

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 平成30年度試行結果に関する報告会

湖陵多伎道路 多伎PC上部工事における 「施工現場の労働生産性の向上を図る技術の試行」

IHI

株式会社IHIインフラ建設 中村 定明

コンソーシアム構成員 IHIインフラ建設・IHI・オフィスケイワン・千代田測器

目次

1. 試行技術の概要
2. 試行技術の導入効果・達成状況
3. 試行技術 今後の課題

1. 試行技術の概要

◆◇ 工事概要

工事名 湖陵多伎道路多伎PC上部工事

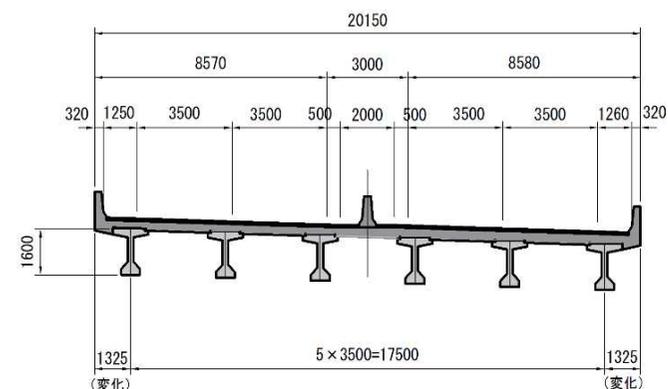
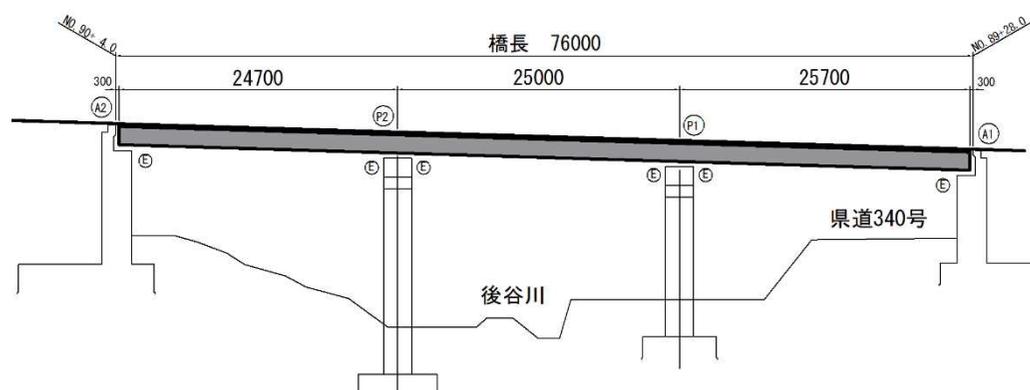
工事場所 島根県出雲市多伎町久村地内

構造形式 PC3径間連結コンポ橋

橋長 76.000m

有効幅員 19.510m 全幅員20.150m

工期 平成30年1月12日～平成31年1月31日



【PRISM工期】【労働生産性の向上】◆◇

工期 平成30年10月15日～平成31年3月28日

1. 試行技術の概要

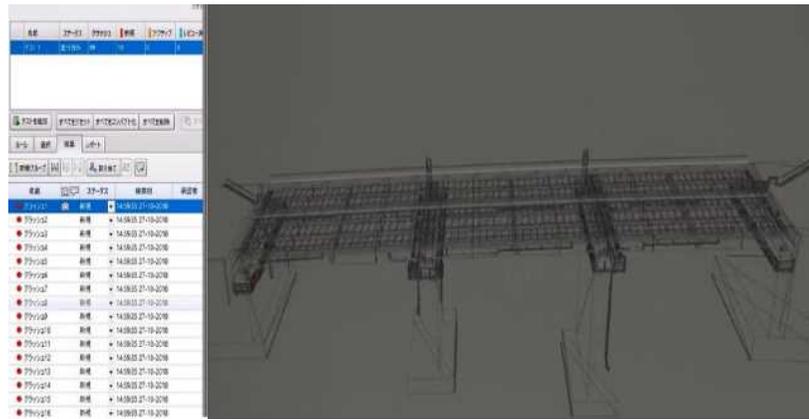
【労働生産性の向上】◆◇湖陵多伎道路多伎PC上部工事

提案技術項目	提案技術の概要
1. CIMモデルの作成・連携・納品	<ul style="list-style-type: none"> ・作成した3Dモデルを活用し立体的にあらゆる角度から橋梁上部工、付属物工、下部工の位置関係の確認、干渉チェック ・3Dモデルに出来形記録や品質管理記録を属性情報として付与し納品
2. CIMモデルの活用	<p>(1) CIMモデルによる4D施工計画の効率化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作成したモデルに資機材を配置して施工計画を4D可視化し関係者間で共有 ・施工時のリスクを可視化し、安全性、作業性をシミュレート <p>工程促進や進捗管理に利用</p> <p>(2) AR(MR) 技術による施工支援および検査の効率化</p> <p>CIMモデルをクラウド経由でMRデバイスに取り込み施工支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ①配筋モデルを投影表示し鉄筋配置作業、現地と工事事務所をインターネット通信でつなげ遠隔管理 ②排水装置、下部工検査路のアンカーを位置だし <p>(3) トータルステーション測量技術による出来形計測の効率化</p> <p>床版・壁高欄施工時の出来形形状計測をクラウド経由で携帯端末に読み込み自動追尾TS計測器と連動</p> <ul style="list-style-type: none"> ①型枠設置時の出来形管理に活用 計測後の帳票自動作成、床版の出来形の計測後の帳票自動作成とCIMモデル上にコンター表示

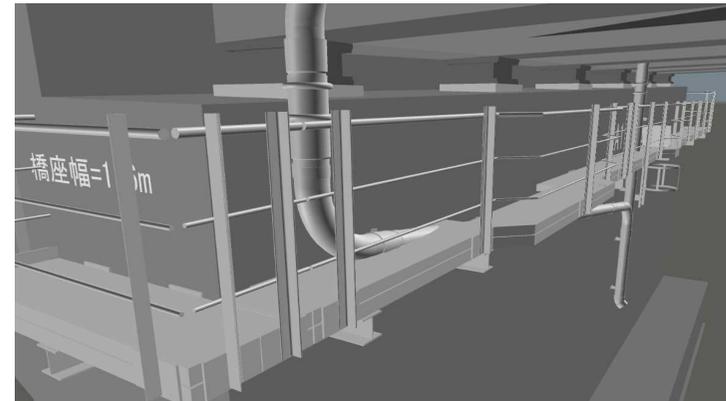
1. 試行技術の概要

(1) CIMモデルの作成・連携・納品

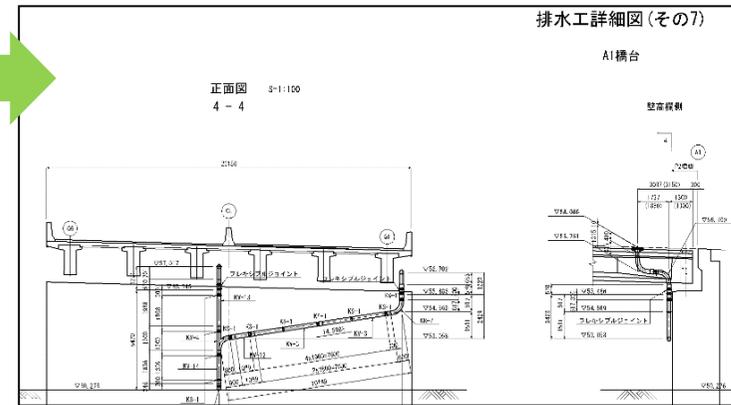
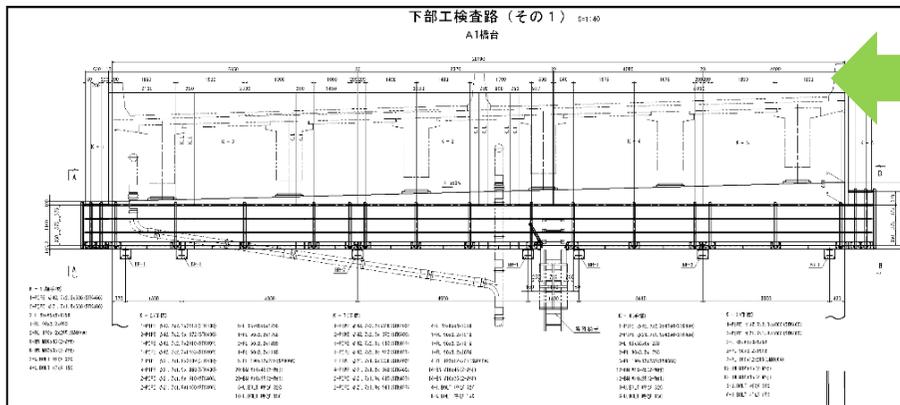
- ・作成した3Dモデルを活用し立体的にあらゆる角度から橋梁上部工、付属物工、下部工の位置関係の確認、干渉チェック
- ・3Dモデルに出来形記録や品質管理記録を属性情報として付与し3DPDFで納品



従来は2次元の図面のみの寸法確認であった



・3次元的図面の確認ができにくい



3Dモデルを立体的に表示して可視化協議（設計）打合せ時間・記録情報作成
 ⇒作業日数、各省人化・時間短縮の実現

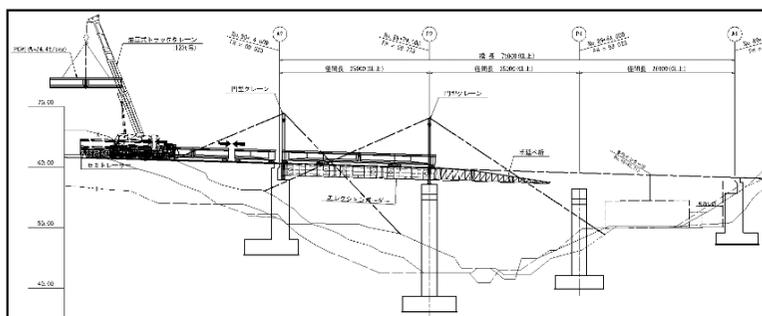
1. 試行技術の概要

CIMモデルの活用

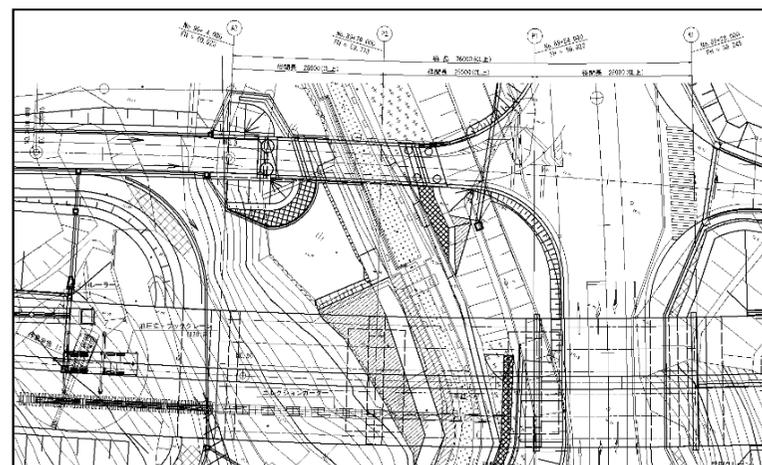
(1) CIMモデルの4D可視化による施工計画の効率化

- ・作成したモデルに資機材を配置して施工計画を4D可視化、関係者間で共有
- ・施工時のリスクを可視化し、安全性、作業性をシミュレート、工程促進や進捗管理に利用

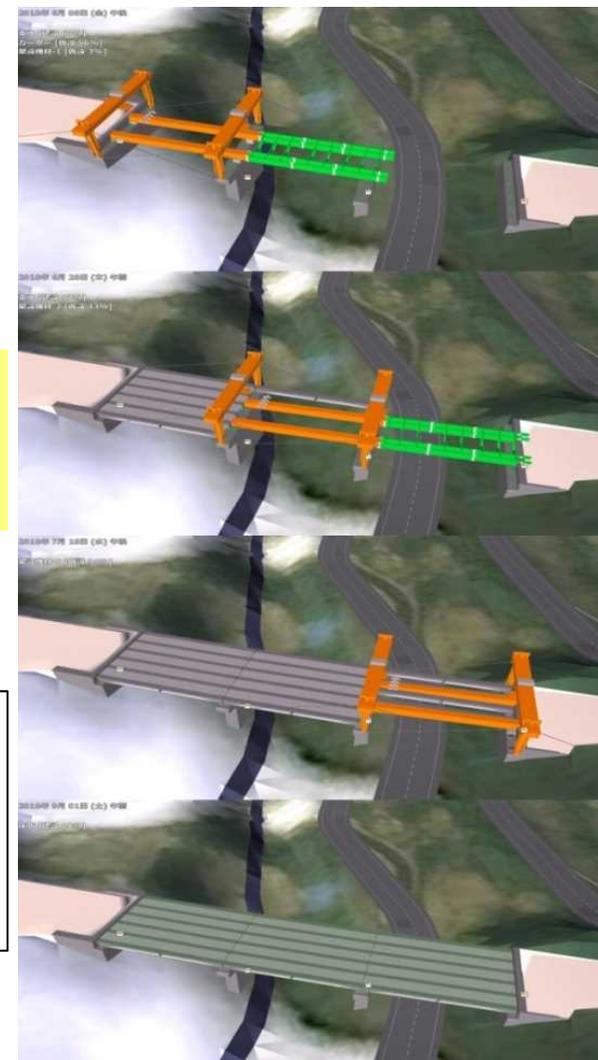
従来はCADや表計算ソフトなどによる工程管理であった



・作業工程と作業日数を把握しづらく日々の工程管理ができていなかった



4Dアニメーション表示により
安全性、作業性の向上
⇒作業日数、現場作業時間短縮の実現



1. 試行技術の概要

CIMモデルの活用

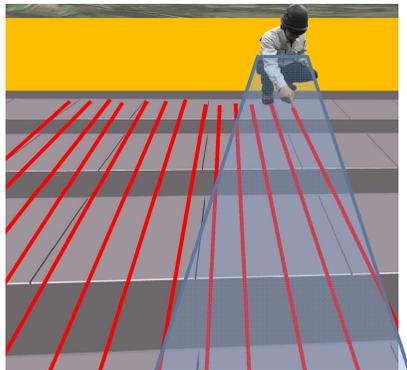
(2) AR(MR)技術による施工支援および検査の効率化

複合現実 (Mixed Reality : 以下MR) 技術とは、バーチャルモデルと現実空間などを重ね合わせ、現実世界と仮想モデルを同一空間上に表現する技術

CIMモデルをクラウド経由でMRデバイスに取り込み施工支援

- ①技能労働者の配筋作業を支援、さらに、現地と工事事務所をインターネット回線でつなげ配筋検査を遠隔管理することで、工程を促進
- ②技能労働者の排水装置、下部工検査路のアンカー設置作業を支援

従来は配筋をピッチをペンなどでマーキングしていた

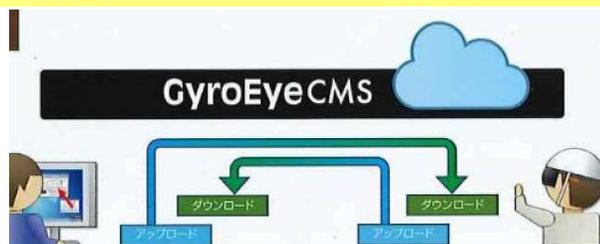
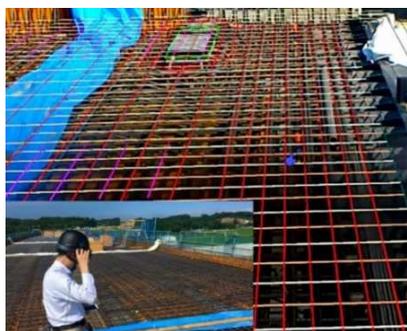
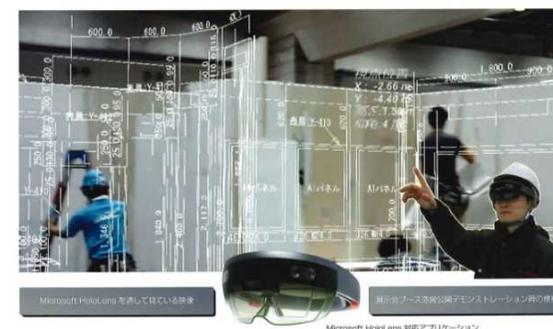


- ・若年技能労働者は経験不足のため作業を円滑に進めることができなかった

- ・限られた時間内で広範囲を検査することから合理的に時間を短縮できる方策が求められていた



1分の1スケールの図面実寸投影で建設現場に革命を



・装着カメラ画像 (MRデバイス) にて配筋作業・付属物組立作業
⇒**技能労働者、技術職員の省人化・作業時間短縮の実現**

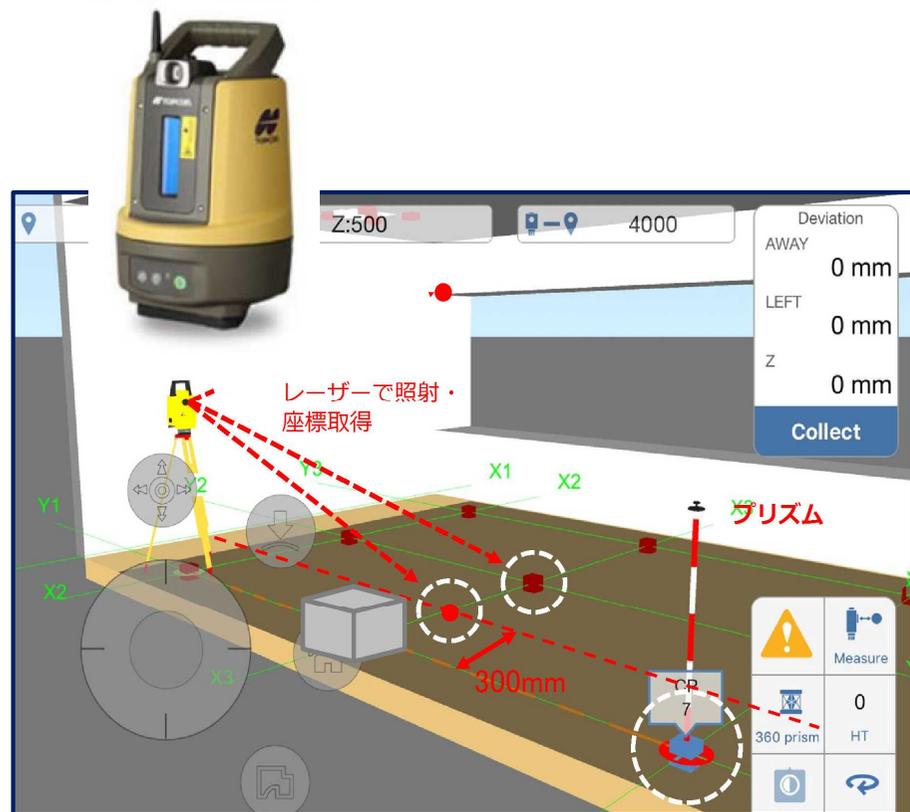
コンソーシアム構成員 IHIインフラ建設・IHI・オフィスケイワン・千代田測器

1. 試行技術の概要

CIMモデルの活用

(3)トータルステーション測量技術による出来形計測の効率化

- ・作成した3Dモデルをもとに床版・壁高欄施工時の出来形形状計測をクラウド経由でタブレット端末に読み込み自動追尾トータルステーション計測器と連動
⇒壁高欄、中央分離帯の型枠設置時の出来形管理に活用し計測後帳票を自動作成
- ・施工中の橋面出来形管理において、規格値と出来形計測で得られた実測値の差分をCIMモデル上にコンター表示⇒計測後の帳票作成と凹凸出来形図作成を自動化



従来は複数人の計測作業であった

- ・測点位置の墨だしは型枠組立後、コンクリート打設硬化後にしかできなく、事前作業ができなかった



- ・トータルステーション測量作業
⇒**測量技術者の省人化・作業時間短縮の実現**

2. 試行技術の導入効果・達成状況

【各項目に対する目標の達成度】

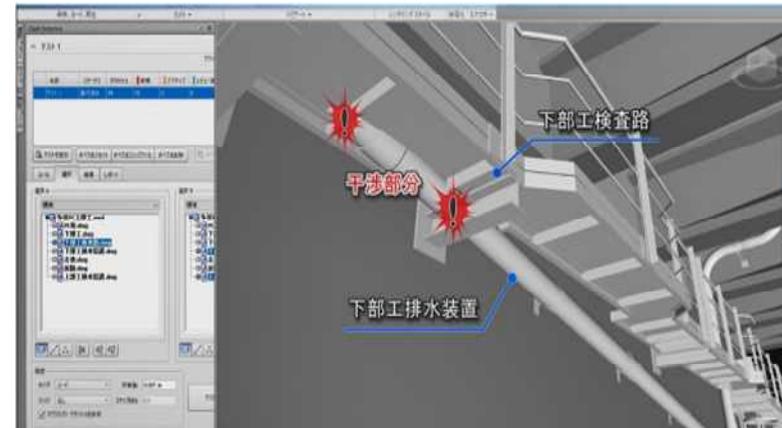
項目	目標の達成度
1. CIMモデルの作成・連携 ・納品	<ul style="list-style-type: none"> ・設計照査時での図面間の不整合を確認、設計の見直し等による 時間的・経済的ロスの発生を防止、現場作業の中断もなく施工が効率化、維持管理の属性情報として記録 【作業日数 計画：108日→実施：92日 結果：16日短縮(約15%)】
2. CIMモデルの活用	(1)CIMモデルによる4D施工計画の効率化 <ul style="list-style-type: none"> ・事前に作業リスクを可視化、関係者の工事に対する理解度向上、各作業の安全性・作業性を確認、工程の進捗管理 【作業日数 計画：59日→実施：52日 結果：7日短縮(約12%)】
	(2)AR(MR)技術による施工支援および検査の効率化 <ul style="list-style-type: none"> ・省人化、作業時間短縮や熟練作業者の代替え 【人・作業時間 ◇マーキング作業がなくなることで 結果：約18%削減】 <ul style="list-style-type: none"> ・リアルタイムな現場と事務所の遠隔検査が可能、検査時間短縮、施工ミスの排除
	(3)トータルステーション測量技術による出来形計測の効率化 <ul style="list-style-type: none"> ・計測の省人化・作業時間短縮 【人・作業時間 ◇測量 2人が1人作業・測点だし不要 結果：約60%削減】 <ul style="list-style-type: none"> ・従来と変わらない計測精度、設計値との誤差をコンター表示

2. 試行技術の導入効果・達成状況

(1) CIMモデルの作成・連携・納品



2次元図面から3次元モデルに変換



排水管と検査路が干渉している事例

- ・CIMの専用ソフトウェアを利用して施工工程、橋体および付属物の属性情報を付与しCIMモデルを作成
- ⇒ 視覚的にわかりやすくイメージが理解でき関係者間の協議、打合せ時間短縮の実現



- ・CIM 3Dモデルに出来形記録や品質管理記録を属性情報として付与し3DPDFで納品

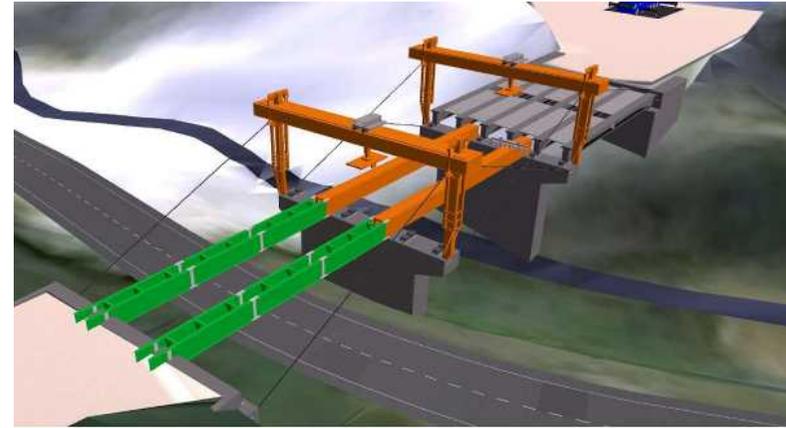
納品画面

- ◆設計照査時での図面間の不整合を確認、設計の見直し等による時間的・経済的ロスの発生を防止、現場作業の中断もなく施工が効率化、維持管理の属性情報を記録
- 【 作業日数 計画：108日→実施：92日 結果：16日短縮（約15%） 】**

2. 試行技術の導入効果・達成状況

CIMモデルの活用

(1) CIMモデルの4D可視化による施工計画の効率化



- ・4DCIMモデルは工事関係者や技能労働者（現場作業員）との打合せに使用
⇒・事前に作業内容を可視化、安全性を確保して作業
- ・周辺住民の工事説明会に使用、参加者が工事の理解度を深める効果を確認



- ・4DCIMによる施工管理：
3Dモデルに時間軸を付与し進捗をグラフ化表示し管理
⇒作業員や機械のリソースを再配置し工程を促進

◆ 事前に作業リスクを可視化、関係者の工事に対する理解度向上、各作業の安全性・作業性を確認、日々の工程進捗管理

【 作業日数 計画：59日→実施：52日 結果：7日短縮（約12%） 】

2. 試行技術の導入効果・達成状況

CIMモデルの活用

(2) AR(MR)技術による施工支援および検査の効率化

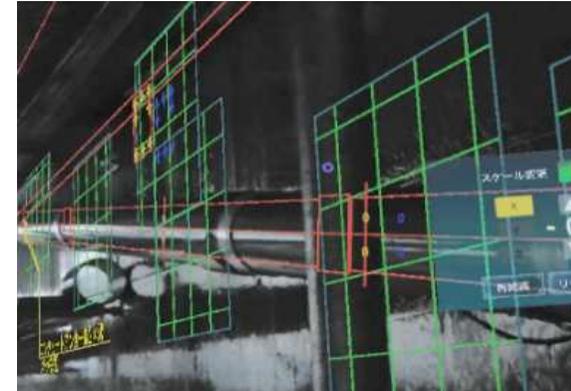
場所の位置や視野の向きはMRデバイス（HoloLens）に搭載された「デプスセンサー」という赤外線を利用し作業場所をリアルタイムに3Dスキャナーで割り出す仕組み



配筋時の施工支援

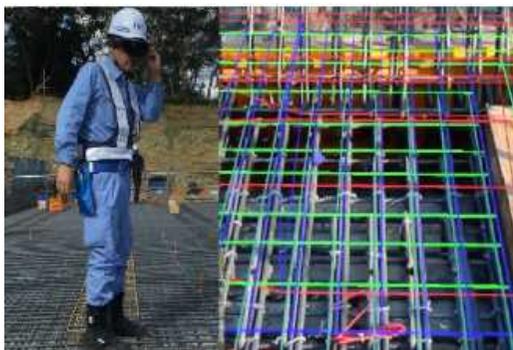


MRデバイスから見た画像



橋梁付属物設置時の施工支援

- ・現地で人員・作業時間を計測
⇒配筋、橋梁付属物アンカーの位置だし（マーキング）作業で効果を確認



- ・遠隔管理をするうえで、3Dデータを共有するためクラウド上で管理できるコンテンツマネジメントシステムを利用
⇒遠隔通信状況を確認

現場と工事事務所の遠隔管理

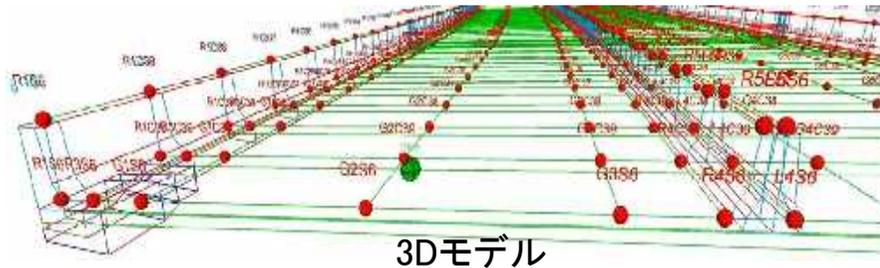
- ◆省人化・作業時間短縮や熟練作業者の代替え **【人・作業時間 結果：約18%削減】**
- ◆リアルタイムな現場と事務所の遠隔検査が可能、検査時間短縮、施工ミスを排除

2. 試行技術の導入効果・達成状況

CIMモデルの活用

(3) トータルステーション測量技術による出来形計測の効率化

トータルステーションのレーザー光を反射ターゲットを用い自動で追尾しながらリアルタイムに計測しそのデータを無線LAN経由で、毎秒20回の頻度でタブレット端末に送る技術



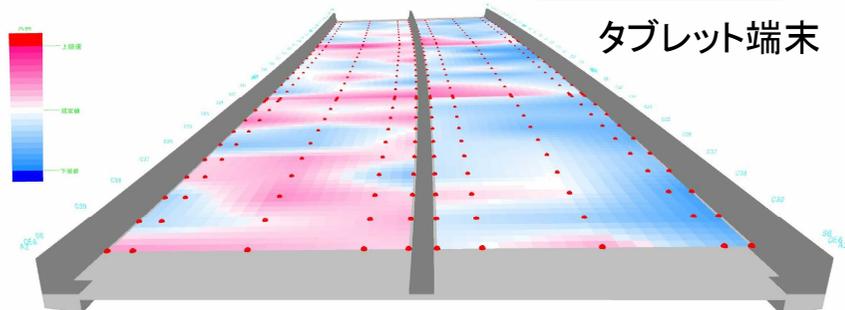
現地の3Dモデルの位置だしのシステムとして「Point Layout」この情報連携を行うクラウドに「BIM 360 Layout」を使用、測量機器は「LN-100」とタブレット端末と連携させたシステム



TS計測状況



・相互のデータの転送を行いCIMモデル上のプリズム標点の位置を確認しながら次の測点までスムーズにXYZ座標で案内：
⇒現地で1人の計測、位置だしが不要であることを確認、計測データのリアルタイムな可視化方法および取得データの精度、クラウドデータ管理による迅速なデータ活用、機器のシステムの安定性を確認



◆計測の省人化（2人→1人）、作業時間短縮
【人・作業時間 結果：約60%削減】
◆従来と変わらない計測精度、設計値との誤差をコンター表示し作業を効率化

【現場で確認されたMR技術の課題】

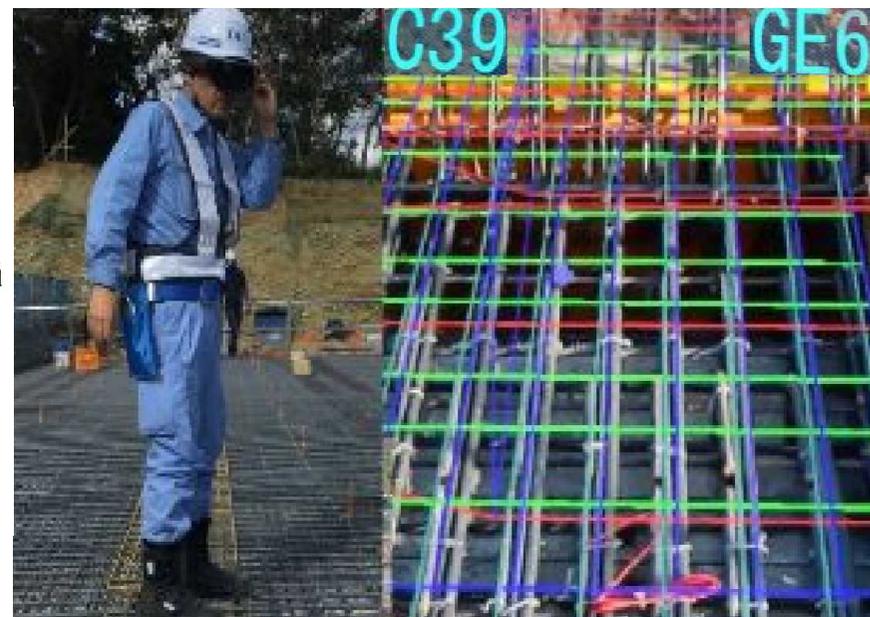
- ①遠隔管理では、検査している場所がわかりづらい
- ②MRデバイスは、精密機械のため炎天下などの過酷な作業環境下での連続使用ができないことが判明

【現状の解決策】

- ①現場検査箇所の位置取得が必要、測点情報を**MRデバイス上に表示**
 - ②作業者のMRデバイス使用は長時間の連続作業を避ける計画として対応、**日傘の使用や冷却シート**をデバイス発熱部に貼りつけ対応
- ※このソフトウェアの販売元と協力し 今後、課題解決を図る



日傘使用



測点情報をMRデバイスに表示

IHI

Realize your dreams