

8. 複雑な意匠を持った事務所ビル工事の施工合理化

社名：(株)フジタ

氏名：稲垣 正成

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)第二プラザビル新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積：8,578㎡、地下2階・地上8階
(3) 用途	事務所
(4) 主要構造	SRC造、RC造、S造
(5) 建設地	東京都渋谷区
(6) 施工期間	2013年1月～2015年4月(地下鉄接続工事は2016年5月まで)
(7) 工事費	4,021(百万円)
(8) 設計者	(株)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"> ・地下既存躯体が存置し、地下鉄近接を伴う地下工事 ・レベルが異なる$h=2m$を超える耐圧盤の施工 ・7° 傾斜SRC柱を有する地下躯体工事 ・狭い敷地での鉄骨建方と、成が高い逆梁を有するSRC躯体 ・外装比率の高い意匠性に富んだ外壁デザイン
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・地下既存解体、土工事、山留め工事の工期短縮とVE ・地下および地上工事における品質確保、省力化 ・外装仕上げ材のVE
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・地下既存躯体解体を最小限とし、先行掘削・解体で工期短縮した。 ・地下SRC柱の場外地組と、地下躯体の一部を後施工とすることにより工期短縮した。 ・構台杭、ディープウェル(DW)、切梁段数を削減した。 ・品質確保のためのマスコン計画と解析を実施した。 ・品質確保のための3D-CADを用いて納まりを検討した。 ・仮設通路を設置し、スラブと逆梁をVH分離で打設し、品質確保した。 ・外装仕上げ材を一般材で製作し、コストを削減した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> ・山留めの逆解析によるシミュレーション、マスコン解析、3D-CADの使用によって、品質を確保した。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> ・障害撤去で1.3%、山留め壁で4.8%、構台・切梁で7.1%、土工事で6.4%、サッシ工事で23%、外装材で34%削減した。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> ・切梁段数削減と先行掘削により、解体・土工事を約1ヶ月短縮した。 地下躯体後施工と地上鉄骨先行建方により、約1.5ヶ月短縮した。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> ・傾斜柱の場外配筋により省力化し、安全性も確保した。
・E(環境)	—
・その他の効果	—

複雑な意匠を持った事務所ビル工事の施工合理化

株式会社フジタ 東京支店
稲垣 正成

1. はじめに

本建物は、都心部に建設する本部機能を備えたオフィスビルである。複雑な形状を持ち意匠性が極めて高いうえに、「働きやすさ（安全性、快適性、BCP）」と、「環境への優しさ（省CO₂化、持続性）」を高次元に両立させる「次世代環境志向オフィスの創世」を目指したプロジェクトである。

環境性能はCASBEEのSランクで、省CO₂においては国土交通省住宅・建築物省CO₂先導事業採択プロジェクトに認定されている。また、近接する東京メトロ副都心線の北参道駅との接続も行う予定となっており、近隣住民からの期待も大きい（図1）。

当敷地には、もともと発注者の地下1階地上3階建てのビルがあったが、2000年には地上部は解体されていた。

本報告は、近接する地下鉄の影響を配慮しながらの土工事（山留め・掘削）、未経験の形状である躯体工事、および外装における計画と実施、その結果を報告する。

2. 工事概要

工事名称：（仮称）第二プラザビル新築工事

工事場所：東京都渋谷区千駄ヶ谷4-1-3

発注者：日本生活協同組合連合会

設計・監理：株式会社日建設計

施工：株式会社フジタ東京支店（設備工事込み）

工期：2013年1月7日～2015年2月10日

用途：事務所

敷地面積：1,556 m² 建築面積：1,232 m² 延床面積：8,578 m²

構造：SRC+RC+S造、基礎免震、地下2階・地上8階

軒高：SGL+38.85m

基礎概要：直接基礎（最深基礎深さ SGL - 13.77m）

請負金：4,021,000,000 円（税抜き）

3. 既存躯体と新築躯体、および地下鉄近接について

新築躯体と既存地下躯体の配置関係を図2に示す。

既存躯体は2棟あり、あわせて40m×25m程度の面積である。既存本館の基礎底がSGL - 5.5m、深礎杭底杭がSGL - 9.0mまで、既存増築棟の基礎底がSGL - 5.8m、深礎杭がSGL - 8.2mまでそれぞれあった。また、既存建物のB1Fスラブは予め抜かれており、ピット部分とB1F部分に上部躯体ガラが充填されている状態であった。

図2の新築躯体と既存躯体の重ね合わせ図によると、新築の地下躯体は敷地境界いっぱいには配置されている。既存躯体ラインと新築躯体ラインは干渉しており、東面（明治通り側）と西面において、山留め壁を構築する上で撤去が必要である。また、いずれも境界線からはほとんど離れていない。

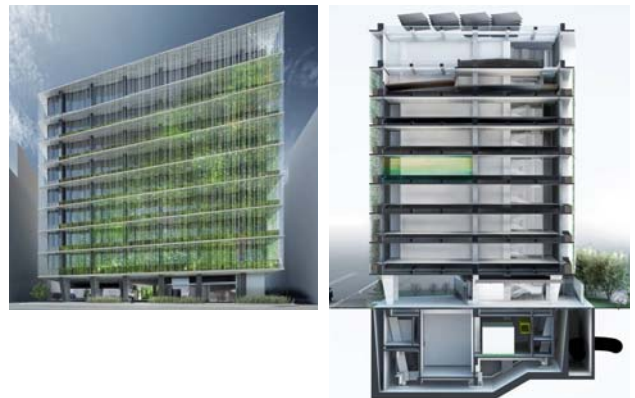


図1 全景と断面パース

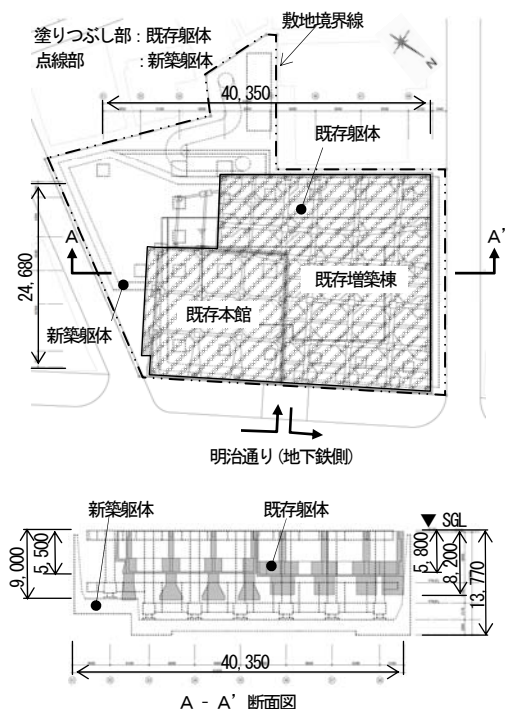


図2 既存躯体と新築躯体との位置関係

図3に地下鉄構造物との断面関係を記す。

明治通り側には東京メトロ副都心線の北参道駅が近接しており、地下鉄構造物から敷地境界線まで約2.2mしか離れていない。

地下鉄構造物はSGL - 5.0 ~ - 17.7mの深さに存在しており、本工事にて当建物の地下2階と地下鉄入り口が接続する計画となっている。

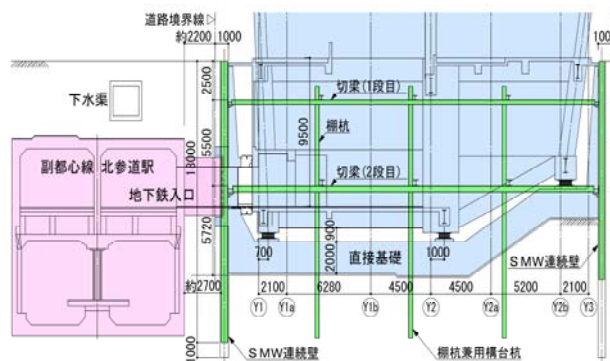


図3 地下鉄との断面関係

4. 工程上の問題

表1に受注時と適正、および実施の工程表を延月で並べて示す。

受注時工程は、指定工期を割りつけたものであり、解体を含めた工期は2013年1月7日～2014年11月30日(23ヶ月)であった。受注時の計画では、近隣説明等の諸手続きがあるため、障害撤去開始を2/15としており、実質21.5ヶ月ということになる。

当工事における制約条件は、既存躯体を解体しながらの掘削に加え、敷地に余裕がなく狭いこと、前面の明治通りは交通量が多いことに加え、その面しかゲートを設けることができないこと、躯体が非常に複雑な形状であることなどがあげられ、これらを考慮すると適正工程は26ヶ月と考えられる。

受注時では、障害撤去～SMWまでの工程が2.5ヶ月であるのに対し、実施では5ヶ月で、2.5ヶ月遅れている。これは、①障害撤去の重機が予定通り搬入されなかったこと、②受注時は障害撤去に用いる万能大口径削孔工法(以下BG工法と記す)の重機を大型機(BG28)2基で計画していたのに対し、小型の重機(BG14)となり、大型機1台が遅れて投入されたことがあげられる。

解体を含む掘削では、受注時が5ヶ月に対し、実施は4ヶ月となり工程を縮めているが、地下躯体において受注時が4ヶ月に対し実施は5.5ヶ月で、1.5ヶ月延びている。実施工程は、受注時工程と比較して3ヶ月差があったが、適正工程と比較すると2ヶ月縮めている。

次項より、これらの工程上の問題の解消を含め、検討してきた施工計画と実施を述べる。

表1 延月による比較工程表

延月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
受注時	BG削孔		SMW		掘削・解体			掘削	基礎1/27 免震装置		地下躯体		鉄骨	地上躯体			仕上げ		検査								
	← 2.5ヶ月		← 5ヶ月			← 4ヶ月		← 6ヶ月		← 10ヶ月																	
適正	BG削孔		SMW		掘削・解体			掘削	基礎1/27 免震装置		地下躯体		鉄骨	地上躯体			仕上げ		検査								
	← 3.5ヶ月		← 5ヶ月			← 6ヶ月		← 11.5ヶ月																			
実施	スキ取り		BG削孔		SMW		掘削・解体			掘削	基礎1/27 免震装置		地下躯体		鉄骨	地上躯体			仕上げ		検査						
	← 5ヶ月		← 4ヶ月			← 5.5ヶ月		← 10ヶ月																			

5 解体工事・土工事

5.1 地盤と地下水概要

当敷地は、武蔵野台地中で過去に中小河川により開析されて発達した沖積低地上に位置する。盛土・埋土による平坦化地に区分され、整地により平坦な地形をなしている。

図4に掘削深さを併記した柱状図を記す。地層は上位より、埋土層(B)、沖積層(腐植土層:Ap、砂質土層:As)、洪積層(東京礫層:Tog、上総層群の砂質土層:Kas、粘性土・砂質土互層:Kacs、粘性土層:Kac)であり、支持地盤は東京礫層(Tog)である。

地下水は、概ね北西から南東へ流れている。被圧地下水は、東京礫層上部（SGL - 6.5m 付近）では水頭レベル SGL - 3.3m、東京礫層下部（SGL - 15.0m 付近）では SGL - 2.6m、上総層群砂質土層（SGL - 18.0m 付近）では SGL - 1.9m である。

当社の首都圏土木で東京メトロ北参道駅（以下 13 号線新千駄ヶ谷と記す）を 2001～2009 年に施工しており、その時の情報によると、被圧水に関して同様な値であった。13 号線新千駄ヶ谷では SMW のソイル長が 23m、床付けレベルは GL - 18～20m で、ストレーナーが 10m のディープウェル（以下 DW と記す）をシルト質細砂層（Kas）の被圧を減ずるために、掘削面積 2,200 m² に対して 6 本設置していた。

5.2 山留め・構台・DW計画

(1) 障害撤去・山留め計画

SGL - 6.5m 付近から砂・礫層が支配的であり、水の供給量が多いことから、山留めは SMW で計画した。

東側（明治通り側）に地下鉄構造物が近接しているため、東側で床付けレベルが最も深いエリア（SGL - 13.73m）において、ソイル長 L=19.0m、芯材 17.0m、H488×300×11×18 を @450 とし、変形を 10mm 以内に抑える計画とした。

新築土圧擁壁ラインが敷地境界線際にあり、かつ既存躯体と干渉する箇所があるため、BG 工法により、山留めライン・棚杭・構台杭、および DW の障害撤去をする必要がある。障害撤去による工程の遅れを少しでも解消するため、構台杭・DW の本数を減らす検討を行った。

(2) 構台計画

構台計画図を図 5 に示す。鉄骨建方は、構台上より 120 t オルテレーンクレーンで建て逃げする計画であった。建物南西部（X1 - Y3）付近の鉄骨を建てるためには、最低限図 5 のような構台が必要であった。土工事から鉄骨工事までの期間において、必要な構台面積の検討を行った結果、土工事・解体・地下 RC 部分の施工では 1 期構台で施工が可能であり、鉄骨建方時には 1 期および 2 期構台が必要であることが分かった。

そこで、2 期構台の○印部の構台杭を支柱として基礎スラブ上に設置することにより、BG 機による障害撤去数を減らした。

(3) ディープウェル（DW）計画

図 4 の柱状図よりわかるように、SGL - 6.5m 以深は砂質土層のため遮水層がなく、工事中の湧水は避けられない。そのため、13 号線新千駄ヶ谷工事で多量の地下水を排水したことなども考慮しながら、タイス法（非平衡式）によって検討した。その時の条件として、SGL - 18.0m 以深のシルト混じり細砂層（Kas）の被圧水頭を SGL - 6.0m、透水係数を $k=5.0 \times 10^{-1}$ (cm/sec) と仮定した。

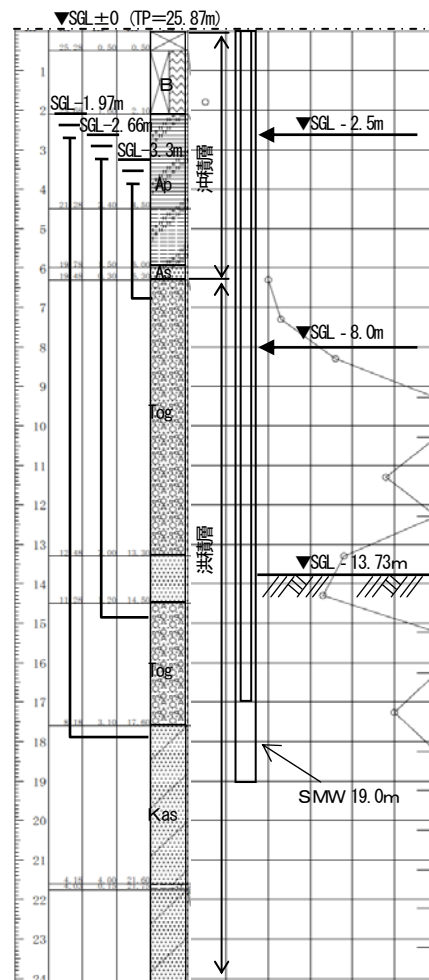


図 4 柱状図と山留断面概要

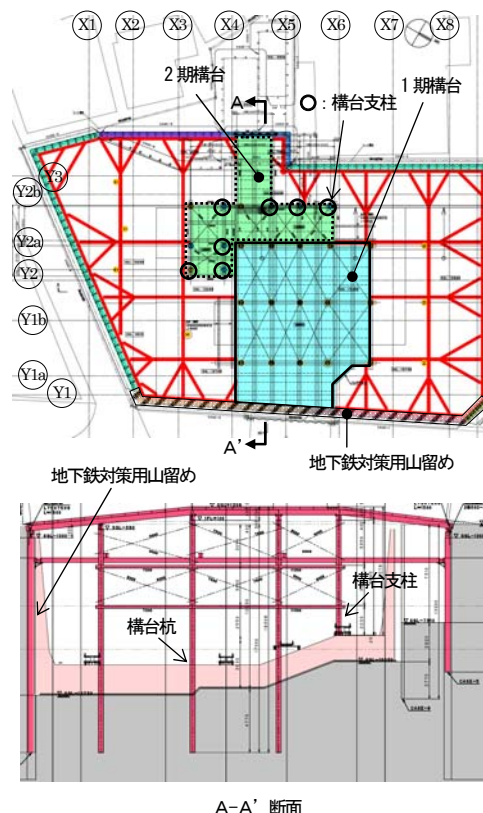


図 5 山留め・構台・支保工計画図

その結果、埋設長さ 19.0m、ストレーナー長を 6.0m (SGL - 12.0m ~ - 18.0m) の DW を場内に 5 本設置する計画となった。

図 6 に最終的に設置した DW と観測井戸の位置を記す。SMW 内部貯留水を先行して排水するために、2 本先行して設置し、既存躯体解体時に稼働させた。その際、山留め壁内部の水位が SGL - 9m 程度まで下がっていることが確認された。山留め壁が根入れされているシルト質細砂層 (Kas) が想定より遮水層として機能していることがわかった。

そこで、浸透流解析を行いシミュレーションすることにより、シルト質細砂層 (Kas) の遮水層としての効果を評価し、床付けの排水量等を予測することにより、残りの DW の可否を検討することとした。そのために、SGL - 15 付近の砂礫層 (Tog) と SGL - 18m 付近のシルト質細砂層 (Kas) において、現場透水試験の追加調査を実施し、間隙水圧計による観測井戸を設置した。

その結果、それぞれ $k=6.74 \times 10^{-4}$ (cm/sec)、 $k=5.52 \times 10^{-4}$ (cm/sec) の透水係数が得られた。先行 DW からの上揚水量と観測井戸の水位低下、新たに得られた透水係数を基に浸透流量を算出し、DW を 1 本減らし 4 本とした。

5.3 掘削・解体計画

切梁は 2 段切梁 (一部 3 段切梁) の計画であった。1 次掘削レベル SGL - 3.5m、2 次掘削レベル SGL - 9.0m であり、2 次掘削レベルまでは既存躯体解体を行いながらの掘削となる。

そこで、①1 段切梁が設置される前に出来る限り解体作業を進める、②切梁下の高さを確保し容易に解体重機作業が行えるようにする、ことを目的として先行掘削が行える範囲を検討し、実施した。

その結果、当初計画時より解体に要する工程を短縮することができた。図 7 は、2 次掘削時の先行掘削計画で、山留め面から法肩まで 6m 残して床付けまで掘削した。

5.4 切梁支保工計画

着工前の地下鉄近接施工協議 (東京メトロ) において、地下鉄構造物の鉛直・水平方向変位を 1 次管理値である 3.5mm 以内とするために、山留め解析による変形を 10mm 以下とされていた。そのため、床付けレベルが深い部分 X⑥ - ⑧間の切梁は 3 段で計画していた (図 8)。

山留め変位は自動計測にて観測しており、また、地下鉄構造物内部の計測も工事進捗に合わせて随

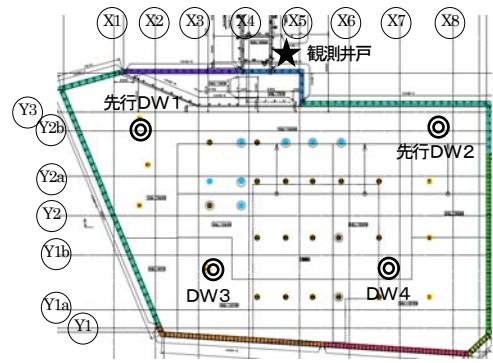


図 6 DWと観測井戸の位置

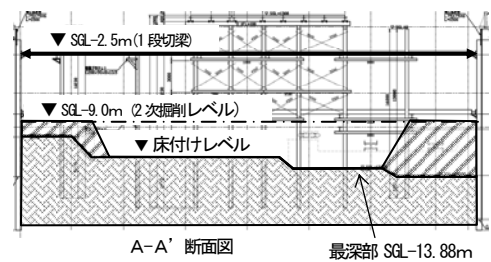
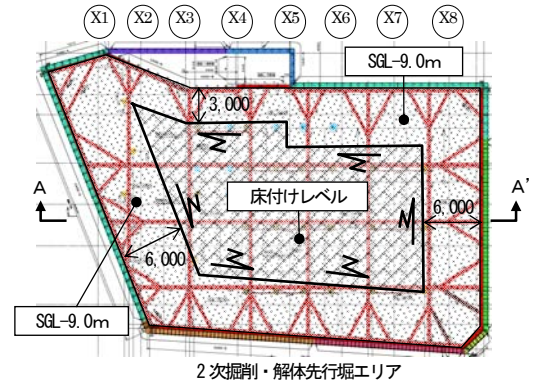


図 7 2次掘削時の先行掘削計画

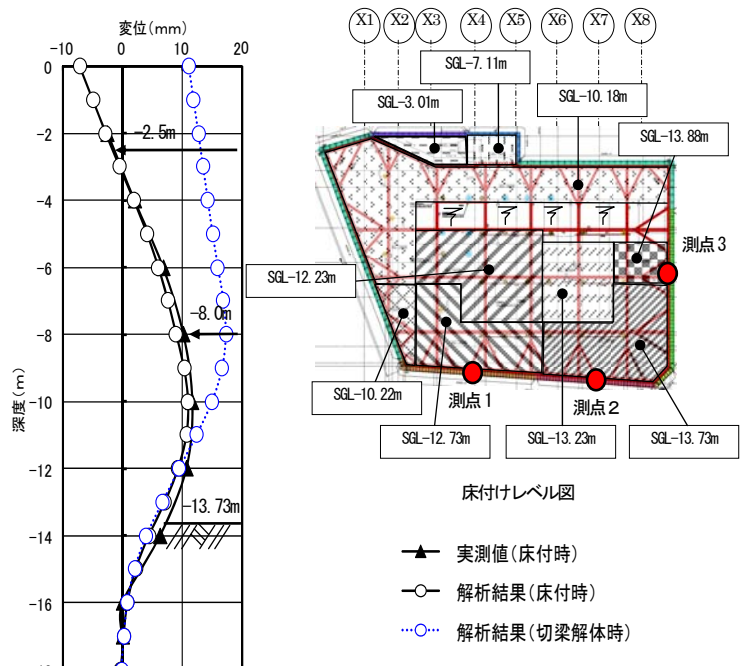


図 8 実測値とシミュレーション結果

時計測していた（傾斜計位置は図8）。

その結果、1・2次掘削において予想していた変形量よりも小さかったため、図8に示すように、解析による変形を、実測値に近い性状となるようにシミュレーションした。

図8は測点2における床付け時の実測値と地盤常数を見直した後の解析結果を、重ね合わせたグラフである。

実測値は全ての掘削エリアが床付け完了した時の値で、解析値はSGL-13.73mの最終床付け時を表している。実測値と解析値は、ほぼ一致している。最終的な山留め壁の変形予測をするために、1段切梁を解体した解析結果も点線で記した。山留め頭部で10mm程度、SGL - 8.0mで20mm程度となった。

この見なおした山留め解析結果を用いて地下鉄構造物のFEM解析を実施した。その結果を図9に示す。

3段切梁を設置しない場合に山留め変位が20mm程度となっても、地下鉄構造物の変位は鉛直方向で1.3mm、水平方向で2.7mmとなり、殆ど影響がない結果となったため3段切梁を中止できた。

切梁の変更においては、再度地下鉄近接施工の変更協議を行い、東京メトロからの承諾を得られている。

土工事から1段切梁解体までの期間中、測定された地下鉄構造物内部の変位の最大実測値は、鉛直方向の変位が3.0mm、水平方向の最大変位が0mmであり、地下鉄構造物に影響を与えることなく施工することができた。

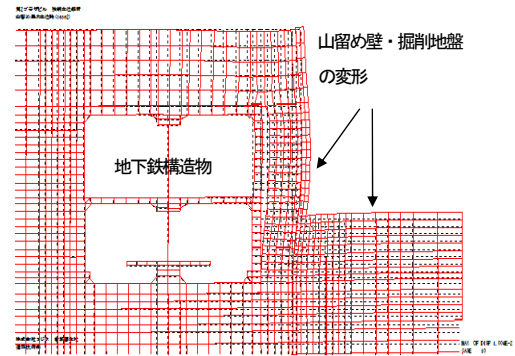


図9 FEM解析結果

6 地下躯体工事

6.1 基礎スラブのマスコン計画

基礎スラブ厚は、 $t=1.65\text{m} \sim 3.15\text{m}$ である。そこで、現実的に施工ができるリフト分けを計画し、それに基づいて、マスコン解析を実施した。解析箇所は最も厚い部分を含む断面とした。図10のように、基礎スラブだけで3リフトとする計画である。

設計基準強度は $F_c=36\text{N/mm}^2$ ($F_q=39\text{N/mm}^2$)で、中庸熱セメントを使用している。その結果、温度応力によるひび割れは、基礎スラブ表面および、内部にて発生するが、貫通することはないことが分かった。また、解析によって予測された最大ひび割れ幅は、許容ひび割れ幅0.3mm以下という結果となった。

基礎スラブの打設完了から2週間経過した状況では、基礎スラブ表面に温度ひび割れと思われる0.1~0.2mmのひび割れが散見されていたが、許容値以内に収まっており、マスコン解析の妥当性が実証された。

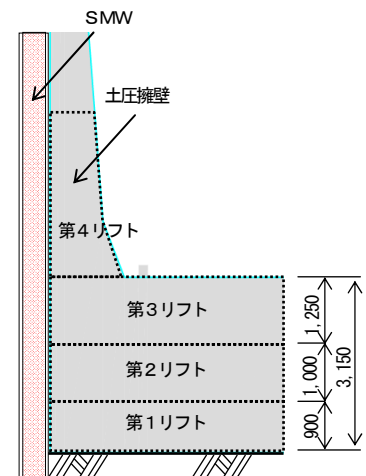


図10 基礎スラブリフト計画

6.2 土圧擁壁の配筋計画

基礎免震構造であるため土圧擁壁があり、その壁厚は最大で2.0mである。

また、主筋がD35@150ダブルであるなど、配筋作業は非常に困難を極めた。主筋D35は5mで37.5kg/本あり、作業員が主筋を立て起こして作業することが困難であるため、クレーンを使用することとした。その際、5本1組として吊ることができるように鉄筋吊りクランプを利用して作業した。

鉄筋の継手は圧接と重ね継手の併用となっていた。基礎スラブのコンクリートは2~3リフトの打設計画であるため、打継ぎ位置を詳細に検討した結果、重ね継手では施工ができない箇所が生じることが分かった。工程を少しでも短縮するために、重ね継手部分を機械式継手に変更した。

土圧擁壁は奥行きがあるため、①外側配筋のための足場を設置、②内側配筋のための足場を盛替え、③型枠足場として修正、の手順で施工した。非常に手間がかかる工事で歩掛は伸びず、地下躯体の工程は1.5ヶ月延びた結果

となった。

6.3 0節鉄骨柱建方計画

0節鉄骨柱の鉄筋先組を行った。これは、①土圧擁壁で工程が延びたこと、②地下階高が高く、長い柱で11m近くあり足場を使用しでの配筋作業となるため効率が悪くなること、などの理由である。

0節柱は現場内で、1～4節は先組スペースが確保できないため、鉄骨ファブの場内において鉄筋を先組する計画とした（写真1）。これは複雑な形状の配筋を高品質で行うことができ、作業効率も大幅に改善された。そのためロスなく次工程へ進むことができた。

また、0節柱において免震装置直上に設置される柱が7°傾斜していることから、免震装置に曲げ応力が入力してしまう懸念があった。予め傾きによる転倒モーメントを算出し、それに見合う張力を建入れ直しワイヤーに入れることによって解決した。



写真1 傾斜柱の鉄筋組状況

6.4 B1F水槽等の後施工

地下躯体形状が複雑であることから、順打ちでは地上躯体工事着手が遅れる懸念が強かった。そのため、B1Fに存在する雨水貯留槽等の躯体を後施工とした（図11）。1Fスラブを先行して打設し、地上鉄骨建方を進めた結果、地上躯体の乗り込みを遅らすことなく施工できている。

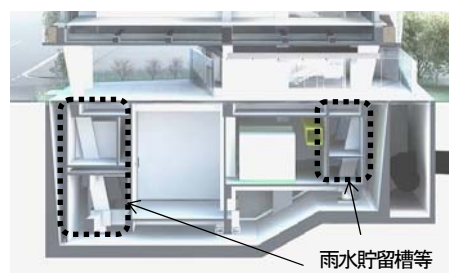


図11 B1F後施工部

6.5 3D-CADを用いての検証

本建物は、地下階においてフロアレベルが統一されていないこと、免震装置設置と地上の通り芯が偏心しており、地下から2F梁までの柱が傾いていること、などの理由から非常に複雑であることは前述したとおりである。そのため、山留め、構台等の仮設を含め、地下躯体において、ツールとして3D-CADを用いて干渉箇所の検討を詳細に行った。

その結果、地下躯体、免震基礎の配筋等で、事前に干渉箇所を抽出することができ、早期解決につながった。図12に3D-CADの検討例を記す。

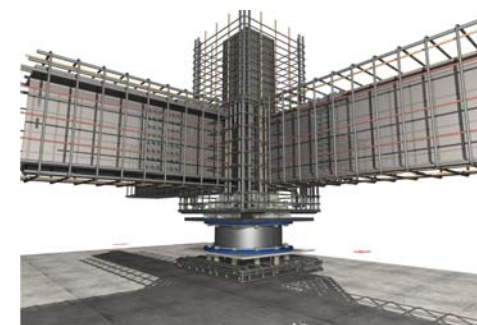


図12 3D-CADによる柱脚納まり検討例

7 地上躯体工事

地上躯体工事を複雑にしている要因は以下の通りである。

- ①外周部に位置する地下からの柱が7°傾斜していたことに加え、中柱についても偏平で、且つ傾いている柱が存在すること。
- ②2F以上の梁はSRC造の逆梁であり、2Fに関しては梁せいが $h = 1.5\text{m}$ もあること。
- ③バルコニーは、逆小梁付きのはね出しスラブであること。
- ④意匠性の高い鉄骨階段がRC部分と取り合っていること。
- ⑤居室の天井は、コンクリート打ち放しであること。

この複雑な未経験工事における施工計画と実施を以下に述べる。

7.1 鉄骨建方計画

鉄骨上棟以降の工事で、鉄骨以上に大きな揚重がないことから、鉄骨建方は120t オルテレーンクレーンを使用

し、構台を解体しながら建て逃げで施工することとした。

図13に示すように5ブロックに工区を分け、仕上げ材揚重用に、2ブロック建方時にタワークレーン(OTS-45N)をRF鉄骨梁に載せる計画とした。1節ジョイント部は傾斜しているので、その部分のエレクションピースに転倒モーメントとせん断力が生じる。建て逃げであるため、4節分の重量が全てエレクションピースに作用する。これらを考慮し、エレクションピースの検討を行い、原設計仕様のままで柱無溶接にて建方できることを確認した。

5ブロックの建方は明治通りにクレーンを設置するため、夜間作業で、片側2車線道路の2車線とも使用しての作業となった。構台解体を含めた5ブロック建方の夜間作業は1週間を要し、全建方に要した工程は1.5ヶ月となった。

7.2 1F立上り計画

地上鉄骨が上棟した後は、構台が無いので1Fスラブに大型車両を載せる計画とした。

X④-⑥間を通行させるために、2Fスラブの支保工は、H-200×200×8×12を大引きとし、型枠支保工の架台を設置した。

1F柱は、通常のコンパネを用いザラザラ感を出すコンクリート打ち放し仕上げである。柱が傾斜していることに加え、SRCであることから、コンクリート打設作業が非常に困難である。よって、柱と2F梁・スラブのコンクリートをVH分離で打設した結果、高品質に仕上がり、設計・監理より「イメージ通りの仕上がり」との言葉を頂いた。

7.3 逆梁を伴う立上り施工計画

東日本大震災を受けて、天井落下事故が多数発生した。落下の恐れのある天井、および空調機等の重量物を床下へ収納して事故のリスクを排除すると共に、非常用の備蓄スペースを床下に設けることができるという設計コンセプトから、建物の特徴の一つである逆梁が採用されている。しかし、この逆梁が施工を困難なものとしている。

このことから、躯体部会を早期から立ち上げ、地上立上がり躯体の施工について検討した。

逆梁・スラブ同時打ちの場合は、作業効率が落ち、工程が伸びる可能性が大きかった。その理由を以下に示す。

- ①逆梁のため、先行で仮設通路をブリッジとする必要があり、配筋・型枠前の仮設に時間がかかる。
- ②逆梁部をスラブ同時打ちした場合、SRCであるため、確実なS梁下部へのコンクリート充填が難しく、ジャンカが生じやすくなる。
- ③同時打ちの場合、梁型枠資材の荷捌き・ストックするスペースの確保が困難である。また、スラブ配筋上での型枠作業となり、木屑等が天井表面に露出することに加え、配筋が乱れる要因となる。
- ④同時打ちは浮き型枠スペーサーの跡が打ち放し天井表面に露出する。

そこで、1フロア2工区とし、柱・スラブと、逆梁を別日打設とし、@16日/FLサイクルとした。実施では各工区において、スラブ打設した4日後に、逆梁を打設している(図14)。

7.4 鉄骨階段の先行建方

X②-③、Y②a-②b間に意匠性の高い階段1がある。しかし、①原設計では階段を受ける梁がRC造であること、②RC工程と共に鉄骨階段を建方する時間がないこと、③RC工程時の揚重機(OTS-45N)は揚重能力が小さく、

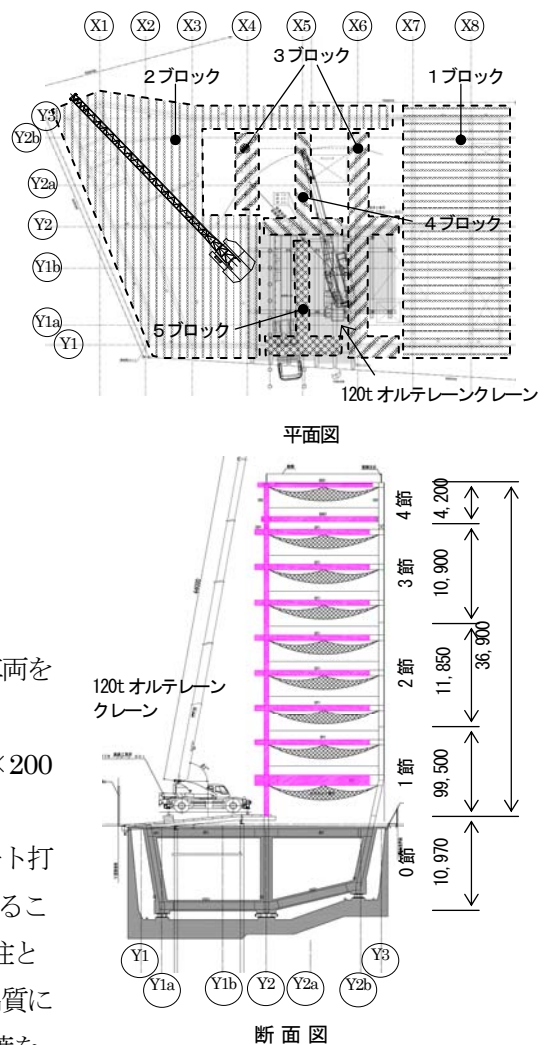


図13 鉄骨建方計画

鉄骨階段を建方できないこと、などによって鉄骨建方と同時に階段を設置できるように、図15の位置に仮梁を増設した。この結果、建方や躯体工事中の昇降階段としても利用することができ、施工効率を上げることができた。

8 仕上げ工事

8.1 サッシの変更について

事務室のサッシは、原設計ではスチールサッシ（以下SWと記す）であった。これは、設計事務所が延焼の恐れのある範囲のサッシ（防火設備）を、デザイン性を考慮してフルハイト（H=2,700）としていたためである。

このため、スチールのフラットバー、アングル等を組み合わせ合わせた物件対応のオーダーメイド品となった。しかし、水密・気密・遮音性能の試験値がなく、要求性能を担保しにくいことが問題であった。

そこで、H=2,700mmのサッシ高さの問題は残るものの、性能が確保されているメーカーのレディメイド品を組み合わせて構成するアルミサッシ（以下、AWと記す）に変更をした。これは、それぞれの要求性能を満足させており、その試験値も報告されている。更にナイトパーズ機能も併せて持たせている。ナイトパーズとは、冷房期間中で、夜間の外気が室内の冷房温度を下回るときに、夜間の外気を室内に送風して建物の躯体を冷却し、翌日の冷房負荷を軽減する方法である。これらの提案により、SWと同等のスッキリとしたデザインを確保しつつ、性能を担保できた。表2に原設計と変更案の性能比較表を記す。

8.2 バルコニーの灌水用鎖について

バルコニー部分に、グリーンブラインドとしての壁面緑化が設置される。雨水貯留槽に蓄えられている中水を利用し、自動で植物に灌水されるシステムになっており、その概要図を図16に示す。バルコニー先端にあるφ4ワイヤー、鎖樋（φ100、φ70、φ40）、化粧連層管（筒）は、プランターからの植物を伝えるために設置されており、それぞれシステム、および意匠的において重要な要素である。

φ4ワイヤーにおいては、これらの要素の他に、葉面灌水の機能を併せ持っている。しかし、設計図書にこれらの詳細図の記載が殆どなく、どのような形状とするかを試行錯誤しながら決定した。検討した項目を以下に記す。

- ①バルコニー先端にあり、ワイヤー、リング等の間隔が、人の落下が懸念される間隔であるかどうか。
- ②模型・モックアップによる、デザインと植物の成長度合い

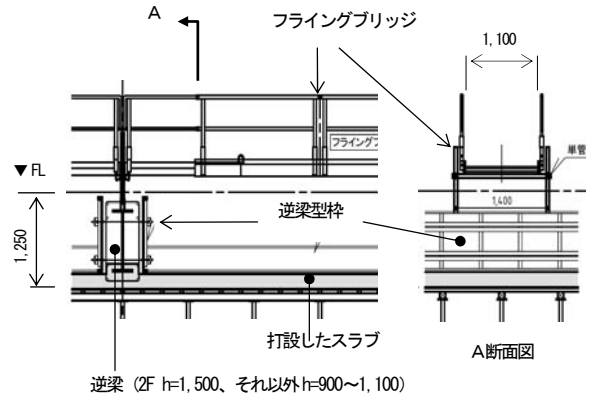


図14 基準階逆梁概要図

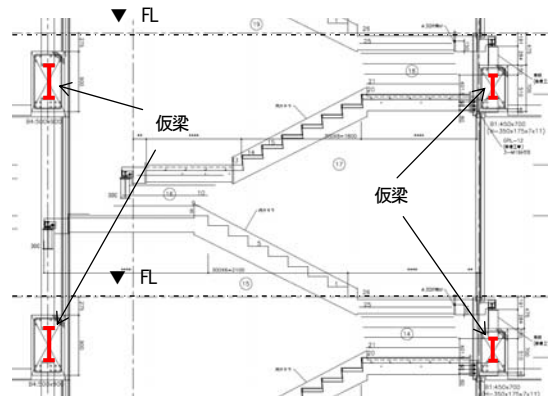


図15 階段1概要図

表2 サッシ性能比較表

	設計条件	原設計 (SW)	変更案 (AW)
耐風圧性能	S-5 (2,400 Pa)	試験値なし	2,400Pa
水密性能	W-5 (500 Pa)	試験値なし	試験結果報告の試験体とのサイズの相違はあるが、過去の実績を踏まえ概ねW-5程度の性能を確保されている。
気密性能	A-4 (2等級)	試験値なし	試験結果報告の試験体とのサイズの相違はあるが、過去の実績を踏まえ概ねA-4程度の性能を確保されている。
遮音性能	T-2 (30等級)	試験値なし	試験結果報告の試験体とのサイズの相違はあるが、過去の実績を踏まえ概ねT-2程度の性能を確保されている。
耐火性能	建築基準法第64条による (延焼の恐れのある部分に 設ける防火設備)	左同じ	左同じ

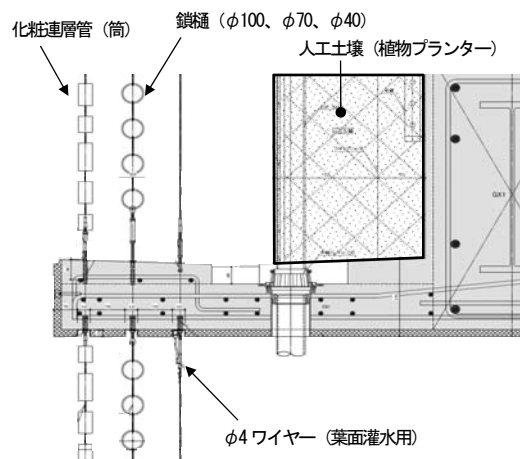


図16 バルコニー鎖断面図

などの確認。

③送風機を使用し、強風時での風切り音やワイヤーからの灌水飛散の確認。

④植物の発育を考慮したディテールの確認。

設計・監理と根気強く協議した結果、原設計で見込んでいた単独メーカーによる高コスト品を、一般材を使用することによって多数のメーカーでも制作できるような形状に提案をし、ほぼ作業所案で承認された。

これによる VE 効果は大きなものとなった（9 まとめ参照）。

表3 コストの構成比率比較表

	①NET構成比率 (%)	②実績構成比率 (%)	③コスト削減率 (%) ①-② / ①
障害撤去	1.54	1.52	1.3
山留め壁	1.46	1.39	4.8
構台・切梁支保工	0.99	0.92	7.1
土工事	1.10	1.03	6.4
既存解体・ガラ搬出	2.01	1.98	1.5
躯体工事	22.56	22.93	▲1.6
サッシ工事 (2~8Fの外装サッシ)	2.30	1.77	23.0
外装鉄種	3.14	2.05	34.7

①：NET 細項目 / 受注時 NET ②：実績細項目 / 受注時 NET

9 まとめ

今回の高難易度工事の総括を以下にまとめる。

施工計画：解体・土工事について、近接する地下鉄に対する掘削の影響を考慮しつつ、経済性を念頭においた山留めの安全性の確保、および既存躯体の解体の効率化を重点においた施工計画とした。既存躯体が地下鉄に近接していたことに加え、地下水の被圧が高いことが非常に多くの検討と時間を要した。

地下・地上躯体について、躯体断面が複雑で、かつ大断面、更に階高が高いことから、施工効率が非常に悪い結果となった。その中で少しでも工期を縮めるためにとった対策が奏功している。

地上躯体について、SRC の逆梁という未経験工事の要素が多い中、出来る限り事前検討に時間を費やし、色々な選択肢がある中で、より良い方法を採用できたと考えられる。

工期：障害撤去、および地下躯体構築で約3ヶ月の遅れとなっている。受注時工程は、もともと厳しい工程であるにもかかわらず、契約が1ヶ月遅れた事による工程の遅れが考慮されておらず、更に厳しい工程となっていたため、工期の延伸を申し出て2015年2月10日竣工の再契約とした。しかし、施主と東京メトロとの地下道接続協議が継続中だったため、建物の部分引渡しが2015年4月30日となった。

コスト：本論文に掲載している工事内容についての構成比率を表3に示す。躯体工事では、形状が複雑であったため、受注時 NET より若干大きくなっているものの、他工事項目では、小さくなっている。特に、外装においては主導的に提案をした結果、20%以上の VE・CD となった。

近年都心部では、敷地に余裕がない中での既存躯体の撤去を伴う新築工事が多く、更に地下鉄等の公共施設が近接している物件が増えてきている。本工事は、当社にとって未経験工事が多く含まれていたが、工事の作業効率化を含め、取りまとめた本論文を、類似工事に反映させて頂けたら幸いである。

9. 躯体工事の労務負荷削減と作業環境の改善

社名: 鹿島建設㈱

氏名: 谷口 篤也

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	新青果市場市場会館棟新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 16,653㎡、地上3階
(3) 用途	卸売市場
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	福岡県福岡市
(6) 施工期間	2014年4月 ~ 2015年9月
(7) 工事費	3,260(百万円)
(8) 設計者	小野・傳 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"> ・公共工事のため、落札決定まで労務調達をする事が出来なかった。 ・人手不足から現場間で作業員の奪い合いが起きている環境の中で、ボリュームのある躯体数量をこなす作業員が確保できるか不安があった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・労務不足を解消するため「作業員が集まる現場づくり」を目指した。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・合理化工法の採用。 合理化によって創出された利益は積極的に協力会社に還元するようにした。 「地べたで」「同じメンバーで」「手が空いたときに出来る」施工計画を立案した。 ・作業環境の改善 作業員詰所等を快適な環境にすることで、作業員が固定化した。 見学会等を積極的に受け入れ、建設業の魅力をアピールした。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> ・合理化工法で創出された利益は協力業者と共有した。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> ・労務不足環境の中、4週6休を確保し、予定工期どおり進捗している。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性が向上した。
・E(環境)	—
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> ・見学会等を積極的に開催し、建設業の魅力をアピールした。 ・将来、建設業を担って欲しい生徒たちに物造りの楽しさを伝えた。

躯体工事の労務負荷削減と作業環境の改善

—職人さんにとって魅力的な現場実現への取り組み—



写真-1 現場全景

鹿島建設株式会社 九州支店

谷口 篤也

要 約

建設業会の深刻な労務不足は激しさを増し、多くの現場で工程遅延や工期延伸が発生している。新規の入職希望者も少なく、人手不足からくる過酷な労働環境は定職者の更なる低下に繋がり、負のスパイラルから業界内での作業員の奪い合いとなっている。そのような中、当工事は入札工事のため、労務の事前調整の期間が無く、作業員の確保が通常より難航することが予想された。

また、価格高騰時期での入手であり、ボリュームのある躯体数量から労務不足は必至であった。労務不足を解消する一つの手法として「作業員が集まる現場づくり」に取り組んだ事例を紹介する。

I はじめに

当工事は、福岡市の東に位置するアイランドシティと呼ばれる人工島に青果市場を建設する工事である。福岡市内の3カ所に点在する既存の青果市場の老朽化に伴い、1カ所に統合移転するという福岡市の公共整備事業である。

約15万㎡の敷地は大きく2つのエリアに分けられ、卸売棟エリアを他社JV、市場会館棟エリアを当社JVが請け負っている。

2013年の入札時には厳しい競争が予想され、当社内では当工事の入手は難しいと判断し、事前の労務調整の対象外であった。また落札時は、極めて深刻な労務不足と急激なインフレの時期にあり、ボリュームのある躯体数量（型枠約54,000㎡、鉄筋約1,950t、コンクリート約15,700㎡、鉄骨約730t、PC緊張約8,800m、等）を限られた期間と予算の中で施工するための労務不足対策が不可避であった。

当工事では「作業員にとって魅力的な現場」とすることに留意し、「躯体の合理化」と「快適職場の実践」への取り組みに注力した。



図-1 完成パース

II 工事概要

工事場所：福岡県福岡市
施 主：福岡市
設計監理：小野・傳 設計業務JV
施 工：鹿島JV（鹿島+ローカル3社）
別途工事：電気、衛生、空調、ガス、昇降機、
外構、付属棟、サイン
実質工期：平成26年4月1日～平成27年9月15日
用 途：卸売市場
面 積：敷地面積：149,691.56㎡（敷地全体）
建築面積：8,859.83㎡
延床面積：16,652.84㎡
構造階数：市場会館棟：RC造（プレレスト梁）、
一部S造、地上3階
ブリッジ棟：S造、地上2階
アプローチ棟：S造、地上1階
最高高さ：GL+18.15m



図-2 現場配置図

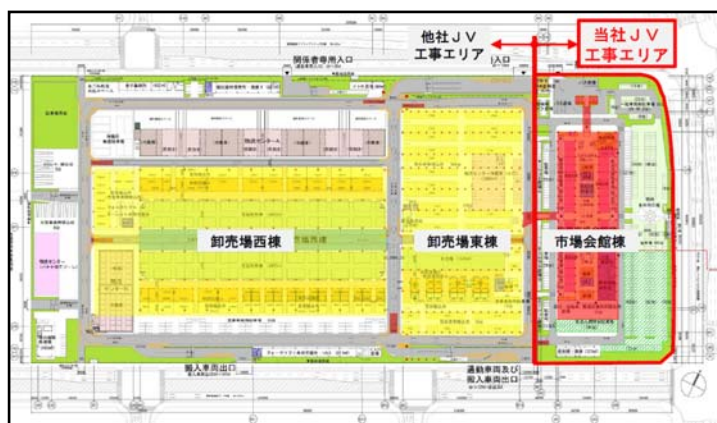


図-3 敷地全体図

III 躯体合理化・安全への取り組み

1. 取り組み方針

労務改善への取り組みとして、まずは合理化工法の採用を検討した。省力化・効率化だけを追い求めるのではなく、協力会社と目的を共有し良好な関係を構築することを心掛けた。工法は極力シンプルな手順となるように検討し、合理化によって創出された利益は公平に協力会社と共有することとした。

また、旧来の鉄筋・型枠工事で曖昧になりがちな安全設備を「いつ・誰が・いくらで」設置するかを明確にし、特に鳶工の関与する度合いを最適化することで、安全設備の先行設置された安心感の高い作業環境を提供するように心掛けた。

協力会社に対しては、施工経験が無いことがストレスにならないよう教育・支援体制を充実させ、ノウハウの蓄積や若手への教育が可能な現場をつくることで、協力会社にとっての魅力をアピールし、作業員の人数・能力の面で優先的な配置をお願いした。

2. 取り組み事例

取り組み事例をいくつか紹介する。出来る限り「地べたで」「同じメンバーで」「手が空いた時に出来るように」ということをモットーにした。どの事例に関しても高所作業の低減、労務の平準化と作業員の固定化、作業環境の改善等で労務状況を改善することが出来た。

(1) 小梁躯体のサイトPCa化

RC小梁は現場内のヤードでプレキャスト化することとした。製作ヤードはコンクリートの作業床とし、作業しやすく又清掃しやすい環境とした。常駐している躯体職の手が空いた時に作業出来るので、労務の山崩しには最適であった。コスト面でも支保工の削減、型枠転用回数は445本の製作で18回転用と大きなメリットがあった。安全面でも高所作業の削減はもちろん、型枠解体後の清掃が容易等、効果は大きかった。



写真-2 小梁のサイトPCa化

(2) 柱躯体をシステム型枠にて先行打設

1階の階高が6mと高かった為、柱躯体は先行打設することとし、型枠はシステム型枠を採用した。作業は比較的人員が確保できていた鳶職による作業とし、根巻きから型枠建込、コンクリート打設まで一貫作業とした。大型ホッパーによる先行打設としたことで、密実なコンクリートが打設され品質面でのメリットも大きかった。



写真-3 柱躯体をシステム型枠にて先行打設

(3) 柱筋・梁筋の地組

鉄筋工事は極力地組することで、労務の山崩しを図った。コンクリート床の作業環境が良い製作ヤードで、手が空いた時に配筋しストックするようにした。約1,950 tの鉄筋量があったが、常時15~20名程度で施工を進めることが出来た。



写真-4 鉄筋地組ヤード

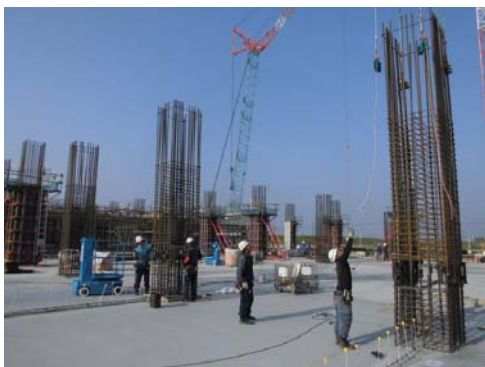


写真-5 柱筋の吊り込み

(4) 下り壁の地組

下り壁躯体は型枠・配筋・スリーブ入れ・返し型枠まで地組とした。複数の工種による作業となるが、見えやすい場所で作業することで、スリーブの入れ忘れや、いつの間にか型枠が返されていたなどというようなことが発生することなく、工事を進めることが出来た。



写真-6 下り壁の地組



写真-7 下り壁の吊り込み

(5) フラットデッキの地組

プレキャスト化された小梁上でのデッキ敷きは安全面での大きな課題であった。そこで、フラットデッキも鋼管フレームを組んで地組し、大判としたデッキを吊り込む方式とした。先行敷きしたデッキは手摺や昇降設備を整備し、荷取りステージとして使用した為、仮設費の低減にもつながった。



写真-8 フラットデッキの地組



写真-15 雨でも靴が濡れない作業通路

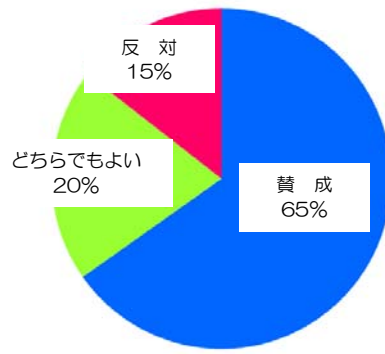


図-4 4週6休への賛否アンケート結果



写真-16 高校生見学会での配筋体験

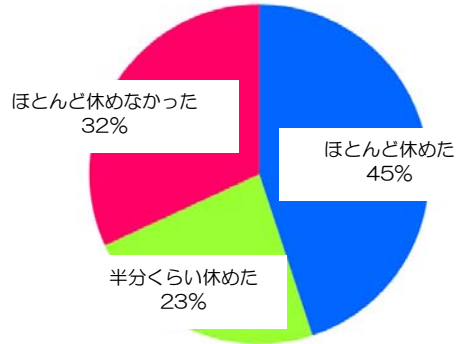


図-5 全休日の休暇取得率アンケート結果



写真-17 見学会等によるPR活動(新聞記事抜粋)

V 取り組みの効果

現場内での一番大きな効果は、職長同士・作業員同士の関係が良好になった為、連絡調整がスムーズに自発的に行われるようになったことである。現場内でも自発的に綺麗な状態が保たれ、一斉清掃をする必要も無くなった。コスト面に関しても、歩掛が向上したこともあり、協力会社と元請双方の利益向上に繋がった。協力会社幹部や作業員からの評判も良く、モチベーションアップに繋がっていることは間違い無いと感じた。

労務改善に対する効果は、入手時の計画では135人/日程度必要であったが、実際の施工では100人/日程度で工程通り施工を完了することが出来た。

安全成績についても着工以来、25万時間以上の無事故無災害を達成した。

内外からの評価も良く、そのことがまた社員や職長、作業員のモチベーションアップに繋がっている。協力会社や作業員から「職人に対する元請の気持ちが伝わってくる」「やる気が出る」「他現場に応援に行きたくないので全休日を減らして」等のコメントもある。

当工事では4週6休にもチャレンジした。比較的工期が確保されていたことと合理化の効果により全工期予定通り4週6休と年末年始・夏期・GW休暇を確保することが出来た。「4週6休をどう思うか?」について、作業員へのアンケートを行った。結果として、賛成意見が大半だったが、当現場の全休日には他現場の応援で休めなかった人が多いという状況であった。4週6休や完全週休2日の普及へは建設業界全体でのルール作りに期待する声が多かった。今後は業界全体がこの取り組みを強化出来れば幸いである。

VI まとめ

当現場は入手確定まで事前調整が出来なかったことと、周辺の現場が繁忙を極めていたことにより、着工時には協力会社の選定と作業人員の確保が最大の課題であった。

基礎躯体の着工当初には作業員不足が深刻な状況であったが、地道に小さな取り組みを続けた結果、協力会社の賛同と協力を得ることが出来、順調かつ内外から好評をいただいて竣工することが出来た。

建設業界全体として、休暇の取得・賃金水準・社会保険等々、容易に改善出来る状態とは言い難いが、明るく魅力的な建設現場への取り組みに一人でも多くの方にご賛同を頂ければ幸いである。

参考文献：

- ・新聞記事：日刊建設工業新聞
- ・新聞記事：九建日報

10. 大スパンSRC造の無支保工化による躯体工程短縮

社名:前田建設工業(株)

氏名:三浦 之裕

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)KBC隣地開発計画
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:57,457㎡、地上4階、搭屋1階
(3) 用途	倉庫(冷凍冷蔵倉庫)
(4) 主要構造	地下RC造、地上SRC造、一部RC造、S造
(5) 建設地	兵庫県神戸市
(6) 施工期間	2014年1月～2015年1月
(7) 工事費	4,260(百万円)
(8) 設計者	前田建設工業(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"> 作業足場を兼用する支保工足場の物量が多く、組立解体・搬出に工期を要し仕上げ工事着手に影響する。 階高が8mと高く、施工性が悪く仕事の効率が悪い。 躯体三役の労務確保が困難。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 支保工の省力化を図り、全体工期を厳守する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> PCa梁及び吊り型枠による無支保工化により、支保工組立解体工程を無くし、工期短縮を図ると共に、仕上げの早期着手を図った。 SC梁のサイトPCa化により、工期短縮及び作業の平準化を図った。 鉄筋地組等を地組ヤードで行い、工期短縮及び作業の平準化を図った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 梁のPCa化により、安定した品質を確保。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 従来工法に比べ、7%コストダウンした。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 従来工法に対して、2ヶ月の工期短縮。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 支保工足場組立解体に伴う危険性なし。 支保工足場上の高所作業による危険性なし。 柱・梁鉄筋の先組工法により、高所作業の危険性を低減。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> 型枠転用回数の増により南洋材使用減。 支保工足場組立解体に伴う、搬出入車両減によるCO₂削減。
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> 現場が整然とし、運搬通路が確保でき、現場のイメージが向上した。

大スパンSRC造の無支保工化による躯体工程短縮

前田建設工業株式会社 関西支店
三浦 之裕

1. はじめに

当工事は、地上4階建、SRC造（一部RC造、S造）の内断熱工法の冷凍冷蔵倉庫の設計施工物件である。

施設運用開始までに、建物内を既定の温度まで冷却するクールダウン期間を確保する逆算された工期が設定されている。躯体構築後の冷凍冷蔵倉庫特有の防熱工事期間を多く要することに加え、冷却設備や移動ラック設備の別途工事を本体工事期間内に開始する条件の中で、全体工期を守る為に取り組んだ躯体工程短縮事例について報告する。

2. 工事概要

工事名称 : (仮称) KBC隣地開発計画
工事場所 : 兵庫県神戸市
設計・監理 : 前田建設工業株式会社
一級建築士事務所
工期 : 自平成26年1月6日～
至平成27年1月15日 (12.5か月)
用途 : 冷凍冷蔵庫 (倉庫業を営む倉庫)
構造・階数 : SRC造、一部RC・S造
地上4階搭屋1階
延床面積 : 57,457m²
最高高さ : 35.96m



図-1 全景パース

当該建物は「0℃エリア」「-25℃エリア」「0～-25℃可変エリア」の倉庫エリアと中央部分の0℃の荷捌きエリアが配置されている。柱心々10m×11.5mの大スパンで構成され、階高は約8mと高く、大空間となっている。

また、倉庫エリアの外壁には建物用途の特性上、開口がほとんどないのも特徴である。

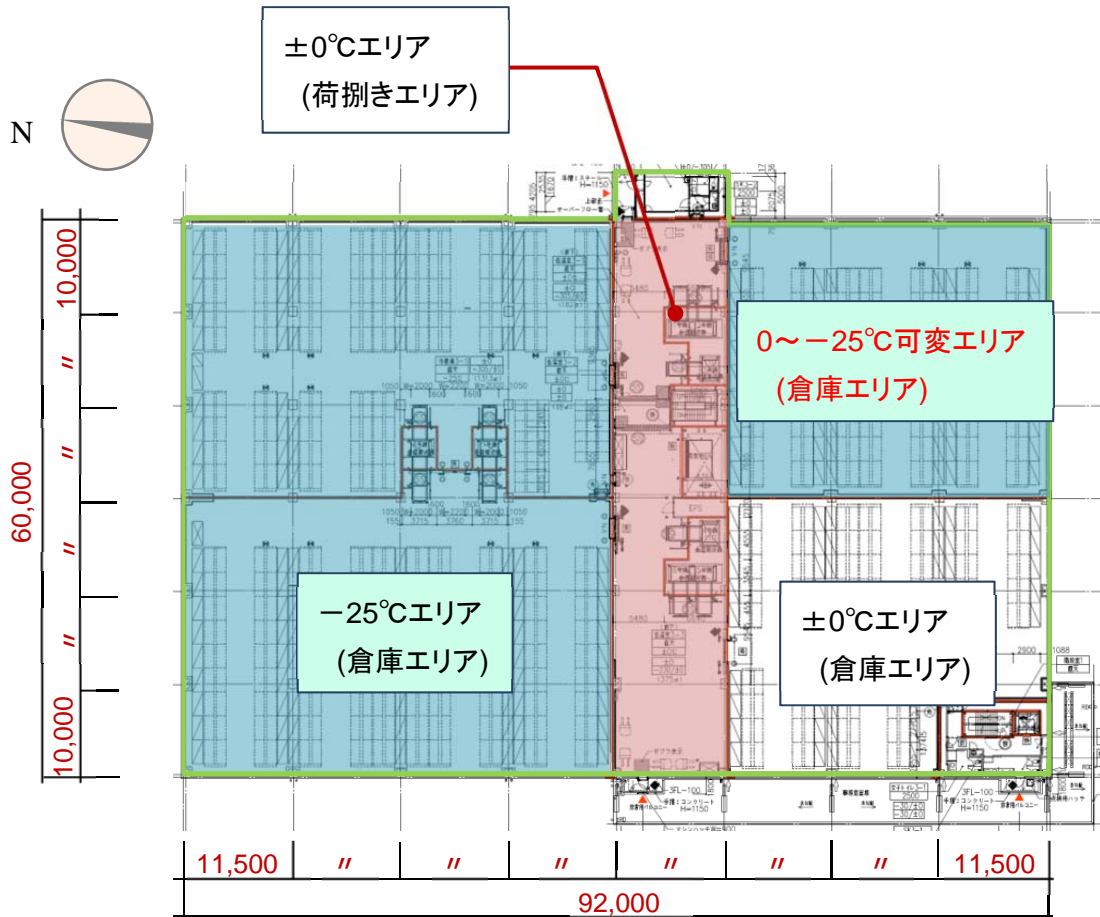


図-2 平面図 (2~4F)

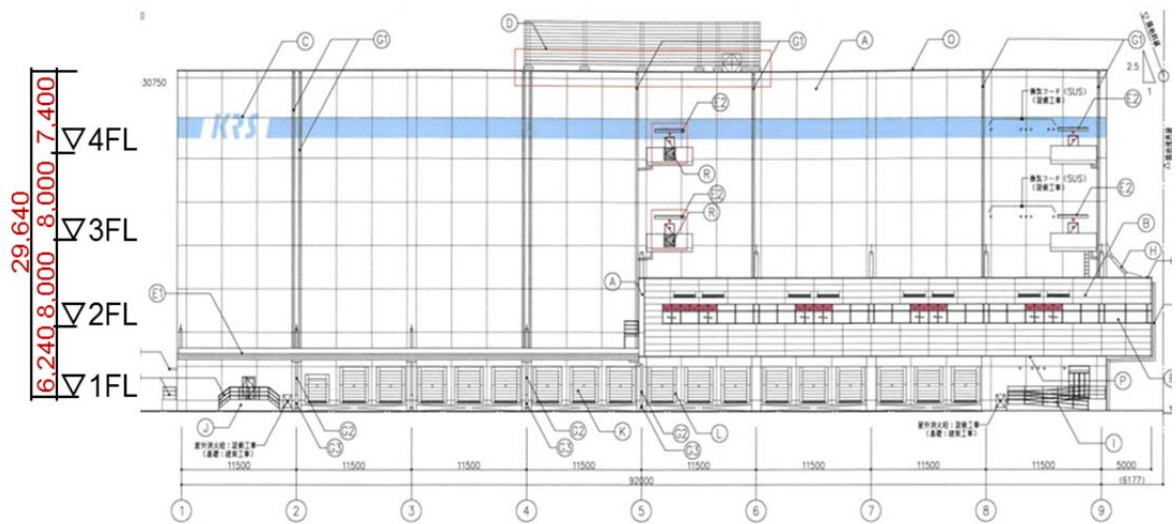


図-3 立面図

3. 施工改善の背景

○全体工期が、当初在来工法想定工期14.5か月に対して、12.5か月と非常に厳しい。

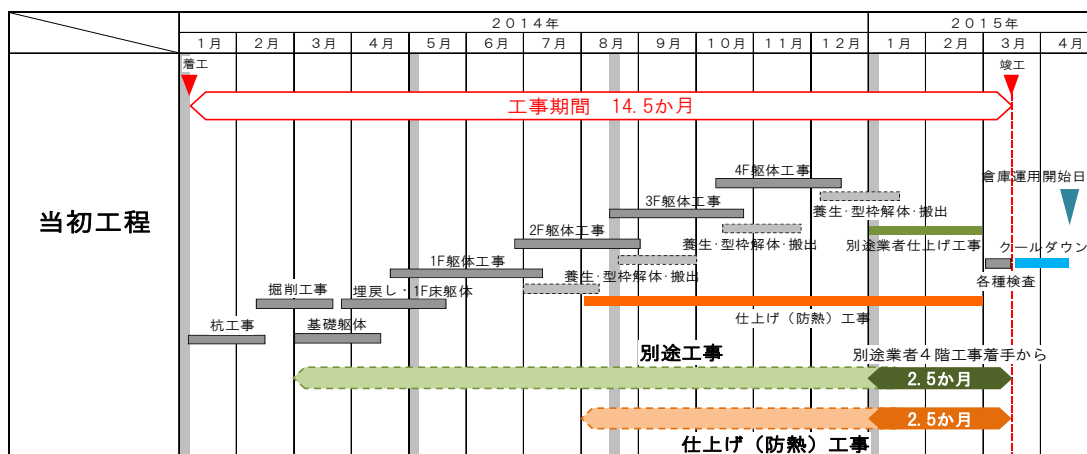
また、当初想定工期も決して余裕のある工期ではない為、そこからの短縮は容易ではない。

○運用開始日の冷凍庫の設定温度は、 -18°C 以下となっており、急なクールダウンは躯体への影響が大きいため、1日 1°C を守るよう工期外に設定されている。1日に 1°C 程度ずつ下げると1ヶ月程度のクールダウン期間を要する。

○引き渡しは、クールダウン開始の外気温が考慮されており、工期を厳守する必要がある。

○別途業者（冷却設備・移動ラック設備）の着手時期についての制約があり、工程のクリティカルとなる屋上、及び東面庇上冷却設備工事・4F移動ラック工事を竣工2.5ヶ月前に着手する必要がある。

上記条件より、現状工程から躯体工事の工程短縮を検討した。



2か月の工期短縮が必要

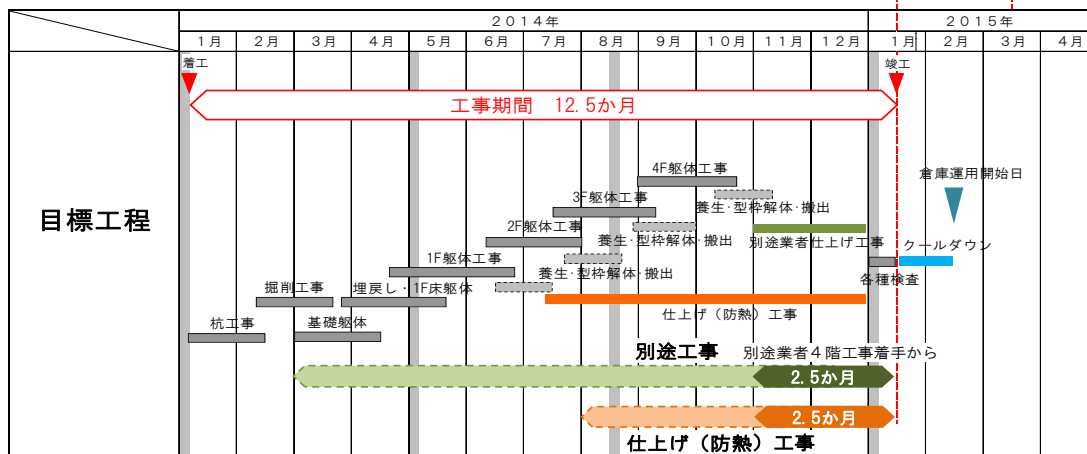


図-4 当初工程と目標工程

4. 構造の概要

壁付きの柱及び梁はSRC造、単独柱はRC造、壁付き以外の梁はSC造で構成されている。

※SC梁・・・防熱工事の有利性や仕上げ材の制約、耐火性能の確保のためにS梁をコンクリートで保護した梁。応力等の負担はS造のみであるため、コンクリートは構造部材としては扱われない。(割れ止め配筋あり)

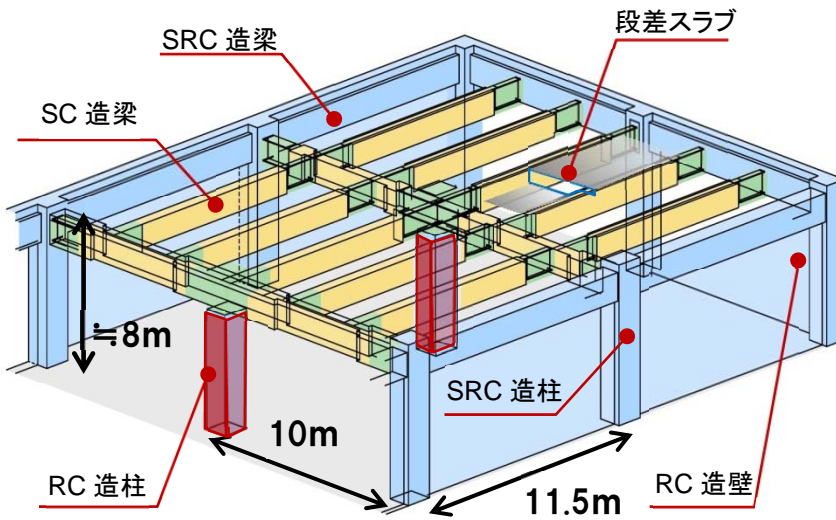


図-5 構造の模式図

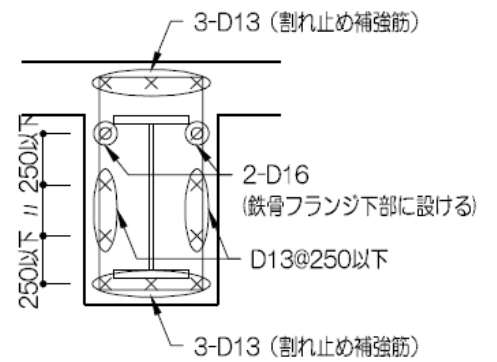


図-6 SC梁の概要図

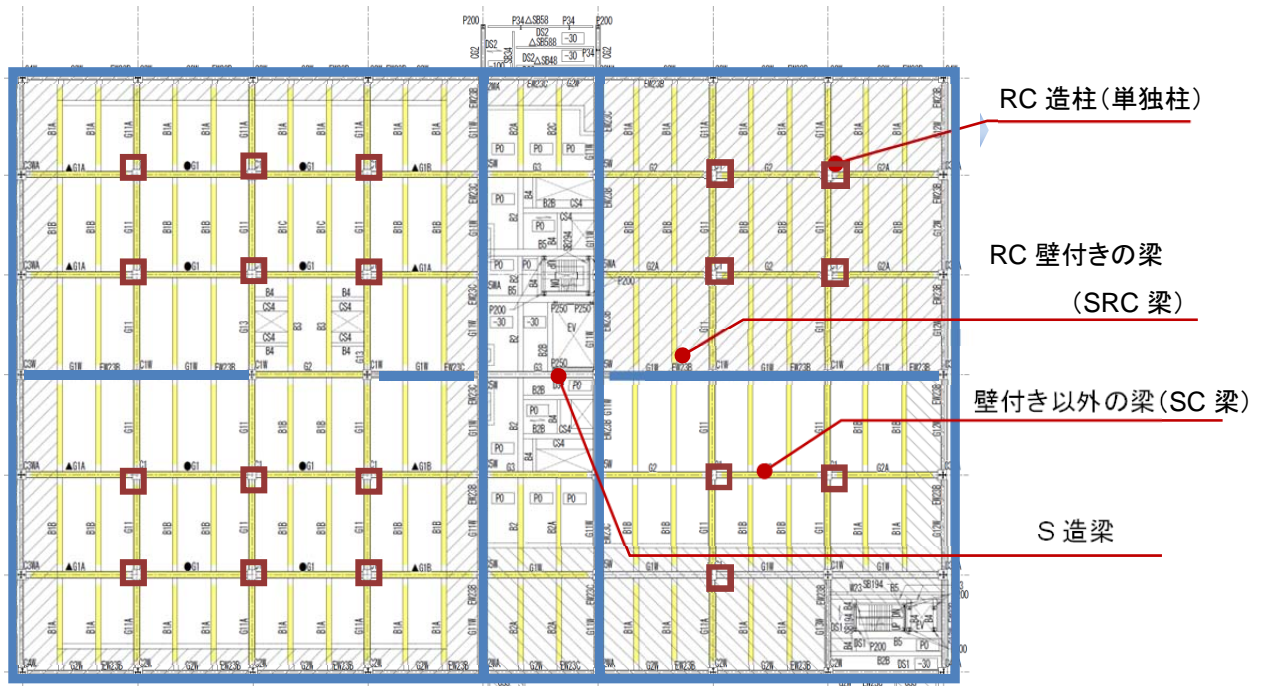


図-7 構造の概要(平面図)

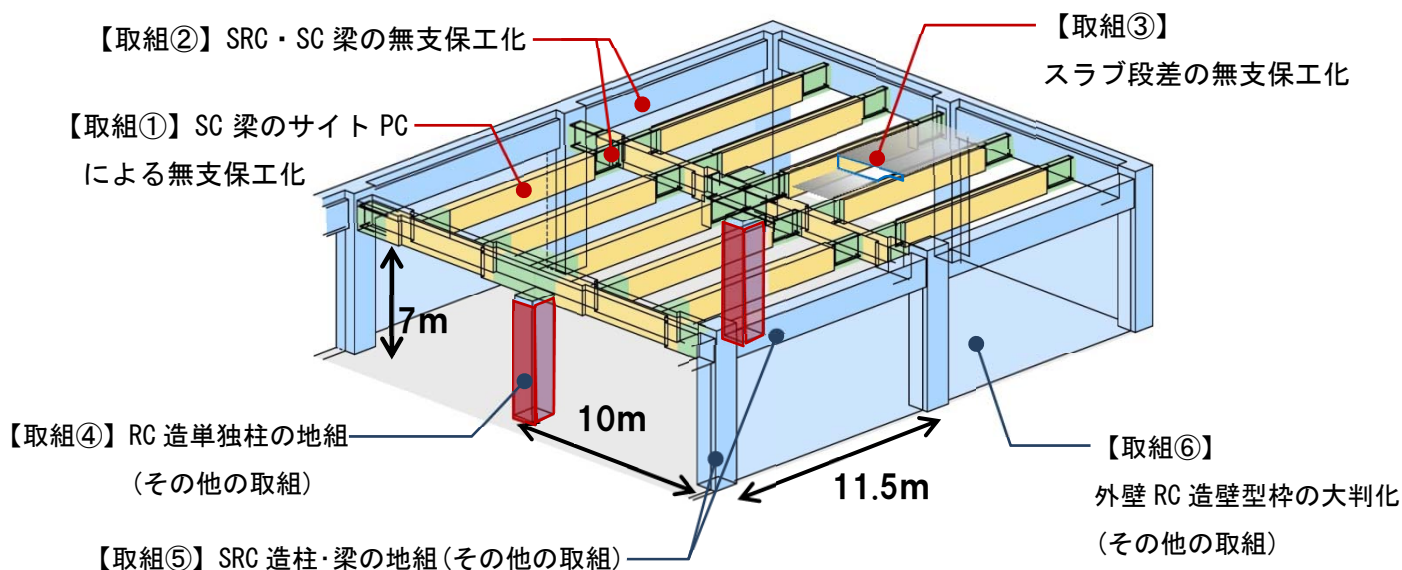
5. 工期短縮における問題点

躯体工事の工程を短縮するにあたり、下記の問題点が挙げられた。

NO	問題点
問題点①	RC 造の単独柱により積層工法となり、1フロアずつしか施工できない。 (鉄骨の建て逃げ工法が採用できない)
問題点②	作業足場を兼用する支保工の物量が多く、組立・解体・搬出に時間と手間がかかると共に建物が広く、材料搬出のための水平移動に時間がかかる。 また、支保工の解体はコンクリート強度の発現によるため、解体までの養生期間が必要となる。
問題点③	階高がおよそ 8 m と高く、施工性が悪い。
問題点④	型枠・鉄筋工の労務確保が困難な状況が続いている。

6. 工程短縮のための方策

躯体工事の工程を短縮し、仕上げ工事（防熱工事）の早期着手、および別途業者（冷却設備・移動ラック）の工事のクリティカルとなる最上階4階部分の工事着手時期を厳守するためには、各工法の省力化と内装工事の早期着手に有利な支保工を改善することは必須である。それを踏まえ無支保工化を中心に採用工法の検討を行った。



図－8 取り組んだ工法の概要

6-1. 梁及びスラブの無支保工化

【取組①—SC梁のサイトPCa化】

形状がある程度統一されているSC梁に着目し、サイトPCa化を行うことで無支保工化を行った。

従来の支保工の組立・解体・搬出手間をなくすと共に、型枠・鉄筋組立作業を省力化、及び平準化を図り、当初懸念していた労務不足の解消に寄与した。

また、在来工法に比べて高所での作業が低減し、安全性の向上にも寄与した。

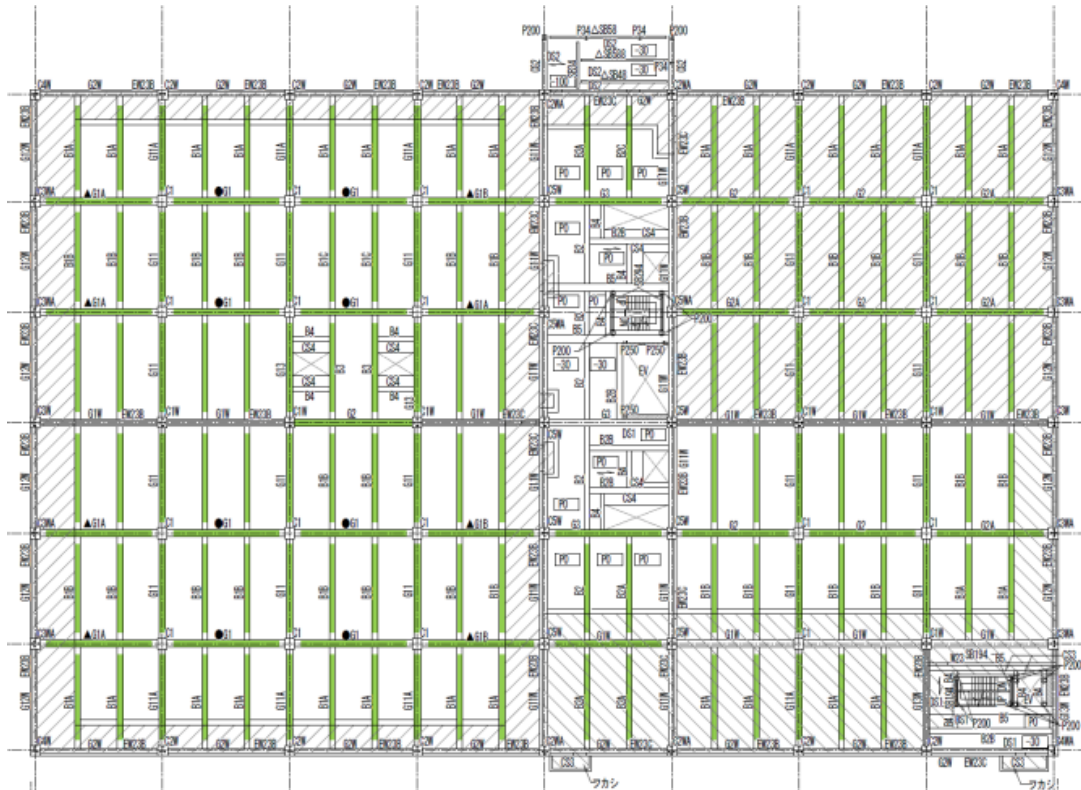


図-9 PC化範囲図(着色部がPCa化したSC梁)

型枠については、鋼製型枠とシステム型枠を比較検討し、コスト・納期が有利なシステム型枠を採用した。

製作サイクル及びベッド数は、鉄骨建て方工程への供給に合わせて検討し、6台の型枠を用意した。

脱型～打設までのサイクルを1日で行い、4/3～9/6まで製作日数129日で567本を製作した。歩掛は、4.4本/日であった。

型枠ベニアは約50回で張替を行い、全製作過程で張り替えは1回、張り替えに要した

日数は1日であった。

サイトPCaヤードには、100tクローラーを配置し、鉄骨の荷受け、鉄筋先組、型枠への鉄骨セット、コンクリート打設相番、PCa脱型、ヤード保管、出荷等の揚重を行った。(写真-1～4参照)



写真-1 サイトPCa 配筋状況



写真-2 サイトPCa コンクリート打設状況



写真-3 サイトPCa 型枠脱型状況



写真-4 PCa 製品保管状況

【取組②-梁型枠の無支保工化】

SRC梁やSC梁の仕口部では、鉄骨に取り付ける梁吊金物を使用した。

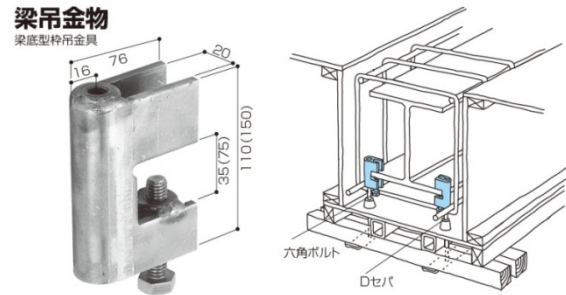
吊りセパは2分5厘と3分の2種類を検討し、建築の汎用性のある2分5厘を採用した。(写真-5, 図-10参照)

また、梁形状よりコンクリートの自重、床デッキ荷重、及び作業荷重を検討し、吊りピッチを決定した。組立作業は高所作業車を用いて行った。

壁付きの梁に関しては、壁厚により吊金物位置が梁底センターから偏心した場合は、鉄骨に取り付けたカンザシピースより回転防止のセパを設置した。



写真－５ 吊金物使用状況



図－１０ 吊金物概要

※取組①②共に、強度発現していないコンクリート重量を、支保工なしでS梁が負担できるように事前に構造設計時に検討し、反映している。

【取組③－スラブ段差の無支保工化】

採用されているトラス筋付きデッキスラブの段差部では支保工が必要となるが、P C a化したS C梁側面に仮設の受けアングルを取り付け、ペコビームを設置し無支保工化を図った。

(写真－６参照)



写真－６ ペコビーム使用状況

以上の無支保工化取組①～③により、作業足場を兼用する型枠支保工を低減することで組立・解体・搬出の工期を大幅に短縮するとともに、内部仕上げ工事の早期着手化を図った。

6-2. その他の取組

【取組④-R C造単独柱の地組】

R C造の単独柱の施工では、鉄筋を地組ヤードにて先行配筋して、システム型枠による施工を行い、工期の短縮と作業の平準化を図るとともに、品質の安定化にも繋がった。また高所での作業を低減することで安全性の向上に寄与した。(写真-7,8参照)



写真-7 地組ヤードでの鉄筋先組状況



写真-8 システム型枠設置状況

【取組⑤-S R C造柱・梁の地組】

S R C造の柱や梁の施工では鉄筋を地組ヤードにて先行配筋し、工期短縮及び作業の平準化を図るとともに、品質の安定化にも繋がった。

また、鉄筋工の高所での作業を低減することで安全性の向上に寄与した。

(写真-9,10参照)



写真-9 地組ヤードでの鉄筋先組状況



写真-10 現地での据付状況

【取組⑥ー外壁RC造壁型枠の大判化】

RC造の外壁の型枠を大判化し、地上のヤードで先行組立を行い、クレーンによる取付・解体により、作業工程を短縮し、型枠工の平準化を図るとともに、高所での作業を低減し安全性の向上に寄与した。

(写真-11参照)



写真-11 大判型枠建て込み状況

7. 施工の改善の結果

施工改善の結果、躯体工事の工程を短縮し、仕上げ工事（防熱工事）の早期着手及び、別途業者（冷却設備・移動ラック）の工事がクリティカルとなる最上階4階部分の工事着手時期を厳守できた。

躯体工事のサイクルで約15日／フロアの短縮を行い、工事全体として、従来工法に対して2か月工期を短縮し、目標を達成することができた。(図-11, 12参照)

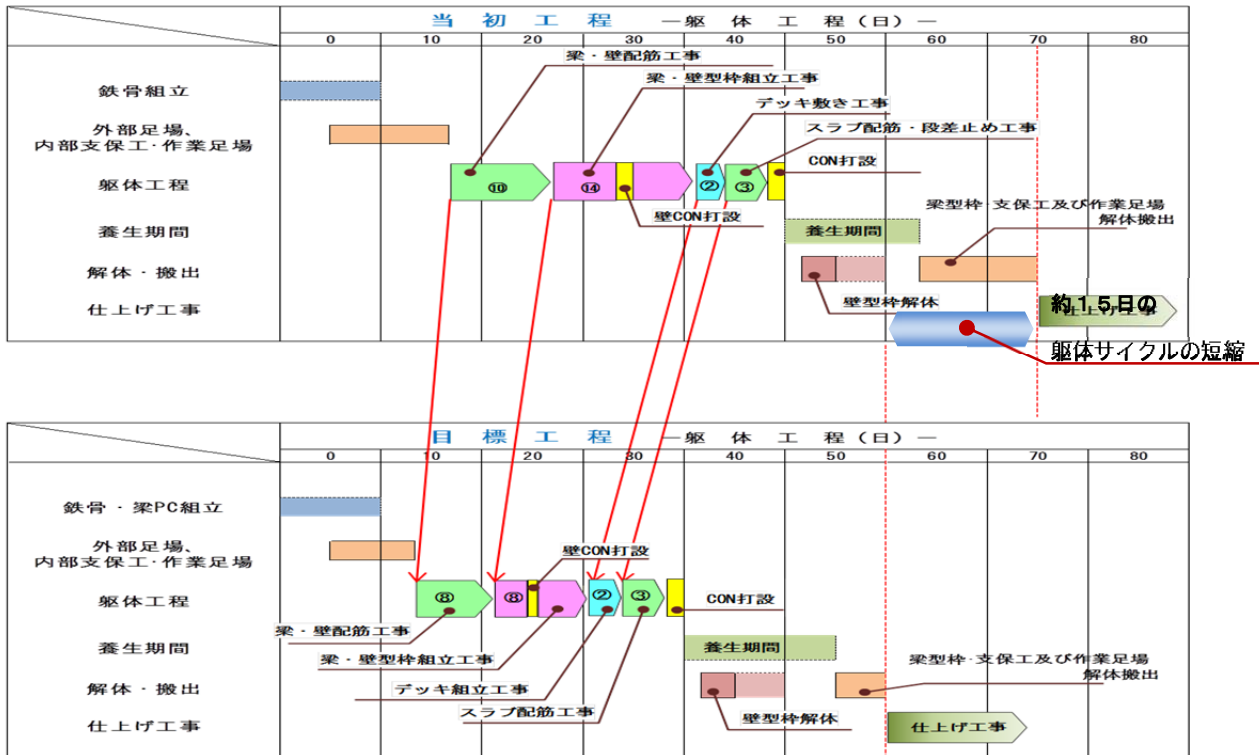
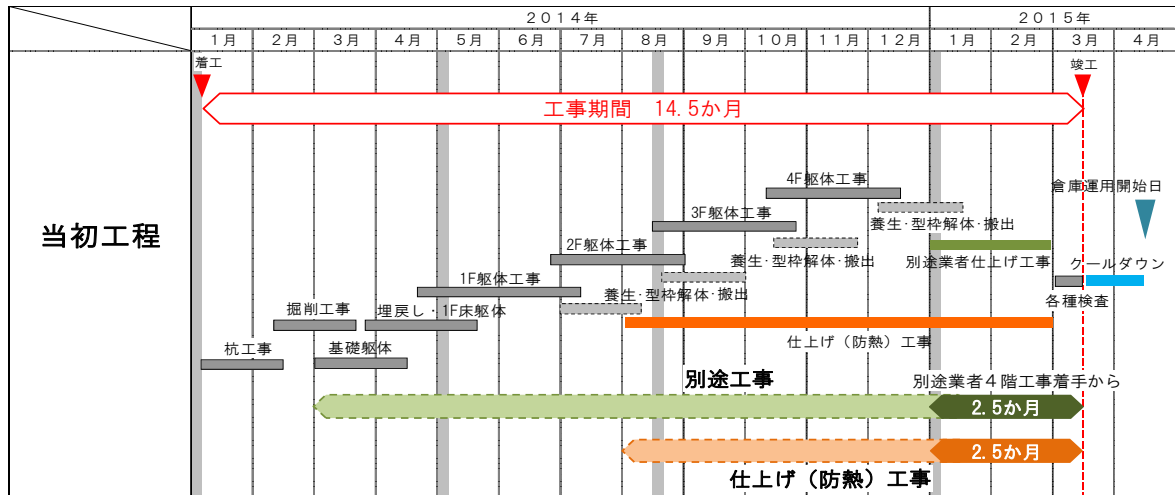


図-11 当初工程と目標工程の躯体サイクル比較



↓
目標達成

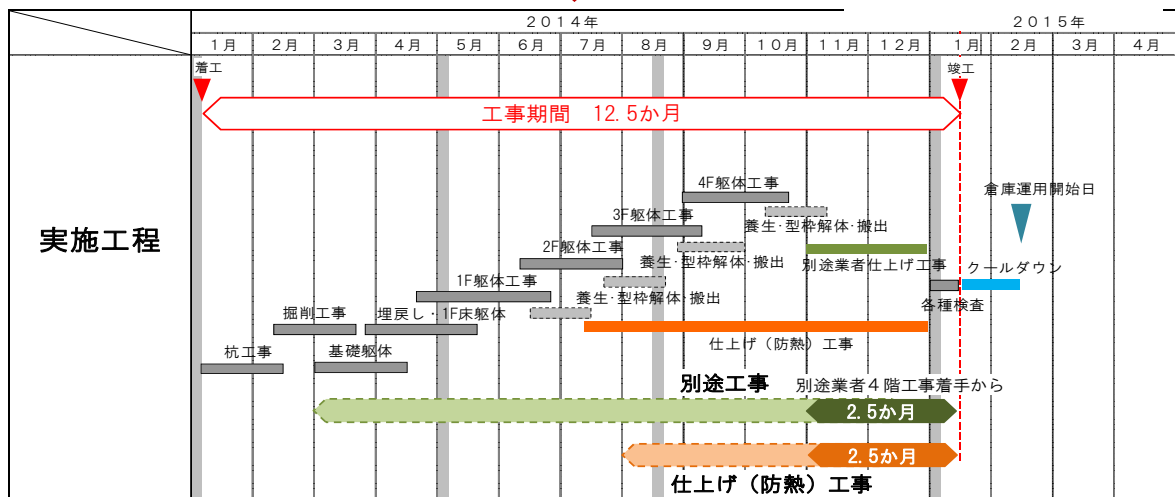


図-12 当初工程と実施工程

8. 効果のまとめ

① Q (品質)

梁や柱の地組ヤードにおける鉄筋の先組やSC梁のPC a化により、安定した品質を確保。

② C (コスト)

従来工法に比べ、7%のコストダウン。

③ D (工期)

従来工法に比べ、2か月の工期短縮。

④ S (安全)

支保工足場組立解体に伴う危険性なし。

支保工足場上の高所作業による危険性なし。

柱・梁鉄筋先組工法により、高所作業の危険性を低減。

⑤ E (環境)

P C a 化により型枠の転用回数が増え、南洋材の使用が低減。

無支保工化により支保工足場材の搬出入車両がなくなることで、CO₂発生を削減。

⑥ その他

支保工足場がないことや、柱や梁配筋の先組や梁のP C a 化により、現場の整理整頓が容易となり、安全通路や運搬経路が確保できた。そのため現場のイメージや作業環境の向上につながった。

以上のことから、大スパン・高階高の大空間のS R C造では、無支保工化は工期短縮・コスト・安全を改善することができ、非常に有効であった。

11. 躯体工事における労務削減と工期短縮

社名: 東急建設(株)

氏名: 栗栖 宏之

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某寮新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 15, 052㎡、地上7階
(3) 用途	寄宿舎
(4) 主要構造	地下RC造、地上RC造、一部S造
(5) 建設地	兵庫県神戸市
(6) 施工期間	2013年8月 ~ 2014年 8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"> ・建物計画段階から、型枠大工・鉄筋工の人員確保が困難であることが予想された。 ・当初想定していない地中障害撤去工事が発生し、約2ヶ月の工期短縮が必要となった。
(2) 改善の目的	・躯体工事における労務削減・工期短縮を図り、約定の工期を遵守する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・内スラブのハーフPCa化 ・雑壁を乾式に変更(戸境壁=LGS、外壁=ALC) ・バルコニースラブのハーフPCa化・階段のフルPCa化 ・外部足場の削減(無足場工法) ・鉄筋地組化
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> ・工業化製品の使用により、出来形精度の向上 ・C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> ・無足場工法(外部養生)により20%削減 ・躯体出来形精度向上により、左官手直しの削減 ・D(工期) <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画より躯体工事において、17%(29日)工期短縮 ・S(安全) <ul style="list-style-type: none"> ・PCa化により躯体延人数を20%削減し、災害発生リスクを低減 ・E(環境) <ul style="list-style-type: none"> ・PCa化での躯体使用資材搬入車両台数削減、無足場工法での仮設資材搬入車両台数削減により、CO₂発生量を削減 ・PCa化と壁の乾式化により、型枠廃材数量を40%削減 ・その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> ・躯体工事期間中サポート少量化に伴い、スラブ下での作業性向上

躯体工事における労務削減と工期短縮

東急建設(株) 大阪支店
栗栖 宏之

入寮時期を絶対厳守する必要がある大規模な企業の社員寮建設に当たり、建物計画段階において、型枠工・鉄筋工の人員確保が困難であることが予想された。また、当初想定していなかった地中障害撤去工事が発生し、計画の工期を遵守できない可能性が生じた。

躯体工事の労務不足による工期遅延の防止や地中障害による遅延工期の回復を目的として、設計事務所や社内構造設計部門の協力を得て、構工法の大規模な見直しを実施し、約2ヶ月の工期短縮を実現した。

本文では、生産性の向上、工期短縮に寄与した設計変更内容や工期短縮策について報告する。

1. はじめに

本建物は、某企業の社員独身寮であり、3棟の寮（南棟RC造7階、西棟・東棟RC造6階）、食堂棟（S造3階）、附属棟（駐車場・バイク置場・駐輪場RC造1階）で構成されている。

本工事の計画工期は12ヶ月であり、当初から厳しい工期設定であったが、想定外の地中障害によって、地盤改良併用の直接基礎から杭基礎へ基礎形式を変更する必要が生じ、地中障害の撤去や設計変更のため、計画工期が2ヶ月圧迫され、実質工期10ヶ月となった。

当初から厳しい工期設定であり、平面的に規模が大きいことによる労務の集中を避けるため、計画段階から工業化工法を採用した。さらに、地中障害による工期短縮のため、基礎形式の設計変更時に追加の工業化工法を採用し、工期短縮を図った。

2. 工事概要

工事名称	: 某寮新築工事
工事場所	: 兵庫県神戸市灘区
契約工期	: 2013年8月～2014年8月
建物用途	: 寄宿舎
構造規模	: 南棟（宿舎）RC造 地上7階 西棟、東棟（宿舎）RC造 地上6階 中央棟（食堂棟）S造 地上3階 附属棟（駐輪場）RC造 地上1階
寮戸数	: 男性 403室（車椅子対応2室） 女性 51室（車椅子対応1室） 合計 454室
敷地面積	: 7,195㎡
建築面積	: 3,453㎡
法延面積	: 15,052㎡
軒高さ	: GL+21.163m
最高高さ	: GL+21.660m



写真-1 南西側から撮影



写真-2 北側から撮影

3. 労務削減と工期短縮のための改善策

(1) 建物計画段階の改善策

躯体工事（型枠工・鉄筋工）の労務が集中し、計画工期の遵守に必要な労務確保が困難である事が予想されたため、計画段階で2項目の改善策を検討し、設計の承認を得て採用した。

改善策①：RC造雑壁を乾式に変更

当初、戸境壁の一部、及び外壁がRC造であったが、図-1に示す通り、基準階の雑壁を乾式（戸境壁=LGS、外壁=ALC）に変更して、躯体工事時の労務集中を避けることで労務確保に関する問題を解決した。

戸境壁のLGS化に関しては、将来の用途変更等への柔軟性が増すという利点も踏まえて採用が決定され、外壁のALC化に関しては、外周部全面にバルコニーが設けられているため、漏水リスクが低いという観点からも採用が決定された。

改善策②：内スラブのハーフPCa化

図-2に各棟の内スラブハーフPCa（スーパーKHスラブ）化範囲を示す。

PCaの取付けは、支保工も含めてPCa専門工事が実施する計画とすることで、型枠工の作業量を削減し、労務の平準化を行った。

PCa取付け作業の熟練度が高いPCa専門工事を採用することで、内スラブの取付け時間は、3人工で5分/ピース程度であり、生産性の向上にも寄与した。

(2) 着工後の改善策

本建物の基礎形式は、深層混合処理による地盤改良工法のうえ、直接基礎が採用されていたが、基礎工事着手後に地中障害により地盤改良が困難なことが判明し、PC杭工法への変更を余儀なくされた。

基礎形式の変更に伴う計画届けの変更、地中障害の撤去作業に2ヶ月を要し、更なる工期短縮策が必要となった。図-3の全体工期の変遷を示す。

計画届けの変更に伴い、工業化を含めた工期短縮の検討を行い、4項目の改善策を採用した。

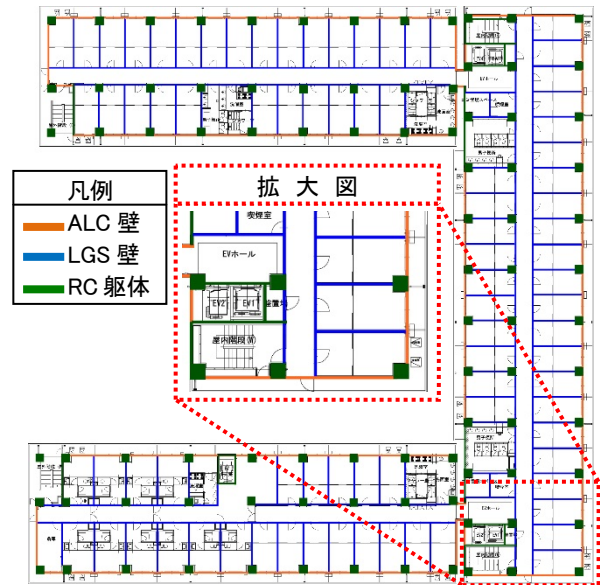


図-1 雑壁の乾式化範囲

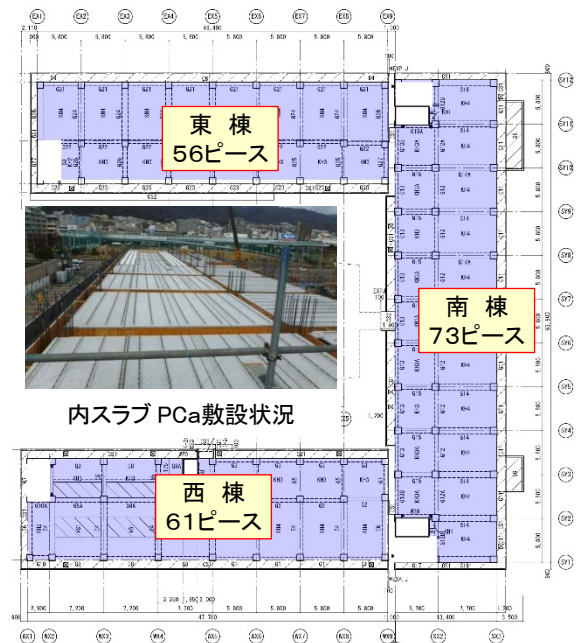


図-2 内スラブPCa化範囲

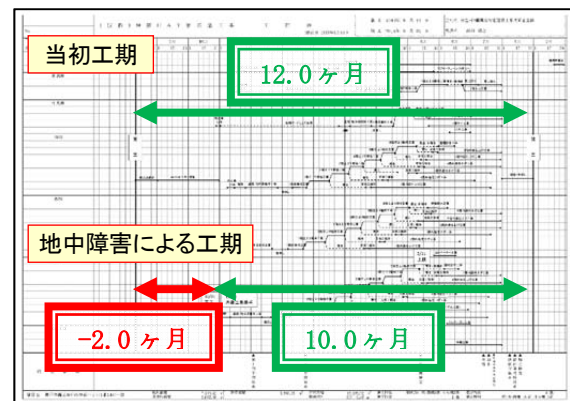


図-3 全体工期の変遷

改善策③：バルコニースラブのハーフPCa化

躯体サイクル工程にあわせると、型枠数が多くなり、コスト増になるという理由で、計画段階では、採用を見送っていたバルコニースラブのハーフPCa化を再度検討した。

工場で製作したバルコニースラブのハーフPCa部材を工事敷地内へ先行搬入してストックする手順とすることで、型枠数の増加によるコストの増加を抑制でき、労務削減が図れるため採用した。

写真-3にバルコニースラブのハーフPCa部材の取付状況を示す。部材架設前に仮設手すりを先行して取り付けることで、高所作業を削減し、安全性を向上させている。

バルコニー部材の取付けも専門工事が実施し、4人工で15分/ピース程度の作業時間であり、工期短縮に貢献した。



写真-3 バルコニーハーフPCa部材取付け状況



写真-4 階段フルPCa部材取付け状況

改善策④：階段のフルPCa化

当初、揚重機はクローラクレーン2台を使用して施工を行う計画であったため、部材重量が大きい階段のフルPCa化は、揚重機の台数増や機種アップが必要であるという理由で採用を見送っていた。

しかし、バルコニースラブのハーフPCa化に伴い、揚重機を3台使用する計画へ変更したため、在来工法の場合に最も手間のかかる階段のフルPCa化を採用し、型枠工・鉄筋工の労務削減に寄与した。写真-4に階段フルPCa部材の取付け状況を示す。

揚重機の台数増に伴う費用増を除くと、型枠解体後に左官等の費用が生じないため、PCa化に伴う費用は在来工法の場合と同等であった。

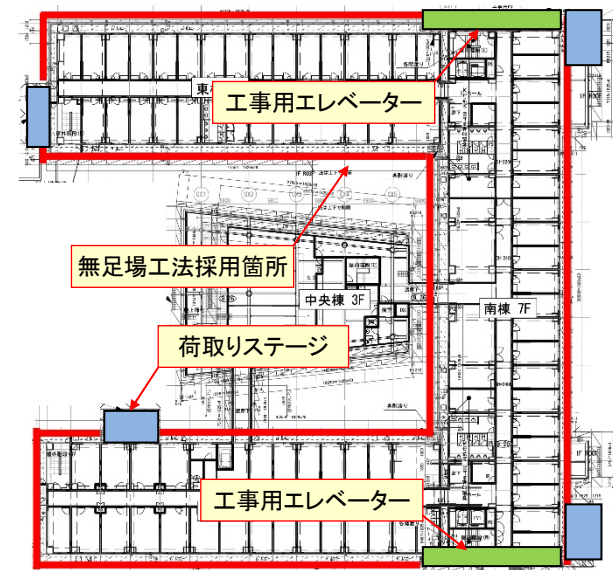


図-4 外部足場の削減(無足場工法)

改善策⑤：外部足場の削減(無足場工法)

当初、バルコニーが在来工法であったため、建物外周に枠組足場を設置する計画であったが、バルコニーをPCa化する事により、枠組足場を設置せず、落下防止の垂直養生のみを設置する計画に変更した。図-4に外部足場を削減した箇所を示す。

工事用エレベーターや荷取りステージに関連する部分以外の外部足場を削減した結果、仮設資材が大幅に低減した。

安全性に関しては、バルコニーのPCa部材に地上で先行して仮設手すりや垂直養生を取付けて架設することで、安全性を確保した。



写真-5 外部の垂直養生

改善策⑥：鉄筋地組化

外部足場を無足場化することにより、揚重機の使用に余裕が生じる計画となったため、大梁の鉄筋の地組化を採用し、鉄筋工の労務の平準化を図った。

建物長辺方向の梁筋のみを地組し、地組鉄筋をスラブ上で仮受けして短辺方向の梁筋をスラブ上で組立、落とし込む工法を採用した。

梁筋のスラブ上での組立時間が在来工法の半分となり、工期短縮にも寄与した。

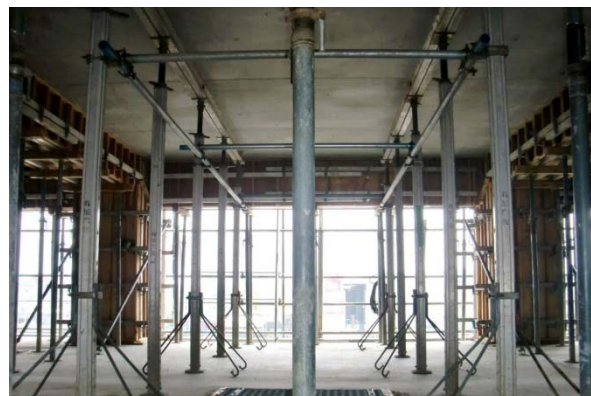


写真-6 内スラブの支保工

(3) その他の改善策

内スラブの支保工に一般的な支保工（Mサポート等）に比べて、剛性が高い支保工（アルマサポート）を使用することで、支保工数量を削減し、支保工下での作業性を向上させた。写真-6に支保工の設置状況を示す。

その結果、支保工がある状態での仕上げ用の墨出し、支保工解体時の作業量の削減による工期短縮が可能となった。



図-5 実施のサイクル工程

(4) サイクル工程

図-5に本工事のサイクル工程を示す。

3棟の躯体工事をできる限り少人数で施工するため、1フロア13日サイクルとし、作業量が多い南棟との同一工種の重複を避け、各棟で同一工種の重複をできる限り少なくするという方針でサイクル工程を決定した。

一般的な型枠工中心のサイクル工程(図-6)では、工種の重複が7日生じ、かつ、南棟との重複が4日生じるが、本工事のサイクル工程では、重複が5日となり、南棟との重複は1日となっている。



図-6 型枠工を中心としたサイクル工程

4. 改善による効果のまとめ

- Q (品質)
 - 工業化製品の使用による出来形精度の向上
- C (コスト)
 - 無足場工法 (外部養生) により、20%削減
 - 躯体出来形精度向上により、左官手直しの削減
- D (工期)
 - 当初計画より躯体工事において、17% (29日) 工期短縮
- S (安全)
 - PCa化により躯体延人数を20%削減し、災害発生リスクを低減
- E (環境)
 - PCa化での躯体使用資材搬入車両台数削減により、CO₂発生量を削減
 - 無足場工法での仮設資材搬入車両台数削減により、CO₂発生量を削減
 - PCa化と壁の乾式化により、型枠廃材数量を40%削減
- その他の効果
 - 躯体工事期間中、サポート少量化に伴い、スラブ下での作業性向上

12. ロングスパン梁の局部応力防止対策

社名：日本国土開発(株)

氏名：沢里 恵喜

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某学校道場・体育館建築その他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:3,804㎡、地上2階
(3) 用途	道場・体育館
(4) 主要構造	S造
(5) 建設地	神奈川県横浜市
(6) 施工期間	2013年2月～2014年9月
(7) 工事費	966(百万円)
(8) 設計者	㈱INA新建築研究所
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"> ・二つの大空間を支える最大約27mロングスパン梁が合計15本存在し、空間ごとに梁を受ける支保工を組み、建方完了後に撤去する計画である。 ・支保工で受け、かつ勾配のついたロングスパン梁は、支保工撤去時に小梁・ブレース等に偏荷重が掛かり、局部的に応力が集中してしまい問題が発生する可能性がある。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの空間において一斉且つ一定にロングスパン梁の支保工撤去を行うことで、局部応力の発生を防ぐ。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ロングスパン梁の支保工のジャッキに、油圧ジャッキ・同調制御器・同調ポンプを使用し、ジャッキを全体的・部分的に一斉に操作することを可能にした。 ・各油圧ジャッキの脇に変位計を設置し、ジャッキダウンの際の変位量を確認しながら、一斉にジャッキダウンを行った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> ・一斉且つ一定にジャッキダウンを行うことで、局部応力の発生を防いだ。
・C(コスト)	—
・D(工期)	—
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> ・支保工を利用して梁の高さで作業可能な位置に作業用ステージを設け、梁接合部での作業の安全性を確保した。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャッキダウン作業が油圧操作中心になったことで、手動ジャッキに比べ作業騒音が大きく低減した。
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> ・施主、監理者向けの見学会を開き、高い評価を受けることが出来た。

ロングスパン梁の局部応力防止対策

日本国土開発(株) 東日本支社
沢里 恵喜

1. はじめに

当工事の、関東地方整備局の総合評価項目として『鉄骨工事の施工に関して、技術的に配慮すべき事項』があり、以下のような指示があった。

『本工事の学校道場・体育館は、耐震安全性の分類がⅡ類であり、大地震後、災害対策における活動拠点となる重要な建物である。

施工においては、柱を精度良く建方を行った後に、最大スパンが約27mの梁を確実に架構し、構造体の一体化を図る等、整備の意図を実現するため、鉄骨躯体の品質を確保する為の配慮を求められる。このため、本工事の鉄骨工事の品質を確保するため、施工計画書の作成段階から、鉄骨の加工、鉄骨の建て方までの精度向上、品質確保に資する提案を求める。』

本報告は、総合評価技術提案に基づく、道場・体育館の大空間に架かるロングスパン梁支保工撤去時の局部応力防止対策についての鉄骨品質管理の手法を報告する施工記録である。



写真－1 竣工後全景

2. 工事概要

- ・工事名 某学校道場・体育館（12）建築その他工事
- ・発注者 国土交通省 関東地方整備局
- ・設計 株式会社 INA新建築研究所
- ・監理 株式会社 オーシャン・コンストラクティング・コンサルタンツ
- ・工期 平成25年2月12日 ～ 平成26年9月30日
- ・請負金額 ￥966,141,942
- ・工事場所 神奈川県横浜市栄区桂町22-2
- ・建物用途 道場・体育館
- ・建物概要

建築面積	3,844.90 m ²
延床面積	3,804.84 m ²
構造	鉄骨造
階数	地上2階建て
軒高さ	11.070 m
最高高さ	11.435 m
基礎	アースドリル拡底工法杭頭鋼管巻き φ1.1m 39本
屋根仕上	カラーガルバリウム鋼板断熱二重折板葺き
外装仕上	押出成形セメント板縦張の上耐候性樹脂塗料現場塗装
内装仕上	天井 屋根材現し、鉄骨部 SOP、化粧吸音版、他 壁 有孔ワゴンUC、石膏ボード・EP-G、ビニルクロス、他 床 構成床組・フローリング、長尺塩ビシート、タイルカーペット

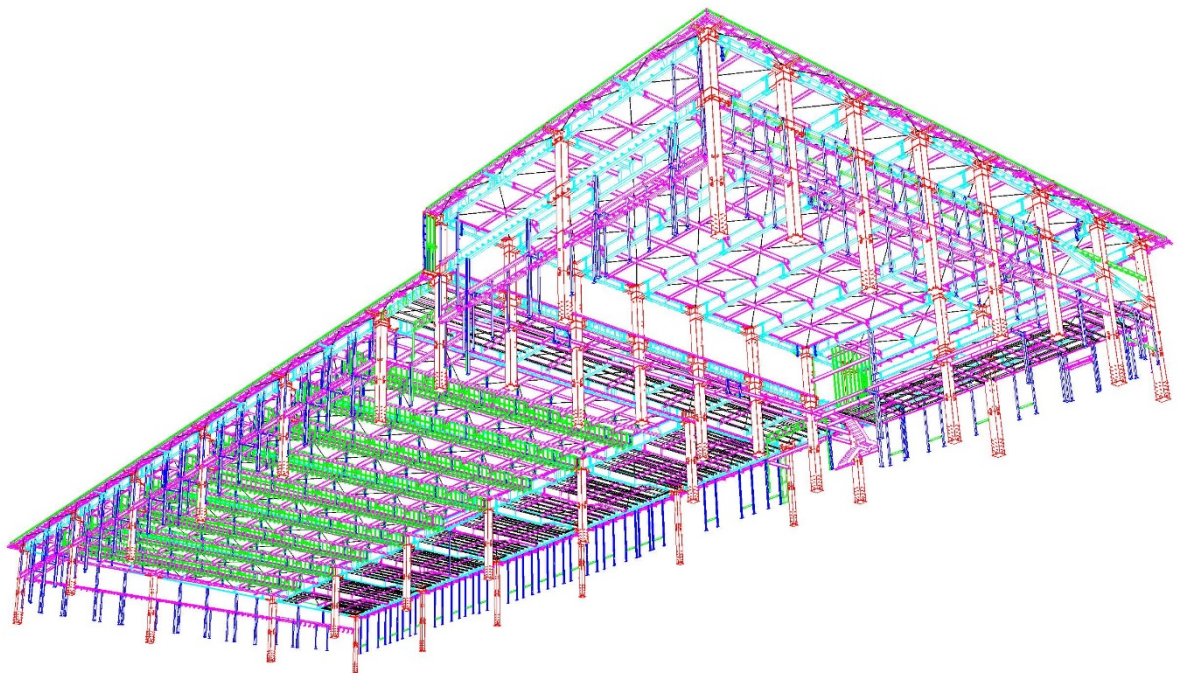


図-1 鉄骨架構パース（見上げ）

3. 改善概要

3-1. 背景

本工事における大空間を構成するロングスパン梁はそれぞれ一つの梁が3本の部材からなり、武道館エリアで10本、体育館エリアで5本の梁で構成されている。

それぞれの空間で鉄骨建方に先行して支保工を組み、建方及び本締め完了後の支保工撤去となるが、その支保工撤去作業は如何に局部的な偏荷重をかけず、一斉且つ均一に梁の変位を制御しながら行うかが課題であった。

3-2. 問題点

支保工撤去の際に不要な局部応力を発生させ、鉄骨躯体の品質を損なう要因として、主に以下の問題点が挙げられた。

- ① 支保工撤去時には、屋根の鉄骨部材は本締め完了後であり、それぞれの大梁は小梁やブレース等で一体となっている。
- ② 複数ある梁を支持するジャッキダウン操作は、同時に制御することが望ましい。
- ③ 手動ジャッキダウンではそれぞれのジャッキを同じ変位置に制御することが難しい。
- ④ 屋根勾配のついた鉄骨構造である。

以上から、支保工撤去の順序によっては、局部的に応力が集中してしまう可能性が懸念された。

3-3. 改善概要

まず、支保工に使用するジャッキについて、手動ジャッキの場合、ジャッキの変位置の管理が難しいため、梁のジョイント毎に一台の油圧ジャッキを採用した(写真-2, 3)。



写真-2 ジャッキ据付位置



写真-3 ジャッキ据付状況

また、複数のジャッキを一斉に操作し、同時に支保工撤去作業を行う為、同調制御器・同調ポンプを採用した。同時に作動させたい油圧ジャッキを連動させることで、ジャッキを全体的・部分的に一斉に操作することを可能にした(図-2, 3)。

梁のジョイント部にジャッキを配置し、油圧ジャッキの脇に変位計をそれぞれセットする。高さ表示器によりそれぞれの梁の変位置を確認しながらのジャッキ操作を可能にする。

油圧連動ジャッキダウンに先立ち、手動ジャッキを撤去する。手動ジャッキの撤去後は、全て油圧ジャッキで梁の荷重を受けることになるが、偏荷重の発生に配慮し、支保工全体の中央部から外側に向かって梁1本毎に手動ジャッキを撤去する。

変位計の数値を確認しながら降下量が均一となる様に、ジャッキダウンを数回に分けて行った。

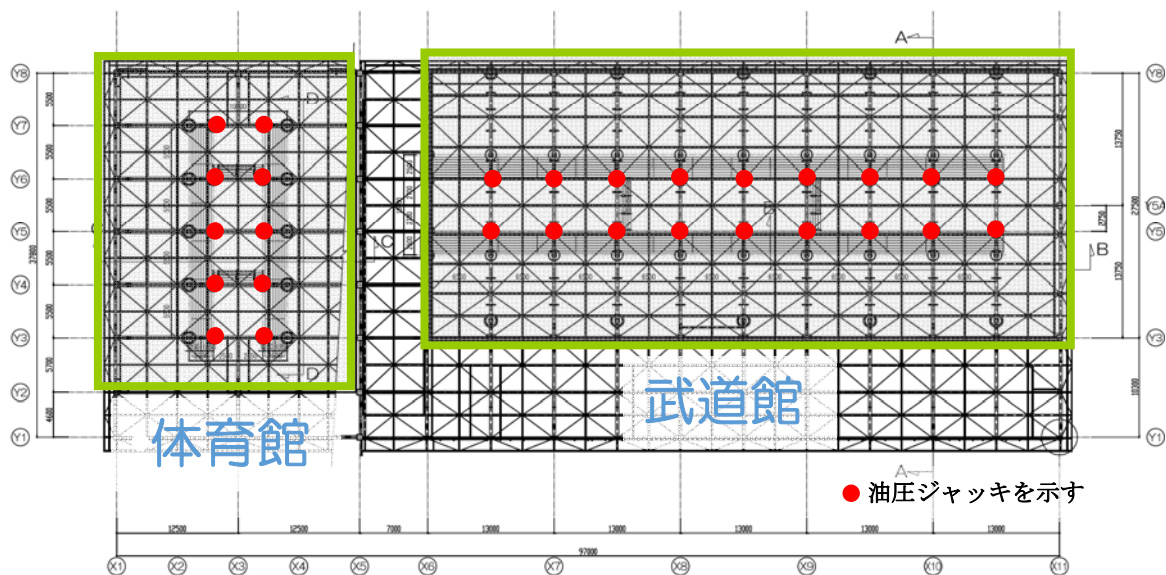


図-2 支保工平面図

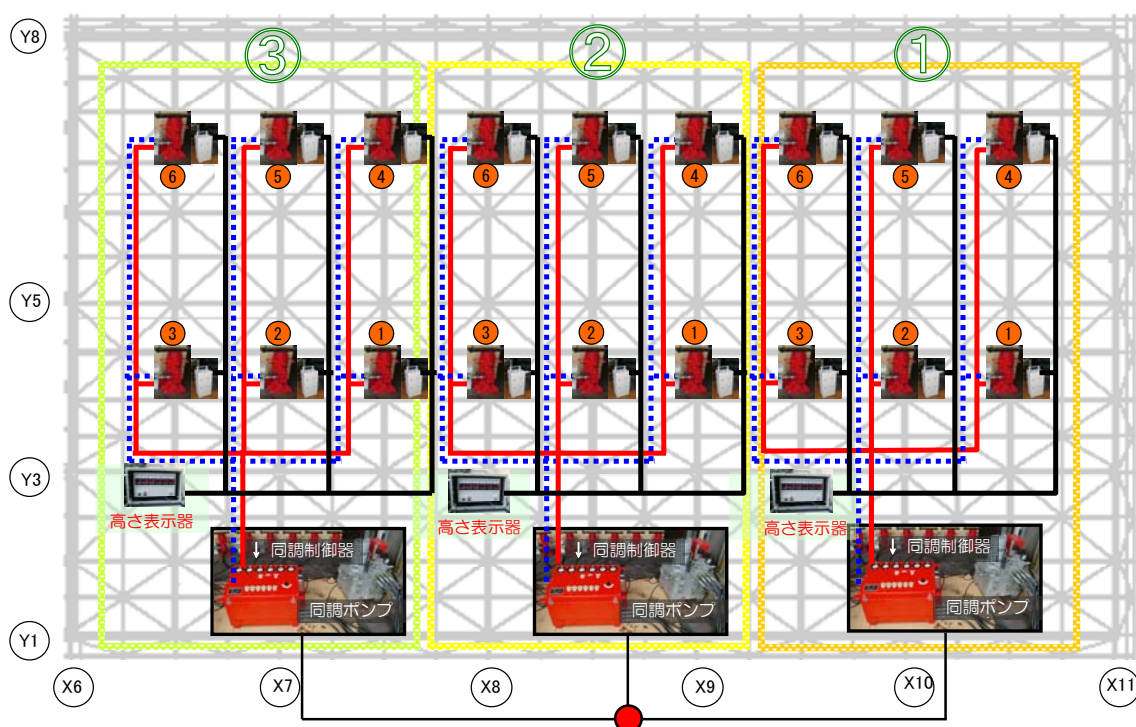


図-3 連動ジャッキ・レベルメーターシステム図(武道館)

次頁の図-4 にフローチャートに詳細なジャッキダウン手順を示す。

鉄骨ロングスパン梁ジャッキダウン工事

施工フローチャート

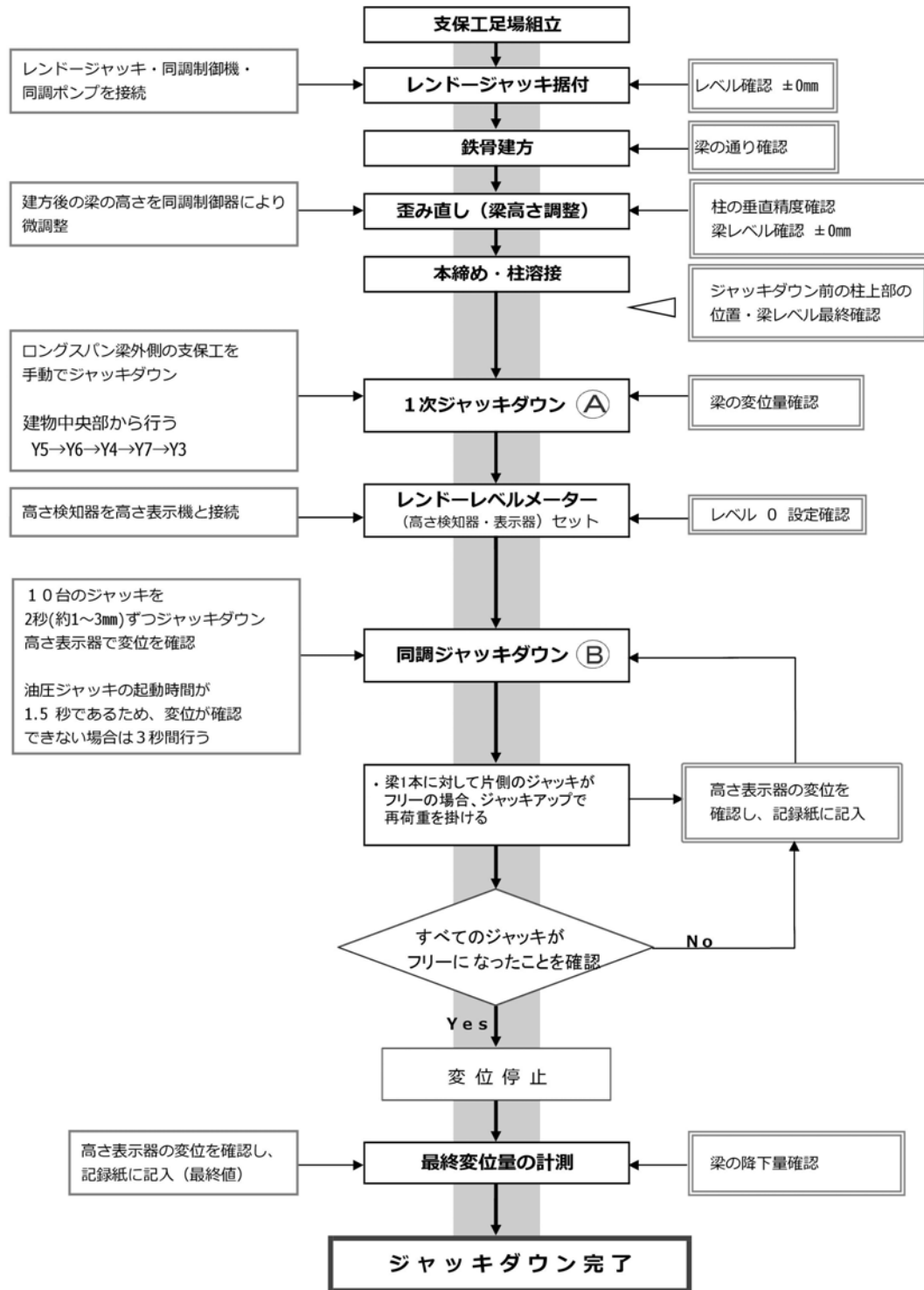


図-4 ジャッキダウンフローチャート

途中、1本の梁に対して片側のジョイントのみジャッキがフリーになった場合は変位量に影響が出ない程度にジャッキアップして荷重を掛けてから、連動ジャッキダウンを継続する。

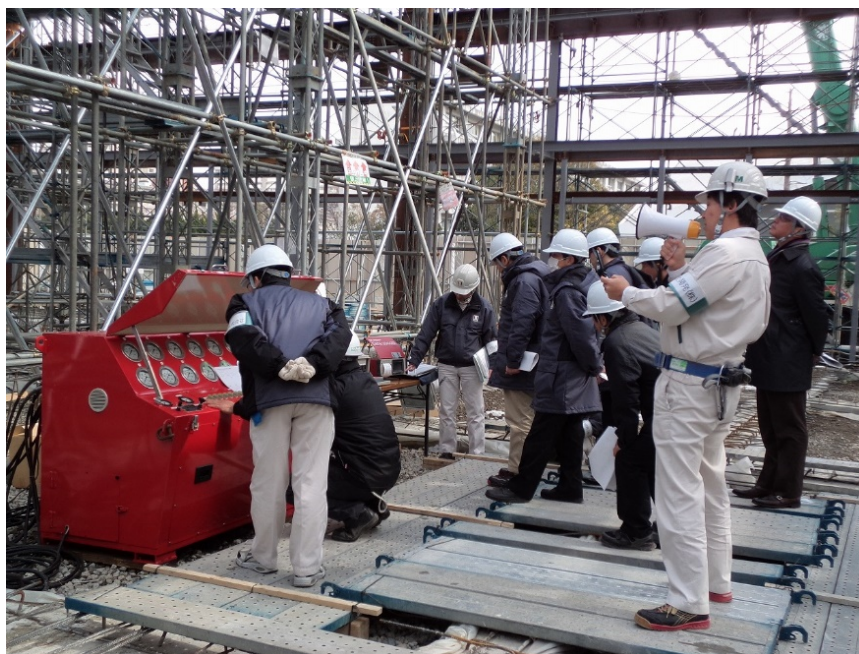


写真-4 ジャッキダウン状況①

すべてのジャッキがフリーになった時点でジャッキダウンは終了となり、最終的な梁の変位量及びジャッキダウン後の柱の倒れの変位量を計測してジャッキダウン完了となる。

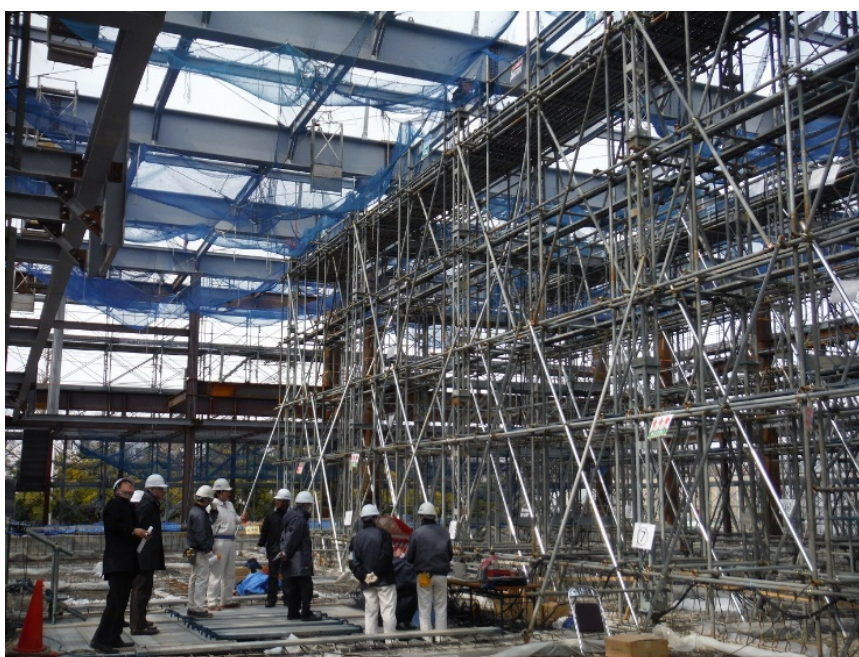


写真-5 ジャッキダウン状況②

3-4. 改善による効果

Q (品質) ジャッキダウン前後の柱の倒れ等、実測値に大きなばらつきや変位も無く、一斉且つ一定にジャッキダウンすることで、局部応力の発生を防ぐ事ができた。

S (安全) 鉄骨建て方時も使用できる油圧装置設置・操作用のステージを、支保工を利用して設けることで、梁接合部の高さでの作業の安全性を確保できた。

E (環境) ジャッキダウン作業が油圧操作中心となったことで、打撃音が発生しがちな手動ジャッキ撤去作業が減り、作業騒音が大きく低減した。

その他 関係庁向けに見学会を開き、高い評価を得た。

4. おわりに

本工事において、大空間を支える勾配のついた鉄骨部材を、いかに精度良く高品質な鉄骨躯体として実現できるかが大きなポイントであった。この事例の他にも、鉄骨0節柱のアンカーボルトの精度管理から建て方の精度管理等、鉄骨品質向上の為に様々な手法を用いた。

その中で、このロングスパン梁の連動ジャッキダウンは、建物全体に大きな歪を与えることなく終えることが出来、局部応力発生防止に大きく効果があった。

ロングスパン梁のジャッキダウンについては、関係庁向けに見学会を棟別に2回行った。その結果、国土交通省関東地方整備局からも高い評価を頂くことが出来た。

13. 型枠・鉄筋工事の合理化

社名: 共立建設(株)

氏名: 丹羽 孝至

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某中学校校舎改築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積 7,770m ² 、地上4階
(3) 用途	学校
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	大阪府
(6) 施工期間	2013年6月～2016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"> ・近年、躯体三役(鳶・鉄筋工・型枠大工)の作業員不足のため工期の遅れが発生しやすい状況である。 ・在来工法では、現場作業員の配置が躯体サイクルの中で一時的に集中する。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・躯体施工サイクルの短縮と現場作業人員を平準化する。 ・鉄筋、型枠工事の現場での作業量を削減する。
(3) 改善概要	<p>(鉄筋工事)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・柱および梁配筋を工場組立とし揚重機(トラッククレーン)で配置し施工した。工場組立の鉄筋かごはジャバラユニット工法を採用した。 <p>(型枠工事)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スラブ型枠にはフラットデッキを採用した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・鉄筋かごを工場で組立てることにより、品質が安定した。
・C(コスト)	—
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> ・在来工法に比べ 鉄筋工事で、2日/階×4階=8日 型枠工事で、解体を含め2日/階×4階=8日 合計16日短縮した。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋材の人力運搬が大幅に低減し、安全な環境で作業ができた。 ・型枠支保工を削減し、コンクリート打設時の環境が改善できた。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠用合板の使用を抑えた。
・その他の効果	—

型枠・鉄筋工事の合理化

共立建設株式会社 関西支店
丹羽 孝至

1. はじめに

本工事は、平成27年度迄に耐震化率90%を目指す学校施設耐震化計画の下に発注され、JVにて受注した物件である。

4棟の校舎解体撤去・2棟の新校舎建設、並びにグラウンド整備を含む全体工期が3年で、仮設校舎を造らず、既存校舎を活かし、南棟・北棟を2期に分けて建替える計画である。

近年の慢性的な労務不足の傾向も有り、着工当初より現場労務の省力化が必要であったため、1期工事(南棟)においては、スラブのデッキ型枠や鉄筋先組工法を採用し、現場労務の省力化を図った。



図-1 外観パース

2. 工事概要

- 主要用途： 学校施設
- 構造規模： 鉄筋コンクリート造
地上4階建
- 建築面積： 2,126㎡
- 延床面積： 7,770㎡



図-2 全体パース

3. 問題点

1期南棟新校舎建設の工事用地は充分であったが、2期の北棟建設は、既存校舎や新築南棟を活かして進めるため、工事エリアの制限が多く、また仮設ヤードが狭いため、場内での鉄筋先組みが不可能であった。

この北棟の建設は、南棟での省力化を継続して実施し、工程短縮による計画工期厳守が最大の課題であった。

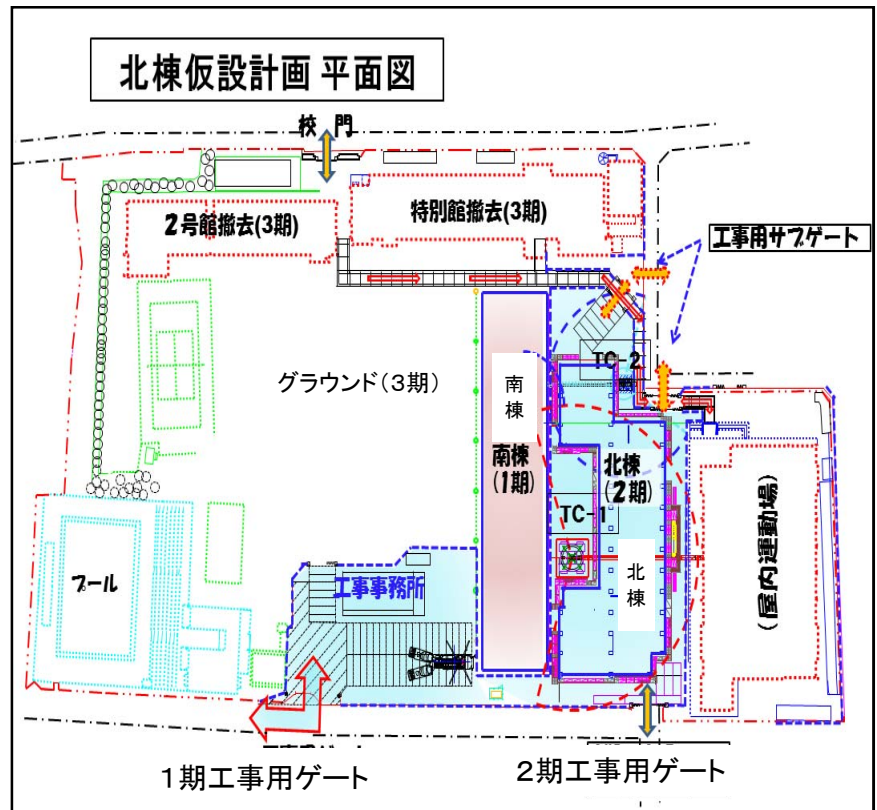


図-3 北棟仮設計画 平面図

4. 改善方針

工期短縮を図る。
労務の削減と平準化を図る。

5. 改善案の概要

① 型枠工事の変更

型枠の解体及び搬出手間を削減し、工期短縮を図るために、型枠用フラットデッキを採用した。

② 鉄筋組立方法の変更

鉄筋工の省力化・平準化を図るために、ジャバラユニット工法を採用した。

ジャバラユニット工法は、工場で大部分の組立作業を行い、ユニット化し折り畳んだ状態で現場へ運搬する工法である。折り畳めるため、現場組立の在来工法と同じ運搬量であり、一般の先組工法より運搬車両が軽減できる。運搬車両より直接作業場所へ揚重することで、ストックヤードが不要であり、また重ねたまま仮置きすることで、作業床も広がる。

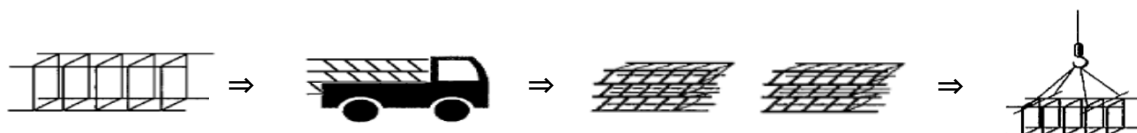


図-4 ジャバラユニット工法の概要

6. 改善案の実施状況

1期南棟建設では、現場での先組工法(写真-1～5)を採用したが、2期の北棟建設においては、加工場での先組工法(写真-6～11: ジャバラユニット工法)を採用した。



写真-1 柱筋ユニット現場組立状況



写真-2 柱筋ユニット取付状況



写真-3 梁筋ユニット現場組立状況



写真-4 梁筋ユニット吊り込み状況



写真-5 梁筋ユニット仮置き状況



写真-6 柱筋ユニット搬入状況



写真-7 柱筋の建起こし状況



写真-8 柱筋の吊込み状況



写真-9 梁筋ユニット搬入状況



写真-10 荷揚げ状況(仮置き)



写真-11 梁筋の復元状況

7. 改善による効果

① フラットデッキ採用による効果

a. 工期

1フロア当たり2日短縮でき、4フロアの合計で、8日の短縮。

b. 労務

型枠組立と解体作業をあわせて、1フロア当たり、約14.3%削減(43/300)

在来工法 : 組立 230人+解体 70人 =合計 300人

デッキ工法 : 組立 205人+解体 52人 =合計 257人

② ジャバラユニット工法採用による効果

a. 工期

1フロア当たり2日短縮でき、4フロアの合計で、8日の短縮。

b. 労務

組立作業を工場で行うことにより、1フロア当たり、20%削減(20/100)

在来工法:現場組立 100人

ジャバラユニット工法:現場組立 66人+工場組立 14人 =合計 80人

8. まとめ

- ・フラットデッキ採用により、労務の削減が図れた。
- ・狭小敷地の工事でもユニット化が可能であり、省力化が図れ工期短縮ができた。
- ・工場で作業を行うことにより、現場労務の集中が抑えられ、作業人員の平準化が図れた。
- ・工場で部材を組立てることにより、安定した品質が得られた。
- ・重量物の人力運搬が大幅に軽減され、労務環境が改善された。