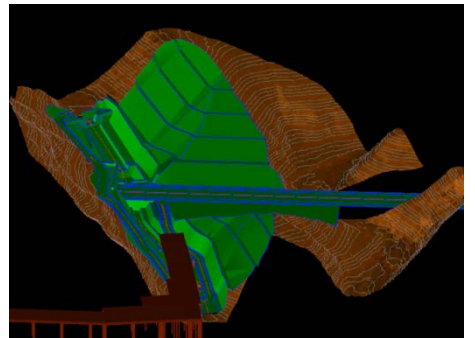
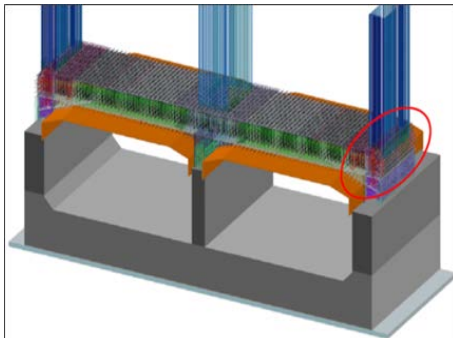
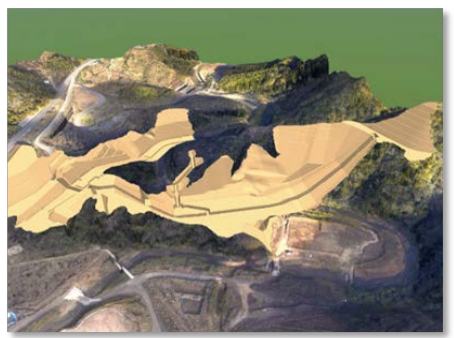
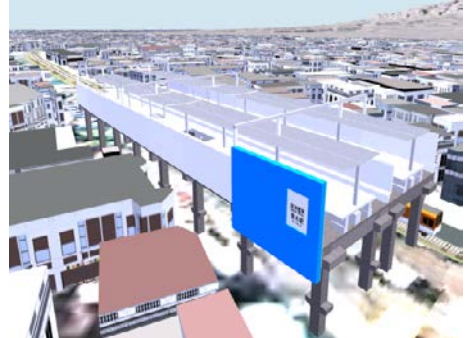
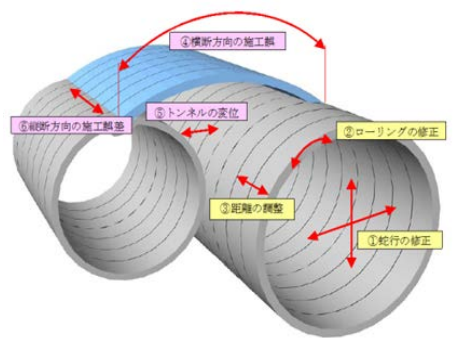
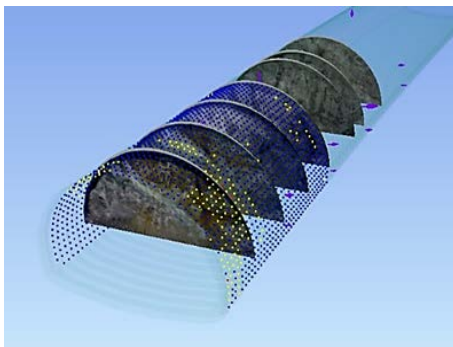
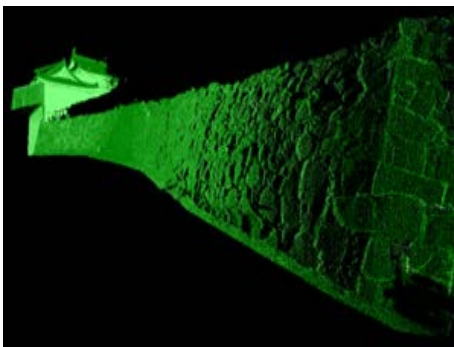


# 2016 施工CIM事例集



## はじめに

建設業界では今、「担い手」と言われる技能労働者・技術者の不足が深刻な課題となっています。我が国の生産年齢人口は、今後 10 年間で、7,780 万人（2014 年）から 7,085 万人（2025 年）へと約 700 万人減少すると予測されており、その中でも建設技能者 343 万人（2014 年度）は、他産業に先駆けて極端に高齢化していることから、日建連では 2025 年度までの 10 年間におよそ 128 万人の大量離職者が発生すると推計しています。

この担い手不足という課題は、建設投資の減少等を背景とした就労環境の悪化による、離職者の増加、若手入職者の減少といった構造的な問題によることが主な要因と考えられます。併せて、今後の少子高齢化という周知の問題も合わせて考慮しますと、担い手不足は、建設業界にとって重要課題であると言えます。

国土交通省においては、この課題に対して、社会保険加入促進や女性活躍等の取組みを含めた総合的な人材確保・育成や「i-Construction」（平成 27 年 11 月）に代表されるような建設現場における抜本的な生産性向上に資する取組みを推進されております。私ども日本建設業連合会（日建連）も、建設技能者の大量離職時代を乗り切り、未来につながる生産体制を堅持するため、担い手確保と生産性向上について、今後も国と連携しながら積極的に活動を続けていく必要があると考えております。

現在、日建連の生産性向上における具体的な取組みとしては、高密度配筋の解消やプレキャスト化の促進、先進技術の積極導入、書類の簡素化など多岐に渡っておりますが、当インフラ再生委員会における一つの具体的施策が施工現場での C I M の活用促進です。これまで、インフラ再生委員会技術部会が主体となり、国交省、日本建設情報総合センター等と協働して土木工事における 3 次元モデルの適用促進を図るとともに、C I M の試行工事における課題の分析や施工 C I M のさらなる普及・発展的展開に向けた活動を行って参りました。

その活動の成果として、昨年度に引き続き、会員企業における施工 C I M の適用事例を「施工 C I M 2016」として取りまとめました。

インフラ再生委員会では、今後とも維持管理・更新社会への戦略的な対応方を検討するとともに、I C T 技術を活用した建設生産性の効率化に向けた活動についても、ハード、ソフトの両面から積極的に推進して参りますので、関係各位の引き続きのご指導・ご支援をお願いする次第です。

一般社団法人日本建設業連合会  
インフラ再生委員会  
委員長 柿谷 達雄

## 『2016 施工 CIM 事例集』の編集にあたって

平成 24 年度より、国土交通省では、計画、調査・設計段階から施工・維持管理段階までの一連の建設生産システムの効率化を図ることを目的に、CIM の導入検討とモデル事業における試行を開始し、平成 25 年度には設計 CIM、平成 26 年度には施工 CIM へと展開して参りました。平成 27 年度には、産学官による分野別 CIM（河川 CIM、ダム CIM、橋梁 CIM、トンネル CIM）構築検討が進められ、平成 28 年度には、当面の目標である、「CIM 導入ガイドラインの策定」へと普及・展開に向けて、着実に進められようとしております。

一方で、国土交通省は平成 27 年 11 月、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みである“i-Construction”を発表し、専門家、学識経験者からなる「i-Construction 委員会」を設置し、土工事をまず皮切りに、ICT 技術の全面的な活用に向けて、新しい基準・標準策定等、具体的な検討に入っております。

インフラ再生委員会技術部会では、平成 27 年度においても、国土交通省ならびに CIM を推進する各専門機関における動向調査、情報・意見交換の活動を継続してまいりました。特に、上記の産学官 CIM 検討において、施工者の立場からの意見・提言活動で協調し、さらには CIM 導入ガイドライン（骨子、素案づくり）策定にむけて、民間の専門機関である日本建設情報総合センター（JACIC）との協働活動に積極的に貢献して参りました。また、上記 i-Construction 委員会の下部に設置された「ICT 導入協議会」において、i-Construction 推進にあたっての課題に関する意見交換も行っており参りました。

一方、部会を構成する会員企業において、自社建設現場における CIM 導入を着実に進め、効果と課題を抽出することで確実に実績を重ねてきました。

本編では、平成 26 年度に続き、CIM 導入の目的、概要、効果、今後の展開・課題を各事例 2 ページにわたり掲載しております。なお、平成 27 年度の収集・編集にあたっては、技術部会員会社を越えてインフラ再生委員会構成会社に範囲を広げ、各社に最大 3 事例に厳選して載せております。今後は、国土交通省の「CIM 導入ガイドライン」策定の方向性を見据え、日建連としての「施工 CIM 活用の手引き」といった資料整備をも念頭に入れながら、あるべき姿を模索して参りますので、関係各位のご意見・ご指導をお願いする次第です。

一般社団法人日本建設業連合会  
インフラ再生委員会 技術部会  
部会長 世一英俊

# 目次

## ダム

- |     |                 |   |
|-----|-----------------|---|
| No1 | 安威川ダム建設工事       | 1 |
| No2 | 大分川ダム本体建設（一期）工事 | 3 |

## トンネル

- |      |                               |    |
|------|-------------------------------|----|
| No3  | 中部横断 上八木沢トンネル工事               | 5  |
| No4  | 国道 45 号 檜内地区トンネル工事            | 7  |
| No5  | 椎木・北浦工区トンネル工事                 | 9  |
| No6  | 平成 24 年度佐久間道路浦川地区第 1 トンネル新設工事 | 11 |
| No7  | 天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備ゲート室部他建設工事    | 13 |
| No8  | 平成 26 年度 23 号蒲郡 BP 五井トンネル工事   | 15 |
| No9  | 名塩道路 八幡トンネル工事                 | 17 |
| No10 | 横須賀 T N                       | 19 |
| No11 | 平成 25-26 年度 朝倉トンネル工事          | 21 |
| No12 | 国道 45 号 田老地区道路工事              | 23 |
| No13 | 平成 26 年度 1 号静清丸子藁科トンネル西地区工事   | 25 |

## シールド

- |      |                        |    |
|------|------------------------|----|
| No14 | 江戸川第一終末処理場第 1 放流幹線築造工事 | 27 |
| No15 | 中央環状品川線大橋連結路工事         | 29 |
| No16 | 南部処理区新磯子幹線下水道整備工事      | 31 |

## 地下構造物

- |      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| No17 | 道玄坂一丁目駅前地区第一種市街地再開発事業      | 33 |
| No18 | 港区海岸三丁目地先配水本管（800 mm）布設替工事 | 35 |
| No19 | 相鉄・東急直通線、新綱島駅他             | 37 |
| No20 | 福岡市地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事     | 39 |
| No21 | 新岩松発電所新設工事のうち土木本体工事        | 41 |

## 大規模土工

- |      |                     |    |
|------|---------------------|----|
| No22 | 国道 45 号下安家道路工事      | 43 |
| No23 | 新田平地区改良工事           | 45 |
| No24 | 県立奈良病院建替整備事業 他 造成工事 | 47 |
| No25 | 平成 25 年度町方地区整地工事    | 49 |

## 道 路

No26	東京外環自動車道田尻工事	51
No27	国道 45 号 飯野道路改良工事	53
No28	圏央道富田地区改良その 3 工事	55

## 橋 梁

No29	小牧高架橋他 2 橋 (PC 上部工) 工事	57
No30	平成 25 年度 東海環状上切高架橋 PC 上部工事	59
No31	本線住吉・芦屋間連続立体交差工事 (住吉川以東) のうち土木関係主体工事 (第 2 工区)	61
No32	能越道 中波市道跨道橋工事	63
No33	平成 26 年度 153 号豊田北 B P 矢作川橋左岸下部工事	65
No34	新名神高速道路生野大橋 (PC 上部工) 工事	67
No35	平成 26 年度 飛島大橋右岸下部工事	69
No36	阪和自動車道湯屋谷橋 (上り線) 耐震補強工事	71
No37	名古屋・関西地区米原保線所ほか 4 保線所管内土木構造物大規模改修その他工事 (鋼橋) 府道高槻 Bv	73
No38	平成 25 年度 23 号岡崎 B P 岡島高架橋鋼上部工事	75
No39	平成 26 年度 名二環大西南 2 高架橋南基礎工事	77

## 河 川

No40	合志川平島堰改築 (1 期) 工事	79
------	-------------------	----


## 一般土木構造物

No41	長崎田手原メガソーラー発電所建設工事	81
No42	新岡山太陽光発電所造成工事・新岡山太陽光発電所建設工事	83
No43	太陽光発電所建設工事	85
No44	太陽光発電所建設に伴う造成工事	87
No45	(仮称) 天理市ソーラーパーク 1 号発電所建設に伴う造成工事	89

## 解体修復

No46	唐津城石垣再築整備 I 期工事	91
No47	A 建物建替計画	93
No48	平成 26 年度 撫養港海岸桑島瀬戸地区堤防改良工事	95

# ダム

No1	株式会社 大林組	
-----	----------	---

工事概要	工事名称	安威川ダム建設工事
	発注者	大阪府 安威川ダム建設事務所
	受注者	株式会社 大林組
	工期	平成 26 年 3 月 24 日～平成 32 年 7 月 9 日
	工事内容	ロックフィルダム 1 基 (堤体工, 仮締切堤, 取水放流設備, 閉塞工,) (洪水吐き工, 基礎処理工 ) 堤高H=76.5m, 堤頂長L=337.5m, 堤体積V=222.5 万m <sup>3</sup> 基礎掘削工 : 1,775,300m <sup>3</sup> 堤体盛立工 : 2,225,000m <sup>3</sup>

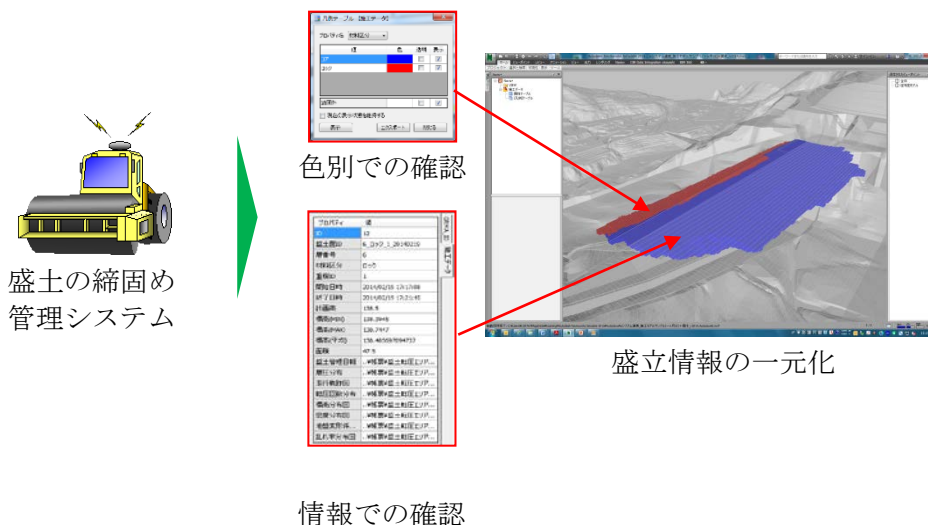
## 施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

- ①盛立工の品質を確保するため。
- ②盛立工の品質情報をモデルに一元化することで品質情報を確認しやすくするため。
- ③大規模のため UAV にて写真測量し、掘削土量と形状確認の省力化・迅速化を図るため。
- ④住民説明会や打合せなどで分かりやすい説明をするため。

### ①②品質管理



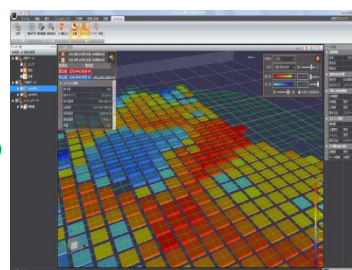
### ③ UAV を使用しての写真測量と土工管理



UAV 実施状況

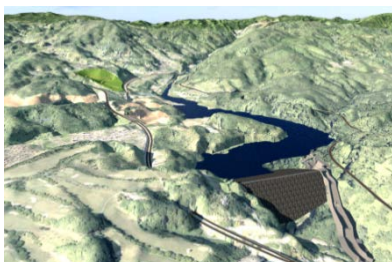


出来形進捗確認



土量確認

### ④ 説明資料や検討資料として使用



全体モデル



詳細モデル

#### 【効果】

- ・ UAV 写真測量では今までの測量より省力化・迅速化が図れた。
- ・ UAV 写真測量では遠隔で操作するため、重機などに接近せず安全に測量が行える。
- ・ 施工情報を一元化する事で必要な資料をすぐに引き出せる。

#### 【運用体制】

- ・ 現場： UAV 写真測量の実施、土量確認  
： 施工情報の追加
- ・ 本社： UAV 測量の解析、導入時のアドバイス

#### 《使用ソフト》

- ・ AutoCADcivil3D (AD) ・ InfraWorks (AD) ・ Navisworks (AD) ・ Navis+ (CTC)
- ・ PhotoScan Professional (Agisoft) ・ TREND-POINT (福井コンピュータ) ※AD=Autodesk

#### 【課題】

- ・ 数量算出方法の基準が 3D に未対応のため、提出書類として使用できない。
- ・ UAV 写真測量は雨天時や影が出来やすい時間が不向きなため、撮影日時が限られる。
- ・ UAV 写真測量で取得したデータの解析は高性能の PC が必用となり現在は高価である。
- ・ 本現場は高低差があり UAV の運用基準が施行され工区内でも許可が必要となった。

#### 【備考】

- ・ 初期モデル構築費用 200 万

## ダム

No2

鹿島建設株式会社



工事概要	工事名称	大分川ダム本体建設（一期）工事
	発注者	国土交通省 九州地方整備局
	受注者	鹿島・竹中土木・三井住友特定建設工事共同企業体
	工期	2013年9月3日～2016年12月28日
	工事内容	形式：中央コア型ロックフィルダム 堤高:91.6m 堤頂長:496.2m 堤頂幅:10.0m 堤体積:380万m <sup>3</sup> 堤体基礎掘削:139.3万m <sup>3</sup> 堤体盛立:コア 56.5万m <sup>3</sup> フィルター 35.7万m <sup>3</sup> ロック 279万m <sup>3</sup> 洪水吐コンクリート工:11.6万m <sup>3</sup> 取水設備コンクリート工:1.2万m <sup>3</sup> 監査廊コンクリート工:1.4万m <sup>3</sup> 連絡トンネル工:135m 基礎処理工:16,000m 法面工:89,000m <sup>2</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

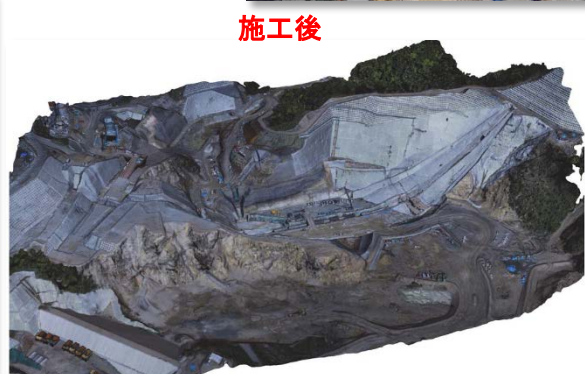
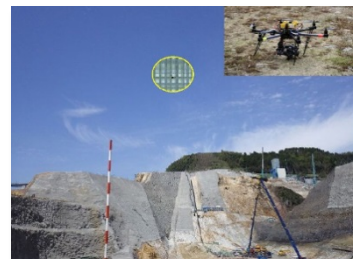
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

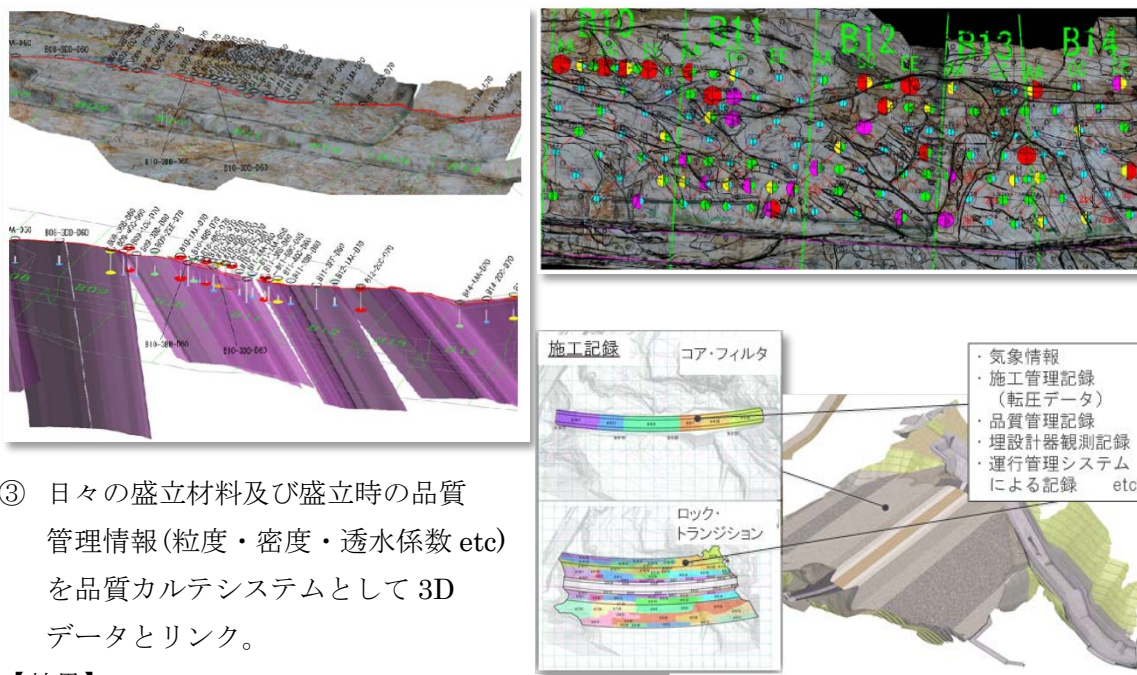
大分川ダム建設工事では、設計時の情報（構造物、材料、地質等のデータ）に対して、ICT等を利用した施工で得られる情報を追加・更新していき、仮想クラウドを設け、工事事務所・コンサルタント・施工者で共有している。そのデータを施工管理および品質管理に、迅速にフィードバックさせるとともに、試験湛水、維持管理までデータを引き継ぐことで、「設計-施工-維持管理」を一体化した CIM（Construction - Information - Modeling/Management）の構築を目的にしている。

### 【取組事例】

- ① UAVで撮影したオルソ画像に設計図面（2次元・3次元）を貼りあわせ将来の完成形状との整合を予測し事前に問題点を把握する。



- ② 3D,2D 化した堤敷オルソ・・・地質情報を活用することで、確実な基礎処理の管理を行う。



- ③ 日々の盛立材料及び盛立時の品質管理情報(粒度・密度・透水係数 etc)を品質カルテシステムとして 3D データとリンク。

【効果】

- ① 現況と 3D モデルをマッチングさせたり透視化したりすることで 3 次元的に配置される構造物の相互干渉が無いかの確認や 2 次元の断面・平面図では表現困難な物の確認が容易となる。それにより、施工着手前に確認することで、施工の待ち、手戻りをなくす。また、施工段階での施工方法・施工結果の妥当性の確認を実施できる。
- ② 改良箇所と想定断層を 3D 化することにより基礎処理が断層に対してどのような効果があったかを視覚的に判断できる。また、平面オルソ画像と地質マップ+改良マップを重ねることにより基礎岩盤状況に対する改良効果が視覚的にわかる。
- ③ 工事目的物の設計情報、出来形情報に加え、埋設計器記録、品質管理情報を蓄積して、施工時の迅速な情報共有及び将来の維持管理活用が可能と考える。

【運用体制】

現場で実施、専属の技術者を配置

使用ソフト) AutoCAD、Civil 3D、NavisWorks、3DS Max、自社開発

【課題】

- ① 3D-CAD を扱える技術者の確保と高価なソフトウェアおよびハードウェアの導入。
- ② 公告もしくは工事開始時点で平面図から 3D モデルを作成するには、多大な時間・労力がかかっている。
- ③ 発注者のネットワークセキュリティが厳しく、民間の外部サーバへのアクセスに制限が多いため別途インターネット環境を準備する必要がある。
- ④ 発注者側も含めた出来形数量の計算方法や立会確認方法の規定が 3D-CAD に合致したのものになると、より一層利便性が高くなる。

## トンネル

No3

戸田建設株式会社



工事概要	工事名称	中部横断 上八木沢トンネル工事
	発注者	国土交通省 関東地方整備局
	受注者	戸田建設株式会社
	工期	平成 26 年 2 月 15 日～平成 28 年 3 月 31 日（工期延伸見込み）
	工事内容	工事延長 L=672m（NATM 機械掘削） 内空断面積 一般部：76.0m <sup>2</sup> 、拡幅部：最大 182 m <sup>2</sup> 坑門工 2 箇所 ブロック積擁壁 排水構造物 等

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

切羽前方地山調査と三次元図面を関連付けることで、切羽前方の地質構成を三次元的に予測・可視化し、施工管理・施工計画へと迅速にフィードバックさせること、並びに現場・本支店・協力業者・発注者間での情報の共有化、打合わせの円滑化等を目的に導入した。



写真-1 切羽前方地山調査状況

### 【効果】

- ① 三次元地質モデルを得ることで、任意の切羽断面における切羽状況が可視化できる。また、施工上の要注意区間の抽出が容易に行え、施工計画や施工管理に速やかに反映させることができる。
- ② 現場・本支店・協力業者・発注者間での情報共有が容易になり、協議・打合わせを円滑に進めることができる。
- ③ トンネル施工管理情報を一元化できるため、施工管理段階だけでなく、維持管理段階においても活用できるものと期待される。

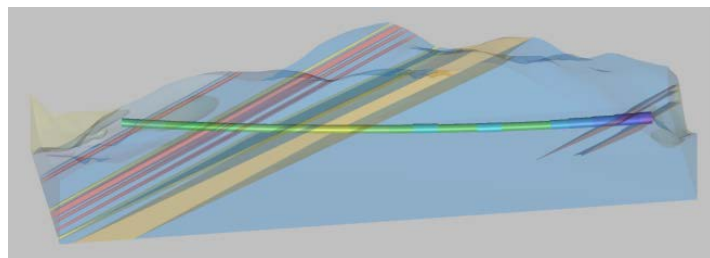
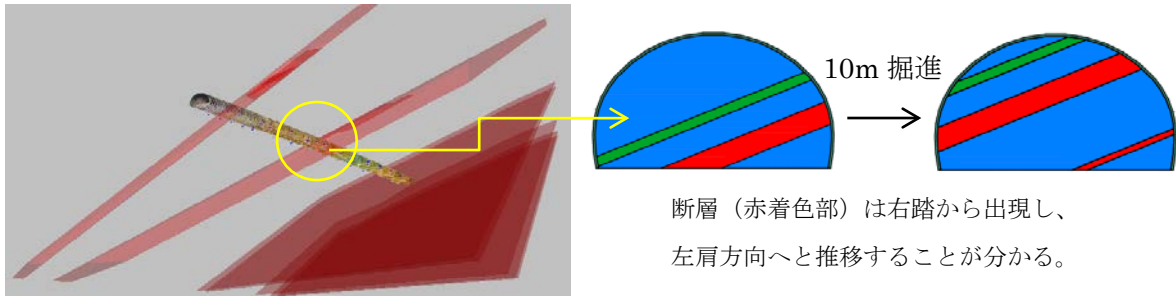


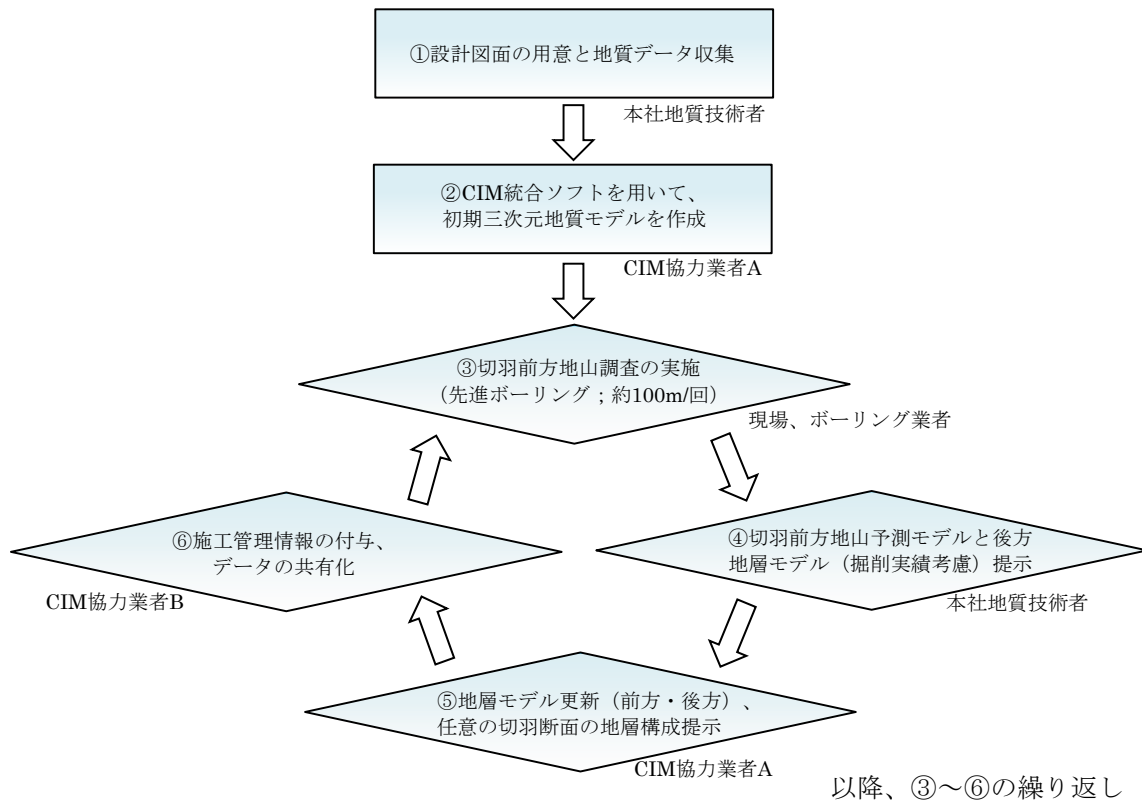
図-1 三次元地質モデル



図－２ 切羽前方地山調査で確認した断層破碎帯（要注意区間）の位置抽出（左図）と、当該地点付近での切羽での地層構成、トンネル掘進に伴う切羽状況変化の例

【運用体制】

本業務の実施フローについて下図に示す。



図－３ トンネル地質検討業務フロー

【課題】

- ・ 地層モデルを迅速に更新する必要がある中で、各工程でロスなく、次ステップへと移行できるような作業調整・スケジュール管理が必須。
- ・ 切羽観察で岩種判別、地質構造を把握できる現場技術者の確保及び教育、あるいは地質技術者の現場常駐が必要。
- ・ 情報共有地点（現場、本支店、協力業者、発注者）毎に高性能PCの導入が必須。

## トンネル

No4

三井住友建設株式会社



工事概要	工事名称	国道 45 号 檜内地区トンネル工事
	発注者	国土交通省 東北地方整備局
	受注者	三井住友・日本国土特定建設工事共同企業体
	工期	2013 年 12 月 27 日 ～ 2016 年 9 月 16 日
	工事内容	三陸沿岸道路「宮古田老道路」のトンネル工事 <b>【檜内第 1 トンネル】</b> 延長 L=611m、幅員 W=12.0m、内空断面積 87.5 m <sup>2</sup> 掘削 L=611m、支保工 L=611m、覆工 L=611m <b>【檜内第 2 トンネル】</b> 延長 L=1,417m、幅員 W=12.0m、内空断面積 94.9 m <sup>2</sup> 掘削 L=1,417m、支保工 L=1,417m、覆工 L=1,417m

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	維持管理

### 【導入目的】

三次元モデルにトンネルの施工段階に応じた多様な施工データを順次付加していくことで施工情報を一元的に管理し、高度な施工管理の実現と、高品質な維持管理基盤情報の構築を目的とする。

表 1 モデルに含む施工データ

	項 目
掘削工	切羽前方探査、切羽観察（切羽写真・評価点）、地質展開図、A・B 計測、設計・実施支保パターン、補助工法、品質管理（RB 引抜き試験・モルタル強度試験）、出来形管理（吹付け厚・レーザースキャナ計測）、変状発生状況、特殊条件（機械掘削・制御発破・早期閉合等）、等
インバート工	掘削出来形、コンクリート出来形、コンクリート品質（配合・性状・強度等）、配筋図、等
防・排水工	裏面排水工材料、追加横断排水工、中央排水工管径変更、等
覆工	コンクリート出来形（レーザースキャナ計測・巻厚・検測孔）、配筋図、セントル（構造図・割付図）、コンクリート品質（配合・性状・強度等）、打設・養生方法、目地部補強、表層品質（目視・表層透気試験・吸水試験・浮き・クラック）、補修箇所、空洞調査、坑門工、等

### 【効果】

- ・切羽観察、切羽前方探査のデータをモデル内に取り込んで三次元的な地形地質情報を把握できるため、切羽前方地質を予測して早期に施工上の対応が可能。
- ・地質データ・施工データを一括して三次元的に図示できるため、設計変更の説明性・納得性が向上。
- ・施工データを一元管理できるため、施工管理の省力化が可能。
- ・通常の施工データとともに地質脆弱部、変状・補修のデータも記録するため、維持管理段階における異常の原因究明が容易となる。

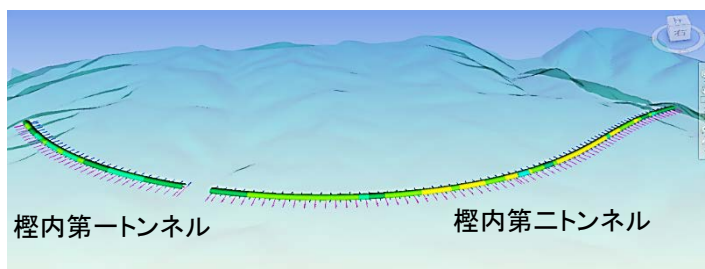


図1 地形モデルとパターン別のトンネルモデル

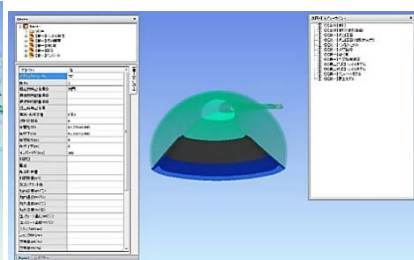


図2 インバート施工データの例

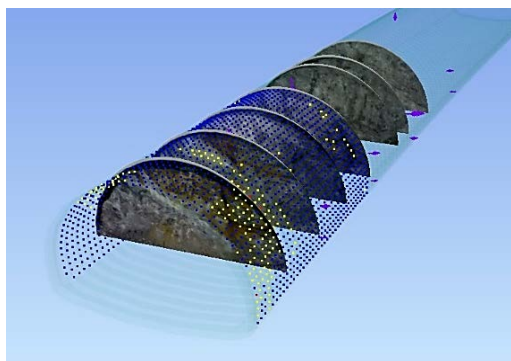


図3 各種データの一括表示例  
(切羽地質・A計測・掘削出来形)

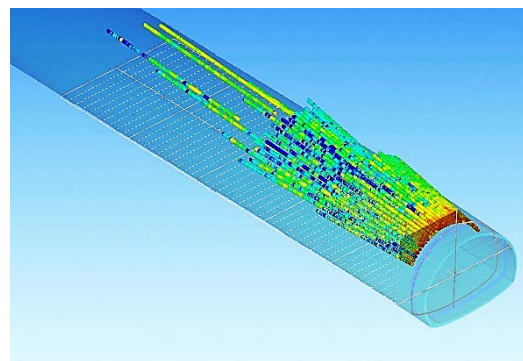


図4 前方探査データの表示例  
(削孔検層における削孔エネルギー値)

### 【運用体制】

現場職員主体でデータ管理を行うとともに、現場と本支店ならびにシステム開発業者間をオンラインで結んで、サポートや新規開発を実施している。

(使用ソフト) Autodesk Infrastructure Design Suite、GEORAMA FOR CIVIL 3D、Navis Works、Navis+

### 【課題】

- ・巨大な三次元モデルを扱えるハードウェアが限られる。
- ・工種間でデータ内容が統一されていない。
- ・維持管理段階に移行する際のデータフォーマットが定められていない。

## トンネル

No5

株式会社 安藤・間



工事概要	工事名称	椎木・北浦工区トンネル工事
	発注者	石川県
	受注者	安藤ハザマ・宮下・石田 特定建設工事共同企業体
	工期	平成 27 年 3 月 19 日～平成 29 年 12 月 20 日
	工事内容	トンネル工 1,107m (内空断面積 51.8m <sup>2</sup> ) NATM 掘削方式：発破掘削、機械掘削 坑門工 2基 トンネル舗装工 1式 明り部土工 1式 地質：新第三紀漸新世砂岩・泥岩互層、坑口部に地すべり分布

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	計測管理

### 【導入目的】

- ① 当社独自開発システムによるトンネル施工情報の一元管理  
(切羽観察記録・写真、各種計測データ、覆工打設記録)
- ② 地すべり地帯におけるトンネル掘削時の施工管理の高度化
- ③ 地下水位監視結果のリアルタイム 3次元表示 (計測データの見える化)

### 【取組事例】

- ・地すべりの分布する坑口部において、トンネル CIM と地すべり CIM を統合し、坑口部掘削のり面とトンネル掘削部における、地質状況や地下水位の「見える化」を図った。

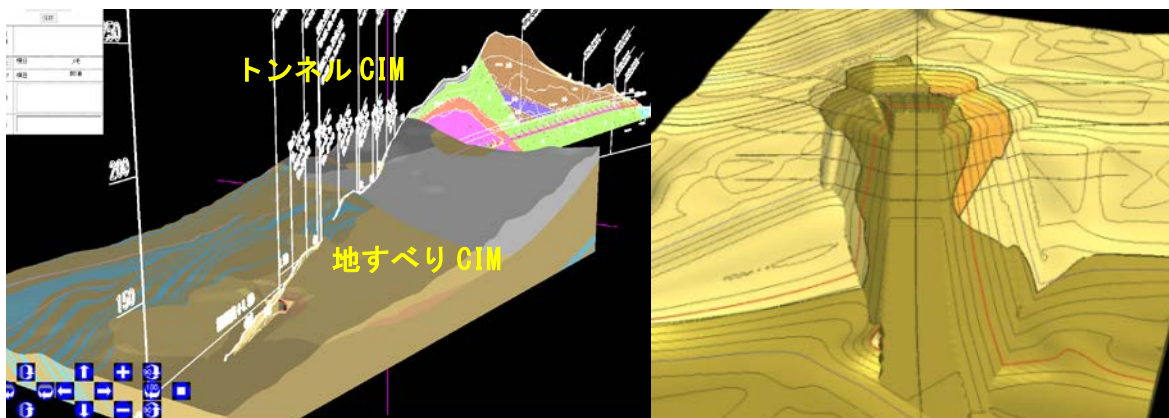


図-1 地すべり CIM とトンネル CIM の統合図 図-2 坑口部掘削計画における 3次元モデル適用

・地下水位計測結果 3次元自動表示

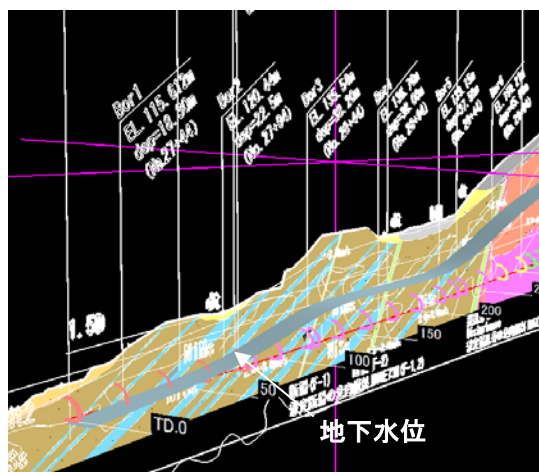


図-3 CIMにおける地下水位自動表示事例

・任意掘削箇所におけるトンネル部地質予測

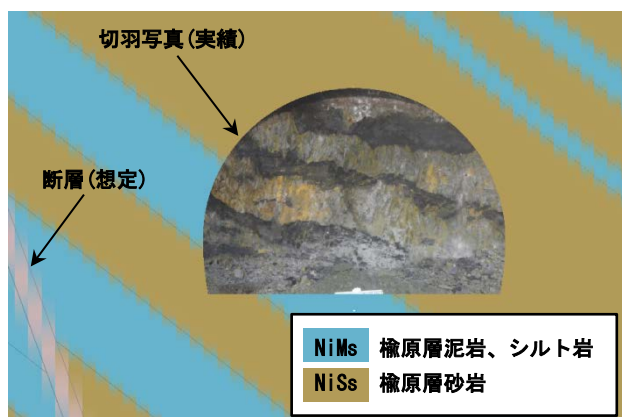


図-4 地すべり CIM 任意位置における地質横断図

- ・導入件数 トンネル CIM 15 件 (このうち、国土交通省 CIM 試行工事 3 件)  
地すべり CIM 2 件

#### 【効果】

- ① 当社で独自に開発したシステムの適用により、運用費の低コスト化を実現した。  
システム運用コストと 3次元モデル作成コストの合算で、1現場 50 万円。
- ② 地すべりが分布する複雑な地質状況におけるトンネル掘削時に、任意の掘削箇所における地すべりや断層などの地山不良部とトンネル位置との関係などを、現場担当者が容易に確認できる。
- ③ 天候の変化や掘削の進捗に伴う地下水位の変化を詳細に把握することで、現場担当者が、地すべりの安定性を詳細に評価しながら施工を進捗させることができる。

#### 【運用体制】

- ・現場職員 : CIM 構築 (通常の切羽観察記録作成・保存、切羽写真貼り付け)
- ・本社技術者 : 状況確認、評価、現場施工への展開
- ・計測システム : 自動計測+3次元モデル上での地下水位リアルタイム自動表示 (使用ソフトウェア)

3D-CAD で描いた 3次元モデルをベースとした、当社独自開発システム、

#### 【課題】

- ・発注者・設計者・施工者が共有して利活用できるシステムの構築。

## トンネル

No6

株式会社 大林組



工事概要	工事名称	平成 24 年度佐久間道路浦川地区第 1 トンネル新設工事
	発注者	国土交通省中部地方整備局 浜松河川国道事務所
	受注者	株式会社 大林組
	工期	平成 25 年 2 月 15 日～平成 28 年 3 月 21 日
	工事内容	本 坑：トンネル掘削 L=1555.0m インバート工 L=1293.2m 覆工 L=1555.0m 避難坑：トンネル掘削 L=1575.0m 連絡坑：覆工 L=56.0m

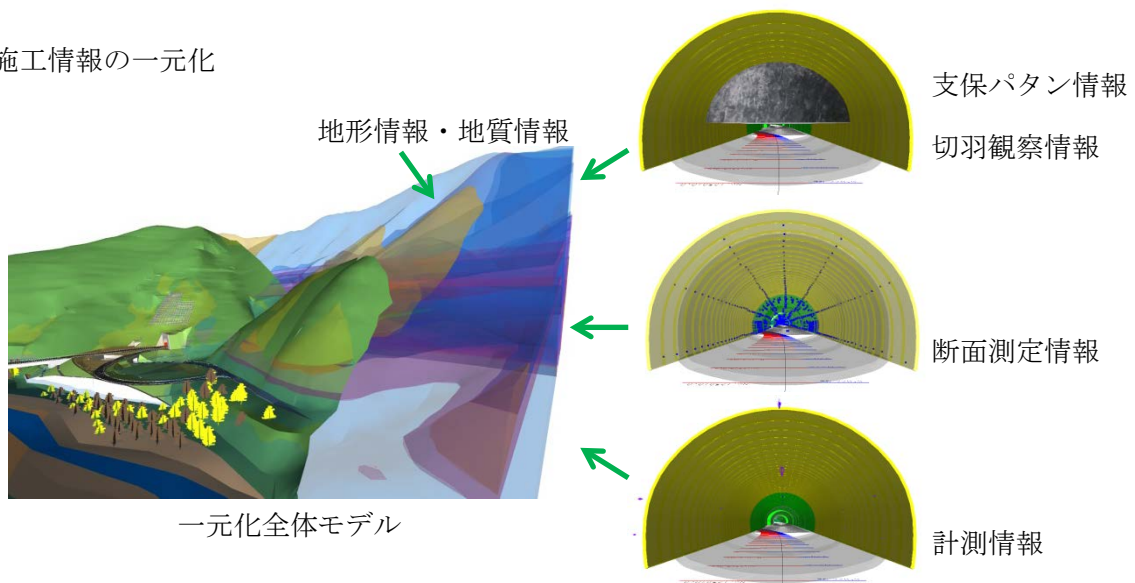
施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

- ①施工情報を一元化し見える化することで予測が可能になり安全な施工を実施するため
- ②正確な法面の情報を取得するため坑口法面を 3D スキャナにて測量
- ③坑口全域の地形測量するため UAV 測量を実施
- ④坑口の形状が複雑なため見える化するため 3D プリンタにて坑口付近モデルを作成
- ⑤狭く未舗装の避難坑クラック調査を写真測量にて実施予定

### ①施工情報の一元化



## ②③正確な地形情報を取得



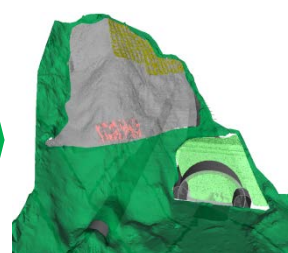
レーザースキャナ



UAV 写真測量



点群変換



モデルと合成・確認

## ④ 3Dプリンタで模型作成



## ⑤ 写真での劣化判定



### 【効果】

- ・ 施工情報を一元化する事で必要な資料をすぐに引き出せる。
- ・ 必要地形の精度により測量方法を変えることで、測量時間の短縮、データ量の削減、コストの削減につながった。

### 【運用体制】

- ・ 現場：UAV 写真測量の実施、写真測量の実施、施工情報の追加
- ・ 本社：導入時のアドバイス、簡易モデルの作成

### 《使用ソフト》

- ・ AutoCADcivil3D (AD) ・ InfraWorks (AD) ・ Navisworks (AD) ・ Navis+ (CTC)
- ・ PhotoScan Professional (Agisoft) ※AD=Autodesk

### 【課題】

- ・ ひび割れ点検にはまだ自動化や省力化が進んでいない。
- ・ 施工データとしてのデータ共有方法が進んでいないので、独自の管理を実施中（一般的なソフトウェアでのデータ保管が中心）

### 【備考】

- ・ 初期モデル構築費用 120 万円

# トンネル

No7

鹿島建設株式会社



工事概要	工事名称	天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備ゲート室部他建設工事		
	発注者	国土交通省 近畿地方整備局		
	受注者	鹿島建設株式会社		
	工期	2013年3月15日～2016年2月29日		
	工事内容	本事業は現在の天ヶ瀬ダムの左岸側にトンネル式放流設備を構築して、洪水調整等の機能を増強するのが目的である。当工事はトンネル中間部に位置する立坑ゲート室部、上流側の導流部トンネル及び下流側の減勢池部の一部を施工するものである。 トンネル (NATM) 内空断面積 80m <sup>2</sup> ～330m <sup>2</sup> 、L=397m 立坑 (NATM) 内空断面積 350m <sup>2</sup> 、L=34m 仮設工 1式 迂回道路工 1式		

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

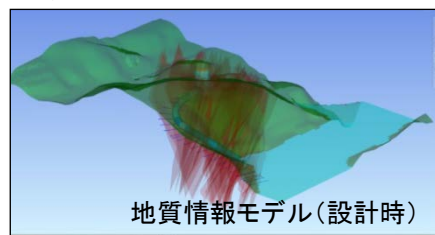
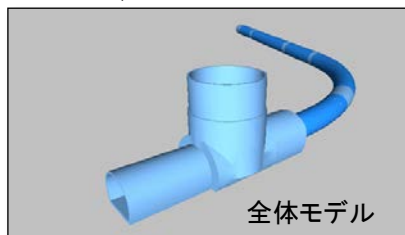
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

## 【導入目的】

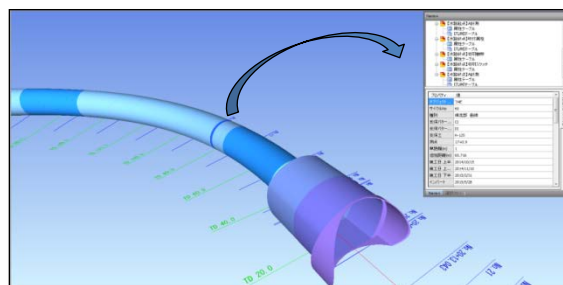
国土交通省の試行 (希望) 工事における施工 CIM である。トンネル掘削及びコンクリートの施工段階における施工情報管理及び完成後の維持管理のため、3次元モデルにより情報の一元化を図る。

## 【取組事例】

- ① 設計図面 (掘削形状) の 3次元 CAD によるモデル化
- ② 既存データを用いた地質情報 (断層等) の付加

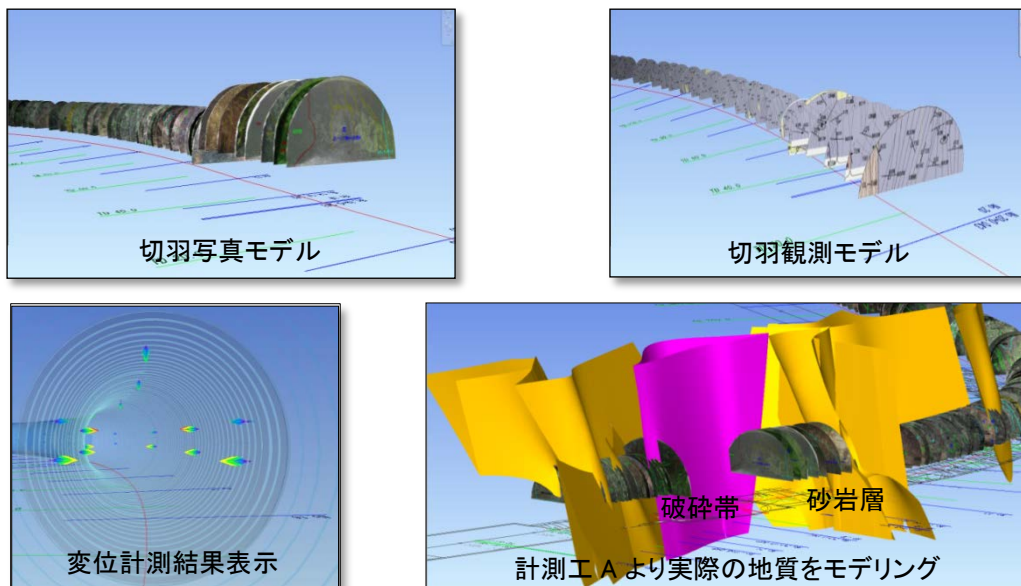


- ③ 工事情報の付加



3次元モデルに紐づけた工事進捗情報

#### ④ 計測結果情報（計測工 A）の付加



#### 【効果】

本工事では、CIM 試行により将来の維持管理に資するための属性情報の一元化とそのデータを 3 次元的に可視化することで関係者間の情報共有の効率化を図った。

- ・ 実施工で得られた地質情報（岩種、破碎帯位置等）をモデル化することで、実施した岩判定結果や補強対策の妥当性検証に関して発注者と容易に共通認識を形成でき、協議の効率化が図られた。
- ・ 施工で得られる属性情報（施工進捗、切羽観察、A 計測、品質管理、出来形計測、ひび割れ発生状況等）と供用後の維持管理データを追加記録することで、重点監視箇所を選定や不具合の原因特定等の維持管理業務の効率化につなげることができた。

また、本工事での実適用はできなかったが、以下の用途での活用効果も期待できる。

- ・ 立坑と横坑との接続部、断面変化部、急曲線部といった 3 次元的な部位において、施工計画（余掘りを想定した掘削形状や鋼製支保工位置等）の作成や実施工時の測定の効率化が図られる。
- ・ ある程度長期的な地質状況予測への対応が可能となり、安全性の向上や施工性の効率化（手戻りの削減）が図られる。

#### 【運用体制】

- ・ 現場職員：施工情報整理入力
- ・ 専門業者：3次元モデル化、情報入力補助
- ・ 使用ソフト：CyberNATM、Navisworks、Excel

#### 【課題】

- ・ ハード及びソフト面での環境整備と CIM 試行に関わる費用の確保
- ・ 施工管理及び検査に適用するための基準、マニュアルの構築
- ・ 供用後の維持管理に活用するための具体的な方策（必須なデータやその活用方法）

## トンネル

No8

株式会社 鴻池組



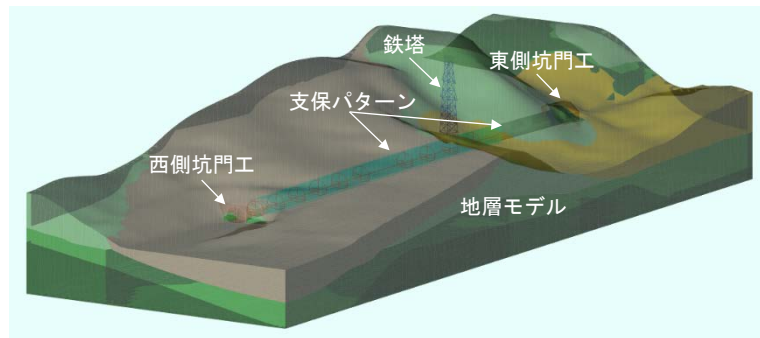
工事概要	工事名称	平成 26 年度 23 号蒲郡 BP 五井トンネル工事
	発注者	国土交通省 中部地方整備局 名四国道事務所
	受注者	株式会社 鴻池組
	工期	平成 27 年 2 月 21 日 ～ 平成 28 年 7 月 8 日
	工事内容	国道 23 号蒲郡バイパスは名豊道路の一部として計画され、豊橋から岡崎バイパスまでの延長約 15 km のバイパスで、そのうち蒲郡市五井に位置する 299m のトンネルを構築する工事。 工事延長 L=700m、トンネル延長 L=299m 道路トンネル(NATM・機械掘削、上半先進ベンチカット工法) 掘削内空断面 75m <sup>2</sup> 抱き擁壁 20m、押え盛土工 1,611m <sup>3</sup> 、坑門本体内工 2 か所他

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	維持管理

### 【導入目的】

トンネル工事の各施工段階における施工情報を CIM により一元管理することで、施工中の品質や出来形管理、施工後の維持管理の効率化を図る。



### 【取組事例】

図-1 CIM 全体モデルの表示例

トンネル工事の各施工段階における属性情報管理

#### ①トンネル掘削段階

切羽写真、切羽観察記録、A 計測データ、設計及び施工時の支保パターン、切羽前方探査 (削孔検層、水平ボーリング)、品質管理 (吹付け強度、ロックボルト軸力 等)

#### ②覆工・インバート施工段階

- ・品質管理：各ブロックにおける打設日、打設量、スランプ、空気量、コンクリート温度  
塩化物イオン濃度、コンクリート強度 等
- ・出来形管理：コンクリート厚、断面計測、鉄筋 等
- ・その他：覆工及び坑門工のひび割れ調書、打音検査結果 等

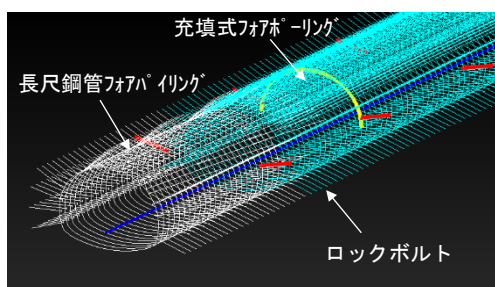


図-2 支保部材の表示例

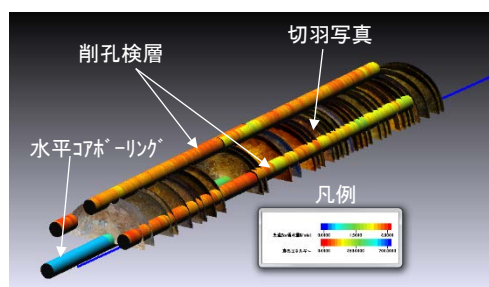


図-3 切羽前方探索結果の表示例

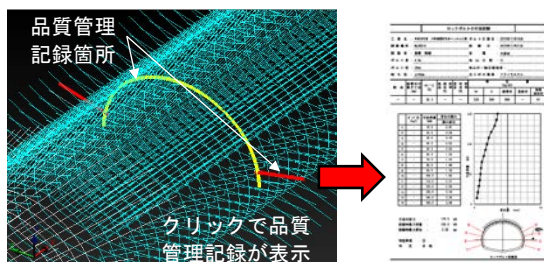


図-4 品質管理記録の表示例

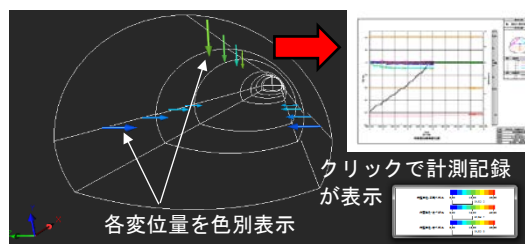


図-5 計測管理記録の表示例

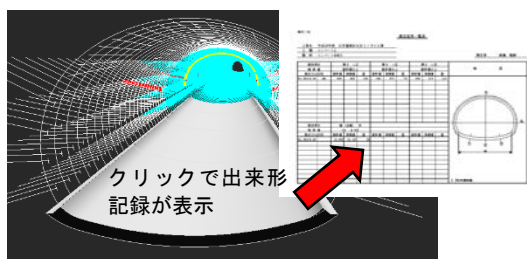


図-6 出来形管理記録の表示例

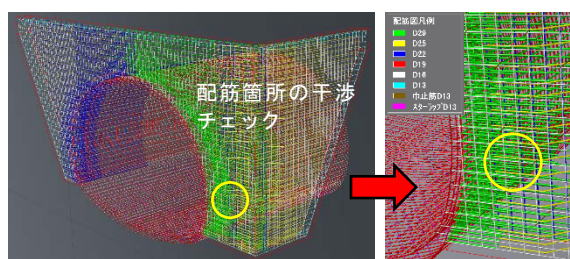


図-7 坑門工及び覆工配筋図の表示例

【効果】

- ①切羽観察記録、計測データや切羽前方地山を 3 次元で可視化することで、地山の予測精度が向上するため、最適な支保パターンや補助工法を選定できる。
- ②切羽前方地山を 3 次元で可視化することで、事前に切羽の不安定箇所を予測できるため、切羽作業の危険予知活動や安全対策の検討に活用できる。
- ③3 次元モデルを活用することで、協議の効率化を図ることができる。
- ④トンネル工事の各種施工情報を記録しておくことで、将来の維持管理に活用できる。

【運用体制】

- ①現場：情報提供、システム運用
- ②本社技術部、技術研究所：3 次元モデル化及び情報入力の補助
- ③CIM ソフト会社：初期モデルの作成、施工データの情報入力
  - ・使用ソフト：Geo-Graphia（地層科学研究所）、AutocadCivil3D（Autodesk）

【課題】

- ・ 3 次元モデルの作成における時間と費用。
- ・ CIM ソフトを扱える人材の確保と育成。
- ・ 設計者、発注者、施工業社間での CIM ソフトの統一または互換性の確保。

## トンネル

No9

株式会社 鴻池組



工事概要	工事名称	名塩道路 八幡トンネル工事
	発注者	国土交通省 近畿地方整備局 兵庫国道事務所
	受注者	株式会社 鴻池組
	工期	平成 25 年 2 月 16 日～平成 27 年 6 月 30 日
	工事内容	宝塚市と西宮市を結ぶ国道 176 号の機能向上、安全確保、および環境整備のために整備される名塩道路のうち、西宮市塩瀬町名塩に位置するトンネル上下線は無導坑で双設施工する工事。 工事延長 L=288.0m トンネル延長 L=242m 道路トンネル(NATM・機械掘削、無導坑方式の双設トンネル) (上り線)内空断面積:56.8m <sup>2</sup> (掘削断面積:平均 86.2m <sup>2</sup> ) (下り線)内空断面積:78.4m <sup>2</sup> (掘削断面積:平均 115.1m <sup>2</sup> ) その他: 逆 T 擁壁、抱き擁壁、押え盛土、大型ブロック



施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

本工事は、上下線の最小離隔 82 cm の双設トンネルを無導坑方式で掘削するもので、土被りが小さく、北側に民家や集合住宅、上部に神社、南側に中国自動車道が近接していることから、周辺への配慮が不可欠であった。硬質の玉石を含む未固結地山において、補助工法の選定や改良範囲を検討する上で切羽前方探査(地質の推定)が必要となり、関係者間での円滑な意思統一を図る目的から、3次元地質モデルの作成による可視化を実施した。

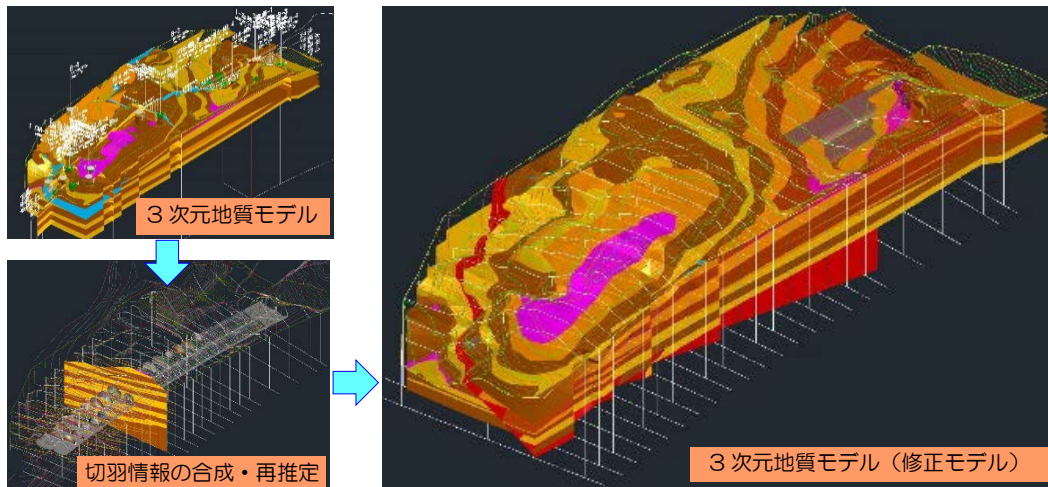


図 3次元地質モデルの作成

## 【効果】

- ① 先進坑の前方地質推定（水平ボーリング参考）・補助工法選定の協議資料として活用
- ② 後進坑の切羽前方地質予測：先行掘削する下り線の切羽観察結果に基づく修正により3次元地質モデルの精度向上を図り、後行の上り線掘削時に精度の高い前方予測が可能となった。また、先進坑掘削時に突如出現した既設埋設管をモデルに統合し、後進坑掘削時の出現位置を予測でき、事前に干渉部の補強などの対応が可能となった。
- ③ 後進坑の補助工法の選定・改良範囲決定：より精度の高い予測が可能のため、事前に補助工法やその範囲を予測することが可能となり、協議が円滑に進んだ。
- ④ 定例打合せなどとして活用：トンネル掘削部のウォークスルー画像を作成することにより、掘削前に地質状況を視覚的に確認することで円滑な施工管理を行うことができた。また、日々の打合せや次工程の施工方針決定のツールとしても有効であった。

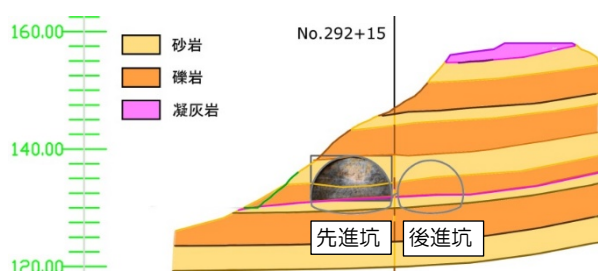


図 後進坑掘削時の前方予測

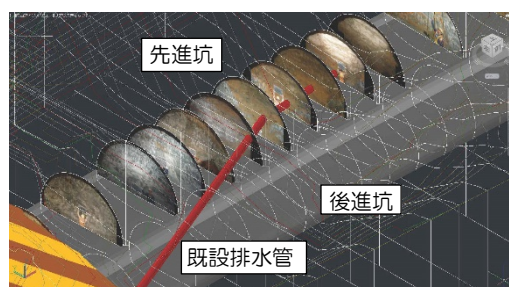


図 既設埋設管の出現位置確認

## 【運用体制】

- ① AutoCAD Civil 3D を用いて3次元地形モデル、構造物モデルを作成。
- ② 技術研究所において GEORAMA 2014 for Civil 3D を用いて、ボーリングデータや地質平面縦断図を中心とした事前地質調査情報を基に地質構造をモデル化し、地形モデル、構造物モデルと統合して3次元地質モデルを作成。
- ③ 現場では、AutoCAD にて3次元地質モデルを閲覧し、前方地質を確認。先進坑の切羽地質観察結果を技術研究所にて解析し、地質モデルを修正して現場へフィードバック。  
(使用ソフト) CTC 社 : GEORAMA 2014 for Civil 3D、AutoDesk 社 : AutoCAD Civil 3D

## 【課題】

- ・ 初期の3次元モデル作成に労力・時間を要する。
- ・ スペックの高いPCが必要であり、現場での運用には相応のコストがかかる。
- ・ 3次元モデルの作成・修正には相応の習熟が必要であり、現場での運用には店内や業者などの外部のサポートが必要となる。
- ・ 高価なソフトが複数必要であり、費用対効果を考慮した運用が不可欠である。

## トンネル

No10

西武建設株式会社



工事内容

トンネル新設工事。

主要数量

工事延長 L=228m トンネル延長 L=207m

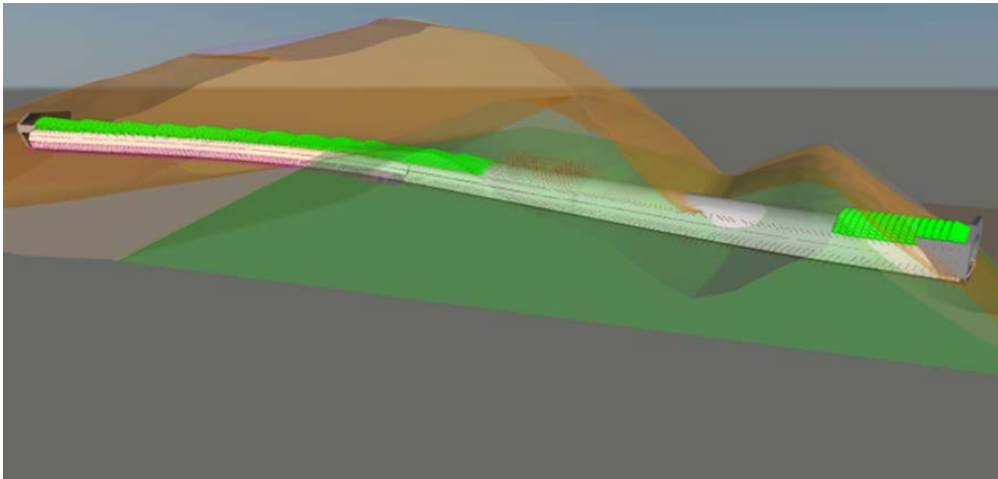
排水工 L=787.1m 坑内舗装工 A=1431.6 m<sup>2</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

【導入目的】

- 3D-CAD データを用いて施工計画立案及び施工管理をおこなう。
- 3D レーザースキャナの併用により品質や出来形精度の向上を図る。



モデル化された地質と補助工法

【効果】

- 地質をモデル化することで想定された前方の地質状況との相違を早期に把握することができ、実際の状況に応じた対策を迅速に実施することが可能となる。
- 3Dモデルを施工検討会等に使用することで、効率の良い意見交換ができ、誤解の

ない情報共有が可能になる。

- 施工局面ごとに3Dレーザースキャナによる出来形計測をおこなうことで正確な出来形を把握することができる。



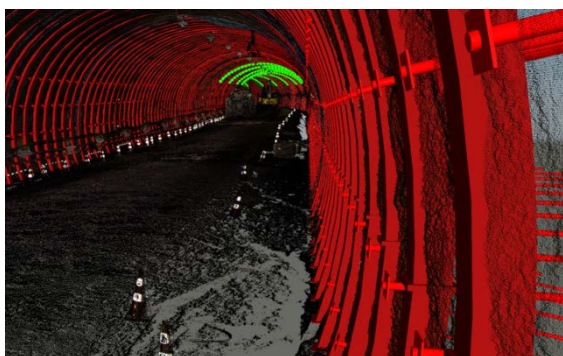
3Dレーザースキャナによる出来形計測（点群データのノイズ処理）

【運用体制】 本社に専属の技術者を配置し、実施した。

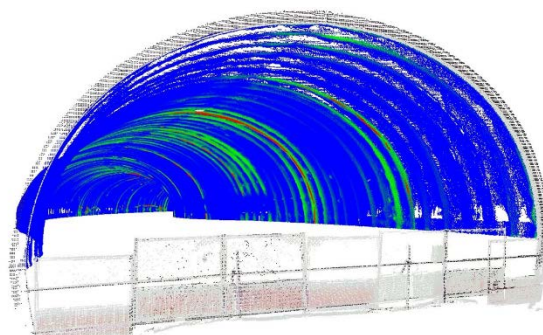
（使用ソフト） AutoCAD、Civil 3D、NavisWorks、PET's、

【課題】

- CIM 関連ソフトを使いこなせる人材の育成、スキルアップが必要である。
- 2次元の図面から3Dモデルを作成するためには多大な費用と時間が必要である。CIMデータの運用者の位置づけとその費用負担分を明確にする必要がある。
- 維持管理に必要な情報（属性）、それには施工時にどのような情報（属性）をどんな形で取り込まなければならないか事前に検討が必要である。



3Dレーザースキャナによる  
点群データと3Dモデルの合成



出来形精度の色別表示

## トンネル

No11

飛島建設株式会社



工事概要	工事名称	平成 25-26 年度 朝倉トンネル工事
	発注者	国土交通省 四国地方整備局
	受注者	飛島建設株式会社
	工期	平成 25 年 11 月 1 日～平成 27 年 10 月 30 日
	工事内容	自動車専用道路（今治道路）のトンネル新設工事 トンネル延長 L=429m、トンネル内空断面積 A=72.1m 坑門工 2 箇所 ブロック積工 1 式 法面工 1 式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	維持管理

### 【導入目的】

変位計測や切羽観察等の施工管理情報を 3 次元モデルにより一元管理し、施工情報の共有化により施工の効率化を図る。また、コンクリートの品質管理情報も一元管理し、供用後の維持管理初期モデルとしての有効性を確認する。

### 【取組事例】

3 次元モデル情報共有化による施工の効率化と供用後の維持管理初期モデル作成。

### 【効果】

- 小土被り区間の地表面変位計測結果（格子状に 30 点設置）を 3 次元モデル上で一括して可視化することで、影響範囲を正確かつ迅速に確認することが可能となった。
- 施工時に問題となった自然由来重金属のボーリング調査と試験結果を 3 次元モデル化することで、問題範囲を関係者で共有することが容易となった。

### 【運用体制】

本社：3 次元モデルの作成、属性情報の入力

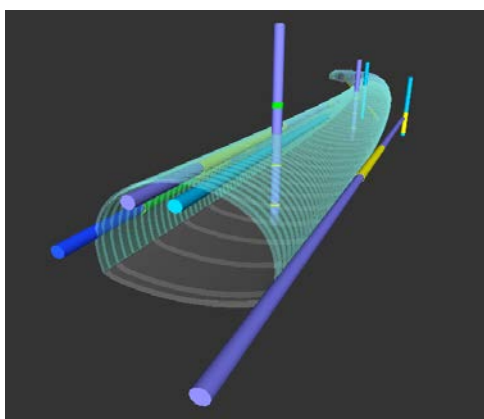
現場：CIM モデルを使用した施工検討

使用ソフト：AutoCAD Civil3D、Navisworks（Autodesk）

Navis+（CTC）

【課題】

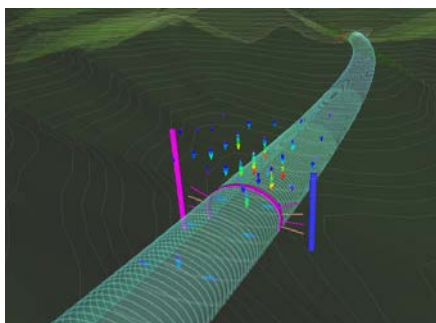
- 3次元モデル作成に時間と費用を要するため、負担軽減方法・仕組みの検討が必要。
- モデル作成外注費用(150万円)、データ更新人件費等のコスト負担の仕組みの明確化。
- 発注者が利用する CIM モデル閲覧用フリーソフトの機能が十分ではなく、属性情報の一部(リンク情報)が閲覧できないことから、フリーソフトの環境整備が必要。



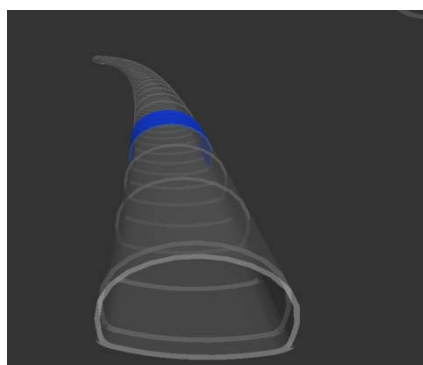
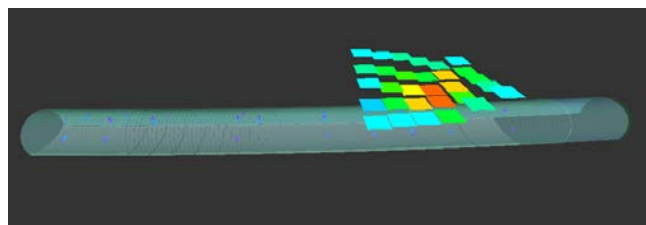
調査ボーリングの三次元モデル

プロパティ	値
値	725B
ID	6
ボーリング...	H26-1
方向	水平
延長(m)	105
溶出試験	あり
開始日	2014/1/30 12:00
溶出試...	.%02_事前調査¥リンクデータ¥H26-1 重金属試験結果.pdf
ボーリング...	.%02_事前調査¥リンクデータ¥H26-1 柱状図.pdf
コア写真	.%02_事前調査¥リンクデータ¥H26-1 コア写真.pdf

調査ボーリングの属性情報



計測結果(小土被り区間)の三次元モデル化



覆工コンクリートの三次元モデル化

プロパティ	値
エンティテ...	7ED0
値	6
BL No.	5 BL
打設日	2015/4/21
配合	24-15-20 BB
覆工厚(...)	350
圧縮強...	29.7
打設日報	¥07_覆工¥リンクデータ¥覆工5BL.pdf

覆工コンクリートの属性情報

## トンネル

No12

株式会社フジタ



工事概要	工事名称	国道 45 号 田老地区道路工事
	発注者	国土交通省 東北地方整備局
	受注者	株式会社フジタ
	工期	2014 年 10 月 3 日 ～ 2017 年 3 月 31 日
	工事内容	三陸沿岸道路（延長約 3 5 9 キロ）のうち、宮古 - 田老工区内に位置し、田老第 1 トンネル 455m と田老第 2 トンネル 674m のトンネル、田の沢川橋（L=62m）の橋台 2 基と橋脚 1 基を新設する工事である。 掘削方式：NATM 発破掘削 地質：花崗閃緑岩 内空断面積：87.6m <sup>2</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	維持管理

【導入目的】 トンネル工事における施工および維持管理に関する情報は、項目ごとに整理されており、必要なデータを迅速に取り出すことが困難である。そこで、3次元 CIM モデルに情報を寄与することにより、施工・維持管理情報を一元化し、施工情報の共有および打ち合わせ等の円滑化を目指した。

【取組事例】 ①トンネルの実施工を再現するために、掘削地山、吹付けコンクリート、鋼製支保工、ロックボルト、補助工法、覆工コンクリートの 3次元モデルを作成した。⇒掘削状況・支保工設置状況・補助工法施工状況・コンクリート打設状況を可視化する。

②掘削時山を地層別にモデル化するとともに、前方探査（SSRT：当社開発）結果データをモデルに寄与した。⇒掘削前に地山の状況を予測することが可能となる。（情報化施工）

③事前にFEM解析を実施し、解析モデルを自動で3次元CIMモデルに取り込むシステムを開発した。⇒変形量や支保工応力などについて、事前解析結果と実測値を比較しながら施工することが可能となる。（情報化施工）

以下に3次元モデルに寄与する情報の一例および3次元 CIM モデルを示す。

地層モデル	測点、地質、弾性波速度、掘削完了日
切羽モデル	切羽写真、切羽観察記録、岩判定記録
施工モデル	<吹付けコンクリート> 日常管理（スランプ、強度試験等）、出来形（吹付厚さ） <ロックボルト> 日常管理（モルタルフロー、引抜試験結果等）、出来形（施工長さ等）
覆工モデル	（日常管理）打設日、スランプ、塩化物量、単位水量、強度（ $\sigma$ 7,28） （出来形） 覆工巻厚、内空寸法 （検査記録） 打設記録、非破壊試験結果、ひび割れ記録
計測モデル	A 計測結果、B 計測結果

**・設計基本情報モデル**  
トンネルセンターに掘削毎の測点オブジェクト(球形状)を作成  
オブジェクトに設計基本情報(支保パターン、覆工)を付加  
選定測点の設計基本情報の表示  
全測点の設計基本情報の表示  
★各測点における設計条件を確認することが可能！！

**・切羽モデル**  
掘削毎の切羽写真を表示する  
切羽写真(オブジェクト)に切羽観察記録を付加  
切羽写真  
★過去も含めた切羽状況および切羽観察記録を迅速に確認可能！！

**・地層モデル**  
地質縦断面より推定地層境界面を作成  
トンネル掘削土を地層毎に区分した1掘進長の土塊を作成  
\*実施工の進捗に併せて、現状切羽面を表示する  
進捗状況の表示  
★掘削前にトンネル全線の地山構成を把握することが可能！！  
★現状の切羽状況を表示するため、次の切羽の地層区分も把握可能！！

**・FEM解析モデル**  
\*実施工の掘削方法を反映させたFEM解析を事前実施  
\*切羽の進捗に応じた解析結果(鋼アーチ、吹付、ロックボルト、覆工、内空変位など)をコンタ図で表示(数値も確認可能)  
コンタ詳細図  
★事前に山の悪い箇所を把握することができ、施工計画時の検討や掘削前の注意喚起に利用可能！！

**・計測モデル**  
\*および計測結果を測定場所とリンクしたオブジェクト(矢印)に付加  
\*計測日毎の時系列で結果を付加するため、過去の結果も一つのオブジェクトで閲覧することが可能(数値による色分け表示)  
★現状の計測結果だけでなく、過去の計測結果も時系列で閲覧することが可能！！(FEM解析結果との比較も可能)

**・施工モデル**  
\*掘削単位ごとの支保工(鋼アーチ、吹付、ロックボルト)や覆工オブジェクトを作成  
\*各節材における基本情報、施工管理および出来形管理記録を施工面所にマッチした位置に付加  
管理記録の例  
★散在している施工管理や出来形管理記録を一元化し、必要な情報を迅速に確認することが可能！！

### 【運用体制】

- ・現場職員 : 情報入力（通常の施工管理）、システム運用
- ・本社設計部 : 3次元モデル、情報入力補助（CIMモデル用データへの変換）
- ・使用ソフト : AutoCAD Civil3D、Navisworks (Autodesk)  
Gerorama、Navis+ (CTC)、GTS NX (midas)

### 【課題】

- 1) 初期モデルの作成に手間と時間がかかる上、人材の育成が必要
- 2) トンネル支保パターン変更時のモデル再作成に手間がかかる
- 3) 施工・維持管理情報の保存形式を統一化し、CIMデータを調書として適用することで、情報入力の手間を簡素化する必要がある。（現状では調書とCIMデータの両方に入力する必要がある）

## トンネル

No13

前田建設工業株式会社



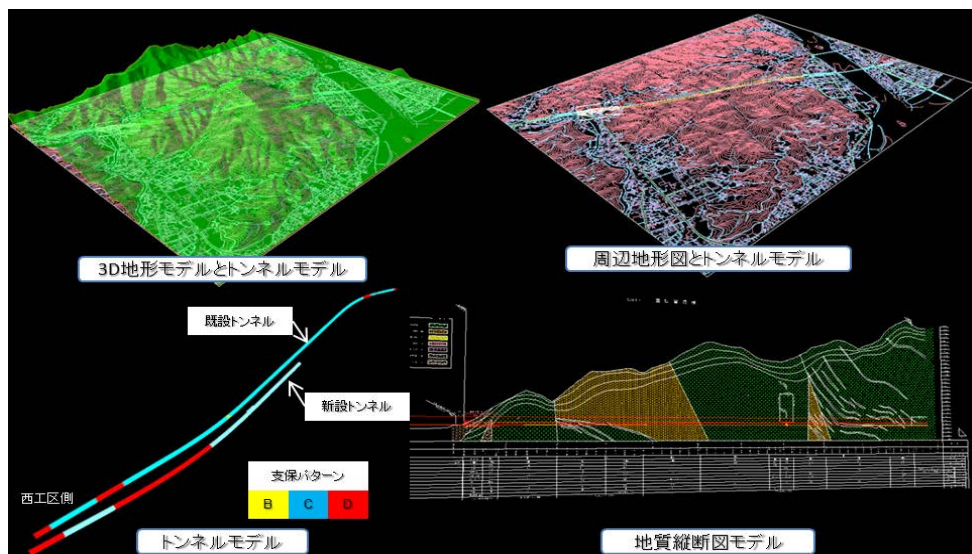
工事概要	工事名称	平成 26 年度 1 号静岡丸子藁科トンネル西地区工事
	発注者	国土交通省 中部地方整備局
	受注者	前田建設工業株式会社
	工期	2014/09/26～2016/09/30
	工事内容	国道 1 号静岡バイパス 4 車線化工事に伴うトンネル新設工事である。同トンネルは静岡市駿河区牧ヶ谷から丸子に位置し、トンネル全長 2,041m のうち、本工事は丸子側から 1,017m を施工するものである。

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

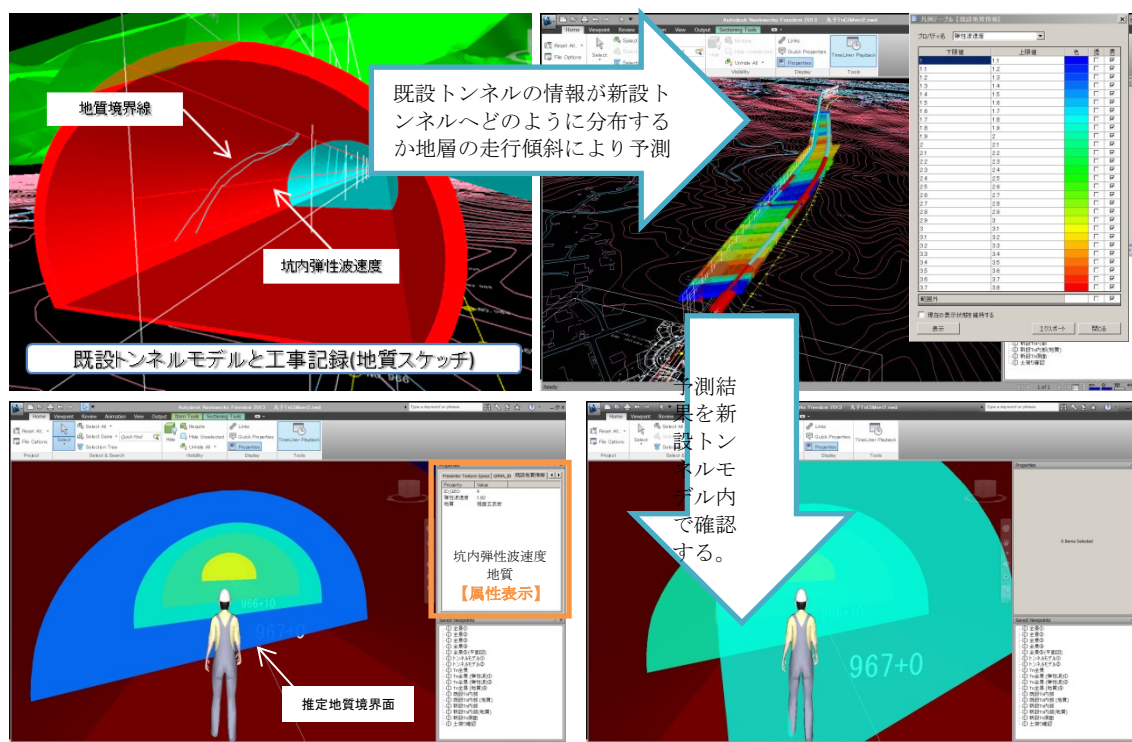
既設トンネルの情報と新設トンネルでの地質観察結果をもとに、前方地質の予想や評価を行う。本現場の既設トンネルは昭和 63 年竣工の工事であり、竣工図書の内容に弾性波速度と地質観察を CIM モデル内に再整理することにより評価の確実性が増し、施工中の安全性の向上や工程の遅延防止に貢献する。



図－1 新設・既設のトンネル CIM モデルの作成

## 【効果】

既設トンネルの竣工図書から地質境界面と坑内弾性波速度計測結果を抽出し、現在の地質境界や傾斜から分布を3次元的に予測しCIMモデルの中で展開することにより、新設トンネルの施工管理における地質状況の評価・判断に活用した。



図ー2 トンネル CIM モデルによる地質分析状況の確認

## 【運用体制】

- ・ 現場職員 : システム運用 (施工検討)
- ・ 本・支店技術部門 : 3次元モデル化、情報入力
- ・ 使用ソフト : AutoCAD Civil 3D, Navisworks, Navis+

## 【課題】

- ①既設トンネルの施工情報は古い工事ほどデジタルデータで残っていることが少ないため、古い紙データに基づいたデータ作成に時間を要した。
- ②新設構造物の周りにはインフラストックが数多く施工されているなかで、情報を整理し、データ化する作業には多大な労力が必要となる。

# シールド

No14

株式会社熊谷組



工事概要	工事名称	江戸川第一終末処理場第1放流幹線築造工事
	発注者	千葉県
	受注者	熊谷・みらい・立山特定建設工事共同企業体
	工期	2016年3月20日～2019年3月3日
	工事内容	本工事は新設する江戸川第一終末処理場の処理水を旧江戸川へ放流するための管渠を築造するものである。 工事延長 2,577.8m 管きょ工（泥水シールド工） セグメント外径φ2,350mm L=2,572.2m 二次覆工（FRPM管） 仕上り内径φ1,800mm L=2,576.4m 発進立坑工 9.5m、8.5m、深11.6m 1箇所

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

シールドトンネルの計画及び施工段階における、線形管理シミュレーションを3次元で実施することを目的とした。

### 【取組事例】

Excel による計算結果を3次元 CAD ソフト上のシールド機およびセグメントのモデルに連動させて、施工のシミュレーションを行った。

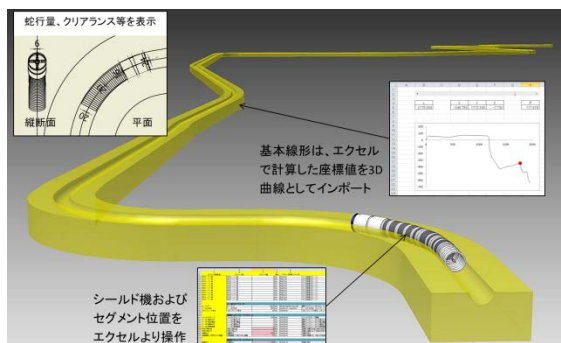


図1 シールド線形3Dシミュレーションモデル

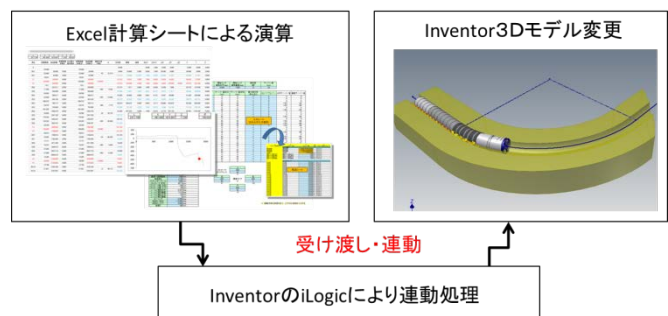


図2 作図におけるデータ処理の流れ

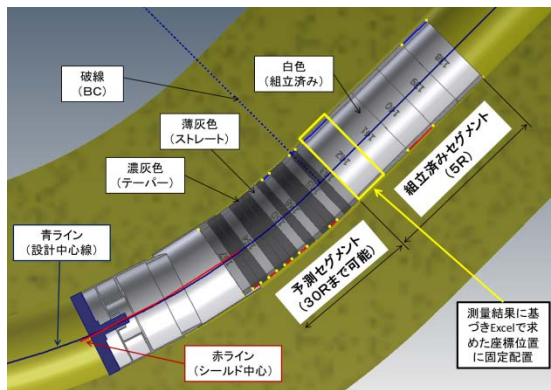


図3 曲線シミュレーションモデル例

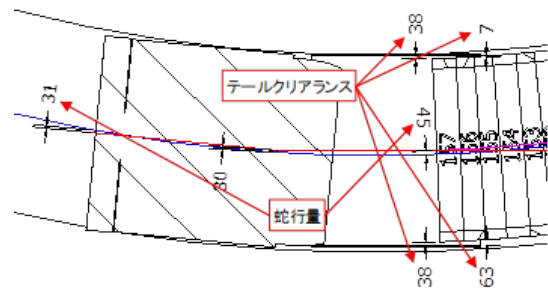


図4 シミュレーション結果作図例

### 【効果】

以下のシミュレーションを用いることにより蛇行量とテールクリアランスを予測することにより高品質なトンネルの築造が可能となる。

- ・セグメントの割り付けやシールドスペックの検証を計画段階で実施しトラブルを未然に防止する。
- ・セグメント組立計画（テーパー使用位置、組立方向）をチェックする。
- ・シールド機とセグメントの競りやクリアランスを確認し、発生し得る問題を予測する。
- ・シールド機のコントロール計画（中折れ角、ジャッキストローク差など）をチェックする。

### 【運用体制】

本社技術部：基本モデル作成、操作指導およびメンテナンス

作業所職員：情報入力、システム運用（施工検討）

（使用ソフト）

- ・Autodesk Inventor（機械設計系3DCAD）

### 【課題】

- ・使用ソフトが機械系であり汎用性に欠ける。
- ・ソフトが高価であり普及展開が難しい。
- ・操作に慣れるまでに教育が必要である。

工事概要	工事名称	中央環状品川線大橋連結路工事
	発注者	首都高速道路株式会社
	受注者	株式会社安藤・間
	工期	2007年5月22日～2014年11月30日
	工事内容	1) 開削部（山手通り支線部） 延長：55m×掘削幅13～22m×掘削深度29～33m 2) 地上避難出口：掘削深度50m×掘削外径φ5.1m 3) シールド部（外径φ9.5m） 上層トンネル延長500m／下層トンネル延長480m 4) 分岐合流部：上層トンネル210m／下層トンネル180m

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

【導入目的】

本工事の分岐合流部トンネル覆工は、既設の2本のシールドトンネルをアーチ形状の鋼製セグメント（拡幅セグメント）で接合する特殊な構造であり、そのセグメントは、シールドトンネルの出来形に合わせた形状で個々に製作したうえで組み立てる必要があった。

そのため、拡幅セグメントの設計・製作・施工の効率化を目的として、CIM を活用した3次元モデルの専用ソフトを開発・利用した。

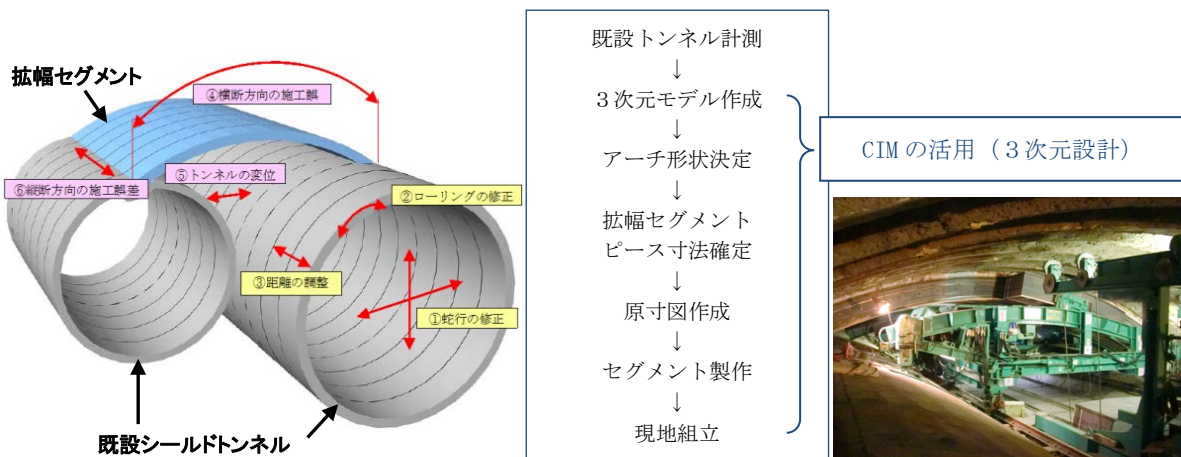
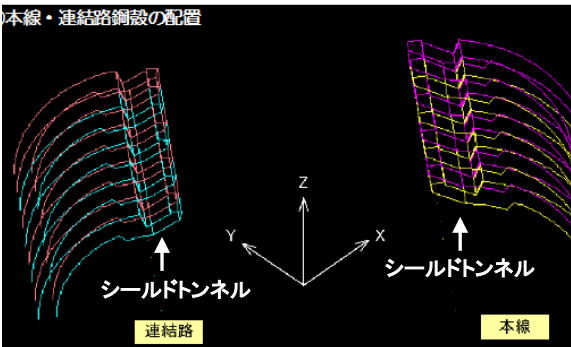
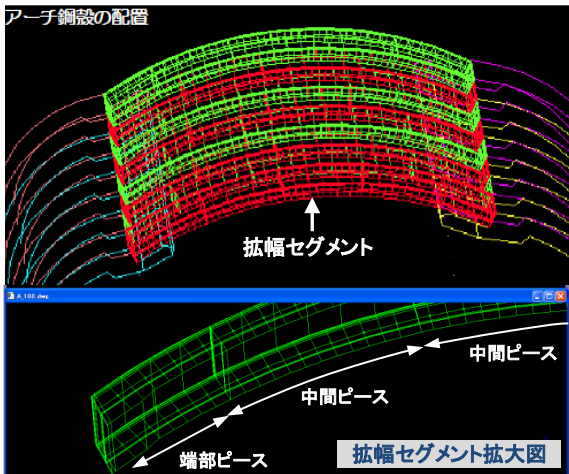


図-1 拡幅セグメントの設計・製作・施工手順

表-1 拡幅セグメント形状決定シミュレーション

STEP1：シールドトンネルのモデル化	STEP2：拡幅セグメントの配置
<p>本線・連結路鋼殻の配置</p>  <p>シールドトンネル</p> <p>連結路</p> <p>本線</p>	<p>アーチ鋼殻の配置</p>  <p>拡幅セグメント</p> <p>端部ピース</p> <p>中間ピース</p> <p>拡幅セグメント拡大図</p>
<p>出来形測量をもとにシールドトンネルの拡幅セグメントが接合する箇所をモデル化</p>	<p>シールドトンネルに合わせて拡幅セグメントを配置してアーチ形状とピース寸法を決定</p>

【効果】

- ・ 拡幅セグメント形状決定作業を効率的に行うことが可能となった。形状決定の方針と手順をソフトに組み込むことで更なる効率化・省力化が図れた。
- ・ 拡幅セグメントとシールドトンネルの接合状況（ピースの傾き、ボルト孔位置など）が可視化により確認でき、不具合の防止が図れた。
- ・ CAD データをそのまま各部材の加工用原寸データに展開できるため、原寸図作成作業が自動化されて製作工程の短縮が図れた。
- ・ 拡幅セグメントの組立位置を簡単に座標で押さえることができるため、セグメントの組立管理が容易であった。

【運用体制】

1) ソフトウェア開発

- ・ CAD を利用した専用ソフトウェアを開発（開発協力会社：（株）横河技術情報）
- ・ 使用ソフトウェア：IJCAD Pro

2) 運用

- ・ 現場事務所で座標入力と形状決定作業を実施（現場職員＋開発協力会社）
- ・ 決定データを CAD データとしてセグメント製作工場へ送信。データ受信後製作に着手。

【課題】

- ・ ソフトウェア開発に期間と費用を要する。
- ・ ソフトウェアの操作技術者の確保と育成が必要である。

## シールド

No16

西松建設株式会社



工事概要	工事名称	南部処理区新磯子幹線下水道整備工事 南部処理区新磯子幹線下水道整備工事（その2）
	発注者	横浜市環境創造局
	受注者	西松・福田・森本建設共同企業体
	工期	平成25年9月30日～平成28年3月15日 （その2）平成26年8月26日～平成29年1月31日
	工事内容	泥水式シールド工法により下水道管路を敷設する工事 泥水式シールド1次覆工（仕上がり内径3,600mm）L=1,896m 発進立坑（深さ29.1m）、到達立坑（深さ60m）の築造 その他（坑内配管工、充填工、到達人孔築造工他）

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【取組み事例】

3Dモデル・CGビューを用いた工事説明ツール

### 【導入目的】

発注者や見学者等へのシールド工事の説明用のために「3Dモデルビュー」(CG)を制作した。工事エリア鳥瞰図、路線断面図、シールドマシンアニメーション、立孔内構造をモデル化し、工事の立地条件、トンネルルート、シールドマシンや立坑の構造を示した他、シールド工法の掘削、マシン推進、セグメント搬送・組立ての手順をアニメーション化した。



図1 トンネル路線鳥瞰図・断面図

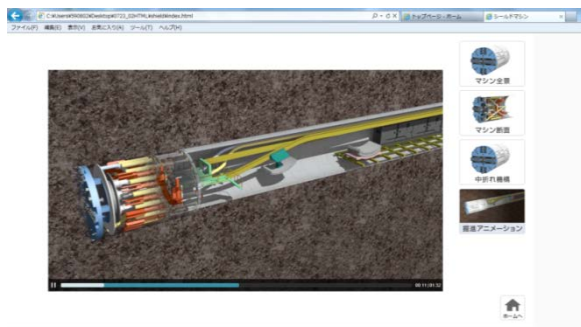


図2 シールドマシン掘進アニメーション

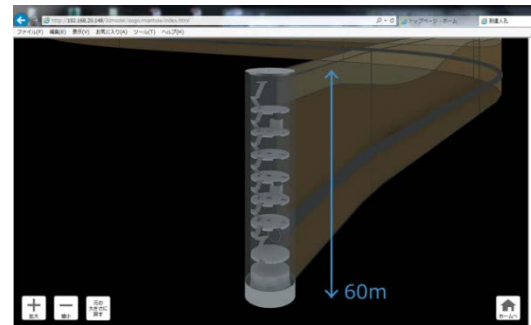


図3 到達立坑(人孔)の3D 構造図

### 【効果】

- ・シールド工事を知らない見学者や関係者などにも大変わかりやすいと好評受けている。
- ・現場見学会のほか、発注者の勉強会等でも使用されている。
- ・通常スペックの PC やタブレット端末で汎用ブラウザにより誰でも簡単に操作・閲覧できる。
- ・到達人孔の構造が複雑であり 2次元図面だけではわかりにくいため、3D 可視化した。開口の位置などが一目でわかるため、施工ツールとしての活用も期待している。

### 【運用体制】

- ・本社関係部署にて制作
- ・現場職員による運用  
(使用ソフト)

3D モデル作成 Civil 3D, InfraWorks

動画、3D ビュー作成 3dsmax

閲覧機能制作 object2VR

閲覧 Google Chrome, Internet Explorer,

### 【課題】

- ・「360度パノラマ VR」技術は、事前に準備したビューポイントだけが閲覧できるため、任意なビューポイントに対応できない。

## 地下構造物

No17

清水建設株式会社



工事概要	工事名称	道玄坂一丁目駅前地区第一種市街地再開発事業			
	発注者	道玄坂一丁目駅前地区市街地再開発組合			
	受注者	清水建設株式会社			
	工期	2014年4月1日～2019年3月31日			
	工事内容	渋谷駅中心地区再開発の一つとなる渋谷駅西口駅前の再開発事業で、再開発ビルを建設する工事（設計施工）。			
	建物主要用途	事務所、飲食店舗、物販店舗他			
	敷地面積	3,335m <sup>2</sup>	建築面積	3,335m <sup>2</sup>	
	延べ面積	59,000m <sup>2</sup>	建物高さ	110m	
	階数	地上 18階	地下 4階		

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

再開発事業に伴う街区再編による区道付替により地下インフラ管路の移設工事が必要であったが、協議～計画に際し以下の課題があった。

- ・ 移設の必要な地下インフラ施設は幹線となっているものが多く、また、敷設後年数の経っているものが多くあり、国道 246 号線に対し斜め横断する等、複雑に錯綜している状況であった。
- ・ 地形は傾斜地となっており、地下インフラ敷設位置の高低差が大きく、移設協議～計画には通常以上に立体的に現状を把握し計画を進める必要があった。

上記の課題に対し、インフラ管理者との効率的な調整～計画を行う事を目的に、CIM を用いてインフラ設備を立体的に把握し計画を進めた。



図 1 埋設物状況（試掘）

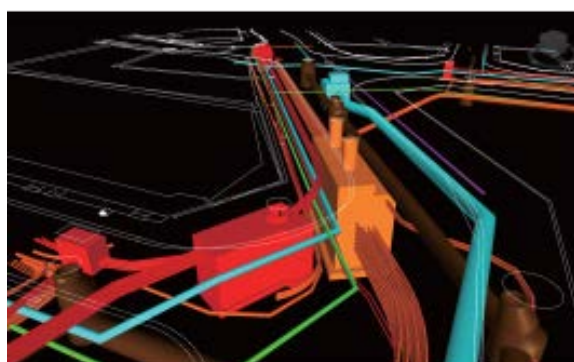


図 2 地下インフラ施設の 3D モデル

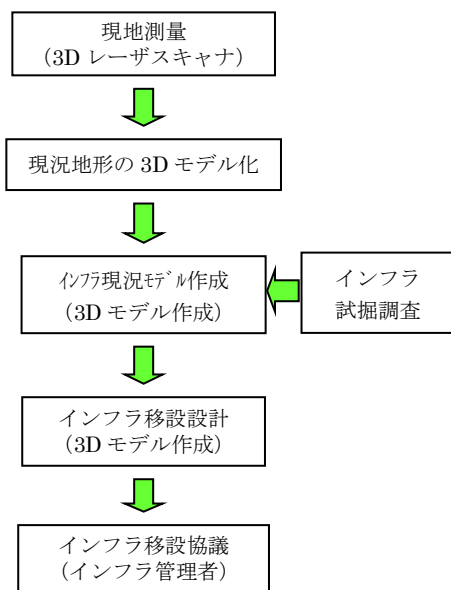


図 3 作業フロー

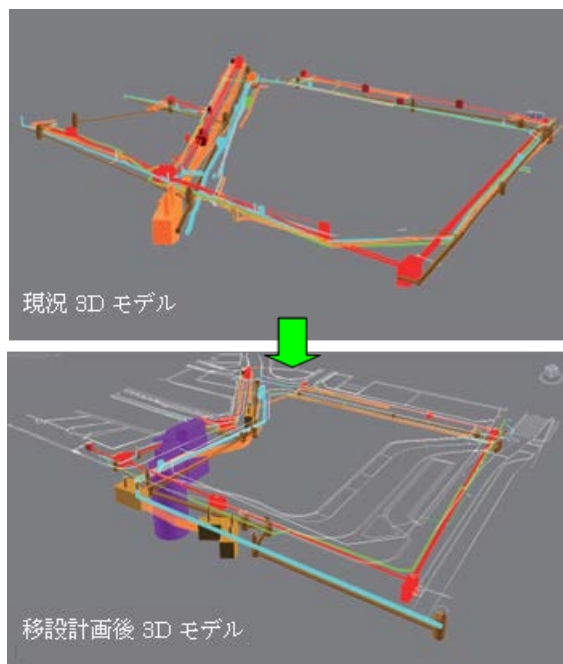


図 4 地下インフラ移設設計

**【効果】**

地下インフラ設備への CIM の活用は、都市部での複雑な地下埋設物の処理に際し、相互の取合いを、視覚で立体的に確認することができる。その効果として、相互のインフラ設備の交差状況、離隔を精度良く確認することができるようになり、インフラ管理者との移設協議を円滑に進めることができる。また、平面図・断面図では見落としていた情報を容易に得ることができるため、手戻りが少なくなり効率的な計画～施工が可能となる。施工時においては、地下インフラの位置関係を的確に把握できるので、地下インフラ設備損傷事故の防止にも活用することが可能である。

当該データを広い範囲で整備し、信頼性を高めることにより地下インフラ設備の敷設位置のデータベースとして活用することも可能であり、工事着手前の地下インフラ設備の調査に掛かっている多くの時間と費用を大きく縮減することが可能である。

今回実施した作業では、地形データを取得するのに、3D レーザー測量を用いた。3D レーザー測量は、周辺地形、建物等にレーザーを照射しその反射波を受信し点群データとして対象物を精度良くデータ化することができる測量手法であり、このデータを基に地下インフラ施設を合成した。さらに、周辺部の道路計画、新築建物～施設等のモデルを加えることによる街区全体の周辺設計、景観検討、施工管理への応用展開が可能となる。

**【運用体制】**

現場担当者による運用。3D モデル作成は外注。

(使用ソフト) オートデスク 3DS MAX

**【課題】**

地下インフラ施設を 3D 化し統合的に管理することは埋設物の位置把握、管理に際し非常に有効な手段である。一方、データベース化には多大な手間と費用が必要であり道路管理者、インフラ企業者、施工者が協力して進める必要があり、そのコンセンサスの構築が必要となる。

## 地下構造物

No18

株式会社 浅沼組



工事概要	工事名称	港区海岸三丁目地先配水本管（800 mm）布設替工事
	発注者	東京都水道局東部建設事務所
	受注者	株式会社 浅沼組
	工期	2014年10月6日～2016年6月7日（施工中）
	工事内容	施工区間 L=818m ・ φ 800 mm DCIP 管布設（都道:L=280m 区道:L=538m） ・ φ 150 mm～φ 500 mm DCIP 管布設 L=83m ・ 制水弁室設置（立形 800 mm） 2 箇所 ・ バタフライ弁室設置（立形 800 mm） 1 箇所 ・ 制水弁設置（200 mm～300 mm） 6 箇所 ・ 空気弁室（口径 100 mm） 5 箇所 ・ 排水室築造（内径 1200 mm） 5 箇所 ・ 排水管（内径 300 mm） L=32m ・ 吐出管（内径 200 mm） L=39m

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

立坑の構造および周辺の埋設物の位置関係を 3D 化して可視化することで、管材料投入時の干渉の有無を把握し、立坑構造の設計協議資料として活用することを目指した。

### 【効果】

- ・ 3D 化することで従来に比べてより詳細な施工時の検討が可能となった。
- ・ 発注者との協議時の合意形成が円滑に行えた。

### 【運用体制】

技術設計部門職員での運用。

（使用ソフト）

- ・ CAD ソフト「Autodesk Infrastructure Design Suite」

### 【課題】

- ・ 3D 化モデルの作成に時間を要す。
- ・ 3DCAD を使用できる職員の育成が必要となる。

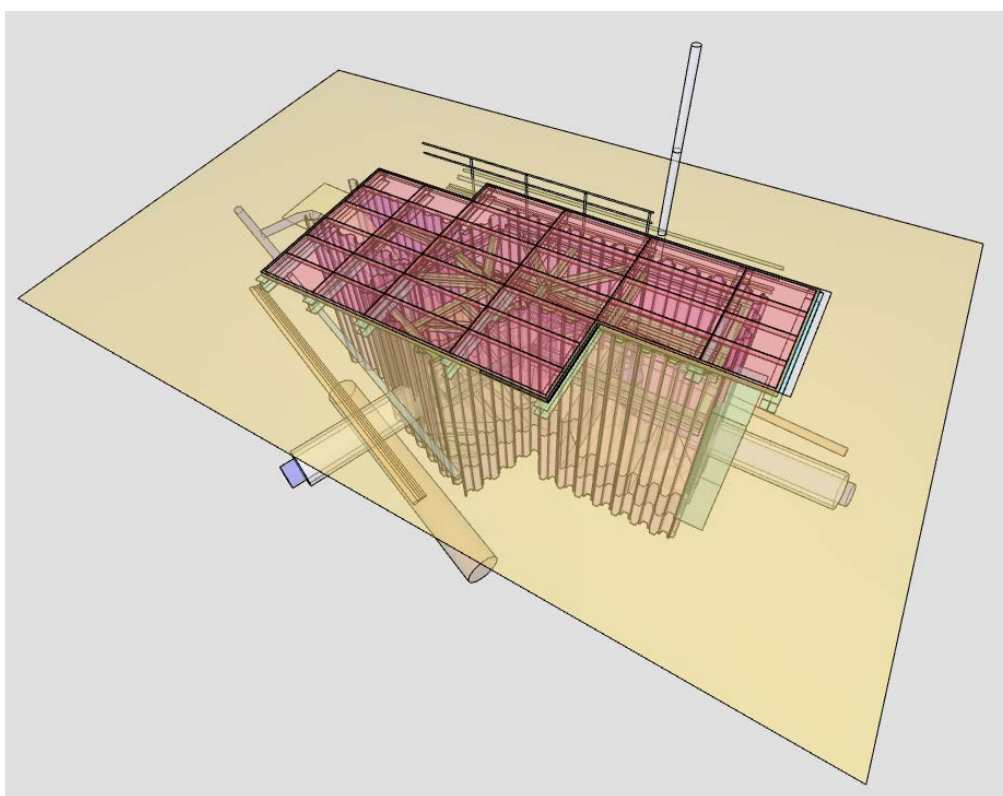


図1 3D立坑図（覆工板・桁の割付検討）

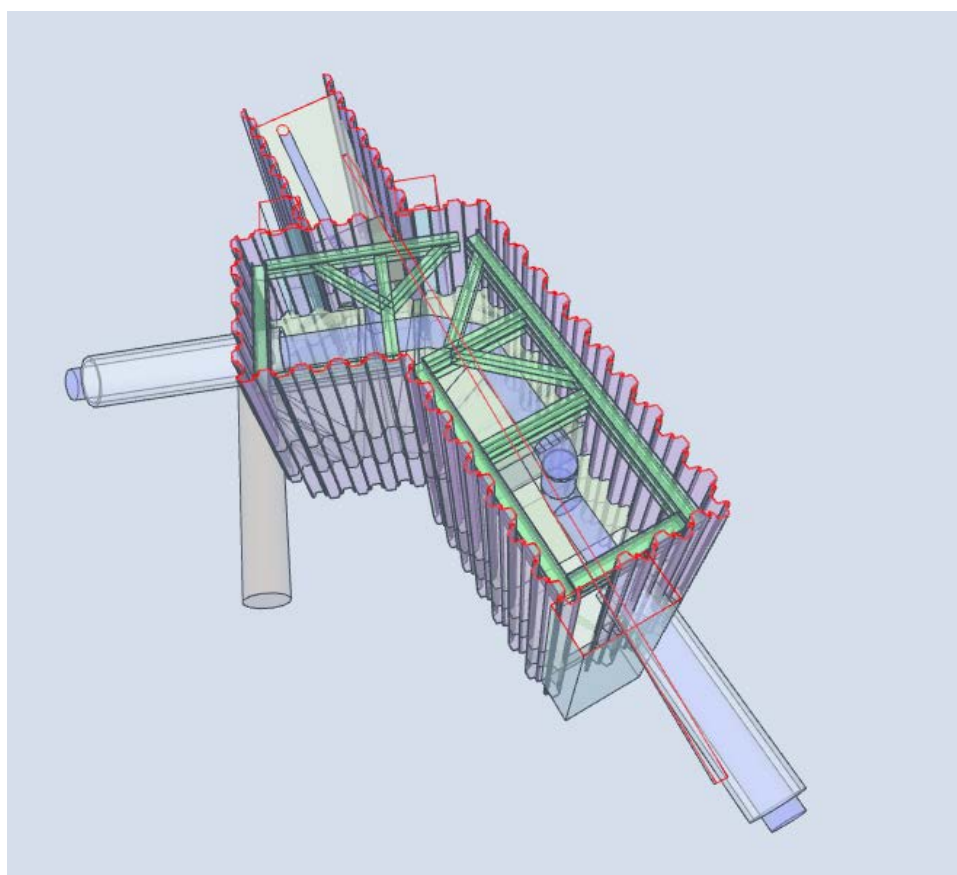


図2 3D立坑図（仮設鋼材・埋設物との干渉確認・配管計画）

## 地下構造物

No19

株式会社安藤・間



工事概要	工事名称	相鉄・東急直通線、新綱島駅他
	発注者	鉄道建設・運輸施設整備支援機構
	受注者	安藤・間・不動テトラ・日本国土・奈良特定建設工事共同企業体
	工期	2013年12月19日～2019年2月18日
	工事内容	開削工法による鉄道地下駅工事 (掘削幅 13～25m×掘削深度 35m×延長 180m) ・土留め壁 (鋼製地中連続壁) : 壁厚 1.2m×壁深度 47～58m ・コンクリート : 約 15,800 m <sup>3</sup> ・鋼材 (支保工) : 約 5,150 t

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

本工事は、河川近傍で地盤急変部を有し、軟弱粘性土が厚く堆積する条件下において、大深度の土留め壁（鋼製地中連続壁）を用いて鉄道地下駅を新設する工事である。土留め壁の根入れ長は、掘削底面の安定を確保（盤ぶくれを防止）するため、硬質な粘性土層に根入れする計画となっている。ボーリング調査の結果、根入れ付近の土質は、粘性土層と砂質土層の互層地盤で、かつ、縦断・横断方向に傾斜を有していることが判明した。そこで、複雑な地層構成を3次元でモデル化し、根入れ長決定の判断材料とする。

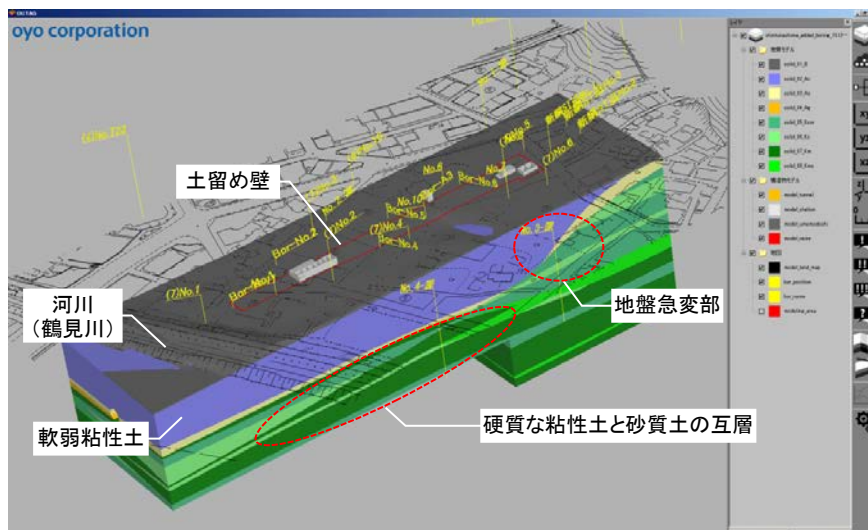


図-1 3次元地盤情報 全体モデル

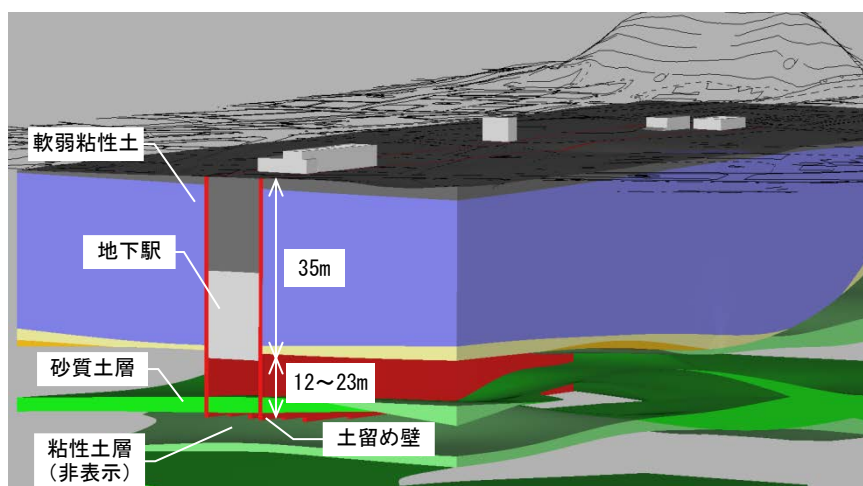


図-2 根入れ部の土質状況の確認例

#### 【効果】

- ・ 地盤情報を 3 次元で可視化することで、発注者・受注者の双方でイメージを共有でき、迅速な合意形成が図れる。
- ・ 任意の断面で地盤と土留め壁との位置関係を把握できるため、根入れ長決定の判断材料とすることができ、掘削時の安全性の向上（盤ぶくれ発生のリスク低減）が図れる。
- ・ 3 次元モデルのビューワソフトウェアは、動作環境がスムーズで初心者でも取り扱いが容易である。

#### 【運用体制】

- ・ 本店技術部門：3 次元モデルの作成（運用協力：応用地質(株)）
- ・ 現場職員：システムの運用

（使用ソフトウェア）

地盤、土留め壁の 3 次元モデルのデータ作成：GEO-CRE（応用地質(株)製）

データ交換ファイル：DXF ファイル

ビューワソフトウェア：OCTAS（応用地質(株)製）

#### 【課題】

- ・ 3 次元モデルの作成において、多数のボーリング間の地層の補間は地質技術者の判断によらなければならない。モデル化にあたっては、地盤情報の専門技術者のサポートが必要。
- ・ 3 次元モデル上で地盤の層厚や根入れ長など距離を計測・表示できるようになると、数量算出や提出資料にも活用できる。
- ・ 最適な根入れ長の自動計算など設計の省力化が図れるとよい。

## 地下構造物

No20

大成建設株式会社



工事概要	工事名称	福岡市地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事
	発注者	福岡市交通局
	受注者	大成建設・佐藤工業・森本組・三軌建設・西光建設
	工期	平成 25 年 12 月 5 日 ～ 平成 31 年 3 月 15 日
	工事内容	平成 17 年に開業した地下鉄七隈線(橋本～天神南延長約 12.0 km)の延伸工事(天神南～博多延長約 1.4 km)のうち、博多駅工区の建設工事である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・工事延長 L=279.3m</li> <li>・山岳トンネル (NATM) L=195.6m</li> <li>・開削工法、アンダーピニング工法、 L=83.7m</li> </ul>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	



図-1 工区全景（航空写真）

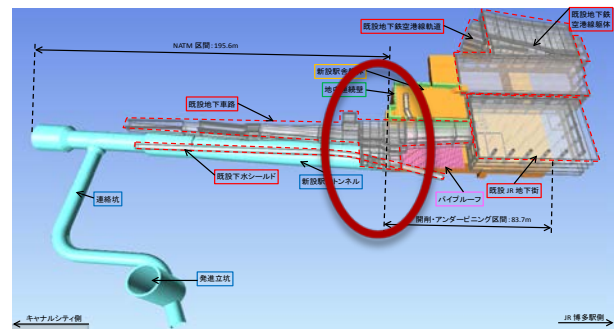


図-2 CIM モデル（NATM と開削部境界）

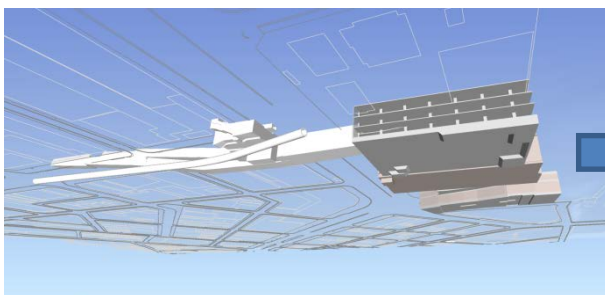


図-3 着工前既設構造 CIM モデル

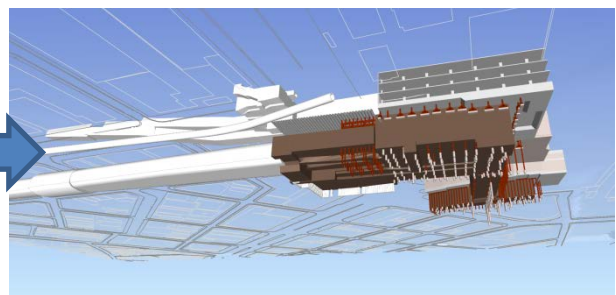


図-4 完成時新設 CIM モデル

### 【導入目的】

本工事は、博多駅前の地下街および地下鉄空港線下の開削区間、アンダーピニング区間および七隈線が博多駅に接続する NATM 区間の異工種混在の複合構造であり、その設計はそれぞれ別のコンサルタント会社が行っていた。そのため特に開削区間と NATM 区間の境界部について、施工方法、施工手順も含め、3次元構造的に妥当かを検証する必要がある。開削区間では、

営業中の地下鉄空港線を含む既設構造物をアンダーピニング工法により仮受けしながらの施工やパイプルーフ工法併用による掘削などの施工となるため、仮設構造物が輻輳しており、施工手順もたいへん複雑であった。そこで本工事を3次元モデル化し、施工手順を時系列で可視化することにより、発注者や施工業者を含む工事関係者の立体構造や複雑な施工手順についての理解を促し、本工事が抱える課題等について共通認識をもって工事を円滑に進めることを目的にCIMを導入した。

また、CIMモデル内を乗降客目線でウォークスルーすることにより通路の動線や避難経路を確認した。

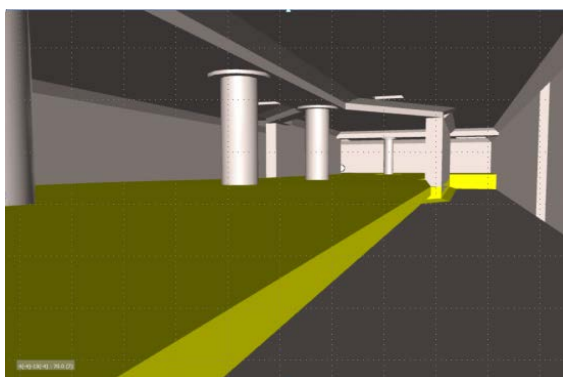


図-5 ウォークスルー乗降客通路検証

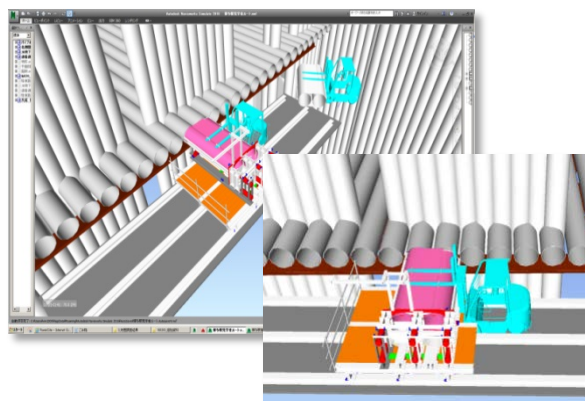


図-6 パイプ圧入作業のシミュレーション



図-7 NATM と連壁杭との干渉チェック

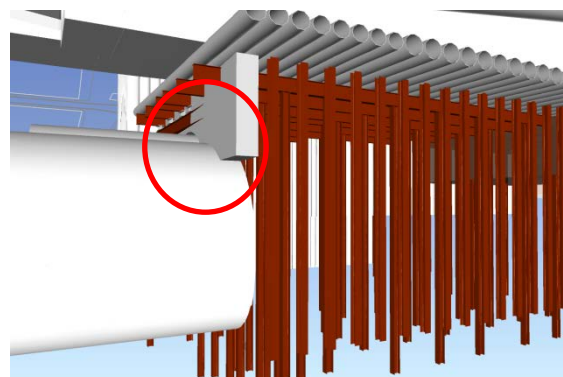


図-8 パイプルーフ反力を NATM 上で支持

#### 【効果】

- ・異工種複合構造や複雑な施工手順を可視化することにより合意形成の促進に寄与。
- ・2次元では見えなかった問題点や危険個所を事前に把握することができ、発注者ほか工事関係者間で共有できた。
- ・施工手順や避難経路の動線をシミュレーションすることにより事前検証することができた。

#### 【運用体制】

現場職員：関係者協議での活用、作業手順シミュレーションで活用

本社土木技術部：システム導入、モデル作成、干渉チェック

(使用ソフト) RevitStructure、Navisworks、(Autodesk 社)

#### 【課題】

- ・構造が複雑なため、各施工段階で CIM モデル内をウォークスルーで移動している際、自分がどこにいるのかわからなくなってしまうことがある。キーマップなどの表示が必要。
- ・構造の詳細度および施工ステップ割をどの程度にするのか、CIM モデルの活用を想定しモデル作成前に決めなくてはならない。

## 地下構造物

No21

前田建設工業株式会社



工事概要	工事名称	新岩松発電所新設工事のうち土木本工事
	発注者	北海道電力株式会社
	受注者	前田建設工業株式会社
	工期	2013年5月13日～2016年1月20日
	工事内容	本工事は岩松発電所（昭和17年建設）の老朽化した水車・発電機の更新に伴い、サージタンクより下流の水圧管路・発電所・放水路を新設するものである。 土留め工、コンクリート工、掘削工

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	維持管理

### 【導入目的】

躯体形状が複雑な上、様々な発電設備や水圧管路等との取り合いが課題となる発電所基礎工事は、狭隘な施工エリアの中で、土木業者、発電機メーカー、水圧管路メーカーが同時並行で作業を進めていく。そのため、資材置き場の確保や重機の配置において、日々、関係者間での調整が欠かせない状況となっている。

上記理由より、施工のイメージを関係者で共有し、施工上の課題を事前に解決して手戻りを防ぐ目的で、3Dモデルに工程を加えた4Dモデルを導入することにした。



写真-1 発電所基礎施工状況

### 【取組事例】

#### 1. Navisworksによる4次元モデルの作成：

工事エリア全体を3次元モデル化し、そのうち最も施工順序が複雑な発電所基礎エリアについて、それぞれの工種の工程情報を付与した4次元モデルを作成した。これにより、発電所構築に伴う複雑な施工順序のシミュレーションが可能となった。なお、4次元モデルの作成には Navisworks を使用した。

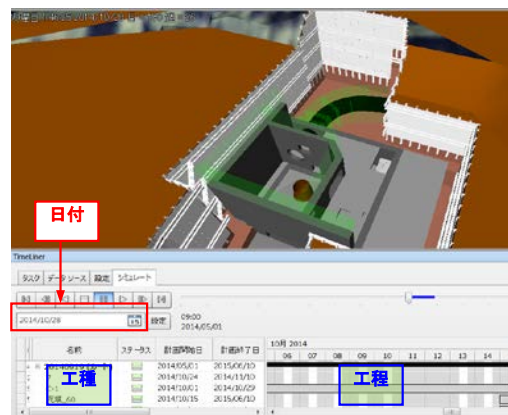


図-1 発電所基礎4次元モデル

## 2. 「Virtual Construction」開発・導入：

「Virtual Construction」の特徴は、

- ①Web ブラウザさえあれば3次元・4次元モデルの閲覧が可能(図-2)。
- ②クレーンやアジテータ車等の重機部品を4次元モデル空間に配置することが可能。クレーンに関してはブームの移動、旋回も可能であり、吊荷荷重を入力することで、ブーム位置での安全率も表示される(図-3)。
- ③検討時の画像を取得し、メモや手描きの図形の書き込みができるキャプチャ機能により、打合せ事項を関係者に配布することが可能(図-4)。

上記ソフトの導入により、全ての工事関係者がインターネット環境さえあれば4次元モデルを閲覧できるようになった。また、現場職員および協力会社からは、図面やクレーンカタログを使用せずに直感的にクレーンの作業計画が実施できると非常に好評であった。

## 3. 維持管理初期モデルの作成と納品：

各コンクリート打設ブロックと配管・電機設備に施工情報と工程情報を付与した維持管理初期モデルを作成し発注者に納品した(図-5)。

### 【運用体制】

- ・現場職員：工程情報入力，システム運用（4次元モデル修正，施工検討）
- ・本店技術部門：3次元モデル化，工程情報入力補助
- ・使用ソフト：AutoCAD Civil-3D, Navisworks, VirtualConstruction

### 【課題】

4次元モデルの効果を最大限発揮するには、全ての関係者がモデルを活用できなくてはならないため、汎用性のある廉価かつ使い易いソフトウェアが必要である。

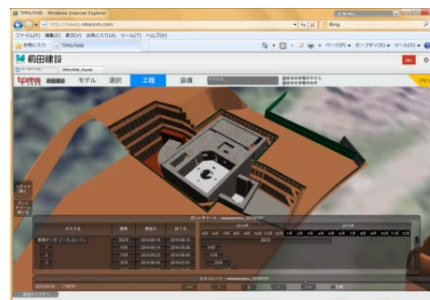


図-2 Virtual Constructionによる4次元モデル



図-3 Virtual Constructionによるクレーン施工計画

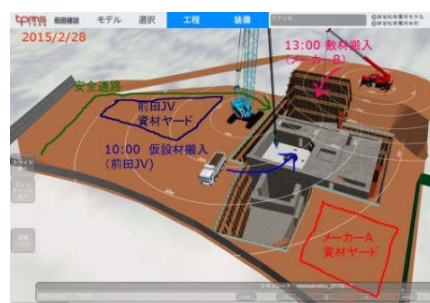


図-4 Virtual Constructionで作成した打合せシート

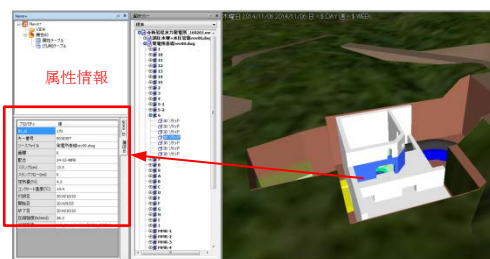


図-5 維持管理初期モデル

## 大規模土工

No22

戸田建設株式会社



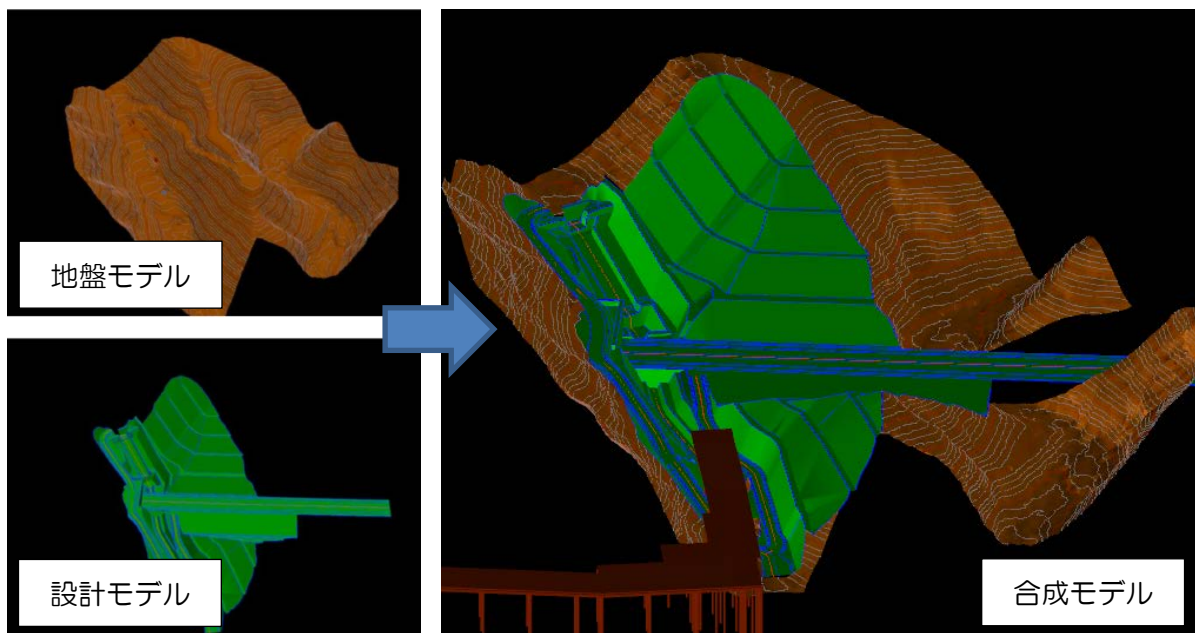
工事概要	工事名称	国道 45 号下安家道路工事
	発注者	国土交通省東北地方整備局
	受注者	戸田・大豊特定建設共同企業体
	工期	平成 26 年 3 月 13 日～平成 29 年 3 月 10 日
	工事内容	橋梁下部工 橋脚 2 基、ケーソン基礎 2 基 トンネル工 安家トンネル 延長 997m(内空断面積 87.6m <sup>2</sup> ) 浜山トンネル 延長 1,582m(内空断面積 94.9m <sup>2</sup> ) 道路改良工 切土 86,800m <sup>3</sup> 盛土 3,500m <sup>3</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

岩盤掘削を伴う急峻な地形に複数の構造物がある土工事現場において、設計図面・数量照査を、レーザースキャナを用いた三次元モデリングにより可視化することで効率的に行うことが目的である。また同時に、三次元モデルデータを基にした測量業務の効率化・省力化を図る。



図－1 三次元モデル作成例



## 大規模土工

No23

株式会社 浅沼組



工事概要	工事名称	新田平地区改良工事	
	発注者	国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所	
	受注者	株式会社 浅沼組	
	工期	2014年6月27日～2015年7月31日	
	工事内容	[道路土工]	
		・掘削工	V=92,290 m <sup>3</sup>
		・盛土工	V= 7,790 m <sup>3</sup>
		[カルバート工]	
		・プレキャストカルバート(B3.0-H4.0)L=99m	1基
		[排水構造物]	
		・排水構造物	1式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

工事着手前に 3D レーザースキャナーを用いて現況測量を実施し、その結果を反映した施工計画の立案と 3D 現況データと設計データを利用したバックホウおよびブルドーザのマシンガイダンスによる土工事の施工管理を目指した。

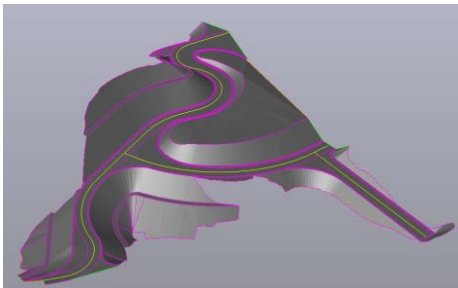


図1 3D データ  
(全体計画)

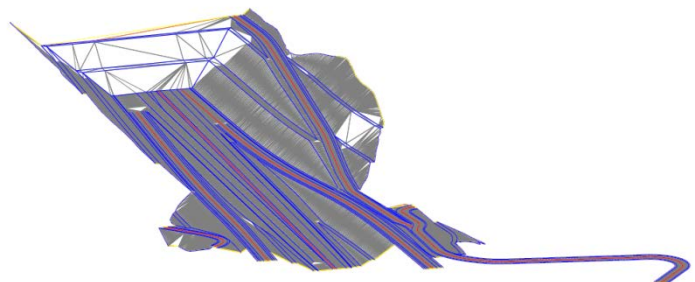


図2 3D データ  
(切土施工用図面)



写真1 施工状況



写真2 マシンガイド  
(画面：平面位置)

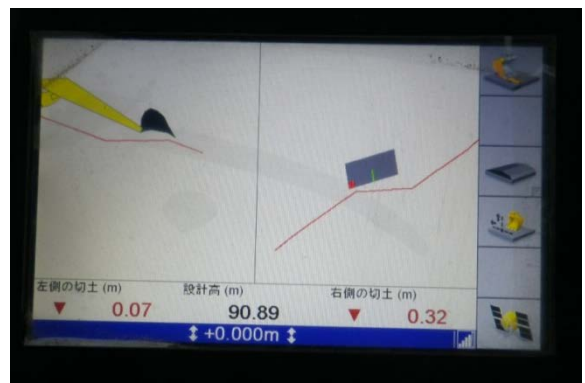


写真3 マシンガイド  
(画面：バケット位置)

**【効果】**

重機を用いた土工事においては、大部分において丁張りレス（丁張りなし）での施工が可能となる。特に曲線区間においては、作業効率が大幅に向上する。

重機のマシンガイドにより法面仕上げにおいては、作業効率が一般的な施工に対して2倍程度向上する。

**【運用体制】**

現場職員および協力業者職員による運用。

(使用ソフト)

- ・CADソフト「AutoCAD」

**【課題】**

- ・3Dレーザースキャナーによる現況測量および設計データの3D化に高額な費用を要す。
- ・マシンガイド使用時のGPS基地局の設置において、電源の確保と電波の受信状況を確認する必要がある。
- ・寒冷地においては、測量機器が動作しない場合がある。（-8℃程度で使用不可となった。）

## 大規模土工

No24

株式会社奥村組



工事概要	工事名称	県立奈良病院建替整備事業 他 造成工事
	発注者	奈良県 新総合医療センター建設室
	受注者	奥村・山上・森高特定建設工事共同企業体
	工期	2013年10月7日～2015年12月10日
	工事内容	敷地造成工 A=11ha V=237,600m <sup>3</sup> 防災調整池工 N=2箇所 地盤改良工 一式 擁壁工、雨水排水工、植栽工、仮設・防災工等 一式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

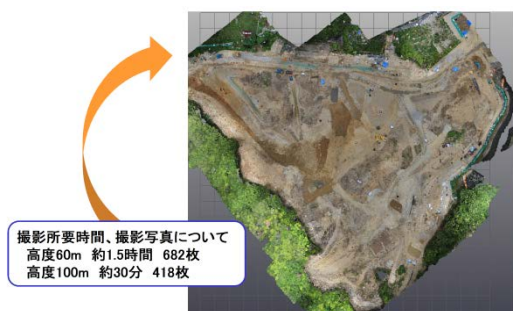
- ・ UAV を用いて写真測量を行うことで、広範囲な造成現場の現況測量を実施して、切盛土量を迅速に精度良く算定できると考えた。

### 【取組事例】

- ・ カメラを搭載した UAV による空中写真から 3次元データを生成して現況測量を行った。



図一 1 UAV 使用機器および基準点对標

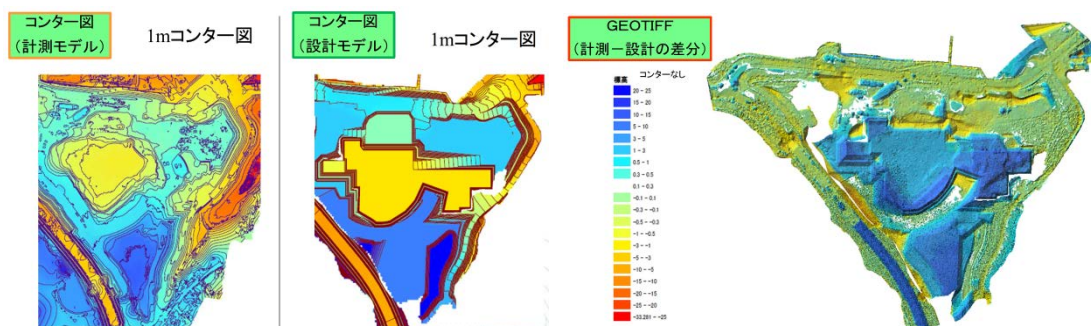


図一 2 現場の 3次元モデル

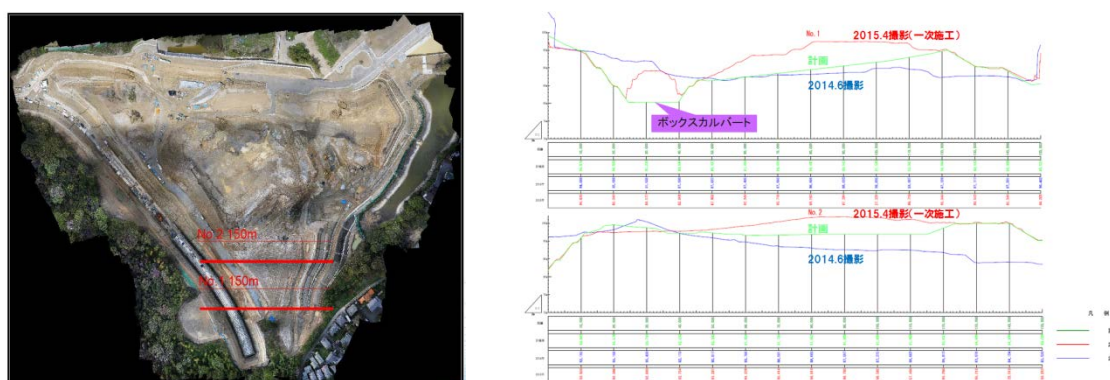


図一 3 精度確認状況

- ・ UAV を用いて迅速に現況の 3 次元モデルが 10cm 程度の精度で作成できることを確認したうえで、設計段階の 3 次元モデルと差分解析により、切盛土量の把握と横断面図面を作成した。



図一4 切盛土量のコンター図



図一5 切盛状況の横断面図面

#### 【効果】

- ・ 6 枚の羽根を有する UAV（無人航空機：S800 EVO）にミラーレスのカメラを設置して、高度 60m および 100m から空中写真撮影を実施し、10cm 程度の精度を確認した。
- ・ 写真撮影に数時間、3 次元モデル生成に数時間程度であり、地上レーザーに比べるとより実用的な時間処理となっている。
- ・ 造成土工の進捗説明手段としてわかり易いと好評であった。

#### 【運用体制】

- ・ 航空測量会社に外注して UAV 測量を実施した。
- ・ 3 次元設計モデルの作成（Civil3D）
- ・ 切盛土量の算定と横断面図の作成（GIS ソフト）

#### 【課題】

- ・ UAV 飛行には天候や気象条件による影響が大きく、3 次元モデル作成にはデータが膨大となっており、データを活用するためには、相応のスキルと費用が必要となる。
- ・ 現場ごとの UAV 測量の精度確認方法や UAV の保守点検等を含めて標準的な作業フローの作成が急務と考える。

## 大規模土工

No25

前田建設工業株式会社



工事概要	工事名称	平成 25 年度町方地区整地工事
	発注者	(独)都市再生機構 岩手震災復興支援本部
	受注者	前田・日本国土・日特・パスコ・応用地質大槌町町方地区震災復興事業共同企業体
	工期	2013/06/22～2017/06/30
	工事内容	本業務は、大槌町町方地区におけるかさ上げ工事において調査、測量、設計及び施工の一体的なマネジメントを実施することで、大槌町震災復興事業の早期着手及び円滑な事業促進を図るものである。

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

本工事では、大槌町町方地区の約 30ha の範囲において平均 2m 程度のかさ上げを行う。この広域な施工エリアの造成工事において、測量作業の効率化を図るべく、UAV を用いた出来高測量を実施した。



図－1 UAV 機器の詳細

### 【効果】

- ①広域の測量が短時間で行えることから従来手法などに比べて効率化できた。また、工区内立ち入らないので安全性が向上した。(図-2)
- ②同時にオルソ画像が取得できるので施工状況の把握が容易になり、受発注者間や協力会社との打合せや施工検討に有効であった。(図-3)
- ③3次元点群やオルソ画像から3次元可視化が行え、施工記録ができる。また、地域住民などの第三者への情報公開データとして有効であった。(図-4)

測量手法別の作業量比較

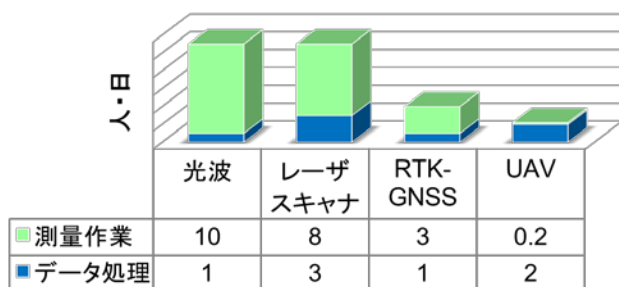


図-2 測量作業の効率化



図-3 オルソ画像の取得



図-4 取得データの3次元可視化例

【運用体制】

- ・現場職員 : UAV 飛行、データ解析、数量算出
- ・本・支店技術部門 : 導入指導、飛行計画立案
- ・使用ソフト : AutoCAD Civil 3D, Trimble Business Center

【課題】

- ①UAV 飛行の安全性は地形や地物などの配置状況だけでなく、気象条件によっても左右されるために、飛行計画の立案は慎重に検討する必要がある。
- ②出来高管理には有効であるが、出来形管理への応用は精度的に課題がある。
- ③機材、人材、運用において一定品質の確保に負担がかかる。

## 道路

No26

大成建設株式会社



工事概要	工事名称	東京外環自動車道田尻工事
	発注者	東日本高速道路(株)
	受注者	大成建設(株)・戸田建設(株)・大豊建設(株)共同企業体
	工期	平成 22 年 9 月 10 日 ～ 平成 29 年 10 月 31 日
	工事内容	東京外環自動車道が京葉道路と交差する（仮称）京葉 JCT を建設する工事であり、外環道本線部掘割構造物（延長 990m）と京葉 JCT ランプ 4 本を建設する。外環道本線と各ランプは、京葉道路や県道・市道を迂回させながら開削工法及び複数の非開削工法により施工を行っている。

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

東京外環自動車道(千葉区間)は、高速道路部が掘割の地下構造であり、京葉道路と47度の斜角で交差、各ランプも地下構造である。また、外環道と同時に整備される一般国道は、京葉道路を跨ぐ橋梁構造である。橋梁の下部工は地下構造の外環道と一体構造で耐震設計により非常に鉄筋量の多い構造物である。特に橋脚と函体頂版の隅角部では、種々の鉄筋が複雑に錯綜しており、鉄筋干渉や施工の確実性について懸念があった。そこで、函体と橋脚の配筋図をもとに、3次元の配筋モデルを作成し「見える化」を行った。また、3次元の「CIMモデル」に時間軸を与えて可視化することにより、施工手順や工事進捗など近隣住民説明や関係者協議での合意や理解の促進を目的とした(図-1)。

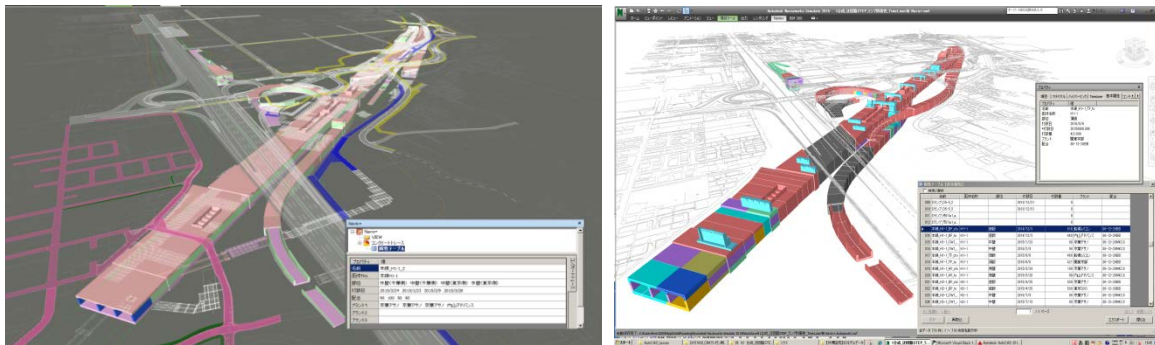


図-1 CIMモデルとコンクリートトレース管理

### 【効果】

#### ①配筋の干渉チェック

前述のように橋脚と函体の隅角部と配筋を3次元モデルで可視化することにより、事前に発注者、受注者および鉄筋専門工事業者の間で配筋干渉について確認を行い、共通の認

識のもとに配筋の見直しを行うことができた。その結果、施工性を改善し、所定の配筋とコンクリートの打設を確実に行うことができた。(図-2)。

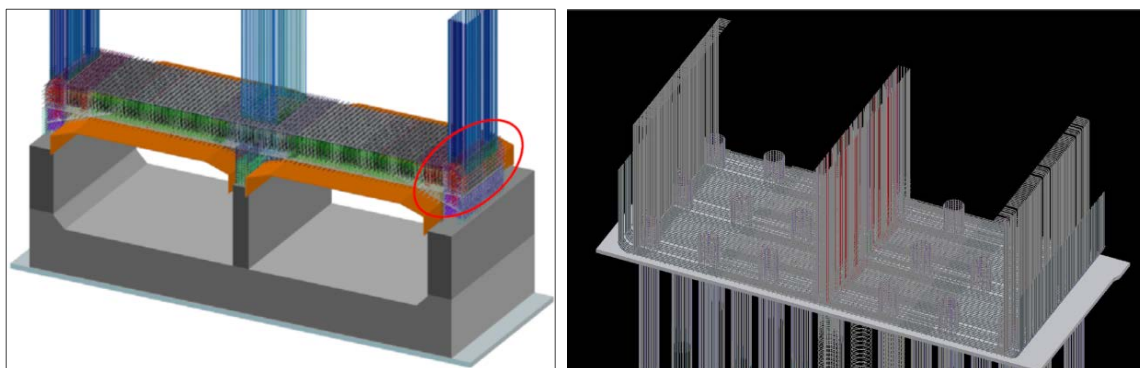


図-2 橋脚と函体頂版の3次元配筋モデルによる干渉チェック

#### ②コンクリートトレース管理

本工事では生コンの製造工場を複数プラントで施工しているが、プラント毎の打設記録を部位ごとに紐付、色分けすることで視覚的なコンクリートトレース管理ができた(図-1)。

#### ③工事進捗管理および工程毎における迂回路切替計画

作成した「CIMモデル」を用いて施工段階ごとの進捗状況を示すことによって、複雑なジャンクション部の構造と施工の順番を分かりやすく示すことが出来た(図-3)。

また、今後は工事の進捗による迂回路の切り替えを、時間軸を加えたモデルを使用し説明することで、関係者協議や地元住民説明用のツールとして活用する予定である。

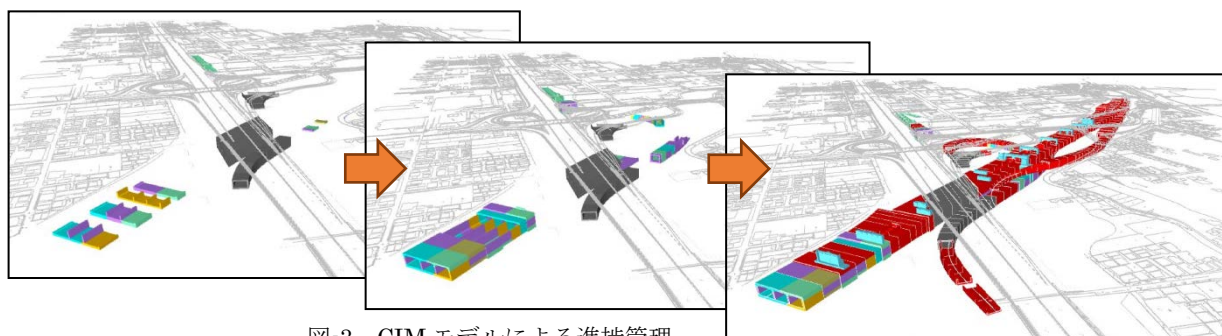


図-3 CIMモデルによる進捗管理

#### 【運用体制】

- ・現場職員：システム管理、属性付与
- ・本社土木技術部：システム構築支援、モデルの作成
- ・使用ソフト：Navisworks、AutoCAD (Autodesk 社)

#### 【課題】

- ・複雑な鉄筋配置の修正には、組立手順を事前にシミュレーションするため、実際に組立を行う鉄筋技能者の意見を反映しながら修正作業を行う必要がある。
- ・設計、施工、維持管理の各段階で、利用する「CIMモデル」の分割単位が異なるため、最適なモデル分割や属性の管理方法について事前検討が必要である。
- ・発注者が運用している「点検・維持管理システム」と「CIMモデル」との連携方法について検討が必要である。

## 道路

No27

日本国土開発株式会社



工事概要	<p>工事名称 国道 45 号 飯野道路改良工事</p> <p>発注者 国土交通省東北地方整備局 仙台河川国道事務所</p> <p>受注者 日本国土開発株式会社 東北支店</p> <p>工期 平成 26 年 12 月 5 日～平成 27 年 11 月 30 日</p> <p>工事内容 飯野道路改良工事は、矢石巻道路延長 7.4km の 4 車線化事業の一環として、延長 1,164.6m の区間において軽量盛土項を実施し、走行車線の拡幅を図ることを目的として計画された。</p> <p>道路土工（掘削工:8,300m<sup>3</sup> 路体盛土工:200m<sup>3</sup> 路体外盛土工:680m<sup>3</sup> 法面整形工:12,490m<sup>3</sup> 法面工(植生工:12,490m<sup>3</sup>) 軽量盛土工(EPSブロックD-20 同等品以上:60,699m<sup>3</sup>, EPSブロックDX-24H同等品以上:8,252m<sup>3</sup> コンクリート床版:29,547m<sup>3</sup>) 排水構造物工(排水工:885m 他 1 式)</p>
------	---

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

本工事における施工 CIM モデルは、3D レーザースキャナ測量により得られたデータに基づき作成した 3D モデルに対し、発注図面に示された EPS ブロックおよび構造物をブロックとして配置し作成した。施工 CIM モデルによる管理は、各施工段階における出来形を忠実に把握するとともに施工情報の蓄積を行うことを目的とした。データを入力した施工 CIM モデルは、任意箇所施工情報を即座に把握でき、維持管理の合理化を図ることが可能である。

### 【効果】

- ・ 施工状況は、EPS ブロックの施工日および材料を検索することで把握できる。
- ・ アニメーション表示は、施工過程を容易に把握することが可能である。
- ・ 現況地形と法面整形後の 3D モデルからは、法面の状況を測定可能である。
- ・ EPS ブロックの出来形は、csv ファイルとして記録が可能であり、施工管理プログラム Navis Works から読み込むことができる。
- ・ 作成した 3D 出来形管理データは、情報の引継ぎを円滑に行うことが可能である。

設計・計画段階

**計画図面**



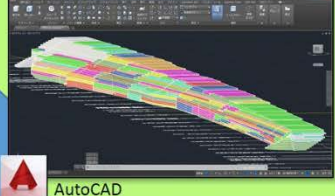
**現況3次元座標データ**

ID	X	Y	Z
1	39523.2	-163527.3	-0.047
2	39523.5	-163527.3	-0.051
3	39235.2	-162895.5	-0.205
4	39523.8	-163527.3	-0.056
5	39619.2	-163841.4	1.743
6	39507	-163399.5	1.151
7	39235.2	-162895.2	-0.159
8	39447	-163271.7	-0.004
9	39251.1	-162887.4	1.907
10	39427.2	-163143.3	6.74
11	39123	-162663.3	18.279
12	39568.2	-163663.5	-0.085
13	39523.5	-163527.9	-0.048
14	39619.2	-163841.1	1.718
15	39543	-163591.5	1.162

**3D地形作成**



**EPS計画作成**



**計画モデル作成**



施工管理プログラム「Navis Works」

**施工フローチャート**

```

    graph LR
      Design[設計] --> Plan[施工計画]
      Plan --> Change[変更]
      Change --> Design
      Plan --> Construction[施工]
      Construction --> Inspection[検査]
      Inspection --> Maintenance[維持管理]
      Quality[品質管理] --> Construction
    
```

**施工・維持管理段階**



A	B	C	D
ID	名前	実績日程_開始	実績日程_終了
1	3	0	4
2			
3	1 EPS2	2015/7/16	2015/7/16
4	2 EPS2	2015/5/12	2015/5/12
5	3 EPS2	2015/5/7	2015/5/7
6	4 EPS2	2015/5/8	2015/5/8
7	5 EPS2	2015/5/9	2015/5/9
8	6 EPS2	2015/5/12	2015/5/12
9	7 EPS2	2015/5/20	2015/5/20
10	8 EPS2	2015/5/27	2015/5/27
11	9 EPS2	2015/7/21	2015/7/21
12	10 EPS2	2015/5/21	2015/5/21
13	11 EPS2	2015/6/28	2015/6/28
14	12 EPS2	2015/6/29	2015/6/29
15	13 EPS2	2015/5/28	2015/5/28



施工管理プログラム「Navis Works」

プロパティ	値
EPS2制...	21
名前	Stage_EPS_D20
実績_施...	2015/6/28
実績_施...	2015/6/28
EPS通し...	154

・3次元座標から、現況地形を作成。

・計画図面から、EPS施工計画モデルを作成。

・NavisWorksに読込

・日々の施工実績をExcelで記入し、NavisWorksへインポート

・任意箇所のEPS施工情報の表示、検索

・アニメーションによる施工過程の把握

施工フローとCIMソフトによる視覚効果

【運用体制】

- ・ AutoCAD(Autodesk 社) ・ Civil3D(Autodesk 社) ・ Navis Works(Autodesk 社)
- ・ Infrastructure(Autodesk 社) ・ Navis+(CTC 社)

【課題】

- ・ 3D モデルでは、軽量盛土 EPS の設計変更データの反映に時間が掛かる。
- ・ 施工実施日を登録後に 3D モデルを変更する場合は、3D モデルの ID が変わるため再度施工実施日を登録しなくてはならず、煩雑な作業となる。

## 道路

No28

株式会社 本間組



工事概要	工事名称	圏央道富田地区改良その3工事
	発注者	国土交通省関東地方整備局
	受注者	株式会社 本間組
	工期	2014年04月22日～2015年03月31日
	工事内容	一般国道468号首都圏中央連絡自動車道改築事業の一環として、カルバート工、盛土工を行う工事 工事延長：560m カルバート工 3連4ブロック、3連2ブロック 路体盛土工 30,000m <sup>3</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

カルバート工の3Dモデルを用いて、現場状況やスケール感のイメージをより具体的に共有することで、下請け業者との充実した施工計画打合せや地元住民とのコミュニケーション向上を目指した。

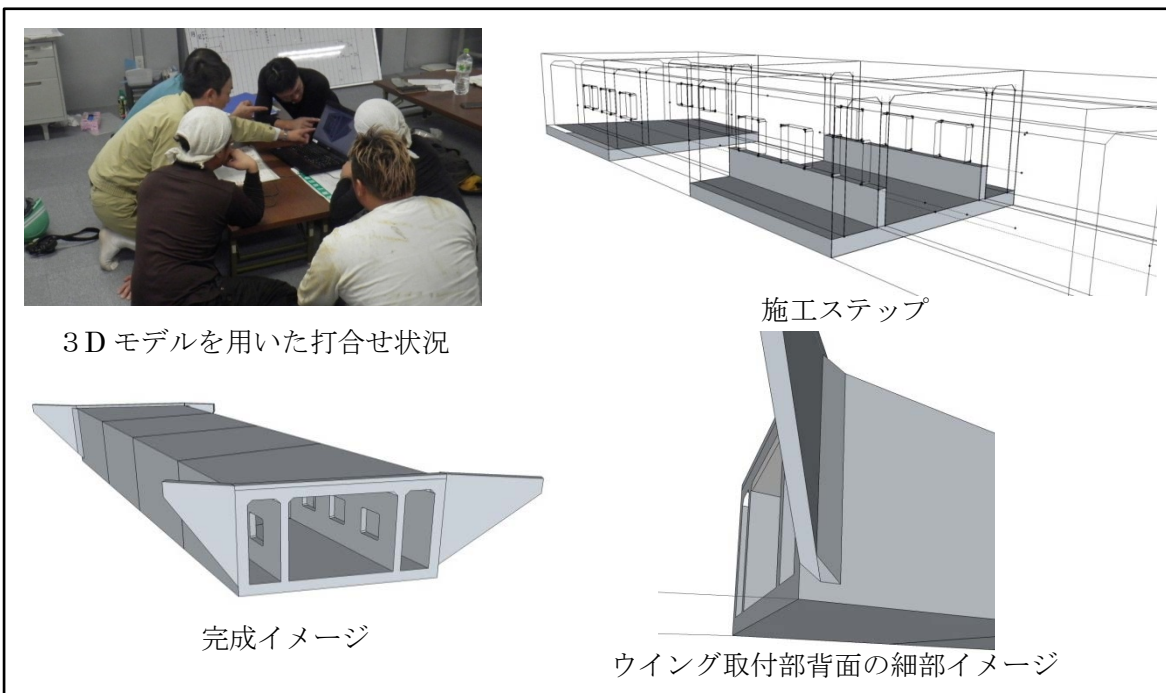


図1 下請け業者等との施工打合せに活用



図2 地元住民説明資料として様々な用途に活用

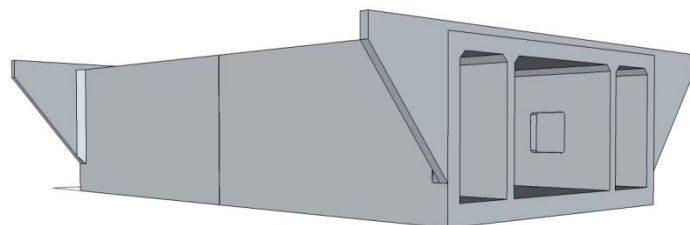


図3 完成写真と同アングルの3Dモデル

【効果】

2次元の平面図、断面図だけではイメージしにくい箇所について、元請・下請間で情報共有が容易となり、荷下ろし作業や資材配置、躯体細部の計画等に効果を発揮した。また、モデリングデータは画像データ等への変換により多くのソフトウェアに活用することができるため、地元住民説明資料の効率的な作成が可能となり、コミュニケーション向上に寄与した。

【運用体制】

現場職員による運用

【課題】

日々の進捗を3Dに対応させるモデリング作業に時間を要した。

## 橋梁

No29

清水建設株式会社



工事概要	工事名称	小牧高架橋他 2 橋 (P C 上部工) 工事
	発注者	中日本高速道路株式会社
	受注者	清水建設株式会社
	工期	平成 24 年 4 月 26 日～平成 29 年 3 月 24 日
	工事内容	①小牧高架橋 9 径間連続箱桁橋上下線 (橋長：430m、最大支間長：62m) ②小牧高架橋 5 径間連続箱桁橋上下線 (橋長：272m、最大支間長：85m) ③名前川橋上下線 (橋長：59 m) ④中野橋上下線 (橋長：44 m)
		橋長 計約 1.6km

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

橋梁上部工の耐久性向上にはコンクリートを密実に施工することが重要である。そこで詳細設計時に P C シースと鉄筋とが過密となる部位を 3 次元 CAD にて作図し、所定の空きを確保するとともに、P C シースと鉄筋の干渉が発生しないための確認を目的とした。また、当社が従前から使用している S-Worker (自社コンクリート管理システム) の情報を活用し、属性付与の省力化を試行した。



図 1 3次元 CAD 図



図 2 S-Worker コンクリート管理システム

**【効果】**

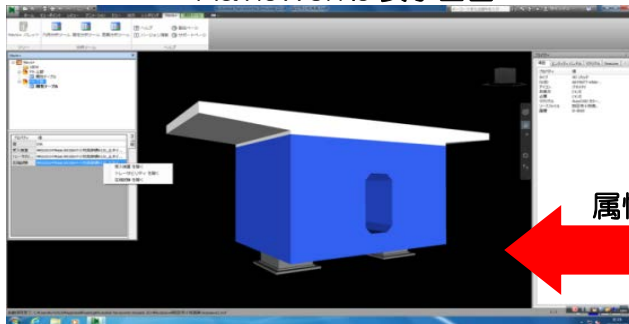
- ・ P Cシーすや鉄筋の干渉箇所が詳細設計時に分かり図面に反映できる
- ・ 3次元CAD にすることで施工のイメージを膨らますことができる
- ・ S-Worker の活用により属性を付与するためのデータ作成を省力化できる

**【属性作成フロー】**

S-Worker データ入力



NavisWorks 表示画面



S-Worker 表示画面  
受入検査



トレーサビリティ



圧縮強度



帳票出力

コンクリート品質管理表 (受入検査結果)

工事名: P112工事  
期日: 40-14-03M  
期日: 40-14-03M

検査項目	検査結果	検査員	検査日	検査時間	検査場所	検査内容	検査結果	検査コメント
コンクリート品質管理表 (受入検査結果)								

工事名: 新倉野有明事務所

トレーサビリティ記録表

期日: P112工事  
期日: 40-14-03M

検査項目	検査結果	検査員	検査日	検査時間	検査場所	検査内容	検査結果	検査コメント
コンクリート品質管理表 (受入検査結果)								

コンクリート品質管理表 (圧縮強度記録表)

工事名: P112工事  
期日: 40-14-03M

検査項目	検査結果	検査員	検査日	検査時間	検査場所	検査内容	検査結果	検査コメント
コンクリート品質管理表 (圧縮強度記録表)								

**【運用体制】**

- ・ 本社：詳細設計に伴う 3次元 CAD の作成
- ・ 現場：S-Worker によるコンクリート管理、属性付与 (使用ソフト)
- ・ AutoCAD 2011 (Autodesk)
- ・ NavisWorks Simulate2014 (Autodesk)
- ・ NavisWorks 2014 64bit Exporter Plus (Autodesk)
- ・ Microsoft Excel 2010 (Microsoft)
- ・ S-Worker (自社システム)

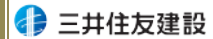
**【課題】**

- ・ 3次元 CAD 作成に労力・費用を要する。
- ・ 操作に慣れた人がまだ限られているため、広く運用していくためには教育が必要。

## 橋梁

No30

三井住友建設株式会社



工事概要	工事名称	平成25年度 東海環状上切高架橋PC上部工事
	発注者	国土交通省 中部地方整備局
	受注者	三井住友建設株式会社
	工期	2013年9月7日 ~ 2015年3月23日
	工事内容	PC箱桁橋工 一式 橋梁形式：9径間連続PC箱桁橋 橋長：361.8m 支間長：38.95m+7@40.20m+38.95m 幅員：10.75m(有効幅員)、11.78m(全幅員) 桁高：2.5m (等桁高) 橋梁付属物工 一式 架設工法 固定式支保工架設

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	安全管理

### 【導入目的】

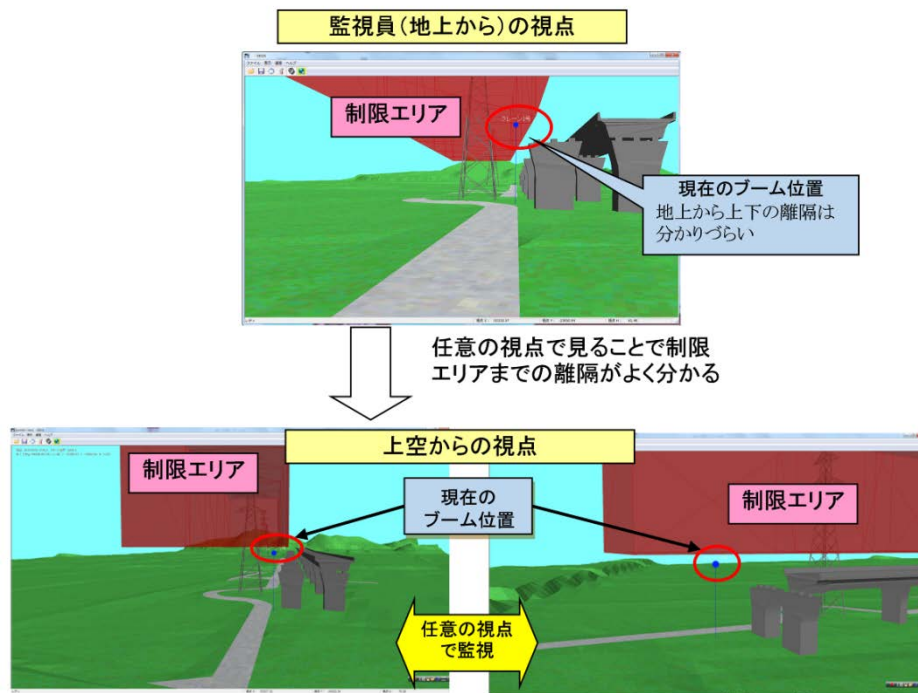
高圧送電線や鉄道営業線などの近接作業では、高圧線から一定の範囲（以下、制限エリア）では作業が禁止されている。このような場所で、クレーン等ブームを有する重機作業を行う場合は監視員を配置し作業を監視している。しかし、上空にある高圧線を、地上に立って見上げるような視点からは対象物と制限エリアの離隔を判断することが難しい。このため、作業状況をバーチャル空間に3D表示し可視化させることで、任意の視点で確認し作業監視員が作業制限エリアまでの離隔を直感的に判断できることを目的とした。

### 【取組事例】

- ・制限エリアを3次元にすることで、施工可能な範囲を有効利用できた。
- ・高圧送電線に近接した工事のクレーン作業およびコンクリートポンプ車によるコンクリート打設作業にGNSSを用いたブーム位置監視システムを導入した。
- ・無線LANにより作業の状態を共有し、専用の3D表示システムにより事務所内のPCやタブレットに表示させ、ビジュアル的に管理した。



タブレットを使用した現場での監視状況



3D バーチャル表示の例

**【効果】**

- ・バーチャル空間に表示させ任意の視点から作業を監視できるため、地上から見上げる視点からは判断し難かった制限エリアまでの離隔が明瞭になる。
- ・制限エリアを3次元で設定することで、施工可能な範囲を有効利用できる。
- ・GNSSを導入した座標管理によって、機械の移動毎にリミッターの設定の必要が無い。
- ・事務所でも作業状況が管理できるため安全意識の向上につながる。

**【運用体制】**

本社（土木本部、技術研究所）：3Dモデルの作成、各種機器の設置

現場：システムを用いた安全管理

（使用ソフト）

- ① 3D クレーンブーム位置監視システム（当社開発）
- ② Autodesk infrastructure design suite：橋梁モデル作製
- ③ Landforms：地盤モデル作製

**【課題】**

- ・20万ボルトを超えるような高圧送電線の近接エリアではGNSSが正常に受信できない可能性がある。
- ・3Dモデル作製に多大な時間とコストが必要である。

## 橋梁

No31

株式会社奥村組



工事概要	工事名称	本線住吉・芦屋間連続立体交差工事（住吉川以東）のうち土木関係主体工事（第2工区）
	発注者	阪神電気鉄道株式会社
	受注者	奥村・銭高・不動テトラ特定建設工事共同企業体
	工期	2006年7月19日～2016年3月31日
	工事内容	工事延長 L=470m(プラットホーム L=130m 含む) 土工：線路盛土 867m <sup>3</sup> 、掘削処分 23,974m <sup>3</sup> 土留工：鋼矢板打設 4,722 枚 桁工：工事桁架設撤去 2カ所、PC 桁架設 19 本 躯体工：場所打ち杭 φ1,000～1,800mm、L=20.5～23m、142 本、コンクリート 9,555m <sup>3</sup> 型枠 24,916 m <sup>2</sup> 鉄筋 2,510 t 建築工事：高架施設・乗降場・駅舎・乗降場上家・機械・設備工事一式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

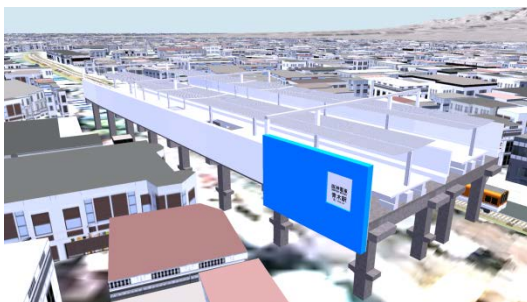
### 【導入目的】

営業線近接施工となる駅部を含む鉄道高架工事に於いて 3次元モデルを用いた施工計画の立案、施工管理、発注者協議に活用することにより円滑な施工を目的に導入した。

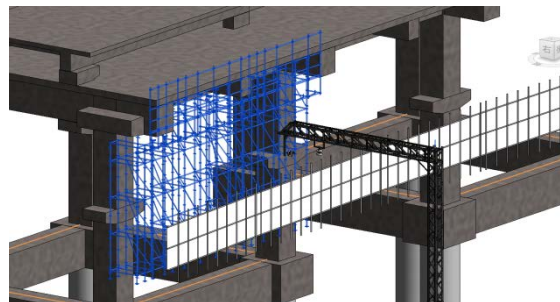
### 【取組事例】

- ・営業線と近接した鉄道高架工事におけるカーブ区間（架線近接区間）での梁・スラブ構築

時の施工計画（架線トラスと足場との離隔確認）

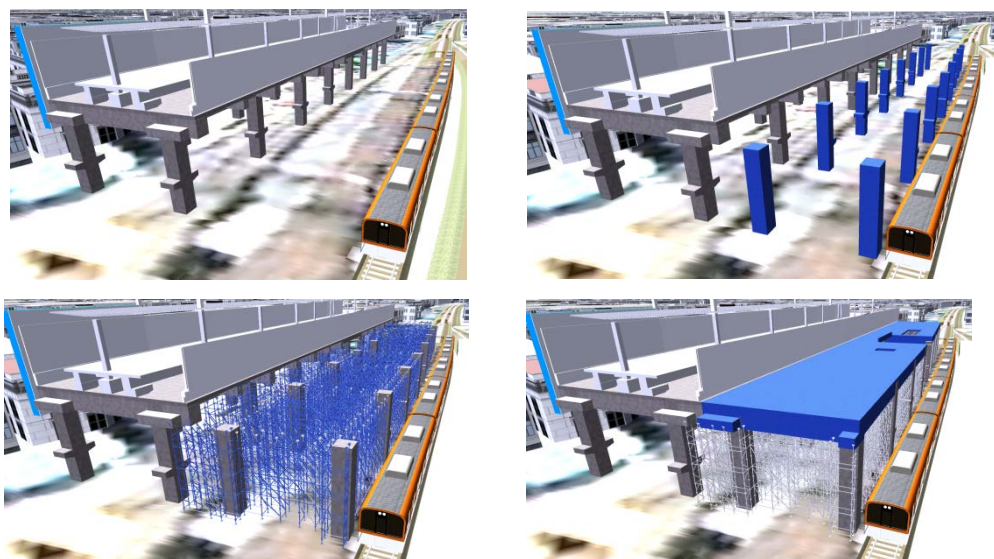


3次元モデル（駅部）



架線と足場の離隔確認

- ・ 駅部付近における施工ステップの可視化による詳細な施工計画の立案



施工ステップの可視化

#### 【効果】

- ・ カーブ区間のため設計の 2 次元図面（平面図・横断図）では明確でなかった支保工足場と架線トラスとの位置関係を 3 次元モデルで表現化することにより、計画段階で離隔距離の確認ができ、詳細な施工計画が立案できる。
- ・ 発注者との協議資料に活用することで合意形成が早くなる。
- ・ 施工ステップを 3 次元モデルで可視化し、様々な方向から視点を変えて確認する事で、2 次元図面では気づきにくい問題点を確認できる。

#### 【運用体制】

- ・ 現場 : 3 次元モデルの運用（施工計画、施工管理、協議活用）
- ・ 本社 : 3 次元モデルの作成依頼、運用支援
- ・ ソフトベンダー : 3 次元モデルの作成
- ・ 使用ソフト : AutoCAD Civil 3D、Autodek Revit、Autodesk Navisworks、Autodesk InfraWorks

#### 【課題】

- ・ 3 次元モデルの作成に時間と費用が掛かってしまう。
- ・ CIM を使いこなすための人材育成が必要である。
- ・ CIM を活用するためのハード・ソフトの環境整備が必要である。

# 橋梁

No32

オリエンタル白石株式会社



工事概要	工事名称	能越道 中波市道跨道橋工事 (平成26年度富山河川国道事務所CIM試行工事)
	発注者	国土交通省 北陸地方整備局 富山河川国道事務所
	受注者	オリエンタル白石(株)
	工期	平成25年12月15日 ~ 平成27年2月23日
	工事内容	橋梁上部工：PC3径間連続方杖ラーメン中空床版橋 橋長：73.0m，有効幅員：5.0m，桁高1.0m~1.5m 支間長：20.9m+30.0m+20.9m 架設工法：固定支保工架設工法 橋梁下部工：A1・A2橋台(逆T式橋台，直接基礎) P1・P2橋脚(基礎：段差フーチング) 付帯工：L型擁壁工，橋面工，取付道路工

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	品質属性付与

## 【導入目的】

3次元形状情報を活用した建設生産システムの普及活動支援を目的とした国土交通省のCIM試行対象工事である。

富山河川国道事務所では、能越自動車道七尾氷見道路事業において、中波地区の改良工事及び橋梁工事（氷見市中波地先の市道立体交差箇所）を対象に、平成24（2012）年度の試行業務で作成した橋梁3次元モデルの工事での活用検証を実施した。平成25（2013）年度は、工事用道路モデル作成を含む改良工事を対象とした試行を行い、平成26（2014）年度は、橋梁工事を対象とした試行を実施した。本工事は平成26年度の橋梁工事を対象としたCIM試行工事にあたる。なお、本試行工事の技術支援として、大日本コンサル(株)が別途支援業務を請負っており、技術支援ならびに効果検証を行っている。

**能越道 中波市道跨道橋工事**

**3次元CIMモデル**

**CIMによる施工状況図**

**CIMによる数値配置(透視図)**

■工事名 能越道 中波市道跨道橋工事  
 ■工事場所 富山県氷見市中波地内  
 ■工事種別 富山河川国道事務所 平成26年度第1期工事  
 ■工事内容 橋梁上部工：PC3径間連続方杖ラーメン中空床版橋  
 橋長：73.0m，有効幅員：5.0m，桁高1.0m~1.5m  
 支間長：20.9m+30.0m+20.9m  
 架設工法：固定支保工架設工法  
 橋梁下部工：A1・A2橋台(逆T式橋台，直接基礎)  
 P1・P2橋脚(基礎：段差フーチング)  
 付帯工：L型擁壁工，橋面工，取付道路工

■概要 本工事は、能越自動車道七尾氷見道路事業(富山県氷見市七尾一ツツ木)のうち、氷見市中波地内に架設する橋梁工事です。本工事は国土交通省の「CIM活用」を目的として実施されており、CIMによる数値配置によるCIM導入の検証・評価などを実施することを行っています。  
 ※CIMとは「Construction Information Modeling」の略であり、図面情報から3次元モデルを構築し、施工・発注者の有関係での3次元モデルに適用し、従来の建設生産システムとの連携や品質向上を図っています。

発注： 国土交通省 北陸地方整備局  
**富山河川国道事務所**  
Toyama Office of River and National Highway

施工： **オリエンタル白石株式会社**

### 【取組事例】

設計段階で実施した CIM モデルの検証・修正と施工への活用。CIM の活用場面と期待する効果を下表に記す。

表 CIM 活用場面と期待する効果

活用場面	試行項目	期待する効果
設計照査	鉄筋の干渉チェック	施工精度向上、手戻り防止
属性項目の登録	品質管理属性付与	施工履歴情報の充実化
施工計画 (施工手順、関係者協議)	施工ステップアニメーション	施工手順の確認、工程管理
	動画シミュレーション	住民説明による工事への理解度向上
安全管理（安全教育）	橋梁の3次元可視化	工事内容理解度の向上

### 【効果】

- CIM モデルは、立体モデルかつ部材内部まで透視可能であり、橋梁全体を把握できる。
- 鉄筋干渉位置を自動的に抽出できるため、施工の際に留意すべき箇所が即座に判断できる。
- CIM モデルを使用した工事看板などの掲示により、地元住民に対する本工事への理解度が深まる。
- 施工ステップシミュレーションを作成することで、施工手順の確認、計画工程と現状工程の差異がモデルで確認できる。
- コンクリートや鉄筋などの主材料に関する属性が入力できるため、CIM モデルでデータをそのまま引き継ぐことが可能となり、維持管理におけるデータ確認が容易となる。

### 【運用体制】

主に支店で CIM に関する作業を実施し、現場で運用。使用ソフトは以下の通り。

- ・ Civil 3D 2014 …… 地形のモデリング作成
- ・ Revit Structure 2014 …… 構造物のモデリング
- ・ Navis Works2014 …… 構造物の結合、施工ステップ作成、干渉チェック
- ・ Infracore 2014 …… モデルのビューワ、施工ステップ確認

### 【課題】

- 施工業者としては、設計時の CIM データを使用するためにソフトの選択肢が無い。
- ソフト操作が非常に複雑であり、CIM データ構築・修正には多大な時間と労力を要する。
- ソフトの干渉チェック機能が万全ではないため、ビューアソフトでの自動干渉チェック機能を使わず、モデリングソフトとビューワソフトを駆使しながらのチェックとなった。今後のプログラム改善を期待する。
- 干渉チェックにおける干渉許容差を変化させることで、干渉箇所数が大きく異なるため、干渉許容差の統一を図る必要がある。

## 橋梁

No33

株式会社 鴻池組



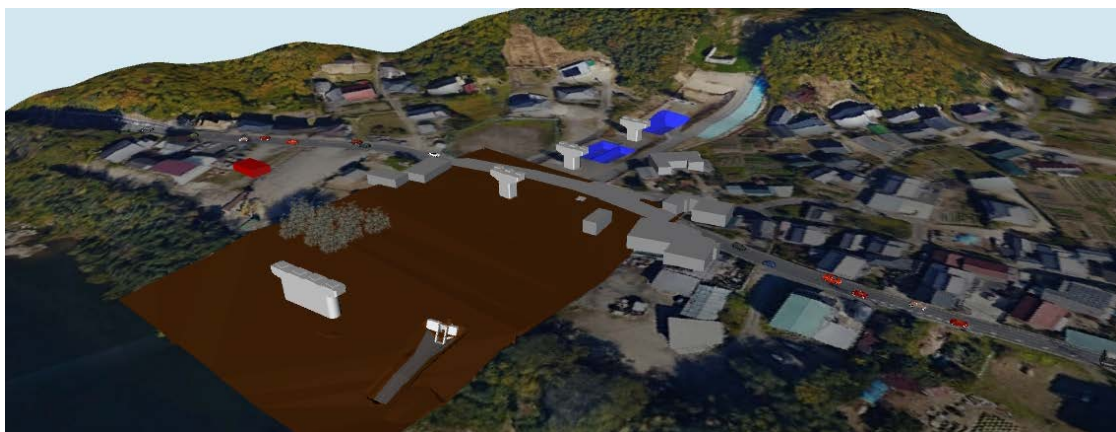
工事概要	工事名称	平成26年度 153号豊田北BP矢作川橋左岸下部工事
	発注者	国土交通省 中部地方整備局 名四国道事務所
	受注者	株式会社 鴻池組
	工期	平成27年2月21日～平成29年2月15日
	工事内容	<p>国道153号豊田北バイパスは、愛知県豊田市逢妻町から愛知県豊田市勘八町に至る延長約6.8kmの幹線道路で、本工事はこのうち、矢作川橋左岸の下部工2基を構築する工事。</p> <p>工事延長 L=160m、橋脚 2基、コンクリート 4,137 m<sup>3</sup></p> <p>RC橋脚1基(ニューマチックケーソン基礎 H9.0×W22.0×L9.0、躯体 H23.0×W20.3×L3.5)</p> <p>RC橋脚1基(場所打杭φ1500:9本、基礎 H2.3×W10.5×L10.5、躯体 H8.7×W5.0×L4.0)</p> <p>付替水路工(PCBOX1.5×1.5 L=78.9m)</p>

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

CIM モデルによる施工段階の可視化により、施工手順計画の効率化や、危険予知活動に活用することを目的としている。また、維持管理を含めた情報の一元化に繋がるように、施工段階で得られた情報を CIM モデルで一括管理する。さらに、住民への説明で CIM モデルを活用することにより、近隣住民の方々のご理解を頂きながら円滑に施工する。



153号豊田北BP矢作川橋左岸下部工の完成イメージ図

【取組事例】本工事における CIM の活用を以下に紹介する。

1) コンクリート品質記録管理（属性データ化）による品質管理効率化



2) 可視化ステップによるシミュレーションや施工対象可視化による危険予知活動



3) 住民の方々を対象とした現場説明資料としての活用



【効果】

- ・ 施工管理情報を CIM モデルに集約することで、データの整理・閲覧が容易となる。
- ・ CIM によるシミュレーションより、施工手順の把握や問題点の早期発見に繋がる。
- ・ 安全管理に活用することで、作業員への重要項目の周知・徹底ができる。

【運用体制】

- ・ 本社：モデルの作成やサポート      現場：CIM の活用や施工管理情報の蓄積
- ・ 使用ソフト：Civil 3D、Navisworks (Autodesk 社)、Navis+ (CTC 社)

【課題】

- ・ 属性データの表示には、上記ソフトが必要（ハード・ソフトの環境整備）

## 橋梁

No34

大成建設株式会社



工事概要	工事名称	新名神高速道路生野大橋（PC 上部工）工事
	発注者	西日本高速道路株式会社
	受注者	大成建設(株)・ピーエス三菱(株)共同企業体
	工期	平成 24 年 9 月 11 日 ～ 平成 29 年 1 月 17 日
	工事内容	JR 福知山線を跨ぐ上下線一体断面の、PC 7 径間連続波形鋼板ウェブエクストラード箱桁橋の工事である。架設方法は、移動作業車（超大型 4 主構× 4 台）を使用した片持張出し架設工法。（橋梁延長：606.0m／有効幅員：21.50m）

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	



図-1 生野大橋の全橋 CIM モデルと JR 福知山線との相関

### 【導入目的】

本橋梁の柱頭部は、エクストラード橋の片持架設のための移動作業車発進起点となり、PC 工（片持架設内ケーブル工、床版横締めケーブル工、外ケーブル工）、波形鋼板ウェブの他に主塔工、支承工、仮固定工など複数の工種が複雑に配置されており大変な過密配筋となっている。これらは 2 次元で設計されており、個々に設計図面が存在している。そこで工事着工前の詳細設計時点にこれらを 3 次元モデル化し一つのモデルに配置することで個々の干渉について全てチェックを行い、施工の手戻りなどを未然に防止した。また、これらが実際に組み立てられるか手順をシミュレーションし検証を行った。これらは施工時の作業手順の周知会で活用し理解促進に寄与した。

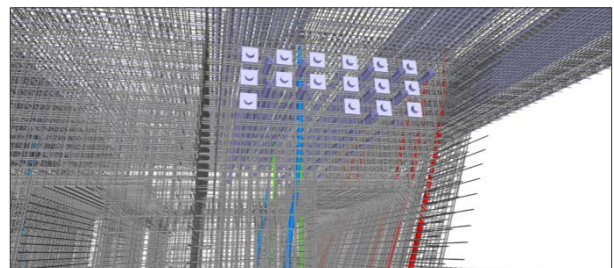
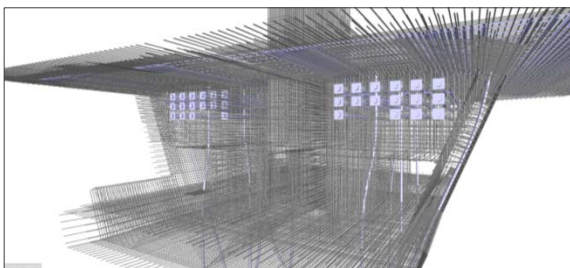


図-2 柱頭部の配筋モデル（外ケーブル他 PC 工、仮固定工、支承工他）

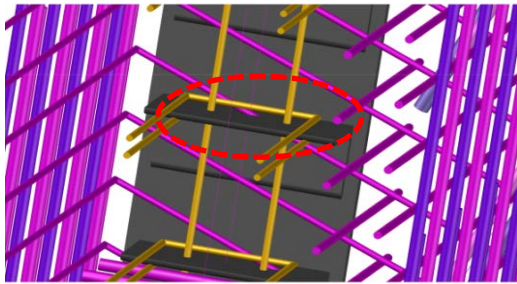


図-3 波形鋼板ウェブジベルと軸方向筋との干渉

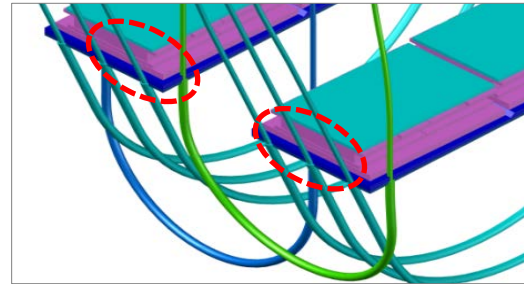


図-4 仮固定ケーブル、支承台座との干渉

本橋は JR 福知山線と鋭角に交差して位置しており、ほぼ JR 直上を片持張出し架設で施工するため、3次元の全体モデルで鉄道との相関関係や移動作業車と JR 建築限界の離隔を可視化し、発注者との協議で活用した。CIM モデルによる可視化により問題点を見える化でき、共通認識のもとに施工計画等での合意形成で活用できた。

また、JR 福知山線に対して施工する剥落防止工の施工範囲を3次元モデルにて決定した。

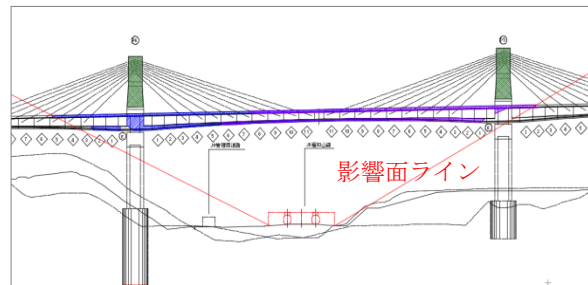
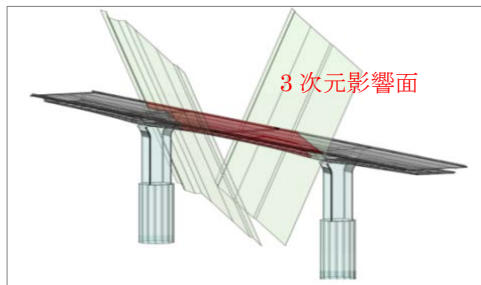


図-5 剥落防止工の施工範囲(3次元影響面による決定)

#### 【効果】

- ① 干渉チェック : 2次元図面と異なり、各部材が同一モデル空間に存在するため、モデル化さえ行えば、干渉を瞬時にチェックすることが可能。
- ② 施工段階におけるシミュレーション : 3次元モデルでは、正面・側面・平面が連動しているため、相互の取合いを同時に確認することが可能。また、図3(赤点線)に示すように干渉箇所を明確にすることができ、事前に対策を講じることにより、手戻りの防止が図れる。
- ③ 剥落物が交差する鉄道に落下する可能性がある範囲を特定し、適切な範囲で剥落防止対策をすることができた。

#### 【運用体制】

現場職員 : 関係者協議での活用、作業手順シミュレーションで活用

本社土木技術部 : システム導入、モデル作成、干渉チェック

(使用ソフト) AutoCAD、Civil3D、Navisworks、InfraWorks、(Autodesk 社)

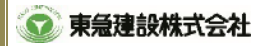
#### 【課題】

干渉チェックを行うため配筋モデルを作成したが、これに要する作業量が膨大であった。配筋の干渉チェックは、必要な範囲を限定して行う必要がある。また、橋梁は複雑な線形や断面変化を有しており他の工種に比べモデリングに工数を要す。埋設される PC 鋼材等も複雑であるため、汎用 3D-CAD を橋梁用にカスタマイズする必要がある。

## 橋梁

No35

東急建設株式会社



工事概要	工事名称	平成 26 年度 飛島大橋右岸下部工事
	発注者	国土交通省 中部地方整備局 愛知国道事務所
	受注者	東急建設株式会社 名古屋支店
	工期	平成 26 年 6 月 26 日 ~ 平成 27 年 12 月 25 日
	工事内容	工事施工延長 L=260m、RC 橋脚 3 基 (1) 鋼管矢板基礎工 φ1,000mm 82 本 (2) 橋脚躯体工 コンクリート工 約 3,040m <sup>3</sup> 、鉄筋工 約 570t 型枠工 1 式、PC 緊張工 1 式 (3) 仮橋・仮栈橋工（撤去工のみ） 1 式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

当該橋脚は、1)頂版コンクリートには鋼管矢板のスタッド鉄筋が輻輳、2)梁部にはPCケーブルが配置、3)柱部と梁部に斜角がついている、4)鉄筋種類としてSD345とSD490が混在している、など配筋が複雑であった。そのため、配筋ミスや手戻りの解消を目的とし、さらに合理的な配筋方法の考案を目指した。また、施工記録についてもモデルに記録・リンクすることで、上部工などの次工程や維持管理段階への効率化を目的とした。

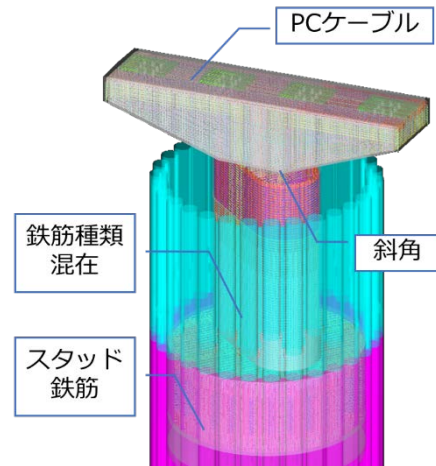


図1 当該橋脚の特徴

### 【取組事例】

本取組では、下記の3点を実施した。

- 1) 施工ステップの可視化による現場の意思統一
- 2) 配筋図の設計照査による鉄筋組立省力化のための変更
- 3) 躯体モデルへの品質管理記録および施工記録の付与

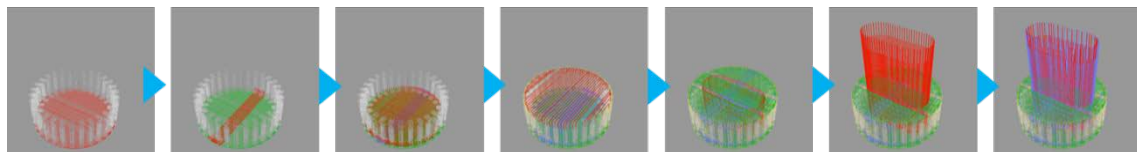


図2 鉄筋組立ステップの可視化

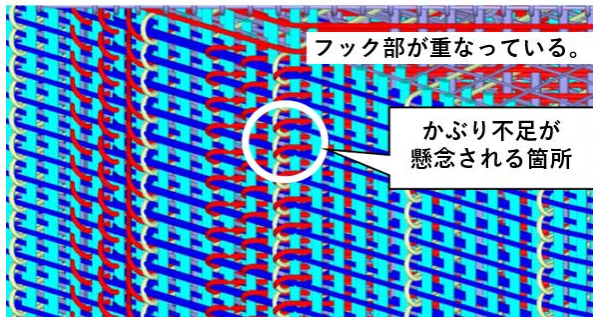


図3 配筋図の設計照査



写真1 鉄筋技能者との対話

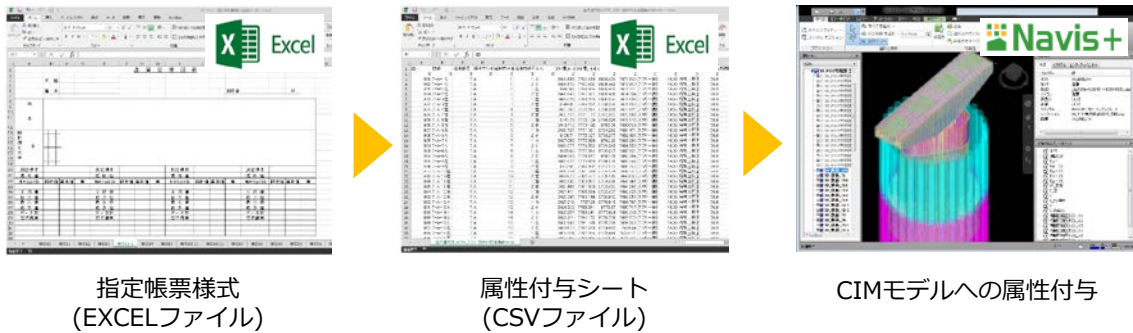


図4 躯体モデルへの属性情報の付与

【効果】

CIM モデルを交えた鉄筋技能者との対話により、施工懸念箇所の対策を考案し、構造的にも問題ないことを確認し、協議の上、配筋図を変更した。合理的な配筋により、鉄筋組立の省力化につながった。

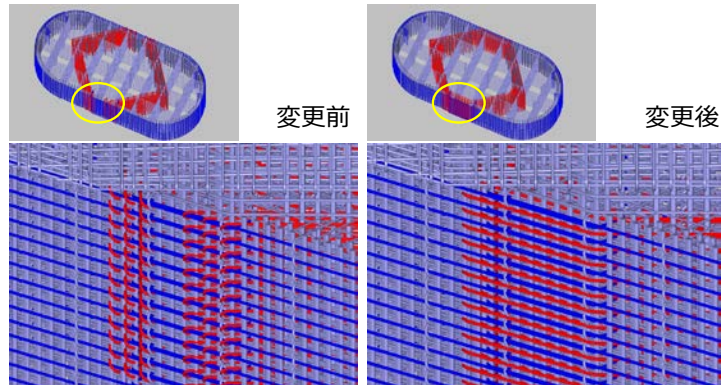


図5 配筋の変更

【運用体制】

本社が支援し、現場にはモデル作成などの過負荷をかけずに CIM を活用した。

(使用ソフト)

- ・ Autodesk Infrastructure design suite
- ・ Autodesk Navisworks freedom
- ・ 伊藤忠テクノソリューションズ Navis+

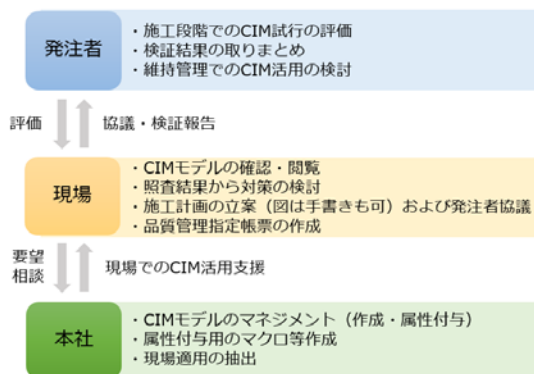


図6 運用体制

【課題】

- ・ 関係者が CIM モデルを活用するためのハード・ソフト環境整備が必要
- ・ 施工記録情報の必要項目の指定と格納方法

## 橋梁

No36

株式会社横河ブリッジ



工事概要	工事名称	阪和自動車道湯屋谷橋(上り線)耐震補強工事
	発注者	西日本高速道路株式会社関西支社
	受注者	株式会社横河ブリッジ
	工期	平成21年8月19日～平成25年2月28日
	工事内容	本工事は、阪和自動車道に架かる供用後40年を経過した鋼単純トラス橋、鋼逆ランガー橋、鋼方杖ラーメン橋の耐震上複雑な挙動を示す特殊橋梁3橋を対象とした耐震補強工事である。
		【概算施工数量】
		・雄の山第一橋鋼上部工補強重量：149t
		・湯屋谷橋鋼上部工補強重量：344t
		・西池橋鋼上部工施工重量：218t
		・下部工補強：縁端拡幅、RC巻立、鋼板巻立、炭素繊維巻立
		※その他 制震デバイス（制振ダンパー、せん断ダンパー、座屈拘束ブレース）の施工、支承取替、塗替塗装、コンクリート塗装

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

既設の鋼方杖ラーメン橋脚基部に新設水平梁を追加する補強を実施した（写真-2 参照）。既設脚柱は隅角部から基部にかけて間隔がハの字に広がると共に、箱断面の断面寸法が変化している。これらの3次元的变化を現場で計測し、設計図面に反映する必要があった。上記理由より、左右の脚柱の相対関係（脚柱間隔、高低差、ねじれ等）を把握する目的で、被写体の3次元位置座標（X, Y, Z）を計測できるデジタルカメラ3次元計測を採用した。



写真-1 現場カメラ計測状況（方杖基部）



写真-2 部材据付状況

## デジタルカメラ 3次元計測の概要

デジタルカメラ 3次元計測とは、デジタルカメラで撮影した2枚以上の画像データをもとに被写体が各画像に写る画像座標およびカメラの位置・姿勢からその点の3次元位置座標 (X, Y, Z) を算出することができるシステムである。

図-1 及び写真-3 にカメラを使った3次元座標特定のイメージと計測に必要な道具を示す。

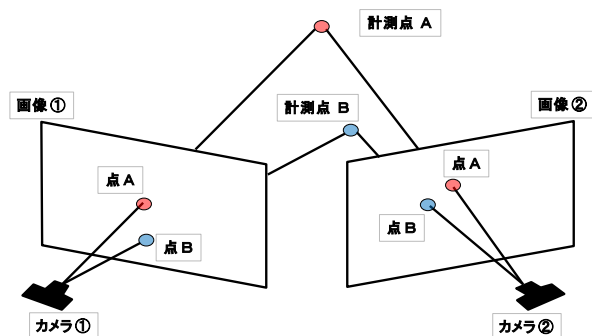


図-1 カメラを使った3次元座標特定のイメージ



写真-3 計測に必要な道具

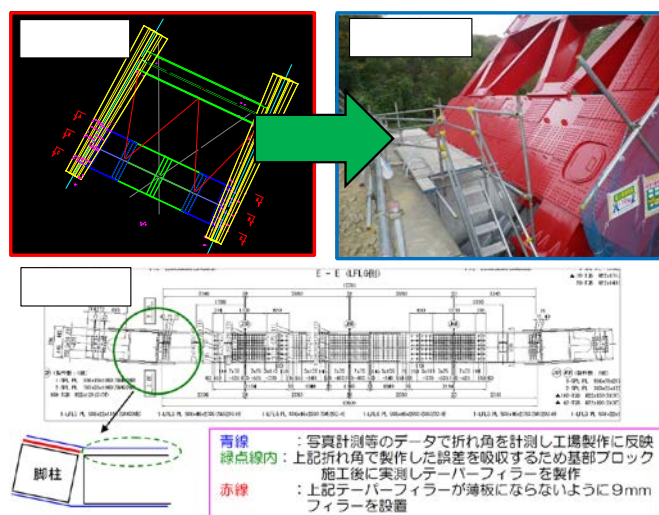


図-2 カメラ計測結果 (方杖基部)

### 【効果】

- 計測の結果、左右の脚柱が脚柱中心軸に対して3度回転していることが判明した。
- 上記計測結果を既設と取合う添接板の折れ角に反映し無事施工することができた。

### 【運用体制】

- ・ 店社 (設計) : 実測計画, 現場実測 (カメラ計測), 実測結果の設計成果への反映
- ・ 現場 (工事) : 調査計測用足場の設置, 実測計画, 現場実測補助
- ・ 使用ソフト : VBM (榊横河技術情報), Kuraves-MD (クラブウ (KURABO))

### 【課題】

- 1) 撮影距離 : 被写体までの撮影距離に比例して計測精度が低下する。
- 2) 計測用足場 : 計測点にターゲットを貼り付ける必要があり、計測用足場が必要。
- 3) 技術者 : 3次元計測を行える技術者の確保および教育。

## 橋梁

No37

株式会社横河ブリッジ



工事概要	工事名称	名古屋・関西地区米原保線所ほか4保線所管内土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋）府道高槻 Bv
	発注者	東海旅客鉄道株式会社
	受注者	株式会社横河ブリッジ
	工期	平成 27 年 7 月 6 日～平成 28 年 3 月 10 日（予定）
	工事内容	支承取替用ジャッキアップブラケットの設置

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

橋梁の支承取替工事において、縁端拡幅のある橋脚にジャッキアップ用鋼製ブラケット（アンカーボルトにより定着）を設置した。既設下部工形状および定着後のアンカーボルトの立ち（倒れ）のズレ量を現場で計測し、設計図面に反映する必要があった。

上記理由より、被写体の 3 次元位置座標 (X, Y, Z) を計測できる 3D レーザースキャナを採用した。



写真-1 3Dレーザースキャナ計測状況

### 3Dレーザースキャナの概要

3Dレーザースキャナーとは、装置から照射されたレーザーが測定対象に反射して帰ってくるまでの時間から距離を算出しながら連続的に被写体の座標点群を取得する計測装置である。図-4 に示すスキャニング方式の違いによりタイム・オブ・フライト方式と位相差方式の 2 種類の計測方法がある。

図-1 及び写真-2 に 3Dレーザースキャナの スキャニング方式による違いと計測に必要な道具を示す。

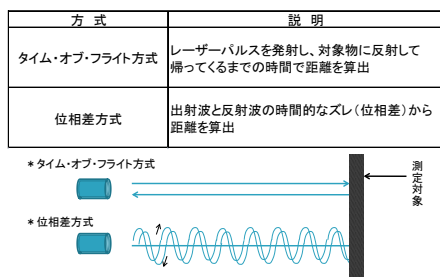
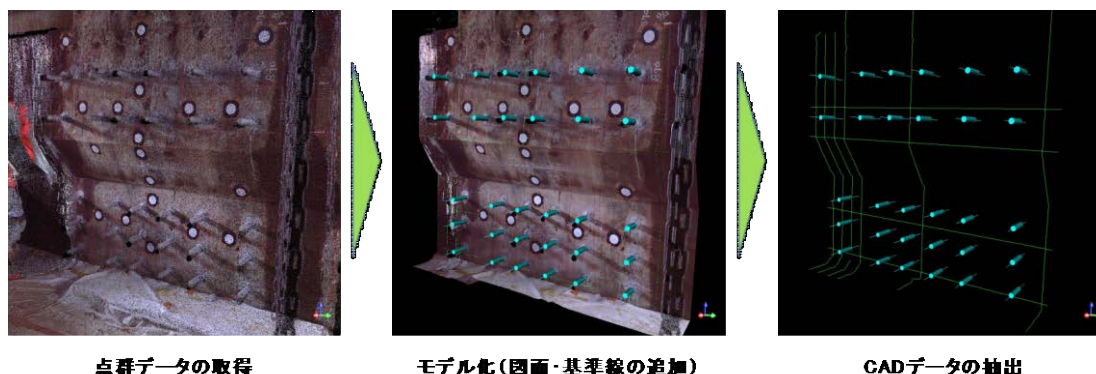


図-1 スキャニング方式による違い

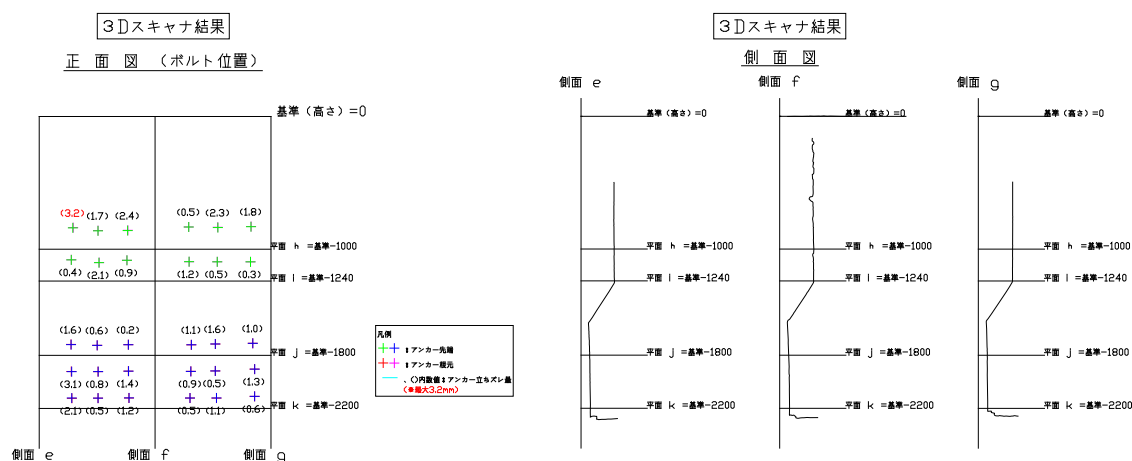


写真-2 計測に必要な道具

## 1) 点群データの取得からCADデータ抽出まで



## 2) 成果品 (2次元CADデータ)



### 【効果】

- 計測の結果、既設下部工前面の倒れを連続的に把握することができた。  
(下部工倒れ (平均) : 上段 0.2%、中段 -65.8%、下段 1.8%)
- 計測の結果、定着後のアンカー立ちズレ量 (根元と先端のズレ) を計測できた。  
(立ちズレ量 : 最大 3.2 mm)
- 上記計測結果をブラケットの製作図面に反映し無事施工することができた。

### 【運用体制】

- ・ 店社 (設計) : 実測計画, 現場実測 (レーザースキャナ計測), 実測結果の設計成果への反映
- ・ 現場 (工事) : 調査計測用足場の設置, 実測計画, 現場実測補助
- ・ 使用機器 : Focus3D X330 (FARO 社)

### 【課題】

- 1) 計測費用 : 別途計測費用 (専門業者外注費) が必要。
- 2) 技術者 : 3次元計測を行える技術者の確保および教育。

## 橋梁

No38

株式会社 横河ブリッジ



工事概要	工事名称	平成25年度 23号岡崎BP岡島高架橋鋼上部工事
	発注者	中部地方整備局名四国道事務所
	受注者	株式会社 横河ブリッジ
	工期	2014年1月29日～2015年3月20日
	工事内容	鋼5径間連続非合成钣桁2連の製作・架設工事 橋長290m、鋼重548t 支承48基、現場継手工26906本 現場塗装工一式、落橋防止装置工8箇所 排水装置工231m、足場工2960㎡

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

鋼橋製作は、従前より主構造の3次元データを作成しており、工場の各種NC機械へデータ連係をすることで、工場製作の効率化・品質向上を図っている。このデータに付属物や下部工の3Dモデルを重ね合わせることで、設計照査や施工計画の効率化とともに、維持管理情報への活用を目指した。

### 【取組事例】

- ・上部工（主構造、付属物）に加えて、既設下部工を3Dモデル化して付属物の干渉チェックを行った。
- ・上記の3Dモデルを、工場や現場での施工手順の検討に活用した。
- ・端支点の巻立てコンクリート内の鉄筋を3Dモデル化する事により、配筋手順の確認、干渉チェックを行った。
- ・地元説明会等で完成予想図の紹介を行い、工事概要、施工方法、安全対策の説明に活用した。
- ・将来の維持管理に向け、橋梁点検時の通行性および、点検ルートを確認を行なった。

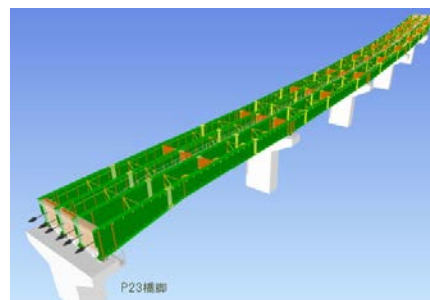


図1 3Dモデル全体図

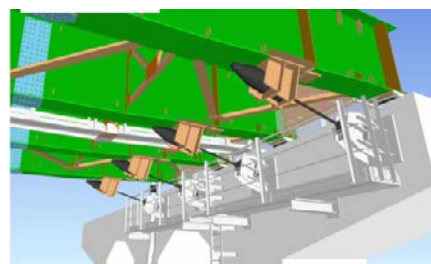


図2 付属物の干渉確認

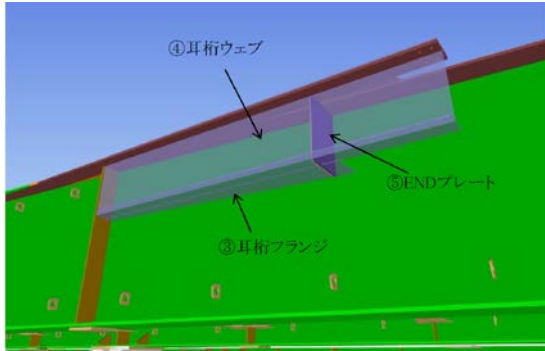


図3 組立手順の検討・可視化

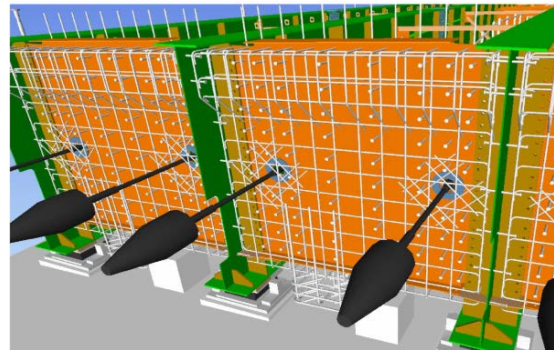


図4 桁端部 鉄筋配置の確認



図5 完成イメージ図

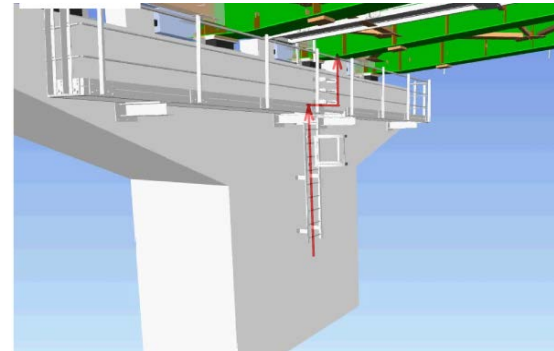


図6 点検ルートの確認

**【効果】**

- ・3Dモデル上での干渉チェックにより、現場架設段階での干渉トラブルを排除できた。
- ・鋼桁本体狭隘部の製作・組立手順および、検査路の架設順序の検討を3Dモデルにより行い、検討時間の削減、作業者への説明を効率化できた。
- ・地元説明会で完成イメージ図を紹介し、工事内容、趣旨等の理解度の向上や、説明を効率化できた。
- ・3Dモデル上で、橋梁点検のシミュレーションを行い、通行性および、点検ルート確認を効率化した。足場の隙間が大きく危険な箇所を発見し、設計段階で対応できた。

**【運用体制】**

設計・生産情報の職員による運用

(使用ソフト)

- ・CastarJupiter / (株)横河技術情報 (主構造 3Dモデル作成)
- ・Intelli CAD 7 / IntelliJapan (付属物 3Dモデル作成)
- ・NavisWorks Review 2010 / Autodesk社 (モデル閲覧)
- ・Autodesk Infrastructure Design Suite Premium 2014 / Autodesk社 (モデル閲覧)

**【課題】**

- ・使用目的に合ったモデル化精度の選定
- ・工場、現場の作業者に対する使用方法の教育、使用環境の整備
- データ作成の基準の決定、使用ソフトの統一

# 橋梁

No39

東洋建設株式会社



工事概要	工事名称	平成 26 年度 名二環大西南 2 高架橋南基礎工事
	発注者	中部地方整備局
	受注者	東洋建設株式会社
	工期	平成 26 年 10 月 04 日～平成 27 年 12 月 22 日
	工事内容	鋼製橋脚基礎（頂板φ9694×厚5m） 2基 鋼管矢板打設（φ900 L=38m 48本）

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

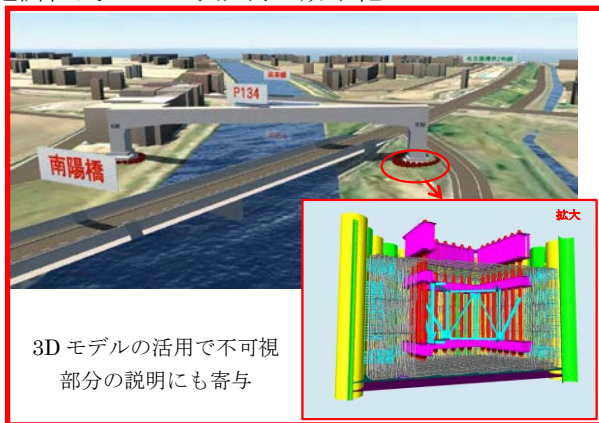
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

## 【導入目的】

橋脚基礎部の鋼管矢板打設および頂版鉄筋組立作業において、「施工段階における CIM」を活用することにより、工事に対する現場作業員および近隣住民の理解度の向上、橋脚基礎部材の組立出来形の確保、品質管理の効率化を図ることを目的とした。

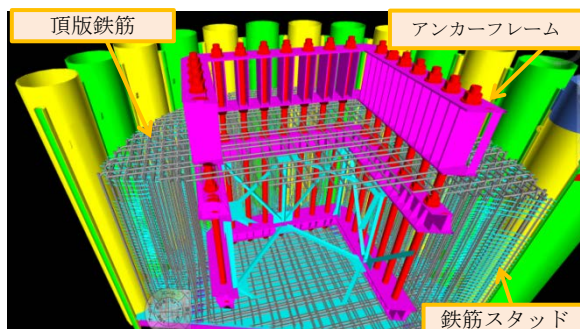
## 【取組事例】

### ① 近隣住民への工事説明の効率化

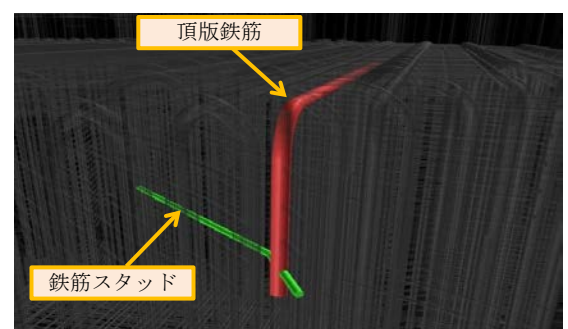


モニターに 3D モデルを映しながら、近隣住民の方々に説明

### ② 基礎モデルの作成・可視化による基礎部材の干渉確認

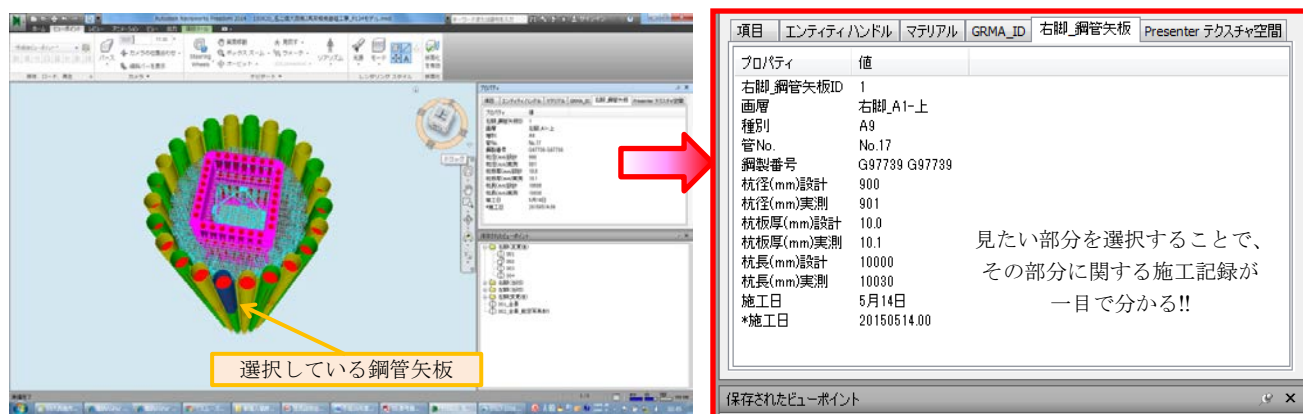


鋼管矢板基礎モデル



鉄筋スタッドと鉄筋の干渉有無の確認

- ③ 施工計画（作業手順計画等）、協議打合せでの活用による施工調整の効率化、現場作業者の理解度の向上
- ④ 施工結果（出来形管理記録、品質管理記録）のCIM属性登録による管理業務の効率化



### 【効果】

- ① 設計図面だけでは限界のある、鋼製橋脚の基礎部材（アンカーフレームと頂版鉄筋および鉄筋スタッド）の組立可否チェックが容易となり、施工段階前に部材の収まりを確認し、微調整することにより施工精度の向上に寄与できた。
- ② CIM モデルを活用しながら、施工方法や手順を確認することで、現場状況をイメージしやすくなり職員と現場作業員の意志疎通に寄与できた。
- ③ 一つの画面操作で、出来形・品質の管理記録を閲覧でき、管理記録資料の取出しが容易となり業務の効率化に寄与できた。
- ④ 住民説明会参加者にヒアリングを行った結果、自宅の位置関係や完成予想のイメージが理解できた等の回答を得ることができ、工事に対する理解度・協力依頼が円滑に行えた。

### 【運用体制】

- ・ CIM 専門業者による CIM モデル作成・更新業務サポート有り
- ・ 職員により属性データ（施工日、出来形、品質、製造番号）を記録、ビューワーを用いた現場作業員・近隣住民との協議打合せの実施
- ・ 使用ソフト：AutoCAD Civil 3D 2015 、Autodesk Navisworks Manage 2015

CTC Navis+

### 【課題】

- ① 当現場の CIM モデルは設計図・ゲージルを使用して新規作成しており、運用までに労力・時間を要した。設計段階でモデルを作成し、施工の着手から活用できるようにすることで、CIM の導入促進が進み、設計・施工・維持管理記録の省力化・効率化に寄与できる。
- ② CIM に付与すべき品質管理記録等の属性データを竣工書類に活用できるように様式をルール化することで、書類の簡素化に寄与できる。

## 河川

No40

西武建設株式会社



工事概要	工事名称	合志川平島堰改築（1期）工事			
	発注者	国土交通省 九州地方整備局 菊池川河川事務所			
	受注者	西武建設株式会社			
	工期	平成27年9月1日 ～ 平成28年9月30日			
	工事内容	合志川より農業用水を取水する平島堰を可動式に改築する工事。			
	主要数量	河川土工 掘削 20,000 m <sup>3</sup> 路体盛土 9,200 m <sup>3</sup>			
		可動堰本体工	魚道工	擁壁護岸工	護床工
		法覆護岸工	樋門・樋管本体工		

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

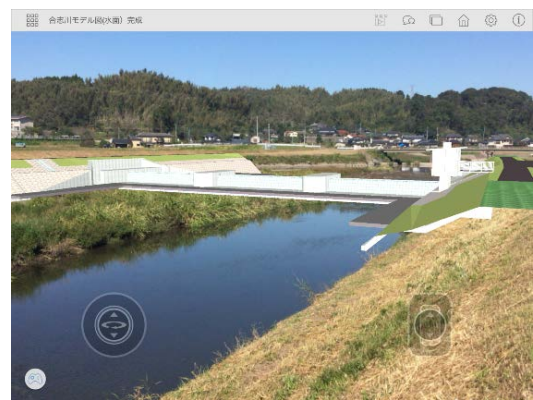
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

- 3D-CAD データ作成を通じて、設計条件と施工条件の相違を見出し、発注者、関係機関との協議資料として活用する。
- 3D-CAD データを施工計画立案や施工管理に活用し、効率の良い施工を実現する。
- 地元住民や関係者に事業概要をわかりやすく説明し、事業の重要性理解してもらうため。



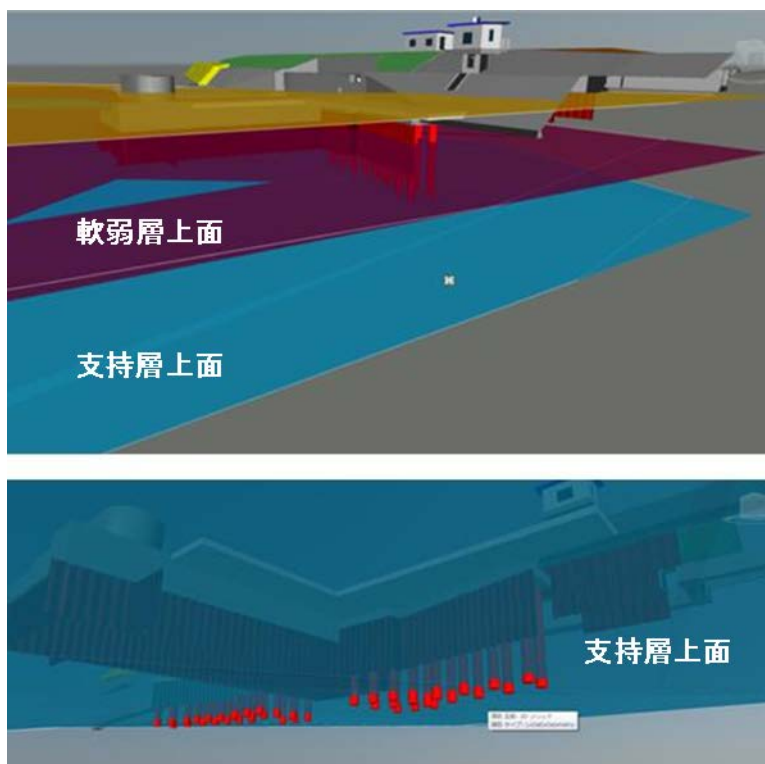
工事箇所の3Dモデル化



タブレットを用いた拡張現実（AR）

### 【効果】

- 基礎杭の支持層をモデル化することで、設計条件と異なる杭を検出することができ、状況に応じた対策を講じることができる。
- 2次元の鉄筋配筋図では、見落としがちな干渉箇所を瞬時に把握することができる。
- 3Dモデルを施工検討会等に使用することで、効率の良い意見交換ができ、誤解のない情報共有が可能になる。



地層モデルと基礎杭

### 【運用体制】

本社に専属の技術者を配置し、実施した。

(使用ソフト) AutoCAD、Civil 3D、NavisWorks、SketchUP2015

### 【課題】

- CIM 関連ソフトを使いこなせる人材の育成、スキルアップが必要である。
- 2次元の図面から 3Dモデルを作成するためには多大な費用と時間が必要である。CIMデータの運用者の位置づけとその費用負担分を明確にする必要がある。
- 維持管理に必要な情報(属性)、それには施工時にどのような情報(属性)をどんな形で取り込まなければならないか事前に検討が必要である。

## 一般土木構造物

No41

戸田建設株式会社



工事概要	工事名称	長崎田手原メガソーラー発電所建設工事	
	発注者	長崎田手原ソーラー合同会社	
	受注者	戸田建設(株)	
	工期	平成26年2月14日～平成27年4月14日	
	工事内容	敷地面積	280,000m <sup>2</sup>
		発電容量	13.2MW (太陽光パネル 50,554 枚)
		発電量	約 1,300 万 kWh/年
	期間	20 年	

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

起伏の大きなゴルフ場計画跡地において、メガソーラー発電所の太陽光パネルを設置するにあたり、太陽光パネル 15 枚から構成される各アレイ間の必要離隔寸法を確実に確保した配置計画を検討するために、3D レーザースキャナと自社開発の割付プログラムを活用し、配置計画の精緻化ならびに省力化を図った。



写真-1 設置完了全景

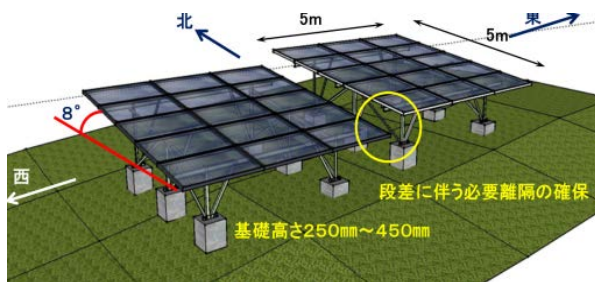


図-1 太陽光パネル(アレイ)設置イメージ

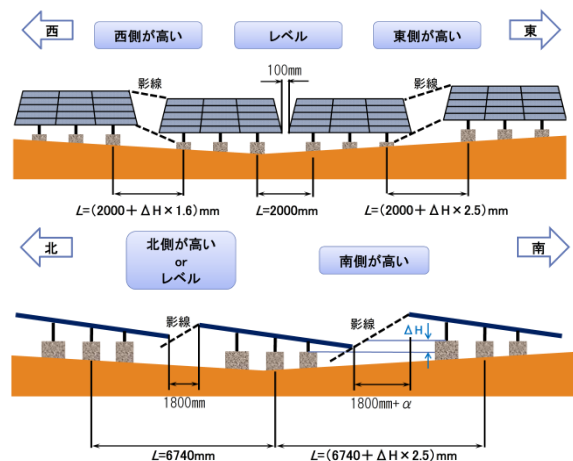


図-2 必要離隔寸法詳細図

**【効果】**

- ① 3D レーザースキャナにより地形を三次元図面化し、任意箇所での断面図を作成することが可能となる。(断面検討時間の短縮及び地形図精度の向上)
- ② 三次元図面を使用して地形データを数値化し、データを開発した割付プログラムに使用する。(地形データの精緻化)
- ③ アレイ配置を半自動で行う割付プログラムを開発することで、アレイ配置計画(平面図・断面図)を精度よく行うことができた。(工期短縮)

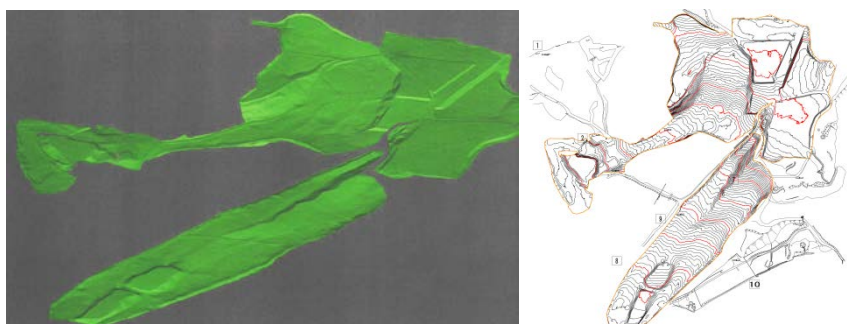


図-3 地形計測結果(左：サーフェス表示、右：等高線表示)

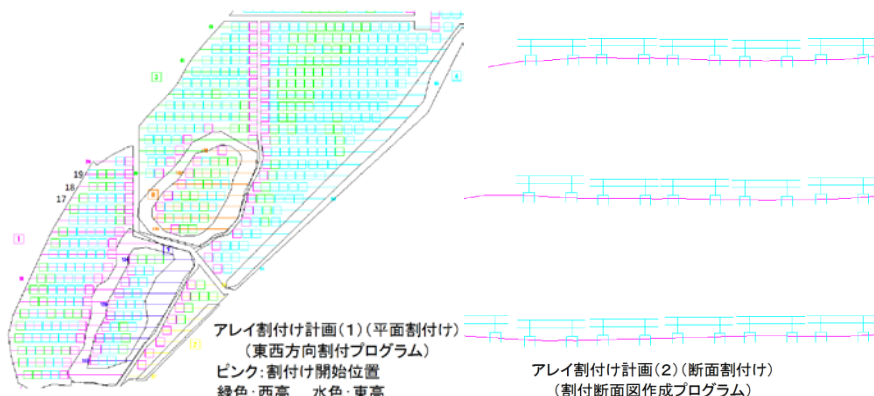


図-4 割付プログラムを使用した割付計画図  
(左：平面図、右：断面図)

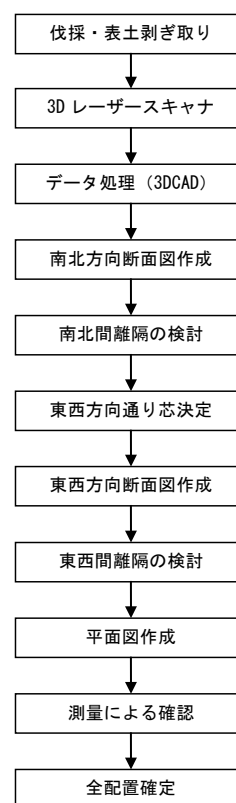


図-5 配置決定フロー

**【運用体制】**

本社、現場、協力業者の三者体制で運用

- ・ 割付プログラムの開発…本社・現場
- ・ 3D レーザースキャナ測量、三次元図面化…協力業者
- ・ データ整理、割付プログラムの使用…本社・現場

**【課題】**

- ・ 3D レーザースキャナ、3DCAD を扱える技術者の確保及び教育。
- ・ 3D レーザースキャナによる測量は、造成完了後にしか実施できないため、必要アレイ数が満足できなかった場合は、再造成・再測量が必要。

## 一般土木構造物

No42

株式会社 大林組



工事概要	工事名称	新岡山太陽光発電所造成工事・新岡山太陽光発電所建設工事
	発注者	新岡山ソーラー株式会社
	受注者	株式会社 大林組
	工期	平成 26 年 12 月 5 日～平成 28 年 12 月 31 日（造成工事）
	工事内容	造成工事 ・ 準備撤去工事 188,734m <sup>2</sup> ・ 防災工事 ・ 土工事 505,1600m <sup>3</sup> ・ 雨水排水工事 11,160m ・ 道路工事：砕石舗装 16,558m <sup>2</sup> ，アスファルト舗装 2,538m <sup>2</sup> 建設工事 ・ アレイ基礎工事 27,688 本 ・ 太陽光モジュール取付工事 145,362 枚

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

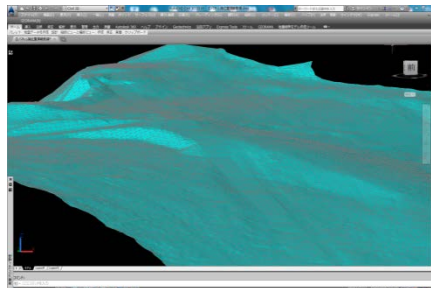
### 【導入目的】

- ① 広大な実地形を取得するため UAV 測量の実施。
- ② 設計平面計画通りに配置可能か、隣接する架台が干渉しないかを簡易に洗い出すため。
- ③ 設計変更時に支柱長を簡易に変更出来るようにするため。
- ④ 実地表面から設計根入れ長を確保した支柱長を自動算出するため。
- ⑤ 簡易的に日影の確認をするため。

### ① UAV 測量の実施

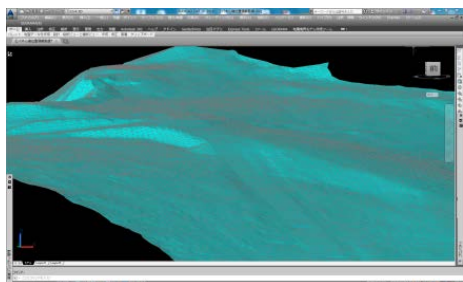


UAV にて地形を測量

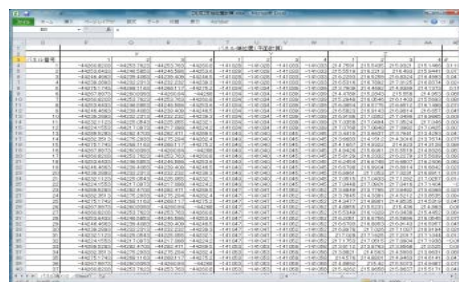


地形を 3D モデル化

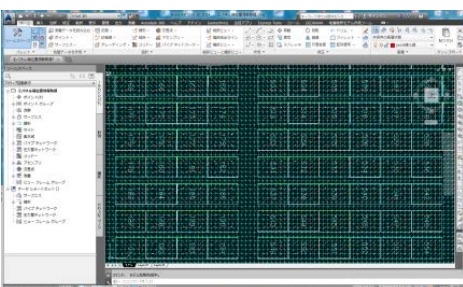
②③④⑤設計平面計画通りに配置可能か確認



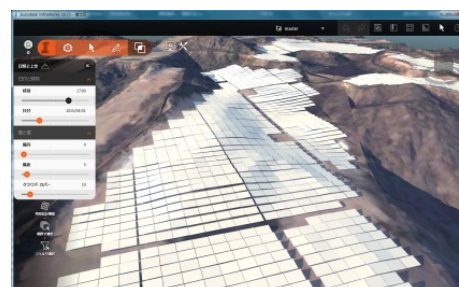
3D地形から支柱の座標を抽出



Excelにて配置・杭長を算出



CADにてパネルのモデル化



3Dモデルにて配置・日影の確認

【効果】

- ・ パネル配置、杭長の算出、日影の確認の設計照査が短時間で可能となった。
- ・ 数値だけでなくモデルでも確認可能なため、迅速な判断が可能となった。
- ・ 3Dモデルが中心ではなく、施工管理に必要なツールを総動員して、効率を上げた。

【運用体制】

- ・ 現場：UAV 測量の実施、パネルの計算、杭長の計算、配置と日影の確認
- ・ 本社：導入時のアドバイス

《使用ソフト》

- ・ AutoCADcivil3D (AD) ・ InfraWorks (AD) ・ 3dsMaxDesign (AD)
- ・ Excel (Microsoft)

※AD=Autodesk

【課題】

- ・ 3D などをつかって効果を経験した職員がいなかったため、本当に効果があるのかわからず、従来施工と 3D 活用の施工がオーバーラップした。

【備考】

- ・ 初期モデル構築費用 150 万円

## 一般土木構造物

No43

日本国土開発株式会社



工事概要	工事名称	太陽光発電所建設工事
	発注者	民間
	受注者	日本国土開発株式会社
	工期	平成 26 年 10 月～平成 27 年 11 月
	工事内容	太陽光発電施設(約 25MW) の建設をおこなうものであり、対象面積は 509,000m <sup>2</sup> である。 準備仮設工事 1 式：草刈工 28ha、伐採工 10ha 管理用道路工 1 式 土木工事 1 式 発電所周囲柵工事 1 式 アレイ基礎架台工事 1 式 H 杭基礎工 23,808 本 (4 段×4 列 1 アレイ 4 本 H 鋼杭) 架台組立工 5952 アレイ 中間変電所基礎工事 1 式 連係変電所基礎工事 1 式 引留鉄構基礎工事 1 式

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

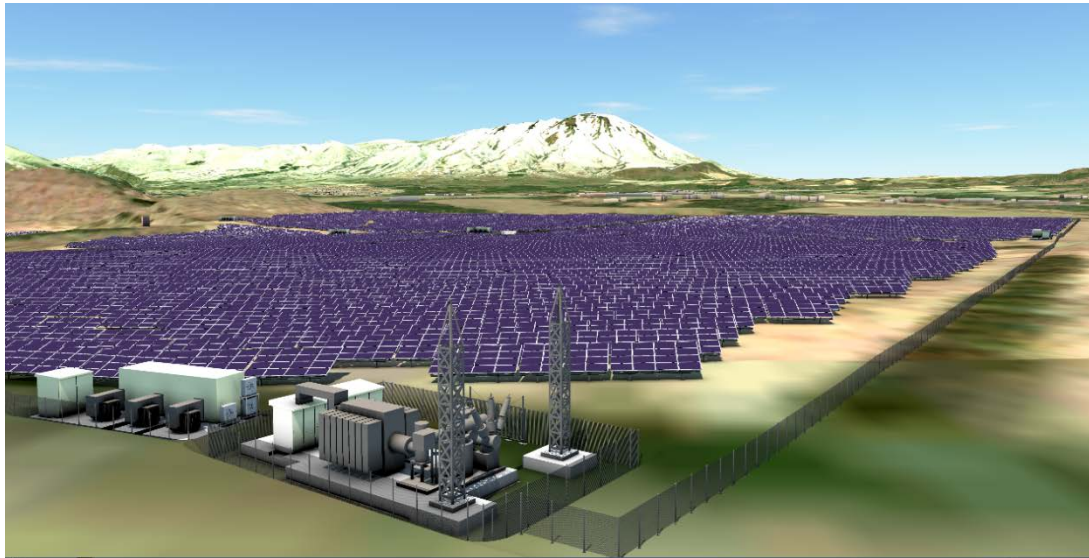
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

大規模メガソーラーの施工は、施工情報の管理に多大な労力を必要とする。そこで、本工事では、施工情報を一元化するとともに管理の合理化を図るために、詳細な 3D モデルを用いた維持管理が可能な CIM モデルを導入した。

### 【効果】

- ・ 施工範囲全体の 3D モデルでは、太陽光アレイ基礎架台と変電所の位置および周囲環境が視覚的に把握可能であり、発注者との合意形成に寄与した。
- ・ 詳細な 3D モデルは、部材毎に施工情報を与えることが可能であり、高度な維持管理を行うことができた。3D モデルへの属性入力作業は、3D モデルを読み込む際に部材をカテゴリライズすることで短縮することが可能となった。
- ・ 干渉チェックは、太陽光アレイ基礎杭と埋設管を対象に施工前に行うことができ、フロントローディングによる効果を発揮することが出来た。



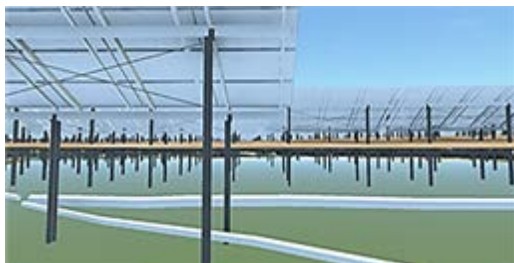
太陽光発電所モデル全景



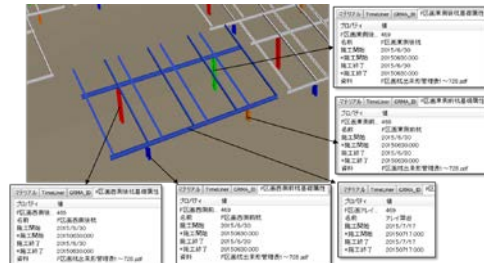
太陽光発電アレイモデル



太陽光発電パネル裏面構造詳細



基礎杭と地中埋設管との干渉チェック



太陽光発電アレイ架台施工情報

【運用体制】

- ・ AutoCAD(Autodesk 社) ・ Civil3D(Autodesk 社) ・ Navis Works(Autodesk 社)
- ・ Infrastructure(Autodesk 社) ・ Revit(Autodesk 社) ・ Navis+(CTC 社)

【課題】

- ・ 3D モデルは、モデル作成および施工情報などのデータ選別に時間を要する。
- ・ 3D モデルによる管理は、新たな項目を施工情報として追加する場合、データ量が多いため入力に時間が掛かる問題点を有している。

## 一般土木構造物

No44

日本国土開発株式会社



工事概要	工事名称	太陽光発電所建設に伴う造成工事
	発注者	民間
	受注者	日本国土開発株式会社
	工期	平成 27 年 3 月～平成 28 年 3 月
	工事内容	伐木工・除根工・集積工：190,000m <sup>2</sup> 防災管渠工：ポリエチレン管 L=880m 地下排水工：ポリエチレン管 L=1,800m 土工事：切盛土 640,000m <sup>3</sup> 、法面工：51,000m <sup>2</sup> 水路工：L=11,000m、側溝工：L=2,050m、管渠工：L=1,000m、 土留工：1箇所、道路工：舗装 21,000m <sup>2</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

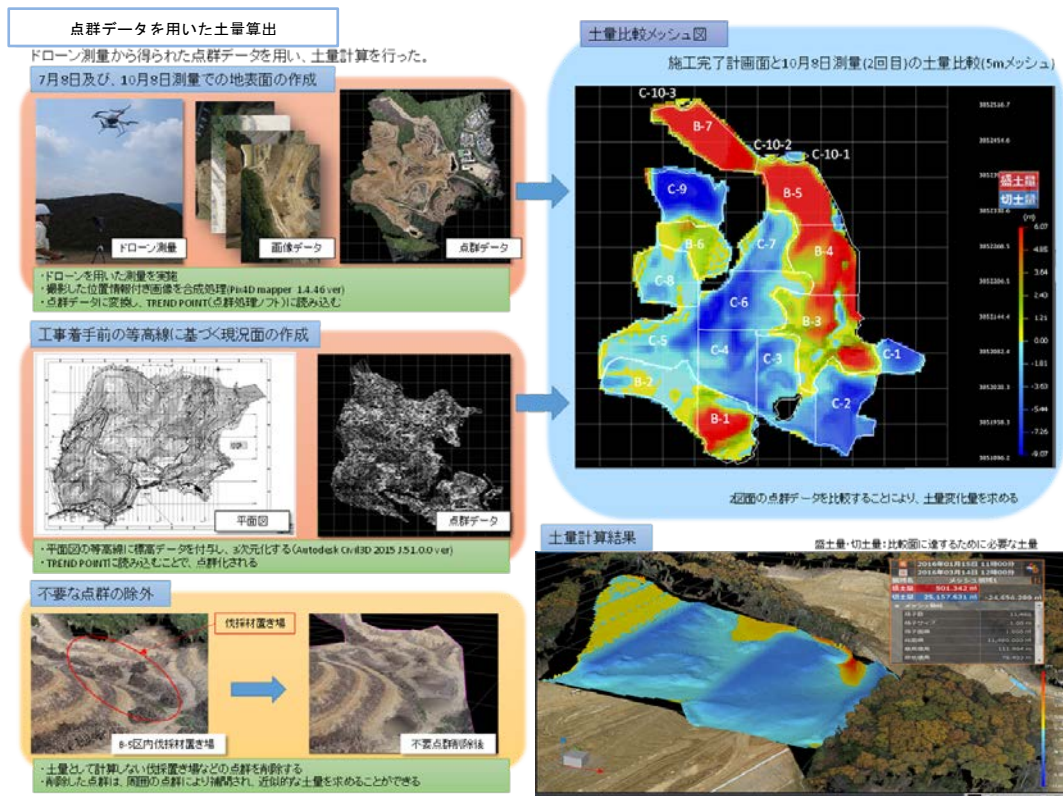
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

対象とした造成工事は、地表面土砂や粘性土および岩などが複雑に混在する地層条件であった。最適な土量バランスの算定にあたっては、土量変化率を正確に把握することが重要である。土量変化率は、出来形測量によって把握することが可能であるが、広範囲で日施工数量が大きい本工事の様な条件では、非効率であるとともにタイムラグが大きくなるといった問題点を有しており、瞬時に土量を把握することが可能な計測方法を用いる必要があった。そこで、計測方法は、短時間で土工量を正確に把握することができる UAV を用いた地表面写真測量による土量算定手法を採用した。計測頻度は、2週間に1度程度とした。

### 【効果】

- UAV を用いた地表面**写真測量**は、工区面積 36ha すべてのエリアを 1 日の作業で完了することができる。その後のデータ処理は、データ量に左右されるが、半日から 1 日でオルソモザイク写真および点群データに変換できる。写真測量を実施する前に設定する飛行ルートは、法令遵守、安全配慮などの観点から煩雑な作業となるが、一度設定した飛行ルートは、2 回目以降の測量に再利用が可能のため、作業効率は向上する。
- 通常の測量は、急峻な斜面等では危険を伴う作業となるが、UAV を用いた写真測量では、安全に測量を行うことができる。
- UAV 写真測量データは、土量変化を 3 次元的に捉えることができ合意形成をしやすい。



## UAV 地表面写真測量と土量計算

### 【運用体制】

- ・ AutoCAD(Autodesk 社) ・ Civil3D(Autodesk 社) ・ Pix4D mapper(Pix4D 社)
- ・ TREND-POINT(福井コンピュータ社)

### 【課題】

- ・ UAV の飛行は、改正航空法を遵守する必要がある、飛行に関して一定の制限があることを理解しておく必要がある。さらに、天候や撮影時刻および周辺構造物によって制限されることにも注意を要する。
- ・ 写真測量は、写真として撮影出来ない場所は測量出来ず、測量精度が低下する。精度が低下する測量ポイントは、補完的な手法である、地上からの 3D レーザースキャナーによる測量と併用することが望ましい。
- ・ 写真の境界部分に樹木などが植生し、影が生じている場合は、正しい測量結果にならないことがある。影が生じている部分の測量は、工夫をおこなう必要がある。
- ・ 重機や伐採材および資材などは、地表面として検出されてしまうため、正確な土量を算出するためには、これらを移動してから UAV を飛ばす必要がある。
- ・ 重機の無線や携帯電話基地局などの電波は、UAV のコントロールに干渉し、操作に影響を及ぼす危険性がある。

## 一般土木構造物

No45

村本建設株式会社



工事概要	工事名称	(仮称) 天理市ソーラーパーク 1号発電所建設に伴う造成工事
	発注者	株式会社九電工
	受注者	村本建設株式会社
	工期	2015年02月01日～2016年02月29日
	工事内容	敷地面積 46.7ha 土工事 切盛土 約110万m <sup>3</sup> 防災工 1式 調整池 2箇所 雨水排水工 1式 緑地工 1式 管理用通路工 1式

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

広範囲の造成エリアの土量および進捗を管理し、土量計算から土配バランスのための設計変更を円滑に行うため、UAVを用いた自律航行空撮による写真測量を実施した。

### 【実施内容】

UAVを用いた空撮写真測量→3D点群データ→土量計算→土配バランス計画変更



衛星



衛星



4翼マルチコプター  
GNSSアンテナ  
一眼レフカメラ  
空中写真撮影



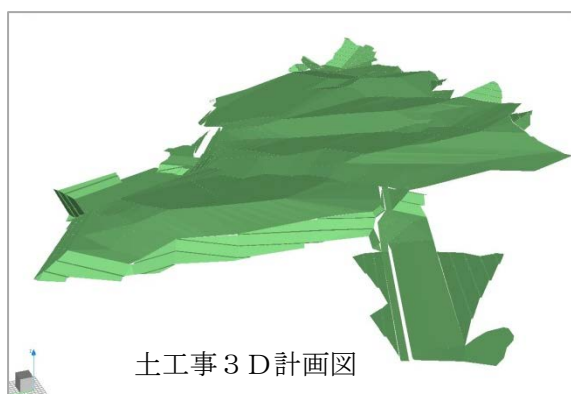
画像処理を行った  
3Dデータ



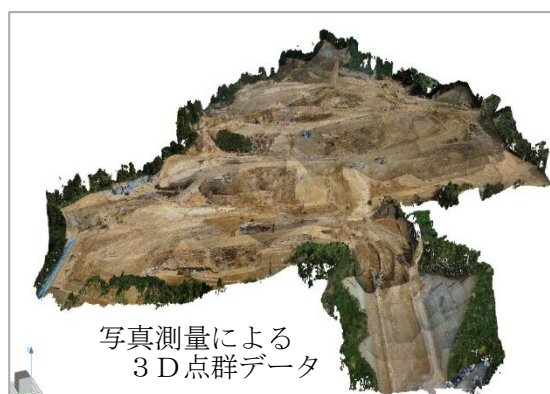
連続撮影ラップ率



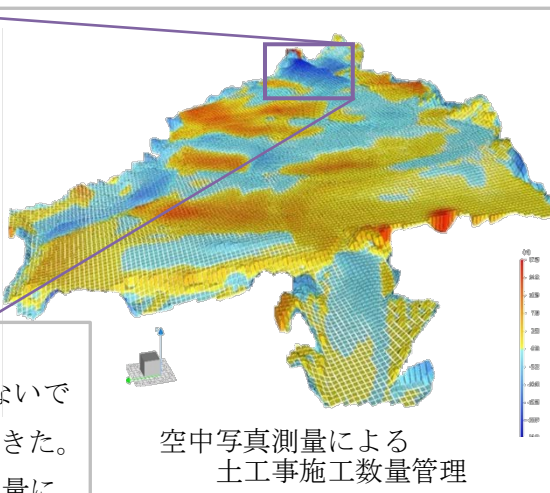
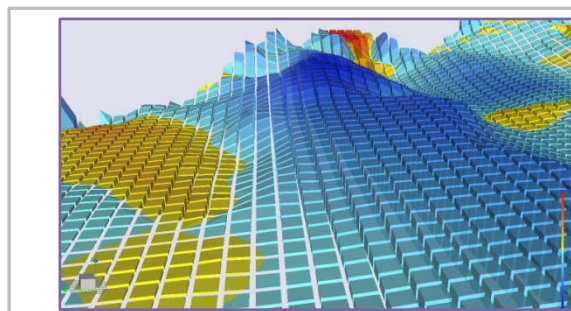
UAVマルチコプターによる自律航行空撮写真測量



土工事3D計画図



写真測量による  
3D点群データ



空中写真測量による  
土工事施工数量管理

#### 【効果】

- ☆ 空撮写真測量は、工事工程に影響を与えないで実施でき、測量作業中の重機災害も防止できた。
- ☆ 測量対象エリアが広いいため、従来の地上測量に比べ、大幅に省力化が図れ、作業員数および時間を短縮できた。
- ☆ 土量バランスを図るための計算・計画や変更協議を円滑に実施することができた。

#### 【運用体制】

本社技術スタッフによる運用。

(使用機材)

GNSS (トプコン) ・ UAVマルチコプター (エンルート 4翼)

一眼レフカメラ α6000 (SONY)

(使用ソフト)

自律航行プログラム作成 Mission Planner

飛行計画作成・データ処理 Image Master UAS (トプコン)

点群処理・土量計算 TREND-POINT (福井コンピュータ)

#### 【課題】

- 3次元データを円滑に処理できるハードの環境整備が必要。
- 3次元モデルを扱える技術者の確保および現場技術者で対応するためのシステムの構築と教育・訓練が必要。
- 作成したCIMデータを発注者・設計者・施工者・協議者等の間で有効活用するためのソフト等、環境整備が必要。

## 解体修復

No46

清水建設株式会社



工事概要	工事名称	唐津城石垣再築整備 I 期工事
	発注者	唐津市
	受注者	清水建設(株)・(株)岸本組共同企業体
	工期	2009年9月25日～2015年1月20日
	工事内容	佐賀県唐津市にある唐津城本丸石垣の解体修復工事 江戸時代初期に積まれた石垣の変形に伴う解体修復工事 石垣解体修復工事 791m <sup>2</sup> (うちCIM活用 167m <sup>2</sup> )

施工 CIM の活用方法による分類 (塗潰し部)

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

日本全国にある城跡は、都市中心部にあることが多く、観光拠点、災害時の避難場所として重要な機能を期待されている。一方、城跡の主要構造物である石垣は経年変化による変形が進み崩壊の危険性が高く安全上問題のあるものも多く適切な修復を行う必要がある。また、城跡石垣は史跡指定されているものが多く文化財としての取り扱いが求められるため、現場合合せの不適切な修復により文化財としての価値を損なわないように注意を払うことが必要となる。文化財である石垣の解体修復に際しては、

- ① 修復前の形状記録を取る必要がある。
- ② 石垣の変形状況を適切に評価し石垣の解体修復範囲を決める必要がある。(文化財上、解体修復範囲は最小限とすることが要求される。)
- ③ 創建時の姿に石垣を積み直すことが要求される。
- ④ 修復前後の形状記録の監督官庁(国史跡の場合は文化庁)への報告が必要となる。

上記課題に対し、効率良く記録を残し、適切な石垣修復計画～施工を行う手法として、3D測量とその計測データの評価、石材の配置設計等の《記録→設計→施工》を一貫して管理することを目的に導入した。



図1 石垣修復前状況



図2 石垣修復後状況

## 【記録】

①石垣 3次元測量（解体前）



## 【設計】

②石垣修復範囲検討



③-1 石材配置計画  
（石材配置シミュレーション）



## 【施工】

③-2 石材据付位置の管理  
（石材管理点の座標管理）



## 【記録】

④石垣 3次元測量（修復後）

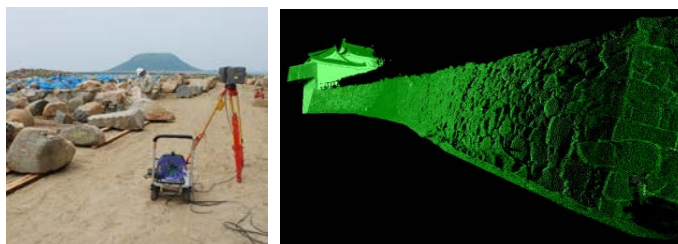


図4 3次元レーザー測量

石垣の変形状況を把握し、修復範囲、石垣形状を設計。3D データで石材の配置シミュレーションを行い最適な石材配置計画を行う。

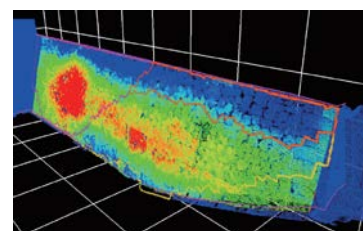


図5 石垣変形状況（カラーコンタ図）

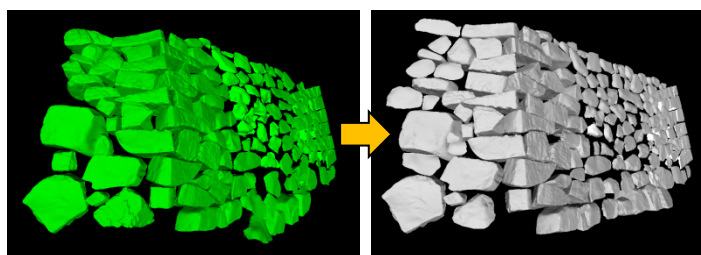


図6 石材配置シミュレーション

図3 CIMを用いた石垣修復フロー

## 【効果】

- ・調査～設計～施工が一貫して管理された高品質かつ効率的な石垣修復工事を提供することができる。
- ・石垣修復工事と文化財調査業務を連携させた業務推進ができる。
- ・石材配置シミュレーションは、目視（3D）で石材配置が確認できるので、計画段階から石工職人を参画させることができ、文化財関連の有識者の意見と合わせ、伝統技術を計画に反映できる。
- ・修復前後の石垣の形状、石材・組立手法の情報等を一元的に残すことで、定量的な管理や計画的な補修などが行え、維持管理を効率的にできる。また、文化遺産と石工の伝統技能の継承、記録に寄与することが出来る。

## 【運用体制】

現場担当者による運用

使用ソフト マップテック アイサイト

※清水建設㈱と㈱計測リサーチコンサルタントとの共同開発技術

## 【課題】

設計と施工が分離発注される場合は、設計段階から効果的に石垣修復事業に反映されない場合もある。今後、同種工事における設計～施工の一貫した発注を期待したい。

## 解体修復

No47

株式会社 竹中工務店

 TAKENAKA

工事概要	工事名称	A 建物建替計画
	発注者	民間企業
	受注者	(株)竹中工務店
	工期	2014年4月～2015年9月末
	工事内容	建物新築に伴う既存解体工事
	解体建物概要	
	構造	鉄筋コンクリート、鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	地下3階、地上7階、塔屋3階
	建築面積	2500 m <sup>2</sup>
	延べ面積	24404 m <sup>2</sup>

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

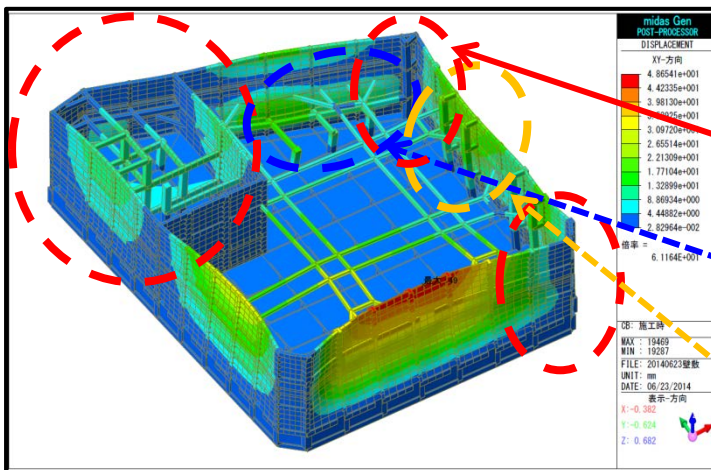
施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

既存建物解体後に新築する場合に、既存建物を山留として利用した仮設計画は環境負荷低減のために有効であるが、2次元解析では限られた条件設定での検討となるため、過剰な仮設計画となる場合があった。3次元 FEM（Finite Element Method：有限要素法）解析による検討で、より合理的な仮設計画をおこなった。

### 【取組事例】

既存躯体をモデル化して3次元 FEM 解析を行い、変形応力の小さいコーナー部などの既存躯体補強、切梁支保工範囲を合理化し仮設費を低減した。また、解体時の既存柱梁を考慮した解析で、解体手順・工期・コスト比較による合理的施工計画をおこなった。



### ●検討例（地下躯体検討結果変形図）

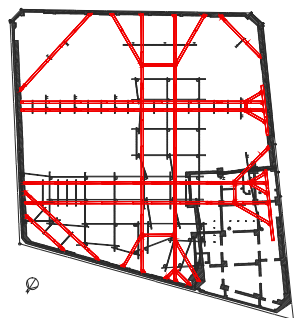
直交壁剛性考慮し切梁支保工低減

切梁と腹起しの位置形状の検討

既存フレームの変形低減効果

### 【効果】

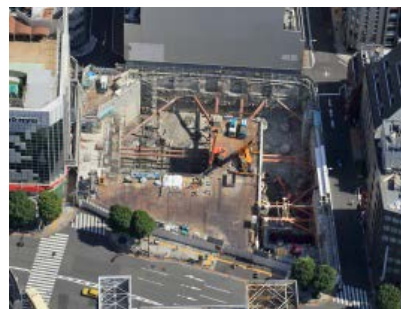
- ① 既存躯体補強の合理化・低減によるコスト削減
- ② 支保工の合理化・低減によるコスト削減 ⇔ 環境配慮・CO2削減
- ③ 効率的な地下工事・補強低減による工期短縮
- ④ プロジェクト毎の仮設と工期の比較検証が可能・コンペ資料の合理化
- ⑤ 施工中の現場計測と解析結果の照合から、安全管理と更なる合理化



計画図



実施



施工時上空写真

### 【運用体制】

社内：内勤支援部門での計画段階の検討 ⇔ 現場にて検討結果共有  
(使用ソフト)

- ① 社内専用ソフト『CABEPS』(地盤反力計算)
- ② 市販ソフト『MIDAS-Gin』(FEM解析)

### 【課題】

- ① 既存躯体の健全性を解析にどう反映して検討するか実験により検討。
- ② 社内検討結果データを現場にて即時共有できるデータ連動ソフトの開発。
- ③ 設計・施工計画・現場施工者が CIM を共有できるソフト整備。

## 解体修復

No48

東亜建設工業株式会社



工事概要	工事名称	平成 26 年度 撫養港海岸桑島瀬戸地区堤防改良工事(その 7)
	発注者	国土交通省四国地方整備局
	受注者	東亜・大本特定建設工事共同企業体
	工期	平成 26 年 2 月 7 日～平成 27 年 1 月 30 日
	工事内容	本工事は、撫養港海岸桑島瀬戸地区堤防の改良として、地盤改良工、撤去工及び建築物解体を施工するものである。 地盤改良工 静的締固め砂杭 2,498 本 変位緩衝孔 1 式 先行削孔置換 445 本 撤去工 建物解体 24,432m <sup>2</sup> その他 調査等 1 式

施工 CIM の活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

### 【導入目的】

地盤改良工事に伴い、老朽化した建物(鳴門競艇場)の解体を行う。改築・増築が繰返された非常に複雑な構造であるため、CIMにてモデル化し施工計画及び施工時の検討に用いて、施工管理・安全性の向上に利用した。

### 事例 1 施工計画立案時の検討資料

施工計画時における、任意断面・平面の確認による詳細施工手順の決定

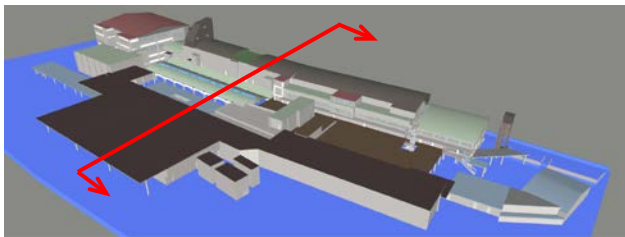


図 1 鳴門競艇場全景



図 2 スタンド部断面図

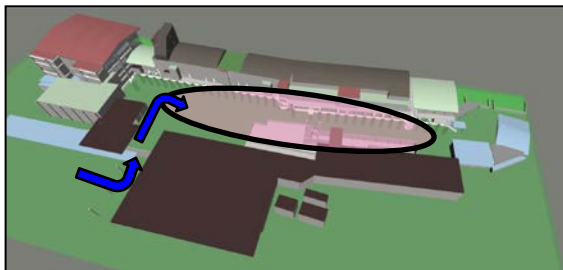


図 3 施工手順検討図

## 事例2 施工時における詳細施工手順、重機配置の決定



図4 重機配置検討図



図5 施工状況

### 【効果】

- ・ 3Dで表現されているため、複雑な構造においても理解が容易で、計画の立案および進捗状況の把握が非常に明確となる。
- ・ 3Dで視覚的に表現できるため、発注者及び施工者（職長・オペレーター）との意思疎通が容易で明確である。
- ・ 計画及び変更において、工程・施工順序・施工図作成が一元管理でき、省力化につながる。

### 【運用体制】

モデル作成 外注

モデル完成後の運用（修正等含む）は現場職員にて対応。

（使用ソフト）

- ① Autodesk Civil3D モデル作成・修正
- ② NavisWorks タイムライン管理、表示

### 【課題】

- ・ 設計段階からのモデル作成ではないため、図面・現場との不一致が生じる。よって、正確な数量管理、出来形管理には活用する場合は、設計段階における正確なデータからのモデル化が必要となる。
- ・ 3Dモデル、ソフトを扱える技術者の確保と教育。
- ・ モデルの表示に際して、上記の高価な専用ソフトが必要であり、ハード・ソフト類の環境整備が必要となる。

一社) 日本建設業連合会 インフラ再生委員会 技術部会

平成 28 年 3 月 23 日現在

役職	氏名	会社名	会社役職
部会長	世 一 英 俊	安藤・間	常務執行役員技術本部長
幹事長	舘 岡 潤 仁	安藤・間	土木事業本部機電部長
委員	黒 台 昌 弘	安藤・間	技術本部技術研究所先端・環境研究部主席研究員
委員	杉 浦 伸 哉	大林組	土木本部本部長室情報企画課長
委員	宮 田 岩 往	奥村組	管理本部情報システム部システム管理課課長
委員	鈴 木 伸 康	鹿島建設	土木管理本部土木技術部生産向上グループ <sup>o</sup> 担当部長
委員	神 崎 恵 三	熊谷組	土木事業本部プロジェクト技術部副部長
委員	石 田 仁	五洋建設	技術研究所土木技術開発部担当部長
委員	鈴 木 正 憲	清水建設	土木総本部土木技術本部機械技術部主査
委員	蛭 原 巖	西武建設	土木事業部技術部担当部長
委員	北 原 剛	大成建設	土木本部土木技術部技術・品質推進室次長 (CIM 担当TL)
委員	久 保 隆 道	竹中工務店	生産本部生産企画部副部長
委員	栗 原 明 夫	東亜建設工業	土木事業本部設計部解析グループ <sup>o</sup> 課長
委員	西 村 伸	東急建設	土木総本部土木設計部長
委員	加 藤 直 幸	東洋建設	土木事業本部土木技術部課長
委員	請 川 誠	戸田建設	土木工事技術部長
委員	松 元 和 伸	飛島建設	土木事業本部技術研究所研究開発G 第一研究室室長
委員	佐 藤 靖 彦	西松建設	技術研究所副所長
委員	藤 岡 晃	フジタ	建設本部土木エンジニアリングセクター技術プロジェクト推進部長
委員	三 輪 俊 彦	前田建設工業	土木事業本部土木技術部長
委員	玉 置 一 清	三井住友建設	技術本部第二技術部リニューアル技術グループ <sup>o</sup> 長
ワグザンパー	土 師 康 一	戸田建設	土木工事技術部技術 2 課主任





確かなものを 地球と未来に

一般社団法人 **日本建設業連合会**



JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION CONTRACTORS

〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-5-1 東京建設会館内

Tel 03-3552-3201 / Fax 03-3552-3206

[www.nikkenren.com/](http://www.nikkenren.com/)