

技術Ⅰ：データを活用して土木工事における
施工の労働生産性の向上を図る技術

**EMOTION
SMILE
HUMAN
FUTURE**



カナツ技建工業株式会社

コンソーシアムメンバー

代表：カナツ技建工業(株)・福井コンピュータ(株)・ライカジオテックス(株)・(株)山陽測器

目次

提案・試行技術内容

実施状況と作業工数比較

測定データの利用により課題を解決

さいごに



提案・試行技術内容



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

技術

データを活用して土木工事における施工の労働生産性の向上を図る技術

データ取得に関する試行

構造物（杭基礎及び躯体）の3D設計データを作成する。

3Dスキャナを用いて構造物（杭頭及び躯体）の点群を取得する。

期待される効果

橋台及び橋脚を試行の対象とし、コンクリート構造物の出来形管理を3Dデータを活用して高精度化・高効率化するとともに安全性の向上を図る。

従来の出来形管理値測定方法と付随する業務

スタッフ、レベル、スチールテープ、リボンロッドなどを用いて施工した構造物の測定項目となる、幅、奥行き、高さ、厚さを測定します。

測定寸法が判読できるように、出来形管理写真を撮影します。

測定した寸法を自主管理として管理表、管理図表にまとめます。

撮影した写真データを写真管理システムで整理します。

出来形寸法は、出来形図として2次元図面に設計寸法と対比出来る様に作図します。



従来の測定状況と管理表

場所打ち杭出来形計測



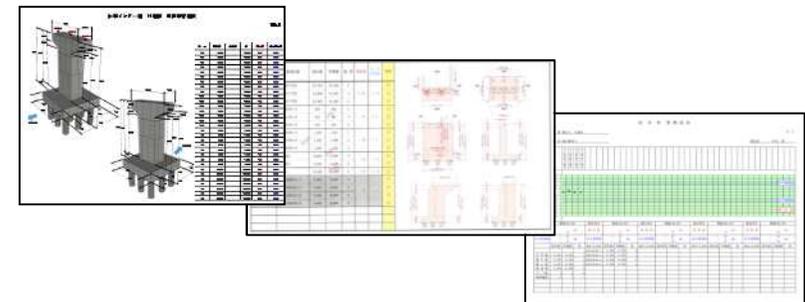
躯体出来形計測



フーチング出来形計測



出来形管理図表



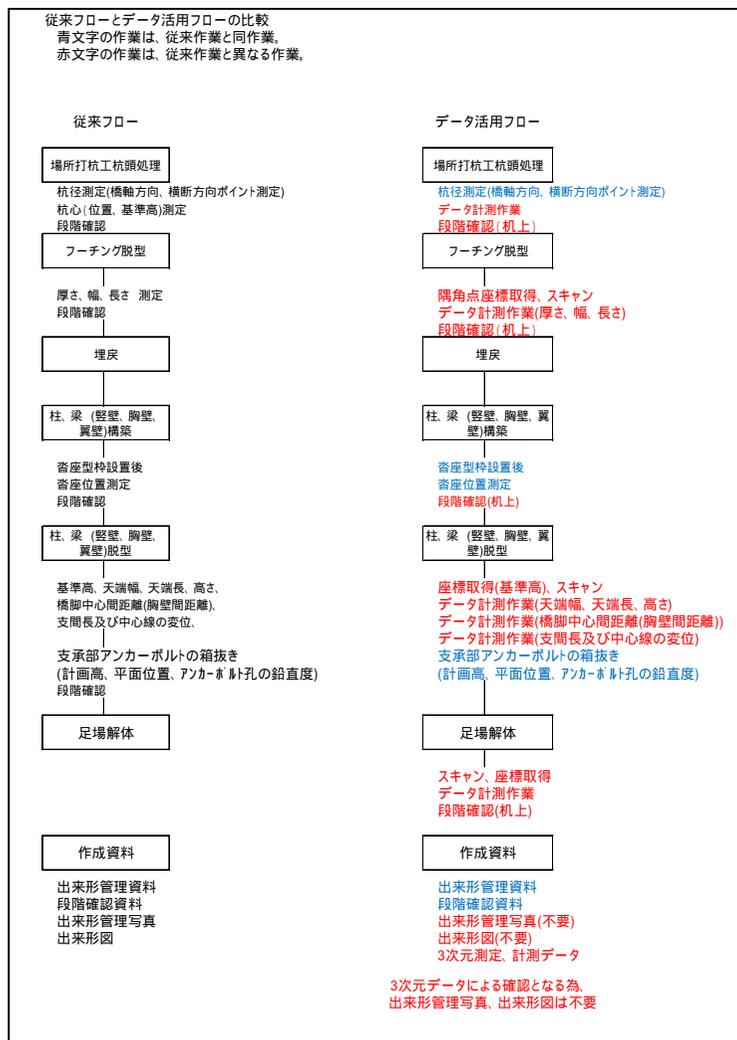
i-Construction

カナツ技建工業株式会社

プロジェクト出来形測定方法による業務の変化

作業フロー比較

プロジェクト出来形測定方法による業務の変化



データ上何処でも寸法値の測定が可能となる。出来形管理項目(厚さ、幅、長さ等の測定がデータ上で可能)

隅角点の座標の取得データと3次元設計データの同点の座標値の較差からXYZ方向の偏差を求める事が出来る。(新たな管理)

データの次工程への引継ぎと維持管理への活用出来る。

立会、出来形管理写真整理、出来形図の作成の簡素化

- ・ 現地での立会時測定が不要となる。
- ・ 測定時の写真撮影が無くなる。
- ・ 2次元出来形図の作成は不要となる。



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

試行現場の内容

- 1) 施工場所
島根県大田市仁摩町
- 2) 発注者
国土交通省中国地方整備局
- 3) 工事概要

大国高架橋
道路土工

A1橋台

作業土工、場所打杭工 (1200, L=16.5m, N=8本)
橋台躯体工 (H=16.5m) 躯体まで全て完成

A2橋台

作業土工、場所打杭工 (1200, L=27.5m, N=15本)
場所打杭まで完成

P1橋脚

作業土工、場所打杭工 (1200, L=24.0m, N=12本)
橋台躯体工 (H=11.4m) フーチングまで完成

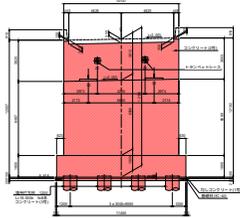
仁摩インター橋

P1橋脚

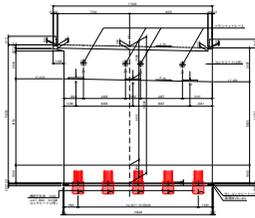
作業土工、場所打杭工 (1200, L=5.0m, N=9本)
橋台躯体工 (H=14.1m) 躯体まで全て完成



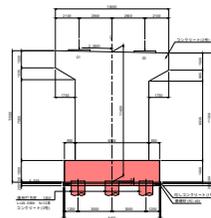
大国高架橋A1橋台



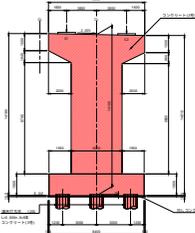
大国高架橋A2橋台



大国高架橋P1橋脚



仁摩インター橋P1橋脚



計測対象箇所は赤塗り部分

- ・仁摩インター橋P1橋脚 (場所打ち杭・フーチング・躯体)
- ・大国高架橋A1橋台 (場所打ち杭・フーチング・躯体)
- ・大国高架橋P1橋脚 (場所打ち杭・フーチング)
- ・大国高架橋A2橋台 (場所打ち杭)

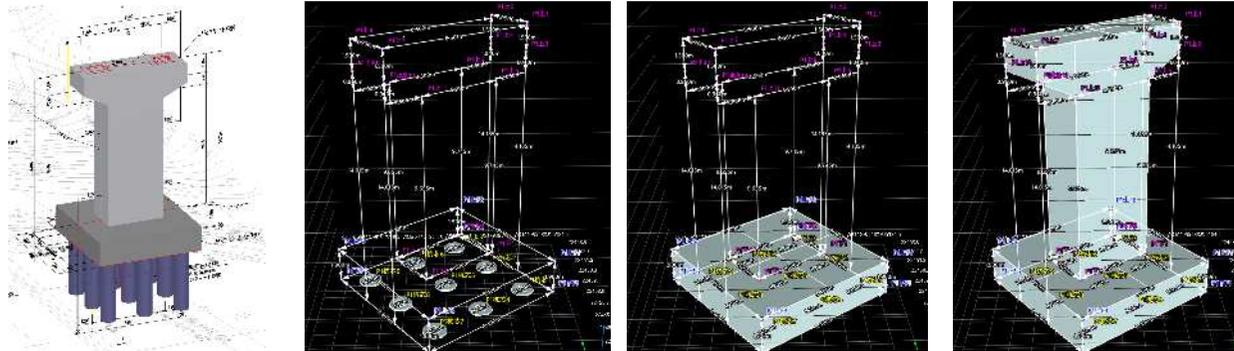


i-Construction

カナツ技建工業株式会社

3次元設計データ化(CIM)

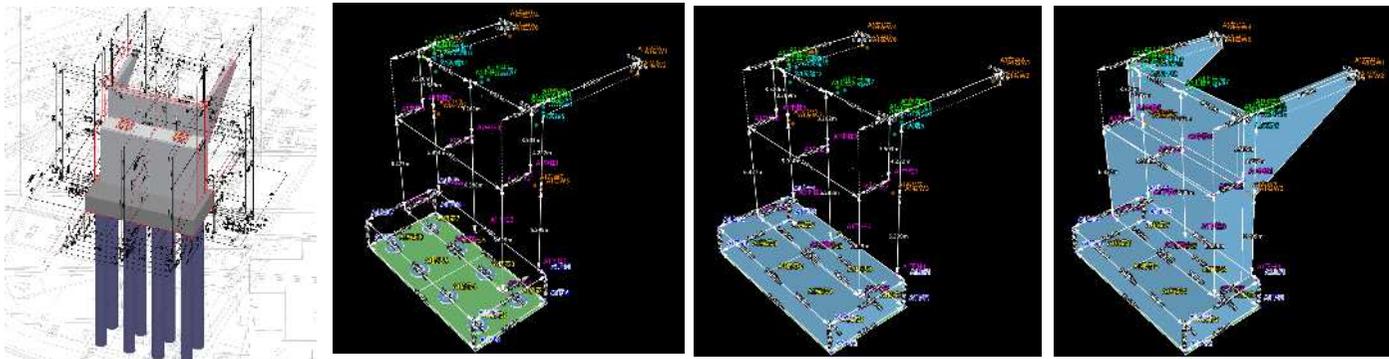
仁摩インター橋P1橋脚



電子野帳(データコレクタ) 設計断面形状確認

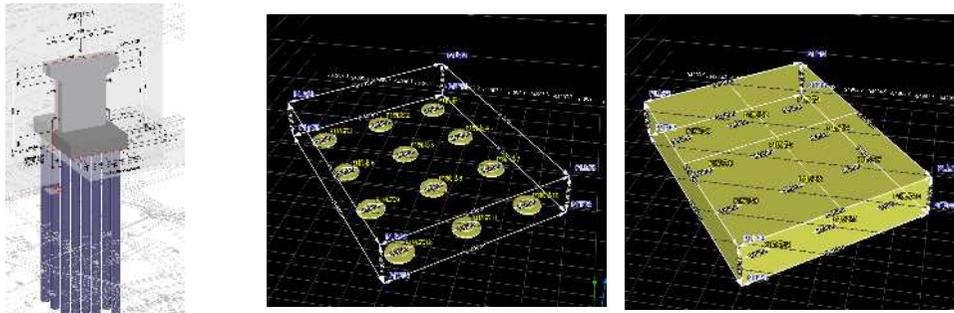


大国高架橋A1橋台

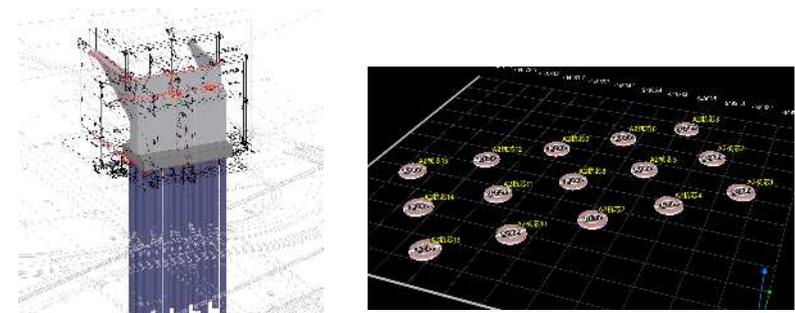


3次元設計データは、電子野帳(データコレクタ)に登録し、現場に持ち出す事で、リアルタイムに出来形確認が可能。

大国高架橋P1橋脚



大国高架橋A2橋台



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

実施状況と作業工数比較



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

構造物3次元データ測定状況

プリズムターゲットによる杭径、隅角点3次元座標測定



スキャンニング測定



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

場所打ち杭

仁摩インター橋P1橋脚

杭付近1cm に1点の密度
均しコン部分5cm に1点3
方向から測定

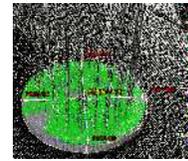


杭中心基準高は座標計算による出来形管理

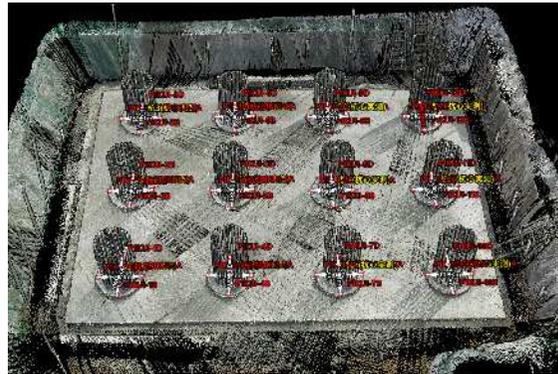


大国高架橋P1橋脚

3cm に1点の密度
4方向から測定



杭天端部面的評価による出来形管理



大国高架橋A1橋台

1cm に1点の密度
4方向から測定

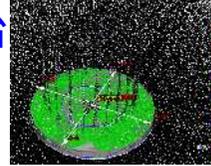


杭天端部面的評価による出来形管理

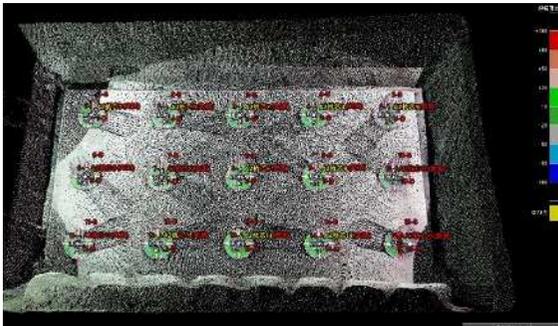


大国高架橋A2橋台

5cm に1点の密度
4方向から測定

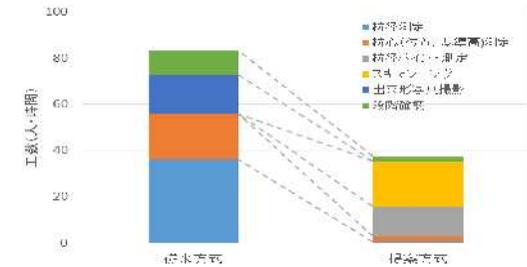


杭天端部面的評価による出来形管理



作業工数比較

場所打ち杭	従来方式			提案提案方式			工数差		
	人数	時間	工数	人数	時間	工数	人数	工数	
大国高架橋A1橋台	杭径測定	3	3	9	1	0.083	0.083	-8.917	
	杭心(位置、基準高)測定	2	2.4	4.8	1	0.75	0.75	-4.05	
	杭径ポイント測定				2	2	4		4
	スキャンニング				2	3.17	6.34		6.34
	出来形写真撮影	3	1.25	3.75	51	0	0	0	-3.75
大国高架橋A2橋台	杭径測定	3	0.5	1.5	1	0.5	0.5	-1	
	杭心(位置、基準高)測定	3	3.5	10.5	1	0.14	0.14	-10.36	
	杭径ポイント測定	2	3	6	1	0.6	0.6	-5.4	
	スキャンニング				4	0.75	3		3
	出来形写真撮影	4	2	8	186	0	0	0	-8
大国高架橋P1橋脚	杭径測定	3	1	3	1	0.5	0.5	-2.5	
	杭心(位置、基準高)測定	3	2	6	1	0.083	0.083	-5.917	
	杭径ポイント測定	3	1	3	1	0.5	0.5	-2.5	
	スキャンニング				2	1.33	2.66		2.66
	出来形写真撮影	3	1	3	108	0	0	0	-3
仁摩インター橋P1橋脚	杭径測定	3	1	3	1	0.5	0.5	-2.5	
	杭心(位置、基準高)測定	3	3.5	10.5	1	0.083	0.083	-10.45	
	杭径ポイント測定	2	3	6	1	0.75	0.75	-5.25	
	スキャンニング				2	1.5	3		3
	出来形写真撮影	3	0.75	2.25	57	0	0	0	-2.25
合計	杭径測定	3	1	3	1	0.5	0.5	-2.5	
	杭心(位置、基準高)測定				36		0.366		-35.64
	杭径ポイント測定				19.8		2.6		-17.2
	スキャンニング						12.66		12.66
	出来形写真撮影				17		402		-402
総計				10.5		2		-8.5	
総計				83.3		402		-46.02	



杭天端は平滑面では無い為、杭中心基準高の計測は、従来方法のレベルによる測定と点群データによる測定では、差が生じてしまう。

杭天端全体の面的評価は、有効な出来形管理となった



i-Construction

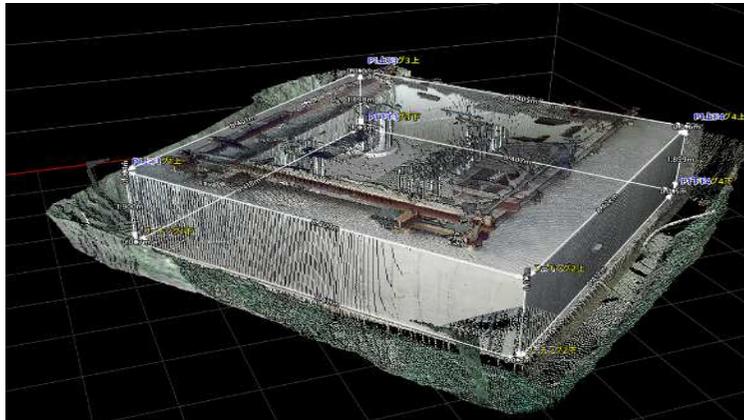
カナツ技建工業株式会社

フーチング

仁摩インター橋P1橋脚

3cm に1点の密度4方向から測定

隅角点数 8箇所



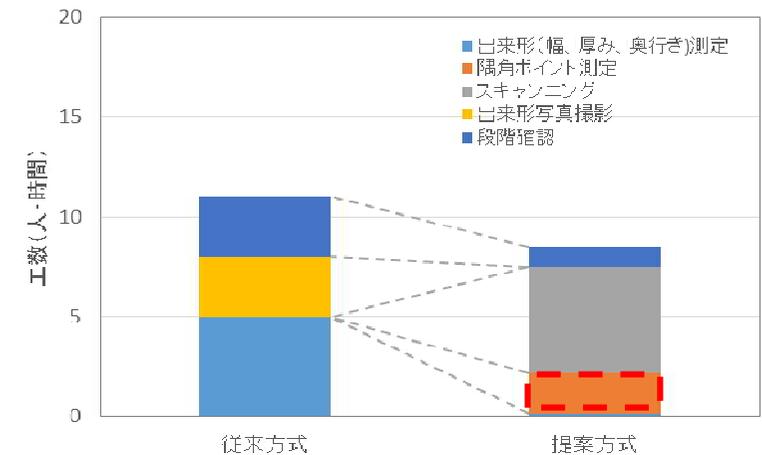
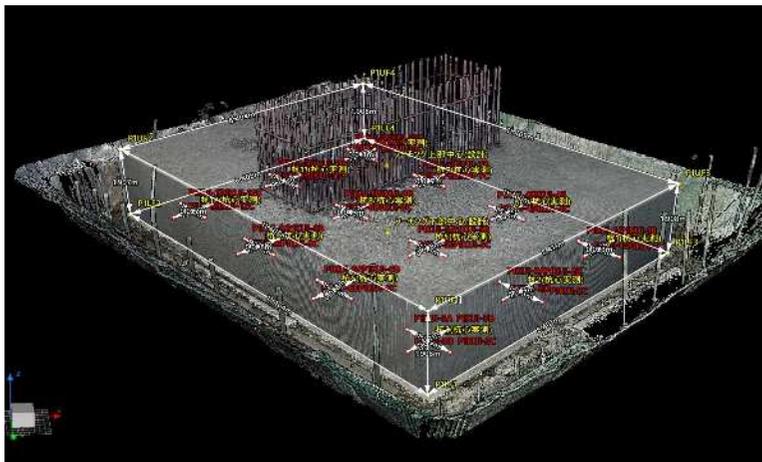
作業工数比較

フーチング	従来方式				提案方式				工数差	
	人数	時間	工数	枚数	人数	時間	工数	枚数	工数	枚数
大国高架橋P1橋脚	出来形(幅、厚み、奥行き)測定	3	1	3	1	0.08	0.08		-2.92	
	隅角ポイント測定				2	0.5	1		1	
	スキャンニング				2	0.67	1.34		1.34	
	出来形写真撮影	3	0.5	1.5	15	0	0		-1.5	
	段階確認	3	0.5	1.5	1	0.5	0.5		-1	
仁摩インター橋P1橋脚	出来形(幅、厚み、奥行き)測定	2	1	2	1	0.08	0.08		-1.92	
	隅角ポイント測定				2	0.5	1		1	
	スキャンニング				2	2	4		4	
	出来形写真撮影	3	0.5	1.5	15	0	0		-1.5	-15
	段階確認	3	0.5	1.5	1	0.5	0.5		-1	
合計	出来形(幅、厚み、奥行き)測定			5			0.16		-4.84	
	隅角ポイント測定				2		2		2	
	スキャンニング						5.34		5.34	
	出来形写真撮影			3	30		0		-3	-30
	段階確認			3	3		1		-2	
			11	30		8.5	0	-2.5	-30	

大国高架橋P1橋脚

3cm に1点の密度4方向から測定

隅角点数 8箇所



仁摩インター橋P1橋脚の隅角点、スキャンニングデータ取得時に既に足場が設置してある事で足場が障害物となり想定以上に時間を要した。



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

躯体

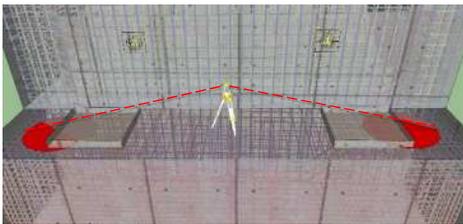
大国高架橋A1橋台

橋座:3cm に1点の密度2方向から測定

パラペット:3cm に1点の密度2方向から測定

躯体:3cm に1点の密度6方向から測定

隅角点数 56 箇所 (フーチング含む)
点群総数 234万点



仁摩インター橋P1橋脚

橋座:3cm に1点の密度2方向から測定

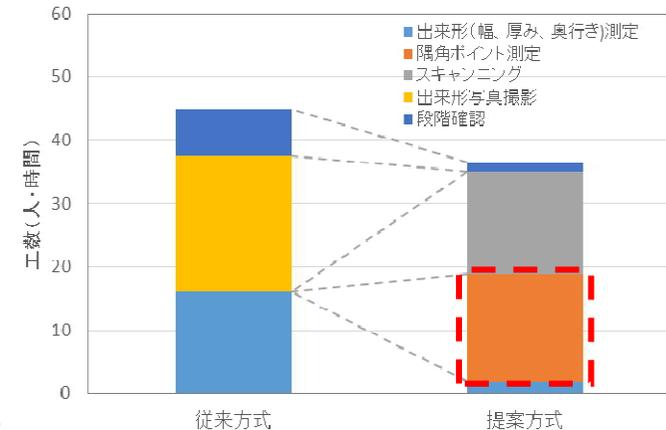
躯体:3cm に1点の密度4方向から測定

隅角点数 16 箇所
点群総数 227万点



作業工数比較

躯体		従来方式			提案方式			差	
		人数	時間	工数	人数	時間	工数	工数	枚数
大国高架橋A1橋台 (フーチング含む)	出来形(幅、高さ、基準高さ奥行き)測定	2	4	8	1	1.05	1.05	-6.95	
	隅角ポイント測定				4	3	12		12
	スキャンニング				2	4.5	9		9
	出来形写真撮影	3	4	12	76	0	0		-12
仁摩インター橋P1橋脚	段階確認	3	1	3	1	0.5	0.5		-2.5
	出来形(幅、高さ、基準高さ奥行き)測定	3	2	6	1	0.85	0.85		-5.15
	隅角ポイント測定				2	2	4		4
	スキャンニング				2	1.5	3		3
合計	出来形写真撮影	4	2	8	0	0	0		-8
	段階確認	3	1	3	1	0.5	0.5		-2.5
	出来形(幅、厚み、奥行き)測定			14			1.9		-12.1
	隅角ポイント測定						16		16
	スキャンニング						12		12
	出来形写真撮影			20		0	0		-20
	段階確認			6		1			-5



沓座の影となる部分は、点群の取得が困難

大国高架橋A1橋台の橋座部分のスキャンニング、各構造物の隅角点の測定は、足場が設置してある状態での作業となり、足場が障害物となり、時間を要する事となった。

足場の影響を受ける隅角点の測定を行わなくても良い方法を構築すれば、全体工数60%削減の可能性が有る。



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

メリット

- 出来形計測はデータで行う事になる為、1人で行う単純作業となる。
- 出来形管理写真の撮影、整理、出来形図の作成が不要となる。
- スキャンを行う時間作業が新たに必要となるが、現行より工数は削減出来る。
- 測定時の上下作業が少なくなる。脚立を使用した移動等が少なくなり安全な計測作業を行える。
- 段階確認、確認・立会、検査時においてもデータ上での確認が可能。(準備からの時間も削減)
- 次工程へデータの引継ぎが可能となる。
- 取得データとCIMデータが連携する。
- 地上レーザースキャナーの新たな活躍の場が提供出来る。
- ICT土工で使用しているアプリケーションで対応可能。
(新たなアプリケーションやシステム構築の必要が無い。)



デメリット

- レーザースキャナーの様な特殊な計測機器が必要となる。
- 3次元化システムの利用が常態化している必要がある。
- 天候により若干測定日の変更を余儀なくされる事がある。
- 躯体の出来形測定は、天端部、躯体部と同一日で終了しない。
- 立地条件により測定が出来ない場合がある。
- スキャンニング作業及び隅角点測定の際に足場が障害物となり測定に時間が掛る。



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

測定データの利用により課題を解決



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

足場が障害物となり測定に時間が掛る課題解決案

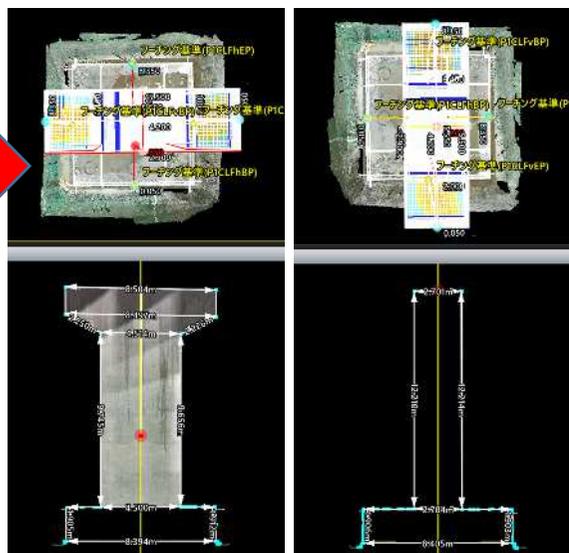
点群処理システムによる構造物の断面化による管理方法

構造物図の(1-1)(2-2)などの基準を利用し3次元設計データを作成する事で、取得点群データを何処からでも断面を作成することが可能となり構造物全体の断面形状(幅、厚さ、高さ)の出来形が容易に把握出来る様になる上、橋台やカルバートなどの隅角点の多い構造物は、隅角点の計測を省くことができる。

仁摩インター橋P1橋脚

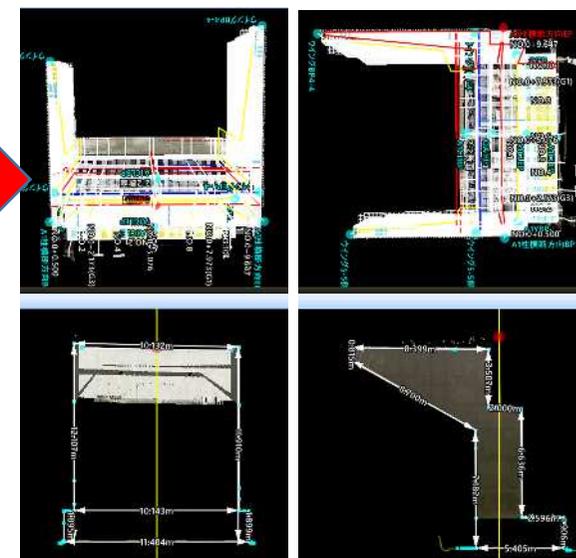
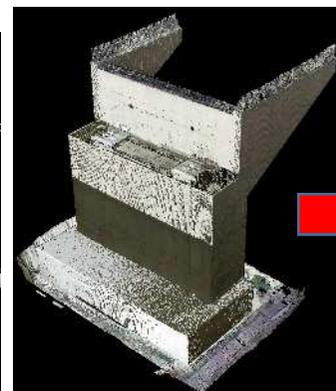


点群から断面抽出



大国高架橋A1橋台

点群から断面抽出



断面形状から出来形寸法計測（机上）

- 取得点群データから任意位置で断面抽出できるので、構造物全体の出来形が把握できる
- 橋台やカルバートなどの隅角点の多い構造物は隅角点の計測を省くことができる



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

足場が障害物となり測定に時間が掛る課題解決案

面的評価機能を搭載した測定器による現地評価

構造物3次元設計データを取込める機能がある測定器を利用し測定器内で設計と取得点群データによる面的(凸凹)評価を行う。

設計Land.XMLデータと点群データ

(杭)



(フーチング)



(橋脚躯体)

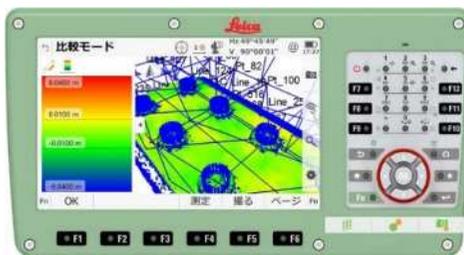


(橋台躯体)

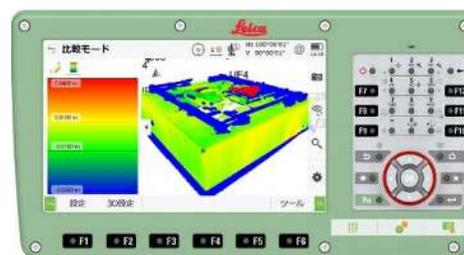


出来形表面比較モード

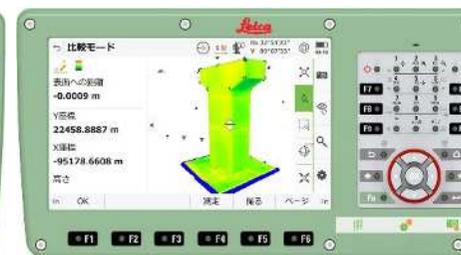
(杭)



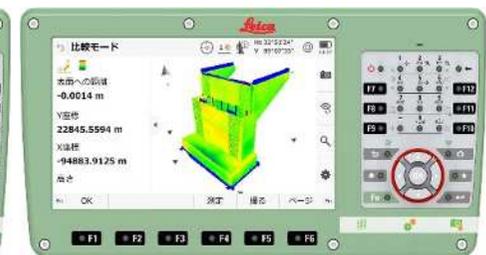
(フーチング)



(橋脚躯体)



(橋台躯体)



- 構造物の測定を行いながら設計面との比較が出来る。
- 構造物の3次元座標情報を持っている設計データと現地で取得点群データにより施工位置の精度が確認出来る。



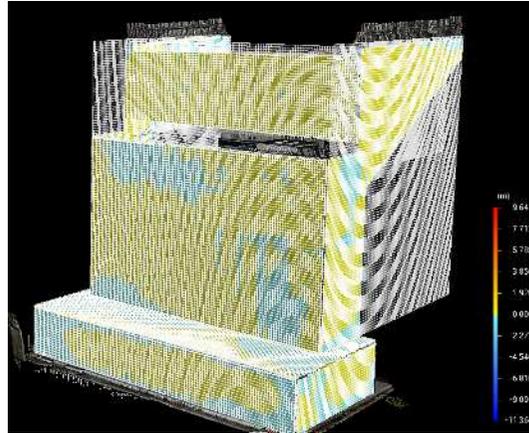
i-Construction

カナツ技建工業株式会社

足場が障害物となり測定に時間が掛る課題解決案

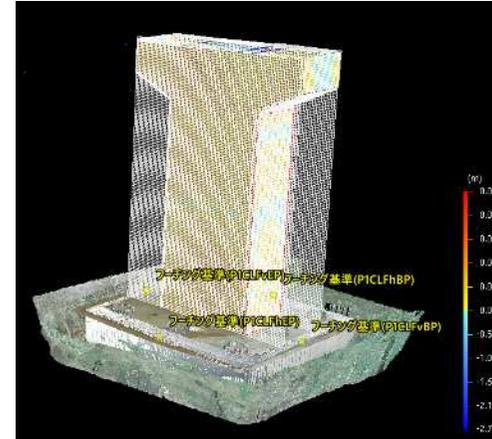
点群処理システムによる構造物の面的評価

大国高架橋A1橋台



凹凸データ名称	:凹凸計測結果
格子サイズ	0.100 m
格子数	440
有効な格子数	439
基準面との距離の最大値(+)	0.006 m
基準面との距離の最大値(-)	-0.008 m
基準面との距離の平均値(+)	0.003 m
基準面との距離の平均値(-)	-0.003 m
標準偏差()	0.0030 m
分散(2)	0.0000

仁摩インター橋P1橋脚



凹凸データ名称	:凹凸計測結果
格子サイズ	0.100 m
格子数	2,522
有効な格子数	2,522
基準面との距離の最大値(+)	0.014 m
基準面との距離の最大値(-)	-0.005 m
基準面との距離の平均値(+)	0.002 m
基準面との距離の平均値(-)	-0.002 m
標準偏差()	0.0023 m
分散(2)	0.0000

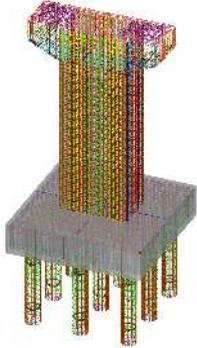
- 点群の状況から基準面を推定するので比較対象となる面データが不要。
- 斜面など、水平ではない箇所の凹凸状態も把握可能。



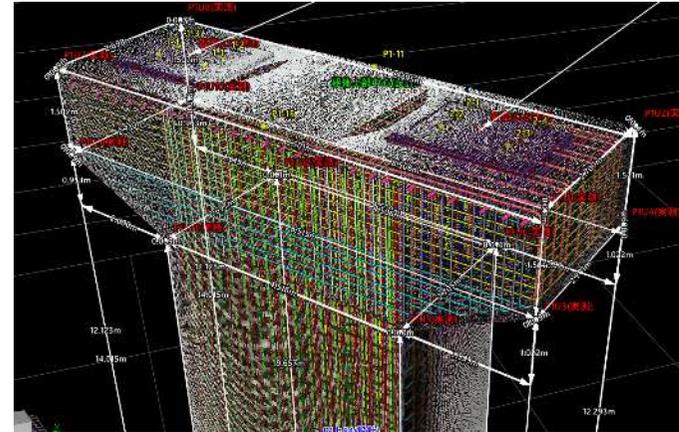
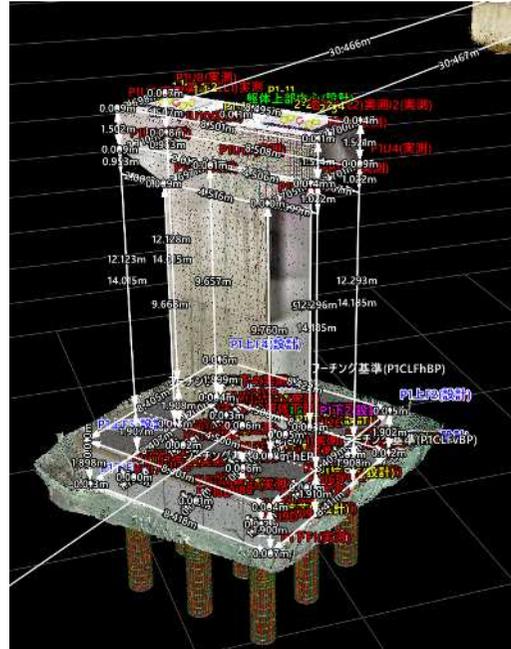
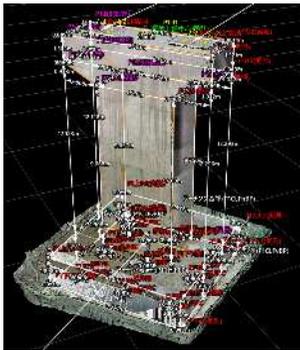
取得データとCIMデータとの連携

R (仮想空間)・MR (複合現実)による3次元設計データとの比較及び計測による管理

CIMデータ(鉄筋)



出来形点群データ



VR (仮想現実)・MR (複合現実)の利用



- 点群データをVRデータに変換する事で現地で確認している状況を再現し管理業務が出来る。
- ウェアラブル端末を使用し、現地施工物と設計データとを照らし合わせ確認する事が出来る。
- 3次元設計データ(CIM)と出来形点群データの融合データが維持管理データとなる。
- CIMデータへ出来形測定値の自動反映 (データベースへのリンク)



i-Construction

カナツ技建工業株式会社

さいごに

「技術を現場で使いこなす！！」
をテーマに活動しました。



本試行は、世界遺産「石見銀山遺跡とその文化的景観」の地元で行いました。
石見銀山から採掘された銀は最盛期には日本はもとより、世界へ多く流通されていました。
彼(か)の古(いにしえ)の地で、i-Con深化からi-Con貫徹へと移り変わる中、この試行が同様な課題を抱えておられる皆様の改善への手がかりのひとつとなればと思っています。
コンソーシアムメンバー一同、この試みを「小さくとも大きな一歩」となる様に今後も、より柔軟な発想と創造力をもって建設現場の生産性向上、魅力ある職場づくりへ繋げて行きたいと思えます。



i-Construction

カナツ技建工業株式会社