

鉄筋設計CIMから出来形CIMを生成し遠隔臨場にて 施工管理できるDX技術プロジェクト



提案企業
発表者

株式会社イクシス
代表取締役Co-CEO兼CTO 山崎文敬

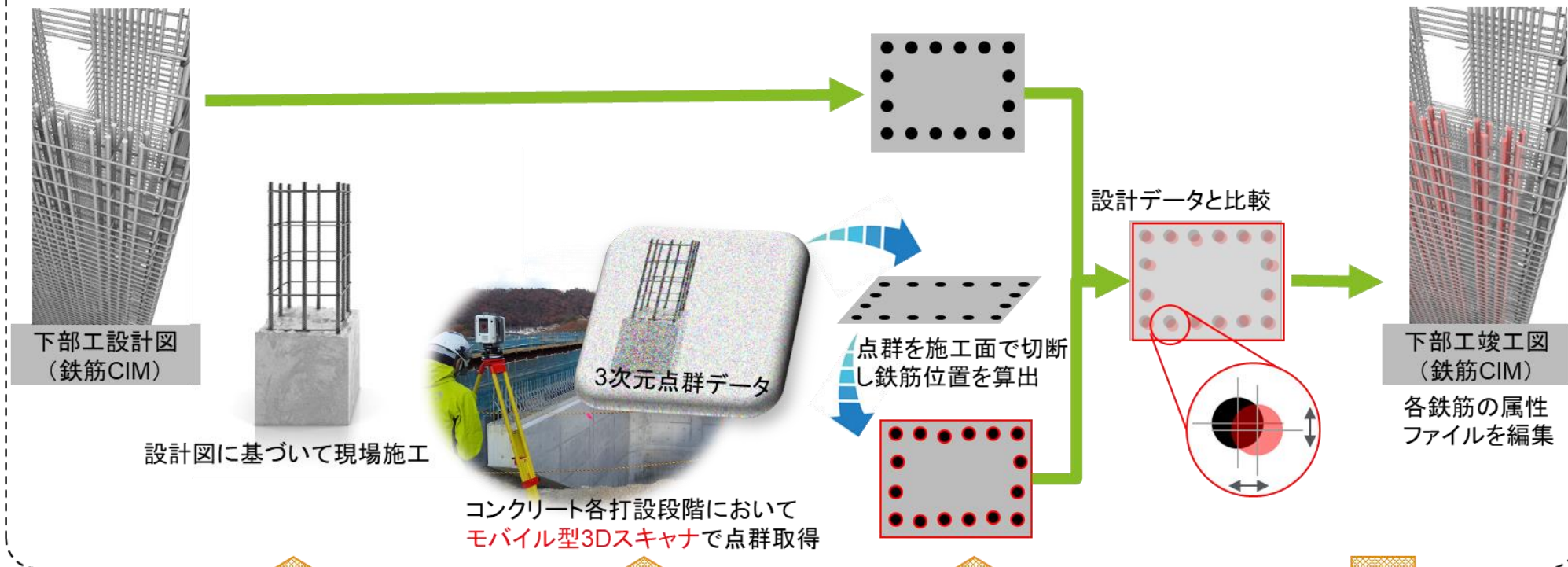
メンバー企業
協力企業

地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所
JIPテクノサイエンス株式会社

事業概要

本事業で実現したいこと

ICT施工システムフロー



GENBA-Remote

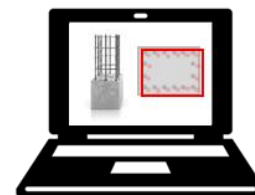
現場側



監督官側



テレカンファレンスシステム



遠隔臨場システムにより全行程をリモート管理

3次元電子納品

事業概要



段階	項目	従来技術	問題点	新規性・独自性
施工管理	品質管理 工程管理	監督官が現場に赴き段階確認・立会検査	遠い現場に赴く必要あり コロナで行動制限中 コロナでリモートワーク中	遠隔臨場システムに加え、出来形図面を共有することが可能
検査納品	品質管理	監督官が現場に赴き立会検査	遠い現場に赴く必要あり コロナで行動制限中 コロナでリモートワーク中	遠隔臨場システムに加え、出来形図面を共有することが可能
維持管理	補修計画	設計図面、補修設計図面を利用	設計図面しかなく、現状把握のために現場踏査をする必要がある	出来形CIM(≒竣工CIM)および属性情報に付与された各種データをベースに画面上で確認
	鉄筋探査	鉄筋探査機	遠い現場に赴いて確認する必要がある	図面より鉄筋位置、かぶり量を確認可能
	診断	「資格を持った点検員」の経験地に依存した診断	今後熟練者の減少と老朽インフラ増大で実施が困難	CIMの属性情報に蓄積された各種データを連携することにより、劣化診断が期待できる

事業概要

建設現場の遠隔臨場技術

令和2年度より

「公共工事の建設現場において「段階確認」、「材料確認」と「立会」を必要とする作業に遠隔臨場を適用して、受発注者の作業効率化を図るとともに、契約の適正な履行として施工履歴を管理する」

ことを目的として、同技術の推進が図られている。

遠隔臨場（遠隔と円滑なコミュニケーションが
取れる技術）

遅延が少ない

画質、フレームレートが高いのは当たり前
遅延は1秒以内でないと使えない

事務連絡
令和3年3月24日

各地方整備局 企画部 技術調整管理官 殿
北海道開発局 技術管理企画官 殿
内閣府沖縄総合事務局 開発建設部 技術企画官 殿

大臣官房技術調査課
建設システム管理企画室長

令和3年度における遠隔臨場の試行について

建設現場における遠隔臨場においては、「建設現場の遠隔臨場に関する試行について」（令和3年3月24日、国官技第350号）により、試行要領（案）及び監督・検査試行要領（案）を周知しているところである。このたび、令和3年度に遠隔臨場の試行が円滑に進められるように別紙「建設現場における遠隔臨場の令和3年度の試行方針」を定めたので、方針に従い試行されたい。

表 2-1 動画撮影用のカメラ（ウェアラブルカメラ等）

項目	仕様	備考
映像	画素数：640×480以上	カラー
	フレームレート：15fps以上	
音声	マイク：モノラル（1チャンネル）以上	
	スピーカー：モノラル（1チャンネル）以上	

2.3 Web会議システム等に関する仕様

Web会議システム等に関する仕様を次に示す。なお、Web会議システム等は通信回線速度により自動的に画質等を調整するため、通信回線速度を優先し、転送レート（VBR）は参考とする。

表 2-2 スマートフォン向けのTV電話やWeb会議システムに関する仕様

項目	仕様	備考
通信回線速度	下り最大 50Mbps、上り最大 5Mbps 以上	
映像・音声	転送レート（VBR）：平均 1 Mbps 以上	

参考に画素数と最低限必要な通信速度を示す。なお、下表は目安であり、利用環境や電波状況、時間帯に応じて変化することに留意する。

表 2-3 画質・画素数と最低限必要な通信速度

画質	画素数	最低限必要な通信速度
360p	640×360	530kbps
480p	720×480	800kbps
720p	1280×720	1.8Mbps
1080p	1920×1080	3.0Mbps
2160p	4096×2160	20.0Mbps

※使用する機器の機能としては仕様を満たしていても、機器の設定により、仕様を満たさない場合があるため、注意すること。（例：使用する端末の画質を「高設定」にした場合は仕様を満たすが、「低設定」にした場合、仕様を満たさなくなることがある。）

KPIと達成手段

KPI目標値

KPI		検証方法	目標値	既存値
大項目	小項目			
①	当日中に出来形CIMが完成する	A:点群データ取得時間	5分 (昼休み中など)	無し
		B:点群データ取得から出来形CIM完成までの時間	30分 (事務所にて)	無し
②	作業の状況を遠隔より監視できる	A:遠隔臨場システム準備時間	5分	無し
		B:各種検査時間	5分	無し

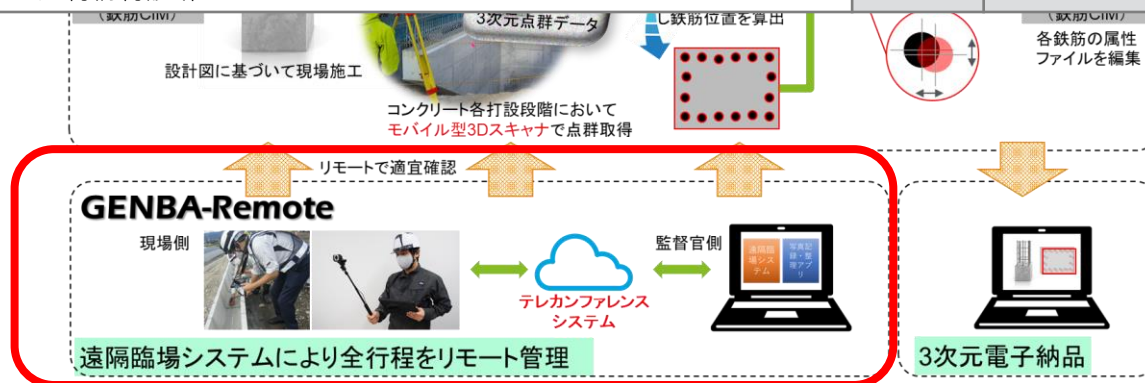
KPIの達成手段

建設現場の遠隔臨場技術

GENBA-Remote

機能	国交省 指針	弊社	他社類似サービス
映像と音声を遠隔地へ同時配信	必須	○	○
遠隔地と双方向の通信により会話可能	必須	○	○
遠隔地にいる人が録画可能(現場にいる人は録画不要)	必須	○	○
録画したデータは一般的な形式	必須	○	○
映像と音声の録画	必須	○	○
映像 画素数：1920×1080 以上 カラー フレームレート：30fps 以上	必須	○	○
マイク：モノラル（1チャンネル）以上	必須	○	○
スピーカ：モノラル（1チャンネル）以上	必須	○	○
映像の配信 映像・音声 転送レート（VBR）：平均9 Mbps 以上	必須	○	○
段階確認・材料確認・立会を支援する機能		○	×
現場（臨場）における確認箇所の位置関係把握を支援する機能		○	×
情報共有システムに録画したデータを自動アップロードできる機能		近日追加予定	×
たまたま映り込んだ関係が無い人の顔を消す(モザイク)機能		近日追加予定	×
リモート撮影・録画ができる建物構物診断システム		○	×

「遅延0.5秒」
を実現



KPIの達成手段



3D点群解析技術

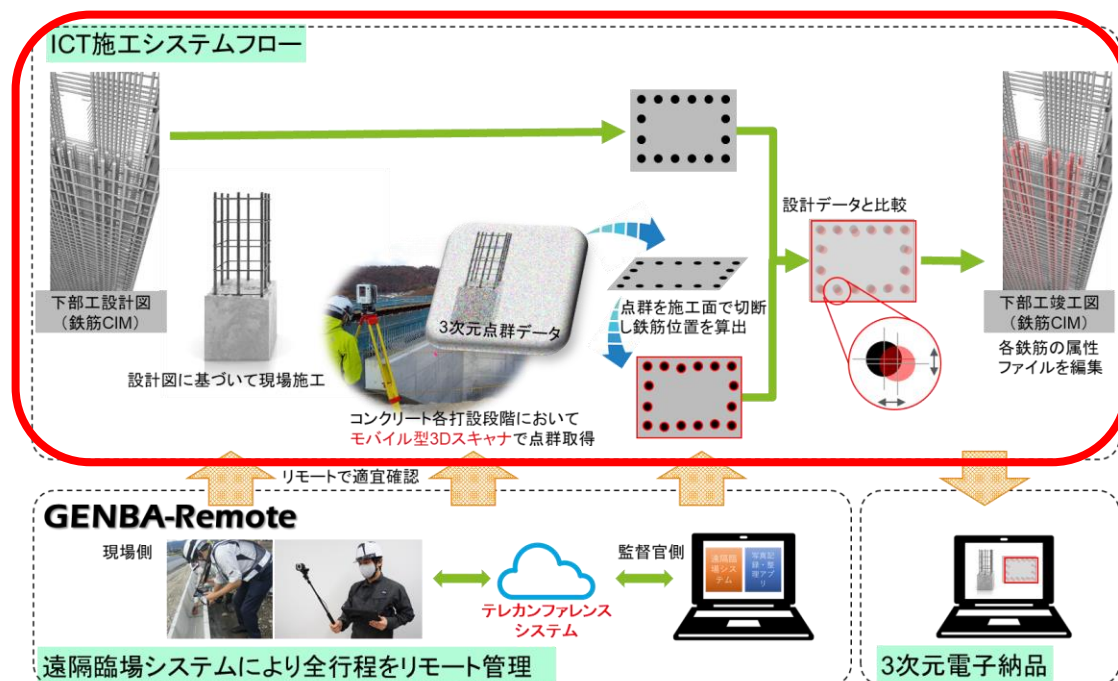
測量機世界3大メーカーであるライカジオシステム社の国内唯一の「グローバル開発パートナー」



3Dスキャナ等の新たな用途開拓を託される



「測る」をテーマ
ロボット、AI、遠隔等をキーワードに3Dスキャナを外部(ロボット等)から制御し各種自動計測システムを開発



実証実験結果

実証実験場所

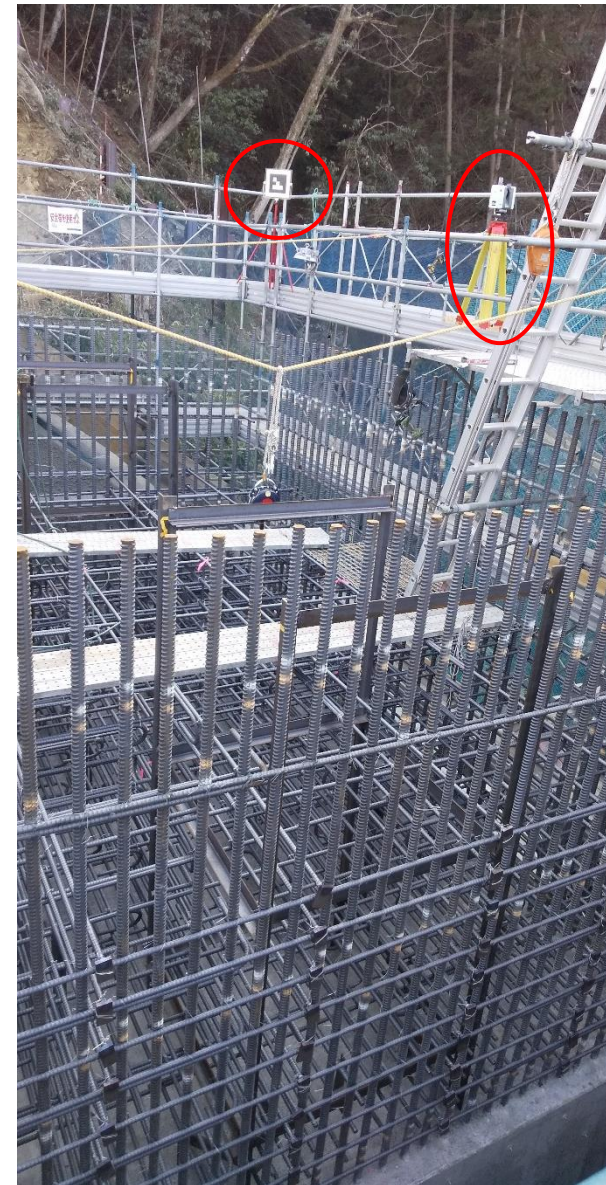
実証実験場所として、2か所で点群データ取得を実施

① 神奈川県内の橋梁下部工工事現場

下部工の型枠の内部の鉄筋を対象



対象鉄筋の全体像



スキャナによるデータ取得

実証実験場所

実証実験場所として、2か所で点群データ取得を実施

② 神奈川県内のトンネル工事現場

トンネル内部の鉄筋を対象



対象鉄筋 1 (トンネル床面)



スキャナによるデータ取得

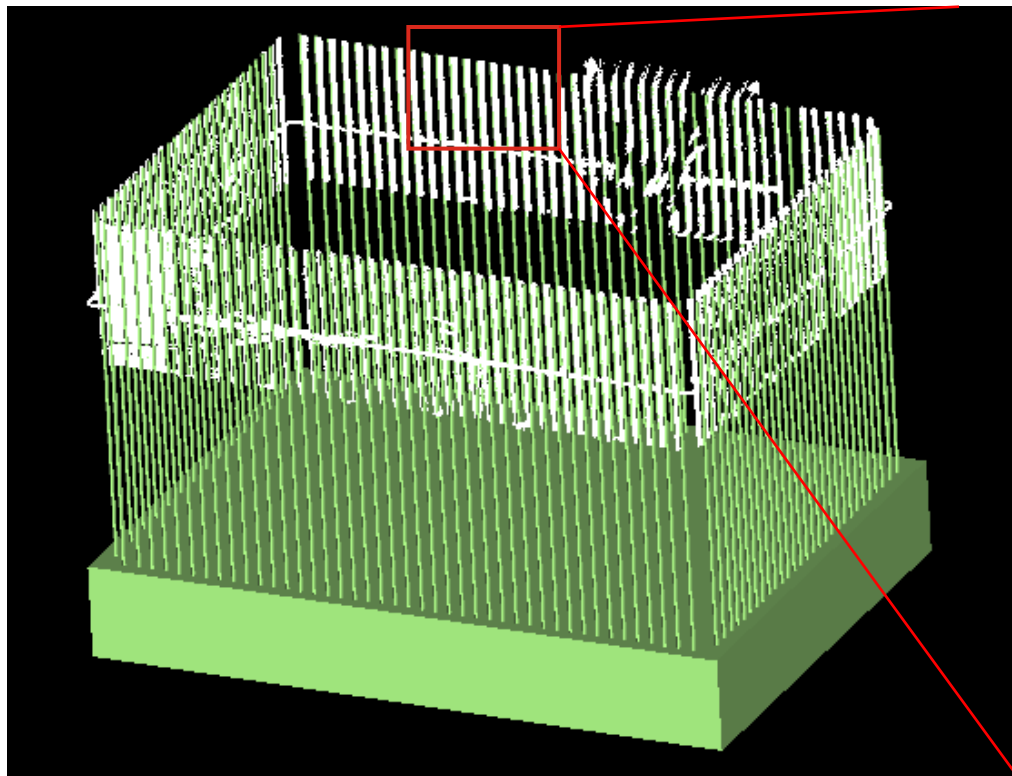


対象鉄筋 2 (トンネル側壁)

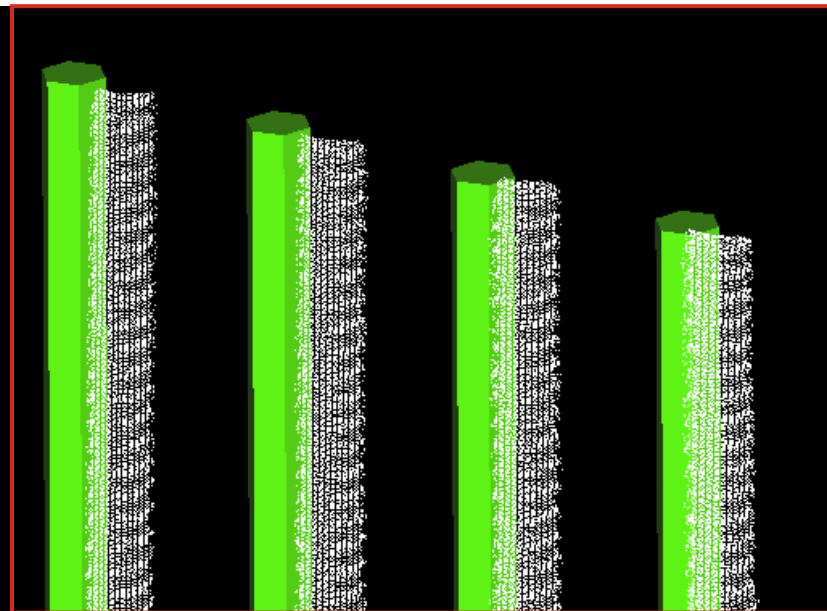


CIMデータの取得・比較(1 of 2)

点群データの処理（施工面で切断し鉄筋位置を算出・設計データと比較・各鉄筋の属性ファイルの編集）は、取得データを検証した結果、①橋梁下部工工事現場のデータに対して実施。（躯体と配筋データを処理）



モデルと点群を位置合わせし重畳



点群から鉄筋位置を計算

```
["MeasurementResult": [{"BarName": "C1-S_1", "Cross  
0.362143, 3.70065}, [0.123666, 0.362143, 0]], {"Ba  
Centroids": [[0.714881, 0.170197, 3.70097], [0.7148  
"C1-S_3", "CrossSectionCentroids": [[0.714881, 0.17  
0197, 0]], {"BarName": "C1-S_4", "CrossSectionCent  
3.70097}, [0.714881, 0.170197, 0]], {"BarName": "C  
s": [[0.714881, 0.170197, 3.70097], [0.714881, 0.17  
6", "CrossSectionCentroids": [[1.36794, 0.172213, 3  
0]], {"BarName": "C1-S_7", "CrossSectionCentroids"  
5], [1.36794, 0.172213, 0]], {"BarName": "C1-S_8",  
6794, 0.172213, 3.70025], [1.36794, 0.172213, 0]],  
ctionCentroids": [[1.66251, 0.176075, 3.69987], [1.
```

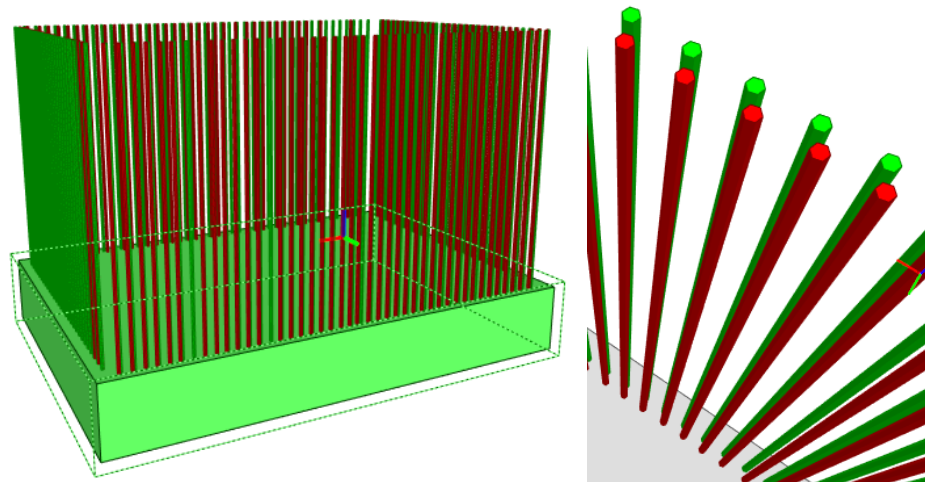
CIMデータの取得・比較 (2 of 2)

```
<xs:element name="No." type="xs:int" minOccurs="0" />
<xs:element name="継続" type="xs:boolean" minOccurs="0" />
<xs:element name="Name" type="xs:string" minOccurs="0" />
<xs:element name="距離_X020_X1" type="xs:double" minOccurs="0" />
<xs:element name="距離_X020_Y1" type="xs:double" minOccurs="0" />
<xs:element name="方向" type="xs:string" minOccurs="0" />
<xs:element name="長さ_X020_L" type="xs:double" minOccurs="0" />
<xs:element name="径" type="xs:string" minOccurs="0" />
<xs:element name="本数" type="xs:int" minOccurs="0" />
<xs:element name="ピッチ" type="xs:double" minOccurs="0" />
```

```
["MeasurementResult": [{"BarName": "C1-S_1", "Cross
0.362143, 3.70065}, [0.123666, 0.362143, 0]], [{"Ba
Centroids": [{"[0.714881, 0.170197, 3.70087], [0.7148
"C1-S_3", "CrossSectionCentroids": [{"[0.714881, 0.17
0197, 0]], [{"BarName": "C1-S_4", "CrossSectionCent
3.70087}, [0.714881, 0.170197, 0]], [{"BarName": "C
s": [{"[0.714881, 0.170197, 3.70087], [0.714881, 0.17
6", "CrossSectionCentroids": [{"[1.36794, 0.172213, 3
0]], [{"BarName": "C1-S_7", "CrossSectionCentroids"
5}, [1.36794, 0.172213, 0]], [{"BarName": "C1-S_8",
6794, 0.172213, 3.70025}, [1.36794, 0.172213, 0]],
ctionCentroids": [{"[1.86251, 0.176075, 3.69967}, [1.
```

設計データ

計測データ



設計施工モデル生成ツール プロトタイプ

ファイル バージョン情報

計測データ入力
平均単純化
JSONファイル

3Dモデルの作成
設計(鉄筋・躯体)/計測(鉄筋)
IFCファイル

設計・計測モデル
端点の座標差計算
CSVファイル

■エンクロージャー 寸法 [mm]
幅 W 7800 長さ D 6000

■軸方向鉄筋 [mm]
登録数 12点

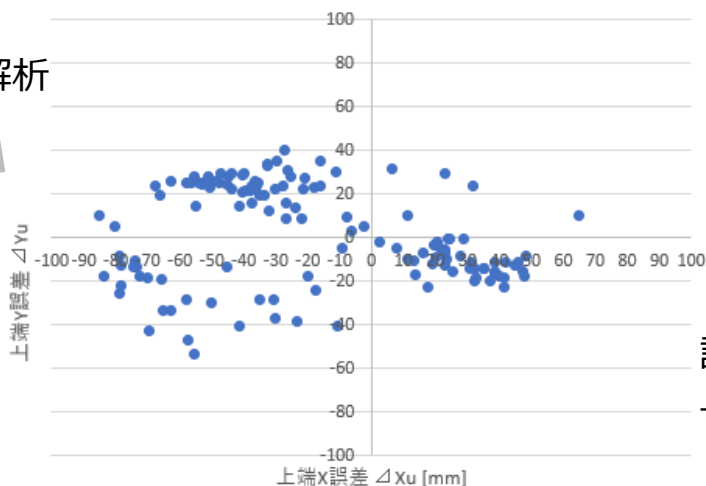
No.	継続	Name	距離 X1	距離 Y1	方向	長さ L	径	本数	ピッチ
1	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-S_1	330	160	X	3820	D41	1	180
2	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-S_2	600	160	X	3820	D41	41	160
3	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-S_3	6670	160	X	3820	D41	1	8
4	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-E_1	330	4940	X	3820	D41	1	8
5	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-E_2	600	4940	X	3820	D41	41	160
6	<input checked="" type="checkbox"/>	C1-E_3	6670	4940	X	3820	D41	1	8
7	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-U_1	160	340	Y	3820	D41	2	180
8	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-U_3	160	700	Y	3820	D41	25	160
9	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-U_28	160	4480	Y	3820	D41	2	180
10	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-Y_1	6840	340	Y	3820	D41	2	180
11	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-Y_3	6840	700	Y	3820	D41	25	160
12	<input checked="" type="checkbox"/>	C2-Y_28	6840	4480	Y	3820	D41	2	180

設計施工モデル生成ツール

モデル生成

緑：設計モデル 赤：計測モデル

誤差解析

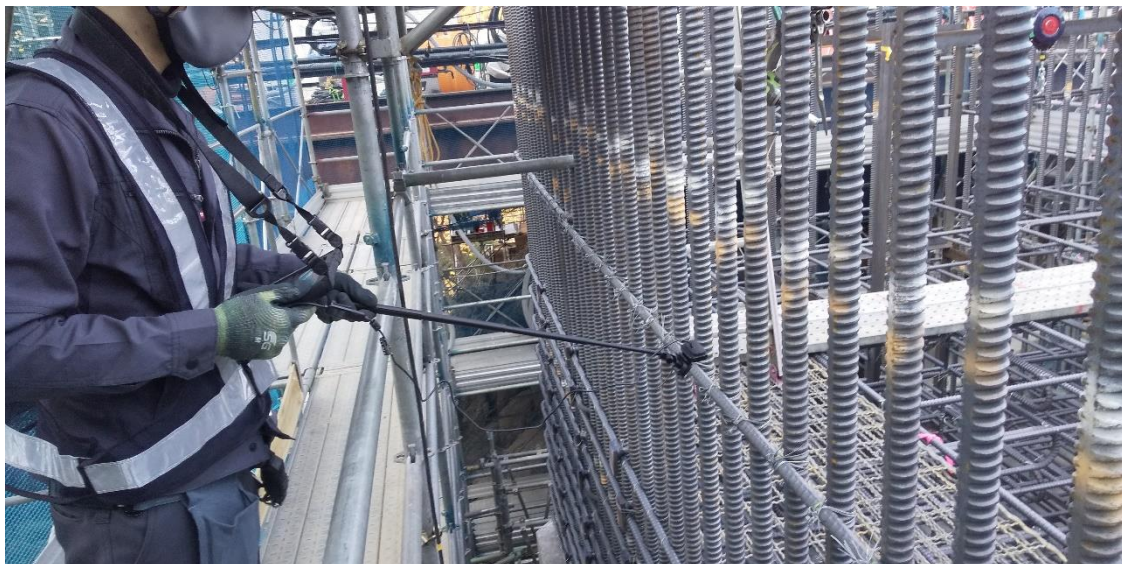


	ΔXu [mm]	ΔYu [mm]
平均	-17.27	1.14
標準偏差	44.79	29.26

設計よりX方向に約-15mm
ずれていることがわかる
(配筋ピッチ 150mm)

遠隔臨場システムによる現場確認

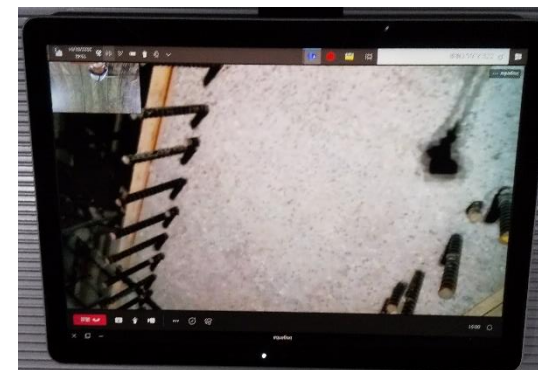
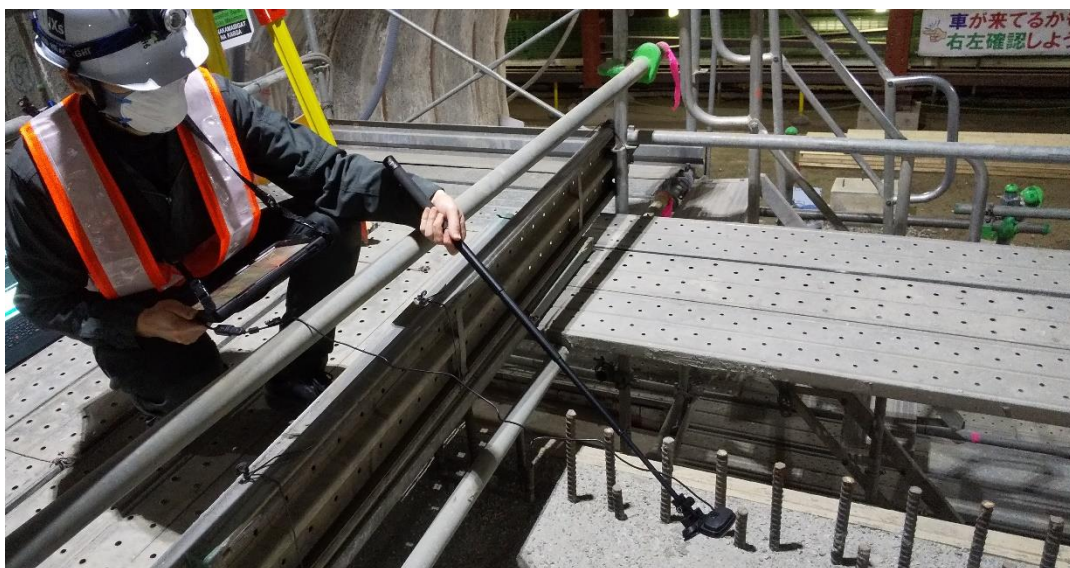
遠隔から、遅延なく円滑なコミュニケーションの実現が確認できた。



現場側作業



監督側による確認



KPI一覧

③KPI一覧表

KPI		検証方法	目標値	実績値	既存値
大項目	小項目				
①	当日中に出来形CIMが完成する	A:点群データ取得時間	5分 (昼休み中など)	3分15秒	無し
		B:点群データ取得から出来形CIM完成までの時間	30分 (事務所にて)	60分	無し
②	作業の状況を遠隔より監視できる	A:遠隔臨場システム準備時間	5分	45秒 (複数回の平均値)	無し
		B:各種検査時間	指示された場所にカメラを接近させ映像を配信し、受信側で確認する	5分	1分10秒

実測値は複数回の平均値

現時点でのメリットと将来のメリット

完成時点の図面の情報

現状

DX化

紙の設計図面に対して、完成時の寸法を記入する。その際はメジャーで(手作業で)寸法を測る。その紙は完成時のみ利用され、保存されない。(工事を行う業者と保守を行う業者が違う)

完成時の3D点群データを取得し、設計データに反映することによって、完成時の図面をデータで残す。

DX化の結果

現在のメリット

完成時の図面がデータで残っていることによって、保守を行う業者の事前踏査がスムーズに行える

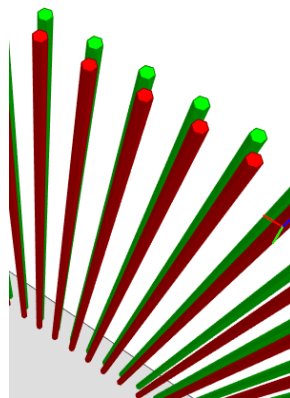
遠隔臨場システムによって、完成時に発注者が現場に赴かなくても済む

将来のメリット

補修計画: 出来形CIMおよび属性情報に付与された各種データをベースに画面上で確認できる。

鉄筋探査: 図面より鉄筋位置、かぶり量を確認できる。

診断: CIMの属性情報に蓄積された各種データを連携することにより、劣化診断が期待できる



生成したCIMモデル

右上部分の拡大

C1-E_1 ... C1-E_43

C2-U_1 ... C2-U_29

C2-Y_1 ... C2-E_29

C1-S_1 ... C1-S_43

メリット①

・現場の工程に大きな影響を与えずに出来形CIMを作成できる

メリット②

出来形CIMがあることによって、劣化予測と補修計画の効率化につながる

今後の展開

今後の事業展開計画について (完成したシステムをどのように広げていくか)

■ CIMデータの確認

- 対象工事としては、下部工・トンネルに限らず、鉄筋やアンカーボルトがあるコンクリート構造物を扱う幅広い現場が対象となる。
- その工事を行う施工業者の施工管理への活用を目指し、実現場でのPOC(※)実施から狙っていく。

(※)POC: Proof Of Concept 新しいアプローチ・手法の実用化の検証を目的としたもの)

■ 遠隔臨場システム

- 遠隔からの進捗管理・完成検査などは、コロナ影響もあり、必要とされるケースが増えてきている。
- 進捗管理や完成検査が必要となる工事は、ほぼ対象となりえる。
- 幅広い活用を目指していく。