2019 生産性向上事例集

一 目次 一

1	電動式移動足場採用による生産性同上	1-2	株式会社淺沼組
2	大断面シールド工事における工程短縮への取組み	3-4	株式会社安藤·間
3	UAV を用いた出来形測量の生産性向上	5-6	株式会社大林組
4	CIM モデルを活用した 4 次元建設シミュレーション	···· 7-8	株式会社奥村組
5	資機材の管理・運用を効率化する「KENLOGI」「K-Field」を開発	9-10	鹿島建設株式会社
6	3 次元鉄骨建方管理システム【建方キング】	11-12	株式会社熊谷組
7	ICT/BIM の取り組みとデータ活用	13-14	株式会社鴻池組
8	3D面的測量及び情報収集共有システム等の活用による生産性向上	15-16	五洋建設株式会社
9	フロントローディングを軸とした施工合理化の追求	17–18	清水建設株式会社
10	作業所運営の効率化への取り組み	19-20	株式会社錢高組
11	大型インクラインによる資機材供給の効率化	21-22	大成建設株式会社
12	プレキャスト製品据付アシスト装置(移動式エアバランサ)の開発・実用化	23-24	大成建設株式会社
13	柱頭部押出し施工による施工性・安全性向上	25-26	大成建設株式会社
14	ICT の杭打設工事への適用と大規模 ICT 土工事により生産性向上	27–28	大成建設株式会社
15	コンクリート工事の機械化	•••• 29-30	株式会社竹中工務店
16	非開削工法の適用における生産性向上について	31-32	株式会社竹中土木
17	現場施工計画の3次元化の取組み	33-34	鉄建建設株式会社
18	海上地盤改良工事における業務効率化の取組み	35-36	東亜建設工業株式会社
19	ICT を活用した場所打ち杭の施工における生産性向上の取組み	37-38	東急建設株式会社
20	IoT を活用した建設現場の作業者安全モニタリングシステム	39-40	戸田建設株式会社
21	覆工打設高さ管理システム「スターライトセンサシステム」	•••• 41-42	飛島建設株式会社
22	高速ずり搬出システムの開発と適用	43-44	西松建設株式会社
23	工業化による生産性向上	•••• 45–46	株式会社長谷エコーポレーション
24	重機搭載レーザー計測システム	···· 47-48	株式会社フジタ
25	電子野帳を活用したスマートデバイスによる施工管理業務	•••• 49–50	前田建設工業株式会社
26	プレキャスト工場の生産性向上に向けて	51-52	三井住友建設株式会社

取り組み事例の分類

■ 土木の事例

掲載頁	会社名	Α	В	С	D	E	F	G	Н	I
3-4	安藤·間						0			0
5-6	大林組	0								0
7-8	奥村組		0					0		0
15-16	五洋建設	0			0			0		
21-22	大成建設						0			
23-24	大成建設									0
25-26	大成建設			0			0			
27-28	大成建設	0	0					0		0
31-32	竹中土木									0
33-34	鉄建建設	0								
35-36	東亜建設工業		0		0			0		0
37-38	東急建設	0						0		0
41-42	飛島建設							0		0
43-44	西松建設						0			0
47-48	フジタ	0								0
49-50	前田建設工業				0					-

Α	3D測量	D	業務効率化	G	施工管理
В	ICT 活用	Е	新技術	Н	育成
С	PCa	F	創意工夫	I	その他(施工効率)

■ 建築の事例

掲載頁	会社名	Α	В	С	D	Е	F	G	Н	I	J	K
1-2	淺沼組											0
9-10	鹿島建設										0	0
11-12	熊谷組	0			0						0	0
13-14	鴻池組	0	0								0	
17-18	清水建設		0	0				0			0	
19-20	錢高組	0						0			0	0
29-30	竹中工務店										0	
39-40	戸田建設											0
45-46	長谷エコーポレーション					0		0				0
51-52	三井住友建設										0	

Α	3D測量	D	携帯タブレット端末	G	工業化·省力化工法	J	業務効率化
В	BIM	Е	PCa	Н	コンカレント設計	K	その他(創意工夫)
С	フロントローティング	F	協力会社との協働	I	教育、教宣		_

株式会社淺沼組

電動式移動足場採用による生産性向上

内部ステージ足場の省人化・省力化

工事概要

当工事は冷蔵・冷凍機能(別途工事)を有する物流センターで、建物の一部に1階から5階まで吹き抜けの大空間を有していた。そのため、作業部全面に冷設工事等で使用する足場が必要であった。

以上の理由から、建物内部に幅1200mmの枠組足場を長さ44.5m、高さ27.0mに 3列配置した上で、長さ44.5m、幅24.0mのステージを設置する当初計画であった。

工事においての問題点

計画当初、足場および、ステージの設置にあたり、組立 解体時の問題点として以下の点が懸念された。

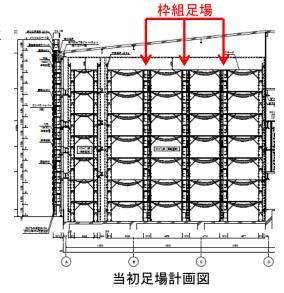
- ・枠組足場にて実施した場合、内部全面に配置するために、 材料搬入・搬出の量が多い。
- ・材料が多い事の影響により作業人員が多く必要となる。
- ・作業人員増に対して工事実施時期、同様工事の繁忙期と 重なり、労務確保が困難な状況である。
- ・材料が多いため工期(時間)がかかる。
- ・内部全面に足場を組むため、揚重機等の使用ができず、 ステージ上部への材料搬入が困難である。
- ・足場が設置してあることにより、ステージ下部の スペースが解体まで有効利用できない。

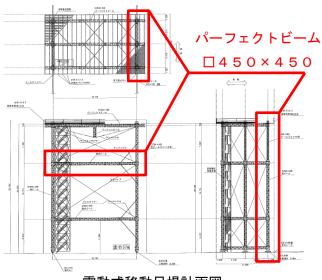
問題点の解決

問題点の解決方法として、高所作業車やスカイステージ等の検討を行っていた過程で、今回の工事条件に適した電動式移動足場(パーフェクト工法)があることがわかり、実施に向けての検討を重ねた結果、当工法を採用することとした。

その主な理由を以下に示す。

・部材が鉄骨トラス様式でユニット化されていること。 ならびに、平面設置範囲が当初計画の1/4となるため、材料の搬入・搬出の量が少なくなること。





- ・ユニット部材が揚重機での組立解体となるため、延べ作業 員の削減となること。
- ・ステージが移動可能のため、有効スペースで揚重機の荷揚 が可能となり、材料搬入時間が短縮されること。
- ・ステージ下部に有効スペースができるため、資材置場が確保されるとともに、フォークリフト等の重機が活用可能となり資材の水平移動の効率向上になること。
- ・移動足場があるため、立入禁止区域が明確となり、安全対策にも効果的であること。(上下作業発生のリスク減)



電動式移動足場組立完成



電動式移動足場組立開始



有効スペースでの作業状況

パーフェクト工法

今回採用となったパーフェクト工法の特徴として、パーフェクトビーム□450×450トラス支柱を採用し、組み合わせ、支柱間梁にはワイヤーを張弦工法で組み立てることである。主な実績としては、神社仏閣などの重要文化財、工場、体育館等の、内部移動式足場、外部移動式足場等で採用されている。組立に関して、材料保有会社の指導により一般の鳶工が組立てることになる。又、材料の保有数について限度があるため、早期での採用検討が必要となる。

実施後の効果

○コスト・・・当初足場計画より、約30%のコストダウンができた。

○人員・・・・当初組立解体予定人員の約70%省人化ができた。

○工程・・・・当初組立解体作業日数より21日間短縮ができた。

まとめ

今回当工法採用までに同様多種の工法を含めて検討を行ない、その結果当工法での実施に至った。 当工法を採用し、安全、コスト、人員、工程において大きな効果が得られたことは注目する点であった。 今後、本工事の実績を基に、同様な大空間がある建築物での施工方法選択の一助として、水平展開していければと考える。

株式会社 安藤・間

大断面シールドエ事における工程短縮への取組み

掘進組立サイクルの効率化、仮設備の省略、内部構築のプレキャスト化

<u>1. 工事概要</u>

高速横浜環状北西線は横浜市北西部と横浜都心部・湾岸エリアとの連携強化や渋滞緩和のため、東名高速道路横浜青葉 I C と第三京浜道路港北 I C とを結ぶ延長約 7.1km の自動車専用道路である。本工事はそのうちの下り線約 3.9km のトンネル区間を泥水式シールド工法にて構築するものである。

2. シールドエ事工程短縮への取り組み

早期開通のため、発進から到達までのシールド掘進期間(16カ月)や、その他の道路構造物の引渡し時期がタイトに設定されていた。期限内で確実にシールド掘進を完了させて後工程を有利にするため、掘進組立サイクルの効率化や仮設備の省略、内部構築のプレキャスト化で工程短縮を図った。

3. セグメント供給効率の向上

①タイヤ式セグメント運搬車両の採用

当初、坑内のセグメント運搬にはバッテリー機関車を計画していたが、低速で1編成当たりの運搬能力が小さいことから6台の機関車が必要であった。また勾配が5%の区間もあり軌条設備では特別な装置が必要なこと、重い軌条の敷設・撤去作業工程が必要なこと、機関車の頻繁な往来や軌条そのものが、後続して掘進と同時施工する道路構造物の施工に支障となり、安全面でも問題があった。そこで、本工事では一度に多くのセグメントを高速に運搬できるタイヤ式の運搬車両を2台採用した(写真-1)。これにより運搬効率が3倍に上がり、軌条設備の設置・撤去作業に係る工程を完全に無くすことができた。

②後続台車セグメントストック&自動供給装置の採用

従来、切羽へのセグメント供給は坑内のセグメント運搬サイクルに左右され、運搬が滞ると掘進にも影響が及びロスが発生する。また、坑内運搬車両の運用もシールドの掘進組立サイクルに拘束され、掘進が滞ると待ちが発生する。そこで、本工事では運搬リスク軽減と坑内運搬車両の有効活用を実現するため、後続台車に3R分



写真-1 タイヤ式セグメント運搬車両



写真-2 後続台車セグメントストック装置

のセグメントをストックし、切羽へ自動供給できる装置(写真-2)を設置した。これによりセグメント 運搬が滞っても、半方以上掘進を継続することができるようになった。また坑内運搬車両の待ちが少 なくなり、他の作業への利用も可能となった。

4. 掘進組立サイクルの向上

①半同時掘進組立の採用

シールドジャッキにブロック別油圧制御機構を採用し、掘進の途中からセグメントを組み立てられる半同時掘進組立システムを導入した。これにより掘進と組立をラップさせ、1R あたり 15~20 分程度掘進組立サイクルを短縮した。

②ICT の活用

従来の中央監視システムに加え、シールド機の位置や姿勢、土層分布、近接構造物等の情報をリアルタイムで表示するシステムや、テールクリアランスの可視化とセグメント組立シミュレーションを3次元的に行えるシステムを開発・導入し、日々の掘進計画や判断指示を迅速かつ簡単に行えるようにした。

5. 内部構築のプレキャスト化

①プレキャストインバートの採用

インバートのコンクリート打設とセグメント運搬とを同時に行うことが難しく、掘進完了後に打設する場合は大きな工程ロスになると考えられた。そこで、これをプレキャスト化し、掘進と並行して後続台車の前で設置する方法を採用した(写真-3)。底部の突起と緩衝ゴムでセグメント内面から 15mm の隙間を設け、施工誤差を吸収するとともに裏込め材を充填して活荷重に対する滑動を防止した。

②PC 床版の採用

道路床版はハーフプレキャストの合成床版が設計されていたが、フルプレキャストのPC床版に変更し、シールド掘進との並行作業の効率化を図った(写真-4)。なお、変更にあたっては長支間(8m)に対する輪荷重走行試験を実施し、100年相当以上の疲労耐久性を確認した。

6. 取組みの効果

シールド掘進については対策が有効に機能し、最大日進量 20m、最大月進量 410m を達成し、タイトな目標期間内に完了することができた。仮設備の省略と内部構築の同時施工により、掘進完了後の後工程を当初計画より3カ月短縮することができた。



写真-3 プレキャストインバート



写真-4 PC 床版 (ループ継手方式)

株式会社大林組

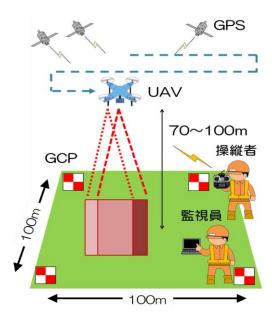
UAV を用いた出来形測量の生産性向上

GCP レス UAV の活用

背景

2016年から建設現場の生産性向上を目的として、一部工事でUAVを用いた計測管理手法が始まった。UAVを用いた計測は主に3つのステップで行われる。1つ目はUAVの飛行と写真撮影、2つ目はGCPの設置及び座標値の計測、ここでいうGCPとはGround Control Pointの略で標定点と呼ばれる。3つ目が3次元形状を復元するための解析である。解析の際にGCPで得られた座標値を使用することで、位置及び形状の復元の補正を行う。

UAV の飛行や解析は事前に設定しておけば作業自体はほぼ自動で行われる。一方で GCP の設置や計測は人力作業に頼る部分が多い。船体の作業時間の約3割を占める GCP 作業を無くすことができれば生産性の向上につながると考えた。そこで GCP レス UAV の適用を検討した。



UAV による計測概要

システムの概要・特徴

今回の検証にあたっては SkyLink 社が国内で 展開する後処理方式高精度測位システム

(KLAUPPK)によるUAVシステムを検討した。このシステムの特徴は、後処理キネマティックによりGCPがなくとも精度よく撮影写真の位置を推定できる仕組みのほか、UAV機体とは別のシステムで構築されており、任意の機体に取り付けることが可能な点である。通常の写真測量と同様に空撮を実施した後、写真に添付されている測位情報を補正し、解析を行うことで、GCPの設置・計測無しに高精度な3次元形状を復元することが可能である。解析を実施することが可能となっている。



GCP 計測状況

空中写真測量(無人航空機)を用いた場合の作業時間

	· ·		
面積	①飛行時間	②計測時間	③解析時間
5万m2	20 分	75 分	120分
10 万 m2	50 分	150 分	300分
20 万 m2	150 分	300 分	600分

取組みの効果

広さ約 20、000m2 の範囲で GCP レス UAV による計測を行った。計測精度の確認のために、計測範囲内で実際の標高を GNSS ローバにて計測した。すべての検証点で規格値以内であることを確認することができた。検証点での結果を確認したが、これが「点」としてだけの精度なのか、周囲の「面」としても精度が確保できているのかを確認するため、点群同士の差分を確認した。レーザスキャナによる計測結果を基準として比較した。 レーザスキャナによる計測結果を基準として比較した。 比較は 50cm メッシュで行った。 地上解像度が1cm の場合、すべて計測精度が5cm 以内に収まることが確認できた。 地上解像度が2cm の場合は計測精度が10cm であることから、こちらも充分に計測精度を確保できていることを確認できた。

【システムの展開可能範囲】

これまでも PPK や RTK を活用した UAV による写真解析は行われているが、精度不足により現場での活用は限定的であった。しかしながら今回の検証によって GCP を

用いない場合でも、充分に出来形管 理基準を満足することを確認でき た。現場での今後の活用に期待でき るため、さらなる検証を実施する。

本検証内容については、2019年度に国土交通省が公募した PRISM (建設現場の生産性を向上する革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト)に応募し、採択されている。先端的技術をいち早く検証し、性能を確認することで、UAVの出来形管理基準の改訂につながればと考えている。

今後はさらなる検証に加え、本 取組みを足がかりとして、土工事 だけでなく、様々な工種への適用 につなげたいと考えている。



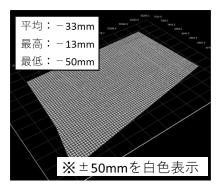
KLAUPPK システム

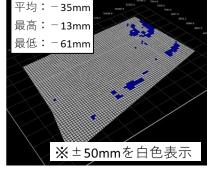


検証点及び比較範囲図

GCP レス UAV による精度検証結果

地上解像度		誤差(mm)	規格値	判定		
地工件隊及	検証点1	検証点2	検証点3	况俗但	刊化	
1cm	-35	2	-46	± 50 mm	0	
2cm	-34	-27	-50	±100mm	0	





地上画素寸法 1cm の場合 地上画素寸法 2cm の場合 GCP レス UAV とレーザスキャナによる計測結果の比較

株式会社奥村組

CIM モデルを活用した 4 次元建設シミュレーション

CIMとの連動による工程計画システムの構築

1. 開発の背景

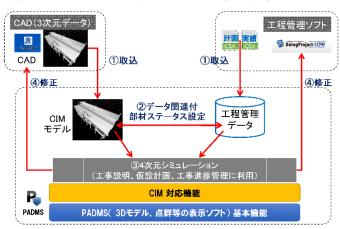
建設業界の働き方改革に不可欠な施工現場における週休 2 日を実現するためには、無駄のない工程管理を行うことが重要である。施工現場で急速に進んでいる 3 次元データの活用に着目し、CIM モデルと工程データを連動させた 4 次元シミュレーションシステムを開発した。

2. システムの概要

本システムは、3次元データの閲覧・使用が可能なソフトウェア「PADMS」をベースに、施工現場で高性能パソコンでなくてもCIMを効率的に運用できる機能をカスタマイズするとともに、工程管理システ

ム「BeingProject-CCPM」(以下、CCPM) から出力される工程管理データとの連動機能を追加したものである。

3 次元 CAD により作成した 3 次元データを PADMS に取込み、この CIM モデルと CCPM より出力される工程管理データを関連付けてシミュレーションを行う。シミュレーションにより修正した結果は、もとのデータにフィードバックできる。



4次元シミュレーションシステム概要図

3. システムの特徴

① データの連動

PADMS と CCPM は双方向にデータを連動させている。システムで保有する CIM モデルの部材情報と工程 データとの関連付けを相互に判断できるデータ構成としたことで、一度関連付けた関係性を保持できる。

PADMS で 4 次元シミュレーションを実施し工程を修正した場合に、修正した工程を CCPM へ戻して再計算することで、休工日やクリティカルパスが反映された工程表が作成される。また、CCPMで休工日等を変更した場合に、工程管理データを再度 PADMS へ取り込むことで自動的にシミュレーションへ反映できる。



PADMS、CCPM のデータ連動

② 仮設部材の簡易作成

本体構造物の設計モデルは 3 次元 CAD で作成して 取り込むが、CAD オペ不足や CAD 操作の難しさから 時間とコストを要することが多い。そのため、足場等 の仮設構造物の部材は、システム内で平面図を利用 し高さ情報を与えることで簡易的に作成できる。

③ 部材状況ステータスの設定とテンプレート化

CIM モデル上では同一部材であっても、工程の進捗により作業内容が異なる場合があり、例えば、柱部材であっても鉄筋組立中、型枠組立中、養生中など、施工状況が変化する。これらを表現するために、部材の状況ステータスを工程に関連付け、色分けを行い、詳細な施工状況がわかるようにした。工種により、施工状況を表現するステータスが異なるため、工種毎に部材状況ステータスをテンプレート化した。

4. 現場への適用

阪神電気鉄道株式会社発注の阪神本線住吉・芦屋間

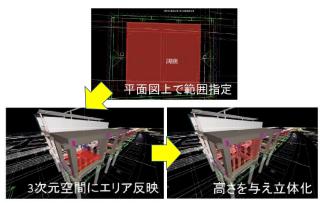
連続立体交差事業の鉄道高架 橋工事に本システムを適用した。駅舎部の4次元シミュレーションを行うことで、施工 方法や工程の変更を検討する際に現場状況の見える化ができ、効果的かつ効率的に検討を行うツールとして有効に活用できた。



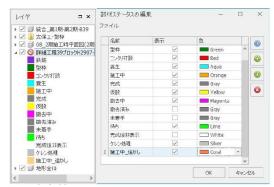
CIMモデルによる検討

5. まとめ

CIM モデルに時間軸を追加した 4 次元シミュレーションシステムにより、現場状況、施工順序等を「見える化」でき、情報共有の迅速化や情報の理解度向上につながり、各種検討等の効率化が図れる。シミュレーションを繰り返し実施することにより、施工途中の手戻りを防ぎ、無駄のない工程管理を実現するツールとして活用していくとともに、発展型を検討し、さらなる生産性向上へつなげていきたい。



仮設部材の簡易作成



部材のステータス表示と色設定



4次元シミュレーションシステム(左) と現場写真(右)

鹿島建設株式会社

資機材の管理・運用を効率化する「KENLOGI」「K-Field」を開発

「鹿島スマート生産ビジョン」の実現に向け資機材情報をデジタル化

既存の識別タグを活用してあらゆる資機材の現場への出入りを把握する在庫管理システム「KENLOGI」(ケンロジ)と、資機材の現場内での位置情報や稼働状況をリアルタイムに把握するシステム「K-Field」(ケイ・フィールド)を開発した。「KENLOGI」と「K-Field」を併せて活用することで、建築現場に数多く存在する高所作業車など様々な資機材の在庫管理を、従来の人手による管理から飛躍的に効率化するとともに、位置情報や稼働状況をマップ上でリアルタイムに「見える化」することで、生産性の向上を図る。



各システムの画面表示例(左:「KENLOGI」「K-Field」、右:現場事務所での活用状況)

資機材在庫管理システム「KENLOGI」の概要

各レンタル・リース会社では、自社の資機材を管理するために二次元コードやRFID などの識別タグを活用している。KENLOGI では、各社毎に異なる資機材コードと当社の資機材リストとを紐付けることで、既存のタグをそのまま利用することを可能にした。

資機材の管理担当者は、PC やタブレット端末などのスマートデバイスから KENLOGI を活用し、現場内の在庫管理だけでなく高所作業車の貸出管理、資機材の揚重申請などが行え、従来の台帳管理に比べ、 資機材の運用効率が飛躍的に向上した。

なお KENLOGI は、株式会社ユニフィニティーが提供するアプリケーションを活用しており、様々な OS で利用が可能である。

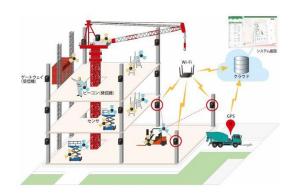
リアルタイム位置情報システム「K-Field」の概要

建築現場はその進捗に従って屋内作業が中心となるため、モノの位置情報を得るために一般的に用いられる GNSS (グローバル衛星測位システム) の活用は困難である。そこで本システムでは、管理したい資機材の一つ一つに小型で安価な「ビーコン」と呼ばれる発信機を取り付け、現場内の各層に必要数設置したゲートウェイ (受信機) との信号のやり取りにより、それぞれの位置を正確に把握する。把握し

た位置データは現場内に構築された Wi-Fi ネットワーク網を通じてクラウド上に伝送され、現場全域に わたる資機材の位置が、現場事務所のマルチモニターや PC 画面で、マップ上に「見える化」される。

また本システムでは、現場外のモノに対して GNSS 発信器を取り付けることにより、現場敷地外の位置把握にも活用できる。例えば工事関係車両の運行状況などをリアルタイムにマップ上に表示することも可能となる。

なお K-Field は、マルティスープ株式会社が提供する地図・地理空間情報プラットフォームを活用して開発している。





リアルタイム資機材管理システム「K-Field」の概念図(右の3D画像は来期に現場導入予定)

現場適用状況

昨年策定した「鹿島スマート生産ビジョン」は、「全てのプロセスをデジタルに」、「管理の半分は遠隔で」をコアコンセプトとしており、こうした資機材情報のデジタル化と現場事務所など遠隔地での一元管理が実現のカギとなる。(仮称) 鹿島伏見ビル工事現場をはじめとして、複数の現場で KENLOGI と K-Field の活用を進めている。

鹿島伏見ビル工事では、高所作業車と立馬、台車など、合計およそ 150 台を対象にビーコンを取り付け、その全てがいま、どこにあるのか、マルチモニターで瞬時に把握出来た。更には全ての高所作業車にマグネットセンサを取り付け、そのつく・離れるによって稼働状況を把握する仕組みも導入した。

これらにより、使われず放置されているような高所作業車が無くなり、従来に比べ資機材の有効活用が実現出来た。今後は、作業員などの「ヒト」にビーコンを持たせることで、その動きや滞留場所を把握し、作業の効率化に繋げることや仮設計画に活かすことも検討していく。

今後の展開

現場における「モノ」や「ヒト」の位置情報をデジタル化して蓄積していくことで、「いま、どこにあるか」だけではなく、「どのように移動したか」、「どのように使われたか」についても貴重なデータが得られることになる。このようなビッグデータと AI や IoT を活用し、「鹿島スマート生産ビジョン」の早期実現を目指す。

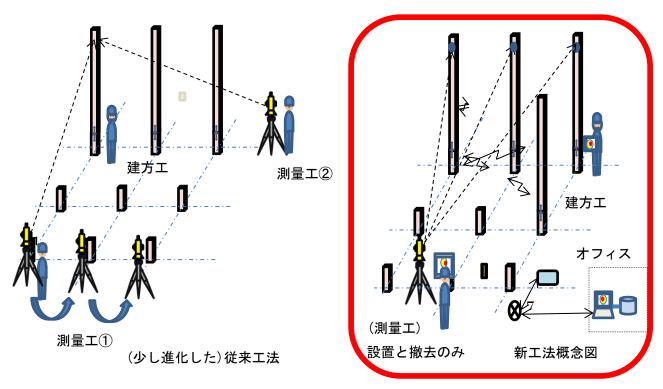
株式会社 熊谷組

3次元鉄骨建方管理システム【建方キング】

熊谷組グループ開発の建方エースと光波測量機器により鉄骨建入直しを省人化

(新工法:図右の概要)

- 1. 鉄骨の柱頭にターゲットを設置
- 2.3次元座標を計測できる光波測量機で柱頭位置は連続・自動で計測(測量工の常駐は不要)
- 3. 建方工は手元のタブレット or スマートフォンで鉄骨の建入精度を見つつ、柱脚のエレクションピースに付けた建方エースを調整し、一人でスピーディーに正規の位置に鉄骨をセット。
- 4. 作業の状況は現場事務所など離れた場所でも同時に確認が可能。
- →鉄骨建方の安全性向上、精度確保、品質の見える化、省人化&スピードアップを実現した。



(古くからの従来工法)

柱頭に歪み直しワイヤーを張る。測量工は X, Y 各方向に設置したトランシットにより、柱脚と柱頭との建て入れ寸法差を計測、「東に 10mm」、「北に 15m」等、鳶工に指示を伝達。鳶工はレバーブロックでワイヤーの張力を調整、柱頭位置が正規寸法となるまで計測→ワイヤーの緊張→計測→・・・のサイクルを繰り返していた。

(問題点)

- ① ワイヤー設置・撤去の際、高所での危険作業がある
- ② ワイヤーの張り過ぎに伴う破断→切れたワイヤーが当たっての負傷や鉄骨倒壊の恐れ

- ③ 常時測量工が2名(X,Y方向各1名)必要
- ④ 声による寸法精度のやり取りに時間を要す、騒音の大きな現場での聞き間違いなどで、建入精度確保の確実性が低い
- ⑤ 建てる柱毎に測量器を移動する必要があり、測量器の据え付け待ちで鉄骨建て方が止まる事もある。また、測量器を早く据えられる熟練した測量工が必要。

(少し進化した従来工法:前頁左図)

歪み直しワイヤーの代わりに柱脚エレクションピースに熊谷組グループが開発の"建て方エース"を取り付け。鳶工は安全&スピーディーに鉄骨建入の修正が可能に。

→ただし、上記問題点①、②は解決するが、③、④、⑤は引き続き問題として残る。

(建方工) 計測差異をリアルタイム確認



新工法(現場イメージ図&写真)



建方工による建入直し状況写真 (撮影: 当社名古屋支店名城公園キャンパス作業所)

(現場事務所) 計測差異の数値を確認・指示



新工法 (現場事務所イメージ図&写真)



同左:手元状況拡大写真

株式会社 鴻池組

ICT/BIMの取り組みとデータ活用

【ICT】で広げる生産性向上の可能性

1. はじめに

当社では現在、設計・施工 BIM をはじめ、WEB 会議システムを利用した朝礼・定時打ち合わせやタブレットを利用した品質管理、施主への VR を用いた提案、UAV(無人航空機)による計測等、さまざまな ICT を組み合わせ現場の生産性向上に向けた活用を進めている。今回はその中から、デジタルモックアップを活用した事例と UAV(無人航空機)を活用した事例を紹介する。

2. デジタルモックアップ活用による実物大モックアップの作製軽減事例

■工事概要 【某大学キャンパス新築工事】

設計·監理: 安井建築設計事務所 主要用途: 教育文化施設等-校舎 構造種別: SRC造

階数·最高高さ: 3 号館 4 階 19.1m・4 号館 5 階 21.69m 建築面積: 2845.88 ㎡ 延床面積: 11813.22 ㎡

■躯体及び外装形状に関する検証

新築校舎の長辺方向にユーティリティ・バルコニーが配置され、排気や管路を自由に確保・更新できるシャフトが内包されている。このバルコニーの床には、各スパンに1箇所設備配管用の開口が配置され、設備配管スペースの前面へ複数のアルミ製パイプルーバーが18通りの配列パターンにて設置される計画となっており、実物大モックアップの作製(外壁・サッシ・バルコニー形状×1セットとパイプルーバー計5セット)が必要事項となっていた(図-1)。

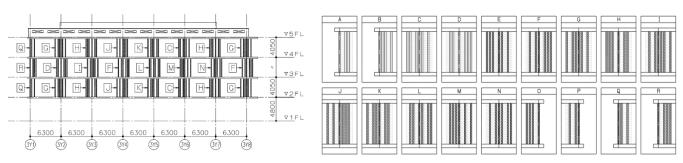


図-1 パイプルーバー配置と配列パターン図(原案)

■実施内容

デジタルモックアップを使い、複数の配置案や色、配列パターンの確認作業を行いながら、施主及び設計担当者との意見調整を実施した(図-2)。その結果、5パターンを作製予定であった実物大モックアップは、実際の



図-2 デジタルモックアップによる検証



写真-1 実物大モックアップ

バルコニー位置と使い勝手及びメンテナンス性の検証の為に外壁・サッシ・躯体形状とパイプルーバー配列2パターンの確認ができる範囲のみ作製した(写真-1)。

3. UAV (無人航空機) で取得したデータの活用事例

■概要

UAV (無人航空機)の活用方法の一つとして、人が寄りつくことが困難な敷地や傾斜地等の敷地情報取得に効果がある。取得したデータは、点群や 3D モデル化 (メッシュ化) することで、敷地形状の立体的把握 (調査) や BIM モデルとの重ね合わせを行うことができ、出来型把握や仮設計画、土量算出を効率的に進めることが可能である。

■実施内容【傾斜地に建つ宿泊施設新築工事】

UAV の操縦アプリに対象となる敷地の飛行経路を設定し、UAV で空撮(オルソ画像*)を撮影する。このデータは、専用ツールを使い点群データへ変換する(図-3)。変換された点群データを、点群データと、メッシュ(面)データに保存する。点群データを BIM ツールへと連携させ、敷地形状の把握や仮設計画の検討、建物計画の検討(図-4)に活用した。







図-3 点群データによる敷地形状確認 図-4 点群データと BIM モデルによる仮設計画と建物計画
※オルソ画像: 写真上の像の位置ズレをなくし空中写真を地図と同じく真上から見たような傾きのない正しい大きさと位置に表示される画像

■土量算出【某小中一貫校新築工事】

土量算出では、オルソ画像から変換された点群データをメッシュ(面)にしたデータを活用する。変換されたメッシュデータは、BIMツールと連携することで、ボリュームの算出(図-5)や、面積、寸法等の抽出等ができる。現場測量では、測量会社 2 人×半日の作業であったのに対し、UAV による測量そのものは、所要計測時間を 25 分に短縮でき作業効率の向上が図れた。

図-5 メッシュデータによるボリューム算出

4. まとめ

デジタルモックアップの効果としては、実物大モッ

クアップの作製手間及びコストの軽減はもちろんであるが、実物大モックアップと比べ作製にかかる時間的ロスもなく、働き方改革の観点からも充分な効果が得られたといえる。また、UAVによるデータの活用は、仮設計画車路の勾配検討、配置精度の向上にもつながる。さらに建物データ(BIM モデル)と組み合わせることで、客室や露天風呂からの眺望検討も可能である。

今後もさまざまな ICT の活用をすることで一層の生産性向上に努める。

五洋建設株式会社

3D 面的測量及び情報収集共有システム等の活用による生産性向上

多種多様な ICT 技術の採用により山岳トンネル工事の労働生産性が向上

<u>1. 工事概要</u>

本工事は、復興支援道路の改築事業の一環として山岳トンネルを新設する工事であり、「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」の試行工事として、ICT など新たな革新的技術を用いた施工データの

取得・解析を通じ、現場施工における労働生産性の向上を目指したものである。今回試行した主な技術は以下のとおりである。

1) 動態観測と 3D 面的測量の同時実施による計測の省人化

従来、動態観測はトータルステーション (TS) を使用して計測し、 覆工コンクリートの出来形計測はスチールテープ等で測定していた が、「3D スキャナ機能付き TS (MS60)」を採用することにより、職員が 計測器を据え付けるだけで、機器の自己位置座標を検出するための後 方交会と出来形計測を自動で計測することができる。

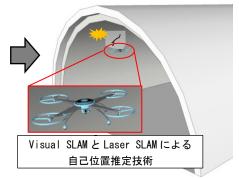


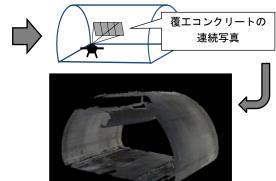
MS60 による自動計測状況

2) 自律飛行ドローン技術による点検作業の効率化

自律飛行能力を有するドローンにより画像取得を行う技術であり、高所作業車を使用しないと目視点検できない箇所についても、ドローンによる点検画像により覆エコンクリートのひび割れ箇所等の特定が可能となる。また、ドローンで撮影した連続写真を SfM 解析することで 3D モデルを生成、展開図を作成することで、ひび割れ幅(0.2mm 幅)の検出も可能となる。







自己位置推定技術による機体の自動制御

3) 遠隔検査技術による受発注者の業務効率化

通信システムを使用して、現場映像及び音声をリアルタイムに PC やタブレットに表示し、遠隔地における立会検査や段階確認を現地に行かずに実施することができる。現場職員はスマートグラス(カメラ付きメガネ)を使用する。

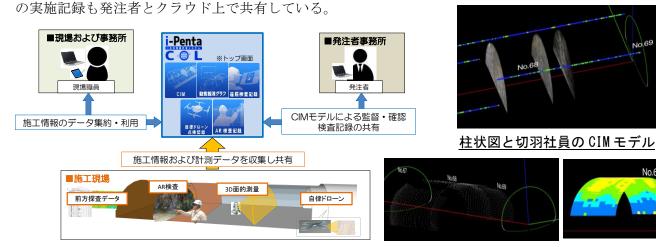
<u>覆エコンクリートの 3D モデル生成</u>



遠隔検査実施状況(左:監督官、右:現場職員)

4)情報収集共有システム【i-PentaCOL】による施工情報の一元管理

当該システムは、当社が開発した情報収集共有システムであり、様々な施工情報を自社クラウドに収 集・一元化することで、発注者および関係機関との情報共有を可能にする技術である。当該工事では、 「穿孔探査および水平ボーリングの柱状図」、「日々現場で管理している切羽画像」、「3D 面的測量で取得 した覆工コンクリートの出来形の点群データとヒートマップ」を紐づけて管理するとともに、遠隔検査



情報収集共有システム【i-PentaCOL】の概念図

<u>点群データとヒート</u>マップ

No.68

2. 生産性向上に対する具体的効果

・「動態観測と 3D 面的測量の同時実施」

人員:3名、計測時間:30分/(測線·BL) ⇒人員:1名、計測時間:10分/(測線·BL)

「自律飛行ドローン」

高所作業車による点検業務で人員:3名⇒人員:1名での点検作業が可能(作業の省人化)

•「遠隔檢查技術」

発注者の事務所と当該工事現場までの往復移動時間(約2.5時間)を削減することで、受発注者の業 務の効率化に大きく寄与(往復移動距離:約100km)

・「情報収集共有システム」

発注者への施工状況説明や協議等に利用して資料作成時間を削減するとともに、CIMモデルによる情 報共有により即時的な受発注者間の情報確認が可能となり、現場と時間差なく意思決定が可能

3. 今後の課題

- ・「動態観測と 3D 面的測量の同時実施」では、データ処理が一部手作業となるとともに、坑内の仮設物 (風管や仮設ケーブル) の影響を受けるため、より高度なデータ処理システムの構築が必要となる。
- 「自律飛行ドローン」については、設定に高度な技術を要することから、より簡易なユーザーインタ ーフェイスの構築が必要となる。
- ・「遠隔検査技術」では、坑内の通信環境が不安定となることがあり、安定した通信環境の構築が必要 である(現場での wi-fi 環境の整備、発注者側のインターネト利用環境の整備)。
- 「情報収集共有システム」については、さらにリアルタイム性を向上し、計測データの変換機能のラ インナップの拡大を目指していく。

清水建設株式会社

フロントローディングを軸とした施工合理化の追求

生産性向上に向けた多様な取り組み

<u>1. 工事概要</u>

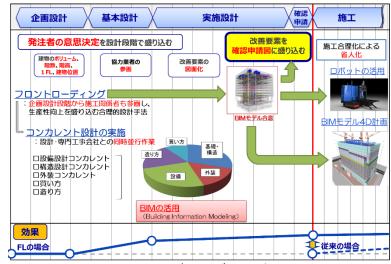
横浜 MM21-54 街区プロジェクトは、設計施工のプロセスにフロントローディングの手法などを取り込むことにより合理性を追求した、延床面積 100,000 ㎡規模の大型 eco-BCP オフィスビルである。同じみなとみらい地区における 46 街区 N/S の 2 プロジェクトの経験を生かして、さらなる施工合理化を追求したいくつかの事例を紹介する。

2. フロントローディング

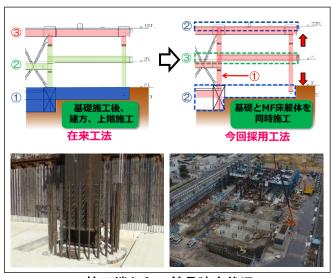
フロントローディングとは、発注者、設計、施工(主要専門工事業者まで含む)が、企画・基本設計から各々の合理性を追求し、確認申請に盛り込んでいく手法である。この手法では、発注者との早期合意形成と、設計図が整わない初期段階で専門工事業者と仕様、要求性能によるコストグリップをすることが必要となるため、確認申請前に現場に負荷をかける(=配員を投入する)ことになるが、着工後にできる改善よりも、多大な効果を得ることが可能となる。以下に、主要カテゴリーにおける合理化事例を示す。

2-1. 構造の合理化

地下階中止+中間階免震、及びピット中央部集約 +外周部マットスラブ化による根切土圧低減・山留 の合理化や、杭天端から直接鉄骨建方を行う工法 (特許登録工法)の採用(右図参照)による構造フ レームの合理化を実施した。山留の合理化により、 地下工事を、切梁のないオープンな状態、かつ外周 マットスラブ底を地下常水面より上に計画すること ができ、ドライな環境で施工することが可能となっ た。また、免震階と基礎工事を同時施工することに より、大幅な工期短縮にも成功した。



フロントローディングスケジュール

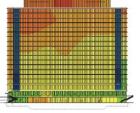


杭天端からの鉄骨建方状況

2-2. 外装の合理化

風洞実験による風荷重を採用することで、外装サッシ アルミ量の合理化を行った。また、南北面は水平 PC 庇+ 横連窓 AW をオーダーメイド設計した上で、小型実大性能 試験を実施し、東西面は当社施工46街区で実証済みの ACWをベースに検討したものを採用した。





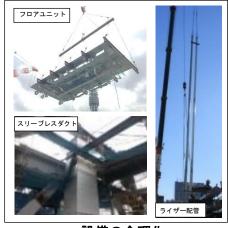
小型実大性能実試験

風洞実験による荷重

2-3. 設備の合理化

以下の工法採用により、設備の合理化を行った。

- ■フロアユニット(仮吊材料の最大化) 躯体工事中の設備工事先行消化と仕上工事中の揚重負荷を低減。
- ■ライザー配管、スリーブレスダクト 設備工事の先行施工、配管の工場溶接による品質確保、床ダクト 開口削減による安全性確保に大きく寄与した。
- ■MR (マシンルーム) 施工手順の合理化 AHU(エアハンドリングユニット)を先行設置することで、設備配 管接続を安全かつ効率よく行うことができた。また、後施工壁を 片面ボード区画壁にすることで、無理なく施工が可能となった。



設備の合理化

8F

5F

3. その他の合理化

3.1 造り方・買い方の合理化

高層鉄骨建方をデッキ積層とし、躯体・内装1週間 タクト工程による労務の平準化を実現した。

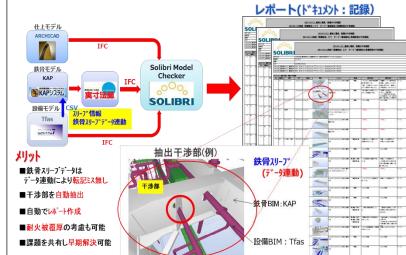
また、フロントローディングによる、早期コストグ リップと海外製品の多数採用も実現した。生コン・鉄 筋・鉄骨・システム天井・OA フロア、タイルカーペッ ト、ACW、AW、設備といった主要品目について、着工 の1.5~8か月前にコストグリップをし、物価上昇リ スクの回避をした。



躯体・内装タクト工程

: 韓国 鉄骨 石 :中国 アルミルーバー:韓国 ACW:タイ B.BOX : ベトナム 放射パネル:タイ ↑ ガラス : ドイツ ^゚リカウンター: ベトナム

海外製品採用実績



BIMによる干渉チェック

3-2. BIM による鉄骨干渉チェック

当プロジェクトでは、杭打設・根切 後直ちに鉄骨建方となるため、いかに 早く鉄骨スリーブを決めて、鉄骨製作 をスタートさせるかが重要であった。

そのため、フロントローディングに て構造フレームを確定させ、BIMのフ ル活用によって3次元での発注者合意 を得ることで、鉄骨製作プロモーショ ンの早期確定を達成した。

株式会社錢高組

作業所運営の効率化への取り組み

特殊技術・新技術の採用、創意工夫への取り組みによる生産性の向上

工事概要

当工事は、高速道路 IC の近接地に計画された、地上 5 階建ての物流施設である。1 階から 4 階までは柱を RC 造: 梁を S 造とした RC+S 造混合接合構法で、5 階は S 造となっている。2 階、3 階にトラックが直接乗り入れできるランプウェイを併設している。

施工、及び作業打合せに IT 技術を含む新技術を積極的に採用することで、作業所運営の効率化に取り組んでいる。

ICT 重機・ドローンの活用

本工事では掘削床付け工事に使用する重機に ICT 建機を使用した。これにより、従来必要な丁張等の墨出し、掘削時の合番作業員が不要になることで安全性が向上した。また、工事敷地全域をドローンで空撮を行い、空撮写真から点群データ処理を行うことで掘削土及び、杭残土数量の出来高管理を行った。



ICT 建機による掘削状況とモニター

地中梁配筋工事での施工の合理化

建物自体が細長く片側の境界敷地に偏った配置計画となっており、搬入口も1箇所で場所によってはヤードの確保が出来ない敷地条件となっていた。そこで、複数の鉄筋工事業者により、各工区の敷地条件に合った省力化工法を採用した。比較的ヤードの確保が可能な場所では地組工法、ヤードの確保が不可能な場所では在来工法、多少ヤードの確保が可能な場所ではジャバラユニット工法という様に、3つの工法からそれぞれの敷地条件に最適な工法を選定して作業の効率化を図った。また、敷地条件により、大型揚重機の使用出来る範囲では1階スラブにロールマット工法を採用した。



ジャパラユニット工法



ロールマット工法

柱システム型枠工事での施工の合理化

システム型枠はセパレータを使用せず、型枠外面に 取り付けた専用のフレームで型枠を拘束するもので、 高い階高の柱でも一度に打設が可能である。今回はせ き板に、合板の代わりにステンレス板を採用した、出 隅部の面取り補修が不要で、転用回数も格段に増し、 仕上げ表面も平滑に仕上がり、型枠脱型後の補修作業 が低減出来た。



システム型枠建込状況

施工管理業務サポートサービスの活用

従来のホワイトボードや紙を使用した作業打ち合わせでは、大きな規模の建設現場になると多く時間を費やすことになる。そこで、PC やスマートフォンから何時でも何処からでも入力・閲覧出来る施工管理業務サポートサービス「ビルディー」(e-reverse.com)を採用した。打ち合わせ時間、帳票作成時間を半分に短縮する事が出来、日常業務の効率化を図れた。



まとめ

掘削工事でのICT 建機の使用、基礎鉄筋工事でのそれぞれの敷地条件で最適な工法を選定すること、 柱ステンレスシステム型枠の採用、日常のミーティングに施工管理業務サポートサービス「ビルディー」を採用することにより、業務の効率化が図れ、生産性の向上を実現している。

大成建設株式会社

大型インクラインによる資機材供給の効率化

阿蘇大橋の早期復旧実現に向けて大型インクラインで急峻な地形を克服

1. はじめに

2016年4月に発生した熊本地震により旧阿蘇大橋が落橋し、国道325号は不通となっている。現在、熊本県からの要請による国の直轄権限代行事業として、旧橋の約600m下流において、2020年度の開通を目標に架替工事が進められている(写真-1)。本工事は、行政と専門家からの有識者で構成された技術検討会の審議により、早期の復旧と、将来の地震に対する安全性や自然環境の保全等を考慮したルート設定及び構造を決定している。早期復旧実現のために、急峻な地形や風の影響、立野峡谷の環境保全、冬季の寒冷な気候など、阿蘇地域特有の条件にうまく対応した、効率的かつ安全な施工を行うことが求められたことから、阿蘇大橋工事では大型インクラインの採用により資機材供給の効率化を実現した。以下、この取り組み事例について紹介する。

2. 工事概要

本橋の全体一般図を図-1 に示す。 3 基の橋脚はいずれも RC 中空橋脚であり最大高さは PR2 で 97.0m に達する。橋脚基礎はすべて大口径深礎であり、急斜面上での施工となるため、土留め構造には竹割り型土留め工法が採用されている。上部工は全幅 10.5m、中央支間長 165mの PC 3 径間連続ラーメン箱桁橋であり、コンクリートウェブの同種構造では国内最大規模となる。

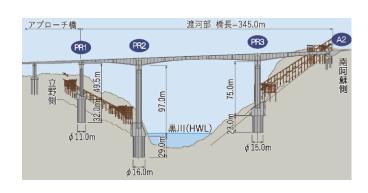


図-1 阿蘇大橋全体一般図

写真-1 現場状況図

3. インクライン採用の背景

当初計画において、資機材は上下の段差桟橋間を揚重用のクレーンを介して搬入出する計画であった (図-2)。阿蘇外輪山で唯一の切れ目となる立野地区は年間を通して風の通り道であり、強風下でのクレーン作業では、安定した資材の供給や、深礎工で発生する大量の掘削土と地震により発生した崩落土砂の運搬ができないことから大きな懸念事項の一つとなっていた。また、先行する斜面切土工事が難航

し進捗が遅れていた事も懸念事項であった。そこで、本工事ではこれらの懸念事項を解消する手段として、両岸に最大 60t まで積載可能な国内最大規模のインクラインを採用した(図・3)。

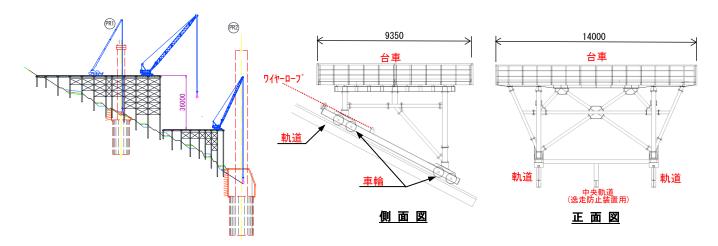


図-2 仮設段差桟橋図(当初計画)

図-3 インクライン台車図

台車にはダンプトラック、トレーラーがいずれも2台積載可能であり、工事箇所に直接資機材を供給する事が可能である(**写真-2**)。なお、インクラインにアプローチするための仮桟橋には大型のガーダーを使用して支持杭の本数を減らし、積載重量は維持しながらも経済性を高める工夫を施している。



写真-2 右左岸のインクライン

4. インクラインの効果

インクラインの採用により、先行する斜面切土工事が遅延する状況においても、台車等の部材を並行して製作することが可能になり、引き渡し後、本工事に着手するまでの期間を短縮する事ができた。また、強風下でのクレーン作業を大幅に低減し、安全かつ安定的に資機材の供給することが可能となった。さらに、多量の土砂の運搬も効率よく行うことができた。結果として、現場の効率化と生産性向上に大きく寄与している。

5. 今後の展望

急峻な地形や風の影響をうける場所における大型インクラインの採用は、現場の資材供給面での効率 化や生産性向上にとって非常に有効な手段である。

大成建設株式会社

プレキャスト製品据付アシスト装置 (移動式エアバランサ) の開発・実用化

~プレキャスト製品据付け作業の生産性と安全性の向上を目指して~

1. 工事概要

本工事は、相模鉄道の羽沢横浜国大駅と新横浜駅(仮称)との間に位置する延長約3,350m、縦断勾配が3.4%の長距離鉄道トンネルであり、東急線との相互直通運転を可能にするものである。本トンネルの軌道両側には電力、信号・通信ケーブルを格納するダクト構造があり、延長10,050m(20,100本)ものプレキャスト製品を設置する工事が含まれている(参照 図-2)。

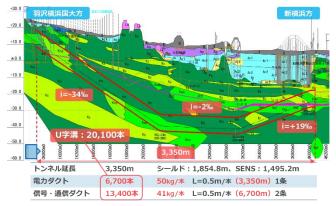


図-1 路線縦断図

2. 採用の背景

過去の類似工事でのダクト構造の施工では、揚重機械に汎用の2.9t移動式クレーンを使用し、重機運転者、玉掛者、合図者等多くの人員を配置して、施工速度は1作業班につき平均60本/日(30m/日)であった。本工事では、工事施工中には他作業の工事車両が多数通過することから、作業効率の改善及び省スペースでの施工方法の立案が求められた。そのため、工場等で使用されるエアバランサに着目し、容易に移動でき、傾斜地でも使用できるプレキャスト製品据付用のアシスト装置を開発した。

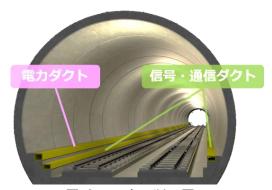


図-2 トンネル断面図

3. アシスト装置(移動式エアバランサ)の特徴

今回の開発では、工場等の荷捌き作業で使用されている固定式の小型搬送機器である「エアバランサ」に着目し、工事現場に適用するための改良を行った。エアバランサは、一般的に工場等で固定して使用され、使用時には機械本体を水平に設置する必要がある。一方、本工事では3km以上の長距離を連続的に移動する必要があり、トンネルの勾配(傾斜)に対応する必要があった。そのため、専用のタイヤ移動台にエアバランサを搭載し、同機械の基部を自動的に水平制御(レベリング)できる装置を新たに開発して組み合わせることで、傾斜のある工事現場でも効率的かつ安全に使用できる機械の開発、実用化に成功した(図-3)。



図-3 装置概要

エアバランサ本体のレベリング 制御は、近接センサー等により機 械基部の水平度を感知して、自動 的にエアシリンダーを伸縮するこ とで、機械本体を短時間で水平化 する機構を開発した。

本アシスト装置の使用荷重は最大 150kg であり、作業者一人での操作が可能で、吊り上げたプレキャスト製品の吊具に手を添えて、ごく僅かな力で吊荷を上下左右に

自在に移動することができる特徴を有している。また、プレキャスト製品 50 kg/個に対する本装置の作業半径は約 3m であり、1 回の据付けでプレキャスト製品を 12 個、6m分を連続的に設置することが可能である。

さらに、アシスト装置全体の寸法は、幅 1.5m×長さ 2.3m であり、汎用機械の 2.9t 移動式クレーン (幅 2.0m×長さ 3.9m) に比べて省スペースで施工でき、機械や吊荷の挟まれや接触災害の防止が図れ、作業安全性が格段に向上した。

4. 取組みの効果

他工事との工期と費用について比較し、本装置の導入効果を検証した(図-5)。施工効率(歩掛)は、他工事での実績60本/日に対して、本工事では50%増の90本/日となり、生産性の大幅な改善に成功し、全体の施工期間を4.3ヶ月間(33%)短縮することができた。また、費用面では、本装置が新規開発品であることから機械費は大幅に増加したが、労務費を大幅に削減

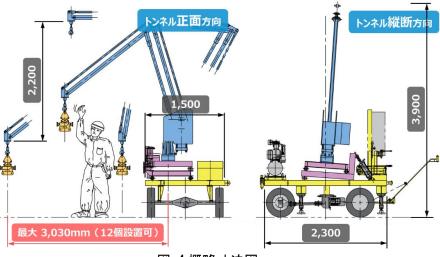


図-4 概略寸法図



写真-1 施工状況



図-5 費用対効果の検証

できたことで、全体としては他工事とほぼ同額であった。将来的には、本装置の量産や更なる改良により機械費用圧縮が見込めることから、工事費の削減も可能である。

5. 今後の展望

プレキャスト製品の設置作業は、あらゆる建設工事で行われているが、施工性や安全性の改良や進歩はなく、さらに、近年の労働者の人員不足と高齢化により工期にも影響している。今回開発・実用化したプレキャスト製品据付け用アシスト装置(移動式エアバランサ)は、様々な建設工事現場で利用でき、工事の生産性向上、工期短縮に有効であることから、今後さらに普及を図っていきたいと考えている。

大成建設株式会社

柱頭部押出し施工による施工性・安全性向上

現場プレキャスト化した柱頭部の押出し架設により工程回復と安全性向上を実現

1. 工事概要

生野大橋は、新名神高速道路 高槻ジャンクション〜神戸ジャンクション間の兵庫県神戸市北区に位置する、橋長 606mの PRC7 径間連続波形鋼板ウェブエクストラドーズド箱桁橋である。本橋は、営業線である JR 福知山線の上空を約 15 度の交差角で横断するため、本構造形式としては国内最大級である中央支間長 188mを有している。また、将来の 6 車線化拡幅に備えて、斜材を構造中心付近に定着した国内初の一面吊り波形鋼板ウェブエクストラドーズド構造である (写真 1,2)。

今回、生野大橋では、P6 柱頭部を現場プレキャスト化し、押出し架設することにより大幅な工程回復と安全性向上を実現した。以下、この取り組み事例について紹介する。



写真 1 生野大橋全景(施工中)



写真 2 生野大橋全景 (完成)

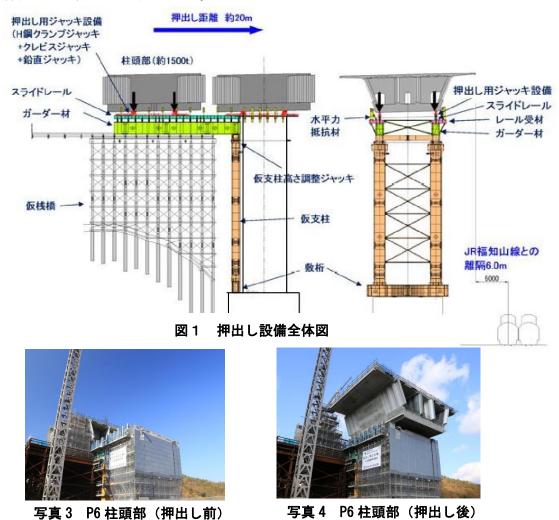
2. 柱頭部の現場プレキャスト化と押出し施工採用の背景

本橋は、鉄道営業線上空という制約条件下で張出架設工事を行うため、鉄道営業線に対する高い安全性 を確保する施工方法が求められた。特に P6 柱頭部の施工は、鉄道営業線近接施工という条件に加えて、 工程上のクリティカルパスであったことから、工程を回復する必要があった。

3. 施工内容とその効果

通常柱頭部の施工は、橋脚天端の脚頭部を施工した後、脚頭部に設置したブラケット支保工により構築を行うが、本橋は脚頭部近傍に設けた仮設構台上で、脚頭部と並行して柱頭部を先行構築(プレキャスト化)し、脚頭部完成後に柱頭部(重量約1500 t)を押出し架設し、横桁部を後打設して橋脚と一体化した(図1、写真3,4)。鉄道営業線から離れた安全な場所で柱頭部の構築を行うことにより、資機材の落下や墜落災害のリスクを軽減し、鉄道営業線に対する安全性を確保して、阻害事故なく工事を完了することができた。

また、柱頭部の現場プレキャスト化と押出し架設により、約2.0 ケ月の大幅な工程回復を実現することができた。本工法の実現には、仮設と本設の構造安全性について緻密な検討を行い、あらゆるリスクを想定した綿密な施工管理が必要であった。



4. その他

本工事では、構造物の品質を確保した上で、大幅な工程回復と鉄道営業線に対する安全確保をいかに両立させるかが課題であった。施工者は、目的を果たすことができる特殊工法を立案し、上述の様々な工夫を凝らしリスクを排除することで実現させた。また設計者も、提案した特殊工法を踏まえた上で、構造物の品質を確保し工程回復できるような設計を行った。さらに、発注者は、これらの提案を理解し請負者を指導しつつ、第三者である鉄道事業者と綿密な協議を重ね、丁寧に説明し承諾を得ている。設計者、施工者、発注者が高い共通認識を持ち、三位一体となってマネジメントを行った結果が課題の達成につながった。

5. 今後の展望

少子高齢化による技能労働者の減少が進む中で、プレキャスト化工法は一つの解決策である。本工事では、工場製作できない大型重量物を現場においてプレキャスト化する技術の一つを開発し実現した。 本工法は、工期が限られる工事でのモデルケースであり、今後、適用拡大を図りたいと考えている。

大成建設株式会社

ICT の杭打設工事への適用と大規模 ICT 土工事により生産性向上

T-pile Recorder による既製杭施工管理と大規模造成工事の ICT 施工管理

1. T-Pile Recorder による既製杭施工管理

1) 概要

従来、既製杭の工事においては、施工データの取得と管理には多大な労力がかかるため、データの自動取得・管理書類作成の自動化は、施工データの信頼性向上と生産性向上にも大きく寄与するものである。大成建設㈱の建築部門で開発された"T-Pile Recorder"は杭の位置や鉛直性などの実測値のほか施工時の掘削電流計値などの計測データおよび工事写真などの各種データの保存と作成を自動化したシステムである。

今回、土木工事にも展開すべく、東京電力(株) 富津火力発電所における LNG 地下貯槽建設工事で、プレボーリング 拡大根固め工法 (Hi-FB 工法) による SC 杭 (φ318.5、L=23.5m n = 45 本) の打設工事を当該システムを用いて施工した。



図-1 既製コンクリート杭施工データ総合管理システム「T-Pile Recorder」の概念図



2) 生産性向上効果と今後の展望

【効果】

- ① 現場を離れてもスマホやタブレットにより進捗や電流計の値および写真が確認できる。
- ② 電流計と写真が自動的に整理され、タブレットにより現場で打ち込んだ帳票とともにクラウドに保存されるため、事務所ではデータ印刷だけで帳票が出来上がり、書類再整理の時間が劇的に少なくなる。
- ③ 計画値と実績の一覧、判定の合否が自動的に帳票となり、打設状況の確認とデータ整理する時間が大幅に短縮される。

【今後の課題】

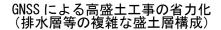
土木工事の場合は、客先毎に施工管理・品質管理項目に若干の差があるため、システムの修正を行い管理項目を一致させるなど、発注者との事前協議が必要であるが、生産性向上と品質向上を同時に達成できる T-pile Recorder を今後も土木工事おいて展開していく予定である。

2. ICT 土工による大規模造成工事の施工管理

1) 概要

ICT 土工は最近では各現場で適用され、生産性向上や品質向上の効果を上げているが、特に大規模造成においてはその効果が最大限に発揮される。東京都内で現在施工している南山造成工事は、開発面積が約87hr、切土量約212万m3、盛土量約197万m3、の大規模造成工事である。施工範囲が広く、土量も多いため毎日の重機台数は約80台/日であり、土量管理、掘削・敷均し・転圧の施工管理、品質管理に対してICTを活用することで生産性を向上させている。当現場で実施しているものは以下のようなものがある。さらに、一日あたり100点にもなるRI測定に対して、i-Padの現場帳票記録ソリューション"i-Reporter"を使い出来形管理表作成の省力化を図っている。

高精度レーザー測量による土量管理 (小型無人航空機 UAV、車両型レーザーMMS)





UAVレーザー測量



車載型レーザー測量



ICT油圧ショベル (0.8m³)



ICTブルドーザ(D6T、21t級)

2) 生産性向上効果と今後の展望

【効果】

- ① 高精度レーザー測量(UAV、MMS)により測量作業日数は大幅に減少した(図-3)。
- ② 特に当現場のような高盛土では排水層等が互層となっている場合が多いため、各層の仕上がり精度が重要となり、GNSS による施工により敷均し・転圧の精度が向上し生産性の向上につながっている(図-4)。
- ③ i-Reporter で現場でのデータ入力・写真撮影を行うことにより、事務所での出来形管理表作成作業が約40%弱削減できた。

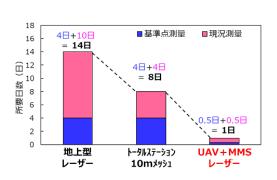


図-3 10万m2 (10ha) 測量時の導入効果

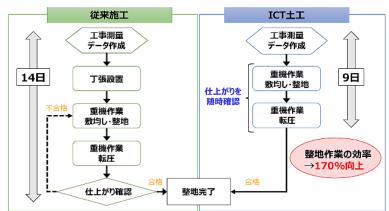


図-4 1000m2 整地土工時の導入効果

【今後の展開】

今後は、土量管理の精度を高めて高品質化を達成していく予定である。さらに、現状のそれぞれの管理方法のトータルでのシステム化を構築するとともに、掘削・運搬・敷均し・締固めという土工事の一連の自動化を目指していく。

株式会社竹中工務店

コンクリート工事の機械化

一連のコンクリート打設、均し、押え作業を機械化でラクラク

はじめに

コンクリート工事においては古くから様々なロボットが開発されてきたが、なかなか本格的に実用化できるロボットを実現できていない。しかしながら、未だにコンクリート作業における改善の要望が多く、建設作業の3Kの代表的な一つとなっている。過去の失敗を踏まえながら、新たなロボット開発の動きもあるが、新規開発のリスクをできるだけ抑えるべく、海外で使われている機械を日本向けに改造して導入し、かつ実際の施工会社、機械を保有・運用するリース・レンタル会社と連携した新たな体制

を構築し、コンクリート打設、均し、押え等の一連の 作業における作業効率の向上、作業員の負担軽減に取 り組んでいる。

導入機械

1) コンクリート分配機

床コンクリート打設作業において、米国製のコンクリート分配機「ラインドラゴン」を改良し、省力化・省人化を実現した。従来、床コンクリート打設作業のうち、コンクリート分配作業は、ポンプ車からの配管をポンプ工が人力で移動させることにより配管の配置調整を行っていたが、コンクリートが管内に充填され重くなっている配管を牽引する作業は非常に重労働で、多くの人手がかかっていた。

そこで当該作業の作業効率向上を目的として、米国製のコンクリート分配機「ラインドラゴン」を、国内の作業所での使用を考慮し、各種資材の軽量化、ブームの小型化等、日本仕様に改良し導入した。当該機械は、配管の筒先でコンクリートを分配する「プレーサー」と、後方で配管の配置調整を行う「ドラガー」の2台1セットで運用しており、どちらも各々のリモコン操作で移動させることが可能である。これにより従来、ポンプ工が3人以上で行っていた作業を2人で行うことが可能となり、また経験の浅い作業員でも操作



従来の配管移動作業



「ドラガー」による配管移動作業



「プレーサー」による筒先移動作業

が出来るため、熟練技能者不足にも有効な機械である。

2) バックパック式バイブレータ

コンクリート打設時の締固めにおいて、バックパック式エンジンバイブレータを採用した。従来のコンクリートバイブレータは操作者とは別に配線介添え役として2名を要し1つのバブイレータに対して3名の作業員が必要だった。バックパック式エンジンバイブレータを使用することで、配線介添え要員を配置することなく、1名での作業が可能となり、省人化、効率化に寄与している。

3) 自動床均し機(ミニスクリード)

コンクリート均し作業においては、床面のレベルを 管理するために高度な熟練技術が必要となる。欧米で 使用されているスクリードと呼ばれる機械を改良し、 レーザー測量器と連動して自動レベル制御するバイブ レータ付ブレードで床均し・床面レベル管理を行うこ とにより、熟練工以外でも品質の向上が図れる。ま た、中腰姿勢での作業が減り、作業員の身体的負担の 軽減にも寄与している。

4) 床押え機(騎乗式トロウェル)

床押え作業では、作業員が手動式トロウェルを手で持って振り回しながらの操作で押え作業を行うことがほとんどである。今回、新たに海外製の軽量騎乗式トロウェルを導入することで、施工スピードが上がり施工効率の向上につながると共に、騎乗式のため作業員に過度の労力(体力)を掛けず施工でき、身体的負担の軽減にも寄与している。

おわりに

これらの機械を当社およびリース・レンタル会社で 保有し、運用を開始した。今後ともコンクリート工事 協力会社と共同で、実際に作業する作業員の意見を聞 きながら、随時製品の改良開発を行い、作業所に積極 的に導入していく予定である。



バックパック式バイブレータ



自動床均し機「ミニスクリード」

自動床均し機「ミニスクリード」の仕様

重き	248 kg
幅	775 mm
長 高 さ	1,900 mm
高さ	1, 100 mm
エンジン	7. 9 HP/5. 9 kW Honda GX240
タイヤ	ハイフロート
均し幅	2.0 m



騎乗式トロウェル

株式会社 竹中土木

非開削工法の適用における生産性向上について

工期短縮!!既設建物間の地下連絡道を非開削工法(URT 工法)で実現!

1. はじめに

都市部の既設建物間の地下連絡道工事では、土留め 壁を施工後、開削工法により躯体を構築する施工方法 が一般的である。

2014年10月~2018年4月(I期工事竣工)、大阪市 北区梅田において、大阪神ビルディング(地下5階、 地上11階)と新阪急ビル(地下5階、地上12階)の 建替工事が行われた。本工事は深度 GL-18.2m~-10.3mにおいて、地下連絡道(L=21.95m)でこの2棟 間を接続する工事であり、地下連絡道の直上 30cm 付 近には40,000人/日の歩行者が通行し、営業中の店舗 が存在する大阪駅前ダイヤモンド地下街がある(図-1、写真-1)。さらに、地上の道路は大阪駅前の渋滞 を回避する車両の抜け道になっており(写真-2)、 埋設配管も複数存在する。

当初設計案は開削工法が採用されていたが、地下 連絡道直上の地下街やその上方の一般道路等への影 響が大きく、工期も長期間要するなど生産性が劣る 可能性があった。そこで、地下街や一般道路等への 影響をできるだけ低減させるとともに、工期短縮が可能 な工法選定および施工計画立案を行うこととした。

2. 工法選定

地下連絡道を開削工法により施工する場合(図-2)、道 路占用による夜間作業が主体となり、各インフラ埋設設備 の移設、または残置・防護を伴う施工となる。同時に、営 業中の大阪駅前ダイヤモンド地下街を分割し、撤去~復旧 を繰り返して施工するとともに、地下街への階段の撤去や 地下街の機械室や電気室の盛替えが必要となり、地下街の 営業等への影響が大きく、工期の長期化が懸念された。そ こで、道路占用の制約を受けることなく昼夜作業が可能か



図-1 工事平面図



写真-1 大阪駅前ダイヤモンド地下街

写真-2 上部道路

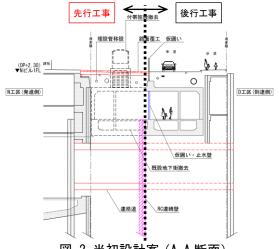


図-2 当初設計案(A-A 断面)

つ、大阪駅前ダイヤモンド地下街等の営業を停止させないために、非開削工法のアンダーパス技術であ

る URT (Under Railway Tunnel) 工法を検討し、採用することとした (図-3)。なお、当工法は鉄道直下のトンネル掘削工法であり、都市部では施工事例のない工法であった。本報では、大阪駅前ダイヤモンド地下街の営業を維持したまま、その直下で URT 工法によるトンネル掘削を行い、生産性の向上を図った施工事例について報告する。

3. URT 工法の概要

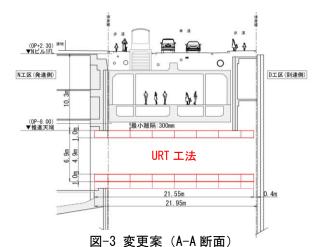
URT 工法を用いたトンネル掘削工事は、地下連絡道の外周(縦 6.9m×横 10.1m)に□1.0m×1.0mの 鋼製エレメント(L=約 3.0m/ヶ、t=約 22mm、写真-3)を推進ジャッキにより順次推進(写真-4)し、 鋼製エレメント内にコンクリートを充填し、PC 鋼 線で緊張後、閉合された鋼製エレメントの内側(縦 4.9m×横 8.1m、A=39.7m²)を掘削する工事である。

4. 工程短縮の一例

一般的な鋼製エレメントの施工手順は、推進用の架台盛替作業の 効率性から、最中央の鋼製エレメントを初期推進し、その後二班体 制で左右外側の鋼製エレメントを順次施工する(図-4-(a))。当工事 では、初期段階から二班体制施工による効率化を検討し、右上の鋼 製エレメントと左下の鋼製エレメントを同時に初期推進することを 検討し、実施した(図-4-(b))。鋼製エレメントの確実な閉合を行う ためには、この2つの基準エレメントの精度を±30mm以下に抑える 必要があった。そこで、日常管理の頻度を増やし、両エレメント相 互の位置関係を的確に把握することで、無事閉合することができた。

5. 当初設計案と変更案の工程比較

当初設計案と変更案の施工日数の比較を図-5 に示す。当初設計は、先行工事と後行工事の分割施工であり、埋設管の移設や土留め壁の構築、既設地下街の撤去などが重複する。さらに、地上作業は道路規制の制約から夜間作業が主体となり、工程への影響が非常に



3.0

97 加工中

写真-3 鋼製エレメント (標準)

写真-4 推進状況



(a) 一般的な推進順序



(b) 初期二班体制における推進順序 図-4 推進順序 (B-B 断面)

大きく、38 カ月間を要することが想定された。一方、URT 工法は、昼夜作業が可能であり、一般道路および地下街の通行規制が不要で、工程への影響も小さい。結果として、21 カ月間で工事を完了させることができ、17 カ月間の工程短縮を実現し、生産性向上に寄与できた。



図-5 施工日数の比較

鉄建建設株式会社

現場施工計画の3次元化の取組み

橋梁上部工施工における3次元仮設計画事例

1. 仮設計画3次元化の経緯

東京都西部の渓流沿いを通る檜原街道バイパス工事・橋梁上部工新設において、仮設構台の橋脚計画 位置がオーバーハングしており、仮設計画の見直しが当初からの課題であった。しかし、渓流の複雑な 現況地形を正確に把握することが困難であったため、3次元測量の活用を検討することになった。



写真 1 渓流地形(上空)



写真 2 渓流地形(近景)

2. 3次元化による仮設計画の内容

(1) オーバーハングする地形の現況測量

渓流地形により人が容易に近付けないため、UAVによる測量を採用した。空中写真測量では、オーバーハングした地形側面を捉えられないため、3次元レーザースキャナ搭載型UAVによる測量を採用した。側面を測量するため高度をぎりぎりまで下げ、地形データを取得できた。現地測量は2時間ほどで終わり、1週間後には点群データを確認することができた。





写真3 UAV3次元レーザースキャナ測量

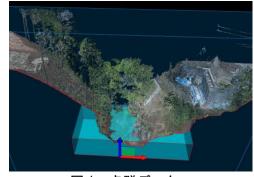
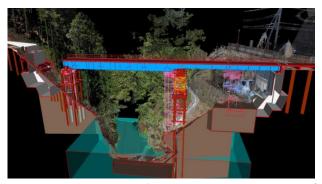


図1 点群データ

(2) 仮設橋脚位置の変更検討

仮設構造物の3次元モデルを作成し、測量した地形データと合成した。2次元図面では分かりづらかった橋脚と地形形状の位置関係が視覚的に分かり易くなった。変更前後の橋脚位置と基礎構造の変更(直接基礎から杭基礎へ)も1つのモデルで容易に確認できるようになった。



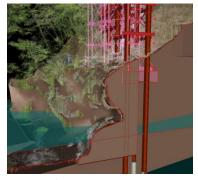
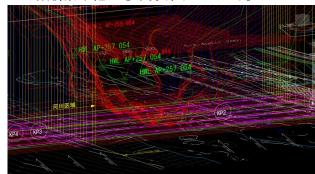


図2 3次元モデルによる橋脚位置確認(ピンク色は当初計画)

社内の施工検討や発注者との変更協議においても状況が一目瞭然で打ち合わせがスムーズに行えた。 画像だけでは分かりづらいが、モデルを回転することで立体的な形状や位置関係をはっきり認識することができる。また、3次元データからは2次元図面を抽出でき、設計変更や河川協議の資料として活用することで業務効率化にも十分寄与している。



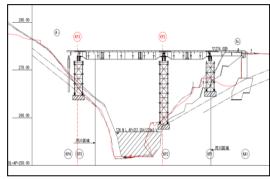


図3 点群から抽出した断面(3次元CADと2次元CAD)

(3) 現地確認AR

作成した3次元モデルの手軽な活用法として、iPad で現地に実寸大のAR表示ができるアプリを作成した。今後は、設計3次元モデルがあれば施工前に完成時のイメージが確認でき、施工検討に役立つ。また、発注者や地域住民への工事説明ツールとしても効果的だ。現在は改良を重ね、色や透明度の変更や会議室などでの縮小表示も可能となり見やすくなっている。



写真 4 現地 A R表示

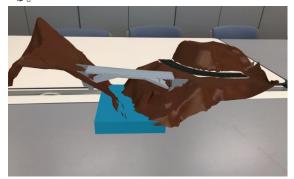


写真 5 AR(縮小表示)

3. おわりに

今回の事例は、現況測量や施工計画を3次元化することへのメリットを感じられる良いモデルケースとなった。今後もより一層のBIM/CIMの推進に向けて、構築の品質・出来形管理など施工管理にも活用の幅を広げていきたい。

東亜建設工業株式会社

海上地盤改良工事における業務効率化の取組み

ICT 及び BIM/CIM 活用による地盤改良の「見える化」

<u>工事概要</u>

名古屋港では、自動車関連産業の国際競争力を維持・強化するため、 非効率な荷役形態の改善や自動車運搬船の大型化への対応および大規 模地震発生時の物流機能を維持する点から、金城ふ頭再編改良事業が 実施されている。事業計画における岸壁の諸元は、全長 260m、水深-12m であり、構造はハイブリッドケーソンによる重力式構造であるが、計 画箇所には軟弱な粘性土が海底面から厚く堆積(約 20m)している。本 工事は、岸壁の安定性を確保するため軟弱な粘性土を深層混合処理工 法(CDM)にて地盤改良を行ったものである。



図1 施工箇所概要

取組み内容

1) 「作業船 3D 施工管理システム」の概要

当システム「作業船 3D 施工管理システム」は、主に施工状況の「見える化」と、電子納品に関わる作業の効率化を実現するものである。施工状況の「見える化」は、あらかじめ入力した改良体(杭)の配杭情報や作業船に設置した計測機器やセンサ情報より、施工の進捗状況や、作業船との位置関係を可視化(図 2 参照)するとともに、現場事務所や発注者事務所といった遠隔地においても、施工の進捗確認を可能とする。また、電子納品に関わる作業の効率化は、主に出来形管理帳票の作成と、改良体の BIM/CIM モデルの作成を対象としている。打設日報と施工情報(作業船データ)を読み込むことで出来形管理帳票を自動作成する機能と、出来形管理帳票の管理項目(打設位置や改良杭長等)を属性情報として付与した 3 次元 BIM/CIM モデル(図 3 参照)の自動作成機能により、現場職員の施工管理や書類作成等の業務の効率化の達成を目指すものである。

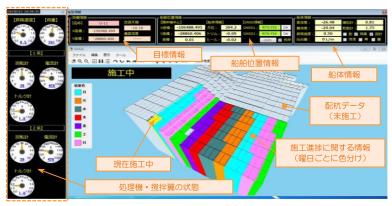


図2 システム管理画面概要

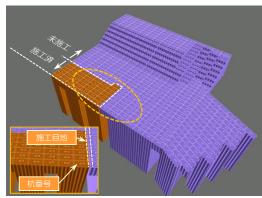


図3 BIM/CIMモデルイメージ

2) 現場での活用事例

当システムの本工事への適用にあたっては、現場特性を鑑み、①多拠点での施工進捗状況の情報共有、②出来形管理帳票作成の効率化、及び③施工情報の「見える化」を、重点的に現場主体で実施した。①については、作業船内に設置したシステムの管理画面を、ネットワークを介し現場事務所、支店、発注者事務所それぞれで閲覧可能にし、関係者間での情報共有を効率的に行った(図4参照)。これにより、社内での進捗確認の打合せ回数を削減できた。②については、導入時に現場で操作説明を行った後、出来形管理帳票の作成は現場職員にて行った。従来の手法と比較すると、打設日報と施工情報から帳票を作成する時間が、チェックの時間を含めると20%程度に削減することができた。③については、出来形管理帳票に記載される施工情報を、対応する改良杭に紐付けすることで、システムの管理画面上にて各改良杭の施工情報を確認することが可能となり、施工管理に役立てることができた(図5~7参照)。



図6 作業船による施工状況 (手前)



図 4 管理画面共有状況



図 5 施工情報表示例



図 7 システム管理画面表示例

3) 今後の課題

現時点では、設計データやBIM/CIMモデルの作成は、専用のBIM/CIMソフトウェアと高スペックPC等の動作環境を必要とする。また、データの操作や編集は、これらのソフトウェアを熟知した技術者が行う必要があるため、本社や外注での対応が中心となる。今後当システムを用いて、さらなる業務の効率化や生産性向上を達成するためには、これらの作業を簡略化し、現場での操作に移行することが重要である。また、海上の地盤改良におけるBIM/CIM活用については、マニュアルや実施ルールが未整備であるため、今後プロジェクト全体への展開を考えた場合、これらの整備を推進することが重要であると考える。

おわりに

本取組みの紹介は、作業船の施工システムに限定したが、作業船を用いた地盤改良の生産性向上に向けては、作業船自体の自動化・省力化技術の発展が望まれる。本取組みを通じて、これらの技術と融合したさらなる生産性向上を推進していく所存である。

東急建設株式会社

ICT を活用した場所打ち杭の施工における生産性向上の取組み

ICT 杭打設管理システムによる場所打ち杭の施工管理の省力化、効率化

<u>1. 工事概要</u>

当工事は、石巻市幸町地内に毎秒 17.4 ㎡を排水する雨水ポンプ場を新設する工事である(図-1)。当該ポンプ場は、石巻海岸平野の低地に位置し、軟弱な沖積層が厚く堆積しているため、杭基礎として、オールケーシング工法による場所打ち杭の施工を行った。

当該施工箇所は、支持層が横断・縦断方向に傾斜し、かつ、ポンプ場の複雑な構造から杭径 6 種 (φ 1000~1800)、掘削深度(杭頭位置および杭先端位置)が異なり(図-2)、複雑な施工状況下で、施工時の精度管理(偏芯・傾斜・高さ管理)と共に、効率的な施工管理が非常に重要であった。



図-1 ポンプ場完成イメージパース

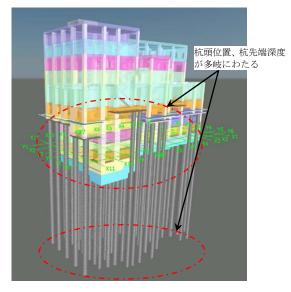


図-2 ポンプ場 3次元モデル図 (場所打ち杭の可視化)

2. ICT 杭打設管理システムの適用

当工事では、場所打ち杭の出来形・精度管理の向上に加えて、施工時の生産性、作業効率の向上のため、当社自主管理システム「Tc-PEAR 工法」(パイルナビ(NETIS: KT-120091-VE)へ杭の打設深度・支持層判定データを一元管理できるようにカスタマイズしたシステム)を適用した(図-3)。

本システムは、ノンプリズムトータルステーション(TS)を用いた杭打設位置(平面位置)情報、傾斜計及び深度計から得られる地中部の情報を車載モニタに「見える化」し、リアルタイムに杭打設位置への誘導・精度監視をすることで、掘削長が36.5m~55.9mと複雑な条件下での場所打ち杭の位置出しから杭打機セット時の準備工の省力化および施工途中の精度管理(杭偏芯、傾斜管理、掘削深度、支持層着底管理)の効率化が図れる。予め、3次元モデル化した杭の座標をTSに入力し、施工する杭の位置を自動

で計測・位置誘導を行う。計 測の際はケーシングの上下 2 点ずつ計 4 点を測定し、ケー シング位置と傾斜の算出を行 う。支持層着底管理のための 掘削深度、電流値は全周掘削 機に接続している油圧ユニッ トからデータを入手し、杭管 理システムで一元管理する。 計測結果は、操作室(オペレー タ)と管理場所のパソコンモニ タに表示することによって元 請と協力会社が情報を共有

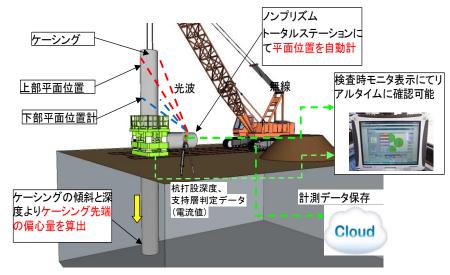


図-3 ICT 杭打設管理システムの概要図

し、双方でリアルタイムに管理することができる。



写真-1 場所打ち杭施工状況(管理状況)



写真-2 パソコンモニタ(管理モニタ)

3. 杭打設管理システム導入の効果

従来の管理方法と準備にかかる時間を比較すると、杭打設管理システムの導入により、杭打設前の準備工において大幅な時間の削減(50%削減)を行えた(図-4)。

また、従来の方法では、準備段階だけでなく、杭施工中も2 方向(X、Y)からケーシングの傾斜(鉛直性)を計測管理し、修正 が必要な場合には計測管理者と作業員間で情報伝達を行うな ど、計測管理者の配置が必要であるとともに、作業の手戻り等 が発生していた。本システムの適用による場所打ち杭の施工管 理の「見える化」によって、関係者間での情報共有を円滑に行 うことで、余計な時間と労力を省ける非常に有効な手段であ り、場所打ち杭の施工管理の省力化、測量等の作業の効率化を 図ることができ、生産性向上に大きく寄与できた。

従来管理 杭打設管理システム



図-4 導入効果(従来管理との比較)

戸田建設株式会社

IoT を活用した建設現場の作業者安全モニタリングシステム

~ゼネコンが取り組む安全管理について~

1 はじめに

近年、毎年のように熱中症を始めとする体調不良により救急搬送される人数は、年々増加の一途をたどっている。当社内においても、熱中症の恐れのある作業者に対し、都度適切な対応を行い、重大事例にならないよう努めている。これは重要な管理項目である一方で現場職員への過大な作業負荷につながっている。この対策を行うことで、作業員の安全と、職員の業務軽減が、達成できると考え、作業者安全モニタリングシステムの開発に至った。



写真 1 センサデバイス装着イメージ

2 開発時の検討事項と企業連携

開発に当たり、建設作業現場において炎天下の作業環境の下個々の作業者の体調変化をモニタリングするために、生体データの計測をしている。得られたデータを分析・検証することで、注意喚起に結びつく体調変化の検証について模索した。また、付け忘れを防止するため、作業者が普段から身に着ける装備に着目し、軽量・小型を目指して開発を進めた。生体データを取得するために、額近辺に装着することも必要であった。また、頭部のため外部からの視認性がよい。(写真 1)

開発は2016年6月より着手し、村田製作所は測定器の開発及びシステムの構築、戸田建設は検証現場提供や実証確認からのフィードバックを担当した。生体データの取り扱い、分析精度の向上を目的に、豊橋技術科学大学へ協力*1)を要請し、2017年4月より3社共同研究にて取り組みを継続した。

◇設計基本コンセプト

- ・熱ストレスレベル※② 等の健康状態の変化の把握
- 複数作業者の同時管理
- ・取付け簡単で複雑でないこと
- ・USB 充電にて繰り返し使用できること
- ・重量は、既存のヘッドライトと同程度
- ・注意喚起の警報情報の発信
- ・作業用ヘルメット※3)に、装着可能なこと
- ・設定や不要な操作をなくすこと
- ・連続使用が1か月程度
- ・使用環境に応じた防水・防塵性能であること

3 当システムの概要と構成

当システムの使用にあたり、現場作業員のヘルメットに取り付けたセンサデバイスから、作業員自身の生体データおよびその周辺の作業環境状況のデータを取得する。取得されたデータは、定期的に(通常2分/回)送信され、クラウド上で集約される。集約されたデータと、独自の閾値を比較することで、作業者個々の集約されたデータと独自の閾値との比較から変化を判断し、管理者のパソコンや事前

に登録された現場監督者へアラート通知を行う。(図 1 および 2) 送られたアラート情報を元に、該当作業者への適切な処置を行うことで、健康維持に貢献する。



図1 パソコン上での確認画面一例

図 2 当システムの使用機器構成※4)

4. 現状の導入状況

当社への導入は 2019 年 5 月より開始しており、当社施工の建設現場数件への導入を実施している。 規模も様々で、30~150 台程度の導入としている。作業員への対応として、全作業員に対して高齢者や 危険作業者等優先順位を付けた先行導入という形式をとった。(写真 2)

装着者からは、「安全に対する意識の向上が図れた」や「見守られている安心感が得られた」などの高評価を得た一方、「アラートが出ない作業員の機器が本当に稼働しているのか」や「ミドリ安全製へルメット以外への装着に対応してほしい」という意見が寄せられた。

2019 年 12 月現在で全国 6 現場に各 100 台程度の導入を進めている。

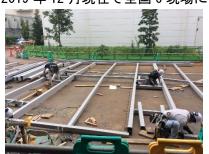






写真 2 装着者の作業風景(ヘルメットの後部にわずかに見える)

5. 今後の展開

導入後の反響が大きく、様々な業種・条件下での問い合わせを頂き、2019 年夏季には様々な状況下での試験運用を実施した。"熱ストレス"からスタートしたモニタリングシステムではあるが今後、 "予想される災害の見える化"、"災害を未然に防ぐための見える化"を行うことで、更に安全で快適な作業環境の提供を行った。また、無災害労働時間をリアルタイムに管理し見える化を実現することで、作業者と現場監督者が安全に対してより一層高い意識を保つことができる環境づくりを目指したい。

□補足事項

- ※1 参考文献:村江他, 温熱環境と作業運動が人体に及ぼす影響に関する研究(第1報),空気調和・衛生工学会学術講演梗論文集概集,2018
- ※2 熱ストレスレベル:様々な生体データを計測して、総合的に判断する本システム独自のパラメータ。 疾病の診断や予防、予知を行うものではない。なお、本製品は医療機器ではない。
- ※3 ヘルメット: ミドリ安全(株)製を推奨。
- ※4 特定小電力無線:免許を必要としない特定小電力無線局の仕組みを使った無線システム。本システムは、920MHz 帯を 利用している

飛島建設株式会社

覆工打設高さ管理システム「スターライトセンサシステム」

照度センサと LED 照明でコンクリートの有無を判別して「見える化」

工事概要

「長門俵山道路 大寧寺第3トンネル北工事」は、山口県長門市に位置する総延長1,892mの大寧寺第3トンネルのうち、北工区の1,223.9mを施工したもので、長門俵山道路は2019年9月に開通した。

本工事において、照度センサと LED 照明をセントル型枠表面に埋め込み、コンクリートの有無を照度で判別して打設状況をリアルタイムに可視化する、覆工打設高さ管理システム「スターライトセンサシステム (NETIS: KK-180021-A)」を開発し、適用した。

センサ部の概要

図1に照度センサと LED 照明のセントル表面への設置例を示す。照度センサと LED 照明が1つずつで1セットとなっており、コンクリートが照度センサの高さまで打設されていない場合、LED 照明から照射された光は、防水シートに反射して照度センサまで届くが、コンクリートが打設されると光が照度センサまで届かない。この照度の差を利用することで、スターライトセンサシステムはコンクリートの打設高さを検知することができる。

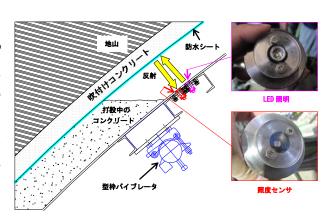


図1 照度センサと LED 照明の設置例

なお、今回スターライトセンサシステムを導入したセントルには、縦断方向に5断面、1断面あたり周 方向に打設高さが一定の増分となる間隔で11セット、合わせて55セットを設置した(図2)。多数のLED 照明によって打設空間の照度が確保され、作業効率や安全性の向上にも寄与するシステムである。

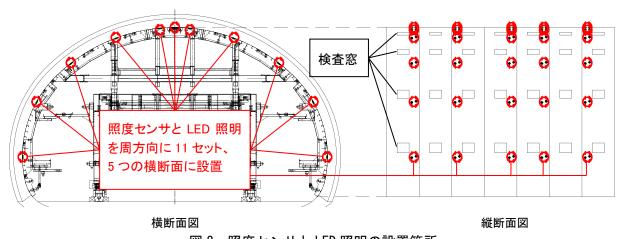


図2 照度センサと LED 照明の設置箇所

管理画面の概要

セントルの切羽側の妻部付近に設置した大型ディスプレイには、打設高さ等の情報が示された管理画面が表示されている(図 3)。管理画面は制御用 PC で管理されており、打設高さの経時変化やコンクリートポンプ車から送付された情報は自動的に記録される。制御用 PC から出力された管理画面は、セントルの大型ディスプレイに表示される他、クラウドサーバを介して、坑内外、ならびに遠隔地でもスマートフォン等の情報端末で、打設の進捗具合を確認することができる。

型枠バイブレータの自動締固め機能

本システムは「型枠バイブレータ集中制御システム (旧 NETIS: KT-130066-A)」と連携して、コンクリートが打ち上がった箇所に対し、タイマー制御によって自動で締固めを行うことができる。誤動作を避けるため、「30 秒連続して照度が閾値以下となった場合」を「コンクリートがその高さまで打ち上がった」と判別する制御となっており、その後タイマーで事前に設定した秒数だけ型枠バイブレータを振動させる。機械による自動制御を行うため、振動不足による締固め不足や振動過多による材料分離のリスクを排除することができる。

照度向上による生産性の改善効果

写真 1、2 に示す通り、LED 照明によって他の照明 がなくとも暗くなりがちな打設空間内での視界を十 分確保できていることがわかる。現場作業員からは、 打設作業がしやすくなった、との評価を受けている。



打設高さ情報 表示部

コンクリートポンプ情報表示部

図3 管理画面の表示例

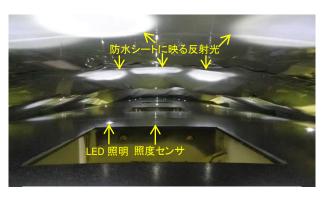


写真1 セントル天端部

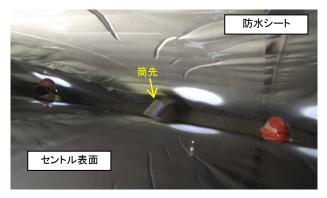


写真2 側壁部の打設状況

完全自動打設システムへの取組み

本工事では試験導入の位置づけで、肩部から天端部にかけての部位でスターライトセンサシステムと型枠バイブレータを連動させ、コンクリートの締固めができることを確認した。したがって、連動する型枠バイブレータの数を増やせば、例えば、中流動コンクリートでは締固めを自動化することが可能であると考えている。今後は、照度センサと型枠バイブレータの数及び位置と、締固めのタイマー制御部分を改善して、さらに実用化を図る予定である。

西松建設株式会社

高速ずり搬出システムの開発と適用

3つの要素技術の組合せにより、ずり処理時間を30%程度削減

<u>1. 開発の背景</u>

近年の長距離山岳トンネルにおいては、幹線道路や鉄道の早期開通に向けて急速施工が求められることが多くなってきている。発破掘削の場合には一連の施工サイクルの約3割をずり処理作業が占めていることから、急速施工を実現する一つの方策としてずり処理作業の高速化が有効であると考え、環境や安全に配慮したずり処理手法として採用事例が増えてきている連続ベルトコンベヤシステムに着目した。

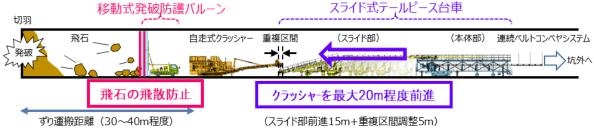
飛石の衝突防止や日々の切羽進行のため、先端設備であるクラッシャーと切羽の離隔距離は 60~90m 程度となることが多い。そこで、この距離を短縮し、サイドダンプ等のずり積込機械の走行時間を減ら すことで、ずり処理作業の高速化を図ることとした。

2. システムの概要

開発した高速ずり搬出システムは、「移動式発破防護バルーン」、「自走式クラッシャー」、「スライド式テールピース台車」により構成される。移動式発破防護バルーンでクラッシャー等の坑内設備を飛石から防護するとともに、スライド式テールピース台車で離隔距離を一定に保つことで、ずり運搬距離を常に短く保ち、ずり処理作業の高速化を図る。構成設備の特長を以下に述べる。

(1)移動式発破防護バルーンによる離隔距離の短縮

移動式発破防護バルーンは、厚さ 1m 程度のバルーンを展開してトンネル断面を塞ぎ、発破時の飛石を受け止める装置である。本装置は、バルーンや展開に用いる送風機等を車載しており、切羽の進行に合わせた任意の位置において数分間程度で設置・撤去することができる。クラッシャー等の坑内設備を飛石から防護することで、離隔距離を 30m 程度にまで短縮することが可能である。



高速ずり搬出システムのイメージ



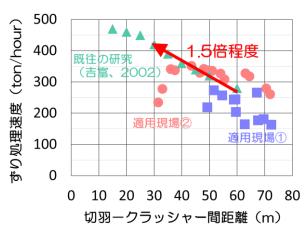
システム構成設備



移動式発破防護バルーン



スライド式テールピース台車



ずり処理速度と離隔距離の関係

(2) 自走式クラッシャーとスライド式テールピース台車による離隔距離の保持

スライド式テールピース台車は、テールピース台車にスライド機構を設けることで、ずり受入部が前方に張り出すように改造したものである。本装置のスライド機構を活用するとともにクラッシャーとの重複区間を調整することで、連続ベルコンの延伸作業を行うことなく、クラッシャーを最大で20m程度前進させることができる。また、クラッシャーは、切羽進行に合わせた移動や設置位置の調整を行うために自走式のものを選定する。これらの装置を用いることで、短縮した離隔距離を一定に保つことが可能である。

3. 導入効果

本システムを当社施工中の山岳トンネル工事に適用した結果、離隔距離の短縮によりずり処理速度が 向上する傾向が認められた。一般的には、上図に示すように、離隔距離を 60m から 30m に短縮すること で、ずり処理速度が 1.5 倍程度に向上することが見込まれる。

本システムを活用してずり処理作業の高速化を図ることで、作業に要する時間が30%程度削減され、 これにより施工サイクル全体に要する時間が10%程度削減されることが期待される。

今後は、現場適用を通して施工データの取得やシステムの改良を継続していく。

株式会社 長谷エコーポレーション

工業化による生産性向上

施工手間の掛かる部位を PCa・ALC で工業化し、歩掛を伸ばす

1. PCa 化が求められる部位

当社では、設計施工による集合住宅物件が多く、他社と比較し工業化部材の形状の標準化および採用の水平展開がしやすいという長所がある。

建築工事における PCa の採用は、工期短縮や品質確保の面でメリットがある一方、PCa 工場から部材を輸送する運賃などが乗ることによりコストは一般的に在来の RC 工法よりも増大する。当社では、在来工法で手の掛かる部位を中心に PCa 化・工業化を図り、在来工法の躯体工事の歩掛を伸ばし、コストメリットを出しつつ生産性の向上を目指している。

2. PCa 化による省力効果

当社の施工物件で PCa 化の採用を促進している部位について PCa 化による省力効果を分析する。

【RC10F 97 戸の物件での実績】

採用部位…内床ハーフ PCa、外床ハーフ PCa、外部階段フル PCa、手摺・鼻先・マリオン PCa

- ・工程短縮効果(基準階 2F~10F) : 30%短縮(当社標準工期比)
- ・省力効果(基準階 2F~10F 躯体労務) : 22%減(当社在来平均人工比)



階段 PCa



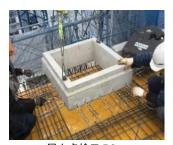
階段ささらPCa



パラペット PCa



鼻先・マリオンPC



屋上点検口 PCa



EV前排水溝 PCa

3. ALC 袖壁『スリムウォール』の開発

RC 造の集合住宅において、外部廊下のメーターボックスから住戸内に配管類(電気配線、給水・給 湯管、ガス配管等)を取り込むために、柱際には複数の貫通孔を設けた袖壁が必要となる。(図 2)

開放廊下側、およびバルコニー側の非構造壁にALCパネルを採用するケースが増えてきた中で、施工に手間がかかる設備配管用貫通孔付きRC袖壁は、躯体工事省力化を推進する上で弊害となっていただけでなく、品質管理に手間の掛かる部位であった。

そこで当社では、あらかじめ共通化した設備貫通孔を設けた ALC 袖壁『スリムウォール』を開発することにより、現場生産性の向上と品質確保を実現した。

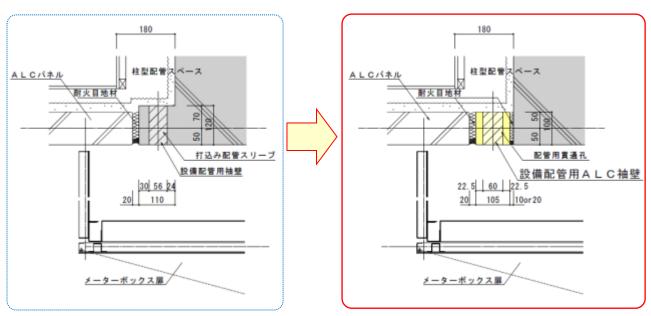


図 2 設備配管用 RC 袖壁 (従来)

図3 設備配管用 ALC 袖壁 (開発品)







図 4 ALC 袖壁 材料·施工状況写真

4. まとめ

建設業の従事者が減少していくことが予想される状況下において、生産性向上に向けた取り組みは今後さらに重要度を増していく。

当社としては、これまで熟練工が担ってきた手間の掛かる割に歩掛の伸びない作業を工業化・ユニット化等によってフォローすることで、建設業へ入職するハードルを下げるとともに、外国人労働者の他、多様な労働力を活かせるよう引き続き取り組んでいく。

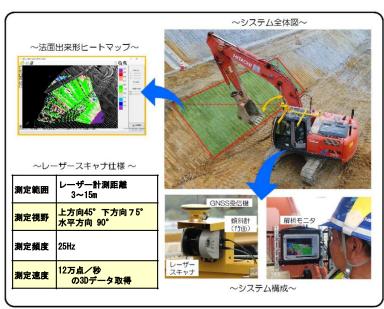
株式会社フジタ

重機搭載レーザー計測システム

土工事の出来形計測を省人化

1. 概要

重機搭載レーザー計測システム(重機 LS)は重機に搭載したレーザースキャナーの計測により、移動しながら現場内の任意の位置で面的な出来形座標を取得するシステムです。従来の地上型 LS を用いた測量は、盛り替えに時間を要するという難点があるが、このシステムは、自己位置を高精度に測位でき、移動しながら計測が可能です。

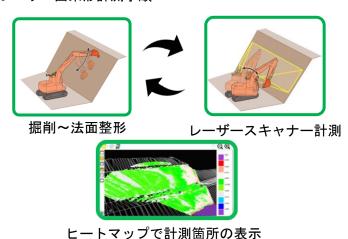


システム概要図

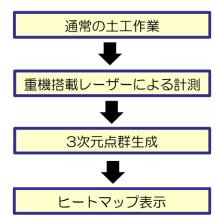
2. 特徴

- 屋外用の安価な2次元LSを使用し、重機を旋回させて計測することで3次元データを即時に取得できるため、高価で耐久面で課題のある3次元LSに比べ、汎用性と普及性の高いシステム
- 作業の進捗に応じた部分的な LS 計測で、簡易的な出来高数量の算出が広範囲で可能
- 重機に後付けで容易に搭載でき、計測は運転席のタッチスクリーンで操作が可能
- UAV 測量のように雨天・強風など作業環境や地形条件の影響を受けずに安定した測量が可能
- 計測時間が短いため、測量作業が大幅に省力化され土工事の生産性が向上

3. レーザー出来形計測手順



<レーザー計測手順フロー>



4. PRISM 現場試行の概要

本技術は、国土交通省の「建設現場の生産性向上を飛躍的に向上するための革新的技術の導入活用に関するプロジェクト」に採択され、労働生産性の向上を図る技術として、実際の造成工事に重機 LS を導入し効果を検証した。概要を以下に示す。

<試行現場の概要>

・工 事 名:土岐口開発造成工事(1)

・概 要: 開発面積 37.6ha の造成工事

・発 注 者:岐阜県土岐市土岐口財産区・工 期:2017年9月~2020年4月



従来の地上型 LS 計測

現場全景 データ取得 7,400㎡ ・精度検証 ・整形作業後の3D測量 ・出来が検査

現場全景写真

<試行業務の概要>

・概 要:データの取得活用により労働生産性

の向上を図る技術「重機 LS」の試行

・委 託 者: 国土交通省中部地方整備局 ・試行期間: 2018 年 11 月~2019 年 3 月



重機 LS 計測

5. 現場試行の成果まとめ

①施工性の向上

出来形管理の省略で1時間/日の時短を実現、短縮 された1時間の活用で重機稼働時間の向上(図-1)

②検査・書類の大幅な簡素化

3 Dデータのクラウド伝送で事務所にて出来形帳票を一括出力、帳票による合否判定が可能(図-2)

③人工の低減

専門的なスタッフが不要(図-3)

④法面整形作業量の向上

ICT建機+重機LSの活用で作業量

21%の向上(当社計測による)を達成

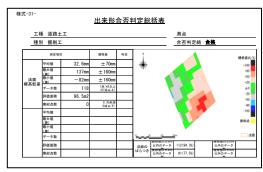


図-2 法面出来形帳票(合否判定)

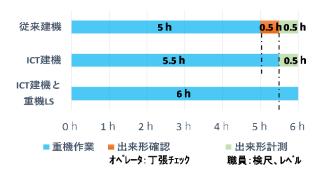


図-1 法面整形の1日単位作業時間比較

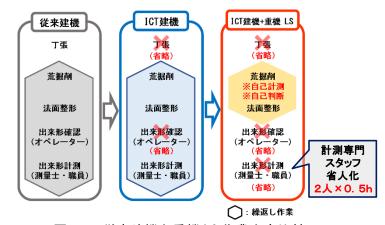


図-3 従来建機と重機 LS 作業内容比較

前田建設工業株式会社

電子野帳を活用したスマートデバイスによる施工管理業務

協力会社とも繋がるICTツールによる施工管理業務の生産性向上

1. はじめに

国土交通省「i-construction」の推進により、土工を中心とした施工の効率化やCIMの活用が進展しているが、帳票作成、打合せ、品質管理、安全管理など職員が直接関与する施工管理業務においては、いまだに従来のやり方が根深く残っており、効率化が遅れているのが現状である。

当社は、2017年よりICT技術の積極的な利用による生産性向上を目的として、スマートフォンおよびタブレット端末を全作業所職員に配布するとともに、施工管理職員の実務に直結したアプリケーションの提供、施工フィールドの通信環境を整備することで、施工管理の生産性向上を加速させる取組みを推進している。本文では、上記の取組みにおける施工管理業務へのスマートデバイスおよび電子野帳の導入による生産性向上事例について紹介する。

2. スマートデバイス活用と電子野帳の概要

・電子野帳の選定

電子野帳も含めた生産性向上に必要なアプリケーションの導入に際しては、作業所職員労働調査を実施し(図1)、生産性向上効果の高い業務を事前に分析した。また、それらの結果からコミュケーションの高度化および移動時間の短縮、書類作成時間削減を目的とした(図2)導入アプリケーションを選定した。

・電子野帳の概要

これまで、現場職員は、測量や現場管理状況の記録を野帳と呼ばれるメモ帳に記録し、記録した情報の共有は、現場事務所に移動し、別途、撮影した画像等と組み合わせるなどして回覧や周知資料、帳票

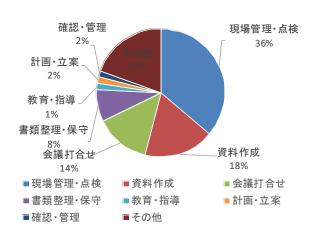


図-1 作業所職員の労働時間配分と分析

生産性向上業務 業務改善対策 3 分類 「会議・ 打合せ」 「現場管理 ・ 点検」 「会議・ ・ 点検」 「書類整理 ・ 保存」 「資料作成」 「発育・安全書類作成手順の削減 ⇒施エフィールドで書類作成 ⇒ルーティン業務の自動処理

図-2 電子野帳等、アプリの導入方針



図-3 電子野帳

を作成して、発注者および施工管理職員、協力会社と 打合せすることが一般的であった。一方、電子野帳 は、タブレット端末で撮影した写真・動画を電子野帳 に取込み、説明のためのメモ書きも同時に追記可能で ある。また、作成した野帳はクラウドで共有できるた め、いつでも関係者と情報共有ができ、コミュニケー ションの高度化および移動時間の短縮、書類作成時間 の削減に効果的である(図 3)。

3. 電子野帳による生産性向上事例

作業所職員間:昼夜勤引継ぎ簿

昼夜勤務が余儀なくされる業務では、写真付きの引継ぎ内容をその場で作成し、引継ぎ者と常にノートを共有でき、手戻りの減少に寄与している(図-4)。また、業務に限らず、クラウドでのノート共有による時間短縮のほか、現場内の簡易な報告資料作成のための時間の削減に寄与し、迅速な不具合防止も可能になった。

・協力会社間:工事関係者共有ノート

当社では、必要に応じて職長にも協力会社仕様タブレット端末を貸与し、プロジェクト内で活用している。

電子野帳の特徴として、種類の異なるノートや外部 HP 等をリンクで結ぶことが可能である。これらの機能を活用すると、作業所では、職員がホーム画面のような電子野帳ノートを容易に作成し、ホーム画面ノートを起点に協力会社等も含めた工事関係者が様々な現場情報や気象情報、社内システムに繋がることが可能となる(図-5)。こうした電子野帳を活用した協力会社との連携は、工事における様々なコミュニケーションの高度化と効率化が図られるとともに電子野帳で作成した資料を様々な情報共有の場で活用できる(写真-1)。



図-4 電子野帳による昼夜勤の引き継ぎ簿



図-5 工事関係者での共有ノートイメージ



写真-1 協力会社との打合せ状況

4. 電子野帳導入状況と効果

現在、当社での電子野帳の活用状況は、全土木作業所の80%が電子野帳を職員および職長等との日常的な情報共有ツールとして活用している(2019年12月社内調査)。また、電子野帳の効果は、職員の移動時間の軽減に加え、現場巡視、施工管理を行いながら状況を整理できることから、1人当たり30分/日の業務効率化が図られており、生産性向上に効果を発揮している。

三井住友建設株式会社

プレキャスト工場の生産性向上に向けて

次世代プレキャスト生産管理システム『PATRAC』の開発

1. PATRAC (パトラック—Precast Automatic TRACing system) *1 開発の背景

今後予測されている技能労働者不足に伴う、生産性向上が各社喫緊の課題となっているが、当社では 集合住宅のプレキャスト化率の向上を進めると共に、高品質で、コスト競争力のあるプレキャスト部材 を供給するための製造・管理のしくみの開発をプロジェクト体制で進めている。そのPATRAC開発 プロジェクトで目指すものについて以下に示す。

①業務プロセスの最適化を図ること

生産に関わるヒト・モノ・コストの情報を見える化することで、業務(生産)プロセスの最適を図る。

②トレーサビリティシステムを構築すること

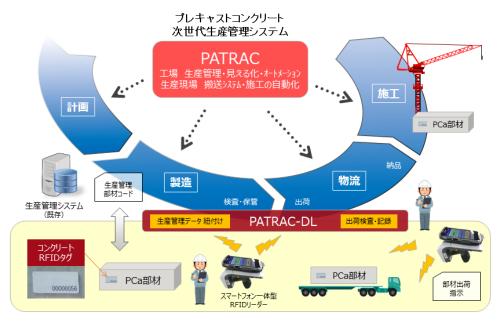
計画から製造、施工後の維持管理に至るまでのプレキャスト部材の製造情報、生産プロセス情報をすべてシステム上で一元管理されるトレーサビリティシステムを構築すること。

③部材の生産、供給システムのオートメーション化を図ること

設計と連動したBIMの導入、製造BED周りでの自動化、搬送から納品、最終のタワークレーンの自動場重まで、生産・供給プロセスにおいてシステム化、オートメーション化を図ること。

2. PATRAC-DLの開発と実践

今般、PATRACの全体構想の中で、急務と位置付けられたDL (DelLivery) について開発、当社グループ会社であるSMCプレコンクリート茨城工場に導入済みであることから、その内容について報告する。



PATRAC-DLの概念図

PATRAC-DLの実施状況

■RFIDタグへの紐付け



検査表からパーコードを読み取り



RFIDタグとの紐付け(情報関連付け)



PCaへの貼り付け (紐付けは貼付け後も可)

■出荷確認作業



出荷伝表からパーコートを読み取り



(トレーラ上での)部材の出荷チェック



出荷可否を画面で確認

2. 適用事例

工場で製造されるプレキャスト部材は、型枠脱型後の検査時に、読み取りリーダーにてRFIDタグとの関連付け(検査表データとの紐付け)を行い、RFIDタグを部材に貼り付け後ストックする。出荷時にはRFIDリーダーにより、出荷伝表から出荷日等を呼び出し、RFIDタグと照合させることで、機械的に出荷可否を判断する。これまでの属人的な管理手法から機械的な管理手法を取り入れることで、確認業務の削減、誤出荷防止策を講じることができる。また、RFIDタグの読み取りリーダーにはGPS機能があり、多数のプレキャストのストックから目的の部材が簡単に確認できるようになっている。(下部画面イメージ参照)

プレキャスト部材情報



模案条件】						12	レキャスト部材情	7枚】	
工事名称	32.60		核名称			No	工事名称	部材名称	出荷予定日
附数			邮材名称			1	質輪町A工区	A-6A-SBY2X1314	2019/03/19
出荷予定日	2019/03/19 -	2019/03/21	納品書N0			2	質輪町A工区	A-6A-SBY2X1415	2019/03/19
車番			出荷チェック日	-		3	箕輪町A工区	A-6A-SBX15Y12	2019/03/1
打設日			RF1D組付	口済	口未	4	質輪町A工区	A-6A-SEX15Y25	2019/03/1
位置情報	口涛	口未	出荷チェック	口涛	日未	5	質輪町A工区	A-6A-SEX15Y57	2019/03/1
ストックヤード				630	7-2-41	6	箕輪町A工区	A-6A-SBX15Y7	2019/03/1
						7	質輪町A工区	A-6A-SCY8X1011	2019/03/1
プレキャスト	部材位置]					8	其輪町A工区	A-6A-SCY8X1112	2019/03/1
	TOTAL DESIGNATION OF THE PERSON OF THE PERSO					. 9	質輪町A工区	A-6A-SCY8X1213	2019/03/1
	act -	A TOWN	Le Vinton			10	其輪町AI区	A-6A-SCY8X1314	2019/03/1
						11	箕輪町A工区	A-6A-SCY8X1415A	2019/03/1
				THE BE		12	其輪町A工区	A-6A-SCY8X1415B	2019/03/1
		7	8 11-11 9 10,12						

3. 今後の展開

今回紹介したPATRAC-DVの他、工場でのヒト・モノ・コストのリアルタイムな情報を見える化するための試みとして、工場屋内での高精度測位システムを利用したPATRAC-PM (Production Management) を展開中である。今後、製造工程の見直し、オートメーション化へ展開予定である。

生産性向上事例集 2020

(2020年1月公表)

一般社団法人日本建設業連合会 生産性向上推進本部