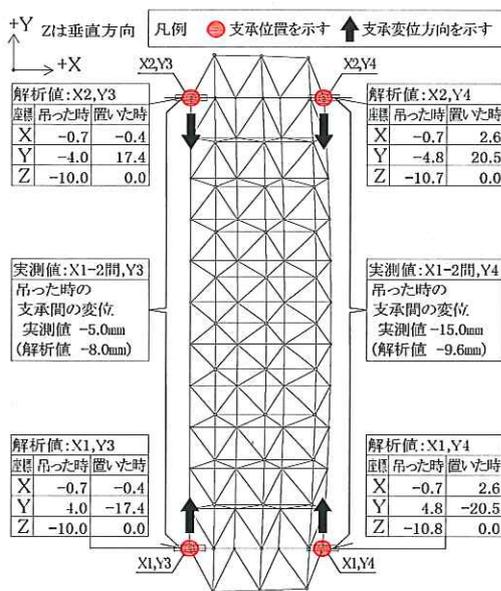


図 11 支承位置の変位 (トラスブロック①)

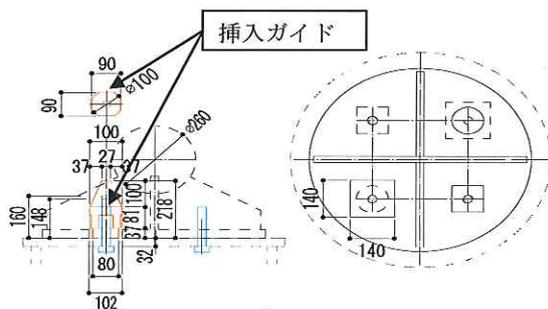


図 12 支承部詳細図



写真 9 地組時の支承部

8. 軒樋の改善立案

8.1 原設計 (図 13)

- ・ 甲子園駅中央部を覆う大屋根は、鉄骨トラスにテフロン®膜を張り付ける仕様。
- ・ 四周の軒樋部分原設計は、600 巾の耐酸被覆鋼板製。
- ・ 営業線上空での施工となるため作業時間(1:00~3:40)に大幅な制約があることから、トラスを分割して地上で組み立てることだけでなく、可能な限り地上ヤードでの作業を増やしたい。

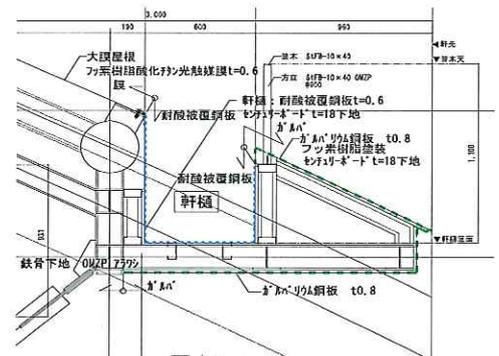


図 13

原設計 断面図
軒樋: 耐酸被覆鋼板
外装: ガルバリウム鋼板 t0.8 鉄骨下地

8.2 改善案 (写真 10 図 14)

- ・ 樋部分を耐酸被覆鋼板から大屋根と同素材のテフロン®膜に変更。
- ・ この変更に伴い、下地鉄骨をH鋼から大屋根鉄骨トラスと同様の鋼管にすることにより、下部からの見栄えを改善しガルバリウム鋼板パネルを取り止める。
- ・ 鉄骨トラス地組時に樋部分も先行取付する。



写真 10 軒樋の施工状況

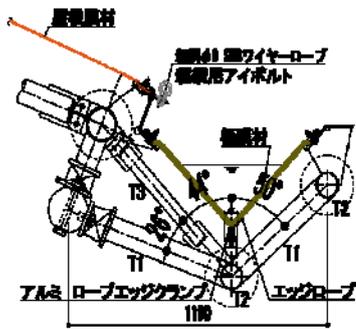


図 14

改善案 断面図
 軒樋：四フッ化エチレン樹脂コーティング膜(テフロン®膜) t0.8
 外装：下地鉄骨(溶融亜鉛メッキ)あらわし

9. 改善効果

1. 構台上組立工法の採用とトラス構造改善による効果

- ① 鉄骨組立構台で地組工法を採用することにより、仮受けベントをなくし、ホーム上の乗客動線を阻害することなく施工ができた。
- ② 軌道上での高所作業を最小限にすることにより、無事故・無災害で施工完了した。
- ③ トラスブロック支承接合部に挿入ガイド(着脱式)を設置することにより、大きな水平変位を吸収できるようになり、限られた時間内にスムーズにトラスブロックを設置することができた。

2. 鉄骨トラス組立用構台の架設による効果

- ① 構台支持杭を支持杭打設工法とすることにより、当初工法(RC造布基礎)に比べ下部構造をスリム化することができ、通路の幅員拡大にもつながった。また、構台解体時には支持杭を同工法にて引き抜き撤去した。
- ② 上記、支持杭打設工法により構台の設置・撤去時の工期短縮ができた。
- ③ 構台床面には 1/75 の排水勾配を設けて長尺シートを貼ることにより作業時の騒音を低減するとともに止水性が確保され、野球観戦者が快適に通行することができた。

3. 鉄骨トラス架設用大型クレーンの採用による効果

- ① 組立用構台設置後もクレーンの組立解体が可能となり、クレーン設置期間の短縮につながった。

4. 軒樋の改善による効果

- ① 地組時に先行取付可能となり、営業線、道路上空の作業を低減し、安全性が向上した。写真 11
- ② トラス鉄骨建方後の工事量を低減し、工期を短縮できた。
- ③ 軒樋を地組時に大屋根トラスブロックへ取り付ける

ことで、後工程の膜施工時の足場とできた。写真 12

- ④ 視覚的に大屋根と、スッキリなじむデザインとなり、好評を得た。

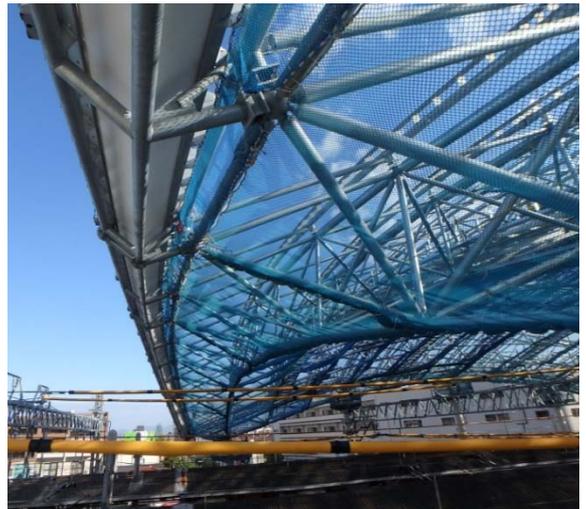


写真 11

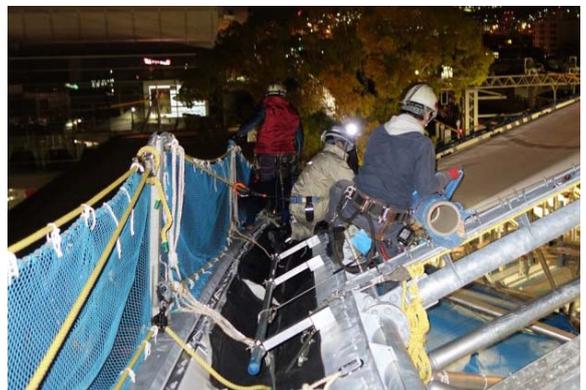


写真 12

10. おわりに

当初計画より大屋根の規模が拡大されたこともあり、鉄骨トラスの架設手順など様々な改善を進めた結果、施工条件が厳しい中、安全かつ工期内に大屋根の施工を終えることが出来た。また、組立用構台での作業が大半を占めることにより、所定の品質・精度の確保ができた。



写真 13 鉄骨トラス完了時全景

4. 液状化地盤における大規模地下工事の生産性向上

社名: (株)竹中工務店

氏名: 桑原 雅人

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)金町 I 街区新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 97, 579㎡、地下1階、地上37階、塔屋1階
(3) 用途	共同住宅、駐車場、商業施設
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	東京都葛飾区
(6) 施工期間	2013年10月～2016年3月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	(株)竹中工務店
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)	・大規模集合住宅プロジェクトで、液状化対策を必要とする軟弱地盤において、約60m×50m、深さ約10mの地下工事を短工期で実現する必要があった。
(2) 改善の目的	・地下工事の妨げとなる切梁等のないフルオープンによる地下工事により、掘削～地下躯体工事において最大限に生産性を向上させる。
(3) 改善概要	・液状化対策として設計されていた格子状地盤改良を利用した山留め工法で切梁や法面を無くした構台無しのフルオープン掘削を実現した。 ・切梁の無い地下工事としたことを最大限生かし、免震基礎PCa化や基礎梁・大梁の鉄筋先組みにより、地下躯体工事の生産性の向上を図った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	・山留め壁・構台関連で、改善前の計画に対して、20%のコストダウン
・D(工期)	・地下工事期間を4か月短縮
・S(安全)	・不安定な法面状態期間の削減
・E(環境)	・外周法面掘削、埋戻しを無くしたことによる重機、ダンプ稼働時間の減少
・その他の効果	—

液状化地盤における大規模地下工事の生産性向上

株式会社竹中工務店

(仮称)金町 I 計画新築工事作業所 桑原 雅人

1. 序論

本工事は、タワー棟(37F、免震)及び板状型のレジデンス棟(13F)2棟、商業棟、駐車場棟の全5棟から構成される大規模マンションプロジェクトである。敷地は中川と江戸川に挟まれた東京北東部の沖積低地(軟弱地盤)にあり、かつ液状化対策を必要とする緩い砂層が存在する。

全体工期が厳しい中、最適タクト6日による地上躯体工事期間を確保しつつ、限られた予算内で施工するため、着工から基準階着手までの間における大幅な工期短縮とコスト低減を実現することが求められた。

今回、液状化対策として計画されている格子状地盤改良を最大限利用した「フルオープン山留め」工法を実施し、フルオープン化することで掘削～地下躯体工事において最大限に生産性を向上させる取組みを行い、成果を上げたのでここに報告する。

2. 本論

2.1 工事概要

工事名称	(仮称)金町 I 計画 新築工事
建築主	住友不動産株式会社
建築地	東京都葛飾区
設計・監理	竹中工務店東京一級建築士事務所
施工	竹中工務店東京本店
用途	共同住宅・駐車場・商業施設
建築面積	【街区全体】12,905.85 m ²
延床面積	【街区全体】97,578.66 m ²
工期	2013年10月19日～2016年3月25日 (29.2ヶ月)



図1 全体パース

<当計画地の地盤特性>

- ・軟弱地盤(～GL-30mN値0～3程度)
- ・支持層(GL-56～-61mの砂礫層)
- ・高い地下水位(GL-1.5m程度)
- ・液状化層の存在(GL～GL-10mの砂層)

<液状化対策仕様>

- ・深層混合地盤改良による格子状地盤改良
- ・改良体径、ピッチ : $\Phi 1.0m$ 、@ $0.8m$
- ・改良体幅(平均) : $0.85m$
- ・改良体強度 qu_{gru} : $24\sim 27kg/cm^2$
- ・改良体深度 : GL-11.5m

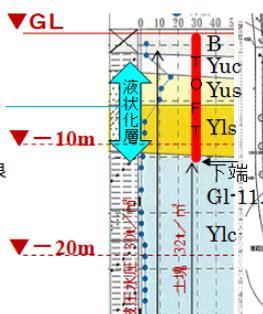


図2 当計画地の地盤と液状化対策の仕様

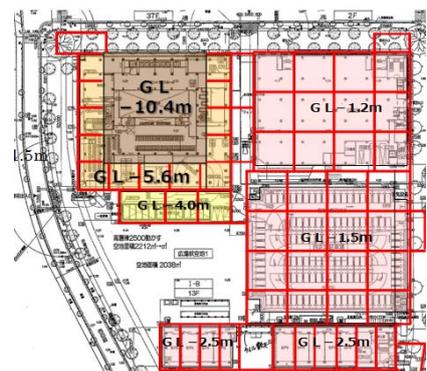


図3 当計画地の液状化対策配置及び掘削深度

2.2 方策の立案

(1) フルオープン山留め実現のための方策

- ① 東西南面は、2段タイロッド山留めを採用。
- ② 北面は改良DOC工法（※1）を採用する。

2つの工法を合わせた、ハイブリッド自立山留めを実現する事で、フルオープン掘削を可能とさせる。図4に全体像を示す。

※1 DOC工法：セメントスラリーを使用した深層混合処理による地盤改良工法を用いる事により、軟弱地盤での大規模なオープンカットを実現し、同時に良好な基礎地盤を提供できる地盤処理技術。

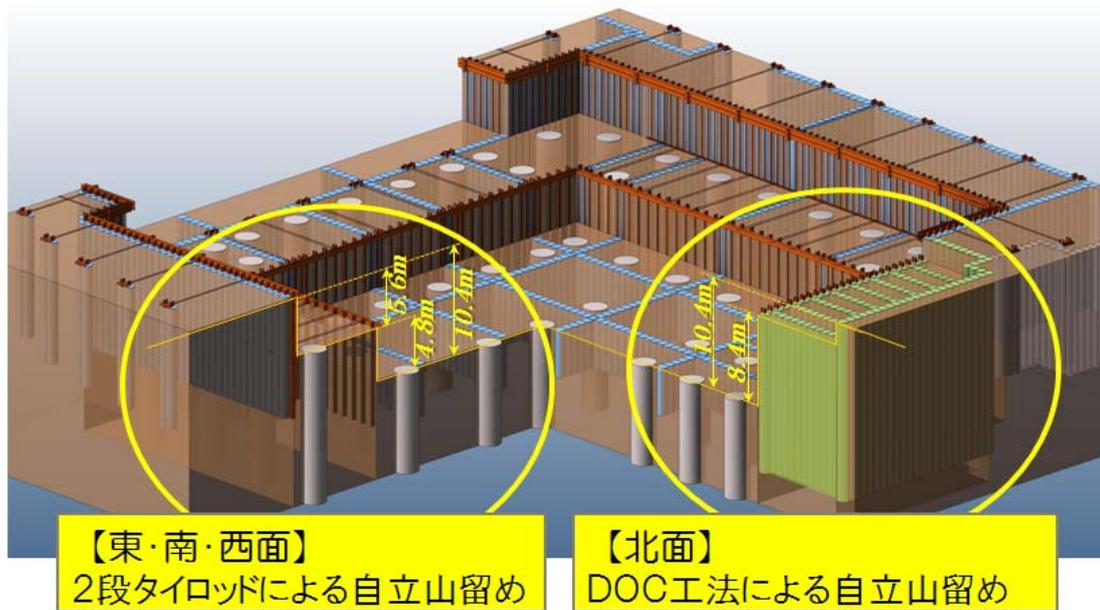


図4 ハイブリッド自立山留めの全体像

(2) フルオープンを活かした生産性向上の方策

- ① 切梁及び、構台杭の排除によるコスト削減とノンストップ掘削による工期短縮
- ② 複合化工法推進（基礎梁の地組化、免震上部基礎のサイトPCa化）

以上2つの方策立案を行った。

図5にノンストップ掘削、図6に複合化工法の概略図を示す。

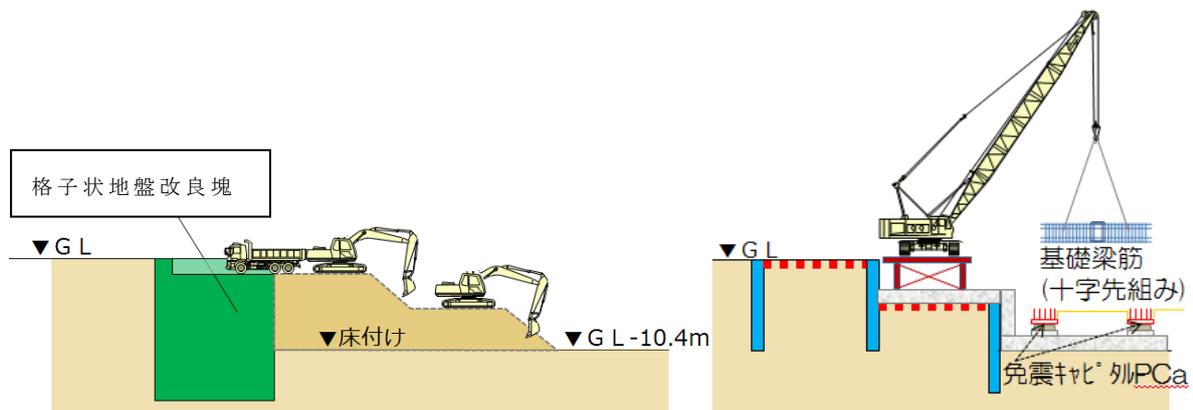


図5 ノンストップ掘削

図6 複合化工法

2.3 実施内容

(1) フルオープン山留め実現のための実施内容

① 2段タイロッドを利用した自立山留めの実施〔東西南面〕

東西南面において、1段目 GL-5.6m、2段目 GL-10.8m という掘削レベルを実現させるため、2段タイロッドによる自立山留め（図6）に挑戦した。

実現に向けて、図7に示す5項目の検討を行った。図8は、実際のタイロッド施工状況である。

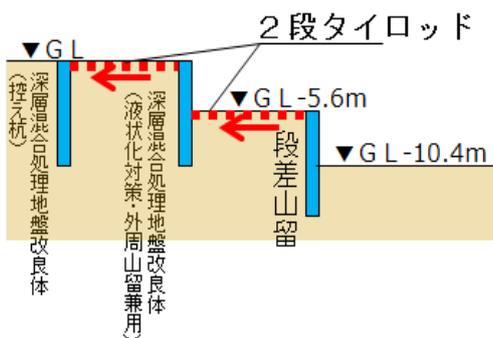


図6 2段タイロッドによる自立山留め



図7 5項目の検討内容



図8 タイロッド施工状況

② DOC工法を利用した10m超の自立山留めの実施〔北面〕

北面の自立壁は、図9に示すような深層混合処理工法による、10m超えの自立山留めとした。地盤改良体は図10に示すような中抜き形状とし、改良土量削減によるコスト低減に挑戦した。

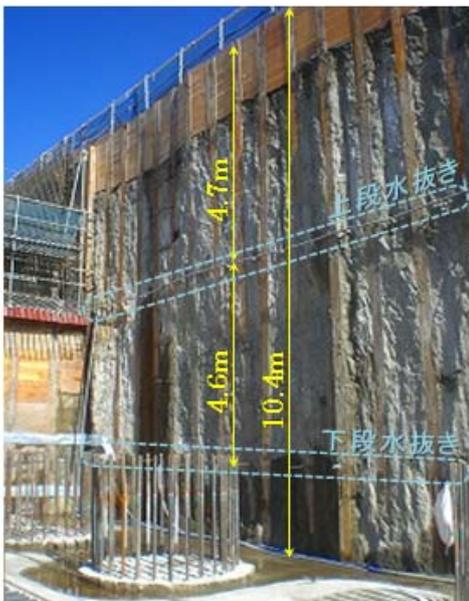


図9 10m超えの自立山留め

改良型DOC 平面配置 [改良土量：3,816立米]

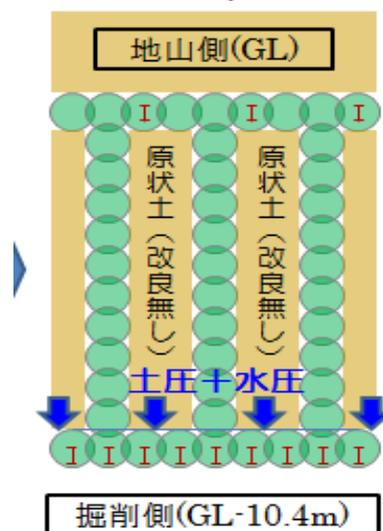


図10 中抜きを行ったDOC工法

(2) フルオープン化を活かした生産性向上手法の実施内容

①切梁及び構台杭の排除によるコスト削減とノンストップ掘削による工期短縮

自立山留めの実現により、当初計画していた切梁と掘削時の構台杭を削減でき大幅に仮設コストを低減した。さらにフルオープンでの掘削作業により、ノンストップで作業を進行させる手順を計画・実行した。

図11に掘削・タイロッド設置・躯体(マットスラブ)の工事手順の総合的なフローを示す。まず東西南のGL-5.6m部分まで掘削を先行し、床付け完了後GL-10.8mの中央部へと掘削を移行する事で、地山構台としての機能を残しながら作業を進行させた。続いて中央部の掘削時に上段のタイロッド・マットスラブ施工を並行させるとともに、下段のマットスラブ施工時までに上段に置構台を設置完了する事で、全ての作業をスムーズに行う事ができ、安全な同時並行作業による工期短縮を実現した。

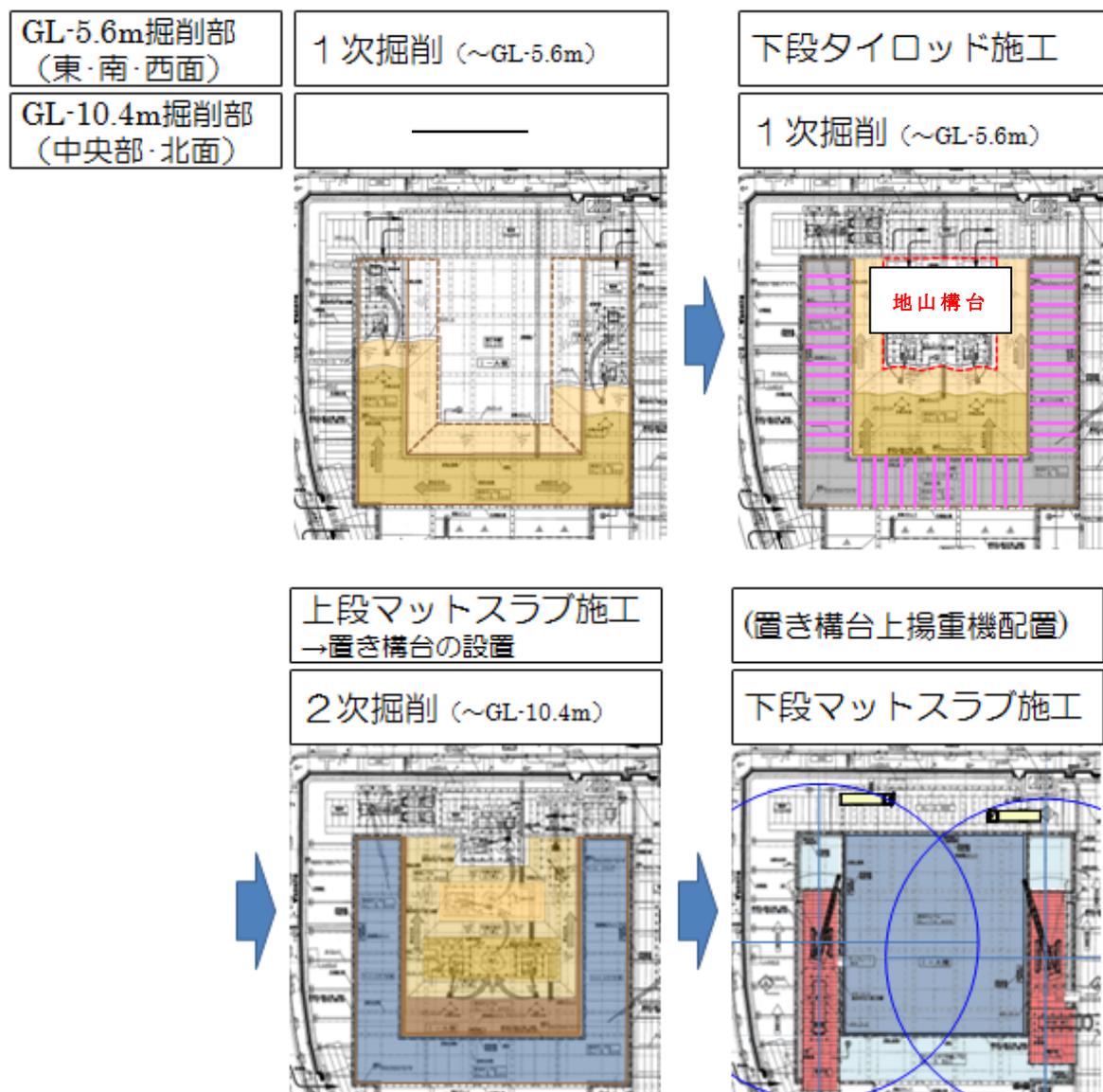


図11 掘削～マットスラブ施工フロー

②基礎梁地組化、免震上部基礎のサイト PCa 化等の複合化工法の推進

フルオープン掘削にし、切梁をなくす事により大型十字基礎梁の先組化を可能とさせた(図 1 2)。先組とする事で労務の山崩しが容易となり、作業員配置の平準化ができた。また、形状を十字型とし基礎梁における現地作業を機械式継手のみとする事で、歩掛りの向上に繋がった。免震上部 PCa はサイト化する事で、運搬費の削減を図った。また、梁底型枠の受型枠を先行して取付ける事により(図 1 3)、高い精度が要求されかつ煩雑となる取合部の現地での作業工数を削減させた。複合化の概略図を図 1 4 に示す。



図 1 2 基礎梁先組み

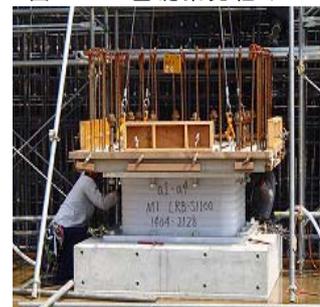


図 1 3 上部基礎サイト PCa

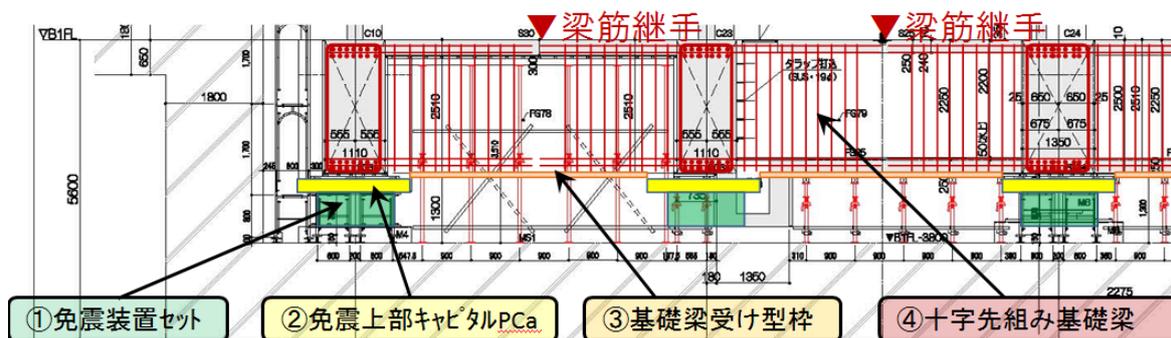


図 1 4 複合化工法概略図

3. 結論～効果～

自立山留めを実現し、2つの方策による生産性向上を実施した。原価低減目標に定めた対象工事において予算比 20%の低減効果を得られた。工期は地盤改良山留め～根切工事完了までに 2.6 ヶ月の短縮、躯体工事における 1.4 ヶ月の短縮と合わせ、目標となる 4.0 ヶ月の短縮を無事故無災害で実現した。

5. 捨てコン型枠による土工事・基礎工事の工期短縮

社名: (株)熊谷組

氏名: 西垣 大介

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	愛知県立城山病院改築工事(前期工事)
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 20,742㎡、地下1階、地上4階、塔屋1階
(3) 用途	病院
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	愛知県名古屋市
(6) 施工期間	2014年2月 ~ 2016年8月
(7) 工事費	6,030(百万円)
(8) 設計者	(株)久米設計 名古屋支社
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ・既設建物を運用しながら、勾配のある敷地内で既存建物間に建設する際、既存建物際を深く掘削することが必要な計画となっていた。 ・既存建物に囲まれ、切梁山留がある中での基礎工事で、外周からの寄り付きが非常に困難であった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎部分はすべて捨てコンピットで、スラブ下の埋戻しが無いため、建物内に重機を入れて埋め戻しが出来なかった。また、外周からの施工も困難で、構台計画も必要面積が広大になる為、埋戻しの無い計画を検討した。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎下のラップルコンクリートは、シルト地盤を利用し、型枠無しで壺堀打設した。 ・基礎躯体の型枠とコンクリート打設方法を工夫し、効率的に基礎躯体を構築した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・条件の悪い場所での埋め戻しを無くし、施工後の地盤沈下を防止した。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> ・ラップルコンクリート型枠を100%削減した。 ・躯体構築方法の改善により、掘削・埋め戻し土を900m³削減した。
・D(工期)	・ラップルコンクリート型枠の組払いと埋め戻しの工程が無くなり、約2週間工期を短縮した。
・S(安全)	・病院内を通行するダンプ台数の削減により、安全性が向上した。
・E(環境)	・ダンプ台数の削減により、CO ₂ を29t削減した。
・その他の効果	—

捨てコン型枠による土工事・基礎工事の工期短縮

㈱熊谷組名古屋支店
西垣 大介

1. はじめに

本工事は愛知県立城山病院の全面建替え工事である。

本病院は名古屋市東部の丘陵地にあり、昭和7年に開設された歴史ある精神科専門の病院である。

既設建物は昭和30年代から52年の間に建てられており、一部改修されているが、老朽化が目立ちメンテナンスが悪いこと以外にも、病棟の機能の分化が無い・個室がとて少ない・外来部門や地域支援部門が極小である等の長年の問題を抱えていたため、今回病院施設の全面一新を行う事となった。

改築計画は既設建物を運用しながら、既設建物の間を埋めるように新築建物の半分を建設し、引越しを行ってから、既設建物の半分を解体して、後期の新築建物の構築・既設最終解体と続く計画となっている。

2. 工事概要

工事名称	愛知県立城山病院改築工事(前期工事)
主要構造	RC造、一部S造
階数	地下1階、地上4階、塔屋1階
用途	病院(診療管理棟・病棟等4棟)
敷地面積	48,635.03 m ²
延床面積	20,742.07 m ²
建築面積	8,401.41 m ²
工事内容	病院機能を生かしたままの全面建替え工事の内、前期工事
設計者	㈱久米建築設計名古屋支店

3. 施工条件

- 敷地が丘陵地で高低差が25m以上あり、外周道路レベルの関係上、既存出入口の2箇所以外に工事用搬入口が設置できない。
- 敷地内にある施設を大半残した状態で、既設建物の中に新設する計画になっている。
- 主要既設建物のGLと新設建物計画の設定GLが約5m異なっている。

勾配地にそれぞれ異なったレベルで建てられている既設建物と異なり、1階の高さを新棟各棟で揃える計画になっているため、既設建物に極めて近接した状態で、地盤の大幅な掘削を行う必要があった。

掘削土量は50,000m³を超える上、限られた出入口と、大型車通行禁止指定の外周道路の為、搬出可能な時間も極めて限られている。

既設建物と仮設の山留壁・切梁に囲まれた場所での基礎工事で、工事場所への寄り付きは非常に困難な中で土工事・躯体工事であった。

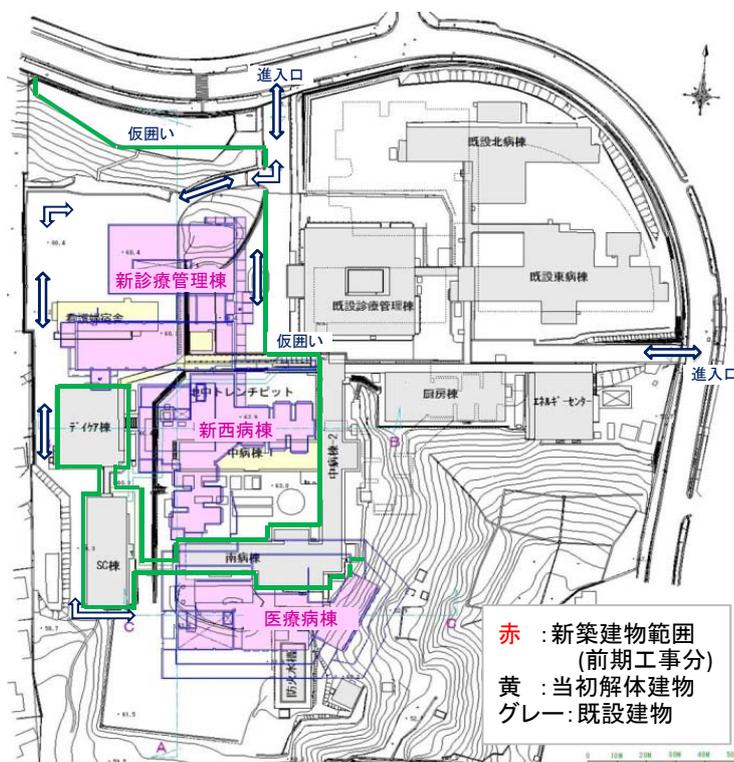


図-1 新築建物配置図

4. 問題点と改善工法の立案

- ①基礎部分は、丘陵地であるため地下水位が深く、すべて捨てコンクリートを床とした設備ピットとして計画されている。そのため、内部の埋戻しが無く、躯体内側に重機を入れることが出来ない。
- ②外側からの施工も困難であり、構台を設置するには広大な面積が必要になる。

上記①②から、埋戻しの無い計画を立てる必要があった。

新築建物GL以下の地盤は、ほとんどが厚いシルト層であり、掘削切土が垂直で自立すると判断し、基礎下のラップルコンクリートは、型枠無しで壺堀にてコンクリートを打設することとした。

基礎型枠はラップルコンクリート上に通常と表裏逆に建込み、フーチング・基礎梁と切土の間に捨てコンクリートを打設し、コンクリート面が基礎の側型枠となるようにした。ピット底以上の部分は基礎梁側型枠の建込みを行い、基礎躯体を構築した。

5. 施工手順

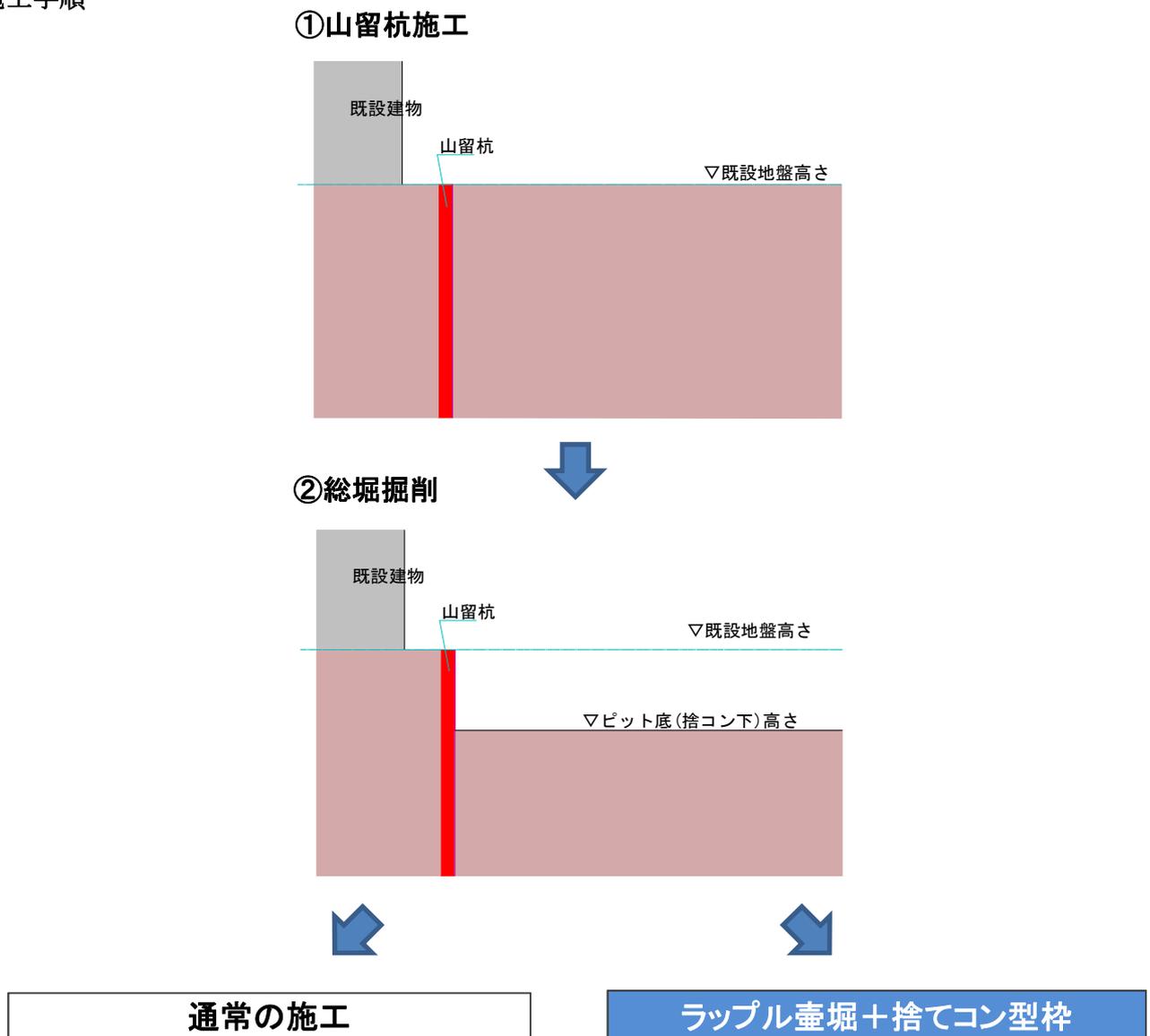
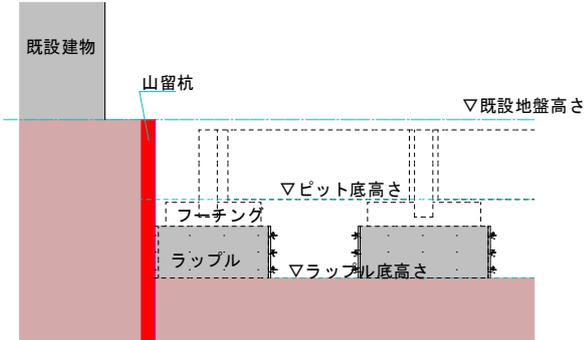


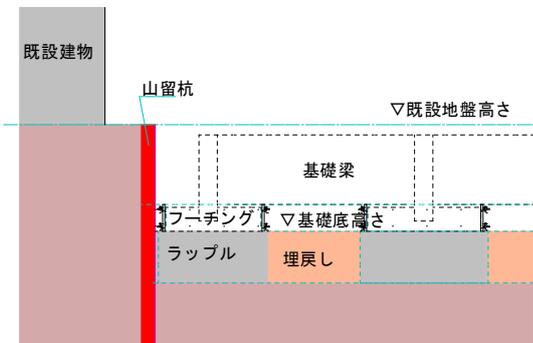
図-2 施工手順(その1)

通常の施工

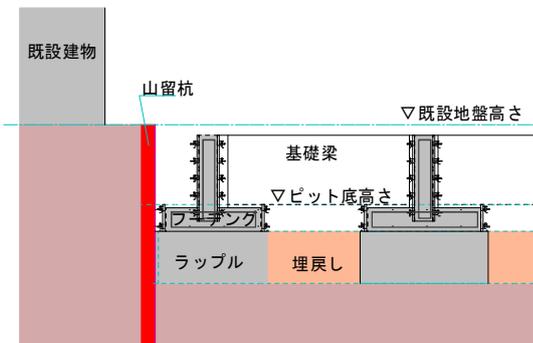
③床付け・ラップルコンクリート



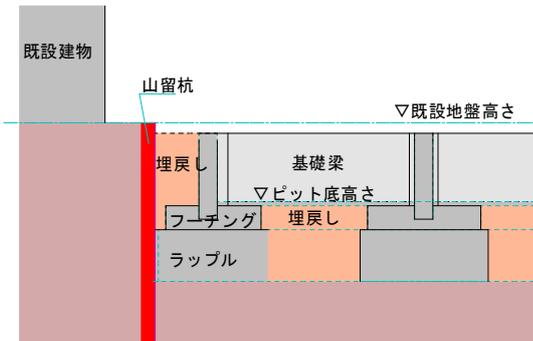
④ラップル基礎間埋め戻し



⑤基礎コンクリート

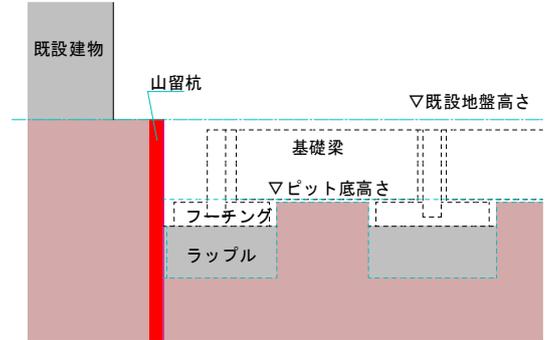


⑥埋め戻し・ピット底コンクリート

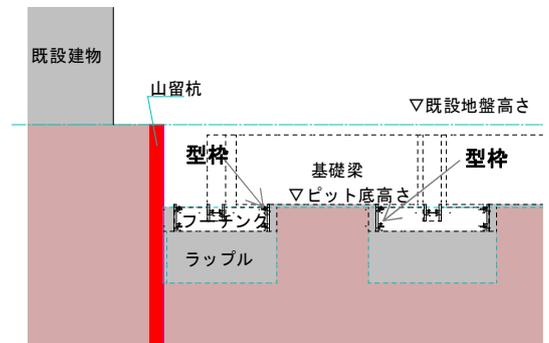


ラップル壺堀+捨てコン型枠

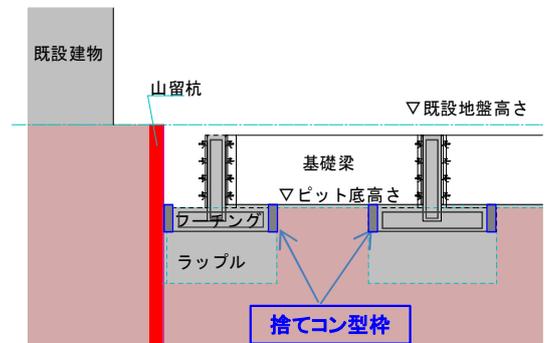
③壺堀・ラップルコンクリート



④型枠・捨てコン打設



⑤捨てコン型枠・基礎コンクリート



⑥埋め戻し

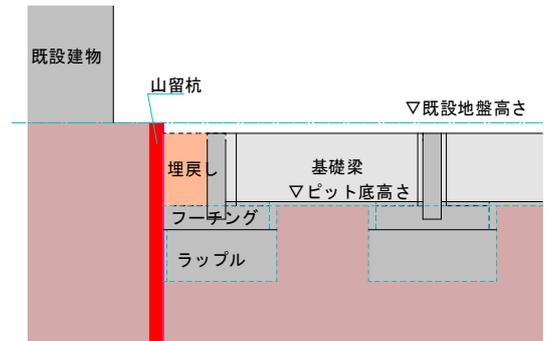


図-3 施工手順(その2)

6. 施工状況・結果写真

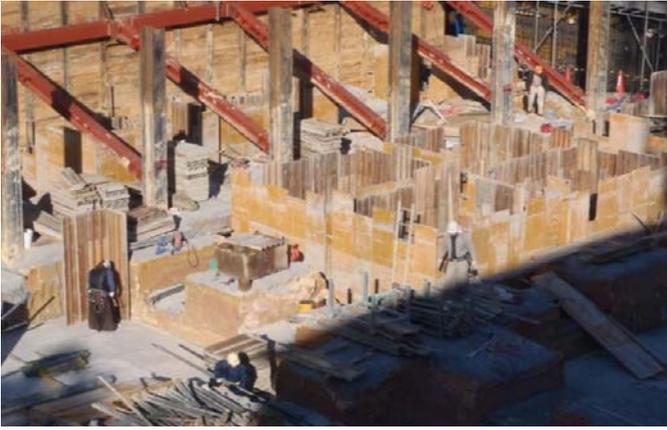


写真-1 捨てコンクリート型枠建込状況

写真-1は、基礎フーチングの型枠をラップルコンクリート上に土側を表にして設置して建て込みを行った状況である。

ピット床捨てコンクリートと合わせて型枠コンクリートの打設を行う。



写真-2 捨てコンクリート型枠出来型

写真-2は、山留め切梁がある状態で、基礎フーチング・山留め切梁がある状態で、基礎フーチング・基礎梁形状を、捨てコンクリート型枠とした場合の出来型である。

下段切梁の撤去・基礎配筋を施工する。



写真-3 捨てコンクリート型枠出来型(近影)

写真-3は、型枠撤去後の状況である。



図-4 新築建物配置図

7. 工程の比較

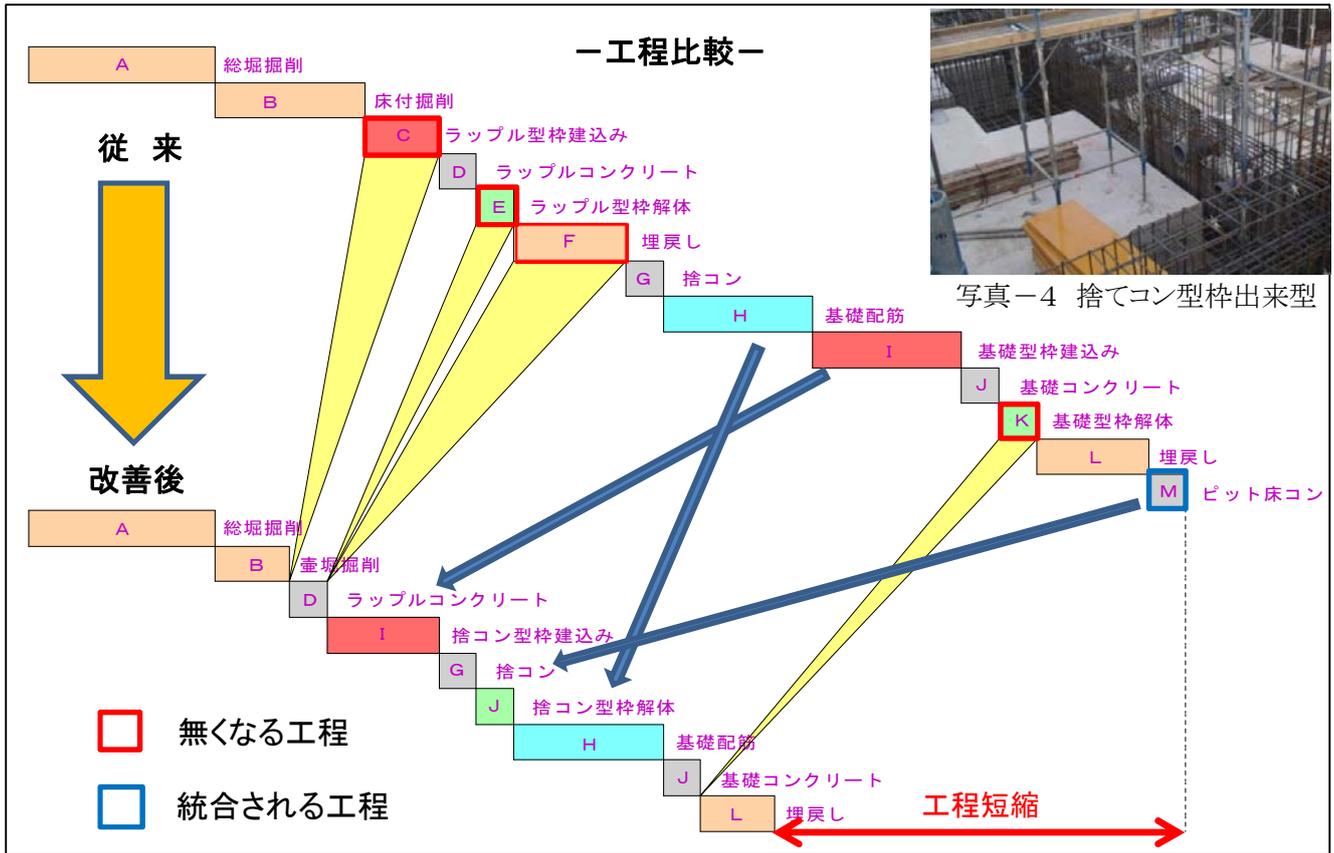


図-5 工程比較

8. 改善案の効果

表-1 改善効果

Q (品質)	・条件の悪い場所での埋め戻しを無くし、施工後の地盤沈下を防止した。
C (コスト)	・ラップルコンクリート型枠を100%削減した。 ・躯体構築方法の改善により、掘削・埋め戻し土を900m ³ 削減した。
D (工期)	・ラップルコンクリート型枠の組払いと埋め戻しの工程が無くなり、約2週間工期を短縮。
S (安全)	・病院内を通行するダンプ台数の削減により、安全性が向上した。
E (環境)	・ダンプ台数の削減により、CO ₂ を29t 削減した。

9. まとめ

今回の工事では、GL以下の地盤が陶土に使えるような純粋なシルトで、垂直に掘削が可能であった為に採用となった工法である。

ラップルコンクリート型枠を無くす事によるコストの削減は少なかったが、大きな効果は掘削・埋め戻しの削減と工期の短縮であった。各棟・各工区において掘削深度や構造が異なるため効果にばらつきがあるものの、概ね1棟当たりで2週間以上の工期短縮効果があった。

7. 躯体工法の変更と施工BIMの活用による工期短縮

社名: (株)大林組

氏名: 真部 洋介

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	SHビル(仮称)新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積 約45,000㎡、地下4階、地上12階、塔屋1階
(3) 用途	事務所ビル
(4) 主要構造	S造、一部RC造、SRC造
(5) 建設地	福岡県福岡市
(6) 施工期間	2014年4月～2016年4月
(7) 工事費	11,500 (百万円)
(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"> ・入札時の想定工法は地下工法について逆打ちとなっており、逆打支持杭打設のための地中障害撤去(CD工法)に4ヶ月の工期が必要であった。 ・既存地下躯体と山留め施工位置が干渉しているため山留め打設のための地中障害撤去(外周部:BG工法・内部:CD工法)に5ヶ月の工期が必要であった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・逆打支柱打設のための地中障害撤去にかかる工期を削減する。 ・山留め打設のための地中障害撤去にかかる工期を削減する。 ・効果的な2段同時施工法を実現する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・地下と地上の2段同時施工法を採用し、地下工法を逆打から順打に変更を提案。逆打支柱に干渉する地中障害撤去が不要となり、また同時にBG工法からCD工法での施工が可能になるよう変更し、障害撤去工事を6ヶ月短縮した。 ・鋼製切梁を用いた2段打ちのため、地下鉄骨及び地下躯体と切梁の干渉や施工手順をBIMの活用により見える化を行った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	・当初想定工法及び設計内容に比べ、3%程度のコストダウンを実現した。
・D(工期)	・当初想定工法及び設計内容に比べ、5ヶ月の工期短縮を実現した。
・S(安全)	—
・E(環境)	・逆打支持杭と逆打支柱を削減した。
・その他の効果	—

躯体工法の変更と施工BIMの活用による工期短縮

株式会社 大林組 九州支店
真部 洋介

1 はじめに

大深度の地下がある建物を施工する場合、敷地や地盤の特性、既存地下躯体残置の有無が、工程やコストに大きな影響を与え、地下工法や既存躯体の撤去方法等の選定が重要となる。本物件では、地下躯体と新築躯体との干渉によって工程及びコストが増大しており、低減案が求められていた。そこで、①既存地下躯体撤去方法の工夫、②逆打工法から2段同時施工法（在来工法）への工法変更の提案によりコスト削減と工期短縮を図った。

また、BIMを用いた工事ステップ・地下工事計画検討、デジタルモックアップ等により無理無駄をなくしたことで工程進捗に貢献できたので、その活用事例を報告する。



図-1 外観パース

2 工事概要

工事名称：SHビル(仮称)新築工事

工事場所：福岡県福岡市

施工者：株式会社 大林組 九州支店

工期：平成26年4月～平成28年4月

建物用途：事務所(一部商業施設)

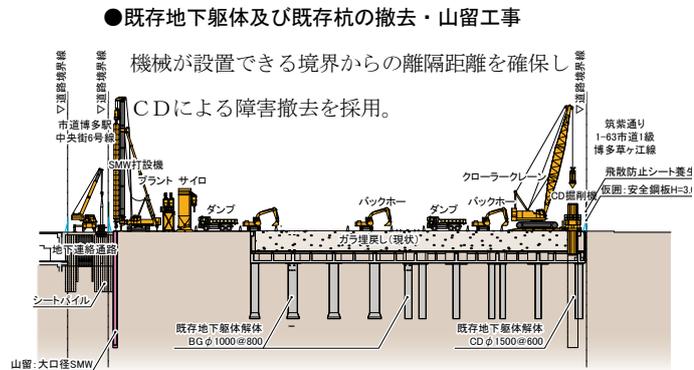
構造規模：S造一部RC・SRC造 地上12階 地下4階 塔屋1階

敷地面積：約3,400㎡、建築面積：約3,200㎡、延床面積：約45,000㎡

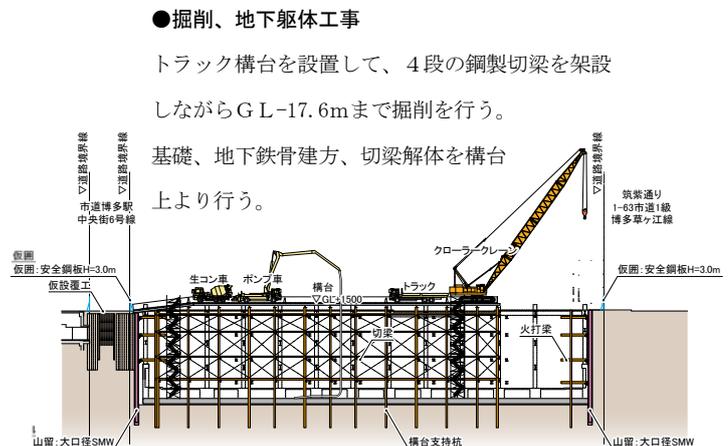
最高高さ：GL+約59.5m、軒高：GL+約54.0m、掘削深さ：GL-17.6m

3 施工計画概要

施工計画においては、当初よりBIMにより施工ステップを作成し見える化を図ることで、立体的な検討ができた。また関係者の周知やプレゼンに使用し、迅速な合意形成に効果を発揮した。



図ー2 障害撤去工事計画

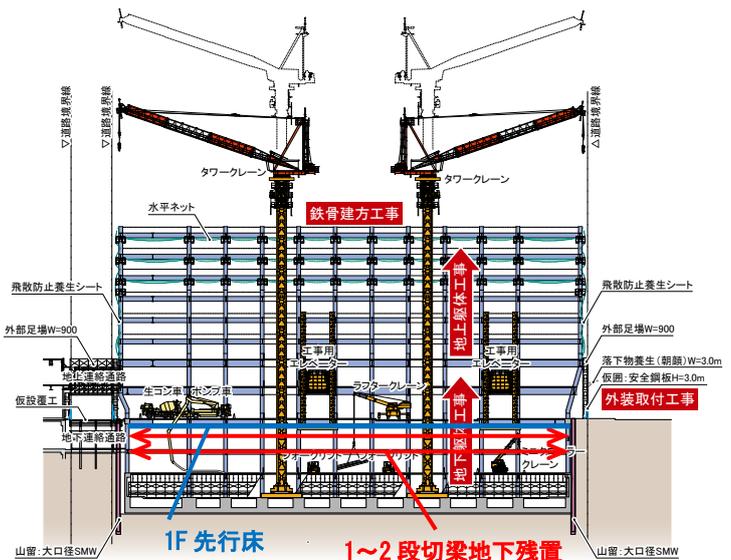


図ー3 地下掘削工事計画



●地上地下同時施工

- 基礎工事完了→4段切梁解体
 - B3F立上り鉄骨・躯体工事
 - 3段切梁解体→地下鉄骨建方
 - 1F先行床躯体施工→地上地下躯体同時施工
- ※切梁を1～2段目まで地下に残置



図ー4 地上鉄骨建方工事計画

4 課題と改善点について

(1) 地下既存躯体撤去の課題と工夫

ア. 当初設計案

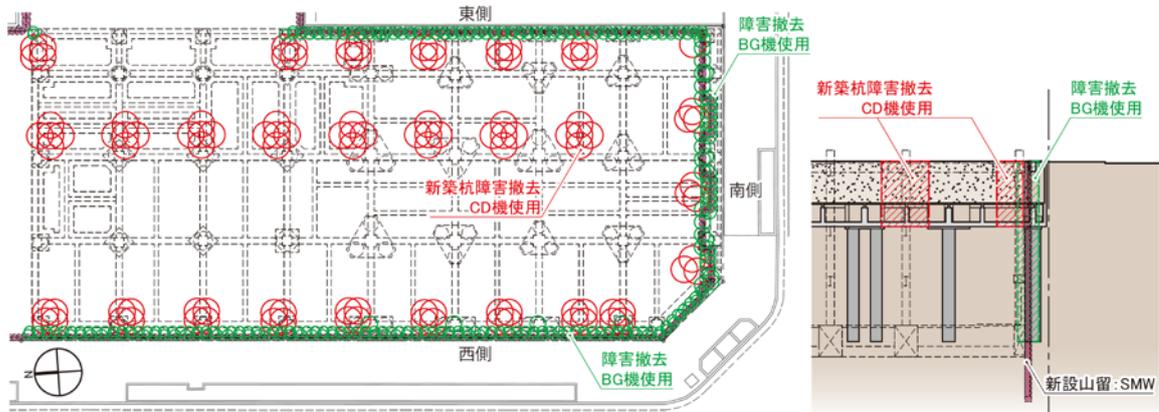


図-5 当初設計での障害撤去工事計画

- ・入札時の地下工法は逆打工法を想定していると考えられ、逆打支柱打設のための地中障害撤去ケーシングドライバ（CD）工法で約4ヶ月の工期が必要であった。
- ・しかし検討の結果、新設山留が既存の地下躯体と干渉する部分が多くあり、かつ隣地境界との離隔がなくCD機の設置ができないため、小さい離隔距離でも施工可能なマルチドリリング（BG）工法を使用する必要があることがわかった。BG機はCD機と比較して径が小さいため、障害撤去のためのコア抜きの本数が多くなり、工期は約5ヶ月必要であった。

イ. 改善案

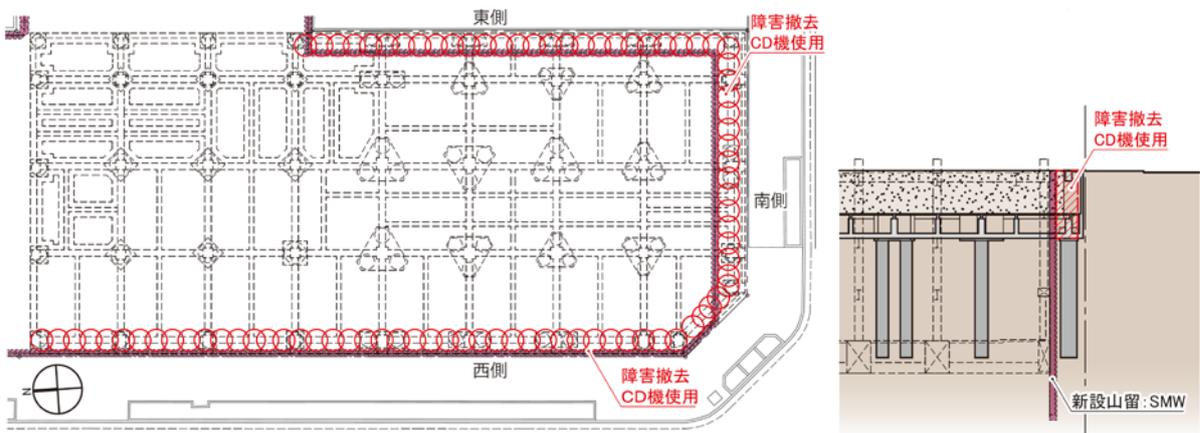


図-6 今回提案での障害撤去工事計画

- ・逆打工法から二段同時施工法へ工法変更し、逆打支柱打設のための地中障害撤去期間を約4ヶ月削減した。
- ・新築建物地下外壁の一部を協議の上、全体プランに影響がない範囲で移動し、山留部の既存撤去量の低減、敷地境界距離を確保することができ、CD機での障害撤去が可能となった。また、その他の部分も敷地いっぱいの障害撤去作業のためBG機での施工が必要であったが、道路占用を最大限に行い、歩道とのレベル差を架台で解消することでCD工法を行なった。これにより障害撤去量の低減と作業効率が向上し、約2ヶ月工期の削減効果があった。

表-1 工程比較

当初設計案

		(箇月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SMW部 東面	BG③		[Green bar]									
	BG④					[Green bar]						
南面	CD①		[Red bar]									
	BG①		[Green bar]									
西面	BG②		[Green bar]									
	CD②							[Red bar]				
逆打支持杭	CD③							[Red bar]				

今回提案

		(箇月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SMW部 東面・南面	CD①		[Red bar]								
西面	CD②		[Green bar]				[Blue arrow pointing left: 6ヶ月短縮 (山留部分2ヶ月+逆打支柱部分4ヶ月)]				
	CD③		[Green bar]				[Blue arrow pointing left: 6ヶ月短縮 (山留部分2ヶ月+逆打支柱部分4ヶ月)]				

(2) 工法の課題と選定

入札時に想定していた①逆打工法と、今回提案した②2段同時施工法(2段打ち)の当社見解を下記に示す。

表-2 工法比較

	① 逆打工法【原案・杭あり】	② 二段同時施工法【変更案・杭なし】
概念図	<p>1Fから地上と地下を同時施工 地下躯体を構築しながら掘削</p>	<p>耐圧盤下まで掘削し地下と地上を同時施工</p>
工期	<p>※昼間作業における比較</p> <p>新築工事 29.5ヶ月 障害撤去・山留・掘削 14.5ヶ月 躯体・仕上 15.0ヶ月 4.5ヶ月遅延</p>	<p>新築工事 24.5ヶ月 障害撤去・山留・掘削 10.75ヶ月 躯体・仕上 13.75ヶ月 0.5ヶ月短縮</p>
コスト	<ul style="list-style-type: none"> 既存杭との干渉が多く、コストがかかる。 逆打支持杭、逆打支柱のコストがかかる。 逆打継のコストがかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> 杭工事及び杭に関する障害撤去工事の削減ができる。 逆打支持杭、地中梁以下の逆打支柱の削減ができる。 地下躯体をS造→RC化によるコスト削減ができる。 逆打継が1F先行床との取合いで発生するため、コストアップとなる。
施工性 安全性	<ul style="list-style-type: none"> 地上と地下を同時に施工するため、1Fヤードの確保及び施工調整が難しい。 新築躯体で土圧とバランスをとるため、安心・安全である。 1F作業床を地盤レベルと同じにできるため、車両の搬出入に時間がかからない。 敷地内に大型車両や重機の待機場所が確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 地上と地下を同時に施工するため、1Fヤードの確保および施工調整が難しい。 地下に大きな吹抜空間が発生するため、作業動線および資材運搬動線の確保が難しい。
総合評価	×	○

- ・地下と地上の2段同時施工法を採用し、地下工法を逆打から順打に変更を行なった。逆打支柱に干渉する地中障害撤去が不要となるため、4ヶ月の工期短縮が可能となる。
- ・逆打工法を中止する前提としては、支持層が床付け深さより浅く、杭の中止が実現できる地盤条件であることが重要な要因となる。
- ・施工計画時は4段切梁撤去後に1F床を構築する予定であったが、実施においては3段切梁撤去完了後に1F床を構築することで、地下鉄骨と切梁撤去の作業性を向上させた。

(3) 改善効果のまとめ

- ・工程面では、山留で2ヶ月、工法変更で3ヶ月、の合計5ヶ月の工程短縮効果があった。
(障害撤去工事においては、工法変更で4ヶ月の工期短縮効果)
- ・コスト面では、工法変更等により既存躯体撤去量の低減と逆打支柱の中止等により、当初の想定全体工事費より約3%のコスト低減効果があった。
- ・環境面では、撤去工事や掘削工事を低減できるため、騒音・振動発生量の低減や不要な廃棄物の発生抑制に効果があった。
- ・品質、安全面においては、逆打工法と2段同時施工法では相対的に優劣を判断できないため、同等としている。



写真－1 7月末障害撤去状況



写真－2 11月末4次掘削状況



写真－3 3月1F先行床、地下躯体施工状況



写真－4 7月末地上躯体施工状況

5 BIM活用紹介

(1) 逆打部における残置した1、2段鋼製切梁と構造躯体の関係について検証

継手鉄筋と山留・支保工との離隔距離や配置状況について、平面・断面図では確認できない奥行きを視覚的に確認し、作業手順や機器配置を計画できた。

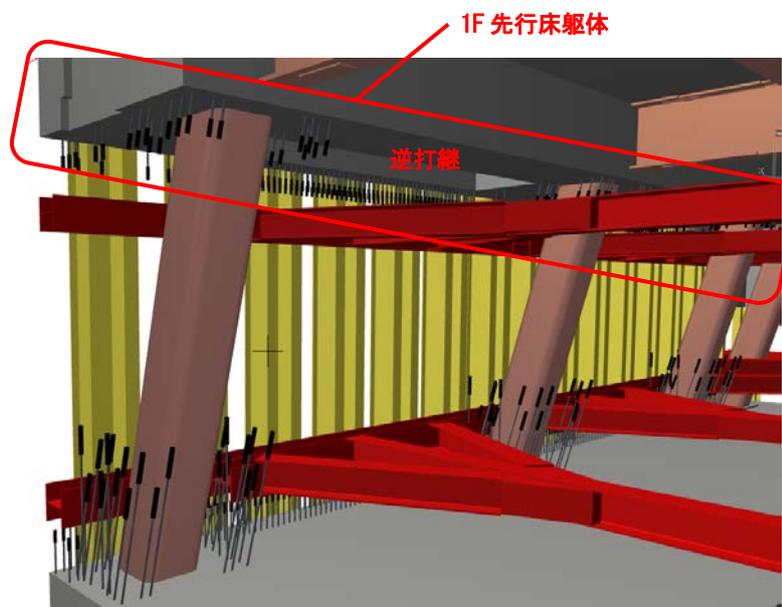


図-7 逆打躯体と切梁腹起の干渉検討

(2) 施工図、もの決めへのBIMの活用

外装カーテンウォールのプレゼンテーションにデジタルモックアップを採用。詳細についても様々なバリエーションの提示が行えるため、事業主の意思決定を早める上で効果があった。

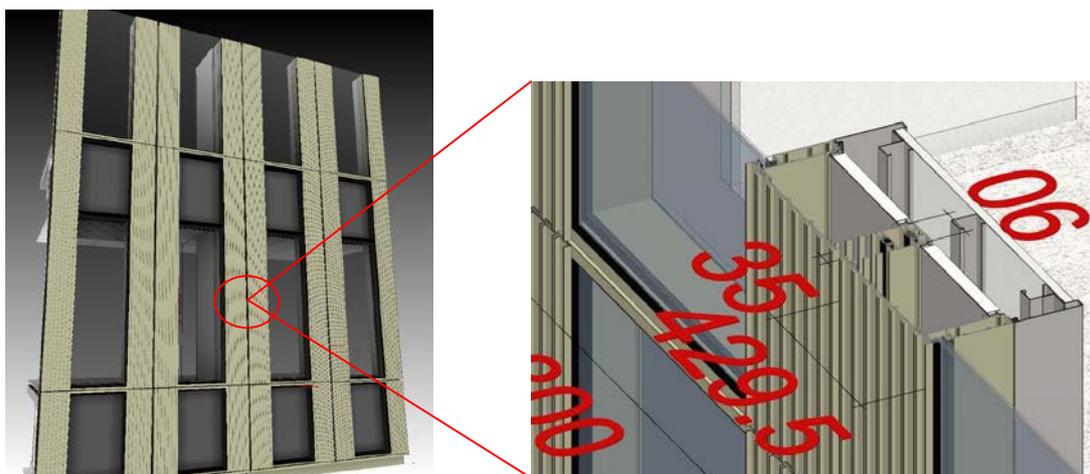


図-8 細部の検証確認状況

以上