

技術番号 BR020031

技術名 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術

開発者名 有限会社吉川土木コンサルタント

試験日 令和4年 12月 19日 天候 晴れ 気温 4.8 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 非破壊検査技術 検出項目 剝離、変形 試験区分 標準試験

試験で確認するカタログ項目 計測精度

対象構造物の概要

**全体一般図**

対象: PC単純プレテンT桁橋  
PC単純プレテン床版橋

**第2径間 C3**

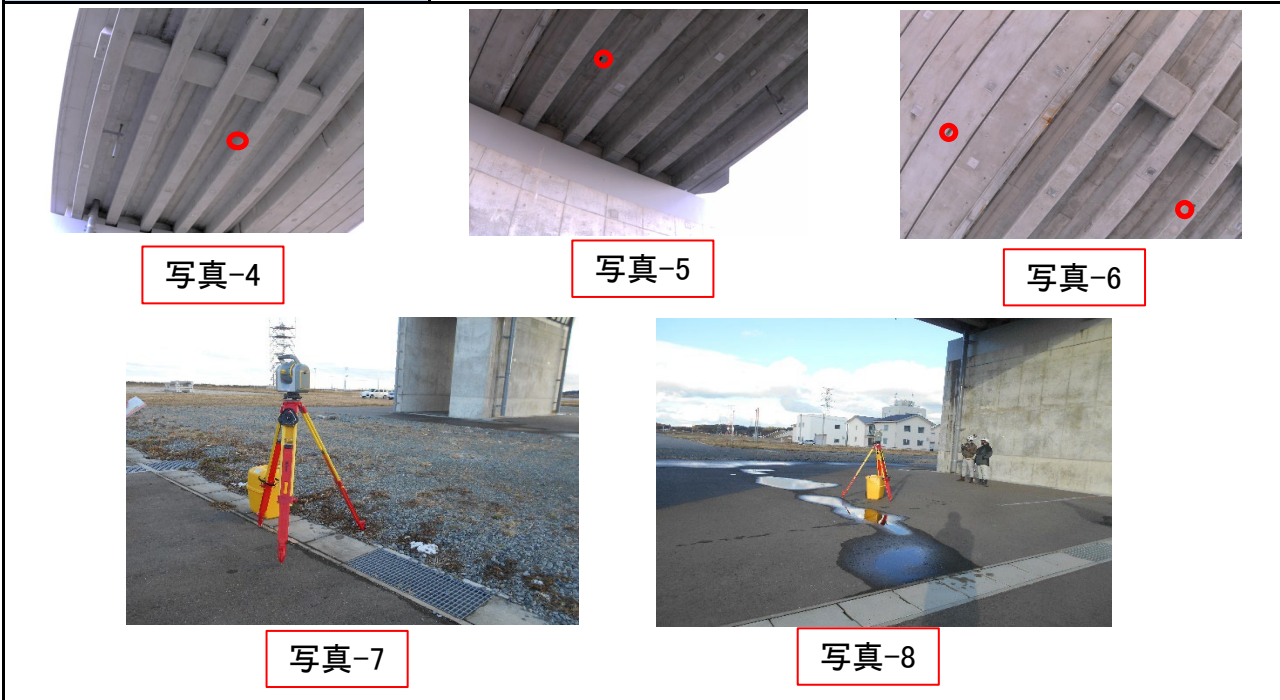
写真-1 全体写真

写真-2 主桁(T桁橋)      写真-3 主桁(床版橋)

対象径間: 第2径間      計測対象部材: 主桁下面・側面、間詰め床版

試験方法(手順)	技術番号	BR020031
① PCプレント桁橋(側面)の剥離・鉄筋露出(写真-4)		
② PCプレント桁橋(間詰め床版部)の剥離・鉄筋露出(写真-5)		
③ PCプレント桁橋(下面)、PCプレテン床版橋(下面)の剥離・鉄筋露出(写真-6)		
④ 計測機器(測量機)の設置・計測状況:計測機器でPC桁の剥離・鉄筋露出を計測する。(写真-7, 8)		
⑤ 後日、計測結果から真値と比較する。		

開発者による計測機器の設置状況







比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況







※計測対象部材:主桁側面・下面(写真-9:①TG4,②TG3)(写真-10:③TG4-5、④HG2)

## (1) 真値

		① プレテンPCT桁橋(TG4側面)	
① 160×60mm		縦	横
			
		160mm	60mm

		② プレテンPCT桁橋(TG3)	
② 160×50mm		縦	横
			
		160mm	50mm

		③ プレテンPCT桁橋(TG4-G5間詰め床版)	
③ 150×50mm		縦	横
			
		150mm	50mm

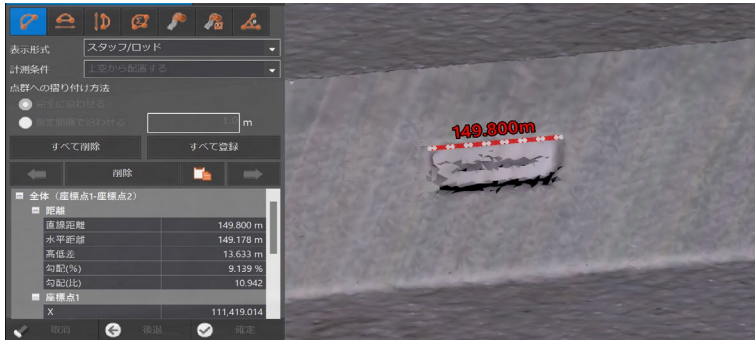
		④ プレテ 橋(HG2)	
④ 160×60mm		縦	横
			
		160mm	50mm

※真値はコンベックスによる寸法計測である。

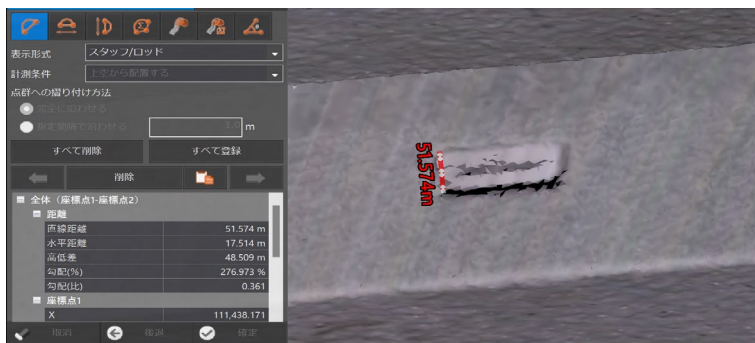
## (2)計測結果

## ①TG4

(図中に記載の長さの単位はmm)



長さ: 149.800mm



幅: 51.574mm

## ②TG3

(図中に記載の長さの単位はmm)



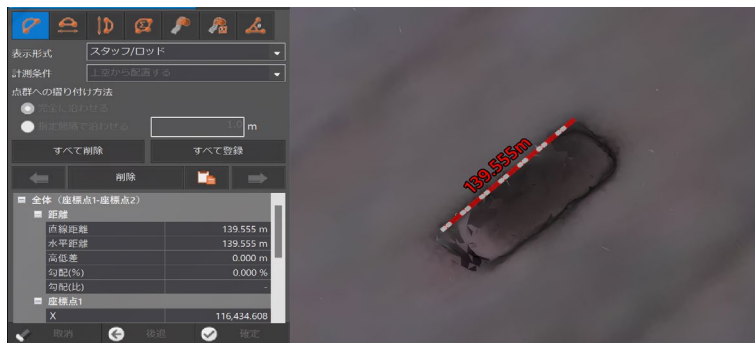
長さ: 151.972mm



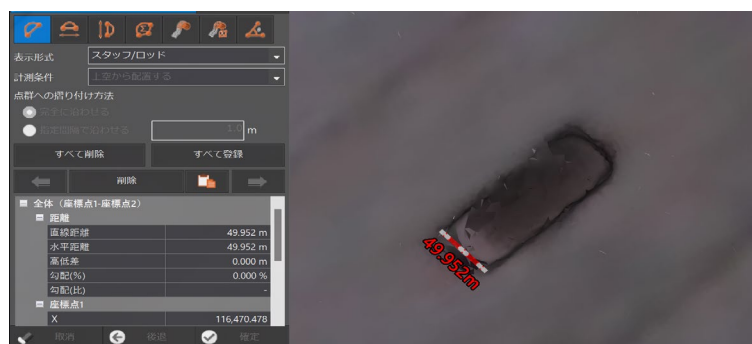
幅: 59.269mm

## ③TG4-5

(図中に記載の長さの単位はmm)



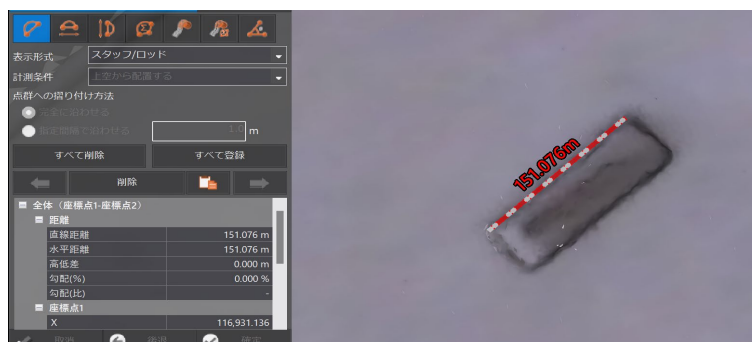
長さ: 139.555mm



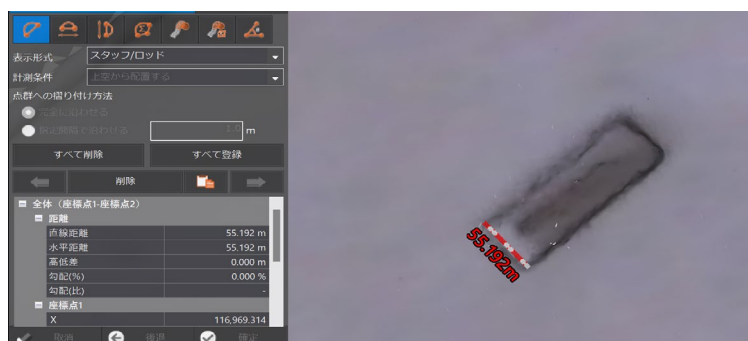
幅: 49.952mm

## ④HG2

(図中に記載の長さの単位はmm)



長さ: 151.076mm



幅: 55.192mm

## (3) 計測結果の比較

		長さ	幅
		mm	mm
①	真値	160	60
	計測値	150	52
	差	-10	-8
	比率	0.938	0.867
②	真値	160	60
	計測値	152	59
	差	-8	-1
	比率	0.950	0.983
③	真値	150	50
	計測値	140	50
	差	-10	0
	比率	0.933	1.000
④	真値	160	50
	計測値	151	55
	差	-9	5
	比率	0.944	1.100

$$\text{計測精度} = \sqrt{\frac{(x_1 - a)^2 + \dots + (x_n - a)^2}{n}}$$

長さ(平均154mm)の計測精度: 8.3mm

誤差: 5.4% (= 8.3/154)

幅(平均55mm)の計測精度: 4.7mm

誤差: 8.5% (= 4.7/55)

技術番号 BR020031

技術名 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術

開発者名 有限会社吉川土木コンサルタント

試験日 令和4年 12月 19日 天候 晴れ 気温 4.8 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 非破壊検査技術 カタログ 検出項目 剥離、変形 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 色識別性能

対象構造物の概要

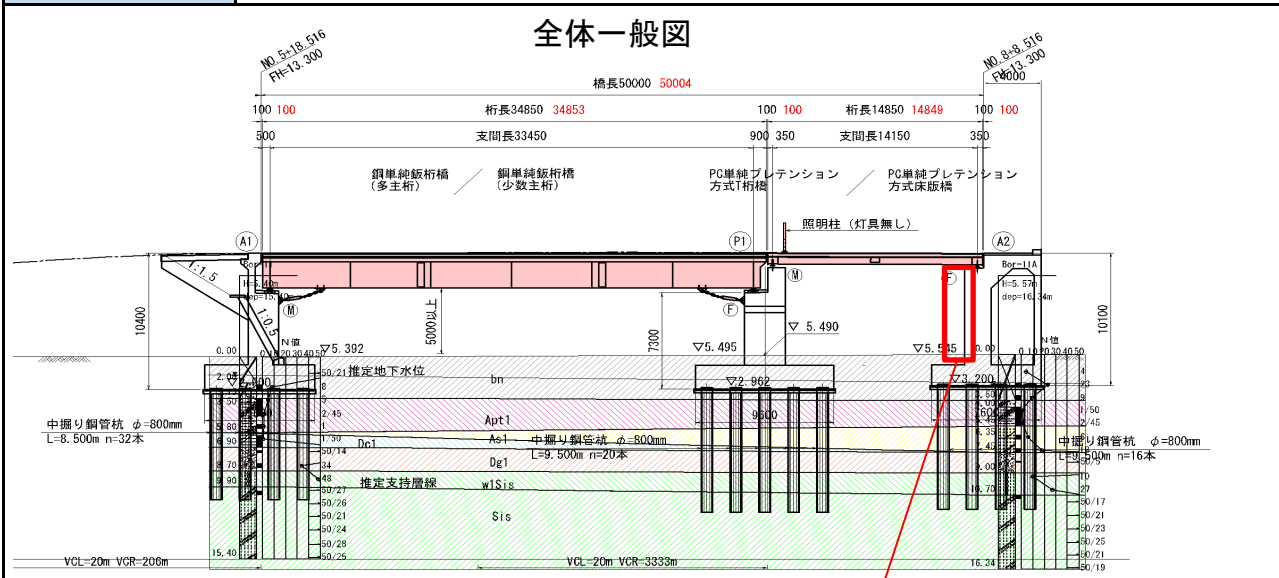
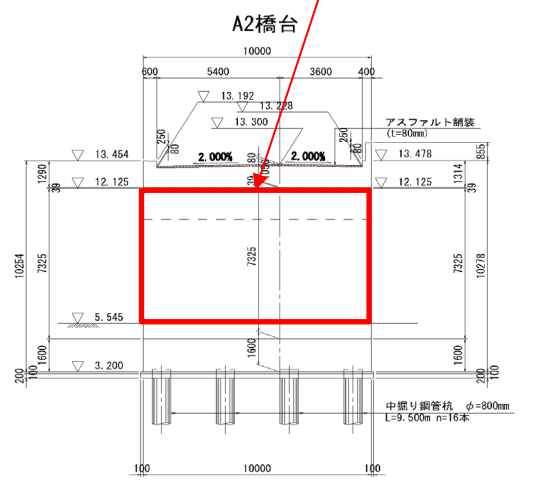


写真-1 全体写真



対象径間: 第2径間 計測対象部材: A2ラーメン式橋台堅壁前面

- ① 機器(測量機、三脚)の搬入(写真-2)
- ② 機器(測量機)の搬入(写真-3: Trimble SX10)
- ③ 計測機器(測量機)の設置・計測状況: カラーチャートK1、K2を撮影する。(写真-4, 5)
- ④ 計測機器(測量機)の設置・計測状況: カラーチャートK1、K2を撮影する。(写真-6, 7)
- ⑤ 後日、撮影画像からマーカの座標値、カラーチャートのRGB値を求める。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5



写真-6



写真-7



※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-8)を使用する。  
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はA2橋台(k1、K2)(写真-9、10)の2箇所



写真-8

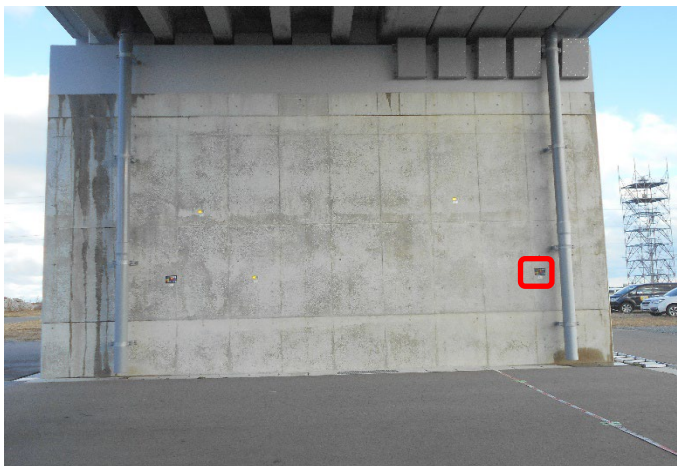


写真-9 □:k1



写真-10 □:k2

	真 値		
	R値	G値	B値
A-1	43	41	43
A-2	80	80	78
A-3	122	118	116
A-4	161	157	154
A-5	202	198	195
A-6	249	242	238
B-1	25	55	135
B-2	57	146	64
B-3	186	26	51
B-4	245	205	0
B-5	192	75	145
B-6	0	127	159
C-1	238	158	25
C-2	157	188	54
C-3	83	58	106
C-4	195	79	95
C-5	58	88	159
C-6	222	118	32
D-1	112	76	60
D-2	197	145	125
D-3	87	120	155
D-4	82	106	60
D-5	126	125	174
D-6	98	187	166

## ※色識別性能(カラーチャートK1)

■カメラ名称: Trimble SX10

■被写体距離: - m ■照度: 2.09~10.9 kLux ■風速: 0.0~3.1 m/s

■気温: 4.6 °C

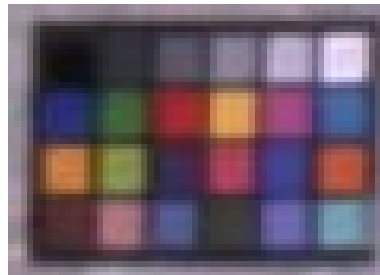
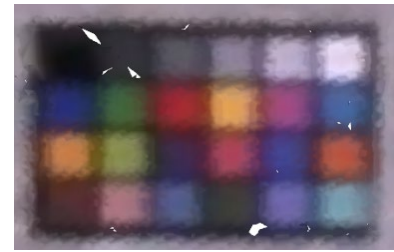
■焦点距離: - mm ■シャッター速度: 1/1876 秒

■絞り: - ■ISO値: 100

■オートフォーカス ■画像Pixel数: 2592×1944 ■画像解像度: -



立会者撮影

k1:開発者撮影  
(オルソ加工前)k1:開発者撮影  
(オルソ加工後)

k1:計測比較

	R値			G値			B値		
	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後
A-1	43	16	11	41	14	17	43	16	18
A-2	80	50	51	80	50	48	78	60	57
A-3	122	89	89	118	88	87	116	102	96
A-4	161	141	141	157	131	128	154	158	152
A-5	202	184	191	198	169	176	195	199	202
A-6	249	239	231	242	225	219	238	253	243
B-1	25	38	38	55	44	46	135	129	115
B-2	57	62	66	146	100	99	64	58	58
B-3	186	173	163	26	40	43	51	51	49
B-4	245	221	224	205	159	160	0	82	84
B-5	192	166	162	75	72	73	145	133	129
B-6	0	69	75	127	105	104	159	164	161
C-1	238	187	201	158	126	124	25	76	69
C-2	157	141	131	188	149	136	54	78	82
C-3	83	65	64	58	40	42	106	87	78
C-4	195	181	168	79	64	69	95	89	95
C-5	58	63	68	88	70	69	159	154	137
C-6	222	179	187	118	90	83	32	71	63
D-1	112	83	86	76	48	48	60	54	52
D-2	197	144	170	145	104	116	125	123	126
D-3	87	78	79	120	91	91	155	146	138
D-4	82	61	63	106	63	64	60	51	58
D-5	126	112	112	125	106	102	174	178	174
D-6	98	121	123	187	160	158	166	186	174

## ※色識別性能(カラーチャートK2)

■カメラ名称: Trimble SX10

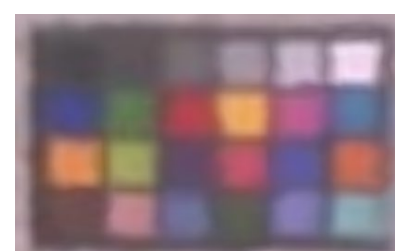
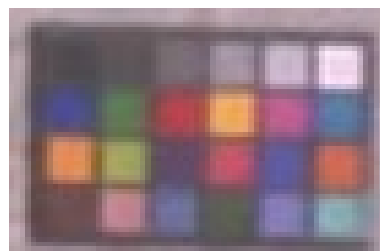
■被写体距離: - m ■照度: 2.09~10.9 kLux ■風速: 0.0~3.1 m/s

■気温: 4.6 °C

■焦点距離: - mm ■シャッター速度: 1/1876 秒

■絞り: - ■ISO値: 100

■オートフォーカス ■画像Pixel数: 2592×1944 ■画像解像度: -



立会者撮影

k2: 開発者撮影  
(オルソ加工前)k2: 開発者撮影  
(オルソ加工後)

k2: 計測比較

	R値			G値			B値		
	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後
A-1	43	78	78	41	73	74	43	77	78
A-2	80	97	98	80	84	86	78	91	90
A-3	122	124	122	118	111	112	116	120	117
A-4	161	166	165	157	149	148	154	166	160
A-5	202	201	199	198	184	182	195	204	201
A-6	249	253	241	242	233	222	238	252	241
B-1	25	73	77	55	75	77	135	154	143
B-2	57	93	95	146	125	121	64	82	82
B-3	186	193	184	26	66	68	51	78	80
B-4	245	240	235	205	172	167	0	96	92
B-5	192	198	194	75	91	96	145	144	147
B-6	0	87	92	127	126	126	159	169	164
C-1	238	230	225	158	141	139	25	92	92
C-2	157	166	166	188	168	165	54	103	102
C-3	83	95	98	58	76	74	106	104	103
C-4	195	206	198	79	84	86	95	107	110
C-5	58	94	98	88	91	90	159	165	163
C-6	222	209	205	118	106	108	32	83	85
D-1	112	110	111	76	80	81	60	80	82
D-2	197	197	194	145	134	133	125	146	142
D-3	87	112	111	120	115	114	155	162	152
D-4	82	93	93	106	95	96	60	83	83
D-5	126	137	136	125	124	126	174	184	182
D-6	98	146	140	187	179	170	166	190	181

技術番号 BR020031

技術名 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術 開発者名 有限会社吉川土木コンサルタント

試験日 令和4年 12月 19日 天候 晴れ 気温 4.8 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 非破壊検査技術 カタログ 検出項目 剥離、変形 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 長さ計測精度  
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・A2橋台堅壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x, y)及びP1-P2間の距離を計測する。

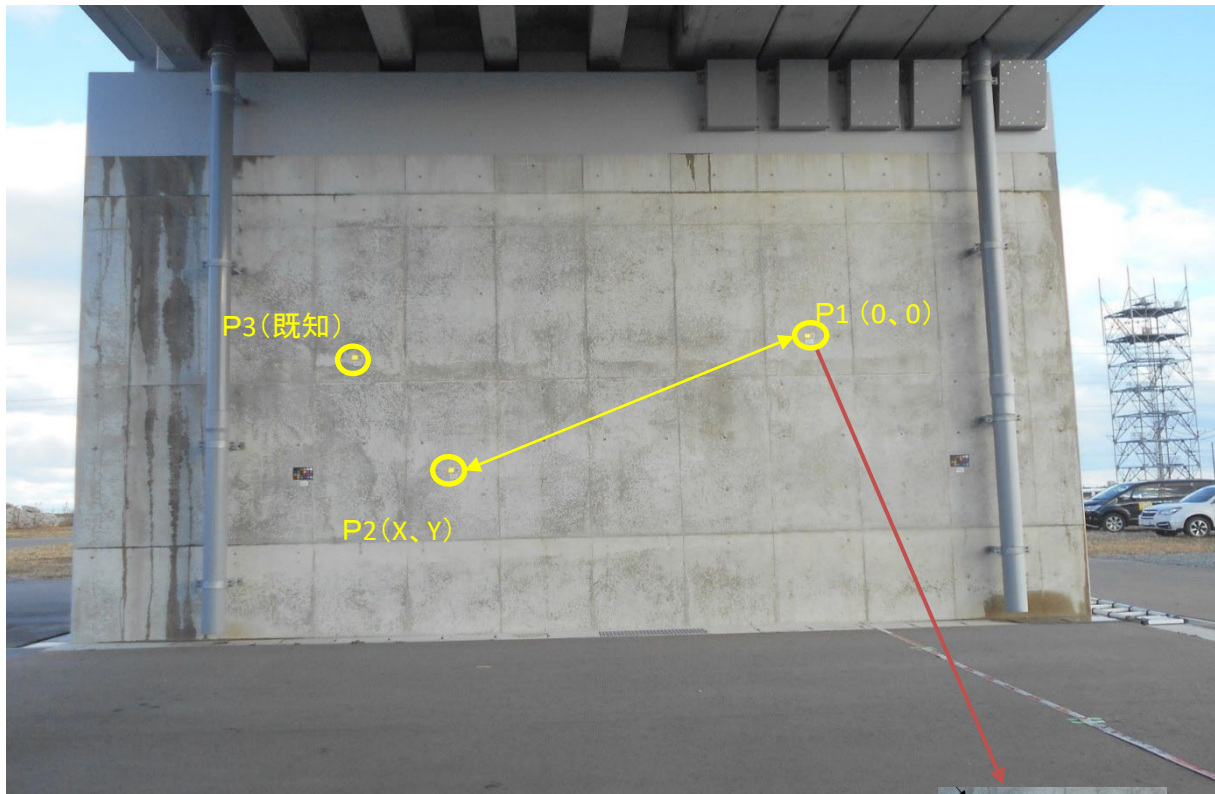


写真-1

マーカ座標



- ① 機器(測量機、三脚)の搬入(写真-2)
- ② 機器(測量機)の搬入(写真-3: Trimble SX10)
- ③ 計測機器(測量機)の設置・計測状況: マーカー(P1、P2、P3)を撮影する。(写真-4, 5)
- ④ 後日、撮影画像からオルソ画像からマーカーの座標値を求める。
- ⑤ また、マーカーの座標値から長さ(P1-P2間)を求める。

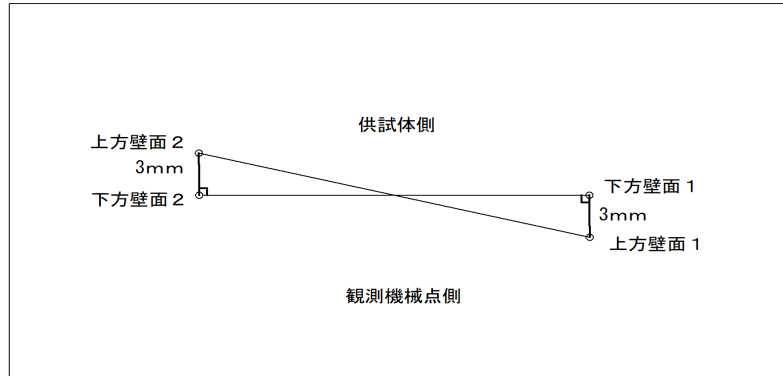
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

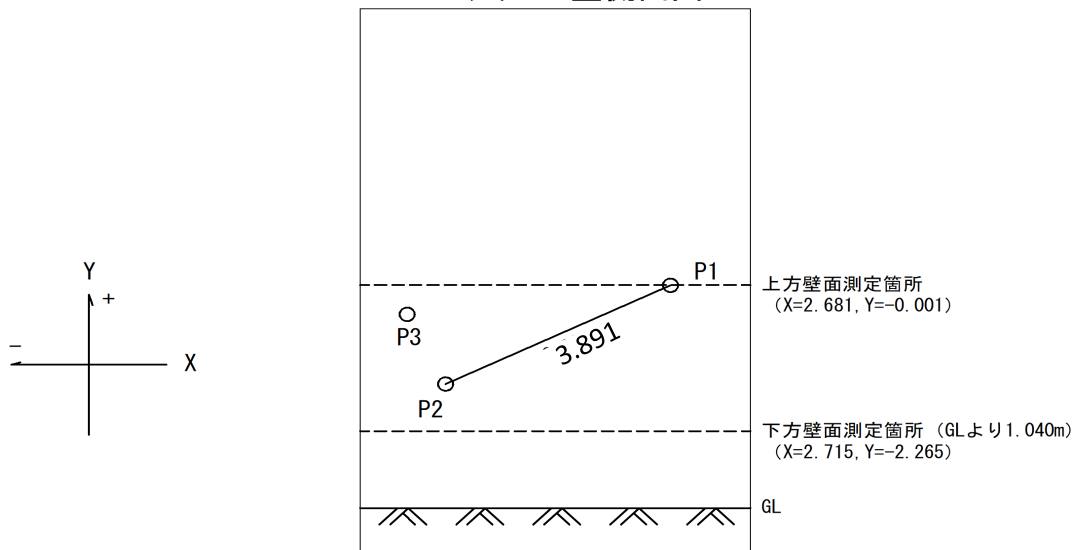
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.601	-1.474	0.003
P3	-4.535	-0.180	0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Trimble SX10

■被写体距離: - m ■照度: 2.09~10.9 kLux ■風速: 0.0~3.1 m/s

■気温: 4.6 °C

■焦点距離: - mm ■シャッター速度: 1/240 秒

■絞り: - ■ISO値: 118

■オートフォーカス ■画像Pixel数: 2592×1944 ■画像解像度: -

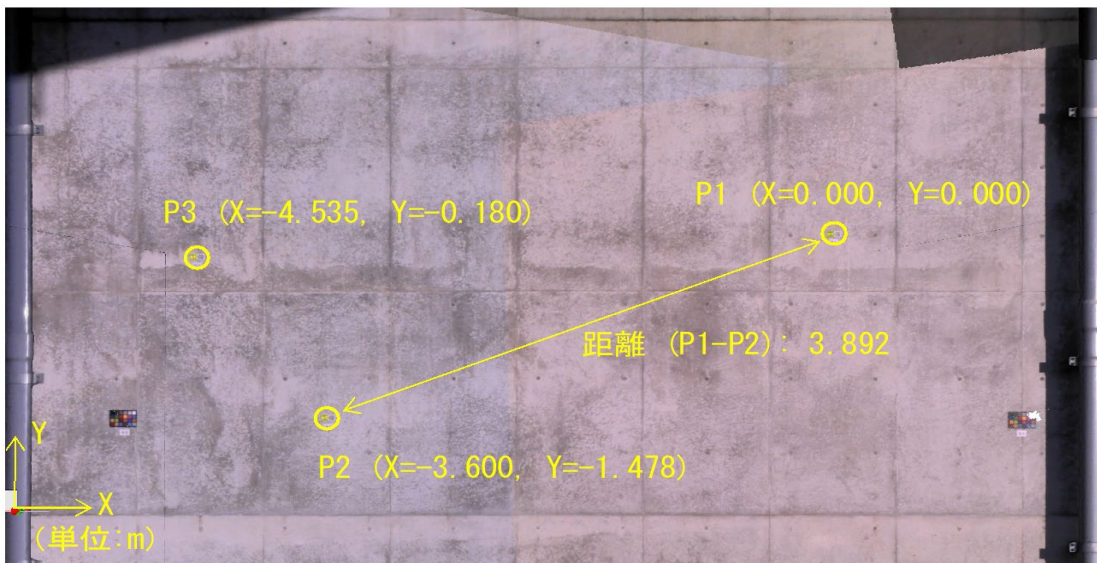


写真-8 オルソ画像

## コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			距離(P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度
P1	0.000	0.000		0.000	0.000				
P2	-3.601	-3.600	-0.001	-1.474	-1.478	0.004	3.891	3.892	100.02%
P3	-4.535	-4.535		-0.180	-0.180				

技術番号 BR020031

技術名 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術

開発者名 有限会社吉川土木コンサルタント

試験日 令和4年 12月 19日 天候 晴れ 気温 4.8 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 非破壊検査技術 検出項目 剥離、変形・欠損 試験区分 現場試験

試験で確認するカタログ項目 動作確認

対象構造物の概要

全体一般図

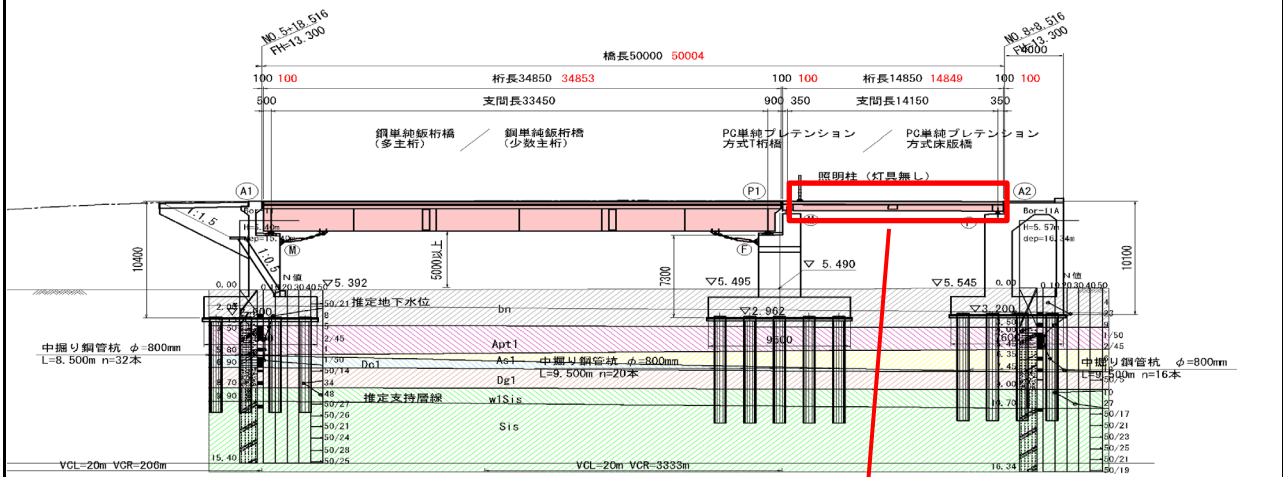


写真-1 全体写真

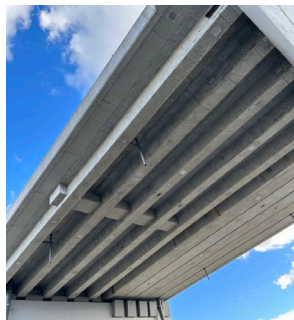
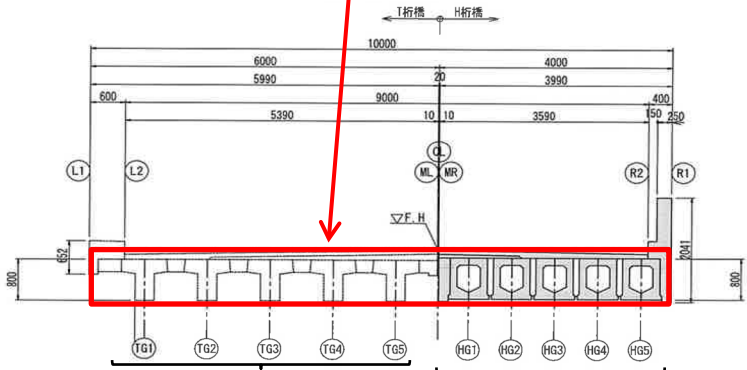


写真-2 主桁と床版下面

対象径間：第2径間 (支間長14.15m)



PC単純プレテンT桁橋 PC単純プレテン床版橋

計測対象部材：主桁下面・側面、床版下面



- ① 計測機器(地上設置型3Dレーザースキャナ+写真同時撮影)(写真-3)
- ② 計測位置(機器設置位置)の位置決め(死角を少なくするよう計4箇所設定)(写真-4)
- ③ 計測状況(主桁下面・側面、床版下面を計測)(写真-5, 6)
- ④ 後日、計測結果から3Dモデル(点群+写真テクスチャマッピング)を作成する。(図-1)
- ⑤ さらに、3Dモデルで剥離・鉄筋露出を確認してその寸法を計測する。

## 開発者による計測機器の設置状況



写真-3

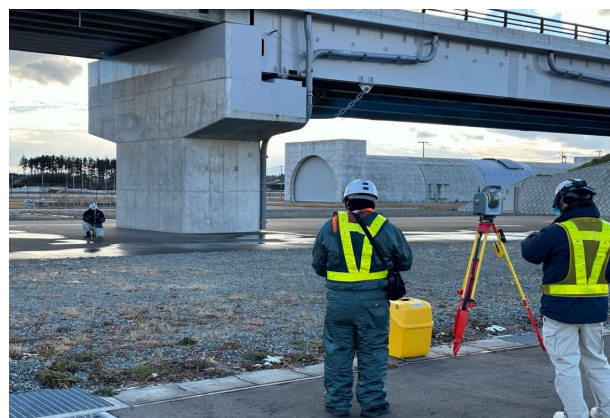


写真-4

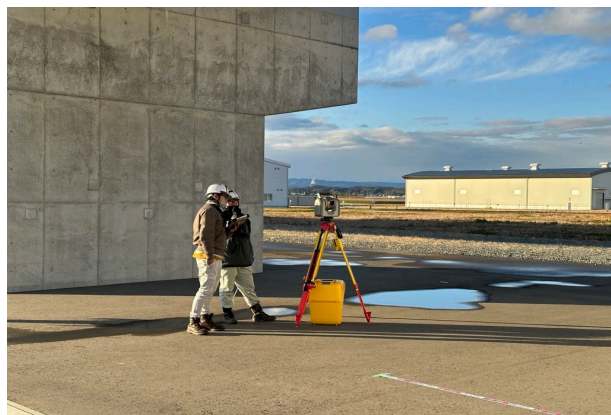


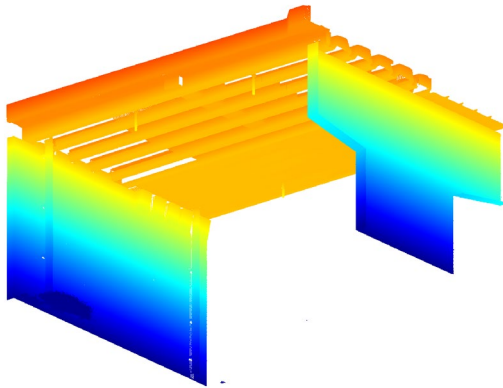
写真-5



写真-6

## ※計測結果

## ① 3Dモデル



点群データ（高さで色分け表示）

オルソ（写真テクスチャマッピング）

図-1 3Dモデル

## ② 計測結果

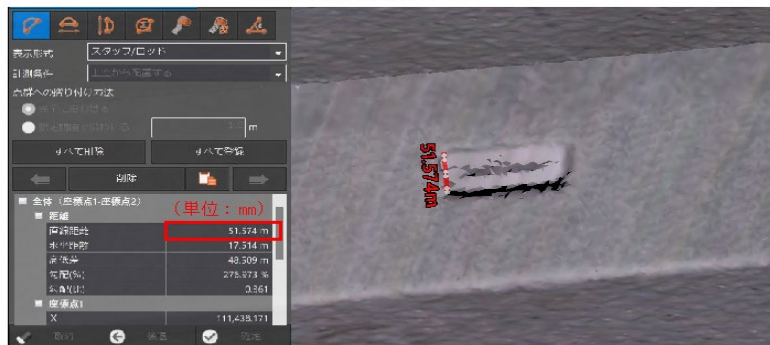
## (1) PC単純プレテンT桁橋：主桁側面

面積	78	cm <sup>2</sup>
長さ	15	cm
幅	5.2	cm

(図中に記載の長さの単位はmm)



長さの計測結果：149.8mm



幅の計測結果：51.6mm

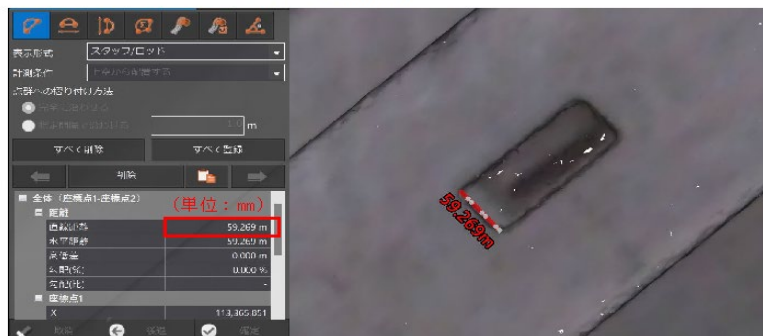
## (2) PC単純プレテンT桁橋：主桁下面

(図中に記載の長さの単位はmm)

面積	89	cm <sup>2</sup>
長さ	15	cm
幅	5.9	cm



長さの計測結果：152.0mm

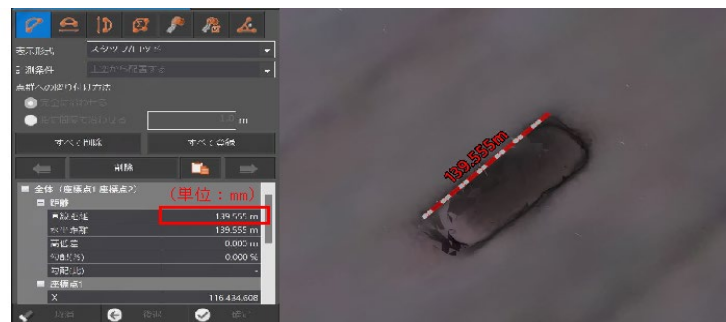


幅の計測結果：59.3mm

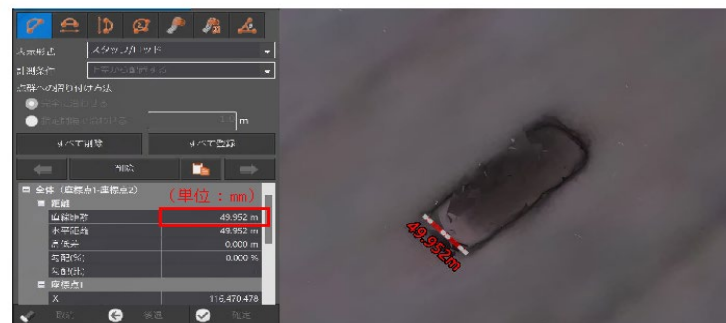
## (3) PC単純プレテンT桁橋：床版下面

(図中に記載の長さの単位はmm)

面積	70	cm <sup>2</sup>
長さ	14	cm
幅	5.0	cm



長さの計測結果：139.6mm



幅の計測結果：50.0mm

## (4) PC単純プレテン床板橋：主桁下面

面積	83	cm <sup>2</sup>
長さ	15	cm
幅	5.5	cm

(図中に記載の長さの単位はmm)



長さの計測結果：151.1mm



幅の計測結果：55.2mm