

# VE等施工改善事例発表会 資料

2012 年度

社団法人 日本建設業連合会  
制度委員会 法令・契約部会  
技術提案制度専門部会

## はじめに

平成23年4月、旧日本建設業団体連合会、旧日本土木工業協会と旧建築業協会（BCS）が合併し、日本建設業連合会（日建連）として新たな活動を開始して、1年半を経過しました。旧BCSの組織であった技術提案制度専門部会の活動内容は、現段階ではBCS時代と基本的には変更はありませんが、徐々に新しい活動も取り組み内容の充実を図ろうとしています。

現在の当部会の活動の大きな柱は、①VE等の価値向上手法の活用促進、②総合評価方式入札に対する調査・提言です。「VE等施工改善事例発表会」は①を目的に毎年実施しているものです。本年度は委員各社から13の事例が集まりました。今回もこれまで同様、東京・大阪の2会場で開催します。

発表事例は仮設・躯体・仕上げ・改修と多岐に渡ります。一つの工事にテーマを絞ったものもあれば、工期短縮のような大きなテーマの下に、複数の改善事例を集めたものもあります。それぞれ実際にプロジェクトで成果を上げたものであり、私たちが日頃悩んでいる、建物の価値向上や業務改善のヒントになるものです。

また、今回の発表会では「未来に引き継ぐ確かなものを」をサブタイトルに掲げました。これは、日建連が本年3月に発表した日建連建築宣言の表題でもあります。建築宣言は基本方針の一つに「安全・安心の建築・街づくりに貢献」することを挙げています。今回は施工改善事例の発表というだけでなく、日建連建築宣言のテーマの観点から「天井の地震被害と基準の整備に資する検討等について」の講演を企画しました。

もう一つの大きな柱である②総合評価方式入札に対する調査・提言については、本年度も官公庁ヒアリングを継続しています。これまでに国交省、防衛省で総合評価入札に携わっている方を部会に招き、意見交換を行いました。総合評価方式入札の制度自体は普及したと言えますが、昨年度までの意見交換会を通じて、受発注者の負担の軽減、評価の透明性向上等の課題を共有することができました。これら関係者の声を踏まえ、国交省は現在、総合評価方式の抜本的な見直しを試行しています。今後とも動向を注視し、実務者レベルからの要望、提言を続けていく必要があると考えます。

末筆ですが、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。

2012年11月

技術提案制度専門部会主査  
宮川 宏

## 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13事例を、東京会場と大阪会場それぞれで8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。

## V E等施工改善事例発表会資料 目 次

はじめに

V E等施工改善事例発表会について

発表事例

1. 狭隘敷地における PCa 版等重量資材の揚重方法の最適化	1
前田建設工業(株)	三竿 文太郎
2. 大空間における大規模支保工ステージの改善	11
三井住友建設(株)	山口 陽平
3. 傾斜地における山留工事のコストダウン	12
東急建設(株)	櫻井 良介
4. 超高強度 PCa 構真柱によるコストダウン	18
大成建設(株)	稲田 博文
5. アイランド工法による地下工事のコスト低減と工期短縮	25
(株)フジタ	三宅 孝志
6. 免震上部基礎躯体工事におけるコストダウン	35
西松建設(株)	安藤 潤
7. S 造オフィスビルにおける地上躯体・外装工事の改善	42
(株)竹中工務店	加藤 博行
8. 営業中の巨大駅上空における大空間構造物の施工法改善	48
(株)大林組	川上 宏伸
9. 外壁飾り柱のコストダウン	57
日本国土開発(株)	田澤 寛
10. 外装工事の納まり変更による品質の向上	58
西松建設(株)	小澤 弘司
11. システム天井工事の合理化・多能工化	59
鹿島建設(株)	富田 武志
12. 改修工事の原価・品質・安全の改善	64
清水建設(株)	小倉 英樹
13. 外付けブレース耐震補強工事におけるコストダウン	69
(株)浅沼組	佐藤 尚隆

専門部会の活動の経緯

# 1. 狭隘敷地におけるPCa版等重量資材の揚重方法の最適化

社名： 前田建設工業(株)

氏名： 三竿 文太郎

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)大森北一丁目開発
(2) 規模(延べ床面積・階数)	延べ床面積: 14, 908㎡、地上8F・地下2F・塔屋2F
(3) 用途	商業施設、事務所、図書館
(4) 主要構造	地上S造、地下SRC造
(5) 建設地	東京都大田区
(6) 施工期間	2009年 7月 ~ 2011年 2月
(7) 工事費	4, 249 (百万円)
(8) 設計者	株式会社 日本設計
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	(狙い) ・PCa取付工事における揚重機械費のコストダウン。 (目的) ・L型建物において最適な揚重計画を立案し実施する。
(2) 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)	・商店街や救急病院が在る関係で搬入口が1ヶ所しか設置できない。 ・搬入口から取付位置までがL型で距離が長い。 ・屋上に設備、電気機器の据付があり屋上工程が厳しい。
(3) 改善概要	・タワークレーンや屋上走行式ジブクレーンは使用せず、躯体補強方法を検討し、5FとRFに移動式クレーンを1台ずつ載せて走行させ、外壁PCa版の取付と設備架台鉄骨の組立、設備電気機器の据付、目隠しフェンス鉄骨の建方をおこなった。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	・固定式クレーンに比べ、揚重機械費が60%削減。
・D(工期)	・固定式クレーンに比べ、1.0ヶ月短縮。
・S(安全)	・日々のクレーン作業エリアがコンパクト化され、立入禁止処置などの安全管理がしやすかった。
・E(環境)	・固定式クレーンを使用しなかった為、現場全体の仮設電気容量の削減になりCO2の削減や節電につながった。
・その他の効果	・後打ちコンクリートや外壁の後施工、防水の後施工が無くなった。

# 狭隘敷地におけるPCa版等重量資材の揚重方法の最適化

前田建設工業株式会社 東京支店  
三竿 文太郎

## 1 はじめに

本建物は、大田区が区有地を民間事業者へ賃貸し、民間事業者が特別出張所、図書館、駐輪場の公共施設と、物販、飲食、多目的ルーム、駐車場等の商業施設を複合化した施設であり公共施設と民間施設が融合した、大森の新しい交流拠点として期待されている地域密着型の建物である。

建物の立地としては、敷地を囲むように道路が四方にあり、いずれも人通りの多い駅から徒歩1分程度の繁華街の中心地である。

建物は、地上1階から4階の低層階と5階から8階の高層階からなり、外壁はPCaとダブルスキニングアルミカーテンウォールであり、低層階のフロアは高層階に比べひと回り広く設計されている。

資材の搬入・搬出路は隣接する東側マンション脇の1ヵ所しか確保できない状況でL字型の敷地に建つ建物をいかに合理的に建ち上げるかが課題となった。

ここでは、重量資材の揚重方法を最大のテーマとしたVE施工事例を報告する。

## 2 工事概要

工事名称：(仮称)大森北一丁目開発

工事場所：東京都大田区

工事期間：2009年7月～2011年2月

設計：株式会社日本設計

施工：前田建設工業株式会社 東京支店

主要用途：商業施設、事務所、図書館

主要構造：地上S造、地下SRC造

延床面積：14,908㎡



図-1 外観パース

### 3 工事の課題及びその背景

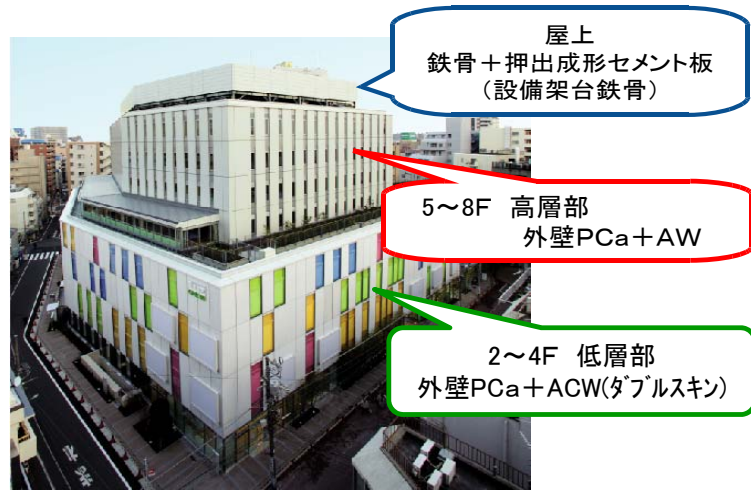


写真-1 本建物全景

#### ①敷地条件が厳しい

- ・搬入口が1ヶ所しかない。
- ・建物形状がL型で奥行きがある。（搬出入口から奥外壁までの距離が100m以上）
- ・周囲に病院や商店街があり、近隣や警察・消防等から制限を受ける。

#### ②屋上工事の工程が厳しい

- ・屋上では、設備架台鉄骨の組立や設備基礎CON、各種機器の据付、目隠しフェンス鉄骨の建方等があり、工種が輻輳して全体工程に影響を与える。
- ・タワークレーンや屋上走行式クレーンを設置すると、後工事が発生する。

これらを踏まえ、走行式クレーンによるPCa版の揚重・取付計画を作成したが、工期内に工事を終わらせる事が非常に厳しい状況であった。



図-2 敷地条件および屋上走行式クレーンによる揚重計画図

#### 4 改善方針

①移動式クレーンを屋上に直接載せることとした

- ・ 5 F と 8 F 屋上に移動式クレーンを 1 台ずつ配置する。（図- 3, 4 参照）
- ・ 5 F のクレーンは低層部の P C a 取付と 8 F 屋上用の相番機として使用する。
- ・ 8 F 屋上クレーンは P C a 取付完了後、建逃げする形で、設備架台鉄骨組立、発電機、キュービクル、排煙機、室外機等の設置をし、目隠しフェンス（押出成形板）を取付しながら、奥から作業を完了させる。

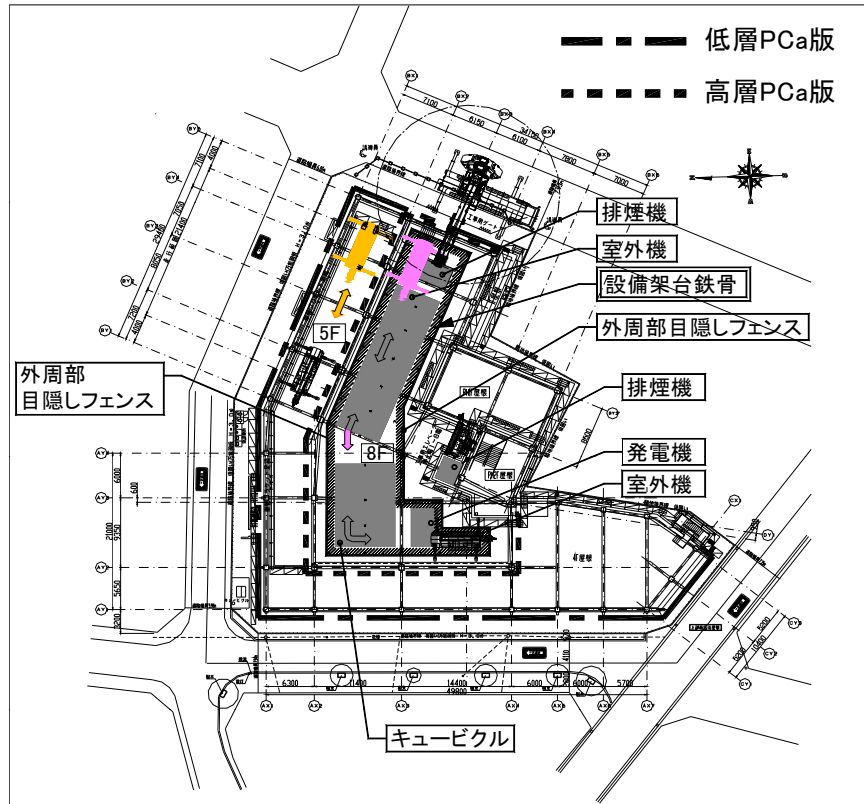


図-3 クレーン配置平面図

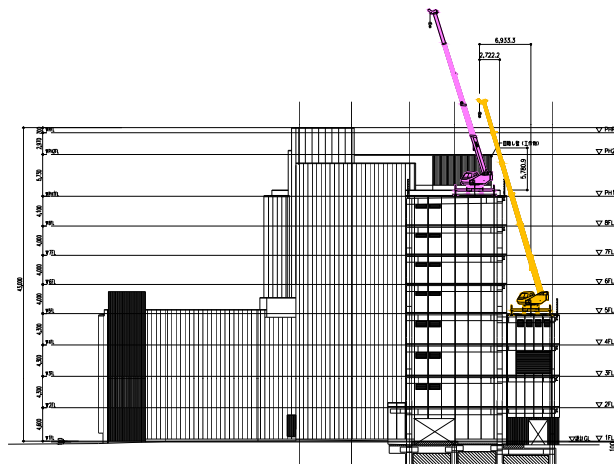


図-4 クレーン配置立面図

②資材の横移動の工夫

- ・ 8 F 屋上での P C 版や資材の横移動は最大積載 5. 0 t の 重量物運搬車（ラジコン方式）を使用する。



## 5 改善の詳細

- ① 屋上に設置するクレーンサイズの検討 ⇒ 16 t クレーン (図-5, 6 参照)
- ② クレーンを屋上に上げられる重機の検討 ⇒ 220 t クレーン
- ③ 上記重機の周辺道路への設置の検討 ⇒ 前面道路7.9m + 現場敷地内でも使用し確保
- ④ クレーン走行時の屋上スペースの検討 ⇒ 屋上鉄骨の柱スパンを広げ、巾4mを確保

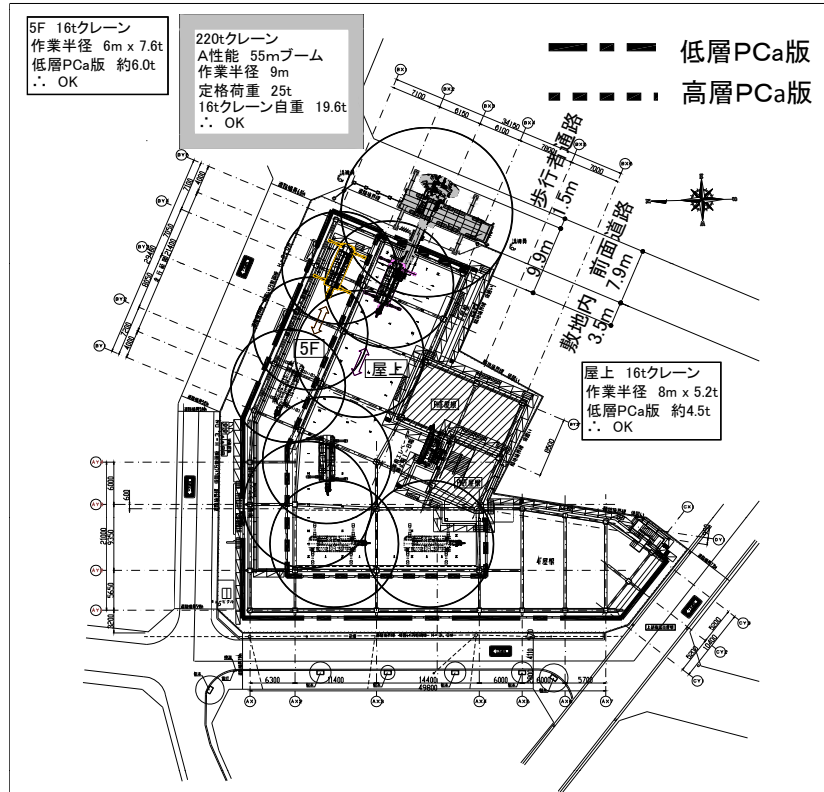


図-5 クレーン配置検討図

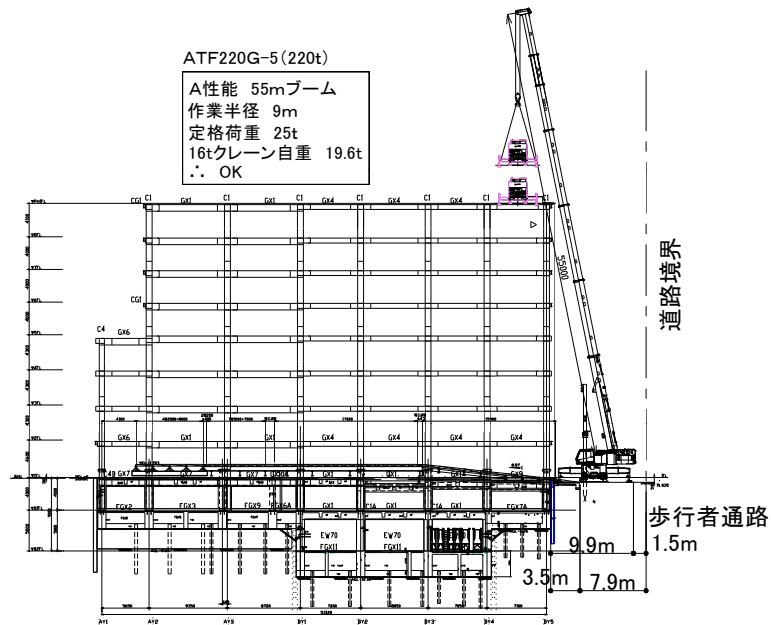


図-6 クレーン揚重検討

⑤ 重機の重さに対するコンクリートスラブの補強検討

屋上は設備・電気機器等の重量物を設置できる設計条件となっていた。その為、床は断面を変えず鉄筋量を増やす方法（軽微な変更）で補強をした。（写真-2参照）

5Fの床に関しては合成床版のため、クレーン走行する範囲を全面的に支保工（パワーフレーム）にて補強をした。（写真-3、図-7参照）

また、アウトリガーを置く範囲は、クレーンを3ヶ所の位置に限定して支保工（パワーフレーム）を設置した。



写真-2 R階スラブ配筋補強状況



写真-3 支保工状況(デッキリブ 隙間は木製キャパ-で対応)

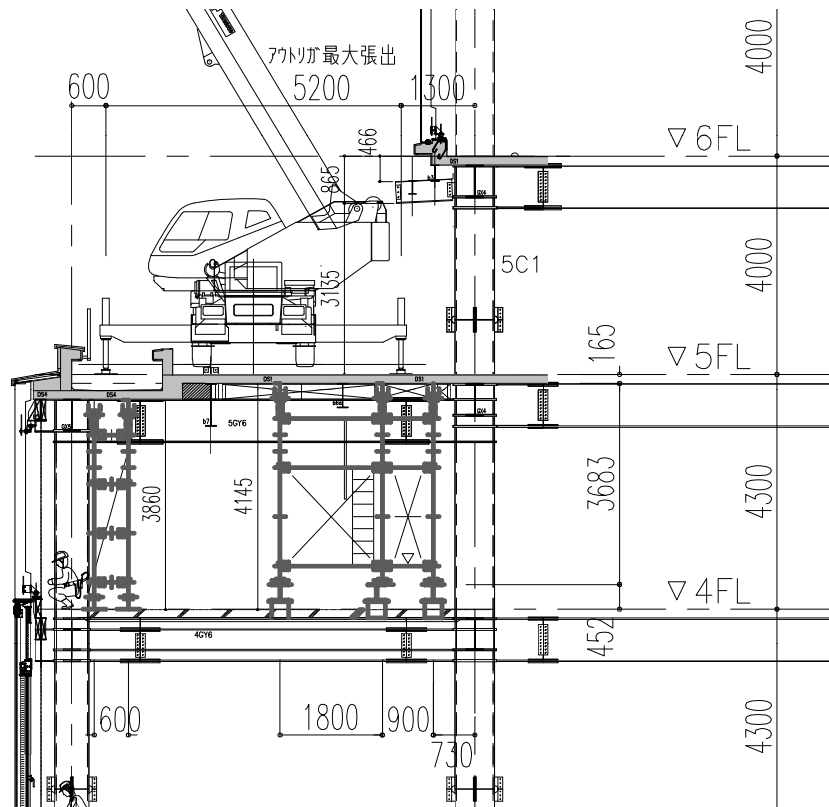


図-7 5Fスラブ補強検討

⑥ PCa版の屋上横移動方法の検討

屋上で、5t程度のPCa版を取付けるエリア、にどのようにして運搬できるか、下記10種類の運搬方法を検討した結果、重量物運搬車に決定した。（表-1、写真4、5参照）

表-1 運搬機械比較検討表

項目	性能 (揚重・移動)	操作性	スピード	安全性	コスト	屋上設置 (揚重可能か)	合計点数	備考
1.トラック	○	◎	◎	△	△	×	15	玉掛けが困難
2. キャリ－ダンプ	×	△	△	○	○	○	11	積載荷重が厳しい
3. フォークリフト	○	◎	◎	△	×	△	15	5t用は大きすぎる
4. 平床台車を4台で人力	△	×	×	×	◎	◎	11	人力では厳しく危険
5. 架台を製作して天井クレーン	○	○	△	○	×	△	11	架台がコストと工期面に問題
6. レールを敷いてトロック方式で移動	○	○	○	△	×	○	13	レール設備のコストとブレーキ面に問題
7. 鉄骨支柱にウインチを固定して引っ張る	△	△	△	△	◎	◎	14	スピード性と操作性に問題
8. 床にチルホールを固定して引っ張る	△	△	×	△	◎	◎	13	スピード性と操作性に問題
9. ベルトコンベア	△	○	○	○	△	○	14	積載荷重とコスト面に問題
10. 重量物運搬車	◎	◎	○	○	○	○	22	決定

◎-5点 ○-3点 △-1点 ×-0点

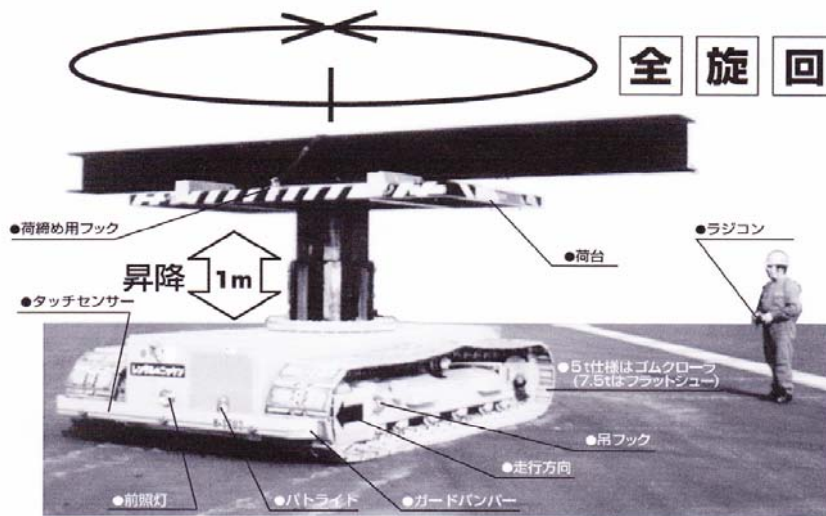


写真-4 重量物運搬車



写真-5 重量物運搬車設置

## 6 施工状況



写真-6 16t移動式クレーン揚重



写真-7 5Fクレーン設置



写真-8 8F屋上





写真-9 R F屋上にて高層PCa取付状況



写真-10 屋上鉄骨建方状況



写真-11 設備架台組立完了

## 7 改善による効果

### ◆C (コスト)

- ・固定式クレーンに比べ、揚重機械費が60%削減

### ◆D (工期)

- ・固定式クレーンに比べ、1.0ヶ月程度短縮
- ・揚重機械の設置期間が、3.5ヶ月から2ヶ月に短縮された。

### ◆S (安全)

- ・日々のクレーン作業エリアがコンパクト化され、立入禁止処置などの安全管理がしやすかった。

### ◆E (環境)

- ・固定式クレーンを使用しなかった為、現場全体の仮設電気容量の削減になりCO2の削減や節電につながった。

### ◆その他の効果

- ・後打ちコンクリートや外壁の後施工、防水の後施工が無くなった。

## 8 おわりに

当初はタワークレーンや屋上走行式クレーンで揚重する検討をしていた。しかし、敷地条件や建物構造、着工後の近隣折衝や外壁の詳細が決定していく中で解体までの揚重機の数、工期などにおいて非常に難しいと判断した。

実際に改善提案として、移動式クレーンを屋上に載せることを考えた人は少なくないと思う。ある意味、単純な発想で笑い話で終わる内容かもしれないが、現実的に実行するにはかなりの検討と勇気が必要だと感じた。

今回の反省点として、5F部分にクレーンを上げる際、合成床版スラブの補強を全面的に支保工（パワーフレーム）で行ったため、4Fの仕上げ工事に若干影響が出た。これは、事前に支保工の計画することで、デッキやスラブ形状を変更することができ、サポート等の補強を軽減できたと思う。

また、注意点として、スラブ上に重量物を設置する為、短期間ではあるが、たわみ量のチェック、レベル確認や目視によるクラック発生の有無を日常的に確認する必要がある。

今回は特に安全面でルールを増やすなどして現場管理をおこない改善計画を達成する事ができた。

最後に、関係各位のご指導、ご協力のもと、無事故無災害で工期内に工事を完了できましたことを感謝いたします。

## 2. 大空間における大規模支保工ステージの改善

社名：三井住友建設(株)

氏名：山口 陽平

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	新2高炉土木建築工事
(2) 規模(延べ床面積・階数)	述べ床面積:3,525㎡、地上2階
(3) 用途	工場設備(高炉原料槽)
(4) 主要構造	下部32m(槽下):RC造、上部18m(槽上):S造
(5) 建設地	和歌山県和歌山市
(6) 施工期間	2010年1月～2013年3月
(7) 工事費	2,980(百万円)
(8) 設計者	三井住友建設(株) 大阪支店 一級建築士事務所
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・I期工事(同用途建物)の支保工に於ける問題点・改善点を洗い出し、施工性及びコスト面・安全面について改善を実現したい。</li> </ul>
(2) 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>・地上21.7mの高さに梁せい4m(ハンチ部に於いては6m)の大梁があり、地上からそれを受ける支保工が必要である。</li> <li>・I期工事では、大空間全面に渡って支保工を設置したため、仮設資材量が膨大となり、架払しに過大なコストと労力を要したばかりでなく、作業性も悪かった。</li> <li>・支保工が残置されている時期から、大梁下部に設置される鋼製ホッパー工事を開始する必要がある。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大梁受け支保工に、「支柱+H鋼+ブラケット式(RORO支柱)」を採用して施工。</li> <li>・大梁コンクリートを水平分割打設(2層)する事により、支保工が受ける荷重を減少させ、支保工を削減。</li> <li>・ステージ形状及び設置レベルを、支保工解体前から鋼製ホッパー工事が出来るように改善。</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>・安定した作業床での作業が出来、型枠精度の向上と、鋼製ホッパー工事及びホッパーに付随する工事の作業性が向上した。</li> </ul> </li> <li>・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>・支保工資材量削減により、仮設費及び労務費を削減することが出来た。(資材費CD率39.4%、労務費CD率37.2%、トータルCD率38.5%)</li> </ul> </li> <li>・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul> </li> <li>・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>・地上14mの高さに、隙間のない安全な作業床を確保することが出来た。</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>・梁下に取り付く鋼製ホッパー工事を、ステージ上から施工することが出来た。</li> </ul> </li> </ul>

### 3. 傾斜地における山留工事のコストダウン

社名:東急建設株式会社

氏名:櫻井 良介

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	—
(2) 規模(延べ床面積・階数)	延べ床面積:9,471㎡、地上9F・地下1F
(3) 用途	病院
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	長崎県長崎市
(6) 施工期間	2010年2月～2011年6月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山留工事のコストダウンを図る。</li> <li>・傾斜地における山留工事の支保工を削減する。</li> </ul>
(2) 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>・敷地内に約4mの高低差があるため、切梁工法では反力がとれない。</li> <li>・山留壁が敷地境界道路に近接しており、掘削深さが約7.5mとなるため、自立山留工法で安全を確保するには、山留工事のコスト増となる。</li> <li>・従来工法である斜梁工法では、作業効率の低下が予想される。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山留工法として、矢板の機能をコンクリートで代替させる腹付けコンクリート工法を採用した。また、鉄筋コンクリート梁を中間部に築造して反力を受け、山留壁の変形を抑制した。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・切梁を無くすことによる、躯体水平打ち継ぎ箇所の低減。
・C(コスト)	・山留工事において約40%のコスト低減。
・D(工期)	—
・S(安全)	—
・E(環境)	—
・その他の効果	—



# 傾斜地における山留工事のコストダウン

東急建設株式会社

櫻井 良介

## 1. はじめに

本建物の計画地である長崎市は、三方を山に囲まれ、一方を海に面した平地の少ない地形を有しており、建物の多くは山の斜面を利用して建設されている。このため、「階段の街」「坂の街」として有名である。

本工事は、高低差のある土地を利用した病院の新築工事であり、本工事の施工条件及び課題は以下のとおりである。

- 東面道路・西面道路との高低差が約4m・・・敷地周囲の高低差を利用した建物
- 既存石積み擁壁の保存・・・施主・設計・近隣からの要望事項

## 2. 工事概要

工事概要を表-1に、完成予想パースを写真-1に、計画建物を図-1, 2に示す。

表-1 工事概要

工事件名	—
工事場所	—
建築主	—
設計・監理	—
施工	東急建設 株式会社
主要用途	病院・特別養護老人ホーム
病床数	144床(透析), 79床(入院), 29床(特老)
敷地面積	1,734.76 m <sup>2</sup>
建築面積	1,202.58 m <sup>2</sup>
延床面積	9,471.69 m <sup>2</sup>
構造規模	RC造 地下1階、地上9階



写真-1 完成予想パース

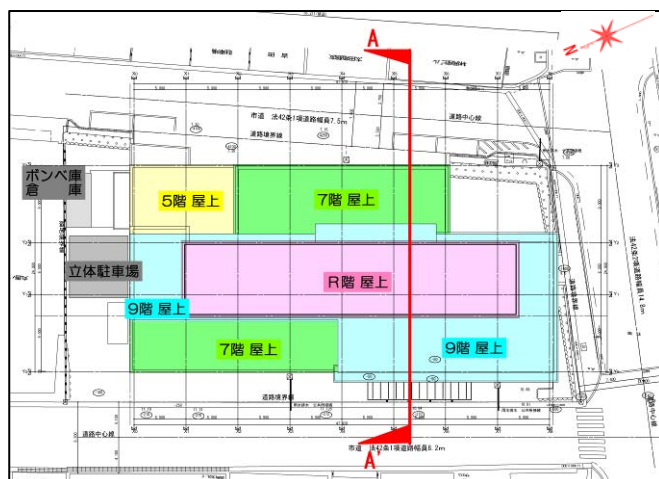


図-1 計画建物 平面図

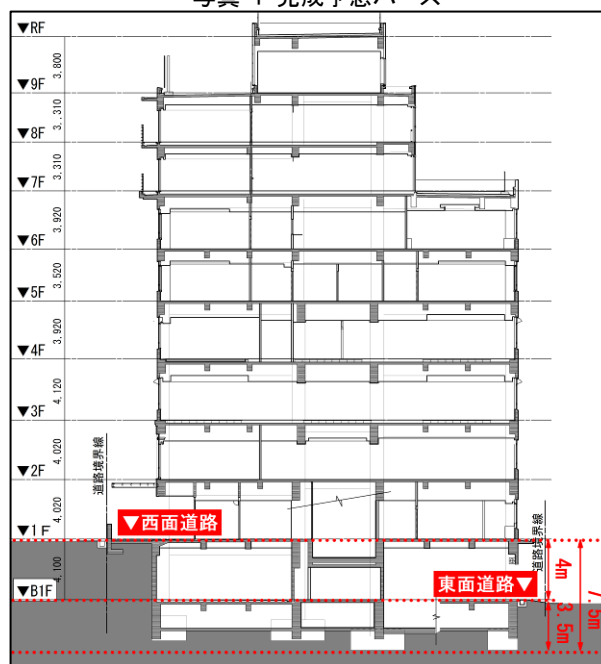


図-2 A-A'断面図(竣工時)

### 3. 地下工事のコストダウンへの取組み

#### 1) 山留工事計画

実施山留工事計画図を図-3 に、B-B' 断面図(実施)を図-4 に示す。

#### 【当初計画】

敷地が西面道路と東面道路で約 4mの高低差があるため、切梁支保工を架設することが難しく、山留壁を自立させる必要があった。当初計画では、親杭 L=10m を打設し、裏面を鋤取ること土圧を軽減させ、山留壁を自立させる工法の計画であった。図-5 に C 断面図(自立工法)を示す。

#### 【問題点】

- ・ 山留壁が道路に近接しており、車両の通行に伴い、鋤取部分の崩壊・仮囲の倒壊・側溝の崩壊の恐れがある。
- ・ 山留鋼材の使用量が非常に多く、コスト低減が難しい工法である。
- ・ アースアンカー工法は敷地境界を越境するため、道路管理者の了解を得ることができず、採用できない。
- ・ 斜梁工法の採用によるコスト UP と作業効率の低下が懸念される。

#### 【改善策】

- ・ 6m以深では安定した地盤（良好な地山）が分布していることから、長崎で実績が多い矢板の機能をコンクリートで代替させる腹付けコンクリート工法を採用。

図-6 に C 断面図(腹付けコンクリート)を示す。

#### 【腹付けコンクリート問題点】

- ・ 根切底が GL-7.15m であるのに対し、地盤が固いため、腹付けコンクリートの親杭レールが、GL-6m までしか根入れできない。
- ・ 根入れ不足対策として、山留下部の地山を残し、オープンカット工法を併用して地山による山留の変形抑制を検討したが、地山だけでは変形・崩壊の恐れがある。

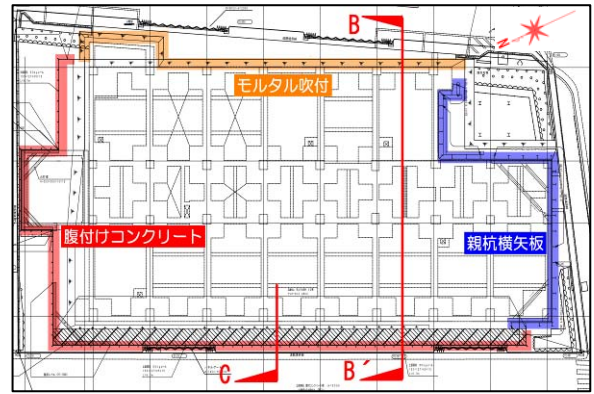


図-3 山留工事計画図

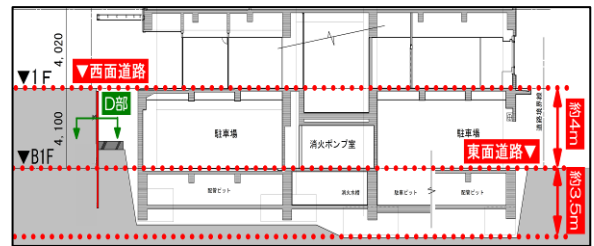


図-4 B-B' 断面図

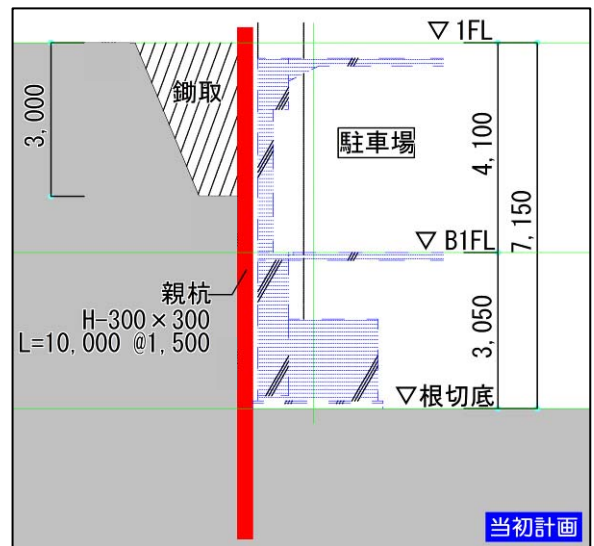


図-5 C 断面図(自立工法)

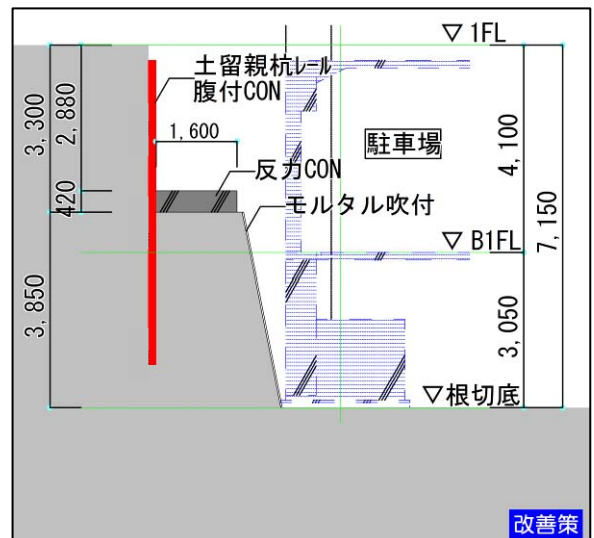


図-6 C 断面図(腹付けコンクリート工法)

【改善策】

- ・地山天端に山留反力用のコンクリート梁（反力CON）を構築し、土留親杭レールの変形を抑制した。

図-7に腹付けコンクリート(図-4のD部)水平断面図を示す。

また、《反力CON》下部の地山崩壊防止対策として、ラス張りし、モルタル吹付を実施した。図-8に【腹付けコンクリート】施工フロー、施工写真を示す。

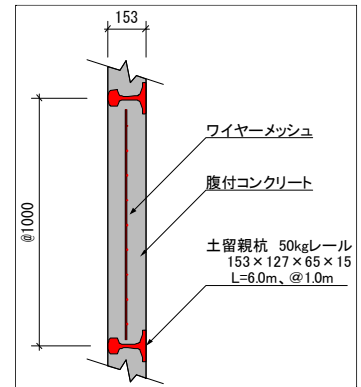
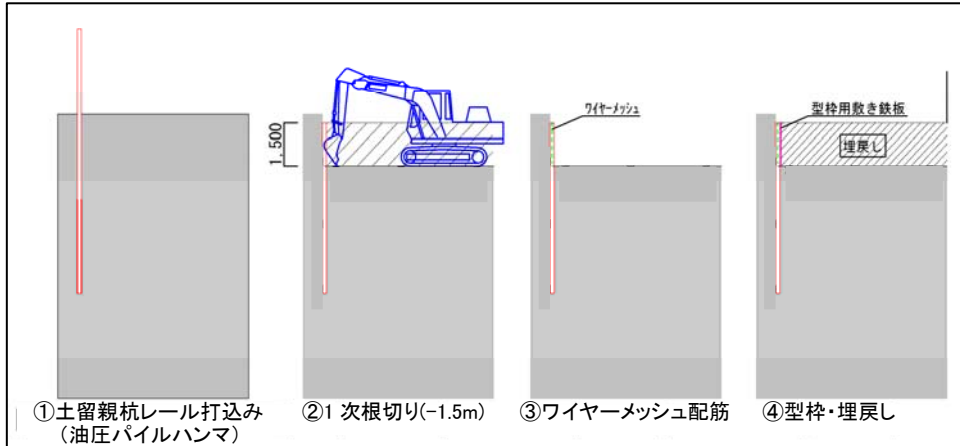
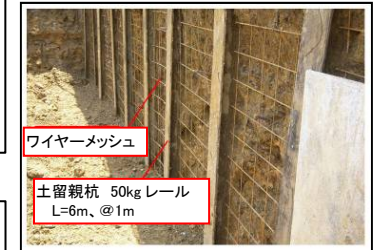


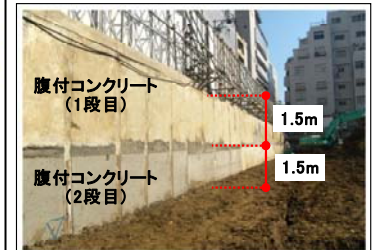
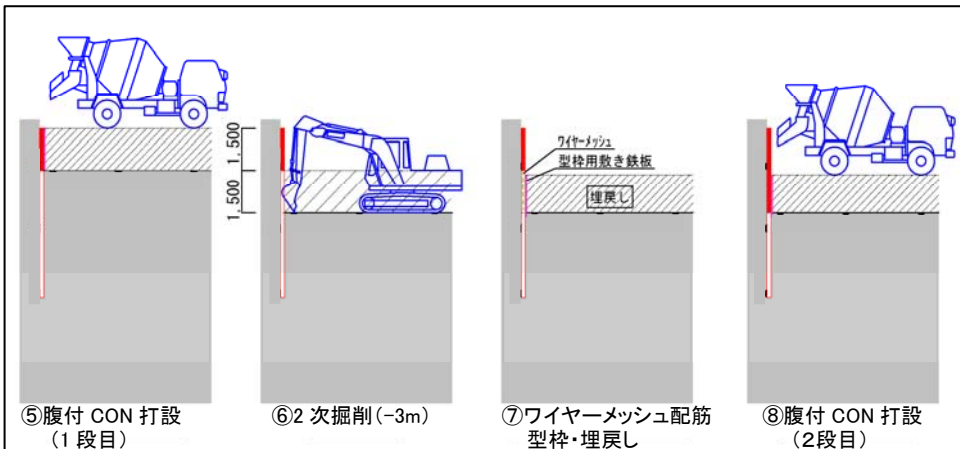
図-7 腹付けコンクリート水平断面



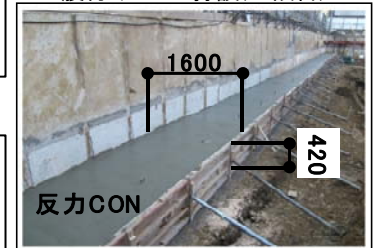
土留親杭レール打込み



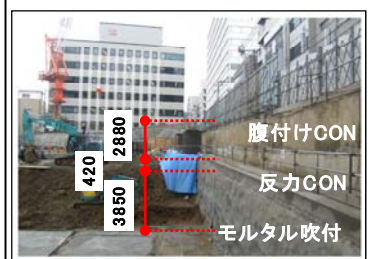
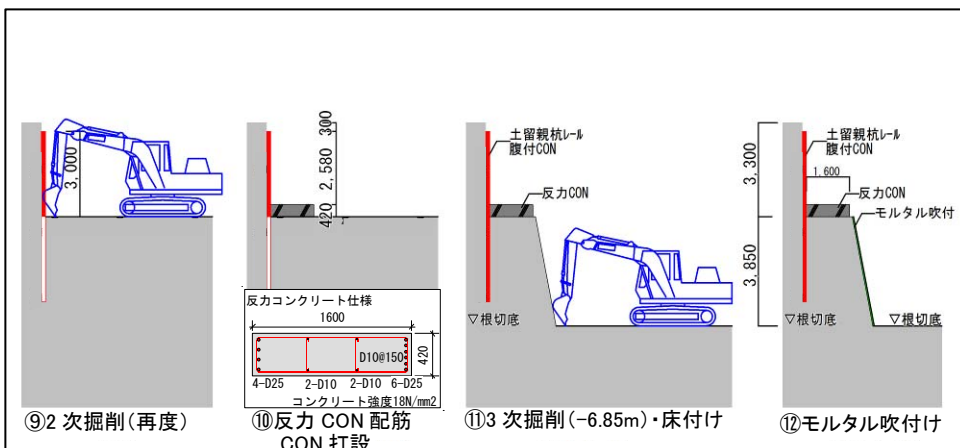
ワイヤーメッシュ配筋



腹付け CON 打設(二段目)



反力 CON 打設



山留工事完了

図-8 【腹付けコンクリート】施工フロー



## 2) 土工事計画

### 【当初計画】

本工事では、計画建物が敷地いっぱいに配置している為、基礎工事には乗入構台を西面道路（上段道路）から架設する計画であった。掘削範囲を図-9に示す。D-D'断面図（構台計画）を図-10に示す。

### 【問題点】

- ・ 構台架設に伴うコストの懸念
- ・ ダメ工事の増加に伴う工期増の懸念

### 【改善策】

- ・ 敷地が道路に3面接しており、東面道路（下段道路）からの乗入可能・・・乗入構台の削減
- ・ 基礎工事において、工区分け・・・地山構台の採用
- ・ クライミングクレーンの架設により、地山構台をヤードとして有効活用・・・梁鉄筋先組工法の採用
- ・ 根切土を埋戻し土に利用・・・残土処分の低減

【1工区】施工計画図を図-11に、【2工区】施工計画図を図-12に示す。

## 3) 結果

（コスト面）

- ・ 山留工事費の低減
- ・ 構台架設費の削減
- ・ 残土処分費・埋戻し費の低減

（工期面）

- ・ 約30日の遅延・・・工区分けの影響

基礎工事の工区分けに伴い、工程に約30日の遅れが生じた。後の工程が大変厳しくなることが予想されたため、梁筋地組工法を採用し、2基の定置式クレーンを使用して効率よく揚重を行うことで1フロア当たり約3日の工期短縮を図り、上棟までに工程の遅れを7日までに縮めた。

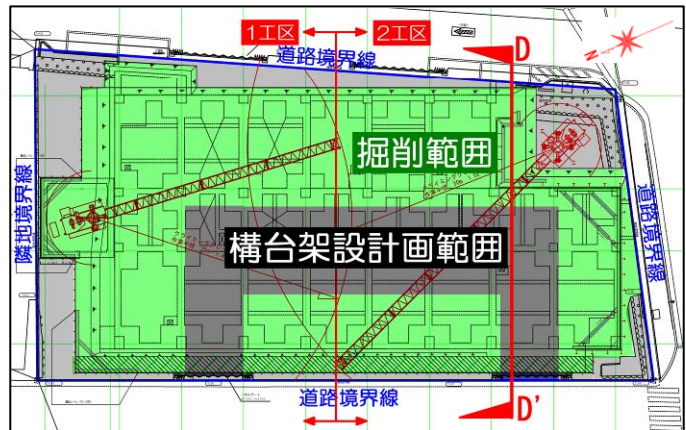


図-9 掘削範囲

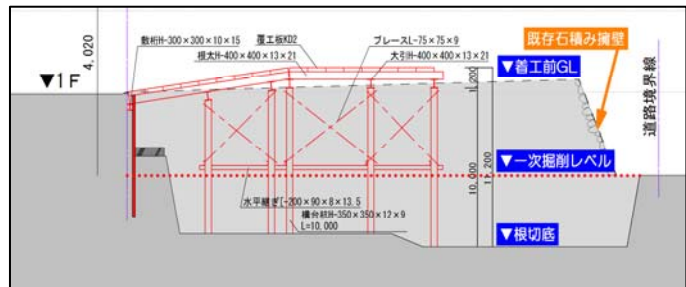


図-10 D-D'断面図(構台計画)

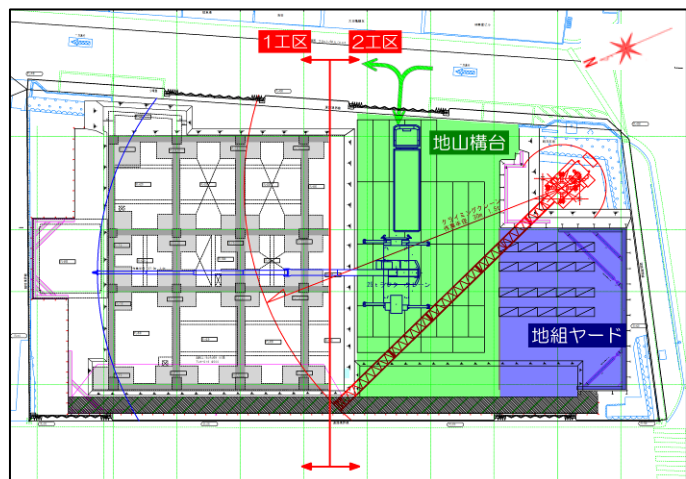


図-11 【1工区】施工計画図

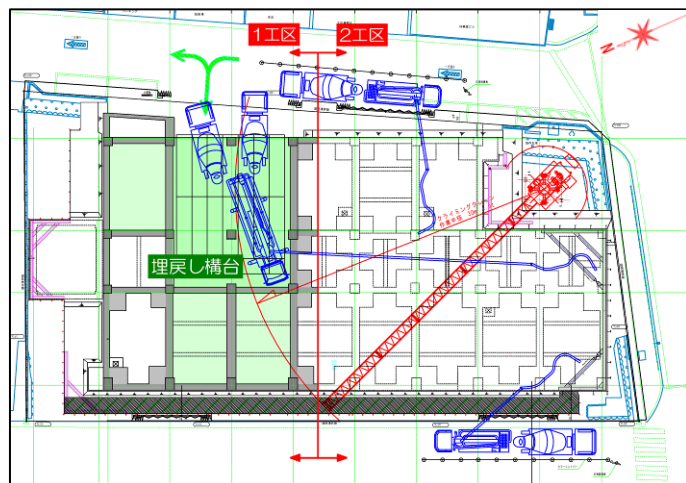


図-12 【2工区】施工計画図

#### 4. まとめ

今回報告した事例についてコスト比較を表-2に示す。コスト比較は、当初の見積を100として表している。地下工事に関する部分において、約40%のコスト削減を実現した。

着工前全景を写真-2に、竣工時を写真-3, 4, 5, 6に示す

本工事は、高低差のある敷地に建つ建物であるとともに、長崎特有の石積み擁壁の保存・修復など様々な諸条件・制約があったにもかかわらず、全工事期間を通し無災害で工事を行え、かつ、関係者の協力もあって【原価低減】・【工期短縮】を実現し、大きな成果を上げることができた。本工事にご協力いただいた方々に感謝の意を表します。

表-2 コスト比較表

工種	当初見積	実施
山留工事	100	60.7
構台架設	100	0
土工事	100	86.3
合計 (上記3工事)	100	60.6



写真-2 着工前全景



写真-3 竣工時全景(南西面)



写真-4 3階透析室



写真-5 地下1階 駐車場



保存した  
石積み擁壁

写真-6 竣工時全景(南東面)

#### 4. 超高強度PCa構真柱によるコストダウン

社名:大成建設㈱

氏名:稲田博文

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)東池袋四丁目第2地区建設工事
(2) 規模(延べ床面積・階数)	延べ床面積:79,230㎡、地上52F・地下2F・塔屋2F
(3) 用途	共同住宅・事務所他
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	東京都豊島区
(6) 施工期間	2007年10月～2011年1月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	大成建設株式会社一級建築士事務所
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下工事のコストダウン、品質確保、工期短縮を図る。</li> <li>・逆打ち工法における、RC造の地下躯体工事費の削減を図る。</li> </ul>
(2) 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>・鉄骨構真柱では、支える地上躯体重量増により鉄骨部材が大きくなり、上載荷重に限度があった。</li> <li>・鉄骨構真柱とすると、柱内に仮設鉄骨が存在し、コスト増になる。また、パネルゾーン納まりが複雑になる。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超高強度PCa構真柱の採用により、地上工程への影響少、仮設鉄骨減、パネルゾーンの施工性良、などの改善をした。</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>・高強度コンクリートの圧入、グラウト充填が不要となり品質が向上。</li> </ul> </li> <li>・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄骨構真柱に比べ、8%のコストダウン。</li> </ul> </li> <li>・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄骨構真柱に比べ、1～1.5ヶ月の工期短縮。</li> </ul> </li> <li>・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCa化により、現場労務や高所作業が減り、安全性が向上。</li> </ul> </li> <li>・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCa化により、現場での型枠組立やコンクリート打設が減り、騒音等低減。</li> <li>・搬出入車両削減によりCO2削減。</li> </ul> </li> <li>・その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCa化により、整然とした環境が維持された。</li> </ul> </li> </ul>



# 超高強度 PCa 構真柱によるコストダウン

大成建設株式会社 建築技術部  
稲田 博文

## 1. はじめに

本建物は、地下 2 階・地上 52 階建ての超高層 RC 造で主用途は集合住宅である。地下計画は 1 階先行床の逆打ち工法、地上計画は RC 積層工法を採用している。

今回採用した逆打ち工法では、地下の本設柱をプレキャスト（以下 PCa）化し構真柱として活用することにより、コスト削減、品質確保、躯体労務量の低減による工程短縮などを図った。

本報告は、Fc100N/mm<sup>2</sup>の超高強度コンクリートを使用した PCa 構真柱の施工計画、施工管理およびコスト比較について述べる。



図-1 外観パース



写真-1 PCa 構真柱施工状況

## 2. 工事概要

工事名称	(仮称)東池袋四丁目第 2 地区建設工事
建設地	東京都豊島区
設計者	大成建設株式会社一級建築士事務所
施工者	大成建設株式会社東京支店
施工期間	2007年10月～2011年1月
階数	本棟：地上52階・地下2階・塔屋2階
最高高さ	189.20m
建築面積	2,938 m <sup>2</sup> 、延床面積 79,230 m <sup>2</sup>
用途	共同住宅、事務所他
主要構造	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造

### 3. 工法選定理由

逆打ち工事でPCa構真柱を選定した理由を示す。

- (1) 鉄骨構真柱では、支える地上躯体重量増により鉄骨部材が大きくなり、上載荷重に限度があった。(本計画は地上10階までの荷重を想定)
- (2) 鉄骨構真柱と比較して、PCa構真柱では掘削完了と同時に地下柱構築が完了し、工期短縮が図れる。
- (3) PCa構真柱は、鉄骨使用量を低減できコストダウンに繋がる。
- (4) パネルゾーンをPCa化することで、現場での柱と梁の異強度コンクリート打分けがなくなり、労務の省力化と品質向上に繋がる。
- (5) 柱内に鉄骨がないため配筋納まりが簡素化できる。

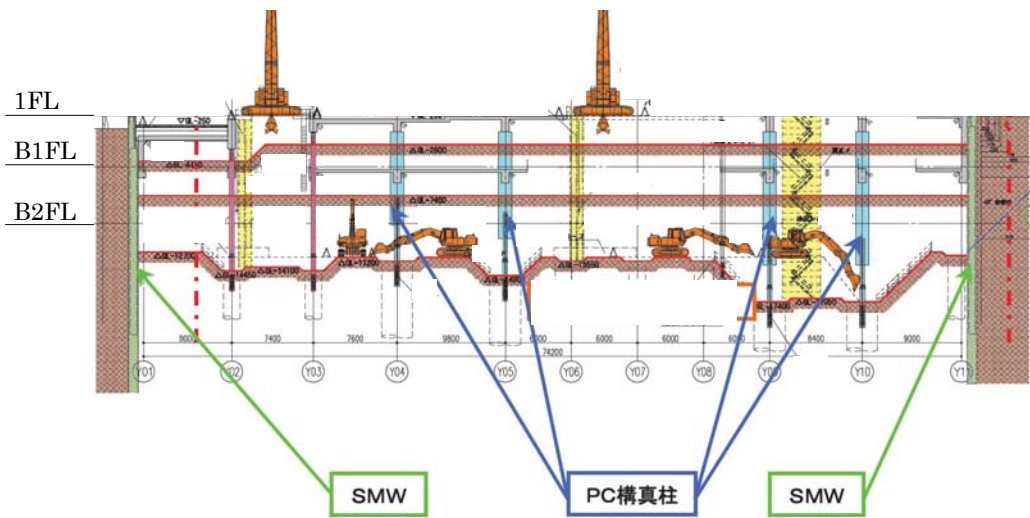


図-2 地下仮設計画・断面図

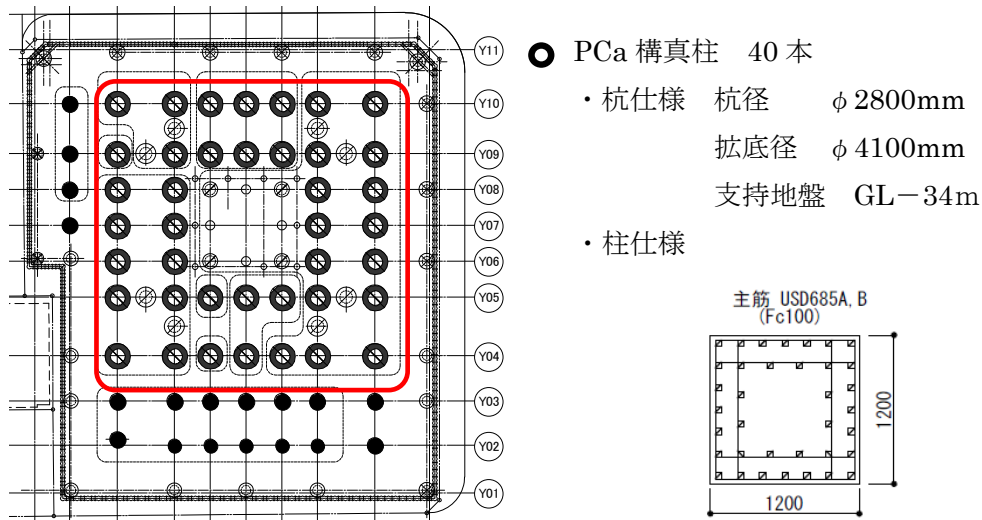


図-3 PCa 構真柱キープラン



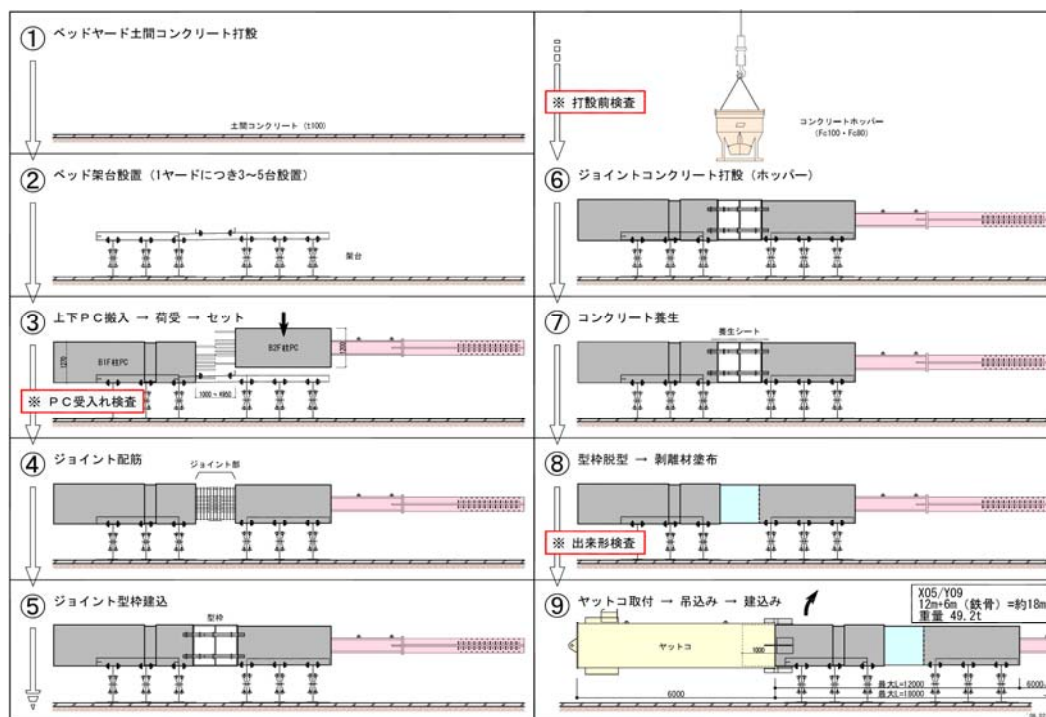
## 4. 計画内容

### (1) PCa 構真柱の工場製作

PCa 構真柱の製作は、工場でのクレーン吊込み能力や運搬車両等の制限があるため、地下1階と地下2階に分けて製作した。

### (2) PCa 構真柱の現場ジョイント

現場に搬入した PCa 構真柱は、山留め鋼材にてベット架台を組立て、その架台上に分割製作した PCa 構真柱を設置した。ジョイント部のスパン調整・通り調整・レベル調整を行った後、ジョイント部の配筋（柱配筋：機械式継手）と型枠建込を行った。コンクリート打設は、ホッパーで行い、打設終了後にゴムシートで表面養生を行った。なお、現場ジョイント部のひび割れ防止のため、コンクリートには収縮低減機能のある高性能 AE 減水剤を使用した。



図－4 PCa 構真柱現場地組み作業手順



写真－2 現場ジョイント部コンクリート打設状況



写真－3 PCa 構真柱現場地組み状況

### (3) PCa 構真柱の建込み

PCa 構真柱は、杭のベントナイト液の中に先行して建込み、杭コンクリートを打設して杭穴埋戻し後、最長7か月間埋設されたままになる。PCa 表面の変色防止のため、PCa 構真柱の建込み前に剥離剤を塗布した。

- 1) ヤットコの重量を含む総重量 60 t の PCa 構真柱の吊上げは、200 t クローラークレーン 2 台の合吊りとし、杭コンクリート打設前に PCa 構真柱をセットした。
- 2) PCa 構真柱の建込み精度の管理概要を図-5 に示す。建込み精度の管理には、トランシットによる調整に加え、XY 通り調整用の①ガイドローラー (4 面)、鉛直度調整用の②パンタグラフ (4 面) および③傾斜計 (2 面)、レベル調整用の④油圧ジャッキ (4 箇所) などの複数の調整機器を併用した。
- 3) 根入れ用の PCa 構真柱脚部の鉄骨部分に⑤コンクリート打設を行い、翌日に吊り込み治具を解体し埋戻しを行った。

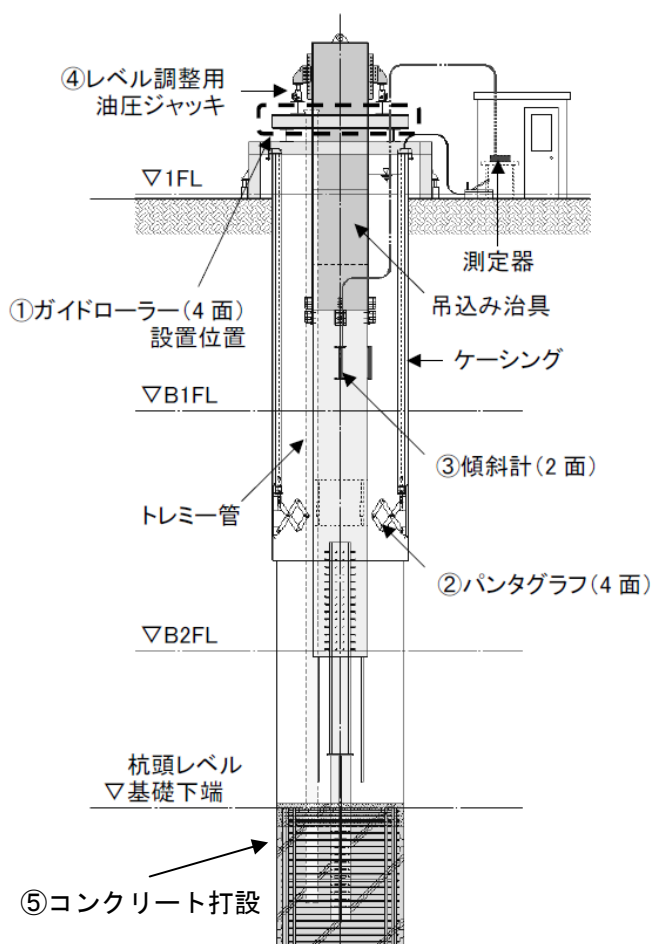


図-5 PCa 構真柱建込み精度管理概要



写真-4 杭かご筋建込み状況



写真-5 PCa 構真柱建込み状況

## 5. PCa 構真柱の施工精度<sup>1)</sup>

PCa 構真柱の施工精度について、掘削後の実測により確認した。評価項目は、レベル誤差および鉛直度とし、全ての PCa 構真柱（計 40 本）を対象とした。レベル誤差および鉛直度の測定位置を図-6 に示す。

レベル誤差の測定位置は、いずれの構真柱も一次掘削レベル（GL から -2500mm の位置）とした。また、鉛直度については、一次掘削レベルと杭頭レベルにおける柱芯の傾きとした。なお、一次掘削レベルと杭頭レベルの距離については、PCa 構真柱の建込み個所によって異なる（11350～15200mm）。

施工精度の実測結果について、レベル誤差・鉛直度を図-7 に示す。

レベル誤差は、いずれの PCa 構真柱も +5～-9mm の範囲にあり、高い施工精度が得られた。また、鉛直度についても、半数の 20 本が 1/1000 未満、最大でも 1/436 であり、十分な施工精度が確保されたものと考えられる。なお、誤差については、埋め戻し時に生じた可能性が考えられるため、振れ止め治具の強化や埋め戻し方法などを改良することにより、更に高い施工精度が得られるものと考えられる。

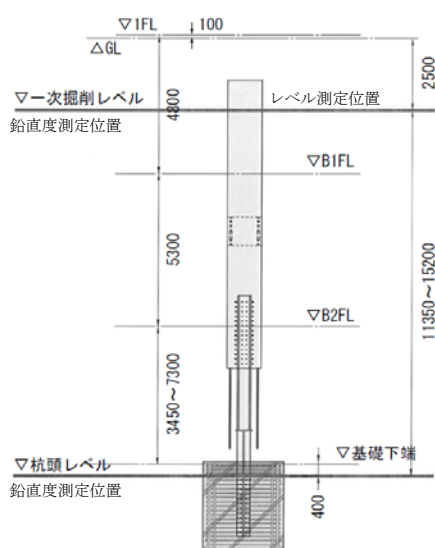


図-6 PCa 構真柱の施工精度管理概要

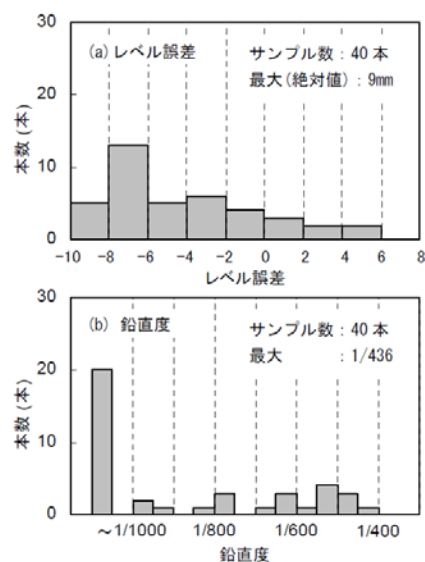


図-7 PCa 構真柱の施工精度



写真-6 二次掘削状況

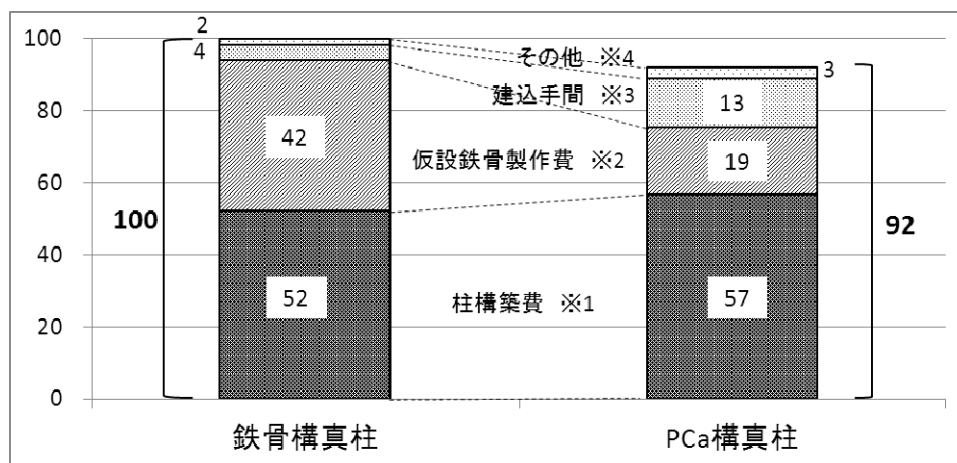


写真-7 三次掘削状況

## 6. コスト削減効果

鉄骨構真柱計画と今回採用した PCa 構真柱のコスト比較を図-8 に示す。

鉄骨構真柱に対して、PCa 構真柱の柱構築費は 5%、構真柱建込手間費は 9%の増額となったが、仮設鉄骨製作費は 23%の減額となり、合計で 8%のコストダウンとなった。



図中の数字は、鉄骨構真柱の合計金額を 100 とした指数 (%) を示す

※1：鉄筋・コンクリート・型枠の材料と手間および関連仮設費、

先行部取合いグラウト費（鉄骨構真柱のみ）、PCa 製作費および関連仮設費

※2：鉄骨構真柱は、クロス H-600×250×16×40（仮設）に設定

※3：構真柱建込み手間および揚重費

※4：構真柱の清掃、安全設備他

図-8 コスト比較

## 7. おわりに

設計基準強度 100N/mm<sup>2</sup>の超高強度コンクリートを用いた PCa 構真柱を実施適用し、超高層建物における地下工事の合理化とコスト削減、工期短縮を図った。

今後の注意点、課題として、

- ①PCa 構真柱で逆打ち工事を行う場合、早い段階で躯体図の作成と配筋納まりを決定しておく必要がある。PCa 柱計画以後は、大梁のレベルの変更ができなくなる。
- ②PCa 構真柱のジョイント部が在来施工のため、コンクリート強度の発現がクリティカルになり、PCa 構真柱の地組み・杭工事・建込みの工程検討、地組みヤードの確保が重要になる。

### 【参考文献】

- 1)宮田哲治ほか：超高強度プレキャストコンクリート構真柱の施工 その2 建込状況、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.807-808 2009（東北）

## 5. アイランド工法による地下工事のコスト低減と工期短縮

社名:(株)フジタ

氏名:三宅 孝志

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	大田区総合体育館改築工事
(2) 規模(延べ床面積・階数)	延べ床面積: 13, 983㎡、地上2F、地下2F
(3) 用途	体育施設
(4) 主要構造	地上SRC造、一部S造、地下RC造
(5) 建設地	東京都大田区
(6) 施工期間	2009年6月～2012年3月
(7) 工事費	5, 094(百万円)
(8) 設計者	株式会社 石本建築事務所
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(狙い) 切梁支保工のコストダウンと地下工事の工期短縮。</li> <li>・(目的) 大規模平面掘削(75, 000㎡)の仮設資材と労務の低減、及び、地下水位が高い条件下での山留壁の安定性を向上。</li> </ul>
(2) 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>・地下平面形状は、長辺が約105m、短辺約85mであり、当初計画の集中切梁では使用鋼材が多い。また、切梁が長いため、山留壁の変形の制御が困難であった。さらに、工程的にも問題があった。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当初は集中切梁工法を用いる計画であったが、VE手法などを用いて集中切梁工法、地盤アンカー工法、アイランド工法を比較検討した。また、建物構造体の安全性の検証も行い、アイランド工法を採用した。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・棚杭などの削減により、仮設物による躯体貫通を大幅に減少させ、地下水位の高い条件下での地下構造体からの漏水リスクを大幅に低減した。</li> </ul>
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集中切梁工法に比べ、資材・切梁架払の労務なども含め、約50%のコストダウンを実現した。</li> </ul>
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集中切梁工法による労務の投入工数を、アイランド工法での労務の投入工数の2倍と仮定しても、アイランド工法の方が約3ヶ月の工期短縮を行うことが出来た。</li> </ul>
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切梁長さが短くなり、切梁反力を安定した躯体から取ることが出来るため、切梁支保工を安定させることが出来た。</li> </ul>
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切梁材の運搬、架設、解体(約1, 600t)で排出されるCO2を、大幅に低減することが出来た。</li> </ul>
・その他の効果	—



# アイランド工法による地下工事のコスト低減と工期短縮

株式会社フジタ 建設本部 建築部

三宅 孝志

## 1. はじめに

大田区総合体育館は、1965年に建設された大田区体育館が老朽化したための改築工事（建替）であるが、改築後の体育館は、建物の最高高さを低くすることで、周辺環境に配慮した計画となっている。このためメインアリーナ・サブアリーナは、地下階に配置されている。アリーナ部分の大空間が地下に半分埋め込まれているため、永久地盤アンカーを設置することで、アリーナ部分の浮き上がりを防止する構造となっている。

地下の最大深度は約13mあり、建物の地下部全体が敷地いっぱいに配置されており、軟弱地盤で地下水位も高いことから、地下工事は難易度が高い工事となっていた。

また、敷地周囲は国道・区道・近隣戸建住宅街にそれぞれ面しているため、山留め工事計画には十分な安全性も確保する必要があった。

本論文は、山留め支保工のVEによる難易度が高い山留め工事を施工した実例をまとめ、今後の地下深い山留め計画の参考資料とするため、それらの計画と成果を水平展開できるものとして報告する。

## 2. 工事概要

工事名称 大田区総合体育館改築工事  
工事場所 東京都大田区東蒲田1丁目11番  
施主 大田区長 松原 忠義  
設計監理 株式会社 石本建築事務所  
施工 フジタ・幸・河津・甲田建設工事共同企業体  
工期 2009年6月16日～2012年3月16日  
(延33ヶ月)

構造規模 SRC+RC+S 地下2階 地上2階

用途 体育施設

敷地面積 8,588.83 m<sup>2</sup> (2,598.12 坪)

建築面積 5,826.51 m<sup>2</sup> (1,762.52 坪)

延床面積 13,983.36 m<sup>2</sup> (4,229.97 坪)

基礎工法 既製コンクリート杭

建物高さ GL+19.90m

基礎深さ GL-12.90m

屋根 キールトラス構造屋根  
ボールジョイントトラス工法  
ステンレス溶接工法屋根

屋上 断熱アスファルト防水シンダー押え

外壁 曲面RCの上、菱形せっ器質タイル  
張り、化粧打放フッ素樹脂塗装  
鋼製カーテンウォール



図-1 建物鳥瞰図



写真-1 アイランド施工中、全景

### 3. 従来工法の問題点および改善点

当初、設計図書には山留め構台計画図に山留め工法が記載されており、山留め壁は SMW 工法、支保工は集中切梁工法で計画されていた。地下の平面形状は長辺約 105m・短辺約 85m となっており、切梁長が非常に長くなる。この場合、切梁の軸方向ばねが小さくなり、山留め壁の変形が大きくなりやすいなど管理上の弱点がある。躯体が複雑な形状となっていること、国道・戸建住宅が敷地境界と密接していることなどからも、切梁工法の採用は難しいと判断した。『山留め設計施工指針：日本建築学会』においては、切梁工法は複雑な平面形状や 80m を超える大スパンの適応は難しいとしている。

見積もり段階では、切梁支保工に対するコスト検討を行った結果、集中切梁では膨大なコストがかかることが判明した。

#### 3-1 支保工の変更

切梁支保工に変わる山留め支保工として、地盤アンカー工法・アイランド工法が候補に上がった。当該工事の土質条件・地下形状を考慮し、主に工期とコストを比較検討した。比較の結果、工期の問題はあるものの、アイランド工法で山留め計画を行うこととした。(表-1、図-2 参照)

表-1 山留工法の比較

山留工法	切梁工法	地盤アンカー工法	アイランド工法
適用性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工実績が多い</li> <li>・信頼性が高い</li> <li>・地盤条件に左右されない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業空間が確保できる・作業性が良い</li> <li>・複雑な地下形状にも適用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切梁工法に比べ切梁材が少ない</li> <li>・先行中央部の作業性が良い</li> </ul>
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切梁材を非常に多く使用する</li> <li>・大スパンの適用はばねが弱くなり、変形しやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・確実な定着層が深くアンカーが長くなる</li> <li>・国道下を借地する必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下が 2 段階施工となり工期がかかる。</li> <li>・躯体が切梁集中荷重を受ける</li> </ul>
評価	×	×	○

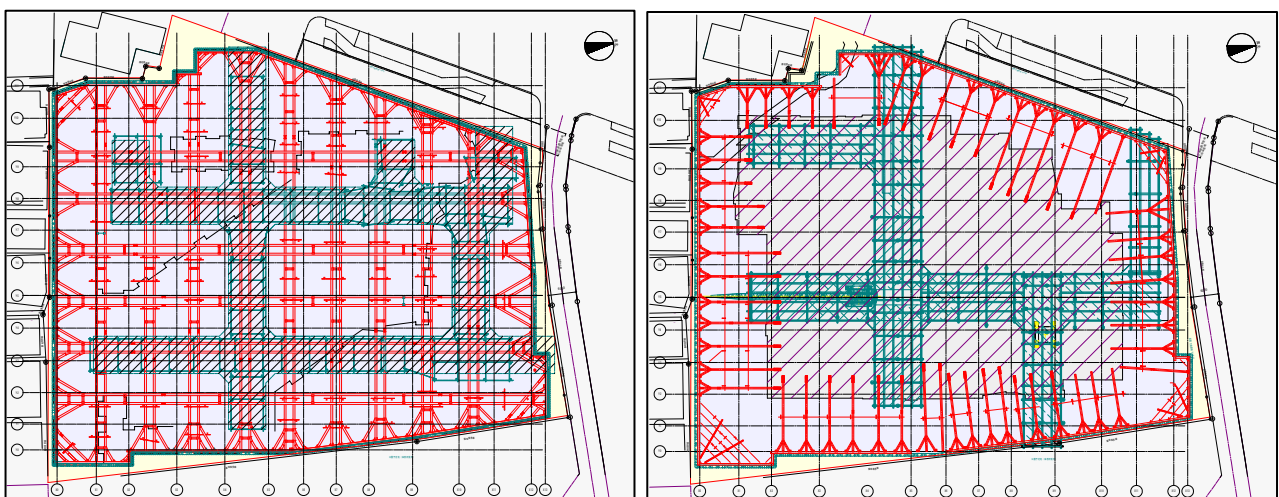


図-2 切梁計画図(左)と、実施したアイランド工法切梁計画図(共に1段目)

### 3-2 工期の改善点

一般的にアイランド工法では、工期が長くなると思われるが、当該工事は指定工期であったため、アイランド工法を採用した場合、所定の工期に納まるのか、切梁工法との工期の比較検討を行った。

工期においては、地下部面積が大きいことと地下形状が約6mの段差を持つ、複雑な形状をしていたため、掘削深さにあわせ、地下を大きく11工区（6項参照）に分けて検討した。

施工においては、地下の浅い工区を先行し切梁を架け、外周部の掘削・躯体工事を行い、地下が深い工区を同時に施工する、一連の連続した工事とすることが出来た。その結果、躯体工事の労務の投入工数を2倍にした切梁工法に比べても、工期を約3ヶ月短縮することが出来た。（図-3参照）

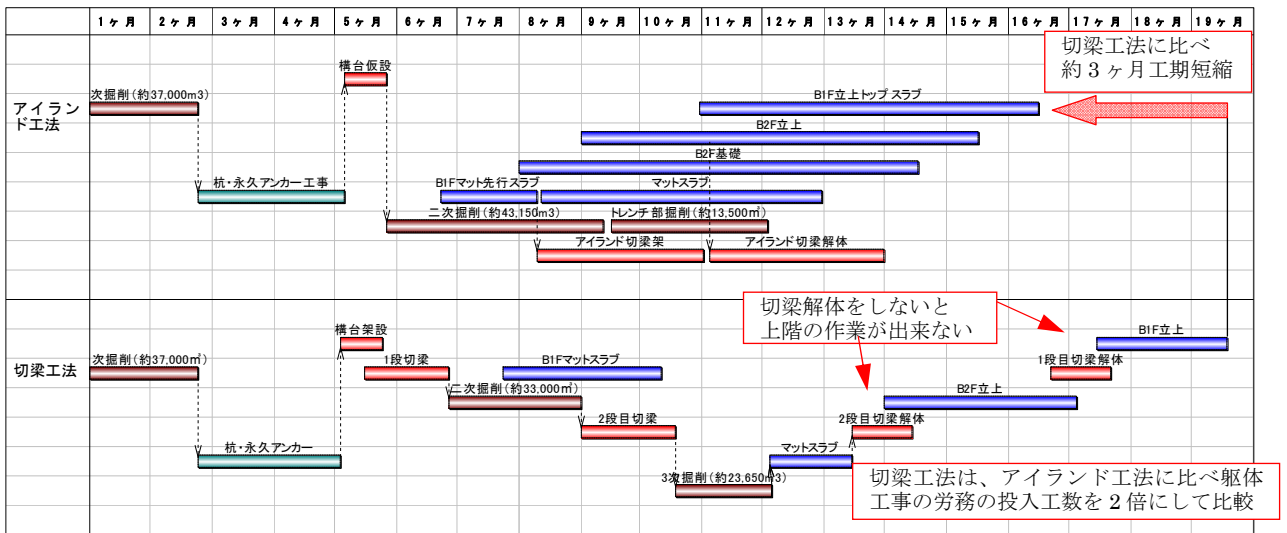


図-3 切梁工法とアイランド工法の比較工程（アイランド工法は実施工程）

### 3-3 アイランド工法採用による利点

アイランド工法を採用した最大の利点は、切梁工法より切梁長さが短くなり、安全性の高い切梁支保工を構築することが出来たことである。同時に切梁材を約1,230tと大幅に低減し、当該工事のように地下水量が多い地区では、漏水の原因となりかねない棚杭の本数も大幅に減らすことが出来た。この計画を原価に反映し、当該工事の受注に貢献した。

## 4. アイランド工法の設計

### 4-1 法面寸法の決定

山留めの設計に当っては、中央部の先行躯体構築部を出来るだけ大きく取れるような計画とするため、外周 SMW の自立高さを4mとした。（写真-2）

外周の法面の大きさは、GL-4.0mまで掘削した時、外周山留め壁保持のために必要な大きさの法面を各面、各土質ごとに検証し、中央側の掘削で、外周山留め壁に影響のない範囲（受働側崩壊線より内側）を床付面まで、法面45°のオープンカットとした。（図-4、写真-3）



写真-2 法残し部



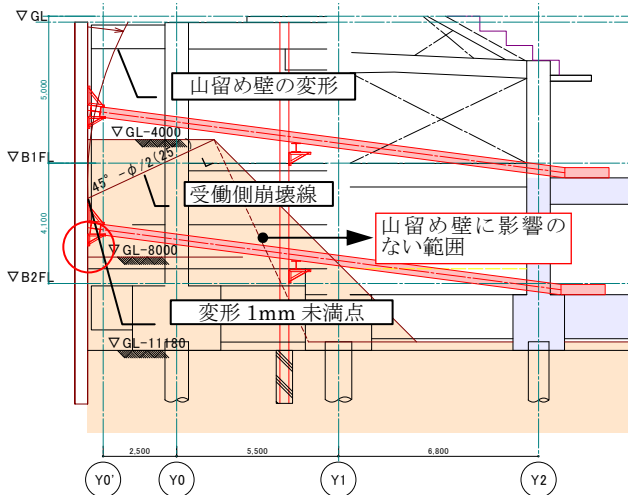


図-4 アイランド工法山留め 断面計画図



写真-3 切梁架設と法面

土質柱状図では、各面ごとに土質状況が違っていたため、各部位で安全側となるよう、外周山留め面のみで CASE1～9 までの検討をそれぞれ行い、山留め壁の変形量は国道・区道側で 3.0cm 未満、近隣戸建住宅側で 2.5cm 未満となる様に設計した。

杭及び、永久地盤アンカーの施工は 1 次掘削が完了した GL - 4.0m のレベルから施工を行ったが、水位が懸念されたため、工事は慎重に行った。

#### 4-2 仮設地盤アンカーを併用した設計

地下躯体最深部では、残さなければならない法面が大きくなってしまいます。すなわち、最深部の後工程の範囲が大きくなってしまったため、この範囲を出来るだけ小さくする必要があった。そこで、内部段差部自立山留めと仮設の地盤アンカーを配置し、中央部先行躯体の施工できる範囲を確保した。

仮設地盤アンカーは、SMW の手前に定着体を配置することで、遮水壁を貫通することを防止した。

その場合、定着地盤の N 値が 7～11 しかなく、通常の地盤アンカーでは、所定の強度が得られないため、定着部の削孔径を拡大し定着体外周の周面摩擦抵抗を確保し定着する方法と、拡大した面により支圧抵抗で定着する方法の両者を併用する支圧・摩擦併用定着型地盤アンカー工法を採用した。(図-5、写真-4)

1 段切梁架設以降は、不要となるので外周部の掘削時に定着体を残し撤去を行った。

#### 4-3 山留め設計時の問題点

見積り段階では、構造図に記載された 5 箇所土質柱状図をもとに、アイランド工法の設計を行

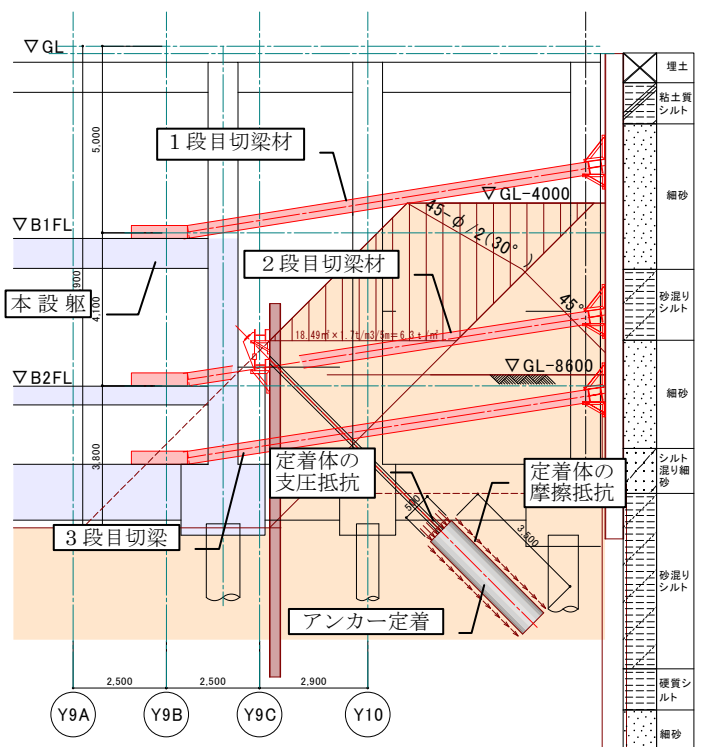


図-5 最深部の支圧定着地盤アンカー

ったが、5箇所とも、GL - 23m 付近まで土質状態の連続性が乏しく、今回の山留めを安全に設計するには、必要情報が少なく、遮水層の判断も出来なかった。

見積り時ではこれ以上の情報は要求できなかったため、周辺地域の当社の過去の土質データや、複数の地盤調査会社に周辺の土質データの提供を求めたが、最も山留めの安全性を高めたい近隣戸建住宅街側の土質データを推測するには不十分なデータしか得ることが出来なかった。

そのため、土質データが不足する部分の山留めの設計は、危険を回避するために最大限安全側に設計し、実施工段階で追加ボーリング調査を行い、山留め設計の安全性の確認と、過剰に設計している部分については、施工段階で見直しをすることとした。

追加ボーリング調査では、現場透水試験や土の三軸試験、水位の調査を行う予定とし、実施工段階では、山留めの安全検証と水替え費を含め、更なる VE を狙うこととした。



写真-4 仮設地盤アンカー部腹起し

## 5. 受注後の取り組み

### 5-1 追加土質調査による山留め設計の見直し

当該工事を受注し、山留め工事の実施工に当たっては、土質の詳細が不明だった部分は追加ボーリング調査を2箇所行い、見積時の山留め設計で不透明だった分の安全検証と、追加調査によって得られたデータより、山留め設計の見直しを行った。(図-6)

調査・試験では、現場透水の結果から盤ぶくれに対するソイル長さを見直しし、三軸圧縮試験より得られた土の粘着力・内部摩擦角により、外周山留壁と切梁・内部段差山留め親杭の見直しを行った。

当初、山留め設計時は砂質土では粘着力  $0 \text{ k N/m}^2$ 、粘性土で内部摩擦角  $0^\circ$  としていたが、調査結果により、砂質土では粘着力  $1.32 \text{ k N/m}^2$ 、粘性土で内部摩擦角  $31.3^\circ$  が得られた。

この結果より、山留めの再設計を行い外周 SMW の芯材メンバー  $553\text{t}$  を  $409\text{t}$  にし、最大切梁反力  $250\text{t/本}$  を  $170\text{t/本}$  にすることが出来、内部段差部の親杭も鋼材材料  $424\text{t}$ 、施工長  $3,257\text{m}$  を鋼材材

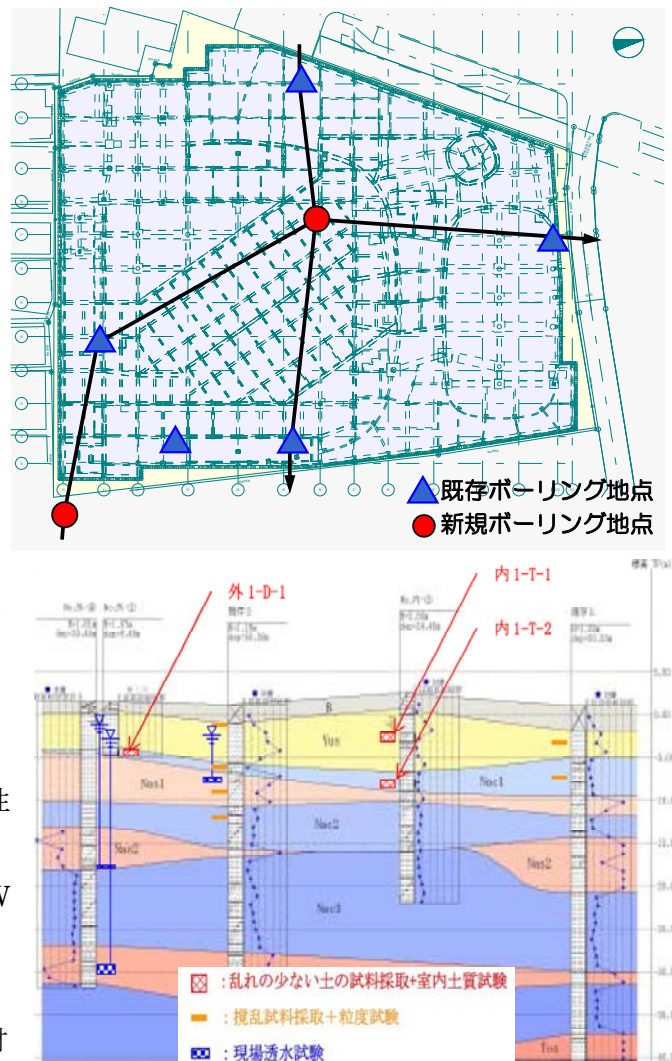


図-6 追加土質調査サンプリング位置



料 190t 施工長 3,036mとすることが出来た。

構台杭についても 120t クローラクレーン作業ゾーン・走行ゾーンと、車両運行ゾーンと、3 箇所に分け、構台杭の設計見直しを行い、支持杭の鋼材重量 575t、施工長 4,260mを鋼材重量 540t、施工長 4,000mとした。

## 5-2 斜め切梁の問題点の見直し

当初計画時、切梁の角度を統一できない問題点から、腹起しは水平に設置し斜め切梁を架ける予定であった。

追加調査の結果から、切梁の軸力が当初設計から減らせる(最大反力 250 t→170 t/本)ことが出来たことと、切梁の角度を工区ごとに統一できたため、腹起し受けブラケットと押さえブラケットで、腹起しを切梁の角度に合わせた腹越し角度に配置することが可能となった。(図-7、写真-5)

その結果、切梁に火打ちを設けることが可能となり、軸力も減らすことが出来たため、斜め切梁本数を大幅に減らし切梁重量を 798t から 434t に減らす事が出来た。

## 6. 切梁反力による躯体安全検証

最大の注意点は、切梁反力を新築躯体から取ることであった。当該工事は最深部で 12.9m となるため 3 段切梁となり、2、3 段目の切梁 1 本当たりの反力は約 170t となり、アイランド工法採用に当っては、大田区・設計事務所に対し、切梁反力を各工区のみ躯体で受け持っても、それぞれの構造体に影響しないことを証明する必要があった。

各工区は、地下階数・深さ・形状・工程を考慮し、大きく 11 工区に分けた。(図-8 参照)

今回の計画でアイランド工法による切梁反力は、主に次の 3 点で構造体にあたる影響を確認した。

- ①柱梁に切梁反力が作用した時の、構造体(柱)の安全性。
- ②マットスラブに直接切梁反力をかけた時の、既製コンクリート杭の安全性。
- ③外周部掘削時の鉄筋の破損防止。

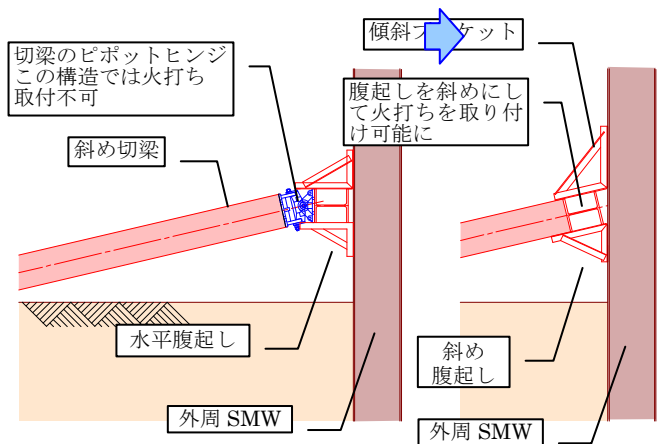
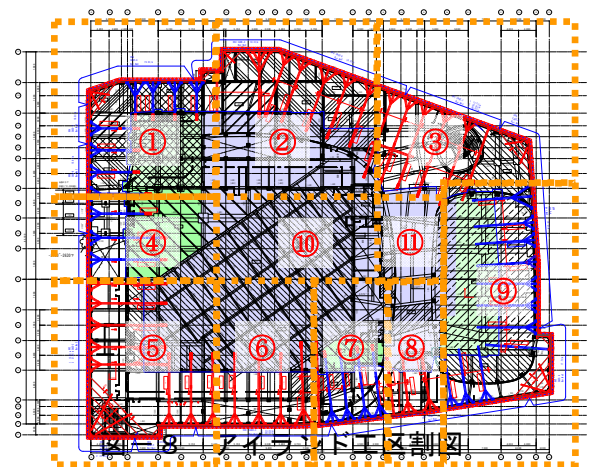


図-7 腹起しの工夫



写真-5 斜め切梁と火打ち



### 6-1 柱の安全性の検証

構造体形状が非常に複雑になっているため、切梁方向と柱梁が平行、または垂直となる部分は、ほぼ皆無であることから各工区ごとに3次元のフレーム（図-9）を作成した。

モデルに切梁反力を与え、柱に作用する曲げモーメント・せん断力・軸力を求め安全性の検証を行い、それぞれX方向Y方向について鉄筋コンクリート製の柱の許容応力以下であることと、ひび割れについても安全性を確認した。（曲げモーメントに対する検討結果を表-2に示す）

一部、建物形状上、柱一列のみで垂直に切梁反力を受ける部分があり、その部位については柱脚の曲げモーメントが鉄筋の半短期の許容引張り力を超える判定となり、柱の補強を行った。（表-2 網掛け部分が補強後の検討結果である）

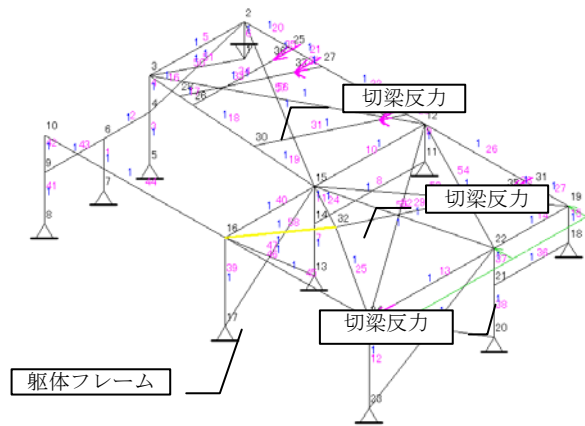


図-9 2工区-① 3次元フレーム

表-2 柱に作用する曲げモーメント

位置	符号	方向	最大曲げ	許容曲げ	判定係数
X3A Y10	C1	Y	77.4t・m	80.13t・m	0.89
Y9B	C6	Y	27.8t・m	118.33t・m	0.23
Y9	C1B	Y	4.31t・m	114.09t・m	0.2 以下
X4 Y9	C1B	Y	10.81t・m	114.09t・m	0.2 以下

補強方法については RC 袖壁を設置する方法と、仮設鋼材を用いて補強する方法とを検討した。RC 袖壁は切梁撤去後に解体処分することになり、解体時に発生する騒音を抑え、周辺地域に配慮することを優先させたため、仮設鋼材で補強する方法を採用した。

RC柱800×800の柱脚に作用する曲げモーメントを低減させるには、H400×400×13×21の仮設鋼材（写真-6）が必要となり、設置・解体には仮設開口を設け、クローラークレーンで行った。



写真-6 仮設鋼材によるRC柱補強

### 6-2 既製コンクリート杭安全性の検証

当該建物の耐圧盤は全て厚さ1500mmのマットスラブで構成されているが、地下1階までしかない部位は、切梁反力を直接マットスラブに負担させる計画とした。

計画当初では、マットスラブの重量による地盤とのせん断抵抗のみで切梁反力を負担するとしていたが、実際には、杭とマットスラブは固定されているため、杭にも水平力が作用する（図-10、写真-7）ものとして再度検証を行い、既製コンクリート杭に作用する曲げモーメント、ひび割れ曲げについて安全性を確認した。

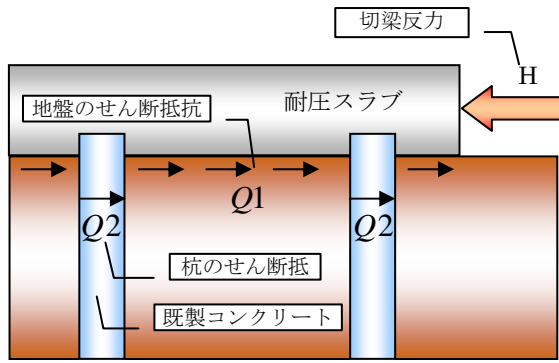


図 - 10 既製コンクリート杭の検証



写真-7 マットスラブに取付けた切梁

以上、6-①,②の点で、それぞれ各工区ごとに切梁反力が構造体に与える影響を判定し、構造体の安全性を確認し、施主・設計事務所の了承を得た。

### 7. 外周部施工時の工夫

今回のアイランド工法の計画で、外周部掘削時に中央先行躯体梁の主筋継手は、ねじ込み型機械式継手を使用した。このジョイントを使用することで打ち継ぎの梁主筋は、継手位置柱コンクリート内に収めた為、外周掘削時に作業の効率性を上げ、掘削時に鉄筋の破損を防ぐことが出来た。(図-11、写真-8)

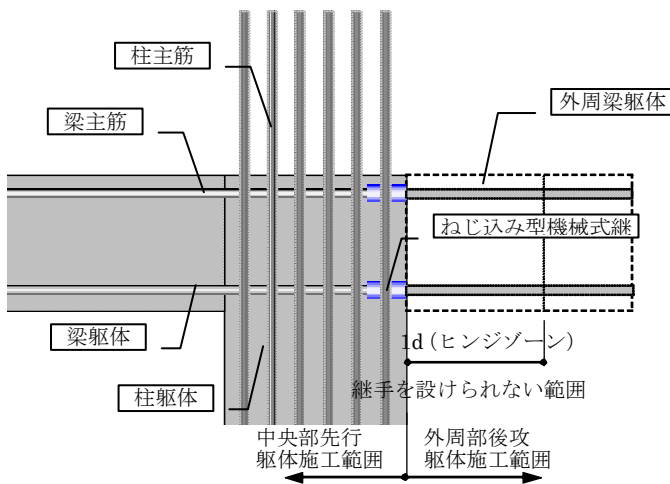


図-11 梁主筋継手機械式ジョイント



写真-8 外周部後攻躯体、掘削状況

## 8. 山留め工事改善効果比較

### 8-1 山留め支保工の数量

切梁支保工における数量比較は、以下の通り。

表-3 集中切梁工法とアイランド工法の数量比較表

集中切梁工法			アイランド工法		
項目	数量	単位	項目	数量	単位
切梁一式	2024	t	切梁材料	798	t
棚杭一式	244	t	棚杭材料	96	t
棚杭施工	1728	m	棚杭施工	1034	m
運搬費	410	台	運搬費	113	台
			地盤アンカー	1	式
			躯体補強費	1	式
合計			合計		

### 8-2 山留め再設計後の改善効果比較

土質の追加調査により得られた値から、山留めの再設計を行った比較検討は以下の通り。

表-4 追加土質調査後、山留め改善効果比較表

見積時			再設計後		
項目	数量	単位	項目	数量	単位
SMW 芯材	553	t	SMW 芯材	409	t
切梁材料	798	t	切梁材料	434	t
切梁施工	798	t	切梁施工	434	t
棚・親杭材料	424	t	棚・親杭材料	283	t
棚・親杭施工	4,291	m	棚・親杭施工	4,037	m
支持杭材料	575	t	支持杭材料	540	t
支持杭施工	4,260	m	支持杭施工	4,000	m
運搬費	113	台	運搬費	72	台
			土質追加調査費	1	式
合計			合計		

## 9. おわりに

今回は斜め切梁工法と、地盤アンカー工法を併用したアイランド工法の工程とコストを検証し、VEを行い受注につなげた物件の紹介であり、大平面かつ大深度の難易度の高い山留め工事を、どの様に計画し施工した事例を紹介したものである。

## 6. 免震上部基礎躯体におけるコストダウン

社名:西松建設(株)

氏名:安藤 潤

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	武蔵小杉駅南口地区西街区第一種市街地再開発事業施設建築物新築工事
(2) 規模(延べ床面積・階数)	延べ床面積:66,456㎡、地上39F・地下2F・塔屋1F
(3) 用途	共同住宅、公共公益施設、商業施設、娯楽施設、機械式駐車場
(4) 主要構造	RC造、一部S造、SRC造
(5) 建設地	神奈川県川崎市
(6) 施工期間	2010年3月～2013年2月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	株式会社 日本設計
2. 改善概要	
(1) 狙い・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(狙い)免震上部基礎躯体工事の工期短縮及びコストダウンを図る。</li> <li>・(目的)免震上部プレートと免震基礎の一部をプレキャスト化し、鉄筋組み立て作業を合理化することで、工期短縮及びコストダウンを図る。</li> </ul>
(2) 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>・免震上部基礎仕口部が、在来工法からPCa工法の切換え階で鉄筋量が多く、鉄筋納まりが複雑であるため、施工精度の確保が困難であった。</li> <li>・梁主筋径D41・梁せい2100mm・スターラップ形状が溶接閉鎖型仕様であり、総重量的にも落とし込み作業が困難で、安全性・工程にも課題があった。</li> </ul>
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・免震上部プレートと免震基礎の一部をプレキャスト化するとともに、柱筋固定用のテンプレート(柱脚部固定用+機械式継手定着プレート)を取付け、柱筋の位置出しとレベル精度を高め、品質の向上を図った。</li> <li>・地上で、プレキャスト部材と基礎梁鉄筋を一体化させ地組することで、作業性が向上し、高所作業の削減による安全性確保及び工期の短縮を図った。</li> </ul>
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・地上で基礎梁配筋の地組を行うことによる組立精度の向上
・C(コスト)	・在来鉄筋組立てに比べ、32%のコストダウン
・D(工期)	・在来鉄筋組立てに比べ、70%の工期短縮
・S(安全)	・高所での基礎梁配筋作業の削減
・E(環境)	—
・その他の効果	・作業人員不足の解消・作業環境の改善・労働生産性の向上



# 免震上部基礎躯体におけるコストダウン

西松建設株式会社 関東建築支社  
安藤 潤

## 要 約

近年、建設業界では作業員の高齢化・人員不足が進む一方、作業環境の改善・生産性の向上・工期短縮等、様々な要求事項がある一方、建築物の複合化・狭小敷地での大規模（高層）化の方向で進んでおり、より施工条件が困難になっている。本工事では地上約35mのM6階部分が中間免震構造になっており、免震工事の早期着手及び免震上部基礎施工の工期短縮が全体工程を組立てる上で重要な課題となった。

本報告は、免震上部基礎の施工において、施工方法を合理化することで、作業時の安全と品質を確保するとともに、工期短縮と原価圧縮に取り組んだ施工報告である。

## 1. はじめに

武蔵小杉駅南口地区西街区（以下「西街区」）は東急東横線武蔵小杉駅の西側に隣接する約1.4haの区域である。

昭和40年～高度経済成長期に急速に開発が進み、駅周辺には大規模な工場が立地したが、横須賀線武蔵小杉新駅の整備が進められるとともに、駅周辺にあった工場が次々に土地利用転換し、研究開発機能の集約化や都市型住宅・商業等が立地し複合市街地が形成されつつある。

当地区は、東急東横線及びJR南武線の武蔵小杉駅に隣接し、まちの玄関口として非常に利便性の高い立地にある。

そのような（小杉）に誕生する「複合施設+都市型住宅」は、新総合計画「川崎再生フロンティア」の一部として、都市の拠点機能を整備するため「民間活力を活かした魅力ある広域拠点の形成を図る」地区として、位置づけられ、商業・業務・文化交流・都市型住宅を中心として、地域の魅力あるまちづくりの一翼を担うことを期待されている。



写真-1 完成パース図

## 2. 工事概要

- 1) 工事件名：武蔵小杉駅南口地区西街区第一種市街地再開発事業施設建築物新築工事（第二期工事）
- 2) 発注者名：武蔵小杉駅南口地区西街区市街地再開発組合
- 3) 設計者：株式会社 日本設計
- 4) 工事場所：神奈川県川崎市中原区小杉町3丁目地内
- 5) 工期：平成22年3月11日～平成25年2月28日
- 6) 施工形態：西松・佐藤建設共同企業体
- 7) 建築規模：敷地面積；6,708.26m<sup>2</sup>（2,029.24坪）  
延床面積；66,456.14m<sup>2</sup>（20,105.70坪）  
階数；地上39階，地下2階，塔屋1階 最高高さ；149.656m
- 8) 建物用途：共同住宅・公共公益施設・商業施設・娯楽施設・機械式駐車場

## 3. 構造概要

### □平面構成

地上階の構造架構方式は純ラーメンでXY方向とも8.5mと9.8mスパンを組合せた4×4スパンの構成である。7階からの基準階は階高が3.25mとなっている。M6階には28機の鉛プラグ入り積層ゴム支障と8機のオイルダンパーを配置した中間免震構造である[図-1]。



【基礎】直接基礎（高層棟）・場所打ちコンクリート杭

【高層棟】B2～M6F-SRC造, 7～39F-RC造（PCa）

【商業棟】B2～1F-RC・SRC+S造, 2～M6F-S造

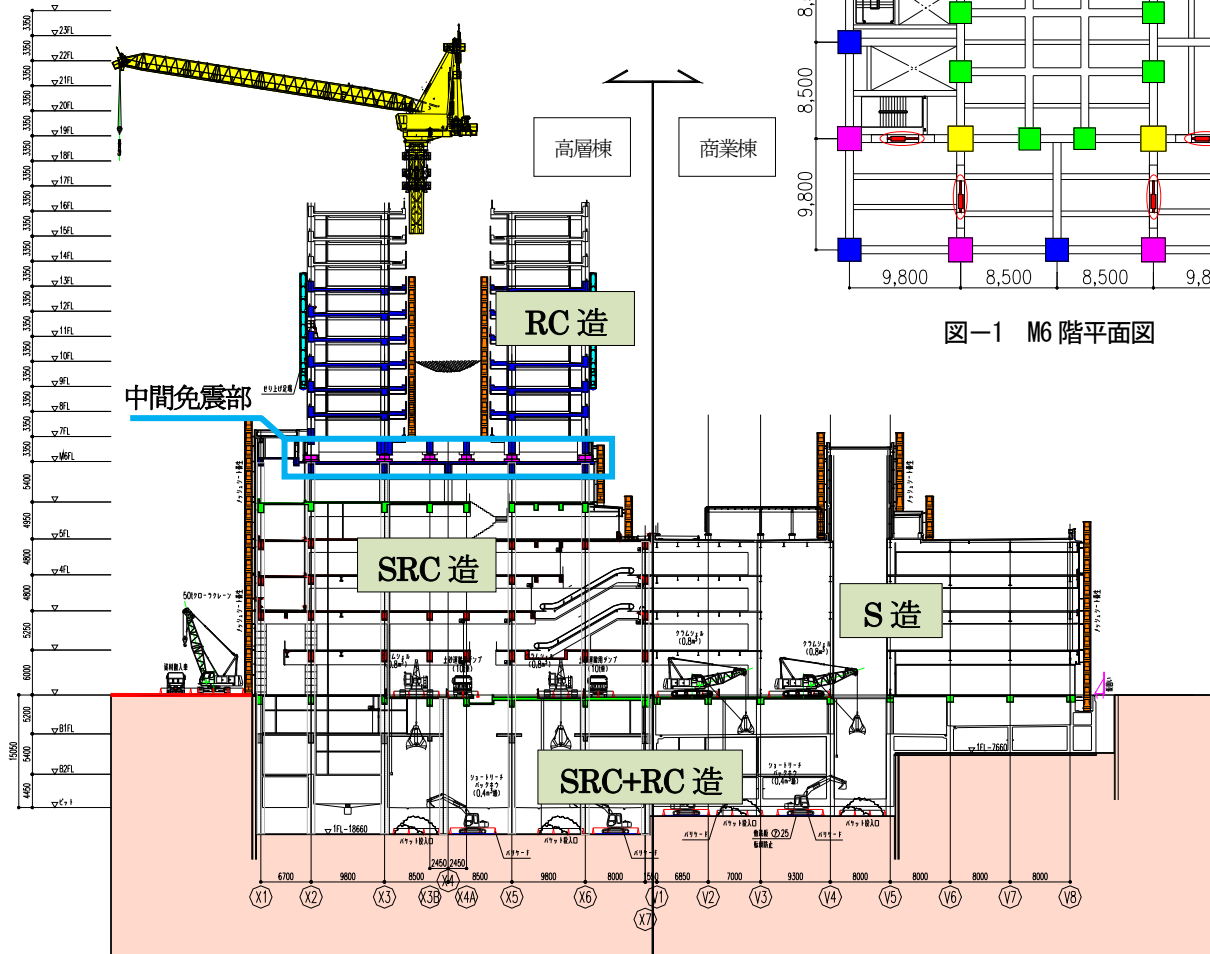


図-1 M6階平面図

図-2 構造断面構成図

#### 4. 工法選定の背景

本建物の構造は中間免震構造で、地上35m部での基礎梁施工では多くの作業手順が必要であった。免震上部基礎梁の仕口部は複雑な納まり（主筋径（D41）・溶接閉鎖型せん断補強筋及び梁せいの高さ（2,100mm）・主筋ジョイント位置）で着工当時からさまざまな難しい課題があり、マスター工程からの遅延が懸念された。また、同時期に高層住宅部の仕口部フルPCa化の実施に向けて取組んでいたため、同様な考え方で仕口部の現場配筋作業を削除し、免震上部基礎の施工が可能なら、より工程・安全・品質・原価に配慮した施工ができるという構想でこの計画を立案した。

#### 5. 免震上部基礎梁の鉄筋地組工法について

##### 5-1 施工条件

- ① 施工場所 : 地上35m部（外周部に跳出しスラブが900mm程度）
- ② 揚重機 : タワークレーン（JCC-V600S）：1機
- ③ 梁断面 : 780mm×2,100mm(B×H)
- ④ スターラップ : 高強度せん断補強筋 SD785-D16（溶接閉鎖型）
- ⑤ 主筋 : SD490-D41
- ⑥ 継手 : 機械式継手
- ⑦ 免震プレート形状 : 免震アンカーボルト（M36-20本）・頭付きスタッド（Φ22-56本）

## 5-2 地組計画

### □問題点

- ①柱筋のレベル管理及び位置固定
- ②地組ヤード及びストックヤードの確保
- ③1ユニットの地組梁（免震プレート付）の総重量が約10t
- ④梁せいが2,100mmあるため梁筋のジョイント位置がスパン中央付近になる
- ⑤スターラップ形状が溶接閉鎖型で高強度せん断補強筋（SD785-D16）
- ⑥地組を単体でつくるため梁筋のジョイント部での位置合わせが難しい。

### □解決策

- ①免震上部躯体を柱筋最下部までPCa化し、定着プレート付きテンプレート在所定の位置にアンカーセットし、柱筋固定とレベル調整を同時に行う
- ②商業エリア1階先行床を構築し、商業棟の鉄骨建方がクリティカルにならない時期まで遅らせ、そこを地組ヤードとして使用する
- ③鉄骨建方に使用する120tクレーンを先行搬入し、地組相番に使用する
- ④タワークレーンで揚重することが可能な重量10.5t以下になるようジョイント位置を割付け、梁端の降伏ヒンジ領域に継手を配置しないよう注意する
- ⑤1階にて単体で梁を地組することにより、地上35m部での危険な落とし込み作業を排除する
- ⑥クリアランスのないエースジョイントからフリージョイントに変更（かぶり厚注意!!）

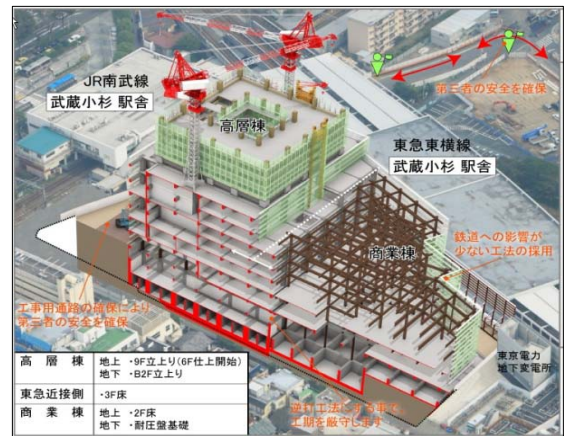


図-3 断面パース図

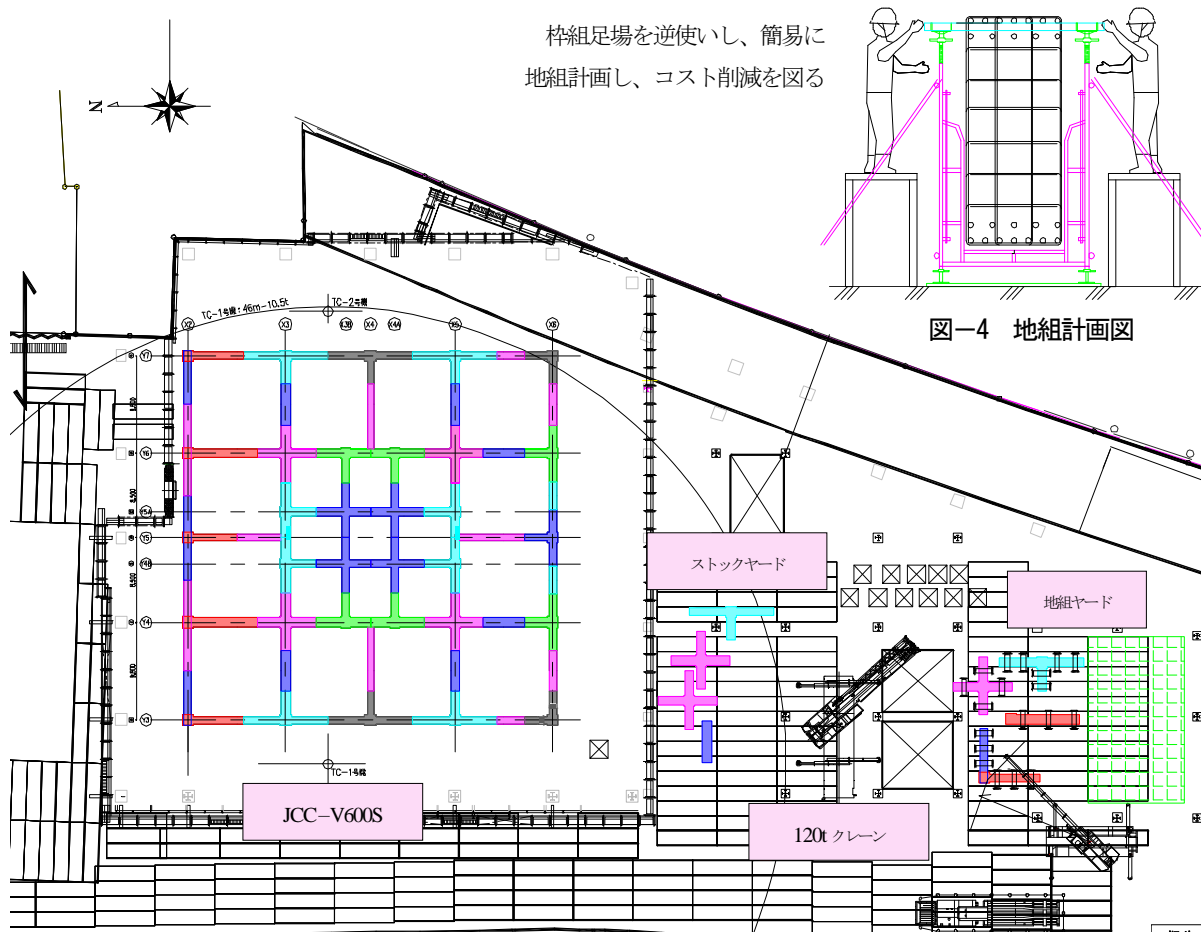


図-4 地組計画図

図-5 地組梁ヤード平面図及び部材割付図

### 5-3 割付計画

・梁端の降伏ヒンジ領域から継手位置を離すため柱面より 2,300mm 以上離れた位置にジョイントを設ける計画とし、なおかつ 1 ピース当たりの重量が 10t 以下になるよう計画する。

・地組ヤードの架設足場形状の転用数を上げるため同じ形状になるように割付け、地組ヤードスペースの有効活用を図る [図-6]。

□免震上部ベースプレートのアンカーボルト・柱主筋の位置を基準とし、以下の手順で配筋割付を行った[図-7]。

- ①基礎梁 (7G) 配筋
- ②基礎フーチンの配筋
- ③免震上部プレート頭の付きスタッドの配置

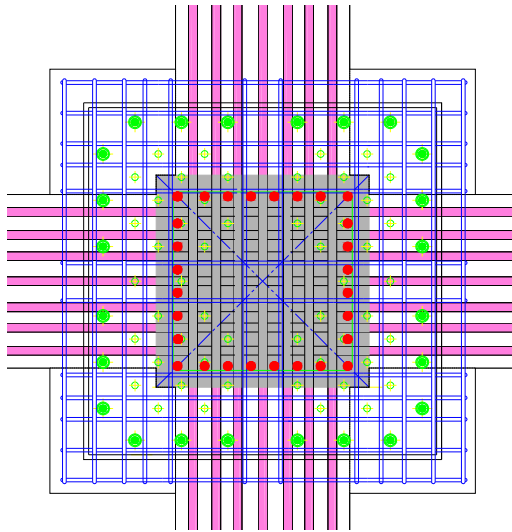


図-7 免震上部プレート配筋詳細図

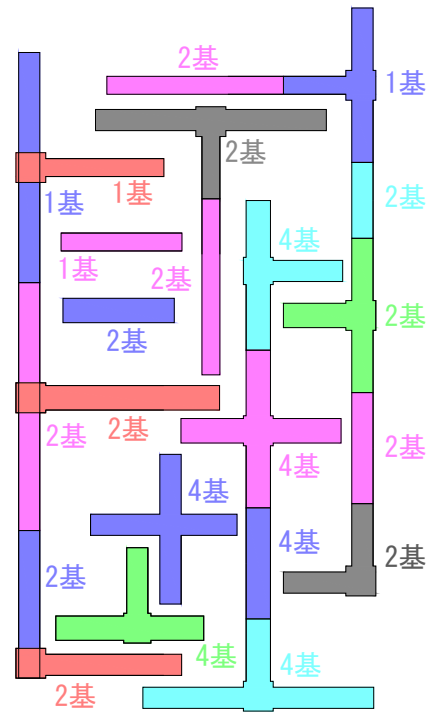


図-6 地組梁割付図



写真-2 免震上部プレートPCa化(配筋前)

### 5-4 免震上部ベースプレートPCa化の取組

免震上部基礎は鉄筋量が多く、納まりが複雑であるため、柱主筋の施工精度の確保が困難であった。

□改善策

免震上部プレートを柱主筋最下部までPCa化し、テンプレート(柱脚部固定用+機械式継手定着プレート[写真-2])を取付け、柱主筋の位置だし精度を高める。

□効果

- ①柱脚部(最下部)のアンカー定着から機械式継手(定着プレート)に変更したことにより複雑な配筋を簡素化した。
- ②定着プレートはネジ込み形状になっており、在来部とPCa部の切換時に必要な柱主筋レベル調整を兼用している。  
(柱主筋のレベル調整時に発生する切断手間を削減)
- ③PCa化した部分に吊り治具用のインサートを仕込むことにより、地組梁と一体化した部材(約10t)の吊込み可能とする[写真-3]。

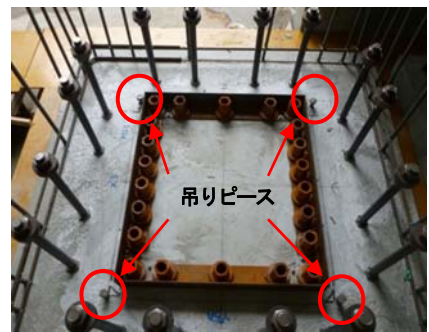


写真-3 免震上部プレートPCa化(打設後)

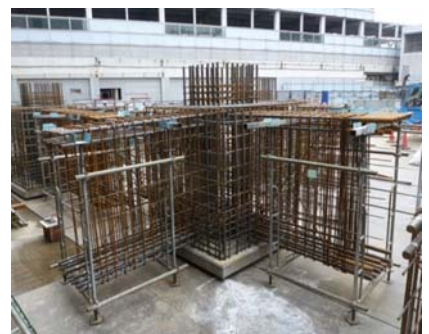


写真-4 地組梁組立完了



### 5-5 在来工法との工程比較

#### ◆在来工法

	作業日数
1.免震上部プレート設置	…… 2日間
2.基礎下籠配筋	…… 5日間
3.柱筋架台セット (テンプレート)	…… 5日間
4.柱主筋セット	…… 6日間
5.梁底支保工足場組立	…… 5日間
6.梁底型枠	…… 7日間
7.梁の両サイドには足場を設け各スパン毎に 総ステージ組	…… 7日間
8.梁受け架台組立	…… 6日間
9.梁筋セット	…… 14日間
10.梁落とし込み	…… 8日間
11.梁主筋スライド (後置き部)	…… 5日間
12.足場・ステージ足場解体	…… 4日間
13.基礎側部配筋	…… 8日間
合計日数	…… 80日間
ラップ作業21日間として	…… 59日間

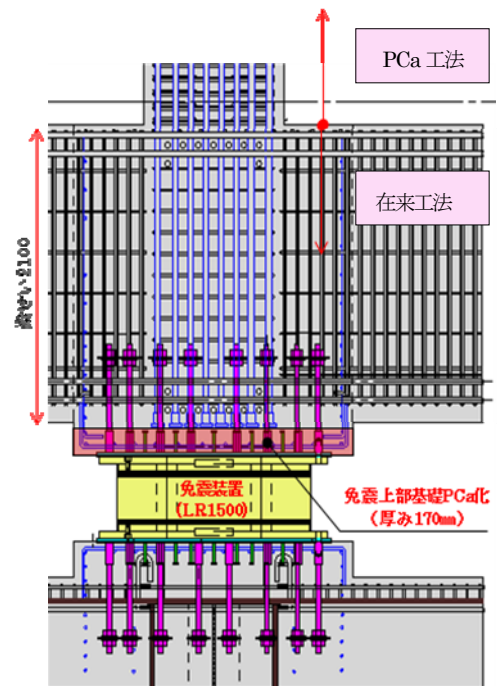


図-8 免震部断面詳細図

#### ◆基礎部 PCa 化&鉄筋地組工法

1.梁底支保工足場組立	…… 5日間
2.梁底型枠	…… 7日間
3.地組梁セット (55P)	…… 9日間
合計日数	…… 21日間
ラップ作業3日間として	…… 18日間

【在来工法—基礎部PCa化&鉄筋地組工法】  
59日間—18日間=41日間 (工期短縮)



写真-5 地組梁吊込(免震プレート付)



写真-6 地組梁吊込



写真-7 免震上部基礎梁型枠組立

### 5-6 コスト比較

今回提案した工法は主に品質向上・工期短縮が主目的であるが、揚重機の高費用のため工期短縮をすることにより、結果コスト削減にも繋がった。

#### [メリット]

- ・揚重機 (タワークレーン・工事用 ELV) のリース代削減
- ・鉄筋工の生産性の向上及び作業員の平準化
- ・仮設ステージ足場組立の手間削減 (立馬のみでの鉄筋・型枠組立作業)
- ・基礎エース架台削減

[デメリット]

- ・機械式継手をエースジョイントからフリージョイントに変更することによるコストアップ
- ・テンプレート製作費追加
- ・免震上部プレートのサイト PC 製作手間
- ・地組梁組立時の揚重機追加 (120t クレーン)
- ・鉄筋地組用足場架台組払い手間

表-1 コスト比較表

	工種	コスト低減率 (CD 率)	備考
①	鉄筋工事	18.9%	落とし込み作業・鉄筋スライド配筋削減
②	型枠工事	7.8%	立馬からの作業による効率化
③	仮設工事	13.9%	総ステージ足場の削減
④	揚重機	8.9%	タワークレーン・工事中用 ELV リース代の削減
⑤	その他	-17.5%	免震上部プレートの一部サイト PCa 化及びハンドリング手間
	合計	32.0%	

## 6. まとめ

免震工事の施工中は鉄筋工の作業量が減るため、前後の作業物量を山崩し、作業員の平準化を図る必要があった。今回の計画は、少人数の鉄筋工で繰り返し作業することで熟練度が向上し、技能労働者不足による品質低下対策・施工精度の向上及び作業の確実化につながり、工期短縮を図ることが可能となった。

結果、以下の通りさまざまな相乗効果を生み出すだけでなく、各工種の労働生産性の向上にもつながり、最良な選択で施工を行った。

### ◆品質

- ・少人数での配筋作業
- ・機械式継手 (フリージョイント) を採用し、確立した接合方法で安定した高い品質水準の確保
- ・免震上部基礎を PCa 化することにより、複雑な柱脚部配筋をミリ単位で配筋可能とする。

### ◆原価

- ・在来鉄筋組立てに比べ、32%のコストダウン

### ◆工程

- ・在来鉄筋組立てに比べ、70%の工期短縮

### ◆安全

- ・高所 (地上 35m) 部での配筋作業の削減
- ・重量鉄筋 (D41) の落とし込み作業の削減
- ・工種を減らすことにより潜在的なリスクの低減を図る

### □今後の展開

昨今の東北地方太平洋沖地震の影響で、免震構造の普及が急速に進むことが予想され、免震部の複雑な配筋をより高品質・短工期・低コストで施工することが今後の課題になると思われます。

今回提案・実施した免震上部基礎躯体の工法は職員の経験不足や作業員不足のなかで、品質の安定した高い精度の鉄筋コンクリート構造躯体の構築に対応できる付加価値を有し、今後の社会ニーズに適応して行くものと確信します。