

話題提供

「現場における

CIM (Construction Information Modeling / Management) ▪

ICT (Information and Communication Technology) の

活用事例」

河村 巧

産学官CIM・GIS研究会幹事

一般社団法人 北海道産学官研究フォーラム理事

(岩田地崎建設(株)執行役員技術部長)

2017 年 12 月 19 日

本日の報告内容

- CIM (Construction Information Modeling/Management) 活用事例
 - ・西2丁目地下歩道新設工事
 - ・西2丁目線地下自転車等駐車場整備工事
 - ・一般国道275号江別市新石狩大橋P6橋脚外一連工事
- CIM活用における課題(維持管理を含め)
- ICT活用工事の事例
 - ・北海道むかわ町メガソーラー発電事業 新設工事
 - ・道央圏連絡道路 千歳市 中央改良工事
- ICT土工の現状における課題

CIM活用事例－① 2015年度工事(継続中)

西2丁目地下歩道新設工事

工事内容

・札幌市営地下鉄東豊線建設時に建設され、使用されていなかった地下歩道を創成1・1・1区の再開発に合わせ使用できるよう、電気室、換気塔を建設する工事

開削土工 3100m³

躯体工 一式

薬液注入工 一式

仮設工 一式

使用ツール：AutoCADcivil3D
Navisworks・Navis+

電気・通信・水道等 既設埋設物が多く、詳細な管理が必要
⇒試掘調査に加えCIMモデルを導入し、埋設物の位置関係を詳細に可視化し、設計変更業務を効率化した

CIM活用事例－①

CIMの運用の変化

従来の取組みは・・・

外部委託依頼 ←

3Dスキャン測量

基本 設計3Dモデルの作成

→ 社内・現場で作成

既設埋設物モデルの追加

設計変更モデルの作成

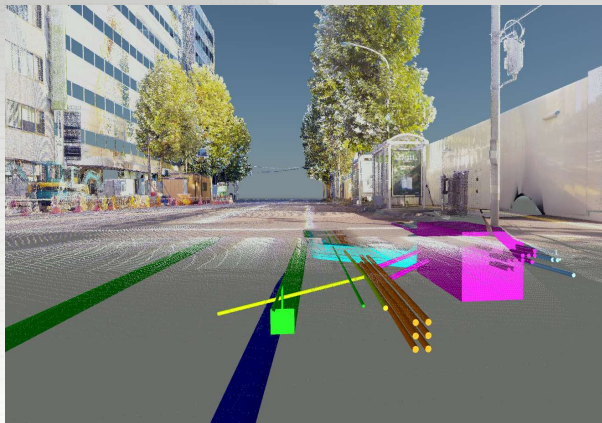
プレゼンテーション資料の作成

外部委託先と社内・現場で業務内容を分担
することで効率的な活用へ変化

CIM活用事例－①

CIM導入の効果

【効果①】 既設埋設物の詳細位置を可視化



既設埋設物の位置を
多角的に捉えることができる

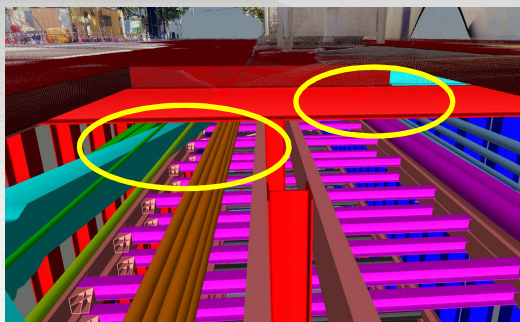
↓
試掘作業時に位置関係
をイメージしやすい

↓
より安全に作業を進
めることができる

CIM活用事例－①

CIM導入の効果

【効果②】 仮設支保工と埋設物の干渉を可視化



従来の設計変更打合せに比べ
大幅に時間短縮することが出来た

既設埋設物の3Dモデルと
設計仮設のモデルの重ね合わせ

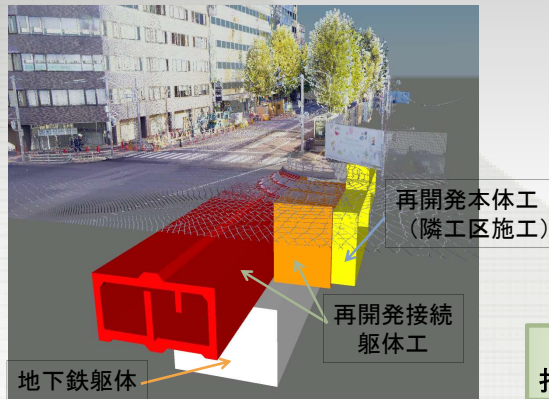
↓
既設埋設物の干渉により
仮設工を設計通り施工することが
不可能であることは
誰の目にも明らかに理解できる

↓
設計変更の打ち合わせが
スムーズに進む

CIM活用事例－①

CIM導入の効果

【効果③】 隣接工区との施工打ち合わせに活用



隣工区施工者や地下鉄との
打ち合わせに3Dモデルを活用

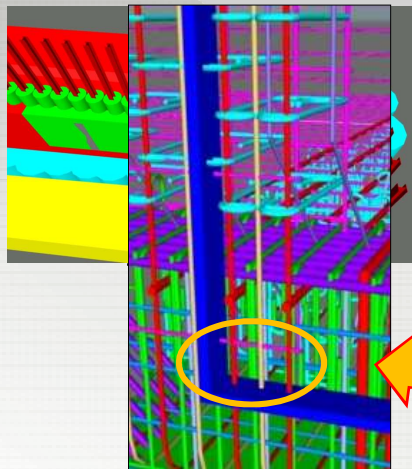
施工時期・工法の干渉や
躯体との離隔を
可視化することで
より分かりやすくなった

相互理解が得られ
打ち合わせがスムーズに進む

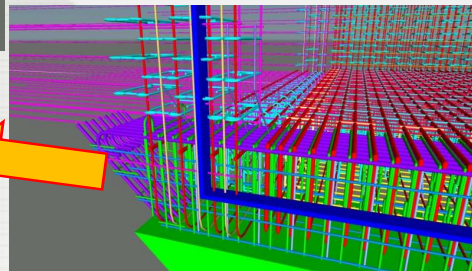
CIM活用事例－①

CIM導入の効果

【効果④】 3Dモデルを活用した施工計画



3Dによる可視化で干渉部が一目瞭然
経験の浅い技術者でも確認できる



止水板と鉄筋の干渉箇所の確認

CIM活用事例－①

CIM導入の効果

【効果⑤】 作成した3Dモデルを活用した、第3者へのPR

3Dモデルを活用し、施工順序説明動画を作成
歩行者へのPRに活用した



CIM活用事例－② 2016年度工事

西2丁目線地下自転車等駐車場整備工事

工事内容

・札幌の都心部、特に大通地区周辺においては駐輪場の整備が進んでいないことから、路上や公園に10,000台近くの自転車が放置されており、その対策が急務となっている。

本工事では、都心部で比較的放置自転車等の多い西2丁目に、1,600台程度駐輪可能な自走式の2層となる地下駐輪場を整備する。

工事延長160m

土工23,000m³ 親杭+中間杭372本、

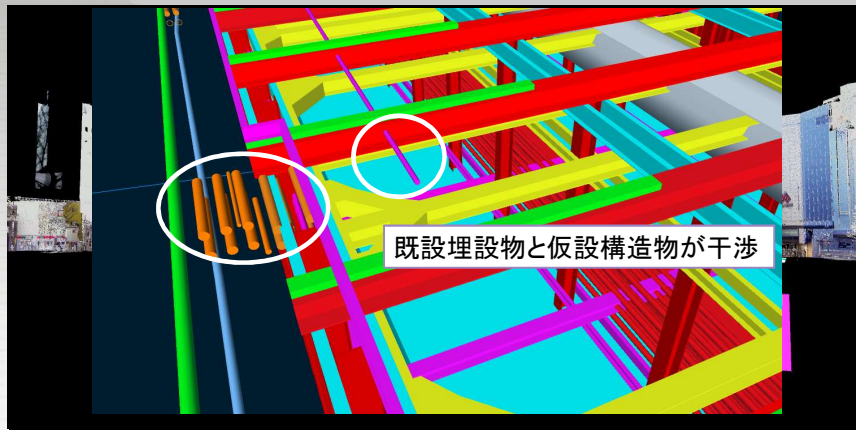
共同溝B13.5m×H8.8m×L78.65m、V4,110m³

薬液注入960本 路面覆工約2,000m²、土留支保工720t、その他

使用ツール：AutoCADcivil3D
Navisworks・Navis+

地下埋設物対策や仮設工の変更、既設構造物との接続部の確認・検討などに3Dモデルを活用している

CIM活用事例－② 2016年度工事



3Dスキャナによる現地調査と3Dモデルを活用した設計照査により
既設物との干渉を考慮し、仮設構造物の全面的変更を行った

CIM活用事例－② 2016年度工事

札幌市内中心部であるため既設埋設物が大量に・・・



試掘区間ごとに埋設物モデルを随時作成
埋設管理者で移設できない管路も多く、権利者との打合せの際に問題を共有する重要なツールとなっている

CIM活用事例－③ 2017年度工事

一般国道275号 江別市 新石狩大橋P6橋脚外一連工事

工事内容

・本工事は、一般国道275号江別北道路事業の一環として、江別市において、新石狩大橋（A1、A2橋台、P1～P12橋脚）のうち、P6、P7橋脚の施工を行う。

- ・工事延長: $L=1370$ m (橋長 $L=919$ m、 $W=13.0$ m)
(SP250 ～SP1620)
- ・下部工形式: 壁式橋脚2基 (P6、P7)
- ・基礎形式: ニューマチックケーソン2基 (P6、P7)
- ・鋼殻製作工: $W \approx 143$ t
- ・仮栈橋工: $A \approx 3,000$ m²、 $W \approx 1,100$ t
- ・鉄筋: $W \approx 1,300$ t
- ・コンクリート: $V \approx 5,800$ m³

使用ツール : AutoCADcivil3D
Navisworks・Navis+

ニューマチックケーソン基礎による橋脚築造のため、周辺の安全管理や施工ステップの確認などに3Dモデルを活用

全体図



ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針の 『CIM活用工事』に関連する解説

3-8 ICT活用工事

ICT活用工事とは、以下に示すICT活用における施工プロセスの各段階においてICTを全面的に活用する工事である。

【施工プロセスの各段階】

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工

④ 3次元出来形管理等の施工管理

⑤ 3次元データの納品

なお、ICT建設機械とは、3次元マシンコントロール技術、3次元マシンガイダンス技術を用いた建設機械である。

3-9 CIM活用工事

CIM活用工事とは、以下a)～d)に示す施工プロセスの各段階において、CIM (Construction Information Modeling / Management) を導入し、CIMを活用する工事である。

【施工プロセスの各段階】

- ① CIMモデルの作成・更新
- ② CIMモデルの活用

以下のa)からd)の項目うち、いずれか一つ以上の項目にCIMモデルを活用

- a) 関係者間協議や情報共有
- b) 施工計画の検討
- c) 安全性に関わる検討
- d) 出来形管理等の施工管理
- ③ CIMモデルの納品

3-10 CIM活用拡大に向けた検討

CIM活用業務、CIM活用工事のうち、発注者指定型においては、CIM活用拡大による受発注者双方の一層の業務効率化を図るための検討を実施するものとする。

●CIM活用工事とは、以下a)～d)に示す施工プロセスの各段階においてCIMを導入し、CIMを活用する工事で、

以下のa)からd)の項目のうち、
いずれか一つ以上の項目に
CIMモデルを活用すること

- a) 関係者間協議や情報共有
- b) 施工計画の検討
- c) 安全性に関わる検討
- d) 出来形管理等の施工管理

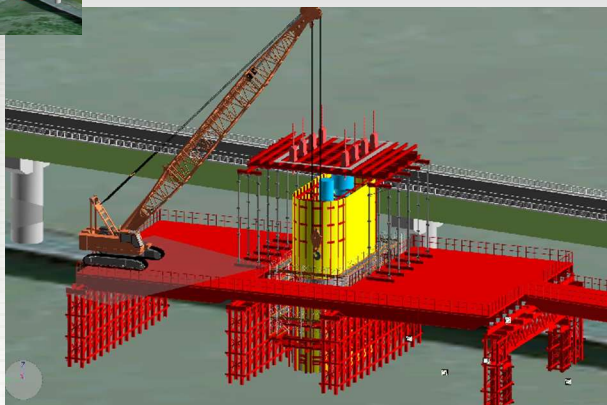
<http://www.mlit.go.jp/common/001180229.pdf> 国土交通省 ICTの全面的な活用
ICTの全面的な活用(ICT土工)の推進に関する実施方針より

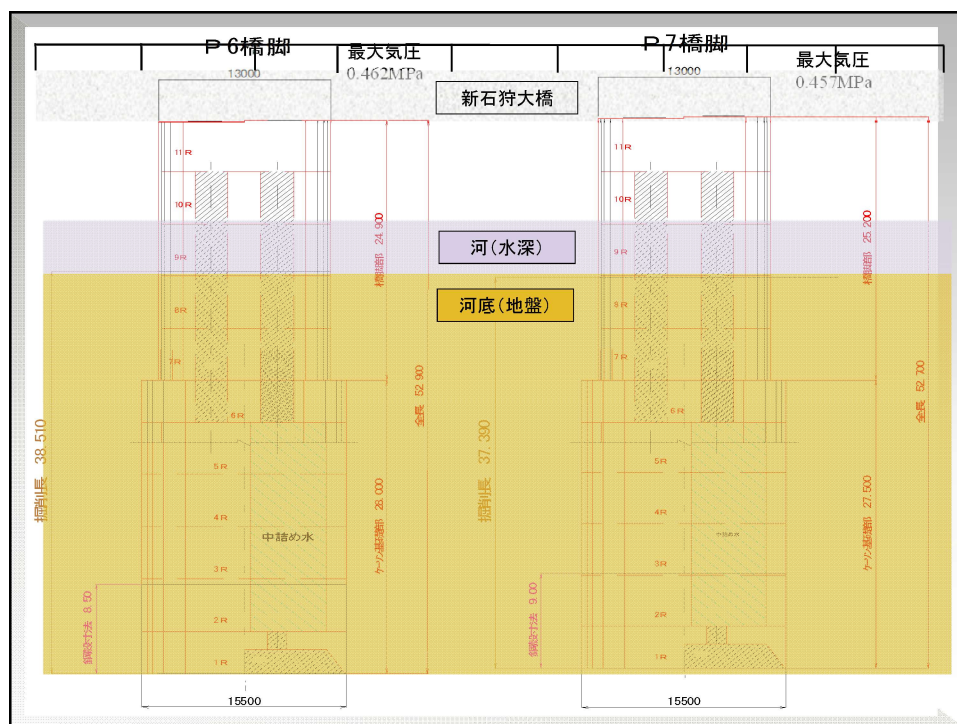
CIM活用

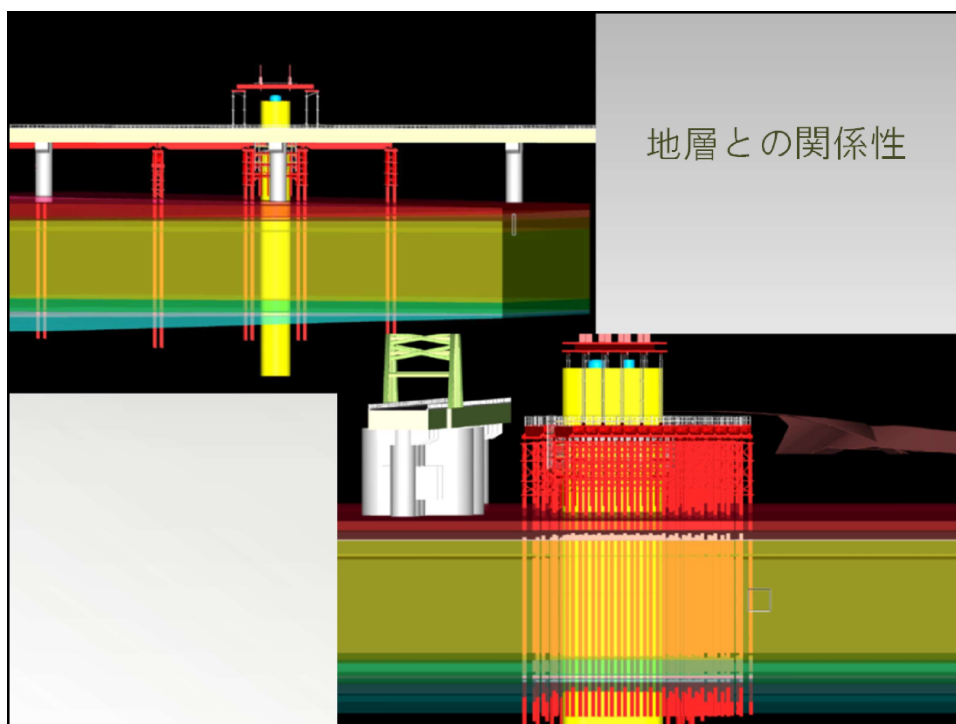


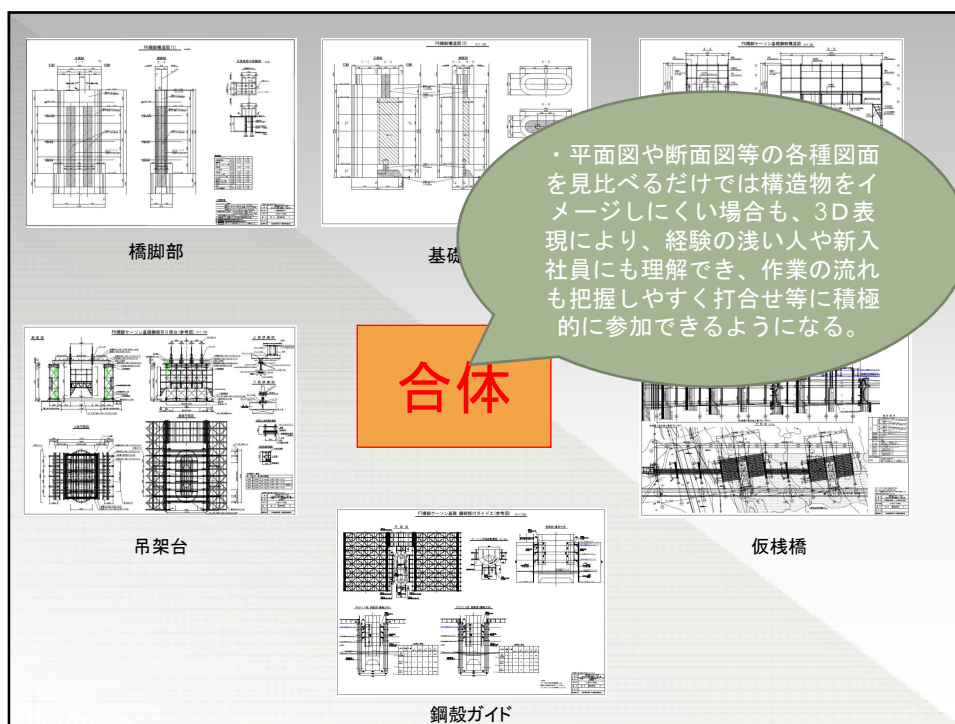
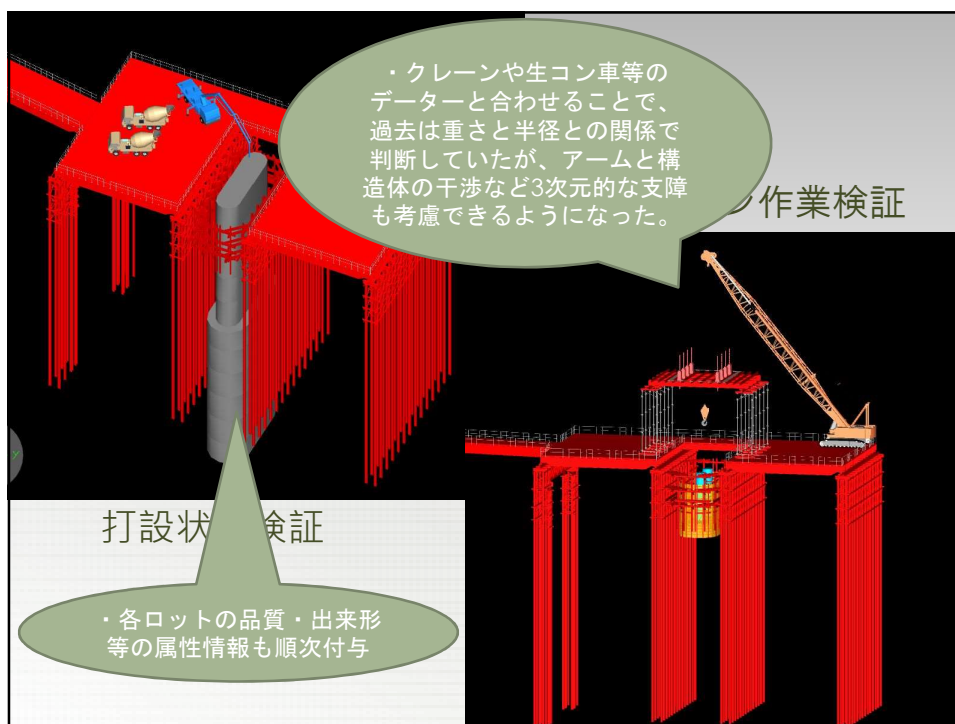
設計3Dモデルに建設機械や安全設備を
追加し現場状況を忠実に再現

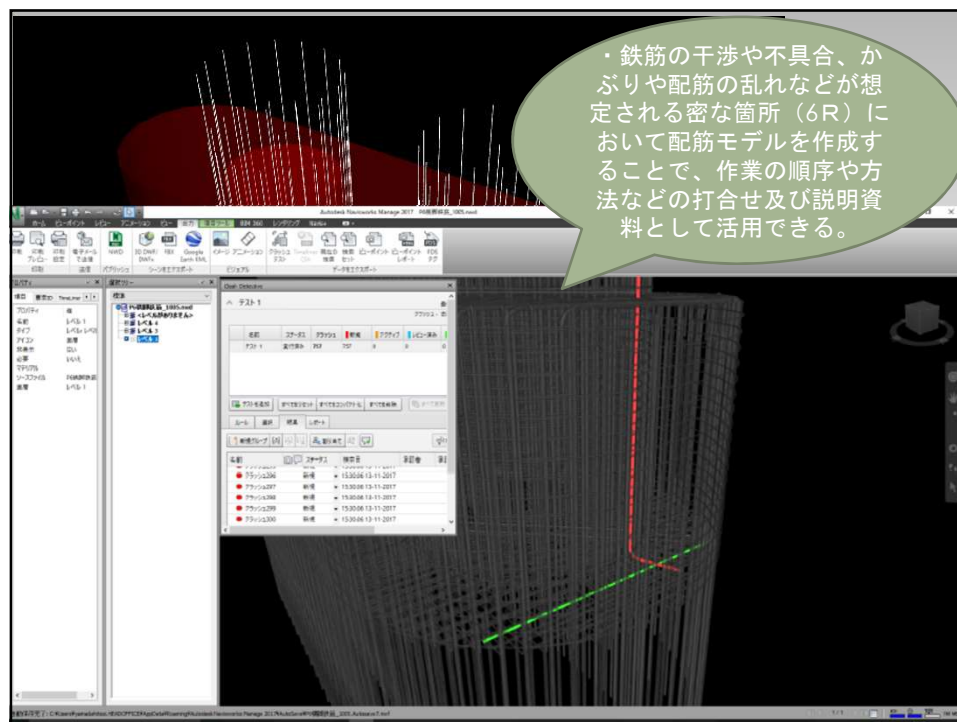
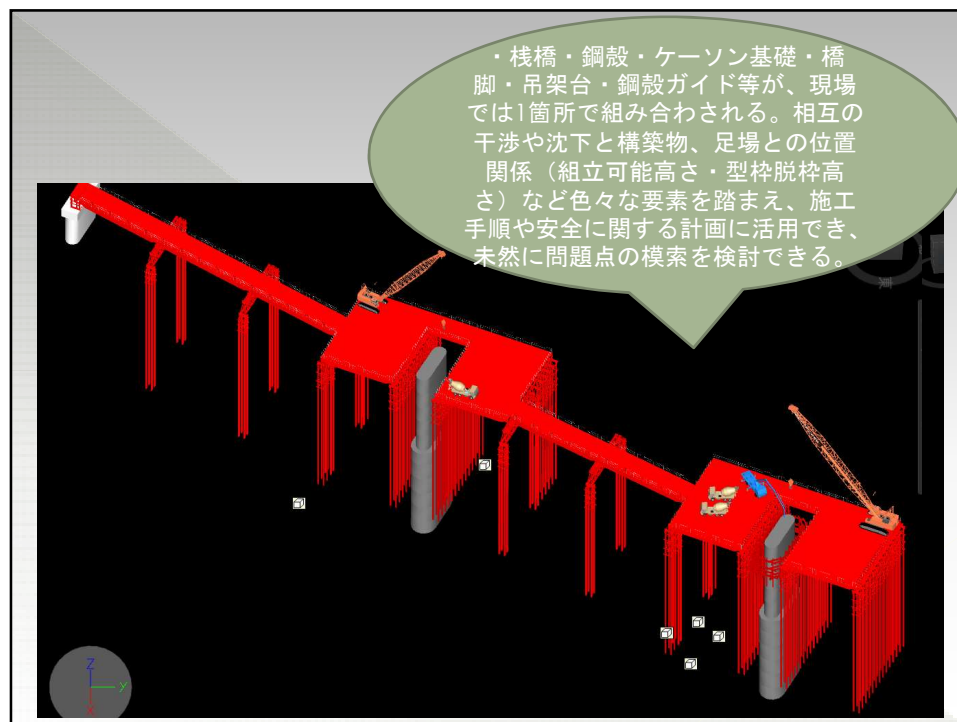
施工ステップの可視化や
重機の作業半径確認等
様々な用途で活用
頻繁に訪れる見学者への
対応にも活用している

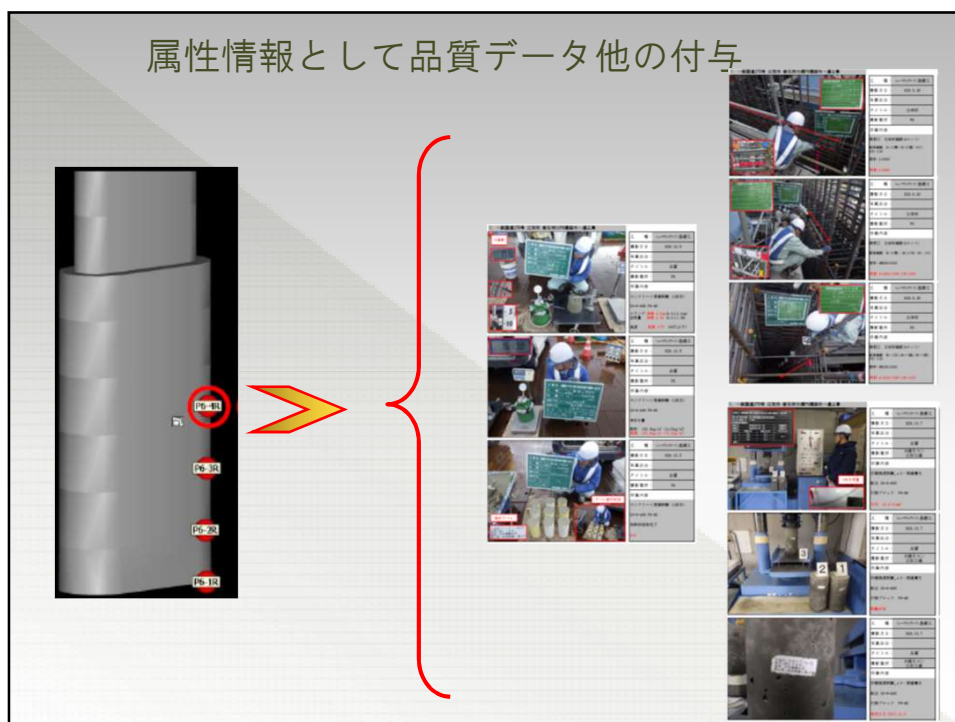
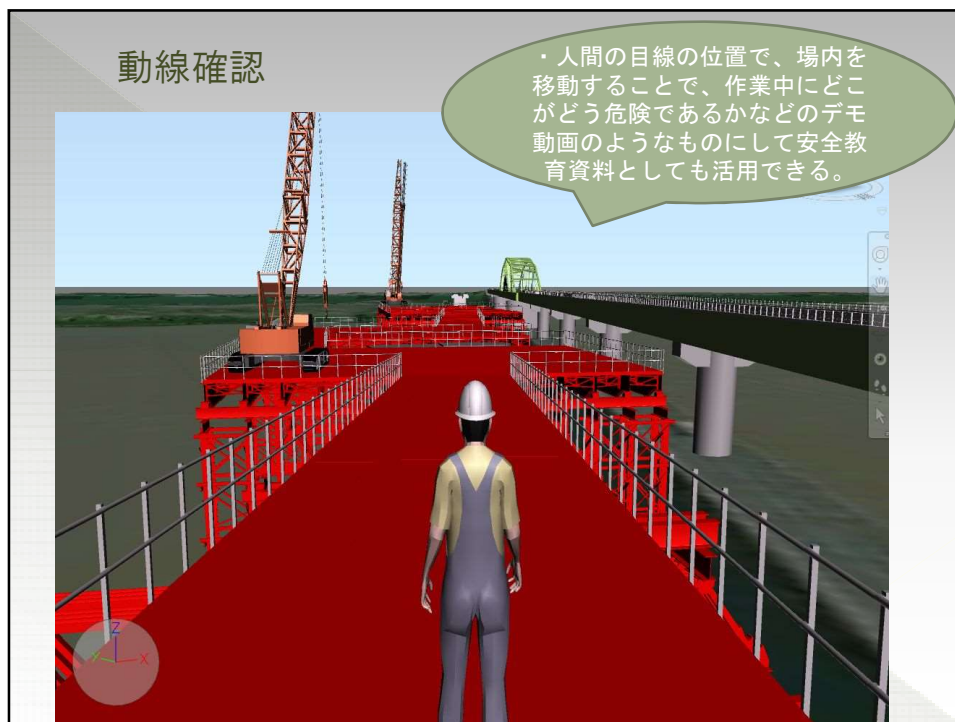












C I M活用における課題

CIM活用における課題－1

- 高価なソフトウェアと高性能なハードウェアの導入と人材育成
- 現場担当者へのCIMに関する教育
- 目的に合わせたツール(ソフト、UAV、LS等)の判断と初期投資
- 使用ソフトの選定(交換標準準拠)
- 外部委託先(新規参入業者も育てる)と自社内作業のバランス
- 遠隔地(支店・現場)とのデータ共有環境の整備
- 協力業者との連携(データ形式・使用ツール等)
- 作成した3Dモデルの高度利用(活用法の開拓)
→AR、VR、MR技術の応用

CIM活用における課題－2

- コミュニケーションツールとしては、VR、AR、MR、3Dプリンターの併用も必要な場合も ⇒工種に応じた採用の検討
- 工種に合わせたモデリングの検討
 - 土工・躯体工でもモデルの構築要素に変化がある
- 引き渡し時のデータ形式や属性情報量について
 - データ容量の省力化が必要？
- 設計者・施工者・維持管理者の連携方法
 - 各段階ごとでそれぞれの思惑が交錯・・・
- データ交換標準フォーマットについて（LandXMLとIFC）
 - 国際標準への対応、ツールの選択

維持管理活用に向けた課題－1

- 属性情報は材料物性他、どの程度まで入力する？
 - 工種や地域性により維持管理で必要とするデータに違いはないか？
- データの紐付け方法は？
 - 3Dモデル内確認と関連フォルダの使い分けルール、総合評価関連も
- 納品物のモデル精度に対するチェックは？
 - 設計時や施工時のパーツのズレ等は詳細度（LOD）では決まらないが、LODが高ければ関係性チェックがしやすい？
- モデル作成精度の違いによる設計者、発注者、施工者の責任分解点は？
- 既存データとの共存方法及び関係性は？
 - CALS／EC当初はCD-R等での管理方法の時期があり、納品チェック漏れに気付かず紙媒体（5年毎に倉庫から処分）の紛失もあったのでは

維持管理活用に向けた課題－2

- 次工程や近接問題、隣接工事が予定される構造物では単なる属性情報だけではなく、モデルの再構築(As-builtモデル)が必要な場合もある？
→誰が再構築する？ ⇒これを仕事にできないか？
- 橋梁分野は全体計画からCIMに取り組むと効果大だが、既施工部(アバット、ピア、道路等)との現場合わせのような関係性はどのようにデータとして残すか？
- 路線管理としては、既存構造物をモデル化し完成形道路の3次元化したものに既存の属性データを一括関連付けする方法もあるが、どこまで実施？
→点群データに属性情報を紐付けする技術を使用すれば、モデル化しなくても可能になる？
- 埋設物は既存の記録と試掘結果を区別することが必要(図面との不整合あり) ⇒これを仕事にできないか？

ICT活用工事の事例

ICT活用工事の事例－① 2016年度工事

北海道むかわ町カソーラー発電事業 新設工事

工事内容

・本事業では太陽光発電所を設置しCO2を排出しない再生可能エネルギーを電力会社へ買電することを目的とし、同時に発電事業を通じて地域経済活性化に寄与することを目指す工事

造成面積:36.2ha

切土量:60万m³、盛土量:50万m³、

切土法面積:26千m²、盛土法面積:15千m²

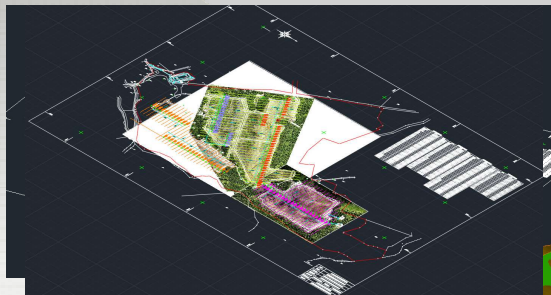
補強土壁:5千m²、防災工:一式、管理用道路工:一式、排水工事:一式

使用ツール: AutoCADcivil3D
Navisworks・Navis+

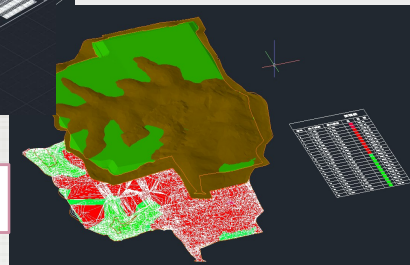
民間工事であるが、今後官庁の大型土工事を想定し、現況調査や土量管理などで3Dモデルを活用した

ICT活用工事の事例－① 2016年度工事

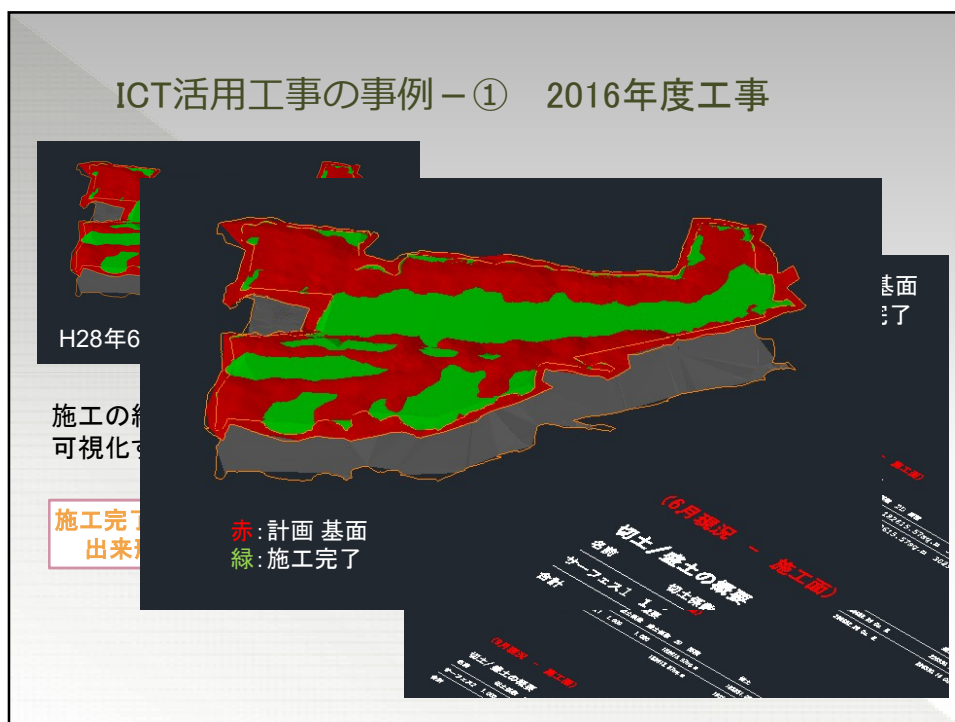
i-Constructionに対応した土量計算・出来形管理の試行



3Dスキャンから詳細な現況サーフェスを作成し設計3Dモデルを重ねることで詳細な土量を算出



ドローンによる写真撮影を毎月実施
3Dモデルを作成し、月ごとの進捗土量を算出



ICT活用工事の事例－② 2017年度工事

工事名: 道央圏連絡道路 千歳市 中央改良工事

工事内容: 工事区間 2,320m(施工区間 1,140m)、

掘削工 119,300m³

凍上抑制層工 2,500m³、排水構造物工 575m

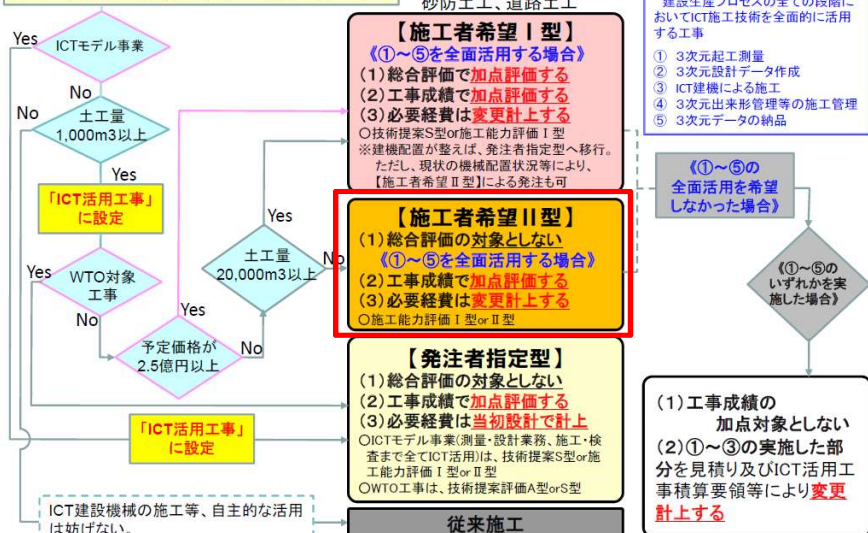
張芝工 5,660m²、植生基材吹付工 6,540m²



ICT活用工事【土工】発注方式ルール案(北海道開発局版) 国土交通省

土工(対象工種)を含む「一般土木工事」

※河川土工、海岸土工、砂防土工、道路土工



注: 土工量や予定価格は目安であり、発注方式の設定にあたっては、工事内容及び地域におけるICTの普及状況等を勘案し決定。

27

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat0000001xke-att/splaat0000001zlr.pdf>
 北海道開発局HP 建設業の現状とi-Constructionの概要・実施方針より

ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針の『ICT活用工事』に関連する解説

3-8 ICT活用工事

ICT活用工事とは、以下に示すICT活用における施工プロセスの各段階においてICTを全面的に活用する工事である。

【施工プロセスの各段階】

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工

④ 3次元出来形管理等の施工管理

⑤ 3次元データの納品
なお、1CT建設機械とは、3次元マシンコントロール技術、3次元マシンガイダンス技術を用いた建設機械である。

3-9 CIM活用工事

CIM活用工事とは、以下 a)~d)に示す施工プロセスの各段階において、CIM (Construction Information Modeling / Management) を導入し、CIMを活用する工事である。

【施工プロセスの各段階】

- ① CIMモデルの作成・更新

② CIMモデルの活用

以下の a) から d) の項目

a) 関係者間協議や情

b) 施工計画の検討

c) 安全性に関わる検

d) 出来形管理等の施

③ CIMモデルの納品

3-10 CIM活用拡大に向けた検討

CIM活用業務、CIM活用工事のうち、発注者指定型においては、CIM活用拡大による受発注者双方の一層の業務効率化を図るための検討を実施するものとする。

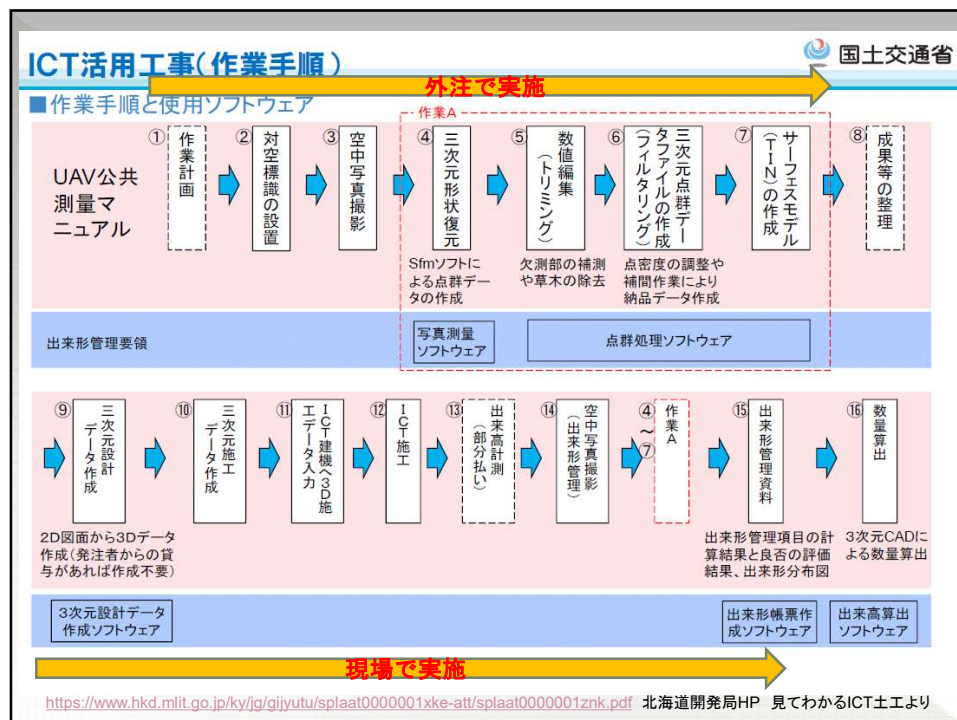
- ICTを活用した工事

5つのプロセスの各段階において
ICTを全面的に活用すること

【施工プロセスの各段階】

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

<http://www.mlit.go.jp/common/001180229.pdf> 国土交通省 ICTの全面的な活用
ICTの全面的な活用（ICT土工）の推進に関する実施方針より



① 3次元起工測量

地上型レーザースキャナー
(TLS)



無人航空機 (UAV)



当工事区域内起点側(260m)に希少猛禽類の繁殖巣が存在していたため、影響区域内ではUAVを使用せず TLSにて3次元測量を行った（環境配慮）

① 3次元起工測量

地上型レーザースキャナー(TLS)

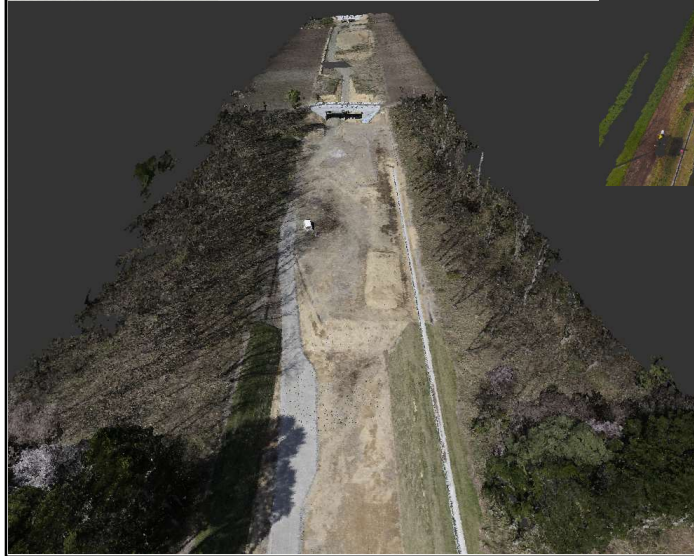
- ・計測精度が高い
- ・計測データが点群データとして出力されるため、UAV測量と比べると測量後のPC処理が少ない
- ・測量範囲が広いと、測量に時間がかかる
- ・盛土箇所等、山型の地形だと測量に時間がかかる
- ・降雨、降雪、積雪時は測量できない

無人航空機(UAV)

- ・手軽に使いやすい
- ・短時間で測量できる
- ・カメラの解像度が良いほど高い高度で測量できる(写真枚数減、作業時間・処理時間短縮)
- ・写真から点群データへの変換に1日程度かかる(PC処理)
- ・降雨、降雪、積雪時は測量できない

① 3次元起工測量

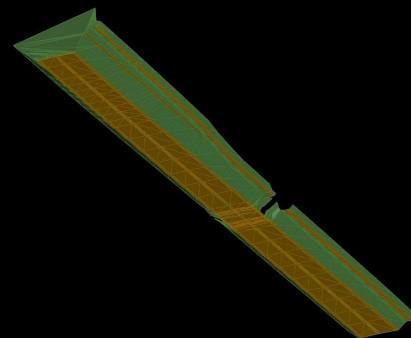
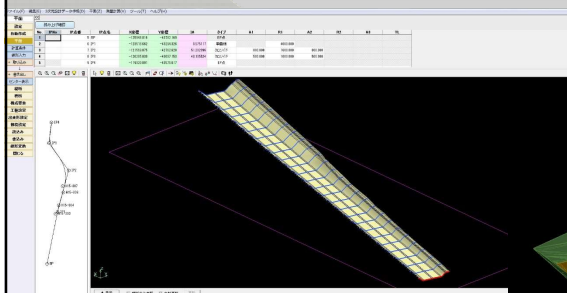
UAVによる点群



TLSによる点群
(起点側)

② 3次元設計データ作成

平面図、縦断図、横断図より作成



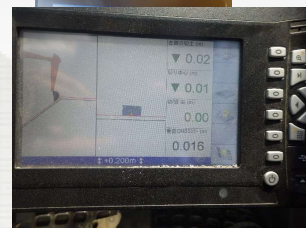
③ICT建機による施工（2社の活用）

切土法面整形他

マシンコントロールバックホウ



固定局



モニター画面

③ICT建機による施工

マシンコントロールバックホウの特徴

・GPSによりバックホウの位置情報を取得し、設計高さとバケット刃先の高さの差分を数値化（マシンガイダンス機能）

+

・バケットの刃先が設計高さに達するとバケットが自動で停止する（過掘り防止機能）

マシンコントロールバックホウのメリット

- ・丁張設置、補助作業員配置が不要となる
- ・過掘りを気にせず掘削作業を行うことができる
- ・粗掘削、粗仕上げを行うことなく、一度で仕上げを行うことができる。

重機稼働効率の向上、時間・工期短縮、品質向上

※ 既存構造物周りと植生の状態により、GPSが不安定な箇所においては、固定局設置等で補正した。

③ICT建機による施工

凍上抑制層敷均し
マシンコントロールブルドーザ



基準局



モニター画面

③ICT建機による施工

マシンコントロールブルドーザの特徴

- ・GPSによりブルドーザの位置情報を取得し、**排土板の高さを自動で制御**することで設計高さ通り(層状)に敷均しを行う。



マシンコントロールブルドーザのメリット

- ・丁張設置が不要となる。
- ・オペレータは重機を走行させるだけなので、熟練のオペレータでなくとも高精度な施工を行うことができる。



職員の負担減、人材不足対策、品質向上

④ 3次元出来形管理（UAV測量）

掘削工出来形管理

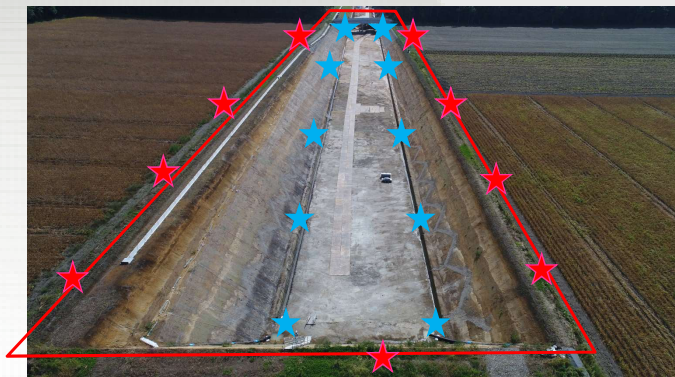
→『空中写真測量（無人航空機）を用いた
出来形管理要領（土工編）』に準じた管理を実施



法面（小段含む）、基面の全面の標高較差を評価



DJI
Phantom4 Pro



（基準点の設置）



写 真

点 群



④ 3次元出来形管理（TLS測量）

凍上抑制層工出来形管理

→『地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領
（舗装工事編）』に準じた管理を実施



路床面・凍上抑制層面ともに計測し、2つの差により求めた厚さと、標高較差を評価



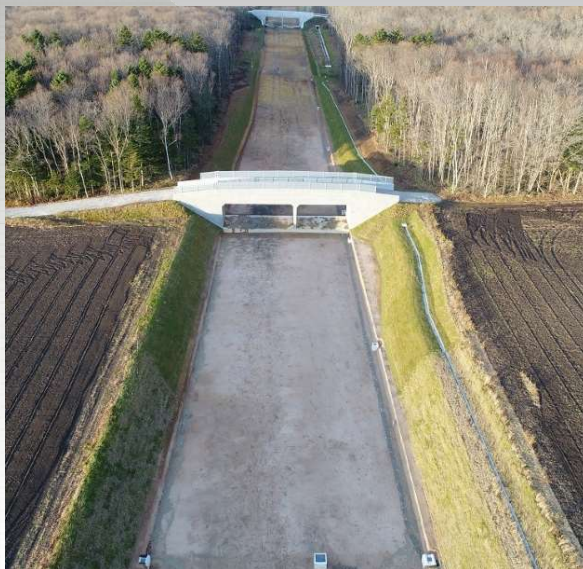
路床：20m千鳥測定



Leica Nova MS60

④ 3次元測量

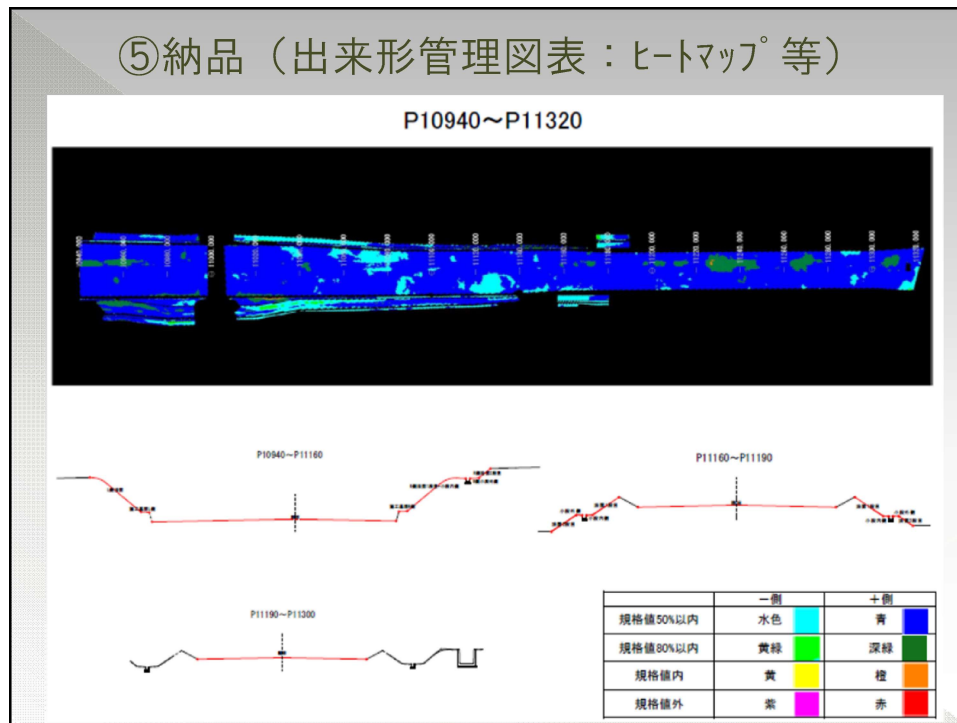
写真



点群



⑤納品（出来形管理図表：ヒートマップ等）



⑤3次元データ関連の納品（UAV,TLS）

- 3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- 出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)
- 出来形評価用データ(CSV,LAS,LandXML等のポイントファイル)
- 出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- 計測点群データ(CSV,LAS,LandXML等のポイントファイル)
- 工事基準点及び評定点データ(CSV,LandXML,SIMA等のポイントファイル)
- 空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真(jpgファイル)

電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。

格納するファイル名は、空中写真測量(UAV)を用いた(or TLSを用いた)出来形管理資料が特定できるように記入する。

ICT土工の現状における課題

- UAVやTLSに関する知識・技術の習得が必要
- UAV,3Dスキャナー、MG,MCの使い分けの目安は？
- TLSで取得した点群の精度は？（気象・対象物によっても変化？）
- 使用ソフト・ツールの選択、点群データの取捨選択は？
- 3D化によって設計変更等の作業が増える？（2次元で見えないところが・・・）
- MG、MCのキャリブレーションルールは？施工前チェックだけでよいのか？
- 出来形管理基準の精度が厳しい場合も？（天候・使用機種を選定）
- 出来形基準の要求精度を満たすには？（機種、絞り、高度、シャッター速度等）
- 地形の複雑性や付帯構造物を考慮した出来形管理のラップ率・地上画素寸法
- ビッグプロジェクトのない中で、コスト効果をどう出していく？
- 現場施工の主役は誰？！
- 作業員の体力や技能レベルに応じた補助ロボットや施工誘導用ウェアラブル端末（ガイド・記録・体調管理等の機能）の開発・活用法の取組みも必要

ご清聴ありがとうございました

