令 和 5 年 度

技　術　発　表　会

2023 年 11 月 28 日

場所　名古屋市中小企業振興会館 4 階 第 3 会議室

一般社団法人　日本建設機械施工協会中部支部

《 目　　次 》

1　令和5年度BIM/CIM原則適用を見据えたインフラDX活用事例
（現場の生産性向上に役立つ3次元データの活用事例のご紹介）・・・・・・1
福井コンピューター株式会社
中部営業所　係長　三浦　誠　氏

2　杭ナビ「LN-150」を活用した現場の生産性向上
（働き方改革の切り札「3次元データを生かしたワンマン測量」）・・・・15
株式会社シーティーエス
甲信営業部　部長　中山　俊彦　氏

3　ソーラーシステムハウスの活用について
（地域防災力向上とカーボンフリーへの関り）・・・・・・・・・・・・・21
株式会社ダイワテック
営業企画部　参与　前中　稔章　氏

4　AI配筋検査端末「Field Bar」活用による配筋検査
（建設現場で抱える問題を「Field Bar」が解決）・・・・・・・・・・・・26
西尾レントオール株式会社
通信測機名古屋営業所　所長　法貴　雄一　氏

5　東海環状・岐阜山県トンネル
急勾配かつ鋭角に接続する連絡坑の施工について
（縦断勾配11.7%で本坑と避難坑を結ぶ斜め連絡坑の掘削実績）・・・・37
西松建設株式会社　中部支店
勝川山田工事事務所　現場工事係　齋藤　拓海　氏

論文をご覧になりたい方は、当支部ホームページに掲載してありますのでご覧ください。

FUKUI COMPUTER

建設業の思いを創る。
INNOVATION for ALL.

「令和5年度技術講演会及び技術発表会」

令和5年度BIM/CIM原則適用を見据えたインフラDX活用事例

2023/11/28

i-Construction with BIM/CIM

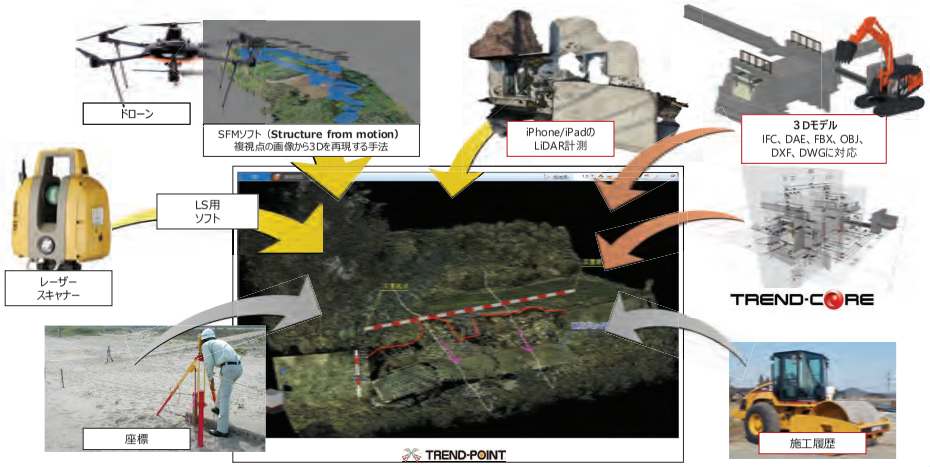
福井コンピュータ株式会社

中部営業所 三浦 誠（令和5年度 中部ICTアドバイザー）

© 2023 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

【2つのデータ：点群データ】

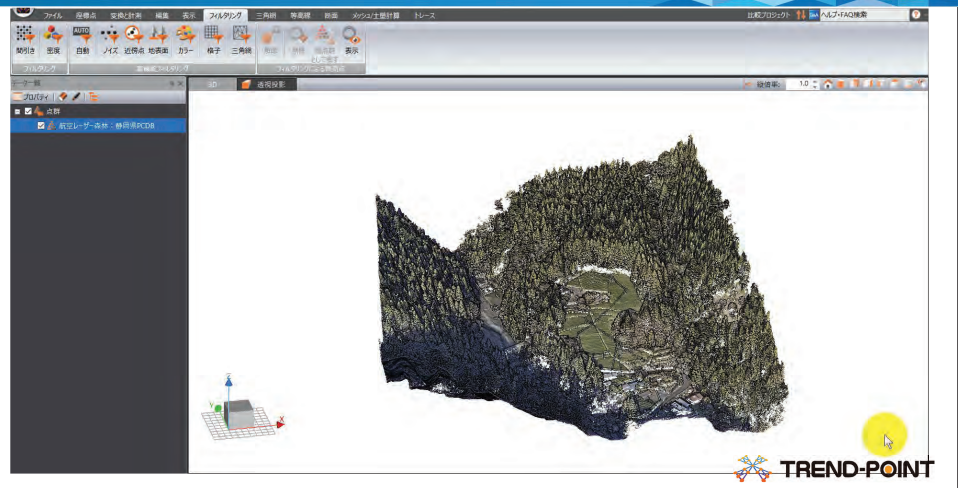
FUKUI COMPUTER



© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

【2つのデータ：点群データ】オリジナルデータ→グラウンドデータ作成

FUKUI COMPUTER



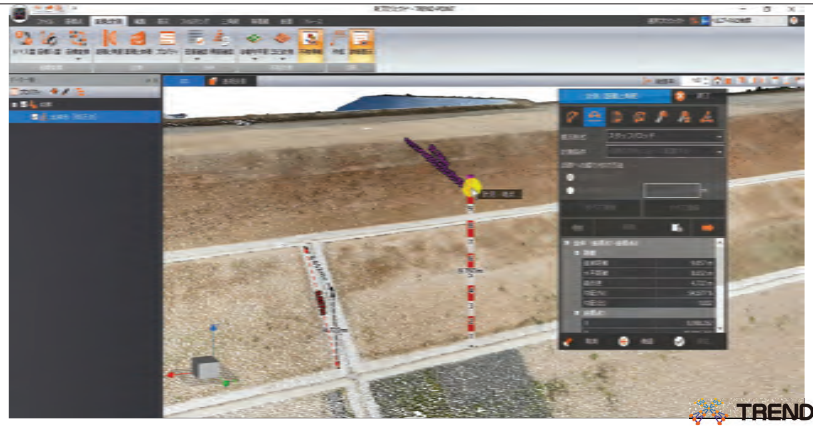
TREND-POINT

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

【2つのデータ：点群データ】ディスプレイ計測の実施

FUKUI COMPUTER

取得した点群は、現地状況を正確に再現します。計測などの作業をPC上で行うことができます。

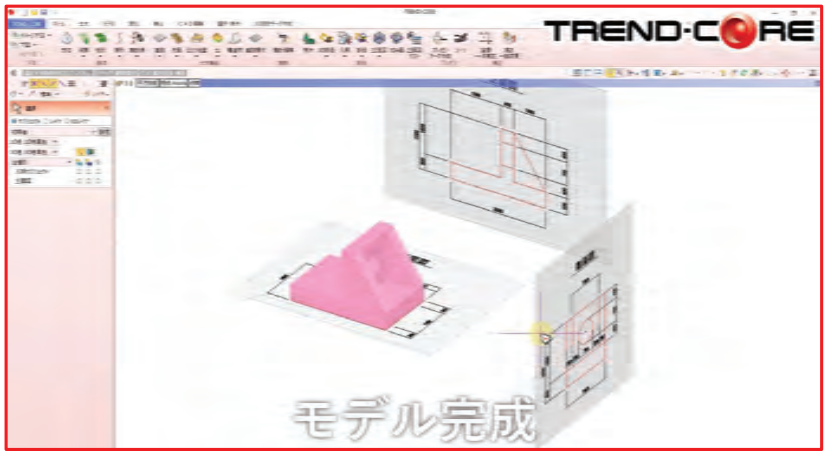


TREND-POINT

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

【 2つのデータ： 3次元設計データ】構造物モデル作成事例【吐口モデル】

FUKUI COMPUTER



© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

【 2つのデータ： 3次元設計データ】構造物モデル作成事例

FUKUI COMPUTER

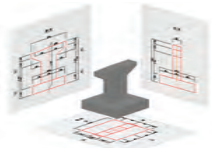
1 橋脚編

難易度：★☆☆☆

たった5分で橋脚！

■イメージ動画（約2分）

https://www.youtube.com/watch?v=Av1OoN6-foI&list=PLqwa2Rcjfe8LJ-GQ--_oc6UHF8P15F16WS&index=4



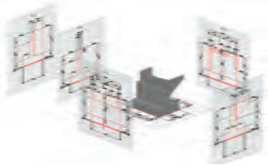
2 橋台編

難易度：★★☆☆

たった10分で橋台！

■イメージ動画（約3分）

https://www.youtube.com/watch?v=XwQS33-FMd0



3 砂防堰堤編

難易度：★★★☆

たった15分で砂防堰堤！

■イメージ動画（約4分）

https://www.youtube.com/watch?v=fdzbuqgtrZ8&list=PLqwa2Rcjfe8LJ-GQ--_oc6UHF8P13F16WS&index=3

4 樋門編

難易度：★★★★

たった20分で樋門！

■イメージ動画（約9分）

https://www.youtube.com/watch?v=2P0EMEWMQrU&t=11s

モデル作成時間をノーカットで計測！

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

TREND-CORE 3D-CADシステム

30日間無料で使える体験版あります

FUKUI COMPUTER

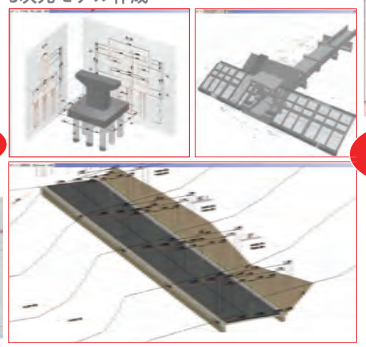
i-ConとBIM/CIMの普段使いをサポートする3次元CADシステム

現場の可視化

豊富な土木専用部品

3次元モデル作成

BIM/CIM



新機能『オブジェクト階層化』

3次元モデル成果物作成要領（案）対応

仮想空間で現場を体感

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①BIM/CIMとは？(Building / Construction Information Modeling, Management)

FUKUI COMPUTER

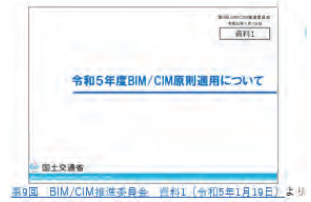
i-Construction with BIM/CIM

従来の2次元図面を用いた建設生産・管理プロセスを見直し、

3次元モデル等を活用することで、

品質確保・向上とともに**生産性向上**の実現に取り組むこと。

[出典]初めてのBIM/CIM 国土交通省大臣官房　技術調査課



第9回　BIM/CIM推進委員会　資料1（令和5年1月19日）より

活用目的に応じた詳細度で作成

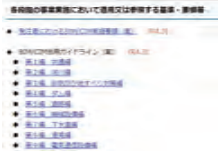
© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①BIM/CIMとは？(Building / Construction Information Modeling, Management)

FUKUI COMPUTER

【参考】技術調査：BIM/CIM関連基準・要領等（令和４年3月）- 国土交通省

BIM/CIM業務・工事における主な流れ



従　来		BIM/CIM	キーワード
設計/工事計画	＋	BIM/CIM実施計画	BIM/CIM実施計画書作成
図面作成	＋	モデル作成	詳細度（3次元モデル成果物作成要領（案））
各種検討	＋	モデル活用	活用項目（リクワイヤメント）
図面照査	＋	モデル照査	BIM/CIM モデル照査時チェックシート
報告書作成	＋	BIM/CIM報告書	BIM/CIM実施報告書
納品	＋	納品	BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①BIM/CIMとは？(Building / Construction Information Modeling, Management)

FUKUI COMPUTER

R4年度の活用項目(リクワイヤメント)

複数項目のうち、発注者が円滑な事業執行のために必要と判断した場合に選定。

（実際には受発注者協議で設定することが多い）

■活用工事

- a) BIM/CIM を活用した監督・検査の効率化
- b) BIM/CIM を活用した変更協議等の効率化
- c) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水、既設構造物への影響等）
- d) 対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
- e) その他【事業の特性に応じた項目を設定】

■活用業務

- a) 可視化による設計選択肢の比較評価（配置計画案の比較等）
- b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水、既設構造物への影響等）
- c) 対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
- d) 概算工事費の算出
- e) 4Dモデルによる施工計画等の確認
- f) 複数業務・工事を統合した工程把握及び情報共有
- g) その他【業務特性に応じた項目を設定】
- h) a)～g)の検討等を目的とした既存地形及び地物の3次元データ作成

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①BIM/CIMとは？(Building / Construction Information Modeling, Management)

FUKUI COMPUTER

ARによる進捗確認

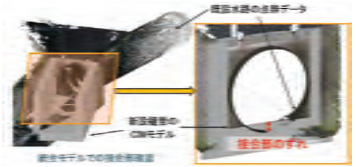
a) BIM/CIM を活用した監督・検査の効率化

参考製品 SITECH Trimble SiteVision

参考製品 NexTerrace Terrace AR

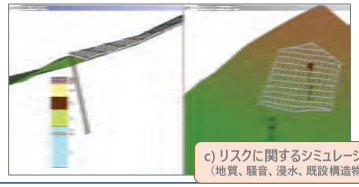
既設構造物との接続部確認

b) BIM/CIM を活用した変更協議等の効率化



株式会社大林組様：2020年度土木学会報文より抜粋

ボーリングデータを使用した設計照査



c) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水、既設構造物への影響等）

VRを使用した住民説明会

d) 対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？

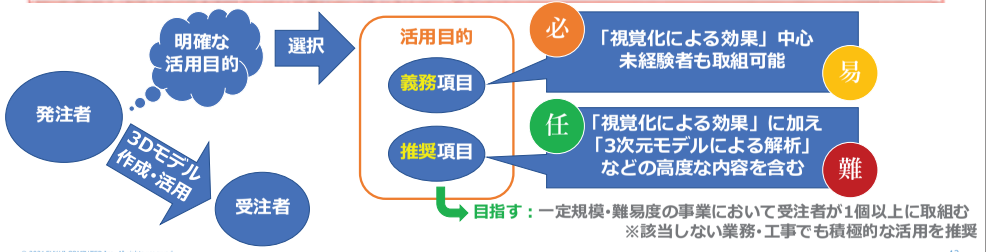
FUKUI COMPUTER

第9回　BIM/CIM推進委員会　資料1（令和5年1月19日） P.3

活用目的（事業上の必要性）に応じた3次元モデルの作成・活用

- 業務・工事ごとに発注者が活用目的を明確にし、受注者が３次元モデルを作成・活用
- 活用目的の設定にあたっては、業務・工事の特性に応じて、義務項目、推奨項目から発注者が選択
- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に未経験者も取組可能な内容とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が３次元モデルを作成・活用する
- 推奨項目は、「視覚化による効果」の他「３次元モデルによる解析」など高度な内容を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が１個以上の項目に取り組むことを目指す（該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨）

※ 複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等
- 出来あがり全体イメージの確認
- 特定部※の確認



目指す：一定規模・難易度の事業において受注者が1個以上に取組む
※該当しない業務・工事でも積極的な活用を推奨

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 義務項目

FUKUI COMPUTER

第9回　BIM/CIM推進委員会　資料1（令和5年1月19日） P.4～5

業務・工事ごとに**発注者が明確にした活用目的**に基づき、
受注者が3次元モデルを作成・活用するものとする。

3次元モデルの作成にあたっては
活用目的を達成できる程度の範囲・精度で作成するものとし、
活用目的以外の箇所の作成は問わないものとする。

3次元モデル作成の目安

詳細度	200～300程度※1 ※1 構造形式がわかるモデル ～ 主構造の形状が正確なモデル
属性情報※2 ※2部材等の名称、規格、仕様等の情報	オブジェクト分類名※3のみ入力し、その他は任意とする。 ※3 道路土構造物、橋梁等の分類の名称

3次元モデル活用時の留意点

- 活用目的**以外の箇所に関する作成・修正を受注者に求めない**ようにする。
- 地形の精度と構造物の精度のずれにより、地面に埋め込まれたり、隙間があったりすることがあるが、**見栄えを整える作業は必要ではない**。
  ※既設構造物との取り合い確認の際は重要であるが、
  その他の活用目的の場合は原因の把握ができれば十分である。

3次元モデルの活用　義務項目

※1特定部の定義

	活用目的	適用するケース	活用する段階
視覚化による効果	出来あがり全体イメージの確認	・住民説明、関係者協議等で説明する機会がある場合 ・景観の検討を要する場合	詳細設計
	※1 特定部の確認 （2次元図面の確認補助）	・特定部を有する場合 ※特定部は、複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等とし、別による。 詳細度300までで確認できる範囲を対象	詳細設計
	施工計画の検討補助	・設計段階で3次元モデルを作成している場合 ※3次元モデルを閲覧することで対応（作成・加工は含まない）	施工
	2次元図面の理解補助		
	現場作業員等への説明		

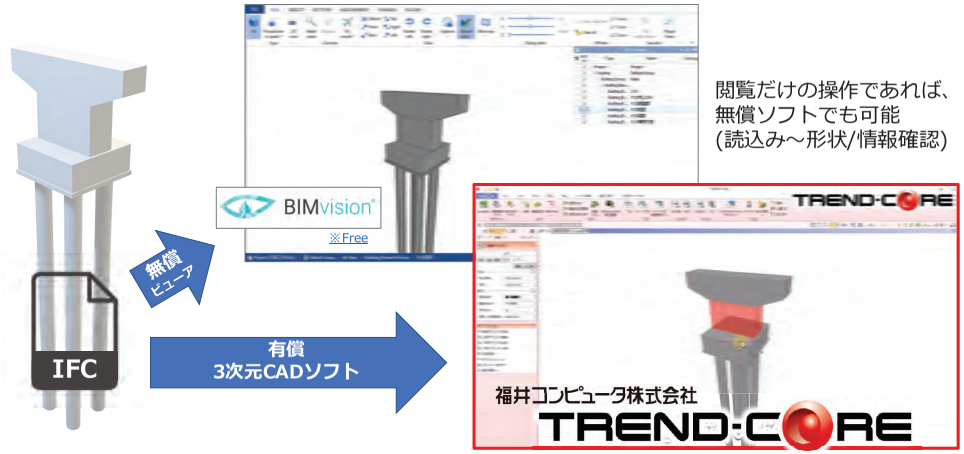
設計段階で3次元モデルが作成された場合のみ
施工段階でも義務として適用
※3次元モデルの作成・加工は義務ではない

**なお設計図書については、
将来は3次元モデルの全面活用を目指すものの
当面は２次元図面を使用し、
3次元モデルは参考資料として取り扱うものとする**

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 義務項目

FUKUI COMPUTER

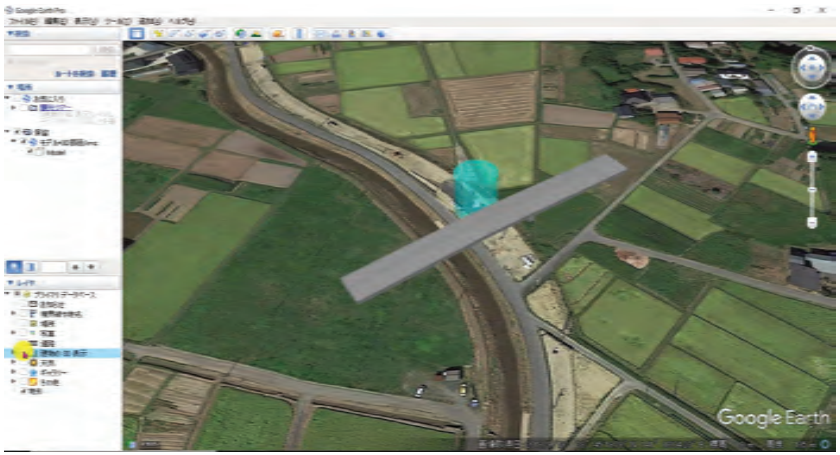


閲覧だけの操作であれば、
無償ソフトでも可能
(読込み～形状/情報確認)

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 義務項目

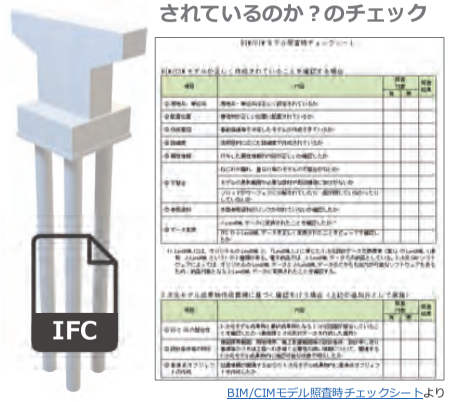
FUKUI COMPUTER



© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 義務項目

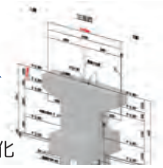
FUKUI COMPUTER



モデルが正しく作成
されているのか？のチェック

BIM/CIMモデル照査時チェックシートより

3DA
モデル



3DAモデルにすることで
各寸法や2次元図面との整合性を可視化

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？

FUKUI COMPUTER

義務項目での活用目的

- 施工計画の検討補助
- 2次元図面の理解補助
- 現場作業員等への説明

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？

FUKUI COMPUTER

BIM/CIM実施計画書
↓
モデル照査
↓
モデル活用
↓
BIM/CIM実施報告書
↓
電子納品

設計段階で作成された3Dモデルを用いて
基本は『見る/確認する/測る/見せる』程度の活用

BIMvision　TREND-CORE

無償ビューアだけでの運用や
専用ソフトに汎用的なツールを絡めるだけで
誰にでも着実な活用が可能

⇒簡単

＝義務項目

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

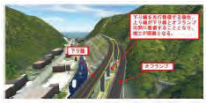
FUKUI COMPUTER

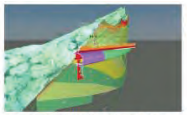
第9回　BIM/CIM推進委員会　資料1（令和5年1月19日） P.6

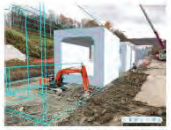
一定規模・難易度の事業については、義務項目の活用に加えて推奨項目の例を参考に発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が**１個以上の項目に取り組む**ことを目指すものとする。
（該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨）

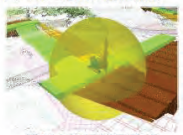
3次元モデルの活用　推奨項目　例

	活用目的	活用の概要	活用する段階
視覚化による効果	重ね合わせによる確認	3次元モデルに複数の情報を重ね合わせて表示することにより、位置関係にずれ、干渉等がないか等を確認する。 例）官民境界、地質、廃棄物範囲など	概略・予備設計 詳細設計 施工
	現場条件の確認	3次元モデルに重機等を配置し、近接物の干渉等施工に支障がないか確認する。	概略・予備設計 詳細設計 施工
	施工ステップの確認	一連の施工工程のステップごとの3次元モデルで施工可能かどうかを確認する。	概略・予備設計 詳細設計 施工
	事業計画の検討	3次元モデルで複数の設計案を作成し、最適な事業計画を検討する。	概略・予備設計 詳細設計
省力化・省人化	施工管理での活用	3次元モデルと位置情報を組み合わせて、視、測、出来形の施工箇所を確認や、AR、レーザー測量等と組み合わせて出来形の計測・管理に活用する。	施工
情報収集等の容易化	不可視部の3次元モデル化	アンカー、切羽断面、埋設物等の施工後不可視となる部分について、3次元モデルを作成し、維持管理・修繕等に活用する。	施工


供用開始順の検討


トンネルと地質の位置確認


掘削作業時にARと比較


重機の施工範囲確認
※地形は点群取得

先進的な取組をしている事業を通じて、3次元モデルのさらなる活用方策を検討

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

『モデル照査』の延長上
ボーリングXMLを追加するだけ

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

+点群データ
&境界モデル作成

重ね合わせによる確認
構造物等と官民境界の位置の確認

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

+点群データ
&3Dモデル配置

現場条件の確認
近接物の干渉等、施工への支障を
確認しつつ仮設計画

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

4Dでの表現
レイヤ&シーン

施工ステップの確認
一連の施工工程のステップごとで
施工可能かどうかを確認する

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

構造物出来形試行内容の支援

i-Construction with BIM/CIM

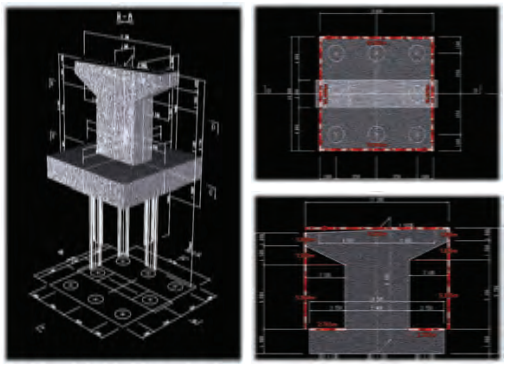
■ 構造物の出来形計測

試行要領案において、多点計測技術で取得した計測点群から３次元座標を選択し座標値を取得してもよいと記載されている。

○出来形・出来高計測はﾚｰｻﾞｽｷｬﾅ、ﾉﾝﾌﾟﾘｽﾞﾑ等を活用
○計測データを活用して、デスクトップ上で計測を実施

i-Construction 推進のための基準要領等の制・改定について 令和3年3月 国土交通省より

３次元計測技術を用いた出来形管理要領（構造物工編）（試行案）より



TREND-COREで作成した三面図で設計値を確認して点群から実測して出来形を確認

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

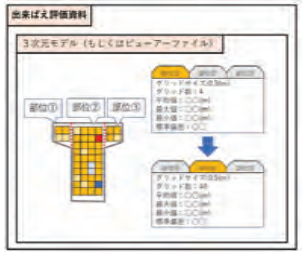
FUKUI COMPUTER

構造物出来形試行内容の支援

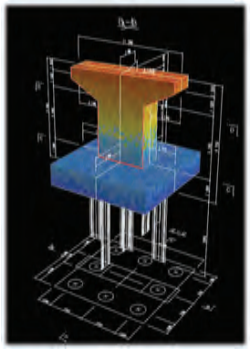
i-Construction with BIM/CIM

■ 構造物の出来栄え評価

試行要領案において、「3 次元設計データに垂直な方向で出来ばえ評価用データと**各面の離れの差の算出結果及び分布図を表示できる 3 次元モデル**のビューアーファイルを出来ばえ評価資料として出力」と記載されている。

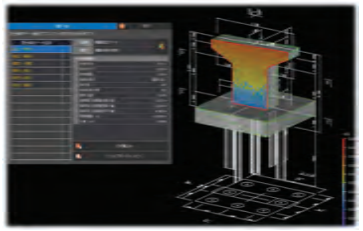


3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（構造物工編）（試行案）より



格子サイズや評価したい個所を任意に指定し、設計面と出来形点群との差をヒートマップ状の分布図として表現できます。

評価個所とごに統計データも同時に表示されます。
設計データ（サーフェス）と点群があれば評価できますので、
工種を選ばず、評価したい個所のみ実施することも可能です。



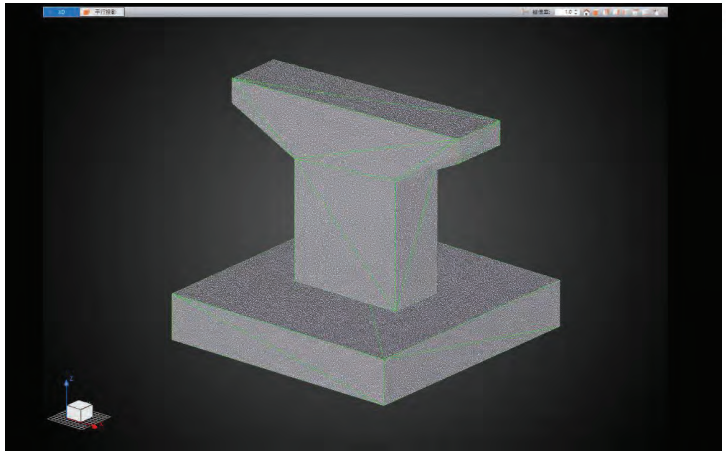
設計データと点群との差分をヒートマップで表現

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

FUKUI COMPUTER

i-Construction with BIM/CIM



© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

①令和5年度 BIM/CIM原則適用とは？ 推奨項目

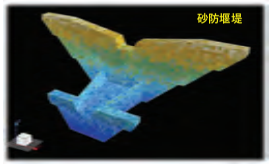
FUKUI COMPUTER

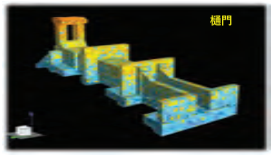
構造物出来形試行内容の支援

i-Construction with BIM/CIM

■ 構造物の出来栄え評価

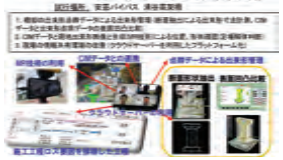
工種を選ばずどんな形状でも評価できます。

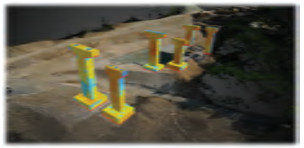




【建設現場の生産性を向上する革新的技術の試行】

2019年度の「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」において弊社も参画し、今回の開発において大いに役立っております。





業務名：「安芸バイパス清谷高架橋第2 下部工事」
発注者：中国地方整備局
国土交通省HP：https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000053.html
データ協力：株式会社加藤組

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

中部インフラDXセンター（令和3年5月20日オープン）

FUKUI COMPUTER

国土交通省中部地方整備局中部技術事務所ホームページ より

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

中部インフラDXセンター　YouTubeによる動画(デジタルコンテンツ)配信中！

FUKUI COMPUTER

https://const.fukuicompu.co.jp/constmag/info/149

大鹿 貴也氏
企画部
技術管理課 建設情報係長

内藤 元弥氏
中部技術事務所
技術活用・人材育成課 課長

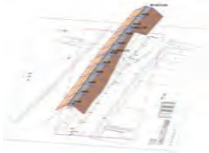
林　学氏
中部技術事務所
防災・技術課 課長

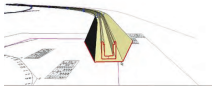
国土交通省 中部地方整備局
中部技術事務所
中部インフラDXセンター

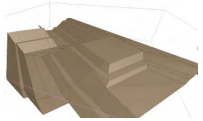
福井コンピュータ株式会社ホームページより

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

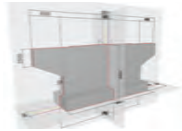
FUKUI COMPUTER







i-Con・BIM/CIM
点群・3次元設計データ
×
クラウド
×
測量機器・AR・VR



© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

福井コンピュータ【NETIS登録技術】活用事例

FUKUI COMPUTER

- 豊富なNETIS技術の活用と新技術の提案

豊富なNETIS登録技術

NETIS 登録技術	積算データ活用施工管理システム【登録番号】KK-120022-VE
NETIS 登録技術	3次元設計データ作成システム【登録番号】KK-120032-VE
NETIS 登録技術	CAD機能を搭載した土木測量支援現場端末システム(TREND-FIELD)【登録番号】KK-120004-VE
NETIS 登録技術	3次元点群処理ソフト(TREND-POINT)を用いた施工管理支援システム【登録番号】KK-150058-VE
NETIS 登録技術	3次元モデル利用したCIMコミュニケーションシステム TREND-CORE【登録番号】KK-160043-VE
NETIS 登録技術	現場業務支援アプリ(FIELD-TERRACE)【登録番号】KK-200057-A
NETIS 登録技術	データ共有クラウドサービス (CIMPHONY Plus)【登録番号】KK-210003-A

※　NETISサイト（https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS）における検索キーワード
「福井コンピュータ」「CIMPHONY Plus」「TREND-POINT」「TREND-CORE」「TREND-CORE VR」「EX-TREND武蔵」「FIELD-TERRACE」
「電子小黒板」「どでも写真管理plus」

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

FUKUI COMPUTER

3次元位置情報、時間、地図、その他情報を
元に生産性向上を実現するクラウドサービス

CIMPHONY Plus

「CIMPHONY Plus」は、3次元点群の現況データや3次元モデルの計画データを元に、計測機能・注釈機能等を用いて、進捗確認や分析・リスク検討、あるいは遠隔臨場・協議等を、非対面で行えるクラウドサービスです。

NETIS 登録技術　データ共有クラウドサービス (CIMPHONY Plus)【登録番号】KK-210003-A

ソフトのインストールも必要なくブラウザのみで利用できます。
クラウドサービスはMicrosoft Azureを用いて、障害・セキュリティ対策も万全です。

Microsoft Azure

- ✓ 地理院地図及び標高タイル、OpenStreetMapを用いて、クラウド上に３次元地図を表現。地図上で工事現場データを一元管理し共有
- ✓ 写真や3次元データを可視化して現場空間を再現し時間軸と位置情報で管理、状況や進捗の確認・共有を支援
- ✓ 遠隔による作業を支援

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

FUKUI COMPUTER

● 撮影日と位置情報による写真共有

現場の状況確認になくてはならない工事写真について、写真の撮影日と位置情報を用いて管理いたします。弊社の「どこでも写真管理Plus」を用いれば、写真をボタン１つですぐにアップロードして共有・確認ができますので、接続の面倒がなくなり、場所を選ばずに作業が行え、分担作業も可能です。

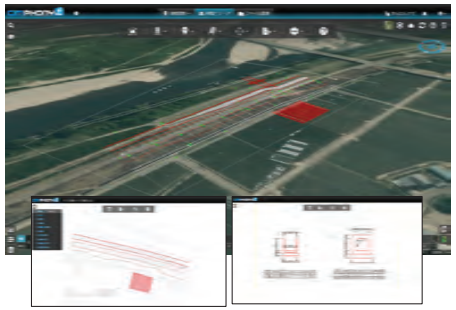
© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

FUKUI COMPUTER

● 背景地図と図面による施工現場の検討

平面図を3次元地図上の下図として表示することで、施工現場のストックヤードや搬入路の検討が可能です。そして、既設の構造物の図面などがある場合、図面の専用ビューアで確認できます。



● 動画や全天球画像による現場状況

現場の状況確認として注目を集めている動画や全天球画像。CIMPHONY Plusでは、動画ファイルや全天球画像も特別なソフトなしで確認ができます。

THETAで撮影された360°写真

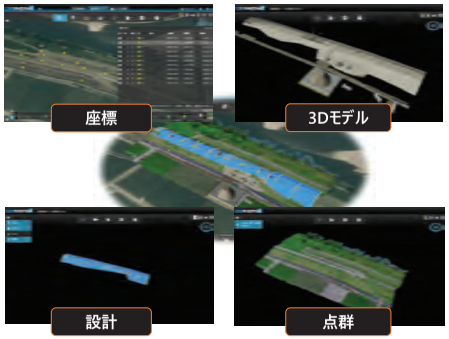
© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

FUKUI COMPUTER

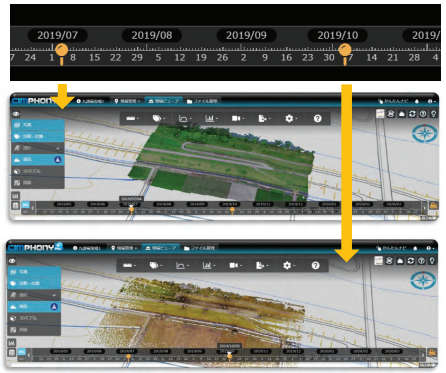
● 座標・設計・点群・３Dモデル

工事における工事基準点などの主要な座標、現況表現で定着してきた点群、ICT施工で活用されている設計データ、BIM/CIMで活用されている３Dモデルも、紙での確認や頭の中で想像するのではなく、CIMPHONY Plus上で可視化することで現場の見える化を実現します。



● 時系列管理による点群共有

点群においては、測量日を用いてデータを時系列で管理し、時間軸（タイムライン）をきりかえて、その日の状況を確認できます。



© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

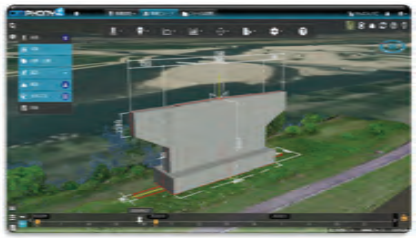
FUKUI COMPUTER

● 時系列管理による３Dモデル施工検討

3Dモデル毎に表示期間の設定が可能。時間軸（タイムライン）をきりかえて、施工検討や施工エステップを確認することができます。

● 3Dモデル＋３DA（三面図）

TREND-COREからCIMPHONY Plusへ、３Dモデル＋３DA（三面図）の連携が可能。構造物に対する詳細な設計意図の共有ができます。



© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例

FUKUI COMPUTER

- **現場に関わる人々への指示や連絡事項の情報共有**

現場データの見える化にとどまらず、業務の中でどのような事を共有できればよいか、現場内の指示・連絡にも着目し、UAV飛行禁止領域や搬入路目印をおいたり、指定領域の法面や面積を計測して、現場状況の共有を実現します。

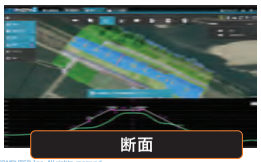
注釈

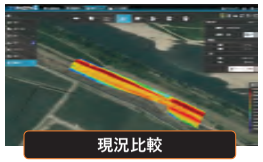
計測

URL共有

- **管理断面の状況、土量による現場状況の判断**

現場状況をみえるだけでなく、定量的にも判断したいことに着目し、現場内の任意の位置、もしくは、設計の管理断面の位置で設計と現況を抽出比較して、現場状況を判断します。また、設計と点群による現況比較、前回計測の点群と今回計測の点群による現況比較を行い、差分土量による現場状況を判断します。


断面

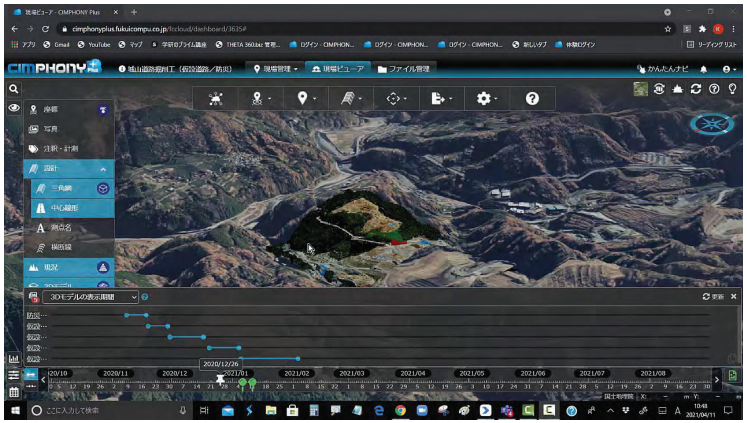

現況比較

土量進捗

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

②現場用のクラウド活用事例　データ協力：清水建設株式会社 様

FUKUI COMPUTER



«重要ポイント»

①クラウド上で確認

②日々の進捗確認

③関係者への共有

デモサイトへのアクセスできます。

■福井コンピュータ：CIMPHONY Plus デモサイト
https://const.fukuicompu.co.jp/products/cimphonyplus/trial.html

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③AR活用事例

FUKUI COMPUTER

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③AR活用事例

FUKUI COMPUTER

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③VR活用事例

FUKUI COMPUTER

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③VR活用事例

FUKUI COMPUTER

経験者が遠隔地から施工指導

© 2021 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

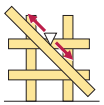
③3次元設計データを用いて点検・検査/丁張設置

FUKUI COMPUTER

点検・検査

設計面や横断変化点との差を
リアルタイム表示して点検や検査に活用！

丁張設置

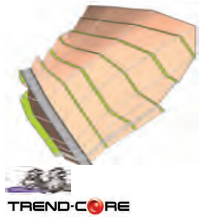


法との水平/垂直/鉛直離れ情報を使って丁張設置！

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③ ICT建機の為だけの3次元設計データではなくなっている

FUKUI COMPUTER



3次元設計データ

TREND-CORE

ICT建機

最初から最後まで
設計データが使える

FIELD-TERRACE

計測アプリ

測量機

フル活用で
施工現場を
さらに効率化

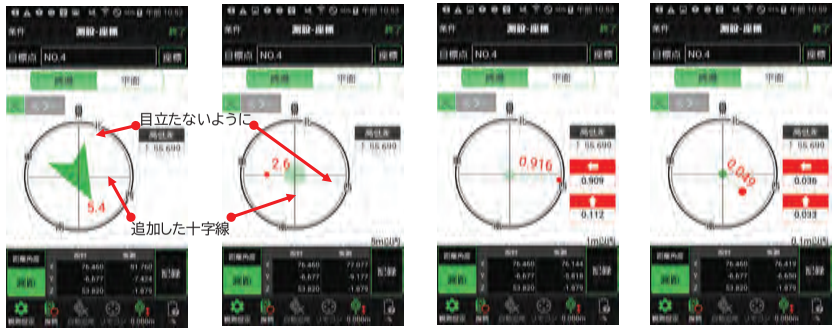
© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③測設：誘導モード

FUKUI COMPUTER

目標点までの距離に応じた、自動表示4パターン　測器に対して、十字線を描画

5m超　5m以内　1m以内　0.1m以内



© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

まずはここから！測設（杭ナビ）

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

撮影協力：株式会社　政工務店(佐賀県)

FUKUI COMPUTER

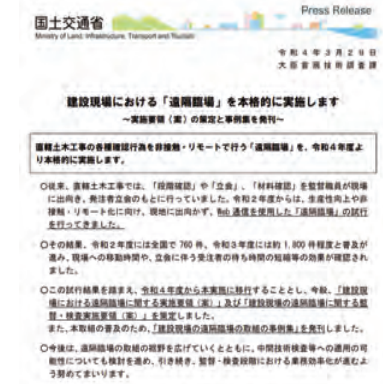
- ３D設計データ(CIMモデル)活用による丁張・ICT構造物工(杭ナビ)

© 2020 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

■ 遠隔臨場の本格運用


国土交通省
Press Release

建設現場における「遠隔臨場」を本格的に実施します
～実施要領（案）の策定と事例集を発刊～

建設現場における遠隔臨場事例集（30事例が掲載）

https://www.mlit.go.jp/tec/content/001473626.pdf

国土交通省建設現場における「遠隔臨場」を本格的に実施します～実施要領（案）の策定と事例集を発刊～（2022年3月）より

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

■ 遠隔臨場事例（三重県-平野組様）

現場端末と連携して現場と事務所をクラウドでつなぎ、ヒートマップ実地検査の遠隔臨場を実施することができます。
事務所のCIMPHONY Plus上で検査点を指定すると、現場端末に座標値が送られ、誘導-計測を実施することができます。

三重県の公共工事現場において、
遠隔臨場システムを用いた非接触・リモート型の段階確認を実証！

データ共有クラウドサービスと現場計測アプリで、遠隔臨場による出来形の確認※を実施。

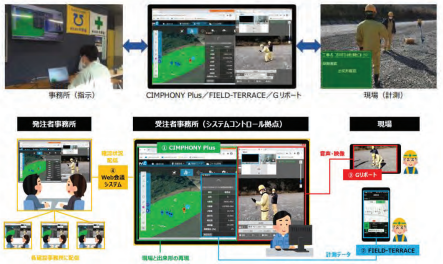
福井コンピュータ株式会社（本社：福井県坂井市、代表取締役社長：杉田 直）では、三重県北牟婁郡紀北町の二級河川赤羽川堆積土砂撤去工事（その１）において、工事発注者の三重県県土整備部および、受注者の株式会社平野組（本社：三重県北牟婁郡紀北町、代表取締役：平野 金人）と共同で、弊社のデータ共有クラウドサービス「CIMPHONY Plus」（シムフォニープラス）を軸とした遠隔臨場システムを用い、建設現場における非接触・リモート型の段階確認（出来形の確認※）を実証することができましたのでお知らせいたします。

本件につきましては、弊社が 2021 年 1 月 12 日に発表済みの「非接触・リモート型の現場立会いソリューション」を、実際の工事現場で採用いただいたものになります。対象工事の出来形ヒートマップデータを、現場と発注者事務所で共有しながら、遠隔指示により出来形の確認※を実施。同時に、県の各建設事務所 7 拠点に状況をリアルタイムに配信しました。

弊社では、実証結果を基に本技術の更なる普及を推進し、公共工事における拘束時間の削減や、非接触・リモートによる働き方への転換を支援するなど、建設業界が抱える課題解決に向けた取り組みを行って参ります。

※ヒートマップを用いた面的な出来形管理における実地確認

【実施概要】
- 工事名・確認項目：二級河川赤羽川堆積土砂撤去工事（その１）・出来形の確認
- 実施日時：2021 年 2 月 2 日（火）14 時～15 時
- 実施者：三重県県土整備部尾鷲建設事務所（県の各建設事務所 7 拠点に中継）、株式会社平野組
- 使用システム：データ共有クラウドサービス「CIMPHONY Plus」、現場計測アプリ「FIELD-TERRACE」、遠隔臨場システム「Gリポート」（エコモット社製）



データ協力：三重県県土整備部様、株式会社平野組様（三重県北牟婁郡）様

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

■ 遠隔臨場事例（カナツ技建工業様）

「出来形計測に係わる実地検査」において、遠隔による指示・確認を 点群処理システム(TREND-POINT)・
クラウド共有サーバーシステム(CIMPHONY Plus)・現地測定端末(FIELD-TERRACE) を利用して実験しました。

ポイント　*現地測定データ(電子野帳)から遠隔地確認者(クラウド共有サーバー)へ時間差を生じさせずに自動転送保存*

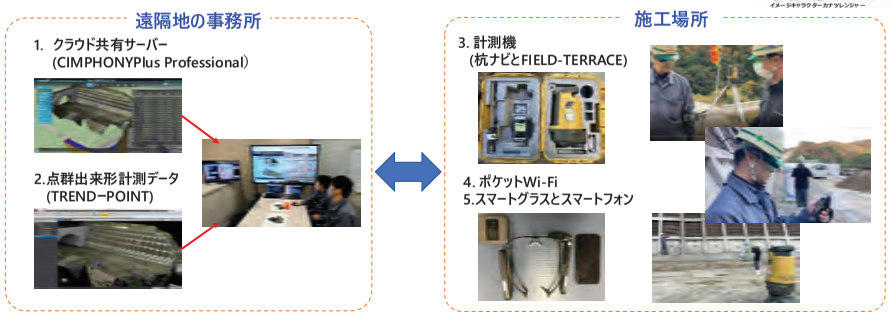
データ協力：カナツ技建工業株式会社様（島根県松江市）様

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

③計測活用事例

FUKUI COMPUTER

■ 遠隔臨場事例（カナツ技建工業様）



1．クラウド共有サーバーシステム (CIMPHONY Plus　Professional）
2．点群出来形計測データ (TREND-POINT)
3．通信機器(ポケットWi-Fi)
4．現地計測状況伝達機器 測定の手元撮影と現場測定周辺状況
（今回は、スマートグラスとスマートフォンを使用）
5．動画配信ツール（今回はTeamsを使用）

データ協力：カナツ技建工業株式会社様（島根県松江市）様

© 2022 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

遠隔立会動画

ご清聴ありがとうございました

FUKUI COMPUTER

夢を最初にデザインします

FUKUI COMPUTER

中部営業所 三浦 誠（令和5年度 中部ICTアドバイザー）

© 2023 FUKUI COMPUTER Inc. All rights reserved.

杭ナビ「LN-150」を活用した現場の生産性向上

-働き方改革の切り札「3 次元データを生かしたワンマン測量」

株式会社シーティーエス
中山俊彦

1.はじめに

私は測量機器の販売・レンタルを主たる業務として活動している。10 年前に開発・販売がスタートした株式会社トプコン製の測量機器「杭ナビ　LN-100(現在は二代目 LN-150)」が業界では異例のヒット商品となり、今日に至っている。「杭ナビ」の特徴と様々な活用例を紹介します。

日本がバブル絶頂期 GDP 世界第 2 位の時代、今迄に例が無い商品が開発されていた。例えば録音ができない音楽プレーヤー「ウォークマン」、カセット式の家庭用ゲーム機「ファミコン」等々が有る。いまだにヘッドホンを着けてジョギングしている人を見かけると「ウォークマン」で音楽を聴きながらジョギングしている・・・と、昭和の世代は思ってしまうのではないでしょうか？

測量機器を使った測量の手法も自動追尾型トータルステーション(以降 TS)が開発され、複数名での測量作業が一人で出来る様に変化した。しかし、費用的な問題、従来式の測量スタイルから抜け出せない課題、出来形管理はテープ・レベルで実施・・・等により建設業界での活用はゆっくりとしたペースでの普及に留まっていた。平成 20 年に国土交通省が情報化施工 TS 出来形管理要領を整備し本格的に TS を用いた出来形管理がスタートした。この頃から出来形管理用 TS と自動追尾 TS の普及が進み始めた。

従来方式の測量スタイル(TS で角度・距離を計測、レベルで高さを計測)から座標を用いた測量スタイルに進化した。更に 3 次元基本設計データを用いる事により、横断測量・中心線及び変化点の位置出し測量等の高度な測量作業を行う際に、専門知識がない技術者でも行う事が出来た。

平成 25 年に「杭ナビ LN-100」が発売された。開発メーカーは誰でも簡単に測量が出来る事をテーマに今迄に無い斬新な商品を市場に投入した。私が今迄見てきた TS とは明らかに違いが有りました。例えば視準に必要な望遠鏡が無い、角度・距離を表示するディスプレイが無い、整準するダイヤルが無い、求心望遠鏡が無い、国土地理院機種登録が無い、操作はスマホで・・・と、とても変わった測量機器の印象でした。

二代目「杭ナビ　LN-150」が発売されてから更に市場での評価が高まり、当社内で最も販売・レンタルされる機種となる。「杭ナビ　LN-150」(ハード)と様々なハード・ソフトを組み合わせた商品群により、測量作業のみならず工事施工・品質管理にまで活用が進んでいると思われる。

音楽の聴き方を変えた昭和の「ウォークマン」＝現場の測量を変えた ICT 施工の申し子「杭ナビ」と言っても過言ではないだろう。

2.杭ナビ「LN-150」の性能

「LN-150」の性能について示します。

・測距精度(3.0＋2ppm×D)mm/測角精度 5 秒

測距精度、測角精度は 3 級 TS と同等。

国土地理院機種登録が無い為、ICT 活用工事で使用する場合は精度確認試験※1 を行う事。

・測定可能距離は 130m まで。

高度角＋55°　～－30°　が測定範囲。

高低差が有る測量を行う場合は注意が必要。

・自動整準範囲は±3°

設置作業効率は従来より－30%となる。

・通信部は W-LAN 及び Bluetooth が切替可能。

・電源部はリチウムイオンバッテリーを使用。

連続使用時間(20℃)約 5 時間

2 個のバッテリーで 1 日の作業が可能。

・質量約 4Kg（参考自動追尾 TS は 7Kg 程度）

質量・寸法(大きさ)共に小型軽量である。

・耐環境性は防塵・防水性　IP65

多少の降雨時でも作業可能。

※使用後はしっかり乾燥させてケースにしまう。

SPECIFICATIONS

製品名	LN-150
測定可能範囲	距離　0.9 ～ 130 m *1 高度角 +55° 高度角 -30°
測定精度	測距精度　(3.0+2ppm x D) mm *2/ 測角精度　5" *3
自動整準範囲	± 3°
傾斜補正部	方式 液体式 2 軸傾斜センサー 補正範囲　± 6'
自動追尾部	自動追尾可能距離 0.9 ～ 130m *1
モーター駆動部	駆動範囲 360°（水平方向） 最高回転速度 60°／秒 (10rpm)
ガイドライト	光源 発光ダイオード (LED)（赤 626nm ／緑 524nm） 視認可能範囲 水平 8°以上（全幅：7m、距離 50m にて）
レーザー求心部	光源 レーザーダイオード (クラス 2) 波長 635nm
通信部	W-LAN 802.11 n/b/g 対応　通信可能範囲 100 m *4
	Bluetooth クラス 1　通信可能範囲 130 m *5
電源部	標準バッテリー BDC72 リチウムイオン電池 連続使用時間 (20 ℃) 約 5 時間
寸法	185(W) × 198(D) × 322 (H)mm
質量	約 4Kg (バッテリーを含む)
使用温度範囲	使用温度範囲 -20 ～ +50 ℃ (結露しないこと) 保存温度範囲 -30 ～ +60 ℃ (結露しないこと)
耐環境性	防塵・防水性 IP65

*1　ATP2/ATP2SII 使用時　測定気象条件：雨天 / 濃霧 / 強い陽炎の発生等、悪天候を除く。
*2　JIS B 7912-4:2006 準拠。D は測定距離、単位は mm。
*3　標準偏差
*4　通信距離 / 速度には使用環境や使用される Android の端末に依存します。
通信機器間付近に障害物が無く、電波発信・妨害・電波障害の発生する場所が近くにないこと。近くを走行する自動車による通信の遮断や発生するノイズの影響の無いこと。また、天候が雨天の場合を除く
*5　通信間付近一帯に障害物がなく、電波発信・妨害する施設や車がほとんどない場合で雨天を除く。
なお、接続する Bluetooth 機器の仕様によっては、通信距離が短くなる場合があります。

3.杭ナビ「LN-150」の特徴

■ 簡単設置
自動整準(整準範囲；±3°)
簡易後方交回設置作業

■ 簡単操作
スマホ、タブレットPC上での操作
W-LAN通信 ・Bluetooth通信
操作ボタンは3つ
電源ボタン以外はスマホで操作

■ 簡単作業
モーター搭載、ワンマン作業
(自動追尾、自動旋回)

■ 簡単持ち運び
小型軽量(高さ322mm、4.0kg)

3-1.「杭ナビ」は精密機械です

簡単に使う事が出来る「杭ナビ」ですが 100m 先で 2.5mm 以内の角度精度を有する精密機械です。メーカー推奨の点検設備とメーカー認定の検査員による点検及び調整を 1 年毎に行ってください。

※1 精度確認試験について

国土交通省「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」に定められている。

基準となる TS と「杭ナビ」実機を使用して同じターゲットを 2 点以上測定する。

得られた座標の差か基準以内(平面座標±20mm 以内　標高差±10mm 以内)で有る事を証明する。

「杭ナビ」本体のみでは何も出来ない・・・⁉

4.杭ナビ「LN-150」を生かすソフトが必要です・・・

杭ナビは本体単独で測量は出来ません。タブレット PC・スマートフォンにインストールされた測量用アプリケーションにより操作を行う。測量用アプリケーションは 10 月末現在(株)トプコンを含め 7 社より、11 種類のアプリケーションが市販されている。

代表的なアプリケーションの機能及び特徴を紹介します。

① 「TopLayout」 無料/(株)トプコン

杭ナビシリーズの発売当初より無料でダウンロードが可能なスタンダードアプリケーション。誰でも簡単にスマホを使った測量が可能である。機能は「放射観測」と「杭打ち」に絞り込まれている。入出力可能なデータは SIMA・CSV。対応 OS は Android・iOS となっている。

② 「監督さん 3D」 有料/(株)トプコン

土木向けのアプリケーション。機能は通常の観測・杭打ちに加えて i-Construction(ICT 活用工事)に完全対応している。従って入出力可能なデータも SIMA・CSV に加え、3 次元設計データ(LAND.XML)・基本設計データ(TS.XML)他 CAD データ等となっている。純正のデータコレクタ(2 種)を用いて使用する。

他にも(株)トプコンからは、測量向けの「プロサーベイヤー3D」、建築業向けの「楽墨」、鉄骨建方誘導アプリ「楽直」が市販されている。

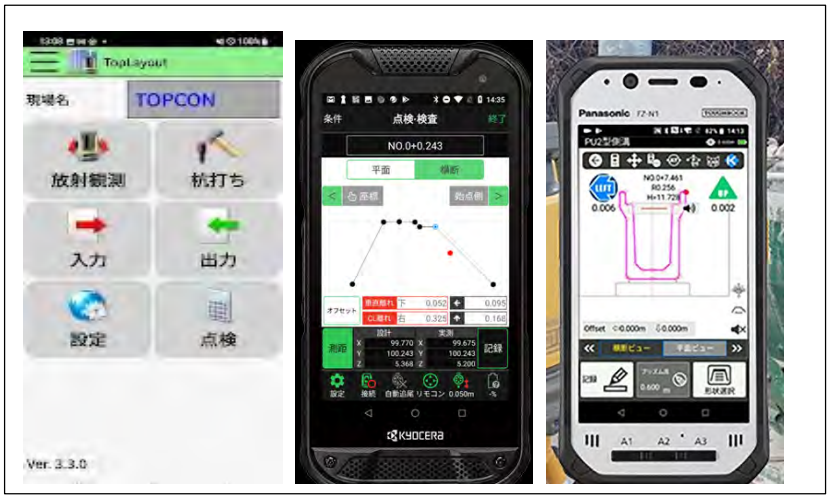
③ 「FIELD-TERRACE」 有料/福井コンピュータ(株)

土木施工現場で必要な測量及び計算機能を有し、i-Construction(ICT 活用工事)にも完全対応している。3D の構造物モデルを取込み、構造物の位置確認や出来形計測などが可能である。入出力可能なデータは上記監督さん 3D と同様である。対応 OS は Android のみ。プランとして Standard プランと Professional プランの 2 種、利用できる機能に違いがある。

同社では他にも「TREND-FIELD」 有料/対応 OS は Windows を販売している。測量会社から建設会社まで様々な測量作業で活用が出来るプログラムである。それぞれ機能別に料金プランが設定されている。

④ 「快測ナビ」 有料/(株)建設システム

革新的なスマート施工を実現する「ICT 施工現場端末アプリ」。従って i-Construction(ICT 活用工事)にも完全対応している。面的出来形管理の実地検査時に端末上のヒートマップで検査したい点を指定できます。対応 OS は Android のみ。動作推奨は TOUGHBOOK・TOUGHPAD としている。



左図は各社アプリの端末画面

左・・・「TopLayout」

中・・・「FIELD-TERRACE」

右・・・「快測ナビ」

資料引用

株式会社トプコン

福井コンピュータ株式会社

株式会社建設システム

4-1.現場端末システム「Mr.Samurai 3D」 有料/(株)シーティーエス

土木現場の効率化・省人化に向けて、ワンマン観測から TS 出来形断面管理・i-Construction(ICT 活用工事まで対応。対応 OS は Windows、動作推奨ハードは TOUGHPAD となっている。Mr.Samurai シリーズの最新モデルとなります。

杭ナビ「LN-150」と組合せて行える機能を下図に示す。

入出力可能なデータは CSV・SIMA・路線 SIMA 基本設計データ XML・3 次元設計データ LAND-XML。背景図データとして DXF・PDF データを取込むことができる。

また、GNSS 測量機と杭ナビを効果的に組合せる「ハイブリッドワンマン測量システム」とて更なる生産性向上に繋げている。

4-2.誰でも簡単に・・・

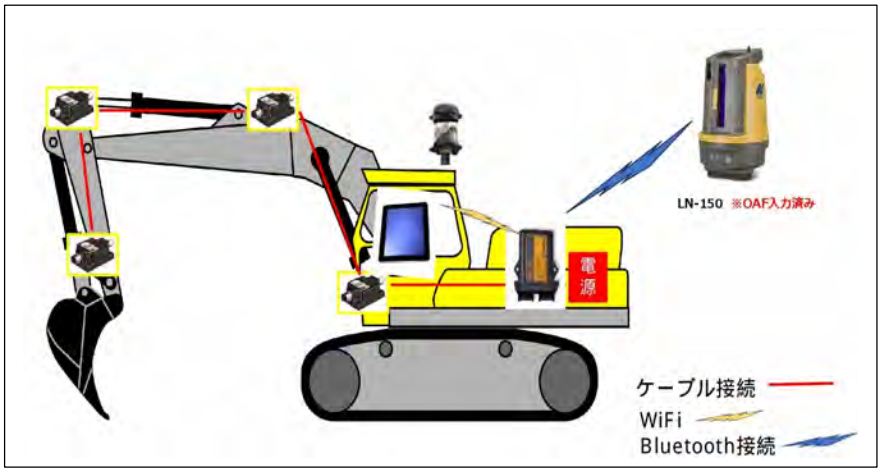
一般的に測量作業は専門的な知識と経験に加えて、関数計算等の数学知識を有していないと作業が出ませんでした。しかし、杭ナビの普及により、本体の電源を入れる→各種データの読込み→本節で紹介したアプリの操作を行う。以上の手順で誰でも簡単に杭打ち作業が行える。経験の浅い技術者、現場作業員が使える身近な道具として更に普及が進むと思われる。

5.「杭ナビショベル」 杭ナビを工事施工で活用する

令和 2 年当時、ICT 対応型バックホウの普及は全体の約 5%(小型バックホウは約 1%)であり、中小規模工事における ICT 施工の普及には小型バックホウの ICT 化が重要であると提言された。(令和 2 年国土交通省 ICT 施工の最新動向より)

ICT バックホウの多くは各種センサー類の他に位置情報を取得する為の GNSS アンテナを 2 基取付けている。基準局用に GNSS を必要とする場合も有り、それらを合計するとシステム全体の費用が高額になっていた。
また、小型バックホウに取付ける際にはスペースの問題、併せてシステムの運用については専門的な知識が無いと難しい・・・といった事が ICT 対応型バックホウの普及率低下を招いていたと考えられる。

「杭ナビショベル X-M3x」が令和 2 年に発売された。従来のバックホウガイダンスシステムとの大きな違いは、GNSS アンテナに替わりセンサーを「杭ナビ LN-150」とした。バックホウには 360° プリズムを固定している。



バケット等に取付ける各種センサー及びメインコントローラは従来と同様であるが、システム全体の費用は従来比 1/3 程度となった。
発売から 3 年が経過。国内全域で 1,000 台以上(メーカー発表値)の出荷実績となり、以降も出荷台数は増加している。
購入者の中には 2 台目、3 台目を導入するケースもある。

5-1.「杭ナビショベル」の特徴

① 精度が高い
従来の GNSS を用いたシステムは水平方向:±2cm/鉛直方向:±3cm 程度である。杭ナビショベルはセンサーに「杭ナビ」を使用する事により、水平方向・鉛直方向共に:±1cm 程度の座標誤差となる。

② 費用が安い
システム全体の購入費用は 1/3 程度となる。

③ 設置が簡単(ミニバックホウへの取付も可能)
バケット他に取付ける 4 個のセンサー及びコントローラは従来と変わらない。後部に取付ける GNSS アンテナ 2 基とそれらの配線が不要。替わりに 360° プリズムをバックホウに固定する。また、キャビンに取付けるモニターも Android タフパッドに変更されコントローラと無線通信を行う。バックホウへの設置時間は従来比 3/4 以下(当社社内値)である。

④ ローカライゼーションが不要
GNSS を用いたシステムの場合に行うローカライゼーションが不要となる。

⑤ GNSS が不得意の状況でも運用できる
GNSS が FIX とならない状況下でも作業が可能である(トンネル内部等、上空視界が遮られる場所)

⑥ 現場座標(ローカル座標)でも運用が可能

5-2「杭ナビショベル」取付例

360° プリズム取付(オリジナル金具)

キャビン内にタフパッド取付(オリジナル金具)

杭ナビショベル稼働中

オペレーターの声

「最初慣れるまでは違和感が有ったが、今は杭ナビショベルが無ければ仕事にならない。」

「一度切ってから(仕上がりを)確認する事が無くなったので、仕事の量も格段に速くなった。」

「操作を覚えると設計データが無くてもガイダンスしてくれる。使えば使うほど良い商品です。」

6.おわりに

ICT の活用(安全・品質・生産性の全てを向上)、BIM・CIM、働き方改革・・・私達が支援いたします。

測量を「楽」に、施工を「楽」に→現場が「楽」に。楽になる・楽しくなる・未来を楽園に！

ソーラーシステムの活用について

地域防災力向上とカーボンフリーへの関り

令和　５年１１月２８日　吹上ホール

NETISでサステナビリティに挑戦する「小さな電力会社」
D＋Daiwatech

1.カーボンフリーとフェーズフリー

株式会社ダイワテックは1982年に有限会社大和商工として創業、工事現場に必要な商材のレンタルを中心としていた。リーマンショックを機に取り掛かった新規商品開発の中で、自然エネルギーを活用した商品に着目し、太陽光エネルギーを利用したソーラー街路灯などを開発。そのような中、東日本大震災が発生し、**被災地支援活動を通じて、燃料・電力・通信手段の重要性や確保の難しさ**を痛感し、**日常時のみならず災害時にも**活用できる自然エネルギー商品の開発に着手した。
2011年にソーラーパネルを載せ、**独自の蓄電システムを備えたソーラーハウス**を完成させた。このハウスは**商用電源や燃料発電機を使用することなく**電気を使用することができるほか、**Wi-Fi通信機能を標準搭載**することで、通信機能を確保、発電状況や電力の使用状況の監視も可能となっている。

ソーラーパネルを備えたハウスは他社にも存在するが、この通信機能・管理システムや高品質な蓄電池、充分な断熱材による良好な室内環境は当社特有の開発であり、商品価値を高めている。
平時は主に建設現場等の休憩所や事務所としての運用、災害時には商用電源喪失等でも電気器具やWi-Fi通信を使用できるハウスとして運用できるよう**フェーズフリー防災**に取り組んでいる。なお、2023年現在、北海道から沖縄まで全国に16の拠点を展開している。

給電可能エリアでも
ＳＤＧｓへの取組として利用

車載により機動力向上

日射量が小さい地域や季節は、最適角度と増設

平時でも非常時でも
Wフリー（カーボンフリー フェイズフリー）の
ソーラーシステムハウス

２.工事現場の詰所からオフィスへ

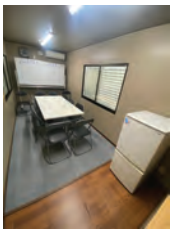
NETISでサステナビリティに挑戦する「小さな電力会社」
D＋Daiwatech

- ○ 商用電源の引き込みを必要とせず、どんな現場でも"置くだけ"で工事現場詰所が、クリーンな電力でエアコン・水洗トイレ・電気機器・通信（Wi-Fi、ハウス標準装備、その他はオプション）が可能なオフィスへ
- ○ カーボンフリーなソーラーシステムハウス・バイオトイレで女性技術者に留意した工事現場環境の整備が可能
- ○ 太陽光発電で電気工具等のバッテリーへの充電や・電気機器への給電が可能
- ○ 全国、約８００の現場で１、５００の商品が稼働（051031）

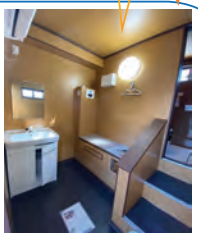
ソーラーシステムハウス スタンダードタイプ

シャッター倉庫　エコボ

トイレ付ソーラーシステムハウス"くつろぎ"



ソーラーバイオトイレ　やすらぎ



３．地域・社会貢献

NETISでサステナビリティに挑戦する「小さな電力会社」
D＋Daiwatech

- ○ カーボンフリー商品による地球環境保全への寄与
- ・ソーラーシステムハウスの利用で期待できるCO2削減量は一月利用で杉の木約10本分

ソーラーシステムハウスの利用による環境貢の数値化

日数	時間(3.5時間/日)	発電量(kWh)	対商用電源 CO2削減量(kg-CO2)	対発電機(20 kVA/16 kWh) CO2削減量(kg-CO2)	石油削減量(ℓ)	スギの木(本) 対商用/対発電機
30	105	220.5	137.4	165.5	50.1	9.8/11.8
60	210	441.0	274.7	331.1	100.1	19.6/23.6
90	315	661.5	412.1	496.6	150.2	29.4/35.5
150	525	1,102.5	686.9	827.7	250.3	49.1/59.1
180	630	1,323.0	824.2	993.2	300.3	58.9/70.9

※数値は公開されている全国平均値等を用いた参考値です。
※ソーラーによる発電は2.1 kWh、CO2排出量をゼロとみなす。
※全電力会社平均調整後排出係数：0.623 kg-CO2/kWh。
※20 kVA発電機全負荷時5.2 ℓ/h、ガソリン1 ℓあたり2.31 kg-CO2と換算。

※石油：0.227 ℓ/kWhと換算。
※スギの木が吸収するCO2：14 kg-CO2/本/年と換算。

- ・北海道インフラゼロカーボン試行工事

「北海道インフラゼロカーボン試行工事」について

「ゼロカーボン北海道」の実現に向けて、
道内建設業における脱炭素への機運の醸成を図ることを主な目的として、
北海道開発局・札幌市と連携し、「北海道インフラゼロカーボン試行工事」を実施中。
11月より、新たに鉄道・運輸機構(JRTT)・NEXCO東日本北海道支社が参画し、5省で取組を推進しています。

【取組内容】
受注者から「ゼロカーボン北海道」に資する工事現場の意欲的な取組について提案を受け、取組を実施・確認できた場合は、「工事施行成績評定」で加点評価する。

【試行概要】
<適用対象> 建設部、農政部、水産林務部所管工事
令和４年４月１日以降公告の工事
（契約済み工事についても協議により試行可能）
<公　　告> 公告文、入札説明書、特記仕様書に試行対象工事であることを明記。
<契　約　後> 取組を希望する場合、提案様式に明示し、実施前に提出。
<取組実施後> 取組を確認できた場合は、工事成績評定において加点評価する。
（社会特性～地域への貢献　１点）

- ・東京都　電力を「H」減らす「T」創る「T」蓄める　施策
  - ・「HTTゼロエミッションアドバンス工事」　東京財務局
  - ・「都市づくりにおけるHTTの先進事例について」 東京都都市整備局

３．地域・社会貢献

○ 地域防災力向上への取り組み

災害等の非常時では商用電源の有無に関わらずエアコン完備の退避場所、ソーラー使用のトイレ・監視カメラにて災害時の衛生・治安環境の維持、スマホ等の通信機器への給電と標準仕様のWi-Fiで通信環境の提供ができるフェイズフリー商品として、全国66自治体＊ 様と災害協定を締結しているほか。若築建設様と被災地への支援協定を締結して地域防災力の向上に取り組んでいます。 ＊令和5年10月末現在

全国66カ所の自治体と災害協定を締結、北海道から沖縄まで16カ所営業所のスケールリットを活かした広域での災害対応を行っています。要請があれば、自社ヤードは勿論の事、発災現場に近いリース提供先建設業者様と供に搬入を行います。

今般の７月秋田豪雨では、担当社員による被害状況の把握、並びに名古屋市社会福祉協議会との連携の元、秋田市社会福祉協議会ボランティアセンターにソーラーシステムハウスの設置を行いました。又、協定自治体の防災訓練に参加して、災害時の手続きの確認や問題点の抽出を行っています。

NETISでサステナビリティに挑戦する「小さな電力会社」
D＋Daiwatech

３．地域・社会貢献

○ その他の取組

沖縄　KuKurunへの　停電支援について

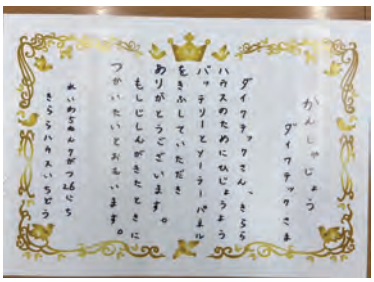
・難病などで人工呼吸器やたんの吸引などが欠かせない「医療的ケア児」がいる那覇市の施設、人工呼吸器などの「蓄電池の残量が減少。

・太陽光発電の資機材を取り扱う「ダイワテック」（愛知県）の県内総代理店「ブリリアント」の協力によるもので、企業と連携した災害対応は初めてという。「企業側との連携は初めて。迅速な対応に感謝したい。停電が続いてバッテリーを充電できない家庭などはぜひ利用してほしい」と呼び掛けた。

台風6号：停電下の医療的ケア児に「安心して避難を」 ククルプラス、無料で機器の充電サービス

生活介護施設のきららハウスへの寄贈

・太陽光パネルと充電池を名古屋銀行様と寄贈しました。災害等の商用電源喪失時に保護者との情報通信機器等の充電に使用して頂きます。



4. 災害時の活用

- ユニック車で運送・設置で即使用
- エアコン・トイレ完備の要配慮者向け退避場所
- 通信環境を活かした行政職員の作業所

など、太陽光発電の給配電機能・通信環境・生活執務環境を活かし、災害形態や災害対応に応じた活用が可能

- ◆ 機動性のあるソーラーシステムハウス
- ◆ 必要な個所へ、通信・給充電環境を提供
- ◆ オフィス環境を生かした移動行政職員詰所

ストックコンテナ SOLACLE（ソラクル）

- ◎ ソーラーシステム搭載の備蓄倉庫
- ◎ 太陽光発電で、庫内温度を5℃～30℃
- ◎ 備蓄物配布後は、通信機器等への給電基地
- ◎ 3坪～注文施工のワイドタイプ施工可能
- ◎ 商用電源不要で設置、即稼働

- ◎ 通信機器内蔵タイプはネット環境不要
- ◎ スマホ・タブレットからの遠隔監視
- ◎ 災害時の治安・監視目的に最適

◎ 企業版ふるさと納税に最適

○ 企業版ふるさと納税について
購入に自治体に寄付をすれば、最大商品代金の9割が法人税等の控除対象になる場合があります。

〈SDGs〉目標達成への貢献

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

■持続可能な開発目標（SDGs）の概要

当社はクリーンな自然エネルギーを用いた製品を普及することでSDGs目標達成へ積極的に貢献することを宣言します。

当社の積極的な貢献分野
- 3.すべての人に健康と福祉を
- 7.エネルギーをみんなにそしてクリーンに
- 8.働きがいも経済成長も
- 9.産業と技術の基礎を作ろう
- 10.人や国の不平等をなくそう
- 11.住み続けられる街づくりを
- 13.気候変動に具体的な対策を

当社の製品は発電機使用時に比べてCO₂排出量を100%削減します。ダイワテック エコプロジェクト

お問合せはお気軽にお問い合わせください

株式会社ダイワテック
https://www.daiwatech.info/

経済産業省中小企業庁
「はばたく中小企業・小規模事業者300社」

株式会社日本格付研究所
サステナビリティボンド評価SU1

2022年 グッドカンパニー大賞 特別賞受賞

東京本社
〒105-0012 東京都港区芝大門1-4-10 大蔵ビル5A
代表TEL 03-6435-8963 直通TEL 03-6274-6701 FAX 03-6274-6703

名古屋本店
〒452-0803 愛知県名古屋市西区大野木3-43
TEL 052-506-7281 FAX 052-506-7283
E-mail dt@daiwatech.info

大阪支店
〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-19-10 新大阪エクセルビル1101号
TEL 06-6398-7483 FAX 06-6398-7485

札幌営業所
〒061-1275 北海道北広島市大曲南ヶ丘3-3-5 サンビア3丁目館103号
TEL 011-375-7370 FAX 011-398-4047

盛岡営業所
〒020-0053 岩手県盛岡市上太田下中屋敷21-1
TEL 022-395-7389 FAX 022-395-7554

仙台営業所
〒981-1221 宮城県名取市田高字南336-9 田高事務所1B
TEL 022-395-7389 FAX 022-395-7554

埼玉営業所
〒350-1243 埼玉県日高市新堀778-7
TEL 03-6274-6701 FAX 03-6274-6703

新潟営業所
〒950-0872 新潟市東区牡丹山4-6-13 アメニティタカヤマ202号室
TEL 025-384-8617 FAX 025-384-8618

金沢営業所
〒920-0811 石川県金沢市小坂町中12 レグルス105号
TEL 076-255-3005 FAX 076-255-3005

静岡営業所
〒422-8067 静岡県静岡市駿河区南町4-37 ポーセジュール・サツカ503号
TEL 054-297-3027 FAX 054-297-3028

広島営業所
〒733-0012 広島県広島市西区中広町3-4-1 ニュー三進ビル204号
TEL 082-554-5456 FAX 082-554-5457

福岡営業所
〒810-0073 福岡県福岡市中央区舞鶴3-6-23 サンハイツ舞鶴302号
TEL 092-791-5261 FAX 092-791-5363

沖縄出張所
〒900-0016 沖縄県那覇市前島3-25-2
TEL 098-943-2349 FAX 098-943-2088

令和５年度日本建設機械施工大賞
地域部門　優秀賞受賞

〈SDGs〉目標達成への貢献

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

当社はクリーンな自然エネルギーを用いた製品を普及することでSDGs目標達成へ積極的に貢献することを宣言します。

■持続可能な開発目標〈SDGs〉の概要

当社の積極的な貢献分野

- 3.すべての人に健康と福祉を
- 7.エネルギーをみんなにそしてクリーンに
- 8.働きがいも経済成長も
- 9.産業と技術の基礎を作ろう
- 10.人や国の不平等をなくそう
- 11.住み続けられる街づくりを
- 13.気候変動に具体的な対策を

当社の製品は発電機使用時に比べてCO₂排出量を100%削減します。ダイワテック エコプロジェクト

お問合せはお問い合わせください

株式会社ダイワテック
https://www.daiwatech.info/

経済産業省中小企業庁
「はばたく中小企業・小規模事業者300社」

株式会社日本格付研究所
サステナビリティボンド評価SU1

2022年 グッドカンパニー大賞 特別賞受賞

東京本社
〒105-0012 東京都港区芝大門1-4-10 大蔵ビル5A
代表TEL 03-6435-8963 直通TEL 03-6274-6701 FAX 03-6274-6703

名古屋本店
〒452-0803 愛知県名古屋市西区大野木3-43
TEL 052-506-7281 FAX 052-506-7283
E-mail dt@daiwatech.info

大阪支店
〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-19-10
新大阪エクセルビル1101号
TEL 06-6398-7483 FAX 06-6398-7485

札幌営業所
〒061-1275 北海道北広島市大曲南ヶ丘3-3-5
サンピア3丁目館103号
TEL 011-375-7370 FAX 011-398-4047

盛岡営業所
〒020-0053 岩手県盛岡市上太田下中屋敷21-1
TEL 022-395-7389 FAX 022-395-7554

仙台営業所
〒981-1221 宮城県名取市田高字南336-9 田高事務所1B
TEL 022-395-7389 FAX 022-395-7554

埼玉営業所
〒350-1243 埼玉県日高市新堀778-7
TEL 03-6274-6701 FAX 03-6274-6703

新潟営業所
〒950-0872 新潟市東区牡丹山4-6-13
アメニティタカヤマ202号室
TEL 025-384-8617 FAX 025-384-8618

金沢営業所
〒920-0811 石川県金沢市小坂町中12 レグルス105号
TEL 076-255-3005 FAX 076-255-3005

静岡営業所
〒422-8067 静岡県静岡市駿河区南町4-37
ポーセジュール・サツカ503号
TEL 054-297-3027 FAX 054-297-3028

広島営業所
〒733-0012 広島県広島市西区中広町3-4-1
ニュー三進ビル204号
TEL 082-554-5456 FAX 082-554-5457

福岡営業所
〒810-0073 福岡県福岡市中央区舞鶴3-6-23
サンハイツ舞鶴302号
TEL 092-791-5261 FAX 092-791-5363

沖縄出張所
〒900-0016 沖縄県那覇市前島3-25-2
TEL 098-943-2349 FAX 098-943-2088

AI技術で配筋検査を省力化

i-Construction

AI配筋検査端末「Field Bar®」活用による配筋検査

総合レンタル業のパイオニア
西尾レントオール株式会社

NISHIO

国土交通省

8年で世界を変えたスマートフォン

バチカン観衆（2005 & 2013）

出所：http://t.co/CaDpqFtxaw

3

DXとは・・・

「デジタルトランスフォーメーション(Digital Transformation)」を略したことば。
直訳すると、「デジタル変革」。

企業がAI、IoT、ビッグデータなどのデジタル技術を用いて、業務フローの改善や新たなビジネスモデルの創出だけでなく、レガシーシステムからの脱却や企業風土の変革を実現させることを意味します。

潮流の背景

国土交通省

○流通データの増大・処理性能の向上・AIの深化により、**これまで不可能と考えられてきた、高度な判断や複雑な処理が実現**しようとしている。

データ量の増加	処理性能の向上	AIの非連続的進化
世界のデータ量は **2年ごとに倍増。**	ハードウェアの性能は、**指数関数的に進化。**	ディープラーニング等によりAI技術が **非連続的に発展。**
※国際的なデジタルデータの量は、2011年の約1.8ゼタバイトから2020年の約40ゼタバイトに増大（参考：情報通信白書）	※CPU性能は2000年の1.4GHzから2010年代には24.3GHz相当に、ストレージは12GBから6TBに増大（参考：情報通信白書）	

- 実社会のあらゆる事業・情報が、データ化・ネットワークを通じて自由にやりとり可能に（**IoT**）
- 集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（**ビッグデータ**）
- 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（**人工知能（AI）**）
- 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に（**ロボット**）

→ **これまで実現不可能と思われていた社会の実現が可能に。**
これに伴い、産業構造や就業構造が劇的に変わる可能性。

出所：経済産業省「新産業構造ビジョン」(一人ひとりの、世界の課題を解決する日本の未来)より加工引用

6

デジタルの世界的普及

○**インターネット利用者は、世界の総人口の約５割（53%）**に普及している。
○また、**携帯・スマホのユーザーは、世界の総人口の約７割（68%）**に達している。
○例えば、2005年と2013年のバチカンの観衆を比較すると、世界的なスマホ等モバイルの普及の進捗がわかる。

インターネット利用者　　携帯ユーザー

出所：DIGITAL IN 2018（https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018）に加筆

4

AIとは・・・

「Artficial Intelligence」を略したことば。
直訳すると、「人工知能」。

思考や認識・学習・判断などといった人間の知的なふるまいを、専用ソフトウェアやプリグラムを用いて人工的に模倣・再現したシステムです。

AIの種類

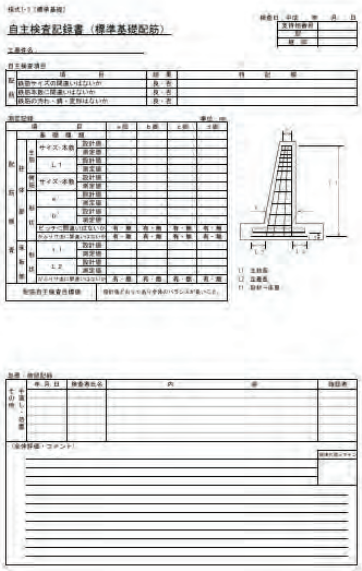
AIにも種類があります。
①画像認識
②言語処理
③音声認識
④ビックデータの分析・予測
⑤作業の制御・自動化
いずれも、ディープランニングを行いAIに学習する必要があります。

配筋検査の課題

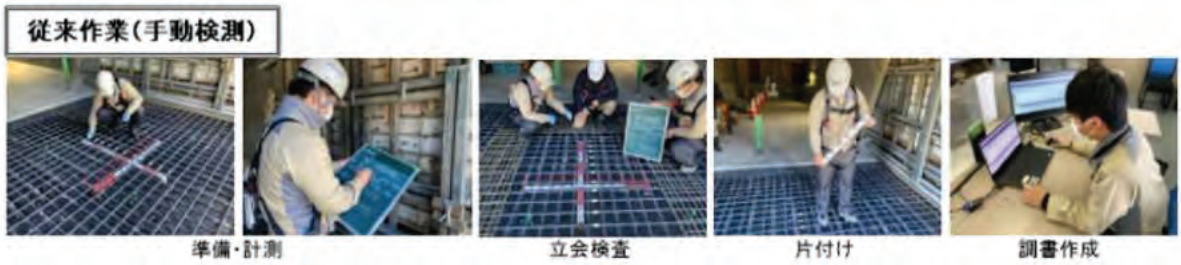
現場で抱える課題

事前の準備作業から検査後の報告書作成まで、多くの時間と労力を要してきた鉄筋検査。
とくに、鉄筋の径を区別するマーキングや間隔を示すスケールの設置など、
検査前の準備作業には多くの時間や手間がかかり、省力化が望まれてきました。

配筋検査の課題　事前準備　検査帳票（参考）



配筋検査の課題　準備・計測・検査



AI配筋検査端末

「AI配筋検査端末」が解決

簡単３ステップで配筋検査をもっと簡単に。

1．事前に必要事項を登録・編集

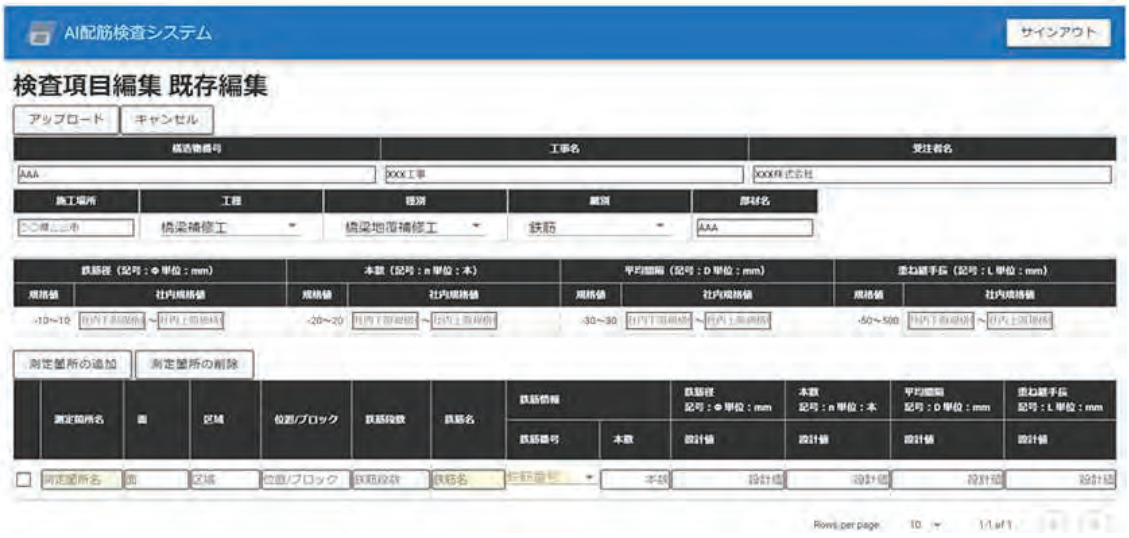
2．現場で検査対象を撮影

3．検査結果帳票（※1）を自動作成

※１：独自フォーマットにてご利用いただきます。

検査帳票作成から検査結果帳票の自動生成まで一連の作業を効率化します。

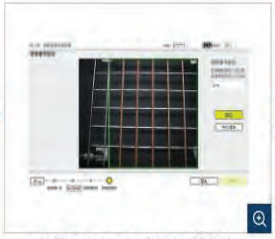
AI配筋検査端末　事前準備　検査情報入力



AI配筋検査端末　事前準備　検査情報設定

検査前設定や精度チェックを
行います。

検査データをダウンロードし
検査項目の選択を行います。



鉄筋のサンプル撮影・登録を
行います。

デジタル小黒板の確認を
行います。

AI配筋検査端末　検査撮影

ステレオカメラで検査対象を撮影。
最表面の配筋本数、配筋径、平均鉄筋間隔を自動計測します。

計測結果をデジタル小黒板に反映。
（静止画にも検査結果の情報を付加）

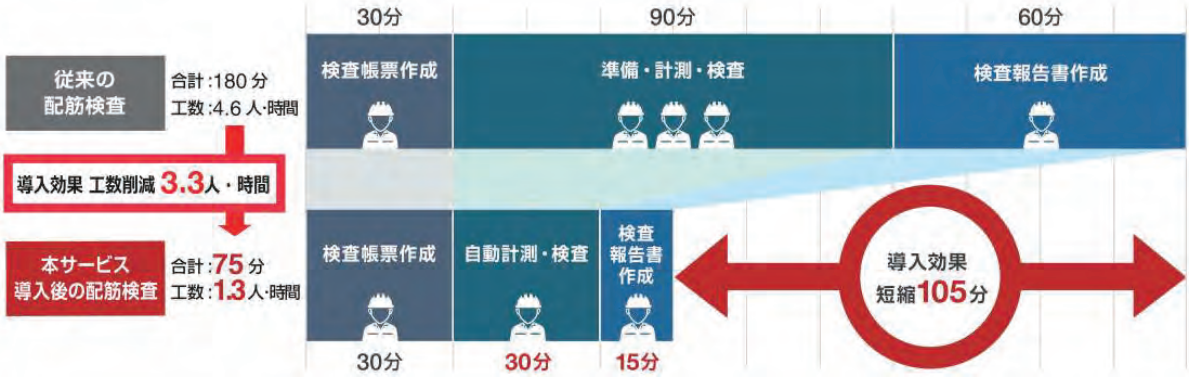
AI配筋検査端末　検査風景

- 検査風景

建設現場での作業性に配慮した小型・軽量なAI配筋検査端末。**屋外における雨天や粉塵など過酷な環境での作業に耐え得る防塵防水構造**を採用しました。

AI配筋検査端末

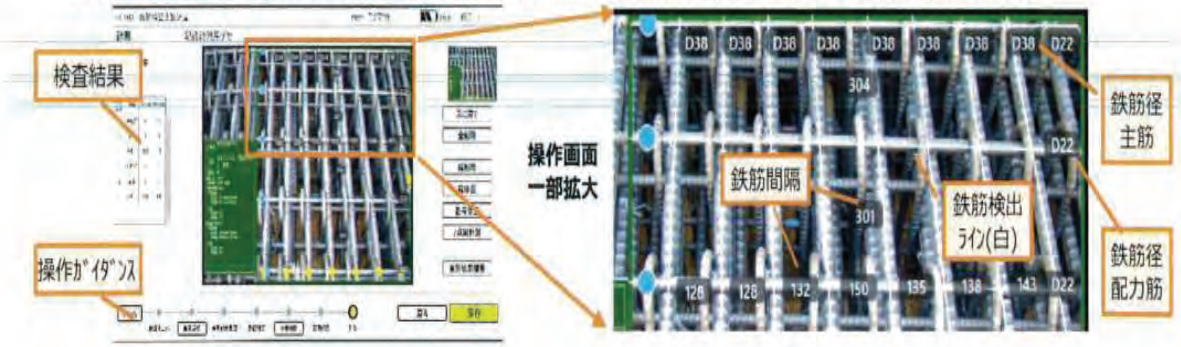
配筋検査帳票生成ツール連携で**検査時間を約 60%短縮**（検査報告書作成を含む）



AI配筋検査端末

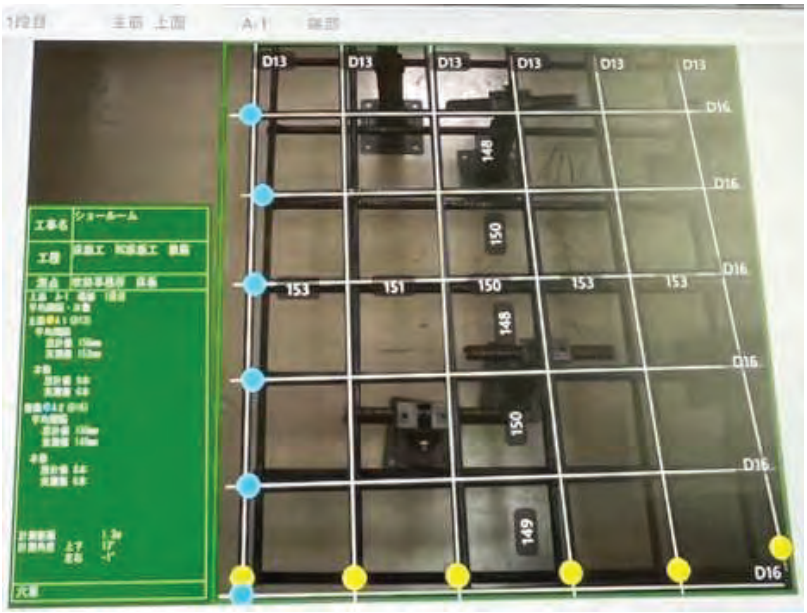
操作ガイダンス表示等により分かりやすい操作性を実現

- デジタル配筋検査の手順・進行状況を画面に下部にガイダンス表示し迷うことのない操作を支援
- 撮影した画像上に配筋検出・配筋径・鉄筋間隔などを重畳表示し分かりやすい検査結果確認を実現



AI配筋検査端末

AI配筋検査端末



鉄筋結束ロボット 「トモロボ」

NISHIO

ご清聴ありがとうございました。

東海環状・岐阜山県トンネル
急勾配かつ鋭角に接続する連絡坑の施工について
—縦断勾配11.7%で本坑と避難坑を結ぶ斜め連絡坑の掘削実績—

西松建設株式会社
齋藤　拓海*　　宮西　昭宏 *
Takumi Saito　　Akihiro miyanishi
平工　哲嗣*　　諏訪　至**
Satoshi Hiraku　　Itaru Suwa

*西日本支社　中部支店　岐阜山県トンネル出張所
**土木設計部設計二課

目　次

§１．はじめに
§２．当初設計における問題点
§３．掘削実績報告
§４．まとめ

§１．はじめに

(仮称)岐阜山県第一トンネルは，広域的なネットワークを形成する東海環状自動車道(延長 160km)の一部として建設する延長 4.9km の長大トンネルである．当工区は，岐阜市側より本坑 2601m，避難坑 2567m および避難用連絡坑(人道用 6 箇所，車道用 1 箇所)を施工する．

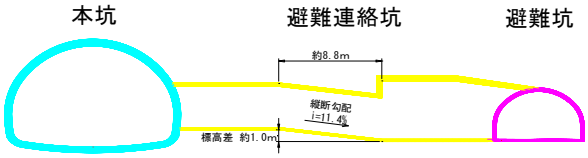
本トンネルの特徴の 1 つは，本坑と避難坑の標高差が大きいことである．このため，本坑と避難坑を結ぶ避難連絡坑は、延長を長くして勾配を調整する目的から、それぞれと交差角 40°程度で接続する構造となっている．

しかし，これによっても避難連絡坑の縦断勾配は 11.7%と大きいものになっている（図－１参照）．

このような特殊な条件の避難連絡坑を安全かつ効率的に掘削するために，接続部の形状を見直すとともに施工方法を計画した．本稿ではその施工実績を示す．

本工事周辺の地形・地質は，東西面に伸びる主稜線は比較的浸食されにくいチャートで構成され，主稜線間には浸食されやすい砂岩や泥岩が分布している．また，南北斜面は急崖地形となっていて，裾部において崖錐地形が発達している．

本トンネルは，中部地方の西南日本内帯における領家帯の北側に位置する．美濃帯堆積岩コンプレックス上麻生ユニットのチャートや砂岩が分布しており，山地の南斜面の袖部には崖錐堆積物が堆積している(図―２参照)．

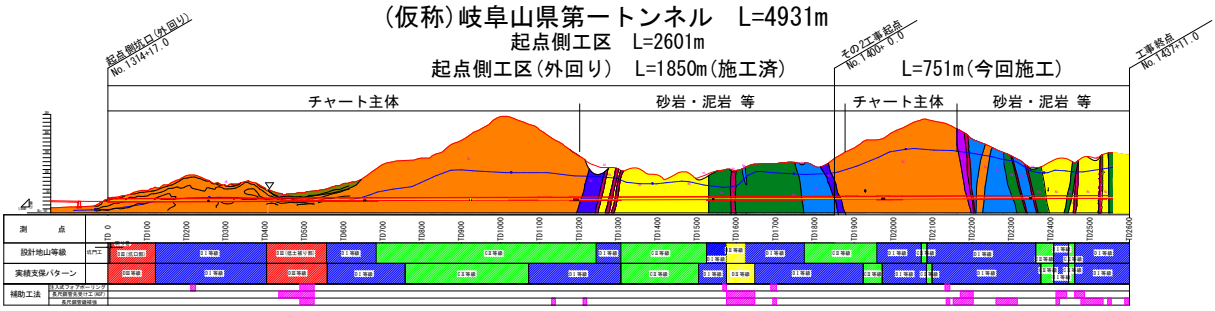


図－１　当初設計横断図

§２．本車道用避難連絡坑施工における課題

車道用避難連絡坑は，延長3000m以上のトンネルに設ける設備であり，災害発生時に緊急車両が通行できることを目的として設置される．当初設計では，緊急車両が旋回できるようにするため，車道用避難連絡坑と避難坑の接続部において両方の断面を拡幅させる計画であった．

当初設計における3点の課題について以下に述べる．

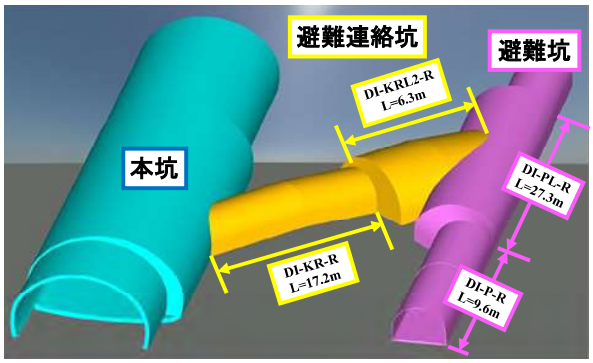


図－２　地質縦断図

２－１　避難坑交差部の複雑な断面形状（課題①）

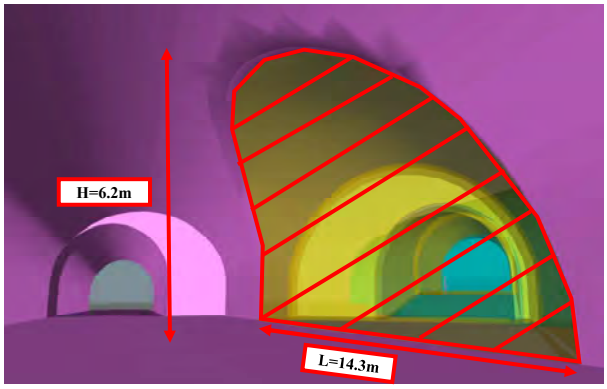
当初設計では，緊急車両の旋回時における軌跡を考慮して避難坑は，ＤＩ-P-R(18.7m²:L=9.6m)からＤＩ-PL-R(30.8m²:L=27.3m)へと断面を変化させる計画であった．

また，避難連絡坑は，ＤＩ-KR-R(18.7m²:L=17.2m)からＤＩ-KRL2-R (46.1m²：L=6.3m)へと断面を変化させる計画であった．このように，各トンネルが複雑に断面を変化しながら交差する計画となっていた(図－３参照).



図－３　当初設計全体図

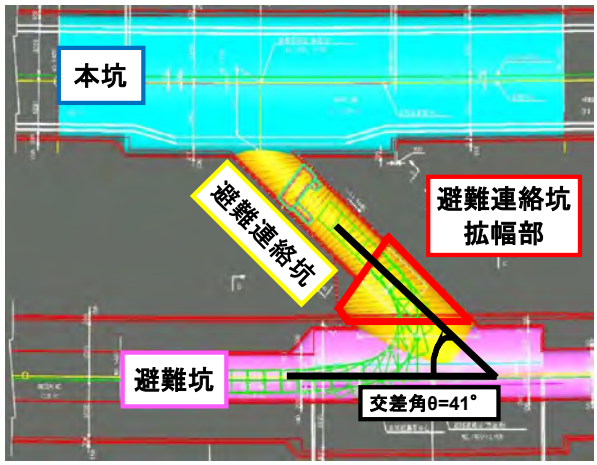
避難坑交差部においては，断面の大きい避難坑を先行して掘削し，その後断面の小さい避難連絡坑を掘削する施工手順が一般的である．しかし，当該箇所では，避難坑拡幅断面(ＤＩ-PL-R)より避難連絡坑拡幅断面(ＤＩ-KRL2-R)の方が大きいため，この施工手順では，避難連絡坑を施工するときに，交差部において避難坑の鋼製支保工を天端付近まで切断する必要がある．また，避難坑脚部の鋼製支保工も10.7m(11基)切断し，断面を切り拡げながら避難連絡坑の施工を行うことになる．この施工手順では，交差部施工時に周辺地山の緩みが生じやすく，掘削時の安全性および長期安定性に課題があった(図－４参照).



図－４　避難坑との交差部

２－２　避難連絡坑と避難坑の交差部が斜角(課題②)

一般的に本坑と避難坑を結ぶ避難連絡坑は直角に接続する．しかし，当工区は本坑と避難坑の高低差が大きく，本稿で述べる車道用避難連絡坑では，高低差が 1.3m ある．当初設計では車両が通行可能な縦断勾配(12%以下)にするために避難連絡坑の平面距離を延長し，避難連絡坑と避難坑を交差角 41°で接続する設計となっている(図－５参照).

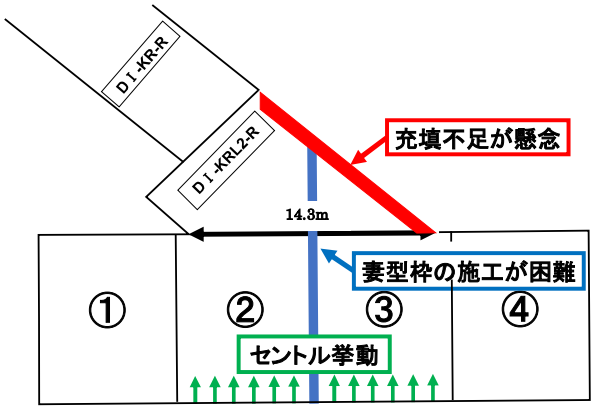


図－５　当初設計平面図

車道用避難連絡坑と避難坑との交差部は，比較的硬質なチャートが分布する区間に選定されている．しかし，交差角 90°と比べて交差角 41°で接続した場合，既往の研究成果より 1.5 倍程度大きい応力が交差部に発生するとの報告もあり[1]，交差角 41°で接続することによって，一般的な交差角 90°で接続するトンネルに比べて不安定化しやすいことが懸念された.

２－３　覆工打設時における施工性(課題③)

避難坑交差部の覆工を施工するには，ＤＩ-PL-RとＤＩ-KRL2-R用の2基のセントルが必要となる．また，ＤＩ-PL-RとＤＩ-KRL2-Rは一体で打つ必要があるが交差角41°で接続するため，ＤＩ-PL-R施工時に楕円状に14.3m(図－３)程度の大きな開口ができてしまうため構造的に不安定になることが懸念された．さらに，開口の幅がセントルのスパン長以上となり，2回に分けてコンクリート打設を行う必要があることから，妻型枠の施工が非常に困難となる．当該区間の覆工は，当初設計で非鋼繊維混入コンクリートを用いることになっている．また，非鋼繊維混入コンクリートは流動性が劣るため，ＤＩ-KRL2-R打設時の充填不足が懸念された(図－６参照).



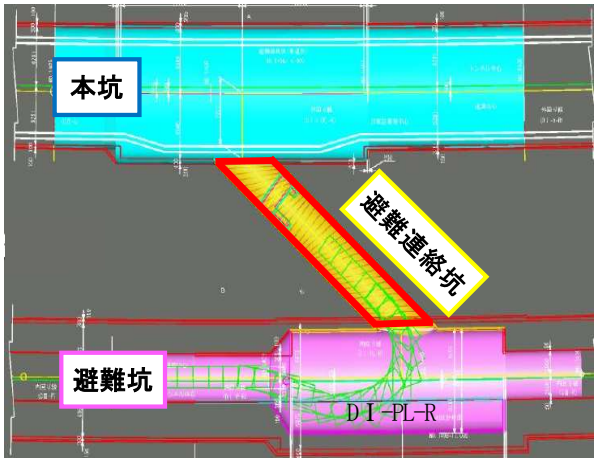
図－６　避難坑との交差部

§３．施工実績の報告

上記の課題を満足させるために実施した対策を以下に示す．

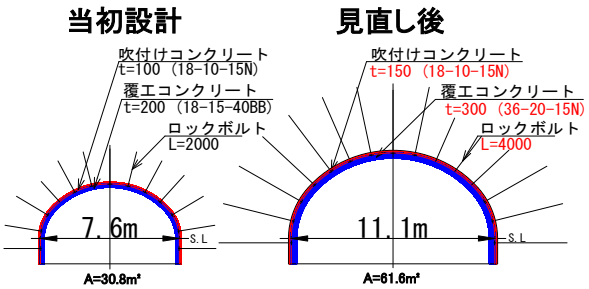
３－１複雑な交差部の形状の単純化(対策①)

避難連絡坑は，ＤＩ-KR-R に統一して，避難連絡坑の断面形状を単一パターンとした．ただし，緊急車両の旋回が可能となるよう避難坑 ＤＩ-PL-R 断面を 30.8m²から 61.6m²に変更した(図―７，図－８参照)．



図－７　見直し後の平面図

このとき，ＤＩ-PL-R の断面積が 50m²以上となり，規格が小断面トンネルから一般的なトンネルに変更となった．鋼製支保工は H100→H125，ロックボルトは L=2m→4m，コンクリート吹付は t=100mm→150mm，覆工厚は t=200mm→300mm へとランクアップした(図－８参照)．



図－８　支保パターン(ＤＩ-PL-R)比較図

変更に伴い使用機械，掘削工法を見直す必要があった．下記に変更内容をまとめる．

＜使用機械の変更について＞

・避難坑の鋼製支保工の建込みは，ドリルジャンボ(2B1BS)で行っていたが，断面の全幅が左右で約 2.0m 広くなったことからドリルジャンボ(2B1BS)のブームが届かなくなったことで建込みが困難となり，支保工建込みエレクタ(2B2BS:1000kg 級)を採用した．

・支保工建込みエレクタは大型重機で，通常の避難坑断面 18.7m²を通過することができないことから，施工手順を本坑側から避難連絡坑を施工し，路盤を 20cm 程度盤下げすることで支保工建込みエレクタを搬入し，ＤＩ-PL-R の施工を行う手順に変更した．

写真－１　支保工建込みエレクタ

<掘削工法の変更>

ＤＩ-PL-R の断面が大きくなったことから，掘削工法を全断面掘削から上半先進掘削に変更した．

＜避難連絡坑の施工について＞

本坑側から避難連絡坑を掘削することから、施工中の本坑作業に対して以下のことに配慮する必要があった．

①発破災害防止のために本坑を通行する車両(覆工打設時の生コン車等)を一時通行止めにする必要があった．

②本坑関係車両と避難連絡坑ずり出し時のダンプトラックとの接触災害防止に配慮する必要があった．

＜避難連絡坑の断面見直しによる効果＞

避難連絡坑断面を一定にしたことで，断面変化時に費やす測量，掘削時のあたり取り，支保工間を繋ぐ溶接作業の時間を省略することができ，施工性が向上した．

拡幅前の避難坑と接続する避難連絡坑断面が小さくなったことから，避難坑の支保工切断範囲を縮小することができたため，交差部の地山の緩みを抑制し，安全性および品質の向上に有効であった．

写真－２　避難連絡坑掘削状況

写真－３　避難連絡坑建込み状況

＜避難坑の施工について＞

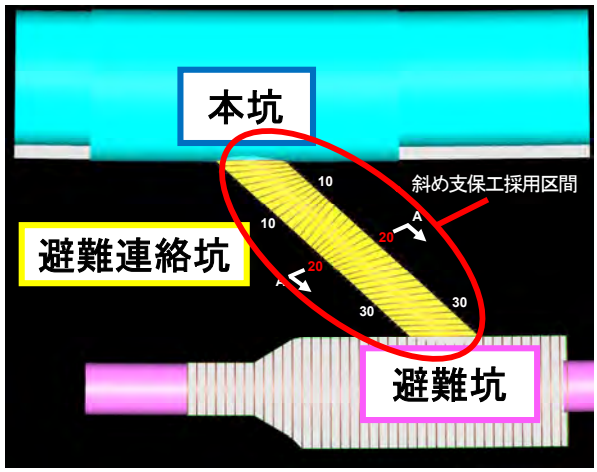
支保工建込みエレクタを追加することによって、鋼製支保工を確実に把持できることで，安全性が大きく向上し、建込み時の鋼製支保工による挟まれ災害等を未然に防ぐことができた．しかし,追加採用したことで機械費用が増加し、機械の入れ替え作業が発生したことで経済的にデメリットがあった.

写真－４　避難連絡坑施工完了

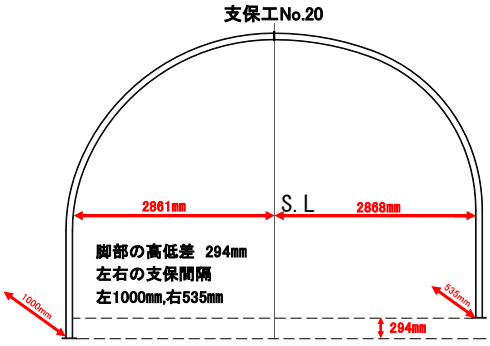
写真－５　本坑側から見た避難連絡坑

３－２　斜め支保工の採用(対策②)

前述したように，交差角が 41°の場合，接続部において，避難連絡坑の鋼製支保工を広範囲にわたり切断する必要があった．しかし，交差部は地山が不良のため応力集中が懸念されることから，できるだけ，鋼製支保工を切断しないように，斜め支保工を採用した．これは避難連絡坑延長の中央付近では鋼製支保工をトンネル中心線と直角方向に建込み，次第に角度を付けながら交差部では本坑や避難坑の中心線と概ね平行に設置するものである(図－８，図－９参照）．これにより地山の緩み抑制(避難連絡坑側の鋼製支保工の切断数の減少)を図った(写真－６参照).



図－８　支保工配置図



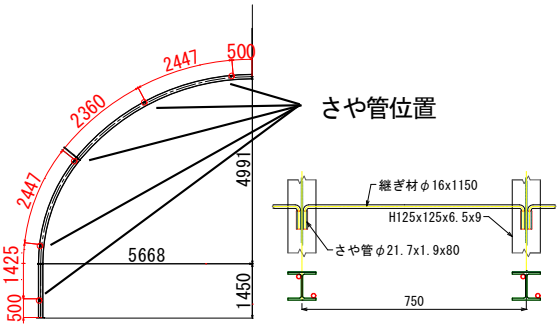
図－９　A-A 断面　支保パターン図

写真－６ 避難連絡坑交差部

＜斜め支保工採用による施工性，安全性及び品質に係る評価＞

斜め支保工は，左右で支保工と支保工の間隔が違うこと，また，図－９に示すように，11.7%の勾配により左右脚部の高さも違うことから，建込み時の測量時間は，通常と比べて 4 倍(40 分)の時間が必要であった(表―1 参照).

また，通常は，鋼製支保工に筒状のさや管が配置されており，そこに継ぎ材を差し込んで固定する構造となっている（図－１０参照）．施工開始時には，さや管の高さや位置が 1 基ごとに異なり，継ぎ材長も 1 本ごとに異なることからさや管に差し込む方式は困難と判断し溶接で固定していた．このため測量を含む建込みに 100 分間を要して，長時間の切羽作業が必要であった．そこで，建込み時間を短縮するために 3 次元 CAD を有効利用することで，継ぎ材長，さや管の位置高さを把握し，事前に製作することができた．これにより通常の施工のように継ぎ材を差し込む方式に変更することができ，20 分間で建込みができるようになった．切羽内での作業時間を 40%短縮し，安全性が向上した．施工時間短縮により地山の緩みを抑制でき，長期の品質確保にも有効であった．



図－１０鋼製支保工接合詳細図

３－３ 避難坑の覆工を吹付コンクリートに変更(対策③)

避難連絡坑の覆工コンクリートは対策①により断面を一定としたため，１基のセントルで施工ができた．しかし，避難坑 DI-PL-R の見直した断面が大きくなったため，セントルを追加製作する必要があった．また，41°で交差することから，避難連絡坑との取り合い部の開口は 14.3m（図－５参照）と覆工コンクリートの 1 打設長である 10.8m より大きいため，取り合い部を 2 回に分けて打設する必要があり，これに合わせた断面のセントルを設置することが非常に困難であった．

また打設時のセントルの挙動と品質および出来栄えが懸念された．そこで，通常の覆工コンクリートから同等以上の耐力を有する吹付コンクリートによる覆工に変更した．吹付での覆工では一般の層間の縁切りになる防水シートの施工を行わないため，１次吹付コンクリートの拘束によるひび割れが懸念された．このため非鋼繊維補強吹付コンクリートを採用し靭性を向上させることで，ひび割れによる剥落を防止した．また、非鋼繊維吹付コンクリートの配合強度を 36N/mm² としたことで通常の覆工コンクリート 18N/mm² と比較して，耐久性の向上が期待できた．導水処理については，覆工に水圧をかけないという基本条件から，10m 毎に水抜き鋼管を設置し，ドレーンにより下方に集水し，覆工に水圧をかけない構造とした．

写真－７　導水工施工完了

施工日数を比較すると吹付覆工の施工日数は準備工含め合計 6 日であり，当初計画のバラセントルを用いた覆工の施工日数 31 日と比べる 25 日短縮することができた．このように，吹付覆工では断面の変化に幅広く対応できるため複雑な断面や小断面トンネルの覆工に適していることが分かった．

表－１　斜め支保工採用時のサイクルタイム

工種	①掘削	②ズリ出し	③一次吹付	④支保工建込み		⑤二次吹付	⑥ロックボルト	合計
				測量	建込み			
※当初想定(分)	60(発破)	40	20	10	25	40	45	240
実績（分）	180(発破+機械)	60	20	40	20　(60)	60	70	450　(490)
増減時間	+120	+20	0	+30	−5　+35	+20	+25	+210　+250

※当初設計見直し後の施工計画におけるサイクルタイム

・本坑側の覆工が施工済であったため少量の火薬量による発破となり時間が増加
・硬質な砂岩を機械で掘削することとなり時間が増加

・本坑走行中の車両との兼ね合いで時間が増加
・切羽面の一部にバックホウのバケットが入らず土砂の積込み時間が増加

・施工時に重機を据える回数が増えたため時間が増加

写真－８　吹付覆工施工状況

写真－９　吹付覆工施工完了

§４．まとめ

以上のように，車道用避難連絡坑の機能を維持させたまま、安全性，施工性及び品質を向上させる目的から設計及び施工計画を見直し，施工した事例を紹介した．

そのまとめを以下に示す．

（１）避難坑の断面を変更し，避難連絡坑断面を一定にしたことで，避難坑の支保工切断部を縮小することができた．交差部の地山の緩みを抑制し，安全性・品質が向上した．

（２）吹付覆工を採用することで複雑な断面形状の変化に対応できるため，避難坑のような小断面トンネルには有効である．また，覆工コンクリートでは，充填不足が懸念されたが吹付コンクリートは目視確認を行いながら施工することができ，充填不良を防止できた．また，セントルを用いないことから組立，解体作業が無く，工期短縮が図れ，経済性に優れるとともに組立解体時の事故のリスク削減に繋がる．

（３）斜め支保工を採用することで鋼製支保工による支保耐力向上につながった．しかし，今回のような縦断勾配が急な避難連絡坑の場合には施工性が劣り，切羽での作業時間が増加することが課題である．今後同様の施工を行うときには，さらなる工夫を検討していきたい．

参考文献

1)　トンネル工学委員会　技術小委員会　山岳トンネル補助工法改訂部会:トンネルライブラリー第 20 号 山岳トンネルの補助工法－2009 年版，P=320-321，2009/09