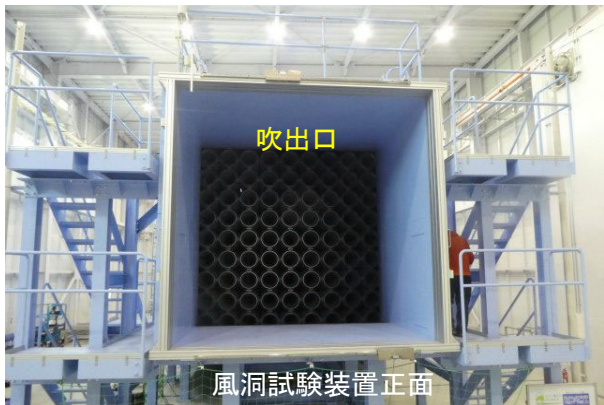
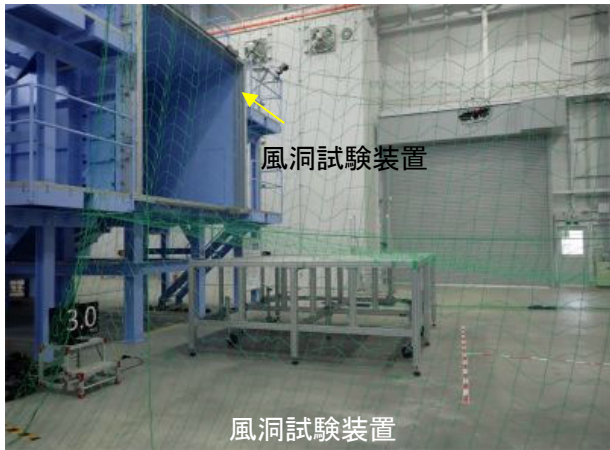


技術番号	BR010082			機種: DJI Matrice350RTK			
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術			開発者名	株式会社コードデザイン		
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴	気温	6.2 °C	風速	- m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験	

試験で確認する カタログ項目	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、正面)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

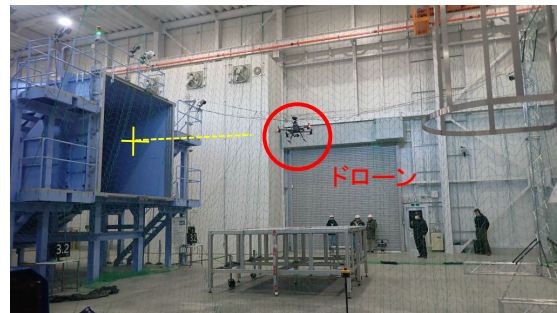


写真-2



写真-3

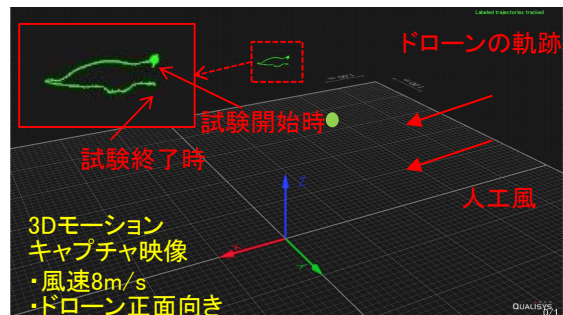


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

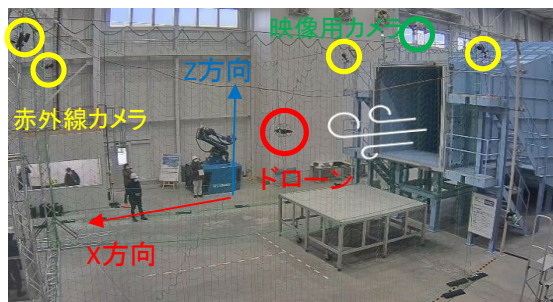


写真-5

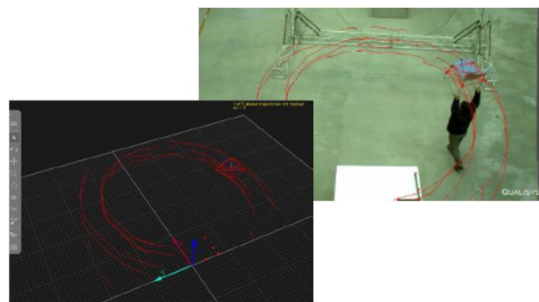


写真-6

※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)

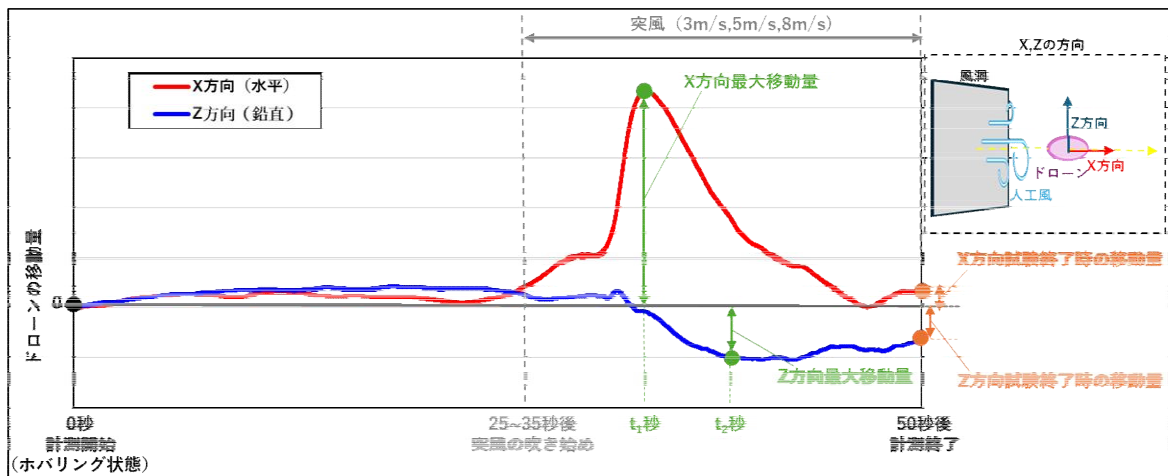


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

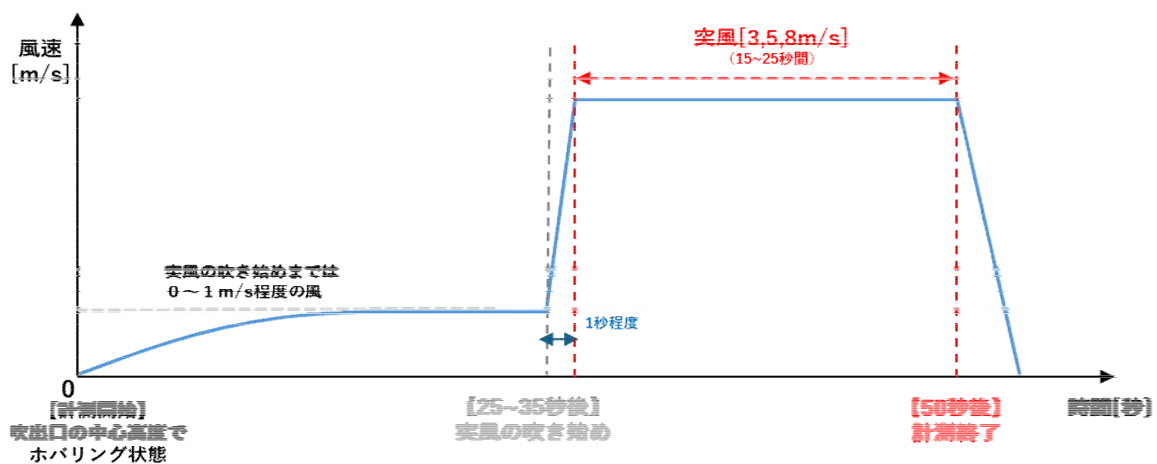


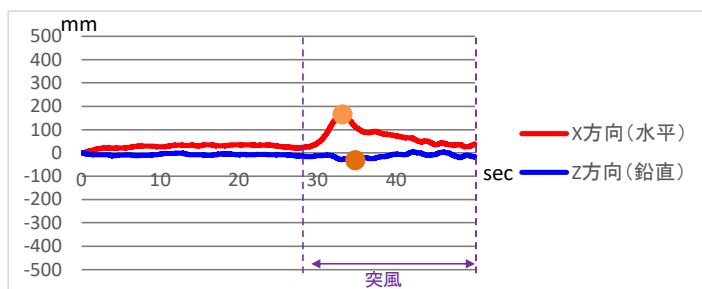
図-2

※安定性能

風速: 3.0m/s

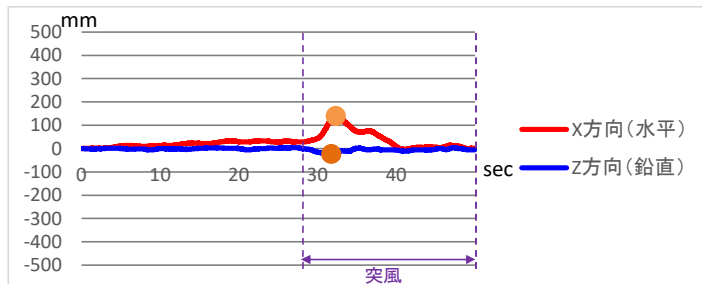
正面

水平方向 最大移動量	165 mm
試験終了時の移動量	38 mm
鉛直方向 最大移動量	31 mm
試験終了時の移動量	17 mm



側面

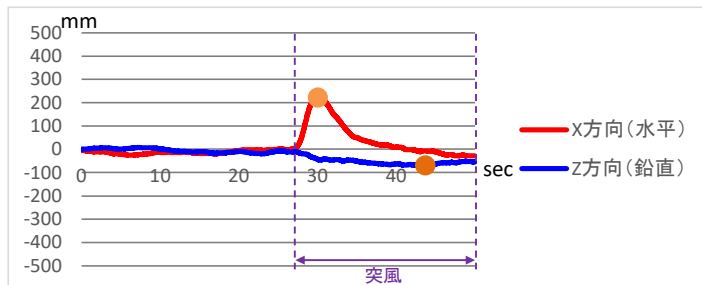
水平方向 最大移動量	141 mm
試験終了時の移動量	1 mm
鉛直方向 最大移動量	22 mm
試験終了時の移動量	5 mm



風速: 5.0m/s

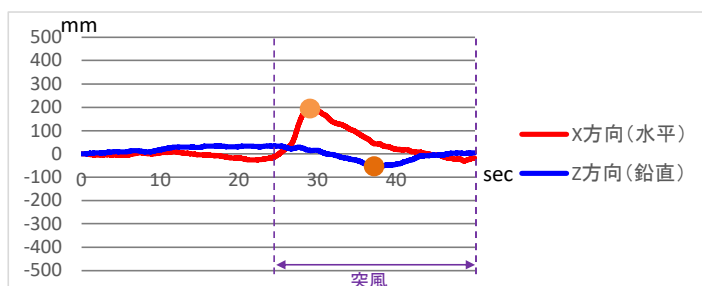
正面

水平方向 最大移動量	222 mm
試験終了時の移動量	29 mm
鉛直方向 最大移動量	69 mm
試験終了時の移動量	56 mm



側面

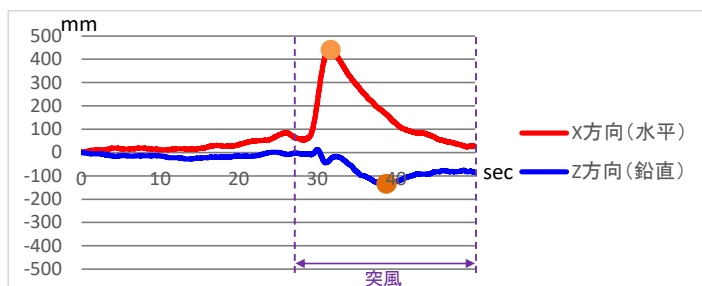
水平方向 最大移動量	196 mm
試験終了時の移動量	17 mm
鉛直方向 最大移動量	53 mm
試験終了時の移動量	4 mm



風速: 8.0m/s

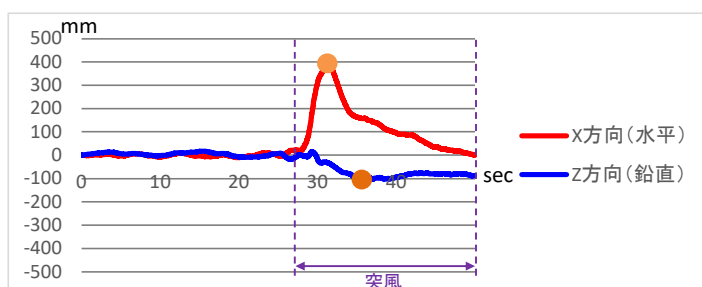
正面

水平方向 最大移動量	442 mm
試験終了時の移動量	26 mm
鉛直方向 最大移動量	133 mm
試験終了時の移動量	82 mm



側面

水平方向 最大移動量	394 mm
試験終了時の移動量	0 mm
鉛直方向 最大移動量	104 mm
試験終了時の移動量	86 mm



技術番号	BR010082			M350 +H20	
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術			開発者名	株式会社コードデザイン
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	4.4 ℃
				風速	5.6 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	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)

A photograph of the A1 bridge pier showing nine concrete panels arranged in a 3x3 grid. Each panel has a red circle marking it. The panels are labeled A-1 through A-9.

写真-1:A1橋台(9パネル)

A photograph of the P1 bridge pier showing six concrete panels arranged in a 2x3 grid. Each panel has a red circle marking it. The panels are labeled A-11 through A-16.

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))

A-2 横	A-4 斜	A-6 縦	A-8 斜	
A-1 斜	A-3 横	A-5 斜	A-7 縦	A-9 縦

A photograph showing two concrete panels, A-1 and A-15, with visible cracks. Panel A-1 is on the left and panel A-15 is on the right. Both panels have a red circle marking them.

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))

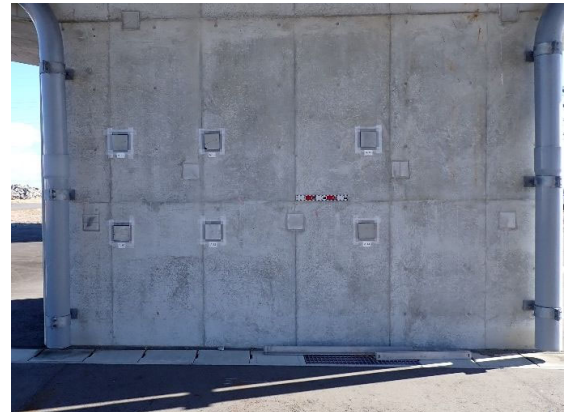
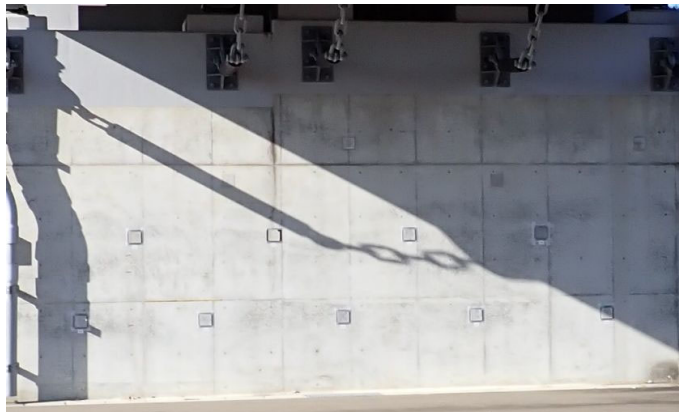
A-11 横	A-13 斜	A-15 縦
A-10 横	A-12 横	A-14 縦

試験方法(手順)	技術番号	BR010082
① 機器の搬入(Matrice350RTK+ZenmuseH20T、ライト、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。		

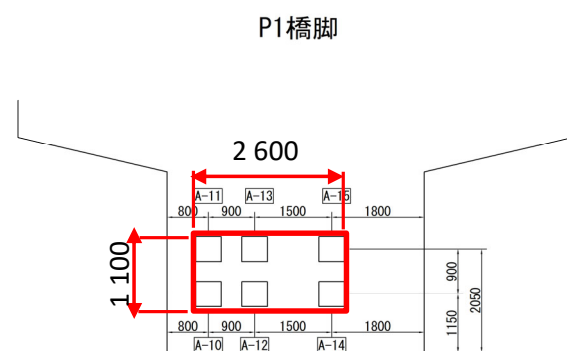
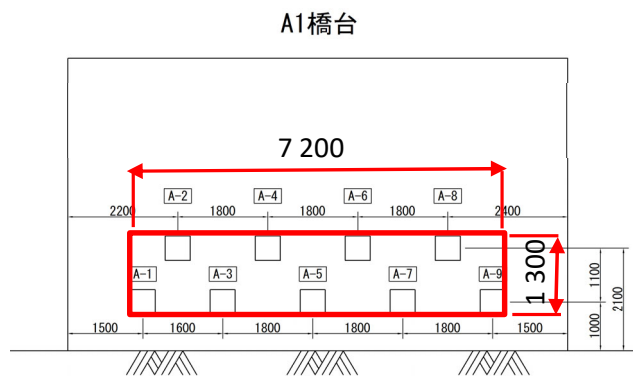
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



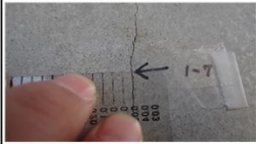
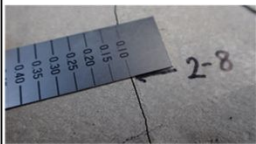
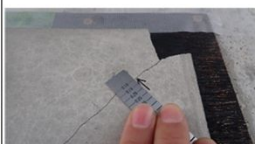
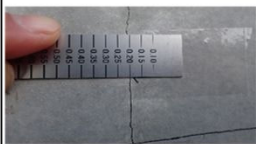
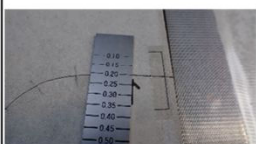
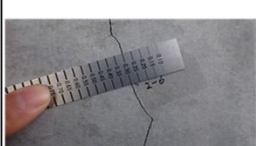
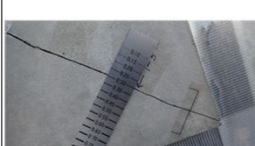
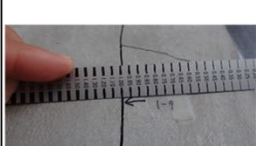
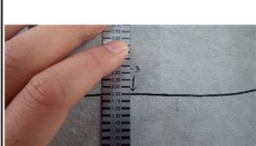
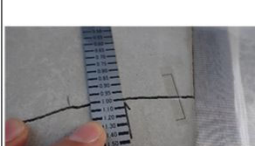
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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: 12.22m^2 、撮影時間: A1(2分42秒)、P1(3分18秒) = 6分 = 180秒(180sec)

撮影速度 = $12.22 / 180 = 0.068\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: DJI Zunmuse H20

■被写体距離: 3.0m ■照度: 4.04~45.0 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 13mm ■シャッター速度: 1/160~1/640秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

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

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	0.1	0.1	0.1

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	0.2	0.1	0.1

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	0.3	0.2	0.4

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	0.4	0.3	0.4

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	1.0	1.0	1.0

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.04mm
0.1mm	0.06mm
0.2mm	0.13mm
0.3mm	0.08mm
1.0mm	0.00mm

※色識別性能

■カメラ名称:DJI Zunmuse H20

■被写体距離:3.0m ■照度:4.04~45.0 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 13mm ■シャッター速度:1/120秒

■絞り:F5.6 ■ISO値:200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5184×3888



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	31	41	31	43	31
A-2	80	67	80	67	78	67
A-3	122	103	118	103	116	103
A-4	161	159	157	161	154	160
A-5	202	201	198	202	195	202
A-6	249	223	242	224	238	223
B-1	25	20	55	52	135	140
B-2	57	54	146	141	64	62
B-3	186	176	26	77	51	81
B-4	245	220	205	188	0	27
B-5	192	182	75	84	145	146
B-6	0	0	127	135	159	168
C-1	238	231	158	162	25	49
C-2	157	166	188	189	54	47
C-3	83	82	58	47	106	97
C-4	195	179	79	83	95	96
C-5	58	40	88	76	159	156
C-6	222	203	118	111	32	74
D-1	112	91	76	67	60	61
D-2	197	197	145	157	125	142
D-3	87	69	120	118	155	154
D-4	82	62	106	80	60	40
D-5	126	121	125	130	174	177
D-6	98	92	187	189	166	177

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	13	41	13	43	13
A-2	80	39	80	39	78	41
A-3	122	74	118	75	116	77
A-4	161	134	157	135	154	137
A-5	202	184	198	185	195	189
A-6	249	214	242	215	238	217
B-1	25	9	55	26	135	106
B-2	57	34	146	116	64	42
B-3	186	150	26	50	51	52
B-4	245	214	205	170	0	21
B-5	192	158	75	55	145	118
B-6	0	11	127	101	159	138
C-1	238	220	158	129	25	21
C-2	157	140	188	167	54	27
C-3	83	53	58	25	106	63
C-4	195	155	79	58	95	67
C-5	58	20	88	46	159	123
C-6	222	181	118	82	32	49
D-1	112	51	76	33	60	29
D-2	197	178	145	129	125	114
D-3	87	35	120	78	155	120
D-4	82	37	106	50	60	24
D-5	126	92	125	102	174	155
D-6	98	57	187	165	166	149

※色識別性能

■カメラ名称: DJI Z unmuse H20

■被写体距離: 3.0m ■照度: 5.27~9.52 kLux ■風速: 0.0~6.4 m/s

■気温: 4.7 °C

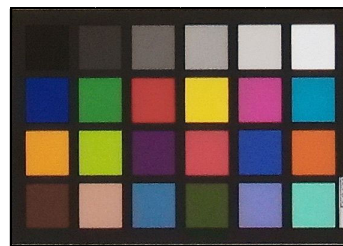
■焦点距離: 13mm ■シャッター速度: 1/500秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

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



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	31	41	27	43	22
A-2	80	51	80	46	78	40
A-3	122	102	118	92	116	88
A-4	161	162	157	157	154	155
A-5	202	203	198	198	195	196
A-6	249	224	242	224	238	224
B-1	25	16	55	38	135	116
B-2	57	51	146	133	64	55
B-3	186	185	26	67	51	62
B-4	245	226	205	200	0	42
B-5	192	195	75	69	145	137
B-6	0	0	127	139	159	173
C-1	238	227	158	153	25	43
C-2	157	165	188	188	54	22
C-3	83	77	58	32	106	76
C-4	195	196	79	76	95	82
C-5	58	43	88	71	159	154
C-6	222	216	118	109	32	53
D-1	112	79	76	49	60	40
D-2	197	192	145	145	125	122
D-3	87	58	120	111	155	152
D-4	82	62	106	75	60	32
D-5	126	107	125	118	174	181
D-6	98	100	187	197	166	181

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	24	41	24	43	24
A-2	80	39	80	41	78	40
A-3	122	76	118	78	116	77
A-4	161	143	157	147	154	151
A-5	202	182	198	187	195	191
A-6	249	213	242	218	238	222
B-1	25	16	55	29	135	105
B-2	57	32	146	113	64	46
B-3	186	157	26	51	51	53
B-4	245	217	205	188	0	35
B-5	192	175	75	54	145	131
B-6	0	6	127	122	159	169
C-1	238	212	158	132	25	35
C-2	157	133	188	177	54	22
C-3	83	53	58	26	106	67
C-4	195	179	79	63	95	73
C-5	58	25	88	50	159	142
C-6	222	198	118	86	32	46
D-1	112	58	76	40	60	38
D-2	197	180	145	126	125	108
D-3	87	38	120	88	155	141
D-4	82	44	106	60	60	34
D-5	126	87	125	104	174	184
D-6	98	76	187	191	166	176

技術番号	BR010082
------	----------

M350 +H20

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	4.4 °C	風速	5.6 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	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ーP2間の距離を計測する。

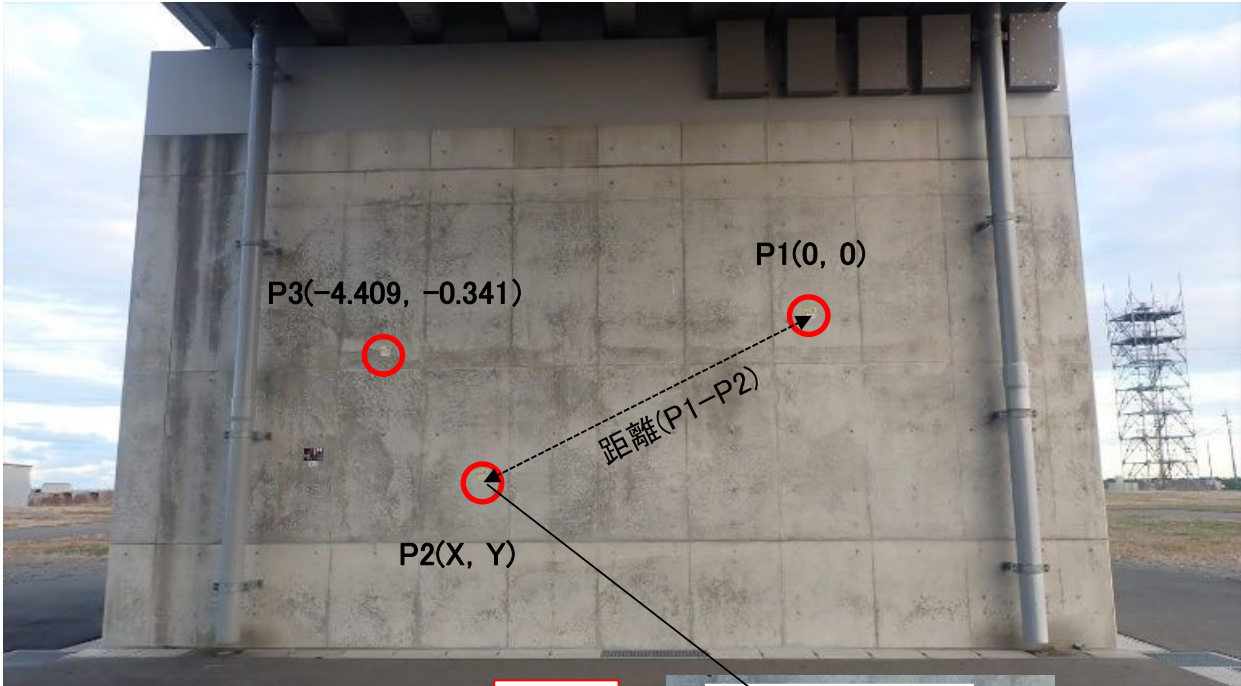


写真-1



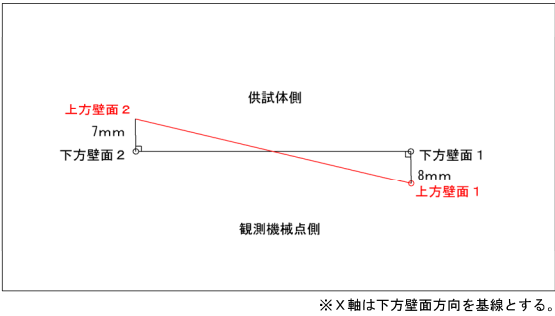
試験方法(手順)	技術番号	BR010082
①	機器の搬入(Matrice350RTK+ZenmuseH20T、ライト、コントローラ)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

開発者による計測機器の設置状況	
 写真-2	 写真-3
 写真-4	 写真-5

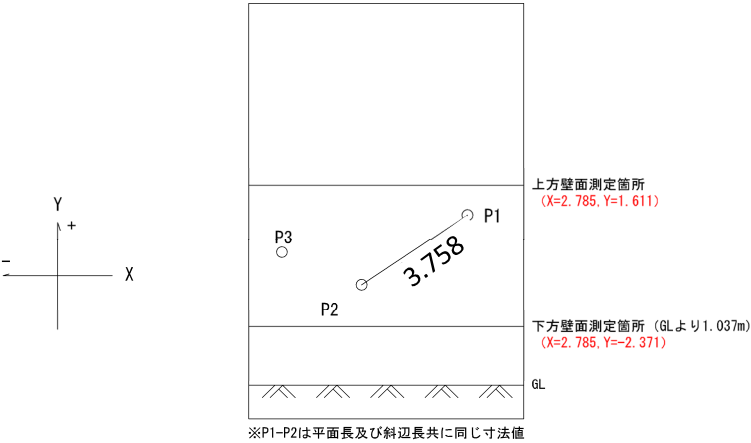
※長さ計測精度/位置精度

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



コンクリート壁側面図



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 Zuncuse H20

■被写体距離: 3.0m ■照度: 4.04~45.0 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 13mm ■シャッター速度: 1/160~1/640秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

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

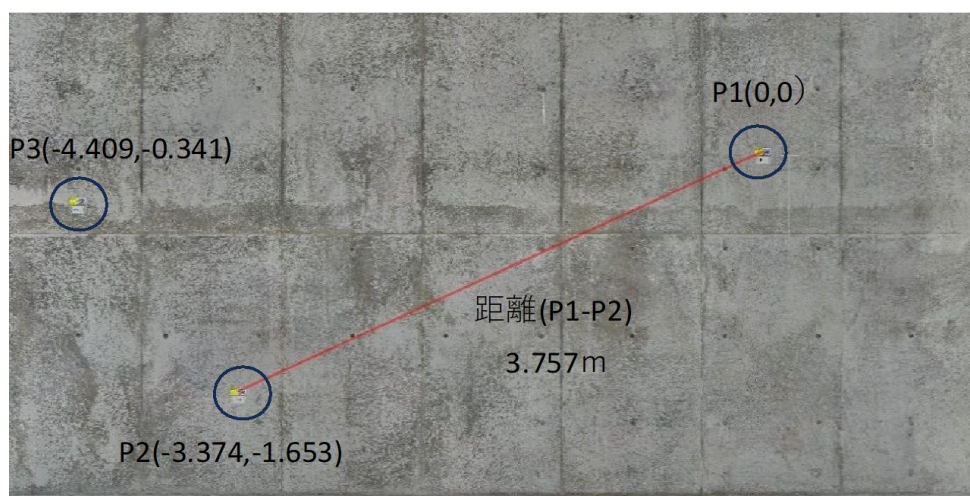


写真-6 オルソ画像

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	-3.374	-0.002	-1.651	-1.653	0.002	3.761	3.757	99.9%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010082
------	----------

M350 +H20

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

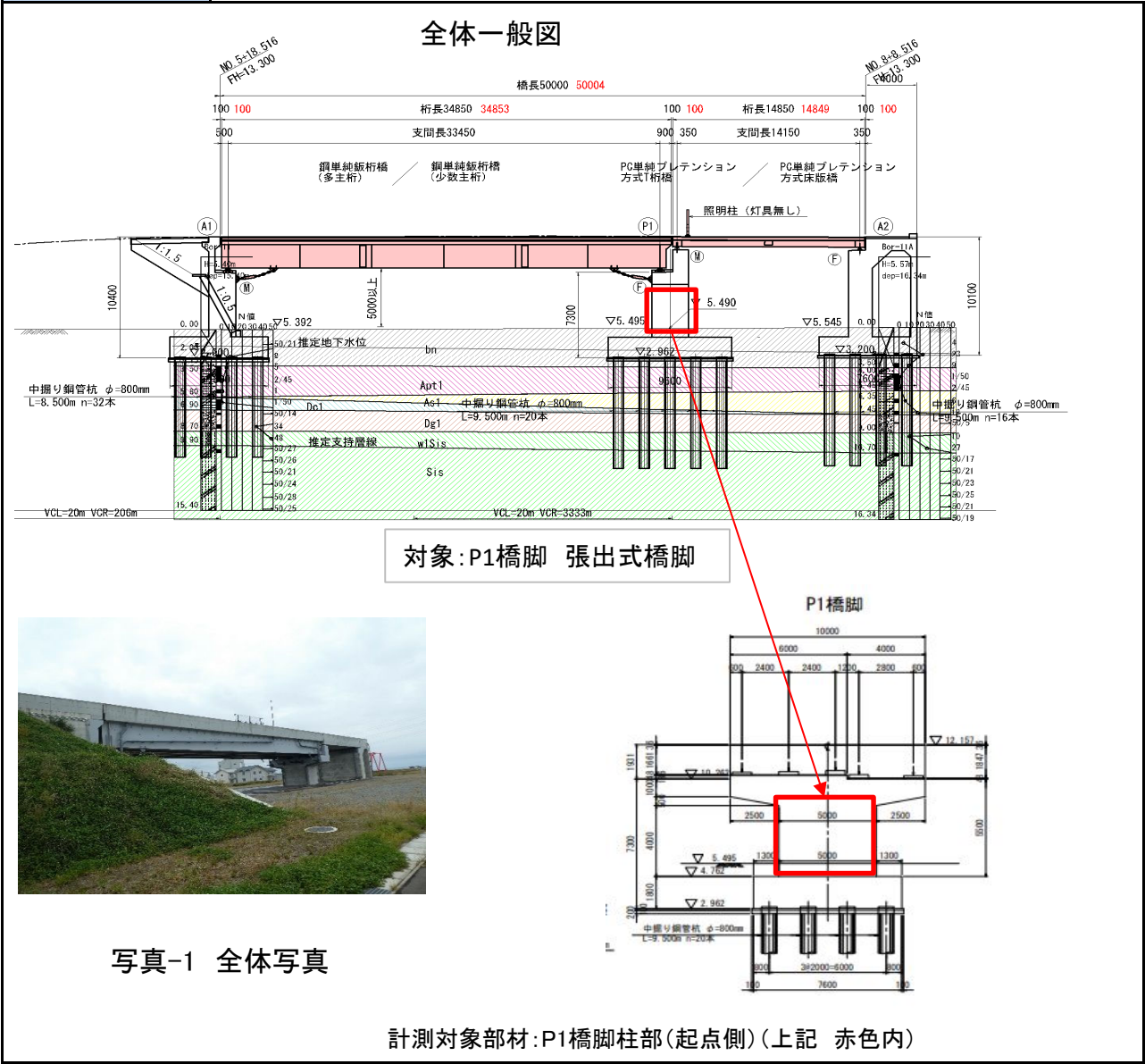
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	4.4	℃	風速	5.6	m/s
-----	----------------	----	----	----	-----	---	----	-----	-----

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	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



- ① 機器の搬入(Matrice350RTK+ZenmuseH20T、ライト、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

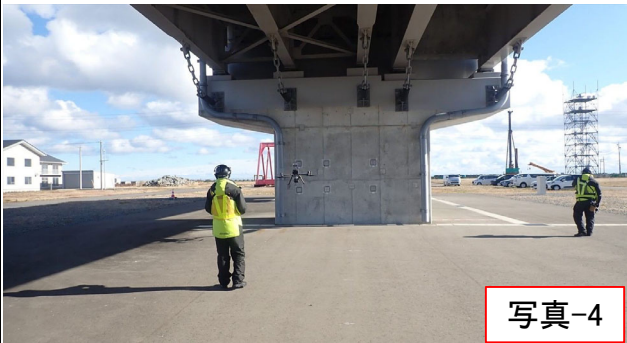


写真-4



写真-5

■カメラ名称:DJI Zunmuse H20

■被写体距離:3.0m ■照度:4.04~45.0 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 13mm ■シャッター速度:1/120秒

■絞り:F5.6 ■ISO値:200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5184×3888

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



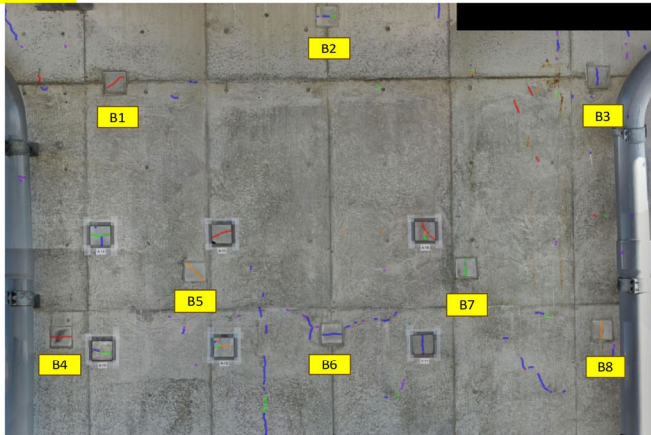
写真-6

※撮影した画像(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

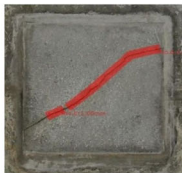
計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ

M350+H20

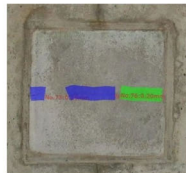


ひび幅分類設定

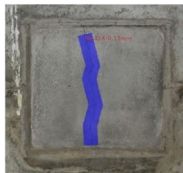
ひび幅		ひび色	
	0.10	ミリメートル未満	#8000FF
0.10	～ 0.20	ミリメートル未満	#0000FF
0.20	～ 0.30	ミリメートル未満	#00FF00
0.30	～ 0.40	ミリメートル未満	#FF8000
0.40		ミリメートル以上	#FF0000



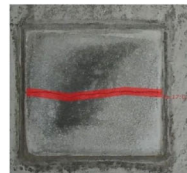
B1_0.59mm



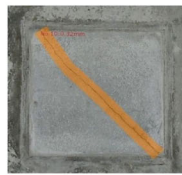
B2_0.15mm・0.2mm



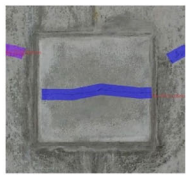
B3_0.11mm



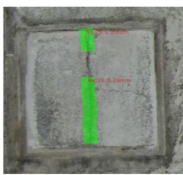
B4_0.53mm



B5_0.32mm



B6_0.16mm



B7_0.20mm



B8_0.32mm

技術番号	BR010082
------	----------

M350 +P1

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	3.5 °C	風速	4.7 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)

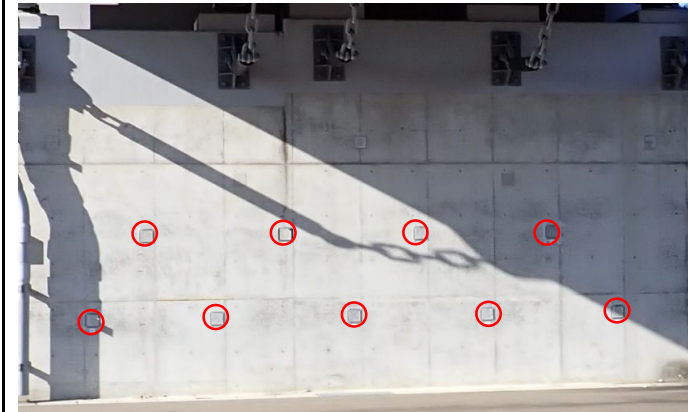


写真-1: A1橋台 (9パネル)

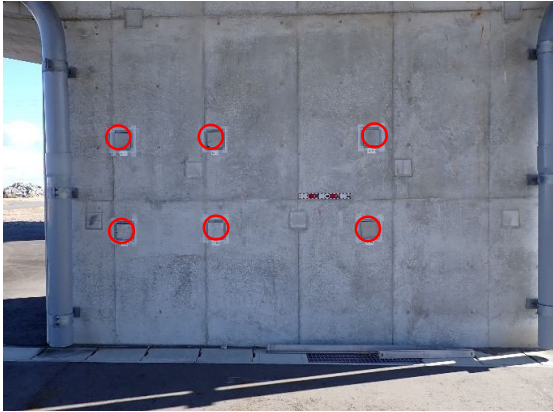


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台 (正面左からの配置(写真-1))

A1橋台（正面左からの配置（写真-1））

A-2 横	A-4 斜	A-6 縦	A-8 斜	
A-1 斜	A-3 横	A-5 斜	A-7 縦	A-9 縦

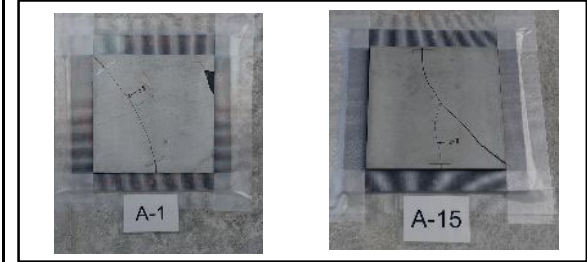


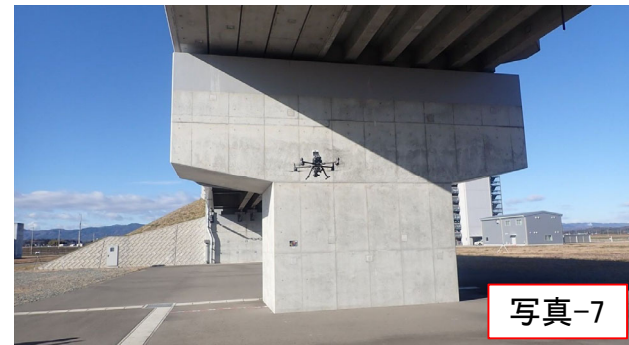
写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚 (正面左からの配置(写真-2))

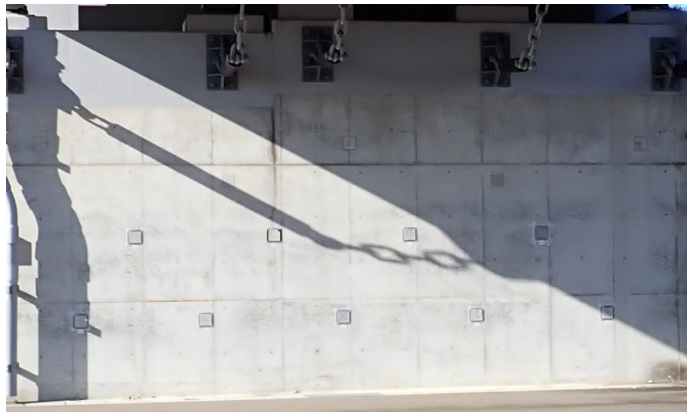
A-11 横	A-13 斜	A-15 縦
A-10 横	A-12 横	A-14 縦

試験方法(手順)	技術番号	BR010082
① 機器の搬入(Matrice350RTK+Zenmuse P1、ライト、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。		

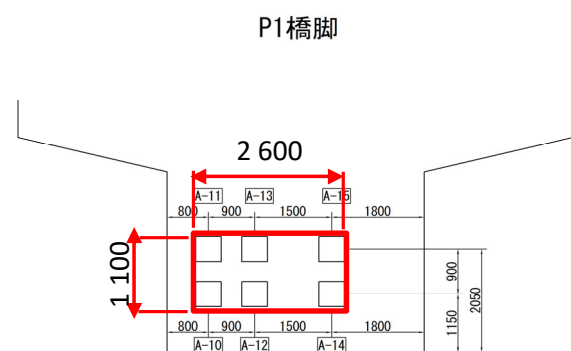
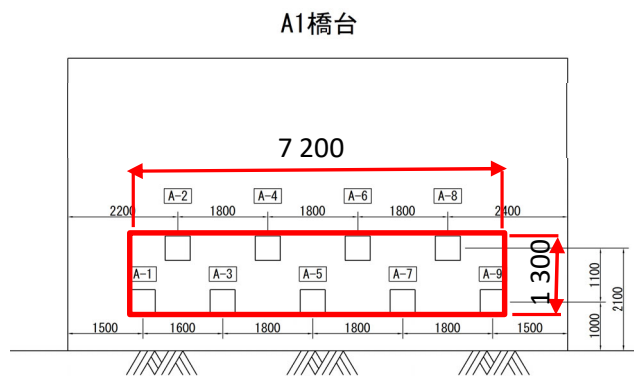
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



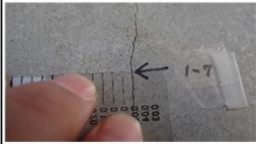
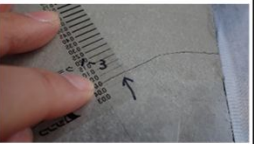
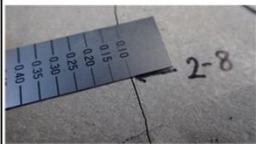
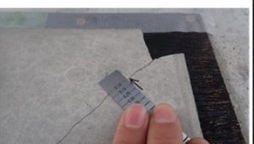
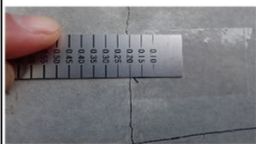
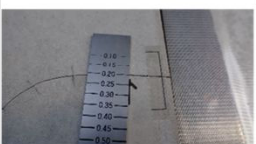
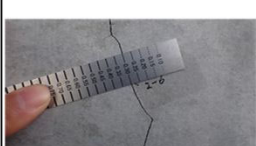
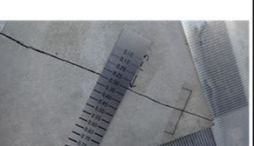
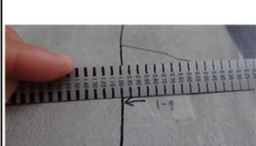
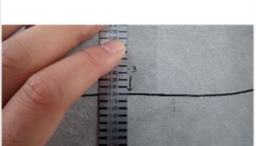
撮影面積(7.2×1.3+2.6×1.1=12.22m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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: 12.22m^2 、撮影時間: A1(2分30秒)、P1(1分42秒) = 4分12秒 = 252秒(252sec)

撮影速度 = $12.22 / 252 = 0.048\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: DJI Zunmuse P1

■被写体距離: 2.0m ■照度: 3.93~52.1 kLux ■風速: 0.0~4.7 m/s

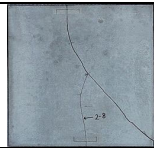
■気温: 3.5 °C

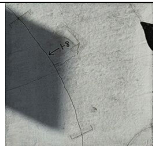
■焦点距離: 50mm ■シャッター速度: 1/640~1/1000秒

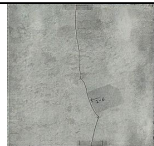
■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■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	0.1	0.1	0.1

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	0.2	0.2	0.2

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	0.2	0.3	0.3

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	0.3	0.4	0.4

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	1.0	1.0	1.1

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.05mm
0.1mm	0.09mm
0.2mm	0.08mm
0.3mm	0.08mm
1.0mm	0.06mm

※色識別性能

■カメラ名称: DJI Z unmuse P1

■被写体距離: 2.0m ■照度: 31.3~58.0 kLux ■風速: 0.0~4.8 m/s

■気温: 3.6 °C

■焦点距離: 50mm ■シャッター速度: 1/725~1/1000秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■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	23	41	23	43	23
A-2	80	54	80	54	78	51
A-3	122	97	118	97	116	94
A-4	161	163	157	167	154	166
A-5	202	201	198	202	195	200
A-6	249	223	242	224	238	221
B-1	25	33	55	56	135	146
B-2	57	57	146	140	64	63
B-3	186	173	26	0	51	19
B-4	245	220	205	193	0	44
B-5	192	167	75	44	145	107
B-6	0	5	127	133	159	168
C-1	238	211	158	148	25	16
C-2	157	163	188	180	54	57
C-3	83	71	58	36	106	75
C-4	195	187	79	27	95	72
C-5	58	48	88	84	159	161
C-6	222	198	118	60	32	8
D-1	112	87	76	45	60	28
D-2	197	194	145	146	125	121
D-3	87	66	120	113	155	152
D-4	82	57	106	72	60	36
D-5	126	115	125	123	174	177
D-6	98	98	187	190	166	179

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	24	41	24	43	24
A-2	80	42	80	42	78	40
A-3	122	72	118	72	116	70
A-4	161	125	157	127	154	126
A-5	202	168	198	170	195	167
A-6	249	202	242	204	238	199
B-1	25	28	55	41	135	104
B-2	57	42	146	101	64	45
B-3	186	137	26	8	51	20
B-4	245	193	205	155	0	28
B-5	192	133	75	38	145	82
B-6	0	11	127	95	159	131
C-1	238	185	158	112	25	17
C-2	157	128	188	146	54	44
C-3	83	52	58	29	106	55
C-4	195	148	79	17	95	48
C-5	58	32	88	56	159	118
C-6	222	163	118	42	32	11
D-1	112	66	76	36	60	26
D-2	197	162	145	111	125	90
D-3	87	47	120	80	155	115
D-4	82	41	106	51	60	27
D-5	126	84	125	92	174	141
D-6	98	71	187	153	166	141

※色識別性能

■カメラ名称: DJI Z unmuse P1

■被写体距離: 3.0m ■照度: 5.26~7.96 kLux ■風速: 0.0~4.8 m/s

■気温: 3.6 °C

■焦点距離: 50mm ■シャッター速度: 1/500~1/725秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 200

■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	38	41	40	43	35
A-2	80	67	80	63	78	60
A-3	122	119	118	114	116	111
A-4	161	170	157	176	154	179
A-5	202	204	198	210	195	213
A-6	249	227	242	231	238	234
B-1	25	35	55	57	135	146
B-2	57	61	146	141	64	63
B-3	186	176	26	13	51	29
B-4	245	222	205	199	0	55
B-5	192	189	75	63	145	146
B-6	0	2	127	153	159	187
C-1	238	215	158	145	25	43
C-2	157	161	188	187	54	67
C-3	83	94	58	50	106	96
C-4	195	192	79	50	95	69
C-5	58	35	88	96	159	186
C-6	222	214	118	90	32	38
D-1	112	90	76	55	60	49
D-2	197	196	145	156	125	139
D-3	87	69	120	127	155	169
D-4	82	76	106	85	60	92
D-5	126	127	125	141	174	196
D-6	98	111	187	206	166	200

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	59	41	63	43	66
A-2	80	73	80	76	78	81
A-3	122	97	118	103	116	115
A-4	161	129	157	146	154	164
A-5	202	170	198	189	195	206
A-6	249	208	242	227	238	241
B-1	25	55	55	70	135	139
B-2	57	70	146	125	64	85
B-3	186	136	26	44	51	57
B-4	245	195	205	171	0	73
B-5	192	150	75	74	145	139
B-6	0	42	127	130	159	176
C-1	238	185	158	124	25	67
C-2	157	127	188	163	54	89
C-3	83	81	58	64	106	100
C-4	195	153	79	67	95	88
C-5	58	52	88	89	159	170
C-6	222	177	118	81	32	57
D-1	112	83	76	68	60	71
D-2	197	157	145	131	125	132
D-3	87	73	120	114	155	160
D-4	82	80	106	90	60	79
D-5	126	100	125	121	174	184
D-6	98	86	187	179	166	184

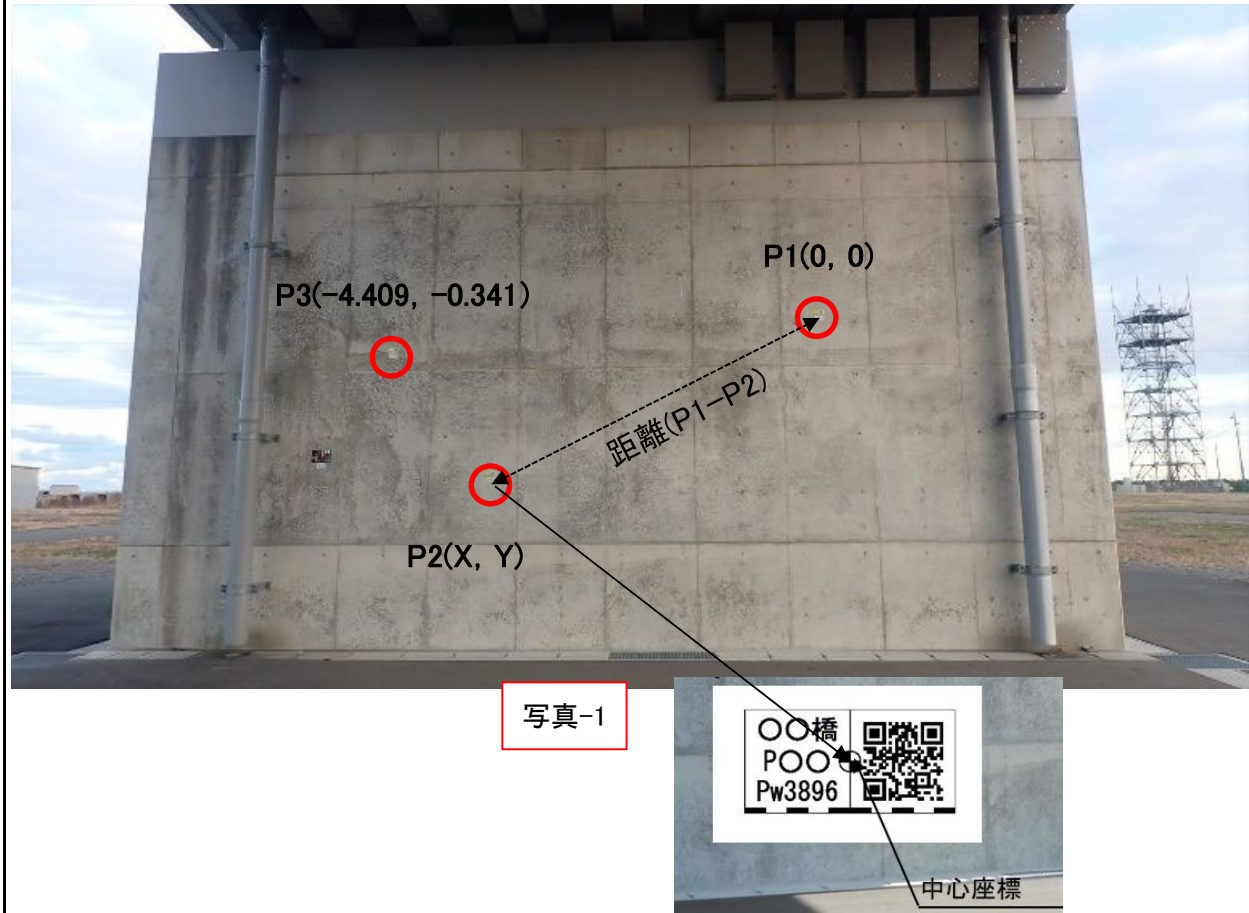
技術番号	BR010082				M350 +P1				
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術				開発者名	株式会社コードデザイン			
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	3.5	℃	風速	4.7	m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド								
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ		試験区分	標準試験		

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ーP2間の距離を計測する。



- ① 機器の搬入(Matrice350RTK+Zenmuse P1、ライト、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



写真-2

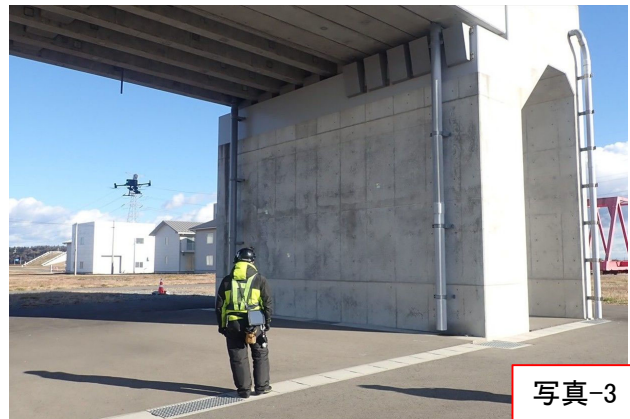


写真-3



写真-4

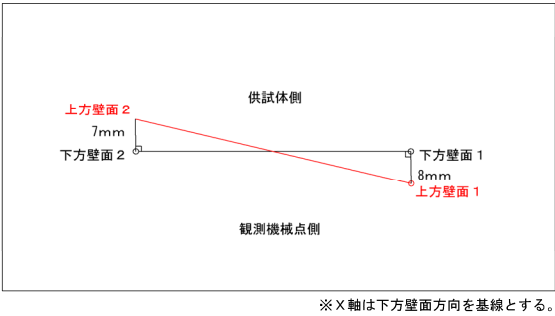


写真-5

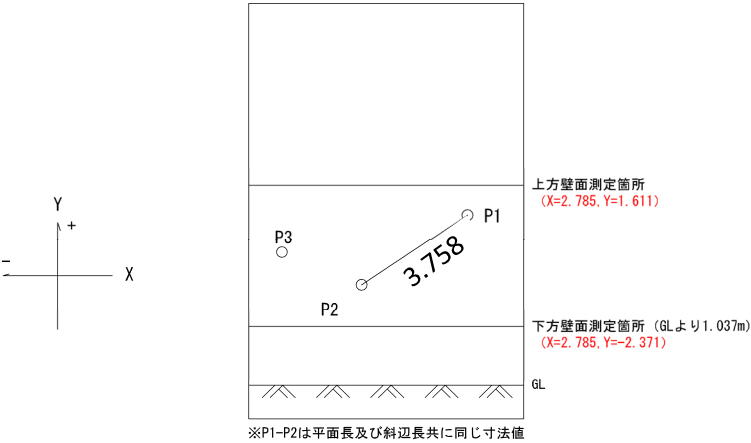
※長さ計測精度/位置精度

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



コンクリート壁側面図



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 Zuncuse P1

■被写体距離: 3.0m ■照度: 5.26~7.96 kLux ■風速: 0.0~4.8 m/s

■気温: 3.6 °C

■焦点距離: 50mm ■シャッター速度: 1/500~1/725秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 200

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

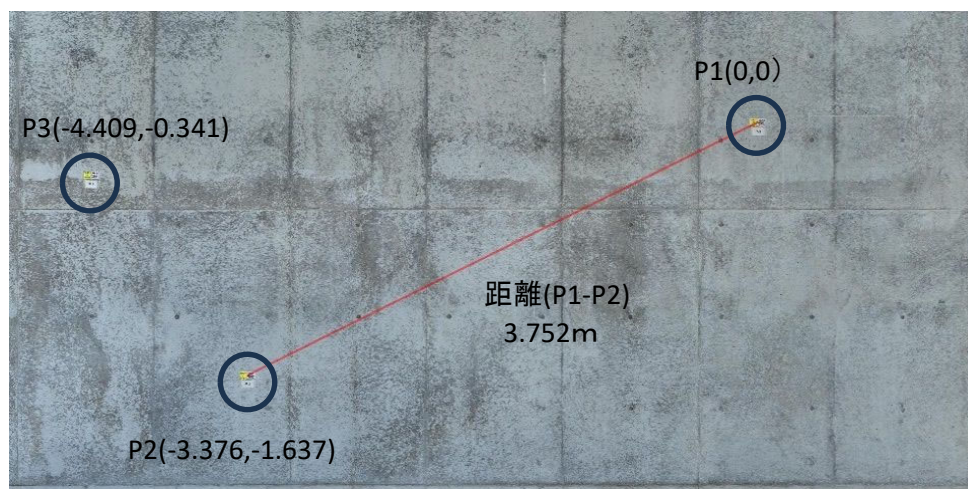


写真-6 オルソ画像

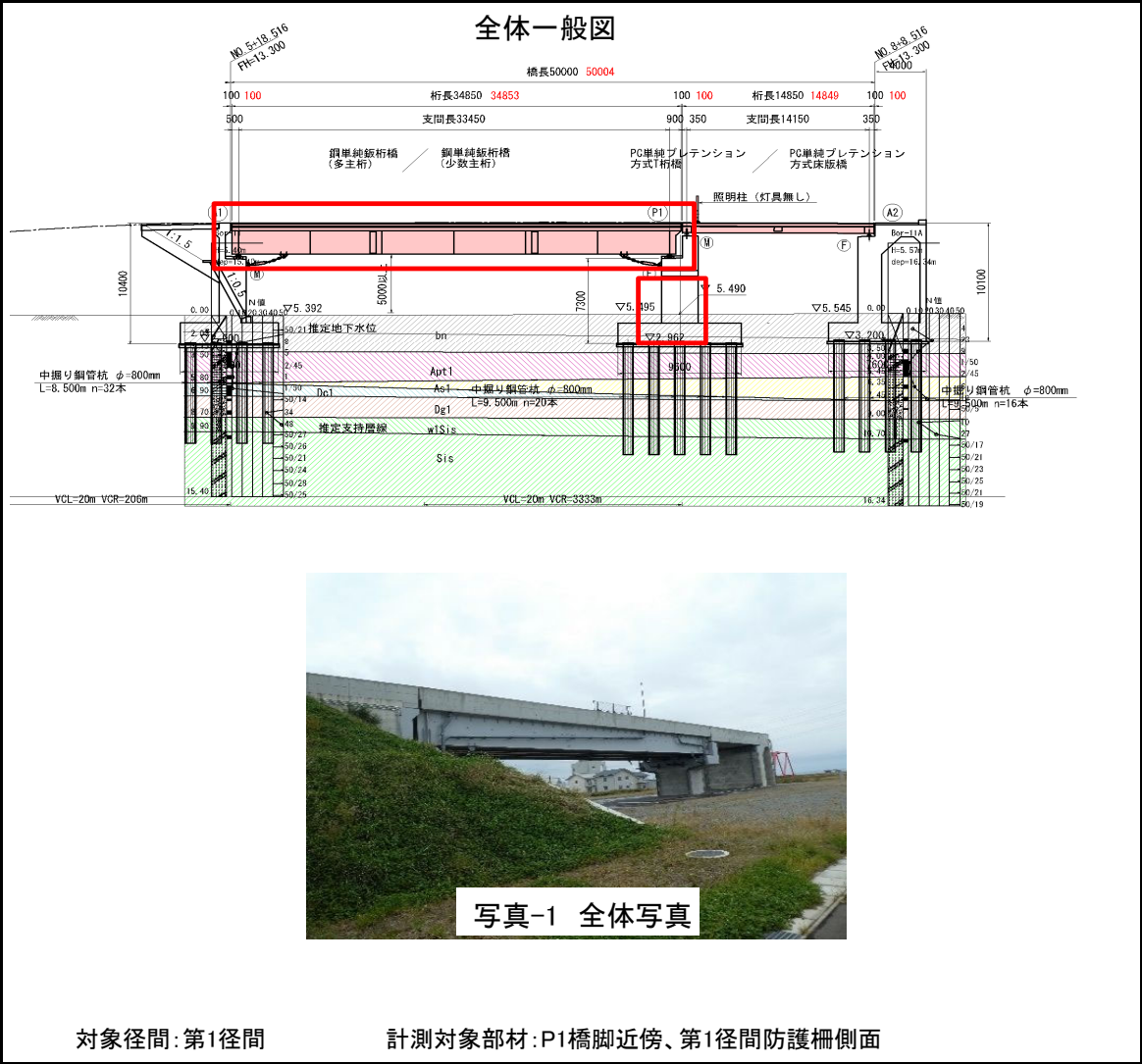
コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			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	-1.637	-0.014	3.761	3.752	99.8%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010082			M350 +P1		
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術			開発者名	株式会社コードデザイン	
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	3.5 ℃	風速 4.7 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



試験方法(手順)	技術番号	BR010082
① 機器の搬入(Matrice350RTK+Zenmuse P1、ライト、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

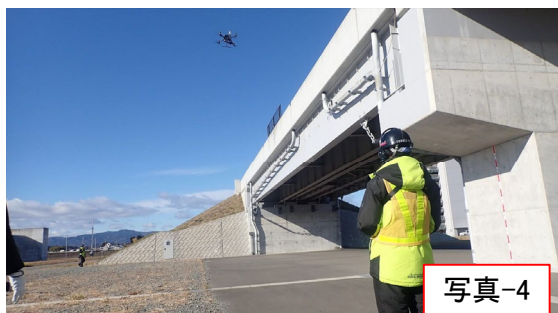


写真-4



写真-5

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離:0.8m

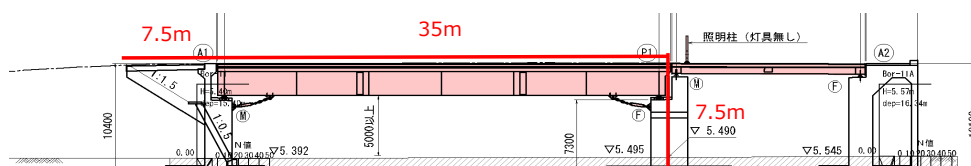
風速:2.2m/s

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))

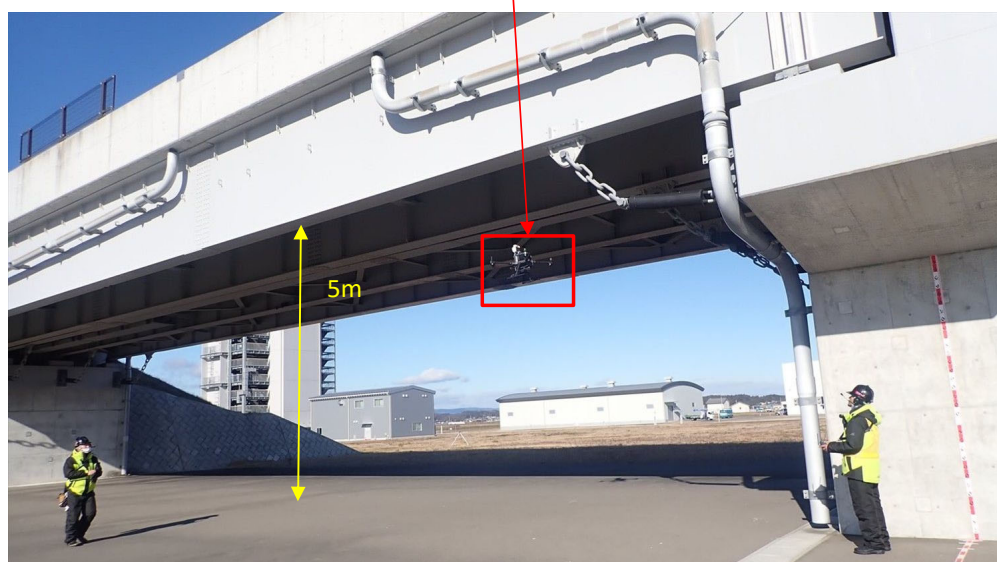


※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 2.2m/s

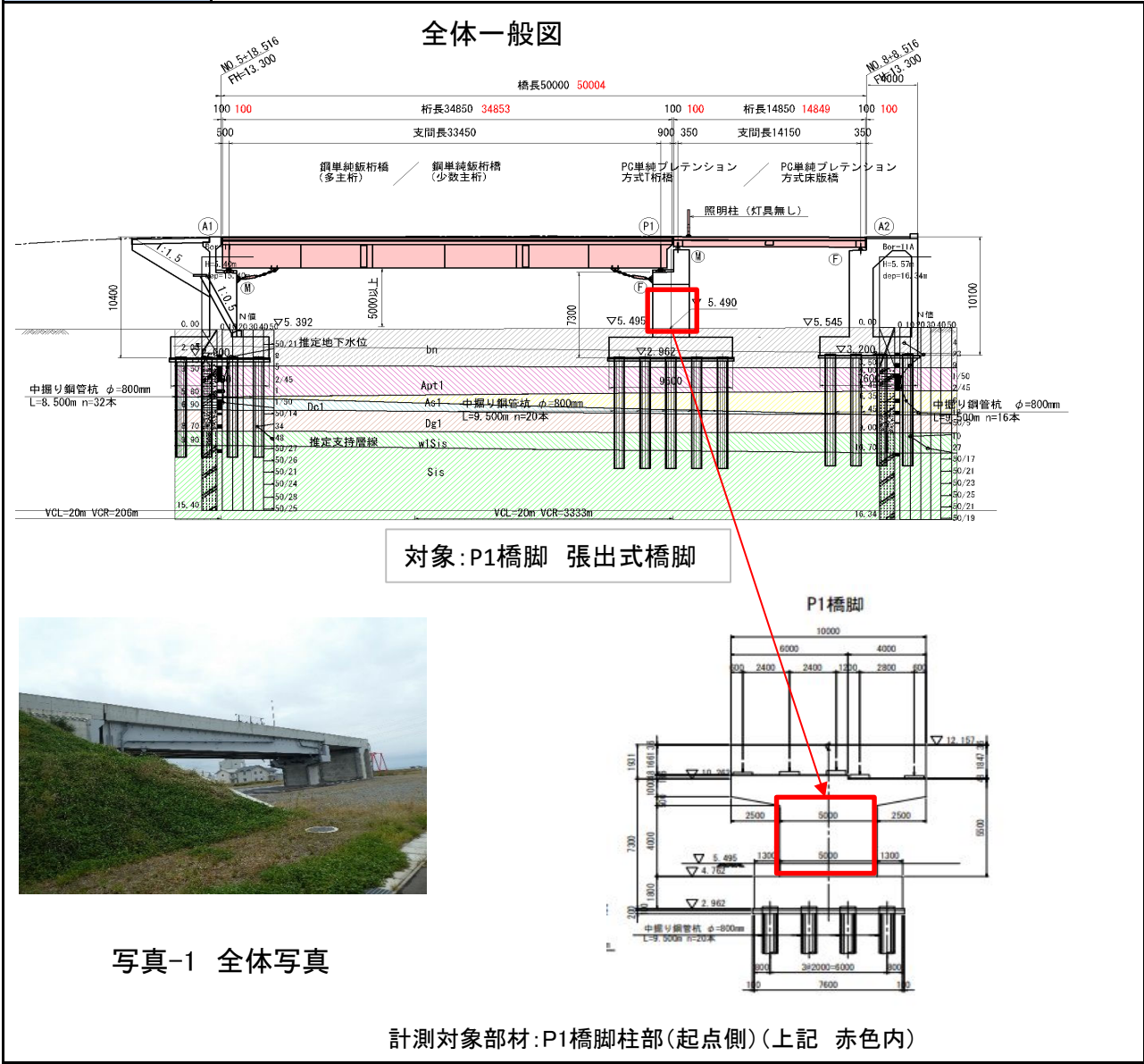
桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号	BR010082				M350 +P1				
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術				開発者名	株式会社コードデザイン			
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ		気温	3.5	℃	風速	4.7 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		

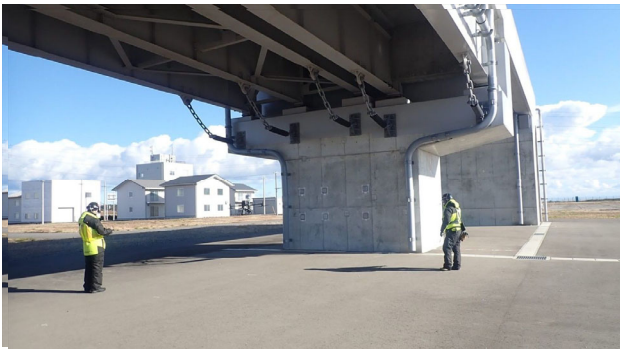
試験で確認する カタログ項目	動作確認(精度以外)
-------------------	------------

対象構造物の概要



- ① 機器の搬入(Matrice350RTK+Zenmuse P1、ライト、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



■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

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



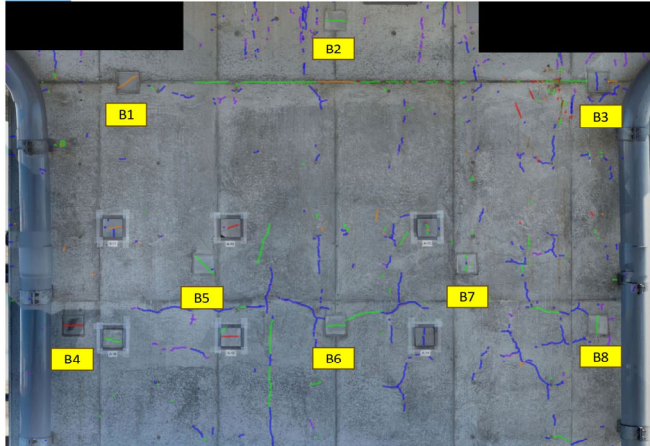
写真-6

※撮影した画像(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

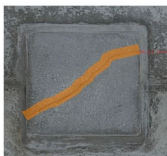
計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ

M350 + P1

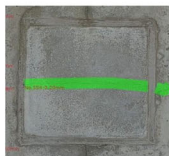


ひび幅分類設定

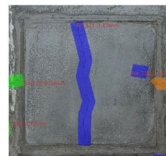
ひび幅		ひび色	
	0.10	ミリメートル未満	#8000FF
0.10	～ 0.20	ミリメートル未満	#0000FF
0.20	～ 0.30	ミリメートル未満	#00FF00
0.30	～ 0.40	ミリメートル未満	#FF8000
0.40		ミリメートル以上	#FF0000



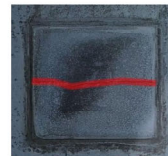
B1_0.34mm



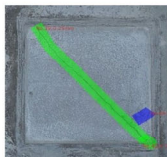
B2_0.20mm



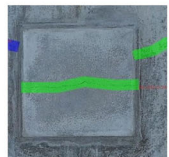
B3_0.15mm



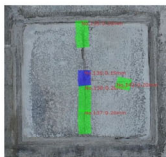
B4_0.44mm



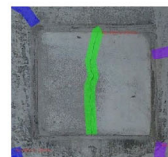
B5_0.25mm



B6_0.24mm



B7_0.15mm・0.20mm



B8_0.29mm

技術番号	BR010082
------	----------

M350 +P1

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

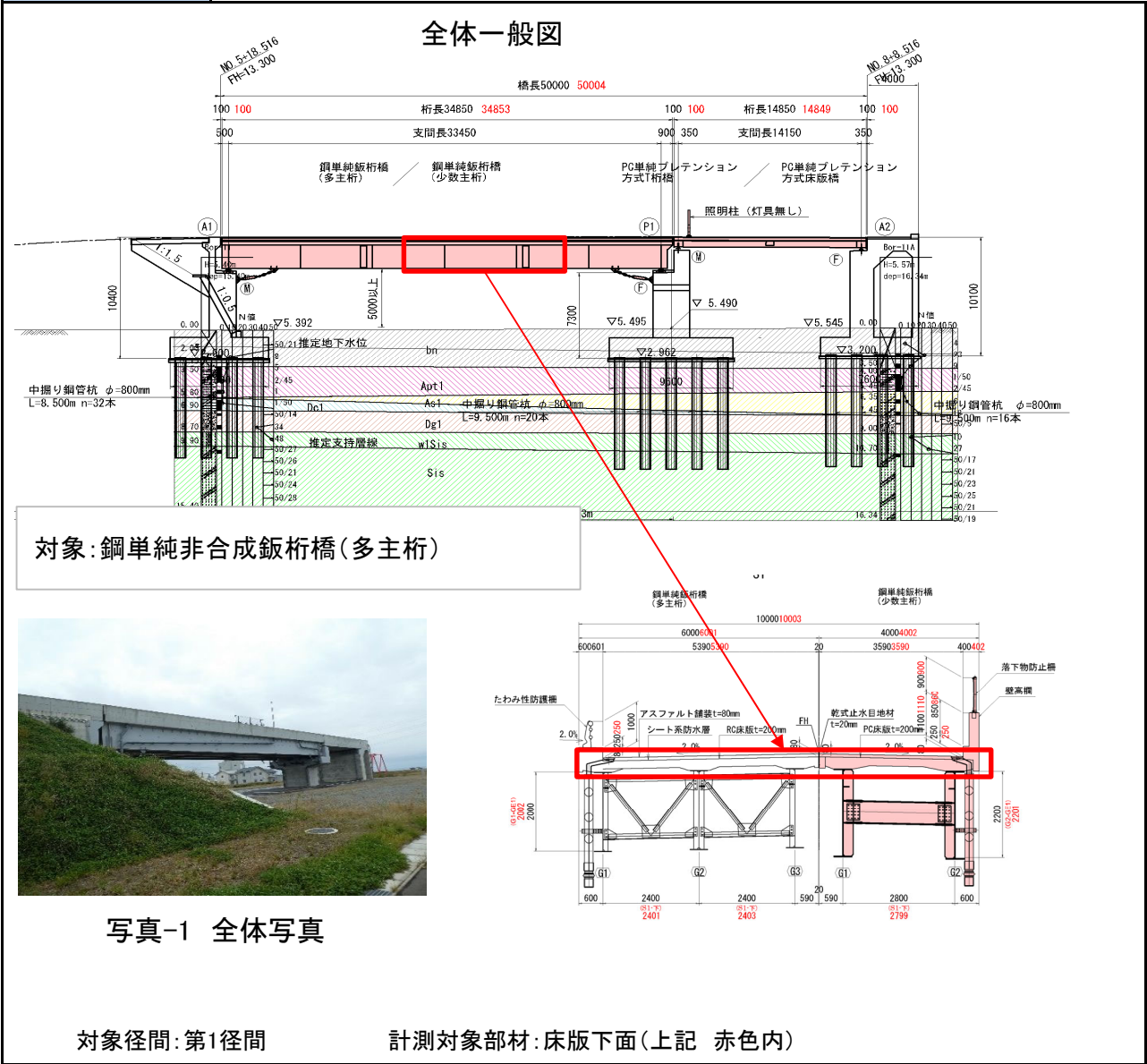
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	3.5 °C	風速	4.7 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

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) 狭小進入可能性能 可動範囲
-------------------	--------------------------------

対象構造物の概要



- ① 機器の搬入(Matrice350RTK+Zenmuse P1、ライト、コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)
- 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

カメラ上向き



写真-2



写真-3

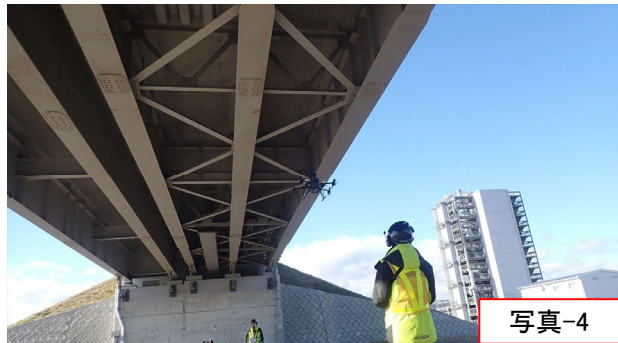


写真-4



写真-5

■カメラ名称:DJI Zunmuse P1

■被写体距離:3m ■照度:3.78~40.4 kLux ■風速: 0.0~9.9 m/s

■気温: 5.3~5.8 °C

■焦点距離: 50mm ■シャッター速度:1/320秒

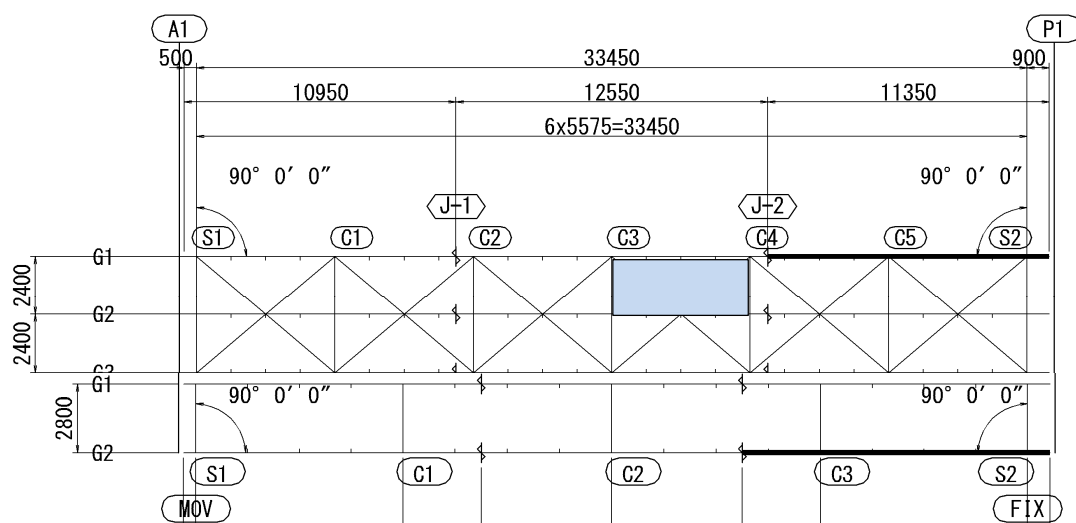
■絞り:F2.8 ■ISO値:200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:8192×5460



写真-6

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁)(写真-6)

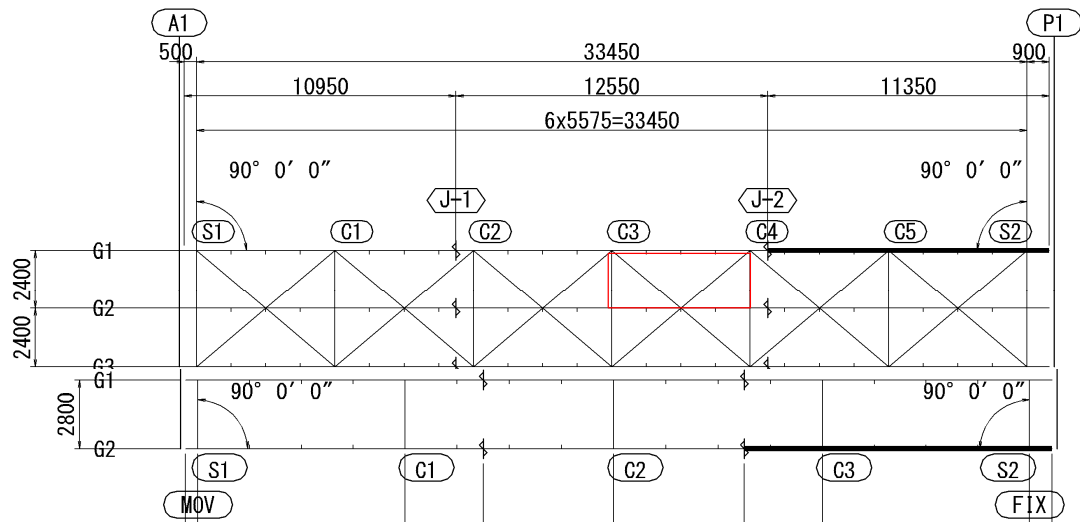


※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

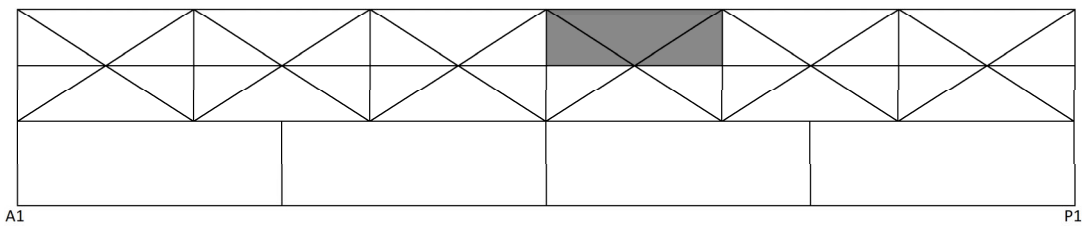
撮影範囲

※計測結果

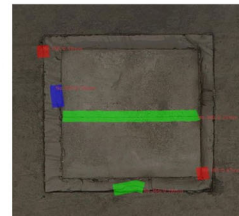
鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



M350 + P1

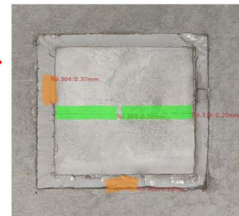
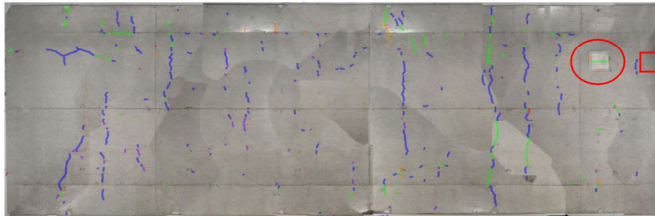


■オルソ画像(見上げ図) ライトなし



0.20mm

■オルソ画像(見上げ図) ライトあり



0.20mm

ひび幅分類設定

ひび幅	ひび色
0.10	ミリメートル未満 #8000FF ...
0.10 ~ 0.20	ミリメートル未満 #0000FF ...
0.20 ~ 0.30	ミリメートル未満 #00FF00 ...
0.30 ~ 0.40	ミリメートル未満 #FF8000 ...
0.40	ミリメートル以上 #FF0000 ...

技術番号	BR010082					台車			
技術名	ドローンと台車 (D-RAFT) を活用した点検支援技術					開発者名	株式会社コードデザイン		
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	6.0	℃	風速	4.4	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)

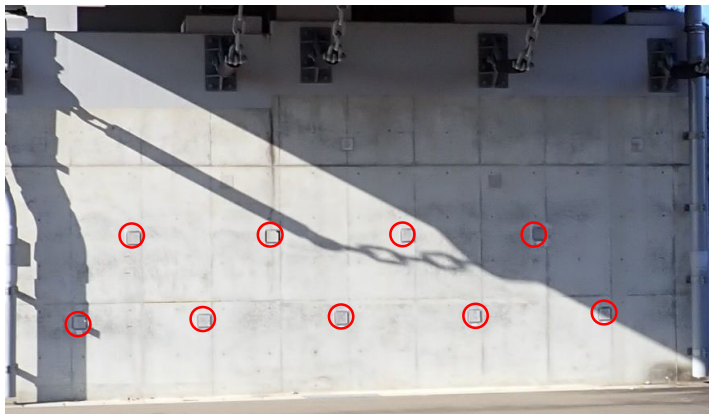


写真-1: A1橋台 (9パネル)

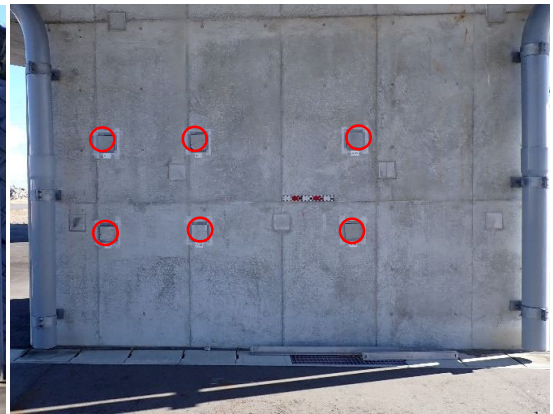


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

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))

A-2 横	A-4 斜	A-6 縦	A-8 斜	
A-1 斜	A-3 横	A-5 斜	A-7 縦	A-9 縦

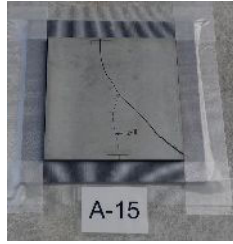
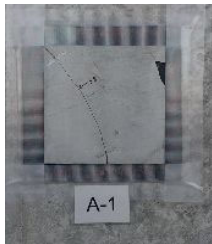


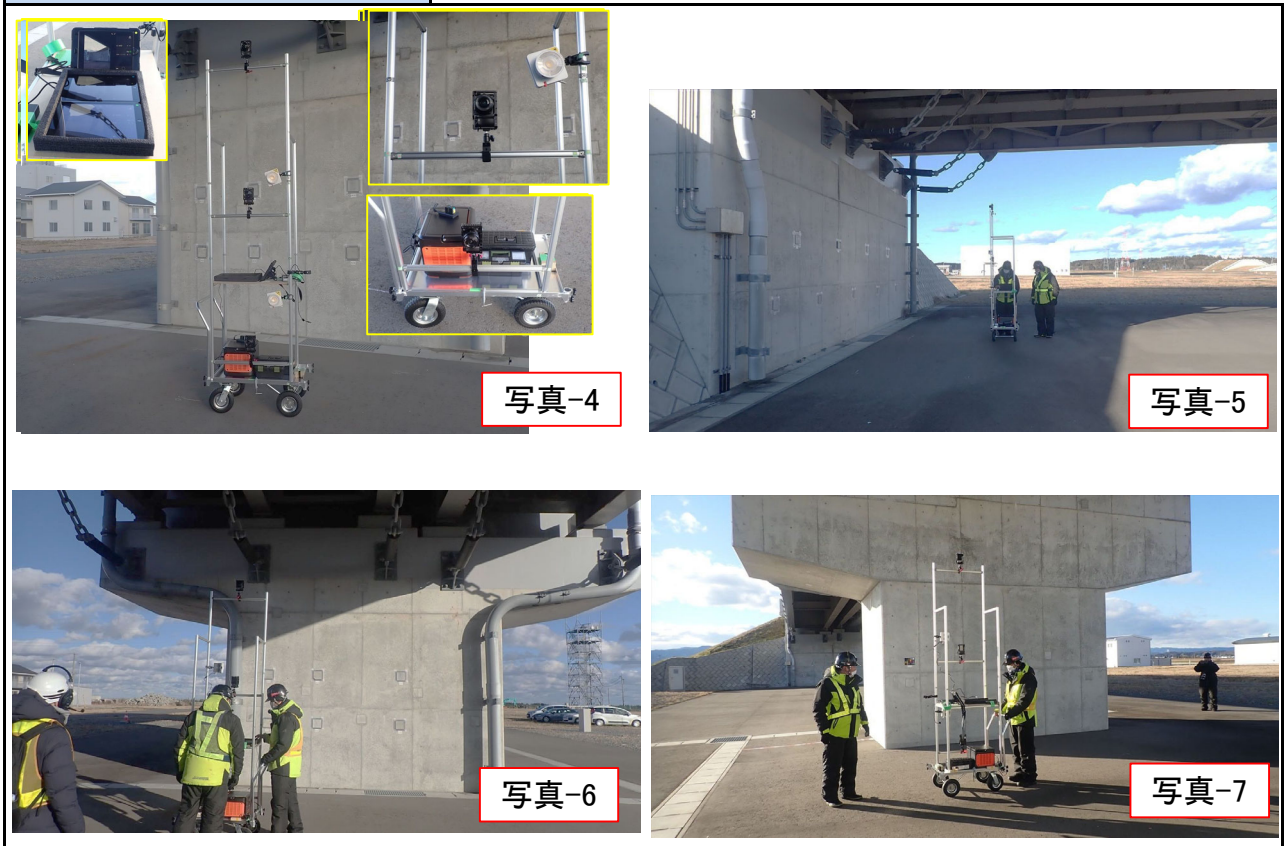
写真-3: パネル (抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚 (正面左からの配置 (写真-2))

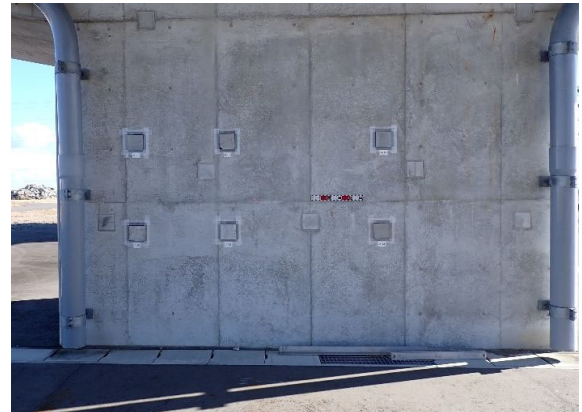
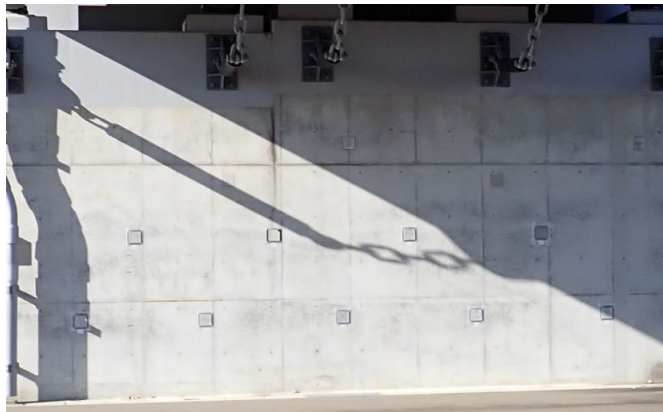
A-11 横	A-13 斜	A-15 縦
A-10 横	A-12 横	A-14 縦

試験方法(手順)	技術番号	BR010082
①	機器の搬入(台車、カメラ3台、ポータブルバッテリー、タブレット3台、ライト3台)(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。	

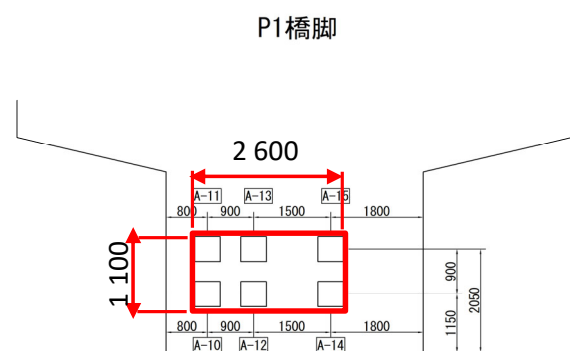
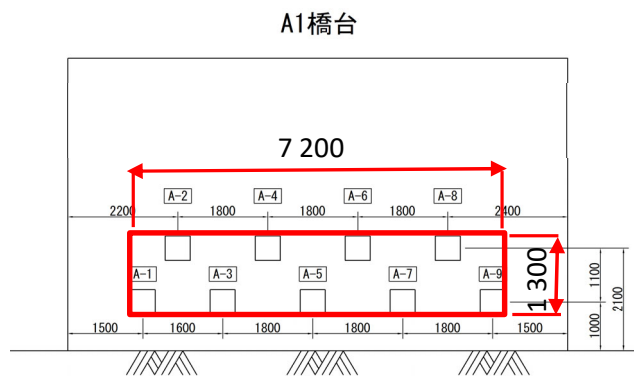
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



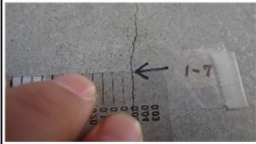
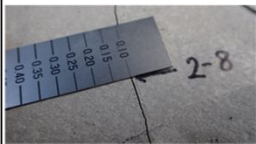
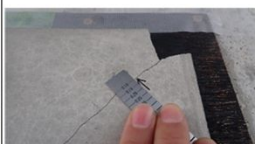
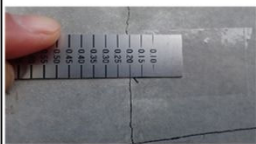
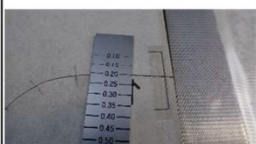
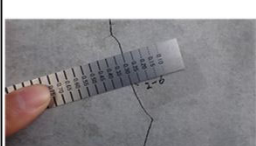
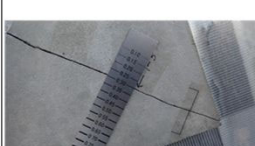
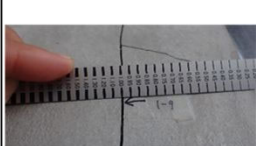
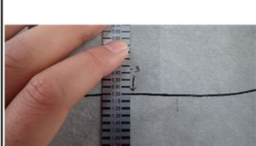
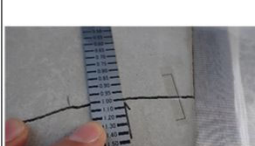
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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: 12.22m^2 、撮影時間: A1(2分24秒)、P1(48秒) = 3分12秒 = 192秒(192sec)

撮影速度 = $12.22 / 192 = 0.064\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: SONY α 6000

■被写体距離: 3.0m ■照度: 3.39~55.3 kLux ■風速: 0.0~4.4 m/s

■気温: 6.0 °C

■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/400~1/1600秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 6000

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	0.1	0.1	0.1

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	0.1	0.1	0.1

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	0.2	0.2	0.2

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	0.3	0.3	0.3

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	1.0	1.0	1.0

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.03mm
0.1mm	0.00mm
0.2mm	0.00mm
0.3mm	0.00mm
1.0mm	0.00mm

※色識別性能

■カメラ名称: SONY α6000

■被写体距離: 3.0m ■照度: 5.33~6.07 kLux ■風速: 0.0~6.6 m/s

■気温: 6.0 °C

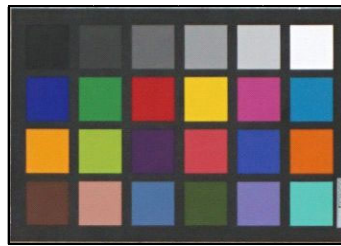
■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/640~1/800秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

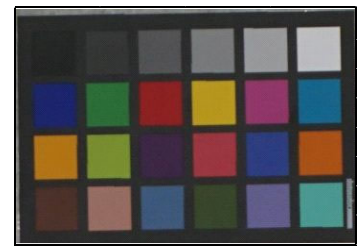
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000×6000



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	47	41	49	43	48
A-2	80	68	80	71	78	69
A-3	122	108	118	107	116	113
A-4	161	153	157	155	154	157
A-5	202	196	198	192	195	201
A-6	249	241	242	242	238	245
B-1	25	33	55	47	135	141
B-2	57	53	146	139	64	69
B-3	186	180	26	41	51	43
B-4	245	236	205	196	0	36
B-5	192	187	75	68	145	132
B-6	0	24	127	123	159	172
C-1	238	230	158	149	25	28
C-2	157	230	188	149	54	28
C-3	83	75	58	49	106	89
C-4	195	200	79	71	95	80
C-5	58	56	88	76	159	163
C-6	222	217	118	104	32	28
D-1	112	99	76	63	60	51
D-2	197	196	145	136	125	128
D-3	87	77	120	116	155	161
D-4	82	69	106	91	60	52
D-5	126	123	125	115	174	176
D-6	98	88	187	193	166	185

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	35	41	37	43	36
A-2	80	49	80	51	78	50
A-3	122	79	118	79	116	81
A-4	161	117	157	118	154	119
A-5	202	146	198	149	195	150
A-6	249	181	242	182	238	186
B-1	25	26	55	35	135	104
B-2	57	40	146	107	64	54
B-3	186	136	26	30	51	30
B-4	245	177	205	146	0	29
B-5	192	143	75	54	145	102
B-6	0	23	127	97	159	136
C-1	238	171	158	112	25	18
C-2	157	118	188	138	54	48
C-3	83	59	58	39	106	67
C-4	195	150	79	53	95	60
C-5	58	41	88	59	159	124
C-6	222	164	118	79	32	22
D-1	112	75	76	48	60	39
D-2	197	147	145	107	125	97
D-3	87	62	120	88	155	121
D-4	82	55	106	68	60	42
D-5	126	97	125	91	174	138
D-6	98	71	187	148	166	140

※色識別性能

■カメラ名称: SONY α6000

■被写体距離: 3.0m ■照度: 6.75~7.63 kLux ■風速: 0.0~6.0 m/s

■気温: 6.0 °C

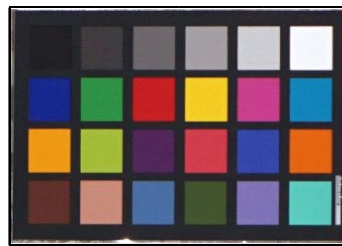
■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/400~1/1600秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 6000



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	31	41	33	43	34
A-2	80	63	80	56	78	62
A-3	122	106	118	97	116	102
A-4	161	159	157	154	154	156
A-5	202	199	198	200	195	205
A-6	249	235	242	240	238	245
B-1	25	21	55	40	135	141
B-2	57	44	146	141	64	65
B-3	186	193	26	34	51	34
B-4	245	239	205	198	0	34
B-5	192	196	75	63	145	140
B-6	0	16	127	129	159	183
C-1	238	232	158	153	25	21
C-2	157	157	188	183	54	51
C-3	83	84	58	35	106	89
C-4	195	204	79	58	95	76
C-5	58	48	88	65	159	164
C-6	222	221	118	97	32	18
D-1	112	92	76	46	60	41
D-2	197	193	145	131	125	113
D-3	87	71	120	105	155	156
D-4	82	63	106	82	60	45
D-5	126	123	125	107	174	180
D-6	98	88	187	200	166	186

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	35	41	37	43	40
A-2	80	60	80	61	78	63
A-3	122	90	118	94	116	97
A-4	161	134	157	135	154	139
A-5	202	165	198	169	195	172
A-6	249	198	242	203	238	207
B-1	25	30	55	43	135	122
B-2	57	46	146	124	64	66
B-3	186	161	26	35	51	39
B-4	245	197	205	168	0	40
B-5	192	160	75	63	145	124
B-6	0	28	127	116	159	156
C-1	238	191	158	127	25	29
C-2	157	128	188	156	54	54
C-3	83	70	58	43	106	84
C-4	195	169	79	60	95	73
C-5	58	49	88	67	159	143
C-6	222	185	118	91	32	30
D-1	112	79	76	50	60	44
D-2	197	160	145	116	125	105
D-3	87	62	120	95	155	136
D-4	82	59	106	78	60	50
D-5	126	103	125	105	174	156
D-6	98	76	187	167	166	158

技術番号	BR010082
------	----------

台車

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	6.0 °C	風速	4.4 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

試験場所	福島ロボットテストフィールド
------	----------------

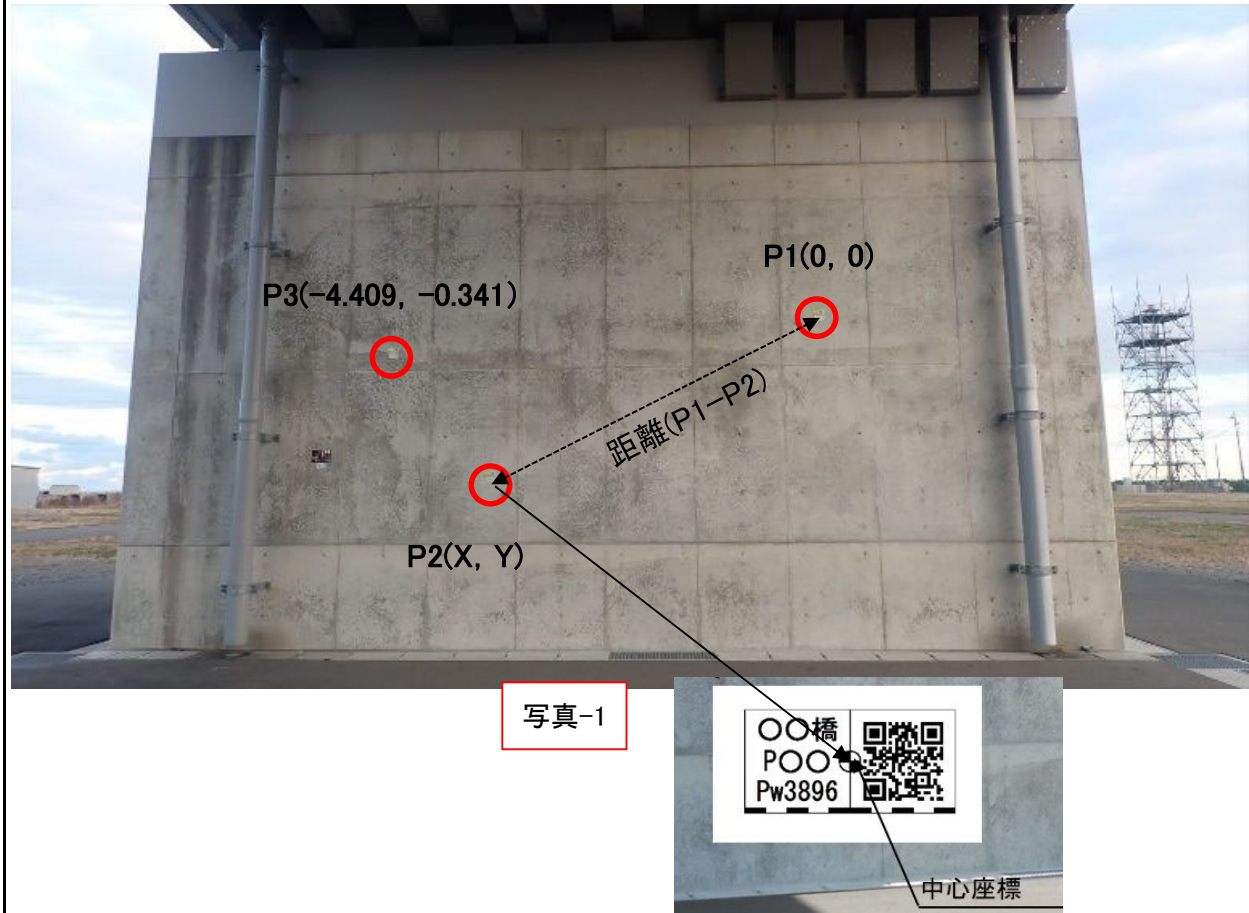
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験
--------	--------	------	------	------	------	------

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

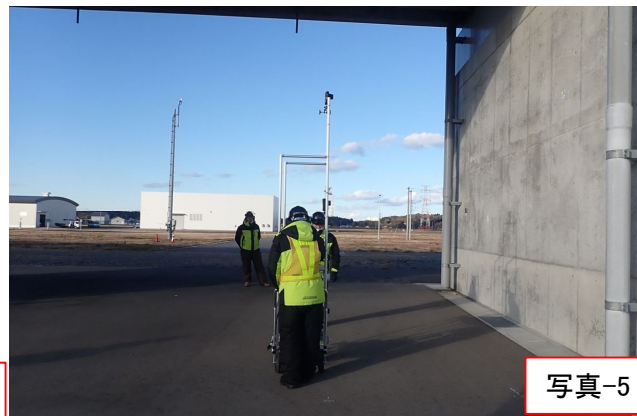
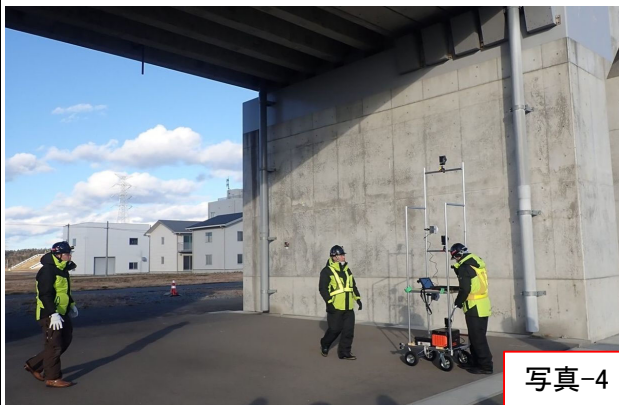
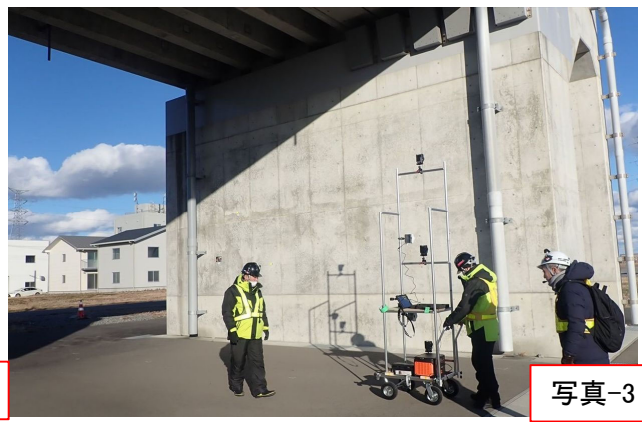
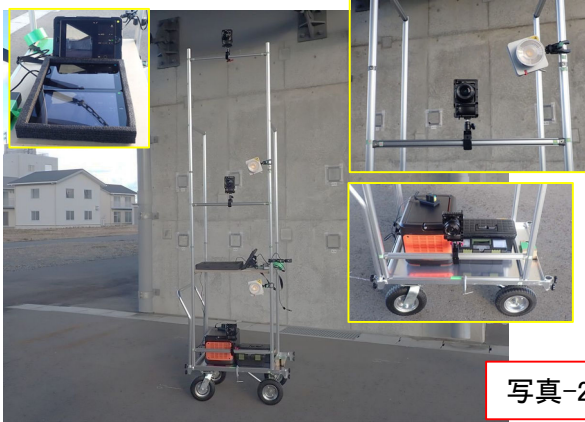
※検証試験体

- ・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ーP2間の距離を計測する。



- ① 機器の搬入(台車、カメラ3台、ポータブルバッテリー、タブレット3台、ライト3台)(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。

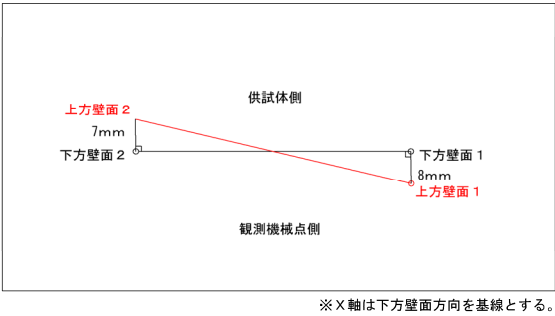
開発者による計測機器の設置状況



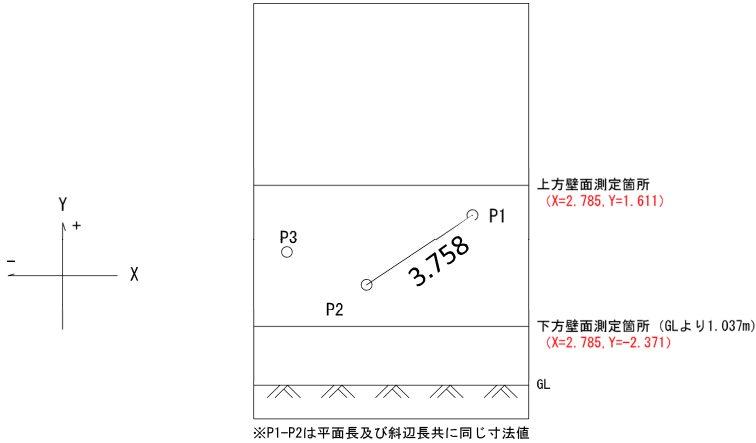
※長さ計測精度/位置精度

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



コンクリート壁側面図



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: SONY α6000

■被写体距離: 3.0m ■照度: 6.75~7.63 kLux ■風速: 0.0~6.0 m/s

■気温: 6.0 °C

■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/400~1/1600秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000×6000

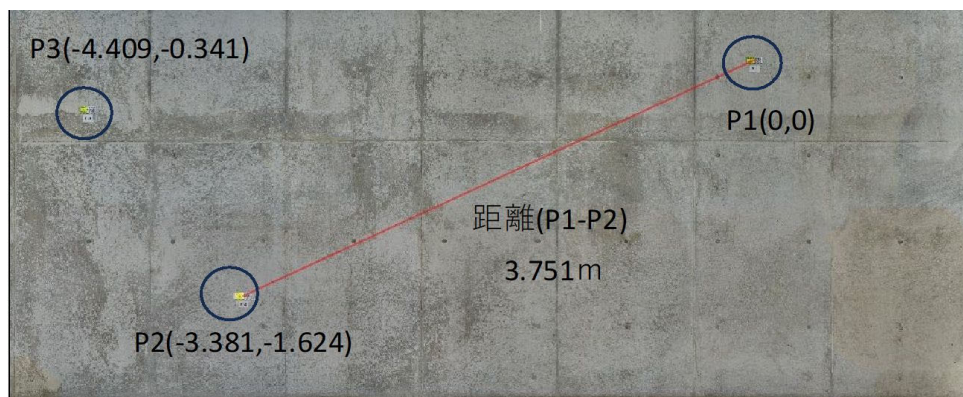


写真-6 オルソ画像

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	-3.381	0.005	-1.651	-1.624	-0.027	3.761	3.751	99.7%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010082
------	----------

台車

技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術	開発者名	株式会社コードデザイン
-----	----------------------------	------	-------------

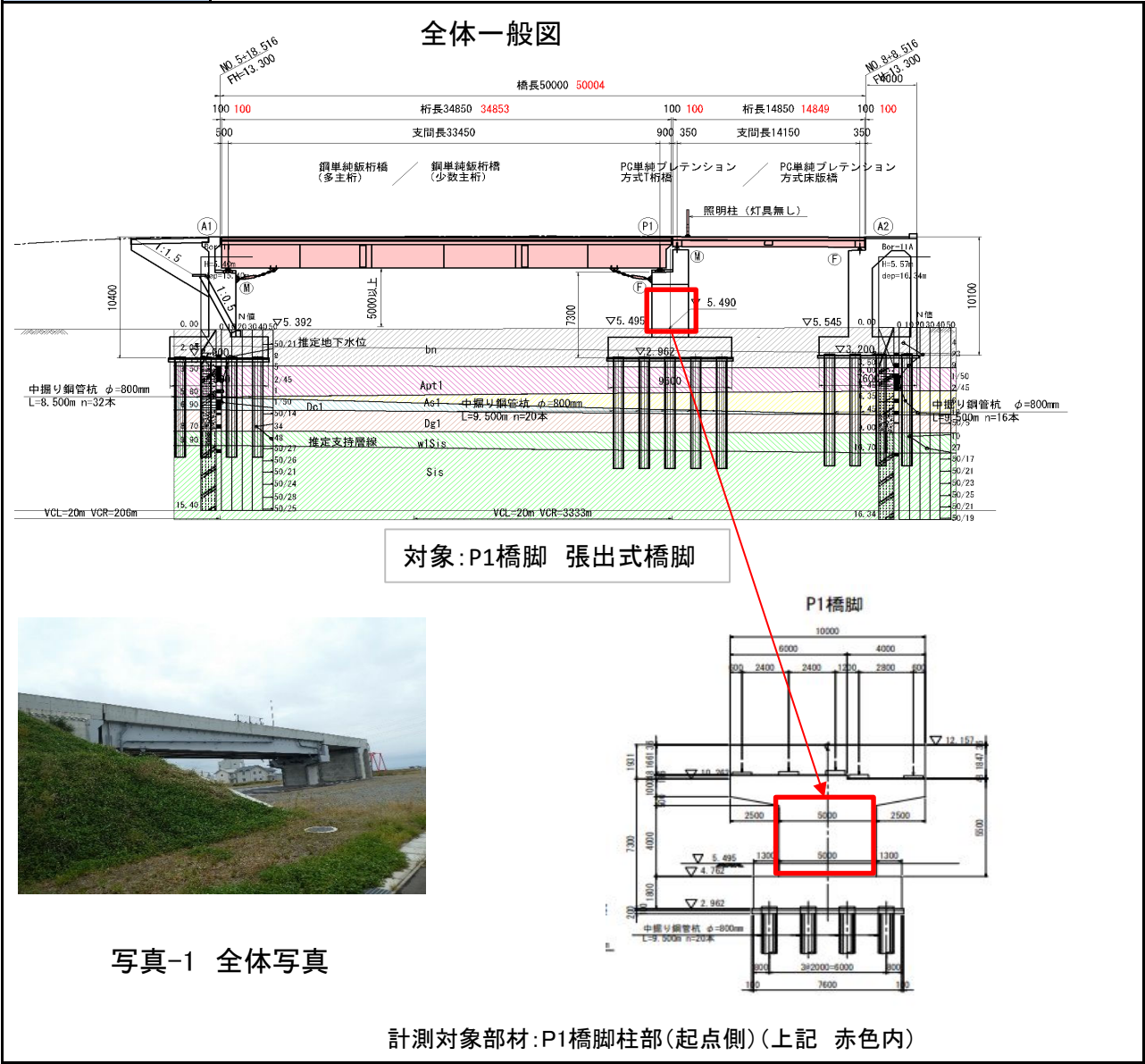
試験日	令和6年 12 月 19 日	天候	晴れ	気温	6.0	℃	風速	4.4	m/s
-----	----------------	----	----	----	-----	---	----	-----	-----

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
--------	--------	------	------	------	------	------

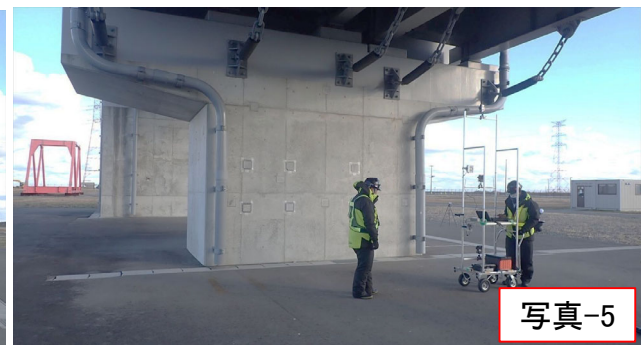
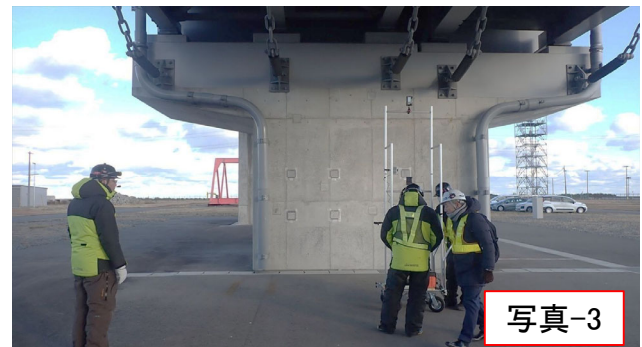
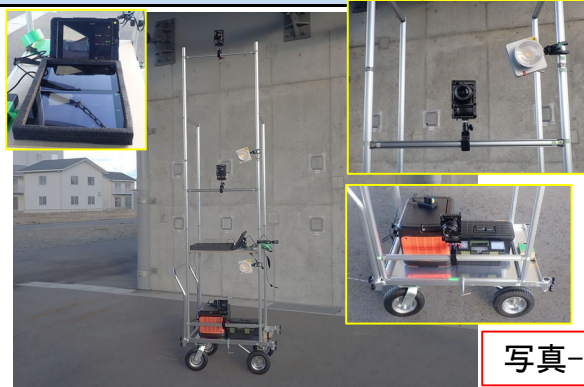
試験で確認する カタログ項目	動作確認(精度以外)
-------------------	------------

対象構造物の概要



- ① 機器の搬入(台車、カメラ3台、ポータブルバッテリー、タブレット3台、ライト3台)(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



■カメラ名称: SONY α6000

■被写体距離: 3.0m ■照度: 1.98~18.1 kLux ■風速: 0.0~5.2 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/250~1/640秒

■絞り: F5.6 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 6000



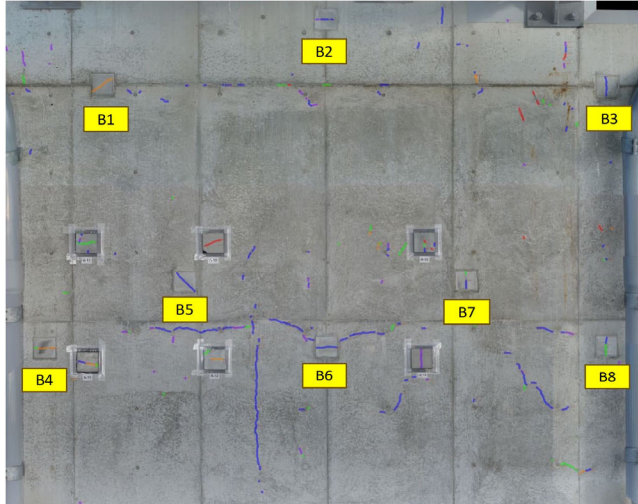
写真-6

※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

台車（溝橋）

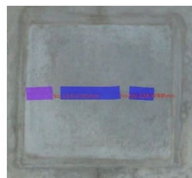


ひび幅分類設定

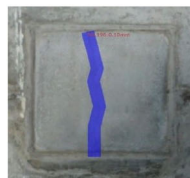
ひび幅			ひび色	
	0.10	ミリメートル未満	#8000FF	...
0.10	～ 0.20	ミリメートル未満	#0000FF	...
0.20	～ 0.30	ミリメートル未満	#00FF00	...
0.30	～ 0.40	ミリメートル未満	#FF8000	...
0.40		ミリメートル以上	#FF0000	...



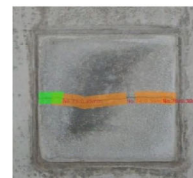
B1_0.34mm



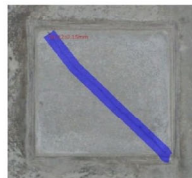
B2_0.05mm



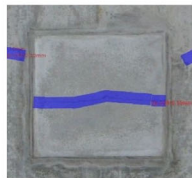
B3_0.10mm



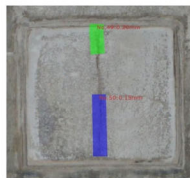
B4_0.25mm・0.30mm



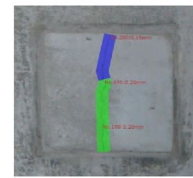
B5_0.15mm



B6_0.15mm



B7_0.15mm

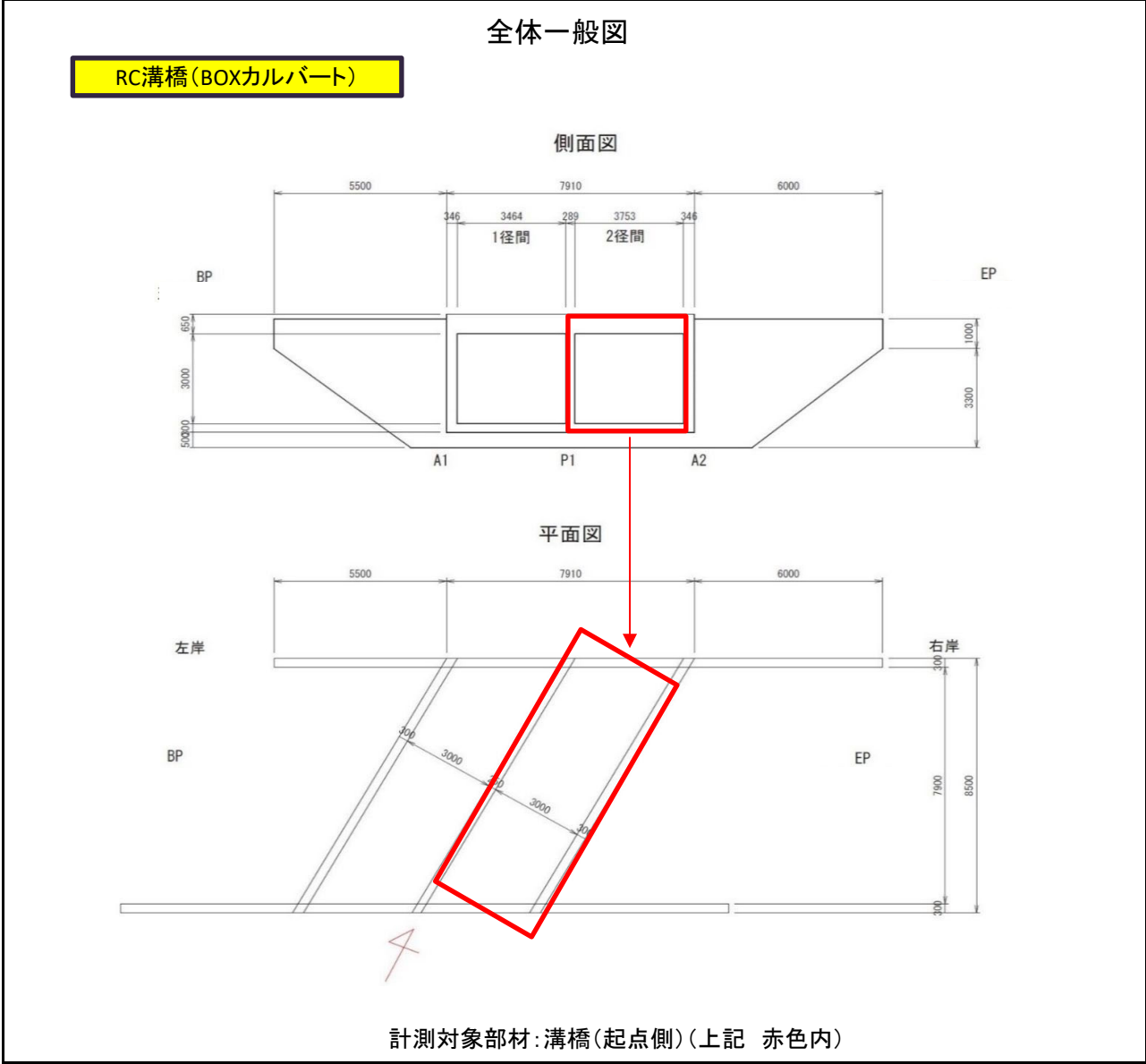


B8_0.15mm・0.20mm

技術番号	BR010082				台車			
技術名	ドローンと台車(D-RAFT)を活用した点検支援技術				開発者名	株式会社コードデザイン		
試験日	令和6年 11 月 8 日	天候	雪	気温	6.4 °C	風速	7 m/s	
試験場所	北海道内某溝橋							
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



- ① 機器の搬入(台車、カメラ3台、モバイルバッテリー、タブレット3台、ライト3台)(写真-1)
- ② 撮影状況:溝橋側面の撮影(写真-2)
- ③ 撮影状況:溝橋天面の撮影(写真-3)
- ④ 組立・設置状況:側面撮影の場合(写真-4)
- ⑤ 組立・設置状況:天面撮影の場合(写真-5)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2

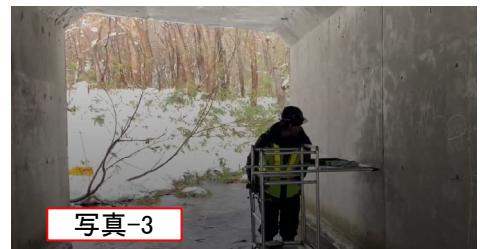


写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: SONY α6000

■被写体距離: 2.0m ■照度: 24.2~358.6 Lux ■風速: 0.0~7.0 m/s

■気温: 6.4 °C

■焦点距離: 42mm ■シャッター速度: 1/80~1/160秒

■絞り: F4.5 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 6000

※計測結果（オルソ画像）

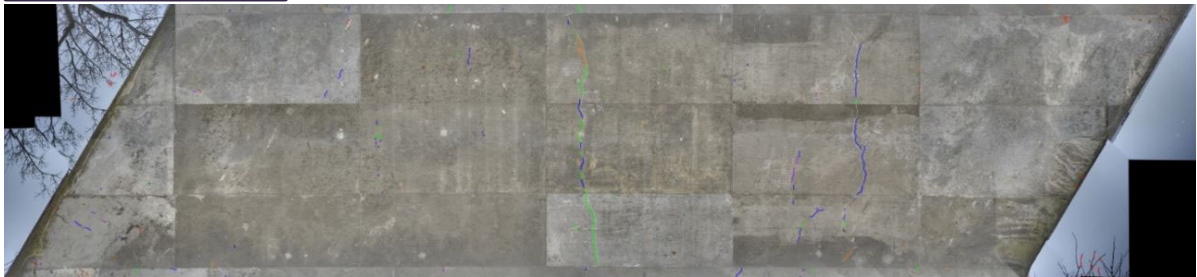
A2



A2ハンチ



A2-P1天面（見上げ）



P1ハンチ



P1



ひび幅分類設定

ひび幅			ひび色	
	0.10	ミリメートル未満	#8000FF	...
0.10	～ 0.20	ミリメートル未満	#0000FF	...
0.20	～ 0.30	ミリメートル未満	#00FF00	...
0.30	～ 0.40	ミリメートル未満	#FF8000	...
0.40		ミリメートル以上	#FF0000	...