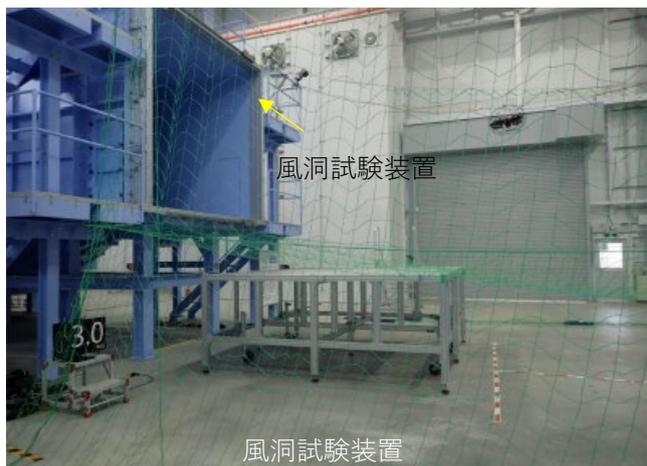


技術番号	BR010073				
技術名	ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)			開発者名	アイセイ株式会社
試験日	令和5年 12月 7日	天候	晴れ	気温	17.2 °C
				風速	- m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟				
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	試験区分
					標準試験

試験で確認する カタログ項目	安定性能(人工風)
-------------------	-----------

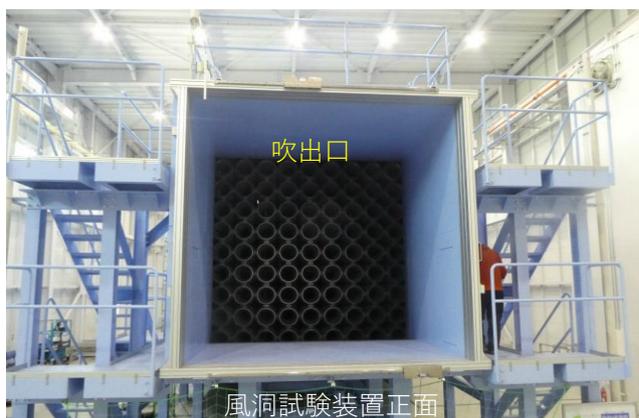
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

延床面積	900㎡・S造平屋建て
風洞試験装置(テーブル、保護ネット含む)	
天井クレーン(4.9t)	
測定部断面	3m×3m
最大風速	20m/s
風速分布	10m/s以上において±15%以下(吹出口)
乱流値	10m/s以上において±10%以下(吹出口中央付近)
突風性能	8m/sから20m/s時に3秒以内
脈動性能	10m/sから20m/s時に周期5秒以内
速度成層性能	鉛直方向に速度勾配



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

- ① ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカーを貼り付ける。(写真-1)
- ② 吹出口の中心にドローンを正面向きにホバリングする。(写真-2)
- ③ ホバリング後、風速3m/sの突風を発生させ、移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。(写真-3)(写真-4)
- ④ ②、③について、ドローンを横向きにホバリングし、同様の作業を実施する。
- ⑤ ②～④について、風速5m/sおよび、8m/sの場合も同様に実施する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2

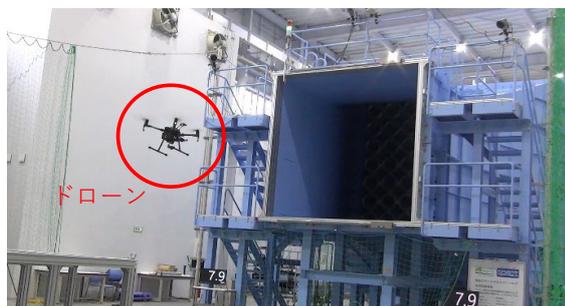


写真-3

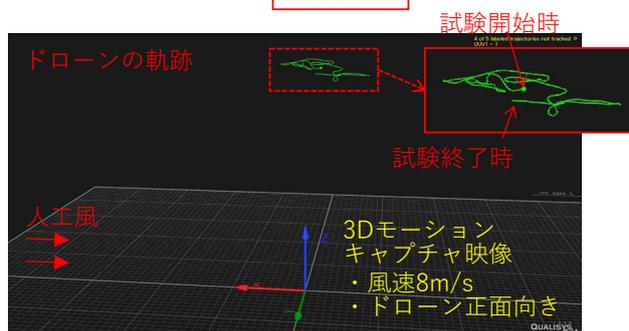


写真-4

比較対象を得るため、  
立会者による計測機器の設置状況

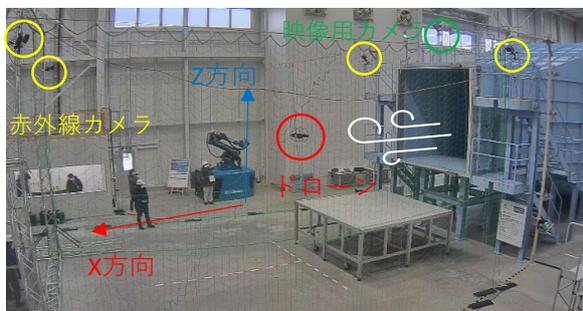


写真-5

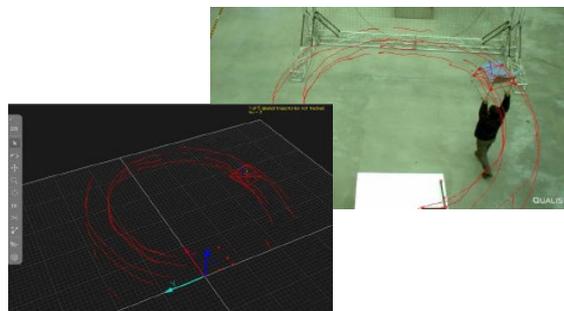


写真-6

※4台の赤外線カメラおよび、1台の映像カメラにより、対象物を撮影し、移動量を専用ソフトにて計測。  
(写真-5)(写真-6)

## ※安定性能

風速:3.0m/s

正面

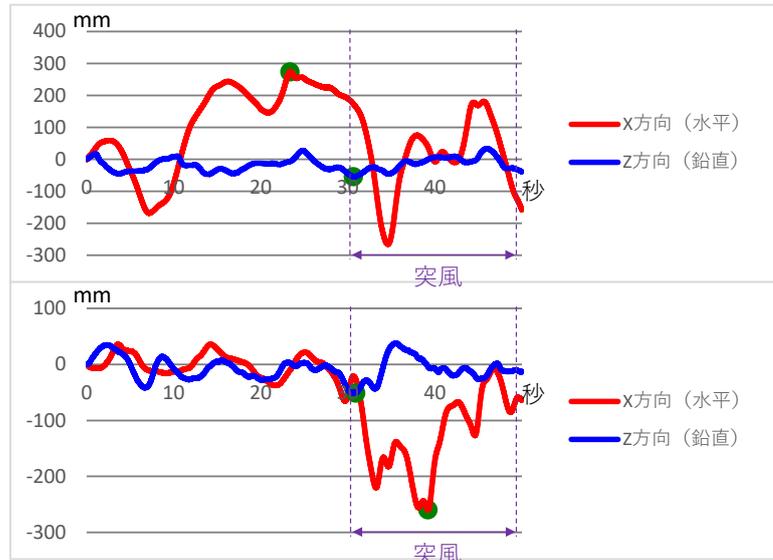
水平方向 最大移動量 27cm

鉛直方向 最大移動量 5cm

側面

水平方向 最大移動量 26cm

鉛直方向 最大移動量 5cm



風速:5.0m/s

正面

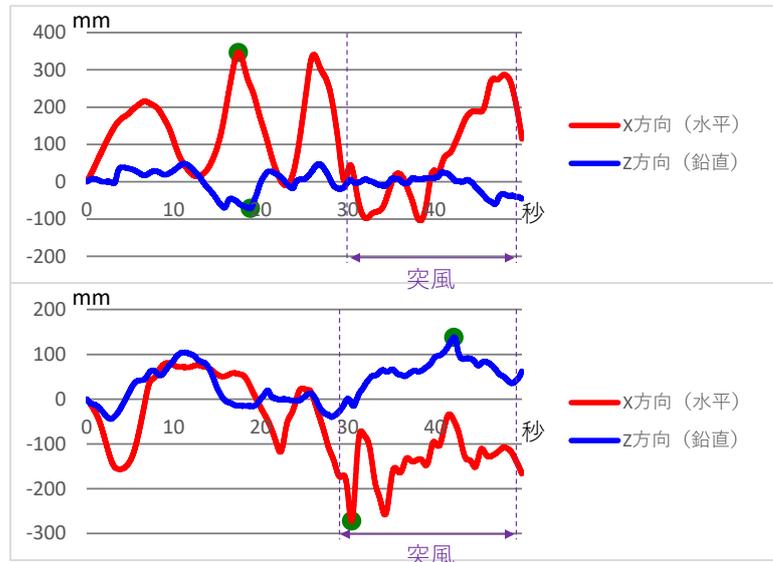
水平方向 最大移動量 35cm

鉛直方向 最大移動量 7cm

側面

水平方向 最大移動量 27cm

鉛直方向 最大移動量 14cm



風速:8.0m/s

正面

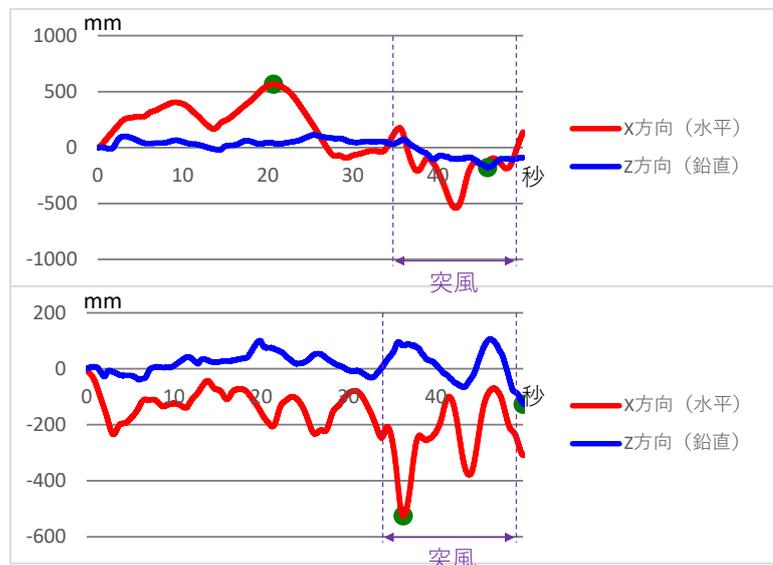
水平方向 最大移動量 57cm

鉛直方向 最大移動量 18cm

側面

水平方向 最大移動量 53cm

鉛直方向 最大移動量 13cm



技術番号 BR010073

技術名 ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)

開発者名 アイセイ株式会社

試験日 令和5年 12月 7日

天候 晴れ

気温 18.8 °C

風速 2.1 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 画像計測技術

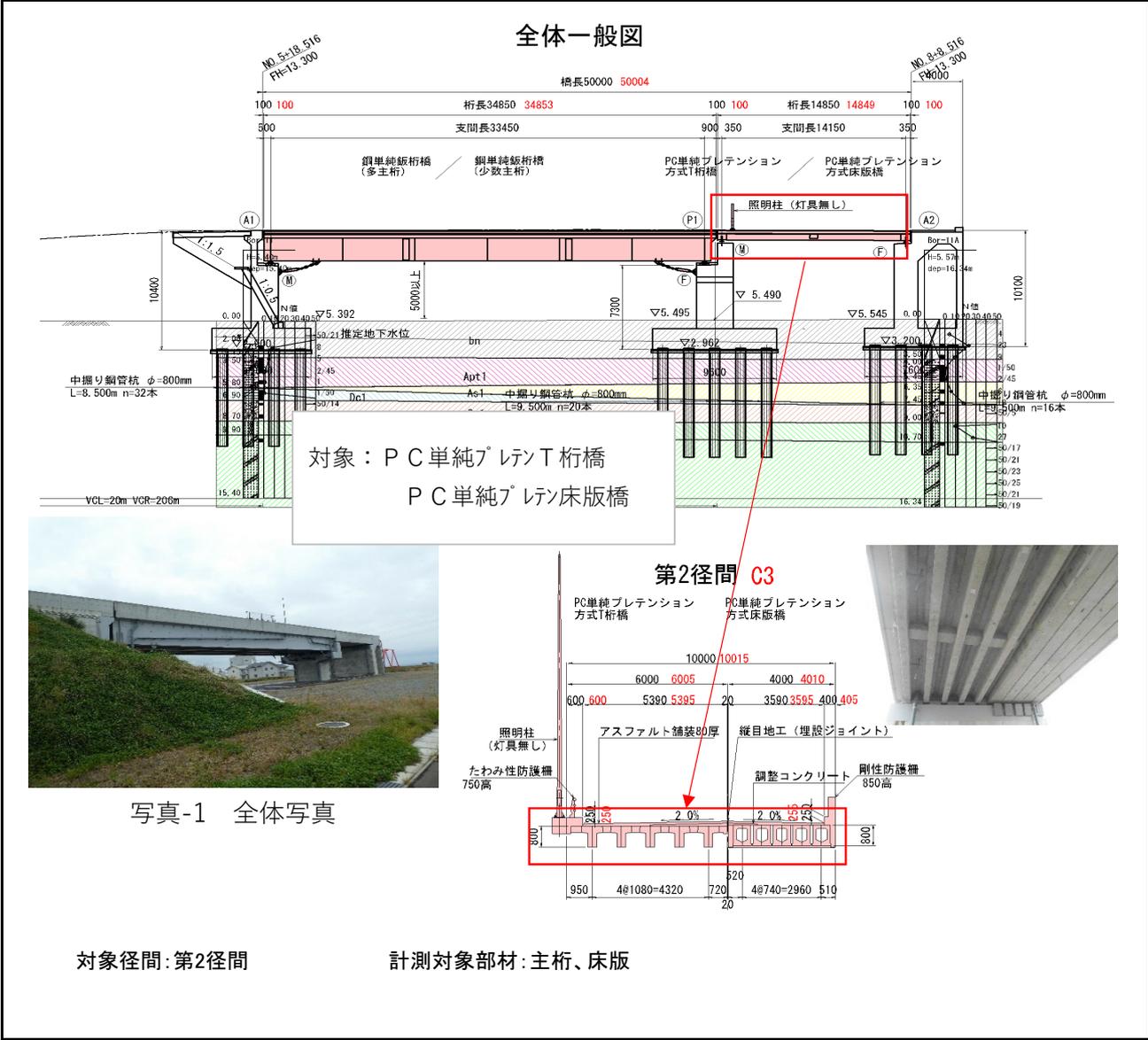
検出項目 剥離・鉄筋露出

試験区分 標準試験

検出項目 剥離・鉄筋露出

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



- ① 機器の搬入(ドローン)(写真-2)
- ② 機器の搬入(コントローラ)(写真-3)
- ③ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-4)
- ④ 測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。

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

■カメラ名称: DJI Zenmuse X4S

■被写体距離: 3 m ■照度: 7.97~67.0 kLux ■風速: 0.0~2.1 m/s ■気温: 18.8 °C

■焦点距離: 18 mm ■シャッター速度: - ■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: AUTO ■画像Pixel数: 2000万画素(5472 x 6336)

比較対象を得るため、  
立会者による計測機器の設置状況



写真-6



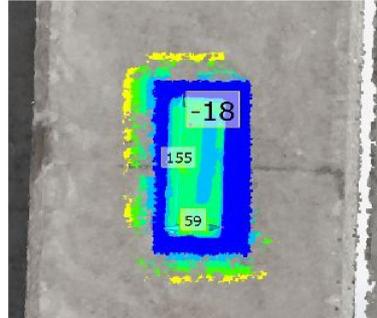
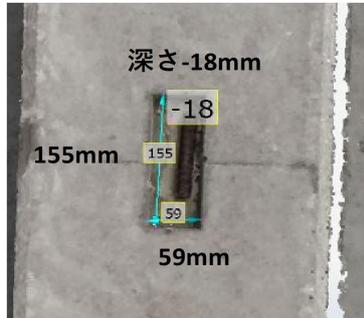
写真-7

※高所作業車による近接目視で剥離・鉄筋露出を確認する。(写真-6、写真-7)

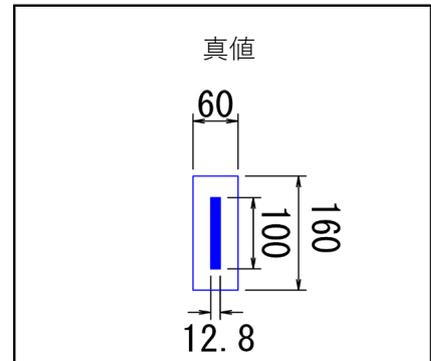
※計測結果:

## (1)PC単純プレキャスト橋

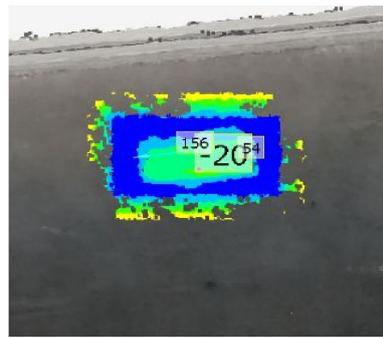
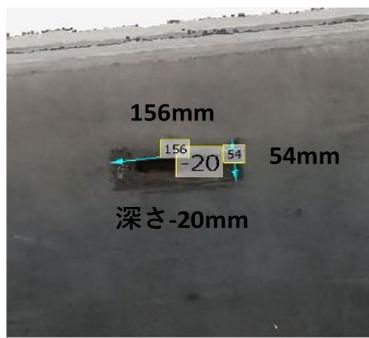
## ①主桁下面



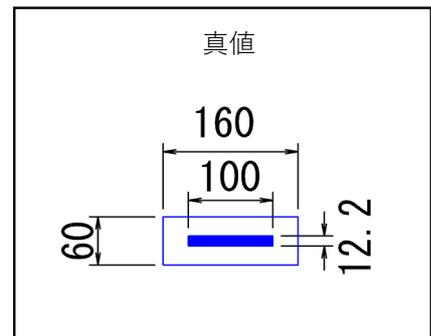
155mm × 59mm



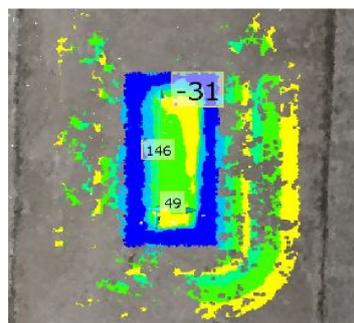
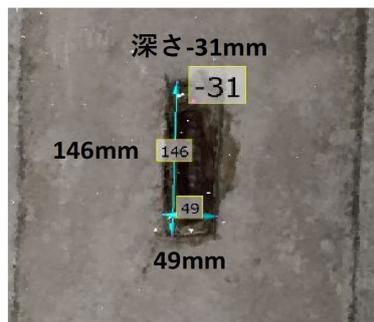
## ②主桁側面



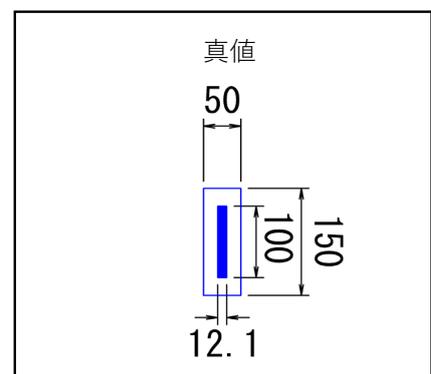
156mm × 54mm



## ③間詰め床版

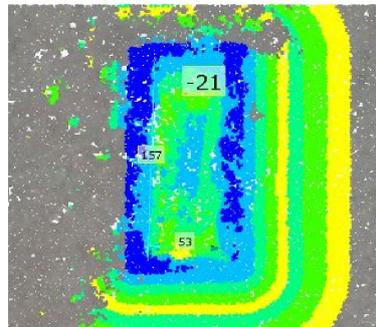
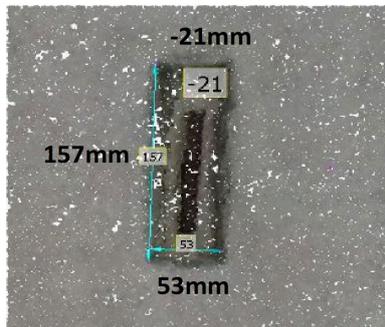


146mm × 49mm

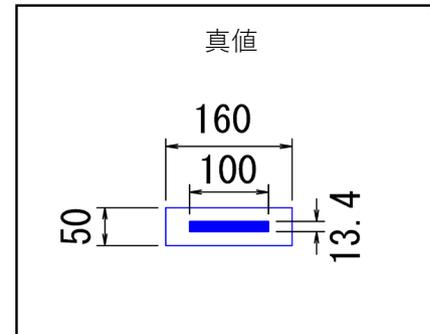


※計測結果:

## (2) PC単純プレテン床版橋



157mm × 53mm



## (3) 結果一覧表

		真値			計測値			比率 (%)
		縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	計測値/真値
PCプレテント桁橋	下面	16	6	96	15.5	5.9	91.5	95.3%
	側面	16	6	96	15.6	5.4	84.2	87.8%
	床版	15	5	75	14.6	4.9	71.5	95.4%
PCプレテン床版橋	下面	16	5	80	15.7	5.3	83.2	104.0%

$$X = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

$\delta_a$  = 検証側技術による測定値 (1回目) - 当該技術による測定値 (1回目)

$\delta_b$  = 検証側技術による測定値 (2回目) - 当該技術による測定値 (2回目)

$\delta_i$  = 検証側技術による測定値 (n回目) - 当該技術による測定値 (n回目)

## (4) 計測精度

サンプル数N: 4

面積: cm<sup>2</sup>

		真値	計測値	差分
PCプレテント桁橋	下面	96	91.5	-4.5
	側面	96	84.2	-11.8
	床版	75	71.5	-3.5
PCプレテン床版橋	下面	80	83.2	3.2
平均		86.75	82.6	-4.15

平均面積 (86.75cm<sup>2</sup>) の相対差 X = 6.7 cm<sup>2</sup>

平均面積 (86.75cm<sup>2</sup>) の相対比 = 6.7/86.75 = 7.7%

技術番号	BR010073
------	----------

技術名	ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)	開発者名	アイセイ株式会社
-----	-----------------------------	------	----------

試験日	令和6年 1 月 11 日	天候	晴れ	気温	5.7 °C	風速	3.5 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	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

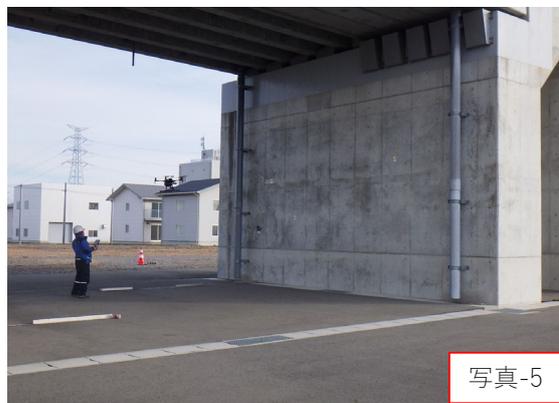
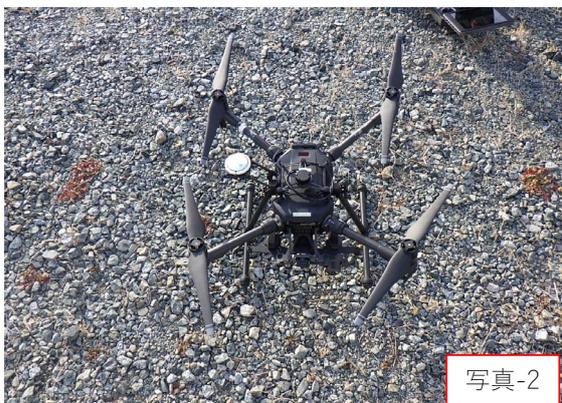
- ・A2橋台縦壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x, y)及びP1-P2間の距離を計測する。

写真-1

中心座標

- ① 機器の搬入(ドローン)(写真-2)
- ② 機器の搬入(コントローラ)(写真-3)
- ③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。

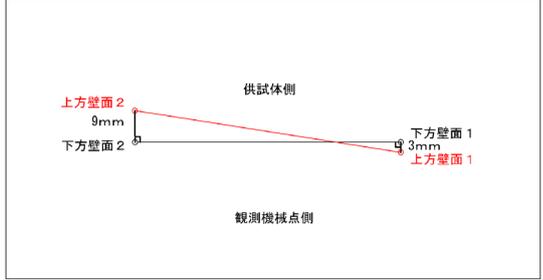
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

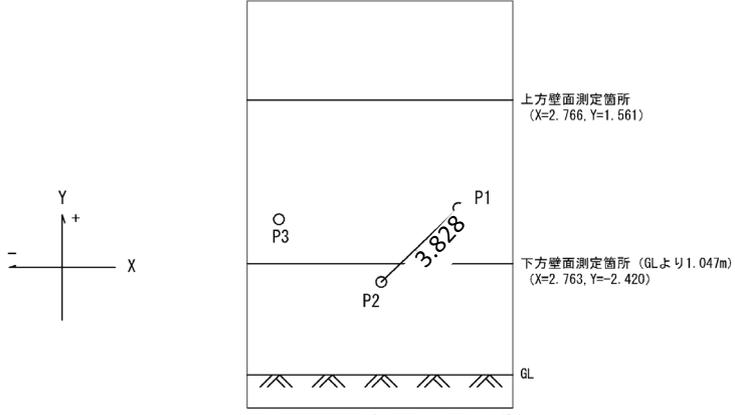
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-3.551	-1.431	0.004
P3	-4.606	-0.314	0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: DJI Zenmuse X4S

■被写体距離: 3 m ■照度: 7.50~27.5 kLux ■風速: 0.0~3.5 m/s

■気温: 5.7 °C

■焦点距離: 9mm ■シャッター速度: -

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート(単焦点オートフォーカス) ■画像Pixel数: 5472x3648(2000万画素)



写真-6 オルソ画像

## コンクリート壁マーカース座標値

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	-3.551	-3.559	0.008	-1.431	-1.411	-0.020	3.828	3.829	100.0%
P3	-4.606	-4.608	/	-0.314	-0.287	/	/	/	/

技術番号	BR010073
------	----------

技術名	ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)	開発者名	アイセイ株式会社
-----	-----------------------------	------	----------

試験日	令和6年 1 月 11 日	天候	晴れ	気温	6.3 °C	風速	3 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	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

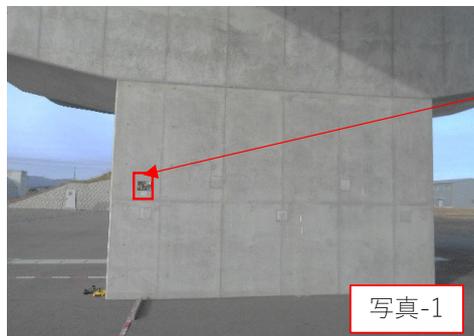
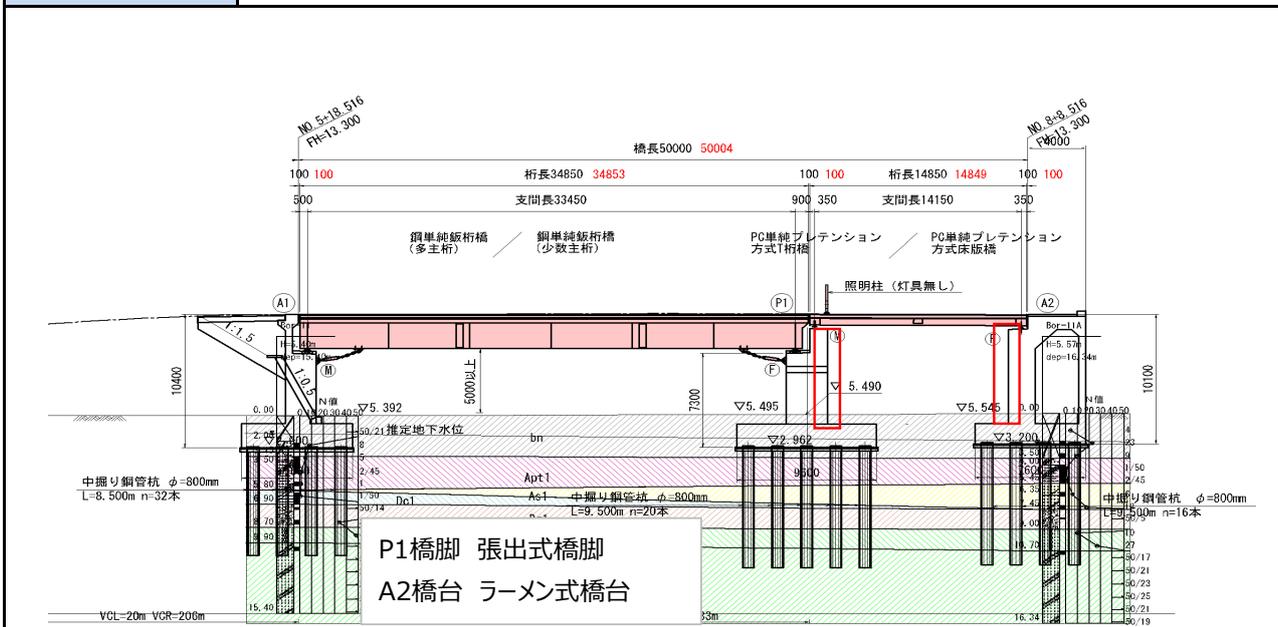
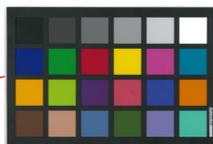


写真-1

P1橋脚柱部（終点側）に24色カラーチャートを配置



24色カラーチャート

写真-3

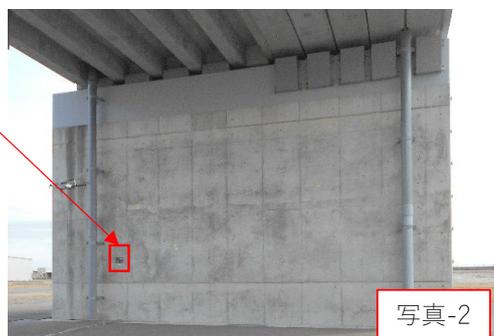


写真-2

A2橋台立壁前面（起点側）に24色カラーチャートを配置

- ① 機器の搬入(ドローン)(写真-4)
- ② 機器の搬入(コントローラ)(写真-5)
- ③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-6)
- ④ 測定状況(A2橋台壁正面に配置の24色カラーチャートk2の撮影)(写真-7)
- ⑤ 計測終了後、撮影画像を基に、色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。

開発者による計測機器の設置状況



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P1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

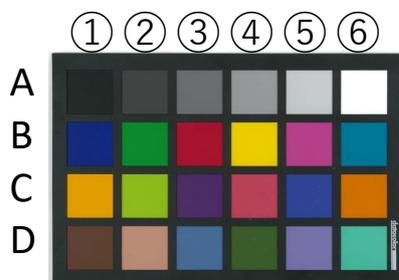


写真-8

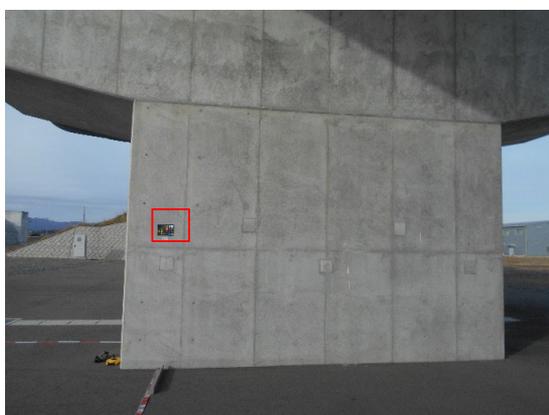


写真-9 □ : K1



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

■カメラ名称: DJI Zenmuse X4S

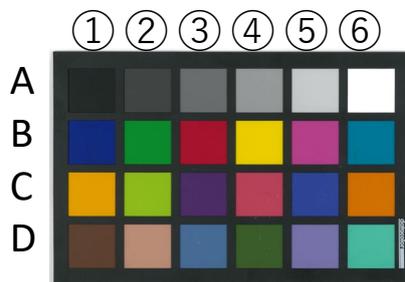
■被写体距離: 3 m ■照度: 11.7~56.2 kLux ■風速: 0.0~3.0 m/s

■気温: 6.3 °C

■焦点距離: 9mm ■シャッター速度: -

■絞り: - ■ISO値: -

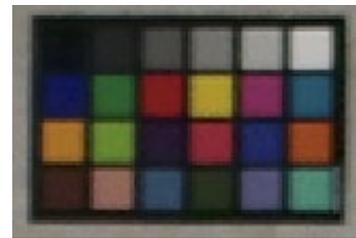
■フォーカス: オート(単焦点オートフォーカス) ■画像Pixel数: 5472x3648(2000万画素)



立会者撮影



K1: 開発者撮影



K1: オルソ画像

K1: 計測比較

K1: 開発者撮影

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	10	41	10	43	12
A-2	80	29	80	29	78	27
A-3	122	64	118	63	116	61
A-4	161	108	157	107	154	103
A-5	202	149	198	145	195	142
A-6	249	186	242	185	238	181
B-1	25	13	55	18	135	76
B-2	57	23	146	90	64	39
B-3	186	129	26	12	51	18
B-4	245	177	205	145	0	32
B-5	192	136	75	34	145	84
B-6	0	12	127	78	159	100
C-1	238	158	158	98	25	28
C-2	157	83	188	128	54	45
C-3	83	29	58	17	106	37
C-4	195	145	79	30	95	45
C-5	58	29	88	37	159	99
C-6	222	149	118	61	32	23
D-1	112	52	76	28	60	24
D-2	197	145	145	96	125	81
D-3	87	32	120	62	155	88
D-4	82	31	106	43	60	21
D-5	126	80	125	82	174	120
D-6	98	45	187	134	166	112

K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	8	41	12	43	11
A-2	80	29	80	32	78	29
A-3	122	69	118	67	116	65
A-4	161	113	157	110	154	106
A-5	202	153	198	151	195	146
A-6	249	187	242	186	238	184
B-1	25	11	55	16	135	80
B-2	57	19	146	92	64	36
B-3	186	133	26	12	51	22
B-4	245	180	205	149	0	31
B-5	192	139	75	36	145	86
B-6	0	8	127	79	159	101
C-1	238	175	158	109	25	28
C-2	157	88	188	135	54	37
C-3	83	35	58	18	106	43
C-4	195	149	79	32	95	49
C-5	58	21	88	35	159	95
C-6	222	164	118	66	32	24
D-1	112	54	76	27	60	20
D-2	197	149	145	98	125	84
D-3	87	35	120	67	155	93
D-4	82	33	106	44	60	23
D-5	126	73	125	75	174	110
D-6	98	47	187	135	166	110

## ※色識別性能

■カメラ名称: DJI Zenmuse X4S

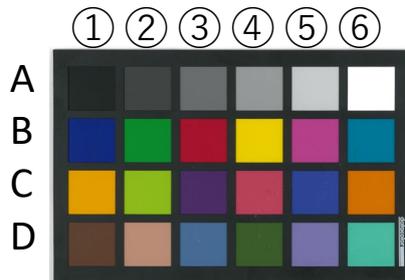
■被写体距離: 3 m ■照度: 11.7~56.2 kLux ■風速: 0.0~3.0 m/s

■気温: 6.3 °C

■焦点距離: 9mm ■シャッター速度: -

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート(単焦点オートフォーカス) ■画像Pixel数: 5472x3648(2000万画素)



立会者撮影



K2: 開発者撮影



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	11	41	12	43	16
A-2	80	18	80	20	78	19
A-3	122	41	118	41	116	43
A-4	161	78	157	77	154	83
A-5	202	109	198	109	195	117
A-6	249	148	242	149	238	154
B-1	25	12	55	11	135	55
B-2	57	16	146	57	64	27
B-3	186	88	26	11	51	19
B-4	245	122	205	106	0	21
B-5	192	96	75	26	145	63
B-6	0	11	127	53	159	75
C-1	238	118	158	71	25	19
C-2	157	59	188	91	54	26
C-3	83	23	58	12	106	28
C-4	195	101	79	21	95	34
C-5	58	21	88	24	159	75
C-6	222	108	118	41	32	15
D-1	112	30	76	18	60	18
D-2	197	98	145	63	125	59
D-3	87	28	120	37	155	70
D-4	82	21	106	26	60	19
D-5	126	49	125	55	174	89
D-6	98	36	187	96	166	88

K2: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	8	41	10	43	12
A-2	80	16	80	17	78	16
A-3	122	35	118	33	116	34
A-4	161	63	157	63	154	70
A-5	202	91	198	94	195	99
A-6	249	130	242	130	238	135
B-1	25	13	55	12	135	42
B-2	57	15	146	46	64	21
B-3	186	71	26	9	51	19
B-4	245	103	205	87	0	18
B-5	192	77	75	19	145	48
B-6	0	17	127	46	159	67
C-1	238	97	158	53	25	15
C-2	157	52	188	75	54	23
C-3	83	18	58	12	106	23
C-4	195	80	79	18	95	25
C-5	58	21	88	18	159	61
C-6	222	92	118	36	32	15
D-1	112	25	76	18	60	16
D-2	197	81	145	54	125	48
D-3	87	26	120	32	155	60
D-4	82	21	106	23	60	15
D-5	126	43	125	41	174	75
D-6	98	33	187	86	166	78

技術番号 BR010073

技術名 ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)

開発者名 アイセイ株式会社

試験日 令和5年 12月 7日

天候 晴れ

気温 17.5 °C

風速 2.3 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 画像計測技術

検出項目 剥離・鉄筋露出

試験区分 標準試験

検出項目 剥離・鉄筋露出

試験で確認する  
カタログ項目  
構造物近傍安定性能  
進入可能性能  
可動範囲

対象構造物の概要

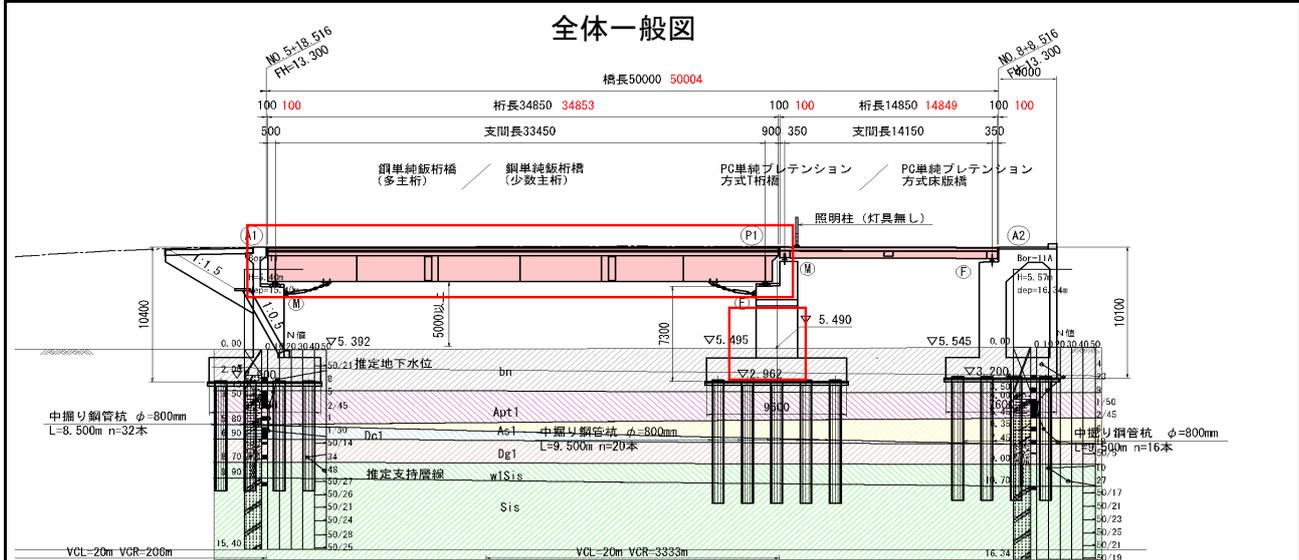


写真-1 全体写真

対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 機器の搬入(ドローン)(写真-2)
- ② 機器の搬入(コントローラ)(写真-3)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)
- ⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

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

## ※構造物近傍安定性能

構造物までの距離:4m

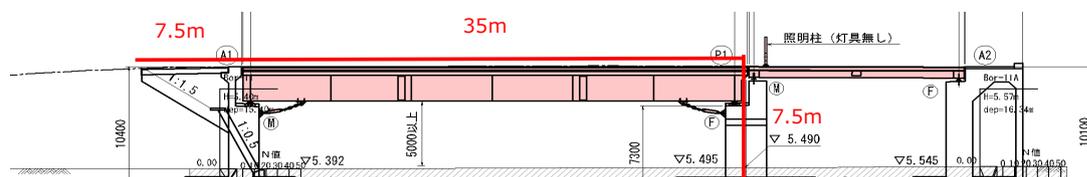
風速:2.3m/s

停止飛行時:水平移動無し

ホバリング:60秒間



※可動範囲:50m(飛行距離:50m(=7.5+35+7.5))



## ※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速:2.6m/s

桁下空間:高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010073

技術名 ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)

開発者名 アイセイ株式会社

試験日 令和5年 12月 7日

天候 晴れ

気温 21.9 °C

風速 0.9 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

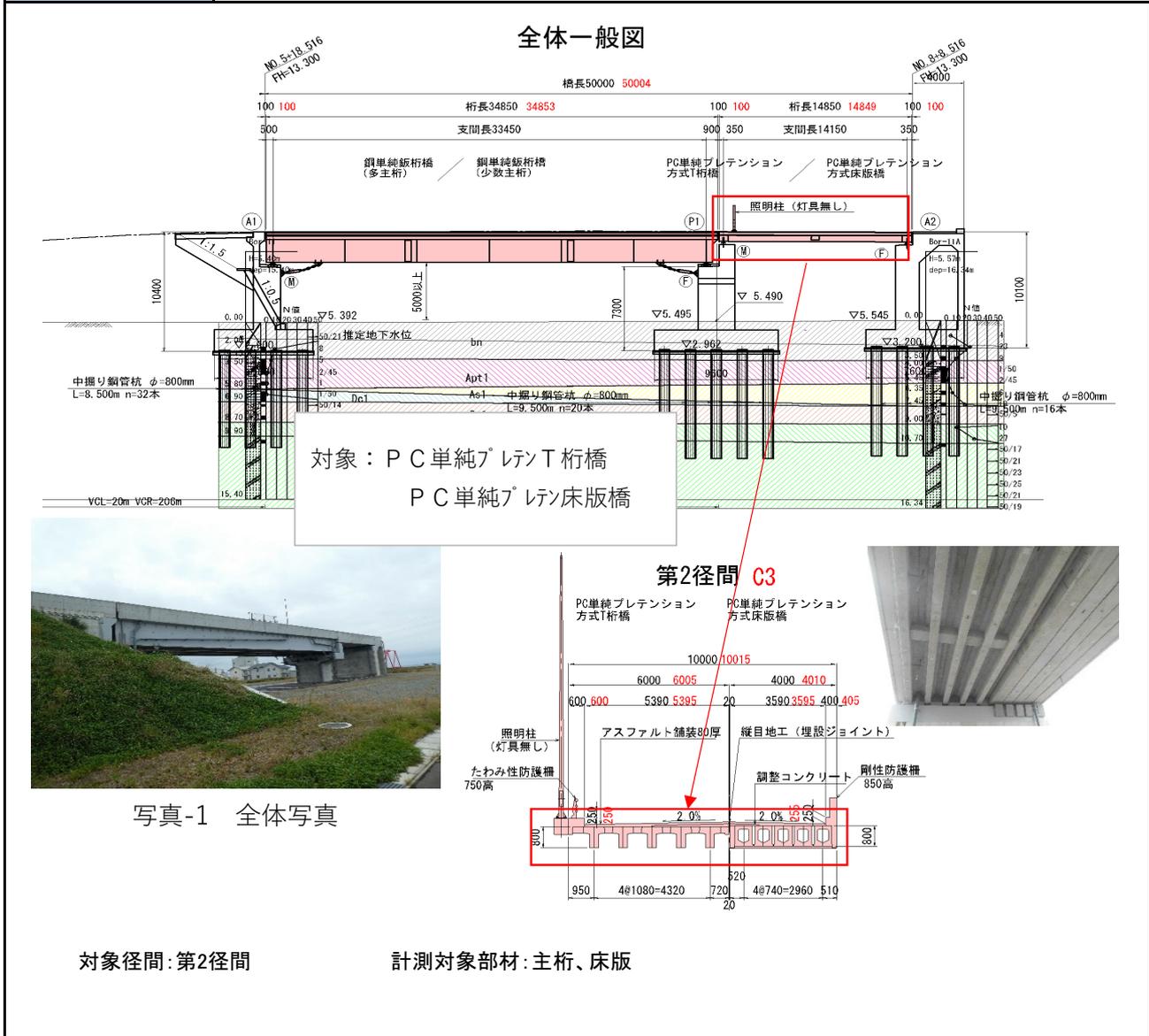
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 剥離・鉄筋露出

試験区分 現場試験

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



- ① 機器の搬入(ドローン)(写真-2)
- ② 機器の搬入(コントローラ)(写真-3)
- ③ 測定状況(PC単純プレテンT桁橋部)(写真-4)
- ④ 測定状況(トータルステーション)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、データを元にSfM-MVS処理+差分解析し、剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。

## 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

比較対象を得るため、  
立会者による計測機器の設置状況

写真-6

第2径間のPC橋に生じた剥離・鉄筋露出を計測する。(写真-6)

## ※計測結果:

■カメラ名称:DJI Zenmuse X4S

■被写体距離:3 m ■照度:7.97~67.0 kLux ■風速: 0.0~2.1 m/s

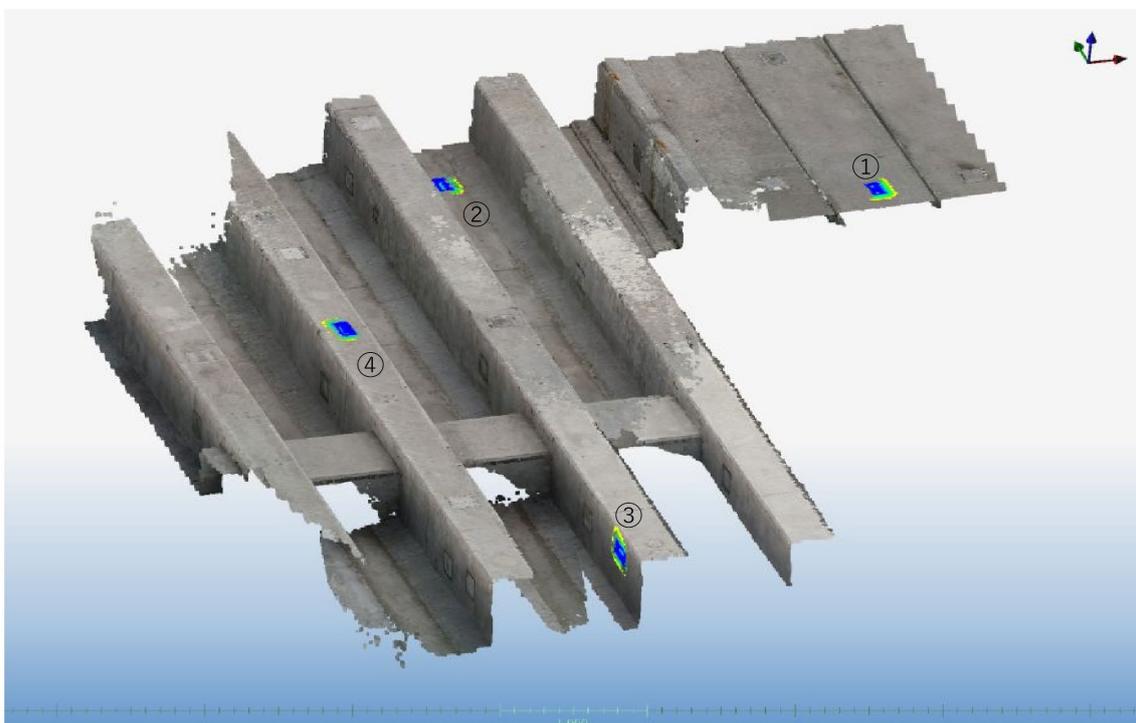
■気温: 18.8 °C

■焦点距離: 18 mm ■シャッター速度: -

■絞り:- ■ISO値:-

■フォーカス:AUTO ■画像Pixel数:2000万画素(5472 x 6336)

SfM-MVS処理により生成した点群データ



※SfM-MVS処理の標定点はTS測量によりスケール情報を付与した。

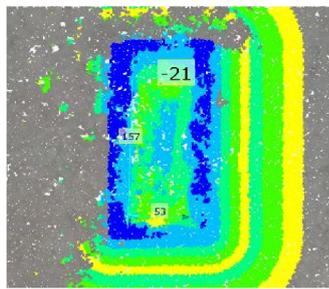
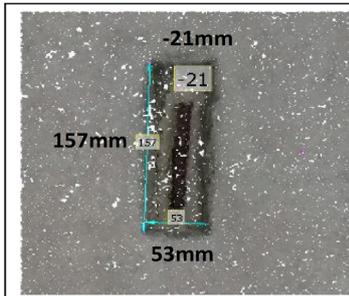
現況写真



現況写真



## ドローン単焦点カメラ



①

機体：DJI社製Matrice210

カメラ：DJI社製ZenmuseX4S

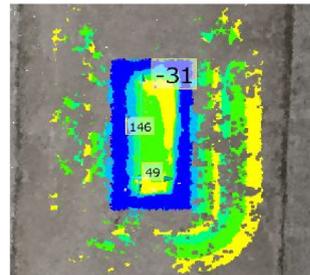
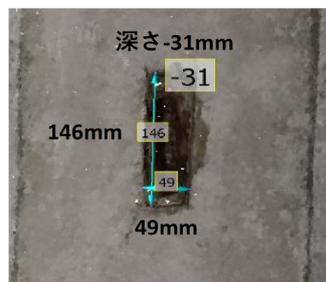
処理手法：SfM-MVS処理 + 差分解析

基準位置：健全箇所 ● 4点

寸法mm：157×53×21

体積：152cm<sup>3</sup>（鉄筋含まない）

「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



②

機体：DJI社製Matrice210

カメラ：DJI社製ZenmuseX4S

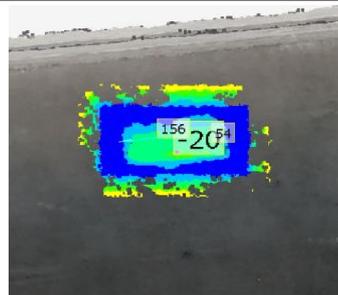
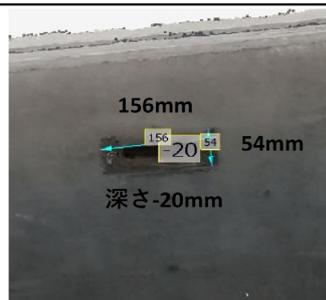
処理手法：SfM-MVS処理 + 差分解析

基準位置：健全箇所 ● 4点

寸法mm：146×49×31

体積：192cm<sup>3</sup>（鉄筋含まない）

「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



③

機体：DJI社製Matrice210

カメラ：DJI社製ZenmuseX4S

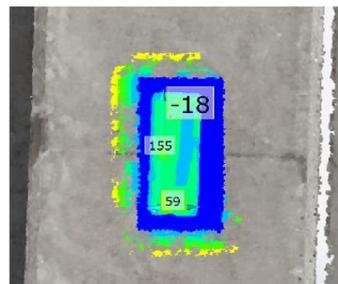
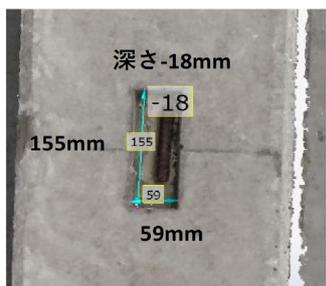
処理手法：SfM-MVS処理 + 差分解析

基準位置：健全箇所 ● 4点

寸法mm：156×54×20

体積：155cm<sup>3</sup>（鉄筋含まない）

「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



④

機体：DJI社製Matrice210

カメラ：DJI社製ZenmuseX4S

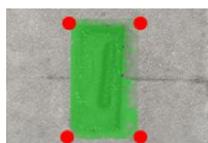
処理手法：SfM-MVS処理 + 差分解析

基準位置：健全箇所 ● 4点

寸法mm：155×59×18

体積：152cm<sup>3</sup>（鉄筋含まない）

「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



仮想平面作成イメージ

左図、仮想平面作成イメージの通り、鉄筋露出以外の健全と思われる4点から仮想平面を作成し差分解析の基準面としています。その基準面からの離隔による深さや差分結果から体積の算出を実施しています。

技術番号	BR010074
------	----------

技術名	狭隘な橋りょう桁下空間の状況把握技術	開発者名	アイセイ株式会社
-----	--------------------	------	----------

試験日	令和5年 12 月 22 日	天候	晴れ	気温	6.8 °C	風速	0.0 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

試験場所	福島ロボットテストフィールド(市街地フィールド)
------	--------------------------

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	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：全景（ボックスカルバート）



写真-3：主面側壁に4色カラーチャートK2を配置



24色カラーチャート

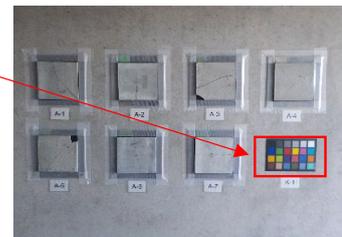


写真-2：右側壁に24色カラーチャートK1を配置

- ① 計測機器の搬入(写真-4:機体、コントローラ、三脚、受信機)
- ② 撮影状況(写真-5:カラーチャートk1、k2を撮影)
- ③ 撮影状況(写真-6:カラーチャートk1を撮影)
- ④ 撮影状況(写真-6:カラーチャートk2を撮影)
- ⑤ 計測終了後、撮影画像を基に、色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を求める。

開発者による計測機器の設置状況



写真-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。

配置はコンクリートカルバート内部側面(K-1)(写真-9)と正面(K-2)(写真-10)の2箇所

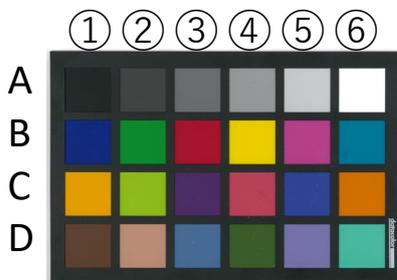


写真-8



写真-9 □ : K-1



写真-10 □ : K-2

	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

■カメラ名称:GoPro HERO7 Black

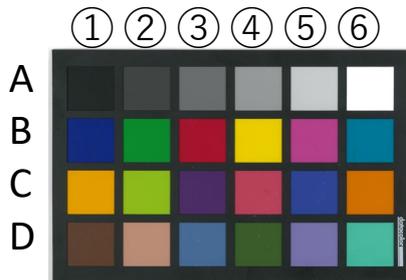
■被写体距離: 1.0 m ■照度: 378 kLux ■風速: 0.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離:6-33 mm ■シャッター速度:-

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス:オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160



立会者撮影



K-1: 撮影画像



K-1: オルソ画像

K1: 計測比較

K1: 開発者撮影

K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	36	41	50	43	63
A-2	80	51	80	71	78	82
A-3	122	106	118	124	116	143
A-4	161	156	157	173	154	195
A-5	202	199	198	216	195	242
A-6	249	246	242	255	238	255
B-1	25	0	55	41	135	196
B-2	57	7	146	160	64	72
B-3	186	223	26	49	51	69
B-4	245	239	205	223	0	26
B-5	192	216	75	78	145	172
B-6	0	0	127	145	159	245
C-1	238	250	158	176	25	44
C-2	157	151	188	204	54	74
C-3	83	76	58	56	106	124
C-4	195	228	79	86	95	111
C-5	58	24	88	85	159	228
C-6	222	239	118	123	32	51
D-1	112	109	76	77	60	77
D-2	197	217	145	163	125	163
D-3	87	57	120	127	155	213
D-4	82	68	106	111	60	76
D-5	126	114	125	134	174	232
D-6	98	27	187	217	166	226

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	37	41	54	43	67
A-2	80	62	80	72	78	92
A-3	122	98	118	113	116	138
A-4	161	144	157	161	154	187
A-5	202	186	198	201	195	231
A-6	249	234	242	247	238	249
B-1	25	6	55	46	135	186
B-2	57	7	146	151	64	70
B-3	186	202	26	43	51	67
B-4	245	224	205	209	0	22
B-5	192	198	75	74	145	161
B-6	0	0	127	136	159	234
C-1	238	232	158	160	25	43
C-2	157	133	188	184	54	71
C-3	83	70	58	52	106	115
C-4	195	215	79	80	95	106
C-5	58	17	88	74	159	212
C-6	222	222	118	115	32	44
D-1	112	98	76	74	60	71
D-2	197	196	145	150	125	149
D-3	87	48	120	117	155	197
D-4	82	57	106	96	60	71
D-5	126	101	125	123	174	219
D-6	98	18	187	203	166	224

## ※色識別性能

■カメラ名称: GoPro HERO7 Black

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 3.15 kLux ■風速: 0.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 6-33 mm ■シャッター速度: -

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160



立会者撮影



K-2: 撮影画像



K-2: オルソ画像

K 2: 計測比較

K 2: 開発者撮影

K 2: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	0	41	4	43	0
A-2	80	24	80	30	78	25
A-3	122	77	118	79	116	83
A-4	161	115	157	119	154	124
A-5	202	152	198	156	195	164
A-6	249	194	242	197	238	207
B-1	25	0	55	8	135	106
B-2	57	0	146	106	64	22
B-3	186	169	26	14	51	14
B-4	245	186	205	163	0	0
B-5	192	174	75	45	145	114
B-6	0	0	127	112	159	184
C-1	238	185	158	112	25	0
C-2	157	99	188	144	54	80
C-3	83	40	58	15	106	58
C-4	195	182	79	48	95	57
C-5	58	3	88	46	159	159
C-6	222	203	118	84	32	1
D-1	112	60	76	24	60	9
D-2	197	158	145	104	125	90
D-3	87	27	120	81	155	140
D-4	82	36	106	60	60	13
D-5	126	84	125	92	174	160
D-6	98	18	187	166	166	157

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	7	41	9	43	6
A-2	80	33	80	32	78	29
A-3	122	70	118	71	116	75
A-4	161	106	157	113	154	117
A-5	202	145	198	148	195	157
A-6	249	187	242	189	238	199
B-1	25	0	55	9	135	110
B-2	57	3	146	101	64	26
B-3	186	161	26	15	51	19
B-4	245	180	205	158	0	2
B-5	192	159	75	40	145	104
B-6	0	2	127	97	159	162
C-1	238	183	158	108	25	1
C-2	157	95	188	136	54	14
C-3	83	38	58	16	106	60
C-4	195	170	79	43	95	55
C-5	58	6	88	42	159	147
C-6	222	186	118	80	32	2
D-1	112	63	76	27	60	19
D-2	197	156	145	103	125	88
D-3	87	28	120	72	155	130
D-4	82	33	106	56	60	19
D-5	126	73	125	82	174	147
D-6	98	13	187	153	166	143

技術番号	BR010074
------	----------

技術名	狭隘な橋りょう桁下空間の状況把握技術	開発者名	アイセイ株式会社
-----	--------------------	------	----------

試験日	令和5年 12月 22日	天候	晴れ	気温	6.8 °C	風速	0.0 m/s
-----	--------------	----	----	----	--------	----	---------

試験場所	福島ロボットテストフィールド(市街地フィールド)
------	--------------------------

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	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、 進入可能性能、可動範囲
-------------------	-----------------------------

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・A2橋台縦壁前面にマーカを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

- ① 計測機器の搬入(写真-2:機体、コントローラ、三脚、受信機)
- ② 計測機器の設置(写真-3:本体)
- ③ 撮影状況(写真-4:マーカーを撮影)
- ④ 遠隔地のモニターで映像を確認する。(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影画像からマーカーの座標値、P1-P2間の距離を算出する。

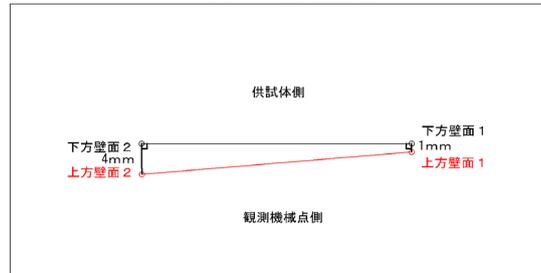
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

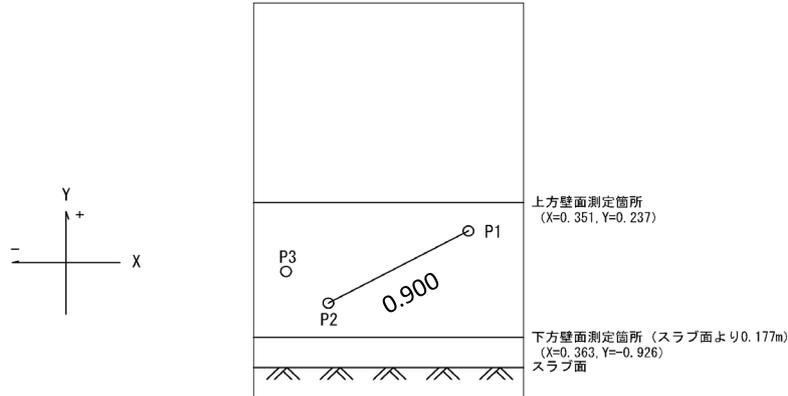
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-0.712	-0.551	0.000
P3	-0.935	-0.178	0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: GoPro HERO7 Black

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 3.15 kLux ■風速: 0.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 6-33 mm ■シャッター速度: -

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160

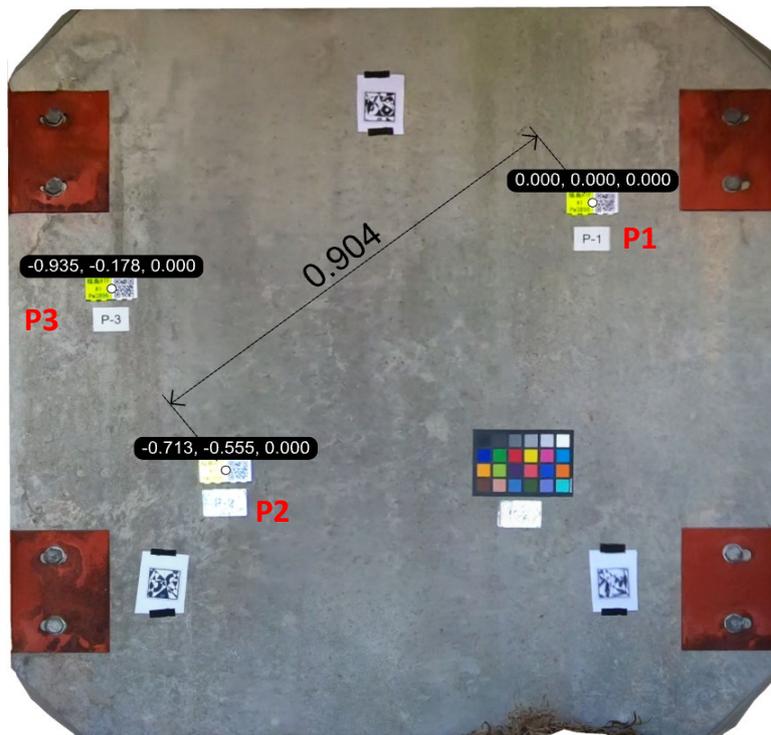


写真-6 オルソ画像

## コンクリート壁マーカース座標値

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	-0.712	-0.713	0.001	-0.551	-0.555	0.004	0.900	0.904	100.4%
P3	-0.935	-0.935	/	-0.178	-0.178	/	/	/	/

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称:GoPro HERO7 Black

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 3.15 kLux ■風速: 0.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離:6-33 mm ■シャッター速度:-

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス:オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160

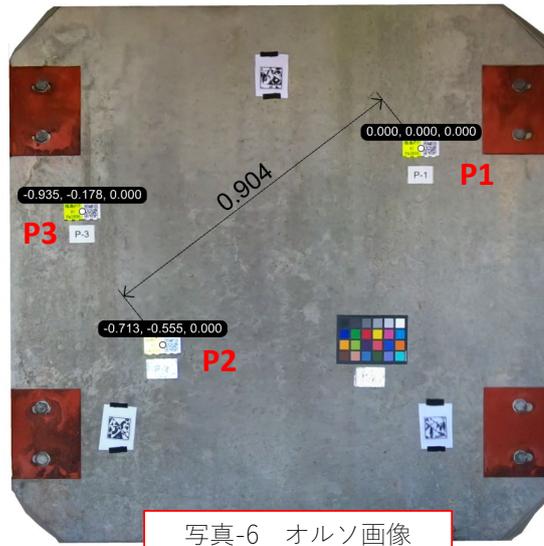


写真-6 オルソ画像

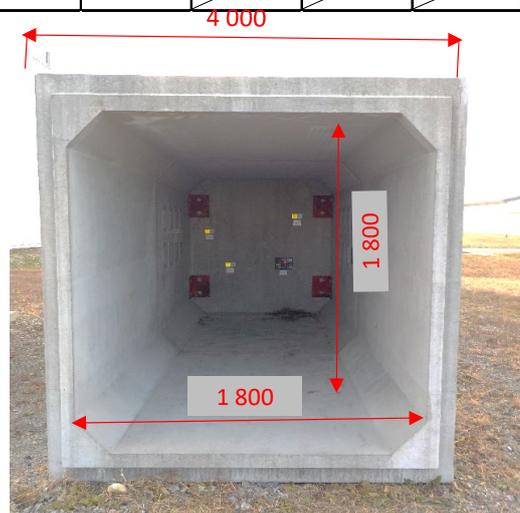
コンクリート壁マーカース座標値									
点名	X座標			Y座標			距離 (P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度
P1	0.000	0.000	/	0.000	0.000	/	/	/	/
P2	-0.712	-0.713	0.001	-0.551	-0.555	0.004	0.900	0.904	100.4%
P3	-0.935	-0.935	/	-0.178	-0.178	/	/	/	/

## ※可動範囲

可動距離: 4m

## ※進入可能性能

1.8 × 1.8m



技術番号 BR010074

技術名 狭い橋りょう桁下空間の状況把握技術 開発者名 アイセイ株式会社

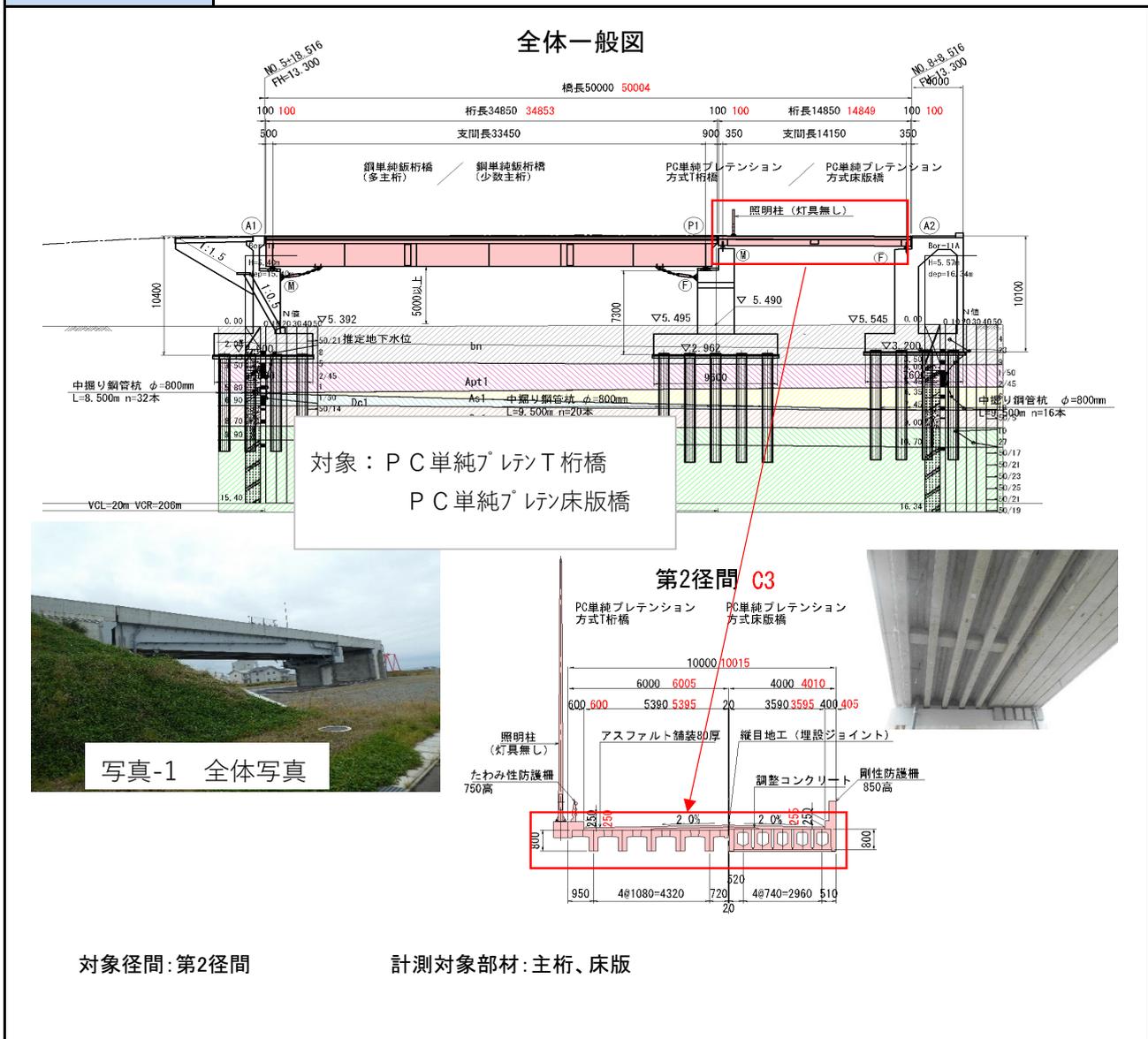
試験日 令和5年 12月 22日 天候 晴れ 気温 7.4 °C 風速 0.8 m/s

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・鉄筋露出 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



- ① 計測機器の搬入(写真-2:機体)
- ② 計測機器の設置(写真-3:機体、コントローラ)
- ③ 測定状況(写真-4)
- ④ 測定状況(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、剥離・鉄筋露出の寸法を測定する。

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



第2径間:高所作業車の設置(写真-6)

近接目視(写真-7)

※高所作業車による近接目視で剥離・鉄筋露出を確認する。(写真-6、写真-7)

※計測結果:

■カメラ名称: GoPro HERO7 Black

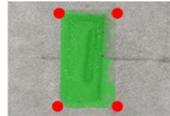
■被写体距離: 1.0 m ■照度: 6.28~77.1 kLux ■風速: 0.0~0.8 m/s

■気温: 7.3~7.4 °C

■焦点距離: 6~33 mm ■シャッター速度: - ■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160

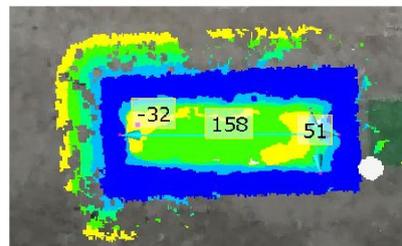
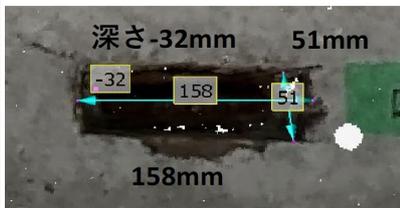
(1) PC単純プレント桁橋



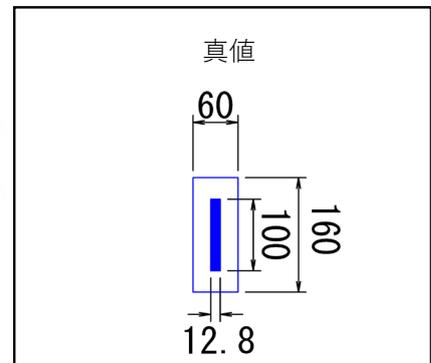
左図、仮想平面作成イメージの通り、鉄筋露出以外の健全と思われる4点から仮想平面を作成し差分解析の基準面としています。その基準面からの離隔による深さや差分結果から体積の算出を実施しています。

①主桁下面

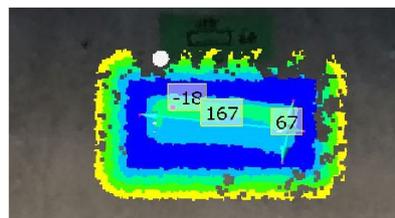
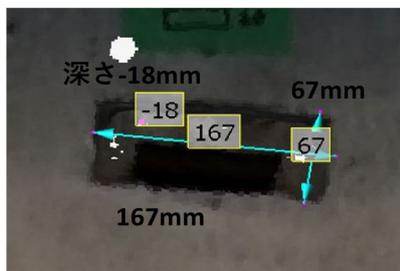
仮想平面作成イメージ



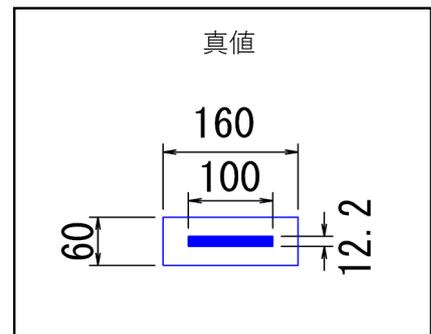
162mm × 65mm



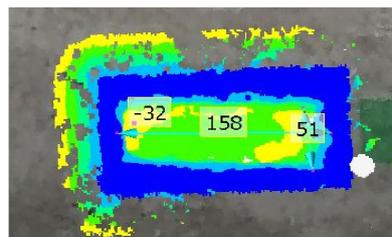
②主桁側面



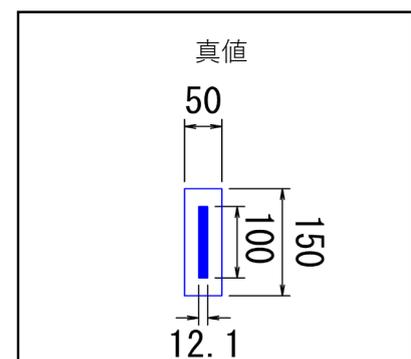
167mm × 67mm



③間詰め床版

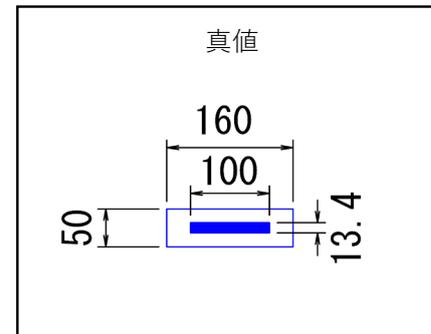
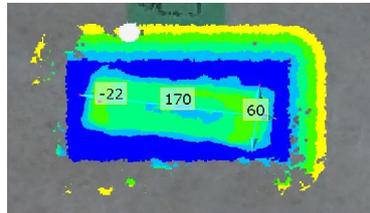
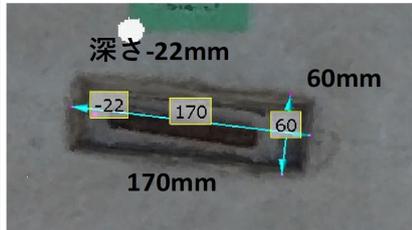


158mm × 51mm



※計測結果:

(2)PC単純プレテン床版橋



170mm × 60mm

(3)結果一覧表

		真値			計測値			比率 (%)
		縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	計測値/真値
PCプレテント桁橋	下面	16	6	96	16.2	6.5	105.3	109.7%
	側面	16	6	96	16.7	6.7	111.9	116.6%
	床版	15	5	75	15.8	5.1	80.6	107.4%
PCプレテン床版橋	下面	16	5	80	17.0	6.0	102.0	127.5%

$$X = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

$\delta_a$ =検証側技術による測定値 (1回目) - 当該技術による測定値 (1回目)

$\delta_b$ =検証側技術による測定値 (2回目) - 当該技術による測定値 (2回目)

$\delta_i$ =検証側技術による測定値 (n回目) - 当該技術による測定値 (n回目)

(4)計測精度

サンプル数 N: 4

面積: cm<sup>2</sup>

		真値	計測値	差分
PCプレテント桁橋	下面	96	105.3	9.3
	側面	96	111.9	15.9
	床版	75	80.6	5.6
PCプレテン床版橋	下面	80	102.0	22
平均		86.75	100.0	13.2

平均面積 (86.75cm<sup>2</sup>) の相対差 X = 13.2 cm<sup>2</sup>

平均面積 (86.75cm<sup>2</sup>) の相対比 = 13.2/86.75 = 15.2%

技術番号	BR010074
------	----------

技術名	狭隘な橋りょう桁下空間の状況把握技術	開発者名	アイセイ株式会社
-----	--------------------	------	----------

試験日	令和5年 12 月 22 日	天候	晴れ	気温	6.8 °C	風速	0.0 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

試験場所	福島ロボットテストフィールド(市街地フィールド)
------	--------------------------

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	試験区分	現場試験
--------	--------	------	------	---------	------	------

試験で確認する カタログ項目	色識別性能
-------------------	-------

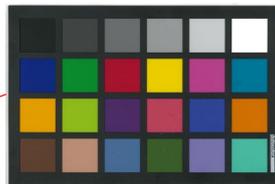
対象構造物の概要



写真-1：全景（ボックスカルバート）



写真-3：主面側壁に4色カラーチャートK2を配置



24色カラーチャート

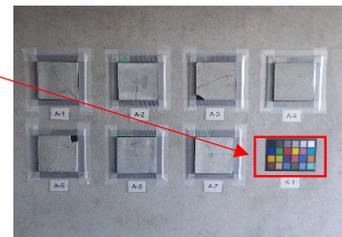


写真-2：右側壁に24色カラーチャートK1を配置

- ① 計測機器の搬入(写真-4:機体、コントローラ、三脚、受信機)
- ② 撮影状況(写真-5:カラーチャートk1、k2を撮影)
- ③ 撮影状況(写真-6:カラーチャートk1を撮影)
- ④ 撮影状況(写真-6:カラーチャートk2を撮影)
- ⑤ 計測終了後、撮影画像を基に、3Dモデルを作成する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-4



写真-5



写真-6



写真-7

## ※3Dモデル

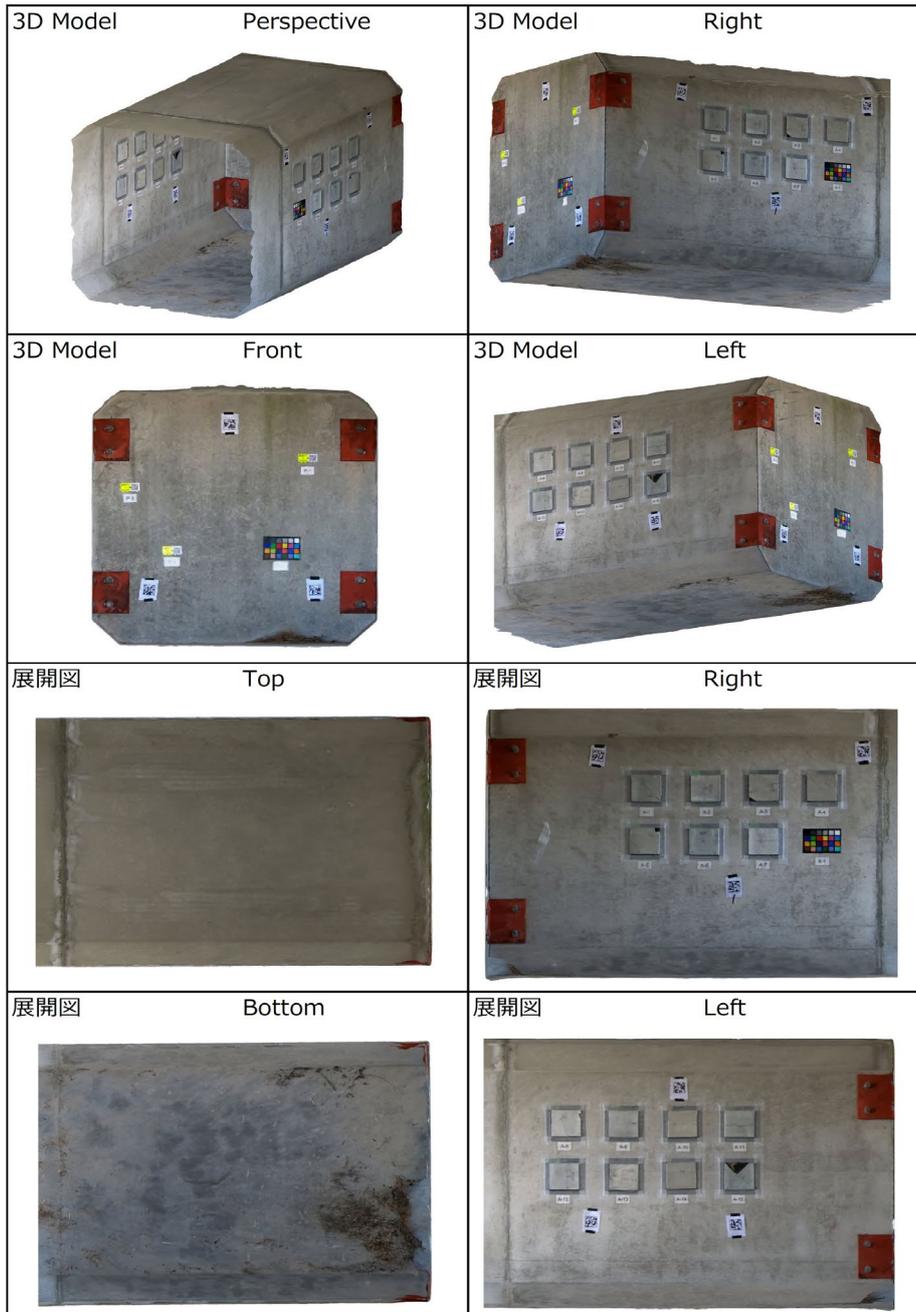
■カメラ名称: GoPro HERO7 Black

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 378 kLux ■風速: 0.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 6-33 mm ■シャッター速度: - ■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3840 × 2160



技術番号 BR010075

技術名 画像点検向けAI「インスペクションEYE for インフラCloud Edition」 開発者名 キヤノン株式会社

試験日 令和6年 12月 3日 天候 晴れ 気温 14.0 °C 風速 2.7 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 撮影速度  
最小・ひびわれ精度  
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」方向にそれぞれ有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

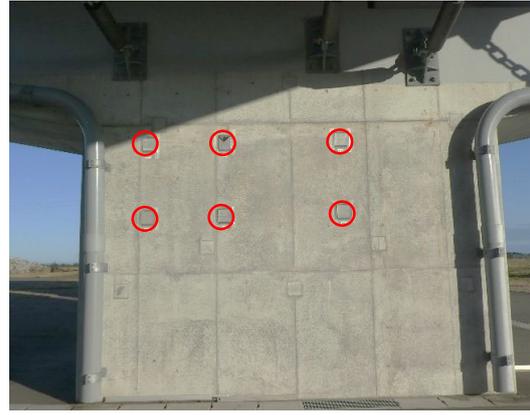
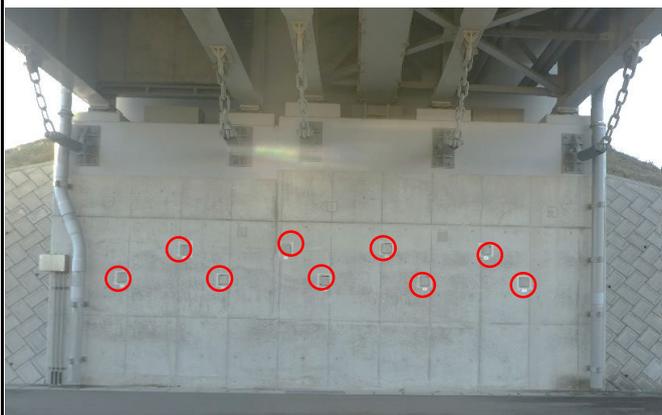


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

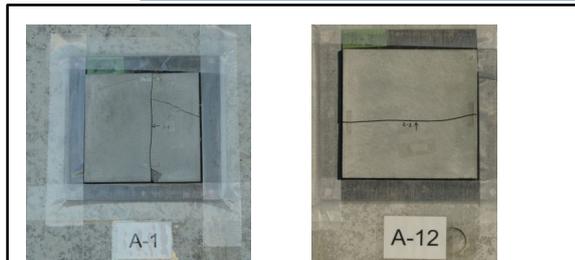
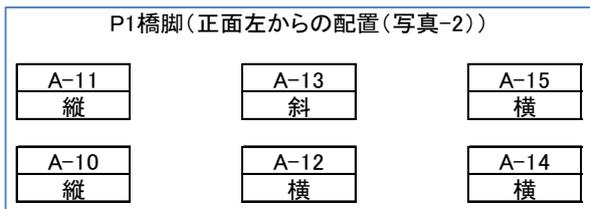


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-12)



試験方法(手順)	技術番号	BR010075
①	機器搬入(左写真_カメラ:EOS R7、三脚)(右写真_カメラ:EOS R7、三脚、自動雲台(gigapan))(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(自動雲台を取付け、P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

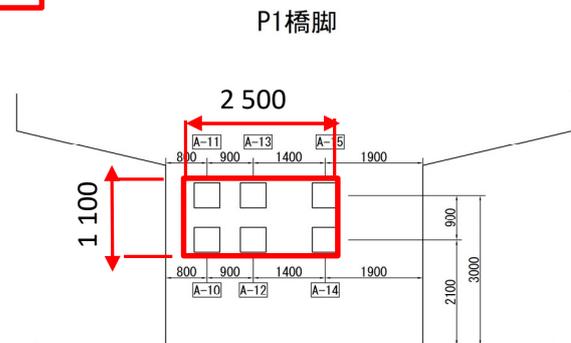
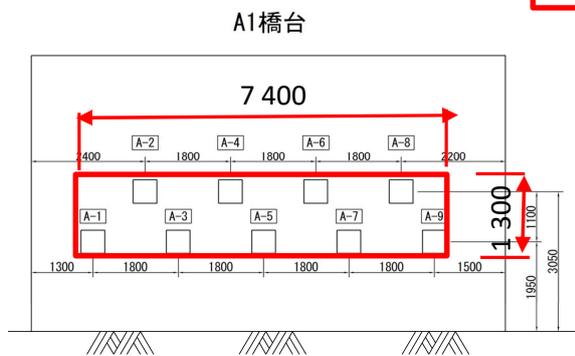
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



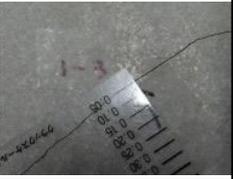
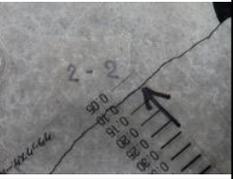
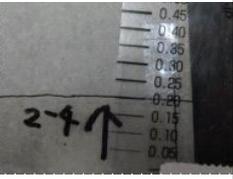
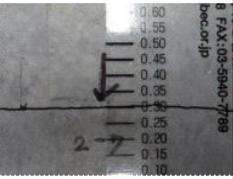
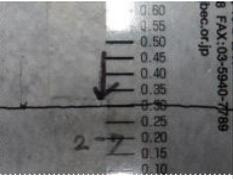
撮影面積(7.4×1.3+2.5×1.1=12.37m<sup>2</sup>)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.37\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※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P1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

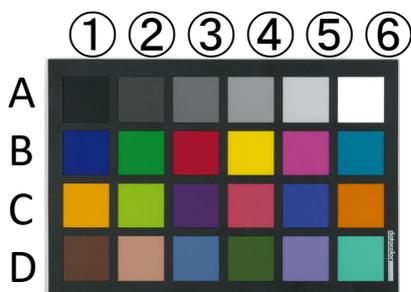


写真-8



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

## ※撮影速度

撮影面積:12.37m<sup>2</sup>、撮影時間:A1(1分17秒)、P1(1分30秒)=2分47秒=167秒(167sec)

撮影速度=12.37/167=0.074m<sup>2</sup>/sec

## ※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:Canon EOS R7

■被写体距離:6.5m ■照度:4.21~41.4 kLux ■風速:0.0~2.7 m/s

■気温:14 °C

■焦点距離:70mm ■シャッター速度:1/125

■絞り:F11 ■ISO値:250

■フォーカス:オート ■画像Pixel数:3440万画素

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.16	0.34	0.33
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.27	0.17	0.21
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.54	0.32	0.17
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.35	0.52	0.33
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.71	0.88	0.75

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.24mm
0.1mm	0.12mm
0.2mm	0.21mm
0.3mm	0.13mm
1.0mm	0.23mm

## ※色識別性能

■カメラ名称: Canon EOS R7

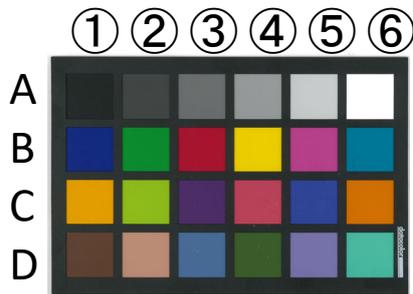
■被写体距離: 6.5m ■照度: 56.2~61.8 kLux ■風速: 0.0~3.6 m/s

■気温: 17 °C

■焦点距離: 70mm ■シャッター速度: 1/200

■絞り: F11 ■ISO値: 320

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3440万画素



立会者撮影



K1: 開発者撮影画



K1: オルソ画像

K1: 計測比較

K1: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	19	41	20	43	22
A-2	80	37	80	39	78	38
A-3	122	67	118	68	116	72
A-4	161	105	157	106	154	110
A-5	202	147	198	148	195	152
A-6	249	179	242	180	238	185
B-1	25	11	55	15	135	86
B-2	57	30	146	100	64	48
B-3	186	135	26	33	51	29
B-4	245	185	205	147	0	50
B-5	192	135	75	48	145	82
B-6	0	2	127	70	159	117
C-1	238	188	158	112	25	50
C-2	157	109	188	143	54	49
C-3	83	40	58	25	106	48
C-4	195	143	79	47	95	48
C-5	58	19	88	33	159	104
C-6	222	162	118	68	32	34
D-1	112	57	76	32	60	27
D-2	197	144	145	101	125	85
D-3	87	34	120	62	155	102
D-4	82	38	106	53	60	32
D-5	126	72	125	72	174	124
D-6	98	45	187	134	166	132

K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	28	41	32	43	35
A-2	80	54	80	58	78	57
A-3	122	93	118	96	116	103
A-4	161	143	157	146	154	151
A-5	202	185	198	186	195	191
A-6	249	213	242	214	238	218
B-1	25	23	55	26	135	123
B-2	57	51	146	137	64	72
B-3	186	179	26	52	51	46
B-4	245	223	205	185	0	84
B-5	192	176	75	69	145	113
B-6	0	27	127	102	159	159
C-1	238	227	158	149	25	75
C-2	157	148	188	181	54	77
C-3	83	60	58	39	106	70
C-4	195	188	79	72	95	72
C-5	58	37	88	52	159	143
C-6	222	207	118	100	32	56
D-1	112	84	76	49	60	43
D-2	197	185	145	138	125	120
D-3	87	58	120	91	155	142
D-4	82	56	106	76	60	49
D-5	126	103	125	101	174	166
D-6	98	82	187	174	166	173

## ※色識別性能

■カメラ名称: Canon EOS R7

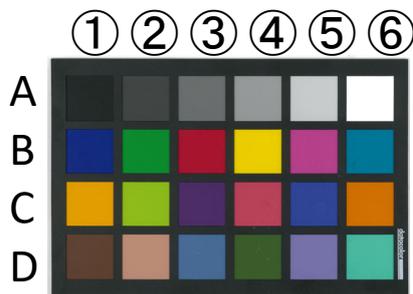
■被写体距離: 11.5m ■照度: 6.38~34.1 kLux ■風速: 0.0~4.6 m/s

■気温: 14 °C

■焦点距離: 124mm ■シャッター速度: 1/200

■絞り: F11 ■ISO値: 320

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3440万画素



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	16	41	20	43	23
A-2	80	34	80	35	78	39
A-3	122	65	118	66	116	71
A-4	161	114	157	115	154	120
A-5	202	164	198	167	195	176
A-6	249	202	242	201	238	209
B-1	25	9	55	15	135	91
B-2	57	30	146	98	64	45
B-3	186	137	26	25	51	24
B-4	245	202	205	158	0	49
B-5	192	149	75	50	145	96
B-6	0	2	127	83	159	138
C-1	238	189	158	108	25	45
C-2	157	117	188	147	54	49
C-3	83	39	58	23	106	50
C-4	195	155	79	49	95	53
C-5	58	20	88	36	159	123
C-6	222	181	118	73	32	37
D-1	112	58	76	33	60	28
D-2	197	153	145	104	125	90
D-3	87	38	120	66	155	114
D-4	82	41	106	54	60	34
D-5	126	77	125	81	174	144
D-6	98	56	187	150	166	150

K2: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	11	41	12	43	16
A-2	80	23	80	24	78	26
A-3	122	49	118	50	116	54
A-4	161	89	157	89	154	97
A-5	202	139	198	137	195	148
A-6	249	176	242	174	238	185
B-1	25	3	55	8	135	72
B-2	57	16	146	73	64	30
B-3	186	106	26	14	51	15
B-4	245	171	205	127	0	30
B-5	192	113	75	33	145	70
B-6	0	1	127	64	159	108
C-1	238	156	158	80	25	28
C-2	157	88	188	118	54	32
C-3	83	26	58	14	106	36
C-4	195	121	79	32	95	38
C-5	58	7	88	26	159	95
C-6	222	147	118	53	32	27
D-1	112	45	76	24	60	21
D-2	197	124	145	82	125	70
D-3	87	27	120	51	155	89
D-4	82	28	106	41	60	23
D-5	126	60	125	61	174	115
D-6	98	23	187	123	166	125

技術番号 BR010075

技術名 画像点検向けAI「インスペクションEYE for インフラCloud Edition」 開発者名 キヤノン株式会社

試験日 令和6年 12月 3日 天候 晴れ 気温 14.0 °C 風速 2.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

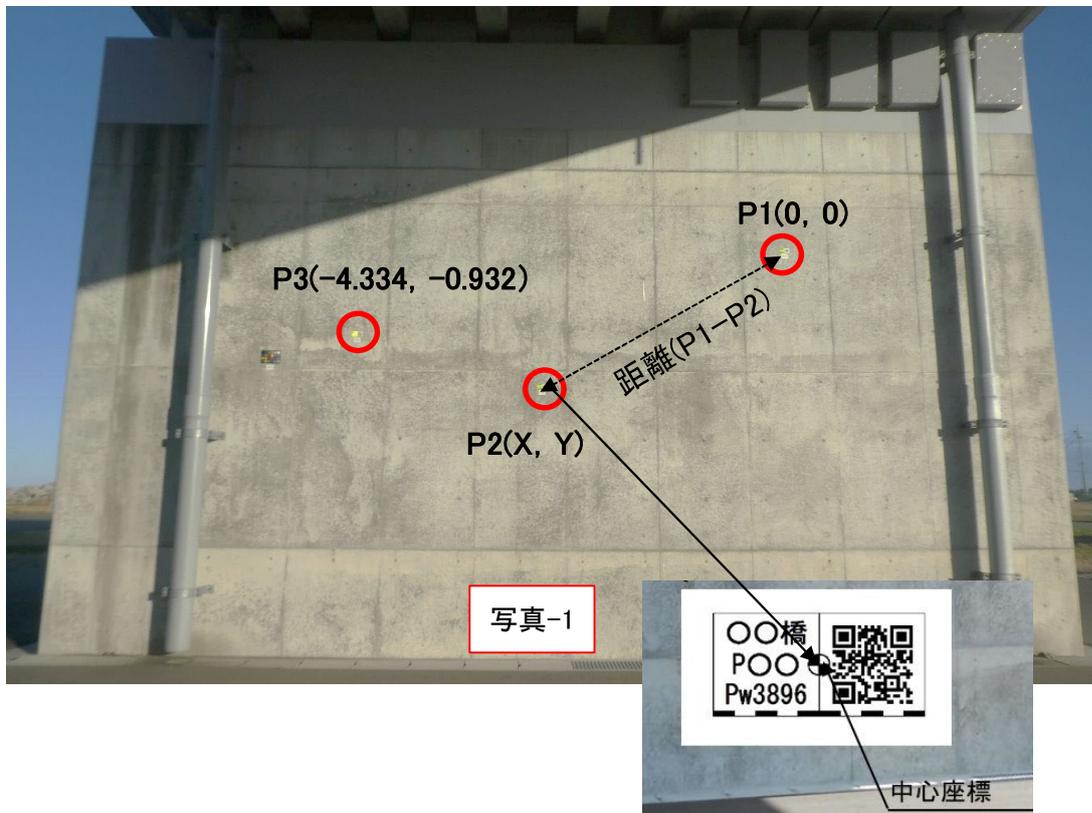
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

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橋台縦壁前面にマーカを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。



- ① 機器の搬入(カメラ:EOS R7、三脚、自動雲台(gigapan))(写真-2)
- ② 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。

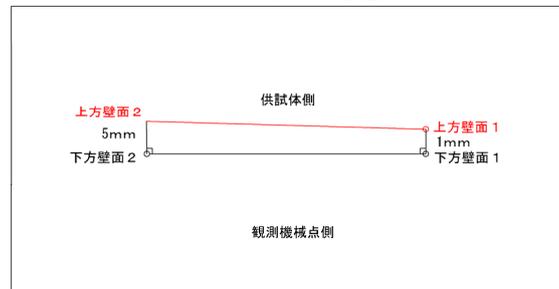
## 開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

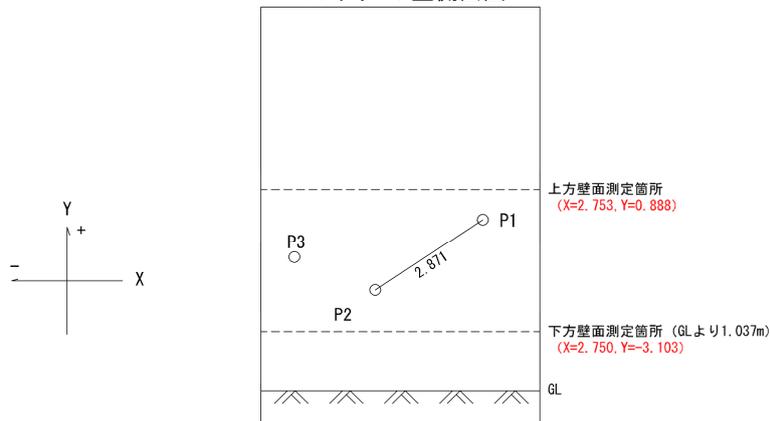
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-2.467	-1.468	0.004
P3	-4.334	-0.932	0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Canon EOS R7

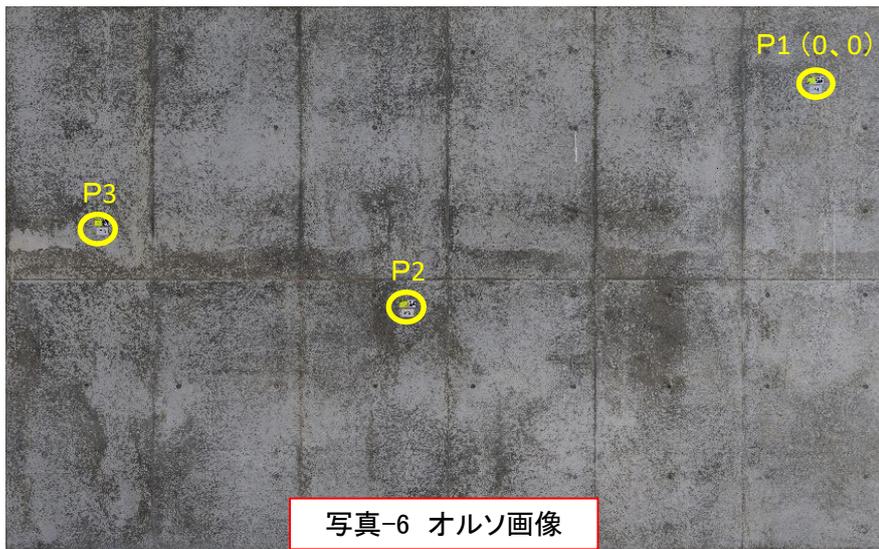
■被写体距離: 11.5m ■照度: 6.38~34.1 kLux ■風速: 0.0~4.6 m/s

■気温: 14 °C

■焦点距離: 124mm ■シャッター速度: 1/200

■絞り: F11 ■ISO値: 320

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3440万画素



## ピクセル座標

	実測値		補正值	
	X	Y	X	Y
P1	16522	1622	0	0
P2	8204	6529	-8318	-4907
P3	1974	4742	-14548	-3120
				2.89725
座標値				
P2	-2.4954	-1.4721		P1-P2 2.8972572
P3	-4.3644	-0.936		

## コンクリート壁マーカース座標値

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	-2.467	-2.495	0.028	-1.468	-1.472	0.004	2.871	2.897	100.9%
P3	-4.334	-4.364	/	-0.932	-0.936	/	/	/	/

技術番号	BR010075
------	----------

技術名	画像点検向けAI「インスペクションEYE for インフラCloud Edition」	開発者名	キヤノン株式会社
-----	---	------	----------

試験日	令和6年 12月 3日	天候	晴れ	気温	14.0 °C	風速	2.7 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	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(精度以外)
-------------------	------------

対象構造物の概要

**全体一般図**

対象:P1橋脚 張出式橋脚

P1橋脚

写真-1 全体写真

計測対象部材:P1橋脚柱部(起点側)(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(カメラ:EOS R7、三脚、自動雲台(gigapan))(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

## 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

■カメラ名称:Canon EOS R7

■被写体距離:8.5m ■照度:4.63~50.4 kLux ■風速:0.0~3.2 m/s

■気温:17 °C

■焦点距離:95mm ■シャッター速度:1/200

■絞り:F11 ■ISO値:320

■フォーカス:オート ■画像Pixel数:3440万画素

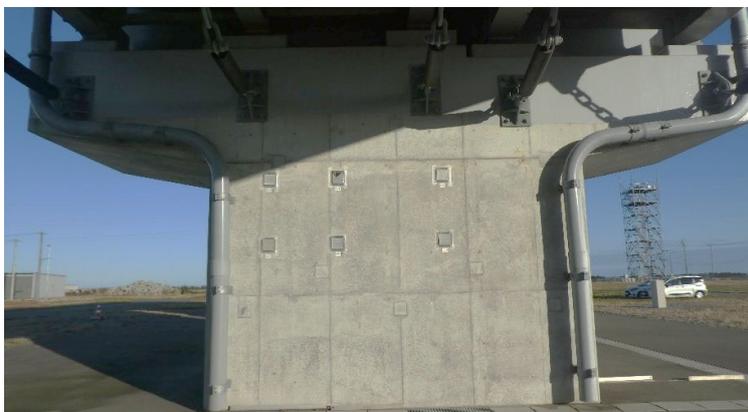
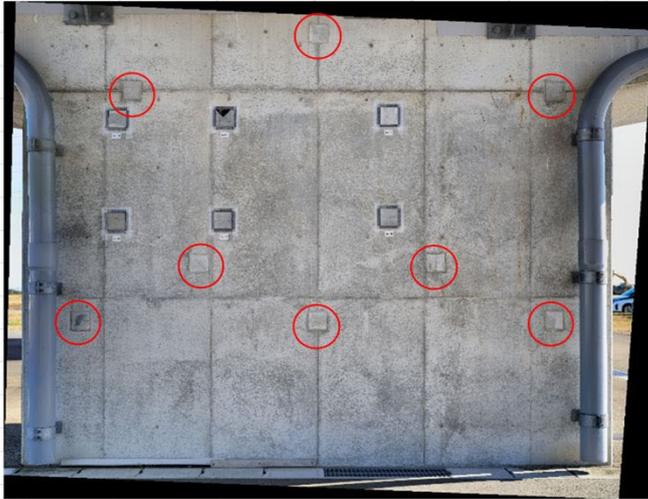


写真-6

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

## ※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所)



		N1	
N2			N3
	N4	N5	
N6		N7	N8

箇所	画像	測定値(最大) 単位:mm
N1		0.15
N2		0.28
N3		0.12

箇所	画像	測定値(最大) 単位:mm
N4		0.18
N5		0.22
N6		0.18

箇所	画像	測定値(最大) 単位:mm
N7		0.22
N8		0.21

技術番号	BR010075
------	----------

技術名	画像点検向けAI「インスペクションEYE for インフラCloud Edition」	開発者名	キヤノン株式会社
-----	---	------	----------

試験日	令和6年 12月 3日	天候	晴れ	気温	14.0 °C	風速	2.7 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	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(精度以外)
-------------------	------------

対象構造物の概要

### 全体一般図

橋長50000 50004

桁長34850 34853      桁長14850 14849

支間長33450      支間長14150

鋼単純桁橋 (多主桁)      鋼単純桁橋 (少数主桁)      PC単純プレテンション方式桁橋      PC単純プレテンション方式床版橋

照明柱 (灯具無し)

対象: PC単純プレテン桁橋  
PC単純プレテン床版橋  
支間長: 14.150m

写真-1 全体写真

#### 第2径間 C3

PC単純プレテンション方式T桁橋      PC単純プレテンション方式床版橋

照明柱 (灯具無し)

たわみ性防護柵 750高

アスファルト舗装80厚

縦目土工 (埋設ジョイント)

調整コンクリート

剛性防護柵 850高

対象径間: 第2径間      計測対象部材: 主桁、床版

- ① 機器の搬入(カメラ:EOS R7、三脚、自動雲台(gigapan))(写真-2)
- ② 機器の搬入(手持ち伸縮棒 最大長7.5m)(写真-3)
- ③ 測定状況(PC単純プレント桁橋部の撮影)(写真-4)
- ④ 測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影データを元に剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。

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



技術番号	BR010076
------	----------

技術名	コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス	開発者名	株式会社エヌ・ティ・ティ エムイー
-----	----------------------	------	-------------------

試験日	令和6年 12月 3日	天候	晴れ	気温	17.0 °C	風速	4.1 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験
--------	--------	------	------	------	------	------

試験で確認する カタログ項目	撮影速度 最小・ひびわれ精度 色識別性能
-------------------	----------------------------

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」方向にそれぞれ有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

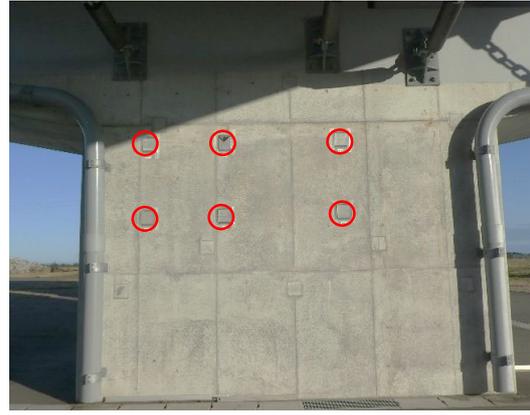


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

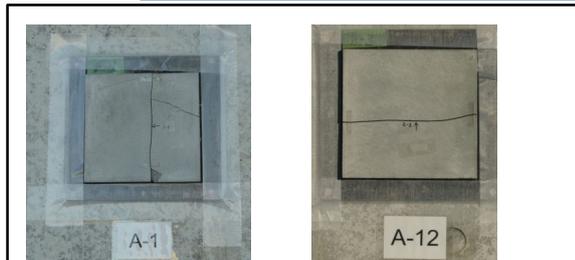


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-12)

P1橋脚 (正面左からの配置(写真-2))



試験方法(手順)	技術番号	BR010076
① 機器の搬入(ドローン: Skydio2+, コントローラー)(写真-4)		
② 測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)		
③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(自動雲台を取付け、P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk2の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像から求める。		

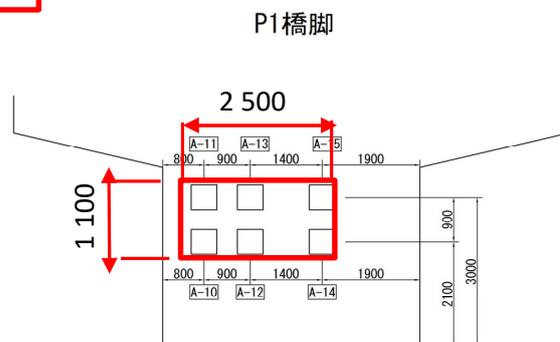
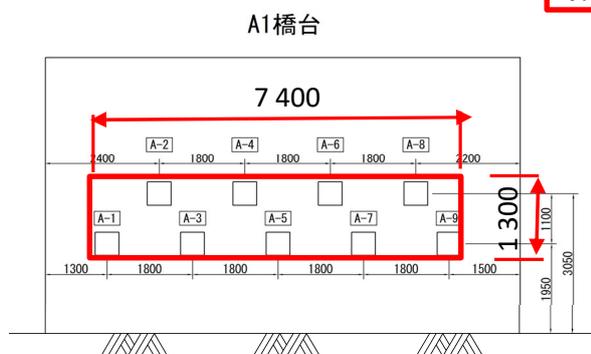
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



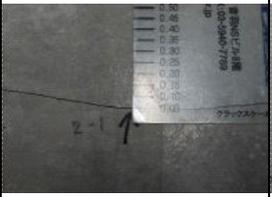
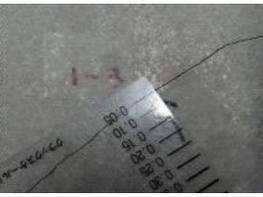
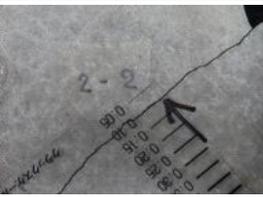
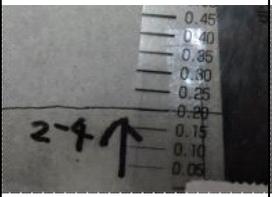
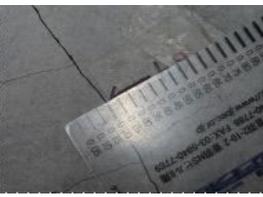
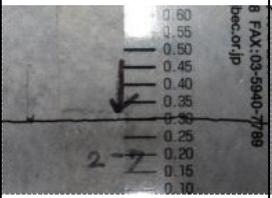
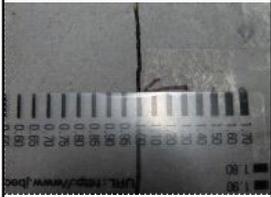
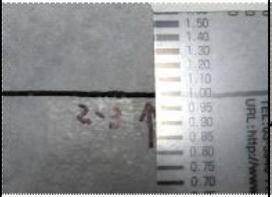
撮影面積(7.4×1.3+2.5×1.1=12.37m<sup>2</sup>)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.37\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※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(K2)(写真-9)の1箇所

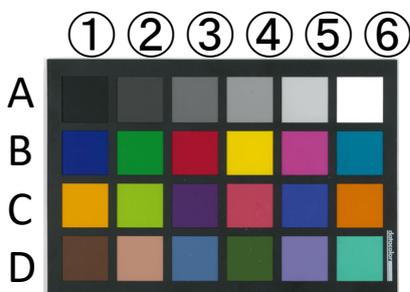


写真-8



写真-9 □: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

## ※撮影速度

撮影面積:  $12.37\text{m}^2$ 、撮影時間: A1(4分27秒)、P1(1分53秒) = 6分20秒 = 440秒(440sec)

撮影速度 =  $12.37 / 440 = 0.028\text{m}^2/\text{sec}$

## ※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP CMOS

■被写体距離: 1 m ■照度: 5.42~57.7 kLux ■風速: 0.0~4.1 m/s

■気温: 17 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/1218秒-1/304秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100-101

■フォーカス: AF ■画像Pixel数: 4056 x 3040

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.04	0.08	0.2
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.1	0.0	0.2
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.4	0.1	0.4
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.1	0.08	0.4
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.1	1.0	1.5

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.09mm
0.1mm	0.08mm
0.2mm	0.17mm
0.3mm	0.18mm
1.0mm	0.29mm

## ※色識別性能

■カメラ名称: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP CMOS

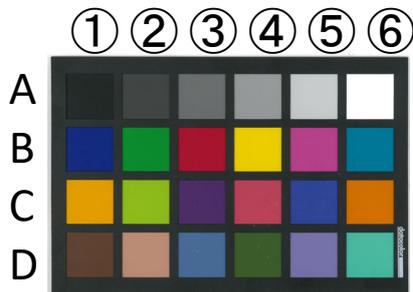
■被写体距離: 1 m ■照度: 8.79~37.7 kLux ■風速: 0.0~2.0 m/s

■気温: 17 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/1273秒-1/322秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100-101

■フォーカス: AF ■画像Pixel数: 4056 x 3040



立会者撮影



K2: 開発者撮影画

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	15	41	16	43	16
A-2	80	37	80	38	78	40
A-3	122	67	118	68	116	73
A-4	161	117	157	118	154	122
A-5	202	155	198	156	195	161
A-6	249	196	242	197	238	202
B-1	25	4	55	17	135	96
B-2	57	27	146	106	64	27
B-3	186	140	26	15	51	29
B-4	245	184	205	157	0	4
B-5	192	151	75	32	145	116
B-6	0	2	127	95	159	126
C-1	238	179	158	121	25	14
C-2	157	123	188	146	54	29
C-3	83	59	58	17	106	67
C-4	195	158	79	36	95	57
C-5	58	21	88	41	159	127
C-6	222	169	118	76	32	15
D-1	112	63	76	36	60	29
D-2	197	152	145	109	125	93
D-3	87	40	120	73	155	126
D-4	82	42	106	57	60	24
D-5	126	89	125	83	174	145
D-6	98	60	187	157	166	140

技術番号 BR010076

技術名 コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス

開発者名 株式会社エヌ・ティ・ティ エムイー

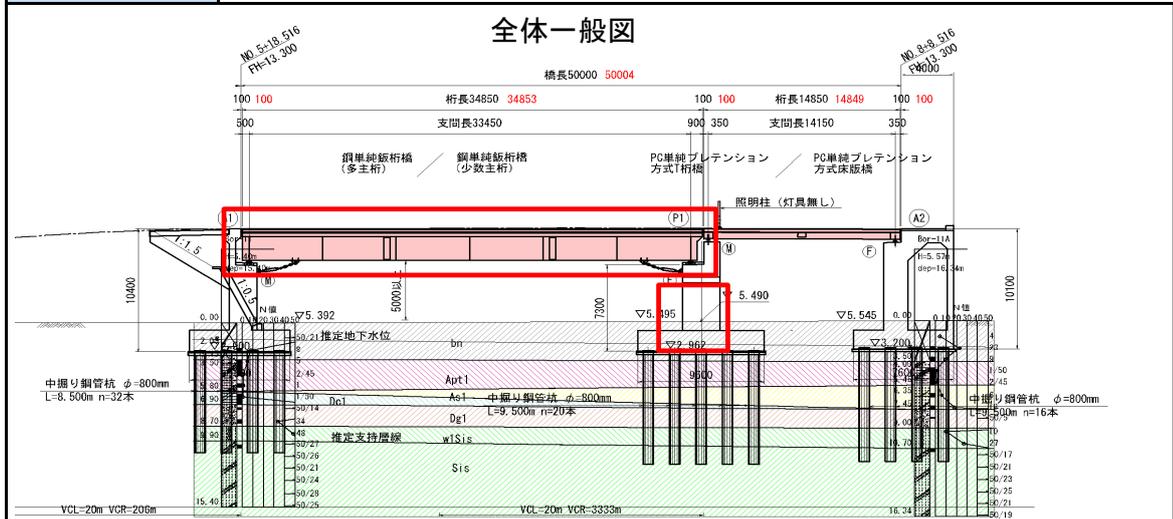
試験日 令和6年 12月 3日 天候 晴れ 気温 17.0 °C 風速 4.1 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 構造物近傍安定性能  
進入可能性能  
可動範囲

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 機器の搬入(ドローン: Skydio2+, コントローラー)(写真-2)
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)
- ⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

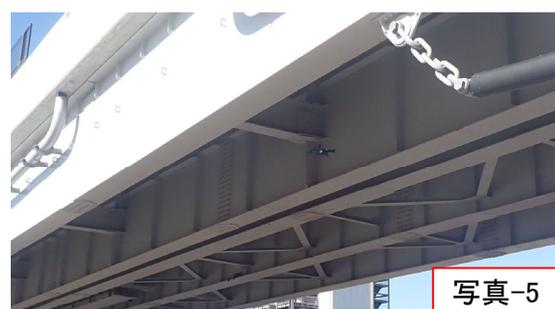


写真-5

## ※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 1.0m

風速: 2.5m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



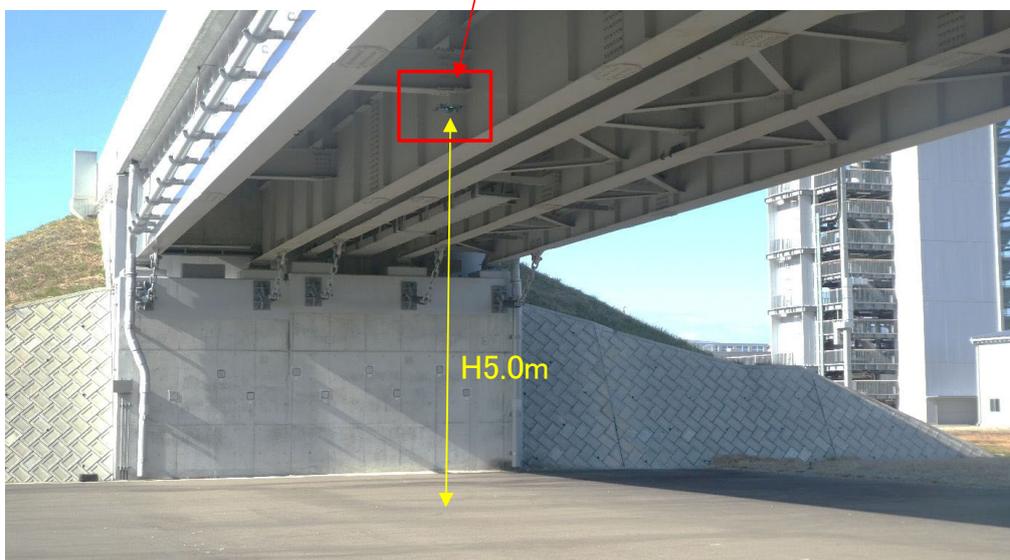
※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))

## ※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 2.5m/s

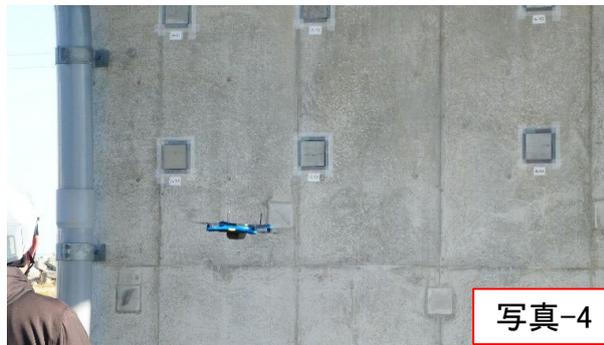
桁下空間: 高さ5.0m進入可能





- ① 機器の搬入(ドローン: Skydio2+、コントローラー)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離1m)(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離1m)(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離1m)(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

## 開発者による計測機器の設置状況



■カメラ名称: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP CMOS

■被写体距離: 1 m ■照度: 6.25~44.0 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 17 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/737秒-1/342秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: AF ■画像Pixel数: 4056 x 3040

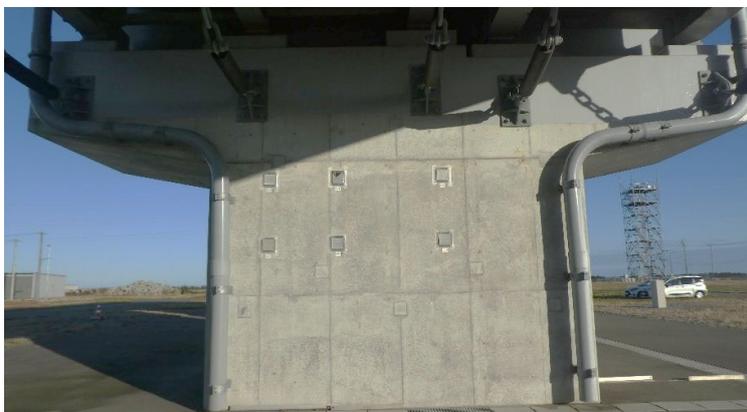
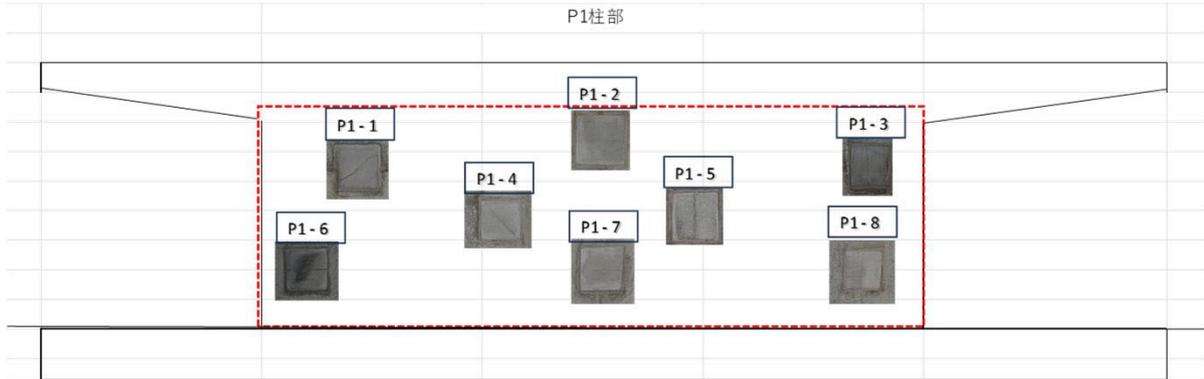


写真-6

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

## ※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所)



チャート番号	P1 - 1	P1 - 2	P1 - 3	P1 - 4	P1 - 5
方向	斜	横	縦	斜	縦
撮影画像					
推論結果					
計測値	0.3	0.05	0.07	0.2	0.1
チャート番号	P1 - 6	P1 - 7	P1 - 8		
方向	横	横	縦		
撮影画像					
推論結果					
計測値	0.2	0.1	0.1		

技術番号 BR010076

撮影距離2m

技術名 コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス

開発者名 株式会社エヌ・ティ・ティ・エムイー

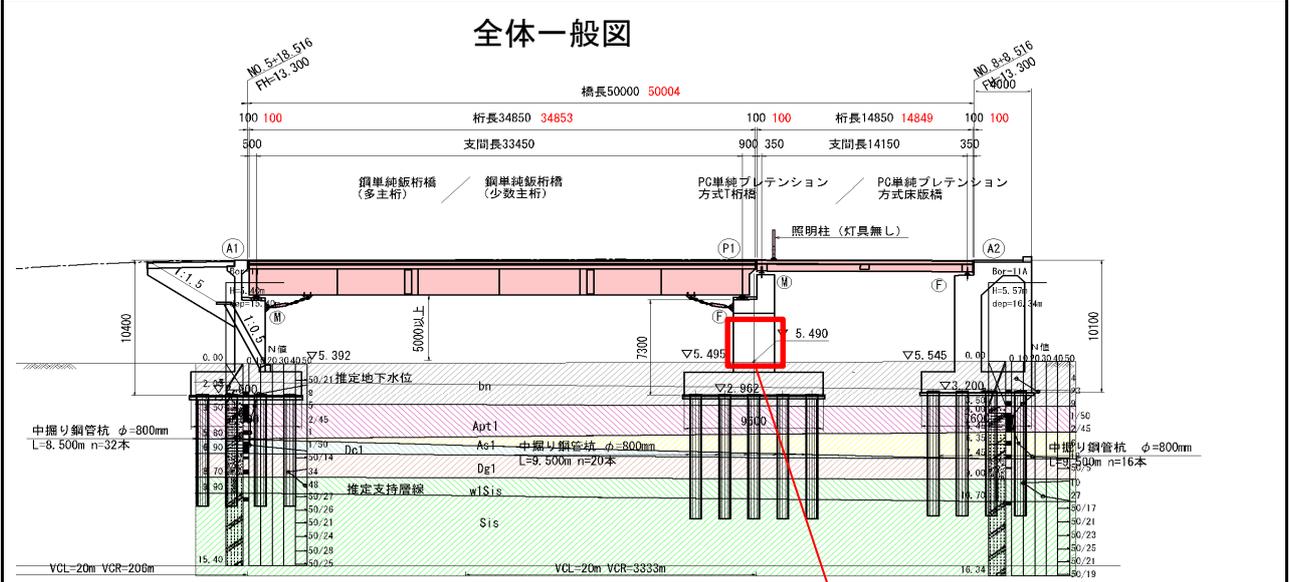
試験日 令和6年 12月 3日 天候 晴れ 気温 17.0 °C 風速 4.1 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 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(精度以外)

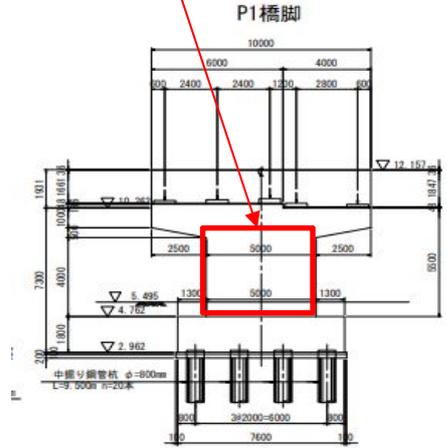
対象構造物の概要



対象:P1橋脚 張出式橋脚



写真-1 全体写真



計測対象部材:P1橋脚柱部(起点側)(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(ドローン: Skydio2+, コントローラー)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離2m)(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離2m)(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(撮影距離2m)(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

## 開発者による計測機器の設置状況



写真-2

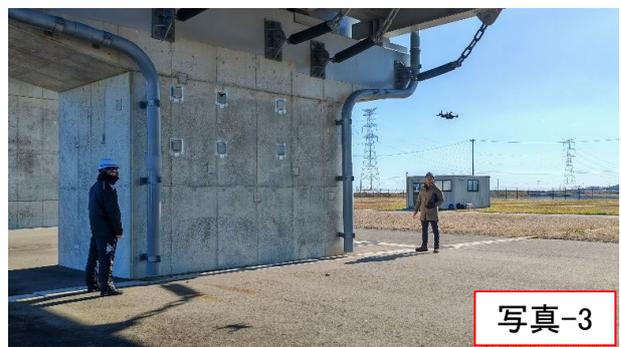


写真-3

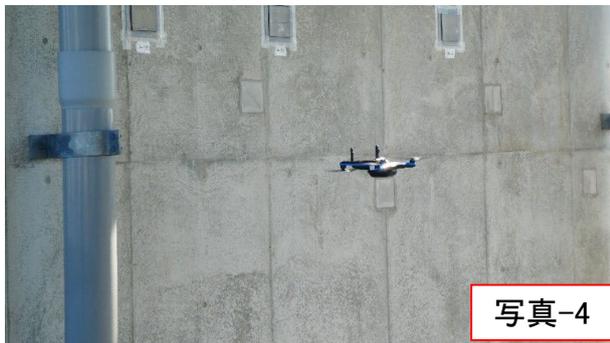


写真-4



写真-5

■カメラ名称: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP CMOS

■被写体距離: 2 m ■照度: 6.25~44.0 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 17 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: -

■絞り: f 2.8 ■ISO値: -

■フォーカス: AF ■画像Pixel数: 4056 x 3040

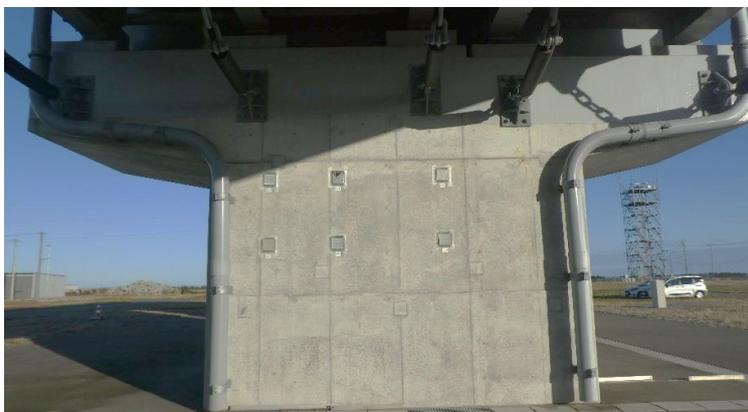
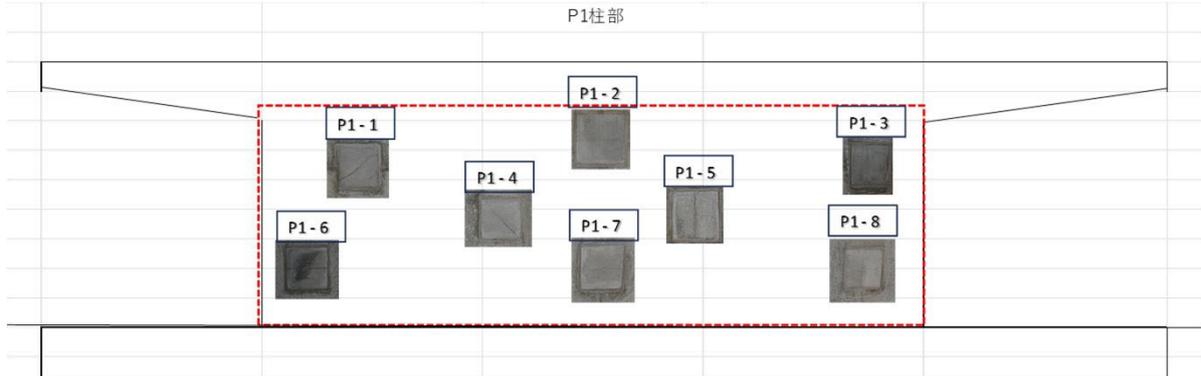


写真-6

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

## ※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所)



チャート番号	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
方向	斜	横	縦	斜	縦
撮影画像					
推論結果					
計測値	0.2	0.08	0	0.2	0.1

チャート番号	P1-6	P1-7	P1-8
方向	横	横	縦
撮影画像			
推論結果			
計測値	0.2	0.07	0.2

技術番号 BR010076

技術名 コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス 開発者名 株式会社エヌ・ティ・ティ・エムイー  
東日本電信電話株式会社  
株式会社NTT e-Drone

試験日 令和7年 2 月 5 日 天候 - 気温 - °C 風速 - m/s

試験場所 自社ビル 構造物名 -

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 -

試験で確認する  
カタログ項目 計測精度(性能値)

対象構造物の概要

【対象橋種】  
コンクリート橋  
【対象部位】  
上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版)  
下部構造(橋脚,橋台)  
溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他)  
【対象の損傷】

計測対象例



- ① 学習に用いていない画像を選定し、ひびわれ箇所の正解データを手動で作成する。(アノテーション)
- ② 複数画像を分割し(640×640pxサイズ)、ランダムに85枚評価画像を選択する。
- ③ 評価画像についてAIによる解析を行う。
- ④ 正解データとAI解析結果から、ひび密度の誤差率を算出する。
- ⑤ 誤差率を平均した値を平均誤差率として評価する。

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

- ・画像分解能は0.4mm/pixel以下であること
- ・画像はブレ/ボケがない明瞭なものを採用すること

②試験条件

- ・使用データの撮影条件

■ドローン名称: skydio2+

■搭載カメラ: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP

CMOS

■被写体距離: 1m

■焦点距離: 4mm

■シャッター速度: 1/266秒 - 1/195秒

■絞り: f/2.8

■ISO値: 100

■フォーカス: AF

■画像Pixel数: 4056 x 3040

- ・正解データ作成方法

正解値はひびわれ箇所の正解データを手動で作成(アノテーション)

- ・評価指標

ひびわれ検出の精度を確認する指標として、ひびわれ密度の平均誤差率を使用する

ひびわれ密度: ひびわれの総延長(cm)/面積(m<sup>2</sup>)

※計測結果

解析結果例

	test1	test4	test14	test65
試験画像				
正解値				
AI解析結果				
	誤差率 0%	誤差率 28%	誤差率 52%	誤差率 7%

※計測結果

【性能評価結果】 平均誤差率 16%

filename	密度 (cm/m*m)	推定 (cm/m*m)	誤差 (%)
test1	0	0	0
test2	43.9453125	56.76269531	29.16667
test3	833.1298828	446.7773438	46.37363
test4	1052.246094	755.6152344	28.19026
test5	166.6259766	195.3125	17.21612
test6	1876.220703	1732.177734	7.677293
test7	611.5722656	354.0039063	42.11577
test8	907.5927734	777.5878906	14.32414
test9	0	0	0
test10	985.1074219	881.9580078	10.47088
test11	134.2773438	94.60449219	29.54545
test12	290.5273438	252.0751953	13.23529
test13	559.6923828	638.4277344	14.06761
test14	324.7070313	155.6396484	52.06767
test15	1320.800781	876.4648438	33.6414
test16	582.2753906	648.1933594	11.32075
test17	0	0	0
test18	484.6191406	633.5449219	30.73048
test19	1139.526367	949.7070313	16.65774
test20	0	0	0
test21	847.7783203	569.4580078	32.82937
test22	0	0	0
test23	392.4560547	280.7617188	28.46034
test24	0	0	0
test25	0	0	0
test26	1041.870117	1353.759766	29.93556
test27	1145.019531	1181.640625	3.198294
test28	1320.800781	1225.585938	7.208872
test29	0	0	0
test30	457.1533203	438.8427734	4.00534
test31	0	0	0
test32	0	0	0
test33	1055.297852	625	40.77501
test34	1419.067383	1425.78125	0.473118
test35	0	0	0
test36	14.6484375	20.14160156	37.5
test37	0	0	0
test38	30.51757813	0	100
test39	87.28027344	77.51464844	11.18881
test40	1352.539063	1117.553711	17.37365
test41	0	0	0
test42	993.6523438	1015.014648	2.149877
test43	753.1738281	855.1025391	13.53323
test44	0	8.544921875	100
test45	852.0507813	686.0351563	19.48424
test46	1096.191406	1162.109375	6.013363
test47	1592.407227	1347.65625	15.36987
test48	1292.724609	944.8242188	26.91218
test49	787.9638672	738.5253906	6.274206
test50	817.2607422	1106.567383	35.39955
test51	1187.133789	875.8544922	26.22108
test52	43.9453125	39.0625	11.11111
test53	0	0	0
test54	0	0	0
test55	108.6425781	78.73535156	27.52809
test56	406.4941406	280.7617188	30.93093
test57	1061.401367	736.6943359	30.59229
test58	0	0	0
test59	1066.894531	800.78125	24.94279
test60	156.25	96.43554688	38.28125
test61	1058.959961	1415.405273	33.65994
test62	415.0390625	512.0849609	23.38235
test63	0	0	0
test64	460.8154297	480.3466797	4.238411
test65	1886.59668	1755.981445	6.923326
test66	0	0	0
test67	1380.004883	843.5058594	38.8766
test68	1016.845703	858.1542969	15.60624
test69	1272.583008	849.609375	33.23741
test70	509.0332031	386.9628906	23.98082
test71	0	0	0
test72	1259.155273	1282.348633	1.841978
test73	1525.878906	1676.635742	9.88
test74	0	0	0
test75	0	0	0
test76	86.05957031	97.65625	13.47518
test77	816.6503906	603.6376953	26.08371
test78	826.4160156	685.4248047	17.06056
test79	903.9306641	892.9443359	1.215395
test80	52.49023438	48.828125	6.976744
test81	0	0	0
test82	0	0	0
test83	482.7880859	275.8789063	42.85714
test84	827.6367188	542.6025391	34.43953
test85	498.6572266	595.703125	19.46144

技術番号 BR010076

技術名 コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス 開発者名 株式会社エヌ・ティ・ティ・エムイー  
東日本電信電話株式会社  
株式会社NTT e-Drone Technology

試験日 令和6年 10月 29日 天候 - 気温 - °C 風速 - m/s

試験場所 自社ビル 構造物名 -

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 -

試験で確認する  
カタログ項目 計測精度(性能値)

対象構造物の概要

【対象橋種】  
コンクリート橋  
【対象部位】  
上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版)  
下部構造(橋脚,橋台)  
溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他)  
【対象の損傷】

計測対象例



- ① ひびわれ幅の正解値がわかっている画像20枚を用意する。(幅 0.05:8箇所、0.1:12箇所、0.2:15箇所、0.3:6箇所)
- ② 20枚の画像に対してAI解析を実施し、ひびわれ幅の予測値を取得する。
- ③ ひびわれ幅の正解値がわかっている箇所の予測値を目視で確認する。
- ④ ひびわれ幅毎に予測平均を算出する。
- ⑤ ひびわれ幅毎に正解値と予測値の二乗平均平方根誤差を算出し、計測精度を算出する。

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

- ・画像分解能は0.4mm/pixel以下であること
- ・画像はブレ/ボケがない明瞭なものを採用すること
- ・撮影距離は一定であること

②試験条件

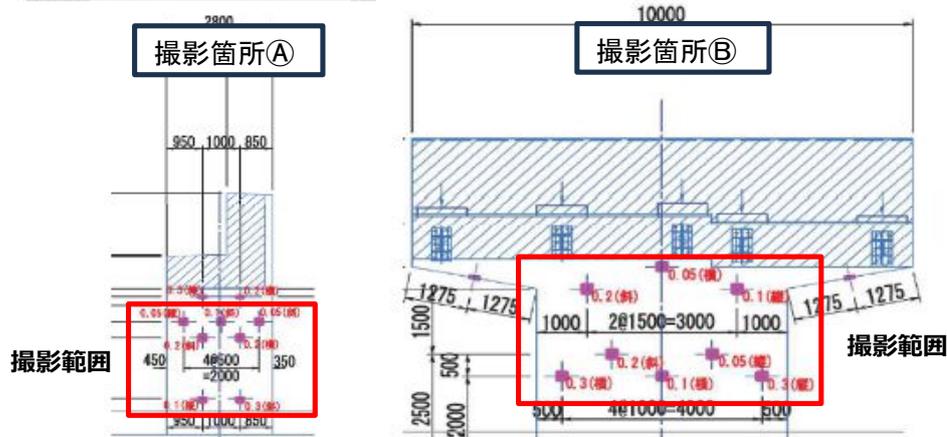
・使用データの撮影条件

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ■ドローン名称: skydio2+         | ■搭載カメラ: Sony IMX577 1/2.3" 12.3MP CMOS |
| ■被写体距離: 1m                | ■焦点距離: 4mm                             |
| ■シャッター速度: 1/793秒 - 1/156秒 | ■絞り: f/2.8                             |
| ■ISO値: 100                | ■フォーカス: AF                             |
| ■画像Pixel数: 4056 x 3040    |  |

・正解データ

図面データを参照(撮影対象重複あり)

全体写真



※計測結果

## データ集計結果

## 【性能評価結果】

## 予測平均

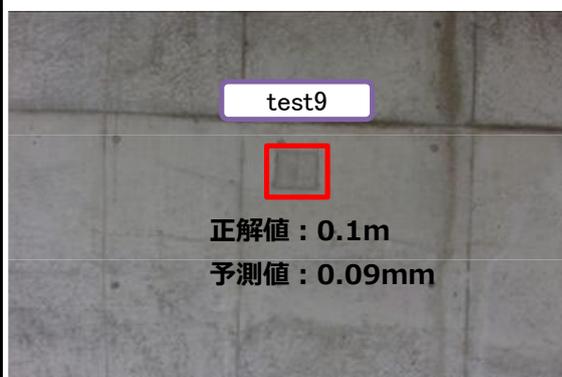
予測平均は以下の通り

幅(mm)	予測平均(mm)
0.05	0.11
0.1	0.12
0.2	0.22
0.3	0.22

## 計測精度

計測幅(mm)	計測精度(mm)
0.05	0.068
0.1	0.094
0.2	0.10
0.3	0.10

## 算出結果例



	正解値 (mm)	予測値(mm)
test1	0.05	0.1412952
test2	0.05	0.1609756
test3	0.05	0.0860832
test4	0.05	0.1170732
test5	0.05	0.0860832
test6	0.05	0.1330377
test7	0.05	0.0798226
test8	0.05	0.0878049
test9	0.1	0.0908326
test10	0.1	0.0908326
test11	0.1	0.0605551
test12	0.1	0.0924262
test13	0.1	0.0931264
test14	0.1	0.2321278
test15	0.1	0.0878049
test16	0.1	0.0731707
test17	0.1	0.0696864
test18	0.1	0.0688666
test19	0.1	0.3725055
test20	0.1	0.195122
test21	0.2	0.2119428
test22	0.2	0.2018503
test23	0.2	0.1816653
test24	0.2	0.3763066
test25	0.2	0.3431455
test26	0.2	0.1412952
test27	0.2	0.0878049
test28	0.2	0.1549498
test29	0.2	0.1756098
test30	0.2	0.2090592
test31	0.2	0.1527041
test32	0.2	0.3991131
test33	0.2	0.1862528
test34	0.2	0.4097561
test35	0.2	0.1365854
test36	0.3	0.1393728
test37	0.3	0.1254355
test38	0.3	0.3059867
test39	0.3	0.2634146
test40	0.3	0.2648084
test41	0.3	0.2290562

技術番号 BR010076

技術名 コンクリート「ひびわれ」AI解析サービス 開発者名 株式会社エヌ・ティ・ティ・エムイー  
東日本電信電話株式会社  
株式会社NTT e-Drone

試験日 令和7年 2 月 5 日 天候 - 気温 - °C 風速 - m/s

試験場所 自社ビル 構造物名 -

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 錆 試験区分 -

試験で確認する  
カタログ項目 計測精度(性能値)

対象構造物の概要

【対象橋種】  
鋼橋  
【対象部位】  
上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版)  
下部構造(橋脚,橋台)  
【対象の損傷】

計測対象例



- ① 学習に用いていない錆の写っている画像を40枚選定
- ② 40枚の画像に対して錆箇所の正解値(人が目視で確認した錆)を手動で作成する。(アノテーション)
- ③ 40枚の画像に対して錆検出AIの解析を実施し解析値を取得
- ④ 画像毎に正解値と解析値の面積を比較し誤差率を算出
- ⑤ 画像毎の誤差率の絶対値を合算し枚数で平均した値を平均誤差率として評価

**【計測結果の比較方法】**

開発者による正解値と解析値の比較

**【試験条件】**

- ・正解値は開発者が画像中から目視で確認し作成
- ・面積は画素解像度1mm/pxをAIに設定し、  
計算式:  $1 \times 1 \times \text{解析結果 画素数} \times 0.01 [\text{cm}^2]$  で算出
- ・誤差率:  $(\text{正解値面積} - \text{解析値面積}) / \text{正解値面積} \times 100$
- ・平均誤差率: 誤差率の絶対値の総和 / 画像枚数

**【性能評価結果】**

平均誤差率 30%

**【性能を確保するための条件】**

- ・画像は画素解像度1mm/pxより細かいものを推奨

データ集計結果

file	正解値 [cm <sup>2</sup> ]	推論値 [cm <sup>2</sup> ]	誤差率 [%]	誤差率絶対値 [%]
test01	2.00	0.23	88	88
test02	5.39	5.23	3	3
test03	7.00	1.95	72	72
test04	6.96	5.47	21	21
test05	233.30	181.74	22	22
test06	161.10	139.01	14	14
test07	68.41	198.45	-190	190
test08	86.67	73.49	15	15
test09	263.99	205.12	22	22
test10	134.42	58.94	56	56
test11	144.47	135.53	6	6
test12	125.09	26.69	79	79
test13	197.05	184.11	7	7
test14	273.64	265.86	3	3
test15	286.74	285.73	0	0
test16	486.98	470.39	3	3
test17	55.51	51.63	7	7
test18	31.86	18.91	41	41
test19	34.38	25.61	26	26
test20	11.08	9.47	15	15
test21	4.24	5.77	-36	36
test22	3.88	5.07	-31	31
test23	8.58	8.30	3	3
test24	9.52	8.94	6	6
test25	12.43	11.10	11	11
test26	4.95	8.85	-79	79
test27	10.91	8.59	21	21
test28	5.05	13.25	-162	162
test29	6.09	6.09	0	0
test30	3.40	3.56	-5	5
test31	0.62	0.03	96	96
test32	0.40	0.40	0	0
test33	2.40	2.18	9	9
test34	3.78	3.35	12	12
test35	3.17	3.72	-17	17
test36	2.35	1.61	31	31
test37	21.38	20.55	4	4
test38	9.16	9.16	0	0
test39	36.89	35.04	5	5
test40	7.24	7.24	0	0
平均誤差率[%]				30

計測データ例

test07

錆が写っている画像



正解値



AI解析結果



誤差率190%

test15

錆が写っている画像



正解値



AI解析結果



誤差率0%

技術番号 BR010077

機種: DJI Matrice300RTK

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS) 開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴 気温 7.6 °C 風速 - m/s

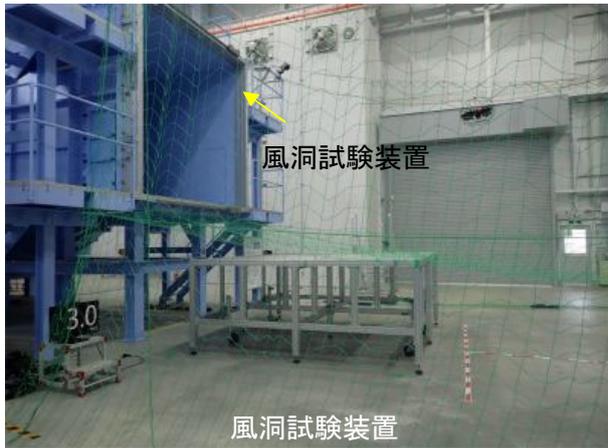
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 剥離・鉄筋露出 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 安定性能(人工風)

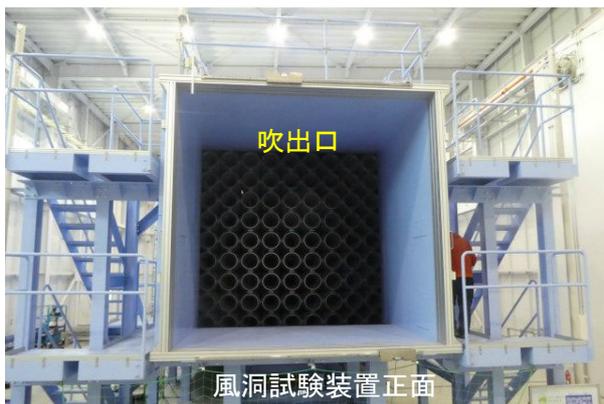
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



### 風洞棟仕様

延床面積	900㎡・S造平屋建て
風洞試験装置(テーブル、保護ネット含む)	
天井クレーン(4.9t)	
測定部断面	3m×3m
最大風速	20m/s
風速分布	10m/s以上において±15%以下(吹出口)
乱流値	10m/s以上において±10%以下(吹出口中央付近)
突風性能	8m/sから20m/s時に3秒以内
脈動性能	10m/sから20m/s時に周期5秒以内
速度成層性能	鉛直方向に速度勾配



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

- ① ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカーを貼り付ける。(写真-1)
- ② 吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。(写真-2)
- ③ ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。
- ④ ②、③について、ドローンを横向き(側面)にホバリングし、同様の測定を実施する。
- ⑤ ②~④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。(写真-3、写真-4: 風速8m/s、側面)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

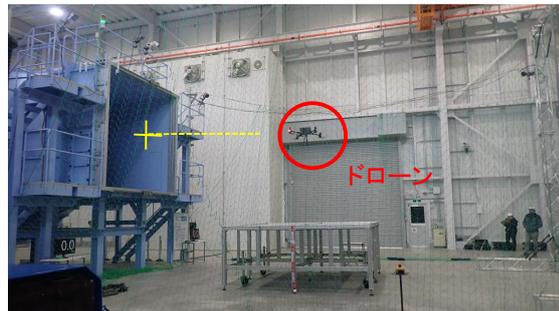


写真-2



写真-3

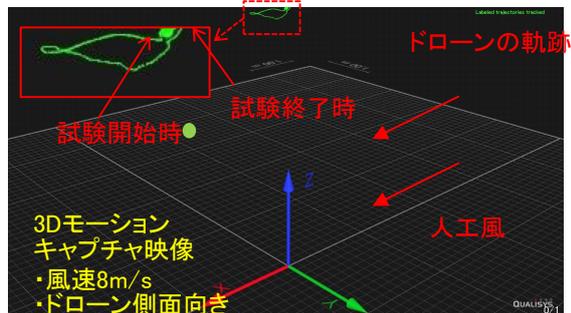


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

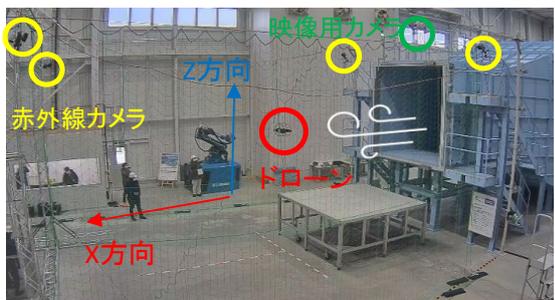


写真-5

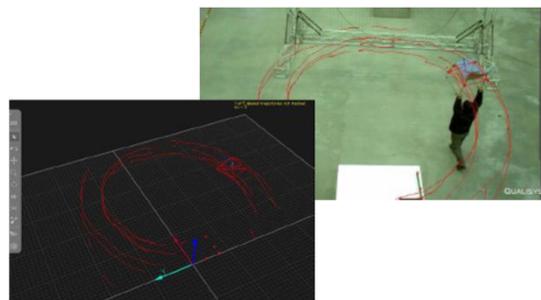


写真-6

※4台の赤外線カメラおよび、1台の映像カメラにより、対象物を撮影し、移動量を専用ソフトにて計測。(写真-5)(写真-6)

計測したドローンの移動量は以下のように整理した(図-1)

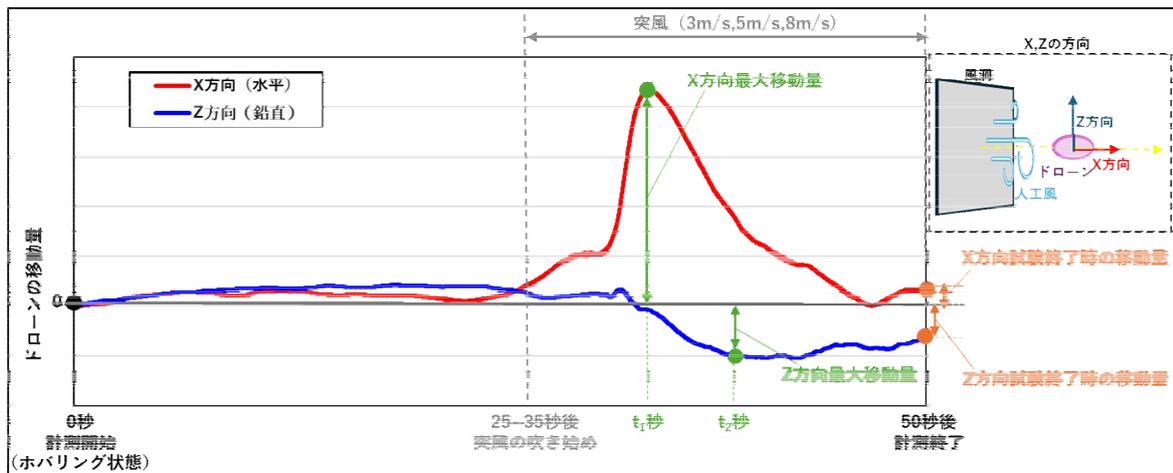


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

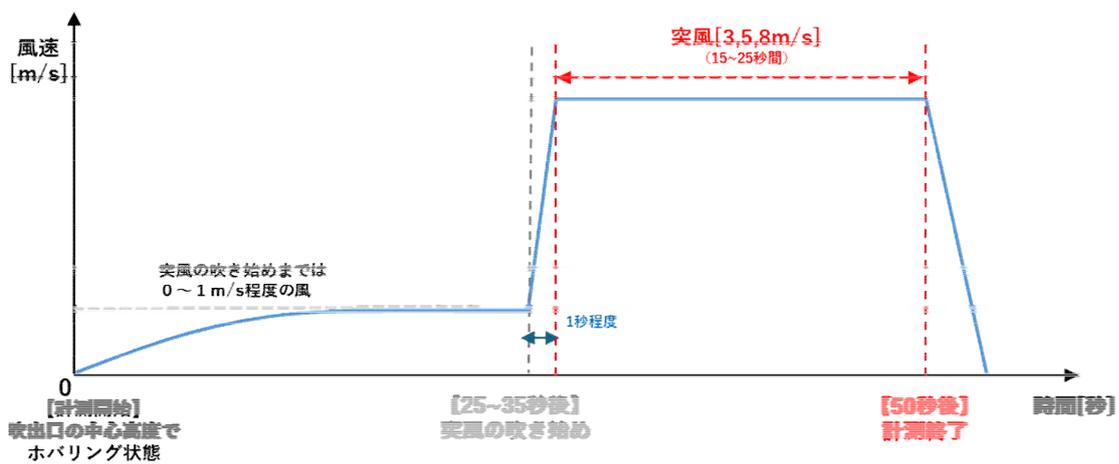


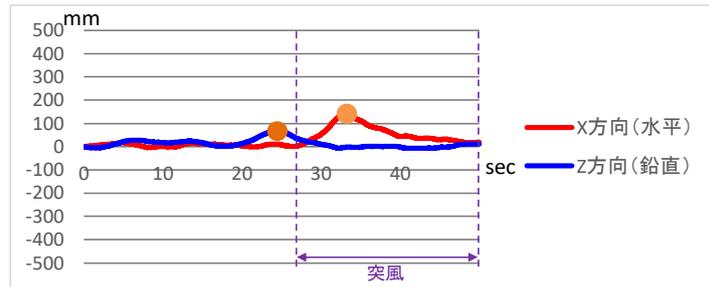
図-2

## ※安定性能

風速: 3.0m/s

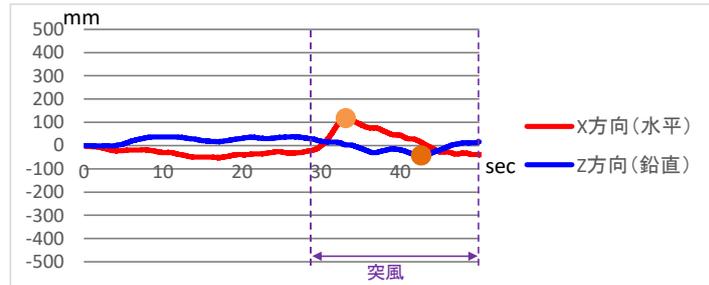
## 正面

水平方向 最大移動量	143 mm
試験終了時の移動量	20 mm
鉛直方向 最大移動量	68 mm
試験終了時の移動量	10 mm



## 側面

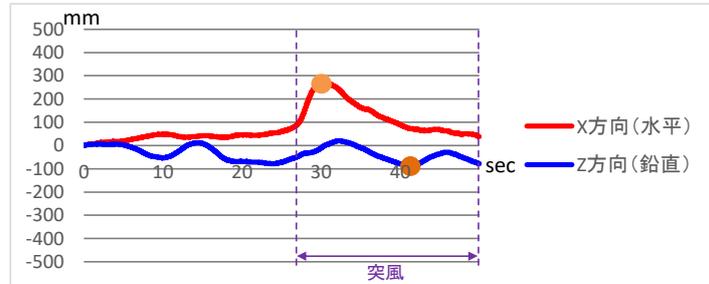
水平方向 最大移動量	118 mm
試験終了時の移動量	40 mm
鉛直方向 最大移動量	42 mm
試験終了時の移動量	17 mm



風速: 5.0m/s

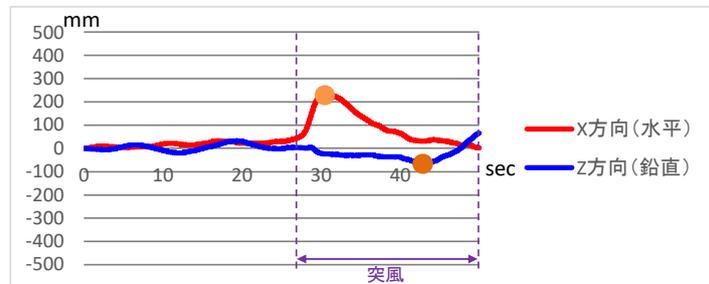
## 正面

水平方向 最大移動量	266 mm
試験終了時の移動量	38 mm
鉛直方向 最大移動量	88 mm
試験終了時の移動量	78 mm



## 側面

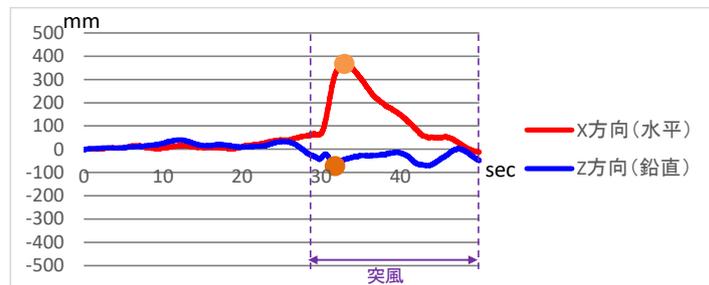
水平方向 最大移動量	229 mm
試験終了時の移動量	2 mm
鉛直方向 最大移動量	66 mm
試験終了時の移動量	66 mm



風速: 8.0m/s

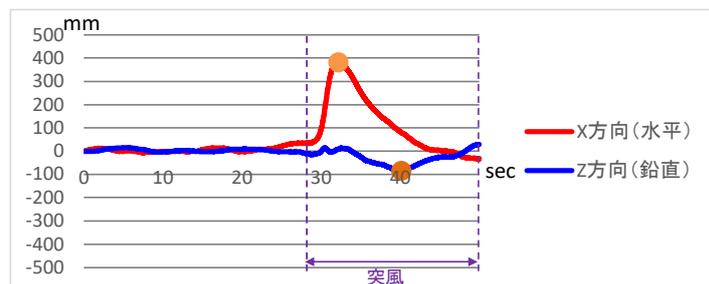
## 正面

水平方向 最大移動量	367 mm
試験終了時の移動量	12 mm
鉛直方向 最大移動量	72 mm
試験終了時の移動量	49 mm



## 側面

水平方向 最大移動量	383 mm
試験終了時の移動量	33 mm
鉛直方向 最大移動量	84 mm
試験終了時の移動量	29 mm



技術番号 BR010077

機種: DJI Matrice350RTK

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS) 開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴 気温 7.6 °C 風速 - m/s

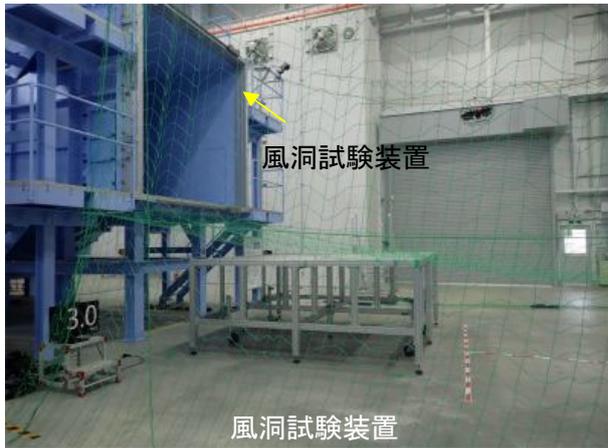
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 剥離・鉄筋露出 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 安定性能(人工風)

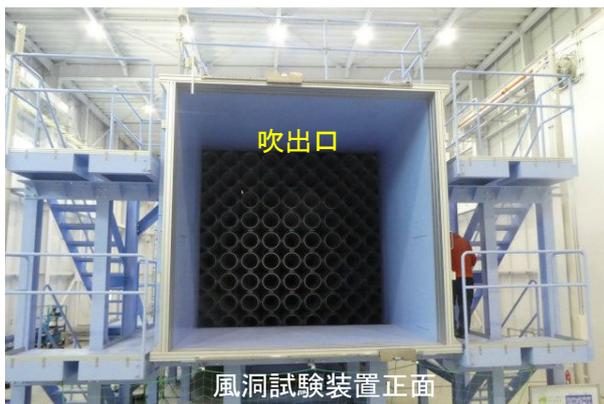
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



### 風洞棟仕様

延床面積	900㎡・S造平屋建て
風洞試験装置(テーブル、保護ネット含む)	
天井クレーン(4.9t)	
測定部断面	3m×3m
最大風速	20m/s
風速分布	10m/s以上において±15%以下(吹出口)
乱流値	10m/s以上において±10%以下(吹出口中央付近)
突風性能	8m/sから20m/s時に3秒以内
脈動性能	10m/sから20m/s時に周期5秒以内
速度成層性能	鉛直方向に速度勾配



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

- ① ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカーを貼り付ける。(写真-1)
- ② 吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。(写真-2)
- ③ ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。
- ④ ②、③について、ドローンを横向き(側面)にホバリングし、同様の測定を実施する。
- ⑤ ②~④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。(写真-3、写真-4: 風速8m/s、側面)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

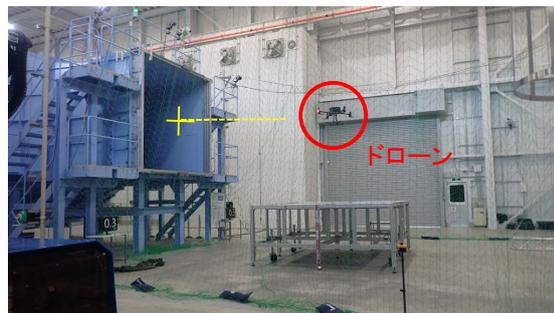


写真-2



写真-3

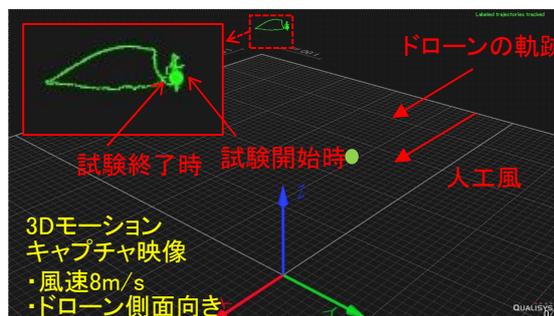


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

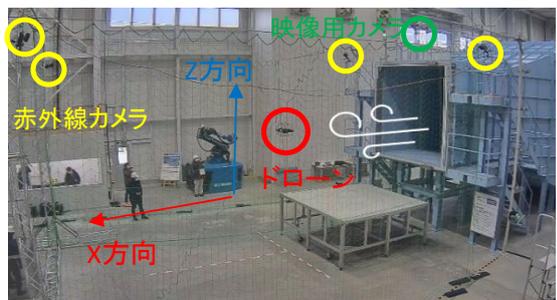


写真-5

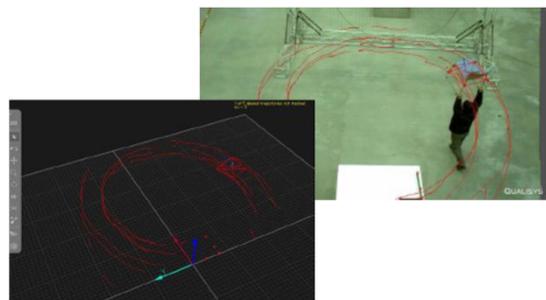


写真-6

※4台の赤外線カメラおよび、1台の映像カメラにより、対象物を撮影し、移動量を専用ソフトにて計測。(写真-5)(写真-6)

計測したドローンの移動量は以下のように整理した(図-1)

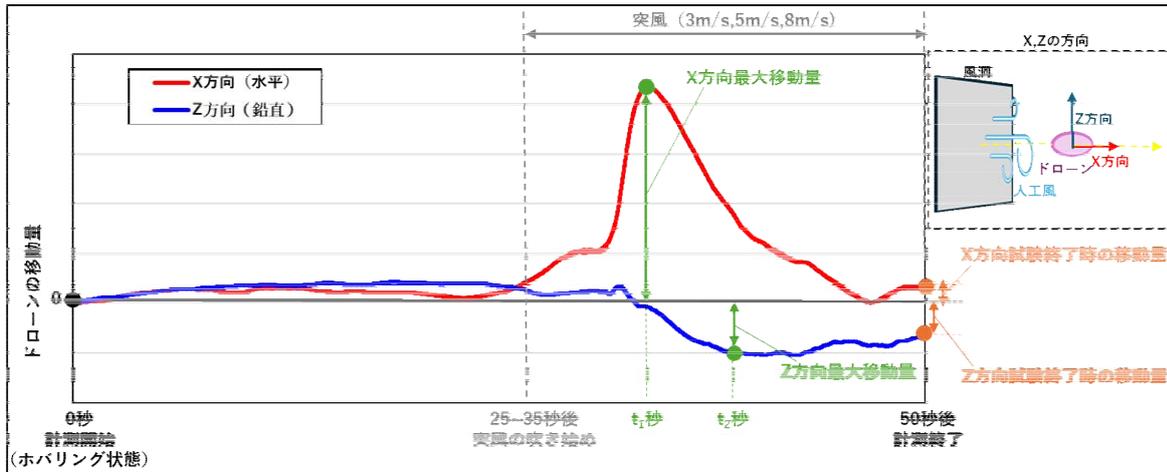


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

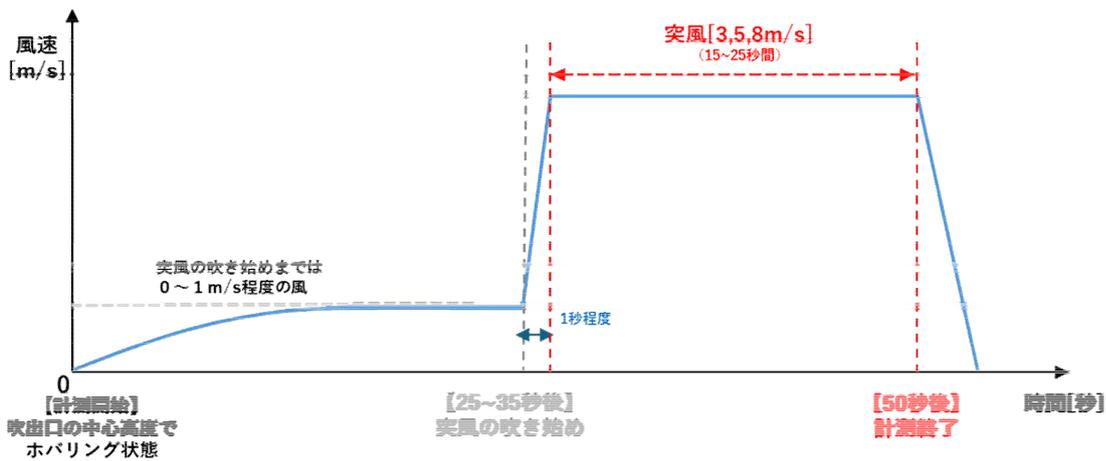


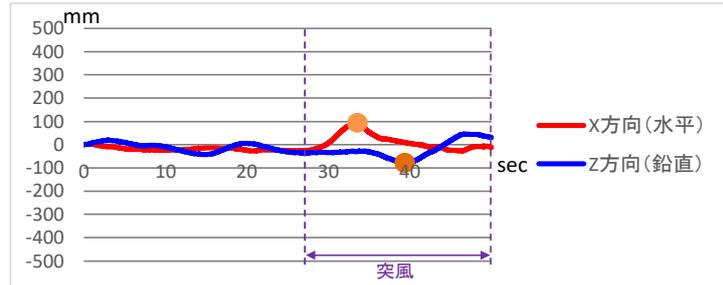
図-2

## ※安定性能

風速: 3.0m/s

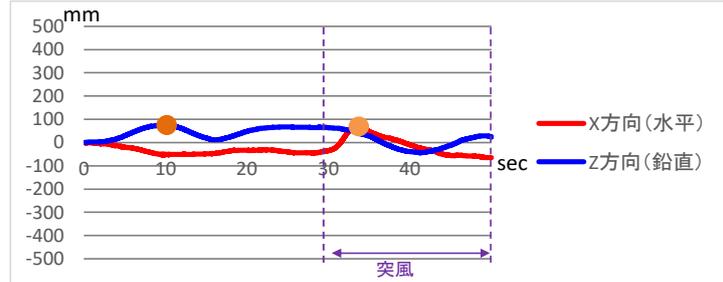
## 正面

水平方向 最大移動量	95 mm
試験終了時の移動量	11 mm
鉛直方向 最大移動量	78 mm
試験終了時の移動量	31 mm



## 側面

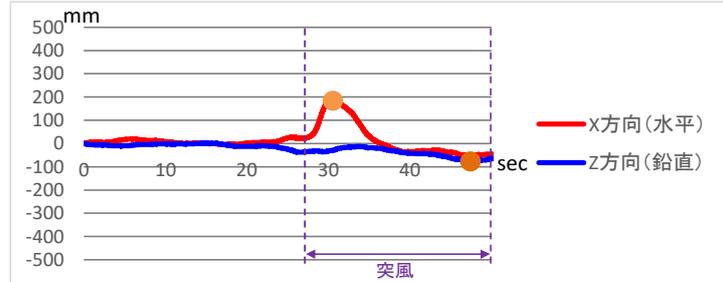
水平方向 最大移動量	70 mm
試験終了時の移動量	65 mm
鉛直方向 最大移動量	76 mm
試験終了時の移動量	24 mm



風速: 5.0m/s

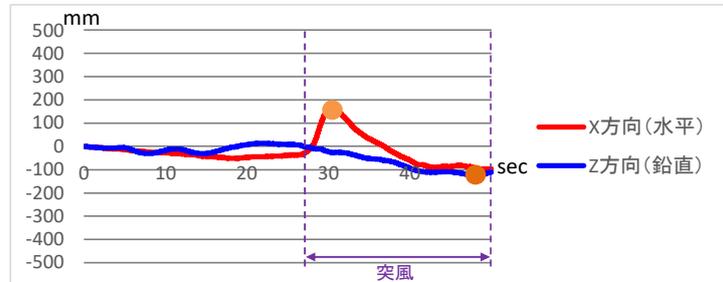
## 正面

水平方向 最大移動量	184 mm
試験終了時の移動量	46 mm
鉛直方向 最大移動量	76 mm
試験終了時の移動量	66 mm



## 側面

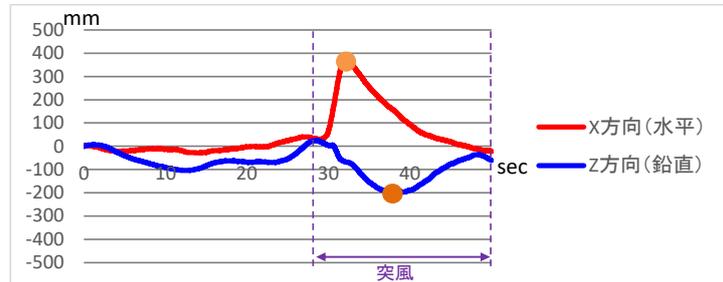
水平方向 最大移動量	157 mm
試験終了時の移動量	98 mm
鉛直方向 最大移動量	121 mm
試験終了時の移動量	110 mm



風速: 8.0m/s

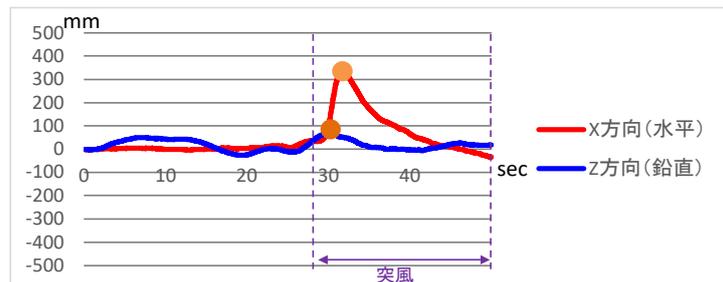
## 正面

水平方向 最大移動量	366 mm
試験終了時の移動量	23 mm
鉛直方向 最大移動量	203 mm
試験終了時の移動量	60 mm



## 側面

水平方向 最大移動量	335 mm
試験終了時の移動量	34 mm
鉛直方向 最大移動量	86 mm
試験終了時の移動量	19 mm



技術番号 BR010077

M300+P1

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 6.9 °C

風速 3.7 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 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 撮影速度  
最小・ひびわれ精度  
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」方向にそれぞれ有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

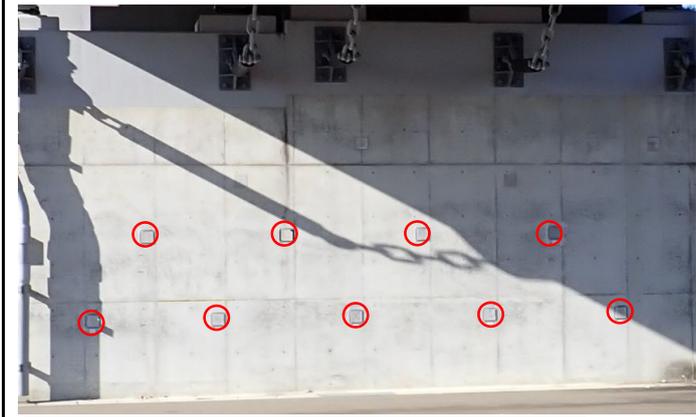


写真-1: A1橋台 (9パネル)

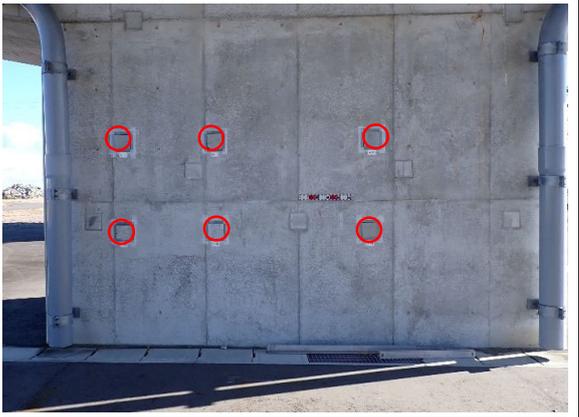


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

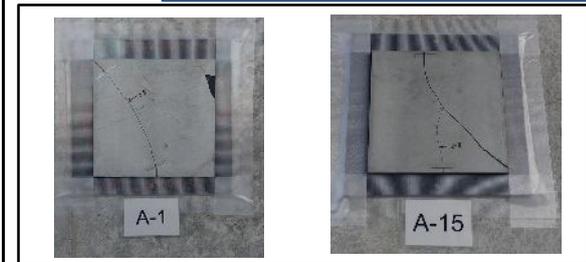
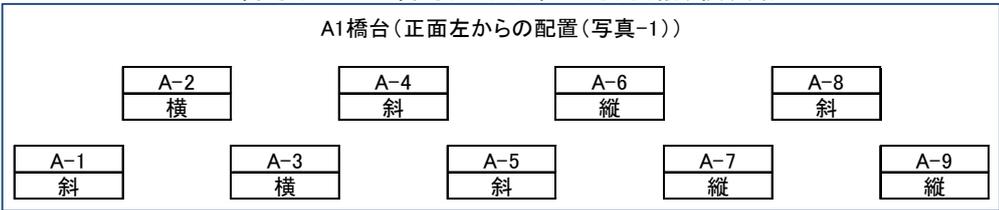
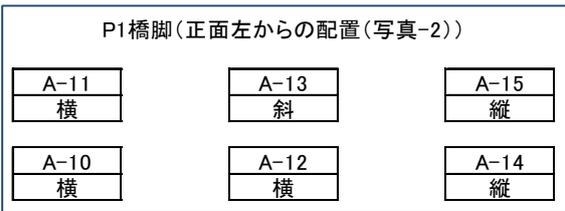


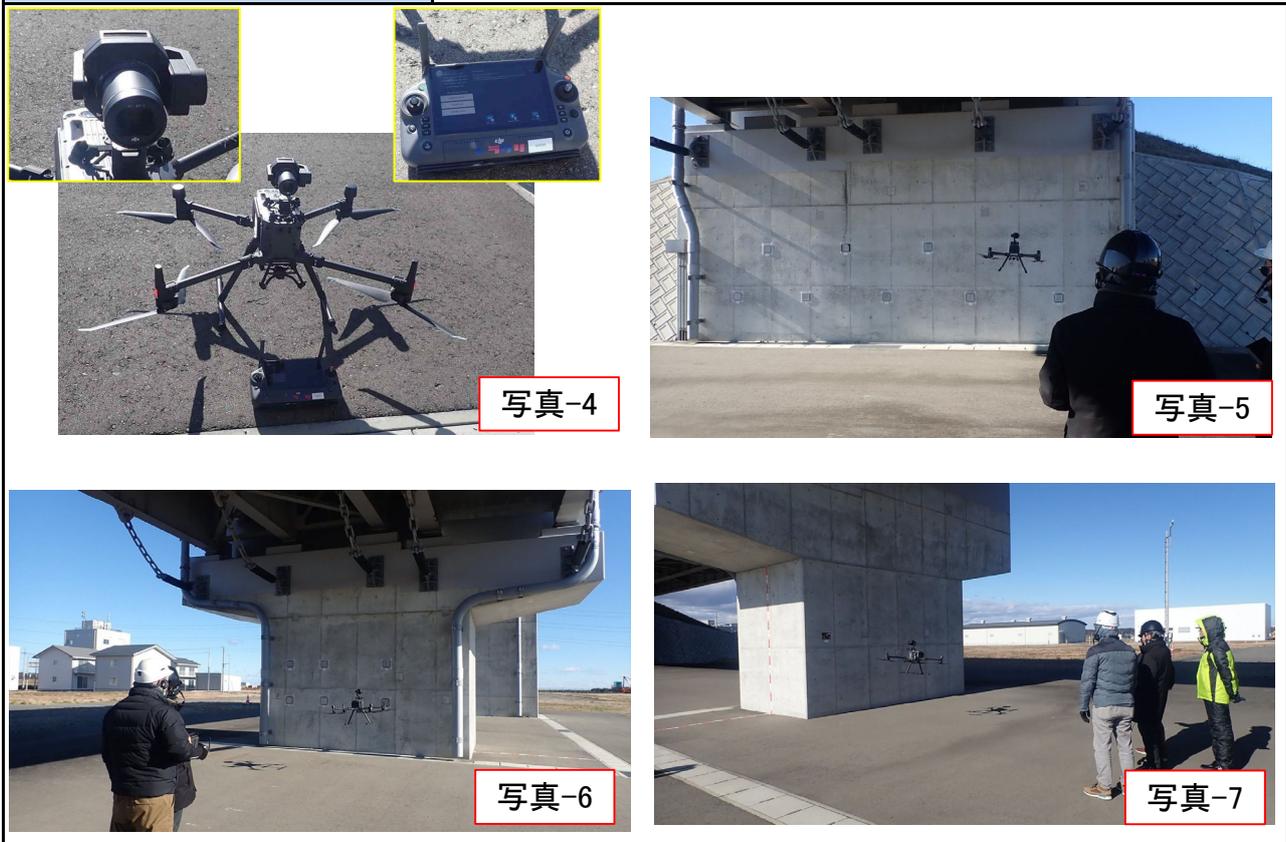
写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

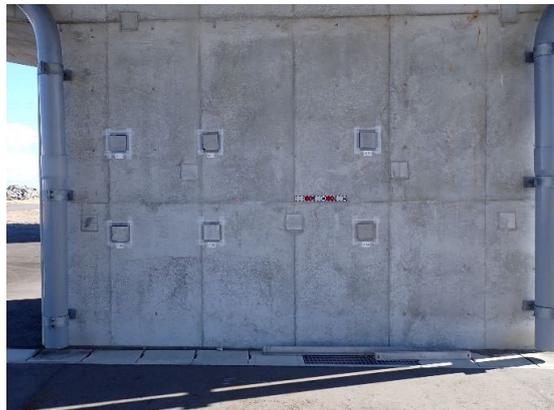
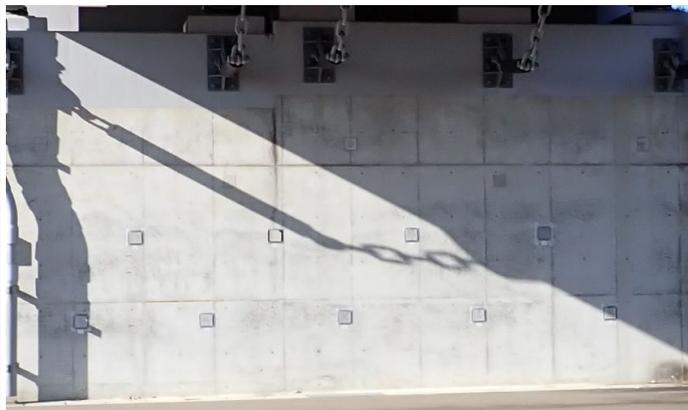


試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice300RTK)、カメラ(ZenmuseP1)、コントローラ)(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

開発者による計測機器の設置状況

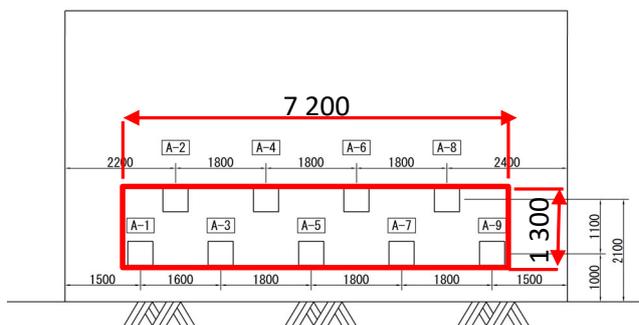


※撮影速度

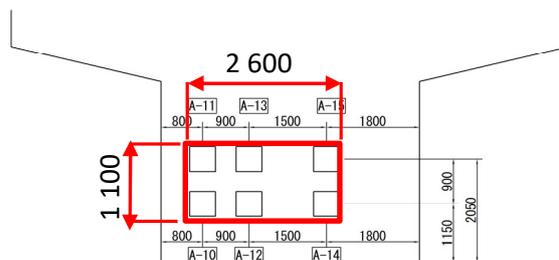


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



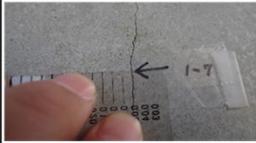
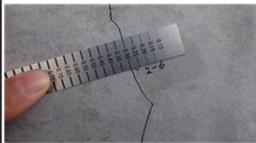
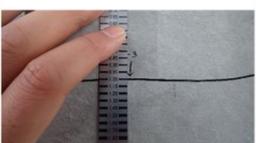
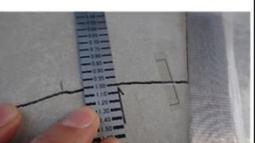
撮影面積(7.2×1.3+2.6×1.1=12.22m<sup>2</sup>)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.22\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※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P1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

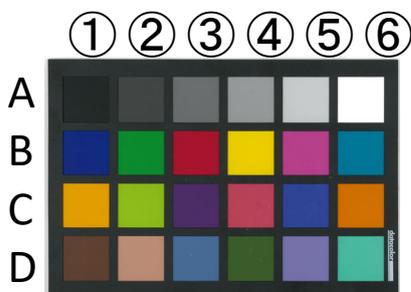


写真-8



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

## ※撮影速度

撮影面積:12.22m<sup>2</sup>、撮影時間:A1(1分45秒)、P1(1分56秒)=3分41秒=221秒(221sec)

撮影速度=12.22/221=0.055m<sup>2</sup>/sec

## ※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:DJI Zenmuse P1

■被写体距離:3.5~4.5m ■照度:4.17~20.2 kLux ■風速:0.0~6.4 m/s

■気温:6.9 °C

■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1/1000秒

■絞り:F4.0 ■ISO値:800

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5460 x 8192

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.25	0.24	0.23
チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.20	0.25	0.44
チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.30	0.22	0.25
チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.30	0.28	0.31
チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.92	1.10	0.91

最小ひびわれ幅:-

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.19mm
0.1mm	0.22mm
0.2mm	0.07mm
0.3mm	0.01mm
1.0mm	0.09mm

## ※色識別性能

■カメラ名称: DJI Zenmuse P1

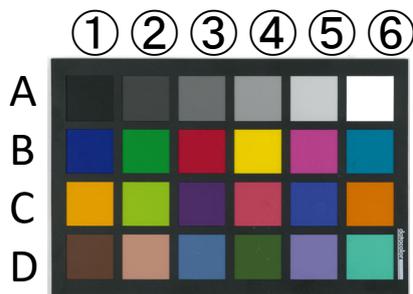
■被写体距離: 3m ■照度: 5.71~19.8 kLux ■風速: 0.0~6.0 m/s

■気温: 7.1 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/1000秒

■絞り: F4.0 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192



立会者撮影



K1: 開発者撮影画



K1: オルソ画像

## K1: 計測比較

## K1: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	29	41	30	43	32
A-2	80	49	80	46	78	53
A-3	122	90	118	94	116	103
A-4	161	130	157	141	154	145
A-5	202	168	198	179	195	183
A-6	249	204	242	208	238	211
B-1	25	12	55	47	135	131
B-2	57	53	146	116	64	63
B-3	186	142	26	0	51	27
B-4	245	190	205	163	0	46
B-5	192	156	75	53	145	124
B-6	0	15	127	125	159	158
C-1	238	179	158	118	25	35
C-2	157	126	188	157	54	63
C-3	83	66	58	40	106	75
C-4	195	151	79	42	95	65
C-5	58	39	88	78	159	155
C-6	222	165	118	72	32	15
D-1	112	75	76	46	60	42
D-2	197	164	145	124	125	114
D-3	87	56	120	106	155	143
D-4	82	54	106	66	60	44
D-5	126	102	125	115	174	168
D-6	98	80	187	172	166	161

## K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	31	41	31	43	31
A-2	80	55	80	50	78	56
A-3	122	93	118	93	116	101
A-4	161	133	157	142	154	149
A-5	202	175	198	184	195	189
A-6	249	213	242	214	238	219
B-1	25	15	55	50	135	132
B-2	57	56	146	116	64	64
B-3	186	148	26	3	51	32
B-4	245	193	205	167	0	48
B-5	192	154	75	53	145	123
B-6	0	19	127	130	159	158
C-1	238	179	158	119	25	33
C-2	157	124	188	155	54	61
C-3	83	71	58	41	106	77
C-4	195	158	79	51	95	71
C-5	58	45	88	83	159	156
C-6	222	174	118	82	32	17
D-1	112	73	76	44	60	40
D-2	197	168	145	124	125	113
D-3	87	60	120	108	155	144
D-4	82	59	106	73	60	50
D-5	126	106	125	124	174	172
D-6	98	89	187	181	166	166

## ※色識別性能

■カメラ名称: DJI Zenmuse P1

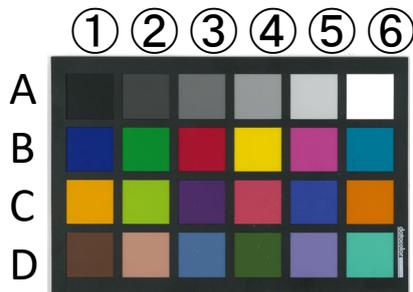
■被写体距離: 2m ■照度: 5.49~43.2 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.1 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/1000秒

■絞り: F4.0 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	40	41	41	43	43
A-2	80	76	80	71	78	78
A-3	122	131	118	135	116	138
A-4	161	172	157	178	154	178
A-5	202	209	198	213	195	212
A-6	249	235	242	233	238	236
B-1	25	22	55	61	135	156
B-2	57	71	146	153	64	81
B-3	186	178	26	10	51	35
B-4	245	219	205	199	0	68
B-5	192	188	75	72	145	145
B-6	0	40	127	161	159	192
C-1	238	202	158	142	25	44
C-2	157	155	188	188	54	83
C-3	83	84	58	57	106	102
C-4	195	184	79	65	95	85
C-5	58	59	88	97	159	178
C-6	222	201	118	108	32	30
D-1	112	95	76	51	60	40
D-2	197	197	145	150	125	134
D-3	87	78	120	138	155	172
D-4	82	79	106	100	60	61
D-5	126	122	125	139	174	191
D-6	98	105	187	203	166	188

K2: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	36	41	37	43	39
A-2	80	74	80	69	78	76
A-3	122	131	118	135	116	138
A-4	161	173	157	179	154	179
A-5	202	209	198	213	195	212
A-6	249	228	242	226	238	229
B-1	25	29	55	68	135	163
B-2	57	71	146	153	64	81
B-3	186	180	26	10	51	37
B-4	245	219	205	199	0	68
B-5	192	194	75	78	145	151
B-6	0	42	127	161	159	193
C-1	238	205	158	145	25	47
C-2	157	152	188	188	54	82
C-3	83	85	58	60	106	100
C-4	195	187	79	65	95	86
C-5	58	57	88	98	159	178
C-6	222	201	118	108	32	30
D-1	112	96	76	54	60	40
D-2	197	198	145	151	125	135
D-3	87	81	120	141	155	175
D-4	82	75	106	96	60	57
D-5	126	129	125	145	174	197
D-6	98	100	187	201	166	185

技術番号	BR010077			M300+P1		
技術名	ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)			開発者名	デルタ電子株式会社	
試験日	令和6年 12月 17日	天候	晴れ	気温	6.9 °C	
				風速	3.7 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	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橋台縦壁前面にマーカを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。

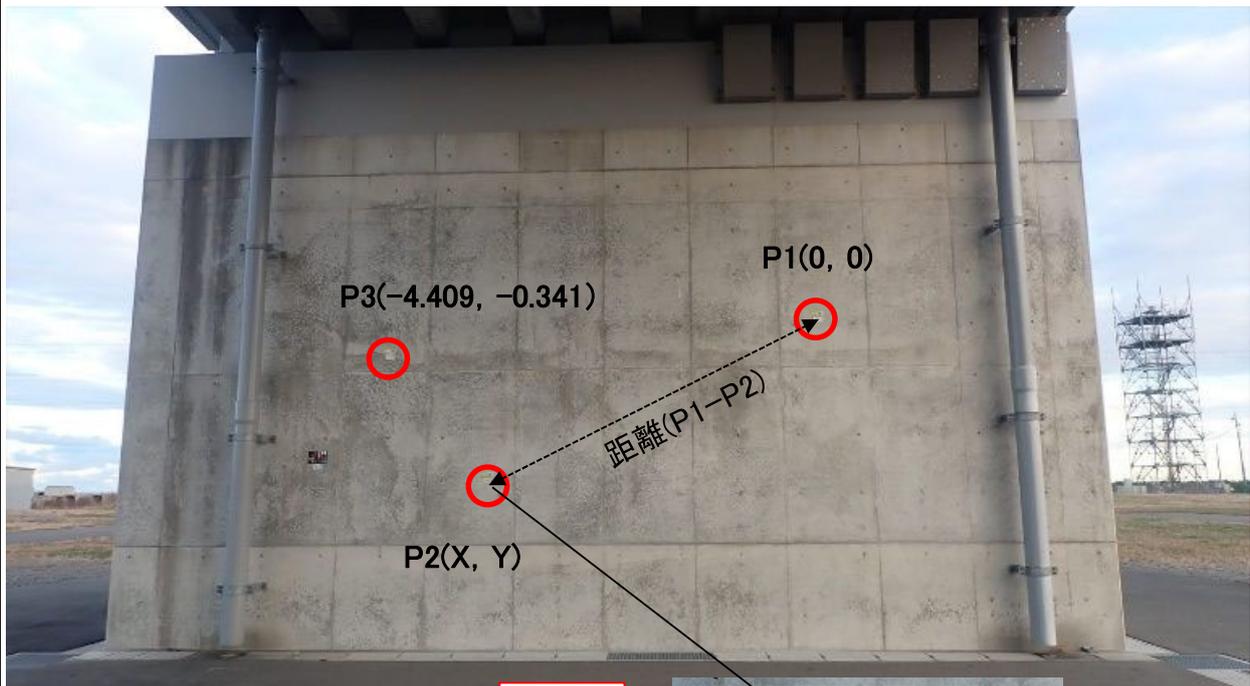
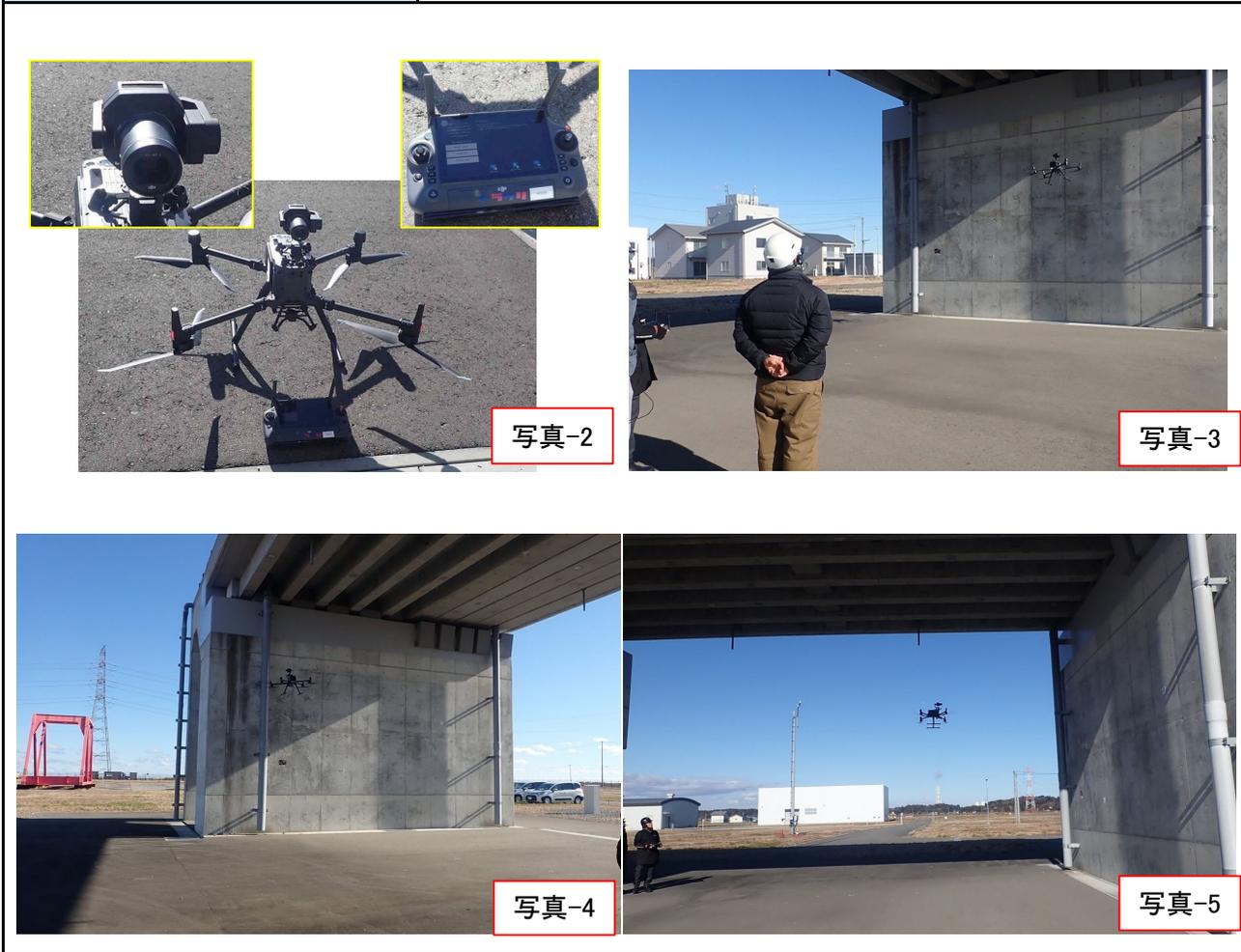


写真-1



試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice300RTK)、カメラ(ZenmuseP1)、コントローラ)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

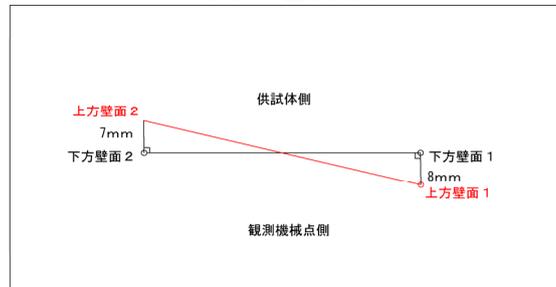
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

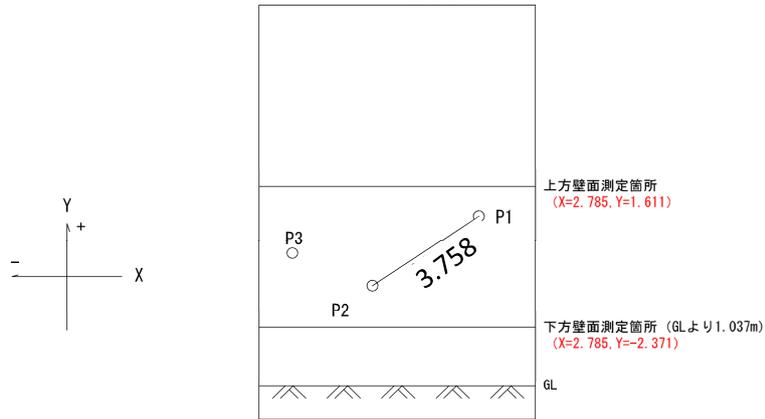
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-3.376	-1.651	0.001
P3	-4.409	-0.341	-0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: DJI Zenmuse P1

■被写体距離: 3m ■照度: 5.49~43.2 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.1 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/1000秒

■絞り: F4.0 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192



写真-6 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	/	/	/	/	/
P2	-3.376	-3.372	-0.004	-1.651	-1.654	0.003	3.761	3.755	99.8%
P3	-4.409	-4.409	/	-0.341	-0.341	/	/	/	/

技術番号 BR010077

M300+P1

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術 (BIDS) 開発者名 デルタ電子株式会社

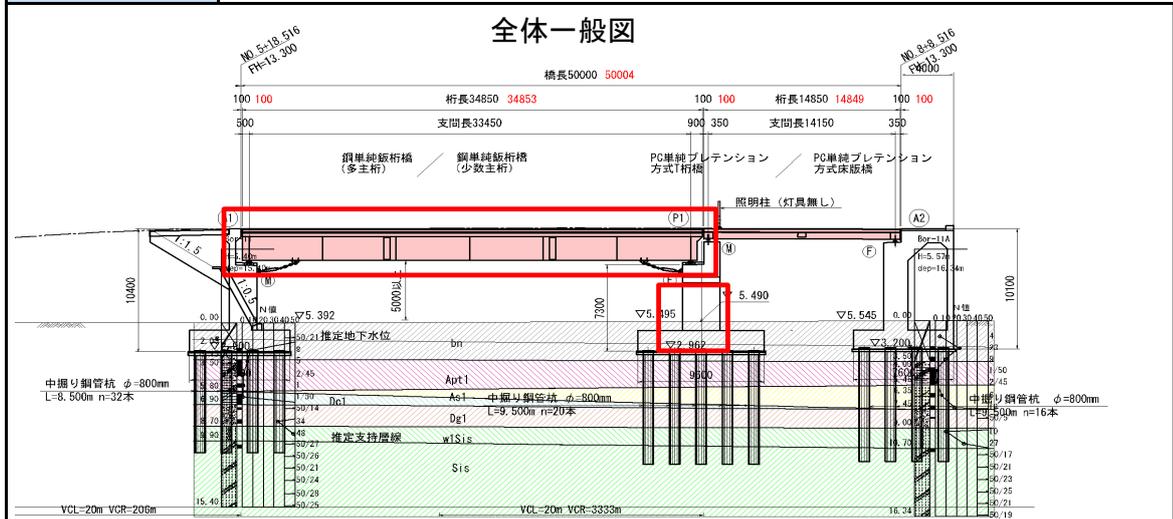
試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴れ 気温 6.9 °C 風速 3.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 構造物近傍安定性能  
進入可能性能  
可動範囲

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 機器の搬入(ドローン(Matrice300RTK)、カメラ(ZenmuseP1)、コントローラ)(写真-2)
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)
- ⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

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

## ※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 1.8m

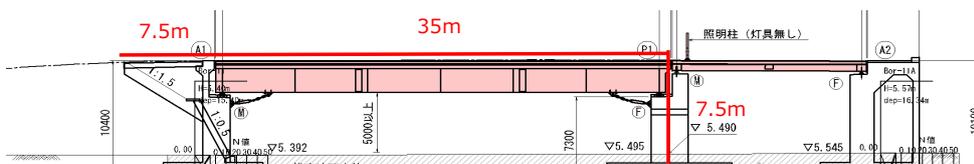
風速: 3.7m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



## ※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))



※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 4.7m/s

桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010077

M300+P1

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 6.9 °C

風速 3.7 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 画像計測技術

検出項目 剥離・鉄筋露出

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

橋長50000 50004

桁長34850 34853      桁長14850 14849

支間長33450      支間長14150

鋼単純鉄桁橋 (多主桁)      鋼単純鉄桁橋 (少数主桁)      PC単純プレテンション方式T桁橋      PC単純プレテンション方式床版橋

照明柱 (灯具無し)

対象: PC単純プレテンT桁橋  
PC単純プレテン床版橋  
支間長: 14.150m

写真-1 全体写真

#### 第2径間 C3

PC単純プレテンション方式T桁橋      PC単純プレテンション方式床版橋

10000 10015

6000 6005      4000 4010

600 600      5380 5395      20      3590 3595      400 405

照明柱 (灯具無し)

たわみ性防護柵 750高

アスファルト舗装80厚

縦目土工 (埋設ジョイント)

調整コンクリート

剛性防護柵 850高

2.0%

950      4#1080=4320      720      4#740=2960      510

対象径間: 第2径間      計測対象部材: 主桁、床版

- ① 機器の搬入(ドローン(Matrice300RTK)、カメラ(ZenmuseP1)、コントローラ)(写真-2)
- ② 測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-3)
- ③ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-4)
- ④ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。

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

■カメラ名称: DJI Zenmuse P1

■被写体距離: 2m ■照度: 39.5~44.6 kLux ■風速: 0.0~6.6 m/s ■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/500秒 ■絞り: F4.0 ■ISO値: 1200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192

比較対象を得るため、  
立会者による計測機器の設置状況



写真-6



写真-7

※高所作業車による近接目視で剥離・鉄筋露出を確認する。(写真-6、写真-7)

※計測結果:

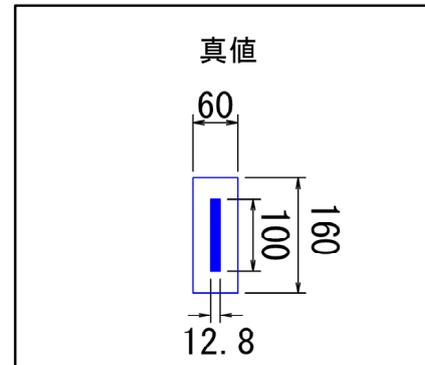
## (1)PC単純プレント桁橋

## ①主桁下面

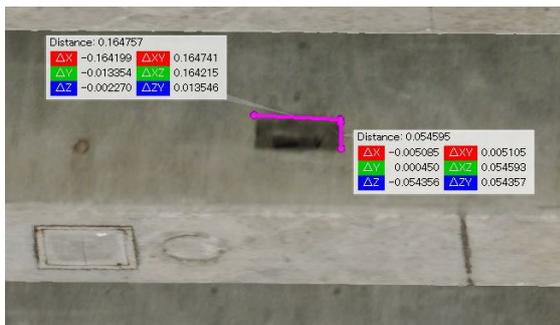


幅: 5.59 cm

長: 16.25 cm

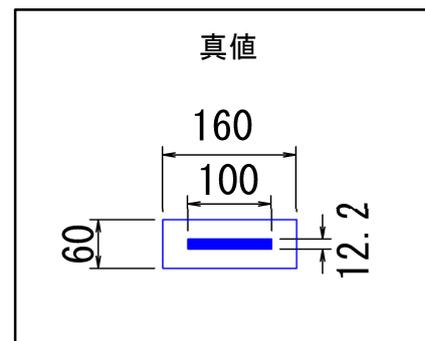
面積: 90.8375 cm<sup>2</sup>

## ②主桁側面

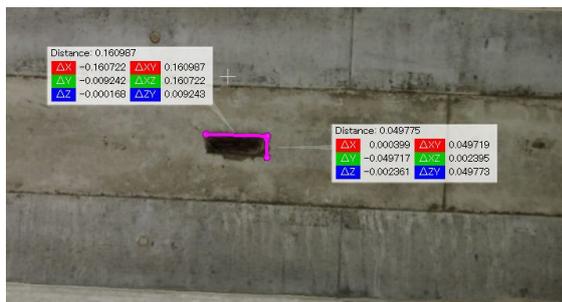


幅: 5.45 cm

長: 16.47 cm

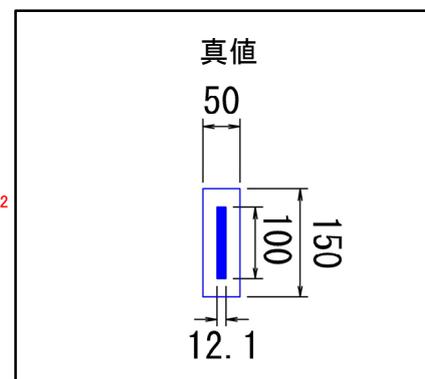
面積: 89.7615 cm<sup>2</sup>

## ③間詰め床版



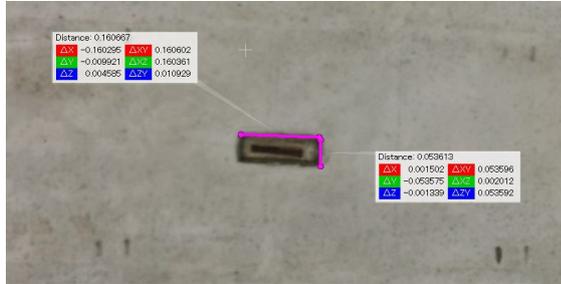
幅: 4.97 cm

長: 16.09 cm

面積: 79.9673 cm<sup>2</sup>

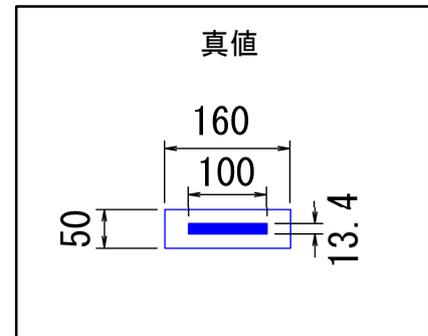
※計測結果:

## (2) PC単純プレテン床版橋



幅: 5.36 cm

長: 16.06 cm

面積: 86.0816 cm<sup>2</sup>

## (3) 結果一覧表

		真値			計測値			比率(%)
		縦(cm)	横(cm)	面積(cm <sup>2</sup> )	縦(cm)	横(cm)	面積(cm <sup>2</sup> )	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	下面	16	6	96	16.25	5.59	90.8	94.6%
	側面	16	6	96	16.47	5.45	89.8	93.5%
	床版	15	5	75	16.09	4.97	80.0	106.6%
PCプレテン床版橋	下面	16	5	80	16.06	5.36	86.1	107.6%

$$X = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

$\delta_a$ =検証側技術による測定値(1回目) - 当該技術による測定値(1回目)

$\delta_b$ =検証側技術による測定値(2回目) - 当該技術による測定値(2回目)

$\delta_i$ =検証側技術による測定値(n回目) - 当該技術による測定値(n回目)

## (4) 計測精度

サンプル数N: 4

面積: cm<sup>2</sup>

		真値	計測値	差分
PCプレテンT桁橋	下面	96	90.8	-5.2
	側面	96	89.8	-6.2
	床版	75	80	5
PCプレテン床版橋	下面	80	86.1	6.1
平均		86.75	86.7	-0.08

平均面積(86.75cm<sup>2</sup>)の相対差 X= 5.7 cm<sup>2</sup>

平均面積(86.75cm<sup>2</sup>)の相対比 =5.7/86.75=6.6%

技術番号 BR010077

M300+P1

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 6.9 °C

風速 3.7 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 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

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(精度以外)

対象構造物の概要

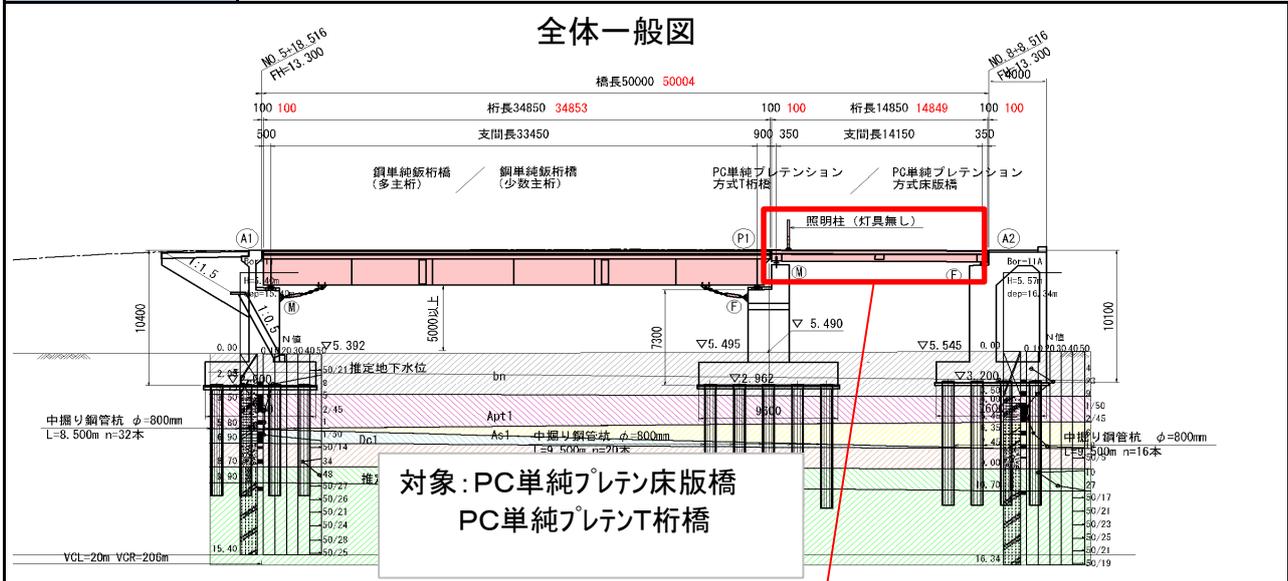


写真-1 全体写真

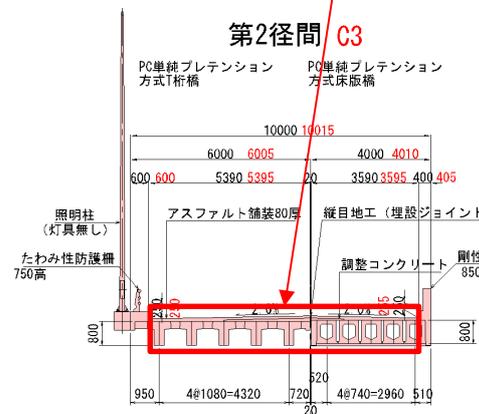


写真-2

対象径間: 第2径間 計測対象部材: PCT桁下面、床版橋下面

試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice300RTK)、カメラ(ZenmuseP1)、コントローラ)(写真-3)	
②	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)	
③	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)	
④	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-6)	
⑤	後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。	

開発者による計測機器の設置状況



## ※計測結果

■カメラ名称: DJI Zenmuse P1

■被写体距離: 3m ■照度: 41.0~49.5 kLux ■風速: 0.0~5.4 m/s

■気温: 7.1 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/500秒

■絞り: F4.0 ■ISO値: 1200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192

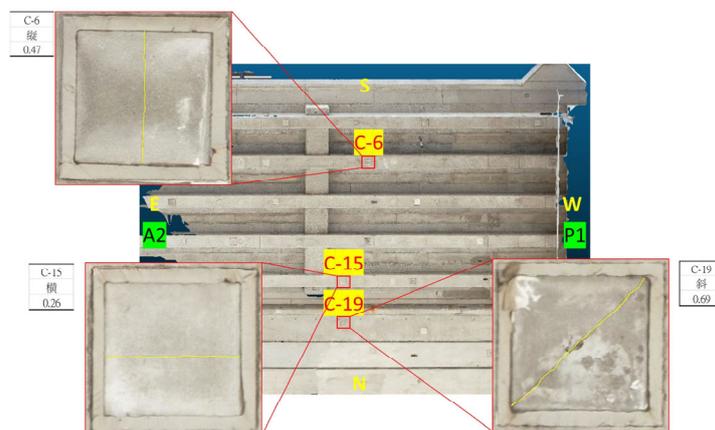
位置図



チャート番号	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9
方向	縦	縦	斜	斜	横	縦	縦	横	横
計測値	0.35	0.38	0.29	0.59	0.44	0.62	0.36	0.48	

チャート番号	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
方向	縦	縦	斜	横	斜	横	縦	斜	斜
計測値	0.75	0.46	0.41	0.39	0.29	0.53	0.32	0.37	0.79

チャート番号	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25
方向	斜	縦	斜	縦	斜	縦	縦
計測値	0.97	0.3	0.73	0.32	0.33	0.55	0.69



技術番号 BR010077

M350+H20

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 4.5 °C

風速 5.1 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 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 撮影速度  
最小・ひびわれ精度  
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」方向にそれぞれ有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

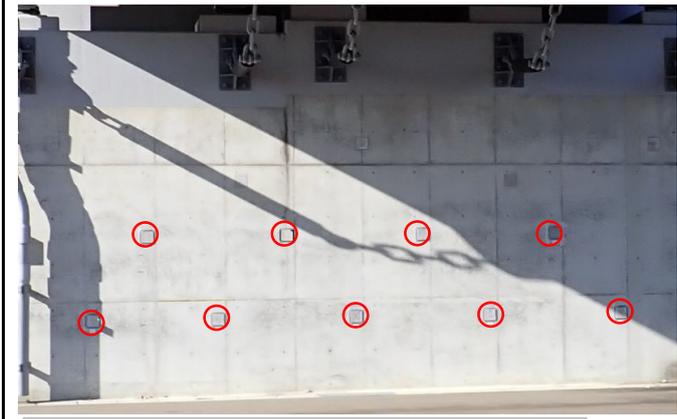


写真-1: A1橋台 (9パネル)

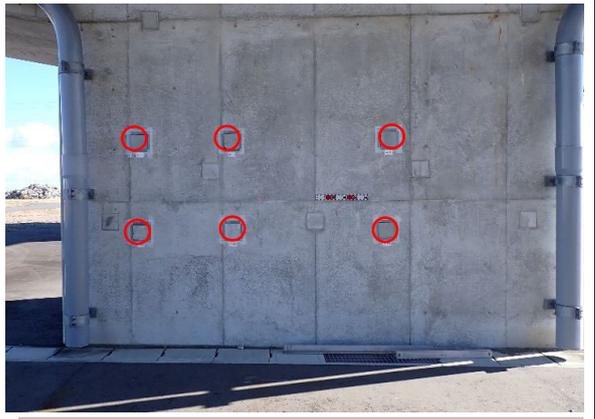


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

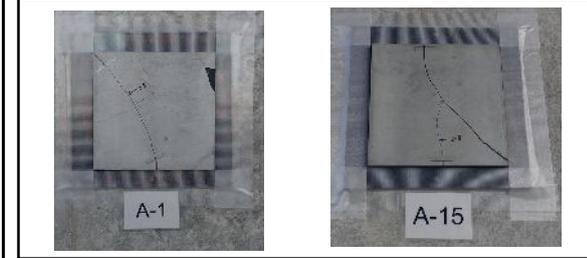
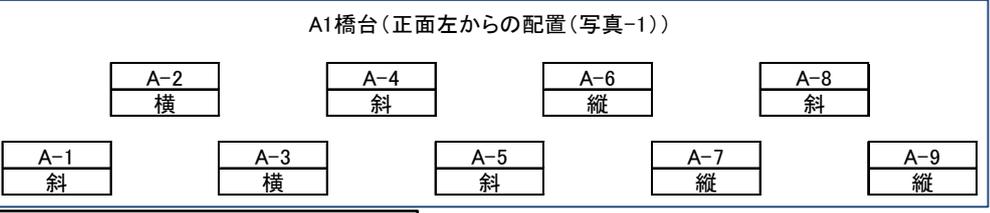
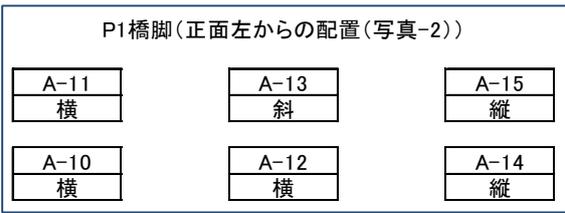


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

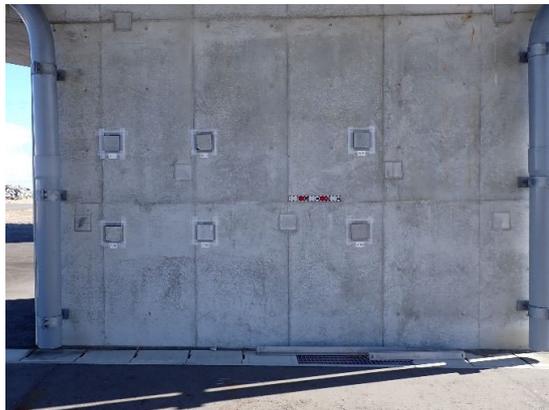
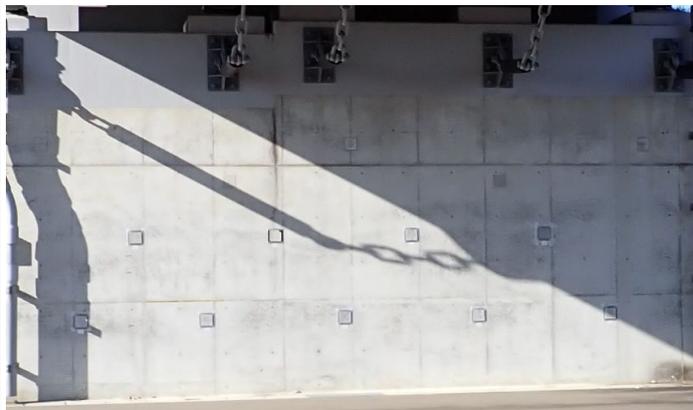


試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice350RTK)、カメラ(ZenmuseH20T)、コントローラ)(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

開発者による計測機器の設置状況

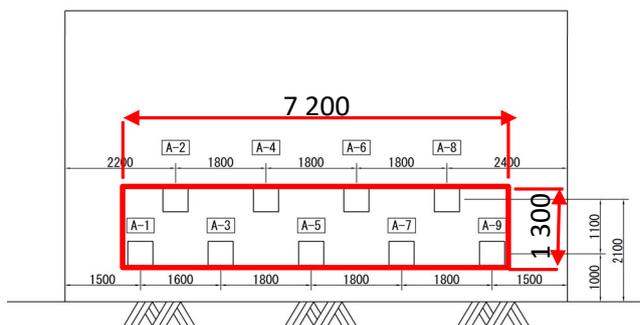


※撮影速度

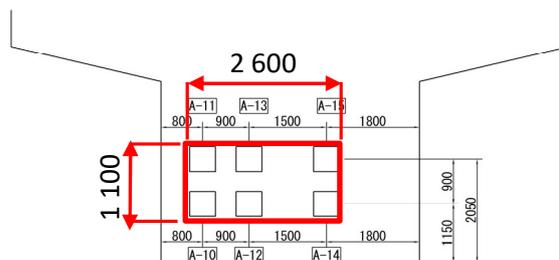


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



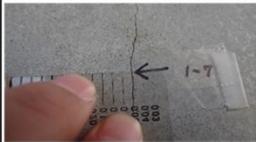
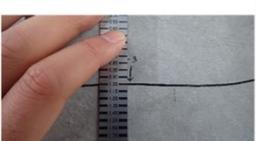
撮影面積(7.2×1.3+2.6×1.1=12.22m<sup>2</sup>)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.22\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※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P1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

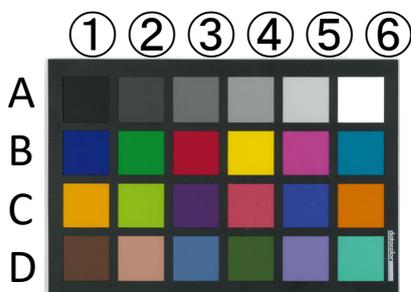


写真-8



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

## ※撮影速度

撮影面積:12.22m<sup>2</sup>、撮影時間:A1(1分45秒)、P1(1分56秒)=3分41秒=221秒(221sec)

撮影速度=12.22/221=0.055m<sup>2</sup>/sec

## ※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:DJI Zemnuse H20T

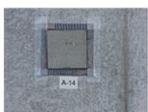
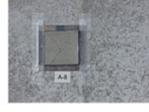
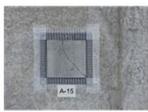
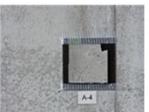
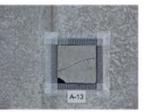
■被写体距離:4.5~6m ■照度:7.73~15.0 kLux ■風速:0.0~5.5 m/s

■気温:4.7 °C

■焦点距離:332 mm (35 mm film) ■シャッター速度:1/80秒

■絞り:F4.5 ■ISO値:100

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:3888 x 5184

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.21	0.10	0.30
チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.21	0.29	0.33
チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.28	0.33	0.28
チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.39	0.38	0.26
チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.06	1.07	0.98

最小ひびわれ幅:-

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.17mm
0.1mm	0.18mm
0.2mm	0.10mm
0.3mm	0.07mm
1.0mm	0.05mm

## ※色識別性能

■カメラ名称: DJI Zennuse H20T

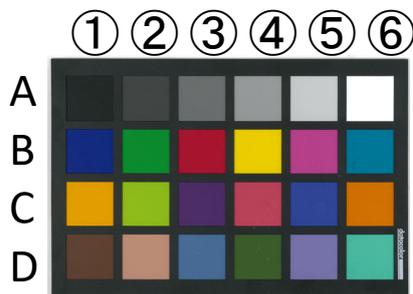
■被写体距離: 3m ■照度: 11.2~19.8 kLux ■風速: 0.0~4.9 m/s

■気温: 5.9 °C

■焦点距離: 47 mm (35 mm film) ■シャッター速度: 1/160秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3888 x 5184



立会者撮影



K1: 開発者撮影画



K1: オルソ画像

## K1: 計測比較

## K1: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	9	41	13	43	16
A-2	80	26	80	27	78	31
A-3	122	61	118	65	116	74
A-4	161	128	157	129	154	136
A-5	202	169	198	175	195	189
A-6	249	202	242	207	238	213
B-1	25	3	55	20	135	98
B-2	57	21	146	101	64	38
B-3	186	136	26	42	51	43
B-4	245	209	205	171	0	26
B-5	192	147	75	44	145	115
B-6	0	0	127	95	159	137
C-1	238	211	158	124	25	29
C-2	157	120	188	157	54	18
C-3	83	42	58	16	106	55
C-4	195	157	79	52	95	66
C-5	58	12	88	37	159	119
C-6	222	174	118	70	32	33
D-1	112	48	76	29	60	25
D-2	197	173	145	121	125	110
D-3	87	27	120	74	155	126
D-4	82	31	106	42	60	25
D-5	126	76	125	90	174	165
D-6	98	50	187	167	166	161

## K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	19	41	20	43	25
A-2	80	34	80	37	78	44
A-3	122	71	118	75	116	84
A-4	161	134	157	138	154	149
A-5	202	175	198	183	195	196
A-6	249	211	242	216	238	219
B-1	25	15	55	27	135	103
B-2	57	33	146	111	64	51
B-3	186	143	26	49	51	50
B-4	245	218	205	180	0	35
B-5	192	156	75	53	145	122
B-6	0	10	127	103	159	146
C-1	238	221	158	130	25	37
C-2	157	132	188	166	54	28
C-3	83	53	58	26	106	71
C-4	195	166	79	62	95	73
C-5	58	24	88	45	159	134
C-6	222	185	118	82	32	41
D-1	112	57	76	38	60	34
D-2	197	179	145	127	125	116
D-3	87	33	120	79	155	128
D-4	82	38	106	49	60	33
D-5	126	89	125	98	174	173
D-6	98	67	187	183	166	174

## ※色識別性能

■カメラ名称: DJI Zemnuse H20T

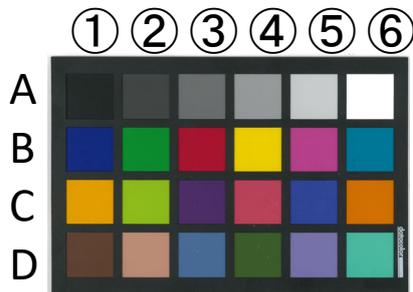
■被写体距離: 3m ■照度: 6.28~9.45 kLux ■風速: 0.0~4.9 m/s

■気温: 5.9 °C

■焦点距離: 47 mm (35 mm film) ■シャッター速度: 1/240秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3888 x 5184



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	12	41	13	43	15
A-2	80	30	80	34	78	37
A-3	122	72	118	76	116	88
A-4	161	123	157	132	154	149
A-5	202	178	198	187	195	202
A-6	249	206	242	216	238	228
B-1	25	8	55	24	135	101
B-2	57	26	146	112	64	51
B-3	186	147	26	44	51	47
B-4	245	217	205	186	0	43
B-5	192	168	75	49	145	131
B-6	0	0	127	115	159	168
C-1	238	216	158	127	25	35
C-2	157	131	188	177	54	27
C-3	83	53	58	23	106	75
C-4	195	178	79	61	95	79
C-5	58	18	88	51	159	146
C-6	222	199	118	88	32	43
D-1	112	53	76	34	60	30
D-2	197	174	145	126	125	116
D-3	87	26	120	86	155	140
D-4	82	38	106	53	60	30
D-5	126	85	125	101	174	186
D-6	98	68	187	189	166	184

K2: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	14	41	15	43	17
A-2	80	32	80	33	78	35
A-3	122	72	118	76	116	88
A-4	161	127	157	136	154	151
A-5	202	175	198	189	195	202
A-6	249	207	242	215	238	228
B-1	25	6	55	22	135	99
B-2	57	29	146	115	64	54
B-3	186	147	26	44	51	47
B-4	245	218	205	188	0	42
B-5	192	161	75	41	145	128
B-6	0	0	127	118	159	168
C-1	238	217	158	128	25	38
C-2	157	128	188	117	54	26
C-3	83	50	58	20	106	72
C-4	195	174	79	58	95	77
C-5	58	16	88	46	159	142
C-6	222	197	118	89	32	43
D-1	112	54	76	35	60	31
D-2	197	174	145	127	125	119
D-3	87	26	120	83	155	138
D-4	82	40	106	56	60	30
D-5	126	88	125	104	174	189
D-6	98	64	187	185	166	180

技術番号	BR010077			M350+H20		
技術名	ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)			開発者名	デルタ電子株式会社	
試験日	令和6年 12月 17日	天候	晴れ	気温	4.5 °C	
				風速	5.1 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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	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橋台縦壁前面にマーカを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。

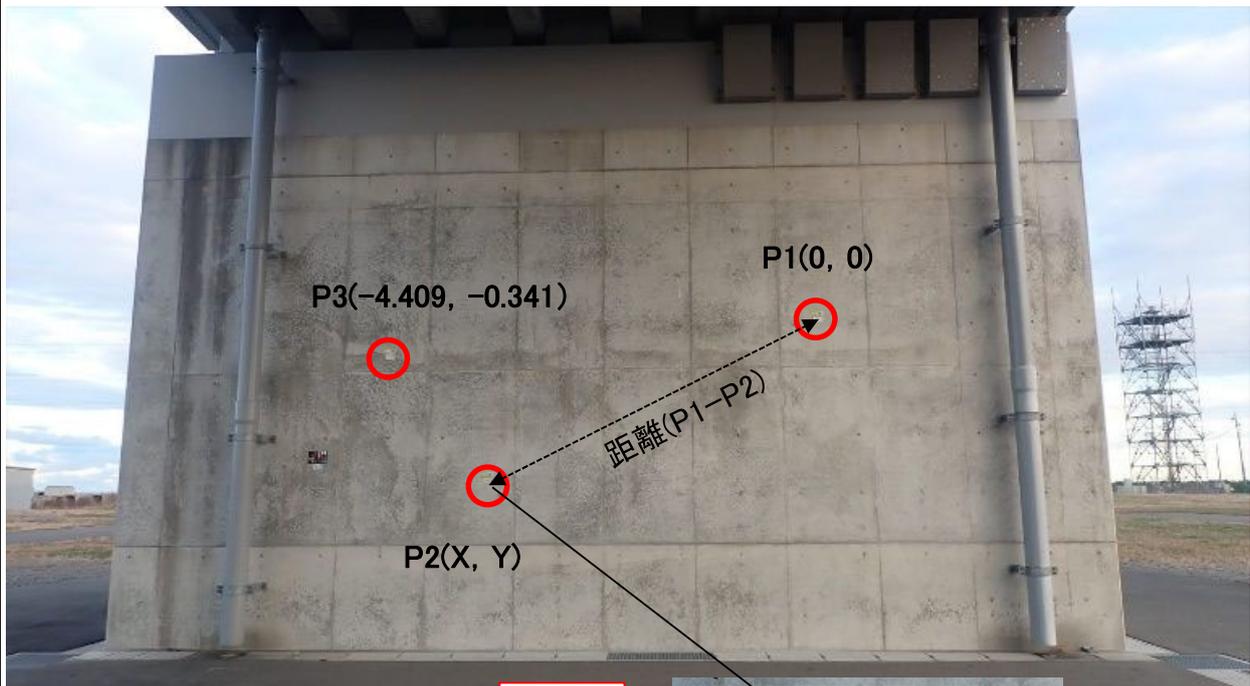


写真-1



試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice350RTK)、カメラ(ZenmuseH20T)、コントローラ)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

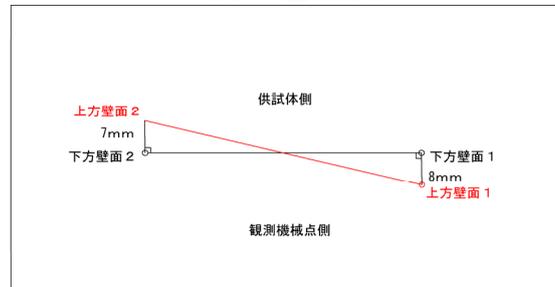
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

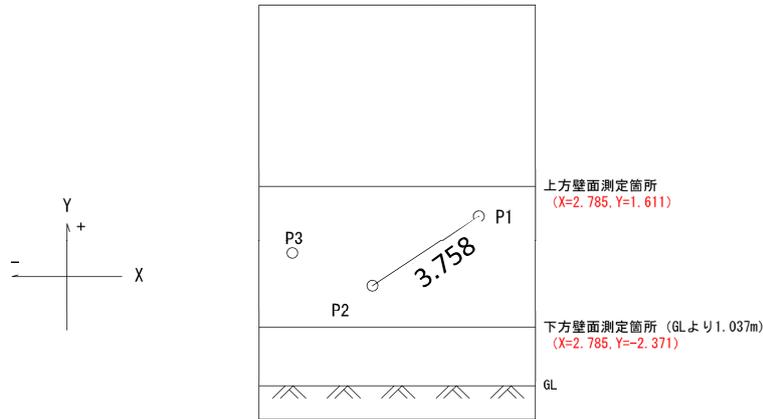
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-3.376	-1.651	0.001
P3	-4.409	-0.341	-0.001

## ※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: DJI Zemnuse H20T

■被写体距離: 3m ■照度: 6.28~9.45 kLux ■風速: 0.0~4.9 m/s

■気温: 5.9 °C

■焦点距離: 47 mm (35 mm film) ■シャッター速度: 1/240秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3888 x 5184

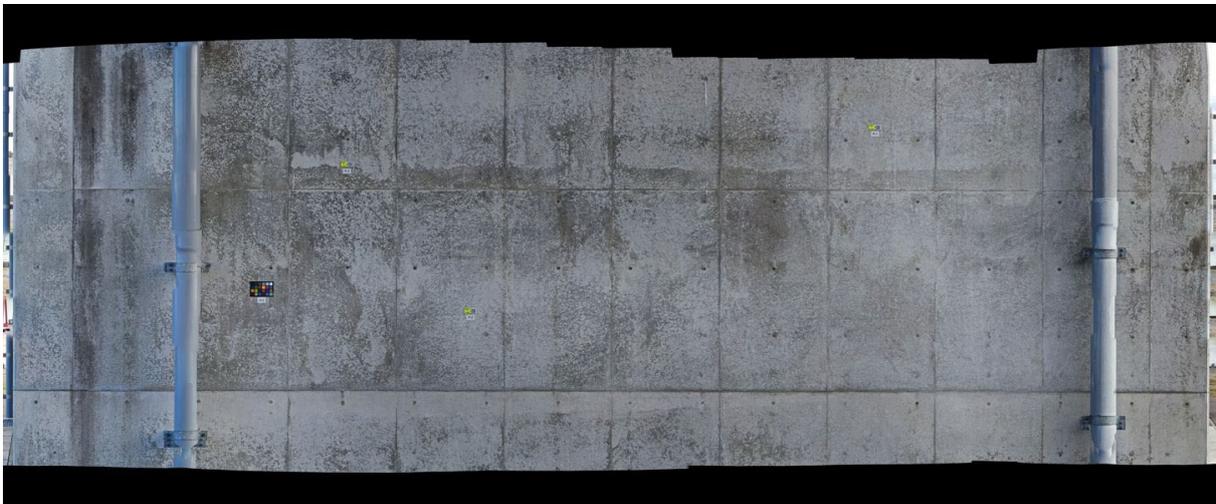


写真-6 オルソ画像

## コンクリート壁マーカース座標値

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	/	/	/	/	/
P2	-3.376	-3.393	0.017	-1.651	-1.697	0.046	3.761	3.793	100.9%
P3	-4.409	-4.409	/	-0.341	-0.341	/	/	/	/

技術番号 BR010077

M350+H20

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術 (BIDS) 開発者名 デルタ電子株式会社

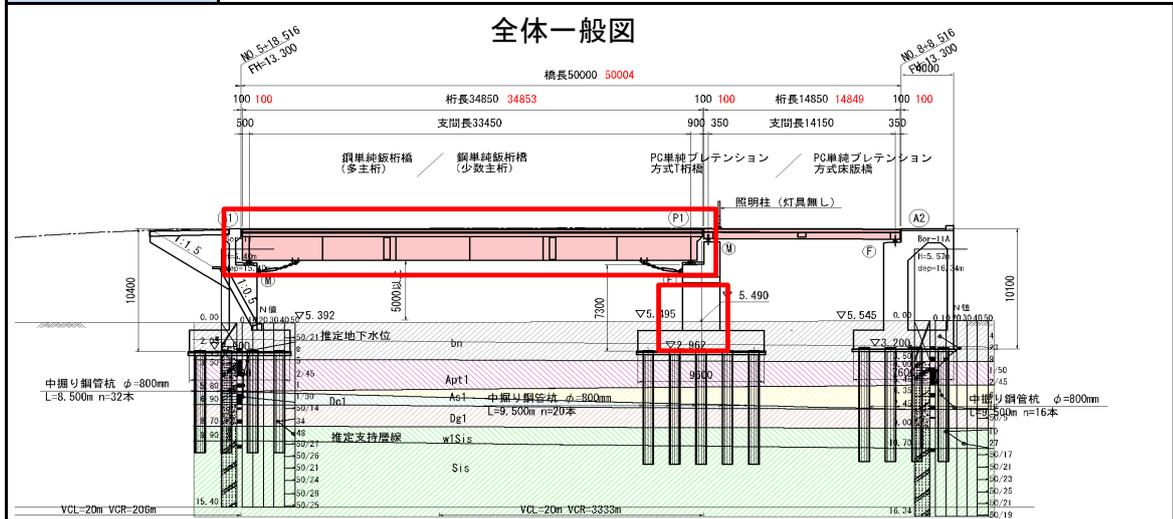
試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴れ 気温 4.5 °C 風速 5.1 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する  
カタログ項目 構造物近傍安定性能  
進入可能性能  
可動範囲

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 機器の搬入(ドローン(Matrice350RTK)、カメラ(ZenmuseH20T)、コントローラ)(写真-2)
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)
- ⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

開発者による計測機器の設置状況



## ※構造物近傍安定性能

構造物までの距離:0.9m

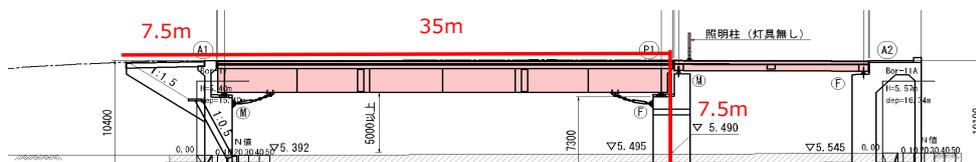
風速:5.1m/s

停止飛行時:水平移動無し

ホバリング:60秒間



## ※可動範囲:50m(飛行距離:50m(=7.5+35+7.5))

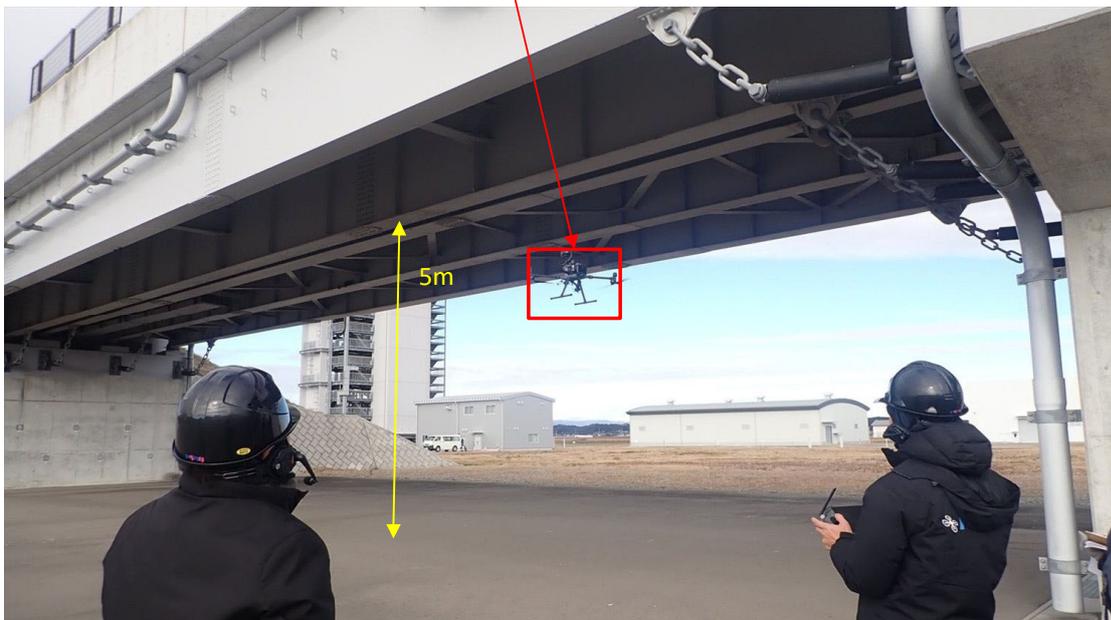


※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 5.1m/s

桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010077

M350+H20

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 4.5 °C

風速 5.1 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

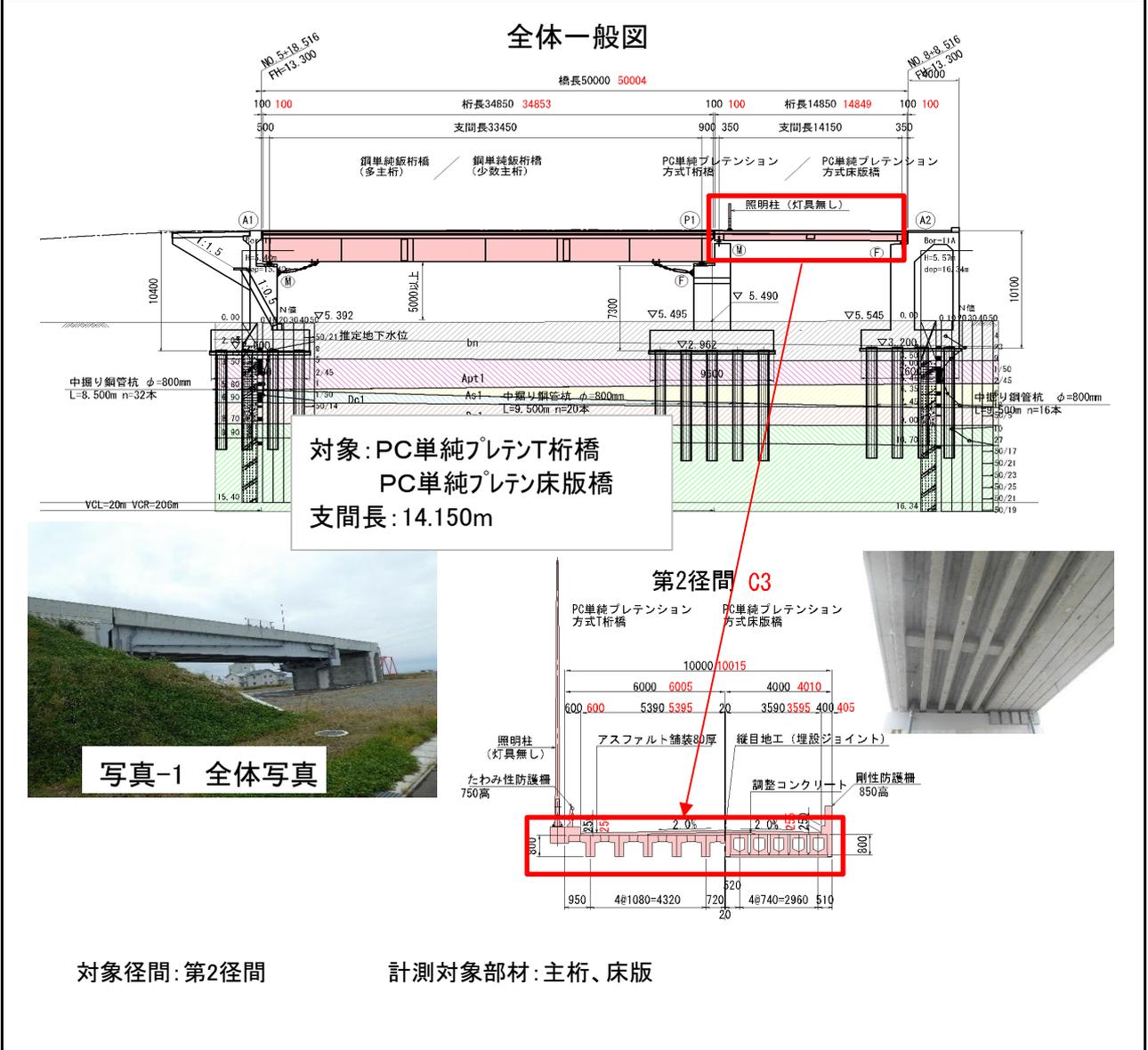
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 剥離・鉄筋露出

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



- ① 機器の搬入(ドローン(Matrice350RTK)、カメラ(ZenmuseH20T)、コントローラ)(写真-2)
- ② 測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-3)
- ③ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-4)
- ④ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。

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

■カメラ名称: DJI Zenmuse H20T

■被写体距離: 3m ■照度: 15.2~28.9 kLux ■風速: 0.0~3.2 m/s ■気温: 4.8 °C

■焦点距離: 47 mm (35 mm film) ■シャッター速度: 1/50秒 ■絞り: F2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5460 x 8192

比較対象を得るため、  
立会者による計測機器の設置状況



写真-6

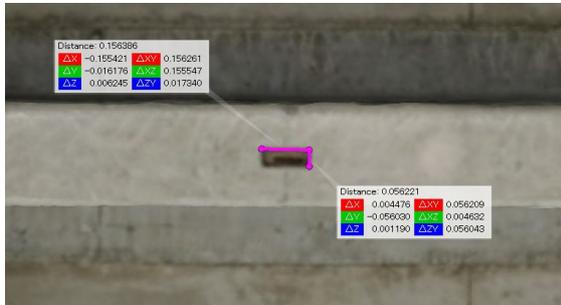
写真-7

※高所作業車による近接目視で剥離・鉄筋露出を確認する。(写真-6、写真-7)

※計測結果:

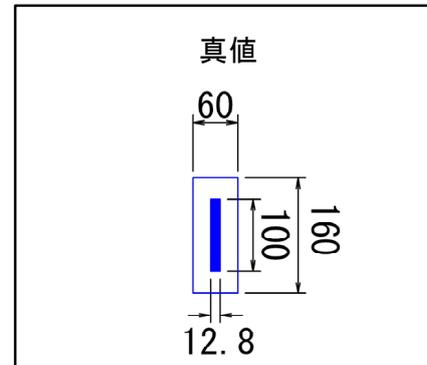
## (1)PC単純プレート桁橋

## ①主桁下面



幅: 5.62 cm

長: 15.63 cm

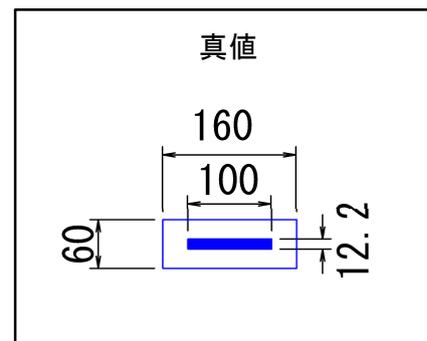
面積: 87.8406 cm<sup>2</sup>

## ②主桁側面



幅: 5.85 cm

長: 15.31 cm

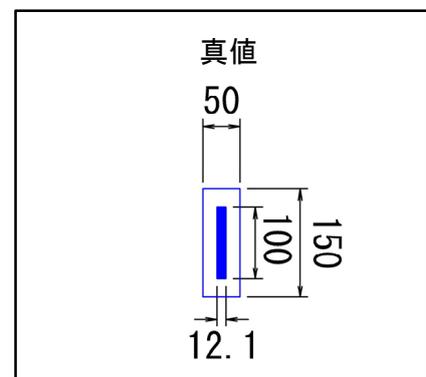
面積: 89.5635 cm<sup>2</sup>

## ③間詰め床版



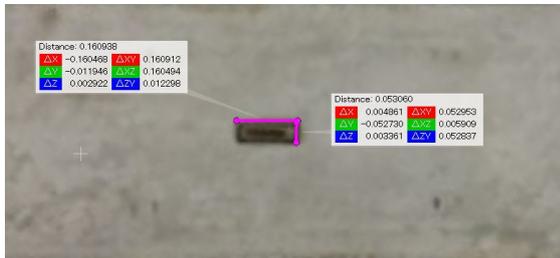
幅: 5.30 cm

長: 15.28 cm

面積: 80.984 cm<sup>2</sup>

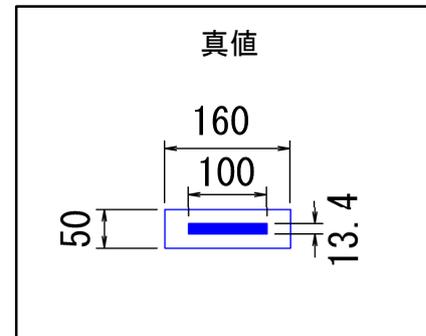
※計測結果:

## (2) PC単純プレテン床版橋



幅: 5.30 cm

長: 16.09 cm

面積: 85.277 cm<sup>2</sup>

## (3) 結果一覧表

		真値			計測値			比率(%)
		縦(cm)	横(cm)	面積(cm <sup>2</sup> )	縦(cm)	横(cm)	面積(cm <sup>2</sup> )	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	下面	16	6	96	15.63	5.62	87.8	91.5%
	側面	16	6	96	15.31	5.85	89.6	93.3%
	床版	15	5	75	15.28	5.30	81.0	108.0%
PCプレテン床版橋	下面	16	5	80	16.09	5.30	85.3	106.6%

$$X = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

$\delta_a$ =検証側技術による測定値(1回目) - 当該技術による測定値(1回目)

$\delta_b$ =検証側技術による測定値(2回目) - 当該技術による測定値(2回目)

$\delta_i$ =検証側技術による測定値(n回目) - 当該技術による測定値(n回目)

## (4) 計測精度

サンプル数N: 4

面積: cm<sup>2</sup>

		真値	計測値	差分
PCプレテンT桁橋	下面	96	87.8	-8.2
	側面	96	89.6	-6.4
	床版	75	81.0	6
PCプレテン床版橋	下面	80	85.3	5.3
平均		86.75	85.9	-0.83

平均面積(86.75cm<sup>2</sup>)の相対差 X= 6.6 cm<sup>2</sup>

平均面積(86.75cm<sup>2</sup>)の相対比 =6.6/86.75=7.6%

技術番号 BR010077

M350+H20

技術名 ドローンを活用した橋梁点検支援技術(BIDS)

開発者名 デルタ電子株式会社

試験日 令和6年 12月 17日

天候 晴れ

気温 4.5 °C

風速 5.1 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 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

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(精度以外)

対象構造物の概要

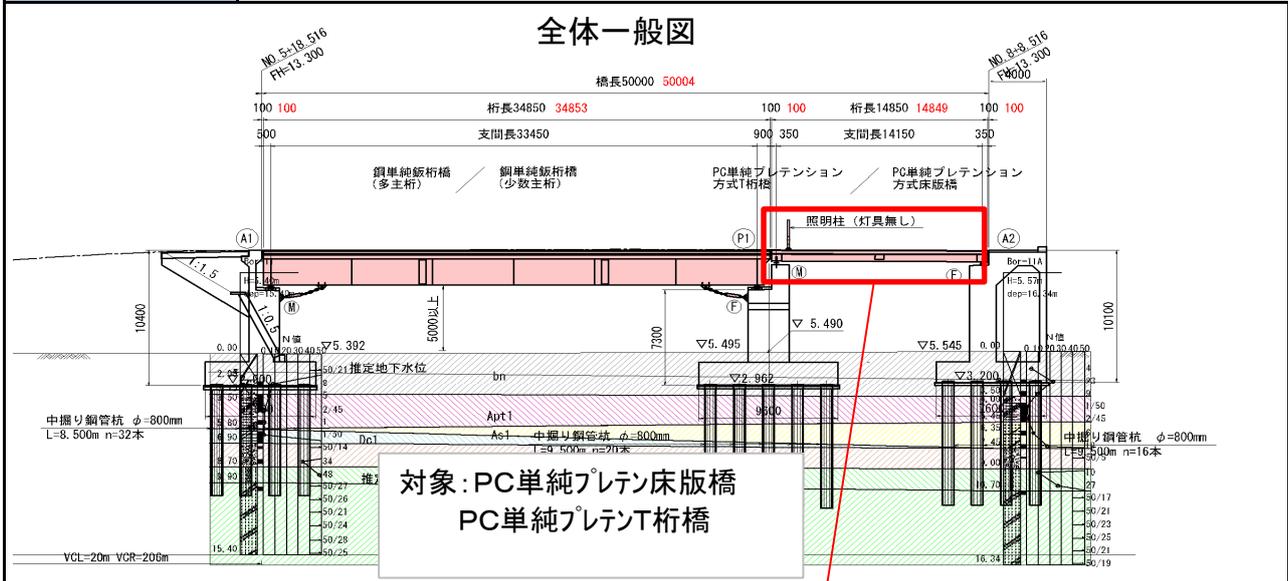


写真-1 全体写真

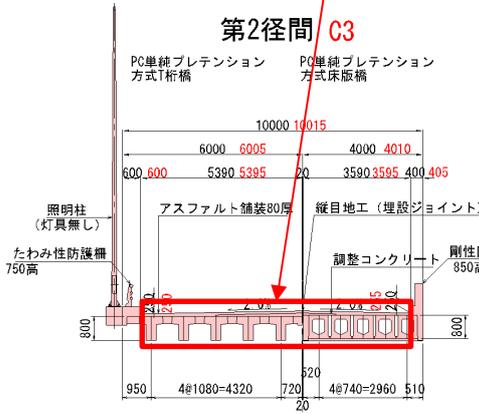


写真-2

対象径間: 第2径間 計測対象部材: PCT桁下面、床版橋下面

試験方法(手順)	技術番号	BR010077
①	機器の搬入(ドローン(Matrice350RTK)、カメラ(ZenmuseH20T)、コントローラ)(写真-3)	
②	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)	
③	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)	
④	撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-6)	
⑤	後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。	

開発者による計測機器の設置状況



## ※計測結果

■カメラ名称: DJI Zemnuse H20T

■被写体距離: 3m ■照度: 43.4~47.3 kLux ■風速: 0.0~4.0 m/s

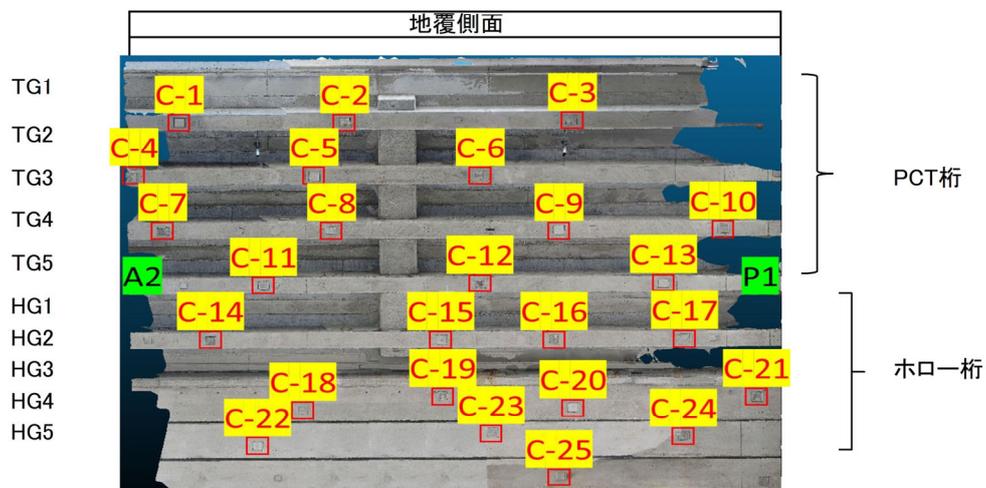
■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 47 mm (35 mm film) ■シャッター速度: 1/240秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3888 x 5184

位置図



チャート番号	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9
方向	縦	縦	斜	斜	横	縦	斜	横	横
計測値	0.4	0.59	0.52	0.51	0.39	0.43	0.24	0.31	

チャート番号	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
方向	縦	縦	斜	横	斜	横	縦	斜	斜
計測値	0.64	0.26	0.38	0.19	0.46	0.32	0.35	0.32	0.84

チャート番号	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25
方向	斜	縦	斜	縦	斜	縦	縦
計測値	0.65	0.46	0.7	0.35	0.36	0.48	0.71

