

2018

生産性向上事例集



一般社団法人 **日本建設業連合会**
JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION CONTRACTORS

－ 目次 －

1	50 四丁タイル張りの工夫	.....	1-2	株式会社浅沼組
2	ICT 施工による生産性向上の取り組み	.....	3-4	株式会社安藤・間
3	コンクリート構造物の施工における生産性向上への取り組み	.....	5-6	株式会社大林組
4	トンネル出来形管理の ICT 化	.....	7-8	株式会社奥村組
5	溶接ロボットの現場溶接適用への取組み	.....	9-10	鹿島建設株式会社
6	ICT建機の活用による生産性向上	.....	11-12	株式会社熊谷組
7	3D スキャナー、BIM モデルデータの利用による施工計画	.....	13-14	株式会社鴻池組
8	五洋土工情報収集システム(i-PentaCOL)による生産性向上	.....	15-16	五洋建設株式会社
9	人とロボットが協働する次世代建築生産システム	.....	17-18	清水建設株式会社
10	作業所運営の効率化の取り組み	.....	19-20	株式会社銭高組
11	i-Construction の流れに沿った現場打ちコンクリートの生産性向上	.....	21-22	大成建設株式会社
12	高度最先端 ICT・BIM 技術の活用	.....	23-24	株式会社竹中工務店
13	全自動施工管理が可能な小型地盤改良機による生産性向上への取り組み	.....	25-26	株式会社竹中土木
14	鉄道施工計画における3次元モデルの活用	.....	27-28	鉄建建設株式会社
15	CIM 導入による生産性向上の取り組み	.....	29-30	東亜建設工業株式会社
16	「PC桁セグメント運搬台車」を使用した生産性向上	.....	31-32	東急建設株式会社
17	栈橋建設工事における設計、施工段階での CIM の活用	.....	33-34	東洋建設株式会社
18	Sub-GHz 無線を利用した「位置管理システム」による生産性向上	.....	35-36	戸田建設株式会社
19	床版更新事業における床版撤去作業の生産性向上への取り組み	.....	37-38	飛島建設株式会社
20	ICT 活用した造成工事における生産性向上の取組み	.....	39-40	西松建設株式会社
21	アプリケーションとクラウドを利用した工事記録台帳作成業務の効率化	.....	41-42	株式会社長谷工コーポレーション
22	クラウドを活用しすべての現場を効率的に管理	.....	43-44	株式会社フジタ
23	ドローンによる測量で切盛土工事の日々の出来高管理に適用	.....	45-46	株式会社フジタ
24	ICT 技術活用による生産性向上の取り組み	.....	47-48	前田建設工業株式会社
25	BIM/CIM 活用による生産性向上の取り組み	.....	49-50	前田建設工業株式会社
26	現場ノンコア業務の集約効率化による生産性の向上	.....	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	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3-4	安藤・間		○							
5-6	大林組			○						○
7-8	奥村組	○	○					○		
11-12	熊谷組		○							○
15-16	五洋建設		○					○		
21-22	大成建設		○					○		
25-26	竹中土木		○					○		
27-28	鉄建建設		○					○		
29-30	東亜建設工業		○					○		
31-32	東急建設									○
33-34	東洋建設		○							○
37-38	飛島建設					○	○			
39-40	西松建設	○	○							○
43-44	フジタ		○							○
45-46	フジタ	○	○							○
47-48	前田建設工業		○					○		
49-50	前田建設工業	○	○					○		

A	3D測量	D	業務効率化	G	施工管理
B	ICT 活用	E	新技術	H	育成
C	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	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1-2	浅沼組											○
9-10	鹿島建設											○
13-14	鴻池組	○	○									
17-18	清水建設											○
19-20	銭高組		○		○						○	
23-24	竹中工務店	○	○									
35-36	戸田建設				○						○	○
41-42	長谷工コーポレーション				○						○	○
51-52	三井住友建設										○	○

A	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
B	BIM	E	PCa	H	コンカレント設計	K	その他(創意工夫)
C	フロントローディング	F	協力会社との協働	I	教育、教宣		

株式会社浅沼組

50 四丁タイル張りの工夫

「簡易なマスクを使った改良密着張り」の採用

1. 工事概要

近年の外装タイルのトレンドの一つとして、ボーダータイルや二丁掛けタイルなどの細長いタイルを採用する要望がある。ボーダータイルや二丁掛けタイルでは、1枚ずつ張付けなければならないために50角や50二丁のモザイクタイルと比較すると、張付け施工における生産性が低い。50三丁タイル、50四丁タイル及び目地onタイル（通常の50二丁タイルの中間に目地用の溝がある）といったタイルが市場にあるが、JASS19陶磁器質タイル張り工事においては適用外のタイルであり、それらのタイルを用いた張付け工法が示されていない。

当社においても前年度に50三丁・50四丁タイルといった横幅が長いタイル施工を行ったが、ちょっとした反りが空気だまりを生じ、打音検査時に浮きと判定されて張り替えることが多く、非常に苦労した。

そこで、50四丁タイルを用いて試験施工を行い、施工品質・施工性の検証を行った。さらに、より生産性を向上するために「簡易なマスクを用いた密着張り工法」とし実施工を行った。

2. 試験施工

○試験水準

試験施工において、タイル1サイを1水準（ 0.09m^2 ）とし、下地はそれに見合う大きさ（ 0.25m^2 程度）とした。エントランスの壁面で試験施工を行った。

試験水準は目荒し工法（2種類）・タイル下地の目違い払いの有無とし、全て振動工具にて加振した。試験施工から4週経過したあとに接着力強度を確認した。目荒し工法は内壁用としてダイヤモンドカップ掛け、妻壁等の外壁用として超高压洗浄を行った。

○試験施工の考察

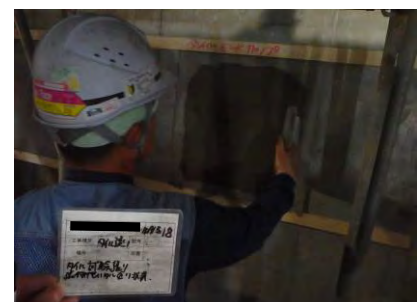
張付け材料の塗り厚を5mmとし、振動工具（ヴィブラート）で加振する密着張りで行った。張付け材料変更に伴うタイルのだれにくさ、密着張りによりタイルのくい込み程度を確認できた。タイル裏足の充填率を確認したところ、多少ではあるがタイル中央裏面に空気だまり



東面外観



50 四丁タイル（役物タイル）



張付け材のつけ送り状況

が確認され、監理者からタイル裏面にも張付け材を塗りつける改良圧着張りを提案された。協議を行い、壁面に張付け材をつけ送りし、タイルを壁面に張付ける前に、再度張付け材をタイル中央のみバタリングすることとした。

○接着力強度試験結果

目荒し工法によって、多少接着力強度に違いがあったが、界面破断率も引張接着強度も判定値を満足した。



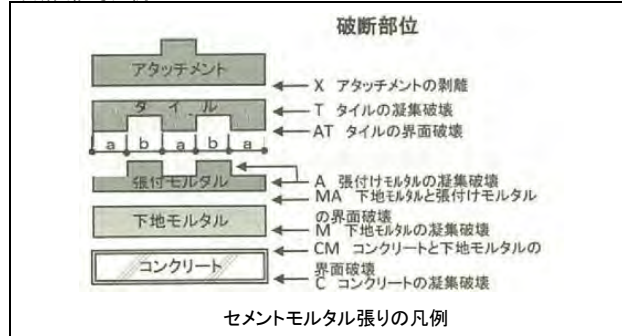
バタリング状況

No.	試験箇所	材齢 (日)	最大荷重 (N)	引張接着強度 (N/mm ²)	破断面(%)	可否
1	超高压十#30	36	4,920	1.15	A90,MA10	合
2	超高压(直張り)	36	4,870	1.14	AT10,A80,MA10	合
3	カップ十#30	36	7,640	1.79	AT5,A95	合
4	カップ掛け(直張り)	36	8,390	1.96	AT5,A95	合

材齢14日以上試験体に対し、 $0.8\text{N}/\text{mm}^2$ 以上かつコンクリートと下地もモルタルの界面破断率(CM)が50%以下を合格とする

ALCパネルにタイル張りを行う場合は、あらかじめ準備した試験体(破材等)で引張接着強度を確認すること

破断面記号凡例



接着力強度試験結果

3. 改良工法の採用

後日、職長から 2mm 厚の亚克力板を使用したマスク工法に準じた板(職長作成)を使用して、改良圧着張りのように施工する提案を受け、監理者と協議したあと採用した。

監理者からの提案では一枚ごとにバタリングをすることで時間と労力が見込まれたが、この方法では紙シート張りしてある全てのタイルに張付け材を一様の厚さで塗りつけることができるので、バタリングの手間を省くことが可能となった。空気だまりも完全に解消できたので省力化だけでなく品質向上を図ることができた。



①簡易マスクセット



②タイル裏面張付け材塗り



③振動工具加振

まとめ

試験施工から実施工にいたる過程において、タイル業者との工夫により「簡易なマスクを使った改良密着張り」なるタイル張り工法を編み出すことができた。日常管理として行う日々の充填率確認や施工過程にて行う接着力強度試験(全 64 箇所)でも全て $0.8\text{N}/\text{mm}^2$ 、かつ界面破断を起こさなかった。試験施工から検討を重ねることによって簡易な改良工法を考案することができた。今後もこうした研鑽を続けたい。

株式会社安藤・間

ICT 施工による生産性向上の取り組み

トンネルの発破掘削における ICT 技術の活用

1. 工事概要

当工事は、岩手県宮古市に位置する延長 1493.1m の新箱石トンネル（仮称）を構築する工事である。当該トンネルにおいては、効率的にトンネル掘削を進めるために穿孔ナビゲーション付きドリルジャンボ、穿孔データを使用してトンネル切羽の安定度を予測する TFS-learning、掘削発破により発生する弾性波を利用した切羽前方探査（TFT 探査）などの ICT を用いて生産性の向上に努めた。

2. 穿孔ナビゲーション付きドリルジャンボの採用

当工事では、生産性の向上に努めるため、穿孔能力が高く、穿孔支援システムを搭載している穿孔ナビゲーション付きドリルジャンボ（古河ロックドリル JTH3200R-III PLUS）を採用した。このドリルジャンボは、計画発破パターンとドリフタの現在位置が、図-1 のように運転席のナビゲーション画面に表示される。オペレーターは、図-2 に示すようなナビゲーション画面に従って、穿孔位置にドリフタを簡単に誘導できるため、高い専門技術を必要としない。実際の施工では、掘削面の出来形計測結果やドリルジャンボから得られる機械データの収集・分析を行い、最適な発破パターンを設計することで、穿孔サイクルが低減しただけでなく、余掘りも 10cm 程度低減し、正確にトンネル断面を確保することができた。



図-1 ドリルジャンボの運転席

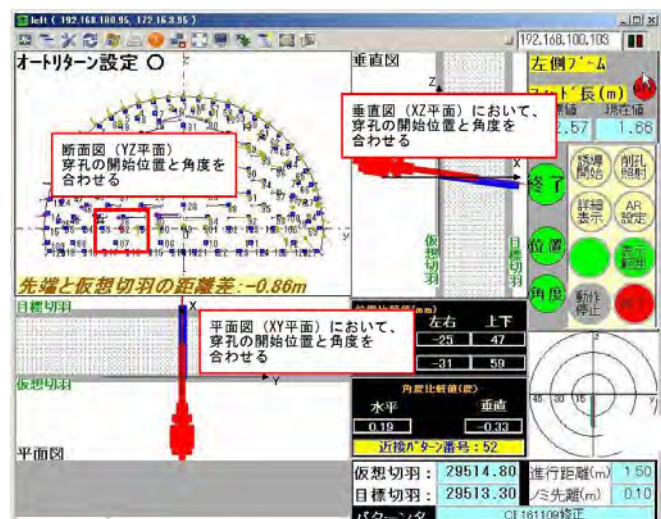


図-2 穿孔ナビゲーション誘導画面の例

3. トンネル切羽安定度予測システム（TFS-learning）

当工事では、切羽の安全対策として、トンネル切羽安定度予測システム（TFS-learning : Tunnel Face Stability calculate system machine learning）を採用した。TFS-learning は、穿孔ナビゲーション付きドリルジ

ヤンボで発破孔を穿孔する際に得られる穿孔データ（穿孔速度、打撃圧、回転圧、フィード圧）と切羽評価点を指標に、発破後に露出する切羽の安定度を予測するシステムである。発破孔の穿孔時に次の切羽の安定度が図-3のようなコンター図で把握できるため、不安定箇所では、装薬量を減らしたり、穿孔間隔を広げるなど、施工性の向上にもつながる。実際の現場においては、昼夜勤の申し送りの際、これまでは、職長同士が口頭で切羽の地質状況を申し送りするのが一般的であったが、図-4に示すように TFS-learning の予測結果を利用することで、切羽の状況が把握でき、切羽直下で作業する作業員の安全が向上されると共に作業員の安全意識も図られた。

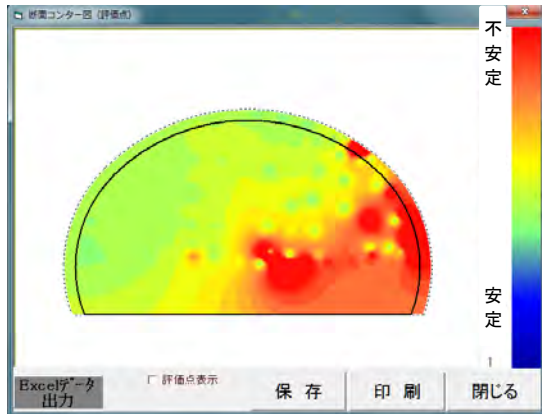


図-3 TFS-learning の予測結果例



図-4 切羽の申し送り状況

4. 弾性波を利用した切羽前方探査システム（TFT 探査）

当工事では、事前の調査で把握できない断層や不良地質の存在を把握するために、切羽前方探査システム（TFT 探査）を採用した。図-5に示すように、TFT 探査は、断層や地質境界からの反射波を捉えることで切羽前方約 150m までの脆弱部の位置を把握するシステムである。実際の現場においては、TFT 探査で反射面が確認された区間において、地質の変化を事前に予測したため、慎重に施工を行ったところ、亀裂が多い脆弱部の出現を確認した。なお、TFT 探査結果と実際の切羽状況を比較したところ、破碎帯や地質境界の位置を 70%以上の高い確率で捉えることができ、対策工の検討や実施に有効活用することで、安全で効率的な施工が実施できた。

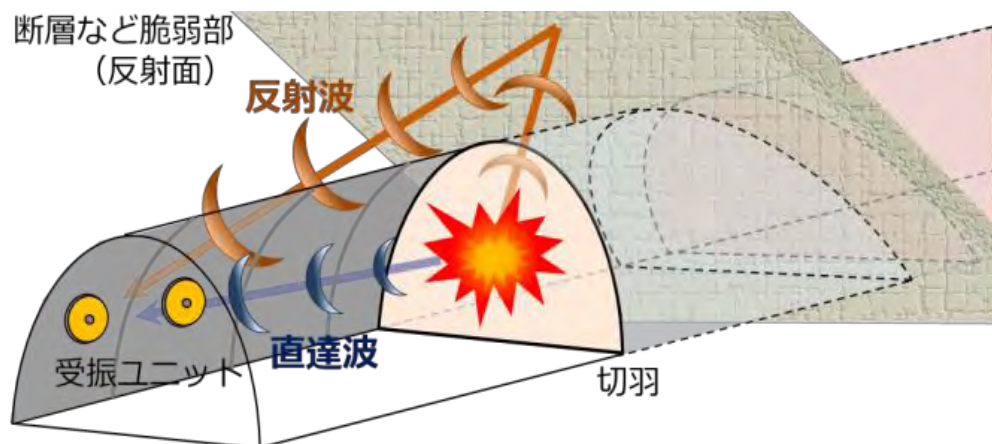


図-5 TFT 探査の概略図

5. まとめ

ICT 技術を活用することで、トンネル掘削の生産性が向上するだけでなく、安全性も向上する。今後も ICT を用いてトンネルの生産性の向上に努め、建設業における安全性の確保・省人化・省力化に寄与する。

株式会社大林組

コンクリート構造物の施工における生産性向上への取り組み

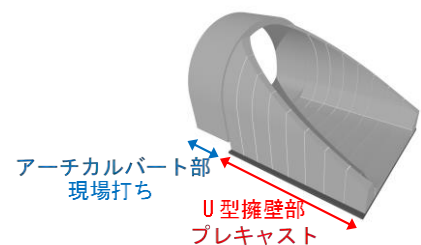
～コンクリート工事の担い手不足の解消へ向けて～

当社が生産性向上に向けて取り組んでいる種々の施策のうち、コンクリート構造物の施工に関する事例を紹介する。

1. 大型プレキャストの採用事例①（竹割坑門工への適用）

高速道路トンネル工事において、トンネル掘削後の工程短縮が課題となったが、昨今技能労働者の不足しているインバート工および覆工では大幅な工程短縮は望めなかった。発注者と協議を重ねた結果、竹割坑門工のうちU型擁壁部のプレキャスト化を提案し、設計変更が認められた。

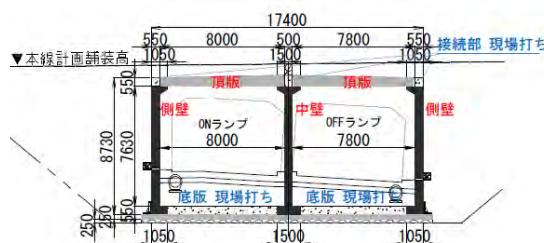
現場打ち坑門工のU型擁壁部で想定していた累計690人の作業人員が、本工法の採用で380人となり310人少ない人員（45%減）で施工することができた。さらに、工程を3ヵ月短縮し、安全面についても良好であったことを考慮すると、メリットは非常に大きかったと言える。過去に例の無い構造物でも、一度はプレキャスト化の可能性を検討することが、建設現場の生産性向上を図る上で重要であると考えられる。



2. 大型プレキャストの採用事例②（2連ボックスカルバートへの適用）

高速道路ICの施工において、本線とランプが交差する箇所に、延長約50mの2連ボックスカルバートが計画されていた。着手後、地中障害物の存在や地盤条件の異なりによる基礎地盤の再調査・再設計のため工事を6ヶ月間中止することとなった。開通に間に合わせるため、現場打ちからハーフプレキャスト（FAボックス、NETIS QS-110006-A）へと設計変更し、工程を4ヶ月短縮した。

当初計画の現場打ち施工では累計3000人を見込んでいたが、本工法の採用で800人となり、技能労働者及び管理職員を含めて2200人少ない人員（73%減）で施工を行うことができた。採用した工法においては、大断面の2連形状かつ曲率半径150mの施工実績をつくることができた。また、同工法は部材が単純な形状でセグメント化されており、接続部の構造も簡素であるため、様々な形状の大断面ボックスカルバートに適用出来ると思われる。

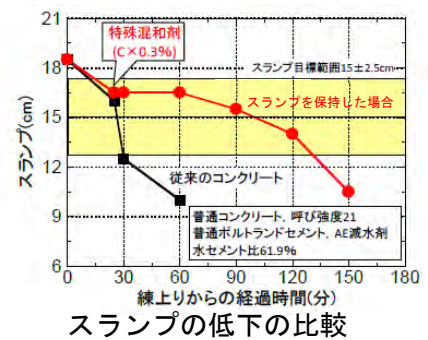


3. 流動性を高めたコンクリートの採用①（スランプの保持）

高速道路 JCT 工事において、仮設のコンクリート舗装にスランプ保持工法を採用した。当該工法は、荷卸し時に特殊混和剤（JIS 規格適合品）を所定量添加することでコンクリートの流動性を保持し、荷卸しから打込みに要する時間を大幅に延長できる工法である。また、JIS 規格品のレディーミクストコンクリートにそのまま適用することができ、ブリーディングの増大や凝結、強度発現の遅延は生じず、硬化後の品質に無影響であることが証明されている。

当該現場は山間部のため交通アクセスが不便であること、舗装コンクリートのような広範囲の打設は時間がかかることから、ワーカビリティの低下が課題であった。同種工事の場合、通常は 1 班（4 人程度）増やすことで打込み速度を上げる等の対策が考えられるが、同工法によりスランプが約 3 時間保持でき、増員の必要が無くなったため、打設 1 回当たり 4 人の縮減ができた。

今回の適用事例は仮設構造物であったが、上述の通りコンクリートの品質への影響が無いことから、生コンプラントから遠い現場での本設のコンクリートにおいても有効であると考えられる。



4. 流動性を高めたコンクリートの採用②（高流動コンクリート）

道路トンネル工事の覆工コンクリートに高流動コンクリートを使用し、施工の省力化を行なった。使用した高流動コンクリートは特殊増粘剤と市販の高性能 AE 減水剤を用いることで、従来の普通コンクリートに比べセメント量を増加することなく、高い流動性と自己充填性を実現している。そのため、従来の高流動コンクリートの 1/4 程度の追加コストで製造でき、型枠の大幅な補強も不要である。

補強鉄筋区間においてもバイブレータによる締固めを行なわなくても高い充填性を有し、均質な覆工コンクリートの構築が可能であった。また、覆工コンクリート 1 スパン分（10.5m）の流動性を有することから、セントル内のコンクリート吐出口の配管切替作業が減り作業効率も向上した。その結果、打設 1 回当たり 2 人少ない作業人員で打設作業を行うことができた。

今後、同種工事における高流動コンクリートの使用を標準とするべく、他の現場への普及を促進して行く。また、技能労働者不足に対する生産性向上施策として、自己充填性の高い同コンクリートのトンネル以外の工種への展開も図っていく。



流動先端（側部）



脱型後全景



仕上がり状況

株式会社奥村組

トンネル出来形管理の ICT 化

MMS を活用した出来形管理の効率化

工事概要

本工事は、広島県呉市から三原市に至る国道 185 号において、呉市内の中央地区と阿賀・広地区とを結ぶ「休山新道」を 2 車線から 4 車線化するために、既道路トンネルに並行して新設の道路トンネルを構築する工事である。

MMS の活用

トンネル工事での出来形断面管理は、テープ、標尺、高所作業車やトータルステーション (TS) 等を用いた計測を行っている。近年、国土交通省の CIM 導入ガイドライン(案)に関する「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領(案)(トンネル編)」において、面的な 3 次元データが取得可能な地上レーザースキャナー (TLS) 計測による効率化が謳われている。しかし、TLS は、一定区間ごとに機器の設置・計測・移動を繰り返すため、まだまだ計測に時間と手間を要している。そのため、車両を用いたモバイルマッピングシステム (MMS) を使用し、車両を走行しながら周辺の形状を面的な 3 次元データ (3 次元点群データ) として取得することで、さらなる計測、管理の効率化が図れると考え取り組んでいる。



MMS による計測状況

3 次元点群計測

トンネル工事において、吹付けコンクリート工完了後と覆工コンクリート打設完了後に、TS、TLS、MMS での計測を実施し、比較を行った。計測精度については、MMS が TLS と同程度の精度であることが確認できた。作業時間については、坑口から 300m 区間の計測に要した時間で比較した。TS の作業時間が 60 分、TLS が 120 分であったのに対し、MMS は 6 分と大幅に作業時間を削減した。トンネル内での計測時間を短縮することで、施工への影響も抑えることができると考えられる。

※作業時間は、計測前のターゲット設置等の準備時間を除いた計測のみに要した時間



TS、TLS による計測状況

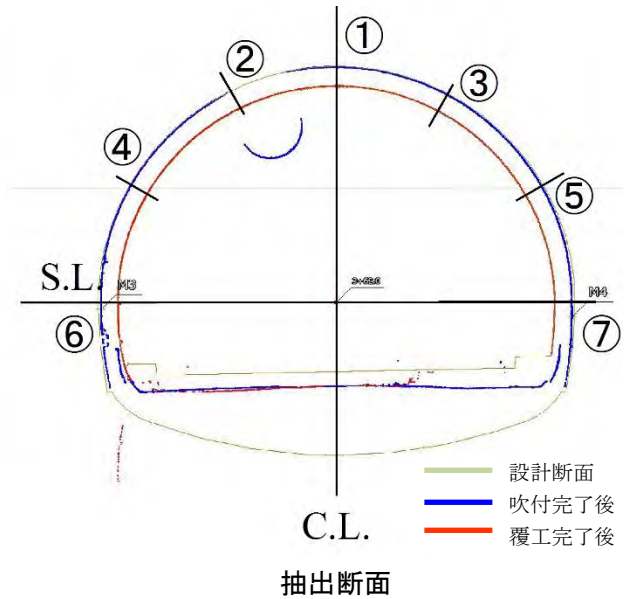
計測作業時間

作業項目	作業時間	内訳
TS	60分	設置・計測・移動×3断面
LS	120分	設置・計測・移動×6回
MMS	6分※	移動計測×1往復

※別途トンネル外での計測準備に50分要する

トンネル出来形管理への適用

計測により得られた3次元点群データを使用し、トンネル出来形管理の効率化を図った。内空高や内空幅については、管理断面における断面形状と設計断面を比較し算出する。コンクリートの覆工厚については、吹付けコンクリート工完了後と覆工コンクリート打設完了後の2時期の計測点群データの差分より容易に算出することができる。また、管理断面以外の任意の箇所での出来形の確認が可能となる。



3次元点群データの活用

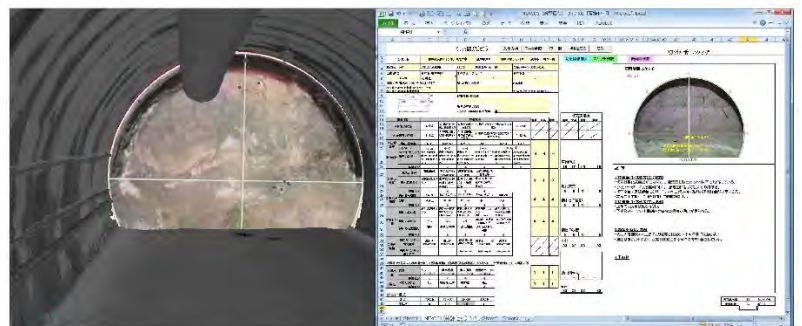
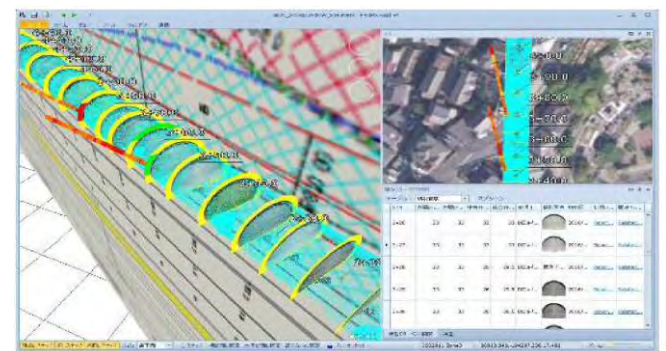
3次元点群データを出来形管理にだけでなく、様々な管理に活用することで、業務の効率化を図った。吹付けコンクリート施工後の3次元点群データを反射強度で表示することで、支保工、ロックボルトの位置等が確認でき、覆工後でも実施工の位置等の確認が可能となる。

3次元CIMモデルに3次元点群データを取り込むことで、施工情報の見える化を行い、施工管理や供用開始後の維持管理などにおいて、切羽観察記録、支保工の状況等の施工時の情報確認ができる。



まとめ

トンネル出来形管理において、ICTを活用することで、管理業務の効率化ができた。しかし、例えば、計測全体業務において、トンネル坑外にある工事基準点を坑内に設置することで準備時間も含めた時間短縮が出来るなど、改善点は多々ある。課題を抽出し解決するとともに創意工夫を重ね、ICTを活用することで、さらに生産性向上に寄与することができると思う。



鹿島建設株式会社

溶接ロボットの現場溶接適用への取組み

スマート生産の実現に向けて、現場溶接作業の自動化・ロボット化を推進

開発の経緯

鉄骨造建物の主要構造である柱や梁の現場接合には溶接を用いることが一般的である。大地震にも耐えうる高い溶接品質を維持するために溶接技能者には高度な技量が求められる一方、将来予想される人手不足と高齢化により、溶接技能者の確保と溶接作業の効率化・省力化は喫緊の課題となっている。

当社が先般策定した「鹿島スマート生産ビジョン」では、「作業の半分はロボットと」をコアコンセプトの一つに位置づけ、現場での繰り返し作業、人では苦渋や困難を伴う作業、自動化により効率や品質にメリットが得られる作業などを対象に、自動化・ロボット化を推進している。現場溶接の分野においても溶接作業そのものが繰り返し作業であること、形状・肉厚の大きい部材の溶接は人にとって負担の大きい作業であることから、それに基づき、汎用可搬型溶接ロボットを用いた作業を推進している。

溶接ロボットの概要

溶接ロボットを現場溶接へ適用するにあたり、下記の方針で適用検討を進めている。

- ・適用可能な部位から採用し、迅速に社内に水平展開する
- ・溶接オペレータを自前で育成し、鹿島グループ全体として品質保証を行う

上記方針のもと、メーカー・ファブへのヒアリングや実証試験などを経て、図1の汎用可搬型溶接ロボットを選定した。

この溶接ロボットは、標準機能として開先形状のワイヤタッチセンシング及び溶接条件設定機能を有しており、当社はそれらの機能の運用ノウハウを蓄積することで、ベテランの溶接技能者と同等の溶接を行うことを可能としている。



図1 溶接ロボットシステム

総合的な溶接ロボット施工システムと施工体制の構築

溶接ロボットによる作業を実現するためには、現場溶接に対する多くの技術的課題を克服するとともに、溶接部に集積する鉄骨製品の製作精度・建方精度および天候（雨、風）などの厳しい施工条件に適切に対応する必要がある。こうした課題に対しては単に技術開発だけではなく、溶接オペレータの育成・訓練も含めた、溶接ロボットのトータルな施工システムの構築が必要である。

当社では、グループ会社の溶接事業部にて、溶接ロボット運用の要となるオペレータの訓練と育成を進め、外国人技能実習生を含めたオペレータと鉄骨溶接の専門家として溶接管理技術資格者が従事する体制を有している。

溶接ロボット適用の実績

これまでに溶接ロボットを実案件に適用した実績は10件に上る。溶接条件・溶接環境の異なる案件に対してそれぞれ課題と目標を設定し、それらを一つ一つ克服し、目標を達成してきた。

最近の事例では、コラム柱の溶接部および梁の下フランジ溶接部の溶接効率向上を目指して、それぞれ柱全周溶接と梁下フランジ上向溶接（全箇所）に挑戦し、それを無事に完了させた。

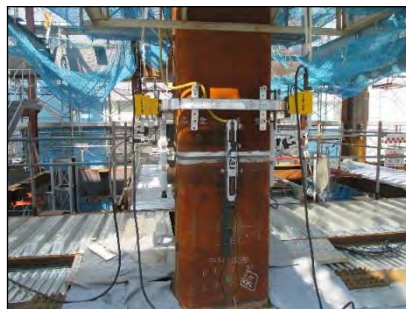
この結果、溶接ロボットが適用可能な対象部位は表1のように拡大し、溶接技能者による溶接対象範囲をほぼカバーすることが可能となった。

表1 溶接ロボットが適用可能な溶接部位一覧

溶接対象部位		溶接姿勢	備 考
柱	コラム柱、BOX 柱	横向	コラム柱、BOX 柱とも全周溶接可能
梁	上フランジ	下向	狭開先溶接も可能
	下フランジ	下向、上向	上向ではスカラップ有・無の両方に対応可能
	ウェブ	立向	最適市販ワイヤを選定・使用



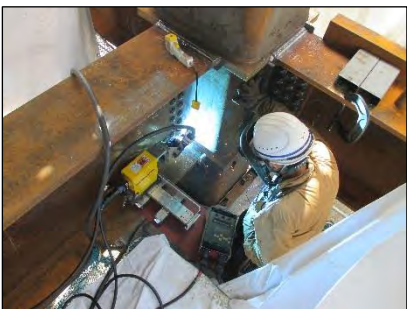
梁上フランジの下向溶接



コラム柱の横向溶接



BOX 柱の横向溶接



梁下フランジの下向溶接



梁ウェブの立向溶接



梁下フランジの上向溶接

まとめ

今後、溶接技能者の確保が難しくなることが予想される中、鹿島グループの連携によって確実な人材確保と、溶接ロボット技術や施工ノウハウの共有による高品質な溶接が可能となり、またこうして得られた知見の蓄積により、さらなる技術の進化へとつなげていくことができる。

株式会社熊谷組

ICT建機の活用による生産性向上

掘削・柱状改良杭工事にICT建機を活用した省人化と安全性向上

1. ICT建機の導入

昨今の作業員不足・高齢化をふまえ、短工期施工を実現するために、掘削柱状改良工事にICTを活用した建設機械を導入した。今回採用したICT建機は、油圧ショベルにGNSS（グローバル衛星測位システム）による位置情報を利用したマシンガイダンスとアーム制御システムを搭載した重機である。

ICT建機内には、12.1インチのモニターが搭載されており、バケットの鉛直方向・水平方向の情報が表示され、バケットの動きをナビゲーションできる。

オペレーターにバケットの操作ガイドを表示することで作業の丁張りが不要となり作業の効率化を図ることができる。

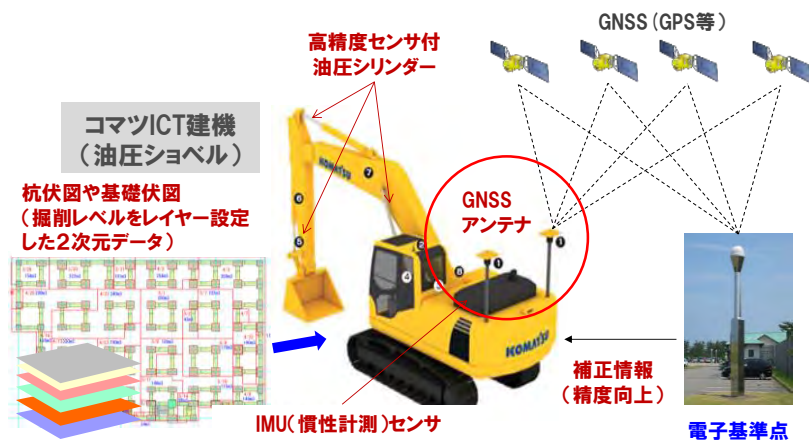


図1 ICT建機概要

2. ICT建機の機能と利点

（1）自動整地アシスト機能（図2）

アームやブーム位置を自動制御して、バケットの刃先を設定したレベル（設計面）でトレースする機能を搭載している。



図2 自動アシスト機能

（2）自動停止制御（図3）

バケット刃先が設計面を傷めないようにアーム・バケットを自動停止する機能がある。



図3 自動停止制御

（3）利点

- ①建機によるレベル制御により、設定した掘削深さ以上、掘削することがなくなり、人的誤差、手戻りを防止できる。
- ②オペレーターが位置情報を取得できるため、掘削位置・レベル確認の作業を省略できる。
- ③バケットの刃先が設計面に沿うように自動制御されるため、オペレーターの技術に依存せず、高精度を確保できる。
- ④セミオート制御による掘削のため重機周辺への人の立入りが少なくなり、掘削底での合番者によるレベル確認も不要のため、掘削開口部への転落リスク、重機との接触リスクをなくすことができ、安全性が向上する。

3. 活用事例

掘削工事とともに、ICT建機のGNSSによる位置情報とバケット刃先の制御機能を利用して、測量工による杭芯位置出し作業を省略した。また、杭頭処理作業にもGNSSによる位置情報とアーム制御システムを利用して、杭頭処理作業の効率化と安全性向上を図った。

(1) 柱状改良杭の芯位置出し

墨出し作業は、バックホウのバケット位置から柱状改良体の設計芯を確定し、杭芯金物の打込みにより行った。改良杭の芯の位置出しは、バックホウのオペレーターが直接モニターで確認出来るため、バックホウが旋回出来る範囲だけ鋤取り整地を完了させれば位置出し可能となる。

鋤取り整地も同建機を使用して併行して施工することにより、整地のレベル確認が不要となり、タイムロスなく施工することができた。



写真1 モニターによる杭芯確認



写真2 バケットによる杭芯位置出し

(2) 柱状改良杭の杭頭処理

従来は、改良杭施工個所の目印のために窪みを付けるなど施工個所を平坦に埋め戻さず段差が生じていたため、杭頭レベル確認では不安定な姿勢での作業となっていた。

GNSSによる位置情報を活用することで目印不要となり、平坦な作業地盤を確保できた。また、アーム制御システムを使用することで、杭頭レベル確認者の合番者が必要なくなり、省人化とともに安全性向上が図れた。



写真3 ICT建機による杭頭レベル確認

4. 効果

柱状改良杭の位置出しと杭頭処理にICT建機を活用した結果、従来工法に比べて、鋤取り整地・柱状改良工事で工程を22%削減、杭頭処理では工期20%、労働力25%削減でき、省人化による生産性と安全性の向上を十分に図ることができた。

また、コスト面では、従来建機のリース料に比較しICT建機のリース料が高額なため、メリットは得られていないが、省人化を含めたトータルコストでは従来工法とほぼ変わらない結果であった。

株式会社鴻池組

3D スキャナー、BIM モデルデータの利用による施工計画

傾斜地での施工計画におけるデジタルファブリケーションの取組み

■建築計画

計画建物の敷地形状は図-1 に示すように、四方が既存の建物に囲われ、二方向が斜面に面している中で地下部分が主となる計画となっています。

建物用途は、校舎で鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄骨造・鉄筋コンクリート造が併用され、規模は地下2階、地上2階、塔屋1階から構成されています。

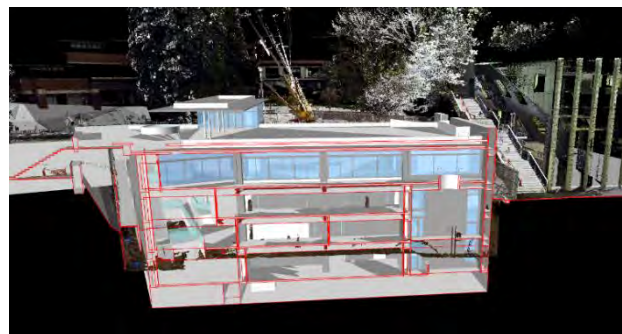


図-1 建物断面

■先端 ICT 機器の利用状況

【ICT (3D レーザースキャナー) の活用】

当現場では傾斜地での施工ということもあり、3D レーザースキャナーを用いました。従来ならば測量工で光波測距儀を用いて点計測をし、CAD による検討をするために図面に入力をしますが、点計測では計測点間の情報については推測での仮定となってしまいます。そこで、3D レーザースキャナーを使用し、従来では実現が困難であった大量の点群を短時間で計測することが可能となり、点の計測から面の計測を素早く実現できるようになり、現場作業の大幅な削減(測量工2週間程の作業に対して、3D レーザースキャナーでは2日)に繋がります。また、ほかのメリットとしては起伏の大きい形状の面または作業員が立入ることが難しい箇所でも素早く計測することができます。(写真1)



写真-1 3D スキャナー計測状況

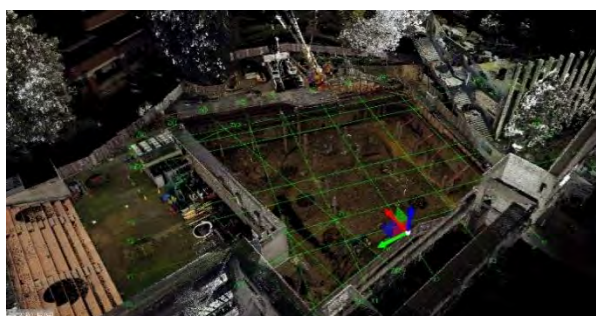


図-2 既存状況 3D スキャナー計測データ (点群データ)

【BIM の活用】

前述の 3D レーザースキャナーで計測した点群データを BIM で作成した建物モデル(図-1)と統合することにより(図-3, 4, 5)、既存建物との取合の確認及び施工手順(図-6)の検討に活用することができます。また協力業者との打合時に BIM データを元に作成した 3D モデルを用いることで視覚的に建物のイメージを得ることができ、3D モデルを用いて既存との取り合いを立体的に検討することができました。

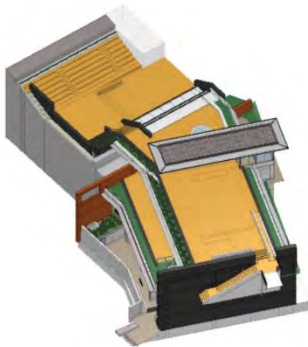


図-3 BIM 意匠モデル

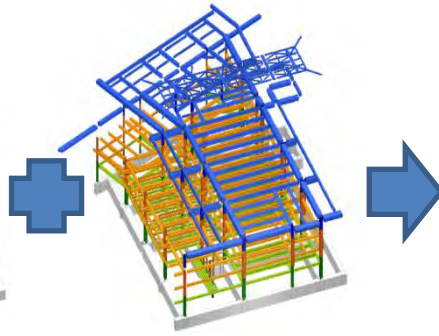


図-4 BIM 構造モデル

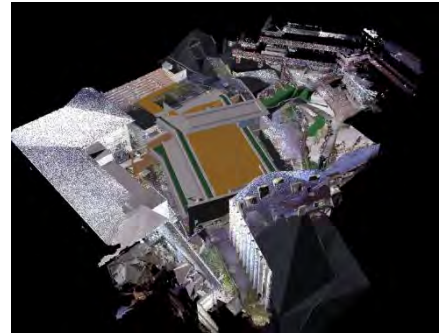


図-5 建物+周辺既存 BIM モデル統合

上階の躯体の納まりについても、ハイブリッド構造(S造・SRC造・RC造の混合構造)であることから、複雑な躯体の建方、構築の手順等の検討に BIM 等の技術を利用して、無駄のないような管理に活用しています。

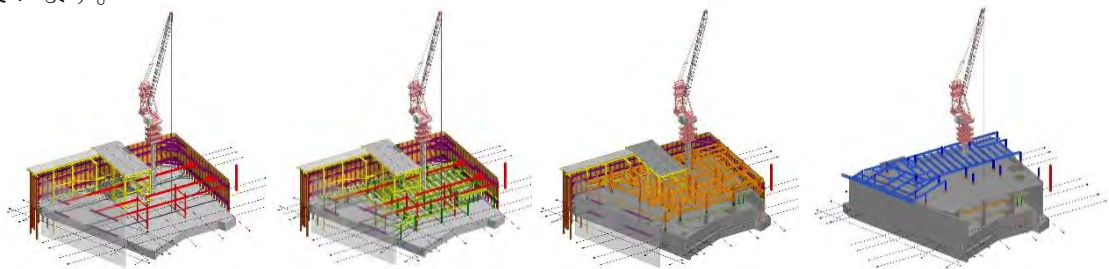


図-6 施工ステップ BIM モデル

【3D プリンター出力による検討】

統合したモデルは、社内の 3D プリンターによる模型出力(写真 2)を行い現場での検討に活用しています。この模型は、要所で分割した状態で出力しているため、特に取り合いが複雑な場所を一層立体的に把握することができるため、現場での打合せにも利用しています。(写真-3)



写真-2 BIM モデル 3D プリンター出力模型



写真-3 型力模型を用いた打合せ状況

■今後の取り組み

【xR を用いた仕上げ検討】

今後は、上記の ICT ツールに加え MR 技術である HOLOLENS を用いた仕上げ検討の利用等を検討しています。



図-7 xR の概念



写真-3 HOLOLENS 使用イメージ

五洋建設株式会社

五洋土工情報収集システム(i-PentaCOL)による生産性向上

多種多様な ICT 建設機器を統合し、一つのシステムとして活用

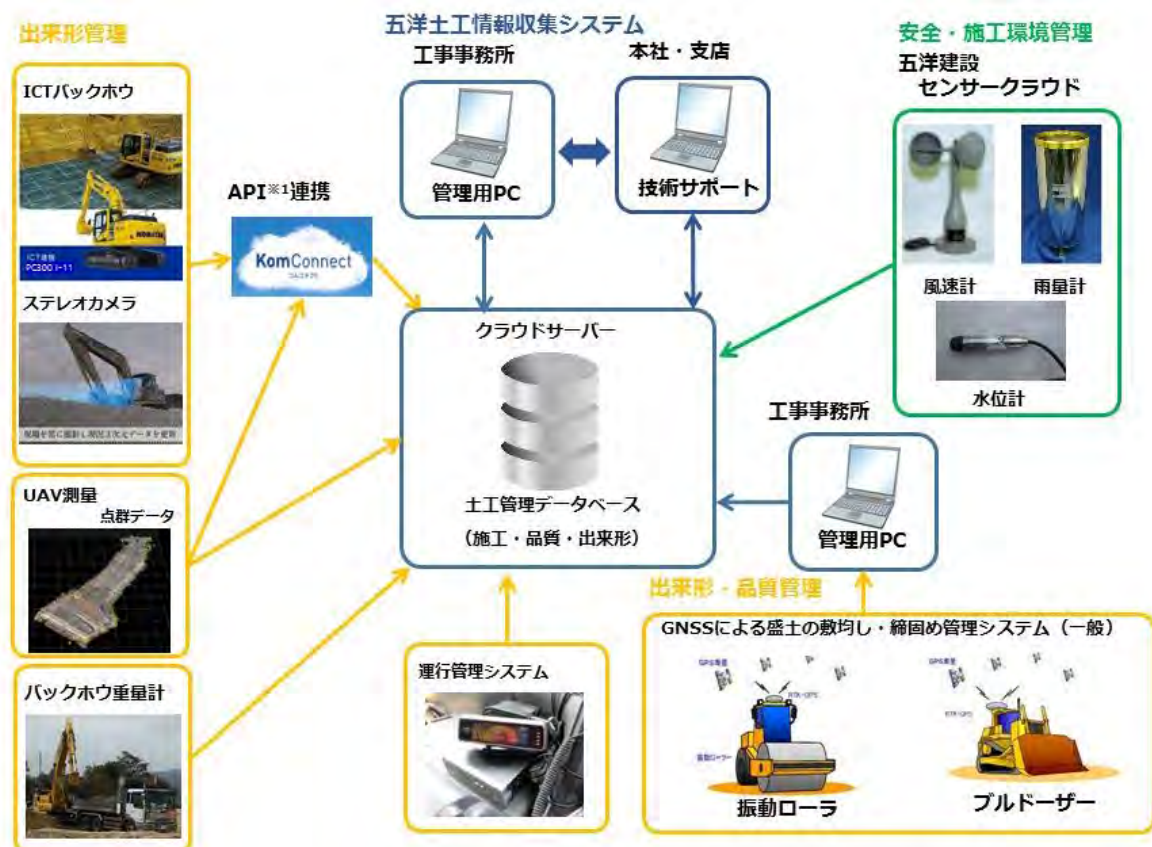
開発の背景およびシステム概要

一般的な ICT 土工事では、バックホウを管理するシステムやブルドーザの管理システム等、複数の重機や機器ごとに異なる施工情報を現場職員がデータ収集し、管理を行っている。

最近では、クラウドにデータを集約し、独自のソフトウェアで多様なデータを統合する取組みも進んでいるものの、複数のクラウドを相互に連携させて自動的にデータを集約するシステムは存在していない。また、建設現場では ICT 化の進展により現場職員が複数のシステム操作や管理に時間をとられることが新たな負担となっており、システム操作や管理に関わる時間の短縮が要求されている。

今回紹介する「i-PentaCOL」を導入することによって、複数メーカーの施工機械や測量機器のデータを自動的に集約し、利用者が一つのシステムとして操作することが可能となる。

本システムでは、多様な機器の ICT 施工情報から自動的にデータを当社のクラウドサーバーに集約させ、さらに各システムを連携することにより、次のことが可能となる。



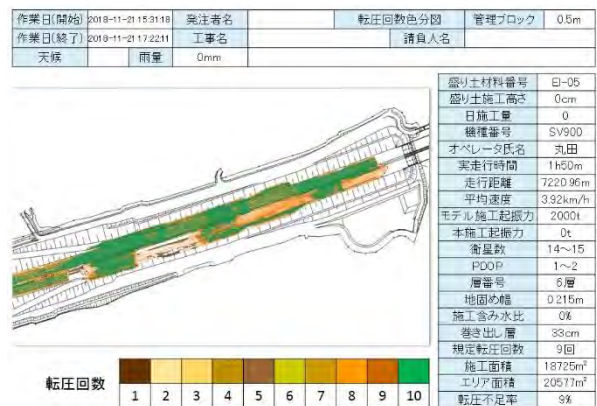
※1 API: プラットフォーム側の汎用性の高い機能を外部から手軽に利用できるように提供する仕組み

五洋土工情報収集システム概要

1. 一つのシステムですべてのデータをまとめて処理できることにより、複数システムの操作を必要としなくなるため、職員の負担を軽減することができる。
2. ダンプトラックに積載した土量や土取場の情報、積んだ土の運搬場所、盛土箇所といった土工事の施工記録（トレーサビリティ）を簡単に把握することができる。
3. 日々の切土・盛土の出来高や土量変化率の管理に必要な以下の①～③のデータを取得できる。
 - ①掘削土量：ICT バックホウの刃先の軌跡データやステレオカメラ等による地山の測量データ
 - ②積込量・台数：バックホウ重量計による計測データ
 - ③盛土量：振動ローラに取り付けられた GPS の位置情報や高さデータ
4. 種々のセンサークラウドを使用し、風速計や雨量計等の観測データを集約する。風速・風向や雨量等のデータから、飛散対策の実施や工事中止の判断を速やかに行い発信することで、環境の維持や安全確保の実施が可能となる。

カスタマイズ帳票について

i-PentaCOL では、収集したデータから必要な帳票を職員が手を加えることなく出力できる。さらに、収集したデータをカスタマイズして独自の帳票を作成できるため、現場ごとに異なる帳票を作成できる。このため、帳票の作成にかかる時間を大幅に削減することとなり、現場の生産性向上につながる。



出力した帳票



i-PentaCOL トップページ (例)

まとめ

多種多様な ICT 建設機器は大変便利なものではあるものの、複数のシステム操作や管理が現場職員の労力となっていることが多い。

延長約 11 km、土工数量約 80 万 m³ の道路工事現場で ICT バックホウ 1 台、ブルドーザ 2 台、振動ローラ 2 台を稼働させ、約 6,000 m³/月の土工事に本システムを運用したところ、2 名の担当職員のデータ処理や機器操作に必要な時間を 1 人当たり 1 日約 1.2 時間低減することができた。

清水建設株式会社

人とロボットが協働する次世代建築生産システム

建築現場の働き方が変わる

Shimz Smart Site®

生産性向上と将来の担い手確保が課題の建設業。清水建設は、その取組みのひとつとして、BIM と ICT をベースに、自律型ロボットやアシスト機械が連携する次世代型生産システム、 シミズスマートサイトを展開している。

本文では、既に適用されている、シミズスマートサイトの様々な構成要素を、一部紹介する。

搬送ロボット Robo-Carrier

ロボキャリアーは、資材の水平搬送を担う自律型ロボット。BIM の図面データと、レーザースキャナーによる実測データをリアルタイムに照合し、自己位置を認識して自律的に移動することができる。2 眼カメラを用いてパレットに正対、荷取りし、置場まで搬送を行う。

搬送ロボットの特徴は、携帯電話回線を使用し Wi-Fi 設備が不要であること、自己位置認識機能を持ち床にワイヤーやライン引きが不要であること、潜り込み専用棚ではない一般のパレットを使用可能であること等が挙げられる。操作はタブレットを通じて行い、簡単に習得することができる。

搬送ロボットは、資材ヤード階と搬送階の 2 台がペアとなり、自動運転の Autonomous-ELV が連携し、自動で搬送を行うシステムとなっている。

搬送ロボットにより得られる省人化効果は、基準階 3000m² 30 階建のビル工事に適用した場合、搬送作業の 75%。現在、大阪市の高層ホテル現場にて稼働しており、間もなく東京と横浜の現場での稼働を開始する予定である。



Robo-Carrier のイメージと新大阪の現場で稼働している様子

全天候カバーと水平スライドクレーン Exter

全天候カバーは、工事中の建物全体を覆う全天候型の軽量屋根。油圧式センターホールジャッキを装備し、躯体工事の進行とともにカバー全体がクライミングすることで、内部では天候に左右されことなく工事を進めることが可能。

世界初の水平伸縮型クレーン Exter は、ブームが水平方向に伸縮し、作業半径を自由に調節することができる。ブーム先端の最高到達点が、従来型の起伏式タワークレーンに比べて 20 から 25 メートル低くなることから、航空制限域等で高さに制限がある工事でも適用することが可能となっている（定格荷重：12t 作業半径：25m）。



全天候カバー、スライドクレーンのイメージとカバーの中から揚重を行う Exter

乾式耐火被覆工事の歩掛向上を担う拡幅型高所作業車など

従来型の湿式耐火被覆は技量を要し、いわゆる 3K の作業であることから、特に人手不足が激しい工種となっている。拡幅型高所作業車は、乾式工法の施工性向上により、労務不足を補うことを目的に開発したものである。従来型と比較して作業床を 2 倍強に拡大、移動回数削減を狙っている。また梁下位置合せ用のレーザーポインターを装備することにより、梁下に対して正確に位置決めすることができる。従来に比べ 15% 程度作業効率をアップし設備工事などでも活用できる。この他にも、揚重搬送や各種作業のロボット・自動化/アシスト機械の開発による作業の効率化や、ICT 活用による施工管理業務の効率化を進めている。



従来型の高所作業車（左）と拡幅型高所作業車

株式会社銭高組

作業所運営の効率化の取り組み

様々な I T 機器を採用した作業所運営の効率化による生産性の向上

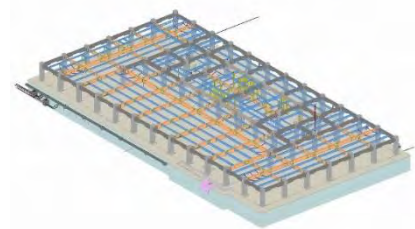
工事概要

当工事は、金融系企業の事務部門が現在大阪市内の2箇所に分かれているものを1箇所にまとめ、業務の効率化をはかるために新しく8階建の事務所ビルを建設するものである。構造は基礎免震で、地上部が柱・梁がP C a 造で一部鉄骨造で大スパン空間を確保している。また、内部は将来の業務改善やレイアウト変更にフレキシブルな対応ができるように、部署間での間仕切りを極力減らしスチールパーテーションでの間仕切りを採用している。今回の工事では施工の効率化と確実な安全指示事項伝達のため、I T 機器を採用し生産性向上へ取り組んでいる。

施工B I Mの活用

免震構造では地球側躯体と免震側躯体や配管、配線とのクリアランス確保が重要となり、早期に各種配管、配線の施工計画をまとめ干渉チェックを行うことが求められる。また、将来の機器取替を想定したメンテナンスルートの確保も重要な検討項目である。当工事ではそれらの検討にB I Mを活用し、施工者間の調整だけでなく、お客様へも3次元で視覚的にわかりやすく説明している。

竣工時には完成B I Mにまとめ、建物運営やメンテナンスに活用できる貴重なツールとして納品する予定である。



B I Mモデリング



免震ピット内ルートチェック図

会議資料のペーパーレス化にタブレット端末を活用

毎月1回開催される総合定例会議は発注者、設計事務所、監理者、施工者が約40名程度参加し行われ、また、会議は工程報告や設計変更状況、近隣に関する報告等 約100枚の会議資料が毎月必要となる。会議出席者全員に資料を配布するためには相当数のコピーと作製時間を要するため、ペーパーレス化を図っている。会議資料は全てP D F化し、会議前日までにタブレット端末に保存、会議当日は出席者にタブレット端末を配布し資料を確認していただく。ペーパーレス化を実施することで、社員の資料作成に要する時間が短縮され、かつ コピー用紙の削減ができています。また、会議の進行も円滑に行え、会議時間の短縮にもつながっている。



会議資料

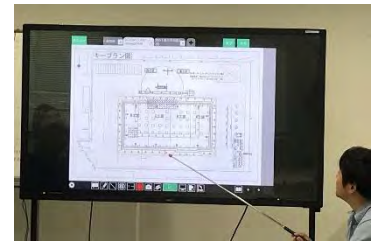


タブレット端末によるペーパーレス化

朝礼・工事打合せ等にデジタルサイネージを活用

毎日の作業を行う上で図面での打合せや指示は非常に重要である。各作業員へのわかりやすい指導と確実な伝達のため、会議室と朝礼場にデジタルサイネージを設置し日々の業務で有効に活用をしている。

・新規入場者教育：現場の新規入場時の教育資料をデータ化しデジタルサイネージを使って教育している。社員が誰でも共通の資料を使えるので作業員に対し現場ルールをわかりやすく教育できる。



新規入場者教育実施状況

・作業打合せ： デジタルサイネージに現場配置図を映し、翌日の重機の配置や作業動線、火気使用場所、立入禁止場所を全員で確認ができる。また、タブレット端末のアプリを使用することで効率的に打合せの進行ができる。



作業打合せ状況



重機配置の確認状況

・朝礼：前日の作業打合せで調整した現場配置図を朝礼場のデジタルサイネージに映し当日の危険箇所や安全注意事項を説明している。

また、事故事例を写真や図面をデジタルサイネージに映して具体的に説明することで安全通達の周知と安全意識の向上を図るとともに、個別の作業手順図を映して説明することで安全面・品質面の向上にも活用している。



朝礼実施状況



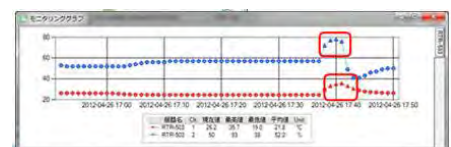
写真を映して安全注意事項を説明

免震ピットの温度・湿度測定管理にワイヤレスデータロガーを使用

免震ピット内の温度・湿度測定を竣工まで毎週1回測定を実施し記録するよう特記仕様書に記されているが、アナログ式の温度・湿度計では目視による測定と手書きによる記録となり、デジタルデータとしての管理に手間と時間を要する。ワイヤレスデータロガーを免震ピット内に3箇所を設置することで、24時間365日体制で温度情報をデジタル記録し、一定間隔ごとの計測データを時系列で記録・保管および分析することができ、担当者の作業の効率化につながる。なお、ワイヤレスデータロガーからのデータ収集はタブレット端末の専用アプリからBluetooth接続をすることで瞬時に取り込んでグラフ化できる。



データロガーにて計測中



データをグラフ表示

大成建設株式会社

i-Construction の流れに沿った現場打ちコンクリートの生産性向上

T-CIM/Concrete の開発・展開

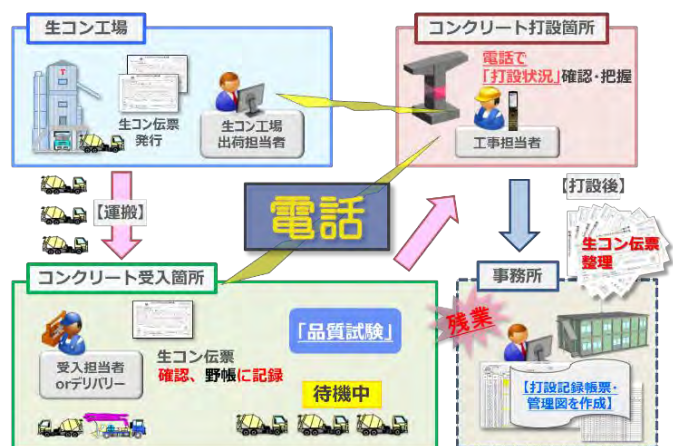
1. 現状の管理手法の課題

生コンには練混ぜ開始から打設完了までの時間（可使時間）が規定されており、施工者はそれを厳守するように施工計画を立案し管理しなければならない。しかしながら、生コンは練混ぜ開始から現場に到着するまでは、我々施工者ではなく製造者の管理下にあるために、生コン車が現場に到着し、担当者が伝票を確認するまで、当該生コンがいつ練混ぜを開始され、どの位時間が経過しているのかを知ることが出来ない。

同様に生コン工場においても、打設現場の状況をリアルタイムに把握する術はなく、せいぜい双方が「電話」を介して状況を確認し合い調整しているのが実状である。

一方、打設管理書類（帳票）については、伝票や野帳に記載した「手書き情報」を元にして、打設作業完了後に担当者や工務担当者が残業にて作成している。（右図参照）

生コン情報の伝達(従来)



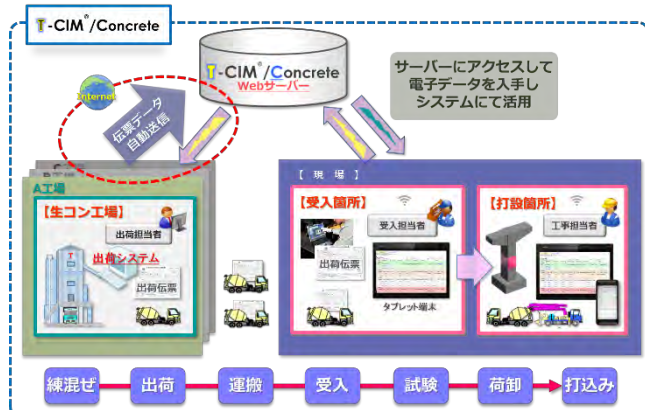
2. 新システムの概要および特徴

国土交通省より《2017年度 i-Construction 推進（新）ロードマップ》において、コンクリート工の生産性向上を目指し「サプライチェーンマネジメントの導入」が提唱され『生コン伝票の電子化』が課題項目として抽出された。これと並行して、練混ぜ直後から施工者がリアルタイムに連続して管理することを可能とし、先ほど述べた管理上の課題を大幅に改善するシステム：T-CIM/Concrete を開発した。

システムの概要としては、生コン工場から練混ぜ開始と同時に伝票に記載されているデータを Web サーバーに自動送信することで、そのデータを工事関係者間でリアルタイムに共有し打設管理に活用しようとするものである。（右図参照）

打設時間管理のためには、特に《練混ぜ開始》時刻を正確に知ることが重要となるが、このシステムにより現場にてリアルタイムに正確に把握することができる。現場の状況に応じた効率的かつ最適な出荷管理を行うことで、現場での待機時間を

電子化された生コン伝票データの活用



最短化し、よりフレッシュな状態のコンクリートを打設することが可能となった。それによりコンクリート構造物の一層の品質向上が期待できる。

情報の共有には、PC、タブレット、スマートフォンを活用する。(下図は受入れ担当者の端末画面)

T-CIM®/Concrete携帯端末表示例

The screenshot shows the T-CIM/Concrete mobile application interface. At the top, there's a header with the date '2017年4月13日' and the project name '〇〇工事'. Below this, there's a table with columns for '出荷種別' (Shipment Type), '運搬車番号' (Truck Number), '納入時刻' (Delivery Time), '納入時刻' (Delivery Time), '運搬' (Transport), '打設開始時刻' (Pouring Start Time), '打設完了時刻' (Pouring End Time), '経過' (Elapsed), '納入' (Delivery), '備考' (Remarks), and '品質' (Quality). The table lists several trucks with their respective status and times. For example, truck 7 is in '待機中' (Waiting) status, while truck 4 is in '打設中' (Pouring) status. The interface also includes summary statistics at the top right, such as '合計: 4.25/127.50m³ (3.3%)' and '打設累計: 4.25/127.50m³ (3.3%)'.

表示欄の1行が生コン車1台の情報となり、出荷された生コンを【運搬中】【待機中】【打設中】【打設済】【返却】の5つのフェーズで管理し、順次【打設済】の欄に記録を蓄積してゆく。

リアルタイムに各生コン車に対して練混ぜからの経過時間が表示されるため、それを元に打設計画・作業を進めることができる。また各種品質試験結果は該当する生コン車の欄に記録できる。

現場受入担当者の業務となる「現場入場以降の《納入》《打設開始》《打設完了》の各時刻管理」については、タブレットやスマートフォンといった

携帯端末のタイムスタンプ機能により「ワンタッチ」で簡単に記録を逐次蓄積してゆく。

この手順を繰り返し、生コン車1台毎にリアルタイムに打設管理記録を作成してゆくことで、打設完了時点で管理記録の作成を完結できる。

そのため打設完了後は、事務所にてアウトプットするだけで提出書類としての帳票が完成する。また品質管理記録についても現地試験時に入力しておくことで管理グラフも自動で作成することができる。

これらの機能により、従来のコンクリート打設管理における担当者の業務を削減する。

なお生コンは、《工場》《配合》《打設箇所(コンクリートポンプ車)》別に管理することができ、これまでの実績では4工場、6ポンプ車での打設(2,400m³)にも対応できることを確認している。

このシステムの運用は、《Webサーバーを活用できるインターネット環境》と《タブレットやスマートフォンの情報端末》があれば可能で、特別なソフトのインストールは必要としない。

非常に安価であることに加え、現場担当者以外の工事関係者(発注者や本支店関係者等)とも同時に情報を共有することができるため、その面でも非常に汎用性・拡張性を有したシステムと考える。

3. 効果と今後の展開

T-CIM/Concreteの効果としては大きく次の3点があげられる。

- ・コンクリート品質の向上(品質確保)
- ・廃棄される残コンの削減(環境負荷低減)
- ・管理帳票作成時間の削減(労働時間短縮:生産性向上)

これらは、現在の我々建設業に従事する者に求められている喫緊かつ永遠の課題と言える。

また、システムの便益を『効果×対象数』で表すとした場合、このシステムは薄く広くという特徴を持つため、1企業に留まらずより広く展開することで便益はより一層高くなる。

現在、国土交通省が展開する『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』に採択され日建連と協働して実証中である。

それと併行し、「打重ね管理」「受入時間管理」「電子小黑板」等の機能や連携を強化している。

株式会社竹中工務店

高度最先端 ICT・BIM 技術の活用

都心部大規模複合施設での基礎・躯体・仕上げ・設備工事への広汎な展開

1. はじめに

建築分野における「i-Construction」とも言うべき、高度最先端 ICT・BIM を活用した生産性向上事例を紹介する。ひとつは求める精度の違いや近隣への影響の配慮など課題が多い中で土木分野と同様に GPS やドローンを基礎工事に応用した事例、ひとつは様々な工種に時間軸を入れた 4D-BIM やコストを入れた 5D-BIM まで展開した事例である。

2. ドローンによる掘削工事・杭工事管理

(1) 都心部でのドローン活用のポイント

都心部では特有の配慮事項がある。①天候の乱れ、②磁界・電界の乱れ、③GPS の測位不良である。②は鉄板や重機の動きが影響する。③は周辺構造物による衛星電波の遮蔽や反射が影響する。特に③は難しく、現場周辺 3 次元モデル(図 1)を用いた衛星電波シミュレーションと、現場での電波受信実測および上空開口率(どれだけ空が見えているか)の比較による GPS 測位精度評価を要した(図 2)。その結果、上空に上がれば周辺構造物の影響を受けにくく誤差が軽減されると確認した。

(2) 掘削土量管理 (図 3)

掘削土量は前日と当日の 3 次元データの差分である。搬出車両台数による推定土量とドローンによる推定土量に大きな誤差はなく、床付に対する最終掘削土量の確認・配車計画に活用できた。

(3) 杭芯の施工精度確認 (図 4)

ドローンによる杭芯推定と実測値を比較した処、平均 37mm の誤差となった。従来の墨出し計測に比べ大幅な効率化が可能となる為、飛行経路、飛行高度、測位精度の改善を図り、採用していきたい。



図 1 現場周辺の 3 次元モデル

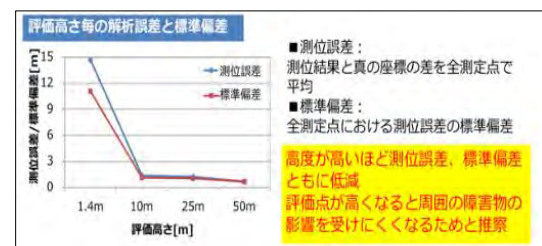


図 2 GPS 測位精度評価

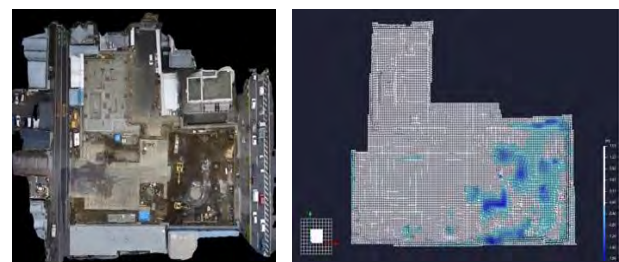


図 3 全景画像(左)と掘削土量の可視化例(右)

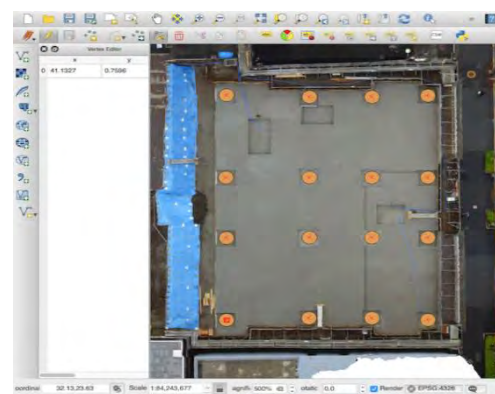


図 4 ドローン計測による杭芯位置

3. 躯体・仕上げ・設備・仮設へのBIM適用

(1) 5D-BIMによる躯体タクト検討(図5)

躯体BIMモデルから躯体数量を積算し、VICOという5D-BIMソフトによるシミュレーションにて労務との調整を図り、導き出した2工区10日タクトを実施工程に反映した。

(2) 鉄骨工事TEKLA詳細モデル

NC工作機データ連動・溶接長数量自動算出

TEKLAを活用して鉄骨詳細情報を入力し、鉄骨ファブのNC工作機にデータ連動させた。その結果、一般図・詳細図・工作図作成時のヒューマンエラーを無くし作図工数を大幅に削減できた。

また、鉄骨部材トン数、溶接長さ、塗装面積、メッキ数量等を自動積算し、積算手間を削減し、協力会社との数量精算に大きく寄与させた。

(3) 内装タクト検討(図6)

各階内装工事の進捗状況をモデル化することで工種手順・進捗確認・建築主への工程説明が可視化でき、スムーズな決め工程を確保した。

(4) 設備シャフト作業手順の見える化(図7)

狭い空間の中に複数職種が混在する設備シャフト等において、建築BIMモデルと設備BIMモデルを重ね合わせ、効率良い納りや施工順序を事前検討することができ、手戻りの無い施工ができた。

(5) 仮設モデルから88申請図作成および

数量算出・仮設費算定(図8)

仮設BIMモデルを作成し88申請図に展開した。外周足場については、組立日・解体日の入力により日割施工数量を算出し、為工労務費・仮設資材費・搬入車両費など着工時に精度の高い仮設予算の概算を算出できた。

4. 今後の展開

紹介技術は、いまは限られた現場での高度最先端ICT・BIM適用であるが、空間位置特定技術やBIMモデルの活用は施工プロセスに極めて有効に働く。汎用化に向けた飽くなく挑戦を続けていく。

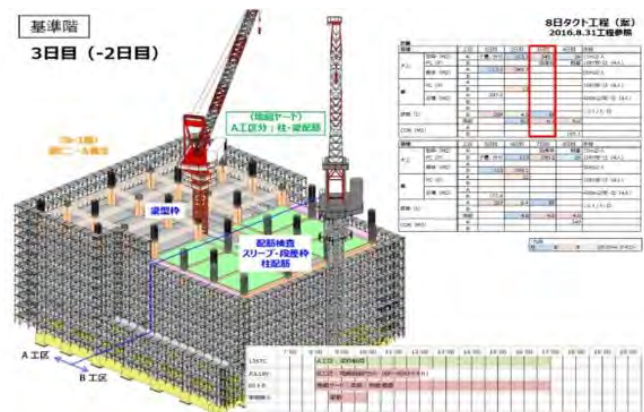


図5 躯体タクト 5D-BIM 検討

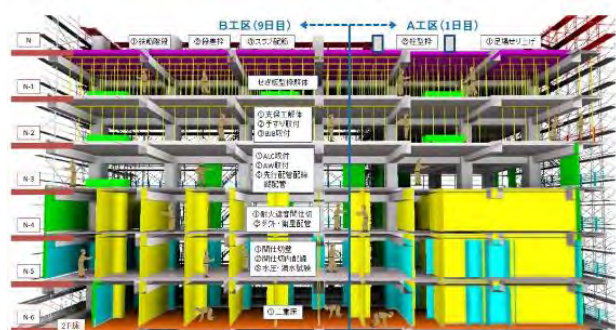


図6 内装 BIM タクト工程検討

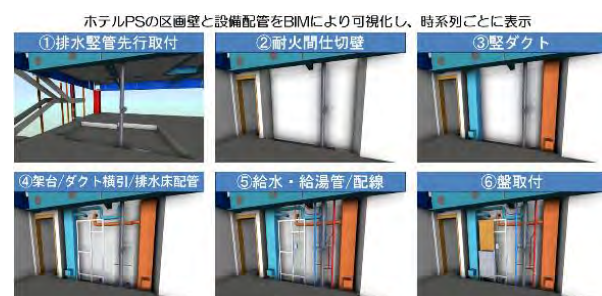


図7 設備シャフト4D-BIM 検討

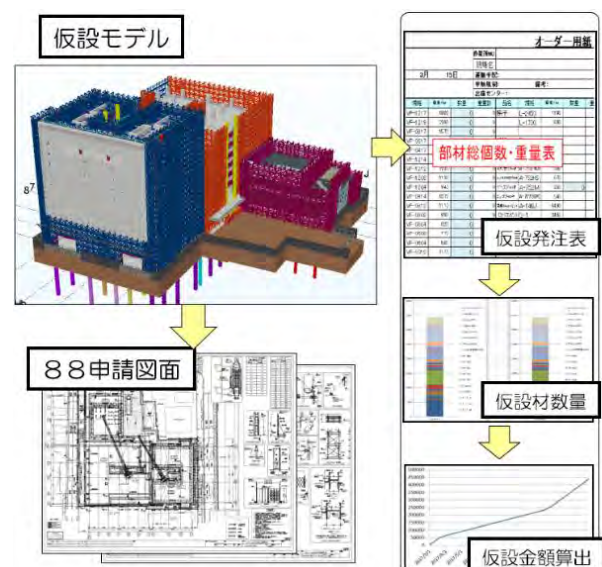


図8 仮設 BIM の活用検討

株式会社竹中土木

全自動施工管理が可能な小型地盤改良機による生産性向上への取り組み

狭小地対応型 格子状地盤改良工法「スマートコラム工法®」

◆工法開発の背景

東日本大震災以降、既成の市街地や港湾施設など、従来の工法では対応困難であった狭小地における液状化対策ニーズが高まっている。こうした中、信頼性の高い液状化対策工の一つに格子状地盤改良工法（TOFT 工法）がある（図-1）。しかし、従来の TOFT 工法では、施工機械の大きさから狭小地対応が困難で、一方、小型を特徴とする従来の宅地用改良機でも、機械の性能面で TOFT 施工に要求される壁状改良体構築には適していない。また、将来的には労働人口の減少により、経験豊富な地盤改良機オペレーターや管理職員の不足も懸念され、一つの解決策として ICT 等の活用による自動化施工への期待が高まっている。

そこで我々は、小型でも従来大型機と同等の改良体性能（改良径、改良壁の一体化）を確保し、全自動施工管理により、改良品質の安定化と、施工の省人化により生産性の向上を実現する、小型機械攪拌式地盤改良機「スマートコラム工法」を実用化した。

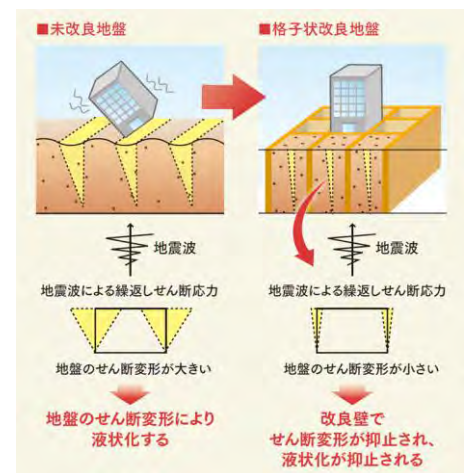


図-1 TOFT 工法による液状化抑止

◆工法の特徴

スマートコラム工法の施工機は、単軸機と2軸機をラインアップし、施工対象地の条件によって使い分けることができる（図-4）。そして、その施工機の占有面積は、従来の大型施工機に比べ30%以下の大きさを実現しており（図-3）、TOFT 工法の設計上、必要な有効壁厚を確保するために、油圧モータの回転トルク特性を最適化することで、改良径φ1000mmを実現している。また改良壁の一体化に対しては、



図-2 スマートコラム工法

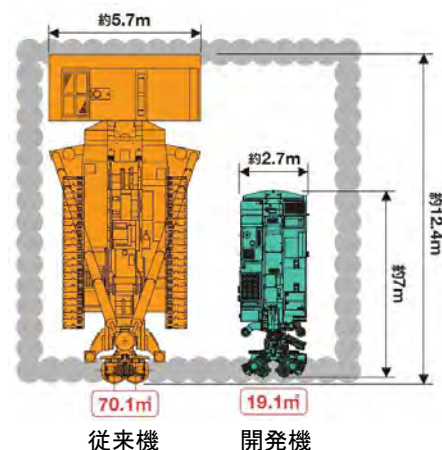


図-3 従来機との大きさの比較

ラップ精度確保を目的に改良体の鉛直性を高める機能（単軸機：特殊スタビライザー、2軸機：多軸ロッドによる剛性補強）やジャイロセンサーによる掘削の軌跡管理システムを搭載している（図-5）。これらにより 1/200 以上の鉛直精度を保つことができ、TOFT の設計要求性能を満足する高剛性な格子状地盤改良体の造成が可能となる工法となっている。

◆全自動施工管理による高品質・省人化施工

従来の小型改良機では、対象地盤の硬さの影響でオーガ回転数が変動するため、羽根切り回数確保はオペレーターの技量でカバーしていた。

そこで今回本工法（単軸機）において、新たに全自動施工管理システム（羽根切り回数、油圧、ロッド昇降速度、固化材流量を自動制御）を導入し（図-6, 7）、無線接続されたベースマシンとプラントを全自動制御することとした。九州での施工フィールド適用においては、手動に比べ変動係数が小さくなるなど、改良体品質の更なる安定化を実現するとともに、作業効率向上によるサイクルタイムの短縮化と、過剰品質を防ぐ経済性確保も確認できた（表-1）。また自動化により複数機の同時運転・管理が可能になり、作業員不足への対応や IoT 遠隔監視による管理の省力化も実現できた。

今後我々は、スマートコラム工法により、耐震技術の更なる信頼性の向上および省力化による生産性の向上を具現化するとともに、本工法を足掛かりとして、将来の完全無人化施工の実現につなげたいと考えている。



図-4 施工機のタイプと適用範囲

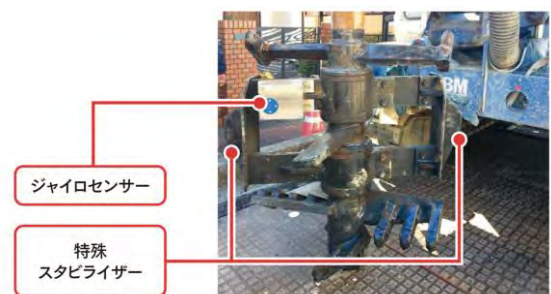


図-5 鉛直精度を確保する特殊攪拌翼



図-6 全自動施工管理システムの概要



図-7 全自動施工管理画面

表-1 手動・自動制御の比較

項目	羽根切り回数 (回/m)	昇降速度 (m/分)	改良強度 (kN/m)	変動係数 (%)	サイクルタイム (分/本)
(目標値)	400	最大1.0	1,500	45以下	—
手動制御	平均400	0.5~1.0	2,409(平均)	37	30
自動制御	最低400	ほぼ1.0	2,264(平均)	33	25(17%短)

鉄建建設株式会社

鉄道施工計画における3次元モデルの活用

小針駅バリアフリー化工事での導入事例

1. 施工計画の3次元化

鉄建建設では、BIMを活用し鉄道工事における生産性や安全性向上に取り組んでいる。その中でも駅部改良工事では、構造が重層化し複数の検討要因が発生するため、従来の2次元図面では全体を把握しづらかった。そこで施工手順を3次元化することで、状況を分かりやすく可視化する取り組みを行っている。

当工事は JR 越後線小針駅で、ホームと地平駅にエレベータを新設し専用こ線橋でつなぐ、線路上空クレーン桁架設を含む工事である。施工ヤードは狭隘で民家が近く、慎重な施工検討が必要とされた。

(1) 3次元モデルの作成

設計時に3次元モデル化を試行しており、新設構造物と周囲の既設鉄道施設に設計データを利用し、施工段階で必要なモデルを追加で作成した。なお追加したのは、仮囲いや足場等の仮設物や建設機械、周辺構造物である。作業員や一般的な建設機械は汎用部材を活用したが、鉄道工事に使用する軌陸車等の特殊機械は、カタログ等を参考に作成した。また、列車の安全な走行のため構造物等を設けてはいけない建築限界や、架線からの必要離隔範囲なども視覚化するためモデル化した。施工の検討を行う際は、支障物の有無や公衆動線の確保も重要な要素である。このため、周辺の地形データなどは国土院など汎用データを取得して組み合わせ、側道の幅やブロック塀の高さなどは現地の測量結果より作成した。

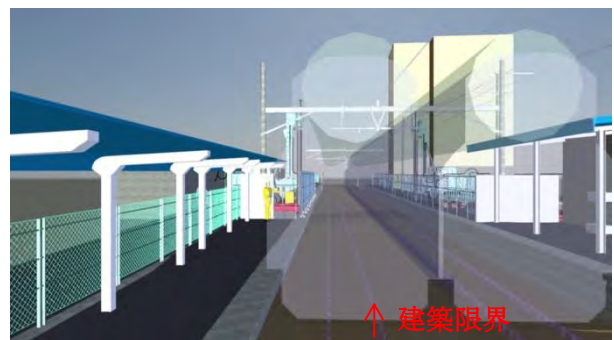


図-1 建築限界表示による支障確認

(2) 施工ステップによる検討

工事の工程に合わせ、施工状況が変化するタイミングごとに状況を切り取った施工ステップを作成し、施工方法を検討した。モデル作成者と作業所の担当者が綿密な打合せを行うことで、施工ステップごとの作業員、仮設物モデル等の配置を、実際の施工にほぼ近い状況で再現できた。施工モデルを多視点から視覚的に確認するため、矢印や文字による説明を極力使用していない。このため、注目点の表示に工夫が必要であった。従来の計画図のように該当の作業位置や支障箇所の色を変える、球体で囲むなど従来に近い表現方法は可能である。



図-2 施工ステップ

(3) 施工シミュレーションによる検討

列車が運行していない夜間作業で短時間に行う桁架設は時間軸を入れてシミュレーションするため、Autodesk 社のソフトウェア Navisworks の TimeLiner 機能により、架設当日のタイムスケジュールをアニメーションで再現した。モデル上で作業単位毎の作業員や機材の配置を詳細に検討することで、課題の抽出やクリティカルパスの検討に使用した。

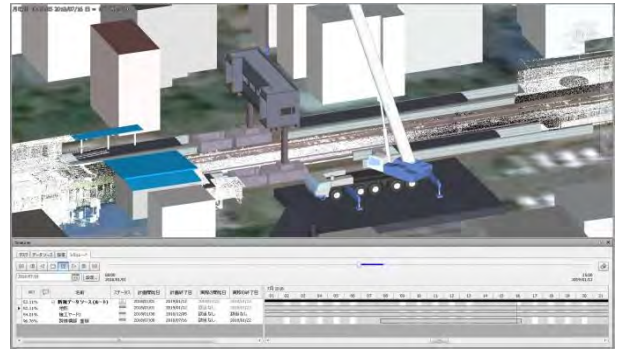


図-3 TimeLiner による施工シミュレーション

2. 取り組みの成果

(1) 共通理解を深化する資料として活用

社内や監督者で行う施工計画検討会では、全体を把握でクレーンの旋回範囲や吊り荷の位置を平面図と断面図でそれぞれ確認していたが、鉄道施設からの離隔距離の確認には、多くの断面図や説明資料を必要とした。3次元モデルでは、クレーンの旋回と周囲の施設との位置関係が、その場で要求される様々な角度も瞬時に確認できるようになり、干渉箇所の抽出が容易となった。また、モニターによって確認することが主体になり、ペーパーレス化も図ることができた。

視覚的に分かりやすく施工の状況がすぐに把握できる等、共通理解が得られやすいため、技能労働者への安全の周知や、鉄道関係者との協議、他社作業との競合調整資料としても活用が期待できる。

(2) 施工シミュレーション

施工シミュレーションでは、桁架設作業での、架線や電架柱などの鉄道施設との離隔や全体のタイムスケジュールの妥当性を再現し、作業ごとの詳細を全周から確認できた。特に桁設置時の支承位置や、桁固定時の足場から吊り天秤撤去時の吊り荷の吊り替えの動きなどの確認で有益だった。また桁架設に使用する大型クレーンは3次元モデル上でブームの長さや角度の変化に合わせて自動で定格荷重を表示させ、吊り荷の動きによる安全率の推移を確認できた。これは鉄道工事に求められる安全のリスク管理にとっても効率的であった。



写真-1 施工計画検討会実施状況



図-4 大型クレーンの揚重シミュレーション

3. まとめ

施工計画の3次元化にあたり、クレーン桁架設以外にもエレベーターピットや橋脚基礎の施工も追加し、充実したモデルに仕上がった。既存駅部での改良工事において、施工計画の3次元化は施工検討に有効な手段であることが分かった。今後も既設構造物の調査や出来形確認の効率化など活用範囲を広げていきたい。

東亜建設工業株式会社

CIM 導入による生産性向上の取り組み

CIM を使うと地中のアンカーが丸見え

1. 取組み概要

当工事は東日本大震災からの早期復興のリーディングプロジェクトとして『復興道路』に位置づけられた三陸沿岸道路のうち、岩手県大槌町中心部西側の山地を貫く延長 975m のトンネルを構築する工事である。トンネル貫通側となる起点側坑口に斜面对策として配置されるグラウンドアンカー定着部とトンネル掘削によるゆるみ領域の位置関係を把握するため、CIM にて 3 次元モデルを作成し、設計照査、施工計画および施工管理に利用して業務の効率化を図った。

2. 施工現場の課題

トンネルの起点側坑口付近（貫通側）は、東日本大震災時の崩壊を含め、2 度の斜面崩壊が発生し、法面对策工事を行った位置に隣接して計画されていた。当現場においても、トンネル掘削による地山のゆるみから地すべりを誘発する懸念があったためグラウンドアンカーを施工する計画になっていた。

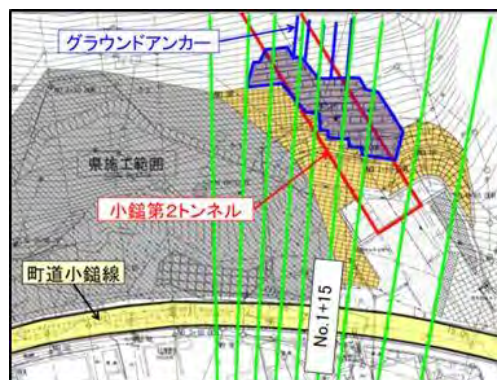
この地すべり対策として町道の法線直角に配置されたグラウンドアンカー定着部（地山内部）とトンネル掘削によるゆるみ領域の位置関係が平面図や断面図だけでは把握が困難であった。そこで、CIM を導入し、3 次元モデル化から立体的に可視化し、設計照査、施工方法の確定および施工管理を行った。



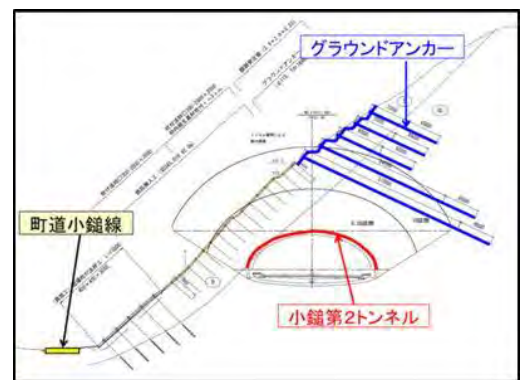
東日本大震災による斜面崩壊



法面对策工事とトンネル位置



設計図 法面工平面図



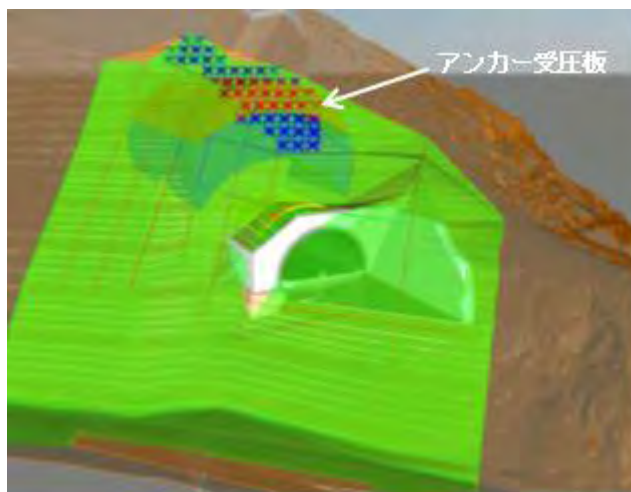
設計図 法面工横断図 (No. 1+15)

3. CIM 導入の効果

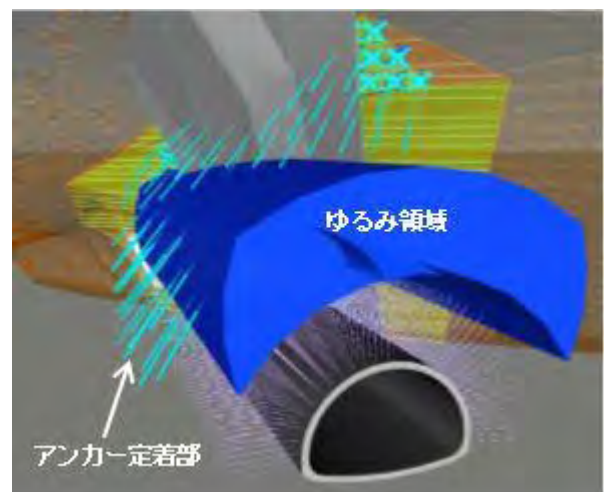
設計照査：地山内部が立体的に可視化できるため、横断測線（管理測線）でない部分の照査が可能になった。地山内部のグラウンドアンカー定着部の位置を照査し、ゆるみ領域内に配置されていたアンカー長さの延伸やゆるみ領域から大きく離れたアンカー長さの短縮が可能になった。

施工計画：設計構造物と現地盤の高さ関係が明確となり、工事用道路造成や仮設備配置スペースの検討に利用し、安全な施工方法の選定が可能になった。

施工管理：グラウンドアンカー工の施工過程で、打設位置、打設方向の施工管理に利用でき、施工性が向上した。



CIM モデル図（地表面）



CIM モデル図（地山内部）

4. まとめ

複雑な坑口部の地山形状を 3 次元モデル化し、そこに設計図書より抽出した構造物をプロットすることで、当初設計と現場との相違を管理することができ、建設生産システムの効率化、生産性の向上、コスト縮減などの効果が得られた。



起点側坑口全景



起点側全景

東急建設株式会社

「P C桁セグメント運搬台車」を使用した生産性向上

P C桁架設工事の効率化を実現、工期短縮に貢献

1. 工事概要および開発・現場導入経緯

本台車を導入した工事は、新京成線の鎌ヶ谷大仏駅～くぬぎ山駅間約3.3kmの高架化事業の内、第一工区上り線側のP C桁架設工事である。

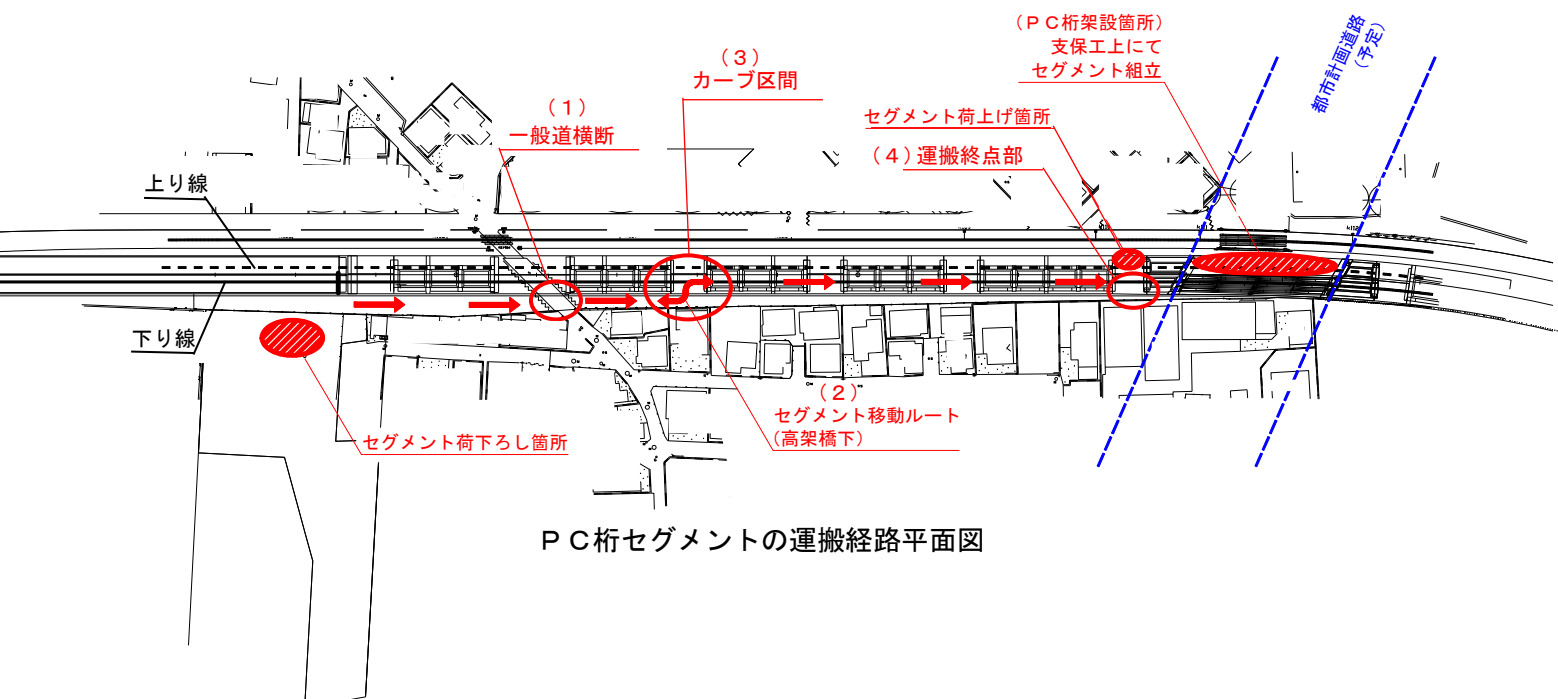
工事は1線仮線方式を採用し、下り線側を一期施工、上り線側を二期施工の分割施工となっている。2017年4月に一期施工が終了した。

一期施工時は構築された下り線高架橋上に軌条設備を200m以上設置してP C桁セグメントを軌上運搬し、高架上でプレテンションしたP C桁主桁をWガーダー方式で架設した。今回二期施工は高架化された下り線と仮上り線に挟まれた狭隘な箇所での施工の為、一期施工と同様の軌条設備の設置幅がなく、且つ高架上に軌条設備を設置するためには構築完成まで約5ヶ月を待たなければならなかった。このような問題を解消するため、P C桁セグメントを地上運搬させることが必要になり「P C桁セグメント運搬台車」を開発・導入し、5ヶ月の工期短縮を実現した。

2. P C桁セグメント運搬台車の仕様および開発特徴

工事区域内における地上運搬経路には以下4つの条件がある。

- (1) 高架橋側道幅員3m、及び一般道（幅員5m）の横断1ヶ所
- (2) 高架橋下走行時の高さ制限（3.8m）
- (3) 高架橋側道から高架橋下に導くカーブ区間（曲線半径10m）
- (4) P C桁セグメント運搬終点での荷揚げ箇所までの横移動



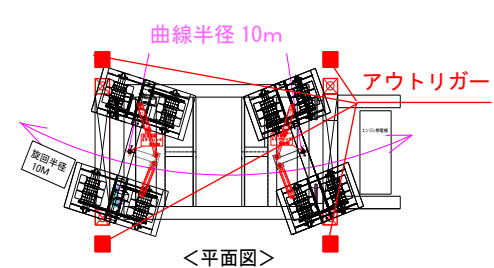
P C桁セグメントの運搬経路平面図

PC桁セグメントは最大重量27t、長さ5.6m、高さ2.4mである。条件(1)、(2)は運搬台車の仕様形状寸法より対応可能である。条件(3)曲線半径10m区間走行時はアウトリガージャッキを使用した曲線操舵時の負荷低減機構、及び条件(4)運搬終点部での横移動は鉄輪装着フレーム上でアウトリガーを使用した横移動機構で、運搬経路における条件全てに対応できた。

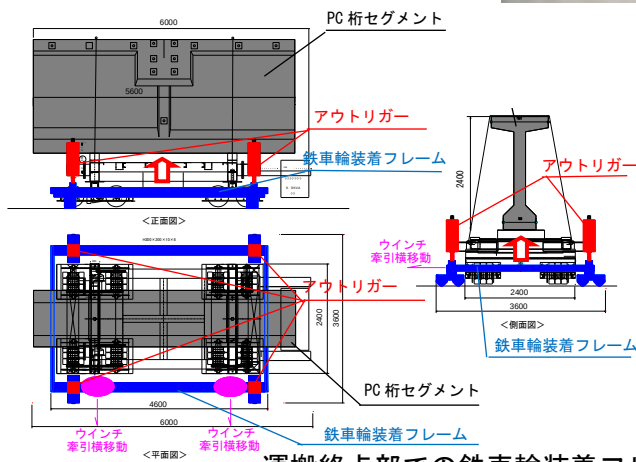
30tウェイトによる試験、現場要求性能確認、走行時警報音及び回転灯を装備し現場導入した。

PC桁運搬台車仕様	
定格積載重量	30トン (PC桁重量 27トン)
全長	5,400mm
全幅	2,400mm
高さ	1,370mm
荷台最小高さ	950mm
本体質量	6,200kg (発電機含む)
走行速度	高 9.0 m/min. 中 4.5 m/min. 低 3.0 m/min.
走行運転は操作ボタン	
走行電源	200V 9.9KVA発電機を搭載
発電機燃料	軽油 タンク容量37リットル

PC桁セグメント運搬台車仕様



アウトリガージャッキを使用した曲線操舵機構



横移動試験状況

運搬終点部での鉄車輪装着フレームを使用した横移動機構



一般道横断



高架下への曲線路運搬



終点部横移動

二期工事工程表

※赤色が当初のWガーダー施工クリティカルライン

構築工	2017			2018												2019										
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
始点部構築工	下り切替	地盤改良工		基礎構築					高架橋構築						地覆高欄トラフ											
当該PC桁架設（当初）		始点部構築を待たず施工																					PC桁工（Wガーダー施工）		地覆高欄トラフ	
当該PC桁架設（今回）		基礎構築		高架橋構築			PC桁工（実工程）										桁構築～地覆高欄トラフ		5ヶ月短縮							

3. まとめ

本台車は当社独自開発である硬質ゴムタイヤを装着した重量物運搬台車である。現場のニーズに合わせて改良し応用する可能であることから、今後も施工効率、生産性向上に貢献できると期待される。

東洋建設株式会社

栈橋建設工事における設計、施工段階での CIM の活用

港湾工事での CIM 活用による種々の先行的取り組み

CIM 活用のねらい

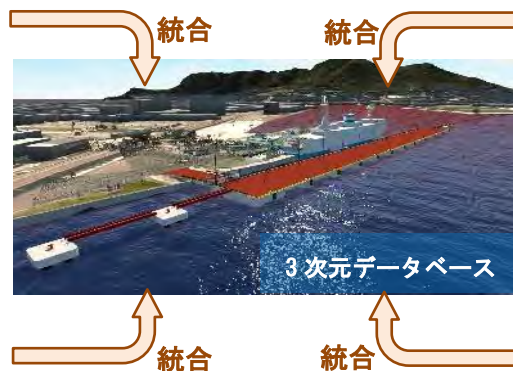
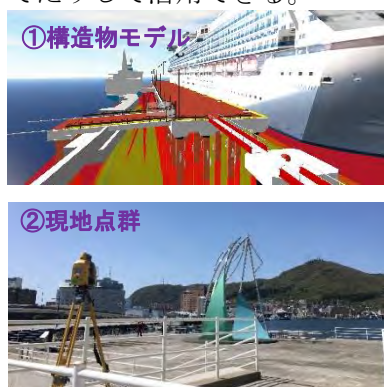
CIM 本来の目的は、調査、設計、施工、維持管理の各段階で共有された 3 次元データを用いることで効率化を図ることにあり、その効果として生産性の向上も期待できる。今回紹介するのは、設計・施工一括方式（デザイン・ビルド）で発注された国土交通省北海道開発局の函館港若松地区岸壁改良工事において様々な段階における 3 次元データの活用を実践した効果や更なる活用方法である。

CIM では、調査や設計段階で作成・使用された 3 次元データベースを用いて施工するのが通常である。したがって、CIM の中核となるデータは、設計者から引き継ぐこととなるが、本案件はデザイン・ビルド方式であったため、当社が独自に CIM の方式に基づいて 3 次元データを作成した。

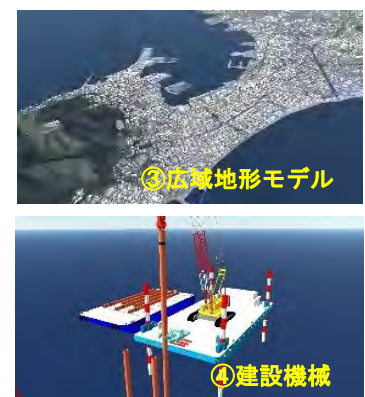
3 次元データベースの作成は、①構造物モデル②現地調査による 3 次元点群計測③広域地形モデル④施工機械データの 4 つのデータを統合することによって行った。統合されたデータベースは、設計段階で施工上の諸問題を見出して反映させたり、施工段階の施工計画書立案や水中潜水作業の見える化に役立てたりして活用できる。



函館港若松地区岸壁の CIM による完成予想図



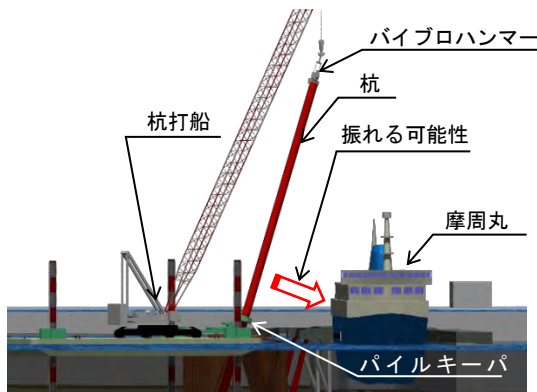
3 次元データベースの構成



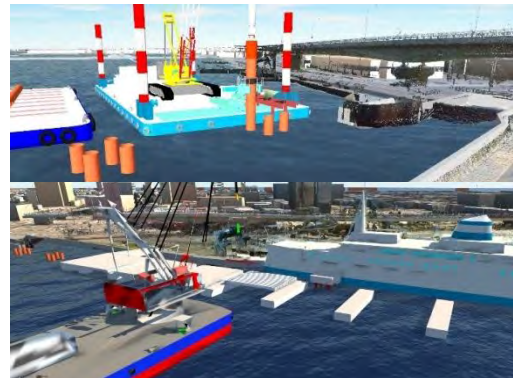
設計段階での活用

3 次元データの優位性を生かし、2 次元での確認方法では見落としがちな問題点を抽出して対策を講じた。設計段階で問題点を解決することで、施工段階における現場での対応が減少し生産性が向上した。これまでは問題が発生するたびに現場が休止することがあったが、これらが無くなり稼働率が向上した。

ためである。具体的な事例として以下の図に示すように、斜杭打設時の周辺施設（摩周丸）との干渉を立体的に把握するなど、施工ステップの各段階で発生しうる問題点をあらかじめ設計に反映した。



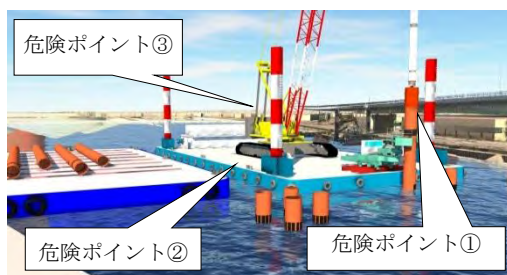
立体的に干渉を把握して設計に反映



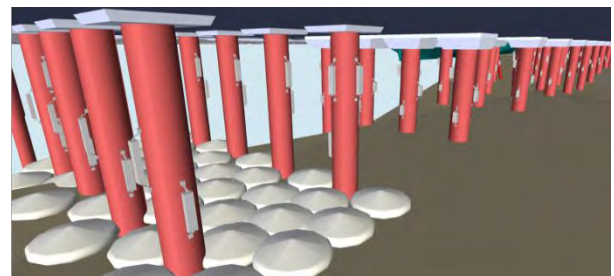
施工ステップ図の作成

施工段階での活用

3次元データは、これから建設するものを視覚的に確認できるため、事前の作業内容説明やその作業における危険のポイントを関係者全員で勘違いなく共有できる。さらには、潜水作業においても見えない水中をあらかじめ視認して把握できるため、安全性と効率が向上する。以下の図はその事例である。



作業手順の見える化



潜水(水中)作業の見える化

今後の活用

今回報告した「見える化」をさらに進化させ、VRシミュレーターを開発することで、実際の現場を模擬体験できる。この模擬体験により、実作業前に危険ポイントを発見して対策を講じたり、関係者の教育訓練を効果的に行えたりする効果が見込める。

さらに、建設現場における正確な形状把握と機械制御ソフトとの組み合わせにより海上作業の自動化が進むと予想される。自動化の開発では、今回作成したような3次元データを中心に進めることで、自動化と施工履歴の記録が同時に行えるなど、より効率よい施工が可能となる。



VRシミュレーターで見えている画像

施工状況 VR シミュレーター

まとめ

3次元データの活用は、現時点で考えられる効果以外にも今後ますます適用事例が増え、「見える化」や「自動化」、「安全性向上」といったキーワードで開発が進むと考えられる。海上工事においてもそういった取り組みはなされているところであるが、海上あるいは水中といった特殊条件下においてはさらにその効果への期待は大きく、生産性向上にも大幅に寄与できる。

戸田建設株式会社

サブ ギガヘルツ

Sub-GHz 無線を利用した「位置管理システム」による生産性向上

電波が壁を透過して作業員の情報を取得、安全管理に活用

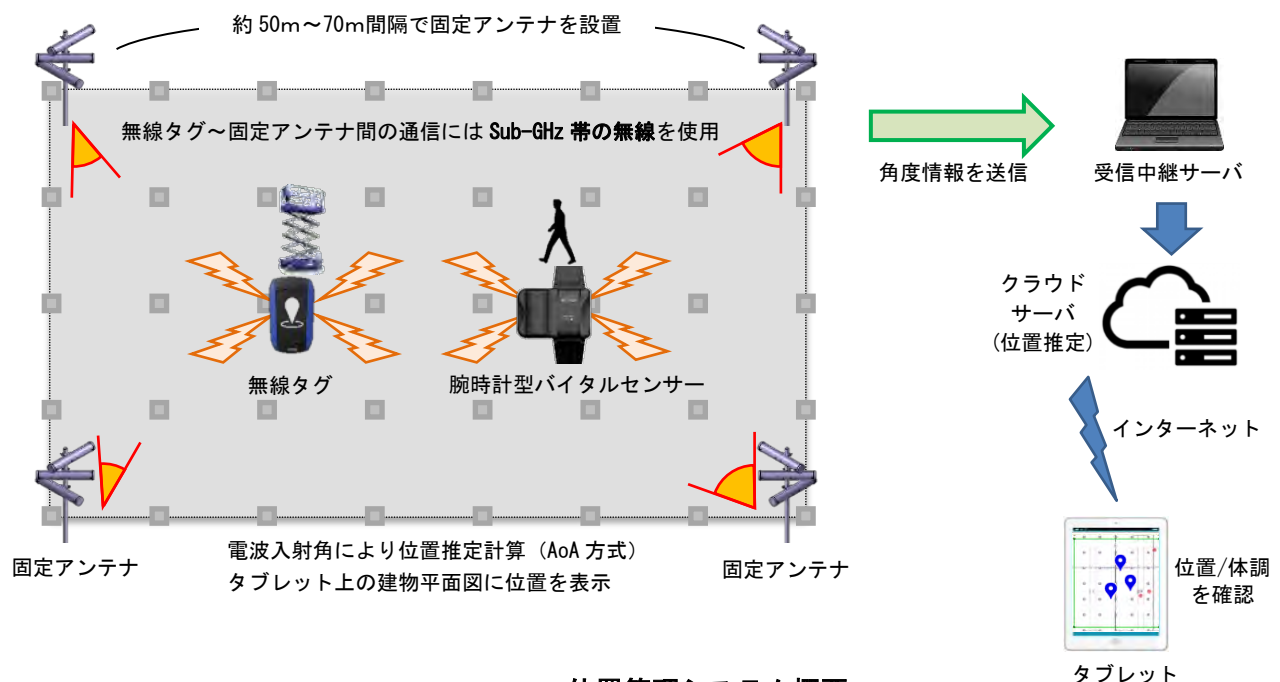
開発の背景およびシステム概要

建設現場では、様々な職種の作業員が作業をしている。そのため元請会社は、それらの作業員が適切な場所で安全に作業をしているか、適宜、現場内を巡回管理する必要がある。また、現場内には、高所作業車をはじめ、様々な資機材があり、それらの管理にも労力を費やしている。

しかし、今回紹介する「位置管理システム」を用いることで、無線を発信する腕時計型バイタルセンサー（無線タグ）を作業員に装着させ、地下空間や壁面のある屋内であっても、現場内のどこで誰が作業をしているのか、事務所にあるパソコンやタブレット端末を用いて把握することができる。また、高所作業車などの資機材についても、無線を発信する資機材用タグ（無線タグ）を装着することで、同様に位置を把握することができる。

なお、位置情報推定のための無線は Sub-GHz 帯（920MHz 帯）を採用しており、長い飛距離と高い透過性能、遮蔽物に対する回り込み性能を持っている。壁などの障害物があっても、約 50～70m おきに固定アンテナを設置することで、位置を推定することが可能である。

また、腕時計型バイタルセンサーには、加速度センサー、体表面温度センサー、パルスセンサーが内蔵されており、作業員の体調変化や転倒事故などの異常を早期発見することができるシステムとなっている。



位置管理システム概要

システム構成

腕時計型バイタルセンサー

- ・ Sub-GHz 無線発信
- ・ 脈拍計測
- ・ 体表面温計測
- ・ 3 軸加速度計測
- ・ 電池式(約 1 年間可動)



資機材用タグ

- ・ Sub-GHz 無線発信
- ・ 電池式(約 1 年間可動)
- ・ 寸法:L90xW45xD16mm
- ・ 重量:26.5g



固定アンテナ

- ・ Sub-GHz 無線受信
- ・ 円偏波型(右左旋 2 方向)
- ・ LAN 環境
- ・ 単相 AC100V 50/60Hz
- ・ 寸法:H1,700xW566mm
- ・ 重量:約 6Kg



アンテナ用スタンド

- ・ 寸法:H1,000xW950mm
- ・ 重量:約 8Kg
- ※全体高さ:2,600mm

腕時計型バイタルセンサー/資機材用タグ/固定ノードアンテナ

腕時計型バイタルセンサーは、時計メーカーと共同開発し、現場におけるハードな作業等の状況下においても正確に稼働するよう設計されている。電源は毎日充電することが困難な状況を想定し、約 1 年間稼働する電池式とした。固定アンテナに関しては、約 50~70m おきに円偏波型固定ノードアンテナを設置し、腕時計型バイタルセンサーまたは、資機材用タグから発信される無線を捕捉し、事務所に設置した受信サーバ経由でクラウドサーバに送信される。

システムの運用について

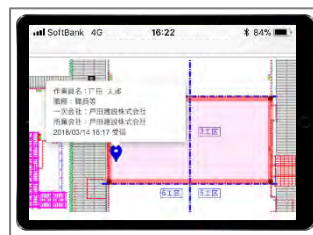
位置管理システムでは、生体認証型入退場ゲートとの組み合わせで、作業員と腕時計型バイタルセンサーを紐づけし、入退場の管理を行う。これにより現場の位置情報/体調管理、デジタル出面表への自動連携が可能となる。資機材用タグは、高所作業車や、他の資機材を事前登録する事で、位置情報の管理ができる。これにより、広大な敷地であっても、資機材の位置を容易に把握できる。



生体認証型入退場ゲート



資機材用タグ



タブレット画面

現在の入場者数一覧 (01:10:18:06)					
職種	一次会社名	入場者数	職種	一次会社名	入場者数
土工	株式会社〇〇〇〇	1	金属製造工	株式会社×××	1
土工	株式会社×××	1	株式会社〇〇〇〇	株式会社〇〇〇〇	1
現場兼工	株式会社〇〇〇〇	1	株式会社〇〇〇〇	株式会社〇〇〇〇	2
コンクリート工	株式会社〇〇〇〇	1	株式会社×××	株式会社×××	1
方入匠工	株式会社×××	1	株式会社〇〇〇〇	株式会社〇〇〇〇	1
鉄骨工	株式会社〇〇〇〇	2	内装工	株式会社〇〇〇〇	1
職番工	株式会社〇〇〇〇	1	株式会社〇〇〇〇	株式会社〇〇〇〇	1
防水工	株式会社〇〇〇〇	1	解体工	株式会社〇〇〇〇	1
石工	株式会社〇〇〇〇	1	衛生設備工	株式会社〇〇〇〇	1
造作大工	株式会社〇〇〇〇	1	電気設備工	株式会社×××	1
	株式会社〇〇〇〇	1	電気設備工	株式会社〇〇〇〇	1
	株式会社〇〇〇〇	2	株式会社〇〇〇〇	株式会社〇〇〇〇	2
屋根工	株式会社×××	1	配管工	株式会社〇〇〇〇	1
金物工	株式会社〇〇〇〇	2	オレーター	株式会社〇〇〇〇	1
左官工	株式会社〇〇〇〇	1	左官工	株式会社〇〇〇〇	1

デジタル出面表

まとめ

現場では、工事の進捗に応じて状況が日々変化する為、少ないアンテナの本数で盛替えの発生しない場所に設置することが求められる。今回紹介した位置管理システムは、無線の飛距離、透過性能が高いこともあり、これらの要件を満たすことができる。また、端末は無線を利用するため、電話回線等の通信費用が不要となりランニングコストも抑制できる。このシステムにより巡回管理の労力低減や、安全管理の効率化を推進し、生産性の向上を図ることができる。なお、本システムはリース会社（株）大同機械 TEL03-5609-7131、日建リース工業(株) TEL03-3295-9111) よりレンタルが可能で、実際に他の建設会社でも運用が始まっている。

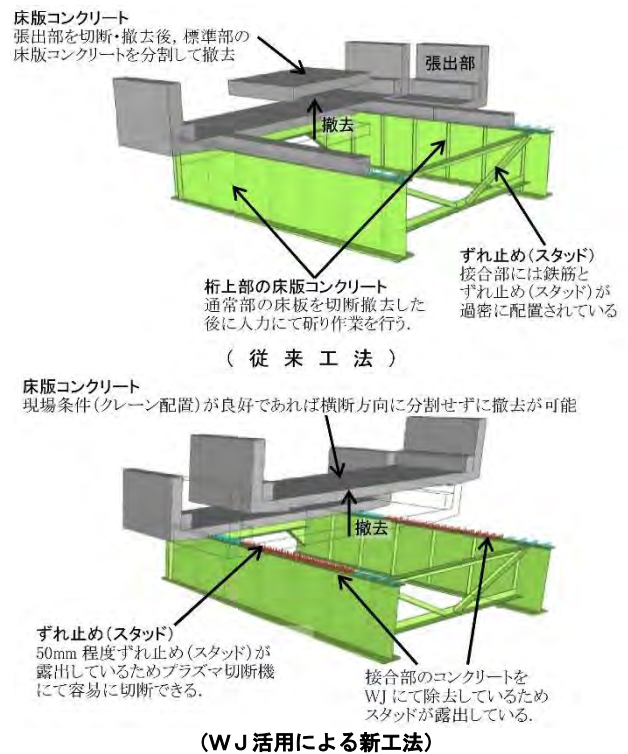
飛島建設株式会社

床版更新事業における床版撤去作業の生産性向上への取り組み

RC 床版の更新事業におけるウォータージェット活用による新工法の開発

研究の背景

コンクリート床版と鋼桁からなる合成桁橋は、経済性と合理性により 1950 年代から 60 年代に多く建設されており、都市高速道路網が整備される中で数多く採用された。建設後 50 年を迎え、想定以上の交通量の増加などによって床版の損傷が激しくなり、床版取替工事が数多く計画されている。合成桁橋梁の RC 床版の取り替えは、初めに標準部の床版を切断・撤去し、後から鋼桁上部の床版を人力研りにて撤去するが、鉄筋とずれ止め（スタッド）が過密に配置されているため、現状では短時間に既設鋼桁と RC 床版を分離できず、このことが床版取替工事におけるクリティカルパスになっている（図－1）。通行止め後の床版撤去の作業期間の短縮を目標とした、ウォータージェット（以下 WJ）活用による新工法を開発した。

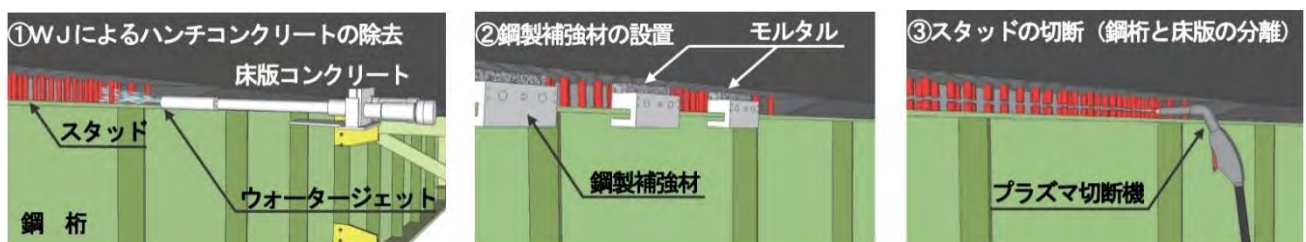


図－1 撤去方法の比較

開発技術の概要

本工法は交通供用下の床版下面より、鋼桁と RC 床版の接合部を WJ で研り、鋼桁上のずれ止め（スタッド）を全線に渡って 5cm 程度露出させ、露出させたスタッドに鋼製補強材を装着し、合成桁としての性能を損なうことなく交通供用を継続させる。本工法の施工手順を図－2 に示す。

- ①交通供用下において鋼桁と床版の接合部のハンチコンクリートを WJ で除去する。
- ②コンクリートが除去された桁と床版の隙間に鋼製補強材とモルタルによる仮補強を設置する。
- ③通行止め後に仮補強を撤去して、床版を橋軸直角方向に切断し、床版を撤去する際にプラズマ切断機によりスタッドを切断する。



図－2 WJ活用による新方法の作業手順

防水型吊り足場

都市高速道路のリニューアル工事ではクレーンや高所作業車の配置に制約があり、吊り足場の資材搬入・組立が困難となる場合がある。そのような状況を想定し、日綜産業株式会社の先行床施工式フロア型システム吊り足場(クイックデッキ)を採用した(写真-1)。クイックデッキは従来の吊り足場用チェーンの5倍以上の強度を有する高強度チェーンを採用しており、最大吊りチェーンピッチ5mを実現している。主桁間隔4mに架設する吊り足場を、特段の補強や斜め吊りチェーンを必要とせずに設置でき、吊りチェーン箇所数を少なくできることが、採用の決め手となった。各パーツは差し込みピンで固定するなどシステム化されており、熟練工でなくても作業の効率化が図れる工夫がなされている。

WJ 施工にあたり、吊り足場床面の漏水が課題であった。そこで、防水機能と漏水検知機能を備えた吊り足場構造を開発した(写真-2)。主な特徴を以下に示す。

- ①アスファルト防水シートを吊り足場床面に敷き詰めることで、高い防水・防音機能を有する。
- ②吊りチェーンと床面の交差部にシリコンを充填し、振動に強い止水機能を有する。
- ③漏水検知センサを配置し、漏水の早期発見、漏水箇所の特定が可能なモニタリング機能を有する。



写真-1 クイックデッキ作業状況



写真-2 防水床面（吊り足場上部）

床版の撤去

橋面上の施工幅が狭く大型クレーンの設置が困難であったため、高欄を含む張り出し部を先行して撤去し、床版の吊り上げ重量を軽減することで一度に撤去する面積の拡大を図った。スタッドの切断はプラズマ切断機を採用し、鋼桁への熱伝達の低減、作業時間の短縮(1カ所当たり10秒程度)を図った。床版撤去は、鋼桁補強を避けるため隣接径間に25tクレーンを据えて行い、高欄部分を除く横断方向を一括して撤去した(写真-3)。

径間長20m、2主桁、1径間の床版撤去の場合、桁上コンクリートを後から手すりする従来工法では通行止めが18日程度必要となるが、本工法では9日程度と約半分に短縮できる(表-1)。通行止め期間が大幅に短縮されることにより、車線規制にかかる多くの人員が削減でき、生産性向上に寄与できる。実際の施工事例では、径間長22m、2主桁、3径間の床版撤去を20日間で完了している。



写真-3 床版の横断方向一括撤去

表-1 工程短縮効果の試算

(従来工法)		(WJ活用による新工法)	
工種	日数	工種	日数
床版切断	6日程度	仮補強材撤去・床版切断	6日程度
床版ブロック撤去	6日程度	床版ブロック撤去	3日程度
桁上破砕	4日程度	桁上破砕	なし
スタッド撤去	2日程度	スタッド撤去	なし
通行止め計	18日	通行止め計	9日

※本工法は、阪神高速道路株式会社、第一カッター興業株式会社と共同で開発した工法です。

西松建設株式会社

ICT 活用した造成工事における生産性向上の取組み

ICT を使い測量から土工・舗装・出来形管理を省人、効率化

1. 工事概要

本工事は、久留米・うきは工業用地造成工事の1期工事であり、造成、水路・調整池工事および道路工事を行うものである。当該工事では工事面積 13.1ha に対し盛土約 21 万 m³、道路延長 640m を施工する。近年、様々な ICT 技術を用いた施工（品質管理・出来形管理等）による作業や管理の効率化の取組みがされているが、当現場では起工測量から土工、舗装工および出来形管理、電子納品に至るまでの一連の作業・管理について ICT 技術を採用し効率化を図る取り組みを行った。

2. UAV 空中写真測量の採用

場内の地盤高を計測する方法として、従来は光波測距儀とレベルを用いた横断計測が行われているが、当現場では 13.1ha と対象範囲が広域となるため計測に労力を相当要する。そこで UAV（無人航空機；通称ドローン）に搭載したカメラによる空中写真測量により起工測量および中間出来形測量を行い、作業の効率化を図った。

その結果、計測自体は半日で作業が済み、計測から計算結果の整理までにかかる作業人工が約 30%削減され、測量作業時間の短縮・省力化に効果が確認された。また、精度については国交省の出来形管理要領の規定値を満足する値が得られた。



使用 UAV とプロポ(リモコン)



取得点群データ(オルソ画像)

3. MC(マシンコントロール)、MG(マシンガイダンス)の導入

造成作業の省人・省力化を目的に、盛土工の敷均し作業にブルドーザマシンコントロール(MC)を、調整池等の法面整形作業ではバックホウマシンガイダンス(MG)を導入した。また舗装工では路盤仕上げ作業にマシンコントロール機能付きグレーダーを導入した。

ブルドーザー・バックホウ MC/MG 用の基準局は GPS1 台を現場事務所の屋根へ設置し、RTK(リアルタイムキネマティック)方式とした。グレーダーMC は自動追尾式 TS による計測方法とした。MC は排土板位置をリアルタイムで把握するとともに設計高さに自動制御して施工する。MG はリアルタイムでバケット刃先位置を運転席のモニターで確認して、設計面に対する位置関係を把握しながら作業するものである。



MC ブルドーザ

MC/MG の導入の結果、丁張り設置作業が不要となり、特に MC ブルドーザにおいては 1 作業日当りの人工が約 60%削減される効果を確認した。MG バックホウとグレーダーMC においても施工時間の短縮・手元作業員の省人化につながった。



MG バックホウ



MC グレーダー



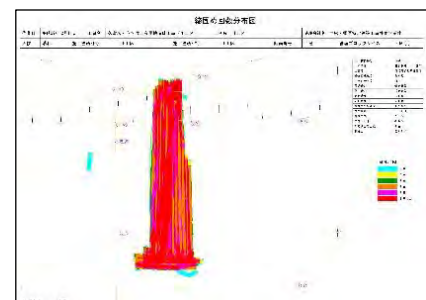
基準局 GPS

4. 振動ローラ GNSS 転圧管理システムの導入

盛土の転圧施工には、基準局を VRS（仮想基準点）方式とした GNSS 振動ローラ転圧管理システムを導入した。本システムは、運転席のモニターにて転圧回数が色分け表示され転圧回数・走行軌跡を管理するものであり、リアルタイムでかつ面的な管理を確実に行うことができ、施工品質の向上につながる。また従来の現場密度管理から施工規定方式の管理となり、施工管理要員の業務時間の削減となる。本システムを導入することで施工管理要員の品質管理業務に要する時間が従来管理と比べ約 80%削減できることを確認した。



GNSS 搭載振動ローラ



転圧回数分布図

5. クラウドによる情報共有システム「ビジョンリンク」の運用

本工事では複数の ICT 建機を使用した施工とするため、各 ICT 建機の稼働や施工状況を同時に管理する管理面での効率化を目的として、クラウド情報共有システム「VISION-LINK（ビジョンリンク）」を運用した。

ICT 施工データの取り込みが日々クラウド上で自動更新され、当日および指定期間の ICT 建機の走行軌跡などが確認できる。クラウド上にあるので、現場以外の本支社・協力業者等からも閲覧することが可能となっており、情報共有化とともに状況確認のためのやりとり作業が削減できる。



ビジョンリンクシステム概要図



管理画面の例(進捗図)

株式会社長谷工コーポレーション

アプリケーションとクラウドを利用した工事記録台帳作成業務の効率化

記録写真撮影後の、写真の整理、台帳作成まで自動化する『写トル』

1. アプリケーション開発の目的と概要

建設工事の各工程を写真撮影して工事記録台帳として作成する業務は、撮影した写真の整理を始めとして手間を要するため、より効率的な業務手法が求められていた。そこで、スマートフォンの機能を利用して、各工事工程で撮影した写真の整理と工事記録台帳作成までの自動化を試みた。

今回開発の工事記録台帳自動作成アプリケーション『写トル』の特徴は、各工事工程を撮影する前に、スマートフォンアプリにより撮影部位を選択した上で撮影し、その撮影データをクラウド上に階層構造をもって記録する点にある。その結果として、撮影した写真は撮影部位を特定した形で記録され、事務所にて工事記録台帳を作成するパソコンアプリを起動すれば、自動的に工事記録として添付されるべき位置に撮影データを張り付けることが可能になる。

また、撮影データをクラウド上に記録することで、スマートフォンからパソコンにデータを移行する手間が省けると同時に、スマートフォンの紛失等によるデータ消失リスクを回避できる。

2. アプリによる業務改善フロー



従来の業務フロー（左図）では、ステップ④において、撮影した写真を一枚一枚目視しながら整理し、ステップ⑤で台帳に貼り付ける作業にもっとも時間を要しており、改善が望まれていた部分である。

『写トル』によるフロー（右図）では、ステップ①で、撮影部位を指定するひと手間があるものの、撮影部位を特定した形で記録できることから、工事記録台帳作成システムが所定位置に撮影データを自動配置する。それにより、写真整理や写真の貼り付け作業が完全に無くなり、格段の業務効率を発揮する。

アプリケーションの構成

工事記録台帳自動作成アプリ『写トル』は、大きく分けて2つのアプリから構成される。

① スマートフォンアプリ

スマートフォンの画面には、撮影部位を選択する画面が表示され、撮影前に撮影部位の選択を促す。そして、撮影部位を指定すれば写真撮影が可能になる。また、撮影された写真を自動的にクラウド上に転送する。尚、補助機能として、撮影した写真の社内メール通知機能等がある。

② パソコンアプリ

あらかじめ工事記録台帳のフォーマットが設定されており、クラウドから必要データを受信すると共に、所定位置に写真データを張り付ける。完成された工事記録台帳は、直接印刷の他、エクセル等でダウンロードが可能。



スマートフォンアプリ画面

左：階層選択

右：メール通知

3. その他アプリの機能およびメリット

① 「写真データ自動圧縮」

パソコンアプリ上で写真データを規定サイズに圧縮する機能を有し、全作業所の写真サイズが統一されるとともに、データ容量の圧縮によりクラウド利用料等の費用の削減となる。

② 「社内写真報告」

写真の社内メール通知機能により、場所を選ばず社内の必要な報告者に通知が可能になる。

③ 「台帳一括ダウンロード」

自動作成された台帳を一括（または指定）ダウンロード可能。提出先ごとの整理作業の削減になる。

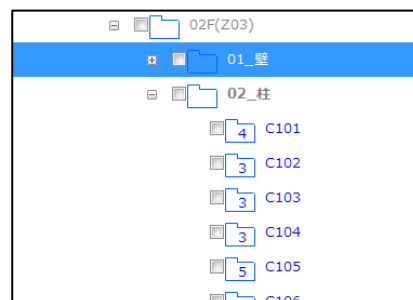
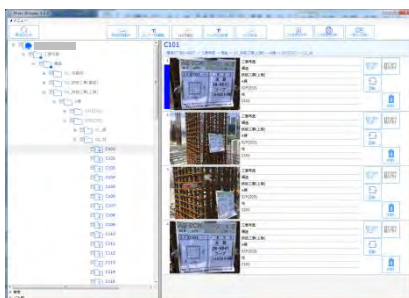
④ 「セキュリティ向上」

スマートフォンなど端末の盗難・紛失による写真データ流出リスクがなくなる。

4. 今後の予定

現在、マンション建設に特化した特徴を生かすべく、当社の全作業所にて展開中であり、スマートフォンアプリについては約 1000 台導入済。

今後、働き方改革（4週8休）に向けた取り組みの一環として、更なる効率化を目指し、利用者からの意見を取り入れた改良を行うと共に、当社の作業所で働く協力会社への水平展開も検討していく。



パソコンアプリ画面

左：全体、右：フォルダ表示（数字は写真枚数）

株式会社フジタ

クラウドを活用しすべての現場を効率的に管理

I o T 全工程の見える化

1. 開発の背景

近年、土工現場における ICT（情報通信技術）の全面活用には、ドローンによる三次元測量や設計データが入力された ICT 建設機械の導入などがあり、作業の効率化や省人化が進みつつある。実際に測量作業では現場から丁張が無くなり、ICT 建機では仕上げ工程の高精度化や熟練オペレーター不足の解消などの成果が表れ始めている。しかし、ICT 建機は法面整形や盛土転圧など仕上げ作業の一部分にのみ採用されるケースが多く、工程の部分的な効率化が進んでも工事全体の生産性向上に寄与できないといった課題があった。

2. システム概要

土工現場の建設機械（ICT 建機、ダンプトラック）・人（工事管理者、職長、オペレーター）・測量（三次元データ、ロードライト）のすべての施工情報をクラウドサービスにつなげ、施工の進捗や出来形の情報が、工事管理者だけでなく職長やオペレーター、運転手などすべての現場の担当者へ、リアルタイムで共有できるシステムを構築した。



重機土工「全工程」見える化イメージ

3. システムの特長と効果

各オペレーターが相互の位置情報と施工進捗およびダンプトラックの運行状況をマップ上で視覚的に把握できるため、連携作業がスムーズになり、建設機械の手待ち時間が大幅に短縮され稼働率が向上するという効果が確認できた。この結果、現場全体の建設機械とダンプトラックの計画的かつ効率的な配置が可能となった。作業計画の日々改善と適正化が進み、さらに、オペレーターから作業進捗や天候などの条件に応じた建設機械の配置変更が提案されるようになり、とくに切盛土の施工効率が上がり、その他の効果として、各プロセス関係者による自主的なクラウド活用が活発になり、重機始業前点検の結果がウェブ看板を通して「見える化」され、安全管理のツールとしても利用が進んだ。



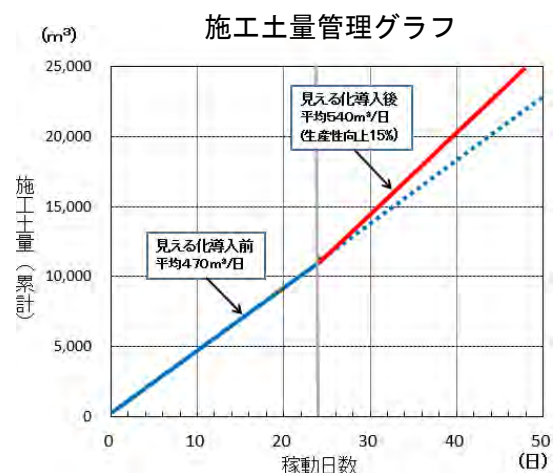
現場事務所での業務を「見える化」

「全工程見える化」適用技術

適用技術	技術名称	内容と成果
見える化クラウドサービス	ICT建機 ビジョンリンク※4/TCC	各建設機械に3Dマシンガイダンスを搭載し、位置、軌跡、出来形、土量データをリアルタイムに情報共有。
	ロードライト	積込みバケット内に荷重計の搭載でダンプトラックの重量を管理し、過積載防止。
	車両運行管理システム	ダンプトラックの位置情報を建設機械オペレーターが監視することで無駄を排除し、ずり積込み作業を効率化。
	監視カメラ	各オペレーターがずり積込み作業の進捗をカメラで監視し、連携作業を効率化。
情報共有リモートアクセス	チームビュー 重機位置情報	建設機械の位置を即時表示しオペレーター同士が確認し合うことで、配置変更や追加といった作業計画の変更を適正化。
	Web看板 重機始業前点検	オペレーターが毎日行う重機始業前点検の結果を、運転席のパソコンで入力し、即時事務所へ報告。
	安全指示伝達	安全指示や天気情報などを現場内へ一斉配信し、安全管理体制の向上。

4. まとめ

岐阜県の「平成27年度東海環状広見地区西道路建設工事」において、IoTを活用して土工現場の建設機械・人・測量の情報すべてを集約し、「全工程見える化」により施工量では、従来比約15%の生産性向上を達成した。



株式会社フジタ

ドローンによる測量で切盛土工事の日々の出来高管理に適用

GNSS機能を活かしたドローン測量による測量解析時間を1/3に短縮

1. 開発の背景

近年、機体の高性能化・低価格化によりドローン測量が急速に普及し、国土交通省が進める「i-Construction」で規定された工事着工前の起工測量や、竣工時の出来形測量に多く活用され成果が現れている。しかし、いくつかの課題があり、施工途中の日々の測量で手軽に活用できるまでには至っていない。

従来のドローン測量では、事前準備として評定点を設置し、トータルステーションを用いた測量作業、写真撮影後の点群データ解析処理に膨大な費用と時間が必要である。また、せっかく設置して測量した評定点も、工事の進捗に合わせて設置・撤去を繰り返さなければならない。近年では、高額な高性能PCや専用ソフトウェアを不要とし、インターネットブラウザ上で一括3Dモデルを作成するサービスなども提供されているが、解析処理に半日程度かかることや、出来形データの外注時の責任の所在、また山間部などでは作業所の通信環境に影響されるといった問題がある。

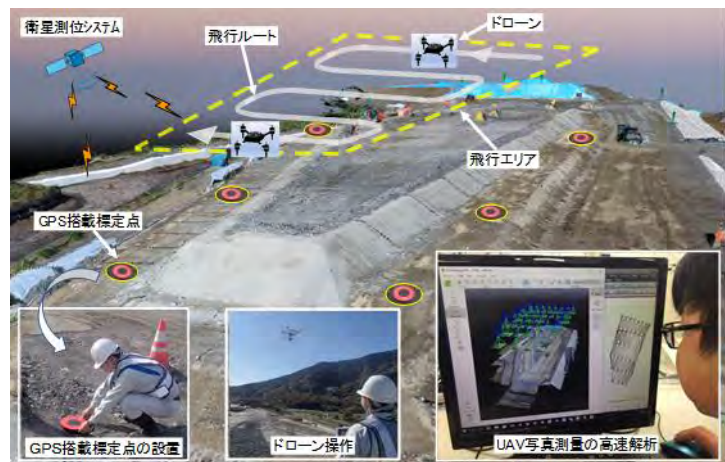
2. システム概要

GNSS機能を活かしたドローン測量(以降デイリードローン)は土量計算など日常の出来高管理において、現場で気軽かつ迅速に利用することに主眼をおいている。日々の土工事作業終了後にドローンを飛行させ、撮影写真データの点群処理から土量算出までを当日中に完了させる測量技術として開発した。本システムは、評定点設置作業の省力化と点群データ解析作業の時間短縮を図る簡易測量でありながら、出来形精度

±50mmの確保と算出土量の誤差±5%以内を達成している。また、高精度の測量が必要な際には、写真撮影時の設定条件を変更することで、従来と同様に「i-Construction」での要求精度を確保することも可能である。

3. 導入効果

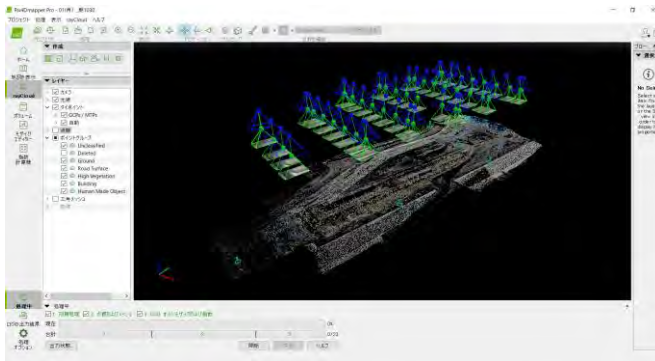
- ・出来高管理の地上測量が不要で、現場の測量工数とデータ処理工数を大幅削減



デイリードローン システム図



機体「Phantom 4Advanced」



点群処理「Pix4D MAPPER」



GNSS 搭載標定点

- ・これまで以上に安価かつ高速に日常的なドローン測量が可能
- ・ドローン測量は重機稼働中でも実施でき、測量担当職員の負担を軽減
- ・従来のドローン測量と比べ、基準測量から点群データ解析までの所要時間を大幅に短縮

適用機器と解析手順

	手順	適用機器	従来 測量解析	ディレイドローン 測量解析
事前	評定点計測	エアロボマーカー	4 時間	1 時間
測量	UAV 飛行	ドローン写真撮影	(0.5 時間)	(0.5 時間)
	① 標識紐付け	座標変換ソフト		
	② 点群処理	空撮データ加工ソフト		
	③ 点群編集	点群編集ソフト		
	④ 3D 処理	3 次元 CAD ソフト		
		時間合計	9 時間	3 時間 (従来 1/3)

※測定面積 2ha (20,000 m²) で検証

4. まとめ

基準測量から点群データ解析までの一連作業に要する時間を当社従来比 1/3 に短縮し、作業所の職員が土量算出の必要性を感じた時に、手軽に算出できる技術である。基準測量に GNSS 搭載評定点を利用することで、煩雑な評定点の「設置」～「測量」～「座標データの入力」といった一連の手間を省略することが可能となり、さらにドローンによる写真撮影時には、現場の土量管理に必要な精度確保の条件（写真枚数、画素数、点群密度など）を設定することで、データサイズを抑制し、処理時間の大幅短縮を実現している。

前田建設工業株式会社

ICT 技術活用による生産性向上の取り組み

ICT を使ってトンネル工事の安全性と生産性を向上

1. 工事概要

当工事は福島復興再生道路に位置付けられた県道吉間田滝根線に延長 1,403m のトンネルを構築する工事である。トンネル施工ヤードにアクセスする現道は、幅員狭小・急勾配・急カーブが連続する山間地域にあるため、トンネル掘削の施工管理に加え、資機材の搬出入や残土運搬時の安全管理など、施工ヤードや周辺道路の安全管理にも人員を要する工事である。当現場では生産性向上への取り組みの一環として、ICT を用いて各種施工管理要員の削減を図った。

2. 坑内管理要員の削減

○IC タグ工事車両周囲エリア管理システム、インテリジェントカメラによる人検知システムの導入

坑内の安全管理のため、IC タグと受信・警報装置が常時通信し、重機に近づいてきた人を警報機で知らせるシステムを導入した。本工事では、坑内の車両系建設機械に配備し、重機 5m 圏内に近づくと警告灯が回転する仕組みで運用している。さらに、インテリジェントカメラによる人検知システムによって、人と重機との接触の危険がある場合のみ、モニターに警告を表示し、同時に警告灯が作動し警告音が鳴るシステムを導入した。これらによって、重機誘導員を削減することができた。

○WEB カメラ活用による現場管理スケジュール

坑内ではトンネル掘削作業状況によって、切羽観察等の管理確認作業を行えるタイミング・時間が限られるため、職員は現場で待機する必要がある。そこで、切羽付近にWEB カメラを設置して作業状況を監視することにより、現場管理・確認



工事車両周囲エリア管理システム



インテリジェントカメラによる人検知システム

すべき時間帯を詰所にて確認できるようにした。これにより、現場詰所で内業しながら施工状況を把握して、リアルタイムに現場管理のスケジュール管理が可能となり、現場調整・待機時間の削減を図ることができた。

以上の結果、坑内管理要員の業務時間を平均30分/サイクル/人低減することができた。



WEBカメラ活用による現場管理スケジュール

3. 坑外管理要員の削減

○赤外線センサーシステムとLED電光掲示板

線形不良・狭小・急カーブが連続する現道横に赤外線センサーシステムを道路BOX出入り口双方に配備した。これは道路BOX入口センサー前を車が通過する瞬間、道路BOX出口側LED掲示板が作動し、道路BOX出口から入口側走行時も同様に作動する警告システムである。

このシステムを導入したことで、18か月で720人の交通誘導員を減らすことができた。



赤外線センサーシステムとLED電光掲示板

現場立会、確認検査の効率化

現場立合い検査・確認を遠隔確認することで業務の効率化を図る仕組みを計画している。これはインターネットライブカメラを活用し、ハンズフリーマイクと軽量モバイルカメラを組合せた通信環境を構築し、発注者事務所からのリアルタイム指令に基づき立会検査が可能となるシステムである。これにより、例えば岩判定の際の発注者の移動時間（1時間）や切羽待機時間（30分～1時間）が削減されたり、検査待ちのためにその日の掘削作業が1サイクル減るようなことがなくなるなどの効果が期待される。



ネットワークカメラによる現場立会、確認検査

前田建設工業株式会社

BIM/CIM 活用による生産性向上の取り組み

4 Dモデルを用いた仮設構造検討の省力化

1. 工事概要と背景

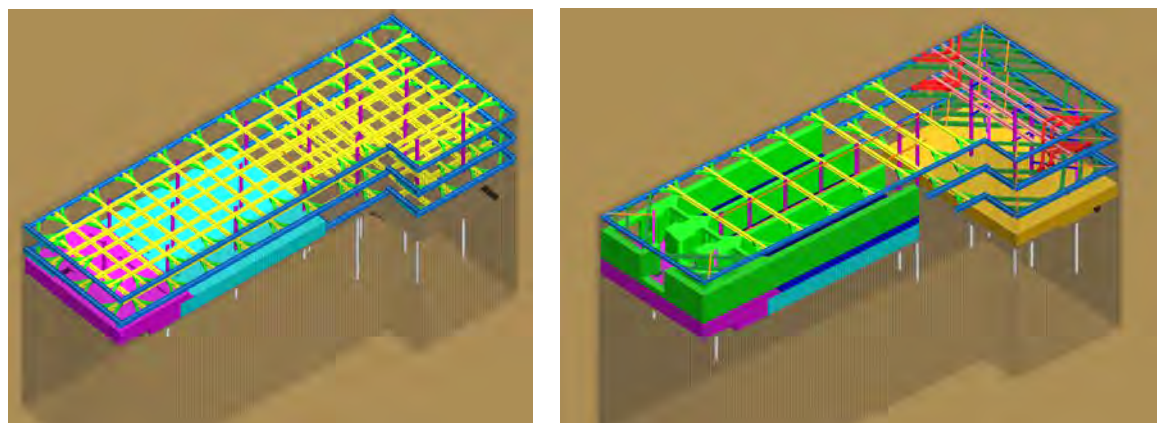
今回の対象工事は、多機能複合型都市”かずさアクアシティ”計画の中で金田西地区の雨水排除を目的としている。その工事規模は、計画雨水量 $7.7\text{m}^3/\text{s}$ に対応する RC 造の地下 1 階(最大深さ約 12m)、地上 4 階(高さ約 20m)建の沈砂池ポンプ棟と貯水量 $11,200\text{m}^3$ の雨水調整池及びそれに付随する総延長約 400m の函渠である。

ポンプ場の上流側では上記計画のための大規模な造成が行われており、その開業日も決定していた。そのため、本工事では開業に合わせて雨水を処理できるようにポンプ場設備を建設する必要がある、工程厳守が至上命題となっていた。後工程である建築工事及び機械設備工事、電気設備工事については工期の短縮が困難であるため、複雑な構造の土木構造物を短期間で竣工させることが工事全体の工程短縮の要であった。



2. 4 Dモデルの活用

地下構造物である土木躯体の工程短縮を図る上で重要となるのが、山留支保工の架設計画である。そこで、躯体の進捗に合わせた山留支保工の経時変化を表現した 4D モデルを作成し、躯体構築のリフト割を検討した。



同日 (2016/12/4) の工事進捗を表現した 4 D モデル (左 : 元設計 右 : 変更設計)

4D モデルの導入により、元設計の架設計画では約 2 ヶ月の工程ロスが発生することが明確になった。元設計では 3 段目の山留支保工はポンプ井側にのみ設置し、沈砂池の底版に控えをとる構造であったた

め、沈砂池の底版コンクリートの強度発現を確認した後に 3 段目の山留支保工を設置する必要がある。このため、沈砂池の底版を構築し、山留支保工を設置し終わるまでの約 4 週間はポンプ井側の掘削ができないため工程上のロスが発生する。また、沈砂池、ポンプ井を縦断する方向の通し梁があることで、撤去時は沈砂池とポンプ井を同時に解体しなければならないため、躯体構築の途中でも一時的に山留支保工の撤去待ちとなる時間が生じ、ここでも約 4 週間の工程ロスが生じることがわかった。

3. 支保工の簡素化と業務の効率化

元設計データを用いて作成した 4D モデルの導入により、工程ロスが発生しており、その原因が沈砂池とポンプ井を縦断する通し梁にあることが明確になったので、沈砂池とポンプ井の山留支保工を通し梁不要の大火打ち構造に変更した。その結果、沈砂池側とポンプ井側で切り離して山留支保工を施工できるようになり、掘削や躯体の構築において待ち時間が減少した。また、沈砂池の躯体と絡ませずに 3 段目の山留支保工を架設できるので、沈砂池の構築を待たずにポンプ井側の掘削を実施できるようになった。

架設計画変更後の施工手順についても、4D モデルによるシミュレーションを行い、各作業の順序と必要日数を確認した。図-1 は元設計（左図）と山留め構造の変更を反映した変更設計（右図）について、同日の 4D モデルにて比較した図である。構造物のモデルは、コンクリートの打設リフトごとに色分けされている。元設計では、沈砂池のコンクリート打設が 2 リフト目（打設量全体の約 20%）までしか完了していない状態であるのに対し、実施設計では、沈砂池側で 4 リフト、ポンプ井側で 1 リフト分（打設量全体の約 40%）のコンクリート打設が完了可能となることが確認できた。

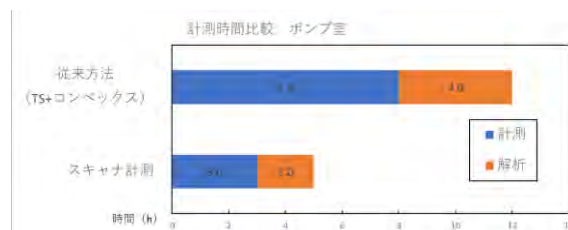
作成した 4D モデルを活用することで、複雑な構造物の形状、工程が理解しやすくなったため、協力業者との施工検討会や機電施工者との工種間調整も円滑に実施することができた。また、躯体構造が複雑な場合、打設ボリュームを手計算で算出するのは時間を要することであるが、4D モデルを活用することで正確に素早く算出することが可能になり、残コンや計算時間の削減につながった。

4. おわりに

4D モデルにより工程を可視化することで、より合理的な仮設構造への変更が実現し、地下躯体の全体工程を実質 2 か月短縮することができた。さらに、施工手順の可視化により、工事関係者間のコミュニケーション向上にも一定の効果を得られた。また、当現場では 3D スキャナによる出来形計測も試行した。その結果、課題は残ったものの、複雑な躯体の出来形寸法をある程度の精度で、短時間で取得できることが分かったため、将来的には現状の出来形計測にとって代わる可能性もあると思われる。



	ポンプ室（従来方法との差異）	原動機室（従来方法との差異）
従来方法計測値	4,060mm	4,065mm
スキャナ計測値	4,063mm（+3.0mm）	4,069mm（+4.0mm）



3D スキャナによる出来形計測

三井住友建設株式会社

現場ノンコア業務の集約効率化による生産性の向上

専任組織『インフィルグループ』による現場ノンコア業務の集約効率化

1、『インフィルグループ』について

『インフィルグループ』は、安全・品質・工程・原価といった現場コア業務に対して、煩雑な周辺業務（現場ノンコア業務と呼んでいます）を、現場から切り離し、専任組織に集約することで現場生産性の向上並びに働き方改革の実現に貢献することを目的に平成28年4月に設置された新しい部署です。

対象業務は以下に分類しています。

- ① ビジネス・プロセス・アウトソーシング(BPO: business process out sourcing)
- ② ヒューマン・リソース・デベロップメント(HRD: human resource development)
- ③ ロボティック・プロセス・オートメーション(RPA: robotic process automation)

2、ビジネス・プロセス・アウトソーシング (BPO: business process out sourcing) *図1 ご参照

これまで現場単位で取り扱ってきた以下の業務について『インフィルグループ』に集約し効率化を図っています。今後、現場要請に基づき対象業務の拡充を図ってまいります。

- ア、「グリーンサイト」 ～協力会社招待から承認まで～
- イ、「施工計画書」 ～施工計画書の体裁整備とスケジュール管理～
- ウ、「セレクト・オプション」 ～住宅内装変更工事の関連業務～
- エ、「内覧会・定期アフター」 ～内覧会・定期アフターに関する補助業務～



図1 業務イメージ（上「グリーンサイト」、「施工計画書」、下「セレクト・オプション」、「内覧会・定期アフター」

3、ヒューマン・リソース・デベロップメント (HRD : human resource development) *図2 ご参照

派遣技術者の採用等に関する一連の業務を『インフィルグループ』に集約し効率化を図ると共に、その強化に取り組んでいます。この取り組みに関するインフラとして、「技術派遣協力会社連絡会（140社）」を組成し情報を集約一元化すると共に、以下の部会を運営し派遣技術者の育成についても取り組んでいます。今後、外国人建設就労者・技能実習生についても取り組みを拡充してまいります。

- ア、「施工管理部会」 ～施工管理技術者、設備技術者 etc. ～
- イ、「施工図面部会」 ～施工図技術者、CADオペレーターetc. ～
- ウ、「各種検査部会」 ～内覧会等各種検査スタッフ派遣 etc. ～

4、ロボティック・プロセス・オートメーション(RPA : robotic process automation) *図2 ご参照

現場ノンコア業務のうちパソコンで行う定型作業を『インフィルグループ』に集約し、RPAによる自動化に取り組んでいます。クラウドシステムを活用し、現場と必要なデータを共有することによって実現可能となりました。

(※) 女性活躍の場としての『インフィルグループ』

*図2 ご参照

『インフィルグループ』の扱う業務は、細やかな配慮が必要な顧客対応や根気のいる書類管理を伴う業務が多く、一般的に“女性”に向いているといえます。実際に、当グループの構成メンバー9名中7名が女性であり、まさに女性活躍のステージとなっています。



図2 業務イメージ（上「技術派遣協力会社連絡会」、下「RPA」、「女性活躍のステージ」）

5、まとめ

ゼネコンにとって生産性の阻害要因とも言える現場ノンコア業務ですが、翻ってデベロッパーやエンドユーザーから見れば、極めて重要な要素であり、付加価値そのものであると考えます。増大し続ける様々な社会的要請に対して、更なる生産性向上に引き続きいくためには、戦略的な取り組みが不可欠であり、当社のそれを具現化する部門のひとつとしてこれからも責任を果たしていきたいと考えています。

生産性向上事例集 2018

(2019 年 1 月発行)

一般社団法人日本建設業連合会
生産性向上推進本部

無断転載を禁じます