

施工難度の高い立地条件での物流倉庫の施工

－（仮称）狭山日高 IC 開発計画新築工事－

Construction of the distribution warehouse with high location requirements of the construction relative difficulty

山崎正健*1 熊田一希*2

概 要

本物流施設の計画地は、俗にいうウナギの寝床のような立地条件（進入路が東面 1ヶ所、南面は 3m の法面、北側は河川があり 6m の擁壁、西面方向に 350m の奥行き）である。本報では、このような施工難度の高い条件下で取り組んだ仮設計画、躯体工事の省力化工法、作業間ミーティングの効率化事例について報告する。

key words : ジャバラユニット工法、ロールマット工法、PCa 化、移動式足場、現場管理システム

1. はじめに

本物流施設の計画地は、林地開発工事が行われ、進入路が東面 1ヶ所、南面は 3m の法面、北側は河川があり 6m の擁壁、西面方向に 350m の奥行きがある。俗にいうウナギの寝床のような施工難度の高い立地条件である。

そこで、物流施設の仮設計画、躯体工事の省力化工法、作業間ミーティングの効率化について、これまで当社で施工した物流施設の施工事例をもとに改善案を取り入れ、当作業所で取り組んだ事例について報告する。

2. 工事概要

工事名称：（仮称）狭山日高 IC 開発計画新築工事
工 期：2019 年 2 月 1 日～2020 年 6 月 30 日
施工場所：埼玉県飯能市大字芦荻場久保 12 番 1 他 33 筆
建物名称：ロジスクエア狭山日高
発 注 者：株式会社シーアールイー
設計・監理：株式会社銭高組一級建築士事務所
建物用途：倉庫業を営む倉庫
構 造：柱 RC（一部 PCa 41%）・梁 S 造
規 模：地上 5 階
敷地面積：36,815.37 m² 建築面積：24,257.75 m²
延床面積：84,132.04 m² 最高高さ：34.76m
1 階床高さ：GL+1.27m 基準階高さ：7.25m



写真－1 北東面外観



写真－2 南東側俯瞰

竣工時写真を写真－1、2 に示す。

*1 Seiken YAMASAKI

東京支社建築支店建築部 作業所長

*2 Kazuki KUMATA

東京支社建築支店建築部

3. 総合仮設計画

総合仮設計画図を図-1に示す。敷地条件は、進入路が東面のみで南面は3mの法面、北側は河川があり6mの擁壁、西面方向に350mの奥行きである。

仮設計画は、作業動線と搬入ルートを確認するために、南側法面に3m幅の作業用通路を仮設し、南西部に作業構台を設置した。南面の通路を確保することで、最も作業量の少ない南面の敷地外の借地に仮設事務所を設置できた。クレーンの配置は、鉄骨工事、PCa柱工事を優先し計画した。最もスペースが確保できる北面には350tクローラークレーンを配置し、作業半径40mでのPCa柱(19.3t)の施工を可能とした。それでも届かないY1-5通りについては、Y3-4間に120tクローラークレーンを配置し、走行路を後施工とした。この計画でY1-5間の鉄骨工事は可能となった。しかし、PCa柱の場合は、クレーンの能力が足りず、搬入ルートも確保できないため、Y1-5間の柱は現場打ちとした。外部足場は、外壁の耐火断熱パネルの施工を考慮し、高所作業車を設置できない東、西、南面については全面に足場を仮設し、高所作業車での作業が可能な北面では無足場工法を採用した。

施工順序は、東面が搬入口となることから、最も遠い西面から順に躯体工事を進める計画とした。

4. 基礎工事の省力化

4.1 土工事、杭工事の省力化

基礎・地中梁の掘削にICT建機(油圧ショベル)を用いた。掘削状況を写真-3、4に示す。ICT建機は、平面设计データ(CAD)を取込むことで、画面上で自機と図面を照らし合わせてバケットやブレードの位置を確認しながら掘削ができ、基準高さと掘削深さを設定することで

掘削深さの制限をかけて掘削ができる。長所は、①墨出しが不要、②掘削時の合番作業員が不要、③合番作業員がいないので安全性が向上、④掘削進捗状況のリアルタイム管理が可能等である。現場労務費は20%程度削減可能であった。また、杭工事では残土量と掘削土量をドローンを用いて実測し、残土量をリアルタイムで把握した。



写真-3 ICT建機の掘削状況



写真-4 ICT建機の掘削状況

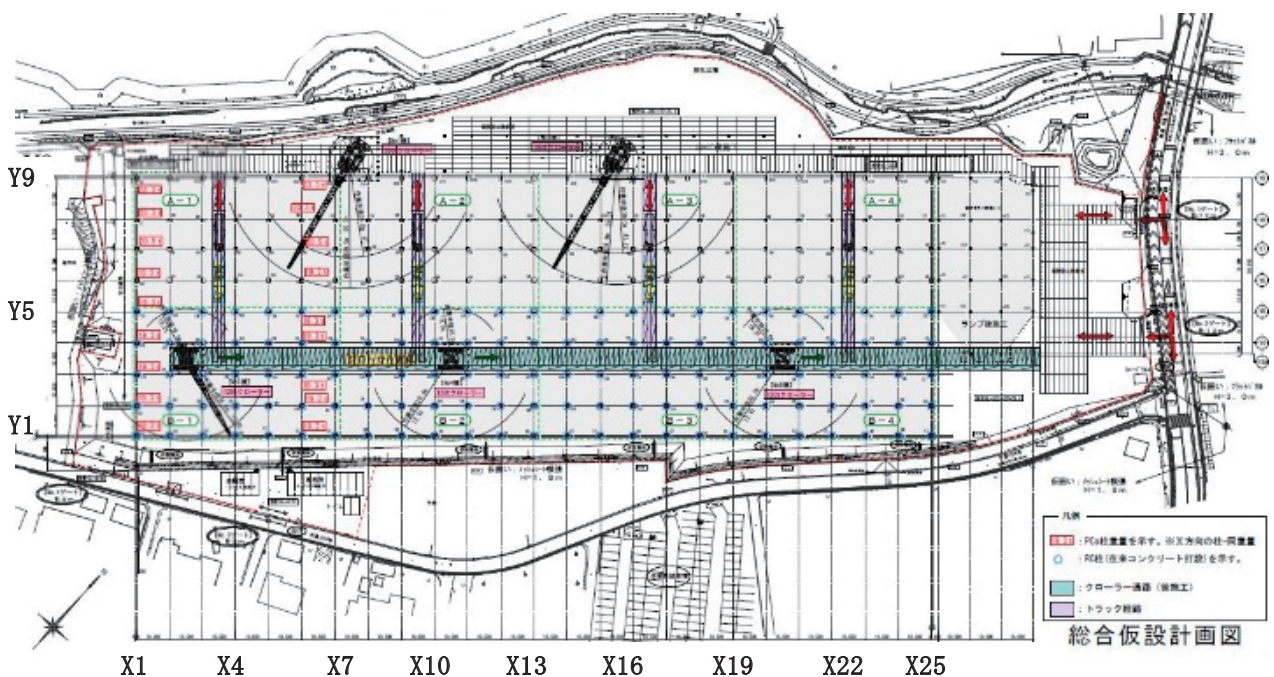


図-1 総合仮設計画図

4.2 地中梁配筋の省力化

地中梁配筋の省力化工法として、ジャバラユニット工法を採用し、費用対効果について在来工法、地組工法と比較検討した。敷地条件に応じて工区分けした各工法の適用位置を図-2に示す。

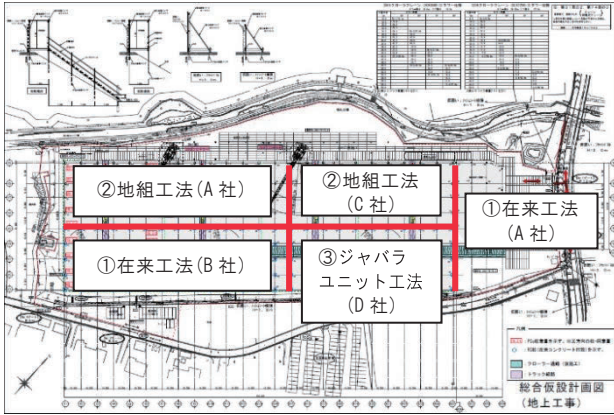


図-2 各工法の工区分け

(1) 在来工法

ヤードの確保が困難な南側では在来工法とジャバラユニット工法を採用した。在来工法は従来通り、配筋架台を配置し、現地に鉄筋を間配り、組み立てる工法となっている。

(2) 地組工法

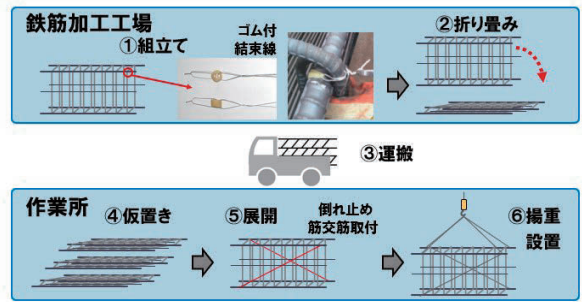
比較的ヤードの確保が容易な北面では地組工法を採用した。地組工法では、現場で地組用のヤードを確保し、組み立てる(写真-5)。組み上がった鉄筋はストックするヤードに移動させ次の鉄筋を配筋する流れになる。地組完了した梁は重量が約3t程度あり、大型のクレーンを使用する計画が必要になる。



写真-5 地組状況

(3) ジャバラユニット工法

ジャバラユニット工法(図-3)では、加工場で基礎梁の配筋を行い、運搬搬入する。スターラップの四隅の結束にゴム付きの特殊な結束線を使用することで折りたたむことが可能になっている。たたんだ状態で重ね、現場に運搬、仮置きヤードで、クレーン等で建て起しを行い、倒れ止めの筋交い等の配筋を行う(写真-6)。組み立てた鉄筋は加工場でストックし、セットする分の鉄筋だけを搬入することができるので、現場のヤードが少ない工区で採用した。



*当作業所では、地中梁に採用しましたが、梁以外にも、柱、壁、スラブで加工が可能です。

図-3 ジャバラユニット工法概要



写真-6 ジャバラユニット工法施工状況

(4) ジャバラユニット工法と在来工法との比較

ジャバラユニット工法と在来工法等との比較を表-1に示す。在来工法は特に縛られる採用条件が無く、様々な条件で採用できるが、現地の掘削床付面での足元が不安定な場所での作業が多くなる。作業効率が悪いため就業労働者数も多くなり安全面のリスクは高くなる。地組工法は、地組ヤードとストックヤード、常時使用できる大型クレーンが必要となる。一方、足元が整備されたヤードで組立を行うので、足元が不安定な場所での作業が少なくなるため安全面のリスクは比較的低下する。ジャバラユニット工法は、地組ヤードとストックヤードは現場外の工場加工になるので必要ない。組立と保管は工場で行い、必要分のみ運搬搬入し、建起しを行いセットする。現場に地組工法のようなヤードは必要ない。トータルの労務で考えると一度畳んで、運搬するので多くなるが、現場での労務は削減されるので安全性は高いと評価できる。現場労務費は60%程度削減可能であった。

表-1 ジャバラユニット工法と在来工法の比較

工法	在来工法	地組工法	ジャバラ筋工法
概要 採用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤード必要なし。 ・揚重機頻度 小 (搬入、荷振り) ・現場労務 大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤード大 (地組+ストックヤード) ・揚重機使用頻度 大 (搬入、組立、ストック、セット) ・現場労務 中 (作業員均等に使用) ・圧接継手では困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤード中 (ストックヤード) ・揚重機使用頻度 中 (搬入、起こし、セット) ・現場労務 小 ・柱、梁のスタラップの形状によっては不可。 ・圧接継手では困難。
安全	△・足場上等での作業が有る。	○・作業場所の安全性が高い。	◎・工場で加工、安全性高い。
工程	△	○揚重機、ヤード次第	◎揚重機次第
コスト	◎	○	△ (今回は同額で同意)

4.3 スラブ配筋の省力化

(1) ロールマット工法

スラブ配筋の省力化工法として、ロールマット工法を採用した。ロールマット工法は、鉄筋をロールマットの加工場へ納品し加工を行う。専用の加工機で、番線を使用して配筋間隔で自動結束していくことで、すだれ状の鉄筋マットが組み上がる（写真-7）。組み上がったロールマットを現場に運搬し、所定の位置にセットする。筒状に加工してあるのでワイヤーで絞ったりするとつぶれてしまう可能性があるため、専用の治具で荷降ろしセットする（写真-8）。このロールを転がし、広げることで配筋が完了する（写真-9）。なお、広げた後でも位置調整は可能となっている。当作業所では配力方向・主筋方向の上筋に採用した。



写真-7 工場での加工状況

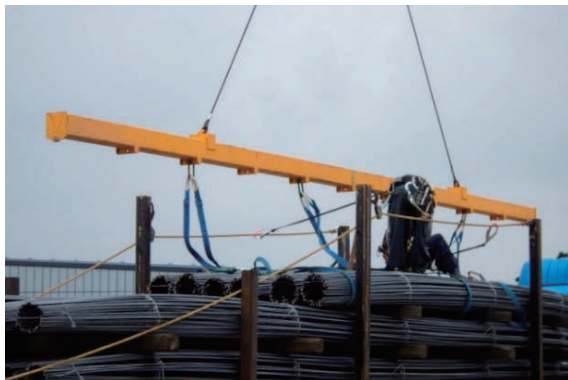


写真-8 専用治具による荷降ろし状況



写真-9 ロールマット配筋状況

(2) ロールマット工法と在来工法の比較

ロールマット工法と在来工法等との比較を表-2に示す。ロールマット工法を適用する際は、材料の荷下ろしと、間配りセットに揚重機が必要となる。専用の治具自体も1t程度あるので揚重機計画で検討が必要である。また、納期が約2週間程度（繁忙期になると1ヶ月から1.5ヶ月かかることもある）かかるので確認が必要となる。セット自体は3~4人で施工できるので現場労務は少なくなる。ただし、ロールマットが直物の鉄筋しか加工できないので段差スラブなどの曲げ加工した鉄筋を使用する箇所には使用できない。また、下筋の配筋には、定着を確保するために梁筋内へのみこませないといけないので不向きである。現場労務の削減ができるので在来工法と比較するとより安全に、工程短縮も図れる。コストについては、一度鉄筋材料をロールマット専門の工場へ納品し加工するコストと、加工した鉄筋はつぶれない程度までしか積み重ねられないので、運搬コストが上がる。今回、当現場の導入に当たっては業者側からの提案だったため、在来工法と同コストで発注することができた。現場労務費は75%程度削減可能であった。

表-2 ロールマット工法と在来工法との比較表

工法	在来工法	ロールマット工法
概要 採用条件	採用に制限がない。	<ul style="list-style-type: none"> ・揚重機頻度 大（荷下ろし、間配り） ・納期・・・2week~1.5ヵ月 ・現場労務
安全	○	◎現場労務が減る
工程	○労務次第	◎条件が良ければ半分揚重機次第、納期に注意
コスト	○	△(今回は同額)

5. PCa化による省力化

現場労務の削減と工期短縮のため、各所でPCa部材を採用した。PCa化により清掃費を80%程度削減可能であった。

5.1 柱のPCa化

柱をPCa化した範囲を図-4に示す。柱のPCa化にあたっては、下記の点に留意した。

- (1) PCa柱の位置調整、建入れ調整
- (2) 基礎およびPCa柱頭部の主筋保持
- (3) PCa柱のグラウト管理

(1) PCa柱の位置調整、建入れ調整

PCa柱の位置調整に調整治具（ピタカイ）、建入れ調整にスラブに打ち込んだ調整ボルトを採用した（図-5、写真-10）。なお、PCa柱のスラブの調整ボルトを受ける位置には鉄板を仕込み、レベル調整時のずれを無くすようにした（写真-11）。

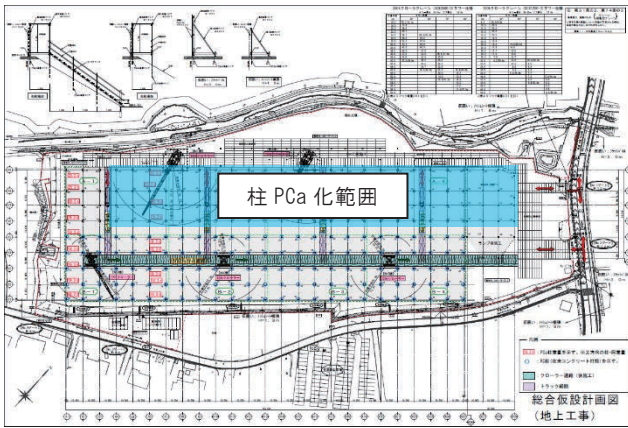


図-4 柱の PCa 化範囲

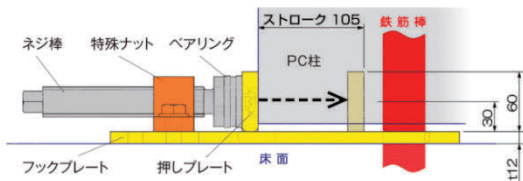
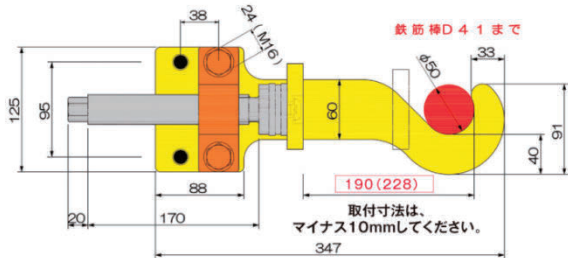


図-5 調整治具(ピタカイ)

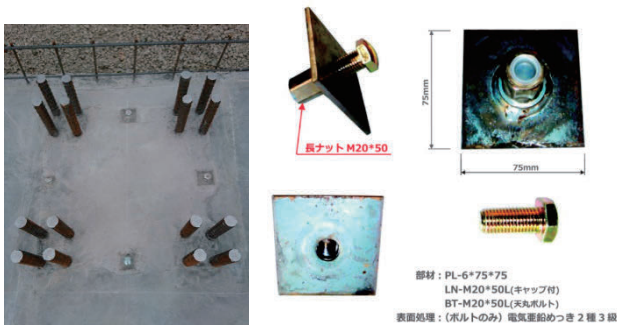


写真-10 スラブの調整ボルト

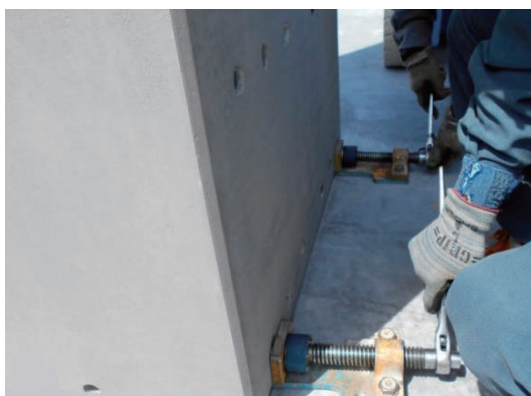


写真-11 PCa 柱の位置調整状況

(2) 基礎および PCa 柱頭部の主筋保持

基礎部分の柱建入れ精度の確保に向けて、基礎および PCa 柱頭部の主筋保持方法を検討した。基礎内の柱筋下端はフック形状でなく、直筋だったため、基礎内に柱筋保持用のプレートを設置し柱脚部の保持を行った (写真-12)。柱頭部にも柱筋保持用のプレートを設置し、墨出工相番の元、位置を確認しながらコンクリートを打設し、位置精度の確保に努めた (写真-13)。

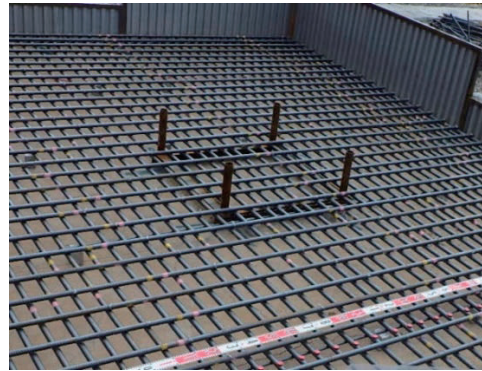


写真-12 基礎内柱脚部の保持用プレート

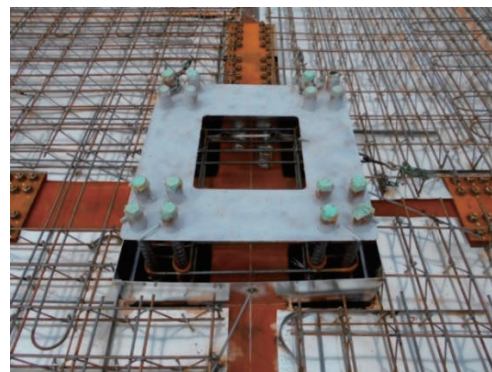


写真-13 柱頭部の保持用プレート

(3) PCa 柱のグラウト管理

PCa 柱の継手部分は、PCa 用モルタル充填式鉄筋継手工法を採用した。柱プレキャスト部材の接合部 (目地) および機械式継手部に高強度無収縮モルタルを注入・充填させ、一体化する工法である。施工は、本継手工法の技術講習を受けた者が行う (図-6)。

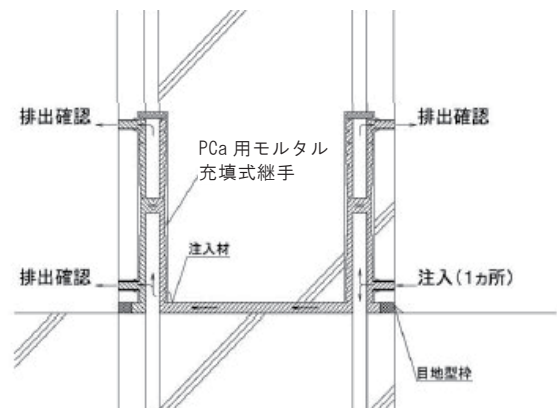


図-6 PCa 用モルタル充填式継手工法概要 (ポスト II 方式)

5.2 落下防止壁の PCa 化

車路・スロープ・ランプ棟については落下防止壁を PCa 化し省力化した。当現場では、2 種類の方法で施工した。

車路の落下防止壁については、スラブ打設前に PCa 壁をサポートを使用して設置（写真-14）し、スラブ打設後に設計基準強度を確認したのち、サポートを解体する手順とした。サポートを受ける部分には予め鉄骨にアングルを仕込み、サポートを撤去したのちにアングルも切断、撤去することとした。車路の工法のメリットとしては 2 度に打ち分けなため施工が早くなるという点であり、デメリットはスラブ打設後にサポートを受けるアングル部分の補修が発生する。車路部分は後工程が多く、アングル後の補修も容易だったため採用した。



写真-14 PCa 壁のセット状況

スロープ・ランプ棟については PCa 壁をスラブ打設前にワイヤーとレバーブロックを用いてセットし、スラブの下半分を打設した。打設後、スラブの下半分のコンクリート強度を確認し、設計基準強度を満足したことを確認したのち、ワイヤーとレバーブロックを撤去、スラブ上部の打設を行った。この際、スラブの水平打ち継ぎを補強するために水平打ち継ぎ補強用シアーコネクタを配筋した（図-7）。スロープ・ランプ棟の工法のメリットは 2 層目のスラブ打設後の補修が発生しない点であり、デメリットは強度が発現した後でない 2 層目のスラブが打設できないので工期が長くなる点である。スロープ・ランプ棟は床の仕上げが刷毛引きであり、補修が困難で、後工程もほとんどなかったため採用できた（写真-15）。

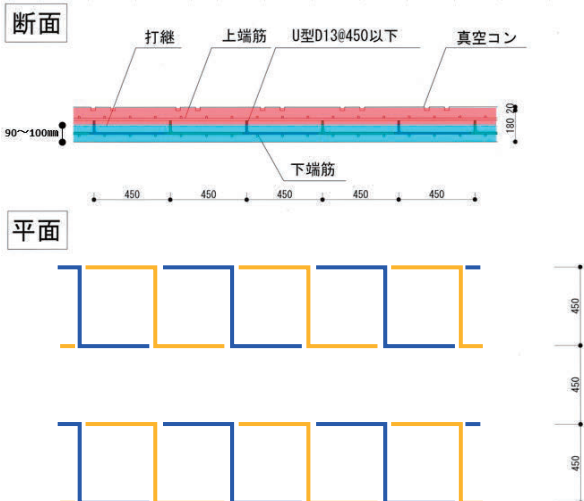


図-7 水平打ち継ぎ補強用シアーコネクタ要領



写真-15 スラブ1層目打設後

5.3 腰壁躯体の PCa 化

倉庫エリアの区画間仕切り ALC 用の腰壁躯体を PCa 化した。PCa 化することにより、配筋、型枠建て込み、コンクリート打設、型枠解体という工程がなくなり、省力化につながった。更に、打設時の配管、残コンの片づけの時間の削減、差し筋を無くすことでの安全性の向上と作業動線の確保が容易になるというメリットもある。施工は、スラブにケミカルアンカーで鉄筋を打設し、フォークリフトを使用して PCa 腰壁をセット、グラウトにて固定した（写真-16）。



写真-16 腰壁躯体（立上り）PCa の施工状況

6. 移動式足場による省力化

6.1 車路天井施工用ジャンボステージ

1 階、2 階の車路は、高さ約 5.5m、幅約 12m、長さ約 250m と、約 6000 m² になり、天井工事も同様の施工面積となる。高所作業車での施工では範囲が広く、施工性が悪いため、写真-17 に示すレール式的大型移動式足場（ジャンボステージ）を下地組用、ボード貼用として各階 2 基設置し足場コストの削減と仕上げ工程を短縮した。

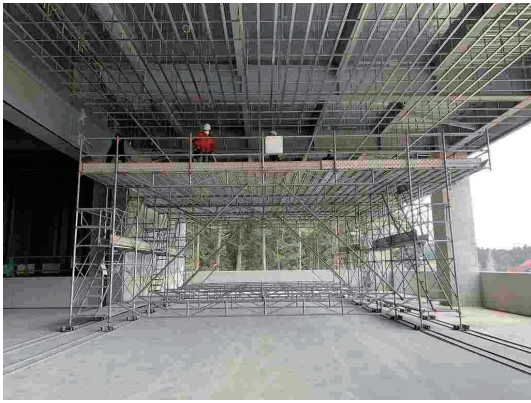


写真-17 移動式ジャンボステージ



写真-18 レール式移動足場

6.2 外壁施工用折板屋根上レール式移動足場

5階北面の外壁パネル取付工事は、4階折板屋根上からの取付となるため作業用足場が必要である。施工延長が260mになるため、外部足場の省力化を検討した。レール軌道による移動式足場を設置することにより、足場の改善を行った。

移動式足場は、図-8のように中央にT字型になるように台車を設置した(写真-18)。この台車は、屋上の空調室外機、ウッドデッキ、消防ヘリホバリングスペース、外壁パネル、軒樋、窓ガラス等の材料・機械の搬入運搬に効力を発揮した。また、レールには耐荷重を検討の上、50×50mmのL型アングルを使用し、折板屋根用のハゼ金具にて固定した(写真-19)。



写真-19 レール式移動足場レール拡大

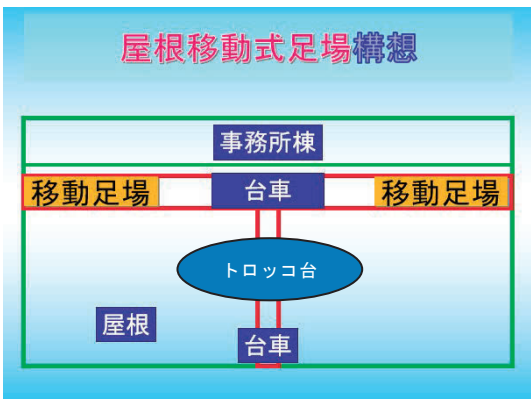


図-8 移動式足場の構想

7. 作業員間ミーティングの効率化

作業打ち合わせやミーティング日誌などの作成効率化を図るため、Web方式の現場管理用システムを導入した(図-9)。このシステムは協力業者の職長がスマホで翌日以降の作業内容や搬出入、揚重の予定を入力することで、ミーティング日誌や搬入や揚重の予定表に内容が反映される。打合せ以前に予定等が入力されるので、打合せ時間や日誌の記載等の時間を削減することができる。また、入力内容をインターネット経由で見ることができるので、職長や社員がスマホ等からいつでもどこからでも作業内容や搬入・揚重の予定を確認できる。



図-9 現場管理システムの仕画面

8. おわりに

建設業界は人手不足の問題を抱えており、省力化工法の採用は、工事においても、事務所における書類作成においても必要となる。これまで当社では多くの大型物流施設を施工しており、当作業所では、それらの施工事例を元にそこから改善を行い、何か新しい事に取り組むことを心掛けてきた。今回の工事も、無事に竣工、引き渡しを完了させることができた。本報告が今後の大型物流施設の施工計画検討の際の資料として、全社的な技術の共有に役立つことができれば幸いである。