

技術番号 BR010028

ZENMUSE P1 50mm

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i

開発者名 DJI JAPAN 株式会社

試験日 令和4年 4月 7日 天候 晴れ 気温 12.0 °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

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」の方向それぞれに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)

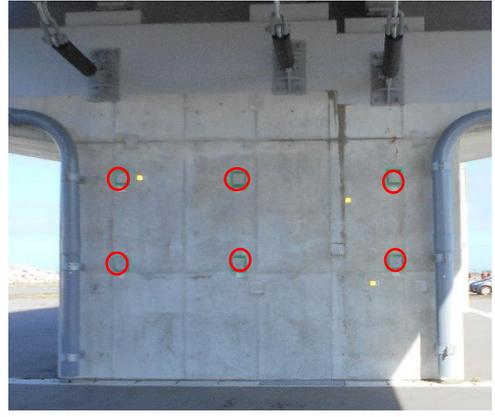
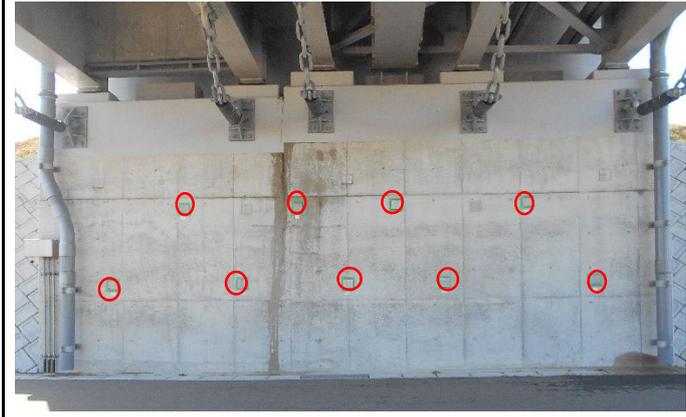


写真-1: A1橋台 (9パネル)

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)

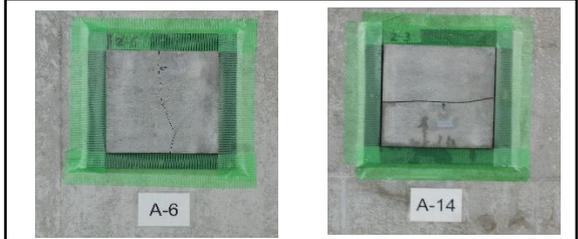
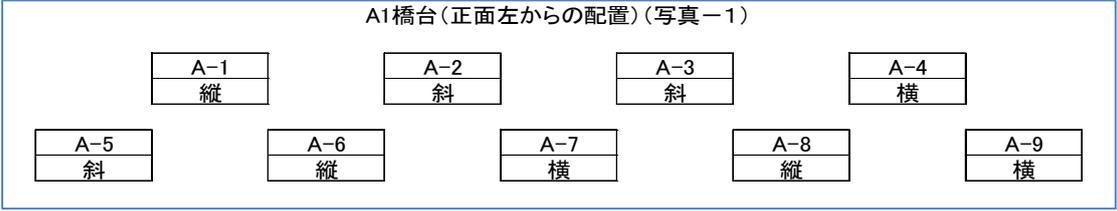
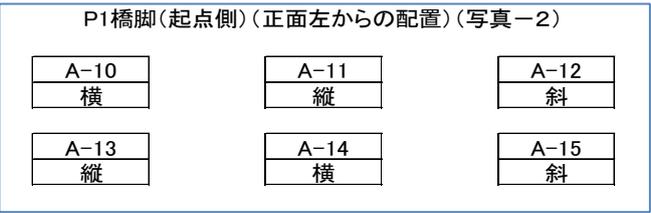
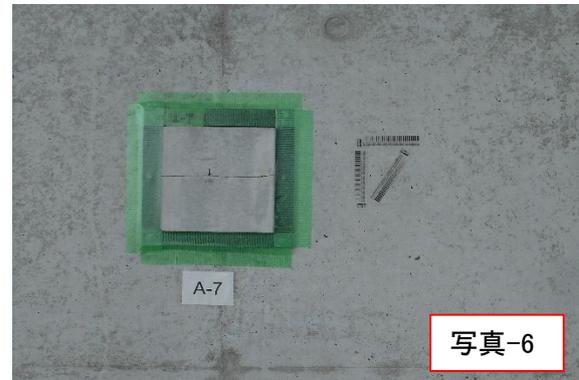


写真-3: パネル(抜粋A-6、A-14)

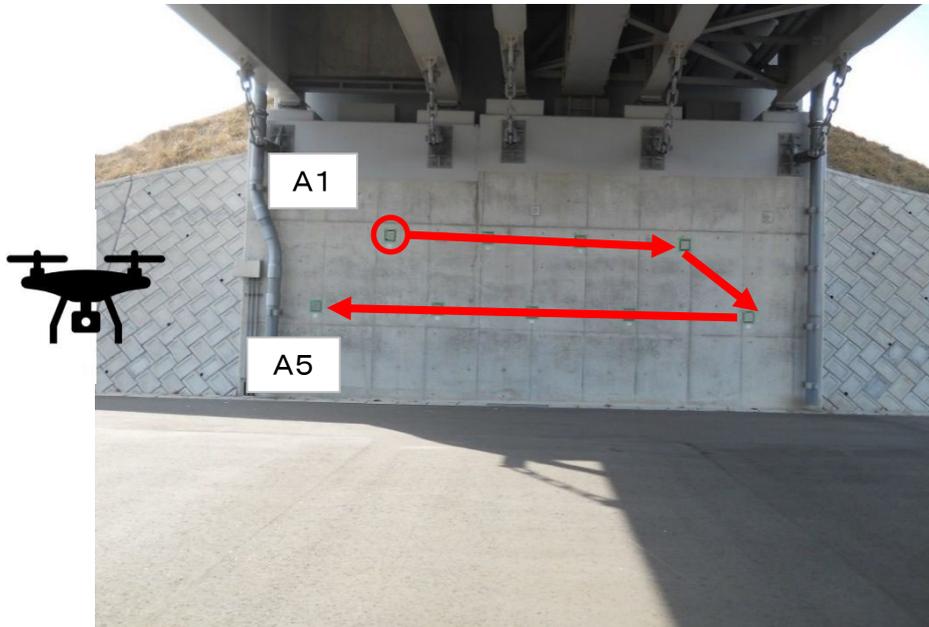


- ① 機器の搬入(写真-5)
- ② 基準尺の設置(写真-6)
- ③ 撮影状況(写真-7:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影、写真-8:P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影)
- ④ 撮影状況(写真-9、-10:カラーチャートの撮影(写真-9:C1)(写真-10:C2))
- ⑤ 後日、撮影画像からひびわれ幅、カラーチャートのRGB値を求める。

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



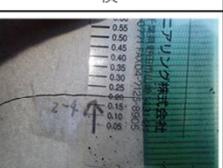
モルタルA1からA5間(飛行距離:5.4+1.5+7.6=14.5m)を通常撮影しながら移動して、
移動に要した時間(秒)を計測する。

速度(撮影速度) = 14.5m ÷ 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	A11	A4	A2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A13	A14	A5
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-11)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(C1)(写真-12)とA2橋台(C2)(写真-13)の2箇所

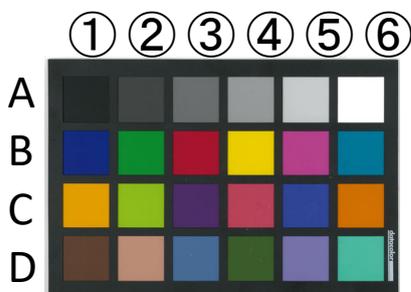


写真-11



写真-12 □:C1

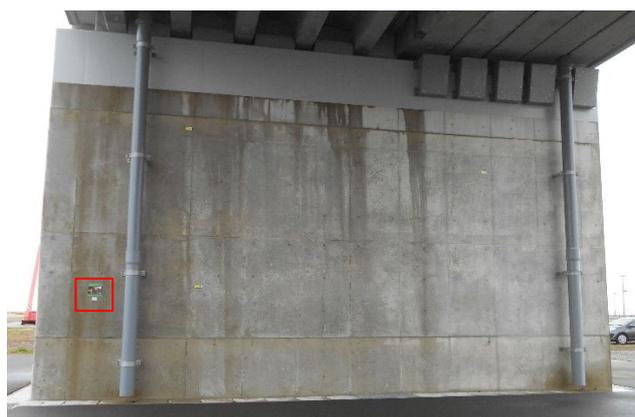


写真-13 □:C2

	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

飛行距離: 14.5m、撮影時間: 4分34秒 (=274秒)

撮影速度 = $14.5 / 274 = 0.053\text{m/sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: ZENMUSE P1 50mmレンズ(DJI製)

■被写体距離: 3.5m ■照度: 9.81~72.3 kLux ■風速: 0.0~4.2 m/s

■気温: 12.0~12.9 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: 自動 ■ISO値: 自動

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

チャート番号	A-11	A-4	A-2
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.1	0.1	0.12
チャート番号	A-1	A-10	A-12
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.09	0.18	0.09
チャート番号	A-8	A-9	A-3
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.24	0.17	0.23
チャート番号	A-6	A-7	A-15
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.27	0.31	0.18
チャート番号	A-13	A-14	A-5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.51	0.71	0.66

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.06mm
0.1mm	0.05mm
0.2mm	0.03mm
0.3mm	0.07mm
1.0mm	0.38mm

※色識別性能

■カメラ名称: ZENMUSE P1 50mmレンズ(DJI製)

■被写体距離: 3.5m ■照度: 13.5~74.3 kLux ■風速: 1.1~5.0 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: 自動 ■ISO値: 自動

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 8192×5460



C1:計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	38	41	39	43	42
A-2	80	68	80	71	78	69
A-3	122	114	118	112	116	113
A-4	161	160	157	158	154	162
A-5	202	188	198	208	195	211
A-6	249	244	242	244	238	248
B-1	25	39	55	66	135	145
B-2	57	65	146	137	64	68
B-3	186	179	26	41	51	55
B-4	245	246	205	198	0	21
B-5	192	188	75	86	145	149
B-6	0	36	127	139	159	173
C-1	238	233	158	150	25	24
C-2	157	164	188	182	54	58
C-3	83	90	58	57	106	108
C-4	195	198	79	79	95	94
C-5	58	69	88	94	159	165
C-6	222	215	118	106	32	18
D-1	112	98	76	59	60	51
D-2	197	195	145	144	125	129
D-3	87	84	120	119	155	157
D-4	82	71	106	88	60	44
D-5	126	127	125	130	174	182
D-6	98	107	187	191	166	177

C2:計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	45	41	47	43	50
A-2	80	69	80	70	78	77
A-3	122	101	118	106	116	113
A-4	161	141	157	148	154	152
A-5	202	181	198	189	195	198
A-6	249	228	242	233	238	247
B-1	25	44	55	64	135	138
B-2	57	62	146	127	64	70
B-3	186	154	26	44	51	58
B-4	245	207	205	178	0	27
B-5	192	163	75	84	145	140
B-6	0	41	127	126	159	163
C-1	238	202	158	136	25	33
C-2	157	141	188	166	54	62
C-3	83	84	58	58	106	103
C-4	195	171	79	77	95	93
C-5	58	66	88	90	159	160
C-6	222	188	118	101	32	31
D-1	112	88	76	65	60	58
D-2	197	178	145	138	125	130
D-3	87	86	120	115	155	155
D-4	82	71	106	85	60	57
D-5	126	117	125	125	174	177
D-6	98	101	187	176	166	170

技術番号 BR010028

ZENMUSE P1 50mm

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i

開発者名 DJI JAPAN 株式会社

試験日 令和4年 4月 7日 天候 晴れ 気温 12.0 °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

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 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。

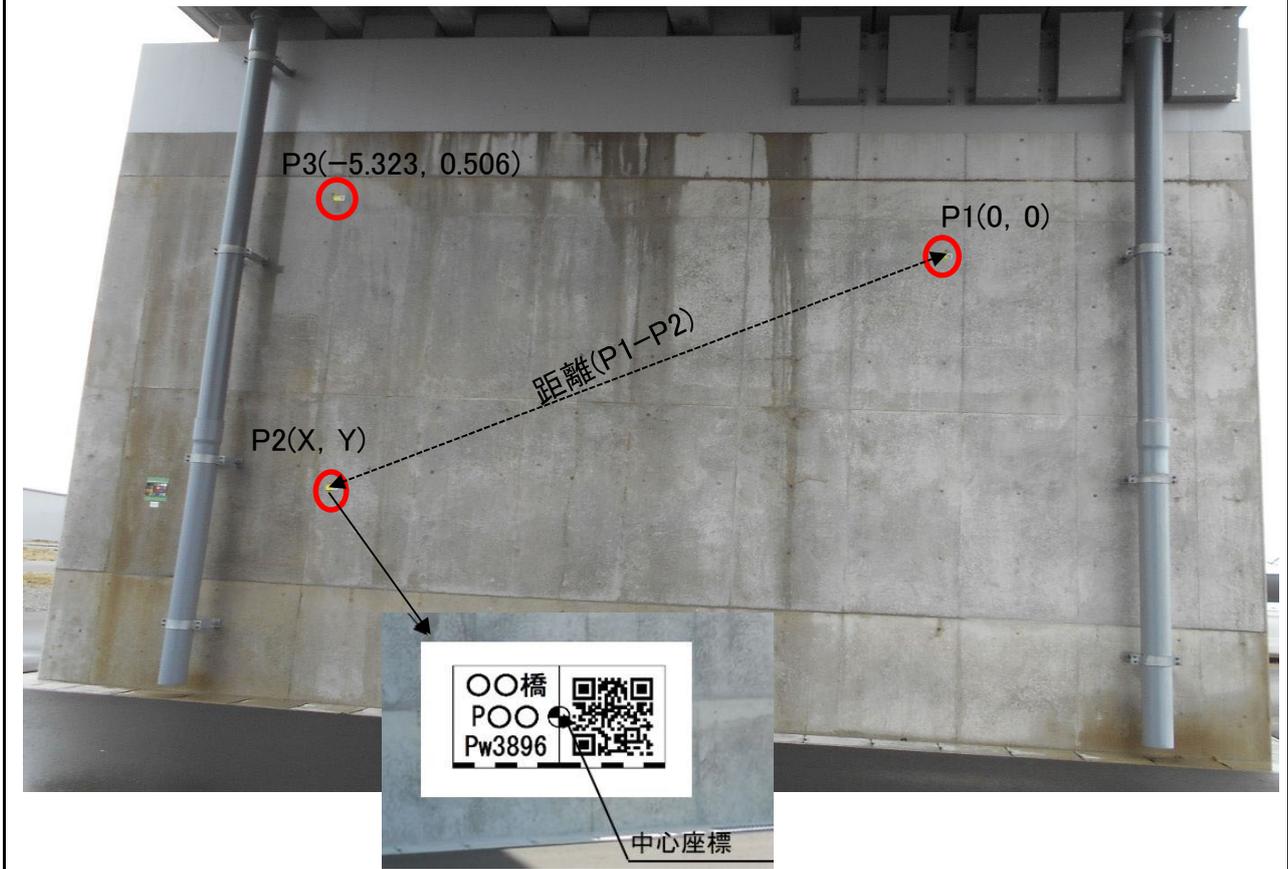


写真-1

- ① 機器の搬入(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:ドローンの飛行(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



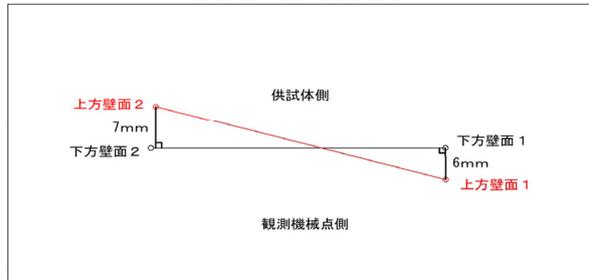
○ :ドローンの飛行



※長さ計測精度/位置精度

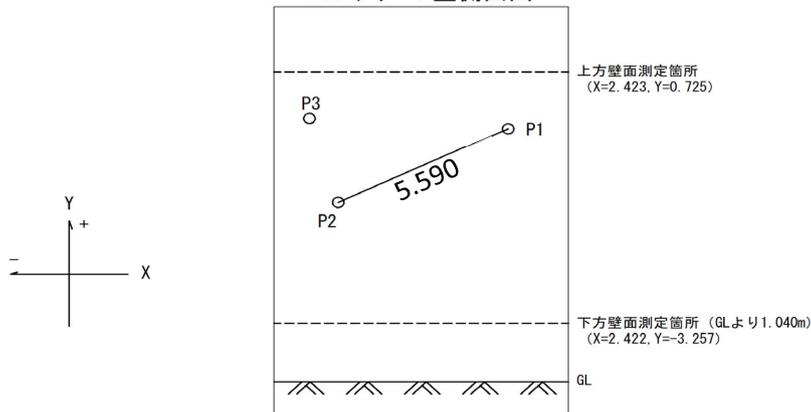
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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-P3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	-5.077	-2.340	0.000
P3	-5.323	+0.506	-0.007

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: ZENMUSE P1 50mmレンズ(DJI製)

■被写体距離: 3.5 m ■照度: 10.3~76.0 kLux ■風速: 0.1~4.5 m/s

■気温: 11.3 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: 自動 ■ISO値: 自動

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 8192×5460



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			Z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	-5.077	-5.079	0.002	-2.340	-2.337	-0.003	0.000	5.590	5.591	100.02%
P3	-5.323	-5.323		0.506	0.506		-0.007			

技術番号 BR010028

ZENMUSE P1 50mm

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i

開発者名 DJI JAPAN 株式会社

試験日 令和4年 4月 7日 天候 晴れ 気温 12.0 °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

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

対象構造物の概要

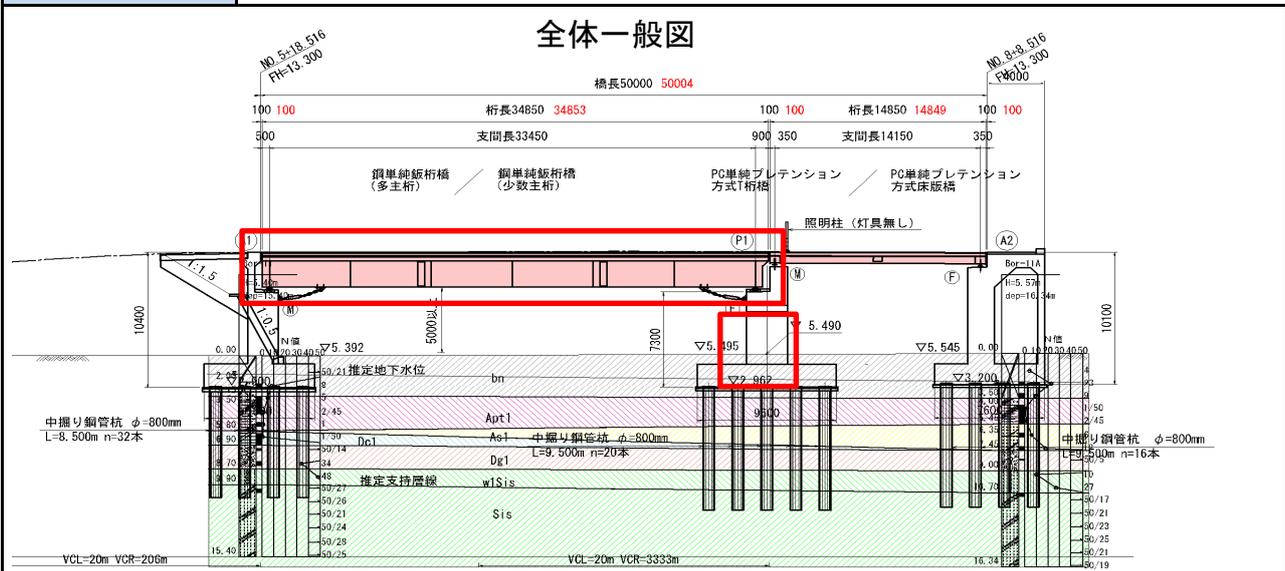


写真-1 全体写真

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

試験方法(手順)

技術番号

BR010028

- ① 計測器のセット(写真-2)
- ② ドローンの飛行(写真-3:操縦者1名、、安全確認1名)
- ③ ホバリング(写真-4:P1橋脚付近)
- ④ 飛行状況(写真-5:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ⑤ 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))

開発者による計測機器の設置状況

○ドローンの飛行



※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 2.0m

風速: 4.5m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間

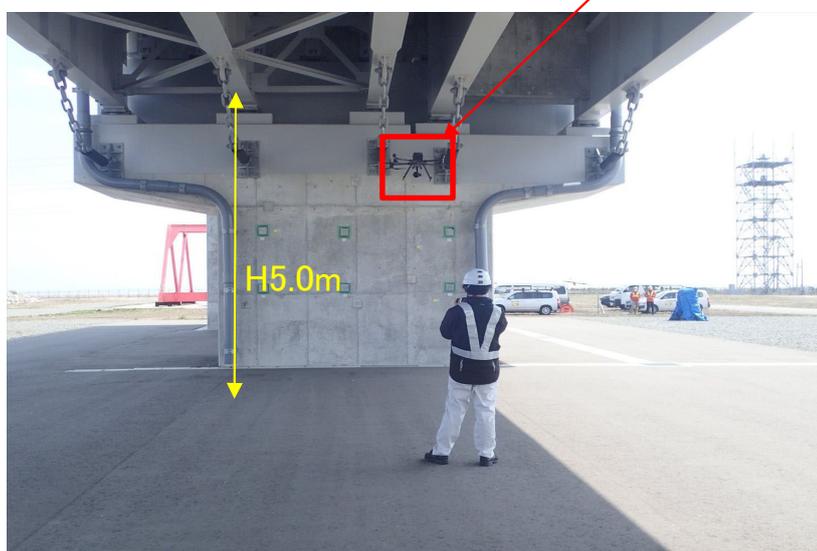


※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 4.2m/s

桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010028

ZENMUSE P1 50mm

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i

開発者名 DJI JAPAN 株式会社

試験日 令和4年 4月 7日 天候 晴れ 気温 12.0 °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

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

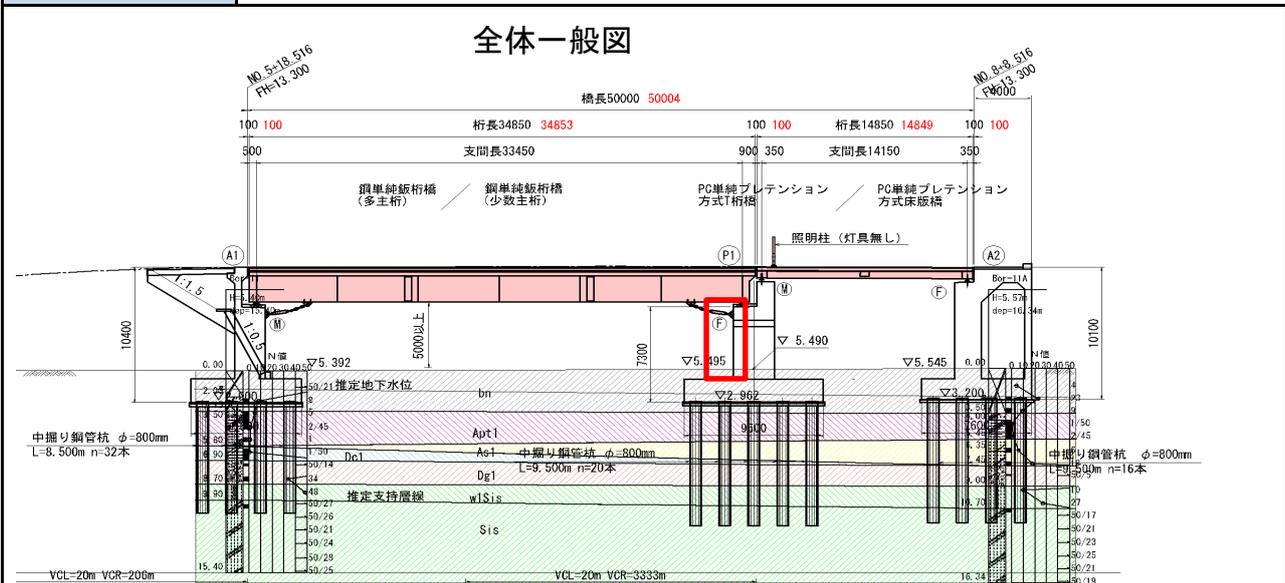
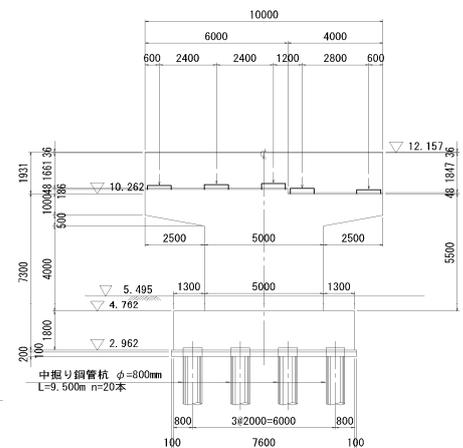


写真-1 全体写真

P1橋脚



対象径間:第1径間

計測対象部材:P1橋脚(起点側)(上記 赤色内)

- ① 計測器のセット(写真-2:ドローン)
- ② 撮影状況:P1橋脚を撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚を撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚を撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像作成し、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況



■カメラ名称: ZENMUSE P1 50mmレンズ(DJI製)

■被写体距離: 3.5m ■照度: 10.7~77.4 kLux ■風速: 1.7~4.5 m/s

■気温: 13.2 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: 自動 ■ISO値: 自動

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

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

※撮影した画像からひびわれを確認する。(写真-6:P1橋脚(起点側))

※計測結果

・P1橋脚(起点側)

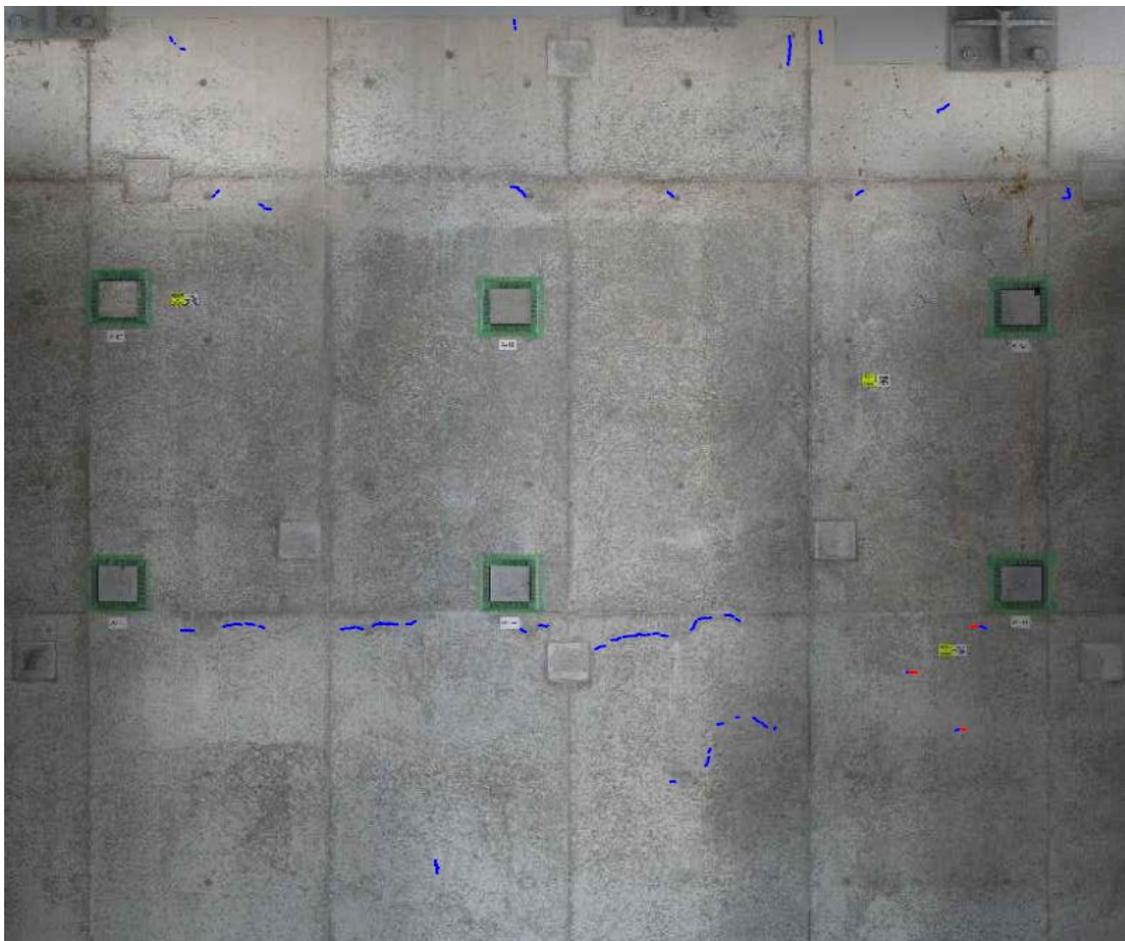


写真-7 オルソ画像

ひびわれ幅凡例

- ひびわれ ~0.19mm(0.1mm未満を含む)
- ひびわれ 0.2~0.29mm

・技術マニュアルに記述される仕様に基づき、飛行撮影、画像処理およびひびわれの検出を行なっている。

・本画像の範囲に、幅0.4mm以上のひびわれは検出されなかった。

技術番号 BR010028

M350

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム 開発者名 株式会社FLIGHTS

試験日 令和5年 12月 7日 天候 晴れ 気温 15.8 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 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

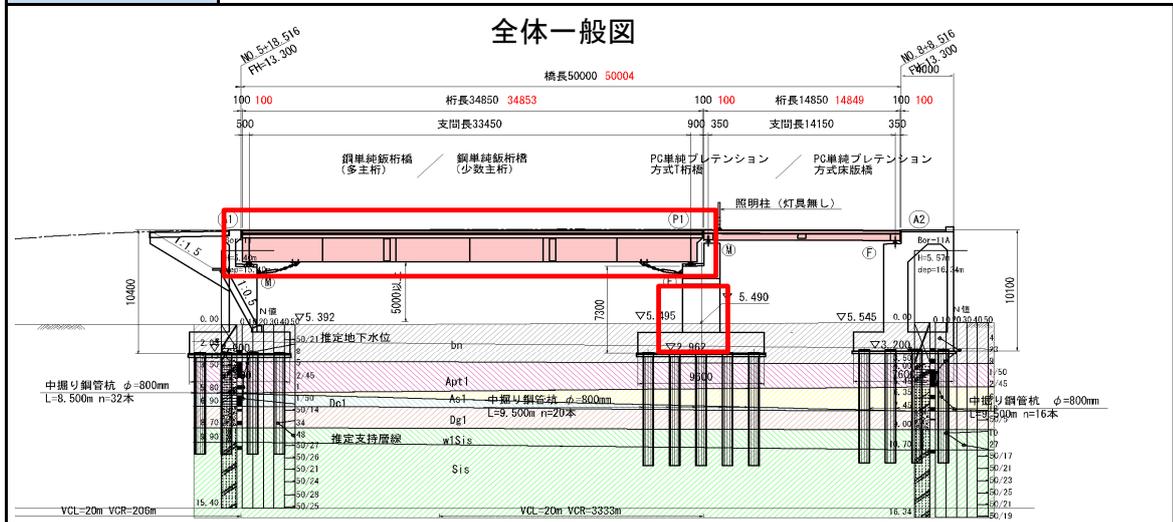


写真-1 全体写真

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 計測機器の搬入(ドローン)(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 飛行状況(写真-5:第1径間桁間進入なし飛行)
- ⑤ 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))

開発者による計測機器の設置状況

○ドローンの飛行



写真-2



写真-3



写真-4



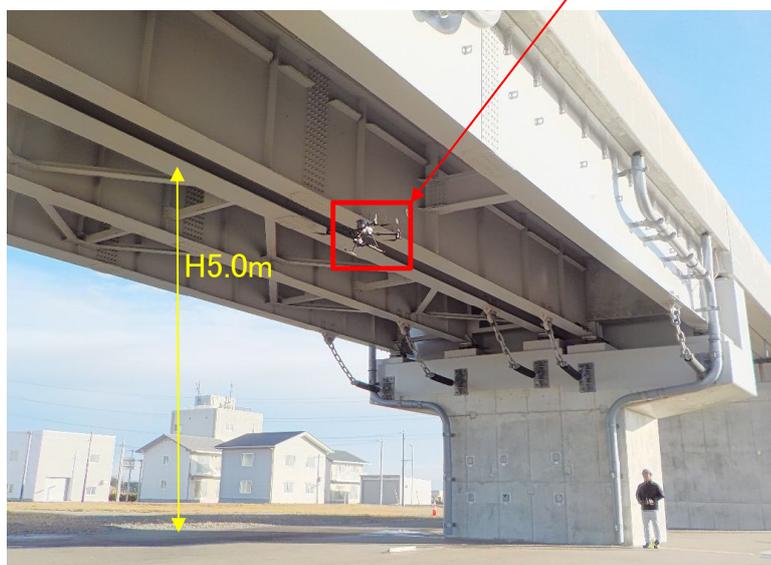
写真-5

※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 BR010028

M350

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム

開発者名 株式会社FLIGHTS

試験日 令和5年 12月 7日

天候 晴れ

気温 15.9 °C

風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

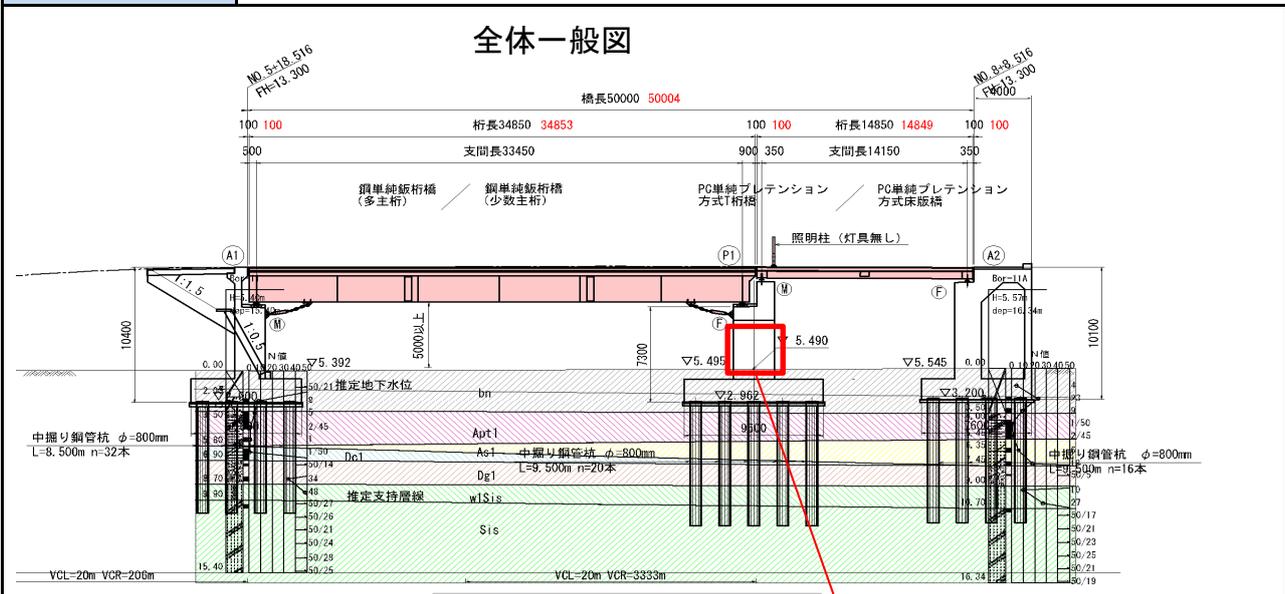
カタログ分類 画像計測技術

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)

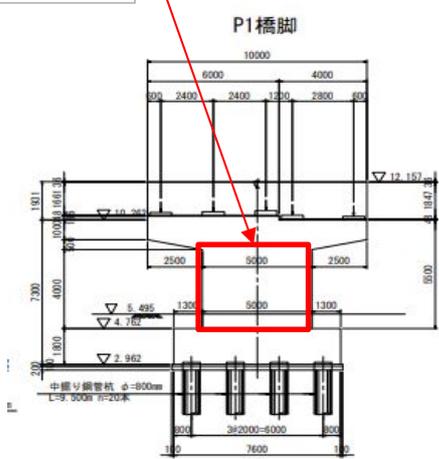
対象構造物の概要



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、コントローラ)(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-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: ZenmuseP1

■被写体距離: 2.5 m ■照度: 9.22~66.1 kLux ■風速: 0.0~2.6 m/s

■気温: 15.9 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: オート

■絞り: オート ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 8192 × 5460



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



《凡例》

ひびわれ幅 : 0.1mm未満

ひびわれ幅 : 0.1mm以上0.2mm未満

ひびわれ幅 : 0.2mm以上0.3mm未満

ひびわれ幅 : 0.3mm以上1.0mm未満

技術番号 BR010028

M300 + P1 (24mm)

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム 開発者名 株式会社FLIGHTS

試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴れ 気温 3.9 °C 風速 3.3 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 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)

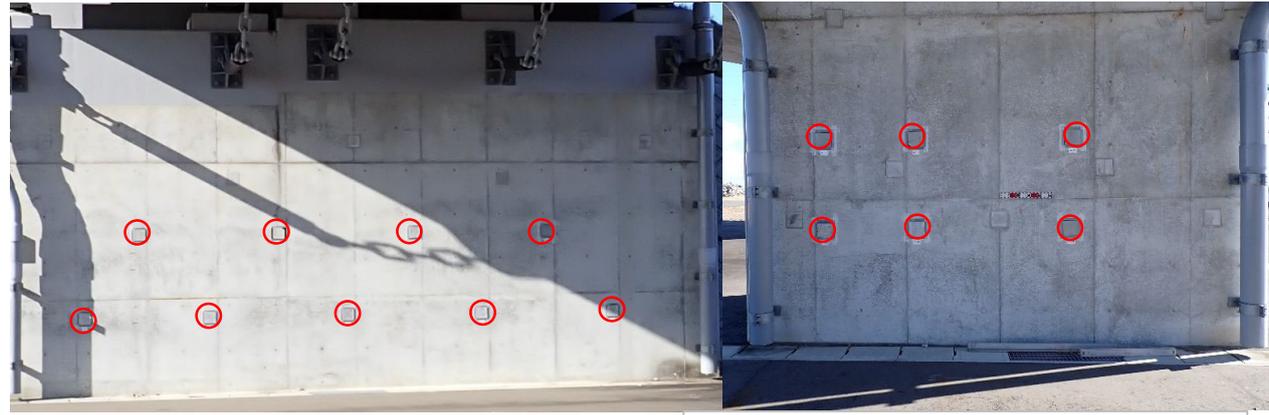


写真-1:A1橋台(9パネル)

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))

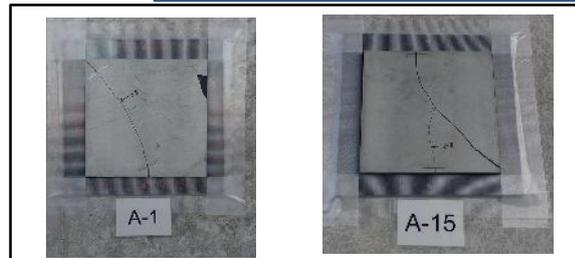
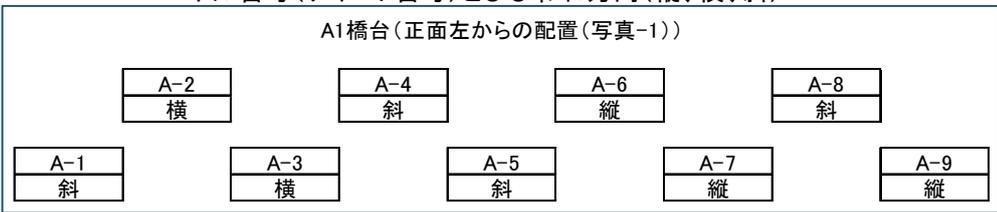
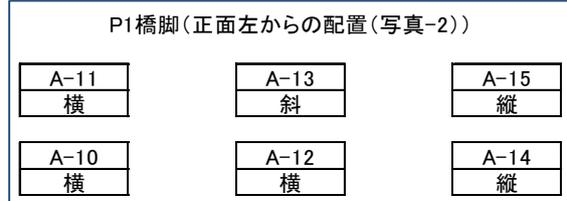


写真-3:パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

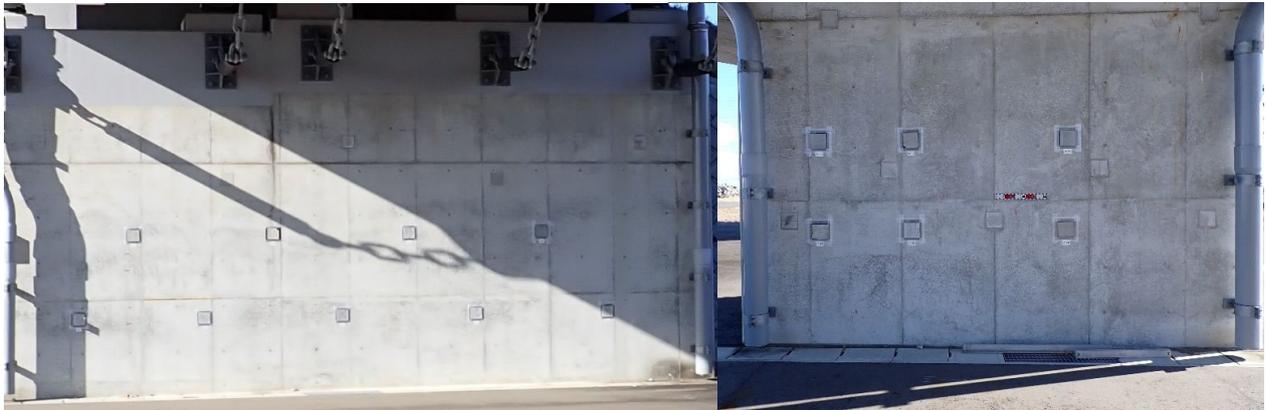


試験方法(手順)	技術番号	BR010028
① 機器の搬入(Matrice300RTK+Zenmuse P1(24mmレンズ)、コントローラ)(写真-4)		
② 測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)		
③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。		

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



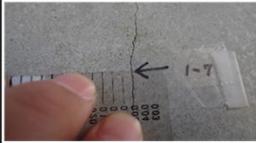
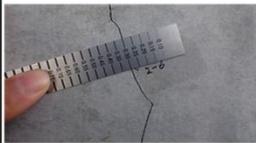
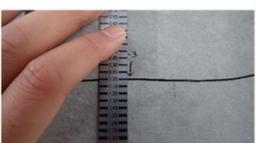
撮影面積(7.2×1.3+2.6×1.1=12.22m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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	
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

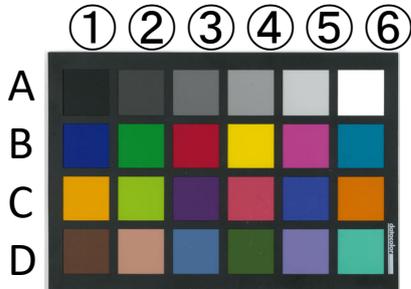


写真-8



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: 12.22m²、撮影時間: A1(3分20秒)、P1(2分16秒) = 5分36秒 = 336秒(336sec)

撮影速度 = 12.22 / 336 = 0.036m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: DJI Zunjuse P1(24mmレンズ)

■被写体距離: 2.6m ■照度: 2.14~3.61 kLux ■風速: 0.0~4.0 m/s

■気温: 3.9 °C

■焦点距離: 24mm ■シャッター速度: オート

■絞り: オート ■ISO値: オート

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

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	検出されず	検出されず	0.11
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	0.16	0.18	0.14
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	0.20	0.17	0.24
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	0.25	0.32	0.29
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	0.65	0.57	0.70

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	-
0.1mm	0.06mm
0.2mm	0.03mm
0.3mm	0.03mm
1.0mm	0.36mm

※色識別性能

■カメラ名称: DJI Z unmuse P1 (24mmレンズ)

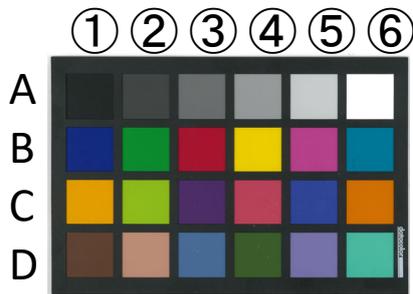
■被写体距離: 2.6m ■照度: 8.54~9.83 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 4.2 °C

■焦点距離: 24mm ■シャッター速度: オート

■絞り: オート ■ISO値: オート

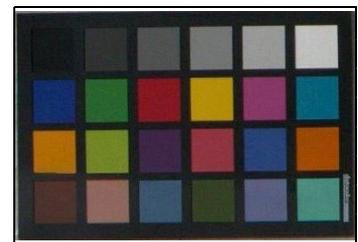
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 8192 × 5460



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	25	41	27	43	28
A-2	80	50	80	51	78	50
A-3	122	80	118	81	116	81
A-4	161	115	157	115	154	115
A-5	202	151	198	151	195	151
A-6	249	188	242	188	238	189
B-1	25	21	55	47	135	105
B-2	57	43	146	99	64	46
B-3	186	131	26	26	51	35
B-4	245	178	205	141	0	11
B-5	192	134	75	58	145	101
B-6	0	10	127	96	159	121
C-1	238	171	158	105	25	7
C-2	157	111	188	130	54	35
C-3	83	61	58	36	106	69
C-4	195	142	79	52	95	63
C-5	58	40	88	65	159	116
C-6	222	157	118	72	32	8
D-1	112	74	76	44	60	35
D-2	197	145	145	104	125	93
D-3	87	57	120	84	155	110
D-4	82	49	106	62	60	31
D-5	126	90	125	93	174	128
D-6	98	72	187	139	166	126

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	22	41	26	43	27
A-2	80	48	80	50	78	49
A-3	122	78	118	80	116	79
A-4	161	112	157	113	154	113
A-5	202	147	198	149	195	147
A-6	249	184	242	186	238	184
B-1	25	19	55	46	135	103
B-2	57	40	146	98	64	46
B-3	186	129	26	25	51	34
B-4	245	176	205	139	0	10
B-5	192	131	75	55	145	99
B-6	0	6	127	94	159	117
C-1	238	170	158	104	25	8
C-2	157	110	188	131	54	37
C-3	83	61	58	39	106	70
C-4	195	141	79	52	95	64
C-5	58	39	88	66	159	114
C-6	222	155	118	71	32	5
D-1	112	76	76	50	60	44
D-2	197	139	145	100	125	93
D-3	87	58	120	83	155	106
D-4	82	53	106	63	60	38
D-5	126	86	125	92	174	124
D-6	98	72	187	135	166	121

※色識別性能

■カメラ名称: DJI Z unmuse P1 (24mmレンズ)

■被写体距離: 2.6m ■照度: 3.64~4.64 kLux ■風速: 0.0~3.1 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 24mm ■シャッター速度: オート

■絞り: オート ■ISO値: オート

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



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	28	41	31	43	34
A-2	80	56	80	60	78	61
A-3	122	91	118	96	116	101
A-4	161	131	157	136	154	141
A-5	202	172	198	175	195	183
A-6	249	216	242	219	238	229
B-1	25	25	55	52	135	122
B-2	57	46	146	114	64	58
B-3	186	151	26	33	51	45
B-4	245	203	205	163	0	18
B-5	192	156	75	70	145	126
B-6	0	16	127	117	159	151
C-1	238	191	158	121	25	16
C-2	157	126	188	150	54	47
C-3	83	73	58	46	106	88
C-4	195	165	79	64	95	81
C-5	58	49	88	78	159	144
C-6	222	185	118	88	32	19
D-1	112	84	76	52	60	46
D-2	197	164	145	121	125	114
D-3	87	69	120	101	155	137
D-4	82	59	106	76	60	43
D-5	126	106	125	110	174	159
D-6	98	82	187	165	166	158

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	25	41	28	43	29
A-2	80	53	80	56	78	58
A-3	122	89	118	91	116	98
A-4	161	128	157	132	154	138
A-5	202	168	198	171	195	181
A-6	249	212	242	216	238	224
B-1	25	21	55	49	135	118
B-2	57	42	146	110	64	55
B-3	186	147	26	29	51	41
B-4	245	199	205	160	0	14
B-5	192	153	75	66	145	123
B-6	0	11	127	114	159	148
C-1	238	187	158	116	25	12
C-2	157	123	188	146	54	43
C-3	83	69	58	43	106	84
C-4	195	161	79	60	95	76
C-5	58	46	88	75	159	140
C-6	222	182	118	84	32	14
D-1	112	79	76	49	60	42
D-2	197	159	145	117	125	110
D-3	87	64	120	97	155	134
D-4	82	54	106	72	60	39
D-5	126	103	125	107	174	155
D-6	98	78	187	161	166	153

技術番号 BR010028

M300 + P1 (24mm)

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム 開発者名 株式会社FLIGHTS

試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴れ 気温 3.9 °C 風速 3.3 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 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。

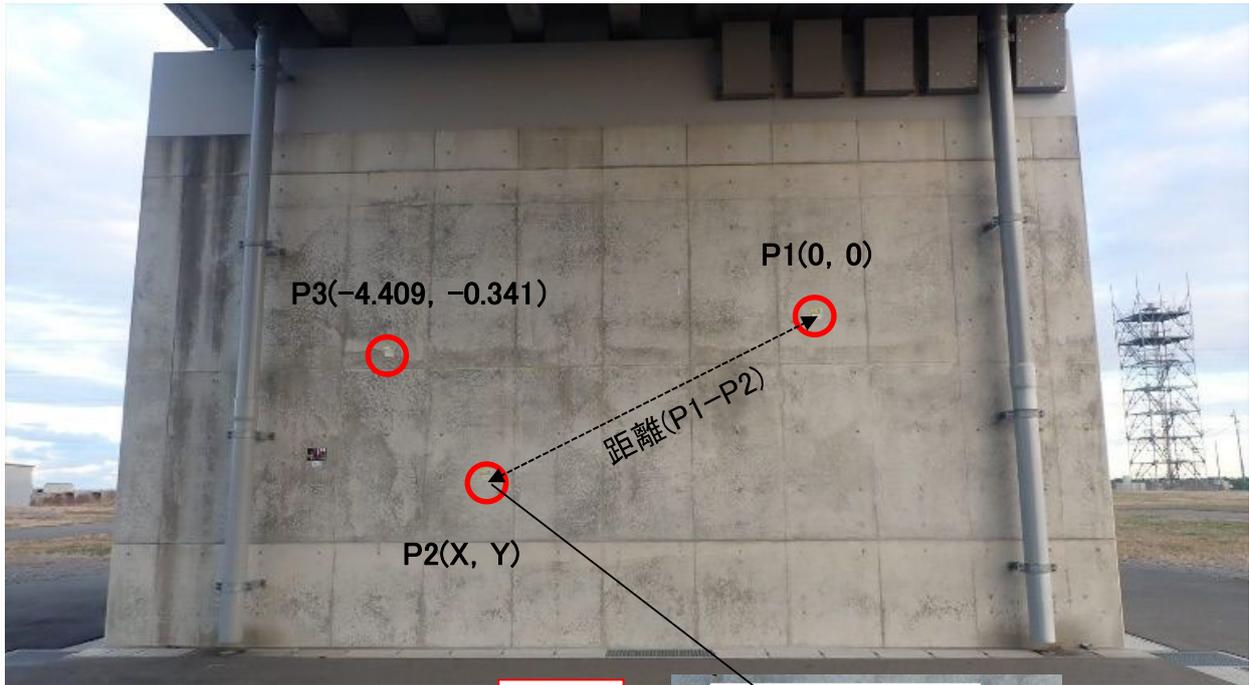


写真-1



試験方法(手順)	技術番号	BR010028
①	機器の搬入(Matrice300RTK+Zenmuse P1(24mmレンズ)、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。	

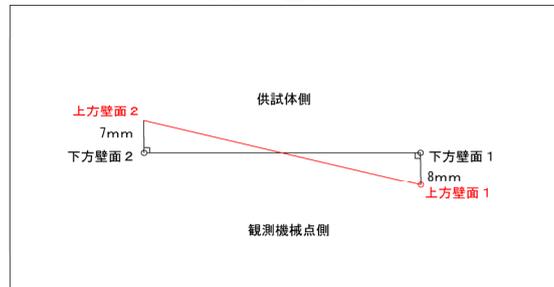
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

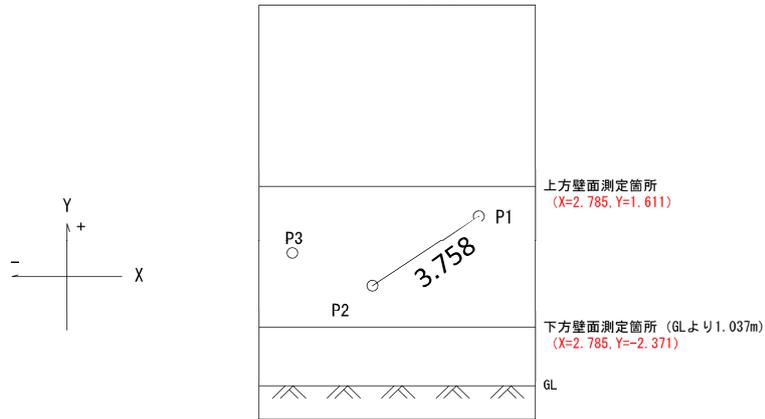
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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 Z unmuse P1 (24mmレンズ)

■被写体距離: 2.6m ■照度: 3.64~4.64 kLux ■風速: 0.0~3.1 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 24mm ■シャッター速度: オート

■絞り: オート ■ISO値: オート

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

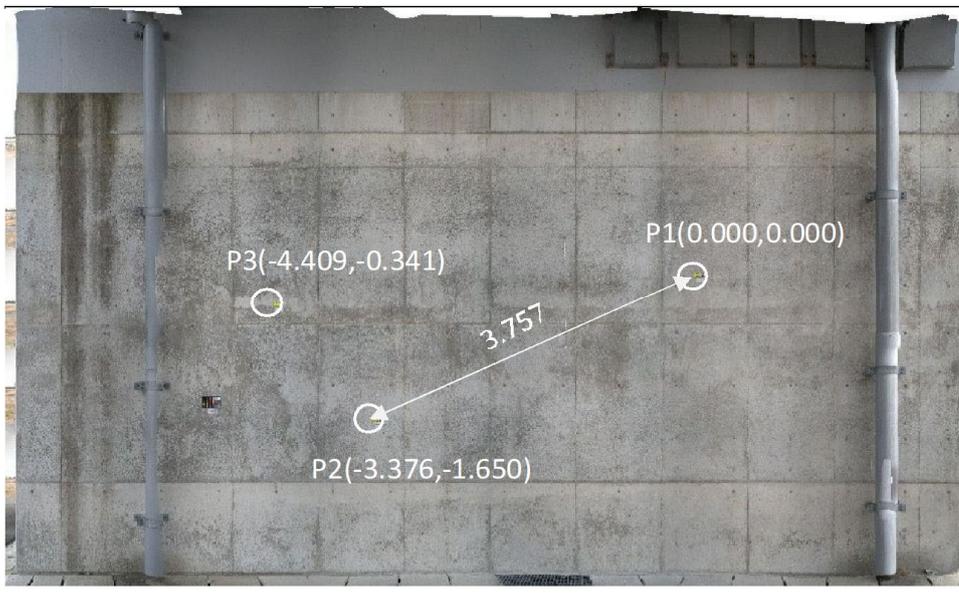


写真-6 オルソ画像

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	-3.376	-3.376	0.000	-1.651	-1.650	-0.001	3.761	3.757	99.9%
P3	-4.409	-4.409	/	-0.341	-0.341	/	/	/	/

技術番号 BR010028

M300 +P1 (24mm)

技術名 無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム 開発者名 株式会社FLIGHTS

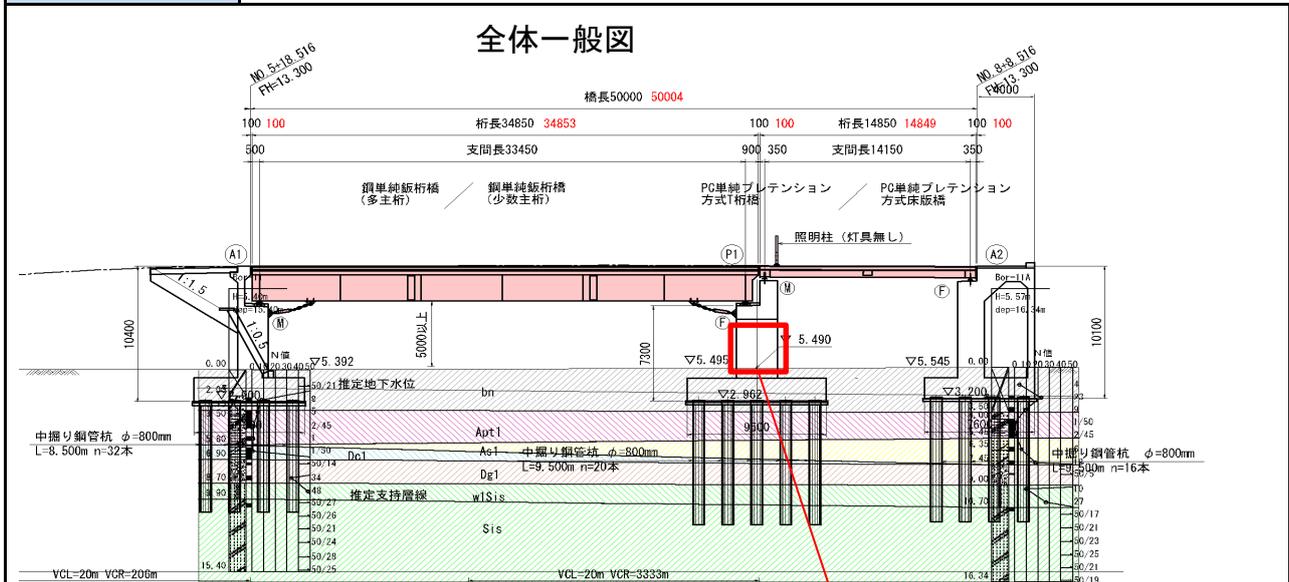
試験日 令和6年 12月 17日 天候 晴れ 気温 3.9 °C 風速 3.3 m/s

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 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)

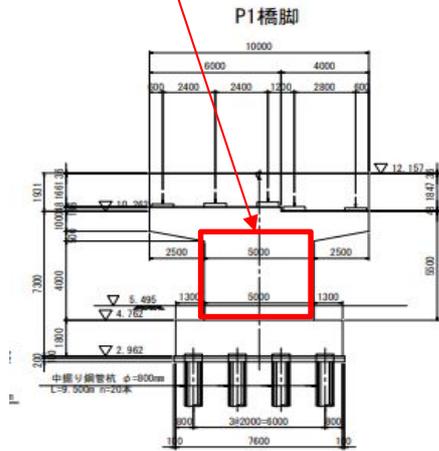
対象構造物の概要



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(Matrice300RTK+Zenmuse P1(24mmレンズ)、コントローラ)(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-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

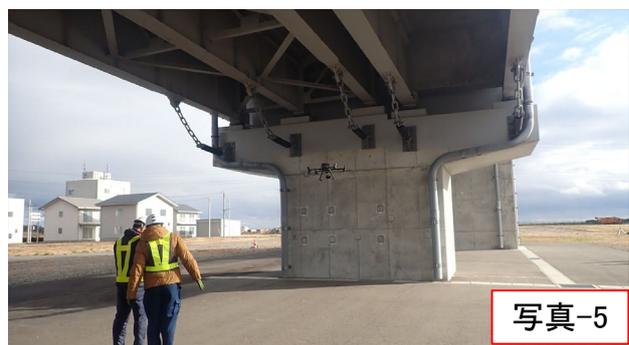


写真-5

■カメラ名称:ZENMUSE P1

■被写体距離:2.0~3.0m ■照度:3.28~4.63 kLux ■風速:0.0~3.3 m/s

■気温:6.2 °C

■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1~1/2000秒(オート)

■絞り:F2.8~F16(オート) ■ISO値:100~25600(オート)

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:8192×5460



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

P1柱部

